南京地铁11号线一期工程车辆、信号及车辆段工艺设备集成采购项目

标段编码：NJGD2501155-02HWGH

招标文件



招标人（招标代理）：南京地铁建设有限责任公司（加盖电子印章）

2026-06-11

目　录

招标文件 4
第一卷 4
第一章 招标公告（适用于公开招标） 4
第二章 投标人须知 11
投标人须知前附表 11
投标人须知正文 23
开标一览表 34
第三章 评标办法 35
评标办法前附表（综合评估法一阶段评标） 35
评标办法正文 40
第四章 合同条款及格式 44
第二卷 101
第五章 供货清单及使用说明 101
（一）投标报价说明 102
（二）投标报价表 105
（三）价格构成分析表 202
第六章 供货要求 249
第七章 图纸 2512
第三卷 2514
第八章 投标文件格式 2514
封面 2516
一、投标文件格式（商务册） 2517
（一）投标函 2517
（二）法定代表人（单位负责人）身份证明 2520
法定代表人（单位负责人）身份证明相关附件 2520
（二）授权委托书 2521
授权委托书相关附件 2521
（三）投标保证金 2522
投标减免缴纳投标保证金信用承诺书 2523
（四）联合体协议书 2524
（五）商务和技术偏离表 2525
（六）资格证明文件 2526
1. 基本情况表 2526
基本情况表 2526
（附件）企业相关证明证照文件 2527
（附件）企业资质 2527
（附件）企业证书 2527
2. 近年财务状况表 2528
近年财务状况表 2528
（附件）财务状况 2528
3. 信誉或银行资信证明 2529
4. 近年完成的类似项目情况表 2530
近年完成的类似项目情况表 2530
（附件）企业近年完成的类似项目情况 2530
5. 正在供货和新承接的项目情况表 2531
6. 近年发生的诉讼及仲裁情况 2532
7. 制造商授权书 2533
二、投标文件格式（价格册） 2545
已标价的供货清单 2545

三、投标文件格式（技术册） 2546
（一）技术响应 2546
（二）售后服务 2594
（三）安装及调试方案 2594
其他资料 2594
第九章 其他 2595

第一章 招标公告

（市交易中心）南京地铁11号线一期工程车辆、信号及车辆段工艺设备集成采购项目招标公告

标段编码：NJGD2501155-02HWGH

1. 招标条件

本招标项目南京地铁11号线一期工程已由江苏省发展改革委以（项目审批文号:苏发改基础发[2021]262号）批准建设，项目业主为南京江北新区枢纽经济发展有限公司，建设资金来自国有（政府投资），项目出资比例为国有（政府投资）:100.00%。项目已具备招标条件，招标人为南京地铁建设有限责任公司，现对车辆、信号及车辆段工艺设备集成采购项目进行公开招标。

2. 项目概况与招标范围

2.1 工程建设项目的建设地点：南京

2.2 规模：详见招标文件

2.3 建设工期：1825

2.4 标段划分：一个标段

2.5 本次招标采购货物的名称：车辆、信号及车辆段工艺设备集成

2.6 数量：：一批

2.7 技术规格：详见招标文件

2.8 交货地点：详见：第六章“供货要求”

2.9 交货期：450天

3. 投标人资格要求

3.1 投标人资格要求

资质要求：投标人应为在中华人民共和国境内注册，具有独立法人资格（不接受以分支机构为代理人的投标），能提供本次招标货物和服务的企业。（营业执照扫描上传至电子投标文件中）。

业绩要求：2021年1月1日至今（以竣工验收时间为准），投标人应具有投入运营的城市轨道交通车辆项目业绩。备注：上述符合要求的业绩须同时提供供货合同和其他业绩证明材料（其他业绩证明材料包括最终用户出具的证明文件或最终验收证书或预验收证书等）。

其他要求：①单位负责人为同一人或者存在控股管理关系的不同单位，不得同时参与同一标段的投标或者未划分标段的同一招标项目的投标；②投标人若在南京地铁同类项目投标中弄虚作假被查实的，招标

人拒绝其参加本批次招标项目投标；③参与本项目投标的，因弄虚作假被本项目招标人查实的，自查实之日起三年内，拒绝其参与南京地铁同类项目投标。④本项目只接受制造商投标，“一个制造商对同一品牌同一型号的设备，仅能委托一个代理商参加投标”不适用于本项目。⑤本项目招标执行《关于在公共资源交易领域的招标投标活动中建立对失信被执行人联合惩戒的实施意见》（苏信用办〔2018〕23号）的规定。投标人不得被列入失信被执行人的名单，失信被执行人情况以“信用中国”网站查询结果（严重失信主体名单）为准。

3.2 本次招标是否接受联合体投标： 是

接受，应满足下列条件：①联合体成员数量不超过三家；②联合体牵头方满足本公告3.1本次招标要求投标人须具备的所有要求，且必须为轨道交通车辆的制造企业；联合体成员方须满足本公告3.1本次招标要求投标人须具备的除业绩要求外的所有要求；③联合体各方不得再单独或组成新的联合体参加同一标段投标，也不得参加其它联合体同一标段投标。

4. 招标文件的获取

4.1 招标文件获取时间：本公告发布之日起至投标截止之日止。

4.2 招标文件获取方式：投标人登录“电子招标投标交易平台”免费获取；本招标公告及招标文件中“电子招标投标交易平台”选用：“宁易新”招标投标交易系统（网址）：https://njggzy.nanjing.gov.cn/njxm-prod/gdebs-login-web/login 。

5. 投标文件的递交

5.1 投标文件递交截止时间 ：2026-08-03 09:30:00。

5.2 投标文件递交方式：投标人登录“电子招标投标交易平台”递交；

5.3 逾期递交的投标文件，招标人不予受理。

6. 资格审查办法

本项目采用资格后审方式进行资格审查。

7. 其他

7.1 本标段采用的评标办法：综合评估法

7.2 具体评标办法：综合评估法

条款号	条款内容	编列内容
2.2.1	分值构成（总分100分）	投标报价：40.00 分 技术响应：0 分 商务响应：2.00 分 售后服务：0 分 安装及调试方案：0 分 业绩：3.00 分 其他评分因素：55.00 分(如有)

2.2.2	评标基准价计算方法	**一、评标基准值计算方法的确定** 方法三 方法三：评标基准价=A×K。 以有效投标文件的评标价算术平均值为A（若有效投标文件小于7家时，取有效投标文件的评标价算术平均值为A；若有效投标文件大于等于7家小于10家时，去掉其中的一个最高价和一个最低价后取算术平均值为A；若有效投标文件大于等于10家时，去掉其中的二个最高价和二个最低价后取算术平均值为A）。 **K取值为 98 %（取值范围为：95%~100%，在招标文件中明确或开标前随机抽取）** 说明一：评标价是指经澄清、补正和修正算术计算错误的投标报价。 说明二：评标委员会在评标报告上签字后，评标基准价不因招投标当事人质疑、投诉、复议以及其它任何情形而改变。 说明三：上文“有效投标文件”是指经初步评审合格的投标文件。	
2.2.3	投标报价的偏差率计算公式	偏差率=100%×（投标人评标价－评标基准价）/评标基准价，偏差率计算结果保留六位小数。	

条款号		评分因素（偏差率）	评分标准	最高分
2.2.4（1）	投标报价评分标准	投标报价与评标基准价	1.等于评标基准价得满分。 2.每高于评标基准价1%扣 0.6 分，偏离不足1%的，按照插入法计算得分。 3.每低于评标基准价1%扣 0.4 分，偏离不足1%的，按照插入法计算得分。 以有效投标文件的最低评标价或次低评标价为评标基准价时，低于或等于评标基准价得满分。	40.00
2.2.4（2）	技术响应评分标准	/		
2.2.4（3）	商务响应评分标准	投标文件的符合性、合同条款的响应性 (0~2.00)	检查投标文件中的响应内容、资料是否齐全、合同条款是否响应，根据招标文件要求和投标文件的响应性酌情打分。	2.00
		汇总规则：评委汇总，去掉1个最高分和1个最低分后求平均		
2.2.4（4）	售后服务评分标准	/		
2.2.4（5）	安装及调试方案评分标准	/		
2.2.4（6）	业绩评分标准	类似项目业绩 (0~3.00)	2021年1月1日至今，每1个投入运营且无不良记录的城市轨道交通车辆项目业绩得1.5分，直至满分；无投入运营的城市	3.00

			轨道交通车辆项目业绩或在项目中有不良记录的得0分。 （以供货合同和其他业绩证明材料的复印件/扫描件为准，其他业绩证明材料包括最终用户出具的证明文件或最终验收证书或预验收证书等。）	
		汇总规则：分项汇总，去掉1个最高分和1个最低分后求平均（客观项评委打分应一致）		
2.2.4 （7）	其他因素评分标准	系统总体构成、功能及主要指标 (0~3.00)	完全满足招标文件要求，内容完整、描述清晰，完全满足本项目技术要求、运营要求、系统构成要求、系统功能要求，系统能力及计算满足要求。 优：3分≥得分≥2.7分、良：2.7分＞得分≥2.4分、中：2.4分＞得分≥2.1分、差：2.1分＞得分≥0分。	3.00
		一致性协调方工作方案 (0~2.00)	完全满足招标文件要求、内容完整、一致性协调方责任、权利、工作范围和协调工作内容等描述清晰详细、可操作性强、无缺项； 优：2分≥得分≥1.8分、良：1.8分＞得分≥1.6分、中：1.6分＞得分≥1.4分、差：1.4分＞得分≥0分。	2.00
		项目执行计划和方案、合理化建议和优化方案 (0~2.00)	执行计划安排合理、详细、项目全面，可操作性、实施性强、投标人能提交完整的测试计划、详细的现场测试项目大纲、对配备的测试技术力量、所需时间、现场条件的要求等内容描述清晰完整，调试方案完善、测试项目、调试时间合理，试运营期间能够预见各种潜在的运营故障和风险，并有积极的应对措施者；内容完整、描述清晰详细、无缺项，计划满足工程总工期要求，具有可实施性，检验、试验、调试、开通及验收全过程完全满足招标文件要求； 优：2分≥得分≥1.8分、良：1.8分＞得分≥1.6分、中：1.6分＞得分≥1.4分、差：1.4分＞得分≥0分。	2.00
		车辆车体、转向架等技术响应情况 (0~10.00)	主要针对车辆用户需求书的工程概况及招标采购范围，基本技术条件、车体，车端联接，车门、转向架，供风及制动，空调和通风、牵引和电制动，辅助电源系统，照明系统，乘客信息系统投标响应情况进行评审； 优：10分≥得分≥9分、良：9分＞得分≥8分、中：8分＞得分≥7分、差：7分＞得分≥0分。	10.00
		车辆列车网络及控制系统等技术响应情况 (0~10.00)	主要针对车辆用户需求书的电磁兼容，列车振动与噪声、列车网络及控制系统，车辆智能运维（车载部分），全自动驾驶、车载网轨隧综合智能检测系统、材料与工艺，系统安全及可信性管理，列车试验要求的投标响应情况进行评审；	10.00

			优：10分≥得分≥9分、良：9分＞得分≥8分、中：8分＞得分≥7分、差：7分＞得分≥0分。	
		车辆相关各专业对车辆系统接口要求 (0~5.00)	整车与牵引系统及其他系统接口要求的投标响应情况，内容完整、描述清晰详细、电气、机械接口详细、无缺项、完全满足招标文件要求； 优：5分≥得分≥4.5分、良：4.5分＞得分≥4分、中：4分＞得分≥3.5分、差：3.5分＞得分≥0分。	5.00
		信号部分安全冗余结构+后备降级 (0~2.00)	系统或设备采用硬件三取二或二乘二取二冗余结构，按照故障－安全原则设计，安全完整性水平达到SIL4级标准，系统对网络结构、组网方式、冗余方式、运行速度、稳定性、可靠性、安全性等内容完整、描述清晰、合理、完全满足招标文件要求且对招标文件中的冗余要求完全响应。 内容完整、描述清晰、无缺项、诊断功能全面、故障信息层次清晰、状态信息全面、各子系统故障情况下相应运行方式可靠、清晰、灵活，设置和转换合理、完全满足招标文件要求。 优：2分≥得分≥1.8分、良：1.8分＞得分≥1.6分、中：1.6分＞得分≥1.4分、差：1.4分＞得分≥0分。	2.00
		列车自动监控子系统、列车自动防护子系统、ATO子系统、OC子系统、数据通信子系统、智能运维子系统、培训系统、试车线、电源屏、UPS、蓄电池、计轴、转辙机、信号机（含灯丝报警）、道岔融雪装置、控制中心背投大屏幕等设备 (0~10.00)	各个子系统构成完全满足招标文件要求、描述完整、无缺项；系统组成设备等先进、全面、子系统功能完整、无缺项、功能先进；硬件设备先进、全面，软件构成合理、模块化，可扩展性强；软件的可靠性、安全性措施合理，符合有关规范；性能指标完全满足招标文件要求且内容完整、描述清晰、性能先进、各种计算依据充分、计算合理；与其他子系统匹配性好，应用成熟、匹配后完全满足指标要求、描述完整清晰； 优：10分≥得分≥9分、良：9分＞得分≥8分、中：8分＞得分≥7分、差：7分＞得分≥0分。	10.00
		信号与其它专业系统的接口 (0~3.00)	内容完整、描述清晰详细、电气、机械接口详细、无缺项、完全满足招标文件要求； 优：3分≥得分≥2.7分、良：2.7分＞得分≥2.4分、中：2.4分＞得分≥2.1分、差：2.1分＞得分≥0分。	3.00
		车辆段工艺设备 (0~8.00)	主要考核车辆检修设备、车辆架大修设备、综合维修设备、后勤汽车类和线网共享设备总体设计方案成熟可靠，主要技术性能和参数、主要部件设计寿命等符合招标文件要求，机械和电气部件选用综合技术指标优的产品。 优：8分≥得分≥7.2分、良：7.2分＞得	8.00

			分≥6.4分、中：6.4分＞得分≥5.6分、差：5.6分＞得分≥0分。	
		汇总规则：评委汇总，去掉1个最高分和1个最低分后求平均		

8. 发布公告的媒介

本公告在同招标公告发布媒介等媒介上发布。

9. 其他

9.1 本项目采用远程不见面开标模式。投标人应在投标截止时间前登录招标文件载明的“南京智能开标大厅”网址，按系统提示完成开标流程。因投标人自身设施故障或自身原因导致无法完成投标的，由投标人自行承担后果。

9.2 投标人注意事项：

（1）投标人须下载并安装“南京公共资源交易CA互联互通助手（新）”。

下载地址：https://njggzy.nanjing.gov.cn/njweb/jyfw/079004/downloadcenter.html

（2）投标人须在江苏省公共资源交易经营主体信息库系统登记企业相关信息。

登录地址：http://49.77.204.17:7082//jsztk/#/login?redirect=%2F

（3）投标人需登录“宁易新”招标投标交易系统参与投标，网址为：

https://njggzy.nanjing.gov.cn/njxm-prod/gdebs-login-web/login

（4）投标人需登录南京智能开标大厅（新系统登录）参与开标活动，网址为：

http://njggzy.nanjing.gov.cn/BidOpening/online_bidding_platform/login

（5）投标人需通过以下地址下载“‘宁易新’招标投标交易系统投标文件编制工具”制作投标文件：

http://njggzy.nanjing.gov.cn/njweb/jyfw/079004/downloadcenter.html

9.3 为避免投标单位因解密失败造成无效投标的情形，投标工具提供预解密功能，以验证递交的投标文件是否完整有效。操作注意事项如下：

（1）预解密过程中，如出现异常问题，请联系投标工具公司进行排查处理。

（2）投标文件递交后，可能会存在文件撤回重新制作上传的情况，请务必每次重新上传后，下载最新的文件进行预解密验证。

（3）如投标文件递交后未进行文件预解密验证，可能会存在开标过程中因文件无法解密被退回处理的风险，后果需自行承担。

9.4 技术支持联系方式：

（1）“宁易新”招标投标交易系统及投标工具联系电话：025-69088960-7-2

（2）江苏省公共资源交易经营主体信息库：025-83668675（工作时间：工作日8:30-18:00）

（3）南京智能开标大厅联系电话： 0512-58188512

（4）国信CA联系电话：025-68505679

（5）CFCA联系方式：18061882568、4001662366

9.5 其他说明：投标人在2026年6月11日至2026年6月23日（工作时间每日上午9:00至11:30，14:30至17:00，法定公休日、法定节假日除外）内联系招标人（南京市建邺区江东中路109号所街办公楼110室）领取本项目图纸，并现场签收。

10. 联系方式

招标人：	南京地铁建设有限责任公司	招标代理机构：	/
地址：	南京市建邺区江东中路109号	地址：	/
联系人：	茆杰（商务）、铁庆峰（技术）、王娟（咨询）	联系人：	/
电话：	025-51896127	电话：	/

招投标监督管理部门及电话： **南京市城乡建设委员会（电话:025-83278299）**

第二章　投标人须知

投标人须知前附表

条款号	条款名称	编列内容
1.1.2	招标人	名称：南京地铁建设有限责任公司 地址：南京市建邺区江东中路109号 联系人：茆杰（商务）、铁庆峰（技术）、王娟（咨询） 电话：025-51896127
1.1.3	招标代理机构	名称：/ 地址：/ 联系人：/ 电话：/
1.1.4	项目名称	南京地铁11号线一期工程
1.1.5	标段名称	车辆、信号及车辆段工艺设备集成采购项目
1.2.1	资金来源及比例	国有（政府投资） 国有（政府投资）:100.00%
1.2.2	资金落实情况	已落实
1.3.1	招标范围	车辆、信号及车辆段工艺设备集成的供货及服务
1.3.2	交货期	☑交货期：450天 ☐计划开始交货日期：/ ☐其他：/
1.3.3	交货地点	详见：第六章“供货要求”
1.3.4	技术性能指标	详见：第六章“供货要求”

1.4.1	投标人资格要求	☑资质要求：投标人应为在中华人民共和国境内注册，具有独立法人资格（不接受以分支机构为代理人的投标），能提供本次招标货物和服务的企业。（营业执照扫描上传至电子投标文件中）。 ☐财务要求：/ ☑业绩要求：2021年1月1日至今（以竣工验收时间为准），投标人应具有投入运营的城市轨道交通车辆项目业绩。备注：上述符合要求的业绩须同时提供供货合同和其他业绩证明材料（其他业绩证明材料包括最终用户出具的证明文件或最终验收证书或预验收证书等）。 ☐信誉要求：/ ☑其他要求：①单位负责人为同一人或者存在控股管理关系的不同单位，不得同时参与同一标段的投标或者未划分标段的同一招标项目的投标；②投标人若在南京地铁同类项目投标中弄虚作假被查实的，招标人拒绝其参加本批次招标项目投标；③参与本项目投标的，因弄虚作假被本项目招标人查实的，自查实之日起三年内，拒绝其参与南京地铁同类项目投标。④本项目只接受制造商投标，“一个制造商对同一品牌同一型号的设备，仅能委托一个代理商参加投标”不适用于本项目。⑤本项目招标执行《关于在公共资源交易领域的招标投标活动中建立对失信被执行人联合惩戒的实施意见》（苏信用办〔2018〕23号）的规定。投标人不得被列入失信被执行人的名单，失信被执行人情况以“信用中国”网站查询结果（严重失信主体名单）为准。 ☐提供满足正文1.4.3条要求的承诺书
1.4.2	是否接受联合体投标	是 接受，应满足下列要求：①联合体成员数量不超过三家；②联合体牵头方满足本公告3.1本次招标要求投标人须具备的所有要求，且必须为轨道交通车辆的制造企业；联合体成员方须满足本公告3.1本次招标要求投标人须具备的除业绩要求外的所有要求；③联合体各方不得再单独或组成新的联合体参加同一标段投标，也不得参加其它联合体同一标段投标。

1.4.3	投标人不得存在的其他关联情形	/
1.9.1	投标预备会	不召开
1.10.1	分包	允许 分包内容要求：详见：第六章“供货要求” 分包金额要求：/ 对分包人的资质要求：详见：第六章“供货要求” 其他：投标人应按照第六章“供货要求”依法分包（如有）
1.11.1	实质性要求和条件	（1）须满足招标文件形式评审要求； （2）须满足招标文件资格评审要求； （3）须满足招标文件响应性评审要求； （4）须满足招标文件规定的其他实质性要求。
1.11.3	其他可以被接受的技术支持资料	详见：第六章“供货要求”
1.11.4	偏差	允许 偏差范围：/ 最高项数：/ 其他：不允许实质性偏差
2.1	构成招标文件的其他材料	详见：第六章“供货要求”
2.2.1	投标人要求澄清招标文件	时间：2026-06-30 17:00:00 形式：投标人将需要解答的问题以书面形式（盖章的PDF文件及可编辑的WORD文件）发送至邮箱：yzq@jocite.com
2.2.2	招标文件澄清发出的形式	数据电文
2.3.1		数据电文

	招标文件修改发出的形式	
3.1.1	构成投标文件的其他材料	（1）招标人已通过国际公开招标方式选择并确定南京地铁11号线一期工程车辆牵引系统中标人。凡有意参加投标者，在电子招标投标交易平台中获取招标文件后，持单位介绍信，前往南京市江东中路109号所街办公楼110室获取牵引系统项目中标人的投标文件。 （2）本项目投标人应无条件接受招标人招标确定的牵引系统中标人，并将其投标文件作为本项目投标文件的一个组成部分，编制入本项目的投标文件中，其投标价格和实质性内容不得更改。
3.2.1	增值税税金的计算方法	详见：第五章“供货清单及使用说明”
3.2.4	最高投标限价	设置最高投标限价： 是 最高投标限价：1,930,510,000元 （其中含暂列金额：0元）
3.2.5	投标报价的其他要求	详见：第五章“供货清单及使用说明”
3.3.1	投标有效期	240
3.4.1	投标保证金	投标保证金的形式：现金 支票 银行保函 保险保单 担保保函 信用承诺 投标保证金的金额：人民币800,000元 保证金有效期：240 是否委托南京市公共资源交易中心代收代退： 是 投标保证金提交账号

		户名名称：南京市公共资源交易中心 开户银行：交通银行江东中路支行 银行账号：320006613018010009990 银行地址：南京市江东中路265号一楼大厅交通银行江东中路支行 办理流程： （1）以现金或者支票形式提交投标保证金的，应当从本单位基本账户转出。投标人需登录江苏省公共资源服务平台（南京市），凭缴纳码关联到账信息与投标项目信息，无须随投标文件上传缴款凭证。 （2）以纸质保函（保险）形式提交投标保证金的，投标人须将纸质保函（保险）扫描件编入投标文件对应位置，并将纸质保函（保险）原件提交至上述银行办理收讫手续。 （3）以电子保函（保险）形式提交投标保证金的，通过出函机构自行办理的，投标人须将电子保函（保险）数据文件上传至投标文件对应位置，无须在江苏省公共资源服务平台（南京市）提交；通过江苏省公共资源服务平台（南京市）/宁企通惠企综合服务平台/南京市融资信用服务平台“投标电子保函服务专区”在线办理的，开标前须在江苏省公共资源服务平台（南京市）进行提交。 （4）以信用承诺方式替代投标保证金的，投标人应签署信用承诺书，随投标文件一同提交。 （5）投标保证金退还节点如下：非中标候选人在中标候选人公示结束起5日内退还；第二、三名中标候选人在中标结果公告发出起5日内退还；中标人在合同签订之日起5日内退还，招标人未书面通知交易中心合同签订时间的，中标人在中标通知书签发之日起35日内退还。在以上退还节点前，招标人可书面通知交易中心提前退还或延迟退还。 注：实行减、免投标保证金的项目，按《关于实行差异化缴纳投标保证金降低招标投标交易成本的通知》执行。
3.4.4	其他可以不予退还投标保证金的情形	/
3.5	资格审查资料的特殊要求	无

3.5.2	近年财务状况的年份要求	不要求
3.5.3	近年完成的类似项目情况的时间要求	要求 指2021-01-01至2026-06-11
3.5.5	近年发生的诉讼及仲裁情况的时间要求	不要求
3.6.1	是否允许递交备选投标方案	不允许
3.7.3	投标文件所附证书证件要求	/
	投标文件签字或盖章要求	“投标文件格式 ”中要求盖单位电子印章和（或） 个人电子印章（或电子签名章）的地方， 投标人均应使用“南京招标投标交易系统”可识别的数字证书加盖投标人的单位电子印章和（或）法定代表人的个人电子印章（或电子签名章）。联合体牵头人按上述规定加盖联合体牵头人单位电子印章和（或） 法定代表人的个人电子印章（或电子签名章）。_“投标文件格式 ”中要求盖单位章和（或） 签字的地方， 投标人均应盖章和（或）签字。联合体投标的按要求盖章和（或）签字。
4.1.1	投标文件加密要求	加密必须使用南京市招标投标交易系统可接受的数字证书。
4.1.2	封套上应载明的信息	不适用
4.2.1	投标截止时间	2026-08-03 09:30:00
4.2.2	递交投标文件地点	投标文件应递交至电子招标投标交易平台
4.2.3	是否退还投标文件	否 （仅指样本等）

5.1	开标时间和地点	开标时间：同投标截止时间 开标地点：南京智能开标大厅（ 网址：http://180.101.238.201:8180/BidOpening/online_bidding_platform/login）
5.2	开标程序	一次开标 投标人解密时间： 公布投标人名称后60分钟以内 注：开标过程中因招标人原因或招投标交易系统发生故障，导致无法按时完成投标文件解密或开标工作无法进行的，可根据实际情况及行政监督部门意见相应延长解密时间或调整开、评标时间。投标人未能在规定的时间内成功解密的，招标人将拒绝其投标。
6.1.1	评标委员会的组建	评标委员会构成：7人， 其中招标人代表：2人， 专家：5人； 专家确定方式： 从“江苏省综合评标（评审）专家库”中随机抽取
6.3.2	评标委员会推荐中标候选人的人数	3个（当有效投标不足三个时，评标委员会一致认为有效投标仍具有竞争性的，推荐所有有效投标为中标候选人，并标明排序）
7.1		

	中标候选人公示媒介及期限	公示媒介：同招标公告发布媒介 公示期限：不少于 3 日
7.4	是否授权评标委员会确定中标人	否
7.6.1	履约保证金	是否要求中标人提交履约保证金： 要求 要求，履约保证金的形式：履约保函 履约保证金的金额：签约合同价的10%
10	需要补充的其他内容	/
10.1	本招标项目	南京地铁11号线一期工程车辆、信号及车辆段工艺设备集成采购项目
10.2	交易服务费	根据《关于贯彻落实〈关于优化公共资源交易服务收费管理有关事项的通知〉》（宁发改价费字〔2023〕614号）文件要求缴纳交易服务费元
注：本表下列内容为招标人需要补充的其它内容。		
10.3	1.4.2补充条款：投标人须知前附表规定接受联合体投标的，联合体除应符合本章第1.4.1项和投标人须知前附表的要求外，还应遵守以下规定： 1）投标人的投标文件及中标后签署的合同协议书对联合体的每一成员均具有法律约束力。 2）联合体各成员应共同和独立地依照合同条款规定对合同的执行负责。 3）未经招标方事先书面认可，联合体各方不得对联合体协议内容及联合体成员组成作任何变更； 3.1投标文件的组成补充条款 3.1.4投标文件制作说明： 1）第八章投标文件格式：“封面”、“一、投标文件格式（商务册）”、“二、投标文件格式（价格册）”、“其他资料”四部分内容应使用“电子招标投标交易平台”可接受的投标文件制作工具进行编制、签章和加密。 2）第八章投标文件格式：“三、投标文件格式（技术册）”部分内容应以PDF等不可修改的文件格式存入到U盘（2份）。 3）投标人应自行对所有投标文件内容的完整性、真实性和有效性负责。 3.2.4最高投标限价补充条款 3.2.4.1本项目最高限价193051万元（含税价）。其中：车辆的最高限价为138672万元（含税价）；信号的最高限价为27087（含税价）万元；车辆段工艺设备的最高限价为2	

	7292万元（含税价）（其中：车载网轨隧综合智能检测系统的最高限价为1500万元（含税价），车辆智能运维系统（地面部分）的最高限价为1500万元（含税价））。投标报价超过上述设定的任一最高限价，其投标将被否决。 4.1投标文件的加密补充条款 4.1.4投标文件“三、投标文件格式（技术册）”部分内容应以U盘的形式包在一个封套里并加贴封条，封口处应加盖投标人单位章，封套上应至少标明投标人名称、项目名称、标段编码等。 4.2投标文件的递交补充条款 4.2.6第八章投标文件格式：“封面”、“一、投标文件格式（商务册）”、“二、投标文件格式（价格册）”、“其他资料”四部分内容应在投标截止时间前加密上传至“电子招标投标交易平台”中；“三、投标文件格式（技术册）”部分内容应在投标截止时间前以U盘形式密封递交至南京市公共资源交易中心1227室，由公证处代表统一签收。 4.2.7投标文件的拒收投标文件有下列情形之一的，招标人将不予接收： （1）逾期送达的或者未送达指定地点的； （2）未按招标文件要求密封的。 5.4开标补充条款 （1）每个投标人可选派一名投标人代表至开标会现场递交（线下）电子投标文件部分，自行选择是否参加现场开标仪式。 （2）如投标人法定代表人或授权代理人未能在规定的时间到场并证明其身份，将视同其认可本次开标过程。 6.3评标补充条款 6.3.3评标委员会全体成员应在评标报告上签字。对评标结果有不同意见的评标委员会成员应当以书面方式说明其不同意见和理由，评标报告应当注明该不同意见。评标委员会成员拒绝在评标报告上签字且又不书面说明其不同意见和理由的，视为其同意评标结果。 7.3中标候选人履约能力审查补充条款 投标人发生合并、分立、破产等重大变化的，应当及时书面告知招标人。投标人不再具备资格预审文件、招标文件规定的资格条件或者其投标影响招标公正性的，其投标无效。 7.4定标补充条款 7.4.2根据《中华人民共和国招标投标法》和《中华人民共和国招标投标法实施条例》的相关规定，招标人应确定排名第一的中标候选人为中标人。排名第一的中标候选人放弃中标、因不可抗力提出不能履行合同、未能在规定的期限内提交履约保证金，或者被查实存在影响中标结果的违法行为等情形，不符合中标条件的，招标人可以按照评标委员会提出的中标候选人名单排序依次确定其他中标候选人为中标人，也可以重新招标。 7.7签订合同补充条款

7.7.4关于签约合同价的认定以按报价修正原则修正后的投标报价（评标价）为基准：
（1）若评标价小于投标报价，以评标价作为签约合同价；
（2）若评标价大于或等于投标报价，以投标报价作为签约合同价；
（3）若签约合同价不等于投标报价，合同价格清单应做相应调整。

7.7.5在确定本项目的中标人后，招标人将与其签订整车集成项目合同，同时本项目中标人将作为买方与作为卖方的牵引系统中标人签订牵引系统分包合同（南京地铁建设有限责任公司为最终用户）。牵引系统项目中标人做为整车集成项目中标人的分包商。本项目中标人在牵引系统分包合同中须承担一切总承包责任。

7.7.6如果中标人没有按照“7.6.1履约保证金”和“7.7签订合同”规定执行，招标人将取消该中标人的中标资格，并不退还其投标保证金。在此情况下，招标人可将该标授予下一排名的中标候选人，或重新招标。

7.7.7公证
鉴于地铁工程系财政拨款项目，为体现服务于重点工程的原则，公证服务费根据《南京市公证服务收费标准》(宁价费(2002)363号)优惠计取，费用由招标项目的中标单位支付。在合同执行期间，公证服务收费标准发生政策性变化的，公证服务费计取标准可经双方协商后调整。
中标人支付公证费用标准：

单个标段金额范围	公证收费标准（元）
100万（含）以下	2000
100万-1000万（含）	5000
1000万-5000万（含）	10000
5000万-1亿（含）	20000
1亿-5亿	30000
5亿-10亿	50000
10亿以上	100000

11.证明投标人合格和资格的文件
11.1投标人应提交证明其有资格参加投标和中标后有能力履行合同的文件，并作为其递交的投标文件的一部分。投标人提交的合格性证明文件应使招标方满意。
11.2投标人提交的证明其中标后能履行合同的资格证明文件（包括但不限于）：
11.2.1如果投标人按照合同提供的货物不是投标人自己制造的，投标人应得到货物制造厂同意其在本次投标中提供该货物的正式授权；
11.2.2投标人已具备履行合同所需的财务、技术和生产能力；
11.2.3投标人应有能力履行合同条款和用户需求书所规定的由投标人在交货地点提供保养、维修和其它技术支持和服务；
11.2.4投标人应对本次招标的所有货物及服务进行投标，不可只对其中一项或几项进行投标；
11.2.5投标人必须负责包括牵引系统在内的车辆各部件分包商的技术、有关的全部接口及产品质量符合招标文件要求。投标人所投的货物必须技术先进、功能完整、运行安全可靠；
11.2.6应由牵引系统项目中标人提供的设备和功能，但在其投标文件中未予承诺的，全

	由本项目投标人提供。本项目投标人对车辆以及在中国国内、外采购的配件、材料的质量、性能、服务及交货期等承担全部责任； 11.2.7投标人应负责在合同谈判、设计联络、工厂制造/组装/调试阶段牵头组织与信号、通信及其他相关系统供应商的接口管理工作，并对车辆的整体性能负总体责任；列车到达交货地点后，投标人应做好在现场各系统接口测试和调试试验的配合协调工作。 11.2.8投标人需对信号系统内的所有设备及整个信号系统负责。投标人应提供与主要技术提供方、进口设备供应商的合作协议书和技术担保书（或技术转让协议书）。该合作协议书和技术担保书（或技术转让协议书），明确主要技术提供方、进口设备供应商的责任、义务和分工，必须随投标文件一起提交。投标人还须提供与主要进口设备分包商签订的针对本项目的分包协议。 12.证明货物的合格性和符合招标文件规定的文件 12.1投标人应提交证明货物的合格性和符合招标文件规定的文件，并作为投标人递交的投标文件的一部分。 12.2证明货物的合格性和符合招标文件规定的文件（包括但不限于）： 12.2.1投标人应提交证明文件证明其拟投标的货物的合格性符合招标文件规定。该证明文件作为投标文件的一部分。 12.2.2货物合格性的证明文件应包括投标报价表中对货物原产地的说明，并由装运货物时出具的原产地证书证实。 12.2.3制造厂商及其产品在国内已使用、并且已经通过国家权威部门或机构的鉴定证书（如在招标文件技术部分中有要求）。 12.2.4投标人有能力履行招标文件中规定的由投标人履行的保养、修理和其它技术服务的义务； 12.2.5证明货物和服务与招标文件的要求一致的文件，可以是文字资料、图纸和数据，它包括： 1）货物主要技术指标和性能的详细说明； 2）提供专用工具清单，包括专用工具的货源及现行价格； 3）对招标文件技术要求逐条进行应答，说明所提供货物和服务已对招标书的技术要求做出了实质性的响应；或说明与技术要求的偏差或其他例外。 12.2.6接口技术方案、子系统技术（分包）方案。 12.2.7投标人如需将牵引系统项目之外的某部分关键系统/部件转由分包商完成，则该关键系统/部件不得拆散分包，且须提供分包商有能力制造该系统/部件的业绩和证明材料、分包商对该系统/部件质量保证的书面承诺。投标人确定的车辆系统/部件分包商应征得到招标人的认可，但招标人的认可不解除投标人的责任。 12.2.8投标人应提交拟选用的关键系统/部件（牵引系统、信号系统除外）潜在供货商清单，投标文件中最多列出两种同档次的品牌，并注明主选、备选品牌，主选品牌作为评审方案。 12.3投标人应注意招标文件技术部分中指出的工艺、材料和设备的标准以及参照的牌号或分类号仅起说明作用，并没有任何限制性。投标人在投标中可以选用替代标准、牌号或分类号，但这些替代应实质上相当于或优于技术规格的要求，并且使招标人满意。

1. 总则

1.1 招标项目概况

1.1.1 根据《中华人民共和国招标投标法》《中华人民共和国招标投标法实施条例》等有关法律、法规和规章的规定，本招标项目已具备招标条件，现对货物采购进行招标。

1.1.2 招标人：见投标人须知前附表。

1.1.3 招标代理机构：见投标人须知前附表。

1.1.4 项目名称：见投标人须知前附表。

1.1.5 标段名称：见投标人须知前附表。

1.2 招标项目的资金来源和落实情况

1.2.1 资金来源及比例：见投标人须知前附表。

1.2.2 资金落实情况：见投标人须知前附表。

1.3 招标范围、交货期、交货地点和技术规格

1.3.1 招标范围：见投标人须知前附表。

1.3.2 交货期：见投标人须知前附表。

1.3.3 交货地点：见投标人须知前附表。

1.3.4 技术性能指标：见投标人须知前附表。

1.4 投标人资格要求

1.4.1 投标人应具备承担本招标项目的资格：

（1）资质要求：见投标人须知前附表；

（2）财务要求：见投标人须知前附表；

（3）业绩要求：见投标人须知前附表；

（4）信誉要求：见投标人须知前附表；

（5）其他要求：见投标人须知前附表。 需要提交的相关证明材料见本章第 3.5 款的规定。

1.4.2 投标人须知前附表规定接受联合体投标的，联合体除应符合本章第1.4.1 项和投标人须知前附表的要求外，还应遵守以下规定：

（1）联合体各方应按招标文件提供的格式签订联合体协议书，明确联合体牵头人和各方权利义务，并承诺就中标项目向招标人承担连带责任；

（2）由同一专业的单位组成的联合体，按照资质等级较低的单位确定资质等级；

（3）联合体各方不得再以自己名义单独或参加其他联合体在本招标项目中投标，否则各相关投标均无效。

1.4.3 投标人不得存在下列情形之一：

（1）与招标人存在利害关系且可能影响招标公正性；

（2）与本招标项目的其他投标人为同一个单位负责人；

（3）与本招标项目的其他投标人存在控股、管理关系；

（4）为本招标项目提供过设计、编制技术规范和其他文件的咨询服务；

（5）为本工程项目的监理人，或者与本工程项目的监理人存在隶属关系或者其他利害关系；

（6）为本招标项目的代建人；

（7）为本招标项目的招标代理机构；

（8）与本工程项目的监理人或本招标项目的代建人或招标代理机构同为一个法定代表人；

（9）与本工程项目的监理人或本招标项目代建人或招标代理机构存在控股或参股关系；（10）被依法暂停或者取消投标资格；

（11）被责令停产停业、暂扣或者吊销许可证、暂扣或者吊销执照；

（12）进入清算程序，或被宣告破产，或其他丧失履约能力的情形；

（13）在近三年内发生重大产品质量问题（以相关行业主管部门的行政处罚决定或司法机关出具的有关法律文书为准）；

（14）被工商行政管理机关在全国企业信用信息公示系统中列入严重违法失信企业名单；

（15）被最高人民法院在“信用中国”网站或各级信用信息共享平台中列入失信被执行人名单；

（16）在近三年内投标人或其法定代表人（单位负责人）有行贿犯罪行为的；

（17）法律法规或投标人须知前附表规定的其他情形。

1.5 费用承担

投标人准备和参加投标活动发生的费用自理。

1.6 保密

参与招标投标活动的各方应对招标文件和投标文件中的商业和技术等秘密保密，否则应承担相应的法律责任。

1.7 语言文字

招标投标文件使用的语言文字为中文。专用术语使用外文的，应附有中文注释。

1.8 计量单位

所有计量均采用中华人民共和国法定计量单位。

1.9 投标预备会

1.9.1 投标人须知前附表规定召开投标预备会的，招标人按投标人须知前附表规定的时间和地点召开投标预备会，澄清投标人提出的问题。

1.9.2 投标人应按投标人须知前附表规定的时间和形式将提出的问题送达招标人，以便招标人在会议期间澄清。

1.9.3 投标预备会后，招标人将对投标人所提问题的澄清，以投标人须知前附表规定的形式通知所有获取招标文件的投标人。该澄清内容为招标文件的组成部分。

1.10 分包

1.10.1 投标人拟在中标后将中标项目的非主体货物进行分包的，应符合投标人须知前附表规定的分包内容、分包金额和资质要求等限制性条件，除投标人须知前附表规定的非主体货物外，其他工作不得分包。

1.10.2 中标人不得向他人转让中标项目，接受分包的人不得再次分包。中标人应当就分包项目向招标人负责，接受分包的人就分包项目承担连带责任。

1.11 响应和偏差

1.11.1 投标文件应当对招标文件的实质性要求和条件作出满足性或更有利于招标人的响应，否则，投标人的投标将被否决。实质性要求和条件见投标人须知前附表。

1.11.2 投标人应根据招标文件的要求提供投标货物技术性能指标的详细描述、技术支持资料及相关服务计划等内容以对招标文件作出响应。

1.11.3 投标文件中应针对实质性要求和条件中列明的技术要求提供技术支持资料。技术支持资料以制造商公开发布的印刷资料，或检测机构出具的检测报告或投标人须知前附表允许的其他形式为准，不符合前述要求的，视为无技术支持资料，其投标将被否决。

1.11.4 投标人须知前附表规定了可以偏差的范围和最高偏差项数的，偏差应当符合投标人须知前附表规定的偏差范围和最高项数，超出偏差范围和最高偏差项数的投标将被否决。

1.11.5 投标文件对招标文件的全部偏差，均应在投标文件的商务和技术偏差表中列明，除列明的内容外，视为投标人响应招标文件的全部要求。

2. 招标文件

2.1 招标文件的组成

本招标文件包括：

（1）招标公告（或投标邀请书）；

（2）投标人须知；

（3）评标办法；

（4）合同条款及格式；

（5）供货清单及使用说明；

（6）供货要求；

（7）图纸；

（8）投标文件格式；

（9）投标人须知前附表规定的其他资料。

根据本章第 1.9 款、第 2.2 款和第 2.3 款对招标文件所作的澄清、修改，构成招标文件的组成部分。

2.2 招标文件的澄清

2.2.1 投标人应仔细阅读和检查招标文件的全部内容。如发现缺页或附件不全，应及时向招标人提出，以便补齐。如有疑问，应按投标人须知前附表规定的时间和形式（本招标文件中书面形式指通过电子招标投标交易平台发送和接受的且可被该系统识别的数据文件，下同）将提出的问题送达招标人，要求招标人对招标文件予以澄清。

2.2.2 招标文件的澄清以投标人须知前附表规定的形式通过电子招标投标交易平台发给所有获取招标文件的投标人，但不指明澄清问题的来源。澄清发出的时间距本章第 4.2.1 项规定的投标截止时间不足 15 日的，并且澄清内容可能影响投标文件编制的，将相应延长投标截止时间。

2.2.3 投标人应及时登录电子招标投标交易平台获取澄清后的招标文件，未按澄清后的招标文件编制的投标文件有可能被评标委员会否决。

2.2.4 除非招标人认为确有必要答复，否则，招标人有权拒绝回复投标人在本章第 2.2.1 项规定的时间后的任何澄清要求。

2.3 招标文件的修改

2.3.1 招标人以投标人须知前附表规定的形式修改招标文件，并通知所有已购买招标文件的投标人。修改招标文件的时间距本章第 4.2.1 项规定的投标截止时间不足 15 日的，并且修改内容可能影响投标文件编制的，将相应延长投标截止时间。

2.3.2 投标人应及时登录电子招标投标交易平台获取修改后的招标文件，未按修改后的招标文件编制的投标文件有可能被评标委员会否决。

2.4 招标文件的异议

投标人或者其他利害关系人对招标文件有异议的，应当在投标截止时间10日前以书面形式提出。招标人将在收到异议之日起3日内作出答复；作出答复前，将暂停招标投标活动。

3. 投标文件

3.1 投标文件的组成

3.1.1 投标文件应包括下列内容：

（1）投标函；

（2）法定代表人（单位负责人）身份证明或授权委托书；

（3）联合体协议书；

（4）投标保证金；

（5）商务和技术偏差表；

（6）分项报价表；

（7）资格审查资料；

（8）投标货物技术规格的详细描述；

（9）技术支持资料；

（10）相关服务计划；

（11）投标人须知前附表规定的其他资料。

投标人在评标过程中作出的符合法律法规和招标文件规定的澄清确认，构成投标文件的组成部分。

3.1.2 投标人须知前附表规定不接受联合体投标的，或投标人没有组成联合体的，投标文件不包括联合体协议书。

3.1.3 投标人须知前附表未要求提交投标保证金的，投标文件不包括投标保证金。

3.2 投标报价

3.2.1 投标报价应包括国家规定的增值税税金，除投标人须知前附表另有规定外，增值税税金按相关法律法规规定计算。投标人应按第八章“投标文件格式”的要求在投标函中进行报价并填写分项报价表。

3.2.2 投标人应充分了解该项目的总体情况以及影响投标报价的其他要素。

3.2.3 投标报价为各分项报价金额之和，投标报价与分项报价的合价不一致的，应以各分项合价累计数为准，修正投标报价；如分项报价中存在缺漏项，则视为缺漏项价格已包含在其他分项报价之中。投标人在投标截止时间前修改投标函中的投标报价总额，应同时修改投标文件“分项报价表”中的相应报价。此修改须符合本章第 4.3款的有关要求。

3.2.4 招标人设有最高投标限价的，投标人的投标报价不得超过最高投标限价，最高投标限价在投标人须知前附表中载明。

3.2.5 投标报价的其他要求见投标人须知前附表。

3.3 投标有效期

3.3.1 除投标人须知前附表另有规定外，投标有效期为90日。

3.3.2 在投标有效期内，投标人撤销投标文件的，应承担招标文件和法律规定的责任。

3.3.3 出现特殊情况需要延长投标有效期的，招标人以书面形式通知所有投标人延长投标有效期。投标人应予以书面答复，同意延长的，应相应延长其投标保证金的有效期，但不得要求或被允许修改其投标文件；投标人拒绝延长的，其投标失效，但投标人有权收回其投标保证金及以现金或者支票形式递交的投标保证金的银行同期存款利息。

3.4 投标保证金

3.4.1 投标人在递交投标文件的同时，应按投标人须知前附表规定的金额、形式和第八章“投标文件格式”规定的投标保证金格式递交投标保证金，并作为其投标文件的组成部分。境内投标人以现金或者支票形式提交的投标保证金，应当从其基本账户转出并在投标文件中附上基本账户开户证明。联合体投标的，其投标保证金可以由牵头人递交，并应符合投标人须知前附表的规定。

3.4.2 投标人不按本章第3.4.1项要求提交投标保证金的，评标委员会将否决其投标。

3.4.3 招标人最迟将在与中标人签订合同后5日内，向未中标的投标人和中标人退还投标保证金。投标保证金以现金或者支票形式递交的，还应退还银行同期存款利息。

3.4.4 有下列情形之一的，投标保证金将不予退还：

（1）投标人在投标有效期内撤销投标文件；

（2）中标人在收到中标通知书后，无正当理由不与招标人订立合同，在签订合同时向招标人提出附加条件，或者不按照招标文件要求提交履约保证金；

（3）发生投标人须知前附表规定的其他可以不予退还投标保证金的情形。

3.5 资格审查资料

除投标人须知前附表另有规定外，投标人应按下列规定提供资格审查资料，以证明其满足本章第1.4款规定的资格要求。

3.5.1 “投标人基本情况表”应附投标人及其制造商（适用于代理经销商投标的情形）资格或者资质证书副本和投标材料检验或认证等材料的复印件以及：

（1）投标人为企业的，应提交营业执照和组织机构代码证的原件扫描件，按照“三证合一”或“五证合一”登记制度进行登记的，可仅提供营业执照原件扫描件；

（2）投标人为依法允许经营的事业单位的，应提交事业单位法人证书和组织机构代码证的原件扫描件。

3.5.2 “近年财务状况表”应附经会计师事务所或审计机构审计的财务会计报表，包括资产负债表、现金流量表、利润表和财务情况说明书的原件扫描件，具体年份要求见投标人须知前附表。投标人的成立时间少于投标人须知前附表规定年份的，应提供成立以来的财务状况表。

3.5.3 “近年完成的类似项目情况表”应附中标通知书和（或）合同协议书、货物进场验收证书等的原件扫描件，具体时间要求见投标人须知前附表。每张表格只填写一个项目，并标明序号。

3.5.4 “正在供货和新承接的项目情况表”应附中标通知书和（或）合同协议书原件扫描件。每张表格只填写一个项目，并标明序号。

3.5.5 “近年发生的诉讼及仲裁情况”应说明投标人败诉的货物买卖合同的相关情况，并附法院或仲裁机构作出的判决、裁决等有关法律文书原件扫描件，具体时间要求见投标人须知前附表。

3.5.6 投标人须知前附表规定接受联合体投标的，本章第3.5.1 项至第3.5.5项规定的表格和资料应包括联合体各方相关情况。

上述资料投标人应从江苏省公共资源交易经营主体信息库系统从中选择相应扫描件编入投标文件相应位置。江苏省公共资源交易经营主体信息库系统无法进行登记上传的资料，可直接扫描上传至投标文件其他资料中。投标人有义务核查投标资料的有效性和真实性，如存在扫描件无效、不清晰、不完整等情形的，投标人应及时更新相关资料，并重新制作并递交投标文件。

3.6 备选投标方案

3.6.1 除投标人须知前附表规定允许外，投标人不得递交备选投标方案，否则其投标将被否决。

3.6.2 允许投标人递交备选投标方案的，只有中标人所递交的备选投标方案方可予以考虑。评标委员会认为中标人的备选投标方案优于其按照招标文件要求编制的投标方案的，招标人可以接受该备选投标方案。

3.6.3 投标人提供两个或两个以上投标报价，或者在投标文件中提供一个报价，但同时提供两个或两个以上供货方案的，视为提供备选方案。

3.7 投标文件的编制

3.7.1 投标文件应当使用投标文件制作软件按照第八章“投标文件格式”进行编写，如有必要，可以增加附页，作为投标文件的组成部分。

3.7.2 投标文件应当对招标文件有关项目执行进度计划、投标有效期、供货要求、招标范围等中的实质性内容作出响应。投标文件在满足招标文件实质性要求的基础上，可以提出比招标文件要求更有利于招标人的承诺。

3.7.3 投标文件全部采用电子文档，除投标人须知前附表另有规定外，投标文件所附证书证件均为原件扫描件，并采用单位和个人数字证书，按招标文件要求在相应位置加盖电子印章。由投标人的法定代表人（单位负责人）签字或加盖电子印章的，应附法定代表人（单位负责人）身份证明，由代理人签字或加盖电子印章的，应附由法定代表人（单位负责人）签署的授权委托书。签字或盖章的具体要求见投标人须知前附表。

4. 投标

4.1 投标文件的加密

4.1.1 投标人应当按照招标文件和电子招标投标交易平台的要求加密投标文件，具体要求见投标人须知前附表。

4.1.2 投标文件封套上应写明的内容见投标人须知前附表。

4.1.3 未按本章第 4.1.1 项要求加密的投标文件，招标人将予以拒收。

4.2 投标文件的递交

4.2.1 投标人应在投标人须知前附表规定的投标截止时间前递交投标文件。

4.2.2 投标人通过下载招标文件的电子招标投标交易平台递交电子投标文件。

4.2.3 除投标人须知前附表另有规定外，投标人所递交的投标文件不予退还。

4.2.4 投标人完成电子投标文件上传后，电子招标投标交易平台即时向投标人发出递交回执通知。递交时间以递交回执通知载明的传输完成时间为准。

4.2.5 逾期送达的投标文件，电子招标投标交易平台将予以拒收。

4.3 投标文件的修改与撤回

4.3.1 在本章第4.2.1项规定的投标截止时间前，投标人可以修改或撤回已递交的投标文件，投标文件以投标截止时间前完成递交至电子招标投标交易平台最后一份投标文件为准。

4.3.2 投标人修改或撤回已递交投标文件的通知，应按照本章第3.7.3项的要求加盖电子印章。电子招标投标交易平台收到通知后，即时向投标人发出确认回执通知。

4.3.3 投标人撤回投标文件的，招标人自收到投标人书面撤回通知之日起 5日内退还已收取的投标保证金。

4.3.4 修改的内容为投标文件的组成部分。修改的投标文件应按照本章第3条、第4条的规定进行编制、密封、标记和递交，并标明“修改”字样。

5. 开标

5.1 开标时间和地点

招标人在本章第 4.2.1 项规定的投标截止时间（开标时间），通过电子招标投标交易平台公开开标，所有投标人的法定代表人（单位负责人）或其委托代理人应当准时参加。

5.2 开标程序

除投标人须知前附表另有规定外，主持人按下列程序进行开标：

（1）宣布开标纪律；

（2）公布在投标截止时间前递交投标文件的投标人名称；

（3）宣布开标人、唱标人、记录人、监标人（见证人）等有关人员姓名；

（4）投标人通过电子招标投标交易平台对已递交的电子投标文件进行解密，公布招标项目名称、投标人名称、投标保证金的递交情况、投标报价及其他内容，并记录在案；

（5）投标人代表、招标人代表、监标人、记录人等有关人员使用本人的电子印章在开标记录上签字确认；

（6）开标结束。

5.3 开标异议

投标人对开标有异议的，应当在开标现场提出，招标人当场作出答复，并制作记录。

6. 评标

6.1 评标委员会

6.1.1 评标由招标人依法组建的评标委员会负责。评标委员会由招标人或其委托的代表，以及有关技术、经济等方面的专家组成。评标委员会成员人数以及技术、经济等方面专家的确定方式见投标人须知前附表。

6.1.2 评标委员会成员有下列情形之一的，应当回避：

（1）投标人或投标人主要负责人的近亲属；

（2）项目主管部门或者行政监督部门的人员；

（3）与投标人有经济利益关系，可能影响对投标公正评审的；

（4）曾因在招标、评标以及其他与招标投标有关活动中从事违法行为而受过行政处罚或刑事处罚的；

（5）与投标人有其他利害关系。

6.1.3 评标过程中，评标委员会成员有回避事由、擅离职守或者因健康等原因不能继续评标的，招标人有权更换。被更换的评标委员会成员作出的评审结论无效，由更换后的评标委员会成员重新进行评审。

6.2 评标原则

评标活动遵循公平、公正、科学和择优的原则。

6.3 评标

6.3.1 评标委员会按照第三章“评标办法”规定的方法、评审因素、标准和程序对投标文件进行评审。第三章“评标办法”没有规定的方法、评审因素和标准，不作为评标依据。

6.3.2 评标完成后，评标委员会应当向招标人提交书面评标报告和中标候选人名单。评标委员会推荐中标候选人的人数见投标人须知前附表。

7. 合同授予

7.1 中标候选人公示

招标人在收到评标报告之日起3日内，按照投标人须知前附表规定的公示媒介和期限公示中标候选人，公示期不得少于3日。

7.2 评标结果异议

投标人或者其他利害关系人对评标结果有异议的，应当在中标候选人公示期间提出。招标人将在收到异议之日起3日内作出答复；作出答复前，将暂停招标投标活动。

7.3 中标候选人履约能力审查

中标候选人的经营、财务状况发生较大变化或存在违法行为，招标人认为可能影响其履约能力的，将在发出中标通知书前提请原评标委员会按照招标文件规定的标准和方法进行审查确认。

7.4 定标

7.4.1按照投标人须知前附表的规定，招标人或招标人授权的评标委员会依法确定中标人。

7.5 中标通知

7.5.1 在本章第 3.3 款规定的投标有效期内，招标人以书面形式向中标人发出中标通知书，同时将中标结果通知未中标的投标人。

7.6 履约保证金

7.6.1 在签订合同前，中标人应按投标人须知前附表规定的形式、金额和招标文件第四章“合同条款及格式”规定的或者事先经过招标人书面认可的履约保证金格式向招标人提交履约保证金。除投标人须知前附表另有规定外，履约保证金为中标合同金额的10%。联合体中标的，其履约保证金以联合体各方或者联合体中牵头人的名义提交。

7.6.2 中标人不能按本章第 7.6.1项要求提交履约保证金的，视为放弃中标，其投标保证金不予退还，给招标人造成的损失超过投标保证金数额的，中标人还应当对超过部分予以赔偿。

7.7 签订合同

7.7.1 招标人和中标人应当在中标通知书发出之日起30日内，根据招标文件和中标人的投标文件订立书面合同。中标人无正当理由拒签合同，在签订合同时向招标人提出附加条件，或者不按照招标文件要求提交履约保证金的，招标人有权取消其中标资格，其投标保证金不予退还；给招标人造成的损失超过投标保证金数额的，中标人还应当对超过部分予以赔偿。

7.7.2 发出中标通知书后，招标人无正当理由拒签合同，或者在签订合同时向中标人提出附加条件的，招标人向中标人退还投标保证金；给中标人造成损失的，还应当赔偿损失。

7.7.3 联合体中标的，联合体各方应当共同与招标人签订合同，就中标项目向招标人承担连带责任。

8 重新招标和不再招标

8.1 重新招标

（1）投标人少于三个或者所有投标被否决的，招标人在分析招标失败的原因并采取相应措施后，应当依法重新招标。

（2）如果初步评审合格的投标人数量不足三家，由评标委员会判断本次投标是否具有竞争性，如投标明显缺乏竞争性的，评标委员会可否决全部投标。招标人应依法重新招标。

（3）排名第一的中标候选人放弃中标、因不可抗力提出不能履行合同、不按照招标文件要求提交履约保证金、或者被查实存在影响中标结果的违法行为等情形，不符合中标条件的，招标人可以按照评标委员会提出的中标候选人名单排序依次确定其他中标候选人为中标人。依次确定其他中标候选人与招标人预期差距较大，或者对招标人明显不利的，也可以重新招标。

（4）法律法规规定的其他情形。

8.2 不再招标

重新招标后投标人仍少于3个或者所有投标被否决的，属于必须审批或核准的工程建设项目，经原审批或核准部门批准后不再进行招标。

9. 纪律和监督

9.1 对招标人的纪律要求

招标人不得泄露招标投标活动中应当保密的情况和资料，不得与投标人串通损害国家利益、社会公共利益或者他人合法权益。

9.2 对投标人的纪律要求

投标人不得相互串通投标或者与招标人串通投标，不得向招标人或者评标委员会成员行贿谋取中标，不得以他人名义投标或者以其他方式弄虚作假骗取中标；投标人不得以任何方式干扰、影响评标工作。

9.3 对评标委员会成员的纪律要求

评标委员会成员不得收受他人的财物或者其他好处，不得向他人透露对投标文件的评审和比较、中标候选人的推荐情况以及评标有关的其他情况。在评标活动中，评标委员会成员应当客观、公正地履行职责，遵守职业道德，不得擅离职守，影响评标程序正常进行，不得使用第三章“评标办法”没有规定的评审因素和标准进行评标。

9.4 对与评标活动有关的工作人员的纪律要求

与评标活动有关的工作人员不得收受他人的财物或者其他好处，不得向他人透露对投标文件的评审和比较、中标候选人的推荐情况以及评标有关的其他情况。在评标活动中，与评标活动有关的工作人员不得擅离职守，影响评标程序正常进行。

9.5 投诉

9.5.1 投标人或者其他利害关系人认为招标投标活动不符合法律、行政法规规定的，可以自知道或者应当知道之日起10日内向有关行政监督部门投诉。投诉应当有明确的请求和必要的证明材料。

9.5.2 投标人或者其他利害关系人对招标文件、开标和评标结果提出投诉的，应当按照投标人须知第2.4款、第5.3款和第7.2款的规定先向招标人提出异议。异议答复期间不计算在第9.5.1项规定的期限内。

10. 需要补充的其他内容

需要补充的其他内容：见投标人须知前附表。

开标一览表

南京地铁11号线一期工程开标记录表

项目名称：南京地铁11号线一期工程

标段名称：车辆、信号及车辆段工艺设备集成采购项目　　标段编码：NJGD2501155-02HWGH

评标相关参数：

序号	投标人名称	解密情况	项目负责人	交货期(日历天)	投标保证金账户	投标保证金应缴金额(元)	投标保证金实缴金额(元)	投标保证金缴纳方式	投标保证金信用承诺	投标保证金到账情况	失信行为	主要设备品牌	投标报价(元)	备注
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														

最高投标限价：

招标人：　　行政监督：

开标地点：　　见证人：　　公证机构：

第三章 评标办法(综合评估法)

评标办法前附表

条款号		评审因素	评审标准
1	评标方法	中标候选人排序方法	推荐排序的中标候选人
2.1.1	形式评审标准	投标人名称	与营业执照（事业单位法人证书）、资质证书一致，不一致的应提供有效证明文件
		投标函签字盖章	按招标文件要求加盖单位电子印章和（或）个人电子印章（或电子签名章）。由法定代表人（单位负责人）签个人电子印章（或电子签名章）的，应附法定代表人（单位负责人）身份证明，由委托代理人签个人电子印章（或电子签名章）的，应附合法、有效的授权委托书
		投标文件格式	符合第八章“投标文件格式”的规定
		联合体投标人	提交符合招标文件要求的联合体协议书，明确各方承担连带责任，并明确联合体牵头人
		备选投标方案	除招标文件明确允许提交备选投标方案外，投标人不得提交备选投标方案
		投标文件和投标报价的唯一性	只能有一个投标文件及有效报价，招标文件要求提交备选投标的除外
2.1.2	资格评审标准	营业执照（事业单位法人证书）和组织机构代码证	符合第二章“投标人须知”第3.5.1项规定，具备有效的营业执照（事业单位法人证书）和组织机构代码证
		资质要求	符合第二章“投标人须知”第 1.4.1 项规定
		财务要求	符合第二章“投标人须知”第 1.4.1 项规定
		业绩要求	符合第二章“投标人须知”第 1.4.1 项规定
		信誉要求	符合第二章“投标人须知”第 1.4.1 项规定
		其他要求	符合第二章“投标人须知”第 1.4.1 项规定
		联合体投标人	符合第二章“投标人须知”第 1.4.2 项规定
		不存在禁止投标的情形	符合第二章“投标人须知”第 1.4.3 项规定
2.1.3	响应性评审标准	投标报价	符合第二章“投标人须知前附表”第3.2.5条规定
		投标内容	符合第二章“投标人须知”第 1.3.1 项规定
		交货期	符合第二章“投标人须知”第 1.3.2 项规定
		交货地点	符合第二章“投标人须知”第 1.3.3 项规定
		技术规格	符合第六章“供货要求”中的实质性要求和条件
		投标有效期	符合第二章“投标人须知”第 3.3.1 项规定

		投标保证金	符合第二章“投标人须知”第 3.4.1 项规定
		相关服务	符合第六章“供货要求”中的实质性要求和条件
		合同关键性条款	合同条款中的合同价格与支付、保证、违约责任、合同的生效及变更等条款无重大偏离
条款号		**条款内容**	**编列内容**
2.2.1		分值构成（总分100分）	投标报价：40.00 分 技术响应：0 分 商务响应：2.00 分 售后服务：0 分 安装及调试方案：0 分 业绩：3.00 分 其他评分因素：55.00 分(如有)
2.2.2		评标基准价计算方法	**一、评标基准值计算方法的确定** 方法三 方法三：评标基准价=A×K。 以有效投标文件的评标价算术平均值为A（若有效投标文件小于7家时，取有效投标文件的评标价算术平均值为A；若有效投标文件大于等于7家小于10家时，去掉其中的一个最高价和一个最低价后取算术平均值为A；若有效投标文件大于等于10家时，去掉其中的二个最高价和二个最低价后取算术平均值为A）。 **K取值为 98 %（取值范围为：95%~100%，在招标文件中明确或开标前随机抽取）** 说明一：评标价是指经澄清、补正和修正算术计算错误的投标报价。 说明二：评标委员会在评标报告上签字后，评标基准价不因招投标当事人质疑、投诉、复议以及其它任何情形而改变。 说明三：上文“有效投标文件”是指经初步评审合格的投标文件。
2.2.3		投标报价的偏差率计算公式	偏差率=100%×（投标人评标价－评标基准价）/评标基准价，偏差率计算结果保留六位小数。
条款号		**评分因素（偏差率）**	**评分标准** / **最高分**
2.2.4（1）	投标报价评分标准	投标报价与评标基准价	1.等于评标基准价得满分。 2.每高于评标基准价1%扣 0.6 分，偏离不足1%的，按照插入法计算得分。 3.每低于评标基准价1%扣 0.4 分，偏离不足1%的，按照插入法计算得分。 以有效投标文件的最低评标价或次低评标价为评标基准价时，低于或等于评标基准价得满分。 / 40.00
2.2.4	技术响应评	/	

（2）	分标准			
2.2.4（3）	商务响应评分标准	投标文件的符合性、合同条款的响应性 (0~2.00)	检查投标文件中的响应内容、资料是否齐全、合同条款是否响应，根据招标文件要求和投标文件的响应性酌情打分。	2.00
		汇总规则：评委汇总，去掉1个最高分和1个最低分后求平均		
2.2.4（4）	售后服务评分标准	/		
2.2.4（5）	安装及调试方案评分标准	/		
2.2.4（6）	业绩评分标准	类似项目业绩 (0~3.00)	2021年1月1日至今，每1个投入运营且无不良记录的城市轨道交通车辆项目业绩得1.5分，直至满分；无投入运营的城市轨道交通车辆项目业绩或在项目中有不良记录的得0分。 （以供货合同和其他业绩证明材料的复印件/扫描件为准，其他业绩证明材料包括最终用户出具的证明文件或最终验收证书或预验收证书等。）	3.00
		汇总规则：分项汇总，去掉1个最高分和1个最低分后求平均（客观项评委打分应一致）		
2.2.4（7）	其他因素评分标准	系统总体构成、功能及主要指标 (0~3.00)	完全满足招标文件要求，内容完整、描述清晰，完全满足本项目技术要求、运营要求、系统构成要求、系统功能要求，系统能力及计算满足要求。 优：3分≥得分≥2.7分、良：2.7分＞得分≥2.4分、中：2.4分＞得分≥2.1分、差：2.1分＞得分≥0分。	3.00
		一致性协调方工作方案 (0~2.00)	完全满足招标文件要求、内容完整、一致性协调方责任、权利、工作范围和协调工作内容等描述清晰详细、可操作性强、无缺项； 优：2分≥得分≥1.8分、良：1.8分＞得分≥1.6分、中：1.6分＞得分≥1.4分、差：1.4分＞得分≥0分。	2.00
		项目执行计划和方案、合理化建议和优化方案 (0~2.00)	执行计划安排合理、详细、项目全面，可操作性、实施性强、投标人能提交完整的测试计划、详细的现场测试项目大纲、对配备的测试技术力量、所需时间、现场条件的要求等内容描述清晰完整，调试方案完善、测试项目、调试时间合理，试运营期间能够预见各种潜在的运营故障和风险，并有积极的应对措施者；内容完整、描述清晰详细、无缺项，计划满足工程总工期要求，具有可实施性，检验、试验、调试、开通及验收全过程完全满足招标文件要求； 优：2分≥得分≥1.8分、良：1.8分＞得	2.00

			分≥1.6分、中：1.6分＞得分≥1.4分、差：1.4分＞得分≥0分。	
		车辆车体、转向架等技术响应情况 (0~10.00)	主要针对车辆用户需求书的工程概况及招标采购范围，基本技术条件、车体，车端联接，车门、转向架，供风及制动，空调和通风、牵引和电制动，辅助电源系统，照明系统，乘客信息系统投标响应情况进行评审； 优：10分≥得分≥9分、良：9分＞得分≥8分、中：8分＞得分≥7分、差：7分＞得分≥0分。	10.00
		车辆列车网络及控制系统等技术响应情况 (0~10.00)	主要针对车辆用户需求书的电磁兼容，列车振动与噪声、列车网络及控制系统，车辆智能运维（车载部分），全自动驾驶、车载网轨隧综合智能检测系统、材料与工艺，系统安全及可信性管理，列车试验要求的投标响应情况进行评审； 优：10分≥得分≥9分、良：9分＞得分≥8分、中：8分＞得分≥7分、差：7分＞得分≥0分。	10.00
		车辆相关各专业对车辆系统接口要求 (0~5.00)	整车与牵引系统及其他系统接口要求的投标响应情况，内容完整、描述清晰详细、电气、机械接口详细、无缺项、完全满足招标文件要求； 优：5分≥得分≥4.5分、良：4.5分＞得分≥4分、中：4分＞得分≥3.5分、差：3.5分＞得分≥0分。	5.00
		信号部分安全冗余结构+后备降级 (0~2.00)	系统或设备采用硬件三取二或二乘二取二冗余结构，按照故障－安全原则设计，安全完整性水平达到SIL4级标准，系统对网络结构、组网方式、冗余方式、运行速度、稳定性、可靠性、安全性等内容完整、描述清晰、合理、完全满足招标文件要求且对招标文件中的冗余要求完全响应。 内容完整、描述清晰、无缺项、诊断功能全面、故障信息层次清晰、状态信息全面、各子系统故障情况下相应运行方式可靠、清晰、灵活，设置和转换合理、完全满足招标文件要求。 优：2分≥得分≥1.8分、良：1.8分＞得分≥1.6分、中：1.6分＞得分≥1.4分、差：1.4分＞得分≥0分。	2.00
		列车自动监控子系统、列车自动防护子系统、ATO子系统、OC子系统、数据通信子系统、智能运维子系统、培训系统、试车线、电源屏、UPS、蓄电池、计轴、转辙机、信号机（含灯丝报警）、道岔融雪装	各个子系统构成完全满足招标文件要求、描述完整、无缺项；系统组成设备等先进、全面、子系统功能完整、无缺项、功能先进；硬件设备先进、全面，软件构成合理、模块化，可扩展性强；软件的可靠性、安全性措施合理，符合有关规范；性能指标完全满足招标文件要求且内容完整、描述清晰、性能先进、各种计算依据充分、计算合理；与	10.00

		置、控制中心背投大屏幕等设备 (0~10.00)	其他子系统匹配性好，应用成熟、匹配后完全满足指标要求、描述完整清晰； 优：10分≥得分≥9分、良：9分＞得分≥8分、中：8分＞得分≥7分、差：7分＞得分≥0分。	
		信号与其它专业系统的接口 (0~3.00)	内容完整、描述清晰详细、电气、机械接口详细、无缺项、完全满足招标文件要求； 优：3分≥得分≥2.7分、良：2.7分＞得分≥2.4分、中：2.4分＞得分≥2.1分、差：2.1分＞得分≥0分。	3.00
		车辆段工艺设备 (0~8.00)	主要考核车辆检修设备、车辆架大修设备、综合维修设备、后勤汽车类和线网共享设备总体设计方案成熟可靠，主要技术性能和参数、主要部件设计寿命等符合招标文件要求，机械和电气部件选用综合技术指标优的产品。 优：8分≥得分≥7.2分、良：7.2分＞得分≥6.4分、中：6.4分＞得分≥5.6分、差：5.6分＞得分≥0分。	8.00
		汇总规则：评委汇总，去掉1个最高分和1个最低分后求平均		
3.1.2 （15）	投标报价错误修正的数额绝对值合计超过投标报价的比例		0%	

1. 评标方法

本次评标采用综合评估法。评标委员会对满足招标文件实质性要求的投标文件，按照本章第2.2款规定的评分标准进行评审，并按得分由高到低顺序推荐中标候选人，或根据招标人授权直接确定中标人，但投标报价低于其成本的除外。综合评分相等时，以投标报价低的优先；投标报价也相等的，以技术得分高的优先；如果技术得分也相等，按照评标办法前附表的规定确定中标候选人顺序。

2. 评审标准

2.1 评审标准

2.1.1 形式评审标准：见评标办法前附表。

2.1.2 资格评审标准：见评标办法前附表。

2.1.3 响应性评审标准：见评标办法前附表。

2.2 分值构成与评分标准

2.2.1 分值构成

（1）投标报价：见评标办法前附表；

（2）技术响应：见评标办法前附表；

（3）商务响应：见评标办法前附表；

（4）售后服务：见评标办法前附表。

（5）安装及调试方案：见评标办法前附表；

（6）业绩：见评标办法前附表；

（7）其他评分因素：见评标办法前附表；

2.2.2 评标基准价计算 评标基准价计算方法：见评标办法前附表。

2.2.3 投标报价的偏差率计算 投标报价的偏差率计算公式：见评标办法前附表。

2.2.4 评分标准

（1）投标报价：见评标办法前附表；

（2）技术响应：见评标办法前附表；

（3）商务响应：见评标办法前附表；

（4）售后服务：见评标办法前附表。

（5）安装及调试方案：见评标办法前附表；

（6）业绩：见评标办法前附表；

（7）其他评分因素：见评标办法前附表；

3. 评标程序

3.1 初步评审

3.1.1 评标委员会可以要求投标人提交第二章“投标人须知”规定的有关证明和证件的原件，以便核验。评标委员会依据本章第2.1款规定的标准对投标文件进行初步评审。有一项不符合评审标准的或下列条款的，评标委员会应当否决其投标。

3.1.2 投标人有以下情形之一的，评标委员会应当否决其投标：

（1）投标文件中的投标函未加盖投标人的单位电子印章；

（2）投标文件中的投标函无企业法定代表人（单位负责人）（或委托代理人）电子印章（或签字章）的；

（3）如投标函由企业法定代表人委托代理人加盖电子印章（或签字章）的，企业法定代表人委托代理人没有合法、有效的委托书的；

（4）投标人资格条件不符合国家有关规定或招标文件要求的；

（5）投标报价低于成本或者高于招标文件设定的最高投标限价的；

（6）投标文件未按规定的格式填写，内容不全或关键字迹模糊、无法辨认的；

（7）投标人递交两份或多份内容不同的投标文件，或在一份投标文件中对同一招标货物报有两个或多个报价，且未声明哪一个为最终报价的，按招标文件规定提交备选投标方案的除外；

（8）与招标文件提供的货物清单中的清单数量不相同的；

（9）未按招标文件要求提供投标保证金的；

（10）投标文件载明的招标项目完成期限超过招标文件规定的期限的；

（11）投标文件提出的合同价格与支付、保证、违约责任、合同的生效及变更不能满足招标文件要求或招标人不能接受的；

（12）不同投标人的投标文件出现了评标委员会认为不应当雷同的情况的；

（13）以他人的名义投标、串通投标、以行贿手段谋取中标或者以其他弄虚作假方式投标的；

（14）投标有效期短于招标文件要求的；

（15）投标报价错误修正的数额绝对值合计超过投标报价的一定比例，具体数据见评标办法前附表；

（16）评标价高于招标文件设定的最高投标限价；

（17）对招标文件提供的清单进行实质性修改的；

（18）投标文件对已列明的清单进行拆分或合并；或投标文件对已列明的清单进行增加或减少。

（19）投标人名称与招标文件获取时不一致且未提供有效证明的；

（20）不符合招标文件中规定的其他实质性要求。

（21）组成联合体投标未提供联合体协议书的；

（22）在同一招标项目中，联合体成员以自己名义单独投标或者参加其他联合体投标的；

（23）投标人名称与资格预审时不一致且未提供有效证明的；

（24）投标文件不满足第六章“供货要求”中实质性要求和条件的；

（25）投标文件技术规格中一般参数超出招标文件允许偏离的最大范围或最高项数的；

3.1.3 投标报价有算术错误及其他错误的，评标委员会按以下原则要求投标人对投标报价进行修正：

（1）投标文件中的大写金额与小写金额不一致的，以大写金额为准；

（2）合价金额与依据单价计算出的结果不一致的，以单价金额为准修正合价，但单价金额小数点有明显错误的除外；

（3）投标报价为各分项报价金额之和，投标报价与分项报价的合价不一致的，应以各分项合价累计数为准，修正投标报价；

3.2 详细评审

3.2.1 评标委员会按本章第 2.2 款规定的量化因素和分值进行打分，并计算出综合评估得分。评分项中各得分项应分别为各评委打分去掉一个最高分和一个最低分后的算术平均值。

（1）按本章第 2.2.4（1）目规定的评审因素和分值对投标报价计算出得分 A；

（2）按本章第 2.2.4（2）目规定的评审因素和分值对技术响应部分计算出得分 B；

（3）按本章第 2.2.4（3）目规定的评审因素和分值对商务响应计算出得分 C；

（4）按本章第 2.2.4（4）目规定的评审因素和分值对售后服务算出得分 D；

（5）按本章第 2.2.4（5）目规定的评审因素和分值对安装及调试方案计算出得分 E；

（6）按本章第 2.2.4（6）目规定的评审因素和分值对业绩计算出得分 F；

（7）按本章第 2.2.4（7）目规定的评审因素和分值对其他因素计算出得分 G。

3.2.2 评分分值计算保留小数点后两位，小数点后第三位“四舍五入”。

3.2.3 投标人得分=A+B+C+D+E+F+G。

3.2.4 评标委员会发现投标人的报价明显低于其他投标报价，使得其投标报价可能低于其个别成本的，应当要求该投标人作出书面说明并提供相应的证明材料。投标人不能合理说明或者不能提供相应证明材料的，评标委员会应当认定该投标人以低于成本报价竞标，并否决其投标。

3.3 投标文件的澄清

3.3.1 在评标过程中，评标委员会可以通过南京市招标投标交易系统要求投标人对投标文件中含义不明确、对同类问题表述不一致或者有明显文字和计算错误的内容作必要的澄清、说明或补正。澄清、说明或补正应以书面方式进行。评标委员会不接受投标人主动提出的澄清、说明或补正。

3.3.2 澄清、说明或补正不得超出投标文件的范围且不得改变投标文件的实质性内容，并构成投标文件的组成部分。

3.3.3 评标委员会对投标人提交的澄清、说明或补正有疑问的，可以要求投标人进一步澄清、说明或补正，直至满足评标委员会的要求。

3.3.4如果投标人拒绝澄清或未按要求进行澄清的，评标委员会将视具体情形作出如下处理：

1）澄清内容关系到判断投标文件能否实质性响应招标文件要求的，应当否决其投标；

2）澄清内容不影响判断投标文件能否实质性响应招标文件要求的，按不利于该投标人的评判处理。

3.3.1 在评标过程中，评标委员会可以书面形式要求投标人对投标文件中含义不明确、对同类问题表述不一致或者有明显文字和计算错误的内容作必要的澄清、说明或补正。澄清、说明或补正应以书面方式进行。评标委员会不接受投标人主动提出的澄清、说明或补正。

3.3.2 澄清、说明或补正不得超出投标文件的范围且不得改变投标文件的实质性内容，并构成投标文件的组成部分。

3.3.3 评标委员会对投标人提交的澄清、说明或补正有疑问的，可以要求投标人进一步澄清、说明或补正，直至满足评标委员会的要求。

3.3.4如果投标人拒绝澄清或未按要求进行澄清的，评标委员会将视具体情形作出如下处理：

1）澄清内容关系到判断投标文件能否实质性响应招标文件要求的，应当否决其投标；

2）澄清内容不影响判断投标文件能否实质性响应招标文件要求的，按不利于该投标人的评判处理。

3.4 评标结果

3.4.1 除第二章“投标人须知”前附表授权直接确定中标人外，评标委员会按照经评审的价格由低到高的顺序推荐中标候选人，并标明排序。

3.4.2 评标委员会完成评标后，应当向招标人提交书面评标报告和中标候选人名单。

第四章 合同条款及格式

（一）通用合同条款

1. 定义及解释

1.1 定义

1）“合同”或称“合同书”系指买卖双方及业主达成并签署的协议，包括合同协议书、合同条款、所有的技术条款附件、附录和上述文件所提到的构成合同的所有文件。

2）“合同价”系指根据合同规定卖方在正确地完全履行合同义务后业主应支付给卖方的金额。

3）“通用条款”指本部分通用合同条款。

4）“专用条款”指专用合同条款。

5）“合同条款”是通用条款和专用条款的统称。

6）“货物”系指卖方根据合同规定须向买方提供的一切设备、工具、仪器、 软件、技术文件和相应材料等。

7）“设备”系指卖方按照合同规定，须向买方提供的全部或单项机电设备（包括列车）、软件、试验设备、辅助设备。

8）“服务”系指根据合同规定卖方承担与供货有关的辅助服务，比如运输、保险以及其它的伴随服务，比如设计、设计联络与审查、接口协调与管理、调试、联调、试运行、试验、检验、培训、质保期保证、项目管理、合同中明确规定的质保期后服务和合同中规定卖方应承担的其它义务。

9）“业主”指南京江北新区枢纽经济发展有限公司或取得该当事人资格的合法继承人，享有资产所有权并承担付款义务。因地铁 11 号线一期工程项目融资和支付需要，南京江北新区枢纽经济发展有限公司委托南京江北新区地铁十一号线一期投资发展有限公司（以下简称“业主授权方”）负责本项目的费用支付。

10）“业主授权方”指南京江北新区地铁十一号线一期投资发展有限公司或取得该当事人资格的合法继承人。

11）“建设管理单位（买方）”（以下简称“买方”）系指接受合同货物和服务的经济实体，或取得该当事人资格的合法继承人。因项目建设管理发生争议的，由买方负责处理并承担法律责任。本项目“建设管理单位（买方）”是指南京地铁建设有限责任公司。

12）“卖方”系指提供本合同项下货物和服务的经济实体，即_____。

13）“双方”指买方和卖方，四方指业主、业主授权方、买方和卖方。

14）“分包商”指在合同中指定的实施工程的任何部分的任何当事人（不指卖方），或是经买方同意后已经分包了合同的任何部分的任何当事人，以及取得分包商资格的法定继承人，但不指分包商的任何受让人。

15） “合同生效日期”是指通用条款第 30 条中规定的日期。

16） “日”：指日历日。

17） “天”：合同中的天数应为连续不间断的日期。

18） “周”指 7 个日历日。

19） “月”指日历月。

20） “不可抗力”具有通用条款第 24 条赋予它的含义。

21） “技术文件”是指根据通用条款第 5 条和专用条款第 5 条要求提供的所有设计文件、图纸、图样、标准、模型、用于操作、运营和维修、维护的各种手册及其它技术文件。

22） “变更指令”是指买方根据通用条款第 19 条向卖方以规定格式发出的对工程进行变更的书面通知。

1.2 解释

1） 本合同条款中的标题和题名不应视为是本合同条款的一部分，在合同的解释或构成中也不应考虑这些标题和题名。本合同引用某个条款时，除非特别说明，应解释为该条款项下所有子条款的内容。

2） 凡指当事人或各方的措辞应包括商行、公司以及具有法人资格的任何组织。仅表明单数形式的词也包括复数含义，视上下文需要而定，反之亦然。

3） 凡合同中规定通讯是“书面的”或“用书面形式”，这是指任何手写的、打印的或印刷的通讯及其它所有用书面记录的现代通讯方法进行的通讯，包括电报和传真等发送。

4） 凡合同规定任何人发出通知、同意或确认时，该通知、同意或确认不得被无故扣押。除非另有规定，该通知、同意或确认应是书面的并应对“通知”一词做出相应解释。

2. 适用性

2.1 本通用条款适用于本合同条款其它部分未有规定或未被替代的范围。

3. 原产地

3.1 本合同项下所提供的货物及服务均应来自于中华人民共和国或是与中华人民共和国有正常贸易往来的国家和地区。

3.2 货物和服务的原产地有别于卖方的国籍。

3.3 本合同项下主要设备、材料和服务应由合同技术条款附件中规定的制造商、服务提供者及国家制造和供货。

3.4 卖方有意引入非合同所列的制造商、服务提供者及原产国时，应将该制造商、服务提供者的资格证书呈交买方批准。

3.5 若卖方提供的设备的主要部件来自于国外，则卖方自行解决进口批文、外汇及关税等所有

相关手续及问题。

4. 标准

4.1 货物及服务应符合专用条款和技术条款附件 3“技术规格书”中所述的标准，如果没有提及适用标准，则经双方同意后采用适用的国际标准或有关国家标准。有矛盾时，则以买方和卖方都同意的国际标准为准。这些标准必须是国际权威机构在合同生效日前发布的最新版本的标准。如果需要采用合同生效后出版发行的标准，则需经双方同意。

4.2 卖方应向买方提供有关标准的文本。此文本如是英文的，则应提供中文翻译本。

4.3 除非合同中另有规定，计量单位均应采用中华人民共和国法定计量单位。

5. 技术文件

5.1 没有买方事先书面同意，卖方不得将由买方提供的有关合同或任何合同条文、规格、计划、图纸、模型、样品或资料提供给卖方雇用于履行本合同以外的任何其他人。即使向本合同的雇员提供，也应注意保密并限于履行合同必须的范围。

5.2 没有买方事先书面同意，除了履行本合同之外，卖方不应使用通用条款第 5.1 条所列举的任何文件和资料。

5.3 除了合同本身以外，通用条款第 5.1 条所列举的任何文件是买方的财产。如果买方有要求，卖方在完成合同后应将这些文件（包括全部拷贝）还给买方。

5.4 卖方应根据合同规定要求向买方提供所供货物的整套技术文件。如果工程必需但合同又未作规定的只有卖方才能提供的技术文件，卖方应及时向买方提供。

5.5 上述技术文件应编辑正确，组织合理，内容充实，容易理解，详尽描述所供货物的性能、原理、结构和尺寸，并包括部件的型号、规格、技术数据，保证买方能够正确进行货物安装、操作、检查、维修、维护、测试、调试和服务。

5.6 技术文件均应提交买方确认。如果买方收到技术文件后发现有遗漏、损坏或内容有差异，卖方收到买方通知后应更换。

5.7 卖方应承担买方完全按照技术文件的指导进行的任何安装、操作、检查维修、维护、测试、调整和服务致使系统和/或设备或其部件损坏所引起的责任。

5.8 卖方应按照买方要求提供上述技术文件及其电子文件给买方。

5.9 技术文件的全部费用已包含在合同价中。

6. 知识产权

6.1 卖方应保证，买方在中华人民共和国使用该货物或货物的任何一部分时(包括与之相关的任何技术文件、资料)，不侵犯任何第三方合法的、注册在先的专利权、商标权或其

它知识产权。如果有任何有关知识产权侵权的异议和起诉，卖方负责应诉或者处理。如建设管理单位（买方）被依法追究责任，则建设管理单位（买方）承担责任后，卖方应给予建设管理单位（买方）全部补偿，并赔偿建设管理单位（买方）因此受到的损失。

6.2 买方在设备使用寿命期内享有为运行、维护、维修设备之目的而使用卖方为本合同项下提供的设备、技术文件的知识产权的使用权，并无需交纳特许使用费（如有此类费用的话）。

7. 履约保证金

7.1 卖方应在合同签订后三十（30）天内，向买方提交专用条款第 7.4 条规定规定金额的履约保证金。

7.2 在卖方不能履行其合同项下任何一项义务而承担违约责任的情况下，买方有权用履约保证金的资金补偿其任何损失。

7.3 履约保证金的有效期按专用条款第 7 条规定。

7.4 履约保证金应用本合同货币，采用下述方式之一提交：

1） 由买方接受的买方国内银行总行或省一级分行或在境内注册的国外的一家信誉好的银行用招标文件提供的格式，或其他买方接受的格式提交的银行保函；或

2） 银行本票或银行承兑汇票。

7.5 除非专用条款或本合同第六章规定的保函格式中另有规定，在卖方完成其合同义务包括任何保证义务后三十（30）天内，买方将把履约保证金退还卖方。

8. 检验和测试

8.1 买方或其代表有权检验和/或测试货物，以确认货物能符合合同规格的要求，并且除合同规定买方承担的费用外，不承担额外的费用。专用条款第 8 条和技术条款附件 9“检查、试验和验收”说明买方要求进行的检验和测试，以及在何处进行这些检验和测试。买方将及时以书面形式把进行检验和/或测试的代表的身份情况通知卖方

8.2 检验和测试在卖方和/或其分包商的驻地、交货地点和/或货物的最终目的地进行。如果在卖方或其分包商的驻地进行，买方的检验员应能得到全部合理的设施和协助，买方不应承担费用。

8.3 如果任何被检验或测试的货物不能满足合同的要求，买方可以拒绝接受该货物，卖方应更换被拒绝的货物，或者免费进行必要的修改以满足合同的规格要求，并不得追加费用。

8.4 买方在货物到达合同规定的交货地点后对货物进行检验、测试或必要时拒绝接受货物的权利，将不会因为货物在启运前通过了买方或其代表的检验、测试和认可而受到限

制或放弃。

8.5 通用条款第 8 条的规定无论如何也不能免除卖方在本合同项下的保证义务或其他义务。

8.6 如果检验、测试出现一部分或全部失败，买方有权选择下列之任一处理方式：

1) 重新测试直至合格为止；

2) 要求卖方对缺陷或缺点进行修正，然后重新测试直至合格为止；

3) 当卖方已根据上述第 2 种方式的书面要求在合理时间内对缺陷或缺点进行修正但未成功时，按照通用条款第 21 条的规定处理。

无论买方选择上述何种方式，由此而发生的所有合理费用均由卖方负担。

8.7 买方参加在卖方工厂/分包商所在地检验、测试和验收的费用，包括食宿和往返交通费均包含在合同总价中。卖方必须为买方代表提供工作便利如办公场所、必要的通讯条件、技术文件、图纸和当地交通条件。若买方检验人员已到卖方工厂/分包商所在地，而检验测试无法依照规定的时间进行，而引起买方人员延长逗留时间，所有由此产生的包括买方人员在内的直接费用及成本由卖方承担。

9. 包装

货物的包装条款按专用条款第 9 条规定。

10. 装运与交货

10.1 卖方应负责将货物交到合同规定的交货地点并负责货物交到交货地点前的一切费用，包括运输、装卸、清关、保险等费用。卖方应提供的装运细节和/或其他单据在专用条款第 9 和 10 条中有具体规定。

10.2 卖方应提交的单据在专用条款第 9、10、17 条中有具体规定。

11. 所有权与风险转移

11.1 货物的所有权，只有卖方将货物运至交货地点且经买方预验收并出具相关证明时由卖方转移至买方。

11.2 货物毁损、灭失的风险在货物到达交货地点并经买方预验收并出具相关证明时由卖方转移到买方。

11.3 对于未能通过预验收的货物，卖方应在经双方确认的时间内进行整改以满足合同技术要求，若整改后仍不能通过预验收的货物，买方有权拒收，在拒收情况下，货物毁损、灭失的风险由卖方承担。

11.4 所有权和风险的转移，如另有约定的从其约定。所有权和风险的转移，不影响因卖方履行义务不符合约定，买方要求其承担违约责任的权利。

12. 保险

12.1 卖方应对本合同下卖方提供的货物在制造、购置、运输、存放及交货过程中的毁损或灭失以完全重置价格用人民币或合同定价的货币进行全面保险。

12.2 卖方按买方项目现场仓库交货价交货，并应以发票金额百分之一百一十（110%）投保财产一切险（该保险须承保仓储、安装、调试、测试、预验收期间因发生意外事故所造成的保险财产本身损失）及第三者责任损失。

12.3 卖方应对在现场为系统或设备和材料进行安装督导/调试、测试、验收和试运行等提供服务的卖方人员投保人身险及其他有关的险别。卖方应对到卖方或分包商所在地参加设计联络会议、监造、出厂检验和培训的买方人员投保人身险及其他有关的险别，保险期限从他们离开项目所在地至回到项目所在地时为止。

12.4 卖方应买方要求，出示根据合同要求应购买的上述保险的保险单或保险证明以及保险费的收据。

12.5 本条款规定的投保所需的全部保险费均由卖方支付。

12.6 卖方应在资信良好可靠、有能力承保并为买方接受的保险公司投保。

12.7 本条款所列的投保手续以及保险索赔由卖方负责办理。若本条款所要求的保险单可能发生索赔，则卖方必须尽快以书面形式通知买方，并随时告知有关索赔事宜的进展情况。

12.8 卖方应尽全力进行保险安排，以保证索赔事件发生后在短时间内予以妥善解决，并使买方的利益得到充分保障。

12.9 如果卖方未能按要求出示合同规定的保险范围的证明，则买方可办理此类保险并保持其有效。买方为此目的支付保险费应从合同价中扣除。

13. 运输

13.1 卖方负责将货物运至买方国内指定的目的地（买方仓库内或车辆段库内），卖方应考虑买方现场公路运输和/或铁路运输的条件，包括货物运输至买方指定地点前合同规定的保险和仓储在内的一切事项，卖方应负责货物运至买方指定目的地（买方仓库内或车辆段库内）的一切费用，此费用已包括在合同价中。

14. 伴随服务

14.1 卖方须按买方要求提供下列服务以及专用条款规定的其他服务：

1） 所供设备、系统和材料的组装调试和试运行；

2） 提供设备、系统和材料组装和维修所需的辅助设备；

3） 为所供设备、系统和材料提供详细的操作和维护手册；

4） 在双方商定的一定期限内对所供设备、系统和材料进行安装督导/调试、维护/修理和运行等服务，但前提条件是该服务并不能免除卖方在合同保证期内所承担的义务；

5） 在卖方工厂和/或在项目现场就所供设备、系统和材料的组装、启动，运行、维护和修理对买方人员进行培训、技术指导。

14.2 卖方提供的上述伴随服务的费用已含在合同价中。

15. 备品备件

15.1 卖方应提供下列与备品备件、易损件/消耗性材料有关的材料、通知和资料：

15.1.1 买方可从卖方选购备品备件、易损件/消耗性材料，但前提条件是该选择并不能免除卖方在合同保证期内所承担的义务；和

15.1.2 在备品备件、易损件/消耗性材料停止生产的情况下：

1） 事先将要停止生产的计划通知买方使买方有足够的时间采购所需的备品备件、易损件/消耗性材料，和

2） 卖方须提供同等的备品备件，或完全可替换的部件，或免费向买方提供上述备品备件、易损件/消耗性材料的图纸和规格以及属于卖方所有的有关模具、模型、辅助设备的图纸并免费向买方提供任何卖方可能拥有的，使买方自己能生产备品备件、易损件/消耗性材料的其他信息和资料。卖方须允许买方充分自主地免费利用卖方的资料制造上述备品备件。

15.2 卖方应负责保证其合同分包商受制于通用条款 15 条的规定。

16. 保证

16.1 卖方应保证合同项下所供设备是全新的、未使用过的，是最新或目前的型号，除非合同另有规定，设备应含有设计上和材料的全部最新改进，所有有关的技术规格须与技术条款的规定一致。卖方进一步保证，合同项下提供的全部设备没有设计、材料或工艺上的缺陷，或者没有因卖方的行动或疏忽而产生的缺陷，这些缺陷是指所供设备在最终目的地现行条件下正常使用可能产生的。

17. 付款

付款的方法和条件及支付货币在专用条款第 17 条付款中规定。

18. 价格

合同价格在专用条款第 18 条价格条款中规定。

19. 合同变更

买方根据工程实际进度，可以在任何时候书面向卖方发出指令，在本合同的一般范围内变更下述一项或几项：

19.1.1 合同项下提供的货物是专为买方制造时，变更图纸、设计或规格；

19.1.2 交货计划；

19.1.3 卖方提供的货物数量及服务。

19.2 如果上述变更使卖方履行合同义务的费用或时间增加或减少，将对合同价或交货时间或两者可进行公平的调整，同时相应修改合同。卖方根据本条进行调整的要求必须在收到买方的变更通知后十（10）天内提出。

19.3 除非买方书面提出，卖方不得对工程进行任何变更。但是，卖方可以及时向买方提出为改进工程质量、效率和安全性方面的变更建议。

19.4 买方在执行合同期间的任何时间内有权对工程作合理的变更、修改、删除、增加或做其它改变。这些变更应被视为合同的组成部分，卖方应履行这些变更并受同样条件约束。

19.5 如买方根据通用条款 19 条的规定要做出合同变更，买方应将此类变更的性质和方式通知卖方。在收到该通知后，卖方应尽快向买方提交变更建议书，内容包括：

19.5.1 将要实施的工作的说明（如有时）以及工作的实施进度计划；和

19.5.2 对进度计划或对本合同项下的卖方义务进行任何必要的修改的建议；和

19.5.3 卖方对合同价格调整的建议。

19.5.4 收到卖方的上述递呈，并在与卖方适当协商后，买方应尽快决定是否进行变更。

19.6 合同变更时，买卖双方按下述方式确定调整合同价格：

19.6.1 对合同中已有项目的增加或删除，按合同已列明的单价计算调整合同价格；

19.6.2 对合同中已明确并有定价的选项及替代方案，按合同列明的相应的金额计；

19.6.3 对合同中尚未明确和定价的选项及替代方案，其金额须由合同双方按以下一种或多种方法协商确定：

1)根据合同规定的原则计出总价；

2)根据合同中类似货物单价和/或单位费率计算而计出总价；

3)根据合同价格类推和/或按比例计算而计算出总价；

4)根据合同规定的相应成本确定。

19.6.4 如果买方决定变更，卖方应有权得到下列付款：

1)由于此类变更而使部分实施的工程变为无用而导致的费用；及

2)对已经制造或正在制造的设备进行必要改动所产生的额外费用，或对任何已做但因此类变更而必应进行改动工作所产生的额外费用；

19.6.5 买方应在此基础上确定费率或价格，并考虑到有部分资金卖方可以从第三者得到补偿

的情况。

19.7 如果卖方认为，任何修改方案可能阻碍或不利于履行合同义务，则卖方应按通用条款第 19.5 条的规定以书面形式向买方提出其意见。

19.8 如果卖方认为，买方的任何指示、指令、决定、任何其它行为或疏漏，或与合同要求不符的行为，将会或已经对其履行合同造成负面影响，对卖方履约费用或进度计划或商业运行日期的执行有影响，则卖方应在五（5）天内以书面形式按规定的格式向买方发出“变更建议书”。

19.9 除合同另有规定外，买方对本合同条款所作的任何修改、补充、变更均应根据双方协商达成的协议，并由双方授权代表签字、加盖公章来完成，并作为本合同不可分割的组成部分，与合同具有同等效力。

19.10 合同四方仅接受下列形式的文件作为合同的修改文件：

19.10.1 合同修改书

经合同四方协商并签字盖章的合同修改书。

19.10.2 会议纪要和四方签字确认的其他文件

会议纪要和四方签字确认的其他文件若要成为构成合同组成部分的文件，以“合同修改书第_____号”的形式出现。

20. 转让和分包

20.1 除买方事先书面同意外，卖方不得将其合同权利、责任和义务部分转让或全部转让或转移给第三方。

20.2 卖方应书面向买方通知卖方在本合同中所分包的全部分包合同，但此分包通知并不能减轻卖方履行本合同的责任和义务。

20.3 分包合同必须符合通用条款第 3 条的规定。

20.4 卖方选定的所有制造商、服务提供者，均须经买方认可。如果卖方为了购买原材料或者签约购买少量零部件或者工作中的任何部分是由合同中指定的制造商提供时，则不需征得同意。如果买方要求，卖方必须提供分包商在设备的制造方式、零部件和材料的来源、完成能力等方面所有的细节以及相关资料给买方，同时安排买方或其代表在上述地点进行合理的检查。

20.5 主要部件的供应商应视为分包商。主要部件的产地和制造厂须符合合同技术条款附件 1“供货范围”的规定，任何改变须经买方同意。

20.6 卖方须自费协调所有分包商的工作，以确保不同分包商提供的设备之间的接口匹配、有效并可靠。卖方有责任保证设备、系统、材料及服务供应的完整性，在任何情况下，分包商的介入不减轻、不解除卖方在本合同下须承担的任何责任和义务。

20.7 卖方应将任何分包商及其代理人或雇员的行为、违约或疏忽，看作与卖方及其代理人

或雇员的行为、违约或疏忽一样，并为之完全负责。

21. 索赔

合同的索赔条款按专用条款第 21 条规定。

22. 终止合同

终止合同按专用条款第 22 条规定。

23. 工程暂停

工程暂停按专用条款第 23 条规定。

24. 不可抗力

24.1 本条所述的“不可抗力”系指那些不能预见，不能避免并不能克服的客观情况，但不包括违约或疏忽。不可抗力包括但不限于：战争暴乱、洪水、地震、防疫限制、禁运、台风及其它国际上公认的不可抗力因素。

24.2 若不可抗力发生使合同执行受阻，则合同执行时间根据受影响的时间相应延长，但合同价格不得调整。

24.3 受阻方应在不可抗力事件发生后十四（14）天内，以书面形式将不可抗力的情况和原因通知另一方，并附上有关证明材料。

24.4 任何因不可抗力所导致延误履行合同或不能履行合同，受阻方将不因此而构成违约。

24.5 在发生任何不可抗力的情况时，只要合理可行，买卖双方应尽力继续履行其合同中的义务，并应通知对方准备采取的措施，包括不可抗力不能阻止的任何合理的替代履约方法。不可抗力结束后，卖方应及时履行合同，否则视为违约。

24.6 如果不可抗力的情况发生并因此根据本合同双方均被解除进一步履行合同，卖方的履约保证金不被没收。

25. 争端的解决

25.1 合同实施中或与合同有关的一切争议应通过双方友好协商解决。

25.2 如友好协商不成的，可以：

（1） 请建设主管部门调解；

（2） 调解不成，向合同履行地人民法院提起诉讼。

26. 合同语言

26.1 本合同语言为中文。

26.2 卖方提供的文件可以同时附有英文版本作为参考文本，两种文本若有不一致之处或合

同双方发生争议时，以中文文本为准。

27. 适用法律

27.1 本合同适用中华人民共和国现行法律。

28. 通知

28.1 本合同一方给对方的通知应用书面形式送到合同中规定的对方的地址。

28.2 通知以送到日期或通知书的生效日期为生效日期，两者中以晚的一个日期为准。

29. 税和关税

29.1 中国政府根据现行税法和相关法规对买方征收的与本合同有关的一切税费均应由买方负担。

29.2 中国政府根据现行税法及相关法规的规定对卖方和其雇员征收的与本合同有关的一切税费均由卖方负担，并已包含在合同总价中。

29.3 在中国关境以外发生的与本合同执行有关的一切税费均应由卖方负担。

29.4 进口环节一切税费由卖方负担。

30. 合同生效日和签约地

30.1 本合同生效条件：

合同四方法定代表人或其授权代表签字并加盖公章；

30.2 合同签约地

本合同签约地为中华人民共和国江苏省南京市。

（二）专用合同条款

下列专用合同条款是对通用合同条款的补充。如果专用合同条款与通用合同条款有矛盾的话，以专用条款为准。

1　　定义

在通用条款第 1.1 条中增加下列定义：

23）　“质保期”是指专用条款第 16 条规定的质量保证期。

24）　“现场”是指买方提供并由卖方进行工作，或提供设备及材料交货、安装、调试及运行之场地。

25）　“系统”是指工程中各个分离的，功能上可独立并可以运行的部分/或是上述各部分的总和。

26）　“工程”是指卖方根据合同规定为买方提供的南京地铁 11 号线一期工程车辆、信号及车辆段工艺设备集成而进行的全部工作。

27）　“材料”：指本合同项下工程所需的金属板材、线材、型材、导线、结构件、附属件、消耗品及其它材料。

28）　“预验收证书”是指买方根据专用条款第 8 条向卖方颁发的证书。

29）　“最终验收证书”是根据专用条款第 8 条由买方颁发给卖方的证书。

30）　“进度计划”是指卖方根据专用条款第 32 条提交的进度计划以及任何确认的对进度计划的修订。

31）　“用户软件”是指使电子控制单元正常工作的应用软件，是电子控制单元不可分割的一部分。

在通用条款第 1 条中增加以下规定：

1.3　合同文件组成及解释顺序

本合同由下列文件组成：

第一章　合同协议书

第二章　中标通知书

第三章　合同条款

（一）通用合同条款

（二）专用合同条款

第四章　价格清单

第五章　技术条款

第六章　构成本合同文件的其它文件

第七章　招标文件（含其澄清、补充文件）

第八章　投标文件（含其澄清文件）

上述文件是互为补充和解释的，如有不明确或不一致之处，以上面时间在后者为准；时间相同的，以顺序在前者为准；专用合同条款的规定优于通用合同条款的规定。

5　技术文件

在通用条款第 5 条中增加下列规定：

5.10　卖方提交的“技术文件”必须按合同附件规定的时间交付。技术文件延迟交付时，按专用条款第 21 条执行。

5.11　如果技术文件经买方代表检查后发现有缺少、丢失或损坏，卖方应在收到买方通知后 10 天内（对急用者应在 5 天内）免费向现场补充提供缺少、丢失或损坏的部分。合同中规定卖方提供给买方的所有技术文件的最终文件除提供书面文件外，均需提供电子文件。

5.12　卖方提供的技术文件的内容、格式、形式、数量、交付时间在合同技术条款附件中有详细规定。

如果合同需要但又未列明的技术文件，卖方应予及时补齐。

5.13　技术文件的确认

5.13.1　技术条款附件 5“技术文件”中所列主要子系统和部件原理图、总图及其它所需的技术文件，在形成正式文件前须提交买方确认。上述技术文件的目录应在第一（1）次设计联络会议之前提交买方确认。

提交买方确认的技术文件须留出明显的、足够的空间给买方填写评语和意见。

5.13.2　卖方应在第二次设计联络会议或设计审查会议开始之日至少二（2）周以前，用特快邮件或当面交递交的方式，把须确认的技术文件送达买方。卖方应在提交书面文件的同时，提交全部技术文件的电子版一份。

5.13.3　检查完毕技术文件后，买方须尽快返还一套副本给卖方，并附有如下决定之一的标记：

（1） 接受，没有意见（设计已被买方批准，不需做改进或修改）标记为 A；

（2） 接受，但仍对某些小问题持保留意见（卖方应考虑买方的意见,在收到买方说明后 1 个月内完成改进或修正，或提供进一步解释，或提供更为详细的资料，然后重新提交买方审核。买方应在收到重新递交的审查文件后 2 周内完成审核并返回卖方。）标记为 AC；

（3） 不接受，较大意见；（卖方在收到买方的说明后 1 个月内完成改进或修正，并再次提交买方审核，或进一步说明，并与买方协商达成一致意见。买方应在收到重新递交的审查文件后 2 周内完成审核并返回卖方。）标记为 R；

（4） 拒绝（买方给予合理理由；卖方工作不可进行），标记为 NA；

（5） 延迟（如果提交需确认的技术文件部分是说明一个复杂的列车子系统，买方需要合理的审查时间，则买方可做出延迟决定；除双方同意外，该延迟期限不超过 28 天。）

如果提交的技术文件中的一部分第二次被拒绝，卖方可以决定如何进行下一步工作，并向买方提交备忘录，卖方承诺对此决定将全面负责。

5.13.4 退给卖方的技术文件，卖方应尽快在相应的时间内做出修改，并且在相应的会议上重新提交经修改的上述技术文件给买方确认。如果上述退给卖方的技术文件，卖方因时间短促在相应的会议期间不能及时修改，卖方需在收到退回文件最多 28 天内做出修改并送达买方。

5.13.5 在卖方送达相应技术文件后，买方应在最多 28 天内将标有买方相关标记、评论及批准标记的一份文件副本退回给卖方。

5.13.6 买方须在收到卖方提供的技术文件后即作审查。如买方在收到文件最多 28 天内未通知卖方，则卖方提交的技术文件被视作已经由买方审查并获买方确认。

5.13.7 在提交技术文件给买方前，卖方须仔细检查并确信提交的文件符合合同技术规格要求。

5.14 买方收到技术文件后如发现有遗漏、损坏、或与上述规定有异，买方有权通知卖方更正；卖方收到买方通知后按合同要求作出更正。

6 知识产权

通用条款6替代并增加如下条款：

6.1 卖方应保证，业主、买方在中华人民共和国使用该货物或货物的任何一部分时(包括与之相关的任何技术文件、资料)，免受第三方提出的侵犯其专利权、商标权或其它知识产权的异议和起诉，否则，由此而引起的所有责任由卖方承担。如出现前述不利侵害，卖方有与该第三方交涉的权利与义务，并承担由此引起的一切法律责任和费用。如业主、买方被依法追究责任，则业主、买方承担责任后，卖方应给予业主、买方全部补偿，并赔偿业主、买方因此受到的损失。

6.2 业主、买方永久享有卖方为本合同项下提供的产品、软件、技术资料的使用权，并无需交纳特许使用费（如有此类费用的话）。

6.3 合同价格已包括所有应支付的，对专利权和版权、设计或其他知识产权而需要向其他方支付的版税等相关费用。

7 履约保证金

通用条款 7.4 条被替代为：

7.4 卖方应向买方提交在中国境内营业的经买方认可的银行开立的、以买方为受益人、可凭买方首次申索即作无条件付款、金额为合同总价的 10%的不可撤销的银行保函。此保函应按本合同第六章规定的格式提交。

在通用条款第 7 条中增加下列内容：

7.6 履约保证金的有效期至最后一张最终验收证书签署时止。

7.7 履约保证金的退还在完成合同约定的所有工作、完成竣工结算审查、完成资产移交后 30 日历日。

8 检验和测试

在通用条款第 8 条中增加下列规定：

8.6 检验

8.6.1 总述

8.6.1.1 合同项下卖方提供的所有货物必须按合同规定的程序进行检验和验收。合同货物只有通过该检验验收程序且达到合同规定的验收标准方能被买方接受。

8.6.1.2 检验、测试和验收程序

合同项下系统、设备及材料的检验、测试和验收程序如下：

（1） 工厂检验；

（2） 零部件试验；

（3） 列车试验；

（4） 发运前检查；

（5） 到货检查/开箱检验；

（6） 预验收；

（7） 接口测试；

（8） 质量可靠性考核；

（9） 最终验收。

8.6.1.3 每一步骤检验的项目、程序、标准和时间表，见专用条款 8.6 的以下陈述及技术条款附件 4“进度和交货计划”、附件 2“项目管理”、附件 9“检查、试验和验收”。

8.6.1.4 如果试验的一部分或全部失败，买方有权选择下列的任一处理方式：

（1） 重新试验直至合格为止；

（2） 要求卖方对缺陷或缺点进行修正，然后按以上第（1）点处理；

（3） 参照专用条款第 21 条的规定处理，仅适用于买方已按方式（2）书面要求合理时间内对缺陷或缺点进行修正但未成功。

无论买方选择上述何种方法，由此而发生的所有合理的费用均由卖方负担。

8.6.1.5 买卖双方应派人参加合同要求双方参加的试验。

（1） 若任何一方因自身原因未能参加试验，另一方有权单独试验。

（2） 若因一方的原因导致对方不能参加试验，则对方有权要求其在场时重新试验。

（3） 若这种重新试验发生，则要求重新试验的一方参加试验所发生的合理的费用，包括但不限于交通和住宿费用，将由责任方承担。

8.6.1.6 在具体实施合同规定的检验验收之前，卖方需提前三（3）个月提交相应的测试计划（包括测试程序、测试内容和检验标准、试验时间安排）供买方确认。

8.6.1.7 除需买方确认的试验验收外，卖方还应对所有检验验收测试的结果、步骤、原始数据等作妥善记录。如买方要求，卖方应提供这些记录给买方。

8.6.1.8 卖方应在专用条款 8.6.1.2 和 8.6.1.3 所述的每一试验验收程序完成后的 2 周内，向买方递交一式四套试验报告以申报验收，试验报告须包括专用条款 8.6.1.7 所述的所有试验记录，该记录应详尽到可使买方得以就其真实性及准确性进行评定。

8.6.1.9 如果合同双方对卖方提供的测试结果报告或验收报告的解释有分歧，双方须于出现分歧后 20 天内给对方一声明，以陈述己方的观点。声明须附有关证据。分歧应通过协商解决。

8.6.1.10 除按合同规定需由买方承担的费用外，进行专用条款 8.6 规定的试验所发生的所有费用全部由卖方负责并已包含在合同总价中。卖方必须为买方代表提供工作便利如办公场所、必要的通讯条件、技术文件、图纸和当地交通条件。

8.6.1.11 若买方检验人员已到卖方工厂/分包商所在地,而检验测试因卖方原因无法依照合同规定的时间进行，而引起买方人员延长逗留时间，所有由此产生的包括买方人员在内的直接费用及成本由卖方承担。

8.6.1.12 检验、测试和验收过程中涉及的赔偿条款在专用条款第 21 条中规定。

8.6.1.13 在任何情况下，某一步骤试验的结果均不得免除卖方在后续试验和验收程序中的合同责任。

8.6.2 工厂检验

8.6.2.1 在制造过程中，若买方要求的话，卖方应提供关于设备和材料的试验程序和证明。

8.6.2.2 除专用条款第 8 条规定的试验外，在设备和材料整个制造过程中，买方有权决定派其代表自费到卖方和其分包商处进行工厂检验。买方应提前 2 周向卖方发出工厂检验通知。

8.6.2.3 买方派出检验员赴卖方或其分包商工厂时，应不影响卖方或其分包商的工作。

8.6.2.4 卖方应免费向买方检验人员提供当地交通条件，并且有责任协助买方检验人员进行有关的工作和生活安排。

8.6.3 零部件试验

8.6.3.1 卖方应按技术条款附件 3“技术规格书”和附件 9“检查、试验和验收”要求对所有

零部件和材料在安装到车辆上之前进行检查、试验。

8.6.3.2 卖方须在买方到场参加情形下对首件产品进行检验，买方须参加试验的设备细目及时间表详见技术条款附件 9“检查、试验和验收”、附件 14 “买卖双方来往汇总表”、附件 4“进度和交货计划”。

8.6.3.3 工厂验收试验包括卖方按 ISO9001 进行的日常试验和买方于技术条款附件 9“检查、试验和验收”中所要求的附加试验内容，对附加试验的要求详见技术条款附件 3“技术规格书”、附件 9“检查、试验和验收”。

8.6.3.4 对于专用条款 8.6.3.3 及技术条款附件 9“检查、试验和验收”中规定的部件试验，如买方要求提供其有关的试验方法、计划、试验报告和试验记录，卖方须提交买方确认。

8.6.3.5 对于专用条款 8.6.3.3 及技术条款附件 9“检查、试验和验收”规定的附加试验，如买方要求，卖方应在工厂验收试验的三个月前将试验方法和进度的文件以及试验时间安排送达买方。

8.6.3.6 买方在收到卖方通知后 45 天内，通知卖方参加有关试验的买方代表名单。

8.6.3.7 所有未能通过零部件试验的设备和材料按技术条款附件 9“检查、试验和验收”规定处理，卖方应负担由此引起的费用以及买方人员由此引起的费用（工资除外）。

8.6.4 列车试验

8.6.4.1 当列车在卖方工厂装配和安装完后，卖方应按技术条款附件 9“检查、试验和验收”规定进行列车试验。

8.6.4.2 列车试验按下列三种情况进行：

（1）对第 1 列车进行列车型式试验；

（2）对其余列车进行列车例行试验；

（3）为取得资料而进行的研究性试验，其试验结果不作为验收的依据。

8.6.4.3 除技术条款附件 3“技术规格书”另有规定外，所有试验都应于出厂前在卖方场地进行。如果首列车不能于出厂前在卖方场地完成附件 3 第 20.1.8 条规定的 2000km 运行试验，则在首列车到货付款款项中扣除 500 万元人民币；如果经买方同意，在买方线路上进行附件 3 第 20.1.8 条规定的 2000km 运行试验，则在首列车到货付款款项中扣除 200 万元人民币。其它应在卖方场地完成的试验经买方同意后在买方线路上进行的，每项试验将在首列车到货付款款项中扣除 100 万元人民币。上述罚款不影响附件 3“技术规格书”对所有试验的要求。

8.6.4.4 买方人员应参加在卖方进行的型式试验和例行试验，详见技术条款附件 9“检查、试验和验收”。若买方人员不能或不想参加列车试验，试验仍应按日程表进行。

8.6.4.5 若买方人员参加试验，试验报告应由买方人员和卖方人员共同签字以证明试验程序进行并获通过。

8.6.5 发运前检查

8.6.5.1 当在卖方进行的列车试验和 300km 试运行完成后，在发运前买方要进行发运前检查。若某列车在出厂前未能完成 300km 试运行，则在该列车到货付款款项中扣除 5 万元人民币。

8.6.5.2 发运前检查按技术条款附件 9“检查、试验和验收”和附件 3“技术规格书”规定进行。

8.6.5.3 发运前检查应在卖方工厂或卖方试验轨道上进行。

8.6.5.4 系统应被证实满足功能，被发现的故障及功能失效应在发运前纠正。对列车功能或外观没有或仅有细小影响的小故障，经买方合理地确认，可不作为重新安排发运的理由，但这些故障应由卖方在南京的人员纠正。

8.6.5.5 发运前检查完成并通过后，由合同双方授权代表签字出具“发运前检查报告”。但该证明并不表明列车可以发运，列车的发运必须在买方签发确认发运文件后进行。发运文件的签署不能被无理由地耽搁或延误。除卖方书面许可外，发运文件不能被无理由地耽搁或延误签署超过发运前检查完成并通过后一个月。

8.6.5.6 若由于非买方及其代表的原因发生与发运前检查时间表相联系的延误，而已经到卖方的买方人员须相应延长他们的逗留时间时，所有由此产生的包括买方人员在内的费用（买方人员的工资除外）及成本由卖方承担。

8.6.6 到货检查

8.6.6.1 合同项下列车和其他设备、材料及技术文件运抵按专用条款 10.4.1 规定的到货地点后，合同双方人员共同对其进行到货检查，并认真做好记录。

8.6.6.2 到货的列车应满足：

（1） 内外清洁、无损伤；

（2） 已完成编组和配置;

（3） 专用条款 9.8.2 所列的随每列车交付的文件和按技术条款附件 5“技术文件”要求应提交的技术文件资料齐全。

8.6.6.3 对其他设备和技术文件，双方人员对其进行开箱前检查以证实：

（1）满足合同专用条款第 9 条对包装的要求；

（2）外观良好，运输途中未受损；

（3）编号、数量和名称与条款 9.10 要求的货物清单核实无误。

8.6.6.4 当专用条款 8.6.6.2 和专用条款 8.6.6.3 所规定的要求已满足时，买方即办理入库交接手续，同时出具“到货检查表”和“入库单”。到货检查报告和入库单/交接单应由合同双方授权代表签字。报告格式由双方在合同执行中确定。

8.6.6.5 如果在到货中发现货物箱数短缺、包装损坏等现象，双方应认真做好记录并签字确认。该记录应作为买方向卖方索赔的依据，索赔根据专用条款第 21 条进行。

8.6.6.6 卖方检查人员的费用均由其自理。

8.6.7 开箱检验

8.6.7.1 到货检查后，买方和卖方应按时间表开箱进行检验。除商检局规定外，货物的密封包装仍不得拆开。如果由于卖方或其有关的主体原因造成的货物短缺和损坏而有必要请有关国家检验部门参与开箱检验，由此发生的任何费用须由卖方补偿。

8.6.7.2 买方应于上述开箱检验 10 天前，通知卖方验货日期，如果卖方不能按时抵达，买方有权自行开箱，卖方应接受检验结果。

8.6.7.3 若开箱检验中发现诸如数量、型号和外观尺寸与技术条款附件 3“技术规格书”和附件 1“供货范围”不符合，或合同设备、材料、技术文件和密封包装物本身的短少和损坏，双方须记录并签字确认。该记录或有关检验机构出具的商检报告（中华人民共和国有关国家检验部门出具的，如介入时）均可作为买方向卖方索赔的依据。

8.6.7.4 卖方须在接到买方索赔声明后 45 天内，修理、更换或补齐索赔货物；由此产生的费用应由卖方负担，按条款 21.2.3 规定处理索赔。

8.6.7.5 若因卖方过失而在验货和检验时发生修理、更换或补货等情形并导致专用条款 32.1 和技术条款附件 4“进度和交货计划”规定的工期延误，则买方有权据专用条款 21.3.2 的规定对因此造成的损失向卖方索赔。

8.6.7.6 卖方代表参加验货和检验的费用，包括但不限于交通费和生活费用，均由卖方自理。

8.6.8 预验收

8.6.8.1 对在南京完成调试的列车，为检验其是否与技术条款附件 3“技术规格书”一致，买方须按预验收程序进行验收。

8.6.8.2 卖方按技术条款附件 9“检查、试验和验收”协助买方进行预验收。

8.6.8.3 对列车预验收程序包括以下步骤：

（1） 正常操作检查；

（2） 列车试运行；

（3） 车载信号设备、无线通信设备和旅客资讯设备接口测试；

（4） 签发预验收证书；

（5） 质保期起始确认。

8.6.8.4 在列车调试完毕三天前，卖方应通知买方预验收开始进行的时间。上述三个步骤的条件、要求及规定见技术条款附件 3“技术规格书”、附件 9“检查、试验和验收”。

8.6.8.5 预验收程序旨在试验和验证卖方提供的所有设备、系统是否符合技术条款附件 3“技术规格书”的规定。为检验设备在运输、仓储或安装时是否存在潜在缺陷，按技术条款附件 3“技术规格书”、附件 9“检查、试验、验收”的规定进行验收试验。

8.6.8.6 预验收应按专用条款 32.1 的（1）和（8）的时间表执行并完成。

8.6.8.7 试运行

8.6.8.7.1 试运行旨在把每一完整列车放在实际负载环境中（但无乘客）作为一个不可分割的系

统进行检测，以查明技术条款附件 3“技术规格书”中规定的要求是否达到。

8.6.8.7.2 试运行须按计划日期或双方共同商定的日期进行，由合同双方共同参加。

8.6.8.7.3 试运行距离每列车 150 公里。

8.6.8.7.4 在试运行期间，所有设备和系统都须按正常操作模式无故障连续运行。

（1）若有故障发生，买方有权中断试运行，卖方须负责排除故障并重新开始试运行。对于不影响列车运营和安全性能的细小故障或缺陷，将不导致试运行的中断。

（2）若在合同规定或双方商定的时间内未能排除故障，则买方有权按专用条款 21 条处理。

8.6.8.7.5 试运行期内还须进行一些特殊试验，试验的项目、方法和检验标准详见用户需求书“检查、试验和验收”。

8.6.8.8 车载信号设备、无线通信设备和旅客资讯设备接口测试

在列车调试阶段，卖方应配合信号系统、无线通信系统、旅客资讯（LCD）等供应商对已经安装的车载信号设备、车载无线通信设备和车载旅客资讯设备（LCD）进行测试，达到接口技术规格的要求。

8.6.8.9 此预验收报告应由卖方提交并由买方最终审核并确认，对各列车的预验收报告应由合同双方共同签字。

8.6.8.10 签发预验收证书

8.6.8.10.1 买方将在预验收顺利完成后 7 天内对该列列车签署预验收证书，除特殊规定外，签署预验收证书的最迟时间不超过试运行成功后 45 天。在调试、检验、验收中出现的细小缺陷或错误，如买方合理地认为不影响列车的运行和安全使用，将不导致该列车预验收证书的延迟签署。买方应在相应的预验收证书中注明存在的缺陷和错误，卖方应尽快采取措施修正存在的缺陷和错误，使之符合合同要求。如果在调试、检验、验收中发现缺陷或错误，且（买方合理地认为）该缺陷或错误影响了列车的运行和安全使用，买方应有权拒绝签署预验收证书。在此情况下，买方应在该列车预验收程序完成后 7 天内以书面形式指出使其拒绝签署预验收证书的该缺陷和错误。卖方应修正该列车存在的缺陷和错误，并根据本条款的规定继续预验收程序。

8.6.8.10.2 预验收证书的签发不减轻卖方按专用条款应承担的修理或替换设备、系统及材料的合同责任。

8.6.8.10.3 预验收证书的签发不减轻卖方合同项下对货物应承担的责任。

8.6.8.11 质保期起始确认

在签发列车验收证书后，买方应根据卖方提交的列车存放要求停放列车。在列车进入正式投入运营前买方应在卖方的指导下根据实际情况进行必要的检测与维护，以确保列车能准时投入运营。在列车投入运营前双方应在十四（14）天内签署列车开始运营的确认证书，列车开始运营同时进入质保期。

8.6.9 接口测试

8.6.9.1 在各列车调试并签发预验收证书后列车应参加接口测试，以保证参加接口测试的相关项目通过接口达到合同要求的系统功能。

8.6.9.2 信号系统与列车的接口测试将优先安排。

接口测试中对试验车辆系统和其他供应商提供的其他相关系统的接口进行检查。

8.6.9.3 各系统包括车辆、信号、供电、无线通信等系统的调试小组将与招标方一起完成接口测试。

8.6.9.4 买方将在接口测试顺利完成后 14 日内签发接口测试通过证书。

8.6.10 质量可靠性考核试验

8.6.10.1 卖方应在买方在场的情形下按技术条款附件 3“技术规格书”和附件 10“质量保证”的规定对列车及其主要部件进行质量可靠性考核试验。

8.6.10.2 专用条款 8.6.10.1 所述的质量可靠性考核试验按合同规定完成后，双方应立即按合同规定出具相应的“可靠性考核试验通过证明”。

8.6.11 最终验收

8.6.11.1 买方须于专用条款 16.2.1 规定的每列车正常质保期结束后 45 天内签署该列车的最终验收证书。但该列车必须已通过专用条款 8.6.10 所述的质量可靠性考核试验。如非卖方原因造成该可靠性考核试验不能进行，则上述条件（即：“该列车必须已通过条款 8.6.10 所述的质量可靠性考核试验”）应不适用。

8.6.11.2 买方须于专用条款 16.2.1 规定的专用工具、试验设备的正常质保期结束后 45 天内签署该设备的最终验收证书。

8.6.11.3 当买方合理地确定出现的缺陷和错误将影响列车或试验设备、专用工具使用或其功能时，买方有权拒绝签发相应的最终验收证书。买方将在该缺陷和错误得到修正后签发最终验收证书。

8.6.11.4 当买方合理地确定工程中出现的缺陷和错误将不影响列车或试验设备、专用工具使用或限制其功能时，买方将签发相应的最终验收证书，并在最终验收证书中注明存在的各项缺陷和错误。在此情况下卖方应采取措施对存在的缺陷和错误进行修正，直至买方满意为止。

9 包装

在通用条款第 9 条中增加以下内容。

9.1 除非本合同另有规定，提供的货物应采用相应标准的保护措施进行妥善包装。这种包装应适于相应运输工具的运输，并有良好的防潮、防震、防锈和防野蛮装卸等保护措施，以确保货物安全运抵合同规定的交货地点。

9.2 列车包装

卖方应在每辆车相对的两侧，用中文标出该辆车的重心位置，吊索安放位置及国际贸易运输通用的标记和符号，以利于装卸搬运。

列车在运输过程中应采用适当的保护，以防止货物损伤。

9.3 技术文件包装

卖方应对交付的技术文件进行妥善的包装，以适应长途运输、多次搬运，并采取防潮、防雨措施。每个技术文件包装箱内应附有装箱清单二份，正本一份，副本一份，并注明资料编号、名称、总页数（本数）。

9.4 运输标记

卖方应在每一包装箱邻接的四个侧面用不易褪色的油漆以醒目的中文标明以下各项：

（1） 收货人

（2） 合同号

（3） 唛头

（4） 收货人代号

（5） 目的地

（6） 货物的名称、品目号、箱号

（7） 毛重/净重（公斤）

（8） 尺寸（长×宽×高，以厘米计）

9.5 凡重达 2 吨或超过 2 吨的包装，卖方应在每件包装箱的两边用中文以相关的运输标志标明“重心”和“吊装点”，并根据货物的特点和运输的要求不同，以清晰字样在包装箱上注明“小心轻放”、“此端向上”、“防潮”等适当的标志，以方便装卸和运输。

9.6 裸装货物应系上印有上述有关标记的金属标签。

9.7 卖方对包装箱内各散装部件均应系加标签，注明合同号、主机名称、本部件名称及其在装配图中的位置、零件号。备件及工具除注明上述内容外，尚需按性质注明“备件”或“工具”字样。

9.8 随箱文件

9.8.1 每件包装箱的外部应附有一套详细的装箱单正本。

9.8.2 每件货物包装箱内应附有下列文件：

（1） 包括品名、编号、数量说明的详细装箱单两份，正本一份，副本一份；

（2） 生产商或卖方出具的质量证明书两份，正本一份，副本一份；

（3） 与设备相关的技术文件（包括系统组装图）正本一份，副本一份；

（4） 每件技术文件包装箱内，应附有装箱单二份，并注明资料编号、代号、 名称、总页数及本数。

9.9 卖方对包装及标志的责任

凡因由于卖方发运时所用保护措施不足或不妥，致使包装物在运输中生锈、受潮、被

腐蚀，以及因包装或标志不当导致货物损坏或丢失时，或因此引起事故时，卖方均应承担责任和由此发生的相关费用。

10 装运与交货

在通用条款第 10 条中增加以下内容：

10.3 交货时间表

27 列整车应分二个阶段完成交货。

第一阶段 – 第 1 列整车（完成卖方场地的列车型式试验）计划于 2027 年 6 月底前（暂定）在南京买方指定地点交货。第 2 列车于 2027 年 7 月底前在南京买方指定地点交货。

第二阶段 – 第 3～27 列车计划于 2028 年 3 月底前在南京买方指定地点交货，每月交付 1~4 列车。

牵引交货时间在合同签订阶段由买卖双方协商确定。

10.4 装运

10.4.1 到货地点及运输

除双方另有协议外，卖方须将：

（1） 车辆运至买方的车辆段；

（2） 备件、专用工具和试验设备、技术文件运至买方指定的仓库。

10.4.2 卖方安排的货物装运的批次、时间和运输方式应符合合同条款 32.1 中装运进度计划的规定。

10.4.3 卖方负责承担与交货相关的全部费用，包括但不限于报关、清关、运输、运输保险、装卸、仓储等。

10.4.4 卖方发运设备的设备名称、型号规格、数量或重量必须符合合同规定，否则，一切后果均由卖方承担。

10.5 装运通知

10.5.1 卖方应在装运日期之前 30 天，将货物的包装及运输方案一份正本和七份副本提交买方确认。买方须在收到提交的文件后 5 天内予以答复。如果在上述时间内买方未答复，将视为同意该包装及运输方案。但是，买方的确认并不减轻卖方将货物安全运至交货地点的责任。

10.5.2 在特殊情况下，买方有权在原计划发运日期前 14 天以书面通知要求卖方推迟发运时间。卖方须按买方通知重新安排发运。买方应承担因延迟发运引起的任何直接的、有根据的、合理的损失和费用。在没有卖方书面同意的前提下，延迟的发运期不能超过 1 个月。

10.6 存放和仓储

10.6.1 买方负责提供货物交付后的储存仓库及承担仓储费。

10.7 发运单据

10.7.1 在每批货物（技术文件除外）从发运地发运后 3 个工作日内，卖方应特快专递给买方下述单据：

（1） 运输单据副本六份；

（2） 发票副本一式六份；

（3） 详细装箱单副本一式六份。

10.7.2 在每批技术文件发运后 3 个工作日内，卖方应特快专递给买方下述单据：

（1） 运输单据正本一份，副本三份；

（2） 技术文件清单三份。

10.8 卖方应根据计划安排进口部件发货，如计划有变动，应提前 90 天通知买方；

卖方应根据有关管理部门的要求安排进口部件发运及交货，经审核通过确认的发运计划必须严格执行，不得擅自更改，否则卖方将承担一切由此引起的风险及损失（包括但不限于交货延迟，产生进口环节税款等）；

卖方应根据发运计划和实际进口情况，按期向买方提交进口货物执行情况台账；

卖方如不能按上述要求执行，则将按附件 2 规定，确认为当次考核不合格。

14 伴随服务

在通用条款第 14 条中增加下列规定：

14.3 设计

14.3.1 程序

14.3.1.1 卖方进行的设计应按照用户需求书规定的程序完成，这个程序必须包括以下步骤：

（1） 卖方和买方间收集和交换数据，以解决接口为目的，通过买方在不同机电项目间收集和交换数据；

（2） 卖方完成系统设计；

（3） 卖方提交系统设计和用户需求书中规定的设计；

（4） 买卖双方召开讨论系统设计的联络会议；

（5） 买方通过系统设计；

（6） 卖方按照已通过的系统设计进行详细设计；

（7） 卖方提交其完成的详细设计；

（8） 买卖双方召开讨论详细设计的联络会议；

（9） 买方通过详细设计。

14.3.1.2 卖方进行列车系统设计和详细设计的工作范围详见用户需求书。

14.3.1.3 执行上述程序的进度计划见专用条款第 32 条中的“合同执行总体进度计划”。

14.3.2 设计的确认

14.3.2.1 所有的卖方设计方案均须经买方审查确认。未经买方确认，卖方不得进行下一步工作。

14.3.2.2 买方确认之设计应由卖方准备好正式文件、图纸和计算书，及时由合同双方签署或证明。

14.3.2.3 确认程序和内容见专用条款第 5.13 条。

14.3.2.4 上述买方的确认不减轻卖方因卖方的设计失误而引起的在本合同项下的任何责任。

14.3.3 设计联络

14.3.3.1 设计联络应按照技术条款附件 7“设计联络和审查”的规定在买方和卖方双方之间举行。

14.3.3.2 买方或卖方启程参加设计联络会议的四十五（45）天前，启程一方应将有关人员名单和计划启程日期以传真形式通知另一方。

14.3.3.3 在启程的前二（2）天，启程一方应将启程的具体日期、航班号和到达日期以传真通知另一方。

14.3.3.4 卖方提交的文件和买方提供的资料数量在技术条款附件 7“设计联络和审查”中规定。

14.3.3.5 在设计联络会议期间，双方应作好记录并形成会议纪要。

14.3.4 设计和设计联络费用

14.3.4.1 若设计联络（包括设计配合）会议在买方所在地进行，相关会议费用和卖方人员所需的全部费用由卖方承担。

14.3.4.2 若设计联络不在买方所在地进行时，买方人员的所有费用由卖方承担并已包含在合同总价中，境外部分费用（含食宿、交通）按照国家财政部的相关规定及标准执行。

14.3.4.3 卖方的设计费用及相关的设计联络费用已包括在合同价格中。

14.3.5 联络会议外的设计联络

14.3.5.1 除非双方另有协议，买方可在任何时间自费派人员到卖方和/或其分包商所在的设计部门和工厂考察卖方的设计工作，卖方应免费提供必要的技术文件和工作条件给买方的人员。

14.3.5.2 在合同执行期间，买卖双方在其履约过程中应及时答复彼此提出的设计问题并提供对方需要的技术资料和信息。

14.4 调试

14.4.1 卖方应在合同规定的时间内提交一份在买方指定线路进行列车调试的计划，经买方批准后，卖方依照执行。该调试必须使列车适合本工程的环境，并检查列车与其他相关系统如信号、通信、安全门、供电和限界等之间的接口，使之符合接口要求。

14.4.2 调试的责任

14.4.2.1 卖方的责任

（1） 卖方应对列车的调试质量负责并协助对全部及每种设备、系统和材料按专用条款第 8 条规定进行预验收。

（2） 卖方应负责在现场进行井然有序的调试并使之与合同执行时间表的进度要求相吻合。

（3） 卖方应派出足够的、合格且技术熟练的工程师到工地完成调试工作。卖方应于调试开始前一（1）个月，向买方提交参加调试的人员名单及履历，并经买方确认。

（4） 在调试期间，卖方应逐月向买方递交报告，该报告须包含如进度、事故、存在的不利因素、可能的延误及补救方法的建议等内容，对紧急情况，卖方须随时向买方通报。

14.4.2.2 买方的责任

（1） 买方应按照合同进度表的规定并按照买卖双方事先确认的协议要求，提供必要的条件及工地如车辆段、试车线等。并给予卖方必需的支持和帮助（如派列车司机等）。

（2） 因卖方调试小组错误的行为而使合同进度表的工作计划受到不利影响或质量控制方案、安全规则和工地治安秩序的保障受到影响，买方有权干预或命令暂停调试，增加的额外费用由卖方自行承担。如果买方认为卖方人员不能胜任调试工作，买方有权要求卖方调换有关人员。

14.4.2.3 买方有权派出适合的人员参加调试。

14.4.3 调试工地

14.4.3.1 卖方应根据合同文件的规定向买方递交一份有关调试工地包括办公条件要求的文件，以供买方确认。

14.4.3.2 买方应根据合同文件的规定作好调试工地的准备，如有延误，买方应及时书面通知卖方，双方协商并对列车调试进度表进行合理修改。

14.4.4 调试的费用

14.4.4.1 卖方按本条款的规定并在合同中双方认可的范围内所提供的卖方调试的费用已包括合同价中。

14.4.5 卖方调试人员

14.4.5.1 有关卖方调试人员的安排与规则详见技术条款附件 9“检查、试验和验收”。

14.4.5.2 卖方须根据合同技术条款附件 9“检查、试验和验收”的规定向买方提供在南京的服务。这些服务包括但不限于安装调试的督导、验收测试和培训。

14.4.5.3 上述服务活动的相应日期应据相应的合同时间表，由买卖双方商定。

14.4.5.4 上述服务的卖方发票金额应按专用条款第 17 条中有关支付规定来确定。

14.4.5.5 卖方国外雇员应及时获得其人员进境、居留及工作的所有正式许可，取得该许可所发生的费用由卖方承担。买方应及时将有关规定通告卖方的派驻人员。

14.4.5.6 买方应向卖方人员提供位于工作场所附近的带设备的办公室、合适的休息室及现场工作间，具体要求见合同技术条款附件 10“质量保证”。

14.4.5.7 对于临时进口的卖方的工具、特别设备和材料，卖方自行负责获得必要的临时进口/复出口许可工作，这项工作包括但不限于办理报关及交纳海关费用。

14.4.5.8 卖方人员按每月计的服务费用应自其抵达工作地点的日期起算，直至离开工作地点为止。

14.4.5.9 卖方人员抵达现场的 20 天前，卖方应将其派驻人员的姓名、出生日期、国籍、职业背景及职务通知买方。

14.4.5.10 一旦抵达现场，卖方人员即应开始其工作。若因卖方之外的原因有必要更改时间安排，双方应进行协商调整，有关额外费用亦应予以考虑。

14.4.5.11 卖方人员应遵循买方的工作时间工作。原则上卖方人员每周应工作 40 小时，每天为 8 小时工作。若由于买方的工作日程安排改变而要求其它工作时间，双方应对改变达成一致协议。

14.4.5.12 非因卖方过失，特别是因买方工作延迟，造成卖方人员的服务遭延迟或中断，则工作计划时间安排应予调整，卖方人员的有关额外费用由双方共同协商确定。

14.4.5.13 卖方应对其派驻项目所在地人员投保雇主责任险、第三方责任险和医疗险。

14.4.5.14 卖方在项目所在地提供培训服务时，买方应提供必要的课室、设施。

14.4.5.15 买方应就卖方任一雇员在工程执行中错误指导或无能或懒怠告知卖方。如出现此类情况，买方有权要求卖方更换有关的人员，卖方应立即更正或更换，直至买方满意。

14.5 接口协调与管理

详见技术条款附件 8“接口协调与管理”。

14.6 事故

凡因非买方原因造成的、与卖方或其分包商为本合同目的而雇佣的任何人员的伤亡有关而导致的所有损失、开支或索赔，卖方应对其负责并保障买方免于上述损失、开支或索赔。

14.7 培训

14.7.1 在境内所在地的培训

14.7.1.1 卖方应按技术条款附件 11“培训”的详细规定，在中国境内培训买方的受训人员。

14.7.1.2 卖方派往中国的培训人员培训费用，包括机票和食宿等全部费用，已包括在合同总价中。

14.7.1.3 对卖方培训人员的要求、规定和安排，详见附件 11。

14.7.2 在境外所在地的培训

14.7.2.1 卖方应按本款和技术条款附件规定的细节，安排买方受训人员的境外培训。

14.7.2.2 买方在境外的培训费用已包括在合同总价中。按本款和技术条款附件 11“培训”规定，买方受训人员费用包括但不限于机票、当地交通及食宿费用和受训费已包括在合同总价中。

14.8 工厂监造

14.8.1 买方有权委托监理公司为本项目的监理单位，负责对本合同车辆主要部件的制造、车辆的总装、型式试验、例行试验进行全过程监造。

14.8.2 卖方义务

14.8.2.1 卖方必须向监造人员免费提交所有与项目有关的必需的数据、设计参数、尺寸、图纸、时间表及所有要求提供的资料。

14.8.2.2 卖方应免费提供必要的工作条件，并应向监造人员开放所有的特别是在工地的场所和设施，以便顺利地完成监造工作。

14.8.2.3 所有需经买方批准的事宜，须交由监造人员会签。

14.8.2.4 卖方应及时遵从监造人员的指导。

14.8.2.5 合同履行期间卖方应为监造工程师及其工作人员在驻厂监造期间免费提供必要的办公、工作条件、通信设施等。

14.8.3 监造人员的权限

14.8.3.1 监理在买方授权的范围内独立开展工作，其职责是代表买方行使监造的权利。

14.8.3.2 监理在工作中的签字确认，并不能减少卖方对产品质量的责任。

14.9 信号系统独立第三方安全评估、信息安全等级保护测评详见“第六章 供货要求”。

14.10 固定资产录入

卖方须按照买方制定的《固定资产管理办法》要求，在通车试运营前完成固定资产的编码工作和对应的资产价格分摊计算工作，并录入买方指定的信息化管理系统中。工作的具体要求在设计联络阶段予以明确。

以上工作的相关费用包含在合同总价中。

15 备品备件

在通用条款第 15 条中增加下列规定：

15.3 本次招标项目备品备件分别按车辆部分、信号部分、车辆段工艺设备部分的用户需求书中的要求执行。

15.4 卖方应负责令其合同分包商和供应商受制于本条款之规定。

16 保证

在通用条款第 16 条中增加下列内容：

16.2 保证期

16.2.1 正常质量保证期

16.2.1.1 合同项下所有设备、系统和材料的正常质量保证期为专用条款第 8 条所述的质保期起始确认证书签发日起 24 个月。如果在 24 个月内设备、系统和材料未达到附件 3 中第 16.12.2 条和附件 10 中所要求的可靠性指标，该设备、系统和材料的正常质保期顺延至可靠性指标达到要求为止。

16.2.1.2 在正常质量保证期内，卖方应对在专用条款第 16 条之 16.2.1.1 所述时间内出现或产生的缺陷或工程任何部分的损害，根据专用条款 16 条和 21 条的规定向买方承担责任，除非该缺陷或损坏是由于买方不遵守卖方的说明而操作及保养设备和材料、不正确使用、非卖方原因造成的疏忽或事故、正常磨损造成的。

16.2.1.3 若部分设备、系统和材料在保证期内因卖方原因需要更换、重新设计、修改或更新，这部分设备、系统和材料的保证期自双方确认的修复完成日起重新计算 24 个月的质保期。但是，卖方对这些设备、系统和材料的质保义务在任何情况下不超过原设备、系统和材料的预验收证书签发之日起 48 个月。

16.2.2 延长质量保证期

除依照本专用条款第 16.2.1 条规定的正常保证期责任外，卖方应对用户需求书“质量保证”中所列主要部件在其相应的延长质量保证期内提供延长质量保证，并对之承担责任。延长质量保证期自本专用条款第 16.2.1 条规定的正常质量保证期届满之日起开始计算。

16.2.3 潜在缺陷保证

16.2.3.1 在潜在缺陷质保期内，对设备、系统和材料中因工艺粗糙、设计错误和材料缺陷，但在上述正常质保期和延长质保期届满之前的合理检测中未能发现的潜在缺陷，卖方应按专用条款 16 条“保证”对之负责。

16.2.3.2 潜在缺陷保证期是在条款 16.2.1 所述之正常保证期和 16.2.2 所述之延长质量保证期后的 24 个月。

16.3 如果由于卖方原因在正常质保期和延长保证期（适用时）内出现任何缺陷或工程上的损坏，或在潜在缺陷保证期出现潜在缺陷，买方应向卖方以书面形式提出索赔，说明其缺陷或损坏的程度以及要求弥补缺陷或损坏的方法。卖方应在收到买方的索赔要求后，尽快修复、更换、重新设计或修改、更新设备和材料中有缺陷的部分，除合同已规定外，由卖方自行选择补救的方式。

16.4 卖方收到通知后应在专用条款第 21 条规定的时间内依合理的速度免费维修或更换有缺陷的货物或部件，使系统、设备和材料的相应部分恢复到合同规定的状态和规格。被修理或更换的货物或部件从出厂地至最终目的地的运保费由卖方承担。

16.5 如果卖方收到通知后没有在专用条款第 21 条规定的时间内弥补缺陷，买方可采取必要的经卖方同意的补救措施，但其风险和费用将由卖方承担，买方根据合同规定对卖方行使的其他权力不受影响。经卖方认可，买方可对细小缺陷进行修理或调整，但由此产生的全部费用由卖方承担。

16.6 卖方保证在现场和现有条件下，合同项下的设备、系统和材料在正常操作情况下不会因卖方或卖方分包商在设计和制造过程中的缺陷、错误或材料选用及制造工艺上的缺陷而产生安全事故。若由于设备、系统和材料在设计制造工艺上的缺陷（包括潜在缺陷）而导致安全事故，给买方造成所有的直接损失应由卖方赔偿。

16.7 合同项下的设备、系统在正常操作情况下，在现有条件下，在整车寿命周期内，在上述条款 16.2 所述的保证期包括潜在缺陷保证期以后出现的因卖方或卖方分包商的设计缺陷而产生故障，卖方应帮助买方（包括各种技术帮助）及时修复设备、系统的缺陷，但由此产生的合理的、直接的、能证明的费用由买方承担。

16.8 在质保期内，信号系统部分如果某一类板子中，同样特性的板子中的故障次数达到系统内该板子总数的 20%，且确认是设计或材质原因造成的，卖方应负责免费更换系统内所有此类板子。

17. 付款

在通用条款第 17 条中增加以下内容：

17.1 付款方式

本合同项下所有款项由买方向卖方支付，本合同项下供货和服务均用电汇方式进行支付。

卖方须以相同或优于本合同的支付条款向牵引系统供货商支付牵引系统款项。如卖方不按时支付，买方有权将该部分款项从卖方合同份额中扣除，直接向牵引系统供货商支付。

17.2 合同价格采用分阶段支付的方式

本项目内的车辆、信号和车辆段工艺设备按各部分合同价款及付款方式分别支付。如遇分期开通的情形，卖方可以根据项目完成情况提出支付申请，买方审核相关工作量后视实际情况支付。

17.2.1 车辆部分合同付款方式

17.2.3.1 第一笔进度款

支付车辆部分合同价款的百分之十（10％），于合同生效九十（90）天后，完成第一次设计联络会，在买方收到卖方支付申请并附下列单据且证实其完整无误即由业主方付给卖方：

（1） 支付申请；

（2） 履约保函正本一份，副本三份；

（3） 完成第一次设计联络会证明文件；

（4） 根据业主方要求，按本次支付金额百分之一百(100%)出具的首付款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份。

17.2.1.2 接口设计完成和最终设计审查通过付款

支付车辆部分合同价款的百分之五（5%），提交买方确认的车辆与其他系统接口设计完成证明和车辆设计完成证明，并通过最终设计审查及买方收到卖方支付申请，并附下列清洁完整单据且经审核无误后，由业主方支付给卖方：

（1） 支付申请；

（2） 提交买方确认的车辆与其他系统接口设计完成证明文件；

（3） 提交买方确认的车辆设计完成证明文件；

（4） 最终设计审查通过证明文件；

（5） 根据业主方要求，按本次支付金额百分之一百(100%)出具的进度款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份。

17.2.1.3 到货付款

在每批货物发运至合同现场，且买方收到卖方支付申请并附以下所述单据并证实完整无误后，按当批交付货物总价的百分之五十（50％）由业主方支付。

（1） 支付申请；

（2） 专用条款第 10 条中所述的入库单正本一份，副本三份；

（3） 运输保险单副本三份；

（4） 买方签署的到货检查表、开箱检验单正本三份；

（5） 根据业主方要求，按本次支付金额百分之一百（100%）出具的进度款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份。增值税专用发票或随附的销货清单中应列明商品的名称、型号、规格、数量、单价、总价等内容。

17.2.1.4 服务费付款

17.2.1.4.1 车辆部分服务费总价的百分之十（10%），在卖方根据合同规定派遣的第一批调试人员抵达现场后，在买方收到卖方支付申请并附下述单据并证实完整无误三十（30）天后，由业主方支付给卖方：

（1） 支付申请；

（2） 买方签署的证明卖方第一批调试人员抵达现场的文件；

（3） 根据业主方要求，按本次支付金额百分之一百（100%）出具的进度款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份。

17.2.1.4.2 车辆部分服务费总价的百分之三十（30%），在第一、第二列车通过预验收，且买方收到卖方支付申请并附下述单据并证实完整无误 30 天后，由业主方支付给卖方。

（1） 支付申请；

（2） 买方签署的第一、第二列车预验收证书；

（3） 买方签署的培训完成证书；

（4） 根据业主方要求，按本次支付金额百分之一百（100%）出具的进度款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份；

17.2.1.4.3 车辆部分服务费总价的百分之三十（30%），在最后一列车通过预验收试验后，在买方收到卖方支付申请并附下述单据并证实完整无误 30 天后，按每列车所占的比例由业主方支付给卖方：

（1） 支付申请；

（2） 买方签署的最后一列车的预验收证书；

（3） 根据业主方要求，按本次支付金额百分之一百（100%）出具的进度款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份；

17.2.1.5 接口测试通过付款

车辆部分合同价款的百分之五（5%），提交买方确认的车辆与其他系统接口测试通过证明后，在买方收到卖方支付申请并附下述单据并证实完整无误 30 天后，按每列车所占的比例由业主方支付给卖方：

（1） 支付申请；

（2） 买方签署的最后一列车的预验收证书；

（3） 根据业主方要求，按本次支付金额百分之一百（100%）出具的进度款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份；

17.2.1.6 预验收付款

每批货物通过预验收后，提供（最后一列车预验收前）审核通过后的固定资产编码、录入和资产移交完毕的证明文件和经业主确认的竣工资料移交完毕证明文件，按当批验收通过货物总价的百分之二十（20%），在买方收到支付申请并附下列单据且经审核无误三十(30)天后，由业主方支付给卖方。

（1） 支付申请；

（2） 买方签署的预验收证书；

（3） （最后一列车预验收前）审核通过后的固定资产编码、录入和资产移交完毕的证明文件；

（4） 经业主确认的竣工资料移交完毕证明文件；

（5） 根据业主方要求，按本次支付金额百分之一百（100%）出具的进度款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份。

17.2.1.7 竣工结算完成付款

在竣工结算完成、竣工资料移交工作结束后，并在买方收到卖方支付申请并附下述单据、经证实完整无误三十(30)天后，由业主方支付至车辆部分合同结算价款的百分之九十七（97%）。

（1） 支付申请；

（2） 卖方提交的经审核通过后的竣工结算文件；

（3） 经买方确认的资产移交完毕的证明文件；

（4） 经确认的竣工资料移交完毕证明文件；

（5） 据业主方要求，按本次支付金额百分之一百（100%）出具的竣工结算款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份。

17.2.1.8 最终验收付款

竣工结算资料归档移交完毕且质保期履约完成后，在买方收到卖方支付申请并附下列清洁完整单据且经审核无误三十(30)天后，由业主方支付至审计结算车辆部分合同总价的百分之一百(100%)。

（1） 支付申请；

（2） 买方签署的最终验收证书；

（3） 提供质保完成相关证明文件；

（4） 政府审计完成并出具最终审查报告；

（5） 根据买方要求，按本次支付金额百分之一百（100%）出具的最终验收款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份；

17.2.2 信号部分合同付款方式

17.2.2.1 第一笔进度款

在完成第一次设计联络后，可支付信号部分合同总价的百分之十（10％）。

（1） 本次支付申请；

（2） 履约保函；

（3） 按业主方要求提供人民币资金往来收据或增值税专用发票。

17.2.2.2 最终设计审查付款

在最终设计审查通过后，可支付信号部分合同总价的百分之五（5%）。

（1） 本次支付申请；

（2） 由买方签署的最终设计审查通过确认证书；

（3） 按业主方要求提供人民币资金往来收据或增值税专用发票。

17.2.2.3 到货付款

在信号部分合同项下依据投产令每批货物发运至合同现场后，可支付该批货物价格的百分之五十（50%）。

（1） 由卖方出具的本批到货货物价格百分之一百（100%）销售发票正本一（1）份，副本三（3）份。销售发票或随附的销货清单应列明本批到货货物的名称、型号、规定、单价、单位、数量、总价；

（2） 由制造厂商签署的数量、重量证明书；

（3） 由制造厂商签署的质量证明书；

（4） 承保销售发票金额 110%的运输保险单；

（5） 装箱单；

（6） 每批货物由制造厂商出具的出厂检验报告；

（7） 进口货物原产地的商会或其它有关机构签署的原产地证明书，有关当局出具的货物的出口许可证复印件，或制造商出具的无须出口许可证的声明；

（8） 每批设备发运后以传真通知买方具体发货事宜的发运通知；

（9） 本批货物到货入库单；

（10） 支付申请文件。

17.2.2.4 服务费付款

17.2.2.4.1 取得单车动车调试安全授权后，可支付信号部分合同服务费总价的百分之二十五（25%）；

（1） 经买方签署的单车动车调试安全授权证明文件；

（2） 按业主方要求提供人民币资金往来收据或增值税专用发票；

（3） 本次支付申请。

17.2.2.4.2 接口测试完成后，可支付信号部分合同服务费总价的百分之二十五（25%）；

（1） 由买方签署的接口测试通过证书；

（2） 按业主方要求提供人民币资金往来收据或增值税专用发票；

（3） 本次支付申请。

17.2.2.5 通车付款

工程通过初期运营前安全评估后，可支付至信号部分合同总价的百分之八十五(85%)；

（1） 初期运营前安全评估通过的证明文件；

（2） 资产组资完毕的证明文件；

（3） 按业主方要求提供人民币资金往来收据或增值税专用发票；

（4） 本次支付申请。

17.2.2.6 竣工结算付款

经审核通过的竣工结算文件、资产移交完毕的证明文件、经确认的竣工资料移交完毕证明文件完成后，可支付至信号部分合同结算价款的百分之九十五（95%）；

（1） 卖方提交的经审核通过后的竣工结算文件；

（2） 资产分类、资产移交完毕的证明文件；

（3） 经买方确认的全部竣工资料移交完毕证明文件；

（4） 按业主方要求提供人民币资金往来收据或增值税专用发票；

（5） 本次支付申请。

17.2.2.7 最终验收付款

竣工结算资料归档移交完毕且质保期履约完成后，可支付至信号部分合同结算价款的百分之一百（100%）。

（1） 按业主方要求提供人民币资金往来收据或增值税专用发票；

（2） 竣工结算资料归档移交完毕证明文件；

（3） 质保期履约完成证明文件；

（4） 本次支付申请。

17.2.3 车辆段工艺设备部分合同付款方式

17.2.3.1 第一笔进度款

合同生效九十（90）天后，完成第一次设计联络会，在买方收到卖方支付申请并附下列单据且证实其完整无误即由业主方付给卖方车辆段工艺设备部分合同价款的百分之十（10％）：

（1） 支付申请；

（2） 履约保函正本一份，副本三份；

（3） 完成第一次设计联络会证明文件；

（4） 根据业主方要求，按本次支付金额百分之一百(100%)出具的首付款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份。

17.2.3.2 到货付款

在每批货物发运至合同现场，且买方收到卖方支付申请并附以下所述单据并证实完整无误后，由业主方付给卖方当批已交的货物总价的百分之六十五（65％）。

（1） 支付申请；

（2） 按业主要求提供增值税专用发票或收据；

（3） 由生产厂家签署的质量合格证明书正本一份，副本二份；

（4） 装箱单正本一份，副本二份；

（5） 本批次货物入库单正本一份，副本二份；

（6） 发运前检验报告正本一份，副本二份。

17.2.3.3 预验收付款

预验收、初期运营前安全评估通过后，付至车辆段工艺设备部分合同价款的百分之八十五（85%），在买方收到支付申请并附下列单据且经审核无误三十(30)天后，由业主方支付给卖方。

（1） 支付申请；

（2） 经建设管理单位（买方）签署的预验收证书；

（3） 初期运营前安全评估通过、资产组资完毕；

（4） 按业主要求提供增值税专用发票或收据。

17.2.3.4 竣工结算完成付款

经审核通过的竣工结算文件、资产移交完毕的证明文件、经确认的竣工资料移交完毕证明文件完成后，可支付至车辆段工艺设备部分合同结算价款的百分之九十五（95%）；

（1） 支付申请；

（2） 卖方提交的经审核通过后的竣工结算文件；

（3） 经买方确认的资产分类移交完毕证明文件；

（4） 经买方确认的竣工资料移交完毕证明文件；

（5） 据业主方要求，按本次支付金额百分之一百（100%）出具的竣工结算款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份。

17.2.3.5 最终验收付款

通过政府审计及买方最终验收后，在买方收到卖方支付申请并附下列清洁完整单据且经审核无误三十(30)天后，由业主方支付至审计结算车辆段工艺设备部分合同总价的百分之一百(100%)。

（1） 支付申请；

（2） 买方签署的最终验收证书；

（3） 质保期履约完成证明；

（4） 提供质保完成相关证明文件；

（5） 政府审计完成并出具最终审查报告；

（6） 根据买方要求，按本次支付金额百分之一百（100%）出具的最终验收款人民币资金往来收据或增值税专用发票正本一（1）份，副本三（3）份；

17.3 银行费用

17.3.1 据合同支付程序进行支付发生的费用，在买方银行发生的由买方负担，在卖方银行发生的由卖方负担。

17.3.2 本合同项下买方应得的偿还、保险、担保或相似的可追偿的金额应划到买方的银行帐户上。

17.4 结算

17.4.1 竣工结算是指项目预验收合格后，买卖双方以合同为基础，结合工程实施中发生的合同变更情况，确定项目的结算价格。

17.4.2 卖方应按照《南京地铁工程竣工结算编制办法》的规定编制工程竣工结算资料。

17.4.3 竣工结算工作按政府有关部门的规定执行。

18 价格

在通用条款第 18 条中增加以下内容：

18.1 本合同以人民币计价，本合同价格在合同执行过程中是固定不变的（税金除外），在合同实施期间不得因政策、法规和市场行情等的变化而作调整。

18.2 合同价格包括货物的设计、采购、制造、包装、运输、装卸、仓储、保管、保险、进口货物报关、清关以及设计、设计联络与审查、接口协调与管理、调试、联调、试运行、试验、检验、培训服务、质保期保证、项目管理、合同中明确规定的质保期后服务和合同中规定卖方应承担的其它义务、合同执行期间政策、法规和市场行情变动等履行合同标的全过程产生的所有成本和费用以及卖方应承担的一切税费。卖方应负责国外供货货物的进口报关、清关等所有相关工作。

18.3 合同价格

18.3.1 合同总价

合同项下向卖方支付的总金额为人民币_____元。

18.3.2 合同分项价格

18.3.2.1 车辆部分合同分项价格为人民币_____元。

18.3.2.2 信号部分合同分项价格为人民币_____元。

18.3.2.3 车辆段工艺设备部分合同分项价格为人民币_____元。

18.3.3 车辆部分、信号部分和车辆段工艺设备部分的货物、服务和税金的详细价格清单见合同“价格清单”。

18.4 现场知晓

应当认为，卖方对本合同现场的气候、水文和综合条件以及用于工程运行的资料完全知晓，并对中华人民共和国法律法规完全知晓。

18.5 价格的充分性

应当认为卖方已彻底查清，并在本合同价格中充分考虑到了以下各项：

（1） 影响合同价格的全部条件和情况；

（2） 满足完成合同中所述工程的需求；

（3） 现场的综合情况；以及现场总的劳务情况。

18.6 投标报价含项目信息化管理过程中需要提供的电子签章（CA 锁）、资产标签等相关费用（包括但不限于材料费、安装费、服务费及相应的配合工作）。电子签章（CA 锁）、资产标签的具体规格、样式及数量，以业主要求为准。

19 变更

在通用条款第 19 条中增加下列规定：

19.1 车辆部分合同变更专用条款：

（1）工期的变更：买方有权对工期进行调整，合同价格不予变更。

（2）货物部分的变更：

①单价包干项目的变更：对合同中已有项目的增加或删除，按合同已列明的单价计算调整合同价格。

②合价包干项目的变更：卖方依据招标文件要求并结合自己的经验进行合理报价，并对价格的准确性承担全部责任，在整个合同执行期间费用不做任何调整。

③合价包干项目的变更：除下列情况外，项目执行期间不予调整：

a)配属列车数量变化

19.2 信号部分合同变更专用条款：

（1）工期的变更：买方有权对工期进行调整，合同价格不予变更。

（2）货物部分的变更：

①单价包干项目的变更：对合同中已有项目的增加或删除，按合同已列明的单价计算调整合同价格。

②合价包干项目的变更：除下列情况外，项目执行期间不予调整：

a)车站数量变化

b)道岔数量变化

c)本线与其它线联络线接口数量变化

d)正线线路的长度变化（±500m）

e)配属列车数量变化

（3）软件部分的变更：

合价包干项目的变更：合同中已有项目在合同执行过程中不予调整。

（4）服务部分的变更：合价包干。

除下列情况外，项目执行期间不予增加：

a)车站数量变化

b)控制、维修、培训等中心数量发生变化

c)车辆段/停车场数量发生变化

19.3 车辆段工艺设备部分合同变更专用条款：

（1）工期的变更：买方有权对工期进行调整，合同价格不予变更。

（2）货物部分的变更：

单价包干项目的变更：对合同中已有项目的增加或删除，按合同已列明的单价计算调整合同价格。

20 转让和分包

在通用条款第 20 条中增加下列规定：

20.8 本合同项下主要设备、系统、材料的供货商应符合技术条款附件 1“供货范围”的规定。如果合同双方在合同签定时尚不能就技术条款附件 1“供货范围”中明确提到的主要设备、系统、材料的供货商达成一致意见，则最迟在第二次设计联络会议中确定；第二次设计联络会议后在技术条款附件 1“供货范围”中已规定的供货商未经买方同意，卖方不得变更。其它设备和材料供货商可由卖方自由选择，并通知买方。

20.9 若卖方在拟将技术条款附件 1“供货范围”所明确提到的主要设备和系统、材料的供货分包时，应提前将分包资料，包括分包竞争、分包商的介绍、分包文件（标价或未标价）等提交买方以供评审确认，提交的分包资料应足以使买方评估该拟选择的分包商的技术实力。买方在收到上述文件后 20 天内应予以书面答复。如果双方对任何拟选择的分包商有不同意见，应立即会面交流意见并就分包商的选择作出决定。买方的确认不能无理由地耽搁或延误。

技术条款附件 1“供货范围”所明确提到的由买方确定的主要设备和系统、材料的分包商，一经买方确认，不得变更。

20.10 卖方有意引入非技术条款附件 1“供货范围”所列的主要设备和系统、材料的供货商，应将该供货商的资格证书呈交买方确认。买方在收到卖方提交的有关资格证书后 42 天内，应尽快以书面形式予以答复。如果在 42 天内买方未予以答复，将视为该供货商已得到买方确认。

20.11 若卖方未经买方同意擅自变更主要部件的产地和制造厂，买方将在合同价中扣除该部件的全部费用；若该部件的可靠性达不到合同要求，卖方应全部更换为合同中约定的供应商的产品。

21 索赔

在通用条款第 21 条中增加下列规定：

21.1 短装索赔

21.1.1 由卖方负责装运的设备和材料，一经发现短缺、误装或因卖方原因引起的损坏，买方应先以传真再以信函方式向卖方提出索赔。索赔文件须同时附上以下三份文件之一作为依据：

（1） 由中华人民共和国质量监督检疫总局出具的商检证书；

（2） 由买方和卖方代表签署的证明短装、误装和破损的确认书；

（3） 由第三方如承运人出具的证明。

21.1.2 一旦收到买方索赔文件，卖方应无偿地补足短装货物，替换错装或损坏的货物，除非双方另有协议，该补足或替换应在三十（30）天内完成。起始日期应以卖方现场代表收到买方以书面形式发出的索赔文件之日起计算。如卖方的补足或替换未能在三十（30）天内或双方商定的其他时间内完成，其引起的误期违约金按专用条款第21.3 条执行。

21.1.3 若索赔属于保险赔偿范围，则卖方应自行处理保险索赔，且不应影响本专用条款第21.1.2 的执行。

21.2 质量索赔

如果卖方对货物的缺陷负有责任,而买方在专用条款第 16 条或合同的其他条款规定的检验、安装、调试、验收和质量保证期内提出了索赔，卖方应按照买方同意的下列方式解决索赔事宜：

21.2.1 如在通用条款第 8 条和专用条款第 8 条所述之检验和测试过程中，发现系统及设备材料的质量不能达到合同用户需求书中的技术要求，则买方应事先以传真再以信函方式向卖方提出索赔，并附下列文件之一作为向卖方进行索赔的依据：

（1） 国家质量监督检疫总局出具的检验证书。

（2） 由双方授权代表签署的检验结果记录或开箱检验单。

21.2.2 卖方应在收到买方以书面形式发出的索赔文件后十四（14）天内做出答复以确认是否接受买方的索赔要求。如卖方在收到索赔文件十四（14）天内不作答复，则应视为该索赔要求已被卖方接受。若卖方未能在买方提出索赔通知的十四（14）天内或买方同意的更长一些的时间内，按专用条款第 21.2.3 条规定的任何一种方式处理索赔事宜，买方将从付款或卖方提供的履约保证金中扣回索赔金额，同时保留进一步要求赔偿的权利。

21.2.3 按本专用条款第 21.2.1 规定对系统、设备材料提出的质量索赔，若卖方根据本专用条款第 21.2.3（1）和 21.2.3（2）条的方式一次未能修复系统和设备材料的缺陷后，则按第 21.2.3（3）和 21.2.3（4）两者之一的方式处理。

（1） 修理

卖方应自费对有缺陷的货物进行修理，使之符合合同规定的技术要求。除买方特别

许可外，修理应在三十（30）天内完成。经修理的货物在通过规定的测试后，买方应予以接受。

（2） 替换

卖方应以全新及合格的货物替换有缺陷的货物，费用卖方自理。除买方特别许可外，替换应在三十（30）天内完成。经替换的货物在通过规定的测试后，买方应予以接受。

（3） 退货

买方拒绝接受索赔项下的货物，并退回给卖方。卖方应赔偿买方索赔项下货物的一切费用及额外支出，包括买方从其他地方采购替换货物的费用。拒收设备的运输和保险费用应由卖方支付。

（4） 削价处理

索赔项下的货物，只有在买卖双方同意的情况下，可作降价处理。为此，买方可接受由根据原价格和规格妥协得出的具有新规格的货物。如能达成协议，则合同价格与所降低价格的差额应退还给买方。新的规格应由买方确认，货物的测试验收应根据新的规格进行。

21.2.4 违约金和其他处理

在预验收过程中，如车辆的性能未能达到技术条款附件 3“技术规格书”规定的技术指标，经过卖方采取修理、替换等措施后无双方可接受的其它解决方法，则卖方应以下述方式向买方赔偿。对其他可改正的缺陷或过失，卖方应负责按照专用条款 21.2.3.（1）、（2）规定处理。

21.2.4.1 主要性能指标达不到要求的处理

21.2.4.1.1 卖方应对车辆静态限界进行测试，测试结果符合用户需求书中“技术规格书”规定的要求，测试方法由双方共同商定。车辆的动态包络线应完全满足用户需求书中“技术规格书”规定的要求。否则，买方有权拒绝验收车辆。

21.2.4.1.2 在预验收期间，由于卖方的原因，使列车没有满足用户需求书中“技术规格书”规定的要求，卖方应无偿修理或更换故障部件或其他改进，并准备第 2 次试验，两次试验的间隔应不超过 1 周。如果第 2 次试验又失败，卖方应再次无偿修理或更换故障部件或进行其他改进，准备第 3 次试验。第 2 次及以后试验的相关费用由卖方支付。

21.2.4.1.3 当列车第 3 次预验收试验又失败时，卖方应继续无偿修理或更换或进行其他改进、试验，直至达到技术要求。同时，卖方将向买方支付相应列车价值 1%的违约金。 以后，每一次为进一步的预验收试验而对该列车进行的更换或修理，将处以 0.5%相应列车价值的罚款。

21.2.4.1.4 在 AW2 载荷条件和 80km/h 制动初速度的情况下，紧急制动距离应不超过附件 3 所

规定的值。此试验在买方的线路上进行。试验失败时也可应用上述条款 21.2.4.1.2 和 21.2.4.1.3 的规定。

21.2.4.1.5 列车应达到用户需求书中规定的平均加速度和电制动时的平均减速度。当上述指标不能达到用户需求书中规定的指标时，平均加速度或平均减速度每减少 1%，则卖方应支付相应列车价值 0.5%的违约金。平均加速度和电制动时的平均减速度的测量应在买方的线路上进行。

21.2.4.2 质量降级的处理

21.2.4.2.1 在正常质量保证期内对重复出现的列车故障或缺陷（在相同部件、设备和系统上出现数量累计达到 10%或在 12 个月的时间内累计达到 5%；相同部件、设备和系统上出现的故障和缺陷的发展趋势可能影响行车安全的数量累计达到 5%；对于影响设备正常运营或行车安全的故障和缺陷数量累计达到 5％）， 卖方将进行调查、统计、分析，形成用户认可的整改措施（包括更换），并及时解决。卖方负责任何其自己的整改计划的协调、组织与实施。同样的补救措施适用于列车有关设备的可靠性不能达到技术条款附件 3“技术规格书”的规定。

21.2.4.2.2 未达到列车运行可靠性要求的处理

21.2.4.2.3 若列车在专用条款 8.6.10 中所述的可靠性考核中由于卖方原因未达到运行可靠性指标（见技术条款附件 3“技术规格书”的要求），卖方应采取各种改进措施，直至考核合格。在考核合格前，买方可以拒绝对相应列车签发最终验收证书（FAC），卖方应对已经签发 FAC 的列车全部免费进行整改，直至列车可靠性指标符合要求。

21.2.5 根据条款 21.2 发生的质量违约金，不应超过合同总价的 10%，卖方支付的此类违约金为卖方向买方所做的唯一补偿，但违约金的支付不减轻卖方合同项下交货和提供服务的责任和义务。

21.2.6 用于修正缺陷或故障的备件，卖方可以从买方借用（如买方库存有的话），但应在借用后十五（15）天内补还。

21.3 误期违约金

21.3.1 延迟到货违约金

除买卖双方书面同意延迟到货外或买方原因外，若卖方未能按合同规定的或双方协商确定的到货期到货，则卖方应根据以下标准向买方支付违约金::

（1） 延迟到货 7-14 天内，每七（7）天收取相当于该批到货金额的 0.5%的违约金；

（2） 延迟到货 15-49 天内，每七（7）天收取相当于该批到货金额的 0.8%的违约金；

（3） 延迟到货 50 天后，每七（7）天收取相当于该批到货金额的 1%的违约金；

本条规定的违约金累计不超过合同总价的 5%，一旦达到误期违约金的最高限额，

买方可以根据合同条款第 22 条的规定终止合同。

上述标准中，不足七（7）天的按比例计算。

21.3.2 测试和调试违约金

除非买卖双方书面同意延迟列车预验收外或买方原因外，若卖方未能按合同规定的或双方协商确定的时间完成列车在南京现场测试和调试并按专用条款第 8 条的规定通过预验收，则卖方应根据以下标准向买方支付违约金：

（1） 合同规定的预验收日期后第 3-8 天，每三（3）天收取相当于该列未通过预验收列车价值的 0.5%的违约金；

（2） 合同规定的预验收日期后第 9-17 天，每三（3）天收取相当于该列未通过预验收列车价值的 0.8%的违约金；

（3） 合同规定的预验收日期后第 18 天以后，每三（3）天收取相当于该列未通过预验收列车价值的 1%的违约金；

本条规定的违约金累计不超过合同总价的 5%。

上述标准中，不足三（3）天的按比例计算。

21.4 上线运行时间误期违约金

21.4.1 若因卖方过失导致专用条款第 32 条规定的上线运行时间延迟，则卖方应根据专用条款第 21.4.2 条的规定，向买方支付违约金。

21.4.2 上线运行时间每延迟七（7）天支付合同总价的 0.5%的违约金，不足七（7）天按比例计算。最高违约金不应超过合同总价的 5%。在专用条款第 32 条规定的上线运行开始之时，如果卖方未能按合同进度计划完成规定数量的列车的调试并通过预验收，则此情况将视为上线运行时间的延迟。

21.5 文件提交误期违约金

卖方提供的文件（图纸、手册和技术文件）未按合同规定的时间提供给买方，则卖方应向买方支付违约金，违约金按每天支付 1000 元人民币计。如引起验收时间延迟，则按本专用条款第 21.4 条执行。

21.6 质保期赔偿

在质保期内提出的索赔应根据通用条款第 16 条、专用条款第 16 条和 21 条的规定进行处理。

21.7 违约金与赔偿金额计算

本合同项下涉及的所有违约金和赔偿金额均依据合同的规定计算。如合同未有明确规定的，则根据国家或地方有关规定、惯例、行业规定等合理地估算。

21.8 违约金与赔偿的支付

对于合同中所列的违约金和赔偿，买方有权从保函中获得违约金和赔偿或从买方向卖方支付的后续款项中扣除，或要求卖方以电汇方式向买方支付偿还。在后一种情

况下卖方应在一个月内凭买方索赔文件以电汇方式向买方支付所有违约金和索赔偿还。

本合同项下卖方的全部赔偿责任不超过合同总价的百分之一百（100%）。

21.9 所有违约金和赔偿金的支付不减轻卖方合同项下的任何责任和义务。

21.10 卖方对违约金或赔偿的所有异议应按本专用条款第21.2.2条规定的时间向买方提出，买方收到后十四（14）天内组织有关各方协商解决。如协商未果，则按照通用条款第25条执行。但异议的协商不能影响合同项下的其它工作的继续进行。

21.11 本专用条款规定的卖方处理系统及其设备材料质量问题的时间如果与合同规定的关键节点时间有冲突，应首先满足该关键节点时间。

21.12 除本合同另有约定外，本合同任何一方不应对另一方在本合同项下或因本合同而产生的收入损失、运营损失、利润损失等间接损失或损害负责；但卖方应对由于列车正常质保期内的缺陷及安全事故引起的第三者财产及人身伤亡损失负责。

22 终止合同

在通用条款第22条中增加下列规定：

22.1 终止合同

合同终止包括以下几种情形：

1） 当买卖双方完成了合同中规定的所有责任和义务，合同终止；

2） 卖方违约时的终止和买方违约时的终止；

3） 因买方的便利而终止合同。

22.2 违约通知

22.2.1 如果卖方未按合同执行或因疏忽而未能履行本合同项下义务以致影响工程进行时，买方书面通知卖方，要求补救上述失误或疏忽。

22.2.2 在买方对卖方违约而采取的任何补救措施不受影响的情况下，买方可向卖方发出书面违约通知书，提出终止部分或全部合同。

22.3 卖方违约时的终止

22.3.1 如果卖方有以下情形之一：

1） 在收到本专用条款第22.2条的违约通知后二十八（28）天内未能遵守并达到通知的要求。

2） 没有买方的书面同意转让合同或将工程分包出去。

3） 破产或无力偿还债务，或停业清理，或已由法院委派其破产案财产管理人，或为其债权人的利益与债权人达成有关协议，或在财产管理人、财产委托人或财务管理人的监督下营业，或卖方所采取的任何行为或发生的任何事件（根据有关适用法律）具有与前述行为或事件相似的效果。

4） 如果卖方在本合同的竞争和实施过程中有腐败行为和欺诈行为。为此目的，定义下述条件：

①“腐败行为”是指提供、给予、接受或索取任何有价值的东西来影响买方在采购过程或合同实施过程中的行为；和

②“欺诈行为”是指为了影响采购过程或合同实施过程而谎报事实，损害买方利益的行为。

5） 由于卖方违约而导致卖方支付违约金达到专用合同条款 21 条规定的限额。

则买方可在向卖方发出终止通知十四（14）天后选择终止部分或全部合同。但是，卖方应继续执行合同中未终止的部分。

在此种终止后，买方可自己或由任何其他承包商完成工程，卖方必须向买方补偿因此造成的工程全部直接费用。

22.3.2 在按上述本专用条款 22.3.1 1）、2）和 5）终止合同之后，买方应将在终止合同日期卖方应得 的所有金额向卖方支付。

但在工程完成之前，买方没有义务向卖方支付任何进一步的款项。工程完成后，在根据本专用条款第 22.3.2 条中考虑应支付给卖方的任何金额中，买方有权从卖方应得款项中扣除为完成工程所招致的额外费用（如果有的话）。如果没有此类额外费用，买方应向卖方支付应付给卖方的任何结存金额。

如果买方按上述专用条款第 22.3.1 3）条和 4）条终止合同，买方可以不给卖方任何补偿，且该终止合同将不损害或影响买方已经采取或将要采取的任何行动或补救措施的权利。

22.4 买方违约时的终止

22.4.1 如果买方破产或无力偿还债务，或停业清理，或已由法院委派其破产案财产管理人，或与债权人和解，或在财产管理人、财产委托人或财务管理人的监督下为债权人的利益营业，或采取的任何行为或发生的任何事件（根据有关适用法律）具有与前述行为或事件相似的效果。

卖方在买方收到通知十四（14）天后可终止合同。

任何此类终止均不应损害本合同项下卖方的任何其它权利。

22.4.2 倘若发生上述本专用条款第 22.4.1 条终止时，买方应将在终止合同日期卖方应得的所有金额向卖方支付。

22.5 因买方的便利而终止合同

22.5.1 买方可在任何时候出于自身的便利向卖方发出书面通知全部或部分终止合同，终止通知应明确该终止合同是出于买方的便利，合同终止的程度，以及终止的生效日期。

22.5.2 对卖方在收到终止通知后三十（30）天内已完成并准备装运的货物，买方应按原合同价格和条款予以接受，对于剩下的货物，买方可：

1） 按照原来的合同价格和条款予以接受；或

2） 取消对所剩货物的采购，并按双方商定的金额向卖方支付部分完成的货物和服务以及卖方以前已采购的材料和部件的费用。

23 工程暂停

在通用条款第 23 条中增加下列规定：

23.1 暂停

23.1.1 暂时停工

买方可随时指示卖方暂停进行部分或全部工程：

1） 暂停提供合同供货及服务；或

2） 暂停发运按进度计划中规定时间（或者如未规定时间，按拟定的适当发运时间）准备运往现场的合同货物或卖方的设备；或

3） 暂停安装业已运至现场的合同货物。

4） 当阻止卖方按进度计划发运或安装合同货物时，即应认为买方已下达了暂时停工的指令，在暂时停工期间，卖方应保护、保管以及保障该部分或全部工程免遭任何损蚀、损失或损害。

23.1.2 卖方在收到暂停提供合同供货及服务或暂停发运货物的命令后三十（30）天内，或根据本专用条款第 23 条之 23.1.1 条确认暂停的日期后三十（30）天内，把要求进行索赔的意图通知买方，否则卖方无权取得额外费用。

23.1.3 暂停引起的后果

如果卖方在遵守买方根据上述条款所发出的指示以及在复工时，遭受延误以及（或）招致的费用，并且若此类延误以及（或）费用是一个有经验的卖方无法预见的，卖方应通知买方。在收到此通知后，买方应与卖方进行商定或决定：

卖方有权获得任何延长的工期，以及将有关费用的总额加入合同价格中。

并相应地通知卖方。但是，如果暂停是由于卖方的原因造成的，则卖方无权取得此类延期和支付的费用。

如果任何损蚀、缺陷或损失是由于错误的设计、工艺或材料引起的；或由于卖方未能采取上述条款规定的措施引起的，则卖方无权获得为修复此类损蚀、缺陷或损失所需的延期和招致的费用。

23.1.4 如合同货物的发运被暂停超过六十（60）天，卖方因对货物进行保护、保障和保险，遵守买方根据本专用条款第 23.1.1 条下达的指示以及复工而招致的额外费用应加到合同价中。

卖方由于买方原因引起的此暂停所合理支出的费用(即如果没有此暂停就不会发生的费用)应加到合同价格中，但不包括货物被暂停六十（60）天内货物的保管和保险

费用及其他费用。

23.1.5 暂停时对工程设备和材料的支付

如果有关合同货物的发运被暂停超过六十（60）天，则卖方有权获得该批未被运至现场的合同货物按合同价格的支付，但应满足以下条件：

1） 根据买方的指令，卖方已把这些合同货物标记为买方的财产；以及

2） 暂停的原因是由于买方引起。

23.1.6 如果本专用条款第 23.1 条所述的暂停持续九十（90）天以上，且此暂停不是由于卖方的原因引起，则卖方可通知买方，要求在三十（30）天内同意继续实施供货及服务。

23.1.7 持续的暂停：

如果在上述时间内没有得到许可，卖方可将此暂停视为对暂停影响到工程部分工作的免除。如果买方持续停工影响到整个工程，卖方可终止合同。但无论如何，卖方应负责将被暂停发运但已收货款的货物运至合同规定的交货地点。

23.1.8 复工

在卖方收到继续工作的许可或指示后，卖方应在及时通知买方后与买方一起检查受到暂停影响的合同货物及服务。卖方应补救好合同货物在暂停期间可能发生的任何损蚀、缺陷或损失。

23.1.9 卖方必须配合买方在本专用条款所述指令发出后的后续处理工作。

30 合同生效日和签约地

在通用条款第 30 条中增加下列规定：

30.3 本合同由买方、业主与卖方共同签署。

新增条款

31 合同标的

31.1 合同生效后，买方同意采购，卖方同意提供南京地铁 11 号线一期工程车辆、信号及车辆段工艺设备集成所需的货物和服务，包括但不限于：

31.1.1 卖方所有的供货及服务必须使交付的车辆完全满足技术条款附件 3“技术规格书”的要求；

31.1.2 卖方为买方设计制造并提供 27 列完整编组列车，每列为 6 辆编组共 162 辆，具体要求见技术条款附件 1“供货范围”和附件 3“技术规格书”；

31.1.3 卖方应向买方提供所有设备和材料包括所需的各种辅助设备及试验设备。具体要求见技术条款附件 1“供货范围”；

31.1.4 卖方向买方提供满足车辆设计、试验、安装、调试、运行、维修及其他所需的所有

技术文件，有关技术文件的规定见技术条款附件 5“技术文件”；

31.1.5 卖方向买方提供所供货物的以下服务：设计、设计联络与审查、接口协调与管理、调试、联调、试运行、试验、检验、培训、质保期保证、项目管理、合同中明确规定的质保期后服务和合同中规定卖方应承担的其它义务；

31.1.6 卖方负责承担本合同项下的货物至买方指定的交货地点（地铁车辆段）所有运输、保险、报关、清关并提供相关单据，具体要求在合同条款中规定；

31.1.7 卖方为买方设计制造并提供的车辆应完全满足合同规定的技术规范、标准、质量、性能及功能上的要求。

31.2 在买方依照合同规定履行其合同义务的条件下，卖方应承担依照合同规定而履行其合同义务所产生的全部费用。

31.3 卖方应接受买方的监督和协调，并接受买方确定的独立的监造商对车辆制造过程中的监造。

31.4 卖方应对本合同项下其承担的全部工作实施有效管理:

31.4.1 确保工作的进度符合技术条款附件 4“进度和交货计划”的要求；

31.4.2 负责车辆内部的接口，保证所供车辆的完整性：

31.4.3 对车辆与信号、通信、供电、旅客资讯、安全门、轨道、限界等系统的接口工作的进度规划和接口协调管理，积极配合处理接口的有关问题，具体要求详见技术条款附件 8“接口协调与管理”。

31.5 根据国家发展改革委员会（以下简称“国家发改委”）的有关规定，本项目的国产化率应不低于 75%（其中信号系统不得低于 70%）。卖方应负责达到这个国产化率，并根据国家要求提供符合国产化评审要求的设备清单。

32 合同执行时间表

32.1 合同执行的所有时间安排包括但不限于下列进度计划：

（1） 合同执行总体进度计划

（2） 设计和设计联络进度计划

（3） 设备和材料制造进度计划

（4） 发运前检验进度计划

（5） 装运进度计划

（6） 在现场调试和试运行计划

（7） 预验收进度计划

（8） 技术文件交付进度计划

（9） 培训进度计划

上述进度计划（2）至（9）作为总体进度计划（1）的子计划，此制订进度计划的

时限不得妨碍项目进展。

上述计划应以合同签订之日算起

32.2 卖方根据总体进度计划（1）的时间规定，在有关工作开始前二（2）个月内制定出进度计划（2）至（9），并提交买方批准。

32.3 卖方应保证工程按本专用条款第 32 条规定的进度计划实施并承担由卖方引起的全部责任。

32.4 自合同生效日起每周五提交本周项目会议纪要，卖方必须向买方提交一份符合本专用条款第 32 条规定的上个月详细进度报告。

32.5 除合同另有规定，卖方提交的文件如项目跟踪文件、项目进度文件、进度报告、各种清单以及类似文件应是一式四份和电子文件一份。如合同中未规定时间期限，则应在合理时间内提交，以使买方有足够时间阅读、审查或批准。

32.6 除非得到买方的同意，在本专用条款、用户需求书规定的以及合同执行过程中双方达成的合同履行关键时间节点，不允许延误。如果关键时间节点发生延误，买方有权要求卖方支付违约金。

33 项目管理

33.1 保证工程如期顺利完成，卖方必须建立一整套完整可行的项目管理体系，使工程的进行满足合同的规定。项目管理的规定见技术条款附件 2“项目管理”。

33.2 卖方必须接受买方指派的机构在合同履行过程中的协调和为合同的目的在买方现场的管理。

33.3 项目经理要专职服务于该项目，由任职开始，至合同执行完止，履行在合同内要尽的责任。如卖方向买方申请更换任何一位项目经理、技术经理，在征得买方同意批准后，扣除卖方违约金每人每次五十万元人民币（个人辞职、健康因素除外）。未经买方同意，卖方擅自更换任何一位项目经理、技术经理，扣除违约金每人每次一百万元人民币。如经买方查实，项目经理和技术经理不专职服务于该项目，扣除违约金每人每次一百万元人民币。

33.4 凡是买方已颁布的与合同执行有关的管理规定，卖方都必须遵照执行。因卖方违反这些规定使买方产生的直接损失，由卖方负责支付给买方。如果出现相关管理规定与合同存在不一致的情况，双方将协商解决。

33.5 由本条款项下规定的卖方负责完成的义务引起的费用由卖方负责，该费用已包含在合同价中。

33.6 卖方应根据接口协调与管理的需要事先提出并参与有关项目的相关设计管理工作，并承担合同中明确规定的接口测试责任。

33.7 卖方须按照买方制定的《固定资产管理办法》要求，在通车试运营前完成固定资产

的编码工作，并录入相关的信息化管理系统，相关费用已包含在合同总价中。

34 双方人员往来规定

34.1. 卖方应根据合同规定向买方提供服务。这些服务包括设计、设计联络与审查、接口协调与管理、调试、联调、试运行、试验、检验、培训、质保期保证、项目管理、合同中明确规定的质保期后服务和合同中规定卖方应承担的其它义务。

34.2. 卖方提供上述服务的相应日期应根据合同条款相关规定和附件“项目执行时间表”的规定予以确定或由双方另行商定。

34.3. 服务价格及其支付符合合同条款 17、18 条的规定。

34.4. 卖方人员应于抵达买方工地后即按合同规定开始工作。如因非卖方原因需修改进度计划，则此项修改及由此引起的相关额外费用只能通过在工地的双方授权代表共同协商加以确定。

34.5. 双方对每日的工作情况、内容、决定等均应以中文一式二（2）份记录在工作日志和月考勤表上，由各方现场代表或其代理人签字，双方各执一（1）份。如卖方要求，则可附卖方提供的英文供参考。

34.6. 卖方从事合同服务的所有费用由卖方自行承担，买方提供必要的工作协助。买方提供的工作协助安排详见合同有关附件。

34.7. 买方派遣参加设计联络、检验、验收、受培训人员的时间安排和人员数量按照技术条款附件 14“买卖双方来往汇总表”的规定。

34.8. 根据合同规定买方人员在卖方和其分包商所在地的往返交通及境内交通费用、合同规定的买方派团组的食宿费用、保险费用等已含在合同总价中。同时，除合同相关条款规定之外，卖方还应向买方派往卖方所在地的人员提供办公室，包括日常必需品及设备，如桌椅、电话、Internet 网络接口（在卖方现场）、用于工作目的的传真等其他必要的工作条件。

34.9. 合同一方应作出适时安排以便协助合同另一方办理其派往合同一方场所的代表人员所有必要的入境、居住和工作许可及任何其它政府许可（因前述目的的需要）。合同另一方代表则应及时提供需要的证明文件。

34.10. 买方人员在境外的日津贴（包括食宿）由卖方支付，津贴标准按财政部现行标准执行。往返交通航空机票标准为经济舱。

34.11. 买方人员根据合同规定出境时，为顺利办理出入境手续或其他必要手续，买方应在出发前提早三十（30）天将派出人员的准确人数和姓名等情况书面通知卖方。此后，卖方应及时向买方发出邀请信，并将准确的日程安排以及其他事项通知买方。

34.12. 双方互派人员在对方所在地或工厂必须遵从对方工作场所的规章制度和安全准则。

34.13. 卖方应根据合同条款和合同用户需求书规定在相关计划、报告或函件中说明其派往

买方所在地的服务人员的情况和派驻时间。如有人员和时间变化，须及时通知买方，并且不得影响工地现场工作和进度。

34.14. 如合同的一方证明对方在己方所在地的服务人员不够称职或影响工地现场工作或进度，或多次违反安全规则，该方有权要求对方更换此类人员，所需费用和责任由对方承担。

35 卖方运作要求（信号系统部分）

35.1.1 卖方需对系统内的所有设备及整个系统负责。未经买方事先书面认可，卖方不得对供应商或分包商的组成作任何变更。

35.1.2 卖方应具备集成技术并使用国产联锁、ATS 系统或 ATP 系统、ATO 系统（包括国外唯一技术转让给中方投标人的联锁、ATS 系统或 ATP 系统、ATO 系统，有成熟地铁应用业绩并获得独立的权威安全认证机构认证，提供相关证明文件，如：技术所有权转让协议；或权威机构出具的具有国内自主知识产权的产品鉴定证书、联锁系统还须提供独立安全评估证明或委托独立安全评估的合同）。

35.1.3 卖方应提供与主要技术提供方、进口设备供应商的合作协议书和技术担保书（或技术转让协议书）。该合作协议书和技术担保书（或技术转让协议书），明确主要技术提供方、进口设备供应商的责任、义务和分工，并作为合同文件的一部分。卖方还须提供与主要进口设备分包商签订的针对本项目的分包协议，作为合同文件的一部分。

35.1.4 主要技术提供方、进口设备供应商必须在合作协议书、技术担保书及合同文件中其所供应的设备及服务页上签字。并承诺在本项目合同执行过程中严格遵循合作协议的规定并承担相应的供货、技术、服务等责任与义务。

36 其它

36.1 资料之获取

36.1.1. 买方或买方授权代表在合同执行期间及预验收证书签署后十五（15）年内，应能通过卖方得到合同项下提供给买方的卖方及其分包商人员、财务及所有记录的资料，包括且不限于计算机文件和用以核实或复审数量、质量、工作计划及进度、可偿还费用、卖方要求支付的费用、合同变更的估价以及因其他合理要求需查询的资料。卖方及其分包商应在预验收证书签署后十五（15）年内保存上述资料，买方或买方授权代表有权复制任何这些记录。

36.2. 资料之错误

36.2.1. 卖方应对相关的任何设计和详细施工图纸，以及卖方提供的合同项下的文件、图纸、资料或指导中出现的任何矛盾、错误和遗漏负完全责任，无论资料是否已被买方认可，只要这类矛盾、错误和遗漏并非由于买方提供给卖方的不精确的图纸和资料所

致。

36.2.2. 卖方应自费对此类矛盾、错误和遗漏进行必要的更改和补救工作，并应对相应的文件、图纸、资料进行修改。卖方于本条款下履行的义务并不免除其本合同项下应负的任何责任。

36.2.3. 买方只应对其以书面方式提供的图纸和资料负责。若买方提供给卖方的资料存在缺陷、遗漏、矛盾或措辞含糊或词意不明或资料的正确性有疑问，则卖方应及时提请买方注意。

36.2.4. 若出现书面资料（文件）与电子文件有矛盾时，以书面资料（文件）为准。

36.3. 资料之保存

买方及卖方必须将招标过程及合同履约过程中所涉及的书面资料（包括文件、图纸、手册等）完整保存，以便合同执行时随时查阅。

36.4. 合同技术条款附件的规定全部都是合同条款中相关内容的补充和/或再描述。

36.5. 买方须对卖方提供的资料予以保密，不得未经卖方同意向第三方提供有关卖方的任何资料。

36.6. 合同执行的文档管理

合同执行中买、卖双方来往的正式文档，如：合同修改书、变更建议书、验收证书、支付申请等，按双方商定的格式出具。

（一）合同协议书格式

本合同由南京江北新区枢纽经济发展有限公司（以下简称“业主”）、南京江北新区地铁十一号线一期投资发展有限公司（以下简称“业主授权方”）、南京地铁建设有限责任公司 (以下简称“买方”)）与_____（以下简称称“卖方” ）于___年___月___日在中华人民共和国南京市签署。

鉴于买方为采购南京地铁 11 号线一期工程车辆、信号及车辆段工艺设备集成采购项目货物及服务，已接受了卖方提供的上述货物和服务的投标书，经友好协商，各方达成如下协议：

1、 本协议书所用术语的含义与下文提到的合同条款中相应术语的含义相同。

2、 下列文件应作为本合同的一部分看待，并与本协议书一起阅读和理解：

第一章 本合同协议书

第二章 中标通知书

第三章 合同条款

（一）通用合同条款

（二）专用合同条款

第四章 价格清单

第五章 技术条款

第六章 构成合同文件的其它文件

第七章 招标文件（含其澄清、补充文件）

第八章 投标文件（含其澄清文件）

3、 上述文件应认为是互为补充和解释的，但如有模棱两可或矛盾之处，以上面所列时间在后者为准；时间相同的以顺序在前者为准；专用合同条款的规定优于通用合同条款的规定。

4、 根据上述合同文件要求，本合同总价为人民币_____（大写：）_____

5、 由于业主方将按本合同规定向卖方支付合同价款，卖方在此立约，保证全面按合同规定履行义务。

6、 由于卖方将全面按合同规定履行全部合同义务，业主方在此立约，保证按合同规定的方式和时间向卖方支付合同价款。

7、 本合同协议书正本一式 伍 份，业主、业主授权方、买方、卖方、公证处各执壹 份，副本一式 拾贰 份，业主及业主授权方执 陆 份，买方执 肆 份，卖方执 贰 份。正本和副本如有互相矛盾之处，以正本为准。

8、 本协议书在卖方提供买方认可的履约担保后，由各方法定代表人或其授权的代理人签署并加盖公章后正式生效。

（本页无正文）

业主： 南京江北新区枢纽经济发展有限公司

法定代表人（或授权代表）：

（签章）

地址：

邮编：

传真：

电话：

业主授权方：南京江北新区地铁十一号线一期投资发展有限公司

法定代表人（或授权代表）：

（签章）

地址：

邮编：

传真：

电话：

建设管理单位（买方）：南京地铁建设有限责任公司

法定代表人（或授权代表）：

（签章）

经办人：

地址：

邮编：

传真：

电话：

卖方：

法定代表人（或授权代表）：

（签章）

地址：

邮编：

传真：

电话：

（二）见索即付履约保函（格式）

（中标后开具）

受益人：（买方）

保函号：

开具日期：

本保函作为贵方与（以下简称卖方）于年月日签订的合同（以下简称合同，合同号为：），价格为RMB￥（大写：人民币）的履约保函。

银行（以下简称我行）不可撤销地、无追索地具结保证我行、其继承人和受让人无条件地向贵方以人民币支付总额不超过（金额），（大写：）即相当于合同价格的10%。

并以此约定如下：

我行放弃上述合同项下的所有异议和抗辩，在此不可撤销地和无条件地担保，我行将在收到贵方关于卖方违约的书面通知后三个工作日内按贵方提出的不超过上述累计总额的金额，直至RMB￥（大写：）支付给贵方。

本保函项下的任何支付应为免税和净值，无论任何人以何种理由提出扣减现有或未来的税费、费用或赔款，均不能从本保函中扣除。

本保函的规定构成本行无条件的、不可撤销的直接义务。今后任何对合同条款的修改、在时间上的通融、其他宽容、让步均不能解除或免除本行在本保函项下的责任。

本保函有效期自出具之日起生效，有效期至合同项下最后一张最终验收证书签署完毕。履约保函的金额在每列车由买方签发最终验收证书后按比例递减。

本保函应受国际商会制定的《见索即付保函统一规则》（第四百五十八号出版物）的管辖。

担保行名称：

签　　字：（印刷姓名和职务）

公　　章：

（三）履约保函承诺书（格式）

南京地铁建设有限责任公司：

我方承诺，我方将在履约保函有效期截止前一个月办理并提交履约保函续保文件，直至颁发验收证书后/试运营后/竣工结算完成后 28 日（以时间在后一个为准）失效。

投标人名称（盖章）

年 月 日

第五章 供货清单及使用说明

（一）投标报价说明

一、总则

1. 投标报价时，金额应以“元”为单位，单价金额和合价金额精确到小数点后两位。

2. 投标人的报价表若出现“第三章评标办法”“3.评标程序”第 3.1.2 条情形的，其投标应被否决。

3. 报价明细表中要求进行价格构成分析的项目，投标人应在“（三）价格构成分析表”中进行细化、拆分，并按价格构成分析表的顺序与格式分析。价格构成分析时应在表格相应项目下增加下级目录，如原项目序号为 1，则价格构成分析增项序号从 1.1 开始，以此类推。报价明细表与价格构成分析表中的价格不一致时，以报价明细表为准。

4. 本投标报价表价格形式采用合价包干和单价包干相结合的形式。除了合同约定的可以进行调整的情况外，采用合价包干项目，其合价为固定不变价；采用单价包干的项目，其单价为固定不变价。

5. 投标报价含项目信息化管理过程中需要提供的电子签章（CA 锁）、资产标签等相关费用（包括但不限于材料费、安装费、服务费及相应的配合工作）。电子签章（CA 锁）、资产标签的具体规格、样式及数量，以业主要求为准，相应费用包含在投标总价中。

二、报价说明

1. 投标人应依据招标文件要求并结合自己的经验进行合理报价，并对报价的准确性承担全部责任。

2. 投标人货物报价为货物至工程现场的交货价，包括但不限于货物的出厂价、包装费、运输费、保险费、装卸费、仓储费及应缴纳的各种税费（税金除外）等全部费用。

3. 投标人安装报价（如有）应依据《GB50500-2013 建设工程工程量清单计价规范》要求，包括完成相应项目所需的人工费、材料费、机械费、管理费、利润、措施费、规费等全部费用（税金除外），并考虑了相关的风险因素。

4. 车辆和信号专业，投标人服务报价应依据招标文件要求结合自己的经验进行合理报价，所有招标范围内的未单独列项的服务内容及费用，相应费用包含在投标总价中。车辆段工艺设备服务报价应包含在投标总价中，不单独计列。

5.增值税为不可竞争费，投标人应按招标文件规定的费率报价，结算时应根据政府有关财政政策文件进行调整。

6 车辆专业投标人应根据用户需求、工程现场情况结合自己以往供货经验，未单独开列相关费用含在投标总价中。

7.车辆专业投标人应无条件接受招标人招标确定的牵引系统中标人，并将其投标文件作为本项目投标文件的一个组成部分，编制入本项目的投标文件中，其投标价格和实质性内容不得更改。

8.信号专业投标人认为圆满完成本工程还有其他需要单独开项、报价的设备（含软件），应在设备报价明细表第 10 项“其他设备”中报价，并填写价格构成分析表。

9.信号专业投标人备品备件报价应根据其经验，以用户需求书所列规范为准，详细填报备品备件的名称、规格、数量和单位，并填报相应的价格。投标人需提供系统和设备质量保证期后所需供货范围内的备品备件（含软件），投标人在投标文件中应根据其系统的特点提供满足质量保证期后的供货范围内的设备维护和维修要求的系统备品备件的建议清单（细化至板卡级），以及备品备件单价及总价，备品备件总价应为供货范围内的设备总价的 3%，在合同执行过程中，招标人可根据需要对备品备件的种类和数量进行选择、调整和核减。

10.信号专业投标人专用仪器仪表及工具报价应详细填报专用仪器仪表及工具的名称、规格、数量和单位，并填报相应的设备价格。专用仪器仪表及工具根据用户需求书提供清单报价，投标人可根据自身情况补足所需专用仪器仪表及工具。

11.信号专业合同执行过程中，投标时进行价格构成分析的项目，以分析后的子项目纳入合同管理。

12.车辆段工艺设备起重机设备在合同执行过程中，起重机跨度在±0.5m 的范围内变化，将不得对设备费及其安装调试费进行调整，也不得增加额外的费用。

报价汇总表

[货币单位：人民币元]

序号	项目名称	金额
1	**投标总价（1.1+1.2+1.3）**	
1.1	车辆	
1.2	信号系统设备	
1.3	车辆段工艺设备	

表 1 车辆报价汇总表			
			[货币单位：人民币元]
层次码	**项目名称**	**金额**	**备注**
1	**货物**		
1.1	设备		表 1.1.1
1.2	专用仪器仪表及工具		表 1.1.2
2	**服务**		表 1.2
3	**税金**		费率 13%
	合计（1+2+3）		

表 1.1.1 车辆设备报价明细表

[货币单位：人民币元]

层次码	项目名称	供货要求	单位	数量	金额		价格形式	投标响应	备注
					单价	合价			
1	车体								
1.1	车体结构件	1.名称：车体结构件 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	
1.2	内部装饰	1.名称：内部装饰 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
1.3	玻璃	1.名称：玻璃 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	
1.4	隔音、隔热材料	1.名称：隔音、隔热材料 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	
2	车钩及缓冲装置								
2.1	全自动车钩	1.名称：全自动车钩 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
2.2	半永久车钩	1.名称：半永久车钩 2.详见招标文件供货要求	套	135			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
3	车门系统								
3.1	客室车门	1.名称：客室车门 2.详见招标文件供货要求	套	1620			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
3.2	司机室门	1.名称：司机室门 2.详见招标文件供货要求	套	108			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
3.3	紧急疏散门	1.名称：紧急疏散门 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商:	需填写价格构成分析表
4	贯通道	1.名称：贯通道 2.详见招标文件供货要求	套	135			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
5	制动系统								
5.1	基础制动单元	1.名称：基础制动单元 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表

5.2	风源系统	1.名称：风源系统 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
5.3	制动控制单元	1.名称：制动控制单元 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
5.4	风缸系统	1.名称：风缸系统 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
6	转向架								
6.1	拖车转向架	1.名称：拖车转向架 2.不含基础制动设备 3.详见招标文件供货要求	台	108			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
6.2	动车转向架	1.名称：动车转向架 2.含齿轮传动装置、不含基础制动设备及牵引、信号供货设备 3.详见招标文件供货要求	台	216			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
7	空调通风系统								
7.1	客室空调	1.名称：客室空调 2.详见招标文件供货要求	套	324			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
7.2	司机室送风单元	1.名称：司机室送风单元 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	
8	受电弓	1.名称：受电弓 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
9	车辆牵引设备								
9.1	牵引逆变器	WIND-TCM	台	108			合价包干	1.制造商：	
9.2	辅助变流器（含充电机）	WIND-ABM	台	54			合价包干	1.制造商：	
9.3	高压箱（含车间电源插座）	WIND-HVM	台	54			合价包干	1.制造商：	
9.4	中压母线接触器箱	设联会确定	台	27			合价包干	1.制造商：	
9.5	制动电阻器（含冷却装置，2 支路）	设联会确定	个	108			合价包干	1.制造商：	
9.6	牵引电机	WIND-TMM	台	432			合价包干	1.制造商：	

9.7	司机控制器	设联会确定	台	54			合价包干	1.制造商：	
9.8	接地装置	设联会确定	个	540			合价包干	1.制造商：	
9.9	避雷器	3EB4 020-7DS32-0D	个	54			合价包干	1.制造商：	
9.10	车间电源插头	设联会确定	个	16			合价包干	1.制造商：	
9.11	牵引系统内连接器	设联会确定	套	27			合价包干	1.制造商：	
9.12	电缆	设联会确定	套	27			合价包干	1.制造商：	
10	列车控制系统及诊断系统								
10.1	列车中央控制单元	1.名称：列车中央控制单元 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
10.2	输入输出单元	1.名称：输入输出单元 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
10.3	可编程逻辑控制单元（LCU）	1.名称：可编程逻辑控制单元（LCU） 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
10.4	列车控制系统及诊断系统其他项目	1.名称：列车控制系统及诊断系统其他项目 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
11	蓄电池装置								
11.1	蓄电池	1.名称：蓄电池 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
11.2	蓄电池箱	1.名称：蓄电池箱 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
12	照明								
12.1	司机室照明	1.名称：司机室照明 2.详见招标文件供货要求	辆	54			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
12.2	客室照明	1.名称：客室照明 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
13	乘客信息系统								
13.1	列车广播系统	1.名称：列车广播系统 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表

13.2	信息显示系统	1.名称：信息显示系统 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
13.3	视频监控系统	1.名称：视频监控系统 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
13.4	受电弓视频监控	1.名称：受电弓视频监控 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
14	火灾自动报警装置	1.名称：火灾自动报警装置 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
15	主熔断器箱	1.名称：主熔断器箱 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
16	走行部车载故障诊断系统	1.名称：走行部车载故障诊断系统 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
17	轮缘润滑装置	1.名称：轮缘润滑装置 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
18	主动防撞系统	1.名称：主动防撞系统 2.详见招标文件供货要求	列	2			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
19	被动防撞系统	1.名称：被动防撞系统 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
20	能耗记录仪	1.名称：能耗记录仪 2.详见招标文件供货要求	列	2			单价包干	1.制造商：	
21	列车辅助防护预警装置	1.名称：列车辅助防护预警装置 2.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
22	车辆智能运维系统（车载）	1.名称：车辆智能运维系统（车载） 2.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
	合计								

表 1.1.2 车辆专用仪器仪表及工具报价明细表

[货币单位：人民币元]

层次码	项目名称	供货要求	单位	数量	金额		价格形式	投标响应	备注
					单价	合价			
1	车辆专用仪器仪表及工具	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.制造商：	需填写价格构成分析表
2	车辆牵引专用仪器仪表及工具	详见招标文件要求	项	1			合价包干		
	合计								

表 1.2 车辆服务报价明细表

[货币单位：人民币元]

层次码	项目名称	服务要求	单位	数量	单价	合价	价格形式	备注
1	设计联络及设计审查	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
2	调试	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
3	接口管理	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
4	试验、检验、验收	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
5	培训	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
	合计							

表 2 信号报价汇总表

[货币单位：人民币元]

层次码	项目名称	金额	备注
1	**货物**		
1.1	设备		表 2.1.1
1.2	备品备件		表 2.1.2
1.3	专用仪器仪表及工具		表 2.1.3
2	**服务**		表 2.2
3	**税金**		费率 13%
	合计（1+2+3）		

表 2.1.1 信号设备报价明细表

[货币单位：人民币元]

层次码	项目名称	供货要求	单位	数量	金额		价格形式	投标响应	备注
					单价	合价			
1	控制中心设备								
1.1	中心 ATS 工作站	1.名称：中心 ATS 工作站	台	15			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.2	背投显示单元	1.名称：70 英寸背投显示单元	块	21			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.3	背投拼接控制器及附件	1.名称：背投拼接控制器及附件 2.含背投拼接控制器、安装支架、背投操作工作站、配套机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
1.4	大屏接口计算机	1.名称：大屏接口计算机	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.5	中心 DCS 设备	1.名称：DCS 设备 2.含核心交换机、网络交换机、路由器等网络传输设备；含机柜	站	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
1.6	激光打印机	1.名称：A3 激光打印机	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.7	彩色激光打印机	1.名称：A3 彩色激光打印机	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	

1.8	信息安全等级保护设备	1.名称：信息安全等级保护设备 2.包括但不限于全线防火墙、审计系统、安全防护网关系统、入侵检测系统、运维管理系统、工控漏洞扫描平台、堡垒机、统一安全管理平台、交换机等；含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
1.9	电源屏	1.名称：电源屏 2.容量：外电最大容量 35kVA	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
1.10	外电网监测设备箱	1.名称：外电网监测设备箱	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.11	后备通信系统中心设备	1.名称：后备通信系统中心设备 2.含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
2	正线车站及轨旁设备								
2.1	车站 ATS 服务器	1.名称：车站 ATS 服务器 2.含机柜	套	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.2	后备时刻表设备	1.名称：后备时刻表设备	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.3	ATS 工作站	1.名称：ATS 工作站	台	24			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.4	发车计时器	1.名称：发车计时器	架	40			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.5	无源应答器	1.名称：无源应答器	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表

2.6	目标控制器	1.名称：目标控制器（OC） 2.含机柜	套	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
2.7	计轴主机	1.名称：计轴主机 2.含机柜	套	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
2.8	计轴磁头	1.名称：计轴磁头 2.含磁头（带尾缆）、终端盒	套	222			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.9	组合柜	1.名称：组合柜 2.含组合柜、接口柜、继电器	站	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
2.10	防雷分线柜	1.名称：防雷分线柜	站	20			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
2.11	全电子执行单元	1.名称：全电子执行单元 2.含机柜	站	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
2.12	综合按钮箱	1.名称：综合按钮箱 2.含紧急关闭、站台开门/关门、发车确认 、自动折返、人员防护开关等各种按钮箱（含指示灯、按钮等）	个	80			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.13	人员防护开关 现场指示器	1.名称：人员防护开 关现场指示器	个	94			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.14	LED 信号机三灯位	1.名称：LED 信号机三灯位	架	116			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.15	交流电动转辙机	1.名称：交流电动转辙机（防水型） 2.含转辙机安装装置、防尘罩（高架站转辙机需要）、道岔安装图	台	110			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	

2.16	车站 DCS 设备	1.名称：车站 DCS 设备 2.含交换机、路由器、ODF 架等；含机柜	套	20			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
2.17	后备通信系统室内设备	1.名称：后备通信系统室内设备 2.含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
2.18	后备通信系统室外设备	1.名称：后备通信系统室外设备	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
2.19	维护服务器	1.名称：维护服务器	套	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.20	维护工作站	1.名称：维护工作站	台	10			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.21	激光打印机	1.名称：A3 激光打印机	台	10			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.22	集中监测设备	1.名称：集中监测设备 2.含 7 个设备集中站管辖范围内的环境监测、电源监测、防雷分线柜防雷相关的监测设备和 ATC 诊断监测；对基础轨旁设备包括但不限于转辙机、信号机、计轴等进行智能监测及分析；含机柜	套	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.23	道岔缺口监测设备	1.名称：道岔缺口监测设备 2.含室内外设备；含机柜	套	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.24	电池监测设备	1.名称：电池监测设备	套	20			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	

2.25	道岔融雪控制设备	1.名称：道岔融雪控制设备 2.含控制终端、控制柜（控制柜数量根据现场条件进行设置） 3.道岔数量：8 组道岔	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.26	道岔融雪终端设备	1.名称：道岔融雪终端设备 2.含加热子系统、隔离变压器、钢轨温度传感器、室内外线缆等 3.道岔数量：8 组道岔	套	8			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.27	电源引入防雷箱	1.名称：电源引入防雷箱	套	20			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.28	电源屏	1.名称：电源屏 2.容量：外电最大容量 40kVA 3.安装位置：集中站	套	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.29	UPS	1.名称：UPS 2.安装位置：集中站	台	14			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.30	蓄电池组	1.名称：蓄电池组 2.含配套蓄电池架 3.安装位置：集中站	组	14			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.31	电源屏	1.名称：电源屏 2.容量：外电最大容量 10kVA 3.安装位置：非集中站	套	13			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.32	UPS	1.名称：UPS 2.安装位置：非集中站	台	26			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.33	蓄电池组	1.名称：蓄电池组 2.含配套蓄电池架 3.安装位置：非集中站	组	26			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
3	车载设备								

3.1	车载机柜	1.名称：车载机柜	套	54			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
3.2	车载显示器	1.名称：车载显示器	套	54			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
3.3	休眠唤醒模块	1.名称：休眠唤醒模块	套	54			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
3.4	接口继电器	1.名称：接口继电器 2.含底座	套	54			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
3.5	传感器及天线	1.名称：传感器及天线 2.含各类测速、测距、定位、车地通信设备等	套	54			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
3.6	列车贯通电缆及连接器	1.名称：列车贯通电缆及连接器	套	27			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4	车辆基地设备								
4.1	ATS 服务器	1.名称：ATS 服务器 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.2	ATS 工作站	1.名称：ATS 工作站	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.3	无源应答器	1.名称：无源应答器	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
4.4	目标控制器	1.名称：目标控制器（OC） 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表

4.5	计轴主机	1.名称：计轴主机 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
4.6	计轴磁头	1.名称：计轴磁头 2.含磁头（带尾缆）、终端盒	套	124			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.7	组合柜	1.名称：组合柜 2.含组合柜、接口柜、继电器	站	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
4.8	防雷分线柜	1.名称：防雷分线柜	站	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
4.9	全电子执行单元	1.名称：全电子执行单元 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
4.10	人员防护开关 现场指示器	1.名称：人员防护开关现场指示器	个	22			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.11	LED 信号机单灯位	1.名称：LED 信号机单灯位	架	3			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.12	LED 信号机二灯位	1.名称：LED 信号机二灯位	架	26			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.13	LED 信号机三灯位	1.名称：LED 信号机三灯位	架	66			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.14	交流电动转辙机	1.名称：交流电动转辙机 2.含转辙机安装装置、防尘罩、道岔安装图	组	57			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	

4.15	DCS 设备	1.名称：DCS 设备 2.含交换机、路由器、ODF 架等；含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
4.16	后备通信系统室内设备	1.名称：后备通信系统室内设备 2.含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
4.17	后备通信系统室外设备	1.名称：后备通信系统室外设备	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
4.18	维护服务器	1.名称：维护服务器	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.19	维护工作站	1.名称：维护工作站	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.20	彩色激光打印机	1.名称：A3 彩色激光打印机	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.21	激光打印机	1.名称：A3 激光打印机	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.22	集中监测设备	1.名称：集中监测设备 2.含环境监测、电池监测、电源监测、防雷分线柜防雷相关的监测设备和 ATC 诊断监测；对基础轨旁设备包括但不限于转辙机、信号机、计轴等进行智能监测及分析；含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.23	电池监测设备	1.名称：电池监测设备	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	

4.24	道岔缺口监测设备	1.名称：道岔缺口监测设备 2.道岔数量：56 组道岔 3.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.25	道岔融雪控制设备	1.名称：道岔融雪控制设备 2.含控制终端、控制柜（控制柜数量根据现场条件进行设置） 3.道岔数量：37 组道岔	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.26	道岔融雪终端设备	1.名称：道岔融雪终端设备 2.含加热子系统、隔离变压器、钢轨温度传感器、室内外线缆等 3.道岔数量：37 组道岔	套	37			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.27	电源引入防雷箱	1.名称：电源引入防雷箱	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.28	电源屏	1.名称：电源屏 2.容量：外电最大容量 45kVA	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.29	UPS	1.名称：UPS	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.30	蓄电池组	1.名称：蓄电池组 2.含配套蓄电池架	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.31	控制台	1.名称：控制台 2.含控制台、人员防护开关按钮盘、指示灯、光带、模拟盘等	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5	试车线设备								
5.1	无源应答器	1.名称：无源应答器	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表

5.2	目标控制器	1.名称：目标控制器（OC） 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
5.3	计轴主机	1.名称：计轴主机 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
5.4	计轴磁头	1.名称：计轴磁头 2.含磁头（带尾缆）、终端盒	套	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.5	组合柜	1.名称：组合柜 2.含组合柜、接口柜、继电器	站	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
5.6	防雷分线柜	1.名称：防雷分线柜	站	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.7	全电子执行单元	1.名称：全电子执行单元 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
5.8	LED 信号机单灯位	1.名称：LED 信号机单灯位	架	2			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.9	LED 信号机三灯位	1.名称：LED 信号机三灯位	架	6			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.10	DCS 设备	1.名称：DCS 设备 2.含交换机、路由器、ODF 架等；含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
5.11	后备通信系统室内设备	1.名称：后备通信系统室内设备 2.含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表

5.12	后备通信系统室外设备	1.名称：后备通信系统室外设备	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
5.13	控制工作站	1.名称：控制工作站	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.14	电源引入防雷箱	1.名称：电源引入防雷箱	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.15	电源屏	1.名称：电源屏 2.容量：外电最大容量 15kVA	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.16	UPS	1.名称：UPS	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.17	蓄电池组	1.名称：蓄电池组 2.含配套蓄电池架	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.18	控制台	1.名称：控制台 2.含控制台、人员防护开关及旁路开关、站台开门/关门按钮、发车确认按钮、指示灯等	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
6	维修中心设备								
6.1	网络设备	1.名称：网络设备	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
6.2	维护工作站	1.名称：维护工作站	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	

6.3	激光打印机	1.名称：A3 激光打印机	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7	培训中心子系统设备								
7.1	目标控制器	1.名称：目标控制器（OC）设备 2.含现地控制工作站、道岔、信号机控制设备、防雷、机柜等	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
7.2	ATS 设备	1.名称：ATS 设备 2.含数据服务器、应用服务器、网络设备、调度员工作站	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
7.3	车载 ATP/ATO 设备	1.名称：车载 ATP/ATO 设备 2.一端，含车载机柜、各类车载应答器、天线、车载外围设备，含 1 套模拟车载主机及附属设备构成整车信号车载设备	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
7.4	无源应答器	1.名称：无源应答器	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
7.5	车载人机接口设备	1.名称：车载人机接口设备 2.含驾驶台及与车载 ATP/ATO 设备的接口、显示屏等	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
7.6	DCS 设备	1.名称：DCS 设备 2.含交换机、路由器、ODF 架等；含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
7.7	计轴主机	1.名称：计轴主机 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
7.8	计轴磁头	1.名称：计轴磁头 2.含磁头（带尾缆）、终端盒	套	3			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	

7.9	交流电动转辙机	1.名称：交流电动转辙机 2.含转辙机安装装置，防尘罩	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.10	LED 信号机三灯位	1.名称：LED 信号机三灯位	架	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.11	综合按钮箱	1.名称：综合按钮箱 2.含紧急关闭、站台开门/关门、发车确认、自动折返、人员防护开关等各种按钮箱（含指示灯、按钮等）	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.12	后备通信系统室内设备	1.名称：后备通信系统室内设备 2.含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
7.13	后备通信系统室外设备	1.名称：后备通信系统室外设备	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
7.14	智能运维监测子系统设备	1.名称：智能运维监测子系统设备 2.与正线智能运维监测子系统设备的配置一致，包括信号集中监测设备、道岔缺口监测设备、防雷分线柜防雷相关的监测设备、1 台维护工作站等	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.15	培训仿真工作站	1.名称：培训仿真工作站	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.16	教学工作站	1.名称：教学工作站	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.17	电源引入防雷箱	1.名称：电源引入防雷箱	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	

7.18	电源屏	1.名称：电源屏 2.容量：外电最大容量 20kVA	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.19	UPS	1.名称：UPS	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.20	蓄电池组	1.名称：蓄电池组 2.含配套蓄电池架	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
8	材料								
8.1	室内线缆	1.名称：室内线缆	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
8.2	安装材料	1.名称：安装材料 2.含底座、支架等	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
9	软件								
9.1	ATS 子系统软件	1.名称：ATS 子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
9.2	OC 子系统软件	1.名称：OC 子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
9.3	ATP 子系统软件	1.名称：ATP 子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
9.4	ATO 子系统软件	1.名称：ATO 子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表

9.5	维护子系统软件	1.名称：维护子系统软件 2.含移动终端软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
9.6	培训子系统软件	1.名称：培训子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
9.7	DCS 子系统软件	1.名称：DCS 子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
9.8	后备通信子系统软件	1.名称：后备通信子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
9.9	车载报文分析软件	1.名称：车载报文分析软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
10	其他设备								
10.1	其他设备	根据系统特点 自行补充（如需要）	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
	合计								

表 2.1.2 信号备品备件报价明细表

[货币单位：人民币元]

层次码	项目名称	供货要求	单位	数量	金额		投标响应	备注
					单价	合价		
1	备品备件	1.名称：备品备件	项	1			1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
	合计							

表 2.1.3 信号专用仪器仪表及工具报价明细表

[货币单位：人民币元]

层次码	项目名称	供货要求	单位	数量	金额		投标响应	备注
					单价	合价		
1	专用仪器仪表及工具	1.名称：专用仪器仪表及工具	项	1			1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	需填写价格构成分析表
	合计							

表 2.2 信号服务报价明细表

[货币单位：人民币元]

层次码	项目名称	服务要求	单位	数量	单价	合价	价格形式	备注
1	调试	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
2	设计联络及设计审查	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
3	接口管理	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
4	试验、检验、验收	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
5	培训	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
6	信息安全等级保护测评	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
7	一致性协调	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	
	合计							

表 3 车辆段工艺设备报价汇总表

[货币单位：人民币元]

层次码	项目名称	金额	备注
1	**货物**		
1.1	设备		表 3.1.1
1.2	专用仪器仪表及工具		表 3.1.2
2	**税金**		费率 13%
	合计（1+2）		

表 3.1.1 车辆段工艺设备报价明细表

[货币单位：人民币元]

层次码	项目名称	供货要求	单位	数量	金额		价格形式	投标响应	备注
					单价	合价			
1	车辆检修设备								
1.1	数控不落轮镟床	1.名称：数控不落轮镟床 2.最大允许轴重 ≥300 KN；含铁屑运输小车，镟床外罩 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.2	公铁两用车								
1.2.1	公铁两用车(检修)	1.名称：公铁两用车（检修） 2.牵引负载 6A≥226t，司机驾驶 3.其他：详见招标文件供货要求	辆	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.2.2	公铁两用车(架修)	1.名称：公铁两用车（架修） 2.牵引负载 6A≥226t，遥控驾驶 3.其他：详见招标文件供货要求	辆	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.3	列车自动清洗机	1.名称：列车自动清洗机 2.全自动驾驶洗车,含 2 个环链手拉葫芦 2t 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.4	固定式地下架车机								
1.4.1	固定式地下架车机（6A）	1.名称：固定式地下架车机（6A） 2.6 节编 A 型电客车 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.4.2	固定式地下架车机（6B）	1.名称：固定式地下架车机（6B） 2.6 节编 B 型电客车 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5	起重机								

1.5.1	电动双梁桥式起重机	1.名称：电动双梁桥式起重机 2.安装车间：大架修库，10t-25.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.2	电动双梁桥式起重机	1.名称：电动双梁桥式起重机 2.安装车间：定/临修库，10t-23.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.3	电动双梁桥式起重机	1.名称：电动双梁桥式起重机 2.安装车间：定/临修库，5t-23.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.4	电动双梁桥式起重机	1.名称：电动双梁桥式起重机 2.安装车间：转向架轮轴检修区，10t/3.2t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.5	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：转向架轮轴检修区，5t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.6	电动双梁桥式起重机	1.名称：电动双梁桥式起重机 2.安装车间：转向架轮轴检修区，10t/3.2t-19.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.7	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：转向架轮轴检修区，5t-19.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.8	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：转向架轮轴检修区，3t-19.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.9	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：受电弓、空调检修区，3t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表

1.5.10	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：备品区，5t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.11	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：门窗、制动盘检修区，3t-19.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.12	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：电机检修区，3t-19.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.13	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：部件清洗、厂机检修区，3t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.14	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：车体间 1，5t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.15	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：车体间 2，5t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.16	单臂悬吊	1.名称：单臂悬吊 2.安装车间：运用库 29 道库尾端，1t，半径 5 米 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.17	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：不落轮镟库，5t-10.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.18	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：物资库，5t-16.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表

1.5.19	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：特种车库，5t-13.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.5.20	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：卸料棚，3t-13.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.6	检修作业平台和司机室登车平台								
1.6.1	司机室登车平台	1.名称：司机室登车平台 2.一梯四出口（无人区 A 列位库尾端和 B 列位出库端） 3.其他：详见招标文件供货要求	个	17			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.2	立柱式二层作业平台	1.名称：立柱式二层作业平台 2.长×宽约 140×1.5 米，双侧护栏单侧开门，运用库-停车列检 23 道 B 列位 3.其他：详见招标文件供货要求	处	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.3	立柱式二层作业平台	1.名称：立柱式二层作业平台 2.长×宽约 140×0.8 米，双侧护栏单侧开门，运用库-停车列检 23 道 B 列位 3.其他：详见招标文件供货要求	处	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.4	立柱式二层作业平台	1.名称：立柱式二层作业平台 2.长×宽约 140×2.2 米，双侧护栏单侧开门，运用库-双周三月检 L26-29 3.其他：详见招标文件供货要求	处	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.5	立柱式三层作业平台	1.名称：立柱式三层作业平台 2.长×宽约 140×2.9 米，双侧护栏双侧开门，运用库-双周三月检 L26-29 3.其他：详见招标文件供货要求	处	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.6	悬空防护网	1.名称：悬空防护网 2.长约 140 米，运用库-双周三月检 L26-29 3.其他：详见招标文件供货要求	处	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

1.6.7	立柱式三层作业平台	1.名称：立柱式三层作业平台 2.长×宽约140×3.9米，双侧护栏双侧开门，联合检修库-定临修库 L33-34 3.其他：详见招标文件供货要求	处	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.8	立柱式防护网	1.名称：立柱式防护网 2.长约 140 米，联合检修库-定临修库 L33-34 3.其他：详见招标文件供货要求	处	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.9	悬空防护网	1.名称：悬空防护网 2.长约 140 米，联合检修库-定临修库 L33-34 3.其他：详见招标文件供货要求	处	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.10	立柱式三层作业平台	1.名称：立柱式三层作业平台 2.长×宽约140×3.9米，双侧护栏双侧开门，联合检修库-静调库 L31-32 3.其他：详见招标文件供货要求	处	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.11	立柱式二层作业平台	1.名称：立柱式二层作业平台 2.长×宽约140×2.4米，双侧护栏单侧开门，联合检修库-静调库 L31-32 3.其他：详见招标文件供货要求	处	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.12	悬空防护网	1.名称：悬空防护网 2.长约 140 米，联合检修库-静调库 L31-32 3.其他：详见招标文件供货要求	处	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.13	立柱式三层作业平台	1.名称：立柱式三层作业平台 2.长×宽约140×2.4米，双侧护栏单侧开门，联合检修库-吹扫库 L30 3.其他：详见招标文件供货要求	处	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.6.14	悬空防护网	1.名称：悬空防护网 2.长约 140 米，联合检修库-吹扫库 L30 3.其他：详见招标文件供货要求	处	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

1.7	智能吹扫机器人系统	1.名称：智能吹扫机器人系统 2.跟随式，每套含 2 吹+2 吸机器人，8 个电动送风呼吸头盔等 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.8	移动式架车机	1.名称：移动式架车机 2.≥16t/台，4 台/组可架升单节工程车 3.其他：详见招标文件供货要求	组	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.9	转盘								
1.9.1	重载转向架转盘	1.名称：重载转向架转盘 2.≥20T；外径约 3600mm 3.其他：详见招标文件供货要求	套	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.9.2	转向架转盘	1.名称：转向架转盘 2.≥10T；外径约 3600mm 3.其他：详见招标文件供货要求	套	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.9.3	轮对转盘	1.名称：轮对转盘 2.≥5T；外径约 2800mm 3.其他：详见招标文件供货要求	套	20			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.10	列车称重设备	1.名称：列车称重设备 2.电客车八点称重 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.11	车体称重设备	1.名称：车体称重设备 2.电客车四点称重 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.12	移车台	1.名称：移车台 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.13	内燃机车								
1.13.1	交流电传动内燃机车	1.名称：交流电传动内燃机车 2.柴油发电机，内走廊 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表

1.13.2	混合动力内燃机车	1.名称：混合动力内燃机车 2.柴油发电机+钛酸锂电池，内走廊 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.14	接触网作业车								
1.14.1	混合动力接触网检修作业车	1.名称：混合动力接触网检修作业车 2.柴油发电机+钛酸锂电池；含接触网检测系统 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.14.2	接触网架线作业车	1.名称：接触网架线作业车 2.≥272kW，内燃液力-机械传动，带紧线柱 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.14.3	接触网放线车	1.名称：接触网放线车 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.15	轨道平板（吊）车								
1.15.1	轨道平板吊车	1.名称：轨道平板吊车 2.30T，配置随车吊 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.15.2	轨道平板车	1.名称：轨道平板车 2.30T 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.16	智慧场段综合管控系统	1.名称：智慧场段综合管控系统 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.17	一体化轨旁检测								
1.17.1	受电弓轨旁监测系统	1.名称：受电弓轨旁监测系统 2.受电弓及车顶状态检测 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表

1.17.2	轮对轨旁监测系统	1.名称：轮对轨旁监测系统 2.车轮尺寸及踏面图像检测 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.17.3	车辆 360°智能检测系统	1.名称：车辆 360°智能检测系统 2.车体 360°图像检测 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.17.4	TADS	1.名称：TADS 2.轴承故障声学监测 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.17.5	智能飞行列检系统	1.名称：智能飞行列检系统 2.无人机巡检，含 2 个工作站，6 个无人机 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.18	专用工器具及测试设备								
1.18.1	JZ-7/7G 型空气制动机试验台	1.名称：JZ-7/7G 型空气制动机试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.18.2	风管试验台	1.名称：风管试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.18.3	移动式防爆轴流风机	1.名称：移动式防爆轴流风机 2.转速 1450r/min，风量≥11000m³/h 3.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.18.4	台式钻床	1.名称：台式钻床 2.钻孔≥15mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.18.5	除尘式砂轮机	1.名称：除尘式砂轮机 2.砂轮直径 300mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

1.18.6	声级计	1.名称：声级计 2.30-130dB 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.18.7	潜水泵	1.名称：潜水泵 2.流量≥25m³/h，扬程≥12m 3.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.18.8	马墩	1.名称：马墩 2.17t 3.其他：详见招标文件供货要求	个	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.18.9	强泛光工作灯	1.名称：强泛光工作灯 2.光通量≥4×10000lm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.18.10	工业内窥镜	1.名称：工业内窥镜 2.探测头管径 6.0mm；长度 3m 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.18.11	电动加油枪	1.名称：电动加油枪 2.30-150L/min 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.18.12	自动恒流恒压充放电一体机	1.名称：自动恒流恒压充放电一体机 2.0~165V；0~65A 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.19	移动式升降平台								
1.19.1	移动式车顶工作平台	1.名称：移动式车顶工作平台 2.500kg，4.5m，蓄电池 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.19.2	移动式车顶工作平台（带导轨）	1.名称：移动式车顶工作平台（带导轨） 2.500kg，4.5m，蓄电池，带导轨 3.其他：详见招标文件供货要求	台	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.19.3	双桅柱式高空作业车	1.名称：双桅柱式高空作业车 2.150kg，12m，蓄电池+插电式 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

1.19.4	可移式升降托架车	1.名称：可移式升降托架车 2.承载 500Kg 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.19.5	车底设备拆装装置	1.名称：车底设备拆装装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.19.6	头车工作平台	1.名称：头车工作平台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.19.7	贯通道工作平台	1.名称：贯通道工作平台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20	仓储货架及管理设备								
1.20.1	重型货架	1.名称：重型货架 2.2400mm×1100mm×8000mm,7 层 6 横梁，每层承载 2t，共 184 组 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20.2	钢结构平台	1.名称：钢结构平台 2.占地面积约 29000mm×12400mm，一层架空净高 2500mm，二层平台承载 1t/㎡ 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20.3	阁楼式货架	1.名称：阁楼式货架 2.占地面积约 28600mm×12400mm×高 7800mm；货位：第一二三层均为 5 层板；货位规格：1800mm（宽）×500mm（深），每层载重量 300kg，过道宽度 1200mm 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

1.20.4	轻型货架 1	1.名称：轻型货架 1 2.1800（宽）×500（深）×2400mm（高），每层载重量 300kg/层，5 层 6 层板； 3.其他：详见招标文件供货要求	个	92			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20.5	轻型货架 2	1.名称：轻型货架 2 2.1600（宽）×500（深）×1800mm（高），每层载重量 300kg/层，4 层 5 层板； 3.其他：详见招标文件供货要求	个	20			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20.6	仓储笼	1.名称：仓储笼 2.1200×1000×700mm（L×W×H），载重 1t，可折叠 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1300			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20.7	托盘	1.名称：托盘 2.1200×1000×150mm（L×W×H），载重 1t 3.其他：详见招标文件供货要求	个	600			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20.8	收发办公台	1.名称：收发办公台 2.6400×500×1200mm 带门 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20.9	针式打印机	1.名称：针式打印机 2.仓储管理 3.其他：详见招标文件供货要求	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20.10	激光打印机	1.名称：激光打印机 2.仓储管理 3.其他：详见招标文件供货要求	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20.11	条码打印机	1.名称：条码打印机 2.仓储管理 3.其他：详见招标文件供货要求	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

1.20.12	物流箱	1.名称：物流箱 2.400×300×230mm，带盖 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1000			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20.13	防静电物流箱	1.名称：防静电物流箱 2.400×300×230mm，黑色带盖 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1000			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.20.14	磅秤	1.名称：磅秤 2.1t 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.21	叉车及搬运车								
1.21.1	蓄电池叉车 5t	1.名称：蓄电池叉车 5t 2.1.9 米加长货叉（配充放电机） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.21.2	蓄电池叉车 3t	1.名称：蓄电池叉车 3t 2.配充放电机 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.21.3	蓄电池叉车 2t	1.名称：蓄电池叉车 2t 2.配充放电机 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.21.4	三向窄巷道蓄电池叉车 1.4t	1.名称：三向窄巷道蓄电池叉车 1.4t 2.配充放电机，配电池装运小车 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.21.5	电动托盘搬运车	1.名称：电动托盘搬运车 2.2t，站驾式 3.其他：详见招标文件供货要求	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.21.6	蓄电池搬运车	1.名称：蓄电池搬运车 2.2t，配充放电机 3.其他：详见招标文件供货要求	台	7			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.21.7	手动液压搬运车	1.名称：手动液压搬运车 2.2.5t 3.其他：详见招标文件供货要求	台	27			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

1.21.8	移动式地沟液压小车	1.名称：移动式地沟液压小车 2.1t 3.其他：详见招标文件供货要求	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.21.9	静音平板手推车（钢制）	1.名称：静音平板手推车（钢制） 2.钢制材质 900×600mm，400kg，静音 8 寸轮 3.其他：详见招标文件供货要求	台	20			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.21.10	静音平板手推车（塑料）	1.名称：静音平板手推车（塑料） 2.塑料材质 900×600mm，300kg，静音 6 寸轮 3.其他：详见招标文件供货要求	台	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.21.11	油桶搬运车	1.名称：油桶搬运车 2.≥350kg 3.其他：详见招标文件供货要求	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.21.12	零件搬运手推车	1.名称：零件搬运手推车 2.可升降，1t 3.其他：详见招标文件供货要求	台	7			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.22	清洗除尘及压缩空气设备								
1.22.1	空压机站及压缩空气管道	1.名称：空压机站及压缩空气管道 2.集中供气（含空压机 2 台 1.0MPa、储气罐 2*1m³，库内管道等） 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
1.22.2	移动式空压机	1.名称：移动式空压机 2.排气量≥0.8m³，排气压力≥1.2MPa 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.22.3	自动洗地机	1.名称：自动洗地机 2.手推式，非标电压 220V 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

1.22.4	工业吸尘器	1.名称：工业吸尘器 2.大型 3.其他：详见招标文件供货要求	台	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.22.5	高压冷水清洗机	1.名称：高压冷水清洗机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.22.6	超声波清洗机 1	1.名称：超声波清洗机 1 2.40L 3.其他：详见招标文件供货要求	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.22.7	超声波清洗机 2	1.名称：超声波清洗机 2 2.80L 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.23	台架箱柜								
1.23.1	存放柜	1.名称：存放柜 2.1100×550×1800mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	71			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.23.2	存放架	1.名称：存放架 2.2000×600×1800mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	130			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.23.3	工具箱	1.名称：工具箱 2.800×450×1100mm，无门 5 层抽屉，每层承载 100kg 3.其他：详见招标文件供货要求	个	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.23.4	工具柜	1.名称：工具柜 2.800×450×1800mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.23.5	双人钳工台	1.名称：双人钳工台 2.2000×800×800mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

1.23.6	双人检修工作台	1.名称：双人检修工作台 2.2000×800×800 mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	11			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.23.7	单人检修工作台	1.名称：单人检修工作台 2.1200×800×800 mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.23.8	门窗检修工作台	1.名称：门窗检修工作台 2.2200×1000×850mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	20			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.23.9	受电弓检修工作台	1.名称：受电弓检修工作台 2.2200×1000×850mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.23.10	手持台充电柜	1.名称：手持台充电柜 2.800×400×1100mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2	车辆架大修设备								
2.1	专用电动扭力工具	1.名称：专用电动扭力工具 2.400～4000N·m 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.2	工艺转向架	1.名称：工艺转向架 2.AB 型兼用 3.其他：详见招标文件供货要求	台	32			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.3	钩缓拆装小车								
2.3.1	钩缓拆装小车 A1	1.名称：钩缓拆装小车 A1 2.适用 A 型全自动车钩，含拆卸工装 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.3.2	钩缓拆装小车 A2	1.名称：钩缓拆装小车 A2 2.适用 A 型半自动车钩，含拆卸工装 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.3.3	钩缓拆装小车 A3	1.名称：钩缓拆装小车 A3 2.适用 A 型半永久牵引杆，含拆卸工装 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.3.4	钩缓拆装小车 B1	1.名称：钩缓拆装小车 B1 2.适用 B 型全自动车钩，含拆卸工装 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.3.5	钩缓拆装小车 B2	1.名称：钩缓拆装小车 B2 2.适用 B 型半自动车钩，含拆卸工装 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.3.6	钩缓拆装小车 B3	1.名称：钩缓拆装小车 B3 2.适用 B 型半永久牵引杆，含拆卸工装 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.4	轮对小型轮廓仪	1.名称：轮对小型轮廓仪 2.轮对踏面尺寸测量 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.5	智能数字万用电桥	1.名称：智能数字万用电桥 2.电阻、电容、电感值及阻容、阻抗 3.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.6	示波记录仪	1.名称：示波记录仪 2.4 通道 300MHz 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.7	数字频率计	1.名称：数字频率计 2.振动速度 0-199.9mm/s；振动加速度 0-199.9m/s² 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.8	红外线热像仪	1.名称：红外线热像仪 2.可测-20℃～+600℃ 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.9	防爆柜	1.名称：防爆柜 2.1500×860×1650mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.10	自动恒流恒压充电机	1.名称：自动恒流恒压充电机 2.0~210V；0~100A 3.其他：详见招标文件供货要求	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.11	自动恒流恒压放电机	1.名称：自动恒流恒压放电机 2.0~210V；0~100A 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.12	蓄电池电压检测系统	1.名称：蓄电池电压检测系统 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.13	电器检修专用工作台	1.名称：电器检修专用工作台 2.2400×800×800mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.14	电子检修工作台	1.名称：电子检修工作台 2.2400×800×800mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.15	微机工作台	1.名称：微机工作台 2.2400×800×800mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.16	注油机	1.名称：注油机 2.电客车齿轮箱加油 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.17	空调吊具								
2.17.1	空调吊具 A1	1.名称：空调吊具 A1 2.适用 A 型列车客室空调 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.17.2	空调吊具 A2	1.名称：空调吊具 A2 2.适用 A 型列车司机室空调 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.17.3	空调吊具 B1	1.名称：空调吊具 B1 2.适用 B 型列车客室空调 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.17.4	空调吊具 B2	1.名称：空调吊具 B2 2.适用 B 型列车司机室空调 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.18	受电弓吊具								
2.18.1	受电弓吊具 A	1.名称：受电弓吊具 A 2.适用 A 型列车受电弓 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.18.2	受电弓吊具 B	1.名称：受电弓吊具 B 2.适用 B 型列车受电弓 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.19	检修吊具								
2.19.1	四叉组合吊具 1	1.名称：四叉组合吊具 1 2.1 环 4 带 4 钩，吊带 3t；1.2m 3.其他：详见招标文件供货要求	套	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.19.2	四叉组合吊具 2	1.名称：四叉组合吊具 2 2.1 环 4 带 4 钩，吊带 3t；2m 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.19.3	空簧吊具	1.名称：空簧吊具 2.1 带 2 钩，吊带 3t；3m 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.19.4	电机检修吊具	1.名称：电机检修吊具 2.1 带 1t；2m 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.20	便携式受电弓碳滑板测试仪	1.名称：便携式受电弓碳滑板测试仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.21	电器综合试验台	1.名称：电器综合试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.22	轮对轴箱激光除锈设备	1.名称：轮对轴箱激光除锈设备 2.最大脉冲能量 5mJ 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.23	转向架静载试验台	1.名称：转向架静载试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.24	车轮车床	1.名称：车轮车床 2.摩擦轮驱动 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.25	固定式轮对轴承退卸机	1.名称：固定式轮对轴承退卸机 2.最大退卸力>500KN 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.26	固定式轮对轴承压装机	1.名称：固定式轮对轴承压装机 2.最大压装力>500KN 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.27	轮对荧光磁粉探伤机	1.名称：轮对荧光磁粉探伤机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.28	轮对超声波全自动探伤装置	1.名称：轮对超声波全自动探伤装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.29	构架翻转机	1.名称：构架翻转机 2.4t 3.其他：详见招标文件供货要求	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.30	自立式起重机								
2.30.1	自立式起重机 1	1.名称：自立式起重机 1 2.22m×6m，2 钩 2t 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.30.2	自立式起重机 2	1.名称：自立式起重机 2 2.22m×6m，2 钩 2t 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.30.3	自立式起重机 3	1.名称：自立式起重机 3 2.55m×6m，4 钩 1t 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.30.4	自立式起重机 4	1.名称：自立式起重机 4 2.72m×6m，5 钩 2t 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.30.5	自立式起重机 5	1.名称：自立式起重机 5 2.8×6m，1 钩 2t 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.30.6	自立式起重机 6	1.名称：自立式起重机 6 2.15×6m，1 钩 1t 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.31	轴承加热器	1.名称：轴承加热器 2.240℃ 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.32	轴承存放架	1.名称：轴承存放架 2.1100×600×1800mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.33	构架清洗脱漆装置	1.名称：构架清洗脱漆装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.34	转向架气密性试验机	1.名称：转向架气密性试验机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.35	转向架拆卸工具								
2.35.1	定位转臂拆卸/压装工装	1.名称：定位转臂拆卸/压装工装 2.含台架及液压机 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.35.2	转臂节点导出/压装工装	1.名称：转臂节点导出/压装工装 2.含台架及液压机 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.35.3	牵引中心弹性节点退卸/压装工装	1.名称：牵引中心弹性节点退卸/压装工装 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.35.4	减振器弹性节点退卸/压装工装	1.名称：减振器弹性节点退卸/压装工装 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.35.5	牵引拉杆节点退卸/压装工装	1.名称：牵引拉杆节点退卸/压装工装 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.35.6	吊杆节点退卸/压装工装	1.名称：吊杆节点退卸/压装工装 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.35.7	液压机及工作台架	1.名称：液压机及工作台架 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.35.8	牵引中心橡胶堆拆装设备	1.名称：牵引中心橡胶堆拆装设备 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.36	架修专用工具								
2.36.1	轮缘润滑器喷嘴定位工装	1.名称：轮缘润滑器喷嘴定位工装 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.36.2	数显式地铁车辆轮对外径测量仪	1.名称：数显式地铁车辆轮对外径测量仪 2.GF922-DT（含检具） 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.36.3	数显式地铁轮缘测量尺	1.名称：数显式地铁轮缘测量尺 2.GF2060（含校零块） 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.36.4	数显轮对内距尺	1.名称：数显轮对内距尺 2.GF982S 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.36.5	车辆车轮踏面样板	1.名称：车辆车轮踏面样板 2.LM-28，LM-30，LM-32（含校对样板） 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.36.6	游标卡尺	1.名称：游标卡尺 2.0-200mm 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.36.7	百分表	1.名称：百分表 2.0-5mm（含磁性座） 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.36.8	钢直尺	1.名称：钢直尺 2.0-200mm 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.36.9	内径千分尺	1.名称：内径千分尺 2.0-250mm 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.36.10	平吊钳	1.名称：平吊钳 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.36.11	便携式激光清洗机	1.名称：便携式激光清洗机 2.200w 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.36.12	R 规	1.名称：R 规 2.R1-R6.5 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.37	转向架吊具	1.名称：转向架吊具 2.1 环 4 带 4 钩，吊带 5t；3m， 3.其他：详见招标文件供货要求	套	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.38	轮对吊具	1.名称：轮对吊具 2.2t 3.其他：详见招标文件供货要求	套	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.39	轴承轴箱搬运小车	1.名称：轴承轴箱搬运小车 2.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.40	构架检修作业墩	1.名称：构架检修作业墩 2.6t 3.其他：详见招标文件供货要求	组	32			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.41	长大杆件类磁粉探伤机	1.名称：长大杆件类磁粉探伤机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.42	轮对激光脱漆除锈装置	1.名称：轮对激光脱漆除锈装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.43	空气弹簧试验台	1.名称：空气弹簧试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.44	构架三维检测仪	1.名称：构架三维检测仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.45	轮对及小部件检修装置	1.名称：轮对及小部件检修装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.46	轮轴压装退卸一体机	1.名称：轮轴压装退卸一体机 2.油缸压力≥3000kN 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.47	轴颈车磨滚压一体车床	1.名称：轴颈车磨滚压一体车床 2.轮对车磨滚压 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.48	数控立式车床	1.名称：数控立式车床 2.孔径加工误差±0.01mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表

2.49	移动式耐压试验台	1.名称：移动式耐压试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.50	移动式电流电压互感器测试装置	1.名称：移动式电流电压互感器测试装置 2.电流和电压传感器检测 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.51	司控器试验台	1.名称：司控器试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.52	直流稳压电源	1.名称：直流稳压电源 2.DC 220V 3.其他：详见招标文件供货要求	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.53	低电阻测试仪	1.名称：低电阻测试仪 2.1μΩ~20kΩ 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.54	数显粗糙度测量仪	1.名称：数显粗糙度测量仪 2.90~350 μm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.55	高速断路器试验台	1.名称：高速断路器试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.56	电子微风仪	1.名称：电子微风仪 2.风速、压力、温度测量 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57	轮对大修专用工装								
2.57.1	车轴转运工装	1.名称：车轴转运工装 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.57.2	车轴存放架	1.名称：车轴存放架 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.3	27 件套字母冲模	1.名称：27 件套字母冲模 2.标准件 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.4	9 件套数字冲模	1.名称：9 件套数字冲模 2.标准件 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.5	立式轮饼存放工架	1.名称：立式轮饼存放工架 2.其他：详见招标文件供货要求	台	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.6	轮饼支撑工装尼龙套	1.名称：轮饼支撑工装尼龙套 2.其他：详见招标文件供货要求	台	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.7	轮毂孔打磨小车	1.名称：轮毂孔打磨小车 2.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.8	轮饼卧式堆叠架	1.名称：轮饼卧式堆叠架 2.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.9	数显外径千分尺	1.名称：数显外径千分尺 2.175～200 mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.10	外径千分尺	1.名称：外径千分尺 2.100～125 mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.11	数显外径千分尺	1.名称：数显外径千分尺 2.200～225 mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.57.12	内径千分尺	1.名称：内径千分尺 2.50～250 mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.13	百分表	1.名称：百分表 2.0～10 mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.14	机车车辆轮对内矩尺	1.名称：机车车辆轮对内矩尺 2.1345～1365 mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.15	机车轮位差尺	1.名称：机车轮位差尺 2.G2502 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.16	微电阻计	1.名称：微电阻计 2.含配套夹子线缆测量棒 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.17	轮饼吊装夹具	1.名称：轮饼吊装夹具 2.立式 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.18	轮饼翻转机	1.名称：轮饼翻转机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.57.19	轮对跳动测量工装	1.名称：轮对跳动测量工装 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.58	避雷器试验台	1.名称：避雷器试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.59	转向架提升装置	1.名称：转向架提升装置 2.A,B 轴距兼容 3.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表

2.60	受电弓试验台	1.名称：受电弓试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.61	车体气密性试验台	1.名称：车体气密性试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.62	降弓弹簧拆装装置	1.名称：降弓弹簧拆装装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.63	移动式磁粉探伤机	1.名称：移动式磁粉探伤机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.64	速度传感器试验台	1.名称：速度传感器试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.65	交流稳压电源	1.名称：交流稳压电源 2.AC 220V 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.66	车门压力试验器	1.名称：车门压力试验器 2.25N~350N 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.67	运输工装								
2.67.1	运输工装 1	1.名称：运输工装 1 2.适用贯通道顶护板 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.67.2	运输工装 2	1.名称：运输工装 2 2.适用贯通道侧护板 3.其他：详见招标文件供货要求	套	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.67.3	运输工装 3	1.名称：运输工装 3 2.适用空调格栅 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.67.4	运输工装 4	1.名称：运输工装 4 2.适用罩板 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.68	电热蒸馏水器	1.名称：电热蒸馏水器 2.10L/h 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.69	蓄电池加水机	1.名称：蓄电池加水机 2.0.65L/min 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.70	转向架小部件清洗脱漆间	1.名称：转向架小部件清洗脱漆间 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.71	移动式轮对轴承拆卸组装机	1.名称：移动式轮对轴承拆卸组装机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.72	客室空调吊具								
2.72.1	客室空调吊具 A	1.名称：客室空调吊具 A 2.适用 A 型列车客室空调 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.72.2	客室空调吊具 B	1.名称：客室空调吊具 B 2.适用 B 型列车客室空调 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.73	微电脑线号打印机	1.名称：微电脑线号打印机 2.适用 16mm²以下电缆 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.74	线鼻子液压钳	1.名称：线鼻子液压钳 2.70MPa；含压线模块 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.75	齿轮箱拆卸工具	1.名称：齿轮箱拆卸工具 2.电动扳手 450W 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.76	车钩存放架								
2.76.1	车钩存放架 A1	1.名称：车钩存放架 A1 2.适用 A 型车全自动车钩 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.76.2	车钩存放架 A2	1.名称：车钩存放架 A2 2.适用 A 型车半永久车钩（带缓冲器） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.76.3	车钩存放架 A3	1.名称：车钩存放架 A3 2.适用 A 型车半永久车钩（带压馈管） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.76.4	车钩存放架 A4	1.名称：车钩存放架 A4 2.适用 A 型车半自动车钩（带缓冲器） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.76.5	车钩存放架 A5	1.名称：车钩存放架 A5 2.适用 A 型车半自动车钩（带压馈管） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.76.6	车钩存放架 B1	1.名称：车钩存放架 B1 2.适用 B 型车全自动车钩 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.76.7	车钩存放架 B2	1.名称：车钩存放架 B2 2.适用 B 型车半永久车钩（带缓冲器） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.76.8	车钩存放架 B3	1.名称：车钩存放架 B3 2.适用 B 型车半永久车钩（带压馈管） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.76.9	车钩存放架 B4	1.名称：车钩存放架 B4 2.适用 B 型车半自动车钩（带缓冲器） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.76.10	车钩存放架 B5	1.名称：车钩存放架 B5 2.适用 B 型车半自动车钩（带压馈管） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.77	齿轮箱跑合试验台	1.名称：齿轮箱跑合试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.78	齿轮箱检修专用工装								
2.78.1	手动液压泵	1.名称：手动液压泵 2.700bar（含表座、压力表） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.78.2	压装油缸	1.名称：压装油缸 2.700bar（含油管及接头） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.78.3	手动液压泵	1.名称：手动液压泵 2.2800bar（含表座、压力表） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.78.4	退卸油管	1.名称：退卸油管 2.2800bar（含接头） 3.其他：详见招标文件供货要求	台	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.78.5	压装顶套	1.名称：压装顶套 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.78.6	压装导杆	1.名称：压装导杆 2.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.78.7	套筒	1.名称：套筒 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.79	电器吹扫装置	1.名称：电器吹扫装置 2.≥205mbar； ≥159L/S 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.80	电子器件测试仪	1.名称：电子器件测试仪 2.交直流电压；电流；电阻；电容 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.81	电器检测设备	1.名称：电器检测设备 2.40A/600A 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.82	清洗槽	1.名称：清洗槽 2.1200×600×300mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.83	制动盘荧光磁粉探伤机	1.名称：制动盘荧光磁粉探伤机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.84	制动盘专用动平衡机	1.名称：制动盘专用动平衡机 2.4g·mm/kg；含铣削打标 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.85	牵引电机吹扫装置	1.名称：牵引电机吹扫装置 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.86	牵引电机动平衡机	1.名称：牵引电机动平衡机 2.电机转子 300kg；直径 500mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.87	牵引电机试验装置	1.名称：牵引电机试验装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.88	牵引电机运输架	1.名称：牵引电机运输架 2.2000×920×805mm；1500Kg 3.其他：详见招标文件供货要求	台	24			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.89	转子运输架	1.名称：转子运输架 2.300kg 3.其他：详见招标文件供货要求	台	16			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.90	匝间短路检测仪	1.名称：匝间短路检测仪 2.DC 0~6KV 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.91	手持式辐射温度计	1.名称：手持式辐射温度计 2.范围-50℃～1050℃ 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.92	牵引电机检修台	1.名称：牵引电机检修台 2.2100×750×800mm；1500kg 3.其他：详见招标文件供货要求	台	28			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.93	牵引电机拆装设备	1.名称：牵引电机拆装设备 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2.94	牵引电机烘箱	1.名称：牵引电机烘箱 2.130℃ 3.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.95	牵引电机轴承组装感应加热器	1.名称：牵引电机轴承组装感应加热器 2.240℃ 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.96	牵引电机轴承拆卸感应加热器	1.名称：牵引电机轴承拆卸感应加热器 2.40KW 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.97	牵引电机区自立式起重机								
2.97.1	牵引电机区自立式起重机 1	1.名称：牵引电机区自立式起重机 1 2.57m×7m，4 钩 1t 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.97.2	牵引电机区自立式起重机 2	1.名称：牵引电机区自立式起重机 2 2.12m×7.7m，1 钩 1t 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.97.3	牵引电机区自立式起重机 3	1.名称：牵引电机区自立式起重机 3 2.7.5m×5.5m，1 钩 1t 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.97.4	牵引电机区自立式起重机 4	1.名称：牵引电机区自立式起重机 4 2.40m×6.6m，3 钩 1t 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.98	牵引电机清洗装置	1.名称：牵引电机清洗装置 2.120bar 冷热水，含清洗池 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.99	超声波清洗机 2	1.名称：超声波清洗机 2 2.80L 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.100	高压冷热水清洗机	1.名称：高压冷热水清洗机 2.30-180bar，80℃ 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3	综合维修设备								
3.1	综合维修工务车间								
3.1.1	220V 接线盘	1.名称：220V 接线盘 2.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.2	380V 接线盘	1.名称：380V 接线盘 2.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.3	LED 头灯	1.名称：LED 头灯 2.额定功率：3/1W 3.其他：详见招标文件供货要求	个	18			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.4	防爆电筒	1.名称：防爆电筒 2.其他：详见招标文件供货要求	个	18			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.1.5	手持强光工作灯	1.名称：手持强光工作灯 2.其他：详见招标文件供货要求	个	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.6	便携式强光防爆灯	1.名称：便携式强光防爆灯 2.其他：详见招标文件供货要求	个	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.7	双面警示灯	1.名称：双面警示灯 2.其他：详见招标文件供货要求	个	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.8	220V 汽油发电机	1.名称：220V 汽油发电机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.9	380V 汽油发电机	1.名称：380V 汽油发电机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.10	手持角磨机	1.名称：手持角磨机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.11	手推车	1.名称：手推车 2.600mm*900mm,采用静音车轮 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.12	轨道平板四轮车	1.名称：轨道平板四轮车 2.其他：详见招标文件供货要求	辆	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.13	数显游标卡尺	1.名称：数显游标卡尺 2.数显，量程 0-200mm，精度：0.01mm 3.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.14	工具柜	1.名称：工具柜 2.H1850×W900×D430mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	9			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.1.15	存放架	1.名称：存放架 2.H1800mm×W1500mm×D500mm（四块层板三层） 3.其他：详见招标文件供货要求	个	100			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.16	中速轨道超声波探伤小车	1.名称：中速轨道超声波探伤小车 2.其他：详见招标文件供货要求	辆	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
3.1.17	便携式激光钢轨和道岔检测仪	1.名称：便携式激光钢轨和道岔检测仪 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
3.1.18	轨道几何状态检测小车	1.名称：轨道几何状态检测小车 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
3.1.19	小型捣固机	1.名称：小型捣固机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.20	高频软轴捣固机	1.名称：高频软轴捣固机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.21	小型液压拔道机	1.名称：小型液压拔道机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.22	小型液压起道器	1.名称：小型液压起道器 2.其他：详见招标文件供货要求	台	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.23	齿条式起道机	1.名称：齿条式起道机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.24	螺帽机动扳手	1.名称：螺帽机动扳手 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.1.25	电动扳手	1.名称：电动扳手 2.其他：详见招标文件供货要求	套	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.26	便携式电动螺栓扳手	1.名称：便携式电动螺栓扳手 2.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.27	扭力扳手	1.名称：扭力扳手 2.规格：100-340N；含配套转接头以及36、42、46 套筒各 4 个 3.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.28	钢轨切割机	1.名称：钢轨切割机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.29	钢轨钻孔机	1.名称：钢轨钻孔机 2.直流无刷电机，电机功率：大于 3 Kw 3.其他：详见招标文件供货要求	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.30	液压弯轨器	1.名称：液压弯轨器 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.31	液压尖轨调整器	1.名称：液压尖轨调整器 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.32	液压拔钉器	1.名称：液压拔钉器 2.其他：详见招标文件供货要求	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.33	道尺	1.名称：道尺 2.其他：详见招标文件供货要求	把	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.34	支距尺	1.名称：支距尺 2.其他：详见招标文件供货要求	把	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.1.35	方尺	1.名称：方尺 2.其他：详见招标文件供货要求	把	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.36	钢轨直度测量尺	1.名称：钢轨直度测量尺 2.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.37	精密噪音分析仪	1.名称：精密噪音分析仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.38	数显式钢轨磨耗测量仪	1.名称：数显式钢轨磨耗测量仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.39	辙叉磨耗测量器	1.名称：辙叉磨耗测量器 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.40	轨道智能添乘仪	1.名称：轨道智能添乘仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.41	钢轨吊运装置	1.名称：钢轨吊运装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.42	焊缝钢轨探伤仪	1.名称：焊缝钢轨探伤仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.43	焊缝探伤试轨	1.名称：焊缝探伤试轨 2.其他：详见招标文件供货要求	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.44	轨道标记智能喷涂设备	1.名称：轨道标记智能喷涂设备 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.1.45	钢轨探伤仪	1.名称：钢轨探伤仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.46	垂直打磨机	1.名称：垂直打磨机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.47	全站仪	1.名称：全站仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.48	墙体扫描仪	1.名称：墙体扫描仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.49	精密水准仪	1.名称：精密水准仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.50	裂缝宽度深度综合测试仪	1.名称：裂缝宽度深度综合测试仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.51	手持式激光测距仪	1.名称：手持式激光测距仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.52	接地棒	1.名称：接地棒 2.其他：详见招标文件供货要求	套	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.53	高压直流验电器	1.名称：高压直流验电器 2.其他：详见招标文件供货要求	个	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.54	冲击电锤	1.名称：冲击电锤 2.输入功率（23mm）≥710W，空载速率≥0-1000 转/分钟 3.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.1.55	充电式冲击锤	1.名称：充电式冲击锤 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.56	混凝土钻孔机	1.名称：混凝土钻孔机 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.57	高压注浆堵漏机	1.名称：高压注浆堵漏机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.58	门式脚手架	1.名称：门式脚手架 2.其他：详见招标文件供货要求	套	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.59	铝合金多功能折叠梯	1.名称：铝合金多功能折叠梯 2.其他：详见招标文件供货要求	架	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.60	隧道移动式高空作业铝合金平台	1.名称：隧道移动式高空作业铝合金平台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2	综合维修机自车间								
3.2.1	管道疏通机	1.名称：管道疏通机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.2	压力钳	1.名称：压力钳 2.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.3	静音手推车	1.名称：静音手推车 2.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.2.4	存放架	1.名称：存放架 2.2000mm 长×600mm 宽×1800mm 高，5 层活动层板，4 层空间，单层承重 200kg 3.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.5	工具箱	1.名称：工具箱 2.800×450×1100mm，无门 4 层抽屉，每层承载 50kg 3.其他：详见招标文件供货要求	个	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.6	便携式声级计	1.名称：便携式声级计 2.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.7	风速仪	1.名称：风速仪 2.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.8	红外测温仪	1.名称：红外测温仪 2.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.9	接地兆欧表	1.名称：接地兆欧表 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.10	轨道平板车	1.名称：轨道平板车 2.轮距：1435mm，载重量 1.5t 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.11	手推车	1.名称：手推车 2.768*418*80mm,三层 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.12	应急抢修照明工具套件	1.名称：应急抢修照明工具套件 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.2.13	照度计	1.名称：照度计 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.14	电动螺丝批	1.名称：电动螺丝批 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.15	烟感试烟枪	1.名称：烟感试烟枪 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.16	冲击钻	1.名称：冲击钻 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.17	潜水泵	1.名称：潜水泵 2.流量：25m³，扬程：12 米 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.2.18	光纤测试仪	1.名称：光纤测试仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3	综合维修供电车间								
3.3.1	SF6 气体测试仪器	1.名称：SF6 气体测试仪器 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.2	便携式试验设备、仪器								
3.3.2.1	毫伏发生器	1.名称：毫伏发生器 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.2.2	红外热像仪	1.名称：红外热像仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.2.3	验电器功能检测装置	1.名称：验电器功能检测装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.3	微电脑交流电量测试仪	1.名称：微电脑交流电量测试仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.4	远距离红外测温仪	1.名称：远距离红外测温仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.5	直流高压试验器	1.名称：直流高压试验器 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.6	电缆故障测试设备								
3.3.6.1	电缆路径仪	1.名称：电缆路径仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.6.2	电缆故障定位仪	1.名称：电缆故障定位仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.6.3	电缆故障测试仪	1.名称：电缆故障测试仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.6.4	带电电缆识别仪	1.名称：带电电缆识别仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.7	接触网专用接地线								
3.3.7.1	接触网专用接地线（柔性）	1.名称：接触网专用接地线（柔性） 2.其他：详见招标文件供货要求	套	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.7.2	接触网专用接地线（刚性）	1.名称：接触网专用接地线（刚性） 2.其他：详见招标文件供货要求	套	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.8	接触网专用验电器	1.名称：接触网专用验电器 2.其他：详见招标文件供货要求	套	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.9	直流接地试验器								
3.3.9.1	三极式接地电阻表	1.名称：三极式接地电阻表 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.9.2	标准电阻箱	1.名称：标准电阻箱 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.10	维修照明灯具	1.名称：维修照明灯具 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.11	继电保护测试装置	1.名称：继电保护测试装置 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.12	携带式发电机	1.名称：携带式发电机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.13	接触网静态几何参数连续检测装置	1.名称：接触网静态几何参数连续检测装置 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14	接触网专用维修抢修工具、材料								
3.3.14.1	异物悬挂处理绝缘杆	1.名称：异物悬挂处理绝缘杆 2.其他：详见招标文件供货要求	根	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.14.2	接触线校直器	1.名称：接触线校直器 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.3	接触线扭面器	1.名称：接触线扭面器 2.其他：详见招标文件供货要求	套	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.4	接触网紧固夹具	1.名称：接触网紧固夹具 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.5	定扭力扳手 16N·m	1.名称：定扭力扳手 16N·m 2.其他：详见招标文件供货要求	套	16			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.6	定扭力扳手 25N·m	1.名称：定扭力扳手 25N·m 2.其他：详见招标文件供货要求	套	16			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.7	定扭力扳手 44N·m	1.名称：定扭力扳手 44N·m 2.其他：详见招标文件供货要求	套	16			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.8	电子数显卡尺	1.名称：电子数显卡尺 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.9	链条式手扳葫芦 0.75T；4m	1.名称：链条式手扳葫芦 0.75T；4m 2.其他：详见招标文件供货要求	套	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.10	链条式手扳葫芦 1.5T；4m	1.名称：链条式手扳葫芦 1.5T；4m 2.其他：详见招标文件供货要求	套	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.11	链条式手扳葫芦 3T；5.5m	1.名称：链条式手扳葫芦 3T；5.5m 2.其他：详见招标文件供货要求	套	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.14.12	拉力带 1T	1.名称：拉力带 1T 2.其他：详见招标文件供货要求	根	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.13	拉力带 2T	1.名称：拉力带 2T 2.其他：详见招标文件供货要求	根	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.14	拉力带 3T	1.名称：拉力带 3T 2.其他：详见招标文件供货要求	根	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.15	水平尺 600mm	1.名称：水平尺 600mm 2.其他：详见招标文件供货要求	把	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.16	水平尺 800mm	1.名称：水平尺 800mm 2.其他：详见招标文件供货要求	把	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.17	水平尺 1000mm	1.名称：水平尺 1000mm 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.18	接线盘 220V	1.名称：接线盘 220V 2.额定电压 220V ， 3×2.5mm² 3.其他：详见招标文件供货要求	个	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.19	铝合金升降梯	1.名称：铝合金升降梯 2.其他：详见招标文件供货要求	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.20	铝合金人字梯	1.名称：铝合金人字梯 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.21	安全带	1.名称：安全带 2.其他：详见招标文件供货要求	根	20			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.14.22	望远镜	1.名称：望远镜 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.23	多用电源插座	1.名称：多用电源插座 2.其他：详见招标文件供货要求	套	20			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.24	活动扳手 8#	1.名称：活动扳手 8# 2.其他：详见招标文件供货要求	把	15			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.25	活动扳手 10#	1.名称：活动扳手 10# 2.其他：详见招标文件供货要求	把	20			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.26	呆扳手 12×14	1.名称：呆扳手 12×14 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.27	呆扳手 14×16	1.名称：呆扳手 14×16 2.其他：详见招标文件供货要求	把	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.28	呆扳手 16×18	1.名称：呆扳手 16×18 2.其他：详见招标文件供货要求	把	28			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.29	呆扳手 17×19	1.名称：呆扳手 17×19 2.其他：详见招标文件供货要求	把	28			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.30	呆扳手 22×24	1.名称：呆扳手 22×24 2.其他：详见招标文件供货要求	把	28			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.31	呆扳手 30×32	1.名称：呆扳手 30×32 2.其他：详见招标文件供货要求	把	14			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.14.32	组合扳手	1.名称：组合扳手 2.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.33	两用快扳 22	1.名称：两用快扳 22 2.其他：详见招标文件供货要求	把	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.34	两用快扳 16×18	1.名称：两用快扳 16×18 2.其他：详见招标文件供货要求	把	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.35	内六角扳手 14	1.名称：内六角扳手 14 2.其他：详见招标文件供货要求	套	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.36	内六角扳手 1.5-10	1.名称：内六角扳手 1.5-10 2.其他：详见招标文件供货要求	把	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.37	内六角扳手 8	1.名称：内六角扳手 8 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.38	锉刀	1.名称：锉刀 2.其他：详见招标文件供货要求	套	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.39	棘轮扳手	1.名称：棘轮扳手 2.其他：详见招标文件供货要求	把	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.40	尖嘴棘轮扳手 24	1.名称：尖嘴棘轮扳手 24 2.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.41	尖嘴钳	1.名称：尖嘴钳 2.全长：150mm 3.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.14.42	锯弓	1.名称：锯弓 2.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.43	老虎钳 8#	1.名称：老虎钳 8# 2.其他：详见招标文件供货要求	把	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.44	美工刀	1.名称：美工刀 2.尺寸：155*26mm，刀片材质:SK5 3.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.45	十字起 150mm	1.名称：十字起 150mm 2.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.46	一字起 150mm	1.名称：一字起 150mm 2.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.47	套筒（16mm）	1.名称：套筒（16mm） 2.其他：详见招标文件供货要求	只	16			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.48	套筒（17mm）	1.名称：套筒（17mm） 2.其他：详见招标文件供货要求	只	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.49	套筒（18mm）	1.名称：套筒（18mm） 2.其他：详见招标文件供货要求	只	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.50	套筒（19mm）	1.名称：套筒（19mm） 2.其他：详见招标文件供货要求	只	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.51	套筒（20mm）	1.名称：套筒（20mm） 2.其他：详见招标文件供货要求	只	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.14.52	套筒（22mm）	1.名称：套筒（22mm） 2.其他：详见招标文件供货要求	只	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.53	套筒（24mm）	1.名称：套筒（24mm） 2.其他：详见招标文件供货要求	只	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.54	套筒（30mm）	1.名称：套筒（30mm） 2.其他：详见招标文件供货要求	只	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.55	铁锤（4P）	1.名称：铁锤（4P） 2.其他：详见招标文件供货要求	把	9			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.56	铁皮剪	1.名称：铁皮剪 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.57	铜锤（4P）	1.名称：铜锤（4P） 2.其他：详见招标文件供货要求	把	7			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.58	1/2"六角风动长套筒（16mm）	1.名称：1/2"六角风动长套筒（16mm） 2.其他：详见招标文件供货要求	只	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.59	1/2"六角风动长套筒（17mm）	1.名称：1/2"六角风动长套筒（17mm） 2.其他：详见招标文件供货要求	只	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.60	1/2"六角风动长套筒（18mm)	1.名称：1/2"六角风动长套筒（18mm) 2.其他：详见招标文件供货要求	只	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.61	1/2"六角风动长套筒（19mm)	1.名称：1/2"六角风动长套筒（19mm) 2.其他：详见招标文件供货要求	只	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.14.62	1/2"六角风动长套筒（22mm)	1.名称：1/2"六角风动长套筒（22mm) 2.其他：详见招标文件供货要求	只	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.63	1/2"六角风动长套筒（24mm)	1.名称：1/2"六角风动长套筒（24mm) 2.其他：详见招标文件供货要求	只	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.64	1/2"六角风动长套筒（30mm)	1.名称：1/2"六角风动长套筒（30mm) 2.其他：详见招标文件供货要求	只	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.65	接线盘 380V	1.名称：接线盘 380V 2.额定电压 380V,额定电流 25A 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.66	紧线器	1.名称：紧线器 2.其他：详见招标文件供货要求	套	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.67	钢轨胀钉安装液压钳	1.名称：钢轨胀钉安装液压钳 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.68	便携锂电热风枪	1.名称：便携锂电热风枪 2.电池 18V，升温时间＜6S 3.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.69	组立零件盒 1	1.名称：组立零件盒 1 2.450*300*180mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	40			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.70	组立零件盒 2	1.名称：组立零件盒 2 2.600*400*220mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.71	组立零件盒 3	1.名称：组立零件盒 3 2.800*600*220mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.14.72	黄油枪	1.名称：黄油枪 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.73	红闪灯	1.名称：红闪灯 2.其他：详见招标文件供货要求	个	20			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.74	断线剪	1.名称：断线剪 2.其他：详见招标文件供货要求	把	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.75	手推小车	1.名称：手推小车 2.600*900mm 3.其他：详见招标文件供货要求	辆	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.76	对讲机 400 兆	1.名称：对讲机 400 兆 2.其他：详见招标文件供货要求	台	6			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.77	对讲机 800 兆	1.名称：对讲机 800 兆 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.78	柴刀	1.名称：柴刀 2.其他：详见招标文件供货要求	把	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.79	工具包	1.名称：工具包 2.54*52*35cm 10 个,30*20*20cm 15 个 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.80	电动三轮车	1.名称：电动三轮车 2.其他：详见招标文件供货要求	辆	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.81	电工组合工具	1.名称：电工组合工具 2.其他：详见招标文件供货要求	套	7			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.14.82	拉力计	1.名称：拉力计 2.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.83	安全工器具工具柜	1.名称：安全工器具工具柜 2.其他：详见招标文件供货要求	台	20			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.84	刚性悬挂放线小车	1.名称：刚性悬挂放线小车 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.85	电动接触线校直器	1.名称：电动接触线校直器 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.86	绝缘手套 35KV	1.名称：绝缘手套 35KV 2.其他：详见招标文件供货要求	副	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.87	绝缘靴 35KV	1.名称：绝缘靴 35KV 2.其他：详见招标文件供货要求	副	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.88	手提式防护探照灯	1.名称：手提式防护探照灯 2.其他：详见招标文件供货要求	个	30			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.89	LED 头灯	1.名称：LED 头灯 2.额定功率：1/0.5W 3.其他：详见招标文件供货要求	个	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.90	电压均衡器测试仪	1.名称：电压均衡器测试仪 2.MOV 测试电压：高达 900V 直流 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.91	防爆柜	1.名称：防爆柜 2.高 1651mm×宽 1499mm×深 864mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.14.92	货架	1.名称：货架 2.其他：详见招标文件供货要求	组	40			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.93	接地封线放置架	1.名称：接地封线放置架 2.其他：详见招标文件供货要求	组	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.94	铁质四门工具柜	1.名称：铁质四门工具柜 2.H1850*W900*D500mm 3.其他：详见招标文件供货要求	组	40			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.95	接触网全参数激光测量仪	1.名称：接触网全参数激光测量仪 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.14.96	电压均衡器测试仪	1.名称：电压均衡器测试仪 2.MOV 测试电压：900V 直流 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.15	接触网维修梯车								
3.3.15.1	平台高度 2.5-2.7-2.9 米可调、可拆卸	1.名称：平台高度 2.5-2.7-2.9 米可调、可拆卸 2.其他：详见招标文件供货要求	台	44			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.15.2	平台高度 3.6-3.8-4.0 可调，可拆卸	1.名称：平台高度 3.6-3.8-4.0 可调，可拆卸 2.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.15.3	平台高度 3.9-4.1-4.3 米可调	1.名称：平台高度 3.9-4.1-4.3 米可调 2.其他：详见招标文件供货要求	台	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.16	接触网检测仪器								
3.3.16.1	电子式兆欧表	1.名称：电子式兆欧表 2.其他：详见招标文件供货要求	块	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.16.2	万用表	1.名称：万用表 2.其他：详见招标文件供货要求	块	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.16.3	接地电阻测试仪	1.名称：接地电阻测试仪 2.(50/60Hz) 0-200V AC， 0-20Ω/0-200Ω/0-2000Ω 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.16.4	回路电阻测试仪	1.名称：回路电阻测试仪 2.测量范围：0-3000mΩ 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.16.5	绝缘电阻仪	1.名称：绝缘电阻仪 2.可调测试电压：40V~5,000V (以 10V 或 25V 递增) 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.17	接触网维修设备								
3.3.17.1	电动高枝链锯	1.名称：电动高枝链锯 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.17.2	双速液压钳	1.名称：双速液压钳 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.17.3	电动切刀	1.名称：电动切刀 2.用于 Φ95mm 及以下铠装电缆的切割：18V5.0Ah 锂电池 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.17.4	冲击电锤	1.名称：冲击电锤 2.空载转速：500r/min 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.17.5	电钻	1.名称：电钻 2.13mm，带钻头一套 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.17.6	切割机	1.名称：切割机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.17.7	钢轨钻孔机	1.名称：钢轨钻孔机 2.钻孔范围 φ7-40mm，厚度 50mm，功率不低于 2200W 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.17.8	充电式液压接触线切刀	1.名称：充电式液压接触线切刀 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.17.9	多功能充电式液压钳	1.名称：多功能充电式液压钳 2.出力不低于 130kN/13T 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.17.10	充电式螺帽切除器	1.名称：充电式螺帽切除器 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.18	高压开关特性测试仪	1.名称：高压开关特性测试仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.19	蓄电池测试仪	1.名称：蓄电池测试仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.20	高压试验成套装置								
3.3.20.1	高压互感器综合测试仪	1.名称：高压互感器综合测试仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.20.2	试验成套平台	1.名称：试验成套平台 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.21	自动充放电装置	1.名称：自动充放电装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.22	接触网张力检测装置	1.名称：接触网张力检测装置 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23	变电检修设备								
3.3.23.1	防爆强光电筒	1.名称：防爆强光电筒 2.其他：详见招标文件供货要求	套	16			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.2	防爆柜	1.名称：防爆柜 2.容量不小于 45L，外部尺寸高不大于 889*宽 591*深 457mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.3	接线盘 380V	1.名称：接线盘 380V 2.三相 380V,3*2.5mm²+1*1.5mm² * 50 米国标线 3.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.4	电动切刀	1.名称：电动切刀 2.用于 Φ95mm 及以下铠装电缆的切割：18V5.0Ah 锂电池 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.5	冲击电锤	1.名称：冲击电锤 2.额定输入功率 820 W 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.6	电钻	1.名称：电钻 2.电池电压 18 V，扭矩（软/硬/最大）21/50/- Nm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.23.7	货架（四层三格）	1.名称：货架（四层三格） 2.其他：详见招标文件供货要求	组	30			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.8	铁质四门工具柜	1.名称：铁质四门工具柜 2.H1850*W900*D500mm 3.其他：详见招标文件供货要求	组	50			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.9	工具箱	1.名称：工具箱 2.1100×800×450mm 六抽式，每层承重可达 100kg 3.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.10	手推小车	1.名称：手推小车 2.0.5t 钢板加厚 静音尼龙轮 3.其他：详见招标文件供货要求	辆	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.11	扭力扳手	1.名称：扭力扳手 2.数显，0-28NM 3.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.12	组立零件盒 1	1.名称：组立零件盒 1 2.450*300*180mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	30			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.13	组立零件盒 2	1.名称：组立零件盒 2 2.600*400*220mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	12			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.14	组立零件盒 3	1.名称：组立零件盒 3 2.800*600*220mm 3.其他：详见招标文件供货要求	个	10			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.15	便携锂电热风枪	1.名称：便携锂电热风枪 2.电池 18V，升温时间＜6S 3.其他：详见招标文件供货要求	个	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.16	多功能充电式液压钳	1.名称：多功能充电式液压钳 2.出力不低于 130kN/13T 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.23.17	对讲机	1.名称：对讲机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.18	9 件基本维修组套	1.名称：9 件基本维修组套 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.19	玻璃纤维柄羊角锤	1.名称：玻璃纤维柄羊角锤 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.20	电吹风	1.名称：电吹风 2.其他：详见招标文件供货要求	只	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.21	断线钳	1.名称：断线钳 2.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.22	螺钉旋具	1.名称：螺钉旋具 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.23	扳手	1.名称：扳手 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.24	美工刀	1.名称：美工刀 2.尺寸 16.75×2.15×4.1cm，刀片材质:SK2 3.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.25	万用剥线钳	1.名称：万用剥线钳 2.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.26	镊子	1.名称：镊子 2.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.23.27	钢扁凿	1.名称：钢扁凿 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.28	钢丝钳	1.名称：钢丝钳 2.6" 3.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.29	硅胶枪	1.名称：硅胶枪 2.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.30	活动扳手 10 寸	1.名称：活动扳手 10 寸 2.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.31	活动扳手 12 寸	1.名称：活动扳手 12 寸 2.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.32	铝合金方管锯弓	1.名称：铝合金方管锯弓 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.33	铝合金管子钳	1.名称：铝合金管子钳 2.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.34	双把铆钉枪	1.名称：双把铆钉枪 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.35	塑柄剪刀	1.名称：塑柄剪刀 2.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.36	T 柄花形扳手 45	1.名称：T 柄花形扳手 45 2.其他：详见招标文件供货要求	个	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.23.37	T 柄花形扳手 30	1.名称：T 柄花形扳手 30 2.其他：详见招标文件供货要求	个	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.38	专业日式斜嘴钳	1.名称：专业日式斜嘴钳 2.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.39	镰刀	1.名称：镰刀 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.40	加油漏斗	1.名称：加油漏斗 2.其他：详见招标文件供货要求	件	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.41	救生衣	1.名称：救生衣 2.其他：详见招标文件供货要求	个	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.42	双头十字批头	1.名称：双头十字批头 2.其他：详见招标文件供货要求	套	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.43	水枪增压泵	1.名称：水枪增压泵 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.44	20 件套丝锥板牙套装	1.名称：20 件套丝锥板牙套装 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.45	电讯组合工具	1.名称：电讯组合工具 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.46	防静电地板吸盘	1.名称：防静电地板吸盘 2.其他：详见招标文件供货要求	个	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.23.47	电动修枝剪	1.名称：电动修枝剪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.48	液压车	1.名称：液压车 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.49	便携锂电热风枪	1.名称：便携锂电热风枪 2.电池 18V，升温时间＜6S 3.其他：详见招标文件供货要求	个	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.50	自吸泵	1.名称：自吸泵 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.51	潜水泵	1.名称：潜水泵 2.QDX25-12-1.5（液下式）出水孔径 60mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.52	电缆外护套剥除器	1.名称：电缆外护套剥除器 2.其他：详见招标文件供货要求	个	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.53	标签打印机	1.名称：标签打印机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.54	真空泵	1.名称：真空泵 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.55	吸尘器	1.名称：吸尘器 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.56	轴用曲口卡簧钳	1.名称：轴用曲口卡簧钳 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.23.57	螺丝批	1.名称：螺丝批 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.58	千斤顶	1.名称：千斤顶 2.其他：详见招标文件供货要求	只	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.59	撬棍 1	1.名称：撬棍 1 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.60	撬棍 2	1.名称：撬棍 2 2.其他：详见招标文件供货要求	把	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.61	防爆 LED 棒管灯	1.名称：防爆 LED 棒管灯 2.其他：详见招标文件供货要求	个	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.62	套筒棘轮扳手加长杆	1.名称：套筒棘轮扳手加长杆 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.63	电工刀	1.名称：电工刀 2.其他：详见招标文件供货要求	件	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.64	电烙铁	1.名称：电烙铁 2.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.65	钢丝钳	1.名称：钢丝钳 2.6" 3.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.66	工具包	1.名称：工具包 2.规格 17 ,L*W*H=440mm*330mm*300 3.其他：详见招标文件供货要求	个	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.23.67	活动扳手 8 寸	1.名称：活动扳手 8 寸 2.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.68	尖嘴钳	1.名称：尖嘴钳 2.厚 10mm，长 165mm，宽 55mm 3.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.69	螺丝批 7 件套	1.名称：螺丝批 7 件套 2.其他：详见招标文件供货要求	套	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.70	螺丝批组 15 件套微型	1.名称：螺丝批组 15 件套微型 2.其他：详见招标文件供货要求	套	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.71	斜嘴钳	1.名称：斜嘴钳 2.其他：详见招标文件供货要求	把	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.72	测电笔	1.名称：测电笔 2.其他：详见招标文件供货要求	只	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.73	除湿机	1.名称：除湿机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.74	绝缘手套 AC35kV	1.名称：绝缘手套 AC35kV 2.其他：详见招标文件供货要求	副	36			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.75	绝缘靴 AC35kV	1.名称：绝缘靴 AC35kV 2.其他：详见招标文件供货要求	副	36			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.76	接线盘 220V	1.名称：接线盘 220V 2.额定电压 220V 3×2.5mm² 3.其他：详见招标文件供货要求	个	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.23.77	电子驱鼠器	1.名称：电子驱鼠器 2.其他：详见招标文件供货要求	只	68			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.78	验电器 AC35KV	1.名称：验电器 AC35KV 2.可伸缩式，绝缘杆拉伸长度 1.5 米，缩回长度 0.46 米，启动电压 5.25-14 3.其他：详见招标文件供货要求	支	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.79	35kV 接地封线	1.名称：35kV 接地封线 2.其他：详见招标文件供货要求	组	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.80	直流开关柜接地封线	1.名称：直流开关柜接地封线 2.其他：详见招标文件供货要求	组	30			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.23.81	电工组合工具	1.名称：电工组合工具 2.其他：详见招标文件供货要求	套	5			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.24	电气试验设备								
3.3.24.1	微水测量仪	1.名称：微水测量仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.24.2	绝缘电阻仪	1.名称：绝缘电阻仪 2.可调测试电压：40V ~ 5,000V (以 10V 或 25V 递增) 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.24.3	数显游标卡尺	1.名称：数显游标卡尺 2.0-150mm，最大允许误差±0.02mm 3.其他：详见招标文件供货要求	把	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.24.4	钳型接地电阻测试仪	1.名称：钳型接地电阻测试仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.24.5	超低频高压发生器	1.名称：超低频高压发生器 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.24.6	回路电阻测试仪	1.名称：回路电阻测试仪 2.测量范围：0-3000mΩ 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.24.7	接地电阻测试仪	1.名称：接地电阻测试仪 2.三线式，阻抗测量范围　0～5000Ω 3.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.24.8	数字式万用表	1.名称：数字式万用表 2.其他：详见招标文件供货要求	块	8			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.24.9	钳形电流表	1.名称：钳形电流表 2.其他：详见招标文件供货要求	块	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.24.10	电能质量分析仪	1.名称：电能质量分析仪 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.24.11	大口径钳型电流表	1.名称：大口径钳型电流表 2.其他：详见招标文件供货要求	块	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.25	直流开关试验装置	1.名称：直流开关试验装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.26	电工仪表								
3.3.26.1	温湿度计	1.名称：温湿度计 2.其他：详见招标文件供货要求	块	36			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.26.2	框架断路器保护功能模拟装置	1.名称：框架断路器保护功能模拟装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

3.3.27	工具柜	1.名称：工具柜 2.2000×1100×450mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	72			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.28	登高平台	1.名称：登高平台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	31			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.29	验电器 DC1500V	1.名称：验电器 DC1500V 2.其他：详见招标文件供货要求	支	20			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.30	验电器 AC110KV	1.名称：验电器 AC110KV 2.其他：详见招标文件供货要求	支	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.31	验电器 AC35KV	1.名称：验电器 AC35KV 2.可伸缩式，绝缘杆拉伸长度 1.5 米，缩回长度 0.46 米，启动电压 5.25-14 3.其他：详见招标文件供货要求	支	33			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.32	接地封线	1.名称：接地封线 2.其他：详见招标文件供货要求	组	33			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.33	电工组合工具	1.名称：电工组合工具 2.其他：详见招标文件供货要求	套	31			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.34	设备维护管理系统	1.名称：设备维护管理系统 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.35	变电培训装置	1.名称：变电培训装置 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
4	后勤汽车类								

4.1	大型客车	1.名称：大型客车 2.电动，47+1 座 3.其他：详见招标文件供货要求	辆	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
4.2	中型客车	1.名称：中型客车 2.柴油，13-17 座 3.其他：详见招标文件供货要求	辆	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
4.3	抢险工具车	1.名称：抢险工具车 2.柴油，客货两用 3.其他：详见招标文件供货要求	辆	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
5	线网共享设备								
5.1	钢轨打磨车	1.名称：钢轨打磨车 2.16/20 头，双向双轨双编组 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
6	车辆部分								
6.1	车载网轨隧综合智能检测系统	1.名称：车载网轨隧综合智能检测系统 2.其他：详见招标文件供货要求	项	1			合价包干		
6.2	车辆智能运维系统（地面部分）	1.名称：车辆智能运维系统（地面部分） 2.其他：详见招标文件供货要求	项	1			合价包干		
	合计								

表 3.1.2 车辆段工艺设备专用仪器仪表及工具报价明细表

[货币单位：人民币元]

层次码	项目名称	供货要求	单位	数量	金额		价格形式	投标响应	备注
					单价	合价			
1	数控不落轮镟床	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
2	列车自动清洗机	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
3	固定式架车机	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
4	智能吹扫机器人系统	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
5	工程车	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
6	一体化轨旁检测设备	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
7	部分架大修设备	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表
8	钢轨打磨车	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	需填写价格构成分析表

9	便携式笔记本电脑	1.详见招标文件供货要求	台	15			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
	合计								

附表 1 车辆设备价格构成分析表

[货币单位：人民币元]

序号	项目名称	供货要求	单位	数量	单价	合价	价格形式	投标响应	备注
1.2	内部装饰	1.名称：内部装饰 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	
1.2.1									
1.2.2									
1.2.3									
...									
2.1	全自动车钩	1.名称：全自动车钩 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	
2.1.1									
2.1.2									
2.1.3									
...									
2.2	半永久车钩	1.名称：半永久车钩 2.详见招标文件供货要求	套	135			单价包干	1.制造商：	
2.2.1									
2.2.2									
2.2.3									
...									
3.1	客室车门	1.名称：客室车门 2.详见招标文件供货要求	套	1620			单价包干	1.制造商：	
3.1.1									
3.1.2									

3.1.3									
…									
3.2	司机室门	1.名称：司机室门 2.详见招标文件供货要求	套	108			单价包干	1.制造商：	
3.2.1									
3.2.2									
3.2.3									
…									
3.3	紧急疏散门	1.名称：紧急疏散门 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	
3.3.1									
3.3.2									
3.3.3									
…									
4	贯通道	1.名称：贯通道 2.详见招标文件供货要求	套	135			单价包干	1.制造商：	
4.1									
4.2									
4.3									
…									
5.1	基础制动单元	1.名称：基础制动单元 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
5.1.1									
5.1.2									
5.1.3									
…									

5.2	风源系统	1.名称：风源系统 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
5.2.1									
5.2.2									
5.2.3									
…									
5.3	制动控制单元	1.名称：制动控制单元 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
5.3.1									
5.3.2									
5.3.3									
…									
5.4	风缸系统	1.名称：风缸系统 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
5.4.1									
5.4.2									
5.4.3									
…									
6.1	拖车转向架	1.名称：拖车转向架 2.不含基础制动设备 3.详见招标文件供货要求	台	108			单价包干	1.制造商：	
6.1.1									
6.1.2									
6.1.3									
…									

6.2	动车转向架	1.名称：动车转向架 2.含齿轮传动装置、不含基础制动设备及牵引、信号供货设备 3.详见招标文件供货要求	台	216			单价包干	1.制造商：	
6.2.1									
6.2.2									
6.2.3									
...									
7.1	客室空调	1.名称：客室空调 2.详见招标文件供货要求	套	324			单价包干	1.制造商：	
7.1.1									
7.1.2									
7.1.3									
...									
8	受电弓	1.名称：受电弓 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	
8.1									
8.2									
8.3									
...									
10.1	列车中央控制单元	1.名称：列车中央控制单元 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
10.1.1									
10.1.2									
10.1.3									

...									
10.2	输入输出单元	1.名称：输入输出单元 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
10.2.1									
10.2.2									
10.2.3									
...									
10.3	可编程逻辑控制单元（LCU）	1.名称：可编程逻辑控制单元（LCU） 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
10.3.1									
10.3.2									
10.3.3									
...									
10.4	列车控制系统及诊断系统其他项目	1.名称：列车控制系统及诊断系统其他项目 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
10.4.1									
10.4.2									
10.4.3									
...									
11.1	蓄电池	1.名称：蓄电池 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	
11.1.1									
11.1.2									
11.1.3									
...									

11.2	蓄电池箱	1.名称：蓄电池箱 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	
11.2.1									
11.2.2									
11.2.3									
…									
12.1	司机室照明	1.名称：司机室照明 2.详见招标文件供货要求	辆	54			单价包干	1.制造商：	
12.1.1									
12.1.2									
12.1.3									
…									
12.2	客室照明	1.名称：客室照明 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	
12.2.1									
12.2.2									
12.2.3									
…									
13.1	列车广播系统	1.名称：列车广播系统 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	
13.1.1									
13.1.2									
13.1.3									
…									
13.2	信息显示系统	1.名称：信息显示系统 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	

13.2.1									
13.2.2									
13.2.3									
…									
13.3	视频监控系统	1.名称：视频监控系统 2.详见招标文件供货要求	辆	162			单价包干	1.制造商：	
13.3.1									
13.3.2									
13.3.3									
…									
13.4	受电弓视频监控	1.名称：受电弓视频监控 2.详见招标文件供货要求	套	54			单价包干	1.制造商：	
13.4.1									
13.4.2									
13.4.3									
…									
14	火灾自动报警装置	1.名称：火灾自动报警装置 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
14.1									
14.2									
14.3									
…									
15	主熔断器箱	1.名称：主熔断器箱 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
15.1									

15.2									
15.3									
...									
15	主熔断器箱	1.名称：主熔断器箱 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
15.1									
15.2									
15.3									
...									
16	轮缘润滑装置	1.名称：走行部车载故障诊断系统 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
16.1									
16.2									
16.3									
...									
17	被动防撞系统	1.名称：被动防撞系统 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
17.1									
17.2									
17.3									
...									
19	被动防撞系统	1.名称：被动防撞系统 2.详见招标文件供货要求	列	27			单价包干	1.制造商：	
19.1									
19.2									
19.3									

...									
21	列车辅助防护预警装置	1.名称：列车辅助防护预警装置 2.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.制造商：	
21.1									
21.2									
21.3									
...									
22	车辆智能运维系统（车载）	1.名称：车辆智能运维系统（车载） 2.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.制造商：	
22.1									
22.2									
22.3									
...									

附表 2 车辆专用仪器仪表及工具价格构成分析表

[货币单位：人民币元]

序号	项目名称	供货要求	单位	数量	单价	合价	价格形式	投标响应	备注
1	车辆专用仪器仪表及工具	详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.制造商：	
1.1	...								
1.2	...								
1.3	...								
...	...								

附表 3 信号设备价格构成分析表

[货币单位：人民币元]

序号	项目名称	供货要求	单位	数量	单价	合价	价格形式	投标响应	备注
1.3	背投拼接控制器及附件	1.名称：背投拼接控制器及附件 2.含背投拼接控制器、安装支架、背投操作工作站、配套机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.3.1									
1.3.2									
1.3.3									
...									
1.5	中心 DCS 设备	1.名称：DCS 设备 2.含核心交换机、网络交换机、路由器等网络传输设备；含机柜	站	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.5.1									
1.5.2									
1.5.3									
...									
1.8	信息安全等级保护设备	1.名称：信息安全等级保护设备 2.包括但不限于全线防火墙、审计系统、安全防护网关系统、入侵检测系统、运维管理系统、工控漏洞扫描平台、堡垒机、统一安全管理平台、交换机等；含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.8.1									

1.8.2									
1.8.3									
…									
1.9	电源屏	1.名称：电源屏 2.容量：外电最大容量35kVA	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.9.1									
1.9.2									
1.9.3									
…									
1.11	后备通信系统中心设备	1.名称：后备通信系统中心设备 2.含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.11.1									
1.11.2									
1.11.3									
…									
2.5	无源应答器	1.名称：无源应答器	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.5.1									
2.5.2									
2.5.3									
…									
2.6	目标控制器	1.名称：目标控制器（OC） 2.含机柜	套	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.6.1									
2.6.2									
2.6.3									
…									

2.7	计轴主机	1.名称：计轴主机 2.含机柜	套	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.7.1									
2.7.2									
2.7.3									
...									
2.9	组合柜	1.名称：组合柜 2.含组合柜、接口柜、继电器	站	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.9.1									
2.9.2									
2.9.3									
...									
2.10	防雷分线柜	1.名称：防雷分线柜	站	20			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.10.1									
2.10.2									
2.10.3									
...									
2.11	全电子执行单元	1.名称：全电子执行单元 2.含机柜	站	7			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.11.1									
2.11.2									
2.11.3									
...									
2.16	车站 DCS 设备	1.名称：车站 DCS 设备 2.含交换机、路由器、ODF 架等；含机柜	套	20			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	

2.16.1									
2.16.2									
2.16.3									
…									
2.17	后备通信系统室内设备	1.名称：后备通信系统室内设备 2.含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.17.1									
2.17.2									
2.17.3									
…									
2.18	后备通信系统室外设备	1.名称：后备通信系统室外设备	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
2.18.1									
2.18.2									
2.18.3									
…									
4.3	无源应答器	1.名称：无源应答器	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.3.1									
4.3.2									
4.3.3									
…									
4.4	目标控制器	1.名称：目标控制器（OC） 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.4.1									
4.4.2									
4.4.3									

...									
4.5	计轴主机	1.名称：计轴主机 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.5.1									
4.5.2									
4.5.3									
...									
4.7	组合柜	1.名称：组合柜 2.含组合柜、接口柜、继电器	站	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.7.1									
4.7.2									
4.7.3									
...									
4.8	防雷分线柜	1.名称：防雷分线柜	站	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.8.1									
4.8.2									
4.8.3									
...									
4.9	全电子执行单元	1.名称：全电子执行单元 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.9.1									
4.9.2									
4.9.3									
...									

4.15	DCS 设备	1.名称：DCS 设备 2.含交换机、路由器、ODF 架等；含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.15.1									
4.15.2									
4.15.3									
…									
4.16	后备通信系统室内设备	1.名称：后备通信系统室内设备 2.含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.16.1									
4.16.2									
4.16.3									
…									
4.17	后备通信系统室外设备	1.名称：后备通信系统室外设备	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
4.17.1									
4.17.2									
4.17.3									
…									
5.1	无源应答器	1.名称：无源应答器	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.1.1									
5.1.2									
5.1.3									
…									
5.2	目标控制器	1.名称：目标控制器（OC） 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	

5.2.1									
5.2.2									
5.2.3									
…									
5.3	计轴主机	1.名称：计轴主机 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.3.1									
5.3.2									
5.3.3									
…									
5.5	组合柜	1.名称：组合柜 2.含组合柜、接口柜、继电器	站	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.5.1									
5.5.2									
5.5.3									
…									
5.7	全电子执行单元	1.名称：全电子执行单元 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.7.1									
5.7.2									
5.7.3									
…									
5.10	DCS 设备	1.名称：DCS 设备 2.含交换机、路由器、ODF 架等；含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.10.1									
5.10.2									
5.10.3									

…									
5.11	后备通信系统室内设备	1.名称：后备通信系统室内设备 2.含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.11.1									
5.11.2									
5.11.3									
…									
5.12	后备通信系统室外设备	1.名称：后备通信系统室外设备	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
5.12.1									
5.12.2									
5.12.3									
…									
7.1	目标控制器	1.名称：目标控制器（OC）设备 2.含现地控制工作站、道岔、信号机控制设备、防雷、机柜等	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.1.1									
7.1.2									
7.1.3									
…									
7.2	ATS 设备	1.名称：ATS 设备 2.含数据服务器、应用服务器、网络设备、调度员工作站	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.2.1									
7.2.2									
7.2.3									

…									
7.3	车载 ATP/ATO 设备	1.名称：车载 ATP/ATO 设备 2.一端，含车载机柜、各类车载应答器、天线、车载外围设备，含 1 套模拟车载主机及附属设备构成整车信号车载设备	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.3.1									
7.3.2									
7.3.3									
…									
7.4	无源应答器	1.名称：无源应答器	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.4.1									
7.4.2									
7.4.3									
…									
7.5	车载人机接口设备	1.名称：车载人机接口设备 2.含驾驶台及与车载 ATP/ATO 设备的接口、显示屏等	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.5.1									
7.5.2									
7.5.3									
…									

7.6	DCS 设备	1.名称：DCS 设备 2.含交换机、路由器、ODF 架等；含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.6.1									
7.6.2									
7.6.3									
…									
7.7	计轴主机	1.名称：计轴主机 2.含机柜	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.7.1									
7.7.2									
7.7.3									
…									
7.12	后备通信系统室内设备	1.名称：后备通信系统室内设备 2.含机柜	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.12.1									
7.12.2									
7.12.3									
…									
7.13	后备通信系统室外设备	1.名称：后备通信系统室外设备	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
7.13.1									
7.13.2									
7.13.3									
…									
9.1	ATS 子系统软件	1.名称：ATS 子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	

9.1.1									
9.1.2									
9.1.3									
…									
9.2	OC 子系统软件	1.名称：OC 子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
9.2.1									
9.2.2									
9.2.3									
…									
9.3	ATP 子系统软件	1.名称：ATP 子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
9.3.1									
9.3.2									
9.3.3									
…									
9.4	ATO 子系统软件	1.名称：ATO 子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
9.4.1									
9.4.2									
9.4.3									
…									
9.5	维护子系统软件	1.名称：维护子系统软件 2.含移动终端软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
9.5.1									
9.5.2									
9.5.3									

…									
9.6	培训子系统软件	1.名称：培训子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
9.6.1									
9.6.2									
9.6.3									
…									
9.7	DCS 子系统软件	1.名称：DCS 子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
9.7.1									
9.7.2									
9.7.3									
…									
9.8	后备通信子系统软件	1.名称：后备通信子系统软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
9.8.1									
9.8.2									
9.8.3									
…									
9.9	车载报文分析软件	1.名称：车载报文分析软件	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
9.9.1									
9.9.2									
9.9.3									
…									

10.1	其他设备	根据系统特点 自行补充（如需要）	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
10.1.1									
10.1.2									
10.1.3									
...									

附表 4 信号备品备件价格构成分析表

[货币单位：人民币元]

序号	项目名称	单位	数量	单价	合价	投标响应	备注
1	备品备件	项	1			1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
…							
…							
…							
…							
…							
…							
…							
…							
…							
…							

附表 5 信号专用仪器仪表及工具价格构成分析表

[货币单位：人民币元]

序号	项目名称	单位	数量	单价	合价	投标响应	备注
1	专用仪器仪表及工具	项	1			1.规格型号： 2.制造商： 3.产地：	
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
…							
…							
…							
…							
…							
…							
…							
…							
…							
…							

附表 6 车辆段工艺设备价格构成分析表

[货币单位：人民币元]

序号	项目名称	供货要求	单位	数量	单价	合价	价格形式	投标响应	备注
1.1	数控不落轮镟床	1.名称：数控不落轮镟床 2.最大允许轴重 ≥300 KN；含铁屑运输小车，镟床外罩 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.1.1									
1.1.2									
1.1.3									
…									
1.2.1	公铁两用车（检修）	1.名称：公铁两用车（检修） 2.牵引负载 6A≥226t，司机驾驶 3.其他：详见招标文件供货要求	辆	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.2.1.1									
1.2.1.2									
1.2.1.3									
…									
1.2.2	公铁两用车（架修）	1.名称：公铁两用车（架修） 2.牵引负载 6A≥226t，遥控驾驶 3.其他：详见招标文件供货要求	辆	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.2.2.1									
1.2.2.2									
1.2.2.3									
…									
1.3	列车自动清洗机	1.名称：列车自动清洗机 2.全自动驾驶洗车，含 2 个环链手拉葫芦 2t 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.3.1									

1.3.2									
1.3.3									
…									
1.4.1	固定式地下架车机（6A）	1.名称：固定式地下架车机（6A） 2.6 节编 A 型电客车 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.4.1.1									
1.4.1.2									
1.4.1.3									
…									
1.4.2	固定式地下架车机（6B）	1.名称：固定式地下架车机（6B） 2.6 节编 B 型电客车 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.4.2.1									
1.4.2.2									
1.4.2.3									
…									
1.5.1	电动双梁桥式起重机	1.名称：电动双梁桥式起重机 2.安装车间：大架修库，10t-25.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.1.1									
1.5.1.2									
1.5.1.3									
…									
1.5.2	电动双梁桥式起重机	1.名称：电动双梁桥式起重机 2.安装车间：定/临修库，10t-23.5m	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

		3.其他：详见招标文件供货要求							
1.5.2.1									
1.5.2.2									
1.5.2.3									
…									
1.5.3	电动双梁桥式起重机	1.名称：电动双梁桥式起重机 2.安装车间：定/临修库，5t-23.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.3.1									
1.5.3.2									
1.5.3.3									
…									
1.5.4	电动双梁桥式起重机	1.名称：电动双梁桥式起重机 2.安装车间：转向架轮轴检修区，10t/3.2t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.4.1									
1.5.4.2									
1.5.4.3									
…									
1.5.5	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：转向架轮轴检修区，5t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.5.1									
1.5.5.2									

1.5.5.3									
…									
1.5.6	电动双梁桥式起重机	1.名称：电动双梁桥式起重机 2.安装车间：转向架轮轴检修区，10t/3.2t-19.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.6.1									
1.5.6.2									
1.5.6.3									
…									
1.5.7	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：转向架轮轴检修区，5t-19.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.7.1									
1.5.7.2									
1.5.7.3									
…									
1.5.8	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：转向架轮轴检修区，3t-19.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.8.1									
1.5.8.2									
1.5.8.3									
…									
1.5.9	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：受电弓、空调检修区，3t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.9.1									

1.5.9.2									
1.5.9.3									
…									
1.5.10	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：备品区，5t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.10.1									
1.5.10.2									
1.5.10.3									
…									
1.5.11	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：门窗、制动盘检修区，3t-19.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.11.1									
1.5.11.2									
1.5.11.3									
…									
1.5.12	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：电机检修区，3t-19.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.12.1									
1.5.12.2									
1.5.12.3									
…									
1.5.13	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：部件清洗、厂机检修区，3t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.13.1									

1.5.13.2									
1.5.13.3									
…									
1.5.14	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：车体间 1，5t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.14.1									
1.5.14.2									
1.5.14.3									
…									
1.5.15	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：车体间 2，5t-22.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.15.1									
1.5.15.2									
1.5.15.3									
…									
1.5.16	单臂悬吊	1.名称：单臂悬吊 2.安装车间：运用库 29 道库尾端，1t，半径 5 米 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.16.1									
1.5.16.2									
1.5.16.3									
…									
1.5.17	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：不落轮镟库，5t-10.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.17.1									
1.5.17.2									

1.5.17.3									
…									
1.5.18	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：物资库，5t-16.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.18.1									
1.5.18.2									
1.5.18.3									
…									
1.5.19	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：特种车库， 5t-13.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.19.1									
1.5.19.2									
1.5.19.3									
…									
1.5.20	电动单梁桥式起重机	1.名称：电动单梁桥式起重机 2.安装车间：卸料棚，3t-13.5m 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.5.20.1									
1.5.20.2									
1.5.20.3									
…									
1.7	智能吹扫机器人系统	1.名称：智能吹扫机器人系统 2.跟随式，每套含 2 吹+2 吸机器人，8 个电动送风呼吸头盔等 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.7.1									
1.7.2									
1.7.3									

…									
1.8	移动式架车机	1.名称：移动式架车机 2.≥16t/台，4 台/组可架升单节工程车 3.其他：详见招标文件供货要求	组	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.8.1									
1.8.2									
1.8.3									
…									
1.10	列车称重设备	1.名称：列车称重设备 2.电客车八点称重 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.10.1									
1.10.2									
1.10.3									
…									
1.11	车体称重设备	1.名称：车体称重设备 2.电客车四点称重 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.11.1									
1.11.2									
1.11.3									
…									
1.12	移车台	1.名称：移车台 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.12.1									
1.12.2									
1.12.3									
…									

1.13.1	交流电传动内燃机车	1.名称：交流电传动内燃机车 2.柴油发电机，内走廊 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.13.1.1									
1.13.1.2									
1.13.1.3									
…									
1.13.2	混合动力内燃机车	1.名称：混合动力内燃机车 2.柴油发电机+钛酸锂电池，内走廊 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.13.2.1									
1.13.2.2									
1.13.2.3									
…									
1.14.1	混合动力接触网检修作业车	1.名称：混合动力接触网检修作业车 2.柴油发电机+钛酸锂电池；含接触网检测系统 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.14.1.1									
1.14.1.2									
1.14.1.3									
…									
1.14.2	接触网架线作业车	1.名称：接触网架线作业车 2.≥272kW，内燃液力-机械传动，带紧线柱 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.14.2.1									
1.14.2.2									
1.14.2.3									

…									
1.14.3	接触网放线车	1.名称：接触网放线车 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.14.3.1									
1.14.3.2									
1.14.3.3									
…									
1.15.1	轨道平板吊车	1.名称：轨道平板吊车 2.30T，配置随车吊 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.15.1.1									
1.15.1.2									
1.15.1.3									
…									
1.15.2	轨道平板车	1.名称：轨道平板车 2.30T 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.15.2.1									
1.15.2.2									
1.15.2.3									
…									
1.16	智慧场段综合管控系统	1.名称：智慧场段综合管控系统 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.16.1									
1.16.2									
1.16.3									
…									

1.17.1	受电弓轨旁监测系统	1.名称：受电弓轨旁监测系统 2.受电弓及车顶状态检测 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.17.1.1									
1.17.1.2									
1.17.1.3									
…									
1.17.2	轮对轨旁监测系统	1.名称：轮对轨旁监测系统 2.车轮尺寸及踏面图像检测 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.17.2.1									
1.17.2.2									
1.17.2.3									
…									
1.17.3	车辆360°智能检测系统	1.名称：车辆360°智能检测系统 2.车体360°图像检测 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.17.3.1									
1.17.3.2									
1.17.3.3									
…									
1.17.4	TADS	1.名称：TADS 2.轴承故障声学监测 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.17.4.1									
1.17.4.2									
1.17.4.3									
…									

1.17.5	智能飞行列检系统	1.名称：智能飞行列检系统 2.无人机巡检，含 2 个工作站，6 个无人机 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.17.5.1									
1.17.5.2									
1.17.5.3									
…									
1.22.1	空压机站及压缩空气管道	1.名称：空压机站及压缩空气管道 2.集中供气（含空压机 2 台 1.0MPa、储气罐 2*1m³，库内管道等） 3.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.22.1.1									
1.22.1.2									
1.22.1.3									
…									
2.22	轮对轴箱激光除锈设备	1.名称：轮对轴箱激光除锈设备 2.最大脉冲能量 5mJ 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.22.1									
2.22.2									
2.22.3									
…									
2.23	转向架静载试验台	1.名称：转向架静载试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.23.1									
2.23.2									
2.23.3									

…									
2.24	车轮车床	1.名称：车轮车床 2.摩擦轮驱动 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.24.1									
2.24.2									
2.24.3									
…									
2.25	固定式轮对轴承退卸机	1.名称：固定式轮对轴承退卸机 2.最大退卸力>500KN 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.25.1									
2.25.2									
2.25.3									
…									
2.26	固定式轮对轴承压装机	1.名称：固定式轮对轴承压装机 2.最大压装力>500KN 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.26.1									
2.26.2									
2.26.3									
…									
2.27	轮对荧光磁粉探伤机	1.名称：轮对荧光磁粉探伤机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.27.1									
2.27.2									
2.27.3									
…									

2.28	轮对超声波全自动探伤装置	1.名称：轮对超声波全自动探伤装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.28.1									
2.28.2									
2.28.3									
…									
2.29	构架翻转机	1.名称：构架翻转机 2.4t 3.其他：详见招标文件供货要求	台	3			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.29.1									
2.29.2									
2.29.3									
…									
2.33	构架清洗脱漆装置	1.名称：构架清洗脱漆装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.33.1									
2.33.2									
2.33.3									
…									
2.41	长大杆件类磁粉探伤机	1.名称：长大杆件类磁粉探伤机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.41.1									
2.41.2									
2.41.3									
…									
2.42	轮对激光脱漆除锈装置	1.名称：轮对激光脱漆除锈装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.42.1									
2.42.2									
2.42.3									
…									
2.43	空气弹簧试验台	1.名称：空气弹簧试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	套	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.43.1									
2.43.2									
2.43.3									
…									
2.46	轮轴压装退卸一体机	1.名称：轮轴压装退卸一体机 2.油缸压力≥3000kN 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.46.1									
2.46.2									
2.46.3									
…									
2.47	轴颈车磨滚压一体车床	1.名称：轴颈车磨滚压一体车床 2.轮对车磨滚压 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.47.1									
2.47.2									
2.47.3									
…									
2.48	数控立式车床	1.名称：数控立式车床 2.孔径加工误差±0.01mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.48.1									
2.48.2									
2.48.3									

…									
2.59	转向架提升装置	1.名称：转向架提升装置 2.A,B 轴距兼容 3.其他：详见招标文件供货要求	台	4			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.59.1									
2.59.2									
2.59.3									
…									
2.60	受电弓试验台	1.名称：受电弓试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.60.1									
2.60.2									
2.60.3									
…									
2.62	降弓弹簧拆装装置	1.名称：降弓弹簧拆装装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.62.1									
2.62.2									
2.62.3									
…									
2.70	转向架小部件清洗脱漆间	1.名称：转向架小部件清洗脱漆间 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.70.1									
2.70.2									
2.70.3									
…									

2.71	移动式轮对轴承拆卸组装机	1.名称：移动式轮对轴承拆卸组装机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.71.1									
2.71.2									
2.71.3									
…									
2.77	齿轮箱跑合试验台	1.名称：齿轮箱跑合试验台 2.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.77.1									
2.77.2									
2.77.3									
…									
2.83	制动盘荧光磁粉探伤机	1.名称：制动盘荧光磁粉探伤机 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.83.1									
2.83.2									
2.83.3									
…									
2.84	制动盘专用动平衡机	1.名称：制动盘专用动平衡机 2.4g·mm/kg；含铣削打标 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.84.1									
2.84.2									
2.84.3									
…									
2.85	牵引电机吹扫装置	1.名称：牵引电机吹扫装置 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	

2.85.1									
2.85.2									
2.85.3									
…									
2.86	牵引电机动平衡机	1.名称：牵引电机动平衡机 2.电机转子300kg；直径500mm 3.其他：详见招标文件供货要求	台	2			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.86.1									
2.86.2									
2.86.3									
…									
2.87	牵引电机试验装置	1.名称：牵引电机试验装置 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.87.1									
2.87.2									
2.87.3									
…									
2.92	牵引电机检修台	1.名称：牵引电机检修台 2.2100×750×800mm；1500kg 3.其他：详见招标文件供货要求	台	28			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.92.1									
2.92.2									
2.92.3									
…									
2.93	牵引电机拆装设备	1.名称：牵引电机拆装设备 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.93.1									
2.93.2									
2.93.3									

…									
3.1.16	中速轨道超声波探伤小车	1.名称：中速轨道超声波探伤小车 2.其他：详见招标文件供货要求	辆	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.16.1									
3.1.16.2									
3.1.16.3									
…									
3.1.17	便携式激光钢轨和道岔检测仪	1.名称：便携式激光钢轨和道岔检测仪 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.17.1									
3.1.17.2									
3.1.17.3									
…									
3.1.18	轨道几何状态检测小车	1.名称：轨道几何状态检测小车 2.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1.18.1									
3.1.18.2									
3.1.18.3									
…									
3.3.35	变电培训装置	1.名称：变电培训装置 2.其他：详见招标文件供货要求	套	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.3.35.1									
3.3.35.2									
3.3.35.3									
…									

5.1	钢轨打磨车	1.名称：钢轨打磨车 2.16/ 20 头，双向双轨双编组 3.其他：详见招标文件供货要求	台	1			单价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
5.1.1									
5.1.2									
5.1.3									
…									

附表 7 车辆段工艺设备专用仪器仪表及工具价格构成分析表

[货币单位：人民币元]

序号	项目名称	供货要求	单位	数量	单价	合价	价格形式	投标响应	备注
1	数控不落轮镟床	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
1.1									
1.2									
1.3									
…									
2	列车自动清洗机	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
2.1									
2.2									
2.3									
…									
3	固定式架车机	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
3.1									
3.2									
3.3									
…									
4	智能吹扫机器人系统	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
4.1									
4.2									
4.3									

...									
5	工程车	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
5.1									
5.2									
5.3									
...									
6	一体化轨旁检测设备	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
6.1									
6.2									
6.3									
...									
7	部分架大修设备	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
7.1									
7.2									
7.3									
...									
8	钢轨打磨车	1.详见招标文件供货要求	项	1			合价包干	1.规格型号： 2.品牌： 3.制造商：	
8.1									
8.2									
8.3									
...									

第六章 供货要求

用户需求书—车辆部分

附件 1 供货范围

1.1 综述

本附件描述卖方供货范围的概况，包括以下各项，卖方的所有供货及服务必须使交付的设备和材料完全满足合同规定的技术要求。

车辆供应商负责协调牵引系统的货物和服务的范围，车辆供应商与牵引系统供应商应明确各自的供货范围和服务界面。**牵引系统供应商的供货范围和服务范围中未包含的所有整车货物和服务均由车辆供应商负责，报价已包含在合同报价中，卖方不得以任何借口向买方提出额外的费用要求。**

1.2 货物

卖方应提供合同规定的如下货物。

1.2.1 合同设备

卖方应根据合同规定的技术要求，提供 6 辆编组的列车 27 列，共计 162 辆车。其中牵引系统由牵引系统供应商提供，27 列车（共 162 辆）所用的牵引系统（含辅助电源系统等）的成套设备见表 1 “车辆牵引系统采购清单”。牵引系统供应商直接供货给车辆供应商，由车辆供应商负责安装和调试并最终以整车形式向买方交付。

每列整车应由 2 辆带驾驶室的拖车（Tc）、2 辆带受电弓的动车（Mp）和 2 辆动车（M）组成，排序如下： -Tc * Mp * M * M * Mp *Tc -。

牵引系统供应商须提供安装这些设备的机柜/机箱（牵引电机除外），以及与外界接口所需的接线箱或连接器（公母配套）及插头插座。牵引系统供应商负责联轴节与电机的安装，车辆供应商需负责所有与牵引系统设备之间的接线及安装。

(1) 所有安装在车体底架的设备均须设置在能满足 IP65 要求的设备柜/箱内（有排气孔的设备柜/箱满足 IP55）；所有安装在车体内的设备均须设置在能满足 IP54 要求的设备机柜/箱内。车体内的设备可安装在车辆供应商提供的机柜内，但必须得到车辆供应商及买方的认可。

(2) 所有提供的设备，如与外界其它设备之间有接口，牵引系统供应商须在提供的设备内设置适当的接线座或连接器（公母配套）及插头插座。所需的接线座布置，牵引系统供应商须与车辆供应商协商确定。

(3) 所有提供的设备，须提供适当的安装措施。如设备需加防震装置，须由牵引系统供应商提供。设备安装措施须与车辆供应商协商确定，并得到买方的认可。

牵引系统供应商应按照车辆供应商的转向架结构修改电机吊座的安装，并按照车辆供应商的要求修改车下设备吊挂方式。

(4) 牵引系统供应商应对齿轮驱动装置传动比的选择负责，若推荐的齿轮传动比与整车配合有困难，牵引系统供应商须配合车辆供应商重新选择合适的传动比，并完成相应的牵引仿真计算，牵引系统供应商不得提出增加额外费用要求。

(5) 联轴节由车辆供应商提供，安装在电机上的联轴节由牵引系统供应商负责安装，车辆供应商负责运输到牵引系统供应商指定的国内电机组装基地，车辆供应商须负责运输的一切安排及费用。

(6) 牵引系统供应商应配合车辆供应商满足可靠性目标。

(7) 在接口方面的任何要求，如果牵引系统供应商与接口另一方有分歧意见，则由买方作最后裁决，双方必须无条件服从，并不得提出增加额外费用要求。

(8) 所有货物运送至车辆供应商指定的国内车辆生产基地。牵引系统供应商须负责运输的一切安排及费用。

(9) 牵引系统设备安装在车辆上用的紧固件若为标准件，则由车辆供应商提供；若为非标准件或车辆供应商提供的紧固件不能满足牵引系统设备安装要求则由牵引供应商提供。请在投标文件中提出所需紧固件的要求。

1.2.2 全自动驾驶场景分析

车辆供应商须根据买方提供的全自动驾驶的场景给出具体的技术解决方案或应对措施。卖方必须提供满足买方认可的第三方咨询认证公司要求的安全报告，并配合第三方咨询认证公司对列车最终的安全性作相应认证工作。

1.2.3 全自动驾驶列车接口测试平台

车辆供应商负责全自动驾驶列车接口测试平台的搭建，牵引供应商进行配合；牵引供应商负责提供与其供货范围有关的相关设备，整车供应商负责提供与其供货范围有关的相关设备。

1.2.4 专用工具

卖方应根据双方确定的专用工具清单交付，详见附件 12 的规定。投标人应在投标书中提供所供设备所需的专用工具清单。牵引系统供应商的专用工具运送至车辆供应商指定地点，牵引系统供应商须负责运输的一切安排及费用。车辆供应商根据附件 12 的规定一并提供给买方。

1.2.5 技术文件

技术文件的内容和交货见附件 5 的规定。牵引系统供应商将技术文件提供给车辆供应商，牵引系统供应商须负责运输的一切安排及费用。车辆供应商整合后根据附件 5 的规定一并提供给买方。

1.3 服务

卖方应提供合同规定的如下服务：

1.3.1 按附件 3 规定完成合同设备的设计。在设计联络会议前牵引系统供应商须提供包括但不限于以下各项的详细数据：设备体积、重量、整体布置、空间要求、详细布线要求、整体装置方案及安装程序。

车辆供应商须负责列车全自动驾驶的功能定义和设计，牵引供应商负责审核牵引系统相关功能定义和设计。

车辆供应商须负责列车控制（含整车电路设计）及其与子系统的接口设计，牵引供应商负责审核牵引系统相关接口设计。

车辆供应商须负责车辆和其他专业的全自动驾驶接口功能设计，牵引供应商负责审核牵引系统相关接口功能设计。

1.3.2 按附件 4 满足整车的进度和交货计划，应根据车辆供应商的计划要求及时调整。

1.3.3 车辆供应商对列车的整体设计进行负责。按附件 6 规定为监理单位提供监造条件，保证监造顺利进行。

1.3.4 按附件 7 规定进行设计联络和设计审查，并承担相关的责任。

1.3.5 按附件 8 规定进行接口协调与管理。牵引系统是车辆的子系统之一，车辆供应商应负责与车辆牵引系统的所有接口工作，包括接口设计、车辆牵引系统的设计审查、生产监督、质量控制、项目进度、安装、试验、验收、质保及技术文件等等。车辆供应商的技术经理不仅牵头负责车辆供应商和牵引系统供应商所供的全部货物之间的技术接口和接口管理，而且应负责与本工程项目相关的系统（包括但不限于通信系统、旅客资讯系统、站台安全门、车站的暖通空调系统、综合监控、车辆段工艺设备、土建及轨道等相关专业）所有技术接口和接口管理，买方选择的信号系统供应商牵头负责车辆与信号系统之间的技术接口，车辆供应商须满足信号系统供应商提出的买方认可的需求。车辆供应商应确保列车在本工程线路上、机电设备各系统中安全可靠地运行，对车辆的整体性能负总体责任。

1.3.6 按附件 9 规定进行合同设备的检查、试验和验收指导。卖方应在检查、试验前 3 个月

提供包括但不限于以下各项的详细数据：详细测试及验收程序、合格准则、详细测试设备要求。

1.3.7 按附件 10 规定进行质量保证服务。

1.3.8 按附件 11 规定进行对买方技术人员的培训。

1.3.9 按附件 2 规定进行项目管理。

1.3.10 按附件 14 规定接受总协调方和一致性协调方的管理。

1.3.11 卖方应保证在列车质量保证期满后，提供技术服务，并由双方另签协议。

1.4 供货限制

1.4.1 车载信号（ATC）系统、无线通信系统设备

卖方的供货范围不包括车载信号（ATC）和无线通信系统设备。

卖方仅负责提供安装空间，提供 ATC 机械框架、速度传感器附件、安装支架、电缆/布线和安装备件，并在车辆上安装 ATC 车载设备和无线通信车载设备。详见《附件 8-1 车辆与车载信号系统之间的接口要求》。

卖方负责其他车载系统接口设备的安装和所需支架等，并协助调试。

1.5 车辆主要部件清单

卖方将承担所有的经济、技术和售后服务责任，在任何情况下，买方对牵引系统的其它采购部件/系统的生产、测试、验收、售后服务、赔偿等具体事宜，都可以不通过部件/系统的生产制造厂家而直接由卖方负责解决，买方对此无须负担任何其它费用。

如果清单中包含有未向南京轨道交通系统供过货的供货商，投标方/卖方需要提供该供货商的业绩报告和用户反馈报告供招标方/买方评估，招标方/买方保留取消其供货资格的权利。中标方/卖方最终选定的部件供货商须取得招标方/买方的同意。

买方如认为分包商的选择不合适，卖方应更换分包商并不得提出不利于买方的任何要求。在任何情况下，卖方选用未经买方确认的主要部件供货商的行为将被视为无效。

卖方推荐表“主要部件和材料分工供货清单”中所列部件供应商，卖方在投标文件中最多列出两种处于同一档次的品牌，并注明主推、备选品牌，主推品牌纳入评标办法的评分点。卖方原则采用主推品牌，如需选用备选品牌，需经买方研究批准。国家产业政策有规定的关键零部件，按政策规定办理。

卖方应根据牵引系统的供货范围在投标文件中明列表2车辆的主要部件分工供货清单。

表 1　车辆牵引系统采购清单

序号	品名	数量	列车配置(台/套）						产地及厂家
		台/套	Tc	Mp	M	M	Mp	Tc	
	牵引系统								
	包括但不限于以下各项：								
1	**VVVF 主逆变器**	27 列							
1.1	3 相 IGBT 功率单元								
1.2	牵引控制单元及其软件								
1.3	便携式 PC 测试台及软件（含调试、维护硬件和软件）								
2	**VVVF 逆变器输入电源电路**	27 列							
2.1	受电弓（车辆供应商提供）								
2.2	避雷器								
2.3	隔离开关和熔断器								
2.4	高速断路器								
2.5	主熔断器（车辆供应商提供）								
2.6	接触器								
2.7	线路滤波器								
2.8	高压箱								
3	**与车间电源装置配套的可移动的连接器**	16 套							
4	**牵引电机**	27 列							
5	**制动电阻及其冷却装置**	27 列							
6	**辅助电源系统**	27 列							
6.1	隔离开关和熔断器								
6.2	高速断路器或电子开关器件								
6.3	LC 输入滤波器								
6.4	静止逆变器装置								
6.5	辅助控制单元及其软件								
6.6	三相交流滤波器								
6.7	输出变压器								
6.8	充电器装置及其控制单元								
6.9	应急启动设备								
6.10	便携式 PC 测试台及软件（含调试、维护硬件和软件）								
6.11	DC110V/DC24V 电源变换器（用于头灯、运行灯等司机室设备，车辆供应商提供）								
6.12	蓄电池（车辆供应商提供）								
6.13	蓄电池箱（车辆供应商提供）								

7	**其他**	27 列							
7.1	接地开关								
7.2	接地装置								
7.3	车间电源装置								
7.4	各类传感器及其它								
7.5	4 芯连接器及插座（400VDC 回路用，车辆供应商提供）								
7.6	低压电气连接器及接线箱（110VDC 列车控制回路用，车辆供应商提供）								
7.7	母线连接器及插座（1500VDC 回路用，车辆供应商提供）								
7.8	司机控制器								
7.9	**牵引系统内部各设备之间的电缆及连接器（公母配套/插头插座）**	27 列							

表 2　车辆主要部件和材料分工供货清单

序号	部　　件	原产地	主推供应商	备选供应商（如有，只能填一家）	近 5 年类似项目的业绩
1.	车体				
2.	车体材料				
3.	内装				
4.	地板布				
5.	地板				
6.	照明				
7.	座椅				
8.	玻璃				
9.	空调机组（含空调控制装置和风道）				
10.	空调紧急通风逆变器				
11.	车钩和缓冲器				
12.	车门				
13.	贯通道				
14.	空气制动设备				
15.	风源设备/压缩机				
16.	转向架				
17.	转向架空气弹簧				
18.	走行部车载故障诊断系				

	统				
19.	齿轮箱				
20.	联轴节				
21.	车轴轴承				
22.	牵引电机				
23.	VVVF 逆变器				
24.	制动电阻				
25.	电抗器				
26.	高速断路器				
27.	主熔断器箱				
28	司机控制器				
29	辅助逆变器				
30	受电弓				
31	LCU				
32	蓄电池				
33	列车控制及诊断系统				
34	乘客信息系统				
35	火灾自动报警装置				
36	高、中压电缆				
37	控制电缆				
38	油漆				
39	被动式的障碍物探测装置				
40	主动式的障碍物探测装置（两列车）				
41	车载网轨隧综合智能检测系统（车辆段工艺设备供货）				

附件 2 项目管理

2.1 组织机构

(1) 图表展示卖方项目管理的详细组织架构，主要职员姓名，职务，常驻地点，专职及职员关系。图表亦要包括联营机构，分包商，并要清楚展示将不同组别联系起来的个人及责任方向。

(2) 全部行政人员、监督人员、工程人员的姓名、资历和目前的履历。该等人员将全职受雇于该项目。卖方与其分包商分列。

(3) 卖方选定两名经验与资历都恰当的工程师分别作项目经理、技术经理。提名选定的项目经理、技术经理必须具有强有力的项目管理和协调能力，在合同签订时提交给买方确认。项目经理负责组建项目部，项目经理要有适当的权力来组织执行该项目，要有项目人员调整权、考核权、奖惩权，等等。买方有权在工程开始后，为了项目的最佳利益，在任何时间要求更换项目经理、技术经理，只要买方认为他不能正确及时地履行其职责。

项目经理和技术经理要专职服务于该项目，由任职开始，至合同执行完止，履行在合同内应尽的责任。

本附件中的卖方是车辆供应商。

车辆供应商委派的项目经理为本项目的项目负责人。

2.2 买方对卖方项目管理的考核

买方根据项目执行情况（包括质量、进度、分包商的选择，等等）对卖方的项目管理进行考核。

项目管理范围详见2.3。考核分过程考核和关键节点考核，过程考核为每两个月考核一次，关键节点考核分为设计完成、首列车开工、首列车总装完成、首列车型式试验开始、首列车交付、首列车车辆调试完成、首列车预验收、技术文件交付、开通时上线列车数、寄存件到达用户现场等。

过程考核基于卖方根据项目要求提供的详细进度计划与方案，关键点考核基于合同签订时的进度计划。

2.3 项目管理范围

2.3.1 本项目管理范围包括以下内容:

（1） 设计

（2） 文件资料

（3） 设备的生产、试验和交付

（4） 列车调试、试验、接口试验和预验收

（5） 质量控制

（6） 进度控制

（7） 培训

（8） 备品备件与专用工具交付

（9） 质保服务

作为项目管理的一部分，车辆供应商必须于合同签订之日起为监理和业主提供工作所需的交通便利，所有费用已包含在项目管理中。

2.3.2 为优化并控制技术、功能、成本、项目进度和质量的目标，卖方要满足以下要求：

明确规定各方的作用和责任

服务连贯和协调

建立既严格又稳定的项目组织

项目各方责任

合同各方应严格按照合同规定，履行各自的权利和义务。

- **买方** 根据合同规定对卖方实施项目执行全过程的监督，同时应给予卖方工作以大力支持和配合，履行合同所规定的义务，实现合同目标；
- **车辆供应商**严格按照合同规定履行自己的义务，充分尊重买方的意见，服从和配合买方在项目执行期间合同权利的实施，对该项目车辆合同下供货和服务的提供负全部责任，并负责车辆与本工程项目所有相关系统的技术接口和接口管理工作，按时保质完成交付，使项目的执行满足合同的规定。

项目各方信息沟通原则

- 买卖双方自合同生效之日，为了确保项目顺利执行，便于双方项目工作的开展和工作联系，必须建立严格稳定的项目组织，设立项目经理下辖若干成员，负责该项目的日常管理及相互间的接口管理工作，买卖双方应相互通报人员组织情况、通讯联络方式等；
- 买方项目组：负责监督和协调买方职责范围内所有活动的执行，包括与卖方进行的与项目有关的所有事务性工作。代表买方行使对卖方的监督和协调，是买方传递和接收信息的正式渠道，在合同范围的所有与项目实施有关的事务，卖方均应以买方项目经理作为确认对象；

◆ 卖方项目组：负责卖方整个项目执行过程的管理，是卖方与买方进行沟通协调和信息传递的正式渠道，在合同范围的所有与项目实施有关的事务，买方均应以车辆供应商项目经理作为确认对象；

◆ 项目经理应履行合同所赋予的职责，有充分的权利和能力代表其所属组织。买卖双方相互沟通的文件、信函等均需得到项目经理的确认签字后方可生效。项目组作为双方沟通的正式渠道，在双方交流时，应记录和保留载有所有交流内容的主要纪要、日志等。

2.4 项目管理方案与阶段

2.4.1 项目管理方案

投标人应在其投标文件中提供一个名为“项目管理计划”的文件，描述投标方的组织将如何满足本招标文件中的全部要求。

投标人应在该文件中说明下列，但不限于下列内容：

- 买方/卖方和国内合作伙伴各自角色；
- 他们之间的信息沟通规则；
- 计划。

卖方应参加买方在合同执行期间的下列，但不限于下列活动：

- 进度协调例会；
- 临时会议。

卖方应根据合同的相关规定，在合同执行的各个阶段向买方提交有关合同执行的计划和报告等，供买方审批。

2.4.2 项目执行阶段

项目执行应包括至少下列各阶段：

a. 设计(包括设计联络和审查)；
b. 制造(包括工厂监造和出厂测试)；
c. 运输；
d. 开箱检查；
e. 调试；
f. 预验收；
g. 接口试验；
h. 质量可靠性考核；
i. 最终验收；
j. 培训(包括工厂培训和现场培训)；
k. 技术文件交付；

l. 专用工具交付；

m. 保证期。

卖方应按合同的相关规定，在每阶段开始时向买方提交计划供买方审批，并按月提交进度报告。这些计划包括，但不限于：

1. 控制进度计划；
2. 图纸计划；
3. 工厂生产计划；
4. 发货计划；
5. 调试计划；
6. 验收计划；
7. 培训计划。

各计划的详细规定见合同的相关规定。每一阶段开始之前一个月，卖方应向买方提交本阶段计划供买方审批，这个计划应符合控制进度的规定。在买方和买方未批准该阶段计划之前，卖方不应开始该阶段实质性工作。由于卖方计划不周而导致买方不批准计划引起的一切后果均由卖方承担。

项目经理必须每周召开项目会议，会议纪要提交给买方。项目经理每周必须向买方汇报项目进程、存在的问题和解决问题的措施，尤其要说明技术上是否达到性能要求、是否遵守期限。项目经理若因故不能主持某周的项目会议，须提前向买方书面汇报并提出替换人员，原则上项目经理不能连续2周不主持项目会议。

自合同签订时起至最后一列车的预验收证书签发之日止，在此期间内除非另有要求，在每月月末 3 天内，卖方须向买方提交一份每月详细进度报告，在报告中应说明：

- 与进度计划中相应任务完成的差距；
- 或需重新修订进度计划；
- 会产生技术困难、严重偏离进度计划或导致修改技术规格书的重点问题。

2.4.3 及时行动

在项目执行的任何阶段，经各参与方协商一致的情况下，有必要采取行动以做出当务之急的决议，这些行动可以为：

- 专题工作会议；
- 前往供应商和供应商的分供应商的工厂考察进度和/或质量情况；
- 进行各类检查，以便更好地了解对方的工作方式或执行规定措施的情况；
- 编写说明（综合性说明，解释性说明）。

2.5 项目进度管理

卖方应根据项目的要求提供详细的进度计划与方案。

2.6 项目文件管理

买方对卖方文件的接收在任何情况下都不能解除卖方在本合同项下的任何责任和义务，卖方仍应对整个系统（包括牵引系统、辅助电源系统）的功能和安全负责。

卖方应在文件接收程序前将图纸文件的编码结构提交给买方审查。

卖方发送给买方的文件要在发送单上列出目录，文件形式为纸张文件和电子文件。

买方要对所接收的文件开具收据。无论买方对文件是否提出意见，都要在自文件接收之日起四周内将一份文件返回给卖方，以签收收据的日期为证。超过期限文件接收将被卖方视为没有意见。

审查文件状态用以下代码确定:

1 接受，没有意见；标记为 A

设计已被买方批准,不需做改进或修改。

2 接受，但仍对某些小问题持保留意见。标记为 AC

卖方应考虑买方的意见,在收到买方说明后 1 个月内完成改进或修正，或提供进一步解释，或提供更为详细的资料，然后重新提交买方审核。

买方应在收到重新递交的审查文件后 2 周内完成审核并返回卖方。

3 不接受，较大意见；标记为 R

卖方在收到买方的说明后 1 个月内完成改进或修正，并再次提交买方审核，或进一步说明，并与买方协商达成一致意见。

买方应在收到重新递交的审查文件后 2 周内完成审核并返回卖方。

4 拒绝（买方给予合理理由；卖方工作不可进行），标记为 NA；

5 延迟（如果提交需确认的技术文件部分是说明一个复杂的列车子系统，买方需要合理的审查时间，则买方可做出延迟决定；除双方同意外，该延迟期限不超过 28 天。）

如果提交的技术文件中的一部分第二次被拒绝，卖方可以决定如何进行下一步工作，并向买方提交备忘录，卖方承诺对此决定将全面负责。

宣布文件被接受只是指对接收之时的文件内容。并不对列车中部件的完整性，可靠性，可维修性，可使用性和安全性做出认可，这些内容将留待以后再做出判断。

对买方已接收文件的任何修正或改动都需按以上条款重新提交。

在设计审核程序结束后，卖方将所有经过审核的有效设计文件的明细提供给买方参考。

列车总图和列车总体布置图的接受要在生产阶段开始之前完成。

总图上列出的详细图纸要在产品接收检查前一个月提交，同时提交的还有产品接收所需的所有文件。

如果买方同意，在适当的情况下，文件的提交可以通过三维图形文件的形式来进行，买方通过签发证书的方式来审查。

2.7 质量控制计划

为确保本工程得以实现，卖方应提供并执行下面规定之有关设备制造的质量控制程序。

整个合同期间，直到工厂发运，买方的授权代表将监督卖方在工程各阶段的方法、过程、进程、文本和记录是否符合质量控制计划。在工程开始之前，卖方应以书面形式向买方指明一名授权处理本合同质量控制各种问题的雇员或其组织中成员。在整个工程过程中，卖方若不能执行质量控制计划，工程将被认为是不能满足合同的要求。详见附件3。隐蔽工程（如焊接、铆接、管路预埋、线缆预埋等）的完成、关键工序的转换须由买方的授权代表签字确认，否则买方有权要求返回原工序进行检查，由此造成的延误由卖方承担。

2.8 软件管理

2.8.1 软件管理计划

卖方应在设计阶段提出软件管理计划，内容包括但不限于：

（a） 确定所有的软件子系统；

（b） 每一个软件子系统需要开发或修改的程度；

（c） 每一个软件子系统开发、修改、或采购的进度计划；

（d） 每一个软件子系统所采用的软件平台、软件语言、操作系统等；

（e） 如有软件开发或修改，应列明会采用的开发方法及工具；

（f） 如有软件采购，应用跟踪方法列明采购的软件可以符合买方的功能要求。

此软件管理计划需要买方的审批。

2.8.2 软件验证/测试

卖方应提出软件验证及测试计划书，列出将会进行的各类软件验证/测试及其细节，以证明所提供的软件达到有关的规范书要求，国家及国际标准。

卖方应提出软件验证及测试报告，验证/测试完成后的报告文件，详列验证/测试结果及缺陷清单。

2.8.3 软件质量评审

买方应有权利到卖方、其子系统供应商、或软件供应商的软件开发或修改部门执行软件质量评审。卖方应在评审过程提供相应的配合和因应质量评审的结果提出具体的修复行动。

2.8.4 软件交货

卖方在软件成功完成验证/测试后应整理并交付各子系统分类与软件有关的文件和资料给买方，包括但不限于：可执行软件、其配置、最新版本、版权、注册、及因应本项目而开发的软件原码等。

2.9 变更管理

合同签订后若改变合同中所列设备、部件、材料的型号或规格，必须按照南京地铁的管理办法履行变更手续。

2.10 在买方进行的试验

车辆在买方线路进行型式试验、例行型式、热滑试验、2000 公里试运行时，卖方应负责买方协助人员的通勤、食宿等，相关费用包含在合同总价中，如涉及分段试验中正线的临时围挡及车档，由卖方负责围挡开、关，车档拆除、恢复（特别说明除外）。

2.11 项目现场办公条件

卖方应在合同签订后、开通运营前在建设公司和车辆段就近原则分别设置为本项目服务的项目部，负责处理项目有关事宜，应考虑项目管理人员的通勤、食宿，相关费用包含在合同总价中。项目部必须配置可容纳 20 人开会的会议室，项目部配备足够的电脑供项目部人员使用，包括视频会议、投影设备、复印机、打印机必须配备，项目部应配备交通工具服务于本项目。

附件 3-1 工程概况及招标采购范围

1.1 工程概况

南京地铁 11 号线一期工程（马骡圩～浦洲路）线路起于马骡圩，经石塘公园、绿水湾、行知路、庙东路、珠江南、森林大道、浦口万汇城、七里河西、七里河东、中央商务区、商务东街、南京铁道学院、新马路、浦东路、柳洲路、大桥、南浦路、柳洲东路到浦洲路站。本线路设计总长约 26.7km，新建车站 20 座，设石塘南车辆段一座，新建浦江主变电站一座，利用既有主变电站一座，设江北控制中心一座。初、近、远期均采用四动两拖，采用 A 型电动客车，6 辆编组，初期配置车辆 27 列，共 162 辆。27 列车将分批交货，具体在项目执行阶段确定。

本线列车按 GoA4 级自动化要求设计，满足全自动运行模式的要求，列车可实现完全由信号系统根据运行图时刻表控制运行，司机可在司机室或司控台对列车进行干预。列车在 RM、CM、AM 驾驶模式的基础上，新增 FAM（全自动运行模式）、CAM（蠕动模式）等驾驶模式。

线路图平纵断面图见附图。

样车经型式试验合格后，再进行量生产。

车辆的交货进度满足项目的要求，首列样车的交货日期为 2027 年 6 月（暂定），招标人有权根据项目实际需要调整交货计划，投标人须无条件响应，**交货地点为本线**车辆段或招标人指定地点。

1.2 招标采购范围

招供货范围：

(1) 6 辆编组、四动两拖、 27 列/162 辆 A 型电动客车；

(2) 专用工具（含测试仪器）；

(3) 技术资料及图纸；

(4) 技术培训（包括设计联络、监造、首件检查和人员培训等）；

(5) 服务（包括设计、安装、试验检验、调试、联调、试运行、质量保证、接口协议管理等）。

(6) 投标人须考虑线路分段开通、车辆到达现场后相关试验需多地进行等情况，由此产生的一切费用包含在投标总价中。

1.3 拒标条件

投标人所投的方案中如不满足下列指标之一者，投标将被拒绝。

1.3.1 车辆使用寿命要求

车辆使用寿命须不少于 30 年。

1.3.2 电气牵引系统的要求

电气牵引系统须为交流传动系统。

1.3.3 列车控制的要求

列车控制采用总线网络控制加硬线紧急控制方式。

1.3.4 交货进度要求

交货进度须满足项目要求。

1.3.5 限界要求

车辆限界应满足 CJJ/T 96《地铁限界标准》和 GB 146.1《标准轨距铁路限界 第 1 部分：机车车辆限界》的规定，并应符合项目总体对车辆限界的要求。

1.3.6 车辆牵引性能要求

- 列车最高试验速度： 90km/h
- 列车最大运行速度： 80km/h
- 车钩连挂速度： 3～5km/h
- 反向运行最大速度： 10km/h
- 冲击极限： 0.75 m/s^3

在 AW2 负载下，在平直干燥的轨道上，半磨耗轮（Φ805mm），额定电压等工况条件下：

- 平均初始加速度（0-40km/h）： ≥1.0m/s^2
- 平均加速度（0-80km/h）： ≥0.6m/s^2

1.3.7 车辆制动性能要求

在平直干燥的轨道上，半磨耗轮（Φ805mm），额定电压等工况条件下：

- 列车常用制动平均减速度（80km/h-0）： ≧1.0m/s^2
- 紧急制动平均减速度（80km/h-0）： ≧1.3m/s^2

1.3.8 故障运行及救援能力

- 当丧失 1/4 动力情况下，在 AW3 状态下，列车可在 35‰的坡道上起动，以正常方式不限速运行完成当天的运营；
- 当丧失 1/2 动力情况下，在 AW3 的状态下，列车可在 35‰的坡道上起动行驶到最

近车站清客退出服务，设置的限速值应能满足该工况下，全线运行一个往返，闸瓦温度不超过设计热容量要求；

- 一列空载AW0列车应具有在正线线路的最大坡道上牵引另一列超载AW3（无动力）故障列车运行到下一车站的能力。

附件 3-2 基本技术条件

2.1 总体要求

2.1.1 车辆概况

本项目列车按照全自动运行车车通信模式进行设计，同时满足有人值守的全自动运行模式及常规驾驶模式。车辆适应在列车全自动运行车车通信系统中运行，列车唤醒、自检、出库、正线运行、折返、回段、洗车、入库、休眠等全部无人干预自动完成；车辆应按自动化等级 GoA4、运行等级 UTO 设计，执行 IEC 62290、IEC 62267、GB/T 32588 及 GB/T 32590 等标准。

本项目采用 A 型车，六辆编组，动拖比为 4 动 2 拖。列车最高运行速度 80km/h。

列车需符合中国城市轨道交通协会标准地铁 A 型车的规范要求。

在保证整车安全性、先进性和可靠性的情况下，优先使用节能产品，车辆应经济实用、运行可靠、使用维护方便、乘坐舒适。

2.1.2 设计原则

2.1.2.1 本项目车辆为全自动运行车车通信列车，投标人投标的车辆及所有子系统的功能和设计应满足 IEC 62290 中关于 GoA4 的相关要求，若投标人投标的车辆及所有子系统的功能和设计存在其它全自动运行功能的遗漏，投标人须补充设计及供货，因此产生的费用由投标人自行承担，投标人不得提出额外费用要求。

2.1.2.2 本招标文件中描述的功能要求、技术要求、技术规范、技术参数、接口要求等均为实现本线路车车通信全自动运行(FAO)的基本要求。投标人应根据 IEC 62290 中的 GoA4 等级要求在投标阶段提出完整的功能清单、设计方案、功能说明及接口说明，须包括 IEC 62290 中关于 GoA4 的相关要求及本章节的要求。投标人也可根据经验建议额外的功能并承担设计及供货。投标人方案中还需包括以上要求的试验验证方案。为确保列车的完整性和整体性能符合最终系统及合同的要求，用户需求书没有提及或明确的，投标人须全部负责承担，所有费用已包含在投标总价中。

2.1.2.3 投标人应无条件满足其它相关接口专业为实现车车通信全自动运行提出的车辆功能和接口需求，投标人不得提出额外费用要求。

2.1.2.4 投标人所投产品须满足住建部发布的 GB55033-2022《城市轨道交通工程项目规范》、交通运输部发布的《地铁车辆运营技术规范（试行）》（交运办【2022】84 号文）、《城市轨道交通全自动运行系统运营技术和管理规范》和轨道交通新标准、新规范的相关要求。

2.1.3 国产化率

在满足车辆性能的条件下，车辆国产化率应不低于 75%。牵引系统的国产化率应不低于 50%。

2.1.4 车辆使用环境条件

全年平均气温 15.9℃

极端最高气温 +39.7℃

极端最低气温 －13.1℃

年平均降水量 1090.4mm

最大日降水量 214.3mm

年平均相对湿度 74.9%

最大风速 25.2m/s

极大风速 ≥38.8m/s

海拔高度： < 1200m

环境温度：-25℃-+45℃。

最湿月月平均最大相对湿度不大于 99%。

空气中化学物质有：硫酸、SO2、酸雨、臭氧、盐雾。

车辆在地面、高架、隧道中运行，应能承受风、沙、雨、雪的侵袭，能耐强风、高温、高湿、振动、噪声；应能防止虫蛀、啮齿类动物的侵害；应能防止霉变以及不受中性洗车清洁剂的影响。

对于地面和高架线路：

（1）风力小于等于 8 级时，列车能够安全正常运营；

（2）风力达到 9 级时，列车可以缓行至就近车站或车辆基地停靠，并停止运营；

（3）在风力达到 12 级时停在线路上的空载列车能保持在限界内。

2.1.5 限界要求

车辆限界应满足 CJJ/T 96《地铁限界标准》规定，并应符合项目总体对车辆限界的要求。

车辆应符合中华人民共和国标准《标准轨距铁路限界 第 1 部分:机车车辆限界》（GB146.1），以便能在中国标准轨距的铁路上运送。

投标人应至少提供如下计算书：

（1）车辆外形轮廓线，即车辆在静止、空载和设计尺寸的条件下，纵向各横断面最大尺寸重叠后形成的包络线。

（2）按照计算条件提供直线段和曲线段的车辆动态包络线。

计算书应考虑正常条件下和非正常条件下，所提供的车辆外形轮廓线和车辆动态包络线应具有完整的尺寸。

➢ 正常条件（包括但不限于）：

- 车辆速度从 0 到 80km/h；
- 车辆载荷为 AW_0 到 AW_3 工况；
- 车轮为全新至磨耗到限；
- 线路轨道的正常磨耗和偏差；
- 对正常磨损和车辆悬挂系统新的调整，包括设定的正常公差和潜在变化；
- 所有由于 0.1g 横向加速度引起的车辆侧向位移和角位移；
- 由于风速为 74km/h 的风力引起的车辆侧向位移和角位移（地面线路、高架线路及车站）。

➢ 非正常条件（包括但不限于）：

- 任何一个一系悬挂弹性元件的失效和破损；
- 由于风速为 115km/h 的风力引起的车辆侧向位移和角位移；
- 转向架二系悬挂空气弹簧泄漏的情况；
- 转向架二系悬挂空气弹簧的超限度膨胀。

➢ 由于风力作用所引起的侧向力，作用在高架区段运行及停在敞开的高架线路车站的车辆投影面积上的特殊压力参照 CJJ/T 96《地铁限界标准》。

（3）提供车辆开门状态下通过站台的速度。

（4）投标人应根据 CJJ/T 96《地铁限界标准》的要求，考虑瞬时超速时的计算速度为 90km/h。

2.1.6 质量控制要求

投标方应按 ISO 9001 标准进行质量控制，并满足项目管理部分的要求。

投标方应提供具体的质量保证方案。

（1）列车可靠性满足 GB/T 21562（所有部分）《轨道交通可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例》中相关要求；

（2）动力、控制、信息传输等设有冗余；

（3）通过采取相应的结构与措施确保车辆及其零部件的可靠性；

（4）各种接插件有良好的定位结构，避免插错，且具有防松结构，避免由于列车运行产生的振动和相对位移导致松动；

（5）车辆上的所有标识、说明与显示均用中文或图码表示，符合相关标准规定；

（6）列车满足通过线路最小曲线、回送和救援的要求；

（7）车辆设计有利于保养与维修，最大限度地减小维修工作量、降低维修成本，各主要零部件尽可能等寿命，并按无维修、少维修的要求设计；

（8）车辆零部件在设计时考虑换件修的方便性，各组件采用模块化结构，各零部件具有良好的通用性和互换性；

（9）保证列车运行时的安全性，并具有一定的安全余量；

（10）保证电路中出现故障不造成危险或对旅客和乘务员造成危害，危害正常运行的故障必须能够立即识别，并按故障导向安全的原则进行设计；

（11）保证紧急故障时有相应的应急功能，如应急照明、应急通风等；

（12）所有电气设备箱/壳体都有良好接地，确保操作及检修维护人员的安全；

（13）车辆高压电气设备具有相关的安全保护措施，包括安全联锁，确保维护和检修人员的安全，同时高压电气设备的放电不会对车辆低压控制电路造成损害；

（14）车辆设计充分考虑设备烧损的火灾隐患，以及设备炸裂的安全隐患，采取必要的安全设计结构和措施，确保安全。

2.2 列车运行条件

2.2.1 线路条件

轨距：1435mm

最小竖曲线半径：2000m

最小平面曲线半径：

- 正线：400m（困难区段 350m）
- 车辆段：250m（困难区段 150m）
- 车站线路：1500m

最大坡度：

- 正线：30‰（困难区段 35‰）
- 车站线路：2‰
- 辅助线路（空载）：40‰
- 车辆段线路：1.5‰

轨道类型：

- 正线、辅助线、试车线：60kg/m
- 车辆段：50kg/m

轨底坡：1/40（平直线）

轨道最大超高：120mm

站台高度：1080^{+0}_{-10}mm

站台有效长度：140m

站台边缘与车辆轮廓线之间的距离（站台高度处）：

- 车辆采用塞拉门：100^{+5}_{0}mm

2.2.2 供电条件

供电系统符合 IEC 60850《铁路应用 牵引系统的供电电压》要求。

供电电压：DC1500V

网压变化范围 ： DC1000V～1800V

线路最高电压（不超过 5 分钟）： DC1950V

供电方式： 隧道外 柔性架空接触网，隧道内 刚性架空接触网

地下正线接触网高度： 4050mm

地下正线接触网最小高度： 4000mm

地面及高架区段接触网高度： 4600mm

段场接触网最大高度： 5000mm(5400mm)

2.2.3 车型和编组

车型： Tc 车—带司机室拖车

Mp 车—带受电弓动车

M 车—不带受电弓动车

列车编组： 六辆编组，动拖比为 4 动 2 拖

六辆编组设有两台受电弓

编组形式： -Tc * Mp * M * M * Mp * Tc-

（-：全自动车钩， *：半永久牵引杆）

2.2.4 列车载客量

座位全部纵向布置

座席载客量 AW_1： 48 人/辆，288 人/列

定员载客量 AW_2（6 人/m^2）： ≥310 人/辆，1860 人/列

超员载客量 AW_3（9 人/m^2）： ≥410 人/辆，2460 人/列

计算标准以国标有关标准为依据，投标人需提供详细的座位尺寸及站位面积计算资料，其参数的取值必须得到招标人的确认。

注：每辆车设置 1 处轮椅位。

2.2.5 列车重量

Tc 车重量（AW_0）： ≤36t

Mp、M 车重量（AW_0）： ≤38t

轴重（AW_3）： ≤16t

乘客平均重量按 60kg 计算。

车辆在 AW_0的载荷下，重量平衡应符合 IEC 61133《铁路应用 机车车辆 车辆组装和运行前的整车试验》要求。

任一侧各车轮上测得的轮重与在两侧测得的轮重平均值之差，不得超过±4%。

每个车轮测得的实际轮重与该轴两轮平均轮重之差不得超过该轴两轮平均轮重的±4%。

同一动车的每根动轴的轴重与该车各动轴实际平均轴重之差不得超过该车实际平均

轴重的±2%。

同一拖车的每根轴上所测的轴重与该车各轴实际平均轴重之差，不应超过实际平均轴重的 6%。

不允许通过加配重块来实现车辆配重平衡。

投标人应在投标时提供初步重量分配计算书。

2.2.6 最小发车间隔

最小发车间隔：≤120 秒。

2.2.7 停站时间

车站编号	车站名称	近期停站时间 (s)
1	马骡圩	35
2	石塘公园	30
3	绿水湾	35
4	行知路	30
5	庙东路	35
6	珠江南	30
7	森林大道	30
8	浦口万汇城	35
9	七里河	30
10	七里河东	30
11	中央商务区	35
12	商务东街	30
13	南铁院	35
14	新马路	30
15	浦东路	35
16	柳州路	30
17	大桥	35
18	南浦路	30
19	柳州东路	40
20	浦州路	30

2.2.8 折返时间

列车折返时间：120 秒。

2.3 车辆主要结构尺寸

2.3.1 车辆尺寸

车辆长度（车钩连接面之间长度）：

Tc 车	约 24400mm
Mp、M 车	约 22800mm

车体宽度：

车体外部最大宽度/地板处宽度	3000mm
采用鼓形车体，车辆中部最大宽度	≤3100mm

车辆高度：

不含排气口及空调单元	3800mm
含排气口及空调单元	≤3860mm
受电弓落弓时高度	≤3860mm
受电弓工作高度	3860～5800mm

车辆内部中心高度（客室净高）：

地板面到天花板中心最小高度	2100mm
客室内乘客站立区最小高度	1900mm

轨面到地板面高度：

（空载、空气簧充分充气、新轮）	1130mm

投标人应保证在正常运行条件下，车辆进站停稳后，地板面的高度应高于站台；在任何可能发生的故障条件下，应保证紧急解锁情况下站台的位置不影响客室车门自由开闭。

客室车门采用电动塞拉门：

客室车门数	10 对/辆
客室车门开宽度	≥1400mm
客室车门开启时门槛以上高度	≥1860mm
客室车门中心距	4560mm

司机室侧门：

司机室侧门净开度（不含扶手）	≥570mm
司机室侧门开启时门槛以上高度	≥1860mm

紧急疏散门：

采用一体式坡道式疏散结构（具体结构及尺寸供货方应在投标书中说明）。

客室侧窗（垂直与水平方向测量）：

客室侧窗数	8 扇/辆
窗底离地板面的高度	≤930mm
窗顶离地板面的高度	≥1800mm

车窗净宽度 ≥1300mm

车窗净高度 ≥880mm

贯通道：

贯通道宽度 ≥1500mm

贯通道高度 ≥1900mm

客室座椅（纵向布置）：

客室座椅数 8 条长座椅/辆

2.3.2 转向架尺寸

转向架中心距 15700mm

车辆固定轴距 2500mm

车轮直径（采用整体辗钢车轮）

新轮直径 840mm

半磨耗轮径 805mm

全磨耗轮径 770mm

轮对内侧距（空载） 1353±2mm

转向架最低点离轨面最小距离（车轮全磨耗）≥60mm

车钩中心线距轨面高度（AW_0，充气，新轮） 720^{+8}_{0}mm

2.4 牵引与制动性能

2.4.1 列车牵引性能

在额定负载（AW_2），半磨耗轮（Φ805mm）情况下 ：

列车最大运行速度	80km/h
列车结构速度	90km/h
车钩连挂速度	3～5km/h
反向运行最大速度	10km/h
计算用牵引粘着系数	0.16～0.18
冲击极限	0.75m/s^3
平均初始加速度（0—40km/h）	≥1.0m/s^2
平均加速度（0—80km/h）	≥0.6m/s^2

列车在车辆段内能以 25km/h 的速度安全通过。

在额定负载（AW_2）下，全部动车工作时，列车平均旅行速度≥39km/h。

2.4.2 列车制动特性

正常载荷工况（AW_0～AW_3）下，从车辆最高运行速度开始（含响应时间）制动到零的平均减速度

常用制动平均减速度（80km/h—0，平直干燥轨道）≥1.0m/s²

紧急制动平均减速度（80km/h—0，平直干燥轨道）≥1.3m/s²

计算用制动粘着系数 0.14～0.16

列车80km/h运行时,在平直轨道且轨面状态良好的情况下紧急制动距离在170m-190m区间。

车辆应与信号系统配合，满足停车精度不大于± 0.3m。

基础制动宜采用踏面制动。

电制动与气制动转折点应尽可能低，应小于6km/h（可调整）。

常用制动对所有负载工况（AW_0～AW_3）均有效，即满足制动减速度和冲击极限的要求。

电制动（再生/电阻）与可控制的空气制动（踏面制动）配合使用。再生制动和电阻制动能连续交替使用。

网压上升到DC1800V（可整定），再生制动能平滑过渡到电阻制动。

在AW_2载荷以下，网压大于等于1650V时，速度从80 km/h开始到列车电制动与气制动的转折点速度时，电制动能单独满足常用制动要求。

停放制动采用弹簧制动，并能使超载（AW_3）的列车在35‰坡道上停住。

当不能实现再生制动或电阻制动时，所需总制动力必须由空气制动来提供。列车应有充分利用实时线路粘着条件的措施，系统具有防滑和防空转功能。

2.4.3 列车故障运行能力

投标人在投标文件中应说明列车的故障运行能力，并提供计算报告。

当丧失1/4动力情况下，在AW_3状态下，列车可在35‰的坡道上起动，以正常方式不限速完成当天的运营。

当丧失1/2动力情况下，在AW_3的状态下，列车可在35‰的坡道上起动行驶到最近车站退出服务，设置的限速值应能满足该工况下，全线运行一个往返，闸瓦温度不超过设计热容量要求。

一列空载列车应具有在正线线路的最大坡道上牵引另一列超载AW_3（无动力）故障列车运行到下一车站的能力。

紧急牵引模式下的牵引能力要求：当丧失1/2动力情况下，在AW_3的状态下，列车在紧急牵引下可在线路最大坡道上克服阻力（不含克服保压制动力）启动，并维持运营至下一车站清客后回库。紧急牵引模式方案应考虑该工况下缓解保压制动力逻辑及紧急牵引力档位的设计，并将详细说明提交招标人。

2.4.4 应急自牵引功能

列车应具备应急自牵引功能，具体要求详见《牵引和电制动》章节相关内容。

2.5 列车运行环境与安全指标

2.5.1 噪声

车辆应采取多种措施，从轮轨关系、车辆外型与结构、机电设备等方面，设法控制和降低噪声，尽最大可能减少对沿线环境的影响。列车运行噪声对环境的影响应符合城市区域噪声的相关规定。测试线路的轨道条件需满足 ISO 3095《铁路应用声学 有轨车辆辐射噪声测量》的要求。

（1）车内噪声等级

在 ISO 3381《铁路应用 声学 铁道车辆内部噪声测量》规定的测试条件下，列车静止，辅助系统正常运行，在车辆中心离地板面高 1.2m、1.6m 处测得的客室内 LpAeq,T 应不超过 68 dB(A)；司机室内 LpAeq,T 应不超过 65 dB(A)。

在 ISO 3381 标准规定的测试条件下，列车在自由声场以 80±5%km/h 速度运行时，在车辆中心离地板 1.2 m、1.6 m 高处测得的客室内、司机室内 LpAeq,T 应不超过 73 dB(A)。

在隧道内以最高速度运行时，列车车内噪声应符合 GB 14892 或相关标准的要求。

（2）车外噪声等级

在 ISO 3095《铁路应用 声学 轨道车辆辐射噪声测量》规定的测试条件下，列车在野外停止时，辅助系统正常运行，在距轨道中心 7.5m，距轨面高 1.2m、3.5m 处测得的 LpAeq,T 应不超过 66 dB(A)。

在 ISO 3095 标准规定的测试条件下，列车在野外以 60±5% Km/h 速度运行时，在距轨道中心线 7.5m，距轨面高 1.2m、3.5m 处测得的 LpAeq,Tp 应不超过 80 dB(A)。

（3）主要设备的噪声控制

主/辅逆变器、牵引电机、制动电阻、空压机、空调、车门等主要噪声设备的单机运行噪声应按照 ISO 3744《声学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方近似自由场的工程法》或 ISO 3745《声学 声压法测定噪声源声功率级 消声室和半消声室精密法》进行测试。

2.5.2 防火与安全

（1）防火

车辆应具有良好的防火性能，车辆设计、制造及选用材料的防火要求应符合 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》的 HL3 等级，对不能满足 EN 45545 HL3 等级要求的部分提供详细说明并须获得招标人的确认。最大限度防止火灾发生，不使用易燃和可燃性材料（如木材等），不使用燃烧后散发有毒气体的材料。投标人应提供所选用材料以及所选用结构达到防火要求的证明。

在车辆生产、交付及使用等过程中，投标人须无条件配合招标人开展车辆所用材料的抽检、验收、运营前安全评估等工作，产生的相关费用含在本合同范围内。

每个客室内应至少备有设 2 个 5 公斤干粉式灭火器，每个司机室内应至少备有设 1 个 5 公斤干粉式灭火器。每个灭火器都被 TCMS 监控，在全自动驾驶模式下，当灭火器被动用时，将会触发相应得联动信息上传到 OCC，使 OCC 能够显示相应的摄像头图像。卖方提供车辆单个系统和主要部件及整辆车发生火灾时可能产生的最大发热量的估算值，具体方案在设计阶段提交买方确认。

列车应配置火灾自动报警系统，在每一辆车辆的客室和电气柜内的适当位置设适当数量的火灾报警装置，客室内采用主动吸气式感烟火灾自动报警装置。火灾自动报警系统应能将检测到的火警信息传送到司机室显示和报警，并能与列车监控系统和视频监控系统联动提示司机和控制中心。

投标人须选择具有轨道交通车辆防火认证资质的知名咨询认证公司作为第三方，参与项目的列车防火设计和控制工作，并对列车最终的防火等级进行相应认证。

（2）安全

➢ 安全性分析

投标人必须进行车辆的安全性分析，主要包括对车辆的运行过程中所有的临界状况的分析，在设计审查会前，提供一份安全分析报告，至少包括：

- 电气绝缘及雷击的安全性分析；
- 过电压及欠电压保护的安全性分析；
- 撞车保护的安全性分析；
- 乘客的安全性分析（**含乘客安全疏散**）；
- 防止车辆脱轨的安全性分析；
- 防止车辆倾覆的安全性分析；
- 车辆所用材料、结构的防火性能分析；

- 防止列车意外分离的安全性分析。

➢ 安全措施

应符合 GB/T 21414《轨道交通 机车车辆 电气隐患防护的规定》和 EN 50153《铁路应用 机车车辆 有关电气隐患的防护规定》。特别应采取措施防止高压设备危及人生安全。一旦发生火灾或其他紧急情况时，除有灭火器外，还应有使乘客迅速疏散、撤离事故车的通道和设施。投标人应在投标书中说明，具体措施最终将在设计联络会上讨论决定。

2.5.3 平稳性及安全性

按照 GB/T 5599《机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范》规定的测试方法，列车在任何载荷和速度下，垂向及横向运行平稳性指标≤2.5；经过 150,000km 运行后，在上述条件下，其垂向和横向平稳性指标应≤2.75。

脱轨系数（Y/Q）的测试方法和限度值按照 GB/T 5599《机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范》执行。

轮重减载率的测试方法按照 GB/T 5599《机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范》执行，轮重减载率≤0.6。

2.5.4 水密性

对车体车顶、雨檐及其他需进行试验的部位淋雨，淋雨结束后检查车体各部位有无渗漏，水压和时间执行 TB/T 1802《铁道车辆水密性试验方法》标准。

置于车下的电气设备箱的防护等级（电气设备外壳防护等级），按 GB/T 4208《外壳防护等级(IP 代码)》，符合其功能要求。车下设备 IP 等级不低于下表要求：

序号	设备	防护等级
1	高压箱	IP55（通风孔除外）
2	牵引变流器箱	IP55（通风孔除外）
3	辅助变流器箱	IP55（通风孔除外）
4	蓄电池箱	IP55（通风孔除外）
5	母线接触器箱	IP55（通风孔除外）
6	制动电阻	IP20
7	过压吸收电阻	IP20
8	空压机	IP55
9	制动控制阀	IP65

10	车下分线箱	IP65
11	车端跨接箱	IP65

2.5.5 电磁兼容

车辆满足 GB/T 24338（所有部分）《轨道交通 电磁兼容》、GB/T 17626（所有部分）《电磁兼容 试验和测量技术》等电磁兼容标准的要求。车辆电子和电气设备在运营线路的电磁环境中可靠工作，其功能和性能不受影响，并且不影响其他系统和设备的正常工作。

2.6 列车系统设备

2.6.1 车体

车体应采用轻量化设计，整体承载结构，底架无中梁。

应采用整体承载铝合金模块化结构或大断面挤压铝型材全焊接或部分铆接结构，底架、侧墙、端墙及车顶均承受载荷，且采用隔热和隔音材料。中空地板结构，应设置隔音层。

司机室结构设计含有一个撞击区以满足能量吸收要求。车钩设计时在司机室结构中应包含一个防爬装置。司机室前端设置紧急疏散装置。

2.6.2 车门

每辆车客室每侧设置 5 套电动塞拉门。司机室每侧设置一扇侧门，司机室后端设置间壁和通道门，设计应简易，间壁和通道门应方便拆卸，且通道门易于打开并牢固固定（具体在设计联络期间确定）。

2.6.3 车钩

车钩采用两种类型车钩：全自动车钩和半永久性牵引杆。车钩后端部设有可复原的能量吸收功能的缓冲机构。

机械能量吸收要求详见《车端连接》章节。

2.6.4 贯通道

所有车辆中间端都设有贯通道，组成列车的可活动部分，吸收车辆间全部的相对运动。车钩支承贯通道连接处。

2.6.5 转向架

转向架采用无摇枕结构，二系悬挂形式，低合金钢板焊接构架，并设有车体高度调平与防侧滚装置。电机采用全悬挂形式。

转向架构架、轴箱体等主要结构件（不含橡胶关节部件）的使用寿命应不低于 30 年。

列车具有前端障碍物探测装置和脱轨检测装置，有 2 列车同时采用主动障碍物检测装置和被动障碍物检测装置，其余列车采用被动障碍物检测装置。

2.6.6 牵引、电制动

牵引系统采用变频变压的交流传统系统，牵引逆变器元器件采用 IGBT 器件。

牵引系统转矩控制模式采用矢量控制或直接转矩控制方式。

逆变器控制系统采用微机控制技术，并有诊断和故障信息储存功能。

牵引逆变器具有包括牵引、再生制动、电阻制动控制模式。电制动可实现制动能量反馈，并具有空转/滑行控制的功能。

2.6.7 辅助电源

辅助电源应向辅助负载提供三相交流 380V、50Hz 的供电电源；同时还为蓄电池和控制负载提供直流 110V 电源。

每列车采用不少于三个 DC/AC 逆变器及两个直流 110V 电源及蓄电池组，功率元器件应采用 IGBT 器件。

2.6.8 空气制动系统及供风系统

每列车应装备两台或以上交流电机驱动的空气压缩机以及与其配套的空气供给设备。

空气制动采用微机控制的直通式电空制动系统。

要求具有根据载荷调整制动力的功能，载荷信号为空气弹簧压力。

具有滑行控制功能及停放制动功能。

2.6.9 空调与通风

每辆车设有车顶空调及控制系统，当列车 AC 380V 电源失效的情况下，自动启动紧急通风。（参照 GB/T 7928《地铁车辆通用技术条件》）

总风量： ≥10000m³/h/辆

新风量： ≥3200 m³/h/辆

系统应达到以下要求：

制冷工况下

车内温度： 不高于 26-28℃

车内相对湿度： 不大于 65%

2.6.10 列车接口

列车应具有自动驾驶功能。应配备自动控制系统（ATC），包括：列车自动驾驶

（ATO）、列车自动保护（ATP），自动折返。

车辆上应留有安装 ATC 设备和无线通信车载设备的位置及相应接口，接口技术要求由招标人提供，设备由信号供货商提供。投标人须对相应的机械和电气接口负总责。

2.6.11 列车控制技术

列车控制系统应满足 GB/T 28029（所有部分）《轨道交通电子设备列车通信网络（TCN）》或相当或更优的总线标准要求。列车控制应具有故障诊断和故障存储功能。

列车必须具有两端操纵功能，但应仅有一端处在控制状态。

2.6.12 广播系统及电子地图

车辆上应提供无线电设备与车辆的接口，技术要求由招标人提供，车载无线设备由通信供货商提供。广播系统提供下列功能：

- 司机室对客室的内部列车广播（PA）；
- 运营控制中心（OCC）对客室的内部列车广播（PA）；
- 自动报站；
- 司机室与司机室对讲；
- 设置紧急报警通信装置，可实现客室与司机室之间的双向通话；
- 每节车厢内的每套车门上方设置 43 寸 LCD 乘客报站信息显示屏，用于显示车辆运行方向、换乘信息及到站信息等，具体方案在设计联络阶段确定；
- 每节车厢端部设置 LED 显示器，显示内容应与列车广播同步，具体方案在设计联络阶段确定。

车辆应具有电子显示编号功能，该编号须与屏蔽门位置相对应，具体方案在设计联络阶段确定。

列车 LCD 显示屏应由单独的电源进行控制。

以上广播和信息显示系统的信息内容都可由招标人自行编辑。

2.6.13 照明

车辆内部照明灯具平行布置在车辆顶部两侧。

在车内离地板面高 800mm 处的照度大于 200lux。

灯具应耐振动，耐冲击和防潮并应符合有关噪声标准。

2.6.14 用户软件

应提供列车所有用户软件的安装盘以及必须的用户调试维护软件。用户在本项目设备使用及检修中对上述用户软件的使用（使用的计算机数量和在计算机上安装次数）不应受到限制，不得使用“加密狗”和使用许可证（License）等。软件升级更新后，投标人须提供相应说明及程序。

投标人提供列车控制系统的逻辑阅读软件的用户版本。

投标人提供的所有系统和部件的操作系统必须是正版软件。

2.6.15 接地原则

所有设备箱包括电机外壳均应通过车体和转向架可靠地接地,所有车体应成为同一等电位体。每节车车体与钢轨间至少有 2 条独立回路。列车接地应符合 GB/T 21414《轨道交通 机车车辆 电气隐患防护的规定》和 EN 50153《铁路应用机车车辆 有关电气隐患的防护规定》标准要求。投标人应提供列车接地方案，在设计联络阶段讨论确认。

2.6.16 标识

车辆上司机室及所有设备标识均采用中文。涉及乘客安全信息内容的应采用中英二种文字,且不允许有投标人用作商业广告的内容。

对于有触电危险的设备应在明显的位置设有清晰、醒目的安全标识。除文字外，所有标识应符合相关国家标准。

车体外表面适当位置标识招标人指定的图案，采用油漆或丝网印刷、贴膜方式，具体方案在设计联络阶段确认。

车辆标识的设计、布置、材料等将在设计阶段确定。

2.6.17 紧急设备

车辆应设置紧急安全设备或应急功能，确保一旦发生紧急情况，乘客可以呼叫援助或组织自救逃生。

- 灭火器

具体要求详见 2.5.2。

- 火灾自动报警

具体要求详见 2.6.19。

- 通道门

具体要求详见 3.3.3。

- 紧急疏散装置

具体要求详见 3.4.6。

- 车门紧急解锁

具体要求详见 5.3.8 和 5.3.9。

- 乘客紧急报警装置

具体要求详见 13.2.5。

- 紧急通风

具体要求详见 8.2.4。

- 紧急照明

具体要求详见 12.2.1.2 和 12.2.1.3。

- 安全锤

2.6.18 关键回路

关键回路，如牵引、制动、车门及受电弓回路的控制应采用 LCU 或高可靠性的继电器，并应有冗余设计。

2.6.19 火灾自动报警

列车配置火灾自动报警系统。在每一节车辆的客室和电气柜内的适当位置设适当数量的主动吸气式感烟火灾报警装置。具体要求如下：

- 设备使用环境应满足用户所在地要求；
- 设备应具备温度及烟雾检测能力，且温度和烟雾报警值可调；
- 火灾报警设备应具有故障自诊断功能，并能自动切除或屏蔽故障设备，故障信息应在司机显示器上提示；
- 检测到火灾时应在司机显示器上和控制中心远程告警系统终端上显示信息，且可通过视频监控系统观看报警点视频；
- 在司机室显示器和控制中心远程告警系统终端上可以复位整车任何一处火灾报警;
- 火灾报警设备应满足 GB 4717《火灾报警控制器》、GB 15631《特种火灾探测器》、GB/T 25119《轨道交通 机车车辆电子装置》的要求；火灾报警设备维护周期应不小于 1 年；
- 系统应具备冗余特性，实现系统功能的热备份；
- 投标人应提供满足要求的详细方案。

车上车下各电器柜、牵引和辅助系统的关键设备箱内设感应电缆或探测装置，并将检测到的故障报警信息传送到司机室及 OCC 显示并报警。

2.6.20 能耗记录

2 列车上配置独立的能耗记录设备，具有列车能耗（分别包括牵引、回馈、辅助）记录功能，且误差精度不大于 2%，要求配置独立的能耗硬件记录装置，能耗记录数据可通过列车控制系统无线上传。具体方案在设计联络时确定。

2.6.21 车载网轨隧综合智能检测系统

在一列车辆上配备接触网、轨道、隧道综合检测系统一套，在另一列车辆上配备接触网检测系统一套，该装置包含在投标总价中。

投标人提供详细设计方案，具体选择列车号及配置方案设计联络阶段确定。

2.6.22 列车辅助防护预警装置

投标人提供用于试车线试车的移动式辅助防护预警装置，用于所有列车在试车线调试时及时提醒司机采取措施以起到防护预警的作用，所提供的移动式辅助防护预警装置应具备接入列车制动系统和网络控制系统实施制动的功能，具体在设计联络阶段确定。**车辆基地设置 1 套地面设备和 2 套车载设备。**

2.6.23　电线电缆的寿命要求

车辆上所有电线电缆的使用寿命至少 30 年。

2.7　适用标准及参照标准

车辆的设计、制造、各子系统部件和材料的选用应采用的标准为：

（1）中国国家标准（GB）；

（2）中国铁路行业标准（TB）；

（3）中国住建行业标准（CJ）；

（4）中国城市轨道交通协会团体标准（T/CAMET）；

（5）国际铁路联盟标准（UIC）；

（6）国际电工委员会标准（IEC）；

（7）国际标准组织标准（ISO）；

（8）国际标准单位（SI）；

（9）欧盟标准（EN）；

（10）德国工业标准（DIN）；

（11）其它行业标准、团体标准或技术规范等。

采用标准时应考虑标准的适用范围，适用范围包括中国的为适用标准，适用范围不包括中国的为参照标准。假如以上所列的标准没有覆盖某些项目，则经双方同意后采用适用的国际标准或有关国家标准。有矛盾时，则以招标人和投标人都同意的国际标准为准。

投标人应提供本项目所有运用标准的目录，并对所引用部分提供中文翻译版本。采用的标准是合同生效时适用的最新标准版本。如果需要采用合同生效后出版发行的标准，则需经双方同意。

附件 3-3　车体

3.1　车体总体要求

3.1.1　车体的总体设计除满足结构及强度的基本要求，保证其安全、可靠外，还满足以下要求：

（1）在外部造型、装饰和车头设计上要求造型美观，具体设计方案由投标人在设计联络中提供，并与招标人确认。

（2）满足车辆限界要求。

（3）车体的使用寿命不低于 30 年。

（4）车体肩部两侧宜设置雨檐，同时保证车体外表的美观。

（5）车体材料采用铝合金。

（6）车体内装墙板、隔音、隔热、防腐、辅助材料等须采用符合环保检测标准的材料，环保性能符合 TB/T 3139《机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量》标准要求。

（7）车体上应考虑设置车辆牵引用吊座。

（8）受电方式为受电弓的车辆，车顶设受电弓安装平台，其附近区域结构应能满足检修维护受电弓的要求，且平台上采用绝缘漆；受电弓平台区域绝缘漆涂层能承受一定程度高压，且表面能耐一定温度，防火，耐腐蚀，适应现有车顶环境，排水顺畅。当受电弓受损掉落或者异物入侵时能有效避免高压电与车顶产生搭接短路。

3.1.2　质量控制

投标人须提供全面的质量控制手段介绍，尤其是车体生产工艺、试验、验收标准的说明，并附有具体的生产、试验设备清单以及各类质量检查表格、试验文件等。

3.1.3　总体结构及布置要求

3.1.3.1　车体结构及基本要求

车体结构为轻型、整体承载铝合金全焊接结构，底架、侧墙、端墙及车顶均承受载

荷。

车体结构承受垂向、纵向等载荷。司机室、底架端部结构设计可以满足意外撞车时的要求。

车体设计符合 EN 12663《铁路应用 铁道车辆车体结构要求》。

3.1.3.2 车体总装配

对整个车体结构进行纵向、横向和对角线测量，确保满足设计要求。

在所有装配接口处需进行防腐处理。在端部模块接口处有防水密封。为了满足车体材料防腐要求，铝合金车体外表面需进行油漆涂装，油漆在使用过程中不得出现黄斑、变色等情况，按相应标准使用寿命达到大修时间。在所有异种金属接触面进行防腐处理。

应确保车体组成后的密封性，以防止雨水侵入。

3.1.3.3 防火与安全基本要求

车辆设计及选用材料的防火要求应符合 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》标准的相应等级。

设计时需考虑车顶应具有防止电弧穿透和阻燃性。

每个客室内应至少设 2 个 5 公斤干粉式灭火器，每个司机室内应至少设 1 个 5 公斤干粉式灭火器。灭火器的性能和结构要求应符合 GB/T 4351.1《手提式灭火器 第 1 部分 性能和结构要求》。灭火器存放的位置有清晰的标识。灭火器的安装方式需在设计联络会由投标人提交招标人确定。

列车配备一套火灾自动报警系统，在每一节车辆的客室和电气柜内的适当位置设适当数量的火灾报警装置（客室内采用主动吸气式）,报警系统应与空调系统联动。并将检测到的故障报警信息传送到司机室及OCC显示并报警，投标人应在投标文件中提供火灾自动报警建议方案。具体方案在设计阶段确定。

3.1.3.4 车体布置基本要求

由投标人提供总布置图，采用标准地铁 A 型鼓形车体，在设计联络会议上由招标人

审定。

3.2 车体性能要求

3.2.1 材料要求

3.2.1.1 车体主结构材料

车体主体结构采用铝合金大断面挤压型材及板材制造。铝合金材料的选择必须由投标人从潜在供应商中选择二个最知名品牌，投标人应在设计联络会上提交所使用材料的牌号、性能数据及具体热处理状态给招标人审定。所使用的铝合金的强度数据，应满足 GB/T 26494《轨道交通车辆结构用铝合金挤压型材》或 TB/T 3260.4《动车组用铝及铝合金第 4 部分：型材》要求；板材选用牌号为 5083 或 6082 材料，满足 GB/T 3880.1《一般工业用铝及铝合金板、带材》或 TB/T 3260.2《动车组用铝及铝合金第 2 部分：板材》标准要求，热处理应满足 GB/T 16475《变形铝及铝合金状态代号》规定。

3.2.1.2 其它材料标准

车体上使用其它材料应符合国标或等同的国际或欧盟相关标准：

3.2.1.3 其它材料的选用

用于车体的材料应为防腐材料，并应符合招标人地区气候条件的要求。用于粘接及密封的胶或胶水应符合 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》要求，满足无毒、阻燃、无异味等相关要求。

其它材料的选用，投标人应在设计联络会上提供材料牌号、规格，由招标人认可。

3.2.1.4 材料的质量合格试验证明

按 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》或等同的国家标准、欧盟标准中对下列相应材料的规定提交防火报告：

- 地板及地板覆盖层；
- 合成橡胶；
- 隔音、隔热材料；

- 喷涂材料。

按 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》或等同的国家标准、欧盟标准、德国 DIN 标准中对下列相应材料的规定提交防火报告：

- 内顶板；
- 内墙板；
- 隔墙。

3.2.2 结构强度要求

3.2.2.1 总则

车体强度需满足在极端条件下承受的动载荷、静载荷以及冲击载荷要求，并在各种条件下的架车、起吊、救援、调车、连挂、多车编组回送作业的各种力的作用下，车体应力应不超过设计许用应力值。按EN 12663《铁路应用 铁道车辆车体结构要求》选择安全系数。不得产生永久变形及损坏，当超过最大载荷时，不得发生车体压溃的现象，在 30 年的工作载荷中不得产生疲劳失效。

车体结构的刚度应在正常载荷和自然频率下，车体的变形不超过运行条件所决定的极限值。应能确保在各种载荷下车门运动不受阻。

投标人应在设计阶段，提交给招标人如下详细描述结构分析和试验的文件：

- 使用有限元分析法进行计算；
- 承受静态和动态载荷结构的许用应力值；
- 有关车体强度结构计算的载荷工况；
- 防撞性分析计算；
- 车体强度试验的载荷工况；
- 车辆以 5km/h 速度冲击车挡的模拟试验报告、车体在 AW_3 载荷时的挠度计算报告。

投标人在设计阶段提供车体强度的计算报告，在车体完成强度试验后提供试验报告

供招标人认可。

3.2.2.2 静强度设计及载荷要求

车体强度应符合 EN 12663《铁路应用 铁道车辆车体结构要求》的工况要求。其中，纵向水平静压载荷为 1200kN，拉伸载荷为 960kN，车体应力不超过设计许用应力。

3.2.2.3 作用于车体的机械能量吸收要求

当一列六辆编组列车(AW0)以 15km/h 的速度撞向另一列静止并施加制动的六辆编组列车(AW0)时，气液缓冲器起作用，冲击能量全部由车钩缓冲器吸收，车体和车钩不会产生任何残余变形，并不会损坏车体上的任何设备。

列车两端底架端部设有防爬器，当列车在 AW0 状态下以大于 15 km/h 至 20 km/h 相对速度撞击时，最大的碰撞能量发生在两辆头车之间，车钩在吸收部分能量后发生剪断保护后，司机室前端的防爬器啮合并发生变形，同时司机室结构吸收部分能量。

当一列静止并制动的 AW0 编组的列车承受速度超过 20km/h 而低于 25km/h 的另一列 AW0 负载列车的冲击，车钩剪断后，防爬器参与吸能后，司机室变形区吸收残余的能量。司机室结构由于吸能结构的破坏将导致结构被压坏，但客室车厢无任何变形。

3.2.2.4 车体刚度要求

车体刚度须满足上挠度要求，在 AW0 载荷工况时上挠度≤10mm ，AW_3载荷时上挠度>0mm，在最大垂直载荷作用下车体静挠度不超过两转向架支撑点之间距离的 1‰，并保证在所有载荷下，车门能正常工作。

车体刚度能满足架车和复轨的要求：

每节车共有 10 个架车支承点。其中 8 个为架车点，以满足车辆拆、装、检修等作业要求；另 2 个架车点设在车钩横梁中央，以满足复轨作业的要求。

具体挠度计算报告应在设计阶段由投标人提出，招标人确认。

车体需做挠度试验，投标人需在第一列车验收前提供挠度试验报告给招标人。

3.2.2.5 车顶要求

车顶结构应能满足以下要求：

- 车顶板在 200 ㎝² 的面积上能承受 1000 N 的垂直载荷，不会发生永久变形;
- 车顶应是连续封闭结构，在承载空调机组及受电弓的部位必须加固，并保证排水通畅，无渗漏。
- 在间距为 500 ㎜ 两个 200㎝² 的面积上分别承受 1000N 的垂直载荷，不会发生永久变形。

3.2.2.6 底架要求

底架结构设计应满足下列要求：

- 底架可承受 AW_3 的乘客载荷；
- 提供所有底架安装设备的支撑；
- 设吊车、架车及复轨支撑点。

3.2.2.7 设备支承及布置

设备布置要求：车辆电气设备安装在车体底架的设备箱或客室的电气柜中，电气设备的位置根据其电气要求选定。设备箱的布置和设计应考虑设备的尺寸、重心位置及车重的分配来确定。投标人应提供重量计算。

设备安装结构应符合EN 12663《铁路应用 铁道车辆车体结构要求》或同等国家标准、国际标准、欧盟标准、德国 DIN 标准的要求。

3.2.2.8 车体与转向架的连接

车体与转向架的连接部位在减加速度为 30m/s² 时不会发生永久变形或在减加速度为 50 m/s² 时不被损坏。当车体吊起时，其连接应能同时吊起转向架。

架车支承

底架模块的设计应考虑吊车和架车支撑点。

架车、吊车、复轨用的架车支承点可满足车辆拆卸、组装、检修、吊运和救援作业的需要。

车体的垂向强度应满足在使用任何一对架车点架车时，不使车体结构的任何部位发

生屈服变形。每个架车支承点处设有定位点。架/吊车点处有标记以指导作业。架车点位置及具体方案在设计联络会时确定。投标人在设计联络阶段提供各种架车点组合情况下的车体最大变形量供招标人确认。

3.2.2.9 防爬装置

在每个带司机室的车前端设置防爬装置，避免列车在碰撞时发生爬车。防爬吸能装置与车钩缓冲装置配合，吸收列车碰撞过程中的能量，满足 EN 15227《铁路应用 铁路车辆车体的防撞性要求》标准规定，当相互碰撞的防爬器高度差 40㎜,能正常动作。

防爬装置试验：

序号	试验项目	型式	例行
1	目检	-	■
2	尺寸检验	-	■
3	吸能特性试验	■	-
4	垂向承载试验	■	-

3.2.2.10 车体最大承载能力的计算

投标人通过计算验证在下述条件下车体结构具有不发生永久变形的载荷承受能力，并向招标人提供计算报告。

在所有运行条件下车体承受的最大垂向载荷；

车体不会发生压溃的最大撞击速度；

刚度方面，在自然频率下车体结构不会发生稳定性破坏的极限载荷；

使用寿命期内不危及车体结构安全性的运营载荷或运营周期性载荷。

3.2.2.11 频率要求

车体的固有频率能保证在任何运营工况下避免车辆与构架和相关部件间发生共振，投标人应在设计阶段提供车体自振频率分析计算报告。

3.2.3 外部装饰和车头设计要求

3.2.3.1 车体平整度及挤压型材公差

挤压型材公差应符合 GB/T 26494《轨道交通车辆结构用铝合金挤压型材》、GB/T 6892《一般工业用铝及铝合金挤压型材》和 EN 755（所有部分）《铝和铝合金 挤压型材》的要求。

车体的侧墙外表面及车顶表面应平整，无表面缺陷，投标人应提供建议的平整度数值或指标值。

3.2.3.2 外表油漆

车体外表应按招标人选定的颜色涂水性漆并涂保护漆。投标人应提交多种供选择的涂水性漆方案，由招标人确定。油漆表面为丝状光泽，在60度视角的情况下，反射计测定为50～80度。油漆在使用过程中不应出现黄斑、变色等情况，按相应标准使用寿命应达到大修时间。投标人应给出底漆、面漆和保护漆方案和检测方法，投标人在设计阶段时给出最终的底漆和面漆方案，以及详细的检验技术文件。

3.2.3.3 车头设计

车头外型设计应结合现代列车的造型特点和功能要求，保证良好的驾驶环境，要求造型美观、流畅。具体方案将在设计联络会讨论并由招标人确认。

3.2.3.4 车下设备

对需油漆的车下设备，其颜色要求一致，设备的涂漆色调将在设计联络期间讨论确定。

底架设备采用托装形式，不得采用螺栓轴向承力方式与车体连接。

车下跨接线若采用线夹，线夹需采用托装或带有二次防脱设计。

3.2.3.5 车体外部设计应充分考虑洗车机工作的相应要求，具体要求于设计联络阶段讨论。

3.2.4 隔音隔热要求

3.2.4.1 总则

车体应能隔热、隔音。用于车顶、侧墙和端墙的隔热材料必须为铁路运用成熟的产品，在隔热材料后面须安装高吸音性能材料，该吸音材料应经试验和运用证明具有高吸音性能。选用的隔热、吸音材料须符合 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》标准中规定的防火和安全要求，车体内所喷涂的吸音材质在检修、拆装

过程中对人身无危害。

投标人应提供材料样品及各项性能指标、数据及试验报告供招标人确定。

3.2.4.2 隔热要求

车辆选用的隔热材料为经同类车辆运用验证后的隔热材料。

隔热材料应具有不腐蚀和长期运用不降低性能的特性。采用无毒、阻燃材料。隔热材料应妥善地用粘结固定或焊接的钉及盖定位。经车辆长期运行振动，隔热材料不得松散脱离。

整个车体结构的热传递不超过 2.4W/k.m2，符合国家标准、国际标准或等同的欧盟标准。投标人应在第一次设计联络会提供车体所有组成部件的传热系数 K 值的计算和试验依据。

3.2.4.3 隔音要求

投标人应采取措施尽最大可能降低车体内的噪音水平。车体的侧墙、天花板、地板、贯通道、车门的设计应充分考虑其隔音性能并采取相应的隔音措施。投标人应在投标阶段提交车体降噪方案。

投标人应当在设计阶段完成所有必须的计算和初步试验，并提交试验报告给招标人，从而决定整车的吸音材料以完全满足特定的要求。

车体内部噪音等级的要求，参照《列车振动与噪声》章节。

3.2.5 电磁屏蔽要求

对于车下产生磁场较强的部位，需作隔磁处理。投标人应在设计联络会上说明详细细节。

3.2.6 车体焊接要求

3.2.6.1 总则

（1） 车辆及其部件焊接的设计、生产、试验和质量认证应满足 GB/T 25343（所有部分）《铁路应用 轨道车辆及其零部件的焊接》或 EN 15085（所有部分）《铁路应用 铁路车辆和部件的焊接》相关要求。

（2） 焊接结构的质量保证 EN 15085《铁路应用-铁道车辆及部件的焊接》或 GB/T 25343《铁路应用 轨道车辆及其零部件的焊接》

焊工资格 ISO 9606（所有部分）《焊工资质考试》或 ISO 14732《焊接操作人员-金属材料的机械化焊接和自动焊接的焊工及焊接调整工的资格考试》、GB/T 15169《钢熔化焊焊工技能评定》

焊接工艺评定 ISO 15614（所有部分）《金属材料焊接程序规范和鉴定》

焊接公差 ISO 13920《一般焊接结构-长度和角度尺寸公差及形位公差》或 GB/T 19804《焊接结构的一般尺寸公差和形位公差》

焊缝符号 ISO 2553《焊接及相关工艺-图纸上的符号表示-焊接接头》或 GB/T 324《焊缝符号表示法》

（3） 对焊接缺陷的检查验收准则：

铝合金焊接缺陷的检查验收标准 ISO 10042《铝和铝焊合金弧焊接头缺陷质量分级指引》或 GB/T 22087《铝及铝合金的弧焊接头缺欠质量分级指南》

不锈钢、碳钢焊接缺陷检查验收标准 ISO 5817《焊接-钢、镍、钛及其合金的熔焊接头》或 GB/T 19418《钢的弧焊接头缺陷质量分级指南》

（4） 焊缝无损探伤检查：

X 射线检测 ISO 17636-1《无损检测 熔化焊接头的射线检测》或 GB/T 3323《焊缝无损检测 射线检测第 1 部分：X 和伽玛射线的胶片技术》

超声波检测 ISO 17640《焊缝的无损伤测试 超声波测试 技术、测试等级、以及评估》或 GB/T11345-2013《焊缝无损检测超声波检测技术、检测等级和评定》

外观检查 ISO 17637《焊缝的外观检查 熔化焊接头的外观检验》

渗透探伤检查 ISO 3452-1《无损检测.渗透性探伤检验一般原则》或 GB/T26953《焊缝无损检测 焊缝渗透检测验收等级》

磁粉探伤检查　　ISO 17638《焊缝的无损检测-磁粉检测》或 GB/T 26951《焊缝无损检测磁粉检测》

（5） 焊缝检查依事先制订的检查计划进行，计划中规定检查性质、项目、范围、参考标准、检查部位。

3.2.6.2 首辆车体焊缝质量检查

（1） 关键焊缝均要经过 X 射线探伤法或超声波探伤法检查，在不能采用 X 射线或超声波探伤的位置，根据 EN15085《铁路应用-铁道车辆及部件的焊接》或 GB/T 25343《铁路应用 轨道车辆及其零部件的焊接》的规定采用渗透探伤或磁粉探伤法检查。

（2） X 射线探伤检查质量水平满足 ISO 17636-1《无损检测 熔化焊接头的射线检测》或 GB/T 3323《焊缝无损检测 射线检测第 1 部分：X 和伽玛射线的胶片技术》等标准要求。

3.2.6.3 所有的后续车体焊缝质量检查

（1） 所有关键焊缝应经无损探伤，按照 X 射线检测、超声波检测、外观检查、渗透探伤、磁粉探伤等标准规定进行。

（2） 随机抽取 10%的车体，对所有关键焊缝作 X 射线或超声波或磁粉探伤检查。在不能采用 X 射线或超声波探伤的关键焊缝须进行渗透探伤或磁粉探伤，具体抽取比例由招标人确定。

3.2.6.4 关键焊缝/关键部位

（1） 车体的关键焊缝和关键结构部位应由车体设计师/制造厂在首辆车生产时确定，并以车体关键焊缝分布图的形式提交招标人。

（2） 根据应力分析、有限元分析和 / 或车体强度试验的结果，确定关键焊缝或局部焊缝；通过计算验证高应力的疲劳区域和焊缝。

（3） 确定的关键焊缝和关键部位考虑的参数应能满足应力的最低限度要求。

3.3 客室内部件技术要求

对车体内装设计时，应考虑以下要点：

（1） 总体布局、装饰应具有现代美学观点；

（2） 适合于乘客群体的人机工程学设计；

（3） 完全协调一致的颜色和质地；

（4） 良好的密封以防水、防尘；

（5） 使用不外露或不显眼的紧固件/装配件；

（6） 在易磨损部位采用较高耐久性的表面喷涂处理；

（7） 材料、安装方法，密封和地板布不受气候条件的影响；

（8） 牢固可靠、易于保养和清洁；

（9） 车内装饰任何部位不得有锐角和锐边，以防止对乘客造成伤害；

（10） 车内内装应装配紧密，原则上不得留有间隙；确因工艺须留有间隙的，则间隙不得超过 1㎜，间隙须均匀且要采取密封措施，确保美观。车门及贯通道处的缝隙或凸台不应对乘客造成伤害。

有关与乘客及司机操作的设备形式和标识在设计联络会中讨论确定。

投标人在设计审查阶段提交所有内装图纸供招标人确认。

3.3.1 内顶板和内墙板

所使用的材料和制品必须符合 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》规定的防火和安全要求。

3.3.1.1 内顶板设计

内顶板由全宽型模块组成。

所采用的材料必须具有较好的性能，应采用复合铝板、铝板或更优质的材料。且须具有美观，易于清洁的特点。

客室中顶板两侧设设有通风出口格栅。通风风道出口设计应便于定期清洁，避免出风直吹乘客头部。

车顶板两边的活动盖板由复合铝板、铝板或更优材料制造，采用铰链连接，以便接触到门操纵机构和电缆槽。所有盖板都由锁闩住。盖板锁应设置一定的弹性元件以保证锁闭机构的接触紧密，在车辆运行过程中盖板不应产生震颤噪音。要求活动盖板的铰接设计坚固、耐用，运用中不得出现正常操作的损坏现象。盖板打开后应有足够的开度，方便检修，且不能与其它设备或内装干涉，盖板必须能方便的拆下和安装。客室内的结构体不允许采用纯粹的胶接工艺进行连接。

照明在客室的整个长度内在沿内顶板两侧分布。应合理布置灯罩使客室照明充分。灯罩应便于拆装，以便清洁和更换灯具，应充分考虑灯罩的整体密封性。

3.3.1.2 内墙板设计

内墙板包括：

（1） 侧墙板；

（2） 端墙板；

（3） 司机室隔墙；

侧墙及端墙板采用复合铝板、铝板或更优材料，投标人应在设计联络中提交侧墙与端墙的喷涂方式，及有关质量要求的资料，并提交型式试验报告（首件检查报告）。

用于固定侧墙板的紧固件藏在可封闭的铰接内顶板后面。侧墙板通过平齐的支承型材来定位，最大限度地减少紧固件的数量。

3.3.2 门槛及门框

（1） 材料为耐磨铝合金或不锈钢；

（2） 门框必须严格控制其尺寸公差及形位公差，确保车门关闭时与车体密贴；

（3） 门槛结构应能防滑、易于排除异物。

3.3.3 通道门

（1） 客室通往司机室设置一个通道门，净开度不小于 700㎜，高度不低于 1860㎜。

（2） 通道门便于拆卸，具体开门方式、锁闭方案设计联络时确定。

（3） 该门应设有紧急开门装置，以便乘客在紧急情况下通过，紧急开门装置应具有自复位功能。司机室通道门被打开需在司机室有明确的提示信息，具体方案在设计阶段确定。

3.3.4 客室座椅

客室内应尽可能多的设置乘客座椅，沿车厢纵向布置。

（1） 座椅外表壳应采用表面防滑设计，其廓形应符合人机工程学要求，座椅设计方案以及座椅固定方案须经招标人审核。

（2） 强度要求：每个座位承受不低于 150 kg 的载荷。

（3） 与车体的连接：要求紧固件有防松处理。

（4） 客室每个 6 人座椅设置 1 个爱心座椅专席（老、幼、病、残、孕专席），并设置相应的标识。

3.3.5 立柱、扶手和吊环

客室内布置足够多且安装牢固的立柱和扶手、吊环。招标人提交布置方案供招标人确认。

下述地方必须设置立柱和扶手：

（1） 客室车门框两侧；

（2） 贯通道区域；

（3） 靠近司机室通道门处；

（4） 列车纵向布置立柱；

（5） 座位间乘客站立区上方设两排纵向水平扶手；

（6） 每列车设置两个残疾人轮椅的区域，并设置相应的扶手、固定扣等安全保护措施。残疾人区域设置方案在设计阶段确定。

立柱和扶手的材料采用不锈钢管。扶手上设置足够数量的吊环，吊环原则上采用不锈钢材质，非金属材料符合 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》要求，

其颜色应与车体内部装饰协调。

立柱下方设置盖板，投标人在设计联络时提供具体方案供招标人确认。

3.3.6　车体字符、车内广告框架

（1）　每辆车的内外要设置相应字符及车辆编号。列车 I 位端、II 位端、奇偶数侧以及车内、外所有的文字标识、编号、符号等由投标人提出方案由招标人确定。

（2）　在每辆车内应设置位置合适的数量足够的广告框架，具体数量在设计联络阶段商定。

（3）　司机室内的文字标识和电气柜内的元器件名称应有中文描述。

（4）　所有与乘客安全有关的文字标志均采用中、英文两种文字，具体印刷方式由投标人于设计联络阶段供招标人确认。

（5）　车下设备箱上的所有标志均采用防腐蚀铭牌，铭牌采用蚀刻并涂色字体，铆接在设备箱外壳上。

3.3.7　车内电气设备柜

运行中需要接近的电气设备将放在客室合适的位置，其余放在车底架上，设备柜设有可锁定的门。门板内表面应贴有柜内元件的位置布置图。设备柜（含座椅下方设备柜）应考虑采用通风散热，防尘措施。设备柜内具备火灾探测报警功能，当任何原因引起火灾时，应能够抵挡一定时间的火焰蔓延至客室。

3.3.8　地板及地板布

（1）　地板结构应起地板隔音层的作用；

（2）　地板布覆盖在地板结构上，并安装平整，易于保养和清洁；

（3）　地板布满足第 16.6.6 要求；

（4）　投标人须提供地板布的铺装工艺、检测方法、试验、验收标准的文件。

3.3.9　车窗

3.3.9.1　总则

窗玻璃采用双层钢化安全玻璃，窗户安全玻璃的合格证需提交招标人。所有安全玻璃上应有安全合格标记，并能从车内看到标记内容。

全部窗户必须完全严密不渗水。

3.3.9.2 客室车窗

每辆车根据座位布置设置一定数量的窗户，全部为整体密封设计或部分采用局部可开启的整体密封型车窗。采用的中空双层的安全玻璃满足 GB 18045《铁道车辆用安全玻璃》要求。

窗户的安装设计能承受所有的内部和外部的压力差，包括会车和通过隧道。

车窗安装的设计要保证玻璃不会被推进客室。

窗户组件应便于从外侧更换，拆卸窗户玻璃不需要取下侧墙板。

在保证车体强度的前提下，客室的车窗应尽量宽大，以使乘客都能很容易地看到车站标志及站台。

性能和具体要求，投标人按国标 GB/T 7928《地铁车辆通用技术条件》中 8.3.3 条款执行。

每个客室内至少将 2 个对角布置的固定式侧窗作为应急通风窗，并在该车窗上方配置专业安全锤，安全锤的相关要求参照《铁路客室及动车组安全锤》TB/T3560，固定应急通风玻璃设锤击点标志（具体按《地铁车辆运营技术规范（试行）》（交办运【2022】84 号附件）执行）。

3.3.10 乘客紧急报警装置

应在车厢内设置乘客紧急报警装置，参见《乘客信息显示系统》章节，以便发生紧急情况时车厢内的乘客向司机报警。

3.4 司机室部件技术要求

司机室布置应符合人机工程学的要求，司机的视野应按 GB/T 5914.1《机车司机室第 1 部分：瞭望条件》的要求考虑。当司机坐在其座椅上时，能方便而清楚地观察到前方信号、停车标、警冲标、架空接触网、轨道设备、车站和前方轨道。驾驶台

上的仪表显示、显示灯、诊断显示和其它装置能被清楚地看到。所有控制装置的位置能使司机很方便地进行操作，而不会产生疲劳感。司机室的设计应符合有关对驾驶人员规定的中国标准。司机室座椅的尺寸按照UIC 651《机车、动车、动车组和驾驶拖车的司机室设计》要求，座椅的测试满足UIC 566《客车车体及其构件的载荷》的相关试验。

3.4.1 司机室座椅

司机座椅为固定到地板上，并能旋转120度，上下、前后方向可调节的固定软椅，背靠斜度可调节。座椅设计符合人机工程学。

座椅垫和面罩满足EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》的防火和安全要求。投标人应提供座椅面罩最大使用寿命。

司机室座椅的布置不能影响司机方便进出。

3.4.2 驾驶台

3.4.2.1 驾驶台采用分体式操纵台，驾驶台包括列车驾驶设备和显示设备等（具体按《地铁车辆运营技术规范（试行）》（交办运【2022】84号附件）执行）。

3.4.2.2 驾驶台组件由耐磨、耐用的材料制成，其表面材料应耐磨耗，并易于清洁。顶部前缘应圆滑。整个组件由一个铝合金构架支承。司机台表面的材料和文字应耐磨、易于擦洗和不会随时间而褪色。

3.4.2.3 司机台仪表板应采用特殊布置，以防止炫目，保证无论列车在隧道内或在地面段，司机坐在座椅上能观察到距离500mm左右的仪表和指示灯的显示值。

3.4.2.4 列车操作设备和显示设备的设置及选型应能避免司机的误操作。司机台下方应有足够的空间。

3.4.2.5 为提高安全性，控制和信号设备应安装于方便的地方，以使频繁使用的设备可被容易地操作和看到。司机室的控制设备采取联锁方式，以便在任何时刻只有一个司机室被启用。

3.4.2.6 司机室的控制设备至少应具有下列功能：

（1） 启动驾驶；

（2） 选择驾驶模式；

（3） 操作受电弓升弓设备；

（4） 选择行车方向；

（5） 操纵主控制手柄，以控制牵引和制动；

（6） 制动和停车；

（7） 紧急制动；

（8） 鸣笛；

（9） 操作挡风车窗刮雨器。

3.4.3 司机室挡风车窗玻璃

司机室挡风车窗玻璃采用层压式高抗冲击型，玻璃厚度不小于 12mm。若采用带有预埋式电阻加热元件加热除霜的透明安全玻璃，则其安全玻璃的设计应符合 TB/T 1451《机车、动车组前窗玻璃》中规定的要求。

司机室挡风车窗应采用夹层防爆玻璃，冲击阻力满足 UIC 651《机车、动车、动车组和驾驶拖车的司机室设计》或其它相当标准的要求，结构设计应能保护司机的安全，玻璃不能被压入司机室内，并符合 UIC 651《机车、动车、动车组和驾驶拖车的司机室设计》中规定的要求。

司机室前窗均应设置带有垂直导轨遮阳帘。司机可根据自身需求将遮阳帘下拉到合适的位置。要求耐用、易于维修。

司机室挡风车窗设有一个电动的刮雨器（雨刮器具备自动防干刮功能），刮雨器的选择应具有相应的应用业绩的产品。投标人应提交相关业绩文件由招标人确定。

投标人应提供挡风车窗的试验通过报告给招标人确认。

3.4.4 扶手和脚蹬

在具有外部解锁功能的客室门应设脚蹬和扶手，扶手应设置防静电功能，客室门处的脚蹬位置不影响镟轮设备的使用。

脚蹬应具有防滑设计并应满足限界的要求。

3.4.5　钥匙系统及司机室门锁

车辆的钥匙系统主要为主控钥匙、方孔钥匙等钥匙。

主控钥匙一般用于列车驾驶、开关司机台盖板。方孔钥匙（7mm）主要用于开关司机室及客室内设备柜、电气柜的门锁、司机室通道门、司机室侧门、车门车外解锁装置及车顶、车底及车内各盖板等。具体的钥匙配置及设计方案，由投标人在设计阶段提供并与招标人讨论确认。

3.4.6　紧急疏散装置

采用一体式紧急疏散装置，投标人在投标阶段提供方案。设置在每一个司机室前端中部，该门可以从内部打开或锁闭。

3.4.6.1　结构

（1）　门板厚度≥40mm；

（2）　门口通过宽（内装间距）≥600mm；坡道通过宽≥500mm；

（3）　门通过高度≥1800mm；

（4）　由玻璃钢和铝合金制成，上部设有玻璃窗，外形、大小与司机室前窗相协调；

（5）　疏散踏板设有防滑型走行表面，并在疏散门处于关闭状态时不影响司机通过散门玻璃窗进行瞭望；

（6）　疏散踏板和门板在结构上合二为一。

疏散装置打开后，端部距柜面高度≤200mm；坡道的坡度≤24°。

具体方案在设计联络会议上确定。

3.4.6.2　性能要求

（1）　满足人员快速疏散的要求，AW_2状态下，人员疏散时间应在 30 分钟内；

（2）　在关闭状态具有良好的密封性；

（3） 疏散踏板的强度应能满足最大乘客疏散的要求而无永久变形；同时疏散踏板的强度应能满足 9 人/平米的要求而无永久变形。

（4） 门窗玻璃应满足 GB 18045《铁道车辆用安全玻璃》或 GB 14681《机车船舶用电加温玻璃》要求；

（5） 疏散门及各部件可重复使用，在车内打开要方便快捷，并设有指导非专业人员运用的标记，其操作步骤不能超过 3 步，必要时可安装专用设备。

3.4.6.3 安全要求

使用此装置必须是安全的。投标人应提交安全评估报告。

3.4.6.4 司机室附属件

要求设有下列司机室附属件（具体设计阶段确定）：

1) 急救箱；

2) 时刻表架；

3) 检查卡架；

4) 小储物柜；

5) 茶杯托；

3.4.7 其他设备

司机室内所有单元都是模块结构，以便于安装、更换和维修保养。

外罩可采用整体玻璃钢组件，强度满足 UIC 651《机车、动车、动车组和驾驶拖车的司机室设计》要求，寿命满足 30 年使用。投标人应提交强度及寿命说明。

司机室结构及外部配件中所用的材料应符合 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》中的防火性能要求。司机室灯光照明，仪表和指示灯照度和显示要求按国标 GB/T 7928《地铁车辆通用技术条件》执行。

3.5 车底设备箱技术要求

3.5.1 材料要求及表面处理

所有设备箱体、金属附件及锁扣件均采用不锈钢或采用防腐处理的材料制作。如有必要设备箱盖亦可采用铝合金材料。车下设备箱可靠接地。设备箱体表面油漆,具体要求见《材料与工艺》章节。

3.5.2 设备外罩箱支承

机械固定在车体侧梁和/或地板上的支架提供设备箱的支承。支承的紧固件使操作人员易于接近和拆装。底架设备不得采用螺栓轴向承力方式连接。

3.5.3 设备箱盖及其接近

正常运行时，所有底架设备、外罩箱及电子设备都满足车辆限界要求。

箱盖装配良好、严密，能防止雨、雪和尘埃的侵入。箱盖的密封符合水密性的要求。设备箱锁扣件坚固耐用。箱盖内表面应贴有箱内元件的位置布置图。

箱盖的开度要足够大，以便拆卸和更换箱内的任何部件，但制动电阻器箱内的制动电阻除外。

3.5.4 设备箱的强度及防护等级要求

应按 EN 12663《铁路应用 铁道车辆车体结构要求》设计。

设备箱需按 GB/T 21414《轨道交通 机车车辆 电气隐患防护的规定》接地。如有必要，在电压等于或超过 380V 的设备箱上作永久性的标记“危险/注意”。

在必要的部位设置灭弧罩，车下牵引箱、高压箱、辅助箱及蓄电池充电机箱（若有）应配置泄压装置，确保箱内电子元器件发生故障时，能避免箱盖飞出，投标人应在设计阶段提交相关计算报告及文件说明，具体在设计联络阶段确认。

按使用要求，尽可能将设备箱支承在车体侧梁（水平法兰）上。支架与车体结构件的连接采取机械紧固。不允许采用焊接。

车底下设备的支承应尽量不采用受拉伸力的螺栓。紧固件必须为操作人员易于接近。

除采用不锈钢外，对需要与分解、拆卸或更换的设备相连接的部位避免采用不同金属。弹性安装的设备和其它选用设备应有防松安全卡带或类似安全保持措施。

设备不得采用在底架上攻螺纹的螺栓连接。

3.6 车载网轨隧综合智能检测系统

详见《车载网轨隧综合智能检测系统》章节，根据智能运维设备的需求，车体或车底预留智能运维设备安装接口。

3.7 车体试验要求

3.7.1 型式试验

车体、车内部件及材料的型式试验

以上部件的生产地点发生变化后，应重新进行型式试验并提交试验报告。

3.7.1.1 车体尺寸检查及轮廓限界检查

（1） 要求对每种型号的首辆生产的车进行车体尺寸检查；

（2） 要求对车体的制造轮廓线进行轮廓限界检验。

3.7.1.2 车体结构试验

对车体结构应进行合格鉴定包括强度分析、强度试验和疲劳计算分析。车体壳体的型式试验需进行以下项目的试验：

- 模拟运行条件试验（垂向加载试验）；
- 静压试验（纵向加载试验）；
- 冲击试验；
- 动态试验及疲劳计算分析；
- 模拟架车试验；
- 挠度测试
- 模态试验

（1） 模拟运用条件试验

应通过液压油缸或其他加载方式对车体施加静载荷。用电阻式应变仪测定应力。测量变形量确定垂向挠度。加载要求应符合 EN 12663《铁路应用 铁道车辆车体结构要

求》。

（2） 静压试验（“挤压试验”）

静压（挤压）试验应在首辆生产的 Tc 车的车体上进行，按照三种型式车辆中的最大重量（AW_3）条件进行。试验作用力约为 1200kN，以水平方向作用在车钩安装座上，该试验作用力数值将在设计联络会议上讨论确定。

（3） 静拉（拉伸）试验

静拉（拉伸）试验应在首辆生产的 Tc 车的车体上进行，按照三种型式车辆中的最大重量（AW_3）条件进行。试验作用力约为 960kN，以水平方向作用在车钩安装座上，该试验作用力数值将在设计联络会议上讨论确定。

（4） 冲击试验

按各车不同的车重，以 25km/h 基准速度产生的力作计算机模拟冲击试验。

（5） 动态试验及疲劳试验

按各型车不同的车重/载荷作计算机模拟动态试验和疲劳试验。此外，按照 3.7.1.2（1）模拟运用条件试验测得的应力幅值应与车体关键部位计算值相对比。

架车/吊车

- 垂向架车试验

在靠近车钩横梁架车点位置，升起空车（车体加载要求按 EN 12663《铁路应用 铁道车辆车体结构要求》执行，不包括转向架引起的荷重），测定底架的应力。

- 对角架车试验

本试验要求载荷按 EN 12663《铁路应用 铁道车辆车体结构要求》执行，不包括转向架的载荷。在靠近车钩横梁架车点位置升起车体后，下降一个支承点直至该点的垂向载荷为零，然后测出应力，支承力和变形量。在这种状态下车体结构的各部位的应力不得超过许用应力，不得产生永久变形。

- 复轨试验

按 EN 12663《铁路应用 铁道车辆车体结构要求》载荷的车体的一端支承在转向

架上（转向架固定在轨道上），车体的另一端在车钩梁中央的架车点位置处提升。在车体的提升端应模拟一台转向架的荷重。这些试验应由计算机模拟来完成。

（6） 挠度测试

车体刚度须满足上挠度要求，在AW0载荷工况时上挠度≤10mm ，AW3载荷时上挠度>0mm，在最大垂直载荷作用下车体静挠度不超过两转向架支撑点之间距离的1‰，并保证在所有载荷下，车门能正常工作。

（7） 模态试验

整备状态下测量车体频率，确定车体固有频率。

3.7.1.3 车体侧墙外表面平面度测定（在涂漆前测定）。

3.7.1.4 车内部件及材料型式试验

（1） 内顶板和内侧墙板、间壁（含通道门）及地板材料应作以下型式试验：

- 按照EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》作防火性能试验；
- 如采用经过地铁运用验证的材料，可不必再作试验。有关长期运用期限、合格鉴定和试验证明及报告，应提交招标人认可。
- 间壁（含通道门）及地板着火屏障试验方法按GB/T 9978（所有部分）《建筑构件耐火试验方法》进行。

（2） 窗户型式试验

- 风档前窗耐冲击试验，其耐冲击强度应符合UIC 651《机车、动车、动车组和驾驶拖车的司机室设计》的试验要求;
- 耐候性能试验（包括水密性试验）。

（3） 隔热隔音材料的型式试验

- 按EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》进行防火性能试验。

（4） 客室座椅型式试验

- 应进行强度试验。合成材料要进行老化试验。

（5） 司机室座椅型式试验

- 按 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》进行防火性能试验；
- 功能试验（前后、上下调整可动性）。

投标人提交相关材料的防火及盐雾试验报告。

3.7.1.5 水密性型式试验

水密性应符合 GB/T 14894《城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则》的规定。

3.7.1.6 司机室司机的瞭望条件型式试验按照 GB/T 5914.1《机车司机室 第 1 部分: 瞭望条件》进行。

3.7.1.7 涂漆型式试验

（1） 结合强度；

（2） 厚度；

（3） 耐候性能。

3.7.1.8 紧急疏散门型式试验

投标人应提交型式试验大纲，于设计联络阶段讨论确定。

3.7.2 例行试验

3.7.2.1 检验主要尺寸，外表面平面度及误差。

3.7.2.2 用专用测量装置检验车辆外形，需符合车辆制造轮廓线的要求。

3.7.2.3 涂漆/涂隔音材料的检验

按照第 3.2.3.2、3.2.4 及其它条文的要求，检验喷漆的质量和喷涂隔音材料。

3.7.2.4 检验焊缝质量：

车体的焊缝质量需符合第 3.2.6 的有关要求。

3.7.2.5 紧急疏散门例行试验

投标人应提交例行试验大纲，于设计联络阶段讨论确定。

附件 3-4 车端联接

4.1 贯通道

4.1.1 总体技术要求

（1）贯通道金属结构件、侧护板、顶板及踏板的使用寿命不低于 30 年，免维修周期不低于 15 年。渡板、折棚（含框架、棚布、缝纫线及粘接剂）使用寿命不低于 15 年。密封橡胶件、磨耗条、活动关节等非金属材料使用寿命不低于 6 年。除常规的部件润滑、检查外，贯通道在一个大修周期内免维护、易于拆装。

（2）踏板支撑渡板部分采用不锈钢材料，踏板伸入客室部分及渡板采用带防滑面的不锈钢或铝合金材料。渡板磨耗条的铆钉采用耐腐蚀铆钉，在车辆运行时，尽量避免沙石等异物嵌入到磨耗条中。

（3）在各种运动条件下，侧护板背面应有可靠的机械机构保持侧墙的垂向刚性，同时保持侧护板在车辆纵向的柔性，以适应任何运动工况，贯通道侧护板锁设置的位置应便于操作.具体方案由投标人提供并由招标人确认。

（4）贯通道内侧的通过宽度≥1500㎜、净高≥1900㎜。

（5）贯通道在两辆车连挂和分解时能快速连挂接合，锁定或解锁、分离，不允许采用螺栓连接，可操作性强。一对贯通道的解锁分离时间不超过 3 分钟（一人操作），连挂接合及锁定时间不超过 5 分钟（两人操作）。

（6）贯通道具有良好的隔热和隔音、防火阻燃、耐磨性，并采用无烟雾、无毒型材料。

（7）贯通道连挂后满足淋雨试验要求，各处不应出现漏雨、渗水现象。

（8）贯通道由车钩支承，能与车钩上的滑动支承匹配。

（9）贯通道侧护板锁设置的位置应便于操作，具体方案由投标人提供并由招标人确认。

（10）贯通道具有良好的防火阻燃性、使用耐磨损抗老化的材料。

（11）贯通道的颜色与客室内装饰协调一致。

4.1.2 质量控制

（1）贯通道按 CJ/T 353《城市轨道交通贯通道技术条件》或其它相当标准进行。

（2）铝铸件的质量控制按 GB/T 9438 《铝合金铸件》或其它相当标准进行。

（3）钢铸件的质量控制按 GB/T 7659 《焊接结构用铸钢件》或其它相当标准进行。

（4）铝合金型材按 GB/T 6892《一般工业用铝及铝合金挤压型材》或其它相当标准进行。

（5）不锈钢按 GB/T 1220《不锈钢棒》或其它相当标准进行。

（6）焊工按照 EN 287《焊工技术评定 熔焊》有关部分要求进行资格认可，并保存文件备查。

4.1.3 总体结构及布置要求

贯通道主要由折棚、踏板、渡板、侧护板及顶板组成。两相邻车辆间应设置贯通道，通过折棚连接框架内的装置实现快速、可靠的连挂与解编。

4.2 性能要求

4.2.1 承载能力

载荷应不低于 6350 N/m²。

4.2.2 运动性能

贯通道能承受车辆在连挂和正常运行时的冲击和振动。贯通道的位移量与车辆在各种运行条件下通过曲线的位移量相适应，贯通道的压缩量与车钩吸能位移量相适应。

贯通道的曲线通过能力能满足 GB 50157《地铁设计规范》所规定的最小平面半径曲线和最小竖半径曲线的要求，能顺利通过最不利条件的组合（竖向曲线、水平曲线及车速）且无异常的摩擦声。发生一侧空气簧故障时，运营结束后贯通道不会损坏。投标人在设计联络会提交曲线通过能力计算报告。

4.2.3 隔热隔音

隔热性能：K≤ 3.5W/m²•k。

隔音性能：隔音性能应能降低 40dB(A)或以上。

4.2.4 防腐性、防火性能

贯通道所选用的材料经防腐和阻燃处理，符合 EN 45545(所有部分)《铁路应用 轨道车辆防火》或等同的欧洲或国际标准要求，并按相应标准规定提交防火报告、盐雾试验等报告。

4.3 部件技术要求

4.3.1 折棚

（1）棚布强度要求：

经向抗拉强度：≥4000 N/50mm;

纬向抗拉强度：≥2300 N/50mm;

经向断裂伸长率：≥15%;

纬向断裂伸长率：≥20%;

（2）折棚外层的底部宜设置排水孔，具体形式在设计联络阶段选定。

（3）折棚连接框架和车体端墙间的安装牢固、可靠。并设置牢固可靠的摘挂固定装置，摘挂后，贯通道可牢固地挂在车体端部。

（4）折棚连接框架内的锁闭机构安全可靠、操作灵活，并能自锁。

（5）连挂后折棚左右两侧的间隙均匀、无倾倒。且折棚与车钩支撑磨耗板间设置有效限位，防止折棚脱离车钩支撑。

（6）折棚能承受车辆清洗时清洗剂的作用。

（7）折棚与车体间的安装尺寸在设计联络中确定，采用螺栓及紧固件可靠连接，且安装孔布置的位置及数量应与既有项目保持一致。

（8）在车体侧与折篷贴合位置的外沿设置雨檐。

4.3.2 踏板

踏板与客室地板高度差不超过 15mm，且平滑过渡无凸台。

4.3.3 渡板

（1）渡板为两半式，分别设置在两侧折棚上，在解编时渡板随折棚同步分离。

（2）渡板与客室地板高度差不超过 20mm。

（3） 渡板及踏板的承载能力不低于 6350 N/m²，列车运行时，渡板和踏板的垂向位移不应大于 10mm。

（4）渡板与踏板之间设置可替换的磨耗材料，在规定载荷及线路条件下不得出现金属材料间的接磨或干涉。

4.3.4 侧护板

（1）侧护板形式采用一片式。

（2）侧护板的强度满足乘客倚靠的要求，且机构运动灵活。

4.3.5 其他结构件

（1）顶板为两半式，分别设置在两侧折棚上，在解编时顶板随折棚同步分离。

（2）贯通道整体通过车体可靠接地。

4.4 试验要求

4.4.1 型式试验

（1）曲线通过能力试验；

贯通道在 S 曲线的通过试验（须考虑 S 形曲线 R150m-5m-R150m）、曲线通过试验、驶入曲线线路、在不同曲线位置，车辆各滚动角、纵向倾斜角相对于 100—140mm 高度不一致情况下的试验，不得有零件损坏或运动受到限制。曲线半径根据实际线路情况确定。

（2）疲劳试验；

在产品首件检验后，投标人应实施疲劳试验并提交试验报告。贯通道的疲劳试验在总成部件上进行。完整的贯通道安装在试验台上模拟运行条件进行试验，试验按最

不利的运用条件，并考虑在正线的侧向位移。贯通道疲劳试验至少 100 万次，试验过程中所有部件不得干涉，试验后无永久变形；折棚组成风挡框无断裂，棚布无脱出及变形；紧固件无破坏及滑丝；试验后应再进行水密性和气密性试验。

贯通道生产地点发生变化后，重新进行该项型式试验并提供试验报告。

（3）连挂和解编试验；

（4）水密性试验；

贯通道进行水密性试验，满足 TB/T 3094《机车车辆风挡》要求，确保无水侵入，淋雨型式试验时间不小于 15 分钟。

（5）隔音试验；

投标人应提交所供贯通道或类似贯通道的隔声试验报告，按 ISO 140（所有部分）《声学 建筑物和建筑构件的隔声测量》和 ISO 717（所有部分）《声学 建筑物内部及建筑构件的隔音评价》测量其隔音性能应能降低 40dB(A)或以上。

（6）隔热试验；

（7）称重试验；

（8）踏板、渡板承载试验；

（9）侧护板承载试验；

（10）防火性能试验；

（11）棚布机械性能试验

棚布冷绕曲性实验（可选项，具体试验标准在设计联络时确定）、摩擦试验。

贯通道生产地点发生变化后，重新进行该项型式试验并提供试验报告。

4.4.2 例行试验

（1）目检；

包括记录制造序号，按照图样检验组成件是否正确和完整。检验各橡胶垫和内外折棚。

（2）尺寸检验；

（3）连接装置的对接接合、分离检验及锁定装置的功能检验。

（4）淋雨试验。

序号	试验项目	型式	例行
1	曲线通过试验	■	-
2	疲劳试验	■	-
3	防火性能试验	■	-
4	隔热性能试验	■	-
5	隔声性能试验	■	-
6	水密性试验	■	-
7	棚布机械性能试验	■	-
8	踏板、渡板承载试验	■	-
9	侧护板承载试验	■	-
10	称重检验	■	-
11	目检、尺寸检验、功能检验	■	■
12	连挂与分解性能检验	■	-
注：标有“■”的为强制性试验。标有“-”的不做要求。			

4.5 车钩

4.5.1 总体技术要求

（1）采用密接式车钩。各种车钩的分布情况如下：

- Tc * Mp * M * M * Mp * Tc–

其中： - 全自动车钩

* 半永久牵引杆

每个全自动车钩、半永久牵引杆配有相同的球形橡胶轴承装置，吸能装置都采用可恢复的气液缓冲器。车钩的机械钩头采用 35 型。

（2）车钩的使用寿命至少为 30 年，接头的使用寿命至少为 30 年，弹性元件及橡胶密封件的使用寿命至少为 10 年。

（3）在规定的线路中能顺利实现各类连挂，包括两列完整列车间的机械连挂、气路连挂、电路连挂，一列完整列车与一个单元车间的机械连挂、气路连挂，以及工程车与地铁车辆之间的连挂。具体在设计联络会中确定。投标人在设计联络会提交联挂分析计算报告。

（4）当列车运行、两车钩间意外解钩时，分离车辆自动紧急制动，并能在司机室 HMI 上进行状态显示与提醒。

列车处于救援模式下，当发生意外脱钩时牵引列车能自动实施紧急制动，被牵引列车自动实施停放制动。投标人在投标文件中提出具体方案。

在车钩监控回路发生故障时具有旁路功能，该功能通过操作设置旁路开关实现。

（5）机械能量吸收要求：

当一列车(AW0)以 15km/h 的速度撞向另一列静止并施加制动的列车(AW0)时，气液缓冲器起作用，冲击能量全部由车钩气液缓冲器吸收，车体和车钩不会产生任何残余变形，并不会损坏车体上的任何设备。

列车两端底架端部设有防爬器，当列车在 AW0 状态下以大于 15 km/h 至 20 km/h 相对速度撞击时，最大的碰撞能量发生在两辆头车之间，车钩在吸收部分能量后发生剪断保护后，司机室前端的防爬器啮合并发生变形，同时司机室结构吸收部分能量。

当一列静止并制动的 AW0 编组的列车承受速度超过 20km/h 而低于 25km/h 的另一列 AW0 负载列车的冲击，车钩剪断后，防爬器参与吸能后，司机室变形区吸收残余的能量。司机室结构由于吸能结构的破坏将导致结构被压坏，客室车厢（包括延伸至司机室的铝地板结构）无影响使用的塑性变形。

在进行救援时，一列空车牵引 35‰坡道上超载故障列车返回车站或者救援平道上超

载故障列车（救援仿真设置参数条件较合同要求的条件恶劣）时，当突然实施紧急制动，救援列车与被救援列车各个断面所产生的纵向作用力小于车钩的屈服强度，不会影响车辆的安全运行。

投标人应在设计联络会提交车钩和缓冲装置吸能特性计算分析报告。

（6）两列车联挂后，必须具备以下功能：

在激活端列车司机室能施加/缓解所有车停放制动；

在任一端司机室能与其它司机室进行对讲；

在激活端司机室能对所有客室进行广播；

在任一端司机室的紧急按钮都能触发两列车的紧急制动；

牵引/制动操作只能在激活端司机室进行，而且仅有一个司机室处于激活控制状态。

4.5.2 质量控制

（1）承受车钩纵向力的铸件的力学性能应符合 TB/T 2942《机车车辆用铸钢件通用技术条件》 的规定，并按相关规定进行磁粉探伤或射线探伤，其中磁粉探伤应符合 GB/T 9444《铸钢件磁粉检测》 的规定，射线探伤应符合 GB/T 5677《铸件射线照相检测》 的规定。

（2）铝铸件的质量控制按 GB/T 9438 《铝合金铸件》或其它相当标准的要求进行。

（3）钢铸件的质量控制按 GB/T 7659 《焊接结构用铸钢件》或其它相当标准进行。

（4）铝合金型材按 GB/T 6892《一般工业用铝及铝合金挤压型材》或其它相当标准进行。

4.5.3 总体结构及布置要求

（1）全自动车钩机械部分主要包括车钩钩头、联轴器、牵引杆、缓冲器、对中装置、钩尾座、过载保护装置及相应的气路连接，电气部分主要包括电气车钩、电气车钩气动操作装置及相应的电路连接；

（2）半永久牵引杆机械部分主要包括联轴器、牵引杆、缓冲器、钩尾座及相应的气路连接，电气部分主要包括跨接电缆及相应的电路连接。

（3）列车两端设置全自动车钩，列车单元内设置半永久牵引杆，列车单元间设置半永久牵引杆；各种车钩的分布情况参见《基本技术条件》章节相关内容。

4.6 性能要求

（1）强度及材料要求

车钩及安装件（含缓冲器和车体连接件）与车体受拉伸、压缩载荷时的设计强度匹配，满足以下强度要求：

抗拉载荷：≥850kN;

抗压载荷：≥1250kN;

产生的应力应小于设计许用应力，计算工况考虑坡道救援与其它恶劣工况，如瞬时叠加紧急制动时，救援列车与被救援列车（被救援列车所有制动缓解）间所产生的作用力。投标人在设计联络会提交紧急救援工况下车钩作用力计算报告；

车钩能承受在直线段及35‰坡道上，一列AW_3列车推送一列AW_3列车的情况下，当被救援车带停放制动或参与制动且救援车满加速时，在瞬时施加紧急制动的最不利作用力下，车钩无损坏。

选用的材料符合机械强度及耐磨、耐腐蚀性能要求。

（2）几何条件要求

车钩、缓冲器、托架、各气路和电气接头，列车气路和列车电路，能在要求的线路及车辆段内的线路最不利条件及公差（水平曲线、竖向曲线和列车速度）与下述附加条件的组合条件下顺利通过：

轨顶高竖向施工允差： 6mm；

钢轨头部竖向磨损： 11mm；

轨距允差: 1435 +8 -4mm；

- 两辆相邻的车辆中的一辆车空气弹簧完全泄气，另一辆车的空气弹簧处于充气至最大限度状态。
- 相邻车辆车轮磨耗处于最不利条件时。

投标人在设计联络会提交车钩曲线通过能力分析计算报告。

车钩在线路最小曲线半径区段上能满足车辆的连挂与解编作业（允许人工干预），且在正线最小半径曲线内列车能自动连挂与解编（不需要人工干预）。

4.6.1　全自动车钩

具有的功能包括：

（1）自动机械连挂和解钩；

（2）自动气路连挂和分离；

（3）自动电路连挂和分离；

（4）可在司机室内操作，实现自动气动解钩；如气动功能故障，可手动解钩；

（5）设有可复原能量吸收功能；

（6）设有过载保护装置；

（7）电气连接采用电气车钩，电气车钩的位置在设计联络会讨论确定；

（8）在车钩机械连接头上设置不锈钢踏板；

（9）自动气路连挂可以对有故障列车进行停车制动的缓解；

（10）自动水平对中；

（11）垂直支撑及机械钩头高度调整；

（12）车钩连挂状态检测及车钩连挂状态机械指示。

4.6.2　半永久牵引杆

具有的功能包括：

（1）手动连挂、解钩操作；

（2）电路连接采用跨接电缆；

（3）设有可恢复的能量吸收功能，采用可恢复的气液缓冲器；

（4）相邻的两侧车钩间设有不可恢复的能量吸收功能（如采用可压溃变形管）；

4.7 部件技术要求

4.7.1 车钩钩头

（1）机械钩头形式为：35 型；

（2）应能在所有运行条件下，保持车钩接触面之间的紧密贴合；

（3）能在连挂接合后自动锁定，运行中，钩头不能解锁、分离；

（4）与已有线路列车车钩匹配，实现机械连挂；

（5）满足以下车钩对接结合范围的要求：

垂直方向：±90㎜

水平方向：±170㎜

4.7.2 缓冲器

（1）缓冲器形式为可恢复的气液缓冲器。

（2）在正常运行条件下，缓冲器免维护。缓冲器中橡胶件或其他缓冲元件的使用寿命不低于 10 年。符合牵引和压缩负荷的要求，在牵引或制动两个方向均应能有效地吸收撞击能量、缓和冲击，不损坏车辆。

（3）该装置能在正常联挂时承受冲击，不产生永久变形。

4.7.3 钩尾座

当车辆通过最小半径的水平和竖向曲线时，不妨碍车钩的摆动。

4.7.4 对中装置

（1）对中装置采用机械对中形式或气动对中；

（2）能保持车钩和车辆中心线一致；

（3）必须能对中到接合范围的 25%以内，水平自动对中角度为±15°，垂直允许摆角不小于 6°；

（4)对中装置的非自对中水平摆角范围为±15°至±20°（司机室端)或±15°至±

30°（非司机室端），在此范围内可手推并维持在任意位置。

4.7.5　　过载保护装置的动作压力与车体受静压载荷时的设计强度匹配。

4.7.6　　车钩对气路要求

（1）在连挂时，应能自动连接列车气路；

（2）在每个自动车钩端应设有截断塞门，使总风缸列车管与车钩及软管隔离，便于更换软管。

4.7.7　　车钩对电气部分要求

4.7.7.1　全自动车钩

（1）形式为电气车钩，应由机械部分支承；

（2）当车辆连挂后，电气列车线可自动及手动接合；

（3）当车辆解钩后，电气列车线可自动及手动分离；

（4）在每个司机室应设有一个 “车钩继电器”，投标人应在设计联络阶段做出详细说明；

（5）电气连接触头的要求如下，投标人应在设计联络阶段做出详细说明：

触头应为“插针插孔”或“弹性触点”型；

触头应按用途有足够的容量，应比额定值降低至少 25%使用；

触头的表面应镀金；

触头应保证运行时电路不断开；

无电检修时，应能在不干扰和不拆开相连的电气控制线电线的条件下更换触头组件或触头；

触头组件必须密封，防止水和湿气的侵入；

触头必须能防止常用化学清洗液渗透的影响；

与触头连接的电气列车线连接电缆，应预留 10%数量的备用电线。

（6）电气部分的保护：

电气车钩的连挂防护等级不低于 IP56，解钩防护等级不低于 IP55。投标人应在设计联络阶段提交证明材料；

电气车钩密封橡胶选用使用氯丁橡胶或更优质材料，必须满足弹性、拉伸强度及耐候性，耐普通清洗剂和耐老化等性能要求。寿命不低于 10 年；

应设置可伸缩滑盖，当进行连挂时能自动滑动开启，解钩后能自动滑动关闭；

为便于查找故障，应设有操控并保持滑盖开启的措施；

可伸缩滑盖应密封可靠，在暴风雨中以最高运行速度运行情况下应有效防潮。

（7） 与车体的电气连接符合接地原则的要求，所有的设备箱壳体均应通过车体或转向架良好接地；

（8）设有安全可靠的连挂解钩检测装置，具体方案在设计联络阶段确定。

4.7.7.2 半永久牵引杆

（1）形式为跨接电缆，应由机械部分或车体支承，采用可靠且方便拆解的连接方式；

（2）与电气连挂触头连接的电气列车线连接电缆，应预留 10%数量的备用电线（适用于 DC 110V 电路）；

（3） 与车体的电气连接符合照接地原则的要求，所有的设备箱壳体均应通过车体或转向架良好接地；

（4）无电检修时，应能在不干扰和不拆开相邻的电气控制线电线的条件下更换触头组件或触头；

（5）防护等级不低于 IP66；

（6）车辆间的电气连接包括：高压母线，接地回流线，连接 AC380V 电源线和接地线。相联挂的两辆车适当位置设置供车辆处于非联挂状态时用的插头收藏座；

4.7.7.3 连挂状态检测装置

（1）全自动电气车钩通过电气车钩触点/插针，跨接电缆通过“插针”型连接器检

测车钩连接的完整性。连接完成后，电气车钩间的密封性能不低于 IP56、跨接电缆间的密封性能不低于 IP66；

（2）连挂/解钩状态通过安装在司机台上的指示灯或显示屏显示，连挂/解钩完成时指示灯亮/灭或通过 HMI 显示屏显示。

4.8 试验要求

4.8.1 型式试验

（1）曲线通过能力试验；

（2）车钩连挂和解钩试验；

（3）寿命周期试验；

（4）水密性及防潮试验；

（5）车钩系统强度及能量吸收试验：检查车钩缓冲装置及其直接传递牵引力的各部件强度及能量吸收部件的能量吸收能力；

（6）电气列车线试验。

4.8.2 例行试验

（1）目检；

（2）尺寸检验；

（3）性能试验：

试验“自动/手动连挂和解钩”各项功能；

检查“对中”和“水平方向偏摆”的功能；

检查自动连挂的对接结合功能。

（4）重量检验。

序号	试验项目	型式	例行
1	外观检查	-	■
2	尺寸检查	-	■

3	重量检验	■	-
4	全自动车钩缓冲装置连挂、解钩功能试验	■	■
5	半永久车钩缓冲装置连挂、解钩性能试验	■	■
6	车钩缓冲装置拉伸强度试验	■	-
7	车钩缓冲装置压缩强度试验	■	-
8	缓冲器性能试验	■	-
9	压溃管性能试验	■	-
10	过载保护装置功能试验	■	-
11	安装吊挂机构功能检查	■	■
12	电气车钩性能试验	■	-
注：标有“■”的为强制性试验。标有“-”的不做要求。			

附件 3-5 车门

5.1 车门

5.1.1 总体技术要求

(1) 每节车厢每侧各有 5 对双开电动电控塞拉门；

(2) 车门系统必须选用已经过长期使用验证的成熟产品，保证系统具有高度可靠性和安全性，其关键部件可靠耐用，有足够的使用寿命；应满足 GB/T 30489《城市轨道车辆客室侧门》要求；

(3) 每节车通过独立的冗余车门子系统网络直接与列车中央控制单元相连。投标人应在首件交付时提供完整的通信协议和功能测试程序；

(4) 车门上方设置一体化驱动机构；

(5) 车门设置有可靠的机械锁机构、故障隔离装置、紧急解锁和重开门等安全设施；

(6) 车门的开闭功能不会因车辆预挠度和乘客载荷的变化而受影响。在静止车辆上，当车内外空气压差不大于 50 Pa 时，门应能正常开关；

(7) 车门具有良好的密封性，车门关闭时能有效地隔热、隔声；

(8) 车门设计具有高度可靠性，门机构能在车内进行维修。所有部件易于接近，便于维护、调整。系统设计寿命为 30 年，并充分考虑招标人的气候条件；

(9) 车门主要技术参数：

净开宽度：≥1400mm；

净开高度：≥1860mm；

供电电压： DC110 V（允差根据 EN 50155《铁路应用 机车车辆 电子设备》标准）；

开门时间：3±0.5 s；

关门时间：3±0.5 s；

开、关门时间调整范围：2.5～4.5 s；

障碍探测最小障碍物：25×60mm（宽×高）（根据相应标准，具体在设计阶段讨论确定）；

第一次车门关紧力：≤150N（有效力）；再次关门平均有效力：≤200N；关门力峰值≤300N，可调整（车门关紧力可由用户自行调整）；

车门隔音量为：塞拉门：Rw≥32dB(A)；

当开度不超过 1400mm，开、关门时间为（3±0.5）s 或门扇平均运动速度不高于 240mm/s 时，在入口宽度中心面上，距车辆地板面 1.2m，车内水平距机构中心 1m 处，门的运动噪声限值不应高于 68 dB(A)，峰值不应高于 75 dB(A)。

隔热性能：K≤4.5 W/（m²•K）

振动与冲击：门系统满足 GB/T 21563《轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验》，电子门控制器满足 GB/T 25119《轨道交通机车车辆电子装置》振动的要求;

车内紧急解锁操作力：≤150N；

车外解锁的操作力矩：≤8N·m；

隔离锁的操作力矩：≤4N·m；

防护等级：车门限位开关防护等级不低于 IP40；隔离开关防护等级不低于 IP65；电机的防护等级不低于 IP44；电子门控制器组成的防护等级不低于 IP32；部分行程开关具备自清洁功能。

防火性能：满足 EN45545-2《铁路应用 轨道车辆防火 第 2 部分：材料和部件的防火性能要求》。

环境温度：-25 ℃ ～ +45 ℃.

5.1.2 质量控制

投标人须提供全面的质量控制手段介绍，尤其是车门生产工艺、试验、验收标准的说明，并附有具体的生产、试验设备清单以及各类质量检查表格、试验文件等。

5.1.3 总体结构及布置要求

每辆车每侧设置 5 套客室侧门，门间距为 4560mm。每辆车每侧车门至少设置 1 个主

电子门控制器，其余车门设置从电子门控制器。

5.1.4 绝缘耐压和接地

车门系统电气电子设备的绝缘耐压应符合 GB/T 21413.1《轨道交通 机车车辆电气设备 第 1 部分：一般使用条件和通用规则》的规定，接地应符合 GB/T 21414《轨道交通 机车车辆 电气隐患防护的规定》的规定。

5.2 性能要求

5.2.1 开关门

对开关门控制，包括车门开、关状态显示；整列车车门开关由司机在操纵端通过按钮控制，在操纵端通过按钮或信号系统控制整列车的车门时，左、右开门按钮分别控制对应一侧的车门；当车门打开和关闭时，列车广播系统或车门蜂鸣器会发出声音提醒，报警声大小应能调整。

5.2.2 障碍物检测功能

(1)如果车门关闭过程中受到障碍物阻挡，电子门控制器应采用预先设定的最大的关门力持续 0.5 秒关门，若车门仍无法关闭，车门重新打开门至障碍物尺寸宽度加 350㎜ 位置,0.3 秒后再重新关门，而其它已关车门不需重开。

(2)如果车门处的障碍物移除，车门将自然关闭并闭锁。如果在三次反复障碍物仍然存在，它将保持打开的状态直至故障解除。重开门动作参数可由招标人进行调整。

(3)当车门由于障碍物而完全打开，清除障碍物后，不需要将整列车的门全部打开，当车门再次收到关门信号时仅对打开的门施加有效的关门信号就可以再次使其关闭。所有车门必须关闭并锁紧以便电气联动装置能够正常工作。

(4)当车门关闭时,若障碍物最大截面尺寸为 10 ㎜×50 ㎜ 时,应能用不大于 150 N 的力抽出。

(5)车门应具备开门障碍检测功能。

5.2.3 隔音隔热性能（参见 5.1.1）

5.2.4 强制开门功能

5.2.5　车门故障隔离功能（车门内部、外部）

5.2.6　车内紧急解锁功能（每套门均设置）和车外紧急解锁功能（每辆车每侧各 1 个）

5.2.7　车门旁路功能（参见 5.3.13）

5.2.8　乘务员钥匙开关功能

5.2.9　故障指示和诊断

5.2.10　零速保护

5.2.11　单门维护调试功能（设置单门试验按钮）

5.2.12　车门关闭并锁闭检测功能

5.2.13　重关门功能（参见 5.3.13）

5.2.14　车门控制

5.2.14.1　总则

(1) 车门只有当列车为零速时才可以打开。

(2) 任何一扇门没有锁闭，则列车不能起动。

(3) 开关门控制电路应采用网络控制优先或硬线优先，具体可在设计联络会中确定，以保证车门控制回路上任一单点故障不会导致全列车一侧门无法打开/关闭、一辆车一侧门无法打开/关闭的情况发生。应增设关键冗余继电器（如控制整列车的继电器等），指令传输方式冗余。投标人应在投标文件中提出设计方案。车门控制系统采用电子门控制器来实现车门的控制程序及说明。投标人在第一次设计联络会上提供相关的车门控制方案。投标人应提供相应的车门逻辑控制图及说明，不加设软/硬件狗，电子门控制器的防护等级不低于 IP32。电子门控制器软件的相关内容必须符合《列车网络及控制系统》章节的要求。

(4) 电子门控制器硬线接口至少包括有：

- 零速列车线（电平方式）
- 门允许列车线（电平方式）

- 开门列车线（脉冲方式）
- 关门列车线（脉冲方式）
- 安全互锁回路

(5) 电子智能门控制器应达到下列功能要求：

- 车门驱动装置的控制，发出开门/关门命令；
- 电机控制、计算电机设定电压、电流；
- 监控车门状态；
- 监测障碍物探测情况并在司机显示器上显示；
- 记录、存储和传递车门的故障信息，容量不小于 2 M；
- 电子门控制器故障信息采用先进先出；
- 当车门安全回路硬线故障时，该故障信息传送给相应车门电子门控制器作存储并在司机显示屏上显示；
- 有一通信接口与列车总线控制系统连接，接收、转输数据，具有网络通信功能；
- 电子门控制器本身有时钟，且与诊断系统同步；
- 设有服务接口，通过 PTU 读取数据进行故障分析及车门运动控制参数设定，用户维护软件对可整列车车门部分参数进行集中调整和设定。同时提供车门故障代码的详细描述；
- 电气控制部分的设计高度可靠，具有一定的冗余结构；
- 涉及安全的车门信息将传输给车辆控制系统供参考。每个门的下列状态信息传输给诊断系统：
  - 车门正常（处于关门状态）；
  - 电子门控制器和/或电机故障；
  - 紧急开门 ；

- 车门正常（处于开门状态）；
- 车门故障隔离；
- 车门安全回路故障；
- 障碍物检测启动，并在司机显示器上显示。

- 以太网接口同样具有维护功能。
- 车门智能运维功能。

5.2.14.2 采用标准

电子门控制器的设计符合下列规范和标准或相当的国际标准：

(1) GB/T 25119《轨道交通 机车车辆电子装置》或 EN 50155《铁路应用 机车车辆 电子设备》类别 S3；

(2) GB/T 24338.4《轨道交通电磁兼容 第 3-2 部分：机车车辆设备》或 EN 50121-3-2《铁路应用 电磁兼容性 第 3-2 部分：机车车辆 设备》。

5.2.14.3 安全要求

下列风险通过硬件来处理：

(1) 在列车非正确侧误开门：由相关安全列车信号来保护；

(2) 在非零速时误开车门：由相关安全列车线信号或列车总线控制系统来保护。

5.2.14.4 主要供电特性

(1) 满足供电范围要求；

(2) 过电压保护；

(3) 蓄电池上的能耗：待机状态≤15W（紧急解锁无电磁铁），待机状态≤30W（紧急解锁带电磁铁）；正常工作≤160w、峰值≤500w（500ms）；

(4) 当电子门控制器接通时限制过电流；

(5) 极性反接保护。

5.2.14.5 电机控制

电子门控制器控制电机的转矩和转速。电机输出具有过流保护，并能自动恢复。电子门控制器是基于微处理器的单元。微处理器的动作受一个单独的看门狗电路监控，当出现故障时，该电路可中断继电器输出。

5.2.14.6 与站台屏蔽门的接口

(1) 列车车门数与屏蔽门数相同，列车正常停车后，列车客室门和司机室门与站台屏蔽门相对应。站台屏蔽门和列车客室门均由信号系统控制，保证开门之前列车已停位准确，列车起动之前车门和屏蔽门已关闭。

(2) 如果列车有门出现故障，此门的位置可通过 ATC 转送给站台屏蔽电子门控制器，因此，相匹配的车站屏蔽门保持关闭状态。

(3) 在列车车门外解锁位置所对应的屏蔽门应设置可手动开启的门，以便在站台侧可进行车门外解锁操作。

5.3 部件技术要求

5.3.1 车门操纵系统

5.3.1.1 车门操纵系统由门上部导轨及门上部驱动机构组成。顶部门机构的驱动装置采用模块式组件，整个驱动装置完全预装并已预调好，可直接安装在车体上，其模块式组件能在车厢内部装卸。设置一个预配线盒式端子板，实现电子门控制器和车控电路的电气连接。电子门控制器和电机应能够很容易的被拆开。端子板和插入端子板的接线应设有编号，能方便快捷的连接和故障检修。

5.3.1.2 投标人在第一次设计审查会上提出车门调整专用工具清单，在首列车交付时提供。

5.3.2 车门吊挂装置

5.3.2.1 车门的吊挂装置要求运动平稳，不允许卡滞、跳动，噪音小，且在环境湿度 100%时能正常操作。吊挂装置用螺钉安装在车体上，当被安装车体上时，需采用防腐夹片来保证吊挂装置的水平。

5.3.2.2 要求设有门扇的高度及平行度调整功能，能保证每一门扇、相关门扇之间以及门与车体之间的正确位置及间隙。车门与车体间的间隙应避免列车运行时产生啸叫。

5.3.3 驱动装置

5.3.3.1 已预先布线的模块式组件可直接安装在车体上。

5.3.3.2 驱动机构包括：

(1) 1 个直流电机组件；

(2) 1 个传动组件；

(3) 1 个锁闭机构；

(4) 设 “锁闭”位检测装置及关门到位检测行程开关；

(5) 1 个紧急解锁装置。

5.3.4 传动组件

由直流电机驱动传动机构，采用直接驱动传动机构，具体可在设计联络会时确定。

传动机构采用封闭结构，能防止灰尘的侵入。其封闭机构能方便的打开、关闭，以便维修与保养。

在开门及关门的终端具有缓冲功能。

5.3.5 锁闭机构

锁闭机构设在门上方的驱动装置上，设有传感装置，能检测其锁闭状态。锁闭装置将实现下述功能：

(1) 关门时自动锁定；

(2) 开门时自动解锁；

(3) 紧急情况手动解锁。

锁闭机构直接采用机械方法，如果供电故障，车门也维持锁闭位置。如采用无源自锁丝杆，需考虑丝杆强度满足使用要求。

5.3.6 门扇

5.3.6.1 门扇结构

(1) 门扇的框架采用铝型材，门扇内部采用铝蜂窝材料。门扇具有高刚度和良好的隔音性能；

(2) 在门扇上设固定式双层安全中空玻璃。其承受的压力应满足车辆在隧道中以设计的最高速度运行的要求；

(3) 玻璃符合 GB/T 11944《中空玻璃》及 GB 18045《铁道车辆用安全玻璃》。车内外侧玻璃均应与门扇面平齐；

(4) 门扇防挤压密封橡胶条采用优质橡胶，满足弹性、拉伸强度、耐候性；耐普通清洗剂和耐老化等性能要求及障碍检测功能要求，适应车辆运营地区气候条件的要求。符合 GB/T 27568《轨道交通车辆门窗橡胶密封条》；

(5) 门扇的内、外装饰与车体内、外墙装饰应和谐，具体可在设计联络会中确定；

(6) 在关闭状态下，应有相应的防护装置确保门扇下部受力后不能外摆；

(7) 每扇门页内侧中部合适高度设置凹形抠手，方便手动开关门。内藏门抠手的位置应考虑车门在完全打开时也能方便操作；

(8) 每扇门页底部应设有排水孔，用于避免门页内部积水而导致门页异常。

5.3.6.2 门扇强度要求

车门系统能承受的载荷及加载方式按 GB/T 30489《城市轨道车辆客室侧门》执行,具体要求如下：

(1) 在距门槛 1300mm 高度处，沿门扇宽度方向高 200mm 范围内，均匀分布 1200N/m 载荷（F），作用在门扇内侧表面，铝蜂窝结构的门扇的最大弹性变形量不应大于 8.0 mm，全玻璃门扇的最大弹性变形量不应大于 15mm。

(2) 以 2500N/m 的力垂直作用于门扇宽度范围内 5min，卸载后门窗完好，无永久变形，门的密封不受影响；

(3) 门的锁闭装置能承受在开门方向上施加 1200N 的力，其功能保持正常。加载过程中锁到位开关状态保持不变。

5.3.6.3 门边结构

每扇门扇的周边采用成型橡胶条密封，密封条具有良好的弹性、拉伸强度、能耐普通清洗剂和耐老化。两扇门扇前端接触处采用重叠、凹凸密封条，密闭车内空间并且防止在关门时挤伤乘客。这些门边条允许微小的物体或衣服通过门缝。

5.3.6.4 车门密封

(1) 所选用车门的密封必须保证在列车最高速度下，在隧道中具有良好的密封性能，保证高速时不窜风。车体与门页之间采用多重密封。

(2) 优化设计，确保车门在关闭时与车体具有良好的隔热、隔音、防水、防尘性能。

(3) 密封胶条采用优质橡胶，满足弹性、拉伸强度、耐候性；耐普通清洗剂和耐老化等性能要求及障碍检测功能要求，适应车辆运营地区气候条件的要求。符合 GB/T 27568《轨道交通车辆门窗橡胶密封条》。寿命应在一个大修周期以上。

5.3.7 故障隔离装置

每个车门都配有一个手动操作的切除装置。切除装置为机械式，切除开关位置隐蔽，避免乘客误碰，可在车内外操作。车门关闭后，切除装置才能动作。当车门不能关闭并进入锁闭状态或者发生故障时，乘务员可用钥匙操纵切除装置。切除装置触发后，车门处于持久关闭的状态，紧急解锁装置功能失效，关闭车门的所有控制功能，脱离控制系统。退出服务指示灯则持续明亮，并在司机室的司机显示器上显示车门处于切除状态的图标和文字信息并储存。处在切除状态的车门在未进行切除装置复位操作以前是不能自动或手动打开车门的，即使操作紧急解锁装置也不能将该门打开。门切除并锁闭后可以通过钥匙恢复该车门。

为便于维修工作，还可通过关闭位于顶部机构的电源隔离开关来切断相应门系统的电源，将该门系统电隔离。该门系统被电隔离后，电子门控制器不得电，其所有门控制功能均关闭。

车门操作的故障分类状况由司机室显示器显示。

5.3.8 车内紧急解锁装置

(1) 每套车门都配有一个手动操作的车内紧急解锁装置，可将已锁闭的门系统打开（不包括已隔离的门），但必须在车辆有零速信号时，解锁的车门才可以打开，被解

锁车门会在司机室显示屏显示“车门已解锁”状态。

(2) 车门紧急解锁装置安装在客室侧门右侧立罩，中心高度距离地板面1600㎜；样式在设计联络中明确。

(3) 车内紧急解锁装置的解锁操作力不应大于150 N；当车内紧急解锁装置直接使用钥匙操作时，解锁操作力矩不应大于6 N• m。

(4) 紧急解锁装置设有适当的措施和警示信息，以防止乘客随意打开车门。若要恢复该车门，不需要专门的钥匙即可恢复。车内紧急解锁装置应有操作指示标识。

(5) 车内紧急解锁装置功能应满足下述要求（具体实施方案设计联络会讨论确定）：

- 列车运行中（从站台启动后运行距离已超过半列车长度）解锁车门，列车不产生紧急制动，且不允许车门打开；
- 列车运行中（从站台启动后运行距离未超过半列车长度）解锁车门，列车将触发列车紧急制动，停车前不允许车门打开；
- 区间停车后解锁车门，由司机在一个延时时间内决定是否允许手动打开车门，如果司机在延时时间内没有进行操作，可手动打开车门；若司机在延时时间内进行操作，车门不可以手动打开；
- 列车的控制电路失效，导致紧急照明、紧急通风、广播功能失去时，可以紧急解锁车门并将其打开。

5.3.9 车外紧急解锁装置

(1) 每辆车的每侧至少有一套门专设有一个供乘务员和维修人员使用的车外紧急解锁装置，对角布置，使车门具有在车辆外侧解锁功能，并可在断电情况下操作。车外解锁装置宜位于靠近被解锁门的位置，高度适宜，并应与站台其它设备相匹配，方便从轨道以及所有相关站台进行操作。

(2) 操作车外解锁装置后：

- 当门在隔离状态时，门不应被打开；
- 当门没有被隔离并允许操作时，或门控制电源发生故障失电时，门应能被打开。

(3) 车外解锁装置的安装应能避免意外操作的发生，并应避免与其它操作装置相干扰。

(4) 车外解锁装置的操作力不应大于 200N；当车外解锁装置直接使用钥匙操作时，操作力矩不应大于 8N•m。

(5) 车外解锁装置应有操作指示标识。

(6) 当操作车外解锁装置解锁车门时，该事件应通过列车网络或列车硬连线通知列车控制系统。

5.3.10 电子门控制器

每套客室侧门均由一个独立的智能电子门控制器控制。电子门控制器包括主电子门控制器（MDCU）和从电子门控制器（LDCU）两种，其中一对客室侧门的电子门控制器为主电子门控制器。其余侧门的电子门控制器为从电子门控制器。每个电子门控制器上设置 USB 维护接口。电子门控制器便于拆卸及更换。

主电子门控制器采用以太网接口与列车相连接，可选择采用 MVB 网接口与列车相连接，并配置有以太接网口与整车维护网相连接。

5.3.11 车门电机

电机及联轴节在寿命周期内免维护(除清洁外)，使用寿命不低于 15 年。投标人应在选定车门供应厂商后提供清洁周期。应尽可能采用寿命长，性能可靠的直流电机，电机电源线绑扎位置应增加防护措施。根据招标人的气候条件对电机组件做散热处理。

5.3.12 车门状态限位开关

(1) 应按每个车门设置关到位、锁到位、隔离、解锁限位开关；

(2) 设列车线显示；

(3) 所有限位开关安全可靠，并适用于轨道车辆；

(4) 采用“单元更换”型组件，在开关更换后不需要再做调整；

(5) 驱动机构及各限位开关便于接近，以利于维修及调整；

(6) 限位开关的触点动作保证同步，当任一车门门锁好或门关好限位开关发生故障（如安全回路触点和 EDCU 回路触点不同步时），须在司机室显示器显示出该车门的具体位置。

5.3.13 车门控制部件

(1) 在司机室的左右两侧各设一个车门控制板，每个控制板上设 “开门、关门、重关门（待定）”按钮，每个按钮内均自带发光元件，用不同颜色以区别；

(2) 每侧的控制屏仅能控制列车该侧的车门；

(3) 车门仅能在启动端的司机室内进行控制。其控制逻辑如下：

- 当用主钥匙打开司机台后，通过灯测试按钮可以测试车门按钮灯的状态；
- 可选择一侧的车门控制按钮，使相应侧的车门动作；而另一侧的车门保持不动。

(4) 车门关闭指示灯：车门关闭设有三种指示灯，左侧车门全关闭指示灯、右侧门全关闭指示灯，并在司机台上设有所有车门全关闭指示灯；

(5) 车门旁路开关

设置一个车门旁路开关，当车门故障使列车无法牵引时，旁路开关起作用。在 ATP 保护的情况下，车门旁路功能不会切除 ATP。

(6) 门模式选择开关

设置一个门模式选择开关，分为自动、半自动和手动三个档位，具体方案设计联络确定。

(7) 重关门功能

可通过设置重关门按钮来实现当单个或多个车门未关闭时，操作此按钮未关闭的车门再关闭，已关好的车门不再打开，也可用关门按钮实现此功能。具体实施方案设计联络会讨论确定。

5.3.14 信号及车门指示灯

5.3.14.1 列车信号线

司机驾驶台上设有“车门全关闭”指示灯：

(1) 当所有的车门关闭并锁闭的信号给出时，硬连线传输，“车门全关闭”指示灯亮;

(2) 所有的车门关闭并锁闭的信号传给电子门控制器，通过司机显示器显示；

(3) 如“车门全关闭”指示灯未亮，列车线将使列车不能启动；

(4) 车门的开关采用网络控制优先或硬线优先，具体可在设计联络会中确定。司机通过司机室的开/关门按钮经过网络或硬线向所有的电子门控制器发出开/关门指令。如网络或硬线控制失效，通过冗余列车线（硬连线）或网络可进行开/关门。电子门控制器通过车门子系统冗余网络直接将单个车门状态信息传送至诊断系统，诊断系统监控开/关门/重开门指令以及各个车门的各种状态信息。“车门全关闭”环线采用硬连线。

5.3.14.2 牵引的逻辑要求是：当车门正在关闭中，在司机驾驶台的 “车门全关闭”指示灯没有亮之前（指示灯本身故障除外），即使控制器发出运行指令，列车也不会受电牵引。

5.3.14.3 灯光信号

每个车门内侧顶板、车外侧墙各设置一个红色指示灯。

5.3.14.4 声音信号

当车门打开和关闭时，列车广播系统或车门蜂鸣器都会发出声音提醒，报警声大小应能调整。

5.3.15 系统关键零部件寿命管理

车门系统主要结构部件的使用寿命不低于 30 年，不同门系统供货商所包含主要设备不同，因此，寿命根据门系统结构从下表中选择执行。

主要零部件	使用寿命	免维修周期
门扇	30 年	大修时进行重新喷漆
门玻璃	30 年	大修时密封胶重新打胶
机构	30 年	每年需润滑
电子门控制器	20 年	10 年大修需返厂检修

电机及减速器	15 年	10 年大修需检修
限位开关	12 年	寿命周期内无需维修
胶条	10 年	每年需润滑
丝杆/螺母副	30 年/12 年	每年需润滑
注：维护周期和使用寿命 5 年及以上的，可根据实际使用情况适当延长，延长周期不超过规定时间的 10%（不足一年的以一年计）。		

5.4 车门智能诊断系统

- 对车门尺寸异常情况进行监测与预警
- 结合所采集车门数据，对车门机械动作机构的干涉或阻力异常进行预警。
- 记录车门开关次数和工作时长，完成设备故障率统计，综合进行寿命评估。
- 系统可根据所采集数据进行特征提取，并采用智能算法建立亚健康诊断模型，实现所监测部件的寿命预测。
- 系统应当具备良好的拓展性，预留后期新增功能。

5.5 试验要求

车门系统应通过合格的鉴定试验。投标人在设计审查时需提供试验大纲，经招标人确认。

5.5.1 型式试验

5.5.1.1 车门强度试验

5.5.1.2 车门开闭操作循环试验

车门开闭操作循环试验在下列每个载荷条件下,分别连续进行 1000 次无故障的操作。

（1）AW0；

（2）AW3；

（3）AW0(由 AW3 回到 AW0)。

5.5.1.3 车门操作性能试验

（1）测定车门关紧力；

（2）鉴定障碍探测功能；

（3）车门开闭动作时间鉴定；

（4）紧急解锁功能试验；

（5）重开门试验；

（6）切除功能试验；

（7）手动开关门力；

（8）安全联锁试验。

5.5.1.4 车门开关的噪音试验

车门在运转（打开或关闭）过程中，在距车辆地板面高 1.2m、距机构中心 1m 处，所测得的 LpAeq,T（T 为开关门时间）应不超过 68dB（A），LpAFmax 应不超过 75dB(A)。

5.5.1.5 车门智能诊断系统亚健康状态标定试验

通过模拟部件故障，使智能诊断系统获取车门相关部件的亚健康状态特征参数，作为车门亚健康工作状态的判断依据。

5.5.1.6 车门寿命周期试验

在试验台上进行耐久性试验，用车门系统原形尺寸试验 150 万次，无任何损坏。

5.5.1.7 零速保护功能试验

5.5.1.8 供电电源最大与最小值时动作试验

5.5.1.9 紧急电源供电开/关门试验

5.5.1.10 电子门控制器试验

(1) 电子门控制器的相关性能测定；

(2) 电子门控制器安全性能试验；

(3) 电子门控制器的寿命试验；

(4) 电子门控制器高低温、湿度、振动及元器件的老化试验。

5.5.1.11 部件级型式试验执行 GB/T 30489《城市轨道车辆客室侧门》

5.5.1.12 重量检验

5.5.2 例行试验

每个客室车门按下列各项进行例行试验：

(1) 目检：包括记载出厂编号，按照图样检验组件的正确性和完整性；

(2) 尺寸检验：包括检验涂层总厚度，外形尺寸等；

(3) 性能试验：包括检验“开门时间/关门时间/重开门/最小障碍物检测/手动解锁与复位/零速信号保护/门状态显示”功能。该试验在组成的车辆连挂成列车后进行；

(4) 重量检验（车门装车前，在车门制造厂检验）；

(5) 提交出厂检验报告，性能试验报告；

(6) 在 AW0 载荷状态连续进行 1000 次车门开闭操作循环试验，要求无故障；

(7) 部件级例行试验执行 GB/T 30489《城市轨道车辆客室侧门》。

5.6 司机室侧门

5.6.1 总体技术要求

5.6.1.1 司机室侧门的净开度为宽大于等于 560mm，高大于等于 1800mm。

5.6.1.2 系统关键零部件寿命管理要求同 5.3.15。

5.6.2 质量控制

投标人须提供全面的质量控制手段介绍，尤其是司机室侧门生产工艺、试验、验收标准的说明，并附有具体的生产、试验设备清单以及各类质量检查表格、试验文件等。

5.6.3 总体结构及布置要求

采用单扇手动塞拉门，在司机室的每侧各设置一个司机室侧门，司机室侧门应内外都能锁定和打开（外侧只能用钥匙锁定）。应设置两道锁，一道锁是用来起到司机室侧门密封和锁闭功能，另外一道锁用来起到保险作用（防止司机室侧门意外打开），两道锁可在外侧用钥匙同时打开。司机室侧门设置限位开关，用于车门状态显示，

车辆控制系统应监视门状态，并根据运营管理要求控制列车牵引功能。

每个侧门的上部设一滑动窗或固定窗（具体可在设计联络会上讨论确定）。其承受的压力应满足车辆在隧道中以设计的最高速度运行的要求，投标人应在设计联络时提交对列车司机室侧门玻璃形式及对列车降噪效果的影响的说明；玻璃符合中空玻璃标准 GB 11944《中空玻璃》或钢化玻璃标准 GB 18045《铁道车辆用安全玻璃》；车外侧玻璃与门扇面平齐。

司机室侧门锁在内、外均能方便的锁闭及打开。司机室侧门内外设有门扣手，方便车门打开。具体方案可在设计联络确定。门锁具有足够的强度，并能承受一定的冲击力。门锁的强度试验应在设计阶段提供给招标人确认。

司机室侧门设置开门定位止挡。

整个侧门应结构简单、可靠性高、耐磨性好。

司机室侧门的两侧应设置相应的扶手和防滑脚蹬，以便司机从轨道旁直接进入司机室。扶手和脚蹬不能侵入限界。

5.7 司机室侧门性能要求

基本要求

(1) 净开宽度：≥560 mm

(2) 净开高度：≥1800mm（距离地板布上表面）；

(3) 司机室侧门窗的玻璃为安全玻璃，与客室侧门窗结构、颜色均相同；

(4) 司机室侧门开、闭灵活，关闭后密封性能良好；

(5) 车辆控制系统应监视司机室侧门状态；

(6) 司机室侧门不设置蜂鸣器和指示灯；

(7) 门系统隔音性能：计权隔声量 Rw≥32dB(A)；

(8) 隔热性能：K≤4.5 W/(m^2 •K)；

(9) 振动与冲击：门系统满足 GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备冲击和振动试

验》，电子门控制器满足 GB/T 25119《轨道交通 机车车辆电子装置》的振动要求；

(10) 车内紧急解锁装置操作力：≤150N；

车外解锁的操作力矩：≤8N•m；

隔离锁的操作力矩：≤4N•m；

(11) 防护等级：车门限位开关防护等级不低于 IP40；隔离开关防护等级不低于 IP65；部分行程开关具备自清洁功能。

(12) 防火性能：满足 EN 45545-2《铁路应用 轨道车辆防火 第 2 部分：材料和部件的防火性能要求》。

5.8 司机室侧门试验要求

5.8.1 型式试验

5.8.1.1 车辆级型式试验（包括但不限于）

(1) 车门挤压力；

(2) 手动开关门力；

(3) 解锁功能试验；

(4) 隔离试验；

(5) 寿命周期试验：在试验台上进行耐久性试验，用车门系统原形尺寸试验 150 万次，无任何损坏。

5.8.1.2 部件级型式试验（包括但不限于）

试验项点执行 GB/T 30489《城市轨道车辆客室侧门》；

重量检验。

5.8.2 例行试验

5.8.2.1 车辆级例行试验（包括但不限于）

车门开闭操作循环试验：在 AW0 载荷状态进行。

5.8.2.2 部件级例行试验（包括但不限于）

试验项点执行 GB/T 30489《城市轨道车辆客室侧门》。

附件 3-6 转向架

6.1 总体要求

6.1.1 总体技术要求

转向架系统涉及到车辆的运行品质和乘客运输安全，是列车牵引动力、车辆载荷和轨道外力的直接承受者，投标人应特别关注转向架的如下品质特性：

（1） 转向架关键零部件的强度，尤其是疲劳强度；

（2） 轮对的机械特性及平衡；

（3） 悬挂系统对运行品质的影响；

（4） 转向架蛇行运动的稳定性；

（5） 传动机构在直线和曲线上引起的噪音、制动噪音及渗油现象；

（6） 在限界范围内通过抬高车体使转向架能够复轨，并满足在隧道最小空间内作业的要求。

同时转向架各部件的寿命和互换性需满足以下要求：

6.1.1.1 部件寿命要求

（1） 转向架构架、轴箱体、车轴、齿轮箱箱体、抗侧滚扭杆、牵引杆、齿轮箱吊杆、牵引装置等主要结构件（不含橡胶关节部件）的使用寿命应不低于 30 年/480 万公里。转向架结构件能在符合中国铁路维修标准的线路上正常运行 30 年，且按照投标人维护手册规定的要求，在正常的使用和维护的情况下，无需结构性维修。

（2） 转向架上的一系钢簧使用寿命应不低于 15 年；齿轮箱橡胶密封件的使用寿命应不低于 12 年/160 万公里，空气弹簧、一二系止挡、牵引拉杆橡胶关节、抗侧滚扭力杆橡胶关节、齿轮箱吊杆橡胶关节等的使用寿命应不低于 10 年，其它橡胶密封件的使用寿命应不低于 6 年。

6.1.1.2 互换性要求

转向架及其部件在相同功能的情况下应具有互换性。禁止采用通过加工、焊接等手段来满足互换性的要求。必须满足以下互换性要求：

（1） 具有相同功能的转向架；

（2） 具有相同功能的转向架的构架；

（3） 具有相同功能的轮对；

（4） 所有动力转向架中的牵引电机和齿轮箱组件；

（5） 其他具有相同功能的部件。

6.1.2 质量控制

（1） 所有焊工按照 ISO 9606《焊工资质考试》的有关部分要求进行资格认可，并保存文件备查。

（2） 钢铸件的质量控制按 GB/T 7659《焊接结构用铸钢件》或 TB/T 1464《铁道机车车辆用碳钢铸件 通用技术条件》或其它相当标准进行。

（3） 转向架焊接需按照 EN15085（所有部分）《铁路应用 铁路车辆和部件的焊接》执行。

6.1.3 总体结构及布置要求

6.1.3.1 基本要求

转向架为无摇枕结构，包括动车转向架和拖车转向架，由构架、轮对、轴箱、驱动装置、基础制动装置、一系悬挂、二系悬挂、牵引装置、转向架空气管路、转向架电气线路、高度调节杆、高度阀、差压阀等辅助零部件组成。牵引电动机、齿轮传动装置、联轴节等安装在动车转向架上。转向架还设置有走行部监测系统、轮缘润滑装置、脱轨检测装置、被动式障碍物探测装置等辅助设备接口。

6.1.3.2 结构

（1） 每辆车有两台转向架，每台转向架有两根轴；

（2） 转向架型式采用轴箱外置式；

（3） 转向架应具有不少于 50 万公里的运用考核验证。

6.1.3.3 重量

应尽量减小转向架重量，尤其是簧下重量，重量的不均衡性应满足车辆的基本要求,完整的动车转向架的最大质量应不超过 7.8t，完整的拖车转向架的最大质量应不超过 5.8t。（不含 ATC 设备）

6.1.3.4 主要尺寸

（1） 固定轴距：2500mm；

（2） 车轮滚动圆直径：新轮为 840mm，磨耗到限时为 770mm；

（3） 轮对内侧距:1353_{0}^{+2} mm。

6.1.3.5 可维修性

应具有良好的可维护性和高可靠性。在摩擦接触面上，应少用金属对金属的动接触点，且磨耗件可更换、操作方便，不需要润滑。

6.1.4 安全性要求

6.1.4.1 转向架的设计应力应按最大载荷、最高速度、最恶劣的轨道条件及所有其它最恶劣条件的组合工况进行分析和确定。

6.1.4.2 在正常运行情况下，转向架及其悬挂系统不得使车辆超过给定的车辆限界。

6.1.4.3 在最恶劣条件下（包括运动时），除轮对外，所有转向架的零件和装在转向架上的部件与轨面之间的最小距离不得小于 60mm（不包括轨道公差）。

6.1.4.4 转向架的设计，应充分考虑影响车辆安全运行的各种不利因素，及线路最恶劣的轨道条件，确保列车的运行安全和稳定性，不得出现脱轨和由于转向架设计问题而引起的其它事故。在万一脱轨的情况下，对乘客有最大的安全保护。

6.1.4.5 转向架固有频率，包括悬挂件的固有频率，应与安装在其上的设备的固有频率以及车体固有频率分散，使转向架各部件在允许磨损范围内，在各种运营条件下，避免发生共振现象。投标人应在设计联络阶段提交相关模态计算报告。

6.2 性能要求

6.2.1　运行平稳性

6.2.1.1　转向架的设计应充分考虑一、二系弹簧的刚度和柔度系数，以保证在维护合格的轨道上(参照国铁企业标准 TG/GW102-2021《中国铁路总公司普速铁路线路修理规则》)，按照 GB/T 5599《机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范》规定的测试方法，列车在任何载荷和速度的工况下，其垂向及横向运行平稳性指标均<2.5；经过约 15 万公里运行后，在上述条件下，其垂向和横向平稳性指标<2.75。

6.2.1.2　根据车辆技术参数和运行条件，采用动力学分析软件，按照 GB/T5599《机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范》对车辆的动力学性能进行分析。

6.2.1.3　每台转向架应有足够的抗侧滚刚度，以保证车辆在曲线运行时具有良好的抗侧滚振动性能。

6.2.2　轮轨作用力

转向架的设计，应充分考虑轮轨之间的动态作用，尽量降低轮轨间横向作用力，使车轮和钢轨的磨耗最小。

6.2.3　车辆防脱轨要求

投标人应提供脱轨系数和轮重减载率的详细计算报告。蛇行运动具有收敛性。

6.2.4　转动阻力

车体与转向架连接部件的设计，应充分考虑车辆在通过水平曲线时，车体相对于转向架的旋转所产生的阻力影响，同时避免过大摆动。

6.2.5　对转向架尺寸公差要求

6.2.5.1　投标人应对运用过程中允许的构架主要尺寸公差、车轮直径差值（同轴、同转向架、同车）、同转向架左右两侧车轮中心距差、轮缘极限值（同时提交轮缘极限值的计算说明）、车轮各种损伤允许的标准、车轮允许的径向圆跳动度和端面圆跳动度、车轮轮缘综合值（Qr 值）、转向架构架的两对角线长度差的允许范围、构架总体及各部件安装座的尺寸等数值做出详细的说明。

6.2.5.2　对于新车，同一轴的两轮（新轮）直径之差不得大于 0.5mm，同一转向架的任意

两轮直径之差不得大于 1mm。转向架对角线之差≤2mm；转向架两侧固定轴距偏差≤1mm（AWO 载荷）。

6.2.5.3 在每个转向架上应有所有尺寸的测量点，应保证测量点的高精度，测量点应易于接近。

6.2.6 强度要求

6.2.6.1 转向架关键部件应力分析以及疲劳强度

（1） 采用有限元分析法，详细计算转向架关键零部件的强度，按 TB/T 3548《机车车辆强度设计及试验鉴定规范总则》和 TB/T3549.1《机车车辆强 度设计及试验鉴定规范转向架第 1 部分：转向架构架》或 EN 13749《铁路设施.轮辐和行走机构.转向架结构要求的规定方法》等相关标准考虑安全系数，其应力均不得超过静强度和疲劳强度要求。

（2） 转向架附属部件应力分析以及疲劳强度

对 ATC 天线支架、轮缘润滑装置安装支架、齿轮箱吊杆以及牵引拉杆、抗侧滚扭杆、线管夹支架等部件进行强度计算，验证其可靠性。

6.2.7 调整要求

新车不允许采用加垫方式进行调整。当车轮因磨损而镟轮到需要调整车体地板面高度时，两个人借助架车机等用简易的方法加垫片进行调整。加垫时转向架与车体的大部分连接均不用分离或调整，用于补偿转向架结构限度要求的垫片，应在二系弹簧装置的支撑处标记说明。用于补偿车体结构偏差要求（如翘角）的垫片应固接在车体上。

6.2.8 焊接要求

6.2.8.1 转向架的焊接

（1） 转向架焊接应按照 EN 15085（所有部分）《铁路应用 铁路车辆和部件的焊接》或其它相当标准的执行。

（2） 投标人应采用先进、合理的焊接工艺对转向架关键零部件进行焊接，并消除焊接应力。投标人在设计联络会议上提供转向架焊接质量控制所采用标准的

详细内容及应力消除措施。

（3） 焊缝性能等级由设计师根据静强度计算结果确定，所有焊缝由工艺师依据制造厂焊接工艺设施及关键焊缝特点，制定施焊工艺规程。并在转向架焊接图纸中标明焊缝性能等级、质量等级等。

（4） 通过对首件转向架关键件的焊接、验证并最终确定高应力区域、低疲劳强度区域和关键焊缝。根据转向架关键件静强度及疲劳强度试验结果，由设计师和工艺师对设计结构和工艺规程予以完善并确定。同时须将转向架高应力区域、低疲劳强度区域、焊缝性能等级、质量等级以应力分布图的形式提交招标人。

6.2.8.2 首件产品

转向架的所有焊缝原则上需要用“x”射线透视或超声波探伤检查，对于技术上无法实现的位置，采用磁粉探伤、着色探伤辅助。

6.2.8.3 批量生产的产品

（1） 可任意选取 10%的转向架，原则上对所有焊缝，进行“x”射线透视或超声波探伤检查，对于技术上无法实现的位置，采用磁粉探伤、着色探伤辅助。

（2） 对其余 90%的转向架关键焊缝（焊缝性能等级 A、B 级）原则上进行“x”射线透视或超声波探伤检查，对于技术上无法实现的位置，采用磁粉探伤、着色探伤辅助，其他位置按 EN 15085（所有部分）《铁路应用 铁路车辆和部件的焊接》相关要求进行检查。

（3） 招标人可对任意选取的转向架的关键焊缝进行检验，若发现缺陷，则投标人应对所有转向架的关键焊缝进行 100%的探伤检查。

6.2.8.4 焊缝检测

（1）“x”射线透视检查符合 GB/T 3323.1《焊缝无损检测 射线检测 第 1 部分：X 和伽玛射线的胶片技术》、ISO 17636-1《焊缝的无损检测 射线检测 第 1 部分：带胶片的 X 射线和γ射线技术》、ISO 10675-1《焊缝的无损检测 射线检测验收等级 第 1 部分:钢、镍、钛及其合金》或其它相当的标准；

（2）超声波检查应符合 GB/T 11345《焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和

评定》、ISO 17640《焊缝的无损伤测试 超声波检测 技术、检测等级及评定》、ISO 11666《焊缝的无损检测 超声波检测 验收等级》或其它相当的标准；

（3）磁粉探伤检查应符合 GB/T 26951《焊缝无损检测 磁粉检测》、ISO 17638《焊缝的无损检测 磁粉检测》、ISO 23278《焊缝无损检测 焊缝磁粉检测 验收标准》或其它相当的标准；

（4）着色探伤应符合 GB/T 26953《焊缝无损检测 焊缝渗透检测 验收等级》、ISO 3452-1《无损检测 渗透检验 第 1 部分：总则》、ISO 23277《焊缝无损检测 渗透探伤 验收标准》或其它相当的标准。

6.2.8.5 焊缝质量应达到 GB/T 25343（所有部分）《铁路应用 轨道车辆及其零部件的焊接》、EN 15085（所有部分）《铁路应用 铁路车辆和部件的焊接》、ISO 6520（所有部分）《金属焊接缺陷的分类和说明》、ISO 5817《焊接 钢、镍、钛及其合金的熔化焊接头（束焊除外） 缺陷质量等级》或其它相当标准的要求。

6.2.8.6 铸造件关键区域需 100% “X”射线或超声波无损检测。

6.2.9 转向架和车体的连接

6.2.9.1 应能做到在起吊车体时能吊起转向架。

6.2.9.2 转向架的吊座或其它用来连接车体的构件，其设计安全系数不小于 2，基本强度应符合 UIC 515《客车 走行装置》标准要求。

6.2.9.3 转向架的吊座或其它用来连接车体的构件，其设计和所处的位置，应考虑转向架万一在低速脱轨时，损坏的可能性最小。

6.2.9.4 车体和转向架间的回转刚度主要是由空气弹簧和中央牵引装置提供，在空气弹簧和中央牵引装置的参数选取上，充分考虑车辆的运行舒适度和良好的曲线通过性能，在利于车辆通过水平曲线的同时，又不使车辆产生过大的摆动。投标人在投标文件中提交转向架的曲线通过能力计算报告（包括转向架的相对转角，校核一系、二系位移，校核与车体的安全距离等）。

6.3 部件技术要求

6.3.1 构架

6.3.1.1 构架应采用全钢焊接结构，由不低于 GB 3531《低温压力容器用低合金钢钢板》、GB／T 1591《低合金高强度结构钢》、EN 10155《改进的耐候结构钢交货技术条件》、EN 10025《热轧非合金结构钢交货技术条件》或其它相当标准的钢板制成。

6.3.1.2 构架涂漆前须按照 GB/T 8923.1《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》喷砂或打磨进行预处理，其表面洁净度不低于 Sa2 1/2 级，以提高油漆的附着力和耐腐蚀性能。

6.3.1.3 构架的静强度试验和疲劳试验

（1） 构架按有关标准进行各项静强度试验和疲劳强度试验，并提供计算书、试验报告；

（2） 构架的疲劳强度试验次数为 10,000,000 次；

（3） 在疲劳强度试验中，按照 TB/T 3548《机车车辆强度设计及试验鉴定规范 总则》和 TB/T 3549.1《机车车辆强度设计及试验鉴定规范 转向架 第 1 部分：转向架构架》或 EN 13749《铁路设施.轮辐和行走机构.转向架结构要求的规定方法》等标准，对构架施加阶段载荷，并进行无损探伤检查，构架强度必须符合标准要求；

（4） 计算和试验时的载荷形式和大小的确定，尽量与实际运用工况相一致，并充分考虑最恶劣的工况；

（5） 试验结束后的一个月内，提供完整试验报告，报告内容包括：采用的标准及计算结果书、试验过程及试验结果。

6.3.2 悬挂系统

悬挂系统的设计充分考虑减小振动和冲击的传递，保证在使用线路最恶劣的轨道条件下及其它最恶劣条件的组合工况下，转向架和车体的振动加速度在设计限度以内；对车辆运行平稳性、避免共振、振动衰减效果以及确保车辆运行在确定的动态包络线内等进行详细的说明。悬挂系统适应长时间运行而不会产生不均衡的沉降和刚度变化，确保车辆轮重测量和调整周期达到 6 年以上，且在轮重测量时，容易将轮重偏差调整在要求范围内。

6.3.2.1　　一系悬挂

（1） 在轴箱与转向架构架之间采用一系悬挂。一系悬挂装置的选择使车轮和轨道的磨损、转向架的摆动、侧滚角、运行噪音达到最小。投标人提供下列计算报告：

- 弹簧刚度和减振器（若有）的选择；
- 弹簧和减振器（若有）的可靠性；
- 弹簧和减振器（若有）的使用寿命；
- 转向架的侧滚角计算；
- 转臂（若有）定位刚度；

（2） 一系悬挂的设计：

- 具有良好的吸收高频振动的能力，以缓冲来自轨道的高频振动对转向架构架和车辆冲击；
- 保证车辆通过特殊地段时不脱轨；
- 具有良好的曲线通过能力，并保证转向架在其设计速度范围内的动态稳定性；
- 保证在线路最恶劣的轨道条件下，使一系簧上电机及附属装置的振动和冲击在设计允许的范围内；
- 保证轮对安装到转向架上时，一系簧与构架、轮对均能迅速准确对位。
- 一系悬挂的设计需要考虑悬挂刚度、可靠性、使用寿命等，至少包括弹簧刚度的选择、弹簧的可靠性、弹簧的使用寿命。一系悬挂中设置有垂向止挡，能限制紧急状态下构架的垂向过量位移。一系弹簧严格控制 AWO 工况下的高度及寿命期内的蠕变量。

6.3.2.2　　二系悬挂

（1） 空气弹簧

在转向架与车体之间采用二系悬挂。二系悬挂装置为空气弹簧型。

- 当任一空气弹簧失去压力时，则该转向架的另一空气弹簧也要立即放气。
- 应急弹簧寿命周期内的蠕变量不大于 8mm。空气弹簧失效时，设置应急弹簧使车辆地板面高度的下降量满足：AW0 工况下的下降量小于 25mm；AW3 工况下的下降量小于 50mm，具体数值由投标人在投标书中明确。

（2） 当空气弹簧失效时，空簧内紧急橡胶弹簧可作为保护装置防止车体地板过度倾斜。投标人在设计联络阶段提供空气弹簧失效情况下的列车限速运行计算报告，并进行试验验证。

（3） 二系悬挂保证不同负载下车辆具备良好的运行性能。二系悬挂装置能防止垂向偏移，且有利于车辆横向位移。

（4） 空气弹簧的安装位置易于接近，并设有能方便检查空气弹簧充气高度的标志。

6.3.2.3 高度阀和差压阀

（1） 每台转向架设有高度阀，高度阀的具体数量以及调整精度在设计联络会上确定。高度阀用来调节两个空气弹簧的充放气，以此补偿乘客重量变化产生的高度差。并使车辆地板高度差控制在±10mm 范围内（不包括一系悬挂高度差）。

（2） 高度阀的功能不受车辆振动和轨道冲击的影响。高度阀的安装位置应便于检修人员进行操作。

（3） 车辆载荷以任何方式改变时，高度阀可将车体调至规定高度。每节车的高度阀作用相互独立。空气弹簧的充、放气高度方便调整；

（4） 高度阀杆安装座上设置调节孔，车轮磨耗后车辆高度调整时，实现高度同步调节。

（5） 差压阀的设置以及控制精度在设计联络会阶段确定。

6.3.2.4 减振器

采用液压减振器来减少车辆的横向振动、垂向振动和提高抗蛇行运动的性能。减振器使用寿命不少于 12 年/240 万公里（以先到为准），6 年/80 万公里以内免维护（以先到为准）。

6.3.2.5 横向限位要求

设有横向弹性止挡，横向位移超出弹性间隙时，一个固定的（刚性）止挡限制整个横向弹性位移。止挡的设计保证其弹性特性，满足最恶劣运营状况下横向位移最大限度地减少，改善运行平稳性。

6.3.3 抗侧滚装置

6.3.3.1 车体底架与转向架之间安装抗侧滚装置，以严格限制车体由于通过曲线时离心力和侧向风产生的倾斜运动。

6.3.3.2 抗侧滚装置金属结构件是免维护的，且不影响二系悬挂的性能，同时保证乘坐舒适度。

6.3.3.3 抗侧滚扭杆刚度的选择需满足列车动力学性能及限界的要求。

6.3.4 牵引装置

6.3.4.1 车体和转向架之间的纵向作用力的传递通过牵引装置来实现。

6.3.4.2 牵引装置设有橡胶关节或橡胶堆，在加速和减速时不会造成冲击，牵引杆无磨耗件，结构件免维护。

6.3.5 牵引电机悬挂

6.3.5.1 牵引电机采用刚性架悬挂方式，在动力转向架各轮轴之间可完全互换。

6.3.5.2 牵引电机悬挂方式的设计及安装由车辆供货商负责。

6.3.6 基础制动单元

基础制动单元可靠地悬挂在转向架构架上，整体的免维护周期不低于 6 年/80 万公里，安装在构架上的空气管路便于检查维护。

6.3.7 齿轮传动装置

6.3.7.1 一般要求

齿轮传动装置安装在车轴上，并支承在转向架的构架上。在正常运转中，齿轮啮合良好。齿轮传动装置的使用寿命不低于 30 年。齿轮按疲劳强度要求计算，无需维修。

（1）齿轮箱具有较高的扭转刚度和良好的抗振动性能，并保证齿轮的平稳工作。箱体内的油槽可向轴承提供最佳的供油。可方便、可靠检查齿轮箱中的油量。齿轮箱的放油孔和进油孔选用带磁性螺堵，且注油螺堵和排油螺堵设有防脱落措施。密封件使用寿命不少于 12 年/160 万公里。齿轮箱与转向架构架的连接采用整体式吊杆，设有防脱落装置，并提供防脱落装置的方案及强度计算报告供招标人确认。

（2） 传动齿轮通过联轴节与牵引电动机转轴连接。

（3） 采用螺旋渐开线齿形的传动齿轮，齿轮和齿轮轴由高等级、表面硬化的钢材制成，大小齿轮的齿形设计能承受载荷的变化，齿轮的生产质量保证齿轮工作的低噪音。

（4） 齿轮箱设有安全保护支承，防止齿轮箱正、反转时的脱落。

（5） 齿轮箱有高可维护性，日常维护仅限于观察检查和更换润滑油。

（6） 所有与轴承轴衬相关的旋转部件的密封都采用非接触、耐磨的迷宫式密封件，以防止漏油及灰尘和水的进入。

（7） 齿轮箱能满足整车淋雨试验、洗车、涉水、暴风雨天气运行及库外存放等恶劣运用工况使用要求。

6.3.7.2 轴承

（1） 选择轴承类型时考虑载荷特性和要求。轴承在设计上侧重于获得最大的可靠性以及与车辆的运用寿命相匹配的最大轴承寿命。投标人在设计联络阶段提供电机轴承及齿轮箱轴承的计算寿命报告和应用业绩说明文件。

（2） 轴承检查周期不少于 12 年/160 万公里（先到为准）。

（3） 轴承使用寿命大于 160 万公里。

6.3.7.3 润滑

（1） 齿轮装置采用润滑油，但亦可使用其它具有同等或更好性能和寿命的合成润滑剂，投标人应至少推荐两款合格润滑产品。。

（2） 齿轮箱的型式为水平分箱型。齿轮箱内有合适的隔板、油槽和通道，以保证在各种速度、负荷、温度和气候条件下，齿轮有足够的润滑。

（3） 齿轮箱设计成能防止潮气渗入到齿轮箱内的润滑油。

（4） 每运行 15 万公里齿轮箱内润滑油的漏泄量不得超过 0.5 升。

（5） 传动机构保证有效的润滑，即使延长了停用阶段，齿轮装置也能立即投入使用。润滑油的更换间隔不少于 30 万公里/2 年（先到为准），具体的更换周期由供货商对第 1 列车的齿轮箱润滑油使用情况进行定期检测确定。

（6） 齿轮箱设置检查窗，以便观察检查润滑油的液面高度。

6.3.8 联轴节

6.3.8.1 牵引电机的转轴与齿轮传动装置通过联轴节传递转矩，采用齿式或柔性联轴节。联轴节应为国际知名品牌，且具有国内城轨项目使用业绩、同时经过不小于 60 万公里的运营验证。

6.3.8.2 联轴节能满足电机轴与齿轮轴的不同心度公差要求，安全平稳地运行。

6.3.8.3 联轴节在性能上能充分满足运行时牵引电机的最大转速、最大转矩要求，能承受列车启动、制动以及由于轨道条件产生的振动和冲击。

6.3.8.4 联轴节内部采用合适的润滑结构。其密封保证联轴节在南京的环境气候条件下能长期正常工作。

6.3.8.5 联轴节具有复位对中功能。

6.3.8.6 联轴节可吸收偏差、角位移及转向架上牵引电机和车轴上齿轮箱之间的相对运动。

6.3.8.7 毂和衬套之间的密封采用非接触、非磨耗的密封件。

6.3.8.8 联轴节的日常维护仅限于目测检查，拆检检查以及更换润滑油脂周期不小于 6

年/80 万公里。

6.3.8.9　联轴节的使用寿命不低于 30 年。

6.3.9　车轮、车轴和轴箱轴承

6.3.9.1　车轮

（1） 车轮的选择使车轮、钢轨寿命周期内的费用最低。车轮的磨耗到限更换周期需尽量与齿轮箱轴承检查周期或者轴箱轴承检查周期匹配。

（2） 采用辗钢整体直辐板车轮，车轮材质采用 ER9/CL60,外形尺寸在设计联络时按招标人要求确定。

（3） 车轮采用 TB/T 449-2016《机车车辆车轮轮缘踏面外形》规定的 LM 型磨耗型踏面，其踏面形状和硬度须与线路轨道匹配，车轮应采取降噪措施（如使用降噪环或消音阻尼装置）。投标人在设计时考虑轮轨之间最佳匹配。

6.3.9.2　车轴

（1） 车轴加工后，用电磁和超声波探伤进行检查。作为车辆履历本的一部分内容向招标人提交各车轴的探伤报告；投标人向招标人提供的合格车轴探伤报告中，包括探伤过程中发纹、裂纹等缺陷的形式、所在位置等描述。车轴设计时考虑轴颈、轮座部位的降等级要求，并向招标人提供上述部位可降等级量的说明。同时投标人向招标人提供一条探伤用的样轴。

（2） 投标人提供车轴的强度计算报告，车轴满足 2 次以上等级修（轮座直径最大减小量为 5mm）的要求。

（3） 车轮与车轴的组装采用冷压工艺，投标人提供轮轴压装曲线的规定及相关标准。向招标人提供所有车轮和车轴组装时，有关轮对装配的压力曲线和检查卡片，轮轴、轮毂尺寸记录在检查卡片上。所有轮轴组装的压装曲线和检验卡片，均放入车辆履历簿。

6.3.9.3　轴承

（1） 轴箱轴承采用在城市轨道交通行业中经过运用验证的整体式密封滚动轴承，轴承的检查周期≥80 万公里/7 年（先到为准），使用寿命≥200 万公里，

在设计联络阶段提供轴承的计算寿命报告以及轴承业绩说明。轴箱轴承设计保证良好的密封性，避免碳粉、杂质等进入轴承内部。

（2） 轴承总装过程中（包括装配）进行 100%的监控。向招标人提供轴承总装过程中，轴颈、轴承内径尺寸及其配合过盈量的记录卡片。

（3） 投标人提供用于安装、拆卸轴箱轴承的全套专用工具、工装及与车轴的配合公差。

6.3.9.4 轴箱上设有车轮镟修定位工装的接口。

6.3.10 接地装置

6.3.10.1 接地装置安装在轴箱内，应采用在城市轨道交通系统中经过运用验证的成熟产品。

6.3.10.2 接地装置保证良好的外部密封性，防护等级不低于 IP67。避免灰尘和水汽进入轴箱内。接地装置保证良好的接地可靠性，避免造成轴承电腐蚀；碳刷采用品字型均匀分布。

6.3.10.3 接地装置的日常维护仅限于目测检查，碳刷每 10 万公里磨耗量不超过 2mm。

6.3.11 传感器和天线

速度传感器安装在轴箱内；车载信号设备的天线等有关设备在车辆上的安装，应与信号供应商协调决定。

6.3.12 排障器

Tc 车装有排障器，强度满足要求。

6.3.13 防腐及油漆

所有结构件（接触面除外）都要进行防腐处理（钝化、镀层、防锈油或漆等），构架、车轴、车轮、轴箱、齿轮箱等结构件均进行油漆，油漆使用寿命不低于 12 年。

6.3.14 走行部监测系统

详见《车辆智能运维（车载部分）》章节 21.3.2 列车走行部监测系统。

6.3.15 障碍物探测装置

详见《全自动驾驶》章节 22.3.7.1 障碍物探测系统。

6.3.16 脱轨检测装置

详见《全自动驾驶》章节 22.3.7.2 脱轨检测系统。

6.3.17 轮缘润滑装置

6.3.17.1 轮缘润滑系统采用液体润滑装置，投标人根据选用的润滑装置合理安排装车位置及数量，确保**所有列车**安装液体轮缘润滑装置，能经济、有效地减小轮轨之间的磨损。

6.3.17.2 轮缘润滑装置结构简单，并保证在车辆过曲线等不同的运行条件下，轮缘润滑装置能够正常、稳定的工作，轮缘润滑装置可考虑采用时间和弯道控制喷油方式，并能够记录喷油时间和喷油次数，可进行存储和导出，能够计算喷油量的大小。

6.3.17.3 采用的润滑材料具有良好润滑减磨特性、环保特性、粘附力强、负荷承载能力高等特点，并采用在轨道交通行业使用成熟的产品。

6.3.17.4 轮缘润滑装置除更换润滑材料外，无更多的维修要求。

6.3.17.5 未装配轮缘润滑装置的所有转向架必须预留安装位置。

6.4 试验要求

对转向架的各项试验提供报告或记录，若试验有相关标准参照，提供参照标准。

6.4.1 型式试验

转向架部件的生产地点发生变化后，重新进行型式试验并提交试验报告。

转向架系统的型式试验包括动力学性能型式试验（含蛇形运动试验）、构架强度型式试验、轮重减载型式试验、一系簧型式试验、二系簧型式试验、减振器型式试验、齿轮箱型式试验、联轴节型式试验、轴箱轴承的台架和密封试验。

6.4.2 例行试验

转向架系统的例行试验包括构架尺寸测量（含包括机加工前尺寸和机加工后尺

寸）、焊缝探伤（焊缝磁粉探伤、射线或超声波探伤）、转向架管路气密性试验、齿轮箱跑合试验、转向架 AW0 和 AW3 加载试验（含转向架的高度检查和调整、载荷分配调整、轮轴平行度调整检查等）、转向架各紧固件安装力矩的检查、转向架油漆质量检查。

序号	试验项目	型式试验	例行试验	备注
1	动力学性能试验	■	-	
2	构架强度试验（包括静强度试验和疲劳强度试验）	■	-	
3	轮重减载试验	■	-	
4	一系弹簧试验	■	-	
5	二系弹簧试验	■	-	
6	减振器试验	■	-	
7	齿轮箱型式试验	■	-	
8	联轴节型式试验	■	-	
9	轴箱轴承的台架和密封试验	■	-	
10	构架尺寸检查	■	■	
11	焊缝探伤（磁粉、射线或超声波检查）	■	■	
12	转向架管路密封试验	■	■	
13	齿轮箱跑合试验	■	■	
14	转向架 AW0 和 AW3 加载试验（包括转向架高度检查和调整、载荷分配调整、轮轴平行度测量）	■	■	
15	转向架各紧固件安装力矩的检查	■	■	
16	转向架油漆质量检查	■	■	
注 1：标有“■”的为强制性试验。标有“-”的不做要求。				

附件 3-7 供风及制动

7.1 总体要求

7.1.1 总体技术要求

供风及制动系统主要由制动控制系统、基础制动装置、主供风单元等组成，符合 T/CAMET 04004.1《城市轨道交通车辆制动系统 第 1 部分：电空制动系统通用技术规范》要求。制动控制系统采用架控控制方式，制动力控制按照整列进行分配；基础制动采用踏面制动，部分带有停放制动功能；主供风单元采用螺杆式或活塞式空气压缩机，也可选择配置无油式空气压缩机。

系统须满足以下关键技术要求：

（1）最大常用制动平均减速度（平直干燥轨道，最高运行速度至停车，AW_0至AW_3载荷）≥1.0m/s²；常用制动应满足冲击极限 0.75m/s³的限制；

（2）紧急制动平均减速度（平直干燥轨道，最高运行速度至停车，AW_0至AW_3载荷）≥1.3m/s²；紧急制动作用时不受冲击极限的限制；

（3）快速制动在电空混合模式下平均减速度（平直干燥轨道，最高运行速度至停车，AW_0至AW_3载荷）≥1.3m/s²；纯空气模式下等效减速度≥1.3m/s²；快速制动时应满足冲击极限 0.75m/s³的限制；

（4）系统采用微处理器控制的电控制动技术，实现无级制动，并具有防滑功能；

（5）系统应根据编组及动力配置要求选择架控的控制方式。整个系统设计应是高度完整的和安全导向的；

（6）系统应按整列车设计，车与车之间的接口、功能应相匹配；

（7） 电制动与空气制动应能协调配合，常用制动应充分利用电制动功能并具有冲击限制。电制动时优先采用再生制动，电制动与空气制动应能实现平滑转换，在电制动力不足时空气制动按总制动力的要求补充不足的制动力；

（8）空气系统的气密性应符合 GB/T 14894《城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则》的要求，系统（主风缸、制动管路、空气悬挂、电空装置等）的压

力值在关闭气路后 5min 内下降不应超过 20kPa；制动缸及其相关的辅助风缸达到最大工作压力，然后切断供风，制动缸压力经过 3 min 后，降低值不得超过 10kPa；

（9）在 AW_3 载荷条件下，整列车的电制动均失效，允许列车宜不低于 50km/h 运行一个往返，保持所设计的常用制动减速度及紧急制动减速度。在 AW_3 载荷条件下，基础制动热容量应满足列车在平直线路上达到最高运行速度的情况下可连续施加不少于两次紧急制动的要求；

（10）基础制动单元采用踏面制动。

7.1.2 质量控制

系统设计、零部件及检测和试验设备是经过轨道系统运行考核且成熟可靠的。应提供充分的文件资料说明所提供的系统与运行考核过的系统相类似。投标人在投标时应提供各级别（直到最小可维修单元）的零部件清单。

制动系统采用冗余设计，实现列车级网络接口冗余，网络、硬线指令冗余，单元内网冗余，主控制动控制冗余。制动系统通过第三方独立安全认证，满足紧急制动（列车级）SIL4，紧急制动（单转向架）SIL3，常用制动 SIL2，防滑保护 SIL2 安全等级。

7.1.3 总体结构及布置要求

系统包括但不限于：

（1）供风系统（包括空气压缩机和空气干燥等）；

（2）制动控制系统；

（3）基础制动单元；

（4）车钩操作装置；

（5）空气悬挂供风装置；

（6）风笛；

（7）轮缘润滑系统供风装置；

（8）车间气源接头；

（9）其它用风部件，如风缸、测试接头、滤清器、减压阀、止回阀等；

（10）车轮防滑保护装置（WSP）。

7.2 供风系统性能要求

7.2.1 容量要求

列车应有两套完整的供风系统，空气压缩机的容量应满足制动系统和所有辅助系统最恶劣情况下的用风量的要求。不装设空压机的车辆应从最邻近的安装了空气压缩机的车辆上得到充气并能正常工作。当一套供风系统失效时，另一套供风系统的性能、排气量应能满足整列车的供气要求。空气消耗量（包括一台空压机停机）的计算报告，投标人应提供交给招标人确认。

投标人应保证 2 台空气压缩机工作提供的压缩空气量足够在 15 分钟内使 6 节车压缩空气的压力从 0 升至 950kPa。

在不影响整车制动供风的情况下，空簧风缸储风量应满足大客流车站上下车快速充气要求。

7.2.2 气密性要求

空气系统的气密性符合下列要求：列车各风缸、气路和塞门处于正常工作状态，将总风充至最高正常工作压力，停止所有供风装置工作，各用风设备处于正常压力下但不工作，列车施加紧急制动，5 分钟总风压力下降不大于 20kPa。切除总风缸，3 分钟制动风缸压力下降不大于 10kPa。

7.2.3 噪音要求

当空气压缩机工作时，距其 1m 处的噪音应小于 78dB，距其 4.6m 处最大噪音为 65dB。

7.2.4 供风质量要求

空气压缩机应可靠地向空气制动系统和辅助系统提供清洁干燥的压缩空气。压缩空气在送入主风缸前应将其中的水汽、油/水雾微粒去除，输出空气质量不低

于 ISO 8573-1《压缩空气 第 1 部分：杂质和质量等级》中 3-2-3 等级要求，空压机组应设置相关测试口，可通过仪器设备对压缩空气的洁净度进行检测。在空气压缩机和主风缸之间应提供容量合适的干燥器，假定常年工作，应与空气压缩机的供给量相配合，保证压缩空气的相对湿度≤35%。

7.2.5 安装及维护要求

空气压缩机组应弹性安装在车辆底架上，以防噪声及振动传递到车体上。为防止空气压缩机组脱落，应提供安全保障措施。

空气压缩机组的部件应尽量集中，部件间应有足够的空间以便于部件的拆装；经常需要维护保养的部件应靠近车侧，与气、电相关的试验接口应方便使用。

空气压缩机主供风单元主体使用寿命 30 年，按维修规程检查、清洁、注油以及更换相关过滤器滤芯和润滑油外，6 年内免维护。电机轴承和压缩机轴承的使用寿命为 10 年，在此期间无需再加润滑油。空气压缩机弹性元件的使用寿命不低于 10 年，应满足一个大修期的最低要求。管道的连接和布置不影响过滤器或滤芯等的保养清洗。

7.3 供风系统部件技术要求

7.3.1 空气压缩机

活塞式或螺杆式空气压缩机符合 TB/T 2710.1《机车、动车组用空气压缩机组技术条件 第 1 部分：活塞空气压缩机组》或 TB/T 2710.2《机车、动车组用空气压缩机组技术条件 第 2 部分：螺杆空气压缩机组》标准。采用 AC380V/50Hz 三相交流电动机驱动，按连续工作制设计。驱动电机与空压机之间采用弹性联轴节联接。空气压缩机设置吸入式空气过滤器，真空指示器，以显示滤芯的工作状态。

空压机单元重量轻、体积小、安装空间紧凑，并且可靠性高、噪声低、易维修和产品生命周期成本低。 在空压机和车体/转向架之间提供减振连接。

空气压缩机采用 380V/50Hz 三相交流电动机驱动，应按连续运转进行设计。列车正常运营时，空气压缩机的平均工作周期应大于 30%。空气压缩机的运转根据单双日采用主辅管理，使得两台空气压缩机运行时间均衡。当总风压力低于

840kPa 时主空气压缩机启动，压力达到 950kPa 时切断；当总风压力低于 750kPa 时，两台空气压缩机同时工作，压力达到 950kPa 时停止，保证压缩空气供给系统不过压。当网络故障时，采用压力开关进行控制，压力开关设定值为 700~950kPa。空压机设置强迫启动功能。

中间冷却器、二次冷却器以及空气干燥器的设计使排出的空气温度不超过 T/CAMET 04004.5《城市轨道交通车辆制动系统 第 5 部分：风源装置技术规范》或 TB/T 2710.1《机车、动车组用空气压缩机组技术条件 第 1 部分：活塞空气压缩机组》或 TB/T2710.2《机车、动车组用空气压缩机组技术条件 第 2 部分：螺杆空气压缩机组》的要求，干燥器的再生耗气率与空压机组出气量匹配。

当空气压力超过范围达一定数值时，在司机显示屏上显示报警。空压机、干燥器具备工作状态检测功能，在司机显示器显示故障。

若运营初期工作率不足，应采取有效措施防止空压机油乳化。

投标方应提交空压机平均工作周期的计算报告。

7.3.2 安全阀

配备安全阀，确保系统空气压力不超过设定值。

7.3.3 风缸

每车应配备主风缸、制动风缸和辅助风缸，储存能力应满足车辆用风要求，使用寿命大于 30 年。主风缸、辅助风缸配备排水阀，排水阀应有相应的防护措施，防止正线异物撞击导致风缸漏风。制动风缸配备螺堵,主风缸与制动风缸之间应配备单向阀。上述风缸的材质为铝合金，风缸需满足 TB/T 1900《铁道车辆储风缸》或相应标准。。

主风缸容量

主风缸的容量必须在下列条件下，使空气制动系统至少 5 次紧急制动-缓解循环：

（1）风压处于压缩机起始工作点（800kPa)；

（2）压缩机都停止工作（故障状态)；

（3）车辆载荷处于 AW_3 状态；

（4）电制动停止工作；

（5）其它用气设备正常工作。

主风缸工作压力

风缸额定工作压力：1000 kPa

风缸试验压力：1.5 倍额定工作压力

当总风管（缸）空气压力低于 600kPa 时，列车能够自动施加紧急制动并封锁牵引；当总风管（缸）空气压力高于 700kPa 时，牵引封锁解除，允许缓解紧急制动。具体方案由投标人建议，招标人确认。

7.4 制动系统性能要求

7.4.1 常用制动

常用制动采用电制动与空气制动实时协调配合、电制动优先的电空混合制动方式。

电制动与空气制动相互转换平滑，列车无冲动。

常用制动作用过程中受冲击率限制。列车具有防滑保护功能，在防滑控制过程中不受冲击极限限制。

常用制动的实施:

（1）ATO 指令；

（2）司机控制器给出的制动指令;

（3）ATP 在列车超目标速度时的最大常用制动指令。

7.4.2 快速制动

司机控制器应提供快速制动位，在电制动充分发挥作用的基础上，不足制动力由空气制动力补偿；将主控手柄移出快速制动位时，快速制动将缓解。在快速制动作用过程中受冲击极限限制。列车具有防滑保护功能，防滑控制过程中不

受冲击极限限制。

7.4.3 紧急制动

列车装备一个“失电制动”的紧急制动系统，贯穿整个列车的连续电源线控制制动系统的缓解。线路一旦失电，所有车立即实施紧急制动。紧急制动时，电制动不起作用。

紧急响应时间:

制动缸达到90%满负荷压力的紧急制动响应时间(即空走时间加上增压时间)≤1.5s。

下列任一情况下，将导致紧急制动实施（不限于）:

（1）触发司机室中的警惕装置保护;

（2）按下司机室控制台上的紧急制动按钮，此时应包括降弓;

（3）脱钩;

（4）当列车在运行状态下，方向手柄为零位;

（5）紧急电气列车线回路中断或失电;

（6）DC110V 控制电源失电;

（7）ATC 系统发出紧急制动指令;

（8）主风缸压力低于特定的安全值时;

（9）超速限制;

（10）车辆未完全离开车站时，启用车门紧急解锁;

（11）司机室占用丢失;

（12）在探测到列车脱轨时;

（13）当检测到车辆溜车时;

（14）在探测到障碍物时;

（15）客室车门未关闭；

（16）列车两端紧急疏散门解锁或开启。

紧急制动实施的要求:

（1）紧急制动指令发出后是不能撤除的，列车必须减速直至列车停止；

（2）每辆车上的所有牵引指令立即中断，直至列车完全停止；

（3）不管是什么原因引起的紧急制动，所有车辆必须以紧急制动减速度制动；

（4）紧急制动作用时，列车具有防滑保护功能，不受冲击极限的限制；具体计算由投标人在设计联络阶段提供；

（5）紧急制动必须是全气制动。

（6）紧急制动具有空重车调整功能。

(7)紧急制动信息应在司机室及 OCC 显示报警。

7.4.4 纵向冲动控制

当制动微机控制单元接收到制动指令信号时，此功能能够使制动力的输出为“缓升式”，常用制动、快速制动时的纵向冲动≤0.75m/s³，以确保旅客乘车的舒适性。

7.4.5 停放制动

停放制动手动双侧缓解功能，实现每个转向架两侧均可手动缓解停放制动，具体方案在设计阶段确定。停放制动可以在极不利的条件下将满负荷（AW3）的列车停放在线路最大坡道上不溜车。

当主风缸压力下降到规定数值后，停放制动自动施加。同时在司机台上应能控制停放制动的施加和缓解，并有相应的指示灯指示。司机显示器上应显示每节车的停放制动的施加和缓解状态，且该状态应能上传至 OCC。

当停放制动处于施加状态或不缓解时，将封锁牵引。

设置防止空气制动力和停放制动力叠加的装置。

7.4.6 保持制动

制动系统在列车静止且非牵引状态下自动施加保持制动或受 ATO 控制施加保持制动。保持制动力能够确保 AW_3 载荷列车在最大坡道上不发生溜逸。具体方案在设计联络阶段确定。

7.5 制动系统部件技术要求

7.5.1 空气制动微机控制单元

每辆车至少应配置两个空气制动微机控制单元，应具备制动管理、制动控制、防滑控制、故障诊断等功能。相同类型的制动微机控制单元应能迅速更换且在所有车型之间可以互换。所有与空气制动微机控制单元相连的线路应能迅速断开。

应提供与列车控制系统的列车线接口和网络接口及相应软件，用于与列车上其他微机控制系统进行数据交换。投标人在投标书中应明确具体的内容，包括“制动诊断软件要求”（使用权限、版本要求、安装要求等）接口内容和输入输出信息及其定义。

空气制动微机控制单元应便于维护保养，应具有自诊断功能并提供足够的容量用以储存故障信息。储存的故障信息至少包括：故障名称、代码、所在部件或元件、故障发生日期和时间、故障消失日期和时间、同类故障统计数、运行公里数及相关的环境数据等。具体故障信息的数据种类、数据数量、采样周期、所需的储存、容量由投标人在投标书中建议，并在设计联络阶段讨论。

应在客室或司机室内设有与便携式测试仪器通信的通用独立接口并提供相应的软件，用于调试、测试及读取存储器内的信息，并可实时监测和记录制动系统有关数据和参数，进行相关数值的调整。

空气制动微机控制单元须使实际输出的常用制动缸压力与电空制动系统计算的目标值偏差应为±10kPa，紧急制动偏差应为±20kPa，应有轮径修正功能和负载补偿功能。

应保证制动系统的设计为任一单个的控制元件故障时不会导致超过一个车辆失去制动力。

空气制动微机控制单元的故障不影响空压机正常工作。

远程缓解功能：在司机室内设置一个远程缓解按扭，该按钮带有保护装置，在列车静止状态下，并且牵引指令有效时，司机通过操作远程缓解按扭，输出远程缓解列车线信号，所有制动控制单元（包括重大故障单元）将收到远程制动缓解信号并缓解常用制动，远程缓解不能缓解紧急制动和停放制动。另外司机室还设置一个远程缓解按钮 2，联挂救援时，可通过该按钮缓解被救援车的保持制动。

7.5.2 气动控制单元

底架安装的气动元件应模块化，并便于日常的维护保养及零部件的更换，且与气动控制模块连接应是密封快速接头。设计方案应给招标人确认。所有截断塞门和截断阀门的标志均采用防腐蚀铭牌，铭牌采用蚀刻并涂色字体和/或易于识别的符号，并永久固定。

7.5.3 压力表及压力显示

整列车的制动（包括停放制动、摩擦制动）状态（至少包括施加、缓解、故障等）、主风管压力、每辆车的每个转向架制动缸压力以及每个空气弹簧压力可在每个司机室显示器上提供显示并可上传至 OCC。

当主风管压力超过范围达一定数值时，可通过司机显示器上显示报警并可将此状态上传至 OCC。

司机室内另设一个直径不小于 75 mm、带背光的双针压力表显示车辆主风缸及前端制动缸压力，总风压力正常范围应在刻度盘上用颜色区分，具体方案在设计联络阶段确定。连接气管带有常规测试接头，便于测试。安装位置应垂直于司机的视线，便于司机正确读取压力值。

压力表精度等级符合 GB/T 1226《一般压力表》规定的 1.0 级。

7.5.4 紧急制动按钮

每个驾驶室中的两个紧急制动按钮用来触发制动系统的紧急制动。

紧急制动按钮应为电气开关。

应安装于司机室控制台上易于接近的地方。

为了便于操作，应采用“蘑菇”按钮。

双稳型，只能人工复位。

一旦操作，即断开紧急制动电气列车线，施加最大的空气制动，直至列车停止运行，并在制动控制单元中将事件予以记录。

任何运行模式下，紧急制动按钮一旦按下，立即降弓，并且在手动恢复该按钮之前列车不能升弓。

紧急制动按钮的布置位置应防止司机误操作。

紧急制动按钮的状态应上传至 OCC。

7.5.5 空气制动状态显示

司机台上应设指示灯分别显示列车所有制动、停放制动完全缓解状态和施加状态，同时每个转向架的制动和缓解状态、压力值应在司机室显示屏上显示并可上传至 OCC。

7.5.6 转向架截断阀门

应在客室中不易被乘客接近之处提供转向架截断塞门，用来切断该转向架制动缸的压缩空气通路，缓解该转向架的制动，并且有标识标明截断塞门控制的转向架。该截断塞门自带电触点，单个截断塞门的隔离状态应通过列车控制系统监控在司机室显示器上以图标以及文字信息报告并可上传至 OCC。车下转向架截断阀门安装位置应便于人员在正线从车侧操作。投标人应提出不同数量转向架制动切除情况下的车辆限速方案。

7.5.7 总风管截断塞门

应配备全密封截止阀，用来切断车与车之间的气路连接。截断塞门位置应稳固可靠，截断塞门手柄不需要附件机构固定。

7.5.8 压力测试接头

应提供接头，用于仪表、压力开关、传感器及其它所有要求重新标定或试验的连接。压力测试接头应设置在被测试装置附近的连接气路上。这些接头具有自动切除/隔离功能（自锁功能），使系统可以在全压条件下进行试验和调整。所有接头应便于接近并快速连接。所有接头应加装保护盖，满足防水、防尘要求。整车的压力测试口接头结构、尺寸应统一。

7.5.9 管路系统

空气管路系统采用无缝不锈钢管，接头采用无缝不锈钢接头。存在脱落风险的车下管路应采取相应防脱落措施，投标人应提交不锈钢管和管接头的合格证和样品供招标人确定。

金属密封圈应使用防锈材料。管道的密封不允许使用 PTFE（聚四氟乙烯）带或类似的密封材料，也不允许使用 O 型橡胶密封圈或类似型式的密封。

软管应使用符合 EN 854《橡胶管及管配件 织物增强液压型 规范》或 UIC 830-1《压缩空气制动联接器用合成橡胶软管供货的技术标准》标准认可的制动软管或认可的替代品。软管的形式、寿命、维修要求应满足一个架修期的最低要求。

7.5.10 基础制动单元

每辆车每根轴都应配备基础制动装置，每列车的基础制动单元应为同一种型式。

空气制动由气动执行机构作用于每一个轮对；常用制动和紧急制动由同一执行机构执行。

基础制动单元至少 50%具有停放制动功能，保证在线路最大坡度、最大载荷的情况下施加停放制动的列车不会发生溜逸。停放制动力应仅通过机械方式产生并传递。

7.5.10.1 踏面制动单元

闸瓦与车轮踏面之间的间隙应自动调节，闸瓦的定位和紧固应稳定可靠，并方便安装及更换，其材料应满足制动性能和环保要求并不受环境影响，不得含有石棉或其它有害的材料，且应采取有效措施防止闸瓦偏磨。

闸瓦应满足 T/CAMET 04004.10《城市轨道交通车辆制动系统 第 10 部分：合成闸

瓦技术规范》相关要求。

7.5.11 车轮滑行保护装置

车轮防滑保护装置应对每一根轮轴单独控制，对每个轮对实现及时的防滑保护，最大程度避免列车滑动，保护车轮不受擦伤，缩短制动距离。制动力的恢复应使列车平稳减速，并对车体的冲击不超过冲击极限。

在雨天及潮湿天气下，列车每个轮对对应轨道处的干湿状况及清洁度不同，因而粘着系数不同，投标人在设计制动力分配方案时应充分考虑该状况，合理分配各车制动力。投标人应在设计联络阶段提交列车制动力分配方案供招标人确认。

任何轴上制动力连续降低不允许超过 5 秒。

防滑保护系统的效率应大于 85%，投标人应提交防滑效率的评价方法及计算结果给招标人确认。

在制动工况下，制动系统或车辆应能检测车轴抱死，在司机显示器显示并可上传至 OCC。

投标人应提供足够详细的资料证明车轮防滑保护装置的任何部件故障，导致制动力失去应严格限制在一个转向架或一辆车。

7.5.12 远程切除装置

列车 TCMS 接收制动隔离指令，通过车辆电路来实现对单个转向架常用制动的远程隔离。车辆电路实现在一列车最多能够切除一定数量的转向架制动的保护逻辑。应设置安全机制，经过安全评估，保证整列车只能切除最多 2 个转向架制动，具体方式设计联络阶段讨论确定。

7.5.13 其他要求

空簧气路前应设置溢流阀，满足大客流上下客时的制动风缸压力需求。

各系统和部件有明确的标识（包含线路名称等信息），贴在相应的系统和部件上便于查看。

所有阀类应有导通-关断的标识或流向的标识。

7.5.14 制动接口

车辆总线接口

作为制动设备重要的安全功能，由常规列车导线作后备。车辆总线接口应满足列车通信网络标准或相关国际标准。制动控制单元通过 I/O 接口模块与总线连接，同时和列车硬连线连接，当制动控制单元发生故障时（如电源短路等），不应影响车辆总线其它用户的正常工作，I/O 接口应符合相关的国际标准，投标人应提出建议标准，并说明标准中的具体要求。

7.5.14.1 控制输入信号

空气制动系统的控制输入信号除来自车辆总线外，还有必要的硬连线输入的信号：

（1）牵引指令信号；

（2）制动指令信号；

速度传感器信号。

7.5.14.2 发生载荷故障时的制动力计算方案在设计联络阶段确定。

7.6 制动监测系统

智能运维系统在现有制动系统的基础上，通过相应的车载控制单元，对列车的运行及状态数据进行采集、传输，并通过大量数据的分析诊断，判断设备故障趋势、健康状态，预测主要部件的寿命，从而实现故障预警、分级报警以及基于状态修为远期目标的智能运维。

- 系统应具有风源供风能力故障预警功能，通过车辆提供信号值进行判断。
- 系统应具有空压机低负荷工作率故障预警功能，记录空压机的工作时间及列车运营时间；库停时间，列车上电状态，当出现低负荷时给出提醒建议。
- 系统应具有整车气密性故障预警功能，基于特定保压工况下的总风压力等特征进行故障预警功能。

- 系统应具有空气制动能力故障预警功能，结合制动工况和制动压力信号等特征进行故障预警功能。
- 系统应具有空簧模块的高度阀/差压阀故障预警功能，结合主风管压力、空簧压力等特征实现的故障预警功能。
- 系统应具有常用、停放制动缸动作次数故障预警功能，根据制动次数，结合基础制动自身疲劳动作寿命实现故障预警功能。
- 系统应具有停放制动能力故障预警功能，根据停放缸压力、充排气时间等特征实现停放制动预警。
- 系统可根据所采集数据进行特征提取，并采用智能算法建立亚健康诊断模型，实现所监测部件的寿命预测。
- 系统应当具备良好的拓展性，预留后期新增功能。

7.7 试验要求

制动系统列车级型式试验及例行试验见《列车试验》章节。

投标人应提交建议的空气制动系统与压缩空气供给系统的计算数据、原理图，以及初步的系统图、压缩机型号、典型的性能参数及具体技术说明。

投标人应提供在各种工况下，确保车辆紧急制动距离满足要求的详细说明。

应周密设计列车空气制动系统与各系统的各类接口，投标方须在投标文件中提交详细的接口关系框图。

为确保列车的正常运营，投标方应在投标文件中明确牵引封锁的设定压力值与所有空气压缩机同时启动的设定压力值之间的差值，在设计时须注意。

系统级型式试验空气制动系统如设有单独的内部网络，进行模拟车辆安装情况的组网试验。空气制动系统完成满足整车通信要求的一致性测试后，与 TCMS 系统进行地面测试。

制动系统主要部件应进行型式试验和出厂试验，并提供相应的试验报告，试验项目见表 1~表 4。

7.7.1 型式试验

应根据相关的国际标准或规定执行型式试验，具体试验项目由投标人在投标阶

段列出。

当出现下列情况之一时，应进行型式试验：

（1）新产品定型时；

（2）产品结构、材料和生产工艺有重大改变，可能影响其性能及行车安全时；

（3）停产 2 年以上再生产时；

（4）已定型产品转厂生产时；

（5）连续生产 5 年时。

7.7.2 例行试验

例行试验应对所有车辆气动系统的元件进行性能检查和测定，其中至少应包括制动微机控制单元、空气压缩机及其控制、贮风缸、气动阀、电磁阀、压力开关、仪表仪器、截止阀、单元制动器等。具体试验项目由投标人在投标阶段列出。

所有产品均应进行例行试验，合格后方可出厂。

表 7-1 制动控制装置试验项目

序号	试验项目	型式	例行	备注
1	外观检查	■	■	
2	电气接口检查	■	■	
3	性能检查	■	■	
4	低温试验	■	-	
5	高温试验	■	-	
6	交变湿热试验	■	-	
7	电源过电压、浪涌和静电放电试验	■	-	
8	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	■	-	
9	射频干扰试验	■	-	
10	绝缘试验	■	■	
11	耐压试验	■	-	
12	盐雾试验	■	-	
13	振动、冲击试验	■	-	
14	防护等级试验	■	-	
15	低温存放试验	■	-	
16	重量检查	■	-	

注 1：标有“■”的为强制性试验。

注 2：标有“-”的不做要求。

注 3：以上试验时，除序号为 4、5、6、12、15 的试验项目外，环境温度规定为 25℃±10℃。

注4：以上试验方法参照T/CAMET 04004.4《城市轨道交通车辆制动系统 第4部分：制动控制单元技术规范》最新标准执行。

表 7-2 主供风单元试验项目

序号	试验项目	型式	例行	备注
1	外观检查	■	■	
2	性能试验	■	■	
3	压缩空气质量试验	■	-	
4	温度保护试验	■	■	如适用
5	噪声试验	■	-	
6	低温启动试验	■	-	
7	高温运行试验	■	-	
8	冲击振动试验	■	-	
9	接地试验	■	■	
10	绝缘试验	■	■	
11	耐压试验	■	-	
12	防护等级试验	■	-	
13	频繁启动稳定性试验	■	-	
14	启动电流试验	■	-	
15	称重	■	-	
16	耐久试验	■	-	
17	机械振动烈度测量	■	-	
18	油消耗量测量*	■	-	
19	功率测量	■	-	
20	转速测量	■	-	
21	湿度和冷凝水测量	■	-	
22	温度测量	■	■	

注 1：标有“■”的为强制性试验。

注 2：标有“-”的不做要求。

表 7-3 踏面制动单元试验项目列表

序号	试验项目	型式	例行	备注
1	踏面制动单元外观检查	■	■	
2	强度试验	■	-	
3	灵敏度试验	■	■	
4	密封性试验	■	■	
5	一次调整量试验	■	■	
6	最大调整量试验	■	■	
7	缓解间隙试验	■	■	
8	输出力试验	■	■	
9	手动复位试验	■	■	
10	停放缸动作试验	■	■	
11	停放缸手动缓解试验	■	■	
12	踏面制动单元称重	■	-	
13	静态传动效率试验	■	-	
14	踏面制动单元低温试验	■	-	
15	冲击和振动试验	■	-	
16	疲劳试验*	■	-	
注1：标有“■”的为强制性试验。 注2：标有“-”的不做要求。				

表 7-4 合成闸瓦试验项目列表

序号	试验项目	型式	出厂	备注
1	外观检查	■	■	
2	外形尺寸	■	■	
3	物理力学性能试验	■	■	
4	摩擦体与瓦背黏结强度试验	■	■	
5	摩擦磨耗试验	■	-	
注1：标有“■”的为强制性试验。 注2：标有“-”的不做要求。 注 3：第 3 和第 4 项例行试验为抽样检查。				

附件 3-8 空调和通风

8.1 总体要求

8.1.1 总体技术要求

8.1.1.1 客室设有空调机组、通风系统以及相应的控制系统，满足自动控制空调系统以调节客室空气参数的目的；

8.1.1.2 空调机组、通风系统及其控制部分的设计应具有技术的先进性和功能的可靠性；

8.1.1.3 空调控制板能够根据载荷信号、外界温度、室内温度、高架与非高架区间来控制调节列车新风量，达到精准控温、节能的目的；

8.1.1.4 系统的设计应达到效率最高而能耗最小，低振动和低噪声，从而获得良好的舒适性；

8.1.1.5 投标人应最大限度地降低噪声和减轻振动（包括空调机组和通风系统），空调系统工作时无谐振产生；

8.1.1.6 包括电气部件在内的所有部件应布置得安全、可靠，便于检查和更换；

8.1.1.7 各部件允许存放温度参照《基本技术条件》章节；

8.1.1.8 空调系统的设计应采用节能技术，采用变频通风机和压缩机，高效率、低能耗、低噪音、舒适性好；

8.1.1.9 客室空调可考虑设计能耗记录功能；

8.1.1.10 实现空调机组的新风温度、送风温度、回风温度、高压压力、低压压力、风阀状态等信息的远程智能监测。

8.1.1.11 空调机组应能对机组内高低温、高低压故障进行保护，投标人应提供相应的保护方案。

8.1.2 质量控制

投标人按照 TB/T 1804《铁道车辆空调 空调机组》、EN 14750（所有部分）《铁路应用 城市和郊区铁路车辆用空调》、EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道

车辆防火》、EN 378（所有部分）《制冷系统和热泵 安全性和环境要求》、IEC 60077（所有部分）《铁路应用 机车车辆电气设备》、JB/T 10562《一般用途轴流通风机 技术条件》、JB/T 10563《一般用途离心通风机 技术条件》等相关国际和行业标准进行设计和试验。投标人应在设计阶段提供所应用的标准给招标人确认。

8.1.3 总体结构及布置要求

8.1.3.1 空调机组为车顶一体式空调单元机组，机组布置位置于设计联络期间提交招标人确认；

8.1.3.2 每节车厢须配置独立的空调系统。空调系统主要设备包括空调机组、废排装置、风道、空调控制装置、客室及司机室采暖装置、司机室送风单元等设备。

8.1.3.3 司机室不单独配置空调机组但加设一个独立的通风机。

8.1.3.4 投标人提交空调机组的送回风型式给招标人确认。

8.1.3.5 空调系统设计具有安全可靠、环保节能、易于维护等特点。

8.1.3.6 空调系统进行模块化简统设计，保证零部件的通用性和互换性。

8.1.3.7 空调机组的设计应可实现：预制冷、制冷、正常通风、紧急通风等功能的运行模式；

8.1.3.8 空调系统设计有利于保养与维修，最大限度地减小维修工作量、降低维修成本，各主要零部件寿命及检修周期尽可能与车辆检修周期对应；

8.1.3.9 空调机组的平均无故障运转时间不少于 1 年；

8.1.3.10 空调机组的主体结构采用不锈钢或铝合金，使用寿命为 30 年；

8.1.3.11 制冷系统的配管、安装、材料应符合国家相关的标准或相当的国际标准；

8.1.3.12 各部件的连接应牢固、可靠，运行情况下不得出现漏水、漏油、制冷剂泄漏现象。制冷系统的密封性须确保架修期内无需补液；

8.1.3.13 保证机组在任何环境下运行时，客室和司机室内任何地方都无冷凝水渗出或吹出，出风口不应喷雾、滴水；

8.1.3.14 每个单元机组应设有的与冷却盘管有关的部件以及制冷系统应设置的控制部件的形式、位置应在设计阶段提交给招标人确认；

8.1.3.15 空调系统应考虑在隧道内区间迫停时的长时间使用需求；

8.1.3.16 列车内设置温度、湿度、二氧化碳浓度、可吸入颗粒物浓度等空气质量指标的监控和记录设施设备。

8.2 性能要求

8.2.1 空调系统制冷能力

8.2.1.1 设计基于以下条件：

（1）地面和隧道的温度和相对湿度参数参照《基本技术条件》章节；

（2）日射强度值参照各城市相关资料；

（3）客室：乘客负荷 AW2，车内照明、设备等的热负荷由车体制造商提供。

8.2.1.2 车内空气指标要求：温度：26～28℃；相对湿度：不高于65%，总风量10,000 m^3/h ，新风量 3,200 m^3/h ；不同地区亦可根据当地气候条件在合同中另行规定温、湿度及风量要求。

（1）新风量：司机室人均新风量不低于 30 m^3/h，客室人均新风量不低于 10m^3/h；每辆车新风量不低于 3,200 m^3/h；

（2）送风量：每辆车送风量不低于 10,000 m^3/h；

（3）紧急通风量（全新风）：每辆车送风量不低于 4,000 m^3/h；

（4）室内微风速：客室内的气流速度不低于 0.07m/s，最大气流速度不高于 0.9m/s，满足 CJ/T 354《城市轨道交通车辆空调、采暖及通风装置技术条件》的要求；

（5）控温精度：客室设定温度和实际温度的偏差不大于±2K，满足 CJ/T 354《城市轨道交通车辆空调、采暖及通风装置技术条件》的要求；

（6）车内温度均匀性：客室内同一水平面或同一铅垂面在的温度差不大于 4K，

采暖工况下不大于 8K，满足 CJ/T 354《城市轨道交通车辆空调、采暖及通风装置技术条件》的要求；

（7）车内正压范围：30~50Pa。

8.2.1.3 每台单元机组的制冷能力应充分考虑设计条件下的余量，其实际测量值应不低于额定条件下的设计值。

8.2.1.4 在空调制冷回路任一部件故障的情况下，应能单独对故障部件进行屏蔽，无需切除整台空调机组。

8.2.1.5 在下述条件下，空调系统应能连续、正常的工作，但允许制冷量可以不达到第 8.2.1.2 项的要求，（不同地区亦可根据当地气候条件在合同中另行规定）：

（1）车外的相对湿度达到 100%；

（2）冷凝器的吸入温度达到或高于 45℃；

（3）地面环境温度 45℃，加上太阳辐射。

8.2.2 空调系统制热能力

8.2.2.1 司机室采暖

（1）司机室应单独设置采暖装置或足部取暖器。在冬季，司机室内温度要求不低于 14℃；

（2）加热器应设过热保护装置和强迫散热装置；

（3）应设有接地和短路的保护电路。

8.2.2.2 客室采暖

（1）在冬季，要求新风进入客室之前，先通过热泵空调进行预热，预热功率在设计联络会上确定；

（2）空调系统应避免制冷与制热交替工作的发生。投标人须在投标文件中对此提交详细的控制方案。

8.2.3 电气控制

（1）空调机组带电部位对地、对非带电金属部位的绝缘电阻符合 TB/T 1804《铁道车辆空调空调机组》的要求。

（2）电缆耐压试验符合 IEC 60077《铁路设施机车车辆用电气设备》的要求；

（3）有机械安全保护，对电路要求有过载、短路、欠过压和缺相保护，整个回路都有过载和短路保护；

（4）空调机组电机起动顺序：送风机、冷凝风机，压缩机，如果前级不起动，则不允许后级起动；

（5）外部供电连接要求不低于 IP66；内部电气设备、接插件要求不低于 IP54；

（6）机组的外接电缆插头应布置合理，插座设计位置应便于维修人员日常的操作；

（7）空调机组内部电缆应布置合理，并应设置必要的防护套管；选用的电缆、电缆防护套管、电缆过板接头等部件应满足《材料与工艺》章节规定的有关要求，在列车 30 年的使用期内安全、可靠。

8.2.4 紧急通风

（1）空调运行时，在列车 3 相 380V、50HZ 交流电源失效的情况下，空调系统自动转为紧急通风模式，通过紧急通风逆变器将列车蓄电池提供的 110V 直流电源逆变成三相交流电。

（2）紧急通风系统应能提供客室和司机室通风至少 45 分钟。当交流供电电源恢复时，空调系统自动转入正常运行模式；

（3）在紧急通风模式下，回风阀应全部关闭，客室为 100%新风。

（4）空调制冷与紧急通风连续超过 3 次来回切换模式时，紧急通风自我保护，避免紧急逆变器损坏。

8.2.5 噪音、环保要求

8.2.5.1 噪音要求

（1）司机室通风机：车辆静止时，空调机组额定制冷工况下，司机室内座椅中

心线距离地板面 1.5m 高处，空调机组产生的噪声≦67dB(A)。

（2）客室空调机组：车辆静止时，空调机组额定制冷工况下，客室内沿车辆中心线距离地板面 1.5m 高处，空调机组产生的噪声≦68dB(A)。

（3）所有空调满负荷工作时，按照 TB/T 1804《铁道车辆空调 空调机组》的要求测得的噪声值 不大于 75dB (A)。

8.2.5.2 环保要求

（1）应使用热力效率高、适合的环保型制冷剂。具体使用类型在设计阶段提交具体方案给招标人确认；

（2）所有隔热材料应满足《材料与工艺》章节规定的有关阻燃和发烟要求，隔热材料应符合 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》或相当标准，能防霉、防腐、防蛀、防水，材料对人体健康无害，满足大修周期的要求。

8.2.6 故障诊断功能

（1）主要部件的功能/故障可通过友好的人机操作界面对空调控制系统来诊断、监视、记录；

（2）诊断功能应实现对空调系统供电及列车控制系统的综合控制、监控；

（3）应提供足够的存储空间，用于存储故障的过程及环境参数，每个故障代码以及故障的过程、环境参数通过 PTU 可读取、存储所有控制参数的数据。设计阶段,投标人应提供故障诊断的详细说明给招标人确认；

（4） 空调机组和部件的功能试验和诊断能借用 PTU 完成，PTU 不允许加设软件狗，PTU 端的通讯接口应按照整车统一的标准接口，其通讯应采用统一的串行（RS232）、以太网或 USB 接口。空调机组功能测试应设计友好的人机操作界面，并能通过 PTU 对机组各主要部件功能进行单独功能测试；

（5）最小可诊断单元可被控制系统诊断，以便迅速方便的查找故障原因，在设计阶段,投标人应提供最小可诊断单元说明书，并给招标人确认；

（6）故障应检测到最小可诊断部件，并记录和存储每次故障的状态、过程、时

间等相关的信息；

（7）必要的空调故障和运行状态（含运行模式）信号可传送至司机显示器。通过 PTU 可读取、存储所有空调系统详细的故障信息、控制参数的数据和记录曲线，对 PTU 的相关配置参见《列车网络及控制系统》章节。

8.2.7 可维修性

（1）机组盖板应采用铰接连接或螺栓连接，铰接处应可靠、防松脱，并配有固定支撑杆用以支撑固定盖板，便于维修人员在车顶的维修和检查；机组盖板应设计二次防脱装置；

（2）机组内部的布置应留有充足的空间以保证空调机组维护的需要；

（3）空调机组防风、防水的密封设计应保证再次安装到车上时的可靠性及更换简便性，而无需专用的工具；

（4）每个机组应有可承载维修人员在其上的站立和走动的区域，站立和走动的区域应进行可靠的防滑处理，且有明显的标示，维修人员日常作业不会对机组盖板产生任何影响；

（5）机组内部件的拆装不得采用特殊工具完成；

（6）空调机组运行时，制冷剂的状态应是易于目测的，投标人应提交设计方案给招标人确认；

（7）空调机组运营应能适应市电；

（8）当空调机组在车间内进行检修和调试时，由车间内三相 AC380V 50Hz 电源供电，该电源的波动范围为 AC380V±10％。

8.3 部件技术要求

8.3.1 空调机组

（1）当环境温度接近或达到+45℃时，空调机组的制冷性能有所降低，但不停机；

（2）应采用带有挡水百叶窗的新风口，新风口和回风口应能从全开到全闭范围

内自动调整风量；

（3）空调机组在任何接口部位、焊缝及接缝处不得漏水。出风口不得有水雾和水滴吹出；

（4）车顶空调机组应设置踩踏区标识，踩踏区可承受检修人员（至少 2 人）在上面进行维修作业；

（5）空调机组应满足 TB/T 1804《铁道车辆空调空调机组》的要求；

（6）盖板方孔锁的锁体、锁芯材质采用 316 不锈钢，材质符合 GB/T 3280《不锈钢冷轧钢板和钢带》的规定，锁舌、螺母、垫圈采用 304 不锈钢材质，材质符合 YB/T 5318《合金弹簧钢丝》。锁芯采用 7*7 四角锁，深度及硬度符合相关标准。锁舌搭接量应不小于 10mm。锁的设计寿命在常规工况下，应满足连续正常开关至少 10 万次；

（7）空调机组与车体连接应为柔性连接，避免振动通过刚性连接传入客室，应加装阻尼块。

（8）空调外机防滑贴满足南京气候和维保使用工况，耐高温耐腐蚀，防止脱胶、起皮，满足一轮架修使用寿命。

8.3.2 压缩机

（1）应选用性能可靠、重载、适合铁道运输的高效率、低能耗和低噪音涡旋式制冷压缩机，满足空气调节负荷变化及运行调节的要求，压缩机运用期限应大于 50,000 工作小时，期间无需大修。压缩机是经铁路运行验证的型号，并通过加速寿命试验，以证明部件的使用寿命。投标人应在设计阶段提供压缩机品牌、相关测试报告给招标人确认；

（2）压缩机应有过热、过流、缺相、反相等相关的保护装置，以控制压缩机适时运转和停机；

（3）若由一台辅助逆变器驱动多个制冷回路，须有压缩机顺序起动的措施；

（4）压缩机压力开关的连接方式须可靠，高、低压压力开关应选用独立配置的设计方式，且应便于维护和更换；

（5）投标人设计时应考虑采取多台压缩机的方式，以能更好地适应客室热负荷的变化。具体方案须在设计阶段提交招标人确认；压缩机可分级控制，该要求由各地铁公司根据实际需要选择；

（6）若采用多台压缩机，应保证其运转时间的均匀性；

（7）压缩机及其安装机座须进行必要的防振、防锈处理。

8.3.3 冷凝风机

（1）空调机组通风机和冷凝风机应是经轨道交通运行验证的品牌。应选用高效率、低耗能、低噪声的电机。投标人应在设计阶段提供选用品牌、相关测试报告及应用业绩给招标人确认；

（2）电机有过载、过热、短路、缺相保护，电机使用寿命不低于 15 年，且 50000 工作小时或 8 年内无需任何维护，投标人应在投标文件中向招标人提供详细的技术资料和使用寿命；

（3）风机涡壳、底座、导流圈、安装支架、风机叶轮、叶片等部件应采用耐腐蚀材料。风机长期在湿热环境下工作应不会引起电腐蚀；

（4）风机的工作状态可被实时监控，累计运转时间可被记录；

（5）若采用多台冷凝风机，应保证其各部件运转时间的均匀性。冷凝风机的动平衡指标应满足 JB/T 10562《一般用途轴流通风机 技术条件》和 JB/T 9101《通风机转子平衡》要求，风机防护等级不低于 IP56。

（6）冷凝风机采用降噪措施，以防止冷凝风机的噪声影响到客室噪声水平。

8.3.4 送风机

8.3.4.1 空调机组送风机应是经轨道交通运行验证的品牌。应选用高效率、低耗能、低噪声的电机，采用变频技术。投标人应在设计阶段提供选用品牌、相关测试报告及应用业绩给招标人确认；

8.3.4.2 电机有过载、过热、短路、缺相保护，电机使用寿命不低于 15 年，且 50000 工作小时或 8 年内无需任何维护，投标人应在投标文件中向招标人提供详细的技术资料和使用寿命；

8.3.4.3 风机涡壳、底座、导流圈、安装支架、风机叶轮、叶片等部件应采用耐腐蚀材料。风机长期在湿热环境下工作应不会引起电腐蚀；通风机底座采用不锈钢材质，并设置加强筋提高强度，避免锈蚀及断裂。

8.3.4.4 风机的工作状态可被实时监控，累计运转时间可被记录；

8.3.4.5 通风机的动平衡指标满足 JB/T 9101《通风机转子平衡》的要求，风机防护等级不低于 IP54。

8.3.4.6 通风机采用降噪措施，以防止通风机的噪声影响到客室噪声水平。

8.3.5 管路、换热器

（1）冷凝器和蒸发器采用铜管和铝合金翅片或铜管铜翅片，结构设计便于压缩空气和水流清洗，使用寿命不低于 15 年；

（2）盘管的框架应满足 30 年的设计寿命，应采用足够强度和刚度的耐腐蚀材料，系统按 DIN 或等效的国际标准验收；

（3）节流装置选用方案须在设计阶段提供招标人确认；

（4）投标人设计时应避免出现循环风短路、串风等情况，确保换热器具有良好的换热效果。应在设计阶段提交设计图纸；

（5）制冷管路系统中应设有带湿度指示的视液镜，能够通过颜色指示管路多余水分；

（6）投标人应考虑在管路必要的地方加设维修用阀门，便于招标人人员在维修、更换部件时减少制冷剂的泄漏；

（7）管路设计力求避免制冷剂在管路中的压力损失，液体管路尺寸应防止压力降引起的闪发；

（8）应防止低负荷时管路、换热器表面结霜；

（9）制冷回路中应设有高、低压压力测试接口。

8.3.6 冷凝水排放

（1）冷凝水排放管道布置应合理，应避免与车内其它设备存在干涉，且不影响

其他设备的维修，并在列车30年的使用期内安全、可靠；

（2）应充分考虑列车运行时蒸发器冷凝水的排放可靠性；

（3）投标人应提交空调冷凝水的排水设计方案和计算依据交招标人确认后方可实施。

8.3.7 客室通风系统

8.3.7.1 基本要求

（1）考虑允许的过滤器空气阻力的情况下，每节车总风量不低于10,000 m^3/h，新风量不低于3,200 m^3/h，即AW2条件下人均新风量不少于10 m^3/h；

（2）应保证静止条件下的列车，客室内的正压为10～50Pa。列车运行状态下，应确保客室内的正压变化不影响新风的吸入与废气的排出。投标人须在设计阶段提交具体方案给招标人确认；

（3）客室空调可设置强风功能，以增加超载情况下乘客的舒适度；

（4）出风格栅的设计应避免直吹乘客头部。

8.3.7.2 气流组织

（1）空调系统设计应须进行风道与空调机组的匹配试验，以保证列车在运行时客室内的气流组织合理。乘客在停留区不应有明显的吹风感，客室内的气流速度不低于0.07m/s，最大气流速度不高于0.9m/s，满足CJ/T 354《城市轨道交通车辆空调、采暖及通风装置技术条件》的要求；

（2）应保证运行条件下的列车，依设计吸入所需的新风量；

（3）应优化气流组织，避免客室的回风口和送风口之间出现空气短路。应合理分布车厢内的风速场及温度场，风道设计合理，整车贯通，空调机组底部也布置有送风风道，车厢内不应存在送风盲区，并满足相关标准。风道内部便于清洁；

（4）废气经由安装在车顶的排气装置排放，保证列车在运行中客室排气正常。充分考虑废排系统的密封性，保证没有雨水或灰尘杂质进入废排通道。在

隧道内火灾发生的情况下，排气装置应关闭；

（5）在设计阶段，采用 CFD 计算机模拟仿真分析对客室内气流组织进行模拟，以保证客室内空气温度场和速度场分布均匀，满足相关的标准。

8.3.7.3 部件要求

（1）新风口应设有挡水格栅和滤网，防止雨水等被带入机组内。且所有通过空调机组进入客室的新风是经过空调机组过滤的；

（2）新风口的设计应充分考虑隧道内气压变化及列车高速运行时对空调机组新风吸入量的影响，应确保空调机组新风吸入量在任何情况下均能满足标准要求；

（3）应提供一套由空调控制系统来控制的新风、回风导风装置，以保证各种运行模式下的风量调节。风门为电机直接驱动方式，新风、回风门不能动作时应有相关故障信息反馈到空调控制系统。风门应在每次空调控制单元得电后进行一次自检；

（4）新风门能实现全开、部分、全闭等多级调节范围。调节的详细方式需在设计联络会上讨论；

（5）低温通风管道有隔热保护，应采用可以降噪的风道材料，不允许采用玻璃钢；

（6）投标人应提交风道隔热方案给招标人确认。隔热材料应能防霉、防腐、防蛀，材料对人体健康无害，满足大修周期的要求，可考虑采用带铝箔的保温材料。投标人应向招标人提供产品证书和样品等相关证明文件；粘合剂应是防水、防火的。风道的使用寿命为 30 年；

（7）车内空气的含尘量满足 GB/T 18883《室内空气质量标准》。过滤装置性能根据 ISO 16890《一般通风用空气过滤器》标准，且不低于 ISO 16890-1 规定混合的 ISO Coarse 50%。过滤网材料应可重复使用、易洗涤，且安装方便、能互换，滤网的洗涤周期不得低于 1 个月。过滤网安装框架结构应便于过滤网的更换，过滤网型号和安装框架需在设计联络期间由招标人确认；

（8）在适当位置设置接口，便于在空调机组维护保养时，接上压力测试仪显示通风机工作时混合风滤网进、出风口的空气压力差；

（9）风道的适当位置留检修口，以便于进行清洁。

8.3.8 司机室通风装置

（1）与司机室相邻的空调机组将已处理的空气经单独的风道送入司机室（不经客室）。出风口位置不应设在司机座位正上方。出风口送风量可以多级调节，送风方向可 360° 任意调节，也能直接吹向司机坐的地方；

（2）司机室内空调参数与客室要求相同；

（3）对司机室送风量最低一级的风量将不小于 200 ㎥/h；

（4）外罩应用不锈钢来制造，送风单元若在顶板上部不外露，不需要涂漆，若在顶板上部外露，朝向司机室内的一面应涂漆。

8.3.9 幅流风机（不设置）

8.3.10 紧急通风系统

（1）在紧急通风模式下，回风挡板应全部关闭，客室为 100%新风量设计；

（2）由空调紧急逆变器提供空调机组通风机的工作电源，其状态、故障能通过空调控制系统诊断和显示，逆变器箱的设计寿命应不低于 30 年，其中电子元件的设计命不低于 20 年。紧急逆变器应安装在车底或车厢内便于维护的位置，也可集成于空调机组内部。每次空调控制单元得电时应自动完成自检；

（3）为了提高紧急通风时客室的舒适性，在考虑允许的过滤器空气阻力（不大于过滤器终阻力）情况下，每节车的通风量不低于 4000 ㎥/h；

（4）排风要求同 8.3.8.2；

（5）紧急通风方案/功能将在设计联络期间讨论。

8.3.11 空调控制系统

8.3.11.1 基本要求

（1）空调控制系统由辅助供电系统提供 110V 直流电源；

（2）空调控制系统采用微机控制方式。它应是经过世界轨道交通系统长期实践、验证过的可靠产品，并适宜于《基本技术条件》所述的招标人所在地气候环境，通过其控制可实现客室通风、预制冷、制冷、紧急通风功能，并根据运行条件自动调节制冷量大小；

（3）空调机组应设有预冷功能，当空调机组初次运行，空调控制系统根据室内温度判断需要进行制冷时，新风门将全部关闭，全回风运行，直到客室温度达到设定值或达到设定时间才自动切换到新、回风混合状态。司机显示器可显示客室温度显示和工作模式；

（4）空调控制系统应具有列车网络通信功能。列车空调分、合命令通过硬连线发出，空调控制系统与总线的交换数据由投标人在设计阶段提交给招标人确认；

（5）控制系统应设有专门的测试模式，应在授权模式下完成对风门执行器、机组主要部件等单一部件的功能的测试，测试系统设置模式应保证不会造成机组部件的损坏；

（6）控制部件的布置应充分考虑维修、检测的方便性，尽可能集中布置，应避免中间继电器的选用。控制系统部件全部集成安装在控制盘上，控制盘安装在车内空调控制柜内；

（7）车顶单元式空调机组的新风入口和回风口处将安装一套可监控的新风门和回风门，以保证各种运行模式下的调节。新风、回风门故障时控制系统将记录并存储相关故障信息，维修人员可以通过便携式测试装置读取相关故障信息；

（8）空调控制单元存储器能够记录压缩机、风机等部件的工作时间，并通过调节使其工作时数均匀，在授权模式下应能对其累计工作时间进行清零处理；

（9）对电机应有过流、缺相、瞬时欠压、失压保护；

（10）空调控制系统具有网络通讯功能，能够将运行状态和故障信息通过列车总线上传至 VCU（中央控制单元），并在司机显示器上显示。详细的数据

和信息可以通过 PTU（移动式检测单元）直接从空调控制单元上获取。司机通过司机显示器能够读取空调的各种运行状态及故障信息。

8.3.11.2　空气参数控制要求

（1）开启列车空调系统后，在没有人工调整空调温度的情况下，空调机组应以自动档运行。在预冷工况，在有制冷需求的情况下，新风全部关闭，仅由 100%回风组成，直至客室温度达到设定值或达到设定时间才自动切换到新、回风混合状态；

（2）温度采样点应准确、具有代表性，控制系统将根据各个温度传感器测得的温度值计算出客室内的实际温度。 温度传感器应选用标准件，传感器的布置须易于拆装和维护，且具有良好的防尘及防潮性；

（3）空调装置设有 4 种工况：手动、自动、通风和停止，并可通过本车控制装置对空调进行控制，也可通过列车监控系统进行控制和温度设定。在手动工况时，空调机组根据各自的温度控制器所设定的温度进行客室内温度控制，客室内的温度设定值是可调节的，通过调节设在每节车空调控制盘上或控制屏进行调节，分 5 档控制，调节范围为：19～29° C。在自动位时，车内设定温度应遵循 UIC 553《客车采暖、通风和空调》和载客量进行自动调整，UIC 553《客车采暖、通风和空调》曲线具体设定区域和调整范围由招投标双方协商确定，且招标人可以自行调整该温度曲线；

（4）客室内实际温度的变化允许偏离设定值的最大偏差为±2K。制冷工况下，客室内在地板面以上 1.1m 的高度测得的温度分布最高温度和最低温度的差不大于 2 K，在地板以上 0.1m 至 1.7m 的高度，温度值之间温度值的差不大于 3K；

（5）空调机组能够根据载客量或二氧化碳传感器调节新风量，达到节能的目的。VCU（中央控制单元)经由列车总线通过MVB给空调控制系统发送载荷信号，控制系统将根据载荷信号调节新风门的开启角度，控制调节新风量；

（6）空调系统具备列车总线给空调控制板发送列车载荷信号，空调控制板能够根据载荷信号来控制调节列车新风量及客室目标温度设定值。

8.3.11.3　电源控制

（1）供电要求见《辅助电源系统》的相关章节；

（2）在辅助逆变器故障情况下，空调机组应以减载模式运行，投标人在投标时提交具体减载方案，并在设计联络期间确定。

8.3.11.4　司机室内的控制要求

（1）仅在列车司机台激活端，可开启整列车或仅列车头端的空调机组；

（2）司机台钥匙关闭后，列车空调应可保持最新指令状态；

（3）每节车的空调控制状态能够在司机室显示器上显示；

（4）新风口及排气口完全关闭的运行状态能在司机室内控制，避免隧道火灾时烟气带入客室内；

（5）通过司机室里的按钮，可允许仅开列车头端的空调机组，有关要求可参见《辅助电源系统》的相关章节；

（6）将在司机室提供司机可操作的整列车空调目标温度的集中设定、制冷和制热开/关功能、整列车空调系统开/关功能。

8.3.11.5　列车控制

（1）空调控制系统通过列车总线控制系统，将运行状态和故障信息传递给空调控制单元，实现机组的正常运行和可靠的监控保护。

（2）各空调机组的运行状态，通过车辆总线传递给列车中央控制单元（VCU），并在司机显示器显示。

（3）空调控制系统的有关信息通过车辆总线上传至列车中央控制单元 VCU 并能在司机显示器上读取。

（4）通过列车控制系统，将相关接口的有关信息传递给空调控制单元，保证机组的正常运行、停机和可靠的监控保护。

（5）将每节车空调机组的运行状态，通过车辆总线传递给列车中央控制单元（VCU），并在司机显示屏显示。

（6）在列车中央控制单元中可以读取空调控制系统的所有相关信息。

（7）微机控制单元和维护测试软件遵照《列车网络及控制系统》要求。

8.3.12 电加热装置

（1）设电加热器，冬季可根据车内外温度以及设定温度调节电加热器功率，满足司机室的采暖需求。

（2）电加热器设有可自动恢复和手动恢复两级超温保护，外表温度控制值不超过 65°。

8.3.13 接口

空调机组在任何接口部位、焊缝及接缝处不得漏水，出风口不得有水雾和水滴吹出。

8.3.14 变频器

空调变频器的设计应充分考虑滤波功能，考虑变频空调系统谐波量对辅助逆变器的影响，根据匹配性对部件进行选型。

8.4 空调监测系统

（1）能够对列车客室温度、湿度、CO2 浓度实时检测、具有故障自动诊断功能，并实现远程状态监测。

（2）能够对制冷剂充注过多或者泄漏进行预警。

（3）实时显示每节车厢二氧化碳浓度，根据严重程度在界面对相应车厢进行高亮显示。

（4）通过检测车厢内空气二氧化碳浓度数据，实现动态调节新风门打开角度。

（5）接入列车载荷、站点信息，便于对空调系统故障统计及分析。

（6）系统可根据所采集数据进行特征提取，并采用智能算法建立亚健康诊断模型，实现所监测部件的寿命预测。

（7）系统应当具备良好的拓展性，预留后期新增功能。

8.5 试验要求

8.5.1 型式试验

8.5.1.1 要求

（1）空调系统应完成包括下述项目在内的测试试验，以证明设计的整个系统能满足使用需要和达到相关的技术要求；

（2）试验参照相关国内、国际标准并通过招标人确认；

（3）投标人应针对整车在环境试验室完成装车型式试验，以验证系统计算、设计是否满足通风、空调要求。

8.5.1.2 空调机组试验内容

（1）名义制冷量和输入功率；

（2）最大负荷工况和输入功率（包括在额定及-10%额定电压下的运转试验）；

（3）不同制冷量输出情况下的机组能耗曲线；

（4）极端条件下的运转试验；

（5）凝露工况试验；

（6）低温工况试验；

（7）冲击和振动试验；

（8）静压试验；

（9）热工特性试验；

（10）测量通风机、冷凝风机的风量和风压；

（11）测量紧急通风风量和风压；

（12）测量机组噪声；

（13）机组水密性试验；

（14）电磁兼容性试验。

（15）空调净化效果试验

8.5.1.3　通风系统试验内容

（1）正常条件下的新风量的测量；

（2）正常条件下总风量的测量；

（3）紧急通风条件下通风量的测量；

（4）司机室风量的测量；

（5）车内正压的测量；

（6）客室气流组织试验。

8.5.1.4　整个空调系统

（1）运转程序试验；

（2）保护试验；

（3）绝缘、介电强度试验 ；

（4）电子设备试验；

（5）电磁兼容性试验；

（6）可选择机组与风道的匹配性试验。

8.5.1.5　数据测量

对每种车型应测量:

（1）客室内总风量和新风量、紧急通风量（车辆静止时）；

（2）列车静止时客室内温度及温度均匀性(AW0 和 AW2)；

（3）空调机起动后温度随时间的变化曲线（对不同的运行模式及温度设定值）；

（4）客室内风速及气流的均匀性（AW0，车辆静止时）；

（5）客室内相对湿度（AW0 和 AW2）；

（6）客室内的气压（车辆静止和运行时）；

（7）仅空调机工作时车内外的噪声。

（8）客室内空气指标参数。

8.5.2 例行试验

通过例行试验以证明产品满足相关的要求。空调系统各部件须进行例行试验,以证明空调系统及其各部件的功能及满足相关的要求。试验大纲须参照相关国内、国际标准及合同要求编制并在设计联络阶段提交给招标人确认。

空调机组例行试验按 TB/T 1804《铁道车辆空调 空调机组》或等同标准执行，须对每台空调机组做出厂试验。

（1）主要尺寸检查；

（2）真空密封性试验；

（3）充氮检漏试验；

（4）用氮气与制冷剂混合气体进行电子检漏；

（5）电器元件的绝缘试验；

（6）充注制冷剂；

（7）功能和运转试验；

（8）干燥过滤器的检查；

（9）喷水试验；

（10）终检；

（11）检查资料的完整性。

（12）风机的动平衡试验。

具体试验项目及内容在设计联络会议上确定。

序号	试验项目	型式	例行	备注

序号	试验项目	型式	例行	备注
1	外观检查	■	■	
2	尺寸和重量检查	■	■	
3	制冷系统密封性试验	■	■	
4	喷水试验	■	■	
5	绝缘电阻试验	■	■	
6	介电强度试验	■	■	
7	制冷系统故障保护试验	■	-	
8	运转试验	■	■	
9	额定制冷量试验	■	-	
10	制冷输入功率试验	■	-	
11	制冷能效比（EER）	■	-	
12	最大负荷制冷试验	■	-	
13	最大负荷制冷工况过、欠压启动试验	■	-	
14	凝露试验	■	-	
15	热泵额定制热量试验	■	-	
16	热泵制热输入功率试验	■	-	
17	热泵最大运行制热试验	■	-	
18	热泵最大运行制热工况过压及欠压启动试验	■	-	
19	自动融霜试验	■	-	
20	电热装置的安全试验	■	-	
21	电热额定制热试验	■	-	
22	噪声试验	■	-	
23	低温工况试验	■	-	
24	超低温制冷试验	■	-	
25	静压试验	■	-	
26	通风机空气动力特性试验	■	-	
27	空调机组和控制屏配套试验	■	-	
28	电热器和加热腔上表面温度测试	■	-	
29	变频空调制冷、制热调节试验	■	-	
30	热泵极限工况试验	■	-	
31	振动与冲击试验	■	-	
32	空调机组及其部件诱发振动试验	■	-	
33	电磁兼容性试验	■	-	
34	其他功能试验	■	-	
注 1：标有“■”的为强制性试验。标有“-”的不做要求。				

8.6 应提供的资料

8.6.1 在投标文件中应包括的资料

8.6.1.1 投标人要从空气动力学和隧道运行环境的角度提交空调系统的设计方案。

8.6.1.2 每辆车总通风量不小于 10,000m³/h、单元机组的制冷计算文件量、空调系统设计技术方案、控制说明及有关图纸等详细资料，这些资料至少应包括下述技术资料，以说明方案选择的理由：（1）空调机组的设计布置及基本设计参数、尺寸、方案；（2）制冷量的计算及参数选择依据；（3）建议使用的制冷剂；（4）客室风道布置、气流组织的设计方案；（5）风道设计计算；（6）控制设计方案。

8.6.2 在设计联络阶段应提供的资料

8.6.2.1 空调控制系统

（1）详细的空调控制系统方案，包含各部件选型分析说明、电路板的原理图、电路图、元件布置图和明细表及测试点等详细资料。

（2）主要部件详细的技术参数及测试、控制程序软件、逻辑控制图（流程图）、服务维修软件以及装配图等技术文件、图纸。

（3）控制板检测方法、试验、验收标准等技术文件，并且文件中需附有具体检测、试验设备清单以及各类质量检查表格、试验文件等。

（4）控制板维修试验程序、验收标准以及配套的维修设备、试验设备、特殊工具、测试仪器等清单。

（5）空调控制系统故障诊断的详细信息说明。

8.6.2.2 空调系统

（1）详细的空调机组、风道设计图纸、计算、方案，制冷系统工作原理图及平面布置图、控制逻辑原理图等。

（2）空调机组的设计方案，各主要部件的选型分析和空调制冷管路系统配置分析等布置及基本设计参数、尺寸。

（3）机组各部件的明细表及材质、牌号、安全标准等文件。

（4）机组整机的组装工艺、安全检测、试验、验收标准文件，并附有具体的生

产、检测、试验设备清单以及各类质量检查表格、试验文件等。

（5）机组整机各级维修规程、工艺、试验程序、验收标准以及配套的维修设备、试验设备、特殊工具、测试仪器等清单。

（6）压缩机各级维修规程、检测标准、试验程序，并附有具体装配的检测、试验设备清单以及各类质量检查表格、试验等文件。

附件 3-9 列车网络及控制系统

9.1 总则

9.1.1 本章节描述的功能要求、技术要求、技术规范、技术参数、接口要求等均为实现本线路全自动驾驶的基本要求。投标方应根据 EN 62290 中的 GOA4 等级在设计联络提出完整的功能清单、设计方案、功能说明及接口说明，须包括 EN 62290 中关于 GOA4 的相关要求及本章节的要求。投标方也可根据经验建议额外的功能并承担设计及供货。

9.1.2 列车网络及控制系统（TCMS）采用分布式总线控制方式，各总线系统应符合列车通信网络 IEC 61375 或相当的国际标准。所采用的总线控制系统应为成熟和安全可靠，列车总线应冗余设计，单点故障不影响正常总线数据传输，列车中央控制单元分别位于 Tc 车。网络控制采用 TCN 或者满足相当标准要求的其它方式。

列车网络必须满足以下要求：

(1) 子系统与通信板的通信标准、通信协议、数据包定义、以及通信控制信号、变量的描述须全数提供给招标人；

(2) 车辆供货商需对与子系统之间通信负责，不能出现由于通信或协议转换的原因导致系统不稳定。

(3) 站名、线路、特殊信息可由用户进行编辑，并预留足够容量。

9.1.3 列车控制级提供整列车的控制信号和故障信息，列车总线对列车级有足够的冗余。总线的数据通讯速率必须满足列车数据传输的实时性要求，确保列车的实时控制及诊断显示性能。需要向招标人提交相关数据传输率计算说明。

9.1.4 列车网络控制系统由列车控制网络及维护网络组成,控制网络可采用以太网或以太网+MVB 网或 MVB 网形式，维护网络采用以太网。

9.1.5 TCMS 的基础数据和累积数据存储应具备冗余，不因单部件更换而丢失。

9.1.6 车辆控制级在本车上应提供本地控制信号，通过车辆总线分配到全车的各单元。

9.1.7 若列车控制网络采用以太网，车辆各关键子系统应具备双归属设计。

9.1.8 子系统控制级为最低功能级。

9.1.9 子系统控制系统指所有直接控制子部件的控制系统，包括子系统微机控制单元、子系统控制网络（如有）和相关的硬件控制电路。子系统控制网络（如有）也应符合 IEC 61375 或相当的国际标准。

9.1.10 各子系统应设有故障记录功能，故障记录应包含列车在对应故障发生时的相关控制信号及环境数据记录，故障信息/事件存储能力应足够大，满足对 30 天以上故障信息的记录。各子系统提供一个标准的、统一的 USB/以太网通讯接口与 PTU 连接。通过 PTU 软件能够下载相应的故障信息/时间。

9.1.11 牵引、制动、辅助系统应具备实时监视功能，能够实时地、长时间(48 小时连续)地监控和记录子系统内部的各种信号的波形与逻辑信息，并可通过 PTU 观察、记录各种信号的波形与数据。投标人提供的 PTU 软件必须能够满足实时的、长时间(48 小时连续)、稳定的监控与记录的需要。招标人能自行修改记录与监控的信号以及采样时间，投标人应提交具体方案。

9.1.12 列车控制与管理系统存储单元应为冗余存储，并采用先进先出的方式对采集的数据进行存储，除累计数据外存储周期不应大于 100ms，存储时间不小于 7 天且容量不小于 8G。通过密码校验或许可后方可对存储单元进行访问和数据下载，且存储单元记录的数据不可人为写入、修改或删除。

9.1.13 列车控制网络若为 MVB 形式，列车总线连接两个三节车单元中的节点，两个单元之间应设置冗余的中继器。

9.1.14 车辆总线连接本单元中各个由计算机控制的部件和接口，负责车辆级网络中的数据传输。

9.1.15 节点起网关的作用，负责两级网络间的协议转换。

9.1.16 列车控制系统应具有自诊断功能。

9.1.17 投标人应在投标文件中提交列车网络与子系统之间的通信标准、通信协议、数据包定义以及通信控制信号、变量的描述。投标人在投标文件中应提供所采用的标准的中文版本。

9.1.18 投标人需对列车网络控制系统与子系统控制系统之间通信负责，不能出现由于通信或协议转换的原因导致系统不稳定。

9.1.19 投标人的网络技术方案须满足列车数据承载的需求，并在设计联络提交网络负载率计算分析报告。

9.1.20 所有微机控制单元可自动识别本单元所在的列车位置，并可自动分配物理地址，无需手动配置。

9.1.21 投标方应基于场景分析，针对影响列车运营的设备或故障（至少包括微机控制单元和微型断路器），在设计阶段提供建议的自动复位方案并附以实例进行说明。此外，投标方还应在设计阶段对给出的自动复位功能进行安全性分析，并提供安全性分析报告交第三方及招标方进行确认，具体方案在设计阶段确定。

9.1.22 全自动驾驶模式下，司机台紧急制动按钮有效，其余控制功能是否有效设计阶段确认。

9.1.23 司机显示器上显示的所有信息（包括系统状态、故障信息、事件信息）可上传至OCC，且 OCC 上显示的内容与司机显示器保持一致。

9.1.24 列车全自动驾驶模式下牵引授权条件应至少满足 EN 62290 或相当的国际标准的相关要求。

9.1.25 列车控制系统失效时，列车应具有相关的防护措施，包括紧急牵引功能等，保证列车安全，投标方应提供详细实现方案及风险评估报告。

9.1.26 与运行及安全有关的控制除由列车网络控制系统进行控制外，还必须有其他形式的冗余设计。当总线网络故障时，列车应有基本的牵引和制动功能。列车上所有涉及到安全的设备或装置均应优先采用列车硬线控制方式，如：车门、紧急制动等。

9.1.27 空调系统需实现强冷弱冷车厢设置功能。在 DDU 空调工况控制界面增加集控、分控按钮，可实现空调分控、集控的切换；在维护界面增加每节车目标温度独立设置按钮，可根据需求独立控制每节车温度，实现电客车的强冷弱冷车厢功能。

9.1.28 质量控制

9.1.28.1 所有电子元件在装车前经过老化处理，并根据 EN 50155 或相当的国际标准采取质量保证措施。

9.1.28.2 投标方须提供全面的质量控制手段介绍，尤其是生产工艺、试验、验收标准的说明，并附有具体的生产、试验设备清单以及各类质量检查表格、试验文件等。

9.1.29 总体结构及布置要求

9.1.29.1 投标方应在投标文件中提交列车网络控制系统的结构框图,整车及各子系统的功能实现说明以及对应的详细的逻辑关系说明。

9.1.29.2 总线

(1) 总线物理上的连接采用冗余结构。它们对有关的关键区域提供部分冗余，即在列车控制单元、列车总线或车辆总线故障时，不会导致列车牵引停止。若单节车辆总线发生故障，不应该影响其它车辆总线的工作状态。单个部件故障不影响整车运行。

(2) 列车控制单元与车辆总线直接相连，其具有车辆总线控制器和大容量通信存储器等，管理车辆总线通信，列车控制单元通过车辆总线与车辆各子系统进行数据交换，实现列车、车辆的控制及诊断。

(3) PTU 通过维护接口可访问总线上的设备，读取各功能输入输出 IO 模块的所有信息的状态和故障信息。

9.1.29.3 系统数据要求

(1) 投标人应对通过列车通信网络所传输的各种列车数据进行定义，并规定各数据的优先等级。

(2) 列车控制系统的各项性能指标应满足信号系统的要求。

(3) 在列车总线控制系统上应留有维修检测接口，维修人员能通过该接口用 PTU 将列车总线控制系统上的数据通讯情况记录在 PTU 的硬盘上，可以检测列车总线控制系统间及总线控制系统与悬挂在总线上各微机控制单元的通讯是否正常。

(4) 投标人应阐明如何保证过程数据发送到各子系统的同步性和实时性。

9.1.30 安全性要求

9.1.30.1 安全性满足 IEC 61178 或相应的国际标准中有关要求。

9.1.30.2 保证列车运行时的安全性，并具有一定的安全余量。

9.1.30.3 保证电路中出现故障不造成运行危险或对旅客和乘务员造成危害,危害正常运行的故障必须能够立即识别，并按故障导向安全的原则进行设计。

9.1.30.4 所有电气设备箱/壳体都有良好接地，确保操作及检修维护人员的安全。

9.1.30.5 车辆设计充分考虑设备烧损的火灾隐患，以及设备炸裂的安全隐患，采取必要的安全设计结构和措施，确保安全。

9.1.30.6 列车网络失效时，列车应具有相关的防护措施，保证列车安全，投标人应提供详细实现方案及风险评估报告。

9.1.30.7 TCMS 系统功能至少达到 SIL2 及以上安全等级认证。

9.1.31 可靠性要求

9.1.31.1 可靠性满足 IEC 61178 或相应的国际标准中有关要求。

9.1.31.2 控制、信息传输等设有冗余。

9.1.31.3 通过采取相应的结构与措施确保车辆及其零部件的可靠性。

9.1.31.4 各种接插件有良好的定位结构，不存在插错的可能。

9.1.31.5 各种电子印刷线路板应能在所规定的南京地区自然环境要求下正常、安全、可靠的工作，其温度范围满足 EN 50155 或相应的国际标准，种类 T3：-25℃～+85℃环境温度。

9.1.32 **网络安全要求**

9.1.32.1 遵循标准

(1) 《网络安全阀》、《计算机信息安全等级保护划分准则》GB 17859-1999

(2) 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》TB/T 22239-2019

(3) 《信息安全技术 网络安全等级保护测试要求》TB/T 28448-2019

(4) 《信息安全技术 网络安全等级保护测试评估技术指南》GB/T 36627-2018

(5) 《信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求》GB/T 25070-2019

9.1.32.2 防护技术要求，具体要求在设计阶段确定：

(1) 边界防护及访问控制：

- 根据 GB/T 22239-2019 中第三级对于安全区域边界的要求，需在车地无线通信车载终端与列车内部网络交换机之间通过部署专用防火墙实现边界防护及访问控制，保证车地无线通信通过防火墙接入车辆网络内部；
- 防火墙应配置访问控制规则，应实现默认禁止；
- 根据列车网络通信的需求配置相应的白名单，并能实现对列车网络通信的协议解析，同时应支持私有协议自定义解析。

(2) 入侵及恶意代码防范：

- 车辆网络应在网络关键节点实现入侵检测及防范；
- 关键节点包括：防火墙(内外网边界)及内部网络；
- 应在前述网络关键节点上检测、防止或限制从外部发起的网络攻击行为；
- 应在内部关键节点上实现检测、防止或限制从内部发起的网络攻击行为；
- 应支持车辆网络内各种通信协议的解析，同时应支持私有协议自定义解析，应支持学习模式建立车辆通信模型基线，对车辆通信行为与基线进行对比分析，对不符合通信基线的异常行为进行告警；
- 应采取技术措施对网络行为进行分析，实现对网络攻击特别是新型网络攻击行为的分析；
- 当检测到攻击行为时，记录攻击源 IP、攻击类型、攻击目标、攻击时间，在发生严重入侵事件时应提供报警。应实现恶意代码防范；

- 相关要求应满足GB/T 20275-2013 《信息安全技术 网络入侵检测系统技术要求及测评评价方法》及GB/T 37953-2019 《信息安全技术 工业控制网络监测安全技术要求及测评要求》。

(3) 安全审计：

- 车辆网络应在网络关键节点实现安全审计：
- 关键节点包括：防火墙（内外网边界）及内部网络；
- 审计覆盖到每个用户，对重要的用户行为和重要安全事件进行审计;
- 审计记录应包括事件的日期和时间、用户、事件类型、事件是否成功及其他与审计相关的信息；
- 应对审计记录进行保护，定期备份，避免受到未预期的删除、修改或覆盖等；
- 应能对远程访问的用户行为等单独进行行为审计和数据分析。

9.2 列车管理系统

9.2.1 概述

9.2.1.1 列车管理系统是列车通信网络结构中以列车控制单元为核心的一个列车控制系统。它由列车控制级和车辆控制级功能的多台计算机系统和一些专门开发的高处理速度的微机组成。

9.2.1.2 列车管理系统负责列车的控制、监控和诊断，为一完整的集成控制系统。该系统为列车各子控制系统和模块提供各种实时控制信号。

9.2.1.3 以下控制单元应合理的布置：

(1) 列车中央控制单元；

(2) 牵引控制单元；

(3) 气制动电控制单元；

(4) 列车空调控制单元；

(5) 列车门控制单元；

(6) 列车辅助电源控制单元；

(7) 列车广播系统；

(8) 乘客信息显示系统；

(9) 司机室及客室的输入输出设备；

(10) 司机室人机接口（HMI）；

(11) 火灾报警控制单元；

(12) 走行部故障诊断单元；

(13) 可编程逻辑控制单元（LCU）；

(14) 各输入输出设备 I/O。

9.2.1.4 列车管理系统应提供自检功能，可通过显示屏调用，并将自检结果传送给显示屏显示。

9.2.2 列车中央控制单元

9.2.2.1 列车中央控制单元为带集成诊断功能和控制功能的车辆控制与列车控制装置，其 CPU 应为高效能的 32 位及以上计算机（优先采用 64 位计算机），负责组织所有连接通道上的数据交换，处理接受的数据和向子控制系统发出指令并完成诊断功能。

9.2.2.2 每一 Tc 车拥有一个列车中央控制单元，作为总线管理主机，其中一个为主控单元，另一个为从控单元。

9.2.2.3 列车中央控制单元应至少能完成或参与下列控制功能：

(1) 控制列车总线系统上的数据通信；

(2) 管理车辆总线；

(3) 列车和车辆的故障诊断和存储；

(4) 控制辅助逆变器与辅助变换器电源负载分配方式控制（正常与故障状态）；

(5) 用于牵引/制动控制的列车控制；

(6) 列车自动驾驶；

(7) 监视安全制动装置；

(8) 主风缸与制动风缸压力监控；

(9) 距离记录和速度中央控制；

(10) 运行里程记录及通过 PTU 可修改里程功能；

(11) 司机显示器的控制；

(12) 列车乘客信息系统控制；

(13) 参与防滑/防空转保护控制；

(14) 参与高速断路器的控制；

(15) 自校验；

(16) PTU 接口；

(17) 应有足够的标准的串、并行接口与信号及通信设备连接，并有专用的处理器及存储设备转换通信数据格式并记录所有接口交换数据，所有的记录数据可通过 PTU 读取；

(18) 空气压缩机、空调压缩机（若采用定频）应顺序起动，空气压缩机起动优先，起动间隔时间由投标人优化并提交招标人确认；

(19) 具备电网输入能耗记录、再生制动向电网反馈的能耗记录、电阻制动能耗记录、列车牵引系统能耗及辅助系统能耗记录功能。

9.2.2.4 在列车控制单元上运行的车辆不同的控制功能块应单独进行设计和说明。投标人应对各功能块进行说明，并由招标人确认。

9.2.2.5 列车控制单元的所有应答信号和反馈信号通过网络接口或数字/模拟输入/输出模块（I/O 接口）传送至各子系统。对于 110V 有接点电路的控制信号，应通过 I/O

输入输出设备与车辆总线连接。

9.2.2.6 列车控制单元具有自我监视功能以及看门狗（Watchdog）功能，必须开放给用户，并在故障处理完后能自动定义重新启动。

9.2.2.7 列车控制单元参与牵引/制动的冗余备份控制

列车控制单元管理列车在常规运用条件或其他非正常条件下的所有牵引/制动的列车功能，并按照所给条件将列车投入到特定的工作状态。牵引控制单元通过车辆总线向列车控制单元传输本车的实际牵引/制动力，本车实际速度由列车牵引或制动控制单元提供，列车控制单元根据反馈量进行牵引/制动冗余备份控制和保护。

9.2.2.8 列车控制单元中的启动联锁保护功能至少包含：

(1) 车门启动联锁；

(2) 停放制动启动联锁；

(3) 气制动牵引启动联锁；

(4) 主风缸低压启动联锁；

此外，每个功能将配硬旁路连接作有限运营。

9.2.2.9 列车控制单元中应实现下列牵引/制动列车保护控制功能：

(1) 列车超速保护

- 当列车速度超过 83km/h 时，切除牵引力，给司机提供报警提示；
- 当列车速度超过 85km/h 时，施加最大常用制动（直至列车速度低于 83km/h）；
- 当列车速度超过 88km/h 时，自动施加紧急制动直至列车停止。

(2) 列车冲击限制保护

列车控制单元中应定义或运行以下几种列车状态下的列车控制功能：

- 非激活状态

- 激活状态
- 准备牵引状态
- 牵引状态
- 制动状态
- 故障状态

9.2.2.10 列车控制单元中应定义在牵引/制动故障情况下和紧急情况下的控制：

(1) 一台牵引/制动设备故障切除；

(2) 二台牵引/制动设备故障切除；

(3) 三台牵引/制动设备故障切除；

(4) 四台牵引/制动设备故障切除。

投标人应给出上述情况的详细定义，并交由招标人确认。

9.2.3 列车管理系统的车门控制功能

9.2.3.1 车门控制采用网络控制优先或硬线优先，具体可在设计联络会中确定。安全回路用硬线。

9.2.3.2 车门控制单元通过车门子系统冗余网络将单个车门状态信息传送至列车管理系统，列车管理系统监控开门/关门/重关门指令以及各个车门的状态。车门子系统必须是冗余网络，单个门控器通信中断不会影响本节车其它车门的通信、控制、诊断功能。列车中央控制单元通过门控制子系统发送的门开/关反馈信息监视列车的车门动作情况，并在司机室显示器上记录车门故障和显示车门状态。若一种方式控制出现故障，则可以通过“转换开关”将控制模式转换为另一种方式控制。“所有门关闭”环线采用硬连线。

9.2.3.3 列车管理系统中的开门/关门联锁功能

(1) 列车静止时，门开/关指令有效（V≤0.5km/h）；

(2) 列车速度非零（V>0.5km/h）时，门开/关指令无效，司机台开门按扭指示灯

灭；

(3) 当列车车门没全部关好时，列车无法进行牵引（除旁路功能激活外）。

在有 ATP 保护的情况下，因涉及到车辆与信号的接口，列车运行时解锁车门后列车的运行状态在车辆接口联络阶段另行确定；在 EUM 模式下，列车启动但有超过一半车长在站台内时，如有车门被解锁，列车应触发紧急制动；在 EUM 模式下，列车已驶出站台超过一半车长时，如有车门被解锁，则车门须采取措施防止被打开，车辆显示屏上显示车门紧急解锁信息，但不影响列车运行，此时由司机根据情况决定后续操作，列车停稳后被解锁的车门可打开。列车静止时，无论 ATP 是否工作，如果车门没有全部关好，则不能缓解列车的气制动，车门旁路功能激活除外。（具体设计阶段确定）

EUM 模式：在此模式下，列车的速度、监控、运行及制动由司机负责操作，没有信号防护。

9.2.4 列车管理系统的故障诊断和记录

9.2.4.1 列车管理系统应对本系统检测到列车上最小可更换单元，可对本系统的故障自动检测、报告并记录。记录的故障信息具备故障发生时的环境参数。

9.2.4.2 各子系统故障由各系统的故障诊断系统测定，并向列车控制单元报告。

9.2.4.3 列车管理系统应具有足够的容量来存储列车的故障信息。

9.2.4.4 列车管理系统应设计具有一个基于独立硬件（至少容量 1TB）的数据记录仪，其能够记录车辆关键控制单元和部件的各种状态信息。列车管理系统应有足够的容量以 50ms、100ms 的采样频率保存各种信息（信号数量不少于 120 个，其中 80 个数字量+40 个模拟量），保存历史数据时间应至少长达 30 天以上，系统应以滚动存储方式保存数据（既先进先出 FIFO），并可方便的读取。投标人应提供读取数据记录器的软件及相关设备，数据记录可通过在线读取和离线读取两种读取方式。

9.2.4.5 列车网络控制系统应具有两个数据记录仪（一列车配 2 个数据记录仪），其记录介质应为存储芯片或通用闪存卡，能够记录车辆关键控制单元和部件的各种状态信息。

9.2.4.6 数据记录仪应有足够的容量以不大于 100ms 的采样率保存各种信息（记录能力不少于 128 个 16 位精度模拟量或等数据量的数字、模拟量组合），系统应以滚动存储方式保存数据（既先进先出 FIFO），并可方便的读取。

9.2.4.7 数据记录仪中数据的下载可通过以下方案实现：

- 使用 PTU，通过数据记录仪上的维护端口下载并读取；
- 使用 PTU，通过维护信息网上的维护端口下载并读取。

9.2.4.8 数据记录仪须实现以下两大功能：

(1) 触发记录功能：

- 当列车出现故障或异常事件时，数据记录仪能记录并储存故障或事件发生前后一段时间（时间的长度足以对故障或异常事件进行分析）内的所有列车状态值以及与事件相关的环境参数；
- 用户可根据需要更改触发条件、触发形式、记录信号、记录时间、采样频率等；
- 招标方需于设计阶段提交具体方案。

(2) 连续记录功能：

- 数据记录仪还能在列车激活状态下连续记录大于 48 小时的列车运行状态数据和所有的司机室操作，采样频率不小于 20Hz，可根据参数性质适当调整，数据存储采用先进先出的方式；
- 事件记录有标记功能，当列车发生故障和事件时，能自动标记并表明故障、事件与标记的关系；也可设置其它条件自动标记；预留一个事件记录标记外部触发功能，通过该功能实现人工标记事件发生的时间；
- 投标方应向招标方提供列车系统所存储的具体信号，并提供专用的服务软件用于修改数据记录仪中的记录信号及采样周期。投标方应提供招标方在数据记录仪中修改记录信号及采样时间的权限，不应该限制最大信号选取数；

- 招标方可以对总线系统所监视的所有信号按照自己的需要选择记录。投标方应提供所有可供选择的信号列表（包括总线上所有的信号）及可行的采样频率，由招标方认可。

9.2.4.9 数据记录仪因突然断电而丢失的数据内容，不能超过断电前 100ms 的记录。

9.2.4.10 事件记录数据信息应分段记录，可按时间段选取后，进行故障下载。

9.2.4.11 对于已经通过 I/O 接口进入列车控制网络的可手动操作元件（如按钮，开关，旋钮等），以及其他重要的可手动操作元件，列车控制单元应记录最近 48 小时内的操作记录，用于故障情况下对操作过程进行离线分析。投标人提供详细的实施方案。

9.2.4.12 有关的故障信息和列车数据可使用 PTU 通过列车控制单元进行访问并下载，维修人员可以借助 PTU 软件分析列车状态并获得故障源的信息。

9.2.4.13 列车管理系统应有足够的输入/输出接口，故障信息通过列车控制网络进行管理，且对与信号系统所有的接口电路节点进行监控。

9.2.4.14 投标人也可基于自身系统设计的需要，向招标人建议至少相当于招标人要求或更优的数据记录仪方案。

9.2.4.15 数据记录仪记录的信息至少包括：

- □列车速度和相应的速度传感器；
- □ATC 超速；
- □公里数；
- □时间；
- □紧急制动回路；
- □运行方向；
- □牵引/制动要求；
- □驱动模式；

- □牵引力/制动力参考值；
- □总风缸的空气压力（最低压力）；
- □零速信号；
- □网压；
- □电牵引空转保护；
- □电制动滑行保护/机械制动滑行保护；
- □紧急按钮；
- □紧急制动复位按钮状态；
- □紧急制动接触器状态；
- □机械制动状态；
- □警惕按钮；
- □车门指令；
- □主控中央控制单元 1 状态；
- □从控中央控制单元 2 状态；
- □旁路开关状态。

所采样的数据内容、容量及实现方法由投标人明确。

9.2.4.16 应提供 USB 高速接口（或以太网）和配套的维护软件、U 盘，以传输数据记录仪所储存的信息，用以读出并分析所记录的事件信息。

9.2.5 事故备份记录设备

9.2.5.1 每个司机室提供一个独立的事故备份记录设备，存储器的容量不小于 8GB，持续记录关键列车信息，用于分析列车的重大事故。

9.2.5.2 事故备份记录设备应满足以下基本要求：

(1) 应满足事故冲击、震动、挤压、防水、防火等方面的需求；

(2) 能可靠记录车辆的关键信息数据，持续记录时间不少于 2 小时；

(3) 能可靠保存事故发生前的司机室图像和语音信息，持续记录时间不少于 30 分钟；

(4) 事故备份记录设备需满足 IEEE1482.1 或等同标准。

9.2.5.3 事故备份记录设备能够记录并储存来自信号系统的相关数据，具体方案在设计联络阶段确定。

9.3 列车故障诊断

9.3.1 列车故障诊断功能由列车控制单元集中完成。即在每个列车控制单元中应有专用的至少为 32 位的处理器，用于故障数据的处理。所有诊断信息以及列车故障诊断系统应自动提供给整组列车。在该系统中，对于每个连接到车辆总线上的子控制单元，要求各子系统可诊断到最小可更换单元，列车控制单元通过列车总线控制系统接受从各子系统传来的故障报告，并附带一定的环境数据和相应的时间。

9.3.2 列车控制单元可通过列车总线控制系统接受各个子系统的故障信息并附带环境参数和相应的时间，在无电的情况下也能保证存储。

9.3.3 所有列车运行所需的关键的诊断信息可以在激活端的显示器上显示出来，在出现故障时，列车司机可以从显示器上得到故障信息,而且故障显示信息不能影响其它的信息的正常显示。

9.3.4 对于维修工作，除了可直接利用司机显示器外，还能够通过服务接口（串行/USB/以太网接口/无线传输）将存储在记录设备中的存储数据传输到普通的个人计算机。在个人计算机中借助专用的专家分析软件对故障数据进行分析。维护人员至少可通过以下两种方法下载故障数据：

- 使用 PTU，通过列车中央控制单元上的维护端口下载并读取；
- 使用 PTU，通过维护信息网上的维护端口下载并读取，通过该端口同时能下载到其他子系统的故障数据。

9.3.5 对重要的故障信息的记录应该给出跟踪数据，并通过分析数据记录能显示出连续

的数据曲线图形。投标人应提供跟踪数据的检测时间范围和参数种类及记录形式。

9.3.6 应监测蓄电池电压、电流、温度，可在显示屏上显示蓄电池的状态信息，当蓄电池温度过高时，记录并报警，但不需要削弱直流 110V 电源的功能。

9.3.7 应具备控制系统自检功能，每天列车自动唤醒后，应能对列车各子系统进行自检，至少包括牵引、制动、车门、PIS、空调、照明、火灾报警系统。自检完成后应存在自检信息记录并将记录传送给 TCMS 系统进行保存，并在司机显示器上/OCC 显示屏提示自检完成情况，牵引、制动自检通过后，不应因其他系统自检失败而能影响列车牵引制动功能。

9.3.8 列车诊断系统

9.3.8.1 Tc 车的列车控制单元执行中央故障处理功能，其主要功能如下：

- 对故障信息进行识别，处理；
- 输出故障信息。

9.3.8.2 中央故障处理单元应具备自诊断和保护功能并且可对本系统部件诊断到最小可更换单元。

9.3.8.3 所有的故障信息应存储在列车控制单元里，应该可以方便地下载。主控中央控制单元将对故障的评估结果及其它故障信息储存在本单元的储存器中，储存器应满足先进先出的功能。同时也将同样的信息送到从控中央控制单元中储存，使列车上所有中央控制单元所储存的信息完全相同。故障信息应包含相应的环境数据，通过相应的专家分析软件将下载的数据还原成可用于分析故障的故障记录表和相关的模拟量/数字量图形，分析过程应该能够在通用的 PC 里完成。环境数据需保存一段连续的时间，数据采样的周期、数据数量、数据种类、保存时间长短等，投标人应在投标书中提出建议。环境数据下载后，可以进行二次编辑。

9.3.8.4 故障信息至少包括故障代码、故障名称、故障等级、车号、故障设备的名称、故障发生日期时间、故障消失日期时间、同类故障统计数、公里数及相关的环境数据。

9.3.9 故障等级

9.3.9.1 对故障应该根据故障对子系统或列车的性能或安全性的影响划分为不同的故障等级。对不同的故障等级应该有不同的声光信息显示给司机。

9.3.9.2 列车应具备故障分级报警功能，报警信息至少包括等级、日期和时间、内容、设备、原因等。报警等级按照对列车运行影响程度从高到低分为四级：

- 一级报警是指列车安全功能缺失或服务能力严重下降影响列车运营安全或严重影响列车运营服务、列车必须疏散乘客并退出服务的报警，如列车运行中车门打开、列车完整性回路丢失等；
- 二级报警是指列车服务能力部分下降影响列车运营服务、列车维持运行至终点站后退出服务的报警，如单个牵引变流器严重故障、单个辅助变流器严重故障、单个空调严重故障等；
- 三级报警是指列车服务能力有下降但不影响列车运营服务、允许列车完成运行图规定的全天运行计划后退出服务的报警，如乘客信息显示屏故障、单台空调压缩机故障等；
- 四级报警是指其他异常事件和故障的报警。

发生故障时，应在司机显示器上有相应图标进行报警提示。其中，一级、二级报警还应具有声音提示，同时突出显示报警内容。各系统具体故障分级分类另行规定。

9.3.9.3 故障项目和故障等级在司机显示器上显示并上传，同时发出警报提醒司机注意。故障等级和显示、上传级别应适应全自动驾驶和有人驾驶模式。故障等级和显示、上传级别投标人应提出方案，在设计联络阶段确定。

9.3.9.4 投标方在设计阶段提交列车子系统故障及故障叠加情况与上述故障等级的对应表。

9.3.9.5 子系统应具有故障自诊断能力。子系统的微机控制单元可通过车辆总线将带有故障等级的故障信息及工作状态信息提交列车诊断系统。子系统故障应划分为以下三个故障等级：

- 轻微故障：不影响部件系统功能的故障；
- 中等故障：限制部件系统功能的故障；
- 严重故障：严重影响系统的故障，系统自动关闭。

9.3.9.6 子部件故障评估和列车故障升级

在子部件系统单个故障发生时，故障诊断系统应该根据整列车的故障情况及该子部件故障对列车运营的影响程度，对故障综合评估，输出列车故障等级，并给出合适的应急指引。

9.3.10 司机台上的运行信息指示

- 司机台上应提供行车必要的信息指示灯，以便在显示器故障时，司机仍然可以判断列车的状态安全行车。
- 司机台上应该有模拟式速度表，气压表(指示主风缸压力和制动气缸压力)，其指示范围和精度应符合列车的要求。

9.4 系统数据要求

9.4.1 投标人应对通过列车通信网络所传输的各种列车数据进行定义，并规定各数据的优先等级。列车控制系统的各项性能指标应满足信号系统的要求。

9.4.2 列车级网络和车辆级网络可以传输三种类型的数据：

(1) 过程数据

过程数据表达列车的状态，如：速度、电机电流、司机指令等。过程数据变化短暂、迅速，数据传送时间必须确定。因此对这种数据作定期传送。

投标人应提供过程数据在以下条件下的最小传送周期：

- 在列车网络上传输的过程数据最大延迟；
- 直接挂在同一车辆网络上的设备间传输的过程数据最小传送周期和延迟；

- 挂在同一子系统内部网络上的设备间传输的过程数据最小传送周期和延迟（车辆子系统供应商提供）。

(2) 消息数据

消息数据用于列车运营需要，因此在传输时间上的要求不严格，但该数据可能较长，数据长度在几个字节到几千个字节之间。信息分为多段小的单元传输，传输控制和错误覆盖在数据传输协议中规定，对信息各段编号，以便确认。

(3) 初始化/监控数据

初始化/监控信息为短数据，主要用于设备的状态检查、故障装置的检测、主传送、启动和相同总线中的其他监视功能。

9.4.3 在列车总线控制系统上应留有维修检测接口，维修人员能通过该接口用 PTU 将列车总线控制系统上的数据通讯情况记录在 PTU 的硬盘上，可以检测列车总线控制系统间及总线控制系统与悬挂在总线上各微机控制单元的通讯是否正常。

9.4.4 投标人应阐明如何保证过程数据发送到各子系统的同步性和实时性。

9.5 系统硬件要求

9.5.1 投标人需对下列的硬件作出说明，包括但不限于：（具体设计阶段确定）

(1) 列车中央控制单元；

(2) 各种输入输出接口；

(3) 总线中用到的各种连接器及接口；

(4) 通讯驱动器；

(5) 交换机；

(6) 防火墙硬件。

9.5.2 模块将符合以下标准和规则：

(1) 相应的 TCN 标准（带总线接口的模块）或相当的国际标准；

(2) 电磁兼容符合 EN 50121 标准；

(3) 轨道车辆上使用的电气设备符合 EN 50155 或相当的国际标准。

(4) 抗振动和冲击性能要求满足 IEC 61373 标准.

9.5.3 印刷电路板所选用的芯片其工业等级应不低于工业标准,所有的硬件在装车前均需通过老化，消除电子元件各种不稳定因素。

9.5.4 对于 110V 控制电路的主要控制信号，应通过车辆总线的外围 I/O 输入输出设备与车辆总线接口，投标人需提交各个 I/O 所连接的信号定义与描述、I/O 的电气与机械接口的描述。

9.5.5 投标人应提供并阐明硬件连接图及软件信号逻辑控制图，以及信号定义、逻辑控制的详细描述，用于列车总线控制系统的调试及设备的维修维护。

9.5.6 系统总线的布线要求将在详细设计时由投标人提供并阐明。

9.5.7 对于不能通过列车控制网络直接接口的外围设备，可以通过远程数字/模拟输入/输出设备及通过串行连接口（包括：RS232、RS485、RS422、CanOpen）与列车控制网络相连接，用于信号、车载无线等系统。

9.5.8 各模块电源要求

9.5.8.1 各模块电源应达到下列要求：

(1) 直接通过 MCB（微型断路器）与所有列车车辆的蓄电池电源相连；

(2) 可靠性高的电源电路，并在关键回路考虑冗余电路；

(3) 短时的电压中断不影响系统的运行。

9.5.8.2 列车微机系统和输入/输出（I/O）模块每一个端口应具有独立的接口短路保护功能，这样，当一个 I/O 模块或控制对象有短路时，只会引起局部故障，而不会导致整个系统故障, 每辆车应配置足够数量的输入/输出模块，必须满足整车要求，并有不少于 20%的余量。

9.5.8.3 各模块均应具有当电源中断 10ms 时不会影响正常运行的能力。计算机模块能识别电源故障，并在电源故障后采取可能的自保护措施。

9.5.9　　显示器应为彩色液晶显示器，触摸屏。

9.5.10　　系统元件的试验

9.5.10.1　　列车控制系统相关设备/模块至少进行以下试验，如下表 9-1 所示，投标方在投标文件中应针对每个控制系统设备提出型式试验及例行试验清单。

表 9-1 列车控制系统设备装车前试验列表

序号	试验内容	型式	例行	备注
1	外观试验	■	■	EN50155 第 10.2.1 条或等同标准
2	性能试验	■	■	EN50155 第 10.2.2 条或等同标准
3	低温试验	■	-	EN50155 第 10.2.3 条或等同标准
4	高温试验	■	-	EN50155 第 10.2.4 条或等同标准
5	交变湿热试验	■	-	EN50155 第 10.2.5 条或等同标准
6	电源过电压、浪涌和静电放电试验	■	-	IEC 62236/EN50155 或等同标准
7	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	■	-	IEC 62236/EN50155 或等同标准
8	射频干扰试验	■	-	IEC 62236/EN50155 或等同标准
9	绝缘试验	■	■	EN50155 第 10.2.9 条或等同标准
10	振动、冲击试验	■	-	EN50155 第 10.2.11 条或等同标准
11	低温存放试验	■	-	IEC 62236/EN50155 或等同标准
12	电磁兼容性试验	■	-	IEC62236-3-2 或等同标准

序号	试验内容	型式	例行	备注
注：标有“■”的为强制性试验，标有“-”的取决于合同要求。				

9.5.10.2 整个系统的试验应满足相关标准及整车的功能要求，投标方应在投标文件提出基于整个列车控制系统的型式试验及例行试验清单。

9.5.10.3 列车控制系统（包括列车控制网络、子系统控制网络）需进行一致性测试。投标方需提供相关试验大纲及试验报告供招标方审核后，方可生产装车。

9.5.10.4 在列车控制系统装车后，按照列车控制系统试验大纲进行型式试验及例行试验。至少进行以下试验，如下表 9-2 所示，并出具相应的试验报告：

表 9-2 列车控制系统装车后试验列表

序号	试验内容	型式	例行
1	列车网络系统通信试验	■	■
2	列车网络冗余性试验	■	■
3	列车网络控制功能试验	■	■
4	列车网络显示器显示试验	■	■
5	列车网络故障诊断试验	■	-
6	列车网络数据记录试验	■	-
注： 1、标有“■”的为强制性试验，标有“-”的取决于合同要求；			

序号	试验内容	型式	例行
2、列车网络故障诊断清单提前提供招标方审核，出厂前完成诊断试验。			

9.6 系统软件要求

9.6.1 所有的操作系统应为强实时性、多任务、高稳定性的操作系统。

9.6.2 列车总线控制系统所使用的控制软件及应用软件应满足 EN 50128 标准或相应的标准要求。

9.6.3 软件设计应满足下列要求

(1) 简捷的体系结构；

(2) 对于具有相同功能的模块，软件应可以自动设置位置；

(3) 高可靠性；

(4) 有多任务实时操作系统；

(5) 能同时运行多个应用程序；

(6) 每次更新软件，所有相关文档将同时更新，以保证诊断顺利进行，投标人需提供每次更新的详细说明与相关信号、逻辑的改变，同时更新需提交的相关资料。

9.6.4 投标人应对车辆各系统应用的操作系统、通信软件及应用软件作出详细说明，投标人并给出软件备份。

9.6.5 投标人应给出相应的工具软件可以读出列车总线控制系统软件逻辑及实时信号数据运行情况，并以逻辑控制图的形式标出每个输入/输出信号流程、名称，实现列车调试、故障跟踪。投标人应提供列车控制系统的逻辑控制图。提供的软件逻辑图应符合 IEC 61131-3 以下表达方式的一种：

(1) 梯形图（Ladder Diagram）；

(2) 功能块图（Function Block Diagram）；

(3) 顺序功能图（sequential function chart）。

9.6.6 逻辑图中，基本功能块（FB）应提供功能块描述和时序图。逻辑图中，子程序（功能）应提供相应的功能描述，至少包括输入、输出之间关系的描述和阐明这些关系的时序图等。逻辑图中涉及到的所有信号（变量）应说明其属性，包括：信号描述、数据类型、执行周期等。逻辑图中涉及到的所有信号（变量），应当具有索引和交叉参考功能，使任何软件元素或者 I/O 点能够被容易找到。

9.6.7 用户对所有软件的使用不应有任何形式的使用和复制权限限制，如："加密狗"和使用许可（License）。软件可在车辆寿命期内重复安装。如果安装光盘出现问题，投标人免费重新提供安装盘，以旧换新。

9.6.8 列车网络系统应具备防火墙功能。投标人应提供防火墙车地数据通信及维护接口通信安全策略，保护全自动驾驶安全。防火墙满足 GB/T 37933-2019《信息安全技术 工业控制系统专用防火墙技术要求》、GB/T 22239《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》或相应的国际标准要求。（具体设计阶段确定）

9.6.9 投标人在车辆网络与综合监控、信号等外部网络的接口边界处设置网络信息安全防护设备，如硬件防火墙等，用于网络信息安全防护。（具体设计阶段确定）

9.7 冗余要求

9.7.1 总线系统，包括总线的线缆和接插件，应为冗余结构。投标方在投标文件中提交总线冗余方案说明。

9.7.2 列车电路可采用无触点逻辑控制单元（LCU）代替部分继电器的配合方式，投标方在设计阶段应提交替代设计的详细说明。

9.7.3 当列车控制网络中任一连接插头被拔出都不会对整个列车控制网络造成影响。

9.7.4 核心控制部分与车辆总线的连接应考虑有适当的冗余结构，以保证核心控制部分安全、有效的工作。

9.7.5 列车基本控制、与运行安全性能有关的控制要有冗余设计。若采用总线控制，牵

引指令、制动指令、方向指令、紧急制动指令和车门控制指令等要有硬件电路来作为备用。具体方案由投标方建议。

9.7.6 司机室关键性的显示信息要有冗余设计。如速度信息、累计里程信息、气压信息、门状态信息、网压信息等在彩色显示器以外还应有另外的冗余显示。与紧急运行有关的一些信息的冗余显示还必须完全由硬件电路来控制。

9.7.7 列车网络控制系统与子系统控制系统（包括牵引控制、气制动、辅助电源、门控制、空调系统控制、广播系统及电子地图等）均应具有冗余结构。

9.7.8 列车总线系统出现故障时，需要有车辆降级模式。车辆降级模式采用硬线方式，实现列车牵引、制动、车门控制的功能。具体定义由投标人提供，由招标人确认。列车控制单元应考虑有一定的冗余结构，当一个列车控制单元故障时，其他控制单元可代替列车控制单元对总线进行管理，总线仍可以继续工作，不影响列车的牵引、制动、车门控制等功能。

9.7.9 列车的关键硬件电路，也需考虑冗余设计。投标方在投标文件中应提交关键电路冗余设计的详细说明，并进行可靠性及安全性计算，以证明该冗余设计是合理有效的。

9.7.10 投标人应提出司机控制器（或全自动驾驶/ATO）的牵引/制动参考值信号的传递方式和途径，充分考虑该信号的重要性，并给出该信号的冗余方案，保证列车在牵引/制动参考值信号中断的情况下能降级运行。

9.7.11 每个司控器应配备两个互为冗余的远程输入\输出模块，参考值信号被转换为数字值。

9.8 电磁干扰

列车通信网络各总线系统应满足 IEC 60571 和 EN 50121 或相关国际标准。详见《电磁兼容》和《列车振动与噪音》相关章节。

9.9 使用环境要求

应满足相应的标准 EN 50155 或相关国际标准。

9.10 机械冲击和加速要求

应满足相应的标准 EN 50155 或相关国际标准。

9.11 列车控制回路的性能要求

9.11.1 列车控制可实现 ATO 驾驶、ATP 保护下的人工驾驶以及 ATP 切除下的人工驾驶模式。

9.11.2 车辆主要电路采用网络＋硬线线相结合的控制方式。

9.11.3 列车控制电路逻辑统一，列车各系统接口（包含硬线与软件接口）逻辑统一。

9.11.4 列车关键控制回路性能要求

9.11.4.1 列车唤醒与休眠回路

(1) 采用贯通列车两端的硬线作唤醒回路。操作列车唤醒开关，导通母线接触器，完成列车设备上电过程。在满足列车休眠条件下，通过操作列车唤醒/休眠开关，激活车辆休眠列车线，可实现列车正常休眠。

(2) 车辆低压母线分为低压永久供电母线、低压正常供电母线两种。

9.11.4.2 司机室占有回路

ATO、ATP 及 ATP 切除的人工驾驶模式式下，钥匙开关首先置于“ON”位的司机室为占有端司机室。

9.11.4.3 牵引回路（具体设计阶段确定）

(1) 方向指令

- 列车设有向前、向后方向指令列车线；
- 向前位与向后位触点开关设有电气互锁。

(2) 牵引指令

- 牵引命令由牵引指令和牵引安全两根指令线组成；
- 牵引安全指令线用于传输列车牵引封锁的逻辑条件；
- 牵引命令高电平有效，制动命令低电平有效；
- 列车如果丢失所有车门关闭状态，车辆牵引封锁。

(3) 列车完整性

列车设置完整性检测电路，完整性状态丢失后应施加紧急制动；同时设置列车完整性旁路开关。

9.11.4.4 制动回路（具体设计阶段确定）

(1) 常用制动

常用制动动指令及制动级位由司控器或信号系统发出。

(2) 紧急制动

- 列车设有紧急制动功能，紧急制动触发后，必须在车辆停车后才可重新复位；
- 紧急制动环路列车线采用双线双断的形式；
- 紧急制动电路设置控制电路和和执行电路。车辆设有紧急制动旁路开关。操作旁路后须确保 ATP 紧急制动和紧急按钮功能有效。

(3) 停放制动

列车停止时，可在占有端司机室通过自复位停放制动施加、缓解按钮发出停放制动施加和缓解指令。

(4) 强迫缓解

当车辆出现制动不缓解故障时，允许对制动控制装置进行强迫缓解

(5) 牵引、制动指令

- 车辆牵引、制动指令采用网络优先，硬线备份模式；
- 当监测到牵引、制动指令同时有效时，车辆执行制动指令。

(6) 警惕控制回路

- 警惕功能仅在人工驾驶模式下有效；
- 在人工驾驶时下，松开警惕按钮，在一定时间（3~6 秒可调）后列车触发紧急制动，车辆切除牵引；
- 列车设置警惕按钮旁路开关。

(7) 超速保护控制回路

除信号系统超速保护外，车辆另设置三级超速保护功能，依次触发车辆报警及牵引封锁、最大常用制动或紧急制动功能。

(8) 列车应急和特殊操作

- 紧急牵引

紧急牵引模式下，牵引、制动系统根据司控器发出的牵引、制动指令及硬线的级位信号控制车辆限速运行。

- 旁路

所有旁路开关的状态均应受 TCMS 监控并记录，并在司机室 HMI 上显示。涉及行车安全旁路需进行声光报警，具体方案由投标人提供，由招标人确认。

9.12 部件技术要求

9.12.1 控制网

列车网络及控制系统采用分布式控制技术。

列车通信网络可选用以太网或 MVB，投标人应对两种通信网络进行说明，并由招标人确认。

以太网列车通信网络应符合 IEC 61375 的要求，其中列车级通信网络采用千兆以太网通信，并采用环网进行冗余，单点故障不影响列车级通信网络功能；车辆级通信网络采用百兆以太网通信，采用点对点连接方式实现网络交换机与子系统设备之间连接。控制数据传输方式采用符合 IEC 61375 规定的传输协议。

MVB 列车通信网络应符合 IEC 61375 的要求，其中列车级和车辆级通信网络均采用 1.5Mbit/s 冗余的 MVB 通信总线，单点故障不影响网络通信功能。应提交通过整个网络发送的过程数据的最大滞后时间，并保证过程数据发送到各子系统的同步性。

9.12.2 列车控制网络的设备包括但不限于：

(1) 总线系统（包括总线维护端口及连接器）；

(2) 列车中央控制单元；

(3) 司机台的显示信息；

(4) 数据记录仪；

(5) 远程输入输出模块；

(6) 中继器或总线连接器；

(7) 继电器等其他小型电子元器件。

投标方在投标文件中需对包括上述部件在内的列车控制网络的设备作出相关说明。

9.12.3 列车维护信息网络的设备包括但不限于：

(1) 以太网或其他网络总线系统；

(2) 以太网交换机；

(3) 维护端口。

投标方在投标文件中需对包括上述部件在内的列车控制网络的设备作出相关说明。

9.12.4 子系统控制系统设备组成包括但不限于：

(1) 子系统微机控制单元；

(2) 子系统控制网络（如有）；

(3) 相关硬件电路。

9.12.5 控制单元的性能要求

(1) 系统启动时间：不大于 60s；

(2) 安全平台 SIL 等级：SIL2 级；

(3) 通信协议：TRDP（以太网配置，可支持 TRDP-SAFETY）、MVB（MVB 配置）；

(4) 传输速率：强制百兆（以太网配置）、1.5Mb/s（MVB 配置）；

(5) 模式：全双工（以太网配置）、半双工（MVB 配置）；

(6) CCU 切换时间：不大于 200ms；

(7) 支持最快通信周期：10ms（以太网配置）、16ms（MVB 配置）；

(8) 硬件和软件应满足相关标准的要求。

9.12.6 便携式测试单元

微机控制单元应提供 PTU 测试软件。系统软件应是授权及正版软件，全寿命周期内免费提供升级服务。

9.12.7 里程计

每个 Tc 车上提供一个里程计。

9.12.8 时钟

司机室应在显示屏上提供时钟，以秒为最小单位显示，各子系统时钟应与列车总线控制系统时钟保持一致。

9.12.9 继电器

列车需采用安全、可靠型继电器，投标人需在方案中明确列车继电器选型方案。具体在设计联络阶段确定。

9.12.10 可编程逻辑控制单元（LCU）

LCU 逻辑控制系统是专为轨道车辆的逻辑控制而设计的一套车载计算机系统，采用计算机及网络技术，通过光耦和场效应管等无触点电路替代列车传统的中间继电器、时间继电器、双稳态继电器等有触点控制电路，实现列车逻辑控制、列车网络通信等功能，简化车辆电路、提升系统智能化水平。

列车采用独立、自主运行的可编程逻辑控制单元（LCU）实现各车辆的逻辑控制功能，并把诊断数据通过以太网反馈至 TCMS。LCU 系统之间可通过列车网络进行数据交互，还可连接到列车维护网络（以太网）实现数据便捷下载的功能。

9.12.10.1 替代继电器的范围，由投标方在投标文件中提供建议，具体的替代范围和风险评估分析需在设计联络会上确定。要求如下：

(1) 可编程逻辑控制单元 LCU 需采用二乘二取二方案，且须具备 SIL4 等级安全认证证明；

(2) 设计寿命不小于 20 年，连接线设计寿命不小于 30 年；

(3) 应在安全性能不降低的情况下用 LCU 进行软硬逻辑功能的替代；

(4) 保持 LCU 和列车控制系统的独立性，与网络通道互不影响，LCU 内部独立走双冗余总线，不借助网络通道，通过头车的 LCU 的列车网络将状态和故障信息给 TCMS；

(5) LCU 记录的变量能存储至少 30 天，采样周期不大于 5ms，并能通过维护端口进行下载分析，每节车 I/O 点位余量不低于 10%，具体方案在设计联络上确定；

(6) 每套 LCU 都应采用完全独立的冗余设计。应采用通用、模块化设计，每套 LCU 自身提供两路电源供电模块；

(7) LCU 故障模式不影响紧急牵引动车；

(8) 设置 LCU 旁路；

(9) 须选用有成熟应用业绩的产品，须达到 SIL4 安全等级认证。

(10) 系统应满足防尘，防震动，抗干扰，适应恶劣的电磁干扰环境等要求。

9.12.10.2 列车 LCU 系统应符合 EN 50121 及 IEC 60571 中有关电磁兼容性的要求。

9.12.10.3 列车 LCU 系统电子装置的使用环境、机械冲击等性能应符合 EN 50155 的要求。

9.12.10.4 设计密封性能要满足标准 IEC 60529 的要求。

9.12.11 PTU

PTU 应为普通的手提电脑，装载专业软件（软件不能带有软件狗或受到其它硬件的限制）通过标准的、统一的串行/USB/以太网接口能够直接与所有系统连接，实现读取数据以及实时监控记录的功能。

9.12.11.1 维护人员可采用上述连接方式，使用 PTU 进行维护工作，能够实时地、长时间（24 小时连续）地监控和记录列车控制系统和子系统内部的各种信号的波形与逻辑信息。投标方提供的 PTU 软件必须能够满足实时的、长时间（24 小时连续）的监控与记录的需要，招标方能自行修改记录与监控的信号以及采样时间，投标方应提交具体方案供招标方认可。投标方必须对提供的 PTU 软件的稳定性负责，确保软件能够长时间（24 小时连续）稳定运行。

9.12.11.2 列车控制单元与子系统微机控制单元具有实时监视功能，并可通过 PTU 观察、记录各种信号的波形与数据。

9.12.11.3 投标方应提供并说明硬件连接图及软件信号逻辑控制图，以及信号定义、逻辑控制的详细描述，用于列车总线控制系统的调试及设备的维修维护。

9.12.11.4 PTU 软件主要用于维修的目的，用于车辆功能试验和基本系统校准。主要功能应包含：

(1) 从诊断数据库中加载数据；

(2) 经各种标准后显示已定义的环境数据；

(3) 对一个已给出的事件显示修理说明信息；

(4) 对一特定的事件显示已定义的环境数据；

(5) 对诊断数据库加载和卸载环境数据；

(6) 数据输出，即对邻近的客户指明快速的诊断系统；

(7) 实时监控；

(8) 可通过代码追溯软件逻辑触发的条件或原因；

(9) 更新控制单元的操作系统软件和应用软件；

(10) 设置一些诊断数据库的参数；

(11) 软件的更新可以通过 PTU 经由标准连接电缆与维护接口相连来实现；

(12) 通过相应的工具软件可以读出列车总线控制系统软件实时信号数据运行情况，提供的列车控制系统的逻辑控制图可以标出每个输入/输出信号流程、名称，实现列车调试、故障跟踪。

9.12.11.5 能对读取的信息进行打印。

9.12.11.6 投标人应对每个系统提供一套 PTU 维护软件，备份软件应写在移动存储设备。PTU 应采主流通用操作系统，可同时在一部 PTU 上可安装所有子系统维护软件，不应设置软件狗，应统一读取接口。招标人对该维护软件拥有无限制的使用权，软件可在车辆寿命内重复同时安装在任意多台普通手提电脑上。投标人在车辆寿命内免费提供软件升级，若存储设备出现问题，投标人免费提供安装。

9.12.11.7 投标方提供的列车及所有微机控制系统的用户软件能在以下操作系统使用，包括 Windows7 及以上（32bit 及 64bit）。

9.12.11.8 提供能读出列车和车辆级控制程序的软件，该软件并能实时跟踪程序中的各个变量。

9.12.11.9 PTU 和所有系统的维护软件，及其配套工具应在首列车签署预验收证书 PAC 前交付给招标人。

9.12.12 司机室显示器

9.12.12.1 在每节 Tc 车司机台上，应有一台彩色显示器。显示系统应该在列车激活后的 30

秒内完成启动操作，完成启动操作后，一旦司机室激活，司机显示器即处于可操作状态。

9.12.12.2 当司机台盖板关闭时，司机显示器应能自动息屏; 当盖板打开时，在人工驾驶模式和全自动驾驶模式下,司机显示器随着司机室的激活或列车的激活自动进行信息的显示。

9.12.12.3 要求有如下特性: 处理速度与诊断系统的性能相适应，屏蔽性、抗干扰耐震动能力，适应买方所在地的气候。

9.12.12.4 司机室显示器需满足如下要求：

- 正常操作温度：符合 EN 50155 所规定的 T3 等级要求；
- 存储温度：符合 EN 50155 所规定的的 T3 等级要求；
- 处理器：低温升、低耗电量的专用处理器；
- 显示器型号：12.1″以上彩色显示器；
- 触摸屏类型：红外感应式/电阻式/电容式/满足要求的其它方式；
- 分辨率：至少 1024×768 像素；
- 主频：≥1GHZ ；
- 内存：≥2GB ；
- 存储：≥2GB ；
- 通信协议：TRDP（以太网配置，可支持 TRDP-SAFETY）、MVB（MVB 配置）；
- 传输速率：强制百兆（以太网配置）、1.5Mb/s（MVB 配置）；
- 模式：全双工（以太网配置）、半双工（MVB 配置）；
- 电源电压：110V +20%/-30%（带纹波抑制器）；
- 开发环境：LINUX 或 WINDOWS ；
- 功耗：不超过 35W（不含扬声器）；

- 扬声器：不低于 72dB（自由场 60cm 处），频率范围 220Hz～20kHz ；
- 亮度：至少 400cd/m^2 工业级 LCD 屏，可自动或手动调节；
- 色位：不小于 18bit ；
- 对比度：不小于 1：600，与平均对比度的百分比偏差不能超过 10% ；
- 可视角度：水平不小于-70°～+70°，垂直不小于-60°～+60° ；
- 前面板防护等级：不低于 IP65；整体防护等级不低于 IP30；安装设计时采取必要的手段提高整体的防尘防水性能；配置 USB 和以太网用户接口；
- 视频支持功能：支持 4 路 720P@30fps H.265 编解码（设计联络阶段确认）；
- 根据实际情况选配强迫风冷设备或自然冷却；
- 所有操作系统、应用软件及故障数据均存储在闪存中。

9.12.12.5 显示的内容应该对不同的使用者有不同的权限，如司机、维修人员等。

9.12.12.6 显示的形式应该是合适的人机界面，易于操作,可以方便的调节显示屏的亮度，不易使操作者眼睛疲劳。适当的屏幕应有菜单指导。

9.12.12.7 司机显示器显示内容应包括：

(1) 司机显示器应设有专用于检查列车总线控制系统页面，可调用列车管理系统的自检功能，该功能是在屏幕上显示所有连在总线上的系统状态，显示器通过总线显示有哪些系统，以及指示与总线系统连接有故障的系统；

(2) 给司机显示列车的基本运行数据、故障和评估，以及列车状态信息（包括每节车的气制动施加/缓解状态、每节车的停放制动缓解状态、每个车门开关状态、每个空调状态等）；

(3) 给维修人员显示故障信息的记录及已定义的环境条件，利于维修；

(4) 对相应的显示内容可以方便的增加、修改，如：站名等；

(5) 具体的显示内容由招标方提出，在设计联络讨论确定；

(6) 显示器的操作界面将驾驶和检修分开。人机界面简明、易懂，使用文字和

图形表示；

(7) 显示器上显示的列车状态信息（包括各列车控制子系统）、故障信息、控制功能（如广播、空调设置等）、布局等将在设计阶段讨论确定；

(8) 故障信息包括故障代码、故障名称、故障等级、车辆号、故障设备的名称等，故障是当前故障还是已消失故障均在显示器上明确显示，同时有声音提示和司机确认功能。操作者还可以从显示器上获取相应的故障处理方法，故障处理方法可由用户通过维护软件进行编辑修改；

(9) 司机室显示器上显示引起紧急制动的各种原因提示画面，并且在使用旁路开关动作后，重新检查该页面，如果使用了正确的旁路开关排除故障，则显示可以消失。具体方案在设计阶段确定；

(10) 司机室显示器上应能在相关页面上显示各微机控制单元（包括子系统微机控制单元）的软件版本，如发生软件版本不一致的情况，应能报出故障或提示信息。

9.12.12.8 屏幕上的信息要求用中文，且可以由招标方对信息内容进行修改，线路站名可以由招标方进行修改编辑。

9.12.12.9 司机显示器的操作及显示内容除满足本章节上述要求外，还应满足 EN 62290 中的相关要求。

9.12.12.10 投标方在设计联络提交显示器显示内部的初步方案。

9.12.13 输入输出模块

9.12.13.1 部件描述

负责实现列车各种数字量、模拟量信号的输入采集和输出控制。每个输入输出机箱根据所在车辆 DI、DO、AI、AO 信号数量的不同可进行相应的板卡配置。

9.12.13.2 输入输出模块性能参数至少满足以下要求：

- 系统启动时间：不大于 30s；
- 安全平台 SIL 等级：可支持 SIL2 级；

- 通信协议：TRDP（以太网配置，可支持 TRDP-SAFETY）、MVB（MVB 配置）；
- 传输速率：强制百兆（以太网配置）、1.5Mb/s（MVB 配置）；
- 模式：全双工（以太网配置）、半双工（MVB 配置）；
- 供电电压：DC110V（77V-137.5V）。

9.12.13.3 I/O 板卡至少满足以下要求：

- 数字量的输入采集；
- 数字量的输出控制；
- 模拟量的输入采集。

9.12.14 远程输入/输出模块

9.12.14.1 硬件控制电路的主要控制信号，应通过远程输入/输出模块与车辆总线接口。投标方需提交各个远程输入/输出模块所连接的信号定义与描述、远程输入/输出模块电气与机械接口的描述。

9.12.14.2 每辆车配置足够数量的远程输入/输出模块，必须满足整车要求，并对与信号系统所有的接口电路节点进行监控。设计初期每辆车的远程输入/输出模块有不少于 20%的余量。

9.12.14.3 每个远程输入/输出模块独立供电。单个远程输入/输出模块的每一个端口应具有独立的接口短路保护功能，当模块本身或控制对象有短路故障时，不会引起整个系统故障。

9.12.14.4 远程输入/输出具有冗余，单个远程输入/输出模块故障，不会对列车的功能造成任何影响。

9.12.15 中继器或总线连接器

9.12.15.1 列车网络控制系统中应在必要处设置冗余的中继器或总线连接器，以保证总线上信号传输的准确性。

9.12.15.2 中继器或总线连接器的设置应符合 IEC 61375 的规定。

9.12.16　维护网

9.12.16.1　由以太网组成列车维护网，维护人员可通过设置在该总线系统上的以太网维护端口访问列车中央控制单元及所有子系统微机控制单元并进行故障数据下载及相关维护工作。

9.12.16.2　通过以太网维护端口对中央控制单元及各子系统微机控制单元可进行相关维护操作，并且该维护操作应当与中央控制单元及各子系统微机控制单元在本地的PTU 维护端口上所做的所有维护操作完全一致。

9.12.16.3　以太网（或其他网络总线系统）的总线系统也应当符合相关标准。

9.12.16.4　列车维护网的设备包括但不限于：

(1) 以太网或其他网络总线系统；

(2) 以太网交换机；

(3) 维护端口。

9.12.16.5　以太网交换机

- 列车维护信息网如采用以太网，应采用以太网交换机，以保证以太网的正常工作。
- 以太网交换机应当符合相关国际标准。

9.12.16.6　维护端口

- 列车信息网维护端口应采用通用的以太网接口，与 PTU 的连接不得采用转接设备。
- 维护端口应设置在司机室内，便于维护人员进行操作。
- 维护端口应当符合相关标准的要求。

9.12.16.7　列车维护信息网功能

- 维护信息网络连接所有微机控制系统的维护端口，用以远程访问、调试、维护等。

- 维护信息网络上设标准的高速服务接口（以太网接口），每列车设两个，在司机室内维修人员容易接近的地方。通过使用标准的网卡可以读取子系统微机控制单元的状态信息、过程数据和所储存的信息，同时也可以对子系统进行调试和用户软件的装载。对于每个微机控制子系统，在高速服务接口上所能实现的功能与本机以太网接口的功能完全相同。通过列车维护信息网络服务接口可实现对所有微机控制子系统的软件装载、调试、在线测试和储存信息的下载等。
- 列车维护信息网络以太网须能承担列车在线与离线的数据的传输和处理的功能，并在设计阶段提交网络的技术方案。

9.12.17 接口

列车控制系统各部件，及与其他系统的硬件及网络接口须逻辑统一。

9.12.17.1 硬件接口

投标人应给出详细方案，并交由招标人确认。

9.12.17.2 网络接口

至少应有互为冗余的以太网或者 MVB 接口。通过该接口可实现列车控制系统间的数据交互。该接口应符合 IEC 61375。

9.12.18 列车网络及控制系统监测

9.12.18.1 列车控制系统需开放通信数据协议，将列车控制系统采集的所有数据量，包括但不限于列车的关键状态信息与基本信息，用于车辆系统的状态预估、故障分析、维修支持等工作。

9.12.18.2 列车控制系统应可实现根据所采集的数据量,通过预设的逻辑进行自检并将自检结果传输落地，自检逻辑可用户自定义。

9.12.18.3 列车控制系统应具备故障触发传输数据功能，由预设故障进行触发，传输的内容应包括列车的故障和相关环境数据的相关信息并包含车辆的关键状态信息与基本信息，如故障触发与消失信息、故障编码等。

9.12.18.4 列车控制系统应当具备整车能耗的记录,存储和分析功能。

9.12.19　其他网络硬件设备

9.12.19.1　整车须设置必要的断路器、继电器或接触器等，来完成列车网络的控制功能。

9.12.19.2　选用的硬件电路设备应充分考虑安全、冗余等要求，保证可靠性及可维护性。

9.12.19.3　硬件设备应满足相关标准的要求。

9.12.20　远程告警系统

9.12.20.1　可将列车及所有子系统的故障记录（包含故障记录原文件）、视频信息以及在MVB 或以太网总线上传输的所有信号记录通过 LTE//ATC 或通信 5G 公专网或WLAN 等方式（实时的间隔与传输系统可接受的间隔相匹配，且保证故障信息无丢失）送到控制中心和车辆段，具体设计阶段确定。在控制中心或车辆段建立列车运维支持管理系统（含车辆远程告警监控系统等），用于实现远程读取 DDU 界面、视频信息以及 MVB 或以太网总线上传输的所有信号记录的读取、分析与记录功能，能查看每列车的状态信息，具有告警、预警、故障分析、远程控制等功能。投标方负责提出对终端服务器的相关要求，并提供读取软件（具有解码、下载、人机界面、数据分析等功能）。详细方案在设计联络阶段提交用户确认。列车将故障信息、子系统设备状态等信息，传输至外部维护系统用于列车的维护指导; 包括故障代码、故障名称、故障等级、车号、故障设备的名称、故障发生日期时间、故障发生的列车所在位置、故障消失日期时间、故障消失的列车所在位置、同类故障统计数、公里数及相关的环境数据。

9.12.20.2　车辆远程告警监控系统由车辆供应商提供，位于控制中心和车辆段共 2 套。OCC 和车辆段终端设备需配置不少于 10 个 TCMS 终端。

9.12.20.3　投标方需在设计联络阶段提交 TCMS 与各子系统通讯协议文件、司机显示器显示功能规范及状态解析文件、司机显示器故障诊断信息表、站点信息表等。

9.12.20.4　列车运行状态监测及运营、维修和支持系统要求

- 列车运维支持管理系统主要通过数据采集、数据分析、流程化管控、实时性状态监测等信息化手段，以网络信息化结合实体运营、实时信息交互与信息共享为核心，打造科学有效、全面精细化的管理模式，形成高效精干的地铁运营维护管理体系。车载监测系统主要包括受电弓车载监测、走行

部故障诊断、车门、空调等，具体设计联络提交方案；

- 为满足系统的可用性及功能模块，投标方应合理地对关键子系统增加相应的监控点及传感元件，并在设计联络提交方案；
- 实时、离线信息管理系统是一套适合南京 11 号线列车正线运营状态分析，以及列车维修管理过程中使用的软件系统，包括基于列车故障事件的列车运营稳定性评估、故障工单管理、车辆各个设备的状态数据查询、故障检修专家支持库框架、车辆维修经验知识库应用平台框架、车辆故障统计分析、能耗管理等功能模块等，11 号线调度人员、维修管理及技术人员可通过该系统实现列车运营稳定性评估、远程故障判断、维修工单管理，查询车辆状态、积累维修经验等工作。具体功能模块将根据传输的数据信息量进行开发，包括但不限于以下功能：

  (1) 列车实时故障应急支持系统，设备调度人员可根据该系统对正线列车进行远程故障处置；

  (2) 巡线护驾支持系统，维护人员在正线巡检中发现的问题或运行状态数据（设备工作异常、客室温湿度情况等），可通过移动设备，发送至系统进行诊断及工单生成（系统预留接口），具体待设计阶段确认；

  (3) 关键子系统健康状态监测评估系统，可根据实时获取的运行数据对列车的维护、维修、寿命周期等进行相应的评估；

  (4) 检修作业支持系统，支持检修作业前的预检及检修后的评估，并具备根据列车最新状态给出调整维护周期及工艺的建议和意见功能；

  (5) 投标方须为南京地铁 EAM 系统提供基础数据、工单管理接口等模块，具体待设计阶段确认；

  (6) 投标方须在提供上述系统软件可靠性、系统安全性提供分析报告；

  (7) 投标方须在完成初版设计后提供相关用户手册及维护手册，当系统发生升级时，必须更新相关手册文件。

9.12.20.5　投标方应提供读取软件（具有解码、下载、人机界面、数据分析等功能）。

9.12.20.6 车辆提供车地无线传输车载数据收集设备（每列车 2 套）。

9.12.20.7 投标方在设计联络提供与运营、安全、重大维护维修相关的实时正线传输具体方案及数据清单。

9.12.20.8 列车各子系统的数据协议、诊断逻辑、故障处理措施等须支持符合投标方开展列车运维支持管理系统。

9.12.20.9 牵引系统供应商应提供相应的文件、数据和协议，并根据车辆供应商的要求提供所需的信息。

9.12.20.10 全自动驾驶列车通过车地网络将列车采集的硬线信号数据、子系统通讯传输数据以及 MVB 或以太网通讯数据（覆盖车辆本身及各子系统所有的关键信号数据）发送至地面，实现列车运行状态实时监控、列车故障实时告警及状态预警、列车视频远程实时监控等，同时系统具备车辆运行状态信息分析及深度数据挖掘功能，投标方在设计阶段提供具体的方案。

9.13 子系统控制系统的设备要求

9.13.1 子系统微机控制单元至少包括：

- 牵引控制单元；
- 气制动电控制单元；
- 列车空调控制单元；
- 列车门控制单元；
- 列车辅助电源控制单元；
- 列车乘客信息系统控制单元；
- 受电弓车载监测；
- 走行部车载故障诊断；
- 火灾自动报警。

9.13.2 所有微机控制单元必须设有时钟，所有微机控制单元的时钟与列车总线控制系统

的时钟同步。用户可设置列车总线控制系统时钟与信号系统时钟保持同步或独立于信号系统时钟。当子系统或信号系统时钟出现故障时，列车总线控制系统的时钟不受影响。

9.13.3 每个微机控制单元应提供一个标准的、统一的 USB/以太网通讯接口，维护人员可使用 PTU 通过该接口进行相应的维护工作。所有微机控制单元应该可以用 PTU 在线检测和调整控制参数及运行数据，可以方便地下载和打印记录的诊断和故障数据。

9.13.4 每个微机控制单元应具有自诊断功能，均可以诊断到能检测的最小可更换单元。故障信息应自动传递给列车控制单元。故障信息/事件存储能力应足够大，满足 30 天以上故障信息的记录。故障信息至少包括故障代码、故障名称、故障等级、车号、故障设备的名称、故障发生日期时间、故障消失日期时间、同类故障统计数、公里数及相关的环境数据。

9.13.5 微机控制单元应能记录故障时的主要输入/输出信号，维修所需的二进制信号和内部参数; 过程信息的采样频率应该足够高，以便在这些下载后可以用适当的软件将数据还原成不失真的图形。

9.13.6 微机控制单元应能识别、处理并存储故障信息。

9.13.7 每个微机控制单元应能输出带故障等级的故障数据，并自动上传至列车中央控制单元及 OCC。

9.13.8 微机控制单元中的控制参数和保护参数应该可以进行检查和调整。

9.13.9 所有的存储信息应在 110VDC 蓄电池失电后能保留半年以上。微机控制单元应完全满足其所控制子系统的控制要求。

9.13.10 微机控制单元硬件和软件应满足相关标准的要求。

9.13.11 子系统控制网络

9.13.11.1 如有必要，子系统也可设置内部控制网络，以实现相关的控制功能。

9.13.11.2 子系统控制网络应满足 IEC 61375 或其他相关国际标准的要求。

9.14 无线传输

9.14.1 可将列车及所有子系统的故障记录（包含故障记录原文件）、视频信息以及在总线上传输的所有信号记录通过 LTE/WLAN/5G 传输送到地面，具体方案在设计阶段确定。

9.14.2 在车辆段建立列车运维支持管理系统,用于实现远程读取列车及所有子系统的故障记录、视频信息以及总线上传输的所有信号记录的读取、分析与记录功能，能查看每列车的状态信息，具有告警、预警、故障分析等功能。投标方负责提出对终端服务器的相关要求，并提供读取软件（具有解码、下载、人机界面、数据分析等功能）。详细方案在设计联络阶段提交用户确认。列车将故障信息、子系统设备状态等信息，传输至外部维护系统用于列车的维护指导; 包括故障代码、故障名称、故障等级、车号、故障设备的名称、故障发生日期时间、故障发生的列车所在位置、故障消失日期时间、故障消失的列车所在位置、同类故障统计数、公里数及相关的环境数据。

9.14.3 列车具有回库后所有故障自动下载功能。投标方建立车载无线传输系统，列车故障信息及事件信息通过车载无线传输系统发送至车辆段的无线局域网络,并在网络覆盖的范围内建立接收终端。车辆回库后一旦检测到该无线局域网络，将自动通过该无线局域网传输列车故障信息至指定的终端服务器或 PC 机。投标方负责建立车载无线传输系统，包括所有硬件设备和软件。投标方提供组建无线局域网所需的设备，包括但不限于车辆段所需的车载发送设备、轨旁接受设备、列车车载数据下载终端（含地面服务器、交换机）、终端数据接口至车辆数据下载终端之间的数据电缆以及分析车辆数据所需的维护软件。详细方案及终端软件界面在设计联络阶段提交用户确认。

9.14.4 车辆供应商提供车地无线传输车载数据收集设备（每列车 2 套），并将协议开放给用户。

9.14.5 车辆数据落地终端布置在 OCC/车辆段，终端设备配置需满足运营需求，具体数量在设计阶段确定。

9.14.6 在车辆段设置服务器、交换机、显示终端及其工作站、安装机柜等设备，以上这些设备及相应的电线电缆等均属于车辆供应商的供货和施工范围,请在设计阶段

中提供车辆段设备清单及方案。车辆段终端设备设置需配置数量具体在设计联络确定。地面设备需在车辆段配置一套 UPS 电源及蓄电池，采用并联冗余方式，供电时间不少于 120 分钟。UPS 采用双 UPS 并联冗余方式配置（每台 UPS 各带一套独立的电池组），两台 UPS 平时各带 50%负载，由于某种原因其中一台 UPS 故障需进行维修时，由另外一台工作正常的 UPS 继续对 100% 负载不间断供电。电源系统应采用高度可靠的工业级、纯在线、双变换、带手动维修旁路的 UPS。UPS 电源应带有输入电抗器、输出隔离变压器。UPS 电源应具有过载、过压、过热保护、稳压和限流功能，以及电池自动管理功能。投标方在投标文件中应提供相关线路图予以对应说明。UPS 电源指标要求如下：

(1) 具有城市轨道交通 2 条以上正线线路良好运行业绩的国际一流品牌。

(2) 提供的 UPS 在安全性、电磁兼容性和机械保护等方面应满足国际标准 EN 50091、IEC 62040、IEC 60950、IEC 60439、IEC 61000 和 IEC 521 和国内相关标准。

(3) UPS 电源系统应采用高频开关技术。

(4) 输入电压：三相五线交流 380V，电压波动范围-20%～+15%之间（在此范围内应无需电池放电）；输入频率：50Hz±2.5Hz（±5%）；三相电压不平衡度：≤5%；电压波形失真度：≤5%；输入功率因数：＞0.9（不带输入滤波器的条件下）。

(5) 输出电压：三相五线制交流 380V±1%；旁路输出电压：交流 380V±3%。输出频率：50Hz±0.25Hz（逆变时）。输出功率因素：≥0.8。输出波形：正弦波。总电压谐波失真度（满载）：＜3%（线性负载），＜5%（非线性负载）。整机效率：≥85%。

(6) 波峰（峰值）因数：≥3：1（满载条件下）。动态电压瞬变范围（电压稳定度）：动态负载：输出电流从 0～50%～100%突变时，瞬变范围≤±5%；静态负载：瞬变范围≤±3%。

(7) 过载能力：逆变器：125%时，持续时间≥10min；150%时，持续时间≥1min；200%时，持续时间≥200ms；旁路静态开关：135%时，持续时间≥3min；

1000%时，持续时间≥30 毫秒。

(8) 转换时间：主电源供电转电池供电时间为 0ms；逆变器供电转旁路供电转换时间≤2ms；旁路转主电源供电转换时间≤2ms。

(9) UPS 电池应采用全球知名品牌产品，采用可靠性高、免维护、寿命长、自放电小、深循环性能好的密封胶体蓄电池。蓄电池工作时释放的气体不对设备产生腐蚀。蓄电池的连续浮充工作寿命应不少于 12 年（25℃）。电池再充电时间：8～10 小时，电池容量达到 90%以上。电池使用寿命到期后，投标方应负责免费回收。

(10) 投标方应根据设备用电量确定设备各用电点的 UPS 容量，并根据设备后备时间要求选定电池容量。

(11) UPS 电源应具有对电池的智能管理功能，采用电池全面自动管理技术（包括均浮充转换和温度补偿、电池放电终止电压自动调节、电池容量检测、寿命预估、电池自动巡检等技术）。

(12) 在温度为 15℃～35℃、相对湿度为 45%～80%的气候条件下，输入、输出对地正常绝缘电阻≥25MΩ。

(13) 噪声：<55dB（1 米处）。

(14) 电涌保护：IEC 60664-7-IV。

(15) UPS（不含蓄电池）的 MTBF≥25 万小时（不含通过旁路供电的情况）。

(16) UPS 电源应具有输出短路保护功能，在输出负载短路时，应立即自动关闭输出，同时发出告警信号。

(17) UPS 电源设备应具有输出过载保护功能，在输出负载超过额定负载时，应发出声光告警。超过过载能力时，应自动转为旁路供电。

(18) 当设备处于逆变工作方式时，电池电压降至保护点时发出声光告警，停止供电。

(19) 输出电压超过设定的电压（过压、欠压）值时，应发出声光告警，停止供电。

(20) 电源设备机柜内温度过高时，应发出声光告警，并转为旁路供电。

(21) 投标方应在设计文件中详细描述系统对 UPS 以及 UPS 对电池的监控和管理功能。

9.14.7 投标方应提供读取软件（具有解码、下载、人机界面、数据分析等功能）。

9.14.8 列车各子系统的数据协议、诊断逻辑、故障处理措施等须支持符合投标方开展列车运维支持管理系统。

9.14.9 投标方在设计阶段时提出网络安全保护方案及措施，包括但不限于数据的传输、落地回传等过程。

9.14.10 车辆 TCMS 信息经通信 LTE 及传输系统在车辆段或控制中心落地，并在车辆段或控制中心与综合监控互联; TCMS 将列车火警、受电弓故障、列车重量、能耗、运行里程等信息传给综合监控，具体内容设计联络时确定。

9.15 试验要求

9.15.1 型式试验

9.15.1.1 全自动运行项目车辆及相关主要子系统须参加全系统地面综合测试。

9.15.1.2 在列车控制与管理系统装车前，需按照 IEC 60571 标准至少进行以下型式试验，并出具相应的试验报告：

(1) 外观试验；

(2) 性能试验；

(3) 低温试验；

(4) 高温试验；

(5) 交变湿热试验；

(6) 电源过电压、浪涌和静电放电试验；

(7) 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验；

(8) 射频干扰试验；

(9) 绝缘试验；

(10) 振动、冲击试验；

(11) 低温存放试验；

具备通信接口的列车控制与管理系统设备需进行一致性测试，依照 IEC 61375 或相关标准最新版本执行。在列车控制与管理系统装车前，进行与相关子系统的地面通信测试和组网试验，并出具相应的试验报告。

9.15.1.3 在列车控制与管理系统装车后，按照列车控制与管理系统试验大纲进行型式试验，并出具相应的试验报告：

(1) 列车网络系统通信试验；

(2) 列车网络冗余性试验；

(3) 列车网络控制功能试验；

(4) 列车网络显示器显示试验；

(5) 列车网络故障诊断试验；

(6) 列车网络数据记录试验。

9.15.2 例行试验

9.15.2.1 在列车控制与管理系统装车前，需按照 IEC 61375 标准至少进行以下试验，并出具相应的试验报告：

(1) 外观试验；

(2) 性能试验；

(3) 绝缘试验。

9.15.2.2 在列车控制与管理系统装车后，按照列车控制与管理系统试验大纲进行试验，并出具相应的试验报告：

(1) 列车网络系统通信试验；

(2) 列车网络冗余性试验；

(3) 列车网络控制功能试验；

(4) 列车网络显示器显示试验。

表 列车控制系统设备装车前试验列表

序号	试验内容	型式	例行	备注
1	外观试验	■	■	EN50155 第 10.2.1 条或等同标准
2	性能试验	■	■	EN50155 第 10.2.2 条或等同标准
3	低温试验	■	-	EN50155 第 10.2.3 条或等同标准
4	高温试验	■	-	EN50155 第 10.2.4 条或等同标准
5	交变湿热试验	■	-	EN50155 第 10.2.5 条或等同标准
6	电源过电压、浪涌和静电放电试验	■	-	IEC 62236/EN50155 或等同标准
7	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	■	-	IEC 62236/EN50155 或等同标准
8	射频干扰试验	■	-	IEC 62236/EN50155 或等同标准
9	绝缘试验	■	■	EN50155 第 10.2.9 条或等同标准
10	振动、冲击试验	■	-	EN50155 第 10.2.11 条或等同标准
11	低温存放试验	■	-	IEC 62236/EN50155 或等同标准
12	电磁兼容性试验	■	-	IEC62236-3-2 或等同标准
注：标有“■”的为强制性试验，标有“-”的取决于合同要求。				

表 列车控制系统装车后试验列表

序号	试验内容	型式	例行
1	列车网络系统通信试验	■	■
2	列车网络冗余性试验	■	■
3	列车网络控制功能试验	■	■
4	列车网络显示器显示试验	■	■
5	列车网络故障诊断试验	■	-
6	列车网络数据记录试验	■	-

序号	试验内容	型式	例行
注： 1、标有“■”的为强制性试验，标有“-”的取决于合同要求； 2、列车网络故障诊断清单提前提供招标方审核，出厂前完成诊断试验。			

附件 3-10 牵引和电制动

10.1 总体要求

本章节描述的功能要求，技术要求、技术规范、技术参数、接口要求等均为实现本线路全自动驾驶及一体化智慧列车运行的基本要求。投标方（卖方）应根据 EN 62290 中的 GOA4 等级在投标阶段提出完整的功能清单、设计方案、功能说明及接口说明，须包括 EN 62290 中关于 GOA4 的相关要求及本章节的要求。投标方（卖方）也可根据经验建议额外的功能并承担设计及供货。

10.1.1 列车编组及动轴配置参见《基本技术条件》章节相关内容。

10.1.2 供电系统参数参见《基本技术条件》章节相关内容，详细的供电系统参数以最终接口文件为准。

10.1.3 EMC 要求

电气传动系统符合 EN50121-3-2/EN61000 相关要求，与列车本身、共线运营列车、无线通信、信号等其它运营系统及 EN45502-2-1 规定的设备不产生相互的电磁谐振和干扰。

10.1.4 列车的连挂运行：

- 列车连挂运行用于调车或紧急情况下的救援；
- 列车连挂的实现功能和具体方式参见《车端联接》章节相关内容；
- 连挂后，牵引/制动操作只能在激活端司机室进行，而且仅有一个司机室处于激活控制状态。

10.1.5 系统概述

牵引/电制动系统是由受电弓、避雷器、主熔断器箱、高压电器箱（隔离开关、高速断路器）、牵引变流器（充放电单元、线路电抗器、滤波电容、逆变单元、斩波单元、牵引控制单元、各类传感器）、制动电阻、牵引电机、接地装置等构成的系统。

10.1.5.1 牵引和电制动的基本功能：

（1）牵引；

（2）再生制动；

（3）电阻制动。

10.1.5.2　电传动方式

采用一个牵引变流器向一辆动车上的四台牵引电机供电的方式，即车控方式。

10.1.5.3　列车牵引性能

在平直轨道且轨面状态良好的情况下

在额定负载（AW_2），半磨耗轮（Φ805mm），额定电压情况下 ：

列车最大运行速度	80km/h
列车结构速度	90km/h
车钩连挂速度	3～5km/h
反向运行最大速度	10km/h
计算用牵引粘着系数	0.16～0.18
冲击极限	0.75m/s^3
平均初始加速度（0—40km/h）	≥1.0m/s^2
平均加速度（0—80km/h）	≥0.6m/s^2
最高运行速度剩余加速度	≥0.05m/s^2

列车在车辆段内能以 25km/h 的速度安全通过。

在额定负载（AW_2）下，全部动车工作时，列车平均旅行速度≥39km/h。

10.1.5.4　列车制动特性

常用制动平均减速度（80km/h—0，平直干燥轨道）	≥1.0m/s^2
紧急制动平均减速度（80km/h—0，平直干燥轨道）	≥1.2m/s^2

计算用制动粘着系数　　0.14～0.16

车辆应与信号系统配合，满足停车精度在±0.3m 以内。

电制动与气制动转折点应尽可能低，应小于 6km/h（可调整），具备电制动到 0km/h 的能力。

常用制动对所有负载工况（AW_0～AW_3）均有效，即满足制动减速度和冲击极限的要求。

电制动（再生/电阻）与可控制的空气制动（踏面制动）配合使用。再生制动和电阻制动能连续交替使用。

网压上升到 DC1800V（可整定），再生制动能平滑过渡到电阻制动。

在 AW_2 载荷以下，网压大于等于 1650V 时，速度从 80 km/h 开始到列车停稳时，电制动能单独满足常用制动要求。

当不能实现再生制动或电阻制动时，所需总制动力必须由空气制动来提供。列车应有充分利用实时线路粘着条件的措施，系统具有防滑和防空转功能。

10.1.6　质量控制

10.1.6.1　最小可换单元要求

（1）　最小可更换单元是指在车辆段检修区域不能拆卸或不能维修的一个部件或系统的一个单元，如印刷电路板。

（2）　模块应是易分解的，且投标人应提供详细分解说明。

（3）　投标人应提供相应的设备以满足招标人能在地面对模块进行相关测试以确定模块工作状态的需求。

（4）　投标人应提供最小可更换单元清单，例如但不限于：驱动板、IGBT、牵引控制板、二极管、电容、牵引模块温度传感器、输入/输出电流传感器、电压传感器、电抗器等，清单中应包括具体型号、参数等。

10.1.6.2　牵引电制动系统主要零部件的使用寿命不低于 30 年。牵引电制动系统能在符合城轨交通轨道维修标准的线路上正常运行 30 年，且按照产品维护手册规定的要

求，在正常的使用和维护的情况下，无需结构性维修。零部件寿命及免维修周期不低于以下要求：

系统/部件	主要设备	使用寿命	免维修周期
受电弓	受电弓主体	30 年	5 年
牵引系统	牵引电机	30 年	10 年（不包含加润滑脂周期）
	高速断路器	20 年	5 年按规范检查，更换电蚀或磨损超标触头
	主接触器	20 年	5 年按规范检查，更换电蚀或磨损超标触头
	逆变模块	20 年	5 年
	风机	20 年	5 年更换风机轴承
	牵引逆变控制单元	20 年	使用寿命周期内无需维修
	感温电缆	15 年	使用寿命周期内无需维修

10.1.6.3　应提供的特殊信息及资料

（1）　投标人须在设计联络阶段提供详细的牵引计算书（包括列车牵引和制动特性）。

（2）　投标人要提供一个建议的牵引系统技术方案和推荐依据，以及技术说明书。至少要提供以下资料：

- 主电路原理图；
- 牵引变流器、制动斩波器的结构和初步设计参数；
- 牵引电机的型号、参数、结构图和特性曲线图；
- 其它主要设备的选型和主要参数；
- 推荐的牵引变流器系统的用户业绩；
- 线路开关、电路断路器、滤波器和半导体器件的技术参数；
- 冷却方案、频率选择和控制方式；
- 用控制框图阐明用自动轮径补偿方式控制车轮空转/滑行；
- 牵引系统产生的最大电压和电流波动的估算；
- 最恶劣情形电流冲击、电压冲击和峰值电流/电压的图形，所有牵引系统半导体转换器的反偏压（流）时间、设计安全极限，尤其是变流器极限、故障极限和全部最大功率运行等级；
- 建议的牵引设备热保护、过电压和低电压保护、瞬时保护和接地故障保护的方案，温度极限、牵引系统主要部件的温升曲线；
- 提供牵引电机并联运行时的变流器载荷分配和平衡方式；
- 对允许隔离的局部故障牵引单元切除方案的建议。
- 控制系统的响应时间。
- 牵引/制动粘着控制方式。

（3）　投标人要提交一个用框图阐明混合制动如何达到技术规格书的要求。

（4） 投标人应提交一份牵引和制动系统的以前运用情况，以表明：

- 建议的牵引和制动系统目前在哪里运用；
- 建议的牵引和制动系统运用的数量；
- 开始运用的日期；
- 运行距离；
- 维护频率；
- 可靠性性能。

（5） 能量消耗数据

投标人要提交根据用户需求书要求进行全线运行模拟仿真计算的结果（AW_0、AW_2和AW_3状态）。

（6） 投标人应提供牵引变流器详细说明（包括部件配置清单、工作原理图）。

（7） 投标人须按照系统、部件的各级修程，完整地提供各级维修规程、工艺、试验程序、验收标准，以及配套的维修设备、试验设备、专用工具、测试仪器等清单。

（8） 牵引/电制动基本特性曲线和仿真计算的要求。

10.1.7 牵引/电制动基本特性曲线

车辆的牵引/电制动基本特性曲线应根据本项目的实际线路考虑。

10.1.7.1 基本特性曲线的计算条件

基本特性曲线的计算考虑以下情况：

- 所有牵引变流器正常工作；
- 负载分别为AW0、AW2、AW3；
- 不同网压；

- 紧急牵引；
- 车轮半磨耗；
- 考虑线路粘着系数限制和不考虑粘着系数限制。

同时应对牵引变流器故障（包括一个变流器故障至 1/2 总数量的变流器故障）情况下的运行曲线进行仿真计算。

10.1.7.2 基本特性曲线

（1） 牵引特性曲线（DC1000V、DC1500V、DC1800V）

- 轮周牵引力对列车速度曲线；
- 牵引电机电流对列车速度曲线；
- 电网电流对列车速度曲线；
- 效率对列车速度曲线；
- 最优节能牵引特性曲线。

（2） 电制动特性曲线（DC1500V、DC1650V、DC1800V）

- 轮周电制动力对列车速度曲线；
- 牵引电机电流对列车速度曲线；
- 电网电流对列车速度曲线；
- 效率对列车速度曲线。
- 最优节能牵引特性曲线。

（3） 列车速度、运行时间与走行距离的关系曲线

- 在平直线路上，列车速度对运行时间的曲线；
- 在平直线路上，列车速度对走行距离的曲线。

（4） 平直线路上，列车速度对单位阻力曲线。

（5） 平直线路上，列车速度对输入功率曲线。

10.1.7.3　计算机仿真计算

输入参数

将按以下所有输入工况的组合，给出各种仿真结果。

（1）　轮径按半磨耗考虑。

（2）　平均加速度和平均减速度。

按照《基本技术条件》章节相关内容的要求。

（3）　往返运行，每站停车。

（4）　在平直线路上典型运行（加速到最高速度）时牵引变流器的效率（在牵引和制动工况）。

（5）　本项目的线路纵断面（坡度/曲线）及轨道要求的最大允许速度轮廓线（该轮廓线于设计联络阶段提交）。

（6）　各站停车时间及终端折返时间

按照《基本技术条件》章节相关内容的要求。

（7）　载重情况：

- AW_0；
- AW_2；
- AW_3。

（8）　牵引时三种网压

- DC1000V；
- DC1500V；
- DC1800V。

（9）　制动时三种网压

- DC1500V；

- DC1650V；
- DC1800V。

（10） 接触网吸收能力

- 按 100%制动能量回收；
- 按 50%制动能量回收；
- 按 0%制动能量回收。

（11） 考虑能耗的各运行模式

- 最节能运行模式（有惰行）；
- 最大能力运行模式（无惰行）；
- 不同载荷下，最优节能牵引特性曲线的运行模式。（指满足性能要求条件下通过改变恒转矩恒功率转换点等方式进行节能）

10.1.7.4 要求计算的输出参数（以站与站之间为基础计算）

（1） 运行时间对每两站之间距离的曲线。

（2） 速度对每两站之间距离的曲线。

（3） 额定工况下运行一个往返，每列车的能耗（单位：千瓦时/吨*公里）

计算公式：

$$\frac{\text{列车消耗的能量}}{\text{（列车重量+乘客重量（}AW_2\text{））*列车运行公里数}}$$

（4） 再生率：再生能量/消耗能量（仅为计算值）。

（5） 牵引电机 RMS 电流和线电流对运行距离的曲线。

（6） 牵引电机 RMS 电流和线电流对运行时间的曲线。

（7） 旅行速度、技术速度。

10.2 控制原则及性能要求

10.2.1 总则

牵引系统需适应全自动驾驶的要求，具备远程切除和复位功能，具有自诊断及故障信息上传功能。列车牵引 / 制动既可采用人工手动驾驶也可采用自动驾驶方式。

采用具有冗余的列车总线控制方式，列车通信网络应满足《城轨车辆车载控制网络数据传送规范》、IEC61375 及 TB/T3035-2002 标准或其他国际标准的要求。当总线网络故障时，列车可以有基本的牵引和制动功能。

列车牵引及制动的响应时间应满足列车控制（包括定点停车精度）的要求。

列车安全电路未建立时，应禁止列车牵引和制动缓解。

10.2.2 基本原则

- 列车的具体控制与实现方案在车辆接口设计和车辆设计阶段中确定。
- 司机控制器仅在司机室内的主操纵台上设置。
- 当司机控制器的钥匙开关拨至“ON”位时，激活司机台，使此司机台为主操纵台。控制逻辑应保证列车两端的钥匙开关均在“ON”位时，不允许对列车进行操作，且在司机显示器上须有相应提示信息。
- 主、副司机台（若有副司机台）应各设置一个紧急制动按钮来施加紧急制动，在任何情况下司机击打紧急制动按钮时，列车立即施加紧急制动。非激活司机室紧急制动按钮亦有效。
- 当制动系统故障时，牵引系统具备一定的保护动作（如牵引封锁、降级模式等），投标方在投标阶段提交具体控制方案。
- 列车还应具有由硬件冗余系统实现的紧急牵引功能。当列车牵引控制网络发生故障（如：列车控制和通信网络瘫痪等）时，即列车不能通过正常通信网络进行驾驶，可通过列车硬线和编码器控制系统进行紧急牵引。列车蠕动模式和紧急牵引时，采用 PWM 信号控制，列车牵引与制动可以实现无极调速。投标方应在投标文件中提供紧急牵引功能的实现方案。
- 牵引指令为高电平有效，制动指令为低电平有效。列车硬件电路及软件设计应避免发生“牵引制动同时有效”的情况，如发生“牵引制动同时

有效”，则列车应趋向于制动，采取全常用制动，且在司机显示器上应有相应故障显示和记录并上传至 OCC。

10.2.3　总的操作要求

规定了牵引控制的一般要求，包括对司机控制、对牵引控制所要实现基本功能提出要求。

10.2.3.1　当司机控制钥匙开关拨至“ON”位时，激活司机台，使此司机台为主操纵台。控制逻辑应保证列车两端的钥匙开关均在“ON”位时，不允许对列车进行操作。

10.2.3.2　司机台应设置 2 个紧急制动按钮来施加紧急制动，在任何情况下司机击打紧急制动按钮时，列车立即施加紧急制动。

10.2.3.3　负载补偿

（1）　载荷信号正比于乘客重量。

（2）　该载荷信号可通过车辆总线传给列车控制单元、制动控制单元及牵引控制单元等。

（3）　该信号应有最小的滞后绝对值，满足实际的运营要求。

（4）　对以下列车载荷状态，控制系统应能进行自动调节，保证达到所要求的加速度和减速度：

- 牵引模式：AW_0～AW_3；
- 制动模式：AW_0～AW_3。

10.2.4　故障运行及救援能力

投标人在投标文件中应说明列车的故障运行能力，并提供计算报告，若线路最大坡道（含出入段线）超过以下坡度要求，考虑以线路最大坡道计算。

10.2.4.1　当丧失 1/4 动力情况下，在 AW_3状态下，列车可在 35‰的坡道上起动，以正常方式不限速运行至线路终点退出服务；

10.2.4.2　当丧失 1/2 动力情况下，在 AW_3的状态下，列车可在 35‰的坡道上起动行驶到最近车站清客退出服务，设置的限速值应能满足该工况下，全线运行一个往返，

闸瓦温度不超过设计热容量要求；

10.2.4.3 一列空载列车应具有在正线线路的最大坡道上牵引另一列超载 AW_3（无动力）故障列车运行到下一车站的能力。

10.2.4.4 紧急牵引模式下的牵引能力要求：当丧失 1/2 动力情况下，在 AW3 的状态下，列车可在紧急牵引下可在线路最大坡道上克服阻力（不含克服保压制动力）启动；紧急牵引模式下，在超员载荷(AW3)工下，当丧失 1/2 动力时，列车应能在正线最大坡道上启动，并维持运营至下一车站清客后回库；紧急牵引模式方案应考虑该工况下缓解保压制动力逻辑及紧急牵引力档位的设计，并将详细说明提交招标人。

10.2.4.5 紧急牵引模式具备列车后退功能。（可选配项）

10.2.5 制动优先级

制动优先级由高至低排列如下：

（1）再生制动；

（2）电阻制动；

（3）空气制动。

10.2.6 空转/滑行保护

10.2.6.1 空转/滑行保护的效率大于 85%。

10.2.6.2 空转/滑行保护的效率为可测量的物理量（如力、力矩等）,分别在正常情况下和空转/滑行保护发生作用的情况下，在某一时间间隔内（最小的测量时间为连续的 10s），形成的两个面积之比。投标人须提供效率测试和计算方法。

10.2.6.3 具有以下功能：

- 空转保护；
- 滑行保护。

（1） 空转、滑行检测和保护

列车应能够及时准确地检测出空转、滑行的状态，在空转、滑行保护时，牵引力、电制动力的调整应尽可能有效地利用实际轨道的粘着，并且不出现轮对擦伤。

空转、滑行保护时，牵引力、制动力的调整应满足冲击极限的限制。

投标人须提供空转、滑行检测和控制的方法。

（2） 电制动和空气制动有各自独立的防滑装置，以保证最佳粘着利用。

10.2.7 速度校验与轮径校验

（1）惰行时牵引控制单元校验和检查轮对直径；

（2）同一节车的轮径差小于 8mm 时，系统应能自动地提供完全的性能。

10.2.8 故障诊断及监视功能

10.2.8.1 牵引控制单元应具有自诊断和自监视功能。

牵引控制单元应具有故障诊断和存储功能，其故障诊断范围应包括牵引控制单元、牵引变流器和其他与牵引控制单元有关的设备。投标人应对储存容量和存储介质给出建议。牵引控制单元应设置维护接口，外接的数据记录仪能通过该接口监测牵引控制单元所有的输入输出信号和重要的过程量。设故障追踪功能，可以通过外接 PTU 设定追踪的参数，所记录的参数存在储存器内，存储时间至少 2 小时，具体方案设计联络确定。该功能也可通过在 VCU 内部存储实现，并且接口的连接能够通过通用的串行口或网线等标准接口来实现，连接时不能有任何额外的专用设备，同时投标人应提供对输入输出和重要过程量进行测量和监控的软件，该软件必须是免费的、能够在无限多个 PTU 上进行无限次拷贝、安装，且能够正常使用，且在最后一列车 FAC 之前投标人提供对软件的免费升级。

10.2.8.2 牵引控制单元故障应代码化，故障数据应包括故障点数据和故障点前后的数据，数据中应对牵引/制动用的各种信号进行记录。故障数据应包含故障发生的时间。

10.2.8.3 牵引控制单元应对各故障进行故障评估，评估结果能显示在司机显示器上，并向司机做出相应指示。

10.2.8.4 在牵引控制单元内部的存储区域分为正常记录区和故障记录区。

正常记录区实时记录牵引系统的各种信号状态，一旦牵引系统发生故障或产生紧急制动，正常记录区的靠近故障点数据将复制到故障记录区。记录时间或记录方式设计联络确定。故障记录区按“先进先出”原则记录故障，但必须保证完整记录最后 20 个故障的记录。记录信号要符合检修的需要，投标人应对记录信号和信号的采样周期给出方案。

10.2.8.5 便携式测试仪 PTU 是通用的笔记本电脑，能够在通用操作系统安装和运用牵引控制单元专用分析软件，接口采用通用的维护接口，不能设置软件狗。

10.2.8.6 在牵引控制单元内部设有故障记录插件，用于记录和跟踪车辆偶发故障。

10.2.8.7 牵引控制单元应设一标准接口（例如工业以太网接口），用于与 PTU 进行通信。通过该维护接口，可实现对牵引系统的调试、调整参数、在线测试、动态监测、故障读取以及用户软件的装载等。

10.2.8.8 如有必要，牵引控制单元印刷电路板的面板应设置有 LED 指示灯和测试孔。

10.2.8.9 为了方便维修和维护，在该相应客室或司机室内应有一维护用接口，与其他系统保持维护接口的统一，PTU 可通过该接口实现 10.2.6.7 所述所有功能。

10.2.8.10 在牵引控制单元中，应定义牵引系统最小可诊断单元，在牵引控制单元与中央控制单元支持的列车诊断系统中，应能对每个最小可诊断单元进行故障诊断。

10.2.8.11 在详细设计时，投标人应提供牵引控制单元故障诊断的详细信息说明。

对牵引系统的 PTU 应提供地面分析软件，对用 PTU 读取的故障/事件进行分析，以便进一步的指导维修，并且要提供 PTU 读出数据的格式和内容含义。

10.2.8.12 牵引系统具备故障数据远程下载的功能。

10.2.9 保护功能

10.2.9.1 概述

（1） 牵引控制单元对牵引变流器所有的动作进行监测和保护，在检测到故障后，根据故障严重程度，激活保护动作；

（2） 为了排除假故障的发生，牵引控制单元检测到故障后，在保护动作激活之前，允许几次牵引变流器重新启动，应根据故障程度规定重新启动次数；

（3） 牵引控制单元应对牵引变流器的各种故障进行记录。对各种故障，牵引控制单元应能自动进行分类，并定义其故障等级；

（4） 故障的检测应尽可能采用预测电路（如检测电压、电流的变化率）。

（5） 在提供上升率保护的同时，也提供绝对值保护；

（6） 保护、检测和报警电路应独立于调节电路和其它电路；

（7） 在司机显示器上，应显示牵引系统的以下信息：

- 牵引控制系统故障等级；
- 牵引/电制动状态及力值；
- 速度。

（8） 在牵引变流器故障时，仅仅该牵引变流器被切除，并与电网隔离（通过断开线路接触器），其它无故障牵引变流器能继续正常工作；

（9） 高速断路器提供更高一级的牵引变流器保护动作；

（10） 系统应能在故障消失后自动重新启动；

（11） 在设计阶段阐明各保护动作的整定值。

10.2.9.2 对线路滤波器和牵引变流器的保护

牵引控制单元应至少能实现下列对牵引变流器的保护（包括但不限于），并提供故障显示和警报：

（1） 接触网到牵引变流器输入过电流检测；

（2） 检测牵引变流器输出过电流；

（3） 欠压检测保护；

（4） 过电压检测(牵引和制动)；

（5） 牵引变流器过热保护（应提供两级温度传感器检测保护），两级温度保护整定值应根据运用环境的气候条件进行确定；

（6） 牵引变流器相电流和线电压监视。

10.2.9.3 对牵引电机的保护

牵引控制单元应至少能对牵引电机实现如下的保护（包括但不限于），并提供故障显示和警报。投标人应对保护动作进行详细的说明。

（1） 牵引电机过电流保护；

（2） 牵引电机过热保护；

（3） 牵引电机过压保护；

（4） 牵引电机超速保护。

10.2.9.4 对制动电阻的保护

牵引控制单元应至少能对制动电阻实现如下保护，并提供故障显示和警报。投标人应对保护动作进行详细的说明。

（1） 过流保护；

（2） 过热保护；

（3） 欠风压报警（若采用强迫风冷）。

10.2.9.5 其它故障检测

牵引变流器控制逻辑内部检测至少应有以下检测：

（1） 控制电路的开机自检；

（2） IGBT 主电路的小功率测试（Reduced power tests）；

（3） 检查速度传感器的信号（如有）；

（4） 检查控制电源是否在正常工作范围；

（5） 检查高速断路器的状态；

（6） 检查线路接触器和预充电接触器的状态；

（7） 检查 IGBT 门极驱动板的状态；

（8） 检查直流中间电路的状态；

（9） 检查电压传感器、电流传感器和速度传感器的状态。

任何故障的故障信息存储在牵引控制单元中，并应能通过接口用 PTU 实现进一步的诊断。

10.2.9.6 车辆的超速保护

当车辆速度超过最高运行速度时，封锁牵引并给司机提供报警提示；继续超速时，列车应采取制动措施，具体方案在设计联络确定。超速保护在 ATP 切除时仍然有效。

10.2.9.7 差动电流保护

在详细设计和制造时应充分注意，避免差动保护误动作。

10.2.9.8 列车的防溜保护

列车在线路的最大坡度启动时，应进行列车防溜控制设计。投标人在设计联络阶段提供具体方案。

10.2.9.9 牵引控制单元对牵引变流器的所有保护检测可通过 PTU 实时监测变量。

10.2.9.10 投标人应提供电气牵引系统的保护项目表及相应的说明。

10.2.10 轴电压控制

变流器设计及列车接地方案应同时采取措施控制轴电压，使轴电压不高于 *75V*，系统的接地回流电路应保证列车各装置及车体接地良好，避免牵引电机轴承电腐蚀的问题。

10.3 部件技术要求

10.3.1 司机控制器

- 司机控制器必须是设计成熟的，应符合人体工程学原则，经过使用证明成功的产品。
- 司机控制器安装于司机台合适的位置，主控制手柄可在列车的纵向前后移动，方便司机在正常的操作位置上操作。
- 两端司控器钥匙采用机械或电气互锁形式。
- 司机控制器有三个控制功能（暂定，具体方案在设计阶段确定）：
- 钥匙开关
- 旋转的方向方式选择器
- 线性的驾驶主控制手柄
- 钥匙开关有一“ON”和一“OFF”位置。
- 主控制手柄有以下 4 个位置：
    - 向前：牵引；
    - “0”位：惰行；
    - 向后： 制动；
    - 快速制动位：快速制动。
- 牵引加速和制动减速是线性的和无级的。
- 方式方向选择器有以下 6 个位置：
    - ATO；
    - 手动；
    - 向前限速；
    - “OFF”位；
    - 向后限速；
    - 洗车。
- 当两端司机室的司机控制器方向方式选择器都在“ATO”位，且司机控制器钥匙开关都在“OFF”位时,列车能实现 UTO (GOA3 或 GOA4) 驾驶模式功能。
- 钥匙开关在“ON”为，方向方式选择器在“ATO”、“手动”、“ 向前限速”、 “向后限速”、“ 洗车”位时，列车能实现对应驾驶模式功能。
- 司机控制器主控制手柄必须配备“警惕”按钮功能，ATO/UTO 操作不受警惕按钮控制。“警惕”按钮符合人体工程学原则，保证在长期操作下，

司机不会感觉劳累，并要求性能可靠。警惕按钮具有延时作用功能，延时时间 0～10 秒可调，“警惕”功能实现的具体方案在设计联络阶段确认。

- 在司机室内合适的位置设置一个警惕按钮的旁路开关（带铅封）。
- 方式方向选择器安装在主控制手柄附近，方式方向选择器和主控制手柄之间设置机械联锁，以防止方式方向选择器在“OFF”位时，主控制手柄移动。
- 当列车运行时，如方式方向选择器转换至“OFF”位，则列车产生紧急制动。
- 每个司控器配备两个互为冗余的远程 I/O 模块（RIOM），参考值信号被转换为数字值。
- 投标人在投标时可提供更优方案进行比选，最终方案将在设计阶段确定。

10.3.1.1 主控制器钥匙开关

- 钥匙开关在“ON”位时：
  - 操作钥匙开关“ON”的司机室为操作司机室；
  - 所有的其他司机室锁闭；
  - 操作司机室的所有状态被激活；
  - 即使蓄电池开关断开，列车仍不会断开 DC110V 控制电源。 即蓄电池开关只有在钥匙“OFF”位下才有效。
- 钥匙开关仅能在以下条件同时满足的情况下拔出：
  - 主控制手柄在“0”位；
  - 方式方向选择器在“OFF”位或“ATO”位；
  - 钥匙在“OFF”位。
- 钥匙取出后，手柄不能移动；
- 钥匙开关在“OFF”位时，至少能保持以下功能：
  - 列车总线和车辆总线功能；
  - 照明（包括内部和外部照明），照明接通的维持不受控于主控制器钥匙，照明的断开也不受控于主控制器钥匙；
  - 司机室与司机室的对讲；
  - 如果钥匙取出时空调在运行状态，则空调保持运行状态。空调“合”

和“分”按钮失去作用；

- 无线广播；
- 110V 直流电源；
- “紧急制动”蘑菇按钮，钥匙开关在“OFF”位时，列车施加紧急制动；
- 受电弓和高速断路器保持当时状态；
- 车门保持当时状态。

10.3.2 设置司机室激活旁路功能。紧急制动按钮

10.3.2.1 紧急制动按钮应为电气开关。

10.3.2.2 应安装于司机室控制台上易于接近的地方。

10.3.2.3 为了便于操作，应采用“蘑菇”按钮。

10.3.2.4 双稳型，只能人工复位。

10.3.2.5 一旦操作，即断开紧急制动电气列车线，施加最大的空气制动，直至列车停止运行。

10.3.2.6 任何运行模式下，紧急制动按钮一旦按下，立即降弓，并且在手动恢复该按钮之前列车不能升弓。

10.3.3 牵引变流器

10.3.3.1 牵引变流器是专为地铁车辆设计的，并满足 GB/T 25122.1《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 1 部分：特性和试验方法》、GB/T 25122.5《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 5 部分：城轨车辆牵引变流器》或 IEC 61287-1《铁路应用 机车车辆用电力变流器 第 1 部分:特性和试验方法》的要求。为电压型逆变器，采用 PWM 控制技术。

10.3.3.2 牵引变流器及其高压输入电路的电压输入范围应充分考虑满足 GB/T 1402《轨道交通 牵引供电系统电压》或 IEC 60850《铁路应用 牵引系统的供电电压》标准的 DC1500V 供电系统的电压范围。

10.3.3.3 牵引变流器的控制、检测、保护由牵引控制单元实现。

10.3.3.4 牵引变流器维修时的最小可更换单元为开关元件、传感器等。

10.3.3.5 投标人应采取措施尽可能有效降低牵引变流器的噪声。自然风冷或水冷变流器的噪声应满足：LPA≤70dB(A)；强迫风冷变流器的噪声应满足 LPA≤75dB(A)。

10.3.3.6 电磁兼容性满足 GB/T 24338（所有部分）《轨道交通 电磁兼容》或 EN 50121（所有部分）《铁路应用 电磁兼容性》的要求，满足抗干扰要求，且不会对通信、信号、控制等系统产生干扰。

10.3.4 牵引变流器功率模块

10.3.4.1 逆变模块和斩波模块应采用 IGBT 或 SiC 功率元件。其中 IGBT 使用寿命不低于 20 年，SiC 寿命期内综合运用维护成本较 IGBT 不得明显升高。

10.3.4.2 投标人应保证牵引变流器功率模块设计方式，可使招标人具备对牵引变流器功率模块的维修能力。投标人应提供的必要的技术资料和培训等。

10.3.4.3 可使用特定的外部独立设备，在输入低电压（低于 200 伏）下对功率模块进行测试。在测试时，可检测内部元件的状态，以确定模块内故障部件（如开关元件、驱动板）。投标人应提供测试设备。

10.3.5 牵引变流器的高压输入电路

牵引变流器的高压输入电路主要由隔离接地开关、高速断路器、主熔断器、充放电电路、线路滤波器组成。

高压箱内各部件应采用绝缘设计，避免尖端放电。

10.3.5.1 隔离接地开关

（1） 便于接近，无需任何设备，可手动操作，有操作标识；

（2） 各功能位要有明显的卡位，有清晰位置标识；

（3） 须采取绝缘措施，以避免触碰高压电路；

（4） 与车间电源、受流器实现电气联锁。

10.3.5.2 高速断路器

每个牵引变流器输入电路都由单独的高速断路器保护，高速断路器仅用于牵引回路。投标人在得到接触网系统的必要参数后，须计算任何动车短路情况下的预期短路电流。投标方提供跳闸时间/特性；高速断路器的动作状态应在司机显示屏上显示。

（1） 采用电磁驱动，整定值应与变电所有良好的配合协调关系，当车辆电抗器后端出现短路时，高速断路器应在供电系统之前断开电路。

（2） 保护动作由牵引控制单元触发或高速断路器机械触发装置触发。高速断路器应在以下条件下触发断开：

- 过电流（由高速断路器监测、触发）；
- 牵引控制单元检测到牵引变流器故障，并需要断开高速断路器。

（3） 高速断路器容易拆卸，要求两人在 10 分钟内能从车上拆下。

（4） 高速断路器可配备电流上升率（di/dt）保护、电流增量（△I）保护、定时限过流保护及间接快速脱扣装置。各保护设定值可在现场方便地进行设定。通过合理设置高速断路器的各保护动作值及延时值，与变电所馈线断路器保护形成保护配合。间接快速脱扣装置固有动作时间不大于 5ms，以避免变电所馈线断路器不必要的跳闸。

（5） 牵引控制器须记录高速断路器跳闸时刻前后一段时间内的电流波形用于故障分析，且具备数据上传功能。（可选配项）

10.3.5.3 主熔断器

主熔断器的参数应与变电所有良好的配合协调关系，当车辆直流端出现短路时，主熔断器应在供电系统之前断开电路。主熔断器应有监控，若主熔断器安装于主熔断器箱内，并采用绝缘子安装结构，则箱体及绝缘子寿命不低于 30 年，并提供长期耐压可靠性承诺。

10.3.5.4 充放电电路

由线路接触器、预充电电路（充电接触器、充电电阻）和一个永久放电电路组

成。

10.3.5.5 线路滤波器

（1） 线路滤波器包括线路电抗器和滤波电容器，设计必须考虑：

- 最大输入电流；
- 最大可允许冲击电流；
- 线路电压瞬间变化；
- EMC 要求。

（2） 线路电容器和线路电抗器的型式试验和例行试验，应根据 GB/T 25121《轨道交通 机车车辆设备 电力电子电容器》或 IEC 61881《铁路应用 机车车辆设备 电力电子电容器》，GB/T 25120《轨道交通 机车车辆牵引变压器和电抗器》或 IEC 60310《用于铁路机车的变压器和电抗器》等标准进行试验。线路滤波器组成后的型式试验和例行试验应在装车后投入使用之前进行。

10.3.6 牵引变流器的冷却系统

10.3.6.1 牵引变流器应采用合适的冷却系统。冷却系统必须保证牵引变流器和牵引控制单元可靠、稳定地工作，且须保证牵引变流器易于维修和维护。

10.3.6.2 牵引变流器箱内的空气温度必须均匀。

10.3.7 牵引变流器箱

10.3.7.1 牵引变流箱内各部件应采用绝缘设计，避免尖端放电。箱体外部应有“高压危险”、最小放电时间或类似的警示标志。

10.3.7.2 牵引变流器布置的一般要求

（1） 牵引变流器的设计应为模块化，元器件的布置要方便维修和更换；

（2） 牵引控制单元应装在附属的箱体中，控制板为插件结构或是带子板的母板，安装在牵引变流器箱体内；

（3） 所有牵引设备的安装和布线应该考虑使这些设备中产生的电磁场尽可

能抵消；

（4） 带有强干扰源的设备或电缆必须集中布置，并且和低电压易干扰信号分开。

10.3.7.3 牵引变流器箱的 IP 等级不低于 IP55。

10.3.7.4 牵引电制动系统的牵引逆变箱及高压箱柜门应设置二次防脱装置，避免运行过程中柜门意外打开侵限。

10.3.7.5 箱体内部的应有火灾探测功能，设置感温电缆。

10.3.8 牵引控制单元

10.3.8.1 一般要求

（1） 牵引控制单元实现对牵引变流器的控制和检测，每个牵引变流器配备一个牵引控制单元，并安装在牵引变流器箱内，安装位置要方便拆装、维修。牵引控制单元为微机控制系统，其 CPU 采用 32 位或更高位的微处理器，带信号处理器。

（2） 牵引控制单元通过车辆总线与列车控制单元进行通信，当牵引控制单元发生故障时（如电源短路等），不应影响车辆总线其它用户的正常工作，接口应符合相关的国际标准，投标人应提出建议标准，并说明标准中的具体要求。

（3） 牵引控制单元与门极驱动板之间触发脉冲和反馈信号的传输应通过光纤或电缆连接，以加强绝缘和抗干扰能力。

（4） 投标人应对牵引控制单元的硬件和软件进行说明，牵引控制单元的硬件和软件设计要求应满足 GB/T 25119《轨道交通 机车车辆电子装置》或 IEC 60571《铁路应用 机车车辆用电子装置》、EN 50129《铁路应用 通信、信号和过程控制系统 与安全有关的电子信号系统》的要求。投标人应在第二次设计联络时提供控制原理图及有关技术参数，必须给出牵引控制的逻辑控制原理图、有关技术参数及说明。

（5） 牵引控制单元能有效防止电磁干扰。

10.3.8.2 牵引控制单元的主要功能

牵引控制单元应实现下列主要功能：

（1） 牵引电机控制；

牵引控制单元将列车控制级加工的给定值和控制指令转换成牵引变流器用的控制信号，对牵引变流器和牵引电机进行控制，包括调节、保护、变流器脉冲模式的产生等。

（2） 对牵引变流器和牵引电机进行保护控制；

（3） 电制动控制；

（4） 具有良好的防空转/防滑保护控制功能；

投标人应提供方案、性能指标和参数。

（5） 列车加减速冲击限制保护；

（6） 网络通信功能；

（7） 故障诊断功能等。

要求能做到诊断到整个系统的最小可更换单元。

10.3.8.3 牵引控制单元对牵引变流器的基本控制要求

（1） 转矩控制模式及基本要求

- 应采用直接转矩控制方式或磁场矢量控制方式或更优化的控制方式来实现牵引电机的转矩控制，转矩控制方式应十分成熟，保证列车在低速时运行稳定（不会出现振荡），投标人应对所采用的转矩控制的原理进行详细的说明。

- 由于最恶劣的负载及轨道条件，在最大的制动与牵引转矩情况下，在实际转矩与颠覆（峰值）转矩之间，应有明显的差值，确保系统稳定性，在投标时提供参考值，在设计联络时应给出具体差值。

- 牵引控制单元的“零速点”为 0.5 km/h 以下。

- 正常制动时，电制动与气制动平滑过渡，总的制动力保持不变，电制动具备到零速点的能力，设置的电制动与气制动转换的速度点小于 6 km/h（要尽可能小）。

(2) 列车的加速和减速控制

- 司机控制器（或 ATO 或 UTO）信号

司机控制器的手柄位置确定了所指令的转矩（牵引或制动力）。牵引或常用制动指令位置是连续的，从 0%到 100%。

司机控制器（或 ATO 或 UTO）的牵引/制动指令及参考值信号采用硬连线和网络传递方式，网络优先，硬连线备份。投标人应充分考虑该信号的重要性，保证列车在牵引/制动参考值信号中断的情况下能降级运行。

- 加减速要求

加速度和减速度控制是自动的、连续的和无级的，直到牵引电机电流达到所要求加速度（或减速度）值，并满足本规范所规定的冲击限制。

- 当方向方式手柄在向前位置且主控手柄在 0 位时，只有方向方式手柄在向前位置且主控手柄在 0 位时，列车才能由 ATC 装置进行控制，以自动地实现牵引惰行或制动。

- 牵引或电制动的指令值，在列车试验时，通过改变存储器程序，可调整±10%，在列车验收后再更换简单的存储器芯片，也可采用其它具有相同功能的电子线路。由投标人提供程序备份，功能框图，信号流程图。

- 应充分利用轮轨粘着条件,并按列车载重量从空车到超员范围内自动调整牵引力和再生制动力的大小，并具有反应及时、有效可靠的空转和滑行控制。

- 控制牵引电机运转，在车辆启动时，牵引电机由恒力矩区转为恒功率区的速度点要尽可能大，投标人要给出该转折点的速度值。可根据运营节能需求，选择最优节能模式对该转折点速度值进行调整。

（3） 电制动控制

无论手动（MTC）或自动（ATC）操作，对所有速度都自动响应，在通过规定的电制动消失点以前，减速度不应有明显的变化，变化率应满足规定的冲击限制要求。

电制动能在 AW_2 载荷以下，电网电压大于等于标称电压,速度大于 6km/h，单独满足全常用制动的要求。

（4） 再生制动与电阻制动的混合控制原则

电制动由再生制动和电阻制动组成，以再生制动优先。在网压上升到预定值时，再生制动能平滑过渡到电阻制动。再生制动和电阻制动能连续交替使用，并满足冲击极限的要求。

（5） 电制动和空气制动混合检测控制原则

电气制动和空气制动混合转换必须平滑，无冲击。低速的转换点必须小于 6km/h。且应尽可能小，并在列车最终调试完后固化，转换点的选取须保证停车精度的要求。

空气制动用于以下方面

- 补偿电制动力（AW_2-AW_3 负载或网压低于标称电压）；
- 列车速度低于转换点；
- 快速制动；
- 紧急制动；
- 电制动故障。

牵引控制单元向空气制动控制单元提供一个直接与电制动力矩成正比的信号，用以当电制动失效或电制动力不足时，由空气制动替代或补充电制动，切换过程满足规定的冲击率限制。电制动失效时，应给出“电制动失效”故障指示信号。

（6） 投标人应给出电制动故障时的制动力分配方案。

（7） 特殊运行模式

- 洗车运行模式

维持在 3km/h 的速度稳定运行。

- 后退运行模式

限速 10km/h，车辆在最大后退速度时，能稳定运行。

10.3.9 传感器

为进行必要的检测和控制，应配置多种形式的传感器。

10.3.9.1 速度传感器

应尽可能不采用速度传感器，或考虑与其他系统共用速度传感器，但在电气上不得产生系统间的相互干扰。若采用速度传感器须满足以下要求：

（1） 安装时尽可能不采用垫片和调整，检查和更换时应容易接近；

（2） 速度传感器的脉冲输出数，在任何时刻都应与转轴的转速相对应，以保证测量速度的准确性；

（3） 在速度传感器出线端和线束进入车体的进线端，应分别设置水密性接线盒，传感器的信号线应采用屏蔽线；

（4） 速度传感器的电源输入端应有输入电源极性的保护；

（5） 控制单元工作时应能对速度传感器进行检测。

10.3.9.2 其他传感器

（1） 电压、电流传感器应采用电流源输出，对输入电源的极性要有保护措施。

（2） 信号线应采用屏蔽线。

10.3.10 制动电阻

10.3.10.1 制动电阻是专为地铁车辆设计的，并满足 GB/T 25118《轨道交通 机车车辆电气设备开启式功率电阻器规则》或 IEC 60322《铁路应用 铁道车辆电气设备 开放

结构功率电阻器规则》的要求。

10.3.10.2 根据运营线路车辆再生能量方案确定，若采用制动电阻，应按照全功率设置，若运营线路车辆再生能量利用方案有其他要求，在设计联络阶段讨论变更。

10.3.10.3 制动电阻安装于牵引变流器箱外，有独立箱体。

10.3.10.4 制动电阻/过压吸收电阻与牵引变流器之间的电源线缆采用屏蔽线缆。

10.3.10.5 电阻元件应安装牢固、稳定、有良好的耐振性，在电阻器工作发热时不易产生变形，电气间隙和爬电距离符合标准 GB/T 25118《轨道交通 机车车辆电气设备 开启式功率电阻器规则》要求。

10.3.10.6 电阻元件应能在电阻箱不落车的前提下方便地拆卸。

10.3.10.7 冷却方式

应采用合适的冷却系统，冷却系统必须保证制动电阻可靠、稳定地工作，同时必须考虑制动电阻易于清洁、维修和维护。应考虑制动电阻的防尘措施。投标人应在投标文件中对冷却方案进行说明，说明应至少包括：相关计算、技术参数、风道设计和维修要求。

10.3.10.8 投标人应提供制动电阻的详细设计资料，至少包括：

（1） GB/T 25118《轨道交通 机车车辆电气设备开启式功率电阻器规则》或 IEC 60322《铁路应用 铁道车辆电气设备 开放结构功率电阻器规则》所规定的标识及特性；

（2） 制动电阻满足本项目使用要求的相关计算及说明。

10.3.10.9 制动电阻的试验

应按 GB/T 25118《轨道交通 机车车辆电气设备开启式功率电阻器规则》或 IEC 60322《铁路应用 铁道车辆电气设备 开放结构功率电阻器规则》的标准进行制动电阻的型式试验和例行试验。

型式试验包括淋雨试验；采用强迫风冷时，型式试验应包括噪声测试；使用在亚热带气候条件下时，型式试验应包括耐湿性能试验。

10.3.11　牵引电机

10.3.11.1　概述

（1）　牵引电机应是专为地铁车辆设计的，已被证实在类似环境中运行良好的三相异步牵引电机。适用于由电压源逆变器变频变压调速。满足 GB/T 25123.2《电力牵引 轨道机车车辆和公路车辆用旋转电机 第 2 部分：电子变流器供电的交流电动机》或 IEC60349-2《电力牵引 铁路与道路车辆用旋转电机 第 2 部分：电子变流器供电的交流电动机》的要求。

（2）　在正常运行和维护的情况下，牵引电机的大修期应与列车的大修期一致，在此周期内牵引电机不必进行解体维修。

（3）　维修牵引电机时，允许仅更换定子或转子，仍然能保证牵引电机特性的一致性。

（4)牵引电机应在给定的最恶劣的运行条件下（满负荷、最小网压、最大车轮直径、最高环境温度）能连续运行，其温度不得超过投标人所建议的最大工作温度。牵引电机绝缘等级不低于 200 级，寿命期内不需要进行二次浸漆，牵引电机具备温度及电流监控功能且可独立更换。

（5）　在车轮磨损到规定的极限尺寸时，牵引电机应能在相当于列车最高速度的情况下安全运转。

10.3.11.2　牵引电机定额参数

（1）　牵引电机的保证定额为连续定额。

（2）　牵引电机连续定额功率不小于 190kW。

（3）　投标人应提供牵引电机的额定电压、电流、转速、频率、转差频率、效率、功率因数、重量等参数，以及功率计算、牵引电机过载能力等说明文件。

10.3.11.3　牵引电机定子

（1）　定子铁芯的导磁叠片应采用高导磁率、低损耗的冷轧电工钢片冲制。投标人应提供定子线圈的制造设计图和绕组的联线图。

（2） 定子绕组及其引线必须采取防霉、防虫、 防啮齿类动物和其它有害动物的有效措施。

10.3.11.4 牵引电机转子

（1） 转子铁芯的导磁叠片应采用高导磁率、低损耗的冷轧电工钢片冲制。转轴用适当强度的优质合金钢加工而成。

（2） 电机转子导条和端环采用铝材或铜材或更优材料。

（3） 转子应进行动平衡测试,要求达到GB/T 9239.1《机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求》或ISO 1940（所有部分）《机械振动刚性转子的平衡质量要求》的“G2.5”级标准或更高的标准，维修时可对动平衡超标的转子进行调整。

10.3.11.5 牵引电机轴承

应采用绝缘、高耐磨的轴承。

（1） 轴承使用寿命不少于2,000,000km或12年,检查周期不少于800,000km或6年。

（2） 采用优质润滑脂进行润滑，加润滑脂的周期应不少于150,000 km或1年。

（3） 轴承盖上有用管道连接的加油咀，以方便加注润滑脂。同时还应有装废油脂的管道。

（4） 牵引电机具备轴承电压测试接口，提供测试工装。

（5） 牵引电机轴承应采取措施，避免轴承电腐蚀问题。

10.3.11.6 牵引电机的通风

（1） 牵引电机采用自通风空气冷却方式。

(2)牵引电机进风口处应安装风阻小、防护和滤尘效率高的防护网和滤尘器。滤尘器的结构设计应便于清洗。滤尘器的维护周期≥1个月。

10.3.11.7 牵引电机的特性

（1） 需要考虑轮径差异和轴重转移对并联供电的牵引电机的影响，并提供系统允许的轮径差值（同一轴、同一转向架、同一辆车）。

（2） 效率特性应考虑到由于牵引变流器供电引起的谐波而产生的损耗以及对机械上产生的后果。

（3） 需要尽可能减小牵引电机的噪声，投标人要提供减小牵引电机噪声的优化方案。

10.3.11.8 牵引电机接线

（1） 在电源电缆进入牵引电机的接线盒处应采取有效措施防止油和水的侵入。

（2） 电源电缆与牵引电机绕组的联接必须用螺栓紧固，不同相的电缆必须用不同颜色的标志区分开来。

（3） 牵引电机与牵引变流器之间的三相电源线在转向架与车体间转接处采用接线箱或连接 器形式连接，牵引电机与牵引变流器之间的三相电源线采用屏蔽线缆。

10.3.11.9 牵引电机的试验

应按 GB/T 25123.2《电力牵引 轨道机车车辆和公路车辆用旋转电机 第 2 部分：电子变流器供电的交流电动机》或 IEC 60349-2《电力牵引 铁路与道路车辆用旋转电机 第 2 部分：电子变流器供电的交流电动机》进行牵引电机的型式试验和例行试验。型式试验须包括振动试验和噪声试验。

10.3.12 受流器

10.3.12.1 受电弓

应采用单臂、轻型电动（或气动）受电弓。

（1） 技术规格

工作电压 额定 DC1500V，具体参见《基本技术条件》章节

标准静接触压力及调整范围 120N±10N

（2） 主要尺寸由投标人建议，招标人确认，包括：

带绝缘子的高度

最小工作高度

最大工作高度

碳滑条长度

整个受电弓宽度

碳滑条静态额定电流(有效值)：车辆静止时受电弓在 30min（分钟）内承受的电流平均值

碳滑条静态最大电流：车辆静止时受电弓在 3min（分钟）内承受的电流平均值

碳滑条最大短时电流：车辆以最高速度运行施加最大电制动力过程中的电流最大值

最大起动电流（30 秒）

碳滑条最大停车时电流（网压 DC1000V 和单弓受电状态）

（3） 受电弓结构

- 受电弓在刚性接触网和柔性接触网的线路上均能适用。
- 受电弓能在各种轨道状态下保证与架空接触导线具有良好的接触状态和接触稳定性。受电弓弓头的设计必须保证所有安装正确的滑板能同时与接触网保持良好接触。
- 应设置机械止挡，以限制受电弓在无接触网区段上的垂直运动。
- 所有调节零件及紧固件应采用不锈钢。
- 在整个车辆速度范围内，包括最高结构运行速度和逆风运行时，受电弓应有良好的动力学特性。
- 受电弓应安装一个截断塞门以方便截断气路。
- 受电弓最低位置传感器应采用非接触式检测。

- 受电弓应配置自动降弓装置，运行中受电弓受到外力撞击时能自动降弓。

（4） 技术性能要求

在工作高度范围内在任何高度上的下降运动应迅速开始，降弓时应有明显的迅速下降和平稳下降两个阶段。升弓时对接触网无有害冲击现象，降弓时对受电弓底架无有害冲击现象。在工作高度范围内的任何高度上的下降运动迅速无卡滞。

受电弓受到外力撞击时，车辆司机显示器上应有专用图标显示。

在最小工作气压下，滑板应能升至最大工作高度。

绝缘性能 ：

受电弓能承受工频 5.75kV（有效值）干闪络电压一分钟无击穿、闪络现象。

受电弓能承受工频 4.75kV（有效值）湿闪络电压一分钟无击穿、闪络现象。

（5） 受电弓的试验

应按 GB/T 21561.2《轨道交通 机车车辆受电弓特性和试验 第 2 部分：地铁和轻轨车辆受电弓》或 IEC 60494-2《铁路应用 机车车辆 受电弓 特征和试验 第 2 部分：地铁和轻轨车辆的受电弓》进行受电弓的型式试验和例行试验，受电弓出厂前应提供探伤报告。

（6） 车顶受电弓安装区域须有绝缘隔离层（须覆盖裸露金属部件），绝缘漆涂层能承受一定程度高压，且表面能耐一定温度，防火，耐腐蚀，适应现有车顶环境,排水顺畅。当受电弓受损掉落或者异物入侵时能有效避免高压电与车顶产生搭接短路。

（7） 受电弓碳滑板条的使用寿命不小于 10 万公里。碳滑板选型应与接触网材质、平滑度和拉出值相互匹配，充分考虑载流能力、硬度、磨耗等因素，满足线路运营要求；受电弓能经受 15,000 个工作周期的升降弓运动而没有任何机械损伤，在 10,000 次这种运动试验中不得有需要更换的磨耗零件。受电弓主体寿命 30 年。

（8） 受电弓主要尺寸（暂定，具体数值设计阶段确定）

正常工作范围	175mm—1600mm
最大升弓高度	1700mm
整个受电弓宽度	1700mm
受电弓与接触网的最大滑行范围	±500mm
最小动态抬升力	40N
受电弓归算质量	≤15kg
碳滑板材料	浸金属碳滑板

全新的碳滑板满足以下尺寸:

长度：1050mm;

宽度：60mm;

最大可磨耗厚度不小于 18mm。

10.3.13 避雷器

10.3.13.1 车顶每个受电弓附近安装避雷器，避雷器必须能有效防止来自车辆外部的过电压（如雷击等）和车辆内部的操作过电压对车辆电气设备绝缘的破坏。

10.3.13.2 保护值要与变电站及列车上的其它保护参数相匹配。

10.3.13.3 性能及试验应满足 GB 11032《交流无间隙金属氧化物避雷器》的规定和试验要求。

10.3.13.4 详细的性能参数应提供，至少要提供以下参数：额定冲击释放电流、冲击电流、持续释放电流、短路电流、阀座电压、冲击释放电压、直流放电电压、爬电距离、放电距离、特性曲线。

10.3.14 接口

10.3.14.1 与空气制动系统的接口

电气牵引系统与空气制动系统的接口管理由车辆投标人负总责。

电气牵引系统投标人应充分考虑与整车（含空气制动系统）的硬件及软件的接口。

电气牵引系统投标人须保证列车电气牵引系统与空气制动系统的功能和性能的匹配。电气牵引系统投标人须提交详细的电空配合控制方案及逻辑框图。

10.3.14.2 与列车控制及监控系统的接口

电气牵引系统与列车控制及监控系统的接口管理由车辆投标人负总责。

电气牵引系统投标人应充分考虑与列车控制及监控系统硬件及软件的接口。

电气牵引系统投标人须服从车辆投标人对列车牵引系统与列车控制及监控系统硬件及软件的接口管理。

10.4 牵引监测系统

牵引电制动系统具备对列车牵引/电制动状态及与部件寿命及安全相关的状态信号在途监测、故障诊断并通过智能运维系统进行车地传输的功能，以便于牵引电制动系统的状态综合分析、趋势预测、故障隐患挖掘等全寿命周期健康管理。

（1） 系统可实现电机温度实时监测，并建立算法模型对牵引电机滤网堵塞进行预警。

（2） 系统可监测中间电流、电压、温度等关键工作参数。

（3） 系统可实现对充电/线路接触器、高速断路器的故障预警功能。

（4） 系统可实现对电抗器、中间支撑电容、充放电电阻等牵引逆变器关键部件的故障预警。

（5） 系统可实现联轴节处的动力传动、牵引电机轴承和牵引电机绝缘异常预警。

（6） 系统应当具备牵引能耗的计算能力。

（7） 系统应当具备良好的拓展性，预留后期新增功能。

10.5 试验要求

10.5.1 型式试验

牵引变流器应按 IEC 61287-1《铁路应用 机车车辆用电力变流器 第 1 部分:特性和试验方法》或 GB/T 25122.1《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 1 部分：特性和试验方法》、GB/T 25122.5《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 5 部分：城轨车辆牵引变流器》、T/CAMET 04002.1《城市轨道交通电动客车牵引系统 第 1 部分：牵引逆变器技术规范》等相关标准进行型式试验。投标人应提交变流器的试验清单、试验大纲以及变流器内单个部件及组件的试验清单。要求详见附表。

10.5.2 例行试验

牵引变流器应按 IEC 61287-1《铁路应用 机车车辆用电力变流器 第 1 部分:特性和试验方法》或 GB/T 25122.1《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 1 部分：特性和试验方法》、GB/T 25122.5《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 5 部分：城轨车辆牵引变流器》、T/CAMET 04002.1《城市轨道交通电动客车牵引系统 第 1 部分：牵引逆变器技术规范》等相关标准进行例行试验。投标人应提交变流器的试验清单、试验大纲以及变流器内单个部件及组件的试验清单。要求详见附表。

10.5.3 牵引系统（包括牵引变流器和主电路设备）的试验应按 GB/T 25117《轨道交通机车车辆 牵引系统组合试验方法》、T/CAMET 04002.5《城市轨道交通电动客车牵引系统 第 5 部分：牵引系统组合试验方法》或 IEC 61377《轨道交通机车车辆牵引系统组合试验》标准进行。

附表：

序号	试验项目	型式	例行	备注
1	目视检查	■	■	
2	验证尺寸和公差	■	■	
3	称重	■	—	
4	标志检查	■	■	
5	冷却系统性能试验	■	—	

6	泄露试验（适用于液冷系统）	■	■	
7	防护等级试验	■	—	
8	介电强度试验	■	■	
9	绝缘电阻试验	■	■	
10	机械、电气保护和测量设备的试验	■	■	
11	轻载试验	■	■	
12	换流试验	■	—	
13	噪声测量	■	—	
14	温升试验	■	—	
15	功率损耗测定	■	—	
16	供电过电压和瞬态能量试验	■	—	
17	负载突变	■	—	
18	安全性要求检查	■	—	
19	冲击和振动试验	■	—	
20	电磁兼容试验	■	—	
21	网压跳变试验	■	—	
22	供电短时中断试验	■	—	
23	交变湿热试验	■	—	
24	高温试验	■	—	
25	低温试验	■	—	
26	盐雾试验	○	—	
注 1：标有“■”的为强制性试验。标有“-”的不做要求，标有“○”为供需双方协商是否进行。				

10.6 应提供的资料

10.6.1 **投标方在投标文件中需提供（不限于）**

- 基本特性计算；

- 实际线路仿真计算；
- 牵引系统总体配置的具体方案说明；
- 受电弓的具体方案及技术性能参数（包括受电弓碳条与支架连接强度的说明）；
- 紧急牵引功能实现的具体方案；
- 避雷器的性能参数及维护方法说明；
- 各种不同工况下的短路仿真计算；
- 制动电阻系统说明（包括冷却方案说明）；
- 牵引逆变器系统方案说明，包括元器件技术性能参数、转矩控制原理等；
- 牵引逆变控制单元的故障诊断及数据记录功能方案说明；
- 列车制动性能的优化方案，建议的制动力分配方案；
- 牵引系统保护策略说明；
- 车辆超速保护方案说明；
- 列车防溜保护说明。

（投标阶段提交的文件在设计阶段需要重新提交）

10.6.2 **卖方在设计联络阶段需提供（不限于）**

- 警惕功能方案说明；
- 受电弓与触网匹配的综合分析报告；
- 受电弓弓头尺寸；
- 受电弓车载监控装置具体方案；
- 组成牵引系统的部件的详细技术方案说明；
- 牵引逆变器箱体内的内部布置图；
- 牵引逆变器散热风机及轴承的振动测试报告；
- 牵引控制逻辑控制原理图、相关参数及说明；
- 牵引系统能耗记录功能；
- 牵引电机接地方案说明。

10.7 应急自牵引功能

10.7.1 列车应具备应急自牵引功能，具体要求如下：

- 基本要求：
  - 线路条件：3‰坡道；
  - 负载：AW3；
  - 蓄电池组容量须根据上述线路条件和负载要求同时分别满足蓄电池应急牵引 100m 和对列车应急负载供电 45 分钟的需要；
  - 按上述线路条件和负载要求，通过列车配备的蓄电池组（每组容量不小于 260Ah）须使列车具备应急牵引能力，并提供应急牵引能力的计算报告。
- 投标方在投标阶段提交满足以下条件的应急自牵引优化方案：
  - 线路条件：35‰ 400 米起动坡道+平直道 800 米+2‰ 200 米节能坡；
  - 负载：AW3；
  - 坡道平衡速度：≥5 km/h；
  - 最高运行速度：≥10km/h；
  - 运行时间：≥10 分钟。
- 投标方须在投标阶段提供满足上述条件的应急自牵引方案的安全性评估报告，确保该应急自牵引方案是安全的、可靠的，且不会发生燃烧、爆炸等现象。
- 投标方在投标阶段提交列车在各种载荷工况下应急自牵引详细技术方案；应急自牵引方案中的所有部件应满足 BS 6853 要求并且安全、可靠；自牵引电源应符合国际相关标准，并符合整车的总体设计要求，如车辆布置、重量等。

10.7.2 蓄电池牵引功能（应急自牵引）

列车在特殊紧急状况下，可通过激活司机室的蓄电池牵引功能（应急自牵引）按钮/开关，使牵引系统由车载蓄电池（110V DC）供电，让列车在无高压输入的情况下自行牵引。牵引能力在设计阶段讨论确定。基本情况如下：

- 由车载 110VDC 蓄电池供电，不配备独立蓄电池；
- 牵引特性与蓄电池特性匹配（如：最大输出电流、蓄电池温度范围、压降等等）；

- 使用蓄电池牵引（应急自牵引）将充分考虑蓄电池的寿命；
- 进行 45 分钟紧急负载供电和使用蓄电池牵引（应急自牵引）后，蓄电池可通过车载蓄电池充电机恢复，即不需要通过地面充电机落车恢复；
- 牵引系统采用必要的保护措施（如：低压保护、过流保护等）确保蓄电池使用可靠安全；
- 具体动力性能和环境参数等要求，买方将在设计阶段提出，相关仿真计算将在设计阶段提交买方审核，仿真计算至少包含以下内容：

类型	内容
计算参数	AW3 载荷下的列车总重
	标准轮径
	转动惯量
	运行阻力计算公式
	坡道阻力计算公式
	紧急负载
	环境温度
	蓄电池容量
	蓄电池最大放电电流
	蓄电池倍率类型
	充电系数
	放电系数
计算工况	AW3 工况，计算 3‰坡道启动并运行 1000m
	AW3 工况，计算启动并运行 400m 的最大坡度
	AW3 工况，应急自牵引 100m 和对列车应急负载供电 45 分钟
计算曲线	1.牵引力-速度曲线 2.牵引力-距离曲线 3.速度-距离曲线 4.速度-加速度曲线 5.IGBT 模块温度曲线 6.单组蓄电池电压-距离曲线

	7.单组蓄电池电流-距离曲线 8.单个牵引电机电流-距离曲线 9.单组蓄电池容量-距离曲线

- 牵引系统的高压输入与蓄电池输入必须可靠隔离，并且互锁；
- 确保蓄电池牵引过程中应急负载正常工作，并保证在进行一定时间（设计阶段确定）紧急负载供电后，仍能满足蓄电池牵引功能的要求。

附件 3-11 辅助电源系统

11.1 总体要求

11.1.1 总体技术要求

11.1.1.1 辅助供电系统的供电网络主要为（包括但不限于）：

（1） 辅助逆变器；

（2） 直流 110V 电源变换器(AC/DC 或 DC/DC)：AC380V/直流 110V 或 DC1500V/直流 110V；

（3） 高压母线（DC1500V）；

（4） 中压母线；

（5） 低压母线（直流 110V）；

（6） 蓄电池；

（7） 其它必要的辅助设备，例如隔离接地开关、继电器、接触器、电抗器、控制器、电阻和二极管等。

11.1.1.2 辅助逆变器系统的交流负载主要为（包括但不限于）：

（1） 空气压缩机；

（2） 客室及司机室空调机组（含压缩机、冷凝风机、通风机）；

（3） 牵引逆变器及辅助逆变器风机；

（4） 制动电阻风机；

（5） 司机室及客室内的外接负载方便插座—220V 交流插座，满足相关标准要求（带地线的三线插座）。

11.1.1.3 直流 110V 的负载主要为（包括但不限于）：

（1） 蓄电池充电；

（2） 司机室内照明；

（3） 列车外部照明；

（4） 客室内的正常照明和紧急照明；

（5） 客室内、外部的指示灯；

（6） 客室和司机室的紧急通风；

（7） 挡风玻璃除霜器；

（8） 电动刮雨器；

（9） 列车上所有控制用电（包括所有微机控制系统）；

（10） 门驱动系统；

（11） 列车通信及广播系统；

（12） 车载信号设备；

（13） 车载无线通讯设备；

（14） 继电器及接触器；

（15） 乘客信息及视频监控系统；

（16） 弓网检测装置；

（17） 走行部检测装置。

11.1.2 质量控制

11.1.2.1 应满足 GB/T 25122.1《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 1 部分：特性和试验方法》或 IEC 61287.1《铁路应用 机车车辆用电力变流器 第 1 部分:特性和试验方法》标准，应由有资格的电器供货商提供辅助供电系统，整个辅助供电系统应是成熟、安全可靠的，应充分满足招标人列车的正常运营条件。

11.1.2.2 辅助供电系统不得对车辆其他设备和地铁运营的其它机电系统设备（包括司机室信号、ATC、通信、牵引及制动、列车控制等系统）产生电磁干扰，应满足 GB/T 24338（所有部分）《轨道交通 电磁兼容》或 EN 50121（所有部分）《铁路应用 电磁兼容性》要求。

11.1.2.3 辅助供电系统应充分考虑电压谐波和电流谐波的影响，避免容性负载的影响。

11.1.2.4 设计逆变器时，应考虑其选用的元器件（例如逆变器支撑电容、三相交流滤波电容）在发生故障时，不得有爆炸或着火的隐患存在。辅助逆变器及充电机的三相交流滤波、支撑电容器采用干式电容，且以上两种电容具备泄压防爆措施、电容安装的箱体也需设置泄压阀。三相交流滤波、支撑电容器应设置温度监控装置，当预判到电容即将过温时辅助逆变器能提前保护动作，温度监控装置应为可以重复使用的设备。且电容的极柱与铜排或线缆的连接方式为面接触。

11.1.3 寿命要求

IGBT、电子板卡等寿命不低于 20 年。

11.2 性能要求

11.2.1 辅助供电系统布置要求

11.2.1.1 辅助供电系统容量应满足列车正常运行状态下的用电要求（包括空调机组、冷却系统、空气压缩机等）。

11.2.1.2 在保证满足实际交流负载要求外，能提供 15％的冗余。

11.2.1.3 每列车至少装配 3 个辅助逆变器(DC/AC),至少两个直流 110V 电源变换器(AC/DC 或 DC/DC)；

11.2.1.4 投标人应提交辅助逆变器分级故障的对应策略，若列车上所有的辅助逆变器并联在中压母线上同时向全列车的中压负载供电，则在一台辅助逆变器故障的情况下，全车中压负载应不会受到影响，在仅有一台辅助逆变器工作的情况下，需保证列车的基本运行功能正常。

11.2.1.5 一半直流 110V 电源变换器（DC/DC 或 AC/DC）发生故障，另一半直流 110V 电源变换器（DC/DC 或 AC/DC）应能不受约束的满足整列车的运营，并能提供 10％的冗余。

11.2.1.6 有一条 DC1500V 列车线为辅助供电系统专用，用二极管与外电路隔开。

11.2.1.7 每单元列车应设有一个车间电源插座，在任何情况下辅助供电系统能通过受电弓或车间电源受电。受电弓 DC1500V 与车间电源 DC1500V 必须相互联锁。各车

间电源插座之间须考虑供电的安全性。

11.2.1.8 车间电源插头及相匹配的插座由牵引供货商提供。

11.2.1.9 直流 110V 直流输出分两路，一路为直流 110V 控制列车线，另一路为直流 110V 永久列车线。

11.2.1.10 直流 110V 电源控制开关应安装在车厢电气柜内。

11.2.2 辅助供电系统控制功能

11.2.2.1 辅助供电系统应采用 IGBT 技术，其控制、调节、保护等功能采用微处理器技术，应保证在规定条件下，输出电压和电流稳定，不出现振荡。控制单元的时钟要与列车中央控制微机系统同步。

11.2.2.2 辅助逆变器的输入电压中断时,辅助逆变器应立即停止工作，当输入电压恢复至适当值后 3 秒钟（时间可调）内辅助逆变器应自动恢复至正常工作状态。

11.2.2.3 辅助逆变器的控制、调节和保护应使用微处理器。

11.2.2.4 辅助逆变器和直流 110V 电源变换器的外壳表面温度，在规定的冷却条件下应不超过 60℃(散热器除外)。

11.2.2.5 辅助逆变器和直流 110V 电源变换器输入和输出滤波器的放电时间和放电方式应在投标文件中明确。

11.2.3 谐波控制能力

11.2.3.1 输出电压总谐波含量（THD)：＜5%（线性负载）

11.2.3.2 输出电压总谐波含量（THD)：＜8%（非线性负载，且负载输入电流谐波含量不大于 20%）

11.2.3.3 输出电压谐波应对其他系统无影响。

11.2.4 负载能力

11.2.4.1 按照线路给定的供电参数，应能输出额定功率。

11.2.4.2 输入电压低于直流 900V 时，应立即停止工作。当输入电压回升超过直流 1000V

并持续 2 秒时(时间可调)，辅助逆变器应自动起动。

11.2.4.3 在正常条件下，应能无故障地承受负载的阶跃变化，保护装置不能动作。

11.2.4.4 负载发生±30%最大额定负载的变化时，其输出电压瞬时值变化不应超过+15%和-20%，并且在 300ms 时间内，输出电压恢复至正常预定值。

11.2.4.5 不论是在正常运行或是在启动，当其输出端短路时，均应能保护其免遭损坏。

11.2.4.6 150％交流额定输出时，装置维持运行至少 10 秒后关断; 200％交流额定输出时，装置可立即关断。

11.2.4.7 辅助逆变器和直流 110V 电源变换器应能提供"准备接受负载"(Ready to accept load)的监视和控制信号。

11.2.5 保护和检测能力

11.2.5.1 辅助逆变器（DC/AC）和直流 110V 电源变换器（DC/DC 或 AC/DC）系统应具有以下保护功能（包括但不限于）：

- 输入过压及欠压检测和保护；
- 输入过流检测和保护；
- 输出过压和欠压检测和保护；
- 输出过流、短路检测和保护；
- 输出相位检测和保护；
- 半导体元件过热检测和保护；
- 冷却系统故障检测和保护；
- 对外围设备完好性的检测和保护；
- 蓄电池充电电流过流检测和保护（仅对直流 110V 电源）；
- 充电机电压过低检测和保护（仅对直流 110V 电源）；
- 三相输出缺相保护 ；

- 支撑电容、三相交流滤波电容过温保护；
- 所有设备对瞬时过电压和低电压情况应有保护；
- 辅助控制单元等各系统板卡设备发生内部短路、过流等问题时须能及时进行保护，不得对外围控制电路产生影响；
- 蓄电池温度过高检测，当蓄电池温度超出允许范围时，系统在司机 显示器上发出警报，此情况下直流 110V 电源的控制在设计联络阶段确认。

11.2.5.2 检测和保护电路应完全与调节电路分开；

11.2.5.3 以上所有检测和保护的详细过程、控制逻辑及动作参数需在投标文件中明确。

11.2.6 绝缘、隔离和瞬态抑制能力

11.2.6.1 辅助逆变器和直流 110V 电源变换器的绝缘、隔离和瞬态抑制能力。

（1） 绝缘要求应满足 GB/T 25122.1《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 1 部分：特性和试验方法》或 IEC 61287-1《铁路应用 机车车辆用电力变流器 第 1 部分:特性和试验方法》；

（2） 输入和输出应互相隔离；输出对地应绝缘；

（3） 瞬态抑制能力。

抑制和承受过电压的能力应符合 GB/T 25122.1《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 1 部分：特性和试验方法》或 IEC 61287-1《铁路应用 机车车辆用电力变流器 第 1 部分:特性和试验方法》的要求。

11.2.6.2 在司机室或客室内对每台辅助逆变器（DC/AC）和直流 110V 电源变换器（AC/DC 或 DC/DC）的控制电路设独立的保护开关。

11.2.6.3 在司机室和客室内具备对辅助逆变器（DC/AC）和直流 110V 电源变换器（AC/DC 或 DC/DC）的手动复位功能，手动复位功能按钮或开关应安装在司机室或客室电气柜内，如无硬件故障，复位后设备应能正常工作。

11.2.6.4 当直流 110V 电源变换器采用 DC/DC 时，DC/AC 与 110V 直流电源在电路上应该互相独立，一方故障不应影响到另一方。

11.2.6.5 应综合考虑空气压缩机、空调机组、风机等的启动顺序，减少设备启动时对 DC/AC 逆变器的冲击。

11.2.7 最小可换单元要求

11.2.7.1 投标人应确保辅助供电系统的最小可更换单元可由招标人更换或维修。

11.2.7.2 模块应是易分解的，且投标人应提供详细分解说明；

11.2.7.3 投标人应提供相应的设备以满足招标人能在地面对模块进行相关测试以确定模块工作状态的需求；

11.2.7.4 投标人应提供最小可更换单元清单，例如但不限于：驱动板、IGBT、充电机控制板、二极管、电容、温度传感器、输入/输出电流传感器、输入/输出电压传感器、热保护继电器、电抗器等，清单中应包括具体型号、参数等。

11.2.8 紧急启动能力

具有不带紧急蓄电池的紧急启动功能（当蓄电池欠电压时），在车间电源或受电弓受电状态下都可实现紧急启动功能，此紧急启动装置具有输入输出过压保护、输出过流保护功能。紧急启动装置设计应确保不受外界的电压变化的影响。

11.2.9 诊断和故障存储功能

11.2.9.1 辅助供电系统应具有故障诊断功能，可通过 I/O 接口与车辆总线连接，亦可通过与车辆总线直接连接将带有故障等级的故障信息及工作状态信息提交列车网络及控制系统。

11.2.9.2 具体的故障数据由本系统进行记录与存储，故障数据应包括：故障代码、故障名称、故障等级、故障发生与结束时间、故障内容与可能的故障原因、环境参数、同类故障的统计数等。投标人应在投标文件中详细说明用于故障存储的容量、环境数据采样的周期和数量。

11.2.9.3 应配有可安装、运行于普通电脑的分析软件，能在线观察系统状态及跟踪相关参数，软件可将用户指定的任意参数进行类似示波器的曲线图形化显示，并可将曲线等图形记录及保存；同时能对故障数据进行下载和进行离线查看与分析。投标人应在设计联络阶段提供可监控的参数清单供招标人确认。分析软件具有

用户可设置触发条件来记录设置的参数功能。

11.2.9.4 系统装有通用、先进、实用的通讯端口（应与车辆其他系统的通讯端口统一，以方便维护），方便用电脑进行连接。

11.2.9.5 辅助供电系统的系统时钟应与列车控制系统同步。

11.2.9.6 显示要求

在本机的控制系统面板或司机显示屏的对应界面上要有输入\输出电压、输入\输出电流、运行状态、故障代码等适当的信息显示，以满足在没有 PTU 的状态下能够快速处理故障；在司机显示器上要有单个辅助逆变器（DC/AC）和单个低压电源（AC/DC 或 DC/DC）的状态信息显示，对于相关的接触器（如采用扩展供电方式），该接触器的工作状态也应显示在司机显示器上；车间电源插头状态也应在司机显示器上显示。

11.3 部件技术要求

11.3.1 辅助逆变器

11.3.1.1 为了便于安全检修，辅助系统应在高压输入端有隔离接地开关。当辅助逆变器运行时，隔离接地开关使逆变器与进线输入相连，当辅助逆变器检修时，隔离开关使进线输入与地相连。

11.3.1.2 每台辅助逆变器 DC1500V 输入线应有熔断器保护。

11.3.1.3 辅助逆变器提供一组 3 相 AC380V 交流输出。在每两台辅助逆变器间设置线路三相接触器保护 AC380 母线，将故障辅助逆变器、母线上故障点隔离开。

11.3.1.4 应综合考虑风机、空气压缩机、空调机组的负载情况，保证每台辅助逆变器供电的均匀性。

11.3.1.5 基本技术参数

额定输入电压	DC1500V
输入电压波动范围	DC1000V~1800V 短时 1950V
容量	整列车的容量（不含 AC/DC）不低于

440kVA，（详细设计

后由投标人提供，并在设计联络会的时候由招标人确认）

负载功率因数	≥0.85
输出电压总谐波含量（THD）	＜5%（线性负载）
输出电压总谐波含量（THD）	＜8%（非线性负载，且负载输入电流谐波含量不大于 20%）
相数	3 相
额定输出电压	AC380V±5%
输出电压波形	准正弦波
输出电压畸变因数(总的谐波损失)	＜5%RMS（线性负载）
	＜8%RMS（非线性负载，且负载输入电流谐波含量不大于 20%）
输出电压不均衡度	
(在额定电压输出相间对称平衡的条件下)	<1%
输出频率	50Hz±1Hz
转换效率	>90%
冷却方式	投标人确定
噪声	L_pA≤70dB(A) 相距 1 米处

11.3.2 直流 110V 电源转换器

11.3.2.1 驱动所有直流 110V 直流负载，并满足蓄电池规定的充电要求，可按蓄电池的充电特性对蓄电池浮充电。

11.3.2.2 直流 110V 输出负极通过电阻接地，接地电阻阻值可在设计联络阶段确定。

11.3.2.3　应具有紧急启动的能力。

11.3.2.4　若使用三相 380V 交流变直流 110V 方式时（即 AC/DC）,可采用 IGBT 功率元件，同时投标人应考虑此设计方案：当一台辅助逆变器 DC/AC 因故障无输出时，另一台辅助逆变器 DC/AC 仍能保证故障端的 AC/DC 正常工作,以满足蓄电池浮充电要求。并于设计联络时提交设计方案供招标人确认。

11.3.2.5　基本技术参数

额定输入电压	DC1500V 或 AC380V
输入电压波动范围	DC1000V～1800V 或 AC304～437V
容量	详细设计后由投标人提供，并在设计联络会时由招标人确认。
额定输出电压	满足蓄电池充电电压要求。额定负载时输出电压偏差不超过±1%。
纹波因数	<5%
效率	>90%
电力电子器件冷却	投标人确定
变压器冷却	投标人确定
噪声	L_PA≤70dB(A) 相距 1 米处

11.3.3　蓄电池组

蓄电池组采用碱性蓄电池组。

11.3.3.1　蓄电池基本要求

- 系统标称电压 DC110V，供电范围为 DC110V +20%/-30%，所有蓄电池的负载都能在此电压范围内正常启动、正常工作。
- 符合 IEC 相关标准。
- 每列车配备至少两组符合环保要求的蓄电池，总容量不低于 520Ah，蓄电池的使用环境温度为-25℃-+50℃。
- 投标方将在投标阶段提出蓄电池容量计算报告，计算的环境条件为-15℃，充电系数为 0.8，老化系数为 0.8。投标方应在投标文件中明确蓄电池容量计算的边界条件。
- 标称容量应足够大，除了保证满足紧急负载工作 45 分钟后一次蓄电池应急牵引要求供电外，为以后可能增加负载而提供 15%的额外裕度。
- 蓄电池是环保、阻燃、防爆产品且必须满足相关的标准要求。
- 蓄电池充电电压应在详细设计时按有关标准决定。
- 投标方应在投标文件中提供蓄电池寿命的详细说明文件,并负责对此蓄电池在寿命期后进行处理。
- 蓄电池的单体电池应能分类成可管理的单元。
- 应采用阻燃、低烟和无毒的外壳，并能通过目视或其他专用工具对蓄电池单体液面进行检查。
- 底衬应采用不锈钢,需考虑蓄电池单体与底衬和周围金属导电体的绝缘问题，防止蓄电池发生漏电和爬电现象，必要的话需加绝缘物质进行隔离。
- 蓄电池应具有良好通风，应提供温度检测装置，且仅为系统的检测显示并能做出相应故障等级的提示，不参与列车控制，并且温度传感器不能内嵌或放入蓄电池单体中，只检测箱体的环境温度。
- 蓄电池托盘设计成滚进/滚出形式，应设置拉环以方便拉出，便于拆卸及整箱更换与维护。
- 拉出蓄电池托盘后，蓄电池上方至少有足够的维修空间。
- 蓄电池为免维护产品，并带有蓄电池中央统一补液系统（至少在 9 个月内不需加液），随车免费配备蓄电池移动式加液系统（不少于 2 套）。在正常运营维护保养条件下，在寿命期限内，蓄电池均能满足 45 分钟紧急负载供电要求。
- 蓄电池单体保持架不会采用木质材料。

- 根据 IEC60077 规定低压系统电压范围和电压降。
  - 从蓄电池正端到分系统（或设备的主要部件）输入，最大电压降为 4V。
  - 从蓄电池负端到分系统（或设备的主要部件）输出，最大电压降为 3V。

11.3.3.2 蓄电池组构成与功能要求

（1） 蓄电池组主要有以下零部件构成：蓄电池模块、蓄电池之间导电铜排或线缆、紧固件、绝缘保护件等；

（2） 在列车休眠期后，蓄电池保持适当的端电压来启动所联接的系统；

（3） 紧急负载工作 45 分钟后一次蓄电池应急牵引要求供电后，蓄电池的端电压大于蓄电池组的保护电压；

（4） 蓄电池关断时应考虑具有延时功能，不低于 30～60 秒；

（5） 电池模块能单独更换，且不得漏液；

（6） 在循环充放电时，电池组的电池温度不超过推荐的限定值或相关标准；

（7） 蓄电池整体特性符合高抗撞击性、非吸湿性、耐碱性、抗腐蚀性、阻燃、少烟、低毒的防火和安全基本要求，防火标准采用 EN 45545-2 《铁路应用 轨道车辆防火 第 2 部分：材料和部件的防火性能要求》或 EN 45545-3《铁路应用 轨道车辆防火 第 3 部分：防火隔板的耐火要求》；

（8） 碱性蓄电池设计方便检查液面状态；

（9） 蓄电池应为环保、阻燃、防爆产品。蓄电池寿命到期后，蓄电池供应商回收报废的蓄电池（持环保部门颁发的证明），并提供废旧电池的回收方案。

（10） 自放电率

- 碱性蓄电池自放电率不大于 20%。

（11） 设计寿命

- 碱性蓄电池为少维护轨道车辆专用型电池，碱性蓄电池设计寿命至少 18 年。

（12） 紧急状态要求

- 假定整列车没有高压电输入时，蓄电池在整个使用寿命期内必须满足提供规定的紧急负载 45 分钟以上供电及一次蓄电池应急牵引要求供电，并提供应急功能计算报告；

- 紧急负载规定如下（包括但不限于）：

  1)全部紧急照明；

  2)全部客室内、外部的指示灯；

  3)全部头灯和标志灯；

  4)司机室照明；

  5)客室和司机室的紧急通风；

  6)左右开关门至少各一次；

  7)所有与安全有关的控制系统；

  8)列车通讯及广播系统；

  9)车载乘客信息及车载视频监视系统；应包含：视频监控 CCTV；无网压后视频播放 LCD 继续运行 6 分钟。

  10)列车无线通信设备；

- 蓄电池应急牵引供电要求详见《牵引和电制动》章节相关内容。

- 紧急负载工作 45 分钟后一次蓄电池应急牵引要求供电后，蓄电池的端电压应大于蓄电池单体的保护电压。

11.3.3.3 至少应提供以下的蓄电池保护功能

- 蓄电池闸刀开关

  1)使蓄电池与负载的正负极分别隔离；

  2)使蓄电池与充电电压隔离。

- 防止逆流的保护（从 110V 直流负载至蓄电池）；

- 防止蓄电池电压过低的保护装置；
- 蓄电池正负极低压/高分断能力熔断器；
- 充电过电压保护。

11.3.3.4 试验

蓄电池试验标准：碱性电池符合 GB/T 15142《含碱性或其它非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 方形排气式镉 镍单体蓄电池》。

例行试验和型式试验项目见下表:

序号	试验项目	型式试验	例行试验	备注
1	外观	■	■	GB/T 15142
2	外形尺寸及重量	■	■	GB/T 15142
3	20℃放电性能	■	-	GB/T 15142
4	5℃放电性能	■	-	GB/T 15142
5	-18℃放电性能	■	-	GB/T 15143
6	低温放电性能	○	-	GB/T 2423.1
7	高温放电性能	○	-	GB/T 2423.2
8	大电流放电试验	■	-	GB/T 15142
9	荷电保持能力	■	-	GB/T 15142
10	循环寿命	■	-	GB/T 15142
11	恒压充电接受能力	■	-	GB/T 15142
12	电解液保持能力试验	■	-	GB/T 15142
13	贮存性能试验	■	-	GB/T 15142
14	冲击和振动试验	■	-	GB/T 21563
注 1：注 1：标有“■”的为强制性试验，标有“-”的不做要求，标有“○”为供需双方协商是否进行。 注 2：在进行未明确规定试验环境温度的试验时，环境温度规定为+20±5℃。				

11.3.4 高压母线

11.3.4.1 辅助供电系统的高压母线需贯穿整列车，并应在每个单元车设快速熔断器保护 DC1500V 直流环线。

11.3.4.2 每单元车需设置 1 个车间电源插座，可代替受流器（受电弓）在车辆段内向整列车 DC/AC 和 DC/DC 供电。车间电源供电与受流器供电之间应互相电联锁，以保证整列车任何时候只有一种供电方式；且当由车间电源供电时牵引系统不能

得电，各车间电源插座之间须考虑供电的安全性；车间电源的插头及相应插座由牵引供货商提供。

11.3.4.3 为了便于安全检修，辅助供电系统应配有隔离接地闸刀开关，用于在维修时将系统与高压输入隔离，同时将辅助供电系统的高压输入端接地。当辅助供电系统运行时，该开关使辅助供电系统与 1500VDC 进线输入相连。如果隔离接地闸刀开关接地，受电弓应当不能被升起；升弓状态下，当开关转到接地时，受电弓应自动降弓；使用车间电源时，当开关转到接地时，车间电源应自动断电。

11.3.5 中压母线

11.3.5.1 中压母线由列车上的辅助逆变器供电，采用交流 380V 的供电方式，具体供电方案应在投标文件中明确。

11.3.5.2 中压母线给列车上所有的交流负载供电；

11.3.5.3 下列负载的供电应考虑冗余，当一台辅助逆变器故障的情况下应由另外的辅助逆变器供电，整列车交流负载不受影响。即使仅有一台辅助逆变器供电，仍能满足列车的正常运行，下列负载的供电予以保证：

（1） 所有制动空气压缩机；

（2） 所有空调的正常通风；

（3） 所有蓄电池充电机（如采用 AC/DC）；

（4） 所有设备通风机；

（5） 方便插座。

可以进行必要的自动切换。其它故障情况下的负载分配应合理。具体方案在设计联络会中确定。

若列车上所有的辅助逆变器并联在中压母线上同时向全列车的中压负载供电，则在一台辅助逆变器故障的情况下，全车中压负载应不会受到影响，在仅有一台辅助逆变器工作的情况下，需保证列车的基本运行功能正常。

11.3.6 低压母线

11.3.6.1 应设置直流 110V 紧急电源列车线和直流 110V 常规电源列车线，其中直流 110V 紧急电源列车线由蓄电池输出开关控制，直流 110V 常规电源列车线在列车有网压且直流 110V 电源有输出时得电。所有的负载根据需要分别由这两条母线供电，具体供电布置应在投标文件中明确。

11.3.6.2 紧急照明在司机室有单独的控制开关，能在列车未激活的情况下开启。

11.3.6.3 低压母线应通过防逆流二极管与直流 110V 电源变换器（AC/DC 或 DC/DC）和蓄电池相连。

11.3.6.4 所有直流负载都应考虑供电冗余，当一个直流 110V 电源变换器（AC/DC 或 DC/DC）故障的情况下车上所有直流负载应由另外的直流 110V 电源（AC/DC 或 DC/DC）供电，并能提供 10％的冗余。

11.3.6.5 在直流负载最大的情况下：

从正母线到分系统输入端的最大压降为 4 V；

从负母线到分系统输入端的最大压降为 3 V。

11.3.6.6 蓄电池负端应通过电阻对车体接地，不允许由车体作为负极的回流线，接地电阻阻值可在设计联络阶段确定。

11.3.6.7 低压母线网络中的关键继电器需用 LCU 或高可靠性的继电器，关键继电器的范围在设计联络阶段确认。

11.3.6.8 要求使用高可靠性的接线排，接线排的型号在设计阶段确认。

11.3.7 系统电路的保护断路器

11.3.7.1 装在各节车厢上的每个独立分系统应有保护断路器隔离，对于牵引控制单元，需要设置单个牵引控制单元的保护断路器保护。

11.3.7.2 任何一个系统的回路电流应归结到一个端点，不与任何其他系统的回路连接，仅与蓄电池负端连接。

11.3.7.3 在系统设计中应注意保证在任何情况下，任何一段电路仅有一个断路器保护。

11.3.7.4 保护断路器的设置

以下控制系统（直流 110V）及其分系统和支路应通过输入电路保护断路器合理地得到保护（包括但不限于）：

（1） 车钩控制；

（2） 车门控制；

（3） 空调机组；

（4） 照明系统（车内和车外）；

（5） 辅助控制系统；

（6） 牵引电制动控制系统；

（7） 制动控制系统；

（8） 列车控制及诊断系统；

（9） 列车通讯及广播系统；

（10） 乘客信息及视频监控系统等；

（11） 司机室送风单元；

（12） 司机室照明。

11.3.7.5 以下交流系统及其支路应通过输入电路保护断路器合理地得到保护（包括但不限于）：

（1） 空调机组压缩机；

（2） 空调机组冷凝风机；

（3） 通风机（包括但不限于空调机组）；

（4） 空气压缩机；

（5） 方便插座。

每节车应有 AC220V 交流电源方便插座，由辅助逆变器 DC/AC 输出。要求不小于 2KW，按 GB 双插座，安装于车内电气柜中，具体位置在设计阶段阐明。

11.3.7.6　电路保护断路器板和熔断器安装位置

（1）　直流 110V 直流控制电路断路器板：在设计阶段阐明。

（2）　直流 110V 直流蓄电池电源输出熔断器：在设计阶段阐明。

（3）　AC380V 交流系统电路断路器：在设计阶段阐明。

11.3.8　司机室设备

11.3.8.1　本节列出了由投标人必须提供的位于司机室的设备、开关、显示等的最低数量。所有经常使用的操作设备、指示灯和显示器都应设在司机容易接近和容易看清的范围(在设计阶段讨论最终清单及位置)。仪表照明及状态指示灯等应采用LED。司机控制器包括：控制器钥匙开关、主控手柄及方式/方向手柄或模式选择开关。司机控制器的设计应便于司机操作。司机室内的送风单元和照明须分别设置独立的开关。

11.3.8.2　仪表、显示器（包括但不限于）

（1）　里程表

能显示列车运行的里程。里程表的精度、控制在设计阶段确定。

（2）　模拟速度表（当车载 ATC 被切除时也应能准确显示列车的实际速度）

（3）　空气制动仪表

- 模拟制动缸压力（A 车）；
- 模拟主风缸压力表；
- 仪表测试与校正的接口。

（4）　电压表

- 模拟蓄电池电压表；
- 线路电压应为检测网压的电压，由司机显示器显示。

（5）　报警和蜂鸣器

- 所有报警和蜂鸣器在司机显示器中实现。

11.3.8.3　按钮、旋钮、开关或状态指示灯（包括但不限于，具体设计阶段确定）：

- 驾驶模式选择开关（应作防误操作设计）；
- ATO 模式按钮（含绿色灯显示）；
- ATO 启动按钮（车辆与信号接口设计时确定）；
- ATP 后退“禁止、允许”选择开关（置于“允许”时呈绿色显示）；
- 无人驾驶折返激活按钮（含黄色灯显示，加透明保护盖）；
- 解钩按钮(加透明保护盖)；
- 电笛/风笛按钮；
- 电动刮雨器开关；
- 蘑菇型紧急制动按钮（司机台左右各一个）；
- 开门按钮（左、右两侧各两个，一个为备用，备用的加透明保护盖，带红色指示灯显示）；
- 关门按钮（左、右两侧各两个，备用的加透明保护盖，带绿色指示灯显示）；
- 强制开门按钮（左、右侧墙，含红色灯显示，加透明保护盖）；
- 开关门模式选择开关；
- 头灯调节开关；
- 高速断路器闭合按钮（含绿色灯显示）；
- 高速断路器断开按钮（含红色灯显示）；
- 受电弓升弓按钮；（含绿色灯显示）
- 受电弓落弓按钮（含红色灯显示）；
- 停放制动施加按钮（含红色灯显示）；
- 停放制动缓解按钮（含绿色灯显示）；

- 气制动施加状态指示灯（部分制动施加或所有气制动和停放制动未全部缓解时呈红色灯显示）；
- 所有气制动缓解状态指示灯（所有气制动和停放制动全部缓解时呈绿色灯显示）；
- 客室照明控制开关（自复式，控制客室照明的通、断，接通时呈绿色灯显示）；
- 司机室照明控制开关；
- 司机阅读灯控制开关；
- 司机广播按钮（司机对乘客广播时，点亮白色灯）；
- 乘客对讲按钮（紧急对讲时，呈白色灯显示，加透明保护盖）；
- 司机室对讲按钮（司机室间对讲时，呈白色灯显示）；
- 乘客报警复位按钮（呈红色灯显示）；
- 列车激活旋钮（自复式，控制蓄电池的通、断，接通时呈绿色灯显示，带防误操作设计）；
- 整列车空调机组接通/切除按钮（所有空调切除时，呈红色灯显示）；
- Tc 车空调接通/切除按钮（Tc 车空调切除时，呈红色灯显示）；
- 运行模式选择开关（含正常、降级、救援、慢行模式），设计联络待定；
- 本端辅助逆变器和低压电源（AC/DC 或 DC/DC）的手动复位开关(须有保护盖)；
- 本端受电弓切除开关；
- 车顶风门关闭开关；
- ATP 有效/切除开关（在设计联络时待定）；
- 列车未激活时可开启紧急照明的开关；
- 灯测试按钮；

- 司机台上预留一个空置的按钮开关、司机后面的电气柜内预留一个空置的旋钮开关。

说明：允许状态指示灯与按钮、旋钮或开关结合在一起，所有的按钮、旋钮、开关或状态指示灯在设计联络阶段确定。

11.3.8.4 旁路开关

旁路须以确保安全为前提，须慎重设置。旁路开关须设置铅封，操作后要有指示灯指示，同时在显示器上有具体显示。旁路开关包括但不限于：

- 车门旁路开关；
- 停放制动旁路开关；
- 气制动旁路开关；
- 气压不足旁路开关；
- 警惕旁路开关。

11.3.8.5 其它设备

至少应有以下设备（包括但不限于）：

- 阅读灯（带有开关）；
- 时刻表夹（金属制）；
- 麦克风；
- 扬声器；
- 车辆状态卡盒等。

11.3.8.6 按钮、旋钮及指示灯标识

为方便司机辨认司机台上的按钮、旋钮及指示灯，应将蚀刻及蓄光材料应用于其汉字或字母标识，具体在联络阶段确认。

11.3.8.7 投标人应在设计联络阶段提供车辆所使用的开关及按钮的样品供招标人确认。

11.3.9　箱体

11.3.9.1　辅助电源箱

（1）　辅助逆变器箱体采用碳钢、不锈钢或铝合金制作，车下电气系统所有箱盖板锁的搭接量需大于5mm，采用挂耳式安装结构，并且有二次防脱落功能。装有能量存储设备（如大容量电容）及高压设备的箱体侧盖板需增加柔性防脱装置，侧盖板及底盖板需增加把手，其中底盖板为内藏式把手。辅助电源箱进风滤网应便于拆装，并设置二次防护装置避免运行过程中意外脱落侵限。

（2）　箱体外部应有“高压危险”、最小放电时间或类似的警示标志；

（3）　IP等级至少IP55，箱体密封胶条寿命在8年及以上。

（4）　安装有高压设备的箱体内壁和盖板应采用绝缘设计，避免尖端放电，并且设置泄压装置，泄压装置应便于更换和检查，箱体内的铜排涂刷绝缘漆或增加绝缘处理，具体绝缘漆涂刷厚度、涂刷工艺及绝缘处理方式在设计联络阶段明确。

（5）　箱内设感温电缆，并将检测到的故障报警信息传送到司机室显示器并报警。

（6）　箱体具备泄压功能，避免引起二次故障，内部位置应靠近储能部件或电气部件并提交箱体内储能部件故障后，箱体泄压仿真计算报告，要求蒙皮及盖板不能脱落。

（7）　辅逆线路滤波电抗器必须封装在箱体中，采用强迫风冷方式，风机具有风压监视功能，风机意外停止时，辅助系统应立即切断，以免烧损风机。若装在车下，还应考虑防水。电抗器对应1500V线路穿腔时应采用线缆加葛兰方式，不应采用铜排加绝缘板方式穿腔，箱体的设计应满足电磁兼容性的要求及考虑清洁维护的便利性。辅助电源箱进风滤网应便于拆装，并设置二次防护装置避免运行过程中意外脱落侵限。

11.3.9.2　蓄电池箱

（1）　基本要求

- 采用不锈钢或铝合金材料或更优方案,内部采用防电解液的绝缘材料加以防护。
- 蓄电池箱有通风和排水孔，满足 IEC 62485-2 或等同标准。
- 箱体内部不应装有断路器、接触器、继电器等可能会引起明火的设备，同时箱体设计必须防止蓄电池充放电时产生的氢气发生爆炸的可能。箱体通风面积满足 IEC 62485 最小通风截面积计算要求，并提供计算文件。
- 蓄电池组装在滚动的托架上：不需要工具就能拉出托架；托架需带定位装置。
- 蓄电池箱的尺寸应优化考虑蓄电池单体的尺寸和重量。
- 蓄电池箱体内部须喷涂防电解液腐蚀的绝缘漆，防护短路接地。
- 蓄电池箱体通风排气孔位置须设计高于蓄电池单体排气口位置,便于产生的氢气排出箱体内。
- 蓄电池箱门的要求：打开门拉出蓄电池托架，能方便地对蓄电池进行维护，包括液面检查。

（2） 构成与功能要求

蓄电池箱由整个电池箱(带控制箱)、蓄电池小车、内部连接电缆及电缆进线接头（金属密封接头)、蓄电池输出控制电气元件、端子接线排及连接器等组成。蓄电池箱具有以下功能：

- 蓄电池组小车具有防腐性能,并且采用导轨式设计或方便在检修道和运用库维修检查的设计,能方便安全的拉出蓄电池组进行检查。小车具有锁定装置。拉动承载电池的小车，轴承滚动灵活顺畅、无卡滞、干涉现象。小车拉出或推进时，没有颤动或噪声；
- 底衬采用绝缘物质制作，防止蓄电池发生漏电和爬电现象；
- 蓄电池箱具有良好通风，提供温度检测装置，且仅为系统的检测显示并能做出相应故障等级的提示，不参与列车控制，并且温度传感器不采用内嵌方式或放入蓄电池单体中，只检测箱体的环境温度；

- 蓄电池箱体与控制箱需隔绝，过线孔采用葛兰头进行防护，箱体内无开关动作元件、熔断器等电气设备及散热片；
- 蓄电池箱盖与箱底采用铰接或外挂门方式，箱门的结构及锁闭方式安全可靠，且具有二次防脱功能；
- 蓄电池小车设计成滚进/滚出形式，设置拉环以方便拉出，便于拆卸及整箱更换与维护；
- 蓄电池箱设计寿命：30 年；
- 蓄电池箱和控制箱之间采用密封结构；
- 箱体外壳防护等级满足 GB/T 4208《外壳防护等级(IP 代码)》标准中 IP55 的要求，电气连接器至少达到 IP67；
- 蓄电池箱的强度满足GB/T21563《轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验》；
- 蓄电池保护性或控制用元器件至少能提供以下保护功能：使蓄电池与负载隔离；使蓄电池与充电电压隔离；防止逆流的保护（从 110V 直流负载至蓄电池）；防止蓄电池电压过低的保护装置；蓄电池正负极断路 器/熔断器；
- 蓄电池及蓄电池箱整体特性符合高抗撞击性、非吸湿性、耐碱性、抗腐蚀性、阻燃、少烟、低毒的防火和安全基本要求，防火标准采用 EN 45545-2《铁路应用 轨道车辆防火 第 2 部分：材料和部件的防火性能要求》或 EN 45545-3《铁路应用 轨道车辆防火 第 3 部分：防火隔板的耐火要求》。

11.4 辅助系统状态监测

- 系统可监测电流、电压、温度等关键工作参数。
- 系统可实现对辅助系统电流/电压/温度传感器的故障预警功能。
- 系统可实现对辅助系统输出三相电流/电压不平衡故障预警的功能。
- 系统可实现对对辅助系统交流负载和充电机/蓄电池直流负载短路预警的功能。
- 系统应当具备良好的拓展性，预留后期新增功能。

11.5 试验要求

序号	试验项目	型式试验	例行试验	备注
1	目视检查	■	■	
2	验证尺寸和公差	■	■	
3	称重	■	–	
4	标志检查	■	■	
5	冷却系统性能试验	■	–	
6	防护等级试验	■	–	
7	介电强度试验	■	■	
8	绝缘电阻试验	■	■	
9	机械、电气保护和测量设备的试验	■	■	
10	轻载试验	■	■	
11	换流试验	■	–	
12	噪声测量	■	–	
13	温升试验	■	–	
14	功率损耗测定	■	–	
15	供电过电压和瞬态能量	■	–	
16	短路试验	■	–	
17	负载中断试验	■	–	
18	负载突变试验	■	–	
19	安全性要求检查	■	–	
20	冲击和振动试验	■	–	
21	电磁兼容试验	■	–	
22	网压跳变试验	■	–	
23	供电短时中断试验	■	–	
24	输出特性试验	■	–	
25	启动和重启动试验	■	–	
26	验证电压和频率范围	■	–	
27	过载能力试验	■	–	
28	交变湿热试验	■	–	
29	低温试验	■	–	
30	高温试验	■	–	

31	盐雾试验	○	-	
注 1：标有“■”的为强制性试验。标有“-”的不做要求，标有“○”为供需双方协商是否进行。 注 2：型式试验和例行试验根据 GB/T 25122.1《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 1 部分：特性和试验方法》、GB/T 2423《电工电子产品环境试验》或 IEC 61287-1《铁路应用 机车车辆用电力变流器 第 1 部分:特性和试验方法》等标准进行。				

11.5.1 型式试验及例行试验

11.5.2 型式试验和例行试验根据 GB/T 25122.1《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 1 部分：特性和试验方法》或 IEC 61287-1《铁路应用 机车车辆用电力变流器 第 1 部分:特性和试验方法》等标准进行。

11.5.3 型式试验应包含全载试验。

11.5.4 湿热试验：按 GB/T 2423.4《电工电子产品环境试验 第 2 部分_ 试验方法试验 Db_ 交变湿热（12h+12h 循环）》要求，对辅助变流器和充电机进行 12+12 小时两个周期湿热试验，然后考核辅助供电系统的电气性能和表面处理。

11.5.5 辅助逆变器和充电机电磁兼容性试验按照 GB/T 24338.4《轨道交通电磁兼容第 3-2 部分：机车车辆设备》进行。

11.5.6 辅助逆变器和充电机按 GB/T 2423.17《电工电子产品环境试验 第 2 部分 _ 试验方法 试验 Ka_ 盐雾 标准》或 GB/T 2423.18《环境试验 第 2 部 分：试验方法 试验 Kb：盐雾，交变(氯化钠溶液)》做盐雾试验。

11.5.7 所有的容量要求应在型式试验期间的试验得到证明，投标人应把如何使蓄电池充电到 70%容量的详细步骤提交给招标人确认。

11.5.8 充电匹配试验

（1） 根据充电机检测的温度，按照蓄电池的充电曲线充电。

（2） 试验结果

- 充电机检测电流偏差不能超过 1%；
- 充电机检测温度与蓄电池温度传感器所对应温度的偏差不能超过 1℃；
- 充电机显示电压与充电机实际输出电压偏差不能超过 2%（充电机电压检测

精度）；

- 充电机恒压充电时，其输出电压稳定，充电机显示电压与对应曲线电压偏差不能超过 2%；
- 在限流阶段，充电机输出电流稳定，其偏差不能超过充电机所规定的技术条件要求；
- 具有充电异常时的保护；
- 在充放电循环过程中，单体电池温度不应超过蓄电池制造商建议的限定值；
- 充电机给蓄电池组充电时应防止过充并具有相应保护功能。

附件 3-12 照明系统

12.1 总体要求

12.1.1 总体技术要求

12.1.1.1 列车照明系统包括客室照明、司机室照明、外部照明，确保列车照明亮度满足要求，提供亮度及色温可调选项功能。照明控制开关应由司机控制，保证照明功能正常。

12.1.1.2 客室内照明灯具平行纵向布置于车辆顶部两侧。灯具的选型应充分考虑在车辆上使用的工作环境和电源条件，方便维修，应耐振动，耐冲击和防潮、防尘，并应符合有关噪声标准。

12.1.1.3 车辆的设计、制造及所选用的材料、部件的电磁兼容性应符合 GB/T 24338.4《轨道交通 电磁兼容 第 3-2 部分：机车车辆 设备》，振动冲击应符合 GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》，防火等级不低于 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》防火等级或类似标准中的规定。

12.1.2 质量控制

12.1.2.1 列车照明系统为列车提供照明，照明电路应具备两个互为冗余的电源供电，保证列车照明供电可靠性。当正常照明故障或列车供电故障时，能及时提供低亮度的紧急照明功能。

12.1.2.2 每条照明回路的灯带均匀分布的，每条灯带若采用集中电源供电，电源应进行冗余备份。

12.1.2.3 照明灯具的选型应充分考虑在车辆上使用的工作环境和方便维修，应耐振动，耐冲击和防潮、防尘，并应符合有关噪声标准。

12.1.2.4 照明应能在供电电压下限时起动，在整个供电电压范围内应能正常工作，无眩光。

12.2 性能要求

12.2.1 客室照明

12.2.1.1 客室内照明平行纵向布置于客室中顶两侧，正常照明和紧急照明工况下均能保证

客室内照明的均匀性。客室照明灯罩板应设置可靠防脱落装置，避免部件失效灯罩脱落，同时应采取相应的措施保障灯罩的密封性，防止灰尘及蚊虫进入灯罩内。具体方案在设计联络阶段确定。

12.2.1.2 客室照度要求：客室内照明能够满足正常照明时客室内在离地板高 800㎜ 处测量的照度不小于 300Lux，在同一平面（离地板高 800㎜ 处）内任意两点照度偏差不得超过 10Lux。紧急照明时，客室内在离地板面高 800㎜ 处测得的照度不小于 100Lux。

12.2.1.3 紧急照明要求：紧急照明与正常照明采用同一光源，在列车供电故障时，能自动转换成由蓄电池供电的紧急照明。紧急照明时所有灯具亮度自动降低，从而实现车内照度整体降低。

12.2.1.4 应使用节能环保照明灯具，采用高亮度、长寿命的 LED 作为光源，元件寿命应不小于 50000 小时，色温要求：2800-7000 K，显色指数：≥80，发光均匀柔和。供应商负责提供 5 年免费质保。照度衰减应达到：1 千小时≯2%、1 年≯5%，在质保期结束时测试灯具的相关照明强度应不低于该数值的 95%。卖方应承诺在维修时可以单独更换发光管；卖方所选用的 LED 照明灯具供应商应承诺在车辆寿命期内维修损坏的 LED 照明灯具。具体方案在设计联络阶段确定。

12.2.1.5 灯盏的布置、数量和尺寸等设计应该以避免出现暗光区和强光区为目的。

12.2.1.6 司机室和客室内的设备柜可设维修用的工作照明，由设备柜门页的限位开关控制，电气柜门打开时维护灯点亮，电气柜门关闭维护灯熄灭。维护灯的灯光应避免直射维修人员的眼睛。

12.2.1.7 客室照明系统方式

电源应具有调光补偿功能，并应具备正常、紧急、及一半照明功能。

12.2.2 司机室照明

12.2.2.1 司机室照明采用 LED 灯 ，应能独立于客室照明进行单独控制。

12.2.2.2 司机室照明由司机台上的司机室照明控制开关控制，设置司机台阅读灯，阅读灯自带控制开关。

12.2.2.3 司机室照明能够满足正常照明时司机室内在离地板高 800mm 处测量的照度不小于 150lux。

12.2.2.4 运行过程中（关闭司机室主照明），司机室地板中央的照度为 3～5lux，司机控制台面为 5～10lux。

12.2.3 外部照明

12.2.3.1 列车外部设置远/近光前照灯、红色尾灯、红/白双色运行灯，外部照明设备点亮状态分别由列车状态自动控制。

12.2.3.2 远/近光前照灯点亮通过司机台上控制旋钮手动控制远光、近光状态；尾灯及运行灯为不聚焦 LED 灯，能够区分列车运行方向及车辆后退状态。

12.2.3.3 司机室占有，且方向手柄在"向前"位时，以下所列灯点亮：列车前端的前照灯和白色运行灯亮；列车后端的尾灯和红色运行灯亮。

12.2.3.4 司机室占有，且方向手柄在"向后"位时，以下所列灯点亮：列车前、后端的前照灯和白色运行灯亮；列车前、后端的尾灯和红色运行灯亮。

12.2.3.5 司机室占有，方向手柄在"0"位时，列车两端的尾灯和红色运行灯亮。

12.2.3.6 在视觉清晰的天气情况下（没有其他照明），前照灯处于“远光”位时，离列车前端最大紧急制动距离处，照度不小于 2lux（包括在直线隧道内）。

12.3 部件技术要求

12.3.1 照明电路

12.3.1.1 客室照明采用 LED 灯，而且应沿客室内顶纵向布置，每个客室由至少两路照明组成，每路分别由两个互为冗余的电源供电，可由任一司机室控制通断。当 TCMS 监控的充电机正常信号丢失后，进入紧急照明工况，整体降低照度。

12.3.1.2 照明供电：应由直流 110V 电源下直接供电。

12.3.1.3 所有电缆应该是阻燃、无毒和低烟的。

12.3.1.4 每条照明电路应有独立的小型断路器保护。

12.3.1.5 客室照明电源模块至少设置四档，方便后期调节车内照度。

12.3.1.6 每节车客室照明设置有控制器，控制器具有诊断每个电源模块故障并记录故障信息功能，控制器具有和 TCMS 通信传输功能，将诊断故障信息传送到 TCMS,通过 HMI 屏提示。

12.3.1.7 可选择配置自动调光功能，客室内配置 2 个照度传感器，实时监测客室照明状态并反馈给控制器，对 LED 灯具亮度进行动态无级调节，使客室内照度保持在设定值。（可选配项）

12.3.2 灯具

12.3.2.1 灯具的选型充分考虑在车辆上使用的工作环境和方便维修。灯具耐振动，耐冲击和防潮、防尘，满足环保要求。考虑灯具的轻量化设计。客室灯具具有良好的防尘功能。

12.3.2.2 客室照明采用集中供电方式，采用隔离式电源，电源采用直流 110V。

12.3.2.3 电源寿命不低于 50000 小时。

12.3.2.4 光源采用节能环保的 LED，具备防静电能力，寿命不小于 50000 小时。尽量减少光源板的种类，光源板便于更换。

12.3.2.5 灯罩采用透光率良好的聚碳酸脂，材质颜色统一，外形美观与顶部内装外形相匹配，具有良好的灯光散射效果及防尘、防热、抗老化性能，并保证灯具使用时无明显暗区。灯罩与灯体连接可采用卡式结构，便于清洗、维修及拆卸，在灯体和灯罩之间设挂钩和吊绳，用于二次防脱保护。

12.3.2.6 灯体采用铝型材，结构便于安装和拆卸，灯体进行自身防腐处理，外露表面进行涂装。

12.3.2.7 灯罩应与车顶天花板形成一个连续、平滑的平面，且易于清洁。

12.3.2.8 灯罩应尽量与天花板形成密封，使用防振、快速解扣扣件，保证天花板易于拆卸。

12.3.2.9 灯具和接线盒的导线管应引至车体接地。

12.3.3 顶灯及阅读灯

12.3.3.1 独立司机室应装顶灯，使用 LED 照明，由 DC110V 供电。

12.3.3.2 司机室顶灯由司机台上的司机室照明控制开关控制。

12.3.3.3 设置司机台阅读灯，阅读灯自带控制开关。

12.3.3.4 贯通道位置应装顶篷灯，使用 LED 照明，由客室照明 DC110V 供电。

12.3.3.5 灯具的选型充分考虑在车辆上使用的工作环境和方便维修，能从正面更换。灯具耐振动，耐冲击和防潮、防尘，满足环保要求。

12.3.4 前照灯

12.3.4.1 每个司机室头罩左右两侧设有外部照明 1 套。

12.3.4.2 前照灯应采用 LED 灯或更优的灯具。

12.3.4.3 左右两盏前照灯由独立的电源模块供电，电源模块具备自我短路、过载保护功能，由电源 DC110V 或 DC24V 供电。

12.3.4.4 应提供“远光”和“近光”两种模式，亮度调节开关设于司机室，并可由司机操作。

12.3.4.5 两盏前照灯，分别装在带有嵌装玻璃可调的灯具中，该灯具允许进行水平和垂直方向的适当调节。

12.3.4.6 晴天、在正常工作时，列车最高速度下紧急制动距离前端的照度不小于 2lux（无其它光源）。

12.3.4.7 前照灯模块的安装应确保紧固，应能从车体外部更换灯泡。

12.3.4.8 前照灯应安装牢固，且前照灯应满足防护等级 IP65 要求。

12.3.5 尾灯

12.3.5.1 应使用红色 LED 灯。

12.3.5.2 每一司机室端部设两个红色尾灯。

12.3.5.3 尾灯应装在与前照灯相似的灯具中。

12.3.5.4 尾灯由 DC110V 供电。

12.3.5.5 晴天列车最高速度下，在紧急制动距离处应能清楚地看见尾灯。

12.3.6　运行灯

12.3.6.1　应有白色和红色两套运行灯且均使用发光二极管(LED）灯。

12.3.6.2　运行灯应装在每节 Tc 车的 1 位端。

12.3.6.3　应提供两盏不同颜色光、不聚焦的灯或两对不同颜色、不聚焦的灯。

12.3.6.4　运行灯由 DC110V 供电。

12.3.6.5　运行灯装在车辆前端上部，具体方案在设计联络阶段确定。。

12.3.6.6　运行灯内部包含红色和白色灯不能混合分布，以免两种灯同时发光时产生混合色。

12.3.6.7　晴天在距离车辆端部最高时速时紧急制动距离长度处应能清楚地看见运行灯。

12.3.7　司机室指示灯

12.3.7.1　应使用发光二极管(LED）显示。

12.3.7.2　应保证从任何角度来的太阳光不会“冲淡”安装在司机室中的指示灯的显示。

12.3.7.3　应有“灯测试”功能对司机台的所有指示灯显示检查。

12.3.7.4　所有的司机室内指示灯应易于更换。

12.3.7.5　应使用同样的插座和同样型号的发光二极管(LED)。

12.3.7.6　指示灯由 DC110V 供电。

12.3.8　列车模式指示灯

单车全自动驾驶授权或区域全自动驾驶授权时由 ATC 向车辆发送信息，点亮车体外部为工作人员上车起辅助判断的全自动驾驶授权指示灯。具体接口方式与要求，在设计联络中确定。

12.4　试验要求

12.4.1　型式试验

12.4.1.1　车内照明测试

车辆在通电状态下，电压稳定无波动，供电电压为 DC110V。

（1） 试验车辆准备状态

车辆在通电状态下，电压稳定无波动，供电电压为 DC110V。

（2） 试验要求

在客室内选取典型测点，分别为距离地面 800㎜，座椅靠背 600㎜ 左右对称布置，纵向门中心以及座椅中心处布置，测量这些典型点的照度。

（3） 数据记录及处理

测量时将照度计的感光元件水平放于规定位置，待照度计的读数趋于稳定之后方可读数，每一测点连续读 3 个数值，取其算术平均值作为该点的水平照度值。

判定依据：所有设备功能满足相关试验大纲要求。

12.4.1.2 前照灯照度检查

（1） 试验条件

车辆停放在轨道上（夜晚）。

（2） 试验车辆准备状态

车辆通电，前照灯打开。

（3） 试验要求

前照灯照度测量（型式试验）。

（4） 数据记录及处理

测量照射距离是否达到 TB/T 2325.1《机车车辆视听警示装置 第 1 部分：前照灯》中规定要求。

附件 3-13　乘客信息系统

13.1　概述

13.1.1　列车乘客信息系统采用全数字以太网方式，为旅客提供高质量的音、视频和文字信息，以及为运营控制中心提供与旅客紧急对讲及视频监控功能。主要包含列车广播系统、乘客信息显示系统、动态地图系统和视频监控系统，在满足系统基本功能基础上，可实现紧急报警装置视频对讲等配置需求。系统应适合在列车运行产生振动的条件下正常工作。

13.1.2　乘客信息系统各电子部件应满足 IEC 60571 的要求，应由有资格的子供货商提供乘客信息系统设备，整个乘客信息系统应是成熟、安全可靠的，应充分考虑招标人的实际运营条件。

13.1.3　乘客信息系统中设备印刷电路板应按相应标准设计、制造和检查，电路板的材料必须符合相应标准，元器件在板上的固定方式，应能经得起在长期的地铁运营环境中所遭到的反复冲击和振动。

13.1.4　设备印刷电路板的接插件应采用标准型号。在选择接插件时，应考虑到当地的环境条件和列车寿命期内所需的插/拔次数，接插件应具备卡锁结构和防插错装置，选择的结果应在设计联络阶段提交招标人。

13.1.5　所有乘客信息系统设备元件在装车前应经过老化处理，否则应根据 IEC 60571 采取质量保证措施。

13.1.6　系统应包含两种系统级总线，主用以太网（多网融合时由列车控制与管理系统负责）和备用模拟音频总线。列车音频/通讯信号的传输和控制均通过以太网进行，当列车乘客信息主用以太网总线出现故障时，系统自动启用备用模拟音频总线，司机仍能实现列车广播和对讲的功能。

13.1.7　车载乘客信息系统主要包含以下几个子系统(但不限于）：

(1)　列车广播系统；

(2)　动态地图系统；

(3)　车载媒体播放系统—LCD 系统；

(4)　列车视频监控系统（CCTV）；

(5)　车载接触网综合检测系统。

13.1.8　**乘客信息系统（PIS）**

13.1.8.1 音频系统履行以下音频通讯功能（但不限于）：

(1) 从司机以及从 OCC 经由无线电进行广播（PA）；

(2) 数字播报（DVA）；

(3) 乘客紧急内部通讯（PEI）；

(4) 司机室对司机室的内部通讯（CI）；

(5) 播报关门信息（DC）；

(6) 媒体声音信号的播放。

13.1.8.2 可视系统应与音频系统同步，履行以下功能（但不限于）：

(1) 终点站名和列车编号显示（TND）；

(2) 客室内信息显示（PID）；

(3) 动态地图（LDMU）。

13.1.9 **车载媒体播放系统—LCD 系统**

13.1.9.1 乘客信息显示系统履行以下功能（但不限于）：

(1) 通过天线接收视频信息，用于实时播放或存储后采用后台模式播放；

(2) 显示到达状态以及紧急信息；

(3) 显示预存储的信息。

13.1.10 **车载视频监视系统（CCTV）**

13.1.10.1 车载视频监视系统履行以下功能（但不限于）：

(1) 通过环网对所有摄像头进行实时录像；

(2) 在监视屏上显示所拍摄的图像；

(3) OCC 实时观察列车上摄像头的视频。

13.1.11 整套系统的控制信号、音频信号（广播/对讲）、视频多媒体信号等都采用总线式传输。

13.1.12 尽可能采用减少电缆连接的模块化设计，乘客不应能很容易接近电缆连接，电缆通道不应急速弯曲以避免损坏电缆，所有电缆连接都采用插头、插座，应采用模块化的接插式印刷电路板座，所有电缆应使用低烟、阻燃、无卤型材料，具有防霉、防虫的要求，满足地铁车辆电缆要求。

13.1.13 设备的安装和拆卸应方便和简易。

13.1.14 系统具有电源功率瞬时损失自动恢复功能。

13.1.15 系统由列车辅助系统供电，额定输入电压 110VDC。当输入电压在 77V～137.5V 范围内波动时系统能正常工作。

13.1.16 所有电子装置应遵循地铁车辆有关电子设备的要求，所有电子及控制装置的电磁兼容性需满足 IEC 62236，振动应满足 IEC 61373。

13.1.17 每列车装有完整的列车乘客信息设备，乘客信息设备主要由司机室设备、客室设备及辅助设备构成，投标人在设计联络阶段提交方案。其中，两端司机室主机互为冗余。

13.2 列车广播系统

13.2.1 此系统要满足招标人线路运营要求，要求提供给司机可控的通信方式和给乘客乘车时语音上的必要信息。系统的通讯方式可以独立进行音量控制，采用统一的数字化音量配置文件。列车广播系统可通过 ATC 系统或司机手动设置，可满足招标人线路任意交路运行要求。具体来说，广播系统应具备以下功能：

(1) 全自动播放站名和注意事项；

(2) 半自动播放站名和注意事项；

(3) 人工播放站名和注意事项；

(4) 两端司机室对讲；

(5) 广播的输出控制（设置起点站、终点站、消音、暂停、越站、广播监听、开门提示音、关门提示音等）；

(6) 主/副台设置（一端的司机室主机为工作状态，另一端司机室主机为热备冗余状态，两端互为冗余）；

(7) 客室紧急报警和对讲，乘客紧急对讲具备可视化功能，司机可以看到通话现场画面，同时每个门区都装有乘客紧急对讲装置。

(8) 预录紧急广播信息（文字及声音）；

(9) 客室广播音量应能根据客室背景噪声级别具有自动调整功能；广播噪检设备应为独立设置的全动态噪音检测器；广播根据来源和级别的不同，音量分级播放。每节车的音量可单独调节；同时，广播和对讲的音量也可以单独调节。广播音量要考虑均匀性，投标人在设计联络中提供具体实现方案。

(10) 列车广播系统应可与列车总线网络进行通信，在以太网出现故障或网络风暴时均应能保持基础的广播功能。

(11) 可从控制中心(OCC)对列车进行广播。

(12) 客室门开/关门侧预告功能和列车运行方向指示功能。

(13) 实现广播故障情况下自动切换触发冗余广播，不需人工介入。

(14) 同一语音总线的广播方式应有优先级别，在高级别的广播要求到来时，正在播送的低一级的通信应该立即暂停或降低音量播放，高优先级广播结束后，低优先级广播应恢复。

(15) 应具备独立的列车人工广播功能，该功能在广播系统故障时仍能使用。

投标人应提交五种以上的广播方式的优先级别的建议，招标人应可以在设备上对优先级别进行修改。

广播设备的对讲功能也应同样可设定优先级，具体方案由投标人提供，招标人确认。

列车广播与总线系统之间应设完整的接口。可通过总线系统连接发送和接收控制信号和状态信息。投标人需向招标人提供完整的通信协议。

13.2.2 广播

13.2.2.1 车载广播系统在车辆范围内向旅客通告地铁列车运行以及安全、向导等服务信息，灾害情况时向乘客发出通告，指挥乘客疏散。系统可以通过优先级控制执行多音源广播，包括司机室话筒、预存储数字语音（自动报站、紧急广播等）、OCC无线广播及视频媒体伴音信号。各通信方式的音量可以由用户进行设置并更改。数字语音采用 MP3 或者 WAVE 格式进行存储，预存储数字语音内容包括中文普通话和英语两种格式，同时具备多语种广播扩展功能。

13.2.2.2 主要通信方式

(1) 司机室对客室广播

在任何一个司机室，司机可以用麦克风对客室广播。广播的声音可被客室及其它的司机室听到，而广播司机室本身则静音。

激活端司机室具有优先广播权。

(2) 运营控制中心对客室广播

运营控制中心（OCC）可以通过客室扬声器对乘客广播以及通过司机室扬声器对司机广播。通过与车载无线通信系统的接口，运营控制中心对客室进行广播，此功能无需司机干预。无线电和车载广播系统之间的接口在设计联络阶段确定。

(3) 重联运行时从受控的司机室对两列车的客室广播

重联运行时用司机麦克风从受控的司机室通过内部扬声器可对两列车的客室进行广播。

13.2.3 司机室对讲

13.2.3.1 系统提供司机室之间的通话功能，一列车两端的司机室可以通话，通话功能采用全双工模式，而且通话内容不会被客室听到；任何一个司机室都可以结束对讲。

13.2.3.2 在两列车重联运行时，两列车之间的四个司机室可以同时进行互相通话。司机室内部的通信为全双工，而且通话内容不会被客室听到，具体操作同上。

13.2.4 司机对乘客广播

13.2.4.1 要求在占有端，司机可以用麦克风对客室广播/通话。在两列车互连时，在占有端司机室可以对所有客室广播。

13.2.5 乘客紧急报警装置（紧急报警对讲）

13.2.5.1 **供货范围详见《附件 8-2 车辆与通信接口技术要求》**。

13.2.5.2 通话设备设有保护盖，报警状态在司机室显示器和指示灯上显示，并伴有提示音，并在中央控制单元中储存，司机得到报警信息后可选择是否与其中的一个乘客报警通话点进行对话，对话采用全双工模式，对话过程中司机也可中断与乘客的通话。司机也可一次性复位所有的紧急呼叫请求，且对话过程中司机也可中断与乘客的通话，详见附件 8-2 车辆与通信接口技术要求。

13.2.5.3 车辆设备的联动信息（如逃生门、火灾自动报警、紧急对讲、灭火器、车门紧急解锁及其盖板、司控台及其盖板、障碍物探测被触发、客室内电气柜打开、受电弓状态检测报警等）可通过车载 CCTV 的控制器传输至 OCC、车辆段、停车场及 ATC 系统。司机显示器及 OCC、车辆段、车站等的车载 CCTV 终端具备与以上联动信息联动的功能。当联动信息触发时，司机显示器及 OCC、车辆段、车站等的车载 CCTV 终端自动弹出相应车载摄像头图像，OCC、车辆段、车站等的工作人员也可根据联动信息对视频或音频进行调用，调用的权限应按优先级高低设置，具体设计及位置在设计联络阶段确定。逃生门的激活将同时触发设在旁边的紧急对讲装置，乘客和 OCC 可进行对讲。火灾自动报警激活将同时触发报警点附近的紧急对讲装置，乘客和 OCC 可进行对讲。具体设计在设计联络阶段确定。

13.2.5.4 OCC、车辆段、车站等车载 CCTV 的终端根据需要配置，数量不少于 19 个，具体数量、位置在设计联络阶段确定。

13.2.5.5 列车上任意一个或多个乘客紧急对讲装置触发时，列车控制系统需进行相应的记录，并将列车号及紧急对讲具体的位置及状态信息发送至 OCC，并在列车司机显示器上进行显示。

13.2.5.6 每个紧急对讲设备需配有独立的摄像头。

13.2.5.7 紧急对讲激活时应能记录并在本地存储相应的视频及音频。具体方案设计联络阶段。

13.2.5.8 紧急报警对讲不影响列车播放预录广播。

13.2.5.9 紧急报警应与视频监控系统联动，OCC 可根据联动信息对视频或音频进行调用。

13.2.5.10 投标方在设计阶段中提供紧急报警对讲的音量标准。

13.2.5.11 紧急对讲装置应带了摄像头，任一紧急对讲装置触发时，司机室可进行乘客可视紧急对讲并影音保存。

13.2.5.12 建立

当客室乘客需要紧急通讯时，只有在司机允许的情况下才能建立通讯。

13.2.5.13 通讯模式

采用全双工双向通话。

13.2.5.14 TCMS 将在司机显示器上显示所有的紧急报警对讲呼叫。

13.2.5.15 应对原则

(1) 当多个紧急对讲装置有报警时，司机可按照乘客报警次序选择与其中某位乘客进行通话。在某一乘客报警通话期间，若有其它乘客报警时，系统会保持其呼叫状态，当前一乘客报警结束后，已被等待的乘客报警将会继续自动进行音响报警并显示报警车辆号码，司机可以继续选择报警的乘客进行通话。呼叫请求遵循“先到先答”的原则。

(2) 乘客发出通话请求时司机室有声、光信号显示有通话请求到达，并具有报警位置显示功能或提供报警位置指示信号，司机按下广播控制盒上的乘客报警对讲按键后，乘客与司机之间建立可视化对讲，司机再次按下紧急报警按键或报警复位按键，则乘客可视化对讲终止。同时有 2 个及以上紧急报警的情况，需要有轮询和挂起功能，以便司机优先处理最紧急的情况。

13.2.5.16 视频联动

乘客报警系统可与车载视频监视联动，当客室内有乘客报警发生时，在激活紧急报警对讲装置附近位置的车载监控摄像头可收到激活信号，同时司机室内监控显示屏自动显示报警区域相应画面。同时系统自动对拍摄画面进行高倍速储存，存储内容包括图像和声音。报警结束后 5 分钟（可调），自动结束音视频录音，之后仅将该视频数据连同乘客报警时间、地点都写入 CCTV 硬盘，同时关闭音视频录像文件并保存。带音频的录像文件按报警发生的时间顺序存储，采用先入先出，从而也实现音视频文件的滚动存储。存储内容以多媒体语音文件的格式存储，存储的文件可通过相应接口进行下载。

13.2.5.17 超时挂断

当乘客报警激活后如遇对讲占线，该报警点将会处于等待模式，在等待 2 分钟后（等待时间可根据用户需要调整）仍无应答，本次报警自动结束，同时紧急报警对讲装置复位。

13.2.5.18 复位

当司机和乘客通话完毕后，司机在司机室可以选择复位单个的乘客紧急报警及对讲装置或一次性复位所有乘客紧急报警及对讲装置。

13.2.5.19 具体安装位置、技术要求及详细方案将在设计阶段确定。

13.2.5.20 当有司机室占有时，可视化对讲的功能只能在占有端司机室被确认。没有司机室占有情况下，乘客可视化对讲功能在两端司机室都可以进行确认，仅先确认的司机室建立通信。

13.2.5.21 投标人提供具体方案由招标人确认

13.2.6 自动报站

13.2.6.1 采用数字化自动报站系统。在全自动、半自动方式和手动方式下进行数字化预录信息报站。本系统可根据列车的离站距离和接近站距离，从而可以根据列车在线路中的运行位置提供每一站的“出站广播”、“到站广播”等多次报站功能，具体报站方案在设计联络阶段确定。同时系统可进行换乘信息和紧急信息等需要公开告知的信息的广播。报站信息与客室内显示器显示同步。

13.2.6.2 报站采用中文和英文两种语言。

13.2.6.3 报站方式

(1) 自动报站：通过 ATC 给出的信息自动触发预录广播。ATC 工作状态下，TCMS 从 ATC 系统获得站名 ID、距离（或速度）信息、车站代码信息和控

制指令等，并将这些信息传送给 PIS 系统。PIS 根据这些信息自动向客室播放所需的播放语音片断（包括音乐、提示音、各种语言的语音等可听到的音频信息），同时，客室内的信息显示装置同步显示相应的信息。

该语音片段和显示信息是事先录制好并经过数字化处理后存放于 PIS 控制单元内的线路信息、车站信息、乘客注意事项、应急信息、广告、换乘信息和紧急信息等需要公开告知的信息。当需要播放时由系统自动调用并通过数字合成处理，还原为音频信号，通过车辆内的扬声器广播。

(2) 半自动报站：不通过 ATC，由车辆控制系统自动触发预录广播。由司机通过司机控制台上的司机显示器和司机室监控触摸屏设定路径信息，由车辆控制系统 TCMS 向 PIS 发送控制指令，PIS 控制单元根据接收到的起始站 ID、终点站 ID、跳站 ID、距离（或速度）信息等，进行相应的计算处理后自动播放语音片断和显示器显示信息。该语音片段和显示信息的内容与 ATC 控制的数字语音合成自动报站内容相同。所有报站都可从司机台操作激活或终止。

(3) 手动报站：司机通过司机显示器和司机室监控触摸屏上站点及触发信息的选择进行手动报站。

(4) 人工报站：司机通过人工广播用麦克风对客室进行报站广播。在激活端司机室广播主机设备死机的情况下，司机仍可对客室进行人工广播。

13.2.6.4 储存能力达到：至少能同时储存三条不同线路的报站内容，能报至少 200 个站和 30 条信息，每个区间至少能播放 60 秒（暂定）的语音信息。可任意选择一条线路进行报站。具体报站内容在设计联络阶段确定。

13.2.6.5 列车未运行到的前方线路中的任一站都可设为起点站和终点站，并且在任何地点司机可以改变行程信息，司机可以通过显示器进行跳站、起点站和终点站的设定。

13.2.6.6 司机室显示器显示站名可由用户方便地进行编辑。

13.2.6.7 当遇到紧急情况时，如发生火灾、严重故障等，司机可通过司机显示器和司机室监控触摸屏选择预先设定的紧急信息对乘客进行紧急广播，紧急信息数量满足运营要求（不少于 50 条），显示及播报内容可由用户编辑。紧急广播的优先级高于正常报站广播，紧急广播可随时中断正常报站广播，取消紧急广播后可立刻自动返回正常报站广播，不需要重新设置路径和跳站。紧急信息的播报次数由以下几种方式可供司机选择：一次或循环播放，循环时间间隔用户可调。

预录紧急广播信息的文字及声音的播放同步。

13.2.6.8 投标方将提供一套能由用户编辑的数字化工作站（提供软件和特殊硬件），包括下列部件：

(1) 软件包：图形用户界面；

(2) 特殊的外部硬件设备；

(3) 扬声器、话筒；

(4) 接线盒和电缆；

(5) 微机、鼠标；

(6) 彩色显示器；

(7) 激光彩色打印机；

(8) 传送报站数据用的笔记本式电脑。

语言编辑将方便操作，采用 wave 格式或 MP3 格式，当编辑完成后可在编辑器上试听。

投标方负责整个数字化站的正常工作，数字化站的移交工作与首列车移交同时完成。

13.2.6.9 报站语音存储器的存储介质应为工业级的闪存卡或 EEPROM，存储内容应为通用的语音文件，语音文件的大小不能有限制，并提供标准的、统一接口。语音文件的更新可使用以太网或 USB 接口直接上传和通过更换储存设备语音文件两种方式。

13.2.7 开/关门提示音

开/关门提示音由列车广播系统扬声器发出，提示音的长短和类型由用户选择调整，提示音音量可独立于广播系统其他音量单独设置并可根据环境噪音自动调整。

具体方案将在设计阶段确定。

13.3 动态地图系统

13.3.1 目的地显示

13.3.1.1 司机室外列车前端上部安装目的地显示装置，用于列车前往目的地的显示。

13.3.1.2 主要显示终点站及运行区间，显示屏特性如下：

(1) 设备用于实现目的地显示功能，列车两端各设 1 个，1 列车共 2 个目的地显示屏；

(2) 采用 LED 显示；

(3) 可显示中文和英文内容；

(4) 显示完整车站站名，至少显示七个中文字，准确尺寸将在详细设计阶段根据美工方案等确定；

(5) 在列车唤醒时工作；

(6) 可按列车运营要求预置终点站，由 ATC 或司机与自动报站一起同步设定；

(7) 在显示器前方 30 米内、车辆两侧 10 米内的不同角度能看清所显示的内容；

(8) LED 显示屏系统满足 IEC 61373、EN 50155 等铁路设备标准。具有良好的抗干扰抗震动能力，适合南京市的自然环境要求。LED 屏的亮度均匀，可适用于室外并具有很好的观赏效果；

(9) LED 显示屏系统具有可扩展功能。系统设备都采用模块化结构，可根据后期需要进行功能升级扩展，使用新的功能模块替代旧模块即可完成功能扩展，便于操作和后期维护。

13.3.2 LCD 电子地图

13.3.2.1 车厢内安装 LCD 电子地图显示系统为乘客提供必要的旅行信息，LCD 动态地图由 LCD 显示屏、控制器等组成。由 LCD 显示屏在实时的基础上显示信息，显示的动态信息可通过计算机通信接口进行编辑、控制，且能自动交替显示信息。

13.3.2.2 电子地图显示的信息至少如下（但不限于）：

(1) 这一列车旅行的线路、终点站；

(2) 列车将要到达的下一站；

(3) 客室车门打开侧指示；

(4) 运行方向；

(5) 换乘站和用于换乘的相应线路；

(6) 旅客所在的车厢及车站电扶梯及出入口信息。

(7) 开关门过程；

(8) 门隔离；

(9) 站台门号。

13.3.2.3 电子地图应满足如下要求：

(1) 到站显示应能与数字报站同步，动态旅行信息的显示应能够适应不同运营交路的要求；

(2) 带有电源供应的显示器应采用尽可能减少电缆连接的模块化设计来完成。显示器的尺寸应能够合适地、平齐地嵌装在面板上；

(3) 显示器屏幕前应设有钢化/有机玻璃进行防护，钢化玻璃不应对显示颜色的质量产生影响；

(4) 显示器的设计要考虑抗冲击性，且保证乘客不能从前面分解；

(5) 应保证乘客不能很容易接近显示器的电连接，电缆通道不应急速弯曲以避免损坏电缆；

(6) 安装和拆卸应方便和简易，所有电缆与显示器连接都采用插头、插座；

(7) 显示屏屏幕密封等级符合 IEC 60529 规定的 IP54；

(8) 应采用模块化的接插式印刷电路板座。

其他要求和内容在设计联络阶段确定。

13.3.2.4 电子地图安装在车门上方。

13.3.2.5 车门上方电子屏为 43 寸，具体在设计阶段确定。

13.3.2.6 其他要求和内容在设计联络阶段确定。

13.3.3 客室两端乘客信息显示器

13.3.3.1 在每个客室内的两端通道上方各设一个 LED 信息显示屏，用于显示列车行驶的相关信息。此显示器自动显示预先编制好的文本、图信息或车辆运用情况。

13.3.3.2 采用 LED 技术。

13.3.3.3 该系统能够通过列车控制单元发来的触发信息，触发相应的显示内容，并与数字报站广播同步进行显示。

13.3.3.4 信息用两种语言（中文和英文）进行滚动显示，显示器的汉字符合 GB18030 标准中的汉字库。

13.3.3.5 一屏显示至少七个中文字（字符高度不低于 63mm），准确尺寸将在详细设计阶段根据美工方案等确定。

13.3.3.6 显示目的地、到站站名、下一站站名、紧急疏导信息、特殊信息及其它宣传文字，信息内容可由用户自行进行编辑。

13.3.3.7 将在设计联络阶段确定尺寸、字数。

13.3.3.8 显示方式：可根据需要选择移动、静止、展开、淡入、淡出等，对于一屏显示不下的内容可采用滚动的形式。

13.3.3.9 用户可通过软件编辑文字内容，大小和字体在设计阶段确定。

13.3.4 其它乘客安全标志

13.3.4.1 客室内适当位置要求有如下乘客信息：

(1) 警示符，如“小心车门”、“禁止抽烟”、“小心站台间隙”等；

(2) 紧急出口指示；

(3) 紧急撤离指引；

(4) 灭火器指示及使用方法；

(5) 乘客报警按钮及使用方法；

(6) 列车运行线路图。

13.3.4.2 安全标志采用中、英文，标识符能持久使用。

13.3.4.3 具体方案将在设计联络阶段确定。

13.3.4.4 车厢内/外没有投标方用来作商业广告的内容。

13.4 车载媒体播放系统—LCD 系统

13.4.1 在每列车上设置 LCD 显示屏，用于显示多媒体信息，如：电视新闻、广告、动画、图片、文字等。

13.4.2 每列车配置车载媒体播放系统，为列车上的乘客提供多媒体信息服务。该系统能优先通过无线及有线网络从控制中心接收多媒体信息实时播放，还能独立播放本车存储的多媒体信息、车辆运营信息、紧急信息和其它乘客服务信息等图文资讯信息。两者之间能够互相切换。与广播乘客信息系统的广播系统同步显示到站预告、紧急信息等预存的图文资讯信息，并叠加显示。

13.4.3 LCD 系统能够播放预存的图文资讯信息：

(1) 不中断现行播出视频节目前提下叠加预存文字信息；

(2) 切换现行播出节目，改播预存文字、图像、视频信息，选择后通过车厢内液晶显示屏播放；

(3) 可以通过内置扬声器播放与视频信息同步的伴音信息，并且伴音的音量可以进行调节。具体方案在设计阶段确定。

13.4.4 LCD 屏布置

13.4.4.1 每辆车的客室内侧墙上安装 8 块 21.5″左右的液晶（LCD）显示屏，8 块屏连接到一个解码分配器上，将媒体播放控制器的视频信号解码后再分发到 LCD 屏上进行播放。每个司机室各设 1 块 12.1 英寸的触摸屏，车载媒体播放系统的控制器在司机室内。

13.4.4.2 站名显示与自动报站一起同步设定。

13.4.4.3 车载媒体播放系统与广播系统联动，运营信息的显示内容和方式用户可以进行编辑。

13.4.4.4 媒体播放系统的控制器留有无线媒体实时信息传送接口，媒体播放内容可通过车地无线网络进行传送，媒体播放系统与 TCMS、CCTV、无线传输系统及地面 LCD 系统之间的具体接口内容在设计阶段确定。无线传输系统的车载设备配置及详细的技术方案在设计阶段确定。

13.4.5 媒体播放系统主要功能

13.4.5.1 媒体播放系统负责播放无线传输系统的实时视频信息、预录制的视频信息、列车运营信息、紧急信息以及其他乘客服务信息等内容。实时播放内容通过车载媒体播放控制器进行编解码后，在本列车的所有 LCD 显示屏上显示。

13.4.5.2 媒体播放具有两种显示模式：

(1) 普通显示模式

当列车在运行期间，如果没有紧急情况，LCD 将以普通模式进行显示，显示正常的播告信息和运营信息等。

(2) 紧急广播显示模式

当遇到紧急情况时，如发生火灾、严重故障等，司机或控制中心调度员可将预先录制好的音视频文件等信息进行播放，此时 LCD 将以紧急广播显示模式进行显示，全屏循环显示紧急广播文本。

13.4.5.3 控制方式采用一控多的方式，即全列车 LCD 屏都接收一台媒体播放控制器的控制。为保证系统的稳定可靠，列车每个司机室各安装一台媒体播放控制器，两台控制器互为热备份。正常时，两台服务器同时启动，互为备份，当一台服务器出现故障时，另一台服务器自动接替其工作，不需要司机做任何处理和设置，主从服务器的切换不会影响客室 LCD 上播放内容，即不会出现 LCD 播放内容中断或者不超过 10s 以上的画面定格等不正常现象。这种服务器的冗余管理提高车载设备子系统的可靠性。

13.4.5.4 媒体播放系统具备实时直播和录播两种工作方式，并能够在两种方式间自动或手动切换，当系统检测不到实时的信号源时，自动转入录播的方式，按已接收到的播放列表和节目内容自行组织播放；一旦重新收到实时信号源，自动切换到直播方式。

13.4.5.5 中央控制信息指令由无线传输系统接受后传送给网络媒体服务器，播放流程与列车预存文字播放流程基本一致。既通过无线传输网络设备接收信息，经解码后，在本列车的所有 LCD 显示屏上实时播放。

13.4.5.6 对于非实时信息，网络媒体服务器接收后，可存储在网络媒体服务器的硬盘中。并根据要求播放。

13.4.5.7 传送的内容不限于媒体文件、包括播出策略、显示模板、播出日志、系统日志等。

13.4.5.8 LCD 显示屏可根据需要设计为多个显示分区，显示分区可根据用户需要进行设置，设置后可保存为分区模板，显示模板具备缺省方式，也可以手动切换或根据不同工况条件自动切换，可以指定各个显示区域的播放内容。屏幕的任何分区方式都将是无缝的，不闪烁，不变形。媒体或资讯的画面是完整的，适应屏幕分区的大小并能够进行自动调整。

13.4.5.9 系统具备记录播出日志功能，能够记录并查询所有媒体文件的播出时间、地点，播出方式、播出次数等其他数据反馈。播出日志可以根据播出时段、媒体名称分别查询并显示清单列表。

13.4.5.10 通过内置扬声器播放与视频信息同步的伴音信息，并且伴音的音量可以进行调节。

13.4.5.11 媒体播放内容预存在网络媒体服务器中，其容量保证可播放一天，循环播放时间间隔不低于 3 小时，传送速度 8Mbps；

13.4.5.12 视音频压缩媒体采用 MPEG2 编解制式，至少 1920×1080 分辨率，帧率 30 帧/秒。

13.4.6 客室 LCD 显示屏

13.4.6.1 初步的设计方案中，LCD 显示屏的尺寸为 21.5 英寸，LCD 显示屏的安装将优先采用嵌入式安装方式，若为嵌入式，显示器的尺寸将结合车辆内装饰的整体性和美观性并且根据实际情况做适当调整，具体安装方式、位置和显示的方案在设计阶段讨论确定。

13.4.6.2 乘客信息显示系统的 LCD 彩色图文显示屏及相关设备要求具备抗干扰耐震动能力，基本性能要求如下：

(1) LCD 显示屏为 21.5 英寸，每节车不少于 8 面（每侧每两个车门之间至少有 1 面，使用寿命大于 5 万小时)；

(2) 应采用国际知名品牌工业级产品；

(3) 亮度：大于等于 350cd/㎡；

(4) 对比度：500：1 或者更高；

(5) 可视角度：水平及垂直均不低于 160 度；

(6) 灰阶响应时间：6ms；

(7) 最佳分辨率：1920×1080，LCD 能够实现 1920×1080 及以下分辨率的画面播放；

(8) 色数：16.7M；

(9) 功耗：不大于 34W；

(10) 屏上无厂家品牌 LOGO；

13.4.6.3 每节车 8 台 21.5 英寸 LCD 显示屏，单边 4 块。投标人应对其建议 LCD 的布置、显示情况等进行演示，并提交给招标人确认。投标人应提交示意图和布线图，包括显示器的安装位置。

13.4.6.4 显示屏的安装位置应适应车内的尺寸，设计为防破坏型，密封等级符合 IEC 60529 规定的 IP54 级（扬声器出声孔除外），并与车厢设计相一致，要求在车内的任何位置上都能清楚地看清至少一个显示屏上所显示的信息。

13.4.6.5 机械要求

(1) 带有电源供应的显示屏应采用尽可能减少电缆连接的模块化设计来完成，总重量不应超过 10kg；

(2) 应提供不超过 3mm 厚的，有相当强度的钢化玻璃防护板，并涂有防反光涂层，以防止来自热、阳光（失色）的任何损害以及人为损坏，投标人应提供防护板的详细技术特性包括最大反射角，由招标人认可；

(3) 防护板不应对显示颜色的质量产生影响，应考虑防止硬物划痕和手印对其造成影响；

(4) 显示屏的设计要考虑抗冲击性，应提供防止旅客拆解的保护；

(5) 有防护外框，防震动、防爆裂；

(6) 乘客不应很容易接近显示屏的电连接，电缆通道不应急速弯曲以避免损坏电缆；

(7) 安装和拆卸应方便和简易，所有电缆与显示屏连接都采用插头、插座，显示屏应采用模块化的接插式印刷电路板座。

13.4.6.6 电气要求

(1) 显示器的电源电压采用直流 110V 或者交流 220V，由辅助供电系统；

(2) 显示器具有电源功率瞬时损失自动恢复功能。

13.4.6.7 车头和车尾都要安装无线宽带网接收天线。投标人应充分考虑该设备的接口及电磁兼容性，需为其提供所需的安装位置和机械与电气等接口。实际的天线安装要求及尺寸待通信供货商确定后最后确定。

13.4.6.8 分屏器输入/输出接口应与 LCD 控制器和 LCD 显示屏的接口相匹配，应具有 SDI/DVI/VGA 和音频接口，视频、音频输入接口类型待通信供货商确定后设计联络最后确定。

13.4.6.9 司机室非投标人提供的交换机与客室车载交换机接口由投标人在设计联络时提供，具体接口类型待通信供货商确定后最后确定。

13.4.6.10 投标人应充分考虑系统的接口，需为其提供所需的机械与电气以及软件方面的接口，以确保实现整个系统功能。

13.4.6.11 车载媒体播放系统需要列车控制系统提供 ATS 信息。

13.4.6.12 从列车上获取如下 ATS 信息，使得 LCD 屏上能够显示出来，同时用于车载媒体播放系统的上下行无线网络切换控制：

(1) 下一站名称；

(2) 下一站到达时间；

(3) 终点站名称。

具体设计联络阶段确定。

13.5 车载视频监视系统（CCTV 系统）

13.5.1 车载视频监视系统（CCTV 系统）由司机室视频监视显示器（触摸控制屏）、视频存储装置（数字视频硬盘）、以太网交换机和客室的摄像监视装置组成。

13.5.2 系统功能

13.5.2.1 每列车配置车载视频监视系统，为列车司机提供实时监视本列车上的治安状况。本列车上的所有监视视频均存储在车载服务器的硬盘中。

13.5.2.2 视频监视的图像可通过无线及有线网络传到 OCC 控制中心，供中心值班人员实时监视全线运营列车上治安状况。

13.5.2.3 OCC、车辆段车载 CCTV 的终端根据需要配置，数量不少于 19 个，具体在设计联络阶段确定。

13.5.2.4 在 OCC、车辆段须配备 UPS 电源及蓄电池，在正常供电中断时，UPS 应无时间中断地从备用电池上提供后备电源。

13.5.3 技术要求

13.5.3.1 车载监控系统拟采用数字网络化监控方案，即采用数字网络摄像机，每节车厢设置不少于 4 台摄像机，列车两端司机室各设置 2 台远红外摄像机，用于监控司机室状态；另外列车两端各设置一个远红外摄像机，用于监控线路状态；每列车的每一个车顶受电弓分别设置一台摄像机，对每架受电弓的运行状态进行视频监视、记录便于异地状态的定位和回溯。具体在设计联络时确定。

13.5.3.2 每节车厢设置 1 台工业以太网交换机（内含 2 个模块），全列车共 8 台组成冗余切换的环形网络；在两端司机室后设备柜（或更优位置）设置 2 台网络视频硬盘录像机，通过环形以太网对全部摄像机进行实时录像（具体位置在设计阶段确定）。

13.5.3.3 在司机室内设置一台 12.1 英寸触摸屏，在触摸屏上能够看到监控图像，图像清晰。客室内的监控无死区，且基本不受车厢内扶手、立柱的阻挡视线的影响。该监控触摸屏上还可以完成广播系统自检、报站设置及触发、紧急信息的设置及触发等功能。

13.5.3.4 各摄像头将采集的图像信息发送给监控视频编码器编码后，发送给车厢控制器中的相应数据处理模块压缩后，发送给客室的以太网交换机，交换机再通过环型冗余以太网结构将信息传送给网络媒体服务器存储。司机可以通过司机室的触摸显示屏查看客室的每路摄像头的图像监控信息。视频监控的图像信息可以在监控屏上，采用 1 分屏/4 分屏显示模式，具体在设计阶段确定。

13.5.3.5 视频监控的录像采用双备份冗余存储的方式，保证监控录像完整。

13.5.3.6 CCTV 可以实现联动功能。车门紧急解锁、司机室隔间门打开、客室紧急对讲激活、火灾报警等触发时，CCTV 系统对应的监控视频画面弹出，同时存储视频监控信息，并调节录像的分辨率及帧速率。当同时发生多个联动触发时，司机可点选对应的报警图标，手动切换任意报警画面。报警位置信息应在车辆显示屏上显

示。系统会对紧急联动采集的图像信息使用标签技术将其做特别标识，以便用户查询。

13.5.3.7 视频处理与存储能支持数字压缩技术，满足 4 路 1080P 全实时录像；支持双码流技术，对视频进行双通道编码压缩，1080P 格式的视频流存储。

13.5.3.8 系统具有日期、时间、列车号、车厢号、摄像头号等信息的字符叠加、记录和调整功能。记录时间通过列车通讯网络与列车控制系统同步。字符叠加不影响图像记录效果。

13.5.4 上传功能及与无线通信的接口

13.5.4.1 具备接入列车受电弓车载监控装置的功能，在司机室监控触摸屏上可以显示受电弓视频图像，并通过车辆 PIS 系统将受电弓检测图像等信息传输至 OCC 控制中心、车辆段、停车场。在热滑时，车载 PIS 可以将受电弓视频图像显示在客室 LCD 屏上，方便热滑时查看弓网状态。

13.5.4.2 各摄像头摄取的视频图像存储在网络媒体服务器中，打包的信息通过以太网接口传到控制中心 OCC。

13.5.4.3 具备在 OCC、车辆段、停车场接入通信 CCTV 系统的功能，能够在通信 CCTV 的终端调看列车上客室及受电弓监测的视频图像。具体方案在设计联络阶段确定。

13.5.4.4 OCC 将收到的监视视频图像显示在监控大屏上。控制中心值班员可通过无线网络实时调看本线各运行列车上的监视图像，实现对全线运行列车各区域的监视。

13.5.4.5 OCC/车辆段/停车场的视频服务器、视频存贮器、交换机、解码器、显示终端工作站等设备、相应的电线电缆及其安装均属于车载视频监视系统的供货和施工范围。

13.5.4.6 无线传输系统的设备配置及详细的技术方案在设计阶段确定。

13.5.5 系统采用环型冗余以太网结构，环形网由两路以太网以闭环形式组成环接网络。环形以太网主要用于传输客室 LCD 播放的视频信息以及客室监控的视频信息。这种结构更适合列车总线的要求。网络接口设备都采用工业以太网交换机，避免了传输距离对数据传输的影响，提高了数据传输的可靠性。该结构具有冗余备份功能，单点的故障不会影响数据的正常传输，提高了系统的可靠性和安全性，具体在设计阶段确定。

13.5.6 车载摄像机及车载视频操作平台（软件）应统一品牌，并提供车载子视频监视子系统项目的开通业绩。此外投标方需要在控制中心提供车载视频操作软件平台和车载视频网管平台。

13.5.7 车载视频操作软件应能实现但不限于如下功能：在列车上、OCC、车辆段、停车场，可以调看视频并记录调看的过程记录；摄像头位置图；提供实时图像及录像（录像仅在列车上录制）；多画面同时图像回放功能；可以对各个摄像机输入通道进行单独的设置；提供实时监视、分组、权限分级管理监控界面；可提供声光告警显示功能提示；按录像的时间、日期范围、列车号等进行分类检索图像等功能；同时支持多用户同时浏览，各用户间互不影响等。

13.5.8 车载视频网管平台主要负责在列车上、OCC、车辆段、停车场对所有车载视频监视系统中包含的所有视频及数据设备（含摄像机、编解码、以太网交换机及存储等设备）的运行情况进行综合的监视与管理，应具有自诊断功能，均可以诊断到最小可更换单元。故障信息/事件存储能力应足够大，满足 30 天以上故障信息的记录。故障信息至少包括故障代码、故障名称、故障等级、车号、故障设备的名称、故障发生日期时间、故障消失日期时间、同类故障统计数、公里数及相关的环境数据等等，应能对系统数据及配置作及时地修改。

13.5.9 投标方负责将受电弓检测视频和车辆车载视频监控统一整合到车载视频统一平台，实现包括控制中心调度员、维护人员等在内的地面人员对车载视频（含受电弓检测视频）统一监控需求。

13.5.10 投标方应与地面视频监控承包商（通信系统标段）配合完成车载视频图像（含受电弓检测视频）接入地面专用视频监视系统，双方具体接口及任务在设计联络中确定，相关费用包含在合同总价中。

13.5.11 设备设置要求

13.5.11.1 车厢内摄像机

客室摄像头为具有防爆功能的摄像头，用于对车厢内的治安进行监控，摄像头的功能及其安装将满足以下要求：

(1) 监视区域覆盖车辆侧面的车门；

(2) 监视区域覆盖乘客紧急对讲点附近；

(3) 整个车厢内，监视区域有重叠，并可清晰无障碍地监视乘客；

(4) 摄像机优化布置，以达到覆盖必需区域和满足易维修的目的；

(5) 列车车厢常规照明和紧急照明条件下均能提供清晰的图像；

(6) 摄像头具体安装位置及方案将在详细设计阶段确定。

13.5.11.2 司机室摄像机将满足以下要求：

在每个司机室设 3 个摄像头，用于对驾驶室司机的监视及线路监视。摄像头的功能及其安装将满足以下要求：

(1) 监视区域覆盖司机室的驾驶操纵台，在各种运行条件下（隧道内、地面及高架线路）能清晰地观察司机的所有操作；

(2) 摄像头具有录音功能，采集到的语音信息和视频信息将被存贮成音视频文件；

(3) 监视区域覆盖司机室的逃生门；

(4) 在各种运行条件下（隧道内、地面及高架线路），在司机室正常照明、紧急照明和无照明条件下，均能提供清晰的图像；

(5) 摄像头具体安装位置及方案将在详细设计阶段确定。

13.5.11.3 车顶摄像机将满足以下要求：

在列车的每个装受电弓车顶分别设置一台远红外摄像机，用于监测、记录接触网及受电弓的状态。列车两端各设置一个远红外摄像机，用于监控线路状态。

摄像头的功能及其安装将满足以下要求：

(1) 受电弓摄像头监视区域覆盖整个受电弓正常工作区域；能够清晰分辨受电弓的工作状态；

(2) 隧道内常规照明和无照明条件下均能提供清晰的受电弓图像及线路状况；

(3) 车顶摄像头采用防护等级为 IP66 的摄像头以满足其防水防尘的要求，将在设计中采取防雷措施；

摄像头具体安装位置及方案将在详细设计阶段确定。

13.5.11.4 车载视频的录制将满足以下要求：

(1) 所有摄像机的图像，均应在列车上的网络视频硬盘录像机中进行录制；录制媒质为防震硬盘或采取防震措施的硬盘，记录防震硬盘能热插拔，便于异地回放处理；

(2) 录制分辨率不小于 1920×1080，帧速率不小于 25 帧/秒/路，保证原始信息的完整性并实现冗余存储，时间不小于 90 天，每天 24 小时；

(3) 接通电源后，自动开始录像；

(4) 所有录像都具备摄像机编号和时间戳，并与地铁系统时间同步；

(5) 录制系统具有如下附加特性和控制功能：

- 在存储媒质不足后循环并覆盖存入；
- 连续或定格（暂停）回放；
- 快进/快退。

(6) 图像标签技术

紧急或人工干预过程中(乘客紧急报警器/车门紧急解锁装置/紧急制动)采集的图像，系统可以使用标签技术将其做特别标示。用户可以通过系统的智能查询功能，快速从硬盘录像机查找和回放这些特殊的剪贴图像。这样可以减少搜索时间，提高工作效率。

硬盘录像机采用抗震结构，每个主机有一个硬盘；

(7) 存储容量

以 1Mbps 码流为例，存储 90 天，每天 24 小时，20 个摄像头来计算，视频需要的硬盘容量在设计阶段确定；

(8) 所有的图像都将集中存储在系统主机内，便于客户进行下载查询。

13.5.11.5 图像的调看将满足以下要求：

(1) 在自动模式下，控制器将轮流切换 32 个摄像头(包括司机室的摄像头)的视频图像到显示器，以供司机观察车厢及线路状况。在手工模式下，司机可以选择指定的摄像头，系统将回传指定摄像头捕获的视频图像到驾驶室的显示器。用户可以通过其权限在监控触摸屏上自行配置巡视指令和观察滞留时间等参数；

(2) 该系统能通过无线及有线网络把车上的监视图像传到控制中心，供中心值班人员实时监视全线运营列车上治安状况。

13.5.11.6 设备管理及使用环境性能将满足以下要求：

(1) 视频监控系统上电时进行自检，在系统正常工作时能对该系统各子系统的运行状态、报警、故障信息进行记录，故障信息可通过显示屏显示及通过专用软件或设备下载；

(2) 存储介质将完全满足振动冲击的要求（由试验进行验证），将数据写入缓存区，避免在振动时读写损坏存储介质。存储介质具备故障报警功能；

(3) 图像存储设备采用自动分段记录格式时，相邻两段间最大记录间隔时间应≤0.4s。

(4) 图像存储设备对于在记录过程中出现的意外故障，具有软启动自动恢复其正常工作的功能，同时将故障信息传送至系统主机并记录；

(5) 视频监视系统具有故障自诊断及遮挡检测功能；

(6) 当视频信号丢失时，图像存储设备将发出报警信息，送至系统主机，响应时间≤5s；

(7) 车辆视频监控系统的所有设备采用统一的时钟源，各节点时钟误差不大于0.5 秒。时钟源将与列车控制系统同步；

(8) 视频监控系统的应用软件先进、成熟，能在人机交互的操作系统环境下运行，并使操作过程尽可能简化，软件具有系统操作员、系统管理员两种权限，操作员只能进行与其工作相关的一些图像预览和回放等操作，管理员可以登陆软件系统进行系统设置、校时、操作日志查询、故障日志查询、存储图像的回放、下载存储图像、登陆密码修改等操作员所不能进行的操作；

(9) 后台应用软件能对存储的图像记录按日期、时间、车厢号便捷地检索回放。回放方式有正常速度、快进（多级）、快退（多级）、慢进、慢退、单帧进退、暂停等基本功能，支持功能扩展；

(10) 视频监控系统的设备稳定、可靠；

(11) 所有设备具有良好的电磁兼容性和足够的抗干扰能力，满足电动列车车载设备 EMC 标准，系统正常工作时不会对列车即有设备、地面设备产生干扰；

(12) 所有均满足 IEC 60077、IEC 60322 标准规定的振动、冲击要求；

(13) 车载视频监控系统的线缆及非金属材料满足低烟、阻燃、无卤要求。

13.5.12 主要设备技术要求

13.5.12.1 彩色数字网络摄像机将满足以下要求：

(1) MPEG4 或 H.265 编码标准；

(2) 分辨率≥1920×1080，每秒 25 帧，分辨率和帧数远程可调；

(3) 支持组播，多用户访问；

(4) 灵敏度：彩色模式 0.5Lux，日夜模式 0.02Lux，当光照低于 0.02Lux 时，自动转换为日夜模式。

13.5.12.2 司机触摸屏的性能将满足以下要求：

(1) 触摸屏种类：触摸屏；

(2) 每个司机室安装一个；

(3) 尺寸：12.1 英寸；

(4) 分辨率：不低于 800*600；

(5) 透光率：≥90%（按 ASTM D1003-92）；

(6) 触摸激活力：可感知 100g 的触摸力（可调节）；

(7) 响应时间：≤16ms；

(8) 耐久性：抗刮擦；

(9) 表面硬度：莫氏 7 级，可耐受 1kg 钢球 1 米高度跌落而不破碎（试验方法参见标准 IEC 60950）。即使破裂，碎片对人体也不会造成伤害；

(10) 单点触摸：超过 5 千万次；

(11) 防水标准：满足 NEMA4 标准；

(12) 化学抵抗力：触摸屏的触摸有效区能抵抗丙酮、甲苯、丁酮、乙丙酮、甲醇、乙酸、乙酯氨基清洁剂、汽油、煤油及醋等化学物质；

(13) 静电保护：能承受随意分布至触摸屏触摸有效区 6kV 的接触放电及 8kV 的空气放电。

显示器（触摸屏）的安装位置应适应车内的尺寸，其安装以及显示的具体方案在设计联络会上提交招标人确定。

13.5.12.3 车载工业以太环网交换机将满足以下要求：

(1) 至少具备 8 个 10/100M 电端口和 6 个 10/100/1000M 电端口，其中首尾两节车厢用于 CCTV 图像上传及地面 PIS 媒体视频下传的与地面无线系统相连的交换机需采用三层交换机，至少具备 8 个 10/100M 电端口和 6 个 10/100/1000M 电端口，具有与地面 LCD、CCTV 的网络接口，通过车地无线通信系统实现与地面 LCD、CCTV 系统的通信功能；

(2) 交换机可以组成千兆冗余环网，环网切换时间小于 100 毫秒。

13.5.12.4 网络视频硬盘录像机技术将满足以下要求：

(1) 可以同时录制全列车摄像机图像，分辨率≥1920×1080，每秒 25 帧（PAL），24×90 小时，分辨率和帧数远程可调；

(2) 同时支持通过网络和存储介质的录像调用。

13.6 其他基本要求

13.6.1 当系统工作时，每个微机控制单元具有自诊断功能，均可以诊断到在线的功能单元（如对各级功放性能的检测、对扩音器功能性能的检测、对紧急对讲设备功能的检测等）。系统诊断到的故障信息通过以太网接口传递(系统的网络为以太网）给列车中央控制单元和本地控制单元。此类信息可以在本地控制单元和列车中央控制单元下载。

13.6.2 车载视频监视系统制造商应在控制中心通信网管室设置车载视频监控终端，该终端应能实时监视上线列车的车载视频监视摄像机、服务器和录像设备工作状态。当上线列车车载视频监视设备发生故障时，终端能提示声光告警信息，具体在设计阶段确定。

13.6.3 在列车上调试时可通过司机室显示器及司机室监控触摸屏触发，进行系统的功能检测和系统模拟运行。

13.6.4 所有乘客信息系统设备的防干扰、防震、防潮、防尘等技术性能均符合相关的国际标准。

13.6.5 车载广播系统具有运营控制中心对列车进行广播、司机人工广播、数字式语音广播、媒体伴音播放等广播方式。不同广播方式的优先级不同。

13.6.6 运营控制中心对列车进行广播、紧急信息播报、人工广播、数字式语音广播、媒体伴音播放五种广播方式的设置优先级暂时定为：

(1) 运营控制中心对列车进行广播；

(2) 人工广播；

(3) 紧急信息播报；

(4) 数字式语音广播；

(5) 开关门提示音。

在高级别的通信要求到来时，正在播送的低一级的通信立即中断，在高级别通信结束后自动恢复，或执行下一广播。低级别的广播通信不能打断高级别广播通信，需要等待高级别广播通信结束后才能开始。优先级模式可根据用户需要通过软件进行设置或更改。优先级还需考虑兼容性，具体在设计联络阶段确定。

13.6.7 广播 PA 和数字播报 DVA 的声音等级可以通过音频系统探测的环境噪音而自动进行调节。用户能够更改该阈值，并作相应的音量级更改。

13.6.7.1 广播系统功率放大器中具有噪声检测控制单元，通过客室内的紧急对讲装置集成的麦克风实时采样车厢内环境噪声，并根据环境噪声的大小自动调节广播的音量，保持广播的输出比环境噪声大 10dB；同时，各客室功放都具有音量控制电路，保证在任何情况下扬声器的输出音量不会大于 95dB。

13.6.7.2 系统的放大器有足够大的额定功率，以满足扬声器音量的要求，在客室扬声器输出最大时，放大器仍工作在线性放大区，不得有声音的失真。

13.6.7.3 列车两端的系统主机内各具有一个功率放大器模块。该模块中有两块完全一致的数字化处理音频放大器，可对广播音频进行音量、音调、响度、压限、语音峰值抑制、噪声门等处理。抑制语音峰值，使之不高于平均输入电平 3dB。同时，PIS 控制器上设置一个音量调节旋钮，可以在额定输出功率范围内自由方便地调节。

13.6.7.4 采样时间间隔、最大/小输出音量、控制比率、输出信号噪声比都可通过一个便携型 PC 中的设置软件进行设置。

13.6.8 音质符合相关的 IEC 标准。

13.6.9 所有显示汉字的设备使用 GB18030 字库。

13.6.10 音量满足在最恶劣条件下（AW3 负载，80km/h，隧道区段），客室内部离地板 1.2m 处测得的声压级衰减不小于 10dB(A)，声音分布要均匀。

13.6.11 司机通过司机控制器上的按扭来进行各种功能的选择，并能对自动报站进行监听。

13.6.12 乘客信息系统的信息、站名可由用户进行编辑、修改或更新，投标方提供相应的用户服务软件。在每列车的 A 车 PIS 控制器上可以方便地编辑、修改整列车语音报站内容、客室两端显示器的显示内容、LCD 屏上显示内容及目的地显示内容等。

13.6.13 预录广播内容的录制由投标方提供。

13.6.14 提供车辆通信与无线通信的接口及安装车载无线设备的空间。

13.6.15 每个司机室安装一个手提话筒; 三个喇叭，一个用于司机监听的扬声器，一个用于司机对讲广播的扬声器，一个用于无线通信的扬声器; 一个线路放大器; 一个功率放大器; 一个乘客信息系统控制器及若干功能选择开关。同时，三个扬声器的音量大小能够调节，可以在额定输出功率范围内自由方便地对扬声器的音量大小分别进行调节。具体方案在设计联络阶段确定。

13.6.16 系统通电后，两端司机室内广播控制器均处于空闲状态，准备接收司机室发来的激活信号（首尾信号）。接收到激活命令一端的广播控制器成为主控制器，另一端为从控制器。系统激活时自动进入运行模式。一旦主广播控制器发生故障，主从广播控制器自动进行转换，从列车广播控制器代替主列车广播控制器对列车广播系统进行控制。主从控制器的转换自动进行，不需要司机做任何操作，转换过程中列车正常广播不受任何影响。

13.6.17 每个客室提供一个功率放大器，10~12 个扬声器。客室扬声器的音量要能够进行调节，具体调节方式在设计阶段确定。

13.6.18 至少可以通过两种方式对 PIS 系统的自检、报站设置及触发、紧急信息的设置及触发等进行操作，一个是在 DDU 上进行，一个是在司机室监控触摸屏上进行，两者之间可以设置优先级或其它方式识别，以避免出现错误或者冲突。

13.6.19 微机控制单元

13.6.19.1 微机控制单元应该可以用 PTU 在线检测和调整控制参数及运行数据，可以方便地下载和打印诊断记录和故障数据。

13.6.19.2 每个微机控制单元应具有自诊断功能，均可以诊断到最小可诊断单元。故障信息应自动传递给列车中央控制单元或乘客信息系统主机。

13.6.19.3 在故障时微机控制单元列出主要的输入/输出信号，维修所需的二进制信号和内部参数; 过程信息的采样频率应该足够高，以便在这些下载后可以用适当的软件将数据还原成不失真的图形。

13.6.19.4 系统应分辨或传递和存储故障信息。

13.6.19.5 每个微机控制单元应提供一个标准的、统一的串行通讯接口(USB 或以太网)，与外部 PC 机连接。

13.6.19.6 每个微机控制单元应能输出带故障等级的故障数据，通过 I/O 接口与总线系统连接，以输入列车中央控制单元。

13.6.19.7 微机控制单元中的控制参数和保护参数应该可以进行检查和调整。

13.6.19.8 所有的存储信息应在 110VDC 蓄电池失电后能保留 6 个月以上。微机控制单元应完全满足其所控制的子系统的控制要求。

13.6.19.9 微机控制单元硬件和软件应满足应用于列车的相关国际标准的要求。

13.7 软件

13.7.1 提供一套完整的系统软件，至少包括车载硬盘录像机的记录软件、视频服务器的管理软件、图像播放软件、维护软件等等，要求能实现本系统的所有设计功能，并具备开放的二次开发接口，完成与车站 CCTV、IMS 等系统的接口。投标方将免费提供这些软件的接口开发工具包，并协助招标方相关接口设备系统供货商调试。

13.7.2 投标方提供的软件和技术资料的使用权和修改权归招标方和最终用户所有。

13.7.3 用户对这些软件的使用没有任何形式的使用和复制权限限制，如："加密狗"和使用许可（License）等。用户软件安装盘不设置安装软件在微机上的限制和安装次数的规定，能满足用户在本项目设备使用及检修上的需要，软件可在车辆寿命期内重复安装。如果安装光盘出现问题，投标方免费重新提供安装盘，以旧换新。

13.8 测试、接口试验和调试

13.8.1 车载监控系统（CCTV）与媒体播放系统（LCD）之间的接口

(1) 车载监视系统是视频监视系统的一个重要组成部分，车地之间信息传递利用无线传输系统实现；

(2) 车载监视系统与无线传输系统的物理接口在每个司机室，车载监视系统与车载多媒体信息播放系统共用一套接口。无线传输系统的车载设备配置及详细的技术方案在设计阶段确定；

(3) 投标方对整个列车信息系统设计进行综合全面的分析，将列车状态信息与视频监视、旅客资讯信息综合到一起，通过专有接口转换后经由无线传输系统进行传递。具体接口在设计联络时确定。

13.8.2 车辆与地面 LCD 和地面 CCTV 系统设备之间所有接口的测试均由车辆供应商的接口责任方牵头，地面 LCD 供应商和地面 CCTV 供应商和车辆供应商共同完成。

13.8.3 每列车的车载 LCD 和 CCTV 设备测试由车辆供应商完成。

13.8.4 试验及本系统所有设备的技术性能指标均符合以下的国际标准。

UIC568	铁路客车音响设备
UIC513	铁路车辆内旅客振动舒适性评价准则
IEC 60571	铁路车辆用电气设备
EN 50121	电磁兼容性：铁路车辆装置

IEC 60077	机车车辆电气设备第 1 部分：一般使用条件和通用规则
IEC 61373	铁路应用　机车车辆设备冲击和振动试验
SJ/T11141	LED 显示屏通用规范
NFF16101	有轨车辆内防火工作运行措施、紧急闸的功能、信息系统、火警信号装置、控制火焰装置安全技术要求
IEC 61133	电力牵引 机车车辆 电力和热力/电力机车车辆制成后和投入运行前的试验方法
ISO2631	机械振动与冲击。人体处于全身振动的评价。第 1 部分：一般要求
BS6853	客运列车的设计和建造中的防火措施实施规程
TB/T 1484.1	机车车辆电缆标准第一部分：额定电压 3kV 及以下电缆
GB 50198	民用闭路监视电视系统工程技术规范
GBJ115	工业电视系统工程设计规范
IEEE 802.3	10M 以太网网络规范
IEEE802.3u	100M 快速以太网网络标准
ISO/IEC 13818	MPEG-2 编/解码标准，用于 DVD、DVB
ISO/IEC 14496	MPEG-4 编/解码标准，视频监控和移动多媒体

附件 3-14 电磁兼容

14.1 概述

14.1.1 本章的目的是规定了对地铁车辆的电磁兼容的特殊要求。电磁兼容性要求的范围涉及车载设备、信号设备、通信设备、供电设备、附近设备和邻区外部设备。所有供应的车载电子设备及电气设备应能在招标人线路的电磁环境中可靠工作，其功能和性能不受影响，并且还不影响其他设备、系统的工作。同时特别注意环境内的平行电缆（信号和电讯）、第三方感应设备（如：医院、研究所）以及无线电源。如果车载设备影响了南京地铁本项目任何系统的工作、服务支持和安全，投标方将采取措施消除干扰。

14.1.2 投标人在设计过程中必须执行电磁兼容性 GB/T 24338（所有部分）《轨道交通电磁兼容》、GB/T 17626（所有部分）《电磁兼容 试验和测量技术》、GB/T 25119《轨道交通 机车车辆电子装置》、EN50121（所有部分）《铁路应用 电磁兼容性》、IEC 61000（所有部分）《电子电器电磁兼容》、EN 55011《工业、科学和医疗设备 射频干扰特性 限值和测量方法》、EN 50081-2《电磁兼容性一般发射标准第二部分 工业》、EN 55022《信息技术设备的无线干扰特征进行测量的方法和极限值》、CCITT 建议 K 系列等相关标准，并设计一套适合所招标车辆使用的 EMC 方案，包括：研究报告、管理计划和具体采用措施等，同时制定**列车电气集成 EMC 设计规范**，规定列车电气集成过程中的布线、接地、屏蔽等常规的设计规则。

14.1.3 在项目实施阶段还应进一步完善南京地铁本项目车辆电磁兼容性的工作方案，并严格执行，完成不同阶段的各项任务，使所有相关子系统的车载电子及电气设备在南京本项目的电磁环境中满足各项买方功能要求，并可靠地稳定工作。

14.1.4 投标人应充分考虑地铁车辆电磁兼容性的特殊要求，对整车的电磁兼容性负责，对车辆牵引与传动系统项目中，电磁兼容性考虑不周，要及时提出要求，并让牵引系统供货商满足要求，最终使整车满足要求。

14.1.5 车辆供应商是车辆方面电磁兼容工作的接口管理负责人。

14.1.6 投标人应遵守有关的接口管理规定，在车辆的使用寿命期内，免费解决车辆自身产生上可能出现的各种电磁干扰。

14.2 干扰因素

卖方将在车辆设计中考虑下列干扰，并采取一切必要措施消除干扰对所供设备的影响：

14.2.1 辐射干扰——在离辐射干扰源大于一个波长的约 1/6 距离，辐射场占主导地位。

14.2.2 感应干扰——可以是自电力电子和电缆的直接电磁感应所致。在离干扰源小于一个波长的 1/6 距离，电流变化率所产生的感应场是最重要的干扰因素。

14.2.3 传导干扰——可呈几种形式：

(1) 出现在设备供电电源上的干扰；

(2) 那些使用共用接地回流的设备，由于在回流路径上的电压降，会受到来自其它设备的干扰；

(3) 那些使用路轨作为传输或接收信号导体的信号设备易受耦合在路轨中的干扰，这是路轨中有牵引谐波电流所致；

(4) 与外部有接口的设备会受到接口电缆和电线上含有的那种干扰。

14.2.4 静电释放——在干燥气候条件下出现，自人体中静电释放（能充至几千伏）会造成丢失数据或者会损坏含灵敏元件的硬件设备。

14.3 一般电磁干扰

投标人应确保具有足够的防护，以防止所供车载设备的任何系统和部件包括牵引电机和辅助逆变器的电磁干扰影响以下车载系统和招标线路范围内及附近的系统。应考虑的部件和系统至少包括以下各项：

14.3.1 所有车载电子和电气设备，包括门系统、空调系统、空气制动系统、牵引和制动、辅助电源、列车控制和诊断系统、乘客信息系统、无线通信系统等。

14.3.2 供电系统 SCADA 设备。

14.3.3 所有大众通信设备、轨旁和附近的通信系统，包括：

（1） 所有通信设备和电缆；

（2） 招标人线路所有车站、中央调度指挥中心（OCC）及车辆段内的通信系统；

（3） 列车无线通信系统；

（4） 手持便携无线系统；

（5） 公共移动无线与电话系统；

（6） 个人通信网络系统；

（7） 公共无线电广播服务和通信服务包括 AM 收音机、FM 收音机和付费电话；

（8） 直线电话、非共用自动分支交换电话(PABX)和隧道电话机。

14.3.4 南京地铁本项目的信号系统，包括轨旁和车载设备、电缆。

14.3.5 乘客的物品和器具包括：

（1） 个人（便携）计算机；

（2） 个人电子设备

（3） 所有磁性介质设备；

（4） 助听器和心脏起搏器。

14.3.6 站台屏蔽门的门控系统、闭路电视及站台监视系统。

14.3.7 在站台监视亭和车站控制室内的灵敏设备（比如监视器、计算机）。

14.3.8 乘客信息显示系统。

14.3.9 车载视频监控系统。

14.3.10 列车广播系统。

14.4 车辆辐射和传导式发射

14.4.1 作为最低要求，车载设备的辐射电磁干扰和传导式发射的限值不得超过在 GB/T 24338.4《轨道交通电磁兼容 第 3-2 部分：机车车辆设备》、欧洲标准 EN 50121-3-1 和 EN 50121-2 中所规定的级别，且车载设备的辐射电磁干扰和传导

式发射的限制条件还考虑其它系统需求。

14.4.2 在第 14.6.3 电磁兼容性的特殊发射要求应予以满足。

14.5 车辆设备抗干扰级别

14.5.1 所有车载电气和电子设备应抵抗来自其它车载设备和外部干扰源产生的辐射电磁干扰。按照 EN 50121-3-2 标准，所有的电气和电子设备应抵抗在 80MHz 至 1000MHz 频率范围内的 20V/m（146dBμV/m）的电磁场强度。

14.5.2 任何含有对放静电敏感的电子元件且很可能由招标人人员或乘客操作或触及的设备均应进行抗静电防护。

14.5.3 所有的车载电气和电子设备应在 150kHz 至 80MHz 频率范围抵抗如欧洲标准 EN 50121-3-2 或相应的国家标准中所定义的传导式干扰级。

14.5.4 可能影响车载设备的外部和内部发射源包括：

（1） 招标人线路的无线通信系统包含列车无线、手持便携无线、传呼、公共移动无线电话和个人通信网络；

（2） 牵引和辅助设备包括逆变器和照明变流器；

（3） 牵引电机和接触网产生的磁场；

（4） 乘客信息显示系统；

（5） wifi 网络。

14.5.5 易受第 14.5.4 款中所描述的干扰源影响的车载灵敏设备包括：

(1) 牵引系统、辅助系统、空调单元的控制和监视设备；

(2) 列车控制和诊断系统；

(3) 数字式声音播报系统和乘客广播；

(4) 乘客信息系统显示器；

(5) 车载视频监控系统设备；

(6) 所有其它电子设备。

14.6 与通信和信号设备的电磁兼容性

14.6.1 列车产生的电磁场不应干扰招标人线路的通信和信号系统所有设备的正常工作，整车对外辐射发射满足 GB/T 24338.3《轨道交通 电磁兼容 第 3-1 部分：机车车辆 列车和整车》，与信号系统兼容性（涉及传导干扰电流和轨旁磁场发射等）满足 GB/T 28807（所有部分）《轨道交通 机车车辆和列车检测系统的兼容性》的规定。

14.6.2 投标人应与通信和信号系统车载设备子供货商联络和合作，交换 EMC 数据和相关设备性能特性，解决接口问题，以生产相兼容的系统。

14.6.3 除了第 14.4 款中详述的要求以外从通信设备的任何部件的任何方向 0.5m 距离处的辐射发射，在特定频带中不得大于给定的场强度，特定频带和允许场强度由投标人提出建议方案，招标人确认。

14.6.4 投标人应对逆变器进入车载滤波器的谐波电流/浪涌电流的大小以限制，并提供足够的列车输入阻抗以限制按国际标准规定的所有谐波电流，在铠装通信电缆上的感应电压不超过 ITU-T（国际电话、电报咨询委员会）对在正常和故障条件下的推荐值。具体标准在设计联络时讨论确定。

14.6.5 车辆设备应能抵抗线路的通信和信号系统所有设备产生的电磁干扰。所有由通信供应商供应的车载通信设备应不受由列车、接触网/电力回流轨、动力电缆和牵引电机产生的任何磁场的影响。

14.6.6 必须提供在所有条件下和所有时间在列车供电接口处测得的最大噪声电流，最大噪声电流不得大于：在 20 秒期间平均 10A;在 4 秒期间平均 12.2A；瞬时值 13A（按重复波形对待的 20 毫秒瞬时值电流的加权值）。噪声加权按在 ITU-T 建议中所描述的要求进行。投标人应测量噪声电流的时域图。

14.6.7 所有干扰信号应低于 ITU-T 标准要求。

14.6.8 必须采取措施限制在车辆上由于高速开关所产生的冲击电流的干扰。

14.6.9 除了对所有车载设备的 EMC 要求以外，投标人应确保在正常供电条件下，因电力回路中电缆、牵引电机和电抗器产生的静磁场，以及因架空接触网和回流轨产生的静磁场，不得明显影响任何客室内乘客信息显示器、司机室显示器等。

14.7 窗玻璃和车门玻璃屏蔽衰减指标

为了满足民用通信系统在地铁车辆内的正常使用，特对车辆玻璃屏蔽提出以下要求：客室窗玻璃、客室车门玻璃及司机室车门玻璃对民用无线电通信的屏蔽衰减必须小于 6dB。

14.8 公共系统的兼容性

在所有正常工作状态下，投标人应确保由列车产生的任何静态的或交变的磁场，不得干扰如第 14.3.5 款乘客物品或磁性介质的正确使用。

在符合 GB/T 32577《轨道交通有人环境中电子和电气设备产生的磁场强度测量方法》规定的区域，车辆产生的磁场强度或磁通密度应满足下列要求：

a) 客室内静磁场（d.c.）限值不大于 1 mT。

b) 职业和公众照射低频磁场强度及限值应低于图 1、图 2 的限值，其他频率电磁辐射应符合 GB 8702 中的电场或磁场限值要求。

c）若考虑装有心脏起搏器的人群，车辆中关于直流与工频磁场限值要求，根据 EN 45502-2-1《活性可植入医疗器件 第 2-1 部分：用于治疗缓慢性心率失常的活性可植入医疗器件的特殊要求（心脏起搏器）》和 ICNIRP 国际非电离辐射保护协会中的规定：装有心脏起搏器人群的直流磁场照射限值不超过 0.5mT，50Hz 磁场照射限值不超过 60uT。

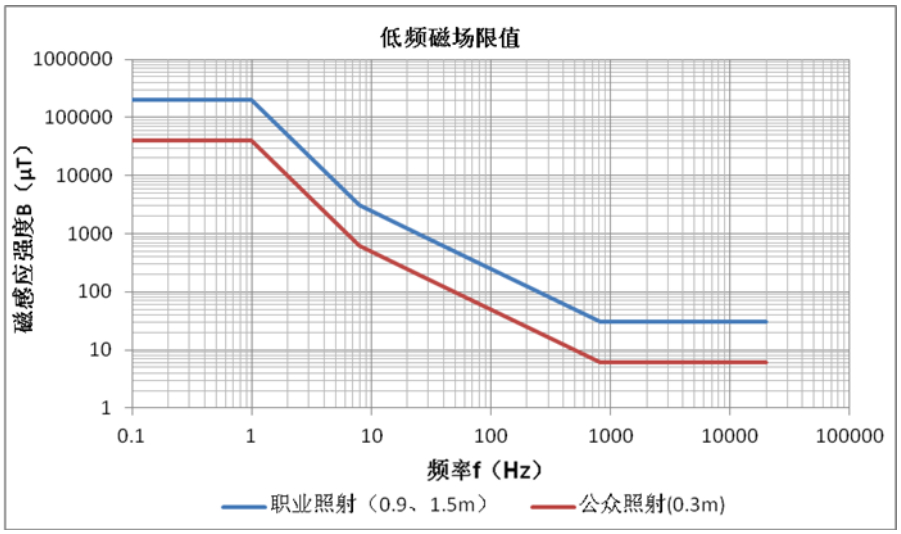


图 1 车内低频磁场职业照射（0.9、1.5m）和公众照射（0.3m）限值

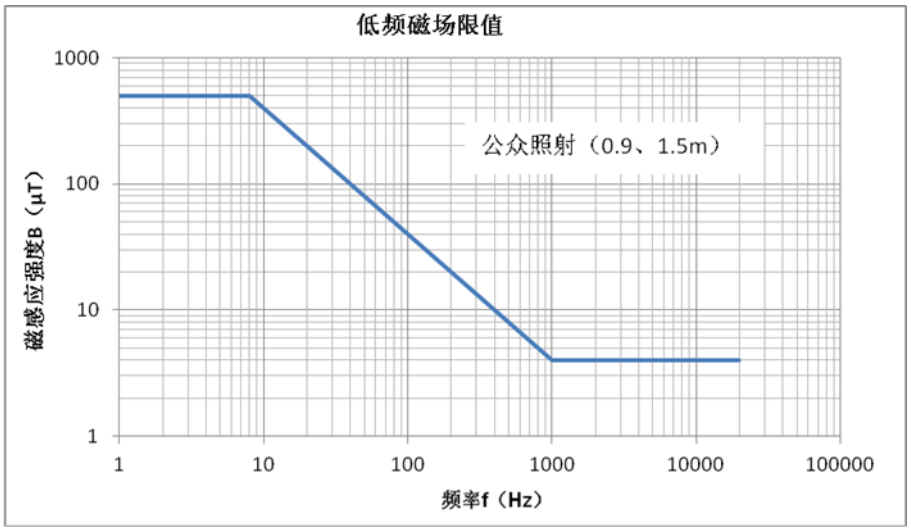


图 2 车内低频磁场公众照射（0.9、1.5m）限值

14.9 对整车的 EMC 设计方案的要求

14.9.1 为了达到车辆电气设备的一般 EMC 设计方案的要求，投标人必要满足以下基本要求：

14.9.1.1 车辆的所有部件应不受任何干扰地发挥其功能；

14.9.1.2 车辆与其线路内、外环境应不受任何干扰地协调工作；

14.9.1.3 遵守运营者特殊的 EMC 的要求；

14.9.1.4 遵守有关抗干扰性和干扰发射的法定规定；

14.9.1.5 确保乘务人员和乘客的人身安全。

14.9.2 投标人必须考虑 EMC 对车辆的所有部分的影响。首先是对车辆的控制部分和功率部分中的接地、外壳、屏蔽、滤波、信号传输、设备布置和布线产生作用。

14.9.3 投标人所采取的措施中必须考虑：

14.9.3.1 由于车辆控制系统中采用了数字和微处理器技术，改变了干扰源（变流器）以及各种受干扰对象；

14.9.3.2 要能有效屏蔽低、高频磁场与电磁场，使电子装置具有与环境和屏蔽相同的电位，从而显著地减少干扰耦合；

14.9.3.3 车辆的所有导电部分相互连接，所有装置和部件的箱体与车辆外壳连接，要求

它们是低电感和低欧姆的连接；

14.9.3.4 控制装置的电子部件必须屏蔽；

14.9.3.5 控制装置之间的每个通信部分必须是电位隔离，所有具有蓄电池电位的输入输出导线应得到电位隔离；

14.9.3.6 设法降低对数字总线系统干扰灵敏性。

14.10 测试要求

为确保和表明 EMC 符合标准，要求投标人编制一份综合测试方案和计划。这份方案需在设计阶段提交给招标人确认。部件级的 EMC 试验报告也须在设计审查前提交。

在进行整车试验前，投标人须对招标人线路进行 EMC 的环境评估试验，并提交完整的试验报告。

测试应至少包括下列项目：

14.10.1 整车级

14.10.1.1 车辆干扰测试

整车干扰限值应符合 GB/T 24338.3《轨道交通 电磁兼容 第 3-1 部分：机车车辆列车和整车》，以及满足招标人在设计阶段提出的其它限制要求，并测试对招标线路附近典型设备的影响。如：

（1） 对供电系统/接触网的干扰；

（2） 对 ATC 信号系统和轨道电路的干扰；

（3） 对无线电和通信系统的干扰；

（4） 对电磁敏感介质的干扰；

（5） 对佩戴心脏起搏器人员的干扰；

（6） 对外部基础设施的干扰。

以上试验由投标人在招标人所在地进行。

14.10.1.2 车辆抗干扰测试

整车应按 GB/T 24338.3《轨道交通 电磁兼容 第 3-1 部分：机车车辆 列车和整车》和 EN 50121-3-1 测试抗电磁干扰的能力。

14.10.1.3 车辆抗干扰发射

还应按 GB/T 24338.3《轨道交通 电磁兼容 第 3-1 部分：机车车辆 列车和整车》测量电网反作用、无线电干扰场强和磁场等组成的环境背景噪音。具体极限值投标人应在设计说明中给定。

14.10.2 部件级

14.10.2.1 抗干扰测试的部件性能标准

所有供应的设备不得由于进行抗干扰测试而变得危险、不安全或被损坏。所进行的测试投标人应按 EN 标准中 A、B、C 级性能标准提供，并在试验计划中注明，交招标人核批。

客室 LCD 屏和 CCTV 监控屏应满足 EN50121 中 B 级性能要求,而其他所有车载电子设备应满足 EN50121 中 A 级性能要求。

(1) A 级性能标准：

正测试的设备在整个测试期间应保持正常性能不超出规定的极限值。测试无论如何不得影响任何软件代码和数据。

(2) B 级性能标准

正测试的设备可能在测试期间有功能或性能的临时降级或功能丧失，不允许低于投标人规定的性能水平。试验过程中允许性能下降的，但不允许实际运行状态或存储数据有所改变。正测试的设备必须在撤出测试波形/信号时在不用操作者介入或系统复位情况下自行恢复。此时无论如何不得影响任何软件代码或数据。

(3) C 级性能标准

只要设备功能可以自行恢复或通过操作控制器来恢复，允许出现暂时的功能丧

失。

最低性能判定需要在设计联络会议确定。

14.10.2.2 干扰测试

（1） 辐射频率发射

对于辐射发射，所有供应的设备将按 GB 4824《工业、科学和医疗(ism) 射频设备 电磁骚扰特性 限值和测量方法》第 1 组 A 发射级测试。

（2） 传导式发射

对于传导发射，所有供应的设备将按 GB 4824《工业、科学和医疗(ism) 射频设备 电磁骚扰特性 限值和测量方法》第 1 组 A 发射级测试。

14.10.2.3 抗干扰测试

（1） 抗放静电

所有供应的设备应按 IEC 61000-4-2《电磁兼容性（EMC） 第 4-2 部分：试验和测量技术 静电放电抗扰度测试》三级抗干扰级设计和测试抗放静电能力，应达到 A 级性能标准。

（2） 抗辐射干扰

所有供应的设备应按 IEC 61000-4-3《电磁兼容性（EMC） 第 4-3 部分：试验和测量技术 辐射抗干扰度测试》三级抗干扰级设计和测试抵抗辐射频率，应达到 A 级性能标准。

（3） 抗电快速瞬变脉冲群

所有供应的设备应按 IEC 61000-4-4《电磁兼容性（EMC） 第 4-4 部分：试验和测量技术 快速脉冲群测试》三级抗干扰级对抗快速电气瞬间值加以设计和测试，应达到 A 级性能标准。

（4） 抗浪涌式干扰

所有供应的设备应按 IEC 61000-4-5《电磁兼容性（EMC） 第 4-5 部分：试验和测量技术 雷击浪涌测试》标准的波形三级抗干扰级对抗冲击加以设计和测试，

应达到 A 级性能标准。或按 EN50155 浪涌式的干扰现象的要求。

（5） 抗传导式干扰

所有供应的设备应按 IEC 61000-4-6《电磁兼容性（EMC） 第 4-6 部分：试验和测量技术 传导抗干扰测试》二级抗干扰级对抗传导式干扰加以设计和测试，应达到 A 级性能标准。

（6） 抗电力频率磁场

所有供应的设备应按 IEC 61000-4-8《电磁兼容性（EMC） 第 4-8 部分：试验和测量技术 工频磁场测试》三级抗干扰级对抗电力频率磁场加以设计和测试，应达到 A 级性能标准。

（7） 抗电源电压变化及短路中断按 IEC 61000-4-11《电磁兼容性（EMC）第 4-11 部分：试验和测量技术 电压下降、短路和电压偏差抗扰测试》，应该达到 B 级性能标准。

以上这些测试并不能完全证明 EMC 相符性。投标人为全面证明 EMC 相符性，应适当建议其它测试。

14.11 电磁兼容技术文件

14.11.1 投标人应编制一份 EMC 管理计划，并在设计阶段提交招标人确认。EMC 管理计划至少应包括下列内容：

14.11.1.1 EMC 组织机构、投标人的 EMC 人员与测试机构的 EMC 人员，EMC 咨询与测试机构的资质。

14.11.1.2 车辆电气设备的 EMC 设计方案，包括对整车和部件应采取的 EMC 的措施，在整个合同期间拟采取方法、步骤和进度。

14.11.1.3 EMC 的接口管理计划，包括对各个子系统、整车的 EMC 进展情况以及车辆与信号的 EMC 接口澄清。

14.11.1.4 说明设计中应考虑的发射性和敏感性设备。

14.11.1.5 说明对电磁干扰敏感的系统之间的接口和达到兼容性的方法。

14.11.1.6　信号兼容性技术要求，包括：

（1）　适用于各子系统的干扰源和干扰种类，并应定量分析以限定干扰信号最严重情况时的数值（含：对屏蔽门的门控系统影响）；

（2）　用定量分析系统设计以确定干扰信号最严重情况时的数值，考虑是否会破坏该系统的正常工作；

（3）　为达到信号设备兼容性要求，说明在设计中所采取措施。

14.11.1.7　通信兼容性技术要求，包括：

（1）　说明与其他系统的接口；

（2）　为达到通信设备兼容性要求，在设计中采用的措施。

14.11.2　投标人应编制一份 EMC 设计、实施方案的审核文件，在设计阶段提交招标人。该文件应至少包括下列内容：

14.11.2.1　辐射电磁干扰要求

应提供技术文件，说明在设计中如何尽量减少辐射电磁干扰的发射，以及为达到设备抵抗来自所有其它源的辐射电磁干扰的要求已经采取的措施。

14.11.2.2　磁场要求

表明已满足磁场要求的所有计算文件。

14.11.2.3　感应式干扰要求

说明由列车受电的噪声加权电流不超过技术规范中规定值的所有计算文件。

14.11.2.4　传导干扰要求

表明已满足传导干扰要求的所有计算文件。

14.11.2.5　信号兼容性研究

为避免干扰信号系统，所采取措施除与信号供应商的 EMC 接口文件外，还应包括：

（1）　每类信号设备的 EMC 特殊要求；

（2） 对牵引和辅助设备包括电路图的描述；

（3） 故障树分析；

（4） 故障模式影响和安全性分析；

（5） 正常和故障状态下，牵引和辅助逆变器的电源谐波电流计算；

（6） 电源滤波器谐振频率设计；

（7） 射频滤波器（RFI）屏蔽方法；

（8） 关于对潜在电磁干扰源的控制分析（包括所有干扰源的频率）。

14.11.2.6 通信兼容性研究

为避免列车辐射电磁干扰影响,通信设备所采取措施的文件。

14.11.2.7 EMC 试验计划表

包括每项测试大纲，其内容应包括：技术要求、测试的地点、所需仪器设备和涉及的其它第三方，该计划表中至少应包括第 14.9 条中的测试项目。

14.11.3 EMC 试验报告

EMC 试验报告应包括以下两个部分：

14.11.3.1 根据批准的 EMC 设计方案，说明对整车和部件所采取的 EMC 措施已全面得到实施，并达到所要求标准。

14.11.3.2 按照 EMC 的测试大纲要求，提交整车级和设备部件级 EMC 测试型式试验报告。

14.11.4 EMC 综合文件

EMC 综合文件需提交给招标人，应包括以下内容：

14.11.4.1 投标人应把所有测试结果、计算、理论分析和设计研究组成一个文件，说明所测试的 EMC 全面符合标准要求，并将该文件交招标人。

14.11.4.2 投标人必须给出下列运营说明

（1） 指出按规定运营前提；

（2） 如装置不适合所有电磁环境条件，应指出有关限制；

（3） 安装说明，并指出这对于电磁兼容性是必要的；

（4） 指出长期保持电磁兼容性所需的保养范围及额度。

14.12 EMC 型式试验其他规定

14.12.1 EMC 试验大多是型式试验，投标人应提供型式试验报告给招标人。

14.12.2 如果整台装置或其中一部分基本接近于试验过的产品，则制造商可以提供试验证明，在征得招标人允许后不必进行试验。

14.12.3 下列情况招标人可以要求投标人重做全部或部分 EMC 型式试验：

14.12.3.1 制造地点改变时；具体在设计联络讨论，并由招标人确认。

14.12.3.2 对装于车辆上的电子部分或功率部分的装置进行了改进时；

14.12.3.3 型式试验或例行试验失败或参数改变时；

14.12.3.4 停止生产五年以上恢复生产时。

14.12.4 部件和整车 EMC 的型式试验应由有资质的第三方机构进行，投标人应邀请招标人人员参加。

14.12.5 投标人必须在部件和整车 EMC 试验前一个月,将具体试验计划通知招标人。

招标人接到试验通知后,在试验前一周通知投标人是否派人参加,试验时如果招标人人员不能按时到场，投标人可以单独进行试验。

14.13 有关标准要求

14.13.1 投标人必须提供 EMC 测试使用的相关国际和国家标准。

14.13.2 无论何时只要引用的各标准对某一特定的性能标准有双重要求时，应由招标人确定将采用的标准；

14.13.3 投标人可以提出备选性电磁兼容性标准，由招标人认可。

14.13.4 所有标准版本采用合同生效日时的最新标准。

14.14 供电滤波器

14.14.1 每个牵引变流器配备一个 LC 输入滤波器，以抑制电压的浪涌并且提供一个稳定的 DC 电源供电。滤波器同时阻止不希望的切换频率反馈到电源。

14.14.2 此滤波器应连接在接触网/轨道供电输入端与连接此电源的所有电子/电气设备之间，但高速断路器过压保护设备例外。

14.14.3 供电滤波器应提供足够的阻抗以确保接触网供电中的纹波电流小得足够确保所有轨道侧和附近电缆上的接触电压低于 CCITT 推荐的限制值。

14.14.4 附加高频滤波电容器包括在用于 EMC 控制的每个变流器中。

附件 3-15 列车振动与噪声

15.1 振动和冲击

15.1.1 总体要求

15.1.1.1 一般规定

一、在列车运营的全速度范围内，车辆的各种设备及车体不产生共振。以线路条件为输入，列车服役 30 年期间，在振动的环境下，所有装配车身和配件应保持结构上的整体性并做到运营可靠。

15.1.1.2 振动输出量

二、旋转部件产生的振动不应超出这些部件的设计要求。设计时应防止旋转部件通过支承结构相互作用产生的有害的二次谐振。

15.1.2 振动冲击性能要求

15.1.2.1 一般规定

三、运营状态下应避免令人不适的振动和噪音。

15.1.2.2 振动分级

四、在正常行驶条件下，车辆的横向、纵向和垂直振动的测量，在三分之一范围的倍频带、跨越 1 至 40 赫兹范围的加速度值，不应超越 ISO 2631（所有部分）《机械振动与冲击 人体处于全身振动的评价》中关于 1 小时乘坐舒适度边界条件的规定。投标人应在经过实证或做过振动分析、能代表乘坐舒适的地方进行振动模算，并提交模算报告。

15.1.2.3 振动分析

五、车体、转向架、车轮的动态振动和轨缝的间距等振动源的频率应在运营环境下确定。基于振动分析的设计将保证所有主要的结构部件免除共振，远离不可接受的谐振扩大化。

六、应按照 GB/T 5599《机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范》规定的测试

方法，列车在任何载荷和速度下，其垂向、横向运行平稳性指标均<2.5。经过150,000km运行后，在上述条件下，其垂向和横向平稳性指标应<2.75。

15.1.2.4 车辆上的各种设备应按GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》标准要求，能承受振动频率为1～500Hz在三个方向上（垂向、横向和纵向）规定的振动水平。

15.1.2.5 随机振动试验的等级要求和频率范围应满足GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》规定。

15.1.2.6 提高随机振动量级的模拟长寿命试验的类别、等级和频率范围，应按GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》标准要求进行。

15.1.2.7 车辆上所有设备和悬挂部分应按GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》标准要求，都能承受各种力的冲击（设备任何部分不会发生脱离，车体也不会发生永久性变形）。

15.1.2.8 装于车体上的设备和悬挂部分，按照GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》在任何方向能承受如下最大冲击加速度的冲击(下述负载情况组合施加):

七、（1）纵向：±5g；

八、（2）横向：±3g；

九、（3）垂向：±3g。

15.1.2.9 装于转向架构架上的设备应按照GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》中相关规定的进行振动测试，其设备和悬挂不会产生永久性变形，并提供测试报告。

15.1.2.10 车体和转向架的连接部分能承受3.0 g时的纵向冲击力而无永久性变形。车体和转向架间的连接件能承受5.0g的纵向加速度而不断裂。

15.1.2.11 齿轮箱上能承受的从轴上传来的任何方向的最大冲击加速度（每个载荷情况将单独施加）应按照GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》中相关规定的进行振动测试，并提交测试报告。

15.2 噪声

15.2.1 整车噪声要求

15.2.1.1 车辆外部和内部噪声测试应分别按照 ISO 3095《铁路应用 声学 轨道车辆辐射噪声测量》、ISO 3381《铁路应用 声学 铁道车辆内部噪声测量》和 GB 14892《城市轨道交通列车 噪声限值和测量方法》标准执行。

15.2.1.2 在 ISO 3381《铁路应用 声学 铁道车辆内部噪声测量》标准规定的测试条件下，列车静止，辅助系统正常运行，在车辆中心离地板面高 1.2m、1.6m 处测得的客室内 LpAeq,T 应不超过 68dB(A)；司机室内 LpAeq,T 应不超过 65dB(A)。

15.2.1.3 在 ISO 3381《铁路应用 声学 铁道车辆内部噪声测量》标准规定的测试条件下，列车在自由声场以 80±5%km/h 速度运行时，在车辆中心离地板 1.2 m、1.6 m 高处测得的客室内、司机室内 LpAeq,T 应不超过 73dB(A)。

15.2.1.4 在隧道内以 80±5%km/h 速度运行时，列车车内噪声应符合 GB 14892《城市轨道交通列车 噪声限值和测量方法》的要求。

15.2.1.5 在 ISO3095《铁路应用 声学 轨道车辆辐射噪声测量》标准规定的测试条件下，列车在自由声场停止时，辅助系统正常运行，在距轨道中心 7.5m，距轨面高 1.2m、3.5m 处测得的 LpAeq,T 应不超过 66 dB(A)。

15.2.1.6 在 ISO3095《铁路应用 声学 轨道车辆辐射噪声测量》标准规定的测试条件下，列车在自由声场以 60±5% Km/h 速度运行时，在距轨道中心线 7.5m，距轨面高 1.2m、3.5m 处测得的 LpAeq,Tp 应不超过 80 dB(A)。

15.2.2 主要部件的噪声要求

十、牵引逆变器、牵引电机、制动电阻风机、辅助逆变器、空调整机、空气压缩机、齿轮箱、车门系统等主要部件噪声应符合用户需求书相关章节或相关标准的要求。投标人应对主要部件的噪声进行严格限制，以使车辆内、外部噪声分别满足要求。投标人应在设计联络阶段提交主要部件的噪声测试方法、噪声值，以及测试和评价的标准供招标人确认。

附件 3-16 材料与工艺

16.1 总体要求

16.1.1 地铁车辆上的所有材料均不会对人体健康产生任何危害。所有材料均应适用于常规的维修工作（如焊接、切割等），而不需要对维修人员采取其它非正常保护措施。

16.1.2 所有材料应全部使用符合最新标准的合格材料，且这些材料应适用于地铁车辆上。且充分考虑材料的疲劳极限、耐腐蚀性能及发生降解的时间。

16.1.3 对所有使用的材料必须给出牌号、名称、采用标准及应用部位，并列出清单，在设计联络阶段提交招标人确认。

16.1.4 优先采用轻量化材料。

16.1.5 所有的材料、紧固件、工具等都应采用公制单位，并符合国际标准。

16.1.6 以下材料的选择必须由投标人从市场上潜在供应商中选择三个质量优胜的最知名品牌做候选，投标人须提出供选择的样品及特性说明：电缆、导线、玻璃、地板布、接触器、继电器、空气开关、按钮开关、金属橡胶件、油漆、硅胶、隔音隔热材料、紧固件、接插件。在首车试制阶段，招投标双方可在材料上车前现场抽取部分样品由第三方检测机构对产品质量进行检验，费用由投标人负责。

16.1.7 禁止使用的材料，且应符合 TB/T 3139《机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量》材料环保要求以及地方法规所禁用的材料。

（1） 石棉；

（2） PVC

（3） 胶泥；

（4） 铅(包括铅钼合金)

（5） 胶合板；

（6） 木材；

（7） 热塑薄板；

（8） 多氯联苯 （PCBs）；

（9） 聚亚安脂泡沫材料；

（10） 放射性材料

（11） 不符合蒙特利尔国际公约标准的制冷剂；

（12） 玻璃丝棉；

（13） 公共交通运输标准所禁止使用的材料。

16.2 低合金高强度钢（LAHT）材料

16.2.1 应采用符合 EN 10025《热轧非合金结构钢交货技术条件》、DIN 1626《特殊要求的碳素钢焊接圆形钢管交货技术条件》、DIN 1629《特殊要求的无缝环形非合金钢管交货技术条件》、DIN 1681《一般工程用非合金铸钢》标准或其它相当标准的低合金高强度钢。

16.2.2 冷轧和热轧板材及带材应符合 EN10025《热轧非合金结构钢交货技术条件》标准或其它相当标准的要求。

16.2.3 须说明低合金钢应用的具体部位和用途。

16.2.4 须按照 16.2.3 的要求提出低合金高强度钢的具体清单。

16.3 不锈钢材料及耐候钢材料

16.3.1 不锈钢车体材料优选 SUS 301L 等系列材料，材料化学成分、机械性能等质量等级均符合 TB/T3350.1《动车组用不锈钢 第 1 部分：钢板及钢带》或 EN 10088-2《不锈钢-第 2=部分：抗腐蚀薄板、钢带及钢板总体交货技术条件》标准或中国国家有关标准的规定。

16.3.2 不锈钢管满足标准 GB/T 12770《机械结构用不锈钢焊接钢管》及图样要求或其它相当标准的要求。

16.3.3 车辆使用的耐候钢材料，符合 GB/T 4171《高耐候性结构钢》或 TB/T1979《铁道车辆用耐大气腐蚀钢》标准的规定。

16.4 铸件材料

投标人必须说明铸件应用的部位和用途。

16.4.1 投标人应按铸件的具体用途选用合适的材料，提供最适用的设计结构、化学成分和热处理的铸件。

16.4.2 铸钢件构件应按规定程序进行试验、检查和验收。

16.4.3 首批铸件应按照有关国际标准作射线检查和机械强度试验，进行合格证鉴定。

16.4.4 整车设计中不得使用铸铝材料。

16.4.5 须按照 16.4.3 的要求提出铸件材料的具体清单。

16.4.6 铸件的质量控制

16.4.6.1 铝铸件的质量控制应按 EN 1706《铝和铝合金 铸件 化学成分和机械性能》或其它相当标准的要求进行；钢铸件的质量控制应按 DIN 1690《金属材料铸件交货技术条件》第一和第二部分或 DIN 1681《一般工程用非合金铸钢》或其它相当标准进行。

16.4.6.2 应用于重要部位（如车体、转向架）的铸件，应 100%进行 X 射线及超声波检测。铸件的全部表面应经过探伤检查。

16.4.6.3 投标人应根据铸件的使用情况定义铸件的试验、检查和验收步骤，结构铸件材料的测试程序应符合有关标准的要求，并在设计审查会时提交给招标人确认。

16.4.6.4 全部表面应经探伤检查。

16.4.6.5 每一批铸件的鉴定试验报告：

（1） 射线、探伤照片；

（2） 热处理过程；

（3） 材料的化学成分。

16.5 铝制品材料

16.5.1 一般要求

16.5.1.1 所有铝制品应按 EN 10204《金属产品 检验文件的类型》或其它相当标准的规定作识别标记。

16.5.1.2 所有铝制品应符合 EN 1706《铝和铝合金 铸件 化学成分和机械性能》关于挤压铝型材的规定以及 EN 485（所有部分）《铝和铝合金 薄板、带材和厚板》和 EN 755《铝和铝合金 挤压型材》或其它相当标准的技术要求。

16.5.1.3 用于车内能被乘客看见的不涂漆的铝制品（除装饰带及客室侧门外）应具有透明的阳极氧化层涂层厚至少 15μm。

16.5.1.4 所有与不同的金属接触的铝的表面应洁净并具有良好的防腐措施。不同金属材料接触时，接触面应有一个防腐层，防止双金属腐蚀，涂层最薄为 15μm。

16.5.2 设计应力

16.5.2.1 所有结构构件的设计和选用需保证在可能达到的最大乘客载荷下的应力应不超过 GB/T 33194《铁路应用 机车车辆车体结构要求》的规定的许用应力。

16.5.2.2 应为下列因素留有适当的应力余量：

（1） 疲劳；

（2） 立柱和板材的稳定性（刚度）；

（3） 焊接区强度的削弱。

16.5.2.3 允许的疲劳应力应按 AW_3 载荷和最恶劣的工况条件确定。

16.5.2.4 车辆牵引梁部位不允许使用 7000 系列的铝合金。

16.5.3 装配与紧固

16.5.3.1 参照国际上有关的规定进行。

16.5.3.2 在支撑部件中铝与下列任何材料不能有直接的接触连结：铜、黄铜、银、镍或镀镍件、镍合金、铅、锡、黑色金属材料。

16.5.3.3 对于钢与铝的连接，连接处应采用特定的化合物或绝缘材料。

16.5.3.4 对于非铝合金材料的紧固件：

（1） 表面需涂覆盖层或加绝缘层；

（2） 钢紧固件应涂防腐蚀油脂进行保护；

（3） 垫圈与螺母须采用效的防腐蚀保护；

（4） 成型铆钉头应避免与铝接触；

（5） 也可采用不锈钢紧固件。

16.5.3.5 铝与其他金属材料有接触时，应采用适当的隔离。

16.5.3.6 铝合金蜂窝材料应达到商用等级，粘结充分，应具有足够的强度，并有成熟的应用业绩。

16.6 车内用材料

16.6.1 客室内装主要由铝合金板、铝合金型材、不锈钢和玻璃钢或其它更好材料组成，根据不同应用要求选用，并根据应用需要分别进行喷涂、粉末喷涂、电镀或保留未处理的自然表面，具体表面处理类型根据选择进行。车体两侧及客室内所有漆面采用耐脏，易清洁涂层，使用寿命不低于 12 年。

16.6.2 照明模块的反射体为粉末喷涂或表面喷涂处理的铝合金材料，照板为涂有聚碳酸酯的乳白色散射体。

16.6.3 金属装饰带表面平整光滑，应修边去毛刺。

16.6.4 座椅采用铝合金/钢质框架；座椅面采用表面防滑的玻璃钢组成

16.6.5 在满足结构强度和外观总体美观的前提下，所有的扶手及立柱由阳极氧化的铝合金管或不锈钢制成，如采用不锈钢，要求采用比 1Cr18Ni9Ti 更优的材质，并按照相关的国家标准进行防腐性能试验。具体材料牌号在设计联络时确定。

16.6.6 地板布

16.6.6.1 地板布为一种聚合材料、橡胶或更优材料（与南京地铁既有项目一致），标称厚度为≥3mm，若采用聚合材料则耐磨层厚度应不低于 1.2mm，在地板布的寿命周期内，保证其耐磨层、颜色、花色等基本性能不变，需具有环保、耐磨、防火、防静电、寿命长、不开裂、防滑等特性，且美观、易于清洁的特点。

16.6.6.2 地板布采用宽幅形式，纵向铺设，以减少接缝，接缝处应避免水或清洗剂等溶液渗入。

16.6.6.3 地板布性能指标

（1） 尺寸稳定性：地板布须有特别设计，以防止受气温和湿度影响而膨胀或收缩；按照 ISO 23999 标准测试。

（2） 《弹性地板覆盖物 受热后尺寸稳定性和卷曲变化的测定》标准或类似标准，把地板布样板放进烘炉，以 80℃高温加热 6 小时，冷却后量度其长度与阔度与加热前的差别≤±0.2%；

（3） 耐磨性：地板布耐磨层须结构紧密；密度高，不含气泡；按照 ISO 9352《塑料用磨轮测定抗磨耗性能》标准，利用负重 1kg 的打磨轮（H18 型）于地板布样板表面打磨 1000 转，然后再量度损失重量≤400mg。或 ISO4649《硫化橡胶或热塑性橡胶 用旋转辊筒鼓形装置测定耐磨性能》程序 A：为 200mm3；

（4） 载重负荷能力:按照 ISO24343（所有部分）《弹性和复合地板覆盖物 压痕和残留压痕测定》标准或类似标准,地板布压痕残留≤0.2mm。

（5） 颜色稳定性：满足 ISO 4582《塑料 暴露于透过玻璃的日光、自然风化或实验室光源以后颜色改变和性能变化的测定》标准，参照 ISO105-B02《纺织品 耐色牢度测试 第 B02 部分:人造光色牢度:氙弧灯试验》程序 3，利用人造紫外光照射地板布，随后利用一个颜色量度比例尺量度地板布颜色转变的程度，具体在设计联络阶段根据材料再确定。

（6） 防滑性能应满足 DIN5113《地板覆盖物的试验 防滑性能测定》 R9 级，或其它等同标准的要求；

（7） 抗拉性：按照 EN684《弹性地板覆盖物 接缝强度的测定》将两块阔度为 5cm 的地板布焊接在一起,然后用拉力机将其拉开,直至焊缝断裂,要求拉力≥10daN/cm;

（8） 防火性：地板布阻燃性需符合 EN45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》标准相关要求。

（9） 烟毒性：应满足 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》标准的相

关要求。

（10） 耐腐蚀性：满足ISO 26987《弹性地板覆盖物 染色和耐化学品性的测定》标准，不受稀释的酸性物质影响；

（11） 吸音性能：噪声吸收性能应满足 ISO 10140（所有部分）《隔音性能测试》的要求，抗静电性应按照 IEC62631-3-1《固体绝缘材料的介电和电阻特性 第3-1 部分:电阻特性的测定（直流方法）体积电阻和体积电阻率 通用方法》标准，防静电满足标准 EN1815《弹性和强化地板 静电性能评估》 ；

（12） 表面硬度应达到90±5邵氏A类硬度,干地板的防滑系数应不小于0.75，湿地板不小于 0.62；

（13） 抗静电性：符合标准 EN1815 的要求；

（14） 绝缘性：符合标准 IEC62631-3-1《固体绝缘材料的介电和电阻特性 第3-1 部分:电阻特性的测定（直流方法）体积电阻和体积电阻率 通用方法》的要求。

16.7 管道材料

16.7.1 概述

16.7.1.1 所有的管道、阀门、接头和安装方法应按照 EN 10305《精密钢管交货技术条件》或其它相当标准的技术条件。

16.7.1.2 管道与安装零件的连接不用焊接，应提供可靠的、快速连接接头，并提供样品供招标人确认。

16.7.1.3 安装前，所有的管道系统必须去毛刺并清洁内部。

16.7.1.4 管道中应无低陷区或积水处并在最低位置设置排水装置。

16.7.2 空气管道

16.7.2.1 所有金属空气管道应采用按照以下标准的不锈钢：

（1） 无缝不锈钢管 EN 10216《无缝钢管交货技术条件》或其它相当标准

（2） 尺寸及允差 EN 10305《精密钢管交货技术条件》或其它相当标准

16.7.2.2 安装零件的技术要求

（1） 所有的安装零件应采用不锈钢材料；

（2） 安装零件的使用尽可能减到最小的程度。

16.7.2.3 应能使任何一节管道都可更换而且不会过分的困难。

16.7.2.4 管道应符合 EN 10217《压力焊接钢管交货技术条件》或其它相当标准，尺寸和公差符合 EN 10305《精密钢管交货技术条件》或其它相当标准。

16.7.2.5 当采用软管连接时，如车体与车钩或转向架的连接，软管端部应压装永久性接头，通过螺旋螺母和圆锥密封连接，软管必须符合有关标准。

16.7.2.6 软管的维修只限于外观检查，其使用寿命应大于 6 年。

16.7.2.7 所有管路直径应采用标准尺寸，并确保空气系统符合性能要求。

16.7.2.8 管道安装的工艺规程

（1） 必须提供适当的排水装置，用于风管系统及风缸的排水。

（2） 在管子穿过地板下的孔道以及构架等地方时必须提供管道与夹紧装置之间适当的消音隔离措施，所有管道必须用刚性紧固与防护。

管道在组装后必须清洁，且按相关规定进行压力试验，检查泄漏。

16.7.2.9 所有管路的安装应方便维修。

16.7.2.10 避免采用管路弯头，优先采用弯管。

16.7.2.11 与空压机的管路连接为弹性软管，以保证空压机的振动不会被传到刚性管路。

16.7.2.12 截止阀的手柄

（1） 手柄方向与流向垂直：截止；

（2） 手柄方向与流向平行：全开通；

（3） 阀门上应有标记文字代号；

（4） 截止阀的手柄的材料必需使用金属材料，且保证手柄具有足够长度，有利

于对它的扳动；

（5） 手柄的颜色符合 UIC 标准。

16.7.2.13 下列地方须采用隔振措施：

（1） 在空气压缩机与车体之间；

（2） 相邻管子的刚性区段之间。

16.7.2.14 整车管路布置应尽量避免使用软管，如须使用软管，必须采用橡胶软管，橡胶软管的使用寿命至少为 6 年。

16.7.2.15 双针压力表供风管路需采用硬管，走向须合理设计，应从司机台下方引出，与车底连接处不应采用焊接方式。

16.7.2.16 硬管间连接需采用固定式卡套的管接头，且管接头内不得带有橡胶 O 型圈，整车管路及管接头在列车使用寿命周期内不得更换。

16.7.2.17 橡胶软管与硬管间的连接需采用螺纹方式，连接处内部需带有橡胶 O 型圈以保证密封性。

16.7.2.18 空气管路的管道壁厚应至少大于 1mm。双针压力表供风管路管径不得大于 6mm。

16.7.2.19 可考虑采用数字式双针压力表，具体方案在设计联络阶段确定。

16.7.3 空调系统管道和配件

16.7.3.1 概述

（1） 空调管路安装到车辆上时，车辆供应商应遵照空调制造商推荐的操作规程。

（2） 应使用符合 ASHRAE 标准或其它相当标准的铜材的型式。

（3） 应全部采用焊接型轧制铜材的管配件。

（4） 投标人设计管道布局应使接头数最少。

（5） 管线的设计和安装应使任何一段管道是易于接近和易于更换的。所有接头应是易于接近和维修操作的。

（6） 易出现水珠的管道应做好隔热保护。

（7） 应在与压缩机/冷凝器的所有连接上使用隔振器。

（8） 运行时所有管道及管道与线缆不会发生碰撞、接触。

16.7.3.2 管道和配件的焊剂

（1） 银焊剂应符合工作标准要求；

（2） 焊接配件应清扫和清去熔剂。

16.7.3.3 管道系统焊接时，应避免氧化膜的产生，管道焊接完成后，需对管道表面做防护、防腐处理

16.7.3.4 空气过滤器应能清洗、能重复使用，并易于更换。

16.7.3.5 空调系统的电气控制系统应做好保护，安装在合适的位置，不易被腐蚀。

16.8 蓄电池外壳及蓄电池箱材料

16.8.1 蓄电池箱应采用不锈钢或铝合金材料制成，具体材料牌号第一次设计联络时确定。

16.8.2 蓄电池单节外壳采用非金属材料制成，外壳材料接缝应尽量少以降低漏液风险，满足 16.17 的阻燃性、低烟和无毒等要求。

16.8.3 盛装电池组小车的材质采用不锈钢。

16.9 橡胶弹性元件材料

16.9.1 一般要求

16.9.1.1 除非另有规定应采用氯丁橡胶、EPDM（ Ethylene-Propylene-Diene Monomer ）(三元乙丙橡胶)或性能更优材料，应具有高强度，耐紫外线辐射，适应给定地区的环境状况（气象条件）以及耐车辆清洗剂的能力。

16.9.1.2 应按最新规定的标准对所有的橡胶弹性元件进行质量检测。

16.9.1.3 所有橡胶弹性元件防火性能应符合车辆防火标准。

16.9.2 测试

测试应按照投标人关于合成橡胶材料的标准工艺规定进行。

16.9.3　橡胶材料与金属材料的粘结

（1） 金属与橡胶的粘结应按照相应的标准进行；

（2） 金属粘结必须适于酸洗后镀黄铜。

16.9.4　转向架橡胶弹性元件

（1） 缓冲件与减振件应采用天然/氯丁橡胶或更高性能的橡胶；

（2） 空气弹簧的外表层应采用耐磨天然/氯丁橡胶或更高性能的橡胶；

（3） 转向架橡胶弹性元件的寿命要求详见附件 3-6《转向架》章节；

（4） 应提交转向架主要橡胶件的寿命说明及产地。

16.9.5　密封件

16.9.5.1　车门及玻璃窗的密封件应采用 EPDM（三元乙丙橡胶材料）或性能更优材料，应满足密封要求，并符合车辆防火标准要求。

16.9.5.2　橡胶密封件需按每批订货随机抽查作以下各项试验，并将试验报告提交招标人确认：

（1） 拉伸强度试验；

（2） 延伸率试验；

（3） 加速老化试验；

（4） 不同硬度试验。

16.9.5.3　其它橡胶密封件的使用寿命应不小于 10 年。

16.10　玻璃材料

16.10.1　司机室前窗应采用钢化夹层玻璃，冲击阻力满足 UIC 651《机车、动车、动车组和驾驶拖车的司机室设计》的要求，试验满足 EN 15152《铁路应用 列车挡风玻璃》的要求；客室侧窗、客室门窗应采用双层安全中空玻璃，司机室侧门的窗应采用钢化玻璃,并符合中空玻璃标准 GB/T 11944《中空玻璃》及钢化玻璃标准 GB 18045《铁道车辆用安全玻璃》。

16.10.2　应进行波形线检测。每直线米的平面度偏差不得超过 3mm。

16.10.3　尺寸允差应符合 GB 18045《铁道车辆用安全玻璃》或其它相当标准的规定。色泽应一致，无变化。

16.10.4　玻璃应无浑浊，暇疵及擦痕，安装时应避免产生应力。

16.10.5　检测

16.10.5.1 应按 GB 18045《铁道车辆用安全玻璃》或其它相当标准的技术要求进行检测。标记安全玻璃必须作标记，标记设置在玻璃的右下方，标记应便于从车内读出。

16.10.5.2 所有安全玻璃采用均质处理。

16.11　导线和电缆

16.11.1　概述

16.11.1.1 车辆供应商和分包商应保证使用的导线和型号和规格减至最少，如有可能，电缆连接器也使用同一个生产厂家的产品。

16.11.1.2 导线型号和绝缘材料的选择应遵循国际或类似标准。

16.11.1.3 三根以上的导线穿过线管、线槽时，其最大容许额定载流量应降低。

16.11.1.4 所有其他特殊导线和电缆应在设计联络阶段由招标人认可。

16.11.1.5 每种型式导线和电缆的样品及其技术参数应在设计联络阶段提交招标人确认。

16.11.2　所有的箱体外面的导线应足够长和有足够的柔韧性，不易折断。

16.11.3　对于列车线至少应提供 10%的备用线，并与车上设备柜备用接线排连接。

16.11.4　导线和电缆选择应遵循以下标准：

16.11.4.1 机械特性

抗张强度、延伸率、老化、耐油、耐酸碱、臭氧、低温等特性应符合 EN 50264（所有部分）《铁路应用 具有特殊防火性能的铁路机车车辆动力和控制电缆》相关试验标准要求。

16.11.4.2 电气特性

耐压试验应符合 EN 50264（所有部分）《铁路应用 具有特殊防火性能的铁路机车车辆动力和控制电缆》和 EN 50305《铁路应用 具有特殊防火性能的铁路机车车辆电缆 试验方法》标准要求。

绝缘电阻应符合 EN 50264（所有部分）《铁路应用 具有特殊防火性能的铁路机车车辆动力和控制电缆》要求。

16.11.4.3 防火特性

防火等级应至少符合以下相关国际标准：

所有电缆的绝缘护套应采用低烟、无卤、阻燃材料，减少发生火灾或短路时产生的烟雾和有毒气体；所有电缆都应对火焰蔓延具有高抵抗性，应避免因电缆过热或着火引发的危险情况,防火满足EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》要求。

16.11.4.4 阻燃特性

应根据车辆防火等级选择相关标准。线缆的防火性能应符合 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》要求。

16.11.4.5 耐火标准

对于在火灾状态下仍需保持工作的电线电缆（如通信、控制电缆），其耐火标准应达到 IEC 60332（所有部分）《着火条件下电缆和光缆的试验》或等同标准要求。

16.11.4.6 烟气密度标准

按照 GB/T 17651.2《电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第 2 部分:试验程序和要求》试验。

16.11.4.7 烟气毒性标准

卤素含量：按照 IEC 60754-1《电缆材质燃烧产生气体检测 第 1 部分:卤酸气体含量的测定》，卤素含量为 0%；

烟气腐蚀性：按照 IEC60754-2《电缆材质燃烧产生气体检测 第 2 部分:酸度(通过测量 pH 值)和导电性的测定》，pH＞4.3。

16.11.4.8 电线电缆供应商选定后，投标人应向招标人提供以上各项电缆防火试验报告和鉴定证书的复印件作审核。

16.11.4.9 柔软特性

电缆导体的柔软性则应达到 IEC 60228《电缆的导体》或 GB/T 3956《电缆的导体》中的 5 级和 6 级要求。电缆包皮和护套的柔软性和硬化要求按 EN 60811-4-1《电缆和光缆的绝缘和护套材料的通用试验方法 第 4-1 部分：聚乙烯和聚丙烯混合物试验方法》试验。

16.11.4.10 绝缘要求

导线绝缘电压最低值

标称电路电压（V）	最低电压要求值（线对线）（V）
1500	3000
≤440	600/750

（或按 IEC 相关标准执行）

16.11.5 多芯电缆

16.11.5.1 多芯电缆的生产应符合相应标准。

16.11.5.2 如果要求屏蔽，屏蔽所覆盖的范围应能满足具体应用的要求。

16.11.6 导线、电缆的应用和安装

所有导线的布线和安装均应符合车辆接地和 EMI 的要求。

16.11.6.1 为避免不安全因素、干扰和互相损伤，所有配线应按电工学分类来分组，特别是通过使用线槽来分开：初级动力布线、辅助动力布线、低压和信号电路等。

16.11.6.2 所有导线电缆的安装布线均由有相关资质和经验的技术人员完成。

16.11.6.3 当导体上去除绝缘时，电缆股表面不应有刻痕和断裂。

16.11.6.4 所有车辆导线的安装工艺和使用的专用工具应按照相应标准进行。

16.11.6.5 额定电压等于或小于 110V 的导线应放在单独的线管、线槽、导线束或线盒内，

端子盒除外。

16.11.6.6 电气干扰装置的出/入导线不应与灵敏线路相邻敷设。

16.11.6.7 灵敏线路应选择合适的屏蔽电缆。

16.11.6.8 所有导线电缆安装中使用的线槽、导管、电缆夹、线管、绑扎带等均须根据车辆的防火等级选择相应防火等级的材料，不低于车辆防火等级标准要求。

16.11.6.9 导线电缆的安装遵循 GB/T 34571《轨道交通 机车车辆布线规则》。

16.11.6.10 所有车载信号系统（ATC）的特殊电缆应按信号系统要求进行敷设，信号系统具体布线要求在设计联络阶段与信号供应商确定。

16.11.6.11 所有电缆入口应有滴水孔或防水垫圈。车外布置的线缆在进入插头、接线箱、设备箱前应尽量设置防水弯以防水渗入。

16.11.6.12 所有导线应自然放置，满足弯曲半径，无磨损。所有的箱体外面的导线应有足够的长度和柔韧性，并使用套管予以保护或电缆本身带有独立套层。

16.11.6.13 车辆上所有的引线和母线都应完全防护以免与任何表面接触,除了那些为支撑或保护引线而作的特殊设计以外。

16.11.6.14 封闭线槽的端部必须提供封口材料。

16.11.6.15 在电缆进入线槽的一端应使用套管或电缆本身带有独立套层。

16.11.6.16 固定导线用线夹必须要符合标准的刚度、阻燃和绝缘要求。线夹与线缆接触的边缘须倒角或进行弹性防护。

16.11.6.17 导线中不允许接头，不允许绞接。

16.11.6.18 接线原理图和电路图应在安装前提交审阅，并得到批准。

16.11.6.19 尽最大可能采用端子板、接线排来隔离各个电路分支和各电路分支，以便于故障查找和检修。

16.11.6.20 所有耐高压的线路的敷设应便于作高压试验。

16.11.6.21 应提供足够数量的连接车辆内部不同位置电气设备的备用电缆。投标人在设计联

络阶段提供备用电缆的布置和数量供招标人确认。

16.11.6.22 整线时，留有足够的余量，规定如下：导线截面积小于等于 6㎜²：留有再进行 3 接线的余量。导线截面积大于 6㎜²，留有再进行 2 次接线的余量。

16.11.6.23 接线工艺要求

（1） 要求接线牢靠，不易发生松脱。

（2） 继电器、断路器、按钮接线具体要求如下：

- 若接线端子为“孔”型的，则同一孔只能连接一条控制线；
- 若继电器接线端子为螺丝紧固型的，则同一接线端子最多允许连接两条线：
- 若接线端子垫片为非平垫片，则两条控制线需分左右插于螺丝两侧固定，而且线径要求大小一致；
- 若两条导线线径大小不一致，则其中一条导线接线端子垫片需为平垫片，接线卡需选用“U”型接线卡。

16.11.7 电缆连接器的要求

16.11.7.1 连接器应适应列车运行环境和水密性的要求。

16.11.7.2 除用导线绕的端子外，连接器的接触方式应易于拆装、压接。

16.11.7.3 在电缆入口和出口设置密封垫，或采取其他密封措施（禁止使用胶泥密封），具体方案在设计联络阶段确定。

16.11.7.4 相邻的连接器应具有防插错功能，以免误用相似的连接体。

16.11.7.5 制动控制的连接器应按GB/T 34119《轨道交通 机车车辆用电连接器》标准提供。

16.11.7.6 车辆上使用的连接器应具有机械放松功能，以避免在列车运行产生的振动环境下导致接触不良或松脱。

16.11.7.7 车辆导线连接器要求：

车辆导线电缆连接器应按标准提供。设备箱连接器应当是带有橡胶密封垫的防

水系列类型的。

16.11.8　车辆下部的布线

16.11.8.1　车下的导线，应放在独立的线槽、电线管中或放在合适的开放式电缆管中并得到招标人同意。

16.11.8.2　在所有通向封闭壳体的导线电缆进口端和出口端应为水封的，提供密封套圈。

16.11.8.3　线管中的导线，无论密封和开放的，都要依照前述的线夹的要求予以固定。

16.11.8.4　封闭型线管和电缆管必须是防喷水的，开放型电缆管应设有隔绝水雾的预防措施和合适的排水装置。

16.11.8.5　尽可能避免导线在线管中弯曲。

16.11.8.6　直径≥10㎜²的导线可以不用导线管而直接用线夹固定在某处。但对于那些受到外来因素影响而易损部位的电缆，则必须提供防护或屏蔽措施。

16.11.9　除了绕线式接线端子和总线电路接头采用焊接外，其他所有的接线端子须是机制的、螺钉或笼式弹夹压接型式和无焊接的。高压大电流电缆应采用螺栓端子，并在端头附近用线夹固定。

16.11.10　除了用于转向架和受电弓至车底的电缆槽，所有安装于车体的线槽应是铝制的或不锈钢制的。所有线槽端部内外都要有倒角，加工后不得有毛刺并用压缩空气进行吹扫。所有的线槽都应防止水汽存积并电气接地。

16.11.11　装在转向架上的线槽和受电弓至车底的电缆槽应采用镀锌钢和螺纹接头。尽量使用标准直径并且端部有螺纹的管子，线管和配件应无毛刺。

16.11.12　铝质线槽应用无缝、刚性的铝合金制作，尽量使用标准直径的端部有螺纹的管子，螺纹处应涂以防氧化物。铝质线管的安装不得用钢制配件，线管和配件要求无毛刺和卷曲。

16.11.13　配线盒应用氯丁橡胶垫圈或其他适当的密封方法密封，盖应可完全打开。盒盖和盒体应能防水和耐腐蚀。从设备组排出的水不得经导线管进入配线盒。

16.11.14　接地板材料应与车体或接地设备外壳材料相同。如采用铝或铜的垫片，其接触

表面要打磨镀锡。接地电缆头也应镀锡。接地也可用螺丝直接连接，接触表面要有镀锡层。

16.11.15 所有导线和接线端子应有简单明了、永久性标记（包括备用线）。由车辆供应商按国标统一分类规定，各分包商需遵循该规定，具体内容在设计联络会议时确定。

16.11.16 标记在使用正常清洗剂场合下不应模糊和褪色。

16.11.17 应采用管套式或其它更好的方式，并按 TB/T 1759《铁道客车配线布线规则》标记颜色。

16.11.18 电缆或导线束的布线应符合相关标准的要求。

16.11.19 合理选用符合标准的导线护套和导线扎带，扎线带的使用寿命应至少 12 年。

16.11.20 不得采用车体型腔走线方式。

16.11.21 使用寿命

导线、电缆实际使用寿命为不低于 30 年。

16.11.22 屏蔽要求

有 EMC 要求的线路应选择合适的屏蔽电缆，屏蔽电缆也必须满足上述各项标准。

16.12 电子和电气

16.12.1 电气设计规范

电气设计规范应符合相应标准。

16.12.2 电路元件设计标准（通用的）

16.12.2.1 电容器

（1） 对一般用途应使用干式钽电容或陶瓷电容。

（2） 对于不宜用上述电容的高电容值电容，应采用长寿命等级的铝电解电容或纸质电容，并符合有关标准。

（3） 电力电容应使用寿命大于 100,000 小时的电容器，并尽可能使用无毒

浸渍剂。

（4） 所有电容的电压额定值的选择要考虑到电容实际可能要承受的电压。

16.12.2.2 电阻

牵引、制动和辅助系统的功率电阻（大于 300W）的选用符合标准 IEC 60322《铁路应用 铁道车辆电气设备 开放结构功率电阻器规则》，其他所有电阻尽可能减低额定值的 50％使用。制动电阻的设计应便于拆卸和清洁。

16.12.2.3 变压器和电感器

变压器和电感器的选用符合标准 IEC 60310《铁路应用 机车车辆牵引变压器和电感器》，且应至少降低额定电流值的 10％使用。

16.12.2.4 半导体

（1） 不允许使用锗（Ge）半导体。

（2） 分离式半导体根据不同用途设置相应的保护。

（3） 所有的集成电路必须是标准产品。

（4） 半导体位置的设计应在一个清洁、通风良好，且易于更换维修的环境中。

（5） 不允许使用靠元件“迭配”来使电路具有正确、有效功能的电路。

（6） 对于应用的每个大功率半导体都须提供详细的数据表。

16.12.3 调整

16.12.3.1 应尽量减少维修过程中所需的调整。

16.12.3.2 同类线路板应在各车辆间，及系统与系统之间具有互换性。

16.12.4 印刷电路板标准

（1） 印刷电路板的材料必须符合相应标准；

（2） 应提交每一块印刷电路板的元件布置图；

（3） 元器件在板上的固定方式，应能经得起在长期的地铁运营环境中反复冲击和振动；

（4） 元器件之间应保持足够的间隙，以便于测试、拆卸和更换；

（5） 装配好的印刷电路板，两边都应涂上一层绝缘、保护涂料，当有元器件必须拆焊时，该涂料能被热的电烙铁烫穿，涂料的溶媒应对元器件无不利影响；涂料应符合 DIN 5510 相关要求和整车防火等级；

（6） 所有的印刷电路板上都必须设置防误插结构及 “密码”标记；

（7） 基本安全控制系统（如：空气制动），当车辆在漏插了电路板插件下操纵时能及时产生系统故障信息，这些系统的电路板的联接应经一安全电路，以便当漏插了电路板时能制止列车运行，但在人工干预后可恢复运行；

（8） 电路板应按相应标准设计、制造和检查。导电线路与线条宽度应按实际需要，其最小宽度以 10℃温升为基础来确定；

（9） 印刷电路板的接插件应采用标准型号。在选择接插件时，应考虑到招标人所在地的环境条件和列车寿命期内所需的插/拔次数。选择的结果应在设计联络时提交招标人；

（10） 在模块和印刷电路板上的合适位置提供测试点；

（11） 印刷电路板和模块应用适当的方式保持固定；

（12） 对各种类型的插件，供货商应提供 4 套扩展用印刷电路板插件，以便测试；

（13） 不允许采用加“飞线”的方法来纠正印刷电路板的设计错误；

（14） 所有电子元件在装车前应经过老化处理，否则应根据 GB/T 25119《轨道交通 机车车辆电子装置》采取质量保证措施。

16.12.5 微处理器和运算/逻辑单元集成电路标准

16.12.5.1 设计要点：

（1） 在最终的设计中，电路系统必须提供大于牵引控制软件所需存储容量

20%扩充量；

（2） 单元应封装在易于更换模块的金属壳体内；

（3） 整个单元须由标准的包装系统机箱来支撑。

16.12.5.2 电路中的 PROM 应是可拆卸的，以便于编程。

16.12.5.3 应用

施加在该装置 I/O 端的所有信号和从 I/O 输出的所有信号，必须借助于控制装置上专用的 I/O 模块来传送。

16.12.5.4 输入/输出模块必须：

（1） 根据 IEC 标准，对该装置进行过电压、欠电压、电压突变、短路和开路的保护，以免遭损害；

（2） 进行必要的电压变换；

（3） 减少噪声和干扰信号。

16.12.5.5 编程

整套装置的编程应结构清晰，易于识别。系统应包括 Watch-dog 的功能，当万一运行软件出错时，使设备进入重新恢复的状态（例如：由于不正常的瞬时的干扰，使软件进入了一个非预期的循环）。

16.12.6 应仔细地设计、选择布线，以免在运行中产生相互干扰。

16.12.7 瞬变过程抑制的要求：

（1） 对于那些产生 EMI（电磁干扰）的设备的设计应考虑其 EMI 的发射和其设备的外壳；

（2） 所有的电磁阀和操作器件的线圈（继电器、接触器等），根据要求都必须装有续流二极管或电弧抑制设备；

（3） 必须在发生源抑制瞬变过程；

（4） 电子设备应设计得能经受车辆运行环境所能遇到的 EMI 或瞬变过程。

16.13 电气设备（安装零件）附件

16.13.1 接触器

16.13.1.1 接触器定义为功率≥5KW 的任何开关设备。

16.13.1.2 接触器应符合 IEC 60077（所有部分）《铁路应用 机车车辆电气设备》标准。

16.13.1.3 应当采用故障导向安全方式，即所有该故障不会使乘客、乘务员及设备处于受危害的方位。

16.13.1.4 接触器应能方便地进行检查、拆卸和更换。

16.13.1.5 接触器触点（主触点和辅助触点）并联安设的应降低其额定值。

16.13.1.6 所有接触器上都必须安装灭弧罩：

16.13.1.7 接触器应为坚固、重负荷型，适合于长期运行的稳定大负荷条件下使用。

16.13.1.8 触头必须消除弹跳，以防止发生金属熔敷和电蚀。

16.13.1.9 各种接触器绕组应使用固态抑制装置，以防沿低压网络产生的瞬变电压。

16.13.1.10 触点电流值应大于 10mA，防止触点发生氧化的现象。

16.13.1.11 接触器的安装需满足相关接触器供应商提出的安装要求，保证接触器的温升及工作环境。

16.13.2 继电器

16.13.2.1 继电器限定为开关功率＜5KW。

16.13.2.2 继电器应符合 IEC 的规范。

16.13.2.3 触点计算应准确，避免低电平负载；对大的触点负载应考虑降额使用；对不同性质的负载进行合理的换算。继电器应选用可靠性高且有城轨车辆应用业绩的品牌和型号且必须符合实际工况的要求。关键回路，如牵引、制动、车门、受电弓等回路的控制继电器应采用高可靠性继电器。具体方案在设计联络阶段由投标人提交招标人确认。

16.13.2.4 继电器每一接线端子上最多只能有两条电线相接。

16.13.2.5 各种继电器的绕组应使用固态抑制装置，以防沿低压网络产生的瞬变电压。

16.13.2.6 严禁当电流负荷等于或超过制造厂商规定的继电器触点额定值时，并联使用触头。

16.13.2.7 在低电压小功率电路中，必要时应采用叉式触头。

16.13.2.8 所有继电器的安装应能方便地进行检查、拆卸和更换。

16.13.2.9 所有延时继电器须是 R-C 延时或固态延时式的，不允许采用机械或气动延时装置。

16.13.2.10 继电器如触点不足，不得采用增加辅助触点的形式。

16.13.2.11 用于 I/O 模块的电路触点电流值应不小于 5mA，其余触点电流值应大于 10mA，防止触点发生氧化的现象。

16.13.2.12 不得采用电容式延时继电器。

16.13.2.13 继电器的安装需满足相关接触器供应商提出的安装要求，保证接触器的温升及工作环境。

16.13.2.14 绝缘材料将具有阻燃性能；达到耐温等级温度上限。继电器的选型和安装将满足不使绝缘材料达到温度上限并有一定的余量。触点过负载能力能 100 次成功（交流为 200 次）切换两倍额定负载电流。绝缘抗电水平，绝缘电阻，漏电流，耐压，爬电等将按照相关设计标准。

16.13.2.15 所有继电器的电气寿命不少于 10^6 次，且电路的设计将使这些继电器至少满足 12 年以上的使用寿命，设计时将充分考虑继电器的密封和防尘性能。

16.13.3 开关

16.13.3.1 在任何情况下，严禁并联使用触点开关以传输等于或大于制造厂规定的电流额定值。

16.13.3.2 开关上须配置一个“定位键”，作用是当开关安装以后，使开关体在开关机械转动时能受制约而固定不动。

16.13.3.3 所有的开关应完全适合于铁道运输的严峻环境。开关选型的专门设计技术资料

应在设计审查时提交给招标人。

16.13.3.4 开关每个端子上最多接二根导线。

16.13.3.5 开关的安装应考虑面板开孔大小及厚度，选用合适的开关型号，不得对开关进行再加工。

16.13.3.6 用于 I/O 模块的电路触点电流值应不小于 5mA，其余触点电流值应大于 10mA，防止触点发生氧化的现象。

16.13.4 保护电路断路器和高速断路器

16.13.4.1 概述

（1） 提供的所有的保护断路器必须非常坚固，并能充分地满足预期的运行要求；

（2） 所有电路断路器的通和断位置应永久性刻在断路器的手柄或外壳上；

（3） 高速断路器的控制应有一个特殊的断路器进行保护。每个断路器只能保护一个回路，任何回路只能用一个断路器保护；

（4） 断路器的接线端子不得用作公共接点；

（5） 每对断路器的触头都必须有相适应的灭弧装置，以防飞弧；

（6） 断路器额定电流值应在断路器安装之后清晰和永久可见；

（7） 电操作的断路器应采用低压直流电源操作。

16.13.4.2 高速断路器

（1） 适用于牵引电路；

（2） 采用单触点串联连接；

（3） 由 110V 控制；

（4） 独立安装或安置在高压箱内。

16.13.4.3 所有低压保护断路器应满足相应标准的要求。

16.13.4.4　保护断路器板的布置

（1）　保护断路器的布置应按安全原则设计；

（2）　所有保护电路的带电部分的布置要避免引起触电危害；

（3）　在保护断路器旁应有一条线槽，放置每条断路器的导线；

（4）　底座要易于拆卸，便于维护和保养。

16.13.5　熔断器

16.13.5.1　熔断器仅用在绝对需要的地方且均有熔断指示。

16.13.5.2　所有的熔断器都要装在封闭的箱体内。

16.13.5.3　空气隙和漏电距离应按相应国际标准的要求。

16.13.5.4　每个熔断器的额定值要清晰、持久地印刻在其表面。

16.13.6　汇流排应按相应的标准制造。

16.13.7　综合

16.13.7.1　所有电气装置应符合招标人环境条件。

16.13.7.2　投标人应提交所选择的电气装置（继电器、接触器、断路器、接插件、熔断器）的技术数据和说明书（产品样本）给招标人，对小电器还应向买方提供样品。

16.13.7.3　安全性要求应符合标准。

16.13.7.4　其它要求符合有关标准的要求。

16.14　连结与紧固工艺

16.14.1　不同金属件的连接处，应采用必要的防腐蚀措施。

16.14.2　紧固件

16.14.2.1　概述

（1）　车厢内外，乘客可见部分不得使用凸出的紧固件，应嵌平安装。

（2）　所有暴露的紧固件表面应采取防锈措施或用不锈钢制作。

（3） 内墙板紧固不允许采用自攻螺钉。

（4） 投标人应当尽量减少紧固件的型式、种类及规格，尽量做到标准化。

（5） 在功率大于300W的电抗器和其他发热器件上的所有连接处应采用不锈钢制螺钉、螺栓及垫圈。如果需用其它的材料，投标人应做出说明，由招标人认可。

（6） 全部结构件螺栓和/或承载螺栓按照ISO 898-1《碳钢和合金钢紧固件的机械性能 第1部分：螺栓》或GB/T 3098《紧固件机械性能.螺栓、螺钉和螺柱》规定，应至少为“8.8”级。不锈钢紧固件按照ISO 3506（所有部分）《耐腐蚀不锈钢紧固件的机械性能》或GB/T 3098《紧固件机械性能》的规定应为“A2”级或更高级。

在以下特殊部位应采用防损紧固件：

- 灭火器安装架；
- 客室内紧固车辆供货厂商标记的处所；
- 方便插座的盖板；
- 各模块机械连接处。

（7） 螺钉与螺栓伸出长度的要求：按DIN 78标准或其它相当的标准。

（8） 母材为铝合金的螺纹孔，必须增加螺纹钢丝套。

16.14.2.2 紧固件的表面镀层

所有非不锈钢的钢制紧固件应优先采用达克罗或选用镀锌，采用达克罗符合GB/T 18684《锌铬涂层技术条件》规定或其他相当标准。镀锌技术规范应符合GB/T 5267.1《紧固件 电镀层》或EN 12329《金属的防腐保护 铁或钢的镀锌及辅助热处理》或其它相关标准，或采取另外有效的防腐蚀保护。

16.14.2.3 紧固件在连接位置处，应有足够的操作空间，便于拆装。

16.14.3 紧固件的紧固和防松

16.14.3.1 对有特殊扭矩要求的螺栓、螺母，须按相应扭矩数值进行紧固，对未规定扭矩

要求的螺栓、螺母，应以标准扭矩进行紧固。投标人须提交所有紧固件的扭矩要求清单给招标人。

16.14.3.2 紧固件的防松

（1） 应根据各不同部件所选用的紧固件，采用最合适的防松措施对紧固件进行防松处理。

（2） 对采用开口销进行防松的紧固件，要注意其安装方向，开口销与槽形螺母的槽距应一致，并应在安装后容易检查开口销安装状态的方向进行安装。

（3） 对采用防松钢丝进行防松的紧固件，应根据实际螺栓数合理选择缠绕螺栓和缠绕方向，并应使用多股防松钢丝。对使用钢丝防松的六角螺栓，钢丝不得从槽口向外伸出。为了防止钢丝张开松弛，须按照合理方法将钢丝缠绕成 8 字打节。

（4） 对采用防松螺母进行防松的紧固件，应使用正确的紧固方法进行紧固，紧固过程中须消除因晃动而产生的空隙。

（5） 对采用止动垫圈进行防松的紧固件，在进行止动垫圈折弯时，不得划伤止动垫圈。

（6） 对螺栓、螺母等紧固件，紧固结束后须在螺栓的头部位置或在螺母的侧部位置上打上防松标记，防松标记作为一个单位，要各自连续对齐，不得错位。

（7） 各部件的紧固件防松标记应采用统一的醒目颜色，并应在容易检查的方向进行防松标记的涂打。

16.14.4 铆接

铆接工艺应参照铆钉生产厂家的推荐或相应的 DIN 标准进行，铆接件应精确定位，符合有关标准；铆钉头与铆钉杆部的轴心应一致，全部充满铆孔，且铆钉相关部位采用有效的防腐和密封措施。结构件的铆接应得到招标人的确认。

16.14.5 紧固

16.14.5.1 金属与金属间的紧固

（1） 铝

- 接触表面应去除污垢、油脂、锈斑、结垢等；
- 紧固作业应按照分包商的技术规定进行。

（2） 不锈钢

- 接触表面应去除污垢，油脂，锈斑及结垢。
- 不锈钢部件之间的螺纹紧固件应采用不锈钢紧固件。

（3） 对于其他金属与金属之间的紧固，应将接触表面去除污垢，油脂，锈斑和结垢，并在接触表面上涂金属基底漆。不同金属材料接触面间应有一防腐层，防止双金属腐蚀。

（4） 应采用金属垫片修复产生的间隙。不允许采用环氧树脂或其他塑料填充物填补。垫片 应使用与有缺陷的金属零件相同的材质，并应采用定位焊接或其他有效的机械连接方法使垫片与零件成为一个整体。

16.14.5.2 制动系统安装用紧固件应采用耐腐蚀金属制作。

16.15 焊接与钎焊工艺

16.15.1 所有结构焊件应按 GB/T 25343（所有部分）《铁路应用 轨道车辆及其零部件的焊接》或 EN 15085（所有部分）《铁路应用 铁路车辆和部件的焊接》的规定进行。

16.15.2 所有焊工按照 ISO 9606（所有部分）《焊工资格考试 熔焊》、ISO 14732《焊接操作人员-金属材料的机械化焊接和自动焊接的焊工及焊接调整工的资格考试》、ISO 25239《搅拌摩擦焊 铝》或 GB/T 34630《搅拌摩擦焊 铝及铝合金》标准的有关部分要求进行资格认可，并保存文件备查。

16.15.3 对于承受较大加速度及力矩作用的零部件应在焊接后按零部件的用途作相应的处理以消除应力，具体处理意见由投标人确定。

16.15.4 焊接质量

16.15.4.1 对于所有结构件焊缝要求全部焊透。采用无挡块、单面焊完全焊透的焊缝必须经试验鉴定符合相应焊接要求。

16.15.4.2 对采用局部焊透焊缝的高载荷承受零件需提出设计计算依据并进行试验验证其正确性。

16.15.5 检验

16.15.5.1 所有结构件焊缝全部均需作目视检查。

16.15.5.2 在所有首批生产的结构件焊缝上均应进行超声波探伤、着色渗透或磁粉探伤检查。

16.15.5.3 对其它所有焊缝应有随机抽样检查方案，最少应有焊缝总长的 1%经无损检查和测试。

16.15.5.4 结构件的图纸应定义该结构件的关键焊缝，对所有关键焊缝的焊接应有过程工艺参数的实时记录资料（以备招标人监造人员的抽查），对所有关键焊缝作射线透视检查并提交检查报告。

16.15.6 投标人应记录及保存焊接及相关测试文件以供招标人检查和认可，包括焊条型号、环境数据（日期、温度等）、相关金属信息（型号、材料，批次等）、检查和试验报告、焊工资格证书、焊接工艺和特殊焊接工艺说明等。

16.15.7 焊条及焊丝

（1） 需按用途使用适用的型号；

（2） 对特殊用途的使用规范应提交招标人审查同意。

16.15.8 特殊焊接

用于连接碳素钢或低合金钢到不锈钢的焊接应采用奥氏体不锈钢焊条或焊丝。

16.15.9 不锈钢焊接

不锈钢焊接应按相应的标准要求进行；焊缝应均匀，不应产生晶间应力、夹渣、腐蚀及裂纹。

16.15.9.1 焊缝的设计应满足在许用应力范围内承受各种预期载荷下的最大拉伸力、弯曲力、剪切力及扭转力。

16.15.9.2 要求进行以下焊接试样的测试：

焊接试样测试应根据测试大纲进行；大纲的检查程序应在设计阶段讨论。

（1） 静拉伸试验。

（2） 宏观腐蚀检查确定焊接角度、直径和熔深。

（3） 不锈钢焊缝的实际静强度值应超过相应技术标准数据值的 20%。

16.15.10 铝的焊接应符合相应技术标准要求。铝材料焊接须提供详细的焊接工艺文件，并向招标人提供工艺过程说明。

16.16 防腐蚀及表面处理工艺

16.16.1 概述

防腐蚀及喷涂质量应符合招标人气候条件要求；抛丸/打磨及喷涂之间的工艺要求按照GB/T 8923.1《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》或ISO 12944-4《色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第4部分:表面类型和表面处理》执行。

车辆内外采用的颜色样本应提交招标人确认。车体及车门外部油漆采用同一厂商及色标，以保证车体外部不存在色差。

16.16.1.1 涂漆材料的配置、工艺按照油漆制造商推荐的要求进行，并将有关资料提供给招标人。

16.16.1.2 应提供车内、外油漆工艺文件及其它相关信息，包括：前处理过程、喷漆过程、漆膜厚度、各设备喷漆计划、油漆型号、生产商等。

16.16.1.3 每一油漆层均应均匀；色差、厚度等满足要求；无流淌、起泡、泛黄等工艺缺陷。

16.16.1.4 油漆作业应在洁净、干燥的环境下进行。

16.16.1.5 每一涂层喷漆时应符合油漆工艺要求，保证油漆附着力符合相关标准，并提供样品的测试。

16.16.1.6 移画印花作业及封盖应按制造商推荐要求进行。

16.16.1.7 乘客能看到的全部车内外油漆必须使用双方认可的产品，且必须是聚氨酯系列，优先采用水性漆，但制动电阻箱及风扇电机等温度较高部位需采用耐热油漆喷涂。

16.16.1.8 车上（包括所有设备箱）非不锈钢金属部分应作防腐处理。

16.16.1.9 对防机械性损坏有高等级要求的零件(如：把手固定连接件)，将采用镀铬、粉末喷涂或其它认可的涂镀工艺。

16.16.2 车体外表喷涂 40μm 厚面漆，表面应光亮、耐磨，不平度要求在 0.5mm/m² 以下。

16.16.3 车内喷涂：在喷涂前全部表面应彻底清理洁净，按规定将有关部位擦光。

16.16.4 车体外部的彩带及符号可以采用粘膜或移画印花，寿命与油漆相同。

16.16.5 锈蚀的预防

16.16.5.1 内藏的表面应清理洁净并喷涂二层经审定的油漆。

16.16.5.2 所有非不锈钢件与其它件结合处均应作防蚀处理。

16.16.5.3 不锈钢件与其它材料制品焊接接合处在喷涂二层经认定的油漆前应先作去除氧化层、锈蚀层及清洁处理工作。

16.16.6 转向架防腐

16.16.6.1 喷涂油漆前应作清洁处理。

16.16.6.2 外露橡胶件不得喷涂油漆。

16.16.7 车内、外标识的图形、字符和数字应清晰、耐磨。

16.16.8 车内、外标识的设计及布置方案设计阶段确定，应满足买方要求。

16.17 阻燃性工艺

16.17.1 所有选用的材料应为下列要求的最佳组合：

（1） 高阻燃性；

（2） 低发烟浓度；

（3） 无毒性；

（4） 对处于燃烧条件下的整个电路的维护；

（5） 投标人应按 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》 或类似标准，限制可燃材料的极限值。

16.17.2 车辆上所采用的材料应不低于 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》或类似标准中的规定。

16.17.3 投标人应提供试验报告或其它证书证明所用材料符合阻燃性要求。

16.17.4 地板覆盖层（含地板布）应按 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》或等同标准进行试验，按要求演示完整性和隔热性。地板结构含典型穿线孔及覆盖层（含地板布）的着火屏障时间应不少于 30 分钟。

16.18 车辆组装工艺

16.18.1 组装用所有部件应符合相应的标准，并应具有合格证；组装人员应记录并签字，便于追查。

16.18.2 车辆用所有各类电气配件在装车前均应经试验、检查，并验收合格。

16.18.3 装车用所有材料都应有合格证。

16.18.4 部件的组装应预留足够的空间，以方便于故障的查找、检修和拆卸，各部件之间不得出现相互干涉的情况。

16.18.5 所有部件的组装应在自然状态下对位进行，不得出现强行错位安装的情况。

16.18.6 组装过程中应采取相应防护措施，避免出现部件碰撞、损伤或表面划伤等情况。

16.19 润滑油和润滑脂

16.19.1 车辆上各部件使用的润滑油和润滑脂应尽可能相同，以减少润滑油和润滑脂的使用种类，并与招标人气候环境相适应。应在部件的装配图上指明润滑点及所使用的润滑油或润滑脂。

16.19.2 投标人须向招标人提供每列车需润滑的部件清单，尽可能提供两种对应的润滑油和润滑脂的型号及其性能说明。

16.20 防火性能

16.20.1 车辆应具有良好的防火性能，车辆设计及选用材料的防火要求应符合 EN 45545（所有部分）《铁路应用 轨道车辆防火》或等同国际标准。投标人应在设计审查时提供所选材料达到防火要求的证明。

16.21 环保要求

16.21.1 车辆上所有使用的材料，必须符合车辆环保要求，客室内装材料必须满足 TB/T 3139《机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量》标准。车辆上所有使用的材料均不会对人体健康产生任何危害。

16.22 卖方在设计联络阶段需提供（不限于）

16.22.1 铝合金材料的使用部位明细表；

16.22.2 转向架主要橡胶件的寿命说明及产地；

16.22.3 所有电缆的设计标准要求；

16.22.4 关键焊缝检查报告；

16.22.5 所有使用的材料必须给出牌号、名称、采用标准及应用部位，并列出清单；

16.22.6 铸件的试验、检查和验收步骤；

16.22.7 导线和电缆的样品及其技术参数；

16.22.8 印刷电路板的元件布置图；

16.22.9 电气装置（继电器、接触器、断路器、接插件、熔断器）的技术数据和说明书（产品样本）。

16.23 车辆组装的其它要求

16.23.1 车辆及车辆主要设备、部件的组装必须有工艺规范。

附件 3-17 系统安全及可信性管理

17.1 总体要求

17.1.1 整车安全性、可靠性、舒适性，经济性进行定义及约定，遵循标准。

17.1.2 可靠性指标及评价方法进行约定，按规定的整车可靠性指标，对各子系统进行可靠性分配，系统的可靠性按已知部件的可靠性数据计算系统的可靠性指标，并对系统进行设计失效模式和影响分析、过程失效模式和影响分析。

17.1.3 舒适性应遵循人机工程相关要求进行设计和论证。

17.2 系统安全性要求

系统安全性分析方法，包括危害识别、危害分析、风险等级评估、量化风险评估、过程控制的减轻措施、安全原则及规范要求的符合性评估、安全分析报告和系统安全报告的具体内容和要求。

17.2.1 安全性

17.2.1.1 安全性满足 GB/T 21562（所有部分）《轨道交通可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例》中有关要求；

17.2.1.2 保证列车运行时的安全性，并具有一定的安全余量；

17.2.1.3 保证电路中出现故障不造成运行危险或对旅客和乘务员造成危害，危害正常运行的故障必须能够立即识别，并按故障导向安全的原则进行设计；

17.2.1.4 保证紧急故障时有相应的应急功能，如应急照明、应急通风等；

17.2.1.5 所有电气设备箱/壳体都有良好接地，确保操作及检修维护人员的安全；

17.2.1.6 车辆高压电气设备具有相关的安全保护措施，包括安全联锁，确保维护和检修人员的安全，同时高压电气设备的放电不会对车辆低压控制电路造成损害；

17.2.1.7 车辆设计充分考虑设备烧损的火灾隐患，以及设备炸裂的安全隐患，采取必要的安全设计结构和措施，确保安全。

17.2.1.8 应充分考虑影响车辆安全运行的各种不利因素，及线路最恶劣的轨道条件，确保列车的运行安全和稳定性，不得出现列车碰撞、脱轨、分离等事故。在万一

发生事故的情况下，对乘客有最大的安全保护。

17.2.1.9 列车和其子系统的设计安全完整性等级（SIL）应满足《22 全自动运行》中22.5.2.2 条要求。

17.2.2 安全性要求

安全性设计要在早期设计阶段就应予以考虑，并尽力采取措施来降低危险。

以下列出了安全性的一些设计要求：

（1） 采用已经证明安全的设计来控制危险风险；

（2） 采用冗余或自动防故障装置来避免危险；

（3） 采用适当的设计或者材料来避免或者减轻危险的后果；

（4） 对特殊的环境条件引起的危险采取适当措施；

（5） 对由于操作或维修错误引起的危险采取适当措施；

（6） 确保执行并完成项目各个阶段规定的安全性要求；

（7） 确保在操作和维护手册中写入了相关的安全性要求；

（8） 采取故障导向安全（ fail-safe）的设计理念，无论任何部分发生故障，也可保持安全状况。

17.2.3 危害分析 (Hazard Analysis) 及危害登记册 (Hazard log)

危害分析是针对系统的潜在危险进行有系统的分析，在工程项目的适当阶段应用作为安全评估技术，有助于作出优化安全的变更。

17.2.3.1 投标人在进行设计、开发、生产及测试时，需考虑有关危害及其减轻措施，并将有关的减轻措施纳入系统设计、开发、生产及测试内。

17.2.3.2 投标人须审议在本服务范围的系统设计，以识别其它危害及相关的预防/减轻措施。

17.2.3.3 投标人须进行正式的危害分析 (例如:危害及操作性研究, HAZOP study)。

17.2.3.4 所有危害需进行风险等级评估。

17.2.3.5 投标人须将所有危害记录在危害登记册 (Hazard log)内，并提交业主。

17.2.3.6 投标人须在危害登记册内定期更新预防/减轻措施的相关数据及进度，并提交业主。

17.2.3.7 投标人须提交设计失效模式和影响分析（d-FMEA）、过程失效模式和影响分析（p-FMEA）。

17.2.4 量化风险评估(QRA, Quantitative Risk Assessment)

17.2.4.1 投标人须应用量化风险评估分析，分析报告须于最后设计阶段提交招标人。故障树分析/量化风险评估报告是安全分析报告的一部份。

17.2.4.2 故障树分析:投标人在进行量化风险评估时，须应用故障树分析以「由上而下」方式来评估以下项点所引起的组合事件的发生频率。软件、人为因素及环境因素等影响须包括在内。

（1） 由多项故障：或

（2） 由多种原因相互影响：或

（3） 具有冗余设计的系统：和

（4） 会引至乘客/员工死亡

17.2.4.3 事件树分析：投标人在进行量化风险评估时，除故障树分析外，也可应用事件树分析来评估复杂系统(例如：具有冗余设计、故障监测与保护设计的系统)的所有潜在后果。人为因素及环境因素等影响须包括在内。

17.2.4.4 在量化风险评估分析中所采用的「频率」及「概率」均须参考相似系统的运营数据及安全记录，并根据项目工程的特性作出适当调整。

17.2.5 危害分析的结束

17.2.5.1 设计或安装控制的减轻措施 - 投标人须根据以下原则定期检讨危害登记册上的危害解决工作的进度：

（1） 设计完成前，必须解决所有需要作出设计变更的危害事项；

（2） 开始施工前，必须解决高等级的危害事项；

（3） 开始进行受安装危害事项影响的工作前，必须实施控制安装危害事项的所有减轻措施。

17.2.5.2 过程控制的减轻措施 - 空载试运行阶段前投标人须以适当程序结束所有需要特定运营及维修过程控制的运营危害事项，且必须得到招标人的同意。

17.2.5.3 投标人须制定风险分析模块，采用“频度-后果”矩阵构成，用于风险分析结果评估、风险分类、风险降低措施或不容许风险的消除和风险验收。而风险验收可参考 ALARP（风险降到可行）原理（英国使用）、GAMAB（综合最优）原理（法国使用）或 MEM（最小内源性死亡率）原理（德国使用）作为基础进行分析。

17.2.6 安全原则及规范要求的符合性评估

17.2.6.1 在设计完成前，投标人须根据系统的设计特点或安全要求，识别其相关的潜在危害，并列举将会被采用的设计、运营安全原则、相关标准和规定，以评估系统设计是否符合相关的安全要求或设计特点。

17.2.6.2 投标人须完成安全原则及规范要求的符合性评估并提交报告。安全原则及规范要求的符合性评估报告是安全分析报告的一部份。

17.2.6.3 已识别的安全要求或功能，须进行安全验证，以证明系统/设备的设计符合所需的安全功能/特殊要求或标准。安全验证应包括于安全关键设备的型式试验和调试试验中。

17.2.7 安全分析报告

17.2.7.1 安全分析报告将收录下列分析报告:

第一部份: 安全原则及规范要求的符合性评估

第二部份: 故障树分析/量化风险评估报告

17.2.7.2 投标人须在最后设计阶段提交安全分析报告，并在余下的工程阶段更新。

17.2.8 系统安全报告

投标人应在最后设计阶段制订和提交系统安全报告草案，并按合同在交付第一辆列车前提交正式版本。

17.2.9　　安全证明文件

17.2.9.1　　投标人应向业主签发安全证明文件，文件应简述、证明与车辆安全有关的一切测试、试验及分析方法，以证明设计车辆符合安全的全部要求，安全证明文件应分为多个独立部分，最少包括下列部分，或符合 EN50126 标准对于安全例证的要求。

（1） 扼要及综合结论；

（2） 整车的安全证明文件；

（3） 危险辨认及动力学安全评估；

（4） 结构的整体性及碰撞能力；

（5） 动态包络线和动态稳定性；

（6） 遵从电力、电子标准；

（7） 电力安全；

（8） 维修时的安全；

（9） 信号干扰；

（10） 火警安全；

（11） 雷击安全；

（12） 材料防火、低毒、低烟性能；

（13） 乘客安全评估（如乘客安全疏散能力等）；

（14） 应急电源能力评估；

（15） 维修时的安全；

（16） 水密性安全。

17.2.9.2　　安全证明文件的每个部分，应提交业主确认。各部分须在有关工作完成后一个月内提交。整个文件要在动态型式试验完成后一个月内提交。

17.2.9.3 假若投标人无法提交安全证明文件或安全证明文件得不到业主确认，业主将保留中止验收车辆的权利。

17.3 全寿命周期要求

规定对车辆进行全寿命周期成本分析和计算，确定最小可更换单元清单，明确整车全寿命周期 LCC 统计模型。

17.3.1 概述

投标人在遵循 IEC 60300-3-3《可信性管理 第 3-3 部分：应用指南 生命周期成本分析》的原则下，对车辆进行全寿命周期成本分析和计算，需分解车辆从购置到报废处理的整个寿命历程将经历的全部事件，列明完成每一事件所需的资源（车辆采购和车辆的使用包括运行能耗以及维护保养所需备件、生产物料、设备和人工成本）并量化为货币金额。

17.3.2 投标人应提交的相关文件

投标人在车辆的前期的设计论证和研制时，在确保达到车辆可靠性和可维修性指标的同时应充分考虑车辆寿命周期成本，并提交相关文件给业主审核。

17.3.2.1 车辆和维护设备采购费用，包含：

（1） 车辆购置费（包括硬件、应用软件及测试软件等费用）；

（2） 车辆的技术资料费；

（3） 司机及维修人员初始培训费；

（4） 车辆开通运行前期必须的工具及备件费；

（5） 车辆架、大修所需设备、设施的投资费。

17.3.2.2 车辆全寿命周期内使用、维护费用，包括：

（1） 按年度分列各类费用估算文件，包含：

- 每年牵引电能消耗费。
- 每年预防性维护费，按各种不同的修理级别列出费用，包括生产材料及人工

的费用。

- 车辆架、大修费用，包括车辆备件、生产材料及人工的费用。
- 根据车辆部件可靠性和可维修性指标，估算每年修复性维修费（包括车辆备件、生产材料及人工的费用）。

（2） 全寿命周期成本分析文件（每列）：

- 牵引电能消耗计算文件：

车辆每年的电能消耗费用。

- 车辆修复性维修费用计算文件：

根据车辆设计的可靠性指标，估算每年需进行修复性维修的次数，每次修复性作业的平均修复时间和所需人员数目并量化为货币金额以及维修所需的生产物料和备件消耗费用等。

- 车辆预防性维修费用计算文件：

根据车辆设计时对车辆预防性维修的要求，估算每年需实施的维修种类和次数，每次车辆预防性维修的停时和所需人员数目并量化为货币金额以及维修所需的生产物料和备件消耗费用等。

- 车辆架、大修费用计算文件：

根据车辆设计时对车辆架、大修的要求，根据车辆各系统的可靠性及可维修性指标，估算各系统维修作业的步骤，明确每项作业的耗时和所需人员数目并量化为货币金额，并明确架、大修所需的生产物料和备件消耗费用等。

- 部件维护费用计算：

根据车辆部件的设计寿命以及对组件的可靠性和可修复性指标，列明最小可更换单元的更换周期、平均无故障时间、平均修复时间和所需人员数目并量化为货币金额。

1） 受电弓和主电路；

2） 主逆变器；

3） 传动系统；

4） 牵引电机和牵引控制；

5） 蓄电池和辅助系统；

6） 诊断及信息系统；

7） 转向架和悬挂装置；

8） 供风和制动系统；

9） 车门；

10）车钩及缓冲装置；

11）车体及贯通道；

12）空调及通风；

13）照明设备；

14）智能运维设备。

17.3.3 整车能量消耗费用计算

投标人应按以下条件计算整车能量消耗费用：

六辆车编组、AW2 载荷、1 元/度，线路参数和列车牵引性能见《基本技术条件》相关章节。

17.3.4 预防性维护费用计算

采用“以可靠性为中心的维修（RCM）”分析方法对维修对象、维修方式、维修工作类型及维修间隔期进行优化，可以达到降低维修费用和减少维修停时的目的。

17.3.4.1 投标人应提供六节编组的初步预防性维护计划，该计划应该明确指出每一项检查类型的检修频率以及相关的人工、材料成本。这些人工、材料成本应按项目逐一分解，以显示检修和工作流程中的每一项维修任务的成本是怎么得来的。投标人应提交全寿命成本的净现值。

17.3.4.2　全寿命成本的净现值基于以下的假设根据公式计算出来的：

（1） 年运行公里数——150,000Km/列/年；

（2） 线路——按线路参数；

（3） 运行条件——AW2 载荷；

（4） 人工成本 20 万/年；

（5） 寿命——30 年；

（6） 列车长度——六辆车编组；

（7） 车辆运用——项目开通日期；

（8） 所有可能消耗的材料都已摆放在维修区域附近；

（9） 每个预防性维护的检修周期按以下定义：

当列车停稳在维修区，受电弓降下并锁定，所有的安全保护措施已执行完（如：接触网断电，安放好“禁止动车”警示牌等），而且所有的消耗部件、工具等都已靠近需维修列车停放区域，直到所有的维修任务完成，列车准备上线服务。

17.3.4.3　为了使设备保持正常工作状态，把预防性维护工作进行了分解，下表为业主确定的保养要求。

下表可根据业主的运营经验并与投标人商量后进行修改，具体可参考《城市轨道交通工程项目建设标准（建标 104-2008）》。

维修等级	操作	最短保养周期		列车最长停修时间	最大用工量	备注
		运营里程	运营年限			
日检	在整列车上	-	≤4 天	≤45 分钟		
月检	在整列车上	-	≤1 月	≤8 小时		
架修	在整列车上进行，	≤800,000km	≤每 6 年	25 天		

	拆卸部件					
大修	在整列车上进行，拆卸部件	≤1,600,000km	≤每 12 年	35 天		

17.3.4.4 投标人可提供更为优化的维修模式给业主，并明确列出每一种检修类型的检修频率和相关的人工、材料成本。维修时，在有经过培训的工人及车间配置能力或业主与投标人之间有维修合同的条件下，业主要求半年检以下（不包含半年检）的维修作业时间不超过 8 小时。

17.3.5 架、大修费用计算

17.3.5.1 投标人根据车辆的设计要求和所选车辆零部件的特性提出车辆架、大修周期，并列出整车及各主要部件的检修步骤、所需的人工时和物料消耗（包括备件更换）。

17.3.5.2 投标人应提交全寿命成本的净现值，基于以下的假设根据公式计算出来的：

（1）到（9）与 17.3.4.2 相同；

（10）部件的运输和移动所需的人工和时间将暂不考虑在内；

（11）采用投标人建议的所有车辆段配置设备和其他特殊工具。

17.3.5.3 对于每一种架、大修作业的成本明细应该分别显示：工作流程中的部件互换、部件大修/维修以及人工和材料（包括备件更换）成本。

17.3.6 整车能量消耗的确认

17.3.6.1 确认的目的是了解投标人计算的整车能量消耗和实际系统测试获得的能量消耗之间可能的偏差。投标人应向业主试验论证在合同中所设定的整车能量消耗。详见相关能耗试验。包括确认：该车型的重量、旋转质量、通过牵引能力试验建立的牵引效率，以及其他与设备和系统相关的可能影响能量消耗的型式试验。

17.3.6.2 每种车型的重量应根据 GB/T 14894《城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则》或 IEC 61133《铁路应用 机车车辆 车辆组装和运行前的整车试验》来称重。

17.3.7 预防性维护和架/大修的确认

17.3.7.1 投标人应通过一系列的型式试验或示范来论证所列明的预防性维护和架/大修的成本、时间消耗和时间间隔。设备的型式试验和示范的清单在第二次设计联络时双方确认。

17.3.7.2 投标人应考虑对主要部件采用某种形式的疲劳试验来校核其预防性维护和架/大修的成本。假如采用的是成熟设计，经业主认可后也可作为一种确认。对于预防性维护，投标人应采用税后价值来计算示范设备的成本。

17.3.7.3 如果实际部件维修的材料、数量、工时、检修时间间隔超出了投标人所宣称的值且业主按照投标人提供的维护手册进行维护，则投标人应对部件做出相应的改变以减少这些数值。这些改变不应该影响其质量、安全性和可靠性。

17.3.7.4 投标人须在最终验收 FAC 时根据各维修周期成本的确认情况修改各维修周期成本计算文件，并递交给业主。

17.3.8 投标人应提供的特殊信息及资料

17.3.8.1 应根据 IEC 60300-3-3《可信性管理 第 3-3 部分：应用指南 生命周期成本分析》研究全寿命成本计划，在满足技术规格书中的安全、质量和可靠性要求的前提下，使全寿命成本达到最低，并提供全寿命周期成本比较说明。

17.3.8.2 提供为达到所提供的全寿命成本计划所采取的措施和解决方案的说明。

17.3.8.3 提供所建议方法的详细资料和用类似方法成功地控制类似车辆全寿命成本的详细资料。

17.3.9 主要部件寿命年限/里程要求

列车主要部件的寿命年限/里程要求应满足下表的要求，暂无要求的由投标人在投标时根据招标人提供的修程填写。

序号	部件	寿命年限/ 里程要求	部件	寿命年限/里程要求
1	**车体主结构**			
	车体主结构	30 年	内装主结构	30 年
	司机室头罩	30 年	挡风玻璃	30 年

	地板布	20 年	司机室座椅	15 年
2	**车端连接**			
	贯通道主结构	30 年	车钩主结构	30 年
	车钩管接头	30 年	车钩弹性元件	12 年
	车钩橡胶密封件	10 年		
	贯通道侧护板、顶板及踏板	30 年	贯通道折棚（含棚布、缝纫线及粘接剂）	15 年
	贯通道密封橡胶件、磨耗条、活动关节等非金属材料	6 年	贯通道渡板组成	15 年
3	**车门（包括紧急疏散门）**			
	车门主结构	30 年	门玻璃	30 年
	门扇	30 年	丝杠	30 年
	直线导轨组成	30 年	螺母副	12 年
	电机减速器	15 年	门控制器	20 年
	密封条	10 年	限位开关	12 年
4	**转向架**			
	转向架构架	30 年/480 万公里	车轴	30 年/480 万公里
	抗侧滚扭杆	30 年/480 万公里	车轮	磨耗到限周期尽量与齿轮箱轴承或轴箱轴承检查周期匹配
	牵引杆	30 年/480 万公里	轴箱体	30 年/480 万公里
	齿轮箱吊杆	30 年/480 万公里	联轴节	30 年
	牵引装置	30 年/480 万公里	齿轮箱箱体	30 年/480 万公里
	液压减振器	12 年/240 万公里	齿轮箱大小齿轮	30 年
	齿轮箱润滑油	30 万公里或 2 年（先到为准）	齿轮箱轴承	160 万公里或 12 年（先到为准）
	一、二系止挡	10 年	轴箱轴承	200 万公里

	牵引拉杆橡胶关节、抗侧滚扭力杆橡胶关节、齿轮箱吊杆橡胶关节	10 年	齿轮箱密封件	12 年/160 万公里
	空气弹簧	10 年	一系钢弹簧	15 年
	联轴节润滑油/脂	6 年/80 万公里		
5	**供风及制动系统**			
	主风缸、制动风缸和辅助风缸	30 年	空压机	30 年
	制动控制单元	15 年	空压机电机	30 年
	空压机电机轴承、压缩机轴承	10 年	空气压缩机弹性元件	10 年
6	**辅助电源系统**			
	列车母线电缆	30 年	滤波电抗器	30 年
	变压器	30 年	蓄电池箱	30 年
	电线电缆	30 年	主接触器	20 年
	逆变模块	20 年	风机	20 年
	充电机模块	20 年	辅助控制单元	20 年
	电流/电压传感器	15 年	碱性蓄电池组	15 年
	电容器	15 年	感温电缆	15 年
	电阻器	15 年		
7	**牵引和电制动**			
	受电弓主结构	30 年	滤波电抗器	30 年
	牵引电机	30 年	司控器机械部件	30 年
	高速断路器	20 年	主接触器	20 年
	逆变模块	20 年	风机	20 年
	牵引逆变控制单元	20 年	电容器	15 年
	电阻器	15 年	电流、电压传感器	15 年
	牵引电机轴承	200 万公里	速度传感器	15 年
	感温电缆	15 年		

8	**空调和通风**			
	空调机组	30 年	冷凝水排放管道	30 年
	风道	30 年	紧急逆变器	30 年
	空调蒸发风机	15 年	冷凝器、蒸发器	15 年
	空调控制单元	20 年	空调送风机	15 年
	紧急逆变器电子元件	20 年	空调压缩机	5 万小时
	空调送风机轴承	3 万小时/6 年	空调冷凝风机轴承	3 万小时/6 年
9	**乘客信息系统**			
	各电子板件	20 年		
10	**列控及诊断系统**			
	LCU	20 年	其它电子板件	20 年
11	**照明系统**			
	客室 LED 光源	5 万小时	客室灯电源	5 万小时
	外部照明 LED 光源	5 万小时	外部照明电源	5 万小时
12	**智能运维系统**			
	车载数据集成采集及车地传输系统	20 年	走行部监测系统	传感器类 12 年，其它数据处理板卡等 20 年
13	**网轨隧综合检测系统**			
	车内处理主机	15 年	电源控制组件	10 年
	补偿光源	10 年	传感器	10 年
	高清成像组件	10 年	激光雷达	10 年
	电缆	30 年		

17.4 可靠性、可用性及可维护性（RAM）要求

规定车辆故障定义及分类、基本可靠性和任务可靠性（包括平均无故障时间、平均无故障距离和列车服务可靠度）的定性和定量要求、可靠性指标分配、列车故障恢复、可维修性定性和定量要求、建议的维修计划，并对各项 RAM 分析工作要求进行明确。

17.4.1 系统可靠性指标要求

投标人要采用既有的、成熟的可靠性工程技术，保证车辆具有高可靠性，并将有关内容反映在相关的技术文件中。可靠性指标的现场验证开始时间为首列车交付运营的时间，截止时间为最后一列车质保期结束时，期间如可靠性未满足合同要求，需重新考核车辆可靠性，质保期相应顺延。

本章节的术语及 RAMS 的基本要求参照 GB/T 21562（所有部分）《轨道交通可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例》、EN 50126《铁路应用 可靠性、可用性、可维护性和安全性（RAMS)技术规范与证明》、EN 50129《铁路应用 通信、信号和过程控制系统 与安全有关的电子信号系统》及 IEC 60050-191《国际电工词汇 第 191 章:可靠性和服务质量》。

可靠性：可靠性是指一个单元在给定的运营时间段内和给定的条件下能够达到所有要求功能的能力。包括基本可靠性和任务可靠性，基本可靠性定义为系统（产品、设备、部件）在规定条件下和规定时间内保持工作能力的概率。

故障：故障是指无法实现某一特定功能而造成车辆非正常停车/部分功能的丧失而不能正常运转，元器件因为失效而更换或修复。

正线故障：运营时间车辆发生故障。

晚点故障：列车因故障在线路上停车时间超过 2 分钟，对商业运行造成了较大影响。

服务故障：是指因某一特定功能不能实现而导致列车大晚点，列车甚至不能投入或继续维持商业运营。服务故障包含：

- 列车因故障在线路上发生 5min 及以上延误事件；
- 救援，即需要另外一列车将故障列车拖回车辆段；
- 事故/事件：车辆设备自身引起的起火冒烟、运营时间车辆设备脱落或掉入轨行区，影响行车的、连续中断正线行车（上、下行正线之一）20 分钟以上、车辆冲突、脱轨、分离、溜逸；
- 不能投入商业运营；

- 不能继续维持商业运营。

设计联络时，投标人应根据业主提出的可靠性指标和要求，进行可靠性方案的论证和设计，交业主确认，并在设计审查通过后一个月内应提交所有系统和部件的可靠性指标给业主。其中智能辅助设备是指装载在列车上的智能运维系统配置的设备。

主要子系统	平均无运营故障里程（公里）
车体及贯通道	
车钩及缓冲装置	
车门（ 全部 ）	
转向架和悬挂装置	
制动系统（ 全部 ）	
空调及通风	
辅助供电系统	
蓄电池	
电气控制设备	
照明设备	
列车控制	
广播系统及电子地图	
受电装置	
牵引系统	
LCU	
智能辅助设备（装载在列车上的设备）	

设计中选用的部件，应满足质量要求。投标人应为上述的子系统提供限定的故障率（用文件及图表）。在车辆设计完成后，投标人必须提供最大允许故障率的数值，车辆各子系统必须提供各子系统最大允许故障率的数值，以供业主确认。承诺上述内容的条件：车辆及其设备的操作和维修严格按照车辆及其子系统投标人的说明书和文件规定进行。

17.4.2　　可靠性要求

17.4.2.1　　在质保期内，同一部件（最小可更换单元）失效导致列车发生事故/事件 1 次，或同一部件（最小可更换单元）失效导致列车发生服务故障 3 次，或累计故障次数与运营车辆该类部件总数的百分比超过下表所列数值时，则该部件必须换型或改造，整改后的部件质保期应重新开始计算。涉及运行安全的部件（如齿轮箱、轴承、车门的关键部件等）的累计故障次数与运营车辆该类部件总数的百分比超过 6%时，则该部件必须换型或改造。

同一列车相同零部件数		最高故障次数百分比
大于	小于或等于	
0	6	15%
6	59	12%
59	219	9%
219		6%

17.4.2.2　　具体可靠性要求应满足《全自动运行》中 22.5.1 条要求。

17.4.2.3　　例外：以下故障不包含在证明可靠性之列：

（1） 超过寿命期的损耗件；

（2） 连带故障(由前级故障导致的故障)；

（3） 列车修复前相同故障的重复出现；

（4） 碰撞、事故、故意破坏；

（5） 操作或维修人员的疏忽或不遵守操作规程；

（6） 操作和维修作业不按投标人提供的操作和维修手册要求进行；

（7） 由于预防性维护工作失误导致的故障(例如忘记加油、整定错误等)；

（8） 由于公众(包括乘客)行为或疏漏导致的故障；

（9） 因非合同设备导致的故障。

17.4.2.4 投标人应提供可靠性的数据及评估步骤(包括评估时间)给业主审查。双方应共同完成可靠性测试。

17.4.3 可靠性论证

17.4.3.1 车辆在批量生产前或首件检查时，投标人需向业主提供所选主要部件的可靠性证明，包括检验程序、技术条件以及可靠性测试方案。

17.4.3.2 投标人将制定一个车辆设备和列车可靠性指标考核办法，并在首列车验收前提交给业主确认。可靠性指标考核办法包括：可靠性的考核计划、记录故障的步骤、故障记录的内容和确认办法等。

具体可靠性指标考核方式为：自首列车经过半年运营后开始，所有投入运营的列车即进入可靠性指标考核。考核期内的每个月末，投标人应向用户提交可靠性指标的评估报告，报告对可靠性指标进行分析、比较，若存在问题还进行原因分析、并提出整改方案。直到各项可靠性指标能在持续 12 次考核达到要求为止。

每列车出质保期前对最新的连续 12 个月的考核结果进行评估，若每次考核均能达到要求，则该列车可以按时完成质保。

17.4.3.3 投标人须提交 RAM 目标、RAM 目标考核方法、RAM 验证计划和 RAM 证明报告，利用故障数，故障模式、影响及重要性分析或其他 RAM 分析方法对系统和部件可靠性分析，投标人在设计时须纳入可靠性增长管理要求，过程可参考标准 MIL-STD-189 及 MIL-STD-781 所示的技巧和方法，并在工程阶段建立故障报告与修正措施系统。RAM 验证计划包括：可靠性的考核计划、记录故障的步骤、故障记录的内容和办法等，需至少包含以下内容：

（1） 进行及监管证明工作的组织架构和主要人员。

（2） 角色和职责。

（3） 证明符合的可靠性目标。

（4） 证明方法、接受标准、可靠性表现数据收集及相关报告。

17.4.4 可维修性

可维修性是指在既定条件下对某一单元，按照规定的程序，采用规定的工具进行维修，从而使该单元可在既定的使用环境下能够维持一定状态或能重新实现其功能所需状态的能力。

17.4.4.1 专用词汇定义

MTTR：平均修复时间：是维修作业耗时平均值。

MaxTTR：最大修复时间：是完成一项维修作业所允许的最长时间。

整列车：整列车概念是指无须任何拆卸即可对列车进行维修，列车被视为一个不可分割的整体。

LRU：在线修可更换单元：是指可由一个维修人员直接从列车上拆卸并更换的可修或耗损单元,其重量不超过 15 公斤(如接触器,缓冲器等)。除该单元本身的安装部件和/或特别设计的盖板外，其维修过程不须拆卸其它任何单元。一个 LRU 可以是一个最小可更换单元。

MRU：主更换单元：特征与 LRU 相同，是指大型单元，其单元重量超过 15 公斤（如车下设备箱，转向架），其更换或恢复工作要求一人以上进行，并要求采用提升设备。一个 MRU 可包含多个 LRU 和 SRU。

SRU：二级可更换单元：是指在拆卸其它单元或一个 LRU 或 MRU 后拆卸并更换的可修或耗损单元(如牵引电机轴，车门驱动电机等)。一个 SRU 可以是一个最小可更换单元。

SDU：最小可诊断单元：是指可通过列车诊断系统诊断其功能和/或记录故障数据的最小单元。

最小可更换单元：最小可更换单元是指在车辆段检修区域不能拆卸或不能维修的一个部件或系统的一个单元，如印刷电路板。

17.4.4.2 投标人在最后一次设计联络会议时需提供相关文件交业主确认，至少包含以下内容；

17.4.4.3 对车辆以下组件规定修复性指标，列明最小可更换单元的故障率、故障等级、

MTTR 和 MaxTTR。

（1） 受电弓和主电路；

（2） 牵引逆变器；

（3） 传动系统；

（4） 牵引电机和牵引控制；

（5） 蓄电池和辅助系统；

（6） 诊断及信息系统；

（7） 转向架和悬挂装置；

（8） 供风和制动系统；

（9） 车门；

（10） 车钩及缓冲装置；

（11） 车体及其它；

（12） 空调及通风；

（13） 照明设备。

17.4.4.4 车辆各系统部件明细表，并要求标注以下特性：

（1） 主更换单元（MRU）；

（2） 在线修可更换单元（LRU）；

（3） 二级可更换单元（SRU）；

（4） 最小可更换单元；

（5） 最小可诊断单元（SDU）；

（6） 不可修复备件（易损易耗件）清单，包括技术更新期为 6 年以下的部件。

17.4.4.5 车辆组件维护需求，包含：

（1） 车辆组件的建议清洁周期、方法、标准和保护措施；

（2） 车辆预防性维护种类、规程、工具、停时和人工时；

（3） 车辆 MRU、LRU 和 SRU 安装、拆卸的方法、标准以及所需工具清单和耗时。

17.4.5 可维修性指标

17.4.5.1 车辆部件的拆卸或安装时间应尽量少。

17.4.5.2 列车部件的技术清洁周期大于 6 个月或高于 75，000 公里。

17.4.5.3 贵重部件应设计为可修复型。

17.4.5.4 车辆同种部件具备互换性，无须作任何调整。

17.4.6 可维修性特性要求

在以下章节中阐述的可维修性要求同时涉及质量要求和数量要求。投标人应提供证据来证明能够遵守这些要求。

17.4.6.1 可接近性

在列车上进行维修工作(包括：检查、LRU 件更换、排除故障)，车辆设计应满足以下可接近性要求：

（1） 接近测试点、连接点和接线柱无需先拆卸其它部件，方便获取计算机监控系统内的信息，进行监控测量时便于接近参考点

（2） 方便接近润滑点、灌注孔和液位控制点。

17.4.6.2 互换性

投标人在车辆设计时，要尽可能的采用符合设计要求的体积小与重量轻的可互换单元，方便对车辆故障的处理，使列车尽快恢复运营使用。包括：

（1） 车辆部件在不同车厢内的互换使用；

（2） 库内备件与车辆上使用部件的互换使用；

（3） 除制动与车门系统基于安全方面的原因需进行有关调整试验外，其它部件在互换时无须作任何调整。

17.4.6.3 模块化

投标人在车辆设计时，应通过功能分析使相关功能部件模块化，以提高部件的可诊断性，有利于开展车辆部件换件修，以提高车辆检修效率。

17.4.6.4 安装和拆卸性能

投标人将对整个列车进行研究，尽可能减少部件安装、拆卸的耗时，并降低误装的机率，提高车辆的检修效率，减少拆卸 LRU 件时事先准备的工作量、拆卸时间和需用的专用工具。为此：

（1）车辆上任何最小可更换单元都不得采用黏结方式；

（2）安装、拆卸工具采用通用工具，对于针对本车结构所专制工具，在得到业主确认后，投标人应根据车辆维修的需要，提供所有的专用工具和试验方法资料(含加工图和计算说明)。专用工具和试验台的调试将在列车批量生产过程中进行；

（3）所有部件均设计有防误装措施，以保证设备的正确连接；

（4）电气上的要求

1)所有电气箱、屏柜的正门开度应保证能方便地对其内部的设备进行检修。若有任何例外，则需在设计前先提交业主审定。

2)承包商应将每个系统的“最小可更换单元”提交业主核准。

3)元器件排列应与综合线路逻辑框图相一致，并在线路图上标出。

4)连接模块和组成电气连接线的零件应优质可靠，并应尽量采用可快速拆装的接头和紧固件。

5)所有模块、可更换的零部件，例如：继电器、接触器、空气阀门、压力表等，其安装处的代号（与电路图中代码相对应）应永久、清晰、可辨；建议用白体黑字的电蚀防蚀标牌标示。

6)模块应尽量安装在支架上。模块的装、拆应能在不移动其它模块的条件下进行。

7)在拆卸或更换任何模块时，应不必移动或重新安置线扎，只允许插、拔连接器。

8)线扎不应挡住模块或其指示标牌。

9)模块的概念应一直贯彻到车辆设备设计的部件设计一级。要求在设计中灵活地、合理地、仔细地考虑如何布置模块。

10)印刷电路板应便于拆装，并采用经过考验的快速接插件；如需要大于2.5㎜²的导线，则需采用端子排。

11)线扎、线管、支撑架和任何其它敷线设备，都不得挡住安装用的紧固件、模块或其只是标牌。

12)如果部件叠层安装，则此设计必须经过特殊的核准。在下层的设备必须是无源器件。

13)所有设备的设计要便于维修，对于那些在维修时有可能更换的、而且更换时又有可能损坏的元件，应设有保护罩。

14)端子排的设置，应使标准工具容易接近端子排零件，导线不得穿过端子排或在端子排的前面。

15)所有的指示灯、开关、断路器或其它维修用指示器等应容易接近；如不可能，则经业主核准，可采用由快速拆装的紧固件紧固的板子，但板上元件的维修周期应大于一年。

16)除故障显示系统外，各个独立系统中，也应提供状态指示器；并符合下列要求（除非另经业主认可）

- 蓄电池或电源的正端和负端。
- 输入、输出信号，便于维修人员能迅速判断：是否更换所怀疑的零部件或查找输入、输出电路故障。
- 根据电路的复杂性或查找其它故障的需要，也可能需要其它指示器。
- 绿色发光的二极管表示电路供电正常。

- 采用红色发光二极管表示电路故障。不允许使用绿色发光二极管来表示故障。
- 黄色发光二极管用于显示注意或警告。
- 除了印刷线路板和显示器，所有显示电路应具有测试装置。
- 故障指示逻辑应尽可能采用一个信号只用于显示一种故障的原则。
- 不得用其它故障信号来显示输出/输入回路的故障。

17)在关键电路断路器的操作手柄上，应设置有适当铰链安装的、清晰的护罩，以防止误操作。

18)所有熔断器的支座安装位置，应考虑便于拆装和更换。

19)可拆卸的电气设备的安装位置，应考虑不得使它或它的安装零件落入封闭的空间里面难以取出。应提供适当的接近方法。

（5）机械上的要求

1)风管、线管的连接，应放在较易接近的地方。

2)电缆不允许固定在管路上。

3)各种安装零件应尽量标准化。非标准化或一次性安装材料应在设计审核阶段提供材料清单。

4)在维修可能触及的范围内，必须避免尖角、毛刺。

5)设备拆卸、组装所需的维修工作量应尽量少；需拆卸的部件数也应尽量少。

6)需要垫片的部位，应将垫片点焊到一个部件或一个组装件的配合表面上；注意：不应焊接到结构部件上。

7)设备的安装框架，若一般情况下不拆的，可用机械方法紧固在车架上；若需要拆，则用一般螺栓安装。若在设计前未经业主书面核准不得将安装框架焊在车架上。

8)如果车底下设备不能设置在其它可以得到保护的地方，则应提供适当的防

护罩。

9)除设计前已被审核和认可外，所有用于门、盖上的安装零件应是可快速操作的。

17.4.6.5 连接和固定方便性

（1）所有 LRU 和 SRU 件都要采用防误装措施，以保证设备的正确连接；

（2）电气连接器接口都要采用防误装措施。

17.4.6.6 打标记

（1）要根据 LRU 清单和列车分层技术清单编码对每个 LRU 作出标记；

（2）投标人将提出一个统一编码方案给业主确认后并进行编码。编码方案应与业主计算机协助维修管理系统相兼容的；

（3）所有备品备件都应按规定的要求打标记。标记由投标人提出方案由业主确定；

（4）部件标记牌应固定在相应部件上，不但方便维修人员查看，并且能耐受本技术规范中规定的技术性清洁作业要求；

（5）风、油、水的连接(无论是固定的还是移动的)要按其功能标示清楚，并标示正确的流向或转向，如电动设备转动方向等；

（6）各种阀门装置、开关、转换器、绝缘控制部件和选择器的位置将做出明确标示。

（7）所有最小可更换单元无特殊情况标示唯一码，特殊部件无法标示唯一码的由投标人提出清单由业主确定。

17.4.6.7 可修复性

所有的 LRU 和 SRU 件(除易损易耗件，如：过滤器、制动闸瓦)都要设计成可以修复型。

LRU 和 SRU 件都按照投标人提供的维修手册要求，采用业主具有的维修手段进行技术修复。

车轮镟修时无需拆卸任何部件。

17.4.6.8　快速诊断特性

车辆设计的可测试性是可维修性的重要指标，车辆的检测诊断要求准确、迅速、简便，通过合理的选择硬件设计诊断软件，以利于车辆状态维修的开展。

- 车辆设计时应建立一个可靠的、利用计算机网络实现的诊断系统，设计的诊断能力借助维修手册可达到最小可诊断单元；
- 微机系统部分最小可诊断单元应是最小可更换单元；
- 可以了解每个 LRU、SRU 或部件的状态，提供查找故障部位时的足够帮助；
- 通过 PTU 在列车诊断系统和本地安装的控制单元下载的故障数据结合地面分析软件可以找到故障部件，并能查找部件可能损坏的原因；
- 诊断系统适用于列车的所有系统。为了能尽快恢复列车性能，列车将配备一个车载维修帮助系统，该系统可将维修所需数据集中并可在驾驶室查询；
- 必须能明确显示出现故障的车厢及位置、故障的等级、可能导致故障的 LRU 或设备；
- 在整个列车上，大多数含电子元件的子系统故障都能用诊断系统在线诊断或用车载测试方法检查；
- 对于与车上维修帮助系统无联系的非电子系统来说，测试将采用目检方法进行，使用或不使用检测工具。

各系统的诊断要求：

- 气动系统:投标人应设置测试点或监视器，用于检查空气的生产、处理、调节和存储功能。主压缩机的进风口过滤器应配备一个观测装置。如果使用压力传感器，则应安装在相关的 LRU 附近；
- 机械系统：运动设备或系统(制动系统、车门)应配备必要的测试方法，以监视其工作状态。

17.4.6.9　有条件保养帮助系统

投标人应采用一切合理的手段监测那些容易因磨损或状态变化而产生故障的部件。

17.4.6.10 技术清洁帮助系统

（1） 投标人在设计中应充分考虑列车和车辆设备的清洁，LRU 和 SRU 件的清洁工作在检修车间进行；

（2） 列车底部应能用高压水进行清洗，除了保护风机孔及通风栅格以外无需其他事先准备；

（3） 车辆内外设备箱内将涂以发亮的浅色油漆以利于查看和清洁(不锈钢和铝合金除外)。

17.4.7 维修任务及要求

预防性维修：为了使设备保持正常工作状态而进行的维护保养工作，并把维护工作分解为基本任务。

修复性维修：修复性维修是指故障后的修理工作，与部件的平均故障间隔时间有关，取决于产品可靠性的高低。

17.4.7.1 预防性维修（维护）

采用“以可靠性为中心的维修（RCM）”分析方法对维修对象、维修方式、维修工作类型及维修间隔期进行优化，可以达到降低维修费用和减少维修停时的目的。

（1） 下表为招标人建议的预防性维修。

维修等级	操作	最短保养周期	列车最长停运时间	最大用工量
月检	在整列车上	每月	8 小时	
架修	在整列车上进行，拆卸部件	800,000 km 或 6 年	25 天	
大修	在整列车上进行，拆卸部件	1,600,000 km 或 12 年	35 天	

（2） 投标人应在车辆交付使用前准备一套操作和检修规程，以保障对运营车辆

的维护发挥良好作用。第一列车投入运行一年后双方将讨论并修订规程。

（3） 车辆制造厂应向业主提供车辆全寿命周期成本分析，车辆各子系统投标人应向业主及车辆制造厂提供各子系统的全寿命周期成本分析，具体要求参见 17.3“全寿命周期要求”。车辆各子系统的检修维修计划由承包商提出，在设计联络会议上详细确定。

（4） 投标人应明确提出每一种检修类型的人工和材料（包括备件更换）成本。这些人工、材料（包括备件更换）成本应按项目逐一分解，以显示检修和工作流程中的每一项维修任务的成本是怎么得来的。投标人可提供更为优化的维修模式给业主，并明确提出每一种检修类型的建议频率和相关的人工和材料成本。

17.4.7.2 修复性维修

产品发生故障后，使其恢复到规定状态所进行的全部活动。它可以包括下述一个或多个步骤：故障定位、故障隔离、分解、更换、组装、调教及检测等。投标人应提供修复性维修方案给业主确认。

投标人应提供修复性维修方案给招标人确认。下表列出了招标人确定的维修要求。下表为招标人建议的修复性维修要求：

维修等级	维修地点	MTTR	MaxTTR	最大用工量
一线	在线，停车点	5 分钟	0.5 小时	1 人工小时
二线	车辆段	45 分钟	2 小时	4 人工小时
三线	车间	没有要求	6 小时	10 人工小时

17.4.7.3 投标人应进行可维修性研究

投标人进行的可维修性研究应寻求车辆的最佳可使用性，减少维修次数和维修时间，以实现运营服务的高质量与所需备品备件的低比率。

备注：通过提高技术要求和智能运维设备的应用尽可能延长车辆/系统/部件的检修间隔，逐步从计划性维修向状态性维修过渡。

（1）可维修性设计应结合以下几方面：

- 可靠性、安全性和可使用性；
- 可测试性；
- 备品备件总量。

（2）车辆设计阶段要进行可维修性研究的目的：

- 减少维修作业次数（如部件的模块化设计以减少维修量）；
- 所有需经常维修或更换的零部件都应具有维修空间，以便于维修人员操作；
- 减少维修工作时间（快速、准确地查找故障，安装/拆卸方便）；
- 控制支持部分的需求（专用工具，试验台）；
- 减少专用零配件的需求（标准化）；
- 控制并减少保养的需求；
- 简化维修操作(易接近部件，可互换性，无需调试)；
- 减少维修出错可能性(消除接线错误)。

17.4.7.4 投标人应基于以上目的，致力于改善车辆的可维修性，并进行以下工作：

（1）可测试性研究

- 通过快速查找和确定故障部位来减少维修工作时间；
- 通过诊断系统控制维护保养次数；
- 通过提高检测故障的水平来减少维修费用、时间；
- 列车通信网络(TCN)可以通过 PTU 在 VTCU 下载故障数据，应能诊断至最小可诊断单元(SDU)。

（2）车辆备用件总量设计，以便满足维护性和修复性的维修问题。

（3）设计中还应确定属于特殊维修工作范围的特殊损坏零配件总量。这些零配件是为了应对与正常磨损或车辆正常故障无关的特殊损坏情况。如发生正

面冲撞，侧边撞车时用于修复车体或转向架构架。

17.4.7.5 为了获得最好的平均故障间隔时间、平均维修时间、车辆完好率，在设计中应体现出可维修性与可靠性的设计思想

（1）在车辆各子系统的设计和制造阶段投标人应分别提供以下材料：

- 可维修性的论证材料；
- 可维修性的分析资料；
- 可维修性的临时文件；
- 维修的管理程序；
- 支持工具与设备；
- 提供车辆零部件检修限度，包括原形（指设计尺寸或数据）、架修限度（指车辆架修时其有关部分或配件超过或不符合此限度者须予修理或更换）、大修限度（指车辆大修时其有关部分或配件超过或不符合此限度者须予修理或更换）、禁用限度（指车辆检查或检修时达到此限度者不许继续使用）；

（2）在车辆各子系统的设计和制造阶段投标人应分别提供以下材料：

- 可维修性的论证材料；
- 可维修性的正式文件；
- 测试工具与测试方法；
- 在线可维修部件的清单；
- 备件清单文件（包括备件体积、重量和数量）、供货商清单和维修合同供货商清单、长期支持政策
- 车辆检修工艺、检修限度表、设备文件；
- 车辆工艺规程文件（包括所需检修方法、检验标准、设备、工器具、材料、工时等）、车辆日检、月检等检修工艺规程文件、车辆架修工艺规程文件、

车辆大修工艺规程文件；

- 车辆架、大修工艺流程、工艺布局、设备布置的详细设计方案，各部件架修所需场地的大小及条件。车辆检修设备、设施技术资料（名录、功能及主要的性能指标）；车辆日检、月检等各级检修所需设备、设施。车辆架修所需检修设备、辅助设备、试验设备和设施。车辆大修、调试所需维修加工设备、辅助设备、试验设备和设施。
- 提交一份初步的、与常规检查、车辆大修和预定设备置换期间所有预防性维护摘要相一致的维护时间表，以及各自的停工期和人力需求。

17.5 系统保证分析之基本条件及规则

明确开展 RAMS 分析工作所需的基础信息及假设条件，包括列车年运营里程、日运行时间和平均旅行速度等。

17.5.1 在各项危害和 RAMS 分析中，应采纳以下假定条件，并根据业主的运营经验并与投标人商量后进行修改：

（1） 每辆车每年的运行公里数：15 万公里(暂定)；

（2） 日运行时间：16 小时 (暂定)；

（3） 列车平均旅行速度：39 公里每小时(暂定)。

17.6 系统保证审核

用户对于 RAM 工作审核及整改相关要求。

17.6.1 招标人代表将于列车设计、开发、生产和测试阶段时进行审核，以确认投标人已符合及执行相关的系统保证要求。招标人代表将于执行审核的七个工作天前通知投标人有关审核之安排。投标人须提供一切相关的协助,以使招标人或其代表能完成审核(例如:安排适当的员工参加会面，提供相关的文件等)。

17.6.2 在审核完结时,招标人代表将提出各项关于系统保证的整改行动。投标人须提交证据以确保 所有整改行动已在双方同意的时限前执行 (例如:在时限前提交相关文件)。

17.7 文件提交要求

全寿命周期管理，可靠性评价，安全性评价，舒适性评价，预防性维护和架/大修的确认等文件，须涵盖上述章节的所有要求提交的文件，并得到业主确认。

附件 3-18 车载网轨隧综合智能检测系统

18.1 总体要求

本项目在一列车上配备网轨隧综合智能检测系统（包括接触网检测、轨道检测、隧道检测）一套，在另一列车上仅配备接触网检测装置一套，配置清单详见本章 18.9 条。

网轨隧综合智能检测系统由定位触发模块、状态参数测量模块、拍摄成像模块、智能巡检模块、数据关联性分析模块及地面数据中心等组成。接触网检测包含但不限于：接触网几何参数检测、接触网状态巡检、弓网运行状态参数检测；轨道检测包含但不限于：轨道几何参数检测与轨道状态巡检；隧道检测包含但不限于：隧道状态巡检与隧道设备限界参数检测，等等。

系统对检测上报的各种数据和实时的报警缺陷进行全方位、多维度的大数据计算与分析，对运营线路的质量状态、线路缺陷等进行全面综合分析，以上系统所有各类信息需接入车辆智能运维系统，弓网检测相关数据能接入既有线网弓在线检测系统平台统一进行管控，便于专业接口划分及报警流转处置等。

18.2 主要功能

系统通过图像、光学、惯性测量等方式实现接触网、受电弓、轨道、隧道的状态参数、限界参数等设施设备高清图片、视频的采集、存储、分析与处理。至少应具备以下功能：综合检测系统应配备相机、补光灯、激光器等设备，实现弓网连续视频、接触网悬挂及支撑装置、钢轨表面、扣件、道床、隧道拱顶、隧道侧壁的拍摄成像。

(1) 受电弓振动特性分析，包括冲击、震荡的检测识别，预防受电弓的损坏造成的弓网故障；

(2) 能检测受电弓关键部件异常（至少包括弓头弓角变形、断裂、缺失、滑板异常等）或掉落检测，并自动报警；

(3) 实时检测接触网的拉出值、导高、磨耗、定位高差、跨内高差、弓网接触压力等几何参数，超限自动报警；

(4) 接触网几何参数测量的补偿，消除因车辆振动引起的测量误差；

(5) 弓网温度检测，实时监测、分析弓网运行中的温度分布，实现高温及温差的超限自动报警；

(6) 弓网燃弧、火花自动检测识别；

(7) 弓网燃弧面积、燃弧持续时间、燃弧次数统计分析功能，并对超限数据进行自动报警；

(8) 接触网悬挂、支持装置正反面高清成像；

(9) 接触网零部件松、断、脱、落、裂等异常缺陷的智能图像识别；

(10)轨距、轨向、高低、水平、超高、三角坑、曲率半径、钢轨顶部磨耗（顶磨）、钢轨侧部磨耗（侧磨）等几何参数的检测，超限自动报警；

(11)车体横向、垂直加速度实时测量，超限自动报警；

(12)具备钢轨表面、扣件、道床高清成像功能；

(13)轨面外形波磨、鱼鳞纹、剥离、掉块、扣件缺失、接头螺栓缺失、道床裂缝等异常缺陷的智能图像识别；

(14)隧道及高架设备限界实时测量功能，超限自动报警；

(15)隧道拱顶、侧壁及高架区间的高清成像；

(16)隧道裂缝、漏水、掉块、脱落、错台等各种异常缺陷的智能图像识别；

(17)接触网、轨道与隧道状态参数的关联性分析；

(18)自主定位；无线数据传输功能。具体方案在设计联络时确定。

(19)具备上电自启动功能，通电后设备自动开机工作，无需任何人工操作；

(20)装置具备无线数据拷贝及车载主机数据硬盘快速插拔功能，可实现车载硬盘数据的快速获取及转储；

(21)滚动存储功能，系统按时间顺序自动填充、覆盖存储，网轨隧综合检测系统和单套网检系统车辆的车载主机数据存储容量能满足至少连续录制 15 天（每天运行 18 小时），硬盘容量约 30T，另提供 1 组 30T 硬盘拔插进行数据回库拷贝；

(22)数据检索、回放、查询、下载等，能导出缺陷报告、报表；

(23)弓网、轨道、隧道综合检测系统数据应与车辆电流、电压、速度、加速度、开关门信号、时钟信号等车辆实时数据同步匹配。

(24)地面分析工作站具备接触网、受电弓、轨道、隧道实时监测功能，真实展示实时的弓网关系视频、轨道的状态信息、隧道断面的状态信息等；

(25)无论车辆采用哪种运行方向，在线路区间同一位置检测结果应保持一致性；

(26)投标时需提供详细的技术方案。

18.3 技术参数指标

18.3.1 设备运用条件

（1）输入电压：DC110V，波动范围 DC 77~137V；

（2）总功耗：5000W，分布式安装，多路供电；单点最高功耗：1500W；

（3）环境温度： -25~+70℃，车外设备；0~+50℃，车内设备；

（4）相对湿度：0~95%，非冷凝；

（5）防护等级： IP67，车外设备；IP50，车内设备；

（6）操作系统

Win7/ 10 及以上 64 位中文专业版，车载主机；

Xp/win7/win10, X86, X64，地面（终端）软件；

（7）系统检测适应速度：0~80km/h；

（8）定位精度：±3 米；

（9）车载主机应满足列车整车的信息安全防护要求。

（10）在受电弓上安装的监测设备，应不影响弓网匹配关系。

（11）设备使用寿命

部件	主要设备	使用寿命	免维修周期
网轨隧综合检测系统	车内处理主机	15 年	6 年
	补偿光源	10 年	6 年
	高清成像组件	10 年	6 年
	电源控制组件	10 年	6 年
	传感器	10 年	6 年
	激光雷达	10 年	6 年
	电缆	30 年	使用寿命周期内无需维修

18.3.2 接触网检测系统技术参数

表-1 接触网几何参数检测要求

序号	项目	范围	精度	备注

1	导高（mm）	3970~4200	±5	刚性
		3900~5500	±10	柔性
2	拉出值（mm）	-350~+350	±5 （直线区段） ±10 （弯道区段）	刚性
		-450~+450	±10	柔性
3	接触线磨耗（残存宽度）（mm）	0~15	±0.5	仅刚性
4	导高坡度	0～25%；	<1‰	
5	柔性双线间距	0~60	±2	
6	柔性双线高差	0~20	±1	—
7	接触线水平间距	0~1000	±5（刚性）±10（柔性）	锚段关节与线岔处
8	接触线垂直距离	0~800	±5（刚性）±10（柔性）	锚段关节与线岔处
9	电流	-3500~+3500A	±5A	采用霍尔传感器传，具备高低压隔离功能，隔离电压＞2000V
10	受电弓电压	测量范围：DC0～2000V；	误差：±5V	通过车辆 TCMS 获取受电弓电压数据
11	受电弓振动加速度（垂向和沿线路方向）	测量范围：±200g；	误差：±5g	采样频率 2500Hz。
12	硬点（g）	0~200	±5	
13	弓网压力（N）	0~150	±2	
14	测温（℃）	0~500	±2%，分辨率 0.1℃帧率 50 帧	数字显示温度值
15	弓网连续视频分辨率	不小于 500 万像素	—	—

16	连续视频帧率（fps）	60	—	
17	燃弧持续时间（ms）	0~∞	±1ms	采用紫外传感器技术，采样频率 10kHz
18	燃弧次数	0~∞	±1	大、小交路分别统计
19	燃弧率	0~100％	—	—
20	定位精度（m）	0~∞	±2m	—
21	接触悬挂高清成像清晰度	0.7mm/pixel	—	—
22	信号传输延时	—	—	小于 2s
23	可适应检测速度			按线路最高设计时速

18.3.3 轨道检测系统技术参数

表-2 轨道几何参数检测要求

序号	检测项目	测量范围	最大允许误差	波长或基长(m)	分辨力
1	轨距	1420 ～1485mm	±0.8 mm	-	0.1mm
2	（左、右）轨向	±50 mm ±100 mm ±300 mm	±1.5 mm ±3.0 mm ±5.0 mm	1.5~25 1.5~70	0.1mm
3	（左、右）高低	±50 mm ±100 mm ±300 mm	±1.2 mm ±3.0 mm ±5.0 mm	1.5~25 1.5~70	0.1mm
4	超高 水平	超高：±225 mm 水平：±50 mm	±1.5 mm	-	0.2mm
5	扭曲（三角坑）	±100 mm	±2 mm ±3 mm	基长≤5.5 5.5＜基长＜20	0.2mm
6	曲线半径	≤15000m	±2%	-	-
7	轨距变化率			基长在 1~20m 范围内可选	0.1mm/m

8	车体横向加速度	±1（g）	±0.01（g）	-	0.001（g）
9	车体垂向加速度	±1（g）	±0.01（g）	-	0.001（g）
10	钢轨垂直、侧面磨耗	-5～30mm	0.2mm（重复性精度）	-	0.1mm
11	复合不平顺（左右轨）	±150mm	±1.5mm		

表 3　轨道巡检检测要求

序号	检测项	测量范围	精度
1	图像分辨率		纵向≤1.0 mm/pixel ，横向≤1.0mm/pixel
2	钢轨表面伤损自动识别率	识别面积大于或等于 15mm×15mm 钢轨表面擦伤	检出率≥80%
3	扣件异常检测自动识别率	可识别不同型号扣件缺失、弹条断裂等异常	检出率≥80%
4	道床异常检测自动识别率	识别道床裂缝、积水及异物侵限等异常	检出率≥80%

18.3.4　隧道检测系统技术参数

表 4 隧道几何参数测量及巡检系统检测要求

序号	类别	参数	描述
1	隧道高架	测量范围及视野	±3500mm（水平、竖直），360°全断面检测
2		测量精度	±10mm，环向及径向；测量范围内，反射率 10%~80%的条件下
3		测量间距	沿行进方向≤10mm
4	成像	定位精度	±5m
5		成像质量	隧道图像分辨率：横向 2mm，纵向 2mm； 裂缝、掉块、渗水、错台等缺陷可清晰分辨。可人工筛

			选与标识隧道衬砌表面裂缝、掉块、渗水、错台等病害
6		成像区域	道床以上隧道部分
7		缺陷智能识别	隧道表面渗水智能识别：≥15mm*15mm 区域 隧道掉块智能识别：≥15mm*15mm 区域
8	车辆	检测速度	0~80km/h

18.3.5 RAM、电磁兼容性等试验要求

EMC 、IP 防水防尘等级、冲击振动、防火等要求须提供型式试验报告，如与原报告采用的设计方案不一致需重新提供新的型式试验报告。

18.3.5.1 可靠性

(1) 连续无故障工作时间应不小于 48h。

(2) 车顶、车底设备护罩的安装、固定螺钉应该按照标准进行扭力紧固，并涂抹防松标记；

(3) 车内主机及电源机柜采用加固 3U 机箱固定，各个连接器应具备良好的定位和紧固结构，连接器应具备防错插、防反接机制；

(4) 预防性维修、检修计划应满足车辆运营、维护、检修的相关规定；

(5) 检测系统本身的故障不得引起车辆救援、清客、发车、换车、晚点故障；

(6) 检测系统应具备无人值守，自我检测、自我修复模式；

(7) 检测系统应配备相应的断路器、保险丝等，当系统内部发生故障时，不得影响车辆自身设备的正常运行，不得对旅客和工作人员造成任何危害；

(8) 有关电气事故的保护措施应满足车辆的相关规定，应确保旅客和工作人员不受到伤害；

(9) 所有设备应具备良好的接地，应能确保操作及检修维护人员的安全；

(10) 所使用的所有线材均应满足低烟、无卤、阻燃的要求，且应满足 EN50305 铁路机车车辆线缆特殊防火性能及 EN45545 铁路机车车辆材料的防火保护等相关要求；

(11) 车顶或车底至车内的所有线缆、连接器均应满足 TB/T1484.1-2017 机车车辆电缆-动力和控制电缆的相关要求；

(12) 所有电子、电气零部件都必须满足 GB/T 25119-2010 轨道交通机车车辆电子装置和 GB/T 21413.1-2008 铁路应用机车车辆电气设备的相关要求；

(13) 系统不得产生任何干扰、影响车辆正常运行的无线电波、大电流、高电压等；

(14) 所有线缆均应采用固定支架、扎带、线束、套管等予以固定，避免车辆运行过程中由于车体运动造成线缆松动，影响检测系统的正常运行；

(15) 检测系统安装支架、护罩、底座等机械结构部件应具备足够强度和可靠性，在列车正常运行工况下，确保所有设备不得出现松动、脱落和任何异响；

(16) 车外安装的所有设备，在任何时刻均不得超过车辆的静态和动态限界；

(17) 检测系统所有设备的安装固定均应满足 GB/T 33194-2016 铁路应用-机车 车辆车体结构的要求；

(18) 检测系统所有安装于车辆上的设备及其附件均应满足 GB/T 21563-2008 轨道交通机车车辆设备冲击、振动试验的相关要求；

18.3.5.2 可维护性

(1) 检测系统应最大限度的减少了维修工作量、降低维修成本，主要零部件应使用长寿命设备，并按无维修、少维修的要求进行设计；

(2) 考虑更换、维修的便捷性，检测系统中的各组件应采用模块化、通用化结构部件，各个零部件应具备良好的通用性和互换性；

(3) 检测系统应以分阶段维修为基础，并根据走行里程实行不同等级的维护及检修；

(4) 检测系统的更换、检修应按寿命管理确定的周期进行；

18.3.5.3 可操作性

(1) 检测系统应具备无人值守工作模式，通电后应能自动开始工作；

(2) 检测系统应能进行可插拔式的硬盘更换操作，方便业主操作人员快速、便捷的更换硬盘；

(3) 检测系统的各类报警参数、阈值应可配置；

(4) 检测系统应提供直观、便捷的缺陷分类检索、统计、分析功能；

(5) 检测系统应提供缺陷报告、各类报表的导出功能；

18.3.5.4 软件及电子系统可靠性要求

根据 CENELEC 标准中 EN50128 和 EN50129 的要求，车地无线传输系统车载设备设计安全综合性等级（SIL）应符合以下标准：电气电子系统：SIL2。

车地无线传输系统车载设备必须满足本项目分配的功能安全完整性等级（SIL）要求，

供应商必须无条件满足用户对电气子系统 SIL 认证要求，并按要求提供相关文件供评估。且买方对此无须负担任何其它费用。

车地无线传输系统车载设备与列车网络控制系统之间通信，不能出现由于通信或协议转换的原因导致系统不稳定。供应商需提供本项目网络一致性测试报告。

车地无线传输系统车载设备满足通过以太网维护端口对微机控制单元进行相关维护操作，并且该维护操作应当与其微机控制单元在本地的 PTU 维护端口上所做的所有维护操作完全一致。

车地无线传输系统车载设备微机控制单元可自动识别本单元所在的列车位置，并可自动分配物理地址，无需手动配置。

18.3.5.5 防火/EMC/噪声要求

供应商应在规定的时间/阶段内无条件提供防火/EMC/噪声第三方评估所需纸质版文件供评估。

车地无线传输系统车载设备的单机运行噪声符合国家机电产品的相关噪声标准，如供货技术条件里面有要求则按要求执行。供应商应配合车辆制造商完成车辆噪声控制工作（如提供噪声控制计划、措施，提供类似产品噪声参数，提供产品噪声测试大纲和报告，配合完成噪声测量试验等）。如由于某产品部件噪声值过高使得整车噪声值未达要求则用户有权拒收产品，由此造成的一切损失由供应商承担，由此造成的项目延误用户保留索赔的权利。

供应商在设计阶段提交系统及设备降噪的具体措施方案供用户确认。

供应商设计阶段提交一份完整的噪声控制工程计划，供用户审核。

供应商应在整个设计、生产、组装过程中贯彻该计划，以使系统及设备达到本项目所要求的噪声等级。同时，供应商应在规定的时间/阶段内提供噪声第三方评估所需文件供评估。

18.3.5.6 冲击振动

车地无线传输系统车载设备需按 IEC 61373-1999 的规定进行振动和冲击性能测量和评定。

18.3.5.7 系统间互不干扰

车地无线传输系统车载设备与 MMIS 系统和计点系统的运行互不干扰。如发生干扰需无条件配合干扰源排查及相关整改。

18.3.5.8 视频加密

所有的视频都需要有加密功能，需要通过专用账号或密钥进行下载。视频播放时能够通过视频水印查看下载记录，要求参考《附录 11-4 视频监图像水印叠加要求》。

18.4 通用技术要求

18.4.1 定位触发模块

综合检测系统可通过测速模块、RFID 读取器、GPS 定位模块等设备，实现检测数据的同步触发和定位功能。定位精度达到±0.3 米。定位触发模块基本要求：

(1) 在车速≤80km/h 的情况下具备接触网几何参数、轨道几何参数、隧道设备限界参数的同时空触发与数据采集功能；

(2) 具备接触网悬挂、支撑装置（支柱）的检测、识别、定位功能，并实现接触网跨距的测量计算。测量范围为 0~99 米，测量误差≤±0.3 米；

(3) 具备接触网线岔、接触线双支、锚段关节、轨道道岔、轨道直线区段、轨道弯道区段、隧道口、矩形隧道区间、圆形隧道区间、站台区间的检测定位与识别功能，并能在弓网、轨道及隧道检测数据中体现上述信息；

(4) 具备车辆运行里程及位置的精确测量功能。测量范围为 0~9999km，测量误差≤3 米；

(5) 检测系统应自带定位、测速装置；

(6) 定位、测速装置可以是 GPS、速度传感器、惯性导航、多普勒雷达、ATP、电子标签等，也可以是其它更优的解决方案；

(7) 定位测速装置应能承受 GB/T 21563-2008 1-A 铁路机车车体安装设备关于振动和冲击的相关要求。

18.4.2 车体振动补偿模块

(1) 检测系统应在车底配备振动补偿相机，用于对轨道不平顺、车辆振动、倾斜引起的接触线导高、拉出值测量误差进行补偿；

(2) 振动补偿相机应能在白天、夜间、隧道内、隧道外等各种环境下稳定、可靠的工作；

(3) 振动补偿相机的采样频率应跟弓网几何参数相机的采样频率保持一致，且为同一个触发源。确保几何参数计算、振动补偿在相同的时刻、相同的断面采集相

关数据；

(4) 接触网几何与轨道几何参数测量系统尽量考虑与补偿装置三者在同一个车辆断面上，保证补偿参数的一致性。如因车辆空间限制无法实现，网检和轨检系统考虑各自的补偿装置。

18.4.3 智能识别主要技术要求

综合检测系统应配备车载主机、GPU 服务器等设备，通过图像处理、模式识别、机器学习算法实现弓网、轨道、隧道图像的智能分析识别；系统可对如下缺陷、异常情况进行图像智能识别：

(1) 夹板接头螺栓缺失；

(2) 弹条缺失、弹条断裂、轨距块缺失、轨下及板下大胶移位、铁垫板螺栓缺失等扣件问题；

(3) 道岔螺栓缺失、辙叉裂纹；

(4) 钢轨表面裂纹、鱼鳞纹；

(5) 钢轨波磨；

(6) 轨枕剥离、掉块、表面裂纹；

(7) 道床异物、破损、翻浆冒泥、积水等；

(8) 浮置板道床中央观察孔盖板缺失、移位；

(9) 图像分辨率不低于：横向 1mm，纵向 1mm；

(10) 可智能识别 15×15mm 以上钢轨表面伤损；

(11) 轨面光带不良：光带宽度单个或成段超过 50mm 或出现周期性宽窄变化；

(12) 轨枕掉块 15×15mm 以上；

(13) 自动筛选道岔、护轨区域；

(14) 面积>15mm×15mm 的隧道掉块、渗水类缺陷进行智能识别；

(15) 隧道裂缝；

(16) 隧道管片错台。

(17) 可对接触网定位装置部件变形、松脱缺陷进行智能识别；

(18) 可对接触网绝缘子污闪烧痕、破损，腕臂底座安装缺陷进行智能识别；

(19) 可对接触网腕臂支撑部件变形、松脱及其它支持装置松、脱缺陷进行智能识别；

(20) 可对接触网吊弦及其线夹的螺母松动及脱断缺陷进行智能识别；

(21) 可对异物侵入接触网区域超限缺陷进行智能识别；

(22) 可对接触网附加悬挂及吊柱座脱落、断裂类缺陷进行智能识别；

(23) 可对接触网 T 型螺栓螺母缺失、绝缘子破损、汇流排线夹螺母缺失、腕臂底座螺母缺失、电线固定卡松脱进行智能识别；

(24) 巡检智能识别检出率不低于 95%，巡检智能识别准确率不低于 90%。

18.4.4 数据关联性分析模块

综合检测系统应具备弓网、轨道、隧道数据的关联性分析功能。数据关联性分析模块基本要求：

(1) 当系统检测到受电弓加速度超过阈值时，应能通过状态参数测量模块判断是否存在轨道高低不平顺、三角坑等异常情况，并基于受电弓加速度、轨道高低、水平、扭曲等数据进行关联性综合分析处理，准确判断弓网或轨道异常状态，并将相关的缺陷数据发送至地面终端；

(2) 当系统检测到受电弓加速度超过阈值时，应能通过状态参数测量模块判断是否存在接触线燃弧、火花，准确判断接触线是否存在硬点、硬弯、波浪弯等异常情况，并将相关的缺陷数据发送至地面终端；

(3) 当系统检测到弓网之间的接触压力小于某个阈值时，应能通过状态参数测量模块判断是否存在轨道高低不平顺、三角坑等异常情况，并基于弓网接触压力、轨道高低、水平、扭曲、曲率半径等数据进行关联性综合分析处理，准确判断受电弓、接触线或轨道异常状态，并将相关的缺陷数据发送至地面终端；

(4) 当系统检测到弓网之间的接触压力接近 0 时，应能通过状态参数测量模块判断是否存在弓网离线造成的拉弧、火花，并基于轨道高低、扭曲等数据进行关联性综合分析处理，准确判断弓网关系、轨道异常状态，并将相关的缺陷数据发送至地面数据终端；

(5) 当系统检测到受电弓羊角存在抖动、倾斜现象时，应能通过状态参数测量模块判断是否存在拉出值异常突变，判断轨向、扭曲等是否存在异常，并基于接触线、轨道的几何参数数据进行关联性综合分析处理，判断接触线、轨道异常状态，并将相关的缺陷数据发送至地面数据终端；

(6) 当系统检测到接触线导高或磨耗异常时，应能通过轨道几何参数数据判断是否由轨道高低不平顺、三角坑、曲率半径、轨向不平顺等造成，并基于接触线、轨道的几何参数数据进行关联性综合分析处理，判断接触线、轨道异常状态，并将相关的缺陷数据发送至地面数据终端；

(7) 当系统检测到拉出值异常时，应能通过轨道几何参数数据判断是否由于轨道的轨向不平顺、超高等造成，并基于接触线、轨道的几何参数数据进行关联性综合分析处理，判断接触线、轨道异常状态，并将相关的缺陷数据发送至地面数据终端；

(8) 当系统检测到隧道设备限界超限时，应能通过轨道几何参数数据判断是否由于轨道的高低不平顺、三角坑、曲率半径、轨向不平顺等造成，并基于隧道设备限界、轨道的几何参数数据进行关联性综合分析处理，判断接异常状态，并将相关的缺陷数据发送至地面数据终端；

(9) 当系统检测到钢轨表面波磨时，应能通过弓网燃弧数据判断是否存在拉弧现象，应能通过接触线几何参数数据判断是否存在接触线磨耗异常现象，并基于接触线、钢轨的状态参数进行关联性综合分析处理，判断接超限状态及原因，并将相关的缺陷数据发送至地面数据终端；

(10) 当系统检测到道床或钢轨潮湿/积水时，应能通过弓网、隧道巡检数据进行关联性综合分析处理，准确判断出积水的来源（拱顶、侧壁、水沟、道床裂缝或漏水），并将相关的缺陷数据发送至地面数据终端。

18.4.5 地面数据存储及监控分析软件平台

地面数据存储及分析软件平台作为检测数据的接收和展示、分析、挖掘、应用的功能载体，配备一套地面数据接收与分析终端，用于接收综合检测系统上报的缺陷、故障数据及相关信息。地面数据接收与分析终端基本要求：

(1) 能够实时接收车载装置发回的设备日志、实时几何参数数据、报警数据，并呈现给检修工程师分析、研判；

(2) 应具备统一的监测平台、良好的数据界面，直观显示故障信息，提供专业的报警/缺陷数据分析面板；

(3) 能够基于位置的同点对比和重复报警识别；

(4) 能够标记典型缺陷数据、统一管理缺陷数据，维护复核/整改信息；

(5) 应具备线路质量趋势分析，设备寿命周期化健康管理的功能，具备对数据的存储、记录、汇总，能够从不同的角度如峰值、变化率、平均值、变化幅度、恶化趋势等方面进行综合分析的功能；

(6) 具备自动生成故障统计报告、统计报表、饼图、柱状图等的功能，能够生成、导出缺陷报告；

(7) 能够转换车载上报数据的定位信息基于拓扑图直观展示车载设备位置、报警位置；

(8) 能够展示车载设备状态、向车载设备下发远程指令控制，具备下发特定检测任务至综合检测系统的功能；

(9) 能够向车载设备请求视频直播/点播、实现实时展示接触网和轨道实时几何参数波形曲线；

(10) 能够入库全量原始检测几何参数和图像数据，提供曲线查看、回放各通道图像检测数据；

(11) 能够基于机器学习 AI 对图像上的缺陷进行智能识别（巡检）。

(12) 地面数据中心数据存储容量能满足连续录制 21 天（每天运行 18 小时），同时采集数据的存储量满足：检测监测结构化数据存储周期：不低于 3 年；图像、视频检测数据存储周期：不低于 6 个月；缺陷数据存储周期：不低于 5 年；后期厂家需根据存储容量的限制优化调整采集周期频率，减少无用重复数据占用的磁盘存储量。

(13) 系统响应时间：不高于 5 秒；在线用户数：不低于 500；并发访问数：不低于 50；

(14) 系统检测监控平台提供的软件必须具有正版授权（免费开源软件除外）；

(15) 满足《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）中关于信息系统等级保护（二级）的相关要求；

(16) 弓网检测系统检测监控主平台部署位置设计联络时确定。

(17) 系统检测监控平台系统与现有管理系统接口方案

(18) **本项目需实现与南京地铁设施设备运维信息化平台（下称运维平台）互联互通，**实现设备台账信息自动同步，缺陷数据（包括缺陷详细参数信息、位置信息、图片信息或短视频信息等）实时报送运维平台，接收运维平台故障处置的反馈

（具体设置由供应商提供技术方案，待设计联络会时确定）。

表 18.4.5-1 系统平台软件要求

序号	项目	描述
1	数据接收功能	具备通过在线和人工离线导入、5G 网络传输、局域网传输的方式接收弓网检测系统的检测数据
2	实时感知与告警功能	基于线路逻辑图，展示列车实时位置，以及弓网检测系统的实时运行状态； 实时接收在线监测装置的疑似缺陷数据，包括缺陷详细参数信息、位置信息、图片信息或短视频信息，以及告警智能辨识结果信息，并使用可视化方式进行综合展示。
3	检测数据管理功能	实现不同车次，不同弓网检测系统检测数据的上传、修改、删除、查询和在线查看，并支持按区间站场、公里标进行搜索。
4	缺陷管理功能	实现疑似缺陷的审核，审核通过后进入正式缺陷库； 实现历史缺陷按线路、检测方式、缺陷类型、时间、区间站场等进行查询； 实现对缺陷数据的修改，包括缺陷类型、等级、缺陷位置、缺陷描述等，支持调用历史检测数据判断疑似缺陷。
5	诊断分析功能	检测波形对比分析：选择同一线路，相同类型检测装置的多次波形文件进行对比分析，能够根据设定的阈值，给出波动异常的数据列表。 重复性分析：对同一车辆相同检测装置同一位置不同趟数的缺陷重复性统计分析；对不同车次相同检测装置同一位置不同趟数的缺陷重复性统计分析。 接触网巡检数据分析：实现接触网巡视数据的在线查看、缺陷标记。 参数趋势分析：选择不同时间段，按空间位置对导高、拉出值等检测参数进行趋势分析。
6	缺陷分析功能	缺陷趋势分析：按线路、区间站场、缺陷类型以选择时间为范围，统计缺陷数量的变化趋势。 缺陷统计：按区间、锚段、时段、分析出日、月、季度、年缺陷数量，并支持数据报表导出。 缺陷状态统计：按线路、区间站场、缺陷类型、缺陷等级，统计缺陷总数、处理数、未处理数。

7	基础数据管理功能	实现接触网基础数据、一杆一档数据的管理

18.4.6 线缆、辅材要求

(1) 检测系统所使用的所有线材均应满足低烟、无卤、阻燃的要求，且应满足EN50305 铁路机车车辆线缆特殊防火性能及 EN45545 铁路机车车辆材料的防火保护等相关要求；

(2) 所有线缆的首尾两端均应贴有相应的标签、符号，方便设备安装及维护过程中对不同的线缆进行区分；

(3) 车顶或车底至车内的所有线缆、连接器均应满足 TB/T1484.1-2017 机车车辆电缆-动力和控制电缆的相关要求；

(4) 车顶、车内、车底设备的所有电气接线图均应提供给用户进行审核；

(5) 连接器最少应满足如下要求：

表 连接器要求

项目	指标
材质	低烟、无卤、阻燃
连接方式	螺纹紧固式
防护等级	至少 IP67

18.4.7 系统车载内部局域网数据传输和下载要求（无线传输设备）

(1) 检测系统应配备局域网 WIFI 无线数据传输模块；

(2) 无线数据传输模块分为发送端和接收端两部分；其中，发送端（含天线）集成于处理主机内，接收端为笔记本电脑、平板电脑等手持设备及配套软件；

(3) 用户在车辆内通过操作手持设备上的软件，跟发送端建立无线网络连接，从而实现处理主机内数据的查询、检索、浏览、下载等功能。

(4) 手持设备通过无线网络连接至发送端时，必须输入用户名、密码进行登录验证操作；且至少应提供管理员和普通用户两种操作权限；

(5) 通过手持设备以无线网络下载处理主机内的数据时，下载速度应不小于 50MB 每秒；

(6) 所有在局域网内传输的数据均应进行加密、解密操作（例如：128 位 WPA/WPA2

加密认证）；

18.5 接触网检测模块技术要求

接触网的成像模块需考虑刚性和柔性接触网的检测，模块分布考虑方案 1：同列车 2 个受电弓:1 个受电弓配置刚性接触网检测模块，1 个受电弓配置柔性接触网检测模块；方案 2：同列车 1 个受电弓配置 1 个刚性和柔性接触网合并检测的模块。以上 2 个方案根据投标人自身方案，设计联络时确定，不因技术方案调整进行价格调整。

(1) 接触网成像区域内总像素 5600 万；

(2) 接触网图像分辨率：横向 1mm，纵向 1mm；

(3) 弓网关系高帧频相机：帧率不低于 500Hz，满足持续时间大于等于 2ms 以上的燃弧能够被精确抓拍的要求；

(4) 接触网支持装置拍摄成像区域覆盖轨顶连线以上 3900mm 至 6800mm 范围与轨顶连线的垂直中心线左侧 3500mm 至右侧 3500mm 范围相交区域，正反面拍摄；

(5) 接触网柔性悬挂吊弦和定位点、刚性悬挂定位点成像区域覆盖轨顶连线以上 3900mm 至 6800mm 范围区域，单幅画面幅宽 2000mm，左右侧拍摄；

(6) 接触网附加悬挂区域正反面拍摄；

(7) 接触网吊柱座：涵盖吊柱座 2700mm×2700mm 区域，正反面拍摄；

(8) 接触悬挂连续视频成像区域覆盖轨顶连线以上 3900mm 至 6800mm 范围区域，单幅画面幅宽 2000mm，正反面拍摄；

(9) 对处于特定区域的杆号区域进行拍摄成像；

(10) 接触网定位装置、支持装置全景图像记录；

(11) 接触网摄像质量：分辨率 2448×2048，采集帧频≥20 帧/秒，能够辨识接触悬挂脱、断异常；

18.5.1 接触网几何参数和磨耗检测模块

(1) 检测系统应在车顶护罩内配备弓网几何参数相机，用于对刚性、柔性接触网几何参数进行实时测量计算；

(2) 在车速高达 80km/h 的情况下，该相机依然能够对弓网几何参数进行测量计算；

(3) 刚性线导高误差±5mm，柔性线导高误差±10mm，刚性线拉出值误差±5mm、柔性线拉出值误差±10mm、磨耗（刚性）误差±0.5mm；

(4) 能够实现刚性、柔性接触网的测量切换，能够识别柔性线的双导线并能准确测量；

18.5.2 弓网连续视频模块

(1) 检测系统应在车顶护罩内配备连续视频相机，用于对受电弓、接触网的弓网关系进行实时监控、录像；

(2) 在车速高达 80km/h 的情况下，该相机应依然能提供无拖尾、无运动模糊的高清图像；

(3) 检测系统中的该相机应该配合相应的补光灯同步触发工作，且该相机应在隧道内、隧道外、车辆基地、白天、夜间等各种应用场景中均能获到清晰、可靠、无拖尾、无运动模糊的高清图像；

(4) 所有相机组件的连接部位均应采用可插拔式设计，在运行过程中其连接部件应至少满足 IP68 的防水密封性要求；

(5) 此外，该相机至少应满足如下的要求：

表　连续视频相机要求

项目	指标
相机类型	千兆以太网工业面阵相机
传感器类型	CMOS
分辨率	≥2448×2048
帧率	≥60fps
动态范围	≥70dB
快门模式	支持自动曝光、手动曝光
像素格式	Mono8，Mono10 两种模式可选
采集模式	连续模式、单帧触发模式
光圈	支持 DC-IRIS 自动光圈
支持的协议或标准	GigE, GenICam

18.5.3 接触网零部件巡检模块

(1) 检测系统应在车顶护罩内配备悬挂相机，用于对接触网悬挂、支持装置、锚段

等区域进行监控、录像；

(2) 在车速高达 80km/h 的情况下，该相机应该依然能够提供无拖尾、无运动模糊的高清图像；

(3) 检测系统中的该相机应该配合相应的补光灯同步触发工作，且该相机应在隧道内、隧道外、车辆基地、白天、夜间等各种应用场景中均能获取到清晰、可靠、无拖尾、无运动模糊的高清图像；

(4) 所有相机组件的连接部位应该采用可插拔式设计，在运行过程中其连接部件应至少满足 IP68 的防水密封性要求；

(5) 该相机至少应满足如下的要求：

表 悬挂高清成像相机要求

项目	指标
相机类型	进口千兆以太网工业面阵相机
传感器类型	CMOS
快门类型	全局快门
分辨率	≥5120*5120
帧率	≥8fps
动态范围	≥65dB
像素格式	Mono8，Mono10, 两种模式可选
采集模式	连续模式、单帧触发模式
支持的协议或标准	GigE

18.5.4 弓网温度检测模块

(1) 检测系统应在车顶护罩内配备红外相机，用于对接触网区域的非接触式实时温度监测；

(2) 该相机应能在隧道内、隧道外、车辆基地、白天、夜间等各种应用场景中均能获取到稳定、可靠红外温度场数据；

(3) 所有相机组件的连接部位应该采用可插拔式设计，在运行过程中其连接部件应至少满足 IP68 的防水密封性要求；

(4) 该相机至少应满足如下的要求：

表 红外相机要求

项目	指标
相机类型	工业型红外热像仪
探测器类型	非制冷焦平面
波长范围	7.5 ~ 14um
分辨率	640*512
像元尺寸	17um
帧率	50Hz
数据接口	千兆以太网（兼容百兆）

18.5.5 弓网燃弧检测模块

(1) 弓网检测系统应配备弓网燃弧检测设备，该设备安装于车顶护罩内，用于对接触线硬点、异常磨耗、弓网离线引起的火花、燃弧进行检测识别；

(2) 系统应能对火花燃弧的面积大小、持续时间长度、燃弧次数、燃弧率等进行测量计算；

18.5.6 弓网检测系统处理主机要求（数据处理及存储设备）

(1) 弓网检测系统应配备处理主机，处理主机应安装于车内电气柜内或座椅下方，用于提供数据处理、存储、WIFI 连接、无线传输、显示交互、车顶或车底传感器数据连接等；

(2) 处理主机跟车顶、车底传感器的数据应采用 7 类（CAT-7）网线进行传输；

(3) 处理主机应具备实时智能识别和报警功能，并及时传输到系统检测监控平台；

(4) 处理主机上应配备无线数据发送模块，当最终用户有需要时，可以通过手持设备（笔记本电脑、平板电脑或其它无线接收终端并配套相关软件）连接至该无线数据发送模块，实现局域网内的数据查询、检索、预览、下载等功能；

(5) 处理主机上连接至车顶、车底传感器的所有线缆均应采用固定支架、扎带、线束、套管等予以固定，避免车辆运行过程中由于车体运动造成线缆松动，影响检测系统的正常运行；

(6) 处理主机上应配备相应的接地，用于电气回路的地线连接；

(7) 当硬盘中的剩余存储容量小于设定的阈值（通过配置文件可修改）时，系统应能自动将时间最早的数据进行删除，并自动循环覆盖存储；

(8) 每个处理主机均应配备相应的 VGA 或 HDMI 或 DP 接口，当最终用户需要时，可以接入外部显示器进行检测系统各种原始数据、报警数据、设备状态的显示操作；

(9) 每个处理主机均应配备至少 2 个 USB 接口（至少有 1 个为 USB3.0），当最终用户需要时，可以接入键盘、鼠标、U 盘、固态硬盘等外接 USB 设备，从而实现软件更新、操控、数据拷贝等操作；

(10) 每个处理主机均应配备断路器或保险丝等设备，防止内部电气故障从而对车辆自身的电气系统造成影响；

(11) 处理主机内存储的各种原始数据和缺陷数据，当采用软件进行播放、浏览的时候，均应具有原始数据采集时的时间戳信息（例如：年-月-日-时-分-秒-毫秒）和位置信息（例如：线路-行别-公里标-车号-车速）；

(12) 处理主机内的各种原始数据存储格式应满足南京地铁公司“数据接口规范”的要求。

18.6 轨道检测模块技术要求

轨道的成像模块位于车下，悬挂于车体。

(1) 轨道图像分辨率：横向 1mm，纵向 1mm；

(2) 轨道图像可清晰分辨滑床板、辙叉裂纹、鱼鳞纹、钢轨断裂、道床潮湿/积水；

18.6.1 轨道几何参数检测系统（含钢轨廓形）

18.6.1.1 基本功能

(1) 系统满足双向检测的要求，不同速度下检测结果一致；

(2) 采样、输出间隔为 250mm，各项轨道几何参数在空间位置上保持同步，与地面标识和里程信息保持一致；

(3) 配备完善的检测数据分析软件：根据给定阈值进行轨道不平顺偏差评判，得到包括偏差项目、幅值、位置、等级、长度等信息的记录；进行曲线判断，得到包括曲线起点、终点、长度、平均半径、平均超高等信息的曲线记录；计算标准偏差，得到 TQI 记录；偏差记录、曲线记录、TQI 记录保存在一定格式的数

据库中；

(4) 具有两种可视化输出方式：轨道几何波形浏览、报表自动生成和显示；

(5) 轨道几何波形浏览软件：以波形图的方式显示轨道几何参数，图表的改变速度或屏幕的滚动速率当正比于车辆的运行距离，而不是车速；用户操作可到达任意里程位置；可进行历史波形对比；可测量幅值大小；可连续实时显示所有检测和统计分析结果，包括但不限于检测波形、统计图表等；

(6) 报表自动生成软件：具有实时对轨道几何和车体加速度进行偏差判断、编辑和统计分析功能。根据用户输入条件，提供自动查询、统计计算、打印以及显示各种报表的功能；

(7) 按照等间距输出钢轨廓形，输出间隔可按需要调整为 0.25m、0.5m、1m、2m、6m、12m 可选；

(8) 检测钢轨垂直磨耗、侧面磨耗，自动判别磨耗超限等级。

18.6.1.2 轨道几何检测系统技术方案

(1) 检测系统主要由激光摄像组件、惯性测量组件、信号处理组件、数据处理组件几个部分组成。数据处理组件由数据库服务器、实时处理计算机、数据应用计算机、网络交换机等设备组成的车载局域网系统，系统方案框图如下图 18.5.8.2-1 所示。

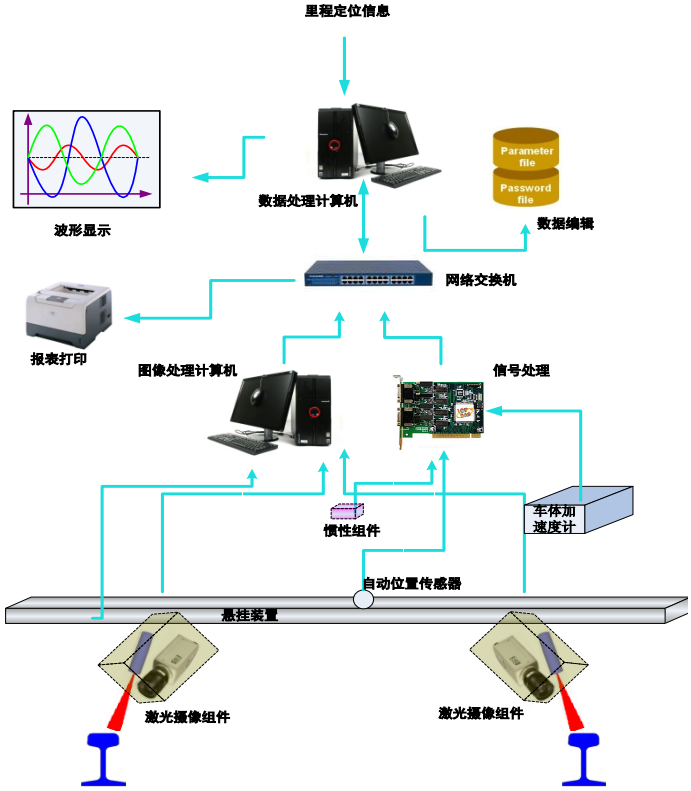
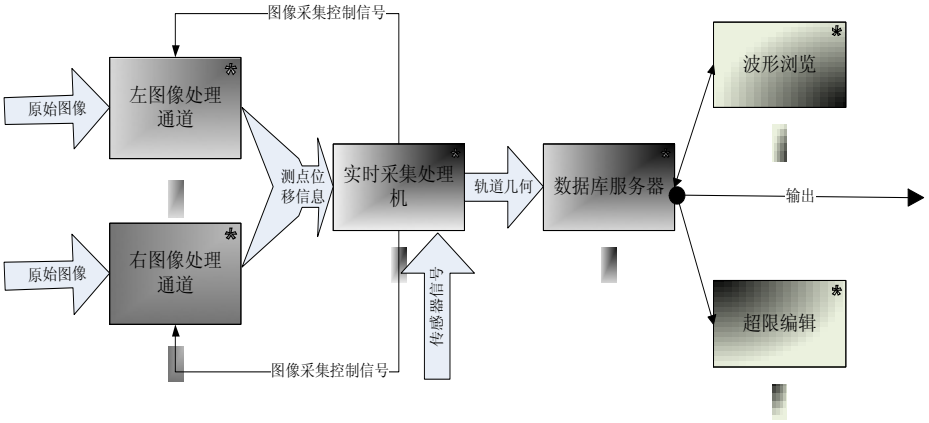


图 18.5.8.2-1 轨道几何检测系统设计方案框图

(2) 检测系统的主要传感器都安装在特殊设计的检测梁上。检测梁容易安装、维护和检修。其它设备安装在机柜内，从传感器到机柜之间有信号线和电源线连接。

(3) 检测采用惯性基准原理、无接触测量方式，采样间隔为 250mm，采集数据的每一次采样以米为单位标记里程。其中惯性基准法是国际上最普遍使用的轨道检测技术方法，其测量系统是在运动的车体内建立一个惯性参考基准，用来建立这个基准的传感器包括加速度计、陀螺。通过对这两种惯性器件的测量值进行解析计算得到一个基准，再利用位移传感器来测量轨道相对于基准的相对位置，从而得到钢轨顶面在惯性坐标系内的相对位置。

(4) 轨道动态几何状态参数实时合成后通过网络传输给数据应用计算机，由该计算机将轨道动态几何参数及超限数据存放到数据库中。回库分析的软件显示轨道几何波形，或显示超限数据并对超限数据进行编辑，最后可由报表打印机打印出轨道动态几何参数的超限数据报表或波形图。检测系统数据处理框图 18.5.8.2-3 所示。



Error! Reference source not found. 系统数据处理框图

18.6.2 轨道状态巡检系统

18.6.2.1 功能与检测项点

(1) 轨道状态巡检系统是对轨道设备外观状态进行动态检查的车载式视觉检测系统。系统拟采用线阵图像传感器按等间距连续扫描的方式，在车辆运行过程中完成对轨道的数字成像，并将图像数据与线路里程信息关联，获得完整的轨道图像数据。

(2) 轨道巡检系统能实现钢轨波磨、掉块、剥离、鱼鳞纹、光带异常等表面伤损，扣件弹条缺失、螺栓折断等异常识别，道床裂缝、积水及异物侵限等异常识别。

(3) 系统可实现钢轨表面伤损、轨道扣件异常缺陷、道床裂缝异物的进行自动识别。同时具有轨道巡检的图像采集、分析、报告发布及复核维护的闭环管理功能。

18.6.2.2 轨道巡检系统技术方案

(1) 轨道状态巡检系统设计借鉴了“机器视觉”及其相关理论在多类行业中的成功应用案例，结合线路基础设施检测的应用需求，以数字高清成像技术和机器视觉为理论基础，采用先进的高分辨率、低噪声、小畸变的图像传感器，设计高速实时图像采集系统实现线路轨道设施的高清成像，然后基于图像分析和模式识别理论设计和实现专家系统对线路状态进行分析，并应用高性能计算机、大文件存储技术及数据库技术实现系统集成。其整体功能如 **Error! Reference source not found.**所示。

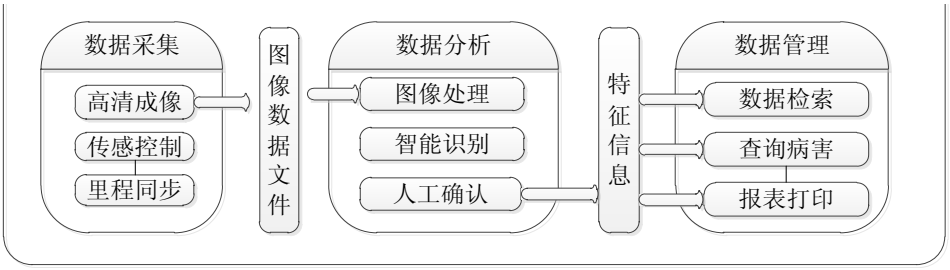


图 18.5.9.2-1 系统设计方案框图

(2) 车下安装轨道图像采集组件，采用高分辨率线阵扫描组件，结合线路基础设施检测的应用需求，选用红外激光进行补光，采用窄带滤光技术，将 95%以上的阳光全部滤除，获取轨道的二维图像，实现全天候成像质量完全一致，为统一数据智能分析和智能识别算法奠定基础。

(3) 车内采集服务器主机内部集成高清图像采集模块、信号处理和电源控制模块，具备光源自动控制、多相机采集同步控制、图像编解码、检测摄像组件供电控制、里程同步等功能，并满足 5000km 图像存储要求。

(4) 系统应用安装于车轮轴箱的编码器，对图像在线路上的对应位置进行定位，关联对应的里程信息。系统采集模块通过设计反馈控制装置及高精度机械固定装置，克服运动扫描造成的振动畸变影响。同时采用集成化图像扫描组件，获取到轨道高清图像信息，实现对轨道的巡检。系统提供计算机缺陷自动分析软件，可分析检测三大类缺陷：钢轨轨头表面伤损、扣件异常、道床裂缝异物。

18.7 隧道检测模块技术要求

隧道几何参数模块安装于车头司机室前端部，隧道成像模块安装车头司机室顶部，保证模块的视野能覆盖线路断面区域。

18.7.1 隧道几何参数限界检测系统

18.7.1.1 功能与检测项点

(1) 通过隧道移动三维激光扫描技术对盾构隧道管片崩角掉块、盾构隧道管片裂缝、盾构隧道渗漏水、盾构管片等项点进行检测。

(2) 通过隧道三维激光扫描技术，连续扫描后处理获取隧道高精度三维点云场景，利用自动化分析算法实现隧道环片自动识别、单元化分割，然后自动化检测隧道限界检测以及错台数据；

(3) 生成高分辨率隧道三维点云、高清隧道点云灰度图、高清隧道点云深度图；

(4) 输出管片收敛分析报告、错台分析报告、侵限分析报告、掉块分析报告等。

(5) 为保证列车在低速和高速时达到高精度限界检测效果，投标人考虑 3D 相机+激光器与激光雷达相结合的测量方案，或者投标人另有解决方式都需提供方案说明。如使用 3D 相机+激光器的方案，需注意所用激光器功率，在车辆出入站台区间，存在激光扫射到站台乘客的风险，需根据到站信息及时关闭。站台区域检测采用激光雷达方案进行补充。

18.7.1.2 技术方案

(1) 系统将高精度激光点云、惯导数据和里程编码器数据通过同步控制模块进行时空同步和融合，在运行过程中，实现线路隧道高精度三维点云场景获取，从而对线路隧道的快速检测和测量。在此基础上进行隧道全断面环片结构变形、环片错台、衬砌病害、渗水病害、设施侵限及附属构造物异常等指标的快速检测。

(2) 隧道移动三维激光检测系统主要分为四个模块

① 数据采集模块：集成高精度激光扫描仪、惯性测量单元、里程计量模块等各种传感器数据，获取被测隧道的全断面要素信息，主要包括高精度点云数据、空间位置和姿态等信息；

② 集成控制与存储模块：通过自主研发的电路控制模块进行所有传感器同步数据采集，并将采集到的海量数据上传至存储系统中；

③ 电源管理模块：对整套系统进行供电及相应的电路保护，从而保证系统的正常工作；

④ 采集预处理软件模块：该模块集成了数据采集操控软件、航位推算软件、点云融合处理软件、隧道激光数据分析软件等：数据采集操控软件主要针对高精度激光数据以及 IMU 数据采集操控，航位推算软件针对无 GNSS 隧道场景利用航位推算软件进行 POS 解算及姿态校准，然后利用点云融合软件进行原始点云数据融合，最后利用隧道激光数据分析软件进行隧道相关分析及标准分析报告编制。

18.7.2 隧道巡检高清影像采集系统

18.7.2.1 功能与检测项目

通过高清影像实现对隧道二衬裂缝、隧道渗漏水、混凝土掉块以及其他隧道附属设施变形、位移、缺失等情况进行巡检。

隧道移动高清影像采集系统可对隧道表面细微裂缝、结构病害、渗漏水、漏缆及其它附属设施状态进行综合巡检，可给出相关检测报告包含裂缝长度、位置等信息。

18.7.2.2 技术方案

隧道移动高清影像采集系统搭载面阵相机、同步控制系统、补光系统及操控系统，快速自动化获取隧道沿线高清图像，通过后处理分析实现隧道沿线设施设备的精准管理。

18.8 网轨隧综合智能检测系统与车辆及运维平台的接口

网轨隧综合智能检测系统作为车辆车载设备安装于车辆上，同时作为车辆智能运维平台子系统纳入平台统一管理，网轨隧综合智能检测系统供应商应按照车辆制造商的要求服从接口管理。

18.8.1 车辆为网轨隧综合智能检测系统设备提供安装空间及条件（机械）

18.8.1.1 接口内容

车辆提供满足网轨隧综合智能检测系统车载设备及其配套线缆的安装空间及条件，并负责设备安装和线缆敷设。

18.8.1.2 接口界面

内容	说明	
接口分界点	列车	
接口数量	待设计联络确定	
接口用途	车辆为网轨隧综合智能检测系统车载服务器及其配套线缆预留安装空间及条件	
相关方责任	车辆	网轨隧综合智能检测系统
	负责设备安装、线缆敷设，要求所有网轨隧综合智能检测系统车载设备易于接近，便于检测和维修，设备的检修以不拆卸其他车辆设备为前提；负责安装支架及通用附件的供货及安装；负责机械框架接口，确保车载设备与车辆其它系统组成一个有机的整体，并配合系统进行调试。	负责上述设备及线缆（含贯通车头、车尾的贯通线缆）的供货；负责提供车载设备外形尺寸以及设备、线缆的安装需求；负责安装督导及设备调试。

18.8.1.3 接口要求

(1) 检测系统安装支架、护罩、底座等机械结构部件应具备足够强度和可靠性，在车辆正常运行工况下，确保所有设备不得出现松动、脱落和任何异响；

(2) 车外安装的所有设备，在任何时刻均不得超过车辆的静态和动态限界，且所有设备的外形机械机构图纸及其安装图纸均应提交主机厂进行审核；

(3) 车顶安装的设备，不得对车辆既有的空调、排气扇、受电弓等设备形成干涉，不得影响车体既有设备的正常运行、维护和检修；

(4) 车内设备应安装固定于电气柜内或座椅下方，不得对车内既有的断路器、柜门、座椅等形成干涉，且不得影响车内既有设备的正常运行、维护和检修；

(5) 车底安装的设备，不得对转向架、轮轴、站台门、制动器等设备形成干涉，不得影响车底既有设备的正常运行、维护和检修；

(6) 该检测系统供应商应与车辆制造商进行沟通，由车辆制造商负责确定并审核设备的安装位置和固定方式；

(7) 检测系统所有设备的尺寸、重量、材质、表面处理方式等设计资料均应提交主机厂进行审核批准；

(8) 检测系统所有的护罩、外壳、底座、支架均应具备防锈、防腐蚀功能，且供应商应提供相应的证据表明该防锈、防腐蚀措施已经成功应用于过往的轨道交通项目中，满足城市轨道交通供电检测的应用场景；

(9) 检测系统所有设备的安装固定均应满足GB/T 33194-2016铁路应用-机车车辆车体结构的要求；

(10) 检测系统所有安装于车辆上的设备及其附件均应满足GB/T 21563-2008轨道交通机车车辆设备冲击、振动试验的相关要求；

18.8.2 车辆为网轨隧综合智能检测系统车载设备提供电源及接地（电气）

18.8.2.1 接口内容

车辆提供满足网轨隧综合智能检测系统的电源及接地需求，接口位置在车辆电源端子及接地端子。

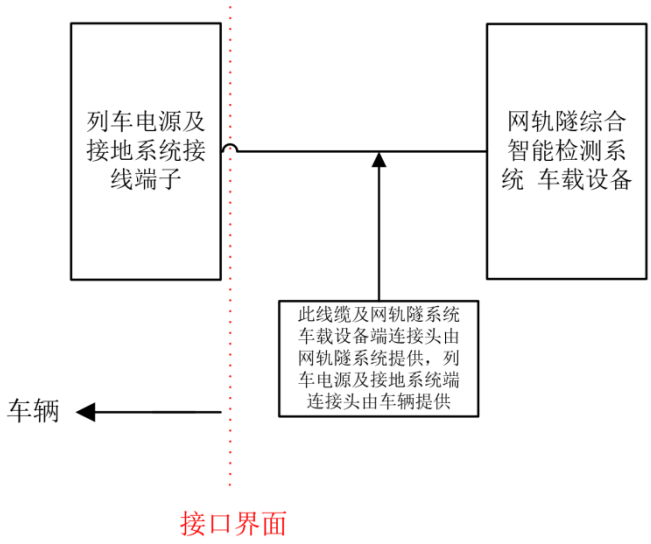
18.8.2.2 接口界面及示意图

(1) 接口界面

内容	说明

内容	说明	
接口分界点	列车电源端子、列车接地端子	
接口数量	电源/接地：待设计联络确定	
接口类型	待设计联络确定	
物理接口	待设计联络确定	
线缆类型	待设计联络确定	
电气特性	DC110V（待定）、接地端子	
接口协议	待设计联络确定	
接口用途	车辆为网轨隧综合智能检测系统提供电源及接地	
相关方责任	车辆	网轨隧综合智能检测系统
	负责提供电源及接地条件，负责车辆设备端线缆的连接头供货，负责敷设线缆、接线，配合调试	提出电源及接地要求，负责线缆供货，负责调试
接口测试	车辆负责、车载配合	

(2) 示意图



18.8.3 网轨隧综合智能检测系统与车辆车地传输系统接口（网络）

18.8.3.1 数据分类传输方式

(1) **车载原始数据：**车辆网轨隧综合智能检测系统采集的各个传感器、设备、组件、模块的原始数据均保存于网轨隧系统车载处理主机的本地硬盘内；

(2) **实时告警数据：**当系统检测到接触网、轨道、隧道存在异常后，实时故障数据

（文字报文类）通过 MVB/以太网总线报告至列车 TCMS 系统并在列车 DDU 上显示，经车地 LTE 无线传输通道上报至车辆段的车辆智能运维平台；实时故障数据（故障图片类）通过车载 PHM 系统，经过车地 5G 无线通道将相关数据上报至车辆段的车辆智能运维平台；

(3) **常规离线数据：**车辆返回基地后，列车回段后将离线数据通过车辆维护以太网和系统车载 PHM，经库内运维系统的无线 AP 下载至网轨隧地面终端数据中心。考虑回库后系统离线数据量庞大，下载占用时间较长，也可采用插拔硬盘方式将数据转存至地面服务器，以上方式设计联络时确定。

18.8.3.2 接口内容

(1) 车辆为网轨隧综合智能检测系统提供与车辆 TCMS 系统接口，以及通过车辆车载 PHM 主机及维护以太网将检测数据落地至车辆段/停车场地面服务器的传输通道。车载接口位置在车载 PHM 主机、TCMS 系统、维护以太网等设备输入端，在地面的接口位置在车辆段/停车场运维机房服务器交换机。具体方案在设计阶段确认。

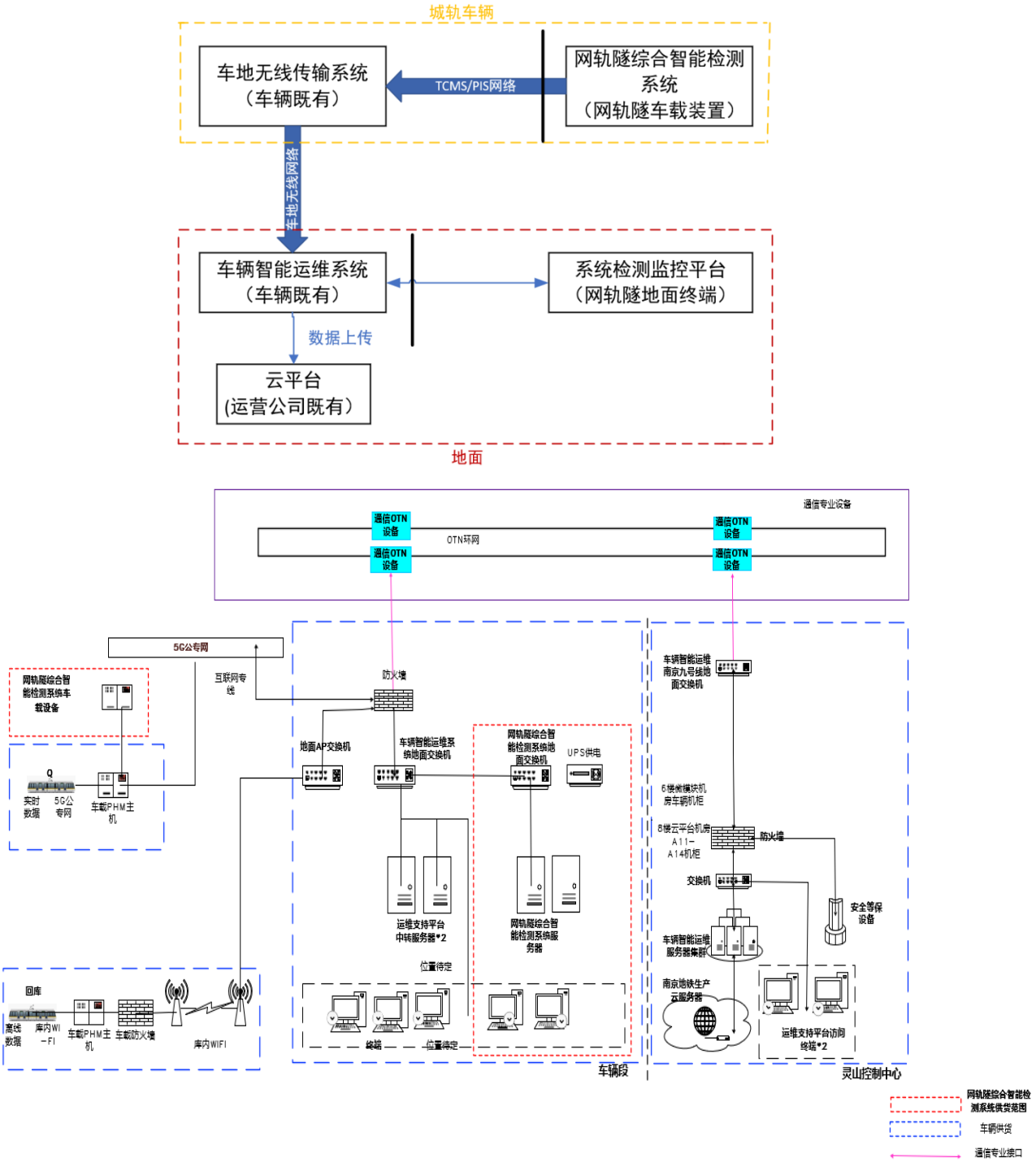
(2) 车辆 TCMS 能接受车载设备提供的自检、故障等信息，同时提供列车速度、到站离站信息、司机室占用、受电弓电压及电流等信息给车载设备。

(3) 接口界面

内容	说明	
接口分界点	车辆车载 PHM 主机、TCMS 系统、维护以太网设备输入端；车辆智能运维系统地面交换机	
接口数量	待设计联络确定	
接口类型	MVB、以太网、光纤接口	
物理接口	待设计联络确定	
线缆类型	待设计联络确定	
电气特性	待设计联络确定	
接口协议	待设计联络确定	
接口用途	车辆提供报警信息接口、车辆提供车-地服务器传输通道	
相关方责任	车辆	网轨隧综合智能检测系统
	负责接线、制作插头、敷设线缆；车辆负责接收车载设备的自检和故障信息；确定传输协议	负责提供车载设备线缆、端接头、压接工具；负责将车载设备的自检和故障信息发送给车辆，提供接口、配合

内容	说明	
		调试
接口测试	车辆负责，网轨隧综合智能检测系统配合	

(4) 传输接口示意图



(5) 投标人根据自身方案提供实时告警和离线的数据量和传输通道带宽等要求：

项目名称	运行速度	数据量	缺陷数据	计算	上传所需	上传

	km/h	（1h）G	量（单条 M/s）	时长 ms	带宽 Mbps	延迟 S
接触网检测系统（告警）						
轨道检测系统（告警）						
隧道检测系统（告警）						
离线数据						

(6) 车载/车地数据传输协议依照车辆供应商标准执行。

18.9 网轨隧综合智能检测系统与智慧场段的接口

(1) 接口内容

网轨隧综合智能检测系统为智慧场段系统提供系统设备实时状态、实时报警数据及全量弓网检测、轨道检测、限界检测数据，接口位置在石塘南车辆段运用库车辆设备室智慧场段三层交换机处。

网轨隧综合智能检测系统提供报警数据、全量检测数据并提供对应数据点表及报警规则；网轨隧系统使用智慧场段提供的数据库并建表，不另行搭建独立数据库；网轨隧系统按照智慧场段整体网络规划及硬件部署方案进行平台系统软硬件部署；具体硬件和软件接口协议等方案设计联络时确定。

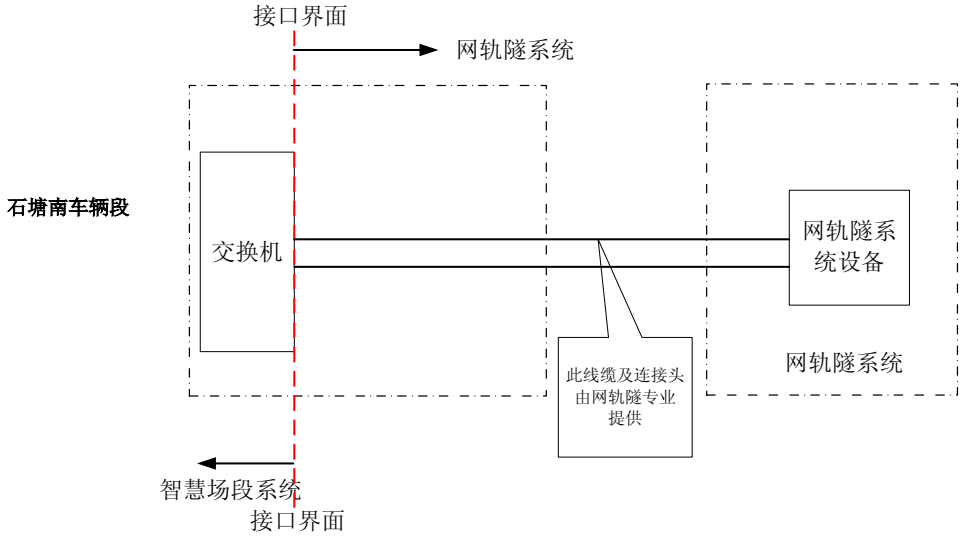
(2) 接口界面及示意图

- 接口界面

内容	说明	
接口分界点	石塘南车辆段运用库车辆设备室智慧场段三层交换机	
接口数量	待设计联络确定	
接口类型	以太网	
物理接口	待设计联络确定	
线缆规格	待设计联络确定	
接口用途	网轨隧系统提供报警及全量数据接口	
相关方责任	智慧场段系统	网轨隧系统
	提供交换机接入端口；提供接口协议；提供数据库及网络规划；展示	负责接线、制作插头、敷设线缆；提供车载设备状态、报警及全量

	网轨隧系统提供报警及全量数据。	检测数据；在提供数据库中建表； 按照整体规划部署软硬件。
接口测试	智慧场段系统专业负责，网轨隧专业配合	

➢ 示意图



18.10 设备清单

设备清单及数量包含但不限于如下范围，请投标人根据自身方案调整填写

(1) **一列车配置网轨隧道综合智能检测系统的配置清单（参考）**

序号	项目名称	单位	数量	设备组成清单	单位	数量	备注
1	车顶设备	套	1	接触网几何参数&磨耗检测设备	套	1	
				弓网温度检测设备	套	1	
				弓网燃弧检测设备	套	1	
				接触网连续视频监视设备	套	1	
				受电弓运行状态视频监测设备	套	2	每架受电弓1套
				受电弓完整性状态监测设备	套	2	每架受电弓1套
				弓网硬点压力检测设备	套	1	
				接触网零部件巡视设备	套	1	
				补光灯组件	套	1	
2	车头设备	套	1	隧道及高架巡检成像设备	套	2	
				隧道及高架限界检测设备	套	2	
3	车内设备	套	1	处理主机	台	3	

				GPU 服务器	台	2	
				车地无线传输设备	套	1	
				电源单元	台	3	
4	车底设备	套	1	轨道巡检设备	套	1	
				轨道几何设备	套	1	
				接触网及轨道几何补偿设备	套	2	
				综合定位设备	套	1	
5	车载处理系统软件	套	1	数据采集存储软件	套	1	
				几何参数关联性分析软件	套	1	
				智能巡检关联性分析软件	套	1	
				时空同步软件	套	1	
				车辆数据同步交互软件	套	1	
				...			
6	地面监控终端（含软件）石塘南车辆段	套	1	PC 机	台	1	接触网、工务工班各 1 台
				地面数据分析软件	套	1	每个 PC 机安装 1 套
	系统存储及检测监控平台（含软件和安装调试）石塘南车辆段	套	1	AI 服务器	台	1	
				业务服务器	台	1	
				防火墙	个	1	
				三层交换机	个	1	
				二层交换机	个	1	
				UPS	个	1	
				机柜	个	1	
				计算机	套	2	
				运行状态监控模块	套	1	
				实时几何参数监测模块	套	1	
				检测数据报警监控模块	套	1	
				同点对比、重复报警识别模块	套	1	
				缺陷库管理模块	套	1	
				线路质量看板模块	套	1	
				统计报告、接触网检测报告模块	套	1	
				定位信息转换模块	套	1	
				主动检测模块	套	1	
				在线视频直播访问模块	套	1	
				检测数据几何分析模块	套	1	
				检测数据综合回放模块	套	1	

				智能巡检模块	套	1	
				...			
7	专用工具、专用仪器仪表及工具	套	1	备用硬盘	套	1	
				备用连接器	套	1	
				备用视窗玻璃	套	1	
				专用维护工具	套	2	接触网、工务工班各 1 套
				数字万用表	个	2	接触网、工务工班各 1 个

(2) **一列车配置单套网检系统的配置（参考）**

序号	项目名称	单位	数量	设备组成清单	单位	数量	备注
1	车顶设备	套	1	接触网几何参数&磨耗检测设备	套	1	
				弓网温度检测设备	套	1	
				弓网燃弧检测设备	套	1	
				接触网连续视频监视设备	套	1	
				受电弓状态视频监测设备	套	2	每架受电弓 1 套
				受电弓完整性状态监测设备	套	2	每架受电弓 1 套
				弓网硬点压力检测设备	套	1	
				接触网零部件巡视设备	套	1	
				补光灯组件	套	1	
2	车内设备	套	1	处理主机	台	3	
				GPU 服务器	台	2	
				车地无线传输设备	套	1	
				电源单元	台	3	
				综合定位设备	套	1	
3	车底设备	套	1	接触网几何补偿设备	套	1	
				综合定位设备	套	1	
4	软件	套	1	数据采集存储软件	套	1	
				几何参数关联性分析软件	套	1	
				智能巡检关联性分析软件	套	1	
				时空同步软件	套	1	
				车辆数据同步交互软件	套	1	

附件 3-19 整车与牵引接口要求

19.1 总体要求

牵引供应商的供货范围包括牵引系统、辅助系统等，其主要设备至少应包括：牵引电机、牵引控制单元、牵引逆变器、高压开关箱、高压主回路、高速断路器、线路电抗器、制动电阻、辅助逆变器、低压电源等。

19.1.1 本章节所说的接口要求是指牵引设备与车辆标设备之间的接口要求。接口包括电气接口和机械接口。

19.1.2 所有接口的管理者是车辆供应商，牵引供应商必须服从车辆供应商的接口管理。

19.1.3 **牵引供应商供货范围详见附件 1《供货范围》章节。**

19.1.4 车辆供应商负责牵引设备与车辆标设备的机械接口设计及管理，包括提供和安装接线端子等。

19.1.5 牵引供应商必须充分考虑到牵引设备与车辆标设备的各种接口关系，应列出报价部分的全部接口清单，牵引供应商应承担该部分的全部硬件和软件责任。

19.1.6 牵引供应商未列明的接口部分由车辆供应商负责，但牵引供应商必须保证牵引系统的完整性。

19.1.7 车辆供应商应保证列车的完整性，并与牵引系统供应商及其他各商一起提供全部产品，包括牵引系统已确定的内容。没有提及或明确的，车辆供应商应全部负责承担，并确保列车的完整性。

19.2 性能要求

19.2.1 电气接口

19.2.1.1 牵引逆变器与车辆的接口

（1） 牵引逆变器通过电缆与外部高压电路连接，通过电线与外部低压控制电路连接，牵引供应商要说明电缆的容量计算核查、拟采用的电缆和电线的型号、厂家和该产品的应用业绩、电缆的实验测试数据。。

（2） 牵引逆变器的接地回流电路应保证良好接地，不允许造成轴承电蚀。

（3） 电缆经过箱体处必须固定牢靠，水密性符合 GB/T 14894《城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则》的要求，箱体 IP 等级不低于 IP55。

19.2.1.2 辅助系统与车辆的接口

（1） DC/AC、DC/DC 的控制电路和主电路在同一箱体内，通过电缆与外部高压电路连接，通过电线与外部低压控制电路连接，牵引供应商要说明拟采用的电缆和导线的型号、厂家和该产品的应用业绩。

（2） 辅助电源的接地回流电路应保证良好接地，不允许造成轴承电蚀。

（3） 箱体内外的电线必须通过接插件连接，接插件必须简单可靠，IP 等级不低于 IP54，牵引供应商要说明推荐的接插件的型号、厂家和该产品的应用业绩。

（4） 辅助系统应满足整车所有负载容量要求。

19.2.2 机械接口

所有机械接口最终由车辆供应商确定，牵引供应商必须服从。

19.2.2.1 牵引供应商应提供至少但不限于如下的机械接口的建议方案：

（1） 牵引逆变器箱的安装；

（2） 牵引电机的安装；

（3） 速度传感器（如有）的安装；

（4） 制动电阻的安装；

（5） 辅助电源的安装。

建议方案中至少应包括各设备的外形尺寸，安装、检修及散热空间，紧固件的使用方案（紧固件的选型及力矩要求等）等信息。

19.2.2.2 牵引供应商要向车辆供应商提供牵引分包设备各部件的受力情况。

19.2.2.3 各机械接口必须安全可靠，方便检修。

19.3 接口管理

19.3.1 综述

车辆供应商在整个车辆采购合同执行过程中，全面负责牵引分包设备与车辆标设备之间接口设计协调的处理及落实、设计联络管理、工厂测试、设备安装、现场服务、接口图纸资料和技术文件管理等方面的工作，牵引供应商应服从车辆供应商对车辆与信号接口的管理。

19.3.2 车辆供应商职责（包括但不限于）

车辆供应商是牵引设备与车辆标设备接口的管理负责人，负责所有的接口管理工作。并根据总工期策划要求制定各阶段的接口管理实施计划。车辆供货商应负责列车和牵引系统设备等其它接口的全部管理工作。

车辆供货商应保证列车的完整性，并与牵引系统供应商及其他各供应商一起提供全部产品，包括牵引系统已确定的内容。没有提及或明确的，车辆供货商应全部负责承担，并确保列车的完整性。

19.3.2.1 根据最终审批的项目计划，车辆供应商应对项目执行过程中的各项任务进行动态管理，若工程进度因各种原因受阻时，车辆供应商必须及时提出解决办法，并采取一切合理有效的措施尽量消除工期受阻造成的不良影响。

19.3.2.2 根据项目执行情况，组织接口设计联络。

19.3.2.3 对牵引供应商提交的接口设计图纸、文件进行审查并提出评审意见。

19.3.2.4 进行接口设计，对结果及功能负责，并根据已通过审批的接口设计图纸文件执行。

19.3.2.5 车辆供应商应确立接口图纸文件的管理程序与办法，以保证图纸文件的规范性和统一性，并在项目实施过程中要求牵引供应商严格执行。

19.3.2.6 车辆供应商应详细审查、组织车辆与牵引分包设备的接口试验。对各阶段试验工作进行全过程组织、管理实施，并对试验结果负责。

19.3.2.7 按照牵引供应商的具体要求，负责组织牵引系统设备的安装。

19.3.2.8 根据工期安排制定相应的现场调试计划，跟踪了解施工进度，及时修订计划。组织牵引供应商按期进行现场调试。

19.3.3 牵引供应商职责（包括但不限于）

19.3.3.1 根据总工期策划要求提出接口的实施计划建议书并报车辆供应商。

19.3.3.2 根据最终审批的项目计划和车辆供应商的要求严格执行。

19.3.3.3 应按计划要求提前做好准备工作并参加设计联络。

19.3.3.4 根据合同要求进行接口设计，对结果负责，并根据已通过审批的接口设计图纸文件执行。

19.3.3.5 应按照车辆供应商制定的各项规定和管理程序编制接口图纸文件，并按照最终审批的图纸文件执行。

19.3.3.6 应编制相应的试验项目实施建议，根据审批方案执行，并对试验结果负责。

19.3.3.7 应派出人员协助车辆供应商安装牵引系统设备。

19.3.3.8 应按照确认的调试程序对设备进行调试，并接受车辆供应商的安排及检查。

19.3.3.9 应提出牵引系统与车辆之间的所有接口要求和建议方案。

附件 3-20 列车试验

20.1 总则

20.1.1 本章节描述的功能要求，技术要求、技术规范、技术参数、接口要求等均为实现本线路全自动驾驶的基本要求。投标方应根据 EN 62290 中的 GOA4 等级在投标阶段提出完整的功能清单、设计方案、功能说明及接口说明，须包括 EN 62290 中关于 GOA4 的相关要求及本章节的要求。投标方也可根据经验建议额外的功能并承担设计及供货。

20.1.2 列车所有的试验由车辆供应商负责，各子系统的试验由分包商独立或协助车辆供应商完成，并对车辆供应商负责。

20.1.3 列车试验除有明确规定在招标方场地进行外，所有试验均由投标方负责在制造厂的试验基地或试验线特定的试验区上进行。

20.1.4 除非双方另有约定，列车试验按照 IEC 61133 标准进行。

20.1.5 投标方在本项目中应委派拥有丰富经验的人员作为测试经理，以负责策划、管理和执行其责任范围内的试验和联调项目。

20.1.6 试验分为三类：

(1) 型式试验，原则上仅在定型设计的单台产品上进行；

(2) 例行试验，对于同一种型号的所有产品均需进行；

(3) 研究性试验，仅仅为获得某些数据而进行的试验，其试验结果不作为判断产品合格与否的依据。

20.1.7 若系统或部件进行转厂生产，又或是系统及部件实施重大技术改造，其性能、构造、材料、部件发生较大变化，应重做系统或部件的型式试验。

20.1.8 列车应进行例行试验并做好安全防护措施，投入运营前各列车运行里程不应少于 2000 公里。

20.2 试验要求

20.2.1 列车所有的试验由车辆供应商负责。与牵引系统相关的试验，由牵引系统供应商协助车辆供应商完成，并对车辆供应商负责。列车试验除有明确规定在招标人场地进行外，所有试验均由投标人负责在制造厂的试验基地或试验线上进行。由于投标人的原因无法在投标人场地进行试验，所产生的一切费用由投标人负责。

20.2.2　型式试验

20.2.2.1　型式试验可在单台车辆上进行，也可在合同规定的编组列车上进行。型式试验时车辆的载荷条件应包括技术规范书规定的全部载荷要求。

20.2.2.2　型式试验应在第 1 列车上，由投标方在其厂内进行，必须在招标方线路上进行的试验，由招标方提供条件，投标方实施。

20.2.2.3　对已经采用过的标准设备和特殊部件，如果已经做过型式试验，投标方可提供有关型式试验报告或证书的复印件，由招标方确定是否可以不做型式试验或型式试验的某些项目。

20.2.2.4　所有的试验在投标方场地上进行，与线路条件、运营环境相关的试验应在招标方的场地上重复进行。

20.2.2.5　型式试验原则上要求具有资质的第三方机构执行测试，并出具报告，具体设计阶段确定。

20.2.3　例行试验

20.2.3.1　例行试验在制造厂的试验基地或试验线上进行，车辆的载荷条件为 AW0。

20.2.3.2　所有列车发运前应通过其制造厂内进行的例行试验。

20.2.4　招标方的验收试验组

20.2.4.1　列车的验收试验包括车辆试验、列车试验和按照中国国家质量监督标准规定抽样的零、部件试验，这些试验分为型式试验和例行试验。

20.2.4.2　列车的验收试验由双方共同指定的检测中心负责试验的实施或投标方负责试验的实施，须由经招标方确认的、有权威的检测中心确认。在第二次设计审查期间投标方应提交实施单位和/或有权威的检测中心供招标方审核、确认。

20.2.4.3　招标方代表应参加车辆试验、列车试验和重要零、部件的试验。

20.2.4.4　预计的试验地点及时间应在总的试验计划中提及；确切的试验地点及时间至少应在试验前 1 个月提交给招标方。

20.2.4.5　如果招标方不能参加，应在计划试验前 10 天，以书面形式通知投标方。

20.2.4.6　招标方参加试验，每次试验记录应由双方代表共同签字。假如招标方不参加试验，试验将在预定日期进行，试验记录只由投标方签字并发送给招标方。所有的试验记录应保持完整，并作为试验报告的附件随试验报告提交招标方。

20.2.5　试验大纲

投标方在试验进行前提交试验大纲给招标方。提交试验大纲的日期应满足招标方提出的时间要求。投标方提交的试验大纲应详细阐述试验项目、试验条件、试验方法、试验设备及仪器仪表、时间安排、应用标准、合格与否的判别、所测数据种类、测试方法、测试标准、数据取约方法、数据处理原则等内容。

20.2.6 试验报告

20.2.6.1 对于每一项型式试验和研究性试验，投标方应该在该项试验完成后按招标方要求的时间内提交试验报告，投标方提交的试验报告至少应包括下列内容：被试部件、车辆信息、环境条件、原始数据、数据取约规则、计算公式、图表、试验结果与规则书中规定值的比较、误差分析、结论。

20.2.6.2 试验报告形式应满足招标方的相关要求。

20.2.7 试验项目分类表

序号	名称	条文	型式试验	例行试验	研究性试验
1	静止机械试验	20.3.1	✓	✓	
2	称重试验	20.3.2	✓	✓	
3	车门系统	20.3.3	✓	✓	
4	耐电压试验	20.3.4	✓	✓	
5	辅助系统试验	20.3.5	✓	✓	
6	主电路电气设备操作试验	20.3.6	✓	✓	
7	噪声测量	20.3.7	✓		
8	接地和回流电路接线检查	20.3.8	✓	✓	
9	压缩空气设备密封性和运转试验	20.3.9	✓	✓	
10	空气制动系统检查	20.3.10	✓	✓	
11	车底设备通风冷却系统检查	20.3.11	✓		
12	工作条件和舒适检查	20.3.12	✓	✓	
13	空调系统试验	20.3.13	✓	✓	
14	车体和外部设备箱体水密性试验	20.3.14	✓	✓	
15	安全措施和安全设备检查	20.3.15	✓	✓	

16	运行安全和运行平稳性及舒适性试验	20.3.16	✓		
17	运行试验	20.3.17	✓		
18	牵引能力和电制动能力试验	20.3.18	✓		
19	空气制动线路运行试验	20.3.19	✓	✓	
20	受电弓试验	20.3.20	✓	✓	✓
21	干扰试验	20.3.21	✓		✓
22	供电中断试验	20.3.22	✓		
23	内部过电压试验	20.3.23			✓
24	运行阻力试验	20.3.24			✓
25	能耗试验	20.3.25			✓
26	典型运行图检查	20.3.26			✓
27	乘客信息系统试验	20.3.27	✓	✓	
28	故障诊断系统试验	20.3.28	✓	✓	
29	第一列列车运行试验	20.3.29	✓		
30	短路试验	20.3.30			✓
31	柔性系数试验	20.3.31	✓		
32	ATC 系统的综合型式试验和例行试验	20.3.32	✓	✓	
33	无线通信系统的综合型式试验和例行试验	20.3.33	✓	✓	
34	列车故障运行能力试验	20.3.34	✓		
35	屏蔽门的综合试验	20.3.35	✓	✓	
36	保护装置动作正确性试验	20.3.36	✓	✓	
37	照明试验	20.3.37	✓		
38	环保检测试验	20.3.38	✓		
39	动态限界试验	20.3.39	✓		

40	车钩受力试验	20.3.40			✓
41	冲击电压试验	20.3.41	✓		
42	旅客资讯系统综合试验（车辆配合）	20.3.42	✓	✓	
43	走行部故障诊断试验	20.3.43	✓	✓	
44	车载接触网综合检测系统试验	20.3.44	✓	✓	
45	火灾自动报警系统试验	20.3.45	✓	✓	
46	试车线移动式辅助防撞系统	20.3.46	✓	✓	
47	障碍物探测系统	20.3.47	✓	✓	
48	全自动驾驶功能验证试验	20.3.48	✓	✓	
49	车辆段/正线联调和系统联调	20.3.49	✓	✓	
50	转向架试验	20.3.50	✓		

20.2.8 部件及系统型式试验

在进行列车试验前，投标方应至少提交下列部件或系统的型式试验报告：

- 车体；
- 贯通道；
- 客室侧门；
- 车钩及缓冲器(包括跨接电缆连接器)；
- 紧急疏散门；
- 空气制动装置及控制；
- 基础制动装置；
- 设备风扇；
- 一系和二系弹簧；
- 牵引电机；
- 齿轮传动装置；
- 牵引逆变器及控制；
- 受电弓；
- 避雷器；

- 高速断路器；
- 制动电阻；
- 空压机组；
- 空调系统；
- 辅助逆变器及控制；
- 蓄电池充电机及控制；
- 蓄电池；
- 主控制器；
- 列车控制与诊断系统各部件；
- 乘客信息系统；
- 转向架；
- 电气传动系统综合试验等。

20.2.9 部件和系统试验的具体要求，详见技术规格中各相关章节的规定。

20.2.10 **投标人对标《城市轨道交通初期运营前安全评估技术规范》（交办运[2025]72号）的相关车辆试验要求，出具专项试验报告，具体有：车辆超速保护、列车紧急制动距离、车门安全联锁、车门故障隔离、车门障碍物探测、列车联挂救援、列车蓄电池供电等及全自动运行线路车辆其他测试，并配合其他专业完成测试、试验。**

20.3 具体内容与要求

20.3.1 静止机械试验

20.3.1.1 检查车辆外形尺寸应符合技术规格书规定。

20.3.1.2 测量走行部以及走行部与车体之间的机械尺寸，各测量值应符合设计要求。

20.3.1.3 检查所有联结件应无松动，表面油漆符合规定。

20.3.1.4 对根据轮缘磨耗程度需作调整的部件，应检查其调整的范围。

20.3.1.5 对因轮缘磨耗、操作不当或悬挂装置损坏（空气弹簧漏气或弹簧损坏），可能引起车体在一处或多次与转向架相碰的部位，应予以注意，并考虑其后果。

20.3.1.6 测量在 AW0 和 AW3 两种载荷状态下的挠性系数（型式试验）。

20.3.1.7 使用行车或桥式吊车或架车机，检查其在起吊点或架车点提升车辆的能力（型式试验）。

20.3.1.8 限界检查

车辆部件在组装完成后车辆静态限界检查，其各部件外形轮廓不超过标准规定的限界范围，保证组装完成的车辆满足技术合同的要求及满足安全可靠的运行要求。

20.3.2 **称重试验**

20.3.2.1 测量车辆重量和每个车轮作用在轨道上的垂向载荷，并附带说明测量设备的精度。

- 型式试验：在 AW0 和/或 AW3 载荷状态下进行；
- 例行试验：在 AW0 载荷状态下进行。

20.3.2.2 对于型式试验，应连续进行四次完整的称重操作，试验中车辆应在两个方向各运行两次，以便尽可能地消除由于均衡不良和摩擦所产生的称重误差。每一种型式车辆的最先两辆车的平均重量作为该型车辆的重量，标记在车体外面。对于例行试验，应连续称重两次。

20.3.2.3 车辆的重量及轴重应符合技术规格书的要求，同时应考虑以下条件满足合同要求：

- 车辆最大重量与最小重量，以及车辆总重量的容差；
- 轴重的最大重量以及每轴载荷的容差；
- 车辆一侧与另一侧称重的差值。

20.3.3 **车门系统试验**

20.3.3.1 对于型式试验分别在下列载荷状态，分别连续进行 1000 次无故障的操作（800 次正常开关门、200 次防夹再开门）。

AW0→AW3→AW0

20.3.3.2 例行试验时，仅在 AW0 载荷状态分别连续进行 10 次无故障的操作。（5 次正常开关门、5 次防夹再开门）。

20.3.3.3 应测量所有门的关门压力和开关门时间。

20.3.3.4 例行试验时应测量每车每边的一个门的关门压力。

20.3.3.5 应检查限位开关的动作情况。

20.3.3.6 应检查驱动情况。

20.3.3.7 应检查微动开关的动作情况。

20.3.4 **绝缘耐压试验**

分别对 DC1500V 电路、AC380V 电路、DC110V 电路进行一分钟的工频对地耐电压试验，试验电压见下表。参照 IEC 60077 标准。

项目	操作内容	确认内容
主电路对地	1、使用 1000V 兆欧表测量全部 DC1500V 电路(含受电弓)对地的绝缘电阻值。 注：高压回路做对地绝缘试验时，其他回路与地短接； 2、使用耐压试验器在全部 DC1500V 电路与地之间加压 AC5500V，50Hz，1min。 注：主回路做对地耐压试验时，其他回路与地短接； 3、试验完毕将该回路对地放电。	1）绝缘电阻值≥5MΩ； 2）耐压试验无闪络、击穿现象，泄漏电流不超过 200mA；
AC 380V 电路（含 AC 220V 电路和备用线）对地	1、使用 500V 兆欧表测量全部 AC380V 电路对地的绝缘电阻值； 2、使用耐压试验器在全部交流电路与地之间加压 AC2500V，50Hz，1min。 注：交流回路做对地耐压试验时，其他回路与地短接； 3、试验完毕将该回路对地放电。	1）绝缘电阻值≥5MΩ； 2）耐压试验无闪络、击穿现象，击穿现象泄漏电流不超过 200mA； 3）确认对象如下：全部 AC380V、AC220V 列车导线和备用线；AC380V 中线（O 号线）等。
低压电路（包括 DC 110V 和 DC 24V 和备用线）对地	1、使用 500V 兆欧表测量全部 DC110V 电路对地的绝缘电阻值； 2、使用耐压试验器在全部 DC110V 电路与地之间加压 AC1500V，50Hz，1min。 注：低压电路做对地耐压试验时，其他回路与地短接； 3、试验完毕将该回路对地放电。 4、使用万用表测量高压接地电阻（50mΩ）附近车体对轴端接地装置的电阻值。	1）绝缘电阻值≥1MΩ； 2）耐压试验无闪络、击穿现象，击穿现象，泄漏电流不超过 200mA； 3）确认对象如下：全部 DC110V、DC24V 列车导线。 4）电阻值＞25mΩ。
通讯电路对地	1、使用 500V 兆欧表测量全部通讯电路对地的绝缘电阻值； 2、试验完毕将该回路对地放电。	1）绝缘电阻值≥1MΩ； 2）确认对象如下：全部通讯电路电缆：包括 TCMS 系统 WTB、MVB 总线、CAN 总线、以太网、RS485、RS422、RS232 通讯电缆以及传感器电缆等。

绝缘耐压试验后的恢复	绝缘电阻试验和绝缘耐压试验后注意所有电路要恢复到正常状态，拆除全部短连用的裸导线。	确认全部电路已恢复。

20.3.5 **辅助系统试验**

20.3.5.1 检查辅助逆变器的输出电压和波形；提交谐波含量测试报告。

20.3.5.2 检查 DC110V 电源的输出电压和极性。

20.3.5.3 检查 DC110V 电源的空载输出电压和极性，以及进行 DC110V 的负载试验。

20.3.5.4 检查蓄电池的最大充电电流，最高电压、浮充电压和浮充电流、蓄电池紧急供电时间。

20.3.5.5 分别检查 DC110V 电源正极和负极回路的电压降（型式试验）。

20.3.5.6 检查各种保护电器和继电器的整定值。

20.3.5.7 辅助系统稳定性试验，消除辅助系统引起的电流振荡。

20.3.5.8 辅助系统负载的顺序启动性能。

20.3.5.9 蓄电池紧急负载试验。

20.3.5.10 充电器的紧急启动试验。

20.3.5.11 列车过绝缘分段时，高压瞬间变化对辅助系统的冲击试验及辅助系统的保护试验。

20.3.5.12 接通和切断所有负载 10 次。

20.3.5.13 检查 DC110V、AC400V。

20.3.6 **主回路电气设备操作试验**

20.3.6.1 检查高速开关、线路接触器、充电接触器、放电接触器的动作顺序。

20.3.6.2 检查各种保护装置和继电器的整定值。

20.3.6.3 检查 DC1500V 电缆固定方式、电气间隙和爬电距离。

20.3.7 **噪声测量**

20.3.7.1 本试验要求具有资质的第三方机构执行测试，并出具报告。

20.3.7.2 在不同运行工况（包括起动加速、惰性和制动）时，同时测量司机室、乘客室及车辆外部的噪声。按照《列车振动与噪音》章节要求进行。

20.3.8 **接地和回流电路接线检查**

20.3.8.1 检查下列用于接地和回流的连接线必须连接良好：

(1) 用于固定各电路电位，各电路和车辆机械部分的连线（保护接地）；

(2) 用于保护轴承不受杂散电流影响的连接线（保护接地）；

(3) 用于确保某些电路回流通路的连接线（运行接地）。

20.3.8.2 应检查软连线是否具有合适的长度和足够大的导线截面，接线端子应牢固易于接近，并且有足够大的接触面，检查焊接质量。

20.3.8.3 对于运行接地，测量电气设备负极接线端至车轮间的接地电阻值。

20.3.8.4 应进行轴电压测试。

20.3.9 **压缩空气设备气密性和运转试验**

20.3.9.1 检查安全装置、压力调节装置、隔离塞门、排水阀、空气干燥器、压力传感器和压力开关是否工作正常。

20.3.9.2 初充风时间检查

(1) 将列车的总风缸、制动风缸、辅助风缸和空簧附加风缸的压力全部排到 0。排气前应避免空压机启动（如断开空压机空开）；

(2) 恢复所有排风时的操作并检查所有塞门处于正常位置。

(3) 启动空压机，测量列车充风到最高工作压力所用的时间，应小于 20min。

20.3.9.3 主风缸充至最大工作压力，压缩机停止工作后，检测泄漏量：

(1) 各种压缩空气设备包括制动缸处于压力下但不工作，检查主风缸压力泄漏量；

(2) 各种压缩空气设备包括制动缸没有压力且与主风缸隔离，检查主风缸压力泄漏量。

20.3.9.4 制动风缸容量的测定

在规定的条件下，空气制动系统无气源补充可进行 5 次紧急制动/缓解循环（型式试验）。

20.3.10 **空气制动系统检查**

20.3.10.1 在最大工作压力下，与气源隔离时，检查制动缸的泄漏量。

20.3.10.2 检查调整后的供气设备对空气制动系统的供气能力。测量制动缸压力上升和下降的时间（型式试验）。

20.3.10.3 检查防滑装置的性能（型式试验）。静态功能试验作为例行试验。

20.3.10.4 检查停放制动装置的性能如操作条件、施加的制动力(型式试验)。

20.3.10.5 检查不同工况下（紧急、常用和快速）施加制动的时间、释放制动的时间、制动缸的压力。

20.3.10.6 测量压缩空气露点/湿度（型式试验）。

20.3.10.7 整车制动阀内电磁阀动作次数试验。提供整车制动阀内电磁阀的动作次数试验报告，评估制动阀的大修周期。在车辆与信号联调稳定时进行制动阀内电磁阀的动作次数试验，确保制动阀的大修周期满足合同要求。

20.3.11 **车底设备通风冷却系统检查**

20.3.11.1 检查强迫冷却空气输入和输出的速度(或流量)和压头(型式试验)。

20.3.11.2 检查保护装置的整定值。

20.3.12 **工作条件和舒适度检查**

20.3.12.1 检查司机室的环境。根据 IEC61133 规定，司机室环境和工作条件中的司机室瞭望、司机室照明装置照度、司机室司机视觉环境、前照灯照度和照射距离为型式试验。

(1) 瞭望方便，司机能容易看到轨道和所有信号，不应因障碍物（立柱等）或反射光而迫使司机采取不正常的位置和引起司机眼睛过分疲劳；

(2) 仪表和指示灯在地面和地下都清晰可见；

(3) 指示灯与通常所有人工照明均不得在前窗产生引起信号错觉或其他有影响的反射；

(4) 司机室通风应符合技术规格书要求；

(5) 各种控制器均不需用过大的力就能操作，无意中操作某些控制器件没有危险；

(6) 门和窗应装配得足够紧密，防止气流侵入；

(7) 刮雨器、遮阳板应能正常工作。

20.3.12.2 检查旅客舒适度。客室检查，包括照明和通风系统。

(1) 照明等级及其配置、客室照度应满足技术规格书要求。

(2) 不得有任何设备或机械的运行，有可能成为使得旅客感到不舒适的噪声源和振动源。

(3) 应检查车辆防护压力冲击所采取的措施（例如防冲撞装置）。

(4) 应检查广播音量大小及分布均匀。

(5) 应检查 LED/LCD 显示屏亮度、角度。

(6) LED/LCD 显示屏亮度、角度及是否有遮挡。

20.3.13 **空调系统试验**

20.3.13.1 空调机组应进行通风、全冷、半冷、自动冷、制暖、空调减载、紧急通风测试、目标温度设定等基本功能检查。（例行试验）

20.3.13.2 型式试验要求具有资质的第三方机构执行测试，并出具报告。

20.3.13.3 功能检查

对每种车型应测量：

(1) 客室内总风量和新风量、回风量、紧急通风量（车辆静止时，具体测量状态由招标人确定）；

(2) 司机室风量的测量；

(3) 列车静止时客室内温度及温度均匀性(AW0 和 AW2，具体测量状态由招标人确定)；

(4) 空调机起动后温度随时间的变化曲线（对不同的运行模式及温度设定值，具体由招标人确定）；

(5) 客室内风速及气流的均匀性（AW0，车辆静止时，具体测量状态由招标人确定）；

(6) 客室内相对湿度（AW0 和 AW2，具体测量状态由招标人确定）；

(7) 客室内的气压（车辆静止和运行时，具体测量状态由招标人确定）；

(8) 仅空调机工作时车内外的噪声。

对司机室应测量：

(1) 司机室内送风量（车辆静止和运行时，具体测量状态由招标方确定）；

(2) 司机室内风速及气流的均匀性（AW0，车辆静止时，具体测量状态由招标方确定）；

(3) 司机室内的气压（车辆静止和运行时，具体测量状态由招标方确定）；

(4) 仅通风机工作时车内外的噪声；

20.3.13.4 便携式测试装置功能检查。

20.3.13.5 检查是否有喷雾和冷凝水渗漏（车辆静止和运行时）。

20.3.13.6 紧急通风试验（单个车辆上做）。

检查紧急通风系统的空气流量（型式试验，车辆静止时）。

20.3.13.7 客室气流组织试验（型式试验）

20.3.13.8 招标人根据实际运营条件提出的其它空调型式试验。

20.3.14 **车体和外部设备箱的水密性试验**

20.3.14.1 车体和外部设备箱的水密性试验，检查所有开孔、门和孔盖、盖板或缝隙等有可能水和雨侵入处,证明其水侵入不会对电缆和电气设备以及其他设备带来有害的后果。

20.3.14.2 例行试验时，车辆在水密性专用试验设备上需经 5 分钟水密性试验，喷射架的喷流量，应按买卖双方的协议进行，若无该协议，喷水时喷头的水压应不小于 0.2MPa,试验时所有设备都不工作。

20.3.14.3 型式试验时，水压等参数应参考相关标准 IEC 61133 或 IEC 60721-3-5。

20.3.15 **安全措施及安全设备检查**

(1) 电气设备的保护性接地；

(2) 警惕按钮（器具）；

(3) 紧急制动；

(4) 音响警告装置（例如风笛）；

(5) 规定的安全功能（如车间电源连锁等等）；

(6) 危险警告标记；

(7) 速度表；

(8) 消防器材（如灭火器）；

(9) 自动列车保护（ATP）；

(10) 制动和门控安全电路；

(11) 气压表；

(12) 安全疏散门；

(13) 视频监控系统；

(14) 轴温报警系统。

(15) 前照灯在车辆前端紧急制停距离处照度不应小于 2lx。

20.3.16 **运行安全和运行平稳性及舒适性试验**

20.3.16.1 本试验要求具有资质的第三方机构执行测试，并出具报告。

20.3.16.2 烟火报警试验：

使用加烟工具，对探测器加烟，车辆屏应能提示相应探测器警示。

20.3.16.3 进行安全试验，检查与运行安全有关的车辆特征参数：

(1) 防止脱轨的安全度（测量 DQ/Q）；

(2) 防止轨道移动的安全度；

(3) 防止对钢轨和固定装置或对轮对、车轴和转向架某些部件过大的机械应力的安全度（也可在招标人允许的情况下用计算机模拟）；

(4) 防止由于空气弹簧故障的安全度；

(5) 横向稳定性试验。

(6) 空气弹簧故障状态下的安全性试验。

20.3.16.4 运行平稳性和舒适性试验（型式试验）

在一列车上进行三次平稳性试验,（列车完成所有相关型式试验后）分别在投标方线路上运行约 5000km 后、招标方线路上运行约 5000km 后、和在招标方的线路上运行 150,000km 后进行。详见第六章《转向架》章节相关要求。

20.3.16.5 卖方为买方确定的第三方测试单位免费提供测力轮对，协助安装和拆除等工作，并协助测试单位根据交办运【2023】56 号文第八十条要求完成车辆动力学响应—运行稳定性测试和车辆动力学响应—运行平稳性测试。

20.3.17 **曲线和坡度变化线路的运行试验**

20.3.17.1 在弯道和具有坡道变化的线路上的运行试验。

20.3.17.2 检查车辆在 AW0 载荷和 AW3 载荷状态下，在曲线和坡度变化线路上的安全裕度和运行情况。列车以规范规定的速度通过规定的最小半径的曲线，检查车辆的运动不应受到限制或束缚; 跨接电缆、连接风管、电动机连接线和回流用连接线都有足够的长度; 由车轴带动的机构工作自如。也允许用移车台、转车盘或其他设备，使转向架相对于车体旋转，检查车体静止在曲线上时车体的移动。

20.3.17.3 列车通过 S 型曲线的道岔时，牵引缓冲装置和走廊连接处都不应受束缚或破坏。试验时车钩应处于完全拉紧状态。

20.3.17.4 车钩接合和解钩试验

检查列车在正线及车辆段最小曲线半径的线路上的连挂和解钩情况。

20.3.17.5 列车在 AW0 负载条件下，以最高速度通过规定的最大坡度时，按上述要求检查有关内容。

20.3.17.6 在下列条件下对车钩系统进行通过曲线能力试验：

(1) 最不利的轨道条件；

(2) 最不利的二系悬挂条件；

(3) 最不利的线路曲线半径和速度的组合。

20.3.18 **牵引能力和电制动能力试验**

20.3.18.1 在 AW0、AW2 及 AW3 负载条件下，列车以“启动－制动－停车”的负载循环运行，在牵引逆变器、辅助逆变器、牵引电机温度稳定后，用测试设备在车上记录列车速度、运行时间、行走距离、动车和拖车的制动缸压力、接触网电压、输入电流、牵引逆变输出电压、输出电流、输出频率和功率模块的温度，以及牵引电机的转速和电流。

20.3.18.2 在列车导轮前面的钢轨表面喷洒按 UIC541-05 规定的液体，列车仍以以上的条件和循环方式运行，检查防空转/滑行系统的性能，记录数据同上。试验过程中可以改变防空转/滑行系统灵敏度，以得到最佳的性能，并且计算防滑效率。防空转/滑行系统的试验应按 UIC541-05 规定执行。

20.3.18.3 再生制动能力试验

列车负载状态和试验线路条件、试验方法等在试验大纲规定。

20.3.18.4 电阻制动能力试验

列车负载状态和线路条件、试验方法等在试验大纲中规定。试验时应记录制动电阻的温度。

20.3.18.5 再生制动/电阻制动转换试验

列车负载状态和试验方法等在试验大纲中规定。在下列两种情况下，应能自动地由再生制动转换为电阻制动：

(1) 接触网电压上升到合同规定的再生制动电压范围上限；

(2) 吸收再生能力的设备不足或消失。

20.3.18.6 整车及牵引供应商共同出具相关型式试验报告。内容至少包括相关接口的澄清。

20.3.18.7 列车超速、洗车速度、反向运行最大速度的验证试验。

20.3.18.8 电制动故障验证试验。

20.3.19 **空气制动线路试验**

20.3.19.1 基础制动装置的热容量试验

- 提供紧急制动抱闸热容量仿真计算文件；
- 列车在 AW3 负载条件下，按照预定的运行起动加速－惰性－减速－停车的循环，经规定的时间运行后，测量闸瓦和车轮表面的温度。

20.3.19.2 紧急制动试验

列车在 AW0、AW2 和 AW3 的条件下，分别在不同速度时实施紧急制动，测量制动距离及响应时间（型式试验）。例行试验在 AW0 负载条件下进行。

20.3.19.3 电空混合制动试验

列车在 AW0、AW2 和 AW3 的条件下，起动加速到不同速度等级后实施制动，用测试设备在车上记录列车速度、运行时间、行走距离、接触网电压、输入电流、主逆变器输出电压、输出电流和制动缸压力以及闸瓦、车轮的温度。

20.3.19.4 在列车导轮前面的钢轨表面喷洒按 UIC 541-05《制动机部件制造规程 车轮防滑装置》规定的液体，重复第 20.3.18.2 条叙述的试验，检查滑行系统的性能（型式试验）。

20.3.19.5 由警惕按钮施加的列车紧急制动

在 AW0、AW2 和 AW3 负载条件下，列车以最高速度的速度运行。采用适合的仪器自动记录由警惕按钮发生信号至列车停止时列车行走的距离。

20.3.19.6 停放制动试验

列车停放制动能使超负荷（AW3）的列车在线路最大坡道上停住。

招标人可要求用内燃机车牵引或其他方法检查停放制动的保持能力。

20.3.20 **受电弓试验**

20.3.20.1 在不同运行工况下对受电弓实际运行状况进行试验以检测弓网之间的关系以及受电弓的动态性能。

20.3.20.2 应对受电弓进行以下试验。受电弓的试验依据 IEC 60494 标准进行。

- 称重试验；
- 尺寸测量；
- 静态压力测量（型式/例行试验）；
- 升降系统的检查；
- 耐久性试验（无成熟应用业绩需做该试验）；
- 振动阻尼；
- 横向刚度试验；
- 升降弓气缸的气密性试验（例行试验）；
- 温升试验：额定和最大电流、车辆静止；
- 横向稳定性和跟踪能力试验；
- 紧急降弓试验。

20.3.20.3 跟踪能力试验中应持续记录受电弓动态接触压力、横向位移、工作高度、拉弧情况、电流电压。

20.3.20.4 受流性能试验(研究性试验)

在不同运行工况下对受流器实际运行状况进行试验以检测弓网之间的关系以及受电弓的动态性能。试验在招标方正线进行，具体试验方法及内容由投标方提出，招标方确定，建议按标准 EN 50317 或 EN 60694-2 进行，试验至少需包含以下内容：

- 在高、中、低 3 种速度状态下进行该试验；
- 隧道的特殊区段（接触网最低区间、弯道区间）需进行该试验；
- 检测滑板的动态接触压力、绝缘子所受冲击力；
- 监测网压及电流的变化；
- 视频监控设备监视弓网接触状态；
- 监视、计算弓网间的离线率、燃弧率；
- 检测弓网接触点相对中心线的偏移量；
- 检测弓头高度的变化量；
- 关键部件动应力测试。

其中关键部件动应力测试至少包括以下部件：

- 拉杆及其轴承；
- 上臂杆；
- 下臂杆；
- 关键焊缝；
- 平衡杆及其轴承；
- 弓头羊角。

试验结束后提交试验分析报告。

20.3.21 **干扰试验**

本试验要求具有资质的第三方机构执行测试，并出具报告。

20.3.21.1 内部干扰试验

(1) 主电路、辅助电路中的接触器、继电器和其他可能产生干扰的干扰源对牵引逆变器、辅助逆变器电子控制电路、故障诊断电路及其他电子电路的干扰试验；

(2) 牵引逆变器、辅助逆变器之间相互的干扰试验；

(3) 牵引逆变器、辅助逆变器对故障诊断电路和其他电子电路的干扰试验。

20.3.21.2 外部干扰试验（在招标方的线路上进行）

(1) 线电流中各种频率的交流成分测量（牵引和再生）；

(2) 射频电磁干扰试验（牵引和再生制动）；

(3) 传导电磁干扰试验；

(4) 对供电系统的干扰试验；

(5) 对 ATC 系统的干扰试验；

(6) 对通信系统的干扰试验；

(7) 对乘客医疗设备（如心脏起搏器等）的干扰试验；

(8) 对数字电视的干扰试验；

(9) 对线路上其它设备的干扰试验。

试验按 EN50121-2 和 EN50121-3-1 规定进行。投标方编制试验大纲，招标方确认。

20.3.21.3 列车应能在南京地铁轨道线路上正常运行。列车上子系统（如牵引系统、控制系统、制动系统、辅助系统、车门系统、照明系统、乘客信息系统、空调系统等）必须满足相关抗干扰标准。同时列车总装后所有子系统也不受外界干扰，能正常工作，并进行试验验证。

20.3.22 **供电中断试验**

20.3.22.1 列车在 AW2 和 AW3 条件下牵引运行，分别在下列情况下，连续断开和接通高速断路器 3 次：

(1) 列车最大输入电流；

(2) 主逆变器输出最高电压和辅助逆变器在额定负载；

(3) 最高运行速度。

试验后，列车应继续工作，无可见性损伤。

20.3.22.2 区间绝缘子试验

在 AW3 负载条件下，列车以牵引方式运行，分别在下列条件下，通过区间绝缘子并记录试验列车通过线网区间绝缘子时列车的状况。

- 列车最大输入电流；
- 牵引逆变器输出最高电压以及辅助逆变器带有额定负载；

- 最高运行速度。

20.3.23 **内部过电压试验**

利用高速断路器或其他任何开关、继电器或接触器，使它们在不同的电路条件下，模拟产生内部过电压，记录内部过电压值。

20.3.24 **运行阻力试验**

20.3.24.1 试验应在地面、地下分别进行。

20.3.24.2 列车在一个已知坡度尽可能没有弯道的线路上以最高速度运行，并在不用制动的情况下任其减速。

20.3.24.3 记录速度的变化、运行时间和距离，并考虑到线路坡度和旋转质量的影响，绘制出运行阻力曲线。

20.3.25 **能耗试验**

20.3.25.1 列车在 AW2 和 AW3 负载条件下，按两条计算的负载循环曲线运行，用仪器记录列车消耗的能量，监测接触网吸收再生能量的能力，记录制动电阻电压和电流。

20.3.25.2 在 AW0、AW2 和 AW3 载荷条件下，列车按两条计算的运行曲线运行，使用适当的外部仪器记录输入电压和输入电流，并计算牵引能耗。

20.3.25.3 当施加再生制动时，使用适当的外部仪器记录电压和电流。并计算再生制动总能量。当施加电阻制动时，使用适当的外部仪器记录电压和电流，并计算电阻制动的总能耗。

20.3.25.4 同时验证控制系统对能耗记录的正确性。

20.3.25.5 列车运行 150000km 后，分析该车型在一段记录周期内的能耗情况：

- 牵引总能耗；
- 再生制动总能量值；
- 电阻制动总能耗。

20.3.26 **典型运行图检查**

根据能耗试验的结果，选择最佳的负载循环曲线，列车在招标人的实际线路上按最佳的负载循环曲线试运行，测定通过各个区间以及运行每个往返的速度、时间和能耗等。

20.3.27 **乘客信息系统试验**

20.3.27.1 广播系统功能检查；

20.3.27.2 测量客室中的声压和音质；

20.3.27.3 随噪声大小自动改变音量的能力；

20.3.27.4 动态地图的功能检查；

20.3.27.5 客室紧急对讲装置的功能检查；

20.3.27.6 视频系统的功能检查（包括 LED、LCD、视频监控等）；

20.3.27.7 正线功能验证（包括且不限于：不同广播模式下的广播、显示等功能验证）；

20.3.27.8 乘客信息系统综合实验。

20.3.28 **故障诊断系统试验**

用人为造成故障的方法，检查所有故障显示功能是否正确。试验方法在试验大纲中规定。

20.3.29 **第一列车运行试验**

20.3.29.1 型式试验全部结束后，列车在投标方的试验线上进行运行试验，试运里程应不小于 2500km。

20.3.29.2 首列车通过预验收后，在招标方的运营线路上进行运行试验（可载客），试运里程应不小于 2500km。

20.3.30 **短路试验**

本试验应在招标人的试验线上进行。列车停置在相应牵引变电所供电区的近端、中间、和 1/4（或 3/4）处，动车的 DC1500V 接地，迫使高速断路器跳闸，确认高速断路器的分断能力。

20.3.31 **车辆柔性系数检查试验**

在 AW0 和 AW3 工况下，用直接测量法检查车辆柔性系数。

20.3.32 **ATC 系统的综合型式试验和例行试验**

20.3.32.1 由车辆供应商检查 ATC 和列车连接器（通过正确的针子传递正确的信号）间的硬件接口，并配合 ATC 供应商进行试验，检查安装、布线、连接和功能接口等。

20.3.32.2 在招标人的线路上，由车载信号子供应商负责进行 ATC 系统的综合试验。

20.3.33 **无线通信系统的综合型式试验和例行试验**

20.3.33.1 由车辆供应商配合无线系统供应商进行试验，检查无线电和列车连接器（通过正确的针子传递正确的信号）间的硬件接口和功能接口。

20.3.33.2 在招标人的线路上车载无线通信设备子供应商对车载无线通信系统进行综合试验。

20.3.34 **列车故障运行能力试验**

20.3.34.1 当丧失 1/4 动力情况下，在 AW3 状态下可以维持运行至线路终点。

20.3.34.2 当丧失 1/2 动力情况下，在 AW3 的状态下，列车可在 35‰坡道上起动行驶到最近车站。

20.3.34.3 一列空载列车牵引一列超载 AW3（无动力）故障列车能在 35‰坡道上起动。

20.3.34.4 验证一列 AW0 载荷状态下的列车牵引另一列 AW0 载荷状态下故障列车(无动力)的运行能力。

20.3.34.5 验证列车旁路功能及相关限速值。

20.3.34.6 验证列车降级模式或紧急牵引模式功能及限速值。

20.3.35 **屏蔽门的综合试验**

由投标人配合屏蔽门系统和 ATC 系统的供应商进行试验。

20.3.36 **保护装置动作正确性试验**

对各保护环节动作的正确性进行检查，验证保护的有效性。

20.3.37 **照明试验**

照明试验用照度计检查车辆客室、司机室照明是否符合要求。

20.3.38 **环保检测试验**

20.3.38.1 投标人应聘请有资质的环保检测机构根据 TB/T 3139《机车车辆内装材料及室内空气有害物质限量》对整车和内装材料（含空调和风道）的有害物质进行检测，测量结果应符合 TB/T 3139《机车车辆内装材料及室内空气有害物质限量》的要求（型式试验）。

20.3.38.2 投标人应负责对出前厂的列车所有列车进行环保整治，整治后的整车和内装材料（含空调和风道）的有害物质进行检测，测量结果应符合 TB/T 3139《机车车辆内装材料及室内空气有害物质限量》的要求（例行试验）。

20.3.38.3 首列车出厂前聘请第三方资质机构进行环保型式试验测试，其余列车出厂前进行例行试验。

20.3.39 **动态限界试验**

20.3.39.1 列车在正线运行前，应按照有关标准，结合限界计算结果，进行动态限界试验。

20.3.39.2 在限界试验中需测量一系、二系的横向及垂向位移，以及车辆的侧滚角。

20.3.40 **车钩受力试验**

投标方应在列车型式试验时对列车救援工况下车钩的受力进行试验验证。

20.3.41 **冲击电压试验**

投标人和招标人协商后确定。

分断车辆所有主断路器，对车辆车顶施加 5 次正极性 18kV 标准雷电冲击试验电压后，车辆车顶主电路绝缘良好，无破坏性放电（闪络或绝缘击穿）则试验通过。

20.3.42 **旅客资讯系统综合试验**

旅客资讯系统的功能试验，由列车旅客资讯系统供货商规定并实施。车辆供应商对布线、安装、功能接口进行检查。列车旅客资讯系统的综合试验在南京由旅客资讯系统供货商负责实施，车辆供应商在试验中给予协助

20.3.43 **烟火报警系统试验**

根据相关标准和规范进行功能和性能试验。

20.3.44 **车载接触网综合检测系统试验**

根据相关标准和规范进行功能和性能试验。

20.3.45 **走行部监测系统试验**

根据相关标准和规范进行功能和性能试验。

20.3.46 **试车线移动式辅助防撞系统试验**

根据相关标准和规范进行功能和性能试验。

20.3.47 **障碍物探测系统试验**

根据相关标准和规范进行功能和性能试验。

20.3.48 **全自动驾驶功能验证试验**

投标方应对与全自动驾驶有关的功能及接口进行试验验证。投标方在设计阶段提交详细的试验清单、验证方案及计划。

20.3.49 **停车场/正线联调和系统联调**

投标方应配合信号系统在招标方线路上进行全自动驾驶的相关联调工作。

20.3.50 **转向架试验**

20.3.50.1 转向架动应力试验

对转向架构架等重要机械部件开展动应力试验，试验方法在试验大纲中规定。

20.3.50.2 动力学性能试验

本试验应在招标人的试验线上进行。

(1) 运行平稳性试验，需测量转向架振动加速度和振动频率；

(2) 运行稳定性（安全性）试验，利用测力轮对测量轮轨横向力、爬轨侧和非爬轨侧车轮作用于钢轨的垂向力等数据。

(3) 对试验数据进行计算和处理，车辆运行平稳性和运行稳定性指标满足 GB/T 5599《机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范》要求，其中，轮重减载率≤0.6。

20.4 试验大纲、试验报告要求

20.4.1 试验大纲

20.4.1.1 投标人提交的试验大纲应详细阐述试验项目、试验条件（含车辆外边界条件）、人员组织、试验方法、试验设备及仪器仪表、时间安排、应用标准、合格与否的判别、所测数据种类、测试方法、测试标准、数据取约方法、数据处理原则等内容。

20.4.1.2 应根据 IEC 61133 制定试验大纲，包括：调试大纲、例行试验大纲和型式试验大纲。

20.4.1.3 有关在车辆主要部件投标人工厂内进行的型式试验和例行试验，投标人应在试验前 40 天提供一式 3 份试验大纲，经招标人确认后按计划执行。

20.4.1.4 有关在车辆制造厂内进行的试验，投标人应在试验前 40 天提供一式 3 份试验大纲，经招标人及用户确认后按计划执行。

20.4.1.5 有关在用户现场进行的试验，应根据本章试验项目表中的内容，由进口部件供应商和车辆制造厂在试验前 60 天共同提出整车型式试验和例行试验的试验大纲，经招标人和用户确认后按计划执行。

20.4.1.6 除了试验大纲规定的项目外，经双方协商，也可以进行某些补充项目的试验。

20.4.2 试验报告

投标人提交的试验大纲应详细阐述试验项目、试验方法、试验设备及仪器仪表、时间安排、应用标准、合格与否的判别、数据取约方法、数据处理原则、被试车辆/列车信息、测试环境、原始数据、计算公式、图表、试验结果与规则书中规定值的比较、误差分析、签字及结论等内容。

附件 3-21 车辆智能运维

21.1 总则

21.1.1 车辆智能运维系统主要包括车载部分和地面部分：

车辆智能运维车载部分：

- 列车在线监测；
- 列车状态分析诊断；

车辆智能运维地面部分：

- 轨旁监测；
- 车地传输；
- 地面数据中心；
- 维修管理。

车辆智能运维车载部分由车辆供应商供货，地面部分由车辆段工艺供货商供货。

车辆智能运维（车载部分）

21.2 车辆智能运维车载部分技术需求：

21.2.1 车辆供货商在设计时需提供相关系统的机械、电气、网络接口，对子系统的数据传输、网络隔离做好统一管理。

21.2.2 本章节仅对列车在线监测系统（车载监测系统）的功能和接口提出要求。

车载监测系统采用统一的数据接口、通信协议和维护标准，并采用统一的里程定位和时钟系统，实现智能设备接入模块化、标准化、组件化。

21.2.3 列车在线监测系统（车载监测系统）包括车辆监测系统和综合检测系统。

21.2.3.1 车辆监测系统监测的数据均为车辆各子系统状态(分为需要加装感知设备以及利用原有数据进行分析)。

21.2.3.2 综合检测系统利用电客车为载体，检测相关专业的设备状态。

21.2.4 南京地铁本项目**车辆监测系统**主要配置清单见表 21-1：

表 21-1 车辆监测系统主要配置表

序号	名称	是否需要加装硬件设备	安装数量
1	列车网络及控制系统监测	否	全配
2	牵引系统状态监测	否	全配
3	辅助系统状态监测	否	全配
4	制动系统状态监测	否	全配
5	车门系统状态监测	否	全配
6	空调系统状态监测	否	全配

7	数据集成采集及传输系统	是	全配
8	列车走行部监测系统	是	全配

21.2.5 南京地铁本项目**综合监测系统**主要配置清单见表 21-2：

表 21-2 综合监测系统主要配置表

序号	名称	是否需要加装硬件设备	安装数量
1	车载接触网综合检测系统	是	本项目 1 套
2	车载网轨隧综合智能检测系统	是	本项目 1 套

21.3 车辆智能运维（车载部分）子系统功能需求

本节只对需额外加装感知设备进行数据采集及分析的系统做功能需求阐述。对于运用既有系统的原数据做功能强化拓展分析的子系统则在对应系统章节进行描述。

21.3.1 数据集成采集及传输系统

21.3.1.1 数据采集及传输系统通过车载维护以太网收集数据，并经记录、预处理、诊断、转发等数据处理，实现对列车数据的集中管理、列车状态的综合诊断。

21.3.1.2 数据通过无线传输设备传输至地面数据中心，进行地面端的状态显示，挖掘有用信息，用作车辆状态的分析和列车健康管理。

21.3.1.3 实时传输的数据由时间触发，传输周期可设置，传输内容包括但不限于列车的关键状态信息与基本信息，含速度、工况、位置、车号等列车实时状态数据。

21.3.1.4 故障触发传输数据由预设故障进行触发，传输的内容应包括列车的故障和相关环境数据的相关信息并包含车辆的关键状态信息与基本信息，如故障触发与消失信息、故障编码等。

21.3.1.5 系统进行数据传输时，为提高数据安全性，需对实时发送的数据进行加密。

21.3.1.6 应可通过专用的数据传输通道批量下载系统数据到地面数据中心，用于车辆系统的状态预估、故障分析、维修支持等工作。

21.3.1.7 系统需具备专用的网络安全防护模块或板卡，具备网络安全管理功能。

21.3.1.8 系统采集的数据可根据列车实际功能进行拓展。

21.3.1.9 系统应当具备良好的拓展性，预留后期新增功能。

21.3.2 列车走行部监测系统

21.3.2.1 系统应能够对轴箱轴承、齿轮箱轴承、电机轴承、传动齿轮、车轮踏面进行实时监测、自动诊断，实现对轴箱轴承 齿轮箱输入端轴承和牵引电机输出端轴承内外环、滚动体、保持架的裂纹、剥离等故障的自动诊断，对齿轮箱小齿轮断齿、裂纹、偏磨等故障进行自动诊断，对轮对踏面剥离、裂纹、擦伤、失圆等故障进行自动诊断。

21.3.2.2 系统应具备边缘计算能力，将报警信息通过车载维护以太网传输至数据集成采集系统，再通过车-地无线传输网络将报警信息传输至地面数据中心。

21.3.2.3 系统应具备控制接口用以开启轮轨振动监测模式，具备公里标自动定位功能，实

现轮轨振动、冲击信息的连续实时采集，并通过配套的地面数据分析软件实现轮轨振动、波磨等详细分析功能，作为掌握轨道状态的参考依据。

21.3.2.4 系统应具备历史数据分析和趋势分析预测，含温度数据分析，冲击数据分析，振动数据分析，故障信息统计、综合决策等功能等。

21.3.2.5 系统可根据所采集数据进行特征提取，并采用智能算法建立亚健康诊断模型，实现所监测部件的寿命预测。

21.3.2.6 系统应当具备良好的拓展性，预留后期新增功能。

21.3.2.7 车载子系统提供报警数据、全量检测数据以及所对应数据点表及报警规则、解析协议等给车辆智能运维地面平台，以支撑相应功能设计开发。

21.3.3 车载网轨隧综合智能检测系统

21.3.3.1 本项目在一列车上配备网轨隧综合智能检测系统（包括接触网检测、轨道检测、隧道检测）一套，在另一列车上仅配备接触网检测装置一套，具体要求详见《**车载网轨隧综合智能检测系统**》章节。

21.3.3.2 网轨隧综合智能检测系统由定位触发模块、状态参数测量模块、拍摄成像模块、智能巡检模块、数据关联性分析模块及地面数据中心等组成。接触网检测包含但不限于：接触网几何参数检测、接触网状态巡检、弓网运行状态参数检测；轨道检测包含但不限于：轨道几何参数检测与轨道状态巡检；隧道检测包含但不限于：隧道状态巡检与隧道设备限界参数检测，等等。

21.3.3.3 接触网综合检测系统

- 系统可针对柔性及刚性接触网进行参数和运行状态的实速检测，满足《高速铁路供电安全检测监测系统（6C 系统）总体技术规范》中 2C 高速弓网综合检测装置的要求。
- 系统可对接触网状态进行视频采集，自动识别接触网附属设备缺陷，满足《高速铁路供电安全检测监测系统（6C 系统）总体技术规范》中 3C 接触网安全巡检装置的要求。
- 系统可自动记录检测全过程的弓网关系视频并回放，满足《高速铁路供电安全检测监测系统（6C 系统）总体技术规范》中 4C 接触网悬挂状态检测监测装置的要求。
- 系统应满足车载接触网运行状态检测装置（3C）技术条件要求，针对弓网燃弧、温度、视频进行检测。
- 系统自带网检专家综合评判系统，自动评判每区段的接触网质量，实现多项数据统计、分析功能，自动生成每区段接触网综合缺陷统计表以及计算 CDI 值。
- 检测系统应具备故障自诊断功能，即在检测系统出现故障时，能够自动确定检测系统的软、硬件故障，便于现场检测人员及时处理。
- 系统应当具备良好的拓展性，预留后期新增功能。

21.3.3.4 轨道综合检测系统

- 系统可检测包括但不限于以下项目：轨道几何参数（轨距、左右轨向、左

右高低、水平、三角坑、复合不平顺、轨距变化率、超高、曲率、轨底坡等）；振动加速度；车辆的运行距离、速度；TQI 和各单项指数；实际断面与参考断面对比图、垂直磨耗、侧面磨耗、用户设定任意点的磨耗等。

- 系统应具有对钢轨、扣件、轨道板表面、轨枕和道床表面进行图像动态采集、图像浏览和分析管理功能，对钢轨表面伤损、扣件异常、轨枕开裂、道床开裂、道床异物等病害进行智能识别，并具备对缺陷实时报警和里程定位。
- 系统可采集电客车运行时的振动加速度，从而反映线路状态的功能，同时可输出电客车运行平稳性指标，计算方法参照 GB/T 5599《机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范》。
- 检测系统应具备故障自诊断功能，即在检测系统出现故障时，能够自动确定检测系统的软、硬件故障，便于现场检测人员及时处理。
- 应提供轨道检测专家综合评判系统，自动评判每区段的轨道质量，以及输出 TQI 值；能够实现统计、分析、历史数据比较等功能。
- 系统应当具备良好的拓展性，预留后期新增功能。

21.3.3.5 隧道限界综合检测系统

- 系统可检测包括但不限于以下项目：隧道设备限界实时测量功能，超限自动报警，隧道拱顶、侧壁高清成像，隧道裂缝、漏水、掉块、脱落、错台等各种异常缺陷的智能图像识别。
- 具有接触网、轨道与隧道状态参数的关联性分析，弓网、轨道、隧道综合检测系统数据应与列车电流、电压、速度、加速度、开关门信号、时钟信号等列车实时数据同步匹配。能够基于机器学习 AI 对图像上的缺陷进行智能识别（巡检）

21.4 车载检测数据功能需求

21.4.1 数据采集

21.4.1.1 车载监测采集数据应涵盖所有被监测对象，包括实时监测数据和离线文件数据，所有采集的数据需遵循采用统一的里程定位（信号专业提供）和时钟系统（通信专业提供）。

21.4.1.2 数据采样频率应可根据监测对象配置。

21.4.1.3 实时监测数据，应包括不限于以下关键数据内容：

- MVB 或实时控制以太网过程数据报文及子系统工作状态信息；
- 故障预警、诊断与异常判别信息；
- 采集的关键数据内容中，基本信息至少应满足表 21-3 要求：

表 21-3 基本信息关键数据内容清单

系统	信号
整车	列车编号
	车厢号
	司机室激活

	运行方向（向前、向后）
	司控器级位
	各系统设备软件版本号
	列车速度
	列车限速
	线电压
	线电流
	紧急制动原因
	牵引封锁原因
	旁路激活
	紧急牵引激活
	蓄电池牵引激活
	时间
	定位信息（信号点标）
	空转（每节车）
	滑行（每节车）
	运行里程
	牵引能耗
	再生能耗
	制动电阻能耗
	辅助系统能耗
	列车载荷
	各系统通信状态
	车间电源接通
列车运行模式	ATO 模式
	ATP 模式
	RM 模式
	ATC 切除
	自动折返
	洗车模式
列车工况	牵引
	制动
	惰行

- 采集的关键数据内容中，牵引系统至少应满足表 21-4 要求：

表 21-4 牵引系统关键数据内容清单

系统	信号
受电弓	受电弓升弓信号
	受电弓降弓信号
	受电弓升弓到位信号

	受电弓降弓到位信号
牵引系统状态	牵引自检
	牵引逆变器正常工作
	牵引轻微故障
	牵引中等故障
	牵引严重故障
	牵引力
	电制动力
	牵引输入电压
	牵引输入电流
	牵引中间电压
	牵引中间电流
	牵引输出电流
	高速断路器合/分
	电机转速
	电机转矩
	电机温度
	制动电阻电流

- 采集的关键数据内容中，辅助供电系统至少应满足表 21-5 要求：

表 21-5 辅助供电系统关键数据内容清单

系统	信号
蓄电池	充电机正常工作
	充电机故障
	充电机输入电压
	充电机输入电流
	充电机输出电压
	充电机输出电流
	蓄电池温度
	蓄电池电压
	蓄电池电流
辅助逆变器	并网状态
	三相输出接触器合/分
	中压母线接触器合/分
	辅助逆变器正常工作
	辅助逆变器轻微故障
	辅助逆变器中等故障
	辅助逆变器严重故障
	辅助逆变器输入电压
	辅助逆变器输入电流

	辅助逆变器中间电压
	辅助逆变器中间电流
	输出 UW 相电压
	输出 UV 相电压
	输出 WV 相电压
	输出 U 相电流
	输出 V 相电流
	输出 W 相电流

- 采集的关键数据内容中，制动系统至少应满足表 21-6 要求：

表 21-6 制动系统关键数据内容清单

系统	信号
制动状态	制动自检
	所有制动施加/缓解
	转向架制动隔离
	常用制动施加/缓解
	快速制动施加/缓解
	停放制动施加/缓解
	紧急制动施加/缓解
	停放制动缸压力
	总风压力
	制动风缸压力
	制动缸压力
	空簧压力
	制动轻微故障
	制动中等故障
	制动严重故障
空压机	空压机累积运行时间
	空压机运行/关闭
	空压机故障

- 采集的关键数据内容中，车门系统至少应满足表 21-7 要求：

表 21-7 车门系统关键数据内容清单

系统	信号
司机室侧门	司机室侧门关好
	司机室左门打开/关闭
	司机室右门打开/关闭
通道门	司机室通道门打开/关闭
	司机室通道门紧急解锁

逃生门	逃生门打开/关闭
客室车门	车门轻微故障
	车门中等故障
	车门严重故障
	车门隔离
	车门防夹触发
	车门紧急解锁
	车门打开/关闭
	车门关到位
	车门锁闭到位

- 采集的关键数据内容中，空调系统至少应满足表 21-8 要求：

表 21-8 空调系统关键数据内容清单

系统	信号
司机室空调模式	自动模式
	本地模式
司机室空调工况	空调机组打开/关闭
	制冷
	制热
	通风
	紧急通风
司机室空调状态	目标温度
	司机室温度
	外部温度
	新风温度
	回风温度
	送风温度
	通风机打开/关闭
	压缩机打开/关闭
	冷凝风机打开/关闭
	新风阀开度
	司机室空调机组故障
客室空调模式	自动模式
	本地/集控模式
	强风模式
	火灾模式
客室空调工况	空调机组打开/关闭
	制冷
	制热
	通风
	紧急通风

客室空调状态	目标温度
	温度偏移量（0、±1K、±2K）
	客室温度
	外部温度
	新风温度
	回风温度
	送风温度
	客室湿度
	通风机打开/关闭
	压缩机打开/关闭
	冷凝风机打开/关闭
	新风阀开度
	减载状态
	空调机组能耗
	客室空调机组故障

- 采集的关键数据内容中，乘客信息系统至少应满足表 21-9 要求：

表 21-9 乘客信息系统关键数据内容清单

系统	信号
报站模式	全自动广播
	半自动广播
	手动广播
站点	当前站
	终点站
	下一站
紧急对讲	紧急对讲激活
	紧急对讲通话状态
	紧急对讲设备故障

- 采集的关键数据内容中，其他设备至少应满足表 21-10 要求：

表 21-10 其他设备关键数据内容清单

系统	信号
火灾报警	火灾报警触发
	灭火器被移动
走行部监测	轴箱温度报警
	轴箱振动报警
受电弓检测	燃弧报警
	超温报警
	受电弓完整性缺失报警

21.4.1.4 非实时监测数据，应包括不限于以下关键数据内容：

- 用于部件寿命评估的文件数据；
- 用于趋势分析的特征数据；
- 所监测对象的过程类数据文件。

21.4.2 数据处理

21.4.2.1 车载监测系统采集的音频、图像、视频数据，包括接触网/接触轨综合检测、轨道综合检测等系统图像、视频数据在本地预处理、存储、智能分析（边缘数据计算处理），处理后数据进行实时上传。

21.4.2.2 车载监测系统和列车控制网络中采集的状态、预/报警、故障等数据，包括车辆各子系统在线监测等系统关键状态、预/报警、故障数据实时传输上传。

21.4.2.3 车载监测系统触发预警和故障信息应对前后时间段的过程数据记录并传输。

21.4.2.4 用于部件趋势分析及寿命评估的结果状态需上传，过程数据可不保留。

21.4.2.5 车载监测数据经过数据清洗、过滤后，能与轨旁各子系统检测数据、段厂内生产检修信息数据能进行数据融合，实现车载、轨旁和段厂内生产检修数据三大模块数据的汇聚、处理分析和运用。

21.4.2.6 车载监测数据存储功能：

- 应存储感知与采集的监测数据；
- 应存储诊断结果数据；
- 存储的数据应通过车载维护以太网口进行提取，宜通过无线传输方式提取。

21.4.2.7 车载监测数据存储性能应能存储一定周期的监测和故障诊断数据，具体在设计联络确定。

21.4.3 数据传输

21.4.3.1 车载监测系统产生的数据，应按照统一的数据规范、接入标准、通信协议，通过车载维护以太网或列车控制网络传输到车载数据集成采集系统。

21.4.3.2 所有车载监测数据利用车地无线传输设备传回地面，挖掘有用信息，用作车辆状态的分析和全生命周期健康管理。

21.4.3.3 车地无线传输网络实现车载监测及 TCMS 所有信息数据与运维平台系统的数据传输，车地无线传输支持独立组网及利用既有无线通信网络集成组网，支持 4G、5G、LTE-M、WLAN 网络等一种或多种（更优）高速移动的宽带无线通信制式。具体方案在设计联络阶段确定。

21.5 可靠性要求

智能运维子系统额外加装的设备可靠性满足 GB/T 21562（所有部分）《轨道交通可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例》中相关要求。

21.6 试验要求

21.6.1 型式试验

需按照 GB/T 25119《轨道交通机车车辆电子装置》标准至少进行以下型式试验，并出具相试验报告。

21.6.1.1 振动、冲击试验：设备按照 GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备冲击和振动试

验》，满足随机振动试验、模拟长寿命试验以及冲击试验的要求。

21.6.1.2 低温试验、高温试验：按 GB/T 25119《轨道交通 机车车辆电子装置》中 4.1.2 的要求，满足设备在对应温度存放后进行性能试验的要求。

21.6.1.3 强度仿真计算：按 GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》要求，设备或部件满足提高随机振动量级的模拟长寿命试验。

21.6.1.4 工频磁场抗扰度试验：按 GB/T 17626.8《电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验》进行，并满足其要求。

21.6.1.5 脉冲磁场抗扰度试验：按 GB/T 17626.9—2011《电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验》，并满足其要求。

21.6.1.6 电磁兼容试验：按 GB/T 25119-2021《轨道交通 机车车辆电子装置》中的 5.5 的标准，满足干扰试验的要求，且产生的射频骚扰不超规定的等级。

21.6.1.7 浪涌（冲击）抗扰度试验：按 GB/T 25119-2021《轨道交通 机车车辆电子装置》中的 5.4 的规范，满足规定的浪涌和静电放电试验要求。

21.6.1.8 电源电压波动试验：按 GB/T 25119-2021《轨道交通 机车车辆电子装置》中 5.1 的规范，满足电源电压变化、断电等试验要求。

21.6.2 例行试验

例行试验包括但不限于以下。

21.6.2.1 静态测试：

外观检查：检查机箱外观、产品型号、铭牌标识、板件配置、软件版本等情况；

上电测试：上电自检，检查各板件指示灯情况；

通信测试：检查车载维护以太网、车辆通讯以及其他通信功能情况。

21.6.2.2 静态功能验证，包括但不限于以下：

检测项目验证：检查需求书内各参数检测项目是否满足；

实时采集验证：检查各采集信号的实时采集处理分析功能是否满足；

报表导出验证：检查超限数据报表功能是否满足需求；

信息显示验证：检查界面显示信息、方式是否满足需求；

数据存储验证：检查系统存储方式、容量是否满足；

分析功能验证：检查需求书内的各分析功能是否满足。

21.6.2.3 动态功能验证，包括但不限于以下：

参数重复性验证：需在相同的线路重复运行，并将检测数据对比进行重复性分析；

参数准确性验证：将系统测量值与实际值进行对比，对比其偏离程度；

缺陷检出率验证：在线路设置模拟的缺陷，验证其检出率；

时空信息验证：在线路固定点位模拟超限，验证里程、时间的准确性。

车辆智能运维（地面部分）

21.7　　车辆智能运维地面部分技术需求：

21.7.1　　可实现车辆健康管理、正线应急处置指引、列车状态修、全寿命成本管控等功能。

21.7.2　　以车辆全寿命周期进行智能运维建设，从源头制定关键监测数据清单，各模块按业务需求取用所需数据进行分析，指导各自的维修周期、检修规程编制，实现全过程的智能运维以及多维度的耦合分析。

21.7.3　　本项目需实现与南京地铁既有车辆智能运维平台互联互通。

21.7.4　　列车状态分析诊断应具有车辆关键系统如车门、牵引、制动、走行部、空调等系统融合分析功能，支持系统运行状态、故障、预警等信息的展示，通过融合分析系统运行和检修产生的数据，实现对系统关键部件的状态预警、寿命预测、故障预警，对系统健康趋势进行分析，指导检修作业。

21.7.5　　维修管理

21.7.5.1　　维修档案管理，为车辆检修作业提供技术依据、决策支持和应用指导，是车辆维保、智能列检、智能设备管理功能的延伸。通过收集和管理车辆检修知识，记录和保存文件到云端，划分空间和目录体系，结构化建立知识体系。同时支持上传各类文件，包含车辆设计生产过程中的文件（生产验收文件、维护手册、零部件手册、图纸图册等）和车辆运维支持文件（维修维护规程、作业指导书、标准化作业工艺、典型故障案例、故障应急处理指南等）导入功能。

21.7.5.2　　个性化功能开发，支持依据业务需要的实际计算规则，对于会经常发生变化或计算流程和规则比较复杂的情况，可实现基于事件或模型驱动的数据处理，支持自行编辑预警触发逻辑的相应权限。针对数据输入，解释业务规则，并根据业务规则做出进行相应的计算，提供图形化界面，支持根据设备数据协议点表定义预警规则，包括四则运算、布尔运算、逻辑运算、聚合计算以及自定义预警机制。支持提供业务规则统一的管理界面，可实现对规则进行启用、删除、修改等功能。

21.7.5.3　　系统汇总车辆运行状态数据，实现对车辆运行状态的实时监控，展示线路各运行车辆位置信息、车辆运行状态、上下行及区间位置等信息。展示上线列车数量、运行公里数、千公里故障率等相关线路运行统计信息。具有车载参数曲线分析功能，通过接入车载网络系统全量运行状态和监测数据，可以根据选定时间段，按照模拟量和数字量对选定的变量进行查看和分析，方便检修人员远程分析车辆运行状态。

21.7.6　　南京地铁本项目建设轨道交通车辆电子履历平台。

21.7.6.1　　基于轨道交通车辆电子履历数据管理规范，构建线路、车型、车辆和部件的系统建设落地，实现履历数据的数据规范性和统一性，实现履历数据共享。

21.7.6.2　　电子履历覆盖南京地铁本项目所有车辆从新车阶段、维修阶段直至报废的全生命周期内所有核心业务。打通业务数据并融合形成车辆全生命周期管理系统，实现车辆知识库形成、帮助车辆、设备开展预防性、预测性维修、反哺设计以及衍生新智能应用研究打下坚实的业务基础，从而推动车辆精益化管理。全寿命履历应打破主机厂、地铁公司到车辆维修厂间的数据孤岛，实现履历追溯从头到尾正向

追溯，从运行向设计反向追溯能力。

21.7.6.3 电子履历系统应至少具备以下功能：

- 电子履历系统应可查看车辆基本信息和运营信息，追溯列车全生命周期经历的历史事件，包括关键事件、运营故障、普查整改、投诉等，并对相关的列车在各阶段产生的文档进行展示；
- 电子履历系统中的车辆基本信息至少应包含：车型、所属线路、编组方式、列车数及车厢数量、车体类型、轮轨类型、动拖比、供电方式、通信协议、数据协议、上线时间、维修部门、车型当年 MDBSF、车辆供应商、一级系统供应商等。
- 电子履历系统可检索查看车辆发生过的故障、整改、普查以及投诉事件。并具备模糊检索功能，电子履历系统应基于车辆智能运维平台，实现用户管理及登陆、菜单权限控制。

21.7.7 数据运用

21.7.7.1 数据应用开发需要遵照统一规范、接口协议标准等，宜采用平台化管理，形成线网级车辆专业物联网体系，有效实现车辆运维数据的聚合、迭代，以及与外部数据耦合。

21.7.7.2 具备状态数据统计功能。包括但不限于在线/离线列车统计、各列车预警、故障统计、列车可用率、运行里程统计、载客人流统计、能耗统计等。

21.7.7.3 具备关键设备故障预警、报警功能，对超出预警阈值的设备实现实时分级预警、报警。

21.7.7.4 关键设备服役状态评估功能，实时监测设备关键劣化或故障隐患参数。

21.7.7.5 关键设备健康管理，可靠性评估、寿命分析预测等功能和风险评价功能。设备选型、维修决策功能，指导车辆设计，用户需求优化和维修策略优化。

21.7.7.6 具备设备选型、维修决策功能，能够指导车辆设计，优化用户需求和优化维修策略。

21.7.8 数据安全

21.7.8.1 数据安全应确保数据的保密性和完整性，防止重要及敏感数据的泄露，应进行数据分级分类管理，设置数据安全基线并定期核查，制定数据安全策略，实现敏感信息流向监管和隐私保护等。

21.7.8.2 应提供安全互联、接入控制、统一身份鉴别、授权管理、恶意代码防范、入侵检测、安全审计、终端应用程序安全等安全支撑。

21.7.8.3 数据安全管理应符合 GB/T 20271《信息安全技术 信息系统通用安全技术要求》、GB/T 28452《信息安全技术 应用软件系统通用安全技术要求》和 GB/T 25068（所有部分）《信息技术 安全技术 网络安全》的要求。

21.7.8.4 无线传输系统可提供防火墙车地数据通信安全策略，保护网络内数据安全。

21.8 南京地铁车辆电子履历平台技术条件

21.8.1 南京地铁本项目内容为搭建轨道交通车辆电子履历平台，实现线路-车型-车辆-部件的履历追溯，系统建设功能应包括但不限于：

- 线路履历；
- 车型履历；
- 车辆履历；
- 部件履历；
- 路网履历；
- 大屏管理；
- 履历图谱。

系统需选取运营中车辆为履历收集样板对象，实现车辆履历全寿命履历的系统落地。

21.8.2 维修构型是将产品运用检修所关注的零部件按照装配关系或者功能关系搭建的多层级结构建立车辆/设备及所属的子系统、配件等结构树信息，整车或部件构型结构是建立列车及部件履历的基础和依据，依据构型实现列车及部件电子履历管理。

- 系统具备通过接口集成或数据导入等方式，实现构型数据对接；
- 支持以树形结构展示单列车设备构型和位置构型；
- 支持维护部件与设备树、位置树的关联关系；
- 支撑维护部件设备图片，维护是否为关键部件；
- 支持在车辆履历和部件履历维度上通过构型检索，实现车辆动态履历数据、部件更换记录、部件故障数据的查询。最终形成车辆、部件的全生命周期履历管理的数据支撑。

21.8.3 线路履历展示南京地铁公司线路的发展历程，包含线路大事记的展示，线路建设情况，历年来线路数、车型、车辆数的变化的动态展现。

- 以车辆一车一档为基础，支撑线路履历多维度、多层次的数据提取与聚合；
- 支持对线路基础信息的展示，包含线路规模、车站数量、换乘站数量、配属车辆数量、线路基地、车型信息展示等；
- 支持对线路运行信息的展示；
- 支持以图文、视频、文字等形式对线路发展大事纪进行回顾展示。支持基于时间轴、事件轴等维度的大事纪查询功能，实现事件分级管理，支持以图文、视频、文字等形式对线路发展大事纪进行可视化查看；
- 支持以年份为维度对线路运营服务信息进行汇总展示；
- 支持对线路运行日历的展示，其中包含正线故障、运营数、可用数、可用车占比等信息。

21.8.4 车型履历是以车型的维度，管理履历履历资料，对车型的基本参数、新车配置清单、合同信息等静态履历，及检修信息、换件信息、技改信息等动态信息实现结构化管理和在线查询。

- 支持车型列车信息的展示；
- 支持车型基础参数的展示；
- 支持车型供应商信息的展示；

- 支持车型车型设计信息的展示及文件上传下载；
- 支持车型型式试验信息的展示及文件上传下载；
- 支持车型普查和整改相关信息的展示及文件上传下载；
- 支持车型合同相关信息的展示及文件上传下载；
- 支持车型重大故障报告的列表查看和资料下载；
- 支持不同车型之间进行参数对比功能；
- 支持车型与设备树、位置树的匹配绑定功能，包括对设备树中对应部件设置是否追踪，多方位图片的维护；
- 支持对同一线路下的列车，进行车型适用列车的维护。

21.8.5 车辆履历管理，是系统的核心功能。在车辆履历中，关联设备树和位置树展示一件一档和一车一档，实现履历信息与设备树、位置树节点的对应和结构化管理。

- 支持车辆履历数据采集，包括现有信息系统中履历信息的自动采集，半结构化数据导入（Excel）和非结构化数据识别与录入等；
- 支持对车辆基础信息的展示，包含投运日期、累计运行时长、生产厂商、累计运行里程、维护部门、包保班组、列车星级信息；
- 支持对车辆生产记录、监造信息、试验记录、验收记录的展示；
- 支持对车辆履历一览信息的展示及信息下载的功能；
- 支持对车辆允装物料配置的展示；
- 支持对车辆日常运行记录的展示，包含当日运行状态和累计运行里程；
- 支持对车辆正线故障的展示；
- 支持对车辆日常维保记录的展示；
- 支持对车辆架大修履历的展示和架修项目的状态跟踪；
- 支持对车辆整改/改造和普查数据的展示；
- 支持对车辆配置信息进行展示，包含当前配置信息和新车配置信息，其中，设备树分为完整设备树和关键部件树，设备树和位置树可左右联动筛选下方信息，设备树点击后可加载对应设备图片，若部件未维护图片，则默认显示列车图片。

21.8.6 部件履历，基于车辆设备树和位置树进行车辆履历全生命周期数据贯通研究，识别不同构型树适用的业务范围与数据范围，制定构型树的编码标准，编制规范，版本管理、更新等应用流程，支撑车辆级、系统级、部件级的履历管理。

- 支持对部件基础信息的展示，包含制造厂商、部件批次号、部件序列号；
- 支持对部件更换记录的展示；
- 支持对部件新车交付试验记录和首检记录的展示；
- 支持对部件故障记录和整改记录的展示；
- 支持部件的位置跟踪、状态跟踪。

21.8.7 路网履历，基于整体城市路网维度展示地铁线路当前情况及发展历程。

- 支持整体路网图片信息的展示，可筛选展示单条地铁线路图；
- 支持线路建设信息的展示，默认展示截至当前年份信息，可选择查看之前

年份时的建设信息；

- 支持对线路运营总览信息的展示；
- 支持以路网维度，展示路网中大事记信息。

21.8.8 大屏管理，主要负责对地铁车辆、部件的履历进行展示，能够简单明了的看到该维度下的各项汇总统计数字。

- 车辆大屏支持对故障统计信息的展示，包含年度清客次数、年度救助次数、延误 5 分钟以上数量、万公里故障率；
- 车辆大屏支持对故障趋势信息的展示，以年为维度，统计历年来每年发生的清客、救援、延误类的故障数据，并折线图的形式进行展示；
- 车辆大屏支持对架大修信息进行展示，包含最新一次架大修修程、检修单位、轮次、交付日期信息，下方展示所有架大修信息列表；
- 车辆大屏支持对列车基本信息进行展示；
- 车辆大屏支持对设备信息、更换记录进行展示；
- 车辆大屏支持对设备信息、更换记录进行展示；
- 车辆大屏支持对运行信息进行展示；
- 车辆大屏支持对安全日历进行展示；
- 车辆大屏支持对当日车辆状态进行展示；
- 部件大屏支持对部件可靠性指标数据进行展示，包含平均无故障时间、平均无运营故障时间、平均无故障里程、平均无运营故障里程；
- 部件大屏支持对部件故障频次、子部件更换频次进行展示；
- 部件大屏支持对部件基础信息、设备树图片进行展示；
- 部件大屏支持对故障记录、配属信息、技改信息、检修信息进行展示。

21.8.9 履历图谱，是通过将应用数学、图形学、信息可视化技术、信息科学等学科的理论与方法与计量学引文分析、共现分析等方法结合，利用可视化的图谱，形象的展示搜索对象的关联关系。

履历图谱主要包括分类检索、关系列表展示、关联关系展示、基本信息展示功能。同时扩展词条册维护模块，可动态编辑可检索的类目；扩展数据大纲维护模块，可对类目的关联关系进行可视化编辑。

21.8.10 系统管理功能主要包括组织机构管理、用户管理、角色管理、权限管理、数据变更管理、系统日志等功能，辅助系统管理员对系统进行日常维护和操作。

21.8.11 在系统机构管理模块中，组织机构考可以和已有的人员管理系统的组织机构打通，并采用统一认证方式登录。通过组织机构可以控制不同机构人员查看列车的权限。

21.8.12 用户信息主要包括用户账号、姓名、性别、所属组织机构、联系方式等基本信息，用户信息可新增、可修改、可删除，可一键重置密码。创建用户时需指定组织机构，用户登录时，根据用户的组织机构获取到用户能够查看的列车，在相应的功能页面进行展示。

21.8.13 创建用户时需指定角色（也可以在后期进行维护），一个用户可以拥有多角色，

用户登录时会取所有角色的资源合集。每个角色和功能进行关联，选中角色后进入关联功能页面，可进行添加功能、删除功能操作。角色支持添加、修改和删除操作。

21.8.14 系统使用角色控制功能权限（包括菜单、按钮），将系统中所有的菜单和按钮配置成资源管理模块中的资源。创建角色后，对角色进行资源配置，对用户设置角色（同一个人可以设置多个角色）。用户登录的时候，通过用户的角色，查询出用户所对应的菜单，在首页展示。支持添加、修改和删除操作。

21.8.15 系统至少需满足的其他要求

- 人机界面设计友好，交互性强；
- 先进性，在满足现期功能的前提下，系统设计具有前瞻性，在今后较长时间内保持一定的技术先进性；
- 整个架构采用层层之间松耦合，保证整个架构的稳定性和可扩展性，支持未来业务变化的灵活性；
- 系统设计遵循开放性原则，系统采用标准数据接口，具有与其他信息系统进行数据交换和数据共享的能力，同时具备新系统数据的快速接入能力。

21.8.16 投标方需至少提前 1 个月通知招标方做好安装前准备，以便招标方事先做好环境准备。投标方配合招标方提供有建设性的事先准备工作。

系统建设过程至少包含项目调研、蓝图设计、系统实现、系统试运行和系统上线运维等关键里程碑阶段。

- 项目调研阶段确定系统实施的目标以及项目的基本构造，包括硬件、网络要素。执行正式安装的规模和指标，并且初始化系统；
- 系统蓝图阶段主要处理业务需求的调研和最终的设计确定，输出的蓝图文档需经过正式评审；
- 系统实现阶段基于系统蓝图文档开发系统，定义业务详细设计流程，数据流实现、开发实现系统落地；
- 试运行阶段发现并解决异常情况和配置错误，编写系统的操作手册并培训用户。此外还需要检查所有程序切换和交互界面，进行容量测试和压力测试，并测试用户的接受程度；
- 上线运维阶段指导和解决业务操作过程中出现的问题。

21.8.17 项目验收要求

21.8.17.1 南京地铁本项目所建设系统为常规软件应用系统，遵循 GB/T 16260 《软件产品评价——质量特性及其使用指南》 标准，包含软件功能验收与技术文档评审两部分验收内容。软件功能验收包含本技术条件说明中的所有功能项点。

21.8.17.2 软件功能验收将在投标方完成系统软件部署之后，由系统用户根据本技术条件说明中的所有功能项点进行测试验收，并提交用户验收测试报告; 测试结果满足验收标准视为验收通过，否则需重新组织验收测试。

技术文档评审可以根据文档的具体内容与重要性，结合项目进度安排，选择采用现场或者会议评审等方式；评审的结果将以书面形式通知投标方，不符合评

审标准或需要修正的文档必须及时进行修订并重新提交评审。

21.8.17.3 功能测试的验收标准

软件错误的严重性等级包含以下几种：

(1) 不能执行正常功能或重要功能，或者危及人身安全；

(2) 严重地影响系统要求或基本功能的实现，且没有办法解决；

(3) 严重地影响系统要求或基本功能的实现，但存在合理的解决办法；

(4) 使操作者不方便或遇到麻烦，但不影响执行正常功能或重要功能；

(5) 其它错误。

本项目验收的标准，要求系统在进行系统功能验收测试中，不存在错误等级为 1 或 2 或 3 的错误，或所提交的错误都已得到更正；同时错误等级为 4 或 5 的错误的数量不大于 10 个。

21.8.17.4 性能指标

- 系统应具有高可用性，支持在线用户数 3000 以上，支撑并发用户数 100 个以上（另有规定的除外），保持系统运行稳定，确保数据不因意外情况丢失或损坏；
- 系统的高可靠性和高可扩展性，即便在用户量增大时，也能保持一个良好的响应时间；
- 系统各模块/典型事件的响应时间应符合用户需求，非统计分析型的页面在 3 秒以内响应，采用异步数据装载的页面在 10 秒以内完成响应。系统支持磁带库备份，确保数据不因意外情况丢失或损坏；
- 系统可保证主机、操作系统、网络、数据库和应用软件能 7×24 小时平稳运行；
- 系统支持集群扩展，能通过扩充主机数量扩充系统能力，支持异质资源作群集；
- 系统支持高可用性，单台主机的故障不影响业务进行，进行故障恢复不中断业务服务。

21.8.17.5 可靠性指标

- 支持故障的透明迁移，自动容错和故障恢复；
- 确保硬件出现单点故障时，不影响信息系统的使用；
- 系统无故障运行时间是 7*24 小时，实现故障恢复不中断业务服务；
- 系统的业务可用性应达到：99%；
- 系统 MTTR(平均修复时间)<2 小时。

21.8.17.6 安全性要求

- 系统应有完善的系统安全管控机制和系统异常应对机制，遵循国际安全规范及国家安全规范，包含但不限于 GB/T 22239-2019《信息系统安全等级保护基本要求》、GB/T 20918-2007 信息技术软件生存周期过程风险管理、GB/T15629《信息技术-开放系统互联局域网和城域网特定要求》，并通过安全性测试；

- 数据库全部存放在服务器中，用户必须使用数据库中的数据方能进行业务处理。

21.8.17.7 文档评审

文档评审由招标方选择相应的专家或用户代表组成评审团队进行审核，主要评审依据包含：

- 用户文档的内容是否齐全，是否包含产品使用所需的信息和所有的功能模块；
- 用户文档描述的信息是否正确，是否没有歧义和错误的表达；
- 用户文档是否容易理解，是否通过使用适当的术语、图形表示、详细的解释来表达；
- 用户文档是否有详细的目录表和索引表。

21.8.18 该项目质保服务期为 24 个月。质保服务期内应提供如下但不限于以下服务内容：投标方应积极解决系统建设过程中出现的问题；对于招标方提出的问题，投标方应及时给出响应；如招标方提出需求，投标方应按照要求安排业务顾问到现场进行支持与协助。

21.8.19 本项目计划完成工期暂定为 12 个月，投标方提供项目设计计划，须包括：

- 主要设计里程碑节点(概念设计、方案设计、系统需求、调试试验等)；
- 设计审查；
- 文件递交。

项目设计计划应进行全面科学合理地编制和有效地管理，在确保设计进度目标的条件下做好进度目标的分解和责任分工，并在实施过程中做好分阶段控制；且文件的递交计划须尽可能详细。

投标方应对项目进行动态跟踪，监督进度计划的实施，及时采取相应的措施纠正由于各种干扰引起的进度偏差，以满足设计进度目标的要求；主动协调好可能影响项目进度的每一个环节，以避免和减少项目延期情况的出现。

21.8.19.1 投标方必须将计划提交招标方审批，并按照计划节点严格执行；每一阶段的完成以该阶段对应的所有文件资料得到招标方工程师的批准为依据，在文件未得到全部批准时，必须得到招标方工程师的书面许可才能继续开展下一阶段工作。

附件 3-22 全自动运行

22.1 **总体要求**

22.1.1 本章节中描述的功能要求，技术要求、技术规范、技术参数、接口要求等均为实现本线路全自动驾驶的基本要求。投标方应根据 EN 62290 中的 GOA4 等级在设计阶段提出完整的功能清单、设计方案、功能说明及接口说明，须包括 EN 62290 中关于 GOA4 的相关要求及本章节的要求。投标方也可根据经验建议额外的功能并承担设计及供货。

22.1.2 投标方在设计锁定前应满足其他专业为实现全自动驾驶提出的车辆功能和接口需求，招标方对此无须负担任何其它费用。

22.1.3 本章节规定了车辆系统与相关系统之间的接口规范。

22.1.4 投标方负责满足信号系统的所有接口要求。

22.1.5 当接口设计出现分歧时，投标方无条件服从招标方的协调。

22.1.6 车辆系统与相关系统之间的设计须符合《附件 8 接口要求与管理》及相应附件。

22.1.7 信号系统供货商是本工程全自动运行系统一致性协调方，牵头对全自动运行系统间的接口配合进行协调。车辆供货商在全自动运行系统的技术工作、计划管理工作中应服从一致性协调方的指导和管理，

22.1.8 列车应按能够实现全自动运行功能的目标进行设计，并满足具体章节对全自动运行列车的要求。全自动运行列车至少应满足以下设计要求：

22.1.8.1 全自动运行列车应具有高可靠性和可用性，并对直接影响列车运行的关键设备采用冗余设计，减少影响运营的故障。

22.1.8.2 全自动运行列车在满足系统正常运行的前提下，应具备较强的抗干扰能力及故障恢复能力。

22.1.8.3 全自动运行列车应具备兼容性，满足全自动运行与非全自动运行的运营需求。

22.1.8.4 全自动运行列车涉及行车安全的系统及功能设计应满足“故障导向安全”原则。

22.2 **场景要求**

22.2.1 全自动运行列车是全自动运行系统中的关键设备，应根据 EN 62290 标准给出针对全自动运行的场景分析。

22.2.2 **全自动运行列车功能及接口设计应满足场景文件《南京地铁 11 号线一期工程全自动驾驶系统项目场景说明书》规定的相关要求。**

22.2.3 全自动运行列车设计应满足相关场景要求。

22.2.4 运营场景应针对列车日常运营的整个过程进行分析，内容至少包括：

(1) 自动唤醒（自检）；

(2) 出库；

(3) 进入正线服务；

(4) 退出正线服务；

(5) 列车回库；

(6) 运营结束；

(7) 场内作业等。

22.2.5 故障与异常场景应针对设备故障及应急突发事件进行分析，内容至少包括：

(1) 列车故障 ；

(2) 信号故障故障；

(3) 站台门故障；

(4) 接触网故障；

(5) 综合监控故障；

(6) 通信故障；

(7) 紧急对讲激活；

(8) 车门紧急解锁激活；

(9) 列车疏散；

(10) 异物侵限；

(11) 列车救援；

(12) 火灾；

(13) 水灾等自然灾害等。

22.2.6 应根据实际全自动运行列车运营的相关经验提供对应的场景分析、技术解决方案及应对措施。

22.2.7 应针对全自动运行的场景分析的方案，进行相关场景的验证，以确认场景分析方案中的应对措施的可行性，并完善补充全自动运行场景分析方案。

22.3 系统及功能要求

22.3.1 全自动运行列车功能设计应满足并实现场景文件中的相关要求。

22.3.2 全自动运行列车应自动实现列车唤醒/休眠、全自动运行、蠕动模式、库内发车、场内运行、站台停站、自动对位、站台发车、跳跃对标（Jog）、站台清客、折返、回库、洗车等正常作业，以及列车火灾、车站火灾、障碍物检测激活、紧急疏散门门打开等事件处理，实现列车全自动运行。

22.3.3 全自动运行列车应具备将列车状态、故障信息发送至控制中心（以下简写为OCC）和司机显示器（以下简写为 DDU），OCC 应具备对列车广播、视频调用等联动功能。

22.3.4 列车设计应同时满足其他专业为实现全自动运行提出的列车功能和接口需求。

22.3.5 车体

22.3.5.1 主控钥匙

列车主控钥匙应可用于激活司机室、解锁司机台防护盖。

22.3.5.2 司机室

(1) 应考虑在特殊情况下，需要有人驾驶时的临时与客室的隔离措施。全自动运行列车司机室座椅有别于常规座椅，为隐藏式或可拆卸结构，并可上下前后调节座椅高度。

(2) 旁路开关、仪表、操作按钮等设施设备应布置在司机台上。在全自动运行模式下司机台上的旁路开关及部分控制按钮（如：开/关门、高速开关分/合、停放制动施加/缓解等）功能应无效。

(3) 全自动运行模式下，司机室的雨刮器应具备根据实际天气情况自动开启并调节雨刮频率的功能。

(4) 全自动运行列车司机台应配置带锁的司机台防护盖（采用主控钥匙打开），锁应经久耐用，锁孔应被保护，司机台上的设备(包括开关、按钮、指示灯、显示器、仪表、主控制器、阅读灯、无线通信用设备等)都可通过防护盖保护。在防护盖盖住的情况下，任何人员都不可能接触到司机台上的任何设备，并具有良好的密封性，以防止水渗入，列车运行时不可以晃动或振动。防护盖打开时应能被固定，并不影响司机的瞭望视野和对驾驶室设备的操作以及对紧急疏散门的影响。防护盖应有足够的强度和刚度，能承受运营中有可能施加给它的载荷。全自动运行有人值守时司机能够观察车辆状态。防护盖的材质和控制逻辑在设计阶段确定。

(5) 列车设置检修按钮：

- 检修按钮激活时，列车不施加紧急制动（具体方案设计阶段确定）；
- 检修按钮激活时，系统应向 OCC 汇报列车处于检修状态，不再向 OCC 汇报车辆状态和故障信息，同时不再触发 CCTV 联动和紧急对讲功能。

(6) 开放式司机室应在乘客可触及的位置设置紧急停车装置，在紧急情况下，操作紧急停车装置，列车施加紧急制动，并将相应信息上传至 OCC。

(7) 紧急停车装置应设有防护外罩、警示标语（具体方案设计阶段确定）。

(8) 设置独立司机室（具体方案设计阶段确定），应满足以下条件：

- 司机室与客室间设有间壁和通道门，设计应简易，安装、拆卸方便。

间壁和通道门应方便拆卸，且通道门易于打开并牢固固定（具体在设计联络期间确定）；

- 列车应能对通道门状态进行监控，通道门打开时，应触发与车载视频监视系统联动并将相关报警信息发送至 OCC；在无人值守时应能旁路报警信息；
- 增加通道门各种状态下显示及功能的描述（具体在设计联络期间确定）。
- 通道门应设紧急解锁装置，列车应对紧急解锁装置进行监控，通道门紧急解锁装置触发时，应与车载视频监视系统联动并将相关报警信息发送至 OCC；
- 司机室侧配置半高结构电气柜，柜顶设有防滑条，可放置行李；
- 旁路开关、仪表、操作按钮等设施设备可布置在电器柜内。

22.3.5.3 车体设计布置

(1) 全自动运行列车应具备运行模式指示灯，运行模式指示灯为亮灯状态表示列车处于全自动运行模式/蠕动模式。

(2) 应对全自动运行列车的所有电气设备柜门进行监控。

(3) 在车外设置列车启动指示灯，指示灯应能表示列车是否启动的状态，在列车停稳且有制动时指示灯常亮，发车启动前一定时间（可设定）指示灯闪烁，列车非零速后指示灯熄灭。

22.3.5.4 灭火器

应对全自动运行列车的灭火器进行监测，被移动时应触发报警并发送至 OCC。

22.3.5.5 烟火报警系统

(1) 全自动运行列车车下的电气设备应具备火灾探测功能，选用线型感温火灾探测器火灾探测装置；

(2) 全自动运行列车的客室及电气柜内应设适当数量的火灾探测器，当检测到

火灾时应立即报警；

(3) 全自动运行列车的烟火报警应能识别火灾的具体位置（包括客室和车下），能够将这些信息（包括具体的位置信息）传到列车控制系统并进行记录，同时在列车司机室显示器上进行显示,并发送至 OCC；

(4) 烟火报警信号应为持续保持信号，并且具备复位功能，仅当系统收到复位信号后，烟火报警信号才可复位。

22.3.5.6 联动与报警

列车应具备自动触发联动与报警功能，至少但不限于以下功能要求：

(1) 列车司机台防护盖被打开时，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控；

(2) 列车的电气设备柜门被打开时，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控；

(3) 列车上的灭火器被移动时，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控；

(4) 列车烟火报警系统触发时，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控与广播；

(5) 列车旁路功能触发时，应能够向 OCC 发送报警信息；

(6) 司机室与客室通道门被打开时，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控（设计阶段确定）；

(7) 司机室与客室通道门的紧急解锁被触发时，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控（设计阶段确定）。

22.3.6 车门系统

22.3.6.1 主要功能

(1) 全自动运行模式下列车应具备 ATC 自动开/关门、OCC 或站台控制盘开/关门功能，响应由车载 ATC 发出开/关门的指令，实现自动开/关门功能；

(2) 列车应具备车门站台门对位隔离功能。当列车进站前收到站台门的故障或切除信息后，列车到站对位后，对应的车门应保持关闭。若列车车门发生故障或被隔离时，应能将相应信息传输给 ATC 系统，实现站台门对位隔离。

(3) 在全自动运行模式下，列车车门因障碍物无法关闭时，列车应能响应 ATC 系统发出的再关门指令，进行关门。

22.3.6.2 车内紧急解锁

(1) 全自动运行列车设置自复位式的车门紧急解锁装置，车门紧急解锁装置被触发后，应能自动复位；（设计阶段确定）

(2) 车门紧急解锁装置被触发时，应能自动激活对应的紧急对讲装置，建立与 OCC 的双向对讲；

(3) 列车静止时，车门紧急解锁被触发后，列车应满足 ATC 的开门防护功能，若 ATC 禁止开门，车门将无法被手动打开，仅当 ATC 给出允许开门信号，被解锁的车门可被手动打开。并应与 ATC 系统进行联动设计，具备延时自动授权的功能；

(4) 列车在区间运行过程中紧急解锁装置被激活，列车应能够运行至下一站站台后自动扣车并保持车门打开；

(5) 列车出站过程中紧急解锁装置被激活，列车应能根据 ATC 的紧急制动指令施加紧急制动。

22.3.6.3 车外紧急解锁

(1) 全自动运行列车的应在 TC 车离司机室最近的车门设置专供乘务员和维修人员使用的具备复位功能的车外紧急解锁装置（机械解锁和电解锁），工作人员可通过操控车外紧急解锁装置解锁车门，使车门具有在列车外侧解锁功能，并可在断电情况下操作；

(2) 应对车外紧急解锁装置进行监控；

(3) 车外紧急解锁装置的设置位置不能受到站台门及库内登车平台的影响；

(4) 具备车外紧急解锁的车门外侧需要设置脚蹬和扶手。

22.3.6.4　紧急疏散门

(1) 紧急疏散门应具备请求打开功能，并由列车控制系统进行监控并发送至OCC。当请求打开功能被激活时，将自动触发对应位置的紧急对讲装置，乘客和 OCC 可进行对讲；

(2) 紧急疏散门解锁手柄应在 ATC 系统授权解锁后可被解锁打开紧急疏散门。并应与 ATC 系统进行联动设计，具备延时自动授权的功能；

(3) 紧急疏散门应在列车停稳后才可被解锁打开；

(4) 在任何情况下紧急疏散门被打开列车应施加紧急制动。

22.3.6.5　司机室侧门

(1) 列车设置司机室侧门，应对司机室侧门状态进行监控，并能在司机室显示器和 OCC 上进行状态显示；

(2) 司机室侧门关闭后列车才可正常建立牵引，运行过程中若司机室侧门打开，列车应施加紧急制动。

22.3.6.6　联动与报警

列车应具备自动触发联动与报警功能，至少但不限于以下功能要求：

(1) 列车车门防夹结束，保持打开状态后，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控；

(2) 列车车门被切除时，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息；

(3) 列车车门故障时，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控；

(4) 列车紧急解锁装置被触发时，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控；

(5) 列车车外紧急解锁装置被触发时，应能够向 OCC 发送报警信息；

(6) 列车紧急疏散门请求装置被操作时，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控；

(7) 列车紧急疏散门被打开时，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控；

(8) 列车司机室侧门被打开时，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关位置的视频监控。

22.3.7 转向架

22.3.7.1 障碍物探测系统

(1) 全自动运行列车前端需配备被动式的障碍物探测装置，一旦探测到障碍物，会立即触发紧急制动。列车应具备本地障碍物探测装置旁路功能，列车控制系统应进行相应记录；

(2) 系统准确率应不低于 99%，漏报率应不大于 0.1%。

(3) 有两列车同时配置主动式的障碍物探测装置，通过采用雷达或更先进手段，能检测到直线距离不少于 300 米且侵入列车动态限界内的障碍物检测（例如人、行李箱等投影面积不小于 0.5m^2、高度不低于 0.5m），列车将按依据所检测到障碍物距离实施减速，以免发生碰撞。曲线段障碍物检测要求和具体参数，在设计阶段确定。列车应具备本地障碍物探测装置旁路功能，列车控制系统应进行相应记录；主动式障碍物探测装置的准确率应不低于 99%，漏报率应不大于 0.1%。

(4) 其他列车应该预留后期配置主动式障碍物探测装置相关设备安装的软、硬件接口。

22.3.7.2 脱轨检测系统

(1) 全自动运行列车应配置脱轨检测装置，一旦检测到列车脱轨，列车将立即施加紧急制动。列车应具备本地脱轨检测装置的旁路功能，列车控制系统应进行相应记录；

(2) 系统准确率应不低于 99%，漏报率应不大于 0.1%。

22.3.7.3 联动与报警

列车应具备自动触发联动与报警功能，至少但不限于以下功能要求：

(1) 障碍物探测系统探测到障碍物时，应能够向 OCC 发送报警信息，并联动相关的视频监控与广播；

(2) 障碍物探测系统故障，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息；

(3) 脱轨检测系统检测到列车脱轨时，应能够向 OCC 发送报警信息；

(4) 脱轨检测系统故障，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息。

22.3.8 供风及制动系统

22.3.8.1 主要功能

(1) 列车制动重故障时，无法保证紧急制动率，系统在 FAM、CAM、AM 模式下应施加紧急制动；

(2) 列车应具备远程停放制动施加/缓解的功能；

(3) 全自动运行列车单架或单车常用制动不缓解时，根据列车编组情况，通过人工远程切除单车制动，列车继续正常运行，维持运行完本次服务后退出运营。远程切除后，全列车紧急制动应满足可保证的紧急制动率。

22.3.8.2 紧急制动

(1) 列车应具备根据 ATC 系统要求施加紧急制动的功能；

(2) 全自动运行模式下，司机台的紧急制动按钮（蘑菇按钮）仍然有效；

(3) 列车应具备远程施加/缓解 ATC 触发的紧急制动功能。

22.3.8.3 联动与报警

列车应具备自动触发联动与报警功能，至少但不限于以下功能要求：

(1) 制动系统故障，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息；

(2) 列车紧急制动无法缓解时，应能够向 OCC 发送报警信息；

(3) OCC 远程设置列车紧急制动时，列车应施加紧急制动停车，并联动列车广播；

(4) 列车主风管压力过高/过低时，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息。

22.3.9　辅助电源系统

22.3.9.1　辅助逆变器/充电机主电路和控制要求

(1) 每台辅助逆变器DC1500V输入线应有熔断器保护。熔断器本身有熔断指示，同时熔断器熔断指示也应在司机显示器上显示，并将相关信息向OCC发送；

(2) 当列车辅助系统发生故障时，列车应具备OCC远程对故障车辆的辅助系统进行复位的功能，复位功能对正常工作的辅助系统不应产生影响。

22.3.9.2　保护断路器

关键回路保护断路器应具备自动复位功能，在断路器断开时，能自动进行闭合2次，2次自动复位不成功则保持断路器断开；列车控制系统进行相关的记录，应在司机显示器上给出相关信息的提示。

22.3.9.3　蓄电池

列车休眠后仍可对蓄电池状态进行监控，应具备蓄电池状态由休眠唤醒单元上传OCC的功能，当发生蓄电池欠压时，向OCC/DCC进行报警提示。全自动运行列车蓄电池应在休眠期间为唤醒模块、通信模块、天线等用于车辆远程唤醒休眠功能的设备供电，蓄电池容量应支持7天以内的休眠时长。

22.3.9.4　联动与报警

列车应具备自动触发联动与报警功能，至少但不限于以下功能要求：

(1) 辅助逆变器故障时，应能够向OCC/DCC发送报警信息；

(2) 蓄电池充电机故障时，应能够向OCC/DCC发送报警信息；

(3) 列车关键回路保护断路器断开时，应能够向OCC/DCC发送报警信息；

(4) 蓄电池故障时，应能够向OCC/DCC发送报警信息。

22.3.10　牵引和电制动

22.3.10.1　主要功能

(1) 全自动运行模式下列车不受警惕按钮影响；

(2) 当列车牵引系统发生故障时，在列车停稳后，列车应具备 OCC 远程对故障车辆的牵引系统进行复位的功能，复位功能对正常工作的牵引系统不应产生影响。

22.3.10.2 接触网综合检测系统

列车设置接触网综合检测系统，能够对列车受电弓进行在线实时检测并具有故障预警功能，接触网综合检测系统应满足以下功能要求：

(1) 列车应具有受电弓姿态异常检测、受电弓设备完整性检测功能。当列车受电弓故障、姿态异常、完整性异常时，应向列车控制系统进行报警，列车控制系统应进行相关的记录，并在司机显示器上进行显示；

(2) 接触网检测系统应采用高速高清摄像头，并能满足全线路、全天候工况下的视频监控。视频记录时间不小于 360 小时，图像清晰度为 1080p，帧数不低于 25fps，并采用先进先出原则储存。摄像头防护等级达到 IP67；

(3) 接触网检测系统故障时应向列车控制系统进行报警，列车控制系统应进行相关的记录，并在司机显示器上进行显示。

22.3.10.3 联动与报警

列车应具备自动触发联动与报警功能，至少但不限于以下功能要求：

(1) 牵引系统故障时，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息；

(2) 列车防溜车保护触发后，应能够向 OCC 发送报警信息；

(3) 受电弓故障、姿态异常、完整性异常时，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息，并联动相关的受电弓视频监控；

(4) 受电弓检测系统故障时，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息。

22.3.11 空调和通风系统

22.3.11.1 主要功能

(1) 列车具备空调系统自动开/关功能，可根据 ATC 系统发送的工况信号自动对空调系统进行开/关控制；

(2) 当列车空调系统发生故障时，列车应具备 OCC 远程对故障车辆的空调系统进行复位的功能，复位功能对正常工作的空调系统不应产生影响。

22.3.11.2 联动与报警

列车应具备自动触发联动与报警功能，至少但不限于以下功能要求：

列车空调系统发生故障时，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息。

22.3.12 乘客信息系统

22.3.12.1 主要功能

(1) 列车应具备自动广播功能，当列车进站、到站、离站时应自动触发列车广播；

(2) 当发生紧急情况时，OCC 可远程对乘客进行广播，也可选择列车预先设定的紧急广播，远程触发列车紧急广播，紧急广播可进行重复循环播放，循环次数可由用户进行编辑。同时 OCC 可以远程控制列车终止紧急广播，紧急信息数量应不少于 50 条；

(3) 列车紧急疏散门、烟火报警、紧急对讲、灭火器、车门紧急解锁等被触发后，应能自动联动列车相关视频，OCC 可根据报警信息直接调用视频；

(4) OCC 可远程对列车终点站进行变更；

(5) 全自动运行列车应设置摄像头，对列车运行前方、后方进行视频监视；

(6) OCC 可远程下发文本在列车 LCD 上显示；

(7) OCC 可对列车所有视频监控录像进行实时远程调用，查看相关视频，并可支持视频回放功能；

(8) 当列车发生车门故障/对位隔离、区间阻塞、清客、跳站、自动扣车等情况下，应具备联动广播的功能，自动播报相应广播内容。

22.3.12.2 紧急对讲

(1) 全自动运行列车每个门区、紧急疏散门边都应布置紧急对讲装置；

(2) 全自动运行列车的紧急对讲装置激活时，应能实现乘客和 OCC 的双向通话功能；

(3) 全自动运行列车的紧急对讲装置应配置独立摄像头，能在紧急对讲触发时记录保存视频与音频；

(4) 全自动运行模式下，任一紧急对讲装置触发时，OCC 都可远程进行乘客紧急对讲，也可对单个/整车紧急对讲装置复位；

(5) 紧急对讲装置应与视频监控系统联动。

22.3.12.3 联动与报警

列车应具备自动触发联动与报警功能，至少但不限于以下功能要求：

(1) 列车紧急对讲装置触发时，应能够向 OCC 发送相关信息，并联动相关位置的视频监控；

(2) 广播系统故障，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息；

(3) 视频监控系统故障，应能够向 OCC/DCC 发送报警信息；

22.3.13 照明系统

22.3.13.1 内部照明

(1) 在全自动运行模式下，紧急照明可随着列车的激活自动开启；

(2) 列车具备照明系统自动开/关功能，可根据 ATC 系统发送的工况信号自动对照明系统进行开/关控制；

(3) 当列车处于全自动运行模式时，打开司机室盖板后应能通过司机台对司机室照明进行开/关控制；

(4) 列车应具备远程开列车照明的功能。

22.3.13.2 外部照明

在全自动运行模式时，列车的头尾灯可根据列车运行方向自动开启。

22.3.14 列车网络及控制系统

22.3.14.1 全自动运行功能

全自动运行列车由信号、车辆、综合监控、通信等设备共同实现列车全自动运行功能，列车功能要求详见附件 8-1 车辆与信号系统接口技术要求 1.1.4.1

22.3.14.2 远程控制

(1) 全自动运行列车应具备远程控制功能，包括唤醒/休眠、升降弓、广播、视频监控调用、施加/缓解 ATC 触发的紧急制动、空调调温、客室照明开、空调开、施加/缓解停放制动、远程旁路、远程复位等；

(2) 列车具备远程复位功能，OCC 通过远程复位指令，可对列车辅助系统、牵引系统及空调系统进行复位，该复位功能仅作用于故障的设备，其它正常工作的设备不受影响。

22.3.14.3 列车状态远程监控

(1) 全自动运行列车关键设备的运行状态、设备故障应能实时上传至 OCC，同时设备故障等相关维修信息应能实时发送至 DCC，OCC/DCC 显示内容应与列车司机显示器保持一致；

(2) 列车关键设备运行状态至少应包含：

- 牵引逆变器工作状态信息；
- 受电弓升弓/降弓状态；
- 高速断路器闭合/断开；
- 辅助逆变器工作状态信息；
- 蓄电池输出电压；
- 辅逆熔断器正常/熔断状态；
- 保护断路器闭合/断开状态；
- 车门打开/关闭、切除状态、紧急解锁；
- 障碍物检测触发；

- 紧急疏散门打开/关闭状态；
- 空调运行状态、列车客室内温度信息；
- 空压机工作状态信息；
- 停放制动施加/缓解；
- 摩擦制动施加/缓解；
- 主风缸压力；
- 制动缸压力；
- 转向架截断塞门状态；
- 紧急制动按钮状态；
- 列车常用、快速、紧急制动信息；
- 列车旁路触发信息；
- 紧急对讲触发；
- 火灾报警触发；
- 列车脱轨信息；
- 紧急停车装置。

(3) 列车关键设备故障至少应包含：

- 牵引系统故障；
- 辅助电源系统故障；
- 风源及制动系统故障；
- 车门系统故障；
- 空调系统故障；
- 乘客信息系统故障；

- 列车控制系统故障；
- 列车网络通讯故障信息；
- 火灾报警系统故障信息；
- 障碍物检测系统故障信息；
- 脱轨检测系统故障信息；
- 受电弓检测系统故障信息。

22.3.14.4 火灾

(1) 列车火灾：

- 列车在区间运行时发生火灾报警，系统应控制列车运行至下一站站台自动扣车；
- 列车在停站期间发生火灾报警，保持车门打开状态；
- 火灾报警系统复位后，列车应能响应 ATC 系统的指令发车。

(2) 区间与车站火灾

- 若区间、车站发生火灾时，列车应根据 ATC 的指令进行扣车、跳停或发车。

(3) 火灾防烟

- 列车接收到内部烟火报警时，应具备自动关闭火灾相应车厢的空调机组新风口的功能；
- 列车接收到外部烟火报警时，应具备自动关闭所有空调机组新风口的功能。

22.4 **接口要求**

22.4.1 与 ATC 接口要求

22.4.1.1 总体要求

(1) 全自动运行列车设计应预留有安装 ATC 信号设备的位置，并为 ATC 信号设备提供电缆及 DC110V 供电电源。机柜内接线应符合 EN 50343 相关要求，且使用接地电缆槽进行防护。所有车载设备应易于接近，便于检测和维修；

(2) 列车设备柜柜内的电气布置应满足相关规定的 EMC 兼容性要求，不得对 ATC 设备造成电磁干扰，同时 ATC 设备也不应对车载设备及地铁其他系统(包括对共线运行的其他既有列车)产生电磁干扰。车载设备应能承受列车运行的电磁环境及振动冲击；

(3) 列车应满足 ATC 系统实现全自动运行的相关接口及功能要求，能实现的自动控制功能至少包括：列车自动唤醒/休眠、自动发车、场内运行、正线运营服务、站台停站、自动开/关门、自动清客、自动折返、自动回库、自动洗车、自动扣车、蠕动模式、跳跃对标等，以及车辆火灾、车站火灾、障碍物检测激活、逃生门打开等异常事件处理，实现列车全自动运行；

(4) 远程唤醒相关设备应采用列车蓄电池进行供电。蓄电池容量应满足休眠状态下带电设备正常工作的时间要求，应在休眠期间为唤醒模块、通信模块、天线等用于车辆远程唤醒休眠功能的设备供电，蓄电池容量应支持 7 天以内的休眠时长。具体工作时间根据运营需求确定；

(5) 投标方应与信号供应商协商确定接口电路以实现相应的 ATC 功能。这些接口包括但不限于：

- 司机控制台接口；
- 车门控制系统接口；
- ATC 与列车牵引、制动系统接口；
- 列车控制系统；
- 电源接口。

22.4.1.2 列车输出给 ATC 系统的信息应至少包含：

- 驾驶模式选择；

- 司机室钥匙状态；
- 司机室激活；
- 方向手柄位置；
- 主控制手柄位置；
- 检修按钮状态；
- 激活/休眠按钮或旋钮状态；
- 列车允许休眠；
- 列车唤醒成功/失败；
- 列车自检结果；
- 静态测试结果；
- 动态测试结果（设计阶段确定）；
- 列车休眠成功/失败；
- 制动重故障状态；
- 烟火报警；
- 蓄电池欠压；
- 列车完整性；
- 车门关闭；
- 车门锁闭；
- 车门旁路开关状态；
- 车门紧急解锁装置状态；
- 车门控制模式；
- 司机人工开门；

- 司机人工关门；
- 车门对位隔离；
- 紧急疏散门状态；
- 司机台防护盖状态；
- 车下设备箱盖板状态；
- 电气设备柜门状态；
- 列车牵引切除；
- 列车制动；
- 列车零速；
- ATP/ATO 旁路触发；
- 列车运行状态信息；
- 列车故障报警信息；
- 障碍物检测；
- 脱轨检测；
- 司机室侧门状态。

22.4.1.3 ATC 系统输出给列车的信息应至少包含：

- FAM 模式；
- CAM 模式；
- 休眠指令；
- 唤醒指令；
- 站台门状态信息；
- 站台门对位隔离；

- 运行工况；
- 静态测试指令；
- 动态测试指令（设计阶段确定）；
- 跳停；
- ATC 设备状态；
- 轻级制动；
- Jog 指令；
- 鸣笛指令；
- 照明开；
- 空调开；
- 洗车模式；
- 清扫模式；
- 雨雪模式；
- 升/降弓指令；
- 紧急制动指令；
- 开门使能；
- 开门指令；
- 关门指令；
- 车门保持关闭；
- 列车方向；
- 司机室激活；
- 牵引切除；

- 零速信号；
- 紧急疏散门授权；
- 牵引/制动指令；
- 时钟信息；
- 远程复位和控制命令；
- 制动切除；
- 停放制动施加/缓解指令；
- 列车位置信息；
- 站点信息。

22.4.1.4 司机控制台接口

投标方应向 ATC 系统提供的控制输入包括但不限于：

(1) 运行模式：全自动驾驶模式、ATO 模式、ATP 模式、限制人工驾驶模式、ATC 切除（旁路 ATC 功能，带铅封）；

(2) 方向控制：ATO 位、前进位、零位、后退位,具体在设计阶段确定；

(3) 牵引制动手柄：牵引位、惰行位、制动位、快速制动位；

(4) 提供紧急制动按钮反馈信号。ATC 在任何的工作模式下都接受紧急停车的请求。该电路是安全电路，任何相关的接口或者电路故障都被认为是请求紧急停车。

22.4.1.5 车门控制系统接口（具体在设计阶段确定）

(1) ATC 提供下列的输出：

- 能开左车门（安全输出，ATP 内部安全继电器接点闭合）；
- 能开右车门（安全输出，ATP 内部安全继电器接点闭合）；
- 打开左车门（非安全输出信号，仅在全自动驾驶、ATO 模式提供）；

- 打开右车门（非安全输出信号，仅在全自动驾驶、ATO 模式提供）；
- 关左车门（非安全输出信号，仅在全自动驾驶、ATO 模式提供）；
- 关右车门（非安全输出信号，仅在全自动驾驶、ATO 模式提供）。

(2) ATC 接收来自车门控制系统的下列输入：

- 左车门关闭（安全信息，表示左侧车门已经关闭）；
- 右车门关闭（安全信息，表示右侧车门已经关闭）；
- 为了确保列车门与站台屏蔽门的开、关同步，列车有 2.5 到 4 秒的可调整时间（该时间定义为：车门控制单元得到开门指令到车门开始动作的时间）；
- 车门及其控制系统的设计需预留双开门功能，具体设计方案（包括与 ATC 的接口方案）在设计联络阶段确认；
- 如果列车有门出现故障，此门的位置可通过 ATC 转送给站台屏蔽门控制器，因此，相对应的车站屏蔽门保持关闭状态。

22.4.1.6 列车牵引、制动系统接口（具体在设计阶段确定）

(1) ATC 与列车牵引、制动系统接口，输出控制命令。ATC 向车辆提供硬触点信号。该输出用于请求牵引和制动力；

(2) 车辆提供的牵引制动电流线有中转端子，以便信号测量其输出；

(3) 具体接口细节由投标方和信号供应商协商确定。牵引制动命令的传输方式应采用抗干扰能力强的电流传输方式，如需转换由投标方在接收端进行转换；

(4) 当列车未停在规定的停车窗(具体范围将在设计阶段确认)内时，ATC 将自动进行站停位置调整。若列车没完全驶入站台停车，ATC 系统将再次启动列车调整前进，直至对位。若列车越过了站台但不超过一定的范围内（具体范围将在设计阶段确认），ATC 系统控制列车牵引和制动来调整列车后退进行对位站台。信号供应商将提供接口信号以配合投标方实现该功能。投标

方应提供详细的站停策略，在设计联络时讨论确定；

(5) 在全自动驾驶模式下，司机室钥匙没有激活获得权限的情况下，列车驾驶台除紧急停车按钮以外所有控制功能都失效；

(6) 除全自动驾驶模式外，牵引手柄施加快速制动有效，并向 ATC 系统提供牵引手柄已置于“快速制动”位置的信息。

22.4.1.7 列车控制系统的接口

(1) 车辆的列车控制系统与车载 ATC 系统之间将采用 MVB 或以太网连接，以及必要的硬件信号接口，具体在设计联络阶段确定；

(2) ATC 向列车控制系统输出各种工况命令（不限于以下内容，且以最终的接口文件为准。可提出不同方案。）：

- 唤醒(硬件信息)；
- 待命(总线信息)；
- 正线服务(总线信息)；
- 停止正线运行(总线信息)；
- 清扫(总线信息)；
- 休眠(总线或硬件信息)；
- 洗车(总线信息)。

列车根据命令进行相应的控制及反馈，ATC 需将引起工况丢失等故障具体情况在 OCC 进行报警及显示，投标方与信号供应商应在接口设计阶段讨论工况设计方案及 OCC 报警方式。

(3) ATC 与列车控制系统交换如下的信息内容（不限于以下内容，且以最终的接口文件为准。可提出不同方案。）：

- 初始化信息；
- ATC 向列车控制系统的周期查询响应；

- ATC 向列车控制系统周期性提供车次号信息；
- ATC 向列车控制系统提供“停站触发”信息：

在正常的全自动驾驶模式下，车载 ATC 向列车控制系统提供起始站代码，在列车进/出站时，车载 ATC 向列车控制系统提供“到达站”的车站代码，同时提供“下一站”、“终点站”的车站代码和广播信息。ATC 向列车控制系统提供“跳停车站”信息，满足各种运营交路。

- ATC 向列车控制系统提供列车在线路上的位置信息，包括列车的出入段信息，具体形式设计阶段确定；
- 信号提供接口电路控制的输出命令的状态信息给车辆。具体形式在设计阶段讨论；
- 列车控制系统向 ATC 提供周期查询信息；
- 列车控制系统向 ATC 提供车门关闭状态；
- 列车控制系统向 ATC 提供“ATC 切除旁路”、“门使能旁路”和“所有车门关好监控旁路开关”信息。
- 投标方应根据本项目线路图提供轮缘润滑装置喷油的里程点要求，ATC 在相应位置向列车控制系统发出喷油指令，也可根据运行时间控制喷油指令，具体方案在设计阶段确定；
- 列车控制系统向 ATC 提供列车编组信息；
- 列车控制系统向 ATC 提供列车故障信息；
- 列车控制系统向 ATC 提供列车重量信息。

22.4.1.8 速度限制与匹配控制

详细要求在接口设计联络会上确定。

22.4.1.9 紧急制动继电器（EBR）

- 投标方提供紧急制动接触器和继电器（EBR），紧急制动继电器为安全型，在 ATP 实施紧急制动时，其接点断开；

- 在车载 ATC 检测到触发紧急制动的条件时（例如超过 ATP 的安全速度）触发紧急制动继电器，一旦触发，一直保持到列车完全停止。在 ATP 实施紧急制动时，车辆安全地切断牵引系统；
- EBR 安全继电器由投标方提供，需要继电器及接点的数量由投标方及信号供应商协商确定；
- ATC 所触发的紧急制动原因，应在司机显示器上显示；
- 在检测到紧急制动命令时，列车施加紧急制动；当引起紧急制动原因撤销后，可自动缓解紧急制动。

22.4.1.10 零速继电器（ZVR）

ATC 系统输出零速信号给零速继电器，车门操作条件使用的是信号给车辆的“门允许”信号。ATC 切除开关处于旁路位时，车辆提供零速信号给零速继电器。

22.4.1.11 旁路开关

投标方为车载 ATC 系统提供车载 ATC 切除开关、门使能旁路开关和所有门关好监控旁路开关等，旁路开关均带铅封。

(1) ATC 切除开关：

ATC 切除开关处于正常位置时，所有的运行工况均受 ATP 保护。当 ATC 切除开关处于旁路位时，车辆系统旁路信号系统所有输出信号，列车不受信号系统任何保护；信号系统应切断对车辆的全部安全输出和必要的非安全输出。

(2) 门使能旁路开关：

门使能旁路开关处于正常位置时，车门的开门侧及开门受 ATP 控制与防护。当门使能旁路开关处于旁路位时，列车门失去 ATP 防护，由人工确定开门侧及开门条件成立。

(3) 所有门关好监控旁路开关：

司机室内设置一个所有门关好监控旁路开关，利用该旁路开关可使 ATC 系统得到车门关好并锁闭的状态信号，可使列车在 ATP 保护下继续运行。

22.4.1.12 紧急疏散门控制

- 若紧急疏散门意外打开，ATC 或车辆施加紧急制动；
- 紧急疏散门手动操作手柄被操作时，应在 OCC 产生报警。列车停稳后(零速、制动施加等)后，当不允许打开时，ATC 提供禁止信号，禁止紧急疏散门打开。当未收到 ATC 禁止信号或授权一段时间延迟后，紧急疏散门应可以被打开；
- 当无 ATP 防护或失去车地通信时，信号不输出禁止信号，紧急疏散门能够通过操作手柄打开；
- 紧急疏散门的具体要求见《车体》章节，最终的紧急疏散门的控制方式应根据 RAMS 安全分析结果确定。

22.4.1.13 列车模式指示灯

单车全自动驾驶授权或区域全自动驾驶授权时由 ATC 向车辆发送信息，点亮车体外部为工作人员上车起辅助判断的全自动驾驶授权指示灯。具体接口方式与要求，在设计联络中确定。

22.4.1.14 鸣笛

ATC 可以通过车辆提供的继电器(或电磁阀)自动控制司机室的气喇叭进行鸣笛，具体细节在设计联络会商定。

22.4.1.15 电源

(1) 投标方为车载 ATC 系统提供电源输入。

(2) 由于车辆提供的电压范围是不稳定的，所以信号供应商必须提供电源稳压或转换等装置，满足 ATC 对电源及电磁兼容性的要求。

(3) 列车为 ATC 唤醒模块提供永久电源供电，列车连续休眠 7 天（暂定）后，仍能确保唤醒列车。具体试验方式和功耗在设计阶段确认。

(4) 投标方与信号供应商协商提供接地系统的布置，以求电磁干扰最少。投标方负责接地系统的实现。

22.4.1.16 其它控制接口

(1) OCC 远程控制：车载信号设备将车辆远程告警监控系统发出的车辆远程控制指令发送给列车控制系统用于车辆控制。远程控制指令包括但不限于：高速开关分/合、空调温度设定、紧急牵引等，具体实现方法及使用条件在设计联络阶段由相关供应商分析讨论后最终确定。

(2) 车辆故障信号自动控制：当车辆出现主风缸低压、停放制动缓解监控故障和所有制动缓解监控故障时，车辆提供报警信息给信号，由车辆系统综合车辆故障信息提供条件停车或立即停车信息给信号系统，具体实现方法及使用条件在设计联络阶段由相关供应商分析讨论后最终确定。

(3) OCC 工作人员能对指定区域内的正常列车进行远程重启车载 ATC 设备。

(4) 列车两端司机室内均设有信号供应商提供的‘重启开关”，操作任何一端开关可使两端车载 ATC 设备一起重启，具体方案在设计联络阶段确认。

(5) 在乘客信息系统与 ATC 系统之间，需要实现自动数字声音报站和乘客信息显示，须设置 ATC 自动报站/车辆自动报站转换开关。

(6) 投标方应从车辆角度对 OCC 远程控制车辆的功能及 ATC 自动控制的功能（如车门、空调系统、列车乘客信息系统、紧急制动、受电弓、紧急制动等设备或功能控制、故障设备切除、系统复位等）、紧急牵引等的必要性进行分析并提出建议，同时从车辆本身进行安全性分析，并与 ATC 承包商协商实现必要的 OCC 远程控制和 ATC 自动控制。

22.4.2 与综合监控接口要求

22.4.2.1 总体要求

(1) 全自动运行列车设计应预留有安装车载监控服务器的位置，以便安装车载综合监控服务器，并为综合车载监控服务器提供电缆及 DC110V 供电电源。所有车载设备应易于接近，便于检测和维修；

(2) 列车电气布置应满足相关要求规定的 EMC 兼容性要求，不得对综合监控设备造成电磁干扰，同时综合监控设备也不应对车载设备及地铁其他系统(包

括对共线运行的其他既有列车)产生电磁干扰；

(3) 列车两端车载综合监控服务器同时工作，列车同时向两端车载综合服务器同时发送数据；

(4) 列车应满足综合监控系统实现全自动运行的相关接口及功能要求，应实现的功能至少包括：车辆主要状态信息、故障报警发送至 OCC 进行显示、OCC 远程调用车载 CCTV 录像和远程文本下发等；

(5) 为实现全自动运行综合监控所需的相应功能，应提供综合监控监视列车所需的信息并为其解析提供必要的说明。

22.4.2.2 列车输出给综合监控系统的信息应至少包含：

(1) 车辆关键设备（部件）的环境、状态、故障、报警信息；

(2) 列车控制系统时钟信息；

(3) 实时视频监控图像；

(4) 视频监控运行状态和故障报警信号。

22.4.2.3 综合监控系统输出给列车的信息应至少包含：

(1) 远程下发的文本信息；

(2) 实时视频监控调用请求；

(3) 车载综合监控服务器设备的运行状态和故障报警信息。

22.4.3 与无线通讯的接口要求

22.4.3.1 总体要求

(1) 全自动运行列车设计应预留有安装无线通讯设备的位置，并为无线通讯车载设备提供电缆及 DC110V 供电电源。所有车载设备应易于接近，便于检测和维修；

(2) 列车电气布置应满足相关要求规定的 EMC 兼容性要求，不得对无线通讯设备造成电磁干扰，同时无线通讯设备也不应对车载设备及地铁其他系统(包

括对共线运行的其他既有列车)产生电磁干扰；

(3) 列车应与无线系统实现两端自动冗余切换功能，当单个无线通讯设备故障或一端列车广播系统服务器故障时，应具备自动切换功能，不应影响 OCC 对列车的广播功能；

(4) 列车与无线通信应至少具备如下功能：

- OCC 远程对列车进行广播；
- OCC 可远程触发列车紧急广播，同时 OCC 可以远程控制列车终止紧急广播；
- 任一紧急对讲装置触发时，OCC 可远程进行乘客紧急对讲，也可对单个/整车紧急对讲装置复位；
- 列车上任意一个或多个乘客紧急对讲装置触发时，列车控制系统需进行相应的记录，并将列车号及具体的位置及状态信息发送至 OCC，并在 OCC 进行显示。

22.4.3.2 列车输出给无线通讯系统的信息应至少包含：

(1) 紧急对讲请求；

(2) 紧急对讲音频。

22.4.3.3 无线通讯系统输出给列车的信息应至少包含：

(1) 无线通讯设备的运行状态和故障报警信号；

(2) 紧急广播请求；

(3) OCC 音频下发；

(4) 申请紧急对讲应答；

(5) 紧急对讲复位信号；

(6) 无线通信系统运行状态；

(7) 版本信息。

22.5 可靠性及功能安全需求

全自动运行列车应采用既有的、成熟的、可靠性高的工程技术及产品，保证列车具有高可靠性、高安全性，并将有关内容反映在相关的技术文件中。

本章节 RAMS 的基本要求参照 IEC 62278、IEC 62279、IEC 62425 等相关标准要求。

22.5.1 可靠性要求

22.5.1.1 全自动运行列车的 RAMS 性能遵循 IEC 62278 中的有关要求，实施 RAMS 技术和管理。

22.5.1.2 列车平均无故障时间(MTBF)不小于 300 小时，在进行列车可靠性计算中将采用以下公式：MTBF=T/N，T 为列车运行的时间总和，N 为在 T 时间内所有运营列车上所发生的列车故障总数。

22.5.1.3 全自动运行列车平均无故障时间（MTBF）要求参照下表：

序号	故障分类	MTBF 指标
1	服务故障	≥6000h
2	晚点	≥4500h
3	检修故障	≥200h

22.5.1.4 平均无运营故障间隔里程（MDBSF）应不小于 180,000 公里，在进行列车可靠性计算中将采用以下公式：MDBSF=Li/Ni，Li 为所有运营列车在正线上运行总距离，Ni 为在 Li 距离内所有运营列车上所发生的列车运营故障总数。

22.5.1.5 全自动运行列车子系统运营可靠性（MDBSF）要求应参照下表：

主要子系统	平均无运营故障里程（公里）
车门（ 全部 ）	≥1,020,000 公里
制动系统（ 全部 ）	≥1,020,000 公里
空调及通风	≥2,340,000 公里
辅助供电系统	≥1,800,000 公里
列车控制	≥3,600,000 公里
广播系统及电子地图	≥18,000,000 公里
受电装置	≥4,620,000 公里
牵引系统	≥1,800,000 公里

22.5.1.6　线路每百万公里 5 分钟晚点数应小于 0.1 次。

22.5.1.7　列车正点率，初期运营期间应不低于 99.4%，正式运营期间不低于 99.9%；

22.5.1.8　列车服务可靠度应不低于 20 万列公里/次，正式运营期间不低于 30 万列公里/次;

22.5.1.9　列车退出正线运行故障率应不高于 0.1 次/万列公里；

22.5.1.10　列车故障造成退出全自动运行模式率应不高于 1.5 次/万列公里；

22.5.1.11　每日列车唤醒自检成功率应不低于 98%。（总唤醒成功列次/总唤醒列次×100%）。

22.5.2　安全性要求

22.5.2.1　列车安全要求应满足 IEC 62267 规定的相关内容。

22.5.2.2　安全完整性等级要求

根据 IEC 62279、IEC 62425 的标准要求，全自动运行列车和其子系统的设计安

全综合性等级（SIL）应至少满足以下表格：

专业	子系统		安全完整性等级 （SIL）
车辆	制动系统	紧急制动	4 级
		常用制动	2 级
		车轮防滑	2 级
	车门控制单元		2 级
	牵引系统		2 级
	列车网络及控制系统		2 级
	紧急疏散门		4 级
	车载 PIS 系统		2 级
	可编程逻辑控制单元 LCU		4 级
	障碍物探测及脱轨检测装置		2 级
	紧急对讲装置		2 级
	火灾和烟雾报警		2 级

列车各子系统的 SIL 等级应由具有轨道交通列车安全认证资质的第三方认证机构进行认证并提供相关证明文件。

22.5.2.3 列车系统安全性要求

列车在设计阶段应对关键系统进行安全功能设计，并由有资质的第三方对各系

统进行相关安全性认证，至少应包括以下系统：

- 车门系统；
- 牵引系统；
- 辅助电源系统；
- 风源及制动系统；
- 乘客信息系统；
- 列车控制系统；
- 火灾报警系统；
- 障碍物检测系统；
- 脱轨检测系统。

22.6 **试验**

22.6.1 除《第十四章 列车试验》章节要求的试验外，全自动运行列车还应完成本章节要求的列车试验以及联调试验。

22.6.2 投标方应根据全自动运行场景规定的功能及接口要求，对列车进行相应的试验。

22.6.3 投标方应配合其他专业完成所有的接口测试及联调联试试验，试验内容至少包含：

序号	名称	条文	型式试验	例行试验
1	模式指示灯功能测试	22.6.4.1	√	√
2	列车障碍物检测功能测试	22.6.4.2	√	√
3	列车脱轨检测功能测试	22.6.4.3	√	√
4	列车唤醒(含综合自检)功能测试	22.6.5.1	√	√

5	列车站台自动对位功能测试	22.6.5.2	√	
6	蠕动模式功能测试	22.6.5.3	√	
7	列车站台自动发车功能测试	22.6.5.4	√	√
8	列车自动开/关门功能测试	22.6.5.5	√	√
9	列车自动折返功能测试	22.6.5.6	√	√
10	站台自动清客功能测试	22.6.5.7	√	
11	远程临时清客功能测试	22.6.5.8	√	
12	系统自动扣车功能测试	22.6.5.9	√	
13	列车工况模式自动转换功能测试	22.6.5.10	√	√
14	列车工况模式人工设置功能测试	22.6.5.11	√	
15	列车自动出入库功能测试	22.6.5.12	√	√
16	列车休眠功能测试	22.6.5.13	√	√
17	列车远程在线检测功能测试	22.6.5.14	√	√
18	车门/站台门对位隔离功能测试	22.6.5.15	√	√
19	紧急制动缓解功能测试	22.6.5.16	√	√
20	列车自动洗车功能测试	22.6.5.17	√	
21	信号授权释放紧急疏散门功能测试	22.6.5.18	√	√

22	站台再次开关门功能测试	22.6.5.19	√	
23	列车与 OCC 联动功能功能测试	22.6.5.20	√	√
24	OCC 远程广播及乘客信息发布功能测试	22.6.5.21	√	
25	OCC 远程车载视频图像调用功能测试	22.6.5.22	√	√
26	乘客紧急对讲功能测试	22.6.5.23	√	√
27	站台门间隙探测	22.6.5.24	√	
28	工作人员防护开关功能测试	22.6.5.25	√	
29	列车 OCC 远程控制功能测试	22.6.5.26	√	
30	远程限制模式驾驶列车	22.6.5.27	√	
31	站台列车车门控制功能测试	22.6.5.28	√	
32	列车自动鸣笛功能测试	22.6.5.29	√	√
33	列车出库能力测试	22.6.5.30	√	
34	列车区间追踪能力测试	22.6.5.31	√	
35	列车自动唤醒能力测试	22.6.5.32	√	
36	列车清扫功能测试	22.6.5.33	√	√
37	列车远程紧急制动测试	22.6.5.34	√	√
38	列车紧急解锁装置激活测试	22.6.5.35	√	√

39	车辆火灾	22.6.5.36	√	
40	区间、车站火灾	22.6.5.37	√	
41	跳停功能测试	22.6.5.38	√	
42	车门状态丢失测试	22.6.5.39	√	
43	站台门状态丢失测试	22.6.5.40	√	
44	雨雪模式功能测试	22.6.5.41	√	
45	车辆制动系统重故障测试	22.6.5.42	√	
46	列车远程复位、旁路测试	22.6.5.43	√	

22.6.4 列车试验

22.6.4.1 模式指示灯功能测试

当列车处于 FAM/CAM 模式时，观察列车外侧指示灯，是否处于全自动运行模式。将列车切换至其他驾驶模式，观察列车外侧指示灯状态变化。

22.6.4.2 列车障碍物检测功能测试

模拟列车探测到异物，测试列车是否自动触发紧急制动。

22.6.4.3 列车脱轨检测功能测试

模拟列车脱轨信号，测试列车是否自动触发紧急制动。

22.6.5 联调试验

列车应与相关专业共同配合，至少应完成以下联调试验：

22.6.5.1 列车唤醒(含综合自检)功能测试

(1) 在具备全自动运行的停车库或正线休眠区（站台、存车线和折返线）对休眠列车开展自动唤醒、远程人工唤醒和本地人工唤醒三种方式测试，其中自动唤醒和远程人工唤醒功能在 OCC 的 ATS 界面对列车进行唤醒操作，本地人工唤醒由操作人员在车内手动按压本地人工唤醒按钮；

(2) 列车成功上电后，列车、信号、综合监控及通信系统进行自检；

(3) 列车、信号、综合监控及通信系统完成并通过自检后自动进入联合测试程序，包括紧急制动施加/缓解制动和开关门测试。在列车段停车列检库及存车线应自动激活驾驶室并进行左/右侧开关车门控制测试；在站台综合自检时不进行开关车门控制测试；

(4) 列车唤醒成功后，ATS 界面显示唤醒成功与否状态。

22.6.5.2 列车站台自动对位功能测试

列车从测试始发站发车后，通过测试工具设置欠停或过停距离，测试列车到站后相关运行情况是是否满足以下要求：

(1) 列车应根据设置的欠停距离（0.5-5.5m）或过停距离（0.5-4.5m）处停车，不自动开车门和站台门；列车开始进行自动对位；列车完成自动对位成功后，车门及站台门自动打开；

(2) 若列车过停距离超过 5m 范围，则列车自动向下一站运行或于站台停车不自动发车；

(3) 若站台自动对位进行 3 次后仍未完成对位，则列车自动向下一站运行或于站台停车不自动发车。

具体距离及次数在设计联络时确定。

22.6.5.3 蠕动模式功能测试

列车区间运行时，模拟列车故障需采用蠕动模式运行，测试是否满足以下要求：

(1) OCC 的 ATS 查看设备状态及蠕动模式请求信息；

(2) OCC 的 ATS 设置列车进入蠕动模式；进入蠕动模式后列车应以不超过设定

的 ATP 限速自动运行至下一站；

(3) 列车停车后无法自动发车。

22.6.5.4 列车站台自动发车功能测试

(1) 列车停站时间结束后，确认车门和站台门是否发出声光报警并延时自动关闭；

(2) 车门和站台门关闭后列车自动发车，确认列车广播是否播放离站信息。

22.6.5.5 列车自动开/关门功能测试

进行以下车门及站台门测试工作，并确认是否满足以下要求：

(1) 列车在站台停准后，车门及站台门是否自动打开；

(2) 列车发车前，车门及站台门是否自动关闭。

22.6.5.6 列车自动折返功能测试

测试站前折返、站后折返（含退出运营）列车运行以及车门与站台门状态是否满足以下要求：

(1) 站前折返时，列车应自动停站并自动打开车门和站台门，OCC 的 ATS 工作站显示终点站发车进路已自动办理，同时列车完成激活端换端；停站时间结束后，列车车门和站台门自动关闭并自动离站；

(2) 站后折返时，停站时间结束后，列车车门和站台门自动关闭并自动运行至站后折返线；列车停至折返线后，OCC 的 ATS 工作站显示发车进路已自动办理。（若运行计划中列车退出运营，列车工况转为“退出正线服务”工况）；折返线停车时间结束后，列车应自动运行至站台停站并自动保持车门和站台门打开，停站时间结束后，列车车门和站台门自动关闭并自动离站（退出运营列车自动运行至列车段）。

22.6.5.7 站台自动清客功能测试

测试开始进入和确认完成站台自动清客后，列车车门与站台门、列车 PIS 及列车广播是否满足以下要求：

(1) 列车根据时刻表到达运营终点站进行站台清客时，列车车门和站台门自动打开并保持打开，ATS 对列车进行自动扣车，车站 HMI 和 OCC 的 ATS 工作站上在列车停车站台显示扣车图标; 列车 PIS 自动显示终点站信息，列车广播自动播放清客广播；

(2) 当调度确认完成清客并取消站台扣车后或按压站台清客完成确认按钮，列车继续根据运营计划以全自动运行模式自动离站。

22.6.5.8 远程临时清客功能测试

测试设置和确认完成远程临时清客后，列车车门与站台门、列车 PIS 及列车广播是否满足以下要求：

(1) 调度提前通过 ATS 远程下发站台清客指令，列车到达清客站停车后车门和站台门自动打开并保持打开，ATS 应符合设计要求对列车进行自动扣车，车站 HMI 和 OCC 的 ATS 工作站上在列车停车站台显示扣车图标，列车 PIS 自动显示清客信息，列车广播自动播放清客广播；

(2) 当调度确认完成清客并取消站台扣车后，列车 PIS 取消清客信息显示、列车广播停止播放清客广播，车站 HMI 和 OCC 的 ATS 工作站上在列车停车站台不再显示扣车图标，列车继续以全自动运行模式自动离站。

22.6.5.9 系统自动扣车功能测试

(1) 测试区间列车数量大于和小于系统参数设定值时，列车运行情况、列车车门与站台门、PIS 及广播是否满足以下要求：

- 当区间列车数量大于系统参数设定值时，列车于该区间范围外站台自动扣车，列车车门和站台门自动打开并保持打开，车站 HMI 和 OCC 的 ATS 工作站上在列车停车站台显示扣车图标；列车自动播放扣车广播；
- 当区间列车数量小于系统参数设定值时，列车 PIS 系统自动停止播放扣车广播，列车继续根据运营计划以全自动运行模式自动离站。

(2) 模拟列车设备故障，测试列车是否在站台自动扣车，PIS 系统自动播放扣车

广播，待故障恢复后，OCC 人工取消扣车，列车继续以全自动模式运营，PIS 系统自动停止播放扣车广播。

22.6.5.10 列车工况模式自动转换功能测试

(1) 测试列车是否能够根据 ATC 发送的工况指令（待命、进入正线服务、退出正线服务、场段运行等）自动控制列车照明和空调打开/关闭；

(2) 测试退出正线服务工况下，列车在站台停站时是否自动开/关门。

22.6.5.11 列车工况模式人工设置功能测试

测试列车通过人工远程设置正线服务、退出正线服务工况模式，是否能够自动控制列车车厢内照明和空调打开/关闭。

22.6.5.12 列车自动出入库功能测试

测试列车是否按照运行计划时间自动出入库及列车运行情况：

(1) 出库列车根据运行计划自动出库，并自动运行到始发车站；

(2) 回库列车在根据运行计划自动运行回库。

22.6.5.13 列车休眠功能测试

测试自动休眠、远程人工休眠和本地人工休眠三种方式。其中自动休眠和远程人工休眠功能在 OCC 的 ATS 界面对列车进行休眠操作，本地人工休眠由操作人员在车内手动按压本地休眠按钮。列车休眠后，OCC 的 ATS 界面应能正确显示列车为休眠状态。

22.6.5.14 列车远程在线检测功能测试

在列车上分别设置关键系统和设备故障，包括牵引、辅逆、制动、客室车门、空调、广播等系统设备，OCC 对列车信息、设备故障关键信息进行实时监控和告警，并核验与运营安全相关信息是否在 OCC 正常显示。

22.6.5.15 车门/站台门对位隔离功能测试

模拟车门/站台门故障隔离，列车自动停靠站台后自动开门，确认故障隔离的站台门/车门是否处于对位隔离状态。

22.6.5.16　紧急制动缓解功能测试

列车运行期间设置信号故障（如激活 SPKS），列车施加紧急制动；再将信号设备恢复正常，测试紧急制动是否自动缓解。若无法自动缓解，手动缓解紧急制动。

22.6.5.17　列车自动洗车功能测试

测试列车是否按照运行计划自动执行洗车作业：

(1) 列车根据运行计划自动运行至洗车线；

(2) 当列车停于洗车线时，列车进入洗车工况后，列车与洗车设备联动，执行自动洗车程序直至结束。

22.6.5.18　信号授权释放紧急疏散门功能测试

激活紧急疏散门打开请求，测试 ATC 系统授权前、后紧急疏散门是否能被打开及 OCC 的 ATS 调度工作站是否显示相应状态。

22.6.5.19　站台再次开关门功能测试

(1) 通过激活站台中部再次开/关门按钮，测试车门与站台门是否执行开启或关闭；

(2) 列车车门防夹后处于打开状态，通过 ATC 系统/站台关门，测试车门是否能被再关上。

22.6.5.20　列车与 OCC 联动功能测试

列车全自动运行过程中触发乘客紧急对讲、车内紧急解锁装置、火警和紧急疏散门后，测试 OCC 是否具有相关报警及视频联动功能。

22.6.5.21　OCC 远程广播及乘客信息发布功能测试

测试 OCC 对列车进行远程语音播报及文字信息发布时，列车是否播放 OCC 人工广播以及列车 PIS 是否显示文字信息。

22.6.5.22　OCC 远程车载视频图像调用功能测试

(1) 列车运行过程中，测试 OCC 是否具备实时监控列车车厢情况及远程调用列车 CCTV 图像功能；

(2) 应对列车所有摄像头进行视频调用测试。

22.6.5.23 乘客紧急对讲功能测试

操作人员激活列车车厢内乘客紧急对讲装置，测试列车与 OCC 是否具备实时对话及录音功能：

(1) 在控制列车示意图内显示紧急对讲触发信号及位置；

(2) 列车与 OCC 建立实时双向通话；

(3) OCC 应能对所有乘客紧急对讲通话录音；

(4) 激活多个紧急对讲时，应能上报并在 OCC 显示；选择任一接通后，其余未被接听的紧急对讲应保留请求；

(5) 乘客紧急对讲通话结束后，通过操作界面进行复位。

应对列车所有紧急对讲装置进行测试。

22.6.5.24 站台门间隙探测

停站列车自动关闭车门/站台门前，在站台门与车门间隙处设置障碍物，测试站台门间隙探测装置是否对站台门与列车之间间隙进行探测，并观察列车运行状态：

(1) 站台门间隙探测系统检测到障碍物后触发报警；

(2) 信号接收到站台门反馈的未关闭且锁闭信息（其中包括间隙探测报警信息）时，触发紧急制动；

(3) 站台门间隙探测系统报警未恢复前，列车无法自动离站；

(4) 综合监控接收站台门信息并在终端上显示图形化状态；

(5) 移除站台门与车门间隙障碍物后，报警恢复，紧急制动自动缓解，列车在满足条件后自动发车离站。

22.6.5.25　工作人员防护开关功能测试

激活轨行区或列车段区工作人员防护开关，测试 FAM 模式列车运行状态以及 ATS 显示信息是否满足以下要求：

(1) 激活轨行区或车辆段自动化区域工作人员防护开关时，未进入该防护区域的列车在区域外停车，ATS 应显示该开关已激活；

(2) 若激活轨行区或车辆段自动化区域工作人员防护开关时，已进入该防护区域的列车应施加紧急制动，ATS 应显示该开关已激活；

(3) 恢复轨行区或车辆段自动化区域工作人员防护开关后，列车应自动恢复全自动运行，OCC 的 ATS 应显示该开关已恢复。

22.6.5.26　列车 OCC 远程控制功能测试

OCC 对列车下发远程控制相关命令（如设备功能控制、故障设备确认（如有）），测试列车运行及相关设备状态是否执行相关命令。

22.6.5.27　远程限制模式驾驶列车

列车停在区间，对车载设备模拟失去定位后 OCC 设置列车进入远程限制驾驶模式，列车以低速运行并进行速度安全防护，重新建立定位后自动恢复 FAM 模式运行。

22.6.5.28　站台列车车门控制功能测试

OCC 的 ATS 对某一停站列车/站台设置车门控制命令（如保持关闭、允许开左/右门等）后，列车停站后，测试车门及站台门是否满足以下要求：

(1) 设置车门保持关闭命令后，列车车门及站台门保持关闭；

(2) 设置列车远程开门/关门命令后，车门及站台门正常打开或关闭；

(3) 设置允许打开左/右车门命令后，左/右车门及站台门正常打开。

22.6.5.29　列车自动鸣笛功能测试

列车在停车场内全自动运行模式动车前自动执行鸣笛功能。

22.6.5.30　列车出库能力测试

在车辆段进行出库功能测试操作并确认是否满足以下要求：

(1) 按照 ATS 时刻表中的时间，列车即将出库；

(2) 列车以 FAM 模式从库内发车；

(3) 列车到达正线车站匹配正线计划；

(4) 根据不同进路计算出库时间。

22.6.5.31　列车区间追踪能力测试

在正线轨行区进行测试操作并确认是否满足以下要求：

(1) 列车根据运行计划以最高运营等级在正线运行；

(2) 运行期间完成到站自动开关门及自动发车；

(3) 计算 2 列车平均列车追踪时间。

22.6.5.32　列车自动唤醒能力测试

在停车场列检库区域进行多列车唤醒测试操作并测试是否满足以下要求：

(1) 停车场列检库停车区域准备 5 列正常休眠无故障列车；

(2) 时刻表设置同一时间内唤醒该 5 列车；

(3) 查看列车唤醒情况。

22.6.5.33　列车清扫功能测试

验证全自动运行列车清扫功能是否能满足以下要求：

(1) 全自动运行模式下，列车回库停稳后，收到 ATC 发出的清扫指令后，自动打开照明；

(2) 在清扫时间结束前规定时间，列车能自动播报清扫结束广播。

22.6.5.34　列车远程紧急制动测试

测试 OCC 是否可使全自动运行模式列车施加紧急制动停车。

22.6.5.35　列车紧急解锁装置激活测试

(1) 测试全自动运行列车紧急解锁装置激活功能是否满足以下要求：

- 全自动运行模式下，操作车门紧急解锁装置，自动激活最近的紧急对讲装置，建立与 OCC 的双向对讲，并联动相关位置视频监控；
- 全自动运行模式下，列车于区间运行，操作车门紧急解锁装置，列车自动运行至站台，打开车门；
- 全自动运行模式下，列车静止时，激活客室车门对应紧急解锁手柄后，经 OCC 确认给出允许开门信号后才能够解锁车门。

(2) 应对列车所有紧急解锁装置进行相关测试。

22.6.5.36　车辆火灾

测试车辆火灾时是否满足以下要求：

(1) 车辆烟火报警触发后，自动关闭火灾相应车厢的空调机组新风口，并向 OCC 发送报警信息，联动相关位置的视频监控；

(2) 列车在区间运行时发生火灾报警，列车能根据 ATC 系统控车，自动运行至下一站站台自动扣车；

(3) 列车在停站期间发生火灾报警，保持车门打开状态；

(4) 火灾报警系统复位后，列车能响应 ATC 系统的指令发车。

22.6.5.37　区间、车站火灾

测试区间、车站火灾时是否满足以下要求：

(1) 区间、车站发生火灾时，列车自动关闭空调机组新风口；

(2) 区间、车站发生火灾时，列车能够根据 ATC 的指令进行扣车、跳停或发车。

22.6.5.38　跳停功能测试

测试全自动运行模式下，OCC 设置跳停站后，列车是否能够自动向乘客广播、播放跳停信息，并自动越过设置的跳停站台继续运行。

22.6.5.39 车门状态丢失测试

(1) 测试全自动运行列车车门锁闭状态丢失时，是否能够自动运行至下一站停车，并打开车门；

(2) 测试全自动运行列车车门关闭状态丢失时，是否能够自动施加紧急制动。

22.6.5.40 站台门状态丢失测试

测试全自动运行列车在站台区域时，站台门关闭锁闭状态丢失，列车是否能自动施加紧急制动。

22.6.5.41 雨雪模式功能测试

测试全自动运行模式下,列车是否能够满足雨雪模式相关要求，响应 ATC 系统的控车信号。

22.6.5.42 车辆制动系统重故障测试

模拟触发列车制动系统重故障，测试列车是否能自动施加紧急制动，并向 OCC 发送报警信息。

22.6.5.43 列车远程复位、旁路测试

测试全自动运行列车远程复位、旁路功能：

(1) 全自动运行模式下，列车能根据 OCC 发送的相关指令，自动复位车辆相关设备；

(2) 全自动运行模式下，列车能根据 OCC 发送的相关指令，自动触发旁路。

22.7 第三方安全认证

全自动运行列车设计中的第三方安全评估要求应满足 T/CAMET 04017.5-2019《城市轨道交通 全自动运行系统规范 第 5 部分：工程安全评估》中的相关要求。

22.7.1 安全评估

(1) 投标方应对全自动运行列车进行独立的第三方安全认证；

(2) 全自动运行列车安全评估应按下列原则确定设备系统级评估范围：

- 对全自动运行列车的运营有直接安全影响的设备系统；
- 该设备系统虽然对全自动运行列车的行车无直接安全影响，但是该设备系统的可靠性或可用性对全自动运行列车的行车有直接影响；
- 其他需要评估的设备系统。

(3) 应基于 GB/T 21562（所有部分）《轨道交通可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例》、GB/T 28808《轨道交通 通信、信号和处理系统 控制和防护系统软件》及 GB/T 28809《轨道交通 通信、信号和处理系统 信号用安全相关电子系统》等标准，要求安全评估机构开展全自动运行列车的评估，并应满足 T/CAMET 04017.5-2019《城市轨道交通 全自动运行系统规范 第 5 部分：工程安全评估》中的相关要求；

(4) 安全评估第三方应对全自动运行列车的远程控制、复位及旁路的进行安全性分析，并提供安全性分析报告；

(5) 应选择具有轨道交通列车安全认证资质的认证机构作为第三方，参与列车设计、首检、制造及列车试验工作并进行评估，对列车最终的安全性作相应认证工作并出具安全评估报告。

附件 3-23 车辆招标用图

详见附件图纸

附件 4 进度和交货计划

4.1 进度计划

牵引控制系统供应商须满足车辆的进度和交货计划，应根据车辆供应商的计划要求及时调整，首两列车合同签订后 6 个月交货至车辆整车厂，后续列车的牵引控制系统设备应在每列车出厂前 3 个月交货至车辆整车厂。合同执行的所有时间安排包括但不限于下列进度计划：合同执行总体进度计划、设计和设计联络进度计划、分包采购进度计划、设备和材料制造进度计划、发运前检验进度计划和型式试验进度计划、装运进度计划、在现场调试和预验收进度计划、技术文件交付进度计划、培训进度计划等。投标方须在投标文件中详细列出进度计划。

4.2 卖方应保证工程按本附件规定的进度计划实施并承担由卖方引起的全部责任。除非得到买方的同意，在合同规定的以及合同执行过程中买方与车辆供应商达成的合同履行关键时间节点，不允许延误。

4.3 卖方须按本附件规定的进度计划完成合同规定数量的列车调试并通过验收，保证买方试运行开始时有 15 列车（车辆和信号都已调试完毕）投入运营。

4.4 自合同生效日起每月开始三(3)天内，卖方必须向买方提交一份上个月详细进度报告。除合同另有规定，卖方提交的文件如项目跟踪文件、项目进度文件、进度报告、各种清单以及类似文件应是一式四份和电子文件一份。

4.5 交货计划

根据合同签订日期，本条款确定具体的合同设备交货时间。

所有 27 列整车的交货计划于 2028 年 3 月底前（暂定）全部完成。

4.5.1 合同设备交货计划

27 列整车应分二个阶段完成交货。

第一阶段 – 第 1 列整车（完成卖方场地的列车型式试验）计划于 2027 年 6 月底前（暂定）在南京买方指定地点交货。第 2 列车于 2027 年 7 月底前在南京买方指定地点交货。

第二阶段 – 第 3～27 列车计划于 2028 年 3 月底前在南京买方指定地点交货，每月交付 1~4 列车。

4.5.2 专用工具交货计划

附件 12 中确定的专用工具分 2 批交付到买方指定地点。

第 1 批专用工具（用户软件、维护软件和 PTU 必须包括在第 1 批专用工具中）应与第一列车同时交付。

第 2 批专用工具应于 2028 年 6 月底前交付。

4.5.3 技术文件交货计划

技术文件交货计划详见附件 5。

附件 5 技术文件

5.1 概述

5.1.1 本章各条款适用于车辆及车辆的各个系统（包括由分包商提供的系统设备、部件、材料），均由投标方负责。

5.1.2 投标方应提供所有文件的结构树、目录及每类文件的格式样本供买方确认。

5.1.3 技术文件包括图纸(包括电气线路图)、手册及其它技术文件，确保技术文件与所提供的实物一致。投标方对其提供的技术文件的正确性、适当性和及时性负责。

5.1.4 投标方提供的技术文件能充分、详细和全面地说明车辆及其部件的性能、原理、结构、尺寸、型号、规格和技术参数，确保买方能正确运用车辆、进行车辆及其部件的试验、调整及维护、保养和检修。

5.1.5 所有文件均使用中文。由国外供应商生产的部件说明书同时提供英文版本。

5.1.6 所有技术文件的格式（包括投标方的分包商的技术文件）一致，所有技术文件均提供打印（或印刷）纸质文本及可修改（卖方同意的特殊文件除外）的电子文本两种形式，并可通过 PC 机从硬盘或 U 盘读出与显示。技术文件文本除图纸外,采用活页式。

5.1.7 投标方有责任向本工程项目与车辆有接口关系的系统提供必要的接口技术资料。

5.1.8 投标方提供整车有关技术资料，包含但不限于列车验收时应提供产品合格证书、出厂检验报告、车辆履历簿、例行试验报告、调试报告、型式试验报告、使用操作说明书、维护检修说明书、列车控制功能及故障诊断逻辑说明书（含各子系统内部说明）、车辆部件图纸、关键部件寿命分析报告、车体及转向架有限元分析报告、电气原理图、接线图、布线清单、主要部件结构图等技术文件，其中维护检修说明书至少包含各部件在全寿命周期内各修程的检修项目、检修标准、安全作业注意事项、特殊工具及设备、必换件及耗材的数量及规格型号、关键工序、作业程序和操作步骤。

5.1.9 所有正式交付的技术文件和图纸必须有编写、翻译（若文件为非中文资料）、校核、审核人的签字及卖方公章。

5.1.10 技术文件在车辆设计、制造和质保期间有更新时，卖方应及时向买方提供最新的更新部分文件，重大修改须经买方认可。在质保结束后，卖方应提供最终技术文件，在每次提供新版本技术文件时，还应同时提供对前一版本的修改清单。

5.1.11 所有技术文件的格式（包括卖方的分包商的技术文件）应一致，所有技术文件均应提供打印（或印刷）纸质文本及可修改的电子文本两种形式，并可通过 PC 机从硬盘或 U 盘读出与显示。技术文件文本除图纸外,应采用活页式。其中两套最终版的技术文件应按买方的要求进行装订。信件及其附件应提供打印（或印刷）文本及可修改的电子文本两种形式，对于需用户确认的至少提供两份文本文件。

5.1.12 投标方应提供买方车辆数据结构（PDM），至少包括车辆的层次结构及相关的设备编号。提供的文件格式应为 excel。

5.1.13 所有的车辆控制和诊断系统的数据接口应能和列车运维支持管理系统的数据接口相链接。

5.1.14 投标方在本项目设专人任技术文件经理，负责对项目技术文件进行管理。

5.2 设计资料、图纸和计算报告

5.2.1 投标方应按 ISO 标准向买方提供必要的设计图纸，并通过标准化审核，审核员应该在图纸上签字。

5.2.2 设计资料和图纸应包括：

（1） 总目录（具备索引和查找功能）；

（2） 总图、部件装配图、零件图；

（3） 系统布置图、部件布置图；

（4） 部件的尺寸和安装图；列车所有系统的三维模型（stp 格式），具体的图纸清单在设计联络阶段确定；

（5） 印刷电路板的输入输出信号及说明文件，对于布置图、原理图和逻辑图，投标方将于设计联络阶段与买方确认；

（6） 明细表；

（7） 汇总表；

（8） 设计说明和相应的遵循标准等等，包括但不仅限于以下内容：

- 车内造型、美工设计
- 司机室布置（包括司机台的设计）
- 车辆外部设计(尤其要确定采用的颜色及司机室前端造型)
- 车体及内装设计说明和相应的遵循标准
- 转向架（包括基础制动）设计说明和相应的遵循标准
- 牵引及电制动设备设计说明和相应的遵循标准
- 主、辅控制电路设计说明和相应的遵循标准
- 列车控制及诊断系统设计说明和相应的遵循标准
- 空调系统设计说明和相应的遵循标准
- 制动系统设计说明和相应的遵循标准
- 风源设备设计说明和相应的遵循标准
- 贯通道设计说明和相应的遵循标准
- 车钩与缓冲器设计说明和相应的遵循标准
- 车门及门控设计说明和相应的遵循标准
- 外部照明设计说明和相应的遵循标准
- 内部照明设计说明和相应的遵循标准
- 乘客信息系统设计说明和相应的遵循标准
- 火灾自动报警系统设计说明和相应的遵循标准
- 走行部车载故障诊断系统设计说明和相应的遵循标准
- 网轨隧综合智能检测系统设计说明和相应的遵循标准

5.2.3 提供设计资料和图纸的要求

- 为本工程项目车辆设计以及生产的产品，投标方提供全部的设计资料和图纸。

- 对于系列化生产,已在多家用户使用的产品,投标方提供设计资料、组装图和零部件分解图及明细表，图纸给出组装的名义尺寸、偏差及分解与组装工艺要求，能满足买方大修的要求。

- 对于可以从市场上采购到的标准通用件,投标方提供产品说明书,说明书能满足买方的维修和采购的要求。

- 对于电气电路,投标方提供详细的电路图、布线图和导线明细表（含导线截面积、型号、长度），能满足买方查找故障和重新布线的要求。投标方还提供综合线路图和相应的功能说明文件，具有所描述系统的完整性、综合性及与其它各系统之间接口的参考性。详述车辆所有电气、电子与气动系统，并标明各器件的相关参数（安装位置、功能简要说明、器件性能、整定值、时间继电器与压力继电器的动作设定值等）。具体要求将在设计联络会上商定。

- 电气线路图绘制要求：

  - 采用 ELCAD 等计算机辅助工作软件绘制，并提供源文件或 DXF 格式的 CAD 图纸；

  - 车辆电气线路图所有图纸尺寸采用统一大小，符合 ISO 216 A 系列图纸标准，建议为 A3 或 A4；

  - 元件符号画法符合 IEC60617 或者 GB4728 的规定；

  - 线路图功能分类按照 DIN25002 的规定；

  - 元器件代码按照 IEC61346-2 的规定；

  - 图纸被打印到 A4（接线图可用 A3）尺寸纸张后，图纸中使用的符号、标注、代码、说明等必须清晰可见。

- 对于车上的所有电子设备，投标方必须提供电路板的原理方块图、电路图、元件布置图和型号规格材料明细表等。

- 卖方所提交的文件能满足买方测试，查找到电路板上故障件和故障点，以相应规格的元件更换的要求。电路图和元件布置图上的元件做出标注，且两者的标注一致；明细表上写明元件的规格编号，使买方能按此规格编号向投标方或市场上采购到相同的元件。具体所需提交的文件在设计联络阶段与买方确认。

- 对于空气系统，投标方提供系统的工作原理图和管路图，管路图除管路总体布置外还包括管接头、管径、管路长度及管路材料等详细信息。

5.2.3.1 投标方应以国际标准 A3 或 A4 格式，提供完整的车辆电气系统电路图及气动系统管路图，并以经买方核准的电线标示方法注明每条电线的"接点对接点" (Pin-to-pin)。此外，每个端子板及连接器的所有电线也应独立地加以注明，并交互参照其下一个接点(Next Terminating Point)。

5.2.3.2 车辆供应商提交包括但不限于以下各项图纸：

(1) 图纸目录；

(2) 各项设备的总图和主要部件图；

(3) 各项设备的外形图和安装尺寸；

(4) 装配作业所需要的总装图及零件图；

(5) 全部列车及电气设备的电气原理图；

(6) 全部电气设备的外部接线图；

(7) 全部电气设备的内部接线图；

(8) 电路板上(包括印刷电路板)的元件布置图；

(9) 电气系统控制方框图；

(10) 电气系统控制特性曲线图；

(11) 电子控制单元硬件逻辑图；

(12) 电子控制单元软件无接点逻辑图；

(13) 微机控制方框图；

(14) 各种电气连接器接线图；

(15) 车上、车下及司机室高低压布线图；

(16) 车下设备布置图；

(17) 司机室及客室内设备布置图；

(18) 各种设备的零部件明细表。

5.2.3.3 空气制动和风源系统的图纸应包括但不限于以下各项：

（1） 图纸目录；

（2） 各项设备的总图和主要部件图；

（3） 各项设备的外形图和安装尺寸；

（4） 装配作业所需要的总装图及零件图和易损易耗件零件图；

（5） 全部电气设备的电气原理图；

（6） 全部电气设备的外部接线图；

（7） 全部电气设备的内部接线图；

（8） 电路板上(包括印刷电路板)的元件布置图；

（9） 电气系统控制方框图；

（10） 电子控制单元硬件逻辑图；

（11） 电子控制单元软件无接点逻辑图；

（12） 微机控制方框图；

（13） 制动系统电气、空气原理图（系统的工作原理图）；

（14） 空气管路布置图（管路图）；

（15） 各种设备的零部件明细表。

5.2.3.4 车辆其他系统、设备及部件的图纸应包括但不限于以下各项：

（1） 车门（客室门、司机室隔断及紧急疏散门）系统电气原理图、接线图、结构图、组装图等；

（2） 空调系统电气原理图、接线图、结构图、组装图等

（3） 乘客信息系统电气原理图、接线图、组装图等；

（4） 车钩装置的结构图、组装图等；

（5） 贯通道装置的结构图、组装图等；

（6） 转向架及其设备的结构图、组装图等；

（7） 车辆内装饰图；

（8） 车辆外形图。

5.2.4 投标方应提供车辆完整的轮廓尺寸图（空气弹簧有效时和失效时），车辆静态限界图（在隧道内、高架线路及车辆段），最大动态限界图（在隧道内，高架线路及车辆段）以及 60 km/h 速度通过车站，并有侧向风速时，车辆的最大动态包络线。

5.2.5 提供车辆空车及重车的重心位置图。

5.2.6 螺纹紧固件,应在图上标出紧固力矩；弹簧件,应提供弹簧特性曲线。

5.2.7 如果买方认为图纸不能满足维修需要,并执有正当的理由,有权向卖方要求增加必要的图纸。当卖方获悉买方的要求后，投标方必须免费向买方提供这些图纸（包括分包商产品部分的图纸）。

5.2.8 计算报告

投标方应提交的计算报告至少包括：

（1） 车辆脱轨系数计算；

（2） 车体应力计算；

（3） 列车运行仿真计算；

（4） 辅助电路负载和蓄电池容量计算；

（5） 压缩空气消耗量计算；

（6） 短路电路计算。

（7） VVVF 逆变器

（8） 辅助逆变器

（9） 牵引电机

（10） 牵引计算

（11） 制动计算

（12） 车体强度计算

（13） 转向架计算

（14） 空调计算

（15） 车钩缓冲器

（16） 动态包络线

（17） 重量分配计算

（18） 二系悬挂计算

（19） 一系悬挂计算

（20） 轮对压装计算

（21） 牵引制动过程中轴重再分配计算

（22） 载客量计算

（23） 冲击计算

5.3 手册

5.3.1 投标方向用户提供操作(含司机)手册、维修手册（包括各修程）、大修手册、各电子控制系统用户软件和维护软件手册、零部件及材料明细册、专用工具与专用设备手册。

5.3.2 操作手册

操作手册为列车操作人员的操作和检查提供指导,应包括以下几部分：

- 车辆概述（包括各主要系统的功能描述）。
- 乘客信息与报站系统。
- 列车正常和故障情况下的详细操作规范。
- 列车检查（项目、程序、方法）。
- 故障查找及应急处理方法（包括故障隔离法）。

5.3.3 维修手册

- 维修手册为列车维修人员在列车的维护、检查、运营、修理、调整和调试提供指导。
- 维修手册对 LRU 和 MRU 的保养、检修提供详细的保养、检修的周期、工时、方法和标准。同时体现均衡维修的思想，即将列车按不同系统或部件列清维修的周期。
- 维修手册将按车辆系统的产品编码进行编制。
- 维修手册对车辆寿命期内各级修程的工作内容、顺序、要求、方法、设备、工具、材料等方面做出详细的说明；对易损易耗件和需要检修部件（大修除外）的更换、调整和测试做出详细的说明。
- 列出所有润滑油脂的牌号、用途、用量、更换规定、替代牌号等相关信息，以及列出螺纹紧固件的紧固力矩、弹簧件的特性曲线等。
- 对于用户用 PTU 对列车上各系统进行的工作，还包括可操作和可调整方面的内容。
- 说明对在一段时间内停运的列车必须采取的措施（包括停运之前和之后分别要采取的措施）。
- 维修手册提供各系统所涉及的所有故障代码、故障等级、产生原因和故障检查、维修建议等相关内容和中文说明。
- 投标方应针对维修手册（包括架大修）中的内容对买方进行培训。

5.3.4 大修手册

- 大修手册包括一套按系统编制的完整的检修规程,适用于检查、维修、拆卸、大修、组装、部件检测和列车调试。在操作手册和维修手册中未包含的所有维修工艺均包含在其中。

- 对于大修中所需使用的工具、材料、备件等应有专门章节进行描述。

- 应说明部件进行修理或更换的限度标准，并说明主要零部件的维修工艺。

- 提供部件进行修理、更换的限度标准及检验方法。

- 提供部件检修工艺（检修工艺包括部件检修的工序、所需的材料、部件组装的公差、参数调整、部件测试技术要求及所有检修所需专用工具和设备的说明)。

- 提供部件落车及装车的拆装工艺（拆装工艺包括拆装的工序、所需的材料、组装的公差、参数调整、测试技术及拆装所需专用工具和设备的说明)。

- 在大修手册中提供列车调试（包括静调和动调）工艺（包括调试项目、程序、技术要求及所需工具和设备的说明）,使买方能在车辆完成大修之后,能将车辆及其主要部件调试到规定的性能要求。

- 应对所有指定要再组装和大修的部件,提供再组装和大修规程,包括再组装的公差、大修后参数重新调整和试验的说明。

- 在大修手册中提供上述提及的相关内容的技术图纸。

5.3.5 零部件及材料明细册

- 零部件及材料明细册为买方采购零部件和原材料提供必需的资料。

- 应以两种形式提供零部件和材料分类明细表。一种按部件形式分类,另一种按零部件功能形式分类。应根据相关标准注明零部件的性质（紧固件、易损易耗件等)。

- 所提供的明细表应具有识别编号（零件编号、规格型号、制造编号、供应商编号）,使买方能订购到所需的全部零部件和材料。零部件和材料应具有型号、规格、代号、名称、安装代号、数量，零件应标明材料等。

- 所有外购件应标明分包商名称和零部件名称及代号，以及分包商地址和联系方式等信息。

- 车辆部件及其有关零部件在汇总时,应对每一零件设置三个零件号(分包商/卖方/买方栏留空)。

- 对不易用叙述来识别的零部件,应采用合适的图形或注释,给零件编以号码或适当名称。

- 标准件采用编号的方法列表,并标明此类部件所在图纸的图号

- 对在仓储、运输有特殊要求的零部件及材料，投标方应提交要求说明。

- 零部件及材料明细册包括 LRU 分层次和把 MRU 分解成 LRU 的内容，并有相应的标记，并提供组装物料清单。

5.3.6 专用工具与设备手册

- 专用工具与专用设备手册应包括使用、维修、保养及仓储等内容（包括润滑油/脂）。

- 专用工具与设备应包括卖方的分包商所提供的手册在内。

- 专用工具与设备应附有零部件明细表，要求同车辆零部件明细表要求，说明书包含零部件明细表（包括易损易耗件的规格型号、供应厂商信息）及工具设备常见故障的处理与维修方法。

5.3.7 履历本

- 投标方随同每列车的交付向买方提交 2 套履历册（纸质的和电子的）,内容至少包括：

  - 装车的所有有编号部件的编号；

  - 转向架构架焊接加工后尺寸测量表及检查合格证；

  - 转向架加载试验，转向架构架及轮轴平行度测量记录；

  - 车轴、轴箱体探伤报告；

- 轮对、齿轮和轴承的装配记录（包含配合面尺寸或压装压力）；
- 车体焊接加工后尺寸测量表及检查合格证；
- 车辆出厂前尺寸测量表及检查合格证（包括调整垫片参数）；
- 车辆出厂前轮重、轴重分配的测量表及检查合格证；
- 列车出厂试验检查合格证；
- 微机软件版本更改记录；
- 车辆改造记录；
- 车辆维修记录；
- 方孔锁搭接量检查记录。

- 履历册分为列车履历簿与车辆履历簿，按一列车 6 节编组为例，履历册包含 1 本列车履历簿和 6 本车辆履历簿。
- 纸质履历册的装帧方便买方加页。

列车履历簿结构

- 列车实际配置表

  实际配置至少包括但不限于包括下表所列项

列车号	车辆号	组装完成日期	出厂日期

- 列车级例行试验报告

  投标方在设计审查阶段提供列车级例行试验大纲供买方确认；

  例行试验严格按照大纲进行，并将例行试验报告放入列车履历簿中；

  列车级例行试验报告至少但不限于包括如下项：

  - 静态机械检查；
  - 门驱动系统列车级试验；

- 辅助系统列车级试验；
- 主回路电气设备列车级操作试验；
- 接地和回流电路接线检查；
- 压缩空气设备气密性和运转列车级试验；
- 空气制动系统检查；
- 工作条件和舒适度检查；
- 水密性试验；
- 安全措施及安全设备检查；
- 牵引能力和电制动能力列车级试验（需附上相应的数据记录文件）；
- 空气制动列车级试验；
- 受电弓列车级试验；
- 乘客信息系统列车级试验；
- 故障诊断功能列车级试验。

- 变更清单
  - 列车设计变更清单

    此处为设计冻结后，投标方又对原有设计进行更改，投标方必须添加设计变更清单；
  - 列车生产变更清单

    此处为生产过程中，如投标方在列车生产过程中各部件的生产工艺及工装发生过改动，投标方必须提供列车生产变更清单。

- 偏离与让步清单
  - 偏离清单

此处为实际生产的列车与合同技术条件描述不符时，投标方必须添加偏离清单并由买方确认；

- 让步清单

此处为列车在实际生产过程中由于某些原因使列车不能完全满足用户使用的要求时，投标方必须添加让步清单并由买方确认。

- 重大事件清单

此处为列车在生产与调试过程中出现的重大事件的记录。

- 列车软件清单

此处为列车出厂时的各微机控制系统的软件版本，同时如果列车软件出现过更改，投标方必须更新该软件清单。

- 列车出厂合格证书

车辆履历簿结构

- 车辆实际配置表

实际配置至少包括但不限于包括下表所列项

设备名称	供应商	设备位置	设备序列号

- 车辆级例行试验报告

投标方在设计审查阶段提供车辆级例行试验大纲供买方确认；

例行试验严格按照大纲进行，并将例行试验报告放入车辆履历簿中；

车辆级例行试验报告至少但不限于包括如下项：

- 车体结构例行试验；
- 车体结构尺寸检查：

至少但不限于包括如下尺寸（以下尺寸测量均在车体整体焊接后进行，设计审查阶段提供这些尺寸的测量标准供用户确认）：

- ✧ 车辆长度（不带车钩）
- ✧ 车辆长度（带车钩）
- ✧ 车辆外宽（至少 5 处）
- ✧ 车辆内宽（至少 5 处）
- ✧ 车辆外高（至少 2 处）
- ✧ 车辆内高（至少 2 处）
- ✧ 侧墙平面度
- ✧ 端墙平面度
- ✧ 客室门宽度尺寸（测量基准需定义）
- ✧ 客室门高度尺寸（测量基准需定义）
- ✧ 客室门扭度（客室 门对角线之差，测量基准需定义）
- ✧ 车体挠度值（至少分左右两侧，测量基准需定义）
- ✧ 枕梁四角高度差（包括调整垫片的数量及厚度）
    - ➢ 投标方必须提供测量项描述及车体尺寸测量图
    - ➢ 单节车称重例行试验
    - ➢ 车钩例行试验
    - ➢ 车门例行试验
    - ➢ 空调、采暖及通风系统例行试验
    - ➢ 照明例行试验
    - ➢ 辅助供电系统例行试验
    - ➢ 电气传动系统例行试验
    - ➢ 空气制动系统例行试验
    - ➢ 转向架例行试验
- ✧ 构架尺寸三坐标测量试验

  构架进行机加工后，进行三坐标测量试验，以检测构架的加工是否符合设计尺寸要求；

  需要检测的项目至少（但不限于）包括：

- ◆ 轴距
- ◆ 电机吊座的几何尺寸及位置
- ◆ 齿轮箱吊座的几何尺寸及位置
- ◆ 牵引中心销座的几何尺寸及位置；
- ◆ 单元制动机吊座的几何尺寸及位置；
- ◆ 一系安装座的几何尺寸及位置；
- ◆ 二系安装座的几何尺寸及位置；

✧ 车轴与轴箱体的探伤检查记录

在轮对组装前，进行车轴与轴箱体的探伤检查，检查结果放入车辆履历簿；

✧ 轮对的装配记录

记录与轮对压装有关的车轮与车轴的重要尺寸，至少包括：

- ◆ 车轴轴颈直径
- ◆ 车轴防尘座直径；
- ◆ 车轴轮座直径；
- ◆ 车轴轴身直径；
- ◆ 车轮直径；
- ◆ 轮径差；
- ◆ 轮对内侧距；
- ◆ 轮轴过盈量；
- ◆ 压装力（配有压装力曲线图）；

✧ 转向架加载试验记录

转向架完成总成后，进行转向架加载试验，对转向架进行 AW0 模拟工况加载，分别记录以下数据：

- ◆ 各个车轮的轮重数据及相对应的轮重差（包括轮对上的轮重差及单侧的轮重差）；
- ◆ 各轴的轴重数据及相对应的轴重差；
- ◆ 构架关键点距轨面高度；
- ◆ 与车轴平行度有关的数据，如轴距及转向架对角线长度差等；

✧ 齿轮箱（包括大齿轮与大齿轮轴承）与车轴的装配记录

✧ 轴箱轴承与车轴的装配记录

➢ 乘客信息系统例行试验

➢ 列车控制系统例行试验

- 车辆合格证书

5.3.8 其它技术文件和要求

- 投标方提供的其它技术文件包括：

➢ 车辆技术规格书最终版；

➢ 车辆及其主要部件和系统的最终说明书；

➢ 计算报告；

➢ 列车防火报告；

➢ 列车安全分析报告；

➢ 列车及其主要部件的型式试验大纲及试验报告；

➢ 列车及其主要部件的例行试验大纲及试验报告；

➢ 微机控制说明书；

➢ 材料、备件仓储要求；

➢ 所有技术文件的电子文本（光盘）；

➢ 涉及到所有标准文本及汇总一览表；

- 装饰材料及小五金样品（包括列车上采用的所有型号电缆、内装饰材料、地板布、扶手、扶手接头、管接头、贯通道蓬布、灯光板、特种紧固件等）；
- 车辆生产各个阶段的数码照相及录像；
- 附件 3 中要求的其他技术文件。

- 车辆及其主要部件和系统的最终说明书
  - 车辆总说明：
    - 技术参数；
    - 特性曲线；
    - 车辆主要设备布置；
    - 车内布置；
    - 司机室说明；
    - 各系统的电路方框图及其说明；
    - 空气控制系统（包括供气系统和空气制动系统）综合原理图及说明。
  - 以下部件的说明，包括原理、结构和技术参数：
    - VVVF 逆变器；
    - 辅助逆变器（DC/AC 和 DC/DC）；
    - 牵引电动机；
    - 受电弓；
    - 高速断路器；
    - 车门；
    - 司机控制器；
    - 制动电阻；
    - 转向架；
    - 车体和车钩。
  - 以下部件的说明,包括控制逻辑图、功能和布置：
    - 列车控制单元；

- ✧ 集中控制单元；
- ✧ 牵引控制单元；
- ✧ 辅助逆变器控制单元；
- ✧ 空调控制单元；
- ✧ 车门控制单元；
- ✧ 空气制动系统电子控制单元；
- ✧ 以上部件逻辑图所涉及的所有信号的缩写有中英文的说明，并简述其功能。

➢ 空调及其控制单元说明,包括性能、结构和技术参数。

➢ 列车报站系统和乘客信息显示系统说明,包括原理图、功能、结构和技术参数。

- 网络系统计算机逻辑图要求：

➢ 提供的软件逻辑图符合 IEC 61131-3 以下表达方式的一种：

- ✧ 梯形图（Ladder Diagram)；
- ✧ 功能块图（Function Block Diagram)；
- ✧ 顺序功能图（sequential function chart)。

➢ 提供逻辑关系图和基本功能块（FB）的功能描述。

➢ 对于逻辑图中，子程序（功能）提供相应的功能描述。

➢ 逻辑图中涉及到的所有信号（变量）说明其属性，包括：信号描述（指输入/输出信号)、数据类型、执行周期等。

➢ 逻辑图中涉及到的所有信号（变量)，应当具有索引和交叉参考功能，使任何软件元素或者 I/O 点能够被容易找到。

- 计算报告

投标方提交的计算结果至少包括：

➢ 车辆脱轨系数计算；

➢ 车体应力计算；

- 列车运行仿真计算；
- 辅助电路负载和蓄电池容量计算；
- 压缩空气消耗量计算；
- 短路电路计算；
- 以及在其他各章节中要求提交的计算报告。

- 列车及其主要部件的试验大纲
  - 在本合同中要求的列车及其主要部件的试验，投标方提供相应的试验大纲。
  - 试验大纲包括试验项目、试验条件、试验日程、测试仪器和设备、试验方法和试验程序、所使用的标准及规则、判别符合/不符合的准则、数据采集方法和数据处理原则。

- 列车及其主要部件的试验报告
  - 在用户需求书中要求的列车及其主要部件的试验，投标方提供相应的试验报告。
  - 试验报告包括试验结果（试验值和要求值的比较，原因分析）、测量规则及测量数据、图表和结论。

- 微机控制说明书
  - 微机控制说明书包括以下系统：
    - 牵引控制；
    - 辅助系统的控制；
    - 列车控制诊断和显示；
    - 空调控制单元；
    - 列车广播和客室显示系统；
    - 供气及气制动控制系统；
    - 车门系统；

- ✧ 走行部车载故障诊断系统；
- ✧ 烟雾报警系统；
- ✧ 网轨隧综合智能检测系统；
- ✧ 振动和冲击检测系统。

➢ 说明书包含方框原理图、数据流向图和 PCB 电子电路图的详细说明。

➢ 逻辑运算有详尽的注解,数据流向图中的信号和其它参数明确指出它们代表的物理量或含义。

➢ 提供程序结构的详细说明。

➢ 提供完整的用户软件功能图(包括各种变量和参数、被影响的变量)及功能图阅读方法。

➢ 提供联接线图和电路明细表,这些图表示出微机控制的所有布线和连接线。

➢ 提供用户手册,该手册包括所有的使用操作说明和功能说明以及图表。

➢ 控制系统中所有的保护、控制参数(即门槛值)及相应的处理方法在有关的技术文件中明确。

5.3.9 列车 BIM 软件

- 需包含车辆的三维分解结构。
- 每个部件需包含产品序列号、厂商、材料、重量等相关信息。

具体软件方案在设计阶段讨论确定。

5.3.10 图纸和技术文件的审查和确认

- 投标方设计图纸和技术文件，经过买方（或授权代表）审查和确认。买方确认后表明买方已同意投标方按图纸生产，买方的确认不改变投标方的责任。
- 需要买方审查确认的图纸和技术文件，在设计会上商定。

- 如果图纸和技术文件经过了确认，而投标方未按该确认的图纸生产，买方有权拒绝接收产品。
- 技术文件与图纸和技术文件审查和确认的具体范围、时间和程序, 由双方讨论决定。

5.3.11 图纸、手册和技术文件的交付

所有交付给买方的文件均使用中文，图纸可采用中英文。所有下述技术文件的电子版提交 3 套，用 U 盘存储或移动硬盘存储，打印文本用文件夹活页装订成册，并提供 excel 目录（包括文件号，文件名称）。中文打印纸质文本提交的数量及文件电子版数量具体要求见下表，文件原文为非中文版的应随中文版同时另提交 1 份电子及 1 份打印原文文件作为参考。

序号	名称	交付时间	数量	交付批次
1	设计资料、图纸和计算报告	初版： 设计联络、审查阶段 修订版：第 5 列车预验收前 最终版：最后一列车质保结束前	纸质 3 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套	第一批 第二批 第三批
2	电路图与管路图	初版： 设计联络、审查阶段 修订版：第 5 列车预验收前 最终版：最后一列车质保结束前	纸质 3 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套	第一批 第二批 第三批
3	微机控制说明书	初版： 设计联络、审查阶段 修订版：第 5 列车预验收前 最终版：最后一列车质保结束前	纸质 3 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套	第一批 第二批 第三批
4	样品	设计联络、审查阶段	3 套	第一批
5	操作手册 （司机手册）	初版： 第 1 列车交付前 2 个月 修订版：第 5 列车预验收前 最终版：最后一列车质保结束前	纸质 10 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套	第一批 第二批 第三批

6	维修手册	初版： 第 1 列车交付前 1 个月 修订版：第 5 列车预验收前 最终版：最后一列车质保结束前	纸质 10 套；移动硬盘 3 套 纸质 10 套；移动硬盘 3 套 纸质 10 套；移动硬盘 3 套	第一批 第二批 第三批
7	列车及主要部件试验大纲和试验报告	试验大纲：在试验前 2 个月 主要部件试验报告在第 1 列车发运前提交； 列车试验报告在第 1 列车预验收前提交。	纸质 10 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套	第二批
8	履历本	每列车交付时（随车）	每列车 2 套；U 盘 3 套	
9	大修手册	初版： 第 2 列车预验收前 修订版：第 5 列车预验收前 最终版：最后一列车质保结束前	纸质 10 套；移动硬盘 3 套 纸质 10 套；移动硬盘 3 套 纸质 10 套；移动硬盘 3 套	第二批 第二批 第三批
10	零部件和材料明细册	初版： 第 2 列车预验收时 最终版：最后一列车交付时	纸质 10 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套	第二批 第三批
11	专用工具与设备手册	专用工具与设备交付时	纸质 5 套；U 盘 3 套	第二批
12	最终的技术规格书	初版：第 10 列车预验收前 修订版：第 26 列车预验收前 最终版：最后一列车质保结束前	纸质 10 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套 纸质 10 套；U 盘 3 套	第二批 第二批 第三批
13	培训资料	培训开始前 8 周	纸质根据培训人数需要；U 盘 3 套	第三批
14	其他技术文件	双方协商	纸质 10 套；U 盘 3 套	第二批

技术文件交付时间按上表中“交付时间”栏规定执行。文件交付按三个批次完成。

每批次技术文件的交付完成并由买方确认文件质量符合合同要求后，由买方签署本批次技术文件交付完成证明。

卖方应派专人全过程负责工程文件的收集和整理，人员要求固定，根据工程进度及时

编制工程文件。应根据买方相关管理要求做好南京地铁 11 号线一期工程工程档案的归档工作。

附件 6 监造

6.1 买方有权委托监理公司为本项目的监理单位，负责对本合同车辆主要部件（电气牵引系统、辅助电源系统、列车控制监控系统、制动系统、空调、车门、车钩、贯通道、乘客信息系统）的制造、 组装、试验等工作进行监造（以首检、抽检为主） ，以及对车体、转向架的制造、组装和车辆的组装、内装、总装、型式试验、例行试验、车辆段预验收等工作进行全过程监造。

6.2 买方将要求监理公司与卖方鉴订一个技术保密协议。

6.3 监造主要依据

（1）南京地铁 11 号线一期车辆合同的有关要求和规定；

（2）设计阶段中双方确认的技术标准和协议；

（3）车辆设备、部件及车辆的设计、工艺文件和图纸等技术资料；

（4）南京地铁 11 号线一期车辆监造合同；

（5）建设工程监理规范；

（6）江苏省、南京市颁布的监理法规等；

（7）经批准的南京地 11 号线一期工程项目可行性研究报告及其附件；

（8）南京地铁公司有关文件、管理办法等；

（9）经南京地铁公司批准的有关车辆监造工作大纲。

6.4 监造主要对象：车辆总装，车体、车内设备及内装，转向架，车钩和缓冲器，车门及门控系统，通风和空调系统，辅助系统，牵引系统，制动系统，火灾报警系统，列车控制及诊断系统，乘客信息系统，车载无线通信系统，车载 ATC，车载网轨隧综合智能检测系统等设备。

6.5 监造具体内容

6.5.1 对卖方在车辆制造过程中所采用的工具设备、试验方法的先进性及合理性进行审查。

6.5.2 对卖方在车辆制造过程中所采用的工艺文件的完整性和有效性进行审查。

6.5.3 对卖方生产图纸进行审查。

6.5.4 对卖方和主要部件分包商的质量保证体系进行审查。

6.5.5 对主要部件和关键工序生产人员的资质进行审查。

6.5.6 对卖方和分包商提出的阶段生产进度计划及实施措施进行审查。

6.5.7 对生产进度计划执行情况进行跟踪检查，检查和督促进度计划的实施，核批卖方和分包商的修正计划。

6.5.8 对卖方及各部件供应商采购的重要原材料和关键外购件的质量进行检查，对于不符合有关规定和标准的外购件，有权拒绝进入生产流程。

6.5.9 对卖方和分包商的主要部件和关键工序进行旁站监理，严格控制质量。

6.5.10 监理在工作中发现材料、部件、设备有质量问题或车辆制造、组装工艺出现质量问题，卖方或其分包商需配有专人负责使问题及时得到解决。

6.5.11 监理发现卖方或其分包商在制造过程中有意隐瞒或疏忽设备、材料的缺陷和疏漏，监理有权暂停工程，并由卖方或其分包商承担所有的责任和费用。

6.5.12 对卖方及各部件供应商的主要部件的例行试验、型式试验及首件检查进行跟踪监理，并对试验结果、检查结果进行确认。

6.5.13 对分包商提供的主要部件，参加验收。

6.5.14 对车辆生产的一些关键点进行旁站监理。

6.5.15 审查卖方的车辆例行试验大纲，并对试验所采用的设备、仪器、仪表等进行审验，跟踪监督例行调试和试验，并对试验的数据和报告进行确认。

6.5.16 负责审查车辆的型式试验大纲，审核承担型式试验单位的资质。对型式试验全过程实施跟踪监理，并对型式试验结果和报告进行确认。

6.5.17 参加第一列车在试验线进行的各种调试和性能试验。

6.5.18 负责监督卖方和分包商按修改后的施工设计生产后续车辆，并负责监督对已到货列车进行整改。

6.5.19 监督卖方及其分包商的程序、过程、文件编制以及记录是否符合质量控制标准。

6.5.20 负责产品交付前的质量和数量的验收，包括合同规定的备品备件、专用工具、技术文件等资料。

6.5.21 负责监督车辆的出厂、运输计划，并负责车辆的出厂前的现场验收和签字确认。

6.5.22 审核卖方提交的付款申请报告。

6.6 卖方的义务

6.6.1 卖方必须向监造人员免费提交所有与项目有关的必需的数据、设计参数、尺寸、图纸、时间表及所有要求提供的资料。

6.6.2 卖方应免费提供必要的工作条件，并应向监造人员开放所有的特别是在工地的场所和设施，以便顺利地完成监理工作。

6.6.3 所有须经买方批准的事宜（如隐蔽工程的完成、关键工序的转换、技术变更申请、不合格品处置、列车出厂/运输计划、列车出厂质量验收），须交由监理会签。

6.6.4 卖方应及时遵从监理的指导。

6.6.5 车辆合同履行期间，卖方应为监造人员在驻厂监造期间免费提供合适的办公场所，以及必要的办公条件（至少包括办公桌椅、文件资料柜、空调、电话、传真通信线路、网络线路等）和工作条件（提供必要的技术文件、图纸等资料和交通工具等）。

6.7 监理的权限

6.7.1 监理单位在买方授权的范围内独立开展工作，其职责是代表买方行使车辆监造的权利。

6.7.2 监造人员在工作中的签字确认，并不能减少卖方对产品质量的责任。

附件 7 设计联络和审查

7.1 总体要求

设计联络、设计审查以及招标方对投标方技术文件的确认，不解除投标方对其提供的列车设计所承担的责任，亦不解除其确保设计符合技术要求、通用设计原则及正确选用标准和规范所承担的责任。

按工程进度计划共安排四次设计会议。原则上投标方应于会议召开前一（1）个月准备好所需的技术文件并提交给招标方。

每次会议举行的时间应于每次开会前由双方共同商定。开会前双方应做好会议准备并确定日程安排。

7.2 第一次设计联络会

在合同签订后半个月内举行。投标方应于本次会议召开前准备好所需的技术文件并提交给招标方。该会议的宗旨是给予买卖双方就车辆的电气,机械各部件,各系统的性能与功能要求及与土建线路,限界等有关的接口技术进行讨论和澄清的机会。在会议之前 15 天，应由投标方提出需招标方提交的接口资料需求清单，招标方应按清单准备有关资料答复。

会议对投标方关于车辆的总体设计布置、重量分配、牵引和制动系统、转向架、空调与通风、内装饰、试验等的初步设计方案进行讨论。

- 会期：2 周。
- 会址：南京
- 参加人员：招标方 10-20 人，相关专业技术人员根据需要参加；

  监理若干名，费用自理；

  投标方参加会议的人周数由投标方确定，并在投标文件中给予明确。
- 会务：由投标方负责。

7.3 第二次设计联络会

在合同签订后三个月内举行。投标方应于本次会议召开前一（1）个月准备好车辆第二次设计联络所需的技术设计手册并提交给招标方。会议主要宗旨是对投标方的车辆总体设计、各子系统、部件和相关技术接口的设计进行讨论和审查，必要时进行新技术考察。在会议期间，招标方和投标方应讨论和修改设计手册的内容，设计手册的任何变动应在会议期间提出，并经买卖双方一致同意，会议之后应更新设计手册。

- 会址和会期：在车辆供应商国内设计、生产地 3 周，

  在牵引系统供应商设计、生产地 2 周；

- 参加人员： 招标方 8 人， 40 人周；

  监理若干名，费用自理；

  投标方负责每个主要系统及轨道车辆的每一个主要部件的工程师应参加会议。

- 会务：由投标方负责。

在本次设计联络会讨论的设计资料和图纸至少应包括：

（1） 总目录；

（2） 总图、部件装配图、零件图；

（3） 系统布置图、部件布置图；

（4） 部件的尺寸和安装图；

（5） 元件布置图（印刷电路板）；

（6） 明细表；

（7） 汇总表；

（8） 车内造型、美工设计

（9） 司机室布置（包括司机台的设计）

（10） 车辆外部设计(尤其要确定采用的颜色及司机室前端造型)

（11） 车体及内装设计说明和相应的遵循标准

（12） 转向架（包括基础制动）设计说明和相应的遵循标准

（13） 牵引及电制动设备设计说明和相应的遵循标准

（14） 主、辅控制电路设计说明和相应的遵循标准

（15） 列车控制及诊断系统设计说明和相应的遵循标准

（16） 空调系统设计说明和相应的遵循标准

（17） 制动系统设计说明和相应的遵循标准

（18） 风源设备设计说明和相应的遵循标准

（19） 贯通道设计说明和相应的遵循标准

（20） 车钩与缓冲器设计说明和相应的遵循标准

（21） 车门及门控设计说明和相应的遵循标准

（22） 外部照明设计说明和相应的遵循标准

（23） 内部照明设计说明和相应的遵循标准

（24） 乘客信息系统设计说明和相应的遵循标准

（25） 火灾自动报警系统设计说明和相应的遵循标准

（26） 网轨隧综合智能检测系统设计说明和相应的遵循标准

（27） 走行部车载故障诊断系统设计说明和相应的遵循标准

（28） 车辆智能运维系统设计说明和相应的遵循标准

7.4 第一次设计审查会

车辆第一次设计审查会应在合同签订之后四个月内举行。投标方应于本次会议召开前一（1）个月准备好车辆第一次设计审查所需的技术文件并提交给招标方。

会议宗旨是对设计审查会上提出的一些须改进和未定的技术问题，经深化设计后，提交招标方讨论、审定，并对接口问题进行讨论，以便投标方可在审查会后开始组织并投入车辆生产。设计手册的任何变动应在会议期间提出，并经买卖双方一致同意，会议之后应更新设计手册。本次会议还将对电路图与管路图、微机控制说明书、计算报告等进行审查。

本次会议应邀请 5 到 7 位国内轨道交通行业内的专家参加，专家名单由招标方确定，所有费用（包括交通、食宿、专家评审费等）包含在合同总价中。

- 会址和会期：在车辆供应商设计、生产地 3 周，

  在牵引系统子供应商设计、生产地 2 周；

- 参加人员： 招标方 8 人， 40 人周；

  监理若干名，费用自理；

  投标方负责每个主要系统及轨道车辆的每一个主要部件的工程师应参加会议。

- 会务：由投标方负责。

本次设计审查会要审查的计算报告包括如下项目：

（1） 车辆脱轨系数计算；

（2） 车体应力计算；

（3） 列车运行仿真计算；

（4） 辅助电路负载和蓄电池容量计算；

（5） 压缩空气消耗量计算；

（6） 短路电路计算。

（7） VVVF 逆变器

（8） 辅助逆变器

（9） 牵引电机

（10） 牵引计算

（11） 制动计算

（12） 车体强度计算

（13） 转向架计算

（14） 空调计算

（15） 车钩缓冲器

（16） 动态包络线

（17） 重量分配计算

（18） 二系悬挂计算

（19） 一系悬挂计算

（20） 轮对压装计算

（21） 牵引制动过程中轴重再分配计算

（22） 载客量计算

（23） 冲击计算

7.5 第二次设计审查会（包括接口会议）

第二次设计审查会应在合同签订之后六个月内举行。

这次会议的目的是：招标方的技术人员、专家和监理工程师对所有需要经审定的全部图纸和文件予以审定，而且必须在这次会议结束前完成审批程序。所有未予审定和澄清的问题，应全部予以解决。这次会议特别要解决接口方面存在的问题，完成车辆与相关专业之间的接口设计，形成接口设计规范书。

- 会期：4 周。
- 会址：南京。
- 参加人员： 招标方 10-20 人；

  监理若干名，费用自理；

  投标方负责每个主要系统及轨道车辆的每一个主要部件的工程师应参加会议。
- 会务：由投标方负责。

7.6 接口技术协调会议

根据接口设计、功能验证等阶段工作的进展召开接口技术协调会议，接口技术协调会议包括车辆各子系统内部、车辆与信号等系统之间的接口内容，根据设计进展共两次。

投标方应于本次会议召开前一（1）个月准备好接口设计、功能验证等所需的技术文件并提交给招标方。

会议宗旨是对接口设计、功能验证等阶段车辆和信号供应商提出的一些须改进和未定的技术问题，经深化设计后，提交招标方讨论、审定，以便投标方和信号供应商开展后续工作。

- 会期：每次 2 周；
- 会址：在车辆或信号关键系统设备设计中心；
- 参加人员：每次招标方 8 人，16 人周数，每次往返机票 8 张；

  投标方负责与信号接口相关的设计工程师应参加会议
- 会务：由投标方负责。

7.7 专家审查会

在车辆设计期间，安排至少一次专家审查会议，应邀请 5 到 7 位国内轨道交通行业内的专家参加，对车辆及其接口设计进行审查把关，具体时间视项目进展情况商定，所有费用（包括交通、食宿、专家评审费等）包含在合同总价中。

7.8 在中国举行的其它会议

根据设计需要，经双方商量也可在中国举行其他短期的技术会议，投标方工程师参加在中国举行的附加会议的人月费应根据合同有关规定进行计算并开具发票。参加会议的人员总数约 4 人月。

所有会议举行的时间应由双方共同商定。开会前应做好准备并确定日程安排。

7.9 会议纪要

投标方应为每次会议准备中文会议纪要。会议纪要应由投标方和招标方签名。

以上各种会议的合同金额和最后按发票付款的设计联络和设计审查费之间的余额（如有）应由招标方支配。招标方可用于本合同供货范围内的其他目的。

附件 8 接口要求和管理

8.1 综述

本章节描述的功能要求，技术要求、技术规范、技术参数、接口要求等均为实现本线路全自动驾驶的基本要求。投标方（卖方）应根据 EN 62290 中的 GOA4 等级在投标阶段提出完整的功能清单、设计方案、功能说明及接口说明，须包括 EN 62290 中关于 GOA4 的相关要求及本章节的要求。投标方（卖方）也可根据经验建议额外的功能并承担设计及供货。

投标方（卖方）在设计锁定前应满足其他专业为实现全自动驾驶提出的车辆功能和接口需求，买方对此无须负担任何其它费用。

投标方是车辆的总承包方，负责与本工程项目相关的所有技术接口工作，确保列车在南京 11 号线一期线路上、机电设备各系统中安全可靠地运行。

同时投标方负责向与车辆有接口关系的系统提供接口技术数据和必要的接口技术资料。

8.1.1 在南京地铁 11 号线一期项目中，车辆供应商应保证所供车辆的完整性。车辆供应商的技术经理必须负责车辆所有的技术接口和接口管理，牵引系统应协助、配合并服从技术经理的接口协调与管理，满足技术经理提出的接口技术要求和接口管理要求。牵引系统是车辆的子系统之一，车辆供应商应负责与车辆牵引系统的所有接口工作，包括接口设计、车辆牵引系统的设计审查、生产监督、质量控制、项目进度、安装、试验、验收、质保及技术文件等等，牵引系统供应商应满足车辆供应商提出的安装要求。在接口出现问题时，车辆供应商应负责和其他有关各供应商共同协商解决问题。本项目在一列车上配备接触网、轨道、隧道综合检测系统一套，在另一列车上配备接触网检测系统一套。该系统由定位触发模块、状态参数测量模块、拍摄成像模块、智能巡检模块、数据关联性分析模块及地面数据中心等组成。接触网检测包含但不限于：接触网几何参数检测、接触网状态巡检、弓网运行状态参数检测；轨道检测包含但不限于：轨道几何参数检测与轨道状态巡检；隧道检测包含但不限于：隧道状态巡检与隧道设备限界参数检测等。系统对检测上报的各种数据和实时的报警缺陷进行全方位、多维度的大数据计算与分析，对运营线路的质量状态、线路缺陷等进行全面综合分析，以上系统所有各类信息需接入车辆智能运维系统。

8.1.2 牵引系统供应商和车辆供应商在确定子供应商时应遵循按主要部件、主要系统分包的原则，并负责分包商的产品质量及有关的全部接口。

8.1.3 买方选定的信号系统供应商负责牵头组织与车辆、通信系统、地面 PIS 系统等供应商进行协调配合，负责车载信号、通信设备、地面 PIS 设备与车辆的接口工作，车辆供应商负责供电系统、接触网系统、站台门、通信系统、地面 PIS、综合监控、土建工程和线路轨道等专业与车辆的接口工作，信号供应商负责接口审查和测试，车辆供应商负责安装协调、安装，配合接口测试。牵引系统供应商和车辆供应商协助车载设备调试等相关工作，车辆供应商对车辆的整体性能负总体责任。

8.1.4 车辆供应商的技术经理应积极、主动与经买方选定的站台门、车站的暖通空调系统、土建及轨道等系统供应商配合协作，处理好车辆与各系统的接口问题。

8.1.5 在车辆供应商与其他供应商之间交换的所有信息和资料须抄送给买方，供买方及时掌握接口情况；接口方面的任何变化均须得到买方审批、确认后才能实施；一旦发现卖方未及时提交给买方，包括未得到买方同意擅自修改技术方案/参数，买方将按附件 2 项目管理第 2.2 条进行考核。

8.2 接口计划

8.2.1 接口管理计划

车辆供应商的技术经理应协助信号供应商制订专门的接口管理计划，以便于管理并与其他供货方就车辆的正确设计和正确功能进行协调。

8.3 项目阶段活动

8.3.1 接口设计

在该阶段，接口管理计划应具体化，应组织以下活动：

- 从其他分包方处获取技术接口信息，尤其是车上设备信息；
- 细化技术接口说明；
- 如有需要，进行接口分析模拟和/或基准确定；
- 特殊车辆规格审核；
- 接口说明报批。

8.3.2 车载设备

在该阶段，接口管理计划应具体化，并应组织以下活动：

- 交货期细化和/或接受；
- 工厂设备组装计划进展；

- 安装说明审批；
- 设备安装与分包方的协助。

8.3.3 列车接口检测

在该阶段，接口管理计划应具体化，应组织以下活动：

- 设备检测计划和程序审批；
- 接口检测与分包方的协助；
- 检测报告和竣工图。

8.3.4 车辆运营综合检测

在该阶段，接口管理计划应具体规定车辆供应商参加以下活动：

- 接口检测计划和程序审批；
- 制订与其他分包方的接口检测时间表；
- 接口检测领导或协助；
- 接口检测报告。

8.4 车辆与相关专业之间的接口要求

车辆供应商的技术经理应负责与本工程项目相关的技术接口和接口管理，确保列车在本工程线路上、机电设备各系统中安全可靠地运行。接口至少应考虑但不限于以下方面：

8.4.1 车辆与牵引系统的接口

牵引系统是车辆的子系统之一，车辆供应商的技术经理应负责与车辆牵引系统的所有接口工作，包括接口设计、车辆牵引系统的设计审查、生产监督、质量控制、项目进度、安装、试验、验收、质保及技术文件等等。

在投标阶段，牵引系统供应商应保证牵引系统的完整性；车辆供应商应在其投标文件中列出牵引系统供应商在其投标文件中没有包含的技术服务（即缺漏项）以及不能满足整车技术要求的方面等（即偏离项），车辆供应商应对牵引系统供应商的缺漏项和偏离项进行报价，该价格计入合同总价。缺漏项和偏离项以投标文件为准，如果车辆供应商没有在其投标文件中列出牵引系统的缺漏项和偏离项并进行报价，一切接口问题引起的后果由车辆供应商承担。在项目执行阶段，牵引系统供应商要满足车辆供应商提出的接口技术要求和接口管理要求，如果双方有争议，交由买方裁决，双方必须无条件接受买方的裁决，并不得提出增加额外费用要求。

8.4.2 车辆与信号专业（列车自动控制）的接口

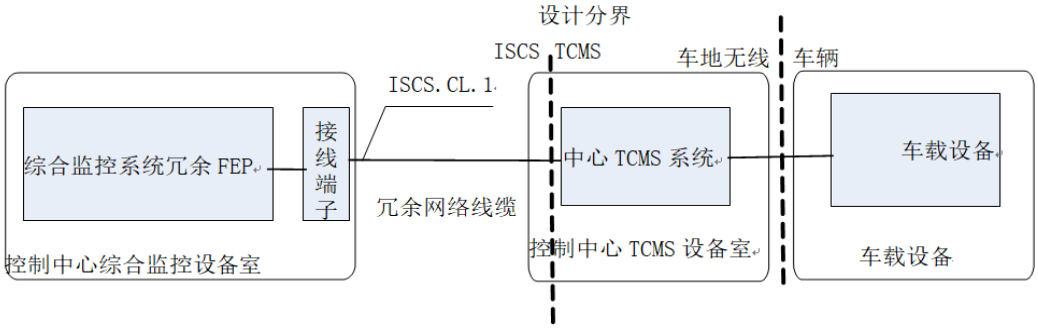
车辆与信号专业（ATC）需进行接口测试，卖方需提供所有与接口测试有关的测试设备。详细要求详见用户需求书《全自动运行》章节和《附件 8-1 车辆与信号的接口技术要求》。

8.4.3 车辆与通信专业的技术接口

通信专业包括专用无线、LTE、通信地面乘客信息系统（地面 PIS 系统）、地面视频监视系统，车辆与通信专业的详细接口参见《附件 8-2 车辆与通信之间的接口要求》，最终的接口将设计阶段讨论确定。

8.4.4 车辆与综合监控（ISCS）之间的技术接口

1)接口界面示意图如下：



2）接口内容

i 接口编号	ISCS.CL.1	
ii 接口位置	控制中心 TCMS 设备室	
iii 接口数量	1 处，每处 2 个以太网网络接口	
iv 接口类型	以太网接口（光口或电口）	
v 接口用途	TCMS 系统为综合监控系统提供车辆信息。	
vi 相关方责任	车辆：	ISCS：
	1、TCMS 为综合监控提供车辆报警信息：列车火警， 紧急拉手触发、IPH 触发，逃生门触发、司机台盖板打开、障碍物探测被触发、客室内电气柜打开等信息，具体内容设计联络阶段确定。 2、TCMS 为综合监控提供主要车辆状态信息：	1、接收车辆传送的报警信息、状态信息。 2、完成相关场景所需的联动功能。 3、负责提供控制中心综合监控设备室至控制中心车辆设

	受电弓故障，通风空调系统故障，照明故障，车门故障、灭火器状态等信息，具体内容设计联络阶段确定。 3、 TCMS为综合监控提供车辆运行状态数据：包含但不限于列车重量、运行里程、速度等，具体内容设计联络阶段确定。 4、每处提供两个不同网段的以太网接口。 5、配合综合监控系统调试。	备室的网络线缆及敷设。 4、负责接口调试。

3）接口说明

TCMS 向 ISCS 所传送信息包含但不限于：列车设备本身的运行状态、故障报警信息等。具体内容由 ISCS 在设计联络时确定。

ISCS 负责中央调度大厅操作台上的工艺布置，ISCS 在调度大厅为 TCMS、车载 CCTV、智能运维终端等提供工作站的安装位置、AC220V UPS 电源，统一配置液晶显示器、键盘、鼠标。（显示器暂按 20 寸考虑）；TCMS、车载 CCTV、智能运维终端等提供其工作站主机，并且要适应 ISCS 统一配置的液晶显示器，具体设计联络时确定。

8.4.5 车辆与站台门专业的技术接口

为了保证车辆、ATC 信号系统及站台门三者之间能安全可靠、互相协调、有序控制，卖方负责提供必要的接口协调。为保证 ATC 系统实现车门及站台门的同步开关功能，如有需要车辆将发送开关门信号给 ATC 信号系统，具体方案在设计阶段讨论。

- 卖方在设计时按照 11 号线站台门的设置情况对列车客室车门布置、列车长度、列车宽度、开关门的行程时间、车门间距、门的净开度（宽度和高度）、客室车门外紧急解锁的位置等进行设计，以满足与站台门系统之间的接口要求。
- 实现车门与站台门同步开关，在设计联络阶段具体确定并在调试阶段进行调整。
- 实现当单扇车门故障时，站台相应的站台门应对位隔离，具体方案在设计联络阶段讨论确定。
- 列车外部解锁的安装位置应与站台门相匹配，具体方案在设计联络阶段讨论确定。
- 列车上任何系统及部件不得影响站台门及站台门红外检测设备的正常工作。

8.4.6 车辆与供电、接触网专业的技术接口

车辆与本工程项目的供电、接触网系统的有关电气及机械技术参数、电气保护参数、温度参数以及与电磁干扰有关的参数相匹配，保证车辆及供电接触网系统能正常运行。车辆的电流特性曲线须满足供电系统保护的需求。具体接口要求在设计阶段澄清。

8.4.7 车辆与土建工程和线路轨道专业的技术接口

车辆适应本工程项目的土建、线路和轨道条件，保证车辆停站时，处于正常的和非正常条件下，客室门能开关不受阻。相关的线路参数请参见附图中的线路平面图和纵断面图。

8.4.8 车辆限界的技术接口

投标方与各有关专业良好技术接口的同时，还将遵守本工程项目的限界规定。相关的限界要求，请参见附图中的车辆限界图。

8.4.9 车辆与控制中心（简称“OCC”）的技术接口

投标人应在 OCC 提供车辆远程告警监控系统，该系统能够通过无线系统实时接收并记录、储存所有上电列车的信息，具有远程控制功能，能查看每列车的状态信息，具有告警、预警、故障分析等功能。车辆远程告警监控系统与信号、通信、地面 PIS、综合监控等系统有接口，投标人负责所有的相关接口（与信号系统的接口由信号系统供应商负责），具体接口在设计阶段确认。投标人负责提供服务器、主机、终端、交换机、线缆，并负责布线和施工安装。

车辆通过向信号、通信、地面 PIS 专业提供信息，实现与 OCC 的如下功能：

- 当发生紧急情况时，OCC 可通过远程控制对乘客进行广播，也可选择列车预先设定的紧急信息（包含语音和文字）并远程控制将指令传送给列车，对乘客进行紧急广播，并在乘客信息显示屏上进行显示。预录的紧急信息可进行重复循环播放，循环次数可由用户进行编辑。同时 OCC 可以远程控制列车终止紧急信息。
- OCC 可调用车载 CCTV 实时画面以及录像。
- OCC 可将现场编辑的文字信息发送至列车并由车载 PIS 系统显示。OCC 可远程触发列车预存的 LCD 应急指示以便乘客进行逃生。具体方案在设计联络阶段确定。

- 任一紧急对讲装置触发时OCC都可远程进行乘客可视IPH　紧急对讲并影音保存，也可对单个/整车紧急对讲装置复位，具体方案在设计联络阶段确定。
- 列车上任意一个或多个乘客紧急对讲装置触发时，列车控制系统需进行相应的记录，并将列车号及紧急对讲具体的位置及状态信息发送至OCC，并在列车司机显示器上进行显示。
- 列车需满足OCC远程控制功能，详见《全自动运行》章节。

8.4.10　车辆与车站的暖通空调系统接口的技术要求

车辆应提供列车空调冷凝器的位置，以便于轨顶回风口位置应与之对齐；车辆应提供列车底架发热部件的位置，以便于站台下回风口位置与之对齐。

8.4.11　车辆供应商应配合南京地铁完成相关科研工作。

8.5　接口责任

车辆供应商负责车辆与本工程项目各有关专业的技术接口的协调。各方有责任为对方的设计提供必要的接口技术参数，确定解决接口问题的技术方案，互相配合施工和联合完成综合调试。此工作程序将在合同生效后执行。

8.6　车辆与本项目各有关专业的接口管理参见《附件8-3接口项目管理》。

8.7　车辆供应商应配合一致性协调方的接口功能管理工作，一致性协调方的要求参见《附件14 一致性协调方的要求》，附件8及相关附件如与附件14不一致，以附件14为准。

附件 8-1 车辆与信号系统接口技术要求

1.1 车辆与信号系统的接口

本节与信号接口文件定义车辆与信号系统的机械、电气、功能、电磁兼容、供货、运输、安装、调试及试验等之间接口的技术和项目管理的要求。其作为车辆和信号系统的招标文件的共用部分，接口条件对双方同样适用。车辆供货商与信号系统供货商均应保证属于接口的所有要求都能得到完全的解决和执行。

信号系统供货商是本工程全自动运行系统一致性协调方，牵头对全自动运行系统间的接口配合进行协调。车辆供货商在全自动运行系统的技术工作、计划管理工作中应服从一致性协调方的指导和管理，如果车辆供货商与一致性协调方有意见冲突产生争议或有分歧时，由招标人进行裁决，当事双方必须无条件接受，并不得提出增加额外的费用。

车辆供货商与信号系统供货商应在投标时向招标人提供各自所采用的通信协议的详细参数及标准，在接口设计联络阶段最终确定通信协议和详细的硬件接口。当接口设计出现分歧时，各供货商必须无条件服从招标人协调和裁定，并不得提出增加额外费用要求。

1.1.1 供货范围的划分

1.1.1.1 信号系统供货商的供货范围

1) 车载设备机柜及安装于其中的信号车载设备（含休眠唤醒模块）及其安装附件，天线（应答器天线等、无线天线等车地通信天线）、车载信号系统显示屏、蜂鸣器。ATO 主机与车辆 TCMS 主机共用，车载信号系统显示屏、蜂鸣器与车辆共用。
2) 所有信号传感器（测速传感器含舌片或加速度计、接近传感器、多普勒雷达等）及与信号传感器一体连接带电缆的电气连接器（含电缆防护套管、电缆固定线夹等）；
3) 列车信号车载设备主机与其他信号设备（信号系统显示屏、信号测速传感器、应答器天线、无线天线等）之间的直接连接电缆、车底过渡连接器；
4) 信号系统车载设备内的继电器（含安装座）、电缆接线端子、电气连接器（插

头、插座）、相应的电缆压接及取卸工具等，其中电缆接线端子及电气连接器中的电缆插针、插孔须提供 20％的余量；

1) 所有信号系统车载设备的安装紧固件、接地线（接地线长度由车辆供货商计算）；
2) 列车两端信号车载设备之间的贯通网线、贯通串口线、贯通电缆（含中继器）以及贯通线缆的车辆间连接器；
3) 用于实现信号系统本身功能所需的安全相关的继电器，如安全型继电器等。
4) 列车两端信号车载设备之间贯通电缆的插头、插座。
5) 速度传感器安装所需的舌片、速度传感器与舌片的连接件。
6) 车载信号设备与车辆设备连接的信号系统侧插头、插座（即接插件），且接插件须为组装件，不得是散件。
7) 信号系统供货的在车体外部裸露部分线缆、与信号设备一体化线缆的防护管。
8) 车载信号设备屏蔽所需的屏蔽夹及安装导轨。
9) 速度传感器安装所需法兰盘、轴端安装座等部件。
10) 所有直接接驳在车载信号系统设备侧的电气连接器（含插头、插座）。
11) 信号系统实现相关功能要求的特殊电缆（包含屏蔽电缆）。
12) 负责提供设置于车辆供货商的试车线上，用于完成信号车载设备与车辆接口静、动态调试的所有相关轨旁信号设备，信号系统投标人在该试车线上的轨旁信号设备配置须能够满足信号车载 ATP/ATO 系统主要功能的静、动态调试，通过在该试车线的调试应能验证信号系统与车辆的主要接口功能，包括信号车载设备与车辆的硬件接口电路、软件控制程序及车载 ATP/ATO 系统等功能。
13) 信号系统远程重启所用的断路器或继电器及其重启装置（如有）等由信号系统供货商提供。

1.1.1.2 车辆供货商的供货范围

1) 所有连接到信号系统车载设备的连接电缆及接头（非屏蔽单芯控制电缆与通用车辆通信电缆），电缆及到信号系统设备侧的接头的规格型号由信号系统供货商提出，信号系统供货商提供接线端子。

2) 提供列车单端信号车载设备主机与应答器天线、无线天线、信号测速设备、接近传感器设备经过车底过渡连接器后连接至车载设备主机的过渡电缆。信号系统供货商配合提供相关线缆的规格型号、技术参数等要求。

3) 车辆设备侧的电气连接器等；

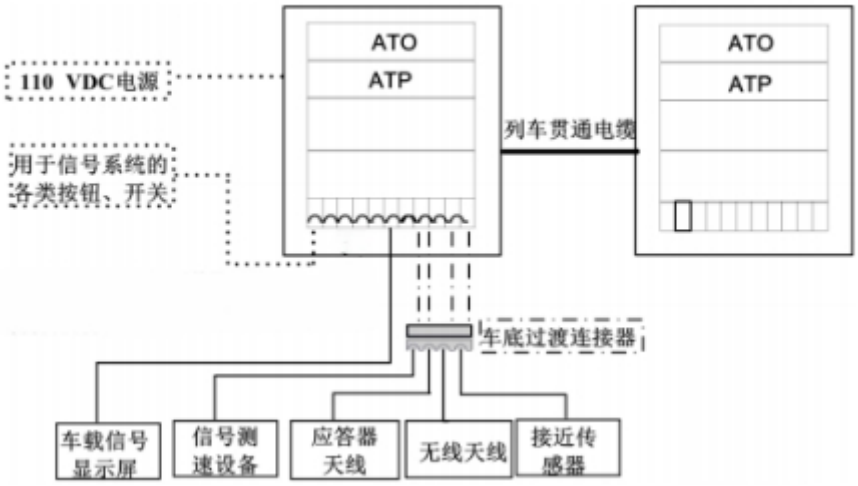
4) 提供用于完成信号系统功能所需的断路器（信号系统远程重启及其自复位装置（如有）除外）、接触器、开关、指示灯、按钮、蜂鸣器、分线盒等（信号系统投标人应负责提供规格型号、技术参数等要求）；负责提供用于实现信号与车辆接口功能所需的非安全相关的接口继电器或等同继电器功能的其它设备及安装。

1) 负责提供信号系统车载设备安装支架等安装辅助装置【含电缆防护套管（若信号供货商对电缆防护套管有特殊要求的，则由信号供货商提供）、电缆固定线夹等，信号系统供货商配合提供规格型号、技术参数等要求】及安装空间、所有车载信号设备所需的接地点及接线端子；

2) 车辆供货商应在车辆供货商处设置用于本项目的试车线，车辆供货商和信号投标人共同实现模拟试验；通过在该试车线的调试应能验证信号系统与车辆的主要接口功能，包括信号车载设备与车辆的硬件接口电路、软件控制程序及车载 ATP/ATO 系统等功能。

1.1.2 车辆与信号系统供货范围示意图

车辆与信号系统供货范围示意图如下图所示。



车辆与信号系统供货范围示意图

注：上图中虚线部分、点划线部分为车辆供货范围；实线部分（包括实线框内的设备、连接器、插头插座）为信号系统供货范围；信号 ATO 子系统和车辆列车控制系统融合，硬件设备由信号供货商供货，车载网络由车辆供货商供货。

1.1.3 安装责任分工

1.1.3.1 信号系统供货商的安装责任

1) 负责信号系统各车载设备单元内部的接线安装。
2) 负责提供所有信号系统车载设备安装方法说明文件。
3) 负责首两列样车的车载设备的安装督导及培训，完成首两列车载设备安装后进行安装标准的定标工作，由信号供货商负责全部列车车载设备安装的检查和验收。
4) 负责在试车线上用于完成信号系统车载设备静、动调测试的所有相关轨旁信号设备的安装。
5) 信号供货商交由车辆供货商安装的设备和车载连接器宜为整套件。

1.1.3.2 车辆供货商的安装范围责任

1) 负责所有信号系统车载设备（含接地线）的安装。

2) 负责所有信号系统车载设备之间所需的连接电缆的布线安装，信号系统车载设备机柜内部配线安装除外。

3) 负责为连接车辆设备的任何电缆末端压接，以及信号系统车载设备到车辆设备的电缆压接、电缆布线安装和电缆走线防护。

1.1.3.3 其他

1) 所有传感器（测速传感器或加速度计、接近传感器、多普勒雷达等）、信号系统显示屏、车载设备的安装双方应在设计联络阶段协商安装的位置和安装方案。
2) 车载信号设备安装、测试需要使用特殊工具（含压接及取卸工具，不少于 2 套）及特殊仪器仪表的，信号系统供货商应在信号系统车载设备开始安装前，向车辆供货商提供，车辆供货商免费使用。
3) 信号系统供货商提供的特殊测试仪器需使用专用耗材的，应与特殊仪器一并提供。
4) 信号系统供货商须对其提供的特殊测试仪器的精度负责。
5) 信号系统供货商须培训车辆供货商的安装人员正确使用其提供的专用工具及测试仪器仪表，并向车辆供货商提供其相关操作说明文件。
6) 车辆供货商应保证信号系统供货商所提供的特殊工具及测试仪器仪表仅用于本项目，并保证按操作规程使用，在本项目信号系统车载设备安装及测试工作完成后，在信号系统供货商规定的时间内归还给信号系统供货商。
7) 信号系统供货商应保证信号车载设备的交货进度满足车辆的生产进度要求。
8) 信号供应商应提供信号系统的车上、车下设备的 IP 等级，IP 等级应符合车辆设计的要求。

9) 信号设备的其他安装要求：

a) 除天线和传感器（测速传感器或加速度计、接近传感器、多普勒雷达等）外，所有信号车载设备要求安装在列车司机室或客室内；
b) 车体外设备的安装必须满足车辆限界的要求。

10) 若列车布线长度超过 100m，信号设备贯通线缆宜配置信号中继设备，若信号设

备贯通线缆采用以太网接口方式则应配置信号中继设备；

1.1.4 接口技术要求

1.1.4.1 双方通过接口须满足以下列车运行模式

1) 全自动驾驶 FAM 模式

a) 在“FAM 模式”下，列车的启动、加速、巡航、惰行、制动、精确停车、自动开关门、唤醒、休眠、自检、自动洗车、清扫、出/入库、投入/退出运营、对位调整等功能可由信号车载设备自动控制；以上功能在设计联络阶段完善。

b) 精确停车控制：列车自动运行到车站停稳并满足停车精度要求后，ATO 子系统自动发出车门及站台屏蔽门开门命令。列车进站停车时如停车误差超出了停车精度范围，则 ATO 子系统不应发出车门及站台屏蔽门开门命令。若列车进站停车过标或欠标不大于 5 米（可设定），ATO 子系统应再次启动列车进行对位调整，系统可自动控制列车进行对位调整 X 次（可设定），若调整到位，ATO 子系统自动发出车门和站台屏蔽门开门命令。如果列车经过 X 次调整后仍不能停车到位，信号车载设备应向中心进行报警，由人工远程介入进行控制或直接运行至下一站。若列车进站停车过标超过 5m（可设定），信号车载设备则应向中心进行报警，由人工介入进行控制或直接运行至下一站。当列车进站停车欠标大于 5 米，ATO 自动运行对位停车。

c) 车门/站台屏蔽门故障隔离：当个别车站站台屏蔽门故障隔离时，车载设备系统接收站台屏蔽门故障信息（站台编号及故障站台屏蔽门编号），并将此信息转发至车辆相关设备，列车进站停稳且停准后，ATO 自动发出车门及站台屏蔽门开门命令，故障站台屏蔽门（站台屏蔽门系统控制）及对应的车门（车辆控制）不应打开。当个别车门故障隔离时，车载设备系统接收车门故障信息（故障车门编号），并将此信息转发至轨旁信号设备，列车进站停稳且停准后，ATO 自动发出车门及站台屏蔽门开门命令，故障车门（车辆控制）及对应的站台屏蔽门（站台屏蔽门系统控制）不应打开，相应信息能在车辆 PIDS 及站台屏蔽门显示屏（如有）显示；

d) 清客：到达终到站，站内、车辆广播提醒乘客下车及不能上车。停站未清客完成期间，车载信号设备保持车门打开，在进行清客确认后，人工按压关门按钮和清客确认按钮，系统关闭车门和站台屏蔽门；列车根据移动授权按计划运行。

e) 进入正线服务/退出正线服务: 车载信号设备接收到 ATS 发送的进入正线服务/退出正线服务工况指令时，应向车辆发送该工况指令，用于车辆执行打开/关闭照明、空调或电热等操作（具体信号系统向车辆系统发送的工况种类和条件在设计联络阶段确定）；

f) 列车休眠：当列车运行至预定义的休眠停车窗内时，ATS 判断列车具备休眠条件后，自动或人工向车载信号设备发送休眠命令。车载信号设备收到休眠命令，完成自身休眠准备工作后，向车辆发出休眠请求命令，车载信号设备收到车辆的休眠确认后，向车辆发送休眠指令，车辆控制车载设备断电。休眠结果反馈给中心 ATS。若休眠不成功，进行报警提示；

g) 列车唤醒：ATS 根据计划，提前一定时间（可配置）向休眠列车信号设备发出唤醒指令，信号车载设备向车辆转发唤醒指令，车辆对全列车上电并成功后，车载信号设备及车辆设备执行必要的自检、测试。测试成功后，车载设备处于激活可用状态，具备以 FAM 模式运行的条件，唤醒成功结果发送给 ATS 子系统；

h) 自动洗车：信号系统接收洗车机的状态，在洗车机准备就绪的情况下，ATS 根据目的地码或洗车计划自动排列至洗车库的进路，根据移动授权列车以 FAM 模式自动运行至洗车库前停车。信号系统收到洗车机的洗车确认后，信号系统向车辆发送“洗车”工况，开始洗车。洗车过程中，信号控制列车牵引，暂定车辆控制列车恒速运行（车速 3~5km/h）。洗车完毕，列车运行至出清洗车库停车点停稳，退出洗车工况，列车以 FAM 模式运行至指定地点；

i) 车载信号设备实时监督车辆相关设备的工作状态，对车辆制动力丢失、检测到障碍物、车辆紧急手柄拉下、火灾等影响列车运行安全的异常情况采取相关措施进行防护，具体防护措施在设计联络阶段确定；

j) 系统具备根据紧急制动原因采取不同紧制制动缓解方式的功能，紧急制动缓解方式包括：自动缓解、远程人工确认缓解、司机人工缓解。当列车产生紧急制动及紧急制动缓解后，车载 ATP 均向控制中心发送报警信息；

k) 触发车辆鸣笛：如列车在库内动车、入库时进行鸣笛等。具体鸣笛地点及时机

在设计联络阶段确定；

l) 场内运行：车载信号设备具备向车辆发送是否在场内运行工况的功能，用于车辆断开永久母线(防止出现短路)、关闭空调、电热控制等（具体信号系统向车辆系统发送的工况种类和条件在设计联络阶段确定）；

m) 待命：列车唤醒成功后进入待命状态，车载信号设备应向车辆发送待命工况，用于车辆打开照明、空调或电热控制等（具体信号系统向车辆系统发送的工况种类和条件在设计联络阶段确定）；

n) 清扫：车辆回库停稳后，车载信号设备应自动向车辆发送清扫工况，用于车辆打开车内照明（具体信号系统向车辆系统发送的工况种类和条件在设计联络阶段确定）。

2) 全自动驾驶模式的故障驾驶 CAM 模式

车载 ATP 车辆网络出现故障，或车辆与信号车载设备通信故障时，将采用此模式作为 FAM 模式的应急运行方式。经由中心人工确认后，信号系统启动 CAM 模式。列车以 CAM 模式运行时，ATP 监控列车以不超过固定限速（如 25km/h，固定限速由信号系统设计功能确定）的速度全自动运行，当列车以 CAM 模式进站自动停车后，ATP 将输出紧急制动命令以防止列车移动，并打开车门等待人工处理。

在全自动驾驶和无人自动折返模式下，可通过激活司机控制器钥匙取消相应模式。

3) 全自动驾驶的故障驾驶 RRM 模式

列车以 FAM/CAM 模式运行，列车丢失定位时，由中心远程授权列车缓解紧急制动以一定限速值继续向前运行一定距离的一种驾驶模式。

4) 自动驾驶 AM 模式

a) 采用此模式时，模式开关处于“ATO 模式”位置。在此模式下，列车的加速、巡航、惰行、制动、精确停车、开关门由信号车载设备控制，不需司机操作。进

入 AM 驾驶模式后，若系统设备正常，没有人为干预，此驾驶模式维持不变；

b) 在该驾驶模式下，司机可选择自动开门或人工开门。开门仅在车载信号设备给出门释放信号时才允许操作。车载信号设备仅在列车停准在站台时才给出允许信号；

c) 在该驾驶模式下，司机可选择自动关门或人工关门，一旦停站时间结束，车门自动或人工关闭，列车司机按压 ATO 启动按钮，列车离站；

d) 车载信号设备连续监控列车速度，保证列车在目标速度范围内运行，在速度超过目标速度时报警，并在超过预定速度时实施常用制动，在超过最大允许速度时实施紧急制动。

5) ATP 速度监控下的人工驾驶 CM 模式

a) 在模式开关处于“CM 模式”位置时采用此模式。在此模式下，在车载信号设备限制下，列车的速度、监控、运行及制动由司机操作；

b) 开、关车门由司机人工控制，但开车门仅在信号车载设备给出开门允许信号或通过强制开门按钮车辆给出开门允许时才允许操作；

c) 车载信号设备连续监控列车速度，保证列车在目标速度范围内运行，在速度超过目标速度时报警，并在超过最大允许速度时实施紧急制动。

6) 限制人工驾驶 RM 模式

a) 模式开关处于“RM 模式”位置时采用此模式。在此模式下，列车的速度、监控、运行及制动由司机操作，信号车载设备仅对列车速度进行固定限速（如 25km/h，固定限速由信号系统设计功能确定）超速防护；

b) 开关车门由司机人工控制，其中开门允许信号由司机操作实现；

c) 信号车载设备在列车超过固定限速（如大于 25km/h，固定限速由信号系统设计功能确定）时报警并实施紧急制动。

7) 非限制人工驾驶 EUM 模式

a) 在模式开关处于“EUM 模式”位置时采用此模式。在此模式下，列车的速度、监控、运行及制动由司机负责操作，没有信号 ATP 防护；

b) 此模式在车载信号设备故障或特殊运行需要时使用。此时，所有车载信号设备对牵引、制动等的控制功能失效，信号车载设备不具备对列车的控制功能。

c) EUM 模式时，开关车门由司机人工控制。

8) 折返模式

a) 全自动驾驶折返模式。处于 FAM 模式下运行的列车，当列车在折返站规定的停车时间结束并进行清客确认后，按压关门按钮，车门和站台屏蔽门自动关闭，按压发车按钮，根据列车移动授权，从到达站台自动运行进入折返线，自动激活/关闭相应的驾驶端，实现驾驶端的自动转换后，自动驶出折返线，进入发车站台后自动打开车门和站台屏蔽门。列车在站台进行驾驶端自动转换时应驶车门和站台屏蔽门保持开启状态，列车在折返线等非站台区进行驾驶端自动转换时，应使车门保持关闭状态。

b) ATO 无人自动折返模式。应能以下述两种操作方式完成 ATO 无人自动折返：

- 车门关闭，司机先按车上的“折返按钮”，关闭本侧驾驶端，司机下车后在站台启动“折返确认开关”，列车可在无人驾驶的情况下，从到达站台自动驾驶进入和折出折返线，最后进入发车股道并定点停车后，自动打开车门和站台屏蔽门，司机激活反向驾驶端；

- 车门关闭，司机先按压车上的“折返按钮”，关闭本侧驾驶端，再按压车上的 ATO 启动按钮或确认按钮，列车可在无人驾驶的情况下，从到达站台自动驾驶进入和折出折返线，最后进入发车站台并定点停车后，自动打开车门和站台屏蔽门，司机激活反向驾驶端。

注：在以上两种方式下，列车在站台进行驾驶端自动转换时，应保持车门和站台屏 蔽门在开启状态；列车在折返线等非站台区进行驾驶端自动转换时，应使车门保持关闭状态。

c) ATO 有人监督自动折返模式。当列车在折返站规定的停车时间结束且车门和站台屏蔽门关闭后，由司机按压车上“ATO 启动按钮”，列车自动驾驶进入折返线停稳后，关闭本侧驾驶端和激活反向驾驶端（若需，可设置人工按压“折 返按钮”），可人工按压“折返按钮”并关闭本侧驾驶端和开启反向驾驶端，由司机按压车上“ATO 启动按钮”后，列车自动驾驶进入发车股道自动打开车门；

d) ATP 监督下的人工折返模式。在此模式下，司机采用“主手柄”控制列车运行，司机人工驾驶列车运行到折返线并停车，关闭本驾驶端和激活反向驾驶端 （若需，可人工按压“折返按钮”），在 ATP 监督下人工驾驶列车进入发车股道并定位停车。司机按压开门按钮打开车门和站台屏蔽门；

e) 限制人工折返模式。在此模式下，司机采用“主手柄”控制列车运行，司机人工驾驶列车运行到折返线并停车，人工关闭本侧驾驶端并激活反向驾驶端，之后人工驾驶列车进入发车股道并定位停车，司机给出开门允许信号并按压开门按钮打开车门。整个折返过程中，车载 ATP 限制列车在某一固定的低速（如 25km/h，固定限速由信号系统设计功能确定）之下运行；

f) 非限制人工折返模式。在此模式下，司机根据调度命令和地面信号的显示，人工驾驶列车运行到折返线并停车，再人工驾驶列车进入发车股道并停车，司机按压开门按钮打开车门和站台屏蔽门。

1.1.4.2 系统参数要求

1）车辆供货商应提供的系统参数包括但不限于：

a) 不同载荷下常用制动（电制动有效情况下）的反应时间（从制动控制线断路到车辆牵引切除时间不大于 0.3s，从牵引切除到车辆常用制动施加 10%的响应 时间不大于 0.3s，车辆常用制动施加从 10%到 90%并反馈给信号的响应时间 不大于 1.6s），从制动控制线断路到车辆常用制动施加 90%并反馈给信号的 响应时间不大于 1.8s；具体相关参数在设计联络阶段确定。

b) 不同载荷下常用制动（纯空气制动情况下）的反应时间（从制动控制线断路到车辆牵引切除时间不大于 0.3s，从牵引切除到车辆常用制动施加 10%的响应 时间不大于 0.4s，车辆常用制动施加从 10%到 90%并反馈给信号的响应时间 不大于不大于 1.7s）；从制动控制线断路到车辆常用制动施加 90%并反馈给 信号的

响应时间不大于 2.1s；具体相关参数在设计联络阶段确定。

c) 不同载荷下紧急制动的反应时间（从紧急制动控制线断路到车辆牵引切除时间不大于 0.3s，从牵引切除到车辆紧急制动施加 10%的响应时间不大于 0.3s， 车辆紧急制动施加从 10%到 90%并反馈给信号的响应时间不大于 1.6s）；从 制动控制线断路到车辆紧急制动施加90%并反馈给信号的响应时间不大于1.8s；具体相关参数在设计联络阶段确定。

d) 从列车接收到信号车载有效启动命令到列车启动的反应时间；

e) 接收到有效惰行命令到开始惰行的反应时间；

f) 接收到信号车载控制命令到车门系统动作的时间；

g) 保持制动施加延时时间不大于 2s，保持制动缓解延时时间不大于 5s；

h) 车辆供货商应提供列车牵引特性，常用制动、紧急制动特性，并提供加/减速 度变化率的指标；

i) 在平直干燥和平直湿滑轨道上车辆能保证的紧急制动最小减速度 (GEBR) ，具体条件和数值在设计联络阶段确定；

j) 车辆供货商应提供对应于信号列车自动控制系统命令的牵引/制动特性（包括 AW0、AW2、AW3 条件下速度-加速度、减速度指标或对应数值表），双方考虑电空制动转换和混合制动的影响，具体在设计联络阶段讨论；

k) 混合制动由车辆进行控制，且不同列车之间牵引制动的性能差异应不大于±10%。

l) 信号系统应考虑避免频繁使用小级位，进站临近停车时，信号系统应考虑避免使用大级位而引起列车抖动。

注：接口中车辆反应时间一般规定（除特殊定义外）为由车辆接收到信号车载指令开始，至车辆作出相应的动作的时间。

2）信号系统牵头联合车辆进行为确保系统响应时间的动态性能测试。

3）接口软件协议：信号系统与车辆的数据接口应满足串口或列车通信网络 IEC 61375 及 TB/T 3035 标准或其他国际标准的相关要求，并在系统装车前完成数据接口软件协议测试。

4）车辆、信号系统各自监测所有接口数据（包括硬线信号），具体方案在接口设计阶段确认。

1.1.4.3 信号系统控制中心 ATS 具备远程车辆控制命令（如重启、升降弓、远程紧制缓解等），及行车主要故障显示。

1.1.5 机械接口要求

1.1.5.1 车辆供货商根据信号系统供货商提出的信号设备安装要求设计并提供车载信号设备的安装位置及安装条件，并确保信号设备安装牢固，不易脱落。在设计司机显示单元、速度表等设备的安装位置时，应确保便于驾驶员观看，避免光线反射等因素的影响。

1.1.5.2 信号系统供货商将为车辆供货商提供的信息包括但不限于：

a) 所有信号车载设备的尺寸和重量；
b) 设备布局和到机架的空间余量，包括为安装/拆卸机壳和调整所需的空间；
c) 带安装孔的车载设备和详细的电缆连接及布置的资料和图纸（三维/二维图纸）；

a) 详细的安装及配线要求；
b) 电缆连接位置；
c) 信号设备的环境条件要求；
d) 配线空间要求；
e) 其他需要的资料。

1.1.5.3 安装尺寸及位置最晚于接口设计联络阶段确定。

1.1.5.4 信号设备的环境条件：

a) 除天线和传感器（测速传感器、多普勒雷达或加速度计等）外，所有信号车载设备要求安装在列车司机室或客室内；
b) 驾驶室外设备的安装必须满足车辆限界的要求。
c) 信号 ATC 车载设备位置及可接近性：将在合同谈判及设计联络期间由车辆和信号系统投标人双方协商；

d) 信号车载设备（车载信号机柜、天线、测速传感器、接近传感器、多普勒雷达

或加速度计、司机室信号显示及操作装置等）由车辆供货商负责提供安装空间并进行安装，信号系统供货商提供物理尺寸及安装要求；

e) 车载机柜的安装宜能保证维护人员在正面或背面都能访问。

1.1.5.5 车辆供货商负责提供信号车载设备所有连接电线电缆所需的必要的位置空间和布线，包括插头插座的安装空间。

1.1.5.6 信号车载控制显示单元的尺寸及颜色需与车辆供货商的显示单元协调一致。

1.1.5.7 信号供货商应说明 ATC 系统需要安装的其他车载设备，并与车辆供货商协商确定安装要求。

1.1.5.8 车辆供货商应提供如下的条件，但不仅限于：

a) 为信号车载设备间的连接线缆提供径路及防护措施。在车底架下安装的线缆及连接器，应考虑转向架及底架的相对运动，避免由此造成线缆的松动、缠绕、侵限或折断；

b) 车辆供货商为信号车载设备提供的连接线缆接线盒（若有）应该防尘、防水、防撞击、防止异物进入、防电磁干扰。当线缆及接线盒安装在车底时，应考虑转向架及底盘的相对运动，避免由此造成线缆的松动、缠绕、侵限或折断；

c) 为信号车载设备提供电源及符合各种相关设备所需要求的断路保护装置（自复位功能除外）。唤醒模块所需的电源应 24 小时不间断供电，列车连续休眠 7 天后，仍能确保唤醒列车。为用于休眠唤醒的信号车载设备功耗按单端按 100W 考虑；

d) 信号系统测速设备原则应安装在非动力轴上；

e) 信号系统供货商负责信号机柜的防尘、通风、散热设计；车辆供货商应配合实现相关防尘、通风、散热设计要求，使信号机柜设备可长年可靠运行。

1.1.6 电气接口要求

车载 ATP/ATO 应实现与车辆制动装置的可靠接口，保证安全和对列车实施连续有效的控制。

车载 ATP/ATO 与车辆的接口分为开关量、模拟量、通信接口三种。

涉及行车安全的电气接口应采用安全输入/输出接口方式。

车载 ATP/ATO 应能向车辆提供时钟信号，以满足车辆时钟与车载信号系统设备时钟同步的需要。

表 1　采集的开关量信息

车载ATP/ATO　输入信号	安全接口
驾驶室激活	是
列车完整性	是
列车车门关闭且锁闭	是
车辆牵引已切除	是
车辆已实施紧急制动	是
牵引制动手柄在零位	/
方向手柄位置	是
ATO 启动按钮	/
运行模式状态确认和/或预设模式选择	/
自动折返（AR）按钮	/
左门开	/
左门关	/
右门开	/
右门关	/
门控方式	/
注：“/”表示“对是否安全接口不做要求”	

表2　采集的开关量信息

车载ATP/ATO　输入信号	安全接口

ATP　已切除	/
车辆保持制动已施加	是
注：“/”表示“对是否安全接口不做要求”	

表 3　采集的开关量信息

车载ATP/ATO　输出信号	安全接口
紧急制动	是
牵引切除	是
左门开门允许	是
右门开门允许	是
自动折返（AR）灯	/
ATO　已激活	/
ATO 牵引输出	/
ATO 制动输出	/
保持制动输出命令	/
开左门命令	/
开右门命令	/
关左门命令	/
右关门命令	/
ATO　启动灯	/
注：“/”表示“对是否安全接口不做要求”	

表4　采集的开关量信息

车载ATP/ATO　输出信号	安全接口
最大常用制动	/

注：“/”表示“对是否安全接口不做要求”

1.1.6.1 信号系统供货商将为车辆供货商提供最少以下信息：

a) 电源需要及信号设备消耗的最大功率和额定功率及有分支要求时各分支最大功率和额定功率；用于所有信号设备的 DC110V 电源断路器的特性，包括负载特性类型、额定电流、启动冲击电流、关断冲击电流、冲击电流持续时间；车载信号设备中与休眠唤醒功能相关的设备的功率；

b) 从车辆引入的连接线的数量及对每根线缆的特性和功能要求；

c) 所有控制逻辑（包括但不限于设备输入与输出端口功能定义，所有驾驶模式的功能输出）；

d) 电气接线图；

e) 线路安装要求；

f) 电磁兼容要求；

g) 设备接地要求；

h) 车地信息传输的载频（如有）；

i) 设备性能手册、调试手册和验收手册等技术文件；

j) 信号设备的环境要求；

k) 其它需要的资料。

1.1.6.2 车辆供货商将为信号系统供货商提供最少以下信息：

a) 用于信号设备的 DC110V 电源的特性；

b) 与车辆的列车监控系统通信的协议和响应时间；

c) 列车线缆的特性；

d) 轮径信息；

1.1.6.3 模式选择开关的特性（若有）；

a) 模式选择开关的每个位置都提供两路无源环线（双线双断）到信号车载设备；

b) 两路环线都在选择开关打到该位置时闭合，否则断开。

1.1.6.4 门控模式开关的特性：

- 每个位置都提供两路无源环线（双线、双断）到信号车载设备；
- 两路环线都在选择开关打到该位置时闭合，否则断开。

1.1.6.5 接地：

- 车辆供货商为信号车载设备提供接近信号设备的接地点：保护地和工作地；
- 屏蔽线需进行单端接地，包括车辆连接处采用的屏蔽线；
- 电缆接地安排将由双方协商同意。

1.1.7 控制接口要求

1.1.7.1 信号车载设备在牵引、常用制动、紧急制动方面与车辆存在控制接口，车辆供货商负责与 信号系统供货商就信号车载设备牵引力指令和列车速度要求的特性与车辆的牵引/制动控制装置相匹配，并取得一致。

1.1.7.2 车辆供货商应确保同一时刻只有 1 个司机室激活。

1.1.7.3 紧急制动保持

a) 信号车载设备给车辆提供紧急制动信号，该信号作为安全电路（双线，双断）全车串接；

b) 紧急制动环路失电时导致列车紧急制动，使车速一直降到零。

1.1.7.4 列车车门控制

车辆和信号系统相互配合实现以下列车车门控制功能：

1) 开门允许

a) 信号车载设备将提供两个车门开门允许信号—左门开门允许和右门开门允许。该信号作为安全电路（双线，双断）全车串接；

b) 开门允许电压有效时，允许相应侧的车门打开。

2) 车辆和信号系统相互配合实现列车紧急解锁情况下的车门控制：

a) 在信号控制模式下：

- 对于在区间运行的列车，操作车门紧急解锁，不紧急制动停车，列车运行到下一站停车开门；
- 对于从车站启动的列车，操作车门紧急解锁，运行距离小于半列车将触发列车紧急制动，运行距离超过半列车后列车继续运行；
- 如果列车在区间内停车且无法开动，乘客操作紧急解锁装置，由司机或控制中心调度人员在一个延时时间内决定是否允许手动打开车门，如司机或控制中心调度人员在延时时间内没有进行操作（没有按下专用按钮或操作开关），乘客可手动打开车门；若司机或控制中心调度人员在延时时间内进行操作（按下专用按钮或操作开关），车门不可以手动打开；
- 只有在列车的控制电路失效，导致紧急照明、紧急通风、广播功能失去时，才应尽快组织乘客疏散下车，车门紧急解锁后可以手动打开。

b) 非信号控制模式，即车辆模式下：

- 对于在区间运行的列车，操作车门紧急解锁，不紧急制动停车，列车运行到下一站停车开门；
- 对于从车站启动的列车，操作车门紧急解锁，运行距离小于半列车或速度低于 5km/h（具体速度设计阶段确定）将触发列车紧急制动，运行距离超过半列车或速度高于 5km/h（具体速度设计阶段确定）后列车继续运行；
- 如果列车在区间内停车且无法开动，乘客操作紧急解锁装置，由司机在一个延时时间内决定是否允许手动打开车门，如司机在延时时间内没有进行操作（没有按下专用按钮或操作开关），乘客可手动打开车门；若司机在延时时间内进行操作（按下专用按钮或操作开关），车门不可以手动打开；
- 只有在列车的控制电路失效，导致紧急照明、紧急通风、广播功能失去时，才应尽快组织乘客疏散下车，车门紧急解锁后可以手动打开。

c) 车辆应设置“开门旁路开关/按钮及按钮灯”，当“开门允许”命令无法发出时，通过操作“开门旁路开关/按钮”开门，该情况下，人工保证开门安全。详细接口方式和信息内容在合同澄清或接口设计联络阶段最终确定；

d) 手动开关门模式（M/M）下，车门的开关由司机通过开关门按钮控制，不通过车载 ATC；只在全自动开关门模式（A/A）下，才由车载 ATC 控制开关车门；在半自动开关门（A/M）模式下，车门的打开是通过车载 ATC，但车门的关闭由司机手动操作，不通过车载 ATC。详细接口方式和信息内容在合同澄清或接口设计联络阶段最终确定；

e) 列车在区间运行过程中，列车在 FAM、AM、CM、RM 模式下车载设备均应监督列车车门的状态，当检测到车门为开门状态时，信号系统应采取相应措施。详细接口方式和信息内容在合同澄清或接口设计联络阶段最终确定；

f) 当列车处于 RM 模式或 EUM 模式时，开关门命令由人工控制；

g) 信号系统供货商应负责与车辆供货商及站台屏蔽门系统供货商协商，保证列车车门与站台屏蔽门开/关匹配。

1.1.7.5 对于各种旁路开关的使用应有限制措施，具体在设计联络阶段确定。

1.1.7.6 车载 ATC 发出的牵引指令和制动指令不会同时为真。即在一个 ATO 周期内，牵引指令和制动指令不会同时发出，若牵引指令和制动指令同时为真，车辆应识别为制动。

1.1.7.7 驾驶室侧门联锁包括但不限于在 ATO 驾驶模式下，应与驾驶室侧门联锁。这种联锁保证列车必须在驾驶室侧门关上后才能启动；驾驶室侧门状态串联到客室车门状态回路（如车辆隔离开关）。

1.1.7.8 信号系统提供逃生门防护。

1.1.8 数据接口

1.1.8.1 在信号系统全功能使用时，信号设备提供给车辆相关子系统的信号最少有以下内容，具体信息在设计联络阶段确定：

1) 运行方向（向前或折返）；
2) 牵引力（增加或减少及变化率）；
3) 常用制动（实施或缓解及变化率）；
4) 紧急制动（实施或缓解）；
5) 开门（左或右）；
6) 关门（左或右）；
7) 开门允许(左或右)；
8) 列车位置；
9) 车辆广播测试信号；
10) 列车识别号；
11) 起始站号；
12) 目的地号；
13) 下一站号；
14) 信号零速信息；

15) 车站站台代码；

16) 离站距离；

17) 到站距离；

18) 离站报站触发；

19) 到站报站触发；

20) 跳站；

21) 保持制动指令；

22) 空气制动隔离单个故障转向架；

23) FAM 模式；

24) CAM 模式；

25) 休眠指令；

26) 唤醒指令；

27) 跳跃指令；

28) 清扫工况；

29) 待命工况；

30) 车辆鸣笛触发；

31) 运行工况；

32) 洗车工况；

33) 进入/退出正线服务工况；

34) 清客指令；

35) 站台屏蔽门状态信息；

36) 远程复位命令；

37) 站台屏蔽门对位隔离；

38) 静态测试指令；

39) 动态测试指令。

1.1.8.2 通过车辆提供给信号系统的信号最少有以下内容：

1) 牵引故障（速度限制）；

2) 牵引失效（牵引力损失）；

3) 常用制动故障；

4) 常用制动失效；

5) 紧急制动故障；

6) 紧急制动失效；

7) 牵引/制动主控器状态；

8) 运行方向设置（向前或向后）；

9) 换端作业的完成信息；

10) 车轮空转/滑行的信号；

11) 门开状态信号（左、右、两侧）；

12) 门关且锁闭信号（左、右、两侧）；

13) 列车车门状态旁路；

14) 司机人工开门信号、司机人工关门信号；

15) 紧急制动输入；

16) 列车完整性输入；

17) 驾驶室激活状态信号、司机钥匙激活状态信号、司机钥匙零位信号；

18) 牵引已切除、车辆已实施紧急制动、保持制动已实施（所有制动已施加）；

19) 方向手柄在向前、零位、向后位置；

20) 信号需采集的开关、按钮状态（如折返按钮、开门按钮等）；

21) 开门方式；

22) 车辆零速度信息；

23) 车辆休眠/唤醒按钮输入；

24) 制动重故障状态输入（如果有）；

25) 蓄电池欠压保护输入；

26) 检修按钮输入；

27) 车辆上电按钮输入（如果有）；

28) 障碍物检测信息；

29) 车门-站台屏蔽门对位隔离信息；

30) 车辆牵引能耗信息；

31) 车门紧急解锁信息；

32) 信号硬线输出指令的车辆执行情况反馈信息；

33) 列车远程唤醒后列车静、动态测试结果；

34) 进入跳跃状态、洗车状态的反馈；

35) 满载率状态；

36) 车辆自检结果。

37) 车辆故障状态信息和报警信息，该信息主要包含影响行车的关键信息。例如：列车火警信息、车辆故障报警信息、能耗信息等；具体信息在设计联络中确定。

1.1.8.3 在到达下一个车站前，信号系统向车辆提前提供车辆将要开启的客室门侧信息（开左门或开右门），以满足车辆完成客室门侧开启预告提示功能的需要，详细接口方式和信息内容在合同谈判或接口设计联络阶段最终确定；

1.1.8.4 信号系统向车辆提供信号系统的时钟信号，以满足车辆时钟与信号系统时钟同步的需要，详细接口方式和信息内容在合同谈判或接口设计联络阶段最终确定。

1.1.8.5 信号系统给车辆提供车辆广播测试信号，详细接口方式和信息内容在合同谈判或接口设计联络阶段最终确定；

1.1.8.6 在车辆进站之前适当距离和出站之后适当距离，信号系统向车辆提供车载显示站台屏蔽门视频监控图像的切换触发信号，以及提供车辆将要开启的客室门侧信息（开左门或开右门）和将要进站停车的股道信息，以满足车辆完成车载显示站台屏蔽门视频监控图像的需要，详细接口方式和信息内容在合同澄清或接口设计联络阶段最终确定；

1.1.9 显示内容要求

1.1.9.1 信号车载显示器的显示内容包括但不限于：

1) 最大允许速度；

2) 当前速度；

3) 目标速度及目标距离；

4) 驾驶模式；

5) 当前信号系统模式和状态（包含唤醒状态、跳跃状态）；

6) 紧急制动状态；

7) 列车发车准备；

8) 门状态；

9) 故障状态；

10) 站台屏蔽门状态显示；

11) 间隙探测旁路信息；

12) 信号紧急制动命令施加状态。

1.1.9.2 车载信号显示屏的显示内容包括但不限于：

1) 主要显示列车的基本运行数据、故障和故障时的操作指导，以及列车状态信息（包括每节车的空气制动施加/缓解状态、每节车的停放制动施加/缓解状态、每个车门开关状态、每个空调状态等）、车辆紧急制动命令施加状态。

2) 最终详细的列车显示屏基本显示内容（给司机）将在车辆设计完成后，由车辆供货商与信号系统供货商和招标人商定。

1.1.10 停车精度：双方通过接口确保列车安全、可控，并确保 ATO 模式下的停车精度要求达到如下要求：ATO 站台停车精度在±500mm 范围内时，正确率为 99.998％；ATO 站台停车精度在±300mm 范围内时，正确率为 99.99％。

1.1.11 电磁兼容性要求

1.1.11.1 信号系统供货商提供的车载信号系统设备应能在直流 1500V 牵引供电的、采用交流传动系统的列车上可靠使用。

1.1.11.2 车辆供货商、信号系统供货商所提供的车辆牵引制动系统设备、车辆空调装置、信号系统车载设备应满足 IEEE、EN 和 IEC 等相关国际标准及国内有关电磁干扰标准。

1.1.11.3 信号系统供货商将提供用于车载信号系统的频率和灵敏度水平清单（包括可使用的直流电），车辆供货商据此进行设计，并采取措施以避免干扰。同时，车辆供货商

将提供用于列车电气系统的频率和灵敏度水平清单（包括可使用的直流电），信号系统供货商据此进行设计，并采取措施以避免干扰。

1.1.11.4 车辆供货商和信号系统供货商各自在投标文件中应提出制定测试计划，详细描述如何验证车辆电气系统和信号系统的电磁兼容性问题。在签订合同及设计联络时由车辆供货商负责与信号系统供货商配合制定详细的测试计划。

1.1.12 振动与冲击

1.1.12.1 车辆及信号系统所有设备应按 GB/T 21563 标准要求，都应能承受各种力的冲击。

1.1.12.2 装于车体设备的悬挂，按照 EN 12663 在任何方向能承受最大冲击加速度为(每种负载情况分别施加)：

1) 纵向 3g，其中 g 为重力加速度（$g=9.8m/s^2$）；

2) 横向 1g；

3) 垂向 (1+C)* g (其中在车端 C=2,在车辆中间线性下降为 0.5)。

1.1.12.3 装于转向架构架上的设备应按照 GB/T 21563 中相关规定的进行振动测试，其设备和悬挂不会产生永久性变形，并提供测试报告。

1.1.12.4 车辆和信号系统供货商应提交整车及主要部件振动保证计划。在第一次设计联络会上将讨论“振动管理计划”的详细内容。

1.1.12.5 振动保证计划至少应包括:

1) 试验将按照相关标准进行；

2) 振动设计检查计划；

3) 安装在列车上的连接器等设备的防松措施说明；

4) 根据 GB/T21563 标准要求提供振动和冲击试验报告和试验证书。

注：车辆和信号系统供货商应按各设备振动、冲击的相关标准，提出各设备的振动、

冲击的详细要求、试验大纲和试验报告及测试仪器的清单。

1.1.13 材料

1.1.13.1 车辆及信号系统设备上的所有材料均不会对人体健康产生任何危害。

1.1.13.2 阻燃性工艺，所有选用的材料应为下列要求的最佳组合：

1) 高阻燃性；

2) 低发烟浓度；

3) 无毒性；

4) 车辆及信号系统供货商应按 EN45545 或等同国际标准，限制可燃材料的极限值。

1.1.13.3 材料防火性能如下：车辆及信号系统设备应具有良好的防火性能，车辆及信号设计及选用材料的防火要求应符合 EN45545 或等同国际标准。车辆及信号系统供货商应在设计审查时提供所选材料达到防火要求的证明。

1.1.14 接口项目管理

1.1.14.1 总体要求

1) 调试组织管理工作（包含后勤保障）按照车辆预验收为分工节点，此节点前由车辆供货商全面负责车辆系统与信号系统接口调试的协调处理及落实、设计联络管理、测试、信号车载设备安装督导安排、现场服务安排等方面的工作，信号系统供货商应服从车辆供货商的组织管理；此节点后由信号供货商全面负责车辆系统与信号系统接口调试的协调处理及落实、设计联络管理、测试、信号车载设备安装督导安排、现场服务安排等方面的工作，车辆系统供货商应服从信号供货商的组织管理。

2) 信号系统供货商负责在车辆预验收后的信号车载设备与车辆的接口调试组织管理工作（包含现场后勤保障），全面负责信号车载设备与车辆接口调试的协调处理及落实、现场服务安排等方面的工作，车辆应全力配合该调试。信号、车

辆供货商均应服从招标人及其授权代表的组织管理。

3) 信号系统供货商牵头负责全过程相关信号车载系统与车辆接口调试的技术管理工作，全面负责信号车载设备与车辆接口试验的技术方案和测试大纲的编制等方面的工作，车辆供货商应服从信号系统供货商的技术管理。

4) 车辆、信号系统供货商应主动协商，互相配合，确保招标人的各项要求均得到满足，在本项目工作中，各设备及系统供货商均应服从招标人及其授权代表的协调和管理，当发生供货商间不能协商一致时，应将问题提交招标人裁决，信号、车辆供货商须服从，且不得以此为理由不积极履行合同和向招标人提出变更合同的要求。

5) 车辆供货商负责接口图纸资料和技术文件的管理，信号系统供货商应按照车辆供货商制定的各项规定和管理程序编制接口图纸。

6) 信号系统供货商应主动与车辆供货商协调车载信号设备与车辆的接口，配合车辆供货商进行车辆整体设计，为车载设备安装预留安装条件，信号系统供货商应在中标后一个月内向车辆供货商及招标人提供有关接口要求及资料。

7) 信号系统供货商与车辆供货商应在投标时根据招标文件(车辆/信号)向招标人提供通信协议的详细参数及标准，在接口合同谈判阶段确定通信协议和详细的硬件接口、供货范围、安装责任分工、接口项目管理要求、工作责任等。信号系统供货商与车辆供货商的接口协议应在主合同签订前签署并作为主合同的一部分。

1.1.14.2 名词定义

协助	包括所有在项目执行过程中，对已定义的任务提供所有支持活动。
建议	包括所有在项目执行过程中，起草一个对已定义的任务相关的文件草案或其他概念性原则 的各项活动。
制定	包括所有为了项目执行而制订出文件或其他与被定义任务有关的解决方案的活动。
审评	包括所有为了项目执行而展开的与被定义的任务相关的文件或原则的审查评议的活动。
检查	包括所有为了项目执行而展开的与被定义的任务相关的文件或原则进行详细核对的活动。

审批	包括对与项目相关的文件或其他原则的审查和确认的活动，目的是为了项目的执行实施。这是在项目执行中某一指定任务的最终步骤的标志。
管理	包括对与项目执行相关的指定任务的计划、组织和操作的活动。
负责	指项目执行中的某一指定任务的组织、决定、操作并承担全部合同责任。
协调	指在项目执行过程中某一指定任务出现问题时进行协助解决的活动。
参与	指在项目执行过程中参加某一指定任务的活动。
督导	指对与工程项目的执行相关的指定任务的顺利开展而提供的控制和指示的所有活动。
实施	指项目执行中的某一指定任务的操作并承担相应合同责任的活动。
配合	指在项目执行过程中对已定义的任务提供的支持活动。

1.1.14.3 接口项目管理职责描述

1) 接口项目管理是从项目开始到结束的全过程管理。

2) 招标人、车辆供货商、信号系统供货商的任务和职责包括下表所列的内容但不仅限于此：

序号	任务	招标人	车辆供货商（含牵引制动系统供货商）	信号系统供货商
1	接口项目计划	审批 招标人将对车辆供货商提交的项目计划进行审查并最终审批。	制定 根据招标人的总工期策划要求制定接口管理各阶段的实施计划。	建议 根据招标人的总工期策划要求提出接口的实施计划建议书并报车辆供货商。

2	接口进度控制	检查 根据最终审批的项目计划，招标人将对项目执行过程中的各项任务进行检查。	负责及实施 根据最终审批的项目计划，车辆供货商应对项目执行过程中的各项任务进行动态管理。在工程进度因各种原因受阻时，车辆供货商必须及时提出解决办法，并采取一切合理有效的措施尽量消除工期受阻造成的不良影响。	实施 根据最终审批的项目计划和车辆供货商的要求严格执行。
3	接口图纸文件	审批 招标人最终对车辆供货商制定的图纸文件管理程序进行审批。	管理 车辆供货商应确立接口图纸文件的管理程序与办法，以保证图纸文件的规范性和统一性，并在项目实施过程中要求信号系统供货商严格执行。	实施 信号系统供货商应按照车辆供货商制定的各项规定和管理程序编制接口图纸文件。 并按照经招标人最终审批的图纸文件执行。
4	接口设计联络	审批 招标人对车辆供货商提交的设计联络计划进行审批。 参与 招标人参与设计联络。	制定 车辆供货商应制定合理、完整的设计联络计划报招标人审批。 管理 应根据项目执行情况,组织接口设计联络。	实施 信号系统供货商应按计划要求提前做好准备工作并参加设计联络。
5	接口设计	审批 招标人将对车辆供货商提交的图纸文件、审评意见进行详细审查、核对并最终审批。	审评 对信号系统供货商提交的接口设计图纸、文件进行审查并提出审评意见。 负责 根据合同要求进行接口设计，并对结果及功能负责并根据已通过审批的接口设计图纸文件执行。	负责 根据合同要求进行接口设计，并对结果负责。 根据已通过审批的接口设计图纸文件执行。

6	接口试验	审批 招标人对车辆供货商提交的试验方案最终审批。 检查 招标人对各阶段试验根据需要进行检查，确认最终试验结果。	组织 车辆供货商应根据接口试验方案联合信号系统供货商的接口试验。将试验结果报招标人。 负责 共同对试验结果负责。	负责 信号系统供货商应根据合同要求，对各阶段接口试验工作进行全过程组织、管理实施，并编制相应的试验项目实施建议，根据审批方案执行，共同对试验结果负责。
7	车载设备到货	参加 招标人在设备到达指定地点后将根据需要参加到货检查。	管理及负责 车辆供货商应在设备运输到车辆总装厂后组织进行各项检查工作，并做好详细记录。	配合 信号系统供货商参加设备到货检查工作。
8	车载设备仓储		负责 车辆供货商应根据信号系统供货商提出的仓储条件，提供安全可靠的储存库房。	配合 信号系统供货商应根据车载设备的特点提出合理的仓储条件。
9	车载设备开箱检查	检查 招标人将根据需要参加车载设备开箱检查，对货物进行详细检查。	管理 车辆供货商应负责组织对信号供货商发至车辆厂的货物进行开箱检查并做好记录及交接单。	配合 信号系统供货商应参加设备的开箱检查工作。
10	车载设备安装	检查 对设备安装过程进行检查，解决配合过程中可能出现的车辆供货商无法协调的矛盾。	负责 按照信号系统供货商的具体要求，负责组织车载设备的安装。	督导 信号系统供货商应派出经招标人确认的技术、管理人员，以督导车载设备安装。

11	现场调试	检查 对现场调试过程进行检查，解决配合过程中可能出现的信号系统供货商无法协调的矛盾。 对调试结果的最终认可。	配合 车辆供货商及车辆牵引制动系统供货商应积极配合信号系统供货商完成在用户现场接口调试工作。	管理、负责及实施 根据工期安排制定相应的现场调试计划，跟踪了解施工进度，及时修订计划。组织车辆供货商按期进行现场调试，协调调试过程中的矛盾或报招标人解决。 信号系统供货商应按照确认的调试程序对设备进行调试，并随时接受招标人的检查。

1.1.14.4 项目管理的工作责任

1) 在车辆及信号系统招标阶段

a) 车辆和信号系统的中标人应参与车辆与信号接口部分的技术澄清；

b) 车辆和信号系统的中标人在车辆与信号的接口协议签字并分别作为各自合同的一部分。

2) 接口设计联络

a) 接口设计联络计划必须满足车辆和信号双方进度要求。发生冲突时，按招标人要求执行；

b) 接口设计联络的目的是为各方交流接口设计思想，澄清技术问题，确认设计方案。在此阶段车辆供货商应及时组织信号系统供货商举行设计联络会议，确认设计方案；

c) 设计联络会由车辆供货商主持，信号系统供货商应积极配合、按时出席，并形成会议纪要。

3) 接口设计的确认

a) 接口设计联络会的设计确认需由车辆供货商先行确认，后由招标人确认；

b) 合同执行过程中发生的任何接口设计修改，必须由车辆供货商确认后交招标人确认；

c) 招标人的确认不能免除车辆供货商和信号系统供货商的责任；

d) 需确认的资料包括但不仅限于：

- 信号车载设备与车辆各系统接口要求；
- 信号车载设备构成及接口功能说明；
- 列车线接口定义；
- 接口的内容、责任及要求（系统接口表）。

e) 信号系统供货商和车辆供货商提交的设计资料（图纸、文件、表格等）都必须保存完整，在接口调试结束时交给招标人。

4) 接口设计建议

a) 车辆供货商应发挥自身的技术能力，对信号系统的接口设计或设计修改做出评价，提出建议，交信号系统供货商确认；

b) 车辆供货商的设计建议不管被采纳与否，都不能免除信号系统供货商在其合同项下的责任。

c) 信号系统供货商应对车辆的接口设计或设计修改做出评价，提出建议，交车辆供货商确认。

d) 信号系统供货商的设计建议不管被采纳与否，都不能免除车辆供货商在其合同项下的责任。

5) 接口进度控制

a) 车辆供货商和信号系统供货商均应严格执行车辆交货进度表规定的交货进度，若出现任何延误须及时向招标人通报。

b) 车辆供货商应密切注视接口设计、接口设备的制造进度，出现可能引起重大延误的问题时，必须立即向信号系统供货商提出，并通报招标人；

c) 信号系统供货商及车辆供货商应及时和定期向招标人提供接口项目进展情况报

告，信号系统供货商及车辆供货商有权且应对相关供货商接口工作延迟处理等问题及时向招标人报告；

d) 双方对于延误的工作应说明原因，并制定采取补救措施和完成计划。

6) 在车辆厂内及车辆厂试车线的接口检查试验及车辆厂试车线（如有）的接口调试

a) 在车辆厂内的接口检查试验

- 车辆供货商负责组织安排在车辆厂内的接口试验，车辆供货商和信号系统供货商各自负责检查自己的配线并相互配合检查交叉接口部分的配线，确保配线正确；
- 车辆供货商和信号系统供货商负责同时向招标人提供配线检查报告书。

b) 在车辆厂试车线的接口调试

- 车辆供货商负责组织安排在车辆厂试车线的接口调试，信号系统供货商负责调试的技术方案制定，提出测试大纲；
- 通过在该试车线的调试，应能全面验证信号系统与车辆的接口功能，信号系统供货商负责向招标人提供调试结果报告书。

7) 信号车载设备运输和收货

a) 运输：

- 车辆供货商和信号系统供货商应按照招标人的总体工程计划，讨论确定信号车载设备交货计划（原则上分 2-3 批交货）；
- 信号系统供货商应向车辆供货商发出经招标人确认的可发货通知单；
- 信号系统供货商应及时将信号系统车载设备的本次发运内容，包括但不仅限于发货时间、估计到货时间、运输工具、箱件数、箱件大小、重量等通知车辆供货商和招标人。

b) 收货：

- 信号系统需车辆供货商安装的车载设备的到货地点为车辆供货商指定的国内交货地点。信号系统供货商需按照车辆供货商的物流管理对信号设备进行编码，信号系统供货商应及时通知车辆供货商准备好交货地点、存放场地；
- 货到车辆厂后，车辆供货商做好收货记录（按箱件收货，检查外包装、外观完好性），并由车辆供货商和信号系统供货商共同签字确认；若信号系统供货商不能到场参加收货，应委托授权给车辆供货商单方收货，并视同信号系统供货商同意收货结果；
- 发现运输损坏应立即通知信号系统供货商并通知有关部门做索赔登记，并通知招标人；
- 车辆供货商负责信号系统车载设备在车辆厂的仓储工作。

8) 车载设备清点交货

a) 开箱清点：

- 开箱的劳务由车辆供货商负责，车辆供货商须提前通知信号系统供货商开箱的时间、地点、联系人等。信号系统供货商须按时派人参加，否则视为同意开箱清点结果；
- 开箱前先确认包装是否完好，并记录；
- 清点在信号系统供货商的参与下按照装箱单由车辆供货商逐件清点并接收。

b) 交货确认。

- 车辆供货商与信号系统供货商点清记录后，车辆供货商与信号系统供货商双方代表签字确认。
- 缺损处理。开箱时发现的箱内缺件，开箱检查发现箱内缺件或设备损坏时，双方人员将检查结果做成记录，限期由信号供货商补齐或更换。

9) 车载设备安装管理

a) 督导程序：

- 信号系统供货商在安装前不少于三十（30）天制定出安装督导计划交招标人确认；
- 车辆供货商在安装前不少于十（10）天通知信号系统供货商；
- 信号系统供货商负责两列样车的信号车载设备的安装督导，并负责每批量车中不少于 10%的车载设备的安装抽查。

b) 监控和协调：

- 信号系统供货商负责安装督导的监控，保证安装督导人员的水平满足督导工作需要；
- 信号系统供货商除派出安装督导到车辆厂对列车进行督导外，还需要向车辆供货商提供安装手册；
- 车辆供货商的安装人员应与信号系统安装督导人员积极配合；车辆供货商需要为信号车载设备的安装配备具有一定技术背景的人员，并配有专人负责此项工作；
- 车辆供货商和信号系统供货商对安装过程中发现的供货质量问题、发生的安装质量问题提出解决方案经招标人确认，供货质量问题由信号系统供货商负责落实处理,安装质量问题由车辆供货商负责落实处理；
- 车辆供货商定期向招标人提交车载信号设备的交货和安装进度报告，重大问题提出解决建议、协调、督促、落实。

c) 工作疏忽：

- 如果由于信号系统供货商本身的工作疏忽，没有履行安装督导责任，造成工程延误，信号系统供货商应负相关责任；
- 如果由于车辆供货商本身的工作疏忽，没有按照信号安装督导的要求或接口技术文件的要求对车载信号设备进行安装，造成工程延误，车辆供货商应负相关责任。

d) 验收内容：信号车载设备安装验收的内容主要是验收安装质量及工艺要求。

e) 验收实施：

- 信号系统供货商负责制定验收程序，报招标人确认后，由信号系统供货商负责车载设备的安装验收，车辆供货商应积极配合信号系统供货商的验收工作；
- 在安装验收期间发现的安装问题，车辆供货商应及时处理。

f) 质量责任。

招标人对安装验收的所有确认均不能免除车辆供货商和信号系统供货商对其合同项下的质量保证。

10) 信号与车辆在用户现场的接口调试

a) 信号与车辆接口的静态调试：

- 信号系统供货商负责组织车辆供货商进行信号与车辆接口的静态调试；
- 信号与车辆接口的静态调试以信号系统供货商为主，车辆供货商应积极协助配合；
- 静态调试的主要目的为检查配线正确，相互间信号的正确传递；
- 信号系统供货商牵头与车辆供货商共同制定调试大纲，详细描述调试的步骤、方法、测试方法、每辆车的调试时间等内容，并交招标人确认。

b) 信号与车辆接口的动态调试：

- 信号系统供货商负责组织在用户工程现场的信号与车辆接口动态调试，负责信号车载设备与车辆的接口调试组织管理工作（包含后勤保障）。动态调试的主要目的为检查接口功能的实现，相互间信号的正确传递、控制的正确性及信号车载 ATP/ATO 设备的完整功能；
- 信号系统供货商牵头与各方共同制定调试大纲，详细描述调试的步骤、方法、测试方法、每辆车的调试时间等内容，并交招标人确认。

11) 车辆与信号 ATP/ATO 在用户现场的接口功能调试

a) 接口协调：

- 若调试时出现的接口问题属车辆供货商不能满足接口规范时，车辆供货商必须限期整改；
- 若调试时出现的接口问题属车辆牵引制动系统供货商不能满足接口规范时，车辆牵引制动系统供货商必须限期整改；
- 若调试时出现的接口问题属信号系统供货商不能满足接口规范时，信号系统供货商必须限期整改；
- 若调试中出现的接口问题不属参加方的任何一方时，由信号系统供货商牵头和车辆供货商共同提出整改方案交招标人确认，并限期处理完成，车辆供货商必须服从。

b) 调试内容：车辆牵引、制动、车门控制系统等与 ATP/ATO 的接口功能的正确实现。

c) 调试准备：

- 信号系统供货商牵头与车辆供货商共同制定调试大纲，详细描述调试的步骤、方法、测试方法、每辆车的调试时间等内容；
- 信号系统供货商必须在调试前不少于四十五（45）天将与车辆供货商商定的调试大纲交招标人确认。

d) 调试实施：

- 调试由信号系统供货商作技术主持，车辆供货商需积极配合；
- 信号系统供货商负责编制调试通过报告，经各参加方签字确认，但招标人保留最终确认权。

12) 费用

车辆供货商和信号系统供货商为接口工作而发生的费用已分别包含在各自合同价内。当信号系统、车辆供货商间出现无法调解的分歧时，均应服从招标人及其授权代表的协调和裁决，并不得提出增加额外费用的要求。

1.1.14.5 机构和人员要求

1) 车辆供货商、信号系统车载设备供货商均应根据本工程车辆项目的情况，配置专职接口项目经理，并制定详细的接口管理计划，使项目得以顺利实施。

2) 车辆在到达用户现场前，车辆供货商应根据合同的要求，组织和信号系统供货商制定并完成接口实施细则。信号系统供货商根据合同的要求，积极配合，圆满完成接口任务。

3) 车辆在到达用户现场后，信号系统供货商应根据合同的要求，与车辆供货商制定并完成接口调试实施细则。车辆供货商根据合同的要求，积极配合，圆满完成接口任务。

1.1.14.6 联络与协调

1) 与招标人之间的联络会议

a) 与招标人之间的联络会议应根据实际情况安排召开，澄清有关问题，接受招标人指令；

b) 在紧急情况下，招标人有权要求举行临时联络会议；

c) 联络会议前 10 日，应向招标人提交工作报告，其内容应包括，但并不仅限于：

- 上阶段工作完成情况，存在问题及其解决方案；
- 目前工作重点；
- 下阶段工作计划。

2) 车辆供货商或信号供货商负责提供其组织会议的会议室以及必要的设备（例如：计算机、写字板、打印机、投影仪等等）以及市内交通、工作午餐等，与会各方负责各自的旅行、食宿、补贴等费用。

1.1.14.7 车辆供货商与信号供货商之间的联络会议

1) 车辆供货商应和信号系统供货商议定联络会议及每次联络会议的主要议题。

2) 联络会议应定期举行，并提前四十五（45）天通知招标人派代表参加，对重大

问题招标人代表有权利提出异议，车辆供货商和信号供货商应及时给予澄清，会议内容应报招标人备案，但并不减轻车辆供货商、信号供货商应负的合同责任。

1.2 车辆远程告警监控系统与信号系统的接口

本节车辆远程告警监控系统与信号系统接口文件定义车辆与信号系统的机械、电气、功能、电磁兼容、供货、运输、安装、调试及试验等之间接口的技术和项目管理的要求。其作为车辆远程告警监控系统与信号系统的招标文件的共用部分，接口条件对双方同样适用。车辆供货商与信号系统供货商均应保证属于接口的所有要求都能得到完全的解决和执行。

车辆供货商与信号系统供货商应在投标时向招标人提供各自所采用的通信协议的详细参数及标准，在接口设计联络阶段最终确定通信协议和详细的硬件接口。当接口设计出现分歧时，各供货商必须无条件服从招标人协调和裁定，并不得提出增加额外费用要求。

1.2.1 供货范围的划分

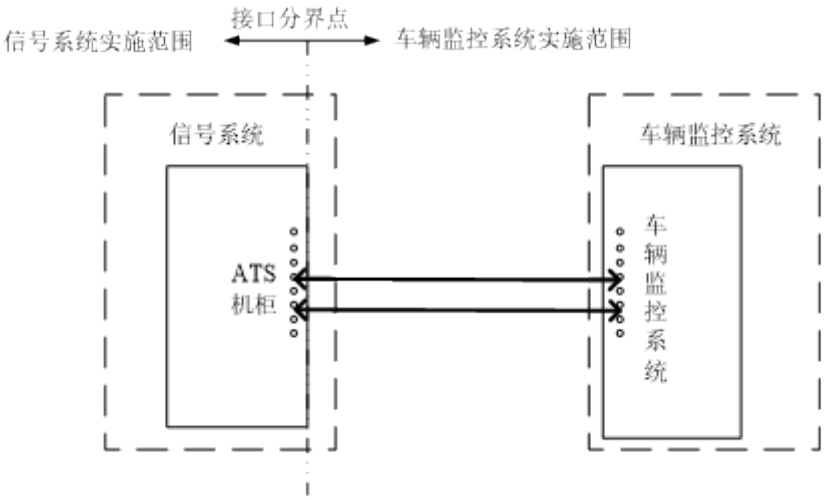
1.2.1.1 信号系统供货商的供货范围

1) 配合实施接口的功能测试及联合调试；
2) 配合车辆远程告警监控系统接口的安装与施工；
3) 配合车辆远程告警监控系统供货商的连接测试。

1.2.1.2 车辆供货商的供货范围

1) 提供车辆远程告警监控系统至控制中心信号系统间的接口连接电缆及其安装连接附件；
2) 负责实施车辆远程告警监控系统至控制中心信号系统间的接口连接正确性测试；
3) 负责车辆远程告警监控系统与信号系统接口的安装与施工；
4) 负责车辆远程告警监控系统与信号系统的连接测试；
5) 负责车辆远程告警监控系统与信号系统的接口功能测试及联合调试。

1.2.2　接口界面的划分



信号系统与车辆远程告警监控系统控制中心接口界面划分示意图

1.2.3　接口技术要求

1.2.3.1　接口的名称、编号、用途、位置、数量和类型的定义，见下表：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
与车辆远程告警监控系统接口	车辆远程告警监控系统向信号系统发送车辆远程控制命令等信息。	控制中心信号系统外线端子处	各 2 处	以太网口

1.2.3.2　接口功能要求

1) 通过接口车辆远程告警监控系统向信号系统发送列车远程控制命令信息，通过信号系统车地无线通道，传送至车辆 TCMS 系统；
2) 向信号系统提供车辆关键系统或设备的状态信息（例如受电弓、牵引系统、制动系统、网络系统等）；
3) 招标人要求的其它功能信息。

1.2.3.3 接口协议要求

1) 信号系统与车辆远程告警监控系统间的接口软件协议包括但不局限于：

a) 物理接口；

b) 通信协议；

c) 数据的定义；

d) 数据的格式等。

2) 接口软件协议具体内容应在设计联络阶段，由车辆远程告警监控系统供货商负责与信号系统的供货商共同协商确定。

1.2.3.4 接口冗余要求

1) 在控制中心信号系统与车辆远程告警监控系统的接口采用双冗余备份接口方式；

2) 在设计联络阶段，信号系统供货商与车辆供货商可根据实际需求共同协商，提出修改建议，在相互确认的基础上报招标人批准后实施修改。

1.2.3.5 电磁兼容性要求

1) 接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定；

2) 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作。

1.2.3.6 接口特性要求

1) 接口传输速率待设计联络阶段确定；

2) 车辆远程告警监控系统采用的接口设备应与信号系统供货商确定的接口设备相匹配，如有异议，由招标人裁定，信号系统供货商必须服从；

3) 接口与信号系统及车辆远程告警监控系统间均应采取一定的隔离措施，不允许由

于接口的原因，损坏信号系统和车辆远程告警监控系统内部设备；

1.2.4 接口管理划分

1.2.4.1 测试要求

1) 接口的测试工作需要信号系统供货商与车辆远程告警监控系统供货商相互配合完成及共同确认；

2) 信号系统供货商与车辆远程告警监控系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

3) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示的内容，具体测试地点由招标人指定，信号系统供货商必须服从：

测试类别		目的
连接测试	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证信号系统与车辆远程告警监控系统接口特性合乎要求。
	功能测试	验证信号系统与车辆远程告警监控系统接口功能合乎要求。

1.2.4.2 参数及资料交换要求

1) 信号系统供货商应按照招标人通知在规定的时间内向车辆提供远程告警监控系统所需的有关参数要求资料，这些资料至少应包括：

a) 接口软件协议；

b) 信号系统对接口的反应时间要求；

c) 接口形式及接口位置；

d) 其他接口要求。

2) 针对车辆远程告警监控系统，信号系统供货商应在设计联络阶段向车辆提供如下资料：

a) 接口位置（控制中心）；

b) 对接口连接线缆的要求；

c) 其他子系统供货商要求的技术资料。

3) 针对远程告警监控系统车辆供货商应在设计联络阶段向信号系统供货商提供：

a) 接口实施计划及安排；

b) 接口调试方法及验收标准；

c) 接口连接线的定义；

d) 传输数据的内容及格式；

e) 数据定义；

f) 信号系统供货商要求的其他资料等。

4) 所有资料及过程文件应同时提供给工程设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

附件 8-2 车辆与通信系统接口技术要求

1. 车辆与通信 LTE 车地无线通信系统的接口

（1）车辆为 LTE 车地无线车载设备及线缆提供安装空间及条件

1）接口内容

车辆为通信 LTE 车地无线系统车载 TAU（列车接入单元）设备、以太网交换机、车载电台、车载台控制面板、天线（含合路器）等设备及其配套线缆预留安装空间及条件。

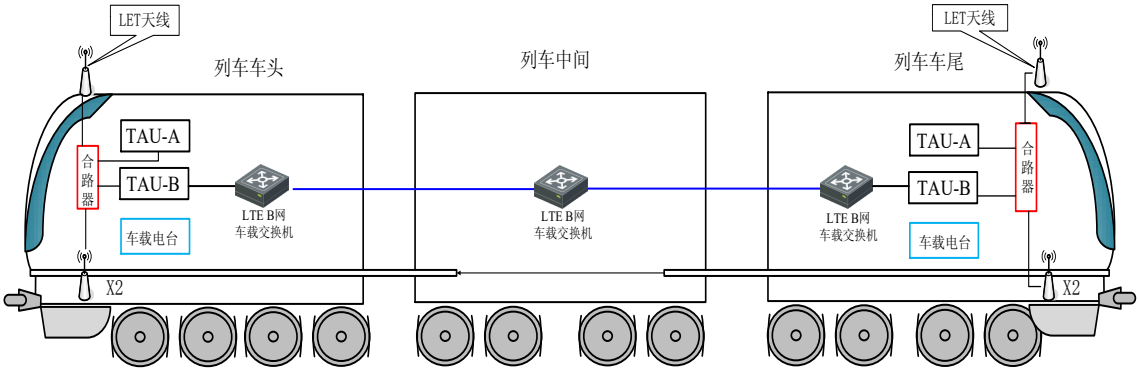
2）接口界面及示意图

- 接口界面

内容	说明	
接口分界点	列车	
接口数量	TAU 设备：4 个/列车（车头、车尾各 2 个） 车载交换机：3 个/列车（车头、车尾、中间列车各 1 个） 天线：6 个/列车（车顶 2 个，车底 4 个） 合路器：2 个/列车	
接口用途	车辆为 LTE 车地无线系统车载 TAU 设备、以太网交换机、车载电台、车载台控制面板、天线（含合路器）等设备及其配套线缆预留安装空间及条件。	
相关方责任	车辆	通信
	车辆负责上述设备安装及线缆敷设，要求 LTE 车地无线通信车载设备便于检测和维修，通信设备的检修原则上以不拆卸其他车辆设备为前提；负责天线反射板、安装支架及通用附件的供货及安装；负责机械框架接口，确保 LTE 车地无线通信系统车载设备与车辆其它系统组成一个有机的整体，并配合 LTE 车地无线通信系统进行调试。	负责 LTE 车地无线上述设备及线缆（不含贯通车头、车尾的贯通线缆）的供货；负责提供车载设备外形尺寸以及设备、线缆的安装需求；负责安装督导及设备调试。

➢ 示意图

通信 LTE 车地无线车载设备安装位置示意图如下图所示：



（2）车辆为 LTE 车地无线系统提供贯通车头、车尾的连接线缆

1）接口内容

车辆为通信 LTE 车地无线系统 B 网提供贯通车头、车尾的连接线缆，接口界面在 LTE 车地无线系统 B 网车载交换机输入口。

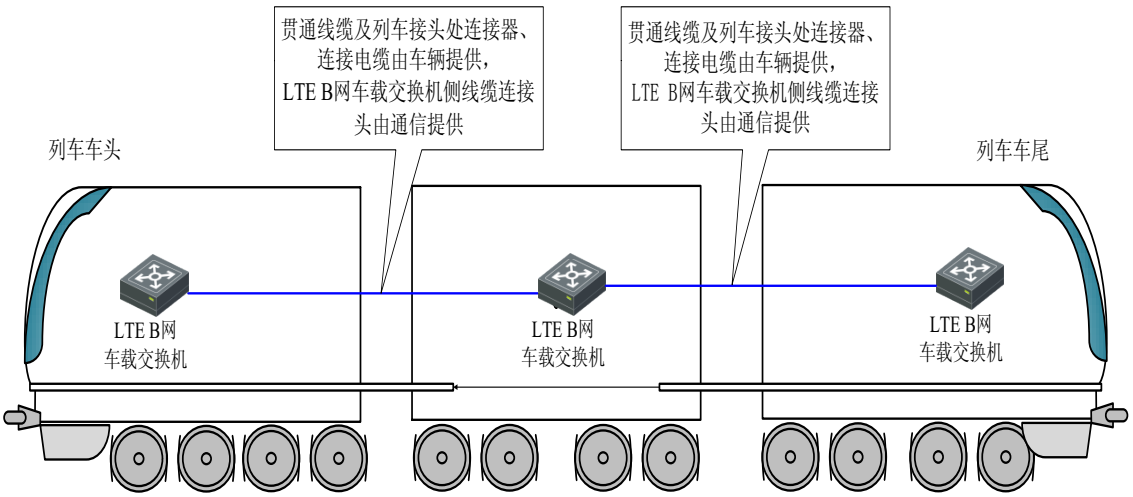
2）接口界面及示意图

➢ 接口界面

内容	说明	
接口分界点	LTE 车地无线系统 B 网交换机输入口接线端子	
接口数量	1 根/列车	
接口类型	超五类网线	
接口用途	车辆为通信 LTE 车地无线系统 B 网提供贯通车头、车尾的连接线缆。	
相关方责任	车辆	通信
	负责提供贯通线缆并安装、接线、制作接头、敷设线缆，配合调试。	负责提供 LTE 车载交换机、网桥侧线缆接头，负责调试。

接口测试	通信提供接口测试内容并负责接口测试；车辆提供测试时间并配合测试

➢ 示意图



（3）车辆为 LTE 车地无线通信车载设备提供电源及接地条件

1）接口内容

车辆提供 LTE 车地无线车载设备所需的电源及接地需求，接口位置在列车电源端子及接地端子。

列车每端提供给通信 LTE 车地无线通信用于休眠唤醒的蓄电池容量应可满足不少于 7×24 小时内的正常休眠唤醒功能需要，用于休眠唤醒的车载通信设备功耗按单端不少于 200W 考虑。用电需求在设计联络会时确定。

2）接口界面及示意图

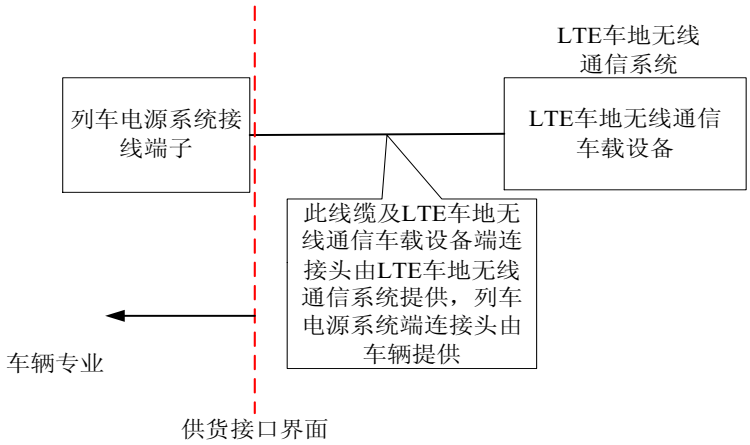
➢ 接口界面

内容	说明
接口分界点	列车电源端子、列车接地端子
接口数量	电源： TAU：4 个/列车；车载电台：2 个/列车；车载交换机：3 个/列车 接地：

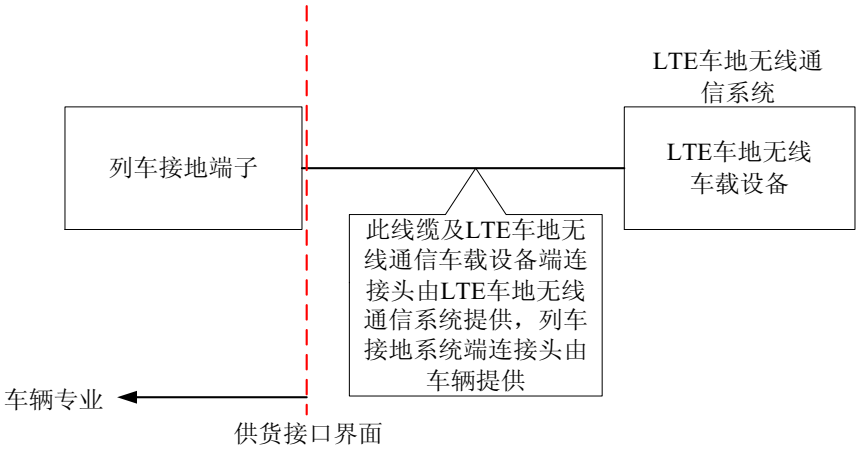
内容	说明	
	TAU：4 个/列车；车载电台：2 个/列车；车载交换机：3 个/列车；	
电气特性	电源：DC110V、 接地：接地端子	
接口用途	车辆为 LTE 车地无线通信车载设备提供 DC110V 电源 车辆为 LTE 车地无线通信车载设备提供接地条件	
相关方责任	车辆	通信
	负责提供电源及接地条件，负责车辆设备端线缆的连接头供货，负责敷设线缆、接线，配合调试	提出电源及接地要求，负责线缆（包括 LTE 车地无线通信车载设备端连接头）供货及安装督导，负责调试
接口测试	通信负责、车辆配合	

- 示意图

a)电源接口



b)接地接口



（4）LTE 车地无线系统与车载广播的接口 1

1）接口内容

LTE 车地无线系统为车载广播提供控制中心至列车的传输信道，与列车广播系统间实现语音信号及控制信息的传送。接口位置在车载语音电台的语音和控制接口处。

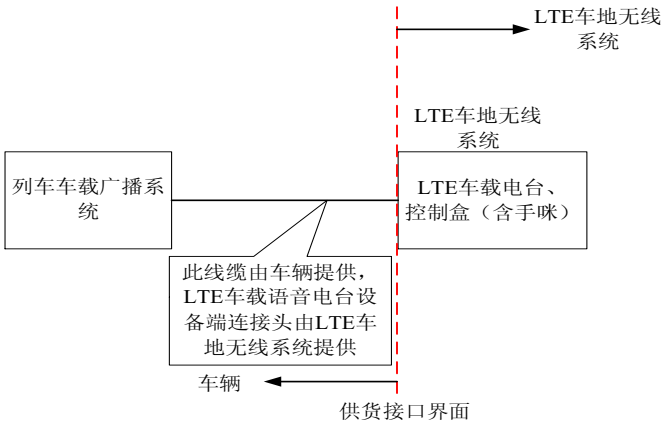
列车全自动运行时，两端的 LTE 车载语音电台具备自动冗余切换功能，当一端设备故障时，能够实现自动切换到另一端，车辆、通信应相互配合以确保上述功能能够实现。具体方案在设计联络阶段确认。

2）接口界面及示意图

➢ 接口界面

内容	说明	
接口分界点	LTE 车载电台、控制盒（含手咪）	
接口数量	车载语音电台：2 个/列车。	
接口类型	以太网接口或音频接口及控制接口	
接口用途	通过 LTE 车载语音电台与车载广播接口，实现控制中心调度员对列车的广播。	
相关方责任	车辆	通信
	负责提供线缆并负责接线、制作插头、敷设线缆；配合调试。	负责提供接头、压接工具；负责调试。
接口测试	通信提供接口测试内容并负责接口测试。车辆提供测试时间并配合测试。	

➢ 示意图



（5）LTE 车地无线系统与车载广播的接口 2

1）接口内容

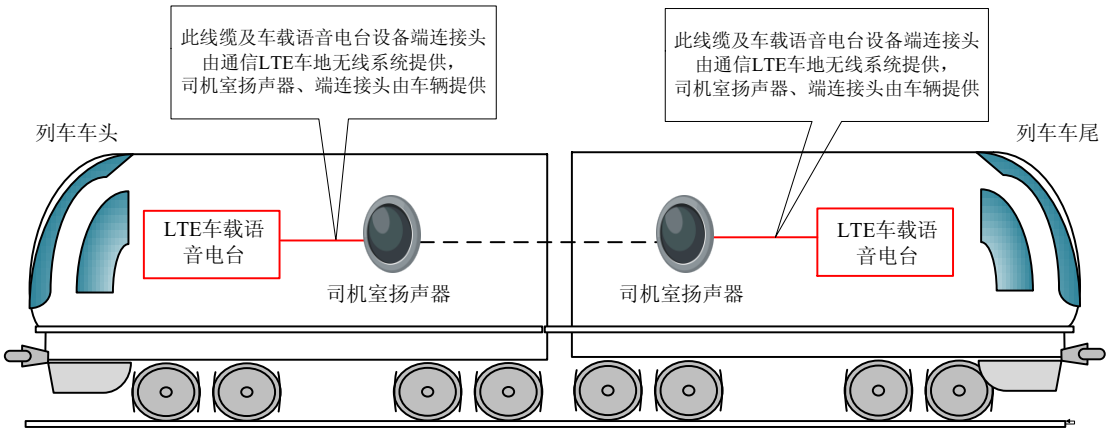
车载广播为 LTE 车载语音电台提供扬声器。

2）接口界面及示意图

➢ 接口界面

内容	说明	
接口分界点	列车头、尾司机室扬声器接线端子	
接口数量	1 个/每个司机室/列车	
接口类型	音频接口	
接口用途	车载广播为 LTE 车载语音电台提供扬声器。	
相关方责任	车辆	通信
	负责提供扬声器，负责扬声器的安装、接线、制作插头、敷设线缆，配合调试。	负责提供线缆（含车载台端连接头），负责调试。
接口测试	通信提供接口测试内容并负责接口测试；车辆提供测试时间并配合测试	

➢ 示意图



（6）LTE 车地无线与车辆 TCMS 业务接口

1）接口内容

LTE 车地无线通信系统为车辆 TCMS 提供控制中心至列车的车-地间透明传输通道，地面的接口位置在江北控制中心 11 号线线路综合设备室 LTE 车地无线通信 B 网核心网路由器端口侧；列车上的接口位置在列车车头和列车车尾 LTE 车地无线通信 B 网车载交换机端口侧。两端的 LTE 车载设备具备自动冗余切换功能，当一端设备故障时，能够实现自动切换到另一端，车辆、通信应相互配合以确保上述功能能够实现。具体方案在设计阶段确认。

车载 TCMS 能接受 LTE 车地无线通信车载设备提供的自检、故障等信息(尤其在车头车尾切换情况下）并上传给列车控制系统，具体方案在设计联络阶段确认。

2）接口界面及示意图

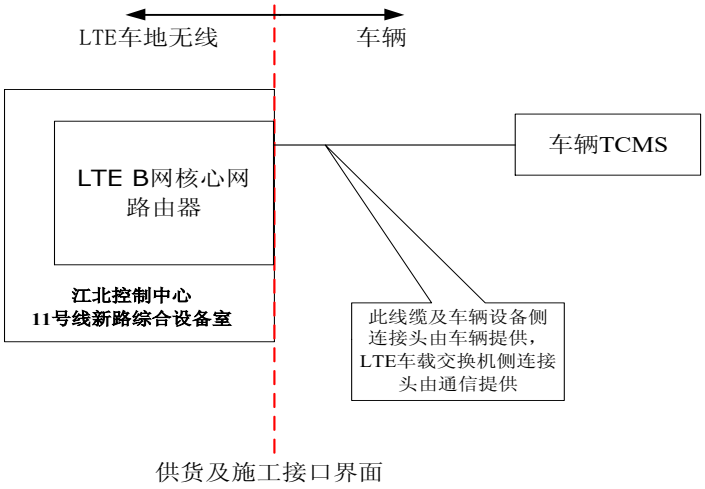
- 接口界面

内容	说明
接口分界点	江北控制中心 11 号线线路综合设备室 LTE 车地无线 B 网核心网路由器端口；列车车头和列车车尾 LTE 车地无线通信 B 网车载交换机端口侧
接口数量	江北控制中心：1 个； 列车：2 个/列车（车头、车尾各 1 个）
接口类型	以太网接口
物理接口	待设计联络确定
线缆类型	待设计联络确定
电气特性	待设计联络确定

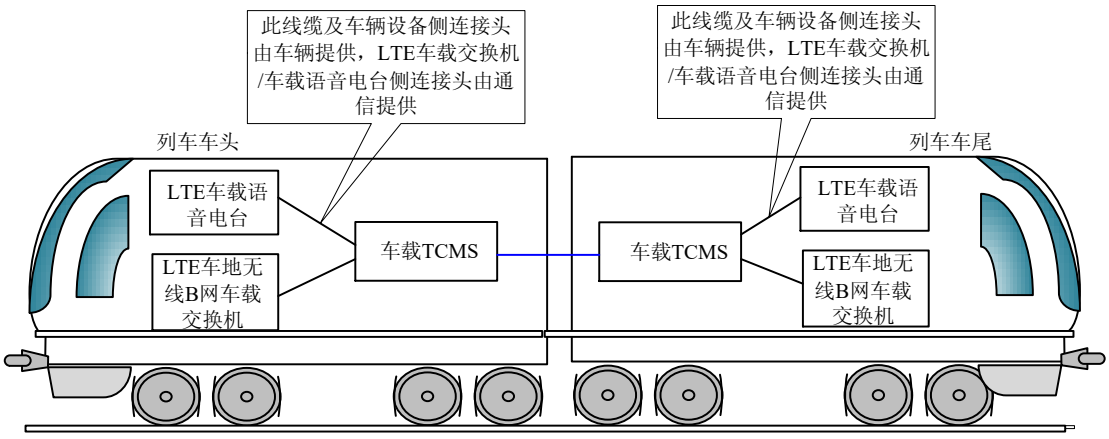
内容	说明	
接口协议	待设计联络确定	
接口用途	LTE 车地无线系统为车辆 TCMS 提供车-地间透明传输通道	
相关方责任	车辆	通信
	负责提供线缆并负责接线、制作插头、敷设线缆；TCMS 系统负责接收 LTE 车地无线通信车载设备的自检和故障信息 并上传给列车控制系统，具体方案在设计联络阶段确认。	负责提供 LTE 车载设备接头、压接工具；负责将车载设备的自检和故障信息发送给车辆 TCMS，提供接口、配合调试
接口测试	车辆负责，通信配合	

➢ 示意图

a）控制中心接口



b）车载设备接口



2. 车辆与通信乘客紧急对讲设备的接口

（1）设备及线缆安装空间及条件

1）接口内容

车辆为通信乘客紧急对讲设备及其配套线缆预留安装空间及条件。

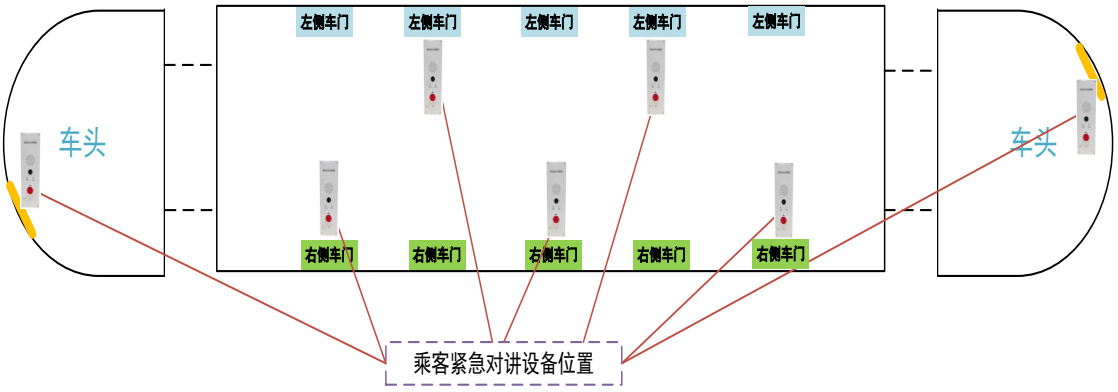
2）接口界面及示意图

➢ 接口界面

内容	说明	
接口分界点	列车	
接口数量	32 个/列车（每节车每个门区 1 个，车头、车尾司机室各 1 个）	
接口用途	车辆为通信乘客紧急对讲设备及其配套线缆预留安装空间及条件。	
相关方责任	车辆	通信
	车辆负责上述设备安装及线缆敷设，要求乘客紧急对讲设备便于检测和维修，通信设备的检修原则上以不拆卸其他车辆设备为前提；负责乘客紧急对讲固定件的供货及安装；确保乘客紧急对讲设备与车辆其它系统组成一个有机的整体，并配合乘客紧急对讲进行调试。	负责乘客紧急对讲及线缆（不含贯通车头、车尾的贯通线缆）的供货；负责提供乘客紧急对讲设备外形尺寸以及设备、线缆的安装需求；负责安装督导及设备调试。

➢ 示意图

通信专业乘客紧急对讲设备安装位置示意图如下（以 1 节车厢为例）。



（2）电源及接地条件

1）接口内容

车辆提供乘客紧急对讲设备所需的电源及接地。

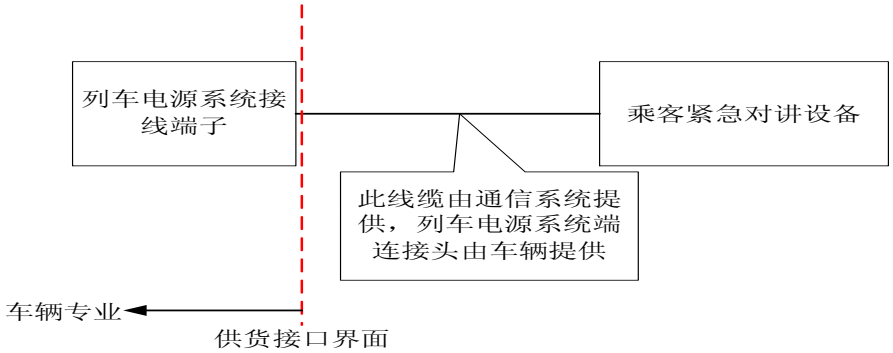
2）接口界面及示意图

➢ 接口界面

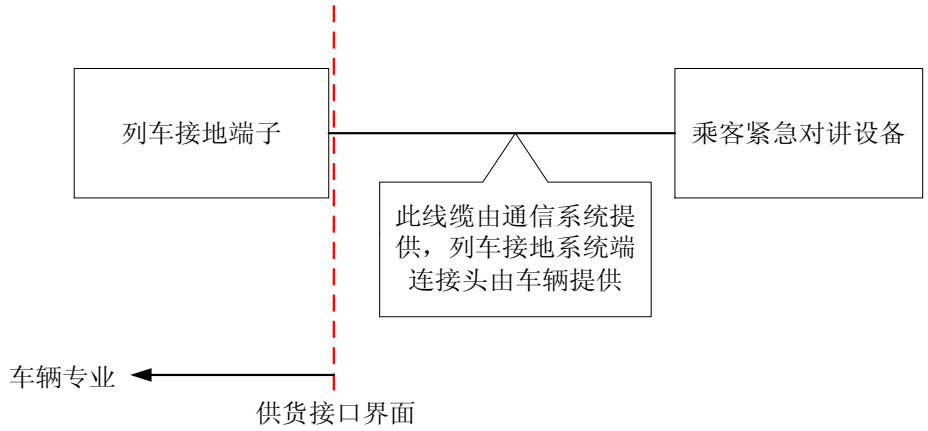
内容	说明	
接口分界点	列车电源端子、列车接地端子	
接口数量	电源/接地：32 个/列车	
电气特性	电源：DC110V 接地：接地端子	
接口用途	车辆为乘客紧急对讲设备提供电源及接地条件	
相关方责任	车辆	通信
	负责提供电源及接地条件，负责车辆设备端线缆的连接头供货，负责敷设线缆、接线，配合调试	提出电源及接地要求，负责线缆（包括乘客紧急对讲设备端、TAU 侧连接头）供货，负责调试
接口测试	通信负责、车辆配合	

➢ 示意图

a)电源接口



b)接地接口



（3）乘客紧急对讲与车载视频联动功能

乘客紧急呼叫装置乘客紧急对讲设备触发时，需与车载CCTV联动，控制中心车辆CCTV工作站自动将CCTV画面切换至乘客紧急呼叫装置区域。具体接口协议在接口联络会时再讨论。

（4）乘客紧急对讲设备与 TCMS 的联动

当乘客触发车载紧急对讲设备（如：逃生门、客室门解锁等）时，TCMS系统将位置信息发送至TAU设备。TAU设备通过无线方式将该信息发送至特定位置的乘客紧急对讲设备，列车乘客紧急对讲设备自动启动，并自动发起对讲功能。具体接口协议在接口联络会时确定。

3. 车辆与通信 5G 公专网系统的接口

（1）设备及线缆安装空间及条件

1）接口内容

车辆为通信 5G 公专网系统车载 5G 公专网 TAU 设备、天线（含合路器）、工业级交换机（若有）等设备及其配套线缆预留安装空间及条件。

2）接口界面及示意图

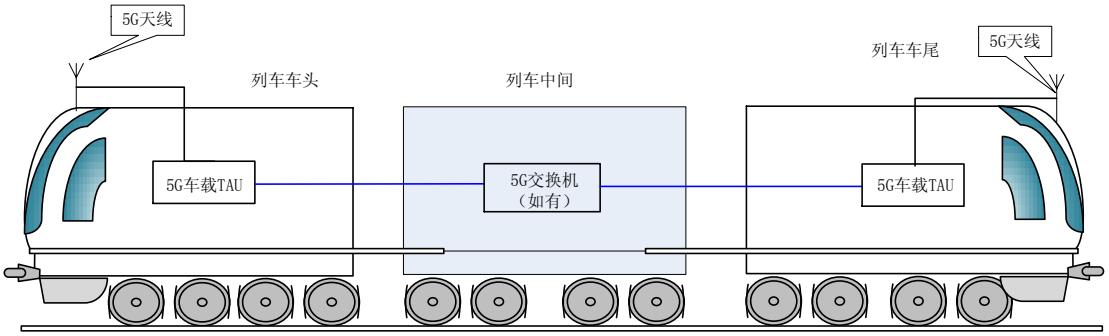
➢ 接口界面

内容	说明
接口分界点	列车
接口用途	车辆为通信 5G 公专网车载 5G-TAU 设备、天线（含合路器）、交换机（若有）等设备及其配套线缆预留安装空间及条件。

内容	说明	
接口数量	5G-TAU 设备：2 个/列车 天线：2 个/列车 交换机(若有)：1 个/列车	
位置	待设计联络确定	
相关方责任	车辆	通信
	车辆负责上述设备安装及线缆敷设，要求 5G 公专网车载设备便于检测和维修，通信设备的检修原则上以不拆卸其他车辆设备为前提；负责天线反射板、安装支架及通用附件的供货及安装；负责机械框架接口，确保 5G 公专网车载设备与车辆其它系统组成一个有机的整体，并配合 5G 公专网系统进行调试。	负责 5G 公专网上述设备及线缆（不含贯通车头、车尾的贯通线缆）的供货；负责提供车载设备外形尺寸以及设备、线缆的安装需求；负责安装督导及设备调试。

➢ 示意图

通信 LTE 车地无线车载设备安装位置示意图如下图所示：



（2）车辆为 5G 公专网系统提供贯通车头、车尾、交换机的连接线缆

1）接口内容

车辆为通信 5G 公专网系统提供贯通车头、车尾、交换机的连接线缆，接口界面在 5G 公

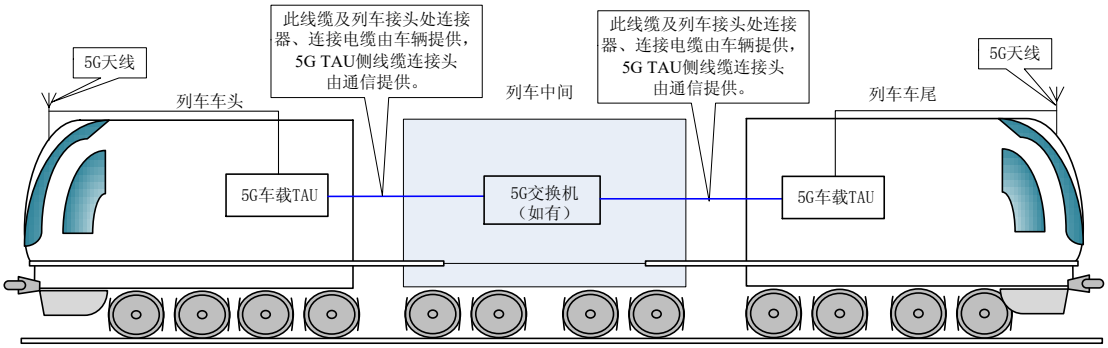
专网系统 TAU 端口处。

2）接口界面及示意图

➢ 接口界面

内容	说明	
接口分界点	5G 公专网系统 TAU 端口处	
接口数量	1 根/列车	
接口类型	超五类网线	
接口用途	车辆为通信 5G 公专网系统提供贯通车头、车尾的连接线缆。	
相关方责任	车辆	通信
	负责提供贯通线缆并安装、接线、制作接头、敷设线缆，配合调试。	负责提供 5G-TAU 侧线缆接头，负责调试。
接口测试	通信提供接口测试内容并负责接口测试；车辆提供测试时间并配合测试	

➢ 示意图



（3）电源及接地条件

1）接口内容

车辆提供 5G 车地无线车载设备所需的电源及接地。

2）接口界面及示意图

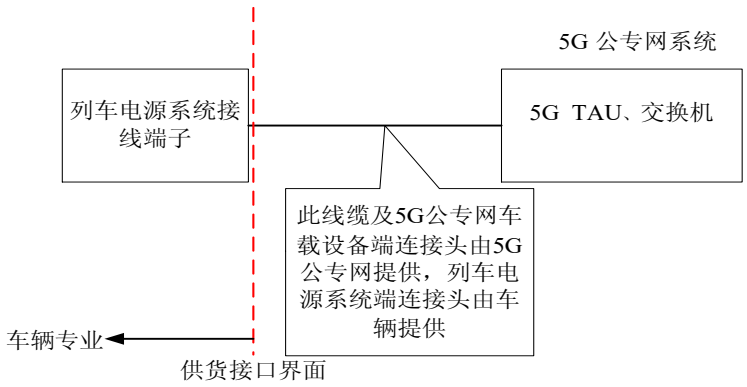
➢ 接口界面

内容	说明
接口分	列车电源端子、列车接地端子

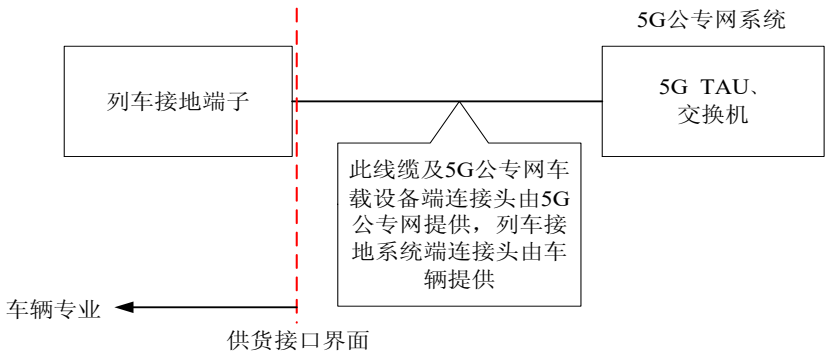
内容	说明	
界点		
接口数量	电源： 5G-TAU：2 个/列车；交换机：1 个/列车 接地： 5G-TAU：2 个/列车；交换机：1 个/列车	
电气特性	电源：DC110V、 接地：接地端子	
接口用途	车辆为 5G 公专网系统车载设备提供电源及接地条件	
相关方责任	车辆	通信
	负责提供电源及接地条件，负责车辆设备端线缆的连接头供货，负责敷设线缆、接线，配合调试	提出电源及接地要求，负责线缆（包括 5G 车地无线通信车载设备端连接头）供货，负责调试
接口测试	通信负责、车辆配合	

➢ 示意图

a） 电源接口



a） 接地接口



（4）与车载 CCTV 的接口

1）接口内容

5G 公专网系统为车载 CCTV 提供控制中心至列车的车-地间透明传输通道。列车两端的 5G 公专网车载设备具备自动冗余切换功能，当一端设备故障时，能够实现自动切换到另一端，车辆、通信相互配合以确保上述功能能够实现。具体方案在设计联络阶段确认。

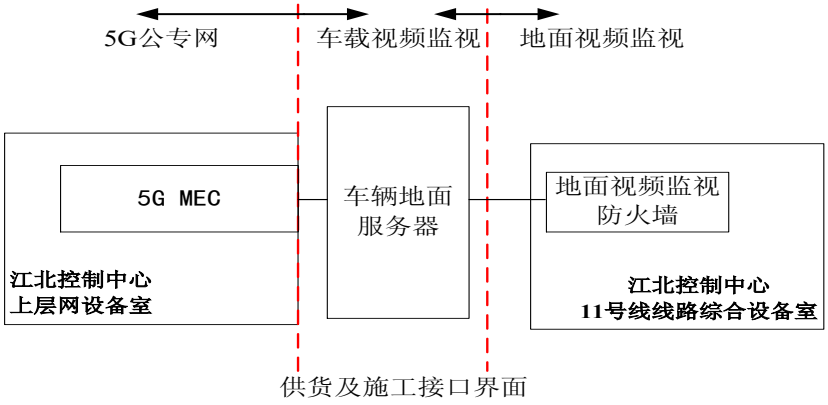
2）接口界面及示意图

➢ 接口界面

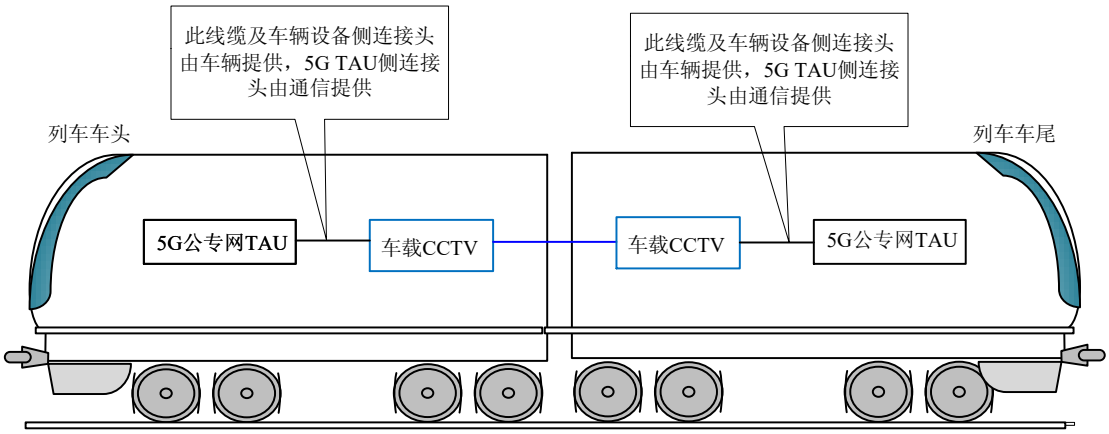
内容	说明	
接口分界点	江北控制中心 11 号线上层网设备室 MEC 端口； 车头 A 端和车尾 B 端 5G TAU 端口	
接口数量	控制中心：1 个； 列车：2 个/列车（车头、车尾各 1 个）。	
接口类型	以太网接口	
接口用途	5G 公专网系统系统为车载 CCTV 提供车-地间透明传输通道	
相关方责任	车辆	通信
	负责提供线缆并负责接线、制作接头、敷设线缆；负责调试。	负责提供 5G 车载设备端接头、压接工具；配合调试。
接口测试	车辆负责，通信配合	

➢ 示意图

a）控制中心接口



b) 车载设备接口



（5）与列车智能运维系统的接口

5G 公专网系统为列车智能运维系统提供车-地间透明传输通道，列车智能运维系统利用 5G 公专网传输，单路传输速率暂按不小于 50Mbps 进行考虑，具体方案在设计联络阶段确认。

4. 车辆 CCTV 与通信 CCTV 在地面的接口

（1）接口内容

1） 通信 CCTV 系统将车辆 CCTV 系统监视图像纳入通信 CCTV 系统平台统一监视。

2）车载 CCTV 系统承包商向通信 CCTV 系统承包商及综合监控系统承包商提供其所需的相关软件、控制协议、SDK 开发包等，并协助通信 CCTV 系统承包商完成车载 CCTV 系统接入通信 CCTV 系统以及协助综合监控承包商完成视频监视系统软件集成和系统互联。车辆 CCTV 系统承包商与通信 CCTV 系统承包商及其他承包商（如 5G 公专网系统承包商）配合完成车载视频图像接入通信 CCTV 系统。

3）车载 CCTV 系统须符合《公共安全视频监视联网系统信息传输、交换、控制技术要求》

GB/T28181-2016 及《城市轨道交通公共安全防范系统工程技术规范》GB51151-2016 的要求，支持 ONVIF。

4）车载 CCTV 系统编码支持 H.265/H.264 视频编码方式及 G.711/G.726 音频编码，支持音视频同时编码，往地面传送的图像分辨率不低于 1080P，每路视频图像的带宽不大于 2Mbps。

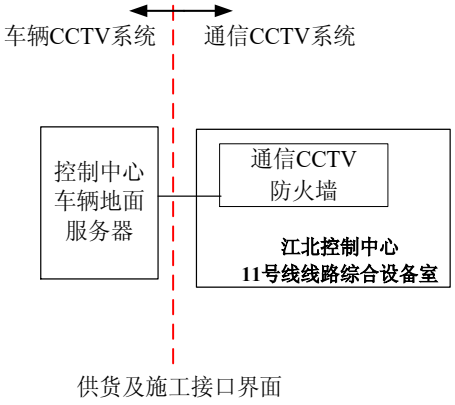
5）车载 CCTV 系统在控制中心设置车辆地面服务器，并在控制中心与通信 CCTV 系统接口，实现如下功能（包括但不限于）：控制中心调度人员及其他授权人员通过通信 CCTV 系统调看车辆 CCTV 系统实时图像及录像。

（2）接口界面及示意图

1）接口界面

内容	说明	
接口分界点	控制中心通信 CCTV 系统防火墙端口侧	
接口数量	1	
接口类型	以太网光口	
物理接口	RJ45	
线缆类型	网线	
接口用途	将车辆 CCTV 系统监视图像纳入通信 CCTV 系统平台进行统一监视。	
相关方责任	车辆	通信
	提供 SDK 开发包、接口，配合调试，开放协议，负责提供线缆并敷设	配合调试
接口测试	车辆负责，通信配合	

2）示意图



5. 车辆 PIS 系统与通信地面 PIS 系统的接口

（1）设备及线缆安装空间及条件

1）接口内容

车辆提供满足通信地面 PIS 系统车载设备及其配套线缆的安装空间及条件。

2）接口界面

内容	说明	
接口分界点	列车	
接口用途	车辆为通信地面PIS 系统车载服务器及其配套线缆预留安装空间及条件	
相关方责任	车辆	通信
	负责设备安装及线缆敷设，要求通信地面PIS 系统设备便于检测和维修，通信地面 PIS 系统设备的检修原则上以不拆卸其他车辆设备为前提；负责天线反射板、安装支架及通用附件的供货及安装；负责机械框架接口，确保通信地面PIS 系统车载设备与车辆其它系统组成一个有机的整体，并配合通信地面 PIS 系统进行调试。	负责上述设备及线缆的供货；负责提供车载设备外形尺寸以及设备、线缆的安装需求；负责安装督导及设备调试。

（2）电源及接地条件

1）接口内容

车辆提供通信地面 PIS 系统车载设备所需的电源及接地。

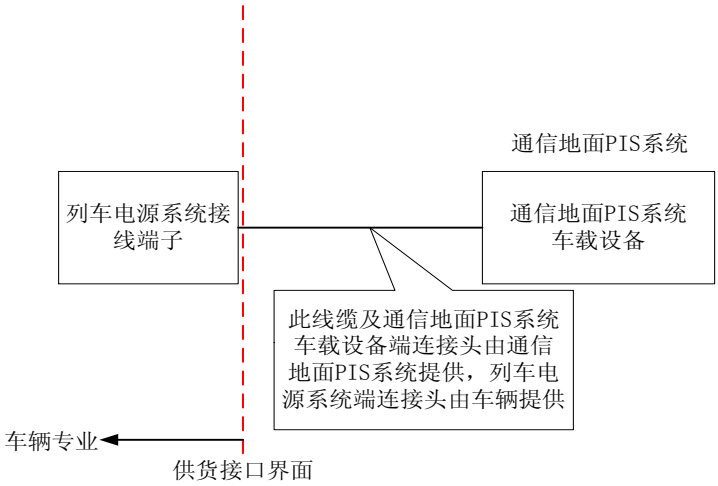
2）接口界面及示意图

- 接口界面

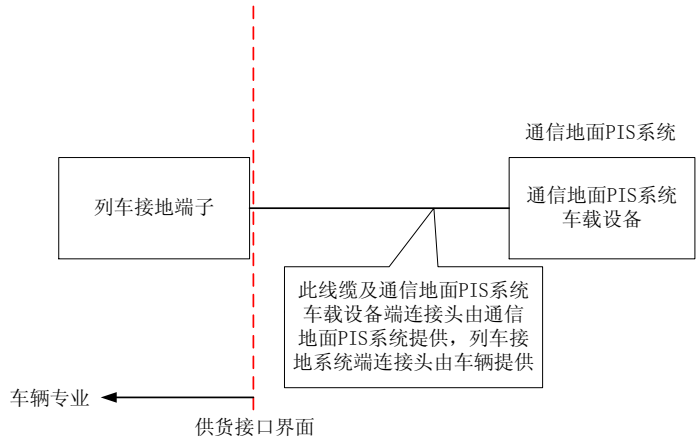
内容	说明	
接口分界点	列车电源端子、列车接地端子	
接口数量	电源： 车载播放控制器：2 个/列车 接地： 车载播放控制器：2 个/列车	
电气特性	电源：DC110V 接地：接地端子	
接口用途	车辆为通信地面 PIS 系统车载设备提供电源及接地条件	
相关方责任	车辆	通信
	负责提供电源及接地条件，负责车辆设备端线缆的连接头供货，负责敷设线缆、接线，配合调试	提出电源及接地要求，负责线缆（包括通信地面 PIS 系统车载设备端连接头）供货，负责调试
接口测试	通信负责、车辆配合	

- 示意图

a)电源接口



b)接地接口



（3）通信地面 PIS 系统为车辆提供多媒体播放信息

1）接口内容

通信地面 PIS 系统向车辆提供多媒体播放信息（包括视频流信号及紧急文本信息），通信地面 PIS 系统提供至车辆 PIS 系统之间的线缆，接口界面在车辆 PIS 系统车载设备端口侧。两端的通信地面 PIS 系统车载播放控制器具备自动冗余切换功能，当一端设备故障时，能够实现自动切换到另一端，乘客信息系统、车辆应相互配合以确保上述功能能够实现。具体方案在设计阶段确认。

2）接口界面

内容	说明
接口分界点	车辆 PIS 系统车载设备端口侧

内容	说明	
接口数量		
接口用途	通信地面 PIS 系统向车辆提供多媒体播放信息（包括视频流信号及紧急文本信息）	
相关方责任	车辆	通信
	负责线缆敷设及调试。	负责线缆供货及安装督导，配合调试。

（4）车辆为通信地面 PIS 系统提供车辆称重相关信息

1）接口内容

车辆为通信地面 PIS 提供车辆称重信息，接口内容、接口位置、接口类型、接口协议待设计联络确定。

2）接口界面及示意图

- 接口界面

内容	说明	
接口分界点	待设计联络确定	
接口数量	待设计联络确定	
接口类型	待设计联络确定	
物理接口	待设计联络确定	
线缆类型	待设计联络确定	
接口协议	待设计联络确定	
接口用途	车辆为地面 PIS 系统提供车厢拥挤相关	
相关方	车辆	通信

内容	说明	
责任	提供接口，配合调试，开放协议	负责提供线缆并敷设、负责开发调试
接口测试	车辆配合，通信负责	

6. 车辆系统与通信微模块系统的接口

江北控制中心 11 号线线路综合设备室采用微模块方式进行布置。微模块为车辆提供面机柜的设备安装空间及相关安装配件。具体要求，设计联络阶段确定。

微模块机房为车辆提供电源，车辆与本工程用电接口位置位于微模块机房 PDU 或单电源切换设备处，PDU 或单电源切换设备由微模块机房提供。PDU 数量根据工程实际需求配置。具体要求，设计联络阶段确定。

车辆用电量及机柜所对应的空开在设计联络会中确定。

附件 8-3 接口项目管理

1 定义

1.1 适用范围

本车辆接口管理文件定义车辆（RS）与通信系统（无线）/地面 PIS 供应商的机械、电气、功能、电磁兼容、供货、运输及安装之间接口的技术和接口项目管理的要求。

2 接口项目管理

2.1 总则

2.1.1 买方为了确保南京地铁 11 号线总体功能的顺利实现，授权卖方负责在车辆厂协调车辆和站台门、通信系统（无线）、地面 PIS 所有接口工作，卖方确保在车辆厂站台门/通信系统/地面 PIS 设备安装在站台门和无线代表的督导下，确保在车辆厂站台门/通信系统/地面 PIS 的现场服务安排和协调工作。

卖方负责车辆和站台门、通讯系统（无线）、地面 PIS 接口设计协调，提供并管理接口图纸设计/数据，技术接口文件由各方签署，保证车辆与这三个系统之间的正确的功能和性能。

站台门系统/通信系统/地面 PIS 供应商应服从卖方的接口责任方对车辆与站台门接口的管理。

2.1.2 买方为了确保南京地铁 11 号线总体功能的顺利实现，买方授权站台门/通信系统/地面 PIS 系统供应商在买方现场负责所有的关于车辆和站台门/通信系统/地面 PIS 系统的接口工作，完全负责在车辆和站台门/通信系统/地面 PIS 之间的接口测试的协调，调试管理，现场服务管理，接口调试图纸资料和技术文件管理等工作。卖方服从站台门/通信系统/地面 PIS 系统供应商的接口测试管理。

2.1.3 为了协调车辆和站台门/通信/地面 PIS 系统接口参数和性能而开接口会议，保证在产品设计之前，相关的性能和接口问题可以得到充分的重视和解决。在生产过程中随时处理出现的问题，使接口问题的解决贯穿于整个车辆制造过程。

2.1.4 站台门/通信系统/地面 PIS 系统供应商应主动与卖方协调与车辆的接口，配合卖方设计车载设备安装预留条件，站台门/通信系统/地面 PIS 供应商应在其中标后一个月内向卖方及招标人提供有关接口要求及资料（包括物理接口和功能接口）。

2.1.5 卖方在第二次设计审查会议上，描述物理接口和功能接口的接口文件必须得到双方的同意和签名。买方开具车辆与其他系统接口设计完成证明。买方的确认不减轻卖方对

接口设计、设备及材料质量的责任。卖方若能在第二次设计审查会议之前完成车辆与其他系统接口设计，经买方确认后可以开具车辆与其他系统接口设计完成证明。

2.1.6 站台门/通信系统/地面 PIS 供应商、卖方应主动协商，互相配合，确保买方之各项要求均得到满足，在本项目工作中，各设备及系统供应商均应服从买方及其委托人管理，当发生供应商间不能协商一致时，应将问题提交买方裁决，站台门供应商/通信系统/地面 PIS /卖方须服从，卖方不得以此为理由不积极履行合同和向买方提出额外费用之要求。

2.2 接口项目管理职责及描述

2.2.1 接口项目管理是从项目开始到结束的全过程管理。

2.2.2 买方、车辆、站台门和通信系统/地面 PIS 系统的任务和责任描述见下表：

序号	任务	买方	卖方	站台门/通信系统（无线）/地面 PIS 供应商
1	接口项目文件	验证和批准	根据车辆的交货计划，制定接口管理各阶段的实施计划。 在接口协调会期间，车辆/站台门/无线/地面 PIS 系统供应商一致同意用于数据和接口交换的文件	在接口协调会期间，车辆/站台门/无线/地面 PIS 供应商一致同意用于数据和接口交换的文件。
2	接口过程	买方确认所有项目执行中的任务项	卖方协调所有车辆和车载设备的接口任务项。 如果因为某些原因项目延误，卖方及时提供解决方法，并采用合理有效的措施来消除进程延误的不利影响。.	站台门/无线/地面 PIS 供应商完成/回答/提交所有必须的资料，保证卖方整合各独立设备。 站台门/无线/地面 PIS 供应商提交给卖方被同意的必要的接口文件资料。

序号	任务	买方	卖方	站台门/通信系统（无线）/地面 PIS 供应商
3	接口图纸和文件	买方最终对卖方制定的图纸、文件管理程序进行审批	接口会议召开的规则是基于除了邮件和视频会议已经做过的补充。 卖方应确立接口图纸、文件的管理程序与办法，并明确图纸和文件是得到各接口方同意的，	站台门/无线/地面 PIS 供应商为参加接口会议而积极准备文件/问题/数据资料。 接口文件必须是更新过的，在会议期间，新加的信息必须设定期限。 按照卖方制定的各项规定和管理程序编制接口图纸、文件，并按照经买方最终审批的图纸、文件执行。
4	接口设计联络	买方参加设计联络	卖方应制定合理、完整的接口设计联络计划报买方审批。 应根据项目执行情况，组织接口设计联络。	按计划要求提前做好准备工作并参加设计联络。 如有需要或为了不延误工期，站台门/无线/地面 PIS 供应商牵头召开接口会议，即使卖方没有问题。
5	接口设计	检验和批准	接口图纸设计和文件需依据信号/无线供应商提供的数据资料。 执行接口设计，对结果和功能负责，完成接口图纸和文件的设计的确认工作。	执行接口设计，对结果和功能负责，完成接口图纸和文件的设计的确认工作。

序号	任务	买方	卖方	站台门/通信系统（无线）/地面 PIS 供应商
6	在车辆制造方场地执行静态接口测试	检验和批准	卖方应提供有效的车辆供信号/无线系统车载测试。 在站台门/无线/地面 PIS 静态调试期间卖方应积极协调配合车辆和站台门/无线的接口测试和确认。 卖方根据站台门/无线提供的电缆表，执行在信号/无线/地面 PIS 与车辆接口层次上的电缆效验，该工作应在信号/无线/地面 PIS 测试之前成功完成。	站台门/无线/地面 PIS 供应商提出无线设备静态调试程序，并负责组织，管理和执行所有的各阶段测试步骤，对其设备的测试结果负责，并将测试报告提交给买方。 在特定的车辆功能方面，卖方负责协助站台门/无线/地面 PIS 供应商。 工具和专用仪表或设备，非常规仪器必须由站台门/无线/地面 PIS 供应商提供。.
7	车载设备到货	当设备到达指定地点，买方参加到货检验	为保证不延误工期卖方设定车载设备的最迟到货期。 货到车辆生产厂时，卖方参加无线/地面 PIS 设备的到货检查，并作详细记录	通信/地面 PIS 供应商应服从和确认卖方的提出到货时间表，卖方执行设备的到货检查。
8	车载设备存储		卖方应根据信号系统提出的存放条件提供安全可靠的库房。	无线通信/地面 PIS 供应商需根据车载设备的特性提出合理的存放条件。

序号	任务	买方	卖方	站台门/通信系统（无线）/地面 PIS 供应商
9	车载设备的开箱和检查	买方将根据需要参加车载设备的开箱和检查	当无线/地面PIS设备开箱检查时，卖方应在场做好纪录和交接单。 卖方提供装卸便利并开箱。	无线/地面PIS供应商主持开箱检查工作。
10	车载信号设备的安装	检查安装，解决可能发生的且卖方不能协调解决的冲突。	卖方确保无线地面PIS设备的安装是分别在无线/地面PIS供应商监督和批准之下的，卖方在车辆制造厂应提供和无线/地面PIS现场服务的服务管理和协调。 第一列车所需安装的无线和/或地面PIS车载设备如果不能按照卖方提出的交货日期供货，可以在用户现场进行安装。 买方不会因此拒绝出厂验收和预验收。	至少安装前3个月，必须提供正确全面的无线通讯/地面PIS资料。 安装过程中技术人员提供监督和指导。 审批通过电缆和专门设备的安装。
11	现场调试	.检查设备的现场调试，解决在协调过程中可能的且信号供应商不能协调的矛盾 最终审批调试结果。	在卖方现场和买方现场的站台门/无线/地面PIS调试中，卖方需与站台门/通讯供应商 协作，积极配合接口调试工作。	管理职责和执行 根据时间表和架构进程制定和及时修改调试计划，现场调试中及时组织卖方到场，协调调试过程中的矛盾或者报告给买方。 站台门/无线/地面PIS供应商需根据确定的调试程序进行调试，随时接受买方的检查。

2.3 项目管理的工作范围

2.3.1 接口设计联络

2.3.1.1 接口设计联络的目的是为各方交流接口设计原理，澄清技术问题

2.3.1.2 接口设计联络会应由卖方主持，站台门/通信系统/地面 PIS 供应商应积极配合、按时出席。卖方形成会议纪要，会议纪要应及时提交给买方。

2.3.1.3 在车辆和站台门/通信系统/地面 PIS 的设计阶段，接口设计联络会议根据设计进展召开视频电话会议和面对面的碰头会议，互相通报设计进程，互相确认有关的设计图纸和文件。会议地点在买方的会议室或双方约定。

2.3.2 接口设计的确认

2.3.2.1 接口设计联络会上的设计确认首先通过在接口文件上的签名确定，然后通过买方的签名确定。

所有的接口文件在每次初定草稿时候必须被签名直到达到最终的版本的文件。

2.3.2.2 在合同执行期间任何的接口设计变更应该在提交给买方确认之前，在车辆/地面 PIS/无线供应商之间进行讨论达成一致。

2.3.2.3 接口会议后提供的接口文件应在 10 个工作日内确认。不能确认的部分内容，要说明理由但是必须达成最终的一致在额外的 10 个工作日内，若仍然不能达成一致，双方应服从业主的裁决。

2.3.2.4 需确认的资料至少包括但不仅限于：

- 车载设备与车辆监控系统接口要求；
- 车载设备构成及接口功能说明；
- 列车线接口定义；
- 接口的内容、责任及要求（系统接口表）。

2.3.2.5 站台门/通信系统/地面 PIS 供应商和卖方提交的设计资料（图纸、文件、表格等）卖方都必须保存完整，在接口调试结束时交给买方。

2.3.3 过程控制

2.3.3.1 卖方和通信/地面 PIS 系统供应商均应严格执行车辆交货进度表规定的交货进度。若出现任何延误卖方须及时向延误方提出并向买方通报。

2.3.3.2 工期的延误需提供解释，车辆无线/地面 PIS 供应商需制订补救计划。

2.3.3.3 站台门/通信/地面 PIS 供应商需要及时并定期提供接口进程报告给卖方，并且向买方报告。

2.3.4 在卖方工厂的接口检查测试

2.3.4.1 卖方负责组织安排在车辆制造厂内的接口试验。为保证接线的正确性，车辆/通信系统/地面 PIS 供应商需要各自检查自己的电缆连接并相互配合检查交叉接口电缆的配线。

2.3.4.2 前两列车的静态调试应在车辆生产厂由通信系统/地面 PIS 供应商进行。

2.3.4.3 卖方负责向买方提供无线/地面 PIS 的配线检查报告书。

2.3.5 车载设备的运输和收货见表 7，8，9 项

2.3.5.1 运输

- 卖方和通信系统/地面 PIS 供应商应按照买方的总体工程计划，讨论确定车载设备交货计划（原则上分 2～3 批交货），车载设备的交货不影响车辆的生产和交货计划。
- 通信系统/地面 PIS 供应商应及时通知卖方和卖方本次发运内容，包括但不仅限于发货时间、估计到货时间、运输工具、箱件数、箱件大小、重量等。

2.3.5.2 收货

- 通信系统/地面 PIS 需卖方安装的车载设备的交货地点为车辆制造厂。通信系统/地面 PIS 供应商应及时通知卖方准备好交货地点、存放场地。
- 发现运输损坏，卖方应立即通知通信/地面 PIS 供应商，通信、地面 PIS 供应商通知有关部门做索赔登记，并通知买方。
- 卖方负责通信系统/地面 PIS 车载设备在车辆总装厂的仓储工作。

2.3.5.3 开箱清点

- 开箱的劳务由卖方负责，卖方须提前通知通信/地面 PIS 供应商开箱的时间、地点、联系人等。通信系统/地面 PIS 供应商须按时派人参加。
- 开箱前相关方先确认包装是否完好，并记录。
- 清点在通信系统/地面 PIS 供应商的参与下按照装箱单由卖方逐件清点并接收。

2.3.5.4 交付确认，在检查数量和作记录之后，卖方、通信/地面 PIS 供应商与业主代表三方应签名确认，卖方确认收货。

2.3.5.5 丢失、缺损处理

- 在开箱时发现任何部件丢失、缺损，卖方可以拒绝签字，相关方应及时补足丢失、缺损的部件，不能影响车辆的生产和交货计划。

2.3.6 车载设备的安装管理

2.3.6.1 督导程序

- 通信/地面 PIS 系统供应商在安装前不少于三十（30）天制定出安装督导计划交买方确认。
- 卖方在安装前不少于十（10）天通知通信/地面 PIS 供应商派督导人员到车辆制造工厂
- 通信系统/地面 PIS 应承担车载设备的安装督导。

2.3.6.2 监控和协调

- 通信系统/地面 PIS 供应商负责安装督导的监控，保证安装督导人员的水平满足督导工作需要。.
- 卖方的安装人员应与信号系统/通信系统安装督导人员积极配合。
- 通信系统/地面 PIS 供应商负责对前两列车的车载设备的安装培训，并视安装工人熟练情况提供后续不少于 3 列车的安装督导。
- 卖方和通信系统/地面 PIS 供应商对安装过程中发现的供货质量问题、发生的安装质量问题提出解决方案经买方确认，再由相应的供应商（厂）负责落实处理。
- 卖方定期向买方提交车载通信/地面 PIS 设备的交货和安装进度报告，重大问题提出解决建议、协调、督促、落实。

2.3.6.3 工作疏忽

- 如果由于通信系统/地面 PIS 供应商本身的工作疏忽，未完全履行安装督导责任，造成工程延误，通信系统/地面 PIS 供应商应负相关责任。
- 如果由于卖方本身的工作疏忽，没有履行接受培训和安装督导管理责任，造成工程延误，卖方应负相关责任。

2.3.6.4 验收内容

- 安装验收的内容，主要是验收安装质量及工艺要求。

2.3.6.5 验收实施

- 通信系统/地面 PIS 供应商负责制定验收程序，报买方确认后，由通信系统/地面 PIS 供应商负责车载设备的安装验收。不可在用户现场进行安装。
- 在安装验收期间发现的安装问题，卖方需要报告买方和通信系统/地面 PIS 供应商并及时处理。

2.3.6.6 买方对安装验收的所有确认均不能免除卖方和通信系统/地面 PIS 供应商对其合同项下的质量保证。

2.3.7 在车辆厂内及车辆厂试车线的接口调试

a) 在车辆厂内的接口检查试验

- 车辆供货商负责组织安排在车辆厂内的接口试验，车辆供货商负责检查相关的配线，确保配线正确；
- 车辆供货商负责向招标人提供配线检查报告书。

b) 在外场测试试车线内的接口检查试验

- 车辆供货商负责组织安排在外场测试试车线内的接口试验，站台门/通信系统/地面 PIS 供货商负责调试的技术方案制定，提出测试大纲；
- 通过在该试车线的调试，应能全面验证站台门/通信系统/地面 PIS 与车辆的接口功能，站台门/通信系统/地面 PIS 供货商负责向业主提供调试结果报告书。

2.3.8 站台门/通信系统/地面 PIS 与车辆在买方现场的接口调试

2.3.8.1 站台门/通信系统/地面 PIS 供应商负责组织卖方进行站台门/通信系统/地面 PIS 与车辆接口的静态调试。站台门/通信系统/地面 PIS 与车辆接口的静态调试以站台门/通信系统/地面 PIS 供应商为主，卖方应积极协助配合。静态调试的主要目的为检查配线正确，相互间信号的正确传递。前 2 列车的静态调试在车辆制造厂进行，后续列车在用户现场进行。

站台门/通信系统/地面 PIS 供应商制定调试大纲，详细描述调试的步骤、测试方法、每辆车的调试时间等内容，并交买方确认。

2.3.8.2 站台门/通信系统/地面 PIS 与车辆接口的动态调试:

- 站台门/通信系统/地面 PIS 供应商负责组织站台门/通信系统/地面 PIS 与车辆接口的动态调试，卖方协助配合。动态调试的主要目的为检查接口功能的实现，相互间信号的正确传递及控制的正确性。
- 站台门/通信系统/地面 PIS 供应商牵头与卖方共同制定调试大纲，详细描述调试的步骤、方法、测试方法、每辆车的调试时间等内容，并交买方确认。

2.3.9 费用

- 卖方和站台门/通信系统/地面 PIS 供应商为接口工作而发生的费用已分别包含在卖方和站台门/通信系统/地面 PIS 供应商的合同价内。
- 卖方和站台门/通信系统/地面 PIS 供应商因接口未匹配或接口功能未实现造成的设计修改与工作更改同样是各家供应商的责任，费用亦已包含在合同价格。

2.4 机构和人员要求

卖方、站台门/通信系统/地面 PIS 供应商均应根据南京地铁 11 号线车辆项目的情况，配置专职接口项目经理，并制定详细的接口管理计划，使项目得以顺利实施。

2.5 联络与协调

2.5.1 与买方之间的联络会议

2.5.1.1 与买方之间的联络会议应根据实际情况安排召开，澄清有关问题，接受买方指令。

2.5.1.2 在紧急情况下，买方有权要求举行临时联络会议。

2.5.1.3 所有联络会议的会议纪要，均作为合同的一部分.

2.5.1.4 联络会议前 10 日，应向买方提交工作报告，其内容应包括，但并不仅限于：

- 上阶段工作完成情况，存在问题及其解决方案
- 目前工作重点
- 下阶段工作计划

2.5.2 卖方与站台门/通信系统/地面 PIS 供应商之间的联络会议.

2.5.2.1 卖方应与和站台门/通信系统/地面 PIS 供应商议定联络会议及每次联络会议的主要议题。

2.5.2.2 联络会议应定期举行，在车辆和站台门/通信系统/地面 PIS 的设计阶段，按照 2.3.1 执行；首列车制造阶段至少每 2 个月召开一次会议，通报制造进度，协商解决布线和安装问题；首列车调试阶段设计人员应参与调试，满足现场需要。设计阶段若见面碰头会议在境内召开，召开之前十天通知买方派代表参加。对重大问题买方代表有权利提出异议，卖方和站台门/通信系统/地面 PIS 供应商应及时予以澄清，会议内容应报买方备案，但并不减轻卖方、站台门/通信系统/地面 PIS 供应商应负的合同责任。

附件 9 检查、试验和验收

9.1 车辆检查、试验与验收的基本要求

9.1.1 车辆检查、试验与验收的依据：

- 招标文件及附件的各项规定；
- 设计联络或审查会议中双方确认的技术标准；
- 设计联络或审查会议中双方确认的图纸、技术文件；
- 招标文件中双方确认的更改部分。

9.1.2 所有投标方提供的设备零部件必须有其产品的质量合格证、检查及试验报告。

9.1.3 招标方有权派检查、监造、验收人员到投标方（包括认定的分包商）的工厂、试验场所（室），对车辆零部件的制造、试验和对车辆的组装进行发运前检查及对主要部件的产品进行监造，符合合同专用条款的规定。

9.1.4 招标方检查、监造、验收人员在投标方（包括认定的分包商）的工厂、试验场所（室）所做的检查和试验，不能替代发货后的开箱检查和试验。有招标方人员参加的试验，试验记录必须经招标方签字确认，但这种签字并不能减少投标方的责任。

9.1.5 投标方必须向招标方检查、监造、验收人员免费提供必要的技术文件、图纸及工作条件。

9.1.6 试验将按招标方确认的试验大纲进行，由投标方负责实行。如果某项试验的条件、内容、程序、测量、记录和/或报告格式等主要项目不符合技术规格书或试验大纲的要求，招标方有权拒绝接受试验报告并要求重做该试验。

9.2 车辆主要部件

9.2.1 招投标双方将加大对车辆主要部件分包商的控制力度。投标方必须向招标方提供分包采购技术文件（分包部件用户需求和分包合同的技术规格书），在得到招标方对分包商确认后，投标方才可以签定分包合同，同时招标方、投标方、分包商三方签署协议，并作为分包合同的组成部分。

9.2.2 车辆主要部件至少包括以下项目：

- 车辆内装，包括座椅；
- 贯通道；
- 车钩和牵引杆；
- 车门操纵装置和控制器；

- 空调部件；
- 牵引逆变器；
- 制动电阻；
- 电抗器；
- 受电弓；
- 辅助逆变器；
- 低压系统组件；
- 蓄电池；
- 通风机风扇；
- 牵引组件；
- 牵引电机；
- 制动部件和控制器；
- 单元制动单元，含停放制动；
- 空气压缩机；
- 转向架；
- 车轮和车轴；
- 乘客信息系统；
- 灯具；
- 烟火报警系统部件；
- 走行部故障诊断装置；
- 车载网轨隧综合智能检测系统。

9.2.3 三方协议的主要内容

- 附件 6 监造的内容；
- 招标方为了维修维护的需要，可按照不高于分包合同单价直接从分包商进行采购；
- 保密条款。

9.2.4 车辆主要部件的首件产品需通过首件检查。首件检查将邀请招标方参加，内容包括对投标方及其分包商的设计、生产、组装、试验等进行检查，对其质量体系、工艺进行审查。

9.2.5 投标方在首检开始前二个月向招标方提交首检计划和首检技术文件（包括但不限

于投标方对主要部件的技术要求、投标方与分包商签订的技术规格及图纸、试验程序及试验报告等），首检计划保证招标方能够参加对各个项目的首次检查。首检结果未通过相关规定的产品不得出厂和使用。

9.3 车辆生产过程检查

检查内容包括生产情况（包括牵引控制系统）的检查。

9.3.1 招标方将派遣技术人员在投标方的国内制造厂进行生产检查和工厂监造，约 40 人月。

9.3.2 投标方为招标方的检查人员提供必要的技术文件、图纸和检查工具、通报生产计划和生产进度。

9.3.3 投标方为招标方的检查人员提供办公室、办公用品，必要的设备，如办公桌、电话、传真机、计算机等，以及食宿、交通等。

9.4 试验

列车及主要部件的试验项目及试验类别（型式试验和例行试验）按附件 3 和设计联络会议和设计审查会议上商定的结论进行。

9.4.1 试验规则

9.4.1.1 部件型式试验

9.4.1.1.1 为招标方专门设计的产品和设备，必须进行型式试验。其试验程序如下：

(1) 型式试验的产品为 1 台（另有详细规定的除外），每一个试验项目全部达到规定值时，则产品视为合格；

(2) 当试验项目中有一项未达到规定的要求，进行整改，整改后达到规定值为止（时间不得影响交货进度）；对有破坏性的试验，则必须另取 1 台同批（如果已经批量生产）的产品进行试验。在这种情况下，如果产品仍未达到规定值，则本批产品为不合格。

9.4.1.1.2 对于在车辆上已经使用多年的系列生产的标准产品，制造商应提供该产品的最新的型式试验报告。当这些产品发生严重问题时，投标方应：

(1) 如果仍使用同型号系列产品，则进行新的型式试验，直至产品达到规定的要求；

(2) 如果使用另一种系列产品，则向招标方提交该产品的最新的型式试验报告，并取得招标方的认可；

(3) 任何系列产品产生严重问题，应由投标方解决。

9.4.1.2 部件例行试验

每个产品都将进行例行试验。任何一个部件的例行试验出现问题时，投标方将解决问题，并达到规定的要求。

9.4.2 主要部件试验

9.4.2.1 所有型式试验由投标方和/或其供应商按照经招标方同意的试验大纲执行。招标方可以派检查员参加这些试验。在设计联络会议上，投标方将向招标方提交主要部件型式试验的初步时间表。

9.4.2.2 当列车进行型式试验时，投标方将向招标方提交符合附件 3 所规定的主要部件的型式试验报告和例行试验报告。招标方验收组将检查所有型式试验报告是否正确、有效，是否符合技术要求及试验大纲。

9.4.2.3 当列车进行例行试验时，投标方应提交附件 3 所规定的主要部件的例行试验报告，随相应车辆的履历本一起提交给招标方。

9.4.3 列车试验

9.4.3.1 对列车试验的详细要求应符合附件 3 的规定。

9.4.3.2 列车完成各项试验后在出厂前必须完成无故障 300km 的试运行，试运行要求详见 9.5.5.3.3.2 条。

9.4.3.3 在投标方完成列车静态调试、动态调试、列车试验和 300km 试运行后，由招标方进行出厂检验；出厂检验的其他要求应符合本附件中 9.5.5.2 条的规定。

9.5 整车

投标方负责对整车进行检测和调试。招标方将在投标方的指导之下进行考核。

9.5.1 开箱检查

货物到达招标方现场后一周内，投标方协助招标方对货物进行开箱检查。对开箱检查中发现的问题，投标方在一个月内明确给出意见和整改方案。

9.5.2 调试

列车在投标方生产地完成所有型式试验（首列车）和出厂试验，并证明是合格的。在招标方现场需做由于运输原因而需要的调试以及招标方认为必要的列车功能和性能测试，原则上列车到达招标方现场后即可正常运行。

对首列车应按技术合同相应的条款进行与用户线路及与场地有关的型式试验。

列车调试包括静态测试、动态运行调试。

列车验收的条件：对在调试、考核中的缺陷进行整改，使列车的功能、性能等

指标符合合同的要求。

投标方调试人员须随带必要的试验和检测仪器及有关工具。

若由于以后的列车再调试和/或预验收的需要，必须调整设定值时，投标方将调整其供货范围内的全部列车（包括已经预验收的列车）的设定值。

9.5.3 调试和考核指导期限及人月数

投标方派遣人员进行首列车及第 2 列车的调试：

六位工程师（至少有三位是牵引控制系统工程师，且其中一位为软件工程师），根据项目需要经双方确认后应相应增加现场服务工程师。

首两列车的开箱检查、调试及考核，不超过 2 个月（非投标方原因）。

投标方应派遣如下人员进行后续列车的调试：

四位工程师（至少有两位为牵引控制系统工程师，且其中一位为软件工程师），根据项目需要经双方确认后应相应增加现场服务工程师。

后续列车每列车开箱检查、调试、考核期不超过 14 天（非投标方原因）。

调试工作开始时间应不迟于有关整车运抵招标方车辆段之后 3 天。

若招标方认为项目经理或调试人员不能胜任工作，有权要求投标方更换项目经理或调试人员。

所有列车的调试和考核指导时间：牵引系统工程师 40 人月和其他系统工程师 40 人月。详见附件 12。

人数可以根据工作进度和任务量进行调整。如有超出费用由投标方承担。

9.5.4 招标方对投标方的支持

为确保调试和考核顺利进行，在每列整车抵达日期至验收日期之间，或必要时应投标方的合理要求，招标方可提供如下协助：

- 试车线；
- 1500 伏直流和 220 伏交流供电；
- 一条试车线和车库之间的轨道连接线；
- 架车设备；
- 叉车和行车；
- 通向车顶的安全通道平台；
- 必要的办公室（可上锁）；
- 仓库(可上锁)；

- 招标方应向投标方提供如下人员：

列车司机，满足车库、试车线、正线驾驶的要求；

条件允许的情况下，招标方可提供人员协助投标方调试和维修，但需在投标方的指导下工作，相应的责任都由投标方承担，而且投标方要支付相应的费用。

9.5.5 验收

9.5.5.1 列车的验收程序

列车的验收程序分为：

(1) 出厂检验：具体见本附件 9.5.5.2 条；

(2) 到货检查/开箱检验：具体见本附件 9.5.1 及相关合同条款；

(3) 预验收：具体见本附件 9.5.5.3 条；

(4) 质保期起始确认：具体见本附件 9.5.5.4 条；

(5) 接口测试：具体见本附件 9.5.5.5 条；

(6) 质量可靠性考核：具体见本附件 9.5.5.6 条；

(7) 最终验收：具体见本附件 9.5.5.7 条。

9.5.5.2 出厂检验

9.5.5.2.1 所有列车应进行出厂检验。出厂检验应由招标方在投标方进行。投标方对这种检查给予支持。

9.5.5.2.2 投标方将安排计划，至少提供 4 个工作日对已经全部竣工和清理干净的列车进行这种检查。凡是能在投标方工厂进行操作的各系统，将使用相关的专用设备和/或供电电源进行测试，有关的专用设备和供电电源应符合试验大纲（见附件 3），并提交给招标方。

9.5.5.2.3 验证各系统的功能是否符合使用要求。如发现缺陷或操作不正常，投标方将进行改正。对以前检查报告中提出的质量问题，在这次检查前投标方将全部纠正。在出厂检验中发现不符合附件 3 要求的全部项目，投标方将在各列车发运前改正，并重新检查和重新测试。

9.5.5.2.4 对较小的缺陷，根据合同有关条款来处理。

9.5.5.2.5 第 1 列车将按合同附件 3，特别是其中第 13 章的规定，投标方进行型式试验和例行试验。型式试验和例行试验全部完成后才能进行出厂检验。

9.5.5.2.6 投标方将提出招标方列车的出厂检验报告格式，并于第 1 列车发运前 4 个月与招标方达成协议。

9.5.5.2.7 后续列车将按合同附件 3，特别是其中第 13 章的规定，在投标方进行全面的例行试验（除了必须在招标方进行的试验外）。完成例行试验后才能进行出厂检验。

9.5.5.2.8 出厂检验完成后，投标方和招标方应在报告上签字; 仅当买卖双方签字后，报告才有效。

9.5.5.3 预验收

9.5.5.3.1 预验收的程序分为四步：

(1) 正常操作检查（见本附件 9.5.5.3.2 条）；

(2) 列车试运行（见本附件 9.5.5.3.3 条）；

(3) 车载信号设备、无线通信设备和旅客资讯设备接口测试（见本附件 9.5.5.3.4 条）；

(4) 发放预验收证书（见本附件 9.5.5.3.5 条）。

9.5.5.3.2 正常操作检查

9.5.5.3.2.1 每一列车在招标方场地经过调试后，招标方进行正常操作检查，确定列车是否符合技术规格书的规定。

9.5.5.3.2.2 正常操作检查项目列于下表。检查结果记录在相应的预验收报告中。投标方提出验收报告的建议稿。

序 号	检 查 项 目	备 注
1	外观	
2	尺寸和限界	
3	门操作	
4	空气弹簧高度阀	
5	DC110V 电源	
6	AC380V 电源	
7	受电弓升起和降落	
8	高速断路器分和合	
9	空气压缩机单元	
10	VVVF 逆变器和制动电阻通风机	
11	空调机组	
12	压缩空气系统的气密性	

13	车内照明	
14	前照灯	
15	其他指示灯	
16	车间电源安全功能	
17	牵引和电制动	
18	紧急制动	
19	乘客信息系统功能	
20	两列车连挂	
21	烟火报警	
22	受电弓监测	
23	走行部监测	
24	其它	

9.5.5.3.3 列车试运行试验

9.5.5.3.3.1 列车试运行在招标方线路或试验线上进行，每列车大于 150 公里。在试验期间，所有设备和系统都须按正常操作模式无故障连续运行，如果列车运行正常，无故障发生，则认为列车状态良好；若有故障发生，招标方有权中断试运行，投标方负责排除故障并重新开始试运行；对于不影响列车运营和安全性能的细小故障或缺陷，将不导致试运行的中断；如果更换了主要部件，则试运行重新开始，直至试运行成功。故障发生后若在合同规定时间内不能排除故障，招标方有权按违约处理。

9.5.5.3.3.2 列车试运行应在下列条件下进行：

(1) 载荷状态：AW0；

(2) 运行方式：加速至 80km/h，至少惰行 2 秒，然后制动、停车、打开车门 20 秒，然后关门，再次加速。运行应持续 3 小时（按照招标方线路的实际运行距离，在二个方向可以调整）。当每次 3 小时的运行结束后，检查轴箱轴承、牵引电机、VVVF 逆变器和辅助逆变器的温度，同时记录所发生的所有故障。

9.5.5.3.4 车载信号设备、无线通信设备和旅客资讯设备接口测试

在列车调试阶段，投标方将配合信号系统、无线通信系统、旅客资讯（LCD）

等供应商对已经安装的车载信号设备、车载无线通信设备和车载旅客资讯设备（LCD）进行测试，达到接口技术规格的要求。

9.5.5.3.5 发放预验收证书

对于首两列车，当正常操作检查、试运行、车载信号设备、无线通信设备和旅客资讯设备接口测试顺利完成后，招标方向投标方发放预验收证书。

对于后续列车，当正常操作检查、试运行顺利完成后，招标方向投标方发放预验收证书；投标方将配合车载信号设备供应商、车载无线通信设备供应商和车载旅客资讯设备（LCD）供应商进行后续列车的接口测试。

颁发预验收合格证之前，投标方须对列车进行必要的维护保养。

9.5.5.4 质保期起始确认

在签发列车验收证书后，招标方将根据投标方提交的列车存放要求停放列车。在列车进入正式投入运营前招标方将在投标方的指导下根据实际情况进行必要的检测与维护，以确保列车能准时投入运营。在列车投入运营前双方应在十四（14）天内签署列车开始运营的确认证书，列车开始运营同时进入质保期。

9.5.5.5 接口测试

9.5.5.5.1 在发放预验收证书后，列车将参加招标方的车辆与相关专业的接口测试，以保证各系统功能达到合同要求。在接口测试中出现任何问题，投标方将牵头查找原因，提出整改方案交招标方确认，并限期处理完成。

9.5.5.5.2 信号系统与列车的接口测试将优先安排。

9.5.5.5.3 各系统包括车辆、信号、供电、无线通信等系统的调试小组将与招标方一起完成接口测试。

9.5.5.5.4 招标方确认各系统功能达到招标文件要求后签发接口测试通过证书，参见招标文件相关条款。

9.5.5.6 质量可靠性考核

考核工作开始前 3 个月，投标方将递交考核大纲草案供双方讨论确定。

在开通运营后，招标方在附件 3 的基础上考核每一列整车。

招标方将对车辆按整车及部件、子系统进行质量可靠性考核。

投标方对招标方的考核提供技术支持和人员指导。

可靠性考核的计算按附件 3 的规定。

9.5.5.7 最终验收

合同设备经考核合格后，根据招标文件专用相关条款的规定验收。如果在所有列车的正常质量保证期结束之前，线路和车辆段现场条件以及其他系统的工作进程已为列车的最终验收试验准备好了条件，则应任选一列车进行附件 3 第 20 章中所述的全部试验。如果这些条件尚不充分，则招标方和投标方讨论解决方案。

9.6 专用工具的验收

9.6.1 发放预验收证书

投标方在开箱验货顺利完成后，对各批次的专用工具进行安装调试，招标方验收合格后签发预验收证书，参见招标文件相关条款。

专用工具签发预验收证书的时间应于所有专用工具运抵招标方车辆段交付完成之后六个月内。

9.6.2 最终验收

根据招标文件相关条款，签发最终验收证书。

9.7 技术文件的验收

招标方对各批次交付的最终版技术文件内容根据附件 5 的规定进行审核，审核合格后签发预验收证书。技术文件签发预验收证书的时间不超过技术文件运抵招标方指定地点之后三个月。

9.8 招标方派往投标方工厂及分包厂家人员安排

招标方 20 人月（包括设计联络和设计审查、投标方工厂生产检查、出厂检验、分包部件首件检查和工厂监造）

附件 10　质量保证

10.1　概述

整个设计应按 GB/T 19001 或相应的国际标准进行设计。

产品质量控制应该严格执行相关的国际、国内标准(按照技术规格书《基本技术条件》规定的标准)及规范，把好生产过程的质量控制。

系统的全部硬件和软件设计均应按明确规定的功能和接口技术条件的要求进行设计。

应该对产品包括分开招标的电气系统的整个设计、生产过程进行跟踪和评审。

卖方应提供关键产品的用于运营及车辆检修维护的设计、生产及其质量控制相关文件。

10.2　卖方质量管理

卖方的质量管理部门对质量的政策、目的和保证应有明确定义，并体现在全套的质量保证体系文件中。卖方应保证该文件在各级组织范围内已经被充分理解，并已贯彻执行。

10.3　质量保证体系和质量检查验收系统

卖方应建立和贯彻质量保证体系法律文件。卖方还应建立和贯彻一定的产品检查和验收程序及相关规程，并应规定各项工作之间的协调程序。其内容如下：

（1） 严格执行国标 GB/T19000.3-2000 质量管理和质量保证标准，企业产品应该通过 ISO 9000 的质量保证体系认证；

（2） 为了满足技术规格书的相关规定，卖方应在合同生效后 4 个月内提交一套质量保证计划和质量手册；

（3） 为达到质量要求，必须具备各种管理制度、规程、检查设备和手段、图表、熟练技能和相关鉴定；

（4） 说明对整车和所有部件检查和验收所采用的标准；

（5） 应该保留所有质量检查和验收的原始记录，以便核对和处理；

（6） 根据需要不断更新质量控制、检查验收和测试技术。

10.4 设计控制

10.4.1 为了保证满足车辆的设计、制造、检查和验收的技术要求，卖方应建立和贯彻质量控制程序以保证产品的设计质量。除考虑产品设计，卖方还应同时考虑满足电磁兼容（EMC）的方案设计。

10.4.2 卖方对每项设计和开发工作的计划，应拟定明确的责任，该计划应叙述或说明这些工作 内容，并随着设计的发展而及时修正。

10.4.2.1 工作任务

设计和鉴定工作应有计划并应安排有足够资格的人员进行；并具有足够的装备。

10.4.2.2 为了更好满足设计控制要求，应该明确各部门之间的组织以及内部和外部各技术接口（含有关产品的电磁兼容接口）。有关组织和接口内容，应以文件或会议纪要的形式给以确定，并进行定期检查协调和处理。

10.4.2.3 车辆 EMC 设计方案包括整车和部件应采取的措施，车辆所有部件应不受干扰发挥其功能；其内外环境不受干扰地协调工作；并符合 EMC 相关标准。

10.4.3 设计的输入

与产品有关的设计要求应是明确的、成文的，并经卖方审核。同时应与制定这些要求的责任人澄清一切不完整、含糊或矛盾的要求。

10.4.4 设计的输出

设计的输出应成文，并以图纸、方案、规格、要求、计算或分析等形式表示。设计输出应是：

（1） 应符合设计输入的需求；

（2） 应符合或优于验收标准；

（3） 应与相关的规章要求相一致，不论这些要求是否已在设计的需求中阐明；

（4） 对产品安全及正常功能起关键决定作用的设计参数或性能，应特别给以明确。

10.4.5 设计审查

卖方应拟定设计审查计划，明文规定并指派有能力的人员担任。

通过下述设计控制的方法，设计审查应达到设计的输出符合设计的输入的要求。例如：

（1）保存和记录设计检查文件；

（2）进行型式试验和做出论证；

（3）进行后备方案计算；

（4）若有可能，新设计应与类似的成熟设计作比较。

10.4.6 设计更改

卖方对各种更改、改进所需进行的核对、成文，应适时审查和批准，并建立和贯彻一定的程序，并在文件及图纸中要有规定的标记。

10.5 文件控制

10.5.1 文件审核和颁发

卖方应建立和贯彻一定程序来控制所有的文件及数据，这些文件颁发之前，应经授权人员审查和认可。

10.5.2 文件更改/修正

除非另有规定，文件的更改应由审查和认可的原审核部门进行审查和认可，被指定部门应能取得对审查和认可工作有关的背景资料。

在文件或相应的附件上应有更改的理由说明及规定的标记，应建立总明细和相应的文件控制程序，以区分现在待审批的修订文件，防止使用不合适的文件，总明细应提交买方。卖方应对该文件及时修正和给予相应标记。

10.6 采购

10.6.1　卖方应保证所采购的产品符合要求。

10.6.2　分包商的评估：

(1)　卖方选择分包商，应根据其能力是否能符合分合同的要求，建立和保存一份可接受的分包商的业绩记录,并在设计审查结束后 2 个月内向买方提供关键部件分包商的业绩记录。

(2)　分包商的选择及由卖方进行控制的方式及程度，应随产品的类型而定，应参考分包商以前所显示的能力，并有其它业绩表现的记录。卖方应保证质量体系管理有效。

10.6.3　采购文件

卖方应提供主要零部件的详尽、清晰的采购文件，采购文件应清晰说明所采购产品的技术要求。其内容如下：

（1）　型号、规格、等级、型式牌号或其他标志；

（2）　产品名称、说明书、图纸、工艺、检查和其他有关的技术数据；

（3）　适用于产品质量保证体系及相关的国际标准的名称，版本；

（4）　为了适合所规定的要求，卖方应将最新版本规格书的相关部分提供给分包商，在分发采购资料前应经确认。　　采购产品的鉴定

买方或其代表有权审查采购产品的来源，检验所采购产品是否符合技术规范的要求。买方的鉴定不应解除卖方提供合格的产品的责任，也不应排除买方后来的拒收。对于买方或其代表在分包商的工厂进行的鉴定，卖方不应将其作为分包商有效质量控制的论证。买方的鉴定始终应视为卖方自己内部审核工作之外的一项附加的审核工作。

10.7　产品鉴定和跟踪

卖方应制订和贯彻相应程序，以鉴定产品在生产、发运和装配的各阶段是否与相应的图纸、技术条件或其它文件一致。

对单件产品或批量产品应有独特的鉴定，这种鉴定应记录在案。

10.8 **生产过程控制** 概述

卖方应对直接影响质量的制造和装配过程进行鉴定，并保证该过程应在被控制的条件下进行，控制条件包括如下：

（1） 明文规定的操作规程应详细说明制造和装配方法；

（2） 使用合适的制造工艺和装配设备，合适的工作环境，符合所参照的标准/规程和质量计划；

（3） 在制造和装配期间，对生产工艺和产品性能进行监督和控制。

10.8.2 特殊制造过程

特殊制造过程是指那些结果不能用产品的检查和试验来鉴定的过程，例如，生产缺陷可能只在产品的投入使用后才明显表现出来，因此必须进行不断的监督、检查，使其符合规范要求，这些制造过程应经鉴定合格。

对鉴定合格的过程、设备和人员应记录并保存。

10.9 检查和试验

10.9.1 卖方应保证不使用未经检查或鉴定的产品。鉴定应按质量检查计划或明文规定的规程进行。

10.9.2 加工过程中的检查和试验

卖方应：

(1) 按质量计划或明文规定的规程检查、试验和鉴定；

(2) 在做完所需的检查和试验之前，保证产品不流入下一道工序，除了当产品按照正确有效的程序发放以外；

(3) 标出不合格产品。

10.9.3 最终检查和试验

（1） 最终检查和验收包括产品生产检查、试验和验收，并要符合所给要求；

（2） 卖方应按照质量计划和成文的规程的规定,执行所有的最终检查并最后确认

所完成的产品与所给定的要求一致。

（3） 在完成质量计划或所规定的方法规定的内容，并且有关数据资料和文件已经齐全，并经批准后，产品才能发运。对于整车，只有买方驻供货商的监造代表批准后，才能发运。

10.9.4 检查和试验记录

卖方应编制验收条件，并保存证明产品已通过了检查和试验的记录。

10.10 检查、测量和试验设备

卖方应对检查、测量和试验的设备进行定期校准和维护，以保证产品与规定要求相一致。卖方应保证如下：

（1） 指明测量项目的精度要求，并选定合适的检查、测量和试验设备；

（2） 保证检查、测量和试验设备具有必要的精度和精确度；

（3） 保存检查、测量和试验设备的标定记录；

（4） 当发现检查、测量和试验设备超出标定时，对以前的检查和试验结果的鉴定做出新的评定和证明；

（5） 保证在对检查、测量和试验设备的装卸、保管、储存中保持准确性及使用合理性；

（6） 防护检查、测量和试验设备的硬件和软件在调整时不会使标定失效；

（7） 若试验设备的硬件（即工具、夹具、模具、样板）或试验软件，以某种形式用于产品检查，则它们在交付前的制造、安装阶段，要检查其是否有对产品做出验收鉴定的能力，并在以后要进行定期检查。卖方应制订检查的范围和次数，并应保存记录，以示其控制。

（8） 当买方或其代表要求时，应提供测量、设计数据，以验证其功能的合适程度。

10.11 检查和试验状态

产品的检查和试验状态应用标记，规定授权的印章、标签、标识、卡片，检查记录，试验软件，物体的放置或其它合格的手段加以识别，表明其经过检查，试验

是合格还是不合格。上述识别标记应在产品的制造、安装过程中一直保存，以保证只有通过所需检查，试验的产品才能发放，使用或安装。

记录上应明确合格产品发放的授权检查单位。

10.12 不合格产品的控制

卖方应制订和贯彻有关规程，以保证与上述要求不符合的产品不被使用或安装，应做出标志，记录评定、分离（若办得到），以及双方认可的不合格产品的处理办法，包括通知有关部门。

10.12.1 不合格产品的复检和处理

卖方应明确规定复检的责任和对不合格产品处理的权限。不合格产品应根据成文的规范或规程进行复检/拒收或报废。买方有权获取主要不合格品的信息，并采取相关监控措施。

不合格产品应根据已明文规定的规程进行复检，它可以是：返工后的产品是否符合规定的要求，或批准是否要返工后才能接受，或重新定级，以备它用；或拒收或报废。

10.12.2 卖方提出的修理和返工产品如果会影响产品的外形、安装或功能，而且可能不符合要求。这些均应提交买方或其代表批准。已被接受修理和返工的产品，应记录并说明实际情况，并且应按照所规定的规程重新检查。

10.13 纠正措施

卖方应制订和贯彻规定的程序以达到以下目的：

(1) 说明不合格产品的原因和防止再次发生不合格产品的改正措施；

(2) 对所有过程、操作规程、回应处理、质量记录、运行报告和用户意见进行详细分析、查明，消除不合格产品的潜在原因；

(3) 针对可能发生的质量风险，采用预防措施；

(4) 用控制的方法来保证改正措施有效地实施；

(5) 对更改的实施及过程应作记录。

10.14 装卸、储存、包装及发运

10.14.1 概述

卖方及分包供货商对产品的装卸、储存、包装、发运应建立一定的程序，形成文件并加以实施。

10.14.2 装卸

卖方及分包供货商应采取有效的产品装卸的方法与手段，以防止损坏或变质。

10.14.3 储存

在使用或发运之前，卖方及分包供货商应提供安全可靠的储存场地或库房，以防止产品的损坏，防止待用或待发运的产品变质。应规定货物在库房的接收以及发放的恰当方法。为了发现是否变质，应经常查看存于库内的产品状态。

10.14.4 包装

卖方及分包供货商应对产品的包装、储存和标志过程进行控制，使之达到给定的要求（包括所使用的材料）。卖方对包装质量负责，直到开箱检查合格时责任中止。

10.14.5 发运

在发运过程中，卖方及分包供货商应负责产品质量的保护。

10.15 质量记录

(1) 为了能识别、收集、分类、整理、汇集、储存、维护和处理质量记录，卖方应制定并贯彻一定的程序。

(2) 质量记录应妥善保存，以证明产品达到所需要的质量要求，以及质量保证体系的有效工作。

(3) 有关分包商的质量记录是这些资料的一部分。

(4) 所有产品的质量记录应清晰可辨。

(5) 这些记录应放在一个适当的环境中，这个环境能将变质度减少至最小，并能从中迅速取出。如买方需要，应可获取这些记录。

10.16　　内部项目质量审核

(1) 卖方应在合同生效后 6 个月内提交一个有计划的和有文件规定的综合的内部项目质量审核体系，用以审核其质量保证措施是否与计划安排相一致，并用以判定项目质量体系的有效性。

(2) 审核工作应根据其活动的重要性和状态进行安排。

(3) 审核及之后的活动应根据文件规定的程序进行。

(4) 审核结果应形成文件，使之引起被审核的有关部门负责人的注意，该部门的负责人应对所发现的问题及时采取措施。

10.17　　质量证书

卖方及主要的分包商应有符合 ISO 9000 的认证证书。另外，卖方应尽量与取得 ISO 9000 认证的分包商签约。

10.18　　以上条款同样适应牵引标供应商，买方有权对牵引标供应商的质量保证体系、过程、结 果等进行监督和提出建议。

10.19　　投标人提交一份完整的质量保证方案，应包括具体的检测、检验方法，并具有实际操作的图表及范例。

10.20　　其他相关要求

10.20.1　车辆的质量保证期分为正常质量保证期、延长质量保证期和潜在缺陷保证期，请参见合同相关条款的定义。车辆的正常质量保证期为两年，具体按合同相关条款的规定执行。

10.20.2　对于专用工具和试验设备的正常质量保证期应按合同相关条款进行。

10.20.3　易损件/消耗性材料的正常质量保证期为其正常使用寿命期，在其正常使用寿命期内出现故障或损坏，卖方应免费更换，并进行调查、统计、分析，若数量达到 17.4.2.1 条的规定，卖方应提出用户认可的整改措施。

10.20.4　卖方应向买方提供对合同设备的贮存说明。该说明最迟应在有关设备到南京前提交给买方。

10.20.5　在质量保证期内，卖方有责任协调和组织任何设备的改进。

10.20.6　在质保期内，因卖方责任需要调换或修理合同设备，并由此引起合同设备停机单列车累计达到 1 个月时，则有关合同设备的质保期应按实际停机时间三倍延长。

10.20.7　在改进过程中，卖方的质量保证系统应发挥作用。

10.20.8　当合同设备进行替换或改造时，卖方应对最终结果负责，对是否符合适用的工艺、图纸或技术规范负责。

10.20.9　在质量保证期内，卖方应对所有交货的列车作故障记录。

10.20.10　合同设备的必要更改和替换应在所有列车上进行；如果更改和替换要求在其他列车上进行时，应按合同相关条款，当在首列车上证实其有效时，买方认为有必要，再在其他列车上实施。整改计划实施完成后，卖方应负责检查工作结果是否符合整改程序、图纸和技术规格书要求，并提出整改报告，上述整改发生的所有费用由卖方负责。

10.20.11　卖方应在正常质保期内向买方提供及时的和必要的技术支持（包括日常维护的技术支持），并应在买方车辆段派驻足够的技术人员，以便对列车及相关设备及时进行维修，确保列车的正常运营。对影响列车运营的故障及不符合技术规格书要求的项目，卖方应立即解决（排除故障或维修、更换损坏的部件并对损坏的部件进行分析。根据分析的结果，双方研究，如有必要进行整改）。具体为：

- 列车在运营过程中发生故障，一旦卖方在接到通知后，应立即赶赴发生故障的车辆现场进行检查和维修（在列车运营时间）；
- 在检修过程中发现车辆问题，卖方在接到故障通知单后，应在 1 小时之内到达现场进行质保服务(卖方及牵引、制动、控制系统供应商应 24 小时均有值班人员，包括节假日)，必须在车辆段和停车场分别设立质保小组，每个小组至少有 1 位负责人和 1 位工程师；
- 对卖方现场人员无法处理的问题，卖方应在 36 小时（国内）、7 天（国外）内按工作内容和工作量，派出专家到达买方指定的地点在买方要求的时间内解决问题。

10.20.12　预验收之前卖方应对列车进行必要的清洁、维护和检修。

10.20.13　根据合同相关条款的规定，列车达到可靠性指标后由买方签发最终验收证书，此

时正常质量保证期满。部件的正常质保期时间和列车同步（正常质保期内更换的零部件根据更换时间重新开始计算正常质保期）。在正常质量保证期满后,延长质量保证期适用于如下的主要设备。

主要设备的延长质量保证期如下：

序号	名称	延长质保期时间(年)	说明
1	车体结构件	10	
2	转向架构架	8	质保主要运用于可能出现并导致设备故障的潜在和明显的疲劳裂纹。同时所运用的强度标准仍可确保 30 年的设计寿命。
3	牵引电机	5	
4	牵引逆变器	5	
5	辅助逆变器	5	
6	蓄电池	10	
7	齿轮箱	5	
8	贯通道	3	
9	客室照明	3	
10	车门机构（含 EDCU）	1	
11	空调机组	1	
12	中央控制单元	3	
13	用于非微机控制系统的远程输入/输出终端	3	
14	司机显示器	3	
15	中继器	3	
16	数据记录仪	3	
17	LCU	3	
18	火灾自动报警系统	3	

延长质保期的执行原则参见合同相关条款。

10.20.14　潜在缺陷的质保期将按合同相关条款进行。

10.20.15　卖方保证本项目设备部件在其使用寿命期内的质量。

10.20.16　卖方应提供确保合同设备良好存放的技术要求，对有检测要求的应列出检测方法或检测服务保障。

10.20.17　质保执行的原则

质保小组应在每列车预验收结束后开始在现场对 24 个月的质保期进行管理。质保小组成员应为经认可的专业人员。技术人员须有能力对车上所有部件进行处理。

该小组应由下列人员组成：

两名质保经理，了解整个列车系统。

专家小组包括：

- 两名机械专家；
- 两名机电专家；
- 两名电子/计算机系统专家；
- 进行维修操作的其它工人。

为了保证质保工作的顺利进行，卖方质保小组必须配备必要的办公条件，车辆供应商和牵引系统供应商必须为调试人员提供手提电脑、传真机、打印机、复印机、数码摄像机等，同时要配备适当的交通工具（车辆供应商提供）以便于质保人员携带必要的部件和工具及时赶到故障车所在地，若不配备，买方有权从合同总价中扣减相关费用。

质保小组须得到下列人员的支持：

- 项目经理
- 设计工程师和技术人员
- 来自不同生产现场的生产工程师
- 质量控制部门

为履行其责任，质保小组须提供必要的工具和工装设备，但买方可免费提供如下条件：

- 车间的起吊和搬运设备（仅提供设备）
- 车辆规格书中所列的专用工具
- 必要的办公休息条件，卖方自行添置办公室设施
- 仓库，可上锁
- 使用试验场地和线路
- 在线路上进行试验的买方司机

如果一台设备或部件存在缺陷，一经收到买方的缺陷通知，卖方应在最短的期限内把足够的技术人员派到买方现场解决问题并确保线路运行不中断。

附件 11 培训

11.1 概述

卖方有责任对买方的维修、操作和工程设计人员进行培训，参加培训的人员包括：

- 维修人员(包括调试、测试)
- 司机
- 工程技术人员

通过培训应使他们获得足够的技能和知识，能全面了解卖方提供的车辆的技术，能操作，能对维修提供技术支持、故障的调查、分析及提出改造方案，能够熟练使用专用工具。应当允许司机在卖方陪同下在卖方的线路上驾驶列车。

培训计划：

卖方应提交培训计划给买方确认，培训计划应包括：

- 课程，包括理论/实践；
- 目的；
- 开始/结束时间；
- 使用的培训设施；
- 材料和文件；
- 培训材料目录；
- 对受训人员的要求；
- 培训地点；
- 授课人员的姓名及职称；
- 课程效果的评估方法。

11.1.1 培训效果的考核

在一门课程结束后，卖方应征求每位受训人对课程的评价，卖方在投标文件中提供评价表格式。

卖方应对合格的受训人发放合格证书。

11.1.2 语言

一切培训课程都将使用中文。由卖方负责提供翻译人员，其费用由卖方支付。

由卖方提供给买方与课程相关的教材均为中文教材，若一些由外方提供的原始资料为英文格式，卖方应提供中英文对照资料。

11.1.3 培训材料与教具

培训材料：

在培训实施前 10 周卖方应提交培训材料给买方确认。

所有培训用材料应易拷贝，提供电子文件，文件应提供 microsoft windows2000（或以上版本）的形式，提交一份光盘。图形、电路图和机械图也应提供合适平台上的软件光盘。（如 Power point 或 AutoCAD for windows）

培训包括课堂讲解和通过使用实际设备、使用手册、图表和部件目录进行的实践指导。学员须合理使用卖方提供的所有培训材料与教具。

培训结束后，所有培训材料包括培训教具、书面资料等，即归买方所有。培训过程中，卖方负责准备这些材料，并调换损坏的材料。如损坏由买方造成，则调换费用由买方支付。

提供的技术文件为书面形式，包括：

- 教师上课时使用的幻灯片一套
- 学员教材一本，包括：
  - 详细课程安排(每次讲课内容的标题与副标题，不带具体说明)，注明技术文件参照和详细提示。
  - 幻灯片的复制件和培训教师手册。这些书都须留有足够大的空间，以便让学员记笔记。
  -必要的技术文件和资料
- 培训教师手册一本，包括：
  - 培训课程的详细计划
  - 讲稿阐明所需的教学要点(每张幻灯片含半页讲稿)

11.1.4 设施

由卖方提供给学员在培训期间使用的设施有：

- 设有课桌椅的教室
- 讲台
- 书写板
- 投影仪及屏幕
- 笔记本电脑(在卖方所在地培训时)。

在买方所在地进行的培训，卖方应至少提前 30 天通知买方授课时所需的常用教学设

施。买方仅提供教室，其余培训所需的设施、工具和测试设备等均由卖方准备。

在卖方所在地进行的培训，所有教学设施由卖方负责准备，并创造买方所不具备的培训条件。

11.1.5 安全事项

培训期间，需特别强调安全事项。培训开始之前，学员必须接受有关安全规则的学习。卖方负责组织这一安全学习。在培训期间，卖方将向买方受训人员免费提供有关的试验仪表、工具、技术文件、图纸、参考资料、工作服、安全用品和其他必需品。如果发现有任何学员故意违反安全规则，在与买方协商后，培训教师有权开除此学员的培训资格。

11.1.6 学员资格

学员所应具备的一般资格如下：

- 车辆驾驶员或
- 维修人员或
- 工程师和技术人员

每一门课程，学员都需提交一份注明工种与符合资格要求的工作说明。

11.2 培训应使买方人员掌握有关各项知识（本附件的 11.3 条）。在培训期间应特别注意以下各项：

11.2.1 车辆电路设计内容的讲解和演示、电路设备不同部件的相互作用。

11.2.2 一般检修方法和故障查找的实际操作介绍。

11.2.3 驱动部件（电机、齿轮和联轴节）的组装和分解。

11.2.4 列车控制（列车和车辆控制单元）的测试和故障查找。

11.2.5 列车诊断设备输出数据的分析和评定以及储存的故障数据或信息的评定。

11.2.6 熟悉以下设备的试验、检查、维护和检修的要求：

（1）VVVF 逆变器；

（2）辅助逆变器；

（3）空调机组；

（4）主电路器件；

（5）制动设备。

11.2.7 应使买方人员对驱动部件能进行测试、检查、维护和检修：

（1）牵引电机；

（2）齿轮；

（3）联轴节。

11.2.8 对于以下各项应进行操作演示，随后是实际操作：

（1）转向架上牵引电机的组装和分解；

（2）传动齿轮和联轴节的安装和拆卸；

（3）驱动部件的维护和检修；

（4）专用工具使用方法。

11.3 培训的主要内容

11.3.1 列车运用、检修的管理。

11.3.2 列车的操纵、检查、维护、试验和检修的安全规则。

11.3.3 列车工作原理以及主要系统的设计、分析和讲解；交流牵引技术和低压供电的原理。

11.3.4 设备布置。

11.3.5 高压电路部件（结构、功能、维修），例如：

（1）受电弓；

（2）高速断路器；

（3）线路接触器；

（4）抑制过压保护装置；

（5）牵引电机及传动装置；

（6）VVVF 逆变器。

11.3.6 控制电路部件，例如：

（1）司机控制器；

（2）列车控制装置；

（3）车载 ATC 装置与列车控制的接口；

（4）列车状态检测、诊断、显示设备。

(5) 列车控制系统设备布置、控制原理、软件及硬件的使用及维护。

11.3.7 低压供电系统部件，例如：

（1）辅助逆变器（包括蓄电池充电器）；

（2）蓄电池。

11.3.8 辅助系统部件，例如：

（1）照明；

（2）乘客信息系统（包括显示装置等）；

（3）空调机组。

11.3.9 车体及转向架原理及结构。

11.3.10 内部设备组成及结构。

11.3.11 空气制动原理及制动部件。

11.3.12 空气供给。

11.3.13 车门与门控。

11.3.14 专用工具的培训。

11.3.15 列车所有子系统的用户软件和用户调试维护软件的培训。

11.3.16 其他。

11.4 培训大纲(科目)

11.4.1 总体要求

买方人员在国内的整个培训总计约 642 人周。初步的培训要求如下表：

序号	项目	地点	时间(周)	受训人数	人周数	备注
1	车辆总体	卖方	2	12	24	
2	控制系统	卖方	8	12	96	分成四个批次（每批次两周）
3	牵引/辅助系统(含牵引逆变器、辅助逆变器、高速断路器、牵引电机、齿轮箱、联轴节、制动电阻、调试维护软件等）	卖方	4	12	48	分成两个批次（每批次两周）
4	转向架	卖方	4	12	48	分成两个批次（每批次一周）
5	制动系统（含调试维护软件）	卖方	4	12	48	分成两个批次（每批次两周）
6	车门系统（含调试维护软件）	卖方	2	12	24	分成两个批次（每批次一周）
7	空调系统（含调试	卖方	2	12	24	

	维护软件）					
8	蓄电池	卖方	1	12	12	
9	车钩	卖方	2	12	24	分成两个批次（每批次一周）
10	贯通道	卖方	2	12	24	分成两个批次（每批次一周）
11	受电弓	卖方	1	12	12	
12	司机操作 1	卖方	3	8	24	
13	司机操作 2	卖方	3	8	24	
14	司机操作 3	卖方	3	8	24	
15	司机操作 4	卖方	3	8	24	
16	乘客信息系统（含调试维护软件）	卖方	3	12	36	分成两个批次（每批次一周半）
17	火灾自动报警系统	卖方	2	12	24	分成两个批次（每批次一周）
18	网轨隧智能检测系统	卖方	2	12	24	分成两个批次（每批次一周）
19	走行部故障诊断系统	卖方	2	12	24	分成两个批次（每批次一周）
20	专用工具	卖方	3	6	18	
21	电路原理，故障查找	卖方	1	12	12	
22	智能运维系统	投标方	2	12	24	
	合计				642	

说明：子系统的培训应在子系统供应商处进行。

如表中有缺漏项，请投标人在投标方案中补充齐全。

11.4.2 投标方根据上述培训内容提出培训方案，包括课程、人数、学习天数（不得少于 11.4.1 的要求），并进行报价，计入投标文件报价表中；

附件 12 专用工具及寄存件

12.1 寄存件

12.1.1 寄存件为卖方在车辆现场调试及质量保证期内所需的车辆部件、配件、零件等货物，为确保列车故障能得到及时处理所需的货物(需包含各子系统故障率较高部件等)。

12.1.2 寄存件应确保车辆在质量保证期内正常、连续地使用所需，如有品种和/或数量不足，卖方须免费并在一个月内及时补齐、补足，寄存件的费用已包含在合同总价中且不单独列明。投标人在投标文件中应提供具体的寄存件清单，寄存件清单格式参见附表 12-1，清单中应考虑一些比较难采购和采购周期较长的货物。

12.2 寄存件清单中所列的寄存件应与首列车同时（或在首列车到货前）运抵卖方设在买方车辆段的寄存件仓库，供车辆调试及质保使用。

12.3 专用工具

12.3.1 通用条件

专用工具系指专用于卖方提供的车辆检测、检修、装配、试验的特殊设备和工具。

- **建议的专用工具清单**

投标人应根据车辆设计和车辆维修保养需要，提出车辆检测、检修、装配、试验所需要的专用工具建议清单（见商务册中的“车辆专用工具分项报价表”）。

- 建议清单中的设备和工具，应包括招标人指定的设备和工具，和投标人根据本项目实际建议增加的设备和工具，招标人指定的专用工具清单参见附表 12-2；
- 投标人建议增加的专用工具，应重点考虑国外生产的设备（和/或）工具；
- 对于招标人指定而不适用于本项目的专用工具，投标人须在表的备注栏内注明“不适用”；对于招标人指定的、与本项目功能一致但名称（和/或单位）不一致的专用工具，投标人须规范名称（和/或单位），并在表的备注栏内说明原因；
- 专用工具建议清单中应列出设备和工具名称、规格型号、供货商等信息；
- 专用工具清单中所列的设备和工具，投标人须在投标文件中，提供相应的功能及使用说明文件；
- 对于专用工具建议清单中设备、工具规格型号，投标人在投标阶段能确定的需填写，不能确定的可以不写，卖方在车辆设计冻结后明确；
- 卖方应提供专用工具相应的技术文件（如设备/工具组成、结构、功能性描述和使用说明等）及技术图纸（和/或实物照片）（若有的话）。

- **专用工具变更**
- **专用工具名称规范、制造商明确、规格型号变更**

在车辆设计冻结后，卖方应根据本项目实际，对专用工具建议清单中的工具名称进行规范，对工具制造商进行明确，对工具规格型号进行明确或升级，并提出变更申请，由买方审查与确认。

- **专用工具数量和总价的变更**

在车辆设计冻结后，卖方应根据本项目实际，对专用工具建议清单进行校核，对已不适用项目的专用工具，提出建议取消申请，由买方审查与确认。

在车辆设计冻结后，在保持专用工具单价不变的前提下，买方有权

- ✧ 核减专用工具建议清单中的总价（即专用工具合同总价）；
- ✧ 调整（调减或调增）专用工具建议清单中的设备（和或工具）数量，并调整相应价格。

在车辆项目执行期间，卖方应根据买方的设备变更管理办法，配合好买方做好车辆专用工具变更工作。

- **专用工具订购清单的确定**

在本项目车辆专用工具变更立项工作完成后确定的专用工具新清单，为买方的专用工具订购清单。

12.3.2 卖方的设计应尽可能减少在维护保养时使用专用工具。

12.3.3 对于需安装/调试的专用工具，卖方应按要求进行免费安装与调试。

12.3.4 专用工具中的车辆调试用 PTU，应不含车辆系统的调试、维护应用软件。

12.3.5 卖方应免费提供专用工具的应用软件。

12.3.6 对特殊的专用工具，卖方应进行免费必要的操作或维修培训，培训完成后发放卖方相关专用工具的培训证书。

12.3.7 卖方应免费提供专用工具的使用、维护手册。

12.3.8 卖方应提供专用工具的备件（包括易损易耗件）清单及其供应商。

12.3.9 对于有定期检测要求的专用工具，卖方应免费提供检测方法或检测服务保障。

12.3.10 卖方应提供专用工具的详细技术规格书，针对需要进行安装、调试及其他配套设施的专用工具，由卖方提供相关的配套工作（如：风源、水源、供电、地坪、设备安装座等设施进行提供或对既有设施进行改造）。

12.4 随车附件（设备/部件）

12.4.1 卖方须免费提供的随车附件应至少包括附表 12-3 中的物料。其余随车附件卖方应根据车辆实际运用或检修需要免费提供。

12.5 其他

12.5.1 因车辆整改及软件更新等情况造成列车相关部件发生变更的，卖方负责对相应的备品备件、寄存件、专用工具、随车附件进行更新，保证寄存件、专用工具、随车附件与列车部件的统一性。

12.5.2 卖方在交付专用工具、随车附件时，需包含相关的附件，如：产品合格证、使用说明书、质保卡等。

12.5.3 卖方在专用工具等交付时需满足买方的现场交付要求，按照买方的物资交付、验收等流程和管理要求进行交付与验收，并按照买方的资产管理、物资管理等要求进行资产、物资录入。

附表 12-1　寄存件清单

投标人名称：

项目名称：

招标编号：

序号	系统	部件名称	单位	投标人提供的 最低保有数量	备 注
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
…					

注：（1）卖方应在买方现场建立寄存件库，确保在列车质保期内有足够的替换件、备件使用，建立寄存件库的费用已包含在合同价中，并作为车辆预验收款支付申请的条件。

（2）建立寄存件库的费用已包含于合同价中，价格清单不另立开项。

（3）牵引供应商与整车供应商招标人指定寄存件的供货范围，应根据招标文件相关章节内容界定须由责任方按招标要求的最低保有数量提供。

（4）本表在投标文件技术册中提供，用于技术评审。

投标人（投标人单位公章）：

法定代表人或其授权代表签字：_____

日期：_____

附表 12-2

招标人指定的专用工具清单

序号	名称	规格型号	单位	数量	备注	功能需求
1	牵引系统					
1.1	牵引辅助系统调试维护 PTU	待定	台	4	牵引供应商供货；PTU 品牌、规格型号由买方指定，并配扩展坞	
2	辅助电源系统					
2.1	蓄电池加液机	待定	台	3	车辆供应商供货；与蓄电池相配套	
2.2	蓄电池制水机	待定	台	1	车辆供应商供货；与蓄电池相配套	
2.3	蓄电池内阻测试仪	待定	台	1	车辆供应商供货；与蓄电池相配套	测量蓄电池绝缘阻值
3	TCMS 系统					
3.1	TCMS 系统调试维护 PTU	待定	台	5	车辆供应商供货	
3.2	列车网络故障诊断仪	待定	台	1	车辆供应商供货	
4	乘客信息系统					
4.1	乘客信息系统维护设备	待定	台	2	车辆供应商供货	
4.2	报站加载数据线	待定	根	2	车辆供应商供货	
5	车门					
5.1	车门压力测试仪	待定	个	1	车辆供应商供货	
5.2	车门撞块调整工装	待定	套	12	车辆供应商供货	车门关锁到位开关测量与调整工装
6	车钩					
6.1	车钩间隙测量仪	待定	套	1	车辆供应商供货	
7	车辆调试工具					
7.1	车辆调试维护用 PTU 及便携式 PC 扩展坞	待定	台	16	车辆供应商供货；PTU 品牌及规格型号由买方确定，并配扩展坞	

8	障碍物探测及脱轨检测测试仪	待定	套	3	车辆供应商供货	
9	除冰碳滑板	待定	根	8	车辆供应商供货	
10	接地电阻测试仪	待定	台	1	车辆供应商供货	测量避雷器、绝缘子对地电阻、绝缘阻值
11	线缆测试仪	待定	台	1	车辆供应商供货	测量电气线路绝缘、耐压性能
12	以太网测试仪（百兆、千兆、万兆）	待定	台	1	车辆供应商供货	

附表 12-3 随车附件清单

投标人名称：
项目名称：
招标编号：

1、招标人指定部分

序号	名称	单位	每列车数量	招标要求总数量	投标人提供总数量	备注
1	车辆钥匙--主控钥匙(司机控制器钥匙)	只	7	189		随车交付； 牵引供应商供货
2	车辆钥匙--方孔钥匙(设备柜/设备箱钥匙)	只	7	189		随车交付； 车辆供应商供货
3	车间电源插头	只		16		车辆设计冻结后，根据买方要求的时间交付，须满足车间电源安装需求；牵引供应商供货；规格型号须与牵引系统的车间电源插座配套
4	转向架垫片	套	32	864		随车交付或线路开通前一次性交付；车辆供应商供货
5	轮缘润滑安装模板	个		4		首列车到货前交付；车辆供应商供货
6	系统调试**软件**（列车用户软件和用户调试维护软件），至少含牵引系统、辅助电源系统、控制网络系统、制动系统、空调系统、车门系统、乘客信息系统、走行部故障诊断系统、火灾报警系统、网轨隧综合智能检测系统、能耗记录系统等	套		6		首个车预验收后交付；牵引供应商及车辆供应商供货；系统软件供货分工根据供货范围划定；系统软件更新后应重新提供
7	乘客信息测试及编辑软件，软件包含软件包含交换机维护工具、摄像机维护工具、PCU 维护工具、录像下载工具、LCD 维护工具、播控卡维护工具、SCU 维护工具			6		首个车预验收后交付；车辆供应商供货；系统软件更新后应重新提供
8	系统调试用**数据线**，至少含牵引系统、辅助电源系统、TCMS 系统（DDU、VCU 维护数据线）、制动系统	套		4		首个车预验收后交付；每个系统需配置 4 套维护用数据线。

	（含转换盒）、空调系统、车门系统、乘客信息系统（包含 PCU、SCU 维护、系统维护设备数据线）、网轨隧综合智能检测系统、能耗记录系统等					
9	过渡车钩	套		2		首列车到货前交付；车辆供应商供货；过渡车钩应与车辆头钩及买方相应的机车头钩相配套
10	车间电源插头紧固工具	套		2		首列车到货前交付；车辆供应商供货；紧固工具应与插头配套
11	压力测试接头（排气用）	个		10		首列车到货前交付；整车供应商供货范围，须由本项目制动供应商提供

注：本项目共 **27** 列车。

2、投标人补充部分

序号	名称	单位	每列车数量	总数量	备注
…					
…					

注 1：本项目共 **27** 列车。

注 2：招标人指定的车辆随车附件，牵引供应商、整车供应商若有漏报，须由责任方按招标要求的总数量免费提供。

说明：

1. 随车附件清单须在投标文件技术册中提供，用于技术评审。
2. 随车附件清单用于评审随车附件清单开项的完整性和合理性。
3. 表 1“招标人指定部分”，投标人应根据招标人要求的数量在 “投标人提供的总数量”处填写数量。
4. 投标人可根据本项目实际情况在表 2“投标人补充部分”中填写建议增加的随车附件名称、单位和数量。

投标人（投标人单位公章）：

法定代表人或其授权代表签字：_____

日期：_____

附件 13 买卖双方来往汇总表

13.1 买方去卖方（国内）人员汇总表

序号	工作范围	人月/周数
1	设计联络和设计审查、工厂生产检查、出厂检验、分包部件首件检查、国内监造（牵引系统供应商负责）	10 人月
2	设计联络和设计审查、工厂生产检查、出厂检验、分包部件首件检查、国内监造（车辆供应商负责）	20 人月
3	接口协调会议	16 人周
4	国内培训（牵引系统供应商负责）	48 人周
5	国内培训（车辆供应商负责）	594 人周

买方人员去卖方（国内）所发生的费用包含在合同总价中。

13.2 卖方来南京及参加设计联络和设计审查人员汇总表

序号	工作范围	人月数
1	设计联络和设计审查	由卖方报方案
2	在中国举行的其他会议	约 4 人月
3	调试	牵引系统工程师：50 人月 其他系统工程师：50 人月
4	质保	根据产品质量保证计划要求

具体方案在项目执行阶段确定。

附件 14　一致性协调方的要求

14.1　一致性协调方工作范围及职责

为确保南京地铁 11 号线一期全自动驾驶项目的计划、进度、质量和投资的按期完成，特别是实现核心设备系统的全自动驾驶 GOA4/UTO 功能，实现接口的安全性、完整性和一致性的目标，确保全自动驾驶系统在建设过程中有序、可靠、稳步推进，由南京地铁集团 11 号线一期 UTO 工作领导小组作为全自动驾驶项目核心设备系统的总协调方，作为对 11 号线一期全自动驾驶项目的工程建设领导和重大事项决策。

总协调方日常工作由南京地铁 11 号线一期 UTO 建设管理办公室负责。

总协调方将协调与管理 11 号线一期设计单位、施工单位、监理单位、全自动驾驶设备系统承包商等，竭尽全力共同为项目的有序推进，加强沟通与合作。

一致性协调方在总协调方的领导之下，协助业主对全自动驾驶核心设备系统进行管理，并承担一致性协调方管理职责。

一致性协调方应该本着科学、合理、公正、高效、务实的原则开展工作，全自动驾驶核心设备系统承包商在本项目的技术工作、计划管理工作中，必须服从一致性协调方的指导和管理。

如果系统承包商与一致性协调方有意见冲突产生争议或有分歧时，由总协调方进行裁决，当事双方必须无条件接受，并不得提出增加额外的费用。

为高效推进地铁 11 号线一期全自动驾驶核心设备系统各项工程节点目标的按期实现，保证一致性协调方管理的工作效率和协调的严谨性、严肃性，在其他核心设备系统的合同付款条件中，针对各个设备系统接口管理和技术协调相关部分的合同费用，增加一致性协调方的签字确认附件，作为申请业主支付合同费用的条件。

总协调方与一致性协调方为了南京地铁 11 号线一期全自动驾驶 GOA4/UTO 项目，将定期召开专门会议，高效协调工程进度中的各类问题。

在南京地铁 11 号线一期工程全自动驾驶系统项目实施全过程中，一致性协调方对全自动驾驶系统技术条件的完整性、合理性的实现负技术总责。

在全自动驾驶系统的项目设计、实施、调试、安全评估、运营筹备及开通运营等全过程中，一致性协调方参与全自动驾驶系统总成协调、技术协调、接口协调、工作协调等与全自动驾驶相关工作。

一致性协调方牵头对全自动驾驶系统间的接口配合进行协调。

一致性协调方须牵头制定全自动驾驶的接口需求，编制全自动驾驶维护管理运用文件、全自动驾驶运行系统场景说明书。对所有全自动驾驶系统的招标文件进行审核。全程参与总协调方与其他全自动驾驶系统的合同技术谈判/澄清。负责进行全自动驾驶接口调试及功能确认，确保全自动驾驶系统功能的完整性和安全性。相关专业服从一致性协调方的管理和安排。在各个设备系统接口管理和技术协调相关部分的合同费用付款条件中，须具有一致性协调方签字确认的附件作为付款条件。一致性协调方应对行车相关专业各阶段与全自动驾驶相关的工作以及阶段性成果进行确认。

一致性协调方应对全自动驾驶系统相互间的所有接口功能负总责。车辆供应商应积极配合一致性协调方的接口管理工作。

在全自动驾驶系统的设计、设计联络、设备制造过程中，一致性协调方须对相关技术工作计划、技术标准、技术接口、技术实施方案等问题进行审核、协调和确认，尤其对接口要求需编制专题文件，并负责组织会签。

全自动驾驶系统各承包商应无条件参与总协调方和一致性协调方等共同组建的、为全自动驾驶系统顺利实施的各种工作组及协调组的工作。为确保全自动驾驶系统在实施全过程中有序、协调、保质、保量的顺利推进，总协调方在南京组建全自动驾驶工作组，一致性协调方在全自动驾驶系统实施全过程中，须全过程参与全自动驾驶工作组。

全自动驾驶系统各承包商在全自动驾驶系统的技术工作、计划管理工作中，必须无条件服从一致性协调方的指导和管理，如果全自动驾驶系统承包商与一致性协调方有意见冲突产生争议或有分歧时，由总协调方进行裁决，当事双方必须无条件接受，并不得提出增加额外费用。

一致性协调方对全自动驾驶系统与全自动驾驶相关的技术文件有指导、确认和否决权，若招标人无异议，全自动驾驶系统各承包商必须无条件接受；对全自动驾驶系统其他承包商的工作计划、人员投入有权提出能满足全自动驾驶系统实施的修改、调整意见，在征得总协调方同意后，全自动驾驶系统其他承包商须无条件执行；总协调方对全自动驾驶系统承包商支付相关费用时，一致性协调方的意见将视为重要的支付依据；必要时，总协调方将视为唯一依据；一致性协调方对全自动驾驶系统其他承包商的技术和计划配合工作有权单方面向总协调方提出评价和奖罚意见，经总协调方核查合理性后，将据此给出通报或奖罚。

在一致性协调方对全自动驾驶系统阶段性的设计文件、全自动驾驶系统与全自动驾驶系统相关的技术文件进行确认和组织会签后，并经总协调方确认后方能进入下阶段工作。

一致性协调方应负责编制全自动驾驶整个调试工作计划，包括现场调试内容，具体测试计划及列表应在设计联络阶段，由一致性协调方汇总各系统提交的测试项目后提交总协调方确认，其中：

现场调试阶段，由一致性协调方负责制定完善的接口及综合联调测试计划，并提交总协调方确认；由一致性协调方负责管理、协调各专业开展联合测试。

一致性协调方组建全自动驾驶研究团队，明确工作机制（包括异地/现场与全自动驾驶相关专业的调试工作考核机制等），建立文件会签等工作制度，制定项目实施管理手册，主要用于研究但不限于运营场景、功能及接口需求、现场实施管理等。

14.2 核心设备系统中标人相关工作范围及职责

全自动驾驶核心设备系统中标人配合一致性协调方完成接口设计、场景文件功能实现、现场测试。

全自动驾驶核心设备系统中标人应听从一致性协调方协调安排，包括不限于会议、文件签署、测试等相关工作。

全自动驾驶核心设备系统在投标前应充分考虑到在项目执行过程中由于运营使用需求变化导致部分场景及功能改变的可能。由于场景及功能变化导致本工程软件、技术服务、技术文件等变化的费用已包含在投标总价中，在合同谈判和合同执行过程中，不

得以此为理由提出增加费用。

上述要求所产生的费用包含在服务费总价中。

附件 15　国产化

15.1.　**车辆国产化的基本要求**

15.1.1　整车投标方应按国家有关政策规定及计算办法确保总体车辆平均国产化率不低于 75%。牵引控制系统投标方应按照国家有关政策规定及计算办法确保牵引系统设备国产化率不低于 50%，对国产化的部分，牵引系统供货商也应对技术负总责。

15.1.2　在合同执行期间，卖方应提出可操作的国产化实施计划。卖方应积极配合买方完成国产化率的申报、评审以及进口设备的申报事宜。

15.1.3　卖方应在保证工程进度的前提下提出第一批进口设备、部件的交货期计划，经确认的进口设备交货计划必须严格执行，不得擅自更改。

15.1.4　卖方应根据中国有关地铁车辆国产化的国家政策和本合同车辆的技术要求，制定相应的设计、质量、工艺、控制的程序和相应措施，并应切实实施。

15.1.5　卖方应根据国产化的各项要求选择分包商，并提交买方认可; 认可要根据合同的有关规定进行。

15.1.6　卖方应根据国产化的需要选择合格的部件供应商，并根据合同的有关规定提交买方认可。

15.1.7　卖方应保证所有提供的列车的设计图纸、生产工艺和执行标准的一致性。第 1 列车作为样板车，后续列车的生产以样板车为例，分包部件也以样板车为依据，在生产过程中，改变任何部件的分包商，必须得到买方的批准，否则买方有权要求更换为买方指定的分供应商的产品。

15.1.8　国产化阶段划分应保证对车辆国产化的逐步实施。

15.1.9　技术转让必须有利于国产化的实施，并能满足国产化率。

15.1.10　国产化的首件产品应按有关要求进行试验、鉴定。并由买方批准后，才能进行批量生产（符合合同的要求）。

15.2　车辆国产化的有关责任

15.2.1　卖方应负责本合同的车辆及其零部件的技术和详细设计，且不受生产地点的影响。

15.2.2　卖方应负责国产化的合作生产与协调，并保证其产品与设计之间完全吻合; 应严格遵守国产化和/或技术转让协议的各项有关技术、工艺、质量控制程序的规定。

15.2.3 卖方应负责列车各子系统之间的技术接口，通过国产化和/或技术转让协议，将有关技术文件提供给相应的国产化厂家和分包商; 并密切配合相应的国产化厂家和分包商，保证车辆的质量。

15.2.4 卖方的设计、制造所采用的标准应满足合同附件 3 的有关规定，原则上任何标准的改变，不应降低产品的性能要求，并应符合合同的规定得到买方的批准。

15.3 车辆国产化的实施

15.3.1 卖方应提交国产化实施方案，由买方转报国家有关部门批准。

15.3.2 应优先采用和卖方有类似项目成功合作业绩的国产化分包商，应提供经过验证的、可靠的设备。应从质量、商务条件、交货期和国产化率等方面均能符合项目要求。

15.4 国产化产品型式试验的要求

车辆国产化过程中，有关部件是否需要做型式试验，具体按国际标准和中国有关标准执行。试验按合同附件 3 的规定执行。

15.5 投标方应提出保证国产部件完全符合招标技术文件中的技术要求的措施

15.6 投标方应提出可操作的国产化实施计划

投标方应提供潜在的国产化部件生产商的资质情况，产品技术情况，以及业绩等一般情况（在中标后，将提供更为详细的资料），并提出监控生产商确保产品质量的措施。投标方应采用经过验证的、可靠的国产化部件。

用户需求书—信号部分
（第一章 通用技术要求）

1 总则

1.1 适用范围

1.1.1 本《用户需求书》适用于南京地铁 11 号线一期工程（以下简称“本工程”）信号系统集成招标。包括信号系统设备的设计、设计联络、制造、出厂检验、保险、包装发货、运输、仓储、交货、安装督导、测试、试验、综合联调、配合独立第三方安全评估（含 RAM）、验收、试运行、开通、设备性能确认、人员培训、备品备件和仪器仪表及工具的提供、质量保证期内的系统缺陷的纠正和维护等的具体规定和要求。

1.1.2 本《用户需求书》是对本工程全线信号系统设备的性能、系统构成、系统功能、运营要求、系统接口、供货范围、责任范围、系统集成、技术服务、项目管理和协调、质量控制、安装督导、调试、试验和验收等的具体规定和要求。

1.1.3 投标人应按照招标人的要求，负责本工程信号系统的实施，并作为全自动运行项目核心设备系统的一致性协调方，协助业主对全自动运行核心系统及配套系统进行管理、承担技术牵头协调方管理职责。

1.1.4 投标人须对本项目包含的所有设备系统及其接口进行 RAMS 保证工作，配合并接受招标人委托的独立第三方安全评估机构对本项目的安全评估（含 RAM）工作。

1.1.5 本《用户需求书》是本工程信号系统设备招标的技术要求和准则，是投标人编制本工程信号系统《投标技术规格书》的依据。投标人应认真理解所有条款的含义，并在此基础上逐条予以答复，并提出合理可行的技术建议，技术建议应明确但不限于：系统构成方案、系统硬件配置、系统软件功能、系统联动功能、系统接口、设备性能、各种参数、规格。

1.1.6 本《用户需求书》是签订本工程信号系统项目合同文件的基础，将作为本工程信号系统合同的附件，也是投标人编制本工程信号系统《技术规格书》的依据。

1.2 文件组成

本《用户需求书》包括以下部分：

1) 通用技术要求。
2) 专用技术要求。
3) 接口技术要求。
4) 附图（正线线路平纵断面图、车辆段平面图、出入段线路平纵断面图、限界图、信号正线平面布置图、车辆段信号平面布置图）。

1.3 定义

1.3.1 行车间隔：根据运行图计划，在线路上任意一点，同向连续运行列车间的时间间隔。

1.3.2 旅行速度：正常运营情况下，列车从起点站发车至终点站停车的平均运行速度。

1.3.3 临界速度：在确保行车安全和满足一定舒适性前提下，列车不可超过的速度。

1.3.4 站停时间：列车到站开门至关门离站的时间。

1.3.5 目标速度：列车运行至前方目标地点应达到的允许速度。

1.3.6 目标距离：列车运行至前方目标地点的走行距离。

1.3.7 移动授权：列车沿给定的行驶方向进入并在某一特定轨道区段内行车的许可。

1.3.8 保护区段：为实现超速防护，保证安全停车而延伸的闭塞区段。

1.3.9 安全保护距离：实施停车安全控制时，预定停车位置至限制点的安全距离。

1.3.10 列车识别：通过列车编号、目的地和长度等信息来识别列车的方法。

1.3.11 基于通信的列车控制：采用不依赖轨旁列车占用检测设备的列车主动定位技术和连续车-地双向数据通信技术，通过能够执行安全功能的车载和地面处理器而构建的连续式列车自动控制系统。

1.3.12 列车自动控制：信号系统自动实现列车监控、安全防护和运行控制技术的总称。

1.3.13 列车自动监控：自动实现行车指挥控制、列车运行监视和管理等技术的总称。

1.3.14 列车自动防护：实现列车运行间隔、超速防护、进路安全和车门等自动控制以及其他与相关专业联动共同实现列车运行安全防护技术的总称。

1.3.15 列车自动运行：自动控制列车实现启动、速度调整、定点停车、车门开闭功能以及其他分配给司机的驾驶功能等的技术总称。

1.3.16 自动化等级：根据运营工作人员和系统所承担的列车运行基本功能的责任划分确定的列车运行的自动化分级。

1.3.17 点式通信：轨旁设备与车载设备仅在线路固定地点传递信息的通信方式。

1.3.18 连续式通信：轨旁设备与车载设备沿线路连续传递信息的通信方式。

1.3.19 非通信列车：没有装备信号系统车载设备或者信号系统车载设备处于不工作状态的列车。

1.3.20 联锁：道岔、区段、信号机等按一定的规则和条件建立的相互关联、制约的关系。

1.3.21 闭塞：用信号或凭证保证运行列车之间保持安全隔离的技术方法。

1.3.22 故障-安全：结合在产品设计内的一种观念,即发生失效事件时产品导向或维持在安全状态。

1.3.23 电子执行单元：接收联锁计算机的设备动作命令，直接控制室外信号设备，并采集室

外信号设备状态，将状态信息传送给联锁计算机的一种采集驱动设备。

1.3.24 蠕动模式：全自动运行模式下当列车发生车辆网络故障或车辆网络与信号网络之间通信故障等时，列车停车后，在无司乘人员干预下，由控制中心人工确认后，采用备用接口在信号系统的防护下直接控制车辆的牵引制动系统以规定速度运行至站台，或运行至由控制中心指定的目的地。

1.3.25 跳跃：全自动运行系统控制列车低速小距离运行的模式，该模式用于车辆未精确停车情况下再次精确对标及唤醒场景下的动态测试（如有）。

1.3.26 休眠：对停放于停车列检库、正线停车线或终端折返线指定区域的列车除休眠唤醒单元及车地通信设备外的整列车设备进行断电的一种作业。

1.3.27 唤醒：对休眠列车上电并完成上电自检、静态测试、动态测试（如有）等的一种作业。

1.3.28 全自动运行系统：运行在有人或无人值守的全自动运行下的城市轨道交通系统。

1.3.29 列车自主运行技术：以车载控制平台为核心，基于列车自主资源管理，实现列车自主进路、自主防护和自动驾驶的技术。

1.3.30 互联互通：同一车载设备兼容多线路地面和轨旁设备，同线路地面和轨旁设备兼容多种车载设备，实现列车在多条线路运行。

1.3.31 故障：一种能导致系统错误或失效的不正常状态,故障可以是系统性的或随机性的。

1.3.32 失效：与规定的系统行为产生偏差。失效是系统错误或故障的结果。

1.3.33 故障率：部件故障总量与全部运行小时数的比率。

1.3.34 平均无故障时间（MTBF）：设备相邻两次故障之间的平均工作时间。

1.3.35 平均故障修复时间（MTTR）：在给定时间内系统从出现故障到恢复所经历的时间总和与出现次数的比值。

1.3.36 安全性：保证行车和人身以及设备安全的能力，以在给定时刻系统维持安全功能完善的概率指称。

1.3.37 可靠性：产品在规定的条件下和规定的时间区间内完成规定功能的能力。

1.3.38 可用性：可修复产品在某一特定瞬间维持其功能的概率或在某一期间内维持其功能的时间比率。可用性是产品可靠性、维修性和维修保证性的综合指标。

1.3.39 可维护性：产品在规定的使用条件下并按规定的程序和手段实施维修时，为保持产品处于正常使用状态或为修复产品的故障、缺陷，使之恢复执行功能状态的能力。

1.3.40 设备使用年限：在一般维护条件下，保证工程正常使用的最低年限。

1.3.41 系统生命周期：从系统的构思开始到系统停用即系统不再使用为止这段时间内进行的一系列活动。

1.3.42 危害分析：识别危害并分析原因，导出可将危害发生的可能性和后果减小到容许等级的过程。

1.3.43 安全完整性：在所有规定的条件和规定的运行环境下以及规定的时间内,安全相关系统完成指定的安全功能的能力。

1.3.44 安全评估：评判系统的风险是否被降低到可以接受的程度的过程。

1.3.45 安全授权：安全支持函、安全证书、安全评估报告及其它由评估机构发布的具有法律效力的结论性声明文件的统称。

1.3.46 核心技术：本文件中的核心技术指列车自动防护（ATP）和列车自动驾驶（ATO）。

1.3.47 验收：在施工单位自行质量检验评定的基础上，参与建设活动的有关单位共同对检验批、分项、分部、单位工程的质量按有关规定进行检验，根据相关标准以书面形式对工程质量达到合格与否做出确认。

1.3.48 项目工程验收：指各项单位工程验收后、试运行之前，确认建设项目工程是否达到设计文件、标准及合同要求，是否满足城市轨道交通试运行要求的验收。

1.3.49 竣工验收：在项目工程验收合格后、初期运营之前，结合试运行效果，确认建设项目是否达到设计目标、标准及合同要求的验收。

1.3.50 专项验收：指为保证城市轨道交通建设工程质量和运行安全，依据相关法律法规由政府有关部门负责的验收。

1.3.51 总协调方：招标人在南京地铁 11 号线一期工程全自动驾驶系统中承担总协调职责，对全自动驾驶系统进行管理（以下简称“总协调方”）。

1.3.52 一致性协调方：投标人在南京地铁 11 号线一期工程全自动驾驶系统中承担一致性协调方技术和管理职责，协助业主对全自动驾驶系统进行管理（以下简称“一致性协调方”）。

1.3.53 全自动驾驶系统：对全自动驾驶的安全、可靠、运营产生关键影响的系统，包括车辆、信号系统、站台门系统、综合监控系统、通信系统（含 PIS 系统）、车辆段工艺设备、PSCADA 等与行车密切相关的系统（简称“全自动驾驶系统”）。

1.3.54 除上述已经定义的名词术语外，本《用户需求书》所采用的名词术语符合中华人民共和国《铁路信号名词术语》、《城市轨道交通工程基本术语标准》的定义。

1.4 特别说明

1.4.1 本《用户需求书》中打“*”的条款不允许负偏离。如发生负偏离时则投标文件将被否决。

1.4.2 本《用户需求书》中带有“须”、“严禁”的条款，表示该条款为强制性要求的条款。

1.4.3 本《用户需求书》中带有“应”、“不应”、“不得”的条款，表示该条款为严格性要求的条款，正常情况下均应遵循和满足。

1.4.4 本《用户需求书》中带有“可”或“宜”的条款，表示该条款为可选性要求的条款。

1.4.5 当本《用户需求书》的条款与招标文件的商务部分的有关技术条款内容相类似或描述有冲突时，以本《用户需求书》的条款描述内容为准。

1.4.6 当本《用户需求书》的条款与招标文件《商务要求》的有关商务条款内容相类似或描述有冲突时，以《商务要求》的条款描述内容为准。

1.4.7 本《用户需求书》的“通用技术要求”部分与“专用技术要求”部分的条款内容相类似或描述有冲突时，以“专用技术要求”的条款描述内容为准。

1.5 缩写字母对照表

1) AM：列车自动驾驶模式；
2) ARB：计轴区段故障；
3) ATC：列车自动控制；
4) ATO：列车自动运行；
5) ATP：列车自动防护；

6) ATS：列车自动监控；

7) AX：安全型继电器；

8) BAS：环境与设备监控系统；

9) BIM：建筑信息模型；

10) CAD：计算机辅助设计；

11) CBTC：基于通信的列车控制；

12) CI：计算机联锁；

13) CAM：蠕动驾驶模式；

14) CM：受控人工驾驶模式；

15) DCS：数据通信系统；

16) EMC：电磁兼容；

17) EN：欧洲标准；

18) ESB：紧急关闭按钮；

19) EUM：非限制人工驾驶模式；

20) FAM：全自动运行模式

21) FAO：全自动运行

22) FAS：火灾自动报警系统；

23) GB：中国国家标准；

24) GOA：自动化等级；

25) IBP：综合后备盘；

26) IEEE：国际电子与电气工程师协会；

27) ISCS：综合监控系统；

28) ISO：国际标准化组织；

29) LAN：局域网；

30) LCD：液晶显示器；

31) LED：发光二极管；

32) MTBF：平均无故障时间；

33) MTTR：平均故障修复时间；

34) OC：目标控制器；

35) PC：个人计算机；

36) TDT：发车计时器；

37) PIS：乘客信息系统；

38) PSD：站台门；

39) RAMS：可靠性、可用性、可维护性、安全性；

40) RM：限制人工驾驶模式；

41) RRM：远程限制驾驶模式；

42) SIL：安全完整性等级；

43) SPKS:人员防护开关；

44) TB：中国铁路标准；

45) IP：互联网协议；

46) IP 等级：外壳防护等级；

47) NCC：轨道交通线网指挥中心；

48) LTE-M：时分长期演进；

49) TCMS：列车管理信息系统；

50) UPS：不间断电源；

1.6 项目工作语言

1.6.1 本《用户需求书》语言为简体中文。

1.6.2 本项目的所有工作阶段均采用中文和汉语作为工作语言。

1.7 解释权

1.7.1 本《用户需求书》所有条款的解释权属于招标人。

1.7.2 本《用户需求书》所有条款将作为合同附件，投标人在投标过程中和合同签订过程中应认真理解和澄清本《用户需求书》的所有条款。

1.8 参照标准

1.8.1 交通运输部文件：

1) 交通运输部《城市轨道交通信号系统运营技术规范（试行）》（交办运〔2022〕1号）；
2) 交通运输部《城市轨道交通运营安全评估管理办法》（交运规〔2023〕3 号）；
3) 交通运输部《城市轨道交通初期运营前安全评估规范》（交办运〔2023〕56 号）；
4) 交通运输部《城市轨道交通正式运营前安全评估规范》（交办运〔2023〕57 号）；
5) 交通运输部《城市轨道交通运营期间安全评估规范》（交办运〔2023〕58 号）。

1.8.2 国家标准：

1) 国家标准《地铁设计规范》（GB50157-2013）；
2) 国家标准《城市轨道交通信号系统通用技术条件》（GB/T 12758-2023）；
3) 国家标准《城市轨道交通工程项目规范》（GB 55033-2022）；
4) 国家标准《地下铁道工程施工质量验收标准》（GB/T 50299-2018）；
5) 国家标准《数据中心设计规范》（GB 50174-2017）；
6) 国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB 50343-2019）；

7) 国家标准《职业健康安全管理体系 要求及使用指南》（GB/T 45001-2020）；

8) 国家标准《城市轨道交通信号工程施工质量验收标准》（GB/T 50578-2018）；

9) 国家标准《地铁设计防火标准》（GB 51298-2018）；

10) 国家标准《电磁兼容 试验和测量技术》（GB/T 17626）；

11) 国家标准《外壳防护等级（IP 代码）》（GB/T 4208-2017）；

12) 国家标准《城市轨道交通运营管理规定》（中华人民共和国交通运输部令 2018 年第 8 号）；

13) 国家标准《城市轨道交通试运营基本条件》（GB/T 30013-2013）；

14) 国家标准《城市轨道交通运营管理规范》（GB/T 30012-2022）；

15) 国家标准《信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第 1 部分：发射要求》（GB9254.1）；

16) 国家标准《信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第 2 部分：抗扰度要求》（GB9254.2）；

17) 国家标准《轨道交通 可靠性、可用性、可维护性和安全性规范及示例 》（GB/T 21562）；

18) 国家标准《轨道交通 通信、信号和处理系统 控制和防护系统软件》（GB/T 28808）；

19) 国家标准《轨道交通 通信、信号和处理系统 信号用安全相关电子系统》（GB/T 28809）；

20) 国家标准《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）；

21) 国家标准《信息安全技术 网络安全等级保护测评要求》（GB/T 28448 ）；

22) 国家标准《计算机信息系统 安全保护等级划分准则》（GB17859）；

23) 国家标准《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》（GB/T 25058）；

24) 国家标准《信息安全技术 网络安全等级保护定级指南》（GB/T 22240）；

25) 国家标准《信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求》（GB/T 25070）；

26) 国家标准《轨道交通电磁兼容 第 3-2 部分：机车车辆 设备》(GB/T 24338.4)；

27) 国家标准《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》 （GB/T 19666）；

28) 国家标准《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）；

29) 国家标准《建筑电气与智能化通用规范》（GB55024-2022）；

30) 国家标准《城市轨道交通工程项目规范》（GB55033-2022）；

1.8.3 行业和团体标准：

1) 建设部标准《城市轨道交通工程项目建设标准》（建标 104-2008）；
2) 住建部《城市轨道交通基于通信的列车自动控制系统技术要求》（CJ/T 407-2012）；
3) 住建部《城市轨道交通计轴设备技术条件》（CJ/T543）；
4) 铁路标准《铁路信号设计规范》（TB 10007-2017)；
5) 铁路标准《继电式电气集中联锁技术条件》（TB/T 1774-86)；
6) 铁路标准《铁路车站计算机联锁技术条件》（TB/T 3027-2015)；
7) 铁路标准《铁路信号集中监测设备》（Q/CR 573-2017）；
8) 铁路标准《铁路信号集中监测系统技术条件》（Q/CR 442-2020）；
9) 铁路标准《道岔缺口监测系统技术规范》（运电信号函[2015]315 号）；
10) 铁路标准《铁路道岔密贴检查器》（TB/T 3200-2015)；
11) 铁路标准《铁路信号故障－安全原则》（TB/T 2615-2018)；
12) 铁路标准《铁路防雷及接地工程技术规范》（TB 10180-2016)；
13) 铁路标准《铁路信号用液压电磁式断路器》（TB/T 3497-2017）；
14) 铁路标准《铁路信号电源系统设备》（TB/T 1528-2018）；
15) 铁路标准《铁路信号智能电源屏技术条件》（暂行）；
16) 铁运[2006]26 号文：关于印发《铁路信号设备雷电及电磁兼容综合防护实施指导意见》的通知；
17) 行业标准《铁路信号继电器 AX 系列继电器》（GTJ 0011-2024）；
18) 企业标准《铁路信号集中监测系统接口规范》（Q/CR 780）；
19) 行业标准《道岔缺口监测系统设备》（TB/T 3386）；
20) 行业标准《铁路信号计轴设备》(TB/T 2296)；
21) 行业标准《铁路信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件》（TB/T 3074）；
22) 行业规范《城市轨道交通信号系统 ATS 技术规范》（中国交通运输协会城市轨道交通专业委员会[2009]04 号）；
23) 团体标准《城市轨道交通 CBTC 信号系统行业技术规范-产品规范》（中国城市轨道交 通协会技术装备专业委员会（中城装备）[2015]54 号）；
24) 团体标准《城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统互联互通的系统、接口、测

试、工程 4 类规范 17 部分》（中城轨[2018]022 号）；

25) 团体标准《城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通系统规范》（T/CAMET 040010）；

26) 团体标准《城市轨道交通车地综合通信系统的总体、接口、设备技术、测试、设计及工程 5 类 19 部分》（中城轨[2018]022 号）；

27) 团体标准《智慧城市轨道交通信息技术架构及网络安全规范》（T/CAMET 11001）；

28) 团体标准《城市轨道交通列车运行速度限制与匹配技术规范》（T/CAMET 04015）；

29) 行业规范《城市轨道交通 CBTC 信号系统行业技术规范-需求规范》；

30) 行业规范《城市轨道交通车地综合通信系统（LTE-M）规范》；

31) 行业规范 《城市轨道交通全自动运行系统规范》系列规范（T/CAMET 04017-2019）；

32) 团体标准《城市轨道交通 CBTC 信号系统规范》（T/CAMET 04018）；

33) 地方标准《城市轨道交通全自动运行线路初期运营前安全评估技术规范》（DB32T 4320-2022）；

34) 《中国城市轨道交通全自动运行系统技术指南（试行）》2019-7-29；

35) 《城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统（CBTC）互联互通系统规范》（T/CAMET 04010-2018）；

36) 《城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统（CBTC）互联互通接口规范》（T/CAMET 04011-2018）；

37) 《城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统（CBTC）互联互通测试规范》（T/CAMET 04012-2018）；

38) 《城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统（CBTC）互联互通工程规范》（T/CAMET 04013-2018）；

39) 《城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统(CBTC)接口规范》（CZJS/T 0033-2015）；

40) 《城市轨道交通车地综合通信系统（LTE-M）总体规范》（T/CAMET 04005-2018）；

41) 《城市轨道交通车地综合通信系统（LTE-M）接口规范》（T/CAMET 04006-2018）；

42) 《城市轨道交通车地综合通信系统（LTE-M）设备技术规范》（T/CAMET

04007-2018）；

43) 《城市轨道交通车地综合通信系统（LTE-M）测试规范》（T/CAMET 04008-2018）；

44) 《城市轨道交通车地综合通信系统（LTE-M）设计工程、规范》（T/CAMET 04009-2018）；

45) 《南京地铁新线建设运营建议汇编》。

1.8.4 国际标准：

1) 国际电讯联盟 ITU-T；

2) 电气与电子工程师学会 IEEE；

3) 国际电工学会 IEC；

4) 国际标准化组织 ISO；

5) 国际铁路联盟 UIC；

6) 美国电子工业协会 EIA；

7) 美国国家标准协会 ANSI；

8) 欧洲标准 EN；

9) 国际无线咨询委员会标准（CCIR）；

10) 质量安全体系应符合 ISO9001 标准；

11) 环境管理体系应符合 ISO14000 标准；

12) RIA 标准（Railway Industry Association）。

1.8.5 本节中标注日期的参照标准，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的参照标准，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

1.8.6 信号系统设备的设计、制造、安装督导、测试、验收均应符合上述相关的国内标准，如国内标准不能完全涵盖时须符合相关国际标准。若国家、行业、地方、国际标准/规范等做出修改时，则以修改后的新标准和规范为准。投标人引用的标准/规范相互有冲突或重复要求的、或与国内标准/规范不一致之处，应优先遵守更为严格的规范/标准，并应尽量遵守中国铁路、地铁行业的习惯术语、做法等。

1.8.7 本用户需求书并未充分引述有关标准和规范条文，提出的是最低限度的技术要求，投标人应提供符合或优于本用户需求书和工业制造标准的优质产品。

1.9 单位制

1.9.1 所有部件和元器件的设计、制造、安装都必须采用国际标准化组织规定的公制单位。

1.9.2 投标人提供的文件和资料的所有单位制描述必须采用公制单位。

1.10 投标响应要求

1.10.1 投标文件章节应与招标文件一致，且完全逐条响应，所有指标以数字形式提出的均按数字形式应答。

1.10.2 本用户需求书所提的技术要求仅为基本的技术要求，不应理解为完整的技术要求，投标人应按本用户需求书的技术要求和投标人的工程经验协助招标人进行完善。

1.10.3 投标人提供的所有硬件应该是性能可靠、技术先进、与其软件完全兼容且满足系统性能指标的国际知名品牌产品。在项目实施过程中如发现投标人所提供的设备不满足兼容性、性能指标、稳定性、可靠性、先进性等相关要求，招标人保留对本工程所采购设备（含专用工具和备品备件）品牌、型号、规格等进行调整的权利，投标人须承诺此相关调整不引起任何费用变化。

1.10.4 投标人提供的设备、安装中所使用的设备、材料、布线方法、安装工艺、调试开通及验收等，均应符合国家的规范和标准。

1.10.5 本用户需求书提供系统硬件和软件的选型原则、基本要求、系统配置和基本功能要求。投标人应根据要求配置系统及设备，提供实施方案的分析和依据，并提供计算过程和方法，同时要求完善系统的各项功能。

1.10.6 投标人提供的系统技术规格至少不低于招标文件中提出的要求，必须提供详细的技术资料，如投标人没有以书面形式对本用户需求书提出异议，则意味着投标人所提供的系统完全符合本用户需求书的要求，如有异议，投标人应在投标书中详细列出技术规格偏差表，并以“对文件的意见和同需求书的差异”为题在投标偏差说明的相应章节中加以详细描述。

1.10.7 投标人须对系统的完整性、安全性、独立性、可靠性、稳定性、实时性、实用性、可扩展性、开放性、兼容性、可维护性、经济性、工程可实施性承担完全责任。

1.10.8 投标人应保证整个系统的服务质量，并按招标人规定的工程进度完成各阶段的工作，服 从招标人对整个工程实施和管理的协调。

1.10.9 本招标文件提供的招标附图仅作为招标使用，仅供投标人投标时参考，投标人应根据典 型招标图纸、工程的实际需要以及投标人的工程经验进行详细核算并完善相关内容。

1.10.10 投标报价应将本工程信号系统所有的工程内容考虑在内，如有漏项或缺项，均属于投标 人的风险。投标人应逐项计算并填写单价、合价和总价，投标人没有填写单价和合价的 项目将被认为此项目所涉及的全部费用已包含在其他相关项目及投标总价中。

2 工程概况

2.1 工程描述

南京地铁 11 号线一期工程整体呈西南-东北走向，南起马骡圩站，北至浦洲路站，沿浦滨路、万寿路、浦珠北路、江山路敷设，线路全长约 26.7km，其中高架段长约 0.92km，U 型槽+明洞段长约 0.28km，地下段长约 25.5km。全线设车站 20 座（其中换乘站 9 座），其中高架站 1 座，地下站 19 座，最大站间距 3.518km（马骡圩站至石塘路公园站区间），最小站间距 0.638km（中央商务区站至商务东街站区间），平均站间距约 1.36km。

设石塘南车辆段一座，新建浦江主变电站一座，利用既有主变一座，设江北控制中心一座。

石塘南车辆段内设置试车线 1 条，长约 1.5km。

设置维修中心一座，位于石塘南车辆段；设置培训中心一座，位于石塘南车辆段。

全线初、近、远期按 6 辆编组；初期配属车数量为 27 列/6 辆，近期配属车数量为 49 列/6 辆，远期配属车数量为 62 列/6 辆。正线按照运营状态下能够达到 80km/h 进行设计。

2.2 工程范围

2.2.1 本次招标的工程范围包括：

1) 约 26.7km 双正线，以及正线范围内的折返线、渡线、停车线、正线与车辆段及与其它相关线路的联络线等；
2) 20 座正线车站；
3) 工程初期配属 27 列/6 辆编组列车；
4) 1 座控制中心；
5) 1 座石塘南车辆段及综合维修基地；
6) 1 条试车线（设置在石塘南车辆段及综合维修基地）；
7) 1 处维修中心（设置在石塘南车辆段及综合维修基地）；
8) 1 处培训中心（设置在石塘南车辆段及综合维修基地）。

2.3（*）工程进度及相关要求

2.3.1 里程碑工期策划

2.3.1.1 设计年限：初期为 2028 年、近期为 2035 年、远期为 2050 年。

2.3.1.2 主要里程碑工期策划：根据首列车交付时间顺排，具体设计联络阶段确定。

2.3.1.3 信号系统车载设备的供货、安装、调试等进度计划应满足车辆的交货计划要求。

2.3.2 工期和进度要求

2.3.2.1 投标人应满足本工程的工期要求及供货要求，信号系统按照完整的 ATC 系统一次性全功能使用，统筹安排系统设计、提供图纸及资料、设备的供货、安装、调试及开通，按照工程里程碑节点要求及时提供系统的工程安全评估报告和安全授权书，严格履行一致 性协调方职责，确保在规定的时间内达到全线全系统全功能开通的目标。

2.3.2.2 要求投标人根据本工程的工期要求及供货要求，在投标文件中提供系统的设计、图纸及资料、设备供货、安装、调试、开通等工期总进度安排的工作计划。

2.3.2.3 业主保留调整工期计划的权利，投标人不得提出费用变更。要求投标人根据本工程的工期要求及供货要求，在投标文件中提供系统的设计、提供图纸及资料、设备供货、安装督导、调试、开通等工期总进度安排的工作计划。

2.3.2.4 根据目前工程进展情况和整体要求，本工程存在分段、甩站开通和可能的分多段开通情况，分段开通需满足全功能开通运营要求。

2.3.2.5 投标人应充分考虑分多段、甩站开通的不确定性，无论分多段、甩站开通的范围如何变化，投标人均应按工期节点要求配合独立第三方安全评估机构按时提供系统的工程安全评估报告和安全授权书。所有产生的费用均包含在合同总价中。

2.3.2.6 由于工程存在不确定性，招标人有权根据工程实际情况对工期进行调整。如实际工期发生变化，投标人应配合招标人调整工期安排，并无条件满足招标人的初期运营时间要求， 且不得以此为理由提出增加费用。

2.4 工程范围和技术条件修改

在本工程实施阶段，招标人保留对工程范围进行局部适当的调整权利，投标人必须承诺仅当工程条件发生如下重大变化时，投标人方可提出发生费用的工程变更，详见商务册。

2.4.1 单价包干项目参照商务条款，单项设备数量据实结算。

2.4.2 对于在工程实施过程中需进行的局部更新或修改内容，如轨旁设备设置及位置修改、人机界面修改及站名修改等，投标人不应提出发生费用的工程变更。

2.4.3 本项目车站站名（含中英文）的修改不会影响到整个信号系统的安全性、可靠性、可用性和可维护性指标；初期运营前站名（含中、英文）发生其他变化，投标人承诺按照新的站名调整更新并不要求任何费用。

2.4.4 在系统生命周期内，如果对系统硬件设备进行升级更新，投标人应免费升级安装相应软件。

2.4.5 对于招标人提出的超出本次招标范围之外的需求，如需增加设备时，投标人可以提出发生费用的工程变更，但为本工程开发的通用软件的使用不应发生费用。例如招标人需要增加一个操作员工作站，发生的费用不包括信号系统应用软件费用。

2.4.6 投标人应充分考虑到在项目执行过程中由于运营使用需求变化导致部分场景及功能改变的可能。由于场景及功能变化导致本工程软件、技术服务、技术文件等变化的费用已包含在投标总价中，在合同谈判和合同执行过程中，不得以此为理由提出增加费用。

2.4.7 投标人应提供完整的信号系统，所提供系统的所有部分在各细节均应是完整的，以实现但不限于本《用户需求书》中的规定。

2.4.8 工程范围或技术条件修改时，投标人应按招标人需求，按合同有关条款修改处理，并应保证修改后信号系统的性能和功能不降低。在合同执行期间，投标人不得私自更改用户需求书中的技术要求。

2.4.9 由于工程建设存在不确定性，招标人有权根据实际情况对工期计划进行调整。如实际工期发生变化，投标人应配合招标人调整工期安排，并无条件满足招标人的初期运营时间要求，且不得以此为理由提出增加费用。

2.4.10 投标人应承诺与其他线路信号供货商密切合作，确保正线换乘车站抗干扰要求的实现，以上相关配合费用已包含在投标报价中，如工程实施过程中发生的相关设备配置的调整不应发生费用的变更。

2.4.11 控制中心与线网指挥中心的接口条件及实施应单独报价，并计入投标总价中。

3 工程现场条件

本章节中的工程现场条件均为暂定，不排除变化的可能，将在设计联络阶段确定。

3.1 环境

3.1.1 气候特征

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平均气温(℃)	-3.7	-0.7	5.8	14.2	19.9	24.4	26.2	24.9	20.0	13.1	4.6	-1.5
各月降水量(mm)	2.7	4.9	8.3	21.2	34.2	78.1	185.2	159.7	45.5	21.8	7.4	2.8
平均相对湿度(%)	44	44	46	46	53	61	75	77	68	61	57	49
极端最低气温(℃)	-18.3	-16.0	-15.0	-3.2	2.6	10.5	16.6	11.4	4.3	-3.5	-1.06	-15.6
极端最高气温(℃)	12.9	17.4	26.4	33.0	36.8	39.2	39.5	36.1	32.6	29.2	21.4	19.5
累年最多降水量(mm)	21.0	26.3	40.5	79	119.6	236.3	459.2	297.7	116.3	132.5	43.4	16.3

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
累年最少降水量(mm)	0	0	0	0.4	1.8	4.0	26.5	41.0	4.2	3	0	0
平均风速(m/s)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

3.1.2 南京市典型的环境数据于下表。除非另有规定，投标人提供的设备，其技术参数应能保证长期可靠地运用于这些环境条件之中，投标人提供的所有设备应能在规定的存储条件下，不开箱保质存储一年。另外，要求设备具有避免空气中灰尘侵入的措施。

设备位置 / 工作环境		车辆				地面	
		车体内部	车体外部	转向架	车轴	室外	室内
环境温度（℃）		-25～70	-40～70				0～45
湿度（25℃）		≤95%	100%（不结露）				≤95%
振动	振频（Hz）	≤50	≤50	10～100	10～10k	≤100	≤100
	加速度（m/s^2）	20	20	100～200	100～200	≤30	≤20
冲击	持续时间 ms	4～11	4～11	4～11	0.5～2	≤200	≤200
	加速度（m/s^2）	20～50	20～50	100～150	500～1000	≤100	≤100
平均气压/kPa		70～106（相当于海拔约 3000m 以下）					

3.1.3 招标人提醒投标人注意：设备安装调试阶段，调试现场可能没有空调保证，环境温、湿度，粉尘较大。投标人应充分考虑现场环境并保证调试的顺利进行。在工程实施过程中，因现场环境引起的设备损坏，投标人不能因此原因提出发生费用的工程变更。

3.2 线路条件

3.2.1 线路最小曲线半径：

1) 区间正线：一般情况不小于 350m，困难情况下不小于 300m；
2) 配线：一般情况下不小于 200m，困难情况下不小于 150m。

3.2.2 线路坡度：

区间正线线路的最大坡度为 30‰，不考虑平面曲线对坡度折减值。

3.2.3 线路最小竖曲线半径：

1) 区间正线一般情况为 5000m；
2) 车站端部一般情况为 3000m；
3) 联络线、出入段线为 2000m。

3.2.4 折返线、安全线安全保护距离最小为 40m（不含车挡长度）。

3.3 轨道条件

3.3.1 钢轨类型

3.3.1.1 轨距为 1435mm，小半径曲线按规范加宽。

3.3.1.2 钢轨类型：

1) 正线、配线、出入段线、试车线采用 60kg/m、U75V 热轧钢轨。
2) 车辆段库内、外线采用 50kg/m、U71Mn 钢轨。
3) 60kg/m 钢轨与 50kg/m 钢轨之间采用 60-50kg 异型钢轨进行过渡连接。

3.3.1.3 钢轨符合 TB/T 2344.1-2020《钢轨 第 1 部分：43kg/m～75kg/m 钢轨》。

3.3.2 道岔条件

3.3.2.1 正线、出入线及试车线采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔，分动外锁闭设计，尖轨设两个牵引点。

3.3.2.2 车辆段除试车线道岔外均采用 50kg/m 钢轨 7 号道岔，采用联动内锁闭设计，单机牵引。

3.3.3 道床条件

3.3.3.1 正线及配线地下段、敞开段及地面桥采用预制板整体道床，高架地段采用双块式混凝土轨枕整体道床;出入线地下段采用预制板整体道床，敞开段及路基段采用碎石道床;车场线库内线采用整体道床，库外线采用碎石道床。

3.3.3.2 石塘南车辆段及试车线为地面线，采用碎石道床，碎石道床漏泄电阻为 1.0Ω・km。

3.3.3.3 本工程轨道结构高度如下表所示。

轨道结构高度一览表

序号	项目	道床类型		轨道结构高度(mm)
1	正线、配线	普通、中等减振道床	平坡车站（底板非平坡）	620
2			矩形隧道及正线敞开段	620
			平坡车站（底板平坡）	680
			圆形隧道（Φ5900）	850 （轨顶至建筑限界圆）
			高架段（不含地面桥）	540
			地面桥	620
5		高等、特殊减振道床	矩形隧道及平坡车站（底板非平坡）	800
			平坡车站（底板平坡）	960
			圆形隧道（Φ5900）	850 （轨顶至建筑限界圆）
6			高架段（不含地面桥）	540
7	出入线	碎石道床	敞开段和地面段	691
8	试车线	碎石道床	地面段	841
9	车场线	整体道床	库内线	500
10		碎石道床	库外线	657

3.3.4 线路附属设备条件

3.3.4.1 正线、配线、试车线及牵出线采用液压缓冲滑移式挡车器，允许撞击速度为25km/h，占用轨道长度：除试车线 25m 外，其余 15m。

3.3.4.2 车场库外线（除试车线）采用固定式挡车器，允许撞击速度为 5km/h，占用轨道长度不大于 2m。

3.3.4.3 车场库内线采用固定式车挡和摩擦式车挡 2 种，无人区采用固定式车挡，止挡速度是 5km/h，有人区采用摩擦式车挡，允许撞击速度为 3km/h，占用轨道长度为2m。

3.4 限速要求

3.4.1 正线线路最高不允许突破速度：线路在直线段无特殊限速要求，曲线地段最高行车速度与轨道结构相关，最终设计联络确定。

3.4.2 站台区临界速度为 65km/h。区间最高运行速度为 80km/h，临界速度为 87km/h。

3.4.360kg/m 钢轨 9 号单开道岔直向通过设计速度为 100km/h，侧向临界速度 40km/h；50kg/m 钢轨 7 号单开道岔直向通过设计速度为 80km/h，侧向临界速度 28km/h。

3.4.4 在 ATC 系统控制时，上述最高不允许突破速度为最不利情况下都不能突破的数值，但应能使行车速度尽量贴近该限制速度，以确保旅行速度等各项运营指标的实现，最大限度提高运营效率和水平。

3.5 控制中心

3.5.1 控制中心设于江北控制中心。

3.5.2 控制中心各信号设备用房面积表：

用房名称	用房面积需求(m^2)	备注

用房名称	用房面积需求(m^2)	备注
中央控制室	-	8 条线共用
弱电机房	300	3 条线通信、信号、综合监控（含 FAS）共用
弱电电源室	80	2 条线通信、信号、综合监控（含 FAS）共用
ATS 工区办公室	40	2 条线共用
运行图编辑室	20	4 条线共用
培训/演示室	40	2 条线共用

3.5.3 设备室至中央控制室、ATS 工区办公室、运行图编辑室、培训/演示室的距离均按超过 100m 考虑。

3.5.4 控制中心弱电机房采用微模块机房。微模块机房为控制中心信号设备提供 5 套规格为 600mm（宽）×1200mm（深）×2200mm（高）的机柜，同时为信号系统提供弱电机房和弱电电源室的上走线走线架。

3.6 车站

3.6.1 全线设置 20 座车站，其中高架站 1 座，地下站 19 座。其中有道岔车站 10 座，无道岔车站 10 座。

3.6.2 站台有效长度为 140m。

3.6.3 在有道岔车站，距离站台端部最近的道岔岔尖或道岔警冲标至有效站台边的最小距离为：10m。

3.6.4 正线车站信息表：

序号	车站名称	中心里程	站中心距离（m）	线间距	换乘线路	道岔组数
1	马骡圩	DK10+424.000	3517.3	15.20(岛式)	与 S3 线换乘	9

2	石塘公园	DK13+941.300	1732.9	14.20(岛式)		6
3	绿水湾	DK15+674.200	1325.8	17.20(岛式)	与 15 号线换乘	3
4	行知路	DK17+0.000	1361	14.20(岛式)		
5	庙东路	DK18+361.000	1250	17.20(岛式)	与 111 号线换乘	1
6	珠江南	DK19+611.000	1161.3	14.20(岛式)		10
7	森林大道	DK20+772.300	1374	14.20(岛式)		
8	浦口万汇城	DK22+146.300	1895.7	16.20(岛式)	与 10 号线换乘	
9	七里河西	DK24+42.000	1284.2	14.20(岛式)		2
10	七里河东	DK25+326.200	1069.362	14.20(岛式)		
11	中央商务区	DK26+395.562	637.938	19.20(岛式)	与 4 号线、13 号线换乘	
12	商务东街	DK27+33.500	1002.8	16.20(岛式)		
13	南京铁道学院	DK28+36.300	1367.9	16.20(岛式)	与 18 号线换乘	10
14	新马路	DK29+404.200	703	14.20(岛式)		
15	浦东路	DK30+107.200	1032	17.20(岛式)	与 15 号线换乘	
16	柳洲路	DK31+139.200	1333.45	14.20(岛式)		2
17	大桥	DK32+472.650	1335.75	16.20(岛式)	与 S8 南延线换乘	1
18	南浦路	DK33+808.400	976.6	14.20(岛式)		
19	柳洲东路	DK34+785.000	1438.2	17.20(岛式)	与 3 号线换乘	
20	浦洲路	DK36+223.200		14.20(岛式)		10

本工程所有车站控制室至车站信号设备室、车站信号设备室至车站通信设备室、车站信号设备室至信号工区办公室的电缆路径距离按超过 100m 考虑。车站信号设备室与供电

高压变压器用房距离按小于 10 米考虑。

3.6.5 车站信号设备用房面积表：

用房名称	使用面积需（m^2）	位置及其它要求	
信号设备室	70	设备集中站	靠近信号电源室、车站控制室、通信设备室、通号电缆间布置。
	35	非设备集中站	
信号电源室	25	设备集中站	靠近信号设备室。
通号电缆间	$10m^2$×2 间	设备集中站	通信和信号合用。原则上，上下行线靠车站外墙一侧设置。
	$10m^2$×2 间	非设备集中站	
弱电井	$4m^2$×4 个（三层车站为 6 个）	站厅、设备层及站台层大、小端各 1 个，可与其他弱电专业共用。	
正线信号工区	20	维修间	信号工区设置在马骡圩站、珠江南站、南京铁道学院站、浦洲路站。
	20	材料库	
	20	办公室	

3.6.6 车站设备的设置原则

3.6.6.1 信号系统的轨旁和地面设备原则上集中设置在设备集中站，招标人已在本工程与土建专业的施工设计配合阶段对设备集中站进行了初步考虑和配套，初步确定的设备集中站和非设备集中站以及控制关系如下：

序号	设备集中车站	管辖车站	道岔数量（组）	控制范围（km）
1	马螺圩站	马螺圩站	9	2.18
2	石塘公园站	石塘公园站、绿水湾站、行知路站	9	5.5
3	珠江南站	庙东路站、珠江南站、森林大道站	11	3.77
4	七里河西站	浦口万汇城站、七里河西站、七里河东站	2	4.43
5	南京铁道学院站	中央商务区站、商务东街站、南京铁道学院站、新马路站	10	3.88
6	柳洲路站	浦东路站、柳洲路站、大桥站	3	3.46
7	浦洲路站	南浦路站、柳州东路站、浦洲路站	10	3.1

本工程对信号系统设备集中站定义如下：设置有 OC 主机或 OC 远程控制单元等设备的

车站定义为设备集中站。

3.6.7（*）投标人可根据各自系统设备的性能和特点以及本工程设备用房、供电电源的条件、站间距离等现状提出建议，但要求信号系统设备集中站的设置调整应在招标人初步确定的集中站范围内进行适当调整，但不能低于招标人设置 7 个设备集中站数量的要求。

3.7 车辆段

3.7.1 本工程设石塘南车辆段 1 座，与石塘公园站接轨。

3.7.2 车辆段设置停车列检库、周月检库、定临修库以及静调库、吹扫库、不落轮镟库、洗车库、工程车库、培训道岔、试车线等。车辆段还设置综合楼等其他辅助生产用房。

3.7.3 车辆段信号设备用房面积表：

用 房 名 称			使用面积（m^2）	位置及其它要求
车辆段综合楼	信号控制室		60	与试车线控制室合用
	信号设备室		120	
	信号电源室		30	
	信号值班室		20	
	通号电缆引入间		10	通信信号共用
	试车线	信号设备室	40	
		信号电源室	25	
	培训中心	信号设备室	100	室外设置一组培训道岔
		培训室	40	
	维修中心	信号调度室	20	
		信号设备室	42	
	信号基地班办公室		30	
运用库	信号车载班办公室		30	
	乘务派班室		60	
	车辆检修调度室		40	

3.7.4 在车辆段出/入段线的适当位置设有车辆段与正线间的“转换轨”。

3.7.5DCC、信号车载维护部设在运用库库内。

3.7.6 车辆段设置贯通式洗车线，洗车库内设置全自动洗车机。

3.8 试车线

3.8.1 石塘南车辆段内设有 1 条试车线，长度大约为 1545m。

3.8.2 在车辆段综合楼设试车线信号设备室。

3.8.3 试车线控制室与 DCC 合设。

3.9 车辆条件

3.9.1 车辆选型

1）采用 A2 型车，头车设置司机室（或司控台），车辆分为 Tc 车、Mp 车和 M 车。Tc 车为带有司机室（或司控台）的拖车，Mp 车为带受电弓的动车，M 为动车。

2）车辆编组参数：列车基本编组由六辆车组成，可实现双向运行，编组方式如下：—Tc+Mp+M=M+Mp+Tc—（其中 — ：代表自动车钩； + ：代表半永久牵引杆； =：代表半自动车钩）

3）车辆长度：6 辆编组约 140m（列车两端车钩连接面之间）。Tc 车（包括两端车钩），约 24400mm；Mp 车、M 车（包括两端车钩），约 22800mm。

3.9.2 牵引供电：

采用接触网受电弓受电，供电电压（额定）:DC 1500V；电压波动范围：DC1000~1800V。

3.9.3 辅助电源

每列车装有两组或两组以上辅助逆变器（DC/AC），其功能是：

1）产生 AC 380V、50Hz 交流电源，向空调、空压机等交流负载供电。

2）产生 DC110V 直流电源，作为蓄电池充电和直流负载的电源。

3.9.4 车轮轮径

1）新轮　　ϕ840mm

2）半磨耗　　ϕ805mm

3）全磨耗　　ϕ770mm

3.9.5 车辆载客能力参数计算依据

座位纵向排列，车辆车门数为 5 对/侧，车辆载客量应符合下表的要求：

		Tc 车（人）	Mp 车（人）	M 车（人）	6 辆编组（人）
AW1	坐席	45	45	45	270
AW2	站立密度：5 人/m^2	267	267	267	1608
	站立密度：6 人/m^2	310	310	310	1860
AW3	站立密度：9 人/m^2	432	432	432	2592

注：1）每辆车设置 1 处轮椅位；2）AW2 时，6 人/m^2 站立定员作为车辆设计标准，5 人/m^2 站立定员作为行车组织设计的舒适度标准。

3.9.6 车辆性能参数

1）车辆结构速度　　90 km/h

2）列车最高运行速度　　80 km/h

3）列车起动加速度(0→40km/h)(AW2，平直线)　　≥1.0 m/s^2

4）列车起动平均加速度 (0→80km/h)(AW2,平直线)　　≥0.6 m/s^2

5）常用制动平均减加速度(80km/h→0)(AW0-AW3 平直线)　　≥1.0 m/s^2

6）紧急制动减加速度 (80km/h→0)(AW0-AW3，平直线)　　≥1.2 m/s^2

7）在额定负荷（AW2）下，全部动车工作时，满足列车平均旅行速度的要求。

8）最大冲击率　　0.75m/s^3

3.9.7 客室门

1）列车车门开门尺寸：净开宽度 1400mm；净开高度 ≥1800mm。

2）列车开关门时间：2~3s。

3）车门控制方式：全列车门的开/闭集中控制。

3.9.8 车辆参数为参考，具体参数由车辆供货商在接口设计联络时提供。

3.10 限界条件

3.10.1 限界包括车辆限界、设备限界、建筑限界，不同结构如车站、区间隧道或地面线等的断面具有不同的建筑限界，不同的曲线半径具有不同的曲线设备限界。

3.10.2 轨旁设备安装在设备限界和建筑限界之间，并距设备限界≥50mm，曲线地段应为超高旋转后的曲线设备限界，投标人提供的设备及安装应满足本工程的限界条件。

3.10.3 车载设备的安装应满足车辆限界的要求。

3.11 运营及行车组织

3.11.1 一般要求：

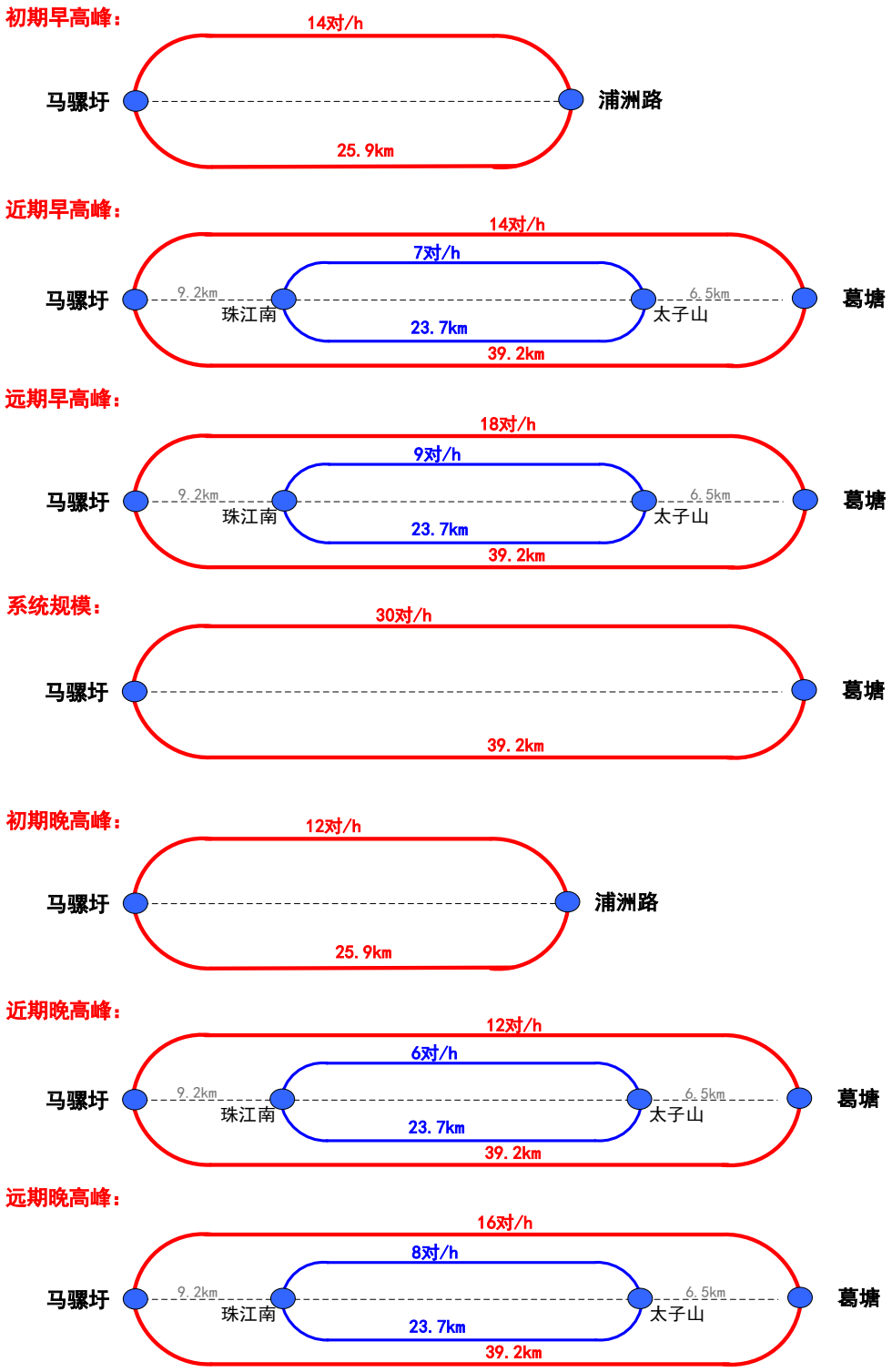
1) 设计年限：初期为 2028 年、近期为 2035 年、远期为 2050 年；
2) 采用双线右侧行车制；
3) 采用全封闭的运营系统；
4) 运营时间为 06:00—24:00；
5) 行车方向：马骡圩站至浦洲路站为上行方向，浦洲路站至马骡圩站为下行方向；
6) 高峰小时列车对数：初期：14 对/h；近期 21 对/h；远期 27 对/h；信号系统需按照 30 对/h 控制规模；
7) 最高运行速度：80km/h。

3.11.2 列车编组

初、近、远期均采用 6A 辆编组。

3.11.3 列车运行交路

本工程初、近、远期高峰小时列车交路为：



3.11.4 旅行速度

初期旅行速度不低于 35km/h。近、远期旅行速度为 37km/h。

3.11.5 全日行车计划

运行时间段	列车对数（对/h）				
	初期	近期		远期	
		大交路	小交路	大交路	小交路
6:00~7:00	6	8		10	
7:00~8:00	10	12		14	
8:00~9:00	14	14	7	18	9
9:00~10:00	14	14	7	18	9
10:00~11:00	8	10		12	
11:00~12:00	8	10		12	
12:00~13:00	8	10		12	
13:00~14:00	8	10		12	
14:00~15:00	8	10		12	
15:00~16:00	8	10		12	
16:00~17:00	8	10		12	
17:00~18:00	8	10		12	
18:00~19:00	12	12	6	16	8
19:00~20:00	12	12	6	16	8
20:00~21:00	10	12		12	
21:00~22:00	8	10		12	
22:00~23:00	6	8		10	
23:00~24:00	6	6		8	
合计	162	188	26	230	34

3.11.6 站停时间

全线暂定的站停时间表如下，具体数值在设计联络阶段确定，区间走行时分由投标人在满足运营要求的前提下根据牵引计算确定。在以下站停时间的前提下，投标人提供的系统设备须满足本工程各阶段的最小行车间隔要求及旅行速度要求。

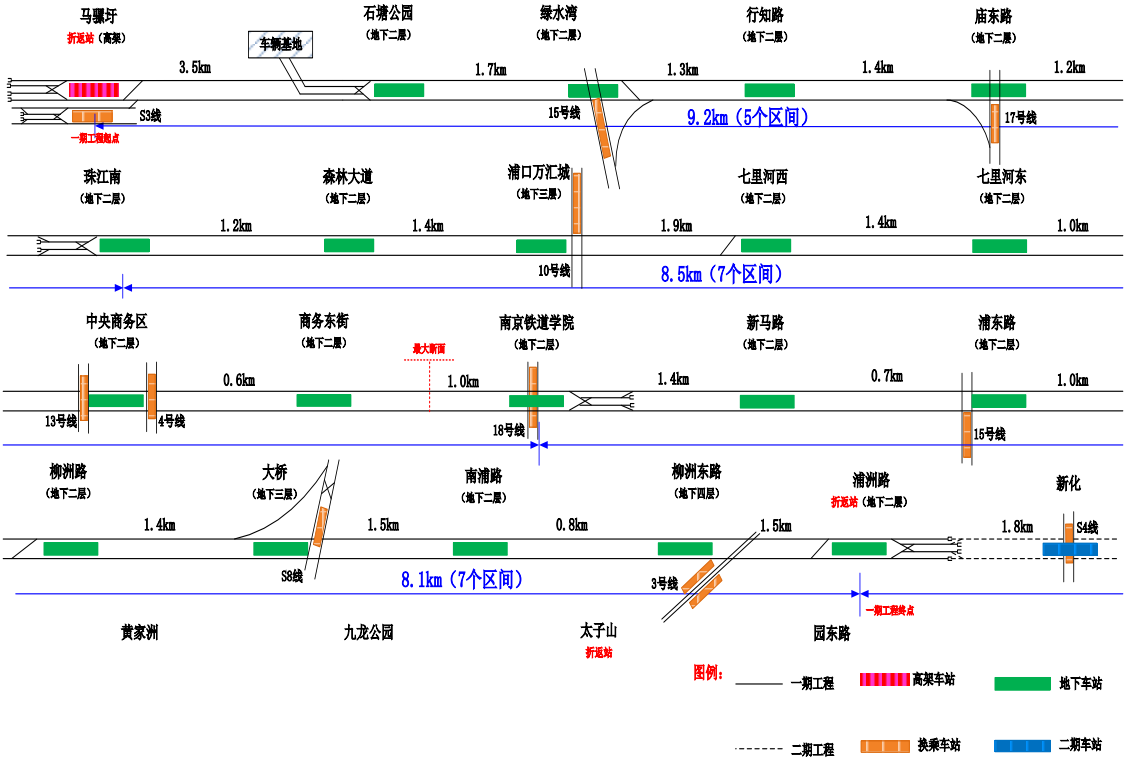
列车站停时间表

序号	车站名称	初期	近期	远期	序号	车站名称	初期	近期	远期
1	马骡圩	35	35	35	11	中央商务区	45	35	45
2	石塘公园	35	30	30	12	商务东街	40	30	30
3	绿水湾	35	35	35	13	南京铁道学院	35	35	35
4	行知路	35	30	30	14	新马路	35	30	30
5	庙东路	35	35	35	15	浦东路	40	35	35
6	珠江南	40	35	35	16	柳洲路	40	35	30
7	森林大道	40	30	30	17	大桥	40	35	35

8	浦口万汇城	40	35	35	18	南浦路	35	30	30
9	七里河	35	30	30	19	柳州东路	45	40	40
10	七里河东	40	30	30	20	浦州路	40	35	35

3.11.7 车站配线

本工程车站配线设置如下图所示。



3.12 站台门

本工程所有地下车站站台门采用全高站台门,高架站站台门采用半高站台门。

3.12.1 主要技术标准

1) 每侧站台门的总长度：约 135500mm（根据车辆资料微调）；

2) 每侧滑动门的数量：30 道（2 扇一道）；

3) 滑动门的净开度：2000mm（首末滑动门除外）；

4) 每侧端门数量：2 道；

5) 端门活动门的净开度：1200mm；

6) 每侧应急门数量：6 道（对应每节车厢设置一道，2 扇一道）；

7) 每扇应急门净开度：不小于 1100mm；

8) 滑动门、应急门、端门的净高度：2050mm；

9) 门体总高度：2550mm；

10) 站台门原则设置在有效站台长度范围内，以有效站台中心线为中心向站台两端对称纵向布置。

3.12.2 站台门等电位连接方式：当门体绝缘及地面绝缘满足绝缘要求时，方可进行钢轨等电位连接。在每侧站台门的一端或有效站台中心线附近设置站台门与钢轨的等电位连接。连接点尽量靠近端门或有效站台中心线设置。

3.12.3 控制要求：站台门系统原则上在驾驶室操作，信号系统为站台门系统提供开、关控制信号。如果信号系统发生故障则通过站台就地控制盘（PSL）进行操作。在控制系统故障的情况下，站务人员可用钥匙或由乘客在轨道侧手动将门打开。

3.12.4 非正常情况下的控制方式：

1) 在开/关门命令发出后，滑动门没有动作的情况下，司机可以在站台侧的就地控制盘（PSL）上进行操作，打开/关闭所有的滑动门。

2) 如果某一个滑动门不能关闭而影响发车，司机在确认没有危险的前提下，可在 PSL 上手动解除站台门系统与信号系统的联锁，发车离站。所有站台门系统出现非正常情况，均能在车控室综合后备盘（IBP）上显示。

3) 在紧急状态下，值班员也可通过设置在车控室的综合后备盘（IBP）对站台门进行操作。

3.13 牵引供电

3.13.1 牵引供电制式采用 DC1500V 架空接触网方式。正常运行方式下，每行钢轨回流有效电流不大于 3000A；故障运行方式下，每行钢轨回流有效电流为 3500A。接触网安装方式采用架空接触方式，安装位置在线路正上方。

3.14 杂散电流

3.14.1 利用整体道床结构钢筋进行合理的纵向和横向可靠焊接构成杂散电流收集网。

3.14.2 杂散电流的防护要求：

1) 沿线的设备外壳不应与钢轨有电气上的连接。
2) 沿线线缆的金属部分应与杂散电流收集网及钢轨无任何电气连接。
3) 沿线的金属箱盒等设备外壳与设在电缆支架上的贯通的接地圆钢连接。
4) 敷设在道床下的管道，应采用塑料管或外涂复绝缘防腐蚀涂料的金属管。
5) 沿线的通信信号设备如道岔控制箱、信号箱、信号机应采取绝缘安装。
6) 敷设在隧道中的电缆等金属管线结构不得与地下水流、积水、潮湿墙壁、土壤及含盐沉积物等发生接触。
7) 设牵引变电所的车站，在车站设牵引变电所的一端，钢轨要与负回流电缆焊接；在车站另一端上下行钢轨间要设均流电缆，均流电缆与上下行钢轨焊接。
8) 设降压变电所的车站，在车站两端上下行钢轨间分别设均流电缆，均流电缆和上下行钢轨焊接。
9) 在区间联络通道处设置均流电缆，均流电缆和上下行钢轨焊接。
10) 在设置单导装置的钢轨绝缘节的两端，钢轨要与电缆焊接。

3.15 供电电源

3.15.1 信号系统为一级供电负荷，其供电品质应符合国家有关标准。

3.15.2 由动力照明专业在下表中的房间为信号系统配置电源，信号系统电源配电箱均由信号专业自行设置，信号专业和动力照明专业接口界面在信号电源配电箱的进线端子处。动力照明专业为表中所示需提供 I 级电源的地点提供两路相互独立的交流三相四线，380V +10%/ -15%，50Hz±1%的一级负荷电源。

3.15.3 供电电源容量配置表（暂定）：

正线：

序号	车站名	用电地点	外电最大容量	负荷等级	相数
1	马骡圩站	信号设备室	40 KVA	I 级	三相
2	石塘公园站	信号设备室	40 KVA	I 级	三相
3	绿水湾站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
4	行知路站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
5	庙东路站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
6	珠江南站	信号设备室	40 KVA	I 级	三相
7	森林大道站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
8	浦口万汇城站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
9	七里河西站	信号设备室	40 KVA	I 级	三相
10	七里河东站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
11	中央商务区站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
12	商务东街站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
13	南铁院站	信号设备室	40 KVA	I 级	三相
14	新马路站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
15	浦东路站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
16	柳州路站	信号设备室	40 KVA	I 级	三相
17	大桥站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
18	南浦路站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
19	柳州东路站	信号设备室	10 KVA	I 级	三相
20	浦州路站	信号设备室	40 KVA	I 级	三相

车辆段：

序号	车站名	用电地点	外电最大容量	负荷等级	相数
1	车辆段	车辆段信号设备室	50KVA	I 级	三相
2		维修中心设备室	15KVA	I 级	三相
3		信号培训设备室	40KVA	I 级	三相
4		试车线信号设备室	20KVA	I 级	三相

序号	车站名	用电地点	外电最大容量	负荷等级	相数
5	控制中心	信号设备室	35KVA	I 级	三相

建议设备用电不超过外电最大容量，集中站、培训中心 UPS 型号应统一，非集中站、维修中心 UPS 型号应统一。正线最小 UPS 容量不小于 10KVA，采用三进三出配置。

3.15.4 道岔融雪用电需求（暂定）

融雪装置属二级负荷，380V +10%/ -15%，50Hz±1%,设置融雪专用动力变压器向电气控制柜独立供电。

正线马骡圩站 8 组道岔纳入道岔融雪设计范围。其中上行咽喉 D0101、D0102、D0103、D0104、D0105、D0106 共用一个电气控制柜，加热功率配置为 6*7.5=45KVA；下行咽喉 D0107、D0108 共用一个电气控制柜，加热功率配置为 2*7.5=15KVA。

车辆段 37 组道岔纳入道岔融雪设计范围。每组道岔加热功率配置为 7.5KVA（暂定）；其中每 6~8 组道岔共用一个电气控制柜，总功率配置为 37*7.5=277.5KVA。

3.15.5 由整合 UPS 电源专业在控制中心弱电电源室为信号系统配置电源，信号专业和整合 UPS 电源专业接口界面在整合 UPS 电源专业交流配电柜出线端子处（下端子）。整合UPS电源专业为控制中心信号系统提供两路相互独立的三相交流电源（380/220V、50Hz），电源容量暂定为 35KVA。

3.15.6 招标人提醒投标人注意：设备安装调试阶段，由于供电设备同期调试，设备调试期间现场可能只提供临时电。投标人应充分考虑临时电情况下设备调试的相关防护措施，因投标人防护不当引起的设备损坏，投标人不得提出发生费用的工程变更。

3.16 通信信道条件

本工程通信系统为信号系统提供的通信信道条件详见《接口技术要求》中“与通信系统的接口”。

3.17 综合接地网

3.17.1 地线系统包括控制中心、正线车站及区间、车辆段、试车线、维修中心、培训中心信号设备的地线及车载设备的地线。

3.17.2 本工程正线车站的信号系统地线接入各系统共用的综合接地系统（由综合接地专业统一设置），综合接地专业在车站信号设备室内设置弱电端子箱，该综合接地系统的接地电阻值应≤1.0 欧姆。

3.17.3 区间设备就近接入区间接地圆钢，本工程区间接地圆钢在各车站均连接至综合接地系统。

3.17.4 在控制中心的弱电机房、弱电电源室、信号培训/演示室，车辆段信号楼内信号设备室、信号电源室，车辆段停车列检库内四角处，试车线信号设备室、信号电源室，车辆段综合楼内维修中心信号设备室、信号电源室，培训中心信号设备室、信号电源室，由综合接地专业设置综合接地系统，综合接地专业负责在上述地点设置信号综合接地箱及其端子板，并将接地电缆连接至信号综合接地箱及其端子板，该综合接地系统的接地电阻值应≤1.0 欧姆。

3.18 现场知晓

投标人有责任自行充分了解本工程的各种现场条件（包括线路、限界、建筑、轨道、道岔、环控、消防、供电、通信、站台门、人防门、乘客信息、综合监控、电磁环境、无线环境以及地铁系统外的其他外部条件等各项可能影响信号系统正常运营的因素）。投标人须确认所提交的投标文件已充分考虑了本工程的各种现场条件。

4 工作范围及职责

4.1 基本要求

4.1.1 投标人应充分了解和熟悉本工程的工程现场条件和运营要求。

4.1.2（*）由于本工程车辆段、部分车站的土建布置尚未最终确定，车站线路配线也不排除还会局部修改的可能，投标人应承诺在签订合同时，当土建条件的变化没有引起设备基本配置的变化时，不应变更投标报价和合同价。

4.1.3 投标人所提供的本项目信号系统设备须满足在本工程的工程现场条件下达到招标人在本《用户需求书》中的系统功能和设备性能要求。

4.1.4 本《用户需求书》中所用的“提供”将意味着提供设备、材料和为达到本《用户需求书》要求所进行的所有活动。

4.1.5 投标人应保证本项目的伴随技术服务的质量，并按招标人规定的工程进度完成各阶段的工作，服从招标人对整个工程实施的管理和协调。

4.1.6 投标人应负责在本工程实施过程中与相关系统及相关专业之间接口工作的协调、解决与实现。

4.1.7 投标人有责任协助招标人制定和编制本工程的运营规则。

4.1.8（*）在设备安装督导、调试、系统联调、试运行、试运营等整个项目实施和终身运营过程中，如因投标人原因造成安全事故、事件，投标人应承担全部后果、责任。

4.1.9（*）在投标人的系统集成设计及工程实施过程中虽然有招标人及招标人指定的设计人员、监理人员的协助或审查因素，但招标人及其指定的协助人员不承担任何技术或工程责任，投标人仍须对整个系统的设计、实施负完全责任。

4.1.10 投标人作为本工程全自动运行系统的一致性协调方，应对本工程的全自动运行系统的系统设计工作进行牵头管理，包括全自动运行系统相关专业（车辆、信号、综合监控、通信、站台门、车辆段工艺设备等）的场景讨论及确定、接口协调等工作。投标人应充分考虑此部分工作量，费用应包含在投标总价中。

4.1.11 投标人应负责完成：所有所提供设备/备品备件/专用工具和测试设备的系统集成设计、采购、制造、供货、工厂检验、包装、运输/保险、仓储，并负责信号系统的项目管理和协调、接口管理（包括与车辆、站台门、间隙探测、乘客信息、通信、综合监控、中心大屏幕显示系统、NCC、全自动洗车机/车库门等车辆基地工艺设备、云平台、动照、供电、轨道、通风空调、限界等所有关联系统的接口、与其他线路的接口、线网智能调度平台、线网智能运维平台的接口等）、全自动运行系统室内集成测试、安装督导、完工试验、联调试验、安全评估、试运行、验收及提供试运营和质量保证期内的服务、支持，提供必要的资料、图纸、文件和培训。

4.1.12 投标人提供的系统应包括全部子系统之间的接口、本系统内与招标人提供的设备之间的接口、与其它系统的接口、与其他线路的接口、材料、硬件、软件，以及所需的附属设备，为本工程提供完整的运行系统。为完成合同要求，投标人应提供系统的数据、设计、零部件、材料、工具以及其它必要设施。

4.1.13 投标人应对信号系统与车辆及牵引制动系统、站台门、间隙探测、乘客信息、通信（包括时钟、传输、广播、无线通信、LTE 车地无线通信等）、综合监控、中心大屏幕显示系统、全自动洗车机\车库门等车辆基地工艺设备、云平台、NCC 系统的接口及联络线的接口负责，应负责提供接口方式、接口协议、报文格式、测试程序等，并负责接口的协调、处理，以保证实现本《用户需求书》中规定的接口功能。

4.1.14 投标人应在项目实施过程中及时关注行业或国家发布的相关认证标准，若在本工程要求执行最新认证标准时，则投标人为本工程提供的信号系统应满足其规定的相关要求。

4.1.15 投标人应充分了解中华人民共和国关于城市轨道交通信号系统进口设备税收政策，免税范围外的进口设备关税和增值税由投标人负担。

4.1.16 投标人应保证所提供系统的国产化率，满足本招标文件中规定的国产化率要求。

4.1.17 为缩短工程调试时间，要求投标人在工厂内应具有工程仿真测试平台，尽量多地在工厂进行设备的调试，仅与车辆的接口调试、线路一致性检查、现场 ATO 调试等必须的调试内容在现场进行调试。

4.1.18 要求投标人应在设备出厂验收后，设备现场安装调试阶段，在国内选择一处地点（经招标人批准）针对本工程搭建一套集成测试平台，用于本工程项目的系统集成测试，测试全线信号系统的真实效果、功能、性能等。

4.1.19 投标人应在国内提供用于本工程信号系统设备的维修基地，可以采用自建维修机构或与国内合作伙伴合作，实现所供信号系统设备的本地化维修服务，并需在投标文件中提供具体的国内维修机构构成和运作方案。投标人对故障板卡的返修周期不得超过 15 天。

4.1.20 在设备正式移交之前，投标人负责编制《设备、主要材料现场清点登记表》，参加、配合设备移交的现场清点、登记工作。

4.1.21 投标人对整个信号系统的所有设备编号、与 NCC 的接口协议必须符合南京市的相关规定。若暂无规定，在实施阶段投标人须无条件按照所在城市新颁布的相关 NCC 接口管理规定执行，且不得有费用的变更。

4.1.22 投标人应当按照《信息安全等级保护管理办法》（公通字[2007]43 号）、《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》（国务院令第 147 号）和《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239）、《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》（GB/T 25058）、《信息安全技术 网络安全等级保护定级指南》（GB/T 22240）、《信息安全 技术 网络安全等级保护安全设计技术要求》（GB/T 25070）和《信息安全技术 网络安 全等级保护测评要求》（GB/T 28448）实施等级保护工作。本工程信号系统应符合国家安全部门对信号系统网络安全等级（3 级）保护要求，信号系统在开通前应进行网络安全等级的第三方测评，获得定级报告和安全等级测评报告，完成公安系统备案，相关费用包含在投标总价中。对于质保期内每年进行等保测评时发现的需要整改的问题，投标人应及时整改，直至达到等保三级要求。投标人在投标文件中应提供本工程网络安全等级保护设计及实施方案。

4.1.23 投标人应协助招标人进行信息安全防护等级的申报，并在系统开通前完成等级保护测评工作（评测结论达到中及以上），信息安全等级保护测评工作应由投标人委托具备公安部认定资质的具备信息安全等级保护测评资质的第三方测评机构实施。投标人在投标文件中，提供完整的系统设计及配置方案，信息安全等级保护所涉及的设备软/硬件、第三方测评等费用应包含在投标总价中。若在系统开通前，因信息安全系统配置问题导致本工程信息安全系统安全等级不能达到开通时 3 级标准要求，则投标人应无条件增加或更换信息安全软硬件直至能够满足以上要求，由此产生的任何费用由投标人承担。

4.1.24 投标人应承诺对网络安全等级保护系统涉及的软件应能在信号系统生命周期内维持使用。

4.1.25 投标人应根据南京城市轨道交通设施设备分类与代码管理办法的要求，负责信号设备专业资产清册、资产编码、移交、资产管理数据的录入及资料移交等工作，结合工程结算工作，完成最终清册的数量、价值等核定工作，并将清册报送招标人，同时根据运营单位对资产实物的检验，完成问题的反馈、整改、解释说明等工作。

4.1.26（*）投标人提供的信号系统应满足投入试运营后至少 20 年的正常使用要求，在使用年限内系统安全性、可靠性、可用性、可维护性、功能、性能指标均不得低于本用户需求书要求，投标人应保证系统使用年限内备品备件的供应和维护维修技术支持。投标人提供的信号系统设备使用年限应在系统生命周期内，投标人应提供信号系统生命周期和设备使用年限数据和相应的计算依据。投标人应在投标文件中提供全生命周期供应链可持续保障能力报告。

4.1.27 投标人须对本系统在工程的设计、制造、安装、测试/调试、试运行、开通、正式运营前等阶段进行工程全过程 RAMS 管理。

4.1.28 投标人提供的信号系统应满足《中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要》、《中国城市轨道交通绿色城轨发展行动方案》的要求。

4.1.29 投标人应参与并配合招标人完成科研课题相关工作。

4.1.30 为满足《地铁设计规范》第"28.2.4 3.道床面应作为疏散通道，道床步行面应平整、连续、无障碍物。"的原则，投标人应对道床面信号设备（如应答器等）采取相应措施，保证道床面的平整、连续。所采取的措施应得到招标人的认可。

4.1.31 投标人应承诺与其他线路信号供货商密切合作，确保互联互通接口要求的实现，并协助招标人编制本地互联互通技术要求。投标人应充分考虑此部分工作的工作量，费用应包含在投标总价中。投标人应在投标技术方案中详细描述实现互联互通的技术方案。

4.2（*）责任范围

4.2.1 投标人是本项目的实施人，在本工程建设过程中，应对本工程项目管理负完全责任。

4.2.2 投标人应对本工程的工程质量负完全责任。

4.2.3 投标人提供的信号系统设备各子系统间的接口应安全可靠，且须与招标人提供的设备和器材进行安全、可靠的接口，对此投标人须在技术上负完全责任，投标人须对本工程信号系统的完整性、安全性、可靠性、可用性、可维护性、可扩展性负完全责任。

4.2.4 投标人须对本工程信号系统的系统集成设计、功能实现、设备性能、设备接口、信息安全、系统集成负完全责任。

4.2.5 投标人须对本工程信号系统实现运营要求及运营能力负完全责任，运营能力主要包括：线路通过能力、车站通过能力、折返站折返能力、车辆的出入段能力、旅行速度。

4.2.6 信号系统须按系统自动化等级 GOA4 级进行全功能建设，同时应满足 GOA0～GOA4 级运营的要求。工程开通时应具备全自动运行（GOA4）所有功能，初期运营自动化等级由招标人自行选择。

4.2.7 投标人须对本工程先期开通线路与后期线路衔接（或本工程线路与既有工程线路衔接）、系统相关设备倒接的实施期间采用的过渡方案、措施及相应过渡设备的功能、性能和安全负完全责任，不能因软件升级或设备倒切影响既有线正常运营。投标人须对系统贯通运营的安全负完全责任。

4.2.8 投标人应在所有方面，包括递交通知和交纳一切费用方面，遵守与该工程设计、制造/采购、施工、竣工和修补缺陷有关的法令，条例和规定。投标人应保证招标人免于承担由于违反上述规章的任何罚款和责任。

4.2.9 投标人应保障招标人免于受到由于工程上使用的或有关采用的设备、材料或工程设备等侵犯专利权、设计商标或名称或其它受保护的权利而引起的索赔和诉讼，并保证招标人免于承担与此有关的赔偿费、诉讼费和其它开支。

4.2.10 投标人不得转让合同或合同的任何部分及任何权益。

4.2.11 除合同另有规定者外，没有招标人的事先同意，投标人不能把工程的任何一部分分包出去。任何这类同意均不解除投标人根据合同规定应承担的责任和义务，并应将任何分包商的行为、违约和疏忽，视为投标人自己的行为、违约和疏忽，并为之负完全责任。

4.2.12 投标人须对本工程信号系统项目工程进度及工期负完全责任。

4.2.13 投标人应承诺对本工程信号系统在质保期后的运营维护提供技术支持，并承诺对其所供系统设备进行终身维修支持和服务。

4.3（*）工作范围

4.3.1 投标人应负责整个项目执行期间的项目管理工作。

4.3.2 投标人应配合独立第三方安全评估机构进行全系统（含信号、车辆、通信、综合监控、站台屏蔽门）的安全评估工作，在本项目的执行和实施阶段，对项目的初步设计、详细设计、设备的生产和制造、国产化、工程质量等分阶段配合进行安全评估。

4.3.3 投标人须配合独立第三方安全认证机构提供产品安全认证、在工程中 OC 设备启用前提供安全授权、在进行多车运行前提供允许多车运行的安全授权、在空载试运行前提供允许空载试运行的安全授权、在初期运营前提供允许初期运营的安全授权，在本工程投入商业运营前提供最终安全评估报告。

4.3.4 投标人应在整个项目执行期间配合独立第三方的对本工程的安全评估工作。投标人应组建相应系统保证小组配合相关工作。投标人须按照各阶段工期的要求，配合独立第三方安全评估机构的安全评估工作，向评估方提供所需文件。投标人应确保安全评估（含 RAM）工作顺利开展，接受招标人委托的评估机构的评估，并对不符合项进行整改直至评估完成，保证各阶段安全评估、认证工作的按时顺利完成。此部分

配合工作的费用须包含在投标人报价中。

4.3.5 投标人在系统集成设计阶段，应按合同及工期要求积极组织和安排项目管理、系统集成设计、系统接口及管理、土建配合、设计联络、提交相关文件、设备及材料的生产、工厂测试、全自动运行系统室内集成测试、工程验收等工作。

4.3.6 投标人在设备交货阶段，应按合同及工期要求积极组织和安排设备、材料、线缆及箱盒的包装发货、运输、交货前的装卸、仓储及到货检查、开箱检验等工作，并负责所供的设备（含备品备件、仪器仪表）、材料、工具等至招标人指定地点的运输及装卸工作。负责国外设备进口手续及相关工作。

4.3.7 投标人在设备安装阶段，在设备安装前提供设备安装资料，与相关专业及相关系统供货商和安装承包商的协调、配合，提供专用工具并对安装人员进行安装培训，在设备安装过程中对室内设备、室外及轨旁设备、车载设备进行首件安装定标及安装督导，服从施工安装方安装现场管理，设备安装完成后开展完工测试。

4.3.8 投标人在设备调试及验收阶段，应按合同及工期要求积极组织、安排和配合单项设备调试及试验、子系统设备的调试及试验、接口调试及试验、系统调试及试验、培训、系统联调、综合联调、144 小时连续系统试验、试运行、验收、竣工资料编制等工作，确保调试进度满足工期要求，并负责解决在调试工作中出现的问题。

4.3.9 招标人在所供系统开通后，根据合同约定积极组织和安排试运营、质保期、运营支持工作，并在质保期结束后，按约定提供技术支持、终身维修支持服务、现场故障处理、缺陷克服等。

4.3.10 投标人应提供本项目的技术资料和工程文件，主要包括：系统技术规格书、系统方案设计文件、系统详细设计文件（包括中心、车站、车载、车辆段相关）、接口设计文件、设备安装图、测试报告及过程文件、调试报告及过程文件、试验报告及过程文件、验收报告及过程文件、运营管理和使用手册、设备安装手册、设备操作手册、设备维护手册、培训教材、产品安全认证证书等。

4.3.11 投标人应积极配合信号施工安装承包商招标工作，并提供相关设计文件。

4.4BIM 工作要求

4.4.1 投标人负责本标段范围内有关 BIM 模型的一切工作，相关费用包含在投标报价中。

4.4.2 投标人应对合同履行期间 BIM 模型的质量全面负责。

4.4.3 投标人应负责合同范围内设备、材料、零部件等相关 BIM 模型的数字化移交工作。

4.4.4 投标人有责任配合招标人的 BIM 协同管理平台的建设，按 BIM 协同管理平台的相关功

能要求开展配合工作。BIM 协同管理平台由招标人提供，BIM 协同管理平台包括：项目管理协同平台、运维管理平台等。

4.4.5 招标人有权根据上述工作任务设置考核节点，对投标人 BIM 系统整体工作进行考核管理。

4.4.6 投标人应配合完成综合管线深化设计、BIM 建模和设备区、公共区装修深化设计。

4.4.7BIM 工作内容

4.4.8 基本要求

1）投标人负责本招标文件工作范围内的设备、材料、零部件的一切 BIM 相关工作。

2）投标人应基于设计单位提供的施工图 BIM 模型开展 BIM 相关工作。

3）投标人应根据招标方的要求完成各项 BIM 工作，包含但不限于设备模型深化、现场模型更新、部件族库建设、竣工模型完善、信息平台应用等 BIM 应用工作。

4）投标人在项目实施过程中发现的问题，以及施工现场修改的地方都必须及时反映到 BIM 模型上。

5）投标人在图纸会审、项目例会、专题会、汇报会、评审会和验收会等场合应基于 BIM 模型开展沟通、协调和汇报等工作。

6）投标人负责配合招标人督促和协调各施工分包单位完成施工 BIM 应用内容。

7）投标人应将 BIM 竣工模型及时提交给招标人、BIM 咨询单位、设计单位审核确认。

8）投标人应根据招标人的需求，分别提供维修级模型和设备级模型。

9）投标人负责确定模型上的属性内容（如：品牌、规格型号、生产厂家、主要指标等），并于建模过程中将属性内容添加至模型属性库中，详细要求在设计联络阶段确定。

10）电子标签的形式及技术标准由招标人确定，电子标签内承载的信息内容由投标人提出，经招标人审核确认。

11）投标人负责电子标签的生产、粘贴，以及设备出厂时电子标签的扫描、检查，详细要求在设计联络阶段确定。

12）投标人负责将采购合同范围内的设备、材料相关资料加载至 BIM 协同管理平台，详细资料清单在设计联络阶段确定。

13）投标人根据招标人的要求，负责在 BIM 协同管理平台上实现数据的筛选、汇总、导入、形成报表及导出等功能，保证招标人可通过该平台的数据库进行查

询、检索，调取每一台设备及每批次材料模型及数据信息。

14）投标人应根据以往工程经验、本工程的特点以及 BIM 发展的趋势，在投标时详述适用于本标段的 BIM 应用技术及实施方案。

4.4.8.1 各阶段 BIM 工作内容

1）设计联络阶段

（1）投标人于第一次设计联络会召开前，向招标人提交拟进行三维建模的设备、材料、主要零部件等清单，以及需要电子标签的设备清单、电子标签内容等。招标人审核通过后，提交设计联络会讨论确定。

（2）通过设计联络会确定设备和主要零部件 BIM 模型所包含的属性内容以及数据库中与该模型关联的数据内容（如生产厂家、权属部门、出厂日期、合同价格、维保周期及内容、技术参数信息等）。

（3）第一次设计联络会确定设备和主要零部件建模清单后，投标人应尽快完成设备、材料轮廓模型和主要零部件模型的建立及深化，于第二次设计联络会前提交招标人。经招标人审核确认后导入地铁 BIM 系统模型。

2）设备安装及调试阶段

（1）投标人应负责将每台设备材料的产品合格证、出厂验收报告、设备技术规格书、各类使用/维护/保养手册等相关文件的扫描件根据招标人要求导入相关 BIM 协同管理平台。

（2）投标人应负责将相关调试报告上传至 BIM 协同管理平台。

（3）在工程建设期内，投标人应及时维护、更新 BIM 协同管理平台中的设备、材料、零部件的 BIM 模型及相关文件。

3）验收及整改阶段

（1）投标人应将工程验收记录、遗留整改问题清单电子版及扫描件导入 BIM 协同管理平台。

（2）投标人负责将设备遗留问题的整改完成情况在 BIM 协同管理平台中进行更新并将接收方签字的确认表扫描件导入 BIM 协同管理平台。

4）竣工移交阶段

（1）由投标人按照招标人关于竣工档案资料有关管理办法中的要求，将所有竣工归档资料的扫描件导入 BIM 协同管理平台，并由各方检查确认。

（2）由投标人将维保手册、随机技术文件等相关资料导入到 BIM 协同管理平台。

（3）BIM 系统交付物包括：设计联络会确定的主要零部件模型库、精确外轮廓模型及包含主要零部件的该设备的整合模型。各模型均须包括设计模型及竣工模型，所提供的模型数据格式包括但不限于 IFC 格式。

4.4.9BIM 技术要求

1）投标人提供的设备族模型必须与最终图纸保持一致，投标人必须将设备图纸和设备模型 一起提供；设备图纸上的任何与设备相关的改动都必须及时反映到设备模型中；投标人 必须保证所提供设备模型的完整性与准确性，设备模型的每次修改都必须有相应的版次 升级和技术说明。

2）投标人对采购合同范围内的设备、材料、主要零部件进行建模，模型的颗粒度应细化至主要零部件（维修级），并与设备维护保养期内最小可更换的零部件单元相一致，满足设备维护保养期内招标人对于投标人进行设备零部件维修、保养、更换等工作的跟踪、记录的要求，详细要求在设计联络阶段确定。

3）投标人除提供维修级的设备、材料、主要零部件模型外，还应提供该模型的设备级模型，该模型应可用于车站级模型的总装。

4）设备族应按照各专业提供的设备代码进行编码，利于设备搜索查询、材料统计及后期运 维管理。所有设备族均必须进行三维效果渲染，保证真实的外观效果。

5）电子标签信息中必须包括设备族非几何信息表中的所有信息，并符合招标人的相关编码规则。

6）投标人必须保证其提供的最终 BIM 模型与轨道交通工程的实际建设情况一致且模型的精度必须在 LOD300 及以上。

7）投标人提供的 BIM 模型及信息应满足招标人关于 BIM 的相关技术要求。

8）投标人提供的 BIM 模型及信息必须满足 BIM 咨询单位的的相关技术要求。

9）投标人提供的 BIM 模型及信息应满足运维阶段的要求。

4.4.10BIM 软、硬件要求

4.4.10.1 投标人应提供满足项目需求的所有 BIM 软硬件设备，费用均包含在投标总价中。

4.4.10.2 投标人所使用的建模软件，应兼容招标人所使用的 BIM 协同管理平台。

4.4.11 知识产权归属

4.4.11.1 本项目所建立的 BIM 模型及其数据库、资料库的所有知识产权归招标人所有。

5 供货范围及要求

5.1 基本要求

5.1.1（*）投标人须根据本工程的工程范围和工程现场条件，针对本工程的运营组织模式、线路、车辆段工艺布置、车站建筑、隧道/桥梁结构、车站线路配置、牵引供电方式、车辆配置等总体情况，为本工程提供满足本用户需求书要求的完整的信号系统设备。

5.1.2（*）投标人应满足本工程分段、甩站开通和分段、甩站实施的工期要求及供货要求，统筹安排系统集成设计以及系统设备的供货、安装、调试及开通计划，并在投标文件中提供本工程工期总进度安排的工作计划，按工程里程碑节点要求按时提供系统的工程安全评估报告和安全授权书（含 RAM），并充分考虑先期开通运营后对后续系统调试的困难，确保在规定的时间内达到全线全系统全功能开通的目标。

5.1.3（*）投标人在本工程分段、甩站实施时，须实现后期工程与先期开通工程信号系统的无缝衔接，且工程衔接不能影响先期开通线路的正常运营。为满足贯通运营的工程实施而额外采购的设备及材料应包含在本次投标报价中。投标人所提供的方案应是充分考虑了工程分段开通时的系统制造、供货、安装督导、调试及试验的方案。

5.1.4 投标人须提供除本《用户需求书》“不包括的供货”范围外，为实现系统功能所需的全部信号系统设备。信号系统设备包括系统的硬件、软件（含与各计算机设备配套的操作系统软件）、接口以及附属材料。投标人应提供信号系统设备硬件内部配线图及软件数据包，具体在设计联络阶段确定。

5.1.5（*）投标人必须负责本线信号系统的完整性，须负责其所供设备与招标人另行采购设备之间的接口，包括该接口的功能和安全。对于招标人提供的与投标人提供的系统有技术关联的设备与器材的技术规格，投标人须有责任给出建议和对招标人提出的建议予以确认。

5.1.6 投标人应提供所有所供设备的专用工具及测试设备，提供质保期后所供设备的备品备件，自备调试所需的调试工具、备品备件及质保期内的备品备件。

5.1.7 投标人须提供与其所供工作站及终端设备相配套的计算机桌椅，（控制中心中央控制

室及车站控制室除外），桌椅的选购须得到招标人的认可。

5.1.8 投标人应提供其系统设备室内机柜的安装底座（适用上走线形式）及安装附件，安装底座采用钢质结构，与机柜颜色、材料保持一致。

5.1.9 投标人应提供所供设备及箱盒的安装支架、安装装置及安装附件，设备的安装支架应在符合轨旁设备的安装环境的前提下，方便设备的维护及维修。轨旁箱盒不少于两点锁闭。

5.1.10 投标人尽可能对境外供货的设备实现国产化，满足本工程国产化率的要求。

5.1.11 投标人应详细描述所供系统设备及材料、专用工具及测试设备、备品备件的名称、规格型号、制造商、数量、性能参数、设计寿命等。

5.1.12 投标人在投标文件中须列明构成完整的信号系统所需的详细设备清单及报价(含备品备件、专用仪器仪表和工具)，设备清单细化至不可分割的零部件及模块，设备清单需注明设备品牌及基本配置。

5.1.13 投标人应充分考虑现场设备的损耗及破坏，备有一定余量，在设备移交前对破损的设备进行免费更换，该部分设备不列入设备清单中。

5.1.14 投标人应为本项目提供国内有相应资质的、通过相关权威部门鉴定的优质和名牌产品，投标人中标后，应按招标人要求报送样品确认，样品经确认后将返还投标人。

5.1.15 系统使用的继电器、转辙机等设备进场前应由专业的检测机构进行检测，并出具检测合格报告，方可进场，所有设备进场检测费用包含在投标报价中。

5.1.16 招标人或监理工程师将随机从缆线及材料中抽样并委托权威机构对样品进行全面的电气特性、机械特性、燃烧性能等进行检测，对于检测不合格的样品，投标人必须更换对应的供货产品，直至检测合格，所有现场抽样检测费用包含在投标报价中。

5.1.17 投标人所提供的信号系统设备须满足和适应本工程的工程现场条件，任何对工程现场条件的特殊要求和不合理的修改建议，招标人将有权予以否决。

5.1.18 投标人在设备采购前应提供相关显示器的颜色建议，由招标人综合相关专业工作站配置情况后统一考虑，招标人保留变更显示器颜色及尺寸的权利，投标人应承诺价格不发生改变。

5.1.19 投标人应充分考虑并预留本工程与后期延伸线贯通运营的接口条件。

5.2 包括的供货

5.2.1 系统设备及材料

5.2.1.127 列车的车载信号设备（每列车两套），每套车载设备包括：司机人机界面（不小于10.2 英寸的触摸屏）、车载设备机柜、ATP/ATO 车载控制单元、车-地无线通信接口设备、各类传感器（含测速测距设备）及天线、信号设备之间的连接缆线及连接器、休眠唤醒单元、与车辆接口设备等（与车辆供货界面详见“与车辆的接口”章节要求）。

5.2.1.2ATS 设备一批，包括但不限于：

1) 控制中心设备，包括：1 台调度长工作站、2 台调度员工作站、1 台运行图显示工作站、1 台时刻表/运行图编辑工作站、1 台记录回放工作站、1 台 ATS 维护工作站、5 台 A3 激光网络打印机、2 台 A3 彩色网络激光打印机、1 台乘客调度工作站、1 台车辆调度工作站、大屏幕接口计算机、多屏处理器、21 块 70 寸的背投显示屏、大屏支架、网络设备、通信前置机、与外部系统接口设备、与 NCC 接口设备、ATS 中心培训设备等。
2) 应用服务器、数据库服务器、接口服务器、NCC 接口服务器、智慧场段接口服务器、线网智能调度接口工作站、模拟培训服务器、磁盘阵列、模拟培训服务器纳入云平台。
3) 正线、车辆段、试车线设备，包括车站 ATS 分机、现地控制工作站、ATS 监视工作站、ATS 监控工作站、派班室 ATS 工作站、轮乘室 ATS 监视工作站、

车辆检修调度室的 ATS 工作站、ATS 车站维护设备及打印机、40 个发车计时器。

4) ATS 工作站，招标人将以线路为单位统一规定显示器尺寸及颜色，投标人不能因此提出发生费用的工程变更。

5.2.1.3 正线、车辆段、试车线 OC 设备一批，含占用检测设备、列车定位设备、列车精确停车设备等。

5.2.1.4 控制中心、维修中心、正线、车辆段、试车线、培训中心 DCS 设备一批，包括有线网络、网关设备（如有）和网络管理设备。

5.2.1.5 网络安全等级保护设备一批，包括控制中心、车站、车辆段、试车线等处设置网络安全保护系统设备，包括但不限于：安全防护网关系统及设备、综合安全运维审计系统及设备、漏洞扫描管理系统及设备、工控安全管理平台、防火墙、入侵检测系统、运维审计堡垒机、综合日志审计系统、数据库审计系统、工控漏洞扫描系统以及工控主机防护软件等。

5.2.1.6 智能运维监测子系统设备一批，包括但不限于：

1) 在维修中心设置智能运维工作站，接口设备等。
2) 在控制中心设置智能运维服务器（与云平台相结合），智能运维工作站，接口设备等。
3) MSS 应用、MSS 接口服务器（线网接口）由云平台提供。
4) 控制中心、维修中心、设备集中站、车辆段、培训中心、试车线智能运维工作站（32 英寸及以上单屏）。
5) 每个正线信号工区室（暂定马骡圩站、珠江南站、南京铁道学院站、浦洲路站）分别设置 1 台智能运维工作站。
6) 在设备集中站、车辆段设置智能运维站机。
7) 在设备集中站、车辆段设置智能运维监测设备，对基础轨旁设备（包括但不限于转辙机、信号机、计轴）进行智能监测及分析。
8) 正线及车辆基地道岔缺口监测设备、道岔转换阻力监测设备。
9) 正线各车站、控制中心、车辆、试车线信号设备室防雷配电箱侧设置外电网监测设备箱。

10) 机房环境监测设备。

11) 正线、车辆段电池监测设备。

12) 控制中心、正线车站、车辆段、试车线、培训中心外电网监测设备。

13) 控制中心、正线车站、车辆段、试车线、培训中心信号集中监测设备。

5.2.1.7 除招标人提供的显示器及鼠标键盘外所有的显示器及鼠标键盘，信号设备室 ATS 工作站主机至车控室显示器的显示拉远设备。

5.2.1.8 正线、车辆段、试车线室内外配套设备及安装材料一批，包括接口柜、组合柜、与信号机匹配的灯丝报警仪、组合排架报警仪、防雷分线柜（含防雷单元）、防雷模块、继电器、断路器、阻容元器件、断相保护器、变压器、计轴室内设备、计轴磁头及尾缆、综合按钮箱（站台紧急关闭按钮及按钮盒、无人自动折返按钮及按钮盒、SPKS 按钮及按钮盒（含指示灯）、清客确认按钮及按钮盒、站台开/关门按钮及按钮盒等）、SPKS 防护指示灯、信号机及配套室外接线箱盒（SMC 复合材料）、转辙机（含安装装置及道岔转换设备安装图、非地下站配防尘罩）及配套室外接线箱盒（SMC 复合材料）、室外设备配套箱盒、后备通信设备等。

5.2.1.9 培训中心设备一批，包括培训模拟器、培训服务器、OC 设备、ATS 设备、DCS 设备、车载设备、模拟驾驶台、应答器、计轴室内外设备及配套箱盒、信号机及其箱盒（SMC 复合材料）、转辙机（含安装装置及防尘罩）及其箱盒（SMC 复合材料）等。

5.2.1.10 电源设备一批，包括在控制中心设置智能电源屏，控制中心 UPS 及蓄电池由电源整合专业整合并提供，在正线各车站、试车线、培训中心、车辆段信号楼设置智能综合交直流电源屏，同时配置在线式 UPS 电源系统设备、密封胶体蓄电池（含电池架/柜）；信号电源设备应包括双路自动切换装置，并配置外电源引入防雷箱（含防雷模块），蓄电池需加装电池监测设备。电源设备应采用双 UPS 双母线方案配置（每套 UPS 设置一套蓄电池组），提高供电可靠性。

5.2.1.11 正线高架车站 8 组 9 号曲尖轨道岔融雪室内外设备（含室内外线缆及箱盒），车辆段 37 组 7 号曲尖轨道岔融雪室内外设备（含室内外线缆及箱盒）。

5.2.1.12 全部设备房室内（控制中心、正线车站、车辆段、试车线、培训中心、维修中心等）的缆线及安装附件，包括但不限于：所有所供机柜及柜内的元器件及内部连接缆线和光缆，室内设备之间连接缆线和光缆、网线，光电转换设备、室内光纤配线架及相关中继放大设备和转换设备（尾纤，提供的尾纤数量与光缆纤芯数相同，

并且每根尾纤配光插接头），电源监测、电池监测设备及各个电源设备之间的连接线缆，电源引入箱至电源屏的线缆。

5.2.1.13 信号系统所有数据线（含网线、串口线等）、信号设备室至车控室设备的电源线、信号设备室至工区维护工作站之间的电源线、控制中心设备室至大厅及各房间所有设备电源线、信号设备室至车辆段信号控制室内设备的电源线及至在同一单体内的其他房间内设备的电源线。

5.2.1.14 车辆段信号控制室内控制台（放置通信、信号终端设备）、2 台场调工作站、操作盘及其配套桌椅。试车线控制台（放置于车辆段信号控制室）。

5.2.1.15 投标人须提供信号系统设备所必须或配套的专用连接线和要求特殊制造（指国内少于两个生产厂家生产的，需在投标文件设备清单中特殊说明）的室外信号电缆、光缆。

5.2.1.16 本工程线缆的供货范围分界为：

1) 室内（投标人提供）与室外光、电缆（招标人提供）的分界点为：室内光、电缆分线柜/终端架接线端子的外线侧。
2) 室外光、电缆的分界点为：室外箱盒与终端架间/防雷分线柜的线缆由招标人供货；室外设备箱盒至室外设备终端的线缆（含尾缆）等由投标人供货。

5.2.1.17 投标人须提供所供室内外设备的配套辅件。

5.2.1.18 投标人应提供所供线缆、芯线两端、箱柜及其内部连接线和配线的标识标牌。

5.2.2 备品备件

5.2.2.1（*）投标人需提供系统和设备质量保证期后所需供货范围内的备品备件（含软件），投标人在投标文件中应根据其系统的特点提供满足质量保证期后的供货范围内的设备维护和维修要求的系统备品备件的建议清单（细化至板卡级），以及备品备件单价及总价，备品备件总价应不低于供货范围内的设备价的 3%，招标人可根据需要对备品备件的种类和数量进行选择和调整。

5.2.2.2 本合同中包括的备品备件，应在试运行结束前供货。

5.2.3 专用仪器仪表及维修工具

5.2.3.1 投标人应提供用于系统和设备安装、诊断、测试和维修所需的专用仪器仪表及维修

工具。提供的专用仪器仪表及维修工具应能保证本项目信号系统正常运营的维护及维修要求。

5.2.3.2 投标文件中应按控制中心（OCC）、车站及轨旁、信号车载设备，分别给出详细的专用仪器仪表及维修工具清单、单价和总价。

5.2.3.3 投标人应根据本工程的具体设备、线路、可维修性等情况来考虑专用仪器仪表及维修工具的配置情况，控制中心（OCC）专用仪器仪表及维修工具要求不应少于 2 套，车站及轨旁、信号车载设备专用仪器仪表及维修工具各要求不应少于 4 套。

5.2.4 投标人在正线调试期间应进行列车载重试验、提供载重物资并负责物资装卸。

5.2.5 投标人应提供信号系统的设计、安装督导、测试、试验、调试、验收、培训及项目和工程管理等全套必要的技术资料和技术文件，提供的工程图纸、技术文件和资料必须满足设备安装、调试及维护的要求，并应满足工程工期的进度要求，室内部分工程图纸须为有设计资质单位出具的蓝图。所有境外技术资料和文件、图纸均应以中文文本提供给招标人。同时投标人应提供电子版本可编辑的工程图纸、技术文件和技术资料。

5.2.6 投标人须承诺，在总价不变的情况下，招标人保留对本工程所采购设备（含专用工具和备品备件）型号、规格、数量等进行调整的权利。

5.2.7 投标人须承诺，投标人不得随意更换供货厂家。

5.3 不包括的供货

5.3.1 控制中心调度员/调度长工作站的显示屏、键盘和鼠标，正线车站操作员工作站的显示屏、键盘和鼠标，正线车站 IBP 盘。

5.3.2LTE 车地无线传输系统设备。

5.3.3 控制中心 UPS 及蓄电池（由整合 UPS 电源专业提供）。

5.3.4 室内引至室外轨旁设备（包括信号设备室至 IBP 盘、紧急关闭按钮、SPKS 按钮、清客确认按钮、站台开/关门按钮、自动折返按钮、站台门设备室、发车计时器、计轴、信号机、转辙机、道岔缺口监测设备）的电缆和光缆，场间联系、站间联系、与其他线路联络线电缆及光缆，室内外设备接地电缆及接地箱盒，室外钢轨接续线。

5.3.5 正线车站、控制中心、车辆段、试车线、培训中心、维修中心信号设备室内所有线槽、上走线架及安装附件。

5.3.6 与各系统的接口通用且无特殊制造要求的光、电缆（与车辆接口相关的供货范围详见本用户需求书《接口技术要求》部分描述）。

5.3.7 信号设备室外电缆和光缆敷设所需的电缆支架及接地圆钢、桥架、钢管、钢槽、防护管及段内混凝土电缆槽等材料。

5.3.8 所有信号设备室、信号值班室、派班室、车场检调室内放置所有信号监控终端所需的操作台及配套桌椅、文件柜等。

5.3.9 车站对位停车牌、区间停车牌。

5.3.10 轨旁 SPKS 划分区域的油漆喷涂。

6 备品备件

6.1 一般要求

6.1.1 投标人须提供设备安装调试过程中的随机工程备品备件，以及时替换在设备安装和调试过程中损坏的设备，此部分费用已包含在合同总价中。

6.1.2 投标人须提供信号系统设备质量保证期内的备品备件，在此期间，投标人还应对其由于设计不善以及其他任何原因所引致的任何备品备件消耗负责，此部分备品备件需存放在招标人所在地现场项目部，且该部分备品备件数量需满足保证不中断运营前提下的维修更换需要，此部分费用已包含在合同总价中。

6.1.3 投标人须提供信号系统在质量保证期后所需的备品备件。投标人应按合同价格的一定比例（备品备件总价不得低于设备总价的 3%）和设备的易损程度向招标人提供质量保证期后的设备维护和维修所需的备品备件（含软件）。投标人应根据其系统的特点提供所需备品备件数量的计算依据，并在投标文件中提供备品备件的清单、单价及总价，清单中所列的备品备件种类和数量应能确保系统投入运营后，在任何故障情况下得到及时的修正和更换，确保信号系统不中断运营。投标人所提供的上述清单应在合同实施过程中根据设计的需要进行数量的更改，招标人将根据需要，按照投标人在投标时所提供的清单中的价格进行质量保证期后所需备品备件的采购。同时，招标人可选择采购备品备件清单以外的备品备件，投标人须承诺该部分备品备件的单价不高于投标文件中的报价。

6.1.4 投标人应承诺质量保证期结束、已包含在本合同中备品备件供应完成后，以最优惠的价格向招标人提供备品备件。投标人及其分包商应在投标文件中提交承诺书，承诺书中应有备品备件价格换算公式（应仅考虑价格指数变化因素），当招标人确定向投标人购买备品备件的前提下，根据该承诺书，可达成本合同中规定的备品备件供应完成后系统生命周期内备品备件供应合同。

6.1.5 投标人须承诺在系统生命周期内，保证备品备件的供应。招标人向投标人购买的备品备件中，若原厂商所生产的备品备件停止生产，投标人应有责任在备品备件停止生产前最少 12 个月通知招标人，并提供其它代用品的数据及提供相应解决方案。

6.1.6 投标人在向招标人发出备品备件停止生产通知时，如不能提供可使用的并保证系统的功能、性能完整的替代产品或替代方案，投标人须免费向招标人提供投标人拥有的上述备品备件的图纸和规格；并免费向招标人提供任何投标人及其分包商可能拥有的，使招标人自己能生产备品备件、易损件/消耗性材料的其他信息和资料；投标人须免费给予招标人充分自主使用上述备品备件、易损件/消耗性材料的非独家专利权、许可权制造（仅限于制造）上述备品备件。

6.1.7 质量保证期结束前投标人原则上不得使用招标人单独采购的质量保证期后的备品备件；在设备安装、试验和质量保证期内的紧急情况下，招标人可将备品备件（招标人单独采购的质量保证期后的备品备件）提供给投标人使用，投标人应免费用新品补充所用的合同中的备品备件。

6.1.8 投标人须承诺招标人在试运行结束前可根据实际需求，在合同总价范围内，对备品备件的种类、数量进行调整。

6.1.9 在合同内的系统的任何部分如有改动，投标人应及时更换备品备件，即便这些备品备件已发给用户。

6.2 供货要求

6.2.1 招标人确定的向投标人购买的备品备件，应按招标人要求的时间节点供货。备品备件的供货应适应工程分段开通的要求，并满足招标人的分批供货要求和数量要求，并且质保期根据不同交付日期单独计算。

6.2.2 备品备件的清单应按不同设计进度予以更改，以确保清单内的备品备件符合最终设计。备品备件的清单内容应包括以下数据：

1) 系统配置总数量；

1) 建议备品备件数量；
2) 原厂订货编号；
3) 图件编号；
4) 订货及送货时间；
5) 按子系统等对清单进行分类，并提供每个备件可以作为多个子系统的备件的索引目录；
6) 标明名称、种类、等级、精度、厂商名称、可替代品的信息、参考图纸以及和维护手册的关系；
7) 对各种类备品备件订货周期的建议（如日常更换的消耗品、寿命小于 5 年的易耗品、需要提前订货的特殊加工器件、整机更换器件）。

6.2.3 投标人负责将备品备件运送至招标人指定地点并负责必要的调试、校准等，使之达到可正常工作的状态；在质量保证期结束时，投标人对其提供的备品备件进行免费测试一次，并提供测试报告由招标人确认。

6.2.4 质量保证期后，投标人须保证招标人要求返修的备品备件在 15 天内修复返回。

6.2.5 备品备件还应包括投标人信号系统中其它易损坏设备和材料。

6.3 建议备品备件配置清单

6.3.1 投标人应分别对各阶段系统和设备质量保证期后三(3)年维护和维修所需的备品备件（含软件），提出建议并提出备品备件清单、单价及总价，总价为不少于投标设备（不含软件）总价的 3%。（其中车载设备备件中须包含一套车载机柜整机，发车计时器按整机配置，控制中心大屏幕控制器按整机配置），买方有权在项目执行过程中进行核减。

6.3.2 质保期内投标人应按业主的要求的时间提供备品备件。

6.3.3 其中车载设备的备品备件应满足各阶段最后一列车的车载设备预验收签发后三（3）年的正常运营所需。

6.3.4 投标人应提供所有备品备件的详细清单（含规格、型号和单价），供招标人参考。

6.3.5 在工程预验收日期起二十(20)年的系统生命周期内，投标人应能以市场优惠价格长期提供系统维护所需的备品备件。

6.3.6 对备品备件的格式要求详见投标文件格式要求。

7　仪器仪表及维修工具

7.1　一般要求

7.1.1　专用仪器仪表及维修工具

7.1.1.1 为维持系统正常运行，投标人应为本项目提供测试维护用的专用仪器仪表及维修工具，包括：

1) 专用测试仪器仪表。
2) 专用维护及维修工具。
3) 专用维护及测试软件。

7.1.1.2 投标人提供的专用测试仪器仪表和专用维护及维修工具应能维修到板级，安全系统应可按板级替换。其成本包括在合同总价中，投标人应提供按工程各部分划分的专用测试仪器仪表和专用维护及维修工具清单。

7.1.1.3 投标人提供的系统专用维护设备应配备故障信息读取软件，读取出的故障信息应可直接用于故障分析。

7.1.1.4 投标人提供的专用测试仪器仪表和专用维护及维修工具应有质量保证，出现质量问题时投标人应免费予以更换。

7.1.1.5 在系统设备的施工及安装前，投标人应提供这些专用测试设备的技术规格书、操作手册、维护手册和其它资料（中英文版本各一份，若国内设备供货提供的专用测试设备则只需提供中文版本）。

7.1.1.6 投标人应自行提供用于安装调试阶段和质量保证期内所需的专用仪器仪表及维修工具、测试软件以及测试用耗材。

7.1.1.7 投标人无权在安装调试阶段和质量保证期内使用合同项内的专用仪器仪表及维修工具。但在紧急情况下，招标人可将自己的仪器仪表及维修工具提供投标人使用，当这些仪器仪表及维修工具损坏时，投标人应负责更换新的给招标人，招标人不承担任何费用。

7.1.1.8 投标人须将在系统测试、维护和维修所需的专用软件及其使用说明文件在系统设备安装前向招标人提供。如该软件为投标人开发的，则该软件须以招标人可识别的方式向招标人公开。

7.1.1.9 专用测试仪器、仪表及专用维修工具使用的耗材，应具有通用性，当确实需要使用特制或专用耗材时，投标人应承诺保证其在信号系统生命周期内能得到稳定的供应，测试和维护用特制和专用耗材须在投标书中特殊说明，并在合同澄清时与招标人讨论确定。

7.1.2 通用仪器仪表及维修工具

7.1.2.1 通用仪器仪表及维修工具主要包括：

1）通用电子设备的维护及维修工具；

2）通用电子设备的测试仪器仪表；

3）继电器的维修及测试工具；

4）其他必须的通用仪器仪表及维修工具等（如：光纤、网线、电缆等维修和测试工具）。

7.1.2.2 在考虑有效地保证系统正常运行和正常维护体制的前提下，投标人应根据提供的信号系统的特点，提出通用仪器仪表及维修工具的配置方案、建议及用途，并列出详细的设备清单和单价及总价，供招标人选择。

7.1.2.3 投标人应自行提供安装调试阶段和质量保证期内的通用仪器仪表及维修工具、测试软件以及测试用耗材。

7.1.2.4 通用仪器仪表及维修工具的报价应单独列出，此部分报价不包含在投标总价中。

7.2 供货要求

7.2.1 投标人应为本项目提供用于系统和设备安装、诊断、测试、维护和维修所需的最新版的专用仪器仪表及维修工具的硬、软件（并分别报价）；提供的专用仪器仪表及维修工具应能保证本项目信号系统的正常运营的维护及维修要求；当专用仪器仪表及维修工具的软、硬件有缺陷时，投标人应负责免费、及时修正、更新。投标文件中应按以下 3 部分列出详细的专用仪器仪表及维修工具清单、单价和总价：控制中心、车站及轨旁、车载。

7.2.2 投标人应根据本工程的具体设备、线路、可维护性、一线维护和二线维护的要求、维修体制等情况来考虑专用仪器仪表及维修工具的配置，分别列出专用测试仪器仪表和专用维护及维修工具的数量。

7.2.3 专用仪器仪表及维修工具以及其相应的技术规格书、操作手册、维护手册和其它资料、所有系统设备维护所需的系统软件及工具软件（光盘或 U 盘）及使用说明应与投标人所供设备同时到货。如专用仪器仪表及维修工具具备连接 PC 使用的功能，那么投标人应以光盘的形式提供该设备连接 PC 用的相应驱动及检测软件的安装程序。

7.2.4 若投标人因未满足技术规格要求而须对系统进行更改，投标人应无偿提供与其系统更改相关的仪器仪表及维修工具，包括硬件及软件。

7.2.5 若合同项下相关系统软件或设备升级，维护所需的相关系统软件、工具软件及使用说明应无偿同步升级并提供给招标人。

7.2.6 投标人应具体列出专用测试仪器仪表及维修工具的清单，最终型号的技术内容应在最终设计完成后落实。

7.2.7 专用维修工具及测试设备应包括对日常性维修及临修所需的专用维修工具或设备，同时也包括专用手携式及工厂式计算机及故障测试设备等。

7.2.8 专用可携式计算机测试设备应为供货时同类产品的主流配置，其接口端子配置应能满足本系统的测试应用，并不低于以下条件：

1) 具备最新型号高速计算机；
2) 不低于 i7 处理器，16GB 内存，1TB 硬盘等配置；
3) TFT LCD 或 OLED 显示屏；
4) DVD 光驱；
5) 最少 1 串行通信口 +2 USB 接口；
6) Windows7 或后续版本的正版操作系统。

7.2.9 工厂式专用设备应具备以下条件：

1) 测试设备应达到出厂检验标准；
2) 具备测试、故障寻找及修正功能；
3) 具备测试模块组件故障功能，故障测试可定位到板级。

7.2.10 便携式设备应满足保证系统可用性的现场维护使用。这些设备应带有适当的包装以防运输中的震动和灰尘。

7.2.11 投标人负责将仪器仪表及维修工具等运送至招标人指定地点并负责必要的调试、校准等，使之达到可正常工作的状态；对于测试类仪器仪表投标人还应提供相应的检测合格证书及检测机构资质认定证书；在质量保证期结束时，投标人对其提供的仪器仪表及维修工具进行免费调试、校准等，并提供报告由招标人确认。

7.2.12 投标人须保证招标人要求返修的仪器仪表及维修工具在 1 个月内修复返回。

7.2.13 投标人所提供的专用计量器具、专用仪器仪表类物资，须由具备国家授权的检验机构首检合格并提供检验报告后方可移交，由此产生的费用包含在投标总价中。

7.2.14 专用仪器仪表及维修工具还应包括投标人信号系统中其它需要配置的仪器仪表及维修工具。

7.3 配置要求

7.3.1 投标方在投标文件中应分别给出详细仪器仪表和工具清单。

7.3.2 专用测试仪器及工具应至少包括以下三部分：控制中心（OCC）专用测试仪器及工具清单、轨旁专用测试仪器及工具清单、车载专用测试仪器、车载故障分析软件及工具清单。（应至少包括自发电计轴磁头钻孔工具、应答器维护工具、转辙机拉力测试仪、车载测试诊断分析工具、室内设备测试诊断工具等）

7.3.3 投标人应根据本工程的可维修性等情况来考虑仪器仪表和工具的配置情况，不应少于二套。

7.3.4 投标人负责线路上所供信号设备的定测，并免费提供计轴磁头钻孔工具等特殊工具给安装承包人使用。

7.3.5 专用仪器仪表及维修工具还应包括投标人信号系统中其它需要配置的仪器仪表及维修工具。

8 系统保证

8.1 概述

8.1.1 投标人须保证本系统在各个阶段均符合国家相关规范标准及用户需求书中技术部分的各项要求，并对本系统在产品设计、制造、安装、测试/调试、试运行、开通、初期运营前等阶段进行本工程的全工程 RAMS 管理。

8.1.2 本项目的系统安全评估是对工程特定应用的评估。投标人须按相关标准对信号系统进行 RAMS 保障工作，配合并接受独立第三方安全评估机构对本项目的安全评估（含 RAM）工作，参与评估机构组织的与本系统安全评估有关的各项专题会议。投标人应组建相应系统安全保证小组配合相关评估工作，并在项目的各阶段，向评估方提供所需文件。

8.1.3 本部分的目的是确定系统保证的要求和技术。同时，提供了信号系统设计、开发、生产、测试和初步运营阶段中“系统保证计划”（参见本章 8.2 节）的一般要求和具体任务。

8.1.4 投标人系统保证小组的主要工作内容包括但不限于：至少明确 1 名系统保障负责人（RAMS 经理）配合安全评估（含 RAM）的相关工作，该人员需熟悉 EN5012X 和国家有关标准；制定并执行安全保证计划（含 RAM）；组织实施全生命周期内的所有安全活动（含 RAM）；并编写所有安全活动（含 RAM）的所有文件；对分包商提交的资料进行审查；协助第三方安全评估机构完成对项目的审核。

8.1.5 投标人须保证在各个工程阶段中符合系统保证的各项要求，各个工程阶段所要求的系统保证任务和交付文件概述如下表所示：

工程阶段系统保证任务和交付文件概述表

项目.	所需工作/文件	工程阶段				
		设计		制造及	测试及启动	初期运营/质保
		初步	最后			
安全管理相关工作						
1	系统保证计划	呈交	更新	-	-	-
2	验证与确认计划	呈交	更新	-	-	-
3	配置管理计划	呈交	更新	-	-	-
4	质量计划	呈交	更新	-	-	-
5	室内测试计划	呈交	更新	-	-	-
6	现场测试计划	呈交	更新	更新	更新	-
7	初步危害分析	呈交	更新	更新	更新	-
8	系统危害分析	-	呈交	更新	更新	-
9	接口危害分析	-	呈交	更新	更新	-
10	操作与支持危害分析	-	呈交	更新	更新	-
11	量化风险分析报告	-	呈交	更新	更新	-
12	安全分析报告： 第一部分- 安全原则及规范要求的符合性分析报告（包括安全验证） 第二部分-故障树分析/ 故障趋向危险/ 量化风险评估报告	呈交	更新	更新	更新	-
13	差异性分析	呈交	-	-	-	-
14	特殊危害分析	-	呈交	更新	更新	-
15	变更安全分析报告	-	-	-	呈交	更新
16	危害日志（危害登记册）	呈交	更新	更新	更新	更新
17	室内测试报告	-	-	呈交	-	更新
18	现场测试报告	-	-	-	呈交	更新
19	验证与确认报告	-	-	-	呈交	更新
20	安全证明文件	-	-	-	呈交	更新
21	系统安全报告	-	-	-	呈交	-
可靠性、可用性及可维修性管理相关工作						
1	可靠性、可用性及可维护性分析及报告	呈交	更新	-	-	-
2	故障模式、影响及重要性分析及报告	呈交	更新	-	-	-
3	可靠性、可用性及可维护性证明计划	-	-	-	呈交	更新
4	可靠性、可用性及可维护性证明及报告	-	-	-	-	呈交
5	故障报告与修正措施系统 (FRACAS)	-	-	-	呈交	更新

8.1.6 投标人应参照 GB/T 28808、GB/T 28809、GB/T 21562 标准的要求开展系统保证相关工作。

8.2 系统保证计划

8.2.1 投标人须向招标人提交系统保证计划，说明如何计划、管理及监控在其服务范围内的整体系统安全性、可靠性、可用性及可维护性（RAMS）要求，确保能有效地在设计、开发、生产、测试和初步运营阶段中落实相关设计目标。

8.2.2 投标人须在合同签订后两个月内，向招标人提交经投标人的系统保障负责人（RAMS 经理）审核批准的系统保证计划。在合同实施过程中，投标人需按月提交系统保证工作相关报告。

8.2.3 系统保证计划的内容须包括但不限于以下各项：

1)负责实施系统保证计划的组织架构、人员、职责及沟通方式；

1)负责实施系统保证计划的主要人员的简历说明（包括个人的详细学历及经验资料）；

2)投标人及其分包商在系统保证任务的监控过程及相关程序和方法；项目执行各阶段为保证任务有效实现的人员分配值守安排及相应职责说明；

3)详述系统保证任务、安全分析方法及证明系统安全方法、系统能达到的可靠性、可用性及可维护性目标的方法；

4)遵照工程阶段系统保证任务和交付文件概述表的要求，提交系统保证任务及文件的时间表。

5)内部审核方案。

8.3 系统安全要求

8.3.1 安全完整性等级

8.3.1.1 在制定以下信号子系统的硬件和软件设计时，投标人必须按照 GB/T 28808、GB/T 28809、GB/T 21562 标准内关于安全完整性等级的规定，包含至少符合下表所示的安全完整性等级要求：

子系统	安全完整性等级
列车自动防护（ATP）子系统	4 级
目标控制（OC）子系统	4 级
计轴设备	4 级
资源管理器	4 级
列车自动监控（ATS）子系统	2 级
列车自动运行（ATO）子系统	2 级

8.3.1.2 信号系统与其他系统接口的安全性应不影响所接口的信号子系统本身的安全完整性等级要求。

8.3.1.3 控制中心微模块机房不应影响信号子系统本身的安全完整性等级要求。

8.3.1.4 涉及行车安全的系统设备，在错误操作发生时，不应导致危险侧输出。

8.3.2 危害分析及危害登记册

8.3.2.1 危害分析是针对系统的潜在危险进行有系统的分析，在工程项目的适当阶段应用安全评估技术，有助于做出优化安全的变更。

8.3.2.2 投标人须审核、确认独立第三方安全评估单位提出的主要危害清单，投标人应分析其适用性，并提出适当的修改及深化建议。

8.3.2.3 投标人在进行设计、开发、生产及测试阶段，须考虑有关危害及其减轻措施，并将有关的减轻措施纳入系统设计、开发、生产及测试过程中。危害的范围须涵盖系统、接口及运营三方面。

8.3.3 安全原则及规范要求的符合性评估

8.3.3.1 在设计完成前，投标人须根据系统的设计特点或安全要求，分析其相关的潜在危害，并列举将会被采用的设计、运营安全原则、工业守则或法例，以评估系统设计是否符合相关的安全要求或设计特点。

8.3.3.2 针对安全要求或功能，须进行安全验证，以证明系统/设备的设计符合所需的安全功能/特色要求或标准。安全验证应包含在安全关键设备的型式试验和调试试验中。在初期运营前，投标人须完成全部安全验证工作，并确认完全符合所需的安全功能/特色要求或标准。

8.3.4 安全分析报告

8.3.4.1 安全分析报告将收录下列分析报告：

1) 第一部份，安全原则及规范要求的符合性评估；

2) 第二部份，故障树分析/故障趋向危险/量化风险评估报告。

8.3.4.2 投标人须在最后设计阶段提交安全分析报告，并在余下的工程阶段更新。

8.3.5 系统安全报告

8.3.5.1 投标人应在最后设计阶段制订和提交系统安全报告草案，在交付第一辆列车前呈交，并在运营前提交正式最终版本。

8.3.6 安全措施要求

8.3.6.1 系统应具有信息安全性，有完善的硬件、软件信息安全防范措施。

8.3.6.2 系统应具有完善的权限管理。

8.3.6.3 系统应具有系统极限负荷下的雪崩数据处理能力。

8.4 可靠性、可用性及可维护性 (RAM) 要求

8.4.1 系统的可靠性定义及系统设计原则

可靠性是系统在规定条件下完成规定功能的能力，按照系统产品标准提出的规定条件，准确地进行操作就是保证可靠性的前提条件。为了保证可靠性，系统必须提供准确、详细的技术资料，特别是与外界接口的条件和规定必须明确，对电源、接地、环境的要求也必须明确。此外，还要对操作人员提供彻底的培训，使用户真正了解系统的各项具体要求。可靠性主要有几项有关的原则：

1）系统不易发生故障原则

系统需采用可靠性高的设备，必须有严格的可靠性设计和可靠生产保证措施，对用户的操作环境要求较宽。系统的结构合理，单元结构合理，元器件均有较大的余度，生产措施现代化且质量控制非常严格。

2）系统运行受故障影响最小原则

系统设备会因意外或长时间使用而出现故障或失效，即使部分出现了故障，系统的控制运行也不应受到影响，或受到的影响尽可能小。所采用的产品在系统设计中必须结构合理，

即故障隔离技术较好，部份故障不易扩散。此外，主要设备应有充分的冗余备份措施，即故障时系统能自动切换到备份的部件上。

3）迅速排除故障原则

迅速排除故障原则要求系统的故障应在尽可能短的时间内得到排除。系统要有较强的故障自诊断功能，有准确的故障指示功能，有方便的组件更换功能，最好系统允许板级带电（在线）拔插更换。

8.4.2 系统的可维修性要求

系统的可维修性是指可修复系统排除故障的难易程度。

为了配合高可靠性的系统要求，以下几个方面应纳入设备选型原则：

1）系统的固有维修性

系统的固有维修性是指系统在硬件和软件本身方面排除故障的难易程度，系统应有全面的自诊断功能，准确的故障指示功能及容易更换的模板。

2）维修的经济性

工程期间及质保期内因人为因素或不可抗力造成的设备损坏，需购买备品、备件时，其价格不应高于本项目所签订的设备采购合同清单中提供的设备价格。此外，设备修复的价格必须区分更换整机还是更换元器件，且购买元器件价格应低于整机价格。

3）维修资源的获取方便程度

系统的备品、备件应该在国内容易获得，应保证货源及交款后短时间内可以得到备品、备件。

4）系统设备是否将要停产

应避免提供将会在短期内（五年内）可能停产的设备。

8.4.3　事故定义

8.4.3.1 信号系统的可靠性根据信号系统运营期间出现故障而导致的列车运行中断事故（以下统称“事故”）次数进行测定。事故指信号系统故障（但是可以不包括因为一些外部输入失效所引致的故障，例如失去了外来的电力供应）引起的以下任何一次事件：

1) 运行中断，列车停止服务；
2) 列车运行延误，列车延误达至 2 分钟或以上的初始延误（初始延误，是指乘客在事故地点发生故障的列车上经历的行程时间延长）；
3) 不适合继续服务 / 未能发车，计划投入客运服务的列车不能在计划的发车时间发车或不适合继续服务。

8.4.3.2 已发生信号系统故障但不明确原因的事件，若其后有证据证明是因信号系统故障引起，须追溯列入事故记录内。

8.4.4 可靠性、可用性及可维护性表现证明

8.4.4.1 投标人应在投标文件中提供每一独立的子系统和整个系统的平均无故障时间指标和可用性指标，并提供详细的计算方法和计算过程。

8.4.4.2 全线系统可靠性及可用性等指标，在信号系统的 144 小时阶段、试运行及质量保证期内测试。

8.4.4.3 投标人须证明系统符合 RAM 的目标。

8.4.4.4 可靠性证明期应从交付系统后第 1 月的月初开始计算，直至到质保期满为止。

8.4.4.5 在质量保证期期内，招标人会记录有关信号系统的各种事故和故障，并提供投标人作分析及确认。投标人应在收到故障记录后 10 天内对有关故障进行分析并提交报告给招标人审批。

8.4.4.6 从可靠性证明期的第 13 个月月初开始，计算前 12 个月的平均可靠性表现记录，并与可靠性目标值进行比较，投标人应在每个月月初评估信号系统故障记录。

8.4.4.7 投标人应保证系统的可靠性、可用性及可维修性表现在质量保证期内至少最后 12 个月连续达标。若未能实现某项可靠性目标，应每月继续该项可靠性记录和分析，直到在连续的 12 个月期内实现该项可靠性目标为止。

8.4.4.8 如果任何一项可靠性目标未能达到，投标人应自行承担费用采取其认为必要的措施以达到目标要求。

8.4.5 可靠性、可用性和可维护性（RAM）证明报告

8.4.5.1 在质保期内，投标人须每个月提交监控 RAM 表现、确定补救措施有效性的临时报告。

8.4.5.2 投标人须在完成有关证明项目之后一个月内提交关于可靠性、可用性和可维护性证明报告。该报告须提供依据，证明已达到了各项 RAM 目标（各项 RAM 考核内容的指标参照各城市业主、中国城市轨道交通协会或国际地铁协会（CoMET）的相应要求），还须包括有关资料和计算过程。

8.4.5.3 投标人须在 RAM 证明报告及每月监控 RAM 表现的临时报告内对每个故障做出细节的叙述。故障细节须包括：每个故障发生的时间、日期、对列车服务的延误、维护员工到达现场的反应时间、修复时间、故障起因、症状、警报及补救措施等。

8.4.6 故障报告与修正措施系统

8.4.6.1 投标人须在规定的工程阶段建立故障报告与修正措施系统，以便提供系统/设备的数据，包括问题和故障及其相关修正措施，还包括问题或故障发生的原因和方式。

8.4.6.2 故障报告与修正措施系统应用于监控设备的安全性和 RAM 表现，包括设计阶段（因预测性分析的结论而进行更改）、测试及启动和投入运营期。该系统用于监控设备/组件的性能，确定故障模式，以便采取修正措施改进系统的表现。

8.4.6.3 主要修正措施须在可靠性、可用性和可维修性证明报告内概述。

8.4.7 系统保证审核

8.4.7.1 招标人将根据投标人提供的本工程信号系统设计、开发、生产和测试的实施计划及方案，在信号系统设计、开发、生产和测试阶段进行审核，以确认投标人已符合并执行相关的系统保证要求。招标人将于执行审核的 7 个工作日前通知投标人有关审核安排。投标人须提供一切相关的协助，以使招标人能完成审核，如安排适当的员工参加会面，提供相关的文件等。若因投标人未能按期提供相关详细计划、方案或协助配合不利而导致的招标人审核滞后，如由系统修正或改善的内容导致工期滞后的影响后果，将由投标人自行承担。

8.4.7.2 在审核完毕时，招标人将提出各项关于系统保证的改善行动。投标人须递交证据以确保所有改善行动已在双方同意的时限前执行(例如在时限前递交相关文件)。

8.4.8 可扩展性

8.4.8.1 系统软件、硬件应是标准的模块化设计，易于功能和范围的扩展。采用面向对象技术，提高系统的可复用性。

8.4.8.2 系统应采用标准的、开放的通信协议。

8.4.8.3 安装在车上、沿线轨旁、车站、控制中心、维修中心、车辆段的设备，除分别留有满足本用户需求书要求的必须的余量外，在设计时应留有扩展能力，以适应延伸工程实施时的扩展。因此，投标人应在系统设计和配置中作相应考虑，以满足有关设备在扩展时的要求，并在技术建议书中做出说明。

8.4.8.4 在系统设备进行扩展后应不影响整个系统设备的运行和满足扩展后的整个线路的运营要求。

8.5 网络信息安全评估

8.5.1 信息安全保护建设

1) 本工程将实施信号系统网络信息安全保护的建设，投标人负责完成信号系统网络信息安全保护建设相关的一切工作，包含但不限于提供硬件、软件以及安装、调试服务等。投标人需委托具有评估资质的评估单位依据相关法规对网络信息安全保护进行评估。投标人本次报价需考虑信号系统网络信息安全保护（3 级）的建设和评估测评费用，评估测评费用单独报价，直至首测通过，所有费用列入投标总价中，合价包干。

8.5.2 信息安全评估单位须具有中国信息安全认证中心颁发的信息安全服务资质(一级风险评估服务)。

9 硬件要求

9.1 硬件总体要求

9.1.1 投标人提供的所有硬件应该是性能可靠、与其软件完全兼容且满足系统性能指标的产品。在项目实施过程中如发现投标人所提供的设备不满足兼容性、性能指标、可靠性等相关要求，招标人保留对本工程所采购设备（含专用工具和备品备件）品牌、型号、规格等进行调整的权利，投标人须承诺此相关调整不引起任何费用变化。

9.1.2 信号系统设备应采用标准化、模块化、通用化和商用化的硬件，便于在线路及站场发生变化情况下能对系统进行修改和功能扩展，同时也利于系统升级和维修维护。

9.1.3 信号系统的所有硬件应具有高稳定性、高可靠性，同时应具有容错及安全措施，满足连续不间断、稳定、可靠工作的要求。

9.1.4 系统硬件在按远期站场规模配置的基础上，控制、表示及监视对象均应有30%以上的备用量，机柜应预留一定数量的模块插接位置。

9.1.5 投标人提供的服务器、工作站、PC机、彩色液晶显示器、网络交换机、路由器等通信传输设备应为设备交货时的主流配置和高端名牌产品。

9.1.6 各工作站显示器的分辨率不低于1920×1080，明亮度不低于350cd/m2，对比度不低于500：1，响应时间不超过2ms。可视角不小于160 度，其可靠性、稳定性和辐射强度应符合国际标准。

9.1.7 投标人提供的服务器性能应满足工程需要，采用的通用服务器，其指标建议不低于如下要求：

技术指标	技术要求
CPU	不少于20核64位 2.4GHz CPU核心，支持扩展≥40核64位CPU核

	心；高速缓存≥15MB。
内存	标配≥64GB，可扩展至 1TB。
硬盘	配置≥4TB，最大可扩展至 8TB。
电源	系统配置冗余热插拔电源。

9.1.8 投标人提供的工作站性能应满足工程需要，应为供货时市场主流配置，其最低配置不得低于如下要求：

技术指标	技术要求
CPU	≥4 核 2.4GHz 处理器。
内存	≥DDR4 8G。
硬盘	≥1TB，7200RPM。
电源	系统配置冗余热插拔电源。

9.1.9 投标人提供的车站工业级以太网交换机应采用适合工业环境、技术成熟的高性能和高可靠性的国际知名品牌的工业级千兆以太网交换机。交换机性能应满足工程需要，应为供货时市场主流配置，其最低配置不得低于如下要求：

技术指标	技术要求
背板带宽	≥24Gbps。
端口数量	至少具备 4 个 1000Mbps 光口、24 个 100Mbps 个以太网口。
电源	支持冗余电源。
工作温度	-40℃~75℃，无风扇。
MTBF	≥30 万小时。
功能	具备虚拟局域网（VLAN）功能、状态信息上传功能，支持环网结构。

9.1.10 投标人在设备采购前应提供相关的颜色建议，由招标人综合相关专业工作站配置情况后统一考虑，招标人保留变更显示器颜色及尺寸的权利，投标人应承诺价格不发生改变。

9.1.11 系统所采用的硬件设备应有良好的工艺，工艺设计应符合相关国际标准，所采用的接触件应接触可靠，保证长期使用接触良好。所有的电子零部件和器件在工厂均应有一定时期的老化处理过程，以缩短其初期故障的高发期。

9.1.12 车载设备和轨旁设备应具有高强度，抗冲击、抗震动、抗寒、防油污、防腐蚀的性能，投标人应提出所采用的相应的标准和各种防护等级。

9.1.13 所有设备应具备相应的过载保护措施，如防雷、过电压保护、过电流保护、防浪涌等。

9.1.14 涉及行车安全的子系统设备和计算机及网络设备应具有必要的冗余结构。单一设备的故障应不影响整个系统的正常工作。

9.1.15 各种设备单元的电源连接线原则上应采用接线端子排方式，若有设备采用电源插头、插座时，插头和插座应符合中国国家标准。

9.1.16 所有维护工作站、显示工作站及控制工作站的电源短路，不能影响相关控制设备的正常工作。

9.1.17 所有传给控制工作站、维护工作站、显示工作站的报警信息，须独立提供，以防止其中一个设备故障时影响另一设备的正常工作。

9.1.18 所有设备的设计、安装均应考虑设备的维修方便，且需达到招标人的要求。

9.1.19 投标人应在投标文件中提供详细的系统设备配置图。

9.2 系统和设备

9.2.1 投标人所提供的信号系统的子系统应包括 ATP、ATO、ATS、OC、DCS、信号智能运维监测、培训子系统等。

9.2.2 投标人提供的信号系统设备和元器件应优先选用自主化产品，以最大限度的满足运营维护的需求。

9.2.3 系统设计应配合车辆、线路、限界、轨道、建筑、结构、车辆段工艺、站台门、间隙探测、全自动洗车机、云平台、通信、乘客信息、综合监控、NCC、线网智能运维平台、线网智能调度平台、控制中心大屏幕、供电、动照、环控、综合管线、综合接地、与其他线路联络线及运营等的设计，使其协调一致。并配合防雷、消防、第三方检测等专业检测机构工作。

9.2.4 系统的所有硬件必须具有较高水平的运行可靠性，考虑长期不间断工作的要求，同时必须是高可用性和低运行成本相结合。

9.2.5 系统应采用模块化设计，易于功能和范围的扩展。以便不仅满足各种任务的性能要求，而且可使系统得以逐步扩展，系统扩展时应做到不影响已有设备的运行。在系统设备进行扩展后应不影响整个信号系统设备的运行和满足扩展后的整个线路的运营要求。

9.2.6 安装在车上、沿线轨旁、车站、控制中心、维修中心及车辆段的设备，除分别留有满足本用户需求书要求的必须的余量外，在设计时应留有扩展能力，以适应扩展。因此，投标人应在系统设计和配置中作相应考虑，以满足有关设备在扩展时的要求，并在技术建议书中做出说明。

9.2.7 投标人需在投标时一并考虑与延伸线接轨站系统容量，并预留线路延伸时的系统接口条件。

9.3 设备设计准则

9.3.1 投标人所提供信号系统设备的设计均应符合有关工业控制产品的设计标准。

9.3.2 对系统组件和材料使用条件的设计应满足制造商规格书中规定的电压、电流、温度、应力和其他条件。

9.3.3 在电路的设计中应考虑到设备的电压、电流、温度、应力或其它条件值在设备启动时会有变化，或在设备的运行中会有周期性或非周期性变化，设备的设计应允许一定范围内的此类变化发生或使变化影响得以补偿，补偿不应采取调整控制的方式。

9.3.4 应采用标准元器件，而不需通过个别选择来满足特殊参数。

9.3.5 系统宜具备热插拔功能，即可不损坏地拆除/更换模块，且不影响设备或系统其余部分的运行。从系统中一个正在运行的设备拆除其中任一模块不应导致任何损坏，否则应采取预防措施。

9.3.6 零部件的布置、固定和排列应使检查、拆除和更换时不致影响或损坏连线上的其它零部件。

9.3.7 每块印刷电路板都应具有防护涂层，以防止因潮湿、盐气、酸气或其它腐蚀性环境、发霉和灰尘引起的开裂、生锈和变质。

9.3.8 应采取措施防止内存设置不正确、初始内存太小、缓存数据太大、内存溢出、系统处理阻塞及其它相关因素导致的服务器或工作站宕机。

9.3.9 所有设备都应具有短路保护的功能，包括电源自身的短路保护功能。

9.3.10 设备的设计应考虑到由于电源系统切换、线路故障或低电位升高引起电压幅度和相位变化时，设备本身不致受到损坏且应保持正常工作性能。

9.3.11 设备或其接地和布线不应对其它设备性能产生任何干扰，也不应产生使人员感到不适的干扰。

9.3.12 所有信号系统设备的设计应采取防止雷击的保护措施，当发生雷击事件时，应确保系统的安全性符合有关标准的规定。

9.3.13 车载设备应能抗冲击和震动，抗冲击和震动能力应符合 RIA20 标准测试要求。所有轨旁设备抗冲击和震动能力须符合 RIA20 标准第 1 类的测试要求。

9.3.14 安装在建筑结构体上的信号系统轨旁设备应采取绝缘措施。

9.3.15 投标人所提供的信号系统设备（包括各子系统设备）的监控容量除应满足本工程范围内的正线线路、车站及车辆段的建设规模外，还须在满足本工程最小行车间隔能力要求的基础上，设备的硬件容量配置（如插槽等）须留有不小于 30%余量、软件容量配置（如系统处理能力等）须留有不小于 30%余量。

9.4 材料

9.4.1 系统所选择的材料应能适应预期功能，且适应工程现场条件。投标人应对所使用材料的标准、强度特性、疲劳特性、抗腐蚀性等进行详细说明。

9.4.2 系统采用的材料、加工工艺和零部件应经选择后实施，以使其能够满足合同中关于性能、物理和功能特性的要求，以及关于安全性、可靠性和可维护性的要求。材料、加工工艺和零部件应按相应的规范和图纸进行控制。

9.4.3 投标人所提供设备、材料的设计应考虑防火的要求，所采用的结构、外壳、连接线缆、防护套管等的选材均应采用阻燃材料。

9.4.4 信号系统器材应具有轨道交通良好应用业绩，若国内采购，应为铁路专用器材。

9.4.5 如有需要，投标人应按招标人要求提供相关材料样品。

9.5 工艺

9.5.1 系统设备所选择的工艺水平应能满足系统的整体要求和适应预期功能，且适应工程现场条件。通用工艺应采用先进的现代化工艺。

9.5.2 系统的组件应以良好的商业惯例制造和加工。应特别注意下述过程的整洁和工艺：

1) 锡焊；
2) 配线；
3) 零部件铭牌；
4) 电镀；
5) 喷涂；
6) 铆接；
7) 机械化装配；
8) 电焊气焊；
9) 零部件的倒角和去毛刺等。

9.5.3 设备的金属构件表面除了加工装配面和电镀表面以外，都应进行防锈和喷涂处理。在装配前，对封闭结构的内表面也应有必要喷涂或进行防锈处理。

9.5.4 设备及机柜的机械结构应保证散热性能良好，室外设备应做到有效地防潮、隔热及防尘。箱盒选材不应采用铸铁材质。

9.5.5 插接件应接触可靠、易于插拔、结构坚实、不发生机械变形、并应具有防松措施、防插错措施（含插接式封连线等）。所有室内、外接线端子应采用 WAGO 端子。

9.5.6 插接件的工艺处理应保证长期使用接触良好，不发生锈蚀，接触电阻不应超过规定值。

9.5.7 印刷模板应有电路名称，板上元器件排列应有规律，元器件附近应有识别标志。所有元器件、模板、电路名称须和图纸上的名称一致。

9.5.8 所有安装紧固件及安装支架表面镀锌，24 小时盐雾试验无锈蚀。轨旁设备外露各部件应考虑防腐蚀要求。

9.5.9 投标人如在项目执行过程中采用新工艺，需经招标人审核同意后，方可实施。

9.6 互换性和标准化

9.6.1 所有相似零部件应具有充分的可互换性，而无需修整或调整。所有系统项目的可互换性应遵照商业惯例。

9.6.2 本系统内相同功能的组件在电气上和机械上都应是可互换的。且在有美观要求时，其外观也应一致。设备室内或车载机柜板件固定螺丝应统一型号。

9.6.3 投标人应对本工程中所有零部件、材料和器件的标准化负责。投标人应安排并执行在标准化方面与其分包商的协调工作。所有批量生产的设备、零部件和元器件均应是标准产品，这类项目包括接触器、熔断器、接插件、开关、表示灯、插座、插头、按钮等。

9.7 维护和失效管理

9.7.1 投标人所提供的系统设备中应包括对系统故障以及非正常条件进行识别和响应所需的硬、软件，以减小故障对系统运营的影响，使系统中各设备尽可能保持其功能。必须且只有在危及安全时才准许停止运营。

9.7.2 系统故障的检测、报告和响应的设计应使故障对系统运行效率的影响减至最小。

9.7.3 系统对故障和非正常条件的响应具备如下策略：

1) 自动或人工改变设备工作状态；
2) 系统操作方式的调整；
3) 恢复运行。

9.7.4 所有设备设计应以方便维修为主。测试点及显示灯应在设备向外处而不需另拆设备。

9.7.5 故障报告应采用视觉和听觉告警相结合的方式，并应实现记录、存储、拷贝功能。对故障的自动响应优先级应首先为系统安全，然后为保持部分功能运行。

9.7.6 投标人应提供自动计算机平台设备以促成故障追踪、分析、复修，并确保所有故障数据皆有秩序地记录及方便打印。

9.7.7 在任何情况下，控制中心操作员应有措施压制或修改任何自动失效管理策略。此外，中心操作员还应有措施启动任何系统内置的失效管理策略。无论何时，一旦失效管理策略被选中，系统应自动执行其功能，而无需控制中心操作员的进一步介入。

9.7.8 运行恢复应包括排除故障的所有动作，使系统恢复完全运行。

9.8 设备监督和测试

9.8.1 所供设备应具有下述监督和测试性能：

1) 前面板上的视觉指示，表明设备中各主要组成模块的运行状态，如内部电源等;
2) 设备和模块应具有用于在线运行时测量或进行人工测试的测试端子；
3) 根据需要而设的内置仪表；
4) 所有微处理器控制设备的内置诊断程序，该程序按周期运行，可将故障至少定位到板级。

9.8.2　能够周期性实时输出监督和测试结果，实现远程监督、测试和诊断。

9.9　防雷、防浪涌要求

9.9.1　信号系统设备应能防护雷电冲击和浪涌冲击。

9.9.2　所有设备的输入和输出应遵照相关国家标准、行业标准或类似标准，以使设备不受损坏或产生误动。

9.9.3　信号设备防雷装置应符合下列规定：地下线、高架线和地面线的室外信号设备、与高架线或地面线衔接的隧道内的室外信号设备（范围暂定为：洞口至相邻洞口的车站）及与外线连接的所有室内信号设备应具有雷电防护措施（具体范围在设计联络阶段确定）；室内防雷装置应集中设置。

9.9.4　地下线、高架线和地面线的交流电源的外线、电子设备、计轴的外线、信号机等任何外线（转辙机防雷根据投标人系统特点进行设置）的引入和连接的设备均应采取必要的防雷措施和防浪涌措施。应在电源、计算机、数据通讯线路、输入输出接口、机柜结构及地线设置等方面采取电磁兼容和防雷设计，包括元器件的选用和印刷电路板的设计制作。

9.9.5　投标人应根据本工程所在地的雷电灾害情况对雷电感应过电压进行防护，根据设备的冲击耐压水平采取相应的雷电防护措施。防雷元器件不应影响被防护设备的正常工作，被防护设备与防雷元件之间的连接线应以最短路径连接。

9.9.6　所有室外设备应具有防雨、防鼠、防太阳辐射、防雷保护措施，且须提供室外电子设备防雷检测报告。

9.9.7 正常情况下，防雷装置应不影响被防护设备的工作，在受到雷电干扰时，信号设备不应产生危险输出和错误输出，不能影响行车安全。防雷装置和屏蔽措施不得改变原系统的性能，并应保证信号设备受雷电电磁脉冲干扰时不得导致危险状态。不得借用并联型防雷设备的端子连接其他设备。

9.9.8 安装在防雷分线柜处的防雷保安器应有劣化指示。设有现地声光报警及劣化信息上传维护监测子系统的功能。

9.9.9 当防雷保安器处于劣化或损坏状态时，须立即自动脱离电路且不得影响设备正常工作。

9.9.10 并联使用的防雷保安器应能实现热插拔，信号传输线的防雷保安器应实现即插即用。

9.9.11 防雷保安器并联应用时，在任何情况下不得成为短路状态；串联应用时，在任何情况下不得成为开路状态。

9.9.12 防雷器件的外壳须采用阻燃材料。

9.9.13 防雷措施和防雷器件的选择应满足工程当地雷暴日的要求。

9.9.14 投标人应根据各自系统的技术要求提出其系统的综合防雷和防浪涌的技术方案和措施以及当其失灵时可能造成的危害以及维修测试的方法，并提供相应的防雷和接地设备。

9.10 接地要求

9.10.1 本工程控制中心、各车站、车辆段信号楼、培训中心、维修中心、试车线设备的各种地线均接入综合接地网，信号系统设备的各种地线包括防护地、防雷地均接入综合接地系统的接地网。信号设备室内不同种类地线须独立引入等电位端子排（箱），采用星型方式连接。连接端子采用铜螺栓或不锈钢螺栓双螺母防松，室内各种地线引线不得设置开关、不得中间接续、不得在机柜之间彼此串接。

9.10.2 车辆段室外（含试车线）及停车列检库的信号设备由施工单位按照信号系统的要求单设接地体或接地网，埋设接地体地点应远离高压电网和地面铁塔等地面设备，不同接地体之间最近距离不得小于 20 米。在信号设备室内设置信号综合接地箱及其端子板并将接地电缆引至信号设备室内接地箱及其端子板。

9.10.3 区间设备接地采用接入区间接地圆钢。区间干线接地圆钢由招标人提供，当提供的接地系统不满足投标人的需求时，信号系统设备接地由投标人自行考虑。

9.10.4 信号系统设备所采用的接地方式应对现代信号和控制系统的电子设备的人身安全及设备防护是有效的。

9.10.5 要求投标人提供的信号系统设备能满足不应大于 4Ω 的接地电阻值要求。

9.10.6 投标人应对轨道交通带电部件的安全措施提出建议，如防止电击、电位升高和间接冲击。乘客和工作人员可能在站台、车站建筑或高架桥接触到的所有金属部分，诸如钢杆和钢管以及其它金属设备应接地，以防电击造成人身伤害。

9.10.7 室外信号设备的金属箱、盒壳体、支架、维修平台等应接地。严禁用钢轨代替地线。投标人应提出接地的具体方案及实施要求。

9.10.8 走线架、槽不得布置成环形，已构成闭合回路的应加装绝缘进行隔断。

9.10.9 信号设备接地线应采用星型连接方式，各接地线均应按最短路径单独接入接地母排。

9.10.10 所有设备的外壳、支架接地需要提供独立的接地端子。

9.10.11 投标人应对所提供的系统设备所需的接地作详细的描述，包括接地种类、地线指标和具体方案。

9.10.12 车载设备的地线由车辆提供，信号系统设备应满足车辆提供的地线要求。

9.11 布线

9.11.1 投标人应提供本项目所需的所有室内线缆、连接器、接插件、接线端子排和其它附件（招标人提供除外）。

9.11.2 投标人应负责为其供应的设备在相关的设备房内安装所需的所有电缆布线系统。

9.11.3 机柜内外的布线及配线应严格按照工厂化作业标准完成。

9.11.4 系统设备间的内部配线应整齐排列或捆绑，并应符合相关标准。

9.11.5 机柜内的配线及布线应结实、合理、整齐、美观、排列有序，配线和布线应采用不同颜色区分，易于连接和识别。架间配线采用多股铜芯低烟无卤阻燃绝缘软线。

9.11.6 投标人提供的电缆内部的芯线应分组和分颜色排列。

9.11.7 室内机柜间配线应设计为上走线架走线方式，机柜进线方式应为上走线。电源线与数据线分开敷设，并用颜色区分，接口处做防水防尘处理。

9.11.8 机柜零层设置应与走线方式相匹配。

9.11.9 所有电缆及电线阻燃等级应符合相关规范要求。

9.11.10 所有的室内外设备、接线端子排、电缆和接线应采用招标人批准的标签标识。

9.11.11 投标人所提供的用于电缆敷设的支撑和固定件需确保没有毛边、毛口和尖角，满足强度及防腐要求。

9.11.12 所有电缆管道入口需使用无机、无毒、防火、水密、气密的密封剂与被认可的矿棉材料密封。此类密封剂需易于在不损坏电缆的情况下清除。

9.12 机柜与机箱

9.12.1 主要设备采用屏蔽机柜，钢制的机柜、机箱、面板盘和其它支撑结构应经细致清洗和防锈处理，并适应现场环境条件。机柜及机箱和支撑结构应涂漆并着色。机柜、机箱、面板盘等的颜色应协调一致，在第一次设计联络中由投标人提出建议，招标人确认。

9.12.2 机柜及机箱的尺寸设计应满足机房空间要求及维护空间要求，参考尺寸为 2250mm×600mm×800mm（高×宽×厚），最大参考尺寸为 2250mm×800mm×1000mm （高×宽×深），信号设备室内机柜与机箱的尺寸大小应保持一致（组合柜及分线柜除外）。

9.12.3 机房走线架采用柜顶安装方式，机柜框架及顶板需考虑走线架支撑安装件的安装位置和走线架及线缆的承重，并需提供柜顶走线架的支撑安装件，机柜需满足走线架及线缆的承重要求 300kg/m。

9.12.4 设备机房内的机柜顶部禁止设置风扇散热，宜在机柜侧面设置散热风扇，并设防尘网。

9.12.5 机柜表面应采用细砂纹。金属零部件表面应有喷涂或电镀防护层，外部零部件无表面缺陷。镀层应光亮致密，无斑点、腐蚀麻点、水痕、起层、剥落、气泡，边缘和棱角无划痕。涂层应光滑，色彩均匀一致，无影响装饰或保护质量的毛刺、凸瘤、型砂、焊渣及焊接飞溅物等缺陷。

9.12.6 机柜门与门框的缝隙不超过 1.5㎜，且四周缝隙均保持一致。室内机柜门开启灵活，门缝应均匀且不得大于 2.0㎜,门的开启角度应不小于 110°，开启方向宜采用左开。

9.12.7 室内机柜应为高强度框架结构。对于型材结构机柜，柜体主体框架板材厚度应不低于 1.5mm；对于板式结构机柜，柜体主体框架板材厚度应不低于 2.0mm，角规钢板厚度不低于 2.0mm，其他不低于 1.5mm。室内机柜侧面板宜便于安装和拆除，前、后门开合自如，无阻涩现象。

9.12.8 室内机柜锁具使用摇把锁（薄形）嵌入式门锁，外表面尽量与面板平整。室内机柜柜体连接外铰链颜色应与门锁保持一致。

9.12.9 室内机柜应具有前后门。柜门应提供锁匙或把手等安全措施。室内机柜玻璃门位置的建议尺寸为：玻璃尺寸为 1970㎜×430㎜，距离柜门上边缘为 110㎜，最终需经招标人确认。

9.12.10 机柜内应预留一定数量的模板插接位置。

9.12.11 所有紧固零件必须紧固，不得有松动现象。投标人负责线路上所供信号设备的定测，并免费提供钻孔工具等特殊工具给安装承包人使用。机柜内各种端子板固定时，应互相平行，并与底架垂直，不得有目视可见的歪斜。

9.12.12 机柜内部线槽应具有足够空间，布线后线槽内应预留有 1/4 以上的空间。

9.12.13 机柜及机箱的设计应便于测试、器材更换及维修。

9.12.14 机柜应具有一定刚度性能和机械强度。在经受正常使用中发生的拉压、碰撞、冲击时不应有损伤。室内机柜机械静荷载应符合《电子设备机械结构公制系列和英制系列的试验第 1 部分: 机柜、机架、插箱和机箱的气候、机械试验及安全要求》（GB/T 18663.1）中的 SL6 等级要求；室内机柜抗振动能力和抗冲击能力应至少满足《环境试验 第 2 部分：试验方法试验 Ea 和导则：冲击》（GB/T 2423.5）；车载机柜应至少满足冲击和振动试验《 轨道交通 机车车辆电子装置》（GB/T 25119）中的 B 级要求。

9.12.15 机柜内应设置接地汇流排，柜门的接地线为 2 根，机架柜每单扇门与柜体需上、下各一根接地线连接，柜门接地线不得影响柜门开关或开关门不得夹伤地线。接地端或接地点应有明确的标识。柜内电源插座应采用工业插座或接线柱，工业插座应符合 EN60309-2。

9.12.16 机柜内接地点之间采用冗余连接，柜门的接地线为 2 根，机架柜每单扇门与柜体需上、下各一根接地线连接。接地端或接地点应有明确的标识。

9.12.17 所有机柜和机箱应可随意安置，并应有固定装置和支撑基础。电缆进出机柜的方式应满足工程现场条件和布线要求，按顶部进出线考虑，进出线孔上设阻燃的密封圈或密封夹条，其余部分用钢板封闭。除挂墙式机箱外，所有机柜应具有前后门。柜门应提供锁匙或扳手等安全措施。机柜和机箱的设计和布置应有利于散热通风。轨旁箱盒原则上应采用明锁方式。

9.12.18 投标人所供室外箱盒设计需满足运营维护使用要求，具体在设计联络阶段最终确定。

9.12.19 应在每一机柜及机箱的正面提供描述设备功能的铭牌，机柜及机箱和功能模板应有明显的标示，在机柜及机箱内的适当位置应印有或附有设备的结构框图、并要求与实际一致。组合柜、分线柜/防雷分线柜、综合柜、组合、继电器等安装后，应安装标示铭牌。不允许在公共区专用设备柜体外表面设置投标人的永久性 LOGO 标示。

9.12.20 机柜通风口应配置阻燃过滤海绵，材质为阻燃聚氨酯，达到《建筑材料燃烧性能分级方法》（GB8624）B1 级，能滤除粒径在 2.5mm 以上微粒。车载设备及机柜应具有良好的耐尘、主动散热设计，满足车厢环境工况下的长期稳定工作要求。

9.13 端子

9.13.1 投标人提供的室内继电器柜、分线柜、接口柜、电源屏等的接线端子及室外箱盒内的端子均应采用插接式连接器端子。端子孔径大小须与线缆线径匹配。端子需满足《铁路信号用弹簧接线端子》（Q／CR 684）的规定。

9.13.2 端子表面不得有明显沟纹、擦伤、毛刺、飞边、腐蚀痕迹，零件不能有明显的松动或分离状态。

9.13.3 接线端子应有不易磨灭且字迹清楚的标志。

9.13.4 接线端子应采用尺寸符合 EN50025 标准要求的 TS35 安装轨或者符合 EN50045 标准要求的 TS15 安装轨。

9.13.5 端子绝缘件材料应采用阻燃等级满足 UL94v0 级的热塑材料。接线端子在正常安装和拆卸后，绝缘件应无损伤并能继续使用。

9.13.6 接线端子与导线的连接，必须保持可靠的机械连接和电气接触。接线端子应能连接其额定容量的符合 IEC228 标准要求的导线。除额定容量外，接线端子应至少能分别连接两个相邻规格的更小横截面积的导线。

9.13.7 接线端子供辅助导线插入或拔出的工具用孔与导线用孔应有明显区别，应能使用辅助工具方便的打开端子，方便的插入或拔出导线。

9.13.8 接线端子应能承受试验持续时间为 96h 的盐雾试验。接线端子结构不允许非直接相连的导线碰到接线端子，也不允许在更换接线端子或接线端子组件时损坏绝缘或缩小电气间隙或爬电距离。

9.13.9 对于单根铜线类型的电缆配线，可直接进行接入配线端子。对于超出单根铜丝的电缆配线，应先对配线进行端子压接，保证压接端子牢固、可靠，而后方可接入配线端子。

9.14 断路器

9.14.1 投标人提供的熔断设备（设备机柜内的熔断设备除外）均应采用液压断路器，液压断路器必须符合《铁路信号用液压电磁式断路器》（TB/T 3497-2017）标准，必须有权威机构检验报告，并通过省、部级的使用许可。

9.14.2 具有阻燃性能，并符合短路失火安全要求，并提供相应的认证。

9.14.3 液压电磁式断路器具有的脱扣特性应不随温度的变化而变化，具有一定的延迟脱扣特性，并提供脱扣特性曲线图。

9.14.4 液压断路器应具有防误动功能。具有脱扣报警功能。可根据需要增加脱扣报警接点，只在故障脱扣时报警，人为扳动不报警。

9.14.5 接线端子为隐藏式。具有透明防尘罩，可防尘，防止人为误碰。手柄标志颜色醒目，应能区分交、直流。

9.14.6 插接件接触可靠，易于插拔，结构坚实，不产生机械变形。

9.15 标签和铭牌

9.15.1 所有机柜及机箱、面板、组件和配件上都需有表明设备识别的铭牌。

9.15.2 印刷电路板、室内外设备的接配线端子等应有表明自身识别的标识或标签。

9.15.3 终结于配线端子处的室内外线缆应挂设标签或标识牌，标签或标识牌中对线缆的编号、走向及用途进行说明，标识方式应得到招标人的认可。

9.15.4 标签应采用批准的材料，适合现场的条件，用铆钉或相似的扣件牢固固定。字体和字母的尺寸需经招标人认可。

9.15.5 电力警告标识需符合国内有关规定。在无明确规定的情况下，需采用白色背景上书红字，并有图解符号。

9.15.6 所有标签和标记需为永久性的，使用中文或中英文。

9.16 控制台

9.16.1 控制台深度及操作台面深度既要便于设备的安装、维护、也要便于人员工作。车辆段控制室内控制台暂定为 2 排，每排的尺寸暂定为：长 8000mm，高 800mm，宽 800mm。

9.16.2 控制台台面下部设置机柜，用于放置各个专业设置在车辆段控制室的工作站主机、交换机等设备。机柜内可安装立式或卧式的工作站，操作终端的具体数量与详细尺寸在设备联络中确定; 机柜的门缝应该均匀，且门缝不得大于 2mm，门的开启角度应≥110 度。

9.16.3 控制台应采用阻燃进口环保材料制作，其整体设计应满足人机工程学的要求。

9.16.4 控制台面周边采用圆弧设计加工，控制台面保证较高的平整度。

9.16.5 控制台带有多个可伸缩键盘托，可放置工作站键盘。键盘边角设计圆弧形，避免刮挂衣物，使之更加美观。中间键盘空隙处，为了可放置各种资料，各键盘间增加可拉出的金属小抽屉，材质与键盘托架相同。

9.16.6 操作台面共设有Φ50 的出线孔多个，方便对应的每台显示器的线缆进出柜体，出线孔加装密封圈，同时安装走线架和端子排，设计联络时根据控制台上设备具体布置。

9.17 外观一致性

9.17.1 在整个系统中，设备的形式和外观应协调一致、易于识别，并具有统一的外观形象。

9.17.2 系统设备的一致性要求可通过采用统一风格的标志、字母和符号，以及采用协调的颜色和符号来实现。

9.17.3 机柜及机箱的大小及尺寸应协调一致，且接线方式和走线方式应协调一致和美观。

9.18 防尘、防水

9.18.1 信号设备的机械结构应具有良好的散热性能，室内外设备应做到有效地防潮、隔热及防尘。

9.18.2 在线路开通运营前，投标人应完成所有设备机柜含板卡（如 OC、ATP、电源屏、UPS、计轴、DCS 机柜等）深度除尘。

9.18.3 所有设备的设计应考虑防尘、防水措施，并符合 RIA13 标准的要求，所有设备的入口防护等级须符合《外壳防护等级（IP 代码)》（GB/T 4208）标准的要求，具体防护情况如下表所列，但不局限于此。

序号	设备名称	IP 等级
1	轨旁设备（含无线设备）	65
2	车载室外设备	66
3	道床上安装的设备（如应答器/信标、计轴磁头等）	67
4	信号机	53
5	转辙机（车辆段）	54
	转辙机（正线）	66

6	室内机柜	21（网孔门） 32（玻璃门）
7	车载机柜	50

9.19 防虫害、鼠害

9.19.1　投标人所提供的设备，应采用适当的措施以预防虫害、鼠害。

9.19.2　轨旁设备的外壳设计应能防止腐蚀物质和其它虫类和鼠类的进入。

9.20 节能与环保

信号系统设备的设计、安装、运行应符合中华人民共和国颁布的有关节能与环保政策的要求，符合《中国城市轨道交通绿色城轨发展行动方案》的要求，信号系统应从设备选型、行车指挥、系统运行和列车运行等方面进行节能设计。投标人应提供相关的文件给予说明。

9.21 工业级产品

工业级产品在产品应用环境的温度、湿度、电磁兼容性、抗冲击、震动等指标范围内应满足相关的工业级产品规范或标准规定。

10 软件要求

10.1 软件总体要求

10.1.1 系统软件应由通用软件、专用软件、数据库三部分组成，并在设备清单中按类列明产地、价格等。市场可购买的通用软件（如网管、操作系统等）应注明产地、版本等事项。

10.1.2 专用软件的开发、测试、管理应采用先进成熟的技术。

10.1.3 软件的工程开发应遵循 ISO9000、GB/T 28808 相关系列的软件质量保证体系，具有完善的软件文档管理。

10.1.4 涉及行车安全的子系统软件的安全完整性应达到最高等级，即关键功能失效后可能产生的危险严重程度为最高时所考虑的等级。

10.1.5 信号系统的软件应功能化、模块化，软件设计应采取必要的容错和避错设计策略，使所设计的软件符合系统的故障--安全要求。

10.1.6 软件设计应标准化，数据库和 CAD 应对用户开放，工程设计和工程规模发生变化时仅输入和修改用户数据库，而不涉及内部软件。

10.1.7 操作系统、网络管理系统、数据传输系统、应用软件等所有软件均具有冗余、容错、纠错、防病毒措施。

10.1.8 涉及行车安全的子系统的应用软件应采用双份编码或其他安全编码技术，保证命令输出的正确性。

10.1.9 操作工作站、维护工作站设备软件故障时，不应影响其它设备的正常工作。

10.1.10 信号系统的软件、应用程序文档、接口资料应对招标人公开，并提供给招标人。

10.1.11 系统应配置正版软件，投标人须提供系统设备的软件质量认证证书和软件许可证。

10.1.12 系统应配置正版防病毒软件、防火墙及有合法适用许可证，可免费升级，升级后不降低系统的技术指标。

10.1.13 投标方须确保系统及各子系统提供的所有软件拥有在设备使用年限中的使用许可，不得因第三方软件限制而影响系统软件的正常使用。

10.1.14 在系统软件编程时使用招标人给定的车站编号，不直接使用具体的车站名（包括中文和拼音等），系统软件不与具体的车站名相关联，站名显示区域的大小、站名字体及其大小、字数等均应能灵活变动，从而使车站名称能被用户自行修改。以上操作和修改不影响系统的安全性、可靠性，且不影响相关系统的接口功能。

10.1.15 在硬件生命周期内的硬件升级时，投标人应为提供免费的软件安装及调试服务。

10.1.16 无论是在何时发现相关软件 BUG 及漏洞,投标人必须对软件免费升级以消除系统的 BUG 及漏洞。

10.2 软件管理总则

10.2.1 本部分的目的是规范投标人在本合同中供应的软件，从需求制定、设计、编制或采购、测试、安装、验收、运行和维护阶段中应满足的软件管理要求和控制。

10.2.2 本部份的软件管理要求适用于所有系统、子系统和维护系统的计算机程序以及固件。

10.3 设计规范及标准

10.3.1 《软件工程术语》（GB/T 11457-2006）。

10.3.2 《信息技术 软件生存期过程》（GB/T 8566-2007）。

10.3.3 《计算机软件文档编制规范》（GB8567-2019）。

10.3.4 《轨道交通 通信、信号和处理系统 控制和防护系统软件》(GB/T 28808)。

10.3.5 《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》(GB/T25058)。

10.3.6 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》(GB/T 22239)。

10.3.7 其他软件设计规范及标准。

10.4 软件管理和设计

10.4.1 投标人提供系统软件时，应经过一个完整的软件生命周期控制，包括软件的设计、开发或采购、安装、测试、验收、交付、运行及维护管理。由于软件通常是系统的一个组成部分，软件活动必须与系统各阶段的划分相配合。

10.4.2 在软件生命周期过程中，投标人应包括但不限于实施以下的软件管理工作：

1) 软件配置管理；
2) 软件设计。

10.4.3 投标人应对所有软件进行软件配置管理，以便有效地实现软件生命周期间各阶段的版本和变更控制。在软件配置管理中，投标人应准确记录所有软件的版本及变更。

10.4.4 投标人必须建立有效机制以确保软件配置内容的准确性。招标人可按需要审核投标人软件配置管理机制的功能及准确性。

10.4.5 投标人须根据招标人考核结果的建议改善软件配置管理机制，以确保向招标人提供软件的良好配置管理。

10.4.6 投标人在软件设计或采购软件前，应根据招标人《用户需求书》定义所有系统功能、测试和维护要求。

10.4.7 投标人应根据系统所有的功能与非功能（如系统维护、系统可用性、系统可靠性等）的需求，定义相关的软件需求。投标人应提供相关的软件设计需求书，说明系统内采用所有软件的需求考虑。

10.4.8 对于系统利用软件实现的重要功能（指其故障影响到人身安全及整个系统的正常运营），投标人应经过危险分析与风险评估以确保软件能可靠地实现其需求，并在软件设计需求书中说明以便招标人审核。

10.4.9 所有软件需求必须与相关硬件要求相配合，以达到整体系统的总体功能需求。

10.5 软件获取

10.5.1 软件获取是指当投标人定义软件需求后，投标人可按软件需求从第三方购买现货软件（即系统中的软件部份是投标人或分包商从市场采购而不需再经任何开发的软件，即 COTS）。现货软件包括所有操作系统等不需再经任何开发的软件。

10.5.2 当投标人从第三方购买现货软件、非开发项目软件或固件时，应采取有效的软件获取管理。软件获取管理是指投标人应保证所购买现货软件、非开发项目或固件时应满足下述条件：

1) 投标人应证明该软件满足所有系统相关的软件需求；
2) 投标人应提供软件在其它项目应用业绩说明，以便证明软件的稳定性；
3) 接口配置、相关接口开发资料等；
4) 投标人应证明交付后招标人对软件拥有使用及拥有权；
5) 投标人应保证软件有足够的产品支持计划；
6) 投标人应提供以上资料供招标人审核。
7) 投标人应对现有的、正在使用的或是商用构件(COTS)软件进行适用性（依据类似的环境、运行条件等）评估，并满足 GB/T 28808 和 GB/T 28809 中定义的安全完性等级(SIL)要求；
8) 对于商用构件的软件，卖方要提供其测试、分析数据（在开发和应用阶段）以及现场试验，以证明这些软件能安全可靠地运行在系统上。

10.5.3 如在后期的测试及验收中，发现软件未能完全满足系统相关的软件需求时，投标人应承担全部责任，对未获通过测试的软件部份跟进或替换。

10.6 软件开发

10.6.1 软件开发是指由投标人自行开发软件或投标人进行二次开发软件。

10.6.2 投标人应提交软件开发设计说明书供招标人审核。其内容包括但不限于：

1) 系统/子系统设计。说明软件系统中各个层次、模块的设计考虑；
2) 程序设计。说明每程序、每模块或子程序的设计考虑。内容包括各程序的描述、功能、性能、输入和输出、流程逻辑、接口、存储分配、限制条件等；
3) 数据库设计。说明设计中的数据库所有标识、逻辑结构和物理结构。内容包括外部设计的标识状态、使用程序、支持软件、数据库的概念、逻辑与物理结构、数据字典及安全保密设计等；

4) 接口设计。说明软件系统中与其它系统的软件设计考虑，内容包括向用户提供的命令与人机接口设计和软件回答信息。 接口设计亦须说明本系统同外界的所有接口，包括软件之间、与硬件之间的协调及协议。

10.6.3 如投标人对系统进行软件二次开发时, 须遵守以下守则：

10.6.3.1 投标人应定期进行桌面检查和走查，检查编码是否符合设计要求。投标人应提供资料供招标人审核。

10.6.3.2 投标人应严格执行配置管理，投标人在实施软件所有的变更前必须评估软件变更的潜在的安全后果，并提供资料供招标人审核。

10.6.3.3 投标人在评估软件变更时应同时保证软件的变更与硬件配置能良好配合，表现应有的功能。

10.6.3.4 投标人应在编码中对程序内的参数定义加以注释，并参照文档的要求对其合理性给予解释。

10.6.3.5 投标人必须删除程序中无用编码（即在任何情况都不会执行的编码）。

10.6.3.6 投标人应确保所有参数和变数的名称定义须一致。

10.6.3.7 投标人应在全局定义模块间的常用及常调参数，以便以后调试工作。

10.6.3.8 投标人应禁止对程序进行“自行修补”，所有软件变更都必须采用源语言，在进行测试前应先进行编译。

10.6.4 人机界面的设计

10.6.4.1 投标人应向招标人提供一个符合人机工程学, 即具标准化、高协调性、操作效率高、资料显示清晰、使用简单及容易掌握、语义一致、操作舒适、快速反应、界面色彩美观、醒目及具时代感的人机界面供使用。

10.6.4.2 投标人在设计人机界面过程中应至少能达到以下设计要求：

1）在同一人机界面中，所有的菜单选择、命令输入、数据显示和其它功能应保持

风格一致性；

2）对所有可能造成损害的动作，坚持要求操作员确认系统/子系统后才执行有关指令；

3）人机界面应能对用户的决定做出及时的响应，提高对话、移动和思考的效率，最大可能的减少击键次数，缩短鼠标移动距离，避免使操作员产生无所适从的感觉；

4）人机界面应该提供简单的求助系统，让操作员及时获得帮助，尽量用简单的动词和动词短语提示命令；

5）合理划分并高效使用显示屏。显示画面仅显示与上下文有关的信息，利用窗口分隔不同种类的信息；

6）保证信息显示方式与数据输入方式的协调一致，尽量减少用户输入的动作，隐藏当前状态下不可选用的命令；

7）若系统需要较长的反映时间，人机界面应对操作者提供合适的提示，避免操作者误会而重发命令；

8）人机界面采用有经招标人同意的色彩设计、菜单界面设计、数据输出输入设计、帮助及出错界面设计、警报方式、显示字母符号、图标语法等显示方式的标准。

10.6.4.3投标人设计及编制所有人机界面时，应先与招标人沟通运营操作取向，再向招标人提供以上标准及界面模板供招标人核准并按其意见进行修改，确保最终人机界面能满足招标人运营操作需求。

10.7 软件安装、测试及验收

10.7.1 投标人应对提供的软件进行测试，即按照规定步骤对软件进行严格的检查，以证明软件已达到规定的要求，能够在现场安装、验收、交付招标人和连接其它接口系统使用。

10.7.2 投标人提供的软件功能测试包括，但不限于：

1) 工厂验收测试；

2) 现场验收测试。

10.7.3 投标人应在工厂验收测试及现场验收测试中对所有软件功能进行测试，并在有关验收报告中记录测试结果供招标人审核。在工厂验收测试时，如部分功能测试无法在工厂或仿真环境下进行，经招标人同意，投标人才可把该功能测试延至现场验收测试中。投标人处理在工厂验收测试中确认的错误及经招标人满意后，才可付运软件到现场安装并进行现场验收测试。

10.7.4 投标人应对所有进行验收测试的软件建立基线。投标人应准确地在软件配置管理中记录所有变改的软件作版本控制。

10.7.5 由于软件的一般功能可能须与其它系统配合才能表现出来，经招标人同意，投标人才可将部分不能单独表现功能的软件功能需求测试项目包括在后期系统整体功能测试或与其它系统的接口测试中。除了同时测试硬件软件配合表现功能的整体系统验收外，投标人亦须对个别软件独有用户需求，例如软件系统维护性、边界测试、强度测试、软件系统保留余度等，制定软件测试验收书，进行测试后供招标人审核。

10.7.6 所有软件的工厂验收测试及现场验收测试中，须包括软件在系统内的持久性、加载性和故障处理测试。

10.8 软件交付、运行和维护

10.8.1 所有安装在系统中的软件均属招标人所有。招标人永久享有投标人为本合同项下提供软件的使用权，并无需交纳任何形式的使用费（如有此类费用）；维修更换设备时，招标人无需对其中包含的软件或者需要安装的软件再次付费。

10.8.2 投标人对其提供的软件进行终身保修，若由于软件缺陷导致的故障，投标人应负责免费诊断及处理。

10.8.3 投标人应确定在软件安装时均用招标人或招标人指定的名称注册或登记。在交付过程中，投标人须交付系统中所有软件（包括固件、共享及免费软件）的商业使用证书或许可证。

10.8.4 投标人须按招标人要求更改所有系统密码及交付所有与现场安装软件版本相符的程序电子版。若投标人在软件安装交付后再更改软件、更新数据库或软件配置时，投标人应在获得招标人批准后才能进行，并再交付最新的软件电子版。

10.8.5 投标人应提供所有软件程序的电子版，并确保招标人能对新更换的计算机设备成功进行软件安装。在信号系统设备使用年限内，当新更换的硬件设备要求对软件进行版本升级时，投标人应免费升级软件，或者提供无须进行软件版本升级的硬件设备。

10.8.6 投标人应在系统操作手册中说明所有软件安装与初始化方法、数据结构及设定、运行步骤、使用说明、故障处理说明及维护步骤。如软件或数据库有可扩展性要求，投标人须包括相关的扩展步骤。

10.8.7 投标人需提供详细的软件信息，包括但不限于（具体在设计联络中确定）：

1) 软件包括固件、系统软件、开发平台软件、应用软件、脚本等；
2) 软件名称、软件版本、有效期、更新时间要求、密钥、证书、黑名单、配置信息等。

10.8.8 投标人应负责对运行和维护期间发现的功能和非功能问题进行纠错。投标人应先获招标人批准后隔离有问题的软件部件，使系统能恢复最大功能供继续运行，并同时尽快排错，以达所须的可用性要求。

10.8.9 投标人应遵守软件配置管理进行所有软件变更及版本控制。

10.8.10 投标人应获招标人同意，在不影响日常运行情况才可安装升级新的软件。

10.8.11 投标人的信号系统软件在预验收后严禁开展现场软件升级工作，如需升级，在提出软件升级申请前，需完成以下工作：

10.8.11.1 投标人完成软件实验室测试，出具测试报告。

10.8.11.2 投标人出具新版软件发布单。

10.8.11.3 投标人向招标人出具软件升级内容和差异分析材料，材料中需列明升级软件的新旧版本号，分析新旧版本软件的差异。

10.8.11.4 投标人编制软件升级实施方案，应包括以下内容：

1) 说明升级工作所需时间、地点、实施范围、基本步骤、人员配合需求等；
2) 出具用于验证升级功能的测试大纲；
3) 列明软件升级对已投入使用的信号系统和其他系统可能造成的影响及应对措施，制定相应的保障措施和应急预案。

10.8.11.5 投标人的软件升级如涉及操作、界面的改变，升级前需完成对运营临管或动车调试服务商人员的交底工作，完成相关培训工作。

10.8.11.6 投标人编制软件升级安全分析报告，提交第三方安全认证单位审核。安全分析报告须包含以下内容：

1) 软件升级的目的、原因、及影响范围；
2) 参考文档；
3) 软件变更部分的描述；
4) 软件变更的安全分析，包括依赖性分析、影响分析；

5) 软件变更的实验室测试、验证、确认；

6) 结论（如果升级后的软件对维护、操作有影响，则需要提交相应的培训记录作为证据）；

7) 投标人的《软件维护计划》、《软件部署计划》中所规定的要求在软件升级时也要遵守。

10.8.11.7　配合第三方安全评估单位对新版软件的安全评估。

10.8.12 若投标人在软件安装交付后再更改软件、更新数据库或软件配置时，新版软件必须经实验室测试证明其安全、可靠且经过安全评估后，经招标人和相关部门审核批准后方可升级，并再交付最新的软件电子版。

11 电磁兼容

11.1 总则

11.1.1 电磁兼容（EMC），是指设备或系统在其电磁环境中不受干扰能正常工作，并不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁干扰的能力。

11.1.2 信号系统设备应能在本工程的电磁环境中安全、稳定、可靠地工作。

11.1.3 信号系统设备应包括屏蔽、滤波或者其它器材和技术以抑制自我产生的电磁干扰。电磁辐射应不超过可以接受的向外辐射电平。任何子系统的运行都不应受其它子系统产生的电磁辐射的影响，即根据经验所知的城市电磁环境、轨道交通环境的影响。

11.1.4 投标人应提交信号系统的电磁兼容计划。并应采取相应措施，解决电磁干扰/兼容的问题即允许辐射电平和对电磁辐射灵敏性的问题。

11.1.5 投标人应确保信号系统内的所有设备能在本工程的电磁环境中，在不影响其它系统和生态环境下能满足本《用户需求书》内的所有功能及非功能的要求，投标人亦应对因本身系统与生态环境或其它合约系统间的干扰负责，进行调查及对因本身系统产生的电磁干扰执行抑制措施。投标人应和其它系统的供货商就电磁兼容方面协调及交换有关资料。

11.1.6 信号系统设备的电磁抗干扰度和电磁发射指标应满足 GB/T 17626、IEC 6100-3-2、IEC 6100-3-3、GB 9254、GB/T 24338 中的相关要求。投标人应提供其设备所采用的电磁兼容措施和有关标准。

11.1.7 投标人提供的信号设备应具有设备防电磁干扰测试合格报告，并提交给招标人。

11.2 电磁兼容标准

11.2.1 所有信号设备应满足所有相关国际和国内电磁兼容标准，并提供相关的证明文件或合格测试报告供招标人审核。

11.2.2 投标人提供的所有设备应满足国家电磁辐射标准的有关规定，即遵守国标《电磁环境控制限值》（GB 8702）及国家卫生部颁发的《环境卫生电磁波辐射标准》的有关规定。

11.2.3 投标人提供的设备及器材，凡属于国家 CCC 强制性产品认证范围内规定应实施电磁兼容测试项目要求的，应满足国家 CCC 强制性产品认证要求，并提交有关的认证文件供招标人审核。

11.2.4 轨道交通环境适用的电磁兼容要求，除了以上电磁兼容要求外，所有供货设备应满足以下相关的通用铁路电磁兼容要求：

GB50157	地铁设计规范
EN50121-2	铁路应用－电磁兼容第二部分：铁路系统对外界的辐射
EN50121-4	信号及通信设备的辐射及抗扰标准

11.2.5 投标人提供的设备应满足以下的静电放电抗扰能力或证明已提供优良的接地保护设备免因静电放电而损坏设备或影响设备性能。

GB/T 17626.2	电磁兼容-试验测量技术－静电放电抗扰度试验：第三级

或 IEC 61000-4-2	达 B 级性能标准

11.2.6 信号系统设备连接动力照明获取电能时，或会受到电源的干扰或对电源造成干扰。因此与动力照明的电源接口设备应满足以下对电源的干扰限值及抗干扰要求或在电源接口采用已通过抗干扰及无干扰电源的专用标准的不间断电源供应设备(UPS)。

GB/T 17626.5 或 IEC 61000-4-5	电磁兼容-试验测量技术-浪涌（冲击）抗扰度试验: 第三级达 B 级性能标准
GB/T 17626.11 或 IEC 61000-4-11	电磁兼容-试验测量技术-电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验: 达 C 级性能标准
GB 17625.1 或 IEC 61000–3–2	低压电气及电子设备发出的谐波电流限值（设备每相输入电流≤16A）

11.2.7 B 级性能标准

1) 测试的设备可能在测试期间有功能或性能的临时降级，但不容许设备功能全失及设备降级或功能损失时均不能使系统进入危险或误会状态；
2) 测试的设备在撤出测试波形或信号时应能自行恢复，而无需操作者介入或系统复位等操作；
3) 不得影响设备中任何软件代码或数据的储存。

11.2.8 C 级性能标准

1) 测试的设备可能在测试期间有功能或性能的临时损失，但降级或功能损失均不能使系统进入危险或误会状态；
2) 测试的设备在撤出测试波形或信号时应能由操作者介入或系统复位下自行恢复；
3) 不得影响设备中任何软件代码或数据的储存。

11.2.9 如果本《用户需求书》中其它部分内的电磁兼容要求与其它相关标准有重复要求时，应使用要求更为严格的一个。投标人在发现不同的标准或规范要求有矛盾时，应及时向招标人请示。如设备不能符合相关的电磁兼容规范要求，投标人应对设备或系统整体设计考虑，另外采取电磁抗扰措施，例如另加电磁抗扰屏蔽柜或隔离配件等，以保证整体系统或设备符合本《用户需求书》的电磁兼容要求。

11.3 电磁兼容要求

11.3.1 投标人应在系统设计、产品制造、施工安装过程中充分考虑下列原因对本工程信号系统的电磁干扰，并采取措施对系统设备进行必要的防护。这些电磁干扰的主要因素如下：

1) 钢轨牵引回流(最大 4000A)；
2) 车辆斩波等在交流电源中产生的重复尖脉冲；
3) 接口传输线路产生的共模干扰耦合静电放电；
4) 工频(50Hz)磁场产生的电磁干扰；
5) 高压产生的各种电磁干扰；
6) 各种电动工具产生的电磁干扰；
7) 各种无线通信设备产生的电磁干扰。

11.3.2 投标人应对本工程其他系统采用的无线频谱进行调查，投标人所采用的无线系统除了符合一般电磁抗扰限值和测量标准外，还应考虑与其他系统电磁兼容，不能对其产生任何的干扰，亦不能受其干扰，需对信号系统设备制定所需的抗扰措施，以确保所有设备均能在本工程范围内满足用户需求书内所有功能要求。投标人应在设计联络时与相关系统设备的供货商确认采购设备的频谱。同时，投标人应考虑对无线系统的恶意干扰采取相应的防范措施。

11.3.3 投标人应在设备测试中证明设备在轨道环境内近距离使用无线电话或运营无线系统移动手持台时，不会干扰设备的正常功能。

11.3.4 对重要的数字控制设备（如数字控制继电器、传输设备、计算机及交换机等信号设备）应采用电磁抗扰屏蔽柜保护柜内安装的设备免受外界的电磁波干扰。

11.3.5 投标人应采取措施防止由连接电缆附近的干扰磁场和电场所产生的有害影响，包括连接车载天线和测速电机的电缆，以及连接其它构成整个 ATC 系统的任何辅助设备的电缆。所有强弱电缆/电线应分开布置。在设计电缆/电线布置时，投标人应考虑强电对弱电的电磁干扰，制定适当的分隔距离或电磁保护措施。投标人亦应考虑附近的电磁环境而选取适当的电缆/电线。由于部分电缆/电线槽及钢管可能由其它指定承包商提供，投标人应充分考虑其设计限制来选取合适的电缆/电线布置。

11.3.6 接地系统应考虑避免电线/电缆受到周围的电磁干扰而影响连接的设备。投标人亦应同时考虑设备的安全及接地方法，以维护系统整体的安全和电磁兼容性。

11.3.7 投标人应充分考虑计算机显示器受到附近的电磁干扰的可能性，应选用适当的显示器类型或作出相关的电磁防护措施，显示器不得因附近电磁干扰而引起画像变色或变形。

11.3.8 测试要求

11.3.8.1所有被确认需电磁测试的设备，均应由国家实验室认可委员会认可授权、或国际认可授权的标准测试机构执行认证，证明符合有关规范及技术要求，并应提交测试证书，方可付运安装。

11.3.8.2投标人应负责所有测试工作的安排及费用。有需要时，招标人可要求参观/考察其测试，投标人应予以配合。

11.3.8.3投标人应考虑在系统设备安装后如何证明系统设备电磁兼容性。

11.3.9 文件

11.3.9.1投标人应提交一份系统设备电磁兼容控制文件供招标人审批。

11.3.9.2电磁兼容控制文件中应说明所有设备在设计、采购、建造、安装及调试的全过程，确保系统如何满足所有有关电磁兼容性要求。

11.3.9.3电磁兼容控制文件包括但不限于以下部分：

1) 电磁兼容管理工作计划，其中包括明确的工作日期及资源安排；
2) 电磁兼容技术规格（抗扰部分）；
3) 电磁兼容技术规格（干扰部分）；
4) 接地设计；
5) 电缆/电线选取设计及布置原则；
6) 影响电磁兼容特性的施工注意事项；
7) 安装前后电磁兼容测试范围及工作计划；
8) 系统设备在调试过程中对遇到问题的纠正；
9) 所有相关测试证书；
10) 其它相关事项。

11.3.9.4电磁兼容技术规格（抗扰部分）：

1) 各子系统、所有设备的电磁兼容抗扰特性；
2) 根据各子系统在轨道交通环境中面对的干扰源及其干扰机理的定量、定性分析，并界定所有受干扰源干扰的设备。
3) 受干扰源干扰的设备应通过相关国家或国际等同的电磁兼容标准测试；

4) 证明设备已采取有效的措施防止轨道交通已采用/将采用的无线电频谱的干扰;

5) 分析设备受相关电磁干扰后，对系统功能安全性、可靠性及可操作性的影响。投标人应优化相关的系统及设备，采取补救的措施和方法，减少电磁干扰的影响以达系统设备所指定的安全性、可靠性及可操作性要求。

11.3.9.5 电磁兼容技术规格（干扰部分）：

1) 各子系统、所有设备的电磁兼容干扰特性；

2) 根据各子系统在轨道交通环境中的干扰源及其干扰机理的定量、定性分析，并界定所有干扰源干扰的设备；

3) 证明设备干扰源已按相关国家或国际等同的电磁兼容标准要求采取相关隔离手段，降低其干扰到可接受程度；

4) 证明设备不会对轨道交通已采用/将采用的无线电频谱造成干扰。

11.3.9.6 电磁兼容控制文件是在系统设备的设计、采购、建造、安装及调试全过程中的动态更新文件。投标人应在决定设备类型及进行设备采购前提交最新内容供招标人审批。如系统或设备在安装或测试过程中有所改变而影响电磁兼容特性时，投标人应立即重新提交设备的电磁兼容资料供审批。

12 项目管理

12.1 投标人的组织机构

12.1.1 投标人应在南京市设立本工程的项目管理机构即现场项目部，项目部必须保证有满足工程要求的管理人员、技术人员。

12.1.2 投标人项目组织机构组成、成员、职责和具体资质要求如下：

序号	角色	职责	资质要求
1	信号执行经理(1人)	负责合同规定的信号系统工程执行过程中的项目组织、管理、协调和决策工作。	信号执行经理应具有城市轨道交通信号系统工程业绩，并应具有10年以上的轨道交通信号系统相关工程经验，5年以上项目管理经验，应具有高级职称或项目管理师资格。
2	信号系统核心技术供货方技术经理（1人）	负责信号系统包括需求、设计、软件开发、测试、验收等整个过程的技术支持和技术服务工作。	技术经理应具有5年以上城市轨道交通CBTC列车控制系统开发和技术管理经验，并具有担任一条以上轨道交通信号系统项目技术经理的工作经历，（以合同和用户证明为准），熟悉信号系统软件开发、系统需求分析、系统集成、测试和调试等技术。
3	技术经理（1人）	负责信号系统包括需求、设计、软件开发、测试、验收等整个过程的技术支持和技术服务工作。	技术经理应具有信号主体系统软件开发、系统需求分析及集成的能力、以及参与现场测试的经验，并应具有5年以上的相关轨道交通工程经验和两条以上轨道交通线的信号系统建设经验（以合同和用户证明为准）。
4	调试经理（1人）	在信号执行经理领导下，负责与业主协商，制定系统的最终调试计划及规程，并领导系统调试人员，在技术经理的配合下，按照系统调试规程、项目进度计划，安全保质地完成信号系统调试开通等相关工作。	调试经理应具有5年以上的相关轨道交通工程经验和一条以上轨道交通线的信号系统工程调试经理的工作经历（以合同和用户证明为准）。
5	子系统技术负责人（5人）	分别负责系统设计、ATP/ATO、OC、ATS、DCS子系统的技术开发和管理工作	应具有3年以上的相关轨道交通工程经验，并对其负责的子系统具有3年以上的技术开发和管理经验，熟悉该系统的需求、分析和软件开发等工作（以合同和用户证明为准）。

6	子系统调试负责人（4人）	分别负责ATP/ATO、OC、ATS、DCS子系统的现场调试管理工作及针对施工单位的安装督导工作	应具有3年以上的相关轨道交通工程经验，并对其负责的子系统具有3年以上的工程实施和调试经验，熟悉该系统的工程实施和管理等工作（以合同和用户证明为准）。
7	接口经理（1人）	配合信号执行经理共同完成本项目接口实施所担负的相关职责。	接口经理应具有5年以上的相关轨道交通工程经验和两条以上轨道交通线信号系统建设经验（以合同和用户证明为准）。
8	系统保证小组（至少1人）	负责人配合安全评估（含RAM）的相关工作，制定并执行安全保证计划（含RAM）；组织实施全生命周期内的所有安全活动（含RAM）；并编写所有安全活动（含RAM）的所有产出物；对分包商提交的资料进行审查；协助第三方安全评估机构完成对项目的审核。	系统保证小组人员须熟悉EN5012X和国家有关标准；须专职于该项目，履行合同内应尽的责任，从任职开始，直至合同执行结束。

12.1.3 投标人应采用图表展示项目管理的详细组织架构，主要职员姓名、职务、常驻地点、专职及职员关系。图表亦要包括联营机构、分包商，并要清楚地展示将不同组别联系起来的个人及责任方向。

12.1.4 投标人项目组织机构组成、成员、职责和具体资质要求应符合招标文件商务部分要求。

12.1.5 投标人应承诺，按照招标人要求在商务部分要求基础上可随时增加各系统负责人、总成管理、经理及配套人员数量，其相应费用应已包含在投标总价中。

12.1.6 投标人应选拔一批经验与资历符合条件的工程师担任信号执行经理、安装督导调试经理、总成管理经理、核心技术供货方技术经理、技术经理、子系统技术负责人、子系统安装督导调试负责人、接口项目经理职务，并报招标人批准。中标后上述人员均应专职服务于本项目，做到专人专线，不能同时兼任其他项目的工作，自任职开始至合同执行完为止（项目出质保），履行在合同内要尽的责任。如在合同执行过程中出现人员明显不称职的情况，招标人有权在任何时间要求中标人更换为符合要求的相应人员，中标人应在招标人规定时间内无条件更换。

12.1.7 投标人应派有接口经验的工程师作为接口经理。

12.1.8 投标人应提供全部行政人员、监督人员、工程人员的姓名、资历、职称证明文件和目前的履历，项目人员应全职受雇于本项目。项目总包方与其合作方分列。

12.1.9 本工程的技术人员必须熟悉和精通用于本工程相关系统设备和产品，并具备指导设备安装和进行系统设备调试的能力。

12.1.10 投标人应具有一套完善的工程项目管理机制和项目人员职责划分，以确保工程实施的各个阶段和各个环节能够及时地、顺畅地进行。

12.1.11 投标方应在合同签定后两周之内在南京成立现场项目部，配置常驻人员，项目部办公室的选址和人员配置需经招标人批准。系统设计联络、系统调试及系统验收阶段，项目部必须保证有足够处理问题的核心技术人员，并具备办公地点、办公设备（含电话、传真等）及交通工具等。

12.1.12 为满足工程需要，招标人将随时在南京召开技术专题会议、现场问题的协调研究会议，投标人必须保证在技术专题会议、现场问题的协调研究等会议上主要技术负责人（包括主管研发的主管领导）参加。

12.1.13 在合同执行阶段，信号执行经理（包括本工程总成管理经理/ATS/ATP/ATO/OC 提供方的项目经理）必须常驻 11 号线现场，随时协调解决项目中需投标人解决的问题，信号执行经理离开南京须招标人批准。

12.1.14 投标人信号执行经理及主要负责人在整个项目执行期间不应随意变更，如投标人确有特殊原因需更换信号执行经理及主要负责人的，应提前书面通报招标人，在获得招标人同意后，方可实施人员变更。

12.2 项目办公形式和工作制度

12.2.1 在合同执行阶段，信号执行经理、技术经理及以上级别的人员应纳入业主的考核，考核的形式包括：应制定严格的工作计划，及时报告工作计划的落实情况，项目问题和风险等。

12.2.2 投标人应在其投标文件中提供一个名为“项目管理计划”的文件，提供本项目的组织机构和人员组成表，并按照招标文件的格式及内容要求提供所有人员的有关资料。还应阐述项目管理的主要机制和主要人员的职责划分，以及投标人针对 11 号线工程的特点所采取的满足本项目全部要求的必要的、有效的保障措施。

12.3 计划

12.3.1 投标人应在其投标文件中提供《项目管理计划》文件，描述投标人的管理组织将如何满足本项目的全部要求。投标人应在该文件中说明下列内容，包含但不限于：

1) 招标人和投标人各自角色；

2) 招标人和投标人之间的信息沟通规则；

3) 计划。

12.3.2 投标人应参加招标人在合同执行期间的下列活动，包含但不限于：

1) 项目例会及进度协调例会；

2) 临时会议；

3) 设备安装调试期间的例会。

12.3.3 投标人应根据经招标人批准的总工期策划，于合同签订 1 个月之内，提出投标人总体控制进度计划，报招标人审批，并根据最终审批的项目进度计划和招标人的要求严格执行。投标人应在合同执行的各个阶段按期（月、季、年）向招标人提交有关合同执行的计划和报告等，供招标人审批。

12.3.4 工程实施中各阶段的进度计划一旦经过双方确认，投标人必须按时完成所规定的相应工作。如因投标人自身原因导致计划未能按时完成，投标人应负有相应的责任。

12.4 合同执行阶段

12.4.1 合同执行应包括至少下列各阶段：

1) 互提资料；

2) 设计；

3) 设计联络；

4) 提供设计文件；

5) 制造；

6) 首件验收；

7) 工厂检验；

8) 包装、运输、仓储；

9) 到货检查、开箱检验；

10) 安装督导；

11) 测试及调试；

12) 综合联调；

13) 项目工程验收；

14) 144 小时运行试验；

15) 试运行；

16) 竣工验收；

17) 初期运营；

18) 培训（涵盖项目执行的全过程）；

19) 质保期；

20) 最终验收。

12.4.2 投标人应按本《用户需求书》的规定在每阶段开始时向招标人提交计划供招标人审批，并按月提交进度报告。这些计划包括但不限于：

1) 控制进度计划；

2) 文件及图纸计划；

3) 工厂生产计划；

4) 发货计划；

5) 安装督导计划；

6) 软件发布计划；

7) 调试计划；

8) 验收计划；

9) 培训计划。

12.4.3 在每一阶段开始之前 1 个月，投标人应提交本阶段计划供招标人审批，这个计划应符合控制进度的规定。在招标人未批准该阶段计划之前，投标人不应开始该阶段实质性工作。由于投标人计划不周而导致招标人不批准计划引起的一切后果均由投标人承担。

12.4.4 项目执行过程中，核心技术供货方技术经理应负责系统的需求、设计评审和验证工作，并提供相应的技术支持和技术服务。

12.4.5 投标人月度进度如有任何延迟、提前或可以预见到任何延迟、提前，必须及早书面通知招标人。

12.4.6 投标人如需变更进度计划，应至少提前 30 个工作日向招标人提出书面申请。

12.5 文件接收程序

12.5.1 招标人对投标人文件的接收在任何情况下都不能解除投标人在本项目的任何责任和义务，投标人仍应对整个信号系统的功能和安全负全责。

12.5.2 12.5.2 投标人提交给招标人的文件要在发送单上列出目录，文件形式应为纸张文件和电子文件，文件目录及内容中应标明其文件的性质（例：需招标人批准、告知等）。无论招标人对投标人文件是否提出意见，都应在自文件接收之日起 1 个月内将其中 1 份文件返回给投标人。超过期限将被投标人视为招标人已经批准。

12.5.3 返回文件状态时，招标人将加注下列标识之一：

1) 批准；

2) 加注批准；

3) 不批准。

12.5.4 12.5.4 其中“加注批准”情况下，招标人应说明投标人应对文件进行的修改，或在进行工作时须改进或注意的事项，投标人可以开展实质性工作；“不批准”情况下，招标人应说明不批准的原因，投标人不应开展实质性工作。在这两种情况下投标人都必须将在 3 周内将修改后的文件重新上报招标人批准。

12.6 监理工程师

12.6.1 招标人将任命信号监理工程师对本项目中的信号系统设备及主要材料的首件验收、工厂测试及检验、型式试验、出厂试验、安装督导、系统调试等进行全过程监理。投标人应在合同执行的整个阶段配合信号监理工程师的工作和接受信号监理工程师的监督。

12.6.2 信号监理工程师对投标人在信号系统设备制造过程中所采用的工装设备、试验方法的先进性及合理性进行审查，以及对投标人选购的系统的附属设备和材料的来源进行审核。

12.6.3 信号监理工程师对投标人在信号系统设备制造过程中所采用的工艺文件的完整性和有效性进行审查。

12.6.4 信号监理工程师对投标人及其分包商的质量保证体系进行审查。

12.6.5 信号监理工程师对投标人及其分包商提出的阶段生产进度计划及实施措施进行审查。

12.6.6 信号监理工程师对生产进度计划执行情况进行跟踪检查，检查和督促进度计划的实施，核批投标人和分包商的修正计划。

12.6.7 信号监理工程师对投标人及各部件供应商采购的重要原材料和关键外购件的质量进行检查，对于不符合有关规定和标准的外购件，有权拒绝进入生产流程。

12.6.8 信号监理工程师对投标人和分包商的主要部件和关键工序进行监督，严格控制质量。

12.6.9 信号监理工程师对投标人及各部件供应商的主要部件的出厂试验和型式试验进行跟踪监督，并对试验结果进行确认。

12.6.10 信号监理工程师参与验收分包商提供的主要部件。

12.6.11 信号监理工程师对信号系统设备的安装督导全过程进行监理。

12.6.12 信号监理工程师审查投标人的信号系统设备出厂试验大纲，并对试验所采用的设备、仪器、仪表等进行审核及验收，跟踪监督出厂调试和试验，并对试验的数据和报告进行确认。

12.6.13 信号监理工程师负责审查信号系统设备的型式试验大纲，审核承担型式试验单位的资质。对型式试验全过程实施跟踪监理，并对型式试验结果和报告进行确认。

12.6.14 信号监理工程师对本项目的施工和安装进行全过程监理，对投标人的施工督导计划、工程图纸、安装图纸等进行审查和确认。

12.6.15 信号监理工程师监督投标人对信号各子系统进行的各种调试和性能试验。监督投标人的程序、过程、文件编制以及记录是否符合质量控制标准。负责产品出厂前的质量和数量的验收，包括合同规定的备品备件、技术文件及图纸等资料。负责监督信号系统设备的出厂、运输计划，并组织信号系统设备的现场验收。

12.6.16 信号监理工程师参加和协助招标人组织的对信号各子系统进行的各项调试、系统调试、综合联调、验收等工作，负责监督投标人提供的系统的功能和设备性能是否达到技术规格书的技术要求。

12.6.17 投标人必须向监理人员免费提交所有与项目有关的必需的数据、设计参数、尺寸、图纸、时间表及所有要求提供的资料。

12.6.18 所有需经招标人批准的事宜，须交由信号监理工程师会签。投标人应及时遵从监理工程师的指导。

12.6.19 信号监理工程师在工作中的签字确认，并不能减少投标人对产品质量和工程质量的责任。

12.6.20 信号监理工程师有权要求投标人立即撤换不能胜任本项目施工及安装督导工作、玩忽职守、行为不端的人员。

12.6.21 信号监理工程师有权对如下情况签发停工指令：

1) 投标人的安装督导人员未能按图进行安装督导；

2) 投标人的安装督导人员的组成违反合同有关要求或不能胜任安装督导工作，又不愿撤换；

3) 其它有损质量及进度的行为发生。

12.6.22 投标人应为去工程现场的招标人和监理工程师等提供工程现场的方便条件如现场办公条件、工地饮水、工作午餐、工地交通等。

12.6.23 信号监理工程师的指令和意见均应以书面形式下达。

12.7 沟通及工作联系

12.7.1 投标人与招标人可采用的沟通及工作联系方式包括：

1) 文件往来；

2) 工程例会；

3) 专题会议；

4) 现场协调会议等。

12.7.2 每次工作会议后应将会议解决的问题和形成的决议写入会议纪要中，会议纪要由投标人以正式文件的方式发送给会议各方。投标人应为招标人及其委托的现场工程人员工地饮水和交通、会议室等提供方便。

12.7.3 双方来往的正式文件、批准、照会等，应以书面方式送达，这些书面方式及送达确认仅限于：

1) 直接送达—收件人签字接收；

2) 挂号信函—收件人签字接收；

3) 电　　报—收件人签字接收；

4) 传　　真—发送方成功发送。

12.7.4 双方来往的正式文件、批准、照会等只应由各方授权代表签字。通知送达的地址为合同条款中规定的各方地址。

12.7.5 双方往来的文件应采用各自质量体系规定的标准格式，统一编码。

12.8 协调

12.8.1 招标人负责本项目中的系统接口的总协调。投标人应服从招标人的协调。

12.8.2 投标人需要招标人进行工程协调时，应先提出书面申请交与招标人，说明需要协调的内容、需要达到的目标等。

13 质量控制

13.1 概述

13.1.1 投标人在合同执行过程中应遵循 ISO9001 有关的质量体系的控制要求，招标人有权要求投标人提供 ISO9001 程序文件。

13.1.2 招标人的授权代表将监督投标人在工程实施过程各阶段的方法、过程、进程、文本和记录是否符合质量控制计划。在供货合同签订后的一个月以内，投标人应以书面形式向招标人提出本项目的质量控制计划，在整个工程实施过程中，投标人若不能执行质量控制计划，将被认为是不能满足合同的要求。该质量控制计划必须考虑但不限于以下内容：

1）确定和配备必要的控制手段、过程、设备（包括检验和试验设备）、工艺装备、资源和技能，以达到所要求的质量；
2）确保设计、生产过程、安装、服务、检验和试验程序和有关文件的相容性；
3）必要时，更新质量控制、检验和试验技术，包括研制新的测试设备；
4）确定所有测量能力，包括超出现有水平但在足够时限内能开发的测量能力；
5）确定在产品形成适当阶段的合适的验证；
6）对所有特性和要求，包括含有主观因素的特性和要求，明确接收标准；
7）确定和准备质量记录。

13.1.3 招标人对投标人质量体系的审核中，如发现投标人质量体系存在严重不符合项，招标人有权视不符合项对履行本合同的影响程度，对投标人采取书面警告、正式通知停产返工或重新生产直至延迟或拒绝阶段付款申请等措施。

13.1.4 投标人所提供硬件设备应保证软件系统发挥最优性能。投标人应在投标文件中明确：所提供系统如无法达到招标人所要求的性能要求，系统相关的升级、改造费用由投标人自行承担，由此所造成的招标人的损失完全由投标人负责赔偿。

13.2 设计质量控制

13.2.1 投标人的所有图纸和产品资料均应有明确的质量标准，诸如使用的组件、材料、装配过程、采用的机加工、装璜和涂覆。在整个生产组织中快速地分发更新的规范书和图纸，并及时收回正在使用的陈旧资料。

13.2.2 投标人应提供图纸清单表示出每一张图纸的状态，包括提交状态、日期、审核和版本，并保证图纸清单随发布的有效图纸和产品资料随时更新。投标人应及时将最新的有效图纸、产品资料和更新后的图纸清单提交至招标人。

13.2.3 投标人在进行工程详细图纸设计时，应严格按照 ISO9001 质量体系的要求，确保本项目详细施工设计文件的质量。

13.2.4 投标人必须接受招标人对工程设计图纸、文件的审查。经设计单位确认、招标人审核后的工程设计图纸、文件，才能用于施工。

13.2.5 投标人的设计人员应深入了解本项目工程的现场实际情况和本工程的运营要求，并应具有丰富的设计经验。

13.3 外购材料控制

13.3.1 投标人应对所有外购材料采取有效的质量控制措施，以确保其满足合同的要求。质量控制计划应包括核实投标人检验数据或进行到货检验。

13.3.2 投标人选购系统附属设备和材料的来源须经招标人及招标人指定的工程监理人员审核，对于涉及安全及影响工程质量的重要设备、原材料和关键外购件投标人须向招标人及招标人指定的工程监理人员提供可供比选产品的详细情况，包括：供货厂家名称、产品认证书、业绩及相关证明资料等，供招标人及招标人指定的工程监理人员审查，必要时需进行生产实地考察。

13.3.3 外购材料的检验记录应妥善保存并可供招标人授权的监理工程师检查。

13.4 工具和测量仪器

13.4.1 投标人所使用的工具和测量仪器应经过具有相关资质的计量部门的认证并附有标记，且在认证有效期内。

13.4.2 为核实材料是否符合合同要求，应在设备生产前就准备好所需的精密工具、量具和测试仪器。为防止由于使用错误和不使用时引起的损坏，应对工具和仪器提供足够的物理控制和安全防护措施。

13.4.3 在使用中应定期检查所有的精密工具和量具，确保符合标准。该过程应包括精密工具和量具定期检查的确认记录。为检查而使用的基准应定期校准精度。新的和调整过的精密工具和量具，在投入使用之前应进行校准。

13.5 制造控制

13.5.1 设备的生产包括材料性能试验，零部件的筛选，生产工艺流程，产品测试，型式试验，出厂验收以及抽样办法等均应严格按照生产厂的规定和严格的质量保证体系进行。生产的有关记录均应提交给招标方人员审查。

13.5.2 投标人的检查机构应独立于生产机构，而直接由最高管理部门领导，即他们应有控制权。在设备开始生产前，应提供质量控制计划，说明整个生产过程中的质量控制检查点和测试点，并需制订和执行这一制造检测过程。应给检查人员以清晰详细的指令说明要检查的参数、应遵照的标准和检查时要做的工作。

13.5.3 材料的检查情况应标识为不同等级，可在材料上打标记、做标签或其它适当的方法。完成特殊处理的证明也应当用类似的方法表示。

13.5.4 最终检查和测试要足以确保完成的产品符合合同的要求。应保存所有检查和测试的记录。这些记录应证实已完成按书面指令规定的所需检查和测试，并指明差异和其原因。这些记录应是可用的，并加以保存。

13.5.5 该质量控制计划应规定生产过程、部件组装、主要工序检验规程、检验和试验计划和整机测试需按规定的指令和合适的工具予以完成。该计划还应规定最终测试的措施，还有当需要时对设备的不良部分修理、修改和替换，以及修复后重新检查和测试的措施。

13.6 不合格材料控制

13.6.1 投标人必须严格执行其质量管理体系中关于不合格品的有关文件和程序，以防止不合格品的使用或安装。

13.6.2 如果招标人在任何情况下，发现投标人有任何不合格产品未按质量管理体系中有关的文件和程序办理，招标人将视此为投标人质量体系的严重不符合项。

13.6.3 投标人在材料检查过程中应采取严格的措施，以保证在进货、加工和生成过程中把不合格的材料分拣出来，并确保其退出制造过程。

13.6.4 分拣出来的不合格材料应立即加以明确的、易识别的标识，并将不合格材料和可用材料分开放置。而且应建立一个由更高管理级对有问题的材料进行分析和审查的规程，以确定如何处理。

13.7 搬运与包装

投标人应制订并执行一个全制造过程中的计划和措施，以保护进货、加工和已完成的材料免受损害。这些措施应包括保护性包装或绑扎、维持特殊的环境条件、特殊的搬运和存储说明，以及其它所需的保护方法。

13.8 调试计划

13.8.1 投标人应提出调试计划，确保信号设备和系统的调试及与其它有关系统的接口的调试与功能试验。

13.8.2 调试计划应有关于对各信号设备和系统调试的具体规定、方式、方法及记录表格，通过各项调试保证能够验证整个系统对列车的控制能力，保证系统功能达到合同要求。

13.8.3 调试计划需提前报招标人确认。

14 核心设备系统第三方安全评估

14.1.1 南京地铁 11 号线一期工程招标人将另行招标委托核心设备系统独立第三方安全评估单位（设备系统含 RAM）对南京地铁 11 号线一期工程中的车辆系统、信号系统、通信系统、站台门系统、综合监控系统和车辆段基地无人区安全防护进行安全评估。

14.1.2 信号系统供应商应无条件配合招标人的核心设备系统独立第三方安全评估单位工作，并对因投标人原因造成的本系统安全评估未能按期通过负责。

14.1.3 本工程信号系统应进行安全评估工作，对应本工程各工期里程碑节点，投标人应配合独立第三方安全评估机构出具信号系统工程各里程碑节点带有结论性的、负责任的、可以进入下一阶段的评估报告和授权证书。

14.1.4 对本工程进行独立第三方安全评估的范围应覆盖本工程的全部工程范围。

14.1.5 安全评估报告和授权证书应在下一阶段开始前提供，并不得影响招标人的里程碑工期节点。如本次招标范围内的线路分段、甩站开通时，招标人应针对分段、甩站开通的要求，分别提供安全评估报告和授权证书。独立第三方安全评估机构出具的安全评估证书应至少满足以下要求：

14.1.5.1 车辆段开通安全授权。车辆段信号楼相关设备具备运用条件，列车可以在车辆段内运行。

14.1.5.2 试车线调试安全授权。试车线相关信号设备具备运用条件，列车可以在试车线上进行相关调试。

14.1.5.3 单车动车调试安全授权。当联锁测试完成后，能够保证单车运行的安全，允许单车在实际线路上可以进行单车的功能、接口调试。

14.1.5.4 多车动车调试安全授权。能够保证多车运行的安全，允许多辆车在实际线路上进行功能、接口调试。

14.1.5.5空载试运行安全授权。允许按照实际运营条件，进行3个月的不载客空车运行测试，主要目的是进行各子系统之间的磨合，并检验系统的稳定性。

14.1.5.6载客试运营安全授权。允许载客商业试运营。

14.1.5.7正式运营安全授权。允许载客商业运营。

14.1.5.8系统可能的分多步、多段、甩站开通的安全授权。

15 设计

15.1 （*）设计职责范围

15.1.1 投标人负责本工程信号系统的系统集成设计，招标人协助投标人完成本项目的系统集成设计。尽管有招标人的协助因素，但招标人不承担任何技术责任，投标人须对本工程整个信号系统的设计负完全责任。

15.1.2 投标人应根据本工程的工程现场条件，统一考虑整个信号系统的硬件配置、应用软件设计、接口的总体设计，负责整个信号系统的完整性和一致性设计，投标人须对本项目的设计完整性负责。

15.1.3 投标人应根据本工程的线路条件、车辆性能、设计行车间隔要求、行车组织方式等，结合自身信号系统的性能和特点确定最小安全行车间隔距离，满足本工程运营和行车组织的要求，并对整个系统的使用效率负责。

15.1.4 投标人的设计图例、布局、表示方法、表现形式等应满足统一制定的设计标准要求，设计标准由招标人在设计联络阶段提供，或投标人制定设计标准，并提交招标人审核批准后，投标人依此进行相应设计。

15.1.5 本工程的相关设计文件及竣工成果应满足国家关于工程建设项目数字化管理、交付

的要求。

15.2 投标人的设计

15.2.1 除招标人提供的设计以外，其余所有设计工作均由投标人负责完成，并要求投标人提供工程设计单位用于编制施工图的技术资料（须达到施工图设计深度要求），以便工程设计单位编制正式施工图。

15.2.2 投标人的系统集成设计过程主要为系统初步设计和最终设计两个阶段。

15.2.3 系统初步设计主要工作内容，包括但不限于：

1) 编制信号系统技术规格书；
2) 编制信号系统设备的构成和技术方案；
3) 获取编制系统软件设计所需的基础资料；
4) 编制信号系统的接口设计方案；
5) 编制列车牵引计算和能力分析资料；
6) 编写信号设备安装文件；
7) 系统初步设计评审等。

15.2.4 系统初步设计文件应包含的主要内容，包括但不限于：

1) 系统技术规格书；
2) 系统设计综述；
3) 系统结构总图；
4) 系统设备配置总图；
5) 分段、甩站开通方案；
6) 列车自主运行技术文件；
7) 用于编制正线轨旁信号设备平面布置图的技术资料；
8) 用于编制车辆段信号设备平面布置图的技术资料；
9) 用于编制试车线信号设备平面布置图的技术资料；
10) 控制中心设备配置图；

11) 正线车站设备配置图；

12) 车辆段设备配置图；

13) 试车线设备配置图；

14) 维修中心设备配置图；

15) 培训中心设备配置图；

16) IBP 盘设备布置图；

17) 系统网络配置图；

18) 联锁表；

19) 与计轴设备、信号机、转辙机、发车计时器等的接口文件；

20) 正线与车辆段的接口文件；

21) 试车线与车辆段的接口文件；

22) 与其它线路联络线的接口文件；

23) 与站台门的接口文件；

24) 与站台紧急关闭按钮的接口文件；

25) 与站台无人自动折返按钮的接口文件；

26) 与电源屏的接口文件；

27) 与间隙探测系统的接口文件；

28) 与云平台的接口文件；

29) 与控制中心大屏幕的接口文件；

30) 与通信时钟系统的接口文件；

31) 与 LTE 集群语音调度系统的接口文件；

32) 与通信广播系统的接口文件；

33) 与综合无线通信系统的接口文件；

34) 与 PIS 系统的接口文件；

35) 与综合监控的接口文件；

36) 与 NCC 的接口文件；

37) 与人员防护开关按钮的接口文件；

38) 与站台清客确认按钮的接口文件；

39) 与站台开门\关门按钮的接口文件；

40) 与车辆段工艺（洗车库车库门、全自动洗车机）的接口文件；

41) 与车辆的接口文件；

42) 人机界面的设计文件；

43) 信号设备安装文件；

44) 牵引计算图及能力分析文件，包括各站能力文件、区间能力文件、折返能力文件、出入段能力文件、运行图等。

45) 投标人所提供的主要设备的 BIM 模型，包括但不限于：设备室内各种类型机柜、组合柜、接口柜、分线柜、工作站、电源屏、UPS、蓄电池、信号机、转辙机、计轴、轨旁无线设备等。

15.2.5 系统最终设计主要工作内容，包括但不限于：

1) 确认工程现场数据；

2) 确定信号系统技术规格书；

3) 确定信号系统设备的构成和技术方案；

4) 确定信号系统设备间的内部接口设计方案；

5) 确定信号系统与其它系统的外部接口设计方案；

6) 列车牵引计算和能力分析；

7) 确定信号设备安装文件；

8) 最终设计评审等。

15.2.6 系统最终设计文件须能满足招标人设计要求，能够以此为依据完成系统的工程设计及满足现场设备的安装要求，包括但不限于以下内容：

1) 最终系统设备详细结构图（系统设备详细结构图须通过投标人组织的专家审查）；

2) 最终系统设备详细配置图（系统设备详细配置图须通过投标人组织的专家审查）；

3) 用于编制最终正线轨旁信号设备平面布置图的技术资料（正线轨旁信号设备平面布置图须通过投标人组织的专家审查）；

4) 用于编制最终车辆段轨旁信号设备平面布置图的技术资料；

5) 用于编制最终试车线轨旁信号设备平面布置图的技术资料；

6) 与计轴设备、信号机、转辙机、发车计时器等的接口文件；

7) 正线与车辆段的接口文件；

8) 试车线与车辆段的接口文件；

9) 与其它线路联络线的接口文件；

10) 与站台门的接口文件；

11) 与站台紧急关闭按钮的接口文件；

12) 与站台无人自动折返按钮的接口文件；

13) 与间隙探测系统的接口文件；

14) 列车自主运行技术文件；

15) 与云平台的接口文件；

16) 与电源屏的接口文件；

17) 与控制中心大屏幕的接口文件；

18) 与通信时钟系统的接口文件；

19) 与 LTE 集群语音调度系统的接口文件；

20) 与通信广播系统的接口文件；

21) 与综合无线通信系统的接口文件；

22) 与 PIS 系统的接口文件；

23) 与综合监控的接口文件；

24) 与 NCC 的接口文件；

25) 与车辆的接口文件；

26) 与人员防护开关按钮的接口文件；

27) 与站台清客确认按钮的接口文件；

28) 与站台开门\关门按钮的接口文件；

29) 与车辆基地工艺（洗车线车库门、全自动洗车机）的接口文件；

30) 控制中心、各车站、车辆段、培训中心、维修中心、试车线室内设备布置图；

31) 控制中心、各车站、车辆段、培训中心、维修中心、试车线室内设备各种安装图；

32) 控制中心、各车站、车辆段、培训中心、维修中心、试车线室内设备各种配线图；

33) 各车站、车辆段、培训中心、试车线室外各种设备的典型安装图、配线图；

34) 系统网络结构图；

35) 最终联锁表（正线联锁表须通过投标人组织的专家审查）；

36) 智能运维监测的技术资料（含信号集中监测）；

37) 电源及地线配线图；

38) 室内机柜或机架内部和机柜间或机架的详细配线图；

39) 所供车载设备的安装图、电缆连接图、配线图；

40) ATP 信息定义及应用数据文件；

41) 牵引计算和能力分析文件等。

15.2.7 招标人已在本工程控制中心、车站、正线、车辆段、试车线等处预留了电缆沟槽管道等条件，投标人应予以确认及完善，并在现有条件下提供本项目信号设备的施工及安装设计，如前期预留未满足投标人施工安装要求，由投标人负责调整和实施。

15.2.8 投标人应对通信系统提供的无线传输部分的安全性、可用性、可靠性根据本系统特点进行确认，保证 DCS 系统整体性能满足用户需求书要求。

15.2.9 投标人所提供的轨旁设备的安装设计须满足本工程设备限界、土建等条件的要求。

15.2.10 投标人应对工程现场勘察后进行轨旁设备的安装图设计，以确保轨旁设备的安装符合本工程的工程现场条件。

15.2.11 投标人应在合同签订后的 12 个月内完成最终设计及工程设计工作并提交工程设计文件。

15.2.12 投标人详细设计的资料、文件、图纸应提供给招标人批准。

15.2.13 投标人应负责核实招标人所提供的基础资料与现场实际情况的一致性。

15.3 招标人的设计

15.3.1 招标人配合投标人进行系统集成设计，提供投标人设计所需要的基础资料。

15.3.2 招标人的工程设计单位完成配合控制中心、车站、区间、试车线、培训中心、维修中心、车辆段的土建、装修、供电、环控、沟槽管洞、综合管线等的设计。

15.3.3 招标人的工程设计单位与投标人设计分工界面为设备室的防雷分线柜、ODF 架。

15.3.4 招标人的工程设计单位配合投标人完成信号系统设备的室内设备和轨旁设备平面布置图（含配线图）的设计。

15.3.5 招标人提供的其它专业的基础资料是其它专业的设计资料、文件及图纸。

16 设计联络

16.1 概述

16.1.1 为配合投标人完成信号系统初步设计、最终设计，招标人与投标人互提基础资料，确认系统功能和技术参数、技术方案、接口方案和各种计划，审核设备检测和出厂检验标准以及设备数量，以设计联络会议的形式进行本项目的设计联络。本章提到的设计联络不包括本工程其它设备供货商要求投标人参加和投标人要求本工程其它设备供货商参加的接口设计联络。

16.1.2 投标人应完成与相关系统的接口设计联络，有义务参加其他供货商要求召开的接口设计联络会议，与相关系统及专业达成接口协议。

16.1.3 投标人应按招标人要求参加招标人与施工安装单位召开的相关会议，投标人费用自理。

16.1.4 在各次设计联络会上，投标人必须派出当次会议讨论内容所涉及到的核心技术研发人员及设计人员参加，以提高设计联络会的效率。

16.1.5 投标人是设计联络的计划者和组织者。

16.2 设计联络的安排

16.2.1 计划进行 6 次设计联络会议，每次设计联络的时间不超过四周：

1) 在投标人核心技术设备的原产地进行 2 次设计联络，在招标人所在地进行 4 次设计联络；
2) 第二、四次设计联络会议在投标人核心技术设备的原产地进行。其他设计联络会议在招标人所在地进行；
3) 六次设计联络的计划安排由投标人向招标人提供建议，在合同澄清阶段由招标人与投标人共同协商确定。
4) 考虑到项目的特殊性，可根据需求在招标人所在地增加设计联络次数和时间，不得额外增加费用。

5) 联锁表等安全设计文件根据需要进行专项专家评审。

16.2.2 在合同签订后 1 个月内，投标人应提交设计联络计划，包括设计联络的时间、地点、具体工作目标，在合同签订后 2 个月内必须召开第一次设计联络会议。

16.2.3 除上述设计联络次数外，如投标方认为有必要进一步进行技术交流或增加设计联络会议，可安排进行，所涉及的一切费用由投标方负担。

16.2.4 除上述设计联络次数外，如招标人认为有必要进一步进行技术交流、增加设计联络会议或召开有关协调会，投标方必须参加。此类技术交流、设计联络或协调会在中国国内举行，投标方费用自行承担，但须能够根据招标人要求保证主要技术负责人（包括主管研发的技术负责人）到位参会。

16.3 设计联络的要求

16.3.1 设计联络会在招标人所在地和核心技术设备的原产地进行，投标人均应提供设计联络会办公条件，包括会议室、投影仪、饮水、工作餐等并承担相关费用。

16.3.2 设计联络会在招标人所在地进行，投标人应承担投标人参加人员前往设计联络会所在地的交通、旅行，及设计联络会期间与会人员的一切费用。

16.3.3 设计联络会在投标人所在地进行，投标人应提供招标人参加人员自南京来往设计联络会所在地及设计联络会期间的旅行、当地交通、食宿和日常开支费用及保险和医疗费用（眼镜和牙医除外），投标人为招标人参加人员提供单独住宿房间，并提供免费上网等办公条件。

16.3.4 在设计联络会开始前 3 周，投标人应和招标人商定会议议程及需要解决的问题，投标人应提前 15 天提供会议所需要使用的文件和图纸。

16.3.5 投标人及招标人对参加会议的本方人员应赋予讨论问题的决定权和澄清问题的澄清权。

16.3.6 设计联络会议文件以及讨论的情况和作出的决定，应由投标人记录、整理，并做出会议纪要，招标人和投标人双方签字确认。

16.3.7 投标人在投标文件中应根据投标人项目执行的经验提出设计联络的建议书，主要内容包括：

1) 设计联络的目标；
2) 设计联络的内容；
3) 时间和地点安排；
4) 参加人员；
5) 详细费用清单；
6) 招标人需准备的事项等。

16.3.8 投标人根据项目执行的经验，也可对设计联络作出有关时间、地点、人员及费用的安排，供招标人参考和选择。

16.3.9 招标人可对投标人建议的设计联络的计划安排、人员及费用作出选择。

16.4 设计联络的内容

16.4.1 设计联络的主要目的是让投标人了解本工程的现场条件，进一步了解和澄清招标人对本项目的功能需求，投标人获取相关工程资料；让招标人了解投标人的系统初步设计方案、让投标人获取详细设计所需的资料；确定和确认工程交货、施工、安装、调试、试验及开通计划，并解决遗留的所有问题，会议主要内容包括但不限于：

1) 投标方向招标方进行系统设计的技术交底；
2) 细化系统功能需求书，需求书应按照业主的提纲进行编写；
3) 确认系统设计所需的有关工程信息；
4) 讨论系统功能需求；
5) 讨论系统设计和设备配置方案；
6) 讨论所有接口文件；
7) 讨论本工程各运营场景信号系统的实施方案；
8) 招标人提供主要基础资料；
9) 讨论分段、甩站开通工程实施方案；
10) 详勘现场；

11) 讨论系统技术规格书；

12) 讨论系统设计方案；

13) 讨论系统设备的总配置图；

14) 讨论人机界面的设计文件；

15) 讨论显示图文符号、格式、设备编号等；

16) 讨论时刻表编制和调整的有关要求、生成信息报表内容及格式要求；

17) 讨论联锁表；

18) 讨论牵引计算和能力分析文件；

19) 讨论控制中心室内设备布置；

20) 讨论车站、车辆段、维修中心、培训中心室内设备布置；

21) 讨论轨旁设备的布置；

22) 讨论列车位置检测设备对牵引供电回流点和均流点的设置要求；

23) 讨论试车线试车模式以及试车线设备布置；

24) 接口会议，确定有关接口标准和协议，完成接口设计文件；

25) 讨论系统内部接口；

26) 讨论系统外部接口；

27) 确定联锁表；

28) 确定详细的系统结构和设备配置；

29) ATP 信息定义及应用数据编写原则；

30) 详勘工程现场；

31) 确定进度计划；

32) 确定交货计划；

33) 确定设备的施工安装计划；

34) 确定调试、试验及开通计划；

35) 讨论并确定现场培训计划；

36) 对系统的最终设计进行评审，确定提交修正后的最终设计文件的计划时间等。

16.5 工作协调会议

16.5.1 工作协调会议由投标人组织并由招标人主持，工作协调会议所发生的所有费用由投标人负责；

1) 工作协调会主要负责讨论设计联络会中未能解决或未提出的投标人所关心的问题。

17 包装、运输及仓储

17.1 概述

17.1.1 投标人应按有关标准和其设备的特殊要求对其提供的设备进行合适的包装、运输和仓储，保证其设备在运输和仓储过程中完好无损，投标人提供的设备应适应本工程所在地区的存储环境。

17.1.2 凡因由于投标人对货物包装不善或标记不当导致货物损失、损坏或丢失，或因此引起事故时，其一切责任由投标人承担。

17.1.3 投标人应提供产品装卸的方法与措施，以防止损坏或变质。

17.2 包装

17.2.1 投标人提供的所有设备和材料应具备适应远洋、内陆运输和多次搬运、装卸的坚固包装，并应根据货物特点及需要，采取防潮、防雨、防锈、防腐蚀、防震动等保护措施，以保证货物安全无损地运抵安装现场。投标人提供的所有设备、材料及包装必须满足中华人民共和国卫生检疫标准要求。

17.2.2 大件设备、笨重设备应有固定的底座，外包装上应有吊装挂钩，容易散失的零部件应包装在箱内。

17.2.3 对于裸装货物，投标人应采取特殊措施保护货物及方便搬运。

17.2.4 投标人对交付的技术文件和技术资料应进行妥善包装，以适合长途运输、多次搬运，并采取防潮、防雨措施。

17.2.5 每个技术文件包装箱内应附有装箱清单 2 份，并注明资料编号、名称、册数、页数。

17.2.6 投标人应按合同条款的有关规定对装箱货物的适当位置用不可擦除的油漆和明显的中文字样进行正确的标记，装箱标记应清晰、方便存放和辨认。标记内容应包括：收货人；合同号；目的港；货物名称、代号、箱号；件数（共__件第__件）；毛重/净重（公斤或用 KG 表示）；体积（长---宽---高，以毫米表示）；安装站点。

17.2.7 所有货物应按运输装卸的不同要求及货物本身的特性，分别标注“小心轻放”、“勿倒置”、“防潮”以及相应通用运输标记。

17.2.8 需要吊装的大件货物，应在包装的侧面以运输常用的标记和图案标明重心位置及起吊点，以便于装卸搬运。

17.2.9 投标人对裸装货物应系上印有上述有关标记的金属标签。

17.2.10 投标人应按合同条款的有关规定提供装箱货物的随箱文件，每个包装箱的外部应附有一套装箱单，应密封在防水包装袋中，并牢固地固定在包装箱外。每个包装箱的内部同样应附有一套装箱单，随箱文件的包装应满足设备在运输过程中完好无损。

17.3 运输

17.3.1 投标人应负责本项目所供设备、材料、工器具、文件的所有运输和保险。

17.3.2 上述运输包括：设备、材料、工器具、文件的制造地至招标人指定的地点的运输、装卸及搬运。

17.3.3 控制中心微模块机房内信号专业提供的机柜，待投标人完成设备安装和相关测试后，投标人负责运输至指定的地点。

17.4 仓储

17.4.1 投标人应负责本项目所供设备、材料、工器具、文件在施工单位或招标人指定的现场或仓库交货前的仓储和管理。仓储所需的库房及相关费用由投标人承担。

17.4.2 投标人应在本工程所在地选择合适的仓库来储存本项目的所供货物，并提供货物的保险和看护。投标人应保证所供货物保持整洁并不受损伤和腐蚀。

18 安装督导及调试

18.1 一般要求

18.1.1 投标人须指导安装工程单位的设备安装工作。投标人须对安装施工人员进行必要培训，负责与其它承包商进行协调，提供安装所需的图纸、资料，制定安装督导及调试进度计划，督导安装工作，提交进度报告以及本用户需求书规定的其他工作，对安装施工质量、安装施工方法、安装施工进度等承担责任；对所提供的全部货物及所有技术、质量、性能、安装质量、工期、售后服务等负总责。

18.1.2 投标人应对由于自己人员引起的设备故障和设备的损坏、引起的事故等负全责。

18.1.3 由于投标人的任何原因造成的工期延误所造成的损失由投标人承担。

18.1.4 投标人应对本方人员人身安全负全责。

18.1.5 投标人所提供设备的安装装置和安装附件均由投标人提供。

18.1.6 投标人应向招标人提供进行设计和服务所需的所有资料。这些资料应包括但不限于下列主要项目：

1) 各处的供电电源要求；
2) 所有设备的尺寸、地板负荷和柜门位置；
3) 所有室内的电子、电气设备保证其良好工况的存储和通电时环境要求；
4) 所有设备的电缆入口和对地面电缆槽的要求；
5) 设备，包括轨旁设备的建筑安装所需的预留条件和基本布置要求。
6) 所有设备的防雷要求、接地要求；
7) 所有信号设备用房的屏蔽要求。

18.1.7 投标人应在在合同签订后的 1 个月内提供上述资料，招标人在核实投标人提供的上述资料后，在设计联络中，反馈相关的资料，投标人应按招标人反馈的资料，调整其设计，使之符合本工程的实际情况。

18.1.8 （*）投标人须负责在本工程实施过程中与相关的各方供货商进行协调，并在工程实施过程中服从招标人及其授权代表的协调与管理。

18.1.9 投标人应派遣相关技术人员到车辆供货商的车辆生产工厂，配合车辆供货商完成车载信号设备的安装，并负责完成车辆出厂前车载信号设备的测试和检验。

18.1.10 对于第一个设备集中区的信号设备安装督导、调试及培训，投标人须派遣掌握核心技术的厂家总部的人员实施，负责向施工安装单位示范其正确的安装工序及测试步骤。并对后续的设备实施安装督导、对安装情况进行现场抽查检验。

18.1.11 投标人须派遣掌握核心技术的厂家总部的人员负责首两列车的车载信号设备在车辆制造工厂的安装、定标和测试。并需向车辆供货商示范其正确的安装工序及测试步骤。后续列车的车载信号设备安装、测试需在投标人的督导下由车辆供应商执行，投标人负责安装督导和车辆出厂前车载信号设备的测试及验收。

18.1.12 投标人应为己方的安装督导和调试开通人员准备现场办公室，办公室配备市内电话，通信费用由投标人负责。

18.1.13 投标人应保持对现场土建进展的跟踪，对于现场条件进行必要的设计勘察，保证工程设计结果与现场相符。在隧道成型之后，进行无线场强测试及必要的现场通信试验。

18.1.14 设置于站台区域的设备，其安装应在满足运营要求的前提下尽可能与车站的装修布置相协调。

18.1.15 投标人应配合信号施工单位在信号设备施工和安装过程中应避免对已完工的土建项目的损坏。如因投标人原因，造成须破坏已完工的土建项目时，投标人负责此部分发生的费用，并负责按土建标准和原样修复任何对装饰工程的损坏。

18.1.16　室内设备应安装在信号设备室并牢固地固定在水泥地面或墙面上。若有架空地板，均应采用安装支架固定，支架的设计应考虑与室内架空地板的安装相协调。

18.1.17　信号设备室内的净高除少数外大约为 2.8 米。投标人设计设备尺寸应满足室内安装和搬运通道、门净尺寸的要求。

18.2 投标人安装责任

18.2.1　投标人应对工程的所供设备、器材和材料的安装进行督导，投标人提供安装督导成果确认记录，承担正确安装所供设备的责任。

18.2.2　投标人应根据本工程的实际进度井然有序地组织安装督导工作。

18.2.3　投标人应对所供设备首件定标的安装图、安装工艺负责，参加首件定标的范围和标准的制定，提供所供设备的《安装手册》，并积极配合施工单位编制《作业指导书》，进行首件定标的安装督导，配合完成首件定标工作。

18.2.4　投标人在安装阶段的职责包括：

1) 确保所供设备、材料的数量、规格、型号等满足合同文件的要求，并及时到货，满足现场安装需求；
2) 完成所供设备机柜内部器材、机件、板卡等的安装及配线；
3) 确保安装督导工作满足现场安装要求；
4) 负责检查现场安装质量、进度是否满足调试需要；
5) 安装现场准备满足要求的工程备品备件、仪器仪表；
6) 免费提供特殊安装工具和仪器，满足现场安装、施工的需要。

18.2.5 投标人应派出足够的、合格且技术熟练的技术人员到安装工地督导安装工作和完成调试，投标人应于安装开始前 1 个月，向招标人提交参加安装督导的人员名单及履历并经招标人批准。

18.2.6 对于部分要采用特殊安装方法进行的安装工作，投标人应给予全面的介绍、培训和督导，以使施工安装单位能以适当并有效的方法进行安装。

18.2.7 安装期间，投标人须逐月向招标人递交报告，该报告须包含诸如工程进度、发生的故障、存在的不利因素、潜在延误及补救方法的建议等内容。对于紧急情况，投标人须及时向招标人通报。在安装过程中如各方认为必要，经协商同意，投标人应每周或每日提交报告。

18.2.8 （*）投标人的安装督导工作在与土建施工合作、安全规则和工地治安等方面受招标人协调和控制。安装计划应有提前或者赶工的方案，各个节点工期应有 6 个月的调整时间。

18.2.9 安装督导人员应接受招标人现场代表的协调及管理。投标人代表应参加由施工监理组织的工程现场的工地例会。

18.2.10 在安装期间特殊安装工具和仪器由投标人免费提供。

18.3 招标人安装责任

18.3.1 招标人负责提供规模合适且具有一定素质和经验的安装队伍负责安装。

18.3.2 招标人应提供安装工地。

18.3.3 招标人负责安装工作的协调和控制，特别但不限于土建与安装的协调、安全规则和工地治安方面。

18.3.4 因缺乏投标人督导员指导或督导人员指导不当，使工作计划受到不利影响或由于投标人人员低劣的督导而使质量控制方案、安全规则和工地治安秩序的保障受到影响时，招标人有权干预或命令暂停安装，由此产生的所有返工、误工等费用由投标人

承担。

18.4 投标人的调试责任

18.4.1 投标人应对整个信号系统的调试质量负责。

18.4.2 涉及与先期开通线路的贯通调试工作需采取必要的措施，不可影响先期开通线路的正常运营。

18.4.3 投标人应负责在现场进行井然有序的调试并使之符合相关工期要求。

18.4.4 投标人在调试阶段的职责包括：

1) 负责调试过程中相关的人员、设备安全；
2) 负责组织设备调试工作；
3) 确保调试进度满足工期要求；
4) 负责组织与其他专业接口的调试工作；
5) 配合施工单位的设备调试工作；
6) 及时向招标人汇报调试进展及结果；
7) 安装调试现场准备满足要求的工程备品备件；
8) 提供满足调试使用要求的专用工具、仪器仪表；
9) 负责解决在调试工作中出现的问题。

18.4.5 投标人在调试前 2 周提交调试计划，以及每项调试内容所需的时间、用车计划、人员安排，并报招标人批准。

18.4.6 投标人应对己方调试人员在设备调试期间引起的设备故障及设备损坏、引起的事故等负全责。

18.4.7 投标人应派出足够的且有技术资质的技术人员到工地和车辆制造厂完成调试工作。投标人须于调试开始前 1 个月，向招标人提交参加调试的技术人员的名单、履历及资质证明，并经招标人批准。

18.4.8 在调试期间，投标人应每周按项向招标人递交报告，该报告须包含调试内容、工程进度、事故、存在的不利因素、可能的延误及补救方法的建议等内容，对紧急情况，投标人须及时向招标人通报。

18.4.9 在进行任何项目调试之前，投标人应准备五（5）份详细的试验方案（包括时间、内容、程序和要求等），供招标人批准。

18.4.10 调试结果应被详细记录，写成文件并以书面和电子版本提交给招标人。

18.4.11 招标人有权派出适当人员全程参加调试。

18.4.12 在动车调试阶段，投标人须配合进行信号系统操作的相关工作。

18.5 招标人的调试责任

18.5.1 因投标人调试小组的原因而使“项目时间表”的工作计划受到不利影响或安全规则和工地治安秩序的保障受到影响，招标人有权干预或命令暂停调试，由此产生的责任由投标人承担。如果招标人认为投标人技术人员不能胜任工作，有权要求投标人调换技术人员。

18.5.2 投标人应根据总工期要求在投标文件给出动车调试计划（此动车调试计划须得到招标人批准），在调试试验中需要列车时，招标人负责免费提供约定的列车、司机等配合。对超出计划使用列车时，招标人将提供有偿配合（费用将根据当时条件商定）。

18.5.3 在进行任何试验和检验时，原则按投标人准备的程序进行，但招标人有权加、减、更改试验和验收的内容及程序。

18.5.4 在整个调试期间，招标人无义务为投标人提供设备状态信息（包括故障）。

18.6 （*）接口协调与配合

18.6.1 投标人须与其它供货商作工程接口及界面协调。在施工过程中，投标人应有专人负责接口协调和落实界面工作与工期，以确保接口统一。投标人在各部分工程施工前须与每一个有关的其它供货商联系，以求了解其在该部分工程上的特别要求，并予以配合。如未做这项工作而导致额外的施工费用和工程延误，将由投标人承担。

18.6.2 投标人应无条件积极配合接口系统测试、项目工程验收及政府部门的竣工验收工作。

18.6.3 投标人须考虑其它供货商提供的施工组织设计与进度计划，对施工程序中有矛盾的地方进行协调并找出解决的方法。由于投标人未能及时提交接口协调和未及时实施接口作业而造成工程延误、返工或其他损失和费用均由投标人自行负担。

18.6.4 在整个合同期间，投标人须按招标人要求定时召开设计、施工、验收、测试、移交

等工作及进度会议。投标人须根据会议内容和招标人要求安排有关人员出席，并跟进会议内工作。投标人亦须出席一切与接口有关的会议，处理系统接口事宜。

19 检验、试验、调试、开通及验收

19.1 概述

19.1.1 投标人提供的所有合同项下的设备和材料必须按本章节规定的程序进行检验、验收，在招标人授权代表或招标人任命的信号监理工程师确认检验、验收结果已证明投标人提供的货物满足合同的要求并出具最终验收证书后，方被招标人接收。

19.1.2 投标人负责本章节各次测试和试验的实施。每项测试和试验的 30 天前，投标人应将试验程序、检验标准提交招标人确认，投标人负责提供上述各次测试、试验的报告。

19.1.3 招标人有权参加各次测试、试验并确认投标人提供的试验报告，招标人在测试、试验中的任何行为并不减轻投标人对产品质量的责任。

19.1.4 只有当该项测试和检验合格后，方能进入下一项测试和检验。

19.1.5 UPS 设备及主要元器件应有第三方出具的有效的试验报告，并进行出厂试验及现场试验。各类试验均应根据对应的国际通用标准、规定进行。若投标人采用其它的试验方法，需经招标人确认和批准。每台设备整机必须进行出厂试验，投标人必须提供完整的同类型设备的型式试验报告和出厂试验报告以及试验合格的验收标准。

19.2 工厂检验

19.2.1 投标人应根据 ISO9001 的规定，对所采用的元器件进行例检，以防将不合格的元器件用于本系统。

19.2.2 投标人应提供完成测试所需的所有仪器仪表及工具和帮助。

19.2.3 型式试验

19.2.3.1 型式试验将按照由招标人和投标人于系统设计阶段确认的设备性能标准在制造商当地进行。试验内容必须满足合同文件技术规格书中规定的要求，至少应包括环境试验、电源波动试验和电磁干扰试验。试验的随机样机必须取自将要发往招标人的同一批货中。

19.2.3.2 投标人外购的成熟设备不要求做型式试验，但必须有相应的质量证书，并提供型式试验报告。

19.2.3.3 属于国际标准的设备，不要求做型式试验，但必须提供相应型式试验证书。

19.2.3.4 大批量设备（如车载设备及轨道占用检测设备等）必须做型式试验，选取型式试验的对象，应采取抽样法进行。

19.2.3.5 所有因未能通过测试的设备或系统而发生的相关费用及后果应由投标人负责。

19.2.4 出厂检验

19.2.4.1 投标人将按工业标准进行常规的检验，设备和系统的出厂检验应在投标人工厂或分包商制造地进行，须有招标人代表到场参加。

19.2.4.2 出厂检验时，招标人要对设备设计，外购部件、元器件、材料、制造过程，不合格部件、元器件、材料的控制，搬运与包装情况进行检查；并进行功能与性能指标的测试验收。

19.2.4.3 投标人应提供系统的质量证书。

19.2.4.4 本测试使用抽样测试，被检产品数量将按国际标准或生产厂商抽测标准进行。

19.2.4.5 在抽样检查中，若有任何一台设备不合格，则扩大抽样数量，加倍再测（不含已测数量）。如仍有一台通不过，则认为该批产品不合格。投标人应将全部产品进行工艺上的改造，然后重新进行逐个检查。

19.2.4.6 系统应被证实满足功能，被发现的故障及功能失效应在出厂前得以纠正，并提交整改检验合格报告供招标人审批，审批合格后方可出厂。

19.2.4.7 ATS 子系统设备、OC 子系统的硬件和软件的工厂试验应包括模拟试验，测试条件应与本工程实际运行情况相符。

19.2.4.8 在信号系统技术设备的出厂检验的人员安排要求详见《人员》章节相关内容。

19.2.4.9 应在列车制造商所在地进行车载 ATP/ATO 设备在列车上的安装及模拟试验。所有需要与车辆制造商进行协调的工作应由投标人完成。投标人需负责对所有车载 ATP/ATO 设备进行静态、动态试验及出厂验收，准备试验和测试项目及程序，并按规定的程序报送招标人批准。

19.2.4.10 若招标人检验人员已到投标人的生产场地，而检验无法按计划进行时，由此产生的包括招标人人员在内的所有费用及成本由投标人负责。

19.2.4.11 投标人应提前两个月向招标人提供出厂检验测试大纲供招标人确认，测试大纲至少包括测试项目、测试步骤、检查标准、要求达到的测试目标等，招标人如对测

试大纲有异议，投标人应及时进行修改。

19.2.4.12 出厂检验至少包括如下内容：

1) 联锁逻辑试验；

2) 子系统（包括 OC、ATP/ATO、ATS 系统）故障报警、记录、诊断试验；

3) 降级模式试验；

4) 命令执行试验；

5) 模拟的车站紧急停车试验；

6) 相关系统接口试验；

7) 配套设备的接口试验（转辙机、信号机、紧急关闭按钮等）；

8) 列车报文接收检查；

9) 车地双向通信试验；

10) 传输通道的测试；

11) ATS 系统显示试验；

12) 车载系统显示试验；

13) 唤醒、休眠、蠕动试验；

14) 车次号跟踪及生成试验；

15) 自动进路排列试验；

16) 列车运行自动调整/人工调整试验；

17) 时刻表编辑及在线修改试验；

18) 运行图显示试验；

19) 授权、职责功能试验；

20) 自动生成各种报表试验；

21) 系统冗余切换试验；

22) 其它需要检查的项目可在设计联络阶段商定。

19.3 到货检查

19.3.1 投标人提供的合同项下的所有设备、材料及技术文件运抵规定的交货地点后，招标人和投标人双方人员共同对其进行检查，并认真做好检查记录，双方签字。招标人和投标人双方人员共同对其进行开箱前检查，以证实：

1) 满足合同对包装的要求；
2) 外观良好，运输途中未受损；
3) 编号、数量和名称与合同要求的货物清单核实无误。

19.3.2 所进行的检查满足合同规定时，应由双方代表签字确认。如果到货检查中发现检查的结果与合同规定不符，需要索赔时到货检查记录将作为索赔依据。

19.4 开箱检验

19.4.1 到货检查后，招标人和投标人（必要时协同商检局）应按时间表开箱进行检验。除商检局规定外，货物的密封包装仍不得拆开。

19.4.2 招标人应于上述到货开箱验货 10 天前，通知投标人验货日期及地点，双方开箱后对检查结果做书面记录，由双方代表在开箱记录上签字。如果投标人不能按时抵达，招标人有权自行开箱检查并对检验结果做出记录，投标人应接受招标人的检验结果。

19.4.3 投标人应在发货前 10 天，向监理、建设单位、施工单位提出发货申请和本批货物的详细清单，包括设备名称、数量、规格、型号、产地等各种必要的参数，经批准后方可发货；随最终的详细的货物清单一起，需提交《设备开箱检验计划》，其内容主要应包括：拟开箱检验的日期、地点、参加人员、开箱检验应注意的问题；并准备好开箱检验所需的各种技术文件、资料及所用的表格，主要包括《开箱检验记录》、《随机附件（资料）清单》等。

19.4.4 投标人开箱检验人员应掌握开箱检验的程序及操作要求，熟悉设备规格、型号及性能等开箱检验的基本要求。

19.4.5 投标人和招标人开箱检验时工作包括但不限于以下内容：

19.4.5.1 箱号、箱数、装箱单。各方须按照箱号、箱数仔细核对装箱单中的设备型号、数量、规格等参数是否与交货清单中的相一致，是否与设备实体相一致。

19.4.5.2 合格证、试验报告。各方须仔细审核合格证及试验报告，应完整的填写设备名称、规格、型号、出厂编号、出厂日期等信息，并与设备实体相一致。

19.4.5.3 包装情况、设备外观检查。各方需检查包装是否完好。拆除包装后，各方需仔细检查设备的外观，包括表面涂漆是否有刮蹭、掉漆现象，设备外形是否有磕碰或损伤、设备尺寸是否与合同中要求的相一致、设备是否有缺损件等。

19.4.5.4 其他技术资料及专用工具。各方需核查其他随机技术资料（如使用说明书、质量保修卡等），并清点随机附带的专用工具及零散部件。

19.4.5.5 在设备开箱检验中，设备及其零部件和专用工具，均应妥善保护，不得使其变形、损坏、锈蚀、错乱和丢失，如发生以上问题由损坏方负责赔偿损失。

19.4.5.6 开箱检验工作结束后，各方须按要求及时如实填写《开箱检验记录》和《随机附件（资料）清单》，不得篡改更不能伪造。《随机附件（资料）清单》需详细填写随机附带的所有资料、专用工具及零散部件（如安装垫片等）。

19.4.5.7 开箱检验前的设备归属和成品保护责任属于投标人，开箱检验后的设备归属和成品保护责任属于招标人的施工单位。

19.4.6 若开箱检验中发现有诸如数量、型号和外观尺寸与合同不符，或货物受损和/或密封包装物本身的短缺和损坏，需要求索赔时，双方签署的开箱记录或因投标人自身原因未能到场，由招标人出具的开箱记录或商检局出具的商检报告均可作为招标人向投标人索赔的依据。

19.4.7 除非另有规定，投标人须在接到招标人索赔声明后 30 天内更换或补齐索赔货物，由此产生的费用应由投标人负担。

19.4.8 若因投标人过失而在验货和检验时发生更换或补货等情形并导致工期延误，则招标人有权对由此造成的损失向投标人索赔。

19.4.9 投标人代表参加验货和检验的费用，包括交通费、生活费等均由其自理。

19.4.10 开箱检验结束后，双方检验人员应签署开箱检验报告。

19.5 完工测试

19.5.1 系统设备安装完成后、进行设备和子系统调试前，投标人应负责所有设备的完工测试，以验证设备的安装是否符合安装要求、设备的连结和配线是否正确、设备的安装与配线是否与安装图和工程施工图一致等。

19.5.2 完工测试前，投标人应在满足工程工期的前提下制定详细的完工测试计划，完工测试计划应提前 1 个月提交招标人审核。完工测试过程中应填写详细的完工测试记录，完工测试后应向招标人提供完工测试报告和整改计划。

19.6 施工及安装验收

19.6.1 投标人应参加招标人组织的首件定标的现场验收，对施工安装承包商的施工成果是否满足投标人所供设备及器材的要求提供评估意见。

19.6.2 如因投标人的原因，首件定标不能得到招标人的认可，招标人有权要求投标人更换安装督导人员，并重新进行首件定标，由此产生的一切损失和工期延误由投标人承担。

19.6.3 每台设备和每个子系统，在工地安装后，投标人自检合格后负责提供相关功能、调试资料，配合预验收检查工作，招标人和投标人双方代表按确认的安装验收标准到场进行安装验收，双方需到场参加和见证。

19.6.4 投标人的自检工作应包括按照有关规范、标准对工程质量和系统功能进行自检，确认工程质量符合有关法律、法规和工程建设强制性标准，符合设计文件及合同要求，不存在影响开通运营安全的问题。

19.6.5 经招标人确认，投标人对通过安装测试的每一台设备出具安装验收文件。

19.6.6 安装验收须根据合同相关条款和验收计划的规定进行并完成。

19.7 信号系统调试与试验

19.7.1 单项设备的调试与试验。

19.7.1.1 单台设备是指能够进行单独测试及试验其功能的设备。

19.7.1.2 单台设备的试验包括单台设备的安装验收试验和调试验收试验，其试验内容包括：

1) 安装验收试验，以证明这些设备未因运输和安装受到损坏且安装符合要求；

2) 调试验收试验，以证明这些设备经调试后的功能满足合同要求。

19.7.1.3 在单台设备的测试过程中，如果在同一台设备上发生 3 次或更多的连续故障或发生 2 次相同的故障，则该设备将被认为不合格。在这种情况下，必须对该设备进行免费更换。由此而产生的所有费用由投标人负责。

19.7.1.4 对于所有单台设备的调试及测试，招标人均不予提供列车（车载设备在试车线调试除外）。

19.7.2 子系统测试及试验

19.7.2.1 在单台设备试验完成后，应进行子系统测试，以证明各个子系统的技术指标满足合同要求。

19.7.2.2 对某一子系统测试的成功，不解除投标人对系统测试的责任。

19.7.2.3 须对主副电源倒换测试，确定各个子系统是否满足电源倒换要求。

19.7.2.4 须对各子系统进行冗余测试，确定是否满足安全、功能、可靠性和无扰切换的要求。

19.7.3 OC 设备功能试验应包括以下主要内容：

1) 硬件设备性能测试；

2) 联锁逻辑试验；

3) 联锁人机接口试验；

4) 室内、外设备状态的一致性测试；

5) 故障报警、记录、诊断试验；

6) 子系统干扰试验；

7) 与其它子系统接口试验；

8) 传输通道的测试；

9) 冗余设备切换试验及必要的故障状态试验；

10) 其它必要的试验。

19.7.4 ATP/ATO 设备功能试验应包括以下主要内容：

1) 硬件设备性能试验；

2) 与 OC 的接口试验；

3) 命令执行试验；

4) 紧急停车试验；

5) 与其它子系统的接口试验；

6) 车地通信试验；

7) 保护区段及安全防护距离试验；

8) 设计行车间隔的试验；

9) 通信列车与非通信列车混合追踪运行试验；

10) 折返间隔的试验；

11) 临时限速试验；

12) 停车精度和门控试验；

13) 故障报警、记录、诊断试验；

14) 子系统干扰试验；

15) 冗余设备切换试验及必要的故障状态试验；

16) 与全自动运行功能、场景相关的试验；

17) 采用列车自主运行技术的相关功能试验；

18) 列车制动距离及安全防护距离试验；

19) 列车超速防护试验；

20) 列车显示试验；

21) 列车紧急和常用制动试验；

22) 牵引加速试验；

23) 列车的动态试验；

24) 列车制动率试验；

25) 各种驾驶模式及模式转换试验；

26) 列车退行防护试验；

27) 列车位置检测设备的试验；

28) 列车节能运行模式试验；

29) 列车故障报警、记录、诊断试验；

30) 列车使用常用制动直至停车的舒适度试验；

31) 列车唤醒、休眠试验；

32) 列车不同紧急制动缓解试验；

33) 列车全自动驾驶模式、蠕动驾驶模式、RRM 驾驶模式试验；

34) 列车进站停准调整试验；

35) 其它必要的试验。

19.7.5 ATS 设备功能试验应包括以下主要内容：

1) 系统硬件设备性能试验；

2) 系统显示试验；

3) 车次号跟踪及生成试验；

4) 自动进路排列试验；

5) 列车运行自动调整/人工调整试验；

6) 时刻表编辑试验；

7) 时刻表在线修改试验；

8) 按时刻表自动指挥列车运行试验；

9) 运行图显示试验；

10) 授权、职责功能验试；

11) 自动生成各种报表试验；

12) 系统故障记录、诊断试验；

13) 同 OC 设备及 ATP/ATO 子系统的联合试验；

14) 折返间隔的试验；

15) 轨旁有线通信网络试验；

16) 设计行车间隔的试验；

17) 系统响应时间试验；

18) 与其它系统的接口试验；

19) 列车运行仿真模拟试验；

20) 冗余设备切换试验及必要的故障状态试验；

21) 与全自动运行场景相关的试验；

22) 采用列车自主运行技术的相关功能试验；

23) 其它必要的试验。

19.7.6 试车线功能试验应包括以下主要内容：

1) 试车功能获取/退出试验；

2) 硬件性能测试及试验；

3) 车地通信试验；

4) 自动折返试验；

5) 紧急关闭试验；

6) 触发紧急制动试验；

7) 精确停车试验；

8) 设备冗余切换试验；

9) 各速度等级命令的发出试验；

10) 车门及站台门控制命令的发出试验；

11) 临时限速试验；

12) 空转/打滑试验；

13) 驾驶模式转换功能试验；

14) 车载信号设备的执行试验；

15) 与全自动运行场景相关的试验；

16) 采用列车自主运行技术的相关功能试验；

17) 其它必要的试验。

19.7.7 培训设备功能试验应包括以下主要内容：

1) 列车运行仿真模拟试验；

2) 操作培训模拟试验；

3) 维护培训模拟试验；

4) 与全自动运行场景相关的试验；

5) 其它必要的试验。

19.7.8 信号智能运维监测子系统功能试验应包括以下主要内容：

1) 各种报警功能试验；

2) 监测功能试验；

3) 监测报警的人机界面功能试验；

4) 行车显示信息画面调用功能试验；

5) 硬件性能试验；

6) 各种统计及图表输出试验；

7) 道岔缺口监测功能试验；

8) 智能运维相关功能试验；

9) 其它必要的试验。

19.7.9 电源设备的功能试验应包括以下主要内容：

1) 电源设备的性能试验；

2) 两路倒换功能试验；

3) UPS 的输出特性试验；

4) 双 UPS 电源设备切换功能试验；

5) 各种交直流模块的输出品质试验；

6) 各种交直流冗余模块的切换试验；

7) 对地漏泄监测试验；

8) 电池放电试验；

9) 各种报警及输出试验。

19.7.10 投标人应在投标文件中提供子系统试验的详细内容建议，并将在设计联络中详细确认。

19.8 信号系统的联调

19.8.1 在完工测试通过后，将进入信号系统联调。由投标人牵头进行 FAO 系统功能的联合调试和接口联调。

19.8.2 信号系统的联调主要包括 ATS 子系统、ATP 子系统、OC 子系统、ATO 子系统、电源设备的联合调试及与其它有关联的专业、系统的联合调试。

19.8.3 投标人在信号系统的联调前应编制信号系统联调技术方案（含测试项目，测试方法）和信号系统联调实施方案（含实施计划、人员保证、安全保障措施等），在联调开始 1 个月前提交招标人及其设计、监理审核，并根据审核意见完成修改后方能开展信号系统联调工作。

19.8.4 投标人在信号系统的联调前应根据批准的信号系统联调技术方案和实施方案对招标人的动调服务人员进行使用范围及安全交底，对动调服务相关人员进行 ATS 现地工作站操作培训，对司机进行车载设备操作培训。

19.8.5 接触轨有电情况下，禁止调试和配合人员进入轨行区；动车调试过程中，严禁单人作业。

19.8.6 在信号系统各子系统的联调成功，各子系统和设备预验收完成（含联锁、ATS、电源、光电缆、防雷与接地、LEU 等），车载设备安装及静调完成，获得单车动车调试安全授权后，进行信号系统与其它有关联的专业的系统的联合调试：

19.8.6.1 信号系统按计划运行图进行不载客的列车运行综合调试。

19.8.6.2 动车调试前，投标人及技术责任方须出具允许投入动车调试的证明文件。

19.8.6.3 信号系统与其它有关联的专业、系统的联合调试包括两个阶段：即信号系统与其它系统的所有接口功能试验阶段和与各系统联合调试试验阶段。

19.8.6.4 信号系统与各系统联合调试试验，指轨道交通的几个关键相关专业系统同时工作在一起，通过单列或少量列车运行，证明几大系统可以有机地结合在一起，有效地工作，能满足各项指标及技术参数要求，包括与其它系统接口的稳定性指标。

19.8.6.5 投标人负责信号系统的调试及与其它有关系统的接口检查，以保证所需联调的每组设备通过其接口达到的系统功能满足合同要求。

19.8.6.6 投标人应负责组织信号系统动车调试工作，负责向动调服务人员或运营单位请点，动车调试阶段的保障值守和故障应急处理，及时提交动车调试计划和调试日报，对动车调试过程中发现的问题，建立问题台账并进行跟踪解决，ATP/ATO 验收前向招标人提交调试报告（含调试记录）。

19.9 项目工程验收

19.9.1 项目工程验收是指信号系统在综合联调结束后、试运行之前，确认系统是否达到设计文件及标准要求，是否满足试运行要求的验收。

19.9.2 对于车载信号设备，应根据车辆出厂情况，进行车地联调和综合调试合格后，逐一进行车载设备的验收。

19.9.3 项目工程验收应具备以下条件：

1) 信号各子系统均已完成设计及合同约定的内容；
2) 信号系统在之前调试阶段发现的问题已全部整改完毕；
3) 信号系统经综合联调符合运营整体功能要求，并已由相关单位出具证明文件；
4) 投标人已提交初步安全评估报告和空载试运行安全授权；
5) 已通过对试运行有影响的相关专项验收。

19.9.4 投标人应协助招标人组织信号系统验收工作。

1) 投标人委派代表成员需通过招标人的审查；
2) 投标人应在 7 个工作日前提供验收方案，并得到招标人的审批后方可实施；

19.9.5 招标人根据验收结果出具验收意见。

19.10 144 小时连续运行试验

19.10.1 系统 144 小时连续运行试验指信号系统及与各相关系统协同工作，且不间断的运转，检验本系统的各项技术指标。

19.10.1.1 144 小时连续系统试验时，对信号系统性能和功能按照工程开通初期列车运行最小间隔进行连续检验、考核。

19.10.1.2 在 144 小时连续系统试验期间，信号系统必须达到所规定的各种信号系统性能指标。

19.10.1.3 如果 144 小时连续系统试验未能通过，需要进行必要的整改后重新进行 144 小时连续系统试验。投标人须对由此引起的延误工期和直接、间接损失负责，承担由此引起的所有费用。

19.10.1.4 进行 144 小时连续系统运行测试，以证明信号系统可以达到以下指标要求：

1) 安全指标：在 OC、ATP 安全功能正常的基础上，系统必须提供 100%的安全运行;

2) 列车因信号系统原因产生非期望的紧急制动须小于 7.5 次/万组公里；
3) 信号系统设备操作成功率须达到 99.95%/日；
4) 列车停车精度在±0.3m 的兑现率为 99.9%、在±0.5m 范围内时，正确率为 99.99%；
5) 时刻表的兑现率不低于 95%；
6) 列车到达折返轨能可靠实现自动折返（即不出现无自动折返信号）的正确率不低于 99.95%。
7) 降级系统（含联锁级）运行能力：

正线列车最小运行间隔、折返站最小折返间隔、列车出入段的最小间隔时间满足 5 分钟的要求。

8) 系统运行能力：

a) 正线列车最小追踪间隔满足2分钟的要求；正线列车设计追踪间隔小于等于90秒的要求；

b) 交路折返站最小折返间隔满足 2 分钟的要求；

c) 列车出入段的最小间隔时间满足 2 分钟的要求。

19.10.2 原则上投标人对重大试验不合格项的改正时间不超过 30 天，投标人承担对改正后的设备验收的费用，并对因此延误的工期负责。

19.10.3 如果在 144 小时试验期间内，没有达到安全性和可用性指标，则认为试验失败的。在这种情况下，投标人在进行系统修正后将需重新进行 144 小时试验，直到规定指标实现为止。重做 144 小时试验所发生的所有费用由投标人负责，并对因此延误的工期负责。

19.10.4 如果在 144 小时试验期间内，没有达到折返时间、运行间隔的指标。在这种情况下，无须进行 144 小时试验，但投标人需将系统进行必要修正，并将重新进行功能试验，直到规定的指标实现。

19.10.5 144 小时试验内没有完成的或其它指标不能满足要求的试验，须在试运行中继续完成。

19.11 试运行

19.11.1 试运行指城市轨道交通工程冷、热滑试验成功，系统联调结束，通过不载客列车运行，对运营组织管理和设施设备系统的可用性、安全性和可靠性进行检验。

19.11.2 自项目工程验收合格之日起投入不载客试运行，试运行时间不应少于三个月，试运行最后 20 日应按照试运营开通时列车运行图行车。

19.11.3 试运行最后 20 日，运营指标应达到以下要求：

1) 列车运行图兑现率：不应低于 99.5%；

2) 列车正点率：不应低于 99%；

3) 列车退出正线运行故障率不高于 0.4 次/万列公里；

4) 列车唤醒/休眠自检成功率均不低于 98%；

5) 列车服务可靠度：全部列车总行车里程与发生 5min 以上延误次数之比不应低于 5 万列公里/次；

6) 信号系统故障率：不应高于 1 次/万列公里；

注: 信号系统故障，即列车无法以自动防护模式运行、部分区段无运行授权或发生道岔失去表示的情况。

19.11.4 空载试运行前应具备的基本条件：

1) 完成热滑试验存在的问题整改并验收合格，完成信号系统的初验报告；

2) 完成 ATS、OC 功能调试，提供调试、联调测试报告；

3) 完成载客运营期间最低配车数的 ATP 功能和性能测试，提供调试、联调测试报告;

4) 完成载客运营期间最低配车数的 ATO 功能调试，提供调试、联调测试报告；

5) 完成与接口专业系统（车辆、通信、综合监控、PIS、站台屏蔽门等）的接口功能调试；

6) 取得信号系统“安全授权书”;

7) 信号系统 144 小时考核合格，满足空载试运行要求，提供测试报告。

19.11.5 在试运行期间，所有设备、材料和系统均须在实际运营环境中按实际操作模式无故障连续运行。若有故障发生，而试运行中断，投标人须负责排除故障并重新开始试运行。若在合理时间内投标人未能排除故障，则招标人有权根据合同有关条款处理。

19.11.6 在试运行期间，如果同一类硬件设备故障率超过 25%，投标人须无条件更换该批次的同类产品。

19.11.7 招标人的独立第三方安全评估机构在试运行结束之前提供系统能够全功能开通和能够载客初期运营的安全评估报告，投标人应予以积极配合。

19.11.8 空载试运行期间信号系统的安全性和可用性指标的实现，标志着空载试运行的成功。但空载试运行工作的结束并不解除投标人对整个系统的责任。

19.11.9 原则上投标人对重大实验不合格项的改正时间不超过 30 天，投标人承担对改正后的设备验收的费用，并对因此延误的工期负责。

19.11.10 如果在空载试运行期间内，没有达到安全性和可用性指标，则认为试验失败。在这种情况下，投标人在进行系统修正后将需重新进行空载试运行，直到规定指标实现为止。重做空载试运行所发生的所有费用由投标人负责，并对因此延误的工期负责。

19.11.11 试运行由招标人和投标人双方共同参加，记录试运行期间设备和系统出现的各种情况。这种记录将按时间顺序和按设备分别登记，作为考核试验的原始资料，并作为竣工验收的依据。在此期间，各方还应根据出现的问题进行分析归类，判明故障的性质。试运行报告须由双方共同制备并签署。投标人配合招标人编制的城市轨道交通试运行情况报告包括试运行基本情况、设施设备可靠性和故障率情况等。

19.12 竣工验收

19.12.1 竣工验收指在试运营之前，结合试运行效果，确认信号系统是否达到设计目标及标准要求的验收。

19.12.2 竣工验收前，投标人应完成下列工作：

1) 所有建设项目按照批准的设计方案要求全部完成，并满足使用要求；

2) 项目工程验收合格，项目工程验收发现的问题整改及复验完成；
3) 试运行中发现的问题整改完毕，有试运行总结报告；
4) 各种技术文档和验收资料齐全，符合合同的要求；
5) 各种设备运行状态正常；
6) 提交最终安全评估报告和载客试运营安全授权；
7) 培训工作已完成，售后服务计划已落实。

19.12.3 投标人应协助招标人组织信号系统竣工验收工作。

1) 投标人委派代表成员需通过招标人的审查；
2) 投标人应在 7 个工作日前提供竣工验收资料及方案，方案应得到招标人的审批后方可实施；

19.12.4 招标人根据验收结果出具竣工验收报告。

19.13 初期运营前安全评估

19.13.1 投标人应根据交通运输部颁发的《城市轨道交通初期运营前安全评估规范》（交办运〔2023〕56 号）要求，配合招标人完成初期运营的安全评估工作，并提供评估要求的信号系统相关报告、运行指标及其他所需材料。

19.13.2 投标人应对初期运营安全评估报告中提出的问题或者安全隐患及时整改处理，并经过第三方安全评估机构复核确认，相关费用包含在合同总价中。

19.13.3 投标人应完成信号系统各子系统之间、信号系统与相关系统的联调及动态调试，具有完整的信号系统验收和联调及动态调试合格报告。

19.14 初期运营

19.14.1 初期运营指城市轨道交通工程所有设施设备验收合格，整体系统可用性、安全性和可靠性经过试运行检验合格后，在正式运营前所从事的载客运营活动。

19.14.2 系统竣工验收合格，且投标人已提供系统的安全评估报告后，信号系统投入载客初期运营。初期运营期间，运营单位将按照合同内容、设计标准和技术规范，对设备、设施运行情况和运营状况进行安全监测。若招标人发现设备或子系统仍然存在功能缺陷或不完善，责令投标人进行整改，投标人只能利用夜间的非运营时段进行整改，投标人须保证整改后的系统运营的安全，并负担由此引起的一切费用。

19.14.3 系统投入初期运营后，信号系统在 OC、ATP 安全功能正常的基础上须提供 100%的安全运行，系统各项指标均须达到本用户需求书中《专用技术要求》中的要求。

19.14.4 投标人必须保证完成在初期运营期间的所有重大节日和活动的保障工作，要求在工程现场（现场地点包括控制中心、设备集中站和维修中心等）进行运营保障工作；

投标人必须保证在开通投入初期运营前 2 个月内提供足够的合格技术人员在现场与维护人员共同进行工程维护工作。投标人不能因上述工作提出发生费用的工程变更。

19.15 正式运营前安全评估

19.15.1 本工程初期运营期满一年后，投标人应配合第三方安全评估机构实施本工程的正式运营前安全评估工作。

19.15.2 投标人应根据交通运输部颁发的《城市轨道交通正式运营前安全评估规范》（交办运〔2023〕57 号）要求，配合招标人完成正式运营前的安全评估工作，并提供评估要求的信号系统相关报告、运行指标及其他所需材料。

19.15.3 投标人应对正式运营前安全评估报告中提出的问题或者安全隐患及时整改处理，并经过第三方安全评估机构复核确认，相关费用包含在合同总价中。

19.16 最终验收

19.16.1 投标人应提交质保期结束前遗留问题处理报告、试运营报告、质保期服务报告。

19.16.2 投标人应完成遗留问题的解决、完成质保期服务和备品备件的提交；投标人负责收集运营数据，编制《运营指标分析报告》、《尾工及遗留问题整改报告》、《质保期服务报告》；参加最终验收会议。

19.16.3 初期运营结束后至质保期结束前，且达到《用户需求书》中所规定的性能指标后，双方对所有的标准、可靠性、记录报告分析进行检查后无异议，投标人协助招标人组织系统的最终验收。招标人将于最终验收结束后或质量保证期结束后 30 天内签署最终验收证书。投标人在本系统寿命期内仍有责任对相关系统发生的问题给予合作。

19.16.4 若招标人认为工程中出现的疏漏和错误不影响最终验收证书的签署，招标人签署最终验收证书并注明存在的疏漏和错误。在此情况下，投标人应采取措施对存在的疏漏和错误（包括潜在的）进行修正，直至招标人满意为止。

19.17 赔偿

19.17.1 在 3 个月空载试运行后，如信号系统的性能未能达到本《用户需求书》要求的功能及技术指标，投标人将对系统进行修改，并重新进行试验，直到达到《用户需求书》

中规定的性能指标。招标人将暂缓本阶段的支付费用，直至经验证，系统满足系统指标要求。

19.17.2 在载客试运营结束后，如信号系统的性能未能达到本《用户需求书》要求的功能及技术指标，且无双方可接受的其它解决方法，则投标人应根据本条款规定向招标人支付赔偿。如果未达到以下性能指标，将按照下表进行赔偿，投标人并应承担招标人由此产生的直接和间接损失。

序号	条款项目	性能指标要求	赔偿技术标准	赔偿金额 （以商务为准）
1	停车精度	必须满足在±0.3m范围内的正确率为99.99%	每降低0.001%，将以0.01%合同总价值赔偿	如果标准降低超过或等于0.1%，系统将被拒收
2		在±0.5m范围内的正确率为99.9998%的要求	每降低0.0005%，将以0.1%合同总价值赔偿	如果标准降低超过或等于0.01%，系统将被拒收
3	非期望（非正常）列车紧急制动发生率	必须小于1次/万组公里	标准每降低0.02次/万组公里，将以0.02%合同总价值赔偿	如果标准降低超过或等于0.1次/万组公里，系统将被拒收
4	正线列车运行间隔	规定为90秒	标准每降低1秒，将以0.1%合同总价值赔偿	如果结果比规定值大于5秒，系统将被拒收
5	折返站折返间隔	马骡圩站、珠江南站、南京铁道学院站、浦洲路站不大于120秒	标准每降低1秒，将以0.1%合同总价值赔偿	如果结果比规定值大于5秒，系统将被拒收
6	列车在折返站可靠实现	不低于99.99%	标准每降低0.01%，将以0.1%	如果正确率低于99.89%，系统将

	自动折返的正确率		合同总价值赔偿	被拒收
7	软件引起的人机界面（MMI）的故障率	不大于60日1列次	每增加一（1）列次，将以0.05%合同总价值赔偿	如果故障率大于每60日4列次，系统将被拒收
8	列车位置检测及定位的轨旁设备故障率	不大于每90日1列次	每增加一（1）列次，将以0.05%合同总价值赔偿	
9	单列在线运营列车丧失信号系统控制功能的频率	不大于每180日1列次	每增加一（1）列次，将以0.05%合同总价值赔偿	
10	全线在线运营列车丧失信号系统控制功能的频率	不大于每3年1列次	每增加一（1）列次，将以0.05%合同总价值赔偿	

19.17.3 在最终验收前的任何时期，如果因为设备内部原因导致系统发生较大故障、存在较大缺陷以致系统不安全和工作不稳定，将认为系统不合格，招标人有权拒绝接收该系统，并根据相关合同条款处理。系统较大故障和缺陷，包括但不仅限于：

1) 超过危险停车点；
2) 超过限速；
3) 由投标人造成的联锁错误或存在安全隐患；
4) 车门控制错误（在行驶中车门打开、门尚未关闭车已启动）；
5) 系统瘫痪；

6) 车地双向通信系统工作不稳定或导致危险。

19.17.4 在最终验收前的任何时期，投标人在发生较大系统故障后的赔偿标准为：

1) 当有超过危险点停车、超过限速、联锁错误、车门控制错误、系统瘫痪等故障出现，若该故障，未造成恶性事故等严重后果，但导致系统降级使用影响运营，1 次按照剩余合同金额的 10%的比例赔偿，出现 2 次按照剩余合同金额的 30%的比例赔偿，出现 3 次按照剩余合同金额的 50%的比例赔偿，赔偿金额依次类推。且投标人承担招标人由此产生的全部直接和间接损失；
2) 赔偿金将从合同款中直接扣除，如合同款不足将从履约保函中直接扣除。

19.18 各指标计算方法

19.18.1 平均无故障时间（h）

平均无故障时间（MTBF）为硬件设备在总的使用阶段累计工作时间与故障次数的比值。

$$\text{平均无故障时间} = \frac{\text{累计工作时间（h）}}{\text{故障次数}}$$

注：

1) ATS 累计工作时间

ATS 累计工作时间=正线、车辆段及控制中心 ATS 套数×统计期总小时数。

2) 计算机外围设备累计工作时间=正线、车辆段及控制中心计算机套数（含显示器、键盘、鼠标）×统计期总小时数
3) OC 累计工作时间=正线、车辆段联锁套数×统计期总小时数
4) 电源累计工作时间
   a) 电源屏累计工作时间=正线、车辆段及控制中心电源屏数×统计期总小时数；
   b) UPS 及电池组累计工作时间=正线、车辆段及控制中心 UPS 及电池组数×统计期总小时数。
5) ATP/ATO 地面设备累计工作时间
   a) 应答器累计工作时间=正线应答器数×统计期总小时数；
6) ATP/ATO 设备累计工作时间=日均开行列车数×每列车单程运行时间×2×统计期天数

7) DCS 累计工作时间

交换机累计工作时间=正线、车辆段交换机数×统计期总小时数；

8) 计轴累计工作时间=正线、车辆段计轴区段数×统计期总小时数

9) 故障次数为：影响系统功能失效的故障次数。

19.18.2 平均故障修复时间

从维修人员接触故障设备并允许维修到故障设备完全恢复其设计的使用功能所经过的平均时间（扣除由于外界条件终止修复的时间，并且此时间需厂家维修人员和运营单位共同确认）。

19.18.3 非期望的紧急制动率（次/万列公里）

非期望的紧急制动率按下式计算：

$$\text{非期望紧急制动率}=\frac{\text{非期望紧急制动次数}}{\text{行车里程}}\times 10^4$$

19.18.4 设备操作成功率（%）

设备操作成功率按下式计算：

$$\text{设备操作成功率}=\frac{\text{总天数}\times\text{每日操作次数}-\text{设备操作失败次数}}{\text{总天数}\times\text{每日操作次数}}\times 100\%$$

（注：操作包括进路排列、开/关车门、ATO 启动、自动折返等）

19.18.5 停车精度±0.3m 正确率（%）

列车停车精度在±0.3m 按下式计算：

$$\text{停车精度}\pm 0.3m\text{的正确率}=\frac{\text{总停车次数}-\text{停车精度在}\pm 0.3m\text{范围外的次数}}{\text{总停车次数}}\times 100\%$$

19.18.6 停车精度±0.5m 正确率（%）

列车精度在±0.5m 的正确率按下式计算：

$$\text{停车精度}\pm 0.5m\text{的正确率}=\frac{\text{总停车次数}-\text{停车精度在}\pm 0.5m\text{范围外的次数}}{\text{总停车次数}}\times 100\%$$

19.18.7 自动折返正确率（%）

列车到达折返站能可靠实现自动折返（即不出现自动折返信号）的正确率按下式计算：

$$自动折返正确率=\frac{总折返次数-自动折返不成功次数}{总折返次数}\times 100\%$$

19.18.8 运行图兑现率（%）

运行图兑现率是指线路列车运行图（时刻表）执行过程中，实际开行列数与计划开行列数之比，用以表示线路列车运行图（时刻表）计划的执行情况。运行图兑现率按下式计算：

$$运行图兑现率=\frac{计划开行车次-因信号原因未开行车次}{计划开行车次}\times 100\%$$

19.18.9 掉线率（次/万列公里）

掉线是指列车退离运营正线。因信号原因致使列车未完成列车运行图（时刻表）所规定的任务记为掉线。掉线率按下式计算：

$$掉线率=\frac{掉线次数}{行车里程}\times 10^{4}$$

19.18.10 正点率（%）

正点率是指统计期内，线路实际开行列车正点次数与实际开行列数之比，用以表示线路对列车运行图（时刻表）的执行情况。统计期内，线路列车运行图（时刻表）在执行过程中，列车在始发站出发或到达终到站的时刻与列车运行图（时刻表）计划时刻相比大于等于 2 分钟均统计为晚点。正点率按下式计算：

$$正点率=\frac{线路实际开行列数\times 2-始发到达晚点列数之和}{线路实际开行列数\times 2}\times 100\%$$

19.18.11 设备故障率（次/万列公里）

设备故障是指造成信号系统的功能（有效技术文件中规定的系统应具备的功能）失效的故障。设备故障率按下式计算：

$$设备故障率=\frac{设备故障次数}{行车里程}\times 10^{4}$$

19.18.12 ATP 功能正确率（%）

ATP 安全功能包含以下内容（参考《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758-2004）：

1) 检测列车位置、实现列车间隔控制和进路的正确排列；

2) 监督列车运行速度，实现列车超速防护控制；

3) 防止列车误退行等非预期的移动；

4) 为列车车门、站台屏蔽门或安全门的开闭提供安全监控信息；

ATP 功能正确率可按下式计算（ATP 功能执行次数=实际开行车次数×全部车站数×4，其中“4”为功能项数量）：

$$ATP功能正确率=\frac{ATP功能执行次数-ATP功能执行错误次数}{ATP功能执行次数}\times 100\%$$

（注：ATP 功能正确率的指标为 100%，如 ATP 功能执行出现一次错误，则该指标不满足考核要求）

19.18.13 信号系统可用性（%）

$$信号系统可用性=\frac{MTBF}{MTBF+MTTR}\times 100\%$$

信号系统可用性为各子系统（ATS 设备、计算机外围设备、联锁设备、电源设备、ATP/ATO 地面设备、ATP/ATO 车载设备、DCS 设备、计轴设备）可用性的乘积。

19.18.14 列车服务可靠度（%）

定义：统计期内，全部列车总行车里程(即列车为运营业务在运营线路上载客行驶和空车行驶的全部里程)与 5min 及以上延误事件次数之比，单位为万列公里/次。

$$列车服务可靠度=\frac{全部列车总行车里程}{5min及以上延误次数}$$

20 培训

投标人须在工程实施过程中指派专人负责组织、计划和实施培训工作，并于各阶段培训开始之前提供详细的培训计划、技能达标检验措施及满足招标人要求的培训教材，落实各阶段中培训具体带教人员，提供的培训计划及教材须经招标人批准。在信号系统培训前，须提供运营调度指挥人员培训和维护维修人员培训所需的各类模拟软件，该软件应具有相关操作及故障模拟等功能，同时需提供相应设备系统的使用说明书、操作手册、维护手册、联锁表等。

20.1 培训目的

20.1.1 培训的目的包括：

1) 向项目建设方及运营方管理人员交底，使他们能够全面的掌握整个系统；
2) 培养能熟练操作和维修本工程信号系统的操作人员和维修人员，使他们获得必要的知识和技能，能将教育进程进行下去，并能熟练地使用这些知识和技巧操作和维修系统，直到全部达标为止。

20.1.2 对招标人的运营操作人员和维修人员的培训目标是：保证使招标人的运营操作人员和维修人员在工程完工投入试运营时能够具备足够的实操实用的操作和维修技能，包括但不限于：

1) 在系统投入运营时，能够安全、有效、熟练地操作和运用本工程信号系统；

2) 具备对本工程信号系统的安全、称职、有效的操作、维修测试、故障处理和设备维护的能力。

21 投标人须在工程实施过程中指派专人负责组织、计划和实施培训工作，并于各阶段培训开始之前提供切实可行的详细的培训计划、技能达标检验措施、培训教材，落实各阶段中培训具体带教人员。提供的培训计划及教材，须经招标人批准。在对调度人员进行信号系统培训前，须提供各集中站本地操作工作站的模拟软件，该软件应具有相关操作及故障模拟等功能，同时需提供相应设备系统的使用说明书、操作手册、联锁图表等。

21.1 培训计划

21.1.1 培训分为制造厂当地培训和现场培训，均包括三部分：

1) 操作培训：培训运营操作人员，使其熟练掌握在日常和紧急等各种情况下系统的操作和使用；
2) 维护培训：培训系统维护人员，使其熟练系统中各种设备的维护知识和技术，具备故障分析及处理的能力；
3) 系统及管理培训：系统技术、系统管理方面的培训。

21.1.2 投标人应在投标文件中提供详细的培训计划建议，该计划应包括培训的地点、课程安排、各科目课时、教员和模拟设施。

21.1.3 投标人应在各项培训开始前至少 30 天向招标人提供经过审批的教材，数量满足招标人要求。

21.2 培训内容

21.2.1 投标人应对其信号系统设备以子系统和设备为单元进行培训，子系统及设备包括：

1) OC 子系统设备；
2) ATP/ATO 子系统设备；
3) 轨道占用检测设备；
4) DCS 子系统设备；
5) ATS 子系统设备；
6) 试车线设备；
7) 培训设备；
8) 信号智能运维监测子系统设备；
9) 电源设备；
10) 网络安全子系统设备；

11) 与全自动运行场景相关的接口设备；

12) 基础信号设备等。

21.2.2 培训的总体要求：

1) 根据培训手册建立对有关设备的总体概念；

2) 了解和掌握系统的基本概念、原理及功能；

3) 了解和掌握系统的使用、控制和操作；

4) 了解和掌握系统工作电源的配置；

5) 了解和掌握与其它系统的接口等。

21.2.3 硬件内容及要求：

1) 系统硬件框架、组成、名称；

2) 各硬件单元的面板显示说明及意义；

3) 各硬件单元的连接及配线；

4) 系统及各硬件单元的供电；

5) 系统各硬件单元的功能原理图、输入输出信号及相关技术参数；

6) 与其它系统的物理和逻辑接口连接；

7) 按照功能详细描述各硬件单元在该项功能实现中所起的作用。

21.2.4 软件内容及要求：

1) 各子系统软件功能模块及相互关系；

2) OC 功能描述。联锁逻辑及联锁表详细说明；

3) ATP 信息定义及应用数据说明；

4) ATP 功能描述；

5) ATO 功能描述；

6) ATS 功能描述；

7) 系统信息处理框图，包含与其它子系统的接口信息的采集和传输；

8) 系统及各硬件单元的自检周期、自检时间及自检内容；

9) 故障报警信息的详细说明；

10) 软件备份、升级。

11) 详细描述工作站内的软件模块及文件结构。

21.2.5 维护内容及要求：

1) 各部件维护标准、技术参数；
2) 维护基本操作及相关注意事项；
3) 仪器仪表及维护工具的使用；
4) 提供可供参考的维护模式及维护周期；
5) 各单元模块的更换。

21.2.6 故障检测：

1) 各类故障识别、分析及排除；
2) 诊断 PC 的使用及维护。

21.2.7 人机界面：

1) 操作使用及维护；
2) 显示内容及含义。

21.2.8 运营管理培训：

21.2.8.1ATS/ATP/ATO/OC/DCS 子系统运行模式培训的内容及要求：

1) 正常情况下的运行模式；
2) 火灾情况下的不同运行模式的操作及管理；
3) 故障情况下的降级运行模式。

21.2.8.2行车组织的培训及要求：

1) 正常行车组织；
2) 信号设备故障情况下的行车组织；
3) 非常事件下的行车组织；
4) 紧急事件下的行车组织。

21.3 培训课程

21.3.1 培训课程须包括理论及实习课程，必须为招标人的培训人员进行试验性培训课程。后续课程需根据试验性课程的意见进行完善。

21.3.2 首个为维修人员进行的培训课程必须在系统测试前完成，其余的课程必须配合系统测试进度表进行，所有维修人员的培训必须于最后的系统测试前完成。对一线操作人员及列车司机的培训课程应在试运行前完成，同时须对动车调试服务人员进行操作培训。

21.3.3 为技术人员及设计人员进行的培训课程，必须于第一份设计文档交付前安排完成。

21.3.4 每一个培训课程必须列出培训所需的时间及内容，供招标人审批确定。

21.3.5 培训课程的数量、参加人数、培训文件及资料的具体数目由招标人决定，参加人数暂按 152 人次考虑，如参加人数增加，投标人不应额外增加费用。

21.4 培训方法

21.4.1 投标人应在本项目现场和投标人总部分别完成对招标人的相关人员培训工作。由于室外培训中能用于操作实践的本项目设备很少，所以绝大部分的培训都是在教室中进行。应尽可能多提供实验课时，但只限于利用可用设备进行。若培训现场无设备可用，则应安排去制造厂家实习。

21.4.2 为了更好地了解使用中的实际设备以及对其的操作维护过程， 投标人应安排对一些系统用户的考察。

21.4.3 投标人对招标人人员的培训还应包括试验课时。

21.4.4 投标人应在培训计划中说明培训教员的人数、课程类别及数量，并提交供招标人审核。

21.4.5 培训教材和培训语言应为中文。

21.5 核心技术设备原产地培训

21.5.1 投标人应为一定数量的招标人操作和维护人员安排在中国或境外核心技术设备原产地的实际系统上进行培训。对于关键的维修和维护人员，应在信号系统的制造厂商进行培训。投标人应对此培训给予特别关注。

21.5.2 在核心技术设备原产地的培训按信号子系统和全系统进行培训，具体人员安排要求详见《人员》章节。

21.6 现场培训

21.6.1 对操作和维修人员的现场培训应在 144 小时连续系统试验进行之前完成。该培训应在诸如控制中心、车站控制室和车辆段信号楼等处对调度人员和维修人员进行控制操作的培训。该培训应包括正常操作程序和如何处理紧急情况。

21.6.2 由招标人负责现场培训的设施，包括教室、投影仪等。

21.6.3 投标人应给出各个现场培训的具体建议，并应在投标文件中详细说明建议的计划和安排。

21.6.4 参加现场培训的招标人人员的数量、时间及安排如下表：

序号	培训项目	维护人员	操作人员
1	ATS子系统原理和维护培训	10人×1周	10人×1周
2	OC子系统原理和维护培训	10人×1周	
3	DCS子系统设备原理和维护培训	10人×1周	
4	智能运维监测子系统原理和维护培训	10人×1周	
5	电源设备原理和维护培训	6人×1周	
6	轨旁基础设备（计轴、转辙机等）培训	10人×1周	
7	车载设备原理和维护培训	10人×1周	10人×1周
8	专用工具仪表使用培训	6人×1周	

9	用户界面与操作培训	10人×1周	10人×1周
10	全自动运行功能培训	10人×1周	10人×1周

21.7 测验和考试

21.7.1 为使学员在培训过程中不断进步而达到培训计划要求，应经常进行测验，并且在培训结束时通过考试确定所有学员是否能够胜任工作。

21.7.2 投标人应准备并提交一份测验和考试计划，以及详细材料（包括测验和考试的范围、方法等），供招标人审批。

21.7.3 投标人应负责测验和考试的所有安排和费用。

21.7.4 对合格的学员应颁发证书。

21.8 教员资质

21.8.1 投标人应安排具有高理论水平、丰富实践经验、一定教学经验的人员进行培训教学，并在投标文件中提供教员的有关资质。

21.8.2 培训教员应具有良好的个人品德和修养，如在培训过程中招标人认为培训教员不能胜任培训工作，招标人可要求投标人更换培训教员，投标人应立即更换。

21.8.3 投标人应在培训计划中列明相关教员的资质。

21.9 培训费用

21.9.1 核心技术设备原产地培训费用应分为如下几项：

1) 学员的旅行费用和当地交通费用；
2) 学员的食宿等费用；
3) 各类培训中使用投标人工具、仪器仪表和仿真器的费用，场地设施费用、教员以及书本费用；
4) 投标人的服务费用。

21.9.2　投标人应免费为招标人学员在本工程现场进行培训。

21.9.3　所有培训费用均由投标人承担。

22 质量保证期

22.1 一般要求

22.1.1 质量保证期指信号系统中所有系统设备安装、调试、验收完毕，竣工验收报告签字盖章、系统投入载客试运营之日起开始计算的对项目质量提供保证服务的期限，本项目的质量保证期为 2 年（车载信号设备的质量保证期以每列车载信号设备通过竣工验收，并办理验收交接手续、投入载客试运营之日起算。分段开通工程的质量保证期应分段单独计算。）

22.1.2 进入质量保证期后，信号系统若在规定的试运营时间内通过技术规格书规定的试运营考核标准要求，则质量保证期不作延长；若未在规定的试运营时间内通过试运营考核标准，则质量保证期延长，延长时间为投标人整改并通过考核标准的时间。

22.1.3 在质量保证期内，投标人所提供设备出现任何一部分的缺陷或损坏（非他方造成），投标人应承担责任。若部分设备、材料和系统在质量保证期内需要更换、重新设计、修改或更新，当新部件补充、双方确认后，该部件的质量保证期应从接收之日起重新计算。

22.1.4 无论是否能从各设备分包商得到保修，投标人均须对所供各种设备提供保修。系统应不受设计、材料、零部件和工艺方面缺陷的影响，并且满足合同中规定的功能要求；保修费用已包含在合同总价中。

22.1.5 投标人在信号系统生命周期内将对所提供的软件进行终身质保，若是由于软件缺陷导致的故障，投标人将负责免费诊断和处理。

22.1.6 在质量保证期内，投标人应派遣资深技术人员在本项目的现场追踪所提供系统的运行性能。需要时，应设计并执行修改，以保证在正常维护条件下完成规定的服务。投标人应在投标文件中说明保证期内的保证措施、人员配备情况、备品备件情况、人员服务地点等。

22.1.7 在进入质量保证期后的前6个月内,投标人需配备经验丰富的ATS子系统质保人员1名、OC子系统质保人员1名、轨旁ATP/ATO设备质保人员1名、车载ATP/ATO设备质保人员1名、DCS子系统质保人员1名，协助使用单位处理运营故障。在进入质保期6个月后，至质保期结束前，投标人应至少配备具有丰富经验的质保人员1名，协助使用单位处理各系统的各类运营故障。

22.1.8 质量保证期内，如果发生信号系统运行故障并导致本工程全线或部分停运，投标人需赔偿招标人因停运造成的运营收入损失。停运的赔偿额按照合同专用条款的规定进行计算。

22.1.9 在质量保证期内,如果投标人收到招标人的通知后10天内未能开始对设备的故障和缺陷进行修改、替换或修理损坏的材料、部件和工艺，则招标人可自行选择修改、替换或修理损坏的材料、部件和工艺。由招标人完成的、投标人保修项下的损坏的修改、替换和修理的费用由投标人负责。在所有情况下，由招标人完成的修改、替换或修理并不解除投标人的任何责任。

22.1.10 在质量保证期届满后，投标人应根据其它合约提供售后维护支持服务，针对招标人每次技术支持请求，投标人应承诺在24小时内给予回应并完全解决，针对部分须返厂维修的设备及器件,投标人应在15天内给予完成；须投标人提供现场技术支持时，投标人须按照招标人约定的时间派员到达现场，实施技术支持，投标人派遣现场的工程技术人员到达现场后，须在规定的时间内，解决招标人遇到的技术问题，如不能解决招标人遇到的技术问题时，招标人将有权拒绝支付费用。

22.2 质量保证期工作及义务

22.2.1 在系统设备的质量保证期阶段，投标人提供信号系统设备的质量保证，保证系统的正常运营和保障运营的安全，更换和维护质量保证期内发生故障的信号系统设备。

22.2.2 在质量保证期内投标人必须为本项目的信号系统提供完整的维护服务支持，包括现场设备日检、月检、故障抢修及设备器材的返厂维修等日常维护支持，系统生命周期内均须提供设备器材的返厂维修服务，而其余现场技术服务必须由质量保证期开始的第一天起直至质量保证期完结为止。

22.2.3 在质量保证期内，投标人必须对其提供的设备执行以下规定：

1) 保证故障清查和排除；
2) 保证更换出现异常而不符合本《用户需求书》或设计文件要求的部件；
3) 如果发现异常问题则应进行调查研究及分析，提出临时解决措施及永久的解决方案，并进行整改以使其符合要求；
4) 对有缺陷零部件进行调查研究、拆卸、更换和重新安装；
5) 提供用于丰富数据库的资料，以便随时了解信号系统的状态。

22.2.4 在质量保证期内，如果系统设备发生的故障源于下列原材料质量问题，投标人应用令人满意的零部件来替换相同功能的全部零部件，且费用由投标人负担。

1) 材料质量问题；
2) 零部件设计和生产中出现的严重缺陷；
3) 对某些零部件（最小可更换单元）的更换和修理超过 5%。

22.2.5 如果在质量保证期内出现软件故障时，投标人应查清故障原因并进行软件更换。

22.2.6 投标人应对质量保证期内因修改系统设备引起的安全和效率问题负全责。

22.2.7 投标人应在质量保证期开始时即对任一子系统达到或超过规定故障作出适当的改善措施，例如改善设计。

22.2.8 质量保证期内，投标人应严格履行以下合同义务：

1) 负责投标人人员出差费用、包装和运输费用以及进行修复和更换所需的工具费用；
2) 在质量保证期内，必须免费提供足够的备品备件及材料，以满足维修及更换的需要，使系统于各种维修期间的停顿时间尽量减少；
3) 须提供作业工具及安全防护用品。

22.2.9 在质量保证期阶段，投标人应支持招标人的运营部门作好行车管理工作。

22.3 质量保证期维护支持要求

22.3.1 在质量保证期内对系统缺陷的纠正及更换只能在非运营时段进行，投标人应作出周密的修改实施方案和计划，系统修改后应作必要的安全试验，确保在非运营时段内完成修改及试验，保证系统的安全运营。

22.3.2 投标人须注意有些维护支持工作只能在非行车时间内进行，比如一些需要关闭信号系统或是在公共区操作的维护支持工作等。如有特别需要在日间进行此类工作的，必须经招标人事前允许及安排。

22.3.3 所有经服务呼唤而要处理的故障，投标人必须根据顾客服务标准尽快处理，使系统恢复到正常的运作状态。修复任何故障必须是连续地进行，直至系统恢复正常为止。

22.3.4 投标人必须提供足够的合格技术人员处理任何故障，应确保其维护支持员工具备专业资质，并须在质量保证期开始前将员工资料向招标人提供，招标人审查通过后方可进行维护支持工作。

22.3.5 投标人所有担任维护支持工作的员工应遵守招标人所确定安全作业程序，并按招标人要求进行训练和参加有关论证考试，合格后方可上岗工作，招标人将免费提供有关课程。若学员考试不及格，招标人有权向投标人索回有关课程费用。

22.3.6 招标人将负责向投标人在车站、车辆段提供合理工作用房及物料储存空间，在质量保证期内，投标人须负责这些地方的管理责任，并承担相应的费用。招标人所提供维护用工作空间仅用于本项目维护之用，未经招标人同意投标人不得改变其用途。

22.3.7 投标人须与运营维护人员配合，以便安排信号系统维护支持工作。

22.3.8 投标人须提交质量保证期维护支持工作的工作程序表及工作安排，维护工作程序表及安排须依据维护支持计划书的计划。维护支持计划书须事先提交给招标人审批。

22.3.9 投标人应提供自动、计算机平台设备以促成故障追踪、分析、修复，并确保所有故障数据皆有秩序地记录及方便打印。为达到以上目的，维护设备需具备以下条件：

1) 所有设备均需有自我故障分析功能，以便寻找故障位置至最低可换模块组件（一般是电子板）；
2) 投标人提供的系统维护设备应配备故障信息读取软件，读取出的故障信息应可直接用于故障分析；
3) 故障及事故记录应输出可编辑的格式，如 Excel。

22.3.10 投标人须出席由招标人或其代表主持的维护支持服务检查会议，此会议将会是每月举行一次，其主要目的是讨论及检查由投标人提供的每月维护支持报告，此报告应于会议前七天提交给招标人或其代表审查，此会议的讨论事项还包括以下各项：

1) 系统安全及设计缺陷事项；
2) 与维护支持有关的困难、疑难技术问题、专业分析及解决方案；
3) 重大故障的应急策略和安全方案；
4) 系统/设备的表现，包括可用性及可靠性趋势；
5) 曾经出现的故障性质及修复行动；
6) 完全响应时间及完全修复时间；
7) 维护支持人员安排；
8) 其它。

22.3.11 投标人须于每次服务呼唤后，提交一式两份的服务呼唤报告给招标人作记录。服务呼唤报告内容须包括被呼唤的时间、原因、所做的跟进工作、行动及恢复正常的时间。

22.3.12 投标人须每隔六个月连同招标人进行一次安全及维护支持质量巡查，投标人须示范其维护支持服务已达到招标人满意的安全及表现水平。如有未达水平的情况，投标人须负责改良设备及有关的工作以达到所需质量，投标人须于巡查后十四日提交安全及维护支持质量巡查报告给招标人审核。安全及维护报告格式应事先提交招标人审查并批准。

22.3.13 投标人须将有关维护支持工作记录在特定的记录簿内，记录簿应放在信号设备房内或经招标人同意的地方。记录簿内须记录每次例行或服务呼唤的详情工作及负责工作人员的姓名等。此项工作应包括在每月维护检查报告中。

22.3.14 投标人须按招标人所提供的维护记录数据系统将所有维护记录输入并存档。

22.3.15 投标人须于每次工作后负责清理现场的物料、垃圾及剩余物资等，使工作地点保持整洁，符合招标人的要求。

22.3.16 在质量保证期结束后，投标人应提供系统在质量保证期内的设备运行日志，包括设备的运行状况、自诊断和故障报警报告等。

22.3.17 维护支持计划

22.3.17.1 投标人应在投标文件中提交一份针对本项目的维护支持计划，其内容应包括：

1) 维护支持策略；
2) 可换部件描述；
3) 故障分析、测试设备及程序；
4) 备品备件；

5) 修程。

22.3.17.2 维护支持计划应与招标人的维护策略一致。

22.3.17.3 修程：系统设备尽量免维护或少维护。

22.3.17.4 定修程序表及安排，必须根据维护分析中所设定的要求设立。维护分析必须用故障分析、可靠性维修或故障原因及效果分析的其中一种方法进行。此分析结果应作为维护支持计划书中的一部份。如投标人使用其它分析方法，须事先经招标人审批。

22.3.17.5 维护支持计划须展示各种行动安排，并应达到应有的可靠性、可用性及可维修性的指标。维护支持计划书须包括维修支持队伍的组成、维修支持队伍的人数、地点、通讯设施、维修办公室、工作间、紧急服务报告中心、备品备件及特别工具的配置及安排等。

22.3.17.6 须针对保持系统及设备能达到设计运作表现标准及安全标准制定维护支持计划。应详细分析并证明这些维护支持计划不会降低系统的可靠性，并须对质量保证期满后的系统维护作出明确要求和描述，以确保质量保证期满后，在设备使用年限内，招标人按照此要求进行维护后不降低系统的可靠性。

22.3.17.7 维护支持计划须于质量保证期开始前十二个月提交给招标人审批。

22.3.17.8 经核准的维护支持计划书内容不能减免投标人设备使用年限内须负的责任。

22.3.18 顾客服务标准。

22.3.18.1 投标人应保证在招标人服务呼唤时，须在指定的时间内完成维修支持服务如下：

设备	响应时间	修复时间
轨旁设备	1 小时	15 分钟内确保故障临时修复，12 小时内故障完全修复。
ATP/ATO、OC		15 分钟内确保故障临时修复，24 小时内确保故障完全修复。
ATS		15 分钟内确保故障临时修复，12 小时内确保故障完全修复。

1) “响应时间”计算由接收故障召唤开始直至到达故障地点。在质量保证期内，信号系统出现故障时，应由投标人派出技能良好的人员在 1 小时内及时到招标人现场

进行售后服务工作；

2) 15分钟内确保故障临时修复是指在不妨碍列车正常运行下将故障临时修复的时间。

22.3.19 信号故障处理。

22.3.19.1 投标人应运用信号智能运维监测子系统进行维修支持、故障处理，并提交报告。投标人应把故障/报警信息传输到设在控制中心、车站及维修中心的信号智能运维监测子系统分析及处理。

22.3.19.2 投标人须定期提供维修支持记录给招标人审批。

23 人员

23.1 招标人各阶段派出人员的安排

23.1.1 招标人各阶段派出的人员、周数和次数如下表：

信号系统	设计联络	出厂检验	工厂培训	总人周数
国内（人×周×次数）	15 人×2 周×2 次 +15 人×4 周 ×1 次 =120	6 人×2 周×3 次 =36	132	288
核心技术设备原产地（人×周×次数）	10 人×2 周×2 次 =40	10 人×2 周×1 次 =20	10 人×2 周×1 次=20	80

23.1.2 投标人应以上述表格为依据作出计划安排，并报出进行上述工作（含现场培训）的地点及费用，费用包括但不限于往返交通费（远途交通采用航空交通方式）、食宿费（当地三星级标准以上标间）、当地交通费、资料费、保险费、通讯费、补助费、医疗费（眼镜和牙医除外）及日常生活支出等，所有费用均包含在合同总价中，并单列清单。投标人应提供有关安排、联络等服务，投标人有义务向招标人提供此方面的建议供其参考和选择。

24 国产化

24.1 （*）基本要求

24.1.1 根据中华人民共和国国务院办公厅转发国家计划委员会《关于城市轨道交通设备国产化实施意见》（国办发[1999] 20 号文）和《关于城市轨道交通设备国产化实施方案》（计产业[1999] 428 号文和计产业[2001]564 号文）的规定，本工程机电设备和车辆的综合国产率必须达到 70%，其工作重点是车辆和信号系统。

24.1.2 根据中华人民共和国国家发展和改革委员会《关于提高我国城市轨道交通机电设备国产化率的复函（产业城轨[2014]43 号）》要求，轨道交通机电设备的国产化率应进行提高。采用一体化列车运行系统，则投标人提供的系统设备中由国内生产和供货部分的价格须不低于合同总价的 70%。

24.1.3 投标人应根据中华人民共和国有关地铁信号系统国产化的国家政策和本《用户需求书》信号系统的技术要求，制定相应的设计、质量、工艺、控制的程序和相应措施，并应切实实施。

24.1.4 投标人应根据国产化的各项要求选择分包商和根据国产化的需要选择合格的部件供应商。

24.1.5 投标人应保证所提供的信号系统设备的设计图纸、生产工艺和执行标准的一致性。

24.1.6 投标人应提交国产化实施方案，按相关要求配合国产化审查工作，由招标人转报国家有关部门批准。

24.1.7 投标人应选择有类似项目合作业绩的国产化分包商，并应提供经过验证的、可靠的设备。应从质量、商务条件、交货期和国产化率等方面均能符合项目要求。

24.1.8 投标人应严格按照中国国产化政策的要求实施国产化方案、编制相关国产化评审要求的文件或清单、负责填报相关文件、通过国产化验收。如投标人所供设备不满足中国国产化政策要求而导致不能免征关税和进口环节增值税，由投标人自行承担所有进口税收费用。若由于投标人提供的信号设备国产化率达不到国家免税政策要求，所产生的损失由投标人承担。

24.2 国产化的实施

24.2.1 信号系统国产化应包括：系统硬件国产化、系统软件国产化、技术服务国产化。

24.2.2 硬件国产化包括：国内提供部分配套设备、在国内生产部分设备、在国内组装部分设备等。

24.2.3 软件国产化包括投标人在国内的联合单位或实体参与系统应用软件的二次开发和工程数据的编译等。

24.2.4 技术服务国产化包括投标人在国内的联合单位或实体参与项目计划和管理、测试、试验、调试、验收、质量保证等。

24.2.5 投标人具备对本工程信号系统投入运营后有足够的技术支持能力。

24.3 国产化系统设备要求

24.3.1 投标人须保证其系统经国产化后仍为完整、统一的信号系统。

24.3.2 投标人负责信号系统各子系统之间的技术接口，通过国产化和/或技术转让协议，将有关技术文件提供给相应的国产化厂家和分包商。并密切配合相应的国产化厂家和分包商，保证信号系统的质量，对信号系统及其零部件的技术和详细设计负全部责任。

24.3.3 投标人在选择提供设备或服务的有关供应商时，应充分考虑有关分包商选择和质量控制的有关规定。

24.3.4 投标人应对系统的完整性负责，国内供货部分应采用投标人的设计和技术。

24.3.5 投标人应对国内提供技术服务的有关人员进行足够培训。特别是进行测试、调试和开通的人员，应有投标人颁发的资格证书。

24.3.6 投标人须提供其系统国产化部分的安全认证和整个系统的安全认证。

25 技术资料及工程文件

25.1 一般要求

25.1.1 本《用户需求书》中的所提到的“文件”应包括：管理文件、技术文件、系统集成设计文件及图纸。

25.1.2 所有文件都应由投标人的技术责任方编制。所有交付给招标人的文件均应使用中文。

25.1.3 对于原始文本为英文的，应同时提供中英文对照，产品在国内生产的，应使用中文，产品在国外生产的，应使用中文和英文，当中、英文解释有分歧时，以中文为准。

25.1.4 在开始每阶段工作前，投标人应根据本项目《用户需求书》要求向招标人提交有关的文件、技术规格、参照标准、分析报告、计算书和其它相关文件。

25.1.5 正式提交的图纸、说明和设计应具有投标人审核签字，证明提交的资料是用于本工程且正确无误。初步方案的图纸、技术规格及设计文件，只作为参考资料，并应在封面上用印章或标记清楚地予以表示。

25.1.6 计算书应清楚地表示出和工程的哪一部分有关，应从设计概念和设计标准的简明摘要开始，若计算中引用了书刊或其它出版物内容，应给出如下资料：作者姓名、标题、出版社、出版日期和页号。

25.1.7 投标人应保证所有分包商的技术文件以统一的格式编写并统一文件编号原则。

25.1.8 对频繁使用的参考资料，投标人应另外提供 2 份副本供招标人使用。

25.1.9 投标人应对所提供的全部文件的正确性、完整性和及时性负完全责任。

25.1.10 投标人提交的文件应符合招标人所在城市资料和档案管理的有关规定。

25.1.11 所有文件都应表示出项目名称、招标人名称、投标人名称、日期和版本索引。图纸除应表示出标题、序号和比例，还应在图框旁留 100×50mm 的空白区，供招标人使用。

25.1.12 图纸上日期中的月份应采用数字，例如 2014/8/8(2014 年 8 月 8 日)。版本号应为 1，2，…(从第一次发布开始)，并注明版本变更的内容和原因。

25.1.13 投标人提供的所有技术文件应采用活页式装订成册，除另有规定外按中文一式八份、英文一式两份（国内生产产品可以不提交英文）提交。同时，为了将来文件或图纸的复制，对于所有文件投标人都应提交备用的电子文件，用光盘和 U 盘 8G 或以上)各提交 1 套电子文件。

25.1.14 所有呈递的文件应以招标人认可的格式提交。电子文档资料要使用以下软件，这些软件要与计算机的操作系统相兼容。文本和文档；电子表格；数据库计划表和表单；演示材料和图表；图纸 CAD 文件；进度和相关报告；BIM 图纸文件。

25.1.15 本工程的相关技术和管理文件应采用设计及竣工成果数字化交付。

25.2 管理文件

25.2.1 进度控制计划表

25.2.1.1 投标人应在合同生效日后 45 天内以图表形式提交总的本工程控制进度，供招标人审批。该进度应表示出工程中主要活动的开始与完成日期，包括但不限于如下内容：

1) 系统集成设计；
2) 提交文件和图纸审批；
3) 接收批准的文件和图纸；
4) 发出设备材料订单；
5) 接收设备材料；
6) 工厂制造；
7) 工厂测试；
8) 运输；
9) 安装（配合施工单位编制）；
10) 综合调试平台验证；

11) 调试开通和试运行。

25.2.1.2 该控制计划应遵照合同进度，并应符合工程总进度。控制进度中的所有活动都应按计划如期进行，并与经招标人批准的控制进度中的顺序相适应。若投标人认为改变控制进度中的事件顺序是必要的或有利的，则应提交 1 份修改建议给招标人审批。招标人将研究修改建议，并应在收到修改建议后 14 天内向投标人说明是否批准。在得到招标人批准的修改后的控制计划前，正在执行的工程活动顺序不应改变。

25.2.1.3 投标人应向招标人提交月进度统计报告，该报告应反映当前的工作状况，并与控制计划中预期的进度进行比较，表示出控制计划中各部分工作完成的百分比。该报告应提交一式 3 份。

25.2.2 文件（含图纸）计划书

25.2.2.1 投标人应在合同生效日后两个月内向招标人提交一式 3 份文件计划。招标人将在 4 周内给予批复，文件计划应满足系统集成设计、与相关系统接口设计等工程的需要，文件计划应列出必须提交审批的全部文件清单，包括但不限于：提供系统集成设计文件及提供工程设计单位用于编制施工图的技术资料列表，以及文件及技术资料的提交时间计划。

25.2.2.2 投标人应指明每个文件的计划第一次提交日期、招标人代表审批时间和期望的最终批准发出日期。招标人代表审批时间按收到图纸后 3 周内考虑。

25.2.2.3 投标人应在合同期内每 3 个月提交新版的文件计划书报批，以证实以前的版本是否仍然有效。

25.2.3 供货计划书

25.2.3.1 投标人应在合同生效日后两个月内向招标人提交一式 3 份供货计划。招标人将在 3 周内给予批复，供货计划应满足现场工程施工的要求，供货计划应列出每批货物供货时间及清单。

25.2.3.2 投标人应在合同期内每 3 个月提交新版的供货计划报批，以保证供货时间满足现场安装调试时间节点要求。

25.2.4　测试计划书

25.2.4.1　在系统集成设计阶段，投标人应准备并向招标人提交详细的测试计划，这是确保产品满足技术要求和有关适用标准所必须的。设备和系统的测试进度应作为该规程的一部分。在招标人批准测试计划之后，招标人将通知投标人招标人将亲自参加的测试项目清单。

25.2.4.2　在详细设计中应逐步提交测试过程计划和期望结果表，在任何情况下，招标人未批准测试过程计划和期望结果表时，不应进行任何测试。

25.2.4.3　测试计划应按《测试手册》的形式装订。该手册应包括有关材料、组件、线路板、设备和系统（包括硬件和软件）的所有测试过程，含工厂测试。所有与安装、调试开通和可用性测试有关的测试计划应在开始测试前 3 个月提交。该《测试手册》在招标人批准后才可使用。

25.2.4.4　测试规程应对定义的操作步骤和期望结果加以介绍和解释。

25.2.5　测试报告文件

25.2.5.1　投标人在系统每一阶段的检验验收测试完成后的 2 周内向招标人递交一式 4 份测试报告，测试报告须包括所有测试记录，该记录应详尽到可使招标人得以就其真实性及准确性进行评定。

25.2.5.2　该报告的格式应便于确定被测设备是否满足适用规定。该报告应提前以正确的顺序列出所需要的全部检验和测试内容。所有试验结果均应记录在测试报告中，由制造商、投标人质量保证工程师和招标人代表（如果亲自参加试验的话）批准。

25.2.6　装运说明

25.2.6.1　投标人应提前把一式 4 份每次装运的装箱单寄给招标人批准。在首次发货前 60 天，投标人应将不同类型的材料、设备的包装与装箱的标准说明提交招标人审批。经招标人同意后，则适应于每次发货，无须再提交。

25.2.6.2　每次发货前，投标人列明发货总清单，且每箱货物需附随箱清单。

25.2.7　质量控制计划

25.2.7.1　在合同生效日后 30 天内，投标人应提供一式 4 份完整的用于本项目的质量控制计划和组织机构说明，报招标人批准。

25.2.7.2　整个合同期间，直到工厂发货，招标人的授权代表将监督投标人在工程各阶段的方法、过程、文本和记录是否符合质量控制计划。在整个工程过程中，投标人若不能执行质量控制计划，工程将被认为是不能满足合同要求。

25.3 技术文件

25.3.1　设计文件及图纸

25.3.1.1　投标人应按计划提交系统集成设计文件及工程设计单位用于编制施工图的技术资料。

25.3.1.2　在开始有关本工程各项目的任何特定工作之前，投标人应提交详细的图纸、设计数据、设计分析和设计计算，可靠性计算，与各相关设备的接口标准、协议、形式以及其它研究资料、详尽的技术参数，详细说明该工程所供的设备材料、制造、装配、测试、安装、调试、开通、操作和维护。

25.3.1.3　投标人应对图纸最终批准之前已购的设备材料和已完成的工作负责。详细的图纸及技术规范应包括下列内容：

1) 系统设备配置图；
2) 系统和设备的原理图、结构图、用于工程施工图编制的技术资料；
3) 所有硬件的电路图；
4) 用于编制室内及所供轨旁设备工程施工图的技术资料；
5) 室内及所供轨旁设备的安装图；
6) 装配图；
7) 详细的配线图；
8) 详细的制造图（专有技术除外）；
9) 工程指令和有关软件程序结构、制造、装配和测试的详细规格书（专有技术除外）；

10) 所有设备和材料（遵循已有标准和规定的除外）的详细规格书；

11) 全自动运行相关设计文件（含场景文件）及其他相关资料；

12) 全线（包括出入段）牵引计算及图纸。

25.3.1.4 应提供图纸引用的技术条件适用要求，包括所有外购设备的产品目录、说明、印刷的技术参数、设计数据、设计分析和计算、制造厂的产品说明、测试报告、主要特性和手册，这些资料应能充分表明该设备与合同的要求相符。

25.3.1.5 投标人应向招标人提交 8 份图纸（具体份数待设计联络时确定），这些图纸和文件包括本工程的总图和所有详细图纸及计算。招标人应把图纸和计算中的 1 份加盖批准或加注批准后返回给投标人。在后者情形中，图纸上应有标记，说明招标人为使其符合合同而要求做的修改。

25.3.1.6 投标人应修改后重新提交 8 份要求修改的图纸和/或计算，直到获得批准。图纸和/或计算获批准后，投标人应连同批准的再提交 8 份给招标人。

25.3.1.7 当工程完工时，投标人应向招标人提交 10 份竣工资料（具体份数待设计联络时确定），以表明在上述批准版本之后的竣工变化。

25.3.1.8 投标人正式提交的图纸和设计文件应有相应的证明（投标人授权代表签字），以表明在此所示的资料已经过投标人审核并对本工程的使用是正确的。仅供参考的图纸必须明确注明，无需批准。

25.3.1.9 招标人对投标人图纸的批准并不能减少或解除投标人对于该图正确性所负的任何责任，仅表明招标人已同意投标人按批准的文件可以进行设备采购、制造或施工等后续工作，但系统设备的功能、技术性能和文件的正确性等由投标人负责。

25.3.1.10 投标人的图纸应提供给有权使用该图纸的招标人，而招标人只能将其用于本工程的完成、操作、维护、调整和维修。

25.3.2 软硬件技术文件

25.3.2.1 投标人提交的软硬件技术文件应由图纸和文本组成，用以定义招标人最初要求和期望的系统及设备配置，以及系统的最终能力。

25.3.2.2 文件须对增加硬件组合和软件模块的扩展方法给出说明，包括所有系统和设备的说明方框图，须用功能框图和解释文字说明设备配置图中的各主要设备和软件模块。

25.3.2.3 投标人应在设备调试前至少 3 个月向招标人呈送下列印刷文件：

1) 带有总图的系统指南，包括设备功能、限制的定义以及缩写表；
2) 子系统指南，包括定义子系统的主要图纸，以及设备的详细功能、安装方法和接口的分配。
3) 操作手册，包括各设备所有操作指令。这些说明应做到使轨道交通运行操作人员能操作系统；
4) 维护手册，包括所有设备和/或子系统的调整、调试和操作的指令。这些说明应包括设备的重要问题解释，查找故障方法以及进一步操作的过程。
5) 设备组件表、组件符号、设备中的组件号、存放号、厂家软件规格文件。

25.3.2.4 操作系统文件，应包括至少 2 套计算机制造商或操作系统供应商出版的标准手册。应提供为本项目开发的软件文件：

1) 数据流图和高层逻辑结构图形式的逻辑说明；
2) 系统的功能说明；
3) 文件和存储分配说明；
4) 内存和磁盘需求；
5) 执行时间估计；
6) 修改系统配置时的输入/输出参数及其格式。

25.3.2.5 应提供各系统数据库的完整说明，包括结构、数据流、维护（包括如何修改、增加和删除项目的例子）、中断结构与应用说明，及其与应用程序的关系。

25.3.2.6 应提供用户手册，举例说明所有的显示画面、操作命令、报表和操作记录的格式。

25.3.2.7 应提供所有设备维修维护（包括日常维护）的详细内容、详细方法及周期，及各类故障处理流程及方法。

25.3.2.8 应详细说明所有报警，包括可能的原因、操作人员动作和如何实现的说明。当需要时，应提供报警程序模块表，访问数据库的操作程序，修改可变运行参数的操作程序。

25.3.3 安装手册

25.3.3.1 投标人应提供合同项下设备的安装所需的各种中英文安装手册。安装文件应由所需的全部图纸和文件组成，需定义：

1) 电源、数据、控制和通信接口的配线规程；
2) 为设备就位所需的底板、导轨、支架的安装、钻孔和上螺丝的方法；
3) 如需要与钢轨焊接，应提交焊接工艺要求文件；
4) 安全警告或注意事项；
5) 接地及其连接规程；
6) 洁净和通风说明；
7) 测试和校准方法；
8) 气候防护、灰尘防护和其它的环境防护；
9) 正确安装设备所需要的其它规程；
10) 安装所需工具的功能及建议数量。

25.3.3.2 投标人应提供 2 套详细的安装手册及安装图供招标人审查，包括所有所供设备的安装。一旦招标人完成最终审查，投标人就应提供招标人 8 份（具体份数待设计联络时确定）完整的装订好的安装手册及安装图和完整的复制时使用的电子文件。

25.3.4 操作手册

25.3.4.1 投标人应提供操作人员所用的说明资料，同时提供操作手册。操作手册应包括以下内容：

1) 系统描述；
2) 主要功能说明；
3) 步骤式操作指示；
4) 起动及关闭操作指示；
5) 安装、测试程序；
6) 设计数据；
7) 故障状态；
8) 各设备所有操作指令；
9) 制定出对不同工作岗位的操作手册，包括列车司机、控制中心及车站人员等。

25.3.4.2 投标人提交的说明资料要对所规定的每一种设备及其如何操作予以阐述。该说明手册应包括所供设备配置的一般介绍，它的用途及其主要性能参数。只要涉及到人-机接口，诸如控制台、工作台、表示/控制盘或记录器，该手册应一步一步地定义操作顺序，以说明如何使用这些接口装置。操作手册应包括足够的图解以对所有控制和显示设备识别和定位。

25.3.4.3 操作手册应讲述系统的操作程序，包括对每一个具体操作人员的详细指令和其职责。应包括规程指令，其讲述在启动、运行、停止、切换和关闭被操作设备时的例行过程、紧急过程和安全过程，以及定量及定性的结果。只要操作或调整须按一定顺序进行，则应一步一步陈述。必须定义操作人员所有正常和非正常操作所记录的数据和信息。

25.3.4.4 投标人应提供 2 套详细的操作手册供招标人审查，包括所有所供设备的操作。一旦招标人完成最终审查，投标人就应提供招标人 8 份完整的装订好的操作手册和完整的复制时使用的电子文件。

25.3.5 维护手册

25.3.5.1 维护文件应包括设备和系统的操作说明，以及预防维护和故障维修指令。操作资料应包括设备如何操作的简要介绍和方框图说明配置中的主要硬件和软件程序。图文中涉及到的各类站间和站内消息，应说明其数据格式和安全格式。主要硬件和程序的操作顺序应以功能框图说明。投标人还须提供详细的逻辑图和流程图，满足故障查找分析和现场修理工作需要。

25.3.5.2 预防维护说明应包括所有设备定期维护、状态修适用的直观检查、软件和硬件测试、诊断程序和所需调整。关于如何安装和运行测试、诊断程序，如何使用专用或通用的测试设备的说明应作为预防维护说明的一个整体部分。

25.3.5.3 维修手册应对信号系统各级检修的内容、要求、方法、程序、设备、工具、材料等方面作出详细的说明；对主要的故障部件的更换、调整和测试也要作出详细的说明。对于需要使用便携式测试仪工作的，还应包括其调整方面的内容。

25.3.5.4 故障维修说明应包括故障定位到板级或现场修理级的引导或指南。这些指导应详细说明如何快速有效地定位设备故障原因，应说明可能的故障源、征兆、可能的原因和排除故障指令。

25.3.5.5 故障维修说明的引导或指南应说明在可能时如何使用在线测试、诊断程序和专用的测试设备。故障维修说明还应包括有关所有项目的修理、调整（校正）、替换说明，包括电路图和机电图。应提供详细的部件位置图或其它方式的部件位置资料、照片和机械装配分解图或剖面图，以备维修或替换设备需要。有关要求现场维修的机械部件，有关允许损耗、间隙、磨损极限和最大扭矩的资料均应提供。

25.3.5.6 投标人提供的维修手册还应包括如何安装和运行专用的脱机诊断程序，使用工具和测试设备的说明，以及为保护人员和设备应当遵守的任何注意或警告。

25.3.5.7 部件说明应表明每一可替换的或现场可修复的模块。应在组件表或图中详细标出那些可从市场买到的任何可修复或可替换组件。这些部件应按其工业的、一般的零件号标识，如若可能也应有第二种标识方式。维护报告应由用户保存，包括维护人员在所有故障维修工作中记录的数据和资料。投标人应与招标人协作，以提供合适的格式。

25.3.5.8 投标人提供的维护手册均需辅以图解，以确保维护人员正确执行维护工作，维护手册应包括以下主要内容：

1) 组件图解目录；
2) 图解显示组件所在并辅以组件编码及其数据；
3) 系统原理说明资料；
4) 系统内部设备间通信规程；
5) 系统设备内部接配线资料；
6) 软件手册；
7) 专用工具及测试设备手册；
8) 其它分包商文件（包括其供应的部件手册及标准）；
9) 维修修程（包括不同时程的定修）；
10) 工厂式大修内容及工作指示；

11) 维修工艺内容（包括组装及分拆指示）;。

12) 故障追踪工作指示；

13) 维修标准；

14) 所有设备或子系统的调整、调试和操作的指令；

15) 各设备日志文件分析方法与故障代码说明。

25.3.5.9 投标人应提供 2 套详细的维护手册供招标人审查，包括所有所供设备的维护。一旦招标人完成最终审查，投标人就应提供招标人 8 份完整的装订好的手册和完整的复制时使用的电子文件。

25.3.6 最终技术规格书

25.3.6.1 最终技术规格书应包括所供系统最终的技术参数，应清晰地规定所有实现系统要求的硬件和软件并取得招标人的同意。

25.3.6.2 最终技术规格书应尽可能独立完成而不参照合同，最终技术规格书应包括下列内容：

1) 信号系统总说明；

2) 系统构成；

3) 工程过渡及倒切方案；

4) 全自动运行相关设计文件（含场景文件）；

5) 功能详细描述；

6) 技术参数；

7) 特性曲线；

8) 设备布置及安装图；

9) 各子系统的详细电路方框图及其说明；

10) 各子系统的详细系统图；

11) 正线与车辆段之间的接口说明。

25.3.6.3 各种计算结果：

1) 折返能力计算结果（含图纸）；
2) 追踪能力计算结果（含图纸）；
3) 出入段能力计算结果（含图纸）；
4) 系统 MTBF 计算结果；
5) 系统可用性计算结果。

25.3.6.4 一旦招标人完成最终审查，投标人就应提供招标人 8 份完整的装订好的手册和完整的复制时使用的电子文件。

25.4 投标人提供的技术文件及资料清单

投标人应提供给招标人全套技术文件及资料，包括设计、制造、出厂检验、运输、安装、调试、运行、质保期、维护、开发、培训等各阶段的系统文件、设备文件、用于工程施工图编制的技术资料、安装图等及双方认为必要的其它技术文件。同时应提交系统集成质量保证、质量控制、质量管理以及进度控制等报告，供招标人检查督促。投标人应提供 12 份文本文件。另提供 2 份电子文件（其中 1 份为光盘，1 份为 U 盘）。投标人提供全部技术文件清单，所有技术文件应有完整的编号。投标人对所提供的全部文件资料的正确性、完整性和及时性负完全责任。

25.4.1 技术方案书：

1) 系统构成；
2) 设备性能规格；
3) 系统功能及必要的故障－安全说明；
4) 软件系统及流程图；
5) 全自动运行相关设计文件（含场景文件）；
6) 对招标人用户需求书提出的要求及问题作具体说明。

25.4.2　联络文件及图纸：

1) 系统设计说明书；
2) ATS 子系统技术规格书；
3) ATS 人机界面说明书；
4) ATS 终端功能列表；
5) 列车运行交路说明书；
6) OC 子系统技术规格书；
7) 联锁表设计说明书；
8) ATP 子系统技术规格书；
9) ATO 子系统技术规格书；
10) DCS 子系统技术规格书；
11) DCS 骨干网光缆配线图；
12) 网络安全等级保护技术规格书；
13) 智能运维子系统技术规格书；
14) 智能运维子系统界面说明书；
15) 培训子系统技术规格书；
16) 试车线技术规格书；
17) 车载人机界面设计说明书；
18) 计轴子系统规格书；
19) 应答器子系统规格书；
20) 电源（电源屏、UPS、蓄电池、电池检测）系统技术规格书；
21) 信号系统室外线缆使用说明书；
22) 信号系统室内线缆使用说明书；
23) 信号系统机柜设计说明书；
24) 信号系统防雷单元配置说明书；
25) 信号系统防雷接地说明书；
26) 正线、段/场、试车线、培训中心、信号平面布置图、系统配置图；
27) 信号系统室内设备布置图；
28) 与其他系统或设备接口技术规格书；

29) 列车发车计时器配置图；

30) 牵引计算文件及图纸；

31) 用于工程施工图编制的技术资料（包括电路图、配线图及设备安装图）；

32) 全自动运行相关设计文件（含场景文件）；

33) 图纸的相关说明；

34) 有关的技术文件、计算资料、规格和标准等。

25.4.3 系统文件：

1) 系统总图、子系统图、外部设备、电源设备等说明和规程；

2) 性能、功能；

3) 环境要求；

4) 通信规程；

5) 其它。

25.4.4 计划性文件：

1) 工程计划手册；

2) 工程设计手册；

3) 应用工程手册；

4) 设备和技术规范；

5) 其它。

25.4.5 硬件技术文件：

1) 技术说明书；

2) 结构图；

3) 电路原理图及其说明；

4) 硬件动作流程图；

5) 印制电路板图；

6) 电路接口图；

7) 其它。

25.4.6　软件系统技术文件：

1)　系统和子系统技术说明；

2)　软件流程图；

3)　系统软件；

4)　支持软件；

5)　应用软件；

6)　程序语言说明；

7)　人机对话系统软件；

8)　程序手册；

9)　软件测试、统计文件的格式和所用代码的详细说明；

10)　硬件诊断测试程序；

11)　接口软件资料；

12)　其它。

25.4.7　设备安装及测试文件：

1)　安装手册；

2)　安装督导计划；

3)　测试计划；

4)　测试规程和测试方法；

5)　软件测试说明，包括具体测试内容、故障模拟测试等；

6)　用于工程施工图编制的技术资料（分线盘内侧部分）；

7)　设备安装图；

8)　验收标准；

9)　设备材料清单；

10)　设备布置图；

11)　电缆布线和配线图；

12)　馈电线和地线布放图；

13)　其它。

25.4.8 操作和维护文件：

1) 操作维护手册；

2) 诊断手册，如：列车控制系统与 ATS 接口文件；车载报文解读和分析工具；ATS 系统指令的定义以及列车控制系统对这些指令的执行方式；设备板件功能、灯位显示意义、附件参数以及故障影响；

3) 备品备件和特殊工具清单；

4) 仪器、仪表使用手册和电路说明；

5) 信号系统设备故障及紧急情况下，确保安全的运营组织方案分析文件；

6) 信号系统设备可替换单元故障后的现象、对运营功能的影响，以及相应的运营故障应急、维修处理措施文件；如：信号故障处置指南；信号设备维护和保养文件；设备维护保养周期、操作步骤、注意事项以及对设备的影响；各种信号设备故障中行车及信号维护人员处置建议；

7) 其它。

25.4.9 培训资料内容：

1) 培训教材应包括相关设备的安装调试和维护技术；

2) 培训用教材应提供最新的并与所供应的设备相一致的版本，并保证每个学员都可得到一套；

3) 投标人应提供培训人员实习所需的设备、工具、测试仪表及器材等。

25.4.10 上述要求是招标人对投标人的基本要求，但并不限于此。投标人提出的文件必须全面、完整、正确，能保证该项目信号系统设备的正常运营。

25.5 招标人提供的资料

招标人提供技术文件清单列表、份数及提供时间节点。时间节点暂定、具体根据工程进度提供。

序号	描述	单位	数量	提交时间

1	线路平面图（正线、联络线、出入段线、试车线）	套	1	合同生效后 1 月
2	车辆段站场总图	套	1	合同生效后 1 月
3	线路纵断面图（正线、联络线、出入段线、试车线）	套	1	合同生效后 1 月
4	警冲标资料	套	1	合同生效后 1 月
5	限界图	套	1	合同生效后 1 月
6	道岔结构图、道床断面图及里程	套	1	合同生效后 1 月
7	线路曲线超高、限速表	套	1	第一次设计联络
8	控制中心、车站、车辆段、试车线信号设备房房屋建筑平面图	套	1	合同生效后 3 个月
9	接地有关资料	套	1	第三次设计联络前

26 其他要求

26.1 一致性协调方基本要求

26.1.1 工作范围及职责

26.1.1.1 招标人为总协调方，统筹管理本工程全自动运行系统项目的工程建设领导工作和重大事项决策工作，投标人为全自动运行系统一致性协调方（以下简称一致性协调方），一致性协调方应在总协调方的领导下对全自动运行系统的完整性、合理性、可靠性、实用性和可维护性的实现负全面技术责任，招标人授权一致性协调方对全自动运行核心设备系统进行管理与协调。本章节中所指的全自动运行核心设备系统包括车辆、通信、信号、综合监控、站台屏蔽门系统。

26.1.1.2 一致性协调方应该本着科学、合理、公正、高效、务实的原则开展工作，全自动运行核心设备系统承包商在本项目的技术工作、计划管理工作中，必须服从一致性协调方的指导和管理。

26.1.1.3 一致性协调方应定期召开会议，高效协调工程进度中的各类关于全自动运行的问题。应建立接口协调工作例会制度，原则上不得少于两周一次，会议日常参与方为全自动运行核心设备系统承包商以及一致性协调方认为与全自动运行系统功能实现相关的其他方。除例会外招标人将随时要求一致性协调方召开接口专题会和现场问题的协调会，一致性协调方必须保证每次例会及专题会主要技术负责人和相关专业专职协调人员参加。一致性协调方应在每一次例会前两天向招标人提交上一期接口功能实施工作报告以及下一期的计划，供招标人在例会中研究讨论和审批。

26.1.1.4 在本工程实施全过程中，一致性协调方对全自动运行系统的技术条件的完整性、合理性、可靠性、可用性和可维护性的实现负全面技术责任。

26.1.1.5 在全自动运行系统的项目设计、实施、调试、安全评估、运营筹备及开通运营等全过程中，一致性协调方参与全自动运行系统技术协调、接口协调、工作协调等与全自动运行相关工作。

26.1.1.6 一致性协调方牵头对全自动运行系统间的接口配合进行协调。

26.1.1.7 一致性协调方须牵头制定全自动运行的接口需求，系统功能满足《全自动运行运营场景说明书》的要求。一致性协调方对所有全自动运行相关系统的招标文件进行审核，并给出相关技术建议，全程参与招标人与全自动运行核心设备系统承包商的合同技术谈判/澄清以及相关设计联络工作，负责进行全自动运行接口调试及功能确认，确保全自动运行系统功能的完整性和安全性。一致性协调方应对相关专业各阶段与全自动运行相关的工作以及阶段性成果进行确认。上述费用包含在投标总价中。

26.1.1.8 一致性协调方应对全自动运行核心设备系统间的所有接口功能的实现负全面技术责任，由于一致性协调方的组织不力、督促不及时，导致阶段性任务无法按照规定时间完成或各系统之间接口功能出现差错、遗漏，一致性协调方应全力解决。

26.1.1.9 在全自动运行系统的设计、设计联络、设备制造过程中，一致性协调方须对相关技术工作计划、技术标准、技术接口、技术实施方案、调试测试方案等问题进行审核、协调和确认，尤其对接口要求需编制专题文件，并负责组织会签。

26.1.1.10 一致性协调方应对全自动运行系统各承包商的技术工作和计划进行管理协调，如果全自动运行系统承包商与一致性协调方有意见冲突产生争议或有分歧时，由招标人进行裁决，当事双方必须无条件接受，并不得提出增加额外的费用。

26.1.1.11 一致性协调方对与全自动运行相关的技术文件有指导、确认和否决权，若招标人无异议，全自动运行系统各承包商须无条件接受；对全自动运行系统其他承包商的工作计划、人员投入有权提出能满足全自动运行系统实施的修改、调整意见，在征得招标人同意后，全自动运行系统其他承包商须无条件执行；招标人对全自动运行系统承包商支付相关费用时，一致性协调方的意见将视为重要的支付依据。

26.1.1.12 在一致性协调方对全自动运行系统阶段性的设计文件、与全自动运行系统相关的技术文件进行确认和组织会签并经招标人确认后方能进入下阶段工作。

26.1.1.13 一致性协调方应负责编制全自动运行系统整个调试工作计划，具体测试计划及列表应在设计联络阶段，由一致性协调方汇总各系统提供的测试项目后提交招标人确认。在现场调试阶段，由一致性协调方负责制定完善的接口及调试测试计划，并提交招标人确认；由一致性协调方负责管理、协调各专业开展调试测试。

26.1.1.14 一致性协调方在投标前应充分考虑在项目执行过程中由于《全自动运行运营场景说明书》变化导致部分场景及功能改变的可能。由于场景及功能变化导致本工程软件、技术服务、技术文件等变化的费用已包含在投标总价中，在合同谈判和合同执行过程中，不得以此为理由提出增加费用。

26.1.1.15 一致性协调方须组建全自动运行研究团队，明确工作机制（包括异地/现场与全自动运行相关专业的调试工作考核机制等），建立文件会签等工作制度，制定项目实施管理手册，主要用于研究运营场景、功能及接口需求、现场实施管理等；一致性协调方负责提供办公场所（选址需得到招标人的同意），配置会议室且面积不得小于 100 平方，用于一致性协调方召开相关会议使用。

26.1.1.16 在项目实施过程中各方的任务及职责见下表：

序号	任务	全自动运行核心设备系统承包商	一致性协调方
1	其他（除信号专业外）全自动运行核心设备系统招标	参与	协助
2	涉及系统间接口部分的合同谈判/澄清	参与	参与
3	全自动运行项目计划	参与、实施	主持、负责
4	系统间接口相关的设计联络	负责	参与
5	系统间接口实施	实施	主持、负责、协调
6	车辆、通信、信号、综合监控、站台屏蔽门专业全自动运行相关功能调试	负责、实施	主持、负责、协调

注：如有上述关责任分工之外的其他未尽事宜，由招标人裁决，各方需无条件服从，并不得额外增加费用。

责任范围定义

1) 协助：包括所有在项目执行过程中，对已定义的任务提供所有的支持活动。
2) 负责：指项目执行过程中对某一指定任务的组织、决定、操作并承担全部合同责任。
3) 实施：指项目执行过程中为完成某一指定任务而进行的相关组织、操作等活动，并对结果负责。
4) 主持：指项目执行过程中为完成某一指定任务而进行的组织、安排等活动。
5) 协调：指在项目执行过程中，为完成某一指定任务或某一指定任务出现问题时进行协助解决的活动。
6) 参与：指在项目执行过程中参与某一指定任务的活动。

26.1.1.17 上述要求所产生的费用在技术服务费中单独开项，列入投标总价。

26.1.2 人员要求

26.1.2.1 一致性协调方应提供全部管理人员、监督人员、工程人员的姓名、资历、职称证明文件和目前的履历。该等人员应全职受雇于本项目，一致性协调方项目组与信号项目组相互独立，其成员不可同时兼任信号项目组工作。一致性协调方不得对项目部人员组成及分工进行调整，一致性协调方人员费用单独开项，列入投标总价。

26.1.2.2 在全自动运行系统项目整个管理过程当中，一致性协调方应成立相应的协调机构和专门的项目办公室，安排项目经理、技术经理和各专业协调经理开展工作，工作时间至本项目列车全部交付，并取得项目最终独立第三方安全评估总报告以后结束。

26.1.2.3 一致性协调方应承诺，招标人可按照项目实际需要在招标人员要求基础上随时增加各专业负责人、经理及配套人员，如在合同执行过程中出现人员明显不称职的情况，招标人有权在任何时间要求投标人更换为符合要求的相应人员，投标人应在招标人规定时间内无条件更换，不得以此为理由额外增加费用。

26.1.2.4 一致性协调方岗位、职责和具体资质要求如下：

序号	岗位	职责	资质要求
1	一致性协调方项目经理	全面负责一致性协调方项目执行过程中的项目组织、管理、协调和决策工作。负责管理、协调全自动运行系统接口相关的设计、调试所包括的相关事宜；按招标人要求牵头组建全自动运行研究团队，主要用于研究运营场景、功能及接口需求等。	项目经理应具有丰富的城市轨道交通信号系统工程经验和项目管理经验、至少 1 条城市轨道交通信号系统工程项目副经理或技术负责人的工作经历，熟悉全自动运行线路的建设过程及相关系统接口内容。
2	一致性协调方技术经理	配合一致性协调方项目经理共同完成本项目实施所担负的相关职责。按招标人要求牵头开展全自动运行接口相关技术管理工作。	技术经理应具有丰富的城市轨道交通工程经验、至少 1 条轨道交通线信号系统建设经验和技术管理经验（以合同和用户证明为准),并且参与过国内或国外全自动运行项目技术管理工作，熟悉全自动运行线路的建设过程及相关系统接口内容。
3	专职协调人员	配合一致性协调方项目经理和技术经理完成与全自动运行相关的各系统间组织协调工作。	专职协调人员须具备轨道交通工作经验，并对车辆、站台屏蔽门、通信、综合监控等全自动运行相关专业有较深入了解，熟悉全自动运行建设过程，且有较强的沟通协调能力；其成员不得少于 5 人（专职信号、车辆、通信、综合监控、站台屏蔽门各 1 人及以上）
4	协调文员	配合专职协调人员完成与全自动运行相关的各系统间组织协调工作及文档管理。	协调文员具备轨道交通工作经验，熟悉了解文档管理及归档工作，且有较强的沟通协调能力。

注：各岗位之间不可兼职。

用户需求书—信号部分
（第二章 专用技术要求）

1 基本运营要求

1.1 总则

1.1.1 信号系统设备须按 24 小时不间断运行设计，须满足特殊情况下 24 小时不间断运营的要求。

1.1.2 信号系统应能满足全自动运行的技术要求，并且具有GOA4/UTO（无人值守下列车自动运行）的功能。系统功能应满足《南京 11 号线一期工程全自动运行场景说明书》的全部要求，因运营场景需要在项目实施过程中持续更新和完善，投标人须承诺实现全自动运行所需的全部场景，不得因相关持续性工作增加任何费用。

1.1.3 信号系统的设备配置应有利于行车组织和运营管理，遵循右侧行车原则。

1.1.4 投标人所提供的系统及功能应能满足本工程全自动运行的运营要求。列车运营管理分为正常运营模式、非紧急降级模式（由控制中心调度员对标准干扰的处理）和紧急降级模式（包括乘客触发紧急警告、火灾、撞车或脱轨等情况）。

1.1.5 信号系统必须满足本册 2.2 节所列的全部系统性能指标的要求。

1.1.6 信号系统应在确保满足既定站停时间（见通用技术要求）的基础上，实现本工程规定的运行交路、临时交路、旅行速度、运营间隔等的要求。

1.1.7 在工程限定的行车组织方式、线路、车站配线、轨道、牵引方式、站停时间等现场条件下，投标人提供的ATS系统应能生成科学的、最佳的行车计划运行图，以满足运营要求。

1.1.8 正线、折返线、渡线、停车线、出入段、试车线及与其它线路的联络线均按双方向运行设计。正常情况下，正线单方向运行，特殊情况下可以组织反方向（与运营方向相反）运行。正线站间的反方向运行要求至少具备CBTC控制级别下的ATP防护功能；其他所有正、反方向作业的线路（不包括非互联互通线路之间的联络线），均要求具备ATP、ATO功能。列车进站停车要求具备精确停车功能。反向运行时均能保证精确停车、有门释放并与站台门联动。

1.1.9 CBTC区域（列车可以连续式列车控制级别运行的区域）应包括正线、折返线、渡线、停车线、出入段/场线及车辆段相应区域。为提高系统的可用性，系统应具有灵活的控制模式，系统须具备多种降级运营模式，且系统应具备连续式通信列车、非通信列车混合运行的能力。

1.1.10 投标人应确保在线路最大坡道上及任何负载情况下，与列车牵引及制动系统协调完成列车的正常启动，应不发生列车溜车现象。ATO驾驶的列车在线路上（特别是上坡、下坡、变坡点）运行应避免不必要的牵引变换，使列车运行保持平稳，保证乘客的舒适度并达到节能要求。

1.1.11 试车线应具备测试各种运行级别下车载信号设备ATP/ATO的完整功能。

1.1.12 要求进路办理方式采用基于列车的进路方式或者信号机至信号机的进路方式（即所有沿线路方向相邻的两架同方向信号机之间的进路）；对于基于列车的进路办理采用拖放列车至目的地或者菜单方式；对于信号机至信号机的进路办理须采用鼠标点击沿线路方向相邻的两架同方向信号机的方式或采用菜单方式（不能采用点击按钮方式）。

1.1.13 信号系统须具有统一的时钟，包括但不限于ATS子系统、ATP子系统、ATO子系统、OC子系统、DCS子系统、智能运维监测子系统、电源设备、计轴等。

1.1.14 信号系统应满足列车运行交路的要求，凡具有折返条件的车站均应按照具有折返作业处理。信号系统应具备按照所有具有折返条件车站间的运行交路编制ATS运行图并能按照ATS运行图行车的功能，具体运行交路在设计联络阶段确定。

1.1.15 信号系统与车辆、通信、站台屏蔽门、综合监控、间隙探测等系统接口应满足全自动运行系统的功能要求，并与相关专业协同实现全自动运行系统的相关功能。

1.1.16 自动化区域应包括正线和车辆段相应区域，其中正线自动化区域包括正线、折返线、渡线、停车线、出入段线；车辆段自动化区域包括停车列检库、洗车线、牵出线、咽喉区、试车线等。

1.1.17 信号系统设备应满足《中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要》的要求，信号系统应

按照智能运输组织、智能列车运行、智能技术装备、智能运维安全等进行设计。

1.2 运营指挥

1.2.1 运营指挥模式

1.2.1.1 在江北设置本工程控制中心。

1.2.1.2 系统应具备中央 ATS 和本地的两级控制。

1) 根据运营要求，应能自动或人工进行进路控制。其中人工控制分为 ATS 人工和本地 OC 设备人工两类，自动控制分为 ATS 自动控制、OC 设备自动控制。人工控制的进路优先级高于自动控制的进路。

1) 根据需要可进行本地与中央 ATS 两级控制权的转换。控制权的转换过程中，未经人工介入各进路的原自动控制模式不变。在紧急情况下，车站值班员可在现地工作站上强行取得控制权，控制车站的进路和信号。在紧急情况下，中央调度员可在中央工作站上强行取得控制权，控制车站的进路和信号。

1.2.2 中心控制

1.2.2.1 调度员通过调度工作站实现运营指挥控制。

1.2.2.2 调度工作站控制功能包括但不限于（应可根据运营需要配置）：

1) 列车进路控制；
2) 变更计划运行图/时刻表；
3) 将信号机设置为自动模式等；
4) 封锁信号元素（信号机、道岔等）；
5) 跳停、扣车、批量扣车、提前发车；
6) 设置临时限速指令等；
7) 湿轨模式设置（覆盖范围包含正线、转换轨、场段）；
8) 远程开、关列车门控制；

9) 远程车载信号设备重启；

10) 远程列车紧急制动/缓解；

11) 自动/人工远程控制列车的休眠、唤醒；

12) 全自动驾驶授权；

13) 远程清客指令；

14) 全自动运行的其它功能等。

1.2.3 车站现地控制

1.2.3.1 通过设备集中站的现地控制工作站，车站值班员可实现对列车进路的正常控制和特殊控制。

1.2.3.2 设备集中站的现地控制工作站设置的车站人工控制功能包括但不限于（应可根据运营需要配置）：

1) 列车进路控制；

2) 将信号机设置为自动模式等；

3) 封锁信号元素（信号机、道岔等）；

4) 跳停、扣车、提前发车等；

5) 计轴复位。

1.2.4 综合后备盘控制

1.2.4.1 通过设置在各站综合后备盘上的紧急关闭按钮，实现紧急情况下对列车的控制。

1.2.4.2 在紧急情况下，可通过按下车站控制室综合后备盘（IBP 盘）上的紧急关闭按钮或车站站台上的紧急关闭按钮。在连续式通信的列车控制级别下，禁止已停在车站的列车出发进入区间，对于已启动而尚未完全离开车站的列车应实施紧急制动停车，对于尚未进入站台区的列车，应禁止其进入站台区。

1.2.4.3 在正线各站车站控制室综合后备盘上或车站站台屏蔽门端部设置人员防护开关（SPKS）、SPKS 旁路按钮及相应表示灯；在车辆段停车列检库 DCC 控制室或各防护分区入口处适当位置需设置人员防护开关（SPKS）、SPKS 旁路按钮及相应表示灯，建立相应封锁区域。封锁区域外的连续式通信级别列车禁止进入该区域，封锁区域内的连续式通信级别列车制动停车或保持停止状态不发生移动。

1.2.5 列车进路的控制

1.2.5.1 列车进路采用基于列车的进路方式或者信号机至信号机的进路方式。对于采用信号机至信号机的进路控制方式，其基本进路（对应于组合进路）应由进路始端信号机和进路终端信号机，以及始终端信号机之间线路上的所有道岔和轨道区段组成。任何基本进路的路径应是唯一的。进路始端信号机和终端信号机应为沿线路方向相邻的两架同方向的信号机，基本进路中除始终端信号机外不应存在其他与始终端信号机同方向的信号机；沿线路方向任何相邻的两架同方向的信号机间均应能设置为进路。

1.2.5.2 列车进路的控制包括系统自动控制和人工控制，列车进路的正常控制模式为系统自动控制。

1.2.5.3 列车进路的自动控制模式包括中央自动控制模式和车站自动控制模式，其中车站自动控制模式又分为车站 ATS 自动控制模式和车站联锁自动控制模式。

1) 中央自动控制模式：在每天开始运营前，根据需要调用相应的基本运行图，经检查确认、必要时进行局部修改后，作为当天的计划运行图，自动控制列车运行。

2) 车站自动控制模式：在车站 ATS 自动控制模式下，车站 ATS 设备按默认下载的运行图信息通过车站联锁自动排列进路，控制列车运行；在车站联锁自动控制模式下，值班员可在车站的现地工作站上将部分或全部信号机设置为相关自动控制方式，其它联锁操作则由值班员人工操作。

1.2.5.4 车辆段列车进路具备 ATS 自动控制模式。在该模式下，车辆段 ATS 设备按默认下载的运行图或派班计划自动排列进路，控制列车运行。

1.2.5.5 列车进路的人工控制模式包括中央调度员人工控制模式和车站及车辆段值班员人工控制模式。

1.2.5.6 中央人工控制模式：可在中央人工发出有关非安全控制命令，对列车运行进行人工干预。主要手段为：

1) 人工进路办理；
2) 人工设定列车的目的地号或运行线（交路号）。

1.2.5.7 车站及车辆段人工控制模式：车站及车辆段值班员可以直接对其控制区域内的 OC 设备进行控制。车站及车辆段值班员在车站及车辆段现地工作站上选用人工进路模式，可对联锁控制范围内的进路、信号机、道岔和轨道区段进行设置或操作。

1.2.6 列车运行的调整

1.2.6.1 列车运行的调整包括自动调整和人工调整，正常情况下的列车运行调整应为自动调整。

1.2.6.2 自动调整手段有：

1) 自动调整列车区间走行时间或调整列车运行等级；
2) 自动调整列车站停时间，控制列车出发时刻。

1.2.6.3 调度员人工调整手段有：

1) 对有关列车实施“扣车/提前发车”或“跳停”；
2) 改变列车在区间的走行时间或调整列车运行等级；
3) 对计划运行图进行在线修改，包括对单个或所有列车“时间平移”、增加或取消列车、改变列车的始发点及始发时间、调整列车的出入段时间等；
4) 生成等间隔调整计划。

1.2.6.4 当列车实际运行偏离运行图/时刻表较小时，系统自动调整列车在区间的运行时间和站停时间，控制列车按照运行图规定时刻运行。

1.2.6.5 当列车实际运行与运行图/时刻表偏离较大或必要时，系统提醒中央调度员进行人工调整，中央行车调度员可对在线列车进行列车运行计划的人工调整，并发送调整命令至车载设备。

1.2.6.6 控制中心应具备人工关闭对单车、某一时段列车、某一区段列车的自动调整功能。系统应能设置自动调整的启动、关闭。

1.3 列车控制等级

1.3.1 本项目的列车控制等级分为：

1) 连续式通信的列车控制级别（CBTC）；
2) 联锁控制级别。

1.3.2 连续式通信的列车控制级别为信号系统的正常控制方式，联锁控制级别为信号系统的降级控制方式。

1.3.3 本工程所有正线、折返线、渡线、停车线、出入段线、试车线、车辆段内的停车列检库、自动化/非自动化区域转换轨/牵出线、咽喉区、洗车线均应具备连续式通信列车控制级别的功能。

1.3.4 本工程所有正线、折返线、渡线、停车线、出入段线、试车线及与其它线路的联络线、车辆段均应具备联锁控制级别的功能。

1.4 驾驶模式

1.4.1 本项目的列车驾驶模式分为：

1) 全自动驾驶模式--FAM 模式
2) 列车自动驾驶模式--AM 模式；
3) 列车自动防护下的人工驾驶模式--CM 模式；
4) 限制人工驾驶模式--RM 模式；
5) 非限制人工驾驶模式--EUM 模式；
6) 蠕动驾驶模式--CAM 模式；
7) 远程限制驾驶模式--RRM 模式。

1.4.2 AM 模式为 ATP 监控下的列车自动运行模式。在该模式下，ATP 子系统保证列车的运行安全，ATO 子系统实现列车在区间的自动运行、调整以及定位停车控制等。在 AM 模式下应具备以下三种开关门模式：

1) 自动开车门，人工关闭车门；
2) 人工开车门，人工关闭车门；
3) 自动开车门，自动关闭车门。

1.4.3 CM 模式为 ATP 监控下的人工驾驶运行模式。在该模式下，ATP 子系统确定列车运行的最大允许速度，司机按推荐速度驾驶列车运行，ATP 子系统实现列车自动防护的全部功能。司机人工控制列车在站台停车。在 CM 模式下可仅具备人工开/关门模式。

1.4.4 在 RM 驾驶模式下，车载 ATP 限制列车在某一固定的低速之下运行，司机根据调度命令和地面信号显示驾驶列车，列车运行超速时，车载 ATP 设备实施紧急制动，直至停车。RM 驾驶模式下，应对车门状态进行防护，需经过特殊授权手续方可开门。列车运行的安全由 OC 设备、ATP 车载设备、调度人员、司机共同保证。

1.4.5 EUM 驾驶模式下，信号车载设备处于切除状态而不监控列车的运行，司机根据调度命令和地面信号的显示驾驶列车。列车运行的安全由 OC 设备、调度人员、司机共同保证。

1.4.6 全自动驾驶模式（FAM）为在连续式通信控制级别下由 ATP 监控的列车全自动运行模式。在该模式下，ATP 子系统保证列车的运行安全，ATO 子系统实现在正线、车辆段自动控制区域内的列车全自动无人驾驶运行。在 FAM 模式下具备自动进/出站、自动开/关门、自动唤醒/休眠等功能。

1.4.7 蠕动驾驶模式（CAM）为列车在 FAM 模式下，车辆网络出现故障或车辆与信号车载设备通信故障时的应急模式。需由中心人工确认后，信号系统启动蠕动模式。列车以蠕动模式运行时，ATP 监控列车以不超过 25km/h（暂定）的速度全自动运行，当列车以蠕动模式进站自动停车后，应施加紧急制动以防止列车移动，等待人工处理。对于运行至站台的列车应打开车门等待人工处理。优化蠕动模式下的站台对位功能，保证该驾驶模式下的停车精准度（具体方式在设计联络时确定），使车门与站台屏蔽门对位，提高清客作业效率。

1.4.8 远程限制驾驶模式（RRM）为列车以 FAM/CAM 模式运行，列车丢失定位时，由中心远程授权以一定限速值继续向前运行一定距离的一种驾驶模式。系统应具备远程授权的轨道区段安全检查功能。

1.4.9 全自动运行模式应在中心运营指挥控制模式下运行，转至车站控制模式时，可维持全自动运行模式。

1.4.10 当对故障列车进行救援时，连挂或推送救援列车后采用 RM 或 EUM 模式运行。

1.4.11 正线正常运行方向应具备全自动运行功能，反方向行车可具备全自动运行功能；车辆段自动化区域应具备双向全自动运行功能。

1.5 驾驶模式的转换

1.5.1 各驾驶模式满足转换条件可由人工转换，也可自动转换，车载 ATP/ATO 设备应予以记录和显示。

1.5.2 在列车出入段处、车辆段内、区间运行时收到有效的 ATP 信息时系统可自动转换驾驶模式，或司机确认转换驾驶模式。

1.5.3 为保证行车安全，在 ATC 控制区内使用 RM 模式和 EUM 模式时应采用相应的安全操作措施。

1.5.4 列车驾驶模式由高等级向低等级转换时，要求列车停车和/或不停车转换驾驶模式，驾驶模式由低等级向高等级转换时，要求不停车转换驾驶模式。列车出、入车辆段，应实现停车和不停车转换驾驶模式。

1.5.5 FAM 驾驶模式←→CAM 驾驶模式的相关转换均应在列车停车情况下进行。FAM 驾驶模式、CAM 驾驶模式向 RRM 驾驶模式的转换均应在列车停车情况下进行。RRM 驾驶模式升级为 FAM 驾驶模式可在列车不停车情况下进行。

1.5.6 各驾驶模式间的转换方式将在供货合同的技术规格书中详细明确。

1.6 折返模式

1.6.1 联锁控制的自动折返进路设置要求如下：

本工程所有具备折返条件（包括临时折返线、故障车停放线和单渡线）的车站均应设置联锁级的自动折返功能，对应其中有多条折返轨的车站应分别设置单轨 1 自动折返、单轨 2 自动折返和两轨全自动折返等多选自动折返功能，其中全自动折返功能以先进先出为原则设置。

1.6.2 列车折返方式为全自动驾驶折返模式、ATO 有人/无人自动折返模式、ATP 监督下的人工折返模式、限制人工折返模式、非限制人工折返模式。

1) 全自动驾驶折返模式。处于 FAM 模式下运行的列车，当列车在折返站规定的停车时间结束并进行清客确认后，车门和站台屏蔽门自动关闭，列车根据移动授权，从到达站台自动运行进入折返线，自动激活/关闭相应的驾驶端，实现驾驶端的自动转换后，自动驶出折返线，进入发车站台后自动打开车门和站台屏蔽门。列车在站台进行驾驶端转换时应使车门和站台屏蔽门保持开启状态，列车在折返线等非站台区进行驾驶端转换时，应使车门保持关闭状态。

2) ATO 无人自动折返模式。应能按以下操作方式完成 ATO 无人自动折返：

司机先按压车上的“折返按钮”，关闭本侧驾驶端，再按压车上的 ATO 启动按钮或确认按钮，列车可在无人驾驶的情况下，从到达站台自动驾驶进入和折出折返线，最后进入发车股道并定点停车后，自动打开车门和站台屏蔽门，司机在列车上开启反向驾驶端。

3) ATO 有人自动折返模式。当列车在折返站规定的站停时间结束及旅客下车完毕，车门和站台屏蔽门关闭后，由司机按压车上“ATO 启动按钮”，列车自动驾驶进入折返线停稳后，可人工按压“折返按钮”并关闭本侧驾驶端和开启反向驾驶端，由司机按压车上“ATO 启动按钮”后，列车自动驾驶进入发车股道自动打开车门。

4) ATP 监督下的人工折返模式。司机采用“控制手柄”控制列车运行，司机人工驾驶列车运行到折返线并停车，可人工按压“折返按钮”并关闭本侧驾驶端和开启反向驾驶端，在 ATP 监督下人工驾驶列车进入发车股道并定位停车。司机按压开门按钮打开车门和站台屏蔽门。

5) 限制人工折返模式。司机采用“控制手柄”控制列车运行，司机人工驾驶列车运行到折返线并停车，司机关闭本侧驾驶端和开启反向驾驶端，人工驾驶列车进入发车股道并停车，司机按压开门按钮打开车门，使用站台就地控制盘开启站台屏蔽门。整个折返过程中，车载 ATP 限制列车在某一固定的低速之下运行。

6) 非限制人工折返模式。在此模式下，司机根据调度命令和地面信号的显示，人工驾驶列车运行到折返线并停车，再人工驾驶列车进入发车股道并停车，司机按压开门按钮打开车门和站台屏蔽门。

1.6.3 在点式 ATP/ATO 模式下，列车在 ATO 驾驶或 ATP 监督下的人工驾驶下进行折返作业时，正常情况下列车驾驶模式不能降级至 RM 模式。

1.6.4 在 AM 驾驶模式、CM 驾驶模式下进行站前折返时，当列车在折返站定位停车后，可由司机按压车上“折返按钮”，并关闭本侧驾驶端和开启反向驾驶端。要求系统具备在客室门开门和关门状态下均能进行头车/尾车不降级自动换端的功能。

1.6.5 列车通过具备折返条件的折返轨停车时，在反向折返进路没有办理的情况下，可以不降级换端。

1.6.6 ATO 无人自动折返时，列车进入折返轨停稳后，ATS 应立即办理列车出折返轨进路，待出折返轨进路办理成功后，折返列车应立即从折返轨发车进入发车站台。

1.6.7 ATO 无人自动折返仅一次有效，当列车在 ATO 无人自动折返时因故障停车，当故障恢复后列车不得自动启动。

1.6.8 ATP 子系统在 CM 和 AM 模式下应支持在定义的折返区域完成列车的自动换端，不得导致列车降级。

1.6.9 列车在站台进行驾驶端转换时须使车门和站台屏蔽门保持原状态不变（开启/关闭）；列车在折返线等非站台区进行驾驶端转换时，须使车门保持关闭状态。

1.7 正线作业

1.7.1 列车在站作业

1.7.1.1 列车进站停车时采取一次性制动的方式，确保达到规定的旅行速度和舒适度。

1.7.1.2 在满足舒适度和停车精度要求的前提下，列车在车站规定的位置停车，当列车停稳后，车载设备允许打开对应侧车门及站台屏蔽门。

1.7.1.3 列车在站停车如超出了停车精度（具体数值设计联络阶段确定），则车门和站台屏蔽门不能打开。若列车进站停车过标不大于 5 米（可设定），可人工控制列车进行对位调整 N 次（可设定），若调整到位，开启车门和站台屏蔽门。如果列车经过 N 次调整后仍不能停车到位，应向中心进行报警，切除 ATP 继续后退对标停车或直接运行至下一站。若列车进站停车过标超过 5 米（可设定），则应向中心进行报警，切除 ATP 继续后退对标停车或直接运行至下一站。

1.7.1.4 在全自动驾驶模式自动运行下，列车自动运行到车站停稳后，系统自动打开车门及站台屏蔽门。列车进站停车时如超出了停车精度范围，则车门和站台屏蔽门不能打开。若列车进站停车过标不大于 5 米（可设定）系统可自动控制列车进行对位调整 N 次（可设定），若调整到位，开启车门和站台屏蔽门。如果列车经过 N 次调整后仍不能停车到位，应向中心进行报警，由人工远程介入进行控制或直接运行至下一站。若列车进站停车过标超过 5 米（可设定），则应向中心进行报警，由人工介入进行控制或直接运行至下一站。

1.7.1.5 车站发车计时器指示列车的发车时机，在 AM 人工关门模式、CM 模式、RM 模式、EUM 模式下，均由司机根据发车计时器的显示关闭车门及站台屏蔽门并启动列车。

1.7.1.6 列车在全自动无人驾驶模式下，当站停时间结束后，自动关闭车门及站台屏蔽门，并自动发车继续运行。列车在站台发车前 10 秒（可配置），信号系统向车辆设备提供信息，车辆设备控制列车发出声光提示，发车前 5 秒（可配置），信号设备控制关闭车门及站台屏蔽门。到发车点，列车自动启动，驶向下一站。

1.7.2 列车站间运行

1.7.2.1 列车在满足规定的安全间隔和行车间隔要求的前提下在区间自动追踪运行。

1.7.2.2 在 AM 驾驶模式下，区间停车为智能控制，保证乘客的舒适性。列车在区间停车后（紧急制动除外），当 ATP 允许列车运行，ATO 自动启动列车。

1.7.2.3 在保证行车安全和满足运营能力要求的前提下，列车在区间运行以节能运行和舒适运行为目标，提高系统的服务质量。列车在区间正常运行的情况下，信号系统只会发出一次性的牵引、惰行和制动指令或应尽量减少列车的牵引及制动次数。

1.7.2.4 站间反方向运行要求

1) 站间反向运行时，信号系统具备 CBTC、联锁级别控制方式，CBTC 级别控制方式应至少具备 ATP 防护功能；
2) 站间反向运行时，ATS 应能实现车组号追踪；
3) 在 CBTC 级控制方式下，站间反向运行时人工驾驶列车在站台对位停车后，具备车门站台屏蔽门联动的功能。
4) 在联锁级控制方式下，站间反向进路始端信号机的开放需检查该进路始端及进路范围内的站台屏蔽门、紧急关闭按钮、人员防护开关状态；
5) 在 CBTC 级控制方式下，站间反向运行时 ATP 对站台屏蔽门、紧急关闭按钮状态、人员防护开关进行实时防护；

6) 站间反向运行时，设有反方向出站功能信号机的站台应具备不降级折返换端功能；

7) 设有反方向出站功能信号机的站台与该信号机内方有岔车站（站台或折返轨）之间宜实现单线双向自动往返功能。（该功能也称为“摇摆模式”。）

1.7.3 列车运行结束作业

1.7.3.1 列车回车辆段不再继续运行时，进行列车运营结束作业处理，即在当日运行计划中消去运营结束的列车车次，以免发生车次重号。

1.7.3.2 在终点站或在其它站停留不再运营、临时退出运营的列车，除在运行计划中标记外，也进行列车运营结束作业处理。

1.7.3.3 全自动驾驶模式下，列车到达终到站，站内、车辆广播提醒乘客下车及不能上车。停站未清客完成期间，车载信号设备保持车门打开，在进行清客确认后，系统自动关闭车门和站台屏蔽门。列车根据移动授权，以全自动驾驶模式自动运行至转换轨后，信号系统自动向列车发送“停止正线服务”指令。（具体流程设计联络阶段确定）

1.7.4 正线列车休眠

1) 当列车运行至预定义的正线休眠点（停车窗）内时，ATS 判断列车具备休眠条件后，ATS 远程自动、ATS 远程人工或本地人工向车载信号设备发送休眠命令。

2) 车载信号设备收到休眠命令，完成自身休眠准备工作后，向车辆发出休眠请求命令，车载信号设备收到车辆的休眠确认后，向车辆发送休眠指令，车辆控制车载设备断电。

3) 休眠结果反馈给中心 ATS。若休眠不成功，进行报警提示。

4) 正线车站站台、存车线、终端折返线等区域应具备列车休眠/唤醒功能，具体地点在设计联络时确定。

1.7.5 正线列车唤醒

ATS 根据计划，提前一定时间（可配置）ATS 远程自动向休眠列车信号设备发出唤醒指令，也可 ATS 远程人工或本地人工向休眠列车信号设备发出唤醒指令。信号车载设备向车辆转发唤醒指令，车辆对全列车的上电并成功后，车载信号设备及车辆设备执行必要的自检、测试。测试成功后，车载设备处于激活可用状态，具备以 FAM 模式运行的条件。

1.7.6 清客

1.7.6.1 系统根据运行计划自动设置站台和列车清客或根据运营需求人工设置临时清客，系统可联动车辆及站台广播、PIS。

1.7.6.2 本地按压车门和站台屏蔽门关门按钮后，经过本地/远程清客确认，按压发车确认按钮，待发车条件满足后，系统应自动发车。

1.7.6.3 列车的处理流程：

1) 信号系统在折返站和终点站停车后，向车辆 TCMS 发送清客工况指令，同时向车辆维持发送门使能指令直到清客完成。

2) 车辆 TCMS 接收到信号系统的“清客”工况指令后，自动触发车辆 PA，提醒乘客下车，同时联动车载 PIS 提示乘客下车。

1.7.6.4 车站的处理流程：

1) 中心联动车站广播，提醒站台乘客不能上车，同时联动站台 PIS 提示本站清客，乘客请勿上车。

2) 综合站务员进行清客完成确认后，关闭车门和站台屏蔽门。

1.7.7 非计划车调整

正线非计划车在获得全自动驾驶授权后，中心自动或人工为其设置头码方式自动触发进路，列车全自动运行至指定目的地。

1.8 车辆段作业

1.8.1 车辆段内的作业主要有列车出入车辆段的作业、车辆段内的调车作业、试车线的试车作业及其他作业。

1.8.2 车辆段分为全自动控制区域及非全自动控制区域，要求列车在全自动运行区域内具备全自动运行、休眠、唤醒、自动洗车等功能。全自动控制区域与非全自动控制区域设置转换区域，进行驾驶模式的转换。

1.8.3 在车辆段内的列车可采用的驾驶模式：

RM、EUM、CM、AM、FAM、CAM 模式（具备 AM、CM、FAM、CAM 驾驶模式的区域根据工程情况确定）。

1.8.4 列车出车辆段：

1.8.4.1 列车在预定离开车辆段前，通过车载设备的自检和自诊断功能确认车载设备工作正常，减少因车载设备工作不良而造成列车延误出车辆段的现象。列车出库前，司机可输入司机号。

1.8.4.2 列车以 RM 驾驶模式出段：列车于出车辆段的“转换轨”处停车或不停车进行列车精确位置、车次信息等的初始化后，车载设备自动或人工转换为 CM 或 AM 驾驶模式。

1.8.4.3 列车以 CM 或 AM 驾驶模式出段：列车在离开停车库线前，通过车载设备的自检和自诊断功能确认车载设备工作正常，列车于出停车库线前完成定位、初始化，车载设备自动或人工转换为 CM 或 AM 驾驶模式，运行至转换轨停车或不停车，进行车次信息的初始化。

1.8.4.4 列车以 FAM 驾驶模式出段：列车唤醒成功后，根据派班计划及移动授权，鸣笛启动，全自动驾驶列车自动运行至转换轨停车或不停车进行车次信息的初始化后，进入正线运行。列车进入转换轨后向车辆发送“进入正线服务”工况，用于车辆照明、空调/电热的控制。（具体流程设计联络阶段确定）

1.8.5 列车入车辆段：

1.8.5.1 列车以 RM 驾驶模式入段：列车入车辆段前，ATC 系统向司机和车辆段值班员发出列车回库信息。在入车辆段信号机开放后，列车进入车辆段，在列车进入“转换轨”后，停车或不停车办理“消号”手续，并自动或人工转换为限制人工驾驶模式。

1.8.5.2 列车以 CM 或 AM 驾驶模式入段：列车以 CM 或 AM 驾驶模式运行至转换轨，停车或不停车办理“消号”手续后，运行至相应停车库线。

1.8.5.3 列车以 FAM 驾驶模式入段：全自动运行模式下，列车运行至转换轨停车或不停车办理“消号”手续，向车辆发送“停止正线服务”工况，用于车辆照明、空调/电热的控制。列车根据回库计划及移动授权，全自动驾驶运行至段内相应停车库线，进行休眠。

1.8.6 列车在车辆段内运行需具有车组号的跟踪、显示功能，并在相应的工作站显示相关信息。

1.8.7 列车休眠

1.8.7.1 当列车运行至预定义的休眠停车窗内时，ATS 判断列车具备休眠条件后，自动或人工向车载信号设备发送休眠命令。

1.8.7.2 车载信号设备收到休眠命令，完成自身休眠准备工作后，向车辆发出休眠请求命令，车载信号设备收到车辆的休眠确认后，向车辆发送休眠指令，车辆控制车载设备断电。

1.8.7.3 休眠结果反馈给中心 ATS，中心能够监控休眠情况。若休眠不成功，进行报警提示。

1.8.7.4 车载信号设备应能接收蓄电池状态监测信息，当发生蓄电池欠压时具备报警提示功能。

1.8.8 列车唤醒

ATS 根据计划，提前一定时间（可配置）向休眠列车信号设备发出唤醒指令，信号车载设备向车辆转发唤醒指令，车辆对全列车的上电并成功后，车载信号设备及车辆设备执行必要的自检、测试。测试成功后，车载设备处于激活可用状态，具备以 FAM 模式运行的条件，并可根据正线时刻表进行发车。

车载信号设备应能将列车唤醒结果上传至调度员工作站。

1.8.9 列车具备自动休眠、唤醒的位置应包括车辆段停车列检库、正线车站、正线停车线及折返线。（具体设置地点在设计联络时确定）

1.8.10 无人自动调车作业

1） 车辆段自动化区域内应能实现无人自动调车；

2） 通过人工设置目的地码，自动触发进路或人工办理进路实现自动调车；

3） 系统应控制列车按规定限速在车辆基地自动化区域内运行；

4） 列车启动时自动鸣笛（可设置）。

1.8.11 自动洗车

1.8.11.1 信号系统接收洗车机的状态，在洗车机准备就绪的情况下，ATS 根据目的地码或洗车计划自动排列至洗车库的进路，根据移动授权列车以 FAM 模式自动运行至洗车库前停车。信号系统收到洗车机的洗车确认后，信号系统向车辆发送“洗车”工况，开始洗车。

1.8.11.2 洗车过程中，暂定车辆控制列车恒速运行（车速 3~5km/h）。

1.8.11.3 洗车完毕，列车运行至出清洗车库停车点停稳，退出洗车工况，列车继续以 FAM 模式运行回库。

1.8.12 清扫作业（具体实现方式和清扫时间在设计联络阶段确定。）

1.8.12.1 列车能够根据回库计划安排列车停至指定停车库股道。

1.8.12.2 信号系统具备远程自动/人工设置清扫时间功能。

1.8.12.3 列车回库停稳后，车载信号系统应向车辆发送“清扫工况”。

1.8.12.4 清扫结束前系统应自动触发广播，提醒清扫人员下车。

1.8.12.5 在“回停车库清扫”工况下，列车可设置在停车累计到达指定时间后自动休眠。指定时间长度应能满足清扫需求。

1.8.13 列车检修工况管理

1) 车辆检修按钮激活，并且车载控制设备正常工作时，系统应向中心汇报列车处于检修状态，不再向中心汇报车辆状态和故障信息。
2) 车辆检修按钮激活时，车载信号系统不应响应中心的命令。
3) 车辆检修按钮激活时，列车应禁止移动授权。

1.8.14　列车出入段场能力与正线正常行车间隔能力一致。

1.8.15　具备列车进段引导进路功能。

1.9　试车线作业

1.9.1　试车线上的道岔和调车信号机、终端阻挡信号机均纳入车辆段的联锁控制。

1.9.2　试车功能的启用需要车辆段值班员和试车线值班员共同人工确认。例如当有试车作业时，试车线值班员与车辆段值班员电话联系后，车辆段值班员将被试车辆以自动驾驶/调车方式调入试车线指定轨道区段后，试车线值班员按下“试车请求”按钮，车辆段值班员确认可以试车时，按下“非进路调车”按钮，试车线上道岔锁闭在定位，调车信号机开放。（具体实现方式在设计联络阶段确定。）

1.9.3　试车作业需在信号楼控制室与试车线控制室完成控制权的交接后方可进行。当试车线控制室取得控制权后，才能对试车线上的列车进行相应的测试。例如在车辆段办理非进路调车之后，在试车线界面上按压“试车”按钮，车辆段“试车”表示灯点亮，同时试车线取得控制权，试车线上的调车信号机保持点灯。

1.9.4　在试车过程中，试车线 ATC 应持续不中断地检查车辆段发出的允许试车条件，一旦条件不满足，则应对正在试车的列车实施紧急制动。

1.9.5　试车结束后，由试车线控制室发出取消试车请求，车辆段联锁系统收到该信息，并检查相关条件满足后，收回对试车线的控制权。例如试车线试车完毕，在试车线界面上复原“试车请求”按钮，车辆段值班员检查相关条件满足后，取消“非进路调车”，车辆段“允许试车”表示灯灭灯，同时车辆段恢复试车线控制权。

1.9.6　试车线与车辆段之间详细的控制接口将在设计联络阶段确定，投标人应提供详细的接口方案。

1.10 降级运行

1.10.1 ATS 子系统故障：

1.10.1.1 当控制中心 ATS 故障或通信通道故障时，转为车站 ATS 控制，具备根据车站时刻表、列车识别号、列车位置等信息进行自动控制和人工控制。

1.10.1.2 当车站 ATS 设备故障时，车站 OC 设备可实现按相关自动控制方式控制在线列车的运行或由车站值班员人工办理进路方式控制列车的运行。

1.10.2 ATP/ATO 地面设备故障：

1.10.2.1 当某一区域的地面 ATP/ATO 信息传输等设备故障时，车载设备产生报警、并实施紧急制动。系统将该区段转换为降级控制，人工驾驶列车按地面信号显示运行；

1.10.2.2 当列车又运行至地面 ATP/ATO 设备正常的区域时，车载设备接收到有效的 ATP/ATO 信息，司机可在不停车的情况下将列车转换至 CM 模式或 AM 模式或停车转换至 FAM 模式下运行。

1.10.2.3 当 ATP 功能丧失时，OC 设备也应支持降级及后备运营模式下折返站列车进路的自动设置。在自动折返模式时，列车应能在保护区段解锁后自动设置折返线的牵出和折返进路，开放相应的信号机，司机按地面的信号显示驾驶列车自车站的到达股道至出发股道。

1.10.3 车载设备故障：

1.10.3.1 当列车在 FAM 模式下，车载 ATO 设备故障，ATP 子系统应立即施加紧急制动，保证列车安全，同时向中心调度员工作站告警，提示调度人员车载 ATO 设备故障，人工驾驶列车在 CM、RM 或 EUM 驾驶模式运行；

1.10.3.2 当列车运行在 AM 模式下，车载 ATO 设备故障，ATP 设备正常，车载设备产生报警。司机可选择列车在 CM 驾驶模式下运行，也可选择列车至 RM 或 EUM 驾驶模式下运行；

1.10.3.3 车载 ATP 设备故障，车载设备产生报警并紧急制动停车。同时中心调度员工作站显示告警，须派司机上车救援，司机将驾驶模式转换为 EUM 模式下运行，根据地面信号的显示人工驾驶列车；

1.10.3.4 当某一列车的车地通信设备故障时，车载设备产生报警，并紧急制动停车。同时中心调度员工作站显示告警，须派司机上车救援，人工将驾驶模式转换为 RM 或 EUM 驾驶模式下运行，根据地面信号的显示人工驾驶列车。

1.10.3.5 当某一列车的车地通信设备故障时，其余列车仍然运行于 CBTC 模式。系统应能识别非通信列车（含车载设备故障列车）与连续式通信列车，实现不同控制级别列车的共线混跑运行。

1.10.4 联锁控制模式

1.10.4.1 联锁控制模式是指连续式 ATP 功能失效时，仅以 OC 设备保证列车进路安全，它适用于列车以 RM 和 EUM 驾驶模式运行，司机根据地面信号机的显示行车；

1.10.4.2 由 OC 设备实现进路的自动控制或人工设置；

1.10.4.3 OC 设备应能将某一信号机或全部信号机设置为自动模式或人工模式；

1.10.4.4 在联锁控制模式下，原则上所有的列车运行进路前方均设置保护区段，排列进路时相应的保护区段必须空闲和锁闭，保护区段的设置必须满足运营使用要求。保护区段中若存在道岔区段，应能建立道岔侧向和道岔直向的保护区段。联锁需对保护区段的设置进行逻辑判断，当一条保护区段不能建立时，自动建立另外一条保护区段。保护区段的具体设置及解锁条件在设计联络阶段确定。

1.10.5 降级模式下的行车闭塞方式采用进路闭塞方式。

1.10.6 全自动驾驶模式（FAM）下应急及其他故障情况下的处理方式要求：

1.10.6.1 当列车运行在 FAM 模式下，车载 ATP 车辆网络出现故障，或车辆与信号车载设备通信故障时，ATP 系统应立即施加紧急制动，保证列车安全。同时向中心调度员工作站告警，系统申请进入 CAM 模式（蠕动模式），经调度人员确认后人工进入 CAM 模式，列车以 25km/h 速度（暂定）行驶，ATP 在此过程中实施防护。当列车以 CAM 模式进行车站自动停车后，车载 ATP 施加紧急制动以防止列车移动，等待人工处理。

1.10.6.2 当列车上紧急制动手柄、运行中车门打开、车上发生火灾、车站火灾、车上检测到障碍物/脱轨、车辆制动力丢失等紧急情况下，系统可启动相应的联动控制，自动或人工采取相应措施。

1.10.6.3 当列车在 FAM 模式下，ATO 子系统设备故障，ATP 系统应立即施加紧急制动，保证列车安全，同时向中心调度员工作站告警，提示调度人员车载 ATO 系统故障。需派司机上车救援，司机可选择列车在 CM 模式下运行，也可选择列车至 RM 或 EUM 驾驶模式运行。

1.10.6.4 当列车在 FAM 模式下，列车丢失定位时，由中心调度人员远程授权列车以 RRM 模式运行至站台或停车线。

1.10.6.5 投标人应根据系统特点详细描述全自动驾驶模式下的各种应急及故障状态下的处理方式。

1.10.7 正常情况下，工程车在非运营时段上线运行。

1.10.8 工程车不装设车载 ATP 设备，司机以地面信号的显示为依据驾驶列车，列车运行的安全由 OC 设备、司机等共同保证。

1.10.9 投标人提供的系统既要完成正常运行模式与降级运行模式之间的安全、可靠转换，又要避免因降级系统故障影响主系统正常运行。正常运行模式与降级运行模式之间可实现自动转换。

1.10.10 在联锁级降级运行下，线路正、反方向运行时均应具备临时限速防护功能，引导进路不检查区段限速条件。系统应采用如下处理方式之一：

1.10.10.1 设置临时限速后，防护临时限速区段的始端信号机不允许开放；对于已经开放的信号机，需立即将其关闭；经人工确认后可进行“暂时取消临时限速”操作（该操作一次有效），在其他条件满足时允许防护临时限速区段的始端信号机开放；经人工确认后可办理引导进路，允许防护临时限速区段的始端信号机开放引导信号；

1.10.10.2 设置临时限速后，不影响后续信号开放，车载设备在信号机前接到相应信息，不允许建立 ATO 模式或按临时限速命令控制列车自动运行。

1.10.11 投标人应结合其信号系统的特点，并根据其工程实践经验，向招标人提供降级方案的建议，在本次投标文件中应详细描述系统降级运行模式的有关功能及实现方式，以及降级模式与正常运行模式的关系，对正常运行在安全、可靠及效率方面有无影响等。

1.11 信号机设置及显示

1.11.1 信号机原则上设置于列车运行方向线路的右侧，也可根据需要经招标人及运营单位同意后设置于列车运行方向线路的左侧。信号机的布置应考虑线路弯道、坡道、人防门、站台屏蔽门、广告牌、消防水管、正线与车辆段及联络线间的供电分区划分等因素，确保信号机显示距离满足相关要求。若信号机显示距离不足时，应采取在适当位置设置“注意信号”标志牌等适当措施进行防护。

1.11.2 CTC 模式下信号机各灯位或其控制板件故障，将不影响列车的运行并依旧显示灭灯。

1.11.3 在不影响线路运营能力的前提下，标准停车位置距离信号机不小于 5m。

1.11.4 正线信号机

1.11.4.1 正常情况下，正线区段列车以车载设备显示作为行车凭证。ATP 故障车、工程车等无车载信号列车及地面 ATP 故障情况下降级运行的列车按地面信号机的指示人工驾驶运行。

1.11.4.2 正常运行模式下，正线室外信号机灭灯，并且信号机各灯位或其控制板件故障，不会影响列车的运行并依旧显示灭灯。增加强制点灯功能，室外点灯单元故障情况下，ATS 工作站可以执行强制点灯指令，便于信号机检修。室外自动点灯的范围（暂定）：将列车前方 1200 米区域内的信号机点亮，具体点灯范围将在设计联络阶段确定。

1.11.4.3 正常运行模式下，室内中心及车站现地控制工作站上的信号机复示器的显示应与列车的移动授权显示对应，即应有绿、黄、红的相应显示。

1.11.4.4 正线信号机应根据各信号系统的制式和特点来设置，原则上正线信号机的设置如下：

1) 道岔防护信号机；
2) 在每个车站出站方向设出站信号机，若出站信号机内方有道岔，则出站信号机兼做道岔防护信号机；
3) 长区间降级模式下为满足必要的追踪间隔设置区间分界点信号机；
4) 出车辆段（入正线）信号机；
5) 折返进路终端设置阻挡信号机；
6) 线路尽头设置阻挡信号机；
7) 反向信号机的设置应满足行车组织需要。

1.11.4.5 道岔防护信号机、出站兼做道岔防护信号机采用黄、绿、红三灯位信号机构，红灯显示为定位。其显示及意义如下：

1) 绿色灯光--表示进路开通直向，准许列车按规定的速度越过该信号机；
2) 黄色灯光--表示进路开通侧向，准许列车按规定的限制速度越过该信号机；
3) 红色灯光--不准列车越过该信号机；
4) 黄色灯光+红色灯光--表示开放引导信号，准许列车以不大于规定的速度（如 25km/h）越过该信号机并随时准备停车。

1.11.4.6 出站信号机、区间分界点信号机及折返进路终端设置的阻挡信号机为黄、绿、红三显示机构，红灯为定位显示。其显示及含义如下：

1) 绿色灯光--准许列车按规定的速度越过该信号机；
2) 红色灯光--不准列车越过该信号机；
3) 黄色灯光+红色灯光--表示开放引导信号，准许列车以不大于规定的速度（如25km/h）越过该信号机并随时准备停车。

1.11.4.7 出段信号机采用黄、绿、红三灯位信号机构，红灯显示为定位。显示及意义如下：

1) 绿色灯光--正线的进路准备就绪，准许列车进入正线运行；
2) 黄色灯光--表示进路开通侧向，准许列车按规定的速度越过该信号机；
3) 红色灯光--不准列车越过该信号机；
4) 黄色灯光+红色灯光--表示开放引导信号，准许列车以不大于规定的速度（如25km/h）越过该信号机并随时准备停车。

1.11.4.8 线路尽头设阻挡信号机，尽头阻挡信号机采用黄、绿、红三灯位信号机构，绿灯、黄灯封闭，永远显示红色灯光，不准列车越过信号机。

1.11.5 车辆段信号机

1.11.5.1 车辆段信号机的设置如下：

1) 入段信号机；
2) 自动化区设置列车兼调车信号机；
3) 自动化区与非自动化区设置调车信号机；
4) 在线路尽头设置阻挡信号机；
5) 根据需要设置其它信号机。

1.11.5.2 入段信号机采用黄、绿、红三灯位信号机构，红灯为定位显示。其显示及意义如下：

1) 绿色灯光--准许列车按规定的速度越过该信号机进入段；
2) 黄色灯光--表示开通列车进路，准许列车按规定速度越过该信号机；
3) 红色灯光--不准越过该信号机；
4) 黄色灯光+红色灯光--表示开放引导信号，准许列车以不大于规定的速度越过该信号机并随时准备停车。

1.11.5.3 出库、入库列车兼调车信号机，采用黄、月白、红三灯位的信号机构。其显示及意义如下：

1) 黄色灯光--准许列车按规定的限制速度越过该信号机进行列车作业；
2) 月白色灯光--准许列车按规定的速度越过该信号机进行调车作业；
3) 红色灯光--不准越过该信号机；
4) 黄色灯光+红色灯光—表示开放引导信号，准许列车以不大于规定速度越过该信号机并随时准备停车。

1.11.5.4 调车信号机，采用月白、蓝两灯位的信号机构，蓝灯为定位显示。其显示及意义如下：

1) 月白色灯光--准许列车按规定的速度越过该信号机进行调车作业；
2) 蓝色灯光--不准越过该信号机进行调车作业。

除满足上述信号机设置原则外，反方向运行时信号机设计还需满足以下原则：

1) 在 OC 控区分界点宜设置反方向信号机。该信号机内方第一轨道区段为道岔区段时，其类型为道岔防护信号机；该信号机内方第一轨道区段为无岔区段时，其类型为区间分界点信号机。

2) 列车反方向运行时，待反向列车出清正方向自动信号机防护的区段后，该自动信号机在检查基本联锁条件满足后自动开放，且不应影响该自动信号机外方列车的反方向运行。

1.11.5.5 本用户需求书的附图-信号平面布置示意图为信号机设备布置的基本要求，信号机设备的设置地点不得少于附图中设置位置。

2 基本技术要求及系统性能要求

2.1 基本技术要求

2.1.1 本工程信号系统由正线列车自动控制（ATC）系统和车辆段信号设备组成，其中车辆段自动控制区域采用与正线一致的 ATC 系统。

2.1.2 本工程信号系统须采用完整的基于无线通信的移动闭塞列车自动控制系统 ATC，包括列车自动监控子系统 ATS、列车自动防护子系统 ATP、列车自动运行子系统 ATO、目标控制子系统 OC、数据通信子系统 DCS、智能运维监测子系统、培训子系统。具有以下主要特点：

1) 技术先进，即信号系统设备应采用先进的技术、工艺、部件等以保证更好地实现系统的功能，达到系统的各项指标要求，并更有利于操作、自诊断、维护及功能扩展；
2) 符合国内外城市轨道交通信号技术的发展方向；
3) 具有良好的工程应用业绩；
4) 安全、稳定、可靠；
5) 具有较高的性能价格比；
6) 符合国产化政策的规定，满足国产化率要求。
7) 系统单点故障时不得影响 FAM 模式下列车正常运营。

2.1.3 信号系统中凡涉及行车安全的子系统或设备必须满足故障-安全的原则，系统中主要行车设备或子系统的计算机系统必须采用多重冗余技术，热备切换时间须不影响设备工作的连续性，应做到无扰切换。

2.1.4 设备升级、改造（如延伸线工程接入）、试验、软件测试时应能利用单系脱机能力在不影响 CBTC 系统正常使用的情况下交替实施。系统故障时应能利用单系脱机能力实现设备状态修，为压缩故障延时创造条件。系统应具有系统自检、故障预警等预防维修辅助功能。

2.1.5 信号系统须具有可靠的主用控制模式，在 CBTC 级控制方式下，进路须具备多列车追踪功能，ATP 须对站台屏蔽门、紧急关闭按钮、人员防护开关状态进行实时防护。在车站须具备车门与站台屏蔽门联动的功能。

2.1.6 信号系统须具有降级使用的灵活控制模式，须具备联锁级下的降级运行模式。

2.1.7 信号系统应能在最高运行速度 80km/h、A 型列车条件下可靠工作和实现信号控制。

2.1.8 所用信号设备均具有状态监测及故障诊断报警功能，包括但不限于：

2.1.8.1 应能对全线的控制中心设备、车站设备、车辆段设备、轨旁设备、车载设备进行实时监督和故障报警，设备故障检测应诊断到板级；

2.1.8.2 所有的状态监测及故障报警信息能向信号维修诊断工作站报告，维修设备应对测信息及故障报警信息有足够的记录时间及容量。

2.1.9 信号系统设备具有高灵活性以及便于将来的扩展，系统设备的设计、制造均应符合和遵循相应的国际标准和国内标准。

2.1.10 系统的软件设计、信源编码、数据传输以及与其他系统的接口、数据链路控制规程均须符合和遵循相应的国际标准和国内标准。

2.1.11 车载 ATP/ATO 及 ATS 子系统设备在保证系统安全性和可靠性要求的前提下，宜具备在本工程线路上软件远程集中下载和升级功能；地面 ATP/ATO 及 OC 子系统设备在保证系统安全性和可靠性要求的前提下，宜具备在本工程线路上软件远程集中下载和升级功能；软件下载内容应包含软件和数据，软件下载应具备网络化、自动化等特点。

2.1.12 所有安全系统的设计、开发、制造、调试和维护的全寿命周期安全保证体系应满足国际和中国相关标准，且投标人必须对提供的用于运营的系统出示独立第三方权威安全评估机构（且独立于本项目）出具的安全认证书。

2.1.13 投标人须实现本工程信号系统与线网指挥中心（NCC）的接口。

2.1.14 信号智能运维监测子系统还应按照统一标准提供与线网智能运维平台的接口，投标人应提供实现接口所需的与本工程相关的工作站及其他接口设备。所需费用含在投标报价中。

2.1.15 根据目前工程进展情况和全自动运行系统的整体要求。信号系统需全功能开通全自动驾驶模式。投标人应承诺根据招标人的工期安排进行设备的生产、保管，投标人应充分考虑到设备供货、质量保证期等方面的安排和风险，投标人应保证全线系统的一致性。本工程存在分步开通的可能，投标人提供的信号系统应能满足从传统列车自动控制系统平滑过渡到全自动运行系统的要求。

2.1.16 信号系统应适配一体化列车运行控制系统，满足信号系统与车辆接口的技术要求。

2.1.17 信号系统应具备存储和记录信号系统整个生命周期内的设备运营及使用状态相关数据信息的能力。

2.1.18 存车线存放故障列车时，不得影响邻线列车的正常运行。

2.1.19 在正线线路上所有的道岔应能进行折返，并可以进行 ATP 监督下的人工驾驶方式的折返，所有具备折返条件的折返进路，应能自动排列进路，并能以 FAM 模式自动折返。所有正向交路折返点均具备时刻表控制功能，并按照时刻表自动排列折返进路。具体实现的功能在设计联络阶段确定。

2.1.20 投标人提供的系统应有完善的雷电防护措施；涉及到人身及设备安全的信号系统应接地；正线车站信号设备室的信号设备，接地均接入室内综合接地系统，投标人提供的信号系统应能在接地系统电阻值 1Ω时正常工作。投标人应对本册技术部分提供的接地条件下，详细说明信号系统的防雷及接地方案措施。

2.1.21 具有对所用信号设备状态监测及故障诊断报警功能。应能对全线的 OCC 设备、车站设备、轨旁设备、车载设备以及车-地通信设备进行实时监督和故障报警，设备故障检测应诊断到板级并予以报警；所有的状态监测及故障报警信息能向智能运维监测子系统报告，维修设备应对监测信息及故障报警信息有足够的记录时间及容量。

2.1.22 所有设备人机界面（地面设备、车载设备）的显示均需采用中文，方便相关人员操作。

2.1.23 系统对所有的列车运行相关参数及行车人员的操作等进行记录并提供回放功能。

2.1.24 信号系统须满足环控防灾的要求（如区间、车站火灾情况下，信号系统可对指定列车远程下达停车等相关措施，具体设计联络阶段确定）。

2.1.25 冗余设备应具备在不影响系统正常工作的情况下更换故障板卡的功能。

2.1.26 系统应对软件时序图、值班员操作记录进行监测和记录。

2.1.27 对接触网分段、计轴、无线区域切换模糊分界点等需限制停车区域，信号系统应给与运行提示和防范，常态下给予避免。自动发车时刻的确定，在高密度运营时，上下行列车应错时启动，避免峰值电流的叠加。

2.1.28 投标人提供的信号机的安装位置应满足显示距离的规范要求。如不能达到要求，需提供相关措施达到运营需求，无论采用何种方案，均需得到招标人的认可。

2.1.29 投标人提供的服务器、工作站、终端机、彩色液晶显示器、网络交换机、路由器、无线接入设备等通信传输设备，交货时应采用同期先进的工业级主流名牌产品。

2.2 系统性能要求

2.2.1 运营指标要求

2.2.1.1 行车间隔

1) 投标人提供的基于通信的移动闭塞 ATC 系统能力：6 辆编组条件下，正线列车最小运行间隔、交路折返站（马骤圩站、珠江南站、浦州路站）最小折返运行间隔、列车最小出入车辆段运行间隔满足 2 分钟的运营要求。在本文件规定的站停时间的前提下，正线设计追踪间隔不大于 90 秒，交路折返站（马骤圩站、珠江南站、浦州路站）设计折返追踪间隔不大于 108 秒；列车出入车辆段设计追踪间隔不大于 108 秒。

2) 投标人提供的 CBTC 降级系统（含联锁级、CBTC 列车与非 CBTC 列车混合运行）运行能力：6 辆编组条件下，正线列车最小运行间隔、交路折返站（马骤圩站、珠江南站、浦州路站）最小折返运行间隔、列车最小出入车辆段运行间隔时间满足 4.5 分钟运营的要求，设计间隔时间为 230 秒。

2.2.1.2 旅行速度

初期速度不低于 35km/h。近、远期旅行速度为 37km/h。

2.2.1.3 安全防护距离

折返线及临时停车线的 ATP 安全防护距离的长度应小于或等于 40 米（不含车挡）。

2.2.1.4 列车在站台停车精度的指标要求

在正线站台、存车线、车辆段停车线、自动化区域与非自动化区域转换轨、洗车库前、后须具备精确停车功能（含 FAM、CAM、AM、CM 模式）及自动对位调整功能。

在保证列车舒适度的要求，即列车纵向冲击率：≤0.75m/s^3 的前提下，列车在车站站台的停车精度为±0.3 米时，应保证列车停在该停车精度范围内的概率为 99.99%。停车精度为±0.5 米时，应保证列车停车在该停车精度范围内的概率为 99.9998%。

2.2.1.5 无人自动折返的正确率

列车到达折返站能可靠实现无人自动折返的正确率不低于 99.99%。

2.2.1.6 列车非期望紧急制动发生率

列车因信号系统的原因产生的非期望（不正常）紧急制动发生率须小于 0.8 次/万列车公里。（投标人应详细列出可能引发紧急制动的情况）

2.2.2 系统响应性能指标要求

2.2.2.1 信息采集的表示周期，即设备状态变化至 ATS 控制中心的显示时间应小于或等于 1 秒。

2.2.2.2 控制命令的反应时间，即命令发出至被控系统开始执行的时间应小于或等于 1 秒。

2.2.2.3 监视器画面调用的响应时间小于或等于 1 秒，键盘响应时间应小于或等于 0.5 秒。

2.2.2.4 列车占用与空闲检测的应变响应时间应小于或等于 1 秒。

2.2.2.5 车载信号设备自接收地面信息至完成处理的时间应小于或等于 0.75 秒。

2.2.2.6 当车载信号设备识别到系统故障时，应立即发出紧急制动命令，且延时应小于或等于 0.75 秒。

2.2.2.7 车地通信的报文周期应小于或等于 1 秒，允许车地通信中断的时间小于或等于 5 秒。

2.2.3 可靠性、可用性、可维护性、安全性指标要求

2.2.3.1 安全性：

1) 投标人所提供系统的安全完整性水平须满足《通用技术要求》中的相关要求。

2) 投标人须在投标时提供由国际权威认证机构出具或国家权威部门出具等级相当的产品安全认证证书。

3) 整个信号系统安全设备导向危险侧的概率指标：10-9/h≤概率指标<10-8/h（h 为行车小时）。

2.2.3.2 可靠性：

1) ATS 设备的平均故障间隔时间：MTBF≥2.5×10^5h；

2) 计算机外围设备的平均故障间隔时间：MTBF≥5×104h；

3) 电源设备的平均故障间隔时间：MTBF≥105h；

4) 车载 ATP、ATO 设备平均故障间隔时间：MTBF≥105h；

5) ATP 地面设备平均故障间隔时间：MTBF≥105h；

6) OC 设备的平均故障间隔时间：MTBF≥105h；

7) 传输子系统平均故障间隔时间：MTBF≥105h；

8) 计轴设备的可靠性要求：正确的计轴数平均≥1×109 轴；无故障工作时间≥1.75×105h；

9) 全自动运行系统休眠唤醒成功率应不低于 99.5%。

2.2.3.3 可用性：系统的可用性应不小于 99.999%。

2.2.3.4 可维护性：

1) 车载设备的平均故障修复时间：MTTR≤30 分钟；

2) 控制中心设备的平均故障修复时间：MTTR≤45 分钟；

3) 车站设备的平均故障修复时间：MTTR≤45 分钟；

4) 轨旁设备的平均故障修复时间：MTTR≤45 分钟(建议不包含要点时间的情况下达到≤45 分钟)；

5) 车地通信设备的平均故障修复时间：MTTR<30 分钟。

2.2.4 其他指标要求

2.2.4.1 非通信列车在站台或停车股道计时停稳的判断条件为：按列车尾部出清停车股道接近区段后延时 15 秒（暂定）或列车占用停车股道延时 30 秒（暂定）计时作为列车停稳判断依据，具体设计联络阶段确定。

2.2.4.2 信号系统应与车辆配合，保证列车最高 ATO 推荐速度值与最高不允许突破速度值（任何情况下不允许超过的限速值）之差不大于 10km/h。

2.2.4.3 车载设备的测速分辨率≤1km/h；测速误差±3km/h；在车站范围内定点停车的位置最大测量误差≤0.5m；在区间运行时列车位置最大测量误差≤10m；在折返停车时列车位置最大测量误差≤1m。

3 系统构成要求

3.1 系统总体构成要求

3.1.1 本工程信号系统设备按地域划分为控制中心设备、车站及轨旁设备、车载设备、车辆段设备、试车线设备、培训中心设备和维修中心设备。

3.1.2 投标人提供的信号系统应由列车自动控制（ATC）系统（含正线、车辆段、试车线）组成。信号系统包括ATS、ATP、ATO、OC、DCS、智能运维监测子系统、培训系统等。所有运营列车均配备信号车载ATP/ATO设备、车地通信设备。

3.1.3 所有正线、折返线、渡线、停车线、出入段、车辆段自动化区及试车线均应装设车-地通信轨旁设备（其中车地LTE无线传输设备由通信供货商提供），实现无线网络覆盖、满足车地双向连续通信的要求。试车线上的车地连续通信设备不能影响正线、车辆段的车地连续通信要求。

3.1.4 本工程采用LTE技术作为信号系统车地无线传输的解决方案。LTE车地无线传输系统设备由通信供货商提供，投标人应对与LTE车地无线传输系统的接口方案进行描述。投标人承诺所提出的信号系统DCS方案为完整、有效的系统解决方案，并对整体DCS系统方案负全责。

3.1.5 涉及行车安全的设备及电路须符合故障－安全的原则，安全系统须经安全检测、认证并批准后方可采用。涉及行车监控的关键设备（如进路控制和列车运行控制计算机及接口等）应采用冗余措施，冗余设备切换应实现无扰切换。

3.1.6 网关计算机等影响全线运行的设备，应热备冗余，并设置人工强制切换模块，实现人工进行主备用设备切换。

3.1.7 车载信号设备的外挂设备（如：应答器天线、速度传感器、雷达（若有）等）应实现测速、定位信息冗余功能。

3.1.8 计轴、应答器、信号机等设备单一故障时，不应影响 CBTC 级别的 ATP/ATO 功能。

3.1.9 在正常运营过程中，任何情况下车载设备不能死机或保护锁闭而导致车载ATP/ATO重启，车载设备重启方案和操作程序须满足在任何情况下车载设备重启时间不超过 3 分钟（包括自检时间），并不得依赖于其它系统（如不得要求车辆通过落、升动作完成车载设备重启），重启方式包括远程和现地重启。

3.1.10 系统容量

3.1.10.1 投标人所提供的信号系统（包括各子系统）监控和管理的列车数量应按最小追踪能力所需列车数量设计，并应留有不小于30%的余量；系统监控容量除应满足本工程范围内的正线线路、车站、车辆段的建设规模外，还须在满足本工程最小运行间隔能力要求的基础上，设备的硬件容量配置（如采集控制容量、插槽等）须留有不小于30%余量、软件容量配置（如系统处理能力等）须留有不小于30%余量。

3.1.10.2 ATS子系统应具备对关键运营数据和设备运行数据保留1年的在线存储能力。其他子系统（不含车载设备）应具备对设备运行日志数据保留不少于30天的在线存储能力。

3.1.11 系统硬件和软件应按标准化功能模块进行设计，网络通信应采用国际通用的通信协议，并具有网络安全防护功能，系统网络应具有可扩展性，以便于在线路及站场发生变化时能对系统进行修改和设备功能的扩展。

3.1.12 信号系统应采用国际通用标准的计算机技术、网络技术、数据传输技术。各子系统间通信的传输频带、传输速度、调制解调方式及误码率等指标均应符合国际和中国相关标准。

3.1.13 信号系统须满足在本工程限定的线路、车站配线、轨道、限界、牵引方式、停站时间及车站建筑等现场条件下实现所有运营能力指标的要求。在全线任何的正线车站、折返线、安全线和停车线、线路终端、出入段线、车辆段的全自动控制区域，信号系统对列车运行安全防护、列车停车位置的控制应满足土建规模对列车保护区段/安全防护距离长度的限制要求，同时确保实现运营能力指标、满足运营行车组织的要求。

3.1.14 全线信号系统网络应单独组网，构成连通控制中心、正线车站、车辆段及维修中心的光纤网络，为OC、ATP/ATO、ATS、智能运维监测提供安全、可靠、冗余的传输通道。ATP和OC子系统等涉及行车安全的数据通道应完全独立配置，不应与其他专业或系统共用。

3.1.15 信号系统所有工作站须设计足够的软硬件能力，保证在操作过程中流畅、无停顿。

3.1.16 信号系统应能与其它系统如车辆、站台屏蔽门、乘客信息、通信（传输、时钟、无线、广播）系统、综合监控、云平台、NCC、车辆远程告警监控系统、

洗车机、智能运维监测等系统以及与其它线路联络线信号系统之间安全、可靠和正确接口。

3.1.17 投标人应确保ATS、ATP、ATO 和 OC 各子系统之间的接口、与招标人提供的信号设备之间的接口及信号系统与其它系统接口的安全、正确、可靠，并应确保全线信号系统的整体性能、完整性、安全性和可靠性。

3.1.18 设备集中站的设置及其控制区域的划分应根据全线车站的配线情况、区域范围内线路长度、系统设备控制能力、系统性能指标、各站建筑信号设备室的实际面积、故障影响范围及维护维修管理设置等因素合理确定。

3.1.19 正线车站目标控制器OC控制区域应根据OC设备的控制距离确定，控制范围不应超过 6 公里，且控制正线车站数量不应超过 4 座。

3.1.20 车辆段内的全自动控制区域纳入ATC系统的控制范围，车辆段的全自动控制区域纳入ATS子系统的监控范围、非全自动控制区域仅具备ATS监视功能。

3.1.21 （*)本工程正线设置有目标控制器OC主机设备的设备集中站数量须不少于7个。

3.1.22 （*）车辆段的OC主机须单独配置 1 套（冗余配置）。

3.1.23 ATS 子系统的中央级计算机及网络设备设置于控制中心。

3.1.24 设备集中站车站控制室的联锁控制工作站与ATS子系统的车站监控工作站宜一体化设置，称为现地控制工作站，冗余设置（含显示器)；其他有操控权的车站配置ATS车站监控工作站，冗余设置（含显示器)；无操控权的的车站控制室配置ATS车站监视工作站，可单套配置。

3.1.25 正线各站车站控制室均设置综合后备盘（IBP盘)，IBP盘上应按车站站场布置来设置站台紧急关闭/紧急关闭复原按钮、人员防护开关及其旁路开关、扣车/取消扣车、站台开/关门按钮、发车确认按钮、计轴复位按钮及相应的表示灯及报警电铃等。

3.1.26 在所有有岔站的车站控制室IBP盘或车站现地控制工作站/ATS监控工作站界面上应有道岔转辙机电流监测显示（电流表应设置合理的量程，应满足转辙机在正常工作范围内最大电流值的显示要求)。

3.1.27 正线、车辆段、培训中心应配置信号智能运维检测设备，对系统配套的基础设备运行状态进行监测，这些基础设备包括但不限于：转辙机、信号机、轨道区段、电源设备、室外电缆、外电网、关键继电器、各种接口板卡端口、

与站台屏蔽门接口、与间隙探测系统接口等。正线、车辆段、培训中心应配置道岔缺口监测设备。

3.1.28 正线与车辆段间设置转换轨，转换轨的设置应根据站场线路平纵断面的布置、运营要求、信号设备的情况合理设置，转换轨的设置长度须满足本工程土建规模的限制要求。车辆段的出入段线（含转换轨）纳入正线控制范围，并按列车双方向运行设计。

3.1.29 车辆段自动化区与非自动化区间设置转换轨，转换轨的设置长度须满足本工程土建规模的限制要求。

3.1.30 试车线须配置与正线相同的信号设备。所有信号设备均须独立设置，不允许与正线或车辆段合用。

3.1.31 正线和试车线 9 号道岔采用三相交流电动转辙机、双机牵引。车辆段 7 号道岔采用三相交流电动转辙机、单机牵引。正线上的每一组道岔转辙机的控制电路均应采用单独控制方式，并应符合转辙机控制的技术条件要求。每一台转辙机均应有独立的定、反位表示。

3.1.32 投标人须对所供系统的室内外设备的电源引入采用熔断设备进行电气保护，应对所有设备、线缆具有分级防护功能，下级熔断保护不得影响上级的熔断保护，系统应具有熔断器的故障报警功能。

3.1.33 信号设备应按照有关规范设计防雷装置。

3.1.34 （*）信号系统的设备配置应充分体现信号设备的技术发展方向，并充分考虑南京市轨道交通网络的建设和运营，实现行车指挥及列车运行的自动化、运营管理的科学化，地铁服务的现代化、人性化及以人为本。所采用的设备、器材必须满足本工程环境要求和工程现场安装条件，设备结构紧凑，便于安装、调试和维护，车载设备的安装和布置不得超出车辆限界，轨旁设备的布置不得超过设备限界，设备（含支架）与设备限界应保持不小于 50mm的安全间隙。

3.1.35 信号系统应配置网络安全等级保护设备，含控制中心、设备集中站、车辆段、维修中心等处设置网络安全等级保护设备，包括但不限于：网络边界隔离设备、网络安全防护设备、主机安全防护设备、应用安全防护设备、运维审计与管理设备等。

3.1.36 信号车载设备应适用于车辆提供的环境条件及电源条件。

3.1.37 单一板卡、网络设备、车载测速及定位设备等单点故障应不导致列车降级运行。

3.1.38 信号系统设备的配置在满足运营要求的前提下应易于设备的安装、调试和维护。

3.1.39 系统应具有较完善的自检和自诊断功能，应能对全线的中央设备、车站设备、车载设备以及通信设备进行实时监督和故障报警，并应能准确报警到板级。系统能够经传输通道实施远程故障集中报警和维护管理，在现场应能够使用便携计算机实施故障诊断，对设备故障诊断应定位到板级。

3.1.40 应设置DCS网管工作站，对信号系统网络进行集中监测、管理。

3.1.41 信号系统采用的国产设备应确保ATS、ATP、ATO和OC各子系统之间的接口及信号系统与其它系统接口的安全、正确、可靠。并应确保ATC系统的整体性能和完整性。

3.1.42 信号系统应具有完善的监测远程诊断功能。

3.1.43 在信号系统设备配置方面，在保证安全的前提下，尽量提高国产化率。

3.1.44 要求对所有设备、线缆具有短路防护功能，系统应具有断路器的故障报警功能。

3.1.45 投标人应对所使用器材的标准、强度特性、疲劳特性、抗腐蚀性、可维护性、更换、备品、备件等进行详细说明。

3.1.46 信号系统设备中的易损件，例如保险丝、保险管、熔断器等，应符合中国标准，以便及时进行维护和更换。

3.1.47 车载信号设备应配置冗余的休眠唤醒单元。

3.1.48 除车辆段用于现地控制工作站的显示器采用 32 寸的TFT LCD显示器外，其余本工程采用的显示器均采用 22 寸（暂定）的TFT LCD显示器。显示器分辨率不低于 1600×1200，明亮度不低于 350cd/m2，对比度不低于 500:1，响应时间不超过 12ms。可视角不小于 160 度，其可靠性、稳定性和辐射强度应符合国际标准。

3.2 ATS 子系统构成要求

3.2.1 ATS 子系统由位于控制中心、正线各车站、车辆段的 ATS 设备通过网络及传输设备构建而成。ATS 子系统的数据传输通道应采用冗余的网络结构。

3.2.2 ATS 子系统应采用双通道冗余的工作方式，主通道故障时自动切换至备用通道传输数据信息，主备通道的切换应保证数据传输的连续性，系统应能确保实时、连续的正确显示和控制。

3.2.3 设备集中站、车辆基地现地工作站应热备冗余，当某一工作站发生故障时，可由另一工作站登录后代替。某一车站或车辆基地的 ATS 控制设备发生故障时，不应影响整个 ATS 子系统的工作。

3.2.4 控制中心设备

3.2.4.1 在控制中心设置 ATS 子系统冗余的网络设备。

3.2.4.2 控制中心中央控制室的基本设备配置：

1) 在中央控制室行调台设置 2 台行车调度员工作站，总调台设置 1 台调度长工作站，在车辆调度台和乘客调度台各设置 1 台 ATS 显示工作站，在控制大厅设置一台回放工作站。调度员/长/ATS 显示工作站在硬件和软件上应具有相同的结构，调度员/长控制功能互为备用，且控制功能可根据需要进行灵活配置，每个工作站上均设 2 台高分辨率不小于 22 英寸液晶显示屏（调度大厅席位显示屏由综合监控专业统一提供），显示行车细景信息及列车计划和实际运行图；
2) 21 块 70 英寸 DLP 数字显示大屏、大屏控制器、大屏接口计算机；
3) 1 台车辆调度工作站和 1 台乘客调度工作站，每个工作站上均设 2 台高分辨率不小于 22 英寸液晶显示屏，用于实现车辆和乘客的相关监视、控制及调度功能；
4) 配置 1 套与线网指挥中心（NCC）接口的设备；
5) 网络交换机、路由器等网络传输设备（双网冗余）。

3.2.4.3 运行图编辑室的设备配置：

1) 1 台时刻表/运行图编辑工作站，配置 1 台高分辨率不小于 22 英寸液晶显示屏；
2) 冗余的网络传输设备等；
3) 1 台 A3 彩色网络激光打印机，用于运行图打印。

3.2.4.4 打印及绘图室设置：（与控制中心房间匹配）

1) 1 台 A3 彩色网络激光打印机，用于运行图打印；
2) 1 台 A3 纸幅面的激光网络打印机，用于数据报表打印；

3) 1 台 A3 纸幅面的激光网络打印机，用于故障事件及报警打印。

4) 冗余的网络传输设备等。

3.2.4.5 控制中心模拟/演示室设置 1 套 ATS 培训模拟服务器、1 台 ATS 培训/演示工作站、3 台 ATS 学员培训工作站、1 台 A3 网络激光打印机及相关网络设备等。

3.2.4.6 控制中心信号设备室/网管室的设备配置：（结合云平台及系统结构配置）

1) 网络交换机、路由器等网络传输设备（双网冗余）；

2) 1 台 ATS 维护工作站；

3) 1 台 A3 激光网络打印机；

4) 电源设备（含智能电源屏）；

5) 防雷设备等。

3.2.4.7 控制中心信号 ATS 工区设备配置：

1) 1 台 ATS 维护工作站（配置一台液晶显示器）；

2) 1 台智能运维监测工作站；

3) 1 台 A3 激光网络打印机；

4) 冗余的网络传输设备等。

3.2.5 车站和车辆段 ATS 子系统设备

3.2.5.1 正线车站、车辆段均设冗余配置的 ATS 车站级局域网。

3.2.5.2 设备集中站应设冗余配置的 ATS 车站服务器、冗余配置的传输设备、冗余配置的车站现地控制工作站（每台工作站配置两台高分辨率不小于 22 英寸液晶显示器）；非设备集中站应设置冗余配置的 ATS 车站网络设备（冗余配置的路由器及传输设备），其中有岔非设备集中站配置冗余的车站 ATS 监控工作站（每台工作站均配置 2 台高分辨率不小于 22 英寸液晶显示器），无岔非设备集中站配置单套的车站 ATS 监视工作站（配置 1 台高分辨率不小于 22 英寸液晶显示器）。

3.2.5.3 在轮乘室（暂定马骡圩站、浦洲路站、珠江南站）设置 1 台 ATS 监视工作站，配置 1 台高分辨率不小于 22 英寸液晶显示器，用于显示列车位置、车次号及运行图等信息。

3.2.5.4 车站控制室 IBP 盘应与车站 ATS 工作站上显示的列车运行方向一致，车站 ATS 工作站显示画面的布置应符合线路的实际位置及方向。

3.2.5.5 在各站站台的正方向运行出站侧的站台端部相应位置设置正向发车计时器，指示列车的发车时刻。

3.2.5.6 发车计时器采用发光二极管LED全屏显示，显示色彩为单色，亮度≥100cd/m^2，发车计时器采用AC220V±10%的电源，LED的使用寿命为 10 万小时。

3.2.5.7 发车计时器的外形尺寸应考虑土建最不利条件下的安装要求，整体结构应防尘、防潮、散热。为便于维修，显示器的前面板或后面板应具有向上开启的结构，LED的显示单元块应便于插拔更换。

3.2.5.8 在车辆段信号楼信号设备室内设置车辆段 ATS 场段级服务器、路由器及传输设备。

3.2.5.9 在车辆段 DCC 内设置 2 台车辆段调度员工作站、1 台 ATS 监视工作站及打印机，配置 2 台液晶显示器和 1 台 A3 激光网络打印机。在车辆段停车列检库派班室内设置 1 台派班室 ATS 工作站，配置 1 台液晶显示器。在车辆段车辆检修室内设置 1 台 ATS 工作站，配置 1 台液晶显示器，用于车辆检修人员将当日电客列车运行、检修用车情况录入信号系统，以便车场调度员可从系统中接收到用车情况信息。

3.2.5.10 配置两台显示器的工作站应具有分屏与合屏的操作/表示功能，两台显示器应能实现互为备用。

3.2.5.11 正线设备集中站、控制中心、车辆段设置 ATS 维护工作站及打印机（宜与智能运维监测系统工作站合设），显示器应采用 22 英寸液晶显示器，采用 A3 激光打印机。

3.2.5.12 某一车站或车辆段的 ATS 控制设备发生故障，不应影响整个 ATS 子系统的工作。

3.2.6 控制中心设备冗余配置的基本要求：

1) 采用双网热备冗余结构网络；
2) 控制中心服务器采用双机热备冗余结构；
3) 机柜内直流电源采用双套冗余，自动切换；
4) 各调度员/长工作站互为备用；
5) 调度员/长工作站的双显示器输出控制相对独立，一个显示器故障，可由另一台显示器完成全部的显示及控制功能；
6) 与其他专业接口的通信前置机采用双套冗余；
7) 热备冗余应实现自动和人工无扰切换，主备切换应确保连续的显示及控制功能。

3.2.7 ATS 子系统所采用的软件平台均为设备交货时流行的计算机网络控制操作系统。

3.2.8 ATS 子系统的数据传输协议应符合 ISO 规定的网络通信协议和 IEEE、ITU 规定的数据传输标准。

3.2.9 所有操作工作站和时刻表编辑器的操作界面都提供中文界面。

3.2.10 ATS 子系统设备应具备运行状态监测及故障报警功能，故障诊断能定位到现场可更换单元，宜具备上电自检功能，提高系统可维护性。

3.2.11 ATS 子系统所采用的服务器和工作站应为高性能的服务器和工作站。服务器、工作站、机柜内的计算机等应为设备交货时的主流配置和高端名牌产品，并应达到工业级标准。

3.2.12 控制中心与车辆基地应设置车辆调度工作站，工作站可独立设置或与行调工作站合设。

3.2.13 投标人也可根据各自系统的特点提供合理的 ATS 子系统设备的配置方案，最终以招标人认可接受为准。

3.3 ATP 子系统构成要求

3.3.1 ATP 子系统设备由车站、车辆段、轨旁设备和车载设备组成。

3.3.2 ATP 子系统应采用双通道的工作方式，主通道故障时自动切换至备用通道传输数据信息，主备通道切换时不应影响列车正常运行和司机正常驾驶。

3.3.3 ATP 子系统是保证列车运行安全的设备，提供列车运行间隔控制及超速防护，必须满足故障-安全原则。为确保系统的高可靠性和高安全性，应采用高可靠性、高安全性硬件结构和软件设计，以及采取必须的硬件、软件冗余措施，且 ATP 子系统与相邻有关系统间的通信通道应具有热备冗余配置。主备设备转换时间不应影响列车正常运行和司机正常驾驶。

3.3.4 ATP 子系统设备与 OC 设备必须具有安全可靠的接口，应配置在有 OC 主机（联锁逻辑运算计算机）的设备集中站，并须满足三取二或二乘二取二的冗余配置。

3.3.5 系统采用连续速度曲线控制模式，应确保系统在现有的工程现场条件、编组条件下满足系统能力、旅行速度等的运营要求，并满足与联锁系统及其它系统接口的要求。

3.3.6 在车辆段咽喉区、洗车库、停车列检库内等地点设置应答器设备。

3.3.7 试车线须设置一套完整的与车载 ATP 设备试验有关的地面设备，完成车载 ATP 设备动态试验。

3.3.8 CBTC 信号系统应配置轨道区段占用检测设备，并应具有完善的降级运行模式。

3.3.9 正线列车位置检测设备和车地间信息传输设备可采用以下设备或以下设备的组合：

1) 计轴设备；
2) 应答器；
3) 漏缆（由通信供货商提供）；
4) 无线接收设备及天线。

3.3.10 应答器（欧标）的布置原则应满足但不限于以下要求：

1) 车站站台和存车线、车辆段设置无源应答器，用于精确停车，对于需要双方向运营的站台应具有双向精确停车功能；
2) 正线（含出入段线、转换轨及联络线）区间、正线停车线设置无源应答器，用于列车定位；
3) 车辆段停车列检线、双周三月检线、牵出线、洗车线、咽喉区、试车线等设置无源应答器，用于列车定位；
4) 转换轨、联络线入口处、正线停车线入正线处、场段停车列检库内设置无源应答器，

用于列车初始化；

5) 为实现定位信息头尾冗余，布置相应应答器；

6) 正线和车辆段的适当地点（正线停车线、终端折返线、停车列检库线、自动化与非自动化转换区等）设置用于休眠唤醒的应答器设备；

7) 减小列车在接近预先定义的区域或指定点时位置的不确定性而设置的无源应答器，如道岔前一定距离内（如 50 米）设置无源应答器（如果有）；

8) 应答器内部不应设置电池。

3.3.11 系统应保证在不连续丢失 2 个位置校准设备的情况下，列车正常运行不会受到影响。

3.3.12 应答器内部不应设置电池。

3.3.13 轨旁设备的设置应有利于设备的安装、调试、运营和方便维护，须满足隧道限界、天气、振动、维护等方面的要求，适应地铁的环境条件，应能防水、防尘。

3.3.14 在正线车站每侧站台需设置 2 个站台门控箱，分别设置于有效站台长度的 1/4、3/4 处。每个门控箱内分别设置 1 个站台开门按钮、1 个站台关门按钮及 1 个发车确认按钮（交路折返站），各按钮均应设有指示灯。在车站控制室 IBP 盘上对应每侧站台设置 1 个站台开门按钮、1 个站台关门按钮及 1 个发车确认按钮（交路折返站），并提供相应指示灯。（具体在设计联络阶段确定）。

3.3.15 正线在车站站台屏蔽门端门外或 IBP 盘上设置人员防护开关、旁路开关及相应表示灯（暂定），在现地控制工作站、ATS 工作站上具有 SPKS 相应表示。当工作人员进入无人区工作前，采取在车控室登记，由车控室控制人员将 SPKS 按钮扳到防护挡，激活人员防护开关，发放门禁卡准予工作人员进入全自动运行区域，作业结束后，进行消计还卡的管理模式（暂定）。SPKS 的激活状态需传给门禁系统，具体内容在设计联络阶段确定。正线 SPKS 防护范围原则如下：

1) 出站SPKS防护本站出站信号机处计轴至下一站进站处计轴之间的区段；

2) 端站出站（向线路终端方向）SPKS防护本站出站信号机处计轴至线路终端之间的区段；

3) 进站SPKS防护上一站出站信号机处计轴至本站出站信号机处计轴之间的区段；

4) 端站进站（自线路终端向站台方向）SPKS 防护线路终端至本站出站信号机处轴之间的区段；

5) 停车线、折返线、出入段/场线根据区间隧道结构相应划分至上行或下行的SPKS防护范围；

6) 正线与车辆段/停车场间的SPKS防护分界为出段/场信号机处计轴。

3.3.16 在车辆段/停车场停车列检库 DCC 或全自动控制区域的各防护分区入口处设置人员防护开关（SPKS），原则上停车列检库库内区域每一~三条停车列检线设置 1 个 SPKS 防护分区，洗车库区域设置 1 个 SPKS 防护分区，具体结合车辆段/停车场工艺设计情况确定；车辆段/停车场咽喉区自动控制区域设置 1 个 SPKS 防护分区。每个防护分区设置至少 1 个 SPKS 开关。SPKS 应具有状态指示功能，具体实现方式待设计联会阶段确定。SPKS 的具体设置位置可根据运营需求进行调整。DCC 室内的现地控制工作站、ATS 工作站上具有相关表示。当工作人员进入无人区工作前，采取在 DCC 室登记，由车控室控制人员将 SPKS 按钮搬到防护挡，激活人员防护开关，发放门禁卡准予工作人员进入全自动运行区域，作业结束后，进行消计还卡的管理模式（暂定）。SPKS 的激活状态需传给门禁系统，具体内容在设计联络阶段确定。车辆基地咽喉区设为一个防护分区。车辆段 SPKS 防护范围原则如下：

1) 停车列检库各 SPKS 防护范围为对应各停车列检线，与车辆段咽喉区的防护分界为出库信号机处计轴。
2) 洗车库 SPKS 防护范围为洗车库前出库信号机处计轴至库线末端车挡之间的所有区段，与车辆段咽喉区的防护分界为洗车库前端出库信号机处计轴。
3) 车辆段咽喉区 SPKS 防护范围为咽喉区自动控制区域的所有区段，与正线的防护分界为出段/场信号机处计轴。

3.3.17 现场就地设置实体 SPKS 开关时，应一并设置 SPKS 状态指示灯。

3.3.18 车辆段停车列检库内设置车载信号设备的日检配套设备，投标人应根据自身系统的特点和运营经验，对车载设备日检工作的内容及工作过程进行详细描述。

3.3.19 运营列车均应装设车载 ATP 设备。车载 ATP 设备配置要求：每列车头尾两端各设一套车载 ATP 设备，两端车载设备应自成系统，设置在一端的车载系统控制不依赖于另一端的终端设备。如果车载设备两端各设置一套三取二或二乘二取二结构的车载 ATP 设备，则车头、车尾可不考虑冗余，否则头尾两端车载设备须满足完全冗余的要求。冗余设备应实现自动无扰切换，切换时间应不影响列车安全、正常运行和司机正常驾驶。

3.3.20 车载信号设备与车辆牵引、制动的接口应采用冗余控制方式（如以太网、MVB 和 PWM 方式）。

3.3.21 在司机控制台上设置车载信号设备的人机界面的显示器和司机操作的按钮和指示灯。

3.3.22 在司机控制台上设置车载信号设备的人机界面的显示器和司机操作的按钮和指示灯。

3.3.23 车载设备的人机界面的显示器采用至少 10.2 英寸的 TFT LCD 高分辨率的彩色显示屏，显示器的配置位置、倾角、显示面板的大小应方便司机监视。

3.3.24 车载设备的按钮及表示灯主要包括：

1) 驾驶模式转换开关或按钮；
2) 自动折返按钮及表示灯；
3) ATO 列车启动按钮及按钮灯等；
4) 车载设备工作正常表示灯；
5) 开/关门模式转换开关等。

3.3.25 投标人应根据各自系统的特点提供合理的 ATP 子系统设备的配置方案，最终以招标人认可接受为准。

3.3.26 ATP 子系统应具有完备的冗余机制，提高系统可用性，单一板卡、网络设备、车载测速及定位设备等单点故障应不导致列车降级运行。

3.3.27 车载 ATP 子系统具备在任意点折返的功能，且具备对任意点折返的列车提供安全防护功能，保证折返列车行车安全。

3.4 ATO 子系统构成要求

3.4.1 ATO 子系统设备由车站、车辆段、轨旁设备和车载设备组成。

3.4.2 ATO 子系统实现列车自动驾驶的功能，应采用高可靠性的硬件结构和软件设计，宜采取冗余措施，且与相邻有关系统间的通信通道也应采用冗余措施。

3.4.3 ATO 子系统的配置数量和地点宜与 ATP 子系统的配置相一致。

3.4.4 运营列车均应装设车载 ATO 设备。每列车头尾两端各设一套车载 ATO 设备。

3.4.5 信号车载 ATO 设备应采用冗余架构，头尾两端测速装置、应答器查询设备应实现测速、定位信息头尾冗余功能。车载信号设备配置休眠唤醒单元及与车辆输入/输出接口，信号车载休眠唤醒单元应采用冗余架构。

3.4.6 试车线须设置一套完整的与车载 ATO 设备试验有关的地面设备，完成车载 ATO 设备动态试验。

3.4.7 为实现列车在车站站台或折返线定点停车，应在车站站台或折返线配置应答器等设备。

3.4.8 ATO 子系统设备应具有完备的冗余机制，提高系统可用性，单一板卡、网络设备、车载测速及定位设备等单点故障应不导致列车降级运行。

3.4.9 投标人应根据各自系统的特点提供合理的 ATO 子系统设备的配置方案，最终以招标人认可接受为准。

3.4.10 车载信号机柜每层级组匣间应设置格挡，同时走线、设备布局需设置合理，预留维护空间，便于设备散热，机柜底部应具有防尘滤网（可替换）设计。设备紧固件应采用质地优良、防磨损滑丝材质，便于现场维护。

3.5 OC 子系统构成要求

3.5.1 在正线设备集中站设置 OC 子系统设备，OC 主机（联锁逻辑运算计算机）的配置须根据本线特点和所提供车站用房面积合理配置，数量须大于或等于设备集中站数量。

3.5.2 OC 子系统是保证列车运行安全，实现轨道区段、道岔、信号机之间正确联锁关系的系统，必须满足故障-安全原则。为确保系统的高可靠性和高安全性，应采用高可靠性、高安全性硬件结构和软件设计，以及采取必要的硬件、软件冗余措施。

3.5.3 OC 子系统应采用二乘二取二安全-冗余结构。OC 子系统与相邻有关系统间的通信通道应热备冗余配置；冗余配置的 OC 设备应能进行手动主备机转换的操作；安全接口应具有故障-安全功能。

3.5.4 OC 子系统应采用具备单系脱机能力的硬件安全冗余结构，设备故障时冗余设备应能够实现无缝切换至备用子系统（或备用设备），切换时不得影响列车正常运营，并安全、可靠地控制列车在线运行至少 24 小时；故障切换/隔离的设备须能重启，重启不得影响和中断系统的正常工作；如果重启成功，系统可自动恢复其冗余结构计算机 OC 子系统与相邻有关系统间的通信通道应热备冗余配置；安全接口应具有故障-安全功能。

3.5.5 OC 子系统应采用二乘二取二安全-冗余结构，由并机运行的两套高可靠的工业控制计算机系统组成，冗余配置的 OC 设备应具备自动/人工主备机转换的操作。OC 子系统与相邻有关系统间的通信通道应热备冗余配置,安全接口应具有故障-安全功能。

3.5.6 正线 OC 子系统由 OC 主机、电子执行（驱采）单元、现地控制工作站（与车站 ATS 工作站一体化设置）、维护工作站、驱动及表示接口等设备组成。

3.5.7 车辆段 OC 子系统由 OC 主机、电子执行（驱采）单元、现地控制工作站、维护工作站、驱动及表示接口等设备组成。现地控制工作站应设置专用的控制台。

3.5.8 在正线设备集中站信号设备室、车辆段信号设备室设置维护工作站（可与智能运维监测子系统工作站合设）及打印设备。

3.5.9 OC 设备执行层对结合继电器的物理驱动宜采用双断方式，即所有由电子电路驱动的继电器不存在公共的驱动回线。驱动继电器对应执行层的双系宜采用分线圈使用。

3.5.10 OC 采集的继电器应通过采集继电器接点的方式直接证明继电器状态。对于涉及安全的非由 OC 驱动的关键继电器（轨道继电器、道岔表示继电器等），OC 的每一系均应采用同时采集这些继电器的前后接点或双接点的方式并予以校核。其中定位表示、反位表示继电器及其他有动作关联的继电器可采用后接点串接后由计算机联锁采集的方式。

3.5.11 电子执行单元应符合以下要求：

1) 电子执行单元应根据 OC 主机产生的设备动作命令驱动室外信号设备，并采集室外信号设备状态传送给 OC 主机。
2) 电子执行单元应按故障-安全原则进行设计，电子执行单元发生的任何故障不应导致轨旁设备产生危险侧动作，不应向 OC 主机传送可能导致危险的错误信息。
3) 电子执行单元与 OC 主机之间的通信通道应为冗余通道，并采用安全通信协议进行设计。
4) 电子执行单元应采用冗余配置，其中任何一个故障不应影响系统的正常运行。
5) 电子执行单元应对室外断线、一处混线故障引起的风险进行防护。
6) 电子执行单元与 OC 主机通信中断时应采取故障一安全处理措施。
7) 电子执行单元硬件设计应考虑室外轨旁安装和工作的技术要求，保证室外轨旁安装时安全、可靠工作。
8) 电子执行单元具备室外信号设备运行参数的采集功能。采集到的参数可通过通信通道传送至信号智能运维监测子系统。
9) 电子执行单元应设置相应的指示灯，包括运行指示灯、错误指示灯、通信指示灯、主备状态指示灯、工作电源指示灯等。

3.5.12 车辆段采用计轴作为列车占用检测设备，并设有接口柜、分线柜/防雷分线柜、灯丝报警和熔丝报警设备。

3.5.13 投标人所提供的全电子联锁系统应采用分布式架构，可根据工程需要进行 OC 主机设备及全电子执行设备的网络化/异地布设。

3.5.14 OC 子系统应具有完备的冗余机制，提高系统可用性，单一板卡、网络设备、车载测速及定位设备等单点故障应不导致列车降级运行。

3.5.15 正线车站每侧站台需设置 2 个站台紧急关闭按钮，分别设置于有效站台长度的 1/4、3/4 处。在车站控制室 IBP 盘上对应每侧站台设置 1 个紧急关闭按钮，并提供相应指示灯。

3.5.16 投标人应根据各自系统的特点提供 OC 子系统设备的配置方案，最终以招标人认可接受为准。

3.6 DCS 子系统构成要求

3.6.1 DCS 子系统为信号系统构建连续、双向、高容量的数据通信网络，作为 CBTC 信号系统信息数据的传输通道，应在物理和协议上保持相对的独立性、透明性。

3.6.2 信号安全相关子系统（ATP/ATO、OC）、ATS 子系统应分别采用冗余网络（各至少 100M 的传输通道），智能运维监测系统可采用单套网络。不同类型的数据传输通道应相对独立或采用经由不同的 VLAN（虚拟局域网）进行传输。

3.6.3 DCS 有线骨干通信网络应为双网冗余结构，分为骨干网和接入网。DCS 有线通信网络应符合下列要求：

1) 骨干网架构应为环形结构组网方式，分为 ATC 网、ATS 网、维护网，其中 ATC 网、ATS 网应为双网，维护网可为单网。不同类型的数据传输应使用独立的物理通道或使用不同的 VLAN（虚拟局域网）进行传输；
2) 骨干网的节点应设置在控制中心、设备集中站、车辆段；
3) 非设备集中站通过设备集中站的骨干网节点与骨干网冗余连接，与其中一个节点通信故障后，可通过另一个节点通信。维修中心设置于车辆段内或控制中心时，通过

车辆段或控制中心的骨干网节点与骨干网连接；

4) 除试车线与正线共用核心网 EPC 设备外，试车线有线通信网络应完全独立，不与骨干网或其他接入网连接。试车线与正线不共用 EPC 核心网设备时，应采取有效的隔离措施，不应影响正线、控制中心、车辆段等其他网络的正常工作。

3.6.4 信号系统的 DCS 传输骨干网络应采用单独组网方式，独立设置光纤网络，信号安全子系统的信息传输应利用信号 DCS 传输设备进行传输，信号非安全子系统的信息传输宜利用信号 DCS 设备传输。与其他专业接口采取网络接口时，应设置网络边界防护设备。

3.6.5 控制中心至正线车站间的 ATS 子系统数据传输采用主备双数据传输通道或光纤组网。

3.6.6 DCS 子系统由有线网络和网络管理设备组成。

3.6.7 DCS 设备的骨干网节点（或网络交换机）宜在控制中心、正线设备集中站、车辆段设置。在相关地点设置接入交换机分别连接到冗余的骨干网上。

3.6.8 DCS 网络管理设备包括有线传输网管设备和无线通信网络管理设备，用于实现对所有 DCS 设备的管理、维护和配置。有线传输网管设备和无线传输网管设备可独立设置或合设，在控制中心、维修中心应设置网管工作站，对网络进行集中管理。

3.6.9 ATP/OC 设备的站间通道及安全信息的传输通道，应采用独立的热备冗余通信通道。

3.6.10 试车线 DCS 设备须单独设置，且不能干扰和影响正线、中心、车辆段 DCS 设备的工作。

3.6.11 DCS 子系统应采用符合国家标准或国际标准的标准协议和接口，整个有线网络采用 IEEE 802.3 的以太网标准。当无线通信采用工业与信息化部无线电管理局规定的非自由频段频率时，应向国家或地方无线电管理部门申请并获取该频段的使用许可证。具体实施方案在设计联络阶段确定。

3.6.12 DCS 子系统的传输通道应采用独立的热备冗余物理通信通道。互为冗余的传输通道应分属于不同的硬件设备，不得相互影响正常工作，传输通道在物理上应该成环，并启用相应环网保护协议，避免传输报文在环路网络中的增生和无限循环。

3.6.13 有线网络配置宜由核心骨干层（或网络交换机）和接入网层组成，核心骨干层（或网络交换机）指传输节点所组成的环状网络，接入网层主要指环网接入交换机，主要设备包括光/电交换机、光电转换器等。

3.6.14 核心骨干层应采用双向自愈的环形拓扑结构，当单个设备故障时，不能导致与任何网络设备的通信丢失。核心骨干层的组成模块应采用冗余配置，单一模块故障不会影响冗余网络的正常通信。用于冗余网络的环网接入交换机应采用冗余配置。用于实现车地无线通信信息控制的轨旁通信控制器或类似设备应采用冗余配置。

3.6.15 车地无线通信网络的轨旁和车载设备均应采用双网冗余，且双网应采用相互隔离、互不干扰的频率，实现双频冗余覆盖，确保相互冗余的一个端口连接出现故障，其他连接将无缝地接管负载。

3.6.16 本工程主用车地无线通信系统采用由通信专业提供的基于 LTE-M 的车地综合通信系统，信号系统经由 DCS 有线网络后，通过冗余的 LTE 核心网交换机接入车地综合通信系统。通过车地综合通信系统提供的无线透明传输通道实现信号系统车-地数据的实时、双向传输。投标人提供的后备通信系统，应详细说明网络构成、性能指标及主用车地通信与后备车地通信切换方案。后备通信系统方案应双网冗余，且不得影响主用无线通信的正常使用。

3.6.17 选择的无线传输媒介可以是无线天线、漏缆或两者结合，要求选择的传输媒介在物理和协议上均符合国家标准或国际标准。

3.6.18 DCS 车地无线通信为双网冗余设计，两个无线网络应分别使用两个相互独立的工作信道，实现两个无线网络之间的完全隔离，提高 DCS 无线系统抗干扰能力。

3.6.19 无线车地通信传输设备及其性能指标（发射功率、天线增益、边带衰耗等技术指标）应符合中国无线电管理委员会的规定和标准，并能提供无线电管理委员会的《无线电发射设备型号核准证》证明和测试报告。无线局域网的空中接口、频点范围和加密措施应满足国家有关标准和规定。

3.6.20 投标人应详细理解采用由通信供货商提供的基于 LTE 的无线通信网络（综合无线通信系统），实现全线车地间信号 CBTC 业务/综合承载业务（包括 CBTC、CCTV 等业务）的双网传输。投标人应保证提供的 DCS 系统中的有线网络设备与综合无线通信系统进行可靠接口，并满足用户需求书中对于 CBTC 系统的各项技术要求。投标人在投标文件中提供的 DCS 解决方案须为成熟可靠的解决方案，如工程实施过程中发生的相关 DCS 系统配置与综合无线通信系统接口的调整不应发生费用的变更。

3.6.21 （*）与综合无线通信系统核心设备接口标准需采用标准接口协议，且在投标文件中进行明确。投标人须无条件承诺实现与综合无线通信系统的接口，并在投标文件中提供承诺函。投标人提供的系统应与车地综合通信网络的接口和性能要求匹配。在工程实施阶段对无线网络承载 CBTC 业务的安全性、可靠性和可用性进行确认，配合实现车地通信网络整体功能。

3.6.22 综合无线通信系统向信号系统提供一个小区内的上、下行不大于 3Mbit/s 的信息传输速率。

3.6.23 车载设备均应采用双网冗余，且双网应采用相互隔离、互不干扰的频率，实现双频冗余覆盖，确保相互冗余的一个端口连接出现故障，其他连接将无缝地接管负载。

3.6.24 车地无线通信无线网络的物理层/数据链路层/IP 网络应用层基于 3GPP 标准，在物理层采用 1.8GHz 频段，应用层协议与 IP 承载协议兼容，车载通过 IEEE802.3 标准定义的以太网三层协议接口同车载各个系统进行有线连接。

3.6.25 车地无线通信网络应符合 3GPP 标准和 B-TrunC 标准，所使用的无线频率应为国家无线电管理部门规定的 1.8GHz(1785MHz～1805MHz)专用频率,两个冗余的无线网络（A 网、B 网）应分别使用两个相互独立的频段，每个网络使用的带宽不低于 5MHz；

3.6.26 为了保证车地信息传输的连续性，车地无线通信系统的场强应连续覆盖。无线覆盖范围包括：正线（含折返线、联络线、存车线）、出入段/场线、段/场咽喉区、段/场停车列检库内、洗车线、试车线。

3.6.27 对于综合业务，综合无线通信网络把不同业务类型的数据传输通道相对独立或采用经由不同的 VLAN（虚拟局域网）进行传输。

3.6.28 综合无线通信网络通过车载无线单元与基站之间在传递数据前，须建立授权并关联方式提供安全性要求。

3.6.29 投标人提供的系统应与综合无线通信网络的接口和性能要求匹配，并在工程实施阶段对综合无线通信网络承载 CBTC 业务的安全性、可靠性和可用性进行确认，配合实现车地通信网络整体功能。

3.6.30 交换机以太网端口数和光端口数预留应不小于 30%。

3.6.31 交换机设备应采用工业级设备，并提交工业级的证明文件。并应满足下列要求：

1) 设于室外时工作温度应满足-40℃～70℃的要求；设于室内时应满足 0℃～60℃的要求；
2) 端口类型应为千兆光口、百兆及以上电口，端口数量应满足使用需求并预留不小于 30%余量；
3) 安装方式应为机架式或导轨式；
4) 电源应为冗余电源；
5) 散热方式应为无风扇或冗余风扇。设置风扇时，应能对风扇工作状态进行实时监测，实现故障报警功能，并支持风扇热插拔；
6) 骨干网交换机应为网管型，接入网交换机宜为网管型。

3.6.32 为了防止通信中断，将在每个车站安装冗余的交换机。每个交换机分别连接到骨干环网的冗余网络上。

3.6.33 在控制中心应采用两套互为冗余的以太网，作为控制中心服务器、工作站等设备的通讯介质。两套互为冗余的以太网均采用网络交换机连接，交换机同各计算机设备之间应至少采用五类网络线相连，进行点对点连接，网络速度为至少 100Mbps。设备集中车站和非集中车站以太网均采用冗余的网络设备连接，网络速度为至少 100Mbps。

3.6.34 轨旁无线车地通信设备须满足隧道限界、天气、振动、维护等方面的要求，适应地铁的环境条件，应能防水、防尘。车载各种天线应防水、防尘。无线车地通信传输设备应在没有任何附加辅助设备或器件（如加热装置等）的情况下，满足本工程的环境要求。

3.6.35 DCS 子系统设备应具有完备的冗余机制，提高系统可用性，单一板卡、网络设备、车载测速及定位设备等单点故障应不导致列车降级运行。

3.6.36 后备通信系统及列车定位等相关设备在信号系统生命周期内若产生如流量使用费、接入费、月租费等相关费用由投标人承担。

3.7 信号智能运维监测子系统构成要求

3.7.1 投标人应为本工程配置完整统一的信号智能运维监测子系统设备，实现对各子系统设备、电源设备、基础信号设备、电缆等信号设备（含招标人提供的信号设备和材料）的维护监测。

3.7.2 信号智能运维监测子系统应由正线、控制中心、车辆段、维修中心、培训中心的维护监测设备组成，主要包括：各类服务器、维护工作站、信号集中监测设备、网络设备、道岔缺口监测设备、电池监测设备、维修管理移动终端（限专用设备）及相应网络设备、机房环境监测设备、打印机等。

3.7.2.1 维修中心的智能运维监测子系统设备应包含以下设备：

1) 智能运维监测服务器（双机热备）（应包含电池监测、电源监测、集中监测和 ATC 诊断监测内容，根据监测设备的类型，服务器可分设）；

2) 2 台智能运维维护工作站（应包含电池监测、电源监测、集中监测和 ATC 诊断监测内容，根据监测设备的类型，工作站可分设），32 英寸及以上单屏；

3) 1 批维修管理移动终端或移动终端软件；

4) 必要的监测传感器模块；

5) 网络设备；

6) 机房环境监测设备；

7) 打印设备。

3.7.2.2 控制中心信号设备室/网管室的智能运维监测子系统设备应包含以下设备：

1) 1 台智能运维维护工作站（应包含电池监测、电源监测、集中监测和 ATC 诊断监测内容，根据监测设备的类型，工作站可分设），32 英寸及以上单屏；

2) 网络管理设备；

3) 集中监测；

4) 网络设备；

5) 机房环境监测设备；

6) 打印设备。

3.7.2.3 正线设备集中站的智能运维监测子系统设备应包含以下设备：

1) 智能运维监测设备（每个设备集中站应包含电池监测、电源监测、集中监测、道岔缺口监测、道岔转换阻力监测、防雷分线柜防雷相关的监测设备和 ATC 诊断监测内容，对基础轨旁设备包括但不限于转辙机、信号机、计轴等进行智能监测及分析）；

2) 智能运维维护工作站（每个设备集中站应包含电池监测、电源监测、集中监测、道岔缺口监测、防雷分线柜防雷相关的监测设备和 ATC 诊断监测内容，根据监测设备的类型，工作站可分设），32 英寸及以上单屏；

3) 每个正线信号工区室（暂定马骡圩站、珠江南站、南京铁道职业技术学院、浦洲路站）分别设置 1 台智能运维工作站，32 英寸及以上单屏；

4) 每个设备集中站分别设置 1 套接口设备（站台屏蔽门、间隙探测系统、联络线）电压监测设备；

5) 集中监测设备；

6) 机房环境监测设备；

7) 网络设备；

8) 打印设备。

3.7.2.4 车辆段的智能运维监测子系统设备应包含以下设备：

1) 智能运维监测设备（应包含电池监测、电源监测、集中监测、道岔缺口监测、道岔转换阻力监测、防雷分线柜防雷相关的监测设备和 ATC 诊断监测内容，对基础轨旁设备包括但不限于转辙机、信号机、计轴等进行智能监测及分析）；

2) 智能运维维护工作站（应包含电池监测、电源监测、集中监测、道岔缺口监测、防雷分线柜防雷相关的监测设备和 ATC 诊断监测内容，根据监测设备的类型，工作站可分设），32 英寸及以上单屏；

3) 车辆段维护部、车载维护部各设置 1 台维护工作站（监测各子系统）；

4) 集中监测设备；

5) 机房环境监测设备；

6) 网络设备；

7) 打印设备。

3.7.3 智能运维维护工作站应能实现对全线信号设备的维护监测功能，并均应具备音响报警（若不能用 1 台维护工作站实现对全线信号设备的维护监测，应对未纳入的监测设备单独配置维护工作站）。各子系统和智能运维监测子系统的维护工作站均应采用不小于 32 英寸液晶显示器，所配置的打印机为 A3 激光打印机。

3.7.4 投标人应根据各自系统的特点，结合信号系统各处 UPS 电源设备状态及报警信息、各处信号室内外设备状态及报警信息、各处信号电源屏的状态及报警信息均接入信号智能运维监测子系统需求，提供智能运维监测子系统设备的配置方案，最终以招标人认可接受为准。

3.8 试车线设备构成要求

3.8.1 在车辆段设置试车线旁设置信号设备室和控制室。试车线虚拟站台数量应不少于 3 个。

3.8.2 试车线须配置与正线相同的信号设备，应具有测试车载 ATP/ATO 系统以及车载设备与车辆接口的全部功能。所有信号设备均须独立设置，不允许与正线合用。

3.8.3 试车线应包括以下设备：

1) OC 设备（与正线设备的冗余配置一致）及维护设备；
2) ATP/ATO 轨旁设备（与正线设备的冗余配置一致）及维护设备；
3) DCS 设备（与正线设备的冗余配置一致）及网络管理设备；
4) 试车线控制工作站、操作控制台；
5) 站台屏蔽门、紧急关闭、折返确认开关接口设备；
6) 与车辆段 OC 设备的接口设备；
7) 电源设备（含智能电源屏、UPS 及蓄电池）；
8) 列车占用/空闲检测备；
9) 信号机（与正线相同的信号机）；
10) 定位应答器、站台精确停车应答器等；
11) 人员防护开关及旁路开关、站台开门/关门按钮、发车确认按钮及用于休眠、唤醒的应答器；
12) 后备通信系统设备。

3.9 培训中心设备构成要求

3.9.1 培训中心应有完整模拟 ATC 系统的培训软件。

3.9.2 培训中心应包含模拟仿真培训设备及实物仿真培训设备。

3.9.3 培训中心模拟仿真培训应包括以下设备：

1) 培训服务器软件；
2) 1 台教员工作站；
3) 4 台学员培训工作站；
4) 网络设备；

3.9.4 培训中心实物仿真培训应包含以下设备：

1) ATC 培训仿真工作站（包括完整 ATC 模拟系统软件，该软件应能实现与正线、基地、控制中心一致的培训模拟，能对 ATC 系统进行功能演示）；
2) 满足培训功能所需的 1 套 ATS 设备（含 1 套数据服务器、1 套应用服务器、1 套网络设备、2 台调度员工作站）；
3) 1 套 ATP/ATO 计算机设备（与正线设备的冗余要求和规模相一致，包括 ATP/ATO 机柜、轨道检测和车辆接口仿真设备）；
4) 1 套 OC 室内设备（与正线 OC 设备的冗余要求和规模相一致，包括现地控制工作站、OC 培训仿真模拟软件、道岔、信号机控制设备、机柜、防雷等）；
5) 可用于普通 PC 机上的 OC 和 ATS 模拟培训软件，便于车站值班员及信号维护人员培训操作使用，若模拟软件需授权码，则需提供授权码生成器；
6) 1 套网络设备；
7) 1 套完整的车载 ATP/ATO 设备（一端，含车载机柜、各类车载应答器、天线、车载外围设备）与 1 套模拟车载主机及附属设备构成整车信号车载设备；
8) 1 套完整的车载人机接口设备，驾驶台及与车载 ATP/ATO 设备的接口；
9) 1 套正线列车位置检测室内设备（按正线设备集中站规模配置）；
10) 1 套发车计时器；
11) 1 套计轴室外设备（3 个计轴点组成的 1 个区段）；
12) 2 台与正线一致的道岔转辙机及安装装置；

13) 紧急关闭按钮、折返确认开关各 1 套；

14) 1 套网络安全等级保护设备；

15) 1 架正线三显示信号机；

16) 1 组无源应答器、1 组用于休眠/唤醒的应答器；

17) 人员防护开关及旁路按钮、站台开门/关门按钮、发车确认按钮；

18) 电缆柜/配线柜；

19) 电源设备（含智能电源屏、UPS 及蓄电池）；

20) 后备通信系统设备；

3.10 电源设备构成要求

3.10.1 为保证信号系统设备稳定、可靠、连续地运行，投标人应根据各自系统的特点在控制中心、全线各车站、试车线、车辆段、维修中心、培训中心的信号设备室或电源室配置信号电源设备。

3.10.2 控制中心设置智能电源屏，控制中心 UPS 及蓄电池由电源整合专业整合并提供。正线各车站、试车线、培训中心、维修中心、车辆段均设置智能电源屏，同时配置在线式智能 UPS 电源系统设备和蓄电池。信号电源设备包括双路自动切换装置。

3.10.3 智能电源屏除满足 ATS、ATP、ATO、OC、DCS、智能运维监测子系统计算机用的电源外，还需提供信号机、转辙机、轨道区段占用检测设备、发车计时器、网络设备、继电器等所有信号设备及与其他专业、系统接口电路、站联电路等所需的电源。

3.10.4 智能电源屏应带有对地漏泄监测器，且应具有短路保护、可靠的人身安全防护及对地漏泄监测功能。

3.10.5 投标人提供的电源系统设备应具有两路引入电源的自动转换、手动转换功能，每路输入均具备手动直供功能，两路输入电源的转换时间（包括手动和自动）不应大于 0.15s；在两路引入电源自动转换或中断时，UPS 应无时间中断地从备用电池上提供后备电源。投标人提供的 UPS 电源容量应考虑所有室内外信号设备的用电需求。在车站、车辆段控制工作站上应提供信号 UPS 引入电源中断的显示及音响报警功能（报警采用弹出式报警方式）。

3.10.6 除正常的负荷（保证信号系统能够正常工作）外，电源系统设备应有 30％以上的剩余容量，预留不少于两个模块的安装位置，以确保电源系统的可靠性及将来系统的改动及扩展。

3.10.7 在全线车站、试车线、车辆段、控制中心、维修中心、培训中心两路独立的市电输入经双切换单元切换后，分别送至两台 UPS，再由 UPS 向电源屏供电。UPS 采用双母线供电方案，正常工作情况下，电源屏的交直流模块的输入来自两台不同的 UPS 总线，针对后端电源设备应设并联供电，以确保在任何情况下负载不断电。地面 ATP、ATS 服务器、ATS 车站分机、DCS 机柜、OC 子系统、骨干网交换机、计轴等室内设备应采用两路独立的电源供电。每台 UPS 的设计容量不小于总负载（不含转辙机）容量的 1.25 倍。每单台 UPS 工作时应满足后备时间 1 小时，并能做到无扰切换，每单台 UPS 对应一组电池组。蓄电池总后备时间不少于 2 小时（按实际使用容量计算后备时间，且不考虑转辙机）。培训中心/试车线每单台 UPS 工作时，电池后备时间应不少于 15 分钟，培训中心/试车线蓄电池总后备时间不少于 0.5 小时。投标人提供的电池应为胶体免维护电池，并配置电池架（电池架内的布置摆放应均匀合理）。

3.10.8 信号系统的电源设备应采用工业级电源断路器，信号系统内部及与外部的上下级电源断路器容量和保护特性应相互匹配。

3.10.9 电源系统应采用高度可靠的工业级、纯在线、双变换、带手动维修旁路的 UPS。UPS 电源应具有过载、过压、过热保护、稳压和限流功能，以及电池自动管理功能。投标人在投标文件中应提供相关线路图予以对应说明。UPS 电源指标要求如下：

1) 具有城市轨道交通 2 条以上正线线路良好运行业绩的国际一流品牌。

2) 提供的 UPS 在安全性、电磁兼容性和机械保护等方面应满足国际标准 EN50091、IEC62040、IEC60950、IEC60439、IEC61000 和 IEC521 和国内相关标准。

3) UPS 电源系统应采用高频开关技术。

4) 输入电压：三相五线交流 380V，电压波动范围-20%～+15%之间（在此范围内应无需电池放电）；输入频率：50Hz±2.5Hz（±4%）；三相电压不平衡度：≤5%；电压波形失真度：≤5%；输入功率因数：＞0.9（不带输入滤波器的条件下）。

5) 输出电压：三相五线制交流 380V±1%或单相三线交流 220V±1%；旁路输出电压：交流 380V±3%或交流 220V±3%。输出频率：50Hz±0.25Hz（逆变时）。输出功率因素：≥0.8。输出波形：正弦波。总电压谐波失真度（满载）：＜3%（线

性负载），＜5%（非线性负载）。整机效率：≥90%。

6) 波峰（峰值）因数：≥3：1（满载条件下）。动态电压瞬变范围（电压稳定度）：动态负载：输出电流从 0～50%～100%突变时，瞬变范围≤±5%；静态负载：瞬变范围≤±3%。

7) 过载能力：逆变器：125%时，持续时间≥10min；150%时，持续时间≥1min；200%时，持续时间≥200ms；旁路静态开关：135%时，持续时间≥3min；1000%时，持续时间≥30 毫秒。

8) 转换时间：主电源供电转电池供电时间为 0ms；逆变器供电转旁路供电转换时间≤2ms；旁路转主电源供电转换时间≤2ms。

9) UPS 电池应采用全球知名品牌产品，采用可靠性高、免维护、寿命长、自放电小、深循环性能好的密封胶体蓄电池。蓄电池工作时释放的气体不对信号设备产生腐蚀。蓄电池的连续浮充工作寿命应不少于 12 年（25℃）。电池再充电时间：8～10 小时，电池容量达到 90%以上。电池使用寿命到期后，投标人应负责免费回收。

10) 投标人应根据设备用电量确定信号设备各用电点的 UPS 容量，并根据设备后备时间要求选定电池容量。

11) UPS 电源应具有对电池的智能管理功能，采用电池全面自动管理技术（包括均浮充转换和温度补偿、电池放电终止电压自动调节、电池容量检测、寿命预估、电池自动巡检、蓄电池组放电记录等技术）。

12) 在温度为 15℃～35℃、相对湿度为 45%～80%的气候条件下，输入、输出端子对金属机壳及地间绝缘电阻应≥25MΩ。

13) 噪声：<55dB（1 米处）。

14) 电涌保护：IEC60664-7-IV。

15) UPS（不含蓄电池）的 MTBF≥25 万小时（不含通过旁路供电的情况）。

16) 投标人应在技术规格书中详细描述系统对 UPS 以及 UPS 对电池的监控和管理功能。

3.10.10 UPS 和开关柜（智能电源屏）的变压器输入、输出端连接经过接口板连接，线路板输入、输出连接应是插拔式连接，便于维修。在设备的结构方面，应充分考虑以后的维护、维修，元器件的安装尽可能做到相互间无阻挡无叠压，投标人应在技术建议书中提供有关图纸及说明。

3.10.11 投标人提供的信号电源设备能在本工程的供电条件下稳定可靠地工作、连续地运行。

3.10.12 投标人提供的电源系统设备必须符合《铁路信号电源系统设备》（TB/T1528）相关标准要求，并满足信号系统设备正常工作的要求。该系统设备应为成熟产品，通过铁路质检部门的认证、检验或检测，具备有效的试验报告、证明和合格证，具有在城市轨道交通领域内的良好运用经验。

3.10.13 电源系统设备结构的一般要求应符合：

1) 应采用全封闭机柜结构，并应考虑通风散热，不能在顶部开孔及安装风扇；

2) 结构应牢固，所有的焊接处应均匀牢固，无明显的变形和烧穿缺陷；

3) 机柜的构架、底座、面板及盖板等应采用能够承受一定的机械应力、电气应力及热应力的材料构成；

4) 机柜及安装构件均应采用防护层，包括电镀、化学处理以及油漆、塑料喷涂等；

5) 前、后门应能在不小于 90° 的范围内灵活启闭；

6) 所有连接件、紧固件应有足够的强度，并应有防松动措施；

7) 应具有地脚紧固用的安装孔；

8) 应从柜体的下部进出外部引出线，机柜应配有可以打开的用于进出线的盖板或法兰；

9) 电源系统各机柜之间满足行业标准距离，满足机柜散热及作业需求。

3.10.14 电源模块结构的基本要求应符合：

1) 电源屏输出电源应采用可插拔式模块的结构型式，应具有锁紧和防插错装置；

2) 采用风冷散热的电源模块，风扇安装应易于更换；

3) 模块或插件应能方便接插，所有接插点应保证电接触可靠；

4) 模块插拔应顺畅、无阻碍；

5) 模块内易损易耗器件应易于更换，便于识别；

6) 模块升级换代需具备新旧兼容。

3.10.15过流、短路保护要求

1) 当采用断路器作为过电流保护时，断路器应符合 GB 14048.2 和铁路电源屏相关标准的要求；

2) 过电流保护器件应能满足额定电流下长时间正常工作的要求，当负载发生短路故障时，保护器件应立即切断电源供电；

3) 电源屏的保护电器之间应具有保护选择性，即在任何一个输出回路过流时，应利用安装在该故障回路的开关器件使其消除，而不应影响其它回路正常供电；

4) 电源屏的输入、输出回路应设置断路器，在短路、过流时断路器应可靠分断，切断供电回路；当输出回路发生短路时，允许输出电源模块自身保护；

5) 电源模块输出应采用双极断路器；

6) 按照被保护电路的额定容量、负载性质以及选择性配合来确定断路器的额定保护电流和延时特性，输入三相电源还应考虑负载不平衡度的因素；

7) 电源屏的断路器额定保护电流的容量选择应符合 GB 50054 的相关规定，根据负载性质选择断路器的脱扣特性和额定值，输入回路宜为额定电流的 1.5 倍～2 倍，输出回路宜为额定电流的 1.2 倍～1.6 倍；

8) 信号设备机柜、信号电源设备、外电配电箱内断路器的设置应系统化设计，实现分级防护，保证开关脱扣保护层次分明，不能出现越级保护现象。

3.10.16 电源系统应具有智能监控单元，实现输入/输出电压、电流、过欠压、断相/错相监测报警、电源模块故障报警，故障信息记录。应采用计算机及通信网络技术对系统各输入、输出回路的电压、电流和反映电源系统内部各部分工作状态及正常或故障的开关量进行全面监测、分析，并能以图像、表格、文字说明等方式在监测工作站上对全线电源系统进行实时动态工况的监视。当故障发生时，将产生自动声光报警、控制中心报警、维修中心报警。电源系统的设备状态和报警信息应传至控制中心、维修中心相应的电源监测工作站。电源系统的维护和监测信息应全部上传至信号智能运维监测子系统（二者须实现时钟同步），纳入信号智能运维监测子系统统一管理。电源监测工作站可与信号维护工作站合设。

3.10.17 电源系统应从信号系统获取基准时钟信号，保证与信号系统的时钟同步。

3.10.18 电源系统设备监控单元的基本要求应符合以下规定：

3.10.18.1 实时监测及显示内容如下（包括但不限于）：

1) 应采用多层次设备系统总体工况图显示模块工作/故障状况，一级界面应显示电源屏、UPS、蓄电池组（需要时）等设备的工作状况；

2) 电源系统两路输入电源电压、电流、频率、相位角；电压及电流日、月曲线；

3) 输出电压、电流；电压及电流日、月曲线；

4) 电源系统两路输入电源缺相、错相及两路电源工作状态（输入交流接触器闭合、断开状态）；

5) 电源模块工作状态/故障状态；

6) 防雷单元（带劣化告警节点）的正常/失效状态；

7) 空气开关的状态监测及报警；

8) 电源模块通信正常/中断状态；

9) 三相交流转辙机电源缺相、错序状态；

10) UPS 输入电压、电流；输出电压、电流、频率、功率,以及其它设备状态、报警类信息（若有，具体设计联络阶段确定）；

11) 蓄电池组电压、电流，单只电池电压、内阻（若有，具体设计联络阶段确定）。

3.10.18.2 监测报警内容如下：

1) 输入电源状态：Ⅰ路或Ⅱ路有电；

2) 输入电源过压、欠压、缺相、错相报警；

3) 输出电源断电，电压、电流超过规定限值报警；

4) 三相交流转辙机电源缺相、错序报警；

5) 电源模块故障（或保护）报警；

6) 防雷单元（带劣化告警节点）的失效报警；

7) 与不间断电源单元的通信正常/中断状态报警，并接收、上传不间断电源（UPS）的监测报警内容；

8) 电池供电（若有，具体设计联络阶段确定）；

9) 单只电池过、欠压报警（若有，具体设计联络阶段确定）。

3.10.18.3 监测和报警功能要求应符合以下规定：

1) 监测精度：电压：1 %；电流：2 %；频率：±0.5 Hz；相位角：±1°；

2) 采样速率：输入监测：不大于 10 ms；输出监测：KZ/KF 电源不应大于 150 ms，其它不应大于 250 ms；

3) 监测单元故障不应影响电源屏正常供电；电源设备故障不应影响监测单元的工作；

4) 因监测单元故障不能提供监测报警时，电源屏应仍能实现规定的声光报警；

5) 应能与信号智能运维监测子系统实现数据通讯；

6) 显示、记录和保存故障报警信息，包括故障数值、故障时间和故障描述；

7) 故障恢复后应记录和保存故障恢复时间；

8) 报警时，显示界面应弹出闪烁报警信息窗口并发出声音报警；

9) 当输入Ⅰ、Ⅱ路电源均停止供电时，监测单元应维持不少于 10 min 正常的采集，

并应保存停电时刻前的故障信息（包括当时的停电信息），且不应丢失，恢复供电后，保存的信息可查找；

10) 监测报警数据存储时间保持不低于 3 个月，实现报警信息的历史查询；

11) 采用报表、图形等方式对监测信息、报警信息进行统计；

12) 工控机的内存应符合监测数据的需要。

3.10.19 智能电源屏的面板上设有工作状态表示显示屏，对所有输入/输出电压和电流进行监控和分析，对所有接触器、断路器、模块等部件正常或故障状态进行监控和分析，可对外部 UPS 等设备通过 RS-232/ RS-485 接口读取其工作状态并进行分析，通过局域网将电源设备的工作状态及监测报警信息送至控制中心、维修中心。电源屏应设置下列指示灯和指示仪表：

1) 两路输入电源有电-绿色；

2) 两路输入电源工作-绿色；

3) 模块输入电源有电-绿色；

4) 模块保护-黄色；

5) 模块输出工作-绿色；

6) 电源屏故障-红色；

7) 模块输出故障-红色；

8) 指示仪表：模块输出电压、电流表。

3.10.20 电源屏应提供电源工作状态信息，并在下列情况时报警：

1) 输入电源断电、过压、欠压、缺相、错相；

2) 三相交流转辙机输出电源缺相、错相；

3) 输出电源无输出。

3.10.21 电源系统的各种输出电源均应采用隔离供电方式。合理分束，分别供电。具有完善的隔离、净化、分配、防雷、过压和过流保护、短路保护等功能，交、直流电源均应对地绝缘。向室外设备供电的电源电路须采取可靠的防雷措施并单独送电。智能监控单元对所有输出电源进行监控，当某路电源故障时，电源屏给出灯光及音响报警。

3.10.22 智能电源屏各路输出电源满足负载用电要求，信号电源、轨道电源、所有直流电源隔离输出，其余分级断路器保护输出。并受智能监控单元对所有输出电源进行监控，当某路电源故障时，电源屏给出灯光及音响报警。

3.10.23 智能电源屏采用的断路器应符合铁路电源屏相关标准的要求。

3.10.24 信号系统冗余设备的供电须分别采用独立的供电回路。输入为三相交流电源，电源屏供给各种信号设备负荷的容量应合理分配，电源屏三相输出负载应均衡。

3.10.25 智能电源系统结构模块化，各部分采用模块式结构，均采用“1+1”或“N+M” (M>N/3) 在线热备冗余工作技术。任何单元模块出现故障应自动退出并报警，并可热插拔更换模块。

3.10.26 电源屏各输出电源模块应设有冗余模块，当任一电源模块出现故障或进行维修时，应能转换至其他冗余电源模块，继续保持供电。当冗余模块不能实现与主用模块并联均流时，应采用 1+1 热备切换的冗余方式；当冗余模块可实现与主用模块并联均流时，应采用 N+M 并联的工作冗余方式，M 不应小于 N/3。采用并联均流供电的高频开关电源模块，各模块的输入电源宜取自不同相输入。

3.10.27 智能电源屏应具有抗道岔转辙机启动电流冲击能力，对交流转辙机 AC 380V 电源，采用变压器进行隔离后输出。对交流转辙机交流输出电源有相序检测，当三相电中有断相/错相时监测单元给出报警信号。

3.10.28 电源系统具有短路保护、可靠的人身安全防护及电气火灾防护系统，还应具备对地漏泻检测的功能。

3.10.29 信号智能电源系统应具有可靠的防雷击和浪涌保护装置，保护装置对纵向、横向防雷在 8/20μs 的情况下可实现不小于 20kA 的电流冲击。若需要增强雷电防护性能，系统的输入、输出端处可增加一级防雷器件，以提高系统的防雷能力，保证系统的稳定可靠工作。

3.10.30 投标人应提供系统各用电点所使用的电源设备的用电类型、分束数量、实际容量需求。隔离、分束及独立供电要求如下：

1) 交、直流输出电源应采用对地绝缘的隔离供电；

2) 不同种类的输出电源应采用互相隔离的方式供电；

3) 信号点灯电源应根据系统要求合理隔离分束供电；

4) 投标人所提供的 ATS 车站分机、OC 机柜、ATP 机柜、DCS 机柜、服务器机柜、计轴机柜、骨干网交换机等均应采用双路独立电源供电方式。需要双路交流电源供电的设备，双路交流电源应通过不同的隔离变压器独立隔离供电，多个双电源供电设备的某一路电源可以共用隔离变压器。需要双路直流电源供电的设备原则上双路直流负载采用独立电源模块供电。

3.10.31 正线各设备集中车站、控制中心、车辆段信号设备室、试车线信号设备室、信号培训中心设备室、信号维修中心设备室需要预留至少三束 220V 交流电源，每束容量 1000VA；正线各非集中车站需要预留至少二束 220V 交流电源，容量 1000VA；控制中心预留至少四束 220V 交流电源，每束容量 1000VA。备用电源需经过隔离、稳压输出。电源屏输出的每种供电类型必须设有 2 路备用输出回路。

3.10.32 信号系统输入电源均来自低压配电系统提供的两路交流 380V/220V 电源，投标人提供信号专用防雷配电箱及引入端子。

3.10.33 设备的金属构件表面除了加工装配面和电镀表面以外，都应进行防锈和喷涂处理。在装配前，对封闭结构的内表面也应有必要喷涂或进行防锈处理。

3.10.34 电源模块应有锁紧装置，相同外形不同种类的电源模块应有不同的鉴别销予以区别。

3.10.35 电源设备应具有完备的冗余机制，提高系统可用性，单一板卡、网络设备等单点故障应不导致列车降级运行。

3.10.36 投标人应根据各自系统的特点提供合理的电源设备的配置方案，最终以招标人认可接受为准。

3.11 背投显示系统要求

3.11.1 基本要求

3.11.1.1 系统应是安全、可靠的，并能适应连续 24 小时不间断地运行。本系统应是灵活的，既要满足南京地铁信号系统的需要，又要适应其它系统接入的需要，本系统的设备应是便于安装和操作的。

3.11.1.2 背投大屏和背投控制器应为同一品牌，所采用的产品具有类似规模的项目应用经验，并提供相关业绩证明，性能品质不低于南京地铁既有线路应用的产品。

3.11.1.3 背投单元须采用后维护方式。

3.11.1.4 投标人应为本工程提供背投显示系统集成、设计联络、设备供货、施工安装、售后等服务。

3.11.1.5 投标人应在各阶段提供工程所需的技术建议书，包括但不限于以下内容：

1) 项目策划，含工期安排、项目组织机构、主要人员配置和职责等; 系统集成管理建议书；内外部接口文件；系统技术规格书；施工安装组织策划；施工安装方案实施细则。投标人可根据已有的工程经验，提出建设性意见和建议。

2) 应负责所供设备（货物）的到货吊卸、仓储（出入库登记、所供货物的台帐管理）、运输（设备仓储地至设备安装现场）、施工工地内搬移、安装等必要的工作。投标人应校对复核施工图纸，并按图施工，保证施工安装按质、按期、按量完成，同时按要求编制各类验收文件，并实施验收工作，提供验收所需的各类仪器仪表。

3.11.2 构成要求

3.11.2.1 背投显示系统应由大屏幕显示墙及投影机、多屏图像控制器、显示系统接口设备、控制工作站等部分组成。

3.11.2.2 本工程要求采用背光投影屏，控制中心设 21 面屏，按 3 行×7 列排列，单屏采用 70 英寸 DLP 一体化的背投箱，颜色待定。其中，行车调度系统（SIG）为 2×7，占 14 块屏。具体显示内容待设计联络阶段确定。

3.11.2.3 本工程控制中心的 DLP 整体拼接规模：为 3（行）×7（列），共 21 个显示单元；投影单元的单屏对角线尺寸为 70 英寸。

3.11.2.4 控制中心多屏处理器至少可以同时驱动 21 个屏，构成一个巨型单一逻辑屏，主控制中心输出分辨率为：（1920×7）×（1080×3）= 13440×3240（像素 pixel）；处理器采用 Windows 2000/XP 或 Unix/Linux 操作系统，能够完成各种 Windows NT/2000/XP 和 UNIX/Linux 的应用显示。

3.11.2.5 安装控制软件，软件基于 TCP/IP 网络协议，可实现对大屏幕显示墙的多用户远程操作、显示模式管理、信号源管理等功能；使得对大屏幕的操控方便快捷，操作界面友好直观。

3.11.2.6 实现设备监控功能，可以实时查询大屏幕显示系统的相关数据。

3.11.2.7 包括专用控制工作站，设于相应各线控制中心对应位置。

3.11.2.8 包括背投显示系统控制管理软件及 RGB 矩阵、视频矩阵、计算机接口、箱体底座、专用线缆等配套设备。

3.11.3 技术要求

3.11.3.1 系统和设备的技术要求及各项指标应满足国标 GB 及其它有关行业的所有标准和规范，大屏与控制器采用同一品牌。

3.11.3.2 背投显示系统应采用 DLP 高清晰度显示技术、大屏幕显示墙无缝拼接技术、多屏图象处理技术、网络技术、集中控制等技术，是具有高亮度、高清晰度、高智能化控制、操作方法先进的显示系统。

3.11.3.3 背投显示系统应采用具有当今国际领先水平的技术与设备，必须能够保证长期 24 小时连续不间断正常工作。其内部连接应不受地铁应用系统软件及网络硬件任何调整或改变的影响。

3.11.3.4 背投显示系统的硬件、软件设计上应充分考虑到系统的安全性、可靠性、可维护性和可扩展性。

3.11.3.5 大屏幕显示墙应拼接成单一的逻辑屏。大屏幕显示墙上可随机开启窗口、定义尺寸，所有显示画面均可整屏显示、分区域显示（支持显示大于 21 个分区）或分屏显示，并能自由随机地缩放、移动、漫游等。

3.11.3.6 背投显示系统配置控制管理工作站，负责显示屏的统一管理、分配和显示，可根据运营需要提供可固定或灵活显示信号系统、闭路电视监视系统等系统所提供的信息及画面。

3.11.3.7 控制中心背投显示系统可显示相应各线信号、闭路电视监视等系统的信息。信号系统、闭路电视监视系统等相关系统的显示图画分别由各自系统负责提供，显示方式满足招标人要求。

3.11.3.8 投标人根据技术规格书的有关要求及拟供设备的性能特点，在投标文件中对大屏幕显示系统进行详细说明（包括系统构成、系统功能、维护管理、技术要求、接口要求等），以满足本工程需求。

3.11.3.9 投标人承诺交付的所有产品是未被使用过的全新产品。

3.11.3.10 投标人承诺交付的所有产品能够在下述条件下正常运行：

1) 环境温度：0℃至 ~ 40℃

2) 相对湿度：20~80%无凝结

3) 设备电源：AC 220/380V±5%

3.11.3.11 投标人承诺其保修服务满足以下要求：

1) 保修期：开通运营后二年。

2) 保修期内，合同项下的所有设备、软件、配件等出现故障（招标人责任除外），投标人均应免费更换。

3) 保修期内，投标人免费提供软件升级。

4) 服务响应时间不得大于 2 小时，若电话支持不能解决问题，应指派技术人员 4 小时内赶赴现场；对招标人的重要活动，投标人需提供及时的现场技术支持。

5) 保证十五年内以市价优惠价，但不高于本次投标价格提供所需备品备件。

6) 投标人承诺投标价格中已包含系统质保期内所需更换的所有消耗品，在实施过程中不得要求增加任何费用。

7) 系统应具有自检和自诊断功能。大屏幕显示系统应具有运行状态信息及告警信息的输出接口，有关具体协议及要求将在设计联络时确定。

8) 可维护性好，维护方法简便。

3.11.4 性能指标

1) 系统的可用性应不小于 99.99%。

2) 系统平均修复时间（MTTR）应不大于 0.5 小时。

3) 系统平均无故障时间（MTBF）应不小于 50000 小时。

4) 系统整体寿命应不小于 10 年。

3.11.5 显示单元

1) 单片 DLP 投影技术，一次反射、模块式结构、对角线 70 英寸背投箱体；

2) 分辨率：全高清 1920×1080；

3) 可显示图像比例：16:9；

4) 显示单元投影机对比度应不低于 1400:1；

5) 显示单元均匀度≥95%（ANSI13）；

6) 三色激光光源寿命：大于 100000 小时；

7) 亮度增益：≥1.0db；

8) 可视角>160º（水平），>110º（垂直）；

9) 平均无故障时间（MTBF）：大于 50000 小时；

10) 整机噪声≤40dbA；

11) 具有 RGB 和 DVI，视频输入端口；

12) 投影机具有亮度与色度锁定功能，投影机长期稳定地按照预置值工作，保证显示单元长期显示的亮度与色度稳定性；

13) 显示单元的显示应无梯形失真和菱形失真，边缘的几何失真偏差应小于 0.3mm；

14) 显示单元应具有冗余结构，保证重要应用时光源的故障恢复时间小于 1 秒。显示单元为三色激光光源。

15) 具有功率可调（节能）工作模式。

3.11.6 大屏幕显示墙

3.11.6.1 控制中心按 3 行×7 列拼接，按现场条件弧形排列。投标人依据人体工程学原理，给出大屏幕显示墙平立面布局的详细建议。

3.11.6.2 显示墙整屏亮度与色度均匀性≥90%。各显示单元能按照统一的预置值进行亮度与色度锁定，大屏幕显示墙的显示亮度与色度均匀性应长期稳定地保持一致。

3.11.6.3 屏幕拼缝<0.5mm。

3.11.6.4 屏幕需具有较好的预防热胀冷缩特性，屏幕间的拼装结构应尽量保证屏幕不受力。

3.11.6.5 各显示单元的显示应对齐，跨屏显示时，图像的拼缝与错位均应小于 0.5mm。

3.11.6.6 大屏幕显示墙上下左右应保持平整，整屏水平与垂直平整度偏差应分别不大于 2mm。

3.11.6.7 显示屏幕必须具有高抗环境光能力，保证调度大厅内工作环境在正常光线下观看时，显示屏上无反射、无眩光、无太阳效应等现象。

3.11.6.8 应采用全树脂屏幕，正常工作光线（≥300Lx）条件下，大屏幕显示墙表面应无变形、反射与眩光现象。

3.11.6.9 应采用环保显示技术，尽量减小有害射线（X 射线、紫外线等）以及噪声对调度大厅内工作人员的影响。

3.11.7 多屏处理器

3.11.7.1 控制器须采用高品质、高性能的 PC 架构控制器，主流 CPU，内存不小于 8G，并可扩展至更高，须满足与各系统的接口要求；

3.11.7.2 控制器应采用标准化、网络化、系统化、开放式的硬件结构，既可以接入 WindowsNT 网络，也可以接入 Unix 或 Linux 网络；

3.11.7.3 控制器应支持所有接入信号的全屏显示、单屏显示以及任意区域显示；

3.11.7.4 控制器应支持所有输入信号在大屏幕显示墙上的同时与实时显示，并能实现任意跨屏、叠加覆盖、无极缩放显示，且信号的操作与显示不影响其它信号的显示（叠加覆盖部分除外）。

3.11.7.5 支持单屏上同时显示任意多路输入信号，上述信号可以同时任意漫游、叠加覆盖、无极缩放，而其它信号的显示不受影响（叠加覆盖部分除外）。

3.11.7.6 完成任意显示模式间的切换时间不大于 5 秒；

3.11.7.7 操作系统：应采用简体中文 Windows XP、Unix 或 Linux 平台等成熟可靠的操作系统；

3.11.7.8 网络通道：支持双 10/100M 快速以太网，支持 TCP/IP 协议；

3.11.7.9 图形卡显存不小于 256M，每个通道分辨率为 640×480 至 1920×1200，64 位真彩;

3.11.7.10 色彩深度: 输出通道支持 8 位、16 位、24 位、32 位、64 位的色彩深度显示。

3.11.7.11 具有能够满足运营使用需要路数的多路视频输入通道，输入信号制式兼容 PAL/NTSC/SECAM 信号源；

3.11.7.12 控制器具有能够满足运营使用需要路数的 HDMI、DVI、RGB 输入接口，输入分辨率 640×480 至 1920×1200；

3.11.7.13 标准串行口：至少配置 2 个 RS422 和 2 个 RS485 串行通信口；

3.11.7.14 工作电源：可实现在不停机情况下维护系统电源、风扇系统的功能；

3.11.7.15 控制器应采用模块化结构,可根据不同输入格式与输入信号要求进行灵活配置，便于今后扩容；

3.11.7.16 控制器应具有高稳定可靠性，平均无故障时间不小于 50000 小时；

3.11.7.17 地铁背投显示系统的控制器间应能联网运行，需要时，任何一套控制器能随时接入显示其它背投显示系统的显示内容。

3.11.7.18 投标人提供图形拼接控制系统的安装建议方案,如采用控制系统单独组柜的方式，还需提供机柜尺寸。

3.11.8 系统控制与管理软件

3.11.8.1 控制管理软件应包括系统软件、应用软件、接口软件等，实现多用户管理、窗口管理、运行模式管理、信号源管理、投影机控制、预案管理等功能，且所有操作应能在一个软件和控制界面上完成。控制管理软件的基本要求如下：

1) 管理软件采用全中文操作界面，支持 Windows 操作系统；
2) 控制管理软件应能直接访问关系数据库管理系统，集成各种实时信息源，对图形信息进行实时和交互式处理，具备分层和动态的图形显示、多用户交互式的图形操作等功能；
3) 系统不仅要考虑与网络连接的功能，更要考虑软件的实用及未来的扩展和升级。

当显示系统配置规模扩大时，不需要修改程序和重组软件；

4) 对所有输入信号及网络信息进行操作管理，无论投影单元有多少，应都能集中在一台控制工作站上通过控制软件实现大屏幕显示系统的所有操作控制功能。大屏幕控制管理软件应提供中文操作界面；

5) 控制软件能设置大屏幕显示墙的所有参数。可对单个投影机进行操作维护，进行参数的设置、修改及存取；还可对大屏幕显示墙整体进行操作维护，调节画面质量，对图形拼接、整体亮度、对比度、色彩等项目进行整体操作、控制及设置；

6) 背投显示系统控制管理软件除安装在控制系统的计算机上外，还应可以安装在用户工作站上，并与用户系统兼容，不影响用户原来各种应用程序的运行。网络上的任一用户机安装控制软件后，便成为一台控制终端，即可管理大屏幕，也可同时被调用显示；

7) 操作员可通过控制器的鼠标或键盘完成背投显示系统的控制，也可经由网络取得拼接控制系统的鼠标、键盘控制权进行远程控制；

8) 允许网络上的多台工作站同时对大屏幕进行操作，实现多用户操作管理，网络远程遥控管理。每个操作员可在本地工作站显示器运用背投显示系统操作管理界面直接进行各个窗口的所有操作，如用本地鼠标直接进行窗口移动、放大缩小、隐藏、打开关闭窗口等。软件应采用必要的分级管理权限，防止错误操作，破坏数据；

9) 系统应可以设定不同操作者显示区域的权限，至少有三个级别，且所有操作员的鼠标不会被窗口或图形覆盖。系统应还可以设定图形/窗口显示级别的权限，至少有三个级别，显示权限高的图形/窗口不会被权限低的图形/窗口覆盖，相同显示级别的图形/窗口最后显示的覆盖最先显示的；

10) 系统应具有窗口预设功能并执行显示预先编辑的预案。可以预先设定多种信号源窗口的组合、排列的方案并保存，实现任意信号源窗口模式组合的定义、编辑，定时显示画面以及自动显示某些画面；控制系统启动时，能自动调用缺省显示方案，缺省显示方案可根据需要修改；可以预先设定多种显示模式并存储供随时调用；

11) 操作者可以在任意位置打开多个活动窗口显示不同的输入信号，所有窗口能在整个大屏幕显示墙上任意移动、放大和缩小，同时具有足够的响应速度。

3.11.9 大屏幕显示墙底座、支架及其它

3.11.9.1 底座暂考虑采用高强度钢材或铝合金材料，外层涂有绝缘喷塑材料，涂层表面平滑、喷涂均匀、色调一致，颜色应符合招标人的有关要求；

3.11.9.2 标准化、模块化搭积木式安装机架，可采用横向和纵向安装方式，进行灵活拼接及扩展；

3.11.9.3 大屏幕显示墙底座和箱体安装须符合有关设计要求。大屏幕显示墙的底座需固定于活动地板下的钢支架（钢支架由投标人随设备一起提供）上，地面之上的高强度钢材或铝合金底座高度暂定为 1300mm，具体尺寸设计联络时确定；

3.11.9.4 金属机架外壳的大屏幕显示墙应具有保护接地端子，接地端子附近有明显的标志，且不易擦除，保护接地点和可触及金属件之间的电阻值不大于 0.5Ω；

3.11.9.5 用于安放投影机箱体的底座应当具有足够的承载能力；

3.11.9.6 大屏幕投影单元箱体、底座应当连接牢固；

3.11.9.7 大屏幕投影单元具有机械调整部件；

3.11.9.8 大屏幕投影单元安装应操作简单，可准确定位：能够对现场出现不符合有关设计的屏幕安装留有调整余地；

3.11.9.9 导线截面积和长度应留有余量，阻燃，具有相应的端子连接设备；

3.11.9.10 整个系统布线整齐，有明确标识，无外露线缆；

3.11.9.11 大屏幕投影单元的维护采用后部维护方式；

3.11.9.12 大屏幕的安装应美观，与周围环境相协调；设备布局应满足人体工程学原理要求。

3.11.9.13 大屏底座下方需提供放置自身大屏控制器的机柜，具体尺寸设计联络阶段讨论确定。

3.11.9.14 负责防静电地板、地毯的切割及装修恢复，保持与周围环境的一致性。

3.11.10 功能要求

3.11.10.1　背投显示系统应包括，但不限于以下功能：

1) 具有多网络连接功能，能同时连接多种数据网络，而不影响这些网络的工作。支持 TCP/IP 协议，支持以太网环境下的各种网络工作站的各种应用软件所生成的图形，数据的动态实时显示，显示可单屏显示，也可跨屏拼接或全屏显示，画面无延时，无抖动；
2) 网络工作站的相关数据经以太网以数据方式进入控制器，无论计算机运行软件是何种分辨率，应自动适应，并以等分辨率显示，与大屏幕投影墙的分辨率无关；
3) 支持多屏图像拼接，用户可在任意位置开启多个窗口显示网络环境下工作站的各种应用程序生成的画面，所有窗口画面可自由缩放、跨屏移动、不受物理接缝限制，显示的窗口数量不受限制，同时具有足够的控制速度。所有类型的显示画面都能从单屏显示按相应比例无级放大到全屏显示，全屏范围内显示图形不变形，整个屏幕亮度均匀，无暗角或亮角等现象，画面稳定无闪烁。采用软件控制窗口的拼接与分割，屏与屏之间的拼缝不能影响字符和图形的正确显示；
4) 支持各种信号源输入的文字在大屏幕上的正确显示，屏间拼缝不能产生图形和文字错位现象；
5) 支持多用户的鼠标或键盘同时操作，多个操作人员可用各自的工作站鼠标或键盘同时在大屏幕上开启各自的应用窗口，能随时将显示器的显示内容送至大屏幕显示和退出显示，改变窗口位置及大小以及在各自窗口内进行用户应用程序的所有操作等，不需经过控制工作站的操作。屏幕上不同操作者可用不同颜色的鼠标区分，以便于操作人员对各自应用窗口的操作而且互不影响；
6) 背投显示系统界面的虚拟功能：操作人员可在工作站显示器上看到虚拟的大屏幕的拼接界面，以便操作人员不必看大屏幕就能完成对大屏幕上的应用窗口的大小、显示位置等参数进行操控；
7) 系统应采用软件拼接技术保证分辨率叠加，使小屏显示不下的图形能在整屏上清晰地显示。

3.11.11 接口要求

3.11.11.1 投标人承诺提供的背投显示系统与信号系统的系统接口方式、接口协议、接口功能、接口特性要求等接口技术要求均应满足信号系统的接口要求。

3.11.11.2 投标人承诺提供的背投显示系统与通信 CCTV 系统的系统接口方式、接口协议、接口功能、接口特性要求等接口技术要求均应满足通信 CCTV 系统的接口要求。

3.11.12 设备机械结构及技术要求

3.11.12.1 系统设备结构符合 IP43 标准以上的防尘、防水要求。

3.11.12.2 投标人提供设备的机械结构及设计原理。

3.11.12.3 机械结构应能保证良好的散热性能。

3.11.12.4 机架、机柜尺寸应符合国际标准，投标人提供设备的安装尺寸、布置及重量。

3.11.12.5 印刷电路板插件单元应该是可靠的，具有防护涂层，以防止因潮气/盐气或其他腐蚀环境引起的开裂、生锈、变质，应保证长期使用接触良好，并有错误插入保护措施。

3.11.12.6 印刷电路板应标示线路识别标志，电路板上的元器件名称也应有识别标志。所有文字符号及标志应使用英文或中文字符，并与所提供的资料、图纸完全一致。

3.11.12.7 控制中心的电缆采用适当的绝缘材料，以满足阻燃、耐高温、抗老化、低烟低卤的要求。

3.11.12.8 系统元件按良好的商业惯例进行制造和加工。

3.11.12.9 每块印刷电路板都具有防护涂层，以防止因潮气/盐气或其他腐蚀环境引起的开裂、生锈、变质。

3.11.12.10 部件的布置、固定和排列便于检查、拆除和更换不影响或损坏连线上的其他零部件。

3.11.12.11　所有批量生产的设备、零部件、元器件都是标准产品，相同规格的卡、盘可互换。

3.11.12.12　所有机柜、机架和其他机箱结构牢固，无变形和烧穿缺陷；机柜能够承受一定的机械应力、热应力，保证在运输和使用中不变形。

3.11.12.13　机柜、机架和其他机箱及其他支撑结构经细致清洗和防腐处理。

3.11.12.14　机柜的柜门能在不小于 90°的范围内启闭，且能固定启闭位置。

3.11.12.15　设备的金属表面除了加工装配电镀表面外，都进行防腐喷塑处理。对封闭结构的内表面也要喷涂或进行防锈处理。处理符合国家相关标准。

3.11.12.16　机柜和机架按照招标人要求安置，并可固定于地板上（考虑防静电地板），电缆从底部进出机柜。

3.11.12.17　所有机柜都有前后门。柜门提供钥匙等安全措施。

3.11.12.18　机柜要有利于通风散热同时考虑防止虫害、灰尘的侵入。

3.11.12.19　机柜为 19"标准机柜。所有机柜要颜色一致，机柜采用统—风格的标志、字母、符号。每一机柜的正面要有描述设备功能的铭牌。

3.11.13 设备防护要求

3.11.13.1　系统设计应满足有关 EMC 和 EMI 标准。投标人在技术建议书中阐明遵循的标准，需要时应提供标准文本。

3.11.13.2　系统设计应满足有关防静电、防噪音标准等。

3.11.13.3　系统设备输入、输出接口应采取隔离防护措施。

3.11.13.4　系统应具有完备的电压和电流的过载保护。投标人详细说明电压过载或电流过载的保护措施。防护系统发生故障时，不应对设备造成损害。提出维护和测试的方法。

3.11.13.5　系统的绝缘电阻及耐压指标不应低于相应的国内、国际标准。投标人说明所遵循的标准及数据。

3.11.13.6　在计算机和外部电路之间应采取安全有效的隔离措施。

3.11.13.7　系统所有设备应具有防雷电等各种干扰的能力。

3.11.14参考设备清单

序号	设备名称	单位	数量	备注
1	70"背投显示单元	台	21	
2	多屏图像控制器处理器	台	1	
3	各种连接电缆	套	1	
4	系统控制与管理软件	套	1	
5	大屏幕控制器	台	1	
6	大屏幕支架及附件	套	1	
7	控制器机柜	套	1	
8	其他安装配件	套	1	
9	地板和地毯切割及装修恢复	处	1	

以上设备清单仅供投标人参考，承包人应根据本招标文件的要求提供相应的投标方案和详细的供货清单。如方案变动不得额外增加费用。

3.11.15备品备件设备清单

序号	设备名称	单位	数量
1	70″背投显示单元（机芯）	个	2
2	三色激光光源	个	5
3	多屏图像控制器处理器	台	1
4	专用输出线缆	根	10
5	其他		

3.12 其他设备、材料要求

3.12.1 计轴

3.12.1.1 本工程正线及车辆段采用计轴设备检测列车占用，计轴设备应成熟可靠，并能安全、稳定地工作，计轴设备应直接与 OC 设备进行数据或继电接口。正线、车辆段和试车线采用相同型号的计轴设备。

3.12.1.2 计轴设备应满足《铁路信号计轴设备》（TB/T 2296）、《铁路信号计轴应用系统技术条件》（TB/T 3189）及《城市轨道交通计轴设备技术条件》（CJ/T 543）以及国内其他的有关技术标准和规定。

3.12.1.3 计轴设备故障或计轴数据传输发生错误，应有安全和切实可行的故障恢复措施，或通过安全操作予以恢复，系统能确定的计轴设备故障不应影响轨道交通的正常运营。计轴系统故障复位方式须具有预复位方式和直接复位方式，直接复位方式不应有限制条件，能够无条件实现计轴设备的复位操作，复位时行车安全可要求人工保证。投标人应提供详细的复位操作过程及原理，具体复位方式在设计联络阶段确定。

3.12.1.4 计轴设备的配置应满足但不限于以下要求：

1) 满足本工程列车最高运行速度下的可靠检测；

2) 满足降级控制模式下的运营间隔要求；

3) 保证降级控制模式下列车运行的安全，应考虑联锁进路的保护区段、平行作业进路等；

4) 计轴设备平时处在工作状态，计轴设备不影响 CBTC 系统的安全及效率；

5) 系统能确定的计轴设备故障不得影响 CBTC 信号系统的正常工作和系统性能；

6) 当计轴设备故障时，应在车站现地控制工作站及中心调度工作站上显示或报警；

7) 计轴设备应具备对系统运行状态、故障信息等的诊断、报警功能。计轴设备的运行状态、维护和监测信息应纳入智能运维监测子系统统一管理，将计轴设备的维护和报警信息传至控制中心、维修中心相应的维护工作站；

8) 室外计轴设备的布置原则为：需在正线车站进、出站处及道岔区段、区间分隔、区间风井、保护区段、车辆段转换轨处、试车线、车辆段等位置设置计轴设备，以及为实现独立保护区段功能设置计轴设备等；

9) 计轴磁头设计安装时应避免在在护轮轨、隔断门或者人防门开关范围，以免影响计轴工作及相关维护工作；

10) 计轴设备应能在车辆段及正线电磁环境、运转设备、维修设备的干扰条件下可靠稳定工作，在本工程的现有使用车辆类型中，不得出现扰轴、漏轴等情况；

11) 采用计轴设备的系统在信号设备室内应设置“轨道区段复位”功能；

12) 计轴安装采用打孔/夹具安装方式；

13) 计轴设备须支持单一区段模拟占用功能；

14) 本用户需求书的附图-信号平面布置示意图为计轴设备布置的基本要求，计轴设备的设置数量不得少于附图中设置数量（具体计轴设备布置，在设计联络阶段确认）；

15) 投标人应在投标文件中详细说明计轴设备与 CBTC 系统的关系（包括计轴设备的作用、与 CBTC 系统的接口、计轴设备正常工作或故障对 CBTC 系统的影响等），并说明计轴设备的技术规格、功能、性能及指标参数。

3.12.1.5 计轴系统应采用安全设计，具备高可靠性，确保当任一计轴板卡故障时，故障影响范围最小。原则上计轴主机配置应考虑上下行分设，减少故障影响范围。

3.12.1.6 计轴复位按钮应设置在车站控制室中车站现地控制工作站界面或 IBP 盘上。

3.12.1.7 安装于钢轨上的计轴器应满足限界要求，并提交满足限界要求的说明以及安装要求。

3.12.1.8 计轴设备应具有 2 个以上（含 2 个）良好的城市轨道交通线路运行业绩。

3.12.2 信号机

3.12.2.1 构成

1) 本工程正线、车辆段采用组合式铝合金 LED 铁路信号机构。

2) 满足《TB/T 3242-2010 LED 铁路信号机构通用技术条件》,《TB/T 3202-2020 铁路信号点灯单元》要求或相关技术要求。

3) 机构门应开启灵活，无卡死现象。

4) 机构的零部件及易损件应具有互换性，标准件及外购件应符合相应的技术标准。

5) 机构灯室之间不应串光。

6) 机构外壳防护等级应符合 GB/T4208 中的 IP53 级的规定。

3.12.2.2 机构外观要求：

1) 机构表面应平整、无毛边、无裂纹、无砂孔；

2) 机构表面涂层应均匀、无气泡、无漏涂；

3) 镀件应光洁、无斑点、无漏镀；

4) 非金属表面应平整，无裂纹、无气泡、无缺料、无明显变形等缺陷。

3.12.2.3 机构的灯光颜色在寿命期间内应符合《铁路灯光信号颜色》（TB2081）中的规定。

3.12.2.4 机构应具有抗强光干扰性能。能防止由于外部光线的照射导致的信号错误显示。

3.12.2.5 高柱机构安装后应能在左右各 90°、前俯仰 5°范围内任意调节；矮型机构的仰角为 3°～5°。

3.12.2.6 绝缘电阻：机构的绝缘电阻在正常的试验大气条件下不应小于 50MΩ，交变湿热试验后绝缘电阻不应小于 1.5MΩ。

3.12.2.7 绝缘耐压：机构应能承受交流 50Hz，电压有效值 2000V，历时 1min 的冲击，应无击穿或闪络现象。重复试验时，电压应为原试验电压的 80%。

3.12.2.8 机构应具有雷电防护性能。应能经受波形为 4/300μs，电压幅值线-线间为 5kV，线-地间为 10kV 的冲击试验而不应闪光且不应损坏。

3.12.2.9 机构应具有电磁兼容性能，经电磁兼容性试验后，性能应符合《GB/T 24338.5-2018 轨道交通 电磁兼容 第 4 部分：信号和通信设备的发射与抗扰度》中性能判别依据 A 的规定。

3.12.2.10 机构发光二极管损坏数量达到 30%时，应不影响信号显示的规定距离，并应及时报警。信号机报警应报警到灯位、应有利于及时发现并维修。信号机应具有灯丝监督的功能，信号机的控制电路应检查灯丝的完好。

3.12.2.11 应符合《铁路信号故障一安全原则》（TB/T 2615）的规定，当点灯系统出现故障时不应引起信号升级显示。

3.12.2.12 机构壳体的正常使用寿命不应低于 20 年，机构其他部件的正常使用寿命不应低于 10 年。

3.12.2.13 主要技术参数

1) 单元外形宽度：≤170mm；
2) 工作电压：AC220V±22V 或 AC110V±11V，50Hz；
3) LED 寿命：＞10 万小时；
4) 大气压力：不低于 70.1kPa（海拔高度不超过 3000m）；
5) 环境温度：－40℃～＋70℃；

6) 空气相对湿度：不大于 95%（＋25℃）；

7) 振动频率 10～200Hz，加速度幅值 10m/s²；

8) 周围无引起爆炸危险和腐蚀性气体；

3.12.2.14 投标人提供的信号机应满足与信号系统的接口要求。

3.12.3 转辙机

本工程正线及试车线道岔处转辙机采用三相交流电动转辙机，双机牵引，道岔锁闭方式为外锁闭；车辆段道岔处转辙机采用三相交流电动转辙机，单机牵引，道岔锁闭方式为内锁闭。所采用的转辙机应符合下列基本要求：

1) 转辙机及其安装装置的所有技术标准必须满足国家标准和铁路标准，包括但不限于《铁路道岔转辙机 第 1 部分：通用技术条件》（GB/T 25338.1）、《铁路道岔转辙机 第 2 部分：试验方法》（GB/T 25338.2）、《电动转辙机 第 1 部分：ZD6 系列电动转辙机》（TB/T3113.1）、《ZD9/ZDJ9 系列电动转辙机》（TBT 3113）；

2) 转辙机的所有零部件须检查合格，标准件及外购件必须符合各自的技术条件；

3) 转辙机应能满足 GB/T4208 防护等级的规定（正线 IP65,车辆段 IP54），在机箱内应设有排油污水的结构；

4) 转辙机内为方便维修和更换，应设有插接件端子排，需要维护保养的零部件应便于观察和拆装；

5) 寿命期内各零部件不应损坏，各受力的摩擦部分，在磨损后转辙机的电气特性仍应满足产品标准或技术条件的规定，接点压力不应小于原规定值的 90％；

6) 转辙机防尘罩应采用 SMC 材质，并与转辙机设备尺寸相匹配，方便维护；

7) 转辙机的安装装置及防尘罩（高架站和车辆段）选用应符合和满足本工程线路限界要求、轨道及道床条件，固定可靠，方便维修；

8) 正线上的每一组道岔均应采用单独控制方式；

9) 转辙机的控制电路应符合转辙机控制的技术条件要求；

10) 转辙机须通过铁路 CRCC 认证；

3.12.4 道岔缺口监测设备

1) 本工程正线和车辆段须配置道岔缺口监测设备及道岔转换阻力监测设备，包括监测机柜及监测终端，投标人应实现各车站之间的道岔缺口监测信息及道岔转换阻力智能监控信息的互传，具备异地监测功能。
2) 道岔缺口监测系统由缺口监测主机、采集分机、表示缺口传感器、通信传输设备、室内图像分析软件等组成。
3) 道岔缺口监测设备须实时监测道岔缺口的实际状态（每台转辙机应单独监测），包括操纵后缺口、静态缺口。通过表示缺口传感器实时采集缺口图像，利用特定的图像识别和测量技术，自动计算偏移量数值，并给出显示。对实际表示缺口实现非接触性监测，避免与转辙机机械动作部分发生接触而影响转辙机正常工作。必须实时测量实际缺口大小，必须具有动态视频功能，自动记录扳动视频和过车视频。
4) 道岔缺口监测设备应可单独成网，在本站及控制中心、维修中心均可监视整条线路转辙机状态。
5) 道岔缺口监测设备必须具有国家铁路产品质量监督检验中心依据道岔缺口监测系统技术规范(运电信号函[2015]315 号）文件出具的完整的检测报告。
6) 道岔缺口监测设备必须满足抗震动、防雷、电磁兼容、外壳防护、盐雾、长霉、绝缘耐压、交变湿热、恒定湿热等要求的指标。
7) 道岔转换阻力监测设备能够监测道岔转换过程形成的阻力曲线，对转辙机转换力实际状态，进行实时把控及预告警。
8) 道岔缺口监测设备具备转辙机温湿度监测功能和直接牵引力监测功能。
9) 向智能运维系统提供所有监测数据，这些数据包括但不限于:转辙机温湿度、操纵后道岔位置及缺口值、过车缺口值静态缺口值、扳动后缺口图片(带时标)、静态轮询图片(带时标)、扳动视频(带时标)、过车视频(带时标)、扳动牵引力曲线(含一相电流曲线、牵引力参考曲线)。
10) 预警及报警功能，并向智能运维系统上报预警及报警信息。
11) 预警及报警功能，并向智能运维系统上报预警及报警信息。
12) 统计功能。
13) 预警及报警闽值参数同步功能，向智能运维系统上报预警及报警阈值参数值。

3.12.5 综合按钮箱

3.12.5.1 站台应设置综合按钮箱，其应集成站台信号各按钮、通信紧急电话、站台 PSL 等按钮。具体集成方式在设计联络阶段讨论。

3.12.6 紧急关闭按钮

3.12.6.1 站台和车控室应设置紧急关闭按钮，其控制电路应符合故障导向安全原则。紧急关闭按钮激活时，应控制一定范围的区域内线路上的列车自动实施紧急制动，在该范围内已处于静止状态的列车不得移动。紧急关闭按钮的技术要求及设置要求应符合相关技术规定。

3.12.6.2 在车站每侧站台适当位置设置紧急关闭按钮，站台原则上每侧站台设置 2 个，主要为公众和站台监督员使用；在车站综合控制室内的 IBP 盘上对应每侧站台设置 1 个，主要为车站值班员使用。

3.12.6.3 站台紧急关闭按钮的设置应考虑：

每一侧的按钮按下时只封闭该侧按钮对应的站台。

3.12.6.4 站台紧急关闭按钮的具体要求如下：

1) 位置设置：根据建筑图在设计联络阶段确定；

2) 安装在站台的紧急关闭按钮箱从正向运行停车前端的站台端门墙起向另一端从小到大按顺序编号（具体编号原则在设计联络阶段确定）；

3) 紧急关闭按钮箱的外罩须由不锈钢制成（至少 2mm 厚）或其它被认可的材料制成，箱盒的设计应便于安装和维护，箱盒内设置一个自复式按钮；

4) 紧急关闭按钮箱须易于识别，外形应与所依附的建筑物相协调；

5) 紧急关闭按钮本身应有醒目的谨慎使用的提示标记。

3.12.6.5 室内紧急关闭按钮的安装应与 IBP 盘上的按钮相协调，投标人负责向综合监控系统承包商提供具体的工艺和电气要求。

3.12.6.6 紧急关闭按钮所选用按钮的触点应保证在长期不使用的情况下仍保持良好的电气性能。

3.12.6.7 紧急关闭按钮的工作电路和检测电路应符合故障－安全原则，即正常状态下其工作电路和检测电路处于闭路状态。当车站站台或 IBP 盘上的任何一个紧急关闭按钮被操作后，IBP 盘上紧急停车相应指示灯点亮，直到值班人员确认并完成“取消紧停”操作为止。

3.12.6.8 投标人应与车站建筑工程的承包商和 IBP 盘的供货商配合，预留安装紧急关闭按钮的孔洞和预埋相应的管线。

3.12.7 人员防护开关（SPKS）

3.12.7.1 正线和车辆段的全自动运行区域应设置 SPKS。

3.12.7.2 车站 SPKS 设置数量宜与端门数量相匹配。车站 SPKS 防护范围为本站台和相应侧区间，且不影响邻站折返和接车。SPKS 宜仅防护本侧（上行或下行）区域，以减少对运营的影响。存车线和折返线宜单独设置 SPKS。

3.12.7.3 车辆段 SPKS 设置数量宜与车辆段自动控制区域的防护分区相匹配。车辆段 SPKS 的防护范围为相关的防护分区范围。车辆段咽喉区宜作为一个防护区域，单独设置 SPKS。

3.12.7.4 正线 SPKS 应设于车站车控室 IBP 盘，在车站现地控制工作站上应具有相关表示；车辆段 SPKS 应设于 DCC 内综合操作盘，在 DCC 现地控制工作站上应具有相关表示。

3.12.7.5 SPKS 应配以防护范围图示及显示灯。

3.12.7.6 SPKS 防护范围应使用不同颜色的标识牌或色带进行划分。对于 SPKS 防护范围有重叠和相连的区域，应采用不同颜色的标识牌或色带加以区分，具体实现方式在设计联络阶段最终确定。

3.12.7.7 正线及车辆段 SPKS 防护范围标识设置方式及范围，SPKS 防护指示灯采用 LED 照明，面积不小于 300 平方厘米，具体在设计联络阶段最终确定。

3.12.7.8 SPKS 启用时，应在 ATS 界面车站图形内显示其启用状态，并以同线路平行的红色线表示其防护范围。

3.12.7.9 SPKS 的使用和管理应严格遵循相关运营维护管理办法。

3.12.8 站台开/关门按钮

3.12.8.1 在车站站台屏蔽门两端处和车站控制室 IBP 盘上设置站台开/关门按钮及相应表示灯。

3.12.8.2 站台值班员人工需要关闭车门时，按压站台开/关门按钮，关闭车门和站台屏蔽门。

3.12.8.3 站台开/关门按钮根据运营需求设置旁路开关，以避免站台关门按钮失效时影响列车正常运营。

3.12.8.4 站台开/关门按钮的具体要求如下（暂定）：

1) 站台开/关门按钮其外罩须由不锈钢制成（至少 2mm 厚）或其它被认可的材料制成，箱盒的设计应便于安装和维护，其外形及颜色应与所依附的建筑物相协调。
2) 站台开/关门按钮采用自复式按钮，每个按钮两组结点，且采用的按钮触点应保证具有良好的电气性能。
3) 投标人应与车站建筑工程的承包商配合，预留安装站台关门按钮的孔洞和预埋相应的管线。

3.12.9 发车确认按钮

3.12.9.1 在正线交路折返站站台端部（具体位置设计联络阶段确定）设置发车确认按钮，供执行清客确认时列控员操作使用。

3.12.9.2 发车确认按钮的具体要求如下（暂定）：

1) 发车确认按钮箱其外罩须由不锈钢制成（至少 2mm 厚）或其它被认可的材料制成，

箱盒的设计应便于安装和维护，其外形及颜色应与所依附的建筑物相协调。

2) 发车确认按钮采用自复式按钮，每个按钮两组结点，且采用的按钮触点应保证具有良好的电气性能。

3) 投标人应与车站建筑工程的承包商配合，预留安装发车确认按钮箱的孔洞和预埋相应的管线。

3.12.10 电缆基本要求

3.12.10.1 所有电缆的规格均应符合相关的标准、规范，经国家电线电缆质量监督检验中心或铁路产品质量监督检验中心测试合格，并附有检测报告。

3.12.10.2 电缆应机械强度高，绝缘性能好，弯曲能力及抗冲击能力强，防腐、防水、防虫鼠害、防电磁干扰。

3.12.10.3 电缆应适合于震动较为剧烈、使用条件较为恶劣的地铁运输环境。

3.12.10.4 电缆的导线绝缘、内护套、外护套均应采用低烟、无卤、阻燃的材料。阻燃等级为 B 类，燃烧性能为 B1 级。车载电缆满足 EN45545 标准要求。

3.12.10.5 系统中的电缆应采用适当的绝缘材料和具备一定屏蔽性能的外包装，并满足以下要求：

1) 所有室内、外电缆须具备低烟、无卤、阻燃、防腐蚀的特性，室外还须具备耐寒的特性；

2) 所有室内、外配线连接用的电线，须具备低烟、无卤、阻燃的特性，室外还须具备耐寒的特性；

3) 地面及高架区段还须具备抗紫外线辐射、抗老化的特性。

3.12.10.6 电缆的电气性能如导线直径、导线电阻、绝缘电阻、工作电容、分布电容等电气参数，应满足相关标准和要求，工厂试验按 DIN VDE472（或相应的 IEC 标准）对下述电气参数测试：

1) 导线电阻 501；

2) 绝缘电阻 502；

3) 有效电容 504；

4) 不平衡电容 506；

5) 衰减系数 507；

6) 介电强度 509。

3.12.10.7 材料的机械及温度特性应满足：

1) 导线／屏蔽材料参照 DIN VDE0816 第 2 部分；

2) 无卤绝缘材料参照 DIN VDE0207 第 2 部分、第 23 部分、第 24 部分；

3) GB2951 - 电线电缆机械物理性能试验方法；

4) GB 3953 - 电工圆铜线；

5) GB 4909 - 裸电线试验方法；

6) GB3084 - 电线电缆电气性能试验方法；

7) GB 5441 - 通信电缆试验方法；

8) GB 4005 - 电线电缆交货盘；

9) TB／T2476.1-4-铁路信号电缆；

10) GB/T 18380.35-燃烧特性。

3.12.10.8　电缆须通过铁路 CRCC 认证。

3.12.10.9　电缆使用寿命≥25 年。

3.12.11 光缆基本要求

3.12.11.1　信号系统的安全信息传输通道可采用独立的单模光缆。

3.12.11.2　光缆护套以内的所有间隙采用油膏填充阻水措施，包带及其内外的缆芯间隙采用油膏连续充满。内套和护套之间的间隙连续放置阻水膨胀带。

3.12.11.3　光缆护层结构采用内护层为双面涂塑铝带粘接 PE 套＋双面涂塑轧纹钢带+低烟、无卤、阻燃聚乙烯护套。

3.12.11.4　投标人提供的光缆应符合以下应用标准：

1) GB/T 7424　光缆总规范、分规范；
2) GB/T 9771　通信用单模光纤；
3) GB/T 15972　光纤试验方法规范；
4) GB/T 2951　电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法；
5) IEC 332-3C　燃烧特性；
6) YD/T 901　通信用层绞填充式室外光缆。

3.12.11.5　光缆成束后的燃烧试验必须符合 IEC 332-3C；低烟指标透光率大于 60％（IEC 1034）；无卤指标 HCL 的含量小于 4mg/g。

3.12.11.6　光缆的使用寿命≥20 年。

3.12.12 正线/车辆段道岔融雪装置

3.12.12.1　根据正线及车辆段平面布置图和道岔影响范围，暂定正线马骡圩站上下行咽喉 8 组道岔与车辆段咽喉区域关键道岔 37 组道岔纳入道岔融雪范围。

3.12.12.2　正线采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔、两个牵引点，加热功率配置为每组道岔 7.5KVA；车辆段 50kg/m 钢轨 1/7#道岔、一个牵引点，加热功率配置为每组道岔 7.5KVA。

3.12.12.3　道岔融雪系统采用安装电加热方式的道岔融雪装置，在基本轨轨腰安装电加热元件。

3.12.12.4　融雪装置属二级负荷，应设置融雪专用动力变压器独立供电。

3.12.12.5　道岔融雪装置由控制中心、正线/车辆段控制终端、电气控制柜、环境检测装置、隔离变压器、电加热元件、接线盒、连接线缆和信息通道组成。一个电气控制柜可以控制 8 个隔离变压器。车辆段不少于 5 个电气控制柜。电气控制柜与隔离变压器之间采用电源线连接。电气控制柜之间采用信号通信电缆串联连接，引入车控室或 DCC 室内的道岔融雪装置远程控制终端。

3.12.12.6　投标人向供电系统供货商提供总的道岔融雪系统电源容量、道岔融雪装置电气控制柜的设置数量和位置，其中电气控制柜及主变压器～电气控制柜的电力电缆由供电系统供货商负责，投标人负责电气控制柜～隔离变压器的支线电力电缆、电气控制柜的信号控制电缆和道岔融雪装置。

3.12.12.7　在正线马骡圩车站及车辆段 DCC 现地控制工作站（名称暂定）应能完成道岔融雪设备有关参数设定，加热特性测定，启动和关闭系统，有选择的启动或关闭某一加热电路。（暂定，具体方案在设计联络阶段确定）

3.12.12.8　投标人应根据各自系统的特点提供正线/车辆段道岔融雪装置设备的配置方案，最终以招标人认可接受为准。

4 系统功能要求

4.1 ATS 子系统功能要求

4.1.1 ATS 子系统在 OC、ATP、ATO 子系统的支持下完成对全线列车运行的自动管理和监控，应实现下述基本功能。

4.1.2 行车信息显示

4.1.2.1 ATS 子系统通过车站和车辆段的局域网获取 ATP/ATO 和 OC 设备提供的列车运行状态信息、信号设备的状态信息和列车位置信息等。

4.1.2.2 在中央控制室，采用大屏幕系统显示本工程的线路、车站、车辆段布局的全景。

4.1.2.3 在控制中心的行车调度工作站上，以单元画面和任意窗口详细显示车站、区间及车辆段的信号设备状态和列车运行状态的细景。ATS 应保证系统在各运行级别下对列车占用信息显示的一致性。

4.1.2.4 全景和细景显示的主要内容包括但不限于：

1) 本工程线路、车站、车辆段的线路布局；
2) 公里标、坡度、曲线、高架线、地面线、地下线标注（可调显）；
3) 目的地码位置、信号元素（包括信号机、轨道区段、道岔等）状态及编号（可调显）；
4) 供电区段及显示；
5) 信号机状态；
6) 列车进路状态；
7) 列车图标及位置；
8) 列车状态（驾驶模式、车地通信状态、运行状态、设备状态等）；
9) 列车的移动授权（可调显）；
10) 列车车次号；
11) 列车门、站台屏蔽门的状态；

12) 跳停、提前发车和扣车表示；

13) 出段列车的预定地点；

14) 车站、车辆段发车晚点情况；

15) 运行早晚点（≥1 分钟），正点列车车次框显示绿色；晚点≥30 秒，车次框显示橙色，出现具体数值显示晚点时间；

16) 控制权的状态等；

17) 故障报警信息、操作日记；

18) 换乘站标识；

19) 与其他线路联络线信号元素信息显示；

20) 列车驾驶模式及列车工况（FAM、CAM、AM、CM、RM、RRM、模式未知、休眠、唤醒、停止正线服务、洗车、清扫、清客、场内运行、待命）、报警状态（紧急制动、乘客呼叫、车辆火灾、车辆报警、紧急手柄等）、车辆相关信息显示；

21) SPKS 开关及其旁路按钮状态；

22) 洗车机准备就绪状态；

23) 站台清客状态；

24) 湿轨模式（如有）等；

4.1.2.5 在大屏幕系统上显示相应的报警信息（应可根据运营需要配置）：

1) 通道状态信息；

2) 重要设备工作状态。

4.1.2.6 在行车调度工作站上显示相应的报警信息：

1) 中心和车站及车辆段电源设备状态信息；

2) ATS 通道状态信息；

3) ATS 命令执行超时；

4) 车地通信故障报警；

5) 车站设备的工作状态和车载设备的工作状态等；

6) 影响行车的故障处置应具有提示功能。

4.1.2.7 正线信号系统应根据自身系统特点，能够区分连续式通信的列车控制级和降级下的运行状态，合理显示信号机状态、进路状态、轨道列车占用状态和列车追踪移动状态；连续式通信的列车控制级下，列车移动显示分辨率和刷新速率状态应与真实的移动状态相匹配。

4.1.2.8 集中站的车站现地控制工作站显示其所在设备集中站管辖区范围内和相邻车站间的线路及其所有车站的布局，列车运行状态、信号设备状态、列车进路状态、列车车次等的全景，也可以单元画面和图形缩放显示细景，并可在获得控制权后通过键盘及鼠标对管辖范围内的信号设备进行控制。

4.1.2.9 无岔非集中站的 ATS 工作站无进路控制功能，有岔非集中站的 ATS 工作站有本站范围内的控制功能。非集中站的 ATS 工作站均显示其所在设备集中站管辖区范围内和相邻车站间的线路及其所有车站的布局，列车运行状态、信号设备状态、列车进路状态、列车车次、站台屏蔽门状态等的全景。具备扣车的控制操作权限。

4.1.2.10 所有集中站设置的现地控制工作站均需具有控制权，管辖范围可根据运营需要进行配置。集中站的现地控制工作站具备对其管辖范围内有控制权车站的收授权功能。中心和车站控制权转换时，采取一次操作方式，直接进行各集中站控制权的转换，集中站可根据运营需要对有岔非集中站控制权采取二次分配，有岔非集中站对本站控制范围内的设备具有控制权。

4.1.2.11 当控制中心 ATS 故障，车站 ATS 设备应根据车站时刻表、列车车次号、列车位置等信息自动地进行进路排列及发车时机的控制。

4.1.2.12 当 ATS 车站设备故障，OC 设备可以建立自动进路及自动折返进路。

4.1.2.13 中心控制转车站控制时，车站控制的默认控制状态为人工控制状态。

4.1.2.14 与车辆段及其他线路相连的车站现地控制工作站/ATS 工作站应显示相应的联络线处的列车运行信息及信号设备状态信息，具体内容在设计联络阶段确定。

4.1.2.15 车辆段 ATS 工作站应具有接/发车预告声响提示。

4.1.2.16 若与本线路有换乘作业的换乘线路能够提供相关换乘车站的列车占用状态等信息，则 ATS 系统应能够实现共享换乘站之间的相关信息，在本线的控制中心显示屏、调度工作站、车站现地控制工作站/ATS 工作站上应能显示相关换乘站的相关信息，具体内容在设计联络阶段确定。

4.1.2.17 车辆段的 ATS 工作站应显示正线和车辆段内的列车运行状态、信号设备状态、列车进路状态、列车车组号等情况以及与正线联络线及相邻的正线车站的列车运行等信息。

4.1.2.18 ATS 系统应使用图形化方式显示 ATS 系统设备工作状态及与其他系统的连接状态。

4.1.2.19 ATS 子系统在故障恢复时，应具有快速恢复 ATS 子系统工作的能力，向调度员提供简单的操作界面及操作程序。

4.1.2.20 所有关于线路布局的显示画面应统一显示方向及方位，原则应按照上行线在下面，下行线在上面的规定。具体在设计联络阶段确定。

4.1.2.21 ATS 显示界面应能区分显示线路中的全自动控制区、非全自动控制区，除显示段内信号设备的状态外，还能显示人员防护开关及其旁路的状态、洗车机状态。

4.1.2.22 车辆管理调度工作站功能要求

车辆管理调度工作站主要用于实现对车辆的相关监视、控制及调度功能。主要负责对车辆上各个子系统发送的主要设备报警信息、维修信息的收集和管理，组织指挥对车辆上设备的维修工作，针对各种可能发生的突发事件进行处置。具备主要功能包括：

1) 监视全线所有 ATS 子系统管辖范围内在线运行和库内停靠的车辆工作状态；
2) 监视全线所有 ATS 子系统管辖范围内的车辆发出的故障报警和灾害报警；
3) 对车辆设备进行远程控制和初始化控制；
4) 负责全线的车辆设备状态监视；
5) 进行车辆相关故障的应急处置等。

4.1.3 ATS 子系统应具备列车正点率、运行图兑现率、站停时间、区间运行时间、列车站 后折返时间、站台晚点时间、站台发车间隔、旅行速度、停车精度、列车满载率（车辆或其他专业提供数据）、区间停车时间（CBTC 运行控制级别）的分析统计功能。其中，站停时间和列车站后折返时间统计满足下列要求：

1) 站停时间应按照列车开门响应时间（列车停稳至车门开始打开）、车门打开持续时间（车门开始打开至关闭）、列车发车时间（车门关闭至列车动车）分别统计；
2) 列车站后折返时间应按照折入时间（站台动车至折返轨停稳）、折返轨停留时间（折返轨停稳至折返轨动车）、折出时间（折返轨动车至出发站台停稳）分别统计。

4.1.4 列车运行描述

4.1.4.1 系统采用列车识别号、列车图标的移动和有关信号设备的状态变化来自动模拟和描述在线列车的实际运行。

4.1.4.2 系统自动完成列车自车辆段列检库出发时开始跟踪，至列车回到车辆段停车列检库后结束。系统自动完成并实现列车在正线和车辆段内（含试车线及具有轨道区段占用检测设备的所有区域）车组号的连续追踪。系统应具备在车辆段转换轨处停车和不停车情况下的自动赋予车次号功能。

4.1.4.3 系统应具备根据本工程的线路布置和临时运营要求，在有特殊运营要求时，组织临时交路行车，并对临时列车交路上运行的列车进行自动追踪的能力。

4.1.4.4 列车识别号由列车表号、车次号、车组号、目的地号组成。

1) 表号为系统对正线列车的辨认，在一天的服务中保持不变。表号一般由 2 位数字组成。
2) 车次号为某一趟列车的服务号，它随着列车的折返和上下行的变化而变化。车次号一般由 4 位数字组成。
3) 车组号为某一特定列车编组的编号，由车辆段的工作人员在派车计划中输入。车组号一般由 4 位数字组成。

4) 目的地号为列车运行目的地的编号。一般由 2 位字母组成。

5) 列车识别号的设置需满足运营要求。

4.1.4.5 系统应允许中心调度员随时输入、修改、删除、插入和预设列车识别号。

4.1.4.6 列车车次号由列车运行图/时刻表直接产生、并通过车地通信系统进行校核。且列车识别号随着列车的走行，自动跟踪，并可由调度员人工修改包括设定、删除、移位、变更。在列车识别号因故丢失情况下，系统应能根据运行图，列车位置及时间自动推算并自动设置列车识别号，且能通过车地双向通信进行校核。CBTC 列车降级后，列车识别号原则上不应丢失。

4.1.4.7 表号和车次号在车次窗中随着列车的走行移位并显示。当列车到达终端站（即折返站）或环形线路用户指定的终点站，折返作业完成后，列车跟踪系统按照实施运行图自动找出新列车识别号，新列车识别号显示在该列车现在位置的折返轨或股道车次窗上。

4.1.4.8 对于将退出服务的列车（回到车辆段停车列检库的列车），系统继续跟踪列车的识别号，在车辆段库线的车次窗内显示列车的车组号，便于车辆段工作人员了解列车在车辆段库线上的分布情况。

4.1.4.9 中心大屏幕上各站股道、区间、监控范围的入口处设置车次窗。车次窗设置的位置与数量根据行车密度和运行作业的需要确定。车次窗显示 6 位数字，显示要求如下（暂定）：

1) 对于计划车，车次窗的显示为表号+车次号，其中表号 2 位，车次号 4 位；

2) 对于头码车，车次窗的显示为目的地号+车组号，其中目的地号 2 位，车组号 4 位;

3) 对于人工车，车次窗的显示为 M+车组号；

4) 对于回车辆段的计划车，显示时它们的两位表号用“HD”或相关车辆段代码所代替（具体名称根据运营需要而定）。但是运行图一侧的实际图和计划图不受影响；

5) 大小交路运行时，为了便于调度人员识别小交路列车，要求小交路列车的识别号显示时，使用特殊表号标识（具体名称根据运营需要而定）。但是运行图一侧的实际图和计划图不受影响。

4.1.4.10 对于调度员工作站上的识别号显示，不同的人—机对话画面中显示不同的内容，并可增加部分信息，如列车晚点信息（用不同的颜色）、人工运行调整时间修改等。

4.1.4.11 具体的列车识别号组成及显示方式在设计联络阶段确定，投标人应确保满足运营需求。

4.1.5 列车运行图/时刻表的管理

4.1.5.1 列车运行图/时刻表包括：

1) 基本运行图/时刻表；
2) 计划运行图/时刻表；
3) 实际运行图/时刻表。

4.1.5.2 基本运行图/时刻表：

1) 基本运行图/时刻表分为平日、节假日、不同季节、每天不同运营时段、临时事件等各种列车基本运行图/时刻表。
2) 由调度员输入基本运行图的基本数据如各区间运行时间、车站站停时间、运行间隔、起始和终到站、时间段、可用列车数、列车折返要求等，系统应能在计算机辅助下自动完成列车基本运行图/时刻表的编制。
3) 调度员在编制列车时刻表和运行图时，能随时有效地进行人工修改。运行图在编制过程中及编制完成后应能在显示终端上显示。若运营上有要求，结合线路布置可以先编制局部区段的基本运行图，计算机能自动合成为全线的基本运行图；
4) 系统应能编制各种运营情况的运行图/时刻表，包括从正线停车线出车开始运营、列车自正线任意车站开始沿途车站均跳停直接回车辆段等运营情况。
5) 运行图编制过程中应能自动地进行冲突检查，并给出明确的提示及建议优化的冲突解决方案。
6) 基本运行图/时刻表编制完毕后，应能在运行图编辑工作站上进行列车运行的模拟和仿真（速度可在不大于 10 倍速度的范围内可调），以检测基本运行图/时刻表编制的可行性和合理性。据本线的列车参数及线路状况，模拟列车运行，可模拟正常

情况、不同故障情况下的列车运行状况及时刻表执行情况，也可以模拟不同的列车晚点等级，并提供各种非正常情况下的调整策略，调度员可以采用自动或人工方式进行调整。

7) 基本运行图/时刻表的编辑和管理在运行图/时刻表编辑工作站上完成。

8) ATS 系统可根据约定格式的文件（如 Excel 格式）自动生成运行图。

9) 基本运行图编制完成后，按不同种类存入数据库内，以备调度员随时调用。

10) 基本运行图的数据不得擅自修改，当必须修改时，由专门维护人员按照有关命令进行。

11) 储存在计算机内的基本运行图不应少于 512 种。基本运行图数据必须确保安全存储，并易于长期保存。

12) 系统应根据本工程的运营特点提供科学、合理、最佳的基本运行图。

13) 基本运行图/时刻表包含以下主要信息：

a) 列车车次；

b) 区间运行时间；

c) 车站到发时间；

d) 站停时间；

e) 列车运行路径；

f) 列车折返信息；

g) 区间和车站数据等；

h) 列车早晚点数据。

4.1.5.3 基本运行图相关要求（包括但不限于）：

1) 列车运行图格式

a) 在列车运行图上有横线、竖线和斜线三种线条。采用以横坐标表示时间、纵坐标表示距离图解列车运行状态；

b) 横线代表车站的中心线，设备集中站以粗线条表示，其余车站则以细线条表示；

c) 竖线将横轴按一定的时间单位进行等分，代表一昼夜的小时和分秒，通常分钟线可以细线条表示，五分钟线可以细虚线条表示，小时线则以粗线条表示；

d) 全部小时线上需表示车站站名；

e) 斜线是列车运行的轨迹，代表列车运行线。列车运行线与车站中心线的交点就是列车在车站的到达、出发或通过时刻。在列车运行图上，下行列车的运行线由左上方向右下方倾斜，上行列车的运行线由左下方向右上方倾斜。

2) 列车表号及车次的规定：

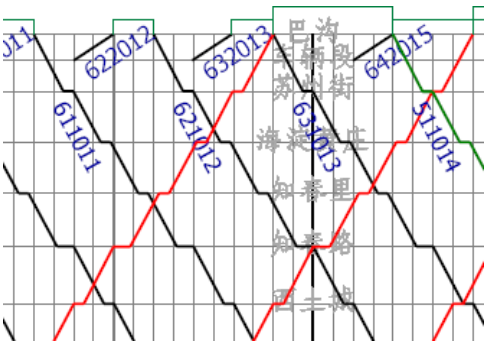
a) 表号的使用以第一次出段时间的先后顺序进行顺序排列；

b) 中午列车回车辆段/停车场再次出车辆段时，则以回段/场时间的先后顺序出车辆段。当停车列检库一条库线仅存一组车，以回车辆段时间的先后顺序，采用先进先出的方式安排出车辆段。当停车列检库一条库线存两组车时，则每两组回车辆段（车辆段停车库线每股道停放两列车）列车采用后进先出的方式安排出车辆段；

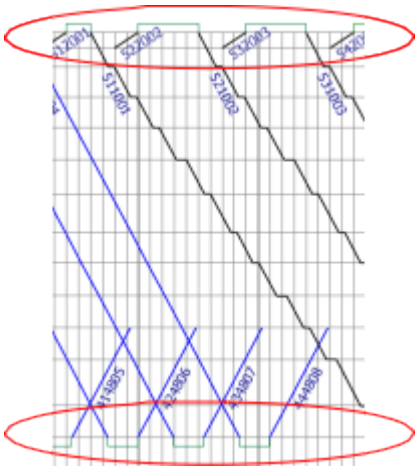
c) 列车表号及车次采用 6 位数表示：第 1、2 位是表号；第 3 位是列车开行方向（“1”为下行，“2”为上行）；第 4 位表示列车性质（“0~4”表示客运列车；“6”表示调试列车；“8”表示回空列车）；第 5、6 位表示列车运行顺序号。

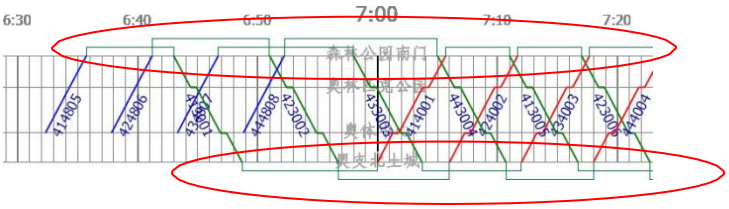
3) 线型及颜色的规定：客运列车线型为实线；颜色，出入车辆段线为黑色，运行线上行为红色，下行为绿色。调试车线及回空车线线型为实线，颜色为蓝色；

4) 车次标注位置及形式如下：



1) 列车折返画法：





5) 其他要求

a) 应具备绘制整张图及可选择时段输出图的功能；

b) 有多个站台的车站，站停时间应能分别设置不同站停时间；

c) 正线与车辆段联络线的运行时间应可进行人工设置；

d) 两站间有多条运行径路时，应可分为正向运行与侧向运行分别设置运行时间；

e) 自动编图软件中默认的区间运行时间及站停时间应能按照实际情况设置；

f) 不同时段的折返时间应能分别设置；

g) 首末车时间应能设置且固定；

h) 应能实现编制在正线上存车的运行图；

i) 应能实现 24 小时运行图的编制。

6) 基本运行图的编制要求将在设计联络阶段详细确定。

4.1.5.4 计划运行图/时刻表：

1) 根据当日运行计划和列车运用计划，系统自动选择当日的基本运行图/时刻表或调度员在运行图显示工作站上选择适当的基本运行图/时刻表，经修改和确认后即为当日的计划运行图/时刻表，ATS 子系统据此组织和实施当日的列车运行。

2) 运营期间也可以对当日的计划运行图/时刻表进行在线修改。

3) 计划运行图/时刻表的编辑和管理在运行图/时刻表编辑工作站上完成。

4.1.5.5 实际运行图/时刻表：

1) 实际运行图/时刻表为 ATS 子系统根据列车运行的实际情况自动生成，并在运行图显示工作站上显示。可用外部记录设备如磁盘和光盘等存储，并在数据库内保留不少于 180 天。当数据量较大时，应能备份写入光盘或硬盘中以便长期保存。
2) 对非计划列车也应绘制实际运行图。
3) 可按指定的时间段或指定列车等方式打印输出实际运行图/时刻表。在离线状态下，可随时描绘出列车实际运行图，或打印出列车实际运行时刻表。

4.1.5.6 计划运行图和实际运行图采用不同的底色和线条同时显示在运行图显示工作站显示器的同一画面上，以现时时刻为分界线，随着时间的推移，铺画实际运行图。

4.1.6 列车运用计划及车辆管理

4.1.6.1 中心 ATS 设备将当天的计划运行图/时刻表传至车辆段 ATS 工作站上，车辆段的 ATS 子系统设备根据当天的计划运行图/时刻表，在人工的参与下形成当日车辆运用计划和配车计划，并将配车计划传至控制中心的 ATS 子系统设备。

4.1.6.2 在运营结束时，车辆段 ATS 子系统收集整理当天在线运营的有关列车的故障报警信息，并生成报表，在 ATS 工作站上显示或打印，供维护管理人员参考制定列车维护计划。

4.1.6.3 车辆段值班员根据当日车辆运用计划和配车计划组织车辆段的列车运行作业，自动或人工设置车辆段的列车进路和调车进路，以满足列车出入车辆段和库内停车作业的需要。

4.1.6.4 车辆段的配车计划生成后，直接生成司机的基本派班计划并传至司机派班室，需人工设置运用车组信息，形成可使用的派班计划。

4.1.6.5 ATS 系统应对车辆段的 ATS 工作站进行出库列车自动预先通知，在规定时间尚无列车在车辆段发车时应自动进行报警。

4.1.6.6 出车辆段/停车场列车进入转换轨区段后，系统将列车识别号传至控制中心的 ATS 子系统设备进行校核，并根据校核结果进行相应处理。

4.1.6.7 在车辆段提供车辆运行管理、司机管理功能，并在司机派班室显示司机的派班及乘务信息。

4.1.6.8 ATS 子系统应具备制定派班计划及备用车计划的功能。应按照派班计划，ATS 子系统应在唤醒派班计划列车的同时唤醒备用计划列车。当派班计划列车发生故障时，ATS 子系统应自动选取备用车，经人工确认后代替故障列车上线运行。

4.1.7 列车进路的控制

4.1.7.1 ATS 子系统对列车进路的控制包括：

1) 自动控制；
2) 人工控制。

4.1.7.2 自动列车进路控制可分为 ATS 中央自动和 ATS 车站自动。

4.1.7.3 正常情况下，系统依照列车运行图/时刻表、在线列车运行信息、车站联锁表自动设置列车进路，指挥在线列车运行。

4.1.7.4 中心调度员和车站及车辆段值班员可通过各自的控制工作站实现列车进路的人工控制。中心调度员控制进路应按菜单方式进行。主要控制内容包括：

1) 变更计划运行图/时刻表；
2) 设置和取消进路；
3) 实时发出进路指令；
4) 将部分和全部信号机置于相关自动控制方式；
5) 设置扣车、提前发车、跳停指令；
6) 控制权转换；
7) 设置临时限速指令等。

4.1.7.5 采用菜单办理进路时，ATS 具备对计划办理进路的预览提示功能。

4.1.7.6 系统需具有中心控制和车站控制的转换功能。正常情况下，正线区域由中心 ATS 控制。可通过授受权方式，实现控制中心与车站的控制权转换，在紧急情况下，车站值班员可在现地控制工作站上强行取得控制权，控制车站的进路和信号，并可办理引导接车。中心控制与车站控制的转换要求：

1) 在相互转换时应保证所执行的命令正常执行。
2) 由车站控制转为中心控制时，中心的进路控制命令应为自动控制状态。
3) 车站可以无条件将控制权从中心转为车站。
4) 车站转中心控制时，需全面进行条件检查，具体条件（在设计联络阶段确定）包括但不限于：与中心的通讯正常、无引导进路、无引导总锁、无联锁自动触发进路、无联锁自动通过进路、无联锁自动折返进路、无站台紧急关闭、无车站扣车命令、无强扳道岔授权状态。

4.1.7.7 系统应具有车辆段全自动运行区域的站控/中控转换功能。车辆段全自动运行区域一般由中心 ATS 控制。在正常情况下可通过授受权方式，实现控制中心与车辆段的控制权转换，在紧急情况下车辆段 ATS 可强行从控制中心取得控制权。

4.1.7.8 中心可实现对车辆段整个站场情况的监控，车辆段全自动控制区域可由中心或车辆段自动或人工控制，并可实现中心与车辆基地控制权的相互转换，非全自动控制区域仅可由车辆段人工控制。

4.1.7.9 车辆段全自动运行区域内的列车进路应具备自动/人工控制，调车进路具备人工控制。

4.1.7.10 车辆段内具备人工设置目的地码的功能。根据派班计划和目的地码，ATS 能够实现段内列车进路的自动触发。

4.1.7.11 ATS 控制操作工作站应采取安全、严密的授权管理错施，保证控制命令输出的正确性和唯一性，不允许多个控制工作站在同一时间内对同一目标实施控制。

4.1.7.12 在紧急情况下，车站值班员可通过按压车控室内综合后备盘和站台上的紧急关闭按钮直接关闭车站的进路和信号，系统应禁止排列相应的列车进路。

4.1.7.13 某一车站或车辆段的 ATS 控制设备发生故障，应不影响整个 ATS 子系统的工作。

4.1.7.14 系统应能按照优先级原则控制列车进路，即本地控制优先于中央控制，人工控制优先于自动控制，系统对列车进路控制权的优先级顺序为：

1) 车站值班员；
2) 中央调度员；
3) 自动进路控制。

4.1.7.15 当控制中心 ATS 故障且控制权未转为站控时，车站 ATS 设备应根据时刻表、列车识别号、列车位置等信息自动地进行进路排列及发车时机的控制。

4.1.7.16 ATS 子系统根据时刻表或设定的头码号自动触发列车进路，触发进路的时机不应影响列车运行的效率。系统根据目的地码自动选择保护区段道岔位置，所选保护区段道岔位置应与运行交路方向一致。

4.1.7.17 当 ATS 车站设备故障，OC 设备可以建立自动触发进路、自动通过进路及自动折返进路。

4.1.7.18 中心 ATS 子系统应具备车载换端、开关车门、允许/禁止 FAM 运行授权、部分紧急制动状态缓解、设置车辆相关指令（空调/电热参数设置、客室照明等）等远程控制功能，可具备清客远程确认、车载设备远程重启功能。

4.1.8 列车运行的调整

4.1.8.1 系统对列车运行的调整分为自动调整和人工调整。

4.1.8.2 当列车的实际运行与计划运行图间发生较小偏差（偏差值由调度员设定）时，系统自动调整列车运行计划并控制列车运行至正点状态。

4.1.8.3 当列车的实际运行与计划运行图间发生的偏差较大时，系统发出报警，同时系统应根据列车实际运行的偏离情况，自动生成调整计划供调度员参考。

4.1.8.4 当列车的实际运行与计划运行图间发生的偏差超出一定的范围时，系统发出报警，同时以起始站或终到站为基点对所有列车自动按等间隔运行原则生成调整计划，经调度员确认后对全线列车运行进行调整。

4.1.8.5 调度员认为有必要对计划运行图/时刻表进行修改时，可人工介入调整列车运行计划，系统自动执行调整计划并控制列车运行。

4.1.8.6 ATS 子系统应具备列车运行自动调整的策略，当运行计划偏离时，不同运行交路的列车经过同一地点时，系统应能监测到列车计划冲突，并提示调度员采取列车计划冲突干预方案，供调度员人工选择，若设定时间（如 60s）内未进行选择则按原计划控制。投标人应提供自动调整的门限或偏差值，并具有人工设置参数的窗口界面。

1) 列车冲突告警对话框提供具体冲突情况的详细描述和调整策略（列车按计划顺序通过和先到列车先通过策略）供选择，调度员选择“按原计划执行”后，ATS 按当天计划顺序自动办理通过冲突区域的进路；调度员选择“先到列车先通过”后，ATS 为先到列车排列进路。
2) 调度员可以随时选择对某个信号机关闭/开启冲突检查功能。

4.1.8.7 ATS 子系统故障，在恢复行车指挥功能的过程中，系统具有自动或辅助调度员使系统尽快投入运行的能力。

4.1.8.8 列车运行自动调整手段包括但不限于：

1) 改变列车区间走行时间；
2) 改变列车站停时间；
3) 设置为等间隔自动调整等。

4.1.8.9 列车运行人工调整手段包括但不限于：

1) 对有关列车或站台（单个或所有）实施“扣车/取消扣车”、“提前发车”或“跳停/取消跳停”；
2) 改变列车在区间的走行时间、站停时间；
3) 改变列车的始发站、终到站及始发时间，调整列车的出入段时间；
4) 对实施的运行图/时刻表采取如“增/减列车线”和“平移列车线”等在线修改；
5) 改变列车的运行径路等。

4.1.8.10 扣车功能的相关要求如下：

1) 对于站台扣车命令既能够在列车未到达站台的时候就预先设置，又能够在列车进入站台后发车前设置。该命令一次只能对一个站台进行控制。
2) 无论控制权在中心还是车站，中心和车站都具有扣车功能。原则上中心与车站扣车后，由扣车方取消扣车，中心扣车后，若中心 ATS 与车站 ATS 通信中断时，车站应具备取消中心扣车的功能。
3) 工作站应具备扣车车站不在现在站场图的提示功能。当扣车站不在当前画面时调度员可以点击主画面扣车提示按钮，系统自动弹出对话框（此对话框根据扣车站的增减实时刷屏）告知调度员那些车站的某方向站台办理扣车作业，调度员在点击相应站台名后，调度员工作站主画面立即切换至相应车站站场画面。当办理扣车作业时所有调度员工作站对已实施扣车的扣车提示按钮均变为扣车已成功状态（例如：闪动或红色），提示调度员注意扣车情况。

4.1.8.11 跳停功能的相关要求如下：

1) 跳停命令用来通知指定列车在下一个正线站台不停车，直接通过。在线路运行的正方向上可以设置跳停。跳停命令既可实现对某一列车的控制，又可实现对站台控制。

通过设置跳停可以实现指定列车在某一站台、几个站台的跳停，亦可以实现指定站台一列车及所有列车在该站台的跳停。

2) 表号及车次号为 XX6XX、XX7XX、XX8XX 及 XX9XX 时，系统自动完成对列车所要经过的站台的跳停设置，具体根据运营需要设置。

3) 工作站应具备跳停车站不在现在站场图的提示功能，具体要求同上述“扣车车站不在现在站场图的提示功能”。

4) 在未办理扣车作业的情况下，方可办理跳停；在跳停状态下，办理扣车作业后，跳停自动终止。

4.1.8.12 提前发车功能的相关要求如下：

1) 提前发车功能用来指示当前站台上的列车立即发车。当执行此功能后，ATS 控制站台发车计时器立即清零。

2) 在未办理扣车和封锁作业的情况下，方能办理提前发车，否则系统会弹出相应的错误提示。

4.1.8.13 ATS 子系统能对高峰和非高峰运营时段的列车运营实施不同的能源优化运行方案，非高峰运营时段在不降低服务质量的前提下，采用节能运行等级曲线控制列车运行和保证乘客的舒适度。

4.1.8.14 ATS 具备对每个区间设置最大运行列车数量的功能。

4.1.8.15 清客功能

1) 具备针对清客站台（终端站、折返站）的取消清客功能，此命令一次有效，当第一列车经过该站台后，恢复该站台自动清客功能。

2) 具备人工对非固定清客站台和单列车设置“清客”功能。

4.1.8.16 智能调度功能

1) 系统应具备列车运行自动预防及联控的功能。系统应通过与外部专业接口自动获得影响列车运行的其他专业的故障和报警信息，故障和报警信息包括但不限于:

接触网停电、区间火灾、车辆故障、区间水淹、车站火灾等。系统根据其他专业的故障和报警信息对列车影响范围，自动或经调度员确认后对影响范围内的列车实施扣车、取消进路、限速等命令。针对全自动运行列车，部分报警可进行自动联控。具体功能设计联络阶段确定。

2) 系统应具备行车间隔智能自动调整的功能。ATS 子系统应具备当线路发生故障或事故时，如接触网断电、轨旁信号故障、区间或车站火灾事故等，组织不受影响区域列车继续运营，通过行车间隔调控策略，自动或经调度员确认后调整全线或局部行车间隔的功能。具体功能设计联络阶段确定。具体调控功能不限于如下内容:全线或部分区域列车缓行;首列车扣车同方向后续列车自动扣车;故障降速列车后续列车旅行速度自动调整。

3) 调度员/长工作站界面应具备提供车辆监控界面显示的功能，具备显示车辆各类设备的状态或报警信息，包含车门、牵引系统、制动系统、辅助逆变器、空调通风系统、照明系统、火灾报警、客室广播、雨刮器、受电弓、乘客紧急对讲等。具体功能设计联络阶段确定。

4) 系统应提供影响行车突发事件的应急处置预案，预案中包括并不限于触网停电、道岔故障、车辆故障、区间火灾、区间水淹、车站火灾、轨旁信号故障、通信故障等。系统应能根据不同故障类型，建立多种应急处置预案，供运营人员进行选择。在预案中明确故障场景、故障处置流程，并根据处置预案，提供对应策略的调度命令集，经调度员确认后，实现快捷执行调度命令的功能，辅助调度人员尽快恢复运营。

5) 系统应具有预案管理功能，预案列表可动态更新，并根据不同地点、不同设备故障进行预案的细分;系统启动应急预案可根据故障进行自动启动，也可人工启动。预案启动内容包括应急处置措施、岗位行动指引和故障行车调整等内容:预案可根据故障情况，识别影响范围、影响列车和车站等，调度人员可在预案列表中对相应的列车和设备进行操作调控。

6) 系统应具有全线行车调度命令快捷执行功能，结合应急行车辅助决策，可一键执行全线行车调度命令，包括不限于以下内容:故障发生时自动扣停后续列车:一键备车投放或退车下线;场段发车智能调整;全线列车缓行控制:全线自动临时交路调整；全线自动归表调整。

7) 系统应具备与线网智能调度系统的接口，应向线网智能调度系统提供本线路

ATS 子系统及从其他专业获得的状态和报警信息。

8) 系统应具备与线网运行图编制系统的接口，支持线网运行图编制系统时刻表的导入、转换与检查等功能;在线网运行图编制完成后可直接导入本系统，并顺利运行。

9) 系统应具备接受和执行线网层应急指挥、调度指令、调度策略等信息功能，接收线网下发的行车指令，可经线路调度员确认后一键执行。具体功能设计联络阶段确定。

10) 系统应具备当供电区内列车数大于等于最大允许列车数时，ATS 子系统可自动扣停后续列车，暂缓进入本供电区，同时通过报警提示行车调度。当卡控列车数量满足运行要求时，ATS 子系统自动取消后续列车的扣车，同时提示行车调度。

4.1.9 列车运行的查询

4.1.9.1 系统应允许调度员查询某列车的计划运行时间表，也可以查询某站的计划运行列车的时刻表。

4.1.9.2 系统应允许调度员查询在线列车的实际运行信息，能根据需要列表显示当前某列车或全部运行列车所在的车站和区间，并能提供列车运行的早晚点状况提示，同时能列出某站或全部车站的列车位置状况，能设置及显示列车停站、扣车、跳停、站停时间、列车运行方向、列车运行模式、平均满载率等信息。

4.1.10 站台发车计时器

4.1.10.1 站台发车计时器采用倒计时显示方式显示发车时刻，当列车在站台停车后，发车计时器按系统给定的站停时间倒计时，显示距计划时刻表的发车时间，显示为零时允许列车发车，正计时为发车晚点。

4.1.10.2 在系统的正常控制模式及后备模式下，发车计时器均应具有相应的显示。

4.1.10.3 特殊作业发车计时器应有特殊标志，如显示：

1) 扣车；

2) 跳停。

4.1.10.4 正常控制模式及降级模式下发车计时器显示定义：

1) 未到达运行图规定的发车时刻显示为倒计时；
2) 到达运行图规定的发车时刻显示为“000”；
3) 超过运行图规定的发车时刻显示为正计时；
4) 提前发车显示为“000”；
5) 扣车显示为“H”；
6) 跳停通过显示为“- - -”

4.1.10.5 列车占用站台第一离去区段后，发车计时器熄灭。前列车出发后至下列车到达并停车前，站台发车计时器处于熄灭（无显示）状态。

4.1.10.6 发车计时器实际状态信息应能反馈给中心及车站主机，在中心大屏幕和车站工作站上显示。

4.1.10.7 在未办理扣车和区间封锁作业的情况下，方能办理提前发车。办理了提前发车作业，相应的发车计时器应立即置零。

4.1.10.8 站台发车计时器应有较完善的设备故障诊断和报警功能，并能将故障信息传至控制中心和维修中心进行报警。

4.1.10.9 站台发车计时器的显示方式以设计联络会确定的方式为准。

4.1.11 运营记录与统计报表

4.1.11.1 中央调度员和车站值班员的所有操作，列车运行状况和设备工作状态均采用标准的文件格式记录和保存在系统数据库中，保留时间为 1 年，并可进行统计和分析。

4.1.11.2 ATS 系统须具备在线回放功能，回放记录应保存不少于 30 天，且能够自动转存到指定存储位置。

4.1.11.3 中央调度员和车站值班员的所有操作，列车运行状况和设备工作状态能自动或按调度员的指令进行回放和输出到指定的存储及打印设备，系统应为这些数据的外部读取提供软硬件接口。

4.1.11.4 在车站维护工作站、控制中心及维修中心，系统均应能够实现对各种操作信息、设备运行状态信息及运行数据进行记录和备份，并具有根据记录数据对任何时间、任何信息点进行过程回放功能，针对回放可选择前进、后退及回放倍速。记录和统计报告的内容为：

1) 停运列车数；
2) 加开列车数（临客、调试、回空、救援）；
3) 开行列数合计；
4) 列车在各站到发时刻及偏离；

5) 列车早晚点；

6) 列车退出运营；

7) 列车走行公里数；

8) 每日每旅程的误点班次；

9) 列车运行正点率；

10) 始发正点率；

11) 到达正点率；

12) 通过率；

13) 旅行速度；

14) 技术速度；

15) 存车/备车；

16) 列车整备状态；

17) 时刻表及其兑现率；

18) 进路控制；

19) 车辆设备状态；

20) 临时限速；

21) 信号设备及车辆修程；

22) 基础信号设备的状态；

23) 车载设备状态等。

24) 系统性能和趋势的监督报告；

25) 司机出乘等全自动运行的相关功能。

4.1.11.5 始发站、终到站的到发统计分类选项中增加偏离时间量的选项。即系统应根据列车偏离的时间量对晚点列车进行统计。

1) 始发站：列车车次的起始站（包括中途变更车次的起始站）。

2) 终到站：列车车次的截至站（包括中途清人折返等作业的车站）。

4.1.11.6 晚点列车的统计内容及方法如下：

1) 晚点列车数统计时间档位可以任意调节，要求每天末班车后，系统自动生成当天的统计报表；
2) 输入起、止时间，统计起止时间段内的晚点列车数；
3) 晚点列车个数统计。按调度员输入的时间参数，可随时统计出该时刻晚点列车的个数；
4) 晚点列车的查询及统计，可按时间（天）查询、按车次查询、按地点查询、按车组查询。

4.1.11.7 各种统计、指标计算均可以图形和报表的形式打印输出，统计报表中应包括车次、车组、晚点时间等内容。存储的数据能用标准应用软件 Excel 等输出，并采用中文字符。

4.1.11.8 投标人应在投标文件中提出详细的记录和统计报告内容建议。

4.1.12 故障报警

4.1.12.1 ATS 子系统应具有完善的自诊断和设备运行状态监视及故障报警的功能。通过系统的维护工作站可以监视设备的运行状态和提供故障报警的界面，同时重要的故障报警也应显示在中央调度员及车站值班员的工作站上。

4.1.12.2 ATS 子系统应将自身的维护信息传至智能运维监测子系统。

4.1.12.3 通过控制中心大屏幕及调度工作站显示器，能对车辆段线路及进路状态，正线车站及区间轨道区段、道岔、信号机、列车识别号、在线列车运行状态、命令执行情况及系统设备状态等进行监视。当列车运行或信号设备发生异常时控制中心计算机自动地将有关信息在调度工作站上给出报警及故障源提示。报警信息应明确、准确并对处理故障有指导意义，报警信息需实时打印输出，并可以灵活保存为文本文件输出。

4.1.12.4 所有报警信息信号系统应具备故障分级报警功能，报警信息至少包括等级、设备、时间、地点、内容、原因，报警等级按照对列车运行影响程度从高到低分为四级，报警信息。应能按照运营和维护的需求进行人工设置和调整，在指定的维护工作站上，系统软件应为此需求提供友好的人机界面和授权管理功能。

4.1.12.5 报警应分为四级：

1) 一级报警是指 ATP 和 OC 子系统功能失效、 道岔失表、车地通信中断、ATS 中心服务器功能失效等涉及行车安全或直接影响行车的报警，并具有声音提示；
2) 二级报警是指 ATP、ATS、OC 子系统冗余失效，ATS 子系统与外部系统接口故障、通信单网、电源单路等可能影响行车的报警，并具有声音提示；
3) 三级报警是指发车计时器故障、维护监测设备故障、工作站故障等不影响行车的报

警；

4) 四级报警是指其他异常事件报警。

4.1.12.6 系统报警应分等级列出并显示在维护工作站上，重要报警显示在调度员工作站上，必须经调度员确认。报警信息显示包含：

1) 年/月/日/时/分/秒；
2) 报警名称；
3) 报警内容；
4) 报警类型；
5) 报警地点；
6) 报警确认时间等。

4.1.12.7 报警应根据其严重性及确认和处理的状态显示为不同的颜色，并给出提示信息，需要及时处理或确认的报警信息须附有声音报警。

4.1.12.8 对故障报警的打印内容可以人工选择和排版，但不可改变事件及报警的内容，对于全部故障事件及报警可通过安全存储设备及时进行实时保存。

4.1.12.9 调度留言/提醒：调度员可以在 ATS 工作站上设定一些留言/提醒记录，让系统在指定的时间弹出一个消息框，并产生声音提示。可以设定提醒的留言及提醒内容、时间（每日的指定时间或者是指定日期的某个时间）、内容、音响提示。

4.1.13 模拟演示及培训

4.1.13.1 系统应具有在线和离线工作状态的模拟培训设施。设备容量应满足模拟全线车站及远期在线运行列车运营状况等的要求。模拟培训设施必须以本工程的线路、车站配线及在线运营列车等状况为对象，对调度员的培训应全面，所有的操作及功能应用都应得到培训，控制、显示信息应与实际使用的系统一致。离线工作状态时可提供培训列车调度员及维修人员使用，在线工作状态时可对 ATS 子系统设备进行试验及调试。

4.1.13.2 离线工作状态时功能要求：

1) 人机界面与 ATS 子系统相同，包括图形显示、人机对话方式、全线线路、车站及信号设备布置等；
2) 能够分别按 CBTC、联锁逻辑进行进路控制和列车控制等；
3) 按照输入的时刻表或操作员意图模拟至最小间隔的列车追踪运行及至最小间隔的列车折返运行；
4) 能实现列车识别号的自动生成及人工输入、变更、替换、取消；
5) 可采用跳停、扣车、取消扣车，改变列车运行速度等方法模拟列车运行状况；
6) 能实现自动及人工调整模拟列车运行；
7) 能够实现 ATS 系统的管理操作，包含操作员登记进入、退出，权力和职责范围的设定及转换等；
8) 实现各种列车运行数据的生成及报表打印；

9) 实现全自动驾驶功能相关的操作及应急处置。

4.1.13.3 在线工作状态时的功能要求：

1) 能够完全、真实、可靠地接收 ATS 子系统所需的全部信息；
2) 能与调度员工作站交换控制权，取得控制权时可设定信号机为 ATS 自动或人工控制；
3) 在线工作时能完成系统的调试和试验。

4.1.13.4 培训演示功能可在控制中心模拟/培训工作站实现，投标人应对此提出可行的建议。

4.1.14 ATS 工作站应提供事件提醒功能。

4.1.15 提供 ATS 与运行图编制软件（第三方）的接口，确保运行图数据正确导入 ATS，具体内容设计联络阶段确定。

4.1.16 与其他系统交换信息

4.1.16.1 在控制中心，ATS 子系统与以下系统交换信息：

1) PIS 系统；
2) 控制中心大屏；
3) 广播系统；
4) 时钟系统；
5) 无线系统；
6) 综合监控系统；
7) NCC 系统；
8) 传输系统；
9) 云平台系统；
10) 线网智能运维监测系统；
11) 线网智能调度平台；

12) 第三方运行图编辑系统。

4.1.16.2 在车辆段，ATS 子系统与车辆段的 OC 系统交换信息。

4.1.16.3 控制中心级设备应支持与线网控制中心设备、其他线路控制中心设备接口，实现本线和其他线路列车运行状态、行车计划、相连接区域信号状态和线间行车信息的互传。

4.1.17 ATS 应具备根据计划自动或人工向停车库线/正线停车线/折返线上的列车车载设备下发休眠控制命令，并监测休眠状态的功能。ATS 应判断列车具备休眠条件后，ATS 自动或提示人工向列车发送休眠命令。ATS 对列车的休眠状态进行管理，休眠不成功时应具备报警提示功能。

4.1.18 列车休眠前需考虑车辆清扫作业需要，清扫作业完成后方可实施休眠指令，具体实现方式和清扫时间在设计联络阶段确定。

4.1.19 ATS 应具备根据计划自动或人工向停车库线/正线停车线/折返线上的列车车载设备下发唤醒控制命令，并监测唤醒状态的功能。ATS 需较发车计划时间提前一定时间（时间需综合考虑信号与车辆自检时间，具体时间设计联络阶段确定）下发唤醒指令。ATS 应能够对列车的唤醒状态进行管理，唤醒状态信息需在中心工作站上显示。ATS 须具备远程人工对多列或全部列车同时发送唤醒指令的功能。

4.1.20 针对需要清客的列车，ATS 具备触发站台广播进行清客提示的功能。

4.1.21 ATS 具备针对清客站台（终端站、折返站）设置取消清客功能；ATS 具备人工对非固定清客车站站台设置清客功能。ATS 具备对指定列车发送远程清客确认指令的功能，车载信号设备收到中心远程清客确认后发送关门指令。

4.1.22 ATS 应能对洗车机状态进行监视，具备按照设置目的地码的方式或计划方式自动排列进出洗车库进路的功能。

4.1.23 正线列车按时刻表运行至转换轨，系统可自动获取洗车计划，并依据洗车计划进行自动洗车。

4.1.24 ATS 根据运行计划向即将投入正线运营列车的车载信号设备发送“进入正线服务”工况指令，向即将退出正线运营列车的车载信号设备发送“退出正线服务”工况指令。工况指令还应包括“清扫”、“备用”等，工况指令及所对应的空调和照明开关控制在设计联络时确定。

4.1.25 ATS 应具有对全自动驾驶列车和非全自动驾驶列车的区分显示功能，便于调度人员识别。

4.1.26 ATS 应能根据时刻表自动向列车下发换端指令，并提供调度员人工下发换端指令的功能。

4.1.27 ATS 具备向列车车载设备发送紧急制动命令的功能。紧急制动命令可针对单车或全线列车下达。针对远程紧急制动的列车，可远程下发紧急制动缓解命令，缓解紧急制动。

4.1.28 ATS 具备远程发送开关门指令的功能，进行远程开关门作业。

4.1.29 ATS 系统具备发送远程复位和远程旁路指令的功能，车载信号设备将该指令转发车辆。

4.1.30 ATS 能够对车载信号设备发送的蠕动驾驶模式请求进行确认。

4.1.31 ATS 具备对指定线路区域和指定列车允许 FAM 运行授权的功能具体实现方式在设计联络阶段确定。

4.1.32 ATS 系统具备对车辆信息管理和控制功能，能够集中监控全线车辆相关设备的运行状态，并对车辆空调/电热、照明等发送远程控制指令，同时具备完成数据处理、存储、历史查询、数据统计等功能。具体功能下的实现方式在设计联络阶段与车辆专业共同确定。

4.1.33 ATS 具备车辆相关设备的显示功能，包括但不限于以下内容：

1) 列车状态缩略显示，能够反映出各车辆的地理位置并宏观显示车辆设备工作状态，包括列车状态、故障情况、运行工况、驾驶模式等；
2) 车辆 TCMS 的信息显示，能够将车辆 TCMS 信息全部显示在相应的工作站界面上；
3) 信号车载显示屏的信息显示；能够将信号车载显示屏信息全部显示在相应的工作站界面上；
4) 车载 PIS、车载 PA、车载 CCTV、站台屏蔽门/车门状态等相关信息显示。

4.1.34 ATS 具备车辆相关设备进行远程控制的功能，包括但不限于以下内容：

1) 预设全线列车空调/电热参数；
2) 临时设置单车空调/电热参数；
3) 车站火灾应急指令；
4) 车辆火灾确认；
5) 设置/取消湿轨工况；
6) 开/关客室照明。

4.1.35 ATS 应根据车载发送的报警信息提供相应的报警及显示，除车载信号设备报警信息外，车辆相关报警包括但不限于以下内容：

1) 障碍物检测状态；
2) 驾驶台打开；
3) 通过车辆获得的列车牵引、制动、辅助电源、空压机、蓄电池、车门、广播、视频摄像、空调等各系统的自诊断状况、故障及报警信息；
4) 火灾信息；

5) 紧急手柄触发等。

4.1.36 ATS 应具有车辆维护管理的功能。系统应建立列车维护日志，以记录、更新与列车维护相关的信息，维护信息包括但不限于以下内容：

1) 行驶里程数；
2) 最近维修的日期；
3) 最近维修类型；
4) 存在故障类型（如有故障）；
5) 最近洗车时间。

4.1.37 通过 ATS 工作站，授权人员能设置、修改车辆维护的限制条件（如维护类型、间隔，洗车间隔、可容忍的故障等）。限制条件包括但不限于以下内容：

1) 维修里程限制；
2) 维修类型及间隔限制；
3) 可容忍的故障列表；
4) 洗车间隔。

4.1.38 ATS 子系统与其他系统联动，自动实现列车自动唤醒/休眠、库内发车、进站停车、站台发车、自动开关门、对位调整、清客、自动折返、回库、场内运行、自动洗车、清扫等正常作业，以及乘客紧急呼叫、紧急制动/缓解、远程紧急制动、SPKS 防护、车辆火灾、站台火灾、障碍物检测（若有）、车门/站台屏蔽门对位隔离、蠕动模式、车厢紧急操作装置激活等异常事件处理，实现列车全自动运行。具体在设计联络阶段确定。投标人须在招标文件中详细说明联动的方式及具体联动功能的实现过程。

4.1.39 对分段开通线路，具备在同一中心实现多线路段监控功能。

4.1.40 云内 ATS 网络域设备应由云平台集中安全管理平台进行集中管理。

4.1.41 ATS 子系统应具备直接与站台屏蔽门的冗余通信接口实现对位隔离功能，包括车门对位隔离站台屏蔽门、站台屏蔽门对位隔离车门。

4.1.42 ATS 子系统应接收列车空转打滑信息，并具备提示及设置湿轨模式的功能，应具备对全线列车设置湿轨模式的功能。在湿轨模式下，ATS 子系统应持续接收列车空转打滑信息，取消湿轨模式应采用二次确认方式。

4.1.43 ATS 子系统应实现车辆火灾、车站火灾、障碍物检测等异常事件下的列车运行联动处理。

4.1.44 车辆段/停车场自动化区域洗车设备应具备全自动洗车功能。

4.1.45 ATS 子系统应具备制定派班计划及备用车计划的功能。应按照派班计划，向列车自动发送唤醒指令。ATS 子系统应在唤醒派班计划列车的同时唤醒备用计划列车。

4.1.46 ATS 子系统应根据派班计划进行出库提示，为列车分配出库头码，并自动触发出库进路。

4.1.47 ATS 子系统应具备自动为列车分配正线车次号，并自动向列车发送“进入正线服务”工况的功能。

4.1.48 ATS 子系统应具备在列车运行的折返站或终点站对计划车或头码车自动设置清客的功能。

4.1.49 计划列车由正线进入转换轨时，ATS 子系统应自动清除列车车次号，向列车发送“退出正线服务”工况。同时发出车库门开门指令，触发回库进路。列车进入库内无出库计划时，行调工作站应提示关闭车库门（如有）；车库门因故未能打开/关闭时，应在行调工作站上给出故障提示信息。

4.1.50 列车回库后，ATS 子系统应自动设置列车清扫时间；清扫时间结束后，应给出自动休眠确认提示，可对列车进行休眠确认、休眠取消及延时休眠等操作。

4.1.51 ATS 子系统应支持设置列车洗车计划，并应按计划在行调工作站上给出洗车提示，人工确认后，发送洗车库车库门打开指令，为列车分配头码并触发进路。洗车完成后，为列车触发回库进路并提示关闭车库门（如有）。

4.1.52 ATS 子系统应对区间列车数量进行监督，单一区间列车数量超过限制数量后，触发相应站台设置扣车操作。

4.1.53 列车发生火灾报警时， ATS 子系统应给出车辆火灾确认提示。控制中心人工确认列车火灾后，ATS 子系统根据列车位置，联动相关站台设置扣车、跳停等。

4.1.54 ATS 子系统应接收列车进入 CAM 的申请，并进行提示。控制中心人工确认后，列车进入 CAM 模式运行。

4.1.55 ATS 子系统应支持不少于 150 列在线列车数据处理能力。

4.1.56 系统应由控制中心调度指挥，车载设备负责主动资源管理，地面设备负责轨旁资源安全逻辑控制，实现基于车载主动资源管理的列车控制级别和联锁级控制，实现基于多元感知技术的列车控制级别及降级运行。

4.1.57 投标人可根据各自系统的特点提供其 ATS 子系统的详细功能描述，并说明如何满足上述的系统功能要求。

4.2 ATP 子系统功能要求

4.2.1 ATP 子系统是保证列车运行安全的重要设备，应符合故障—安全原则。

4.2.2 ATP 子系统实现列车运行自动防护的全部功能。能根据线路状态、道岔位置、前行列车位置等条件，实现列车速度控制，防止列车超速，确保追踪列车之间的安全行车间隔距离，实现列车自动追踪运行。

4.2.3 ATP 子系统应根据安全制动模型和临界速度计算速度-距离曲线，实现列车速度控制，防止列车超速，确保追踪列车之间的安全行车间隔。

4.2.4 ATP 子系统应连续、自动地对列车位置进行检测，保证系统对轨旁资源和列车运行速度及间隔的安全控制，对列车位置的检测应安全可靠。

4.2.5 ATP 子系统应根据列车位置、线路数据、资源可用状态、道岔位置等条件按照移动闭塞的原则计算移动授权。

4.2.6 ATP 子系统应根据紧急制动原因采取不同紧急制动缓解方式的功能，紧急制动缓解方式支持自动缓解和人工缓解。

4.2.7 列车速度控制方式须采用连续的一段式速度－距离控制模式曲线，在确保追踪列车之间的安全行车间隔的同时，有效缩短追踪间隔、提高线路的通过能力、保证旅客的舒适性、保证旅行速度、提高线路的通过能力。

4.2.8 ATP 子系统应满足 80km/h 最高运行速度下安全防护的要求，硬件配置、软件设计及相关参数设置等应充分考虑最高运行速度的影响。

4.2.9 ATP 车载设备应满足在直流 1500V 接触网牵引供电制式下可靠工作。

4.2.10 ATP 子系统应能对正、反向运行的列车实现安全防护。系统应保持同向和对向行驶方向上两列列车之间、列车与防护区及列车与线路终端之间的 ATP 安全防护间隔。应考虑在各种最不利的条件下，如线路坡道、列车载客、车辆可能出现的最小制动率（常用及紧急制动）、制动时车轮滑动产生的测距误差等，计算安全间隔距离还应考虑各个子系统的反应时间和信息延迟时间。

4.2.11 ATP 子系统根据 OC 设备提供的列车进路信息、信号设备状态等等确定相应列车的运行方向和列车的运行权限，并保证前行列车和追踪列车间的安全间隔，满足设计行车间隔和折返间隔要求。

4.2.12 ATP 地面设备能够向车载设备发送必要的速度、距离、线路条件等信息或向车载设备传送列车运行权限信息。以供车载设备确定列车运行的最大安全速度，实现列车间隔保护及超速防护功能，保证列车运行的安全。

4.2.13 ATP 子系统设备应对列车位置进行实时、准确、安全的定位。车载设备具备头尾定位信息冗余功能。

4.2.14 为保证列车运行的安全，ATP 子系统需对 FAM（或 ATO）模式下的退行速度进行控制，实现列车间隔保护及超速防护功能。

4.2.15 ATP子系统必须连续、自动且安全可靠地对轨道占用/空闲状态及列车位置进行检测，保证系统对列车进路的安全控制和对列车运行速度及间隔的安全控制。

4.2.16 CBTC 控制级下，ATP 子系统应具备对计轴故障区段的判定及安全控制功能，要求如下：

1) 系统具备结合线路情况、计轴占用状态和列车位置报告综合判断计轴区段故障（ ARB，Always Report Block）的功能。ATP 子系统收到 OC 设备发送的计轴状态为“占用”，并判断该计轴区段内不可能存在列车时，ATP 子系统将此计轴状状态置为 ARB。
2) 对已判定为 ARB 的计轴区段，当 ATP 子系统收到 OC 设备发送的该计轴区段状态为“空闲”时，清除此计轴区段的 ARB 状态。
3) ATP 子系统判定为计轴故障的区段（ARB 区段），不应影响 CBTC 列车的正常运行，计轴故障区段在工作站和大屏上采用棕色显示。CBTC 车进入 ARB 区段后，CBTC 所在逻辑区段为红色（CBTC 车占用），ARB 计轴区段上的其他逻辑区段为棕色显示。
4) ATP 子系统判定为计轴故障的区段（ARB 区段），宜禁止点式列车控制级别和联锁控制级别下的列车进入故障区段所在的进路。宜具备降级列车进入到 ARB 区段的前一相邻区段后，ARB 区段显示为紫色（非 CBTC 车占用），之后计轴 ARB4)状态消失。
5) ATP 子系统应具有通过 RM 列车（仍为通信列车，可以向地面进行位置报告）进行计轴区段故障判定功能。具有位置报告的 RM 列车按照降级模式运行完全通过故障区段后，故障计轴区段判定为 ARB 状态。
6) ATP 子系统应能对除出入段场线入口计轴、联络线分界处计轴外的所有计轴进行 ARB 判断。
7) 地面 ATP 重启后，系统应能够通过逻辑判断进行 ARB 区段的判定，不应将有 CBTC 车通过做为本区段 ARB 判定的必要条件。

4.2.17 CBTC 信号系统内部 ATP/ATO 信息传输设备应能满足：

1) 工程现有的土建环境和工程现场条件；
2) 相邻线路和相邻同类设备的干扰；
3) 不能发生信息传输的错误和混乱；
4) 独立于轨道区段占用检测设备；
5) 连续、双向的车地信息传输；
6) 列车运行的安全。

4.2.18 车载 ATP 设备应保证列车速度不超过线路、道岔、车辆等规定的允许速度，并能在除 EUM 以外的各种驾驶模式下对列车实施监控，防止列车超速运行。

4.2.19 头尾冗余配置的车载设备有两端同步启动要求时，系统应具备头尾车载设备同时上电功能。

4.2.20 车载 ATP 测速设备应采用冗余方式的测速系统，速度信息的输出须相互校验，并实行断路检查。测速设备的测速精度参数应满足对列车控制精度的要求。测速范围为 0～120km/h、显示精度为±1.0km/h、线性精度为±0.5km/h。

4.2.21 车载 ATP 设备应能有效防止因列车空转及打滑对列车的测速测距造成精度影响，防止列车在最大坡道及满载情况下的后退，并保证列车的运行安全和确保系统性能指标。

4.2.22 车载 ATP 设备应具有人工或自动轮径磨损补偿功能，补偿范围为 770～840mm。

4.2.23 测速设备、速度补偿及轮径校正设备必须具有成功的运用经验，且满足故障－安全原则。

4.2.24 ATP 子系统对车站停车精度应有安全防护，列车停在停车精度范围内时，才允许打开车门及站台屏蔽门，停车误差超过停车精度范围（±0.5m）时，不允许打开车门及站台屏蔽门，系统应允许列车以不大于 5km/h（暂定）的速度前进或后退，最大移动距离不超过规定数值（暂定 5m）。在列车退行时，系统应对退行列车进行进路防护和对追踪运行的列车提供安全间隔防护。

4.2.25 ATP 车载设备应具有零速度检测功能，列车处于零速时速度值的判断依据为：列车速度值处于≤1km/h 的范围且持续时间不小于 2s。(如速度测量精度更精确时，持续时间可在设计联络阶段讨论确定)

4.2.26 ATP 车载设备应具备零速度检测功能，且至少同时满足以下 2 个条件时，才可判断列车停稳：（1）列车在规定区域停车；（2）列车已处于零速。

4.2.27 车载ATP设备应能实现车门及站台屏蔽门的安全监控。当到站列车在站台区停稳后，并满足停车精度要求时，ATP 才允许打开车门及站台屏蔽门，车门及站台屏蔽门安全关闭后才允许列车发车。开门侧应符合站台的位置和列车运行方向。列车的移动授权应与站台屏蔽门的开启和关闭状态一致。当列车在车站停稳时，不能因为站台屏蔽门正常开关操作而引起列车的紧急制动。

4.2.28 站台屏蔽门因故失去状态表示，应对有关列车采取常用或紧急制动以防止列车进入站台或在站台内移动，对尾部尚未完全离开站台的出站列车实施紧急制动，对停站列车严禁启动（切除牵引、保持制动）。站台屏蔽门在“故障开门”状态时，列车应可以采用特定的方式进/出车站。

4.2.29 当列车尚未进站时，地面 ATP 子系统设备监测到车站的紧急关闭按钮按下或接收到紧急停车命令时，ATP 应实施常用制动或紧急制动停车。当列车停在站台区时，地面 ATP 子系统设备监测到车站的紧急关闭按钮按下或接收到紧急停车命令时，应保证列车不能启动。当列车启动后尚未离开站台区时，地面 ATP 子系统设备监测到车站的紧急关闭按钮按下或接收到紧急停车命令时，应使列车紧急制动停车。对于岛式站台，每一侧的按钮按下时只封闭该侧按钮对应站台；对于侧式站台，任一侧按钮按下封闭两侧站台；对于有隔墙的侧式站台可按岛式站台考虑，车站存车线与上下行股道同等考虑。最终在设计联络会上确定。

4.2.30 列车在运行过程中，车载设备应连续监督列车车门的状态。当检测到车门为开门状态时，系统应采取下列措施之一（具体设计联络阶段确定）：

- 紧急制动；
- 列车应切除牵引但不实施制动；

- 不切除牵引也不实施制动，列车运行至下一车站。

4.2.31 列车在车站处于停车且开门状态下，ATP 应采取以下措施：（1）车载设备应采取切除牵引等措施，防止列车错误启动；（2）若列车产生非预期移动，ATP 施加紧急制动。

4.2.32 车载 ATP 具备列车运行方向的检测和监督功能。当列车方向手柄置于非后退位、列车向后运行或方向手柄置于非前进位、列车向前运行，则车载 ATP 判断列车发生溜车。当溜车距离超过一定阈值时（暂定 0.5m），车载 ATP 设备立即实施紧急制动。

4.2.33 在与道岔区段相邻的无岔区段（无岔区段位于道岔区段的岔后）停放非通信列车时，在人为保证非通信列车不会进入道岔区段情况下，不应影响后续列车利用道岔进行折返。

4.2.34 车载 ATP 设备具有检测列车完整性的功能，当列车完整性信息丢失、列车完整性检查电路中断时，应对列车实施紧急制动，并在车载界面上显示，由司机报告给中央调度员。同时信号系统应对后续追踪列车进行安全防护，保证后续列车的运行安全。

4.2.35 列车运行安全包络范围内，如发生信号系统可检测到的安全条件变化，应立即缩小安全包络范围或触发紧急停车。

4.2.36 线路正、反方向运行时均应具备临时限速防护功能，临时限速按暂按 5km/h 一级进行分多级设置。

4.2.37 对于 ATP 主机重启前设置的临时限速等命令，在系统重启后该命令仍保持有效；或执行最严格限制命令，人工解除该限制命令后，须重新检查并设置临时限速，并在工作站具有相应显示。

4.2.38 地面和车载 ATP 设备应具有自诊断功能，运行数据记录和分析、故障报警的功能，并能将相关信息传至 ATS 和信号智能运维监测子系统设备。

4.2.39 车载 ATP 设备连续运行时长应不小于 48 小时,当车载 ATP 设备需要中断运行自检时，应至少提前 30 分钟在车载信号、ATS 子系统和信号智能运维监测子系统人机界面上进行提示。

4.2.40 在正常运营过程中，任何情况下，车载设备不能死机或保护锁闭而导致车载 ATP/ATO 系统重启。重启的操作方式包括远程和现地重启。在每列列车两端设置车载设备重启开关或装置。车载设备宜满足无需定时自动重启的要求，具体在设计联络阶段确定。

4.2.41 车载 ATP 设备具备对列车运行数据（包括操作、运行数据等）的实时记录及储存功能，能在列车上通过外接 PC 实现图形或其它可读格式输出。切除车载设备而导致系统断电时，须保留失电前的所有实时数据，并记录切除动作及动作时间。记录的内容包括事件的时间和日期，并应至少保存 7 天，记录和打印的主要内容为：

1) 设备运行状况；
2) 操作指令；
3) 行车里程；
4) 牵引/制动控制情况；
5) 驾驶模式；
6) 速度；
7) 列车日检数据；
8) 故障报警数据；
9) 内部及外部接口数据信息；
10) 车载设备输入/输出信息记录等。

4.2.42 车载设备的人机界面应采用中文人机界面，人机界面的主要内容包括（详细要求见《人机界面要求》章节）：

1) 列车实际速度及 ATO 推荐速度及 ATP 紧急制动触发速度显示；
2) 目标速度/距离显示；

3) 控制级别（联锁控制级、连续式通信控制级）；

4) 驾驶模式；

5) 折返模式；

6) 车门控制及车门状态表示；

7) 站台屏蔽门的控制及状态表示；

8) 列车停车精度表示（列车停在停车窗内/外的表示）；

9) 发车及驾驶命令、紧急制动的开启和表示；

10) 紧急制动的实施；

11) 空转/打滑状态表示；

12) 牵引状态(动力、惰行、制动)；

13) 制动力不足、失效表示；

14) 车辆段转换区的表示；

15) 车载设备及接口的故障表示；

16) 车地通信状态表示；

17) 列车完整性信息；

18) 时钟信息；

19) 发车计时器信息；

20) 站台扣车/跳停信息；

21) 下一站站名及目的地名；

22) 驾驶员有关数据的输入及修改；

23) 驾驶员的身份确认；

24) 日检操作输入及检查结果输出；

25) 自诊断命令的输入及诊断结果输出；

26) 车载存储数据的输出、故障信息的自动输出等。

4.2.43 当列车在车站停车时，车载 ATP 移动授权不应与列车的站停时间发生关系，只要条件具备，车载 ATP 就应给出移动授权。

4.2.44 任何车地通信中断超过规定时间、列车的非预期移动、列车完整性丢失、列车速度超过紧急制动触发速度、常用制动力不足、地面 ATP/ATO 设备故障及车载 ATP 设备故障等，车载 ATP 均应产生紧急制动并报警。

4.2.45 当列车运行速度接近 ATP 最大允许速度时，车载设备产生声光报警，并采用切除牵引或者常用制动方式降低列车速度。采用常用制动时应连续地检查列车的制动率，如常用制动率达不到规定值，或车速未按要求进行减速而列车速度达到 ATP 紧急制动触发速度时，应自动施加紧急制动。常用制动时，可根据目标速度值，实施列车自动缓解或保持制动处理。

4.2.46 列车通过站台时的速度不超过站台限速。当列车进站停车时，ATP 子系统应保证列车头部进入有效站台时的速度不超过站台限速；当列车离站时，ATP 子系统应保证列车尾部驶离有效站台时的速度不超过站台限速。

4.2.47 当接收到 ATS 子系统的跳停命令时，ATP 子系统应保证列车按不超过站台临界速度通过车站。

4.2.48 当接收到 ATS 子系统的扣车命令时，OC 子系统可关闭出站信号机，此时 ATP 子系统应保证不向列车发送允许列车出站运行的移动授权；列车在进站过程中设置扣车命令时，应不影响列车正常进站，ATP 子系统不应向列车发送紧急制动命令。

4.2.49 列车停在站台时，当前方没有足够的空闲距离保证列车完全离开站台，应自动将列车扣在站台，并在车载显示屏和 OCC 提供提示信息。

4.2.50 车载 ATP 设备应能自动识别 ATC 监控区，当列车自非 ATC 监控区进入 ATC 监控区时，ATP 子系统应能保证车载设备建立和完成列车进入 ATC 监控区的初始化和正常控制模式投入工作，并立即进入工作状态。

4.2.51 列车在车辆段的停车列检库或正线休眠点开机后应具备对车载 ATP 设备在出车前完整的静态全功能自检功能（包括车载软硬件、系统内部接口、车地通信设备等），能将诊断的结果显示在列车的人机界面上，并能将测试检查的数据及结果传至维修中心及控制中心。

4.2.52 ATP 子系统具备红灯误出发防护功能。

4.2.53 当列车在信号机前停车点停车时，在确认前方信号开放前，ATP 车载设备应禁止列车移动。其中，CBTC 控制级别下，ATP 设备应自动确认前方信号状态。

4.2.54 当列车在车站停车，列车不具备发车条件时，系统应能切断列车的牵引，避免自动或人工误启动导致错误发车。

4.2.55 ATP 系统应能从 ATS 获取基准时钟信号，保证地面所有设备及车载设备的时钟同步。

4.2.56 ATP 子系统与 ATO 子系统接口实现对列车运行的安全和自动控制。

4.2.57 车载 ATP 设备实现与车辆的可靠接口，保证安全和对列车实施连续有效的控制。

4.2.58 车载信号设备应具有辨别瞬间干扰和系统故障的能力，保证列车运行的安全。

4.2.59 当正线上运行列车故障时，系统应允许救援列车以限制人工驾驶模式接近故障列车实施救援，ATP 子系统应能对救援列车连挂故障列车的编组列车和后续追踪列车实施安全运营保护。

4.2.60 列车因故降级后，系统应能识别 CBTC 列车与非 CBTC 列车，并实现二者的共线混合运行。

4.2.61 对由人工确保安全的操作命令，必须有相应的安全操作手段和操作记录。

4.2.62 ATP 地面设备故障时的系统要求如下：

1) 当地面车地间双向连续通信设备故障时，故障区域内的列车将不能按照连续式通信控制级别运行，只能按照联锁降级模式运行。此时 OC 子系统利用计轴设备检测列车位置，按降级模式原则控制地面信号机显示；联锁控制级别下以地面信号为主体信号。

2) 当某一列车车载车地双向连续通信设备故障时，此列车将不能按照连续式通信控制级别运行，只能按照联锁降级模式运行；当某一列车车载 ATP 设备故障时，此列车仅能按照联锁降级模式运行。其余列车应仍然运行于连续式通信控制级别的 AM 或 CM 模式。

4.2.63 SPKS 开关打开后，已经进入 SPKS 防护区域的全自动运行列车和 CBTC 级别列车紧急制动停车。如果列车在紧急制动过程中全列车出清 SPKS 防护区域，在停车后自动缓解，并继续运行；SPKS 防护分区外连续式通信级别及以上级别列车的移动授权不允许进入防护分区内，满足常用制动时应按常用制动停车，否则应施加紧急制动停车，停车后列车如果已部分进入或完全进入该防护区域，则应禁止列车启动；SPKS 开关恢复后，全自动运行列车可自动恢复运行，无需中心确认。

4.2.64 站台值班员人工进行清客确认后或需要关闭车门时，按压站台关门按钮，关闭车门和站台屏蔽门。

4.2.65 ATP 子系统应支持远程及本地唤醒功能，同时应与车辆共同完成列车上电自检、静态测试、动态测试，并根据自检及测试结果判断唤醒结果；唤醒过程中自检、测试过程及结果应实时上传 ATS 子系统。

4.2.66 ATP 子系统应支持远程及本地休眠功能，在接收到休眠指令后应进行休眠准备，同时在与 TCMS 休眠确认后向列车发送休眠指令。休眠过程及结果应实时上传 ATS 子系统。

4.2.67 休眠时，ATP 设备需对列车是否可以休眠进行判断，不具备休眠条件时，需向中心 ATS 报警；具备进入休眠条件时向列车发送休眠指令，对列车位置进行记录，并与车载设备进行信息交互，完成列车注销。地面 ATP 子系统应持续监督列车休眠状态，发生影响列车安全的事件时应判为列车不具备唤醒条件并禁止列车远程唤醒，同时向 ATS 子系统报警。

4.2.68 唤醒时，ATP 设备需对列车位置进行校核，并对列车唤醒过程中的测试、自检过程进行安全防护。

4.2.69 车载 ATP 应持续监督列车蓄电池电压状态及检修按钮等状态；蓄电池欠压时应禁止列车远程唤醒并向 ATS 子系统报警；检修按钮激活时应禁止列车远程唤醒并向 ATS 子系统汇报列车处于检修状态。

4.2.70 在自动洗车过程中，车辆控制列车恒速（暂定 3km/h~5km/h）运行，ATP 对列车运行进行超速防护。在收到洗车机故障状态时，对列车实施紧急制动。

4.2.71 ATP 子系统实时监督车辆及地面相关设备的工作状态，并应根据列车位置对列车障碍物检测激活、列车紧急操作装置激活、列车火灾、车门状态丢失、车辆制动故障、SPKS 开关被激活、紧急停车按钮被激活、站台屏蔽门状态丢失及非正常打开等影响列车运行的情况进行防护：

1) 列车障碍物检测激活时， ATP 子系统应施加紧急制动立即停车，并应根据线路情况设置防护区域对其他列车进行防护，联动相关站台设置扣车等指令；
2) 列车紧急操作装置激活时，ATP 子系统应允许列车运行至安全区域（可为站台）后打开车门与站台屏蔽门并保持或输出紧急制动控制列车停车（列车启动尚未离开站台时），紧急操作装置激活恢复前应禁止列车启动；
3) 列车火灾报警时，ATP 子系统应继续控制列车运行至安全区域（可为站台）后打开车门与站台屏蔽门并保持，列车火灾报警复位前或确认后应禁止列车启动；
4) 车门状态丢失时，ATP 子系统可继续控制列车运行至安全区域（可为站台）后打开车门与站台屏蔽门并保持或输出紧急制动控制列车停车（列车启动尚未离开站台时），人工干预前应禁止列车启动；
5) 发生上述情况时，系统应支持人工干预的功能；上述情况恢复后，车载 ATP 应向控制中心申请发车或控制列车自动发车。

4.2.72 信号 ATP/ATO 设备对于列车运行过程中的不同紧急情况应采取相应的处置措施。

1) 控制列车紧急制动；
2) 控制列车至相邻安全位置停车（站台或设定的区间疏散平台）；
3) 控制列车常用制动停车。

4.2.73 系统具备根据紧急制动原因采取不同紧急制动缓解方式的功能，紧急制动的状态及原因应在 ATS 子系统进行显示，紧急制动缓解方式包括：车载 ATP 子系统自动缓解、控制中心远程人工确认缓解、本地人工缓解。当列车产生紧急制动及紧急制动缓解后，车载 ATP 均应向控制中心发送报警信息。

4.2.74 信号系统应负责与车辆调相关的控制、显示信息的采集和传输。车载设备应具有接收并转发 ATS 发送的远程控制命令、进行相应操作、对列车实施安全防护的功能。远程控制指令包括但不限于以下内容：

1) 立即停车命令；
2) 远程开关门指令；

3) 远程复位指令；

4) 远程火灾确认；

5) 远程旁路指令；

6) 远程停放制动；

7) 车辆服务相关控制指令，预设全线列车空调/电热参数、照明开关等；

8) 人工换端命令；

9) 允许 FAM 运行授权命令；

10) 远程紧急制动命令。

4.2.75 ATP 子系统应具备间隙探测系统监督及防护、休眠/唤醒过程防护等的安全防护功能。

1) 车载 ATP 设备应能实现对车门与站台门之间障碍物的防护功能。当列车停在站台区时，车载 ATP 收到间隙探测系统发送的有障碍物信息时，应保证列车不能启动。车载 ATP 接收到间隙探测系统发送的无障碍物信息后允许列车发车。当列车启动后尚未离开站台区时，车载 ATP 子系统又收到间隙探测系统发送的有障碍物信息时，应使列车紧急制动停车。

2) 当间隙探测系统因故障一直汇报有障碍物信息时，可通过特殊手段人工将间隙探测系统进行旁路，向信号系统发出旁路状态信息，信号系统收到此旁路状态信息后，不再监督间隙探测结果。

4.2.76 车载 ATP 测速设备应具有头尾冗余的测速和测距功能。

4.2.77 ATP 子系统在休眠唤醒区域应具备原地定位及升级功能。

4.2.78 列车进站过标后，车载 ATP 子系统可自动施加紧急制动或最大常用制动，并向中心报警。当列车进站过标未超过规定距离时，系统应自动缓解制动，并自动调整跳跃对标；当列车进站过标超过规定距离时，应禁止自动调整跳跃对标，转为人工处理。或由中心授权继续运行至下一车站。

4.2.79 车载 ATP 子系统在列车跳跃对标过程中，应对列车速度及跳跃距离进行防护。

4.2.80 ATP 子系统接收联锁系统发送的站台开门/关门按钮信息或 ATS 发送的远程开门/关门指令，联动打开/关闭车门与站台屏蔽门。

4.2.81 车载 ATP 子系统具备车门与站台屏蔽门对位隔离功能，可具备监督车门与站台屏蔽门对位隔离指令执行结果及报警的功能。

4.2.82 ATP 子系统根据 ATS 指令和列车实时位置对列车的工况进行管理；列车工况包括：段场内运行、进入正线服务、停止正线服务、待命、清扫、洗车等。

4.2.83 ATP 子系统根据 SPKS 状态设置对应的防护分区，已进入安全防护分区的 CBTC 及以上级别列车紧急制动停车并禁止列车启动，如列车已完全出清该防护区域，继续运行；防护分区外列车的移动授权不允许进入防护分区内，满足常用制动时按常用制动停车，否则施加紧急制动停车，停车后如已部分进入或完全进入该防护区域，则禁止列车启动。

4.2.84 站台值班员人工进行清客确认后或需要关闭车门时，按压站台屏蔽门开/关门联动按钮，关闭车门和站台屏蔽门。中心远程确认清客完毕后，也可以通过发送远程关门命令关闭车门和站台屏蔽门，列车自动发车及进行折返。

4.2.85 车载设备应具有接收 ATS 发送的远程控制命令、进行相应操作、对列车实施安全防护的功能。远程控制指令包括但不限于以下内容：

1) 立即停车命令；
2) 人工换端命令；
3) 允许 FAM 运行授权命令；
4) 远程紧急制动命令。

4.2.86 ATP 子系统应具备自检、自诊断等维护管理功能，并将相关的设备状态、诊断信息发送至信号智能运维监测子系统和 ATS 子系统。

4.2.87 ATP 子系统应能保证停车列检库内列车动态测试（如有）的安全。

4.2.88 投标人应结合本工程正线及车辆基地的高架及地面线路在恶劣天气(如风雨雪霜露雾等)、轨道维护（如钢轨油等）等可能引起列车空转/打滑的工程特点，提供 ATP 子系统或结合信号其他子系统如何应对上述恶劣天气、轨道维护等可能引起列车空转/打滑、显示距离不足、测速/定位异常等的详细方案及功能描述，并提出针对该方案所需条件如何与招标人及相关专业等共同实现该方案的建议，以及提出相应的运营组织管理措施、外部接口专业边界条件建议的专题方案，具体在设计联络阶段确定。

4.2.89 在基于车载主动资源管理的列车控制级别下，线路资源（列车运行所需占用的空间资源，包括轨道、道岔、站台屏蔽门等）应由车载主动申请、使用和释放，可由线路资源管理器统一管理，其应保证线路资源使用的唯一性。

4.2.90 在基于车载主动资源管理的列车控制级别下，应实现在线路上的任意位置停车后折返换向运营、在线路上的任意位置对向运营，且系统运行级别保持不变。

4.2.91 投标人可根据自身系统的特点提供其 ATP 子系统的详细功能描述，并说明如何满足上述系统功能要求。

4.3 ATO 子系统功能要求

4.3.1 ATO 子系统是自动控制列车运行的设备。在 ATP 子系统的安全保护下，根据 ATS 子系统的指令，实现列车的自动驾驶和列车在区间运行的自动调整功能，确保达到要求的设计间隔及旅行速度。

4.3.2 ATO 子系统应与 ATS 子系统和 ATP 子系统结合，高效、经济、合理地控制列车的牵引和制动，达到节能要求。ATO 运行速度曲线的设计应充分结合线路的坡度设计、车辆特性、各种运行工况及转换、乘客舒适度、车辆磨耗等因素，与列车运行调整相结合，根据不同的条件选择最佳的运行工况，达到节能及列车自动调整的目的。

投标人应结合系统特点在投标文件中详细论述节能运行实现方案。

4.3.3 ATO 子系统应实现列车的自动运行，控制列车按运行图规定的走行时间行车，自动完成对列车的启动、加速、巡航、惰行、减速和停车的合理控制。区间走行时间误差不大于±2%。ATO 子系统实现车站站台精确停车，列车停在停车精度范围内（±0.3m）时，才允许自动打开车门及站台屏蔽门。ATO 子系统还应在折返线和停车线实现定位停车。

4.3.4 在自动开门模式下，当列车停靠在站台区且满足停车精度要求的条件下，经 ATP 子系统允许后，ATO 子系统向列车和站台屏蔽门系统发送开门命令，并应确保控制信息的安全传输。在自动关门模式下，当列车停站接近发车时间（时间可修改），ATO 系统给出关门命令，控制车门及站台屏蔽门关闭，车门和站台屏蔽门均已关闭后，在 ATP 的允许下，ATO 系统自动或人工启动列车运行。

4.3.5 当列车在车站停车时，车载 ATO 发车提示不应与列车的站停时间发生关系，只要发车条件具备，就应给出发车提示。

4.3.6 列车在车站站台当司机按下 ATO 启动按钮后，列车因车门或站台屏蔽门等故障而不能启动，系统在一定时间（暂定 1 秒）内应切断 ATO 启动命令并施加制动，故障消失后司机须再次按压 ATO 启动按钮后，列车方可移动。

4.3.7 ATO 子系统应实现列车在区间停车后的自动启动。

4.3.8 在 FAM、AM 驾驶模式下，ATO 子系统根据 ATS 的调整指令控制区间走行时间，达到列车运行自动调整的目的。

4.3.9 ATO 子系统应接收 ATS 子系统的湿轨模式指令，减小向列车输出牵引、制动力指令。

4.3.10 当 ATS 发出扣车命令时，系统应通过车地通信设备向列车发送相应的列车控制命令信息，ATO 子系统应能保证进站或停站列车在本车站停车且保持制动。

4.3.11 当 ATS 发出跳停命令时，系统应通过车地通信设备向列车发送相应的列车控制命令信息，ATO 子系统应能自动驾驶列车以不大于站台限速的速度越过跳停车站。

4.3.12 ATO 车载设备将列车运行的有关信息传递至 ATS 子系统，以便 ATS 子系统能对在线列车进行监控。

4.3.13 ATO 子系统应能控制列车的服务质量，正常运行时，列车在曲线上运行的未被平衡的离心加速度不超过 0.4m/s^2，冲击率（jerk 值）不超过 0.3m/s^3。

4.3.14 ATO 子系统应能控制列车的服务质量，列车进站时 ATO 子系统采用连续的一次性制动，衡定的制动率，一次性制动至目标停车点，中途不得缓解，且在进站前不应有非线路限速要求的减速台阶。车载 ATO 设备应能自动识别 ATC 监控区，当列车自非 ATC 监控区进入 ATC 监控区时，车载设备应能立即进入工作状态。

4.3.15 ATO 子系统应具备不同节能运行等级，可综合客流情况、行车能力等因素，选择相应等级运行曲线，实现列车节能运行。

4.3.16 ATO 子系统应具有自诊断功能，记录和分析故障报警信息，发生故障时能将报警信息传至 ATS 和信号智能运维监测子系统设备。

4.3.17 车载设备应监测与车辆接口的相关状态，主要内容包括：

1) 信息接收状况；
2) 牵引控制状态；
3) 制动控制状态等。

4.3.18 ATO 与车辆 TCMS 接口应具备记录功能，记录内容包括 ATO 输出给车辆的指令、车辆执行情况的反馈。车载信号设备的记录日志应图文并茂反映列车驾驶及设备运行情况，且内容应汉字化。

4.3.19 当列车运行在 AM 模式下，车载 ATO 设备故障，ATP 设备正常，车载设备产生报警，列车可在停车或不停车时自动或人工转换为 ATP 保护下的人工驾驶模式下运行。车载 ATO 设备通过车辆控制管理系统向车载旅客信息系统提供有关车载乘客信息显示的数据，包括但不限于：

1) 发车信息；
2) 接近信息；
3) 到站信息；
4) 目的地信息；
5) 左、右开门信息等。

4.3.20 车载 ATO 设备记录和统计的内容包括事件的时间和日期，并应至少保存 7 天，主要包括但不限于以下内容：

1) ATO 报警类别；
2) ATO 车地通信报警类别；
3) 制动状态；
4) 制动指令；

5) 车载设备的计算速度曲线及实际运行速度曲线；

6) 牵引制动量；

7) 加减速度曲线；

8) 车载设备所接收到的地面信息；

9) 车站通过；

10) 定位停车超精度范围显示及报警记录；

11) 停车误差＜0.3m 时记录，停车误差≥0.3m 报警，并统计停车误差的分布概率；

12) 运行时间及故障统计等。

4.3.21 列车从车辆段出库之前应具备对车载 ATO 设备的静态测试功能，并能对检测的结果进行记录。

4.3.22 在正线、车辆段自动控制区域内，ATO 子系统根据 ATS 指令在 ATP 子系统的防护下全自动控制列车运行，实现列车在车站自动停车、自动启动及自动折返、自动调车、自动洗车、自动进出车辆段、列车休眠、列车唤醒等功能。

4.3.23 系统应具备折返站全自动驾驶折返的功能。车载信号设备根据移动授权及ATS指令，自动驾驶列车从到达站台运行进入和折出折返线，最后进入发车站台自动打开车门和站台屏蔽门。

4.3.24 车载休眠唤醒单元应与车辆配合，实现列车的休眠唤醒功能。车载休眠唤醒单元头尾两端设备均可支持向车辆输出休眠或唤醒指令。

4.3.25 ATO 子系统唤醒时除完成自检外,还应配合 ATP 子系统进行静态测试和动态测试(如有)。

4.3.26 休眠时，车载休眠唤醒单元实时向 ATS 汇报列车休眠状态，并接收 ATS 的唤醒指令。

4.3.27 ATO 子系统应具备跳跃对标功能，在发生欠标或过标时，可按一定时序向列车输出牵引、制动等指令并控制车辆低速精确对标，或由 ATO 向列车发送跳跃指令及方向指令由车辆自行控制低速精确对标。

4.3.28 洗车作业时，ATO 子系统应与车辆配合，按照洗车流程实现在相应位置精确停车。

4.3.29 系统应具备折返站全自动驾驶折返的功能。车载信号设备根据移动授权及 ATS 指令，自动驾驶列车从到达站台运行进入和折出折返线，最后进入发车站台自动打开车门和站台屏蔽门。

4.3.30 车载设备应具备根据 ATS 休眠指令和司机本地控制列车在预定义的休眠窗口进行休眠的功能，并将休眠状态反馈给 ATS。车载休眠唤醒单元与车辆配合，实现休眠唤醒单元头尾两端设备均可支持向车辆输出休眠指令、使全列车设备完成休眠。当一端指令发送失败时，应能自动由另一端发送休眠指令。休眠成功后，信号应仅保持具备唤醒功能的设备和车地通信设备在不断电状态，要求上述双端设备的总功耗不应大于 150W，具体功耗限值在设计联络阶段确定。

4.3.31 系统应具备全自动驾驶模式（FAM）和蠕动驾驶（CAM）模式。

4.3.32 车载设备应具备根据 ATS 休眠指令和司机本地控制列车在预定义的休眠窗口进行休眠的功能，并将休眠状态反馈给 ATS。车载休眠唤醒单元与车辆配合，实现休眠唤醒单元头尾两端设备均可支持向车辆输出休眠指令、使全列车设备完成休眠。当一端指令发送失败时，应能自动由另一端发送休眠指令。休眠成功后，信号应仅保持具备唤醒功能的设备和车地通信设备在不断电状态，要求上述双端设备的总功耗不应大于 150W，具体功耗限值在设计联络阶段确定。

4.3.33 车载设备应具备根据 ATS 唤醒指令和司机本地控制列车在预定义的唤醒窗口进行唤醒的功能，并将唤醒状态反馈给 ATS。车载休眠唤醒单元与车辆配合，实现休眠唤醒单元头尾两端设备均可支持向车辆输出唤醒指令、使全列车设备完成唤醒。当一端指令发送失败时，应能自动由另一端发送唤醒指令。

4.3.34 唤醒过程中，车载信号设备除完成自检外，还须配合车辆设备使其进行必要的自检和功能测试。车载信号设备应将自检和测试的状态、报警信息及时上传至 ATS 子系统，便于调度人员实时了解列车唤醒的状态。

4.3.35 ATO 应具有列车进站停准调整功能。在 FAM 模式下，列车自动运行到车站停稳，并满足停车精度要求后，ATO 子系统自动发出车门及站台屏蔽门开门命令。列车进站停车时如停车误差超出了停车精度范围，则 ATO 子系统不应发出车门及站台屏蔽门开门命令。若列车进站停车过标或欠标不大于 5m（可设定），ATO 子系统应再次启动列车进行对位调整，每次对位调整的距离暂定为 0.6~0.8m（具体根据车辆控制性能确定），若调整到位，ATO 子系统自动发出车门及站台屏蔽门开门命令。如果列车经过 X 次（可设定）调整后仍不能停车到位，车载信号设备应向中心进行报警，由人工远程介入进行控制或直接运行至下一站。若列车进站停车过标大于 5m（可设定），车载信号设备应向中心进行报警，由人工介入进行控制或直接运行至下一站。当列车进站停车欠标大于 5m，ATO 自动运行对位停车。

4.3.36 FAM 模式下，在车站站台车载信号设备发出列车自动启动命令后，列车因车门或站台门等故障而不能启动，系统应能自动检测未启动状态，在条件满足时自动发出启动命令。

4.3.37 ATO 子系统应具备车门/站台屏蔽门故障隔离的功能。当个别车站站台屏蔽门故障隔离时，车载设备接收站台屏蔽门故障信息（站台编号及故障站台屏蔽门编号），并将此信息转发至车辆相关设备，列车进站停稳后，ATO 子系统自动发出车门及站台屏蔽门开门命令，故障站台屏蔽门（站台屏蔽门系统控制）及对应的车门（车辆控制）不应打开。当个别车门故障隔离时，车载设备接收车门故障信息（故障车门编号），并将此信息转发至轨旁信号设备。列车进站停稳后，ATO 子系统自动发出车门及站台屏蔽门开门命令，故障车门（车辆控制）及对应的站台屏蔽门（站台屏蔽门系统控制）不应打开。

4.3.38 车载信号设备应具备自检自诊断及接收车辆相关的维护信息的功能，并将相关的设备状态、诊断信息发送至智能运维监测子系统和 ATS 子系统。

4.3.39 车载设备应能接收 ATS 发送的远程控制命令，进行相应操作。远程控制指令包括但不限于以下内容（具体设计联络阶段与车辆讨论确定）：

1) 远程清客确认；
2) 远程 RRM 模式；
3) 跳停指令；
4) 远程开关门命令；
5) 远程复位命令；
6) 人工唤醒/休眠指令；
7) 常用或紧急停车指令；
8) 紧急制动后缓解指令；
9) 自动洗车指令；
10) 远程火灾确认；
11) 远程旁路命令；
12) 车辆相关控制命令，预设全线列车空调/电热参数、临时设置单车空调/电热参数、设置清扫时间、远程停放制动施加、重启、升降弓、远程紧制缓解及行车主要故障显示等。

4.3.40 车载信号设备应能够根据列车运行情况触发车辆鸣笛，如列车在库内动车、入库时进行鸣笛等。具体鸣笛地点及时机在设计联络阶段确定。

4.3.41 需要清客确认的车站清客未完成期间，车载信号设备应保持车门和站台屏蔽门打开状态，收到站台关门信息或 ATS 发送的远程关门指令、清客确认后自动关闭车门和站台屏蔽门。

4.3.42 车载信号设备应能根据 ATS 的指令和列车运行位置对列车工况进行管理，列车工况包括但不限于：场内运行、进入正线服务、退出正线服务、待命、清扫。（具体工况种类和条件在设计联络阶段确定）

1) 场内运行。车载信号设备应具备向车辆发送是否在场内运行工况的功能，用于车辆断开永久母线（防止出现短路）、关闭空调、电热控制等。

2) 待命。列车唤醒成功后进入待命状态，车载信号设备应向车辆发送待命工况，用于车辆打开照明、空调或电热控制等。

3) 清扫。车辆回库停稳后，车载信号设备应自动向车辆 TCMS 发送清扫工况，用于车辆打开车内照明。

4) 进入正线服务/退出正线服务。车载信号设备接收到 ATS 发送的进入正线服务/退出正线服务工况指令时，应向车辆 TCMS 发送该工况指令，用于车辆执行打开/关闭照明、空调或电热等操作。

5) 投标人应提供 ATO 对 ATS 调整策略的响应，明确 ATS-ATO 自动运行，时分控制的调整策略（发车、停站、区间运行时分）。

4.3.43 投标人可根据各自系统的特点提供其 ATO 子系统的详细功能描述，并说明如何满足上述系统功能要求。

4.4 OC 子系统联锁功能要求

4.4.1 OC 设备确保列车运行进路的安全，应采用冗余的计算机系统，联锁系统的软、硬件设计应符合故障-安全原则。

4.4.2 OC 设备按一定的程序和条件控制轨旁的道岔和信号机，为列车运行建立进路，确保进路上轨道区段、道岔、信号机等之间的安全联锁。对于涉及安全的操作应采取安全保证措施。对于来自操作设备的错误操作，应具备有效的防护能力。

4.4.3 计算机 OC 设备必须符合中华人民共和国《计算机联锁技术条件》和《继电式电气集中技术条件》及系统引进国有关的技术要求。

4.4.4 OC 设备与 ATP 计算机单元的接口应符合故障－安全原则。由联锁系统向 ATP 提供进路信息、站台屏蔽门开关状态、站台紧急关闭状态、无人折返按钮状态、信号机状态、道岔状态、人员防护开关按钮状态、站台开/关门按钮状态、清客确认、洗车机状态、计轴区段状态等状态信息；联锁接收来自 ATP 的逻辑区段状态、信号机关联状态信息、站台屏蔽门开关命令信息、停稳等信息并予以执行。

4.4.5 当某列车与地面失去连续通信时，该列车能在限制或非限制人工驾驶模式下运行，司机根据调度命令和地面信号显示驾驶列车，OC 设备保证列车运行进路的安全。

4.4.6 OC 设备应能与轨道区段占用/空闲检测设备、道岔转辙机、信号机通过全电子联锁接口，与站台屏蔽门、间隙探测、人员防护开关、站台关门按钮、洗车机等优先采用全电子联锁接口，实现对道岔、信号机、站台屏蔽门、人员防护、洗车机等的安全可靠的控制。

4.4.7 对轨旁设备的控制电路的设计应符合故障-安全原则，并应采取双断和独立回路的方式不能因短路、馈电失效或者外部电路接地而影响系统的安全性。

4.4.8 OC 设备的主要功能包括但不限于以下内容：

1) 正常进路控制（包括折返进路）；
2) 引导进路控制；
3) 信号机监控；
4) CBTC 模式下强制点灯；
5) 道岔监控；
6) 轨道区段监控；
7) 站台紧急关闭按钮监督；
8) 站台屏蔽门及间隙探测（如有）监控；
9) 站台开门、关门及发车确认按钮监督；

10) 临时限速监控；

11) 扣车和取消；

12) 列车运行方向控制；

13) 洗车机监控；

14) 站控/中控；

15) 人员防护开关监控等。

4.4.9 OC 设备与 ATS 子系统结合实现对列车进路的自动控制。OC 设备向 ATS 设备提供列车运行的表示信息和信号设备状态信息，并接收 ATS 子系统的控制命令。

4.4.10 OC 设备应能根据不同的列车属性（CBTC 列车和非 CBTC 列车）进行信号机的亮灭显示、进路控制及自动转换。

4.4.11 OC 设备与 ATS 子系统结合实现车站及车辆段和中心的两级控制功能。正线车站及车辆段联锁平时由 ATS 子系统控制，当 ATS 子系统设备故障时 OC 设备可根据列车的位置自动设置列车进路，也可由车站及车辆段值班员人工办理列车进路。

4.4.12 正线 OC 设备应具有自动触发进路的功能，能根据轨道区段占用检测设备的状态确定列车的运行位置，可以在列车接近信号机时自动触发信号机至信号机的进路，按联锁条件自动点亮轨旁信号机，列车顺序占用、出清该进路后，进路解锁。为实现信号机至信号机之间的运行方式提供安全保证。

4.4.13 正线 OC 设备具备办理自动通过进路的功能，具备自动通过进路功能的进路，设置为自动通过模式后，进路应能自动建立、联锁条件满足时锁闭并开放信号。自动通过进路在列车顺序占用并出清全部区段后不解锁，其防护信号机的显示随着列车的运行自动开放或关闭。办理取消进路或人工解锁操作后，自动通过进路模式取消。取消自动进路模式时，不改变已存在进路的状态。

4.4.14 正线 OC 设备在具备折返条件的车站具备自动折返进路功能，应能自动设置折返站的列车折入和折出进路。当对应折返信号机被设置为自动折返模式时，联锁应能自动设置折返线的折入和折出进路。如设置自动折返模式前进路已存在，则进路性质保持不变；自动折返进路命令取消时，不改变已存在进路的状态；在车站具有两条或多条折返线时，各条折返线均应具备设置自动折返进路的功能，并应具备两条折返线交替的全自动折返进路功能，全自动折返进路按照先进先出原则排列折返进路。

4.4.15 进路的自动办理及信号机的开放不应受列车 CBTC 控制级或联锁控制级影响。

4.4.16 非 CBTC 列车（联锁级）用的进路信号开放需检查的条件为：道岔位置正确并锁闭、进路内区段及保护区段空闲且锁闭、进路内区段未设置临时限速、超限区段空闲、敌对条件未建立、站台屏蔽门关闭且锁紧或处于互锁解除状态、站台紧急关闭按钮未激活、人员防护开关未激活、未实施扣车（出站进路）、信号机的红灯灯丝完好、场联等条件满足。

4.4.17 联锁级进路的信号关闭的条件为：信号开放条件不满足时、人工关闭信号时、办理取消进路和人工解锁时、当用于点灯的继电器未能吸起或吸起状态不能被采集到且无法保证室内外显示一致时。

4.4.18 CBTC 控制级列车办理进路开放信号需检查的条件为：道岔位置正确且锁闭、区段空闲且锁闭（仅针对特定进路检查，如折返进路）、超限区段空闲、敌对进路未建立、站台屏蔽门关闭且锁紧或处于互锁解除状态（正、反向出站进路）、站台紧急关闭未激活（正、反向出站进路）、人员防护开关未激活（正、反向出站进路）、未实施扣车（出站进路）场联等条件满足，具体设计联络阶段确定。

4.4.19 CBTC 控制级进路信号关闭的条件为：信号开放条件不满足时、人工关闭信号时、办理取消进路和人工解锁时。

4.4.20 引导进路信号开放需检查的条件为：道岔位置正确并锁闭、信号机的红灯灯丝完好、敌对条件满足、场联条件满足。

4.4.21 引导进路信号关闭条件为：

1) 列车未驶入引导进路之前信号保持开放的条件不能满足时；
2) 信号机内方第一轨道区段无故障的情况下，列车第一轮对进入该区段时；
3) 信号机内方第一轨道区段故障，未能在 15s 内进行维持开放信号的操作时；
4) 办理引导进路解锁时；
5) 人工关闭信号时。

4.4.22 正线 OC 设备对于占用区间的反向折返进路和顺向进路之间的敌对检查功能。

4.4.23 OC 设备能对进路实现预先锁闭和接近锁闭，锁闭的进路随列车的运行自动分段解锁。接近锁闭在信号开放后接近区段有车占用时构成，当无接近区段时或接近区段长度不符合接近锁闭要求时，信号开放后立即构成接近锁闭。

4.4.24 列车信号机的接近锁闭区段长度应能保证按最高运行速度行驶的列车在进入该区段时，经采用最大常用制动后停于防护该进路的信号机外方。接近锁闭区段长度和延时解锁时间的计算应考虑列车接收制动命令的信息传输时间及设备动作时间等因素。

4.4.25 OC 设备应具备分段解锁或随列车走行即时解锁的功能。

4.4.26 OC 设备应提供取消进路的功能。对于已开放信号的列车进路，办理取消进路操作后，应立即关闭进路始端信号机。信号关闭后，未处于接近锁闭的进路立即解锁。

4.4.27 OC 设备应提供进路人工解锁功能，系统应防止进路的错误解锁。对于已开放信号的列车进路，办理人工解锁进路操作后，应立即关闭进路始端信号机。处于未接近锁闭的进路可立即解锁。若进路已处于接近锁闭状态，应采用延时解锁方式解锁进路，在收到列车停车保证的情况下应立即解锁进路。进路在接近锁闭状态下，联锁系统应向 ATP 子系统发送更新后的进路状态信息，在收到 ATP 子系统重新计算确定的安全保证信息后才能解锁列车进路。

4.4.28 进路的延时解锁时间从信号关闭时开始计算，在车站现地控制工作站及中心调度工作站上应有延时解锁倒计时显示。

4.4.29 OC 设备除对正常的列车进路进行防护以外，还能根据要求设置相应的保护区段，并予以防护。保护区段为道岔区段的，保护区段内道岔方向应根据 ATS 设置的列车目的地码的不同自动建立，在线路端头车站可配置在折返效率较高的方向。保护区段应能根据不同的列车属性（CBTC 列车和非 CBTC 列车）及运营组织需要灵活配置。

4.4.30 系统应判断保护区段的设置时机，后续列车进路保护区段的设置不能影响前行列车的运行和折返作业。系统处于 ATS 控制时，应由 ATS 子系统控制建立保护区段。保护区段和后续进路重叠时，保护区段的解锁和后续进路的取消或人工解锁应相互独立，互不影响。

4.4.31 在站台轨区段、折返轨区段、停车线或联络线的转换轨处信号系统需具备列车停稳控制功能，停稳信息用于保护区段的解锁。OC 系统接收 ATP 系统发送的停稳信息或停车保证信息后，解锁保护区段。联锁控制级下，在联锁无法接收 ATP 发送的停稳信息时，采用计时方式判定停稳，停稳计时根据不同进路配置不同的时间计算确定。CBTC 控制级下，若 OC 无法接收 ATP 发送的停稳信息，采用延时解锁，按以下两种方式之一处理：系统在保证列车移动授权回退至信号机的情况下，解锁保护区段；在延时解锁倒计时为零，不解锁保护区段，须人工确认列车停稳后，利用区故解解锁保护区段。

4.4.32 OC 设备应能建立引导进路的方式开放引导信号。

4.4.33 室外信号机在开放和关闭组合灯光时，各灯位应同时点灯或灭灯，不得出现信号乱显示（即不符合规定的信号显示）。

4.4.34 OC 设备应具有信号机灯丝监督功能。在室外信号机点灯状态下，信号机的开放应检查红灯灯丝的完好性。信号机开放后应能不间断地检查灯丝状态，LED 信号机的发光盘点阵光源故障率达到或超过设定的临界值后应报警并自动关闭相应信号机。

4.4.35 除因实施扣车或站台正常乘降作业时站台屏蔽门打开造成的信号关闭外，信号机关闭后未经再次办理，不得重复开放。当正线办理了自动进路后，该进路持续保持锁闭，信号机随着列车的运行自动变换显示。

4.4.36 OC 设备应具有信号机（自动信号机除外）封锁/解封功能，对于实施封锁的信号机，不能排列以此信号机为始端及终端的进路。实施封锁后，对包含封锁元件且已开放信号的进路不关闭，可对进路实施人工解锁、取消进路和区段故障解锁。实施封锁操作后关闭的信号机，解封后不能自动重开，需要人工操作开放信号。

4.4.37 OC 设备通过轨道区段占用/空闲检测设备完成对轨道区段占用/空闲状态的检测，对轨道区段可进行封锁、解封等操作。对于实施封锁的区段，不能排列经由该区段的进路。对于因故未解锁的区段在检查该区段空闲后，应能实现区段故障解锁功能。

4.4.38 OC 设备应能将复位信息传输给计轴系统实现计轴复位功能。计轴复位需遵循相关的安全规程。

4.4.39 OC 设备对道岔的监控应满足道岔控制的相关技术条件要求。

4.4.40 联锁道岔应能人工单独操纵，也能随进路的排列而自动选动，单独操纵应优先于进路选动。

4.4.41 当以进路控制方式操纵道岔时，进路上的道岔应顺序选出，应错开动作电流启动峰值。

4.4.42 联锁道岔受进路锁闭、区段锁闭、人工单独锁闭或其它锁闭方式控制，处于锁闭状态的道岔不能启动。

4.4.43 OC 设备应具备对道岔实行单独锁闭/解锁功能。道岔单锁后，可以排列经过该道岔相同位置的进路。对于处于进路锁闭下的道岔，可以进行单锁操作，进路解锁不应影响道岔单锁。道岔单锁后可以通过道岔单解操作解锁道岔，如果该道岔同时被进路锁闭，道岔单解不应影响道岔被进路锁闭的状态。

4.4.44 联锁道岔一经启动应能转换到规定的位置。当因故被阻，在规定时间内（如 15s）道岔不能转换到规定位置时，应自动切断动作电源且进行声光报警，道岔经操纵后应能转回到原位。

4.4.45 道岔转换完毕后，应自动切断道岔动作电源。

4.4.46 道岔转辙机的电机电路发生故障时，应自动切断道岔启动电路，道岔不应再转换。

4.4.47 正线道岔区段故障时，对于该区段的道岔应具有强扳功能。强扳道岔时需要值班员人工确认所属道岔区段无列车。当道岔处于进路锁闭或人工单独锁闭时，强扳道岔功能无效。（注：该功能要求车站值班员在人工确认某区段故障且空闲后，方能执行强扳道岔操作，该操作的安全性完全由人工保证。）

4.4.48 OC 设备应具有道岔封锁、解封功能，对于封锁的道岔不能排列经过该道岔的进路。道岔封锁和道岔单锁之间互不影响，道岔封锁后，该道岔可以单独操纵。

4.4.49 对道岔、信号机实施封锁操作与设置进路自动通过属性的操作不能同时有效。

4.4.50 所有道岔交流转辙机启动电路应按照单动道岔进行控制，原则上道岔转辙机应采用错峰启动控制方式，影响行车效率的进路上的多组道岔应采用同时动作方式。

4.4.51 道岔应设有位置表示，并保证：

1) 道岔表示应与道岔的实际位置一致，并应检查自动开闭器两排接点组及其他表示装置均在规定位置；
2) 只有当多点牵引道岔的各点均在规定位置时，才能构成位置表示；
3) 当道岔处于不密贴位置时，严禁出现定位或反位表示；
4) 道岔启动时应先切断位置表示；
5) 道岔发生挤岔时应有挤岔表示；

6) 单独锁闭和道岔封锁时，不影响道岔的位置表示。

7) 道岔采用双机或多机牵引时，维护工作站或信号集中监测道岔表示应按单台转辙机独立表示设置。

4.4.52 OC 设备应具有侧面防护的功能。

4.4.53 各车站对应每一站台轨道均可实现进站方向信号机、出站信号机的紧急关闭功能；对于岛式站台及上、下行之间有物理隔离的侧式站台，上、下行站台的紧急关闭相互独立；对于无隔离或隔离不足的侧式站台，上、下行站台的紧急关闭可不相互独立。在激活了紧急关闭功能后，OC 设备应立即关闭进入该站台的和由该站台出发的非 CBTC 列车进路以及由该站台出发的 CBTC 列车进路。在取消紧急关闭功能后，当有关联锁条件满足时，相应已关闭的信号机经人工操作后方可开放。

4.4.54 当 OC 设备接收到 ATS 子系统的扣车命令时，关闭出站信号机，ATP 子系统通过车地通信设备向列车发送相应的列车控制命令信息，在列车进站停车过程中，扣车功能的执行不能引起列车的紧急制动。

4.4.55 办理了扣车作业，联锁控制相应已开放允许显示的出站（或出站兼防护）信号机立即转换为禁止信号；解除扣车作业后，在其他联锁条件满足时，相应的出站信号机自动开放允许信号。办理了扣车作业后，排列以该信号机为始端的进路可以建立并锁闭，但信号不允许开放。

4.4.56 OC 设备能根据运营要求实现与车辆段以及与其他线路联络线的接口功能，保证正线与车辆段以及与其他线路间的作业安全。

4.4.57 正线联锁与车辆段、其他线路联络线的联锁接口应能通过敌对照查的联锁关系保证列车出入段和转线作业的安全。

4.4.58 OC 应具备与站台门接口控制功能。OC 设备通过安全继电器接口对站台门系统进行监控，条件满足时，发送站台门开、关门命令。OC 设备检查站台门的状态，当未收到站台门关门且锁闭信号及互锁解除信号时，不允许开放通过信号，可开放引导信号；当未收到站台门关门且锁闭或旁路信息，相应的驶入该站台的和由此站台出发的非 CBTC 列车用进路已经开放的信号机均应立即关闭；当未接收到站台门关门且锁闭信息或互锁解除信息的情况下，由此站台出发的 CBTC 列车用进路已经开放的信号机均应立即关闭。站台正常乘降作业时站台门关闭信号后，收到站台门关门且锁闭信号或互锁解除信号，相应已关闭的信号自动开放。

4.4.59 对于联锁主机重启前设置的区段封锁、临时限速等命令，在系统重启后该命令仍保持有效；或执行最严格限制命令，人工解除该限制命令后，须重新检查并设置相关命令，并在工作站具有相应显示。

4.4.60 OC 设备应具有自检、自诊断和对信号机、转辙机等基础信号设备的监测报警功能，并在车站的维护工作站上显示及报警。

4.4.61 OC 设备能监视和记录自身的工作状态和轨旁设备的状态，其运行日志存储时间不少于 30 天，主要内容如下：

1) 进路状态；
2) 轨道区段的占用/空闲；
3) 信号机显示；
4) 信号机灯丝状态；
5) 道岔位置；
6) 转辙机动作状态；
7) 紧急关闭按钮状态；
8) SPKS 状态；
9) 站台开门、关门、发车确认按钮状态；
10) 洗车机状态等。

4.4.62 在现地控制工作站应具备对对不同的操作人员赋以相应的职责、权限的功能，以保证对设备的正确控制。对于由人工保证安全的控制命令，须有相应的安全操作手段。

4.4.63 OC 设备应具备与智能运维监测子系统的接口，向智能运维监测子系统提供 OC 设备相关的维护监测信息及报警信息。

4.4.64 OC 设备应宜通过全电子联锁接口实现与车站人员防护开关的可靠控制。OC 设备应能与车站及车辆段内设置的人员防护开关进行接口，采集人员防护开关的状态，并驱动人员防护开关表示灯，人员防护开关的状态纳入联锁进路检查条件。工作人员通过人员防护开关实施封锁区域后，联锁不允许办理经由该封锁区域的列车及调车进路，对于已办理的进路应立即关闭相应信号，并将封锁区域的信息发送至轨旁 ATP 设备及 ATS 设备，解除 SPKS 封锁后，在其他联锁条件满足时，相应的出站信号机自动开放允许信号。

4.4.65 OC 系统应通过继电接口采集站台开门/关门/发车确认按钮状态，并转发至 ATP 子系统。

4.4.66 OC 系统应通过继电接口采集间隙探测结果和间隙探测设备状态并转发至 ATP 子系统，同时向间隙探测系统转发 ATP 子系统发出的开始探测和停止探测指令。当车门和站台屏蔽门均关闭且锁紧后，OC 根据车载 ATP 发送的启动指令向间隙探测系统发送启动探测指令；列车在车尾部完全出清站台后，OC 根据车载 ATP 发送的停止指令向间隙探测系统发送停止探测指令；间隙探测系统在自身启动过程中和探测到障碍物后，向 OC 持续发送有障碍物状态，OC 持续向车载转发有障碍物状态，ATP 不允许列车移动，此时出站信号机不关闭；若间隙探测系统启动后未探测到障碍物，则向 OC 持续发送无障碍物状态，OC 持续向车载转发无障碍物状态。

4.4.67 为实现自动洗车功能，OC 应与洗车机接口，用于实现洗车机状态的采集及列车停稳等相关信息的传递。具体实现方式设计联络阶段确定。

4.4.68 OC 子系统的电子执行单元内驱动电路部分应具有过载和负荷短路自动保护功能，通过采用必要措施满足大电流通路/切断并抵抗拉弧，提高板内继电器寿命。

4.4.69 投标人根据各自系统的特点提供其 OC 子系统的详细功能描述，并说明如何满足上述系统功能要求。

4.5 DCS 子系统要求

4.5.1 DCS 数据通信子系统应是实现信息交换的传输功能，实现透明通道传输，由有线网络、无线网络、网络管理设备组成。

4.5.2 为了保证列车的运行，须保证车地双向信息传输的连续性，保证信息传输的不间断。针对无线自由波作为信息传输方式，要求做到无线场强的重叠覆盖。

4.5.3 冗余网络切换应实现无扰切换，切换时不应干扰信号系统正常工作，不应导致任何通信中断或信息丢失。

4.5.4 DCS 子系统应采用标准化、模块化的设置，应能进行灵活的配置，并有利于延伸线工程（如有）网络扩展及扩容; 应预留延伸线工程（如有）DCS 子系统的接口条件，保证延伸线 DCS 子系统在网络扩展、扩容时不影响既有线的正常运营。

4.5.5 DCS 数据通信子系统应具有自诊断能力。

4.5.6 DCS 子系统应满足信息安全防护等级三级标准的要求。

4.5.7 DCS 子系统的轨旁室外设备安装必须满足隧道限界、天气、振动、维护等方面的要求，其设备本身也应达到 IP65 标准，以适应轨道交通的环境条件。

4.5.8 DCS 子系统的轨旁和车载设备应对接触网供电和杂散电流产生的电磁干扰或谐波干扰具备防护能力；其工作频率的选择和分配应能防护牵引电流的干扰，不受车辆载波器、变流器等在无岔和有岔区受流发生变化所产生的电磁干扰以及钢轨回流不平衡等产生的谐波影响，保证信息可靠地传送；投标人应采取各种有效的硬件和软件措施，确保信号系统在本工程的电磁环境中正常、安全、可靠地工作。

4.5.9 访问控制要求：要求信号系统内网与外网相互独立，内网各网段之间应有访问规定要求。

4.5.10 信息传输的相对独立性和透明性要求: DCS 子系统在 CBTC 系统的控制中，只是作为控制系统的传输通道，需要在物理和通信协议上保持相对的独立性和透明性。

4.5.11 可靠性要求：为降低软、硬件故障率，提高系统可靠性和平均无故障维修周期，提高系统软硬件的使用和管理的安全性，本系统应进行可靠性设计。可靠性设计应基于可维修性和安全性，确定最佳的性能价格比以及可靠性方案，实现系统生命周期内的可靠性管理，系统应支持 7×24 小时连续工作。

4.5.12 安全性要求

4.5.12.1 DCS 子系统安全体系需要制定整套安全策略

1) 物理安全策略：确定各种设备防盗、物理访问、保护等方面的规定和措施，也包括避免对乘客的伤害和避免设备的损毁；
2) 访问控制策略：规定内网与外网（地铁公网、社会公网等）、内网各网段之间的访问规定和策略要求；
3) 安全检测策略；
4) 审计与监控策略；
5) 网络反病毒策略；
6) 备份与灾难恢复策略等。

4.5.12.2 保护网络环境

1) 建立用户终端、服务器和应用系统的保护机制，防止拒绝服务、数据未授权泄露和数据更改；
2) 保护操作系统；
3) 保护数据库；
4) 身份认证；
5) 建立入侵检测体系；
6) 建立病毒防范体系；
7) 具备足够的防止内、外人员进行违规操作和攻击破坏的能力等。

4.5.12.3 保护网络和通信基础设施

1) 保证基础设施所支持的关键任务，防止受到拒绝服务的攻击；
2) 防止受到保护的信息在发送过程中时延、误传或未发送；
3) 保护各种用户数据流；
4) 保护网络基础设施控制信息等。

4.5.12.4 DCS 子系统在安全监测、审计与监控、网络反病毒和备份与灾难恢复等方面应制定相应的安全措施，同时系统具备足够的防止内、外人员进行违规操作和攻击破坏的能力等。

4.5.13 DCS 有线网络应避免广播风暴。

4.5.14 应确保网络子系统的数据安全性，网络应提供多种方式和层次的访问控制安全机制。可采用以下机制：

1) CLI 可通过 Radius 进行用户认证和授权；
2) 采用 SSH 协议保护远程管理会话；
3) 过滤和限制 DdoS 数据包。

4.5.15 无线传输系统独立于信号系统并且对应用完全透明。确保车（车载 ATP/ATO）到地（轨旁 ATP/ATO）之间端到端的通信。

4.5.16 DCS 设备应受 SNMP 标准协议管理，NMS 支持网络设备层（以太网交换机）的所有管理功能：故障管理、性能管理、配置管理、安全管理、通信管理、拓扑管理、系统管理。此外，还应支持以下管理功能：端对端路径管理，保证服务的快速调度；端对端服务维护；通过保护子网，实现统一的网络资源管理。

4.5.17 DCS 的网络管理设备应能够实现网络维护和配置。具体网络管理配置要求如下：

1) 有线传输网管设备实现对骨干网的配置、监测、维护和告警管理，无线传输网管设备实现无线网设备的配置、监测、维护和告警管理。
2) 系统应具完善的网管功能，可进行故障管理、性能管理、拓扑结构显示、软件升级管理、接口管理、权限管理、配置文件管理并具有集中告警维护功能。

4.5.18 车载无线单元与轨旁无线设备之间在传递数据前，应建立授权，同时应提高无线网络的安全性，采用的方法包括：无线设备对传输的信息提供至少 128 位的加密，并且密钥是动态变化的，把不同类型的数据由不同的物理或逻辑通道进行传输。

4.5.19 DCS 子系统应符合网络安全等级保护要求，能够防范计算机病毒和网络攻击、网络侵入，采用的杀毒软件或防病毒软件、网络隔离等防范措施应不影响系统正常运行，杀毒软件、防病毒软件的病毒库应支持定期更新，并满足下列要求：

1) 网络安全设备的网络运行状态、系统登录和操作、网络安全事件等日志的存储时间不少于 6 个月；
2) 信号系统的操作系统、数据库系统、信息安全软件（含病毒库）等商用软件应为正版授权；商用软件的版本更新或替换，应保证信号系统运行安全和功能完整。

4.5.20 后备通信系统信号应冗余覆盖，在主用无线系统故障情况下传输带宽满足列车全自动运行的需求。

4.5.21 投标人应在投标技术建议书中详细描述所提供DCS子系统的功能、性能及其安全性、可靠性指标及保证措施。

4.6 信号智能运维监测子系统功能要求

4.6.1 信号智能运维监测子系统的功能定位为就地监测、远程报警和数据挖掘。

4.6.2 信号智能运维监测子系统在长时间收集存储线上信号设备的维护数据并存储 1 年后， 系统应能实现信号系统数据（含电源设备）的以下挖掘功能：

1) 通过 ATO 运行数据与司机收到驾驶数据进行对比，用以评价司机及熟练程度；
2) 通过积累的故障历史数据，对备件的库存进行智能调整；
3) 通过积累的故障历史数据，将故障按季节、温度等要素进行分类，查找规律性内容；
4) 除以上挖掘策略外，还应可根据招标人的需要提供定制性的挖掘策略。

4.6.3 信号智能运维监测子系统应实现下列主要功能：

4.6.3.1 实时监测 ATP、ATO、ATS、OC、DCS、计轴、电源、转辙机、信号机等关键设备及其板卡状态，以及站台屏蔽门、外部电源（含外电网）等接口设备运行状态。

4.6.3.2 实现道岔控制电路时序、解锁/转换/锁闭过程受阻、表示电压超限/波动等监测、回放；监测和记录每台转辙机动作次数、动作电流、功率、转换时间。

4.6.3.3 监测服务器类设备、ATS 工作站的中央处理器（CPU）使用率、内存、硬盘使用率等运行状态。

4.6.3.4 监测外电输入切换状态、电源模块输出状态、蓄电池投入状态、不间断电源（UPS）旁路、UPS 输出状态和电源对地漏泄电流。实时监测外电网输入线电压、相电压、电流有效值，频率、相位角、有功功率，外电网输入瞬时断电波形等；实时监测各电源屏输入/输出的电压、电流、频率、相位角等。

4.6.3.5 查询 ATP、ATO、ATS、OC、DCS 等子系统软件版本号（含数据版本号）。

4.6.3.6 蓄电池在线监测系统能实现：在线均衡功能，在线实时检测蓄电池内阻、电压、工作温度、充放电电流等，判断蓄电池运行状况，可识别单只电池的故障。

4.6.3.7 机房环境监测设备的监测内容至少包括温度、湿度，温湿度，监测至具体机柜以及整体环境。

4.6.3.8 防雷分线柜防雷相关的监测设备应能实现防雷保安器劣化时现地声光报警及劣化信息上传信号智能运维监测子系统的功能。

4.6.3.9 智能运维系统应能监控站级设备各板件以及各灯位工作状态。

4.6.4 信号智能运维监测子系统提供信号设备故障模式影响分析，主要包括分析对象、设备功/能、故障模式、故障现象、故障影响范围、影响行车程度和故障处置建议。

4.6.5 信号智能运维监测子系统应具备将监测对象的基础信息、运行状态、故障报警等主要信息输出的接口，支持实现关键设备运行数据共享。

4.6.6 ATS、ATP、ATO、OC、 电源、计轴等各子系统应具有较完善的自检和自诊断功能，应能对本工程的控制中心设备、正线车站及轨旁设备、车辆段设备、车载设备以及车地通信设备进行实时监督、记录和故障报警，并应能准确报警到板级。应能在维修中心、正线设备集中站、车辆段、控制中心的维护工作站实施远程设备状态监测、故障集中报警、故障诊断定位和维护管理，在现场应能够使用便携计算机实施故障诊断，对设备故障诊断应定位到板级。报警信息应通过智能运维监测子系统传至维修中心的监测报警设备。

4.6.6.1 在维修中心完成对列车运行的监视和整个信号系统所有设备的集中报警功能和操作记录等。并对本项目所有在线运行的信号设备进行维护管理和支持，对操作员所进行的操作、时间、对象、内容、结果等信息进行记录。在控制中心、维修中心可通过智能运维监测子系统的维护工作站实现对整个信号系统的历史数据回放功能。在设备集中站、车辆段的维护工作站应至少具备管辖范围内系统设备的历史数据回放功能。智能运维监测子系统应对所有信号设备维护信息具备自动存储、回放功能和打印功能，数据保留不得低于 1 年。

4.6.6.2 维修中心的监测报警设备接收、统计和处理整个信号系统的故障报警信息，具备设备故障报警的统计功能和历史数据回放，并能按要求生成所有信号设备报警和各单项设备的日表、月表、季表和年表，并能拷贝输出。

4.6.6.3 信号设备故障时，维护人员应能看到具体的错误信息，同时应显示相关的维护引导指令，以帮助维护人员迅速排除故障。

4.6.7 信号设备故障报警应按下列要求进行分类：

4.6.7.1 涉及到行车安全或直接影响行车的报警信息为一级报警，采用弹出式声光报警，须经人工确认后才能停止报警，除在智能运维监测子系统和相应子

系统的维护工作站进行报警外，还应在相应的行车调度人员工作站和相应的现地控制工作站进行报警。

4.6.7.2 可能影响行车的报警信息为二级报警，采用声光报警，须经人工确认后才能停止报警，除在智能运维监测子系统和相应子系统的维护工作站进行报警外，还应在相应的行车调度人员工作站和相应的现地控制工作站进行报警。

4.6.7.3 不影响行车的报警情况为三级报警，可采用红色显示报警信息，仅在智能运维监测子系统和相应子系统的维护工作站上显示和报警。故障恢复后，自动停止报警。一般报警情况不影响列车运行和设备的正常工作。

4.6.7.4 其他异常事件报警信息为四级报警，仅在信号智能运维监测子系统和相应子系统的维护工作站上显示和报警。故障恢复后，自动停止报警。

4.6.7.5 维护工作站获取权限后应能显示中心维护服务器发送的所有报警。这些报警可根据操作员请求定制并过滤。显示的报警不串接，即错误产生的报警不会再产生另一报警。显示的报警由维护服务器根据预定规则和错误事件进行发送，提供预防性和校正性维护。操作员可设置显示报警历史，也可根据自己的意愿对报警进行过滤和检索。

4.6.7.6 维修中心的监测报警设备应具有智能化，不仅满足对信号系统设备的监测报警和统计报表的功能，还应对信号系统的各设备进行维护信息分析，提出对信号设备的维护管理计划，提供维护支持。信号设备故障时，应在相应的工作站上显示相关的维护引导指令，以帮助维护人员迅速排除故障。

4.6.8 在车站、车辆段应具备对相应设置的基础信号设备运行的工作状态和主要电气性能进行在线监测功能，包括电缆绝缘测试、对地漏泄检测、道岔缺口监测、道岔动作电流等。当设备的工作状态异常或电气性能偏离预定界限时及时报警。

4.6.9 信号集中监测设备应具备对基础信号设备模拟量和开关量监测的功能，除在相应的维护工作站上进行现地显示和报警外，报警信息应通过智能运维监测子

系统的网络传至维修中心的维修服务器中集中存储，实现维护信息的集中统一处理，并在控制中心、维修中心等的维护工作站进行显示、报警和打印。

4.6.10 信号智能运维监测子系统须满足《铁路信号集中监测系统技术条件》（QCR442）、《铁路信号集中监测系统安全要求》（运基信号[2011]377 号）、《城市轨道交通信号系统运营技术规范（试行）》交办运[2022]1 号文的规定。

4.6.11 信号智能运维监测子系统应具有对应答器状态监测并报警的功能。

4.6.12 信号智能运维监测子系统不得影响被监测设备的正常工作。信号智能运维监测子系统为信号辅助系统，不论其工作或故障时，都不得影响信号系统的正常工作，所有的采样都须电气隔离。

4.6.13 信号智能运维监测子系统应提供备品备件管理功能。

4.6.14 信号智能运维监测子系统应以故障原理图、故障位置图、建立故障树的方式展示故障情况。

4.6.15 信号系统的信号智能运维监测子系统具备下列功能：

4.6.15.1 实现下列故障的定位和原因分析：

1) 车载 ATP/ATO 设备故障：冗余失效、应答器丢失、列车位置丢失、车地通信中断、轮径校验失败、停站过标和欠标、列车超速、与车辆接口故障。
2) 地面 ATP 设备故障：完全失效、冗余失效、主备系异常切换。
3) ATS 子系统故障：服务器冗余失效、主备系异常切换、与外部设备通信中断。
4) OC 子系统故障：完全失效、冗余失效、主备系异常切换、输入采集失败、输出驱动失败、与外部设备通信中断。
5) DCS 子系统故障：交换机、骨干网等冗余失效，网络广播风暴、通信中断、无线覆盖异常。
6) 转辙机设备故障：道岔失表、转动卡阻、无法启动。
7) 电源设备故障：外电输入切换故障、电源模块无输出、蓄电池异常投入、UPS 异常旁路、UPS 无输出。
8) 计轴、信号机等其他设备故障。

4.6.15.2 转辙机动作曲线的监测功能，包括转辙机动作总功率、转换阻力、解锁电流、动作电流、摩擦电流、转换时长、转换方向，并在监测到异常时应及时给出告警提示；道岔表示电压的监测功能，包括道岔表示交、直流电压，在监测到异常时应及时给出告警提示，在表示电路故障时能区分室内外故障范围；道岔动作电压的监测功能，包括道岔动作电压，在动作电路故障时，能够判断室内外范围；转辙机室外工作环境关键零部件状态，道岔缺口监测（包含但不限于：道岔转换视频、过车视频、缺口监测等）；对开关量的监测功能，包括道岔控制电路中的所有继电器状态及道岔组合继电器动作时序等，在监测到异常时应及时给出告警提示及定位，故障部件定位能以图形（道岔控制电路图与现场继电器组合图）的形式显示，能够快速辅助维护人员判断设备故障可能的位置。

4.6.15.3 信号机监测功能：信号机 LED 损坏率监测及报警、信号机灯丝断丝报警监测、信号机电压/电流监测、实时监测信号机灯位显示状态、具备室内外故障智能判断功能。

4.6.15.4 计轴监测功能，包括对计轴设备状态、计轴占用出清、复零按钮状态的监测，其中占用出清和复零按钮以开关量显示；对计轴磁头感应电压曲线的采集与分析，实现对计轴室内外故障区分、室外磁头异常情况定位、计轴电压曲线故障趋势预测等。具备计轴室内外故障智能判断，室内计轴设备全部板卡故障定位及原因分析功能。

4.6.15.5 车载设备监测功能：所有监测数据应能生成监测日志存储、监测车载信号设备的在离线状态、列车位置、实时监测车载信号设备的工作状态、实时监测车载信号设备输入供电状态、监测车载控制单元中输入输出模块与本端、对端的核心处理器板卡的通信状态、监测车载控制单元与人机界面间的通信状态、实时监测列车内部冗余的网络工作状态及各通信设备的工作情况、监测列车读取的信标/应答器信息、监测车载信号设备中输入输出模块（各通道）与两端核心处理器的通信状态、监测车载测速设备及定位系统的工作状态功能、实时监测车载设备关键行车数据、监测车载信号设备

与车辆接口处电信号、远程下载单列列车车载所有运行报文数据功能、具备车载信号设备控制器远程复位功能等。

4.6.15.6 站台屏蔽门状态监测功能，包括各接口继电器动作电压波形的监测，采集站台屏蔽门状态去/回电压、采集站台屏蔽门旁路去/回电压、采集开门命令去电压、采集开门命令去电压、采集关门命令去电压等，在监测到异常时应及时给出告警提示及定位。关联车载允许开门指令、开关门指令以及轨旁联锁开门指令、关门指令；实现站台屏蔽门不联动故障定位。

4.6.15.7 具备对各设备房间温度、湿度状态的实时监测，对异常状态时给出声光报警，支持人工设定报警阈值参数功能。所有检测信息具备历史记录报表查询功能。

4.6.15.8 实现完善的车辆和系统设备的状态监测、健康度评估和故障自诊断功能。关键设备的运行状态、故障报警应实时上传控制中心，以使运营人员及时掌握。

4.6.15.9 列车及关键设备运行情况。综合设备运行状态、动作次数、使用寿命、温湿度、振动等关键信息，自动分析各子系统的健康状况。

4.6.15.10 自动监视设备运行状态并生成分析报告，联动触发维修工单，工单内容至少包含报警内容、报警原因、处置建议。

4.6.15.11 多维度查询设备名称、硬件识别号、安装位置、软件版本等履历信息。

4.6.15.12 具体故障智能诊断和定位以及预警分析功能，通过对设备实时数据、设备日志、设备性能及运行状态等海量数据的深度分析和安全监督，在信号系统设备发生故障时，能快速自动的定位故障处所和原因，形成表格、文字等形式报告，并能以图形的方式直观的显示故障点位；在设备运行出现异常波动、突变、超限等情况时，应能自动发现故障隐患，并及时预警；同时，应具备提供故障处理流程和维护建议的功能，以指导维护人员迅速排除故障及隐患。

4.6.16 智能运维监测子系统应具有对 DCS 设备的监测功能，包括监测网络节点、交换机等。

4.6.17 系统应具有接入线网智能运维系统、云平台备份及存储的功能，系统应与其他系统预留相关接口（如施工调度管理、物资管理等系统），预留与通信专业及其他专业（AFC、车辆、综合监控、站台屏蔽门）智能运维接口。

4.6.18 投标人可根据各自系统的特点，在投标文件中提供信号智能运维监测子系统的详细功能描述，并说明如何满足上述的系统功能要求。

4.7 网络安全等级保护功能要求

4.7.1 网络安全等级保护应满足《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T22239）三级基本要求。

4.7.2 网络安全等级保护设计应以保障信号系统业务功能安全为首要目标，所采取的一切安全措施，包括相应的安全设置和部署的安全产品，不能影响系统自身的可靠性和功能安全。

4.7.3 网络安全等级保护设计应尽量维持信号系统既有结构，尽量减少在既有系统架构中串联安全网关类和安全防护类设备，不应对信号系统数据传输时延，丢包等指标产生影响，危及行车安全。

4.7.4 要求在信号系统边界进行有效隔离防护。启用访问控制功能，能够识别网络协议，对进出网络的信息内容进行过滤。实现网络隔离、访问控制、边界完整性检查等功能。

4.7.5 网络安全等级保护设备应具备安全审计功能。审计覆盖范围全面，审计内容和审计 记录完整。应能够根据记录数据进行分析，并生成审计报表；应对审计记录进行保 护，避免受到未预期的删除、修改或覆盖等。

4.7.6 网络安全等级保护设备应具备身份鉴别功能。应对管理用户、登录网络设备的用户、 登录操作系统和数据库系统的用户等进行身份识别和鉴别；应对同一用户

采用两种 或两种以上组合的鉴别技术实现用户身份鉴别，并且身份鉴别信息至少有一种是不 可伪造的。

4.7.7 应定期对网络系统进行漏洞扫描，对发现的网络系统安全漏洞进行及时的修补。

4.7.8 应对部署在信号系统网络中的安全防护设备及安全相关事项进行统一的监控和管理。监控管理数据应能统一上传至信号智能运维监测子系统。

4.7.9 应在全线的工作站、服务器和终端设备中，安装主机防护软件。监控主机的进程状态、网络端口状态、USB 端口状态，以黑、白名单的技术方式，全方位地保护主机的资源使用。根据黑、白名单的配置，禁止非法进程的运行，禁止非法网络端口的打开与服务，禁止非法 USB 设备的接入，从而切断病毒和木马的传播与破坏路径。

4.8 试车线功能要求

4.8.1 试车线信号系统应能完成车载设备的所有 ATP/ATO 的静、动态功能测试及其与地面 ATC 系统设备结合的测试。试车线按列车双方向运行设计。

4.8.2 试车线信号系统应能完成全自动驾驶相关功能（包括休眠、唤醒、全自动运行、车辆相关各种工况等）测试及其与地面 ATC 系统设备结合的测试。

4.8.3 试车线受车辆段联锁和试车线联锁的双重控制。正常情况下，试车线受车辆段联锁系统控制；当需要对列车进行动态试验时，经试车线控制室请求，信号楼在对试车线完成必要的联锁控制（调车信号机开放、道岔锁于规定位置、进路锁闭）后将控制权交由试车线控制室，试车线可对试车线上列车信号机、轨道区段进行相应的联锁控制。

4.8.4 试车线设备应能与车辆段计算机 OC 设备安全、可靠地接口。

4.8.5 试车线的控制工作站及操作盘应有多种试验模式，包括但不限于以下内容：

1) ATP、ATO 的静态试验；
2) 各种速度等级下的 ATP 功能；
3) AM、CM、RM、EUM 驾驶模式试验；
4) FAM、CAM、RRM 驾驶模式试验；
5) 运行等级及模式转换；
6) 牵引和制动性能试验；
7) ATO 定位停车；
8) 模拟站间运行；
9) 自动折返；
10) 湿轨模式运行；
11) 车门监控；
12) 人员防护开关监控；

13) 开门按钮、关门按钮、发车确认按钮监控；

14) 站台屏蔽门的远程及模拟控制；

15) 本地/远程休眠唤醒；

16) 远程开关门、远程复位、远程紧急制动及缓解、远程列车换端等；

17) 车地通信功能；

18) 临时限速；

19) 联锁功能等。

4.8.6 试车完毕，经试车线控制室同意后，信号楼控制室可重新收回对试车线的控制权。

4.8.7 投标人可根据各自系统的特点，提供试车线的详细功能描述，并说明如何满足上述类似的系统功能要求。

4.9 培训中心功能要求

4.9.1 培训中心应基于地铁全自动运行信号系统软件和硬件架构构建，具备全自动运行系统运行环境模拟、故障仿真及与正线、基地、控制中心一致的实物培训功能的设备。

4.9.2 培训设备应构成一个完整的 ATC 系统，能至少体现正线区段内一个设备集中站的设备工作状态，以及一列 ATP/ATO 车载系统，一个控制中心 ATS 系统及车辆段设备的工作状态。

4.9.3 仿真环境应包括:精确模拟线路的坡度、曲线、道岔、信号机、计轴区段、站台位限速区、休眠区、折返线等所有线路元素。

4.9.4 利用培训工作站可对行车管理人员和信号设备维护人员进行 ATC 系统功能和原理的培训，使行车管理人员能掌握 ATC 系统的操作和管理、日常和紧急情况下如何操作系统，维护人员能掌握 ATC 设备的工作原理、设备性能、故障

识别和处理及设备维修。提高维修人员的工作水平，供参观人员了解系统的组成及功能，并完成对列车驾驶员的培训。

4.9.5 实物培训设备展示主要信号设备的构成、对车站值班人员及驾驶员提供实物操作培训和向信号系统的维护人员提供实物维护及维修培训。

4.9.6 实物培训设备应实现与正线一致的智能运维相关功能。

4.9.7 实物培训设备的主要功能：

1) 应实现对真实的信号系统软件(车载、轨旁和 ATS),进行功能测试和验证，验证信号系统软件升级后的功能与性能，以及重现线上故障，用于分析定位问题根源；
2) 模拟 ATS 设备的操作；
3) 模拟 ATS 设备的运行情况；
4) 模拟 ATP/ATO 设备的操作；
5) 模拟 ATP/ATO 设备的运行情况；
6) 模拟 OC 设备的操作；
7) 模拟 OC 设备的运行情况；
8) 能够模拟多列车(至少 3 列车)在线路上的动态运行，包括自动唤醒、自检、出库、正线运行、站台作业、折返、回库、休眠等完整的 FAO 运营场景；
9) 模拟列车运行的自动和人工调整；
10) 模拟各种速度等级下车载设备的执行和反应情况；
11) 各子系统设备的故障模拟、故障诊断和报警分析；
12) 能够模拟发送和接收所有相关来自车辆系统的控制命令和状态信息，如牵引/制动指令、车门释放、零速信号、紧急制动状态等，并能够记录和显示所有交互报文；
13) 能够模拟发送和接收来自站台屏蔽门系统的开关门命令、互锁解除信号、所有门关闭且锁紧状态、对位隔离状态等，并能够记录和显示所有交互信号；
14) 各单项设备的物理结构和功能描述等；
15) 实现全自动驾驶功能相关的操作及应急处置。
16) 模拟两站一区间设备状态，并实际控制招标范围要求的终端设备。

4.9.8 培训设备应在载客试运营前一个月交付运营使用，满足运营人员培训的要求。

4.9.9 投标人可根据各自系统的特点，提供满足本工程运营要求的详细培训设备的功能描述，并说明如何满足上述的系统功能要求。

5 人机界面要求

5.1 人机界面设计基本要求

5.1.1 信号系统的人机界面应整体美观、协调，满足人体工程学的要求。

5.1.2 人机界面显示信息应清晰明确，应具备简洁、直观、方便、明确的人机对话方式，易于操作员监控、识别、操作。所有工作站的人机对话方式应一致。

5.1.3 人机界面站场图的显示应与实际站场相一致，显示状态应与室外设备实际状态相一致，且一种显示只能对应一种设备状态，或表达一种信息。

5.1.4 系统的人机界面应汉化，采用简体中文界面的图形用户接口方式，具备多级菜单、多级窗口、图形移动和图形缩放的功能。

5.1.5 每页屏幕应按功能划分为：标题区、菜单区、画面区、对话信息显示区。

5.1.6 画面背景色统一为黑色，画面元素不能无序重叠，线条不能有明显锯齿。

5.1.7 人机界面要求开机就进入主画面或开机输入安全密码后进入主画面。

5.1.8 人机界面上的信息显示状态发生变化时，中间不应有断续。

5.1.9 设备故障死机后，要求人机显示界面出现一个故障侧（例如屏幕上的心跳灯停止闪烁），以便操作人员通过人机显示及时了解设备已处于故障状态。

5.1.10 人机界面上显示的各种纪录、故障及报警信息应意思明确，便于维修人员跟踪记录，查找故障。

5.1.11 当显示信息列表时，宜用滚动条来显示信息列表中的任意部分。

5.1.12 以菜单、视图、对话框等组成整个人机交互界面，ATS 系统应能够支持多屏幕显示。当采用多个显示屏时，人机界面输出控制相对独立，须采用独立的界面，显示不同的内容，互不影响，每个显示器屏幕都按照标准的界面设计，各自的操作在本屏幕完成，只涉及本屏幕的切换；当其中一个显示器故障，可由其余显示器完成全部的显示及控制功能。

5.1.13 人机界面只能显示招标人要求的 LOGO，不得显示供货商的 LOGO。

5.1.14 操作控制方式应以使用鼠标器和菜单方式为主，键盘为辅。在 WINDOWS 操作系统中运行的图形界面，图形移动应支持点击、抓移。

5.1.15 操作员执行控制命令时，如果操作成功，对应的信号设备图标状态应有所变化。如果命令执行失败，则应有相应的报警。

5.1.16 对于安全相关的操作命令，应采用二次确认方式处理。当用户选择执行命令后，系统应弹出是否确认对话框，需用户第二次确认发送该命令给相关设备执行。

5.1.17 系统应具备人机界面的在线帮助功能。具有控制步骤的操作提示，每一步操作的成功或失败的结果应在界面上有相应显示或提示，对不可操作命令在操作菜单上应灰显或隐含。

5.1.18 对任何与安全有关的功能和因疏忽操作将对运营产生不利影响的功能，ATS 系统应提供操作确认和操作日志。

5.1.19 人机界面的显示要求应符合《城市轨道交通信号系统运营技术规范（试行）》（交办运〔2022〕1 号附件）要求。

5.1.20 人机界面图示的显示和操作方式、风格应符合南京地铁的运营习惯，具体将在设计联络中最终确定。招标人有权在设计联络时对人机界面显示和操作方式进行调整或提出修改，投标人应承诺配合招标人做适应性修改和完善。对可能存在的变化（如：

系统界面、功能等的调整）所涉及的相关费用均已包括在本次投标报价中，招标人不再为此支付任何费用。

5.2 控制中心大屏幕信号显示界面设计要求

5.2.1 线路布置（轨道、道岔、线路里程标、地下和地面分界点、线路终点、地面和高架线路显示等）。

5.2.2 站台及相关信息：

1) 站台紧急关闭；
2) 扣车（中心/车站）；
3) 跳停（指定列车/全部列车）；
4) 提前发车；
5) 站台屏蔽门状态（打开/关闭/互锁解除）；
6) 人工设置站停时间；
7) 人工设置运行等级；
8) SPKS 及防护区域；
9) 开门按钮/关门按钮；
10) 间隙探测结果（如有）；
11) 车门/站台屏蔽门对位隔离状态；
12) 发车确认按钮。

5.2.3 站名显示：

5.2.3.1 在每个车站相应的站台上方显示该站的中文名称和车站编号（同一集中站范围内的车站站名用同一颜色显示，与相邻集中站内的车站站名颜色应不同，以示区分，集中站站名显示较大，以示区分）；

5.2.3.2 在车站名称右侧显示换乘站符号（具体符号按照运营需求设置）；

5.2.3.3 集中站控制范围应做标注；

5.2.3.4 站控/中控状态。

5.2.4 轨道区段：

1) 计轴、轨道区段名称（应可设置显示/隐藏）；
2) 线路目的地号（应可设置显示/隐藏）；
3) ATS 自动触发进路的触发位置；
4) 区段空闲且未锁闭；
5) 区段占用锁闭；
6) 区段封锁；
7) 进路锁闭（进路接近锁闭和预先锁闭应以明确的显示方式加以区分）；
8) 保护区段锁闭；
9) 延时解锁倒计时；
10) 因故障不能解锁的区段；
11) 自动进路状态；
12) 计轴复位；
13) 轨道区段故障切除。

5.2.5 道岔：

1) 道岔名称（应可设置显示/隐藏）；
2) 道岔开通方向（定位/反位/失表示）；
3) 道岔单锁、道岔封锁；

4) 道岔锁闭状态宜不同颜色区分（单独锁闭、进路锁闭、列车占用锁闭）。

5.2.6 信号机：

1) 信号机名称（应可设置显示/隐藏）；
2) 信号机显示（CBTC 模式下应与移动授权相一致）；
3) 信号机封锁；
4) 进路控制模式（ATS 自动控制模式、联锁自动触发进路模式、联锁自动通过进路模式、人工控制）。

5.2.7 列车运行信息，包括但不限于：

1) 列车位置；
2) 列车车次号；
3) 列车运行方向；
4) 列车驾驶模式；
5) 列车控制等级；
6) 列车运行早点、晚点和正点显示；
7) 全自动驾驶区域授权显示。

5.2.8 临时限速信息。

5.2.9 电力牵引站的标志、供电区段及状态。

5.2.10 车辆段站场设备状态显示。

1）自动化区域、非自动化区域；

2）洗车机状态。

5.2.11 相关系统的报警信息，如车辆故障报警信息、供电设备故障报警信息等。

5.3 控制中心调度员/长工作站人机界面设计要求

5.3.1 调度员/长工作站人机界面显示设计要求

5.3.1.1 工作站的显示包括了大屏幕上的所有显示信息，而且还有如下补充的表示内容：

1) 线路局部（可能包括一或多个站）；
2) 关于区段、信号和道岔的详细信息，包括设备号和状态；
3) 列车信息（包括车门状态信息、车载设备故障信息）；
4) 设备的故障/正常状态；
5) 各计算机设备的工作状态；
6) 当天计划运行图和当天实际运行图；
7) 菜单及命令操作窗口；
8) 记录、统计报告和告警信息；
9) 系统时间。

5.3.1.2 工作站的布局

1) 主菜单区：提供系统的控制命令菜单，相同类型的控制命令放在同一主菜单栏；
2) 设备状态显示区域：用于显示控制中心设备状态；
3) 主显示区：实时地显示车站信号设备状态和列车的运行信息；
4) 报警窗：实时显示系统中的报警信息；
5) 时钟显示区。

5.3.2 调度员/长工作站人机界面操作设计要求。调度员/长工作站人机界面应能进行如下操作，操作内容及要求包括但不限于：

1) 信号机操作。（设置、取消进路；查询列车进路状态；进路交人工控；进路交自动控；信号重开；设置/取消自动通过模式；设置/取消计划顺序检查；人工解锁进路

等。）

2) 站台操作。（扣车/取消扣车；设置跳停；取消跳停；运行等级控制；站停时间控制；设置/取消区间列车数量限制；查看站台信息；设置/取消站台清客。）

3) 区段操作。（区段切除跟踪、区段激活跟踪等）

4) 道岔操作。（道岔单操）

5) 列车操作。（列车信息查询、列车信息修改、列车相关控制等）

6) 区域操作。（设置临时限速、取消全线初始化临时限速、取消全站限速、区间隧道内限制列车数量设置等。）

7) 按钮操作。

8) 权限管理。（登陆权限管理、控制权限管理等。）

9) 中控与站控的转换控制。

10) 显示/隐藏控制操作。

11) 时刻表/运行图在线管理。

12) 信息回放。

13) 报告查询。

14) 数据打印。

5.4 控制中心运行图显示工作站人机界面设计要求

5.4.1 应能支持单屏或多屏幕显示。

5.4.2 主要显示内容应包括：站名、时间标尺、运行线及相关信息。

5.4.2.1 站名作为运行图显示的纵坐标，车站的间距与实际站间距离成比例。

5.4.2.2 时间标尺作为运行图显示的横坐标，时间跨度为一个调度日的运营开始时间至运营结束时间。时间标尺以分钟为刻度，每 5 分钟显示一次分钟值；整点数字以 24 小时制显示。

5.4.2.3 运行图显示

1) 采用横线、竖线和斜线三种线条实现运行图的显示；

2) 横线代表车站的中心线，设备集中站和非设备集中站应以不用颜色区分，并可分类别选择隐藏显示；

3) 竖线将横轴按时间单位进行等分（如分钟、5 分钟、小时），不同时间单位等分线应予以区分，并可分类别选择隐藏显示；

4) 斜线代表列车运行线。计划列车运行线和实际列车运行线应以不同颜色区分。计划列车运行线可选择隐藏显示；

5) 当列车严重偏离（具体数据应可配置）运行计划时，偏离区域列车实际运行线应采用不同颜色予以提示；

6) 当选定计划线或运行线时，应在视图特定区域显示该任务计划或实际运行信息（包括：车次号、发车车站、到达站台、列车到点、站停时间、运行等级、运行速度等）；

7) 可选择按单程查看单列车的运行图；

8) 运行图应可缩放，可实现水平、竖直、全景缩放和全屏显示；

9) 可选择不同时间段和一个完整调度日打印运行图；

10) 可将运行图导出至存储设备。

5.4.2.4 运行图编辑的相关操作，包括下载运行图、打开运行图、修改运行图、加车、减车、计划平移、运行图更名、创建运行图运用计划、打印及修改运行图等。

5.5 车站/车辆段 ATS 工作站人机界面设计要求

5.5.1 车站联锁和 ATS 应采用一体化设计的人机界面。能够支持单屏、双屏显示。

5.5.2 所有关于线路布局的显示画面应统一显示方向及方位，原则应按照上行线在下面，下行线在上面的规定。

5.5.3 车站/车辆段 ATS 工作站的显示内容、风格原则上应与中心调度员工作站一致。

5.5.4 车站/车辆段 ATS 工作站人机界面设计要求如下

5.5.4.1 工作站的显示包括但不限于以下内容：

1) 站场信息：

a) 车站名称和车站编号；
b) 站台信息显示；
c) 车站换乘站符号；
d) 自动折返；
e) 信号机；
f) 计轴；
g) 区段；
h) 道岔；
i) 折返区域的目的地编号（可隐藏）；
j) ATS 自动触发进路的触发位置（区段名称颜色）；
k) 站控/中控模式；
l) 临时限速；
m) 信号告警和设备状态显示；

n) 列车识别号显示等。

2) 列车运行信息：

a) 列车识别号、司机号；

b) 列车驾驶模式及运行等级；

c) 计划偏离；

d) 运行状态；

e) 车门状态；

f) 终端发车；

g) 站台；

h) 计划到点；

i) 停站时间；

j) 区间停车超时。

3) 设备的故障/正常状态；

4) 各计算机设备的工作状态；

5) 菜单及命令操作窗口；

6) 记录、统计报告和告警信息；

7) 系统时间；

8) 其他表示信息：

a) 道岔电流表；

b) 进路排列故障；

c) 站台屏蔽门显示；

d) 延时解锁倒计时；

e) 引导信号倒计时；

f) 区故解按钮操作次数；

g) 总人解按钮操作次数；

h) 引导总锁按钮操作次数；

i) 信号机引导按钮操作次数；

j) 邻站状态信息。

9）全自动运系统相关显示信息。

5.5.4.2 工作站的布局

1) 主菜单区：提供系统的控制命令菜单，相同类型的控制命令放在同一主菜单栏；
2) 设备状态显示区域：用于显示站场、设备状态；
3) 主要设备状态显示区：实时地显示车站信号设备状态和列车的运行信息；
4) 告警/报警窗：实时显示系统中的报警信息；
5) 时钟显示区。

5.5.4.3 车站/车辆段 ATS 工作站应具备本文件中要求的相关功能的操作。

5.6 维护工作站人机界面设计要求

5.6.1 维护工作站的显示内容、界面风格原则上宜与 ATS 工作站一致。

5.6.2 维护工作站人机界面设计要求如下：

5.6.2.1 维护工作站的显示包括但不限于以下内容：

1) 站场信息。包括车站名称、信号机、计轴、区段、道岔等设备状态信息；
2) 列车运行信息；
3) 设备的故障/正常状态；
4) 各计算机设备的工作状态；
5) 设备监测信息；
6) 菜单及命令操作窗口；
7) 记录、统计报告和告警信息；
8) 回放信息；
9) 系统时间。

5.6.2.2 工作站的布局

1) 主界面区：提供系统的控制命令菜单，相同类型的控制命令放在同一主菜单栏；
2) 设备状态显示区域：用于显示站场、设备状态；
3) 主要设备状态显示区：实时地显示信号设备状态和列车的运行信息；
4) 告警/报警、事件记录窗：实时显示系统中的告警、报警及事件信息；
5) 时钟显示区。

5.6.2.3 维护工作站应具备本文件中要求的相关功能的操作。

5.7 车载人机界面设计要求

5.7.1 总体要求

5.7.1.1 车载人机界面故障不得影响 FAM 驾驶。

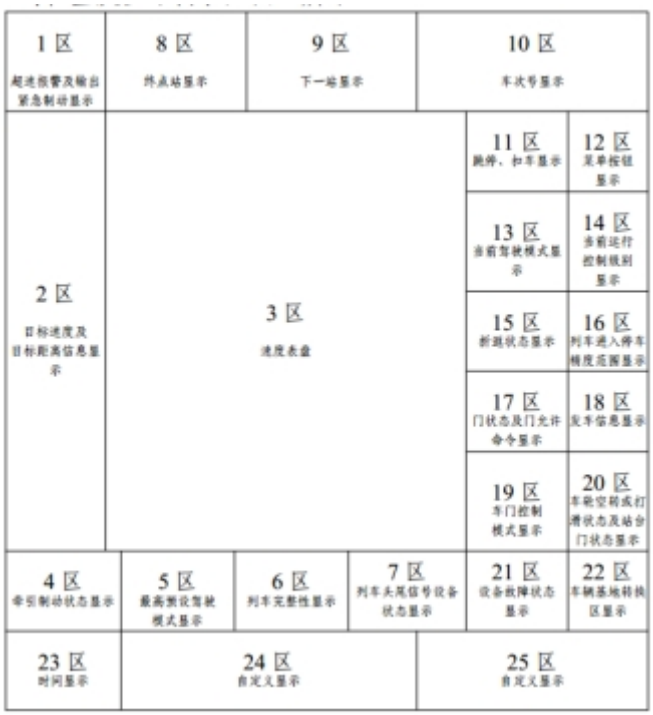
5.7.1.2 ATC 显示屏用来作为司机与列车控制系统之间的人机界面，每个司机室中均配置一个 ATC 显示屏。只有当将主钥匙开关切换至"ON"位置才可以使 ATC 显示屏变为有效。当 ATC 显示屏有效时，其屏幕点亮，表示该 ATC 显示屏可从其触摸屏上接受命令。当 ATC 显示屏无效时，其屏幕变暗，此时不会接受任何命令，但设备本身应处于通电状态。

5.7.1.3 ATC 显示屏的亮度可以手动和自动调整。在自动控制模式中，屏幕的亮度应根据周围环境的变化而自动调节，确保 ATC 显示屏保持可见状态。

5.7.1.4 车载信号人机界面显示内容至少包括时间、运行级别、驾驶模式、下一站、终点站、车次号、停稳停准、发车提示、车门状态、目标速度、目标距离、空转和打滑状态、实际运行速度、推荐速度、紧急制动触发速度、紧急制动状态、故障状态、远程指令显示等信息。

5.7.2 显示要求

5.7.2.1 车载信号人机界面按功能划应分为 25 个显示区，各显示区的位置及显示内容要求如下图所示：





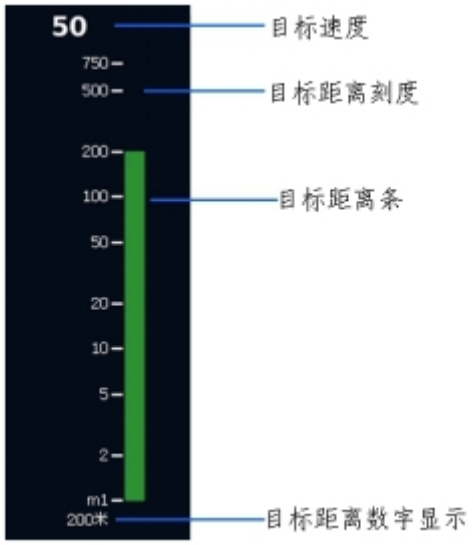
5.7.2.2 超速报警及输出紧急制动显示区

列车当前速度超过推荐速度或输出紧急制动时，按照下表规定的图标进行报警提示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		列车当前速度超过推荐速度
3		输出紧急制动

5.7.2.3 目标速度及目标距离信息显示区

采用数字和柱状光带分别显示目标速度及到下一限制点的距离，应满足下列显示要求：



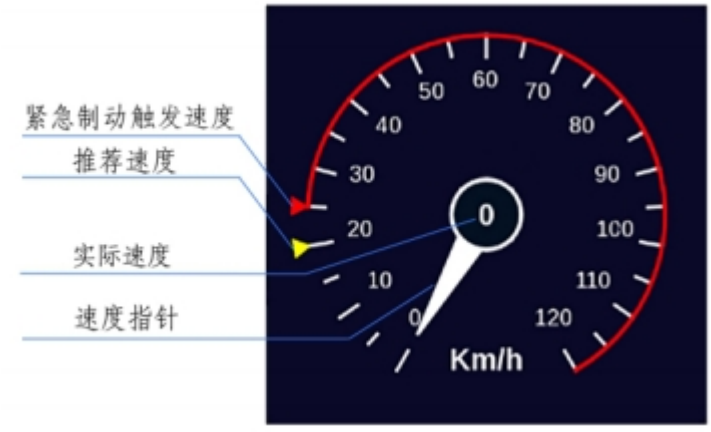
1) 柱状光带左侧采用对数坐标系刻度，最高端对应最远距离，最远距离取值根据线路设计速度设置。当目标距离大于最远距离时，柱状光带可按最远距离显示，实际目标距离以数字形式显示在光带下方，目标距离单位为米（m）。
2) 目标速度在目标距离上方以数字显示，单位为千米每小时（km/h）。
3) 柱状光带颜色根据目标速度和目标距离的数值变化，颜色变化如下表：

目标速度 v	目标距离 s		
	s＞300	150≤s≤300	s＜150
v≥60	浅绿色	浅绿色	浅绿色
25≤v＜60	浅绿色	浅绿色	黄色
0＜v＜25	浅绿色	黄色	黄色
V=0	浅绿色	黄色	红色

5.7.2.4　速度表盘显示区

1) 在同一速度表上用不同颜色的指针分别显示列车实际运行速度、推荐速度、紧急制动触发速度；
2) 速度表背景颜色应与整个显示屏匹配，黑色或其它深色，在显示屏上显示的速度表应清晰可辩；
3) 速度表每 10km/h 做一数字标志，速度表中速度显示范围应符合项目的具体设计要求，指针指示对应的刻度应均匀变化；

推荐速度以黄色三角形显示，紧急制动触发速度以红色三角形显示，列车实际速度以指针和数字双显示。表盘速度范围和刻度根据线路设计速度设置。当为 AM 模式时，不显示推荐速度。如下图所示：



5.7.2.5　牵引制动状态显示区

当列车以 AM 模式运行时，牵引、惰行、制动状态按照图标进行显示，如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		牵引状态
3		惰行状态
4		制动状态

5.7.2.6　最高预设驾驶模式显示区

显示最高预设驾驶模式，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		RM 模式
3		点式运行控制级别 CM 模式
4		CBTC 运行控制级别 CM 模式
5		点式运行控制级别 AM 模式
6		CBTC 运行控制级别 AM 模式

5.7.2.7　列车完整性显示区

列车完整性显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		列车完整性正常
2		列车完整性丢失

5.7.2.8　列车头尾信号设备状态显示区

显示列车头尾两端车载信号设备的运行状态，设备的激活、故障、待机状态分别以绿色、红色、白色显示，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		本端设备激活，对端设备待机
2		本端设备激活，对端设备故障
3		本端设备故障，对端设备激活

5.7.2.9　终点站显示区

终点站名称采用深蓝色中文显示，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		无输入信息时
2		有输入信息时

5.7.2.10 下一站显示区

下一站名称采用深蓝色中文显示，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		无输入信息时
2		有输入信息时

5.7.2.11 车次号显示区

列车车次号以“T 数字”的形式显示，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2	T数字	车次号显示

5.7.2.12 跳停、扣车显示区

跳停、扣车显示表示列车当前的跳停、扣车状态，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		跳停
3		扣车

5.7.2.13 菜单按钮显示区

菜单按钮按下时激活弹出菜单，弹出菜单内容根据线路情况具体设置，菜单按钮显示如下图所示：



5.7.2.14 当前驾驶模式显示区

显示列车当前所采用的驾驶模式，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2	AM	AM 模式
3	CM	CM 模式
4	RM	RM 模式
5	EUM	EUM 模式

6		FAM 模式
7		CAM 模式
8		RRM 模式

5.7.2.15 当前运行控制级别显示区

显示列车当前所采用的运行控制级别，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		联锁运行控制级别
3		点式运行控制级别
4		CBTC 运行控制级别

5.7.2.16 折返状态显示区

显示列车所处的折返状态，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		闪烁，满足折返条件
3		常亮，折返激活

5.7.2.17 进入停车精度范围显示区

显示列车进入停车精度范围的状态，显示图标及含义如下表所示（可根据需要设置列车退行激活窗图标显示）：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		列车进入站台但未进入停车精度范围
3		列车进入站台且进入停车精度范围

5.7.2.18 门状态及门允许命令显示区

显示列车车门开闭状态及门允许命令状态，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		强制门允许 （可选项，根据线路要求配置）
3		允许左右两侧车门同时打开
4		允许左侧车门打开
5		允许右侧车门打开
6		左侧车门打开
7		右侧车门打开
8		左右侧车门均打开
9		门允许未给出情况下车门打开

5.7.2.19 发车信息显示区

显示列车车门可以关闭及可以发车提示，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		车门可以关闭提示
3		可以发车提示

5.7.2.20 车门控制模式显示区

显示列车车门人工或自动开闭控制模式，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		人工开门，人工关门
3		自动开门，人工关门
4		自动开门，自动关门

5.7.2.21 车轮空转或打滑状态及站台屏蔽门状态显示区

显示车轮空转或打滑及站台屏蔽门状态（车轮空转或打滑状态显示优先级高于站台屏蔽门未关闭状态），显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		车轮空转或打滑
3		站台门未关闭

5.7.2.22 设备故障状态显示区

设备主要故障状态显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		车载 ATP 设备故障
3		ATO 设备功能失效
4		无线通信故障

显示优先级由高到低分别为车载 ATP 设备故障、ATO 设备功能失效、无线通信故障。除上表规定的显示外，可自定义显示其他故障。

5.7.2.23 车辆基地转换区显示区

车辆基地转换区显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		列车进入车辆基地
3		列车进入库线（无 ATP 防护功能的车辆基地不显示该图标）
4		列车丢失定位或在非自动化区域行驶

5.7.2.24 时间显示区

显示当前时间信息，显示图标及含义如下表所示：

序号	图标	含义
1		初始状态
2		当前时间

5.7.3 主要颜色值定义

有关颜色的 RGB 推荐值如下表所示：

序号	颜色	RGB 推荐值
1	白色	255，255，255
2	黑色	0，12，25
3	红色	189，0，0
4	黄色	255，242，0
5	浅灰色	212，212,，212
6	浅绿色	45，144，51
7	橙色	234，145，0

8	深蓝色	37，151，230

5.7.4 车载人机界面应具备本文件中要求的相关功能的操作。车载按钮操作包括但不限于以下内容：

1) 确认按钮。用于确认安全相关信息及车载输入信息。
2) 操作模式上和操作模式下按钮。操作模式上和操作模式下按钮用于驾驶模式和控制等级的选择。
3) ATO 启动按钮/表示灯。
4) 车门允许按钮。车门允许按钮为一个自复式按钮带有防误动措施，用于关闭 ATP 对车门的监控功能。
5) 自动折返按钮/表示灯。自动折返按钮为一个自复式按钮用于完成列车的折返换端。
6) 门模式开关。用于选择车门的控制级别。
7) ATP 切除。

第三章 接口技术要求

1 总则

1.1 说明

1.1.1 本接口技术要求规定的是南京地铁 11 号线一期工程信号系统与其他相关系统或相关线路之间的接口要求及其所需实现的主要功能要求，包括了信号系统与其他相关系统之间的机械、电气、功能、电磁兼容、安装、测试及试验的接口规定和接口项目管理要求。

1.1.2 本接口技术要求提供了有关接口的原则性要求，具体的接口内容在设计联络阶段可做适当调整。

1.2 接口工作范围及责任

1.2.1 信号系统供货商须对整个信号系统的接口功能、安全、接口的管理和实施负完全责任，并负有与其他相关系统供货商协调和合作的责任， 提供接口分界点以内的所有设备和工作，负责并保证属于自身接口范围内的所有要求能够得到完善的解决和执行。

1.2.2 信号系统供货商负有信号系统与其他系统接口的设计、协调、测试、试验、管理、完善的责任，须负责牵头处理接口过程中出现的问题，负责保证所有相关接口功能的实现，实现信号系统接口功能的完整性。与信号系统的接口系统包括但不限于：

1) 车辆；
2) 通信系统；
3) LTE 车地无线通信系统；
4) 综合监控系统；
5) 乘客信息系统；
6) 站台屏蔽门系统；

7) 间隙探测系统；

8) NCC 系统；

9) 洗车机；

10) 云平台系统；

11) 线网智能调度平台；

12) 线网智能运维平台；

13) 整合 UPS 系统；

14) 其他线路的信号系统。

1.2.3 对于具有主从通信关系（发出轮循信息的系统定义为主通信系统，发出应答信息的系统定义为从通信系统）的系统设备间的接口，原则上应采用主通信系统设备供货商的物理接口、数据格式及有关通信协议。如对主从通信关系有异议，应由招标人裁定，信号系统供货商必须服从。

1.2.4 对于具有同等通信关系的系统设备间的接口，原则上采用涉及行车安全系统的物理接口、数据格式及有关通信协议，如有异议，由招标人裁定，信号系统供货商必须服从。

1.2.5 信号系统和其他系统原则上应在常用标准的通信协议下交换数据信息，如接口系统的一方不采用常用标准协议，应提供接口测试用软件以配合其他接口系统供货商进行调试，如有异议，由招标人裁定，信号系统供货商必须服从。

1.2.6 对于接口设备供电电源的划分，各专业、各线应提供各自系统侧所用接口设备（如继电器线圈等）的电源，如有异议，由招标人裁定，信号系统供货商必须服从。

1.2.7 信号系统供货商应有责任参加由相关系统供货商要求和主持在南京召开的与信号系统相关的接口设计联络工作会议，应有责任参加在车辆设备原产地进行的与信号系统

相关的接口设计联络会。

1.2.8 对于信号系统与车辆系统的接口，车辆供货商负责在车辆工厂内接口协调和组织管理工作（包括所有参与方的后勤保障），招标人派遣的动调服务人员负责在工程现场的接口协调和组织管理工作（包括所有参与方的后勤保障），信号系统供货商负责所有相关信号系统调试的技术管理工作，信号系统供货商应积极与车辆供货商及招标人派遣的动调服务人员合作，确保信号系统与车辆接口功能的完全实现。

1.2.9 信号系统供货商应负责与其他相关系统接口全过程的工作，负责与其他系统设备供货商签定合作协议，包括双方设计、安装督导、调试及试验等方面的接口职责范围，并共同完成接口方式、接口协议、信息交换内容及定义等的接口设计联络，签订接口协议和接口实施文件。所有文件交一份原件由招标人保存。

1.2.10 在设备施工和安装过程中，信号系统供货商应了解工程现场的施工进度和条件，及时提供对土建专业要求的预留和配合资料，并追踪土建的工程进度，适时对信号系统设备施工与安装的工程接口和工程接合部进行协调和处理，保证系统设备施工及安装的顺利进行。

1.2.11 信号系统供货商应与相关系统设备的供货商互提接口技术资料，经协调、磋商，接收方同意、生效并认可执行的接口资料，应提供一份接口资料给招标人保存。

1.2.12 信号系统供货商应积极配合其他系统设备供货商的接口工作，及时提供接口资料等，应遵从招标人对互提接口资料时间的协调和安排以及其他有关接口方面的协调工作，并应满足其他系统设备供货商对接口时间的安排和要求。

1.2.13 信号系统所有接口的费用均包含在系统的总报价内。在接口过程中，信号系统供货商必须服从招标人对接口双方分歧和争议的协调及裁定的结果，信号系统供货商不应以

任何理由提出增加接口费用。

1.2.14 设备出厂前，信号系统供货商应完成满足在本工程所有现场条件下的接口模拟测试和试验，并在招标人监督下完成接口功能测试和实验报告。

1.2.15 信号系统供货商应在投标文件中详细描述所有接口及接口实施过程、接口功能的实现方式等。

1.2.16 信号系统供货商应在系统投标建议书中详细描述保证完成其系统可靠工作、网络安全的所有接口及接口实施过程、接口功能的实现等。

1.2.17 信号系统供货商应能够保证与所有相关联络线进行接口，联络线在车站进行联锁接口，接口内容设计联络时最终确定。

1.3 数据通信接口基本要求

1.3.1 信号系统供货商所提供的接口应符合相关国际标准，并应提供接口物理层、链路层、应用层的详细资料。与其他专业或系统间接口，信号系统相关设备应具有信息收发的记录和检测功能。

1.3.2 在接口设计过程中，信号系统供货商应公开其有关接口部分的数据格式文件，并公开其有关接口的管理信息库的内容。

1.3.3 在网络接口设计过程中，信号系统供货商应以标准的 TCP/IP 协议簇的 TCP 或者 UDP 传输层协议进行系统间的信息交换。接口数据定义由接口双方共同确定，协议资料提交招标人。

1.3.4 信号系统供货商应能够保证与所有相关联络线进行接口，联络线在车站进行联锁接口，

换乘线路在控制中心或车站进行 ATS 接口，预留所有规划联络线的接口，与规划线接口内容设计联络时最终确定。

1.3.5 信号系统接口设计需满足线网指挥中心（NCC）系统的统一接口要求。与 NCC 接口的通信前置机应单设（云平台提供服务器，投标人提供相应的软件）。

1.3.6 接口协议如有异议，由招标人裁定，信号系统供货商必须服从。

1.3.7 信号系统和其他系统在标准的网络通信协议下交换数据信息，如接口系统不采用标准协议，转换工作应由采用非标准协议方完成，如有异议，由招标人裁定，信号系统供货商必须服从。

1.3.8 信号系统供货商应充分考虑本系统内安全网/非安全网、及其与其它系统的数据接口的安全性。系统边界的数据接口须采取有效隔离措施，防止病毒和其它非法用户侵入信号系统网络。

2 与相关系统的接口要求

2.1 与车辆的接口

本节与车辆接口文件定义信号系统与车辆的机械、电气、功能、电磁兼容、供货、运输、安装、调试及试验等之间接口的技术和项目管理的要求。其作为信号系统及车辆的招标文件的共用部分，接口条件对双方同样适用。信号系统供货商与车辆供货商均应保证属于接口的所有要求都能得到完全的解决和执行。

招标人委托的独立第三方安全评估机构负责全自动运行相关系统工程的安全评估工作，车辆供货商须根据招标人委托的独立第三方安全评估机构的相关要求进行配合。

投标人作为本工程全自动运行系统一致性协调方，牵头对全自动运行系统间的接口配合进行协调。车辆供货商在全自动运行系统的技术工作、计划管理工作中，应服从一致性协调方的指导和管理，如果车辆供货商与一致性协调方有意见冲突产生争议或有分歧时，由招标人进行裁决，当事双方必须无条件接受，并不得提出增加额外的费用。

信号系统供货商与车辆供货商应在投标时向招标人提供各自所采用的通信协议的详细参数及标准，在接口设计联络阶段最终确定通信协议和详细的硬件接口。当接口设计出现分歧时，各供货商必须无条件服从招标人协调和裁定，并不得提出增加额外费用要求。

2.1.1 供货范围的划分

2.1.1.1 投标人的供货范围

1) 车载设备机柜及安装于其中的信号车载设备（含休眠唤醒模块）及其安装附件，天线（应答器天线等、无线天线等车地通信天线）、车载信号系统显示屏、蜂鸣器。（ATO 主机与车辆 TCMS 主机共用，车载信号系统显示屏、蜂鸣器与车辆共用）
2) 所有信号传感器（测速传感器含舌片或加速度计、接近传感器、多普勒雷达等）及与信号传感器一体连接带电缆的电气连接器（含电缆防护套管、电缆固定线

夹等）；

3) 列车信号车载设备主机与其他信号设备（信号系统显示屏、信号测速传感器、应答器天线、无线天线等）之间的直接连接电缆、车底过渡连接器；

4) 信号系统车载设备内的继电器（含安装座）、电缆接线端子、电气连接器（插头、插座）、相应的电缆压接及取卸工具等，其中电缆接线端子及电气连接器中的电缆插针、插孔须提供20%的余量；

5) 所有信号系统车载设备的安装紧固件、接地线（接地线长度由车辆供货商计算）；

6) 列车两端信号车载设备之间的贯通网线、贯通串口线、贯通电缆（含中继器）以及贯通线缆的车辆间连接器；

7) 用于实现信号系统本身功能所需的安全相关的继电器，如安全型继电器等。

8) 列车两端信号车载设备之间贯通电缆的插头、插座。

9) 速度传感器安装所需的舌片、速度传感器与舌片的连接件。

10) 车载信号设备与车辆设备连接的信号系统侧插头、插座（即接插件），且接插件须为组装件，不得是散件。

11) 信号系统供货的在车体外部裸露部分线缆、与信号设备一体化线缆的防护管。

12) 车载信号设备屏蔽所需的屏蔽夹及安装导轨。

13) 速度传感器安装所需法兰盘、轴端安装座等部件。

14) 所有直接接驳在车载信号系统设备侧的电气连接器（含插头、插座）。

15) 信号系统实现相关功能要求的特殊电缆（包含屏蔽电缆）。

16) 信号系统远程重启所用的断路器或继电器及其重启装置（如有）等由信号系统供货商提供。

2.1.1.2 车辆供货商的供货范围

1) 所有连接到信号系统车载设备的车辆连接电缆及接头，电缆及到信号系统设备侧的接头的规格型号由信号系统供货商提出，信号系统供货商提供接线端子。

2) 提供列车单端信号车载设备主机与应答器天线、无线天线、信号测速设备、接

近传感器设备经过车底过渡连接器后连接至车载设备主机的过渡电缆。信号系统供货商配合提供相关线缆的规格型号、技术参数等要求。

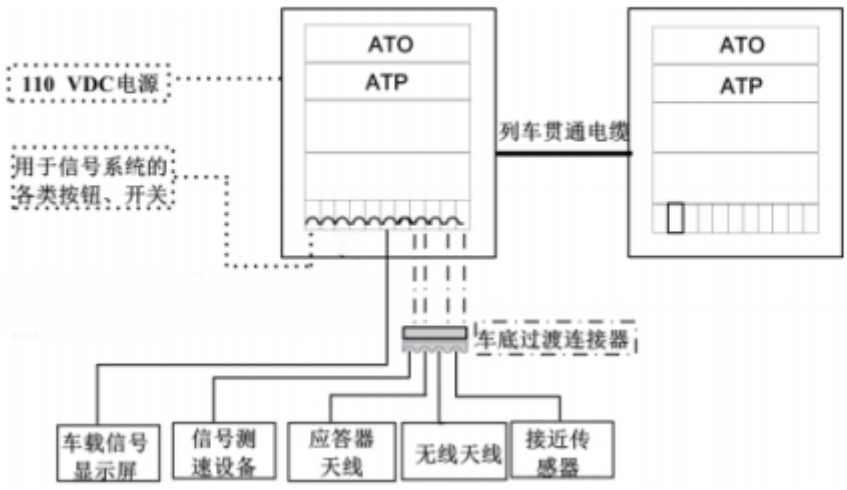
3) 车辆设备侧的电气连接器等；

4) 提供用于完成信号系统功能所需的断路器（信号系统远程重启及其自复位装置（如有）除外）、接触器、开关、指示灯、按钮、蜂鸣器、分线盒等（信号系统投标人应负责提供规格型号、技术参数等要求）；负责提供用于实现信号与车辆接口功能所需的非安全相关的接口继电器或等同继电器功能的其它设备及安装。

5) 负责提供信号系统车载设备安装支架等安装辅助装置（含电缆防护套管（若信号供货商对电缆防护套管有特殊要求的，则由信号供货商提供）、电缆固定线夹等，信号系统供货商配合提供规格型号、技术参数等要求）及安装空间、所有车载信号设备所需的接地点及接线端子；

2.1.2 车辆与信号系统供货范围示意图

车辆与信号系统供货范围示意图如下图所示。



车辆与信号系统供货范围示意图

注：上图中虚线部分、点划线部分为车辆供货范围；实线部分（包括实线框内的设备、连接器、插头插座）为信号系统供货范围；信号 ATO 子系统和车辆列车控制系统融合，硬件设备

由信号供货商供货，车载网络由车辆供货商供货。

2.1.3 安装责任分工

2.1.3.1 信号系统供货商的安装责任

1) 负责信号系统各车载设备单元内部的接线安装。
2) 负责提供所有信号系统车载设备安装方法说明文件。
3) 负责首两列样车的车载设备的安装督导及培训，完成首两列车载设备安装后进行安装标准的定标工作，由信号供货商负责全部列车车载设备安装的检查和验收。
4) 负责在试车线上用于完成信号系统车载设备静、动调测试的所有相关轨旁信号设备的安装。
5) 信号供货商交由车辆供货商安装的设备和车载连接器宜为整套件。

2.1.3.2 车辆供货商的安装范围责任

1) 负责所有信号系统车载设备（含接地线外）的安装。
2) 负责所有信号系统车载设备之间所需的连接电缆的布线安装，信号系统车载设备机柜内部配线安装除外。
3) 负责为连接车辆设备的任何电缆末端压接，以及信号系统车载设备到车辆设备的电缆压接、电缆布线安装和电缆走线防护。

2.1.3.3 其他

1) 所有传感器（测速传感器或加速度计、接近传感器、多普勒雷达等）、信号系统显示屏、车载设备的安装双方应在设计联络阶段协商安装的位置和安装方案。
2) 车载信号设备安装、测试需要使用特殊工具（含压接及取卸工具，不少于 2 套）及特殊仪器仪表的，信号系统供货商应在信号系统车载设备开始安装前，向车

辆供货商提供，车辆供货商免费使用。

3) 信号系统供货商提供的特殊测试仪器需使用专用耗材的，应与特殊仪器一并提供。

4) 信号系统供货商须对其提供的特殊测试仪器的精度负责。

5) 信号系统供货商须培训车辆供货商的安装人员正确使用其提供的专用工具及测试仪器仪表，并向车辆供货商提供其相关操作说明文件。

6) 车辆供货商应保证信号系统供货商所提供的特殊工具及测试仪器仪表仅用于本项目，并保证按操作规程使用，在本项目信号系统车载设备安装及测试工作完成后，在信号系统供货商规定的时间内归还给信号系统供货商。

7) 信号系统供货商应保证信号车载设备的交货进度满足车辆的生产进度要求。

8) 信号供应商应提供信号系统的车上、车下设备的 IP 等级，应符合车辆设计的要求。

9) 信号设备的其他安装要求：

a) 除天线和传感器（测速传感器或加速度计、接近传感器、多普勒雷达等）外，所有信号车载设备要求安装在列车司机室或客室内；

b) 车体外设备的安装必须满足车辆限界的要求。

10) 若列车布线长度超过 100m，信号设备贯通线缆宜配置信号中继设备，若信号设备贯通线缆采用以太网接口方式则应配置信号中继设备；

2.1.4 接口技术要求

2.1.4.1 双方通过接口须满足以下列车运行模式

1) 全自动驾驶 FAM 模式

a) 在“FAM 模式”下，列车的启动、加速、巡航、惰行、制动、精确停车、自动开关门、唤醒、休眠、自检、自动洗车、清扫、出/入库、投入/退出运营、对位

调整等功能可由信号车载设备自动控制；以上功能在设计联络阶段完善。

b) 精确停车控制：列车自动运行到车站停稳并满足停车精度要求后，ATO 子系统自动发出车门及站台屏蔽门开门命令。列车进站停车时如停车误差超出了停车精度范围，则 ATO 子系统不应发出车门及站台屏蔽门开门命令。若列车进站停车过标或欠标不大于 5 米（可设定），ATO 子系统应再次启动列车进行对位调整，系统可自动控制列车进行对位调整 X 次（可设定），若调整到位，ATO 子系统自动发出车门和站台屏蔽门开门命令。如果列车经过 X 次调整后仍不能停车到位，信号车载设备应向中心进行报警，由人工远程介入进行控制或直接运行至下一站。若列车进站停车过标超过 5m（可设定），信号车载设备则应向中心进行报警，由人工介入进行控制或直接运行至下一站。当列车进站停车欠标大于 5 米，ATO 自动运行对位停车。

c) 车门/站台屏蔽门故障隔离：当个别车站站台屏蔽门故障隔离时，车载设备系统接收站台屏蔽门故障信息（站台编号及故障站台屏蔽门编号），并将此信息转发至车辆相关设备，列车进站停稳且停准后，ATO 自动发出车门及站台屏蔽门开门命令，故障站台屏蔽门（站台屏蔽门系统控制）及对应的车门（车辆控制）不应打开。当个别车门故障隔离时，车载设备系统接收车门故障信息（故障车门编号），并将此信息转发至轨旁信号设备，列车进站停稳且停准后，ATO 自动发出车门及站台屏蔽门开门命令，故障车门（车辆控制）及对应的站台屏蔽门（站台屏蔽门系统控制）不应打开，相应信息能在车辆 PIDS 及站台屏蔽门显示屏（如有）显示；

d) ATO 自动发出车门及站台屏蔽门关闭命令，对应的站台屏蔽门（站台屏蔽门系统控制），相应故障信息能在车辆 PIDS 及站台屏蔽门显示屏（如有）显示，防止行调认为故障已恢复，手动开门；

e) 清客：到达终到站，站内、车辆广播提醒乘客下车及不能上车。停站未清客完成期间，车载信号设备保持车门打开，在进行清客确认后，人工按压关门按钮和清客确认按钮，系统关闭车门和站台屏蔽门；列车根据移动授权按计划运行。

f) 进入正线服务/退出正线服务：车载信号设备接收到 ATS 发送的进入正线服务/

退出正线服务工况指令时，应向车辆发送该工况指令，用于车辆执行打开/关闭照明、空调或电热等操作（具体信号系统向车辆系统发送的工况种类和条件在设计联络阶段确定）；

g) 列车休眠：当列车运行至预定义的休眠停车窗内时，ATS 判断列车具备休眠条件后，自动或人工向车载信号设备发送休眠命令。车载信号设备收到休眠命令，完成自身休眠准备工作后，向车辆发出休眠请求命令，车载信号设备收到车辆的休眠确认后，向车辆发送休眠指令，车辆控制车载设备断电。休眠结果反馈给中心 ATS。若休眠不成功，进行报警提示；

h) 列车唤醒：ATS 根据计划，提前一定时间（可配置）向休眠列车信号设备发出唤醒指令，信号车载设备向车辆转发唤醒指令，车辆对全列车上电并成功后，车载信号设备及车辆设备执行必要的自检、测试。测试成功后，车载设备处于激活可用状态，具备以 FAM 模式运行的条件，唤醒成功结果发送给 ATS 子系统；

i) 自动洗车：信号系统接收洗车机的状态，在洗车机准备就绪的情况下，ATS 根据目的地码或洗车计划自动排列至洗车库的进路，根据移动授权列车以 FAM 模式自动运行至洗车库前停车。信号系统收到洗车机的洗车确认后，信号系统向车辆发送“洗车”工况，开始洗车。洗车过程中，信号控制列车牵引，暂定车辆控制列车恒速运行（车速 3~5km/h）。洗车完毕，列车运行至出清洗车库停车点停稳，退出洗车工况，列车以 FAM 模式运行至指定地点；

j) 车载信号设备实时监督车辆相关设备的工作状态，对车辆制动力丢失、检测到障碍物、车辆紧急手柄拉下、火灾等影响列车运行安全的异常情况采取相关措施进行防护，具体防护措施在设计联络阶段确定；

k) 系统具备根据紧急制动原因采取不同紧制制动缓解方式的功能，紧急制动缓解方式包括：自动缓解、远程人工确认缓解、司机人工缓解。当列车产生紧急制动及紧急制动缓解后，车载 ATP 均向控制中心发送报警信息；

l) 触发车辆鸣笛：如列车在库内动车、入库时进行鸣笛等。具体鸣笛地点及时机在设计联络阶段确定；

m) 场内运行：车载信号设备具备向车辆发送是否在场内运行工况的功能，用于车辆断开永久母线(防止出现短路)、关闭空调、电热控制等（具体信号系统向车辆系统发送的工况种类和条件在设计联络阶段确定）；

n) 待命：列车唤醒成功后进入待命状态，车载信号设备应向车辆发送待命工况，用于车辆打开照明、空调或电热控制等（具体信号系统向车辆系统发送的工况种类和条件在设计联络阶段确定）；

o) 清扫：车辆回库停稳后，车载信号设备应自动向车辆发送清扫工况，用于车辆打开车内照明（具体信号系统向车辆系统发送的工况种类和条件在设计联络阶段确定）。

2) 全自动驾驶模式的故障驾驶 CAM 模式

车载 ATP 车辆网络出现故障，或车辆与信号车载设备通信故障时，将采用此模式作为 FAM 模式的应急运行方式。经由中心人工确认后，信号系统启动 CAM 模式。列车以 CAM 模式运行时，ATP 监控列车以不超过固定限速（如 25km/h，固定限速由信号系统设计功能确定）的速度全自动运行，当列车以 CAM 模式进站自动停车后，ATP 将输出紧急制动命令以防止列车移动，并打开车门等待人工处理。

在全自动驾驶和无人自动折返模式下，可通过激活司机控制器钥匙取消相应模式。

3) 全自动驾驶的故障驾驶 RRM 模式

列车以 FAM/CAM 模式运行，列车丢失定位时，由中心远程授权列车缓解紧急制动以一定限速值继续向前运行一定距离的一种驾驶模式。

4) 自动驾驶 AM 模式

a) 采用此模式时，模式开关处于“ATO 模式”位置。在此模式下，列车的加速、巡航、惰行、制动、精确停车、开关门由信号车载设备控制，不需司机操作。

进入 AM 驾驶模式后，若系统设备正常，没有人为干预，此驾驶模式维持不变；

b) 在该驾驶模式下，司机可选择自动开门或人工开门。开门仅在车载信号设备给出门释放信号时才允许操作。车载信号设备仅在列车停准在站台时才给出允许信号；

c) 在该驾驶模式下，司机可选择自动关门或人工关门，一旦停站时间结束，车门自动或人工关闭，列车司机按压 ATO 启动按钮，列车离站；

d) 车载信号设备连续监控列车速度，保证列车在目标速度范围内运行，在速度超过目标速度时报警，并在超过预定速度时实施常用制动，在超过最大允许速度时实施紧急制动。

5) ATP 速度监控下的人工驾驶 CM 模式

a) 在模式开关处于“CM 模式”位置时采用此模式。在此模式下，在车载信号设备限制下，列车的速度、监控、运行及制动由司机操作；

b) 开、关车门由司机人工控制，但开车门仅在信号车载设备给出开门允许信号或通过强制开门按钮车辆给出开门允许时才允许操作；

c) 车载信号设备连续监控列车速度，保证列车在目标速度范围内运行，在速度超过目标速度时报警，并在超过最大允许速度时实施紧急制动。

6) 限制人工驾驶 RM 模式

a) 模式开关处于“RM 模式”位置时采用此模式。在此模式下，列车的速度、监控、运行及制动由司机操作，信号车载设备仅对列车速度进行固定限速（如 25km/h，固定限速由信号系统设计功能确定）超速防护；

b) 开关车门由司机人工控制，其中开门允许信号由司机操作实现；

c) 信号车载设备在列车超过固定限速（如大于 25km/h，固定限速由信号系统设计功能确定）时报警并实施紧急制动。

7) 非限制人工驾驶 EUM 模式

a) 在模式开关处于“EUM 模式”位置时采用此模式。在此模式下，列车的速度、监控、运行及制动由司机负责操作，没有信号 ATP 防护；

b) 此模式在车载信号设备故障或特殊运行需要时使用。此时，所有车载信号设备对牵引、制动等的控制功能失效，信号车载设备不具备对列车的控制功能。

c) EUM 模式时，开关车门由司机人工控制。

8) 折返模式

a) 全自动驾驶折返模式。处于 FAM 模式下运行的列车，当列车在折返站规定的停车时间结束并进行清客确认后，按压关门按钮，车门和站台屏蔽门自动关闭，按压发车按钮，根据列车移动授权，从到达站台自动运行进入折返线，自动激活/关闭相应的驾驶端，实现驾驶端的自动转换后，自动驶出折返线，进入发车站台后自动打开车门和站台屏蔽门。列车在站台进行驾驶端自动转换时应驶车门和站台屏蔽门保持开启状态，列车在折返线等非站台区进行驾驶端自动转换时，应使车门保持关闭状态。

b) ATO 无人自动折返模式。应能以下述两种操作方式完成 ATO 无人自动折返：

- 车门关闭，司机先按车上的“折返按钮”，关闭本侧驾驶端，司机下车后在站台启动“折返确认开关”，列车可在无人驾驶的情况下，从到达站台自动驾驶进入和折出折返线，最后进入发车股道并定点停车后，自动打开车门和站台屏蔽门，司机激活反向驾驶端；
- 车门关闭，司机先按压车上的“折返按钮”，关闭本侧驾驶端，再按压车上的 ATO 启动按钮或确认按钮，列车可在无人驾驶的情况下，从到达站台自动驾驶进入和折出折返线，最后进入发车站台并定点停车后，自动打开车门和站台屏蔽门，司机激活反向驾驶端。

注：在以上两种方式下，列车在站台进行驾驶端自动转换时，应保持车门和站台屏

蔽门在开启状态；列车在折返线等非站台区进行驾驶端自动转换时，应使车门保持关闭状态。

c) ATO 有人监督自动折返模式。当列车在折返站规定的停车时间结束且车门和站台屏蔽门关闭后，由司机按压车上“ATO 启动按钮”，列车自动驾驶进入折返线停稳后，关闭本侧驾驶端和激活反向驾驶端（若需，可设置人工按压“折 返按钮”），可人工按压“折返按钮”并关闭本侧驾驶端和开启反向驾驶端，由司机按压车上“ATO 启动按钮”后，列车自动驾驶进入发车股道自动打开车门；

d) ATP 监督下的人工折返模式。在此模式下，司机采用“主手柄”控制列车运行，司机人工驾驶列车运行到折返线并停车，关闭本驾驶端和激活反向驾驶端 （若需，可人工按压“折返按钮”），在 ATP 监督下人工驾驶列车进入发车股道并定位停车。司机按压开门按钮打开车门和站台屏蔽门；

e) 限制人工折返模式。在此模式下，司机采用“主手柄”控制列车运行，司机人工驾驶列车运行到折返线并停车，人工关闭本侧驾驶端并激活反向驾驶端，之后人工驾驶列车进入发车股道并定位停车，司机给出开门允许信号并按压开门按钮打开车门。整个折返过程中，车载 ATP 限制列车在某一固定的低速（如 25km/h，固定限速由信号系统设计功能确定）之下运行；

f) 非限制人工折返模式。在此模式下，司机根据调度命令和地面信号的显示，人工驾驶列车运行到折返线并停车，再人工驾驶列车进入发车股道并停车，司机按压开门按钮打开车门和站台屏蔽门。

2.1.4.2 系统参数要求

1）车辆供货商应提供的系统参数包括但不限于：

a) 不同载荷下常用制动（电制动有效情况下）的反应时间（从制动控制线断路到车辆牵引切除时间不大于 0.3s，从牵引切除到车辆常用制动施加 10%的响应 时间不大于 0.3s，车辆常用制动施加从 10%到 90%并反馈给信号的响应时间 不大于 1.6s），从制动控制线断路到车辆常用制动施加 90%并反馈给信号的 响应

时间不大于 1.8s；具体相关参数在设计联络阶段确定。

b) 不同载荷下常用制动（纯空气制动情况下）的反应时间（从制动控制线断路到车辆牵引切除时间不大于 0.3s，从牵引切除到车辆常用制动施加 10%的响应 时间不大于 0.4s，车辆常用制动施加从 10%到 90%并反馈给信号的响应时间 不大于不大于 1.7s）；从制动控制线断路到车辆常用制动施加 90%并反馈给 信号的响应时间不大于 2.1s；具体相关参数在设计联络阶段确定。

c) 不同载荷下紧急制动的反应时间（从紧急制动控制线断路到车辆牵引切除时间不大于 0.3s，从牵引切除到车辆紧急制动施加 10%的响应时间不大于 0.3s，车辆紧急制动施加从 10%到 90%并反馈给信号的响应时间不大于 1.6s）；从制动控制线断路到车辆紧急制动施加90%并反馈给信号的响应时间不大于1.8s；具体相关参数在设计联络阶段确定。

d) 从列车接收到信号车载有效启动命令到列车启动的反应时间；

e) 接收到有效惰行命令到开始惰行的反应时间；

f) 接收到信号车载控制命令到车门系统动作的时间；

g) 保持制动施加延时时间不大于 2s，保持制动缓解延时时间不大于 5s；

h) 车辆供货商应提供列车牵引特性，常用制动、紧急制动特性，并提供加/减速 度变化率的指标；

i) 在平直干燥和平直湿滑轨道上车辆能保证的紧急制动最小减速度 (GEBR) ，具体条件和数值在设计联络阶段确定；

j) 车辆供货商应提供对应于信号列车自动控制系统命令的牵引/制动特性（包括 AW0、AW2、AW3 条件下速度-加速度、减速度指标或对应数值表），双方考虑电空制动转换和混合制动的影响，具体在设计联络阶段讨论；

k) 混合制动由车辆进行控制，且不同列车之间牵引制动的性能差异应不大于±10%。

l) 信号系统应考虑避免频繁使用小级位，进站临近停车时，信号系统应考虑避免使用大级位而引起列车抖动。

注：接口中车辆反应时间一般规定（除特殊定义外）为由车辆接收到信号车载指令

开始，至车辆作出相应的动作的时间。

2）信号系统牵头联合车辆进行为确保系统响应时间的动态性能测试。

3）接口软件协议：信号系统与车辆的数据接口应满足串口或列车通信网络 IEC 61375 及 TB/T 3035 标准或其他国际标准的相关要求，并在系统装车前完成数据接口软 件协议测试。

4）车辆、信号系统各自监测所有接口数据（包括硬线信号），具体方案在接口设计阶段确认。

2.1.4.3 信号系统控制中心 ATS 具备远程车辆控制命令（如重启、升降弓、远程紧制缓解等），及行车主要故障显示。

2.1.5 机械接口要求

2.1.5.1 车辆供货商根据信号系统供货商提出的信号设备安装要求设计并提供车载信号设备的安装位置及安装条件，并确保信号设备安装牢固，不易脱落。在设计司机显示单元、速度表等设备的安装位置时，应确保便于驾驶员观看，避免光线反射等因素的影响。

2.1.5.2 信号系统供货商将为车辆供货商提供的信息包括但不限于：

a) 所有信号车载设备的尺寸和重量；
b) 设备布局和到机架的空间余量，包括为安装/拆卸机壳和调整所需的空间；
c) 带安装孔的车载设备和详细的电缆连接及布置的资料和图纸（三维/二维图纸）；

a) 详细的安装及配线要求；
b) 电缆连接位置；
c) 信号设备的环境条件要求；

d) 配线空间要求；

e) 其他需要的资料。

2.1.5.3 安装尺寸及位置最晚于接口设计联络阶段确定。

2.1.5.4 信号设备的环境条件：

a) 除天线和传感器（测速传感器、多普勒雷达或加速度计等）外，所有信号车载设备要求安装在列车司机室或客室内；

b) 驾驶室外设备的安装必须满足车辆限界的要求。

c) 信号 ATC 车载设备位置及可接近性：将在合同谈判及设计联络期间由车辆和信号系统投标人双方协商；

d) 信号车载设备（车载信号机柜、天线、测速传感器、接近传感器、多普勒雷达或加速度计、司机室信号显示及操作装置等）由车辆供货商负责提供安装空间并进行安装，信号系统供货商提供物理尺寸及安装要求；

e) 车载机柜的安装宜能保证维护人员在正面或背面都能访问。

2.1.5.5 车辆供货商负责提供信号车载设备所有连接电线电缆所需的必要的位置空间和布线，包括插头插座的安装空间。

2.1.5.6 信号车载控制显示单元的尺寸及颜色需与车辆供货商的显示单元协调一致。

2.1.5.7 信号供货商应说明 ATC 系统需要安装的其他车载设备，并与车辆供货商协商确定安装要求。

2.1.5.8 车辆供货商应提供如下的条件，但不仅限于：

a) 为信号车载设备间的连接线缆提供径路及防护措施。在车底架下安装的线缆及连接器，应考虑转向架及底架的相对运动，避免由此造成线缆的松动、缠绕、侵限或折断；

b) 车辆供货商为信号车载设备提供的连接线缆接线盒（若有）应该防尘、防水、

防撞击、防止异物进入、防电磁干扰。当线缆及接线盒安装在车底时，应考虑转向架及底盘的相对运动，避免由此造成线缆的松动、缠绕、侵限或折断；

c) 为信号车载设备提供电源及符合各种相关设备所需要求的断路保护装置（自复位功能除外）。唤醒模块所需的电源应 24 小时不间断供电，列车连续休眠 7 天后，仍能确保唤醒列车。为用于休眠唤醒的信号车载设备功耗按单端按 100W 考虑；

d) 信号系统测速设备原则应安装在非动力轴上；

e) 信号系统供货商负责信号机柜的防尘、通风、散热设计；车辆供货商应配合实现相关防尘、通风、散热设计要求，使信号机柜设备可长年可靠运行。

2.1.6 电气接口要求

车载 ATP/ATO 应实现与车辆制动装置的可靠接口，保证安全和对列车实施连续有效的控制。

车载 ATP/ATO 与车辆的接口分为开关量、模拟量、通信接口三种。

涉及行车安全的电气接口应采用安全输入/输出接口方式。

车载 ATP/ATO 应能向车辆提供时钟信号，以满足车辆时钟与车载信号系统设备时钟同步的需要。

表 1 采集的开关量信息

车载 ATP/ATO 输入信号	安全接口
驾驶室激活	是
列车完整性	是
列车车门关闭且锁闭	是
车辆牵引已切除	是
车辆已实施紧急制动	是

牵引制动手柄在零位	/
方向手柄位置	是
ATO 启动按钮	/
运行模式状态确认和/或预设模式选择	/
自动折返（AR）按钮	/
左门开	/
左门关	/
右门开	/
右门关	/
门控方式	/
注：“/”表示“对是否安全接口不做要求”	

表2　采集的开关量信息

车载ATP/ATO　输入信号	安全接口
ATP　已切除	/
车辆保持制动已施加	是
注：“/”表示“对是否安全接口不做要求”	

表3　采集的开关量信息

车载ATP/ATO　输出信号	安全接口
紧急制动	是
牵引切除	是

左门开门允许	是
右门开门允许	是
自动折返（AR）灯	/
ATO 已激活	/
ATO 牵引输出	/
ATO 制动输出	/
保持制动输出命令	/
开左门命令	/
开右门命令	/
关左门命令	/
右关门命令	/
ATO 启动灯	/
注：“/ ”表示“对是否安全接口不做要求”	

表4 采集的开关量信息

车载ATP/ATO 输出信号	安全接口
最大常用制动	/
注：“/”表示“对是否安全接口不做要求”	

2.1.6.1 信号系统供货商将为车辆供货商提供最少以下信息：

a) 电源需要及信号设备消耗的最大功率和额定功率及有分支要求时各分支最大功率和额定功率；用于所有信号设备的DC110V电源断路器的特性，包括负载特性类型、额定电流、启动冲击电流、关断冲击电流、冲击电流持续时间；车载信号设备中与休眠唤醒功能相关的设备的功率；

b) 从车辆引入的连接线的数量及对每根线缆的特性和功能要求；

c) 所有控制逻辑（包括但不限于设备输入与输出端口功能定义，所有驾驶模式的功能输出）；

d) 电气接线图；

e) 线路安装要求；

f) 电磁兼容要求；

g) 设备接地要求；

h) 车地信息传输的载频（如有）；

i) 设备性能手册、调试手册和验收手册等技术文件；

j) 信号设备的环境要求；

k) 其它需要的资料。

2.1.6.2 车辆供货商将为信号系统供货商提供最少以下信息：

a) 用于信号设备的 DC110V 电源的特性；

b) 与车辆的列车监控系统通信的协议和响应时间；

c) 列车线缆的特性；

d) 轮径信息；

2.1.6.3 模式选择开关的特性（若有）；

a) 模式选择开关的每个位置都提供两路无源环线（双线双断）到信号车载设备；

b) 两路环线都在选择开关打到该位置时闭合，否则断开。

2.1.6.4 门控模式开关的特性：

- 每个位置都提供两路无源环线（双线、双断）到信号车载设备；
- 两路环线都在选择开关打到该位置时闭合，否则断开。

2.1.6.5 接地：

- 车辆供货商为信号车载设备提供接近信号设备的接地点：保护地和工作地；
- 屏蔽线需进行单端接地，包括车辆连接处采用的屏蔽线；
- 电缆接地安排将由双方协商同意。

2.1.7 控制接口要求

2.1.7.1 信号车载设备在牵引、常用制动、紧急制动方面与车辆存在控制接口，车辆供货商负责与信号系统供货商就信号车载设备牵引力指令和列车速度要求的特性与车辆的牵引/制动控制装置相匹配，并取得一致。

2.1.7.2 车辆供货商应确保同一时刻只有 1 个司机室激活。

2.1.7.3 紧急制动保持

a) 信号车载设备给车辆提供紧急制动信号，该信号作为安全电路（双线，双断）全车串接；

b) 紧急制动环路失电时导致列车紧急制动，使车速一直降到零。

2.1.7.4 列车车门控制

车辆和信号系统相互配合实现以下列车车门控制功能：

1) 开门允许

a) 信号车载设备将提供两个车门开门允许信号—左门开门允许和右门开门允许。该信号作为安全电路（双线，双断）全车串接；

b) 开门允许电压有效时，允许相应侧的车门打开。

2) 车辆和信号系统相互配合实现列车紧急解锁情况下的车门控制：

a) 在信号控制模式下：

- 对于在区间运行的列车，操作车门紧急解锁，不紧急制动停车，列车运行到下一站停车开门；
- 对于从车站启动的列车，操作车门紧急解锁，运行距离小于半列车将触发列车紧急制动，运行距离超过半列车后列车继续运行；
- 如果列车在区间内停车且无法开动，乘客操作紧急解锁装置，由司机或控制中心调度人员在一个延时时间内决定是否允许手动打开车门，如司机或控制中心调度人员在延时时间内没有进行操作（没有按下专用按钮或操作开关），乘客可手动打开车门；若司机或控制中心调度人员在延时时间内进行操作（按下专用按钮或操作开关），车门不可以手动打开；
- 只有在列车的控制电路失效，导致紧急照明、紧急通风、广播功能失去时，才应尽快组织乘客疏散下车，车门紧急解锁后可以手动打开。

b) 非信号控制模式，即车辆模式下：

- 对于在区间运行的列车，操作车门紧急解锁，不紧急制动停车，列车运行到下一站停车开门；
- 对于从车站启动的列车，操作车门紧急解锁，运行距离小于半列车或速度低于 5km/h（具体速度设计阶段确定）将触发列车紧急制动，运行距离超过半列车或速度高于 5km/h（具体速度设计阶段确定）后列车继续运行；
- 如果列车在区间内停车且无法开动，乘客操作紧急解锁装置，由司机在一个延时时间内决定是否允许手动打开车门，如司机在延时时间内没有进行操作（没有按下专用按钮或操作开关），乘客可手动打开车门；若司机在延时时间内进行操作（按下专用按钮或操作开关），车门不可以手动打开；
- 只有在列车的控制电路失效，导致紧急照明、紧急通风、广播功能失去时，才应尽快组织乘客疏散下车，车门紧急解锁后可以手动打开。

c) 车辆应设置“开门旁路开关/按钮及按钮灯”，当“开门允许”命令无法发出时，

通过操作“开门旁路开关/按钮”开门，该情况下，人工保证开门安全。详细接口方式和信息内容在合同澄清或接口设计联络阶段最终确定；

d) 手动开关门模式（M/M）下，车门的开关由司机通过开关门按钮控制，不通过车载 ATC；只在全自动开关门模式（A/A）下，才由车载 ATC 控制开关车门；在半自动开关门（A/M）模式下，车门的打开是通过车载 ATC，但车门的关闭由司机手动操作，不通过车载 ATC。详细接口方式和信息内容在合同澄清或接口设计联络阶段最终确定；

e) 列车在区间运行过程中，列车在 FAM、AM、CM、RM 模式下车载设备均应监督列车车门的状态，当检测到车门为开门状态时，信号系统应采取相应措施。详细接口方式和信息内容在合同澄清或接口设计联络阶段最终确定；

f) 当列车处于 RM 模式或 EUM 模式时，开关门命令由人工控制；

g) 信号系统供货商应负责与车辆供货商及站台屏蔽门系统供货商协商，保证列车车门与站台屏蔽门开/关匹配。

2.1.7.5 对于各种旁路开关的使用应有限制措施，具体在设计联络阶段确定。

2.1.7.6 车载 ATC 发出的牵引指令和制动指令不会同时为真。即在一个 ATO 周期内，牵引指令和制动指令不会同时发出，若牵引指令和制动指令同时为真，车辆应识别为制动。

2.1.7.7 驾驶室侧门联锁包括但不限于在 ATO 驾驶模式下，应与驾驶室侧门联锁。这种联锁保证列车必须在驾驶室侧门关上后才能启动；驾驶室侧门状态串联到客室车门状态回路（如车辆隔离开关）。

2.1.7.8 信号系统提供逃生门防护。

2.1.8 数据接口

2.1.8.1 在信号系统全功能使用时，信号设备提供给车辆相关子系统的信号最少有以下内容，具体信息在设计联络阶段确定：

1) 运行方向（向前或折返）；
2) 牵引力（增加或减少及变化率）；
3) 常用制动（实施或缓解及变化率）；
4) 紧急制动（实施或缓解）；
5) 开门（左或右）；
6) 关门（左或右）；
7) 开门允许(左或右)；
8) 列车位置；
9) 车辆广播测试信号；
10) 列车识别号；
11) 起始站号；
12) 目的地号；

13) 下一站号；

14) 信号零速信息；

15) 车站站台代码；

16) 离站距离；

17) 到站距离；

18) 离站报站触发；

19) 到站报站触发；

20) 跳站；

21) 保持制动指令；

22) 空气制动隔离单个故障转向架；

23) FAM 模式；

24) CAM 模式；

25) 休眠指令；

26) 唤醒指令；

27) 跳跃指令；

28) 清扫工况；

29) 待命工况；

30) 车辆鸣笛触发；

31) 运行工况；

32) 洗车工况；

33) 进入/退出正线服务工况；

34) 清客指令；

35) 站台屏蔽门状态信息；

36) 远程复位命令；

37) 站台屏蔽门对位隔离；

38) 静态测试指令；

39) 动态测试指令。

2.1.8.2 通过车辆提供给信号系统的信号最少有以下内容：

1) 牵引故障（速度限制）；
2) 牵引失效（牵引力损失）；
3) 常用制动故障；
4) 常用制动失效；
5) 紧急制动故障；
6) 紧急制动失效；
7) 牵引/制动主控器状态；
8) 运行方向设置（向前或向后）；
9) 换端作业的完成信息；
10) 车轮空转/滑行的信号；
11) 门开状态信号（左、右、两侧）；
12) 门关且锁闭信号（左、右、两侧）；
13) 列车车门状态旁路；
14) 司机人工开门信号、司机人工关门信号；
15) 紧急制动输入；
16) 列车完整性输入；
17) 驾驶室激活状态信号、司机钥匙激活状态信号、司机钥匙零位信号；
18) 牵引已切除、车辆已实施紧急制动、保持制动已实施（所有制动已施加）；
19) 方向手柄在向前、零位、向后位置；
20) 信号需采集的开关、按钮状态（如折返按钮、开门按钮等）；
21) 开门方式；
22) 车辆零速度信息；
23) 车辆休眠/唤醒按钮输入；
24) 制动重故障状态输入；
25) 蓄电池欠压保护输入；

26) 检修按钮输入；

27) 车辆上电按钮输入；

28) 障碍物检测信息；

29) 车门-站台屏蔽门对位隔离信息；

30) 车辆牵引能耗信息；

31) 车门紧急解锁信息；

32) 信号硬线输出指令的车辆执行情况反馈信息；

33) 列车远程唤醒后列车静、动态测试结果；

34) 进入跳跃状态、洗车状态的反馈；

35) 满载率状态；

36) 车辆自检结果。

37) 车辆故障状态信息和报警信息，该信息主要包含影响行车的关键信息。例如：列车火警信息、车辆故障报警信息、能耗信息等；具体信息在设计联络中确定。

2.1.8.3 在到达下一个车站前，信号系统向车辆提前提供车辆将要开启的客室门侧信息（开左门或开右门），以满足车辆完成客室门侧开启预告提示功能的需要，详细接口方式和信息内容在合同谈判或接口设计联络阶段最终确定；

2.1.8.4 信号系统向车辆提供信号系统的时钟信号，以满足车辆时钟与信号系统时钟同步的需要，详细接口方式和信息内容在合同谈判或接口设计联络阶段最终确定。

2.1.8.5 信号系统给车辆提供车辆广播测试信号，详细接口方式和信息内容在合同谈判或接口设计联络阶段最终确定；

2.1.8.6 在车辆进站之前适当距离和出站之后适当距离，信号系统向车辆提供车载显示站台屏蔽门视频监控图像的切换触发信号，以及提供车辆将要开启的客室门侧信息（开左门或开右门）和将要进站停车的股道信息，以满足车辆完成车载显示站台屏蔽门视频监控图像的需要，详细接口方式和信息内容在合同澄清或接口设计联络阶段最终确定；

2.1.9 显示内容要求

2.1.9.1 信号车载显示器的显示内容包括但不限于：

1) 最大允许速度；
2) 当前速度；
3) 目标速度及目标距离；
4) 驾驶模式；
5) 当前信号系统模式和状态（包含唤醒状态、跳跃状态）；
6) 紧急制动状态；
7) 列车发车准备；
8) 门状态；
9) 故障状态；
10) 站台屏蔽门状态显示；
11) 间隙探测旁路信息；
12) 信号紧急制动命令施加状态。

2.1.9.2 车载信号显示屏的显示内容包括但不限于：

1) 主要显示列车的基本运行数据、故障和故障时的操作指导，以及列车状态信息（包括每节车的空气制动施加/缓解状态、每节车的停放制动施加/缓解状态、每个车门开关状态、每个空调状态等）、车辆紧急制动命令施加状态。
2) 最终详细的列车显示屏基本显示内容（给司机）将在车辆设计完成后，由车辆供货商与信号系统供货商和招标人商定。

2.1.10 停车精度：双方通过接口确保列车安全、可控，并确保 ATO 模式下的停车精度要求达到如下要求：ATO 站台停车精度在±500mm 范围内时，正确率为 99.998％；ATO 站台停车精度在±300mm 范围内时，正确率为 99.99％。

2.1.11 电磁兼容性要求

2.1.11.1 信号系统供货商提供的车载信号系统设备应能在直流 1500V 牵引供电的、采用交流传动系统的列车上可靠使用。

2.1.11.2 车辆供货商、信号系统供货商所提供的车辆牵引制动系统设备、车辆空调装置、信号系统车载设备应满足 IEEE、EN 和 IEC 等相关国际标准及国内有关电磁干扰标准。

2.1.11.3 信号系统供货商将提供用于车载信号系统的频率和灵敏度水平清单（包括可使用的直流电），车辆供货商据此进行设计，并采取措施以避免干扰。同时，车辆供货商将提供用于列车电气系统的频率和灵敏度水平清单（包括可使用的直流电），信号系统供货商据此进行设计，并采取措施以避免干扰。

2.1.11.4 车辆供货商和信号系统供货商各自在投标文件中应提出制定测试计划，详细描述如何验证车辆电气系统和信号系统的电磁兼容性问题。在签订合同及设计联络时由车辆供货商负责与信号系统供货商配合制定详细的测试计划。

2.1.12 振动与冲击

2.1.12.1 车辆及信号系统所有设备应按 GB/T 21563 标准要求，都应能承受各种力的冲击。

2.1.12.2 装于车体设备的悬挂，按照 EN 12663 在任何方向能承受最大冲击加速度为(每种负载情况分别施加)：

1) 纵向 3g，其中 g 为重力加速度（g=9.8m/s2）；

2) 横向 1g；

3) 垂向 (1+C)* g (其中在车端 C=2,在车辆中间线性下降为 0.5)。

2.1.12.3 装于转向架构架上的设备应按照 GB/T 21563 中相关规定的进行振动测试，其设备和悬挂不会产生永久性变形，并提供测试报告。

2.1.12.4 车辆和信号系统供货商应提交整车及主要部件振动保证计划。在第一次设计联络会上将讨论“振动管理计划”的详细内容。

2.1.12.5 振动保证计划至少应包括:

1) 试验将按照相关标准进行；

2) 振动设计检查计划；

3) 安装在列车上的连接器等设备的防松措施说明；

4) 根据 GB/T21563 标准要求提供振动和冲击试验报告和试验证书。

注：车辆和信号系统供货商应按各设备振动、冲击的相关标准，提出各设备的振动、冲击的详细要求、试验大纲和试验报告及测试仪器的清单。

2.1.13 材料

2.1.13.1 车辆及信号系统设备上的所有材料均不会对人体健康产生任何危害。

2.1.13.2 阻燃性工艺，所有选用的材料应为下列要求的最佳组合：

1) 高阻燃性；

2) 低发烟浓度；

3) 无毒性；

4) 车辆及信号系统供货商应按 EN45545 或等同国际标准,限制可燃材料的极限值。

2.1.13.3 材料防火性能如下：车辆及信号系统设备应具有良好的防火性能，车辆及信号设计及选用材料的防火要求应符合 EN45545 或等同国际标准。车辆及信号系统供货商应在设计审查时提供所选材料达到防火要求的证明。

2.1.14 接口项目管理

2.1.14.1 总体要求

1) 调试组织管理工作（包含后勤保障）按照车辆预验收为分工节点，此节点前由车辆供货商全面负责车辆系统与信号系统接口调试的协调处理及落实、设计联络管理、测试、信号车载设备安装督导安排、现场服务安排等方面的工作，信号系统供货商应服从车辆供货商的组织管理；此节点后由信号供货商全面负责车辆系统与信号系统接口调试的协调处理及落实、设计联络管理、测试、信号车载设备安装督导安排、现场服务安排等方面的工作，车辆系统供货商应服从信号供货商的组织管理。
2) 信号系统供货商负责在车辆预验收后的信号车载设备与车辆的接口调试组织管理工作（包含现场后勤保障），全面负责信号车载设备与车辆接口调试的协调处理及落实、现场服务安排等方面的工作，车辆应全力配合该调试。信号、车辆供货商均应服从招标人及其授权代表的组织管理。
3) 信号系统供货商牵头负责全过程相关信号车载系统与车辆接口调试的技术管理工作，全面负责信号车载设备与车辆接口试验的技术方案和测试大纲的编制等方面的工作，车辆供货商应服从信号系统供货商的技术管理。
4) 车辆、信号系统供货商应主动协商，互相配合，确保招标人的各项要求均得到满足，在本项目工作中，各设备及系统供货商均应服从招标人及其授权代表的协调和管理，当发生供货商间不能协商一致时，应将问题提交招标人裁决，信号、车辆供货商须服从，且不得以此为理由不积极履行合同和向招标人提出变更合同的要求。
5) 车辆供货商负责接口图纸资料和技术文件的管理，信号系统供货商应按照车辆

供货商制定的各项规定和管理程序编制接口图纸。

6) 信号系统供货商应主动与车辆供货商协调车载信号设备与车辆的接口，配合车辆供货商进行车辆整体设计，为车载设备安装预留安装条件，信号系统供货商应在中标后一个月内向车辆供货商及招标人提供有关接口要求及资料。

7) 信号系统供货商与车辆供货商应在投标时根据招标文件(车辆/信号)向招标人提供通信协议的详细参数及标准，在接口合同谈判阶段确定通信协议和详细的硬件接口、供货范围、安装责任分工、接口项目管理要求、工作责任等。信号系统供货商与车辆供货商的接口协议应在主合同签订前签署并作为主合同的一部分。

2.1.14.2 名词定义

协助	包括所有在项目执行过程中，对已定义的任务提供所有支持活动。
建议	包括所有在项目执行过程中，起草一个对已定义的任务相关的文件草案或其他概念性原则 的各项活动。
制定	包括所有为了项目执行而制订出文件或其他与被定义任务有关的解决方案的活动。
审评	包括所有为了项目执行而展开的与被定义的任务相关的文件或原则的审查评议的活动。
检查	包括所有为了项目执行而展开的与被定义的任务相关的文件或原则进行详细核对的活动。
审批	包括对与项目相关的文件或其他原则的审查和确认的活动，目的是为了项目的执行实施。这是在项目执行中某一指定任务的最终步骤的标志。
管理	包括对与项目执行相关的指定任务的计划、组织和操作的活动。
负责	指项目执行中的某一指定任务的组织、决定、操作并承担全部合同责任。
协调	指在项目执行过程中某一指定任务出现问题时进行协助解决的活动。
参与	指在项目执行过程中参加某一指定任务的活动。
督导	指对与工程项目的执行相关的指定任务的顺利开展而提供的控制和指示的所有活动。

实施	指项目执行中的某一指定任务的操作并承担相应合同责任的活动。
配合	指在项目执行过程中对已定义的任务提供的支持活动。

2.1.14.3 接口项目管理职责描述

1) 接口项目管理是从项目开始到结束的全过程管理。

2) 招标人、车辆供货商、信号系统供货商的任务和职责包括下表所列的内容但不仅限于此：

序号	任务	招标人	车辆供货商（含牵引制动系统供货商）	信号系统供货商
1	接口项目计划	审批 招标人将对车辆供货商提交的项目计划进行审查并最终审批。	制定 根据招标人的总工期策划要求制定接口管理各阶段的实施计划。	建议 根据招标人的总工期策划要求提出接口的实施计划建议书并报车辆供货商。
2	接口进度控制	检查 根据最终审批的项目计划，招标人将对项目执行过程中的各项任务进行检查。	负责及实施 根据最终审批的项目计划，车辆供货商应对项目执行过程中的各项任务进行动态管理。在工程进度因各种原因受阻时，车辆供货商必须及时提出解决办法，并采取一切合理有效的措施尽量消除工期受阻造成的不良影响。	实施 根据最终审批的项目计划和车辆供货商的要求严格执行。

3	接口图纸文件	审批 招标人最终对车辆供货商制定的图纸文件管理程序进行审批。	管理 车辆供货商应确立接口图纸文件的管理程序与办法，以保证图纸文件的规范性和统一性，并在项目实施过程中要求信号系统供货商严格执行。	实施 信号系统供货商应按照车辆供货商制定的各项规定和管理程序编制接口图纸文件。 并按照经招标人最终审批的图纸文件执行。
4	接口设计联络	审批 招标人对车辆供货商提交的设计联络计划进行审批。 参与 招标人参与设计联络。	制定 车辆供货商应制定合理、完整的设计联络计划报招标人审批。 管理 应根据项目执行情况,组织接口设计联络。	实施 信号系统供货商应按计划要求提前做好准备工作并参加设计联络。
5	接口设计	审批 招标人将对车辆供货商提交的图纸文件、审评意见进行详细审查、核对并最终审批。	审评 对信号系统供货商提交的接口设计图纸、文件进行审查并提出审评意见。 负责 根据合同要求进行接口设计，并对结果及功能负责并根据已通过审批的接口设计图纸文件执行。	负责 根据合同要求进行接口设计，并对结果负责。 根据已通过审批的接口设计图纸文件执行。
6	接口试验	审批 招标人对车辆供货商提交的试验方案最终审批。 检查 招标人对各阶段试验根据需要进行检查，确认最终试验结果。	组织 车辆供货商应根据接口试验方案联合信号系统供货商的接口试验。将试验结果报招标人。 负责 共同对试验结果负责。	负责 信号系统供货商应根据合同要求，对各阶段接口试验工作进行全过程组织、管理实施，并编制相应的试验项目实施建议，根据审批方案执行，共同对试验结果负责。

7	车载设备到货	参加 招标人在设备到达指定地点后将根据需要参加到货检查。	管理及负责 车辆供货商应在设备运输到车辆总装厂后组织进行各项检查工作，并做好详细记录。	配合 信号系统供货商参加设备到货检查工作。
8	车载设备仓储		负责 车辆供货商应根据信号系统供货商提出的仓储条件，提供安全可靠的储存库房。	配合 信号系统供货商应根据车载设备的特点提出合理的仓储条件。
9	车载设备开箱检查	检查 招标人将根据需要参加车载设备开箱检查，对货物进行详细检查。	管理 车辆供货商应负责组织对信号供货商发至车辆厂的货物进行开箱检查并做好记录及交接单。	配合 信号系统供货商应参加设备的开箱检查工作。
10	车载设备安装	检查 对设备安装过程进行检查，解决配合过程中可能出现的车辆供货商无法协调的矛盾。	负责 按照信号系统供货商的具体要求，负责组织车载设备的安装。	督导 信号系统供货商应派出经招标人确认的技术、管理人员，以督导车载设备安装。

11	现场调试	检查 对现场调试过程进行检查，解决配合过程中可能出现的信号系统供货商无法协调的矛盾。 对调试结果的最终认可。	配合 车辆供货商及车辆牵引制动系统供货商应积极配合信号系统供货商完成在用户现场接口调试工作。	管理、负责及实施 根据工期安排制定相应的现场调试计划，跟踪了解施工进度，及时修订计划。组织车辆供货商按期进行现场调试，协调调试过程中的矛盾或报招标人解决。 信号系统供货商应按照确认的调试程序对设备进行调试，并随时接受招标人的检查。

2.1.14.4 项目管理的工作责任

1) 在车辆及信号系统招标阶段

a) 车辆和信号系统的中标人应参与车辆与信号接口部分的技术澄清；

b) 车辆和信号系统的中标人在车辆与信号的接口协议签字并分别作为各自合同的一部分。

2) 接口设计联络

a) 接口设计联络计划必须满足车辆和信号双方进度要求。发生冲突时，按招标人要求执行；

b) 接口设计联络的目的是为各方交流接口设计思想，澄清技术问题，确认设计方案。在此阶段车辆供货商应及时组织信号系统供货商举行设计联络会议，确认设计方案；

c) 设计联络会由车辆供货商主持，信号系统供货商应积极配合、按时出席，并形成会议纪要。

3) 接口设计的确认

a) 接口设计联络会的设计确认需由车辆供货商先行确认，后由招标人确认；

b) 合同执行过程中发生的任何接口设计修改，必须由车辆供货商确认后交招标人确认；

c) 招标人的确认不能免除车辆供货商和信号系统供货商的责任；

d) 需确认的资料包括但不仅限于：

- 信号车载设备与车辆各系统接口要求；
- 信号车载设备构成及接口功能说明；
- 列车线接口定义；
- 接口的内容、责任及要求（系统接口表）。

e) 信号系统供货商和车辆供货商提交的设计资料（图纸、文件、表格等）都必须保存完整，在接口调试结束时交给招标人。

4) 接口设计建议

a) 车辆供货商应发挥自身的技术能力，对信号系统的接口设计或设计修改做出评价，提出建议，交信号系统供货商确认；

b) 车辆供货商的设计建议不管被采纳与否，都不能免除信号系统供货商在其合同项下的责任。

c) 信号系统供货商应对车辆的接口设计或设计修改做出评价，提出建议，交车辆供货商确认。

d) 信号系统供货商的设计建议不管被采纳与否，都不能免除车辆供货商在其合同项下的责任。

5) 接口进度控制

a) 车辆供货商和信号系统供货商均应严格执行车辆交货进度表规定的交货进度，若出现任何延误须及时向招标人通报。

b) 车辆供货商应密切注视接口设计、接口设备的制造进度，出现可能引起重大延误的问题时，必须立即向信号系统供货商提出，并通报招标人；

c) 信号系统供货商及车辆供货商应及时和定期向招标人提供接口项目进展情况报告，信号系统供货商及车辆供货商有权且应对相关供货商接口工作延迟处理等问题及时向招标人报告；

d) 双方对于延误的工作应说明原因，并制定采取补救措施和完成计划。

6) 信号车载设备运输和收货

a) 运输：

- 车辆供货商和信号系统供货商应按照招标人的总体工程计划，讨论确定信号车载设备交货计划（原则上分 2-3 批交货）；
- 信号系统供货商应向车辆供货商发出经招标人确认的可发货通知单；
- 信号系统供货商应及时将信号系统车载设备的本次发运内容，包括但不仅限于发货时间、估计到货时间、运输工具、箱件数、箱件大小、重量等通知车辆供货商和招标人。

b) 收货：

- 信号系统需车辆供货商安装的车载设备的到货地点为车辆供货商指定的国内交货地点。信号系统供货商需按照车辆供货商的物流管理对信号设备进行编码，信号系统供货商应及时通知车辆供货商准备好交货地点、存放场地；
- 货到车辆厂后，车辆供货商做好收货记录（按箱件收货，检查外包装、外观完好性），并由车辆供货商和信号系统供货商共同签字确认；若信号系统供货商不能到场参加收货，应委托授权给车辆供货商单方收货，并视同信号系统供货商同意收货结果；

- 发现运输损坏应立即通知信号系统供货商并通知有关部门做索赔登记，并通知招标人；
- 车辆供货商负责信号系统车载设备在车辆厂的仓储工作。

7) 车载设备清点交货

a) 开箱清点：

- 开箱的劳务由车辆供货商负责，车辆供货商须提前通知信号系统供货商开箱的时间、地点、联系人等。信号系统供货商须按时派人参加，否则视为同意开箱清点结果；
- 开箱前先确认包装是否完好，并记录；
- 清点在信号系统供货商的参与下按照装箱单由车辆供货商逐件清点并接收。

b) 交货确认。

- 车辆供货商与信号系统供货商点清记录后，车辆供货商与信号系统供货商双方代表签字确认。
- 缺损处理。开箱时发现的箱内缺件，开箱检查发现箱内缺件或设备损坏时，双方人员将检查结果做成记录，限期由信号供货商补齐或更换。

8) 车载设备安装管理

a) 督导程序：

- 信号系统供货商在安装前不少于三十（30）天制定出安装督导计划交招标人确认；
- 车辆供货商在安装前不少于十（10）天通知信号系统供货商；
- 信号系统供货商负责两列样车的信号车载设备的安装督导，并负责每批量车中不少于 10%的车载设备的安装抽查。

b) 监控和协调：

- 信号系统供货商负责安装督导的监控，保证安装督导人员的水平满足督导工作需要；
- 信号系统供货商除派出安装督导到车辆厂对列车进行督导外，还需要向车辆供货商提供安装手册；
- 车辆供货商的安装人员应与信号系统安装督导人员积极配合；车辆供货商需要为信号车载设备的安装配备具有一定技术背景的人员，并配有专人负责此项工作；
- 车辆供货商和信号系统供货商对安装过程中发现的供货质量问题、发生的安装质量问题提出解决方案经招标人确认，供货质量问题由信号系统供货商负责落实处理, 安装质量问题由车辆供货商负责落实处理；
- 车辆供货商定期向招标人提交车载信号设备的交货和安装进度报告，重大问题提出解决建议、协调、督促、落实。

c) 工作疏忽：

- 如果由于信号系统供货商本身的工作疏忽，没有履行安装督导责任，造成工程延误，信号系统供货商应负相关责任；
- 如果由于车辆供货商本身的工作疏忽，没有按照信号安装督导的要求或接口技术文件的要求对车载信号设备进行安装，造成工程延误，车辆供货商应负相关责任。

d) 验收内容：信号车载设备安装验收的内容主要是验收安装质量及工艺要求。

e) 验收实施：

- 信号系统供货商负责制定验收程序，报招标人确认后，由信号系统供货商负责车载设备的安装验收，车辆供货商应积极配合信号系统供货商的验收工作；

- 在安装验收期间发现的安装问题，车辆供货商应及时处理。

f) 质量责任。

招标人对安装验收的所有确认均不能免除车辆供货商和信号系统供货商对其合同项下的质量保证。

9) 信号与车辆在用户现场的接口调试

a) 信号与车辆接口的静态调试：

- 信号系统供货商负责组织车辆供货商进行信号与车辆接口的静态调试；
- 信号与车辆接口的静态调试以信号系统供货商为主，车辆供货商应积极协助配合；
- 静态调试的主要目的为检查配线正确，相互间信号的正确传递；
- 信号系统供货商牵头与车辆供货商共同制定调试大纲，详细描述调试的步骤、方法、测试方法、每辆车的调试时间等内容，并交招标人确认。

b) 信号与车辆接口的动态调试：

- 信号系统供货商负责组织在用户工程现场的信号与车辆接口动态调试，负责信号车载设备与车辆的接口调试组织管理工作（包含后勤保障）。动态调试的主要目的为检查接口功能的实现，相互间信号的正确传递、控制的正确性及信号车载 ATP/ATO 设备的完整功能；
- 信号系统供货商牵头与各方共同制定调试大纲，详细描述调试的步骤、方法、测试方法、每辆车的调试时间等内容，并交招标人确认。

10) 车辆与信号 ATP/ATO 在用户现场的接口功能调试

a) 接口协调：

- 若调试时出现的接口问题属车辆供货商不能满足接口规范时，车辆供货商必须限期整改；
- 若调试时出现的接口问题属车辆牵引制动系统供货商不能满足接口规范时，车辆牵引制动系统供货商必须限期整改；
- 若调试时出现的接口问题属信号系统供货商不能满足接口规范时，信号系统供货商必须限期整改；
- 若调试中出现的接口问题不属参加方的任何一方时，由信号系统供货商牵头和车辆供货商共同提出整改方案交招标人确认，并限期处理完成，车辆供货商必须服从。

b) 调试内容：车辆牵引、制动、车门控制系统等与 ATP/ATO 的接口功能的正确实现。

c) 调试准备：

- 信号系统供货商牵头与车辆供货商共同制定调试大纲，详细描述调试的步骤、方法、测试方法、每辆车的调试时间等内容；
- 信号系统供货商必须在调试前不少于四十五（45）天将与车辆供货商商定的调试大纲交招标人确认。

d) 调试实施：

- 调试由信号系统供货商作技术主持，车辆供货商需积极配合；
- 信号系统供货商负责编制调试通过报告，经各参加方签字确认，但招标人保留最终确认权。

11) 费用

车辆供货商和信号系统供货商为接口工作而发生的费用已分别包含在各自合同价内。当信号系统、车辆供货商间出现无法调解的分歧时，均应服从招标人及其授权代表的协调和裁决，并不得提出增加额外费用的要求。

2.1.14.5 机构和人员要求

1) 车辆供货商、信号系统车载设备供货商均应根据本工程车辆项目的情况，配置专职接口项目经理，并制定详细的接口管理计划，使项目得以顺利实施。

2) 车辆在到达用户现场前，车辆供货商应根据合同的要求，组织和信号系统供货商制定并完成接口实施细则。信号系统供货商根据合同的要求，积极配合，圆满完成接口任务。

3) 车辆在到达用户现场后，信号系统供货商应根据合同的要求，与车辆供货商制定并完成接口调试实施细则。车辆供货商根据合同的要求，积极配合，圆满完成接口任务。

2.1.14.6 联络与协调

1) 与招标人之间的联络会议

a) 与招标人之间的联络会议应根据实际情况安排召开，澄清有关问题，接受招标人指令；

b) 在紧急情况下，招标人有权要求举行临时联络会议；

c) 联络会议前 10 日，应向招标人提交工作报告，其内容应包括，但并不仅限于：

- 上阶段工作完成情况，存在问题及其解决方案；
- 目前工作重点；
- 下阶段工作计划。

2) 车辆供货商或信号供货商负责提供其组织会议的会议室以及必要的设备（例如：计算机、写字板、打印机、投影仪等等）以及市内交通、工作午餐等，与会各方负责各自的旅行、食宿、补贴等费用。

2.1.14.7　车辆供货商与信号供货商之间的联络会议

1) 车辆供货商应和信号系统供货商议定联络会议及每次联络会议的主要议题。
2) 联络会议应定期举行，并提前四十五（45）天通知招标人派代表参加，对重大问题招标人代表有权利提出异议，车辆供货商和信号供货商应及时给予澄清，会议内容应报招标人备案，但并不减轻车辆供货商、信号供货商应负的合同责任。

2.2　与车辆远程告警监控系统的接口

本节与车辆远程告警监控系统接口文件定义信号系统与车辆的机械、电气、功能、电磁兼容、供货、运输、安装、调试及试验等之间接口的技术和项目管理的要求。其作为信号系统及车辆远程告警监控系统的招标文件的共用部分，接口条件对双方同样适用。信号系统供货商与车辆远程告警监控系统供货商均应保证属于接口的所有要求都能得到完全的解决和执行。

信号系统供货商与车辆远程告警监控系统供货商应在投标时向招标人提供各自所采用的通信协议的详细参数及标准，在接口设计联络阶段最终确定通信协议和详细的硬件接口。当接口设计出现分歧时，各供货商必须无条件服从招标人协调和裁定，并不得提出增加额外费用要求。

2.2.1　供货范围的划分

2.2.1.1　信号系统供货商的供货范围

1) 配合实施接口的功能测试及联合调试；
2) 配合车辆远程告警监控系统接口的安装与施工；
3) 配合车辆远程告警监控系统供货商的连接测试。

2.2.1.2　车辆远程告警监控系统供货商的供货范围

1) 提供车辆远程告警监控系统至控制中心信号系统间的接口连接电缆及其安装连接附件；

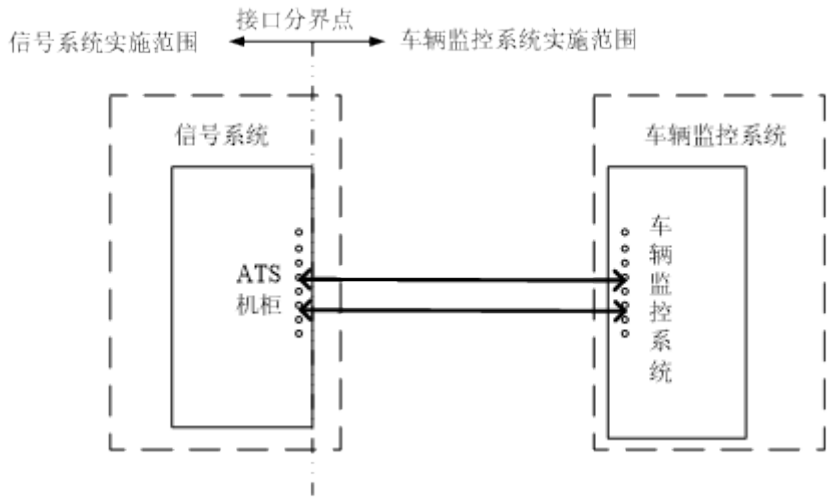
2) 负责实施车辆远程告警监控系统至控制中心信号系统间的接口连接正确性测试；

3) 负责车辆远程告警监控系统与信号系统接口的安装与施工；

4) 负责车辆远程告警监控系统与信号系统的连接测试；

5) 负责车辆远程告警监控系统与信号系统的接口功能测试及联合调试。

2.2.2 接口界面的划分



信号系统与车辆远程告警监控系统控制中心（主备）接口界面划分示意图

2.2.3 接口技术要求

2.2.3.1 接口的名称、编号、用途、位置、数量和类型的定义，见下表：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
与车辆远程告警监控系统接口	车辆远程告警监控系统向信号系统发送车辆远程控制命令等信息。	控制中心信号系统外线端子处	2 处	以太网口

2.2.3.2 接口功能要求

1) 通过接口车辆远程告警监控系统向信号系统发送列车远程控制命令信息，通过信号系统车地无线通道，传送至车辆 TCMS 系统；
2) 向信号系统提供车辆关键系统或设备的状态信息（例如受电弓、牵引系统、制动系统、网络系统等）；
3) 招标人要求的其它功能信息。

2.2.3.3 接口协议要求

1) 信号系统与车辆远程告警监控系统间的接口软件协议包括但不局限于：

a) 物理接口；
b) 通信协议；
c) 数据的定义；
d) 数据的格式等。

2) 接口软件协议具体内容应在设计联络阶段，由车辆远程告警监控系统供货商负责与信号系统的供货商共同协商确定。

2.2.3.4 接口冗余要求

1) 在控制中心信号系统与车辆远程告警监控系统的接口采用双冗余备份接口方式；

2) 在设计联络阶段，信号系统供货商与车辆远程告警监控系统供货商可根据实际需求共同协商，提出修改建议，在相互确认的基础上报招标人批准后实施修改。

2.2.3.5 电磁兼容性要求

1) 接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定；

2) 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作。

2.2.3.6 接口特性要求

1) 接口传输速率待设计联络阶段确定；

2) 车辆远程告警监控系统采用的接口设备应与信号系统供货商确定的接口设备相匹配，如有异议，由招标人裁定，信号系统供货商必须服从；

3) 接口与信号系统及车辆远程告警监控系统间均应采取一定的隔离措施，不允许由于接口的原因，损坏信号系统和车辆远程告警监控系统内部设备；

2.2.4 接口管理划分

2.2.4.1 测试要求

1) 接口的测试工作需要信号系统供货商与车辆远程告警监控系统供货商相互配合完成及共同确认；

2) 信号系统供货商与车辆远程告警监控系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

3) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示的内容，具体测试地点由招标人指定，信号系统供货商必须服从：

测试类别		目的
连接测试	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。

	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证信号系统与车辆远程告警监控系统接口特性合乎要求。
	功能测试	验证信号系统与车辆远程告警监控系统接口功能合乎要求。

2.2.4.2 参数及资料交换要求

1) 信号系统供货商应根据招标人的设备招标计划，在车辆远程告警监控系统招标前，按照招标人通知规定的时间，应向招标人提供信号系统对车辆远程告警监控系统的有关参数要求资料，这些资料至少应包括：

a) 接口软件协议；
b) 信号系统对接口的反应时间要求；
c) 接口形式及接口位置；
d) 其他接口要求。

2) 在车辆远程告警监控系统供货商确定后，信号系统供货商应在设计联络阶段向车辆远程告警监控系统供货商提供如下资料：

a) 接口位置（控制中心）；
b) 对接口连接线缆的要求；
c) 其他子系统供货商要求的技术资料。

3) 车辆远程告警监控系统供货商，应在设计联络阶段向信号系统供货商提供：

a) 接口实施计划及安排；
b) 接口调试方法及验收标准；
c) 接口连接线的定义；

d) 传输数据的内容及格式；

e) 数据定义；

f) 信号系统供货商要求的其他资料等。

4) 所有资料及过程文件应同时提供给工程设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

2.3 与通信系统的接口

本节与通信系统接口文件定义信号系统与通信（包括传输、无线通信、广播、时钟、LTE车地无线通信系统）系统的机械、电气、功能、电磁兼容、供货、安装及测试之间接口的技术和接口项目管理的要求。其作为信号系统及通信相应系统的招标文件的共同部分，接口条件对双方供货商同样适用。信号系统供货商与通信相关系统供货商均应保证属于接口的所有要求都能得到完全的解决和执行。

信号系统供货商与通信相应系统供货商应在投标时向招标人提供各自所采用的通信协议的详细参数及标准，在接口设计联络阶段最终确定通信协议和详细的硬件接口。当接口设计出现分歧时，各供货商必须无条件服从招标人裁定，并不得提出增加额外费用要求。

招标人委托的独立第三方安全评估机构负责全自动运行相关系统工程的安全评估工作，通信系统供货商须根据招标人委托的独立第三方安全评估机构的相关要求进行配合。

投标人作为本工程全自动运行系统一致性协调方，牵头对全自动运行系统间的接口配合进行协调。通信系统供货商在全自动运行系统的技术工作、计划管理工作中，必须无条件服从一致性协调方的指导和管理，如果通信系统供货商与一致性协调方有意见冲突产生争议或有分歧时，由招标人进行裁决，当事双方必须无条件接受，并不得提出增加额外的费用。

2.3.1 与传输系统接口

2.3.1.1 供货范围及责任划分

1) 信号系统的供货范围及责任：

a) 提供信号系统至传输系统间的连接电缆及其安装连接附件；

b) 负责提供接口信号侧的网络安全防护设备；

c) 负责实施信号系统至传输系统间连接电缆的连接及正确性测试；

d) 负责接口的功能测试及联合调试；

e) 车辆段信号设备室至段内设备终端所需的传输设备及光缆。（含信号设备室至维修中心、培训中心、试车线、停车列检库等）

2) 通信传输系统供货商的供货范围及责任：

f) 提供传输系统的接口特性；

g) 负责提供接口通信传输系统侧的网络安全防护设备；

h) 配合接口的连接测试；

i) 配合接口功能测试及联合调试。

2.3.1.2 接口技术要求

1) 接口的名称、用途、位置、数量和类型的定义：

a) 通信传输系统为信号系统提供控制中心到试车线的数据传输通道。通道采用 1 个(双端口)100M 以太网通道，在各信号系统接入点采用 RJ45 的电气接口。接口界面为车辆段通信设备室传输设备配线架接线端子外线侧。

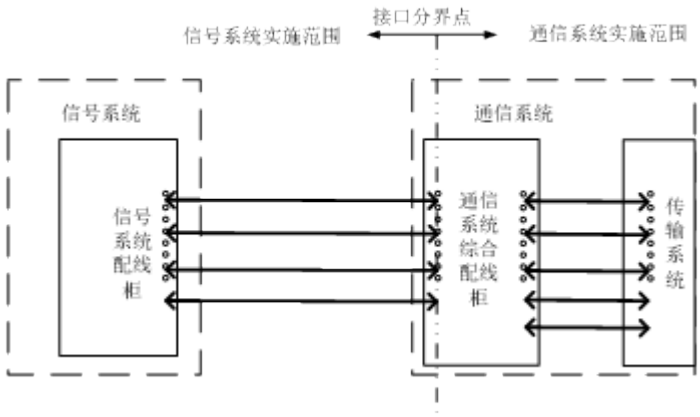
b) 上层网通信传输系统在江北控制中心为信号系统提供至 NCC 平台的传输通道。通道采用 1 个(双端口)100M 以太网通道，在信号系统接入点采用 RJ45 的电气接口。接口界面在江北控制中心综合通信网设备室传输设备配线架接线端子外线侧。

c) 一个/两个车站接口服务器接至通信设备室传输设备配线架接线端子外线侧。

2) 接口分界

a) 信号系统与通信传输系统的接口位置分别存在于控制中心、车辆段的通信设备室内。

b) 接口界面划分示意图：



3) 接口协议要求

a) 信号系统与传输系统的接口协议应符合 IEEE802.3 的有关规定；

b) 接口协议应具有通用性，且符合国际国内有关标准和规范的规定。

4) 接口冗余要求

a) 通信传输系统提供独立双通道，信号系统负责实现冗余；

b) 在设计联络阶段，信号系统供货商与通信系统供货商可根据实际需求共同协商，提出修改建议，在相互确认的基础上报招标人批准后实施修改。

5) 电磁兼容性要求

a) 接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定；

b) 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作。

2.3.1.3 接口管理要求

1) 测试要求

a) 接口的测试工作需要信号系统供货商与通信传输系统供货商相互配合完成及共同确认；

b) 信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

c) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示之内容：

测试类别		目的
连接测试	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证接口特性合乎要求。
	功能测试	验证接口功能能合乎要求。

2) 参数及资料交换要求

a) 信号系统供货商应根据招标人招标计划，在通信传输系统招标前，在招标人通知规定的时间内，应向招标人提供信号系统对通信传输系统的有关参数要求资料，这些资料至少应包括：

- 信号系统对通信通道的各项指标的要求；
- 信号系统网络结构资料；
- 招标人要求的其他接口资料。

b) 通信传输系统供货商确定后，信号系统供货商应在设计联络阶段，向通信传输系统供货商提供如下资料，但不仅限于此：

- 接口特性要求资料；
- 信号系统网络结构；
- 接口实施计划；
- 接口调试方法及验收标准；
- 接口连接线的定义；
- 其他通信传输系统供货商要求的技术资料。

c) 通信传输系统供货商，应在设计联络阶段向信号系统供货商提供资料如下，但不仅限于此：

- 接口位置；
- 接口形式；
- 接口连接线的特性要求；
- 信号系统供货商要求的其他资料等。

d) 所有资料及过程文件应同时提供给工程设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

2.3.2 与广播系统接口

2.3.2.1 供货范围及责任划分

1) 信号系统供货商的供货范围及责任：

a) 确定接口传输协议；
b) 负责提供接口信号侧的网络安全防护设备；
c) 配合广播系统接口测试、功能测试。

2) 广播系统供货商的供货范围及责任：

a) 提供信号系统至广播系统间的接口连接电缆及其安装连接附件；

b) 负责实施信号系统至广播系统间电缆连接及测试；

c) 负责提供接口广播系统侧的网络安全防护设备；

d) 负责接口功能测试及联合调试。

2.3.2.2 接口技术要求

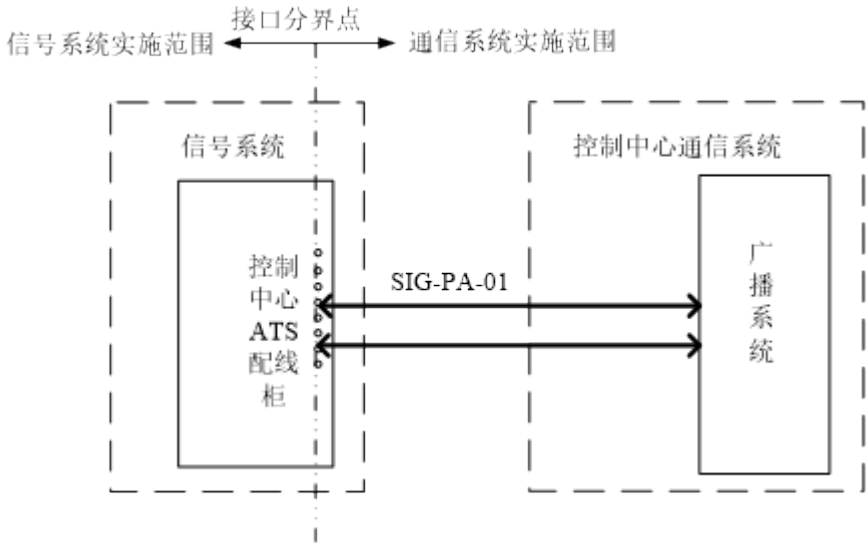
1) 接口的名称、用途、位置、数量和类型的定义：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
与广播系统接口	为广播系统提供信息	控制中心 11 号线线路综合设备室 ATS 系统设备端口处	2 个	RJ45

2) 接口界面

a) 信号系统与广播系统的接口位置在控制中心 11 号线线路综合设备室 ATS 系统配线柜端口处。

b) 信号系统与广播系统接口界面划分示意图：



3) 接口功能要求

a) 信号系统向广播系统提供数据信息，以便车站广播系统进行列车进站、通过等的预告广播；

b) 信号系统向广播系统提供信息的主要内容：

- 列车在车站运行的信息，主要信息内容为：列车运行图；列车到站信息、列车到站信息预报、末班车信息、列车跳停信息、列车扣车信息、清客信息、列车离站信息、列车通过信息、提前发车信息、列车终到站信息、列车退出运行信息、列车编组信息（如有）等；
- 车体号(车组号)、服务号、目的地号。

4) 接口协议要求

a) 信号系统与广播系统间的接口协议由信号系统供货商提出建议并最终确定，广播系统供货商服从；

b) 接口协议应具有通用性，且符合国际国内有关标准和规范的规定；

c) 接口协议的具体内容应在设计联络阶段，由信号系统供货商负责与广播系统的

供货商共同确定。

5) 接口冗余要求

a) 信号系统与广播系统的接口采用冗余备份接口方式；

b) 在设计联络阶段，信号系统供货商与广播系统供货商可根据实际需求共同协商，提出修改建议，在相互确认的基础上报招标人批准后实施修改。

6) 电磁兼容性要求

a) 接口设备及连接线缆产生的电磁辐射应符合相关标准的规定；

b) 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作。

7) 接口特性要求

信号系统与广播系统接口特性要求包括但不局限于：

- 接口的机械电气特性要求；
- 接口连接电缆的特性要求；
- 接口形式的要求；
- 接口传输特性的要求等。

以上特性要求，均应在设计联络阶段由系统供货商双方共同确定。

信号系统与广播系统间的信息交换描述如下表所示，但不仅限于此：

交换信息的内容	
信号系统	**广播系统**
信号系统提供： 列车运行图；列车到站信息、列车编组信息（如有）、列车到站信息预报、末班车信息、列车跳停信息、列车扣车信息、清客信息、列车离站信息、	接收信息，发送确认信息。

列车通过信息、提前发车信息、列车终到站信息、列车退出运行信息等； 车体号(车组号)、服务号、目的地号。	

2.3.2.3 接口管理要求

1) 测试要求

a) 接口的测试工作需要信号系统供货商与广播系统供货商相互配合完成及共同确认；

b) 信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

c) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示之内容：

测试类别		目的
连接测试	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证接口特性合乎要求。
	功能测试	验证接口功能合乎要求。

2) 参数及资料交换

a) 信号系统供货商应根据本项目计划，在广播系统招标前，在招标人通知规定的时间内，应向招标人提供信号系统对广播系统的有关参数要求资料，这些资料至少应包括：

- 接口特性要求资料；

- 接口通信协议；
- 接口形式及位置；
- 招标人要求的其他接口资料。

b) 信号系统供货商应在设计联络阶段，向广播系统供货商提供如下资料，但不仅限于此：

- 接口特性要求资料；
- 接口通信协议；
- 接口形式及位置；
- 数据格式、定义；
- 接口连接线的定义；
- 接口连接线的特性要求；
- 广播系统供应商要求的其他技术资料。

c) 广播系统供货商，应在设计联络阶段向信号系统供货商提供资料如下，但不仅限于此：

- 接口功能要求及说明；
- 接口信息需求；
- 接口调试方法及验收标准；
- 接口位置；
- 接口实施计划；
- 信号系统供货商要求的其他资料等。

d) 所有资料及过程文件应同时提供给工程设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

2.3.3 与时钟系统接口

2.3.3.1 供货范围及责任划分

1) 信号系统的供货范围及责任：

a) 负责提供接口信号侧的网络安全防护设备；

b) 适应时钟系统通信协议，负责信号系统内部软、硬件调整；

c) 负责与时钟系统接口的功能测试及联合调试；

2) 时钟系统供货商的工作范围：

a) 确定与信号系统接口的时钟传输协议；

b) 负责提供接口时钟系统侧的网络安全防护设备；

c) 配合信号系统供货商对时钟系统接口的连接测试、功能测试及联合调试；

2.3.3.2 接口技术要求

1) 接口的名称、用途、位置、数量和类型的定义：

接口名称	**用途**	**接口位置**	**接口数量**	**接口类型**
与时钟系统接口	为信号系统提供时间校准信息	控制中心云平台内部	2 个	虚拟接口

2) 接口功能要求

a) 时钟系统为信号系统提供实时的标准时间信息；

b) 信号系统接收时间信号，并根据时间信号校准信号系统时钟。

3) 接口协议要求

a) 信号系统与时钟系统的接口协议由时钟系统供货商提出建议并最终确定，信号系统供货商应服从；

b) 接口软件协议应具有通用性，且符合国际国内有关标准和规范的规定；

c) 接口协议的具体内容应在设计联络阶段，由信号系统供货商负责与时钟系统的供货商共同确定。

4) 接口冗余要求

a) 信号系统与时钟的接口采用冗余备份接口方式；

b) 对于冗余要求，在设计联络阶段，信号系统供货商与时钟系统供货商可根据实际需求共同协商，提出修改建议，在相互确认的基础上报招标人批准后实施修改。

5) 接口特性要求

信号系统与时钟系统的接口特性要求包括但不局限于：

- 时间信号的精确度；
- 时间信号的刷新频率等。

信号系统与时钟系统接口特性具体内容在设计联络阶段由信号系统供货商向时钟系统供货商提出。

信号系统与时钟系统间的信息交换描述如下表所示，但不仅限于此内容：

交换信息的内容	
信号系统	**时钟系统**
信号系统接收标准时间信息。	实时提供标准时间信息。

2.3.3.3 接口管理要求

1) 测试要求

a) 接口的测试工作需要信号系统供货商与时钟系统供货商相互配合完成及共同确认；

b) 信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

c) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示之内容：

测试类别		目的
连接测试	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证接口特性合乎要求。
	功能测试	验证接口功能合乎要求。

2) 参数及资料交换要求

a) 信号系统供货商应根据本项目计划，在时钟系统招标前，在招标人通知规定的时间内，应向招标人提供信号系统对时钟系统的有关参数要求资料，这些资料至少应包括：

- 对时间信息的精度要求；
- 对时间信息的刷新频率的要求；
- 其他接口要求。

b) 时钟系统供货商确定后，信号系统供货商应在设计联络阶段，向时钟系统供货商提供如下资料，但不仅限于此：

- 对时间信息的内容、形式要求描述文件；
- 传输数据的内容及格式；
- 数据定义；

- 时钟接口连接线的定义；
- 时钟接口实施计划及安排；
- 时钟接口调试方法及验收标准；
- 其他时钟系统供货商要求的技术资料。

c) 时钟系统供货商，应在设计联络阶段向信号系统供货商提供资料如下，但不仅限于此：

- 时钟接口位置；
- 时钟接口形式；
- 时钟通信协议；
- 时钟接口信息定义；
- 时钟接口连接线的特性要求；
- 信号系统供货商要求的其他资料等。

d) 所有资料及过程文件应同时提供给工程设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

2.3.4 与 LTE 车地无线通信系统的接口

2.3.4.1 本接口规定了当采用由通信供货商提供的基于 TD-LTE（1.8GHz）的无线通信网络（LTE 车地无线通信系统），实现全线车-地间综合业务（包括 CBTC、集群调度、PIS 等业务）的传输时，信号系统与其接口的相关内容。本章内容为招标人基本内容，投标人可在投标文件中提供相关的系统接口优化方案供招标人参考。最终的接口方案将在设计联络阶段确定。

2.3.4.2 供货范围及责任划分

1) 信号系统的供货范围及责任：

a) 确定接口传输协议；

b) 负责实施信号系统至LTE车地无线通信系统间接口电缆连接及其安装连接附件及测试；

c) 负责提出测试计划和测试大纲，并与LTE车地无线通信系统供货商共同确认；

d) 负责配合与LTE车地无线通信系统的联合测试；

e) 负责按照双方确认的测试计划配合LTE车地无线通信系统进行测试平台搭建及接口测试、功能测试；

f) 负责按照LTE车地无线通信系统测试环境要求，提供测试场所。拟定信号系统供货商完成静态测试内容后，在试车线进行LTE车地无线通信系统动态测试；

g) 负责与LTE车地无线通信系统供货商共同确认关于承载CBTC业务部分的测试报告内容；

h) 负责提供信号系统与LTE车地无线通信系统接口信号侧的网关等网络安全防护设备；

i) 用于LTE车地无线通信系统测试平台搭建中的相关信号系统设备应与本工程供货设备型号保持一致，投标人应自行考虑测试平台的设备及材料。

2) LTE车地无线通信系统供货商的供货范围及责任：

a) 负责提供核心网设备、基带处理单元、射频拉远单元、漏缆等网络设备；

b) 负责提供信号系统与LTE车地无线通信系统接口LTE车地无线通信侧的网关等网络安全防护设备；

c) 负责与信号系统供货商共同确认测试计划和测试大纲；

d) 负责按照双方确认的测试计划完成LTE车地无线通信系统测试平台的搭建和测试；

e) 负责接口功能测试及联合调试；

f) 负责与信号系统供货商共同确认关于承载CBTC业务部分的测试报告内容；

g) 用于综合无线系统测试平台搭建中的相关LTE车地无线通信系统设备应与本工

程供货设备型号保持一致，投标人应自行考虑测试平台的设备及材料；

h) 无线通信专业须配合信号系统进行安全评估工作。

2.3.4.3 接口技术要求

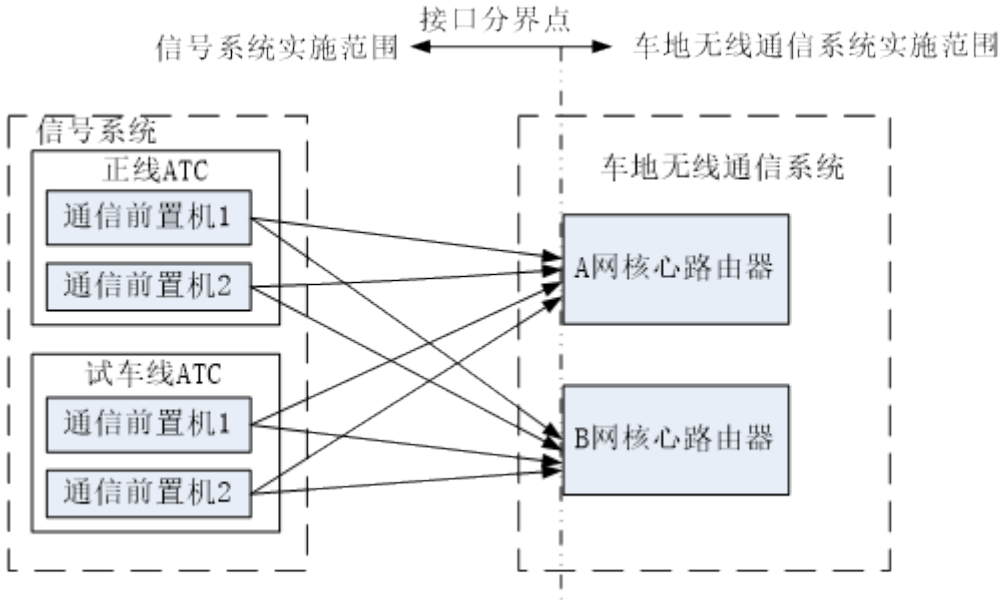
1) 接口的名称、用途、位置、数量和类型的定义：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
与 LTE 车地无线通信系统	通过 LTE 车地无线通信系统进行 CBTC 车-地无线通信信息的透明传输	控制中心 11 号线线路综合设备室 LTE 车地无线通信系统核心路由器设备端口处	控制中心 8 处(A/B 网各 4 处)；	千兆/百兆自适应以太网，RJ45，IP 协议
		车载司机室 TAU 用户侧端口	位于信号系统设备侧，每端各 2 个	百兆以太网 RJ45

具体接口情况在设计联络阶段确定。

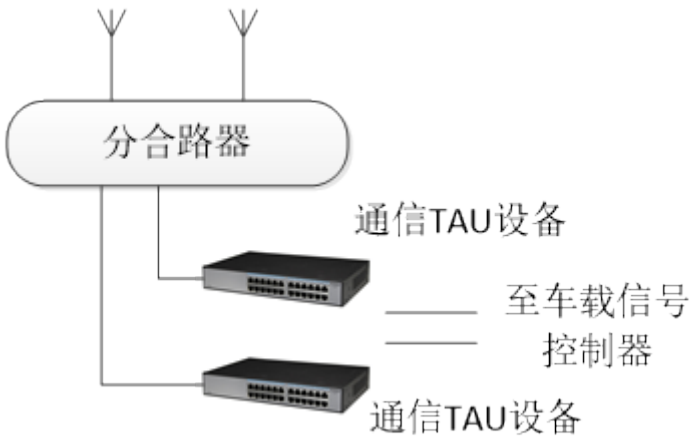
2) 接口界面

a) 信号地面设备与 LTE 车地无线通信系统接口界面划分示意图：



控制中心接口

b) 司机室信号车载设备与 LTE 车地无线通信系统接口界面划分示意图：



司机室接口

3) 车地间采用基于无线通信技术的传输方式时，在最高列车运行速度不小于 120km/h 条件下，其实现的主要控制指标包括但不限于：

a) 误码率小于 10^{-6}；

b) 95%概率条件下车地通信单网络的越区切换时间应在 100ms 以内；

c) 信息传输的丢包率应小于 1%；信息传输丢包率：LTE 系统单网信息传输丢包率不大于 1%。

d) 车地通信经有线和无线网络传输延迟时间应小于 150ms；信息传输延迟时间：LTE 系统单网信息传输的端到端延迟时间不大于 150ms 的概率不小于 98%。

e) 车地通信每列车信息的传输速率不应低于 1Mbps；信息传输速率：满足 GOA4 运行模式需要，LTE 系统单网为列车运行控制业务每路提供的传输速率上下行分别不小于 512kbit/s。

f) 有线网络信息传输速率不小于 100Mbps；

g) DCS 骨干网应采用双向自愈的环形拓扑结构，应保证环网中一个节点故障后重新配置时间小于 50ms；

h) 整车应实现无缝切换。

4) 接口功能要求

a) 信号系统经由 DCS 有线网络后，通过冗余的 LTE 核心网交换机接入 LTE 车地无线通信系统。通过 LTE 车地无线通信系统提供的无线透明传输通道实现 CBTC 车-地数据的实时、双向传输。完成信号 CBTC 系统的列车控制和车辆维护信息上传功能。

b) 信号系统供货商应与 LTE 车地无线通信系统供货商共同实现试车线数据与正线数据的完全隔离，正线、试车线的 CSR 必须是物理隔离。

c) 由 LTE 车地无线通信系统承载信号系统信息的主要内容有：

- 移动授权；
- 限速信息；
- 列车识别号；
- 运营调整指令；

- 列车车组号；
- 站台屏蔽门开/关命令；
- 本列车的定位信息；
- 本列车的速度信息等。

5) 接口协议要求

a) 信号系统与LTE车地无线通信系统间的接口协议由LTE车地无线通信系统提出建议，并由信号系统供货商共同确认；

b) 接口协议应具有通用性，且符合国际国内有关标准和规范的规定；

c) 接口协议的具体内容应在设计联络阶段确定，由信号系统供货商负责与LTE车地无线通信系统的供货商共同确定。

d) 试车线CSR的IP地址与正线CSR的IP地址必须不同。

6) 接口冗余要求

a) 信号系统与LTE车地无线通信系统的接口采用A/B网双冗余备份接口方式；

b) 在设计联络阶段，信号系统供货商与LTE车地无线通信系统供货商可根据实际需求共同协商，提出修改建议，在相互确认的基础上报招标人批准后实施修改。

7) 电磁兼容性要求

a) 接口设备及连接线缆产生的电磁辐射应符合相关标准的规定；

b) 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作。

8) 接口特性要求

信号系统与LTE车地无线通信系统接口特性要求包括但不局限于：

a) 接口的机械电气特性要求；

b) 接口连接电缆的特性要求；

c) 接口形式的要求；

d) 接口传输特性的要求等；

e) 以上特性要求，均应在设计联络阶段由双方共同确定。

2.2.4.3 接口管理要求

1) 测试要求

a) 接口的测试工作需要信号系统供货商与 LTE 车地无线通信系统供货商相互配合完成及共同确认；

b) 信号系统供货商需负责编制测试计划并提供测试场地，LTE 车地无线通信系统供货商根据测试计划和系统接口分工要求提供相关设备，明确测试环境要求，并负责在信号系统供货商提供的测试试验场地搭建测试平台；

c) LTE 车地无线通信系统供货商负责完成系统间的接口测试及功能测试，相关承载 CBTC 业务部分的测试报告内容需由 LTE 车地无线通信系统和信号系统供货商共同确认；

d) 信号系统供货商应向招标人提交信号系统和 LTE 车地无线通信系统共同确认的测试计划和测试报告；

e) 信号系统供货商需配合 LTE 车地无线通信系统供货商进行 LTE 车地无线通信系统的测试工作；

f) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示之内容：

测试类别		目的
连接	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。

测试	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通信连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证接口特性合乎要求。
	功能测试	验证接口功能合乎要求。

2) 参数及资料交换

a) 信号系统供货商应根据本项目计划，在招标人通知规定的时间内，应向招标人提供信号系统对 LTE 车地无线通信系统的有关参数要求资料，这些资料至少应包括：

- 接口特性要求资料；
- 接口通信协议；
- 接口形式及位置；
- 招标人要求的其他接口资料。

b) 信号系统供货商应在设计联络阶段，向 LTE 车地无线通信系统供货商提供如下资料，但不仅限于此：

- 接口特性要求资料；
- 接口通信协议；
- 接口形式及位置；
- 数据格式、定义；
- 接口连接线的定义；
- 接口连接线的特性要求；
- LTE 车地无线通信系统供应商要求的其他技术资料。

c) LTE 车地无线通信系统供货商，应在设计联络阶段向信号系统供货商提供资料

如下，但不仅限于此：

- 接口功能要求及说明；
- 接口信息需求；
- 接口调试方法及验收标准；
- 接口位置；
- 接口实施计划；
- 信号系统供货商要求的其他资料等。

d) 所有资料及过程文件应同时提供给工程设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

2.3.5 与 LTE 车地无线集群的接口

1）接口内容

信号专业在控制中心分别向LTE车地无线集群系统提供 2 个独立数据接口（RJ45），为LTE车地无线集群提供包括但不限于列车识别号、列车车体号（车组号）、列车位置、列车进出正线、列车去行方向（上/下行）等信息（接口类型在信号专业设计联络会后确定）。接口界面在控制中心 11 号线线路综合设备室ATS系统设备端口处。LTE系统至信号专业交换机的线缆由通信专业提供。

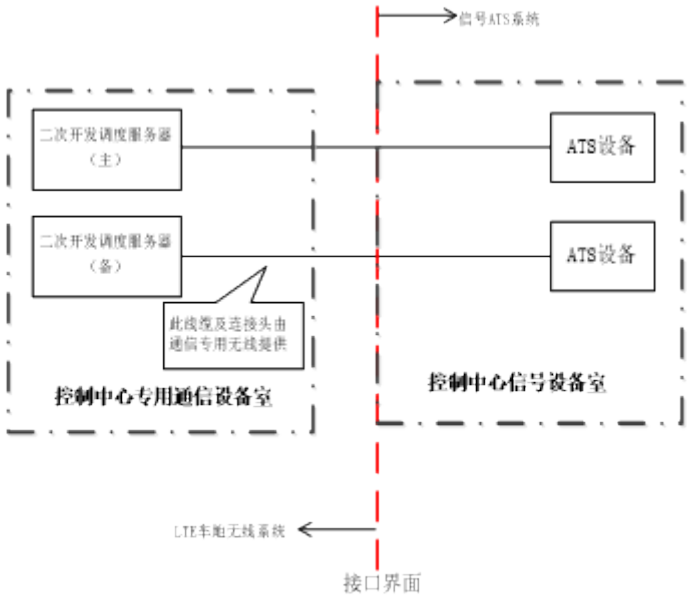
2）接口界面及示意图

- 接口界面

内容	说明
接口分界点	控制中心 11 号线线路综合设备室 ATS 系统设备端口处
接口数量	控制中心 2 个
接口类型	10/100M 以太网接口
物理接口	RJ45
线缆类型	超五类屏蔽双绞线
接口用途	信号专业在控制中心向通信 LTE 车地无线集群提供列车信息（包括但不限于包括但不限于列车识别号、列车车体号（车组号）、列车位置、列车进出

	正线、列车去行方向（上/下行）等信息）	
相关方责任	信号	通信
	确定传输协议，配合调试	负责敷设线缆、接线、调试
接口测试	通信负责，信号配合	

➢ 示意图



2.3.6 通信系统与大屏系统的接口

2.3.6.1 供货范围及责任

1) 信号系统的供货范围及责任：

a) 配合接口的连接测试；

b) 配合接口功能测试及联合调试。

2) 通信系统供货商的供货范围及责任：

a) 提供通信系统至控制中心大屏间的连接线缆及其安装连接附件；

b) 负责通信系统至控制中心大屏间连接线缆的连接及正确性测试；

c) 提供传输系统的接口特性；

d) 负责接口的连接测试；

e) 负责接口功能测试及联合调试。

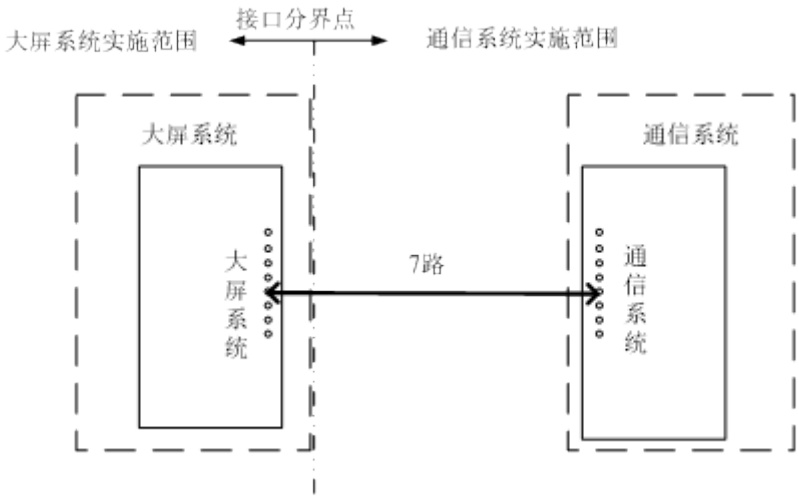
2.3.6.2 接口技术要求

1) 接口的名称、用途、位置、数量和类型的定义：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
通信系统与大屏系统接口	显示视频信息	控制中心大屏处	控制中心暂定为 7 路	HDMI

通信系统与大屏系统接口界面在控制中心大屏幕接口处，暂定为 7 路视频，接口类型为 HDMI（具体接口数量、类型在通信第一次设计联络会后提供）。

2) 接口分界



3) 接口协议要求

接口协议应具有通用性，且符合国际国内有关标准和规范的规定。

4) 接口冗余要求

a) 通信系统与大屏系统暂不考虑冗余措施；

b) 在设计联络阶段，信号系统供货商与通信系统供货商可根据实际需求共同协商，提出修改建议，在相互确认的基础上报招标人批准后实施修改。

5) 电磁兼容性要求

a) 接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定；

b) 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作。

2.3.6.3 接口管理要求

1) 测试要求

a) 接口的测试工作需要信号系统供货商与通信系统供货商相互配合完成及共同确认；

b) 通信系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

c) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示之内容：

测试类别		目的
连接测试	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。

联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证接口特性合乎要求。
	功能测试	验证接口功能能合乎要求。

2) 参数及资料交换要求

a) 通信传输系统供货商确定后，在设计联络阶段，通信传输系统供货商提供如下资料，但不仅限于此：

- 接口特性要求资料；
- 信号系统网络结构；
- 接口实施计划；
- 接口调试方法及验收标准；
- 接口连接线的定义；
- 其他通信传输系统供货商要求的技术资料。

b) 信号系统供货商，应在设计联络阶段向通信系统供货商提供资料如下，但不仅限于此：

- 接口位置；
- 接口形式；
- 接口连接线的特性要求；
- 信号系统供货商要求的其他资料等。

c) 所有资料及过程文件应同时提供给工程设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

2.3.7　与视频监视系统的接口

2.3.7.1　接口内容

视频监控系统向信号系统提供实时的换乘车站（暂定马骡圩站、浦口万汇城战、中央商务区站、大桥站、柳洲东路站）站台区视频分析的候车乘客数量的数据信息，信号系统根据视频监控系统提供的数据进行拥挤度分析。信号系统与视频监控系统的接口为云平台虚拟接口，接口界面在控制中心云平台内部。

2.3.7.2　接口的名称、用途、位置、数量和类型的定义：

接口名称	**用途**	**接口位置**	**接口数量**	**接口类型**
与视频监控系统接口	通信提供换乘车站站台区实时的车站上、下行站台区视频分析的候车乘客数量的数据信息。 信号系统接收信息，发送确认信息。	控制中心云平台内部	2 个	虚拟接口

2.3.8　与微模块机房的接口

江北控制中心 11 号线线路综合设备室采用微模块方式进行布置。微模块为信号专业暂定提供 5 面机柜的设备安装空间及相关安装配件。信号专业采用套柜的方式进行设备安装。

2.3.9　与 5G 公专网的接口

1）接口内容

信号专业在控制中心预留与 5G公专网的数据接口（RJ45），用于传输车载维护相关信息。

具体接口数量在设计联络会中确定。

2）接口界面

信号车载设备与通信 5G 公专网接口界面位于司机室信号系统设备侧。

2.4 与综合监控系统的接口

本节与综合监控接口文件定义了信号系统与综合监控系统的机械、电气、功能、电磁兼容、供货及安装之间接口的技术和接口项目管理的要求。其作为信号系统及综合监控系统的招标文件的共用部分，接口条件对双方供货商同样适用。信号系统供货商与综合监控系统供货商均应保证属于接口的所有要求都能得到完美地解决和执行。

信号系统供货商与综合监控系统供货商应在投标时向招标人提供各自所采用的通信协议的详细参数及标准，在接口设计联络阶段最终确定通信协议和详细的硬件接口。当接口设计出现分歧时，各供货商必须无条件服从招标人协调，并不得提出增加额外费用要求。

招标人委托的独立第三方安全评估机构负责全自动运行相关系统工程的安全评估工作，综合监控系统供货商须根据招标人委托的独立第三方安全评估机构的相关要求进行配合。

投标人作为本工程全自动运行系统一致性协调方，牵头对全自动运行系统间的接口配合进行协调。综合监控系统供货商在全自动运行系统的技术工作、计划管理工作中，必须无条件服从一致性协调方的指导和管理，如果综合监控系统供货商与一致性协调方有意见冲突产生争议或有分歧时，由招标人进行裁决，当事双方必须无条件接受，并不得提出增加额外的费用。

信号系统供货商须承诺当信号系统与综合监控系统接口的技术方案因招标人的要求发生改变时，不增加任何费用。

与全自动运行相关的接口设计、调试、验证由信号系统供货商牵头，综合监控系统供货商须无条件配合，各方不免除接口所负的责任。

2.4.1 供货范围及责任划分

2.4.1.1 信号系统的供货范围及责任

1) 提供信号系统至综合监控系统 IBP 盘间的连接电缆及其安装连接附件；

2) 负责实施信号系统至综合监控系统 IBP 盘间的连接电缆的敷设与连接；

3) 负责实施信号系统至综合监控系统 IBP 盘间的连接电缆连接正确性测试；

4) 在控制中心负责提供信号系统与综合监控系统接口信号侧的网络安全防护设备；

5) 负责实施接口的功能测试及联合调试；

6) 配合综合监控系统接口的安装与施工；

7) 配合综合监控系统供货商的连接测试。

2.4.1.2 综合监控系统供货商的工作范围

1) 提供综合监控系统至信号系统控制中心间的接口连接电缆及其安装连接附件；

2) 负责提供信号系统与综合监控系统接口综合监控系统侧的网络安全防护设备；

3) 负责实施综合监控系统至信号系统控制中心间的接口连接电缆的敷设与连接；

4) 负责实施综合监控系统至信号系统控制中心间的接口连接电缆连接正确性测试；

5) 提供综合监控系统至控制中心大屏间的网线及其安装连接附件；

6) 负责实施综合监控系统至控制中心大屏间的网线的敷设与连接；

7) 负责实施综合监控系统至控制中心大屏间的接口连接正确性测试；

8) 配合信号系统接口的安装与施工；

9) 配合信号系统供货商的连接测试；

10) 配合信号系统供货商的接口功能测试及联合调试。

2.4.1.3 信号系统车站车控室现地控制工作站用工作台及显示器由综合监控专业提供并实施安装，信号系统控制中心调度大厅内的工作站用工作台及显示器由综合监控专业提供并实施安装，信号系统供货商所提供的工作站设备数量、尺寸、散热、重量、配电容量等应符合现有工作台的相关技术要求。其余地点信号用工作台由信号系统供货商提供并实施安装。

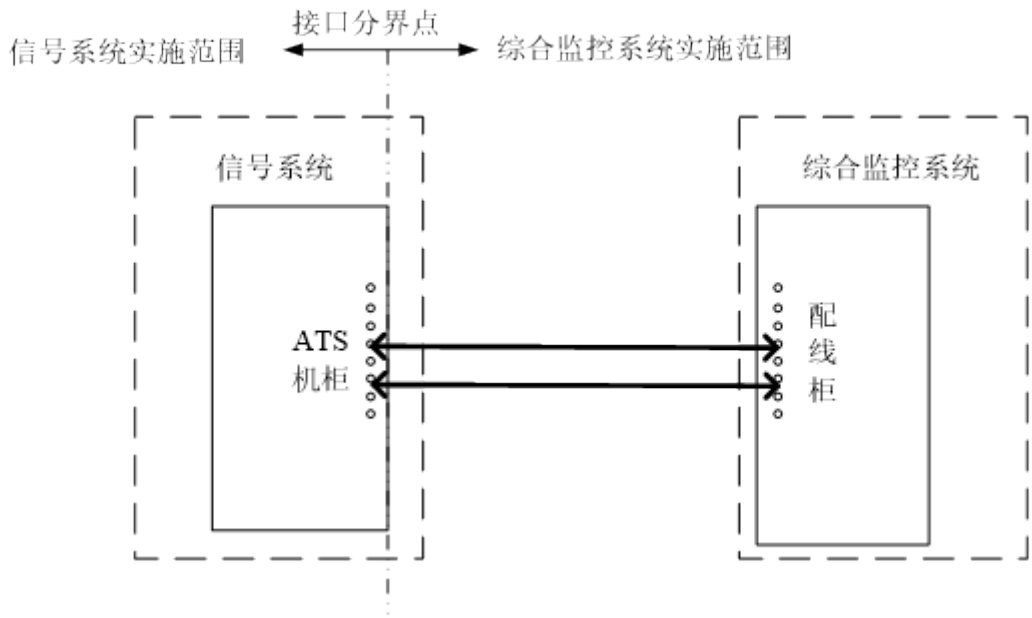
2.4.1.4 IBP 盘上紧急关闭按钮/紧急关闭复原按钮、扣车/取消扣车、发车确认按钮、SPKS 及旁路按钮、站台开门、站台关门、试灯按钮、表示灯、标识及警示说明铭牌等由

综合监控供货商提供，经信号确认同意后安装，IBP 盘内部配线由综合监控系统供货商完成。IBP 盘上的转辙机电流表、蜂鸣器应由信号系统供货商提供并负责安装，由综合监控供货商预留位置并完成 IBP 盘内部配线。IBP 盘内信号指示灯回路及按钮回路的电源由信号专业自行提供。综合监控系统 IBP 盘外线端子至信号系统设备间的电缆的敷设、连接及安装条件的预留由信号系统供货商负责实施。信号系统提供安装于工作台上的设备样品 1 套，综合监控系统供货商在完成工作台的试制造后，在规定的时间内归还信号系统供货商。

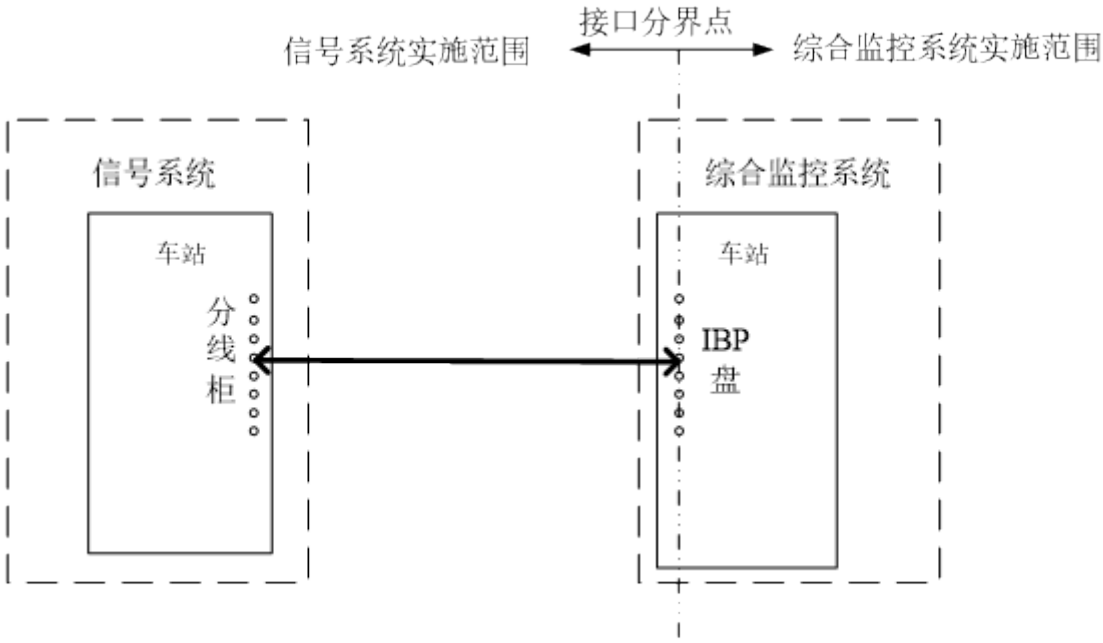
2.4.2 接口界面划分

2.4.2.1 信号系统与综合监控系统在控制中心的接口位置位于信号系统外线端子处。在车站与 IBP 盘的接口位置位于车站控制室 IBP 盘端子排外线侧。

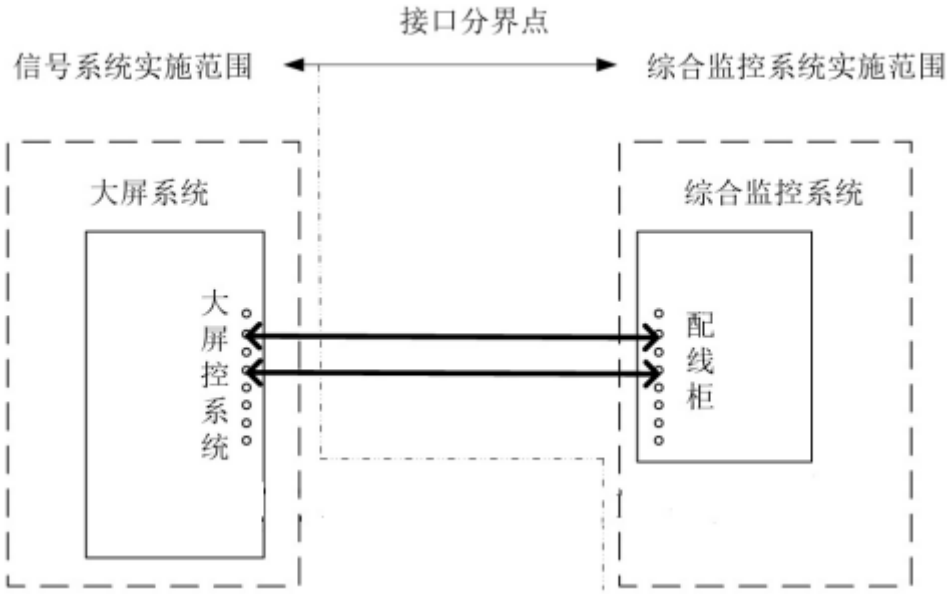
2.4.2.2 接口界面划分示意图：



信号系统与综合监控系统在控制中心接口界面示意图



信号系统与综合监控系统车站接口界面示意图



大屏系统与综合监控系统控制中心接口界面示意图

2.4.3 接口技术要求

2.4.3.1 接口的名称、编号、用途、位置、数量和类型的定义，见下表：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型

与综合监控系统接口	为信号系统提供综合监控系统信息； 为综合监控系统提供列车位置及时刻表等信息。	控制中心信号系统外线端子处	2 处	暂定以太网口
与综合监控系统 IBP 盘	IBP 盘上信号系统紧急关闭按钮的控制和显示。	车控室 IBP 盘端子外线侧	若干	硬线
大屏系统与综合监控系统接口	若需要显示综合监控关键信息，调整大屏显示区域。	控制中心大屏	2 处	以太网接口

2.4.3.2 接口功能要求

1) 通过接口综合监控系统向信号系统提供相关报警信息，为调度操作员提供必要的报警信息；
2) 通过接口信号系统向综合监控系统提供全线列车运行模拟表示信息、车辆提供给信号的列车关键状态信息及必要的运营时刻表信息、列车阻塞信息等；
3) 南京地铁 11 号线一期工程列车阻塞信息定义为：在自主运行模式下当列车在区间停车超过 120 秒或在信号后备模式下列车在区间一个计轴区段内运行时间超过正常计算运行时间加 120 秒时，属于阻塞工况。信号系统将触发该区间阻塞工况报警信息并发给综合监控系统，综合监控系统在其操作终端显示报警信息，待运营确认后，隧道通风系统进入阻塞运行模式。当在自主运行模式下列车重新移动或者在信号后备模式下列车出清超时的计轴区段时，信号系统将解除报警信息并发给综合监控系统，综合监控系统在其操作终端显示报警解除相应信息，由待运营人工确认并执行阻塞解除操作后，隧道通风系统从阻塞运行模式恢复至正常运行模式，但每次阻塞运行时间不得少于 10 分钟。
4) 信号系统应能提供满足上述功能要求的阻塞信息。
5) 接口设备应具备对接口通信状态实施实时监测的功能。
6) 车站火灾联动功能：信号系统收到综合监控系统发送的火灾报警信息（站厅、站台）后，在行调工作站上显示报警信息，人工确认该信息后，信号系统执行

相关的联动命令，具体方案在设计联络阶段确定。

7) 供电分区带电状态信息由综合监控系统传给信号系统，信号系统负责在大屏和行调工作站上进行显示。

8) 招标人要求的其它功能信息。

以上所列信号与综合监控系统的接口要求为基本内容要求；为适应全自动驾驶的特殊要求，在相应场景下信号系统与综合监控系统的联动及需在信号行车调度 ATS 界面上增加显示的相关信息和大屏显示关键信息等内容须在设计联络阶段再行确定详细内容。

2.4.3.3 接口协议要求

1) 信号系统与综合监控系统间的接口软件协议包括但不局限于：

a) 物理接口；

b) 通信协议；

c) 数据的定义；

d) 数据的格式等。

2) 接口软件协议具体内容应在设计联络阶段，由信号系统供货商负责与综合监控系统的供货商共同协商确定。

2.4.3.4 接口冗余要求

1) 在控制中心信号系统、大屏显示系统与综合监控系统的接口采用双冗余备份接口方式；

2) 在设计联络阶段，信号系统供货商与综合监控系统供货商可根据实际需求共同协商，提出修改建议，在相互确认的基础上报招标人批准后实施修改。

2.4.3.5 电磁兼容性要求

1) 接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定；

2) 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作。

2.4.3.6 接口特性要求

1) 接口传输速率待设计联络阶段确定；
2) 综合监控系统采用的接口设备应与信号系统供货商确定的接口设备相匹配，如有异议，由招标人裁定，信号系统供货商必须服从；
3) 接口与信号系统及综合监控系统间均应采取一定的隔离措施，不允许由于接口的原因，损坏信号系统和综合监控系统内部设备；
4) 信号系统与综合监控系统间的信息交换：

交换信息的内容	
信号	综合监控
场景功能所需的信息点全部传递给 ISCS，包括但不限于： (1)信号设备的状态和故障信息（具体设计联络阶段讨论） 1)中央信号设备：信号系统接口信息，接口设备的状态信息（含故障信息）； 2)车站本地设备：影响行车的系统状态及故障状态； 3)轨旁信号设备； 4)车载信号设备； (2)列车的位置（具体设计联络阶段讨论） 1)列车位置信息以信号提供的列车所在计轴区段位置信息为准，信号给出对应的计轴区段的 ID； (3)阻塞（具体设计联络阶段讨论）	-接收信号系统提供的信息，反馈确认信息。 向信号系统提供为实现全自动驾驶联动所需的功能信息（如车外烟火信息、运营准备、唤醒、休眠、列车运行中的紧急控制、车站及区间紧急控制等相关联动功能所需信息）。 向信号系统提供供电区供电状态信息，每个供电分区供电负荷上限、允许进入列车数量、电力消耗信息、闸刀开关状态、反馈确认信息等。 向信号系统提供的车站火灾信息、区间火灾、区间水位、人防门等信息。

(4)阻塞恢复（具体设计联络阶段讨论） (5)运行图（列车计划时刻表）： 1)ATS 通过 FTP 在双方约定的时间主动传送给 ISCS（暂定包含文件校验码）； 2)如果计划时刻表更新应主动传送给 ISCS； 3)通讯规约中包含最新时刻表编号； 4)如果传送文件失败，支持手动拷贝； 5)信号可提供的运行图其它相关信息。 (6)列车驾驶模式 1)全自动运行模式 FAM； 2)自动驾驶模式 AM； 3)ATP 保护下的人工驾驶模式 CM； 4)限制人工驾驶模式 RM； 5)自动限制驾驶模式 RRM； 6)蠕动驾驶模式 CAM。 (7)列车控制级别 1)连续式通信控制级（车地无线正常，CTC 级别）； 2)联锁控制级（更低降级模式，IXL 级别）； (8)车组号信息 1)列车唯一识别信息； (9)车次号信息 (10)列车到站台时间 (11)乘务员号 1)司机代码信息； (12)列车进站信息 (13)列车方向信息（具体设计联络阶段讨论）	首列车巡道、蠕动模式、车载紧停按钮被触发、紧急开门手柄被触发、应急对讲被触发信息。 向信号系统提供车站客流信息。

1)马骡圩站方向、浦洲路站方向； 2)列车所属轨道（信号单轨图：全线轨道的定义，唯一不重复，确定物理位置）； 车门对位隔离信息 1)车门与站台门的对应关系表； (14)列车火灾信息 (15)ISCS 与 ATS 通讯机制（具体设计联络阶段讨论） (16)轨道区段号：当前列车所在位置信息（当列车发生阻塞时，需要发送当前列车所在区段号） (17)全自动驾驶联动所需的功能信息（具体设计联络阶段讨论） 1）列车休眠状态； 2）列车疏散状态（待定）； 3）列车唤醒~~自检~~状态； 4）列车紧急制动状态。	

具体交互信息在设计联络中确定。

2.4.4 接口管理划分

2.4.4.1 测试要求

1) 接口的测试工作需要信号系统供货商与综合监控系统供货商相互配合完成及共同确认；
2) 信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；
3) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示的内容，具体测试地点由招标人指定，信号系统供货商必须服从：

测试类别		目的
连接测试	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证信号系统与综合监控系统接口特性合乎要求。
	功能测试	验证信号系统与综合监控系统接口功能合乎要求。

2.4.4.2 参数及资料交换要求

1) 信号系统供货商应根据招标人的设备招标计划，在综合监控系统招标前，按照招标人通知规定的时间，应向招标人提供信号系统对综合监控系统的有关参数要求资料，这些资料至少应包括：

a) 信号系统对综合监控系统信息的需求说明；

b) 接口软件协议；

c) 信号系统对接口的反应时间要求；

d) 接口形式及接口位置；

e) 其他接口要求。

2) 在综合监控系统供货商确定后，信号系统供货商应在设计联络阶段向综合监控系统供货商提供如下资料：

a) 接口位置（控制中心）；

b) 需求信息的内容及形式要求描述文件；

c) 传输数据的内容及格式；

d) 数据定义；

e) 接口实施计划及安排；

f) 接口调试方法及验收标准；

g) 接口连接线的定义；

h) 其他子系统供货商要求的技术资料。

3) 综合监控系统供货商，应在设计联络阶段向信号系统供货商提供：

a) 接口位置（车站 IBP 盘）；

b) 对接口连接线缆的要求；

c) 信号系统供货商要求的其他资料等。

4) 所有资料及过程文件应同时提供给工程设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

2.4.4.3 工作台接口配合要求

1) 信号系统供货商应配合综合监控专业对上述各地工作台的设计、布置和安装，并在设计联络阶段向综合监控专业提供与此有关的资料，这些资料包括但不局限于：

a) 在工作台上放置的设备的布置方式、散热、防尘等要求；

b) 在工作台上放置的设备的数量、尺寸、重量资料；

c) 在工作台上预留安装孔洞，线槽等安装条件的资料；

d) 信号设备的接地要求；

e) 其他综合监控专业需要的资料。

2) 综合监控专业供货商应在信号系统设备生产前，向信号系统供货商至少提供以下资料：

a) 对放置在工作台上信号系统设备的颜色要求；

b) 对放置在工作台上信号系统设备的最大限制尺寸要求；

c) 对放置在工作台上信号系统设备的引线方式的要求。

3) 信号系统供货商应在综合监控专业工作台试制前，在综合监控系统工程供货商规定的时间内，向综合监控供货商提供信号系统安装于工作台上的设备样品或模型各 1 套，并负责将样品或模型运输到综合监控系统供货商指定的地点，综合监控系统供货商在完成工作台的试制造后，在规定的时间内归还信号系统供货商，并负责将样品或模型运送到信号系统供货商指定的地点。

4) 信号系统供货商应负责与综合监控专业协调，并负责完成工作台上信号设备的安装、连接电缆的敷设、连接及其预留条件的设计等工作。

2.4.4.4 IBP 盘接口配合要求

1) 信号系统供货商应配合综合监控专业对 IBP 盘的设计、布置和安装，并在设计联络阶段向综合监控专业提供与此有关的资料，这些资料包括但不局限于：

a) 转辙机电流表、扣车/取消扣车、清客确认、SPKS 及旁路、站台开门、站台关门、蜂鸣器、试灯按钮、紧急关闭按钮、表示灯、标识及铭牌的数量、布置位置等要求；

b) 标识及名牌的内容、形式及颜色要求；

c) 紧急关闭按钮、扣车/取消扣车、清客确认、SPKS、站台开门、站台关门、蜂鸣器、试灯按钮、表示灯的机械电气特性要求；

d) 转辙机电流表、扣车/取消扣车、清客确认、SPKS、站台开车门、站台关车门、蜂鸣器、试灯按钮、紧急关闭按钮、表示灯与信号系统接口原理图；

e) 其他综合监控专业需要的资料。

2) 综合监控专业供货商应在信号系统设备安装前，向信号系统供货商至少提供以

下资料：

a) IBP 盘信号系统接口位置；

b) IBP 盘内部配线图。

3) IBP 盘有关信号系统各回路的接口连接及功能性能等测试工作由信号系统供货商负责完成，综合监控系统供货商配合，综合监控系统供货商对 IBP 盘内部配线的正确性及紧急停车按钮的机械、电气特性负责。

2.5 与乘客信息系统的接口

2.5.1 供货范围及责任划分

2.5.1.1 信号系统供货商的供货范围及责任：

1) 负责提供信号系统与乘客信息系统接口信号侧的网络安全防护设备；
2) 确定接口传输协议；

3) 配合乘客信息系统接口测试、功能测试。

2.5.1.2 乘客信息系统供货商的供货范围及责任：

1) 提供信号系统至乘客信息系统间的接口连接缆线及其安装连接附件；

2) 负责实施信号系统至乘客信息系统间缆线连接及测试；
3) 负责提供信号系统与乘客信息系统接口乘客信息系统侧的网络安全防护设备；
4) 负责接口功能测试及联合调试。

2.5.2 接口界面划分

2.5.2.1　信号系统与乘客信息系统的接口位置在中心云平台内部。

2.5.3　接口技术要求

2.5.3.1　接口名称、编号、用途、位置、数量和类型的定义，见下表：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
与乘客信息系统接口	为乘客信息系统提供信息	中心云平台内部	各 2 个	虚拟接口

2.5.3.2　接口功能要求

1) 信号系统向乘客信息系统提供必要的列车运行信息；乘客信息系统在接收到该信息后进行相应显示；

2) 信号系统向乘客信息系统提供信息的主要内容：时刻表信息；列车终到站；列车到、离站时间及下次列车到、离站时间；列车通过；列车运行方向；列车扣车/跳停；列车折返信息/交路信息；清客确认信息；每道站台屏蔽门对位隔离及故障信息；称重信息等信息；

3) 信号系统提供行车调度变更信息（例如交路调整信息、全线扣车信息、缓行信息等）；

4) 信号系统应能根据列车运行情况实时计算列车到、离站时间及下次列车到、离站时间。

2.5.3.3　接口协议要求

1) 信号系统与乘客信息系统间的接口协议由信号系统供货商提出建议并最终确定;

2) 接口采用国内国际标准接口协议；

3) 接口协议的具体内容应在设计联络阶段，由信号系统供货商负责与乘客信息系

统的供货商共同确定。

2.5.3.4 接口冗余要求

1) 信号系统与乘客信息系统的接口考虑冗余措施；

2) 在设计联络阶段，信号系统供货商与乘客信息系统供货商可根据实际需求共同协商，提出修改建议，在相互确认的基础上报招标人批准后实施修改。

2.5.3.5 电磁兼容性要求

1) 接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定；

2) 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作。

2.5.3.6 接口特性要求

1) 信号系统与乘客信息系统接口特性要求包括但不局限于：

a) 接口的机械电气特性要求；
b) 接口连接电缆的特性要求；
c) 接口形式的要求；
d) 接口传输特性的要求等；
e) 接口应稳定可靠，满足乘客信息系统的要求；
f) 信号系统与乘客信息系统间的接口均应采取一定的隔离措施，不允许由于接口的原因，损坏信号系统和乘客信息系统内部设备。

2) 信号系统与乘客信息系统间的信息交换描述如下表所示，但不仅限于此：

交换信息的内容

信号系统	乘客信息系统
信号系统提供时刻表信息、列车终到站、列车到站时间、列车离站时间、运行方向、列车通过、列车跳停、扣车、首末班车、清客、列车折返/交路信息、每道站台屏蔽门对位隔离及故障等信息；接收确认信息，称重信息等信息。	接收信息，发送确认信息。

2.5.4 接口管理要求

2.5.4.1 测试要求

1) 接口的测试工作需要信号系统供货商与乘客信息系统供货商相互配合完成及共同确认；

2) 信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

3) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示之内容：

测试类别		目的	测试接口
连接测试	目视测试	检查各接口是否正确地接连到双方指定的端点上。	SIG-PIS-01
	点对点测试	检查各接口是否正确地连接。	
	端对端测试	检查各接口端对端是否正确地连接。	
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。	
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行	
	特性测试	验证接口特性合乎要求。	
	功能测试	验证接口功能合乎要求。	

2.5.4.2 参数及资料交换要求

1) 信号系统供货商应根据本项目计划，在乘客信息系统招标前，在招标人通知规定的时间内，应向招标人提供信号系统对乘客信息系统的有关参数要求资料，

这些资料至少应包括：

a) 接口特性要求资料；

b) 接口通信协议；

c) 接口形式及位置；

d) 招标人要求的其他接口资料。

2) 信号系统供货商应在设计联络阶段，向乘客信息系统供货商提供如下资料，但不仅限于此：

a) 接口特性要求资料；

b) 接口通信协议；

c) 接口形式及位置；

d) 数据格式、定义；

e) 接口连接线的定义；

f) 接口连接线的特性要求；

g) 乘客信息系统供货商要求的其他技术资料。

3) 乘客信息系统供货商，应在设计联络阶段向信号系统供货商提供资料如下，但不仅限于此：

a) 接口功能要求及说明；

b) 接口信息需求；

c) 接口调试方法及验收标准；

d) 接口位置；

e) 接口实施计划；

f) 信号系统供货商要求的其他资料等。

4) 所有资料及过程文件应同时提供给工程设计单位、招标人及其授权代表，数量

在设计联络阶段确定。

2.6 与站台屏蔽门系统的接口

本节与站台屏蔽门系统接口文件定义信号系统与站台屏蔽门系统的机械、电气、功能、电磁兼容、供货及安装之间接口的技术和接口项目管理的要求。其作为信号系统及站台屏蔽门系统的招标文件的一部分，接口条件对双方同样适用。投标人与站台屏蔽门系统供货商均应保证属于接口的所有要求都能得到完美的解决和执行。

投标人与站台屏蔽门系统供货商应在投标时向招标人提供各自所采用的通信协议的详细参数及标准，在接口设计联络阶段最终确定通信协议和详细的硬件接口。当接口设计出现分歧时，各供货商必须无条件服从招标人协调，并不得提出增加额外费用要求。

招标人委托的独立第三方安全评估机构负责全自动运行相关系统工程的安全评估工作，站台屏蔽门系统供货商须根据招标人委托的独立第三方安全评估机构的相关要求进行配合。

投标人作为本工程全自动运行系统一致性协调方，牵头对全自动运行系统间的接口配合进行协调。站台屏蔽门系统供货商在全自动运行系统的技术工作、计划管理工作中，必须无条件服从一致性协调方的指导和管理，如果站台屏蔽门系统供货商与一致性协调方有意见冲突产生争议或有分歧时，由招标人进行裁决，当事双方必须无条件接受，并不得提出增加额外的 费用。

与全自动运行相关的接口设计、调试、验证由信号供货商牵头，站台屏蔽门供货商须无条件配合，各方不免除接口所负的责任。

2.6.1 供货范围及责任划分

2.6.1.1 信号系统的供货范围及责任：

1) 提供信号系统至站台屏蔽门系统间的连接电缆及其安装连接附件；

2) 负责实施信号系统至站台屏蔽门系统间的连接电缆的敷设与连接；

3) 负责实施信号系统至站台屏蔽门系统间的连接电缆连接正确性测试；

4) 负责实施本接口的功能测试及联合调试；

5) 负责提供信号系统侧继电器线圈所需的电源；

6) 采用全电子联锁接口接入站台屏蔽门系统提供的接入端口，或继电接口接入站台屏蔽门系统继电接口。

7) 负责提供信号系统与站台屏蔽门系统接口信号侧的网络安全防护设备；

8) 如果信号系统与站台屏蔽门系统设备之间距离如果超过 100 米，信号投标人需要提供接口两端以的光电转换器及相关附件，并负责安装。

2.6.1.2 站台屏蔽门系统供货商的供货范围及责任：

1) 负责站台屏蔽门系统内部与本接口有关的接口电路的实施、连接及模拟测试；

2) 配合信号系统接口的安装与施工，负责对信号提供电缆规格、型号的确认；

3) 配合信号系统供货商的连接测试；

4) 配合信号系统供货商的接口功能测试及联合调试；

5) 负责提供站台屏蔽门系统侧继电器线圈所需的电源；

6) 负责提供信号系统与站台屏蔽门系统接口站台屏蔽门侧的网络安全防护设备；

7) 须满足信号系统采用全电子联锁时的接口功能需求或继电接口需求。

8) 负责提供站台屏蔽门设备控制室内与信号系统接口的端子排，端子排数量、端子孔径需满足信号系统要求；

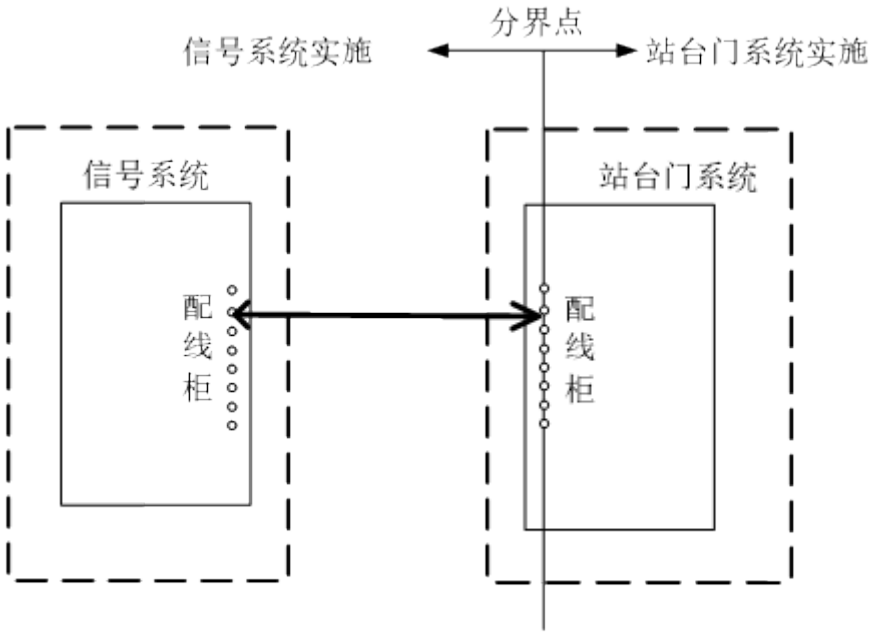
9) 负责提供站台端部站台屏蔽门状态指示灯及其安装与调试；

10) 如果信号系统与站台屏蔽门系统设备之间距离超过 100 米，站台屏蔽门供货商需提供 10M / 100M 以太网的光/电转换器工作电源及光/电转换器和光缆熔接盒的安装空间位置。

2.6.2 接口界面划分

2.6.2.1 信号系统与站台屏蔽门系统的接口位置位于各站的站台屏蔽门系统设备控制室内中央控制盘端子排。

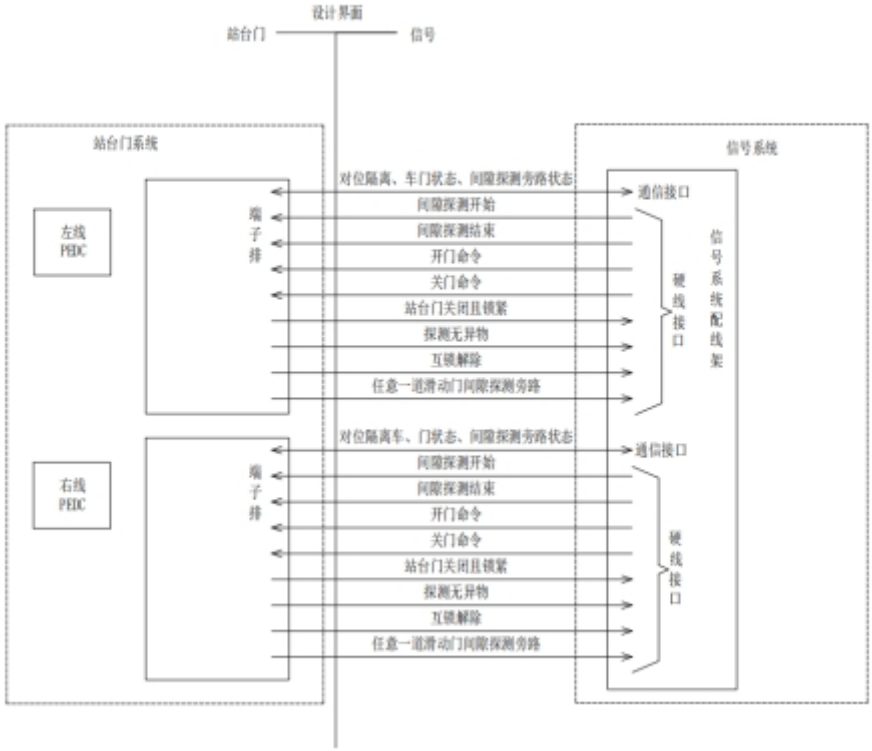
2.6.2.2　接口界面划分示意图：



2.6.3　接口技术要求

2.6.3.1　接口名称、编号、用途、位置、数量和类型的定义，见下表：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
与站台屏蔽门系统接口	信号系统与站台屏蔽门系统建立联锁关系	各车站站台屏蔽门系统设备控制室内中央控制盘端子排	20 站	全电子联锁接口/继电接口
与站台屏蔽门系统接口	信号系统与站台屏蔽门系统建立信息接口	各车站站台屏蔽门系统设备控制室内中央控制盘	20 站	以太网接口



通信接口具体在设计联络阶段讨论。

PSD 系统与信号系统接口功能表				
信号名称	**方式**	**信号方向**	**信号系统功能**	**站台门系统功能**
对位隔离（单道或多道滑动门故障）	通信接口	站台门→信号	转发故障滑动门（门编号）给车辆，车辆隔离对应车门，使对应车门不参与开关门动作	负责将故障滑动门（门编号）传送给信号系统
对位隔离（单道或多道车门故障）	通信接口	信号→站台门	负责将故障车门（门编号）传送给站台门系统	收到故障车门（门编号）后，隔离对应滑动门，使其不参与开关门动作
车门状态	通信接口	信号→站台门	信号系统向站台门系统提供每套车门打开到位、关闭到位、开关门未到位、隔离	每套滑动门上方通过指示灯、显示屏或其他方式提示站台门车门联动打开、关闭等工作

			的状态信息；	状态。
间隙探测旁路	通信接口	站台门→信号	接收每组间隙探测装置被旁路状态信息，并在相关设备上显示。	负责将每组间隙探测装置被旁路状态信息发送给信号。
间隙探测开始	硬线	信号→站台门	负责向站台门系统提供间隙探测开始信号	采集到所有车门关闭且锁紧信号后，障碍物探测装置开始进行探测。
间隙探测结束	硬线	信号→站台门	负责将允许发车信号传送给站台门系统	收到列车启动信号后，障碍物探测装置停止检测输出。
开门命令	硬线持续信号	信号→站台门	负责将开门命令传送给站台门系统	收到开门命令后，由站台门系统完成相应控制站台门开门动作。
关门命令	硬线持续信号	信号→站台门	关闭列车车门时，输出关门命令	收到关门命令后，由站台门系统完成站台门关门动作。
站台门关闭且锁紧	硬线持续信号	站台门→信号	接收到站台门闭锁状态信号，信号系统将允许发车。	当所有站台门门锁闭时反馈闭锁信息给信号，若有其中一个单元没有锁闭，则不能给出锁闭信息
是否探测到异物	硬线	站台门→信号	接收到站台门探测无异物信号，具备发车条件。	当所有站台门均检测无异物时反馈探测无异物信息给信号，若有其中一个单元检测到异物则不能给出信息
间隙探测装置旁路激活	硬线	站台门→信号	收到间隙探测旁路信号，调整发车模式	当由一道或多道门单元间隙探测装置旁路

				时，向信号专业发出信号
互锁解除	硬线持续信号	站台门→信号	收到ASD/EED”互锁解除信号后，解除信号系统对站台门锁闭状态的检查和互锁关系，信号系统将允许发车。	当站台门系统故障时，为保证运营，通过解除与信号系统的互锁来使列车正常发车。

2.6.3.2 接口功能要求

1) 信号系统向站台屏蔽门系统提供开、关门命令及间隙探测开始、结束命令；正常情况下，站台屏蔽门系统向信号系统提供连续站台屏蔽门“门关闭且锁紧”信息；在间隙探测系统启动探测至列车离站期间，间隙探测系统向信号系统提供连续的“探测无异物”状态信息。

2) 开、关命令、间隙探测开始、结束命令和表示状态信息的传输通道应采用安全通道；

3) 信号系统向站台屏蔽门系统发送开、关站台屏蔽门命令间隙探测开始、结束命令为电平信号或脉冲信号（脉宽不小于 1.5s），具体在设计联络阶段确定；

4) 可以通过“互锁解除”信号解除站台屏蔽门与信号系统的联锁关系。此信号由站台屏蔽门系统发出，并经安全通道传送至信号系统；

5) 站台屏蔽门系统提供给信号系统的“互锁解除”信号采用实时保持信号；

6) 如果站台屏蔽门系统未收到开门/关门命令或同时收到开门和关门命令，站台屏蔽门状态应保持不变；

7) 如果站台门间隙探测系统未收到启动/停止探测命令或同时收到启动和停止探测命令，间隙探测状态应保持不变；

8) 当站台门间隙探测系统与信号系统处于联锁状态时，在收到启动探测命令后间

隙探测系统应向信号系统提供“探测无异物”状态信息，当探测到异物或信号系统无法收到该信息时，信号系统将禁止列车从站台发车；

9) 停站列车在发出关闭车门及站台屏蔽门命令的同时向间隙探测系统发出启动探测命令；

10) 当列车从站台启动且速度大于 0km/h 时，信号系统向站台门间隙探测系统发出停止探测命令；

11) 间隙探测系统提供给信号系统的“探测无异物”信息、“互锁解除”信息采用实时保持信号，只有不间断地接收到“探测无异物”信息或“互锁解除”信息的情况下，列车才能从站台区域发车；

12) 在站台屏蔽门系统开门过程中，如开门命令丢失，站台屏蔽门完成开门动作后保持开门状态；在站台屏蔽门系统开门过程中，开门命令未失效情况下收到关门命令，站台屏蔽门应完成开门动作，再判断关门命令是否有效；

13) 在站台屏蔽门系统关门过程中，如关门命令丢失，站台屏蔽门完成关门动作后保持关门状态；在站台屏蔽门系统关门过程中，关门命令未失效情况下收到开门命令，站台屏蔽门应完成关门动作，再判断开门命令是否有效；

14) 在信号系统既接收不到站台屏蔽门的“门关闭且锁紧”信息又收不到“互锁解除”信息的情况下，列车应可以采用一种特定的方式进/出车站；

15) 站台屏蔽门的安全监督、控制分别由 ATP/ATO 来完成，即 ATP 负责开/关站台屏蔽门的安全监督，ATO 负责站台屏蔽门与车门的同步开/关控制；

16) 当站台屏蔽门系统与信号系统处于联锁状态时，站台屏蔽门系统应向信号系统提供站台屏蔽门的“门关闭且锁紧”信息，当该信息异常或信号系统无法收到该信息时，信号系统将禁止列车进站停车或离站。列车进入站台停车或从站台发车时，ATP 子系统应连续监测站台屏蔽门的“门关闭且锁紧”信息，如该信息异常或信号系统无法收到该信息时，信号系统将对列车实施紧急制动；

17) 只有 ATP 确认列车停在规定的停车窗内，才允许 ATO 或人工向列车发出开门指令，同时亦向站台屏蔽门系统发出开门指令；

18) 开车前，ATO 或人工发出关车门控制命令的同时，亦向站台屏蔽门发出关门信

号，经 ATP 确认车门及站台屏蔽门均已关好后才允许启动列车；

19) 站台屏蔽门的状态需发送至车载 ATP，并在列车司机室内相关显示器上给出表示；

20) 站台屏蔽门系统提供给信号系统的“门关闭且锁紧”、“互锁解除”信息采用实时保持信号，只有不间断地接收到站台屏蔽门的“门关闭且锁紧”信号的情况下，列车才能进入站台区域或从站台区域发车；

21) 信号系统应具备接口信息收发的记录功能；

22) 如站台具备列车双侧开门条件的，信号系统与站台屏蔽门系统应具备双侧独立联动功能。

23) 车门/站台屏蔽门故障隔离：当个别车站站台屏蔽门故障隔离时，站台屏蔽门将故障信息（站台编号及故障站台屏蔽门编号）发送给信号系统，信号系统将此信息转发至车辆相关设备。列车进站停稳后，ATO 自动打开车门及站台屏蔽门，故障站台屏蔽门（站台屏蔽门系统控制）及对应的车门（车辆控制）不打开。当个别车门故障隔离时，信号系统接收车门故障信息（故障车门编号），并将此信息转发给站台屏蔽门系统，列车进站停稳后，ATO 自动打开车门及站台屏蔽门，故障车门（车辆控制）及对应的站台屏蔽门（站台屏蔽门系统控制）不打开。

24) 以上所列信号与站台屏蔽门系统的接口要求为基本内容要求；为适应全自动驾驶的特殊要求，须在设计联络阶段再行确定详细内容。

2.6.3.3 接口冗余要求

信号系统与站台屏蔽门系统的接口考虑冗余措施。

2.6.3.4 电磁兼容性要求

1) 接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定；

2) 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作；

3) 接口所用之室外电缆处于复杂的电磁环境中，要求由于环境电磁场在该接口用连接电缆上产生的感应纵电势不会导致接口继电器的错误动作和危及系统维修人员的人身安全。

2.6.3.5 接口特性要求

1) 接口采用全电子联锁接口方式，电路的设计须符合故障－安全原则，若采用继电接口，接口电路用继电器应采用安全型继电器，其特性及其应用应符合中国有关规定。接口信号应为安全信号；

2) 接口电路应能明显、准确体现两系统间的联锁关系；
3) 接口电路用于系统间传递信息的电环路应采用双断设计。接口电路电源实行谁使用谁提供的原则；
4) 信号系统与站台屏蔽门系统之间的接口电缆原则实行上/下行分开、命令/信息分开的原则；
5) “门关闭且锁紧”、“探测无异物”和“互锁解除”应采用相互独立的安全回路；
6) 信号系统、站台屏蔽门系统提供各自系统侧继电器线圈所需的 DC24V～60V 可调电源，电源应按上/下行分开、开/关站台屏蔽门命令分开、开始/结束探测探测命令分开、站台屏蔽门状态/互锁解除信息分开的原则设置；
7) 开、关站台屏蔽门命令分别设置独立断路器；站台屏蔽门门状态、互锁解除信息分别设置独立的断路器；
8) 信号系统和站台屏蔽门系统均应对双方接口信息进行事件记录；
9) 信号系统与站台屏蔽门系统的接口电路应与所选用的继电器特性相匹配；
10) 接口电路的接口及两系统间均应采取一定的隔离措施，不允许由于接口的原因，损坏信号系统和站台屏蔽门系统内部设备；
11) 网络接口应采用安全协议；
12) 信号系统与站台屏蔽门系统间的信息交换：

交换信息的内容	
信号系统	**站台屏蔽门**
信号系统接收站台屏蔽门系统提供的“门关闭且锁紧”、“探测无异物”、“互锁解除”、“间隙探测旁路激活”、“间隙探测旁路状态”“对位隔离”信息。 信号系统向站台屏蔽门系统提供“开/关门命令”、“间隙探测开始/结束命令”、“车门状态”“对位隔离”信息。 具体在设计联络阶段共同确定。	站台屏蔽门系统接收“开/关门命令”、“间隙探测开始/结束命令”、“车门状态”“对位隔离”信息。 站台屏蔽门系统向信号系统提供的“门关闭且锁紧”、“探测无异物”、“互锁解除”、“间隙探测旁路激活”、“间隙探测旁路状态”“对位隔离”信息。 具体在设计联络阶段共同确定。

2.6.4 接口管理要求

2.6.4.1 测试要求

1) 接口的测试工作需要信号系统供货商与站台屏蔽门系统供货商相互配合完成及共同确认；

2) 信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

3) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示之内容：

测试类别		目的	测试接口
连接测试	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。	SIG-PSD-01
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。	
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。	
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。	
联	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行	

调	特性测试	验证接口特性合乎要求。	
	功能测试	验证接口功能合乎要求。	

2.6.4.2 参数及资料交换

1) 信号系统供货商应根据招标人的设备招标计划，在站台屏蔽门系统招标前，按照招标人通知规定的时间，应向招标人提供信号系统对站台屏蔽门系统的有关参数要求资料，这些资料至少应包括：

a) 接口联锁关系的说明；
b) 接口信息需求；
c) 接口形式及接口位置；
d) 其他接口要求。

2) 在站台屏蔽门系统供货商确定后，信号系统供货商应在设计联络阶段向站台屏蔽门系统供货商提供如下资料：

a) 接口联锁关系；
b) 接口形式；
c) 实现接口所需要的信息内容、数量及特性要求；
d) 接口电路的原理及实施方案；
e) 接口实施的计划；
f) 站台屏蔽门系统要求的其他资料。

3) 站台屏蔽门系统供货商，应在设计联络阶段向信号系统供货商提供：

a) 接口位置；
b) 接口连接线缆的特性要求；
c) 实现接口所需要的信息内容、数量及特性要求；
d) 信号系统供货商要求的其他技术资料。

e) 所有资料及过程文件应同时提供给设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

2.7 与 NCC 系统的接口

本节与 NCC 系统接口文件定义控制中心信号系统与 NCC 系统的机械、电气、功能、电磁兼容、供货及安装之间接口的技术和接口项目管理的要求。接口条件对信号系统及 NCC 系统的供货商同样适用。信号系统供货商与 NCC 系统供应商均应保证属于接口的所有要求都能得到完全的解决和执行。

信号系统供货商须执行《南京市轨道交通线网指挥中心(NCC)系统技术管理规定》的信号系统与 NCC 系统的接口原则、接口内容及通信协议等要求。当接口设计出现分歧时，各供货商必须无条件服从招标人协调，并不得提出增加额外费用要求。

2.7.1 供货范围及责任划分

2.7.1.1 信号系统的供货范围及责任：

1) 信号系统提供信号系统至 NCC 的云端接口；
2) 信号系统供货商提供 NCC 所需线路设备状态、报警等信息；
3) 配合 NCC 的接口功能测试及联合调试。

2.7.1.2 NCC 系统供货商的工作范围：

1) 负责 NCC 的接口功能测试及联合调试。

2.7.2 接口界面划分

2.7.2.1 本工程信号系统与 NCC 的接口位置位于控制中心云平台内部。

2.7.3 接口技术要求

2.7.3.1　接口的名称、编号、用途、位置、数量和类型的定义，见下表：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
与 NCC 接口	通过 NCC 系统人机界面监视线路信号系统（具体内容在设计联络阶段确认）	控制中心云平台内部	2 处	虚拟接口

2.7.3.2　接口功能要求

交换信息的内容	
信号系统	NCC 系统
提供信号系统信息给 NCC 系统，包括但不限于以下内容： 列车行车信息； 当天计划行车运营时间表； 当天实际行车运营时间表； 实时进路信息； 车辆段内轨道占用情况、进路信息和车组号信息； -列车实时运行显示相关信息（用于绘制 ATS 人机界面图形）。	在 NCC 系统的人机界面显示线路信号系统的状态，并进行统计分析。

2.7.4　接口管理要求

2.7.4.1　测试要求

1)　接口的测试工作需要信号系统供货商与 NCC 系统供应商相互配合完成及共同

确认；

2) 信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

3) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示的内容，具体测试地点由招标人指定，信号系统供货商必须服从：

测试类别		目的
连接测试	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行。
	特性测试	验证信号系统与 NCC 系统接口特性符合要求。
	功能测试	验证信号系统与 NCC 系统接口功能能符合要求。

2.7.4.2 参数及资料交换要求

1) 信号系统供货商应根据 NCC 系统需求，向 NCC 系统提供（正线、车辆段）有关资料，包括但不限于：

a) 提供轨旁设备布置图（含线路上下行信息、联锁区边界信息等）；

b) 提供车站编号、车站名称及类型；

c) 提供信号机、轨道、道岔、站台、方向、工作区域等类型所有元素名称清单（1、名称要与后面数据传输中的一致；2、NCC 显示的内容信息与线路一致）；

d) 提供接入 NCC 侧的实时告警信息列表；

e) 提供线路侧站场图符合集。

2) 所有资料应同时提供给工程设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

2.8 与洗车机的接口

2.8.1 供货范围及责任划分

2.8.1.1 信号系统的供货范围及责任：

1） 提供信号系统至全自动洗车机间的连接电缆及其安装连接附件；

2） 负责实施信号系统至全自动洗车机间的连接电缆的敷设与连接；

3） 负责实施信号系统至全自动洗车机间的连接电缆连接正确性测试；

4） 负责实施本接口的功能测试及联合调试；

5） 负责提供信号系统侧全电子联锁接口或继电接口。

2.8.1.2 全自动洗车机供货商的供货范围及责任：

1） 负责全自动洗车机内部与本接口有关的接口电路的实施、连接及模拟测试；

2） 负责洗车控制台所有按钮及表示灯的供货及安装；

3） 配合信号系统接口的安装与施工，负责对信号提供电缆规格、型号的确认；

4） 配合信号系统供货商的连接测试；

5） 配合信号系统供货商的接口功能测试及联合调试；

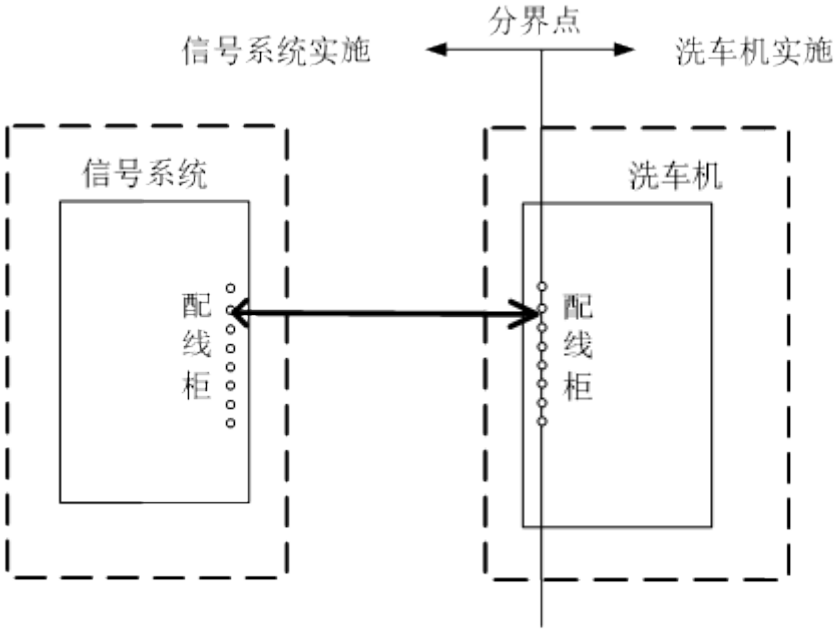
6） 负责提供全自动洗车机侧所用继电器线圈的电源，该电源为可调电源，须满足本工程需要（暂定 DC24V-60V）；

7） 负责提供全自动洗车机控制室内与信号系统接口的端子排，端子排数量、端子孔径需满足信号系统要求。

2.8.2 接口界面划分

2.8.2.1 信号系统与洗车机的接口位置位于全自动洗车机控制室内端子排。

2.8.2.2 接口界面划分示意图：



2.8.3 接口技术要求

2.8.3.1 接口名称、编号、用途、位置、数量和类型的定义，见下表：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
与全自动洗车机接口	信号系统与全自动洗车机建立联锁关系	全自动洗车机控制室内端子排	1 个	继电接口/全电子联锁接口

2.8.3.2 接口功能要求

1) 全自动洗车机提供“洗车准备就绪”状态信息后，由车辆段/停车场信号楼根据全自动洗车机提供的状态信息（全自动洗车机检查正常），为待洗列车自动设定目的地码、人工设定目的地码或人工办理进路；
2) 列车运行至洗车库前停车，信号系统向全自动洗车机发送“洗车请求”；
3) 全自动洗车机收到“洗车请求”信息后，回复“洗车确认”信息；
4) 信号系统收到“洗车确认”信息后，自动控制列车进入洗车库；
5) 列车进入车头洗车位并停稳后，信号系统向全自动洗车机汇报停稳信息；
6) 全自动洗车机完成车头洗车作业后，向信号系统发送列车移动指令；

7） 信号系统收到列车移动指令后，控制列车运行，进行车身洗车；

8） 列车进入车尾洗车位并停稳后，信号系统向全自动洗车机汇报停稳信息；

9） 全自动洗车机完成车尾洗车作业后，向信号系统发送列车移动指令，列车驶出洗车库；

10）洗车过程中，信号控制列车牵引，车辆控制列车恒速运行（车速 3~5km/h），信号提供 10km/h（暂定）的超速防护；

11）洗车过程中，全自动洗车机在故障或人工按下紧急停车按钮时，全自动洗车机向信号系统发出紧急停机指令，信号系统控制列车实施紧急制动。

12）洗车流程在设计联络阶段最终确定。

2.8.3.3 接口冗余要求

信号系统与洗车机的接口不考虑冗余措施。

2.8.3.4 电磁兼容性要求

1） 接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定；

2） 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作；

3） 接口所用之室外电缆处于复杂的电磁环境中，要求由于环境电磁场在该接口用连接电缆上产生的感应纵电势不会导致接口继电器的错误动作和危及系统维修人员的人身安全。

2.8.3.5 接口特性要求

1） 接口采用继电接口/全电子联锁接口方式，电路的设计须符合故障－安全原则，接口电路用继电器应采用安全型继电器，其特性及其应用应符合中国有关规定。接口信号应为安全信号；

2） 接口电路应能明显、准确体现两系统间的联锁关系；

3） 接口电路用于系统间传递信息的电环路应采用双断设计。接口电路电源实行谁使用谁提供的原则；

4） 信号系统、全自动洗车机提供各自系统侧所用继电器线圈的电源，该电源为

DC24V-60V 可调电源；

5） 信号系统和全自动洗车机均应对双方接口信息进行事件记录；

6） 信号系统与全自动洗车机的接口电路应与所选用的继电器特性相匹配；

7） 接口电路的接口及两系统间均应采取一定的隔离措施，不允许由于接口的原因，损坏信号系统和洗车机内部设备；

8） 信号系统与洗车机间的信息交换：

交换信息的内容	
信号系统	**洗车机**
信号系统接收洗车机提供的“全自动洗车机准备就绪”、“洗车确认”、“列车移动”和“紧急停机”信息；向洗车机发送“洗车请求”、“列车停稳”信息以及两系统供货商在设计联络阶段共同确定的其他信息等。	全自动洗车机发送“全自动洗车机准备就绪”、“洗车确认”、“列车移动”和“紧急停机”信息；全自动洗车机接收“洗车请求”、“列车停稳”信息以及两系统供货商在设计联络阶段共同确定的其他信息等。

2.8.4 接口管理要求

2.8.4.1 测试要求

1) 接口的测试工作需要信号系统供货商与洗车机供货商相互配合完成及共同确认；

2) 信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

3) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示之内容：

测试类别		**目的**
连接测试	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。

联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证接口特性合乎要求。
	功能测试	验证接口功能合乎要求。

2.8.4.2 参数及资料交换

1) 信号系统供货商应根据招标人的设备招标计划，在全自动洗车机招标前，按照招标人通知规定的时间，应向招标人提供信号系统对洗车机的有关参数要求资料，这些资料至少应包括：

a) 接口联锁关系的说明；

b) 接口信息需求；

c) 接口形式及接口位置；

d) 其他接口要求。

2) 在全自动洗车机供货商确定后，信号系统供货商应在设计联络阶段向洗车机供货商提供如下资料：

a) 接口联锁关系；

b) 接口形式；

c) 实现接口所需要的信息内容、数量及特性要求；

d) 接口电路的原理及实施方案；

e) 接口实施的计划；

f) 全自动洗车机供货商要求的其他资料。

3) 全自动洗车机供货商，应在设计联络阶段向信号系统供货商提供：

a) 接口位置；

b) 接口连接线缆的特性要求；

c) 实现接口所需要的信息内容、数量及特性要求；

d) 信号系统供货商要求的其他技术资料。

4) 所有资料及过程文件应同时提供给设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

2.9 与线网智能调度平台的接口；

本节与线网信号智能调度系统接口文件定义了信号系统与线网信号智能调度系统的电气、功能、之间接口的技术和接口项目管理的要求。其作为信号系统及线网信号智能调度系统的招标文件的共用部分，接口条件对双方供货商同样适用。信号系统供货商与线网信号智能调度系统供货商均应保证属于接口的所有要求都能得到完美的解决和执行。

信号系统供货商与线网信号智能调度系统供货商应在投标时向招标方提供各自所采用的通信协议的详细参数及标准，在接口设计联络阶段最终确定通信协议和详细的硬件接口。当接口设计出现分歧时，各供货商必须无条件服从招标方协调，并不得提出增加额外费用要求。

2.9.1 供货范围及责任划分

2.9.1.1 信号系统供货商的供货范围及责任

1) 信号系统提供信号系统至线网信号智能调度系统的云端接口；

2) 信号系统供货商提供线网信号智能调度系统所需线路设备状态、报警等信息；

3) 配合线网信号智能调度系统的接口功能测试及联合调试；

2.9.1.2 线网信号智能调度系统供货商的工作范围

1) 负责线网信号智能调度系统的接口功能测试及联合调试。

2.9.2　接口界面划分

2.9.2.1　信号系统与线网信号智能调度系统的接口位置位于控制中心云平台内部。

2.9.3　接口技术要求

2.9.3.1　接口的名称、编号、用途、位置、数量和类型的定义，见下表：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
与线网信号智能调度系统接口	为线网信号智能调度系统线路信号设备状态、报警等信息。（具体内容在设计联络阶段确认）	控制中心云平台内部	2 处	虚拟接口

2.9.3.2　接口功能要求

1)　通过接口信号系统向线网信号智能调度系统线路信号设备状态、报警等信息。

交换信息的内容	
信号系统	**线网智能行车调度系统**
向线网级智能行车调度系统发送监控所需要的线路信息、实时的行车信息以及其他综合信息。	向线路级信号系统发送线网编制的运行图、调控策略等信息。

2.9.3.3　接口协议要求

1)　信号系统与线网信号智能调度系统间的接口软件协议包括但不局限于：

a) 物理接口；

b) 通信协议；

c) 数据的定义；

d) 数据的格式等。

2) 接口软件协议具体内容应在设计联络阶段，由信号系统供货商负责与线网信号智能调度系统的供货商共同协商确定。

2.9.3.4 接口冗余要求

1) 在控制中心，信号系统与线网信号智能调度系统的接口采用双冗余备份接口方式。

2) 在设计联络阶段，信号系统供货商与线网信号智能调度系统供货商可根据实际需求共同协商，提出修改建议，在相互确认的基础上报招标人批准后实施修改。

2.9.3.5 电磁兼容性要求

1) 接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定。

2) 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作。

2.9.3.6 接口特性要求

1) 接口传输速率待设计联络阶段确定。

2) 线网信号智能调度系统采用的接口设备应与信号系统供货商确定的接口设备相匹配，如有异议，由招标方裁定，信号系统供货商必须服从。

2.9.4 接口管理划分

2.9.4.1 测试要求

1) 接口的测试工作需要信号系统供货商与线网信号智能调度系统供货商相互配合完成及共同确认。

2) 信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告。

3) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示的内容：

测试类别		目的
连接测试	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行。
	特性测试	验证 SIG 与线网智能调度平台接口特性合乎要求。
	功能测试	验证 SIG 与线网智能调度平台接口功能合乎要求。

2.9.4.2 参数及资料交换要求

1) 信号系统供货商应在设计联络阶段向线网信号智能调度系统提供如下资料：

a) 接口形式及接口位置；

b) 需求信息的内容及形式要求描述文件；

c) 传输数据的内容及格式；

d) 数据定义；

e) 接口实施计划及安排；

f) 接口调试方法及验收标准；

g) 接口连接线的定义；

2) 线网信号智能调度系统供货商，应在设计联络阶段向信号系统供货商提供：

a) 接口位置；

b) 接口形式；

c) 通信协议；

d) 对接口连接线缆的要求；

2.10 与线网智能运维平台的接口

本节描述信号系统运维子系统与线网智能运维平台接口功能与特性需求。信号系统供货商与线网智能运维平台供货商均应保证属于接口的所有要求都能得到完美的解决和执行。

信号系统供货商与线网智能运维平台供货商应在投标时向招标方提供各自所采用的通信协议的详细参数及标准，在接口设计联络阶段最终确定通信协议和详细的硬件接口。当接口设计出现分歧时，各供货商必须无条件服从招标方协调，并不得提出增加额外费用要求。

2.10.1 信号系统供货商的供货范围及责任

1) 信号系统提供信号系统至线网智能运维平台的云端接口；

2) 信号系统供货商提供线网智能运维平台所需线路智能运维信息；

3) 配合线网智能运维平台的接口功能测试及联合调试；

2.10.2 线网智能运维平台供货商的工作范围

1) 负责线网智能运维平台的接口功能测试及联合调试。

2.10.3 接口界面划分

2.10.3.1 信号系统与线网智能运维平台的接口位置位于控制中心云平台内部。

2.10.4 接口技术要求

2.10.4.1 接口的名称、编号、用途、位置、数量和类型的定义，见下表：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型

与线网智能运维平台接口	为线网智能运维平台线路信号设备状态、报警等信息。（具体内容在设计联络阶段确认）	控制中心云平台内部	2 处	虚拟接口

2.11 信号 ATS 子系统与生产云平台系统接口

2.11.1 信号系统承载于生产云平台后，信号系统的服务器、存储设备等硬件资源由生产云平台提供。生产云平台将为信号系统提供相应的接入接口及云内的虚拟通道等接口。

2.11.2 供货范围及责任划分

2.11.2.1 信号系统供货商供货范围及责任

1) 负责提供信号系统与云平台系统接口信号侧的网络安全防护设备；
2) 提供在云平台及终端上部署的软件并负责功能测试；
3) 提供 ATS 交换机至云平台接入交换机的连接线缆；
4) 配合云平台系统接口测试、功能测试及联调联试；
5) 提出对云平台的各项需求（包括但不限于配置、功能、性能等）。

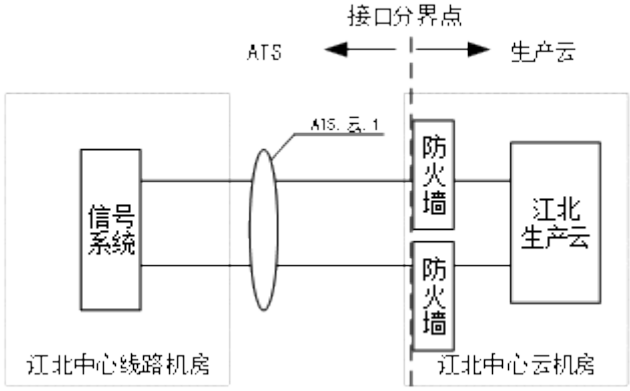
2.11.2.2 云平台系统供货商的供货范围及责任

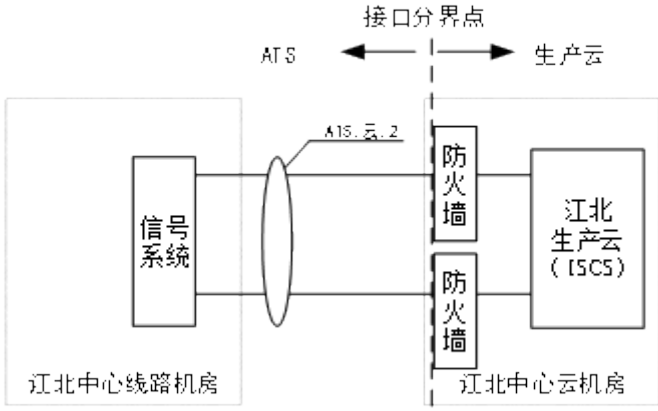
1) 提供信号系统软件部署的平台；
2) 负责提供信号系统与云平台系统接口云平台侧的网络安全防护设备；
3) 提供纳入云平台的信号系统设备维护管理人机界面；
4) 负责接口测试、功能测试及联合调试；
5) 配合信号系统相关调试；
6) 负责完成系统网络安全保护建设并通过网络安全保护等级相适应的测试，并在初期运营前通过等级保护测评。

2.11.3 接口界面划分

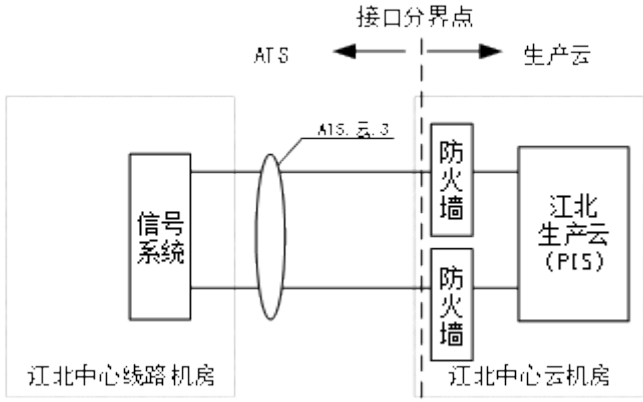
2.11.3.1 信号系统与生产云平台的接口在控制中心设置的中心生产云平台的交换机处。云平台对网络进行统一的 IP 地址规划，信号系统应按要求接入网络。

2.11.3.2 接口界面划分示意图：

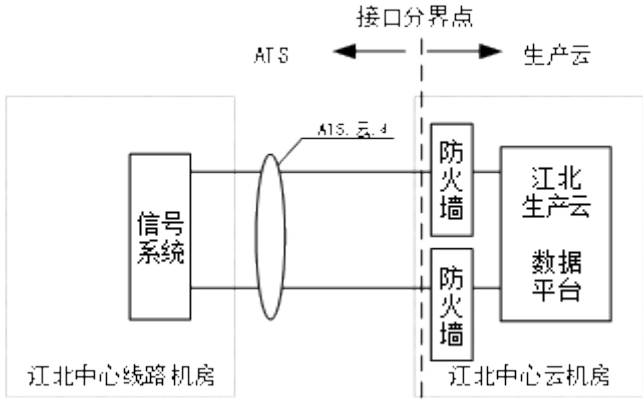




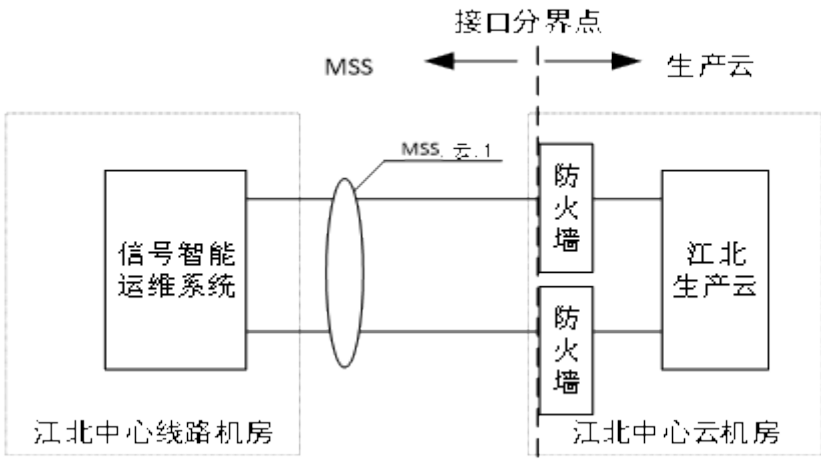
尽量采用云内接口

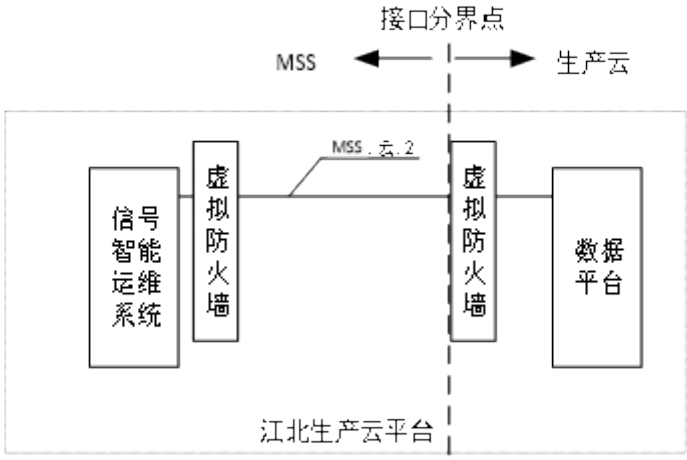


尽量采用云内接口



尽量采用云内接口





2.11.4　接口说明

2.11.4.1 ATS.云 1：ATS 入云接口 2 个 100M/1000M 自适应 RJ45 口通过业务接入区接入。

2.11.4.2 ATS.云(ISCS).2：云下 ATS 与云内综合监控接口 2 个 100M RJ45 通过业务接入区接入。

2.11.4.3 ATS.云(PIS).3：云下 ATS 与云内 PIS 接口 2 个 100M RJ45 通过业务接入区接入。

2.11.4.4 ATS.云(SJPT).4：云下 ATS 与云内数据分析系统接口 2 个 100M RJ45 口通过业务接入区接入。

2.11.4.5 MSS.云.1：MSS 入云接口 2 个 1000M RJ45 口通过业务接入区接入。

2.11.4.6 MSS.云.2：云内虚拟接口，传输数据服务所需数据。

2.11.4.7 共 11 根线，除 MSS 与数据平台为单通道接入，所有的接入均为 1 主 1 备，主备冗余，接口位置在江北生产云机房防火墙或配线架端口处。

2.11.5 安全组件

2.11.5.1 生产云平台为云内 ATS 提供三级等保的相关安全资源池组件，ATS 对提供的安全组件进行评估。ATS 提供等保需要的拓扑图、清单、方案给云平台。云平台、信号专业共同确认信号入云符合三级等保的方案。

2.11.6 接口内容

2.11.6.1 云平台系统责任

- 根据各专业的需求提供确认后的云平台资源；
- 划分硬件资源以及网络资源给专业系统；
- 提供 IP 划分的规则；
- 配合专业系统以及之间的各项测试与调试；
- 提供专业测试运行测试记录模版。
- 数据分析系统可按需（如需要）为信号系统提供数据服务，具体数据格式和内

容在设计联络阶段确定；

- 双方配合完成等保测评。
- 云平台配合提供资料协助信号专业安全评估。
- 云平台配合业务系统云上相关资源的操作使用。

2.11.6.2 信号系统责任

- 提出计算资源、存储资源、网络资源、安全资源、PAAS 服务组件、数据服务、云桌面等需求给云平台系统；
- 信号系统向生产云平台提供数据分析系统所需数据，供云内数据分析系统使用；云内接口支持 MQ、kafka 及 SFTP、API、数据库抓取等多种形式传输数据，数据格式和内容在下一阶段确定；
- 提供云平台上专业系统运行功能与性能的测试结果；
- 提供云平台内的操作系统软件、数据库软件及业务软件；
- 在云平台上进行各项功能、性能、接口等各项测试，并进行记录测试结果。
- 双方配合完成等保测评；
- 业务系统云上相关资源的使用，包括租户内虚机资源分配，安装操作系统及各种业务软件、虚拟防火墙 IP 及端口的配置工作。

2.11.7 接口协议

信号 ATS 子系统与生产云平台系统接口协议采用 TCP/IP 协议；

2.11.8 接口测试

2.11.8.1 通信测试：数据通信所包含的路由端口等策略下发；

2.11.8.2 信号系统提供云平台上信号系统运行功能与性能的测试结果；

2.11.8.3 信号系统提供使用云平台上的操作系统软件和业务系统软件；

2.11.8.4 在云平台上进行各项功能、性能、接口等各项测试，并进行记录测试结果；

2.11.8.5 信号系统需在测试平台上完成相关测试后再部署到主云平台。

2.11.9 接口文件

2.11.9.1 《南京地铁 11 号线一期工程云平台信号系统专业资源需求表》,模板由云平台提供,信号系统填写。

2.11.9.2 《南京地铁 11 号线一期工程云平台整体 IP 规划》，由云平台提供，信号系统深化。

2.11.9.3 《南京地铁 11 号线一期工程云平台业务路由及安全策略表》，模板由云平台提供,信号系统填写后返回云平台确认实施。

2.11.9.4 《南京地铁 11 号线一期工程云平台数据分析系统与信号系统专业协议文件（含点表）》模板由云平台提供，信号系统填写。

2.12 与整合 UPS 系统的接口

本节定义了本工程信号系统在控制中心与整合 UPS 系统之间的接口需求，及信号系统投标人和 UPS 系统供货商的接口管理和接口实施等相关工作的分工和责任。

明确信号系统投标人和 UPS 系统供货商的接口界面以及各自的责任和义务。

明确信号系统与 UPS 系统接口功能需求。

明确信号系统与 UPS 系统接口相关的设计、安装、测试和试运行工作的关键工期要求。

2.12.1 供货范围及责任划分

2.12.1.1 信号系统供货商的供货范围及责任：

1）负责提供信号系统电源设备负荷等级、电压允许偏差、电源波动范围、频率范围、电源备用时间、馈出开关整定值等要求；

2）负责提供信号系统设备柜到 UPS 配电柜馈出开关的带标识的连接电缆并负责敷设及接线。

3）负责提供信号系统与整合 UPS 系统接口信号侧的网关等网络安全防护设备。

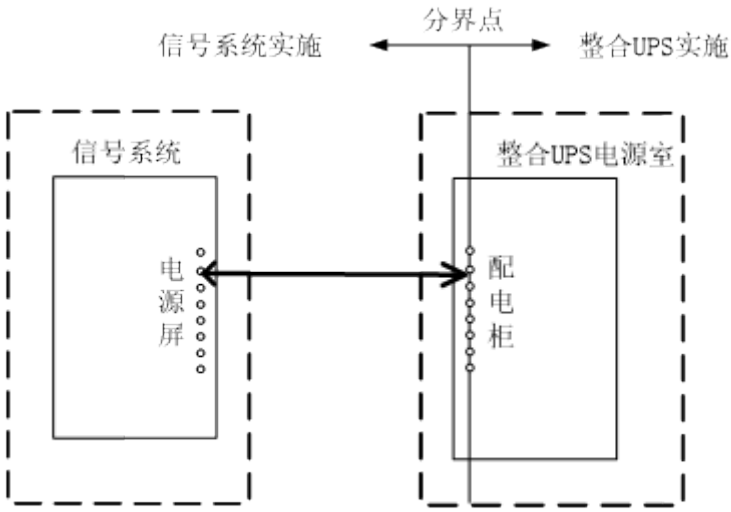
2.12.1.2　整合 UPS 供货商的供货范围及责任：

1）提供 UPS 系统配电柜的系统图、带标识的回路编号、配电柜的出线方式、配电柜的平面位置布置图。

2）负责提供信号系统与整合 UPS 系统接口整合 UPS 侧的网关等网络安全防护设备。

2.12.2　接口界面划分

2.12.2.1　接口界面示意如下：



2.12.3　接口技术要求

2.12.3.1　接口名称、编号、用途、位置、数量和类型的定义，见下表：

1）电源监测信息接口

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
与整合 UPS 通信接口	采集电源监测信息	综合 UPS 设备室配电柜监测设备端口	2 个	以太网

2）设备机房电源接口

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型

与整合UPS电源接口	提供信号系统设备用电源	综合UPS设备室配电柜出线端子	2路	电源线

2.12.3.2 接口功能要求

信号系统应实现的UPS的接口功能应包括但不限于以下内容，具体实现功能应根据运营的实际需要在设计联络阶段由接口双方经过协商后确定。

1）整合UPS系统按双UPS双母线设计，为信号系统提供冗余的不间断电源；

2）UPS系统提供UPS系统的工作状态信息、电池逆变信息、电池报警信息、UPS旁路工作信息及UPS电池放电时间信息；

3）UPS系统回应信号系统对UPS与信号系统之间的通道进行检测；

4）信号系统显示车站UPS系统工作状态信息、电池逆变、报警等信息；

5）信号系统监视UPS放电开始、放电时间、放电触发服务器数据备份、存盘及断电关机的联动等；

6）每隔一定时间，信号系统对UPS与之间的通道进行检测并对时。

2.12.3.3 接口冗余要求

采用冗余接口设计。

2.12.3.4 电磁兼容性要求

双方接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定；

双方接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作。

2.12.3.5 接口特性要求

线缆和接口均需带有标识，标识必须与接线端子图和线缆编号相一致。

信号系统采用的电源监测接口设备应与UPS系统的接口设备相匹配，如有异议，由招标人裁定，接口双方必须无条件服从。

2.12.4 接口管理要求

2.12.4.1 测试要求

1）接口的测试工作需要信号系统供货商与整合 UPS 系统供货商相互配合完成及共同确认；

2）信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

3）接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示之内容：

测试类别		目的
连接测试	目视测试	检查各接口是否正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证接口特性合乎要求。
	功能测试	验证接口功能合乎要求。

2.12.4.2 参数及资料交换要求

1）信号系统供货商应根据本项目计划，在 UPS 系统招标前，在招标人通知规定的时间内，应向招标人提供信号系统对 UPS 系统的有关参数要求资料，这些资料至少应包括：

a) 用电负荷、用电等级要求资料；

b) 电源监测信息接口通信协议；

c) 接口形式及位置；

d) 招标人要求的其他接口资料。

2）信号系统供货商应在设计联络阶段，向 UPS 供货商提供如下资料，但不仅限于此：

a) 接口特性要求资料；

b) 接口通信协议；

c) 接口形式及位置；

d) 接口功能要求及说明；

e) 接口信息需求；

f) 接口连接线的定义；

g) 接口连接线的特性要求；

h) UPS 系统供货商要求的其他技术资料。

3）UPS 系统供货商，应在设计联络阶段向信号系统供货商提供资料如下，但不仅限于此：

a) 配电系统图；

b) 配电柜的出线方式；

c) 接口调试方法及验收标准；

d) 接口位置；

e) 接口实施计划；

f) 信号系统供货商要求的其他资料等。

4）所有资料及过程文件应同时提供给工程设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

2.13 信号系统与智慧场段综合管控平台接口

2.13.1 接口内容

信号系统为智慧场段综合管控平台提供列车位置、设备状态、SPKS 状态、时刻表等信息，智慧场段为信号系统提供出入库计划、洗车计划或提供为编制出入库计划、洗车计划所需的基础信息。

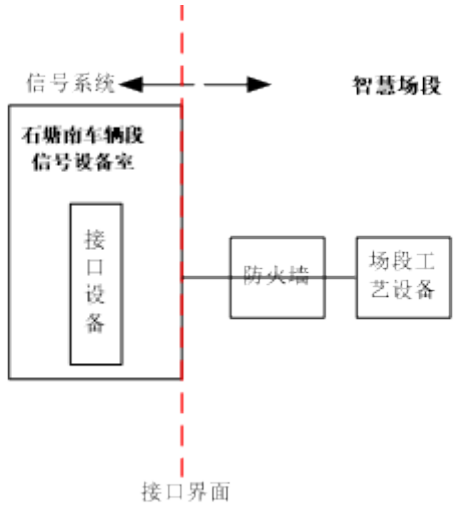
2.13.2 接口界面及示意图

2.13.2.1 接口界面

内容	说明

接口分界点	石塘南车辆段信号设备机房	
接口数量	1	
接口类型		
物理接口	以太网接口	
线缆规格	网线（暂定）	
接口协议	TCP/IP 协议	
接口用途		
相关方责任	智慧场段	信号
	1、 负责接线、敷设线缆，并向信号系统提供协议要求、格式，负责调试； 2、 提供编制出入库计划、洗车计划相关的需求信息或提供出入库及洗车计划。	1、 开放协议及接口，根据协议要求、格式进行协议转换，配合调试； 2、 按提供列车位置、设备状态、SPKS 状态、时刻表等信息。
接口测试	智慧场段负责，信号配合	

2.13.2.2 示意图



3 与其他线路的接口要求

3.1 供货范围及责任划分

3.1.1 本工程信号系统的供货范围及责任：

1) 负责提供本线路管理范围内轨旁设备（列车检测设备、信号机、箱盒等）及其室内控制设备、接口电路设备及器材；

2) 信号施工单位负责实施本线路管理范围内的室外电缆及安装连接附件；

3) 信号施工单位负责实施本线路管理范围内的室内外设备安装、连接；

4) 信号施工单位负责实施本线路管理范围内的室内外线缆敷设、连接；

5) 负责本工程信号系统内部与其他线路接口相关电路的设计、实施与模拟测试；

6) 负责实施接口的功能测试及联合调试；

7) 负责提供本线信号系统与其他线路信号系统接口本线侧的网关等网络安全防护设备；

8) 配合与其接口的其他线路信号系统接口的安装与施工；

9) 配合与其接口的其他线路信号系统供货商的连接测试；

10) 负责提供本线信号系统侧继电器线圈所需的电源；

11) 配合与其接口的其他线路信号系统供货商的接口功能测试及联合调试。

3.1.2 其他线路信号系统供货商的供货范围及责任：

1) 负责各自线路信号系统内部与联络线接口相关电路的设计、实施及模拟测试；

2) 负责提供各自线路管理范围内的室外设备、器材及连接线缆、安装附件；

3) 负责各自线路管理范围内的室外设备的安装及连接；

4) 负责提供本线信号系统与其他线路信号系统接口其他线路侧的网关等网络安全防护设备；

5) 负责实施接口的功能测试及联合调试；

6) 配合本工程信号系统接口的安装与施工；

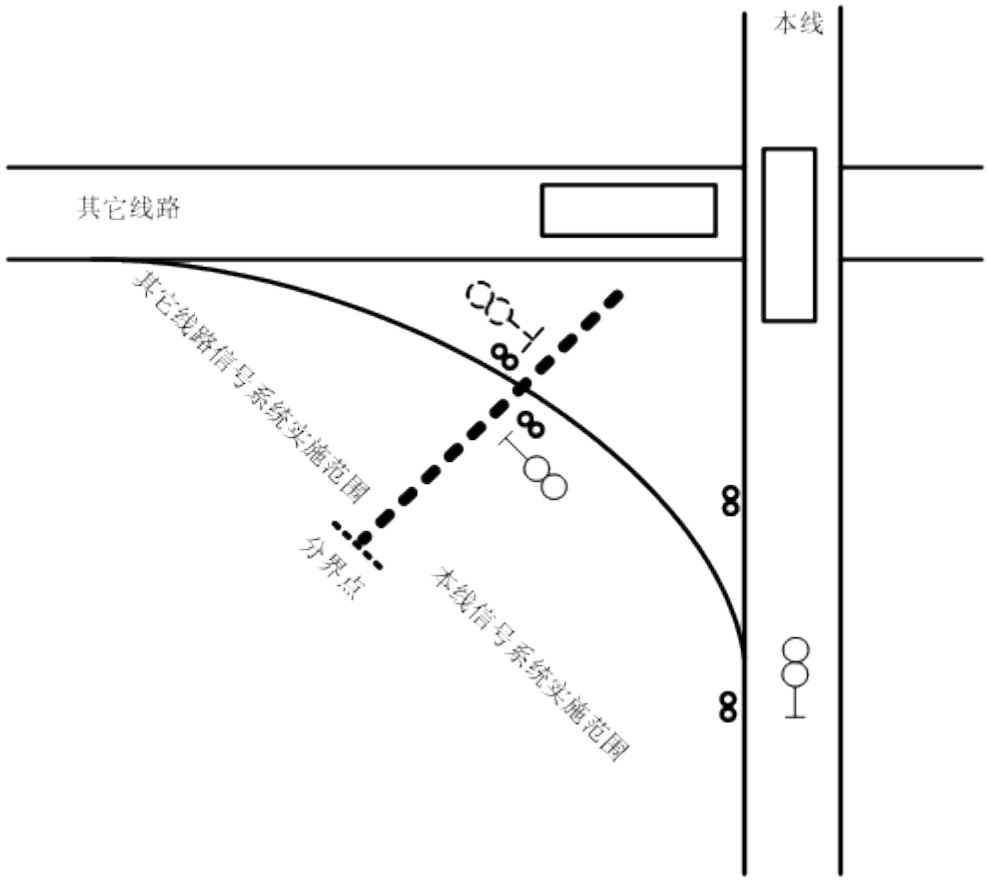
7) 配合本工程信号系统供货商的连接测试；

8) 负责提供各自线路信号系统侧继电器线圈所需的电源；

9) 配合本工程信号系统供货商的接口功能测试及联合调试。

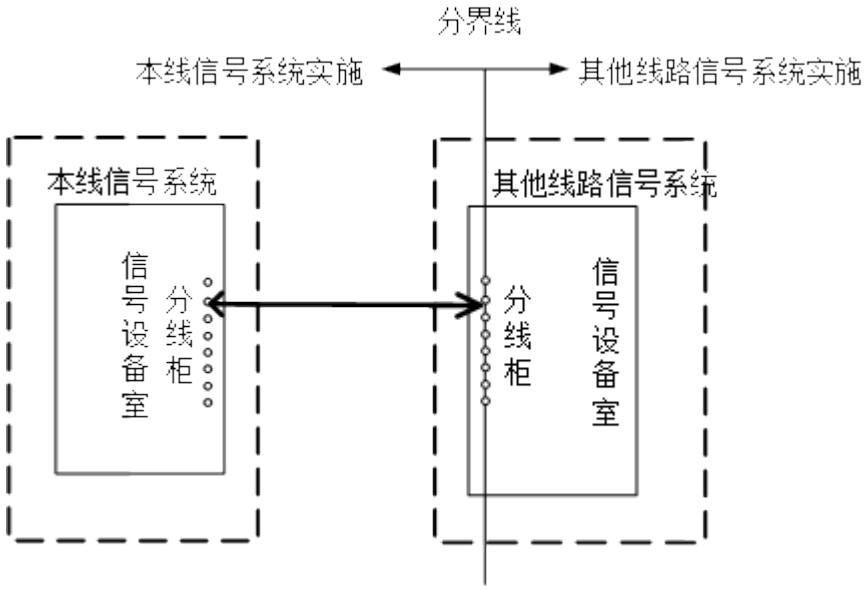
3.2 接口界面划分

3.2.1 室外设备界面划分图：

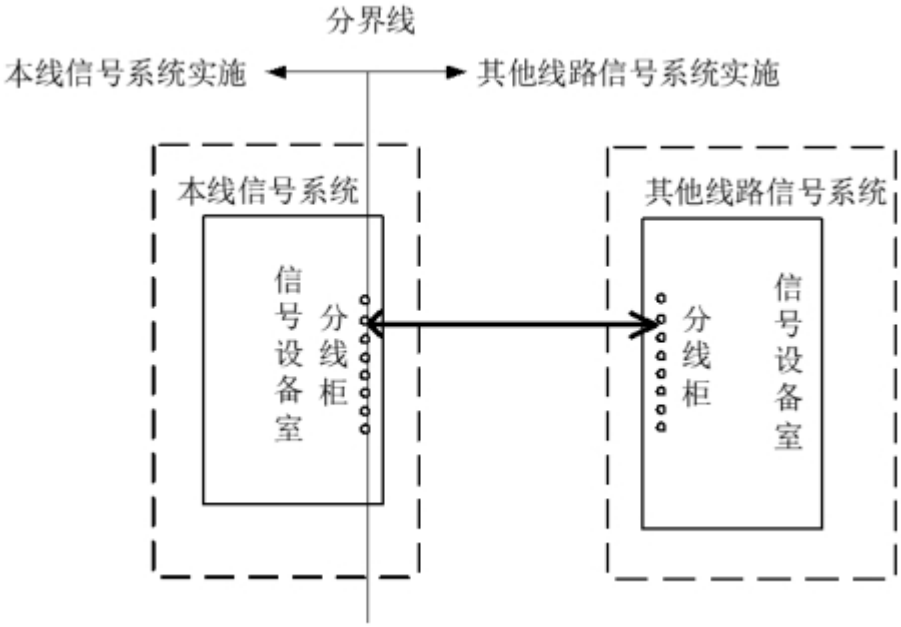


详细接口界面划分请参照 S3 号线、S8 号线实施情况。本线信号供应商需无条件完成 15 号线、17 号线与 11 号线联络线的后续接口工作。

3.2.2　室内设备接口界面划分图：



室内设备接口界面划分（与 S3 号线、S8 号线）



室内设备接口界面划分（与 15 号线、17 号线）

3.3 接口技术要求

3.3.1 接口的名称、编号、用途、位置、数量和类型。

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型

与 S3 号线信号系统接口	本线信号系统与S3 号线信号系统互联	S3 号线信号预留电缆接续处（或设备室分线柜）	1 处	继电接口/全电子联锁接口或网络接口
与 S8 号线信号系统接口	本线信号系统与S8 号线信号系统互联	S8 号线信号预留电缆接续处（或设备室分线柜）	1 处	继电接口/全电子联锁接口或网络接口
与 15 号线接驳线信号系统接口	本线信号系统与其他线信号系统互联	本线信号设备室分线柜	1 处	继电接口/全电子联锁接口或网络接口
与 17 号线接驳线信号系统接口	本线信号系统与其他线信号系统互联	本线信号设备室分线柜	1 处	继电接口/全电子联锁接口或网络接口

3.3.2 接口功能要求：

1) 通过接口，本线信号系统与其他线路信号系统在联络线处建立照查联锁关系，保证联络线上列车进路的安全；
2) 照查联锁关系将在设计联络阶段由其他线路信号系统供货商与本线信号系统供货商共同确定，报招标人审批后实施。

3.3.3 接口冗余要求

本线信号系统与其他线路信号系统若采用网络接口，则应采取冗余措施。

3.3.4 电磁兼容性要求

1) 接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定；

2) 在接口连接用电缆上由于电磁感应产生的感应纵电势不会导致接口继电器的误动作和危及维修人员的人身安全；

3) 接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作。

3.3.5 接口特性要求

1) 接口的设计须符合故障－安全原则；

2) 若采用继电接口，接口电路用继电器应采用安全型继电器，其特性及其应用应符合中国有关规定；接口信号应为安全信号；接口电路应能明显、准确体现两系统间的联锁关系；接口电路应采用双断设计；接口双方提供各自系统侧继电器线圈所需的 DC24V～60V 可调电源；

3) 若采用网络接口，应采用符合中国或国际标准的安全通信协议；

4) 本线信号系统和其他线路信号系统均应对双方接口信息进行事件记录；

5) 接口电路的接口及两系统间均应采取一定的措施，不允许由于接口的原因，损坏各自系统内部设备及由于对方接口问题影响本线路正常运营；

6) 与所有相关联络线分界处应优先设置实体信号机，当联络线上具备设置大于一列列车长度的联络轨时，应设置差置实体信号机。不具备设置实体信号机的情况时（限界限制），可设置虚拟信号机。联络线设置虚拟信号机时，本线向联络线的发车进路与另一条线的接车进路按照一条进路逻辑进行处理。列车进入联络线后，若其他线路由于突发情况不具备接车条件时，调度员应立即通知乘务员采取紧急停车措施；

7) 发车进路的始端信号机开放须检查接车进路的始端信号机开放条件。

8) 信息交换：本线信号系统与其他线路信号系统间互传的信息至少应包括照查信息、轨道空闲/占用信息、信号机状态信息及其他必要的信息，具体信息在设计联络阶段确定。

3.4 接口管理要求

3.4.1 测试要求

1) 接口测试应由本线信号系统供货商与其他线路信号系统供货商共同验证和确认;

1) 信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

2) 接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示之内容：

测试类别		目的
连接测试	目视测试	检查各接口是否正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证接口特性合乎要求。
	功能测试	验证接口功能合乎要求。

3.4.2 参数及资料交换要求

1) 其他线路信号系统供货商应在设计联络阶段向本线信号系统供货商提供以下资料，但不局限于：

a) 接口联锁关系及说明文件；

b) 接口参数需求及说明；

c) 接口电路及说明；

d) 接口位置；

e) 接口连接电缆的特性要求；

f) 本号线信号系统供货商要求的其他资料。

2) 本线信号系统供货商应在设计联络阶段向其他线路信号系统供货商提供以下资料但不局限于：

a) 接口联锁关系确认及说明文件；

b) 接口参数需求及说明；

c) 接口电路及说明；

d) 接口实施计划；

e) 接口的测试方法；

f) 接口验收标准；

g) 其他线路信号系统供货商要求的资料。

3) 所有资料及过程文件应同时提供给设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

用户需求书—信号部分

（南京地铁 11 号线一期工程全自动驾驶系统项目场景说明书）

第一部分 正常模式场景

1 运营准备

1.1 确认并下发当日运行图

1.1.1 场景概述

每日规定时间，由运营调度员（正线）生成当日运行图，下发至各相关系统及岗位。

1.1.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）在每日的规定时间，确认当日运行图；
2） 运营调度员（正线）确认当日运行图无误后，下发计划至各相关系统；
3） 各相关岗位确认当日运行图。

1.1.3 注意事项

1） 运营调度员（正线）应当在每日规定时间确认当日运行图，如计划有误，则立即重新下载当日运行图；
2） 各系统及各相关岗位均需确认当日运行图无误。

1.1.4 功能需求

1） 信号：

a)系统应具有储存运行图，每日自动匹配当日运行图的功能；

b)应具有编图转换软件，与南京地铁现有编图软件开放接口， 如单独一套编图系统则考虑预留后续全自动驾驶线路编图接口；

c)运行图系统应预留派班系统软件接口；

d)调度员在信号系统确定当日运行图后，信号系统将此信息发送至综合监控系统，信号系统应与综合监控系统有接口来实现信息同步。

2） 综合监控：

a)综合监控与其他系统（包括 SCADA 系统、AFC 系统、卷帘门等）有接口实现信息同步。

1.2 运营前检查

1.2.1 场景概述

当日运营开始前 30 分钟（该时间可修改），运营调度员（正线）、运营调度员（场段）、车站值班员分别确认车辆段、停车场、正线轨行区、车站及各设备房内施工均已注销；触网供电正常，满足当日运营条件。

在运营开始前，相关行车、设备岗位人员需测试中央 ATS、车场 ATS、车站 ATS 及相关行车设备、供电设备的运行状态是否符合运营要求。

1.2.2 基本流程

1） 当日运营开始前，运营调度员确认所有轨行区施工已全部注销；
2） 运营调度员和车站值班员共同测试并确认全线行车指挥及列车运行控制设备满足运营要求；
3） 运营调度员与车站值班员确认各车站内影响客运服务设备的车站施工均已注销，并测试、确认设备满足当日运营要求；
4） 设修调度员确认变电站施工完成，供电检修人员人工完成设备测试，确认全线触网（含场段）、变电站正常供电，符合运营要求；
5） 运营调度员或车站值班员确认车站施工完成，设备状态正常，满足运营要求；
6） 运营调度员（场段）确认车场施工作业均已注销，测试、确认车场行车指挥及列车运行控制设备运行正常，满足运营要求；
7） 运营调度员（场段）根据场段值班员提供的运用车计划编制并确认派班计划和用车情况。

1.2.3 注意事项

1） 非运营期间，施工最晚结束时间应在运营开始前 30 分钟（该时间可修改）；
2） 必须确认所有施工均已办理施工注销；
3） 控制中心需要对测试结果进行审核；
4） 测试时车站需注意各类相关报警。

1.2.4 功能需求

各系统优化系统设备故障检查汇报、自检功能。

1） 信号：

a)正线轨行区、车场自动化区域需设置工作人员防护开关；

b)运营调度员（正线）、运营调度员（场段）、车站工作人员可通过 ATS 测试确认全线/车场道岔、区段及信号等状态。

2） 通信：

a)全线关键区域设置视频监控，同时在必要的地方设置远程联动监控及音频采集传输功能，视频监控覆盖区域如下：

●正线：正线重点道岔、区间人防门、联络线、区间泵房及其附近线路最低处、存车线、区间联络通道出入口处；

●车辆段/停车场：场段道岔咽喉区、试车线、洗车库、非自动化区域和自动化区域分界点、场外转换轨位置、地下通道、触网接挂地线点；

●车站：车站闸机、售票机处、乘客集散处、站台、进出自动化区域的隔离门、票亭、电梯、扶梯、换乘通道、车站票务室、车站出入口、车控室、无人值守的变电站等场所；

b)运营调度员（正线）、运营调度员（场段）、车站工作人员可根据权限调看任意指定视频监控画面；

c)有线通信应满足运营调度员（正线）同时连线全线所有车站的需求；

d)无线通信应能按组划分进行全呼、组呼、单呼。

3） 供电：

a)电力调度员可通过 SCADA，查看确认变电站、接触网等设备状态。

4） 综合监控：

a)综合监控系统应具有对 SCADA、BAS 等设备的遥信、遥测、遥控等功能；

b)综合监控系统应具有对 FAS 主机的通信检测功能；

c)综合监控系统提供相应设备的状态及故障信息。

1.3 出库派班计划的编制与下发

1.3.1 场景概述

根据当日列车运行计划，给列车分配班次和编制石塘南车辆段出库计划，并发送至相关岗位。

1.3.2 基本流程

1） 检修人员作业完毕后应使列车处于休眠状态；

2） 检修人员根据当日运行计划和车辆检修结果，向场段值班员提供当日用车（运用车数大于等于当日用车数），场段值班员将当日可用车信息提供给运营调度员（场段）；

3） 运营调度员（场段）确认当日用车计划，结合当日计划运行 图、停车库内列车实际股道占用情况，通过 ATS 工作站编制派班计划，派班计划根据当日运行计划所需列车数与车辆段/停车场实际列车相匹配。正线存车线派班由运营调度员（正线）负责，车辆段/停车场派班由运营调度员（场段）负责；

4） 运营调度员（场段）对派班计划审核无误后上传系统，发送给运营调度员（正线）、场段值班员等岗位。

1.3.3 注意事项

1）车辆检修人员须在每日规定时间之前将当日列车运行、检修用车情况发送给场段值班员。

1.3.4 功能需求

1） 信号：

a)场段值班员将当日列车检修用车计划录入信号系统确认后，运营调度员（场段）可从系统中接收到用车情况信息；

b)ATS 工作站具备智能派班功能，可根据事前设定好的条件一键派班（如轮流依次唤醒不同 SPKS 分区或供电分区车辆）；同时也可在 ATS 工作站人工编制或修改

出入库派班计划;

c)派班系统应有列车车体号、实际股道位置、担当的运行车 次、出库时间等信息并具有导出、打印功能。系统具备检验功能（如 B 列位列车发车时间不能早于 A 列位列车）。

1.4 列车唤醒自检

1.4.1 场景概述

由系统或人工对休眠的列车实施唤醒作业。

当列车唤醒成功后，车载信号设备、车辆设备上电后进行各自检查，检查通过后信号设备与车辆设备联合进行联合自检。联合自检成功后列车唤醒成功，具备全自动运行能力。

列车唤醒的方式分为 3 种：

1） 列车根据运行图进行系统自动唤醒；
2） 运营调度员（场段）或运营调度员（正线）通过 ATS 执行远程人工唤醒；
3） 正线多职能组员登车后执行就地人工唤醒。

1.4.2 基本流程

1） 运营调度员（场段）应在列车自动唤醒前确认停车库内列车车况均为休眠；

2） 运营调度员（场段）确认列车出库派班计划，并录入系统，与各列车进行匹配；
3） 信号系统根据出库派班计划，自动依次唤醒列车，列车自动升弓，运营调度员（场段）通过 ATS 工作站确认列车处于“唤醒中”状态；
4） 运营调度员（场段）对非出库计划内列车（场/段内备用车）执行远程人工唤醒，并于出库阶段确认列车唤醒状态；
5） 系统根据出入库派班计划，依次自动唤醒列车；
6） 若依次唤醒列车过程中，出现自动唤醒失败的列车，运营调度员（场段）应使用备用车进行替开；
7） 运营调度员（场段）通过 ATS 向自动唤醒失败的列车远程发送休眠指令，然后重新远程或就地下发唤醒指令；仍然失败的情况下，派工作人员登车查看，执行就

地人工唤醒或报修；

8） 正线存车线过夜车由运营调度员（正线）远程人工唤醒，并通过 ATS 确认列车状态和分配计划班次；

9） 列车成功唤醒后，车载信号设备、车辆设备上电后进行各自检查，检查通过后信号设备与车辆设备联合进行综合自检；

10）列车自动完成列车各相关系统、部件的自动检查及测试；

11）若出现自检未通过的列车，在运营调度员（场段）/行车调度台能反馈自检失败原因，车场/运营调度员（正线）根据自检失败原因远程重启相关设备或安排相关人员登车处理；

12）自检结束后，在调度台上反馈自检结果，自检通过的列车根据派班计划/运行计划等待发车；

13）若列车故障未及时处理完成，则使用备用车替换该列车。

1.4.3 注意事项

1） 运营调度员（场段）若发现列车工况显示未休眠，运营调度员（场段）与检修人员确认原因，如无故障，运营调度员（场段）应下发远程休眠指令，使该列车休眠；

2） 运营调度员（场段）需确认出库计划在规定时间前成功激活并下发；

3） 夜间动车后，司机应确保列车停回正确位置。检修作业后，列车处于非全自动模式休眠的，可能无法远程/自动唤醒；

4） 唤醒自检过程中工作人员不应登乘列车；

5） 联合自检之前客室门应关闭正常；

6） 当一节车厢内所有乘客紧急呼叫装置失效时宜禁止上线或扣车；部分乘客紧急呼叫装置可用时允许正常运营，结束运营后进行检修。

7） 自检时车门打开时间要求为 5S（暂定）。

1.4.4 功能需求

1） 信号：

a)ATS 需具备根据出入库派班计划，依次按时激活列车自动唤醒功能，且具备分批次唤醒列车功能；

b)将列车唤醒中或唤醒后的状态信息反馈至中央 ATS，并显示于 ATS 工作站上；

c)运营调度员（场段）能够通过 ATS 实现远程人工唤醒列车；

d)具备人工登车就地唤醒功能；

e)列车综合自检成功或失败的结果信息能及时传至控制中心 ATS 工作站，若列车自检失败应显示具体失败原因；

f)自检通过动车前应确认的相关车载信号系统状态。信号系统将信号和车辆整体自检结果上传至信号调度终端；

g)ATS 自动向唤醒自检成功的 FAM 模式列车下发运营计划。

2） 车辆：

a)自动检查动车前需确认的相关车辆系统状态,对相关系统进行测试的功能,包括:

① 车辆自检包括 DCU，PCE，VAC 和 BCH 系统自动测试，并检查主要旁路没有被激活；

② 制动系统测试；

③ 紧急制动控制检测；

④ 客室门检测。

b)自检结束后停车位置能满足人员上下车。

2 列车出库

2.1 巡道车出库

2.1.1 场景概述

巡道车司机登乘列车后，列车根据运营调度员（场段）输入 ATS 系统的派班计划开始唤醒、自检，自检完毕后自动匹配出库派班计划，在获得运营调度员（场段）确认后发车，司机开始执行巡道作业。

2.1.2 基本流程

1） 随车巡道人员在列车唤醒前登车，登车场景参见“第一部分 5.1 工作人员车场正常登乘列车”；
2） 列车完成唤醒、自检，唤醒、自检场景参见“第一部分 1.4 列车唤醒自检”；
3） ATS 自动/人工手动匹配运行计划；
4） 列车转人工驾驶模式后，巡道车出库时信号将不再向广播发列车出库信息，司机可按照人工驾驶出库运营规则驾驶列车出库，列车出库前司机手动鸣笛，提示列车出库；
5） 车场出库进路/资源根据派班计划时间自动触发，列车以带 ATP 保护的人工驾驶模式动车；
6） 列车以人工驾驶模式运行至与场段衔接站。

2.1.3 注意事项

1） 巡道列车以带 ATP 保护的人工驾驶模式运行；
2） 运营调度员（场段）若收到车辆故障汇报后，应调整出车计划，如利用备用车替开等，并及时将故障列车情况报检修人员处理。

2.1.4 功能需求

1） 车辆：

a)能根据信号发出的工况指令执行相应工况。

2） 信号：

a)列车自检完成后，在停车股道（停车点或正线站台）即可匹配出库派班计划；

b)列车转人工驾驶模式后，系统自动排列进路/申请资源；

c） 系统应能根据运行计划识别出库列车为巡道车，自动设置下线工况。并能在巡道结束，进入正线服务前自动将该车工况转换为正线服务工况。

3） 通信：

a)根据信号提供信息，自动触发预录场段广播内容，告知生产区域内作业施工人员列车出入库信息。

2.2 运营列车出库

2.2.1 场景概述

列车根据运营调度员（场段）输入 ATS 系统的派班计划自动唤醒、自检，自检完毕后自动匹配派班计划，系统根据计划自动触发出库进路/资源，列车自动鸣笛发车。

2.2.2 基本流程

1） 唤醒自检通过后的列车，运营调度员（场段）确认运行班次；
2） 每列出库列车动车前，场段广播提醒工作人员有列车经过；
3） 车场出库进路/资源根据运行图时间自动触发，列车以全自动驾驶模式自动发车；
4） 列车以全自动驾驶模式运行至列车进入正线前的虚拟站台，匹配正线运行计划。

2.2.3 注意事项

1） 若列车自检失败，原则上采用备用车进行替换，若无备用车替开，则运营调度员（场段）可以通过 ATS 使后续列车依次替开前一列车的开行计划；
2） 运营调度员（场段）收到车辆故障信息后，应调整出车计划， 并及时将故障列车情况报检修人员处理；
3） 若列车发生计划偏移，运营调度员（场段）及时进行人工干预并通知相关车站。

2.2.4 功能需求

1） 车辆：

a)列车以全自动驾驶模式在车场内运行动车前，根据信号提供信息自动触发鸣笛。

2） 信号：

a)列车出库运行进入正线的虚拟站台，信号系统应向列车发送“正线服务”工况；

b)在正线接入车辆段前设置虚拟站台，供车辆段发车的列车核对时刻表、转换工况；

c)若发车时列车自检不通过，系统可自动采用备用车进行替换；或通过 ATS 使后续列车自动依次替开前一列车的开行计划，该功能须由调度员确认触发；

d)运营调度员（场段）或运营调度员（正线）对自检成功列车通过 ATS 工作站确认列车运行计划；

e)列车自检完成后，在停车股道（停车点或正线站台）即可匹配正线运行图（车次号及时刻表）；

f)列车匹配运行图成功后，根据计划时间自动触发出库进路/出库资源；

g)对当天出库列车可设置是否自动鸣笛，设置为自动鸣笛时，当天自动出库所有列车均自动鸣笛；设置为非自动鸣笛，当天出库列车均不能自动鸣笛；

h)调度可随时对线路上 FAM 模式列车下发鸣笛指令与取消鸣笛指令，手动下发的鸣笛指令需手动取消。

3） 通信：

a)根据信号提供信息，自动触发预录场段广播内容，告知生产区域内作业施工人员列车出入库信息。

3 列车正线运行

3.1 列车正线巡道

3.1.1 场景概述

全自动驾驶线路，巡道车司机以手动驾驶模式运行至规定车站后，改为全自动驾驶模式，列车进入正线运营，或手动驾驶至正线存车线。

3.1.2 基本流程

1） 巡道车司机不间断瞭望线路情况，以手动模式驾驶列车运行，完成巡道作业；
2） 巡道车司机将列车在规定位置停稳后，改为全自动驾驶模式；
3） 巡道车司机在前方车站或通过登乘平台离开列车。

3.1.3 注意事项

1） 巡道车司机离开列车前应与运营调度员（正线）确认列车驾驶模式、工况正常。

3.1.4 功能需求

1） 土建：
a)在自动化区域内的上、下车作业，每个工作人员防护区域应配置独立、封闭的安全通道，并设置登乘平台，登乘平台应设置一扇登乘门，其宽度应大于车门（延伸至电解锁钥匙），以供检修人员、正线多职能组员、清扫人员等登车。
2） 综合监控：
a)进入登乘平台处应设有门禁。
3） 信号：
a)ATS 工作站显示车门和站台门打开状态。
b)列车反向运行时，在站停车后，应能正常收到开门码，开关门结束后，应能正常收到推荐速度。

3.2 列车进入正线

3.2.1 场景概况

1） 列车由车库进入正线：

当列车在 UTO 的模式下，出场列车由车辆段运行至正线第一个载客车站。

出场列车从车辆段运行至转换轨后，匹配正线计划，列车进入正线服务工况。

2） 列车由存车线、折返线进入正线：

列车在存车线、折返线唤醒并自检成功后，接收到正线服务工况后进入正线。

3.2.2 基本流程

1） 列车由停车场/车辆段进入正线：

a)列车由车辆段运行至进入正线前的虚拟站台；

b)信号系统检查到出库列车向车辆发送“正线服务”工况；

c)车载信号系统接收到开启“正线服务”工况指令后，向车辆发送指令，如车辆自动打开空调、照明等；

d)根据时刻表建立进入车站的进路/资源，列车进站。

2） 列车由存车线、折返线进入正线：

a)信号系统根据当日计划运行图自动为存车线、折返线列车分配车次号，同时向列车发送“正线服务”工况；

b)车载信号系统接收到开启相应工况（“正线服务”、“下 线”等）指令后，向车辆发送指令，车辆自动打开或调节空调、调整照明等。

3.2.3 注意事项

1） 运营调度员（正线）应确认车次号是否设置成功；

2） 运营调度员（正线）应确认列车接收到“正线服务”、“下线”工况指令。

3.2.4 功能需求

1） 信号：

a)在正线接入车辆段前设置虚拟站台，供车辆段发车的列车转换工况；

b)列车出库运行至进入正线的虚拟站台，信号系统应向车载发送列车“正线服务”工况，工况触发时机根据时刻表可以调整；

c)列车在正线唤醒、自检成功后，信号系统应向列车发送相应工况（“正线服务”、“下线”等）；

d)ATS 运行图中可以编辑列车运行计划，使指定列车根据运行计划跳停指定车站。

2） 车辆：

a)下线工况时，列车空调模式为自动，降低照明亮度；

b)正线服务工况时，列车照明、空调、通风正常投用。

3.3 工况转换

3.3.1 场景概况

1） 列车需投入载客运营，列车工况由“下线”（列车调节通风， 调低空调温度和照明的亮度）转换为“正线服务”；

2） 列车完成载客任务后，需转变为空车状态，列车工况由“正线服务”转换为“下线”。

3.3.2 基本流程

1） 列车出库：

a)按照图定计划，列车唤醒、自检成功后，车辆转换到“下线”工况；

b)列车由车辆段/停车场运行至进入正线的虚拟站台时，车辆转换到“正线服务”工况。

2） 列车存车线、折返线唤醒：

a)按照图定计划，列车唤醒、自检成功后，车辆转换到“下 线”工况，确认班次

号后，列车转换到“正线服务”工况。

3） 列车退出运营：

a)列车在到达退出运营站，在车门打开时，车辆转换到“下线工况”，同时列车PIS、PA 播放清客信息。

4） 人工设置工况：

a)运营调度员（正线）可通过 ATS 对列车设置“正线服务”、“下线”等工况。

3.3.3 注意事项

运营调度员（正线）应确认列车接收到“正线服务”、“下线”、“待命”、“洗车”、“场内运行”、“检修”等工况指令。（本工程具体工况种类和条件在设计联络阶段确定。）

3.3.4 功能需求

1） 信号：

a)可通过信号 ATS 对列车设置“正线服务”、“下线”、“待命”、“洗车”、“场内运行”等工况；

b)根据运行图图定计划，信号系统向车载发送列车相应工况（“正线服务”、“下线”、“待命”、“洗车”、 “场内运行”等），列车车载应将列车“正线服务”、“下线”等工况发送至车辆；

c)在正线接入车辆段前设置“虚拟站台”，供车辆段发车的列车转换工况。

2） 车辆：

a)应能根据信号发送的工况指令控制空调和照明；

b)正线服务工况时，列车照明、空调、通风正常投用。

3.4 列车区间运行

3.4.1 场景概况

列车在 UTO 模式下，处于载客或空驶状态，由一站运行至另一站。

3.4.2 基本流程

1） 列车按运行图要求自动运行，若列车偏离计划时间，信号系统应根据列车速度控制时间；
2） 列车 PIS、PA 自动广播运营信息如下一站站名等；
3） 运营调度员（正线）可以通过查看车重信息来进行运营组织调整；
4） 若需人工调整，运营调度员（正线）可远程调整列车运行速度等级、远程停车等。

3.4.3 注意事项

1） 列车载客状态需和列车工况相对应。

3.4.4 功能需求

1） 信号：

a)中央 ATS 能直观显示列车驾驶模式、运行状态、早晚点等运营信息；

b)列车能以不同速度等级如节能模式在区间运行，并根据时刻表自动调整；

c)行车调度可以人工控制列车速度等级、远程紧急制动及取消发车；

d)ATS 工作站显示车门、列车速度信息。

2） 车辆：

a)能按信号给出的信息，列车自动触发预录广播与乘客显示屏信息；

b)运营调度员（正线）可以调看列车车厢内视频监控画面；

c)可远程对全列车进行人工广播与乘客显示屏信息的发布。

3） 通信：

a)站台 PIS 应自动更新列车到站信息及车厢乘客拥挤度信息。

4） 综合监控：

a)运营调度员（正线）可以通过综合监控查看车重信息。

3.5 列车进站停车

3.5.1 场景概述

指列车在全自动驾驶模式下进站停车。

3.5.2 基本流程

1） 列车进站前，车站自动播放列车到站广播，列车车厢内 PIS、PA 播报列车进站信息；
2） 进站后，列车准确对位停车；
3） 若列车欠停，列车自动往前调整对位；
4） 若列车过冲在信号系统设定范围内，列车自动后退对位；
5） 对位停车成功后，列车车门和站台门同时开始打开；
6） 车站播放出站、换乘等广播；
7） 乘客进行乘降作业；
8） 运营调度员（正线）可以通过 ATS 工作站观察列车车门及站台门开关状态；
9） 列车过标 5 米（可配置），经行调确认，信号系统向列车广播、PIS 及站台广播、条形屏发送越站信息；
10）如果列车经过行调确认不运行至下一站，多职能队员人工对列车广播，车控室值班员对站台人工广播。

3.5.3 注意事项

1） 列车过冲超过设定距离，经运营调度员（正线）确认安排该列车跳停至下一站。对于行规中不满足越站条件的列车需运营调度员（正线）安排正线多职能组员登乘列车在确保安全的前提下，执行列车退行对位进行上下客作业。

3.5.4 功能需求

1） 土建：

a)车门和站台门之间应尽量缩小缝隙。

2） 信号：

a)具备列车欠标和过标的自动对位功能，功能如下：

停站欠标、过标距离在自动对位功能范围内：当列车进站停稳后，列车欠标或过标距离在自动对位功能允许范围内，触发自动对位功能；停站欠标距离在自

动对位功能范围外：列车进站停稳后，列车欠标超过自动对位功能允许范围外，列车将以 UTO 模式继续动车停站；

停站过标距离在自动对位功能范围外：当列车进站停稳后，列车过标超过自动对位功能允许范围外，经运营调度员（正线）确认操作后，列车将以 FAM 模式直接前往下一站；

b)站台紧急停车按钮触发后，站台区域列车紧急制动（岛式站台仅对本侧站台区域列车触发紧急制动，侧式站台对上下行站台区域列车同时触发紧急制动）；

c)显示列车停稳、列车到站未停准状态（欠标、过标不超过设定距离或欠标、过标超过设定距离）和报警等信息。

d)列车过标 5 米，调度确认运行至下一站后，信号系统向列车广播、PIS 及站台广播、条形屏发送越站信息；

e)每个站台正向、反向运营列车都应具备精准对标功能，且不因区间道岔区别处理，系统应具备自动识别或锁定道岔并后退功能。

3） 通信：

a)能按信号给出的信息自动触发站台预录广播与乘客显示屏信息；

b)停站过标距离在自动对位功能范围外，车站根据信号给出的信息自动触发列车不停站广播与乘客显示屏信息。

4） 车辆：

a)能按信号给出的信息列车自动触发预录广播与乘客显示屏信息；

b)可远程对全列车进行人工广播与乘客显示屏信息的发布；

c)车厢广播应具有到站广播及离站广播的功能；无人自动折返过程中，不触发到站、离站广播。

3.6 列车站台发车

3.6.1 场景概述

从列车在站台停稳后开始计时，停站时间结束时，全自动驾驶列车进行自动站台发车。

3.6.2 基本流程

1） 列车从站台停稳开始倒计时；
2） 发车表示器倒计时至设定时间，列车车门和站台门同时开始关闭；
3） 列车和站台门关闭，发车条件满足后，列车自动发车；
4） 若车门或站台门未能关闭，经站务员确认实际情况后，依次使用“开门”和“关门”按钮，或调度使用远程“开门”和“关门”指令，该侧列车所有车门和所有站台门重新开关一次；
5） 列车启动后，触发车厢报站广播。

3.6.3 注意事项

列车车门和站台门关闭后，若两门之间有任何人员或物应能触发安全警报，并阻止列车发车。

3.6.4 功能需求

1） 土建：

a)车门和站台门之间应尽量缩小缝隙。

2） 车辆：

a)列车能按信号给出的信息自动触发预录广播与乘客显示屏信息；

b)可远程对全列车进行人工广播与乘客显示屏信息的发布。

3） 通信：

a)能按信号给出的信息自动触发乘客显示屏信息。

4） 站台门：

a)车门和站台门之间缝隙应有间隙探测报警装置，站台门关闭后，站台门对间隙进行探测，一旦探测到异物，立即切断站台门安全回路。

5） 信号：

a)信号系统在站台 PSL 处设置“开门”和“关门”按钮，对所在侧站台上列车所有车门和所有站台门进行开门和关门。

3.7 列车站前折返

3.7.1 场景概述

在全自动驾驶模式下，列车经由站前渡线折返。

3.7.2 基本流程

1） 列车对位停车后，列车车门和站台门同时打开；
2） 列车控制端转换并自动匹配新的运行计划（目的地和发车时间）；
3） 停站过程中，乘客上下车；
4） 停站时间完成后，列车车门和站台门同时开始关闭；
5） 根据时刻表触发进路/申请资源，列车自动发车。

3.7.3 注意事项

1） 列车控制端转换并自动匹配运行计划；
2） 变更进路/路径时，运营调度员（正线）均需要人工确认列车在接近区段停稳。

3.7.4 功能需求

1） 车辆：
   a)根据信号系统提供的信息，列车在无人自动驾驶模式下折返换端时，保持车门打开状态；有人驾驶模式下，车辆换端前后保持车门打开。
2） 信号：
   a)根据线路配线情况为相关车站配置站前折返功能；
   b)站台上折返列车，根据运行图自动变更班次及目的地，按运行图时间开放进路/申请资源；
   c)ATS 工作站根据列车发送的车门状态，显示车门打开状态；根据 OC 发送的站台门状态，显示站台门打开状态。

3.8 列车站后折返

3.8.1 场景概述

在全自动驾驶模式下，列车经由站后渡线折返。

3.8.2 基本流程

1） 列车在终端站台停稳后，列车车门和站台门同时打开；
2） 列车自动播放终点站广播，提醒乘客下车；
3） 车站播放出站、换乘等广播；
4） 停站时间完成前，站台保安确认清客完毕；
5） 停站时间完成后，列车车门和站台门同时开始关闭；
6） 信号系统根据折返优先模式选择折返路径，发车条件满足后，列车运行至折返线；
7） 对位停车后，列车换端并自动匹配新的运行计划（目的地和发车时间）；
8） 根据计划触发进路/申请资源，列车驶离折返线，进站对位停车。

3.8.3 注意事项

1） 如在确认清客时发现乘客滞留车厢且来不及下车，车站应取得运营调度员（正线）同意后安排人员跟车折返；
2） 正常的站后折返保持“正线服务工况”。

3.8.4 功能需求

1） 信号：

a)根据线路配线情况为相关车站配置站后折返功能；

b)ATS 工作站根据列车发送的车门状态，显示车门和站台门打开状态。

2） 通信

能按信号给出的信息自动触发出站、换乘等广播，与乘客显示屏信息。

4　列车回库

4.1　列车清客

4.1.1　场景概述

列车到站后清客并下线，分为列车计划清客下线（回库/进存车线）及非计划清客两种情况。

4.1.2　基本流程

(1)　列车计划清客

1）　信号系统根据运行计划识别列车为待下线（回库/进存车线）列车，列车在终点站进站时自动播放列车终点站广播，提醒乘客下车。列车在终点站停稳后，信号系统对该车自动扣车，列车车门和站台门同时打开；

2）　列车转为下线工况，列车空调模式为自动，降低照明亮度；

3）　车站播放出站、换乘等广播；

4）　站务员确认清客完毕，按压“关门”按钮，待列车车门和站台门同时关闭后，站务员可通过按压“清客确认按钮”取消扣车；

5）　列车根据触发的回库或进入存车线进路/资源，执行下线作业。

(2)　列车非计划清客

1）　运营调度员（正线），布置清客任务包括清客后的列车运行计划，通知相关车站，对指定列车和车站设置清客指令；

2）　列车的广播和乘客信息显示系统自动播放和显示清客信息；

3）　列车到达清客车站停稳，站台自动扣车，车门和站台门自动打开，列车和车站的广播和乘客信息显示系统自动发出清客广播清客信息；

4）　车站执行清客作业；

车站工作人员确认清客完毕，按压“关门”按钮，待列车车门和站台门同时关闭后通过车站值班员报运营调度员（正线），由运营调度员（正线）在 HMI 操

作确认清客，列车按之前已布置清客后的运行计划动车（如未布置清客后的运行计划，则列车在清客车站待命）。

4.1.3 注意事项

1） 涉及列车清客后仍采用全自动驾驶模式运行时，运营调度员（正线）应确认清客列车工况状态；
2） 对于清客列车，车厢 PA、PIS，沿途车站 PA、PIS 发布信息应及时更新；
3） 针对临时清客列车由运营调度员（正线）设置终点站扣车，在收到车站清客完毕信息后，由运营调度员取消扣车，列车驶离车站。

4.1.4 功能需求

1） 车辆：

a)列车 PA、PIS，在收到清客指令后自动发出清客广播、显示清客信息；

b)运营调度员（正线）应能在控制中心通过车载 CCTV 观察车厢内的情况；

c)下线工况时，列车空调模式为自动，降低照明亮度。

2） 信号：

a)对于设置清客的列车，到清客车站后列车自动扣车，确认清客结束后取消清客，列车按前续任务运行；

b)信号系统在站台 PSL 处设置“开门”和“关门”按钮，功能是向清客列车车门和站台门发出开关门指令；

c)交路终点站、配有存车线车站设置列车站台清客按钮，功能是取消站台扣车。中央 ATS 应有相应显示，使运营调度员（正线）或车站能够通过 ATS 工作站确认清客成功；

d)列车在计划下线的清客车站停准开门后执行下线工况；

e)信号应将调度设置的清客相关指令发送至车辆。

3） 通信

能按信号给出的信息自动触发出站、换乘等广播，与乘客显示屏信息。

4.2 列车进入停车库

4.2.1 场景概述

列车以“下线工况”离开终点站停至停车库指定股道,上传数据后自动休眠。

4.2.2 基本流程

1） 列车以“下线工况”（列车空调模式为自动，降低照明亮度） 在出入段线虚拟站台处匹配回库派班计划；
2） 每列回库列车动车前，场段广播提醒工作人员有列车经过；
3） 列车按回库派班计划规定的股道自动运行，在指定股道停车；
4） 列车在指定股道停车后工作人员通过将紧急解锁装置转至解锁位，等待 60 秒解锁后打开车门且打开登乘平台的登乘门后恢复紧急解锁装置，通过列车乘务门和登乘平台登乘门离开列车后，关闭登乘门（列车乘务门自动关闭）；
5） 列车自动将所有维护信息上传至控制中心和相关维修部门；
6） 在列车回到停车库至指定时间后（该时间可满足数据上传）， 列车自动进入休眠；
7） 遇列车未自动休眠时，运营调度员（场段）可通过 ATS 工作站进行远程人工休眠操作；
8） 若远程人工休眠仍失败，运营调度员（场段）应通知维修部门进行故障处理。

4.2.3 注意事项

运营调度员（场段）通过 ATS 工作站监控列车休眠情况。

4.2.4 功能需求

1） 车辆：

a)能与信号联动，实现到达指定股道一定时间后自动休眠与远程人工休眠；

b)在“下线工况”下，列车空调模式为自动，根据运营需求调节照明亮度；

c)休眠列车能够在自动休眠前，将列车状态信息、重要行车信息等所有信息通过传输通道上传至控制中心及相关维修部门；

d)列车休眠状态下，蓄电池可为 ATC 车载唤醒设备供电；

e)休眠列车自动降受电弓并关闭负载，仅 ATC 车载唤醒设备由蓄电池供电；

2） 信号：

a)能够根据回库计划安排列车停至停车库指定股道；

b)ATS 工作站能够监控休眠情况并进行远程人工休眠操作；

c)列车从正线回停车库，可设置指定时间后自动进入休眠；

d)在正线接入车辆段前设置虚拟站台，供列车匹配回库派班计划；

e)能够近距离泊车。

3） 通信：

a)传输通道带宽能够满足实时上传、回库上传列车信息的需求；

b)根据信号提供信息，自动触发场段预录广播内容，告知生产区域内作业施工人员列车出入库信息。

4） 土建：

a)在自动化区域内的上、下车作业，每个工作人员防护区域应配置独立、封闭的安全通道，并设置登乘平台，登乘平台应设置一扇登乘门，登乘门宽度应大于车门（延伸至司机室侧门），供检修人员、正线多职能组员、清扫人员等登车。

5） 综合监控：

a)进入登乘平台处应设有门禁。

4.3 编制确认回库派班计划

4.3.1 场景概述

根据当日列车运行计划，给列车分配班次和编制石塘南车辆段回库计划，并发送至相关岗位。

4.3.2 基本流程

1） 车辆检修工班和通号检修工班提报特定回库需求，场段值班员汇总后向运营调度员（场段）交接；

2） 运营调度员（场段）根据当日运行计划、运营调整情况、股道占用情况、维修计划、洗车计划等，通过 ATS 工作站编制回库计划；

3） 运营调度员（场段）在回库计划审核无误后上传系统，发送给运营调度员（正线）、场段值班员、车辆维修部门等岗位；

4） 回库列车进入车场后,信号系统按照回库计划自动触发相应列车的入库进路/资源，使列车在计划停车股道停稳。

4.3.3 注意事项

1） 运营调度员（场段）须在列车回库前，完成回库计划编制。

4.3.4 功能需求

1） 信号：

a） 可在 ATS 工作站编制回库计划;回库计划模块应有列车车体号、计划占用股道位置、担当的运行车次、回库时间、回库顺序表、检修调车计划等信息，并具有导出、打印功能。系统具备检验功能（如 A 列位列车回库时间不能早于 B 列位列车）。

5　场内作业

5.1　工作人员车场正常登乘列车

5.1.1　场景概述

工作人员根据任务需要登乘列车前，先到场控室登记作业内容，跟车巡道人员、正线多职能组员、车辆检修人员、列车清扫人员等工作人员在获得场段值班员允许后进入自动化区域，从登乘平台登乘列车。

5.1.2　基本流程

1） 工作人员在场段值班员处登记，获得门禁卡；
2） 工作人员刷门禁卡进入地下通道；
3） 工作人员刷门禁卡进入登乘平台；
4） 工作人员与运营调度员（场段）联控申请登乘列车；
5） 如列车处于休眠状态，工作人员通过机械解锁打开车门，登乘列车；如列车处于唤醒状态，车场调度发送远程门释放指令，工作人员通过电解锁打开车门，登乘列车；
6） 工作人员获得运营调度员（场段）允许后从指定车门进入列车；
7） 工作人员与运营调度员（场段）联控汇报已完成登乘列车。

5.1.3　注意事项

1） 登乘列车的工作人员应确认所登乘列车车号、股道和派班计划相一致；
2） 工作人员从指定车门登车后，应关闭该扇车门；
3） 巡道车司机应在列车自检作业开始前进入列车，如有需要，根据运营调度员（场段）指令，进行就地唤醒。

5.1.4　功能需求

1） 土建：

a)场段应设置自动化区域和非自动化区域，并进行隔离；

b)在自动化区域内的上、下车作业，每个工作人员防护区域应配置独立、封闭的安全通道，并设置登乘平台，登乘平台应设置一扇登乘门，登乘门宽度应大于车门，供检修人员、正线多职能组员、清扫人员等登车；

c)非自动化区域和自动化区域的转换区域设置登乘平台，登乘平台应设置一扇登乘门，登乘门宽度应大于车门，供检修人员、正线多职能组员、清扫人员等登车。

2） 综合监控：

a)进入登乘平台处应设有门禁。

3） 车辆：

a)列车应有指定的客室车门作为列车乘务门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门；

b)列车车厢内外都能手动开/关登乘客室车门。

5.2 工作人员车场非正常登乘列车

5.2.1 场景概述

列车发生故障或因故迫停于车辆段或停车场非正常停车区域， 如道岔咽喉区等。

5.2.2 基本流程

1） 列车在车场咽喉区等非正常停车区域故障迫停，运营调度员（场段）通知检修人员和场段司机做好检修准备。如不影响其他列车出入库，则先隔离故障区段，执行其他列车出库作业，待其他列车出入库完毕后实施抢修作业；如影响其他列车，则停止影响范围内所有列车出库作业，确认所有列车（包括故障迫停列车）静止且不会自动发车后，检修人员和场段司机向场段值班员申请进入自动化区域对故障迫停列车进行抢修；

2） 场段值班员授权检修人员进入自动化区域，并触发该区域工作人员防护开关。检修人员与场段司机按规定路线登乘故障列车并排除故障。

5.2.3 注意事项

1） 运营调度员（场段）在允许检修人员进入自动化区域前应取消相关列车的移动授权，停止出入库作业、调车作业或其他动车施工，防止发生人车冲突；

2） 检修人员登乘列车前应获得场段值班员、运营调度员（场段） 允许；

3） 运营调度员（场段）应及时通知运营调度员（正线）库内发生的故障及影响范围，便于运营调度员（正线）进行运营调整；

4） 检修人员和场段司机应与场段值班员确认需要登乘列车的位置；

5） 场段司机和检修人员登车前需确认车厢外的列车模式指示灯，确认列车处于禁止移动状态。

5.2.4 功能需求

1） 信号：

a)出入库咽喉区进入自动化区域处设置工作人员防护开关，作用范围为库前整个道岔咽喉区；工作人员防护开关应能保证防护区域内的通信列车不移动；

b)场控室设有 ATS 复示设备和工作人员防护开关状态监视设备，供工作人员确认列车位置及工作人员防护开关状态。

2） 车辆：

a)列车应有指定的客室车门便于正线多职能组员、车辆检修或其他工作人员从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门，车厢内外均可手动开/关门；

b)ATC 系统向车辆系统输出列车的驾驶状态信息,作为车辆外侧指示灯的指示信息，以提示列车是处于全自动驾驶模式还是非全自动驾驶模式，此外指示灯还应能显示列车是否处于禁止移动状态。

3） 土建：

a)场段应设置自动化区域和非自动化区域，自动化区域与非自动化区域之间应设置物理隔离装置。

4） 通信：

a)库前整个道岔咽喉区应设置视频监控，视频监控应与库前入侵报警装置联动。

b)因列车通行导致车辆段自动化区域无法被隔离的区域应配置视频监控系统，运营调度员（场段）负责监控。

c)区间轨行区最低处液位探测仪处设置视频监控，当高水位报警触发时，控制中心工作站 CCTV 将画面切换至轨行区或区间水泵区域。

5） 综合监控：

a）因列车通行导致车辆段自动化区域无法被隔离的区域应配置入侵报警装置，采用光栅覆盖方案，并与视频监控进行联动。

b）库前整个道岔咽喉区设置入侵报警装置，应与视频监控联动。

5.3 场内调车

5.3.1 场景概述

根据调车计划，列车按原驾驶模式驶入指定目的地，或在“非自动化区域-自动化区域转换”区域转换驾驶模式后，驶入指定目的地。

5.3.2 基本流程

1） 非自动化区域内调车：

a)运营调度员（场段）根据列车使用情况，编制场内调车计划；

b)运营调度员（场段）手动排列进路，场段司机按照调车计划人工驾驶列车驶入指定目的地。

2） 自动化区域调车：

a)运营调度员（场段）根据列车使用情况，编制场内调车计划；

b)运营调度员（场段）手动/系统自动根据场内调车计划为列车分配目的地码；

c)运营调度员（场段）手动/系统自动排列进路/申请资源,列车计算移动授权，以全自动驾驶模式驶入指定目的地。

3） 自动化区域至非自动化区域调车：

a)运营调度员（场段）根据列车使用情况，编制场内调车计划；

b)运营调度员（场段）根据场内调车计划为列车分配相关路径的目的地码；

c)运营调度员（场段）手动/系统自动排列进路/申请资源,列车计算移动授权，以

全自动驾驶模式驶入“非自动化区域-自动化区域转换”区域；

d)场段司机看登乘平台“DDI 指示灯”，DDI 指示灯闪烁，表明列车保持不动，可安全登乘列车，工作人员与运营调度员（场段）联控申请登乘列车，车场调度发送远程门释放指令，工作人员通过登乘平台打开登乘门，通过电解锁打开列车乘务门进入列车内；（是否需要远程门释放在设计联络阶段确定）

e)场段司机将列车从全自动驾驶模式切换至非全自动驾驶模式，此时 DDI 指示灯灭；

f)场段司机与运营调度员（场段）确认准备就绪后，关闭登乘门和列车乘务门；

g)运营调度员（场段）手动排列进路，场段司机按照调车计划人工驾驶列车驶入非自动化区域指定目的地。

4） 非自动化区域至自动化区域调车：

a)运营调度员（场段）根据列车使用情况，编制场内调车计划；

b)运营调度员（场段）手动排列进路，场段司机按照调车计划人工驾驶列车驶入“非自动化区域-自动化区域转换”区域；

c)场段司机将列车从非全自动驾驶模式切换至全自动驾驶模式；

d)场段司机确认登乘平台“DDI 指示灯”闪烁，表明列车保持不动，可安全离开列车，将紧急解锁装置转至请求位，60 秒后再转至解锁位，打开车门且打开登乘平台的登乘门后恢复紧急解锁装置，通过列车乘务门和登乘平台登乘门离开列车后，关闭乘务门和登乘门，并在按压 DDIOB 按钮，DDI 指示灯显示稳定黄色后告知运营调度员（场段）；

e)运营调度员（场段）根据场内调车计划为列车分配目的地码；

f)运营调度员（场段）手动/系统自动排列进路/申请资源,列车计算移动授权，以全自动驾驶模式驶入自动化区域指定目的地。

5.3.3 注意事项

1） 编制场内调车计划时，应考虑列车停放顺序；

2） “非自动化区域-自动化区域转换”区域的管理应按照自动化区域的管理要求进行

管理；

3） 运营调度员（场段）通过 ATS 监控场内进路排列/资源申请情况及调车情况；

4） 场内调车的列车工况默认为下线工况。

5.3.4 功能需求

1） 土建：

a)场段应设置自动化区域和非自动化区域，并进行隔离；

b)在自动化区域内的上、下车作业，每个工作人员防护区域应配置独立、封闭的安全通道，并设置登乘平台；登乘平台应设置一扇登乘门，登乘门宽度应大于车门，供检修人员、正线多职能组员、清扫人员等登车；

c)非自动化区域和自动化区域的转换区域设置登乘平台，登乘平台应设置一扇登乘门，登乘门宽度应大于车门，供检修人员、正线多职能组员、清扫人员等登车。

2） 综合监控：

a)进入登乘平台处应设有门禁。

3） 车辆：

a)场内调车，列车执行“下线工况”，有人作业时由工作人员确定照明、空调和通风等的启用；

b)列车应有指定的客室车门作为列车乘务门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门。

4） 信号：

a)系统具有手动或自动排列场内进路/申请资源的功能；

b)系统应具有存储及发送场内目的地码功能，且可以通过 ATS 工作站进行设置；

c)“非自动化区域-自动化区域转换”区域应设有人工驾驶模式转换为全自动运行模式的转换轨；

d)转换平台应设置 DDI 指示灯（DDI 指示灯闪烁，表明列车保持不动，可安全登乘列车）。

5.4 列车出入检修库

5.4.1 场景概述

列车以“下线”工况离开终点站/场段自动化区域停至场段内“非自动化区域-自动化区域转换”区域，场段司机在转换区域登车，场段司机以人工驾驶模式驾驶列车进入检修库；检修完成后，场段司机人工驾驶列车至转换区域后下车，列车自动驶入停车库指定股道。

5.4.2 基本流程

1） 运营调度员（场段）确认检修库库门处于打开状态；
2） 列车根据目的地码自动驾驶至场段内“非自动化区域-自动化区域转换”区域停车；
3） 场段司机看登乘平台“DDI 指示灯”，DDI 指示灯闪烁，表明列车保持不动，可安全登乘列车，通过登乘平台打开登乘门和列车乘务门进入列车内；
4） 场段司机将列车从全自动驾驶模式切换至非全自动驾驶模式， 此时DDI指示灯灭；
5） 场段司机与运营调度员（场段）确认准备就绪后，关闭登乘门和列车乘务门；
6） 运营调度员（场段）手动排列进路/申请资源，场段司机按照调车计划人工驾驶列车驶入检修库；
7） 检修完成后，场段司机人工驾驶列车至“非自动化区域-自动化区域转换”区域，场段司机将列车模式从人工模式转换至自动驾驶模式后，DDI 指示灯闪烁，表明列车保持不动。场段司机将紧急解锁装置转至解锁位打开车门且打开登乘平台的登乘门后恢复紧急解锁装置，通过乘务门和登乘门下车，在关闭乘务门和登乘门后按压 DDIOB 按钮，DDI 指示灯显示稳定黄色。与运营调度员（场段）确认列车和 DDI 指示灯状态后，由运营调度员（场段）分配目的地码或人工排列进路/申请资源，列车自动驶入指定股道，由运营调度员（场段）执行人工远程休眠。

5.4.3 注意事项

1） 列车出入检修库前应确认库门处于打开状态；
2） “非自动化区域-自动化区域转换”区域的管理应按照自动化区域的管理要求进行管理；
3） 场段司机看登乘平台“DDI 指示灯”，DDI 指示灯闪烁，表明列车保持不动，可安全登乘列车。

5.4.4 功能需求

1） 车辆：

a)在“下线工况”下，列车空调模式为自动，降低照明亮度；

b)列车应有指定的客室车门作为列车乘务门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门。

2） 信号：

a)能够根据回库派班计划安排列车停至“非自动化区域-自动化区域转换”区域。

3） 土建：

a)转换区域应按照无人隔离，并设置登乘平台。

5.5 列车洗车作业

5.5.1 场景概述

列车以“下线工况”根据回库计划/调车计划中的洗车安排， 自动运行至洗车库前，进行自动洗车。洗车结束后，按照调车计划，组织列车运行至停车库指定股道。

5.5.2 基本流程

1） 运营调度员（场段）编制回库计划/调车计划含洗车计划；

2） 场段司机远程开启洗车机；

3） 洗车机进行自检，自检完成后场段司机报告场段值班员、运营调度员（场段）；

4） 场段值班员布置场段司机进行洗车作业的同时告知联合检修工；

5） 列车按照回库计划或运营调度员（场段）手动分配列车目的地码运行至洗车库前停车；

6） 信号系统确认洗车机正常开启后，列车进行自动洗车作业；

7） 洗车作业结束后，洗车机停止运行，进入规定模式，列车按照调车计划或运营调度员（场段）人工为列车分配目的地码运行至停车库。

5.5.3 注意事项

1)洗车作业时应设置人员监护洗车过程，若洗车过程中洗车设备发生故障，此时应立即对洗车机停机，通知运营调度员（场段）停止列车移动，重启设备无效后，立即中断洗车作业，安排人员检修；

2)检修人员须在场控室进行施工登记，并佩带好对讲机、洗车机现地操作钥匙等工具。场段值班员将 IBP 盘上洗车区域的工作人员防护区域激活。检修人员进入洗车库进行洗车设备的检修。检修完成后退出洗车库，回到场控室与场段值班员进行设备确认并施工注销，场段值班员恢复工作人员防护开关，重新开始洗车作业。

5.5.4 功能需求

1） 洗车设备：

a)洗车设备具有远程、就地开启并设置模式功能；

b)洗车设备根据信号提供的信息进行自动洗车作业；

c)洗车作业完毕后，洗车设备自动停止运行，进入规定模式；

d)能够告知运营调度员（场段）洗车设备的状态；

e)能够远程重启洗车设备；

f)能够远程、就地中断洗车作业。

2） 信号：

a)回库计划应包含列车洗车计划；

b)能够根据回库计划安排列车进行自动洗车作业；

c)洗车设备与信号系统实现联动和信息传递；

d)列车在洗车线上能以洗车模式（如规定的速度）进出洗车线，满足洗车需求。

3） 通信：

a)CCTV 应覆盖洗车区域，能够清晰地观察到洗车状况。

4） 车辆：

a)在信号系统给出洗车模式时，信号系统控制列车低速运行。

5.6 列车日检

5.6.1 场景概述

列车在回库后检修人员进行车内及车外的日检工作。

5.6.2 基本流程

在列车回库前，检修人员通过“ATS 复示设备”查阅列车状态信息，做好列车回库前检修准备。

(1) 车内日检

1） 在列车回到停车库后，检修人员向场段值班员申请办理日检施工手续；
2） 场段值班员安排列车检修施工作业；
3） 列车清扫人员跟随检修人员一起上车进行日常清扫工作；
4） 场段值班员将门禁卡、列车乘务门钥匙和司控器钥匙等交于检修人员；如有需要，检修人员可自行配备无线手持台；
5） 检修人员在场段值班员处登记后，刷门禁卡进入地下通道；
6） 检修人员刷门禁卡进入登乘平台，通过登乘平台登乘门和列车乘务门进入车厢内，检修人员唤醒列车，通过司控器钥匙激活司机室预防列车自动运行、激活检修装置、指示灯亮后，进行车内日检工作；
7） 车内日检工作完成后，检修人员关闭司控器、拔出钥匙并将列车模式恢复至 FAM 模式、恢复检修装置、将列车休眠后，检修人员通过使用紧急解锁装置离开车厢，关闭列车乘务门与登乘平台登乘门；
8） 检修人员在检修作业完成后无法将列车模式恢复至 FAM 模式，在非 FAM 模式下休眠列车的情况下，检修人员将做好相关记录便于在检修作业注销时向场段值班员进行报备；
9） 日检结束后，检修人员负责工完场清，确认安全措施已撤除，所有检修人员均已撤出自动化区域，具备正常行车条件后方可办理日检注销，归还门禁卡和借用物品，经场段值班员同意后，检修人员方可离开。

(2) 车外日检（含需要先后在车厢内和车底实施的作业）

1） 检修人员向场段值班员申请办理日检施工手续；

2） 场段值班员确认作业范围每个防护分区内回库列车均已停妥，方可同意办理日检施工；

3） 场段值班员启用申请施工区域对应的 SPKS（工作人员防护开关),并与检修人员确认 SPKS 已在启用状态；

4） 场段值班员拔下已启用的 SPKS 钥匙，打开对应的钥匙箱（或门禁卡管理箱)，取出这些 SPKS 区域每个自动化区域隔离门对应钥匙，与门禁卡、列车乘务门钥匙等一起交于检修人员，如有需要，检修负责人可自行配备无线手持台;

5） 检修人员施工登记后，通过刷门禁卡进入地下通道；

6） 检修人员刷门禁卡进入登乘平台，通过登乘平台登乘门和列车乘务门进入列车。检修人员激活检修装置，在两端司控台放置禁动牌，防止列车意外接收远程命令或他人误触发后对列车底部检修人员造成触电伤害，检修人员开始车厢内列车检修作业；

7） 当检修人员需至车底进行检修时，检修人员至本列车所对应的登乘通道的隔离门处，使用钥匙打开隔离门，待所有工作人员进入自动化区域后锁闭隔离门，进入相应的防护区域进行检修作业；

8） 检修结束后，检修人员通过登乘平台登乘门和列车乘务门进入列车，恢复列车检修装置，撤除禁动牌，确保列车已在 FAM 模式下进入休眠状态，确认施工区域所有自动化区域隔离门均已锁闭；

9） 检修负责人确认施工区域工完场清，安全措施已撤除，所有检修人员均已撤出自动化区域，至场控室申请施工注销；

10） 场段值班员打开钥匙箱，清点无误后将隔离门钥匙放入其中。场段值班员与施工负责人确认所有检修人员均已撤出自动化区域后对工作人员防护开关进行恢复操作。场段值班员向运营调度员（场段）申请施工注销，经场段值班员同意后，检修人员方可离开。

5.6.3 注意事项

规章中应明确检修作业过程中出入自动化区域后需锁闭经过的隔离门，检修结束后需确保所有自动化区域隔离门均已锁闭，如无法远程监控自动化区域隔离门的关闭状态，可由正线多职能组员在登乘列车过程中检查隔离门已锁闭（无人值守出入库阶段也可安排保安或其他场段工作人员巡检)。

5.6.4 功能需求

1） 土建：

a)场段应设置自动化区域和非自动化区域，并进行隔离；

b)在自动化区域内的上、下车作业，每个工作人员防护区域应配置独立、封闭的安全通道，并设置登乘平台，登乘平台应设置一扇登乘门，登乘门宽度应大于车门，供检修人员、正线多职能组员、清扫人员等登车；

c)非自动化区域和自动化区域的转换区域设置登乘平台，登乘平台应设置一扇登乘门，登乘门宽度应大于车门，供检修人员、正线多职能组员、清扫人员等登车；

d)每个通往登乘平台的登乘通道均设有通往自动化区域的隔离门，该隔离门在开启状态下不会侵限，平时能够被锁闭。

2） 综合监控：

a)进入登乘平台处应设有门禁。

3） 车辆：

a)列车应有指定的客室车门作为列车乘务门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门；

b)列车上安装有信息数据采集存储、故障判断及预警功能模块；

c)列车状态数据通过车地传输方式至“车辆远程告警监控系统”；

d) 列车在信号休眠状态或车辆断电状态下，激活检修装置、指示灯点亮，从而可以保证列车不会被远程唤醒（远程人工唤醒和远程自动唤醒）；

e) 列车在信号休眠状态或车辆断电状态下，检修装置的激活状态或故障不能影响人工本地唤醒列车和不能有唤醒后对列车模式的限制；

f) 列车在信号唤醒状态或车辆上电状态下，检修装置的激活状态或故障均不能影响列车正常自检、互检及列车本地模式转换（比如升级至 FAM 模式）、人工远程指令的下达、列车正常运行等所有应有的功能；

g） 检修装置在激活状态下，应在车辆远程告警监控系统终端均有相关检修状态的图标和信息显示，且该信息应单独显示不得影响列车其他设备状态正常或故障报警等显示；

h） 检修装置在两端司机室均应设置，任何一端检修装置被激活均视为整列车检修状态有效；

i） 检修装置被激活的状态下，不能因其他原因而自动复位检修装置和在车辆远程告警监控系统终端上检修状态的显示（除了本地恢复检修装置的操作或由于检修装置故障）。

4） 通信：

a)车地传输通道及相关设备进行车辆状态及车辆故障信息的传输。

5） 信号：

a)工作人员防护开关应能保证防护区域内的 FAM 和 ATO 列车不移动；

b） 列车在信号休眠状态或车辆断电状态下，激活检修装置从而可以保证列车不会被远程唤醒（远程人工唤醒和远程自动唤醒）；

c） 列车在信号休眠状态或车辆断电状态下，检修装置的激活状态或故障不能影响人工本地唤醒列车和不能有唤醒后对列车模式的限制；

d） 列车在信号唤醒状态或车辆上电状态下，检修装置的激活状态或故障均不能影响列车正常自检、互检及列车本地模式转换（比如升级至 FAM 模式）、人工远程指令的下达、列车正常运行等所有应有的功能；

e） 检修装置在激活状态下，应在行调工作站有相关检修状态的图标和信息显示，且该信息应单独显示不得影响列车其他设备状态正常或故障报警等显示；

f） 检修装置在两端司机室均应设置，任何一端检修装置被激活均视为整列车检修状态有效；

g） 检修装置被激活的状态下，不能因其他原因而自动复位检修装置和在 ATS 系统终端上检修状态的显示（除了本地恢复检修装置的操作或由于检修装置故障）。

5.7 场段自动/人工广播

5.7.1 场景概述

场段广播根据列车状态、实时位置自动播放预录广播内容与人工广播，告知生产区域内作业施工人员列车出入库信息。

5.7.2 基本流程

1） 场段自动广播：

a)开始运营时，每列车出库前，根据列车状态、实时位置自动播放预录广播内容;

b)早、晚高峰每列车出库、回库前，根据列车状态、实时位置自动播放预录广播内容；

c)结束运营时，每列车回库前，根据列车状态、实时位置自动播放预录广播内容。

2） 场段人工广播：

a)人工播放预录广播内容；

b)语音播报。

5.7.3 注意事项

若自动广播未能自动播放，则由车场工作人员人工播放预录广播内容。

5.7.4 功能需求

1） 通信：

a)广播范围应覆盖场段生产区域及运用库辅房办公区；

b)根据信号提供信息，自动触发场段预录广播内容，告知生产区域内作业施工人员列车出入库信息；

c)具备手动播放预录广播内容；

d)具备语音播报功能；

e)场段广播具备音量调节功能。

5.8 试车作业

5.8.1 场景概述

列车在石塘南车辆段试车线动态调试场景。

5.8.2 基本流程

1） 获得运营调度员（场段）试车作业允许后，运营调度员（场段）按照车辆段场内调车流程（参见第一部分 5.3 中调车内容）将列车调车至试车线；
2） 如待调试列车在非自动化区域，则调试人员和调试司机在非自动化区域上车；以 FAM 模式或人工驾驶模式将列车运行至试车线；
3） 如待调试列车在自动化区域，则调试人员和调试司机在库内或试车线登乘平台上车；以 FAM 模式将列车运行至试车线；
4） 调试司机在试车线规定位置将列车以人工驾驶模式开始试车作业；
5） 试车完毕后，以 FAM 模式将列车驶离试车线，运营调度员（场段）按照场内调车流程将列车调至规定位置（调试司机和调试人员在试车线登乘平台下车，确认车门和试车线防护门关闭，按压 DDIOB 按钮后告知运营调度员（场段），运营调度员（场段）根据场内调车计划为列车分配目的地码运营调度员（场段）手动/系统自动排列进路,列车以全自动驾驶模式驶入自动化区域指定目的地）。

5.8.3 注意事项

1） 正线试车按照电客车正线调试管理办法作业；
2） 若试车线为高架试车线，为保障试车安全，试车作业必须有场段司机跟车；
3） 调试人员、调试司机和正线多职能组员在登车前看登乘平台“DDI 指示灯”，DDI 指示灯闪烁，表明列车保持不动，可安全登乘列车。

5.8.4 功能需求

1） 信号：

a)试车线与车辆段接口实现试车流程功能。

2） 土建：

a)试车线属于自动化区域，应封闭。

6　车站设备监控及出入口管理

6.1　场景概述

车站工作人员对车站内所有设备进行运营前手动测试并开启， 测试设备包括BAS、ATS、PIS、卷帘门、电梯、扶梯、站台门、照明等。

车站工作人员在运营结束完成清场巡视后关闭车站设备。关闭设备包括 AFC、卷帘门、照明，将 BAS 通风模式、空调模式转为车站关闭状态。

6.2　基本流程

1） 车站工作人员手动对相关设施设备进行检查测试；
2） 车站值班员巡视车站 BAS 系统设备是否正常，发现故障及时上报；
3） 车站每天早上投入运营前，根据系统时刻表自动进入开启卷帘门、照明流程；
4） 在卷帘门自动开启前，车站需确认卷帘门无故障，并调看卷帘门附近对应的 CCTV，由车站工作人员人工确认后开启卷帘门；
5） BAS 根据系统时刻表自动转换通风模式、车站模式；
6） 车站值班员通过 CCTV 确认卷帘门、照明、电梯是否正常，若未正常开启，通过系统进行远程操作开启卷帘门、照明；若仍未开启，则至现场对卷帘门、照明进行就地操作；
7） 车站多职能组员巡视车站，检查车站照明设备、风机设备、电梯、扶梯设备、PIS、PA 系统是否正常，卷帘门是否开启到位；
8） 车站多职能组长可在站台或车控室 IBP 盘对站台门进行开关测试，在每个 PSL 均进行“开门”、“关门”控门测试，车站值班员同时调看同侧 CCTV 观测开关测试情况。
9） 在本站上、下行末班车到达前 X 分钟，PIS 根据系统时刻表自动播放相应末班车提示信息；
10）车站多职能组员按运营管理办法在本站末班车到达前X分钟,将TVM（自动售票机）等设备设置为暂停服务或节能模式；若未生效，则前往现场进行操作；
11）车站多职能组员按运营管理办法在本站末班车乘客离开车站后，通过 SC 将 GATE 远程切换为规定模式；若未成功，则前往现场进行操作；
12）车站多职能组长对本站进行清场巡视，确保无乘客滞留车站；
13）综合监控系统根据系统时刻表进入自动关闭照明、卷帘门流程；

14）在卷帘门自动关闭前，车站需确认卷帘门无故障，并调看卷帘门附近对应的 CCTV，由车站工作人员人工确认后关闭卷帘门；

15）BAS 根据系统时刻表自动转换通风模式、车站模式；

16）车站值班员通过 CCTV、综合监控系统确认照明、卷帘门、电梯是否关闭，若未正常关闭，通过系统进行远程操作进行关闭；若仍未关闭，则前往现场进行操作。

6.3 注意事项

1） 车站值班员在使用系统进行操作前确认系统是否正常；

2） 车站值班员确认时刻表的设置时间是否与 ATS 时间一致；

3） 操作的卷帘门、照明电源（包括控制电源）是否正常；

4） 执行卷帘门关闭操作之前，应调看卷帘门附近对应的 CCTV，确认其状态；

5） 所有车站设备在运营开始前确认完毕，若有故障及时报修，确保对外公布时间点前完成所有站内设备的正常运行；

6） 清场巡视避免造成乘客滞留车站。

6.4 功能需求

1） 通信：

a)车站值班员能够通过系统确认 CCTV 设备状态；

b)CCTV 可以覆盖电梯、扶梯、卷帘门，车站值班员能够清楚地观察到设备开闭状态，电梯、扶梯是否有人使用；上下监控无法覆盖长扶梯时，中部增加 CCTV 监控摄像头；

c)在卷帘门开启前及开启过程中、自动关闭前及关闭过程中，播放车站全体广播，进行提醒类语句播放。

2） 综合监控：

a)车站照明、卷帘门、车站环控设备等设备纳入车站自动化设备设计，照明可根据系统时刻表自动开启和关闭，卷帘门可在车站确认符合条件后开启和关闭；

b)与其他系统（包括 SCADA 系统、AFC 系统、卷帘门等）有接口实现信息同步；

c)车站值班员可通过综合监控系统平台监控 BAS、CCTV、电梯、扶梯、照明、卷帘门等设备状态，监视 FAS 设备状态；

d)BAS 可根据系统时刻表转变通风模式、空调模式；

e)照明系统具备分组开启、关闭功能；

f)在卷帘门自动开启前和自动关闭前，需人工调看卷帘门附近对应的 CCTV；经人工确认后，在卷帘门开启或关闭过程中，保持全程监控并显示。

g)具备根据日历日期、一周日期等条件设置运行，以及监控设备一键切换手动功能。

3） AFC 设备：

a)车站多职能组员可以开启、关闭车站 TVM、GATE，或人工远程将 TVM、GATE 切换至暂停服务或节能模式，同时监控 TVM、GATE 设备状态。

4） 车站机电设备：

a)车站卷帘门可以远程开启和关闭、电梯可以定时或手动开启和关闭；

b)车站卷帘门应具备红外线探测防护和碰撞探测器防护功能，当有人/物在卷帘门开启前及开启过程中、关闭前及关闭过程中存在依靠或碰撞的可能性时，卷帘门不再开闭，并将告警信息上传综合监控平台，由车站值班员确认。

5） 站台门：

a)站台门在线监测系统或综合监控具备站台门状态显示功能。

7　列车正线调车

7.1　场景概述

在运营或施工过程中，根据运营调整及施工作业计划需要，对正线列车进行调车作业的流程。

7.2　基本流程

1） 根据运营调整及施工作业计划需要，运营调度员（正线）按调车计划给列车分配目的地码；
2） 运营调度员（正线）手动或信号系统自动排列进路/申请资源；
3） 受控列车自动运行至指定位置，非受控列车由正线多职能组员按信号显示运行至指定位置。

7.3　注意事项

运营调度员（正线）在安排调车计划时，需告知相关车站。

7.4　功能需求

1） 信号：

a)系统应具有存储及发送目的地码功能，且可以通过 ATS 工作站进行设置；

b)信号系统能根据目的地码自动触发进路/资源或手动排进路/申请资源。

8 正线存车

8.1 场景概述

根据运营需求，将库内或已完成当日运营工作的列车运行至正线指定位置进行收车待命。列车进入休眠状态（此状态下列车以下称为：过夜车），在次日根据运行图安排完成唤醒后进行次日正线运营工作。

8.2 基本流程

1） 根据当日运行图运营调度员（正线）安排符合条件的列车载客或空驶至正线存车车站；
2） 过夜车完成清客作业后，列车进入存车线或正线指定位置；
3） 列车运行至停车点后自动休眠，运营调度员（正线）也可通过中央 ATS 工作站对过夜车设置列车远程人工休眠；
4） 在次日正线开始运营前，运营调度员（正线）对过夜车设置计划开行车次号，信号系统根据运行图及设置的车次号对过夜车进行自动唤醒并自检投入运营，也可通过运营调度员（正线）操作中央 ATS 工作站进行远程人工唤醒及自检；
5） 若工作人员需要登乘列车，经运营调度员（正线）同意后，可在车站人员开启进入站厅专用通道的门禁后，下至登乘平台，打开登乘平台登乘门和司机室侧门进入列车。

8.3 注意事项

1） 正线过夜车符合次日运营条件；
2） 过夜车进入存车线或正线指定位置前需确认车上无乘客；
3） 存车线司机离开列车前，应通过调度协调车站开启专用通道门禁。

8.4 功能需求

1） 综合监控：

a)存车线应设有登乘平台及从平台通往站厅的专用通道，站厅通道入口设有门禁。

2） 信号：

a)正线存车线或指定位置具备远程自动触发列车休眠及唤醒功能；

b)将列车唤醒中或唤醒后的状态信息反馈至中央 ATS，并显示于 ATS 工作站上；

c)列车综合自检成功或失败的结果信息能及时传至控制中心 ATS 工作站；

d)运营调度员（正线）能够通过 ATS 实现远程人工唤醒列车。

3） 土建：

a)存车线应设有登乘平台及从平台通往站厅的专用通道。

9 运营调整

9.1 列车加开

9.1.1 场景概述

运营时段，利用正线待命状态备用车开行非计划的载客列车和空驶列车（利用库内备用车加开载客列车和空车参见第一部分列车出库场景中运营列车出库及巡道车出库”相关内容)。

9.1.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）确认加开列车车况；
2） 运营调度员（正线）布置加开任务；
3） 运营调度员（正线）通过 ATS 工作站设置车次号及相应工况；
4） 列车执行加开计划。

9.1.3 注意事项

1） 运营调度员（正线）安排并告知车站具体加开运行方案；
2） 车况满足运行条件后，运营调度员（正线）根据加开计划进行发车操作，并确认列车工况状态正确；
3） 列车执行加开任务过程中，运营调度员（正线）及车站应监控列车运行。

9.1.4 功能需求

1） 车辆：

a)可远程对全列车进行人工广播与发布乘客显示屏信息；

b)运营调度员（正线）应可调看车载 CCTV 视频监控画面。

9.2 列车跳停

9.2.1 场景概述

载客列车在全自动驾驶模式下实施跳停作业。

9.2.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）安排跳停任务；
2） 运营调度员（正线）通过 ATS 工作站设置指定站台跳停；
3） 系统收到跳停指令，自动对跳停列车作车厢广播，并且联动车站广播系统，通知车厢及站台乘客本次列车某某车站不停靠；
4） 列车执行跳停作业；
5） 列车恢复载客运营。

9.2.3 注意事项

1） 列车跳停由运营调度员（正线）确认跳停计划并通知车站；
2） 运营调度员（正线）布置跳停任务应告知至跳停车站前的途径车站；
3） 跳停车站值班员通过 ATS 确认本站跳停功能已启用；
4） 车站负责站台跳停广播，运营调度员（乘客）负责车厢跳停广播。

9.2.4 功能需求

1） 信号：

a)运营调度员（正线）可以通过 ATS 工作站对指定列车设置指定站台临时跳停，跳停为一次有效；若为指定车站设置站台跳停，则在最后一列正常载客列车出清该站台后，对该站台设置指定站台跳停，跳停为永久有效；

b)跳停设置成功后，列车车次号及站台应有相应标记（颜色或识别符），防止系统误触发跳停未被识别，以便运营调度员（正线）确认跳停设置成功；跳停作业结束后，列车应在跳停车站后一车站恢复正常停站模式，车次号标记恢复正常；

c)除两端折返站以外，全线所有车站均应具备跳停功能。

2） 通信：

a)能按信号给出的信息自动触发车站的跳停广播与乘客显示屏信息。

9.3 列车提前发车

9.3.1 场景概述

使列车相对计划发车时间提前出发。

9.3.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）或车站值班员通过 ATS 设置提前发车操作；
2） 列车提前发车。

9.3.3 注意事项

如是始发站提前发车，应预先通知车站值班员。

9.3.4 功能需求

1） 信号：
a)运营调度员（正线）或车站值班员通过 ATS 设置提前发车后，信号系统立即终止停站进行发车；
b)通过 ATS 工作站对指定列车设置单次提前发车，提前发车为一次有效；
c)通过 ATS 工作站对指定站台设置提前发车，使经停该站的所有列车均触发提前发车。

9.4 列车站台扣车

9.4.1 场景概述

前方发生故障或其他运营调整情况时，对站台列车进行扣车操作。

9.4.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）或车站值班员通过 ATS 工作站执行站台扣车操作；

2） ATS 工作站及站台发车表示器显示扣车状态；

3） 运营调度员（正线）或车站值班员取消扣车设置。

9.4.3 注意事项

扣车超过规定时间应有运营调度员（乘客）对车厢进行广播、安抚乘客。

9.4.4 功能需求

1） 信号：

a)站台扣车后，在站台停准的列车的车门和站台门状态应保持打开状态，可通过调度远程/站台按钮关闭。

2） 车辆：

a)对于载客列车，扣车超过一定时间后，PA 和 PIS 自动触发相应乘客安抚信息。

9.5 区间参数系统扣车

9.5.1 场景概述

当前方区间列车数量达到系统设定值后，后续列车会实施自动扣车，把后续列车扣在前方车站站台，使前方区间列车数量不大于系统参数，该场景主要是一种自动触发的功能。

9.5.2 基本流程

1） 前方区间列车数量达到系统参数；

2） 系统自动扣停后方列车于站台。

9.5.3 注意事项

运营调度员（正线）与车站值班员应注意区分扣车标志为常规的人工设置站台扣车还是区间参数系统自动扣车。

9.5.4 功能需求

1） 信号：

a)区间参数系统扣车功能用于对某一站台上行/下行方向设置自动扣车功能使能。当设置后如果前方隧道内列车超过一定数量,ATS 会自动在该站台设置相应方向的站台扣车。隧道内列车限制数量可以在系统参数中配置；

b)系统中区间允许列车数为默认值，该参数可由用户在一定范围内自行更改；

c)当系统触发该功能时，此处扣车标志的显示应区别于常规的人工设置站台扣车（如在列车车次号上有相应标识）；同时，当满足条件后，系统将自动取消扣车，无需人员操作。

9.6 列车全线扣车

9.6.1 场景概述

当遇到突发事件后，如大面积触网失电或其他运营调整需要，运营调度员（正线）设置列车全线扣车，列车被扣停在相关站台。

9.6.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）设置上行或下行全线扣车；
2） 各站台均显示扣车标志，停站列车在站台扣停，区间列车在前方站台扣停；
3） 若列车由于前方站台被占用，对于停于区间内的列车加强乘客安抚信息发布和广播；
4） 运营调度员（正线）取消上行或下行全线扣车设置。

9.6.3 注意事项

运营调度员（正线）在操作时应注意所需扣停的列车是上行全线列车还是下行全线列车。

9.6.4 功能需求

1） 信号：

a)运营调度员（正线）可以通过 ATS 工作站选择对上行或下行全线列车进行扣车/

取消扣车。

2） 车辆：

a)对于载客列车，扣车超过一定时间后，广播与乘客显示屏信息自动触发相应乘客安抚信息。

9.7 列车运行计划变更

9.7.1 场景概述

列车运行计划变更主要指列车交路变更，如由原先的小交路变更为大交路或大交路列车改开小交路。

9.7.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）布置变更交路任务，通知相关车站，运营调度员（乘客）设置车厢广播或对车厢进行人工广播；

2） 运营调度员（正线）对变更交路列车重新分配相应交路号或目的地代码；

3） 列车执行变更后的运行计划。

9.7.3 注意事项

1） 列车执行变更后的运行计划，运营调度员（正线）应及时通知车站加强站台广播，运营调度员（乘客）应及时进行车厢广播；

2） 变更运行计划后的列车将按照非计划载客列车的停站时间停站开关门，如需与原计划停站时间、运行等级保持一致须运营调度员（正线）人工控制。

9.7.4 功能需求

1） 车辆：

a)运营调度员（正线）变更运行计划后，列车广播会根据新的目的地或交路代码自动更新，列车工况保持不变。

2） 信号：

a)对计划列车变更交路号或目的地代码后，ATS 应将该车显示为非计划列车。

9.8 工作人员登乘迫停区间列车

9.8.1 场景概述

当全自动驾驶列车因信号、车辆等设备故障迫停区间无法运行时，运营调度员（正线）需安排正线多职能组员进入区间登乘迫停列车。

9.8.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）通过信号终端、车辆远程告警监控系统的报警信息获知列车迫停区间，并确认车辆、信号等设备状态；
2） 运营调度员（正线）经处置无法使列车以全自动驾驶模式动车，通知车站安排正线多职能组员进入区间登乘迫停列车；
3） 车站工作人员将工作人员防护开关打到开启位，拔出工作人员防护开关钥匙；正线多职能组员携带手持对讲机及其他驾驶列车工具与车站工作人员至站台端门处；
4） 车站工作人员打开站台端门，观察人员防护开关指示灯点亮后，打开设备区通道端头轨行区隔离门后，正线多职能组员通过区间平台至迫停列车处；
5） 正线多职能组员打开列车乘务门或司机室侧门，登乘列车；
6） 车站工作人员确保隔离门、端门关闭后回到车控室，通过对讲机获悉正线多职能组员已登乘列车，将轨行区隔离门钥匙放回钥匙箱，恢复工作人员防护开关，迫停列车以有人驾驶模式运行。

9.8.3 注意事项

1） 正线多职能组员登车前应携带好钥匙、对讲机、列车驾驶相关工具，视情况携带应急物品（如防毒面具等）；
2） 正线多职能组员登车时应确认车厢外的列车模式指示灯，确认列车处于全自动运行模式且列车是否处于禁止移动状态；
3） 车站工作人员应在正线多职能组员下线登车前触发工作人员防护开关，车站工作人员确认正线多职能组员登车后恢复工作人员防护开关。

9.8.4 功能需求

1） 信号：

a)工作人员防护开关为使某个区域处于安全状态下的系统，它使通向该区域的信号机处于红灯显示并激活轨道上相关的紧急停车区域，列车无法进入该区域，该区域内列车将触发紧急制动；工作人员防护开关应能保证防护区域内的 FAM 和 ATO 列车不移动；

b)ATS 工作站显示车门、列车速度信息；

c)运营调度员（正线）、运营调度员（场段）能够通过设备终端监控列车车况状态。

2） 车辆：

a)列车应有指定的客室车门作为列车乘务门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门，车厢内外均可手动开/关门；

b)ATC 系统向车辆系统输出列车的驾驶状态信息,作为车辆外侧指示灯的指示信息，以提示列车是处于全自动驾驶模式还是非全自动驾驶模式，此外指示灯还应能显示列车是否处于禁止移动状态；

c)针对迫停列车，车辆系统根据载客工况、已迫停时间，在超过规定的时间后，车厢应能自动播放乘客安抚信息广播（每隔几分钟进行一次，如“列车稍作停留，请乘客耐心等待”等）。

3） 综合监控：

a)站台端门外设备区通道尽头设有轨行区隔离门门禁。

4） 站台门：

a)站台端门被打开（开度小于 90°）后应能自动关闭，防止乘客进入轨道。

9.9 列车以有人模式运行

9.9.1 场景概述

运营调度员（正线）因设备故障、实操训练需要安排正线多职能组员登乘列车后，列车

以有人驾驶模式运行。

9.9.2 基本流程

1） 正线多职能组员登车后对司机室与客室进行隔断；
2） 正线多职能组员打开司控台盖板，操纵司控台设备（开关车门等）实施有人驾驶；
3） 正线多职能组员确认线路信号/车站信号行车；
4） 站台安全员监控乘客上下情况，必要时通过站台监控器辅助观察乘客上下。

9.9.3 注意事项

如全自动驾驶列车降级到有人驾驶模式时，若站台门无法与车门联动，车站应安排工作人员配合正线多职能组员手动开关站台门。

9.9.4 功能需求

1） 车辆：

a)列车司机室与客室应有隔断，避免正线多职能组员驾驶列车时受到干扰；

b)全自动驾驶列车降级到有人驾驶模式后，车辆状况信息及车载设备信息应能实时上传至司机室显示屏；

c)列车降级到有人驾驶模式后，乘客紧急呼叫装置车载乘客紧急对讲、列车火灾报警等信息应能传送到司机室显示器；

d)列车应设置司机室侧门；

e)打开司控台盖板，车辆远程告警监控系统应有报警信息。

2） 站台门：

每个靠近站台紧急停车按钮的位置设置 PSL。

10 列车反方向运行

10.1 场景概述

根据运营需要进行反向运营作业或在线路故障、无法进行正向交路运营作业的情况下，运营调度员（正线）可通过 ATS 工作站人工设置反向任务，列车自动以安全行车间隔进行反向运行，自行完成停站作业和开关门。

10.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）通过封锁区段、远程紧急制动或取消进路/资源，使列车停车，并通过车内广播发布乘客安抚信息；
2） 运营调度员（正线）告知相关车站，列车需反向运行，相关车站做好下客引导准备；
3） 运营调度员（正线）为列车设置反向目的地，列车自动申请资源，运行至下一站打开站台门及车门；
4） 必要时，运营调度员（正线）为列车设置扣车，组织清客。

10.3 注意事项

1） 在反向运行前，运营调度员（正线）应确认该区段行车安全间隔，邻近列车位置满足反向运行的要求；
2） 车站工作人员应做好乘客的疏导工作。

10.4 功能需求

1） 信号：

a)信号系统应具有反向运行的模式，列车可自动反向运行，且具备反向精确停车功能。

11 非ATP控制列车运行

11.1 场景概述

因设备故障或施工检修需要，开行非ATP控制列车。非ATP控制列车即切除ATP的列车或无ATP车载设备列车。

11.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）安排就近正线多职能组员登乘非ATP控制列车，并做好安全防护措施；
2） 运营调度员（正线）通过ATS工作站人工办理进路，列车根据地面信号显示运行；
3） 正线多职能组员以非ATP模式按信号机显示人工驾驶列车运行，列车安全由正线多职能组员保证；
4） 运营调度员（正线）要监护列车离开正线自动化区域，进入其他线路或场段非自动化区域。

11.3 注意事项

1） 正线多职能组员应按运营调度员（正线）的命令在指定地点登车，运营调度员（正线）负责正线多职能组员登车的安全防护；
2） 正线多职能组员在驾驶列车过程中应加强线路瞭望，按信号显示要求驾驶列车；
3） 如运营列车为非ATP控制列车，运营调度员（正线）安排列车在就近车站清客，并通知车站安排工作人员开/关站台门。

11.4 功能需求

1） 车辆：

a)列车应有指定的客室车门或司机室侧门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门，车厢内外均可手动开/关门。

第二部分 故障模式场景

1　正线列车故障

1.1　正线列车故障

1.1.1　场景概述

运营列车在正线运营过程中发生列车故障（车门故障和火灾报警场景详见相应场景说明书）。

1.1.2　基本流程

1） 列车异声、异味、冲动、弓网打火等异常信息由车厢乘客紧急呼叫设施、乘客服务热线、车站值班员上报等途径传递至运营调度员（正线）、运营调度员（乘客）；列车故障信息由 ATS、车辆远程告警监控系统等设备监控终端上传至设修调度员（车辆）；

2） 设修调度员（车辆）通过 ATS、车辆远程告警监控系统等设备终端，查看故障信息，其中车门总体状况、列车速度信息在 ATS 终端显示，正线多职能组员确认列车故障状态及列车位置；

3） 如列车异声、异味、冲动、弓网打火或其他车辆设备故障，安排正线多职能组员上车后按照有人驾驶模式处理此类故障：

a)若列车故障可限速行驶至就近车站，安排正线多职能组员在车站上车，进行人工处理；

b)若列车迫停站台区域（对位不准）时，安排正线多职能组员打开站台门应急门和司机室侧门/列车乘务门进入列车处置，如列车乘务门和站台门应急门未对准，安排正线多职能组员从端门外侧小站台隔离栏处打开隔离栏活动门，打开乘务门进入列车后，关闭隔离栏活动门和车门，尝试人工驾驶恢复列车运行；

c)若列车故障迫停区间，安排正线多职能组员从区间疏散平台进入区间登乘故障列车，尝试人工驾驶恢复列车运行；

d)若正线多职能组员登乘故障列车应急处理后依旧无法动车，安排列车救援连挂作业。

1.1.3 注意事项

1） 正线多职能组员根据模式指示灯上车；

2） 正线多职能组员从疏散平台进入区间登乘迫停列车需要触发工作人员防护开关；

3） 列车故障迫停时需进行客室广播，若客室广播、空调和照明功能失效，需正线多职能组员现场进行确认。

1.1.4 功能需求

1） 信号：

a)运营调度员（正线）可以通过 ATS 工作站排列进路安排列车退出运营；

b)车门、列车速度信息在信号终端显示；

c)工作人员防护开关应能保证防护区域内的 FAM 和 ATO 列车不移动。

2） 车辆：

a)可远程对全列车进行人工广播与发布乘客显示屏信息；

b)ATC 系统向车辆系统输出列车的驾驶状态信息，作为车辆外侧指示灯的指示信息，以提示列车是处于全自动驾驶模式还是非全自动驾驶模式，此外指示灯还应能显示列车是否处于禁止移动状态；

c)列车应有指定的司机室侧门或客室车门作为列车乘务门，便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门，车厢内外均可手动开/关门；

d)列车发生牵引、辅逆、制动故障后，列车如处于保护性临时措施状态，当故障自动消失后列车应具备自复位功能；

e)列车由于某些原因触发紧急制动无法牵引时，当引起紧急制动的原因消失后，列车可紧急制动自动复位；

f)车辆系统要有设备在线监测功能，每列车安装可以观察受电弓和接触网状态的 CCTV 装置，并保证实时传输；

g)通过车辆远程告警监控系统，设修调度员（车辆）可以及时获知车辆设备状态信息，对于牵引、制动、车门、受电弓等重要设备，故障时应能发出相应报警;

h)列车应具备紧急对讲功能。

3） 土建：

a)端门外侧车站小站台隔离栏设计为局部可活动式。

1.2 正线列车车门故障

1.2.1 场景描述

列车单扇、多扇及整侧车门无法正常关闭或打开，列车紧急解锁装置人为激活或故障激活的处置。

1.2.2 基本流程

1） 车门故障通过车辆远程告警监控系统自动传送至 OCC 设备终端，运营调度员（正线）确认车门状况后对列车进行扣车作业；若列车在区间内发生车门故障、紧急解锁装置动作，则列车不停车且维持运行至前方车站；

2） 运营调度员（正线）根据列车车门故障情况进行故障处理：

a)紧急解锁装置被人为激活或故障激活，该车门紧急解锁装置附近的乘客紧急呼叫装置自动发出呼叫请求（FAM 模式下在中央显示呼叫请求信息，在非 FAM 人工模式下在司机室显示屏上显示呼叫请求信息），该紧急解锁装置附近的 CCTV 联动，OCC 的 CCTV 自动切换至相应画面，确认现场情况。列车到站后正线多职能组员上车恢复紧急解锁装置或处置故障；

b)单门不能开门：有人值守，运营调度员（正线）操作远程开门若无效则扣车，通知正线多职能组员确认车门状态，调度员远程关门，根据故障车门状态（车门关闭与锁闭信号），命令正线多职能组员继续巡视，正线多职能组员将故障车门隔离，运营调度员（正线）取消扣车；乘客调、车站做好后续乘客引导。无人值守，运营调度员（正线）操作远程开门若无效则扣车，通知车站值班员派正线多职能组员登车确认现场情况，调度员远程关门，正线多职能组员配合处理故障车门或将其隔离，运营调度员（正线）取消扣车；乘客调、车站做好后续乘客引导；

c)多扇（单侧三扇及以上）车门、1/2 车门、整侧车门不能开门：有人值守，运营调度员（正线）操作远程开门若无效则扣车，运营调度员（正线）通知正线多职能组员接管列车排故，若仍不能开门则手动从客室内开门尽快引导乘客下车（保证每节车厢至少有一扇车门打开），后续操作参照“清客场景”。无人值守，运营调度员（正线）操作远程开门若无效则扣车，运营调度员（正线）视情况通知值班员派多职能组员手动从站台侧打开车门尽快引导乘客下车（保证每节车厢至少有一扇车门打开），后续操作参照“清客场景”；

d)单门不能关门：有人值守，运营调度员（正线）操作远程关门若无效则扣车，通知正线多职能组员确认车门状态并手动关闭且隔离故障车门后，命令正线多职能组员故障车门侧监护，运营调度员（正线）取消扣车；乘客调、车站做好后续乘客引导。无人值守，运营调度员（正线）操作远程关门若无效则扣车，通知车站值班员派多职能组员登车确认现场情况，多职能组员确认车门状态并手动关闭且隔离故障车门后，运营调度员（正线）命令多职能组员在故障车门侧监护，运营调度员（正线）取消扣车；乘客调、车站做好后续乘客引导；

e)多扇车门、1/2 车门、整侧车门不能关门：有人值守，运营调度员（正线）操作远程关门若无效则扣车，运营调度员（正线）通知正线多职能组员接管列车排故，如处置无效则清客。无人值守，运营调度员（正线）操作远程关门若无效则扣车，运营调度员（正线）远程开门并通知车站进行清客作业，后续操作参照“清客场景”；

f)遇车门故障无法使用，运营调度员（乘客）及车站值班员应分别加强车厢广播、PIS 和站台广播、PIS 的引导信息。

1.2.3 注意事项

1） 若对车门进行单扇车门隔离处理，运营调度员（正线）应通知后续车站（因车门站台门对位隔离功能启用后，对应站台门不会开启）以便车站进行乘客疏导；

2） 若车门紧急解锁装置触发，确认车厢内出现紧急情况，运营调度员（正线）应通知正线多职能组员上车进行处置；

3） 车门紧急解锁装置触发后，若现场确认无异常且紧急解锁装置激活车门报警无法

复位，则根据车门故障操作办法执行后续操作。

1.2.4 功能需求

1） 信号：

a)站台扣车后，在站台停准的列车的车门和站台门保持打开；

b)在非站台区域，车门紧急解锁装置触发时，有报警但列车不停车；在列车在站台区域，车门紧急解锁装置触发时列车紧急制动；

c)信号系统在站台 PSL 处设置“开门”和“关门”按钮，对站台上所在侧列车所有车门和所有站台门进行开门和关门；

d)运营调度员（正线）可以对站台停准列车进行远程开门操作，使车门和站台门同时打开；

e)运营调度员（正线）可以对站台停准列车进行远程关门操作，使车门和站台门同时关闭；

f)当“车门关闭”状态丢失时，在任何区域运行列车将实施紧急制动（具体设计联络确定）。

2） 通信：

a)运营调度员（正线）、车站值班员可调看站台 CCTV 监护现场情况。

3） 车辆：

a)运营调度员（正线）可调看车厢 CCTV 监护现场情况；

b)车门故障时，运营调度员（正线）可通过控制中心 CCTV 工作站查看故障门区域;

c)重要设备（紧急解锁装置、乘客紧急呼叫装置、火灾等）与 CCTV 联动，当紧急解锁装置，乘客紧急呼叫装置、烟火报警激活后，能将控制中心 CCTV 工作站将画面切换至激活区域；

d)列车在非静止时，车门紧急解锁装置触发时，车门不允许被打开保持锁闭状态；列车在没有信号开门授权的地点静止时，车门紧急解锁装置触发后需经运营调度员（正线）授权车门才能被打开，当运营调度员（正线）在规定时间内未拒绝本地开门申请，车门可以不经授权被打开；

e)车辆系统要有设备在线监测功能；

f)通过车辆远程告警监控系统，设修调度员（车辆）可以及时获知车辆设备状态信息，对于牵引、制动、车门、受电弓等重要设备，故障时应能发出相应报警；

g)列车在非静止状态下车门不允许被打开，一旦被打开列车应紧急制动；

h)每个车门具有自动障碍物检测功能，如果某扇车门关闭过程中受到障碍物阻挡，在一定时间内无法关闭，则车门重新打开一定时间后再重新启动关门动作；车门障碍物探测触发次数与站台门保持一致；

i)车辆车门被隔离时，车辆自动广播提醒乘客从故障车门两边上下客；

j)具备“对位隔离功能”，与关闭且隔离的站台门相对应的列车车门保持关闭状态（不打开）；

k)车门/逃生门紧急解锁装置触发后，附近的乘客紧急呼叫装置将自动发送呼叫请求（FAM 模式下在中央显示呼叫请求信息，非 FAM 人工模式下在司机室显示屏上显示呼叫请求信息）。

4） 站台门：

a)具备“对位隔离功能”，与关闭且隔离的列车车门相对应的站台门保持关闭状态（不打开）。

5） 综合监控：

a)综合监控显示由车辆远程告警监控系统发送的“车门/站台门对位隔离信息”。

1.3 正线列车救援

1.3.1 场景描述

当正线列车发生故障无法动车时，故障列车与其他电客车/工程车进行救援作业。

1.3.2 基本流程

1） 设修调度员（车辆）通过车辆远程告警监控系统设备终端发现列车牵引、制动故障，列车无法动车，安排正线多职能组员登乘故障列车；

2） 正线多职能组员确认故障列车位置；

3） 运营调度员（乘客）通过车厢广播、车载 PIS 发布信息，安抚乘客，请乘客耐心等待；

4） 正线多职能组员上车，若应急处理后无法动车，由正线多职能组员提出救援申请;

5） 正线多职能组员对故障列车进行救援准备；

6） 运营调度员（正线）确定救援列车并安排司机登乘电客车/工程车；

7） 救援列车、故障列车通过人工操作方式进行连挂；

8） 多职能队员选择 EUM 模式驾驶施救车以推进或牵引的方式将故障车牵引至站台清客；

9） 清客后，列车运行回库或在存车线退出运营。

1.3.3 注意事项

1） 故障列车、救援列车应安排清客作业以保障安全；

2） 运营调度员接到正线多职能组员的救援申请后，应立即安排故障车和相关救援列车在就近车站清客；如故障车在区间内，则等救援列车与故障车连挂后，运行到就近车站清客；

3） 工程车司机救援作业时加装过渡车钩，同时准备电筒、无线手持台等。

1.3.4 功能需求

1） 信号：

a)站台扣车后，在站台停准的列车的车门和站台门打开后，保持打开。

2） 车辆：

a)车辆蓄电池应满足至少紧急负载工作 45 分钟要求；

b)故障列车、救援列车连挂后，两车正线多职能组员之间可建立独立通信；

c)列车应有指定的客室车门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门，车厢内外均可手动开/关门；

d)ATC 系统向车辆系统输出列车的驾驶状态信息,作为车辆外侧指示灯的指示信息，以提示列车是处于全自动驾驶模式还是非全自动驾驶模式，此外指示灯还应能显示列车是否处于禁止移动状态；

e)车辆系统要有设备在线监测功能；

f)通过车辆远程告警监控系统，设修调度员（车辆）可以及时获知车辆设备状态信息，对于牵引、制动、车门、受电弓等重要设备，故障时应能发出相应报警。

1.4 列车受电弓故障

1.4.1 场景描述

当正线列车发生受电弓故障时的处置场景。

1.4.2 基本流程

1） 设修调度员（车辆）通过车辆远程告警监控系统设备终端发现受电弓故障报警信息；
2） 运营调度员（正线）视情况通过降弓作业进行处置，进行远程降（单）受电弓，并安排正线多职能组员站台登车后退出运营；
3） 如受电弓故障造成列车限速，运营调度员（正线）视情况安排故障列车就近清客退出运营；
4） 设修调度员（车辆）通过车辆远程告警监控系统设备终端或综合监控设备终端实时监视受电弓状态，并能回看和下载视频信息；
5） 如列车故障迫停区间，运营调度员（正线）立即封锁故障区 段，安排正线多职能组员、车辆检修人员和供电触网检修人员至现场处置，开展救援；
6） 故障处置完毕后，运营调度员（正线）恢复正常运营。

1.4.3 注意事项

对于车辆远程告警监控系统发出的报警信息，设修调度员（车辆）应及时确认故障信息。

1.4.4 功能需求

1） 车辆：

a)车辆系统要有设备在线监测功能；

b)通过车辆远程告警监控系统，设修调度员（车辆）可以及时获知车辆设备状态信息，对于牵引、制动、车门、受电弓等重要设备，故障时应能发出相应报警；

c)受电弓的状态视频监控装置，能够实时监视受电弓状态，并能回看和下载视频信息，且 OCC 可以调用查看相关视频信息。受电弓视频监控系统能对受电弓完整性、车辆运行过程中拉弧现象、弓网接触点温度过高进行检测和报警。车辆受电弓视频监控系统可以检测接触网的拉出值、高度值、导高值，当超限时自动告警。可以检测跨距内接触线高低差及导线坡度。

2） 信号：

a)ATS 要具备远程升降（单）弓功能。

3） 综合监控：

a)综合监控显示由车辆远程告警监控系统发送的“列车弓网监测信息”。（若该列车具备列车弓网监测装置）

2 信号故障

2.1 中央信号故障

2.1.1 ATS 服务器故障

2.1.1.1 场景概述

控制中心信号服务器故障的处理场景。

2.1.1.2 基本流程

1） 控制中心中央 ATS 单机设备故障时，热备冗余设备自动切换投入使用，系统可正常运行；
2） 控制中心 ATS 服务器完全故障，全线降级至站控。列车自动运行至下一站后，运营调度员（正线）命令车站对管辖区域所有列车设置扣车。派遣正线多职能组员登车转为有人驾驶模式；如有必要，车站值班员为没有班次或运行线的列车排列进路，并根据行调指令取消相关车站扣车指令。

2.1.1.3 注意事项

1） 若列车降级模式运行时，应保证控制中心与全线信息传递到位，避免车站无相关降级运行信息造成安全隐患；
2） 运营调度员（正线）应及时确认服务器故障信息，避免延误信息传递，扩大事故影响；
3） 站控行车时因无法对全线列车、信号、供电等设备进行监控， 须采取有人驾驶模式；
4） 中心 ATS 接口无法通信，车站广播、PIS 功能失效；加强站台乘客引导。

2.1.1.4 功能需求

1） 信号：

a)控制中心中央 ATS 服务器热备冗余设计，主用服务器故障后可自动切换至热备服务器；

b)应具备站控功能，应能进行中控和站控的控制权转换；

c)信号系统要有设备在线监测功能（包括但不限于对中央信号设备、轨旁信号设备、车载信号设备状态监测功能）；

d)控制中心应具备一台 ATS 工作站，具备正线所有车站的权限和功能，在控制中心 ATS 服务器故障的情况下，可通过权限转换，辅助指导车站人员操作和行调应急操作。

2.2 车载信号设备故障

2.2.1 车载信号设备故障

2.2.1.1 场景概述

车载信号设备故障重启车载控制器成功或失败的处理场景。

2.2.1.2 基本流程

1） 列车车载信号设备故障发生时，运营调度员（正线）通过中央 ATS 工作站确认列车车载信号设备故障原因；

2） 若故障列车车载信号系统两端故障，无法动车，安排正线多职能组员从站台或进入区间登乘迫停列车（详见第一部分 9.8 工作人员登乘迫停区间场景），本地重启列车车载控制器，若重启成功，恢复全自动运行模式；若重启失败，切除 ATP 后，人工驾驶列车，运营调度员（正线）安排故障列车退出正线运营。

2.2.1.3 注意事项

1） 运营调度员（正线）应及时确认故障信息，避免延误信息传递，扩大事故影响；

2） 正线多职能组员确认故障列车位置。

2.2.1.4 功能需求

1） 信号：

a)列车停车时，信号车载控制器具有远程单端重启功能；

b)列车本地重启车载控制器，列车两端司机室内均设有重启车载控制器开关，操作一端开关可使两端车载控制器均能重启；

c)信号系统要有设备在线监测功能（包括但不限于对中央信号设备、轨旁信号设备、车载信号设备状态监测功能），并能在其他平台显示。

2.2.2 车载信号与车辆通信接口故障

2.2.2.1 场景概述

车载信号与车辆牵引、制动系统间通信接口故障的处理场景。

2.2.2.2 基本流程

1） 设修调度员（车辆）通过 ATS 或者车辆远程告警监控系统确认列车发生车载信号与车辆通信接口故障；
2） 运营调度员（正线）与设修调度员（车辆）确认列车车辆及车载信号系统均正常，运营调度员（正线）通过 ATS 工作站设置故障列车以蠕动模式运行进站，并通过车载 CCTV、站台 CCTV 确认列车运行、停站情况；
3） 若列车蠕动模式进站对位不准，运营调度员（正线）安排正线多职能组员通过站台门应急门和列车乘务门进入故障列车，如列车乘务门和站台门应急门未对准，安排正线多职能组员从端门外侧小站台隔离栏处打开隔离栏活动门，打开乘务门进入列车后，关闭隔离栏活动门和车门，降级至有人驾驶模式手动对位，办理上下客作业；
4） 若正线多职能组员上车后故障仍无法恢复，运营调度员（正线）安排该列车退出运营。

2.2.2.3 注意事项

1） 蠕动模式进站后若列车欠停或过冲，列车以蠕动模式进站可能造成列车对位不准且无法自动对位，此时运营调度员（正线）需安排车站多职能组员及正线多职能组员打开站台应急门和列车乘务门进入列车人工驾驶对位；
2） 若列车蠕动模式运行时，应保证控制中心与全线信息传递到位，避免车站无相关蠕动模式运行信息造成安全隐患；

3） 设修调度员（车辆）应及时确认故障信息，避免延误信息传递，扩大事故影响。

2.2.2.4 功能需求

1） 信号：

a)具备蠕动模式，当车载信号设备与车辆通信接口故障时，在运营调度员（正线）确认安全的前提下，列车能以低速运行到最近站台。列车以蠕动模式进站停车后，切除牵引防止列车移动。进入蠕动模式后，列车在中心指示的下一站停车，打开车门且不关闭，保持扣车，关闭车门也不导致自动发车。在其他区域（库内停车点、转换轨、站外折返停车点）均不开门；

b)信号系统要有设备在线监测功能（包括但不限于对中央信号设备、轨旁信号设备、车载信号设备状态监测功能），并能在其他平台显示。

2） 土建：

a)端门外侧车站小站台隔离栏设计为局部可活动式。

3） 车辆：

a)车辆系统要有设备在线监测功能。

2.3 轨旁信号故障

2.3.1 计轴受扰

2.3.1.1 场景概述

计轴受扰（计轴区段出现非正常列车的占用）的处理场景。

2.3.1.2 基本流程

1） 计轴受扰发生后，运营调度员（正线）通过 ATS 工作站确认故障后报检修人员；

2） 若计轴受扰不影响列车正常运行，运营调度员（正线）监控该区段状态，待列车出清受扰区段后进行车控室计轴预复位，若两次预复位失败，维持正常运营，待运营结束后维修；

3） 若计轴受扰影响列车正常运行（如折返站岔区所在计轴区段受扰），受扰区段列车

迫停区间，运营调度员（正线）安排正线多职能组员登乘区间迫停列车（相关场景详见第一部分 9.8 工作人员登乘迫停区间列车），运营调度员（正线）立即截停受扰区段后续相邻区段的所有列车，核对计轴受扰区段；

4） 迫停列车以人工驾驶模式驶离故障区段后，运营调度员与车站值班员确认计轴受扰区段无列车占用；

5） 运营调度员命令车站值班员预复位处理计轴受扰，可通过 OCC、车站调度员工作站或计轴机柜板卡进行预复位；

6） 预复位作业完毕后，运营调度员（正线）安排列车对受扰区段进行清扫；

7） 预复位清扫作业成功，计轴受扰区段恢复正常，运营调度员（正线）安排后续列车恢复正常运行。

2.3.1.3 注意事项

1） 首列经过受扰区段的列车需人工手动驾驶，后续列车根据信号指示或调度指令运行；

2） 若发生计轴受扰时，列车已进入受扰区段并迫停区间，运营调度员（正线）应确认列车至授权运行终点的进路/资源（含防护进路）准备完毕、道岔位置正确且锁闭，闭塞条件满足后，安排正线多职能组员登车，发布限速通过的调度命令；

3） 若预复位操作两次未能清扫成功，且计轴受扰影响列车正常运行时，运营调度员（正线）安排正线多职能组员登车，后续列车运行至零码处以降级模式通过受扰区段后恢复正常模式运行；

4） 若计轴受扰故障发生在出库阶段，运营调度员（场段）应先安排正线多职能组员登故障车以人工驾驶模式驶离故障区段，然后调整出车计划，安排非故障区段列车先出库。非故障区段列车出车完毕后，运营调度员（场段）再对计轴故障区段复位清扫。

2.3.1.4 功能需求

1） 信号：

a)计轴设备可进行预复位；

b)ATS 可对指定列车设置远程紧急制动及发车；

c)信号系统要有设备在线监测功能（包括但不限于对中央信号设备、轨旁信号设备、车载信号设备状态监测功能），并能在其他平台显示。

2） 车辆：

a)列车应有指定的客室车门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门，车厢内外均可手动开/关门；

b)ATC系统向车辆系统输出列车的驾驶状态信息,作为车辆外侧指示灯的指示信息,以提示列车是处于全自动驾驶模式还是非全自动驾驶模式，此外指示灯还应能显示列车是否处于禁止移动状态。

2.3.2 道岔故障

2.3.2.1 场景概述

道岔故障的处理场景。

2.3.2.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）通过中央ATS工作站发现道岔故障后，立即对相关列车进行扣车；
2） 运营调度员（正线）站控，行车值班员测试并确认道岔故障， 将故障报修至检修人员；
3） 检修人员前往故障道岔进行抢修，期间控制中心安排车站多职能组员前往现场手摇道岔，车站以人工方式接发车；车站多职能组员需要手摇道岔时，携带好相关工具触发车站多职能组员防护开关后，从疏散平台进入区间故障道岔处；
4） 控制中心安排正线多职能组员在故障区段上一车站登车将列车切换至人工驾驶模式行驶至故障区段后方车站后恢复正常模式运行；
5） 抢修完毕后人员出清轨行区，运营调度员（正线）恢复列车全自动运行。

2.3.2.3 注意事项

1） 检修人员前往自动化区域抢修时应保证检修人员安全；
2） 车站值班员在测试道岔时应避免误操作造成其他事故，扩大事故影响；
3） 若列车降级模式运行时，应保证控制中心与全线信息传递到位，避免车站无相关降级运行信息造成安全隐患；
4） 运营调度员（正线）应及时确认道岔故障信息，避免延误信息传递，扩大事故影

响。

2.3.2.4 功能需求

1） 信号：

a)道岔故障后，中央 ATS 工作站能够确认故障信息；

b)中央 ATS 工作站具有遥控测试道岔功能，即道岔单操及单锁功能；

c)工作人员防护开关为使某个区域处于安全状态下的系统，它使通向该区域的信号机处于红灯显示并激活轨道上相关的紧急停车区域，列车无法进入该区域，该区域内列车将触发紧急制动；

d)信号系统要有设备在线监测功能（包括但不限于对中央信号设备、轨旁信号设备、车载信号设备状态监测功能），并能在其他平台显示；

e)工作人员防护开关激活的情况下，可以实现人工单操单锁道岔；

f)工作人员防护开关应能保证防护区域内的 FAM 和 ATO 列车不移动。

2） 车辆：

a)列车应有指定的客室车门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门，车厢内外均可手动开/关门；

b)ATC 系统向车辆系统输出列车的驾驶状态信息,作为车辆外侧指示灯的指示信息，以提示列车是处于全自动驾驶模式还是非全自动驾驶模式，此外指示灯还应能显示列车是否处于禁止移动状态。

2.3.3 工作人员防护开关激活

2.3.3.1 场景概述

工作人员防护开关故障激活的处理场景。

2.3.3.2 基本流程

1） 工作人员防护开关故障激活后，车站值班人员通过 ATS 系统发现工作人员防护开关处于激活状态；

2） 运营调度员（正线）通过车站工作人员确认工作人员防护开关故障导致处于激活状态；

3） 运营调度员（正线）安排检修人员进行检修；

4） 对于因工作人员防护开关故障激活而导致迫停的列车，运营调度员（正线）安排正线多职能组员进入区间登乘迫停列车，列车运行至零码处以手动模式运行通过工作人员防护开关故障区段。到达下一站后，转回全自动运行；

5） 对于其他后续列车，运营调度员（正线）安排正线多职能组员于故障区域前一站登乘，列车运行至零码处以手动模式运行通过工作人员防护开关故障区段。到达下一站后，转回全自动运行；

6） 检修完成后，运营调度员（正线）恢复列车运行，确认线路情况。

2.3.3.3 注意事项

运营调度员（正线）通过 ATS 工作站对相关列车进行扣车，报检修人员、发布抢修令。

2.3.3.4 功能需求

1） 信号：

a)车站 ATS 工作站可以确认工作人员防护开关状态；

b)工作人员防护开关应能保证防护区域内的 FAM 和 ATO 列车不移动。

2） 通信：

a)CCTV 覆盖所有工作人员防护开关设备位置，并能在控制中心调用。

2.4 列车定位丢失

2.4.1 场景概述

列车定位丢失后的处理场景。

2.4.2 基本流程

1） 连续信标失效，列车施加紧急制动；

2） 运营调度员（正线）通过信号 ATS 工作站确认列车定位丢失；

3） 运营调度员（正线）通过 ATS 检查失去定位列车前方信号、道岔联锁条件，确认 RRM

运行区段无其他列车；

4） 运营调度员（正线）授权列车进入 RRM 模式，且远程人工对列车缓解紧急制动后以该模式运行至下一个/两个信标重新建立定位后自动恢复全自动运行模式；

5） 若列车进站前未恢复至全自动运行模式，运营调度员（正线） 通过远程紧急制动指令让列车停在站台区域内，运营调度员（正线）安排正线多职能组员通过站台门应急门和列车乘务门进入故障列车;如列车乘务门和站台门应急门未对准，安排正线多职能组员从端门外侧小站台隔离栏处打开隔离栏活动门，打开乘务门进入列车后，关闭隔离栏活动门和车门，降级至有人驾驶模式手动对位，办理上下客作业。

2.4.3 注意事项

如 RRM 模式无法建立，则运营调度员（正线）安排正线多职能组员进入区间登乘迫停列车，该车改为人工驾驶模式运行至前方车站（详见第一部分 9.8 工作人员登乘迫停区间场景）。

2.4.4 功能需求

1） 信号：

a)信号系统具备 RRM 模式，当列车定位丢失时运营调度员（正线）使用该模式可以使列车继续运行，重新获得定位并恢复全自动运行模式；

b)信号系统要有设备在线监测功能（包括但不限于对中央信号设备、轨旁信号设备、车载信号设备状态监测功能），并能在其他平台显示。

2） 土建：

a)端门外侧车站小站台隔离栏设计为局部可活动式。

2.5 车地通信系统完全故障

2.5.1 场景描述

全自动驾驶线路因车地通信系统完全故障导致列车在区间迫停的处理场景。

2.5.2 基本流程

1） LTE 车地通信系统故障而后备车地通信系统正常时，或后备车地通信系统故障而 LTE 车地通信系统正常时，列车可维持全自动运行，仅在 ATS 显示告警。

2） LTE 无线网络设备完全故障或切除后，后备车地通信系统完全故障，列车紧急制动停车，ATS 界面显示告警，列车图标变为非通信列车，故障列车所在防护区域自动激活；

3） 中央调度员确认防护区域覆盖范围后安排正线多职能队员进行处置，并对车内乘客进行广播安抚；

4） 若列车前方有信号机，多职能队员（列控）根据调度命令驾驶列车运行至信号机前方停车。

5） 中央调度员为列车办理至前方站台的任务，系统申请并办理资源后，道岔锁闭后（如有），信号机显示允许信号。

6） 多职能队员根据信号行车至前方站台，人工打开车门和站台门后，执行清客作业。

7） 若列车前方无信号机且无道岔，多职能队员（列控）可根据调度命令直接驾驶列车至前方站台，人工打开车门和站台门，执行清客作业。

8） 中央调度员与多职能队员（列控）确认列车已到达站台，确认后中央调度员在 ATS 界面上对列车位置进行人工标记。

9） 系统自动释放不需要的线路资源。

10）中央调度员下发列车回库或进入正线停车线的运行任务，多职能队员（列控）继续以 EUM 模式驾驶列车运行，整个过程多职能队员（列控）和多职能队员（站控）需配合中央调度员人工管理，保障行车安全。

2.5.3 注意事项

2.5.4 功能需求

1） 通信：

a)运营调度员（乘客）可通过广播系统向车站广播，可通过 PIS 发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

b)可以远程设置的紧急预录的广播与乘客显示屏信息；

c)运营调度员（正线）、车站工作人员可根据权限调看车站视频监控画面。

2） 信号：

a)全自动驾驶线路应有区段封锁功能，触发后应使相应轨道无速度码，该轨道所

属进路无法被排列，从而封锁该轨道；并具备取消区段封锁功能；

b)运营调度员（乘客）应能对车厢发布预录制的广播。或可以实时手动输入广播内容，系统转换为语音播报进行广播。

3） 车辆：

a)运营调度员（正线）可根据权限调看列车视频监控画面；

b)针对迫停列车，车辆系统根据载客工况、已迫停时间，在超过规定的时间后，车厢应能自动播放乘客安抚信息广播（每隔几分钟进行一次，广播词应为无需判断类的内容，如“列车稍作停留，请乘客耐心等待”等）；

c)运营调度员（乘客）可通过广播系统向列车广播，可通过 PIS 发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

d)列车车头和车尾应配备逃生门，便于乘客从列车头尾两端疏散至道床；在没有信号开门授权的地点，逃生门需在列车静止时经控制中心授权才能打开，遇运营调度员（正线）在规定时间内未拒绝本地打开逃生门申请，逃生门可以不经授权直接打开；逃生门应优化设计，便于乘客在经授权后经简单操作打开；

e)列车应有指定的客室车门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门；车厢内外均可手动开/关门；

f)ATC 系统向车辆系统输出列车的驾驶状态信息,作为车辆外侧指示灯的指示信息，以提示列车是处于全自动驾驶模式还是非全自动驾驶模式，此外指示灯还应能显示列车是否处于禁止移动状态；

g)实现列车与中央紧急情况下的实时对话功能，车厢应具备乘客紧急呼叫装置（Interphonehandle 车厢内乘客调度对讲电话）设备，便于车厢内乘客与运营调度员（乘客）进行信息沟通；

h)在非站台区域，车门紧急解锁装置触发时，有报警但列车不停车；在列车在站台区域，车门紧急解锁装置触发时列车紧急制动；

i)列车在非静止时，车门紧急解锁装置触发时，车门不允许被打开保持锁闭状态；列车在没有信号开门授权的地点静止时，车门紧急解锁装置触发后需经运营调度员（正线）授权车门才能被打开，当运营调度员（正线）在规定时间内未拒

绝本地开门申请，车门可以不经授权被打开；

j) 列车在非静止状态下车门不允许被打开，一旦被打开列车应紧急制动。

3 站台门系统故障

3.1 站台门滑动门故障

3.1.1 场景概述

站台门滑动门故障时，车站工作人员故障确认，信息传递及故障处置等工作内容的描述。

3.1.2 基本流程

1） 单扇/多扇门故障

a)车站工作人员或正线调度员通过综合监控站台门界面或站台门监控终端发现并确认站台门故障；

b)若车站工作人员发现故障应及时处置，处置无效应将信息上报正线调度员，正线调度员接到站台门故障汇报后，通过综合监控观察站台门状态信息，并通过CCTV确认现场情况；

c)正线调度员及时通知专业维修人员赶到站台门故障车站进行抢修；

d)故障未恢复前，若首列车迫停在站外，正线调度员与车站确认现场具备接车条件后，向车站发布使用互锁解除的命令，安排车站接发列车；如有必要可以安排工作人员登乘区间迫停列车，该站及相邻两站以有人模式运行；

e)当有站台门无法正常开启或关闭时，应先激活紧急停车，经车站确认无夹人夹物，车站将故障站台门设置为“隔离”状态，手动关闭滑动门，后续列车进站后如对位隔离功能生效，故障门及对应的车门无法开启，同时后续需要停靠的列车车辆进行通用型语音提示广播，车门有相应的显示，应增派多职能队员加强现场监护，并黏贴站台门停用标示，同时发送广播，提醒乘客从打开的滑动门/车门上下车；

f)正线调度员可通过综合监控查看车门/站台门对位隔离的相关信息，确认设备的状态；

g)若车站工作人员无法将故障站台门（机械卡死等）关闭，正线调度员通知车站

工作人员将故障站台门隔离或发布使用互锁解除的命令，并增派多职能队员加强现场监护，使用围栏将故障门体围蔽；

h)当应急门故障且影响列车速度码，正线调度员通知车站旁路故障应急门，使列车恢复速度码，并增派多职能队员加强现场监护；

i)专业维修人员完成故障修复后，回复正线调度员；

j)各相关岗位确认恢复运营。

2） 单侧门故障

a)如单侧站台门故障仅影响自动开关站台门，由车站工作人员在 PSL 上手动开关站台门；

b)如现场单侧站台门可以自动或者经 PSL 手动开启或关闭，但是信号系统无法接收到站台门关闭信号，由车站工作人员确认具备接车条件后使用互锁解除命令，接发列车；

c)如单侧站台门故障无法开启或关闭，可通过互锁解除使列车进站后，多职能队员人工打开部分站台门，上下客完成后，人工关闭站台门，列车出站，后弃用该侧站台门，对本站后续列车采用跳停模式运行。

3.1.3 注意事项

1）滑动门玻璃碎裂，若玻璃依旧保持完整，可使用封带、防爆膜等固定未崩塌的碎玻璃。

3.1.4 功能需求

1） 站台门：

a)站台门需具备至少 3 层级控制等级：系统级，站台级，手动操作级；

b)就地手动控制级需具备自动、隔离、手动开、手动关四个档位，其中自动、手动开、手动关为安全回路；旁路位将该滑动门从安全回路中切除；

c)站台门系统失电应不影响互锁解除功能；

d)每侧站台配置至少两处 PSL；

e)当应急门故障，可单独切除故障应急门，不影响其他滑动门动作；

f)站台门系统要有设备在线监测功能（包括车站站台门工作状态监测功能、站台门与车门间隙探测器监测功能），并能在中央综合监控系统显示；

g)站台门滑动门关门受阻时应能后退一定距离，门停顿一定时间后再关门，重复关门超过规定次数，门仍不能关闭时，滑动门全开并进行报警，等待处理；

h)当所监视的所有滑动门、应急门均关闭锁闭且间隙探测器无夹人夹物和故障时，站台门安全回路接通，其他情况下站台门安全回路断开。

2） 信号：

a)具备“对位隔离功能”，与关闭且隔离的列车车门相对应的站台门保持关闭状态（不打开）；与关闭且隔离的站台门相对应的列车车门保持关闭状态（不打开）；

b)站台门故障时，具备互锁解除功能。

c)单扇/多扇站台门故障后，触发站台广播自动播放相关乘客提示广播。

3） 综合监控：

a)站台端门外设备区通道尽头轨行区隔离门处应设置门禁；

b)综合监控显示站台门发送的车门/站台门对位隔离的相关信息。

4） 通信：

a)单扇/多扇站台门故障后，站台应自动播放相关乘客提示广播。

5） 车辆：

a)车辆接收到站台门隔离信息后，列车车辆进行通用型语音提示广播，对应的车门有相应的显示。

3.2 站台门与车门间隙探测器故障

3.2.1 场景概述

站台门与车门间隙探测器故障时，车站工作人员故障确认，信息传递及故障处置等工作内容的描述。

3.2.2 基本流程

1） 车站工作人员通过站台门监控终端发现并确认站台门与车门间隙探测器故障，将信息上报运营调度员（正线）。或运营调度员（正线）通过 ATS 工作站和站台门在线监测系统发现并确认站台门与车门间隙探测器故障；
2） 运营调度员（正线）通知车站安排站台安全员赴现场进行处理，并通过 CCTV 确认现场情况；
3） 设修调度员（环控）通过故障报修平台，及时通知专业检修人员赶到站台门探测器故障车站进行抢修；
4） 车门、站台门关闭后，站台安全员确认站台门与车门间隙无夹人夹物，对站台门的故障单元间隙探测器进行旁路；
5） 列车以 FAM 模式发车；
6） 列车出清站台后，运营调度（正线）采取必要的安全措施后检修人员进行抢修；
7） 故障修复后，运营调度（正线）取消安全措施后，后续列车正常运行；
8） 如间隙探测器旁路无效，运营调度员（正线）通知车站以互锁解除接发列车。

3.2.3 注意事项

1) 探测器发生故障影响列车正常进出站时，运营调度员（正线） 应通过中央 CCTV 监控站台接发车情况；
2) 间隙探测器旁路隔离装置失效，采用互锁解除方式接车，通过扣车取消发车；
3) 首列车是在确认无夹人夹物后通过施加间隙探测器旁路或互锁解除发车，后续列车均采用取消扣车使 FAM 模式发车。车站值班员或运营调度员（正线）需在故障期间扣停每一列停站列车，根据站台安全员确认信息取消扣车。
4) 南京 11 号线目前单次互锁解除有效时间为 1 小时（具体方案设计联络阶段确认），如使用互锁解除接发列车，需注意故障时间超出该功能有效作用时间后重新触发的情况。

3.2.4 功能需求

1） 站台门：

a)车门和站台门之间缝隙应有间隙探测报警装置，且为自上向下全方位探测模式；

b)站台门关闭后，站台门对间隙进行探测，一旦探测到异物， 立即发出报警，并保持站台门安全回路断开；

c)站台门系统要有设备在线监测功能（包括车站站台门工作状态监测功能、站台门与车门间隙探测器监测功能），并能在中央综合监控系统显示；

d)站台门异物检测系统故障，可通过隔离控制开关隔离此系统或操作互锁解除进行接发车。

4　供电故障

4.1　接触网故障

4.1.1　场景概述

当列车在全自动驾驶模式下正常运行时，一个及以上供电分区的接触网跳闸、停电，列车迫停区间。

4.1.2　基本流程

1） 设修调度员（电力）通过 SCADA 确认直流开关跳闸，（系统自动重合闸一次，若自动重合闸失败）接触网失电；
2） 系统经人工确认后对接近失电区段的列车进行扣车或取消其移动授权；运营调度员（正线）也可扣停后续相关列车，防止列车进入触网失电区段，做好运营调整工作，通知专业人员故障信息；
3） 车辆、接触网和变电专业迅速赶至现场，确认事故情况；
4） 设修调度员（车辆）通过车辆远程告警监控系统确认列车失去牵引，查看列车是否有受电弓故障，进入人工故障处置流程；
5） 设修调度员（车辆）可以在故障处置过程中通过车辆远程告警监控系统或综合监控终端设备对列车弓网的相关状态进行监视和确认。（若该列车具备弓网监测设备）；
6） 运营调度员（正线）对失电区段所有列车进行远程降弓，设修调度员（电力）操作中央级 PSCADA 对故障区段接触网试送电；
7） 若试送失败，电力调度员断开失电区段所有上网闸刀，进一步判断故障原因；
8） 若试送成功，对失电区段内列车逐列远程升起受电弓。若判断为由车辆（如牵引受电回路故障）引起的接触网失电，运营调度员（正线）对故障列车受电弓分别进行升弓，以判断故障点。若列车升弓成功且供电无异常，列车以单弓运营至下一站；若分别升弓后仍无法正常供电，派遣多职能队伍登车，申请救援；
9） 运营调度员（正线）封锁故障区段，安排供电检修人员进入区间对牵引电力系统进行抢修；
10）必要时，运营调度员（正线）安排正线多职能组员进入区间， 对迫停列车进行客流疏散；

11）故障设备修复后，供电检修人员向电力调度员报故障修复，由电力调度员在中心远程对接触网进行试送；

12）车站确认进入区间的检修人员已全部离开，且人清材料清；

13）各相关岗位确认恢复运营。

4.1.3 注意事项

1） 电力调度员应当在列车失电情况下，做好各相关专业和接口的通知工作；

2） 车站工作人员应在设备检修人员进入区间时做好监护工作；

3） 列车恢复运营后运营调度员（正线）应及时通知各相关接口部门；

4） 乘客调度员应实施车厢广播及时做好列车内乘客信息告知及安抚工作；

5） 若场段触网失电影响出库，在出库阶段，运营调度员（场段） 可依次安排工程车连挂出库，在出库后第一个唤醒点进行本地唤醒、综合自检，安排正线多职能组员手动驾驶后升级为全自动运行模式。在回库阶段，运营调度员（场段）可安排回库列车停于存车线。

6） 故障处置过程中需要对列车远程升弓，按照行车方向先升后弓。

4.1.4 功能需求

1） 供电：

a)系统应具备控制中心、车站、就地三级控制权限；

b)电力调度员可通过 SCADA，查看确认变电所、接触网等设备状态及实时参数；

c)供电系统相关设备的信息通过车站级 SCADA 系统上传至中心级综合监控系统平台显示。

d)系统对于跳闸或跳闸但自动重合闸成功的供电分区，也应在 ATS 界面有分别的显示图标。

2） 车辆：

a)系统应具备实时监测高压受电功能；

b)具备控制中心直接对列车广播功能；

c)列车实时监测弓网数据，并实时传输至控制中心；

d)车辆蓄电池应满足至少紧急负载工作 45 分钟要求；

e)通过车辆远程告警监控系统，车辆调度员可以及时获知车辆设备状态信息，对于牵引、制动、车门、受电弓等重要设备，故障时应能发出相应报警；

f)受电弓的状态视频监控装置能够实时监视受电弓状态，并能回看和下载视频信息，且 OCC 可以调用查看相关视频信息。受电弓视频监控系统能对受电弓完整性、车辆运行过程中拉弧现象、弓网接触点温度过高进行检测和报警。车辆受电弓视频监控系统可以检测接触网的拉出值、高度值、导高值，当超限时自动告警；可以检测跨距内接触线高低差及导线坡度。

3） 信号：

a)出入库线所在站台、存车线、折返线等地点需具备远程唤醒功能；

b)OCC 具备逐个及同时远程升降列车受电弓功能。

4） 综合监控：

a)运营调度员（正线）可以通过综合监控终端设备对列车弓网的相关状态进行监护和确认。（若该列车具备弓网监测设备）

5 线路故障

5.1 侵限界

5.1.1 场景概述

当列车在全自动驾驶模式下正常运营时，异物侵限界。

5.1.2 基本流程

1） 列车制动迫停区间，设修调度员（车辆）通过车辆远程告警监控系统获知列车撞击异物；
2） 运营调度员（正线）通过视频监控了解区间情况，扣停后续列车并封锁事发区间；
3） 运营调度员（正线）安排正线多职能组员进入区间巡视，查看现场情况并清除异物；
4） 运营调度员（乘客）对车厢乘客播放广播、PIS 信息；
5） 若正线多职能组员无法处置，则按照有人驾驶线路类似情况进行处置。安排专业维修人员对现场进行抢修，运营调度员（正线）视情况组织列车反向运行至上一车站清客；
6） 若正线多职能组员成功处置，异物清除后，运营调度员（正 线）安排正线多职能组员登乘迫停列车，及时恢复列车运营。

5.1.3 注意事项

1） 运营调度员（正线）应及时通知相关部门列车限速运行情况；
2） 运营调度员（正线）在列车异物撞击列车且紧急制动后，应及时封锁撞击区间；
3） 车站工作人员应在正线多职能组员及设备检修人员登乘列车或进入区间时做好监护工作；
4） 正线多职能组员登乘列车前应获得运营调度员（正线）许可；
5） 正线多职能组员应确认所登乘列车车号与运营调度员（正线） 通知列车车号相一致；
6） 列车恢复运营后运营调度员（正线）及时通知各相关接口部门。

5.1.4 功能需求

1） 车辆：

a)具备控制中心直接对列车广播功能；

b)具备障碍物探测功能；

c)具备排障功能，且在一定条件下与列车紧急制动、车头 CCTV 联动；

d)列车两端头部装有 CCTV，用于监视开行方向前方轨行区情况；

e)车辆系统要有设备在线监测功能（含障碍物探测报警）；

f)车辆系统对受电弓收到外力撞击，建议用专用图标显示。

2） 信号：

a)ATS 可对指定列车设置远程紧急制动及发车。

5.2 区间高水位报警

5.2.1 场景概述

正常运营期间，区间轨行区液位探测仪高水位报警、泵房水泵高水位报警，CCTV 可切换至报警区域附近监控画面。

5.2.2 基本流程

1） 设修调度员（环控）或车站工作人员通过 BAS 系统或综合监控系统发现区间高水位报警，在操作界面上查看区间水泵工作情况，并通过 CCTV 尝试确认现场情况；运营调度员（正线）派遣多职能队伍登乘后续列车至现场查看积水情况和原因；

2） 区间有积水情况：

a)运营调度员（正线）根据积水情况施加临时限速或区段封锁；

b)运营调度员（正线）安排设备检修人员进入积水区间进行处理；

c)待积水情况缓解后，运营调度员（正线）下令恢复列车正常运行。

3） 区间无积水情况：

a)运营调度员（正线）安排专业维修队伍在运营结束后进入积水报警区间进行处

置；

b)车站值班员通过综合监控系统，加强对区间泵的工作情况监视。

5.2.3 注意事项

1） 运营调度员（正线）应及时通知相关部门列车限速运行情况；
2） 车站工作人员应在正线多职能组员及设备检修人员登乘列车时做好监护工作；
3） 正线多职能组员登乘列车前应获得运营调度员（正线）许可；
4） 正线多职能组员应确认所登乘列车车号与运营调度员（正线）通知列车车号相一致；
5） 列车恢复运营后运营调度员（正线）及时通知各相关接口部门。

5.2.4 功能需求

1） 综合监控：

a)综合监控系统应设计控制中心、车站、就地三级控制；

b)区间水泵应具备高水位报警及远程监控功能；

c)全线轨行区最低处设置液位探测仪，能发出高水位报警信息；

d)全线轨行区最低处、及靠近洞口的区间轨行区最低处液位探测仪处附近设置水位刻度标尺，供运营调度员（正线）通过 CCTV 确认现场积水情况。

2） 通信：

a)区间水泵房所在上下行区间最低处及泵房内应设置 CCTV；

b)全线轨行区最低处、及靠近洞口的区间轨行区最低处液位探测仪处设置 CCTV；

c)当高水位报警触发时，控制中心工作站 CCTV 将画面切换至轨行区或区间水泵区域。

3） 信号：

a)ATS 可对指定列车设置远程紧急制动及缓解；

b)ATS 可设置临时限速和区段封锁。

4） BAS：

a)区间泵房的高水位报警接入 BAS 系统；

b)在区间最低点轨行区增设液位监测仪，液位监测仪接入 BAS 系统。

5.3 运营时段自动化区域施工

5.3.1 场景概述

针对全自动驾驶中自动化区域施工登记、实施以及注销的流程予以描述，确保自动化区域的施工安全及效率，防止自动化区域内人车冲突的风险产生。

5.3.2 基本流程

（1） 正线自动化区域施工

1） 施工负责人应于施工开始前抵达车站车控室向车站值班员申请办理施工登记手续;
2） 车站值班员在核对施工负责人所提供的有效证件以及施工申请单，确认自动化区域作业范围及影响后，通过行调电话与运营调度员（中心）确认施工内容、施工影响范围及施工负责人有效证件等信息，待运营调度员（正线）批准施工后方可允许进行登记，登记中注明自动化区域作业范围;
3） 施工负责人登记完毕后，进入自动化区域前，车站值班员启用施工区域的工作人员防护开关，并与施工负责人确认工作人员防护开关启用状态;
4） 车站值班员拔下已启用的工作人员防护开关钥匙，打开对应的钥匙箱（或门禁卡管理箱），取出隔离门钥匙，车站工作人员陪同施工负责人前往站台层为其依次打开站台端门和进入自动化区域的隔离门；如有需要，施工负责人可自行配备无线手持台，便于与运营调度员（正线）联系;
5） 施工结束后，由施工负责人负责施工现场工完场清，确认安全措施已撤除，所有施工人员均已撤出自动化区域，施工负责人与车站值班员确认设备状态后，车站值班员将工作人员防护开关恢复，具备正常行车条件后方可办理施工注销，经车站值班员同意后，施工负责人方可离开；涉及行车设备的，必须通知使用单位确认设备正常。

（2） 场段自动化区域施工

1） 施工负责人应于施工开始前抵达场控室向工作人员申请办理施工登记手续;

2） 场段值班员在核对施工负责人所提供的有效证件以及施工申请单，确认自动化区域作业范围及影响后，通过场调电话与运营调度员（场段）确认施工内容、施工影响范围及施工负责人有效证件等信息，待运营调度员（场段）批准施工后方可允许进行登记，登记中注明自动化区域作业范围；

3） 施工负责人登记完毕后，进入自动化区域前，场段值班员启用施工区域的工作人员防护开关，并与施工负责人确认工作人员防护开关启用状态；

4） 场段值班员拔下已启用的工作人员防护开关钥匙，打开对应的钥匙箱（或门禁卡管理箱），取出门禁卡、隔离门钥匙，并与工作人员防护开关钥匙一起等交于施工负责人；如有需要，施工负责人可自行配备无线手持台，便于与正线/运营调度员（场段）联系；

5） 若在库内自动化区域施工，施工负责人使用门禁进入地下通道，使用隔离门钥匙进入防护区域；若在库外自动化区域施工，施工负责人使用隔离门钥匙进入防护区域；

6） 施工结束后，由施工负责人负责施工现场工完场清，确认安全措施已撤除，所有施工人员均已撤出自动化区域，施工负责人与运营调度员（场段）确认设备状态后，施工负责人使用工作人员防护开关钥匙将钥匙箱打开放回门禁卡和隔离门钥匙，并同车场工作人员确认后，场段值班员将工作人员防护开关恢复状态后，具备正常行车条件后方可办理施工注销，经场段值班员同意后，施工负责人方可离开；涉及行车设备的，必须通知使用单位确认设备正常。

5.3.3 注意事项

1） 工作人员防护开关图示与现场控制范围必须保持一致；

2） 如需要计划性的关闭区间人防门（测试、演练等），应纳入施工申报计划，在夜间施工中实施；

3） 施工结束后，运营调度员（正线）和车站值班员应通过各系统的设备监控终端及综合监控系统确认设备状态正常；

4） 当在车场有信号部分设备施工与工作人员防护开关防护冲突的情况下（诸如信号机），经运营调度员（场段）批准施工后，由场段值班员与供电人员双向确认，对车场的触网进行断电成功后，方可允许施工人员进入自动化区域施工，避免施工过程中人车冲突的风险；

5） 在正线轨行区有信号部分设备施工与工作人员防护开关防护冲突的情况下（诸如信号机），运营调度员（正线）根据施工影响和施工范围，确保施工区域无电客车

的情况下通知相关车站工作人员将施工范围相邻区段的工作人员防护区域激活后，方可允许施工人员进入自动化区域施工，避免施工过程中人车冲突的风险。

5.3.4 功能需求

1） 通信：

a)车场自动化区域范围内应设置 CCTV 及广播功能；

b)正线自动化区域范围内应在区间联络通道、岔区等关键区域设置 CCTV；

c)无线通信应覆盖全线自动化区域。

2） 信号：

a)工作人员防护开关为使某个区域处于安全状态下的系统，它使通向该区域的信号机处于红灯显示并激活轨道上相关的防护区域，列车无法进入该区域，该区域内列车将触发紧急制动；施工开始前/结束后，施工总负责人负责开启/关闭此开关；

b)全自动驾驶线路应有区段封锁功能，触发后应使相应轨道无速度码，该轨道所属进路无法被排列/资源无法被申请，从而封锁该轨道。并具备取消区段封锁功能；

c)工作人员防护开关应能保证防护区域内的 FAM 和 ATO 列车不移动。

第三部分 应急模式场景

1　大客流

1.1 场景概述

在全自动驾驶轨道交通线路车站某一运营时段内候车、停留的乘客达到该站站台站厅、上下楼梯、出入口通道、换乘通道等拥堵点的客流容量上限，且有继续增加趋势，如不采取紧急措施，极有可能引发人员拥挤、踩踏等伤亡事故或意外事件等情况。

1.2 基本流程

1） 车站工作人员确认车站大客流；
2） 运营调度员（正线）根据车站大客流实际的情况，采取有效措施；
3） 若站台大客流，运营调度员（正线）可调整运力，增开列车、跳停、关闭下行扶梯等手段；若站厅大客流，车站可采取增加人工售票、部分车站出入口只出不进、调整部分闸机进/出站方向、更改扶梯上下行方向等手段。

1.3 注意事项

1） 运营调度员（正线）应根据大客流预案和现场实际客流情况做好站点分布、客流组织、运营调整、增援力量等应急处置工作；
2） 运营调度员（正线）应在高峰时段、节假日、重大活动期间及运营设备故障时加强车站 CCTV 图像的监视。

1.4 功能需求

1） 通信：

a)车站广播可以根据大客流工况人工触发预先设定的广播内容；

b)站台 PIS 根据大客流工况人工触发预先设定的乘客引导信息。

2） AFC：

a)车控室能远程遥控 TVM、闸机。

2　列车事故

2.1 场景概述

列车在全自动驾驶运行过程中发生挤岔、脱轨、脱钩、冲突、倾覆现象，导致人员伤亡、财产损失、设施设备损坏或危及行车安全、影响正常行车秩序。

2.2 基本流程

(1)　事故发生在正线

1）　接到乘客紧急呼叫装置报列车发生事故或发现 ATS 显示列车事故报警（障碍物探测报警、脱轨检测报警、列车脱钩报警）后，运营调度员（乘客）和运营调度员（正线）通过车载 CCTV 确认情况，核实列车事故，值班主任通知故障设备所属单位赶赴现场，运营调度员（乘客）通过广播对车上乘客进行安抚；

2）　运营调度员（正线）根据现场需要落实事故区段安全防护措施，封锁相关区段，对事故列车与相邻列车实施远程紧急制动，关闭事发区段相邻车站，预判事故影响并通知全线车站，做好非事故区段的行车组织调整工作及现场抢修配合工作；

3）　车站工作人员确认事故位置，完成抢修临时进入点设置，安排抢修施工请点与销点，车站应及时做好乘客信息告知、客运组织，做好抢险抢修队伍及公安、医疗等外部支援力量的接应引导工作，并配合做好人员救助、抢险抢修等工作；

4）　车辆、供电、通号、工务等抢修队伍接到抢修指令后立即赶赴现场，确定现场抢修总负责人，进行现场抢修，抢修结束后明确动车条件及运营限制，组织做好设施设备测试及清场工作（如需要人员疏散按照工作人员现场组织区间疏散的场景处理）；

5）　应急处置结束后，控制中心应及时进行运营调整，逐步恢复正常运营秩序。

(2)　列车事故发生在车场（自动化区域）

1）　接到车场工作人员报列车发生事故或发现 ATS 显示列车事故报警后，运营调度员（场段）通过车场 CCTV 和车载 CCTV 确认情况，核实列车事故，下达抢

修指令；

2） 运营调度员（场段）根据现场需要落实事故区段安全防护措施，封锁相关区段，对事故列车施加远程紧急制动，启动车场工作人员防护开关；

3） 运营调度员（正线）落实事故区段安全防护措施及列车出入库调整方案，预判事故影响并通知相关车站；

4） 控制中心应做好受伤人员的先期急救协助，完成抢修施工要点与销点、抢修临时出、入点的设置；

5） 车辆、供电、通号、工务等抢修队伍接到抢修指令后立即赶赴现场，确定现场抢修总负责人，进行现场抢修，在抢修结束后明确动车条件及运营限制，组织做好设施设备测试及清场工作；

6） 应急处置结束后，控制中心应及时进行运营调整，逐步恢复正常运营秩序。

2.3 注意事项

(1) 事故发生在正线

1） 运营调度员（正线）应落实事故区段安全防护措施，制定列车出入库调整方案，预判事故影响并通知相关车站，做好正线区段行车组织调整工作及现场抢修配合工作；

2） 车站应及时做好抢修临时出、入点的设置、抢险抢修队伍及公安、医疗等外部支援力量的接应引导工作，并配合做好人员救助、抢险抢修等工作；

3） 现场抢修总负责人落实安全防护措施，协调指挥现场抢修作 业，在抢修结束后明确动车条件及运营限制，组织做好设施设备测试及清场工作；

4） 当地铁运营列车出现故障，使部分车站暂时中止运营服务时，暂停服务的车站值班员需根据相关规定设置列车故障模式通过 ZLC、SC 将车站 AFC 设备设置为列车故障模式。

(2) 列车事故发生在车场（自动化区域）

1） 运营调度员（场段）应落实事故区段安全防护措施，制定列车出入库调整方案，预判事故影响并通知相关车站，做好正线区段行车组织调整工作及现场抢修配合工作；

2） 车场应及时做好抢修临时进入点设置、抢险抢修队伍及公安、医疗等外部

支援力量的接应引导工作，并配合做好抢险抢修等工作；

3） 现场抢修总负责人落实安全防护措施，协调指挥现场抢修作业，在抢修结束后明确动车条件及运营限制，组织做好设施设备测试及清场工作。

2.4 功能需求

1） 车辆：

a)车辆系统应具备障碍物探测功能；

b)车辆发生脱轨（脱轨检测功能）后，应自动触发列车紧急制动，并自动报警；

c)车辆蓄电池应满足至少紧急负载工作 45 分钟的要求；

d)运营调度员（乘客）可通过广播系统向列车进行应急广播；

e)实现列车与中央紧急情况下的实时对话功能，车厢应具备乘客紧急呼叫装置（Interphonehandle 车厢内乘客调度对讲电话）设备，便于车厢内乘客与运营调度员（乘客）进行信息沟通。

2） 信号：

a)发生挤岔后，应自动触发列车紧急制动，并自动报警；

b)全自动驾驶线路应有区段封锁功能，触发后应使相应轨道无速度码，该轨道所属进路无法被排列/资源无法被申请，从而封锁该轨道；并具备取消区段封锁功能；

c)工作人员防护开关应能保证防护区域内的 FAM 和 ATO 列车不移动。

3 列车火警

3.1 场景概述

全自动驾驶列车发生火灾报警，可能对人员安全、财产安全及运营组织造成损害和影响。

3.2 基本流程

(1) 车辆发生车厢内部火灾能继续运行

1） 车辆火警探测系统报警报车厢有火警后，运营调度员（正线）通过车载 CCTV 确认列车火灾部位、起火源、火势程度及影响等；若运营调度员（正线）判断列车可以继续运行，则应维持列车运行至前方车站，到站停稳后列车自动打开车门并保持车门开启状态不关闭，各岗位按车站火灾预案的相关要求进行应急处置；

2） 控制中心确认列车火灾情况后，通知相邻车站做好应急处置准备工作；

3） 控制中心预判火灾影响并通知全线车站，及时进行行车组织调整；

4） 运营调度员（乘客）通过广播做好车上乘客信息告知及安抚工作；

5） 车站工作人员监视火灾列车位置，赶赴站台引导乘客疏散；

6） 车站应及时落实乘客信息告知、疏散引导、接应统计、人员先期救助及抢险抢修配合等工作；组织车站工作人员等及时携带应急救援装备赶赴站台开展火灾前期扑救工作；火灾扑灭后，清理事故现场，列车退出正线运营；

7） 应急处置结束后，控制中心应及时进行运营调整，逐步恢复正常运营秩序。

(2) 车辆发生车厢外部火灾能继续运行

1)当列车车厢外部有火警后，如车辆底架电气柜内感温电缆检测到火灾时，运营调度员（正线）确认火灾报警信息后，维持列车运行至前方车站；到站停稳后列车自动打开车门并保持车门开启状态不关闭；各岗位按车站火灾预案的相关要求进行应急处置；

2)控制中心确认列车火灾报警后，通知相关车站做好应急处置准备工作；

3)控制中心预判火灾影响并通知全线车站，及时进行行车组织调整；

4)运营调度员（乘客）通过广播做好车上乘客信息告知及安抚工作；

5)车站工作人员监视火灾报警列车位置，赶赴站台引导乘客疏散；

6)车站应及时落实乘客信息告知、疏散引导、接应统计、人员先期救助及抢险抢修配合等工作；组织车站工作人员等及时携带应急救援装备赶赴站台开展火灾前期扑救工作；若确认设备误报警，则安排列车退出运营；若确认为真实火灾，火灾扑灭后，清理事故现场，列车退出正线运营；

7)应急处置结束后，控制中心应及时进行运营调整，逐步恢复正常运营秩序。

(3) 列车发生火灾不能继续运行

1） 运营调度员（正线）根据报警信息获知车辆火警探测系统报警设备报车厢有火警后，通过信号系统查看列车迫停位置；运营调度员（正线）经过判断确认列车不能继续运行后，封锁事故区段，远程紧急制动事故列车，通知相邻车站做好应急处置准备工作，视情况下达抢修指令；

2） 运营调度员（正线）通过车载 CCTV 确认列车火灾部位、起火源、火势程度及影响；同时运营调度员（正线）安排车站触发工作人员防护开关后，通知正线多职能组员进入区间登乘迫停列车。

① 在正线多职能组员登乘列车前，乘客未解锁车门自行疏散。

- 正线多职能组员登车后上报调度。运营调度员（乘客）和正线多职能组员做好安抚乘客工作；
- 若运营调度员（正线）和正线多职能组员确认列车车厢内无火灾，运营调度员（正线）安排正线多职能组员做好应急处置工作；
- 若正线多职能组员应急处置后判断能以人工驾驶方式继续运行的，运营调度员（正线）安排正线多职能组员以人工驾驶模式将列车运行至下一车站进行处置；
- 若运营调度员（正线）和正线多职能组员确认列车车厢内确实存在火灾，运营调度员（正线）按照区间有序疏散场景进行处置。

② 在正线多职能组员登乘列车前，运营调度员（正线）根据报警信息获知列车车门或逃生门已经被乘客解锁。

- 运营调度员（正线）预判火灾影响并通知全线车站，及时进行行车组织调整，组织进入火灾区段的其他列车驶离或退回至发车站；根据列车火灾位置，明确疏散方向，启动相应的火灾工况，落实现场安全防护措施，下达乘客区间紧急疏散指令，必要时封锁相关区段；
- 运营调度员（乘客）通过广播做好车上乘客信息告知及安抚工作，并做好车上乘客疏散逃生过程中的广播引导工作，同时通知相应车站进行处置；
- 相关车站工作人员通过车控室确认火灾列车位置，赶赴事故地点引导乘客疏散，人员疏散按照远程引导区间疏散的场景处理；
- 相关车站应及时确认 AFC 紧急模式已启动，落实乘客信息告知、疏散引导、接应统计、人员先期救助及抢险抢修配合等工作；组织车站工作人员等及时携带应急救援装备赶赴事发地点开展火灾前期扑救工作；
- 应急处置结束后，控制中心应及时进行运营调整，逐步恢复正常运营秩序。

3.3 注意事项

1） 运营调度员（正线）应及时确认列车火灾部位、起火源、火势程度及影响等；设修调度员（车辆）应通过控制中心车辆远程告警监控系统终端判断列车是否可以继续运行，维持列车运行至前方车站；
2） 运营调度员（正线）应及时扣停后续及邻线相关列车，通知相邻车站做好应急处置准备工作；
3） 运营调度员（正线）应及时进行行车组织调整，组织进入火灾区段的其他列车驶离或退回至发车站；据列车火灾位置启动相应的火灾工况、明确疏散方向；开启事故风机及时送风排烟，落实救援人员进入现场安全防护措施，下达乘客区间紧急疏散指令，必要时封锁相关区段。

3.4 功能需求

1） 车辆：

a)车辆系统应具有火灾报警系统；

b)车辆可以将火灾信息上传至车辆远程告警监控系统、综合监控系统、信号系统；

c)车辆火灾探测系统报警后，CCTV 自动切换到报警区域；

d)列车车头和车尾应配备逃生门，便于乘客从列车头尾两端疏散至道床；在没有信号开门授权的地点，逃生门需在列车静止时经控制中心授权才能打开，遇运营调度员（正线）在规定时间内未拒绝本地打开逃生门申请，逃生门可以不经授权直接打开；逃生门应优化设计，便于乘客在经授权后经简单操作打开；

e)安装在列车内的烟雾探测器一旦探测到车辆内部有烟雾，探测结果将立即传送给 OCC，车辆通风设备应能采取措施减缓火灾蔓延速度；

f)列车车辆底架电气柜内感温电缆检测到火灾时，探测结果将立即传送给 OCC；

g)运营调度员（乘客）确认火灾报警后，应能对车厢人工发布火灾广播与乘客信息；

h)车辆发生火警后，乘客紧急呼叫装置自动发送呼叫请求（FAM 模式下在中央显示呼叫请求信息，在非 FAM 人工模式下在司机室显示屏上显示呼叫请求信息），由运营调度员（乘客）应答。

2） 信号：

a)应按工作人员防护分区设置工作人员防护开关；

b)工作人员防护开关为使某个区域处于安全状态下的系统，它使通向该区域的信号机处于红灯显示并激活轨道上相关的紧急停车区域，列车无法进入该区域，该区域内列车将触发紧急制动；

c)具备远程紧急制动及发车的功能；

d)ATS 工作站应有列车报警信息推送功能，需运营调度员（正线）确认；

e)运营调度员（乘客）应能对车厢发布预录制的广播；

f)列车火警触发后（车辆火警探测系统报警或车辆底架电气柜内感温电缆装置报警），在具备列车可以继续运行的条件下，应维持列车运行至前方车站，到站

停稳后列车自动打开车门并保持车门开启状态不关闭。

3） 通信：

a)运营调度员（乘客）可通过广播系统向车站进行应急广播， 通过 PIS 发布乘客信息。

4） AFC：

a)出现火灾等紧急情况时，通过 ZLC、SC、车站控制室紧急按钮及检票机本地控制等方式，可将车站 AFC 设备设置为紧急放行模式。在该模式下，所有检票机扇门打开，并保持开放状态，保证乘客无阻碍快速地离开付费区。所有 TVM 完成最后一笔交易后停止使用。同时，所有检票机的乘客显示器显示紧急放行信息，所有付费区末端指示器闪烁显示“通行”标志，所有非付费区末端指示器闪烁显示“禁止通行”标志。

5） 综合监控：

a)调度员明确疏散方向后，可在综合监控界面上选择执行乘客区间紧急疏散方向指令；

b)调度员应能从综合监控界面上确认列车火警部位信息。

6） FAS：

a)FAS 系统根据从综合监控系统接收到的乘客区间紧急疏散方向指令，驱动区间疏散标识。

4　乘客异动事件

4.1 场景概述

在全自动驾驶轨道交通运营区域内发生的人员伤、亡及恐慌性奔逃事件。

4.2 基本流程

(1)　车站内乘客异动

1）　运营调度员（乘客）通过乘客紧急呼叫装置、服务热线等其他途径接报或通过 CCTV 发现车站内有乘客异动时，运营调度员（正线）将 CCTV 图像切换至事发地，并安排车站工作人员查看现场情况；

2）　事件发生后，车站应当保护现场并报警，进行必要的救助，同时维护好现场秩序。

(2)　列车上乘客异动

1）　运营调度员（乘客）通过乘客紧急呼叫装置、服务热线等其他途径接报或通过 CCTV 发现列车上有乘客异动；

2）　运营调度员（乘客）将 CCTV 切换至事发车厢进行监控，通过车载 PIS、车厢广播发布乘客安抚信息，安排就近车站工作人员上车确认现场情况；

3）　运营调度员（正线）将列车扣在就近站台，车站派人上车，确认现场情况后进行相应处置；

4）　若遇乘客需救助情况时，车站应当保护，立即进行救助，同时维护好现场秩序；

5）　车站处置完毕，运营调度员（正线）取消扣车，恢复正常运营。

4.3 注意事项

(1)　车站内乘客异动

1）　当发生乘客人身伤害（或突发疾病）时，车站多职能组长应立即查看乘客

受伤（患病）程度；

2） 乘客在自动扶梯发生客伤后，车站应尽快关停自动扶梯，维护现场秩序。

⑵ 列车上乘客异动

1） 发生列车车厢内乘客异动事件，应维持列车运行至车站进行处置，运营调度员（正线）应做好扣车措施提前安排车站工作人员做好上车确认准备；

2） 运营调度员（乘客）通过 CCTV 监控现场情况，通过 PIS、广播及时发布乘客安抚信息；

3） 当发生乘客人身伤害（或突发疾病）时，车站多职能组长应提供紧急救助。

4.4 功能需求

1） 车辆：

a)乘客紧急呼叫装置与 CCTV 联动，当车厢乘客与调度紧急对讲系统被触发，控制中心车辆 CCTV 工作站自动将 CCTV 画面切换至乘客紧急呼叫装置区域；

b)运营调度员（乘客）可通过广播系统向列车进行广播，可通过 PIS 发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

c)实现列车与中央紧急情况下的实时对话功能，车厢应具备乘客紧急呼叫装置（Interphonehandle 车厢内乘客调度对讲电话）设备，便于车厢内乘客与运营调度员（乘客）进行信息沟通。

2） 信号：

a)运营调度员（乘客）应能对车厢发布预录制的广播。

3） 通信：

a)运营调度员（乘客）可通过广播系统向车站进行广播，可通过 PIS 发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散。

5 站台门与车门间隙、车门、站台门夹人夹物

5.1 场景概述

站台门与车门间隙、车门本身、站台门本身夹人夹物时，车站工作人员对事件确认，信息传递及应急处置等工作内容的描述。

5.2 基本流程

1） 站台门与车门间隙夹人夹物

a） 若站台人员发现间隙夹人夹物时，立即按压对应侧“站台紧急停车”按钮，车站值班员通知车站多职能组员等胜任人员赶赴站台进行故障初期处置，汇报运营调度（正线）；

b） 若车站多职能组员或其他胜任人员到达现场时，若人或物只在站台门处或站列间隙处，执行 c、d，若人或物同时也被车门夹住，执行 e、f、g；

c） 车站多职能组员或其他胜任人员用四角钥匙将被夹人或物对应的滑动门手动解锁开门，将站列间隙的人引导出来或将物取出，然后将该滑动门手动推上关闭（处置后，滑动门门头灯熄灭），在确认站台安全后通知值班员取消紧停;

d） 若处置之后，滑动门故障报警，则按单个滑动门故障处置； 若间隙探测器仍故障报警，则按照间隙探测器故障流程处 置；

e） 运营调度（正线）根据值班员的通报情况执行远程开门指令，打开整侧站台门及车门；

f） 车站多职能组员或其他胜任人员将站列间隙的人引导出来或将物取出，运营调度（正线）根据值班员的通报情况执行远程关门指令，关闭整侧站台门及车门，在确认站台安全后通知值班员取消紧停；

g） 若处置之后，间隙探测器仍故障报警，则按照间隙探测器故障流程处置。

2） 列车车门夹人/夹物

a） 如站台安全员发现列车车门夹人/夹物时应立即按压该侧 “站台紧急停车”按钮；站台安全员将发生夹人夹物情况的车门号汇报运营调度员（正

线）。如运营调度员（正线）通过监控发现列车车门夹人夹物，通过 ATS 工作站对列车扣车；

b） 事发列车车门应能自动重新进行开门和关门操作一定次数，若列车车门依然无法关闭，列车车门应保持打开状态；

c） 运营调度员（正线）通知车站工作人员执行站台“开门”操作，处理完车门夹人夹物后，执行站台“关门”操作。

d） 故障消失后，站台安全员在确认站台安全后通知值班员并恢复“站台紧急停车”按钮。或者运营调度员（正线）在得到车站工作人员处理完毕，具备动车条件（无夹人夹物，站台紧急停车按钮已复位）的回复后，通过 ATS 工作站取消扣车。

3） 站台门夹人/夹物

a） 站台人员立即按压该侧“站台紧急停车”按钮，并向值班员报告/值班员发现滑动门故障时，，车站值班员通知车站多职能组员等胜任人员赶赴站台进行故障初期处置，汇报运营调度（正线）；

b） 若车站多职能组员或其他胜任人员到达现场时，若人或物只在滑动门处，执行 c、d，若人或物同时被站台门和车门夹住，执行 e、f、g；

c） 若滑动门完全打开，车站多职能组员或其他胜任人员将滑动门处的人引导出来或将物取出，然后将该滑动门手动推上关闭（处置后，滑动门门头灯熄灭），再确认站台安全后通知值班员取消紧停。若滑动门将人或物夹住不动，车站多职能组员或其他胜任人员用手将故障滑动门的 LCB 开关至“开门”位，手动扒开将滑动门处的人引导出来或将物取出，然后将该故障滑动门的 LCB 开关操作至“关门”位，手动推上关闭。再确认站台安全后通知值班员取消紧停。

d） 若处置之后，滑动门仍故障报警，则按单个滑动门故障处置。

e） 运营调度（正线）根据值班员的通报情况执行远程开门指令，打开整侧站台门及车门。

f） 车站多职能组员或其他胜任人员将滑动门与车门处的人引导出来或将物取

出，按压站台车门关闭按钮，关闭整侧站台门及车门，在确认站台安全后通知值班员取消紧停。

5.3 注意事项

1) 若车门夹人夹物处理完毕后，车门仍无法正常关闭，参照正线列车车门故障场景处置；
2) 若站台门夹人夹物处理完毕后，站台门仍无法正常关闭，参照站台门滑动门故障场景处置。

5.4 功能需求

1） 站台门：

a)车门和站台门之间缝隙应有间隙探测报警装置；站台门关闭后，站台门对间隙进行探测，一旦探测到异物，立即发出报警，并保持站台门安全回路断开；

b)站台门系统要有设备在线监测功能（包括车站站台门工作状态监测功能、站台门与车门间隙探测器监测功能），并能在中央综合监控系统显示。

2） 信号：

a)站台紧急停车按钮触发后，站台区域列车紧急制动（岛式站台仅对本侧站台区域列车触发紧急制动，侧式站台对上下行站台区域列车同时触发紧急制动）；

b)信号系统在站台 PSL 处设置“开门”和“关门”按钮。

6 车站火警

6.1 场景概述

全自动驾驶线路 FAS 系统显示车站火灾报警的应急处置。

6.2 基本流程

1） FAS 系统显示车站火灾报警或接到乘客、工作人员上报的车站火灾信息，运营调度员（正线）通知车站工作人员至现场确认处置，有条件的话通过 CCTV 查看报火警区域的现场情况；
2） 如果未发现火灾安排车站工作人员检查原因，复位设备；
3） 如果为真实火灾，则值班人员应根据火灾情况立即组织疏散、灭火、或者报警 119，对火情进行初步处理，并判断是否具备上下客条件；若不具备上下客条件但具备过站条件，则由运营调度员（正线）对后续列车进行跳停操作，车站人员着手疏散车站乘客准备并进行关站操作；若不具备过站条件，则由运营调度员（正线）扣停相关列车，车站工作人员着手疏散车站乘客准备并进行关站操作。

6.3 注意事项

1） 事发车站站台门状态应符合车站火灾工况要求；
2） 根据现场情况确认是否需要截停邻线列车。

6.4 功能需求

1） 信号：

a)ATS 应具备站台跳停功能，并有相应状态显示；

b)全自动驾驶线路应有区段封锁功能，触发后应使相应轨道无速度码，该轨道所属进路无法被排列/资源无法被申请，从而封锁该轨道；并具备取消区段封锁功能。

2） 通信：

a)运营调度员（乘客）可通过广播系统向车站广播，可通过 PIS 发布乘客显示屏

信息，安抚乘客并进行疏散；

b)可以远程设置预录的紧急广播与乘客显示屏信息；

c)运营调度员（正线）、运营调度员（场段）、车站工作人员可根据权限调看车站视频监控画面。

3） FAS：

a)火灾工况下 FAS 系统联动车站站厅、站台公共区 CCTV，监视乘客疏散情况。

4） AFC：

a)出现火灾等紧急情况时，通过 ZLC、SC、车站控制室紧急按钮及检票机本地控制等方式，可将车站 AFC 设备设置为紧急放行模式。在该模式下，所有检票机扇门打开，并保持开放状态，保证乘客无阻碍快速地离开付费区。所有 TVM 完成最后一笔交易后停止使用。同时，所有检票机的乘客显示器显示紧急放行信息，所有付费区末端指示器闪烁显示“通行”标志，所有非付费区末端指示器闪烁显示“禁止通行”标志。

7　车站失电

7.1 场景概述

全自动驾驶线路车站发生400V两路电源同时失电现象时的场景。

7.2 基本流程

1） 发生车站失电后，车站立即上报信息至控制中心及其他上级单位，并组织相关专业人员对失电情况进行检查和处置，运营调度员（正线）安排正线多职能组员在事发车站上一站登乘列车，下一站离开列车，确保经过事发车站列车均有正线多职能组员登乘；

2） 运营调度员（正线）预判车站失电影响，做好受影响相关区段的行车组织调整，若车站失电影响车站乘客乘降安全，则根据现场情况及车站申请，组织停站列车离站、后续列车跳停事发车站，车站实施车站疏散；

3） 车站恢复正常供电后，控制中心及时进行运营调整，逐步恢复正常运营秩序。

7.3 注意事项

1） 车站及时确认应急照明和导向的设备状态；

2） 运营调度员（乘客）及时做好车上乘客的信息告知及安抚工作。

7.4 功能需求

1） 通信：

a)运营调度员（乘客）可通过广播系统向车站广播，可通过PIS发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

b)可以远程设置预录的紧急广播与乘客显示屏信息；

c)运营调度员（正线）、车站工作人员可根据权限调看车站视频监控画面。

2） 信号：

a)通过ATS工作站设置指定站台跳停，跳停为永久有效，并在ATS工作站反馈站台已被设置跳停状态。

3） 车辆：

a)运营调度员（乘客）可通过广播系统向列车广播，可通过 PIS 发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散。

8 列车到站疏散

8.1 场景概述

全自动驾驶列车因设备故障等各类原因维持运行至前方站台清客，如列车对位停准，则清客流程参见本文“列车清客”相关内容。如列车对位不准，在站台区域迫停需要立即疏散，其流程及功能需求如下。

8.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）通过 CCTV 发现进站列车迫停无法动车或乘客通过列车内紧急呼叫装置呼叫 OCC 运营调度员；
2） 运营调度员（正线）安排车站工作人员打开站台门应急门；
3） 运营调度员（乘客）通过车厢广播指导乘客打开站台门应急门所对应的车门；
4） 运营调度员（正线）安排车站工作人员及正线多职能组员打开站台门应急门和列车乘务门进入列车协助乘客打开车门。如列车乘务门和站台门应急门未对准，安排正线多职能组员从端门外侧小站台隔离栏处打开隔离栏活动门，打开乘务门进入列车；
5） 车站工作人员广播告知乘客客流引导信息，并进入车厢进行疏散。

8.3 注意事项

运营调度员（乘客）应通过车厢广播、乘客紧急呼叫装置、车载 PIS 做好车厢乘客安抚工作。

8.4 功能需求

1） 通信：

a)运营调度员（乘客）可通过广播系统向车站广播，可通过 PIS 发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

b)可以远程设置预录的紧急广播与乘客显示屏信息；

c)运营调度员（正线）、车站工作人员可根据权限调看车站视频监控画面。

2） 车辆：

a)运营调度员（乘客）可通过广播系统向列车广播，可通过 PIS 发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

b)列车应有指定的客室车门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门；车厢内外均可手动开/关门；

c)运营调度员（正线）可根据权限调看列车视频监控画面；

d)ATC 系统向车辆系统输出列车的驾驶状态信息,作为车辆外侧指示灯的指示信息,以提示列车是处于全自动驾驶模式还是非全自动驾驶模式，此外指示灯还应能显示列车是否处于禁止移动状态；

e)实现列车与中央紧急情况下的实时对话功能，车厢应具备乘客紧急呼叫装置（Interphonehandle 车厢内乘客调度对讲电话）设备，便于车厢内乘客与运营调度员（乘客）进行信息沟通。

3） 土建：

a)端门外侧车站小站台隔离栏设计为局部可活动式。

9　区间有序疏散

9.1 场景概述

全自动驾驶线路列车在区间因设备故障或其他各类突发事件迫停，短时间无法恢复运营，需要工作人员至现场疏散车上乘客。

9.2 基本流程

1） 运营调度员（正线）封锁事发区间，安排相关车站工作人员通过车控室 ATS 设备确认故障位置后，至现场组织区间疏散；
2） 运营调度员（乘客）通过车厢广播及车载 PIS 做好车厢乘客安抚工作；
3） 运营调度员（正线）确定疏散方向，根据确定的疏散方向和疏散预案启动相应的区间通风模式及区间疏散标识，打开区间照明；
4） 车站工作人员到达迫停列车，进入车厢打开列车端头逃生门开始区间疏散,原则上引导乘客至车站疏散；（登乘流程详见第一部分 9.8 工作人员登乘迫停区间场景）
5） 运营调度员（乘客）配合现场进行区间疏散车厢广播及设置区间疏散车载 PIS 信息显示；
6） 车站工作人员在车控室向车站乘客广播车站应急客流组织情况，并接应疏散乘客从站台端门引导至站台；
7） 区间疏散完毕后，运营调度员（正线）与现场负责人及车站值班员确认人员出清、设备恢复、具备运营条件，运营调度员（正线）取消区间封锁、车站值班员恢复 SPKS，恢复正常运营。

9.3 注意事项

1） 区间疏散时，宜组织引导乘客由事发列车向其就近车站方向疏散；
2） 区间疏散的线路如有邻线应防止邻线列车与疏散乘客之间产生人车冲突；
3） 区间疏散前应开启区间通风、照明等设施设备；
4） 区间疏散前，运营调度员（乘客）应通过乘客紧急呼叫装置、车厢广播、做好车厢乘客安抚工作；
5） 恢复正常运营时，运营调度员（正线）应安排正线多职能组员人工驾驶首列通过故障区段列车，限速巡道。

9.4 功能需求

1） 信号：

a)全自动驾驶线路应有区段封锁功能，触发后应使相应轨道无速度码，该轨道所属进路无法被排列/资源无法被申请，从而封锁该轨道；并具备取消区段封锁功能；

b)运营调度员（乘客）应能对车厢发布预录制的广播。

2） 通信：

a)运营调度员（乘客）可通过广播系统向车站广播，可发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

b)可以远程设置的紧急预录的广播与乘客显示屏信息；

c)运营调度员（正线）、车站工作人员可根据权限调看车站视频监控画面。

3） 车辆：

a)针对迫停列车，车辆系统根据载客工况、已迫停时间，在超过规定的时间后，车厢应能自动播放乘客安抚信息广播（每隔几分钟进行一次，广播词应为无需判断类的内容，如“列车稍作停留，请乘客耐心等待”等）；

b)运营调度员（乘客）可通过广播系统向列车广播，可发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

c)运营调度员（正线）可根据权限调看列车视频监控画面；

d)列车车头和车尾应配备逃生门，便于乘客从列车头尾两端疏散至道床；在没有信号开门授权的地点，逃生门需在列车静止时经控制中心授权才能打开，遇运营调度员（正线）在规定时间内未拒绝本地打开逃生门申请，逃生门可以不经授权直接打开；逃生门应优化设计，便于乘客在经授权后经简单操作打开；

e)ATC系统向车辆系统输出列车的驾驶状态信息,作为车辆外侧指示灯的指示信息,以提示列车是处于全自动驾驶模式还是非全自动驾驶模式，此外指示灯还应能显示列车是否处于禁止移动状态；

f)列车应有指定的客室车门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门。车厢内外均可手动开/关门；

g)实现列车与中央紧急情况下的实时对话功能，车厢应具备乘客紧急呼叫装置（Interphonehandle 车厢内乘客调度对讲电话）设备，便于车厢内乘客与运营调度员（乘客）进行信息沟通。

4） 轨道：

a)道床应尽可能平整，便于乘客快速疏散。

5） 动照专业：

a)区间疏散时应具备疏散导向标识，该标识为两个指示箭头，每隔一定距离有一组箭头下方为该位置距两端车站的距离，该标识经设置后能指示区间疏散方向。

6） 站台门：

a)为便于区间疏散，应能从区间侧手动开启站台端门。

7） 综合监控：

a)站台端门外设备区通道尽头设有轨行区隔离门门禁；

b)为便于区间疏散，应能从区间侧手动开启下轨行区隔离门；

c)调度员明确疏散方向后，可在综合监控界面上选择执行乘客区间紧急疏散方向指令。

8） FAS：

a)FAS系统根据从综合监控系统接收到的乘客区间紧急疏散方向指令，驱动区间疏散标识。

10 远程引导区间疏散

10.1场景概述

全自动驾驶线路因火灾、爆炸等故障导致列车在区间迫停，危及乘客安全，乘客自行通过紧急解锁手柄打开车门、逃生门进行逃生。

10.2基本流程

1） 运营调度员（正线）根据报警信息，获知列车由于发生火灾报警等故障迫停区间无法运行；运营调度员（正线）对前后相邻列车实施扣车或截停后续进入区间的列车，封锁事发区间；
2） 运营调度员（正线）通知车站触发工作人员防护开关，安排正线多职能组员进入区间登乘迫停列车；
3） 运营调度员（正线）根据报警信息和车载 CCTV 视频，获知列车车门或逃生门已被乘客解锁，设修调度员（环控）打开区间照明；
4） 运营调度员（乘客）通过车厢广播引导乘客疏散至相关车站；
5） 运营调度员（正线）安排区间两端车站工作人员至现场接应；
6） 车站工作人员通过车控室确定区间疏散位置后，赶赴现场接应疏散乘客从站台端门引导至站台；
7） 区间疏散完毕后，运营调度员（正线）与现场负责人及车站值班员确认人员出清、设备恢复、具备运营条件，运营调度员（正线）取消区间封锁、车站值班员恢复 SPKS，恢复正常运营。

10.3注意事项

1） 运营调度员（乘客）应考虑未执行远程区间疏散时，乘客已拉下紧急解锁装置自行朝区间两端疏散的情况，此时应通过车厢广播做好引导工作；
2） 为加快疏散速度，可以通过车厢广播让乘客打开列车端头逃生门进行车厢疏散；
3） 为加快疏散速度，可以通过车厢广播让乘客从道床和疏散平台同时向指定方向疏散；
4） 恢复正常运营时，运营调度员（正线）应安排正线多职能组员人工驾驶首列通过故障区段列车，限速巡道。

10.4功能需求

1） 通信：

a)运营调度员（乘客）可通过广播系统向车站广播，可通过PIS发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

b)可以远程设置的紧急预录的广播与乘客显示屏信息；

c)运营调度员（正线）、车站工作人员可根据权限调看车站视频监控画面。

2） 车辆：

a)运营调度员（正线）可根据权限调看列车视频监控画面；

b)针对迫停列车，车辆系统根据载客工况、已迫停时间，在超过规定的时间后，车厢应能自动播放乘客安抚信息广播（每隔几分钟进行一次，广播词应为无需判断类的内容，如“列车稍作停留，请乘客耐心等待”等）；

c)运营调度员（乘客）可通过广播系统向列车广播，可通过PIS发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

d)列车车头和车尾应配备逃生门，便于乘客从列车头尾两端疏散至道床；在没有信号开门授权的地点，逃生门需在列车静止时经控制中心授权才能打开，遇运营调度员（正线）在规定时间内未拒绝本地打开逃生门申请，逃生门可以不经授权直接打开；逃生门应优化设计，便于乘客在经授权后经简单操作打开；

e)列车应有指定的客室车门便于从外侧（通过钥匙）进入，在此处安装脚蹬与扶手，并能在车厢内锁闭该扇车门；车厢内外均可手动开/关门；

f)ATC系统向车辆系统输出列车的驾驶状态信息,作为车辆外侧指示灯的指示信息,以提示列车是处于全自动驾驶模式还是非全自动驾驶模式，此外指示灯还应能显示列车是否处于禁止移动状态；

g)实现列车与中央紧急情况下的实时对话功能，车厢应具备乘客紧急呼叫装置（Interphonehandle车厢内乘客调度对讲电话）设备，便于车厢内乘客与运营调度员（乘客）进行信息沟通；

h)在非站台区域，车门紧急解锁装置触发时，有报警但列车不停车；在列车在站台区域，车门紧急解锁装置触发时列车紧急制动；

i)列车在非静止时，车门紧急解锁装置触发时，车门不允许被打开保持锁闭状态；列车在没有信号开门授权的地点静止时，车门紧急解锁装置触发后需经运营调度员（正线）授权车门才能被打开，当运营调度员（正线）在规定时间内未拒绝本地开门申请，车门可以不经授权被打开；

j)列车在非静止状态下车门不允许被打开，一旦被打开列车应紧急制动。

3） 轨道：

a)道床应尽可能平整，便于乘客快速疏散。

4） 信号：

a)全自动驾驶线路应有区段封锁功能，触发后应使相应轨道无速度码，该轨道所属进路无法被排列/资源无法被申请，从而封锁该轨道；并具备取消区段封锁功能；

b)运营调度员（乘客）应能对车厢发布预录制的广播。

5） 动照专业：

a)区间疏散时应具备疏散导向标识，该标识为两个指示箭头，每隔一定距离有一组箭头下方为该位置距两端车站的距离，该标识经设置后能指示区间疏散方向。

6） 站台门：

a)为便于区间疏散，应能从区间侧手动开启站台端门。

7） 综合监控：

a)站台端门外设备区通道尽头设有轨行区隔离门门禁；

b)应能从区间侧手动开启轨行区隔离门；

c)调度员明确疏散方向后，可在综合监控界面上选择执行乘客区间紧急疏散方向指令。

8） FAS：

a)FAS 系统根据从综合监控系统接收到的乘客区间紧急疏散方向指令，驱动区间疏散标识。

11 区间火警

11.1场景概述

区间发生火灾，可能对人员安全、财产安全及运营组织造成损害和影响。

11.2基本流程

区间线性光纤感温火灾探测器报警后，运营调度员（正线）根据综合监控终端的报警信息，初步判断区间火灾或存车线火灾；

(1)区间线性光纤感温火灾探测器报警

1） 运营调度员（正线）视列车位置和区间火警报警位置，在 ATS 终端上确认报警对话框，安排列车出清事发区段，扣停事发区段以外相关列车，防止列车进入火警区段；
2） 运营调度员（正线）安排正线多职能组员进入区间探查火情；
3） 若确认为误报则复位相应设备；
4） 若确认为真实火灾情况后，封锁事故区段，通知相邻车站做好应急处置准备工作，下达抢修指令；
5） 运营调度员（正线）预判火灾影响并通知全线车站，及时进行行车组织调整；据火灾位置及扣停的列车位置人工启动相应的火灾工况、开启事故风机及时送风排烟；落实现场安全防护措施；
6） 运营调度员（乘客）通过广播做好车上乘客信息告知及安抚工作；
7） 应急处置结束后，运营调度员（正线）及时进行运营调整，逐步恢复正常运营秩序。

(2)存车线线性光纤感温火灾探测器报警

1） 运营调度员（正线）安排正线多职能组员进入存车线内查看火灾情况；
2） 若确认为误报则复位相应设备，正线多职能组员与运营调度员（正线）确认设备状态后撤回站台；
3） 若确认为真实火灾，则确认火情位置，若为车辆火灾则启用车辆火灾模式场景；若为线路设备火灾，运营调度员（正线）调离存车线所有车辆，封锁相关区间，

设修调度员（环控）据火灾位置人工启动相应的火灾工况、开启事故风机及时送风排烟；落实现场安全防护措施，下达抢修指令。

11.3注意事项

1） 运营调度员（正线）应及时确认区间火灾位置、列车迫停位 置、起火源、火势程度及影响等；运营调度员（正线）应通过火灾点与相关列车的相对位置判断列车反向运行至后方车站或正向运行至前方车站；
2） 运营调度员（正线）应及时扣停后续及邻线相关列车，通知相邻车站做好应急处置准备工作；
3） 运营调度员（正线）及时进行行车组织调整，据火灾位置启动相应的火灾工况、必要时封锁相关区段。

11.4功能需求

1） 车辆：

a) 运营调度员（正线）、运营调度员（场段）可根据权限调看列车视频监控画面；

b) 运营调度员（乘客）可通过广播系统向列车广播，可通过 PIS 发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

c) 实现列车与中央紧急情况下的实时对话功能，车厢应具备乘客紧急呼叫装置（Interphonehandle 车厢内乘客调度对讲电话）设备，便于车厢内乘客与运营调度员（乘客）进行信息沟通。

2） 信号：

a) 应按工作人员防护分区设置工作人员防护开关；

b) 工作人员防护开关为使某个区域处于安全状态下的系统，它使通向该区域的信号机处于红灯显示并激活轨道上相关的紧急停车区域，列车无法进入该区域，该区域内列车将触发紧急制动；工作人员防护开关应能保证防护区域内的 FAM 和 ATO 列车不移动；

c) ATS 可对指定列车设置远程紧急制动及发车；

d) 信号系统具备列车反向运行 ATP 防护功能；

e) 区间发生线性光纤感温火灾探测器报警，ATS 终端上发出声音报警并弹出对话框，运营调度员（正线）点击“确认” 后，信号将事发区间上下行的站台设置扣车。

3） 通信：

a) 运营调度员（乘客）可通过广播系统向车站广播，可通过 PIS 发布乘客显示屏信息，安抚乘客并进行疏散；

b) 可以远程设置预录的紧急广播与乘客显示屏信息；

c) 运营调度员（正线）、车站工作人员可根据权限调看车站视频监控画面。

4） FAS：

a) 区间及存车线应安装感温光纤超温报警装置，便于火灾地点的定位。

5） 综合监控：

a) 综合监控工作站应显示区间线性光纤感温火灾探测器报警信息和火灾地点的定位信息。

12 全线停车场景

12.1场景概述

当发生地震、洪水等被运营调度员评估为突发重大紧急事件时，应启动全线停车预案，线路上的列车立即紧急制动。

12.2基本流程

1） 运营调度员（正线）从官方渠道或接上级单位通知，获知即将或已经地震、洪水等突发重大紧急事件；
2） 运营调度员（正线）立即向正线、车辆段、停车场内所有列车发送远程紧急制动指令；
3） 运营调度员（乘客）向全线列车、车站发送全线停车 PIS 信息；
4） 控制中心、车站、维保等各单位启动全线停车应急预案疏散乘客。

12.3注意事项

全线停车预案启动时，各单位须立即要以人为本进行处置，把对乘客的影响减小到最小程度。

12.4功能需求

1） 信号：

a)应具备全线、车辆段、停车场所有列车同时远程紧急制动的功能。

13 司控台盖板意外开启告警

13.1场景概述

列车任意一端司控台盖板被开启，系统自动联动视频监控，调度员可远程查看现场情况并处置。

13.2基本流程

1) 司控台盖板非预期开启向控制中心告警，并自动联动视频供中央调度员点选；

2) 中央调度员调用车载 CCTV 显示列车情况，通过人工广播劝阻乘客不要擅动驾驶台；

3) 列车运行到下一个车站人工扣车，派遣多职能队伍登车关闭盖子；

4) 若中央调度员经 CCTV 确认是误报警，维持运行至终点站退运。

13.3注意事项

1) 未用钥匙激活的情况下，除紧急制动按钮、人工广播等少数功能外，操作司控台无效;

2) 任意驾驶模式下，CBTC 列车的司控台盖板开启均应报警。

13.4功能需求

1) 信号

a) 应能将司控台盖板开启信息上报至控制中心。

2) 车辆

a) 应能显示司控台盖板开启报警，并发送至信号；

b) FAM 运行时紧急驾驶台上的车载紧急制动按钮和人工广播应有效；

c) 应能执行远程人工广播。

3) 综合监控

a) 应能调看车辆相关区域的车载 CCTV 视频图像。

4) 通信

a) 应能对列车进行人工广播。

说明：

1.此版本为招标用场景说明书；

2.在合同执行过程中，可能发生场景的增减、修订，投标人应无条件配合修改；

附件：专用名词解释词汇对照表

专业词汇表			
1.南京地铁十一号线			
2.登乘门			
	ACS	Access Control System	门禁系统
	AFC	Automatic Fare Collection	自动售检票系统
	ATC	Automatic Train Control	列车自动控制
	ATO	Automatic Train Operation	列车自动驾驶
	ATP	Automatic Train Protection	列车自动防护
	ATS	Automatic Train Supervision	列车自动监视
	BAS	Building Automatic System	车站机电设备自动化系统
	BCH	Battery Charger	蓄电池充电机
	CBTC	Communication Based Train Control	基于无线通信的列车控制系统
	CCTV	Close Circuit Television	闭路监视
	DCU	Drive Control Unit	牵引控制单元
	DDI	Driverless Departure Inhibition	无人驾驶发车禁止
	DDIOB	Driverless Departure Inhibition Override Button	无人驾驶发车禁止旁路
	DCC	Depot Control Center	场段控制中心
	EB	Emergency braking	紧急制动
	FAS	Fire Alarm System	火灾报警系统
	FAM	Fully-Automatic Train Operating Mode	全自动运行模式

	GATE	Gate	闸机
	GoA3	Grades of Automation 3	有人值守的全自动无人驾驶系统
	GoA4	Grades of Automation 4	全自动无人驾驶系统
	HMI	Human Machine Interface	人机接口
	IBP	Integrated Backup Panel	综合后备盘
	Inching	Inching	列车自动对位
	ISCS	Integrated Supervision Control System	综合监控系统
	MVB	Multifunction vehicle bus	车辆总线
	OCC	Operation Control Centre	控制中心
	PA	Public Address	广播
	PCE	Propulsion Control Electronics	牵引系统
	PIS	Passenger Information System	乘客信息系统
	PSD	Platform Screen Doors	站台门
	PSL	PSD Local Control Panel	站台门现场控制盘
	RAMS	Reliability,Availability, Maintainability and Safety	可靠性,可使用行,可维修性和安全性
	RS	Rolling Stock	车辆
	RRM	Remote Supervised Restricted Mode	远程受限模式
	SC	Station computer	车站级计算机系统
	SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	电力监控系统
	SPKS	Staff Protection Key Switch	工作人员防护开关
	TETRA	Terrestrial Trunked Radio	无线

	TVM	Automatic ticket vending machine	自动售票机
	UPS	Uninterruptible Power Supply	不间断电源
	UTO	Unattended Train Operation	无人驾驶运营
	VAC	Ventilation and Air Conditioning	空调通风系统
	--	Creep mode	蠕动模式
	ZLC	Zone Line Center	区域线路中心
	电梯（统称）	自动扶梯（专称）	
		垂直电梯（专称）	

岗位名称对照表

序号	岗位名称	说明
1	正线多职能组员	**负责**列车的巡视，并负责列车故障处置、人工驾驶等业务。
2	车站多职能组员	**负责**车站设备巡视、客运服务、应急处置、设施设备一级维修。
3	运营调度员（场段）	**负责**列车在车场的调车作业、出入库计划编制、场内行车作业联控、自动化区域事件应急处置。
4	运营调度员（乘客）	**负责**与车厢、车站乘客沟通交流、信息发布等业务。
5	运营调度员（正线）	**负责**正线运营监控、行车指挥、运营调整、施工组织等业务。
6	设修调度员（电力）	**负责**全线电力设备监控、故障处置调整、电力相关施工组织等业务。
7	设修调度员（环控）	**负责**全线环控设备监控、故障处置、环控相关施工组织等业务。
8	设修调度员（车辆）	**负责**全线车辆设备监控、故障报修、协助运营调度员（正线）和多职能队员对车辆故障进行处置。
9	车站工作人员	**包含**值班站长、站务员等；负责车站管理、乘客管理、客运组织、应急处置等业务。
10	车场/基地工作人员	**包含**车场/基地设修调度员（车辆）、车场/基地值班员等。
11	检修人员	**负责**车辆、信号、通信、供电、工务、车站机电设备等专业设备的检修、维护运营等工作。
12	场段值班员	**负责**场、段施工登记注销等工作。

用户需求书—车辆段工艺设备部分

第一节 总体要求

1 名词缩写与定义

缩　　写	中 文 名 称
招标人	南京地铁建设有限责任公司
投标人	本项目投标公司，包括投标人、承包商
承包商	本项目系统集成总承包公司，即本项目中标方
分供商	本项目承包商选择的有关设备供应商
全自动驾驶系统	对全自动驾驶的安全、可靠、运营产生关键影响的系统，包括车辆、信号系统、站台门系统、综合监控系统、通信系统（含PIS系统）、车辆段工艺设备、PSCADA等与行车密切相关的系统（简称“全自动驾驶系统”）
一致性协调方	南京地铁 11 号线工程全自动驾驶系统中承担一致性协调方技术和管理职责，协助总协调方对全自动驾驶系统进行管理（简称“一致性协调方”）
总协调方	招标人在南京地铁 11 号线工程全自动驾驶系统中承担总协调职责，对全自动驾驶系统进行管理，简称“总协调方”。
第三方安全评估单位	针对南京地铁 11 号线核心系统（车辆、信号、站台门、通信、综合监控、车辆基地无人区）开展RAMS评估和审核。
GoA4 系统	全自动无人驾驶系统
UTO	无人值守下列车自动运行，满足GoA4 级标准要求
ATO	列车自动运行
SIG	信号系统
DCC	车辆段调度控制中心
MCBF	平均无故障周期
MDT	平均停机时间
MTTR	平均维修时间

2 项目工程范围及供货要求

2.1 项目工程概况

2.1.1 总体设计

南京地铁 11 号线一期工程整体呈西南-东北走向，南起马骡圩站，北至浦洲路站，沿浦滨路、万寿路、浦珠北路、江山路敷设，线路全长约 26.7km，其中高架段长约 1.04km，地下段长约 25.36km。全线设车站 20 座（其中换乘站 9 座），其中高架站 1 座，地下站 19 座，最大站间距 3.516km（马骡圩站至石塘路公园站区间），最小站间距 0.633km（中央商务区站至商务东街站区间），平均站间距约 1.36km。设石塘南车辆段一座，新建浦江主变电站一座，利用既有主变电站一座，设江北控制中心一座。

2.1.2 车辆一体化列车

电客车采用 6 编组A型车，4 动 2 拖形式，车辆最高运行速度 80km/h。供电制式采用DC1500V接触网，采用GOA4 级的全自动无人驾驶技术，初期配属 27 列。

2.1.3 车辆段及本项目供货概况

11 号线为全自动无人驾驶线路，石塘南基地按全自动驾驶方案设计划分有人区及无人区，车辆及信号采用一体化列车运行系统方案。与全自动驾驶的行车密切相关的系统包括车辆、信号系统、站台门系统、综合监控系统、通信系统（含PIS系统）、车辆段工艺设备、PSCADA等，以上系统在全寿命周期内将纳入第三方安全评估单位的RAMS审核和评估。石塘南车辆段的出入段、停车列检库、洗车库等区域设置为无人区，双周三月检库、定临修库、工程车库、不落轮镟修库、物资总库、综合维修中心及办公楼等区域设置为有人区，无人区与有人区之间采取必要的隔离防护措施。

石塘南基地除承担 11 号线本线定临修以外，按线网修编成果及资源共享要求，功能定位也是线网大架修基地和轮轴大修基地，承担 11 号线（6A）、宁天线S8（4B）、17 号线（6B）等线路的架大修任务，同时作为江北区域B型轮轴大修基地与既有 3 号线秣周轮轴大修基地共同承担全线网车辆轮轴大修任务，另外基地设计及设备功能具备兼容A、B

型列车的停放、检修、大架修的能力。

根据南京地铁《城市轨道交通绿色近零碳场段创建示范工程》复函（中城轨〔2024〕16号）及《南京地铁绿色城轨、智慧城轨发展行动方案要求》等文件要求，车辆段工艺设备需在11号线进行智能化检修设备、清洁能源工程车、智慧场段平台等新技术、新设备的研究应用。

本项目的供货设备是11号线车辆检修的配套设备，主要用于车辆段（停车场）内车辆的架大修、定修及以下修程、正线设施设备的综合维修等作业。主要包括工程车、不落轮镟床、公铁两用车、列车自动清洗机、固定式架车机、起重机、检修作业平台、转向架转盘、集中吹扫除尘设备、移动式架车机、TADS等定临修设备；架大修设备、机自综合维修车间、工务综合维修车间、供电综合维修车间、汽车、线网共享钢轨打磨车等，是车辆、供电、工务、机自、物资、后勤等专业的配套设备。

2.2 项目工程范围

2.2.1 采购设备清单

11号线石塘南车辆段工艺设备采购清单如下表所示：

序号	设备名称	主要技术参数需求	数量	单位	安装位置/归口部门
一	**车辆检修设备**				
1	**数控不落轮镟床**	最大允许轴重 ≥300 KN；含铁屑运输小车，镟床外罩	1	台	镟轮库
2	**公铁两用车**				
2.1	公铁两用车（检修）	牵引负载6A≥226t，司机驾驶	1	辆	镟轮库
2.2	公铁两用车（架修）	牵引负载6A≥226t，遥控驾驶	1	辆	架大修库
3	**列车自动清洗机**	全自动驾驶洗车，含2个环链手拉葫芦2t	1	台	洗车库

4	**固定式地下架车机**				
4.1	固定式地下架车机（6A）	6 节编A型电客车	1	套	定临修线
4.2	固定式地下架车机（6B）	6 节编B型电客车	1	套	大架修线
5	**起重机**				
5.1	电动双梁桥式起重机	10t-25.5m	2	台	大架修库
5.2	电动双梁桥式起重机	10t-23.5m	1	台	定/临修库
5.3	电动双梁桥式起重机	5t-23.5m	1	台	定/临修库
5.4	电动双梁桥式起重机	10t/3.2t-22.5m	1	台	转向架轮轴检修区
5.5	电动单梁桥式起重机	5t-22.5m	2	台	转向架轮轴检修区
5.6	电动双梁桥式起重机	10t/3.2t-19.5m	1	台	转向架轮轴检修区
5.7	电动单梁桥式起重机	5t-19.5m	4	台	转向架轮轴检修区
5.8	电动单梁桥式起重机	3t-19.5m	1	台	转向架部件检修区
5.9	电动单梁桥式起重机	3t-22.5m	2	台	受电弓、空调检修区
5.10	电动单梁桥式起重机	5t-22.5m	1	台	备品区
5.11	电动单梁桥式起重机	3t-19.5m	1	台	门窗、制动盘检修区
5.12	电动单梁桥式起重机	3t-19.5m	1	台	电机检修区
5.13	电动单梁桥式起重机	3t-22.5m	1	台	部件清洗、厂机检修区
5.14	电动单梁桥式起重机	5t-22.5m	1	台	车体间 1
5.15	电动单梁桥式起重机	5t-22.5m	1	台	车体间 2
5.16	单臂悬吊	1t，半径 5 米	1	台	运用库 29 道库尾端

5.17	电动单梁桥式起重机	5t-10.5m	1	台	不落轮镟库
5.18	电动单梁桥式起重机	5t-16.5m	1	台	物资库
5.19	电动单梁桥式起重机	5t-13.5m	2	台	特种车库
5.20	电动单梁桥式起重机	3t-13.5m	1	台	卸料棚
6	**检修作业平台和司机室登车平台**				
6.1	司机室登车平台	一梯四出口（无人区A列位库尾端和B列位出库端）	17	个	运用库-停车列检
6.2	立柱式二层作业平台	长×宽约 140×1.5 米，双侧护栏单侧开门	1	处	运用库-停车列检 23 道B列位
6.3	立柱式二层作业平台	长×宽约 140×0.8 米，双侧护栏单侧开门	1	处	
6.4	立柱式二层作业平台	长×宽约 140×2.2 米，双侧护栏单侧开门	2	处	运用库-双周三月检L26-29
6.5	立柱式三层作业平台	长×宽约 140×2.9 米，双侧护栏双侧开门	3	处	
6.6	悬空防护网	长约 140 米	2	处	
6.7	立柱式三层作业平台	长×宽约 140×3.9 米，双侧护栏双侧开门	1	处	联合检修库-定临修库L33-34
6.8	立柱式防护网	长约 140 米	1	处	
6.9	悬空防护网	长约 140 米	1	处	
6.10	立柱式三层作业平台	长×宽约 140×3.9 米，双侧护栏双侧开门	1	处	联合检修库-静调库L31-32
6.11	立柱式二层作业平台	长×宽约 140×2.4 米，双侧护栏单侧开门	2	处	
6.12	悬空防护网	长约 140 米	2	处	
6.13	立柱式三层作业平台	长×宽约 140×2.4 米，双侧护栏单侧开门	1	处	联合检修库-吹扫库L30
6.14	悬空防护网	长约 140 米	1	处	
7	**智能吹扫机器人系统**	跟随式，每套含 2 吹+2 吸	1	套	联合检修库-吹

		机器人，8 个电动送风呼吸头盔等			扫库
8	**移动式架车机**	≥16t/台，4 台/组可架升单节工程车	1	组	工程车库
9	**转盘**				
9.1	重载转向架转盘	≥20T；外径约 3600mm	5	套	联合检修库
9.2	转向架转盘	≥10T；外径约 3600mm	5	套	联合检修库
9.3	轮对转盘	≥5T；外径约 2800mm	20	套	联合检修库
10	**列车称重设备**	电客车八点称重	1	套	联合检修库
11	**车体称重设备**	电客车四点称重	1	套	联合检修库
12	**移车台**		1	套	联合检修库
13	**内燃机车**				
13.1	交流电传动内燃机车	柴油发电机，内走廊	2	台	工程车库
13.2	混合动力内燃机车	柴油发电机+钛酸锂电池，内走廊	2	台	工程车库
14	**接触网作业车**				
14.1	混合动力接触网检修作业车	柴油发电机+钛酸锂电池；含接触网检测系统	1	台	工程车库
14.2	接触网架线作业车	≥272kW，内燃液力-机械传动，带紧线柱	1	台	工程车库
14.3	接触网放线车		1	台	工程车库
15	**轨道平板（吊）车**				
15.1	轨道平板吊车	30T，配置随车吊	2	台	工程车库
15.2	轨道平板车	30T	2	台	工程车库
16	**智慧场段综合管控系统**		1	套	石塘南车辆段
17	**一体化轨旁检测**				
17.1	受电弓轨旁监测系统	受电弓及车顶状态检测	1	套	出入段线检测棚
17.2	轮对轨旁监测系统	车轮尺寸及踏面图像检测	1	套	出入段线检测

					棚
17.3	车辆 360°智能检测系统	车体 360°图像检测	1	套	出入段线检测棚
17.4	TADS	轴承故障声学监测	1	套	正线马骡圩至石塘公园站区间下行 DK11+508 附近
17.5	智能飞行列检系统	无人机巡检，含 2 个工作站，6 个无人机	1	套	运用库无人区
18	**专用工器具及测试设备**				
18.1	JZ-7/7G型空气制动机试验台	非标	1	台	工程车库
18.2	风管试验台	非标	1	台	工程车库
18.3	移动式防爆轴流风机	转速 1450r/min，风量 ≥11000m³/h	2	个	工程车库
18.4	台式钻床	钻孔≥15mm	1	个	定/临修库
18.5	除尘式砂轮机	砂轮直径 300mm	1	个	定/临修库
18.6	声级计	30-130dB	1	个	停车列检库
18.7	潜水泵	流量 25m³以上，扬程 12m	2	个	特种车库 1；镟轮库 1
18.8	马墩	17t	4	个	工程车库
18.9	强泛光工作灯	光通量≥4×10000lm	1	个	工程车库
18.10	工业内窥镜	探测头管径 6.0mm；长度 3m	1	个	定/临修库
18.11	电动加油枪	30-150L/min	1	台	工程车库
18.12	自动恒流恒压充放电一体机	0~165V；0~65A	1	台	工程车库
19	**移动式升降平台**				

19.1	移动式车顶工作平台	500kg，4.5m，蓄电池	2	台	定临修 1 台，工程车库 1 台
19.2	移动式车顶工作平台（带导轨）	500kg，4.5m，蓄电池，带导轨	12	台	联合检修库车体区
19.3	双桅柱式高空作业车	150kg，12m，蓄电池+插电式	1	台	工程车库
19.4	可移式升降托架车	承载 500Kg	1	台	工程车库
19.5	车底设备拆装装置	非标	2	台	联合检修库大架修
19.6	头车工作平台	非标	1	台	联合检修库大架修
19.7	贯通道工作平台	非标	2	台	联合检修库大架修
20	**仓储货架及管理设备**				
20.1	重型货架	2400mm×1100mm×8000mm,7 层 6 横梁，每层承载 2t，共 184 组	1	套	物资库
20.2	钢结构平台	占地面积约 29000mm×12400mm，一层架空净高 2500mm，二层平台承载 1t/㎡	1	套	物资库
20.3	阁楼式货架	占地面积约 28600mm×12400mm×高 7800mm；货位：第一二三层均为 5 层板；货位规格：1800mm（宽）×500mm（深），每层载重量 300kg，过道宽度 1200mm	1	套	物资库
20.4	轻型货架 1	1800（宽）×500（深）	92	个	物资库

		×2400mm（高），每层载重量 300kg/层，5 层 6 层板；			
20.5	轻型货架 2	1600（宽）×500（深）×1800mm（高），每层载重量 300kg/层，4 层 5 层板；	20	个	易燃品库
20.6	仓储笼	1200×1000×700mm（L×W×H），载重 1t，可折叠	1300	个	物资库
20.7	托盘	1200×1000×150mm（L×W×H），载重 1t	600	个	物资库
20.8	收发办公台	6400×500×1200mm带门	1	套	物资库
20.9	针式打印机	仓储管理	5	台	物资库
20.10	激光打印机	仓储管理	5	台	物资库
20.11	条码打印机	仓储管理	5	台	物资库
20.12	物流箱	400×300×230mm，带盖	1000	个	物资库
20.13	防静电物流箱	400×300×230mm，黑色带盖	1000	个	物资库
20.14	磅秤	1t	1	台	危险品库
21	**叉车及搬运车**				
21.1	蓄电池叉车 5t	1.9 米加长货叉（配充放电机）	1	台	镟轮库
21.2	蓄电池叉车 3t	配充放电机	2	台	大架修库、物资库各 1
21.3	蓄电池叉车 2t	配充放电机	2	台	车体区、蓄电池间各 1
21.4	三向窄巷道蓄电池叉车 1.4t	配充放电机，配电池装运小车	2	台	物资库

21.5	电动托盘搬运车	2t，站驾式	5	台	大架修库
21.6	蓄电池搬运车	2t，配充放电机	7	台	物资库 1；架大修 5；特种车库 1
21.7	手动液压搬运车	2.5t	27	台	大架修库 4；车门座椅检修 4；转向架子部件检修 5；电器检修区 2；蓄电池间 3；物资库 4；工程车库 2；定临修 1；牵引电机检修 2
21.8	移动式地沟液压小车	1t	5	台	车体检修区
21.9	静音平板手推车（钢制）	钢制材质 900×600mm，400kg，静音 8 寸轮	20	台	车辆 14；物资 6
21.10	静音平板手推车（塑料）	塑料材质 900×600mm，300kg，静音 6 寸轮	10	台	车辆 10
21.11	油桶搬运车	≥350kg	5	台	定临修 1；架大修 1；工程车库 1；危险品库 2
21.12	零件搬运手推车	可升降，1t	7	台	定临修 1；转向架子部件检修 4；钩缓检修 2；
22	**清洗除尘及压缩空气设备**				
22.1	空压机站及压缩空气管道	集中供气（含空压机 2 台 1.0MPa、储气罐 2*1m³，库内管道等）	1	套	架大修，具体布局见附图
22.2	移动式空压机	排气量≥0.8m³，排气压力	1	台	工程车库

		≥1.2MPa			
22.3	自动洗地机	手推式，非标电压 220V	2	台	物资
22.4	工业吸尘器	大型	6	台	车体检修区 4；车门座椅检修区 2
22.5	高压冷水清洗机	非标	10	台	转向架、轮轴检修区 3；车门座椅检修区 1；转向架子部件检修区 3；特种车库 2；蓄电池间 1；
22.6	超声波清洗机 1	40L	3	台	车门座椅、电器检修、电子检修各 1；
22.7	超声波清洗机 2	80L	2	台	转向架子部件检修 2
23	**台架箱柜**				
23.1	存放柜	1100×550×1800mm	71	个	物资库 5；危险品库 6；蓄电池间 3；定临修 10；架大修 47
23.2	存放架	2000×600×1800mm	130	个	定临修 60；特种车库 8；洗车 4；镟轮 4；蓄电池 9；厂机维修 4；架大修 41
23.3	工具箱	800×450×1100mm	8	个	静调 4；物资 4

23.4	工具柜	800×450×1800mm	6	个	架大修
23.5	双人钳工台	2000×800×800mm	12	个	架大修
23.6	双人检修工作台	2000×800×800 mm	11	个	架大修
23.7	单人检修工作台	1200×800×800 mm	2	个	架大修
23.8	门窗检修工作台	2200×1000×850mm	20	个	架大修
23.9	受电弓检修工作台	2200×1000×850mm	2	个	架大修
23.10	手持台充电柜	800×400×1100mm	3	个	停车列检库
二	**车辆架大修设备**				
1	**专用电动扭力工具**	400～4000N·m	1	套	架大修
2	**工艺转向架**	AB型兼用	32	台	架大修
3	**钩缓拆装小车**				
3.1	钩缓拆装小车A1	适用A型全自动车钩，含拆卸工装	1	台	架大修
3.2	钩缓拆装小车A2	适用A型半自动车钩，含拆卸工装	1	台	架大修
3.3	钩缓拆装小车A3	适用A型半永久牵引杆，含拆卸工装	1	台	架大修
3.4	钩缓拆装小车B1	适用B型全自动车钩，含拆卸工装	1	台	架大修
3.5	钩缓拆装小车B2	适用B型半自动车钩，含拆卸工装	1	台	架大修
3.6	钩缓拆装小车B3	适用B型半永久牵引杆，含拆卸工装	1	台	架大修
4	**轮对小型轮廓仪**	轮对踏面尺寸测量	2	台	架大修
5	**智能数字万用电桥**	电阻、电容、电感值及阻容、阻抗	4	台	架大修
6	**示波记录仪**	4 通道 300MHz	1	台	架大修
7	**数字频率计**	振动速度 0-199.9mm/s；振动加速度 0-199.9m/s²	1	台	架大修

8	**红外线热像仪**	可测-20℃～+600℃	1	台	架大修
9	**防爆柜**	1500×860×1650mm	4	台	架大修
10	**自动恒流恒压充电机**	0~210V；0~100A	3	台	架大修
11	**自动恒流恒压放电机**	0~210V；0~100A	2	台	架大修
12	**蓄电池电压检测系统**	非标	1	台	架大修
13	**电器检修专用工作台**	2400×800×800mm	10	台	架大修
14	**电子检修工作台**	2400×800×800mm	6	台	架大修
15	**微机工作台**	2400×800×800mm	8	台	架大修
16	**注油机**	电客车齿轮箱加油	2	台	架大修和检修各 1 台
17	**空调吊具**				
17.1	空调吊具A1	适用A型列车客室空调	1	套	架大修
17.2	空调吊具A2	适用A型列车司机室空调	1	套	架大修
17.3	空调吊具B1	适用B型列车客室空调	1	套	架大修
17.4	空调吊具B2	适用B型列车司机室空调	1	套	架大修
18	**受电弓吊具**				
18.1	受电弓吊具A	适用A型列车受电弓	2	套	架大修
18.2	受电弓吊具B	适用B型列车受电弓	2	套	架大修
19	**检修吊具**				
19.1	四叉组合吊具 1	1 环 4 带 4 钩，吊带 3t；1.2m	4	套	架大修
19.2	四叉组合吊具 2	1 环 4 带 4 钩，吊带 3t；2m	2	套	架大修
19.3	空簧吊具	1 带 2 钩，吊带 3t；3m	2	套	架大修
19.4	电机检修吊具	1 带 1t；2m	2	套	架大修
20	**便携式受电弓碳滑板测试仪**	非标	1	台	架大修
21	**电器综合试验台**	非标	2	台	架大修
22	**轮对轴箱激光除锈设备**	最大脉冲能量 5mJ	1	台	架大修
23	**转向架静载试验台**	非标	1	台	架大修

24	**车轮车床**	摩擦轮驱动	1	台	架大修
25	**固定式轮对轴承退卸机**	最大退卸力>500KN	1	台	架大修
26	**固定式轮对轴承压装机**	最大压装力>500KN	1	台	架大修
27	**轮对荧光磁粉探伤机**	非标	1	台	架大修
28	**轮对超声波全自动探伤装置**	非标	1	台	架大修
29	**构架翻转机**	4t	3	台	架大修
30	**自立式起重机**				
30.1	自立式起重机 1	22m×6m，2 钩 2t	1	套	架大修转向架拆卸举升台位
30.2	自立式起重机 2	22m×6m，2 钩 2t	1	套	架大修转向架装配举升台位
30.3	自立式起重机 3	55m×6m，4 钩 1t	1	套	架大修转向架子部件检修区
30.4	自立式起重机 4	72m×6m，5 钩 2t	1	套	架大修齿轮箱检修区
30.5	自立式起重机 5	8×6m，1 钩 2t	1	套	架大修制动盘安装区域
30.6	自立式起重机 6	15×6m，1 钩 1t	1	套	架大修轴箱激光除锈区域
31	**轴承加热器**	240℃	1	台	架大修
32	**轴承存放架**	1100×600×1800mm	6	台	架大修
33	**构架清洗脱漆装置**	非标	1	台	架大修
34	**转向架气密性试验机**	非标	1	台	架大修
35	**转向架拆卸工具**				
35.1	定位转臂拆卸/压装工装	非标；含台架及液压机	2	套	架大修
35.2	转臂节点导出/压装工装	非标；含台架及液压机	2	套	架大修
35.3	牵引中心弹性节点退卸/压装工装	非标	2	套	架大修

35.4	减振器弹性节点退卸/压装工装	非标	2	套	架大修
35.5	牵引拉杆节点退卸/压装工装	非标	2	套	架大修
35.6	吊杆节点退卸/压装工装	非标	2	套	架大修
35.7	液压机及工作台架	非标	2	套	架大修
35.8	牵引中心橡胶堆拆装设备	非标	2	套	架大修
36	**架修专用工具**				
36.1	轮缘润滑器喷嘴定位工装	非标	2	套	架大修
36.2	数显式地铁车辆轮对外径测量仪	GF922-DT（含检具）	2	套	架大修
36.3	数显式地铁轮缘测量尺	GF2060（含校零块）	2	套	架大修
36.4	数显轮对内距尺	GF982S	2	套	架大修
36.5	车辆车轮踏面样板	LM-28，LM-30，LM-32（含校对样板）	2	套	架大修
36.6	游标卡尺	0-200mm	2	套	架大修
36.7	百分表	0-5mm（含磁性座）	2	套	架大修
36.8	钢直尺	0-200mm	2	套	架大修
36.9	内径千分尺	0-250mm	2	套	架大修
36.10	平吊钳	非标	2	套	架大修
36.11	便携式激光清洗机	200w	1	套	架大修
36.12	R规	R1-R6.5	2	套	架大修
37	**转向架吊具**	1 环 4 带 4 钩，吊带 5t；3m，	4	套	架大修
38	**轮对吊具**	2t	4	套	架大修
39	**轴承轴箱搬运小车**	非标	4	台	架大修
40	**构架检修作业墩**	6t	32	组	架大修

41	**长大杆件类磁粉探伤机**	非标	1	台	架大修
42	**轮对激光脱漆除锈装置**	非标	1	台	架大修
43	**空气弹簧试验台**	非标	2	套	架大修
44	**构架三维检测仪**	非标	1	台	架大修
45	**轮对及小部件检修装置**	非标	1	台	架大修
46	**轮轴压装退卸一体机**	油缸压力≥3000kN	2	台	架大修
47	**轴颈车磨滚压一体车床**	轮对车磨滚压	1	台	架大修
48	**数控立式车床**	孔径加工误差±0.01mm	2	台	架大修
49	**移动式耐压试验台**	非标	2	台	架大修
50	**移动式电流电压互感器测试装置**	电流和电压传感器检测	1	台	架大修
51	**司控器试验台**	非标	1	台	架大修
52	**直流稳压电源**	DC 220V	5	台	架大修
53	**低电阻测试仪**	1μΩ~20kΩ	2	台	架大修
54	**数显粗糙度测量仪**	90~350 μm	2	台	架大修
55	**高速断路器试验台**	非标	1	台	架大修
56	**电子微风仪**	风速、压力、温度测量	1	台	架大修
57	**轮对大修专用工装**				
57.1	车轴转运工装	非标	2	台	架大修
57.2	车轴存放架	非标	2	台	架大修
57.3	27 件套字母冲模	标准件	1	台	架大修
57.4	9 件套数字冲模	标准件	1	台	架大修
57.5	立式轮饼存放工架	非标	8	台	架大修
57.6	轮饼支撑工装尼龙套	非标	12	台	架大修
57.7	轮毂孔打磨小车	非标	4	台	架大修
57.8	轮饼卧式堆叠架	非标	4	台	架大修
57.9	数显外径千分尺	175～200 mm	2	台	架大修
57.10	外径千分尺	100～125 mm	2	台	架大修
57.11	数显外径千分尺	200～225 mm	2	台	架大修

57.12	内径千分尺	50～250 mm	2	台	架大修
57.13	百分表	0～10 mm	2	台	架大修
57.14	机车车辆轮对内矩尺	1345～1365 mm	2	台	架大修
57.15	机车轮位差尺	G2502	2	台	架大修
57.16	微电阻计	含配套夹子线缆测量棒	2	台	架大修
57.17	轮饼吊装夹具	非标，立式	2	台	架大修
57.18	轮饼翻转机	非标	2	台	架大修
57.19	轮对跳动测量工装	非标	1	台	架大修
58	**避雷器试验台**	非标	1	台	架大修
59	**转向架提升装置**	A,B轴距兼容	4	台	架大修
60	**受电弓试验台**	非标	1	套	架大修
61	**车体气密性试验台**	非标	1	台	架大修
62	**降弓弹簧拆装装置**	非标	1	台	架大修
63	**移动式磁粉探伤机**	非标	5	台	架大修
64	**速度传感器试验台**	非标	1	台	架大修
65	**交流稳压电源**	AC 220V	1	台	架大修
66	**车门压力试验器**	25N~350N	1	台	架大修
67	**运输工装**				
67.1	运输工装 1	适用贯通道顶护板	2	套	架大修
67.2	运输工装 2	适用贯通道侧护板	4	套	架大修
67.4	运输工装 3	适用空调格栅	2	套	架大修
67.4	运输工装 4	适用罩板	2	套	架大修
68	**电热蒸馏水器**	10L/h	2	台	架大修
69	**蓄电池加水机**	0.65L/min	2	台	架大修
70	**转向架小部件清洗脱漆间**	非标	1	套	架大修
71	**移动式轮对轴承拆卸组装机**	非标	1	台	架大修
72	**客室空调吊具**				

72.1	客室空调吊具A	适用A型列车客室空调	1	套	架大修
72.2	客室空调吊具B	适用B型列车客室空调	1	套	架大修
73	**微电脑线号打印机**	适用 16mm²以下电缆	1	台	架大修
74	**线鼻子液压钳**	70MPa；含压线模块	1	台	架大修
75	**齿轮箱拆卸工具**	电动扳手 450W	1	套	架大修
76	**车钩存放架**				
76.1	车钩存放架A1	适用A型车全自动车钩	2	台	架大修
76.2	车钩存放架A2	适用A型车半永久车钩（带缓冲器）	4	台	架大修
76.3	车钩存放架A3	适用A型车半永久车钩（带压馈管）	4	台	架大修
76.4	车钩存放架A4	适用A型车半自动车钩（带缓冲器）	1	台	架大修
76.5	车钩存放架A5	适用A型车半自动车钩（带压馈管）	1	台	架大修
76.6	车钩存放架B1	适用B型车全自动车钩	2	台	架大修
76.7	车钩存放架B2	适用B型车半永久车钩（带缓冲器）	2	台	架大修
76.8	车钩存放架B3	适用B型车半永久车钩（带压馈管）	2	台	架大修
76.9	车钩存放架B4	适用B型车半自动车钩（带缓冲器）	1	台	架大修
76.10	车钩存放架B5	适用B型车半自动车钩（带压馈管）	1	台	架大修
77	**齿轮箱跑合试验台**	非标	2	台	架大修
78	**齿轮箱检修专用工装**				
78.1	手动液压泵	700bar（含表座、压力表）	2	台	架大修
78.2	压装油缸	700bar（含油管及接头）	2	台	架大修
78.3	手动液压泵	2800bar（含表座、压力表）	2	台	架大修

78.4	退卸油管	2800bar（含接头）	12	台	架大修
78.5	压装顶套	非标	2	台	架大修
78.6	压装导杆	非标	4	台	架大修
78.7	套筒	非标	2	台	架大修
79	**电器吹扫装置**	≥205mbar； ≥159L/S	1	台	架大修
80	**电子器件测试仪**	交直流电压；电流；电阻；电容	1	台	架大修
81	**电器检测设备**	40A/600A	1	台	架大修
82	**清洗槽**	1200×600×300mm	1	台	架大修
83	**制动盘荧光磁粉探伤机**	非标	1	台	架大修
84	**制动盘专用动平衡机**	4g·mm/kg；含铣削打标	1	台	架大修
85	**牵引电机吹扫装置**	非标	1	套	架大修
86	**牵引电机动平衡机**	电机转子 300kg；直径 500mm	2	台	架大修
87	**牵引电机试验装置**	非标	1	台	架大修
88	**牵引电机运输架**	2000×920×805mm；1500Kg	24	台	架大修
89	**转子运输架**	300kg	16	台	架大修
90	**匝间短路检测仪**	DC 0~6KV	1	台	架大修
91	**手持式辐射温度计**	范围-50℃～1050℃	2	台	架大修
92	**牵引电机检修台**	2100×750×800mm；1500kg	28	台	架大修
93	**牵引电机拆装设备**	非标	1	套	架大修
94	**牵引电机烘箱**	130℃	4	台	架大修
95	**牵引电机轴承组装感应加热器**	240℃	2	台	架大修
96	**牵引电机轴承拆卸感应加热器**	40KW	2	台	架大修
97	**牵引电机区自立式起重**				

	机				
97.1	牵引电机区自立式起重机 1	57m×7m，4 钩 1t	1	套	牵引电机分解检修区
97.2	牵引电机区自立式起重机 2	12m×7.7m，1 钩 1t	1	套	牵引电机恒温检测间
97.3	牵引电机区自立式起重机 3	7.5m×5.5m，1 钩 1t	1	套	牵引电机轴承压装间
97.4	牵引电机区自立式起重机 4	40m×6.6m，3 钩 1t	1	套	牵引电机组装测试区
98	**牵引电机清洗装置**	120bar冷热水，含清洗池	1	台	架大修
99	**超声波清洗机 2**	80L	2	台	架大修
100	**高压冷热水清洗机**	30-180bar，80℃	2	台	架大修
三	**综合维修设备**				
Ⅰ	**综合维修工务车间**				
1	220V接线盘		4	台	工务-通用
2	380V接线盘		4	台	工务-通用
3	LED头灯		18	个	工务-通用
4	防爆电筒		18	个	工务-通用
5	手持强光工作灯		12	个	工务-通用
6	便携式强光防爆灯		12	个	工务-通用
7	双面警示灯		12	个	工务-通用
8	220V汽油发电机		2	台	工务-通用
9	380V汽油发电机		1	台	工务-通用
10	手持角磨机		2	台	工务-通用
11	手推车		1	个	工务-通用
12	轨道平板四轮车		2	辆	工务-通用
13	数显游标卡尺		2	把	工务-通用
14	工具柜		9	个	工务-通用
15	存放架		100	个	工务-通用

16	中速轨道超声波探伤小车		1	辆	工务-轨道
17	便携式激光钢轨和道岔检测仪		1	套	工务-轨道
18	轨道几何状态检测小车		1	台	工务-轨道
19	小型捣固机		4	台	工务-轨道
20	高频软轴捣固机		1	台	工务-轨道
21	小型液压拔道机		8	台	工务-轨道
22	小型液压起道器		8	台	工务-轨道
23	齿条式起道机		4	台	工务-轨道
24	螺帽机动扳手		2	台	工务-轨道
25	电动扳手		6	套	工务-轨道
26	便携式电动螺栓扳手		4	台	工务-轨道
27	扭力扳手		1	把	工务-轨道
28	钢轨切割机		3	台	工务-轨道
29	钢轨钻孔机		3	台	工务-轨道
30	液压弯轨器		1	台	工务-轨道
31	液压尖轨调整器		1	台	工务-轨道
32	液压拔钉器		3	台	工务-轨道
33	道尺		12	把	工务-轨道
34	支距尺		6	把	工务-轨道
35	方尺		3	把	工务-轨道
36	钢轨直度测量尺		1	把	工务-轨道
37	精密噪音分析仪		1	台	工务-轨道
38	数显式钢轨磨耗测量仪		1	台	工务-轨道
39	辙叉磨耗测量器		2	台	工务-轨道
40	轨道智能添乘仪		1	台	工务-轨道
41	钢轨吊运装置		2	台	工务-轨道
42	焊缝钢轨探伤仪		6	台	工务-轨道

43	焊缝探伤试轨		3	台	工务-轨道
44	轨道标记智能喷涂设备		1	台	工务-轨道
45	钢轨探伤仪		1	台	工务-轨道
46	垂直打磨机		1	台	工务-轨道
47	全站仪		1	台	工务-房建
48	墙体扫描仪		1	台	工务-房建
49	精密水准仪		3	台	工务-房建
50	裂缝宽度深度综合测试仪		2	台	工务-房建
51	手持式激光测距仪		4	台	工务-房建
52	接地棒		8	套	工务-房建
53	高压直流验电器		8	个	工务-房建
54	冲击电锤		2	把	工务-房建
55	充电式冲击锤		2	把	工务-房建
56	混凝土钻孔机		1	套	工务-房建
57	高压注浆堵漏机		3	台	工务-房建
58	门式脚手架		5	套	工务-房建
59	铝合金多功能折叠梯		2	架	工务-房建
60	隧道移动式高空作业铝合金平台		2	台	工务-房建
Ⅱ	**综合维修机自车间**				
1	管道疏通机		2	台	综合维修中心
2	压力钳		2	个	综合维修中心
3	静音手推车		1	个	综合维修中心
4	存放架		2	个	综合维修中心
5	工具箱		6	个	综合维修中心
6	便携式声级计		2	个	综合维修中心
7	风速仪		2	个	综合维修中心
8	红外测温仪		2	个	综合维修中心

9	接地兆欧表		1	台	综合维修中心
10	轨道平板车		2	台	综合维修中心
11	手推车		1	台	综合维修中心
12	应急抢修照明工具套件		2	套	综合维修中心
13	照度计		2	套	综合维修中心
14	电动螺丝批		2	套	综合维修中心
15	烟感试烟枪		2	套	综合维修中心
16	冲击钻		2	套	综合维修中心
17	潜水泵		2	台	综合维修中心
18	光纤测试仪		1	台	综合维修中心
Ⅲ	**综合维修供电车间**				
1	**SF6 气体测试仪器**		1	套	综合维修中心
2	**便携式试验设备、仪器**				
2.1	毫伏发生器		2	台	综合维修中心
2.2	红外热像仪		1	台	综合维修中心
2.3	验电器功能检测装置		1	台	综合维修中心
3	**微电脑交流电量测试仪**		1	台	综合维修中心
4	**远距离红外测温仪**		6	台	综合维修中心
5	**直流高压试验器**		1	套	综合维修中心
6	**电缆故障测试设备**				
6.1	电缆路径仪		1	台	综合维修中心
6.2	电缆故障定位仪		1	台	综合维修中心
6.3	电缆故障测试仪		1	台	综合维修中心
6.4	带电电缆识别仪		1	台	综合维修中心
7	**接触网专用接地线**				
7.1	接触网专用接地线(柔性)		8	套	综合维修中心
7.2	接触网专用接地线(刚性)		8	套	综合维修中心
8	**接触网专用验电器**		12	套	综合维修中心
9	**直流接地试验器**				

9.1	三极式接地电阻表		1	台	综合维修中心
9.2	标准电阻箱		1	台	综合维修中心
10	**维修照明灯具**		1	套	综合维修中心
11	**继电保护测试装置**		1	套	综合维修中心
12	**携带式发电机**		2	台	综合维修中心
13	**接触网静态几何参数连续检测装置**		1	套	综合维修中心
14	**接触网专用维修抢修工具、材料**				
14.1	异物悬挂处理绝缘杆		8	根	综合维修中心
14.2	接触线校直器		1	套	综合维修中心
14.3	接触线扭面器		6	套	综合维修中心
14.4	接触网紧固夹具		2	套	综合维修中心
14.5	定扭力扳手 16N·m		16	套	综合维修中心
14.6	定扭力扳手 25N·m		16	套	综合维修中心
14.7	定扭力扳手 44N·m		16	套	综合维修中心
14.8	电子数显卡尺		2	套	综合维修中心
14.9	链条式手扳葫芦 0.75T；4m		6	套	综合维修中心
14.10	链条式手扳葫芦 1.5T；4m		6	套	综合维修中心
14.11	链条式手扳葫芦 3T；5.5m		6	套	综合维修中心
14.12	拉力带 1T		6	根	综合维修中心
14.13	拉力带 2T		6	根	综合维修中心
14.14	拉力带 3T		6	根	综合维修中心
14.15	水平尺 600mm		10	把	综合维修中心
14.16	水平尺 800mm		10	把	综合维修中心
14.17	水平尺 1000mm		2	把	综合维修中心

14.18	接线盘 220V		3	个	综合维修中心
14.19	铝合金升降梯		3	台	综合维修中心
14.20	铝合金人字梯		2	台	综合维修中心
14.21	安全带		20	根	综合维修中心
14.22	望远镜		2	套	综合维修中心
14.23	多用电源插座		20	套	综合维修中心
14.24	活动扳手 8#		15	把	综合维修中心
14.25	活动扳手 10#		20	把	综合维修中心
14.26	呆扳手 12×14		2	把	综合维修中心
14.27	呆扳手 14×16		8	把	综合维修中心
14.28	呆扳手 16×18		28	把	综合维修中心
14.29	呆扳手 17×19		28	把	综合维修中心
14.30	呆扳手 22×24		28	把	综合维修中心
14.31	呆扳手 30×32		14	把	综合维修中心
14.32	组合扳手		5	把	综合维修中心
14.33	两用快扳 22		10	把	综合维修中心
14.34	两用快扳 16×18		12	把	综合维修中心
14.35	内六角扳手 14		8	套	综合维修中心
14.36	内六角扳手 1.5-10		8	把	综合维修中心
14.37	内六角扳手 8		2	把	综合维修中心
14.38	锉刀		4	套	综合维修中心
14.39	棘轮扳手		6	把	综合维修中心
14.40	尖嘴棘轮扳手 24		5	把	综合维修中心
14.41	尖嘴钳		5	把	综合维修中心
14.42	锯弓		5	把	综合维修中心
14.43	老虎钳 8#		6	把	综合维修中心
14.44	美工刀		5	把	综合维修中心
14.45	十字起 150mm		5	把	综合维修中心
14.46	一字起 150mm		5	把	综合维修中心

14.47	套筒（16mm）		16	只	综合维修中心
14.48	套筒（17mm）		10	只	综合维修中心
14.49	套筒（18mm）		10	只	综合维修中心
14.50	套筒（19mm）		10	只	综合维修中心
14.51	套筒（20mm）		10	只	综合维修中心
14.52	套筒（22mm）		10	只	综合维修中心
14.53	套筒（24mm）		10	只	综合维修中心
14.54	套筒（30mm）		10	只	综合维修中心
14.55	铁锤（4P）		9	把	综合维修中心
14.56	铁皮剪		2	把	综合维修中心
14.57	铜锤（4P）		7	把	综合维修中心
14.58	1/2"六角风动长套筒（16mm）		4	只	综合维修中心
14.59	1/2"六角风动长套筒（17mm）		4	只	综合维修中心
14.60	1/2"六角风动长套筒（18mm)		4	只	综合维修中心
14.61	1/2"六角风动长套筒（19mm)		4	只	综合维修中心
14.62	1/2"六角风动长套筒（22mm)		4	只	综合维修中心
14.63	1/2"六角风动长套筒（24mm)		4	只	综合维修中心
14.64	1/2"六角风动长套筒（30mm)		4	只	综合维修中心
14.65	接线盘 380V		1	个	综合维修中心
14.66	紧线器		10	套	综合维修中心
14.67	钢轨胀钉安装液压钳		2	套	综合维修中心
14.68	便携锂电热风枪		2	个	综合维修中心

14.69	组立零件盒 1		40	个	综合维修中心
14.70	组立零件盒 2		12	个	综合维修中心
14.71	组立零件盒 3		10	个	综合维修中心
14.72	黄油枪		2	把	综合维修中心
14.73	红闪灯		20	个	综合维修中心
14.74	断线剪		4	把	综合维修中心
14.75	手推小车		3	辆	综合维修中心
14.76	对讲机 400 兆		6	台	综合维修中心
14.77	对讲机 800 兆		2	台	综合维修中心
14.78	柴刀		4	把	综合维修中心
14.79	工具包		1	套	综合维修中心
14.80	电动三轮车		2	辆	综合维修中心
14.81	电工组合工具		7	套	综合维修中心
14.82	拉力计		2	个	综合维修中心
14.83	安全工器具工具柜		20	台	综合维修中心
14.84	刚性悬挂放线小车		2	套	综合维修中心
14.85	电动接触线校直器		2	台	综合维修中心
14.86	绝缘手套 35KV		10	副	综合维修中心
14.87	绝缘靴 35KV		10	副	综合维修中心
14.88	手提式防护探照灯		30	个	综合维修中心
14.89	LED头灯		10	个	综合维修中心
14.90	电压均衡器测试仪		2	台	综合维修中心
14.91	防爆柜		1	个	综合维修中心
14.92	货架		40	组	综合维修中心
14.93	接地封线放置架		10	组	综合维修中心
14.94	铁质四门工具柜		40	组	综合维修中心
14.95	接触网全参数激光测量仪		2	套	综合维修中心
14.96	电压均衡器测试仪		2	台	综合维修中心

15	**接触网维修梯车**				
15.1	平台高度 2.5-2.7-2.9 米可调、可拆卸		44	台	综合维修中心
15.2	平台高度 3.6-3.8-4.0 可调，可拆卸		4	台	综合维修中心
15.3	平台高度 3.9-4.1-4.3 米可调		10	台	综合维修中心
16	**接触网检测仪器**				
16.1	电子式兆欧表		2	块	综合维修中心
16.2	万用表		2	块	综合维修中心
16.3	接地电阻测试仪		2	台	综合维修中心
16.4	回路电阻测试仪		2	台	综合维修中心
16.5	绝缘电阻仪		2	台	综合维修中心
17	**接触网维修设备**				
17.1	电动高枝链锯		1	套	综合维修中心
17.2	双速液压钳		1	套	综合维修中心
17.3	电动切刀		1	套	综合维修中心
17.4	冲击电锤		1	台	综合维修中心
17.5	电钻		1	台	综合维修中心
17.6	切割机		1	台	综合维修中心
17.7	钢轨钻孔机		1	台	综合维修中心
17.8	充电式液压接触线切刀		1	套	综合维修中心
17.9	多功能充电式液压钳		1	套	综合维修中心
17.10	充电式螺帽切除器		1	台	综合维修中心
18	**高压开关特性测试仪**		1	台	综合维修中心
19	**蓄电池测试仪**		1	台	综合维修中心
20	**高压试验成套装置**				
20.1	高压互感器综合测试仪		1	台	综合维修中心
20.2	试验成套平台		1	套	综合维修中心

21	**自动充放电装置**		1	台	综合维修中心
22	**接触网张力检测装置**		1	套	综合维修中心
23	**变电检修设备**				
23.1	防爆强光电筒		16	套	综合维修中心
23.2	防爆柜		1	个	综合维修中心
23.3	接线盘 380V		1	个	综合维修中心
23.4	电动切刀		1	套	综合维修中心
23.5	冲击电锤		1	台	综合维修中心
23.6	电钻		2	台	综合维修中心
23.7	货架（四层三格）		30	组	综合维修中心
23.8	铁质四门工具柜		50	组	综合维修中心
23.9	工具箱		2	个	综合维修中心
23.10	手推小车		2	辆	综合维修中心
23.11	扭力扳手		2	套	综合维修中心
23.12	组立零件盒 1		30	个	综合维修中心
23.13	组立零件盒 2		12	个	综合维修中心
23.14	组立零件盒 3		10	个	综合维修中心
23.15	便携锂电热风枪		2	个	综合维修中心
23.16	多功能充电式液压钳		1	套	综合维修中心
23.17	对讲机		5	台	综合维修中心
23.18	9 件基本维修组套		1	套	综合维修中心
23.19	玻璃纤维柄羊角锤		2	把	综合维修中心
23.20	电吹风		2	只	综合维修中心
23.21	断线钳		1	把	综合维修中心
23.22	螺钉旋具		1	套	综合维修中心
23.23	扳手		1	套	综合维修中心
23.24	美工刀		1	把	综合维修中心
23.25	万用剥线钳		1	把	综合维修中心
23.26	镊子		1	把	综合维修中心

23.27	钢扁凿		2	把	综合维修中心
23.28	钢丝钳		2	把	综合维修中心
23.29	硅胶枪		1	把	综合维修中心
23.30	活动扳手 10 寸		1	把	综合维修中心
23.31	活动扳手 12 寸		1	把	综合维修中心
23.32	铝合金方管锯弓		2	把	综合维修中心
23.33	铝合金管子钳		1	把	综合维修中心
23.34	双把铆钉枪		2	把	综合维修中心
23.35	塑柄剪刀		1	把	综合维修中心
23.36	T柄花形扳手 45		3	个	综合维修中心
23.37	T柄花形扳手 30		3	个	综合维修中心
23.38	专业日式斜嘴钳		1	把	综合维修中心
23.39	镰刀		2	把	综合维修中心
23.40	加油漏斗		1	件	综合维修中心
23.41	救生衣		5	个	综合维修中心
23.42	双头十字批头		5	套	综合维修中心
23.43	水枪增压泵		1	套	综合维修中心
23.44	20 件套丝锥板牙套装		1	套	综合维修中心
23.45	电讯组合工具		2	套	综合维修中心
23.46	防静电地板吸盘		4	个	综合维修中心
23.47	电动修枝剪		1	台	综合维修中心
23.48	液压车		1	台	综合维修中心
23.49	便携锂电热风枪		4	个	综合维修中心
23.50	自吸泵		2	台	综合维修中心
23.51	潜水泵		2	台	综合维修中心
23.52	电缆外护套剥除器		1	个	综合维修中心
23.53	标签打印机		1	台	综合维修中心
23.54	真空泵		1	台	综合维修中心
23.55	吸尘器		2	台	综合维修中心

23.56	轴用曲口卡簧钳		2	把	综合维修中心
23.57	螺丝批		1	套	综合维修中心
23.58	千斤顶		2	只	综合维修中心
23.59	撬棍 1		2	把	综合维修中心
23.60	撬棍 2		2	把	综合维修中心
23.61	防爆LED棒管灯		4	个	综合维修中心
23.62	套筒棘轮扳手加长杆		2	套	综合维修中心
23.63	电工刀		5	件	综合维修中心
23.64	电烙铁		5	把	综合维修中心
23.65	钢丝钳		5	把	综合维修中心
23.66	工具包		5	个	综合维修中心
23.67	活动扳手 8 寸		5	把	综合维修中心
23.68	尖嘴钳		5	把	综合维修中心
23.69	螺丝批 7 件套		5	套	综合维修中心
23.70	螺丝批组 15 件套微型		5	套	综合维修中心
23.71	斜嘴钳		5	把	综合维修中心
23.72	测电笔		5	只	综合维修中心
23.73	除湿机		5	台	综合维修中心
23.74	绝缘手套AC35kV		36	副	综合维修中心
23.75	绝缘靴AC35kV		36	副	综合维修中心
23.76	接线盘 220V		5	个	综合维修中心
23.77	电子驱鼠器		68	只	综合维修中心
23.78	验电器AC35KV		1	支	综合维修中心
23.79	35kV接地封线		3	组	综合维修中心
23.80	直流开关柜接地封线		30	组	综合维修中心
23.81	电工组合工具		5	套	综合维修中心
24	**电气试验设备**				
24.1	微水测量仪		1	台	综合维修中心
24.2	绝缘电阻仪		2	台	综合维修中心

24.3	数显游标卡尺		1	把	综合维修中心
24.4	钳型接地电阻测试仪		2	台	综合维修中心
24.5	超低频高压发生器		1	套	综合维修中心
24.6	回路电阻测试仪		2	台	综合维修中心
24.7	接地电阻测试仪		4	台	综合维修中心
24.8	数字式万用表		8	块	综合维修中心
24.9	钳形电流表		3	块	综合维修中心
24.10	电能质量分析仪		1	台	综合维修中心
24.11	大口径钳型电流表		1	块	综合维修中心
25	**直流开关试验装置**		1	台	综合维修中心
26	**电工仪表**				
26.1	温湿度计		36	块	综合维修中心
26.2	框架断路器保护功能模拟装置		1	台	综合维修中心
27	**工具柜**		72	台	综合维修中心
28	**登高平台**		31	台	综合维修中心
29	**验电器DC1500V**		20	支	综合维修中心
30	**验电器AC110KV**		3	支	综合维修中心
31	**验电器AC35KV**		33	支	综合维修中心
32	**接地封线**		33	组	综合维修中心
33	**电工组合工具**		31	套	综合维修中心
34	**设备维护管理系统**		1	套	综合维修中心
35	**变电培训装置**		1	套	综合维修中心
四	**后勤汽车类**				
1	**大型客车**	电动，47+1 座	1	辆	后勤中心
2	**中型客车**	柴油，13-17 座	1	辆	后勤中心
3	**抢险工具车**	柴油，客货两用	3	辆	后勤中心
五	**线网共享设备**				
1	**钢轨打磨车**	16/ 20 头，双向双轨双编	1	台	车辆和工务分

		组			公司

2.2.2 专用工具及测试设备

本标段项目仅采购专用工具及测试设备，不采购备品备件。

专用工具及测试设备包括维修专用工具（接线工具、拆装工具）及附属仪器仪表、试验/测试设备、便携式调试设备等。

专用工具配置范围仅限于：数控不落轮镟床、列车自动清洗机、固定式架车机、智能吹扫机器人系统、工程车、一体化轨旁检测设备、部分架大修设备（详见各章节）、钢轨打磨车等，专用工具为合价包干项，投标人结合自身设备情况及供货经验，在价格构成分析表中提供具体规格型号、单价及数量。

投标人提供维护用便携式笔记本电脑合计 15 台，分别应用于：数控不落轮镟床、列车自动清洗机、固定式架车机、智能吹扫机器人系统、工程车、一体化轨旁检测设备；称重设备、转向架静载试验台、数控立式车床、司控器试验台、高速断路器试验台、牵引电机动平衡机；钢轨打磨车；智慧场段设备维护管理系统 2。安装有必须的计算机程序，以用于编程、调试、检测、诊断、作业记录下载，采用主流配置（配置不低于：处理器 i5 ；内存 16G；存储 512G）；请充分考虑笔记本的型号选型，避免后期交付时型号升级换代或停产造成不必要的变更。交付时可按照不低于投标时同等配置要求和合同价格参考与最终用户再确定最终型号。

所有笔记本电脑在专用工具清单内单独开项报价，不列入各单项设备内。

请充分考虑笔记本的型号选型，避免后期交付时型号升级换代或停产造成不必要的变更。交付时可按照不低于投标时同等配置要求和合同价格参考与最终用户再确定最终型号。

2.2.3 技术资料及图纸

技术资料及图纸（包含电子文件、计算机软件和程序）。

2.2.4 交钥匙工程

本项目工程范围包括设备设计（含工艺设计）、制造、运输、供货、安装、调试、试运行

以及竣工交验、培训等全过程，其间包含设计联络及各检验、试验、验收环节、技术文件和图纸的提供，包含工程全过程服务和售后服务。

卖方应承担上述设备项目向质检、技术监督等政府主管机构报装、报检等直至交付使用的全部责任和费用。

投标人按交钥匙工程要求对工程实施总承包（含指导基础施工、安装、调试、培训、售后服务，不含设备基础施工）。

2.3 供货要求

2.3.1 供货清单

供货设备应是全新的、完整的、技术成熟的、符合“用户需求书”和各项技术标准及验收（包括最终验收）要求的合格产品。

在投标文件中列出下列供货清单：

（1）设备主机、主要部件和随机附件清单。

（2）价值 2000 元人民币以上的外购件清单。

（3）专用工具及测试设备清单，投标人提供必备的随机专用工具及测试设备。

（4）技术文件和图纸清单。

（5）备件清单和专用工具清单不允许在同一条目里一个名称对应多个规格型号。

（6）上述供货清单按招标文件商务卷投标文件格式“投标报价表”规定填报。

（7）本项目供货清单包含车载网轨隧综合智能检测系统和车辆智能运维系统（地面部分），具体技术要求详见车辆部分附件 3-18 和附件 3-21。

2.3.2 交货时间、地点

（1）交货地点：按采购主机清单中安装位置要求。

（2）交货时间：具体时间待合同签订后设计联络时明确。

3 总则

（1）本工程采用“交钥匙工程”总承包方式，投标人只有在得到招标人的书面接受证明后，整个工程才能算完成。

（2）投标人应具备提供成熟可靠的各类车辆检修设备和已开通轨道交通各类设备的供货和应用业绩，并对需求进行详细深入的分析，充分考虑工程实施过程中各种变化的可能，并将其费用考虑在总报价范围内。

（3）本用户需求书仅提出了各类车辆检修设备的最基本的技术要求，不应理解成全部要求，投标人应对用户需求书进行完善和细化，并负责向招标人移交完整的、安全的、可靠的各项设备，并保证符合本用户需求书的基本要求和由用户确认的最终要求，同时承诺提供满足车辆检修设备集成包采购项目技术要求的技术性、经济性和安全性最好的、功能齐全的、高质量的全新产品以及相应服务。

（4）招标附图和设备、材料清单仅作为招标使用，工程实施时，施工图与招标、设备及材料清单的差异，不作价格调整，费用包干。本工程中所有材料供货、保管及保护措施安装工程及相关服务需发生的全部费用应包含在投标总价中。

（5）本用户需求书中所述技术要求，应视为保证设计运行所需的最低要求，如有遗漏，投标人应予以补充，否则，一旦中标将认为投标人认同遗漏部分并免费提供。

（6）项目执行过程中，投标人有责任和义务提供各种技术建议方案，主动协调并负责处理与各相关专业的接口关系。招标人对各项技术规定拥有最终裁决权，并保留在项目执行过程中根据需要随时修订的权力。

（7）投标人必须对各类车辆检修设备建设实施过程中以及工程建设后的各类设备的完整性、可靠性、稳定性、适用性、安全性负全部责任。

（8）整个系统在建设和使用中，由于投标人技术失误、系统缺陷等原因对招标人造成的经济、社会形象等方面的损失，投标人应负全部责任。

（9）在整个系统建设和使用中，因投标人自身原因引发的各类事故、事件，由投标人自行承担一切责任和经济损失。

（10）投标人应充分考虑因设计或现场条件（包括轨道中心线、轨道标高偏离设计值、设备基坑尺寸超差及其他不确定因素等）所引起的缺陷和限制而作的修改、补充，费用不作调整的风险。

（11）投标人应按照招标人的要求，完成本工程的系统设计、接口设计、业务流程设计、

软件开发、设备制造及供货、包装运输仓储、系统安装、设备安装、培训、联调、测试与验收、外场测试、成品保护、技术文件提交、技术服务、项目管理等工作，确保系统按期开通、通过验收，配合招标人通过国家有关部门的审查，在质量保证期内提供维修保障服务以及招标人要求的相关技术服务。

（12）投标人应对系统内外部各接口功能的实现、协调与配合、以及接口的安全性、完整性负全部责任，提供各接口界面划分、接口标准和接口服务，负责本专业及其所有相关接口系统的服务。

（13）投标人应提供确保建设后的系统正常运行的设备维护方案及措施等，并承诺对质保期后的运营维护、为系统升级提供长期技术支持和维修服务。

（14）投标人应保证整个建设后各类车辆检修设备的技术服务质量，并按招标人规定的工程进度完成各阶段的工作，服从招标人对整个工程实施和管理的协调。

（15）鉴于本工程的特殊性，招标人特别要求投标人承诺：在南京设立固定的项目机构和技术服务中心，配备足够的技术人员做好相关服务。

（16）在系统设计时，招标人对所有技术方案、技术规定拥有最终的裁决权，一旦招标人裁决后，投标人必须全力贯彻执行，不得以任何借口予以推脱。同时，投标人的责任并不因此而减少。

（17）为了保证系统的兼容性、一致性，招标人保留对关键设备联合采购的选择权和决定权，联合采购内容设计联络期间确定。招标人在投标人货品采购时有权选择更新的产品档次，且投标人的责任并不因此而减少，但该货品的报价不超过投标人投标报价时的报价。

（18）对于招标人向投标人提供的任何资料文件、以及投标人为南京地铁提供的资料文件，投标人都应承诺仅限本项目使用，不得以任何形式外传。

（19）投标人提出的产品技术规范应与本需求书中提出的要求一致。投标人也可推荐与本需求书中规定的规格类似的定型产品，但必须提供详细的技术规范偏差表。

（20）投标人可推荐应用最新技术制造的产品，但其规格水平应相当于或超过本需求书中陈述的技术规范。这种产品的技术必须是成熟的，其性能、可靠性与耐久性必须有显著的提高，并在建议书中就选择该产品的意图，提供详尽的证明文件及解释。

（21）在工程实施过程中，招标人有权对各类车辆检修设备配置供货量进行调整，并按照相关单价进行增加或者减少费用，投标人不得对此提出其它额外费用要求。

（22）招标人保留对所购设备数量、规格、型号、种类变动的权利。投标人中标后，非质量等方面的特殊原因，不得随意更换供货厂家。从投标开始到工程验收竣工阶段，对于不

满足要求的设备和材料供货商，招标人有权要求投标人进行更换，投标人不得以此提出增加费用和延长工期等任何要求。

（23）工程实施阶段，招标人有权根据工程的实际情况调整工程计划，投标人对此应具有迅速响应能力，并不得提出增加费用和延长工期等任何要求。

（24）投标人应提供成熟可靠、性能稳定先进并适合南京地铁技术要求的产品，结构应简单可靠，易于安装、调试、保养和维修，系统的硬件和软件须充分考虑其可扩展性，并具备故障诊断、在线修改等功能。

（25）投标人应在各类车辆检修设备的寿命期内对所提供系统的安全、质量、功能、性能、完整性等负完全责任。

（26）招标人请设计院对投标人图纸设计、产品质量的审查程序不会减轻投标人对其提供的各类车辆检修设备整体设计所承担的责任，也不会减轻其确保设计符合本用户需求要求所承担的责任。

（27）招标人请监理对承包商产品质量的审查程序不会减轻承包商对其提供的各类车辆检修设备所承担责任，也不会减轻其确保产品质量符合本用户需求要求所承担的责任。

（28）投标人所供货系统内容必须符合国际、国内相关法律法规，由于投标人违反国际、国内相关法律法规而使得招标人所造成的损失，投标人必须承担全部责任。

（29）投标人在投标文件中若使用缩写，必须与本需求书保持一致。

（30）投标人向招标人所提交所有文档（包含投标文件、建议书、技术文档、管理文档等）均以简体中文形式递交；如有英文版，可以采用中英文对照形式提供，但以中文为准。

（31）本用户需求书是投标人编制技术建议书的依据，投标人应认真理解所有条款的含义，提出合理可行的技术建议书和技术响应表，在技术建议书及响应表中不能出现“近似”、“大约”和“明白”等用词。

（32）投标人必须按招标人所需及时向招标人提供与产品配套的应用软件源代码、接口协议等完整的技术文件，满足招标人对软件、硬件功能的维护、修改、更新等使用要求。投标人在车辆段和停车场无人区提供的设备需满足第三方安全评估单位提出的安全完整性等级要求，并且无条件配合第三方安全评估单位完成相关工作，具体要求详见“第三方安全评估技术要求”。

（33）为确保实现核心设备系统的全自动驾驶GOA4/UTO功能，实现接口的安全性、完整性和一致性的目标，由南京地铁集团 11 号线UTO工作领导小组作为全自动驾驶项目核心设备系统的总协调方，作为对 11 号线全自动驾驶项目的工程建设领导和重大事项决策。一致性

协调方在总协调方的领导之下，协助业主对全自动驾驶核心设备系统进行管理，并承担一致性协调方管理职责。投标人在本项目的技术工作、计划管理工作中，必须服从一致性协调方的指导和管理。如果投标人与一致性协调方有意见冲突产生争议或有分歧时，由总协调方进行裁决，当事双方必须无条件接受，并不得提出增加额外的费用。

（34）本工程各类车辆检修设备与工程车的功能必须满足本线各场景需求，具体场景内容详见《南京地铁 11 号线全自动无人驾驶系统场景说明书》，上述文件中对全自动驾驶运营场景的描述仅作为投标时设备选型和投标报价参考用，其功能要求包括但不限于招标文件所附运营场景中要求，投标人中标后须配合完成全自动驾驶运行系统运营场景说明书，并实现说明书要求的车辆段与停车场无人区设备的软硬件接口开放和功能实现，并不得以任何理由提出增加费用。

4 项目管理与实施

4.1 项目管理

4.1.1 投标人责任范围

投标人按交钥匙工程要求对工程实施总承包，并承担交钥匙工程相应的所有投标人责任。投标人在供货的全过程中的责任主要包括（但不限于）：

（1）设备设计；

（2）提交合同规定的文件。在合同执行过程中，按规定时间向招标人提交规定的文件。包括但不限于与其它系统、土建基础、动力和安装接口文件；定期提交项目执行情况和进度的文件；设计联络文件；土建施工图接口审查文件；设备出厂验收文件；设备安装、调试文件；应急预案文件；设备竣工验收检验项目；培训教材等。

（3）设计联络及相关的服务；

（4）对有关设备接口的确认；

（5）设备制造包括外购件/原材料采购、零部件制造、设备装配、工厂测试和型式试验；

（6）出厂检验，按时供货；

（7）设备的包装、运输和保险；

（8）到货检查和开箱检验；

（9）设备安装、调试；

（10）设备试运行；

（11）配合设备竣工验收活动；

（12）对充放电设备的质量、性能和可靠性负责；

（13）在设备安装、调试、试运行和竣工验收活动中，投标人对参与人员和本设备的安全负责；

（14）培训招标人人员；

（15）按合同规定提供技术文件、手册、图纸（包括电子文件）和软件程序；

（16）项目执行中、设备质保期及其后的设备运用中，投标人保证提供及时、有效、高质量的服务；

（17）负责符合索赔条款规定的赔偿；

（18）招标人按合同规定赴投标人所在地进行的设计联络、设备监造、出厂验收、制造现场的培训等，投标人应按规定标准提供接待、安排活动。有关招标人住宿、膳食、交通等方面的费用已包含在投标总价中；

（19）卖方常设现场项目部，自现场施工交底之前一个月内设立，服务期不少于 24 个月，配备办公条件、住宿条件、办公设备和服务人员，确保项目部配备的资源能满足工程需要。卖方将在接到买方指令半个小时内到达现场开始工作。

（20）从项目供货直至项目验收交付期间投标人应为项目管理人员提供交通工具 1 部，相关使用费用包含在投标总价中，服务期限同项目部设置时间。

（21）其它应由投标人负责的事项。

4.1.2 项目组织机构及人员

（1）投标人应根据项目的情况成立相应的组织机构，配备固定的人员、制定项目计划并服从招标人的管理，使项目得以顺利实施。项目部原则上需选派项目经理、项目副经理、现场负责人、五大员（施工员、材料员、质检员、安全员、预算员）等常驻施工现场。同时配备的技术人员应具有丰富的管理经验，需常驻南京项目部现场对集成包下的设备分别负责。

（2）投标人应从职员中选拔经验与资历都恰当的工程师分别作项目经理、技术负责人。如果没有特殊情况，项目经理、技术负责人要专职服务于该项目，由任职开始，至合同执行完止。对于投标人执行该项目的雇员中渎职、不胜任或玩忽职守的人员，对招标人要求立即改正的意见，如果拒不执行，招标人有权要求投标人更换相关人员。

（3）投标人在投标文件中需按招标文件商务卷投标文件格式要求填报项目管理人员。**投标人提供相关人员执业资格证书等复印件（如建造师证、安全员证、职称证等）。**

序号	姓名	项目职务	年龄	学历	技术职称	公司职务	职责
1		项目经理					
2		项目副经理					
3		技术负责人					
4		施工员/现场负责人					
5		质检员					
6		安全员					
7		材料员					

8		预算员/商务负责人					
...		....					
...		....					
...		....					

（4）项目经理资格要求

1）因本项目与车辆合并招标，需设置车辆段工艺设备专职项目经理 1 名，不允许车辆的专职项目经理兼任。投标人拟选派的项目经理必须具有丰富的施工经验，近五年内承接过同类型、相当规模施工业绩。

2）项目经理必须是招标人在本工程的现场负责人，同时保证驻地指挥，在施工过程中一经发现投标文件中的项目经理和施工现场的项目经理不相符，则取消其中标资格，施工期发生的一切费用，招标人不予认可。

3）施工期内，项目经理原则上不予更换，因故更换需提前 30 天报买方接口部门确认，所换项目经理符合技术规格书对于项目经理的资质要求。如卖方向买方申请更换项目经理，在征得买方同意批准后，扣除卖方违约金每人每次 10 万元人民币（个人辞职、健康因素除外）。

4）中标人选派至本工程现场项目部的项目经理应无在建工程，或者虽有在建工程，但合同约定范围内的全部施工任务已临近竣工阶段，并已经向发包人提出竣工验收申请。否则，中标人需在十天内更换原项目经理，新项目经理资质条件需符合本文件相关规定，由此产生的一切费用和工期延误由中标人承担。

（5）项目经理必须满足现场连续施工对项目经理工作的要求，项目经理应常驻现场，出勤要求必须满足以下要求：

1）在项目实施阶段，项目经理与买方之间的联络会议每月召开一次，汇报每月的工作进展与下月安排，澄清相关问题，接受买方指令。在紧急情况下，买方有权要求举行临时联络会议。

2）在土建预埋及到货阶段，项目经理每周在现场不少于一天。

3）在设备安装、调试、试运行阶段，项目经理每周在现场不少于三天。以上对于工作时间的安排已考虑在投标总价汇总，卖方不得因为工作时间的理由而要求额外的追加费用。

（6）“五大员”的要求及具体职责。

工程项目管理“五大员”通常指施工员、质检员、安全员、材料员和预算员，是项目现场管理的核心岗位，分别负责施工组织、质量监督、安全保障、材料管控和成本核算。

1）施工员/现场负责人职责：作为一线指挥官，负责施工进度管理、现场协调、工序质量监督及资源调配。需熟悉施工图纸，解决现场突发问题，如调整因天气延误的工序安排。需具备土木工程专业知识、沟通能力及应急处理能力。

2）质检员职责：依据国家标准和设计文件，对原材料、施工工序及成品进行质量检查，并参与质量事故调查。熟练掌握检测工具、熟悉质量规范，需严谨细致。

3）安全员职责：制定安全制度，开展教育培训，排查隐患（如长大件吊装、深基坑及高空作业、临时用水用电动火规范），确保零事故施工环境。熟悉安全法规，具备风险预判和应急处理能力。

4）材料员职责：负责材料采购、验收、保管及发放，控制成本并保障供应。例如对进场水泥进行质量抽检，优化库存以减少积压。了解市场行情及材料性能，具备成本分析能力。

5）预算员/商务负责人职责：编制工程预算、管理合同索赔及竣工结算。例如根据设计变更调整预算，或起草索赔文件挽回损失。精通造价软件及财务知识，熟悉招投标流程。

（7）投标人一旦中标，应在与车辆段就近原则设置为本项目服务的项目部，负责处理项目有关事宜，应考虑项目管理人员的通勤、食宿，相关费用包含在投标总价中。项目部办公面积不得少于 160 平米、其中必须配置可容纳 20 人开会的会议室，项目部配备足够的电脑供项目部人员使用，包括视频会议、投影设备、复印机、打印机必须配备。项目部应配备交通工具服务于本项目。

（8）因人员配置不当导致的严重误工、质量、安全事故，招标人有权在项目执行期对中标人采取处罚，最高罚金 50 万元。

（9）以上对于工作时间的安排已考虑在投标总价汇总，卖方不得因为工作时间的理由而要求额外的追加费用。

4.1.3 项目执行阶段及工期

4.1.3.1 项目执行阶段

项目应包括至少以下主要阶段：

- 设计
- 制造
- 包装运输
- 安装
- 调试
- 培训
- 试运行
- 预验收
- 质保期运行
- 最终验收

4.1.3.2 项目工期

根据南京轨道交通工程开通运营的时间安排和车辆段、停车场建设的总工期策划，设备项目工期和进度的主要时间节点在后期项目执行期间陆续明确。招标人有权根据南京地铁工程实际变化情况对本项目实施工期进行调整，根据南京地铁工程实际变化情况及时调整，投标人届时不因此变化增加合同价。

2027 年 1 月～2027 年 6 月，设备安装及单体调试。

2027 年 7 月～2027 年 9 月，设备联调。

2027 年 10 月～2027 年 11 月，系统综合联调，办理设备竣工验收（预验收）。

2027 年 11 月～2027 年 12 月，系统试运行，业主、监理以及投标人共同对设备的可靠性、可用性和可维护性进行评估考核。并办理设备交接手续。

4.1.4 项目管理计划、文件及其确认程序

4.1.4.1 项目管理计划

（1）投标人应提供项目管理计划。

（2）投标人在工程的各个执行阶段开始前向招标人提交有关合同执行的计划和报告等，供招标人确认。项目执行阶段的计划是对合同文件计划的细化和补充，具有可操作性，并作为检查考核的依据。

（3）在招标人未确认该阶段计划之前，投标人不应开始该阶段实质性工作。如果由于投标人计划不周而导致招标人不确认计划所引起的一切后果均由投标人承担。

4.1.4.2　项目管理文件

投标人应在每一阶段开始之前 1 个月，根据合同文件的规定向招标人提交工作计划供招标人审批，并按月提交进度报告。这些计划包括但不限于：

- 合同执行总体进度控制计划
- 设计进度计划
- 质量控制计划
- 技术文件和图纸交付进度计划
- 工厂生产制造进度计划
- 监造计划
- 检验计划
- 装运发货计划
- 安装调试计划
- 验收计划
- 培训计划
- 月进度报告

4.1.4.3 文件确认程序

（1）招标人对投标人文件的接收在任何情况下都不能解除投标人在本合同项下的任何责任和义务，投标人仍应对供货设备的功能、性能、质量、可靠性和工期进度负责。

（2）投标人提交给招标人的文件要在发送单上列出目录，文件形式可以为印刷文件和电子文件，只有印刷文件才能作为最终生效的文件。无论招标人对投标人文件是否提出意见，都应在自文件接收之日起 30 天内将其中 1 份文件返回给投标人。

（3）收到投标人文件后，招标人将加盖下列印鉴之一予以回复：

1）确认；

2）加注确认；

3）不确认。

其中第 2）种情况下，招标人应说明投标人应对文件进行的修改，或在进行工作时须改进或注意的事项，投标人可以开展实质性工作；第 3）种情况下，招标人应说明不确认的原因，投标人不应开展实质性工作。这两种情况下投标人都必须将修改后的文件重新提交招标人确认。

（4）招标人对投标人文件的接收和确认，在任何情况下都不能解除投标人在本合同项下的任何责任和义务，投标人仍应对供货设备的功能、性能、质量、可靠性和工期进度负责。

4.2 设计联络及设计审查

4.2.1 设计联络/设计审查的任务及内容

4.2.1.1 设计联络任务及内容

设计联络任务：投标人在产品设计开始之前应向招标人提供设备的设计方案，招标人对投标人所提供的方案以及有关的资料进行审查，经招标人审查和确认后，形成会议纪要（备忘录），双方签字，并作为合同的补充文件，与合同文本等效。经签字的设计方案、资料等，作为投标人开展产品设计的依据。

设计联络主要内容：

（1）确认设计依据及使用、涉及到的标准

（2）确认投标人提出的设计方案、技术参数，包括图纸、计算资料等。

（3）确认使用的技术资料。

（4）确认接口。

（5）考察类似产品的生产及试验过程、运用情况、检修工艺/设备。

（6）考察关键配套产品工厂，确认主要外购件制造商。

4.2.1.2 设计审查任务及内容

在设计接近完成阶段还应召开设计审查会议，审查并确定初步设计方案、技术方案设计、详细设计方案及图纸（工作图设计）、技术文件等。

设计审查的主要内容：

审查初步设计方案、技术方案设计、详细设计方案及图纸（工作图设计）、技术文件。

（1）审查投标人提供的“设备验收技术条件”及产品验收工作安排。

（2）审查投标人提供的《可靠性、可用性和可维护性分析》文件。

（3）审查供货设备外观颜色。

（4）审查监造工作安排。

（5）审查人员培训工作安排。

（6）审查投标人提供的技术服务内容及安排。

4.2.2 设计联络/设计审查招标人派出人员

（1）招标人派出人员赴生产厂或关键设备配套厂进行设计联络及设计审查，设计联络在招标人所在地开展，设计审查在生产厂或关键设备配套厂开展。除集中时间进行设计联络外，在投标人整个设计阶段，还可采用书面或电子文件形式，随时进行设计联络，澄清有关技术问题。

（2）在设计联络/设计审查阶段，招标人有权派第三方审查投标人提供的设计文件。第三方不能是投标人的竞争对手。为了保护投标人的知识产权，招标人应与第三方签定一个保密协议。具体安排如下：

序号	联络阶段	预计时间	地点	主要内容	人员组成
1	第一次设计联络	合同谈判确定	买方所在地	1）双方互提基础资料；确认系统和设备功能和技术参数；讨论土建、供电、轨道、供气等技术接口问题；讨论设备总体技术方案和设备布置等问题。讨论确认卖方技术方案；进一步讨论澄清接口问题；讨论设备出厂验收、包装、运输、开箱检查、安装调试、培训、验收等事项。 2）卖方对设备的设计进行介绍：提供设计标准、设计依据，提供方案设计和技术设计，提供设计计算资料；介绍设备的技术方案、结构形式、颜色方案等;介绍设备的整机结构和主要部件的设计是否符合合同文件的要求。 3）卖方介绍外协外购单位的情况，并提供质量证明和产品执行标准。 4）卖方介绍设备的安装方法，并向买方提供设备总图、电气原理图等资料。向工程设计单位提供满足其进行相关设计所需的资料。 5）对未作明确规定的内容，双方协商决定。 6）对第二次设计联络会的议程、内容和时间等做出计划。 7）形成会议纪要。	买方(包括用户)、卖方人员、设计院、分供商、监理
2	第二次设计联络	第一次设计联络确定	卖方所在地	1）检查第二次设计联络会会议纪要的落实情况，解决第一次设计联络会的遗留问题。 2）审查卖方设计方案、技术方案设计、详细设计方案及图纸（工作图设计）、技术文件。 3）审查卖方提供的“设备验收技术条件”及产品验收工作安排。 4）审查卖方提供的《可靠性、可用性	买方(包括用户)、卖方人员、设计院、分供商、监理

				和可维护性分析》文件。 5）审查供货设备外观颜色。 6）审查监造工作安排。 7）审查人员培训工作安排。 8）审查卖方提供的技术服务内容及安排。 9）形成会议纪要。	
3	设计审查	第二次设计联络确定	按需	双方互提基础资料；确认系统和设备功能和技术参数；讨论土建、供电、轨道、供气等技术接口问题；讨论设备总体技术方案和设备布置等问题。审核卖方技术方案；讨论确认卖方技术方案；进一步讨论澄清接口问题；讨论设备出厂验收、包装、运输、开箱检查、安装调试、培训、验收等事项。	买方(包括用户)、卖方人员、设计院、分供商、监理

4.2.3 投标人的责任及要求

（1）投标人的设计责任

（2）招标人的设计联络/设计审查并不减轻投标人所承担的设计责任。

（3）在招标人人员赴生产厂设计联络、设计审查派出前 4 周，投标人提供相应的工作计划及时间安排交招标人确认；同时将设计联络和设计审查的所有文件和图纸（包括纸质、电子），提前 4 周寄（送、传）达招标人，供招标人事先研究。

（4）招标人派出人员赴生产厂进行设计联络、设计审查，投标人应按规定标准做好接待工作，其中有关住宿、膳食、交通、翻译等方面的费用已包含在合同总价中。

（5）设计联络/设计审查的会议纪要（备忘录）由投标人起草，经招标人认可。

（6）投标人在投标时提供具体的设计联络（审查）建议计划。

4.3 设备制造、监造及出厂检验

4.3.1 设备制造与工厂检测

（1）投标人应按照ISO国际质量体系程序文件中“过程控制”的要求，保证设备制造和组装

质量。

（2）投标人对提供的设备在其制造、组装过程和外购零部件采购中，应认真履行制造过程的产品质量检验。设备制造过程的产品质量检验，含工厂检测（制造厂对零部件制造、部件组装的合格性测试）和型式试验（对非标准、未定型或大批量的设备做必要的性能试验）。

（3）投标人产品的过程控制应具有可追溯性。

（4）设备制造/组装及厂内检测/测试全部完成合格后，投标人向招标人提交《设备检验合格报告》，并通知招标人人员进行“设备出厂检验”。

4.3.2 设备监造

（1）招标人有权派有关人员到投标人（含主要系统、部件供货商）的工厂、试验场地和试验室对合同设备及主要部件、系统的制造、组装、试验及系统调试等生产过程进行监造。设备制造中，招标人将派出专门人员，赴生产厂进行设备监造，具体安排设计联络时确定。

（2）设备监造过程的主要内容（但不限于）：

1）投标人应提供合同设备主要零部件的材质、规格、产地、制造厂以及产品合格证。投标人应提供完整详细的项目实施方案、步骤和质量保证手段及改正措施等。

2）在招标人人员赴生产厂进行设备监造时，设备制造厂应提供主要零部件工厂检测可追溯性文件及型式试验合格的证明文件供招标人确认。

3）检查工艺文件及实际执行情况。

4）检查焊接、探伤、防腐处理/油漆等特殊工种的质量控制方法及上岗证件。

5）实际抽查主要零部件制造质量。招标人监造所需的仪器、仪表、专用工具和作业对象由投标人提供。

6）招标人认为需监造的重要部件的制造、试验过程和特殊过程。

7）对主要外协/外购件制造单位的考察。

8）合同执行过程中如果需要，招标人可对投标人的外协/外购件制造单位进行考察，主要内容是考察工厂的生产能力、技术水平、管理情况、产品执行标准和质量情况。在考察开始前 20 天，投标人应向招标人提交这些工厂的情况介绍，以及相关产品技术标准等。如招标人有理由认为某单位不宜参与本项目，投标人应另选择合适的单位，如有必要仍需要接受招标人考察。

9）由国外原装进口的外协/外购件，须提交制造厂情况介绍、产地证明和质量证书等。

（3）在招标人派出人员赴生产厂进行设备监造派出前 4 周，投标人应提出相应的工作计划及时间安排，交招标人确认。

（4）招标人派出人员赴生产厂进行设备监造，投标人应按规定标准做好接待工作。投标人须向招标人的监造人员提供必要的工作条件如：办公室（具备基本办公条件）、技术文件、图纸和交通工具等协助，并提前通报详细的生产计划和进度。有关住宿、膳食及交通等方面的费用已包含在合同总价中。

4.3.3 出厂检验

（1）招标人派出人员赴生产厂进行出厂检验，具体安排设计联络时确定。

序号	设备名称	出厂检验内容	人员批次
1	公铁两用车	尺寸、外观检查、装配状态、功能、性能、精度及安全要求等	设备生产制造地，6 人×3 天
2	列车自动清洗机		设备生产制造地，6 人×3 天
3	固定式地下架车机		设备生产制造地，6 人×3 天
4	起重机		设备生产制造地，6 人×3 天
5	检修作业平台		设备生产制造地，6 人×3 天
6	集中吹扫除尘设备		设备生产制造地，6 人×3 天
7	称重设备		设备生产制造地，6 人×3 天
8	移车台		设备生产制造地，6 人×3 天
9	内燃机车		设备生产制造地，6 人×3 天
10	接触网作业车		设备生产制造地，6 人×3 天
11	轨旁检测设备		设备生产制造地，6 人×3 天
12	仓储货架		设备生产制造地，6 人×3 天
13	转向架静载试验台		设备生产制造地，6 人×3 天
14	车轮车床		设备生产制造地，6 人×3 天
15	固定式轮对轴承组装退卸机		设备生产制造地，6 人×3 天
16	轮对超声波全自动探伤装置		设备生产制造地，6 人×3 天
17	构架清洗装置		设备生产制造地，6 人×3 天
18	轮对轴箱激光除锈设备		设备生产制造地，6 人×3 天

（2）出厂检验技术标准

1）合同文件中的“技术规格书”；

2）确认的“设备验收技术条件”、设计终审文件及相关标准。

（3）出厂检验计划与安排

1）在招标人派出人员赴生产厂进行设备出厂检验前 4 周，投标人提出相应的工作计划及时间安排，交招标人确认。

2）招标人出厂检验所需的仪器、仪表、专用工具和作业对象由投标人提供。

3）招标人派出人员赴生产厂进行出厂检验，投标人应按规定标准做好接待工作，有关住宿、膳食、交通等方面的费用已包含在合同总价中。

（4）招标人签发《设备出厂检验证书》

1）招标人在生产厂对其设备出厂检验完毕认可后，双方履行签字手续，招标人签发《设备出厂检验证书》。

2）经招标人出厂检验认可签发《设备出厂检验证书》的设备，投标人才可发货。

3）招标人签发的《设备出厂检验证书》并不减轻投标人所承担的质量保证责任。

4.3.4 设备包装运输和仓储

（1）投标人应说明设备的运输方式。

（2）投标人负责招标人所购设备到达安装使用现场的包装、运输（包括二次运输，如有）、仓储及保险事宜。

（3）投标人负责按该设备的特点对其给予足够的包装保护，防止货物损坏和丢失。

（4）投标人出具符合规定的装箱单。

（5）包装、运输以及保险所需的费用包含在投标总价中。

4.4 设备到货、调试与验收

4.4.1 到货检查和开箱检验

（1）投标人所供设备运抵招标人现场后，招标人将到货信息及时通知投标人。投标人收

到招标人通知后，应及时赴招标人现场进行到货检查和开箱检验。

（2）投标人负责组织到货检查/开箱检验，包括：设备现场开箱；对设备、附件、文件等的清点及登记。投标人应事先提出到货检查/开箱检验的相应工作计划及时间安排交招标人确认。

（3）到货检查和开箱检验的结果，双方履行签字手续。设备到货检查/开箱检验中，如发现短装和质量问题，按商务条款中有关“索赔”的规定进行处理。

（4)投标人在招标人场地进行设备到货检查和开箱检验所发生的费用由投标人自行承担。

4.4.2 设备安装、调试及运行试验

4.4.2.1 总体要求

（1）投标人负责设备的安装、调试和运行试验，对设备安装、调试和运行试验的质量、进度和安全负责，并对调试和运行试验现场投标人人员的人身安全负责。

（2）投标人在设备安装与调试阶段服从南京地铁公司属地管理要求，及时向车辆段管理单位缴纳垃圾清运与临水临电使用费等各项费用。

（3）设备安装、调试和运行试验过程中，招标人的技术、操作和设备维修人员一同参与，结合调试和运行试验过程，投标人对招标人人员进行培训。

（4）投标人在设备安装、调试和运行试验中，要充分考虑对设备及招标人资产的保护，不得损坏招标人的资产，如有损坏招标人将据实提出赔偿。

（5）在设备安装、调试和运行试验前 4 周，投标人应向招标人提出设备安装、调试和运行试验工作策划，供招标人确认。

（6）在设备安装、调试和运行试验中，投标人应向招标人提供有关本项目安装、调试完整的技术文件和图纸。

（7）设备安装、调试和运行试验所用专用仪器、工具、量具、易损易耗件等等，由投标人自备。投标人由于设备调试和运行试验，所发生的费用（包括临时通信和可能出现的现场水、电费用）由投标人自行承担。

（8）在设备安装、调试和运行试验中，投标人人员应接受招标人的协调及管理。

（9）投标人对设备安装、调试和运行试验结束确认合格后，提交招标人进行设备竣工验收，同时向招标人提供运行试验、竣工验收应急预案。

4.4.2.2 安装要求

由于地铁基地施工单位众多，车辆段工艺设备项目管理人员需要极强的协调能力。承担安装工作的单位需具有中华人民共和国境内城市轨道交通车辆段工艺设备工程业绩，安装单位项目经理及人员也要服从招标人、监理及车辆基地属地管理单位的管理。项目负责人及项目管理人员需要按时参加各种工程例会和其他相关的协调会议，以满足工期的需要。每一次会议的会议纪要，都作为合同的一部分而予以执行。

在每个需安装的设备进场施工前，要根据站库房土建完成的情况、库房装修计划、库房机电设备安装计划的综合考虑，向招标人、监理及车辆基地属地管理单位提交进场计划、完工时间、安装所需的场地计划等。

安装调试人员必须是对应本次招标所定品牌、型号的设备，经过相关部门专门培训、考核，取得合格证书和上岗证，经验丰富的人员，并有相应的质量保证体系。设备进场前提供安装人员名单及上岗证复印件。

投标人在设计联络后将设备土建安装要求以及平面布置图等有关资料送交车辆基地工点设计院人员。布置图应包含与各设备的尺寸布置及电气负载、载荷、土建要求、各处洞孔、电缆、线槽管件尺寸及位置等全部资料。该资料便于设计人员进行专业间互提资料用。安装图要求有中文文本（附图要求有CAD版本）。在车辆基地工点设计院人员深化出图前，投标人组织双方审图后审批签字认可后下发给各施工单位。

招标时招标人提供的平、立剖面图，位置及外框尺寸仅供参考。投标人应根据自身系统考虑安装的需要，进行修改补充。修改补充内容须报招标人和设计单位签字认可。但招标人保留对所提供图纸的随时变更的权力。

电源开关至各机件及控制部分的联结等均包括在报价内，并由投标人供应及安装。所有配线均应按照中国政府国家标准及规范执行。

安装所需工具、机具、起重设备、材料及临时设施，由投标人解决、与安装有关的设备保管、设备吊装就位、安全、保险等亦由投标人负责。

除此之外，工程所必需的主要附属材料、机具及工程涉及的设备装置以及质量监督部门所规定的一切条款及收尾整理工程均由安装单位提供并完成，费用计入投标报价。除本招标文件规定的义务或合同内商定的条款外，任何安装问题或费用均与招标人无关。

4.2.2.3 现场保护

投标人负责设备进场至移交使用期间的成品、半成品保护，投标人应提供详细的保护方案，相关措施在商务报价中体现，并合理开项。安装现场的一切安全保护由投标人或招标人

指定的安装单位负责。

4.2.2.4 安装现场检查

投标人应在合同签订完成后即开始进行土建地跟踪测量。投标人应配合招标人及监理检查各土建承包商的图纸，跟踪土建地进展情况，并按照招标人的要求编制土建情况测量表，对安装现场的开孔尺寸、安装位置和荷载进行实地测量和检查，配合招标人及监理做好图纸核对和测量结果的汇总工作，确认土建结构是否符合要求，并签署验收报告书。

安装开始前一个月，投标人应与招标人共同检查安装现场是否已具备安装队进场条件，包括临时用电、用水和临时用房的搭建和设备存放位置等。

如有必要，招标人将会要求投标人及其安装单位进行部分土建结构的修改工作，以满足安装要求。

4.2.2.5 安装计划

工程计划安装前 3 个月，招标人会根据各土建检查的结果制定一个粗略的安装计划，内容包括每个设备的计划到货时间、安装时间、初步验收时间等。

投标人在收到招标人的计划后 20 天内，应根据土建完成情况、属地管理单位协调的情况制定详细的安装实施计划提交招标人和监理确认，内容应包括（但不限于）：

（1） 进度计划：细化至每个设备的安装调试、竣工验收的进度。

（2） 施工方法：安装钻孔等。

（3） 设备落实：运输及安装设备的落实。

（4） 人员配备：每项设备安装中的技工人数、安装现场工程师人数、总人数。

（5） 工程管理：管理框架，进度、质量、技术、安全等方面的人员设置及管理办法等。

（6） 每批设备材料的到货时间、安装开始时间和竣工验收时间等将在供货通知中或以其它更合适的方法供招标人确认。

（7） 在实际执行中，允许根据工程实际情况对已定计划加以修正。但双方均应以书面形式提出要求和确认。但这种修正被限制在该工程必须按招标人要求的时间内完成。

（8） 提供安装组织的方案。

4.2.2.6 安装单位及人员

本合同的设备安装由投标人完成，如必须委托其它单位安装或合作安装，均属分包行为，

必须在投标书中作详细说明。

安装人员应持有政府部门承认的上岗证，并必须有安装经验人员现场指导。

投标人应设安装现场指挥部及安装负责人和技术、质检、计划及安全负责人，负责安装工程的计划、协调、人力调配及工程质量管理等工作；还应设有多名现场安装工程师，负责技术指导、质量监督、安装现场测量、安装质量记录、检查认可等。

4.2.2.7 本项目含安装的设备（包含但不限于）

序号	设备名称	数量	单位	安装位置/归口部门
1	**数控不落轮镟床**	1	台	镟轮库
3	**列车自动清洗机**	1	台	洗车库
4	**固定式地下架车机**			
4.1	固定式地下架车机（6A）	1	套	定临修线
4.2	固定式地下架车机（6B）	1	套	大架修线
5	**起重机**			
5.1	电动双梁桥式起重机	2	台	大架修库
5.2	电动双梁桥式起重机	1	台	定/临修库
5.3	电动双梁桥式起重机	1	台	定/临修库
5.4	电动双梁桥式起重机	1	台	转向架轮轴检修区
5.5	电动单梁桥式起重机	2	台	转向架轮轴检修区
5.6	电动双梁桥式起重机	1	台	转向架轮轴检修区
5.7	电动单梁桥式起重机	4	台	转向架轮轴检修区
5.8	电动单梁桥式起重机	1	台	转向架部件检修区
5.9	电动单梁桥式起重机	2	台	受电弓、空调检修区
5.10	电动单梁桥式起重机	1	台	备品区
5.11	电动单梁桥式起重机	1	台	门窗、制动盘检修区
5.12	电动单梁桥式起重机	1	台	电机检修区
5.13	电动单梁桥式起重机	1	台	部件清洗、厂机检修区
5.14	电动单梁桥式起重机	1	台	车体间 1
5.15	电动单梁桥式起重机	1	台	车体间 2

5.16	单臂悬吊	1	台	运用库 29 道库尾端
5.17	电动单梁桥式起重机	1	台	不落轮镟库
5.18	电动单梁桥式起重机	1	台	物资库
5.19	电动单梁桥式起重机	2	台	特种车库
5.20	电动单梁桥式起重机	1	台	卸料棚
6	**检修作业平台及司机室登车平台**			
6.1	司机室登车平台	17	个	运用库-停车列检
6.2	立柱式二层作业平台	1	处	运用库-停车列检 23 道B列位
6.3	立柱式二层作业平台	1	处	
6.4	立柱式二层作业平台	2	处	运用库-双周三月检 L26-29
6.5	立柱式三层作业平台	3	处	
6.6	悬空防护网	2	处	
6.7	立柱式三层作业平台	1	处	联合检修库-定临修库 L33-34
6.8	立柱式防护网	1	处	
6.9	悬空防护网	1	处	
6.10	立柱式三层作业平台	1	处	联合检修库-静调库 L31-32
6.11	立柱式二层作业平台	2	处	
6.12	悬空防护网	2	处	
6.13	立柱式三层作业平台	1	处	联合检修库-吹扫库L30
6.14	悬空防护网	1	处	
7	**智能吹扫机器人系统**	1	套	联合检修库-吹扫库
8	**移动式架车机**	1	组	工程车库
9	**转盘**			
9.1	重载转向架转盘	5	套	联合检修库
9.2	转向架转盘	5	套	联合检修库
9.3	轮对转盘	20	套	联合检修库
10	**列车称重设备**	1	套	联合检修库
11	**车体称重设备**	1	套	联合检修库

12	**移车台**	1	套	联合检修库
16	**智慧场段综合管控系统**	1	套	石塘南车辆段
17	**一体化轨旁检测**			
17.1	受电弓轨旁监测系统	1	套	出入段线检测棚
17.2	轮对轨旁监测系统	1	套	出入段线检测棚
17.3	车辆 360°智能检测系统	1	套	出入段线检测棚
17.4	TADS	1	套	正线马骡圩至石塘公园站区间下行DK11+508附近
17.5	智能飞行列检系统	1	套	运用库无人区
18	**专用工器具**			
18.1	JZ-7/7G型空气制动机试验台	1	台	工程车库
18.2	风管试验台	1	台	工程车库
20	**仓储货架及管理设备**			
20.1	重型货架	1	套	物资库
20.2	钢结构平台	1	套	物资库
20.3	阁楼式货架	1	套	物资库
20.4	轻型货架 1	92	个	物资库
20.5	轻型货架 2	20	个	易燃品库
22	**清洗除尘及压缩空气设备**			
22.1	空压机站及压缩空气管道	1	套	架大修，具体布局见附图
二	**车辆架大修设备**			
10	**自动恒流恒压充电机**	3	台	架大修
11	**自动恒流恒压放电机**	2	台	架大修
12	**蓄电池电压检测系统**	1	台	架大修
21	**电器综合试验台**	2	台	架大修
22	**轮对轴箱激光除锈设备**	1	台	架大修

23	**转向架静载试验台**	1	台	架大修
24	**车轮车床**	1	台	架大修
25	**固定式轮对轴承退卸机**	1	台	架大修
26	**固定式轮对轴承压装机**	1	台	架大修
27	**轮对荧光磁粉探伤机**	1	台	架大修
28	**轮对超声波全自动探伤装置**	1	台	架大修
29	**构架翻转机**	3	台	架大修
30	**自立式起重机**			
30.1	自立式起重机 1	1	套	架大修转向架拆卸举升台位
30.2	自立式起重机 2	1	套	架大修转向架装配举升台位
30.3	自立式起重机 3	1	套	架大修转向架子部件检修区
30.4	自立式起重机 4	1	套	架大修齿轮箱检修区
30.5	自立式起重机 5	1	套	架大修制动盘安装区域
30.6	自立式起重机 6	1	套	架大修轴箱激光除锈区域
33	**构架清洗脱漆装置**	1	台	架大修
41	**长大杆件类磁粉探伤机**	1	台	架大修
42	**轮对激光脱漆除锈装置**	1	台	架大修
43	**空气弹簧试验台**	2	套	架大修
45	**轮对及小部件检修装置**	1	台	架大修
46	**轮轴压装退卸一体机**	2	台	架大修
47	**轴颈车磨滚压一体车床**	1	台	架大修
48	**数控立式车床**	2	台	架大修
59	**转向架提升装置**	4	台	架大修
60	**受电弓试验台**	1	套	架大修
64	**速度传感器试验台**	1	台	架大修

70	**转向架小部件清洗脱漆间**	1	套	架大修
77	**齿轮箱跑合试验台**	2	台	架大修
83	**制动盘荧光磁粉探伤机**	1	台	架大修
84	**制动盘专用动平衡机**	1	台	架大修
85	**牵引电机吹扫装置**	1	套	架大修
86	**牵引电机动平衡机**	2	台	架大修
93	**牵引电机拆装设备**	1	套	架大修
87	**牵引电机试验装置**	1	台	架大修
94	**牵引电机烘箱**	4	台	架大修
97	**牵引电机区自立式起重机**			
97.1	牵引电机区自立式起重机 1	1	套	牵引电机分解检修区
97.2	牵引电机区自立式起重机 2	1	套	牵引电机恒温检测间
97.3	牵引电机区自立式起重机 3	1	套	牵引电机轴承压装间
97.4	牵引电机区自立式起重机 4	1	套	牵引电机组装测试区

4.4.3 竣工验收（预验收）

投标人对设备调试和运行试验结束确认合格后，提交招标人进行设备竣工验收（预验收）。

（1）设备竣工验收（预验收）技术标准

（2）合同文件中的“技术规格书”；

（3）招标人确认的“设备验收技术条件”、设计终审文件和相关标准。

（4）投标人提出设备运行试验、竣工验收（预验收）应急预案书面文件（含电子文件）材料，提交招标人、监理认可。

（5）设备竣工验收（预验收）程序

（6）设备单体分项检验；

（7）设备全系统协调运行检验；

（8）设备稳定性、持久性、可靠性运行检验（至少 10 次系统运行）；

（9）设备可靠性、可用性和可维护性评估考核；

（10）招标人在对设备完成上述五项检验与评估后，若确认设备合格，或预验收中尚存

的不影响总体性能和质量前提下的瑕疵和缺陷，可列入预验收开口项，在投标人承诺一个月内予以修复的前提下，方可通过设备的预验收，双方履行签收手续，签发《设备预验收合格证书》。

（11）设备竣工验收（预验收）签字日，设备正式移交给招标人，质保期起算。

4.4.4 竣工结算

预验收完成后，线路开通后的半年内。投标人需及时配合招标人完成：

（1）所有变更流程（变更立项、变更完成、变更指令）的报审；

（2）信息化系统的合同清单组资；

（3）现场资产标签张贴、资产清点核对；

（4）备品备件、专用工具、技术资料移交运营入库；

（5）信息化系统资产移交流程审批；

（6）所有到货款项支付完成等工作内容；

以上内容经招标人和监理审批完成后方可在信息化系统进行竣工结算文件报审，竣工结算文件内审完成后方可进行竣工结算支付。

4.4.5 最终验收

（1）在整机质保期中，设备使用一切正常，整机质保期结束时，招标人进行设备的最终验收。若“设备最终验收”合格，招标人在整机质量保证期结束后 30 天内签发《设备最终验收合格证书》。

（2）在整机质保期内，当设备不能满足功能、性能、精度及安全要求，通过更换零部件又不能恢复时，整台设备将视为最终验收不合格。

（3）在整机质保期内，同一零部件由于故障而更换两次，该零部件将视为不合格。在整机质保期内，同一型号的不同部位的零部件因故障更换三次，该零部件也将视为不合格。不合格件的有关索赔按商务部分的有关条款执行。

4.5 技术文件及图纸

4.5.1 技术文件及图纸基本要求

（1）技术文件及图纸的内容

（2）技术文件及图纸的内容涵盖技术文件、标准、手册、图纸、软件/程序以及技术文件和图纸的确认清单、技术文件和图纸的交付清单等，包括纸质文件和电子文件。

（3）投标人向招标人提供的图纸、手册和技术文件应充分、广泛和详细地说明　设备及其部件的性能、原理、结构和尺寸以及部件的型号、规格和技术参数，使招标人能够实现对设备的操作、检查、修理、试验、调整和维护。有关的设计图纸、软件及程序应无保留提供，投标人不应以产品的保密拒绝提供这些文件，但招标人承诺为投标人保密。

（4）投标人应对所提供的全部文件的正确性、完备性和及时性负完全责任。

（5）投标人提交的文件和图纸均应符合中国的制图标准。另外，在图纸中的所有尺寸标注都应使用公制。

（6）所有文件都应表示出项目名称、投标人名称、招标人名称、日期和版本索引，标题、序号和比例。

（7）为了将来文件和图纸的复制，所有文件都应在纸质文件数量之外提交 2 套电子文件（光盘）。电子文件应用Microsoft office 2007 for windows（或以上版本）的形式提交。图形、电路图和机械图等还应提供合适软件平台，如Autocad 2007 for windows（或以上版本）等。所有的电子文件不得设置密码和时限，文件可编辑。

（8）投标人的技术文件、图纸和手册以中文或中文、英文对照形式提供，如出现歧义，以中文为准。

（9）为了明确设备与其他系统的接口，所需要的有关设备的技术资料，投标人应予提供。

（10）技术文件在设备使用过程中有更新时，投标人应及时向招标人提供最新的更新部分。

（11）投标人应保证所有的技术文件的格式与招标人的要求相一致。

4.5.2 投标时提交的技术文件及图纸

投标时应提供但不限于下列技术文件。

（1）按要求提供 5 年内已使用该设备的主要厂家或公司的清单。用于城市轨道交通行业

或类似使用条件的业绩应优先列出，以便业主核实；

（2）设备技术规格书。技术规格书应包括设备的型号及规格、主要材料和外购件清单以及用户需求书中所要求的其他技术说明；

（3）设备总原理图，电气/控制/液压系统原理图

（4）供货清单，包含设备主机/主要部件/标准附件清单、外购件清单、随机工具（含专用工具）及测试设备清单、技术文件和图纸清单。

（5）设备验收评定标准（依据的标准、验收程序、验收项目、评定标准及参数、检测方法和检测仪器工具）

（6）培训计划

（7）其它技术文件与图纸

4.5.3 供货时提交的技术文件及图纸

供货时应提供但不限于下列技术文件，提交数量为纸质文件五份、电子文件(光盘）二份:

（1）设备使用的有关标准；

（2）设备装配图；

（3）设备安装图；

（4）设备安装手册；

（5）设备调试手册；

（6）设备操作手册；

（7）设备维修手册；

（8）设备保养手册；

（9）易损易耗件清单/全套易损件图纸；

（10）各种电气原件的使用说明书；

（11）充放电设备的各种试验报告；

（12）外购件清单，价值 2000 元人民币以上的外购件要有完整的技术说明书；

（13）安全操作规程

（14）出厂检验的项目清单；

（15）设备验收项目清单；

（16）各种附件的合格证明；

（17）其它技术资料及图纸。

4.5.4 技术文件及图纸归档

根据南京地铁工程管理办法做好技术资料的归档工作。

4.6 培训

4.6.1 培训方式

投标人对招标人人员的培训，分为理论知识和实际技能两部分，于不同的时间段、在不同的地点上进行：

一是设备监造或出厂验收阶段，招标人派员在设备制造厂生产现场接受设备的结构、原理、装配和检修工艺等知识和技能的培训；

二是设备安装调试阶段，在用户设备安装现场，结合设备安装、调试和运行试验过程，投标人对招标人的相关人员进行培训；

三是设备预验收前，在招标人教室和现场，采用理论和实践相结合的方法，投标人对招标人人员进行系统培训，包括设备的机构、原理、调试、控制、操作、保养、检修及安全规程等知识和技能的系统培训。

4.6.2 培训人员

招标人接受培训的人员包括：技术人员、操作人员和维修人员。

招标人派出人员针对各种设备赴国内生产厂进行培训。该培训可以随招标人出厂检验一同进行，具体安排具体安排设计联络时确定。

序号	设备名称	培训内容	人员批次
1	数控不落轮镟床	设备基本工作原理	设备安装/制造地，6 人×5 天
2	公铁两用车		设备安装/制造地，6 人×3 天
3	列车自动清洗机		设备安装/制造地，6 人×3 天

4	固定式地下架车机	设备基本结构组成	设备安装/制造地，6 人×3 天
5	起重机	设备电气控制系统基本原理	设备安装/制造地，6 人×3 天
7	集中吹扫除尘设备		设备安装/制造地，6 人×5 天
8	移动式架车机		设备安装/制造地，6 人×3 天
9	称重设备	设备工作流程及模拟	设备安装/制造地，6 人×3 天
10	移车台	设备实际操作或驾驶	设备安装/制造地，6 人×3 天
11	工程车		设备安装/制造地，6 人×10 天
12	轨旁检测设备	其他问题及答疑考试	设备安装/制造地，6 人×5 天
13	各类架大修设备		设备安装/制造地，30 人×15 天

4.6.3 培训教师及教材

投标人派出人员来用户地对招标人员进行系统培训，培训教师应至少包括两名熟悉设备机械及电气工作原理、调试和检修技术的机械工程师和电气工程师。

对招标人人员的培训，投标人应提供相应教材和资料，对参加培训的人员应提供文本教材。所有培训用材料应易拷贝，音像制品应能拷贝复制，提供的文件采用Microsoft office2007 for windows（或以上版本）制式。

4.6.4 培训计划与安排

设备竣工验收前的系统培训时间不少于 2 天。对招标人人员培训前，投标人应提出相应的“培训计划”文件，列明培训科目、课时、方式、教材及考核等 项内容，并提前三个月交招标人审核和确认。

招标人派出人员赴生产厂培训，有关住宿、膳食、交通等方面的费用包含在合同总价中。

投标人派出人员来用户地对招标人人员系统培训所发生的一切费用（包括翻译）由投标人自理。

4.7 一致性协调方基本要求

4.7.1 定义

（1）行车间隔：指在线路上任意一点，同向连续运行列车间的时间间隔。

（2）旅行速度：正常运营情况下，列车从起点站发车至终点站停车的平均运行速度。

（3）站停时间：是指从列车进站停稳至列车启动出发离站时止的这段时间，即从车轮停止转动至再次启动时所需要的时间。列车站停时间主要由列车开关门技术时间和乘客上下车时间构成。

（4）永久限速：由线路结构的物理限制或其它标准所决定的在线路特殊区段的最大允许安全速度。

（5）目标速度：列车运行至前方目标地点应达到的允许速度。

（6）惰行：列车在牵引/制动不起作用情况下的运行状态。

（7）超速防护：车载ATP系统保证列车在安全限速范围内运行。

（8）保护区段：为实现超速防护，保证安全停车而延伸的闭塞区段。

（9）安全防护距离：列车自动防护系统中，列车超速防护实施安全停车控制时，为防止停车位置离散性可能造成的危险，而设置的自预定停车位置至目标地点的安全距离。

（10）列车识别：通过列车编号、目的地和长度等信息来识别列车的方法，可以自动地实现进路设置或调度等功能。

（11）点式通信列车：具备轨旁设备与车载设备间点式通信的列车。

（12）连续式通信列车：具备轨旁设备与车载设备间连续式通信的列车。

（13）非通信列车：不具备轨旁设备与车载设备间通信的列车或没有装备车载设备的列车。

（14）故障：是功能单元执行要求的功能的能力降低或失去其能力的异常状况。

（15）失效：功能单元执行一个要求功能的能力的终止。

（16）故障率：一个部件的故障率是指独立的部件故障总量与设备所有运行小时数的比率。

（17）平均无故障时间（MTBF）：系指设备相邻两次故障（故障：产品失去完成规定功能的状态）之间的平均工作时间。

（18）故障修复时间：从维修人员接触到故障设备并允许维修到故障设备完全恢复其设

计的使用功能所经过的时间（维修工作已经全部完成）。

（19）有效性检查：对模块、子系统、系统在指定的环境和条件下进行测试，以检查其是否完全满足设计功能。

（20）验收（核查）：通过规定的程序，投标人必须证明设备必须达到的各项测试已满足既定的合同要求。

（21）安全性：保证行车和人身以及设备安全的能力，以在给定时刻系统维持安全功能完善的概率指称。

（22）可靠性：产品在规定的条件下和规定的时间区间内完成规定功能的能力。

（23）可用性：可修复产品在某一特定瞬间维持其功能的概率或在某一期间内维持其功能的时间比率。可用性是产品可靠性、维修性和维修保证性的综合指标。

（24）可维护性：产品在规定的使用条件下并按规定的程序和手段实施维修时，为保持产品处于正常使用状态或为修复产品的故障、缺陷，使之恢复执行功能状态的能力。

（25）设备使用年限：在一般维护条件下，保证工程正常使用的最低时段。

（26）系统生命周期：从系统的构思开始到系统不能再使用而退役或淘汰的时间内所发生的活动。

（27）安全评估：评判系统的风险是否被降低到可以接受的程度的过程。

（28）安全评估报告：工程项目中安全需求满足情况检查工作的报告。

（29）最终安全评估报告：对于整个信号工程的安全评估和安全审查工作的信息汇总，并对系统的安全状态给出最终结论。

（30）安全授权书：由权威的信号系统独立第三方安全评估机构（且独立于本工程）提供的负责任的系统安全性状态的结论，以及该系统在规定条件下运行的许可。

（31）核心技术：本文件中的核心技术指列车自动防护（ATP）和列车自动驾驶（ATO）。

（32）项目工程验收：指各项单位工程验收后、试运行之前，确认建设项目工程是否达到设计文件及标准要求，是否满足城市轨道交通试运行要求的验收。

（33）竣工验收：是指项目工程验收合格后、试运营之前，结合试运行效果，确认建设项目是否达到设计目标及标准要求的验收。

（34）专项验收：是指为保证城市轨道交通建设工程质量和运行安全，依据相关法律法规由政府有关部门负责的验收。

（35）全自动驾驶系统：对全自动驾驶的安全、可靠、运营产生关键影响的系统，包括

车辆、信号系统、站台门系统、综合监控系统、通信系统（含PIS系统）、车辆段工艺设备、PSCADA等与行车密切相关的系统（简称“全自动驾驶系统”）。

（36）除上述已经定义的名词术语外，本《用户需求书》所采用的名词术语符合中华人民共和国《铁路信号名词术语》、《城市轨道交通工程基本术语标准》的定义。

4.7.2 一致性协调方工作范围及职责

（1）为确保全自动驾驶项目的计划、进度、质量和投资的按期完成，特别是实现核心设备系统的全自动驾驶GOA4/UTO功能，实现接口的安全性、完整性和一致性的目标，确保全自动驾驶系统在建设过程中有序、可靠、稳步推进，由南京地铁集团 11 号线UTO工作领导小组作为全自动驾驶项目核心设备系统的总协调方，作为对 11 号线全自动驾驶项目的工程建设领导和重大事项决策。

（2）总协调方日常工作由南京地铁 11 号线UTO建设管理办公室负责。

（3）总协调方将协调与管理 11 号线设计单位、施工单位、监理单位、全自动驾驶设备系统承包商等，竭尽全力共同为项目的有序推进，加强沟通与合作。

（4）一致性协调方在总协调方的领导之下，协助业主对全自动驾驶核心设备系统（包括车辆检修设备与工程车集成包）进行管理，并承担一致性协调方管理职责。

（5）一致性协调方应该本着科学、合理、公正、高效、务实的原则开展工作，车辆检修设备与工程车集成包的承包商在本项目的技术工作、计划管理工作中，必须服从一致性协调方的指导和管理。

（6）如果车辆检修设备与工程车集成包的承包商与一致性协调方有意见冲突产生争议或有分歧时，由总协调方进行裁决，当事双方必须无条件接受，并不得提出增加额外的费用。

（7）为高效推进地铁全自动驾驶核心设备系统各项工程节点目标的按期实现，保证一致性协调方管理的工作效率和协调的严谨性、严肃性，在车辆检修设备与工程车集成包的承包商的合同付款条件中，针对各个设备系统接口管理和技术协调相关部分的合同费用，增加一致性协调方的签字确认附件，作为申请业主支付合同费用的条件。

（8）总协调方与一致性协调方为了南京地铁全自动驾驶GOA4/UTO项目，将定期召开专门会议，高效协调工程进度中的各类问题。

（9）在南京地铁 11 号线工程全自动驾驶系统项目实施全过程中，一致性协调方对全自动驾驶系统及外场测试线的技术条件的完整性、合理性的实现负技术总责。

（10）在全自动驾驶系统的项目设计、实施、调试、安全评估、运营筹备及开通运营等全过程中，一致性协调方参与全自动驾驶系统总成协调、技术协调、接口协调、工作协调等与全自动驾驶相关工作。

（11）一致性协调方牵头对全自动驾驶系统间的接口配合进行协调。

（12）一致性协调方牵头制定全自动驾驶的接口需求，编制全自动驾驶维护管理运用文件、全自动驾驶运行系统场景说明书。对所有全自动驾驶系统的招标文件进行审核。全程参与总协调方与其他全自动驾驶系统的合同技术谈判/澄清。负责进行全自动驾驶接口调试及功能确认，确保全自动驾驶系统功能的完整性和安全性。相关专业服从一致性协调方的管理和安排。在各个设备系统接口管理和技术协调相关部分的合同费用付款条件中，须具有一致性协调方签字确认的附件作为付款条件。一致性协调方应对行车相关专业各阶段与全自动驾驶相关的工作以及阶段性成果进行确认。

（13）一致性协调方应对全自动驾驶系统相互间的所有接口功能负总责。车辆检修设备与工程车集成包的承包商应积极配合。

（14）在全自动驾驶系统的设计、设计联络、设备制造过程中，一致性协调方须对相关技术工作计划、技术标准、技术接口、技术实施方案等问题进行审核、协调和确认，尤其对接口要求需编制专题文件，并负责组织会签。

（15）全自动驾驶系统各承包商应无条件参与总协调方和一致性协调方等共同组建的、为全自动驾驶系统顺利实施的各种工作组及协调组的工作。为确保全自动驾驶系统在实施全过程中有序、协调、保质、保量的顺利推进，总协调方在南京组建全自动驾驶工作组，一致性协调方在全自动驾驶系统实施全过程中，须全过程参与全自动驾驶工作组。

（16）全自动驾驶系统各承包商在全自动驾驶系统的技术工作、计划管理工作中，必须无条件服从一致性协调方的指导和管理，如果全自动驾驶系统承包商与一致性协调方有意见冲突产生争议或有分歧时，由总协调方进行裁决，当事双方必须无条件接受，并不得提出增加额外的费用。

（17）一致性协调方对全自动驾驶系统与全自动驾驶相关的技术文件有指导、确认和否决权，若招标人无异议，全自动驾驶系统各承包商必须无条件接受；对全自动驾驶系统其他承包商的工作计划、人员投入有权提出能满足全自动驾驶系统实施的修改、调整意见，在征得总协调方同意后，全自动驾驶系统其他承包商须无条件执行；总协调方对全自动驾驶系统承包商支付相关费用时，一致性协调方的意见将视为重要的支付依据；必要时，总协调方将视为唯一依据；一致性协调方对全自动驾驶系统其他承包商的技术和计划配合工作有权单方

面向总协调方提出评价和奖罚意见，经总协调方核查合理性后，将据此给出通报或奖罚。

（18）在一致性协调方对全自动驾驶系统阶段性的设计文件、全自动驾驶系统与全自动驾驶系统相关的技术文件进行确认和组织会签后，并经总协调方确认后方能进入下阶段工作。

（19）一致性协调方应负责编制全自动驾驶整个调试工作计划，包括外场测试及现场调试内容，具体测试计划及列表应在设计联络阶段，由一致性协调方汇总各系统提交的测试项目后提交总协调方确认，其中：

（20）外场调试单体调试阶段，由车辆承包商负责制定完善的单体调试计划，并提交总协调方确认。外场调试联调阶段，由一致性协调方负责制订完善的联调计划，并提交总协调方确认；由一致性协调方负责管理、协调各专业开展联合测试。

（21）现场调试阶段，由一致性协调方负责制定完善的接口及综合联调测试计划，并提交总协调方确认；由一致性协调方负责管理、协调各专业开展联合测试。

（22）车辆检修设备与工程车集成包的承包商完成一致性协调方要求的工作情况作为服务费的支付条件之一。

4.8 第三方安全评估技术要求

车辆检修设备与工程车集成包的承包商及分供商应无条件配合招标人的核心设备系统独立第三方安全评估单位完成本章的相关工作。

4.8.1 适用范围

对本工程核心设备系统安全（包括车辆检修设备与工程车集成包中的车辆基地与停车场无人区设备）进行总体的安全评估工作（含RAM），要求对无人区设备分供商的质量管理体系进行审查，评估无人区设备分供商安全管理组织和程序，评估项目组成员的能力和资质，评估无人区设备分供商的设计变更和配置管理过程，确保文档和软、硬件成果物版本可控，同时要求对设备系统升级版本进行控制。第三方安全评估单位将在每项安全审查工作或安全评估工作结束后，编写安全审查报告和安全评估报告。对应本工程各工期里程碑节点，第三方安全评估单位将出具南京地铁11号线工程核心设备系统独立第三方安全评估报告和授权证书。

4.8.2 总体职责和要求

（1）第三方安全评估单位在核心设备系统安全评估工作的总责与管理要求：

a.在核心设备系统安全评估工作中负总责；

b.负责核心设备系统试运营等阶段前的发证；

c.负责核心设备系统安全评估工作的牵头与管理。

（2）第三方安全评估单位对车辆段无人区核心系统安全评估(含RAM)的主要工作：

a. 负责审查和确认车辆段无人区核心系统独立第三方安全评估机构提交的评估文件；

b. 负责车辆段无人区核心系统检查系统独立第三方安全评估机构，或者公司内部独立安全评估团队提交的评估报告；

c. 负责车辆段无人区核心系统（特定应用）的独立第三方安全评估(含RAM)；

（3）车辆段无人区核心系统供货商必须配合第三方安全评估单位，按照EN50126 生命周期阶段，提供系统（特定应用）工作所需的相关文档资料，包括相关特定系统需求，应用设计，危害分析，危害日志管理，验证确认报告，安全相关应用条件，RAM分析报告，安全论据等。

（4）系统供货商应无条件配合与其接口相关其它专业的安全评估工作。

（5）安全评估单位将根据交叉接受原则EN50506-1 对信号系统、通信系统、车辆系统关于车辆段无人区的评估结论做内部交叉认可。

（6）可靠性、可用性、可维护性、安全性指标要求

a. 系统可用性须根据以下公式计算：

$$Ain = \frac{MTBF_{COMsubsystem}}{MTBF_{COMsubsystem} + MTTR_{COMsubsystem}}$$

b. 设备的可靠性、可用性、可维护性各指标要求

a）洗车机

名称	可靠性	可用性	可维护性
	MTBF（Hours）	Ai(%)	MTTR （min）
洗车机	499	99.9%	≤30

4.8.3 车辆基地无人区系统第三方安全评估要求

4.8.3.1 车辆基地无人区与其他核心设备的接口要求

a. 与信号系统的接口

南京地铁 11 号线工程采用全自动无人驾驶车辆，全自动无人驾驶运行的核心是列车自动控制系统，为保证列车自动运行控制的实现，车辆基地无人区需要实现与信号系统的接口管理，实现无人区车辆休眠、唤醒，自检，出库，停车，发车，回库，开关门，洗车等全过程的自动控制及安全防护。

b. 与综合监控系统的接口

车辆基地无人区需要设置物理隔离，各隔离区域包括无人区与有人区的分割门处 需要设置门禁系统，以保护工作人员的安全。门禁系统的的授权及监控有综合监控系统进行统一的管理。当紧急情况发生时，需要有综合监控系统进行统一调度及管理。

c. 与通信系统的接口

CCTV 覆盖车辆基地无人区的洗车区域，观察及监控洗车的全过程。

d. 与基础设施的接口

车辆基地无人区内的停车列检库，自动控制区域/非自动控制区域转换轨，洗车库的长度，以及停车线的设置需要考虑列车长度及安全保护距离等安全需求。

4.8.3.2 安全评估目标

a. 评估隐患识别、归类、解决、记录、监测和关闭过程的充足性和稳健性，验证系统风险已被降低至合理可行的最低限度（ALARP）；
b. 评估车辆基地无人区与其他核心设备系统（信号系统，通信系统，综合监控系统等）之间 接口安全管理，确保系统 接口危害识别和危害分析是否满足安全要求；
c. 检查和评估技术细节，包括设计文件、示意图、报告、模拟结果、计算、测试记录、安全报告和测试与调试的见证（包括工厂测试、动态测试），以保证安全关键子系统的安全保护和相关的接口是充足的；
d. 车辆基地无人区安全防护方案的合理性，完整性，充分性及正确性；

e. 评估测试计划、测试方案、测试通过标准、测试流程、后续测试报告的充足性，以及测试工程师的能力管理，所挑选的设备和系统测试的见证；

f. 审查及评估设计变更及配置管理的验证及确认过程；

g. 评估车辆基地无人区建设的质量管理体系执行情况，在审查报告中总结质量管理情况，进行评价，指出不足；

h. 评估车辆基地无人区建设的安全管理体系执行情况，在审查报告中总结质量管理情况，进行评价，指出不足；

i. 评估公司对独立安全评估及独立安全审查过程的不合格项的纠正预防措施及执行情况。

4.8.4 独立第三方安全评估（含 RAM）方法

独立安全评估将依据欧洲电工标准委员会制定的标准的方法来执行，在评估过程中系统的相关文件需要被评估，当各核心设备系统供应商提供系统安全评估报告的证明文件时，交叉认可原则将得到应用。

同时，在评估时评估员将紧跟着整个项目开发，从初步设计阶段直到项目的调试阶段以及商业运营。

主任评估员及评估员会根据各核心设备系统供应商要求参加相关的审核和评审活动，这些活动主要分成如下方面，没有必要按顺序进行，而是根据一定的边界条件部分重叠的方式来进行。

- 系统风险分析和安全需求的识别的评估；
- RAM 活动评估
- 文档完整性和技术符合性的检查；
- 现场审查；
- 实验室和现场测试的见证。

将分为多个阶段，从设计阶段，贯穿测试阶段等等，直到最后证书和独立安全评估报告的发布，包括ISA安全评估计划，将根据招标文件的要求和CENELEC 50126 开发阶段要求来设计。

4.8.5 独立第三方安全评估（含 RAM）活动

独立安全评估将依据欧洲安全相关标准规定的方法来执行；评估活动的展开允许评估员紧跟着整个项目开发，从初步设计阶段直到项目的调试阶段以及商业运营,主任评估员会根据总协调方和一致性协调方要求参加相关的审核和评审活动。

这些活动分成如下方面，没有必要按顺序进行，而是根据一定的边界条件部分重叠的方式来进行。

- 系统风险分析评估和安全需求的识别;
- 文档完整性和技术一致性的检查；
- 更新文档的审核；
- 实验室和现场测试的见证。

车辆基地无人区防护方案的评估将使用如下技术方法进行：

- 文档文件的完整性和技术符合性检查, 评估：包括车辆基地无人区的危害的识别、分级、记录、追踪和关闭过程，有关测试计划、测试案例、测试通过准则、测试过程等。
- 现场的安装调试及测试见证。
- 现场质量管理及安全管理的审查。

5 质量保证与产品 RAM 保证

5.1 提供产品的质量责任

（1）供货设备及部件应是全新的、完整的、技术成熟的、符合“用户需求书”和各项技术标准及验收（包括最终验收）要求的合格产品。

（2）投标人应保证合同项下所提供的设备及部件是用优质的材料和工艺生产制造的，不应该存在设备因工艺粗糙、设计错误或不合理而造成的缺陷，或由于材料选用或制造工艺不当而产生的缺陷。

（3）投标人应保证合同项下所提供的服务包括设计、培训、安装督导、现场调试等按合同既定方式和公认的良好方式进行，并保证不存在因投标人工作人员的过失、错误或疏忽而产生的服务问题。

（4）投标文件应特别重点说明设备采用的最新技术、不同于其它同类设备所独有的技术特点以及质量优势。

（5）投标人以往提供的设备用户美誉度高，产品质量及售后服务好，无不良市场反应及投诉，并提供相关支持证明材料。

（6）在投标文件中提供“质保期内投标人的质量保证责任”的说明与承诺。

5.2 质量保证体系及质量控制

（1）投标人应有完善的质量保证体系，合同设备的设计制造全过程包括（但不限于）设计、采购、工艺、制造、组装、检验、装卸、运输、储存、安装、检查、试验和产品售后服务等，均应纳入质量保证体系。

（2）投标人需通过GB/T19001-2000 idt ISO9001：2000 标准认证。投标文件需说明质量保证体系认证情况，并提供质量保证体系认证合格证书复印件。

（3）合同设备实施全过程的质量控制。投标人应提供详细的质量控制（建议）计划，包括设备设计控制、文件控制、采购控制、工艺控制与过程控制、检查与试验、不合格产品的控制，以及包装储运、售后服务等过程中的质量控制与管理。

（4）在合同执行时期，招标人可随时检查投标人质量保证体系和质量控制中的任一环节。

5.3 设备可靠性、可用性及可维护性（RAM）

投标人提供的设备应达到高可靠性、高可用性、高可维护性、低故障率的目标。投标文件应就设备整机及主要部件，对可靠性、可用性及可维护性提出量化、可行、可操作的目标，并对设备可靠性、可用性和可维护性提出分析说明文件。文件主要内容包括（但不限于）：

（1）设备技术成熟性、技术先进性、配置合理性分析；

（2）外购件采购质量、设备制造质量分析；

（3）设备及相关组件的主要故障模式；

（4）机械、电气或软件单项故障发生及多项故障同时发生时对系统造成的影响；

（5）可能影响设备安全运行的人为因素；

（6）人为错误以及其它设备接口故障所造成的影响；

（7）系统的薄弱环节及改进、应对措施；

（8）设备的可用性/可操作性分析；

（9）设备作业程序和操作步骤；

（10）设备运行成本分析；

（11）设备的可接近性/可维护性分析；

（12）就地维修可能性分析（技术可行性、互换性、模块化、零部件供应、公制标准、拆装设备）；

（13）设备在正常使用时各个修程的检修周期、检修时间和主要维修内容，列明设备大、中修需更换的主要零部件，各修程需要的费用；

（14）本设备的可靠性、可用性和可维护性评估。

5.3.1 设备可靠性目标与分析

（1）设备可靠性指标—平均无故障间隔周期

（2）平均无故障间隔周期=所有运行时间/所有故障次数

（3）设备可靠性分析（包括但不限于）

1）设备技术成熟性、技术先进性、配置合理性分析；

2）外购件采购质量、设备制造质量分析；

3）设备及相关组件的主要故障模式；

4）机械、电气或软件单项故障或多项故障同时发生时对系统造成的影响；

5）可能影响设备安全运行的人为因素；

6）人为错误以及其它设备接口故障所造成的影响；

7）系统的薄弱环节及改进、应对措施。

5.3.2 设备可用性目标与分析

（1）设备可用性指标—运行可用性（%）

运行可用性（%）=平均无故障时间/[平均停机时间+平均无故障时间]

（2）设备可用性分析（包括但不限于）

1）设备的可操作性分析；

2）设备作业程序和操作步骤；

3）设备运行成本分析；

4）设备的保养和维护；

5）设备可用性。

5.3.3 设备可维护性目标与分析

（1）设备可维护性指标—平均停机时间

平均停机时间=反应时间+平均修复时间

平均修复时间=诊断时间+组件修理及替换时间+现场的调整及测试时间

反应时间是指维护人员到达现场前的反应时间

（2）设备可维护性分析（包括但不限于）

1）设备的可接近性分析；

2）设备互换性、模块化；

3）设备组装、安装与拆卸性能；

4）设备可测试性；

5）就地维修可能性分析（技术可行性、零部件供应、公制标准、拆装设备）；

6）设备在正常使用时的各个修程的时间表和主要维修内容，列明设备大、中修需更换的

主要零部件，各修程需要的费用。

5.3.4 设备可靠性、可用性、可维护性审查与评估考核

在设计阶段，投标人需提出一份完整的可靠性、可用性和可维护性分析文件，并提交评估指标和考核方法，在进行设备设计联络/设计审查时，提交给招标人审查。

5.4 质量保证期

5.4.1 设备整机质保期

采购设备质保期为交付运营后二年（从设备竣工验收（预验收）双方签字后起算）。如果设备于质保期内在正常运行条件下出现与合同技术规格书要求的技术条款质量不符的缺陷或故障，投标人负责免费更换、维修和重新调试。

6 设备全寿命周期内售后服务

6.1 售后服务机构及维修零配件供应保障

投标人应按合同相关条款要求，承担质保期内、外合同设备的售后服务、维修零配件供应等保障。投标文件应说明投标人投标设备的售后服务保障措施，含国内专门售后服务机构及其专业保障、维修保障人员配备、维修零配件供应渠道和供应周期等情况。

投标人专门的售后服务机构和满意的服务承诺，将被认为是一个优势。

6.2 质保期内售后服务及时、有效性要求

（1）项目工程建设过程中，根据工程进度计划表的时间安排和招标人实际工程进展情况，招标人提前 2 周通知投标人派员，投标人应派遣合格人员按时到达用户现场，若未经招标人同意无故延迟或缺席，招标人将按 1000 元人民币/人·天进行罚款。

（2）设备缺陷、故障的排除、修复等售后服务，投标人在接到招标人要求的通知后 24 小时内，将维修计划告知招标人。

（3）投标人对设备缺陷、故障的排除、修复等售后服务，在接到投标人通知后 10 个自然天内完成维修及调试工作，并使之达到合同文件的有关要求。

（4）对设备进行定期跟踪和保养。在投标文件中说明跟踪、保养周期及内容。

（5）当招标人需要时，继续对招标人人员提供免费培训。

（6）投标文件中，提供投标人在质保期内的工作责任范围。

6.3 质保期后的支持和优惠要求

（1）质保期后，继续定期对货物进行跟踪访问。在投标文件中说明跟踪访问周期和服务程度。

（2）投标文件对质保期后零配件的长期供应、供货渠道及优惠条件作出承诺。

（3）软件及时提供免费重装及升级服务，在投标文件中作出承诺。

6.4 设备检修等级/修程、内容、费用及检修体制的建议

（1）设备整机在正常使用保养情况下，可保证使用寿命 30 年。

（2）在投标文件中，提供设备在正常使用保养情况下，各种检修等级（辅修、小修、中修、大修）的修程周期、维修内容、检修费用的建议。

（3）在投标文件中，投标人需对设备质保期后继续提供设备维修服务的可能性和费用收取作出说明。如果不可能，同样需要投标人对其它检修体制提出相关建议，包括（但不限于）：提供不同修程的检修内容及其费用建议，提请业主需要注意的问题，并对各种检修体制进行技术经济分析和可靠性、安全性评估。

7 设备运用边界条件

投标人设备应符合下列运用边界条件。

7.1 自然气候条件

环境气候条件	最小值	平均值	最大值
温度	-13.1℃	15.3 ℃（年）	39.7℃
相对湿度	65%	75%（年）	100%
年平均降雨量	1090.4 mm		
年平均降雨天数	116.8 天		
夏季（6~8 月）降雨量	443.2 mm		
风力	夏季平均每年 1-2 次台风，8 级（风速 17.2m/s）以上		
空气中杂质	盐雾、酸雨等		
地震烈度	7 级		

7.2 环境条件

7.2.1 主要条件

数控不落轮镟床与公铁两用车设置于车辆段的镟轮库内，列车自动清洗机设置于洗车库内。固定式架车机设置于车辆段的定临修线上，集中吹扫除尘设备设置于吹扫库内。检修作业平台主要设置于双周三月检库内，起重机分别设置于联合检修库、物资总库、特种车库及材料棚等库房内，招标人保留修改平面布置图的权利。

其他各类设备设置于联合检修库、物资总库、特种车库及材料棚等库房内，招标人保留修改平面布置图的权利。

卖方需负责起重机、叉车、压力容器、安全阀等特种设备以及计量设备（含设备内零部件）的特种设备检验和注册登记，并在竣工验收前取得相关证件。

7.2.2 供电、供水等条件

设备具体电源接口由投标人提出，配电箱与设备之间的连接电缆和设备系统的内部电力配线由卖方负责。设备具体供水接口由投标人提出，库房内供水点配至设备附近，该个阀门至设备各用水点管路及阀门等由卖方负责。若设备有其他接地和电气保护要求，投标人应在投标文件中明确提出技术要求。

7.2.3 现场使用线路条件与电客车基本技术条件

7.2.3.1 线路参数及技术条件

线路	参数
标准轨距	1,435mm
□□□□□□□	联络线、出入线、车场线 2000m
□□□□□□□□	正线：350m（正线）；250m（辅助线）；150m（车场）
□□□□□□	120 mm
轨底坡	1/40
□□□□	正线 辅助线：一般不大于 30‰，联络线、出入线：35‰；不计各种坡度折减值
道岔规格	正线、配线及车场试车线：9 号；最小导曲线半径 R=200m; 车场线：7 号道岔，最小导曲线半径 R=150m
轨道类型	正线及配线 60kg/m；车场线 50kg/m
站台	站台高度（距轨面）1,080mm 站台与直线轨道中心距离（直线站）1,600mm
供电方式	架空接触网
额定电压	DC 1500V
网压变化范围	DC1000V--1800V
悬挂类型	地下段：刚性悬挂，单接触线； 高架、地面、车场线：柔性悬挂

□□□□□□□□□□□□	车辆段内轨顶到接触网高度 5000 mm（5400mm） 地面或高架线 4600mm 隧道内 4050mm
线路限速值	80km/h

7.2.3.1 地铁列车参数及技术条件

列车采用 A 型车 6 辆编组运行，DC1500V 接触网供电，最高运行速度 80km/h。初期采购 27 列，共 162 辆。采用基于车车通信的 GOA4 全自动无人驾驶技术。

列车 6 辆编组型式为：= A + B + C + C +B +A =，其中：A 为带司机室拖车；B 为带受电弓动车；C 为不带受电弓动车；=为全自动车钩；+为半永久牵引杆。

地铁列车	参数
A/B/C □□□□□	A车 24400mm□B/C车 22800mm；全车长 140000mm
□□结构	鼓型车体，□□□□□□□□□□ 2,880mm□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□	3000mm
□□□□□□□□□□	不含空调受电弓：≤3800mm
□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□ 1,130mm
□□□□□□	15,700mm
□□□AW3□	≤16t
□□□□□□	2,500mm
□□□□□	1,353±2 mm
□□□□□□□□	□□Φ 840±10 mm □□□□□ Φ805 mm □□□□□□ Φ770 mm
□□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□≥60mm
□□□□	660±10 mm

□□□□□□□□□□	5 □□□□□□10 □□□□□□□
□□门开度	高≥1,800×宽 1400 mm
□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□ 4560mm
□□□□□	整车重量(AW0): 6 编组 226t; A车≤36t；B/C车≤38t
□□□□□□□	80 km/h

7.3 其他设备环境条件

（1）车间提供电源：三相交流 380V /单项交流 220V 50Hz；

（2）工作制：2 班制

8 设备通用技术要求

8.1 通用技术标准

设备的设计、制造和试验以及所使用的材料均应符合有关国际标准及中华人民 共和国GB标准和相关的部颁标准。所使用的材料、部件或产品必须满足国家强制性执行的标准和强制性产品认证等。

投标人在投标文件中提供设备设计、制造、试验、测试、验收等所采用的相关标 准目录。中标人须提供采用强制性执行标准的材料、部件或产品明细表。

本用户需求书引述的所有有关标准和规范是最低限度要求，投标人应提供符合用户需求书要求的优质产品所对应的标准和规范。

本用户需求书所引述的所有标准如与投标人所执行的标准不一致时，投标人可以采用相应的标准替代，但投标人应确认替代标准高于需求书所列标准，并在投标书中加以说明，提交招标人审查。

GB/T9439-2010 灰铸铁

GB1348-2009 球墨铸铁

DIN1693 球墨铸铁

GB5676-85 一般工程用铸造碳钢

GB700-2006 碳素结构钢

GB699-1999 优质碳素结构钢

GB1591-2008 低合金结构钢

GB1176-87 铸造铜合金

GB5232-2001 加工黄铜

GB5233-85 加工青铜

GB707-88 热轧槽钢

GB709-2006 热轧钢板

GB/T1804－2008《一般公差、未注公差的线性和角度尺寸公差》

GB1184－96《形位公差》

GBJ17-88《钢结构设计规范》

GB4457-84《机械制图标准》

GB3505-83　GB1031-2009　GB131-2006 表面粗糙度

GB/T14092.5《机械产品环境条件工业腐蚀》

GB/T14093.1《机械产品环境技术要求湿热环境用》

GB/T6464《金属及其覆盖层大气腐蚀试验现场试验的一般要求》

GB/T14093.4《机械产品环境技术要求工业腐蚀环境用》

GB/6807《钢铁工件涂漆前磷化处理技术条件》

GB 12348－2008《工业企业厂界噪声标准》。

GB/T4768《防霉包装》

GB4879《防锈包装》

GB5048《防潮包装》

GB7350《防水包装》

GB/T13306《标牌》

GB8923-2011　涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级

JB/T5994《装配通用技术条件》

GB/T12467.1-4《焊接质量要求金属材料的熔化焊》

GB5796.1-2005 梯形螺纹牙型

GB/T 5796.2-2005 梯形螺纹 第 2 部分：直径与螺距系列

GB5796.3-2005 梯形螺纹基本尺寸

GB5796.4-2005 梯形螺纹公差

DIN 103-7 米制梯形螺纹 标称直径 8～100mm螺栓螺纹的极限尺寸

DIN 103-9 米制梯形螺纹 外螺纹与内螺纹用量规.量规尺寸和结构

DIN EN 10083 淬火和回火钢.第 1 部分：优质结构钢交货技术条件

DIN 1705-1998 铸造铜合金

GB324-2008 焊缝符号

GB1356-2001 渐开线齿轮基准齿形及其参数

GB1357-87 渐开线齿轮模数系列

DIN 55928-8-1994 钢结构的防腐保护：涂层和镀层

GB2893-2001 安全色与安全标志

GB50231-2009 机械设备安装工程施工及验收通用规范

（1）电气控制系统设计、制造及安装执行的标准

GB50168《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》

GB4728《电气图用图形符号》

GB1497《低压电气基本标准》

GB6988《电气制图》

GB/T7345《控制微电机基本技术要求》

GB/T4942.2《低压电器外壳防护等级》

JGJ/T16《民用建筑电气设计规范》

GB4720《电控设备第一部分；低压电器电控设备》

GB50054《低压配电设计规范》

GB50055《通用用电设备配电设计规范》

GB4720《低压电器电控设备》

GB16754《机械安全急停设计原则》

GB/T15706《机械安全基本概念与设计通则》

GB16855.1《机械安全控制系统有关安全部件》

GB50150《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》

GB50254《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》

GB50258《电气装置安装工程 1kV及以下配线工程施工及验收规范》

GB50169《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》

GB50171《电气装置安装工程盘柜及二次回路结线施工及验收规范》

GBJ64《工业及民用电力装置的过电压保护设计规范》

GB50254-96《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》

8.2 互换性

各机械、液压（液力）、气动主要零部件、各电气、电子主要元器件等均应具有良好的互换性。制造商提供的同类型的作业车各种零部件具有完全的互换性。

8.3 单位制

投标人在投标文件的编制以及设备的设计、制造等所有技术文件和图纸中，强制采用国际单位(公）制（管螺纹除外）。

8.4 设备品质、材料、工艺及标识要求

8.4.1 品质、品牌要求

（1）所有机械、电气、电子、液压、气动元件和仪器仪表、电器组件等外购零部件，以及采购的各种材料等，应选用国内外通过ISO9000 认证企业的成熟、优质、标准系列产品。

（2）设备关键部件应保证高性能品质，宜选用城市轨道交通大量运用的产品，如液力变扭器、PLC与触摸屏，工控机，液压系统，电机、减速机、变频器，轴承、电子元器件、接线端子、服务器等，电控系统设有多种安全连锁保护装置及声光报警装置。投标文件中应对每项设备的关键部件明确说明材料使用品牌。

（3）所有外购零部件均应有产品出厂合格证和质量检验证明。对系统关键零部件，供货商应提供权威部门认可的型式试验报告。

（4）投标文件中报价清单“制造商”需直接列明该设备的生产制造单位。大型设备需考虑既有线大量应用的情况，为设备维护和备件使用的通用性考虑。应列明关键部件制造商、产地、品名规格等信息。如投标文件技术册供货清单中未列以上细项信息，在评标时将视为重大偏离。

8.4.2 材料要求

（1）所有原材料均应有产品出厂合格证和质量检验证明。有条件时，外露部分选用耐大气腐蚀钢，用于制造主要承载构件的材料，应根据使用条件考虑强度、刚度、耐疲劳性和其

它化学、物理性能，选用优质的、无损伤和无缺陷的材料。所有隔音、隔热、装饰材料应选用环保、难燃/阻燃、无毒或低毒材料，并有防火证明。

（2）电缆（线）具有防紫外线、防腐蚀、防鼠害/防白蚁、防水/防潮、低烟、无卤、阻燃、防震、防雷击和防强电干扰等性能。抗弯性能满足现场的环境、安装和使用条件。电缆应采用多股铜芯，接线端子采用压接。

8.4.3 制造工艺要求

（1）所有钢结构件，应按工艺要求严格进行表面预处理（喷丸或抛丸、化学预处理、喷涂底漆防腐处理）。

（2）用于制造底座及主机龙门架承载构件的材料应采用整材，不得拼接。

（3）焊接工艺要求

1）焊缝材料

焊缝材料所包含的母材（钢板、型材）、焊丝、焊条、焊剂、保护气体等，均应符合有关标准规定。对焊接材料入库、出库必须进行检验，不合格的焊接材料不允许采购和投入生产使用。焊接材料在使用时实施焊条预热，注意防止潮湿。

2）焊工资质及持证上岗

结构件的主要焊缝由经过培训考试合格、资格证书有效、技术优秀的专业工人施焊，施焊后需经过检验。

3）无损检测

探伤检测应按工艺文件规定采用射线检验、超声波检验、着色检验、磁粉检验等。无损检测人员都应通过培训和技术资格鉴定合格，取得有效技术等级资格证书，从事与技术等级相应的无损检测工作。无损检测和质量评定，应以标准、规范以及工艺文件规定的无损检测方法、范围和判别标准为依据。

4）焊接过程控制可追溯。

5）焊渣清理和重要焊缝打磨，焊接后采取有效措施以消除焊接应力。

（4）铸件工艺要求

铸件要外型工整、质量均匀、无气孔、沙眼、夹渣、裂缝和其它缺陷，表面应处理干净。

（5）电气柜工艺要求

1）箱柜采用优质冷轧钢板制作而成，内外表面作化学预处理，除锈、防锈及表面涂覆处理。涂层必须包括防锈底漆、中间涂层、表面涂层；安装后涂层受损处必须用与表面涂层同质、同色的涂料补漆。补漆后不得有色差痕迹。箱柜内部安装板表面作镀锌处理。

2）箱柜造型应美观、协调，符合人机工程的要求，方便观察和操作。面板上的各种仪表、指令、显示等电器组件应排列有序、美观大方，按功能进行区域划分，并有准确清晰的文字标识。

3）气割件切断处应打磨修正、不留痕迹，各部弯折应用压力机加工。

4）电器元件的安装应符合电气控制柜制造及安装标准。箱柜内元件安装及布线应整齐、规范，元件代码标识、接线端子代码标识、导线编号及接地标志应齐全、清晰，并与所提供的图纸文件相符合。

（6）结构工艺性要求

1）大量地采用模块化设计，最大限度采用通用设计、通用总成、通用零部件以及质量可靠的外购件、标准件，维修配件，安装位置便于接近和更换，维修量小。

2）该设备的润滑方式及润滑装置应方便操作和维护。

3）电气控制柜内元件接线有明确的标识，可以很方便地查找故障并进行检修。

（7）制造精细，杜绝工艺粗糙

做到（但不限于）：焊缝和机加工毛刺打磨，管、线整齐排列，切屑清除干净，钢结构防腐处理好，油漆美观光滑，板面和接缝平整。

8.4.5 标识

（1）必须在显著的位置设置明晰的标志或铭牌并铆固，标识以下内容（但不限于）：

- 设备名称、型号、主要技术参数
- 制造厂名称、商标
- 出厂年月及编号
- 吊装标记

（2）各部件应有铭牌标记。

（3）对于有触电危险的设备应具有明显的安全标识。

（4）所有的标识文字（厂名除外）应采用标准简体中文，且标识应不腐蚀。

（5）各种管路用不同的颜色标识加以区分。各种电缆/电线标识清楚、牢固。

（6）设备与工程车车体外表面适当位置应具有招标人公司的图标（附件）。

（7）设备与工程车外部颜色在设计联络/设计审查时确定，投标人提供至少三套外观效果图供招标人选择。

8.5 总体方案要求

本《用户需求书》仅提出了设备的基本技术要求，详细和完整的技术方案由投标方在《技术建议书》中给出。

投标方需仔细阅读用户需求书的各项要求，认真编写技术建议书。杜绝技术建议书是用户需求书的简单复制，且不得用 PDF 文件。投标方必须详细说明投标设备的技术方案，包括结构原理、功能性能、规格参数及技术方案说明。

8.6 设备与其它系统、土建基础、动能和安装的接口

（1）投标文件中应说明本设备与车辆、接触网、土建基础、动力供给（电、风、水、液）、轨道等的设计及技术接口关系。

（2）合同签字日起算 50 个自然天内，卖方向买方提供设备与车辆、土建基础、动力供给的设计和技术接口关系的详细书面文件，以便于设计单位进行施工设计。该文件需卖方代表签字并盖单位公章。对于卖方的接口要求，买方不保证全部满足。卖方需在投标文件中明确对轨道、给排水等相关专业的要求，并提供相应参考图纸。库内配电柜到设备的连接电缆由卖方提供。

（3）对现场已完工的土建基础、电力接口、供水接口等需整改施工处，由卖方负责，费用包含在投标总价中。

（4）设计单位施工图设计完成后，卖方会审施工图纸，并提出书面签章意见，由买方转设计单位修改施工设计图纸，卖方需对修改后的施工图纸签字确认，然后施工图再发放现场施工单位。

（5）土建施工开始时，卖方到施工现场参加土建施工的技术交底会，对照施工图纸向施工单位提出施工技术要求。

（6）土建施工完成后，卖方到现场对设备安装的土建基础和动力接口进行测量、检查和

验收，验收合格后卖方书面签字确认。

（7）卖方在现场安装设备过程中，需买方提供支持、帮助和配合的事项，在设计联络/设计审查时书面提供给买方。买方不作所有事项的承诺。

（8）设备预留与企业资产管理系统的接口。卖方在设计完成并通过买方的设计审查后50个自然天内，应向买方提供企业资产管理系统的接口文件。

（9）卖方应按照买方资产管理系统的设备登录要求对其提供的设备（含备品备件，专用工具/测试设备）进行编号，并提供符合设备登录格式要求的设备清单MS Excel格式文件；登录格式通常包括：设备编号、生产厂商、设备分类、设备版本号、设备产品号、设备名称、设备订货号、设备序列号、设备设计寿命（设计使用次数/MTPF）、设备原始账目价额、安装场所等等在内的所有设备原始信息。

（10）最终登录的数据归档文件要经过卖方签字确认，并经过买方审批。所有登录数据要在系统联调开始前完成。

（11）卖方应确保其所供货范围内所有的设备均中注册，并应确保其所登录的数据要与现场实际安装的设备一致。

（12）卖方应提出其供货的系统设备如何实现以可靠性为中心的维修（RCM）解决方案，包括对设备紧急维修、日常检修的建议。

（13）卖方应为系统提供接口和所需的相关设备信息（包括在线运行信息、故障信息、检修信息等）。详细信息格式和内容在设计联络阶段确定，卖方不得以此为由增加任何投资。

8.7 电磁兼容接口要求

（1）投标人提供的设备在隧道、地面、高架线路上运行或安装在车辆段、停车场内，应保证不会干扰沿线或库内的通信、信号等设备的正常工作，应避免对站台屏蔽门的门控系统、闭路电视及站台监视系统的影响。

（2）投标人提供的设备其自身电气电子设备之间应避免相互干扰。

（3）投标人提供的设备所有部件、车载设备应不受外界电磁场干扰，正常发挥其功能。

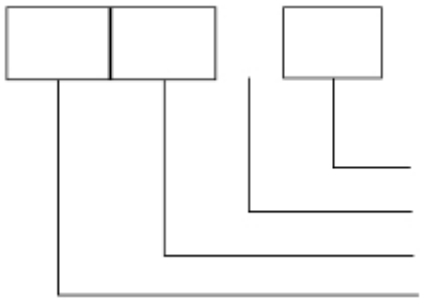
（4）电磁兼容应满足相关国际、国内标准的要求。设备及系统的抗扰度必须满足EN 50082-2 标准要求。设备及系统的干扰放射度必须满足EN50081-2 及EN55011 之标准要求。无线设备（如果有的话）必须满足YD 5068-98 (移动通信基站防雷与接地设计规范)和YD 5034-97 (集群通信工程设计暂行规定)要求。

（5）投标方应提供具体的电磁兼容措施和装置说明。

8.8 工程车编号规则

8.8.1 工程车编号规则

（1）程车编号构成如下：



基本车号代码，以两位阿拉伯数字表示
半角空格
基本线路代码，以两至三位大写拉丁字母和阿拉伯数字表示
基本车种代码，以两位大写拉丁字母表示

（2）不同的工程车车种应采用相对应的工程车代码。新采购的车种代码在设计联络时确定，并及时更新本表格。

工程车车种	代码
内燃机车	NR
接触网作业车	JW
钢轨打磨车	MG
网轨检测车	WG
钢轨探伤车	TS
电力工程车	DL
平板（吊）车	PC
接触网放线车	FX
桥梁检测车	QL

（3）工程车编号中，基本线路代码应与固定资产所属线路一致。以两至三位大写拉丁字

母和阿拉伯数字表示，线路代码仅一位时，需补零。

（4）示例：1 号线线路代码 01、10 号线线路代码 10、S1 号线线路代码 S1。

（5）空格应采用半角空格。

（6）基本车号代码，以两位阿拉伯数字表示，按同一线路、同一车种交付顺序自“01、02……”排序。当一组工程车由多节工程车组成时，应以单节工程车进行编号。

示例：S1号线Harsco钢轨打磨车组工程车编号应为：MGS1 01、MGS1 02。

1号线1号交流传动内燃机车编号应为：NR01 01 ； 1号线1号接触网作业车编号应为：JW01 01

2号线1号交流传动内燃机车编号应为：NR02 01 ； 2号线1号接触网作业车编号应为：JW02 01

8.8.2 工程车编号应用规范

（1）工程车每个驾驶室两侧应喷涂“南京地铁”Logo标识和对应的工程车编号，工程车编号位于南京地铁”Logo标识正下方，编号与南京地铁”Logo标识间隔 50mm，且与南京地铁”Logo标识中线对齐。

（2）平板（吊）车、放线车等无驾驶室车型应选择在车体两侧居中位置喷涂工程车编号。

（3）工程车企业名称、企业标志喷涂应符合南京地铁《运营公司VI手册》中相关要求。选择以下“南京地铁”Logo标识形式，其中，a=200mm。



（4）工程车编号字体应采用“方正兰亭中黑”，字体高度为 100mm。

（5）工程车编号颜色主要采用黑色“RAL 9017”，当喷涂底色为黑色时，选择白色“RAL 9016”。

第二节 车辆检修设备

1 数控不落轮镟床

1.1 设备运用评价要求

投标人需提供数控不落轮镟床（重载荷承载型机床，最大允许轴重≥300 KN），2020年1月1日至今（以竣工验收时间为准），至少在城市轨道交通行业有1个同类设备成功运用的证明文件，证明文件须同时提供①合同协议书、②竣工验收报告或用户证明文件。

1.2 主机功能

数控不落轮镟床是用于地铁列车在整列编组不解列、车下转向架轮对不落轮的条件下，对车辆单个轮对的车轮踏面和轮缘进行镟削加工的专用设备。

对关键技术指标的响应需由投标人提供公开发布的印刷资料或检测机构出具的检测报告以证明。

注：投标人必须对所有货物进行投标，并提供设计联络、供货、安装、调试、验收、培训和售后服务等所有服务内容。

1.3 标准与规范

GB9061-88	金属切削机床	通用技术条件
JB/T9872-1999	金属切削机床	机械加工件通用技术条件
JB/T9874-1999	金属切削机床	装配通用技术条件
GB/T5226.1-1996	工业机械电气设备	第Ⅰ部分 通用技术条件
JB/T10051-1999	金属切削机床	液压系统通用技术条件
GB/T6576-1988	机床润滑系统	
GB15760-1995	金属切削机床	安全防护通用技术条件
JB2670-82	金属切削机床	精度检验通则
ZBJ50011-89	机床	涂漆技术条件
ZBJ50013-89	机床	防锈技术条件
GB/T13384-92	机电产品包装	通用技术条件
JB/T8356.1-1996	机床	包装技术条件
JB/T8356.2-1996	机床	包装箱

GB191-90　　包装储运图示标志

JB/T9875-1999　　金属切削机床　　随机技术文件的编制

GB/T4064-1983　　电器设备安全设计导则

投标人在投标文件的编制，以及设备的设计、制造等所有技术文件和图纸应采用公制标准（管螺纹除外）。

1.4　设备运用条件

1.4.1 设备安装地点

数控不落轮镟床安装在车辆段的不落轮镟库内。

库内线路为直线平坡，轨距 1435 mm，钢轨类型 50 kg/m。钢轨断面图在设计联络/设计审查时提供。

库内不设接触网，列车牵引对位作业由遥控公铁两用车或者其他建议的牵引方式完成。

库内设有 3-5 吨起重机。

库内供电电源 AC380V/ 220V（±10%），50Hz。容量由投标人提供。总电源供至电气柜，供电方式 TN-S，设备系统的内部电力配线由设备供货商负责。若设备有其他接地和电气保护要求，投标人应在投标文件中明确提出。

库内不向数控不落轮镟床提供压缩空气和自来水。

1.4.2 地铁车辆主要技术参数

最终技术参数待车辆签订合同后提供。

转向架轮对图纸及磨耗型踏面的剖面尺寸在设计联络/设计审查时提供。

1.4.3 工程轨道车辆主要技术参数

不落轮镟床可以镟削内燃调车、轨道打磨车等工程轨道车辆的单个轮对。工程轨道车辆采用 13 号上（下）作用式车钩。工程轨道车辆主要技术参数，在设计联络/设计审查时提供。

1.5 设备用途及主要功能要求

（1）轴箱外置式轮对车轮踏面及轮缘的数控（CNC）镟削加工功能。

（2）可用于：地铁列车在整列编组不解列、车下转向架轮对不落轮的条件下，对车辆单个轮对的车轮踏面和轮缘进行镟削加工；或对已落架的转向架上的单个轮对进行不落轮加工；或对已落轮、带轴箱的单个轮对的加工；对制动盘进行加工；或在不落轮条件下对工程轨道车辆（如交流传动内燃机车、接触网作业车等）单个轮对踏面和轮缘进行镟削加工。上述被加工轮对均带有外置式轴箱。

（3）具有多种车轮轮廓形状曲线的编程、存储功能及 PLC 程序控制功能；

（4）双滚轮对待加工轮对具有抬升径向定位功能、摩擦驱动形成切削运动功能、摩擦驱动独立浮动功能；

（5）被加工轮对轴线的径向位置在加工中固定不动，具有保持、锁定功能，保证被加工轮对轴线径向定位精度；

（6）设置外轴箱支撑和轴箱压下装置，以增加滚轮驱动力矩和提高定位精度；

（7）具备自动测量功能。可自动测量轮对内侧距、车轮直径、轮缘高度、轮缘厚度、轮对 QR 值，径跳值及轮廓磨耗，并能产生对应的报告。

（8）机床控制系统具有“加工建议”功能；

（9）轮对加工具有全自动控制和手动控制功能；

（10）具有数据存储、记录、打印及输出功能；

（11）具有系统、完善的安全保护功能；

（12）设备工况具有自动检测功能；

（13）具有故障的自动诊断、显示、查询及报警功能；

（14）具有铁屑自动收集、破碎及排送功能，铁屑通过密封通道自动输送到地面；

（15）切削加工时的集尘和排烟功能；

（16）切削防滑功能，并在切削打滑（卡死）时能自动退刀或停机；

（17）机床具有切削中断时自动退刀返回功能；

（18）完善的防误操作功能及已选择动作不能在现行状态实施时的报警显示功能；

（19）机床的调整和校正功能；

（20）具有自动润滑功能或无污染手动润滑功能；

（21）配置遥控公铁两用车，用于列车的遥控牵引和停车，使待镟削轮对在机 床上轨向定位；

（22）满足设备运用所有边界条件。

（23）与公铁两用车实现功能互锁。

1.6 设备技术性能、可靠性、互换性、质量和寿命要求

投标人应向买方提供经过运用验证，技术成熟的产品；提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、操作简单、维修方便、运行安全、符合环保要求的全新设备。

设备零部件采用优质的机械、电气、电子、液压元件及材料。外购零部件应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，其中轴承采用质量、业绩名列前茅的产品，功能类似等。投标人需明确所用轴承的品牌及规格型号。

实施模块化设计，零部件互换性好。

设备制造工艺合理先进、机床精度高，刚度好，尺寸稳定，质量可靠，达到国际同类产品先进水平。

设备结构以及主要部件的设计寿命为 30 年。主要磨损件最小设计寿命更换期，应满足设备检修周期要求。

1.7 机床主要技术参数

1.7.1 基本参数

- 轨距 1435mm
- 轮对直径加工范围（踏面直径） Φ600～Φ1400mm
- 轮对内侧距 1353±2mm
- 轮对轴长范围 1600～2500mm
- 车轮宽度 90～145mm
- 最大允许轴重 ≥300 KN
- 主切削力(max) （由供货商提供）kN
- 刀块截面尺寸 （由供货商提供）mm^2

1.7.2 切削参数

1.7.2.1 主传动

- 主轴转速级数 无级可调
- 主轴转速范围 （由供货商提供）r/min

- 摩擦驱动滚轮直径　　（由供货商提供）mm
- 两摩擦驱动滚轮中心距　　（由供货商提供）mm
- 摩擦轮架垂直最大行程　　（由供货商提供）mm
- 摩擦轮架快速上升速度　　（由供货商提供）mm/min
- 摩擦轮架快速下降速度　　（由供货商提供）mm/min

1.7.2.2 进给运动

- 座标轴数　　每个刀架二轴（X、Z）
- 刀架进给级数　　无级
- 刀架工作行程

横向（X）　　（由供货商提供）mm

纵向（Z）　　（由供货商提供）mm

- 刀架快速移动速度

横向（X）　　（由供货商提供）mm/min

纵向（Z）　　（由供货商提供）mm/min

1.7.2.3 切削用量

- 切削速度范围　　（由供货商提供）m/min
- 常用进给量范围　　（由供货商提供）mm/r
- 最大切削深度　　不小于 10mm/每刀
- 最小设定单位　　0.001mm
- 最大切削断面面积　　10 mm^2

1.7.3　轴向定位

- 定位轮数量　　（由供货商提供）个
- 垂直方向最大行程　　（由供货商提供）mm
- 水平移动最大行程　　（由供货商提供）mm

1.7.4　外轴箱支承

- 外轴箱支承数量　　2 套

- 外轴箱支承垂直方向最大行程　　（由供货商提供）mm
- 单套外轴箱支承垂直方向最大支撑力　　（由供货商提供）KN

1.7.5 压下装置

- 压下装置数量　　2 套
- 压下装置垂直移动最大行程　　（由供货商提供）mm
- 压下装置水平移动最大行程　　（由供货商提供）mm

1.7.6 轨道装置

- 轨道装置移动最大行程　　（由供货商提供）mm
- 轨道装置快速移动速度　　（由供货商提供）mm/min

1.7.7 测量装置

- 直径测量

直径测量滚轮数量　　2 个

直径测量滚轮直径　　（由供货商提供）mm

- 定位磨损测量装置

定位磨损测量装置　　2 套

定位磨损测量滚轮直径　　（由供货商提供）mm

1.7.8 加工精度

- 同一轴上轮对直径差　　≤0.20mm
- 两轴上轮对直径差　　≤0.30mm
- 径向跳动　　≤0.10mm
- 端面跳动　　≤0.25mm
- 轮廓度　　≤0.25mm
- 轮缘高度允差（踏面至轮缘顶）　　≤0.20mm
- 轮缘宽度允差　　≤0.20mm
- 表面粗糙度　　Rz≤60μm　Ra≤12.5μm

- 轮对两次装夹测量误差 ≤0.2mm
- 进刀量数值显示精度 0.001mm

1.7.9 机床供电及电动机

- 工作电压 380V±10%、50Hz±5%

  交流控制电压 220V、50Hz

  直流控制电压 24V

- 机床用电容量 （由供货商提供）kVA
- 电机绝缘等级 F 级
- 投标人在投标文件中填报下表电机参数。

名称	品牌	数量（台）	扭矩（Nm）	转速（r/min）
交流伺服电机（横向）				
交流伺服电机（纵向）				

名称	品牌	数量（台）	功率（KW）	转速（r/min）
主电机				
压下装置升降电机				
压下装置旋转电机				
液压泵站电机				
中央润滑泵站电机				

1.7.10 其它

- 机床外形尺寸（长×宽×高） （由供货商提供）mm
- 机床生产率 ≥10 轮对/班产
- 机床重量 （由供货商提供）t

1.8 机床各组成部分技术要求

投标人在投标文件中应提供不落轮镟床系统组成、系统功能、结构及工作原理的说明。

投标人在投标文件中应提供不落轮镟床主库和附跨厂房的总平面布置图、不落轮镟床总组装图、主要部件装配图、传动系统原理图、电气系统图、数控系统原理图、液压系统图、气压系统图、润滑系统图。

1.8.1 机床机体技术要求

机床安装于车间轨平面以下的地坑中。设备机体由机座、机架、床身/导轨等机件组成并固联成整个机床的机体，机体和横梁材料采用优质铸铁。

机床机体需有足够的强度和刚度（包括整体刚度、动刚度），尺寸稳定性高，吸震性能好，导轨润滑/耐磨性能优良，水平调整和锚固方便。

投标人在投标文件中，需提供机床机体结构图，说明材质特点、热处理指标。

1.8.2 机床轨道系统技术要求

车间地面 50kg/m 轨借助固联于坑底或设备机体的支撑柱，从两侧延伸到机床附近，然后用横跨机床称之为“轨道桥”的滑动轨对轨道予以封闭或打开。滑动轨的移动（伴随轨道的封闭与打开）由液压缸驱动。

滑动轨要有足够的承载能力。为了保证加工，车辆运行中轮对相对于机床中心的定位要有足够的精度。滑动轨摩擦副耐磨性能好。滑动轨的移动动作需灵活、可靠、安全，并设置有（但不限于）：

- 移动导向装置
- 移动轨在行程两端位置设有行程开关
- 锁定机构
- 车轮运行监控装置。当滑动轨将轨道封闭时，车轮运行监控功能自动启动，一旦轮对粗定位到达机床中心时，有信息提示，方便轮对的轨向初始定位。
- 轨道是否封闭的信息显示
- 轨道上安装有载荷测量装置。有车辆荷载是否卸载的信息显示。在过载时，禁止滑动轨的移动，从而保证镟床不受过载的影响。
- 出现故障和接地短路泄漏时，活动伸缩轨道与牵引电流绝缘
- 投标人在投标文件中，应提供轨道系统结构组成图，滑动轨行程（mm），两滑动轨水平精度，并对滑动轨工作原理、工作程序及上述要求作出说明。

1.8.3 轮对定位及切削加工系统技术要求

1.8.3.1 双滚轮支撑装置技术要求

机床每侧安装有双滚轮支撑装置。双滚轮支撑装置应具有下列功能：

（1）车轮抬升和径向定位功能。

当待镟削轮对在滑动轨上水平初定位后，两侧双滚轮由液压驱动同步上行抬升轮对，并对待镟削轮对实施径向定位。轮对最后的抬升位置应根据车轮直径大小调整后确定。

（2）切削运动驱动、传动功能。

双滚轮既是定位元件，又是借助于摩擦力驱动车轮旋转形成切削运动的驱动滚轮。可实施无级变速，在正常切削工况下，驱动滚轮与车轮间保持纯滚动，以获得最大的传动转矩。

（3）每侧双滚轮支撑系统各自具有独立浮动功能。

轮对踏面在镟削中，其定位轴线位置已由外轴箱支撑和轴箱压下装置加以保持和锁定。由于被镟削轮对踏面是有缺陷的被加工面。为了使驱动滚轮和车轮踏面间形成无相对滑动的滚动，必须保证驱动滚轮和车轮踏面间始终良好接触，但又不能影响轮对轴线的原始定位位置，为此每侧的两个滚轮必须可上下浮动。两侧滚轮驱动臂上安装有重载荷型滚动直线导轨，且采用质量优越的产品。投标人需**明确所用直线导轨的品牌及规格型号**。

（4）抬升油缸举升力可控调、可检测功能。

投标人在投标文件中，应提供双滚轮支撑装置的结构图，并说明功能、工作原理及结构合理性、主要技术参数和技术条件。

1.8.3.2 外轴箱支撑装置技术要求

外轴箱支撑装置在 1.8.3.3 的轴箱压下装置配合下，具有下列功能：

（1）自动升降功能，并且此功能编程在机床的加工功能循环内。

（2）辅助定位机能和定位元件转化机能。被加工轮对轴线初始定位元件是双滚轮支撑装

置，在镟削中其定位元件要转化为外轴箱支撑装置。外轴箱支撑装置借助于接触压力达到设定值后停止举升，对双滚轮确定的轮对定心轴线有辅助定位机能，不破坏双滚轮确定的轮对定心轴线原始位置。

（3）外轴箱支撑装置对被加工轮对轴线的径向位置具有保持、锁定功能，即使在断电的情况下也锁紧。在加工过程中，借助于轴箱压下装置作用，保持轮对轴线固定不动。具有保持、锁定功能。在加工过程中保持轮对轴线固定不动。由此外轴箱支撑又称轮对轴线定心保持装置。

（4）轴重分配功能。轮对轴重由定位双滚轮和外轴箱支撑装置保持装置共同承担，两者的重量分配比例，要兼顾既不能在切削力过大时发生双滚轮与车轮踏面间的相对滑动，也不能使外轴箱支撑失去定心保持作用。机床可根据车重自动调整，也可以由机床操作人员进行调整。

（5）安全限位功能。在轴箱支撑定位装置上安装有高、低位安全限制开关。

（6）外轴箱支撑装置应能适应不同的轴长和不同类型的轴箱，其支撑头应根据轴箱的不同形状进行设计和制造。

投标人在投标文件中，应提供外轴箱支撑装置的结构图，并说明功能、工作原理及结构合理性、主要技术参数和技术条件。

投标人需同时对现有南京秣周路车辆段一台不落轮镟床进行外轴箱支撑升级改造，满足镟轮精度要求，提高原产品适用性，改造产生的费用计入不落轮镟床整机报价中。

1.8.3.3 轴箱压下装置技术要求

轴箱压下装置主要功能是：

（1）夹紧装置作用。并增大车轮踏面与双驱动滚轮间的正压力和摩擦力矩，防止切削力过大时发生双滚轮与车轮踏面间的相对滑动。

（2）对无外轴箱支撑的不落轮镟床，轴箱压下装置具有辅助定位机能和定位元件转化机能。被加工轮对轴线初始定位元件是双滚轮支撑装置，在镟削中要转化为外轴箱压下装置。外轴箱压下装置对双滚轮确定的轮对定心轴线有辅助定位机能，不破坏双滚轮确定的轮对定心轴线原始位置。

（3）对无外轴箱支撑的不落轮镟床，在加工过程中借助于双滚轮的顶力，轴箱压下装置

保持轮对轴线固定不动，具有保持、锁定机能。

（4）在加工之前，CNC 根据轮对的轴重及所要求的切屑面积来计算所需要的压下力。压下力的最大值不得超过所允许的最大轴重值。

（5）轴箱压下装置具有垂直升降、水平伸缩和旋转运动机能，并且此机能的编程在机床的加工功能循环内。

（6）压下装置运动安全、可靠，各运动的极限位置均设置限位行程开关。

（7）压下装置能适应不同的轴长和不同类型的轴箱。压下装置的压头根据被压轴箱的不同形状进行设计和制造。

投标人在投标文件中，应提供轴箱压下装置的结构图，并说明功能、工作原理及结构合理性、主要技术参数和技术条件。

1.8.3.4 轮对轴向定置装置

轮对轴向定位装置的主要功能是：

1）轮对轴向自动定心功能，限制轮对轴向加工过程中的轴向串动。

2）轴向定置系统具有足够/适合的自动定置侧压力，并设置有电气安全装置。通过模拟压力传感器，水平的压力可以显示在CNC的屏幕上，保证轮对轴向位置的可靠和稳定。

3）轮对旋转加工时，自动定置侧压轮亦被轮对带动（摩擦）旋转。自动定心侧压轮亦被轮对带动（摩擦）旋转。

4）当轴向定位装置撤回时，可进行车轮内侧表面的加工。移动轨道的“入位”和“离位”也是在轴向定位装置撤回时进行的。

投标人在投标文件中，应提供轮对轴向定位装置的结构图，并说明功能、工作原理及结构合理性、主要技术参数和技术条件。

1.8.3.5 滑动刀座

机床左/右滑动刀座是对称布置的。其主要功能有：

（1）在数字电机和 CNC 控制下，刀具可实现水平走刀（进给）运动和垂直吃入运动。

（2）滚珠丝杠传动及传动间隙调整功能。其传动由交流伺服电机→传动齿轮→滚珠丝杠

→滑板。滑动刀座装有一个可对可能出现的传动间隙进行调整的控制系统。其中滚珠丝杠采用质量优越的产品。**投标人需明确所用滚珠丝杠的品牌及规格型号。**

（3）闭环控制功能。伺服电机上设置有位置反馈元件，和 CNC 系统一起组成位置闭环控制，垂直方向（X 方向）的伺服电机还带有制动器。

（4）数控刀架对轴向定置的轮对具有自动定心切削的机能。

（5）交流伺服电机提供溜板无级变速和快速移动机能。

（6）对导轨和滚珠丝杠的保护机能。机床配有导轨刮屑板，滚珠丝杠配有伸缩保护罩。

（7）刀架伺服驱动电机应采用质量优越的产品，与 CNC 控制系统配套。投标人需明确所用刀架伺服驱动电机的品牌及规格型号。

（8）快速更换刀头功能。滑动刀座装有快速换刀系统，必要时操作人员可以快速简便的更换刀头，而无需更换刀具。

（9）机床采用不重磨刀头，刀具系统为模块化设计，同时提供刀具系统规格、供货商/国内供货渠道及供货价格。

（10）刀具采用质量优越的产品。**投标人需明确所用刀具及刀座的品牌及规格型号。**

（11）投标人在投标文件中，应提供滑动刀座的结构图，并说明功能、工作原理及结构合理性、主要技术参数和技术条件。

1.8.4 测量系统技术要求

机床测量系统的功能主要有：

1.8.4.1 测量功能

（1）定位测量

轮对在机床上实施 CNC 加工，必须首先对轮对在机床坐标系统的位置予以测量和确定，这一过程称为“定位测量”。定位测量由定位及磨耗测量装置上的内侧面定位测头及磨耗测量头来共同完成的。

（2）磨耗测量

磨耗测量由磨耗测量头单独完成，用于轮对踏面及轮缘部分的检测。

（3）车轮几何精度测量

在轮对车轮廓形上，至少设定 10 个测点（每个车轮至少 5 个点），测量车轮下列几何参数：轮缘高度、轮缘厚度、轮对内侧距、径向跳动、端面跳动和踏面直径。

1.8.4.2 加工建议及建议更正功能

测量所得的数据与计算机数控已输入的每一种廓形进行比较分析，从而得出新的廓形和加工直径建议，能够实现经济镟修，并能在操作界面上，以 0.1mm 为轮缘减薄单位，显示不同轮缘厚度和轮径的加工程序，供操作者选择加工方案，使轮径差满足运行规定的限度要求。轮对的轮廓采用连续扫描测量的方式来测量，保证轮廓的测量精度，测量点应在 50-100 个之间可调，真正实现合理的经济镟修。系统可计算出最大加工深度，粗车和精车的分配，进刀量和切削深度、加工面的建议。此建议可在控制面板上显示出来，操作者可加以更正。

计算机数控向操作者可提供下列两种操作：

（1）如果 CNC 计算出的加工建议满足操作者的要求，操作者可使加工循环生效，加工循环自动进行。

（2）操作者更正数据输入，CNC 再次对踏面 R 点的新直径进行计算。操作者可使其生效，加工循环自动进行。

1.8.4.3 修正/补偿功能

（1）CNC 控制系统需提供一个通过计算参数来修正测量轮磨损的方法。

（2）如果轴的错位太大，机床的测量系统会对轮对的位置误差进行补偿。

1.8.4.4 存储功能

在每一次加工后，对加工前的测量数据、加工建议、加工数据及加工后的测量数据，均可以保存在本地磁盘或转存至其他存储设备上，以作用户日后之用。

测量装置采用质量优越的产品。**投标人需明确所用测量装置的品牌及规格型号**。

测量系统应有安全防护装置，防止测量系统被加工时的铁屑破坏。

测量系统系计量设备，需要按等级进行尺寸传递，并定期合格标定。有关尺寸传递和定期合格标定的操作程序、所用设备/工装及其合法性，在投标文件中需作出说明。并提供测量

系统标定设备。

投标人在投标文件中，应提供机床测量装置的结构原理图，并说明功能、工作原理、测量参数、装置主要技术参数、主要技术条件、操作方法及程序、装置保护/防护措施。

1.8.5 液压/气动系统技术要求

1.8.5.1 机床液压系统的主要功能有：

（1）滑动轨道打开、封闭和锁定控制

（2）双驱动滚轮的抬升和轮对径向定位控制、滚轮独立浮动控制

（3）外轴箱支撑升降控制

（4）轴箱压下装置的升降、旋转、伸缩控制

（5）轮对自动定心控制

（6）测量设备的调整

1.8.5.2 液压系统装置及要求：

（1）机床液压系统由液压泵站、各种控制阀组、集成块、蓄能器、液压管路等部分组成。

（2）液压泵站上设置有带电气监控的滤油器，油箱设有液位指示器、温度检测控制器、油温冷却装置。

（3）液压系统所用油管管壁内不允许有氧化皮及脏物。在管路和集成块的适当位置上设有多处压力测试点，在液压泵站及操作台上设有压力表及测试转换开关。

（4）所有液压系统主要件（如：泵、马达、电磁阀体等）都采用质量优越的产品。**投标人需明确所用液压系统主要件（泵、马达、电磁阀体等）的品牌及规格型号。**

（5）所有组件均易于维护与拆卸，所有故障都会通过 CNC 显示出来。

（6）液压系统所用液压油符合所列标准及 CE 标准，液压装置的设计符合 CE 噪音标准。

（7）如果供货机床需要气压驱动，空压机等成套设备由卖方随数控不落轮机镟床一并提供，并要求采用螺杆式压缩机，提供主要技术参数。

1.8.6 控制系统技术要求

投标人应在投标文件中对控制系统的功能和原理作尽可能详尽的说明。

控制系统选用的 CNC 和 PLC 应满足设备的需要，并预留一定的扩展条件。

1.8.6.1 机床控制系统

机床控制系统包括由总线连接的四个功能单元，即 CNC（计算机数字控制）系统、PLC（可编程逻辑控制器）系统、伺服驱动系统和 MMC（人机通讯）系统。其最大的交互数据访问能力确保高度的自动化，优化的操作控制和全面的机床诊断。

（1）CNC 系统

数控系统（CNC）用于已编程的刀座运动的协同，加工车轮踏面和轮缘达到所要求的廓形和直径。

采用质量优越的数控系统，具有足够的 CNC 程序存储容量。采用 10.4 英寸彩色液晶显示屏，可以同时显示 8 个通道的 NC 数据，且具备中文显示功能。

配置手持控制单元，用于机床进给轴的手动操作及机床调试维修时使用。**投标人需明确所用 CNC 系统的品牌及规格型号**。

（2）PLC 系统

可编程控制器（PLC）系统用于确保机床独立调整功能的协同，例如，双滚轮支撑装置升降、滑动轨的打开、封闭和锁定控制等。

PLC 采用质量优越的产品配置，CPU 不低于 315-2 配置。

PLC 通过梯形图（LAD）、功能图（FBD）或语言表（STL）来编程。**投标人需明确所用 PLC 系统的品牌及规格型号**。

（3）伺服驱动系统

采用质量优越的全数字式交流伺服系统和全数字式交流伺服电机的配置。伺服系统有电抗器、滤波器组件、电源组件、功率组件（含闭环控制模块）等部分组成。伺服电机上装有编码器，与数控系统一起构成闭环（半闭环）控制，垂直方向（X 轴方向）的伺服电机还配有制动器。**投标人需明确所用伺服系统和伺服电机的品牌及规格型号**。

（4）MMC 系统

人机通讯（MMC）单元使操作者实现了人机交互控制，并执行必要的计算（测量数据的处理、轮廓和切削数据的处理等）。

在显示器单元上配置有通讯组件通讯组件通过接口分别与键盘、打印机、软盘驱动器及NCU 相连。

1.8.6.2 计算机软件及程序

在数控系统中配有与 NCU 相对应的系统软件、OEM 软件包、附加通道软件及附加方式组软件。为了编程方便还配置有工具盒软件及组态软件。所有软件版本均为软件公司现行最新软件版本。

供货商提供给用户的 CNC 程序主要有（但不限于）：测量主程序、计算主程序、（测量+计算）主程序、加工主程序 、（测量+计算+加工）主程序、手动切削程序、断刀退回主程序等。主程序中设计有子程序库，每个子程序可以被不同的主程序调用。

供货商提供给用户的 PLC 程序主要有（但不限于）：液压泵电机控制程序、活动轨道控制程序、双滚轮摩擦轮架控制程序、外轴箱支撑控制程序、轮对轴向自动定心控制程序、主电动机控制程序、轴箱压下装置控制程序、进给轴控制程序、测量控制程序等。

提供中文/英文的屏幕文本。

具有各种车轮轮廓曲线的编程功能（廓形的写入）。具有等级镟修功能（即同一轮对可选择加工轮缘厚度分别为 26mm、27mm、27.5mm、28mm、29mm、29.5mm、30mm、31mm、31.5mm、32mm(详见 TB/T 449-2016 机车车辆车轮轮缘踏面外形)。提供更改车轮轮廓用的硬件和软件，配套提供包括 CNC 刀座控制的编程。采用质量优越的数控系统可实现对车轮廓形进行编程并利用图形模拟功能进行加工结果控制。控制系统带有一个能对程序进行修改的几何处理器，能方便的对新车轮廓形进行编程。

所有程序保存在磁盘里，可由磁盘驱动器（配套提供）读入控制系统。

控制系统具有离线程序修改、编辑、复制功能。

具有刀具磨损自动补偿的程序控制。

投标人应说明使用的计算机软件的名称与版本，并分别列出加密或不加密的计算机软件的清单。

投标人应提供整套计算机程序，包括控制程序、数控编程软件，以及编写、修改、编译控制程序的软件等。

提供存有完整的机床 CNC 操作系统、PLC 系统软件的光碟用作软件修复之用。

所有程序文本在机床出厂时按合同文件的规定交付给用户。

如软件系统有更新版本，应保证提供免费升级服务。

投标人每台套数控不落轮镟床配备国内能够配置到耗材的打印机 1 台。

1.8.6.3 控制操纵台器和输入/输出、操作界面系统

（1）控制操作台由一名操作员操控。控制操作台的位置设置要方便操作，且可适当调整位置。主控制面板连同显示器、数控系统及数控系统的键盘均安装在一个电箱内。此外还设置有用于辅助功能的手动操作以及机床手动操作的辅助控制台。

（2）机床提供两种操作模式：自动模式和手动模式。

（3）中央控制器集成了 CNC 控制系统的操作元件、加工数据输入操作部件和辅助功能部件。设备包括（但不限于）：

1）提供操作员与机床控制系统间的人机界面

2）带屏幕的CNC控制系统的控制器

3）必要的操作部件、指示灯和显示仪器

4）轮对在机床上定位、对中设备的辅助控制器

5）显示器以图像及文字显示所有操作状态及故障状态

6）紧急停机按钮

7）声/光故障报警及复位装置

8）键盘、显示器、存储器、USB接口、打印机接口等。具有数据打印、记录和储存功能。数控计算机带有的硬盘和打印机，可进行测量及加工数据储存和打印，操作者页面的全部数据也可在打印机上输出。

9）中央控制器的位置设置要方便操作，且可适当调整位置。

（4）屏幕显示信息待设计联络时由业主确认。

1.8.6.4 故障自动诊断、显示、查询、报警功能

采用质量优越的数控系统可连续实时监测和显示机床的功能及系统工作的实际情况。机床控制系统装有可自动查找和分析事故原因的软件，并在显示器上给予清楚的显示。可编程逻辑控制通过安装在液压系统、电气系统、注油系统的探测装置发出控制信号，一旦误动作

信号被探测出，在计算机数控显示屏上立即显示出清晰信息。CNC 系统和 PLC 系统具有完善的自诊断、查询和故障检测报警功能，并可自动停机。

供货商在供货时提供的技术文件中，应提供故障诊断代码解释，且尽量详实，以便于用户在故障维修过程中准确判断机床故障。

1.8.6.5 提供远程通讯诊断的功能及接口

通过采用质量优越的数控系统的 RS232 或者 RJ45 接口，可提供远程通讯诊断的功能。

供货商提供可供用户车间与制造商之间进行通信的软件、调制解调器以及操作维修人员自动接通维修热线的程序等，用户只需提供通信线路。

热线诊断界面简单、易操作。

1.8.6.6 完善的防误操作功能

采用质量优越数控系统具有可连续实时监测和显示机床的功能/动作的实际情况及报警显示的功能，具有完善的防误操作的功能，在操作者发生误动作的情况下，立即显示和报警，机床控制系统可自动查找和分析事故原因，并在显示器上给予清楚的显示。**投标人需明确所用数控系统的品牌及规格型号**。

要求供货商提供不少于 150 个功能点的误操作诊断功能，故障显示语言通俗易懂。

1.8.6.7 机床的调整和校正功能

供货商卖方将按照要求配套试验轮对 2 个、标准轮对 1 个（含标定）；专用工具一套（含轮对轮廓外形检测样板）。以便于对机床的测量装置进行调校。校正轴上带有能在机床上安装定位的接口。

1.8.6.8 机床切削防滑功能

机床数控系统能够控制车轮和驱动轮的转速，并在加工过程中对它们的速度进行分析和比较。当车轮与驱动轮之间的摩擦粘着力不足，出现打滑（卡死）时，防滑装置中的电子系统可降低进给速度或自动退刀。

防滑控制系统设备包括：机床驱动系统的旋转编码器，包含 PLC 机床控制系统计数卡；

机床控制软件程序。

车轮与驱动轮转速之间的允许差值可事先设定，编入计算机程序。卖方应提供控制装置的反应时间。

本设备要求对驱动滚轮和车轮之间的滑动量进行分级监控：灯光报警级、自动退刀级、机床停车级。

1.8.7 电气系统

机床接地。机床必须可靠的接地，同时必须考虑防迷流措施。

提供车削刀具区域和中央控制器区域的照明。工作场地照明亮度 300 lux.

电线管、槽应安装牢固。电线要用线卡、扎线带等以适当间隔固定。接线端子采用压接，两接线端子间的电线不允许剪接。每根电线两端应有清晰永久性的电线号码标识。

所有电线、电缆的绝缘等级应与工作电压相符，截面积应与通过的最大电流相符。

机床要求配置稳压装置及隔离变压器以保护数控系统元器件。

电箱内安装电气和控制单元，包括但不限于：全套的控制单元（带功率放大器）、PLC 控制系统输入输出模块、机床控制系统逻辑部件、进给和主驱动控制系统等。

电箱内还设有控制箱内温度的专用空调装置和服务时间记录器。电箱设计要便于通讯、散热和照明，电箱的防护等级高于 IP54，具有防尘、降温及除湿功能，满足南京地区湿热气候条件。

1.8.8 润滑系统

本机床设置中央润滑系统或无污染手动润滑，对刀座滑板及各运动部件进行自动定期润滑。

计算机的数控显示可向操作者显示各润滑点的油量和压力情况，实时监控，以便实施有效的润滑。

投标人在投标文件中应提供润滑系统图、中央润滑系统或无污染润滑的主要技术参数及润滑油牌号和国内供货商。

所有润滑部位不允许出现渗漏现象。

1.8.9 断屑/碎屑/排屑系统

1.8.9.1 系统功能

金属切屑收集、碎屑处理功能，并将切屑密封传送到地面的集屑小车中。集屑小车由投标人提供 2 台。

1.8.9.2 系统装置及操作要求

（1）集屑/碎屑/排屑传送装置的操作可全部自动化，碎屑/输送装置需在不落轮镟床工作时自动运转；也可以在控制操作台以手动模式进行操作。

（2）整套装置需采用原装优质配套产品，满足最大切削量时能够持续正常运转，满足机床切削排量的要求。

（3）金属屑片收集及处理系统不阻碍机床的操作及维护，或减少机床通道空间及机床净空高度。

（4）金属屑片收集及处理系统须确保独立零件故障不会完全中断机床的运行。

（5）密封链式铁屑传送装置带有旋转机构可实现向两个料斗送料。

（6）密封链式铁屑传送装置的安装与传送线路的长度、高差等有关，其接口设计联络时确定。

投标人在投标文件中应说明碎屑机构/排屑传动装置的品牌、结构及主要技术参数。

1.8.9.3 吸/排烟尘系统

机床安装有吸/排烟尘的集尘装置，用来吸/排轮对加工过程产生的被污染的气体。在切削刀具旁边安装集尘盒，通过烟尘吸入支管与主管路相连。主管路与集尘过滤装置连接。集尘过滤装置由静电过滤器、机械过滤器和活性炭过滤器组成。外部排放装置安装位置由用户在设计联络时确定。

本系统排放的气体要求符合 CE 标准。

机床的集尘控制程序由计算机编入到加工过程中。

投标人在投标文件中应说明集尘装置的结构、原理及主要技术参数。

1.9 机床操作、维保及安全防护

1.9.1 机床操作

机床仅需 1 名操作人员就可完成机床的全部操作。

每轮对设定全轮廓车削两遍。按每班 8 小时工作制，利用率为 80%，机床工作效率每班不少于 10 个轮对。

1.9.2 安全防护措施

投标人对供货设备应提供下列(但不限于)安全防护措施，在投标文件中应予以详细说明。

（1）设有不少于三个紧急停机按钮，一个设置在操作者的旁边，另两个分别设在机床的两侧。

（2）只要滑动轨处于非工作状态，滚轮支撑架就不会下降。一旦滚轮支撑架处于低位时，滑动轨就会闭合，以形成轨道的连续。只有当滑动轨处于连续的位置时，列车才能通行。机床与遥控公铁两用车之间的互锁安全保护。

（3）机床设有网罩可阻止人员进入危险区域，上部设有作业平台和护栏；在机床操作人员侧设置滑动门，将操作者与运动元件（驱动滚轮）隔离。电气接触器可控制机床滑动门的关闭和进行有效的锁定。在中央控制器上具有显示操作人员可将机床的滑动门开启并进入工作区域的时间。

（4）当机床液压系统失效时，蓄能器或者其他液压装置能维持顶升轮对的装置保持位置 4 小时以上。

（5）使用测量装置时。车轮控制在最小转速。

（6）刀座的外形适宜于自然排屑，测量装置设置切屑保护。

（7）每一个基本动作由“起动”按钮来控制。只要前边的程序未完成，下一步程序就不会执行。

（8）具有避免手动误操作而造成机床混乱和人身事故的安全保护功能。

（9）声光报警显示。

（10）控制系统应能自动监控电气设备的工作，有出现异常的情况，控制系统能自动起保护作用。

（11）计算机系统应具有完善的防病毒软硬件措施，杜绝病毒感染。

（12）电气设备的保护等级不低于 IP54。

（13）防高温、防尘、防潮、防鼠害设计。

（14）设备设计时要充分考虑设备运输、安装的起吊装置。

（15）机床操作者位置的最大噪音＜80dBA.。

（16）一旦出现故障，辅助模式的手动开关将直接触动控制分配器，以便进行安全的维修操作。

（17）机床与遥控公铁两用车之间的互锁安全保护。

1.9.3 设备维保

投标人应提供设备在正常使用时的各个修程的时间表和主要维修内容，列明设备大、中修需更换的主要零部件，各修程需要的费用。

说明设备使用的液压油、润滑油（脂）和刀具等消耗品的牌号、在中国境内的生产厂家或代理销售商的情况。

提供整套用于镟床调整、校正、维修的专用工具和仪器仪表。

1.10 机床材料和主要零部件要求

该设备的所有材料都应根据使用条件采用合适的热处理工艺，其中的重要部件：主轴机构、齿轮机构、刀架导轨、驱动滚轮、液压缸、压下装置等应说明采用的材料和主要的热处理工序及处理后的参数值，且使用的材质和加工工艺均能达到不落轮镟床国际先进水平。

重要部件的材料应有质量检测报告，在设备出厂前 3 个月提交业主。

机床控制系统中的 CNC、NCU 的 CPU、PLC 及显示器等，均选用优质名牌产品。

备件备件中需包含踏面加工的刀座刀夹刀片 1 整套，用于制动盘加工的刀座刀夹刀片 1 整套等。

1.11 机床接口要求

（1）设备安装二次灌浆由供货方完成。

（2）设备设计时要充分考虑设备运输、安装的起吊问题。具体进场、卸货、安装方案等设计联络时确定。

（3）列车通过公铁两用车或者建议采用的其他方式牵引到不落轮镟床上，并完成对位作业。如果采用公铁两用车牵引列车实施对位作业，设备应考虑公铁两用车通过的要求。公铁两用车车底最低点能安全通过数控不落轮镟床上方。

（4）数控不落轮镟床具备公铁两用车牵引车辆通过时，与公铁车互锁能力。

（5）与智慧场段平台接口

本设备要求将相关数据转发至现有 11 线智慧场段综合管控平台。数据内容包括设备状态信息、异常告警信息（含告警逻辑及规则）、设备运行原始数据及设备相关检测数据。数据转发所需的功能模块（包括网关、网线及其他附件等）由厂家在设备供货时提供并调试完成（智慧场段综合管控平台支持 5G、WIFI 及有线等传输方式）。

本设备厂家要求在设计联络阶段提供数据传输接口协议、传输方式及点表文件等内容；要求提供设备操作手册、BOM 清单、及常见故障清单等内容；提供所投设备三维模型（具体形式待设计联络确认）以上所有涉及硬件、软件、调试及费用包含在设备总价中。

1.12 机床防护顶蓬

1.12.1 功能需求

在不落轮镟床地坑上方安装一个框架式顶部为弧形的防护顶蓬。该顶蓬以轨道为中心分左右独立的两部分，每部分主要由框架体、顶门活动滑板、前后折页门、前后入口门以及电动（手动）操作的机电传动系统、照明系统等六部分组成。没有镟轮作业时,左右两部分上部顶门滑板关闭，前后折页门关闭；当有镟轮作业时，通过电动（应急时为手动）传动机构将上部顶门滑板打开，打开前后部折页门，车辆即可通过进入预定位置进行镟轮作业。

1.12.2 技术要求

1.12.2.1 棚架结构

不落轮镟床防护顶蓬，是在镟床地坑上加装不锈钢围栏，围栏上安装六扇立门，两扇在地坑楼梯踏步位置以便操作人员通过、四扇在轨道通过的前后端，每端两扇，通过车辆，两侧门开启后，两进车端有不锈钢栏阻索（杆），保证安全。两扇顶门打开后通过车辆。当所有门都关闭时，不落轮镟床位于局部的密闭环境，在车辆轮对镟修作业时，防护顶蓬也相对保持镟床局部的密闭环境。

防护顶蓬钢结构顶部为弧形结构，采用 75×45 加厚矩形不锈钢管构成框架和顶门滑板；折页门用 60×40 矩形不锈钢管制作，上部同为弧形结构。焊接采用氩弧焊机施焊工艺。框架

采用膨胀螺栓或化学锚栓与砼地面连接固定。框架、各门、滑板蒙板采用 8㎜阻燃阳光板，用不锈钢型材铆压固定。制成后透光性好、重量轻、外表美观耐用。

顶门滑板不锈钢框架通过螺栓与钢板焊接制作的滑轮支架连接。滑轮组采用导轨式滑轮组结构，上部滑轮带轮缘，以导轨边缘定位保证滑板位置正确。滑轮均采用滚动轴承副，滑动阻力小。导轨为加工成型的平面式导轨，采用钢板制作，并通过在框架上部弧形边框上预制的多个 M6 铆螺母定位后焊接，滑轮组及导轨外侧均加不锈钢防护顶蓬板，传动装置也设置在顶蓬板内侧的框架上。

1.12.2.2 传动系统结构选择

为了保证顶门滑板开合的平顺和稳定，选择链条传动方式，用链条牵引滑轮组的传动方式具有传动可靠、同步性好、运行平稳、零件通用性好，使用维护成本低。为了确保使用设置了应急手动操作方式。

顶门滑板的开合由牵引链条的正反向移动实现，选择交流电机作为原动机，通过改变交流电机的控制方式就很方便实现链轮的正反转。由于电机的初转速较高，必须设有减速器进行减速以适合顶门滑板的运行速度，而顶门滑板要求在闭合位置时不能反向滑动，同时在应急情况下需具有手动操作，选用电机、涡轮涡杆减速器集成，并具有解锁离合器的专用机电一体化机作为驱动装置。其结构紧凑、性能稳定、启动力矩大、适应频繁正反转，内设热保护装置，确保使用寿命。在停电时，可方便的转为手动方式，低温环境下正常工作，刹车灵敏，准确停机。

1.12.3 工作原理

不落轮镟床防护顶蓬，使不落轮镟床地坑上下形成一个局部的密闭环境，工作时，轨道前后端门、顶门打开，车辆调车到位，进行加工，通过空调控制环境温度，减少噪音对周围的影响，不工作时，关闭立门和顶门，可以起到防尘效果。

顶门滑板是利用围栏的顶蓬支架承载传动设备，由安装在立柱上的电动机提供动力，通过蜗轮、蜗杆、摩擦离合器、链轮、传动链、伺服机构、启动门体。利用电器控制柜控制电机的正反转，使得门体产生往复运动（开闭功能），达到开门、关门的作用。立门是手动门。工作时，只要打开顶门（电动）和立门（手动）就可以将车辆调到不落轮镟床的切削位置。无论是关门还是开门状态，防护顶蓬始终保持不落轮镟床局部的密闭环境。**所有顶门和立门**

需设置限位开关并与公铁两用车安全联锁，实现所有门必须打开到位触发限位开关后才允许公铁两用车牵引电客车走行，避免因门打开不到位侵限。

1.12.4 防护顶蓬结构及电机、机械运动特点

防护顶蓬钢结构件应采用不锈钢材料制作，立棚加拱形顶框架结构采用防火阻燃阳光板蒙装。拱形顶门采用伸缩开闭结构，立门采用铰链结构。门宽应符合车辆限界（要求 3300 mm）。对不落轮镟床结构的特殊位置（凸出箱体）采用局部处理的方式，力求达到美观、实用、可靠的使用功能。该机构有如下主要特点：

（6）超低压运行，工作电压在 150V 时，输出功率可达原设计的 50％以上，180V 即可正常工作：

（7）开门机内设置安全摩擦离合器，当负荷超过设定值或遇障碍物时摩擦离合器启动，电机空转：

（8）电机内部设置过热保护器，电机启动运行频繁，温度达到额定值时，电机自动断电，进入保护状态，冷却后复位，恢复使用。延长电机使用寿命。

（9）本机构设有手动离合器，停电时或需要手动时，只需将离合器手柄旋转 100 度即可推动顶门开闭。

（10）整机运行稳定，停车无惯性，同步运行（无打滑）力矩可调（20N.m－60N.m),限位准确。

（11）控制系统集中控制，安放在便于操作部位，方便维护、维修。

（12）罩棚部分区域可拆卸，考虑不落轮机床大修时，能够满足部件起吊要求。

1.12.5 主要技术参数

（1）电压：AC220－380V

（2）频率：50Hz

（3）电机功率:300—800W

（4）电机转速：1400 转/分

（5）输出转速：47 转/分

（6）启动电流：3A

（7）移门速度：12－20 米/分（可调）

（8）门的开度：3300mm（双门）

1.12.6 质量要求

棚顶应相对密封，保证防尘、保温效果。能够电动打开棚顶（应有相应手动方式作为备份），便于电客车的顺畅通行。

顶蓬整个框架应刚度良好，电客车进出、镟轮作业等震动情况下不能塌陷。

顶蓬两端和上部开启时应在电客车限界以外，开启后应有固定措施。

为保证质量，进场安装的材料应经买方检验合格方可使用。

施工完毕编制竣工资料（含竣工图）提交验收。

1.12.7 供货与施工要求

（1）现场安装应排定计划并经监理审核批准。

（2）应采用预制件现场组装方式，尽量减少材料现场加工的工作量，避免污染机床工作环境。

（3）现场安装施工人员应服从现场管理，遵守属地化管理相关管理规定。

（4）涉及电焊、切割等明火作业应履行报审手续。

（5）施工结束后要做到工完料清，做好现场环境卫生工作。

2 公铁两用车

2.1 公铁两用车（检修-司机驾驶）

2.1.1 公铁两用车用途及主要功能要求

公铁两用车是作为车辆段不落轮镟床的配套设备，用于列车镟轮时牵引列车并在不落轮镟床上准确对位。公铁两用车也可用于其它轨道车辆（如内燃调车）在不落轮镟床镟轮时实施牵引对位作业，或用于牵引库内检修的地铁车辆进行调车作业。

可以在轨距 1435mm 和最小曲线半径 150m 车辆段内各条钢轨上牵引轨道车辆，也可以在公路面上行驶。具备人工驾驶和无线遥控两种控制方式，其中无线遥控仅适用于轨道运行方式。公铁两用车还需配置边界自动停车装置预防风险。

采用蓄电池为电源，配置有集中加液装置。配置公铁两用车胶轮与钢轮的转换借助于液压起落装置。车上配有驾驶座椅和操作台。

公铁两用车应具有与地铁列车头车自动车钩挂钩的功能（11 号线 A 型车钩）并能在公铁车侧实现自动解钩（需明确在车辆操控台还是遥控器），**具体结构形式技术联络会时明确。**

2.1.2 主要技术参数

型号		由供货商提供
牵引负载（1 列车 6 辆编组）		≥224 t
蓄电池	容量	由供货商提供，不得小于 600Ah
	电压	由供货商提供
	充电电压	AC220~380 (±10%)V，50Hz
寿命		≥6 年
电机功率		由供货商提供 kW
轨道行驶	最高速度	5km/h
马路行驶	最高速度	15km/h
最小转弯半径		≤6.5m
轨道牵引	轨距	1435mm

车场线钢轨	50kg/m
道岔	7 号道岔,50AT 曲线型尖轨
车场线最大坡度	1.5‰（库内线路）
车场线曲线半径	150m
最高速度	5km/h
常用制动距离（牵引 224t，5km/h 速度）	（由供货商提供）m
遥控距离	≥200m
总重量	（由供货商提供）kg
设计寿命	≥30 年

2.1.3 公铁两用车各组成部分主要技术要求

公铁两用车主要由电池及充电装置、车身底盘与走行系统、牵引驱动及传动系统、制动系统、液压系统、电气及控制系统、驾驶室及操作系统、车钩系统及安全与防护系统等部分组成。

投标人在投标文件中应提供设备总图和主要部件图，并对设备的功能、用途、结构原理、性能、技术指标、技术特点、控制系统原理以及设备的操作、维护、安全保护等作出详细、完整的说明。

2.1.3.1 蓄电池系统及充电装置

公铁两用车应采用环保型蓄电池为驱动电源，根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》选用可回收利用的型号，并满足《IEC 动力铅酸蓄电池寿命标准》（IEC61982.3）。

蓄电池容量不应小于 600Ah，可进行不少于 1500 次的充放电。

要求具有充电结束后自动保护关闭、充电时车辆驱动锁紧保护。

要求设备设置蓄电池电量显示器，能够实时显示蓄电池的电量。设备具有蓄电池低电量保护功能，当蓄电池电量低于 10％~30％（可调）时驱动锁死，防止蓄电池深度放电对蓄电

池使用寿命造成的不利影响。同时设置手动解锁装置，解锁锁死驱动后可以推行设备至充电位置。

公铁两用车随车配置蓄电池充电器，充电器应设计合理，具有良好的散热性能。

充电为自动进行，正常充电时间≤8 小时，充电系统的工作电源为 380VAC/50Hz（220VAC/50Hz）。

投标方应提供一套蓄电池集中自动加水装置。

2.1.3.2 车身底盘与走行系统

（1）车身底盘主体结构为焊接钢结构。

（2）投标文件提供公路运行模式下车辆的底盘与走行装置说明。

（3）投标文件提供铁路运行模式下车辆的底盘与走行装置说明。

（4）钢轮和橡胶轮转换，液压起落架操作方便，控制安全可靠。

2.1.3.3 牵引驱动与传动系统

（1）投标文件需提供公、铁两种运行模式下牵引力提供方式说明。

（2）投标文件需提供驱动电机及传动结构、工作原理及主要参数。

（3）投标文件需提供公铁两用车在铁道上运行时，为了提高其曲线通过能力所采取的措施。

（4）公铁两用车具有足够的粘着力，充分考虑雨雪天气、钢轨顶面污染及坡度等，牵引 6 辆编组列车时保证不发生车轮打滑现象。

2.1.3.4 制动系统

（1）公铁两用车满足列车牵引时的制动要求。同时具有停车制动功能，具备在公路和铁路上停车制动的能力。

（2）公铁两用车具有三个独立的制动系统（电制动、脚踏盘式制动和停放制动），每种模式都相对独立操作。

（3）在牵引地铁车辆模式下应能同时施加电制动和液压制动，增加停车精准度。

2.1.3.5 液压系统

（1）液压系统功用

液压系统为驱动油缸、转向系统及脚踏制动供油，并操纵轨道轮对和公路前轮上升、下降。

（2）液压系统组成

液压单元包括：液压泵及电机、各种功能的阀组件及压力指示器、带过滤器的液压油箱、提升缸等。

（3）投标文件需提供液压、配置品牌及主要技术参数。

2.1.3.6 电气及控制、遥控系统

（1）电池为车辆提供直流电源。当需要充电时，将车上的电池充电器连接到车间的电源插座上。DC/DC 电压转换器可以提供 24VDC 控制电压。

（2）驱动控制

驱动控制具有下列（但不限于）控制功能：

1）电机转速监控。

2）在初始加速过程，为增加扭矩和过载能力而进行电压放大（电流监控）。

3）低速运行下优化灵敏度。

4）通过控制电机的转速，优化坡道运行：①电机转速可以设定为需要的数值，一旦速度超过设定值，电制动就会起作用；②车辆可以通过电制动停止，并在坡道上可能保持停止。

5）无电流接触器的电力反馈和换向。

6）电能产生的电制动。

7）当控制开关返回到 0 位时，在电制动过程中连续的减速。

8）电磁制动组件的控制。

9）获得高效电机及电池系统（由于使用了高频通讯）。

10）控制台设有内置的车辆运行计时器。

11）通过控制台进行测量及试验，用于检测实时参数，比如输入、电机电压、电机电流等。

（3）无线遥控装置

1）无线遥控装置可以在数控不落轮镟床附近不小于 200 米的范围控制公铁两用车并具

有自动解钩功能，且与不落轮镟床同时具备无线和有线互锁功能。

2）公铁两用车无线遥控采用的发射频率符合《微功率(短距离)无线电设备管理暂行规定》的有关规定，并且不干扰通信系统的运行。

2.1.3.7 驾驶室及操作系统

（1）驾驶室

① 驾驶室内设有驾驶员座椅、操作台及方向盘，其设计符合人机工程学原理。

② 驾驶员在牵引过程中具有良好的视线。

③ 驾驶室为防雨设计。驾驶室应考虑操纵室的封闭性，车门封闭以提高操作人员在恶劣环境下（如烈日、雨雪、大风等）的作业舒适性。

④ 室内设有操作装置和保护装置，保护装置包括安全带、扶手、把手、防护链等。驾驶室台阶的高度设计既进出容易又保障安全。

（2）公铁两用车在不同作业下的驾驶模式

① 在公路上行驶时，公铁两用车为方向盘驾驶模式，在驾驶室的操作台上进行；

② 在轨道上进行牵引作业时，公铁两用车具备人工驾驶和遥控操作两种模式。遥控牵引作业采用遥控器操作。

（3）人工/遥控操作至少具备以下功能

① 起动和停车

② 调速（分档）

③ 喇叭

④ 紧急停车

⑤ 前进和后退

⑥ 有“低速行驶”及“高速行驶”切换

2.1.3.8 车钩

公铁两用车一头装置与列车 Tc 车半自动车钩匹配（包括车钩型式、车钩高度、配合面等）的固定式车钩，另一头为牵引内燃调车/接触网作业车，留有与其联挂的专用车钩（13B 下作用）。

2.1.3.9 安全与防护系统

设置足够的安全装置和防护设施，保证作业人员和设备（车辆、不落轮镟床和公铁两用车）的绝对安全。提供下列（但不限于）安全保护：

（1）电气设备的保护等级不低于IP54。

（2）牵引列车时不对列车造成任何损坏。

（3）运行时具有声光警示功能。

① 前进或后退指令已被选择的指示灯

② 开车前的预报警信号

③ 开车过程中的运行指示信号

④ 闪光灯标

⑤ 指示公铁两用车移动方向的前、后指示灯

（4）紧急停车与停车保护

① 在公铁两用车操作台上和遥控器上设有紧急停车开关

② 故障情况下的自动停车、刹车

③ 弹簧使制动器确保安全制动

④ 停车指示灯

（5）公铁两用车具有在室外、雨天行驶的防护措施。针对南京地区气候特点采取有效的防护措施。设备表面应采用多层防锈处理。

（6）公铁两用车设有脱轨保护装置。

（7）设置充电器与操作系统的自动互锁开关，充电时公铁两用车不能移动。

（8）公铁两用车的设计符合有关环保要求，满足（IEC 动力铅酸蓄电池寿命标准）。

（9）公铁两用车无线遥控采用的发射频率符合《微功率(短距离)无线电设备管理暂行规定》的有关规定，并且不会干扰通信系统的运行。

（10）热接触器对电机温度的监控

热接触器监控所有电机的温度。如果电机过热，热接触器就会打开，车辆自动减速运行，之后车辆驱动系统自动关闭，必须等待冷却下来。

（11）铁路后轴液压力监控

在铁路模式下，铁路后轴的油压压力被连续的监控，确保后轴橡胶轮具有足够的轨道压力和牵引力。

（12）铁路车轴位置监控

限位开关监控铁路车轴升降油缸的端部位置。设有上、下限位开关。上限位开关给公路运行模式提供触发信号，下限位开关给铁路运行模式提供触发信号。当转到铁路模式时，铁路车轴没有降下，下限位开关未触发，或转到公路模式时，铁路车轴仍然在降下的位置，上限位开关未触发，系统拒绝执行命令。

（13）电池电力监控

在控制面板上的电池指示器显示电池的剩余电力，在剩余电力小于20%时，车辆自动减速，故障灯自动闪烁。当电压过低时自动使公铁两用车停止工作。

（14）自动停车制动

为防止静止的车辆发生不经意的溜动，只要车辆控制系统处于关闭状态，停车制动就自动起作用。停车后应足够的制动力防止列车溜动。

（15）触发停放制动

当公铁两用车在运行中，司机离开操作位置时，车辆就会减速，停车制动就会立即起作用。

（16）供货时，卖方提供完整的安全操作规程。

2.1.3.10 公铁两用车边界自动停车装置

公铁两用车用于南京地铁各线电客车轮对复测、镟修作业，由镟轮操作员工驾驶或遥控的方式牵引电客车到达指定位置进行作业。镟轮线一端尽头为止挡，另一端连接道岔，公铁两用车运行范围内无限位设施。为防止因镟轮操作员工疏忽大意或公铁车故障导致无法有效制动，可能导致公铁车走行越界而存在冲撞止挡或挤叉的安全风险，需配置公铁两用车边界

自动停车装置预防风险。

公铁两用车限制于 A-B 区间轨道模式工作，A 和 B 为运行限界，在 A、B 位置轨旁 3 米内分别设置固定杆，在固定杆上高于轨道面约 0.5 米处安装将信号反射器。

公铁两用车车身的头部和尾部分别安装一组传感器，车身头部传感器安装于公铁车前舱左侧位置，车身尾部传感器安装于公铁车后舱右侧位置。公铁两用车传感器组包含红外发射器、接收器，当公铁两用车运行到立柱的信号反射器位置时，接收器接受到反射信号，信号传给控制器（PLC），控制器通过内部程序，控制公铁两用车制动，当牵引 6 节电客车时，按最高牵引速度 3km/h，制动距离在（2-3）米，制动后仅允许反方向运行，以保证公铁车不超出运行区域。此功能在遥控和人工驾驶模式下都可以实现。

2.1.4 公铁两用车维修与保养要求

（1）设备结构以及主要部件的设计寿命为 30 年。主要磨损件最小设计寿命更换期，应满足设备检修周期要求。投标人应提供在正常使用时的各个修程的时间表和主要维修内容。

（2）投标人应提供必需的辅助设备和专用维修设备及工具。

（3）说明设备使用的液压油、润滑油（脂）等消耗品的牌号、在中国境内的生产厂家或代理销售商的情况。

2.1.5 公铁两用车技术与物理接口

2.1.5.1 公铁两用车与不落轮镟床，罩棚的接口与互锁

（1）公铁两用车牵引列车实施对位、停车作业，满足在机床滑动轨上行驶的接口要求，车底最低点能安全通过机床上方。

（2）公铁两用车牵引列车进行镟轮作业过程中，机床与公铁两用车，罩棚三者之间需设有安全互锁，即：公铁两用车工作时，机床的活动轨必须闭合且机床断电。机床工作时，活动轨必须打开且公铁两用车不能工作。保证公铁两用车或不落轮镟床单独工作，并且有灯光警告信号配合。公铁车与不落轮镟床应同时具有无线及有线互锁功能。

2.1.5.2 公铁两用车与车辆联挂的接口

公铁两用车一头装置与列车 Tc 车半自动车钩匹配（包括车钩型式、车钩高度、配合面等）的固定式车钩，另一头为牵引或内燃调车/接触网作业车，需提供留有与其联挂的专用车钩安

装接口，具体在设计联络时确定。

2.1.5.3 公铁两用车自带充电机

卖方提供公铁两用车自带充电机和充电电源插头和插座，充电器输出线长度≥10M，并在备品备件中提供能满足买方需要的电源插头和插座数量。

2.2 公铁两用车（架修-遥控驾驶）

2.2.1 设计规范与标准

《机车车辆车轮轮缘踏面外形》（TB/T449-2016）

《工业机械电气设备第Ⅰ部分通用技术条件》（GB/T5226.1-1996）

《机械安全控制系统有关安全部件》（GB16855.1）

《机械安全急停设计原则》（GB16754）

《机械安全基本概念与设计通则》（GB/T15706）

《电器设备安全设计导则》（GB/T4064-1983）

《低压配电装置及线路设计规范》（GB50054）

《通用用电设备配电设计规范》（GB50055）

《低压电器外壳防护等级》（GB4949.2）

《电机基本技术要求》（GB/T75）

《工业企业厂界噪声标准》（GB 12348－2008）

《装配通用技术条件》GB/T5994

《气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸》（GB985-1988）

《焊接通用技术条件》（Q/ZB74）

《铸造铜合金技术条件》（GB1176-87）

《碳素结构钢》（GB/T 700-2006）

《金属切削机床 机械加工通用技术条件》（JBT9872－1999）

《梯形螺纹公差》（GB/T 5796.4-2005）

《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》（GB1804-2000）

《形状和位置公差 未注公差的规定》（GB1184-2000）

《包装储运图示标志》（GB/T 191-2008）

《标牌》（GB/T13306-1991）

以上标准如有最新版本，以最新版本为准。其他标准由投标方提供。

2.2.2 设备总体要求

11 号线车辆架大修库内使用的公铁两用车，主要用于南京地铁 11 号线 A 型，宁天 B 型列车解编后的单车牵引(车体落在工艺转向架上，牵引部位为工艺转向架下部横梁)、八点称重试验合格后的单车牵引（车体已落在转向架上，牵引部位为车钩或半永久性牵引杆）。

公铁两用车以铅酸电池为动力电源，可在公路及轨道上实现正向、反向行走。包含无线遥控操作控制方式。符合铁路机车限界要求。

公铁两用车及遥控器上所有标识应为中文标识。

设备的关键部件必需采用成熟的国际著名品牌,投标方在投标文件中必需提供关键部件的品牌及产地。

设备结构以及主要部件的设计寿命为 30 年。主要磨损件最小设计寿命更换期，应满足设备检修周期要求。投标人应提供在正常使用时的各个修程的时间表和主要维修内容。

2.2.3 设备主要结构及具体技术要求

公铁两用车主要由车体、走行及驱动系统、电控系统、蓄电池系统、液压系统、安全装置以及连接装置等部分组成。

2.2.4 车体

车体采用钢板焊接制作，结构简单紧凑,外形美观，且具有足够的强度与刚度。

选择先进合理的焊接工艺，焊接工艺符合国家相关标准。所有焊缝打磨平整，重要焊缝须进行探伤并提供探伤报告。

金属结构进行除锈防腐处理。设备及工装表面要求采用高质量防锈漆，油漆寿命不小 10 年。要求设备涂装颜色为工程黄，涂料供应商要选用国内外知名品牌产品，采用底漆、中涂、面漆三层涂装方式，涂层总厚度不小于 40um，漆膜饱满光滑平整。

2.2.5 走行及驱动系统

走行及驱动系统由驱动车轮、轨道导向轮、驱动电机、转向电机、逆变器等组成。

设备走行轮须采用实心钢轮外附聚氨酯材料，具有良好的耐磨、耐油、耐寒、耐撕裂、耐化学腐蚀，吸震能力强，对地面无损伤，具有足够的粘着力，防止牵引时产生打滑现象。

轨道导向轮主要用于轨道牵引时的导向，导向轮应采用液压升降。须设置上下限位装置和防脱轨限位装置，尤其应避免频繁爬轨现象。通过预设传感器位置，当有脱轨危险发生时，设备立刻停车，保证生产作业安全。要求投标方提供导向轮升降控制所采用的液压元件的品牌、数量、规格型号等信息。

公路走行和铁路牵引应四轮驱动，无级变速，可双向牵引，并可自由变换，且应具备特殊蠕动速度控制功能，方便停车定位。

四个行走轮应独立驱动，采用交流电机，无级变速，启动和停止平稳可靠。交流电机应选用国内外知名品牌产品，要求投标方提供驱动电机的品牌、规格型号、功率、防护等级等信息。

四个车轮可以实现原地 135°转向。公铁两用车应具有斜向行使、转弯行使、原地回转等模式。斜向行驶模式时设备即可以 90°方向侧向行驶，此时设备与行驶方向垂直。该导向模式主要用于变换轨道。

应采用驱动电机的失电耦合制动系统，停车即制动，停车后有足够的制动力防止车辆溜动。

应具备公路行驶中 10 米内爬坡斜度 10％的能力。

驱动逆变器配有过载保护装置。投标方提供完整的逆变器控制程序及详细参数。

能够对电机温度的监控，具有保护功能。

2.2.6 电控系统

设备应包含无线遥控操作方法，遥控器的主要操作功能需包含方向控制、制动、减速、轨道导向轮升降、转向行使控制以及急停按钮等功能。

公铁两用车无线遥控采用的发射频率应符合《微功率(短距离)无线电设备管理暂行规定》的有关规定，并且不能干扰通信系统及其他设备系统的运行。

遥控距离应大于 200 米。

2.2.7 蓄电池系统

公铁两用车应采用环保型蓄电池为驱动电源，根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》选用可回收利用的型号，并满足《IEC 动力铅酸蓄电池寿命标准》（IEC61982.3）。

蓄电池容量不应小于 640Ah，可进行不少于 1500 次的充放电。

要求具有充电结束后自动保护关闭、充电时车辆驱动锁紧保护。

要求设备设置蓄电池电量显示器，能够实时显示蓄电池的电量。设备具有蓄电池低电量保护功能，当蓄电池电量低于 10%~30%（可调）时驱动锁死，防止蓄电池深度放电对蓄电池使用寿命造成的不利影响。同时设置手动解锁装置，解锁锁死驱动后可以推行设备至充电位置。

公铁两用车随车配置蓄电池充电器，充电器应设计合理，具有良好的散热性能。

充电为自动进行，正常充电时间≤8 小时，充电系统的工作电源为 380VAC/50Hz（220VAC/50Hz）。

投标方应提供一套蓄电池集中自动加水装置。

2.2.8 安全装置

设备配置工作指示信号灯，在设备运行时，信号灯闪烁。设备配置蜂鸣报警器，要求行走过程鸣叫。

在牵引车车体四角及无线遥控面板上各设置一个紧急制动开关，供紧急停车使用。

2.2.9 连接装置

公铁两用车应配有适合 11 号线及宁天线地铁车辆的连接装置（含高度适配器+车钩适配

器）和工艺转向架连接杆，能够方便、快捷地完成摘挂作业。连接装置和工艺转向架连接杆设计应合理，具有足够的刚度与强度。满足牵引地铁车辆纵向、横向力学要求。

连接装置应置于牵引车前后两端，采用机械丝杠型式连接，具备上下调整连接装置高度功能，两端分别配备与 11 号线及宁天线全自动车钩、半永久性牵引杆连接车钩适配器和高度适配器，满足福伊特 35 型（暂定）与四方 330 型（暂定）车钩和半永久性牵引杆连挂需要。必须满足：公铁车连挂单节车体（在工艺转向架托举状态下）也可以上移车台，随车共同移换轨道。

工艺转向架连接杆设计合理，可一人轻便移动，存放方便。投标方在设计联络阶段提供具体结构方案，方案须经招标方审核同意。工艺转向架接口参数设计联络提供。

所有的连挂装置在连挂与牵引过程中不得对车辆部件造成损伤。

2.2.10 设备主要技术参数

轨距：1435mm

牵引能力:≥ 200t

有效牵引能力：≥ 20KN

轨道牵引速度：0～5.0 km/h，可以实现无级调速（具体速度范围设计联络时商定）

公路行驶速度：0～6.0 km/h，可以实现无级调速（具体速度范围设计联络时商定）

牵引时制动距离：≤ 2m

停车定位精度:≤ ±20mm；

驱动转弯半径（回转半径）：≤ 1.75m

蓄电池容量：≥ 640Ah

工作噪音：≤ 60dB

牵引车外形尺寸：≤约 3500*1750*1200mm

公铁两用车整车重量：≤4t

2.2.11 供货范围

投标方供应的设备为公铁两用车 1 台及充电器，包含各型牵引适配器。设备必须是全新、完整、技术成熟、有使用经验符合各项验收标准的合格产品。

投标方须提供随车附件和专用工具清单，清单中明确品牌、规格型号、生产厂家、原产地等信息。

投标人应说明设备使用的液压油、润滑油（脂）等消耗品的牌号、在中国境内的生产厂家或代理销售商的情况。

投标方提供设备技术说明书、操作维护手册、相关技术图纸（设备结构图、电气原理图、液压原理图、控制原理图等）。

3 列车自动清洗机

3.1 设备运用评价要求

投标人需提供列车自动清洗机（全自动驾驶功能）2020 年 1 月 1 日至今（以竣工验收时间为准），至少在城市轨道交通行业有 1 个同类设备成功运用的证明文件，证明文件须同时提供①合同协议书、②竣工验收报告或用户证明文件。

3.2 设备用途及主要功能

列车清洗机设备与作为被清洗对象的南京地铁地铁电客车辆相匹配。

列车自动清洗机（简称洗车机）是南京地铁用于对地铁列车外表面实施自动洗车作业和进行淋雨试验的专用设备。**本工程列车清洗机设于车辆段（停车场）全自动驾驶区域。**该设备应具有下列主要功能：

（1）具备列车全自动驾驶条件下自动清洗列车功能。

（2）清洗列车两侧外表面（包括车门、窗玻璃、侧顶圆弧面）和列车前、后车头端面；

（3）全自动清洗或手动清洗或自动和手动相结合的清洗功能。各洗车工位具有单独进行手动和点动操作的功能；

（4）具有系统流程工况显示功能；

（5）清水清洗或加入洗涤剂清洗功能；

（6）选择功能：具有选择单独进行水清洗或加入洗涤剂清洗的功能，选择是否进行前、后端面清洗的功能；

（7）端头清洗要满足多种不同流线型车头刷洗功能，并有多种车头形状参数的存储功能

（8）转刷和车体接触压力具有自动调节功能；

（9）清水供给系统具有清水软化处理功能；

（10）清洗后的水经回收处理后再循环利用的功能。

（11）具有自动或手动排水和补水的功能；

（12）具有清水淋雨试验功能；

（13）具有闭路电视摄像监视洗车过程功能；

（14）具有自动检测、完善的系统保护功能；

（15）具有故障自动诊断和故障自动显示、查询、报警、记录以及故障停机功能；

（16）具有对被清洗列车的车号、洗车次数及日期、是否用洗涤剂水清洗、是否端洗的记录和打印功能。

（17）具有模拟洗车功能。

（18）配有 2 台 2t 带行走功能的手动葫芦吊。走行轨道由土建提供并安装。

（19）应具备与全自动驾驶相适应的洗车模式接口。洗车库纳入到全自动无人驾驶区域，洗车机不仅要满足地铁列车有人驾驶状态下的洗车模式，还需具备地铁列车全自动无人驾驶

模式下的洗车工况。全自动无人驾驶模式下洗车机应与信号系统接口，当车辆到达洗车预定位置时，洗车机控制系统要与信号系统通信并自动启动洗车机工作；当车辆通过洗车库结束洗车作业时，洗车机控制系统与信号系统通信并自动停止洗车工作。信号系统在洗车的过程中控制列车的启动、停止；洗车机控制系统通过与信号系统的通信来控制洗车机在无人操作模式下的自动工作。

（20）全自动无人驾驶洗车模式下洗车机控制间至信号系统通讯电缆由信号系统提供并铺设。洗车机厂家负责核对电缆型号并配合信号系统调试。投标方应在投标文件中详细描述方案，并提供运用业绩证明文件和用户使用报告。

（21） 洗车机具有在洗车库控制室有人操控洗车机设备启动、停止洗车的功能，同时具有全自动无人驾驶洗车模式下在洗车库控制室无值守人员，人员可在 DCC 进行远程视频监控、工况流程监控、报警信息显示、是否选择端洗、是否选择洗涤剂、设备复位、各工位点动等功能，通过以上功能实现 DCC 控制洗车机完成自动洗车作业。DCC 控制级别低于洗车库本地控制级别。

（22）远程控制洗车模式下，洗车机控制间至 DCC 的通讯光缆、控制电缆由投标人提供并铺设，并负责调试工作。投标人应在投标文件中进行详细描述，并提供业绩证明文件和用户使用报告。

3.3 列车清洗工艺流程

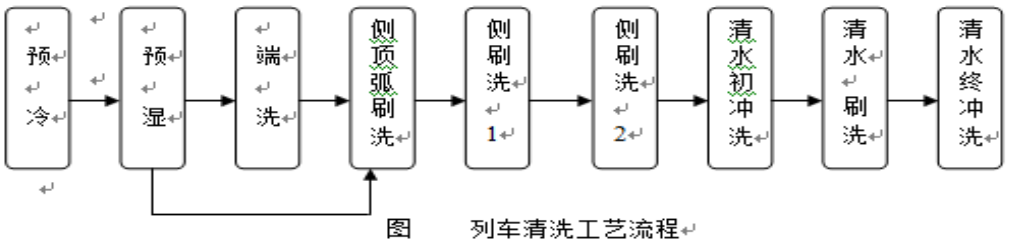


图　　列车清洗工艺流程

3.4 列车清洗采用走－停清洗模式

列车带电自行牵引，在不落受电弓的工况下以“洗车模式” 3～4km/h 速度通过洗车库，自动进行列车端部及两侧（包括车门和窗玻璃、侧顶弧圆面）的刷洗和冲洗工作。列车行进中洗两侧面，停车时洗列车前、后车头端面。驾驶员按信号指示操纵列车运行或停车。

3.5 清洗后的质量要求

车体外表面用白色棉织布擦摸，无明显污迹；

车体外表面和门、窗玻璃、侧顶弧圆面无明显水迹；

对车辆结构、表面油漆、密封橡胶、轨道不造成损伤（化学、机械物理）或潜在损伤，对环境不造成污染。

3.6 设备技术性能、可靠性、互换性、质量和寿命要求

投标人应向业主提供经过运用验证，技术成熟的产品；提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用可靠、维修方便、运行安全、符合环保要求的全新设备。

设备零部件采用优质的机械、电气、电子、液压元件及材料。外购零部件应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品。

实施模块化设计，零部件互换性好。

设备结构以及主要部件的设计寿命为 30 年。主要磨损件最小设计寿命更换期，应满足设备检修周期要求。

3.7 设备主要技术参数

序号	技术要求	技术参数
1	列车清洗主库长度	66-68m
2	适用于列车行驶速度	3 km/h 左右
3	设备清洗能力	3 列/h
4	停车信号定位精度，在熟练司机驾驶下能达到	±0.5 米
5	作业人员（驾驶员/操作人员）	2 人
6	**转刷**	
6.1	侧刷轴数	由供货商提供
6.2	端刷轴数	由供货商提供
6.3	转刷转速（r/min）	由供货商提供（侧刷&端刷）
6.4	转刷直径（mm）	由供货商提供
6.5	刷毛材质	由供货商提供
6.6	刷毛截面形状	由供货商提供
7	**喷嘴**	
7.1	洗车系统喷水压力（MPa）	由供货商提供
7.2	淋雨试验系统喷嘴数量	由供货商提供
7.3	淋雨试验系统喷水压力（MPa）	由供货商提供
8	**清水系统**	
8.1	清水箱容积（m3）	由供货商提供
8.2	清水泵电机额定功率（kW）	由供货商提供
9	**回用水系统**	
9.1	回用水池容积（m3）	由供货商提供

9.2	回用水泵电机额定功率（kW）	由供货商提供
10	**水处理系统**	
10.1	沉淀池容积（m3）	由供货商提供
10.2	沉淀池水泵电机额定功率（kW）	由供货商提供
10.3	机械过滤装置能力(m3/min)	由供货商提供
10.4	洗涤剂系统　洗涤剂 pH 值	由供货商提供
11	**压缩空气系统**	
11.1	空压机额定压力（MPa）	由供货商提供
11.2	空压机供风量（m3/min）	由供货商提供
11.3	空压机电机功率（kW）	由供货商提供
11.4	储气罐容量（m3）	由供货商提供
12	**经济指标**	
12.1	每列车耗电量（kWh/列车）	由供货商提供
12.2	每列车清水耗量（t/列车）	由供货商提供
12.3	每列车洗涤剂耗量（kg/列车）	由供货商提供
12.4	每列车水处理药剂耗量（如果有）	由供货商提供
12.5	每列车压缩空气耗量（m3/列车）	由供货商提供
12.6	刷毛寿命	由供货商提供
13	**电压**	
13.1	电源电压	由供货商提供
13.2	控制电压	由供货商提供
14	总功率	由供货商提供
15	设备最大噪音	由供货商提供

3.8 安全性、可靠性和可维修性

（1）投标人须提供经过运用验证、技术成熟的设备。外购零部件应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品。

（2）投标文件应就设备整机及主要部件，对可靠性、可用性及可维护性提出量化、可行、可操作的目标，并对设备可靠性、可用性和可维护性提出分析说明文件。

（3）对操作人员提供安全操作规程。

（4）设备润滑可靠和维护方便，零部件标准化、模块化，装配工艺性好。

3.9 设备总成及总平面工艺布置

（1）列车清洗库包含清洗主库和附跨两部分。清洗主库布置有列车清洗线，车辆段该线为一条八字式洗车作业的专用线，喷淋或刷洗设备为通过式，沿线按工艺流程布置。附跨设有控制室、机泵间、水处理间和储藏室。

（2）清洗机全套设备安装在厂房内，部分设施如进车信号、回用水沉淀池等可置于室外。

（3）本设备由洗车线设备系统、淋雨试验装置、清水供给系统、回用水供给系统、洗涤剂系统、水处理系统、压缩空气系统、信号系统、摄像闭路电视系统、电气/控制及操作系统、润滑系统、故障自动诊断/显示系统、安全防护系统等组成。

（4）洗车线设备按工艺流程先后布置，有预冷喷淋装置（工位 1）、预湿转刷/喷淋装置（工位 2）、车头端面刷洗装置（工位 3）、侧顶弧刷洗装置（工位 4）、侧面刷洗装置两组（工位 5、6）、清水初冲喷淋装置（工位 7）、清水刷洗装置（工位 8）和清水终冲喷淋装置（工位 9）等。

（5）在洗车主库清洗线适当位置还设有列车淋雨试验装置、信号及列车位置检测装置等。

（6）车头端面刷洗装置和淋雨试验装置都置于接触网断电区的下方。

（7）预湿装置到车体侧顶弧面刷洗装置之间要有足够的区间长度，以保证洗涤剂有充分的作用时间。

（8）投标人在投标文件中应提供洗车主库和附跨厂房的总平面布置图。

3.10 设备各组成部分技术要求

3.10.1 洗车线设备技术要求

（1）预冷喷淋装置

车体预冷采用回用水喷淋。

喷淋装置应设有足够的喷嘴，喷嘴的喷射压力和角度可以调整，有足够的喷射扇面。喷射要覆盖整个车体侧面、侧顶弧面和车头端面。

（2）预湿转刷涂抹/喷淋装置

车体侧面预湿采用转刷涂抹方式，将回用水或混合有洗涤剂的回用水，用转刷涂抹在车体外表面上。每个转刷旁设有喷水管及相应喷嘴，喷嘴的位置设在转刷旋转时趋向车体的一侧，直接将回用水或混合有洗涤剂的回用水喷射到转刷与车体接触处的收敛楔形区。

车体侧顶弧面和车头端面预湿采用回用水或混合有洗涤剂的回用水的喷淋方法。

（3）车头端面刷洗系统

列车自动清洗机端部刷洗机构由一对水平端刷、一对竖直端刷及相应的走行机架、驱动/传

动机构、喷水装置组成。水平端刷和垂直端刷共同置于可水平轨向行走的机架上。

水平端刷用于列车前后流线型车头两端表面的仿形刷洗，竖直端刷用于车头两斜侧面的刷洗，做到对流线型车头实施无死角刷洗。

投标人在投标文件中应说明水平端刷刷轴中心线运动轨迹拟合成车体端部轮廓的原理和机构，说明刷毛与车头接触压力控制及调整的原理和方法。

每个水平端刷和竖直端刷旁都设有喷水管及相应喷嘴，喷嘴的位置设在转刷旋转时趋向车头的一侧，直接将水喷射到转刷与车头接触处的收敛楔形区。水平端刷设两根喷水管，一根接混合有洗涤剂的回用水，另一根接清水，竖直端刷设一根喷水管接回用水。在水平端刷和竖直端刷的第一行程中，喷射回用水或混合有洗涤剂的回用水进行除垢刷洗；第二回程中喷清水进行清水刷洗。

车头水平端刷的仿形轨迹可以通过修改一定的参数和程序予以确定。要满足多种不同流线型车头刷洗功能，并有多种车头形状参数的存储功能。投标人应对此说明实现方式和原理。

端洗机构不能与接触网线发生干涉，并留有足够的安全距离。端洗机上跟随移动部件的电缆采用坦克链装置。端洗走线具有防水或者排水措施，防止走线浸泡在水中。

水平端刷刷洗中不能损伤车头刮雨器。

端洗装置走行轨由供货商负责提供并安装。

（4）侧顶弧刷洗装置

侧顶弧刷洗装置先于侧面除垢刷洗装置布置，用于车体外侧顶弧部分的除垢刷洗，以尽量提高站厅乘客可视范围内车体的清洁度。

侧顶弧刷洗装置喷射的是回用水或混合有洗涤剂的回用水。

（5）侧面除垢刷洗装置

侧面除垢刷洗装置有两组，这两组转刷的转向相反，以保证对车门和窗角的无死角刷洗。

侧面除垢刷洗装置喷嘴喷射的是回用水或混合有洗涤剂的回用水。

（6）清水初冲喷淋装置

清水初冲是采用经过软化处理后的清水进行喷淋冲洗。

（7）侧面清水刷洗装置

本装置采用经过软化处理后的清水进行车体侧面刷洗。

（8）清水终冲喷淋装置

清水终冲是采用经过软化处理后的清水进行喷淋冲洗。

（9）对转刷装置的要求

转刷转动必须平衡稳定，每根转刷应进行动平衡，转刷机架及两端支撑结构要有足够的刚性和强度。

转刷转动的转速可以调节，转速不宜过高或过低，转速过低影响刷洗效果，转速过高易造成水液甩出浪费。

转刷接近车体的摆动速度做到可以调节。转刷与车体间接触压力的维持和控制方式要先进、可靠，压力调整方便。转刷摆动终位必须设置机械止挡。

转刷转动和摆动的驱动/传动装置的布置位置及密封结构必须考虑防水。

每个转刷设有喷水管及喷嘴，喷嘴的位置设在转刷旋转时趋向车体的一侧，直接将水喷射到转刷与车体接触处的收敛楔形区。

刷轴上刷瓦固定可靠，更换方便。

转刷外侧设置有跟随转刷摆动的弧形防溅弧板，弧板材质透明、防腐蚀。

（10）对清洗线设备品牌及材质的要求

喷嘴应采用轨道交通行业大量应用的品牌不锈钢产品。

喷淋机架采用优质型材，喷淋管采用不锈钢钢管。

转刷机架采用标准型钢焊接而成，经防腐处理后表面喷塑或涂舰船用防腐油漆防护。刷轴采用标准铝合金型材，其他件为不锈钢材质。

（11）电机/减速箱选用轨道交通行业大量应用产品。

（12）刷毛材质、强度、硬度、韧性、柔软性及断面形状、端面尺寸的选择，要保证：刷毛有储水功能，刷洗清洁效果好；对车体表面油漆不造成物理损伤；刷毛不易磨损、分叉、脆断，有足够的寿命。投标人在投标文件中应说明刷毛的产品品牌、材质、断面形状和尺寸、寿命、生产厂家、供货渠道和价格。

（13）投标人提供的转刷不限于刷毛结构，可以提供其它如链枷结构的转刷。投标人提供其它结构形式转刷时，应同时提供该结构与刷毛结构转刷的可行性分析意见和技术经济比较说明。

侧顶弧刷洗功能是由侧顶弧刷洗装置的转刷机构完成，还是否借助于端洗机构的水平端刷来完成，供货商可提供设计方案，并提供可行性分析意见和技术经济比较说明。

车体外表预湿功能是由转刷涂抹完成，还是采用全喷淋装置来完成，供货商可提供设计方案，并提供可行性分析意见和技术经济比较说明。

上述三项，如果供货商提供的设计方案与用户需求书的要求不同，请在投标文件中同时说明价格差异。

3.10.2 淋雨试验装置

淋雨试验装置是用于对新造列车或大修后或列车全效修年检调门工艺后对列车进行检查水密封性能的配套设备。借助于列车清洗库现有的供水和排水设施，将淋雨试验装置设置在列车清洗库内，一并由列车清洗机供货商提供。

为安全计，淋雨试验装置置于列车清洗线接触网断电区域。

淋雨试验的主要技术要求：

（1）喷淋头沿车体横断面周边布置，喷嘴数量不少于 12 个；

（2）喷嘴距车体距离约 500mm；

（3）喷水压力可调，调节范围 0.1~0.2MPa；

（4）喷水量可调　每喷头 5~10L/min；

（5）淋雨试验装置龙门架上横梁置于接触网上方，距离接触网≥800 mm，喷嘴在水平和竖直两个方向上距接触网≥500mm；

（6）淋雨试验用水为城市自来水。试验后的水尽可能回收利用。

（7）车顶喷头中心线在车辆横断面上的投影应大致垂直于车顶表面

（8）投标人应在投标书中说明喷水压力和喷水量的调节方式。

3.10.3 水处理系统

（1）回收水经处理后泵入回用水供水池，达到对洗车用水循环再利用的节水目的。

（2）投标人在投标时应说明回收水的处理工艺、设备及处理后回用循环水的合格标准。

（3）供货商提供的机械过滤器、提升泵、淤泥泵等应为名牌产品。机械过滤器表面采取防腐防锈措施，投标人应在投标书中具体说明。

3.10.4 清水和回用循环水供给系统

清水和回用循环水供给系统由水泵、管路、阀门、清水箱、回用水池以及压力表、液位控制器等组成。

在清水箱出水管路中串接软化水处理装置，以减少车体和玻璃表面水迹（垢）的形成。投标人在投标文件中应说明清水软化处理原理，提供产品品牌、生产厂及软化水装置的技术参数和水处理效果指标，并出示权威部门认证合格证书复印件。供货商选用的软化水处理装置应为名牌产品，其处理能力要大于清水供水流量。

集水坑内回水管路内装有过滤装置。

泵、阀选用轨道交通行业大量应用产品，管路采用不锈钢管，清水箱采用全封闭整体滚塑结构。

3.10.5 洗涤剂及其供给系统

（1）洗涤剂

为了增强列车表面清洗效果，可选择在回用水中加入洗涤剂的方式刷洗车体。但加入的洗涤剂不能含磷，不能损伤车体表面油漆，不能对车体结构、密封橡胶、轨道及相关设备造成潜在损伤，不能对环境和水质造成污染。考虑地铁车辆实际工况和车体表面积尘、油污、锈迹可能性，宜选用不含磷的中性清洗剂。

投标人在投标文件中应推荐洗涤剂品牌、型号、生产厂和供货渠道，说明参考价格，说明

洗涤剂的性能、清洗能力、作用时间和对车辆结构、表面油漆、密封橡胶、轨道、环境等的损伤程度。 要求洗涤剂作用时间不高于 20~55 秒，生产厂最好在用户城市或接近用户城市。

（2）洗涤剂供液系统

洗涤剂供液系统由计量泵，管路、阀门(安全阀、止回阀、球阀)及洗涤剂罐组成，向主供水管路定量供给洗涤剂。计量泵采用轨道交通行业大量应用设备。

3.10.6 压缩空气系统

供货时卖方一并提供压缩空气系统设备。压缩空气系统由空气压缩机、气控箱、压缩空气过滤器、空气过滤减压阀（含油气分离、干燥功能）、气控电磁阀集成块、储气罐、管路等组成，供给各工位气缸及水阀。

空压机选用螺杆式。

气控箱采用不锈钢材质。

储气罐是压力容器，属特种设备，其制造厂必须具有压力容器制造资质，储气罐供货时必须提供检验合格证件。空压机的首保由供货商负责。

3.10.7 信号系统

在洗车全线设置各种信号柱，以显示设备的操作状态。

信号系统由信号机、停车标志牌、红外传感器、报警器和报警灯组成。

信号机红、绿色信号灯用于控制列车是否前行。停车标志牌用于指示车头的停车位置，司机按标志牌位停车，保证停车精度±0.5 m。红外传感器用于自动控制清洗设备的启动。

系统设有报警器和报警灯，及时对系统及司机误操作产生的故障进行报警或提示。

信号柱采用型材。信号牌、信号灯均为交通系统标准器材。

投标人在投标文件中应说明提供的信号机、停车标志牌、红外传感器、报警器和报警灯的数量、安装位置、功用及规格型号。

3.10.8 电气、控制及操作系统

电气、控制及操作系统主要包括一主一备总操作控制台、一套电控柜/电器柜、端洗控制单元、手操盒（调试维护端洗工位）、传感器、分线盒、防水电缆等。

总操作控制台设置成一主一备，两个控制台具备同样功能，两者之间具备互锁功能。一个操作控制台设于洗车库辅跨设备房内，属于就地控制级，一个操作控制台设于 DCC 室内，属于远端控制级。当洗车机处于全自动无人驾驶洗车模式时，由设于 DCC 室内的操作控制台监控洗车过程；当洗车机处于调试或故障状态下，由设于洗车库辅跨设备房内的操作控制台参与控制。

总操作控制台具有自动、手动和点动操作功能。总操作控制台装有各种必要的控制元件、按钮和指示灯。操纵台上除各种功能开关外，还设有人机操作面板，具有选择系统功能（包括选择端洗、选择洗涤剂清洗、选择手动），具有系统工作流程、设备故障及报警信息、洗车数据管理显示以及对专业人员提供参数设置、修改的功能。人机操作面板可以连接打印机，对被清洗列车的车号、洗车次数及日期等进行记录和打印。通过闭路电视系统，操作人员可在操作面板上对正在清洗中的列车进行监控。

控制系统采用中大型 PLC 系统、高集成、模块式结构。PLC 芯片应采用不低于奔腾或相应等级的芯片。控制系统通信线路要求高速度响应、高数据传输率、高可靠性。能满足防水、防腐等恶劣环境条件的要求。

端洗控制单元主要完成列车前后端面刷洗机构的控制功能，对整个端洗的各种机械动作进行集中控制，并通过通讯实现远程控制。端洗控制电路集中在一个防护等级为 IP65 的电控柜内。

控制系统能准确辨别列车在设备中的位置，自动开始和结束洗车的程序。

传感器包括温度、液位、风压、水压传感器，以及列车位置检测传感器、接近开关等。

温度传感器在清洗区前后端各设一个，当温度低于 0℃时系统不能启动。

液位控制器实现对回用水池和清水箱的液位控制，以保障正常洗车用水。低液位时进水阀打开进行补水，高液位时补水阀关闭，到最低限位时系统停泵报警。

水压力传感器分布在清水泵、回用水泵的出口处，位于电控气动阀的后面。当出水水压未达到规定值时系统将停机报警。

在系统总气管路出口处安装风压传感器，当气压低于设定值时系统报警。

列车位置检测传感器采用光电开关（防护等级不低于 IP65），包括进场信号、侧洗区信号、端洗对位信号、后端洗信号、车速信号检测等。

接近开关（非接触式，防护等级不低于 IP65）用于检测端刷移动的位置、端刷的摆动的位置以及对端洗机构进行走行限位。

控制系统应能自动监控电气设备本身的工作。

洗车库摄像闭路电视监控系统由彩色摄像机、长距变焦镜头、云台、云镜控制器、彩色分割器、彩色监视器等组成，采用数字信号传输。电视系统既能够扫视到洗车主库各工位的工作情况，又可重点显示车头端洗工况。全方位摄像头数量不少于 6 台。

系统设备选用知名品牌产品，彩色监视器规格不小于 21″，需在洗车库本地和远程场段 DCC 各布置一台终端，便于本地和远程操作人员查看洗车库状态。

3.10.9 润滑系统

设备相对运动部位，都有相应的润滑措施,并设置注油润滑示意图。所有的传动部件都有防尘圈密封，轴承选用双密封轴承。

应采用轨道交通行业大量应用的品牌润滑油、润滑脂，并有国内替代产品。

3.10.10 自动诊断、显示与故障停机

（1）设备具有故障自动诊断、显示、查询、报警、记录功能。

系统设置自动检测装置，自动进行系统和设备的故障诊断。在系统出现故障时，自动显示、记录故障内容及故障时间，自动停止设备的运转，同时可进行故障查询和故障的声、光警示，并能给操作人员提示机器故障部位和类型。对人员及设备（包括正在清洗的列车）不会造成伤害。

（2）设备故障停机

发生故障时系统能够紧急停机。设备故障停机可分等级处置：

① 重大故障,全系统紧急停机；

② 一般故障,本工位清洗作业可继续进行,进行完再停机.其它工位先行停机；

③ 轻微故障,可在本列车清洗后再停机。

（3）如果某工位故障时，应能够由操作人员从系统中切除，并不得影响其它工位和系统继续工作。投标人应在投标书中说明故障工作的条件和模式。

（4）卖方提供列车清洗机在故障处理和使用过程中所需的足够的随机配件、工具和测试设备。

3.10.11 设备的安全装置及防护措施

要设置足够的安全装置和保护措施，以保证洗车作业人身、车辆电气、架空线和本设备的绝对安全。

3.10.11.1 设备的电气保护

（1）所有刷子电机及其驱动装置均采用密封防水结构，电气保护等级为 IP65，接线盒采用密封防水型。

（2）采用三相五线制即 TN-S 方式的电气接地系统，并和轨道接地系统连通。

（3）控制系统利用故障检测装置和执行器件的辅助装置进行在线检测，以提高系统可靠性，自动监控电气设备的工作，具有自动保护功能。

（4）库内接触网设断电绝缘区域，长度在设计联络时确定。

（5）提供防弥流措施。

（6）提供抗干扰措施。

（7）联锁保护，要设置防止误动作的联锁保护和各单元之间的电气联锁保护装置。

3.10.11.2 设备的安全保护

（1）设置钥匙型电源开关，保证由专业人员才能操作。

（2）在不同功能区设置足够的故障报警装置（报警灯、报警器），操纵控制台信息显示窗提供声、光及文字显示三种基本报警方式。

（3）在操纵台及清洗区内设有紧急停机按钮，以确保在第一时间实现系统停机保护，并进行声光报警，保证对人员及设备（包括正在清洗的列车）不会造成伤害。

（4）司机牵引列车进行清洗作业或通过洗车库必须严格遵守信号指示。

（5）在系统进入自动工作模式时，系统将进行巡检，以判断各工位及气、水供应是否正常。

（6）在刷洗过程中，出现下列工况系统不能起动或自动报警或自动停机报警。系统报警停机时，所有转刷自动复回原位。

（7）作业区温度低于 0°C 时，禁止刷洗车，系统不能启动。

（8）在刷洗过程中，若车速低于 2km/h 或超过 4km/h 报警。

（9）在刷洗过程中，当系统风压低于设定值，系统停机报警。

（10）在刷洗过程中，水泵出水水压未达到规定压力时，系统停机报警。

（11）在刷洗过程中，回用水箱或清水箱内水位低于规定水位时，系统停机报警。

（12）进水管易堵塞的水泵应设有失水保护装置。

（13）在控制软件程序设计中，采取在线监测、联锁控制等措施提高系统可靠性。

（14）清洗后的列车将按原线返回，供货商要确保在列车反方向运行时设备不会被起动。

（15）列车清洗机在休班时可以停机，实现设备无人值班。在设备关闭的状态下，列车可以安全通过设备而不造成危害。

（16）闭路电视监控系统可以对正在进行的洗车作业，特别是控制室对面的工作情况（因有被洗列车挡住操作者视线）处于监控之中，遇有异常现象，可随时紧急停机。

（17）作业时应有声、光安全警示。

3.10.11.3 设备的防护措施

（1）室内外所有电器部件、操作控制台、电控柜/电器柜及设备机械部件（包括齿轮箱、传动装置、轴承）等要有防潮、防水、防腐、防尘和防酸雨、防高温、防鼠咬的措施

（2）电气设备防护等级、绝缘等级要适应南京的湿热环境，保证安全。电机及其驱动装置应采用密封防水结构，电气保护等级为 IP65，接线盒应采用密封防水型。

（3）电控柜上装有门锁、仪表，内设空调机。

（4）室外分线盒、传感器防护等级均为 IP65 或以上。库外的电缆布置在地沟内的镀锌管内可以防紫外线、防高温老化、防鼠咬。

（5）所有水管、气管均采用不锈钢管，设备在室外的部分均采用不锈钢材质。

（6）冬季防冻裂的措施：

（7）设备设有自动排水装置，在水管路和气管路的最低点设有排水阀，洗车后可以进行选择自动/手动排水。

（8）端刷运动部件上的电缆线和水管线采用坦克链装置加以保护。

（9）水泵防失水底阀采用不锈钢材质。

3.10.12 计算机软件和程序

供货商应提供整套计算机及功能模块的阅读程序、编程和设置工具。

供货商应说明使用的计算机软件的名称与版本，并说明计算机软件是否加密，源程序代码是否公开。

供货商提供的计算机程序，包括客户使用程序、修改程序、编写程序和编译程序。同时为用户提供 EPROM，其中已经固化应用程序。当 PLC 因备用电池电压不足等异常导致应用程序丢失或不完整时可以从 EPROM 读出。

供货商提供所有软件的备份，并承诺免费提供产品寿命期内软件的安装、重装与升级。

3.11 设备运行成本分析

投标人在投标文件中应提供设备运行成本分析资料。

3.12 设备作业程序和操作步骤

投标人在投标文件中应提供设备作业程序和操作步骤说明资料。

3.13 与智慧场段平台接口（同前相同章节内容）

3.14 信号系统与洗车机的接口

3.14.1 供货范围及责任划分

（1）信号系统的供货范围及责任：

1）提供信号系统至洗车机系统之间的连接电缆及其安装附件（施工单位提供）；

2）负责实施信号系统至洗车机间连接电缆的连接及正确性测试（施工单位提供）；

3）负责实施本接口的功能测试及联合调试；

4）负责提供信号系统侧所用继电器线圈的电源，满足本工程需要；

（2）洗车机供货商的供货范围及责任：

1）负责洗车机内部与本接口有关的接口电路的实施、连接及模拟测试；

2）负责洗车信号箱及表示灯的供货及安装；

3）配合信号系统接口的安装与施工，负责对信号系统提供的电缆规格、型号确认；

4）配合信号系统供货商的连接测试；

5）配合信号系统供货商的接口功能测试及联合调试；

6）负责提供洗车机侧所用继电器线圈的电源；

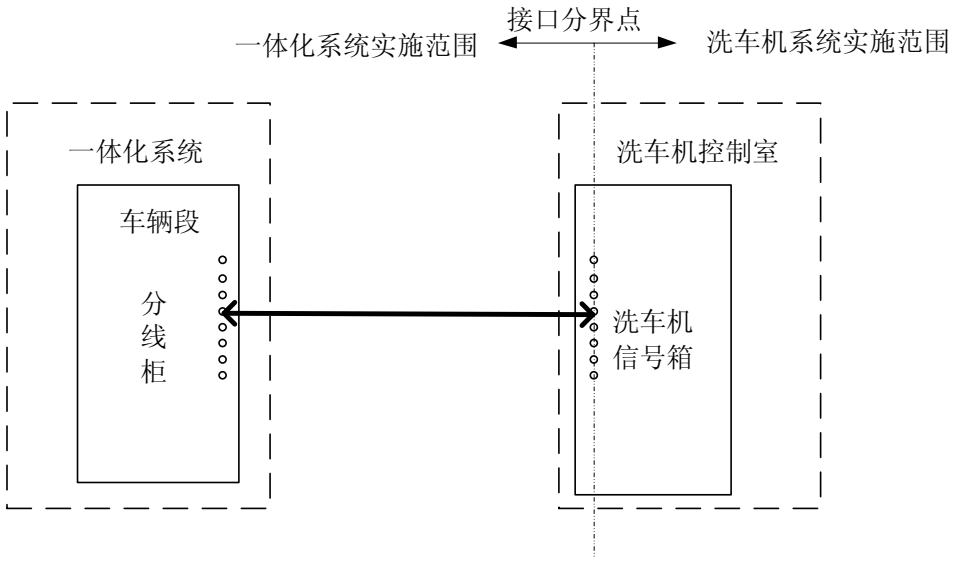
7）负责提供洗车机控制室内与信号系统接口的端子排，端子排数量、端子孔径需满足信号系统要求；

8）负责配置 DCC 的洗车机控制台与洗车机控制盘设备（包括控制盘按钮）及调试。

3.14.2 接口界面划分

（1）信号系统与洗车机的接口位置位于洗车机控制室内控制盘端子排。

（2）接口界面划分示意图：



3.14.3 接口技术要求

（1）接口名称、编号、用途、位置、数量和类型的定义，见下表：

接口名称	用途	接口位置	接口数量	接口类型
与洗车机接口	信号系统与洗车机建立联锁关系	洗车机控制室内端子排	1 个	继电接口

（2）接口功能要求

1）信号系统向洗车机系统主要提供信息如下：

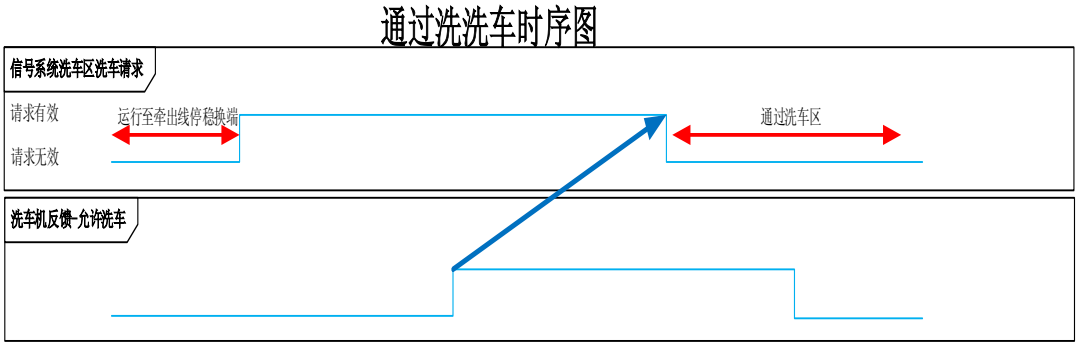
- 洗车请求；
- 洗车停稳 1；
- 洗车停稳 2；

2）洗车机系统向信号系统主要提供信息如下：

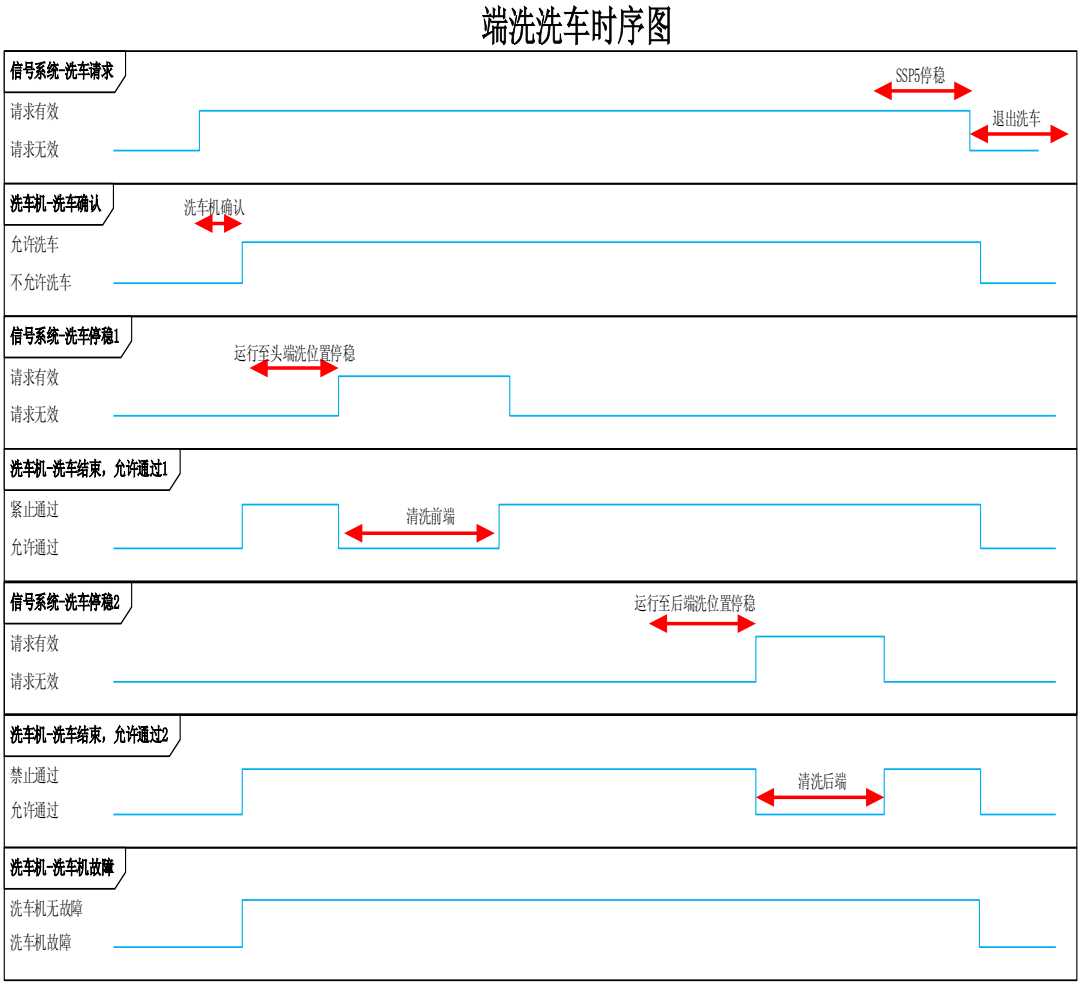
- 洗车模式（暂定）；
- 允许洗车；

- 允许通过 1；
- 允许通过 2；
- 洗车机故障。

3）通过洗洗车流程图



4）端洗洗车流程图



5）洗车流程在设计联络阶段最终确定。

（3）电磁兼容性要求

1）接口设备及连接线缆发送的电磁辐射应符合相关标准的规定；

2）接口设备及连接线缆应在现场电磁环境中可靠工作；

3）接口所用之室外电缆处于复杂的电磁环境中，要求由于环境电磁场在该接口用连接电缆上产生的感应纵电势不会导致接口继电器的错误动作和危及系统维修人员的人身安全。

3.14.4 接口特性要求

1）接口采用继电接口方式，电路的设计须符合故障－安全原则，接口电路用继电器应采用安全型继电器，其特性及其应用应符合中国有关规定。接口信号应为安全信号；

2）接口电路应能明显、准确体现两系统间的联锁关系；

3）接口电路用于系统间传递信息的电环路应采用双断设计。接口电路电源实行谁使用谁提供的原则；

4）信号系统、洗车机提供各自系统侧所用继电器线圈的电源；

5）信号系统和洗车机均应对双方接口信息进行事件记录；

6）信号系统与洗车机的接口电路应与所选用的继电器特性相匹配；

7）接口电路的接口及两系统间均应采取一定的隔离措施，不允许由于接口的原因，损坏信号系统和洗车机内部设备；

3.14.5 接口管理要求

（1）测试要求

1）接口的测试工作需信号系统供货商与洗车机供货商相互配合完成及共同确认；

2）信号系统供货商应向招标人提交测试计划和测试报告；

3）接口测试的内容包括，但不仅限于下表所示之内容：

测试类别		目的
连接测试	目视测试	检查各接口是否恰当地、正确地接连到双方指定的端点上。
	点对点测试	检查各接口是否恰当地、正确地连接。
	端对端测试	检查各接口端对端是否恰当地、正确地连接。
	通信测试	测试各接口双方的通电连续性及数据连接状态。
联调	软件协议测试	确保各系统间能可靠地运行
	特性测试	验证接口特性合乎要求。
	功能测试	验证接口功能合乎要求。

3.14.6 参数及资料交换

（1）在洗车机供货商确定后，信号系统供货商应在设计联络阶段向洗车机供货商提供如下资料：

b) 接口联锁关系；

c) 接口形式；

d) 实现接口所需要的信息内容、数量及特性要求；

e) 接口电路的原理及实施方案；

f) 接口实施的计划；

g) 洗车机供货商要求的其他资料。

（2）洗车机供货商应在设计联络阶段向信号系统供货商提供：

a) 接口位置；

b) 接口连接线缆的特性要求；

c) 实现接口所需要的信息内容、数量及特性要求；

d) 信号系统供货商要求的其他技术资料。

（3）所有资料及过程文件应同时提供给设计单位、招标人及其授权代表，数量在设计联络阶段确定。

4 固定式地下架车机

4.1 设备运用评价要求

投标人需提供固定式地下架车机 2020 年 1 月 1 日至今（以竣工验收时间为准），至少在城市轨道交通行业有 1 个同类设备成功运用的证明文件，证明文件须同时提供①合同协议书、②竣工验收报告或用户证明文件。

4.1.1 设备工作原理

（1）列车组架车

整列车组进入架车台位并在架车机上正确对位，车辆架车机构同步联动，起升架车。车体连同转向架一起整体升起至需要高度，并保持锁定状态，单个车辆（带转向架）架车机构采用传统四螺杆驱动形式。在拆卸落下转向架前，需升起车体托架，待车体托架承受住车体载荷并锁定后，车辆架车装置才能承着转向架落下，车辆架车机构和车体托架的动作必须互相联锁。车辆架车机构可选择落下任意 1 个转向架。

第一步，列车组进入架车台位并在架车机上正确对位后，架车机同步联动，转向架举升单元举升转向架连同车体一起提升至需要高度，并保持锁定状态。第二步，车体举升单元与车体接触并承载后自动停止并锁定。第三步，拆除转向架和车体之间的连接，转向架举升单元连同拆下来的转向架一起落下。第四步，推入检修好的转向架，转向架举升单元托着转向架上升到合适位置，连接转向架和车体。第五步，车体举升单元下降到初始位置。第六步，利用转向架举升单元将车体连同转向架降落到轨面。

在架车过程中：转向架举升单元和车体举升单元之间互相连锁；可以更换一个编组所有的转向架，也可以单独控制更换某一个转向架；转向架落下后可被顺利移出，不与车体举升柱发生干涉。

（2）设备可以实现以下几种工作方式

全列车同步升降工作方式 （全列车车辆对应之转向架架升柱、车体架升柱的同步升降和联锁关系）；

多节车辆同步升降工作方式 （多节车辆对应之转向架架升柱、车体架升柱的同步升降和联锁关系）；

单节车辆同步升降工作方式（单节车辆对应之转向架架升柱、车体架升柱的同步升降和联锁关系）；

单台转向架同步升降工作方式（单台转向架对应之转向架架升柱同步升降及与车体架升柱的联锁关系），用于拆装单台转向架的工作；

单柱非同步工作方式，用于调整和维修阶段。出于安全考虑，只有授权的操作及维修人

员才有权操作。

4.1.2 设备用途及主要功能

（1）固定式架车机是南京地铁用于对地铁列车检修实施架升（包含架托和升降）作业的专用设备，以方便对列车车体下部的机械、电气部件进行拆卸、维修、保养和更换。

（2）本设备由 6 组架车装置组成，每组装置有 2 个车辆（带转向架）架车机构和 4 个车体托架，完成对整列车或一个单元或单节车或单个转向架或单个轮对拆卸的机械作业。

（3）根据设计布局要求，电气控制系统在地面上仅可允许有 1 个总控制台，其余现场控制盒或现场控制台等均需隐藏处理，以减少对地面作业的干扰。既可在总控制台对设备进行升降控制，亦可用现场控制器（台）进行升降控制。

（4）具有自动操作和手动操作功能。

（5）同步功能。

转向架架升柱和车体架升柱分别具有同步升降功能。

转向架架升单元的四根架升柱有机械同步功能。

（6）架车机所有架升柱的升降行程数字显示功能。

在控制台面板上自动数字显示各架升柱高度。

架升柱升降行程数字显示具有清零功能。

（7）设备具有卸载功能。

列车驶入/驶出架车台位时，仅辅助轨承载，所有架升柱不受力。

（8）车体架升柱上升接触到车体支承面时的自动停机功能。

每根车体架升柱上升，当其顶部的承载指示开关与车体支承面接触时，都能自动单独停机，并自锁。

（9）螺旋传动装置的自锁、自位、磨损监测和自动润滑功能。

升降螺旋副具有自锁功能。

螺杆上端支承和下端工作螺母支承面具有自位功能。

对工作螺母具有磨损监测功能。

螺旋副摩擦面具有自动润滑功能，并在架车机长期不工作时自动停止加注润滑脂。

（10）架升柱下降到距地面 300mm 时，具有自动停车功能。

（11）程序条件设定、互锁和防误操作功能

为保证作业安全及防止误操作带来的安全隐患，每一步操作只有在事先设定的程序条件全部具备后才能进行。整个作业过程中，以及转向架架升柱和车体架升柱之间，电气互锁可靠，并在程序中考虑到可能会发生的误操作，任何误操作都被程序拒绝执行。

故障自动诊断、显示、记录、报警和远程故障诊断功能。

（12）转向架架升轨有防车轮滑落功能。

（13）具有完善的安全与防护功能。

4.1.3 设备技术性能、可靠性、互换性、质量和寿命要求

投标人应向买方提供经过运用验证，技术成熟的产品；提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用可靠、维修方便、运行安全、符合环保要求的全新设备。

设备零部件采用优质的机械、电气、电子、液压元件及材料。外购零部件采用质量优越的品牌产品。

实施模块化设计，零部件互换性好。

设备结构以及主要部件的设计寿命为 30 年。主要磨损件最小设计寿命更换期，应满足设备检修周期要求。

4.2 设备主要技术参数

4.2.1 基本参数

（1）总功率	由投标人提出
（2）工作电压	AC380 50Hz
（3）设备最大噪音	＜75dB
（4）地坑盖板承重	可以承载 5 吨全负荷叉车在上面运行
（5）设备净重	（由投标人提供）
（6）设备使用寿命	＞30 年

4.2.2 转向架（车辆）架升系统

（1）提升力	
1 台（套）转向架（车辆）架升单元	＞200KN
1 个车位转向架架升单元	＞400KN
（2）有效提升行程	＞1700 mm
（3）升降速度	330-400mm/min（由投标人提供具体值）
（4）驱动功率	（由投标人提供）
（5）螺杆直径	（由投标人提供）

4.2.3 车体架升系统

（1）提升力	
1 台（套）车体架升单元	＞200KN

1 个车位车体架升单元　　＞400KN

（2）有效提升行程　　＞2700 mm

（3）升降速度　　330-400mm/min（由投标人提供具体值）

（4）驱动功率　　（由投标人提供）

（5）螺杆直径　　（由投标人提供）

4.2.4 转向架架升柱同步升降精度要求

（1）同一转向架 4 柱间　　4 mm

（2）同一辆车 8 柱间　　7mm

（3）相邻两辆车 16 柱间　　10 mm

（4）单元车组三辆车 24 柱间　　12 mm

（5）全列车 48 柱间　　15 mm

4.2.5 车体架升柱同步升降精度要求

（1）车体一端 2 柱间　　4mm

（2）同一辆车 4 柱间　　7 mm

（3）相邻两辆车 8 柱间　　10 mm

（4）单元车组三辆车 12 柱间　　12 mm

（5）全列车 24 柱间　　15 mm

4.2.6 架车机组安装精度要求

投标人应在投标文件中说明设备在现场安装达到的精度要求及检查、验收标准，详细的出厂验收和现场验收技术文件、标准在设计联络时提供。

无负载条件下，在起始零位测量。

（1）转向架架升轨与辅助轨之间的间隙　　6+2-3mm

（2）架升柱纵向（轨向）柱距极限偏差

（3）对应转向架固定轴距尺寸　　±5 mm

（4）对应转向架中心距尺寸　　±6 mm

（5）对应邻车两相邻转向架中心距尺寸　　±5 mm

（6）架升柱横向柱距极限偏差　　±2mm

（7）架升柱（架升轨）顶面设定标志线纵向直线度（全长）　　12mm

（8）辅助轨内侧距极限偏差　　±1mm

（9）辅助轨纵向直线度（全长）　　8mm

4.3 系统设置与设备组成

（1）架车机组安装在地下基础坑内，完成对整列车（6 辆）或任一个单元（3 辆）或单节车的架落车作业。架车作业时，由调车机车或公铁两用车将列车牵引到架车台位上，并正确对位；架车机构将车辆（带转向架）举升到设定高度；解除转向架与车体之间的连接；升起车体托架支承车体，架车机构带转向架一同落下，推出转向架。落车作业的工艺过程为架车作业的反序过程。架落车作业完成后，设备全部降入地坑，车库地面平整无障碍。

（2）每个车位（一辆车）由 2 台（套）转向架（车辆）架升单元和 2 台（套）车体架升单元组成一套一辆车位的架车机。

（3）每台（套）转向架（车辆）架升单元有 4 根“转向架（车辆）架升柱”，每台（套）车体架升单元有 2 根“车体架升柱”，分别由相应电机和传动装置驱动其升降或锁紧。投标方亦可采用将同一转向架架升单元的同一侧 2 根架升柱组成一条提升轨道的结构形式。

（4）本设备含有 6 套架车机，即由 12 台（套）转向架（车辆）架升机构和 12 台（套）车体架升机构组成，分置于各个地坑内。

（5）6 个车位的架车机与电气控制柜、操作台等组成本用户需求书所要求的一套完整设备。

（6）本设备可按功能分为两个系统，即转向架（车辆）架升系统和车体架升系统。

4.4 设备各组成部分及技术要求

4.4.1 地坑、机座与基础

（1）架车机的架升系统坐落在负一层的钢结构机座或钢筋混凝土基础上，被架升车辆的全部载荷均由负一层的机座或基础承受。因此要求钢结构机座或钢筋混凝土基础必须有足够的承载能力，强度高，刚性好。

（2）由于地坑内空气湿度大，因此钢结构机座必须具有足够的防腐蚀能力。

（3）负一层的机座或基础的设计结构必须保证坑内有足够的养护、维修空间。

（4）负一层机座或基础周边的空洞部分需设置栅栏网盖，防止人员掉入坑底。

（5）地坑盖板

- 设备盖板的强度和刚度应满足车间作业小车通过的要求，可以承载 5 吨全负荷叉车（约 12T）在上面运行。
- 每个地坑的盖板设有一个人孔板。
- 转向架悬臂架升轨升起后其盖板孔必须补平，补平板要有 150kg 的承载能力。

（6）下地坑的安全扶梯一同供货。扶梯手把平时降入坑内，人孔板打开后，人工提起扶梯手把并可锁死。

4.4.2 架升机械系统

架升机械系统主要包括驱动系统、螺杆系统、架升柱（轨）系统、导向滚轮等。

4.4.2.1 驱动系统

（1）采用三合一驱动装置，具有驱动、减速和制动机能。

（2）一个地坑中的 4 根转向架架升柱要求采用单电机机械联动驱动装置，保证机械同步。

（3）电机输出轴除考虑动力输出外，还必须在电机故障状态下可以人工旋转电机，以便能够将正处于架升状态的车辆落至地面。

10.4.2.2 螺杆系统

（1）提升螺杆具有自锁机能。

（2）螺杆只承受轴向拉伸载荷。

（3）螺杆上支承和下工作螺母均有自位机能，能有效避免附加弯矩对螺杆的影响。

（4）螺杆上端设置电气同步信号发生装置，螺杆下端设置工作螺母和安全螺母。

（5）螺杆采用经热处理的优质合金钢制造。螺母材质要耐磨且具有足够的强度。

4.4.2.3 架升柱

（1）架升柱受力除考虑轴向压力、横向倾覆力矩外，还要考虑意外的任意方向的侧向力作用。

（2）架升柱横截面采用封闭型薄壁件还是开口薄壁件需作认真比选，并说明理由。

（3）转向架架升柱和车体架升柱的内侧横向净宽必须保证满足转向架最大宽度 + 200mm 的要求。

4.4.2.4 转向架架升轨

（1）转向架架升轨与架升柱的伸出臂固联，系悬臂结构，应具有足够的承载能力。

（2）如果同侧两根架升柱通过悬臂梁和架升轨使之固联，则投标人在投标文件中应说明如何减少或避免结构内的超静定应力。

（3）转向架架升轨需设置防车轮滑落装置，装置要简单、可靠、有效。

（4）转向架架升轨在未升起的零位时，其凹缘顶面略低于车轮踏面，在车辆驶入/驶出架车台位时，架升轨不承载。

4.4.2.5 导向滚轮

（1）导向滚轮对架升柱要具有足够的导向精度，保证架升柱正常升降。

（2）导向滚轮与架升柱之间接触间隙调整方便。

（3）导向滚轮设置需承载合理，并保证在架升柱最大升程时结构有足够的稳定性和系统刚度，即便在载荷不对中时,也能保持稳定。

4.4.3 辅助轨

（1）在架车机台位地坑处设置固定的辅助轨，和固定在机库地面上的轨道相连接，并保证车辆平稳运行。

（2）被架升车辆从轨道进入或退出架车机台位时，坑口的辅助轨架托车轮，此时转向架架升轨（轨道梁）不承载。

（3）辅助轨支撑车轮踏面还是支撑车轮轮缘，由供货商自行选择，但在投标文件中需作比选，并说明理由。

（4）架车机辅助轨需满足下列精度要求：

（5）项目精度要求：

- 轨距尺寸误差 ±1 mm
- 两条平行轨道的高度误差 ±5 mm
- 架车机轨道与架修库内轨道的水平及垂直对准误差 ±1mm
- 辅助轨纵向直线度（全长） 8 mm

4.4.4 同步系统

（1）转向架和车体架升柱的升降必须满足同步精度要求。架升柱同步升降的控制方法有电气同步、机械同步两种。

（2）一个地坑中的 4 根转向架架升柱采用单电机驱动机械联动装置，保证机械同步，其余均采用电气同步方式。

（3）同步精度必须满足“设备主要技术规格及参数”中同步精度要求。

（4）架升柱升降的电气同步控制系统应包含：

- 各架升柱高度自动数字显示设备，置于控制台面板上。各架升柱高度自动数字显示具有清零功能。
- 同步控制/同步性自动检测设备。电气同步信号发生装置置于提升主轴（螺杆）的上端。PLC 装置在总控制台电箱内，实施同步控制和同步性自动检测。 由 PLC 对各螺杆转动信号进行计数比较，一旦发现信号数不同，检测到同步误差大于规定值，该系统就会对不同步动作及时自动进行同步调整。当同步控制失效，一旦发现有一个同步信号装置坏了，不同步范围超过允许值时，PLC 就会使机器实施紧急停机，同时在电控柜上显示出同步故障的信息。

4.4.5 电气及操作控制系统

（1）架车机具有自动控制功能。架车机通过 PLC 进行控制。架车机除自动控制外，应可切换为手动操控，以便安装、检修、调试和维护。

（2）设备操控系统包括总控制台、现场控制台（或无线遥控器）和手持确认按钮盒。既

可在总控制台对 6 辆车或多节、单节车辆进行升降控制，亦可使用现场控制台或无线遥控器对单节车辆架升机构（单台转向架架升机构或单节车体架升机构）进行升降操控。

（3）总控制台与现场控制台（或遥控器）间的操作控制开关/按钮必须互锁。

（4）总控制台设置带锁的电源总开关。总控制台箱内，设置有（但不限于）变压器、稳压器（抗谐波干扰）、空调器、接触器、断路器、接线端子及成套程序控制系统（PLC）。

（5）总控制台、现场控制台或遥控器，针对使用功能在其面板上相应设有（但不限于）下列机能的开关和信息显示：

- 带钥匙控制开关（开/关）
- 自检程序启动开关及相应信息指示
- 升举模式（转向架架升/车体架升）选择开关
- 升/降操作控制按钮
- 超控按钮,用于 300 毫米自动停车
- 紧急停车按钮
- 各架升柱（架升轨）顶面高度数字指示,以及清零按钮
- 1 套至少带 15 种不同故障诊断显示装置，以及用于机组不同功能的指示灯,该灯带自测功能。
- 声、光警示信号

（6）总控制台箱体长度方向上的一侧面，可另行装置 1 台用于各地坑集水水位自动报警的报警装置，该装置不属架车机供货范围。报警装置与总控制台之间的安装接口关系在设计联络时确定。

（7）现场控制器（台）

分别置于六辆车的架升台位旁，需隐蔽在地面下方，操作者使用时可拿出，通过现场控制器（台）面板上的开关/按钮，对单辆车或车下单台转向架实施升降作业。为方便车下作业时对架车机进行控制操作，操作者可使用现场控制器（台）在车下一边观察作业情况一边对架车机进行操作控制。

（8）遥控器

- 遥控器和现场控制台只取其一，如不设置现场控制台，则须配置遥控器。
- 遥控器须符合南京政府的遥控器使用标准要求。
- 遥控器在架车机工作范围内的控制必须有效。
- 遥控器须有防意外操作保护，所有按钮为嵌壁式设计。
- 遥控器须有安全逻辑按钮以确保操作安全，在升举模式下，架车机只在安全逻辑按钮按下时才能运行，在安全逻辑按钮释放时马上停止。
- 遥控器须坚固耐用，重量不超过 2kg，尺寸不超过 200×120×80 mm，并提供肩带以便携带。

- 手持无线遥控器不用时安放在总控制台箱体内。

（9）手持确认按钮盒

手持确认按钮盒配置在整条架车线两端，每端 1 个，操作人员用来监控操作控制台对面及轨道两头情况，只有操作人员确认安全并通过手持按钮盒发出确认信息条件下，总控制台或现场控制台才能操控有效。手持按钮盒不用时置于地坑盖板盒腔内。

（10）总控制台、现场控制台（或遥控器）、手持操控盒的操控指示须有相关功能的文字及符号标志，所有文字以中文或中文/英文形式表示，标志采用刻印或其它相似方法，确保在服务期内清楚可见。

（11）转向架和车体架升系统的升降作业必须互锁，不能同时动作。同时,只有当全部车体架升柱下降到最低位置,或在其顶部承载的情况下, 转向架（车辆）架升装置才能工作。

（12）车体架升柱顶端面上设置压力开关，当车体架升柱上升接触到车体，压力达到设定值时，压力开关发出信号，车体架升柱立即停止上升。

（13）转向架（车辆）架升装置和车体架升柱均由带制动的鼠笼式电动机驱动, 从而能在全部上升或下降过程中的任何位置停车,并锁在停车位置。必须重新驱动，才能恢复任一方向的运动。

4.4.6 润滑系统

（1）减速齿轮箱用油池润滑。

（2）螺杆/螺母运动副脂润滑，要求同时具有自动和手动两种润滑功能，手工润滑作为备用。

- 自动润滑方式是在架升柱下端弯臂上位于螺杆支承座处设置智能型自动注脂器及相应油管，连通到工作螺母。智能型注脂器既有定期自动注脂功能，也具有在架车机长期不工作时自动停止注脂功能。注脂器定期更换。
- 手动润滑方式是在架升柱立柱下端设置注脂孔，通过油管连通到工作螺母。人工注脂时需把架升柱升起到立柱上注脂孔露出地坑盖板，操作者站在盖板上用油枪注脂。供货时从架升柱弯臂引到工作螺母之间的油管可以不装（此处已装有自动注脂器到工作螺母的油管），但需提供已煨制好的油管成品，并把架升柱立柱上的注脂口和弯臂上的油管出口用螺丝封堵好，以作备用。

（3）导向滚轮心轴为脂润滑。

（4）投标人在投标文件中需提供智能型自动注脂器、润滑油、润滑脂的规格型号、供货渠道及联系方式。

4.4.7 故障自动诊断及远程通讯诊断系统

（1）系统设置自动检测装置，可连续实时监测和显示架车机的功能及系统工作的实际情况，自动进行设备的故障诊断。设备发生故障时自动显示并声、光警示，提示故障部位和类型。对人员及设备（包括正在架升的列车）不会造成伤害。

（2）要求故障诊断程序固化在设备中，在使用寿命期限内程序不会丢失或损坏。设备供货后，如果软件升级，投标人免费提供升级后的软件。供货时免费提供 2 个程序只读存储器。

（3）设备 MCC（人机通讯）设置远程通讯系统。投标人提供可供用户车间与制造商之间进行通信的软件、调制解调器以及操作维修人员自动接通维修热线的程序等，用户只需提供通信线路。热线诊断界面简单、易操作。

4.4.8 设备安全与防护系统

架车机应设置完善的安全保护措施，具有电气、机械等多种安全保护装置。

（1）当转向架举升单元工作时和车体举升单元未闭锁时应有声光指示信号。

（2）每台转向架举升单元和车体举升单元都应有高低限位开关。当限位开关出现故障时，应有停车装置用以保护各举升系统。架车机的设计还需考虑当高低限位开关及紧急限位开关均出现故障时，能够承受住载荷而不致出现事故。

（3）电机应采用电互锁，当一个电机出现故障时，系统内所有电机都自动停止运转。

（4）转向架举升单元工作时和车体举升单元都应配备鼠笼式制动电机，以保证设备在任一方向的运动过程中能在任意位置上停机并锁定。只有当重新供电时，才能恢复运行。

（5）各举升单元应有操作人员易于查看的最高/最低位置指示灯。

（6）各举升单元应有超高/超低位置的声光指示，并能自动停止设备运行。

（7）各举升单元应有丝杆螺母磨损、螺母开裂的保护措施。

（8）当丝杆在使用中发生裂断时，应有完善的防护措施防止车辆失衡造成车体变形。

（9）设备应具有自动车轮止挡装置，在设备起升自动作用，防止车辆在设备上滑落。

（10）设备应具有低位保护功能。在架车机落下的过程中，距离车间轨道顶面 300mm 时，下落过程自动暂停，并发出告警信号，确认无障碍后，需要另外的指令，才能最终落下架车机。如果在落下的过程中，碰及障碍物，系统可以自动保护停机，并发出声光报警信号。

（11）转向架举升单元和车体举升单元在故障情况下，可以通过手工机械方式下降。

（12）设备的设计应满足操作人员安全保护要求，投标人应提供安全保护措施并说明所依据的标准。

（13）故障自诊断系统

（14）设备应具有完善的故障自诊断功能，对设备的状态进行全面的监控、显示和报警，并能对故障部位和故障类型做出正确判断。

4.4.9 设备的电气保护

（1）电气保护等级不低于 IP54。

（2）电机绝缘等级不低于 F 级。

（3）每台电机都应有缺相和各相过流保护，并有温升保护。

（4）电机起动器应有温升保护。

（5）活动电缆线应有链接式线槽固定。所有电缆线应安装在金属电缆槽内。

4.5 材料与工艺要求

（1）所有机械结构必须具有足够的强度、刚度、精度、寿命、稳定性、抗振性和耐腐蚀性。

（2）所有部件与零件均应按照使用要求采用防高温老化、防水、防锈和防腐蚀的材料。若表面采用涂料、喷漆或电镀工艺进行防水与防腐蚀处理时，应注明零件的材料和防护层的材料以及处理的工艺，并注明使用的寿命和使用的要求。

（3）设备的主要元器件和外购件应采用国际和国内品牌产品，保证性能先进、质量可靠。电子器件应采用标准的系列化产品。

（4）控制系统选用的 PLC 应满足设备的需要，并预留一定的扩展条件。PLC 应为国际知名品牌的成熟通用产品。

（5）投标方应在投标文件中尽可能详尽地对各主要部件、零件等的材料牌号陈述清楚。

（6）投标方应保证投标时的材料足以保证设备的寿命和性能，并在签合同时不得以任何理由更改设备的材料，除非征得招标人同意。

（7）重要部件的材料应有质量检测报告，在设备出厂前 3 个月提交招标人。

4.6 架车机的专用接口要求

4.6.1 与车辆专业的接口

投标人应关注车辆参数，包括单元车组的长度、重量（空载）、转向架轴距、转向架中心距、车辆宽度及架车点位置等。同时应考虑转向架的最大宽度、用以核算转向架是否会与固定架车机的车体顶升支柱发生干扰，避免拆下的转向架不能通过架车机推出架车线，协调内容和结果应及时报招标人确认。

4.6.2 与低压配电专业的接口

电源： 380V（±10%）50Hz；电源容量由投标人提出。

总电源供至车间配电柜，配电柜出线端至设备总控制台以及设备系统内部的电力配线、控制配线由设备投标人负责。若设备有其他接地和电气保护要求，投标人应在投标文件中明确提出技术要求。

4.6.3 与轨道专业的接口

固定架车机的轨道与设备基础坑外的库内轨道相连接，应明确轨道的分界点，在施工时一般先铺设好库内轨道，并预留有一定余量，待安装地下式架车机时，再按需要切断。

4.6.4 与土建专业的接口

设备应满足土建安装基础的接口要求，并将通用的基础图编入标书中。

投标人应完整、详细地用文件和图纸阐明设备的功能、用途、性能、技术指标、先进性和特点、结构、控制系统原理以及设备的可靠性、可用性、可维护性（少维修及易维修）。并对操作人员的安全保护、设备对环境保护的影响做出说明。

4.6.5 与智慧场段平台接口（同前相同章节内容）

5 起重机

5.1 设备基本技术要求

供货范围内包含起重机滑触线、走行钢轨，并负责安装。

起重机轨顶高度、走行距离、跨度根据设计联络时最新资料为准。

5.2 标准与规范

（1）《起重机设计规范》	GB38111
（2）《通用桥式起重机》	GB/T14405
（3）《LD 电动单梁起重机》	JB/T1306
（4）《电动葫芦桥式起重机》	JB/T3695
（5）《电动单梁悬挂起重机》	JB/T2603-2008
（6）《钢丝绳电动葫芦》	JB/T9008.1
（7）《起重机械安全规程》	GB6067
（8）《桥式和门式起重机制造和轨道安装公差》	GB10183
（9）《埋弧焊焊接头的基本形式与尺寸》	GB986
（10）《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》	GB3323
（11）《金属熔化焊焊缝缺陷分类及说明》	GB6417
（12）《起重机缓冲器》	GB6164
（13）《起重机械用钢丝绳检验和报废实用规范》	GB/5972
（14）《通用桥式和门式司机室技术条件》	GB/T1440
（15）《起重机电控设备》	JB4315
（16）《滑接输电装置》	JBT 6391.2-2010

5.3 设备用途与主要功能

起重机是南京地铁工程车辆段与停车场车间内的配套设备，用于起吊和运输工件，分别用于地铁车辆分解、检修、组装作业及零部件维修、材料储存、发放等作业。

5.4 设备总体要求

（1）设备项目采用“交钥匙工程”方式供货，投标人投标书应包括：设备主机、随机附件备品备件、设计联络、相关接口、出厂检验、安装调试、包装运输、质保、文件、培训等内

容及报价。

（2）为满足上盖式车辆段安全空间限制要求，**本标段起重机均采用欧式起重机**，要求起重机结构紧凑、重量轻、运行平稳可靠、噪声小、免维护。

（3）投标人应承担走行轨道（根据起重吨位，满足国家有关规范要求前提下提供走行轨道规格）、滑触线、配套电器、司机室等相应配套设备的供货、运输、安装及各专业（土建、供电）接口的责任。

（4）投标人提供轨道安装方案，并按双边总长度报价 (承轨梁工字钢结构)。

（5）投标人提供滑触线型号、材质、生产厂家以及安装方案等。投标人应负责提供轨道及滑触线安装时的必要辅助性材料包括但不限于：设备安装所需的紧固件、止挡、限位器及配电箱与滑触线之间的连接电缆等，投标人应根据用户需求进行报价。

（6）投标人应承担设备项目向质检、技术监督等政府机构报装、报检直至交付使用的全部责任。需提供每个起重机品种特种设备制造、安装许可证有效原件及复印件。

（7）起重机的设计与制造应追求：运行安全、设计先进、结构合理、操作简单、维修方便，其总体技术水平达到当今国内外同类产品的先进水平。起重机采用欧式标准。

（8）起重机的钢结构、机械系统、电气系统和安全保护装置要符合中国现行有关规范和标准。

（9）起重机要有足够的强度、刚度、稳定性和抗倾覆性，各机构能安全可靠地运行，震动、噪声、环保均符合现行有关标准的要求，消防和安全均符合中国现行有关标准。

（10）起重机应把充分满足使用方便的要求作为最重要的追求目标。

（11）起重机的设计图纸和技术文件的制图方法、尺寸、公差配合、符号等都应采用公制体系，并符合 ISO 现行有关标准或中国现行有关国家标准的规定。

（12）起重机供电应采用安全滑触线。并具有三相电源指示，安全报警功能。滑触线由设备厂家提供。

（13）起重机厂家应负责起重机总体设计、制造、运输、安装、调试等工作。

（14）同一工作平台上，两台起重机间应具有红外线防撞体系，可调防撞距离，并可解除。

（15）电动单梁桥式起重机电动葫芦控制箱应安装在起重机端梁上合适位置，此类起重机上不设维修走台。

（16）电动双梁桥式起重机至少应在起重横梁（大车）单边设维修走台。

（17）采用地面控制的起重机。地面操作手柄需采用 48V 的安全电压。

（18）所有起重设备应有吊重显示、报警提示功能。

（19）铺设大车走行轨时，钢轨下用弹性垫板作垫层，弹性垫板的规格材质，安装应符合相关规定。

（20）满足已经建成的各库屋架下弦的安装要求。

（21）悬臂吊起升高度一般为 2.6m-3m，同时保证悬臂吊与接触网之间的安全距离≥500mm，最终由库内接触网高度确定。旋转半径为 4-5 米，根据现场布局最终确定。

（22）设备报价应包容起重机跨距在 0.5m 可变化，如遇现场实际尺寸与招标跨距不一致（±0.5m 以内）的则参照变更管理办法进行型号变更，起重机单机价格保持不变。

5.5 基本性能要求

（1）为适应厂房结构，需采用世界先进设计技术，在保证安全、可靠使用性能的前提下，降低起重机自重、轮压及高度，并符合供货清单中规格要求；

（2）大、小车运行驱动装置采用国内外知名品牌如 SEW、弗兰德、诺德等同品质产品，硬齿面，静音设计，密封良好，运行平稳；

（3）小车要充分利用大车的跨度，使其行程最大限度地满足使用工艺要求；

（4）所有传动机构采用无联轴器的直接输入输出模式，以便提高传动效率、减少装配误差、免维护性好；

（5）轴承选用国内外知名厂家产品，如 SKF，FAG，NSK 等同品质产品 ；

（6）起升机构采用国内外知名品牌产品，应具备四点可调旋转限位，具备减速限位、缺相保护限位等功能，所有限位开关应有良好密封、防尘；

（7）选用国内外知名的可靠成套遥控器产品；

（8）电控箱防护等级不低于 IP55，所有接线采用航空接插式简易连接，易于安装维护；

（9）起重机须配置带 LCD 液晶显示面板的安全智能保护监控装置，如出现电机过热、吊重超载、刹车片厚度超限、缺相、电压超限等情况时，安全智能保护监控装置能自动提供保护和并显示诊断信息，以便使用方科学管理和维护起重机；

（10）起重机应具备使用频率及使用时间监测功能，以便定期向用户提供起重机的使用频繁程度和大修维护周期数据。

（11）起重机底部标有明显的方向标志，与操作手柄上的标志一致，便于识别。

（12）起重机应具有吨位显示功能及超重报警功能。

（13）所有单梁产品在葫芦上单独设置手柄线收集装置。

（14）起重机应当安装两种不同形式的高度限位装置，满足《市监特设发（2021）16 号》相关要求。

（15）除易损件外，起重机的设计寿命应在 30 年以上。

（16）以上均为起重机基本要求，投标人应详细说明各自的技术方案，且不劣于上述要求。

5.6 设备主要技术参数及性能

石塘南车辆段起重机主要参数

序号	名称	型　号	起重量（t）	跨度（m）	走行轨高度（m）	数量（台）	安装车间	走行距离(m)	供电方式	操作方式
1	电动双梁桥式起重机	10t-25.5m	10	25.5	8.4	2	大架修库	180 (共轨)	滑触线	司机室控制、遥控操作
2	电动双梁桥式起重机	10t-23.5m	10	23.5	8.4	1	定/临修库	180 (共轨)	滑触线	司机室控制、遥控操作
3	电动双梁桥式起重机	5t-23.5m	5	23.5	9.4	1	定/临修库		滑触线	地面有线操作、遥控操作
4	电动双梁桥式起重机	10t/3.2t-22.5m	10	22.5	7.2	1	转向架轮轴检修区	H-G 轴左侧区 172（共轨）	滑触线	地面有线操作、遥控操作
5	电动单梁桥式起重机	5t-22.5m	5	22.5	7.2	2	转向架轮轴检修区			地面有线操作、遥控操作
6	电动双梁桥式起重机	10t/3.2t-19.5m	10	19.5	7.2	1	转向架轮轴检修区	J-H 轴共线 285（共轨）	滑触线	地面有线操作、遥控操作
7	电动单梁桥式起重机	5t-19.5m	5	19.5	7.2	4	转向架轮轴检修区			地面有线操作、遥控操作
8	电动单梁桥式起重机	3t-19.5m	3	19.5	7.2	1	转向架轮轴检修区		滑触线	地面有线操作、遥控操作
9	电动单梁桥式起重机	3t-22.5m	3	22.5	7.2	2	受电弓、空调检修区	H-G 轴右侧区 164（共轨）	滑触线	地面有线操作、遥控操作
10	电动单梁桥式起重机	5t-22.5m	5	22.5	7.2	1	备品区			地面有线操作、遥控操作
11	电动单梁桥式起重机	3t-19.5m	3	19.5	7.2	1	门窗、制动盘检修区	126（共轨）	滑触线	地面有线操作、

序号	名称	型　号	起重量（t）	跨度（m）	走行轨高度（m）	数量（台）	安装车间	走行距离(m)	供电方式	操作方式
										遥控操作
12	电动单梁桥式起重机	3t-19.5m	3	19.5	7.2	1	电机检修区		滑触线	地面有线操作、遥控操作
13	电动单梁桥式起重机	3t-22.5m	3	22.5	7.2	1	部件清洗、厂机检修区	126（共轨）	滑触线	地面有线操作、遥控操作
14	电动单梁桥式起重机	5t-22.5m	5	22.5	7.2	1	车体间 1		滑触线	地面有线操作、遥控操作
15	电动单梁桥式起重机	5t-22.5m	5	22.5	7.2	1	车体间 2	100	滑触线	地面有线操作、遥控操作
16	单臂悬吊	1t，R=5m	1			1	运用库内周月检区 29 道-月修道-库尾端		滑触线	地面有线操作、遥控操作
17	电动单梁桥式起重机	5t-10.5m	5	10.5	6	1	不落轮镟库	42	滑触线	地面有线操作、遥控操作
18	电动单梁桥式起重机	5t-16.5m	5	16.5	7.2	1	物资库	72	滑触线	地面有线操作、遥控操作
19	电动单梁桥式起重机	5t-13.5m	5	13.5	7.2	2	特种车库	132（分布两跨各 66 米）	滑触线	地面有线操作、遥控操作
20	电动单梁桥式起重机	3t-13.5m	3	13.5	7.2	1	卸料棚	66	滑触线	地面有线操作、遥控操作

备注：

①轨道链接方式：每段钢轨之间建议采用鱼尾板链接，钢轨与支座建议采用（G514 标准安装）；悬挂式起重机预留安装孔；投标人应按走行距离双边总长度对轨道进行报价；滑触线长度按走行距离总长度计，投标人应根据要求提供滑触线规格型号、材质、安装方案、分项报价等。滑触线至配电箱之间的电缆由投标人负责。投标人另配合完成既有句容车辆段内单跨全长 176 米 16mm^2 和单跨全长 200 米 25mm^2 的管式滑触线的升级改造工作，以及西善桥车辆段一台双梁起重机增设驾驶室钢结构登车梯高度 8 米左右，以上相关供货拆卸安装费用包含在本次起重机总价中。

②单梁悬挂式起重机、单梁桥式、双梁桥式用工字钢轨道由厂家提供；单双梁葫芦均采用欧式（含悬臂吊）

③操作方式中“地面有线操作、遥控操作”指有线和遥控两种操作方式都要设置。

5.7 起重机各组成部分技术要求

投标文件中对起重机下列（包括但不限于）各组成部分提供详细技术说明。

5.7.1 结构要求

5.7.1.1 主要结构件

（1）结构件下料后须做除锈处理，直至见金属本色，焊后消除内应力，主梁从下料至焊接成型，按标准要求达到 1/800 拱度值，避免再用火焰矫正。

（2）主梁为箱型梁结构，由钢板焊接成型，主梁钢板材料（不低于 Q235 等级）。

（3）起重机所有的钢结构、机械设备及零部件都要作防腐处理。所有钢板进行抛丸预处理，表面达到 GB8923-88 或相应标准（SIS）的 Sa 2.5 级。管材除镀锌外，要经过化学方法或机械手工除锈。

（4）所有焊缝均进行射线无损探伤。并提供所有探伤报告。

（5）端梁在数控机床一次定位加工成型，钢材材料不低于 Q345 等级。

（6）每个端梁配有双轮缘的车轮、缓冲器和防出轨保护装置。

（7）电动葫芦双梁桥式起重机至少应在沿主梁方向大车驱动侧布置维修平台（维修走道）；靠滑触线侧装有维修吊笼。双梁起重机可设置双维修走道，如无双维护走道应附加具体后期维护便利性分析说明。

（8）主梁与端梁采用高强度螺栓连接，确保整机精度和运行平稳。

（9）投标人在投标文件中，提供用以加工焊接的设备清单和照片等资料。

5.7.1.2 吊钩

（1）吊钩组有大直径的合金钢制成的滑轮组及吊钩组成，采用抗磨滚子轴承。

（2）吊钩可以 360 度旋转，配备弹簧压紧的安全扣可以防止滑脱。

5.7.1.3 制动器

（1）采用国内外知名品牌的电磁盘式自调节制动器，刹车片磨损自动补偿，当刹车片厚度不够时报警。

（2）刹车片寿命：正常使用不低于 100 万次，紧急制动不低于 500 次，免维护。

（3）常闭式设计，在断电时起升机构处于制动状态，确保安全。

（4）采用防尘、无石棉摩擦片,制动力矩可调，应具有散热性能良好特性。

5.7.1.4 减速器

（1）完全密封紧凑型齿轮箱。齿轮材料为铬钼镍合金、抗磨轴承。

（2）自动齿轮加工中心生产，硬齿面（硬度不低于 HRC60）、经过研磨处理，油脂润滑、免维护。

5.7.1.5 车轮组、卷筒组

（1）车轮材料：合金钢,表面硬化处理。

（2）卷筒：特大卷筒直径，弯曲半径大，延长钢丝绳寿命，重物放置偏移小；钢丝绳用夹具固定，至少有 3 圈钢丝绳被固定不动；重级制轴承；卷筒由无缝钢管制成，并加工出绳槽；高强度镀锌钢丝绳，破断拉力不小于 2160N/mm2。

5.7.1.6 电机

（1）起升电机：风冷式双极电机，防护等级 IP55，F 级绝缘，接电持续率 60%ED，内置热敏电阻过热保护，全密封内置于卷筒，电机壳由铝管冲压成型。

（2）运行电机：风冷式变频电机，防护等级 IP55、F 级绝缘，电机接电持续率 40%ED，全密封。

（3）结构上免维护，方便检修拆装。

5.7.2 电气要求

（1）大、小车运行全部采用变频调速系统。变频器和接触器等电气元件采用施耐德、西门子、ABB 等国内外知名品牌。

（2）起重机配备国内外知名品牌的安全运行控制系统。具有以下安全监控功能：

- 计算起升机构剩余的安全工作周期；
- 累计起升工作时间；
- 累计超载次数；
- 累计起升电机启动次数；
- 起升电机过热保护及报警；
- 过载保护及报警；
- 刹车片厚度报警；
- 起重机操作控制器上有紧急停车按钮。
- 起升机构设立多重安全保护装置，起重机有超重报警装置，在正常使用时当物重超

过额定起重量的 110%时，能自动切断机构上升及大小车的走行，并发出警告，重物能在下降方向运行，超载时应有超载显示和声光报警。验收时按额定起重量的 125%实验。

（3）大小车限位

大车运行机构采用十字（减速 + 停止）拨杆限位开关，小车一档式限位开关；减速操作提高制动器寿命及安全性；在行走方向的两端各装有触发档杆；具备自动复位功能；限位开关有坚固的金属外壳。

（4）起重机具有安全规范要求的保护功能

欠压保护、过压保护、接地保护、短路保护、过载保护、限位保护、过流保护、缺相保护。

（5）控制系统

控制电路由变压器输出，控制电压为安全电压，此控制变压器保证当起升和大车、小车运行同时发生时，具有足够的功率输出。

地操手柄防护等级 IP65，用软细钢丝悬挂，手电门配置独立的滑道，与起升机构分离，可沿主梁自由移动。增加无线遥控器控制。

控制箱保护等级 IP54。

起重机的主电源为三相四线 380V（±10%），50Hz（±5%）。

起重机用电缆采用符合国标的优质电缆。

所有电线都有颜色、数字或线号标记，易于识别。所有外接线缆都带线号标记。固定电缆布置在走线槽内或有保护套管（镀锌钢管）内。

5.7.3 油漆与防腐

起重机涂装的寿命要求不小于 10 年。要求采用高质量防锈漆。

所有外壳、附件、控制柜和散露的机械部件，除不锈钢和接地部件外，均应做防腐处理。以适应工作环境条件，达到良好的防腐和外观效果。

起重机钢结构油漆为环氧面漆，涂层总厚度不小于 80um,涂料供应商要选用国内外知名品牌产品。

涂料的类型与颜色：封闭金属结构件的内部涂黄哑光可覆涂丙烯酸聚氨酯面漆。金属结构件外表面要涂底漆、中间漆和面漆，颜色由供货商提供方案供业主选定。

外购的机电设备的颜色与周围环境相协调，提交时不能有任何损坏。

所有金属结构和机械设备表面的涂装须用高压无气喷漆机喷涂。每度漆喷涂前，实施预涂装。金属结构涂装时，机械设备应给予遮蔽保护；机械设备涂装时，金属结构应遮蔽保护。

漆膜的外观检查为湿膜不得缩边、缩水、起泡、发白、失光，涂料流挂。干膜不得有细微龟裂、剥膜等现象。面漆应均匀，平整、色泽一致，不得有漏漆、流漆、开裂、针孔、脱层等缺陷。

漆膜性能检验，漆膜的干透性、粘附力参照 GB9286-88 规定的一级质量要求进行。漆膜的厚度检验，每 10m^2 不少于 3 处，厚度误差 20%,供货商应向业主提供涂装记录与涂装质量检验报告，经业主审查认定合格后，确认涂装工作结束。

电气控制柜的颜色由投标人提出，招标人确认。

发运途中，所有金属表面都有防湿防潮保护。

5.7.4 材料及工艺要求

（1）设备制造工艺合理先进，零部件互换性好，质量可靠，达到国内同类产品先进水平。所有提供的材料与设备均应为先进而成熟的设计。

（2）招标人需要时，投标人应一并提供材料及外购零部件的供应商名称、性能、能力、测试报告、审批文件及其它重要同类资料。招标人有权拒绝任何不符合合同技术规格书要求的零部件，这些零部件应由投标人更换，任何费用及程序由投标人负责。

（3）设备零部件选用防高温老化、防水、防腐蚀的材料，其表面进行严格的防水与防腐蚀处理，采用表面防护技术。

（4）设备设计充分考虑少、免维护。

5.7.5 设备品质/品牌要求

投标人应向招标人提供经过运用验证，技术成熟的产品；提供功能齐全、技术先进、性能优良、配置合理的全新设备。

设备零部件采用优质的机械、电气、电子、液压、气动元件，外购零部件及材料采用成熟、知名品牌产品。

投标文件应对起重机下表所列（不限于）重要零部件，提供产品品质/品牌说明。

序号	重要零部件	品质/品牌说明
1	驱动装置	
2	轴承	
3	起升机构	
4	制动器	
5	变频器	
6	遥控器	
7	滑触线	

5.7.6 标识

（1）设备的显著位置设置标志或铭牌并铆固，标识包括以下内容（但不限于）：

①设备型号、主要技术参数

②制造厂名称、商标

③出厂年月及编号

④吊装标记

（2）各部件应有铭牌标记。

（3）对于有触电危险的设备应具有明显的安全标识。

（4）标识文字采用中文形式，且标识应不腐蚀。

（5）各种管路应采用国家标准工业管路识别色加以区分。各种电缆/电线标识清楚、牢固。

（6）设备外表面适当位置应具有招标人公司的图标。

（7）设备表面油漆颜色，投标人提供三种以上外观效果图，招标人在设计联络时确定。

5.7.7 设备接口要求

（1）设备土建接口

投标人提供土建基础接口要求，包括（但不限于）：设备安装基础及管线预埋；管线地沟；承载要求、地脚螺钉、防水层等。

投标人提供动力（电、水、气）接口要求，包括（但不限于）用电量、电源制式、供电配电盘位置、坑壁照明、自来水水压/水量（如果有）等。

投标人需提供设备所需的轨道接口要求。轨道由投标人提供和安装。

设备设计时要充分考虑设备运输、地面滚移、安装起吊等问题。

（2）电磁兼容性接口

安装在轨道上的不同电力系统因互耦效应而互相影响。设备所有部件、机载设备应不受外界电磁场干扰，正常发挥其功能。

设备产生的电波频率干扰应避免对其它系统产生影响，保证不会干扰轨旁沿线的通信、信号等设备的正常工作。

设备内部电气设备和车载电子设备应避免相互干扰。

电磁兼容应满足相关国际、国内标准的要求：

设备及系统的抗扰度必须满足 EN50082-2 标准要求。

设备及系统的干扰放射度必须满足 EN50081-2 及 EN55011 之标准要求。

无线设备（如果有的话）必须满足 YD5068-98（移动通信基站防雷与接地设计规范）和 YD5034-97（集群通信工程设计暂行规定）要求。

投标人应提供具体的电磁兼容措施。

5.7.8 “生命线”系统

每台桥式起重机走行轨两侧设置“生命线”系统，包含吊缆 2 条，挂钩 4 个等，投标人应在承轨梁上方设置安全绳装置，以便于安装和后期维护人员悬挂安全吊带。

5.7.9 安全保护系统

起重机安全设计应符合《起重机安全规程》的要求，必须设计以下安全防护装置：

（1）应配备符合国家规定的超载限制器，带超载报警装置或超载时让人警觉的显示器。

（2）设有吊钩极限位置限制器。

（3）设有大车、小车运行极限位置限制器。

（4）起重机两根端梁的两端及小车车架的底部必须设计弹簧缓冲器或液压缓冲。

（5）安全联锁装置。（如突然停电防护、各种安全开关等）

（6）投标人应说明对操作人员的安全保护措施及其依据标准。

（7）投标人应为安装工程配备合格的安装人员，投标人应提供完整的安装工作方案。

5.8 起重机技术规格

投标人按招标项目的规格型号参照技术部分格式表，每台起重机对应一个表格

序号	技术要求	单位	技术参数
1	起重量	t	
2	跨度	m	
3	起升高度	m	
4	最大轮压	kN	
5	起重机总重	t	
7	基本尺寸（长×宽×高）	mm	
8	车轮直径欧式起重机（推荐尺寸）		
	悬挂起重机	mm	φ130；
	电动单梁	mm	φ160；
	电动双梁	mm	小车 Φ160；大车 Φ250
9	运行电机型号（功率）	KW	
10	电动机总功率	KW	
11	起升速度 （推荐，设置多速档）	m/min	
12	推荐起重机（大车、小车）运行速度		变频
13	工作级别（整机）		A5（双梁）/A5（单梁）
14	电源		三相交流 50Hz 380V
15	推荐轨道		具体规格由投标人根据国家规定列明（设计联络最终确定）
16	轨道长度	m	投标人提供（参考前述参数表）
17	滑触线型号及长度；品牌	mm²	材质：（铜导体）
18	电机防护等级		不低于 IP54
19	起重机调速方式		大、小车采用变频调速控制技术,起升机构可采用双速控制
20	变频器或 PLC		提供型号、生产厂家等

5.9 起重机安装与试验要求

5.9.1 车挡、轨道夹板和扣件的技术要求

（1）车挡、轨道夹板和扣件必须满足设备技术要求，卖方提出车挡、轨道夹板和扣件的技术要求和安装要求，对土建工程的接口要求负责。

（2）桥式起重机和电动单梁起重机的车挡、轨道夹板和扣件可按照国家标准图集《吊车

轨道联结及车挡》（00G514-6）制作，其材料和制作工艺应符合标准图的有关要求。投标人应在投标书中说明车挡、夹板和扣件的类型和型号，必要时附图说明。

（3）电动单梁悬挂起重机的车挡和轨道联结件及预埋件可按照国家标准图集《悬挂运输设备轨道》（98G359-3）制作，其材料和制作工艺应符合标准图的有关要求。

（4）起重机的轨道、扣件、联结件、车挡等由投标人供货安装。

5.9.2 现场安装

（1）起重机的安装调试应符合国家标准《起重设备安装工程施工及验收规范》的要求。

（2）投标人有权使用现场可能提供的水电及其他服务，应为上述使用按合理价格向土建承包商支付费用。投标人应自费提供上述使用所需的任何装置，以及设备安装调试所需的任何设备机具。

（3）投标人应负责安装施工时的人员劳务及管理等其它费用。

（4）投标人安装施工时应遵守工地安全管理和文明施工的规定，并服从现场监理和工程总承包商的管理。投标人不得对施工现场的地面、墙面和库内其他设备造成损害。

5.9.3 现场试验

起重机运抵现场，安装完毕后，应进行起重机的现场试验，至少应进行如下试验项目：

（1）起重机的空载试运转。

（2）起重机的静载试验，试验荷载为额定荷载的 1.25 倍，试验时将检查主梁挠度以及永久变形。

（3）起重机的动载试验，试验荷载为额定荷载的 1.1 倍。

（4）起重机制动距离试验。

（5）荷载试验的试块由卖方自备。

（6）起重机应经国家劳动部门检测合格并取得其颁发的使用许可证，卖方应对检测和取证的全过程负责。

6 检修作业平台与司机室登车平台

平台的设计、施工和安装遵循国家标准、行业标准及企业标准。以下如有最新标准，按最新标准执行。

（1）地铁设计规范 GB50157-2003

（2）地铁车辆通用技术条件 GB/T7928-2003

（3）地铁限界标准 CJJ96-2003

（4）钢结构设计规范 GB50017-2003

（5）建筑结构荷载规范 GB50009-2006

（6）固定式钢梯及平台安全要求 第 1 部分：钢直梯 GB 4053.1-2009

（7）固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯 GB 4053.2-2009

（8）固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台 GB 4053.3-2009

（9）钢结构工程施工质量验收规范 GB50205-2001

（10）建筑钢结构焊接技术规范 JBJ81-2002

（11）栏杆链条钩 JB/ZQ 4640-20069

（12）钢格栅板及配套件 YB-T_4001.1-2007

（13）钢结构用高强度大六角头螺栓螺母垫圈技术条件 GB/T 1231-2006

（14）钢结构用高强度大六角螺母 GB/T 1229-2006

（15）钢结构用高强度垫圈 GB/T 1230-2006

（16）钢结构用高强度大六角头螺栓 GB/T 1228-2006

（17）安全色 GB2893-2008

（18）安全标志及其使用导则 GB2894-2008

（19）建筑设计防火规范 GB 50016-2014(2018 年版)

（20）钢结构防火涂料 GB14907-2018

（21）建筑钢结构防火技术规范 GB51249-2017

6.1 司机室登车平台

司机室登车平台设置在无人区停车列检库内，方便司机及列检人员上下车。考虑为无

人驾驶线路，人员以地下通道-SPKS 防护门-司机室登车平台-电客车路径进入，因 2 股道作为一个安全防护分区，单个司机室登车平台设置于 2 股道中间需兼容同时上 2 列车的功能，同时平台两侧设置对应电客车第一个客室车门和司机室侧门的护栏门，一共 4 扇门。（参考 7 号线西善桥停车场登车平台设置，具体设计联络时确定）

6.1.1 司机室登车平台主要技术参数

登车梯外形尺寸	约 6500mm×1600mm
登车梯顶部平台尺寸	4000mm×1600mm
平台顶面距轨顶面高度	1080mm（不含护栏高度）
登车梯承重	活荷载 300 kg/m^2
司机室登车梯爬梯净宽度	700mm
顶部平台临车侧距股道中心	1620mm
司机室登车梯详细设备布置和尺寸设计联络最终确定。	

6.1.2 设备描述

司机室登车平台共 17 个，分布于停车列检库 A 列位库尾端和 B 列位出库端，单侧 2 个出口开门，对应司机室侧门和第一节客室车门，一梯四出口兼顾相邻 2 股道。

6.1.3 结构组成及功能实现

（1）主要由支撑框架、扶手、踏板、膨胀螺栓组成，支撑框架由钢制型材及必要筋板组焊而成，平台面及车梯踏面垫铺防滑波纹板，为轻量钢制设备，具有足够的强度，刚度，结构稳定耐用，承载安全系数大，防滑防腐。车梯两侧扶手及平台顶部设不锈钢护栏，朝向股道侧、扶手梯处开口。各受拉应力焊缝没有缺陷，免维护，设计步履舒适。

（2）针对不同安装场地（平地面或有坡度地面）分别设计不用结构，通过地脚螺栓与地面连接，可化学锚栓或膨胀螺栓，现场安装完后需提交第三方拉拔试验报告。保证作业平台台面保持水平，整体结构美观、大方、牢固。

（3）设备工艺先进、结构简单、外形美观。漆涂装考究，防锈漆及底漆涂三层，面漆二层，每层漆膜厚度不少于 40μm。

（4）设备采用多项安全保护措施，保证工作平台上作业人员的安全，具体保护措施如下:

① 设备表面去毛刺、锐角倒钝，防止割伤操作人员；

② 上车梯从底部到顶部两侧均设安全防护设施（扶手）。

③ 踏步阶梯铺设踏面采用防滑花纹钢板，45 度倾斜角度。

④ 平台四周护栏及爬梯双侧扶手采用不锈钢圆管（高度 1100mm）。

6.2 检修作业平台

6.2.1 总体技术条件

（1）本线静调库 2 股道分别满足 6A 和 6B 限界，定临修线 2 股道分别满足 6A 和 6B 限界，其余股道均为 6A 限界股道，对应检修作业平台请投标人做好方案区分，并在静调和定临线平台端部设置醒目标识进行限界区分。

（2）本设备为地铁电客车库内的检修作业平台，为车辆检修提供安全、快捷的上车通道和检修场所。电客车停放时，操作人员可方便地进入车辆的车内、车顶进行作业。二层作业平台方便操作人员进入车辆内部，进行设备维护保养，三层作业平台方便对车顶设备进行清洁、检查和维修，库内设置有电化接触网。

（3）设备主要由三层作业平台、二层作业平台、立柱、爬梯、固定式防护栏、电源系统、水源系统、气源系统、对侧防护网组成。

（4）作业平台为全钢结构形式，主要受力构件为 H 型或 C 型钢，Q235 材质，长细比不大于 l/150。

（5）不同库内平台结构考虑平台下方及侧方空间，保证其他车辆人员的正常通行，并充分利用库房柱，结构形式采用双立柱或单立柱+侧撑的支撑形式，通过预埋件与地面混凝土结构连接。

（6）立柱柱脚安装采用二次预埋形式进行，采用埋入式柱脚，地面无外露柱脚。立柱预埋件由投标人提供给土建施工单位进行预埋，最终方案设计联络确定。

（7）焊缝质量按 GB/T12469-90 规定的第 II 级执行，重要焊缝须进行无损探伤。设备的设计、制造、试验和安装应符合国家与行业现行 GB50017-2017《钢结构设计规范》和 GB50981-2014《建筑机电工程抗震设计规范》要求，安全防护、环保、消防等须满足国家相关标准。

（8）主结构和零部件设计尽量标准模块化。在维修可能触及的范围内避免尖角和毛刺。

设备的拆卸和组装所需的维修工作量尽量的少，需拆卸的部件数量也尽量少。

（9）设备结构以及主要零部件的使用寿命不少于 30 年。主要磨损件最小使用寿命更换期，满足设备检修周期要求。

（10）为保障设计方案安全、可靠、可行，投标人的检修作业平台设计方案图纸及有限元受力分析报告（尤其需对整体结构的失稳性进行专项分析）。如设备厂家不具备钢结构的设计出图资质，则交由本项目车辆段工点设计院会同结构、建筑等相关专业进行会审出图，期间出图、审图费用包含在合同总价中。

（11）招标人保留更改作业平台型式的权利。本设备采用单价包干计价，请充分考虑项目实施周期内设计方案、钢材价格变动等因素进行报价，原则上如无较大设计方案调整，不予变更。

（12）检修作业平台数量及方案详见附图。

6.2.2 主要性能参数要求

（1）**限界：**检修作业平台限界尺寸应满足 6A 和 6B 电客车停驶要求，安装应符合车辆最大动态包络线限界要求。

（2）**平台模块：**平台采用模块化设计和组装，股道平台全长 140 米，平台模块长度与库房柱距相同，在保证强度安全的情况下，尽量使用螺栓连接实现模块化安装，减少现场焊接工作量。各模块采用格构形式，整体挠度变形不大于 l/250。

（3）**平台面及净空：**作业平台标高基准为轨顶。一、二、三层作业平台净空高均不小于 1.9m。二三层平台面均面采用 4mm 厚花纹钢板，防滑处理，作业平台台面几何尺寸误差≤±2.5mm/m。

（4）**载荷：**二层作业平台均布活载荷：300 kg/m^2，三层作业平台均布活载荷：300 kg/m^2。平台主梁最大变形率小于 L/400。投标人根据以上要求给出详细设计方案（包含结构图纸、钢材的型号、性能和厚度等）和有限元分析报告。

（5）**防护栏杆及平台门：**

① 二、三层作业平台两侧均设固定防护栏，材质选择 304 不锈钢护栏，高度 1100mm。平台边缘距离车辆轮廓线的安全距离需满足相关规范要求，平台护栏外缘到轨道中心距 A 型限界为 1700mm、B 型限界为 1600mm，施工误差允许 0~+5mm。二层三层需设置护栏踢脚板，高度为 100mm。

② 采用向内开启门，设向内开启门时，应能开启至 180 度。二层作业平台门对应电客车客室车门和司机室侧门的位置和数量开门，宽度应不小于车门全开时的宽度。开门宽度：800mm（司机室门）；1500mm（客室门）；三层平台门对应电客车车载空调或受电弓的位置和数量开门，作业平台开门宽度：2000mm。**门宽最终尺寸根据 6A 和 6B 编组电客车考虑，设计联络时确定。**

③ 设于两股道之间的三层检修作业平台（双侧），其中间应安装隔离护栏或防护网，在仅单股道断电时确保作业人员不误碰带电线路。具体方案设计联络时确定。

（6）平台楼梯及安全门：

① 所有楼梯采用碳钢焊接结构，踏面采用防滑花纹钢板，净宽约 600mm，45 度倾斜角度，踏面高度 250mm。

② 二层作业平台在两端设上下楼梯。三层作业平台可只设一端楼梯，设于靠近库门口一侧，以便值守。如因消防需要需设两端楼梯的，远离库门口一侧的楼梯设计为可拆除或可封闭式，设置位置和数量设计联络确定。

③ 三层作业平台按每股道楼梯设置 1 处安全门，预留安装门禁装置位置。门禁装置由安全联锁系统（或 5 防锁）负责安装。

（7）其他：吹扫线二层及三层平台

因吹扫线有集中吹扫装置，地面至二层平台净空需满足吹扫机器人的走行空间：二层平台最低处与地面之间高度≮1850mm ；二层近车体侧的平台边缘与平台钢立柱外边缘之间≮1300mm，二层靠近车体侧护栏设置为链条式，另一侧设置不锈钢护栏。

因车辆限界与墙面距离有限，吹扫线三层平台可考虑单立柱+侧撑的支撑形式，平台立柱两侧非对称布置，近车体侧满足吹扫机器人走行空间，同时考虑平台整体稳定性，请结合自身钢结构设计方案考虑在库房混凝土立柱上增加支撑及预埋。请投标人综合考虑集中吹扫装置和吹扫线检修作业平台的一体化设计，投标时请提交一体化设计方案，最终方案设计联络时确定。

6.2.3 主要技术参数

检修作业平台		
序号	**项目**	**参数**

1	组成模块(跨距)	所有平台立柱按模块化 7.5m 立柱间距布置；
2	布置地点	大架库、双周三月检库、静调库、吹扫库、停车列检库
3	作业面宽度	平台边缘到股道中心线距离： A 型 1610^{+10}_{0} mm；B 型 1510^{+10}_{0} mm（即站台距离股道中心线距离）；三层平台边缘到股道中心线距离为车辆停靠时外形轮廓不小于 80mm；
4	高度	A 型限界：二层 1080mm 轨顶标高（对应 A 型车地板面高度 1130mm）；三层 3600mm 轨顶标高 B 型限界：二层 1050mm 轨顶标高（对应 B 型车地板面高度 1100mm）；三层 3600mm 轨顶标高
5	长度	每股道平台约 140m
7	额定承载	二层均布活荷载 300 kg/m² 三层均布活荷载 300 kg/m²
8	支撑形式	双立柱/立柱（或立柱+侧向支撑）
9	台面	花纹钢板
10	护栏	非作业侧设置护栏，作业侧设置栏杆门，高 1100mm
11	护栏高度	1100mm
12	尺寸误差	<±2.5mm/m
13	设备材质	Q235 及以上
14	备注	未注明参数均满足钢结构设计规范及其他标准

作业平台布置详见附图，具体安装尺寸、位置在设计联络中最终确定。

6.3 悬空式/立柱式防护网

（1）防护网可防止车顶作业人员意外跌落，在平台对面最外侧车辆顶部设置。防护碳钢钢丝网直径不小于 4mm，水平载荷 0.8kN/㎡，以确保检修人员的安全。

（2）安全护网与作业平台对称布置，根据安装方式不同，可采用屋架悬吊型，立柱侧撑型及地面支撑型三种。防护网下沿高度与平台面同高，下沿标高控制在 3.6m。

（3）防护网距车体中心线 1.5m，车顶防护网与车辆轮廓线之间应留有 80-120mm 安全间隙，满足相关规范要求，护网长度同平台长度约 140m，护网高度 1.1m。

（4）立柱式防护网结构形式采用单立柱的支撑形式，沿库区通长布置 140m。通过预埋件与地面混凝土结构连接，立柱预埋件由投标人提供给土建施工单位进行预埋，总标高控制在 4.7m。

（5）防护网的具体安装尺寸、位置及结构形式可根据现场条件及受力分析优化设计，最终在设计联络中确定。

6.4 辅助设施技术要求

（1）电源插座

作业平台上需设置电动工具插座及电源线，每侧二、三层作业平台各等间距设插座 6 处。每处 1 个五孔防水插座：AC220V±10%，50Hz。

（2）照明

二、三层作业平台底面应安装有照明装置（每单侧每 3 米布置一个），灯具采用 LED 条形灯，应有灯罩，安装牢靠，照度符合工业企业照明设计的照度标准，照明灯具的布线需满足规范要求，走线应做到隐藏；同时配置连接导线、护管、平台两端设置开关箱和分区开关。

（3）水源系统

一、三层作业平台各设 6 套不锈钢清洗池，包含上下水管连接。清洗池形状规格设计联络时确认。

6.5 油漆及防火涂料要求

（1）板材或型材进行喷丸（喷沙）预处理，彻底清除氧化皮、锈蚀及油污等，预处理后立即喷涂防锈底漆。表面除锈质量标准：金属工件表面呈银灰色，表面清洁度，金属基本不受损，金属工件抛丸（喷沙）率达到 99%以上。除尘标准：除尘效率达到 99%。

（2）钢结构涂两遍防锈底漆，两遍面漆。油漆外观质量达到色泽无明显差异。油漆采用国内知名生产厂家品牌。硅酸锌底漆厚度 20μm，环氧富锌底漆 50μm，环氧酯磁漆厚度 50μm。配色方案根据业主要求确定。

（3）本项目检修平台及司机室登车平台需充分考虑喷涂防火涂料的需求，以满足消防安全要求，具体是否采用防火涂料以消防规范和评审要求为准，设计联络时确定。

（4）如需喷涂防火涂料，相关防火时间及技术要求：建筑物耐火等级为二级、钢柱耐火极限为 2.5 小时，钢梁耐火极限为 1.5 小时，花纹钢板耐火极限为 0.5 小时。凡被混凝土包住的钢结构不作防火涂料，防火涂料应满足建筑设计的耐火等级要求，防火保护材料应选择绝

热性好，具有一定抗冲切能力，能牢固地附着在构件上，且应保证其与防腐涂料的适配性涂料颜色应满足建筑专业要求。防火涂料需专业单位施工，并验收合格后方可投入使用。防火涂料应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014(2018 年版)、《钢结构防火涂料》CB14907-2018、《建筑钢结构防火技术规范》(GB51249-2017)的规定，防火涂料为室内型，本工程钢柱防火涂料采用轻质非膨胀型，等效热传导系数入 f 不应小于 0.1m2.W/(m*℃)，厚度为 20mm；钢梁、花纹钢板防火涂料采用轻质膨胀型，等效热阻 Ri 不应小于 0.55m2.℃/W。本工程所选用的防火涂料应具有公安部消防产品合格评定中心颁发的产品型式认可证书。

6.6 设备主要部件的材料

（1）平台钢结构主要材料采用国家标准（GB/T700）规定的碳素结构钢 Q235B 及符合国家标准的 H 型钢成品钢材。

（2）PLC、继电器、插座等电气元件选用知名品牌产品。

（3）灯具选用知名品牌产品，LED 光源。

（4）洗手池台盆选用知名品牌 304 不锈钢产品。

6.7 设备安全与防护

（1）平台设计需充分考虑作业人员的安全，三层作业平台设置安全门系统，与安全联锁系统（或 5 防锁）具有联锁接口。门由平台供应商提供，门禁系统由安全联锁供应商提供。

（2）作业平台均有可靠接地连接。

6.8 外部接口要求

6.8.1 与土建的接口要求

投标人需提供预埋件并在投标文件中提供设备接口图纸，详细说明设备（含防护网）安装对土建的要求。投标人中标后，应无条件服从招标人安排，及时对土建承包商施工进行指导，并对土建基础进行检查和确认。土建承包商负责基础及预埋件施工。检修作业平台（含防护网）由投标人提供并安装。

6.8.2 与给排水的接口要求

给排水专业负责将管道敷设到三层作业平台的中间作业平台，并预留好相关接头，在平台端部各设置 1 个接头，接头以上部分（上、下水管道、水龙头、洗手池等）由卖方提供并安装，水龙头、水池等的具体数量及位置设计联络时确定。需满足电客车清洗检修需求。

6.8.3 与安全联锁系统（或 5 防锁）的接口要求

投标人需根据安全联锁系统提出的三层作业平台，爬梯门禁的要求，预留接口位置。具体设计联络时确定。

6.8.4 与低压配电的接口要求

低压配电系统：由动照施工方负责从车间总电源引电至平台用电点（配电箱），设计联络时由设备厂家提出需求，配合动照设计完成该部分工作。

检修作业平台供应商：提供动力插座、照明灯具及安装，负责从各配电箱出线端子至平台上的电缆及接线工作，动力插座、照明灯具等的具体数量及位置设计联络时确定。

6.8.5 与车辆的接口要求

二层作业平台对应车门位置开门，三层作业平台对应车载空调、受电弓位置开门。

检修作业平台供应商：检修作业平台（含防护网）应满足车辆限界的要求，并根据车辆招标后的车辆限界对检修作业平台（含防护网）的尺寸进行核实。

7 智能吹扫机器人系统

7.1 设备用途

吹扫设备应用于吹扫库内，操作人员利用该设备可完成对车底转向架、制动装置、尤其是各种电气控制箱等车底装置的吹扫清洁工作。设备支持全自动吹扫，操作人员只需要进行简单的设置，吹扫设备就可以完成场景所需的吹扫工作。另外也需要支持人工吹扫，为操作人员提供方便使用的喷吹装置、电动送风呼吸头盔，良好的工作环境，可实现提高生产效率、安全生产、有效控制环境污染的目标。

7.2 设备组成

每套设备由吹扫机器人、升降平台、无线网络、操控终端、除尘装置、人工补吹气管、升降平台、控制系统和封闭式防火防爆充电隔间，8 套电动送风呼吸头盔等组成。

7.2.1 车底智能吹扫机器人

吹扫机器人至少由走行装置 AGV、升降装置、平移装置、协作式机械臂、轮廓扫描模块、空压机、控制系统、蓄电池等部分组成。

吹扫机器人工作步骤：

① 通过视觉传感器扫描一遍车底轮廓，并识别出待吹扫部件的空间位置；

② 控制 AGV 移动到特定位置；

③ 伸出机器臂接近待吹扫部件的表面；

④ 开启空气压缩机提供压缩空气作为吹扫动力；

⑤ 机械臂摆动使压缩空气可以覆盖待吹扫部件的表面，从而完成清洁工作。

（1）走行装置 AGV

吹扫机器人须采用无轨式自动引导 AGV 作为走行机构。应采用惯性导航与二维码纠偏的引导方式，应具有自主引导、自动充电、自主避障功能，配置走行装置 AGV 应无需土建改造。

（2）升降装置

升降装置安装在吹扫机器人的后端部，应由专用的升降组件作为主体，须能够为机械臂提供不同的工作高度。升降装置应具有足够的刚度和精度，以达到机械臂工作的过程中不晃动和无高差的要求。升降装置须采用伺服电机+滚珠丝杠作为驱动传动机构，须能在其行程内任意高度上实现停止并自锁。

（3）平移装置

平移装置安装在吹扫机器人的后端部，应由伺服电机、减速器和齿轮齿条组成。须满足机械臂垂直于轨道的水平方向上作业的需求。平移装置两端应设置电气和机器止挡，须采用直线滑轨作为导向装置。

（4）协作式机械臂

吹扫机器人须采用 6 轴协作式机械臂，应安装在升降装置顶端，在机械臂 TCP 末端安装有吹扫装置。协作式机械臂应模仿人工吹扫部件的方式，将吹扫装置送到待吹扫部件的附近，以不同角度对车底部件进行吹扫作业。

（5）轮廓扫描模块

轮廓扫描模块用于采集车底轮廓 3D 数据、感知车底部件分布情况以及为吹扫作业前碰撞计算提供数据依据，须采用高精度 3D 视觉传感器，应安装在吹扫机器人顶端。

（6）空压机

空压机须安装在吹扫机器人内部，应采用静音无油空压机，另外须配有空气储气罐；在出气管路前端应配置有气源处理装置。空压机应为系统提供 0.4-0.6MPa 的压缩空气。

（7）控制系统

控制系统安装在吹扫机器人内部，须采用工控机作为吹扫机器人的主控制器。控制系统至少应具有控制走行装置 AGV 移动、机械臂动作、升降装置及平移装置移动、气路开闭、轮廓扫描模块启停等功能。通过无线网络实时传输吹扫机器人的工作状态，接收用户下发的控制指令并执行。

（8）蓄电池

蓄电池须安装在吹扫机器人内部，应采用安全性能高、无记忆效应的磷酸铁锂电池作为动力来源。须具有较长的使用寿命，可循环充电次数须满足相关要求。

7.2.2 除尘装置

采用两台除尘车作为除尘装置。除尘车组成至少应包含自动引导小车、过滤器、粉尘收集器等组成；过滤器应采用滤筒式，滤芯应选取优质材料，经过滤器净化后的空气须满足国家相关标准规定的排放要求。除尘装置须跟随吹扫机器人移动，且形成双侧共吸；作业时除尘装置须有效防止灰尘外溢，投标人应提供相关证明材料，如除尘装置作业视频、照片等。

7.2.3 空压机

空压机须安装在吹扫机器人内部，应采用静音无油空压机，另外须配有空气储气罐；在出气管路前端应配置有气源处理装置。空压机应为系统提供 0.4-0.6MPa 的压缩空气。

7.2.4 升降平台

升降平台安装在吹扫股道的检查坑内，用于辅助吹扫机器人进出吹扫股道。设备安装高度要求低于设备限界，垂直于轨道方向应无横梁，须采用无线的控制方式。升降平台须采用伺服电机、减速器和螺旋升降机作为传动结构，停止位置在任意高度上须可调；在横向和纵向上应设置有导向装置。

7.2.5 操控终端

操控终端安装在吹扫库内，用于控制吹扫系统的启动与停止，监控设备的运行状态；操控终端应提供车辆管理、模型管理、部件管理、方案管理、状态管理、控制管理等访问界面。操控终端须预留有线、无线网络接口，应为第三方平台提供信息化数据接口。系统须支持多操控终端管理，应将一控制终端安装在远端 DCC 中，以方便远程查看设备的使用情况。

7.2.6 无线网络

无线网络安装在吹扫库内，无线设备主要包含一台 AC 接入控制器和数台 AP 无线接入点，AP 无线接入点应安装在吹扫股道外侧并按距离均匀布置，须保证无线信号覆盖整个吹扫股道。

7.2.7 电动送风呼吸头盔

7.2.7.1 设备用途

用于地铁吹扫作业时的呼吸防护，吹扫作业时粉尘很大，且粉尘中含有大量金属等有害物质，电动送风呼吸器不仅可以有效防止粉尘带来的健康危害，还可以增加工作环境的舒适度，提高工作效率，稳定员工心理。

7.2.7.2 设备总体技术要求：

（1）投标设备必须是全新设备，包括面罩，滤盒，电机及电池。

（2）设备主要零部件选用优质材料制造，所选用的机械、电气、电子元件是先进、优质、可靠的系列产品。

（3）设备应能满足买方提供的安装和工作环境要求，在温度 5℃～55℃，相对湿度 30%～70%的工作环境温度下能够正常连续工作.

（4）安全保护：如果气源降至 170lpm 以下，空气调节阀进行报警提示。

（5）设备必须操作方便、直观、易于维护和维修。

（6）投标方需提供耗材的制定品牌型号，所使用的耗材应是在中国大陆市场可购买到的。

（7）颗粒物盒指示灯需指示颗粒过滤盒的状态。

7.2.7.3 主要参数及技术要求：

（1）高效过滤原件后盖：可以容纳不同的过滤原件。

（2）预滤棉：可以有效延长颗粒过滤盒的使用寿命。

（3）颗粒过滤盒：需高效的过滤颗粒物。

（4）配置气体过滤盒：有机无机，酸性气体及蒸汽的过滤，且滤盒可以单独购买。

（5）配置异味过滤盒：可以清除难闻的气味，且可以单独购买。

（6）气体标准流量：170L/min。

（7）重量：960 g（含颗粒物滤盒，不含电池）。

（8）增大气流：针对炎热潮湿的作业，可以按一下按钮，将气流从 170L/min 增加到 200L/min。

（9）电池：Li-ion 充电时间 2 小时，充电次数可达 500 次，预计运行时间为 4 小时。

7.2.7.4 其他要求

（1）头罩外壳：需阻燃，抗冲击，且符合 EN397 工业安全帽的标准。

（2）腰带需为透气真皮（牛皮），保证佩戴者的舒适度。

（3）面部密封圈：（阻燃聚酯）面部密封设计，适合热颗粒物防护。

（4）软管接口规格或标准：采用 QRS 快接口软管。

（5）面镜：硅树脂硬涂层聚碳酸酯，符合 EN166 标准。

7.2.7.5 设备主要配置及附件要求：

（1）每套包含：面罩 1 套、主机 1 套（含预过滤棉，颗粒物过滤盒及电池）、呼吸管标准配置 1 套等；

（2）随机颗粒物和气体过滤耗材数量需满足质保 2 年内使用量；

（3）技术文件清单（简体中文）：个人防护装备 89/686/EEC 指令认证和 EN12941 认证证书；

（4）提供投标设备的使用说明书；

（5）提供设备正常工作必须的附件；提供设备正常使用的易损、易耗件清单。（包括名称、数量、图样、订货号、供货来源及价格）。

7.2.8 控制系统

控制系统的相关设备采用金属外壳制造，并经过喷漆处理，能够有效的防尘、防锈、防腐、防潮。控制面板上的所有控制按钮、开关及各种设备的工作状态、工作参数能够清晰显示，方便操作人员操作、管理。

（1）支持多车型、多部件吹扫，且支持吹扫车型、吹扫部件的扩展；

（2）支持设备中断恢复后继续吹扫；

（3）支持自定义吹扫方案，包括吹扫部件类型、吹扫部件次数、吹扫部件位置等；

（4）由于地铁车辆每次停车位置不同，吹扫设备应自动检测车辆停车位置，并准确执行后续吹扫作业。

（5）吹扫设备应可以自动调节吹扫风压。避免由于吹扫风压过高，将吹扫的电器件损坏。

（6）设备具有完善的故障自诊断功能；

（7）设备兼容人工吹扫，系统即支持智能全自动吹扫也支持人工手动吹扫。

（8）智能吹扫机器人可对车底部件进行全自动的吹扫除尘作业，并同时自动控制当前位置的吹尘口开启与关闭；人工手动吹扫，检修人员对车底部件进行吹扫时，需要手动控制一下当前位置吸尘口的开启。

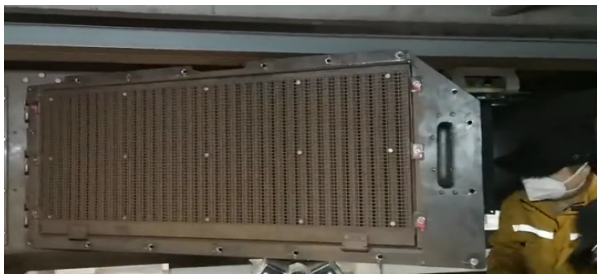
（9）智能吹扫机器人自备电源、气源，可自主移动，自动识别吹扫部件，自动避障，自动规化吹扫路径进行吹扫。

（10）系统对部件吹扫后可直接进行后续操作，无需人工补吹。

（11）系统净尘时间短，浮尘少，吹扫过程中不影响车顶、车厢作业。

（12）机器人设备可吹扫多种类型的电器箱，应能满足以下但不局限开箱方式。

序号	柜门打开方式	参考图片	说明

1	抽屉式		抽屉式箱体可将箱体内部件水平抽出来后，在进行箱体内部件的吹扫
2	拆卸式		拆卸式可将箱体上的过滤部件拆下来后，再进行吹扫
3	下垂挂式		下垂挂式箱体盖打开后，箱体盖自然下垂 180 度，然后对箱体内部进行吹扫作业。
4	铰链开门式		铰链开门式，由于箱体内部构造，箱体门最大只能打开 30 度。打开后在对箱体内部件进行吹扫。

7.3 主要技术要求

（1）吹扫机器人主要参数

序号	性能指标	参数要求
1	吹扫方式	自动吹扫+人工吹扫
2	吹扫机器人尺寸	投标人提供（长×宽×高）（mm）；具体尺寸以技术联络为准
3	供电方式	磷酸铁锂蓄电池供电
4	蓄电池性能要求	容量：投标人提供；具备过充保护，自动充电；电池更换周期>5 年；符合 GB/T 31485-2015 安全要求、GB/T 31486-2015 性能要求
5	吹扫介质	压缩空气
6	吹扫要求	3 个挡位自动调节；
7	持续吹扫时长	≥3 小时（最大时长）
8	吹扫范围	车底左侧、车底、车底右侧

9	机械臂工作半径	850mm
10	机械臂重复精度	±0.1mm
11	走行定位精度	±10mm
12	控制方式	通风除尘设备采用 PLC 自动/手动两种控制方式
13	设备噪声	室内噪声符合 GB/T50087-2013《工业企业噪声控制设计规范》 室外噪符合 GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》

（2）除尘装置主要技术参数

序号	性能指标	参数要求
1	外形尺寸	投标人提供（长×宽×高）（mm），具体尺寸以技术联络为准
2	除尘方式	吸捕过滤方式
3	供电方式	磷酸铁锂蓄电池供电
4	蓄电池性能要求	容量：投标人提供；具备过充保护，自动充电；电池更换周期>5 年；电池认证：GB/T 31485-2015 安全要求、GB/T 31486-2015 性能要求
5	过滤方式	滤筒过滤
6	持续除尘时长	≮3 小时
7	空气流量	≮4000m³/h
8	真空压力	≮800Pa
9	过滤面积	≮36㎡
10	功率	≯8kw
11	导引精度	±10mm
12	停止精度	±10mm（依据程序停止位置）
13	导引方式	惯性导航+二维码纠偏
14	走行驱动方式	差速电机

7.4 主要功能要求

（1）系统应支持多种车型吹扫功能。应可以动态添加与修改车型信息、车型所对应的吹扫部件信息。

（2）系统应具备吹扫部件自定义选择功能。应可以添加设置吹扫方案，每个方案应可以自定义某一种车型的吹扫部件。以满足不同修程吹扫不同部件的作业需求。

（3）系统应具备自动识别吹扫部件的功能。应能够通过扫描车底的轮廓数据，自动识别出吹扫部件的类型、位置、姿态等信息。

（4）系统应具备吹扫洁净度设置功能。应可以针对性地加大重点部件的吹扫次数，进行

重点吹扫，一般部件简单吹扫。

（5）系统应具备中断后继续吹扫的功能。应能够记录当前吹扫作业的执行情况，如果遇到异常中断，或人为中断这次吹扫任务。待中断因素消除后，吹扫机器人应可以在无人工干预的情况下，继续对剩余部件进行吹扫。

（6）吹扫机器人应具备吹扫力度控制功能。应能够根据吹扫部件的类型，自动调整吹扫风压。

（7）吹扫机器人应能够实现自动出入检查坑，并具备车底、车底两侧部件的吹扫功能。系统应能控制升降平台自动配合智能吹扫机器人，完成进出检查坑的需求。

（8）吹扫机器人应具备自动吹扫的功能。系统启动后，吹扫机器人接收到吹扫任务指令，应自动的对车底及车底两侧的部件进行吹扫，吹扫完毕后吹扫机器人应自动返回到充电位；整个吹扫作业过程中应无需人工干预。

（9）吹扫机器人应具备车底轮廓扫描功能。通过车载 3D 传感器，采集车底轮廓数据，定位车辆的停车位置，感知车底部件情况，并为碰撞检测系统提供数据依据。

（10）吹扫机器人应具备碰撞检测功能。吹扫机器人在对车底部件进行吹扫作业前，应先对机械手臂吹扫部件时的全过程进行碰撞检测计算。必须保证吹扫设备不会与检查坑发生碰撞、机械手臂不会与车底部件发生碰撞，保证吹扫过程中的安全性。

（11）吹扫机器人应具备自主避障功能。在吹扫机器人前端配置高分辨率激光雷达，能够检测行进方向的障碍物，检测到障碍物后，应立即减速并停止移动，并且发出声光报警。障碍物移开后应能够继续进行吹扫作业。

（12）吹扫机器人应具备自主移动功能。吹扫机器人采用无轨式自动引导小车作为走行机构，应自备电源、气源，通过无线网络与外部通讯与外界无管线连接，自成系统。收到移动任务后，系统自动规划行走路径。

（13）吹扫机器人应具备电量监测与自动充电功能。吹扫机器人实时监测系统的电源电量，当系统电量过低时，吹扫机器人应可以自动返回到充电位自动充电。

（14）吹扫机器人应具备紧急停止功能。系统应设置多种急停触发方式，可触发手持遥控器上急停按钮、可触发吹扫机器人侧面的紧急停止按钮，可通过操控终端下发紧急停止指令，均能够立即停止能吹扫机器人运行。

（15）除尘装置应具有自动定位功能，可根据调度系统的指令自动移动至相应集尘位置。

（16）除尘装置应具备集尘口切换功能。集尘口的位置分别在除尘装置的正面和侧面，系统跟据吹扫部件的方位，自动切换集尘口。

（17）除尘装置应具备自主避障功能。在除尘装置前端配置高分辨率激光雷达，可检测行进方向的障碍物情况，如果检测到障碍物应立即减速并停止移动，并且发出声光报警。障碍物移开后会继续集尘作业。

（18）除尘装置应具备紧急停止功能。在除尘装置侧面安装有紧急停止按钮，如果遇到紧急情况，按紧急停止按钮，或者按遥控器上的紧急停止按钮。立即停止智能集尘设备运行。

（19）除尘装置应具备自动反吹、堵塞监测功能。

（20）除尘装置与外界无管线连接，自成系统。并配置有不小于 7 寸彩色触摸屏。用于显示设备的工作参数与运行状态，控制设备的启停与反吹等功能。

（21）除尘装置应具备电量监测与自动充电功能。除尘装置实时监测系统的电源电量，当系统电量过低时，自动返回到充电房自动充电。

（22）除尘装置应具备横向移动功能。除尘装置停放或充电时，会通过横向移动功能，将除尘装置移动到充电位。避免长期占用检修通道，影响检修人员通行。

（23）吹扫机器人和除尘装置充电时需考虑设置独立的防火防爆充电隔间，满足充电时的安全要求。

7.5 设备安全与防护措施

（1）设置足够的安全装置和防护设施，以保证作业人员和设备的绝对安全。

（2）设备开启时，应该检查设备本身各个模块的运行情况，在保证所有硬件正常的情况下才能进行吹扫工作。如果出现问题，应该及时报警。

（3）行走机构在移动时应该有声音提醒，提醒在场人员及时躲避。

（4）如果在行走机构的行进方向上出现障碍物，应该及时停止行进，避免因碰撞而导致的设备自身和其它设备的损坏。

（5）在吹扫过程中，避免与地铁车辆车底装置发生碰撞。

（6）吹扫设备配有急停按钮，出现任何问题时，在场人员可以操作设备立即停止运转。

（7）控制系统应能自动监控电气设备的工作，出现异常情况时，控制系统能自动起保护作用。操作人员进行不当操作时，系统应该给出提醒。

（8）设备设计时要充分考虑设备运输、安装的起吊问题。

（9）设备表面应采用多层防锈处理。

7.6 其它要求

（1）投标人负责二年质保期内设备系统（电动送风呼吸头盔除外）的全部维护保养工作及耗材，材料，工器具，软硬件的消耗费用。

（2）操作简单，使用人员经简单培训后即可操作吹扫设备。

（3）针对地铁车辆重要的装置或者难清理的装置需要做重点吹扫。

（4）需要详细列出可以进行吹扫作业的部件（吹扫项点），尤其是车下各类电气箱内部不少于 10 个。需列出现场吹扫效果图不少于 3 个，现场设备使用照片不少于 3 张图片。

（5）投标人所提供技术方案需为：智能机器人吹扫装置采取自走行、6 轴（以上）机械手自由度，车底轮廓扫描成像等技术，具备吹扫部件（车底各类电气箱内）自扫描及定位、自动仿形吹扫、安全避障、智能除尘等功能。

（6）与智慧场段平台接口（同前相同章节内容）

8 移动式架车机

8.1 技术标准与规范

GB 50157-2013　　《地铁设计规范》

GB/T 985.1　《气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸》

JB/T 5000　　《重型机械通用技术条件》

GB 50235　　《工业金属安装工程施工及验收规范》

GB 50168　　《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》

GB/T 3811　《起重机械设计规范》

GB 50278　　《起重设备安装工程施工及验收规范》

GB 191　　《包装储运图示标志》

JB/T9229.3　《剪叉式升降台 试验方法》

8.2 设备用途及主要功能

（1） 库内轨线为直线平坡，轨距 1435 mm。钢轨类型 50 kg/m。

（2） 移动式架车机用于交流传动内燃机车、接触网作业车、网轨检测车、轨道平板（吊）车等工程车辆架升检修，对单节工程车辆架落车作业，以便拆装转向架或进行车下设备的维修/更换作业。工程车辆与架车机的接口技术参数在设计联络时提供。

（3）移动式架车机架托车体枕梁上的规定部位。每 4 台架车机组成 1 车位机组，可架升 1 辆车的车体。每 1 车位机组的 4 台架车机必须同步升降。

（4）架车机上托架的升降高度可在规定范围内任意调节。

（5）架车机配有走行轮，可在车间内地面上人工移动，还可通过起重机吊运。架车机定置后，走行轮可以抬起，由架车机机座承载。

（6） 架车机各架升螺杆具有自锁和闭锁功能。架车机丝杠、螺母采用具有自锁功能的梯形螺纹机构，具有自锁和闭锁功能。

（7） 移动式架车机具有完善的控制、保护、信息显示、故障诊断和报警功能。

（8） 移动式架车机控制系统采用双 PLC 控制系统和完善的同步控制机制。操作、选择

通过触摸屏和相应的控制按钮来进行，设有完善的控制、保护、信息显示、故障诊断和报警功能。

（9） 设备可在升降行程内的任意高度保持锁定。

（10） 设备定位后，走行部应有锁定功能，保证设备在外力作用下不会有任何的水平移动。

（11） 设备在馈电或者故障时，人工能轻便推行。

（12） 设备应预留叉车叉装孔，便于设备的搬运。

8.3 设备技术性能、可靠性、互换性、质量和寿命要求

投标人应向买方提供经过运用验证，技术成熟的产品；提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用可靠、维修方便、运行安全、符合环保要求的全新设备。

设备零部件采用优质的机械、电气、电子、液压元件及材料。外购零部件采用世界知名品牌产品。

实施模块化设计，零部件互换性好。

设备结构以及主要部件的设计寿命为30年。主要磨损件最小设计寿命更换期，应满足设备检修周期要求。

8.4 设备主要技术参数

（1）每台架车机提升能力	≥16t
（2）一车位架车机（4 台）的提升能力	≥64t
（3）提升螺杆直径×螺距	（由供货商提供）
（4）托架提升/下降速度	约 300mm/min
（5）悬臂托架上承载面最低高度(轨面以上)	≤500mm
（6）托架垂直升降行程 max	1500～1600mm
（7）托架水平伸缩行程 max	≥600mm
（8）同步精度	
（9）同一车位 4 台架升机托架上承载面不同步误差	≤4 mm

（10）每台架车机驱动功率/总功率	（由供货商提供）
（11）噪音	≤70dB（A）
（12）单机重量	（由供货商提供）
（13）电源	AC 380V/ AC 220V（±10%） 50Hz
（14）外形尺寸（长×宽×高）	（由供货商提供）

8.5 设备各组成部分技术要求

移动式架车机由机架/结构件/走行系统、升降驱动传动系统、电气同步系统、操作控制系统以及安全保护系统等部分组成。

8.5.1 系统设置

（1）移动式架车机每 4 台组成一个车位单元，架升 1 辆车。

（2）由 4 台移动式架车机组成 1 个车位单元，可同时架升单辆工程机车。

（3）架车机可在库内进行人工全方位推移以适应被架升车型和车辆停位的随意性。架升车体时，只能由架车机机座承载，架车机底部走行轮必须抬起不承载。

（4）1 辆车的车体架升作业，其对应的 4 根架升螺杆必须同步运行，同步控制通过电气装置来完成。

（5）现场至少有三名操作人员。一名主操作员在主操控台旁，主控制台置于轨道一侧中段。两名副操作员手持按钮盒站在主操控台对面的两端头。只有两名副操作员作出安全确认呼答后，主操作员才能发出有效升降指令。无架升作业时，按钮盒置于主操控台对面两端头地面下的存放盒内。

（6）架升作业的操作和控制，在一台主操作控制台上完成。主操作控制台与 4 台架车机之间有动力电缆和控制电缆连接。按钮盒与主操控台之间亦有控制电线连接。

（7）架升螺杆上除承载螺母外，还需设置安全螺母，并随时监控承载螺母的磨损程度。

（8）设备必须设置足够的安全保护措施和装置。

8.5.2 机架、结构件及走行系统

架车机的机架采用钢结构，由优质型钢和钢板焊接而成，具有足够的强度、刚度、精度、

寿命和稳定性，设计寿命不小于 30 年。

机身设置吊装孔，用于起吊移位。

8.5.3 托架

托架直接用于车体架升或托架作业。托架上承载面最低高度（距轨面）≤500mm。托架可在水平方向伸缩移动，其最大行程≥600mm。托架随承载螺母可沿机架导轨上下移动，其最大行程 1500～1600mm。

托架承载中作升降移动时，其倾覆力矩完全由机架导轨承受，且要求平稳升降，无摆动，结构简单，承载能力大，安全系数高，托架易损件更换方便。

托架水平伸缩移动由人工操作来完成，要求操作省力轻快、安全可靠。

8.5.4 走行装置

每台架车机均可单独移动。机架底部装置有专业厂家生产的手动液压搬运车，可由人工全方位无轨推行。一个人就能轻松完成 1 台架车机移动、安置的操作全过程。架车机定置后，走行轮可以抬起，由架车机机座承载。

8.5.5 升降驱动传动系统

（1）用于托架升降的传动螺杆由电机驱动，传动装置由标准减速箱与螺旋副组成。

（2）驱动电机要带有制动装置，架升螺杆应为自锁螺纹。

（3）传动螺杆采用优质钢材制作，承载螺母采用青铜材料制作。螺旋传动具有足够的强度、刚度、耐磨性和稳定性。螺杆的设计寿命为 30 年。

（4）传动螺杆上、下端支承和托架升降导轨设置，要避免螺杆承受附加弯矩。托架升降作业中螺杆只承受拉伸载荷。

（5）传动螺杆设置“风琴式”防护罩进行防护。

（6）传动装置工作时，无异常振动及噪音。传动部件的润滑、维修保养方便。

8.5.6 电气同步系统

（1）每根螺杆上设置同步信号脉冲发生装置。PLC 对采集的信号进行处理，发出同步控

制命令，保证被控螺杆上托架同步升降。

（2）每台架车机上设置数显装置，指示螺杆上架托所在位置的高度。

（3）设备同步控制须满足同步精度要求。该同步精度是指所有被测螺杆上的托架相对于起始位置移动的最大行程差不得大于该数值。

（4）螺杆每一转产生的脉冲信号数量与同步精度要求相匹配。

（5）设备对同步控制要采用冗余结构，并采取足够的安全保护措施。

8.5.7 操作控制系统

（1）本设备应设有 1 个主控制台和 2 个手持按钮盒。主控制台装有 PLC 控制系统 及各种必要的指示灯和控制按钮。在主控制台可以操纵 1 节车辆（车体）的升降和架托。

（2）本设备具有自动控制和手动操作功能。可以实现以下两种工作方式：

单节车辆工作方式，单节车辆对应的同一车位架车机中所有架升螺杆之间有同步和联锁关系；

单螺杆工作方式，每根架升螺杆都可以单独运行，用于调整和维修。这种工作方式不能用于架升车体。

（3）各螺杆托架承载面上应设置压力传感器（压力开关），当托架上升接触到车体后，压力传感器（压力开关）发出信号，立即使该根架升螺杆上的托架停止上升。

（4）连接电缆（线）的设置

用于连接单台移动式架车机与主操作控制台的电力/控制电缆，采用高品质的多芯电缆，电缆两端带有两只可锁定的多芯连接插头。主操作控制台与手持按钮盒之间也有控制电线连接；

每次使用时可将电缆（线）从土建电缆（线）井（盒）拉出，并将电力/控制电缆插入架车机的控制箱。每台移动式架车机上的插座和操作控制台插座完全插入并锁定好后，操作台才能进入操作程序。如电力/控制电缆连接有故障或未完全插入，设备无法进入操作程序，同时操作台会有报警指示。

无架车作业时，可将电力/控制电缆与架车机相连的一端插头拔去，电缆卷绕后安放在每台架车机下方的土建电缆井内，保证电缆每次使用时完好无损。手持按钮盒及其连接控制线亦卷绕放入两端地面下的存放盒内。

8.5.8 电控系统

架车机的各种电气控制元件及操纵控制集中在一个主控制台内，人机界面采用 10 寸液晶触摸操作屏，所有操作采用图标和文字形式。通过屏幕能触摸显示每台架车机同步运行状态。选择单机/联机、联动车位的方式，显示故障及各种报警信号。触摸屏上设有“单机/联动”等功能选择开关、紧急按钮、上升按钮、下降按钮。故障报警灯，故障恢复按钮等操作开关按钮；

每台架车机机身上自配有独立的控制箱，设有“上升”、“下降”、“停止”和“紧急停止”按钮和电缆连接插座。在联动操作时每台架车机上独立的电控箱除紧急按钮有效外，其他开关按钮被封闭无效，只能由主控制台统一操作；

选择“单机”模式时，只允许使用每台架车机自配的电控箱按钮来操作上升、下降电动动作。每次操作时，每台架车机的托架高度被 PLC 认定为同步高度的初始值被储存起来，进行同步高度预置标定；

一旦发生紧急情况，当任何一台架车机的“紧急按钮”被按下时，整套设备都将停止上升或下降动作。设备进入故障程序，进行电气锁定，待维修工程师检查及恢复。“紧急按钮”在任何模式下都有效；

每次有故障或使用过紧急按钮后，必须操作“复位”按钮，设备才能进入正常的操作程序。不按确认复位按钮，任何操作无效，确保了架车作业的安全。

8.5.9 计算机软件和程序

供货商应提供整套计算机及功能模块的阅读程序、编程和设置工具。

供货商应说明使用的计算机软件的名称与版本，并说明计算机软件是否加密，源程序代码是否公开。

供货商提供的计算机程序，包括客户使用程序、修改程序、编写程序和编译程序同时为用户提供 EPROM，其中已经固化应用程序。当 PLC 因备用电池电压不足等异常导致应用程序丢失或不完整时可以从 EPROM 读出。

供货商需安装提供必须的计算机程序，以用于编程、调试、检测、诊断和作业记录下载。

8.5.10 安全保护系统

架车机应设置完善的安全保护措施，具有电气、机械等多种安全保护装置。

（1）当架车机在工作时和在车体托架未闭锁状态时，有声光警示信号。

（2）每台机架上设有工作高低限位开关和极限限位开关。

（3）各托架提升臂应有操作人员易于看得见的最高和最低位置的指示标志。

（4）各托架提升臂应有超高和超低位置的光指示，系统中任意一台超高或超低时，设备停止工作。

（5）主控制台设置钥匙型电源开关和选择开关，所有电源开关和选择开关都是钥匙型的，保证由专业人员才能操作。

（6）设置安全螺母保护。安全螺母和工作螺母之间设置两套监测开关。

① 工作螺母磨损监测开关。该装置由安全螺母及限位开关组成，用于即时监控/检测承载螺母磨损量。一旦承载的工作螺母超过设计磨耗，工作螺母磨损监测开关被触发，安全螺母和限位开关立即作用，随即发出讯号通知 PLC 处理，予以报警、停机保护。

② 工作螺母脱扣监测开关。一旦工作螺母螺纹牙被剪切造成脱扣，向下触及脱扣监测开关，立即发出讯号，通过 PLC 进行报警和停机保护。

（7）系统具有各种失效、误操作保护措施

① “上升”、“下降”单项性保护

在联动操作时，电气线路保证其只能向一个方向运作。

② 限位电气保护

设置上工作限位开关、上极限位开关（上工作限位开关失效时启用）和下工作限位开关、下极限位开关（下工作限位开关失效时启用）。

采用冗余多重保护，每个位置的限位功能由两只限位开关完成。

③ 同步传感器失效保护

当每台单机上的同步传感器失效，PLC 立即发出信号，停止其他架车机工作。进行系统保护，防止车辆倾覆。

④ 单机传动失效保护

某种原因造成电机转动而载重螺杆卡死不转，PLC 将指令传递给控制系统作切断操作，并报警，避免被架车辆的倾覆。

⑤ 整机同步失效保护

当出现不同步现象，超过一车位任意二柱 4mm 范围时，PLC 根据同步脉冲的数量及时切断整套设备动力电源，停止电动机工作，整个控制用软件实现。

⑥ 主接触器失效，PLC 能进行监控、保护。

⑦ 辅助接触器误操作或失效，PLC 能进行监控、保护。

⑧ 整套设备有接地保护，相序保护，短路、缺相和过载保护。单台电动机有过流保护。电动机供电系统采用空气断路器进行过流、过载保护，构成多重保护。用电器和电源间采用隔离变压器保护。

⑨ 主控制台应按照南京地区温度和湿度条件，采取必要的防护措施，如主电气柜自带空调装置，具有抽湿、密封防尘功能等。

⑩ 电气设备的防护措施：电气保护等级不低于 IP54、电机绝缘等级不低于 F 级。

□ 设备机械相对运动部位都应有相应的润滑措施,并设置注油润滑示意图，说明使用的润滑油（脂）的牌号和生产厂家。

8.6 品牌、材料及工艺要求

8.6.1 品牌与材料

（1）钢结构原材料供货渠道规范，有质量检验合格证明。

（2）螺杆选用优质钢材并采用合适的热处理工艺，承载工作螺母和安全螺母选用青铜材料。

（3）设备的主要元器件和外构件，如电机、减速机、PLC、同步计数器、传感器、空气开关、接触器等，均选用应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，采用标准的系列化产品。

8.6.2 工艺要求

8.6.2.1 机架的焊接制造：

（1） 钢板焊接坡口用机械进行加工。

（2） 主要焊缝进行探伤处理。

（3） 焊接件进行消除内应力处理。

（4） 钢结构完成焊接后，焊缝打磨抛光。

（5） 钢结构在机械加工前进行喷（抛）丸处理，并预涂底漆。

（6） 构架整体加工精度符合规范要求。

（7） 构架加工完毕后，进行防腐、油漆处理。刷漆遍数、漆层厚度以及底漆、面漆漆种和规格，在设计联络时确定。

8.6.2.2 电箱、操作控制箱制造：

（1） 主操作控制箱采用优质冷轧钢板制作而成，表面经化学预处理和喷涂处理、防腐美观。

（2） 电箱、操作控制箱电气元件布局合理、美观。空气开关、接触器、继电器、开关、按钮、指示灯、传感器、PLC、同步计数器、接插件、电线头等所有元件均有中文标识，设计人性化，便于维护保养和检修。

9 转盘

9.1 设备功用

转向架和轮对转盘是车辆段联合检修库和架大修库配备的检修车辆的重要专用设备，主要用于实现检修库范围内转向架、轮对在股道上快捷的转向之用，以便于完成在不同位置上的检修工序。

9.2 设备主要功能及技术特点

（1）设备由转盘、回转机构、回转支承座、转盘支撑轮和定位机构等组成。

（2）转盘采用工字钢及钢板焊接而成，转盘面板采用厚花纹钢板，钢材应经过打砂喷漆处理。

（3）回转支承座采用钢板焊接而成，上部设有连接环，采用螺钉与回转支承相连，下部设有安装座板，外部设有三角加强筋连接板。

（4）定位机构：应采用比销轴式定位更有效的定位机构，定位机构不应受到由于转盘转动惯性而造成的撞击影响，投标人应对止动机构的结构及工作原理进行详细说明，具体结构形式待设计联络时最终确定。

（5）转盘采用手动操作控制方式，不设动力源，要求转动时平稳、轻便、灵活、无噪音，负荷下一人推动可轻松旋转，转盘设止轮器，防止转动过程中转向架或轮对滚落。

（6）转盘旋转时盖板始终保持在同一水平面内，与周边混凝土地坪圆心同心，与地坪高差处无凸台，平滑过渡。

（7）转盘为圆形地坑式布置，上设相互垂直的两股轨道（轨距为 1435mm），转盘轨顶与车间轨顶齐平。

（8）转盘整体支承在回转支承上，整个结构应具有足够的承载强度及刚度、过轨的偏载强度和抗冲击强度（重载转盘应能承受轨道车辆通过的冲击），保证旋转作业无扇形摆动和轴间晃动。

（9）偏载强度要求：转盘可承载 5t 叉车满负载通过（满载时整车重量约 12t）。

（10）由设备供货商提供基础坑坑沿护圈并安装，回转过程中，周边间隙均匀，同心良

好。轮对转盘与基础的连接，采用预埋铁现场焊接与基础二次浇筑，确保安装精度，配有吊装螺栓使安装方便。

（11）转盘上设有两组相互垂直轨道，轨面与花纹板上表面平齐，面板四角设有可拆卸吊耳，用于面板起吊，同时设有检修盖板，应充分考虑检修人员进出对转盘下部结构检修的便利空间。盖板应设置加强筋，防止碾压变形。

（12）设备整机设计使用寿命 30 年。转盘所有部件进行喷丸除锈处理，涂刷防锈漆、面漆防锈，加工小零件发黑、镀铬处理。

（13）转盘可顺时针或逆时针回转，设有 0°、90°、180°、270°四组定位锁紧装置，锁定后转盘不能转动，保证对位精准，并防止推动转向架过轨时转盘转动。

（14）所有部件焊接作业及转盘安装时的焊接作业应由取得电焊工操作证及高级以上国家职业资格证的人员操作，应严格按照相关国家规定执行。

9.3 设备主要技术参数

（1）轨距	1435mm
（2）转盘直径	Φ3600mm/2800mm
（3）载重	≥5T/10T/20T
（4）转动方式	手动
（5）钢轨纵向间隙	≤8mm
（6）轨顶高差	≤2mm
（7）接头侧向错位	≤2mm
（8）轨距偏差	≤±1.5mm
（9）承载状态下轮盘允许的高度变化	≤3.6mm（1/1000 转盘直径）
（10）转盘外圆周与地坪内圆周径向间隙	≤8mm

投标人应向招标人提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用维修方便、运行安全可靠的全新设备。设备零部件采用先进的机械元件及优质材料，由合理工艺制成。**上述具体参数可根据投标人情况自行提供。**

9.4 安全性、可靠性和可维修性

（1）投标人须提供经运用验证、技术成熟的设备。外购零部件采用知名品牌产品。

（2）转盘边缘及转盘表面维护盖板均应作结构强化处理，使叉车、电瓶车等小型运输车辆顺利通过有轨地面，无变形，坍塌。

（3）对操作人员提供安全操作规程。

（4）设备润滑可靠和维护方便，零部件标准化、模块化，装配工艺性好。

9.5 设备需满足的土建条件：

（1）基础地坑总承载,，预埋钢板尺寸，设备基坑深度，结构形式及尺寸。

（2）转盘与车间地面钢轨结合处，应对地面钢轨支撑点有详细要求并提资。

（3）上述具体方案由投标人情况自行提供，技术联络时确定提资需求。

10 列车称重设备

10.1 基本功能

（1）整车称重设备适用于地铁用户提供的城市轨道交通车辆总装完后、出厂前的轮重、轴重和整车重量的静态检测，通过计算机处理后给出车辆轮重差、轴重差以及单边侧轮重差，确定其在静态时的重量和重量分配，还可计算机车车辆平面重心，生成、打印并保存检测报告。

（2）称重设备除了满足地铁车辆称重要求外，还应能满足工程车辆通过称重轨道的要求。

（3）不论是在称重作业，还是在车辆通过作业，对称重设备都应是安全的。

（4）该称重系统采用室内坑式安装。

（5）车辆称重系统在-10℃～+45℃，相对湿度≤90%的条件下能正常工作。工作电压 AC 220V（+/- 15V）,50Hz。

10.2 设备的总体技术要求

（1）该设备须能满足南京地铁 A，B 型两种车型的称重要求。

（2）称重系统有足够的刚度和长期的稳定性，具备良好的防冲击性能和防侧向力的能力，钢轨有良好的横向定位，确保轨距准确。总重不大于 56 吨的工程车以低于 7km/h 的速度通过时不影响该设备测量精度，不会发生任何变形或损坏。

（3）该设备称重对位时应操作简单、易识别。

（4）称重单元应具有高稳定性及很强的抗冲击能力，并且能避免车辆在上下秤台时对称重单元产生冲击，从而影响称重精度。

（5）秤台数据的实时显示。

（6）轮重称量模块：根据所测轮重自动计算轴重、转向架重、侧边重以及总重，实时将各轮重测量值传输至工控机操作界面,并可根据用户要求及相关标准计算出其他有关数据，如轮重差、轴重差、重心分布情况。

（7）地板面高度测量模块:地板面高度测量模块可红外线测量方式，实时将车辆地板面高度数据上传至工控机操作界面，测量数据准确。

（8）空簧压力自动测量模块:空簧压力测量模块需要实时将空簧压力测量值上传至工控机操作界面，测量数据准确。

（9）空簧排气自动控制模块:空簧排气模块需要能够在工控机操作界面操作虚拟按钮来同时控制四个空气弹簧排气，保证空簧排气同步。

（10）高压空气接入模块:高压空气接入模块需要将库内高压空气接入车辆主风管，保证各接头无泄漏，且连接简单方便。根据库内具体高压气接入口位置距离车辆主风管位置距离，提供连接管路和接头，

（11）根据用户需求系统能实现判断结果是否合格的功能。

（12）能存储数据到数据库。

（13）能打印检测报告。

（14）相关重量数据的查询、统计等管理功能。

（15）称重系统所有重量数据显示同步一致，打印的数据和显示的数据无误差。

（16）整套称重设备的首次检定工作由投标方按照 JJG117-1994《静态机车车辆称重台检定规程》负责完成。投标方需提供车辆称重台设备的检定大纲，说明设备检定的具体流程、项目、合格要求及所需工器具等。

（17）随设备同时提供铝合金或塑钢活动玻璃板房 20-25 平米，内设照明，插座，空调，设备摆放工作台，具体结构形式技术联络待定。

10.3 设备主要技术参数

（1）列车称重台：A，B 型车兼容 （A 型车定距：15700mm，轴距：2500mm；B 型车定距：12600mm，轴距：2300mm）

（2）整体尺寸：由投标方提出

（3）最大秤量：80t

（4）静态检测精度：不低于±0.5%最大秤量 （由投标方提出）

（5）允许误差: 参照 JJG(铁道)117-1994《静态机车车辆称重台》检定规程技术要求。

单秤台允许误差:（由投标方提出）

称组（轴重）允许误差:（由投标方提出）

全秤误差:（由投标方提出）

（6）过载能力：通过的车辆重量应不大于最大秤量的 125%

（7）允许最大通过速度：7km/h

（8）示值响应时间：不大于 5S

（9）电源要求：由投标方提出，包括功率、电压、频率等。

10.4 设备主要组成及各系统技术要求

列车称重台主要由 10（以上）套称重单元、2 台显示仪表和一套测控系统，含数据采集及传输系统、工控机（含数据采集卡）、打印机、控制台等。

10.4.1 称重单元主要技术参数

称量方式：同时称量同一地铁车辆的 8 个车轮重量

称重单元包含秤体、底座、称重传感器、接线盒、限位装置、称重轨等。

（1）每组称重单元配备四套同时工作的称重传感器

（2）各称重单元应能单独显示其称量值

（3）台面尺寸: 由投标方提出

（4）单个称重单元最大秤量：10t，最小秤量：100kg

（5）安全载荷: 125%最大秤量

（6）单个称重单元准确度等级：OIML Ⅲ。

（7）单个称重单元检定分度值 e=5kg。

（8）称重单元在结构上应能在单体和组合状态下进行标定。

（9）采用相应的结构避免车轮上下称重台时对称重单元的冲击，保护传感器不受损坏，将被认为是一个优势，投标方对此结构作具体说明。

10.4.2 传感器单元性能指标

（1）精确度等级： 不低于 C3 级（由供应商提供）

（2）额定称重量： 10t

（3）灵敏度： 不低于 1±0.01mv/V （由供应商提供）

（4） 防护等级： IP68

（5）接线方式：　　传感器线缆采用航空插头串联方式，取消接线盒

请提供称重传感器的型号及量程、灵敏度、误差、使用温度范围、安全过载、防护等级、激励电压等参数。传感器采用 HBM、托利多、德国申克或其他同等性能品牌产品。投标方提供传感器的品牌、型号、参数及相关说明。

10.4.3 计量轨道指标

（1）计量轨道在轮重称重范围的最大重量作用下不允许有影响计量精度的变形。

（2）当车辆对称重台往返碾压三次以后，计量轨道应符合 TB/T2782-1997 标准中的各项指标。

（3）计量轨道应采用与引线同种轨型的钢轨，钢轨采用 50kg/m 重轨。

10.4.4 测控系统

（1）显示仪表

显示仪表应选用与传感器型号和灵敏度相对应的优质产品，每个称重单元配一个显示仪表。仪表具有皮重功能、置零功能、数字校秤功能、数据通讯功能、自我保护功能。仪表设有与外部连接的功能接口，其电气绝缘、耐过流过压、保护接地、误操作保护、预置控制件的加封加密保护要求，符合相关标准规定。显示数值应可靠易读，面板防腐耐磨。

投标方需对显示仪表的品牌、型号和参数等进行说明。

（2）工控机配置

工控机配置不低于以下要求：I5/7、内存 8G 以上、硬盘 1TB、带网卡、具有 USB 接口、22 寸液晶显示器，采用西门子、IBM、研华或其他同等性能品牌产品。

投标方需对工控机的品牌、型号和参数等进行说明。

（3）传输电缆

投标方需对所用各类传输电缆的品牌、型号及对其抗干扰性等性能进行说明。

（4）PLC 系统（如有）

（5）配置不间断电源、稳压电源。

10.4.5 设备管理软件

应满足但不限于如下功能：

（1）设备管理软件应设置管理员和操作员的权限。

（2）数据管理界面中只能由管理员权限完成对车型参数和参数标准的修改、增加及删除。

（3）称重操作界面能够实时显示当前动态的称量数据，并手动完成每次的数据记录的自动添加和显示；

（4）能够自动判断结果是否符合要求。

（5）在进行下一次称重试验前，所有称量数据必须保留；

（6）设备管理软件可以设定将数据保存在本机或网络的计算机上，并能自动完成数据备份；

（7）未安装设备管理软件的其它计算机可以通过网络联接实现称重数据库的数据查询和打印，但测量数据不能进行修改。

（8）该设备的操作界面应为中文，并且符合国内操作习惯，具有良好的人机界面。

（9）允许用户输入产品信息，如车型、车号等与产品和操作相关的信息，具体设置设计联络时确认。

（10）称重管理软件功能齐备，界面友好，操作方便，设计联络时对各功能界面设置进行讨论确认。

10.4.6 辅助工器具

主机运用的辅助工具与测试设备，包括附属仪器仪表、试验/测试设备、便携式调试笔记本电脑 1 台。

10.4.7 设备、检定所需仪器等

投标人提供标定装置校正砝码，由 1t 标准砝码组成，总重不少于 10t，或者其他校正设施，运输吊装由投标人负责，投标人说明具体方案。

10.5 设备的材料、零部件与工艺要求

（1）该称重系统应为全新设备（包括所有零部件、元器件和附件），主要零部件应采用先进成熟的机械、电气、电子元件，选用优质型材，采用合理工艺制造而成。

（2）称重系统能保证被检测车辆在设备的任何位置都能安全、自由地来回行驶和停车。

（3）设备油漆应选用国内外知名品牌产品。

（4）本设备所有的钢结构、机械设备及零部件都要作防腐处理。制造钢结构的板材和型材要经过抛丸预处理，管材除镀锌外，要经过化学方法或机械手工除锈。钢结构经抛丸除锈处理表面达到 GB8923-88 或相应标准（SIS）的 Sa2.5 级。

（5）称重系统的标定及检定应方便，称重单元配备专用的标定架装置，设备计量单位为 kg。

（6）称重系统有可靠的接地系统。

（7）该设备的各零件、仪器、仪表 计量单位全部采用中华人民共和国或国际法定计量单位标准，所有管路，电缆线路应尽可能采用暗管预埋，预留检修口。

（8）该设备在规定的环境条件及额定负荷下须能满足每天双班制的工作要求，且设备工作稳定。

（9）该设备应选用优质材料制造，所选用的机械、液压、电气元器件和控制系统应是先进的、优质的、可靠的系列产品，满足国际电工 IEC 及中国相关标准，计量单位采用公制，并符合国际单位（SI）标准。

（10）该设备所有传感器、显示仪表等核心部件均应选用国内外知名专业厂家产品。

（11）用于设备和部件的材料都应有出厂质量检验合格证。

（12）电缆（线）具有防紫外线、防腐蚀、防鼠害/防白蚁、防水/防潮、低烟、无卤、阻燃、防震、防雷击和防强电干扰等性能。抗弯性能满足现场的环境、安装和使用条件。电缆应采用多股铜芯屏蔽电缆，接头采用航空接头，接线端子采用压接。

（13）控制柜制造

控制柜采用优质冷轧钢板制作而成，表面经化学预处理和喷涂处理、防腐美观

控制柜电气元件布局合理、美观。继电器、开关、按钮、指示灯、等所有元件均有中文标识，设计人性化，便于维护保养和检修。

（14）投标方在投标书中应说明采用的主要材料及其生产厂家。

10.6 设备安全与防护

（1）该设备须设有可靠的安全防护、保险措施，设备须设接地装置，具有过流、短路等

保护功能，并设置紧急切断开关，确保在紧急情况下，能方便的使设备停止运转，以保证对设备及人员不会造成伤害；

（2）电器部件、机械部件均有防潮、防高温、防尘措施。

（3）该设备运行噪音须符合国家相关环保标准（设备工作噪音小于 75dB）。

（4）该设备的控制柜应采取可靠的防尘密封措施，电气系统的保护不低于 IP54。

（5）投标方提供的设备，应是安全可靠的，对设备及操作人员均有安全保护措施。设备制造所选用的外购件，保证质量可靠，设备的所有部件便于维修、安装和更换。

（6）故障自诊断系统

（7）设备应具有完善的故障自诊断功能，对设备的状态进行全面的监控和显示报警，并对故障部位和故障类型做出正确判断。

（8）设备的防护措施

① 防潮、防高温和防尘措施

该设备应针对南京地区天气潮湿、作业环境温度高，空气中灰尘大的特点采取有效的预防措施。特别应注意电气元件的防湿、电气柜的抽湿功能以及设备的密封防尘。

② 设备的防腐措施

该设备在室内使用，安装在地坑内，对设备的防锈和防腐蚀措施应给予特别的注意。

10.7 设备接口要求

10.7.1 与车辆的接口要求

在设备的设计制造过程中，投标方应负责及时、全面地与车辆投标方协调称重所需车辆技术参数，保证称重系统接口准确。

10.7.2 与土建专业的接口要求

投标文件中提供设备基础图纸，详细说明设备安装对土建的要求，应无条件服从招标人安排，及时对土建承包商施工进行指导，并对土建基础进行检查和确认。土建施工单位负责设备基坑，控制及低压的预埋管、低压接地扁钢等。称重轨及特种预埋件均由投标方提供并提出相应的安装要求并进行现场指导。

10.7.3 与轨道专业的接口要求

投标方需提供轨道专业所需的预埋预留孔洞要求及断轨要求，并指导轨道承包商的施工。因设备安装需要在普通轨道的打孔由投标方负责。

10.7.4 与低压配电的接口要求

投标方负责提供设备用电负荷及相关用电、接地要求，负责从配电箱出线端子至称重系统及设备内部的电缆及接线工作。土建承包商负责有关埋管及接地端子敷设（接地端子位于控制室）。

10.7.5 与智慧场段综合管控平台接口要求（同前相同章节内容）

11 车体称重设备

设备明细如下表：

序号	设备明细	数量	安装位置
1	车体称重设备	1 套	车辆段架大修库四点称重线
2	移动式架车机	4 台	车辆段架大修库四点称重线

11.1 设备功能

（1）车体称重装置安装在南京地铁车辆段联合检修库，主要包含四点称重系统及架车机及部分工装附件。

（2）四点称重系统用于 A,B 型两种类型车辆在四点称重作业中车体四个空气弹簧支撑点重量的称量，并配置工控机及称重计算软件，能够对实时显示车体四点重量、同一位两点之间重量差等工艺参数，为车体找平提供参考。

（3）必须 A，B 型车兼容（A 型车定距：15700mm，轴距：2500mm；B 型车定距：12600mm，轴距：2300mm）

（4）移动式架车机用于车体四点称重作业时车体的举升和下降，以便完成四点称重作业和转向架落车作业。

11.2 专用相关设计规范与标准

《铁道机车车辆称重台技术条件》(TB/T2782-1997)

《静态机车车辆称重台检定规程》(JJG117-1994)

《铁道机车车辆重量测定方法》(TB/T1740-1997)

《电子称重仪表》（GB/T 7724-2008）

《称重传感器》（GB/T7551-2008）

《电子衡器安全要求》（GB/T 14249.1-1993）

《仪表防护等级》（GB4208）

《仪表防护等级》（IEC529）

《外壳提供的防护程度》（IEC60529）

《25t 电动架车机技术条件》（TB/T1686-2000）

《机车车辆电动架车机参数》（TB/1482-1983）

《机械安全机械电气设备第一部分：通用技术条件》（GB 5226.1-2002）

《机械设备安装工程及验收通用规范》（GB50231-2009）

《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》（GB50168-2006）

《机械设备安装工程及验收通用规范》(GB 50231)

《气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸》（GB985-2008）

《焊接通用技术条件》（Q/ZB74）

《铸造铜合金技术条件》（GB1176-87）

《碳素结构钢》（GB/T 700-2006）

《金属切削机床机械加工通用技术条件》（JBT25376－2010）

《梯形螺纹公差》（GB/T 5796.4-2005）

《一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差》（GB1804-2000）

《形状和位置公差未注公差的规定》（GB1184-2000）

《中小型旋转电机安全要求》（GB14711-2006）

《包装储运图示标志》（GB/T 191-2008）

《标牌》（GB/T13306-1991）

其他标准由投标方提供。

11.3 工作环境要求

环境温度：-20~45℃，相对湿度：≤90%

11.4 车辆相关参数

车辆类型	A，B 型车
车辆定距	12600/15700mm
轴重	16t
轴距	2300/2500mm

轴数	4
轨距	1435mm
车辆宽度	2880-3000mm
拖车长度	20900-24400mm
动车长度	19520-22800mm
拖车重量	≤35t
动车重量	≤35t

11.5 四点称重系统技术要求

11.5.1 基本功能要求

（1）四点称重系统主要由称重传感器、重量显示仪表、调平块及支撑柱、适配工装、数据处理终端、设备校准工装、称重软件，附属工装组成。

（2）要求设备能够称量车体与空气弹簧接触的四个支撑点的重量值。

（3）要求架车机承载托架或承载托架上的承托块应具有横向调整功能，在车体被抬升后能对车体左右进行微调。

（4）要求设备能完成四个称重点数据采集，一位两点数据差计算、差值百分比计算、称重数据结果判定，并打印保存数据报表。

11.5.2 称重传感器要求

额定容量：15 吨

最大安全过载：150 %F.S

极限过载：300%F.S

精度： OIMLC3

灵敏度：≤1.5mv/v

重复性：≤0.01%F.S

非线性：≤0.05%F.S

滞后：≤0.05%F.S

蠕变(30 分钟)： ≤0.05%F.S

温度补偿范围：-10°C~+40°C

使用温度范围：-30°C~+65°C

防护等级：IP67

厂家应出具传感器计量检定合格证书。

11.5.3 重量显示仪表要求

（1）要求能够准确采集称重传感器检测的重量值。

（2）采用触摸显示屏，在任何光照条件下均能清晰读数。

（3）一个异步串口，可用于双向通讯和打印输出。

（4）供电电源为 24VDC。

（5）具有校正、清零、自动零位跟踪及数据上传功能

（6）称量单位可选择：克，千克，磅，吨。

（7）要求称重单元数显仪表免标定。

（8）厂家应出具显示仪表计量检定合格证书。

11.5.4 调平块及支撑柱要求

（1）调平块用于支撑柱的支撑，要求调平块固定为可调式，可调整 4 个支撑点的调平块，保证四个支撑柱上平面高度差控制在 0.2mm 范围内，使车体四个支撑柱在同一平面内，调平块要与轨道齐平，不允许超出轨面，要求投标人明确调平块的所使用的材料、调整方式。

（2）调平块外形尺寸：(400×250×55)mm（长×宽×高），此调平块的外形尺寸为建议尺寸。

（3）要求投标方根据支撑柱的设计情况具体设计，以招标方和投标方设计联络最终确定为准。

（4）支撑柱用于称重传感器的支撑。

（5）支撑柱要求用碳钢型材制作，具有足够的刚度、强度、稳定性，承重要求参照第四条车辆参数为准。

（6）支撑柱外形尺寸：(205×205×700)mm（长×宽×高）。此支撑柱的外形尺寸为建议尺

寸，要求投标方根据称重传感器的选型情况具体设计，以招标方和投标方设计联络最终确定为准。

11.5.5 适配工装要求

（1）适配工装提供与称重传感器、车体空气弹簧承重面（含空簧气口）连接的接口。

（2）要求适配工装与称重传感器具有良好的配合精度、匹配性、稳定性，适配工装的具体结构以招标方和投标方设计联络最终确定为准。

（3）要求适配工装与车体空气弹簧承重面（含空簧气口）具有良好的配合精度、匹配性、稳定性，适配工装的具体结构以招标方和投标方设计联络最终确定为准。

（4）要求投标方提供适配工装的材料、结构尺寸、与称重传感器和车体空气弹簧接触面的配合精度。

11.5.6 数据处理终端设备及称重软件要求

（1）该称重系统配置工业控制计算机一台（windows 7 操作系统，杀毒软件，Access 数据库）、激光打印机一台，四点称重专用工作桌及工具柜各 1 台，实现称重管理计算机化，要求具备以下功能：

（2）接收并实时显示四个支撑点的重量值，能够计算出一位两点之间的重量差值，自动判断称重结果是否合格。

（3）要求能够打印 excel 格式的作业记录表单，存储数据到数据库中并能备份数据，具有称重作业记录单的查询功能。

（4）要求界面简洁、直观，操作方便。

（5）工控机配置要求：

a) CPU I5/I7

b) 内存：8G

c) 硬盘：1TB

d) LED 液晶显示器：22 英寸

e) 操作系统：Windows7

f) 具有数据采集串口

g) 要求预留与车辆信息系统的接口

11.5.7 设备校准工装

（1）四点称重装置需配备校准工装，完成设备四点支撑高度差的校准和称重传感器的校验工作；

（2）四点高度差的校准应配置水准仪测量四个支撑点的高度，并计算高度差，确保四个支撑平面满足高度差控制在 0.2mm 范围内；

（3）称重传感器校验工装由液压加载装置、标准传感器和连接固定工装组成，完成对称重传感器测量值是否真实的校验工作;

（4）所有的校准工装需要经过具备专业计量检定单位的检定，并出具合格证书。

（5）校准传感器采用数字式，线缆连接方式采用航空插头，方便现场使用。

11.6 移动式架车机

11.6.1 设备主要技术参数

（1）单台电机功率： 4 kW

（2）单台额定起重能力：16 t

（3）承载托架最低高度：700 mm

（4）承载托架最大行程：1650mm

（5）承载托架升降速度：280mm/min

（6）承载托架或承载托架上的承托块装备的液压传动装置行程：≥50mm

（7）设备噪音：≤70dB

（8）同步精度：单组架车机任意两台之间高度差在 4mm 范围内，正常升降；4-6mm 时自动调整；超过 6mm 时，停车报警。

11.6.2 主要结构及功能要求

（1）架车机主要由主机、传动系统、电气系统、承载托架、走行装置、安全装置、电气控制系统等组成，架车机的受力形式设计为主机受压、传动系统的螺杆受拉。

（2）架车机采用先进的制造工艺技术，外型美观大方，结构合理，起升平稳，安全可靠，各类安全装置齐全，易维护和维修。所有部件及图纸均采用国际单位标准。成套设备符合中国最新安全技术规范、技术监督规范和电工规范。

（3）要求架车机为可移动式架车机，每套架车机包含 4 台单机，统一由一台可移动式控制柜控制，控制柜配有刹车脚轮，可跟随架车机人工移动和稳固定置，4 个单台架车机的电源线及控制线等均与控制柜相连，整个系统的电源由控制柜与地面电源相连提供，要求各架车机与控制台之间的电缆连接采用可插拔连接器形式，连接器拔插寿命次数≥1 万次。

（4）每台架车机配置走行脚轮，可在车间地面人工移动，架车机定置后，脚轮可以抬起，由架车机机座承载，每台架车机应满足单人可轻松拖动。

（5）每台架车机的主机立柱两侧设置吊环，可用起重设备进行吊运。

（6）在架车状态时，要求架车机底座及承载托架不与工艺转向架干涉。

（7）要求架车机的托架为横向可调节式，托头具有带载微调功能，可以在顶车状态实现车体前后 25mm 移动。合理设计机架中心到托头中心的距离，要求托头横向移动量≥350mm，完全保证架车机架车使用时，架车机主机不进入车辆限界，在车辆架起后工艺转向架能够顺利通过架车机区域。要求承载托架可横向手动调节，需要负载时可伸入车辆底架架车位置，卸载时可缩回。托架横向调节机构采用齿轮、齿条啮合机构，通过转动大直径手柄调节托架的横向移动，调节安全、方便、可靠，且定位后可自锁。要求手柄上需要的操作力≤60N。

（8）单点操作承载托架或承载托架上的承托块装备的液压传动装置时，同一位端两处承载托架或承载托架上的承托块必须同步动作。

（9）要求架车机四个承载托架与车体底架架车位置均充分接触后，才能同步起升承载托架。

（10）架车机具有高的同步性，同步精度要求：单组架车机任意两台之间高度差在 4mm 范围内，正常升降；4-6mm 时自动调整；超过 6mm 时，停车报警。

（11）要求架车机电气控制系统具有完善、可靠的控制、信息显示、故障自诊和报警功能。架升作业时，在主控制台的 TD 文本显示器上实时指示螺杆上托架所在位置的高度。

（12）架车机具有全面、完整的机械、电气保护系统，完全保证架车机使用安全。

（13）安全保护功能要求

11.6.3 机械保护

（1）要求丝杆螺纹采用梯形螺纹，承载能力强、自锁性能好。

（2）要求在承载螺母的下部设置有安全螺母。当承载螺母发生故障失效时，可完全由安全螺母承载车体重量。

（3）托架的承载表面为花纹形状设计，具有防滑功能，托架表面采用发黑处理与车辆架车点接触面不会发生电化学反应。

11.6.4 电气保护

（1）每台架车机的安全螺母处设置有承载螺母磨损监测开关。当承载螺母长期使用磨损后，导致与安全螺母的装配间隙缩小时，承载螺母磨损监测开关起作用，发出信号通知 PLC 控制，停机保护并报警。待更换新造承载螺母后架车机恢复工作。

（2）每台架车机托架的承载面处设置有检测开关，操作者可通过控制分控箱上点动升、降按钮，控制托架的上升和下降。当托架与车体底架架车位置接触时，四个托架的检测开关全部起作用后架车机才能同步起升，避免托架过接触和虚接触就同步动作。

（3）每台架车机的主机立柱上设置有上、下双限位开关，即正常高低、限位和极限高、低限位开关，任一限位开关起作用时，均有声光指示，确保承载托架上升、下降运行安全。架车机上升时，当任意一台架车机达到最高位置时系统控制全部架车机自动停止工作；下降时，当任意一台架车机达到最低位置时，系统控制全部架车机自动停止工作。如果正常限位开关失效，则极限高、低限位开关起作用，确保架车机升降安全。

（4）控制柜和每台架车机的分控制箱上均设置有紧急停车按钮，架车机组在采用集中控制方式出现意外故障（控制柜自动控制异常）时，按下机组内任意 1 台单机的紧急按钮，所有协同工作的架车机全部同时停机。

（5）架车机组的电机控制采用电互锁设计，当一台架车机的电机出现故障时，由同步控制系统、电机保护系统来控制系统内各台架车机组的电机都自动停止运转。

（6）架车机组的控制系统具有电机过载保护、四台电机安全互锁功能，任何一台电机发生过载，其余三台立即停止工作。

（7）为防止电源相序错误，在控制柜内安装相序保护器。

（8）控制柜操作台上的电源开关和选择开关均设计为钥匙型，保证只能由专业人员操作架车机。

（9）控制柜的操作台上设有灯光指示和报警按钮，可提醒现场人员注意安全，在单台架车机的上部均安装有警示灯，工作时有声光的指示信号。

（10）控制柜的显著位置上设有操作和电气安全标识牌。

11.6.5 土建、电力改造及安装调试要求

（1）投标方负责完成设备安装的土建设计及施工要求提资，在设计联络时供设计院，招标方审核确认。

（2）投标方负责完成设备的选型、安装及调试。对于设备选型、安装及调试所涉及到的土建、供电问题，投标方应与设计单位充分沟通以满足招标方用户需求书的各项要求及现场作业的实际需求。若现场涉及到电力改造部分（增设配电箱、控制开关等），将由投标方负责完成电力改造。

（3）要求在四点称重工位土建基础上设置线槽，线槽采用暗敷的方式，以便于保护称重控制台电源线、传感器供电线、移动式架车机电源线、移动式架车机控制台电源线等，同时避免上述线体对四点称重作业现场的干扰。

（4）投标人在施工前应与招标人充分沟通，待双方对施工方案确认后方可进行施工。

11.6.6 与智慧场段综合管控平台接口要求（同前相同章节内容）

12 移车台

12.1 采用的技术标准及规范

GB50157-2013《地铁设计规范》

GB/T7928-2003《地铁车辆通用技术条件》

TB/T1686-2000《25t 电动架车机技术条件》

GB3811-2008《起重机设计规范》

TB/T482-1983《机车车辆电动架车机参数》

12.2 设备功用

该设备是南京地铁大架修配套设备，设置在检修主厂房内，移车台的运行方向与厂房内的主轨道垂直。用于实施地铁车辆和轨道车架修、大修工作中，对地铁车辆、轨道车、转向架等的平行转轨作业。

12.3 主要技术参数

（1）轨距 1435mm

（2）左右股钢轨高低差 ≤2mm

（3）主梁钢板厚度 满足强度要求

（4）浅坑混凝土地面（坑内轨顶面）深 ≤300mm

（5）轨道对接定位精度 ≤±2mm

（6）运行速度 最大约 30~37m/min（速度可调）

（7）单个电机功率 ≥7.5kW

（8）载重 ≥56t

（9）浅坑地面轨道根数/轨距 3 条轨道（中间+两侧布置轨道，两侧轨道与中间轨道的平行间距 9.0m~11.0m ）

（10）对接轨道数(两侧) ≥ 14

（11）对接轨道最小间距 5300mm

（12）移车台最大行程　　约 65m

（13）噪声　　< 65dB

（14）设备总功率　　≤50KW

（15）自动对位精度及车间轨道的接口精度：

（16）纵向轨缝　　≤8mm

（17）接头处轨顶面高差　　≤±2mm

（18）接头侧向错位　　≤±2mm

（19）电机绝缘等级　　F 级

12.4 机械及传动系统要求

（1）移车台两边侧梁必须为整体焊接结构，不可将其分段运送，以保证足够的强度和刚度。钢结构在焊接前需进行预处理，焊接后对焊接应力有一定的处理措施，焊接质量符合《起重机械安全规程》（GB6067-2010）中结构件焊接要求的规定并提供主梁探伤报告。

（2）移车台主体钢结构长约 27000mm（含两端动轨），必须满足地铁 A 型车的 A 车（头车）的车体长度要求。动轨设置长度为 1500mm，动轨要有足够的刚度。动轨的旋转采用电动机械拉杆机构驱动，动作要可靠，升降要准确到位，电动机械拉杆机构要采取一定的防护措施，防止杂物或雨水进入影响其动作状态。

（3）为保证梁体具有足够的支撑力，移车台要求采用 3 轨 3 电机驱动方式。

（4）移车台运行由“三合一”减速电机（即电机、减速器、制动器为一体）驱动，动力经万向传动轴传给移车台车轮。“三合一”减速电机选用名牌产品，且在国内有定点维修服务机构（如 SEW 减速机、NORD 减速机、西门子减速机等）。

（5）投标人在投标时应说明“三合一”减速电机的品牌、型号、原产地等，并提供部件的合格证书。

（6）相对运动的机械零部件润滑可靠、耐磨损、运行平稳。

（7）移车台能承受工程车通过（重约 56t），在其上牵引运行而无塑性变形。同时其表面及走台板为花纹钢板，允许荷载不超过 3T 的叉车和电瓶车等小型运输车辆在其上通过。

（8）移车台车辆运行轨道要求与钢板面齐平，不允许在钢板面上单独焊接轨道。

（9）设置一个司机室，并且移车台两端对轨情况能通过两个或以上摄像头在司机室监控

装置上展现。

（10）钢结构应作严格的防腐处理以及涂层保护。

（11）移车台承载钢结构和 1.5m 动轨钢结构的设计，要考虑±0.00 的标高地面与移车台浅坑地面之间所形成的斜坡可以向浅坑中部延伸,尽量减小坡度,使叉车、电瓶车等小型运输车辆顺利通过浅坑地面。

（12）司机室的窗户采用可开启式，便于呼唤应答的需要。

12.5 电气及控制系统

（1）设备供电方式：采用三相五线制，滑触线芯采用安全铜质材料。

（2）在移车台两端装有 LED 信号灯，使得移车台在运动或停止工作状态下显示不同的灯光信号。

（3）采用交流变频调速，由 PLC 控制变频电机同步运行。

（4）PLC 控制系统采用先进可靠设备。选用名牌产品，且在国内有定点维修服务机构。

（5）对轨方式为自动及手动对轨，选用电磁式接近开关产品。

（6）要求按“道号”两端同时自动对位，对位精度为±2mm。

（7）在运行过程中，能自动或手动完成移车台上的轨与库房钢轨的对接。在自动对位模式下，移车台运行到距需对接的库房钢轨一定距离时，减速传感器就感应到减速信号，通过 PLC 及变频器控制，使移车台逐步减速至低恒速运行。当移车台再感应到定位传感器的定位信号时，通过 PLC 及变频控制，使移车台停止在正确的对接位置上，自动放下桥式对接动轨。

（8）移车台需同时配备有线或无线遥控器，遥控器具备手动及自动对轨、紧急停车等其他该操作台所有的功能。

（9）电气控制要具有：运行长度补偿、程序管理、故障检测、安全和故障报警。

（10）操作台上要有总电源分合状态信号、道位号信号、运行方向信号、故障显示信号、自动和手动操作信号的显示。

（11）移车台上设有 4 个 36V 的维修照明插座，在司机室有 2 个 220V 的插座。

（12）投标人在投标时应说明 PLC、变频器的型号、原产地，提供控制原理图。

12.6 安全性、可靠性和可维修性

（1）投标人提供经过运用验证、技术成熟的设备。外购零部件采用知名品牌产品。

（2）电气控制具有安全保护功能。

（3）电气控制在运行上采用连锁程序控制方式，即本步动作未完成，下一步动作不能进行。特别是动轨的对接和升降，对接不到位、或下降不到位，或提升不到位，电气控制部分就能反锁报警，并不能进行下一步操作，以确保移车台运行安全。另外需设置减速传感器脉冲编码保护、定位脉冲检测等。

（4）移车台每侧应设有碰撞缓冲装置二个（冲击力大于 60T），与地面碰撞车档相对应，并每侧设有二个死点碰撞开关，在碰撞装置碰上前，先切断主电源。移车台浅坑地面钢轨上的两端焊有止动角块作为最后安全措施。

（5）在操作台上设置急停按钮，在紧急情况下，能切断电源安全停车。对意外停电需设置来电保护装置，即来电后，必须经过操作者的确认，移车台才能恢复运行，自动运行至下一股道。

（6）司机室顶部设有电铃、闪光显示信号灯。

（7）设置有较好的移车台电流回流措施，保证人员接触移车台浅坑走行轨而不致受到伤害。

（8）采用常规的过流、接地保护。说明各种电气设备的防护等级和绝缘等级。

（9）地面轨道应填充，使叉车、电瓶车等小型运输车辆顺利通过有轨地面。

（10）需配备滑触线安全登高检修梯和高空检修平台。

（11）对操作人员提供安全操作规程。

（12）设备润滑可靠和维护方便。

（13）零部件标准化、模块化，装配工艺性好。

12.7 土建部分说明

（1）移车台工作所需的滑触线及其安装工作全部由投标人负责，移车台走行距离为 70m 左右。如在滑触线安装过程中需要用到支架，则支架由投标人提供。配电箱至滑触线之间的配线由投标人提供和安装负责。

（2）移车台的安装、调试，等均由投标方负责。涉及预埋及现场混凝土二次浇筑、走行轨由土建专业负责，设备厂家，现场指导。

（3）投标方应在中标后最短时间内进行设计联络并提供土建技术要求资料。

（4）设备供应商应提出明确的土建、动力配电、地坪排水要求；

13 交流传动（混合动力）内燃机车

13.1 设备技术要求

13.1.1 总体要求

交流传动内燃机车用于段内调度牵引、线路维护检修工程车牵引以及故障列车的救援牵引等。从交付至指定地点之日起进入为期 3 个月的“试用期”，期间发生的所有涉及厂家人员培训、调试、故障处理的差旅费用及燃油消耗费用由供货商自行承担，同时厂家需提供交流传动内燃机车首次保养的人工、油料、物料等更换服务，并对运营公司工程车维护人员进行首保培训（以上所有费用由厂家承担）。

13.1.2 标准与规范

规范标准具体详见附件

13.1.3 设备功用

交流传动内燃机车作为牵引动力车，主要用于：

（1）车辆段内牵引地铁列车进行调车作业（交流传动内燃机车加装过渡车钩）。

（2）牵引轨道平板车/平板吊车、隧道清洁车、网/轨检测车、限界检测车等，进行线路工务作业、设备/物资运输/吊装、隧道清洁（喷水/吸尘）以及网轨/限界检测作业等。

（3）事故列车的救援牵引（采用双机重联牵引作业方式）。

（4）机车采用成熟牵引辅助方案，配置交流发电机和牵引辅助变流器，为本车及线路作业提供牵引动力和工频电源。

（5）其它无动力轨道车辆的牵引作业。

（6）必要时，可对新建线路轨道进行“压道”作业；当数控不落轮镟床用遥控公铁两用车发生故障时，用于牵引列车实施被镟轮对在机床上的轨向定位。

13.1.4 设备主要功能与技术特点

（1）柴油机在城市轨道交通行业有大量应用业绩，柴油机废气排放达到非道路国 4 标准或与之相当的 EU StageⅤ/EPA Tier4 Final 国际先进排放标准。

（2）具有双机重联控制牵引功能。双机重联后，司机在主机上可控制两台机车同步运行。单机牵引 120t 轨道车或双机牵引 224t 电客车，可在 35‰坡道上坡停坡起，并能以不低于 10km/h 的速度通过该坡道（在不撒砂的情况下）。

（3）机车行车控制先进可靠，具有自动变速/换档功能、不停机换端功能、低恒速（3、5、8km/h）运行功能。

（4）机车单机运行最高速度 80km/h。所有交流传动内燃机车无火回送最高运行速度 100km/h。

（5）机车采用交流电传动。本项目机车采用“柴油发电机”和“柴油机发电机+动力电池”2 种车型作为动力。可单独使用柴油机、动力电池或两者同时向机车牵引系统、辅助系统供电；作业车可静止状态下通过地面电源为动力电池充电，也可在检测车作业车静止状态下由柴油机向动力电池充电。

（6）机车具有电制动功能。

（7）机车提供＞30 kW 外部输出电源，为线路工务、电务及检测作业等提供工频交流作业电源，其功率尤其应满足为网轨检测车所有检测设备同时开启情况下提供动力的需要。

（8）机车具有故障自动监测、诊断、报警、显示和控制的安全保护功能，并具有储存必要运行参数，方便调用数据分析事故的功能。

（9）机车采用阻燃材料。机车按有关规定设置防火和消防措施，司机室内设置灭火器。动力室内布置有火灾自动监测、报警装置。

（10）机车车体采用无摇枕、焊接构架、四轴驱动转向架。

（11）机车靠右线行驶，设置两个司机操控台，用于机车前、后向运行。司机室配置单元空调机组和风扇，空调机无制热功能时须设置电加热器。

13.2 主要技术参数及性能

13.2.1 牵引能力

（1）单机运行在平直道上最高速度为 80km/h。

（2）在平直道上牵引

单机牵引 120t 轨道车辆　　在平直道上　速度≥60km/h；

单机牵引 210t 电客车　　在平直道上　速度接近 40km/h。

（3）在 35‰直坡道上牵引

单机牵引 120t 轨道车辆或双机重联牵引 224t 电客车（6A 编组），可在 35‰坡道上以不低于 10km/h 的速度通过该坡道（在不撒砂的情况下），以及具有在 35‰坡道上安全停车及坡道起动运行的能力。

13.2.2 主要技术参数

投标人应提供机车详细技术参数，并满足下表要求

轨距	1435mm
轴重（整备状态）	＜14 t 每根轴轴重与该机车实际平均轴重之差不超过实际平均轴重的 2%。
机车速度	
最高运行速度（单机）	80km/h
机车挂钩时的最大速度	5 km/h
机车低速控制级	3~8 km/h
最小通过曲线半径	≤100m
柴油发动机功率	供应商提供（推荐约 500 马力/367kw）
轴列式	B0-B0
轮对内侧距	1353±1mm
车轮	采用直径为 φ840mm 的整体辗钢车轮，磨耗型踏面形状按铁标执行
计算用粘着系数 μ	≤0.165（或按照 TB/T1407-1998 取值）

机车主要尺寸：	
机车外形尺寸	由供应商提供
车钩中心距	由供应商提供
两转向架中心距	由供应商提供
固定轴距	由供应商提供
燃油箱容量	由供应商提供
燃油耗量	由供应商提供
传动形式	交流电传动
整备重量	＜56t
制动方式	电制动、空气制动及停车制动
车钩	
车钩型式	13B 号上作用式车钩，可加装过渡车钩牵引地铁列车
车钩中心线高度(距轨面)	880mm±10mm
牵引及制动性能	
起动牵引力	供应商提供
持续牵引力	供应商提供
牵引吨位表	供应商提供
牵引特性	供应商提供
制动特性	供应商提供
在 35‰坡道上实施停车、启动和牵引通过坡道能力	单机牵引 120t 轨道车辆或双机重联牵引 224t 电客车（6 编组）
交流发电机组功率	供应商提供
电源制式	AC380V/AC220V，50Hz
无动力回送最高运行速度	不低于 100 km/h，满足铁路回送要求
噪声水平	
司机室噪声	≤78 dB(A)
车外噪声	供应商提供，按 ISO3905 标准测试并满足标准要求。
平稳性指标(最高运行速度下)	W≤3.0
脱轨系数	Q/P≤0.8
机车纵向冲击率	≤0.75m/s3

限界	符合《地铁设计规范》GB50157-2013 和 CJJ96-2018《地铁限界标准》附录中市域 B 型车限界要求，并能通过 GB146.1 中华人民共和国铁路机车车辆限界。
机车使用寿命	30 年

13.2.3 牵引性能

内走廊型机车牵引特性曲线，提供单机牵引在各速度下的计算牵引力、启动吨位和在不同速度/坡道下的牵引吨位，并提供计算依据和计算公式（其中推荐粘着系数=0.165）。

（1）牵引特性曲线

投标人在投标文件中，提供投标技术方案的交流传动内燃机车牵引特性曲线。

（2）单机牵引在各速度下的计算牵引力

速度 v（km/h）	0	5	10	25	30	40	50	60	70	80	100
牵引力（kN）											

（3）单机启动吨位

坡度 ip(‰)	0	5	10	15	20	25	30	33	35
牵引吨位（t）									

（4）单机在不同速度和坡道下的牵引吨位

单机在不同速度和坡道下的牵引吨位（t，计算值）										
坡道（‰）		0	5	10	15	20	25	30	33	35
参考速度(km/h)	0									
	5									
	10									
	15									
	20									
	25									
	30									
	40									

	50									
	60									
	70									
	80									
	100									

13.2.4 制动性能

投标人将下列 3 种工况不同初速下施行常用制动的制动距离（计算值）填入表中，并提供计算依据和计算公式。

工况 1：平直道上，单机牵引 224t 的地铁列车，地铁列车无制动。

工况 2：平直道上，单机牵引 120t 的工程车辆，工程车辆有制动。

工况 3：平直道上，单机运行。

工况		制动初速（km/h）	10	20	30	40	50	60	70	80
1	平直道上，单机牵引 224t 地铁列车，地铁列车无制动。	制动距离（m）					—	—	—	—
2	平直道上，单机牵引 120t 工程车，工程车辆有制动。								—	—
3	平直道上，单机运行。									

13.3 设备组成系统主要技术要求

交流传动内燃机车主要由下列部分组成：车体、转向架、柴油机、交流发电机、蓄电池、牵引辅助变流器、牵引传动装置、冷却/润滑装置、空气制动装置、车钩/缓冲器、司机室及空调系统、机车电气系统（机车辅助电源、机车照明）、控制/安全保护/故障诊断系统等。

投标文件提供详细的系统配置方案和交流传动内燃机车组成相关说明。

13.3.1 车体

（1）车体具有具有足够的强度和刚度，有良好的动力性能。能承受车辆在联挂和正常运行时的冲击和振动。机车在全整备状态下同时承受 1.3 倍车重的垂直载荷和 1000kN 纵向静载荷时，不会破坏或产生永久变形。在 0～100km/h 范围内，机车的各种设备及车体不产生共振。车体有效使用期为 30 年，在正常运用条件不产生疲劳损伤。

（2）采用内走道式车体。车体外墙板的平整度不超过 1.5mm/m^2。机车内部两侧设有通过性良好的走道，走道和走台地板采用防滑结构，维修人员从两侧均可接近设备，便于设备的检修维护。上下车体的扶手，其最低处距轨面高度应不大于 1250mm。

（3）车体应设有架车支点和吊车起吊点。投标人提供机车架车点、起吊点示意图。

（4）柴油机、发电机组、空压机组、冷却风扇机组等分别通过弹性支承与车体底架相连。车体上位于柴油机、传动箱的顶部设有顶盖，打开顶盖该设备可以吊出。

（5）安装在车体上的设备具有良好的防雨、防水、防沙、防尘、隔热和通风条件。动力室百叶窗可拆卸。

（6）车体两端应有适用于调车作业的设施，如扶手、踏梯等，扶手应采取防滑措施。车体的第一级脚蹬距轨面应尽量接近限界允许的最低高度。脚蹬板应防滑，内侧设止挡。车体两端下方设高度可调整的排障器和扫石器，排障器中央底部能承受相当于 140kN 静压力的冲击力。

（7）动力室温度与环境温度温升不超过 15℃。

（8）机车底架下悬挂有燃油箱和蓄电池箱，设置排污管和集污液箱，确保油水、污物集中排放。

（9）本项目采用统一车体平台设计，预留满足后期动力系统更新改造条件。

13.3.2 转向架

（1）转向架主要由构架、悬挂装置、轮对轴箱、旁承、牵引装置、基础制动装置、砂箱装置等组成。投标人提供详细的转向架技术方案和说明。

（2）转向架强度、可靠性及安全性要求

① 转向架技术成熟，具有高可靠性和良好的可维修性，运行安全平稳，轴重转移小，

粘着利用率高，曲线通过性能好，过曲线轮缘磨耗小。

② 转向架具有有效部门合格认可证书，或具有多台（4 台机车及以上）、长期（3 年及以上）安全应用、无重大故障的业绩。

③ 新型转向架需提供构架强度计算书，并按有关标准进行各项静强度和疲劳强度型式试验，提供试验报告。

④ 转向架采用无摇枕结构。构架采用型材、H 型/日字型焊接结构。构架的设计寿命期为 30 年，整个使用期内不发生疲劳损伤，质量保证期不少于 10 年。

⑤ 转向架满足曲线通过和动力学性能要求。有利于提高机车粘着的利用和通过小半径曲线线路。转向架应使机车具有良好的平稳性和稳定性。配置液压减震器。

⑥ 转向架采用整体辗钢车轮和磨耗形踏面。同一轮对两个车轮的直径差≤0.5mm，同一转向架两个轮对间车轮直径差≤1mm，同一台机车两个转向架间轮对车轮直径差≤3mm。

（3）机车可以在不落轮机床上进行轮对踏面镟削：

（4）除传动轴外，无须拆卸转向架和车体上的任何部件；

（5）轴箱上与不落轮机床外轴箱支承、压下装置接触的两承载面，要便于定位和装夹，有足够的强度、刚度和位置精度。

（6）机车与不落轮机床间的接口资料，设计联络时确定。

（7）机车实施起吊或架车，或当机车发生脱轨事故后，借助于救援装置顶升车体使机车复位时，转向架与车体之间、转向架构架与轮对之间应连接牢固，或提供捆绑装置，使之不得互相脱开。

（8）设置撒砂装置，以便紧急状态下备用。砂箱应密封防水，撒砂器应动作灵活、性能可靠。砂箱容积由用户在合同中提出。当机车完成换向操纵后，撒砂装置操控相应地自动进行换向。

（9）设有轴温报警装置。

13.3.3 柴油机及发电机

（1）机车选用知名品牌的电控燃油喷射柴油发动机为动力。发动机功率选型应满足其最大功率和转速可连续使用 30 分钟以上。要求柴油机具有可靠性高、油耗低、噪音小和技术先

进等特点。

（2）在投标文件中，供应商需提供柴油发动机下列主要技术参数：

原产地、型号、结构型式

缸径×行程（mm）

额定功率/转速（kW/ rpm）

最大扭矩/转速（N·m/ rpm）

排量（L）

额定功率下燃油消耗率（g/kW.h）

起动方式（电起动）

质量保质期（年）

（3）柴油机电子控制模块（ECM）系统具有电子调速、空-燃比自动控制、喷油提前角控制以及发动机故障诊断等功能。

（4）柴油机燃油系统采用 PLC 控制的电子喷射技术。机车燃油耗量≤0.24㎏/千瓦小时，并力求降低空载油耗。车下设有燃油箱。燃油箱容积能满足柴油机在 1/2 额定负载下连续工作 16 小时无需加油的用油量要求。燃油箱侧面设有油位指示，加油口带锁。燃油通过吸油管经过燃油过滤器到发动机供油泵。燃油过滤装置维护、更换方便。

（5）柴油机的进/排气系统。**柴油机的进气系统设置高效、易于维护的空气滤清器。柴油机废气排放达到非道路国 4 标准或与之相当的 EU StageⅤ/EPA Tier4 Final 国际先进排放标准并提供相关排放合格的认证报告。**柴油机的进、排气系统均设置在机器间内，车顶采用防雨设计。进气口/排气口位置设置，需充分考虑保证进气质量，排气不构成对沿线设备、人员、环境造成影响。

（6）柴油机启动方式蓄电池供电，电机启动。

（7）柴油机随负荷的调节应保证在广泛的速度范围内维持恒定的功率。所有的调节过程应平稳进行，无明显的牵引力下降。

（8）柴油机应设转速传感器、水温度传感器、机油压力传感器等保护和显示器件。

（9）柴油机安装应采取减振措施，以吸收柴油机与机车车架间的振动，以及缓和在运行中的冲击。柴油机输出端也应考虑减振措施。

（10）柴油机两次大修间的有效工作时间应不少于 20000 小时。

（11）柴油机应设置完善的冷却系统。冷却系统由散热器，风扇，风扇驱动装置，油水热交换器以及膨胀水箱等部件组成。投标文件提供具体的技术方案及说明，提供型号、结构原理、结构特点、散热器布置方式以及主要技术参数，提供动力室最高温度指标。

（12）冷却系统应设有水位、水温、油温、油压等传感器，能自动地保持柴油机的油、水温度及液力传动装置液力传动油温度在给定的工作范围内，并保证调节过程的稳定性。

（13）轴流式冷却风扇驱动方式，应方便风扇随水温变化而自动调节转速或停转。膨胀水箱容量应能保证机车连续作业的用水量要求，必要时应采取防冻措施。

（14）柴油机应设置完善的润滑系统。投标文件应阐明柴油机的润滑措施、润滑设备和温度、压力监测装置。

13.3.4 动力电池系统

投标人需提供钛酸锂动力电池系统至少在城市轨道交通行业有 1 个同类设备成功运用的证明文件，证明文件须同时提供①合同协议书、②竣工验收报告或用户证明文件。

（1）总体要求

动力电池系统的总体技术要求、设计制造、检验方法、检验规则等原则上参照 GB/T 44386-2024 轨道交通 机车车辆 车载牵引锂离子电池执行，如采用**国铁集团标准体系**（TJ/JW 124 机车、动车组牵引用动力电池系统安全性设计暂行技术规范；TJ/JW 125 机车、动车组用动力锂离子电池综合性能评估暂行技术规范；TJ/JW 126 机车、动车组用锂离子动力电池试验暂行技术规范 第 1 部分：电池单体和模块；TJ/JW 127 机车、动车组用锂离子动力电池试验暂行技术规范 第 2 部分：电池包和系统；TJ/JW 128 机车、动车组用锂离子动力电池热保障系统暂行技术规范；TJ/JW 129 机车、动车组用管理系统(BMS)暂行技术规范）需说明理由方可执行,设计联络时确定。

（2）功能要求

配置动力电池系统，动力电池与柴油发电机组一起组成混合动力系统，向作业车牵引及辅助系统提供电源。满足完整区间作业走行，牵引作业车辆，附属装置电量消耗及起停次数需求（根据实际线路工况调整）。

动力电池系统配置蓄电池管理系统 BMS，实时采集动力电池系统状态信息，对动力电池

系统的安全性进行监控和保护管理，进行电池系统充放电逻辑控制、故障的检测、诊断与保护，故障保护需与整车进行联动，同时具备数据储存功能。包括：

① 设定安全工作范围，动力电池在输出功率时，应工作在设定的安全工作范围之内。

② BMS 对于各节动力电池单体进行各种状态估计（SOC、SOH、SOF 等），对于异常的单体进行关注，对于出现的一致性问题进行合理的均衡。

③ BMS 基于电池系统的热管理设计，对电池温度进行监控，保证电池系统温度的合理与一致性。

④ 对于超出安全阈值的事件，BMS 具有主动报警和保护功能。

（3）容量需求

动力电池类型为钛酸锂电池，满足持续大电流放电、大容量、免维护、环保性要求。电池组容量不低于 150 kWh（暂定），确保在未进行制动能量回收情况下，实际可用电量满足双机重联机车（自重 112t）牵引 120t 负载的工况下行驶 11 号线从车辆段到底站单程的用电量加上停车持续作业 2 小时的牵引及附属设备用电量。投标人提供电池容量仿真计算说明书。

（4）寿命需求

①循环次数达到 10000 次或 10 年(以先到为准)时放电容量不低于初始容量的 80%。

② 按照交流传动内燃机车一个月循环充电 2~4 次情况下，动力电池在正常使用条件下的寿命不低于 10 年。需提供动力电池按照 30 年全寿命周期内维护方式、更换成本计算等说明书。

③投标人需提供动力电池寿命到期后废旧蓄电池的处理方案。

（5）充放电要求

① 动力电池应能够通过两种不同的电源充电：辅助发电机在线充电和库内外接三相 AC380V、50Hz 电源充电。机车的设计应保证在库内充电时机车不会移动。根据库内充电条件可实现 2-3 小时内充满，在线可实现 4-6 小时内充满，并提供相关方案说明。

② 动力电池须保证在最低环境温度（-20℃或视所在城市最低温设定）可正常充放电，投标人提供动力电池充电规范。

③ 地面外界充电接口需求：地面充电设施的供货及安装由动力电池厂家实施。招标人负责将 380V 电源引入充电位置附近的电气控制箱，以电气控制箱为分界点，电气控制箱以下部分由由动力电池厂家负责。在石塘南车辆段工程车库设置 2 台地面充电桩，单台地面充电桩

配 2 个充电插头（单个充电桩总功率 100KW 左右），需配套相关接线设置于车辆段工程车库。

（6）动力电池设计和制造要求

动力电池应进行最小单元、能量分割、隔热、安全维护、防止短路等方面的被动防护设计，同时应具有数据监测、分级保护、火灾防控的主动安全防护设计。

动力电池系统内非金属材料应采用难燃或阻燃材料，防火性能应符合 TB/T 3138-2018 表 A.1 难燃及以上要求标准要求或符合 EN45545-2 HL2 及其以上要求；

蓄电池牵引设备中的所有电缆采用无卤、阻燃且低烟无毒材料，满足 TB/T 1484.1-2017《机车车辆电缆 第 1 部分：动力和控制电缆》标准要求，尽量不使用采样线束；

动力电池系统振动冲击要求应满足 GB/T 21563-2018 中 1 类 A 级的要求，可提供类似产品的试验报告；箱体焊接符合 EN15085 焊接要求，所有焊缝应成形良好，无焊接缺陷。

具有良好的电磁兼容性，符合 GB 24338 标准关于电磁兼容性的要求；

（7）动力电池试验项点及试验要求

① 动力电池单体和模块

所用动力电池单体或模块在正式投用本项目前需进行相关单体、模块的试验（包括标准试验、安全试验、工况验证试验），电池单体安全性能要求不起火、不爆炸，具体试验项点及检验方法参考标准，具体及要求在设计联络讨论确定。投标人需提供既有同型号电池单体的类似相关试验报告。

② 动力电池电池包和系统

所用动力电池电池包或系统在正式投用本项目前需进行相关电池包或系统的部分试验（包括标准试验、安全试验、工况验证试验），安全试验中碰撞试验可仿真模拟，部分试验项允许使用配重块替代部分电池包做试验，电池系统安全性能整体要求无泄漏、无外壳破裂、不起火、不爆发，具体试验项点及检验方法参考下表，具体及要求在设计联络讨论确定。投标人需提供既有动力电池系统的类似相关试验报告。

③ 动力电池试验报告要求

投标人采用的动力电池单体或模块、电池包或系统产品在本项目投用前需取得相关第三方认证机构（铁科院）出具的型式/例行试验合格报告（盖章 CMA 或 CNAS）经招标人评审合格后方可组装上车。试验标准参照 GB/T 44386-2024 轨道交通 机车车辆 车载牵引锂离子电池执行，如报告采用的中车企标或铁总技术规范中试验性能要求和 GB/T 44386-2024 测试

方法及要求一致的，相关报告提交招标人审核后可直接替代不必再做试验，具体事宜后期双方协商确定。

④ GB/T 44386-2024 轨道交通 机车车辆 车载牵引锂离子电池试验项点

表 2 检验项目

检验项目			测试对象		技术要求对应的条款	试验方法对应的条款
			型式检验	出厂检验		
电气试验	电性能试验	25 ℃放电性能	C 和 B	C 或 B	15.2.1	15.2.1
		低温放电性能	C	—	15.2.1	15.2.1
		高倍率放电性能	C	—	15.2.1	15.2.1
		荷电保持与容量恢复	C	—	15.2.1	15.2.1
		交流内阻	C	—	15.2.1	15.2.1
		直流内阻	C 和 B	B	15.2.1	15.2.1
		循环寿命	C	—	15.2.1	15.2.1
	BMS 试验		B	—	5.3 、11.7	15.2.2
	性能试验		B	—	13.1	15.2.3
	循环寿命	循环寿命试验(通用)	C	—	13.3	15.2.4.2
		循环寿命试验(高功率)	C[a]	—	13.3	15.2.4.3
	介电试验		B	B	7.4.3	15.2.5
	自放电试验		B	—	14.3	15.2.6
	均衡试验		B	—	11.7	15.2.7
机械试验	外观检查		B[b]	B[b]	12.1 、10	15.3.1
	质量测量		B	—	12.1 、10	15.3.2
	冲击和振动试验		B	—	12.2	15.3.3
	防护等级试验		B	—	12.3	15.3.4
安全试验(电池安全试验)	产品安全试验	外部短路试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		冲击试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		跌落试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		热滥用试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		过充试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		强制放电试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		内短路试验	C[c]	—	9.1	15.4.1.2
		热扩散试验	B	—	9.1	15.4.1.2
		温度冲击试验	B 或 C	—	9.1	15.4.1.2
	功能安全试验	电压过充控制	B	—	9.1	15.4.1.3 、15.2.2.2
		电流过充控制	B	—	9.1	15.4.1.3 、15.2.2.2
		过热控制	B	—	9.1	15.4.1.3 、15.2.2.2

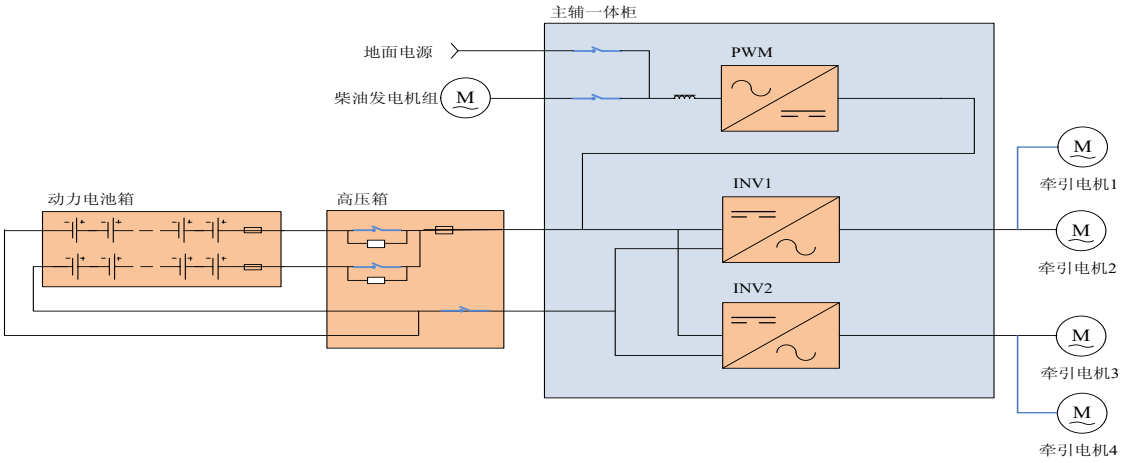
表 2　检验项目（续）

检验项目			测试对象		技术要求对应的条款	试验方法对应的条款
			型式检验	出厂检验		
安全试验（机车车辆特殊试验）	安全标志		B	—	9.2	15.4.2.2
	外部短路试验	组合试验	B	—	15.4.2.3.2	15.4.2.3.2
		组件试验	B或C	—	15.4.2.3.3	15.4.2.3.3
	隔离系统试验		B	—	9.3	15.4.2.4
	防火试验		B	—	9.4	15.4.2.5
	电磁兼容试验		B	—	7.5	15.4.2.6
注1：测试对象列中，C表示单体电池，B表示电池系统。 注2：按照IEC 62620:2014的规定进行单体电池试验。						
[a] 对于具有高功率充放电性能要求的应用，该试验是强制性的。 [b] 电池系统组件（如电池包/电池模组、电池箱）的尺寸应根据所提供的计量单位进行测量。 [c] 该试验是可选的。						

13.3.5 牵引传动系统

交流传动内燃机车采用交流牵引传动系统，牵引传动系统由动力电池或柴油发电机组供电，牵引变流柜将输入电源逆变为可变频变压的三相交流电源为牵引电机供电，牵引电机将电能转化为机械能，驱动轮对运转。牵引电机采用交流异步电机。在动力电池 SOC 较低时，牵引电机转为发电工况将机械能转为电能储存在动力电池内，实现制动能量回收利用，不设制动电阻。

牵引传动系统主要由柴油发电机组、动力蓄电池、PWM 整流模块、牵引逆变模块、牵引电机等组成，采用主辅共中间直流环节电路拓扑形式。主要功能是将机车动力源提供的交直流电压转换成动力电池组、牵引电机、空压机、DC24V 控制蓄电池、空调、DC24V 负载、生活用电负载等所需的交直流电压，驱动这些负载运行。牵引传动系统原理可参考下图，具体根据自身方案确定。



- PWM 整流模块主要参数：

额定输入电压：供应商提供

输入电压频率：供应商提供

输入电源功率：供应商提供

输入电压来源：柴油发电机组/地面充电电源

额定输出电压：供应商提供

输出电压范围：供应商提供

额定输出电流：供应商提供

额定输出功率：供应商提供

- 牵引逆变模块模块主要参数：

额定输入电压：供应商提供

输入电压范围：供应商提供

额定输出电压：供应商提供

输出电压范围：供应商提供

额定输出电流：供应商提供

最大输出电流：供应商提供

额定输出功率：供应商提供

效率：供应商提供

- 牵引电机主要参数：

电机类型：供应商提供

额定功率：供应商提供

最大扭矩：供应商提供

最高转速：供应商提供

13.3.6 制动系统

制动系统组成包含压缩空气供给系统和空气制动系统，主要由机车制动机、机车重联装置、空气压缩机、空气滤清器、油水分离器、贮风缸、单元制动缸、闸瓦以及由止回阀、安全阀、压力表、阀门、管接头、联结管路、制动软管等组成。投标文件提供具体的技术方案及说明。

13.3.6.1 压缩空气供给系统

（1） 压缩空气供给系统的作用是产生、净化和储备压缩空气，供给车上各种风动设备、空气制动机使用。压缩空气供气量主要供给空气制动机，同时应计及缓解列车停放制动用风和机车前后端高低音风笛及撒砂装置等风动设备所需风量。

（2） 采用机车专用螺杆式空气压缩机。投标文件提供空压机额定排气量（m^3/min）、排气压力（kPa）等技术参数。空气压缩机的驱动方式要保证在压缩空气压力达到额定压力时，系统自动卸载，卸载可靠、能量损失小。空压机在柴油机怠速情况下打风，总风缸压力从 0 上升至 900kPa 不超过 5min；不接受系统卸载采用压缩空气直接排入大气或关闭进气口的投标方案。

（3） 总风缸、管中的压缩空气最大工作压力为 900kPa。在风源系统中应设有安全阀，以防止在空压机压力调节开关或其它控制设备发生故障时系统压力上升过高。总风缸下部设有自动排水阀，当总风缸内储存水位达到一定高度时，它就能自动排水。压缩空气管路采用耐腐蚀的钢管。

（4） 气密性应满足相关标准要求。投标文件提供：总风缸容积（L）；机车起动后，总风缸压力从 0 升至规定压力的计算时间（min）。

（5） 投标文件提供压缩空气供给系统的配置及供货清单，包括：产品名称、规格型号、技术参数、数量、生产厂家、原产地等。

13.3.6.2 制动系统主要功能要求

（1） 具有空气制动和蓄能制动机能。可实施常用制动、紧急制动和停放制动。

（2） 机车可与采用空气制动系统的车辆联挂，装备可与铁路列车连接用的制动风管。

（3） 空气制动装置应具有双机重联和无火回送制动功能。

（4） 坡道制动能力　　制动装置能保证双机重联牵引 210t/226t 电客或单机牵引 120t 工程车辆，位于 35‰坡道上制动停车不会下滑，并可上坡启动运行通过坡道。

（5） 停放制动能力　　机车停放制动能力应能保证双机重联牵引 226t 电客或单机牵引 120t 工程车辆，位于 35‰坡道上实施有效的停放制动。机车在 35‰坡道上停放制动，应考虑最大风力影响。

（6） 制动距离

在平直轨道上施行单机紧急制动，当初速 V=80km/h 时，紧急制动减速度建议不小于 1.2m/s^2，请投标人提供制动距离数值。

在平直轨道上施行单机常用制动，当初速 V=80km/h 时，制动减速度建议不小于 1.0m/s2，请投标人提供制动距离数值。

在平直线路上机车单机紧急制动距离应符合有关规定。

（7）常用制动冲击率≤0.75m/s3（紧急制动作用时不受此限制）。

（8）制动系统管路可采用不锈钢管及卡套式接头。

13.3.6.3 空气制动机

采用 JZ-7/7G 型空气制动机，以压缩空气作为介质，实施减压制动。

JZ-7/7G 型空气制动机可操纵全列车的制动及缓解，或只操纵机车本身的制动及缓解。具有一次缓解、阶段缓解和分级制动的性能。

13.3.6.4 基础制动装置和停放制动

（1）基础制动装置采用具有停放功能的单元制动器、单侧双闸瓦结构型式。

（2）单元制动器主要包括制动缸、制动力放大机构、单向间隙自动调整器、用于停放制动的弹簧停车制动器以及手动缓解装置。单元制动器具有失压自动制动功能。具有停放功能

的单元制动器带有 1/2 停放制动功能。

（3）各轴单元制动器制动缸主管处均设有截断塞门，在该轴上单元制动器故障时，可将塞门置于截断位，使该轴单元制动器隔离，不影响其它轴单元制动器的作用。

（4）闸瓦材质应符合 TB/T2403-2010 要求，闸瓦在运用中不产生偏磨。

（5）制动及风源系统应采用模块化设计以方便更换及维修；经常需要维护保养的零部件应靠近车外侧；与气、电相关的试验接头、接口应采用快速连接方式并方便接近，在连接时不得要求拆卸车上的管或线。

（6）制动系统选用部件应当采用铁道部认可企业生产的产品，且供应商应为国内知名厂家。

13.3.6.5 制动装置主要技术参数

- 制动机型号　　JZ-7/7G
- 带弹簧的单元制动器型号　　（由供应商提供）
- 闸瓦间隙自动调节器型号　　（由供应商提供）
- 制动缸直径（mm）　　（由供应商提供）
- 制动倍率　　（由供应商提供）
- 弹簧停车制动单元输出力（kN）　　（由供应商提供）
- 单元制动器传递效率　　（由供应商提供）
- 常用制动制动缸压力（kPa）　　（由供应商提供）
- 紧急制动制动缸压力（kPa）　　（由供应商提供）
- 空压机充风量（m^3/min）　　（由供应商提供）
- 闸瓦材质　　（由供应商提供）
- 闸瓦与车轮踏面正常间隙（mm）　　（由供应商提供）
- 闸瓦间隙一次调节量约（mm）　　（由供应商提供）
- 最大闸瓦间隙调整能力（mm）　　（由供应商提供）

13.3.7 车钩及缓冲器

13.3.7.1 车钩

（1）机车前后各安装一套 13B 号上作用式车钩，车钩高度距轨面 880±10 mm。

（2）牵引地铁列车时，13B 号车钩上装置过渡车钩。过渡车钩由车辆供货商提供。

13.3.7.2 缓冲器

机车宜采用体积小，容量大，性能稳定的缓冲器。在 5km/h 速度与列车连挂时，机车缓冲器应能完全吸收这一冲量，以确保安全。推荐采用 ST 型缓冲器。

车钩、缓冲器要适应牵引动力车（交流传动内燃机车、电力工程车）的接口要求。车钩和车底架纵向承载梁可以进行纵向牵引力或纵向冲击力的传递和缓冲。

投标人应说明车辆钩缓装置的规格型号及、主要技术参数、供应商。

13.3.8 司机室及空调、通讯系统

（1）内走道型机车设置两间司机室，各有一个司机操纵台。

机车靠右侧行驶。设置两个操控功能完全相同的两个司机操纵台，分别操控机车前/后向运行。两台前/后运行方向操纵台间应实施联锁，只允许其中的一台激活，并由一名司机操作。

操纵台布置有显示屏、方向/速度控制手柄、制动阀（单独制动阀和自动制动阀）、停放制动缓解按钮、紧急制动按钮、机车低恒速操作手柄（按钮），以及保证机车正常运行的各种监视仪表、指示灯、报警显示装置和开关按钮等。司机控制器采用沙尔特宝产品。

（2）司机室司机视野开阔，瞭望条件好。司机室宽敞明亮，造型美观大方。司机室座椅和操纵台按人机工程设计布置。司机室座椅坐、靠舒适，前后可移动，高度可调整，方向可旋转，靠背倾角与座垫斜度可调。

（3）机车司机室采用减震、密封设计。司机室内采用隔音、高效吸声材料，降低司机室噪音。车内蒙板采用多孔吸音铝板。顶棚、侧墙和地板都要做隔声/吸音处理。司机室与外部连接的电线管路、空气管路等都要进行密封处理。机车满负荷运转时，司机室内噪音 ≤78dB(A)。

（4）司机室顶外设置环保型单元式空调机组（铁路机车车辆专用型），空调带有通风系统。操纵台上方设置电风扇。室内设置冬季取暖的电加热器。

（5）司机室通讯设备　预留车载电台和天线的安装条件。

（6）司机室前挡风玻璃窗为双层夹胶安全玻璃，安装喷水式双速电动刮雨器及遮阳装置。前窗和侧窗配置应符合 GB/T5914.2-2000《司机室前窗、侧窗和其它窗的配置》规定。司机室两端头设有前照灯、信号灯、安全警示灯、近照灯和电或气喇叭，各灯均采用 LED 型。

（7）司机室内装饰均采用环保、隔热、隔声/吸音、难燃/阻燃、无毒或低毒材料，并设有灭火器。

（8）司机室内应设随车工具箱、开水器等必要生活设施。

（9）司机室操作台提供 24V 平调系统电源。

（10）各仪器、仪表、阀件类在项目预验收时间内，需提供在有效期内的计量检验合格证书。

（11）司机室内设有摄像装置监控操纵台，能够记录司机室内各项操作情况及拾音功能，存储容量应不少于 2T。

（12）行车监控及安全驾驶辅助系统：整车至少 8 路摄像头（2 路前后线路监控；2 路车钩连挂监控；2 路司机操作监控；2 路动力室监控），清晰度不低于 1080p，显示屏可以连接 8 路摄像头，摄像头角度可调，司机室内设有摄像装置监控操纵台，内存容量不少于 2T。依托配置的摄像头需具备驾驶辅助功能，具体功能如下：系统应可识别信号灯颜色，并通过车载语音装置进行语音播报，及时提示驾驶员观察信号灯变化进而安全驾驶。系统应可识别运行期间驾驶员离岗，并将结果传至主机系统，并通过车载语音装置进行语音播报，提示驾驶员回到驾驶位置。系统应可识别司机对仪表和信号灯确认手势，并对其综合判别，记录不规范手势。投标人应就信号灯识别、手势识别、离岗识别等功能提供应用案例。

（13）机车走行的前方视频信息实时显示给前、后驾驶位的司乘人员，视频上要有实时时间显示，并有连接线连接电脑播放。交流传动内燃机车与网轨检测车供应商需在设计联络阶段完成接口技术方案，统一重要设备的规格型号。投标人需全面考虑摄像接口的复杂性，并将有关费用全部包含在投标总价中。

13.3.9 控制系统

13.3.9.1 机车的牵引和控制以及监督与诊断

采用由微处理器和列车通信网络系统组成的控制装置，具有对机车实施运行控制、保护、故障诊断和检修预报等功能，并具有冗余结构。当机车与网轨检测车编组连挂时，应确保网轨检测车的司机室操纵台能够同样控制机车作业，涉及有关接口功能实现的费用应包含在投标总价中。

13.3.9.2 混合动力控制

作业车在操纵台上设置工况选择开关可选择以下 3 种运用模式：纯电模式、纯柴模式、

混动模式、地面充电模式。

纯电模式：动力蓄电池投入使用，当前机车所有能量均来源于动力电池。

纯柴模式：柴油发电机投入使用，当前机车所有能量均来源于柴油发电机，柴油发电机根据牵引辅助需求调整转速和功率输出，多余能量给蓄电池充电。

混动模式:动力蓄电池+柴油发电机均投入使用，根据使用使用工况和牵引动力需求进行能量混合并自动调整各自输出功率占比。优先采用蓄电池动力，当电池 SOC 下降至一定值（暂定 80%）后才启动柴油发电机，或者当蓄电池输出功率不足时由柴油发电机补充不足功率，当动力电池SOC下降至20%时强制启动柴油发电机保电，具体混合策略控制设计联络时确定。

地面充电模式：连接地面充电插头到机车充电插座，工况开关置于“地面充电”位，机车进入“地面充电”模式。根据地面电源供电功率，选择充电限制功率，微机自动控制充电机以限制功率对动力蓄电池充电。地面充电模式下禁止行车。当地面电源故障时，启动本车柴油机为动力电池充电。

13.3.9.3 动力电池管理系统（BMS）

（1）检测锂电池电压（电池组总电压和电池单体电压）、电池组回路电流、电池包内部温度等相关参数，防止电池过充、过放、过流、过温的安全防护功能；

（2）记录电池系统故障信息并进行诊断，根据故障内容完故障信息上报、实时报警和故障保护等；

（3）具有自检功能，对 BMS 主要功能进行初步筛查识别，对严重影响使用和安全的功能异常给出报警；

（4）具有与车辆段其他控制器信息交互功能；

（5）应能通过与车载充电机实时通信实现对充电过程的控制和管理；

（6）具有绝缘电阻值检测、高压互锁监控；

（7）具有 SOC 估算功能，宜具有 SOP 估算和均衡功能。

13.3.9.4 行车控制系统

行车控制系统采用 PLC 或微机控制系统，主要实现下列（但不限于）控制功能：

（1）作业车的工况切换

（2）柴油机起动、停机控制功能。

（3）作业车的起动、换向和调速控制功能。

（4）自动保护功能。

（5）故障自动诊断、显示和报警功能

（6）运行数据记录功能。

控制系统具备运行数据记录功能。即系统能记录作业车走行时的蓄电池信息、车速、运行方向、指令输出，故障现象等。各种输入、输出量记录到一个存储卡内，并能将全部的信息用笔记本电脑读出，以便分析事故原因。控制系统应能记录作业车累计运行时间，故障累计次数等重要的作业车信息。

13.3.9.2 柴油机控制系统

柴油机电子控制系统随发动机自带，主要包含：电子控制模块、液晶显示屏、各种传感器（包括发动机转速、机油压力、机油温度、冷却水温、大气压力、进气温度、燃油压力、燃油温度）和执行器（燃油泵、燃油关断阀、喷油正时执行器、喷油器等）。其主要功能是：自动调整发动机的空燃比及喷油正时，自动改变发动机的输出功率，对柴油机进行电子调速；同时提供先进的监视、诊断、预测和通迅手段，对各种故障进行监控，确保发动机在任何情况下能安全运行。

13.3.10 辅助电气系统

13.3.10.1 交直流电源

机车具有直流和交流两种辅助电源，为柴油机启动、行车控制、机车照明、空压机、空调机以及生活电气设施等提供电源。采用成熟交流辅助传动方案由交流发电机和辅助变流器为全车及外部提供各类电源。

（1）机车直流电源为 DC24V。

DC24V 电源由蓄电池组提供。柴油机启动采用 DC24V 电源。牵引动力柴油机启动后，DC24V 电源由柴油机自带 DC24V 发电机提供。

（2）机车交流电源为 AC220V/380V

机车柴油机驱动永磁发电机，输出三相交流电（3-AC235V~635V），经整流、稳压、隔离后实现冷却风扇电机变频运行和空压机电机软启控制，并可以对外输出 AC380V/ AC220V 工频电源，投标人提供详细的交流辅助传动方案，包括发电机功率选型依据、辅助逆变器工作原理和各个负载的电压功率、辅助逆变器内关键稳压和逆变模块的品牌型号参数等。

（3）机车照明用电由 24VDC 变换器或 DC24V 电源提供，应急照明电源由蓄电池组提

供。

13.3.10.2 机车四种工况下的供电状态：

（1）机车牵引运行、非作业供电工况

机车牵引运行、非作业供电，主要是指机车牵引地铁列车、牵引轨道平板车、平板吊车等工况。

机车在牵引运行工况下，牵引动力柴油机运转，由其驱动的交流发电机和 DC24V 直流发电机供电，为行车控制、机车照明、空压机、空调机以及生活电气设施等提供电源。

（2）机车牵引运行、作业供电工况

机车牵引运行、作业供电，主要是指机车牵引网/轨检测车等作业的工况。机车在牵引运行中，作业用电由辅助交流发电机提供。

机车在牵引运行工况下，牵引动力柴油机运转，由其驱动的交流发电机和 DC24V 直流发电机供电，为行车控制、机车照明、空压机、空调机以及生活电气设施等提供电源。

（3）机车在线路上停车、作业工况下的供电

机车在线路上停车、作业，主要是指轨道平板吊车实施吊装作业，或指机车在线路上一般停车待命工况。

机车在线路上停车工况下，牵引动力柴油机不停机，交流发电机运转，为空调机、整流变压器（机车照明、生活电气设施），以及作业用电提供 AC380V/ AC220V 交流电源。

（4）机车处于库停工况下的供电

机车设外接交流电源插座，给辅助变流器提供应急 AC380/AC220V 电源，提供应急状态下的 DC24V 控制电。

13.3.10.3 柴油机启动蓄电池组

（1）采用高性能、免维护蓄电池组。投标文件需说明蓄电池型号、数量、使用寿命及充放电保养要求。蓄电池组容量满足柴油机四次连续启动以及维持机车紧急照明、无线通信的容量要求。

（2）机车上加装蓄电池智能充电器，满足蓄电池组本身充放电要求。

（3）柴油机启动蓄电池可由柴油机自带的 DC24V 发电机进行充电，亦可借助于车辆两侧设置的蓄电池充电专用插座，利用外接电源对蓄电池进行充电。

13.3.10.4 机车照明

（1）机车两端头、司机室、动力室、走道、车底架下方、电器柜内等均设置照明。机车照明电路使用 DC 24V 的电源。

（2）司机室在人工照明条件下，司机室地板面中央照度不小于 30lx，司机操纵台上方应不小于 60 lx。照明灯关闭后，司机应能根据指示灯和仪表灯正常观察和操作。仪表和显示屏在日光下和晚上关闭照明时，应能在 500mm 处清楚看见显示值。指示灯和人工照明等不应引起司机对信号产生错觉。

（3）机车两端头应装有前照灯、信号灯、安全警示灯、近照灯。前照灯在机车最大作业速度时的紧急制动距离终端处的照度应不小于 2 lx。信号灯的安装位置、颜色、亮度应符合有关规定。

（4）机车各机器间和工作区走廊设固定式照明和供移动式照明用的插座。动力室及冷却室通道地板面上的照度应不低于 30 lx。车底架下方设若干防雨的照明灯和插座。

13.3.10.5 投标文件提供电气系统原理图及相关说明。

13.3.11 重联功能及电源接口

（1）重联功能：提供 2 种长度重联线，满足以下 2 种工况使用：（1）同功率相邻交流传动内燃机车重联；（2）一台交流传动内燃机车横跨 2 个平板（吊）车与另一台同功率交流传动内燃机车重联；

（2）电源功能：满足与内燃车连挂的平板（吊）车在辅助发电机故障情况下，可通过交流传动内燃机车向外提供 AC380/220V 电源。交流传动内燃机车上设置电源插座，插头提供给平板车厂家进行线缆和插头的压接。

13.4 设备安全系统技术要求

（1）机车应设置自动保护和监测系统，在作业车运行过程中保护柴油机不致因润滑油压不足、冷却水温过高、水箱缺水、作业车超速等原因导致设备损坏。

（2）机车应具备故障诊断、显示和报警功能。能将各种数据量（包括蓄电池电量、蓄电池电压、蓄电池电流、车速）、输出量（输出功率等）和各种故障状态都显示在液晶显示屏上，并用中文标注。作业车发生故障时，在执行保护的同时，还会将故障代码显示在数字窗口上，同时发出声光报警信号，以便司机和维修人员通过控制器面板上的故障值查询表迅速查找到故障点，做出快速处理。通过复示器显示运行方向、档位、故障代码等，以便司机随时了解运行时的各种技术状态。

（3）机车应具有（但不限于）如下的监视、显示、告警、卸载、停机等的分级保护功能

① 动力电池组过充、过放、过温、过流、过压、短路等保护；

② 动力电池电压、电流、温度、放电功率、一致性偏差等异常报警；

③ 动力电池系统接触器故障、主回路绝缘破坏报警；

④ 动力电池组设定 SOC 剩余电量不足报警；

⑤ 牵引和辅助系统故障报警；

⑥ 牵引系统电制动力不足和电池能量回收过多告警；

⑦ 柴油发电机故障报警；

⑧ 柴油发电机起动、油压、水温显示与卸载保护；

⑨ 车轴齿轮箱油温报警与显示；

⑩ 超速报警、显示与自动接通紧急制动；

□ 设置防误操作保护。

（4）报警处置

当车速达到 80km/h 时，控制系统输出报警信号。

当机车速度超出设定速度（80km/h）时，系统记录超速速度、时间并存储、可读取。控制系统输出信号使柴油机怠速运转、整车紧急制动，进行停车保护。

报警装置发出报警信号后，控制系统应首先使柴油机卸载，如司机仍未采取相应措施，应立即接通紧急制动。

诊断系统应具有显示故障部位和存储故障信息三个工作日的能力。

投标人提供交流传动内燃机车故障诊断工具、数据线及诊断软件 1 套。提供具体的网络控制及故障诊断记录方案、配置清单和详细说明。

13.5 设备品质、材料、工艺及标识要求（下表供参考，投标人可根据自身方案填写）

序号	品名	主要规格	品牌制造商
1	柴油机		
2	废气净化消音装置（或其他更有效的方案，请列明名称）		

序号	品名	主要规格	品牌制造商
3	交流发电机		
4	牵引辅助		
6	牵引电机		
7	动力蓄电池		
8	空调机		
9	空压机		
10	空气制动机		
11	司机控制器		
12	液压减震器		
13	轴流式冷却风扇组件		
14	网络控制		
15	传感器		
16	稳压逆变模块		
	.....	.....	

所有外购零部件均应有产品出厂合格证和质量检验证明。对系统关键零部件，供货商应提供权威部门认可的型式试验报告。

13.5.1 材料要求

（1）所有原材料均应有产品出厂合格证和质量检验证明。

（2）有条件时，车体外墙板选用耐大气腐蚀钢，转向架构架材料选用 16Mn，轮对采用 50 钢车轴和整体辗钢车轮。

（3）用于制造车体底架承载构件和走行部构架的材料，应根据使用条件考虑强度、刚度、耐疲劳性和其它化学、物理性能，选用优质的、无损伤和无缺陷的材料。

（4）所有隔音、隔热、装饰材料应选用环保、难燃/阻燃、无毒或低毒材料，并有防火证明。

（5）电缆（线）具有防紫外线、防腐蚀、防鼠害/防白蚁、防水/防潮、低烟、无卤、阻燃、防震、防雷击和防强电干扰等性能。抗弯性能满足现场的环境、安装和使用条件。电缆

应采用多股铜芯，接线端子采用压接。

（6）投标方在投标文件中对下表所列原材料提供材质说明。

序号	原材料	材质	品牌（原产地、制造厂）
1	车体外墙板材料		
2	车体底架型材		
3	转向架构架材料		
4	车轮材料		
5	车轴材料		
6	散热器材料		
7	电缆（线）		

13.5.2 制造工艺要求

（1）所有钢结构件，应按工艺要求严格进行表面预处理（喷丸或抛丸、化学预处理、喷涂底漆防腐处理）。车体外墙板耐候钢板须经磷化预处理，或采购经磷化和喷底漆预处理后的定尺板。

（2）用于制造车体底架承载构件和走行部构架的材料应采用整材，不得拼接。

（3）车体制造

（4）车体外墙板张拉（相对伸长 ε≈0.01）状态下和墙板骨架组焊。车体外墙　板窗洞用等离子枪切割。车体外墙板确保 1.5mm/m^2 平整度。

（5）车顶弯梁成形后对尺寸精度和形状一致性进行检查。车顶板和骨架在专用胎具上实施组焊。

（6）车体底架长大直线焊缝用自动焊机施焊。

（7）孔径 30 毫米以上的弯管，在弯管机上弯制。

（8）车体外形各面交接处圆弧面过渡，弧面板由模具压力机成形。

（9）车体组焊完工后进行淋雨试验检漏。

（10）转向架制造

① 构架板料由数控等离子/氧乙炔切割机或剪板机下料。

② 焊接板厚≥8 毫米的钢板，焊前需切削加工预制焊接坡口。

③ 构架侧梁、横梁组焊前，板料需矫平。

④ 侧梁、横梁组焊以及构架总成焊接在可翻转的变位器夹具上进行，至少在平面定位胎具上组焊。

⑤ 构架总成焊接后需退火热处理或振动时效，但必需符合 TB 规范。

⑥ 构架热处理后实施喷（抛）丸处理，喷（抛）丸后喷涂防腐底漆。

⑦ 构架机械加工前实施调修。

⑧ 构架上配合面和基准面在龙门铣床上加工。

⑨ 构架制成品尽可能在三维划线仪上至少在划线平台上进行检测。

⑩ 轮对压装要绘制压力曲线。

 传动轴有动平衡试验合格证。

（11）机车总组装后进行找平试验、称重试验、淋雨试验、限界门试验。

（12）机车涂装应符合 TB2879.3-1998《铁路机车车辆 涂料及涂装 第 3 部分：金属和非金属材料表面处理技术条件》、TB2879.5-1998《铁路机车车辆 涂料及涂装 第 5 部分：客车和牵引动力车的防护和涂装技术条件》及工厂工艺文件规定。

13.6. 焊接工艺要求

13.6.1 焊缝材料

焊缝材料所包含的母材(钢板、型材)、焊丝、焊条、焊剂、保护气体等，均应符合有关标准规定。对焊接材料入库、出库必须进行检验，不合格的焊接材料不允许采购和投入生产使用。焊接材料在使用时实施焊条预热，注意防止潮湿。

13.6.2 焊工资质及持证上岗

结构件的主要焊缝由经过培训考试合格、资格证书有效、技术优秀的高级焊工施焊，施焊后打上资格钢印、责任钢印、焊接检验标志。

13.6.3 无损检测

探伤检测应按工艺文件规定采用射线检验、超声波检验、着色检验、磁粉检验等。无损检测人员都应通过培训和技术资格鉴定合格，取得有效技术等级资格证书，从事与技术等级相应的无损检测工作。无损检测和质量评定，应以标准、规范以及工艺文件规定的无损检测方法、范围和判别标准为依据。

焊接过程控制可追溯。

焊渣清理和重要焊缝打磨，焊接后采取有效措施以消除焊接应力。

13.7 铸件工艺要求

铸件要外型工整、质量均匀、无气孔、沙眼、夹渣、裂缝和其它缺陷，表面应处理干净。

13.8 电气柜工艺要求

（1）箱柜采用优质冷轧钢板制作而成，内外表面作化学预处理，除锈、防锈及表面涂覆处理。涂层必须包括防锈底漆、中间涂层、表面涂层；安装后涂层受损处必须用与表面涂层同质、同色的涂料补漆。补漆后不得有色差痕迹。箱柜内部安装板表面作镀锌处理。

（2）箱柜造型应美观、协调，符合人机工程的要求，方便观察和操作。面板上的各种仪表、指令、显示等电器组件应排列有序、美观大方，按功能进行区域划分，并有准确清晰的文字标识。

（3）气割件切断处应打磨修正、不留痕迹，各部弯折应用压力机加工。

（4）电器元件的安装应符合电气控制柜制造及安装标准。箱柜内元件安装及布线应整齐、规范，元件代码标识、接线端子代码标识、导线编号及接地标志应齐全、清晰，并与所提供的图纸文件相符合。

13.9 结构工艺性要求

（1）大量地采用模块化设计，最大限度采用通用设计、通用总成、通用零部件以及质量可靠的外购件、标准件，维修配件，安装位置便于接近和更换，维修量小。

（2）交流传动内燃机车动力传动系统、辅助系统、空气压缩机等集中设于机器间，机器间内设备布置合理，可方便地接近并对动力传动系统、辅助系统、空气压缩机、空气制动系统进行检修，机器间顶棚设有柴油机和液力传动箱检修天窗，可将发动机和液力传动箱拆卸吊下进行修理。

（3）交流传动内燃机车主要的电气元件集中于机车司机室内的电气控制柜内，柜内元件、接线均有明确的标识，可以很方便地查找故障并进行检修。

（4）车下走行部两端均留有较大的空间，维修人员可进入车下对底盘进行检修。

（5）制造精细，杜绝工艺粗糙

（6）做到（但不限于）：焊缝和机加工毛刺打磨，管、线整齐排列，切屑清除干净，钢结构防腐处理好，油漆美观光滑，板面和接缝平整。

13.10 标识

（1）每辆车必须在显著的位置设置明晰的标志或铭牌并铆固，标识以下内容（但 不限于）：

- 设备名称、型号、主要技术参数
- 制造厂名称、商标
- 出厂年月及编号
- 架车点标记
- 吊装标记

（2）各部件应有铭牌标记。

（3）对于有触电危险的设备应具有明显的安全标识。

（4）所有的标识文字（厂名除外）应采用标准简体中文，且标识应不腐蚀。

（5）各种管路用不同的颜色标识加以区分。各种电缆/电线标识清楚、牢固。

（6）车体外表面适当位置应具有招标方公司的图标（见附件）。

13.11 外观颜色

交流传动内燃机车颜色在设计联络/设计审查时确定，投标方提供至少三套外观效果图供招标方选择。

13.12 试验项点、参考标准、试验方案

GB/T 3315-2006《内燃机车制成后投入使用前的试验方法》；

TB/T3487-2017 交流电传动电力机车；

TB/2510-1995 电力机车牵引特性试验方法；

参考下表所列（包括但不限于）试验项目，投标人具体填写。

序号	试验项目	试验目的、参考标准、主要项点
一	**单车型式试验**	

1	网络接口测试	投标人填写
2	耐压试验	投标人填写
3	调平称重试验	投标人填写
4	静态机械检查试验	投标人填写
5	淋雨试验	投标人填写
6	静态限界试验	投标人填写
7	车辆静态干涉检查试验	投标人填写
8	主回路电气设备操作试验	投标人填写
9	保护装置整定值检查试验	投标人填写
10	接地电路接线检查	投标人填写
11	安全措施和安全设备检查	投标人填写
二	**电气功能试验**	
1	驾驶系统功能测试	投标人填写
2	辅助系统功能测试	投标人填写
3	照明系统功能测试	投标人填写
4	空调系统功能测试	投标人填写
5	牵引控制功能测试	投标人填写
6	紧急制动功能测试	投标人填写
7	制动系统功能测试	投标人填写
8	列车网络系统功能测试	投标人填写
9	驾驶控制功能测试	投标人填写
10	视频监控系统功能测试	投标人填写
三	**整车型式试验**	
1	司机室及客室环境检查	投标人填写
2	空气制动系统静置功能试验	投标人填写
3	空压机系统及其气密性试验	投标人填写
4	牵引能力试验	投标人填写
5	供电中断试验	投标人填写
6	线路制动性能试验	投标人填写
7	制动热容量试验	投标人填写
8	防滑保护试验	投标人填写
9	防空转滑行试验	投标人填写
10	内部过电压试验	投标人填写
11	列车静态噪声试验	投标人填写
12	列车动态噪声试验	投标人填写
13	照明系统试验	投标人填写
14	蓄电池性能试验	投标人填写
15	辅助系统试验	投标人填写
18	曲线通过试验	投标人填写

19	EMC 型式试验	投标人填写
20	动态限界试验	投标人填写
21	列车控制系统故障诊断功能试验	投标人填写
22	列车故障性能验证试验	投标人填写
24	火灾自动报警系统试验	投标人填写
	……	…….

13.13 机车平调系统

本批次工程车含机车平调系统 2 套，每套含全数字机车控制台 2 台; 数字手持台 8 台（配锂电池和充电器各 1 个）。

13.12.1 技术参数要求

13.12.1.1 全数字机车控制台

（1）额定电压：DC 24V。

（2）输入电压过/欠压保护功能、反接保护功能、过压抑制功能。输出回路具备过流保护以及过压保护功能。

（3）功率需求：小于 120W

13.12.1.2 数字手持台

（1）额定电压:手持台采用电池供电方式，电池组标称电压 7.2V，电池容易≥2000 毫安。（低电压报警值不低于 6.9V）工作方式：同频单工。工作温度：-25-+55 度。配锂电池和充电器各 1 个。

（2）机车平调系统产品通过技术评审的可提供相应的技术审查报告。

13.12.2 系统功能要求

13.12.2.1 机车信号接收功能

设备具有机车信号接收功能，能正确接收和显示 ZPW2000（UM71 信息）、移频（3060 和 1.9 模式）、交流计数和微电子交流计数（25Hz 和 50Hz）、极频信息、以及 UM2000、单轨条移频信息。

防止轨道车“两冒一超”监控功能

通过该设备运用可防止轨道车超速或越过关闭的信号机；防止轨道车运行速度超过线路允许速度；防止轨道车运行速度超过线路临时限制速度。防止轨道车高于规定的调车运行速度进行调车作业。防止轨道车高于规定的限制速度进行区间施工作业。防止轨道车溜逸。

13.12.2.2 调车安全控制功能

调车员所使用的手持调车台具有距离控制功能，能按照三、二、一顺序发送，可跳序发送但不可逆序发送，当发送过停车、推进、连接、溜放等信号后方可重新发送。设备具有调车限速控制功能，调车时最高限速为 15km/h(可设置)，实现“三、二、一”车距离信号发出后对轨道车分别进行“15km/h、10km/h、5km/h”限速控制功能。

13.12.2.3 通话.识别.显示功能

对调车人员发出的调车指令进行显示，语音双重识别，以灯显为主，发出回示声并记录信令时间。

13.12.2.4 指令编码验证功能

手持调车台发出的紧急停车指令必须由本手持调车台自己解锁，无法互相解锁。

13.12.2.5 数据的软件分析功能

设备以及平调设备的运行数据可以用专用的 U 盘进行转储，转储的数据分别通过对应的分析软件进行数据分析。

14 混合动力接触网检修作业车、接触网架线作业车、接触网放线车

混合动力接触网检修作业车、接触网架线作业车从交付至指定地点之日起进入为期 3 个月的“试用期”，期间发生的所有涉及厂家人员培训、调试、故障处理的差旅费用及燃油消耗费用由供货商自行承担，同时厂家需提供接触网检修作业车和接触网架线车首次保养的人工、油料、物料等更换服务，并对运营公司工程车维护人员进行首保培训（以上所有费用由厂家承担）。

14.1 混合动力接触网检修作业车

14.1.1 标准与规范

采用的主要技术标准及规范参考附表，以实际设计为准。

14.1.2 设备功用

混合动力接触网检修检测车作为自带牵引动力的车辆，主要用于：

（1）南京地铁接触网的架线、检修、维护和在线检测作业。

（2）混合动力接触网检修车配置蓄电池组和变流器，为线路作业提供工频电源。

（3）为牵引其它无动力轨道车辆的牵引进行作业。

（4）在车辆段平直道上，当数控不落轮镟床用遥控公铁两用车发生故障时，可用于牵引列车实施被镟轮对在机床上的轨向定位。

14.1.3 设备主要功能与技术特点

（1）混合动力接触网检修作业车单机运行最高速度 80 km/h。

（2）混合动力接触网检修作业车采用柴油机+动力电池作为动力。可单独使用柴油机、动力电池或两者同时向机车牵引系统、辅助系统供电；作业车可静止状态下通过地面电源为充电，也可在检测车作业车静止状态下由柴油机向动力电池充电。

（3）混合动力接触网检修作业车具备在线、实时、自动检测、记录接触网状态和参数的功能（混合动力接触网检修作业车预留接触网检测系统安装接口）。

（4）混合动力接触网检修作业车具有故障自动监测、诊断、报警、显示和控制的安全保护功能，并具有储存必要运行参数，方便调用数据分析事故的功能。

（5）混合动力接触网检修作业车具有电制动功能。

（6）混合动力接触网检修作业车采用阻燃材料。作业车按有关规定设置防火和消防措施，司机室内设置灭火器。

（7）混合动力接触网检修作业车靠右线行驶，设置两个司机操控台，用于作业车前、后向运行。司机室配置顶置式单元空调机组和风扇，空调机无制热功能时须设置电加热器。司机室装有预留与外界联系的车载无线通信装置接口。

（8）混合动力接触网检修作业车的走行部采用转向架形式，轮对在数控不落轮机床镟修时，轮对外置式轴箱满足数控不落轮机床外轴箱支撑和压下装置的接口要求。

（9）发电机组采用电喷柴油机，在轨道交通行业内有大量应用业绩，柴油机的尾气排放不低于欧III排放标准，且加装废气消音装置。

14.1.4 设备主要技术参数及性能

14.1.4.1 混合动力接触网检修作业车牵引能力

（1）单机运行在平直道上最高速度为 80km/h（混合工况）。

（2）在平直道上牵引

纯电工况：混合动力接触网检修作业车单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆 30t 满载轨道平板吊车在平直道上速度≥60km/h。

纯柴油机工况：混合动力接触网检修作业车单机牵引 1 辆满载接触网放线车在平直道上速度≥20km/h。

（3）在 35‰直坡道上牵引

混合动力接触网检修作业车单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆 30t 满载轨道平板吊车，可在 35‰坡道上以不低于 10km/h 的速度通过该坡道（在不撒砂的情况下），以及具有在 35‰坡道上安全停车及坡道起动运行的能力。

14.1.4.2 主要技术参数

轨距	1435mm
轴重（整备状态）	＜14 t

每根轴轴重与该作业车实际平均轴重之差不超过实际平均轴重的 4%。	
作业车速度	
最高运行速度（单机）	80km/h
持续速度	40km/h（以最终设计为准）
作业车挂钩时的最大速度	5 km/h
最小通过曲线半径	100m
电池电量	≥200kWh
功率	整车装机功率≥260kW，其中纯电工况：≥200kW，纯柴油工况≥60kW
轴列式	B0-B0（以最终设计为准）
轮对内侧距	1353±2mm
车轮	采用直径为 φ840mm 的整体辗钢车轮，磨耗型踏面形状按铁标执行
计算用粘着系数 μ	≤0.165 或按照 TB/T1407-1998 取值
作业车主要尺寸	
作业车外形尺寸	由供应商提供
车钩中心距	由供应商提供
两转向架中心距	由供应商提供
固定轴距	由供应商提供
燃油箱容量	设计联络时确定
燃油耗量	设计联络时确定
传动形式	交流电传动
整备重量	≤56 吨
制动方式	空气制动及停车制动
车钩	
车钩型式	13B 号上作用式车钩
车钩中心线高度(距轨面)	880mm±10mm
牵引及制动性能	
起动牵引力	供应商提供
持续牵引力	供应商提供
牵引吨位表	见后表供应商提供

牵引特性	见后表供应商提供
制动特性	供应商提供见后表
在 35‰坡道上实施停车、启动和牵引通过坡道能力	接触网检修车单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆 30t 满载轨道平板吊车
无动力回送最高运行速度	100 km/h，满足铁路回送要求
噪声水平	
司机室噪声	≤78 dB(A)
车外噪声	供应商提供，按 ISO3905 标准测试并满足标准要求
平稳性指标（最高运行速度下）	W≤3.75
脱轨系数	Q/P≤0.8
作业车纵向冲击率	≤0.75m/s^3
限界	符合《地铁设计规范》GB50157-2013 和 CJJ96-2018《地铁限界标准》附录中 B 型车限界要求，并能通过 GB146.1 中华人民共和国铁路机车车辆限界
作业车使用寿命	30 年

14.1.4.3 牵引性能

投标人在投标文件中提供作业车牵引特性曲线，提供单机牵引在各速度下的计算牵引力、启动吨位和在不同速度/坡道下的牵引吨位，并提供计算依据和计算公式（其中推荐粘着系数=0.165）。

牵引特性曲线

投标人在投标文件中，提供投标技术方案的接触网作业车牵引特性曲线。

14.1.4.4 制动性能

投标人将下列工况不同初速下施行常用制动的制动距离（计算值）填入表中，并提供计算依据和计算公式。

平直道上，接触网架线车或接触网检修检测车单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆 30t 满载轨道平板吊车，在满载接触网放线车和满载轨道平板吊车有制动的情况下，不同初速下

的制动距离（计算值）。

14.1.5 设备组成系统主要技术要求

混合动力接触网检修作业车主要由下列部分组成：车体车架车钩系统、牵引传动系统、转向架走行系统、制动系统、柴油交流发电机系统、动力电池系统、电气及控制系统、司机室及空调系统、模拟受电弓系统、随车吊、升降回转作业平台、接触网检测系统安装位置和接口等。

投标文件提供详细的系统配置方案和混合动力接触网检修作业车组成相关说明。

14.1.5.1 车体

（1）车体具有足够的强度和刚度，有良好的动力性能。车体为全钢组焊结构，车体结构应符合 TB/T 2730-1996 要求。车体焊接应符合 TB/T1580-1995 要求。能承受车辆在联挂和正常运行时的冲击和振动。作业车在全整备状态下同时承受 1.3 倍车重的垂直载荷和 1000kN 纵向静载荷时，不会破坏或产生永久变形。在 0～100km/h 范围内，作业车的各种设备及车体不产生共振。车体有效使用期为 30 年，在正常运用条件不产生疲劳损伤。由投标人在投标文件中提供承载分析报告，并出具符合规范标准的证明文件。

（2）车体外墙板的平整度不超过 2mm/m^2。走道和走台地板采用防滑结构。上下车体的扶手，其最低处距轨面高度应不大于 1250mm。

（3）车体设有架车支点和吊车起吊点。为方便起吊，主车架与转向架间、转向架构架与轮对之间应设置连接装置，以防起吊时互相脱开。整车设计应考虑能使用复轨器救援。

（4）安装在车体上的设备具有良好的防雨、防水、防沙、防尘、隔热和通风条件。

（5）车体两端应有适用于调车作业的设施，如扶手、扣链、踏梯等。车体的第一级脚蹬距轨面应尽量接近限界允许的最低高度。脚蹬板应防滑，内侧设止挡。车体两端下方设高度可调整的排障器和扫石器，排障器中央底部能承受相当于 140kN 静压力的冲击力。

（6）作业车装置有头灯、信号灯（标志灯）、安全警示灯、探照灯和高/低音风喇叭。整车照明装置满足夜间和在隧道内操纵车辆和行车的需要。

（7）投标人需提供详细的系统配置方案、整车（车顶，车厢）平面布置图以及外观设计、

司机室装修和并做相关说明。

14.1.5.2 转向架

（1）转向架主要由构架、悬挂装置、轮对轴箱、旁承、牵引装置、基础制动装置、砂箱装置等组成。构架采用整体箱形焊接结构，具有足够的强度和刚度，重要部位进行无损探伤检验。转向架悬挂装置采用二系悬挂，一系采用螺旋钢圆簧加一系垂向减振器，二系采用橡胶堆旁承。牵引装置采用中心销式牵引。轮对定位采用轴箱双侧弹性拉杆定位。车轮采用整体辗钢车轮。轴箱轴承采用滚动轴承。转向架设置有撒砂装置，以便紧急状态下备用。可利用不落轮镟床对钢轨探伤车进行镟轮作业。

（2）轴箱体与构架间设置有连接销，构架与牵引装置间设置有起吊法兰，可实现转向架与车体的整体起吊。

（3）转向架各零部件为成熟运用的产品，满足转向架强度、可靠性及安全性要求。

（4）转向架技术成熟，具有高可靠性和良好的可维修性，运行安全平稳，轴重转移小，粘着利用率高，曲线通过性能好，过曲线轮缘磨耗小。

（5）转向架具有有效部门合格认可证书，或具有多台（4 台作业车及以上）、长期（3 年及以上）安全应用、无重大故障的业绩。

（6）新型转向架需提供构架强度计算书，并按有关标准进行各项静强度和疲劳强度型式试验，提供试验报告。

（7）转向架采用无摇枕结构。构架采用 H 型焊接结构或其它更优结构。构架的设计寿命期为 30 年，整个使用期内不发生疲劳损伤，质量保证期不少于 10 年。

（8）转向架满足曲线通过和动力学性能要求。有利于提高作业车粘着的利用和通过小半径曲线线路。转向架应使作业车具有良好的平稳性和稳定性。配置液压减震器。

（9）转向架采用整体辗钢车轮和磨耗形踏面。同一轮对两个车轮的直径差≤0.5mm，同一转向架两个轮对间车轮直径差≤1mm，同一台作业车两个转向架间轮对车轮直径差≤3mm。

（10）作业车可以在不落轮机床上进行轮对踏面镟削：

（11）除传动轴外，无须拆卸转向架和车体上的任何部件；

（12）轴箱上与不落轮机床外轴箱支承、压下装置接触的两承载面，要便于定位和装夹，

有足够的强度、刚度和位置精度。

（13）作业车与不落轮机床间的接口资料，设计联络时确定。

（14）作业车实施起吊或架车，或当作业车发生脱轨事故后，借助于救援装置顶升车体使作业车复位时，转向架与车体之间、转向架构架与轮对之间应连接牢固，或提供捆绑装置，使之不得互相脱开。

（15）设置撒砂装置，以便紧急状态下备用。砂箱应密封防水，撒砂器应动作灵活、性能可靠。

（16）转向架走行系统都设有轴温报警装置。

14.1.5.3 动力电池系统

投标人需提供钛酸锂动力电池系统至少在城市轨道交通行业有 1 个同类设备成功运用的证明文件，证明文件须同时提供①合同协议书、②竣工验收报告或用户证明文件。

（1）总体要求

动力电池系统的总体技术要求、设计制造、检验方法、检验规则等原则上参照 GB/T 44386-2024 轨道交通 机车车辆 车载牵引锂离子电池执行，如采用**国铁集团标准体系**（TJ/JW 124 机车、动车组牵引用动力电池系统安全性设计暂行技术规范；TJ/JW 125 机车、动车组用动力锂离子电池综合性能评估暂行技术规范；TJ/JW 126 机车、动车组用锂离子动力电池试验暂行技术规范 第 1 部分：电池单体和模块；TJ/JW 127 机车、动车组用锂离子动力电池试验暂行技术规范 第 2 部分：电池包和系统；TJ/JW 128 机车、动车组用锂离子动力电池热保障系统暂行技术规范；TJ/JW 129 机车、动车组用管理系统(BMS)暂行技术规范）需说明理由方可执行,设计联络时确定。

（2）功能要求

配置动力电池系统，动力电池与柴油发电机组一起组成混合动力系统，向作业车牵引及辅助系统提供电源。满足完整区间作业走行，牵引作业车辆，附属装置电量消耗及起停次数需求（根据实际线路工况调整）。

动力电池系统配置蓄电池管理系统 BMS，实时采集动力电池系统状态信息，对动力电池系统的安全性进行监控和保护管理，进行电池系统充放电逻辑控制、故障的检测、诊断与保护，故障保护需与整车进行联动，同时具备数据储存功能。包括：

⑤ 设定安全工作范围，动力电池在输出功率时，应工作在设定的安全工作范围之内。

⑥ BMS 对于各节动力电池单体进行各种状态估计（SOC、SOH、SOF 等），对于异常的单体进行关注，对于出现的一致性问题进行合理的均衡。

⑦ BMS 基于电池系统的热管理设计，对电池温度进行监控，保证电池系统温度的合理与一致性。

⑧ 对于超出安全阈值的事件，BMS 具有主动报警和保护功能。

（3）容量需求

动力电池类型为钛酸锂电池，满足持续大电流放电、大容量、免维护、环保性要求。电池组容量不低于 150 kWh（暂定），确保在未进行制动能量回收情况下，实际可用电量满足双机重联机车（自重 112t）牵引 120t 负载的工况下行驶 11 号线从车辆段到底站单程的用电量加上停车持续作业 2 小时的牵引及附属设备用电量。投标人提供电池容量仿真计算说明书。

（4）寿命需求

①循环次数达到 10000 次或 10 年(以先到为准)时放电容量不低于初始容量的 80%。

② 按照交流传动内燃机车一个月循环充电 2~4 次情况下，动力电池在正常使用条件下的寿命不低于 10 年。需提供动力电池按照 30 年全寿命周期内维护方式、更换成本计算等说明书。

③投标人需提供动力电池寿命到期后废旧蓄电池的处理方案。

（5）充放电要求

① 动力电池应能够通过两种不同的电源充电：辅助发电机在线充电和库内外接三相 AC380V、50Hz 电源充电。机车的设计应保证在库内充电时机车不会移动。根据库内充电条件可实现 2-3 小时内充满，在线可实现 4-6 小时内充满，并提供相关方案说明。

② 动力电池须保证在最低环境温度（-20℃或视所在城市最低温设定）可正常充放电，投标人提供动力电池充电规范。

③ 地面外界充电接口需求：地面充电设施的供货及安装由动力电池厂家实施。招标人负责将 380V 电源引入充电位置附近的电气控制箱，以电气控制箱为分界点，电气控制箱以下部分由由动力电池厂家负责。如采用地面充电桩形式充电，需配套提供 2 套地面充电桩、充电插头和相关接线设置于车辆段工程车库。

（6）动力电池设计和制造要求

动力电池应进行最小单元、能量分割、隔热、安全维护、防止短路等方面的被动防护设计，同时应具有数据监测、分级保护、火灾防控的主动安全防护设计。

动力电池系统内非金属材料应采用难燃或阻燃材料，防火性能应符合 TB/T 3138-2018 表 A.1 难燃及以上要求标准要求或符合 EN45545-2 HL2 及其以上要求；

蓄电池牵引设备中的所有电缆采用无卤、阻燃且低烟无毒材料，满足 TB/T 1484.1-2017《机车车辆电缆 第 1 部分：动力和控制电缆》标准要求，尽量不使用采样线束；

动力电池系统振动冲击要求应满足 GB/T 21563-2018 中 1 类 A 级的要求，可提供类似产品的试验报告；箱体焊接符合 EN15085 焊接要求，所有焊缝应成形良好，无焊接缺陷。

具有良好的电磁兼容性，符合 GB 24338 标准关于电磁兼容性的要求；

（7）动力电池试验项点及试验要求

① 动力电池单体和模块

所用动力电池单体或模块在正式投用本项目前需进行相关单体、模块的试验（包括标准试验、安全试验、工况验证试验），电池单体安全性能要求不起火、不爆炸，具体试验项点及检验方法参考标准，具体及要求在设计联络讨论确定。投标人需提供既有同型号电池单体的类似相关试验报告。

②动力电池电池包和系统

所用动力电池电池包或系统在正式投用本项目前需进行相关电池包或系统的部分试验（包括标准试验、安全试验、工况验证试验），安全试验中碰撞试验可仿真模拟，部分试验项允许使用配重块替代部分电池包做试验，电池系统安全性能整体要求无泄漏、无外壳破裂、不起火、不爆发，具体试验项点及检验方法参考下表，具体及要求在设计联络讨论确定。投标人需提供既有动力电池系统的类似相关试验报告。

③动力电池试验报告要求

投标人采用的动力电池单体或模块、电池包或系统产品在本项目投用前需取得相关第三方认证机构（铁科院）出具的型式/例行试验合格报告（盖章 CMA 或 CNAS）经招标人评审合格后方可组装上车。试验标准参照 GB/T 44386-2024 轨道交通 机车车辆 车载牵引锂离子电池执行，如报告采用的中车企标或铁总技术规范中试验性能要求和 GB/T 44386-2024 测试方法及要求一致的，相关报告提交招标人审核后可直接替代不必再做试验，具体事宜后期双方协商确定。

④GB/T 44386-2024 轨道交通 机车车辆 车载牵引锂离子电池试验项点

表 2 检验项目

检验项目			测试对象		技术要求对应的条款	试验方法对应的条款
			型式检验	出厂检验		
电气试验	电性能试验	25 ℃放电性能	C 和 B	C 或 B	15.2.1	15.2.1
		低温放电性能	C	—	15.2.1	15.2.1
		高倍率放电性能	C	—	15.2.1	15.2.1
		荷电保持与容量恢复	C	—	15.2.1	15.2.1
		交流内阻	C	—	15.2.1	15.2.1
		直流内阻	C 和 B	B	15.2.1	15.2.1
		循环寿命	C	—	15.2.1	15.2.1
	BMS 试验		B	—	5.3 、11.7	15.2.2
	性能试验		B	—	13.1	15.2.3
	循环寿命	循环寿命试验(通用)	C	—	13.3	15.2.4.2
		循环寿命试验(高功率)	C[a]	—	13.3	15.2.4.3
	介电试验		B	B	7.4.3	15.2.5
	自放电试验		B	—	14.3	15.2.6
	均衡试验		B	—	11.7	15.2.7
机械试验	外观检查		B[b]	B[b]	12.1 、10	15.3.1
	质量测量		B	—	12.1 、10	15.3.2
	冲击和振动试验		B	—	12.2	15.3.3
	防护等级试验		B	—	12.3	15.3.4
安全试验(电池安全试验)	产品安全试验	外部短路试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		冲击试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		跌落试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		热滥用试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		过充试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		强制放电试验	C	—	9.1	15.4.1.2
		内短路试验	C[c]	—	9.1	15.4.1.2
		热扩散试验	B	—	9.1	15.4.1.2
		温度冲击试验	B 或 C	—	9.1	15.4.1.2
	功能安全试验	电压过充控制	B	—	9.1	15.4.1.3 、15.2.2.2
		电流过充控制	B	—	9.1	15.4.1.3 、15.2.2.2
		过热控制	B	—	9.1	15.4.1.3 、15.2.2.2

表 2 检验项目 (续)

检验项目			测试对象		技术要求对应的条款	试验方法对应的条款
			型式检验	出厂检验		
安全试验(机车车辆特殊试验)	安全标志		B	—	9.2	15.4.2.2
	外部短路试验	组合试验	B	—	15.4.2.3.2	15.4.2.3.2
		组件试验	B 或 C	—	15.4.2.3.3	15.4.2.3.3
	隔离系统试验		B	—	9.3	15.4.2.4
	防火试验		B	—	9.4	15.4.2.5
	电磁兼容试验		B	—	7.5	15.4.2.6

注 1:测试对象列中,C 表示单体电池,B 表示电池系统。

注 2:按照 IEC 62620:2014 的规定进行单体电池试验。

[a] 对于具有高功率充放电性能要求的应用,该试验是强制性的。

[b] 电池系统组件(如电池包/电池模组、电池箱)的尺寸应根据所提供的计量单位进行测量。

[c] 该试验是可选的。

14.1.5.4 辅助柴油发电机

混合动力接触网检修作业车选用轨道交通大量应用的辅助柴油发电机，，要求柴油机具有可靠性高、油耗低、噪音小和技术先进等特点。

（1）配置进口柴油机和交流发电机组，其装车功率不小于 60kW，柴油机的废气排放不得低于欧Ⅲ标准。

（2）每辆作业车两端均设置作业电源配电盘、专用航空接头、动力电缆及插头，配电盘加装防护罩。

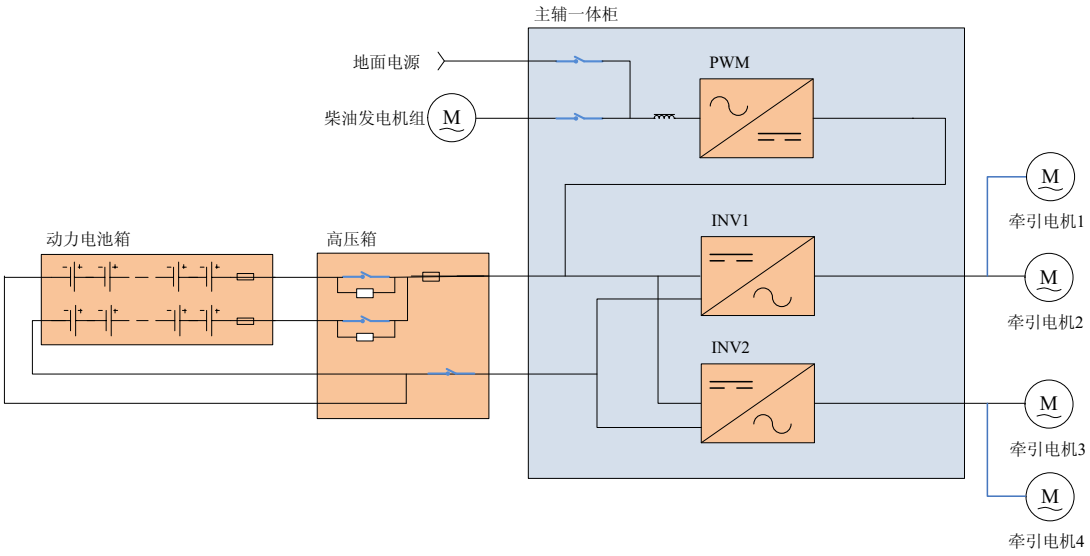
（3）当蓄电池组电量不足时，可以启动辅助柴油交流发电机组为蓄电池充电。

（4）投标人在投标文件中提供柴油发电机组规格型号及主要技术参数。

14.1.5.6 牵引传动系统

混合动力接触网检修作业车采用交流牵引传动系统，牵引传动系统由动力电池或柴油发电机组供电，牵引变流柜将输入电源逆变为可变频变压的三相交流电源为牵引电机供电，牵引电机将电能转化为机械能，驱动轮对运转。牵引电机采用交流异步电机。在动力电池 SOC 较低时，牵引电机转为发电工况将机械能转为电能储存在动力电池内，实现制动能量回收利用，不设制动电阻。

牵引传动系统主要由柴油发电机组、动力蓄电池、PWM 整流模块、牵引逆变模块、牵引电机等组成，采用主辅共中间直流环节电路拓扑形式。主要功能是将机车动力源提供的交直流电压转换成动力电池组、牵引电机、空压机、DC24V 控制蓄电池、空调、DC24V 负载、生活用电负载等所需的交直流电压，驱动这些负载运行。牵引传动系统原理可参考下图，具体根据自身方案确定。



- PWM 整流模块主要参数：

额定输入电压：3 相 AC 380 V

输入电压频率：(50±1) Hz

输入电源功率：300 kW

输入电压来源：柴油发电机组/地面充电电源

额定输出电压：DC 608 V

输出电压范围：DC (570～780) V

额定输出电流：500 A

额定输出功率：300 kW

- 牵引逆变模块模块主要参数：

额定输入电压：DC 608 V

输入电压范围：DC (570～780) V

额定输出电压：3AC 410 V

输出电压范围：3AC (0～546) V

额定输出电流：558 A

最大输出电流：768 A（持续 10s，间隔 2 min）

额定输出功率：300 kW

效率：≥97%

- 牵引电机主要参数：

电机类型：S2（1 小时制）

额定功率： ≥40 kW

最大扭矩：≥1100 Nm（900 Nm 可持续 20min）

最高转速：≥3750 r/min

14.1.5.7 制动系统

制动系统组成包含压缩空气供给系统和空气制动系统，主要由作业车制动机、空气压缩机、空气滤清器、油水分离器、贮风缸、单元制动缸、闸瓦以及由止回阀、安全阀、压力表、阀门、管接头、联结管路、制动软管等组成。投标文件提供具体的技术方案及说明。

14.1.5.7.1 压缩空气供给系统

（1）压缩空气供给系统的作用是产生、净化和储备压缩空气，供给车上各种风动设备、空气制动机使用。压缩空气供气量主要供给空气制动机，同时应计及缓解列车停放制动用风和作业车前后端高低音风笛及撒砂装置等风动设备所需风量。

（2）采用铁路机车专用空气压缩机。投标文件提供空压机额定排气量（m3/min）、排气压力（kPa）等技术参数。空气压缩机的驱动方式要保证在压缩空气压力达到额定压力时，系统自动卸载，卸载可靠、能量损失小。投标方案如选用螺杆式空气压缩机将在评标中视为优势。

（3）当达到需要风压时当达到需要风压时空压机停止工作。

（4）总风缸、管中的压缩空气最大工作压力不低于 800kPa。在风源系统中应设有安全阀，以防止在空压机压力调节开关或其它控制设备发生故障时系统压力上升过高。总风缸下部设有自动排水阀，空压机启动或停止时，自动排水..。压缩空气管路采用耐腐蚀的钢管。

（5）总风缸容积 300L，总风缸压力从 0 升至 800 的时间 3.6min。

14.1.5.7.2 制动系统主要功能要求

（1）具有空气制动和蓄能制动机能。可实施常用制动、紧急制动和停放制动。

（2）作业车可与采用空气制动系统的车辆联挂，装备可与铁路列车连接用的制动风管。

（3）空气制动装置应具有无火回送制动功能。

（4）坡道制动能力：制动装置能保证单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆满载轨道平板吊车，位于 35‰坡道上制动停车不会下滑，并可上坡启动运行通过坡道。

（5）停放制动能力：作业车停放制动能力应能保证单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆满载轨道平板吊车，位于 35‰坡道上实施有效的停放制动。作业车在 35‰坡道上停放制动，应考虑最大风力影响。

（6）制动距离

在平直轨道上施行单机常用制动，当初速 V=50km/h 时，制动距离≤160 米。在平直线路上作业车单机紧急制动距离应符合有关规定。

常用制动冲击率≤0.75m/s3（紧急制动作用时不受此限制）。

14.1.5.7.3 空气制动机

（1）采用 JZ-7/7G 型空气制动机，以压缩空气作为介质，实施减压制动。

（2）JZ-7/7G 型空气制动机可操纵全列车的制动及缓解，或只操纵作业车本身的制动及缓解。具有一次缓解、阶段缓解和分级制动的性能。

14.1.5.7.4 基础制动装置和停放制动

（1）基础制动装置采用具有停放功能的单元制动器、单侧双闸瓦结构型式。

（2）单元制动器主要包括制动缸、制动力放大机构、单向间隙自动调整器、用于停放制动的弹簧停车制动器以及手动缓解装置。单元制动器具有失压自动制动功能。具有停放功能的单元制动器带有 1/2 停放制动功能。

（3）各轴单元制动器制动缸主管处均设有截断塞门，在该轴上单元制动器故障时，可将塞门置于截断位，使该轴单元制动器隔离，不影响其它轴单元制动器的作用。

（4）闸瓦材质应符合相关标准要求，闸瓦在运用中不产生偏磨。

（5）制动及风源系统应采用模块化设计以方便更换及维修；经常需要维护保养的零部件应靠近车外侧；与气、电相关的试验接头、接口应采用快速连接方式并方便接近，在连接时不得要求拆卸车上的管或线。

（6）制动系统选用部件应当采用铁路系统广泛应用的产品，且供应商应为国内知名厂家。

14.1.5.7.5 制动装置主要技术参数

- 制动机型号　　JZ-7/7G
- 带弹簧的单元制动器型号　　（由供应商提供）
- 闸瓦间隙自动调节器型号　　（由供应商提供）
- 制动缸直径（mm）　　（由供应商提供）
- 制动倍率　　（由供应商提供）
- 弹簧停车制动单元输出力（kN）　　（由供应商提供）
- 单元制动器传递效率　　（由供应商提供）
- 常用制动制动缸压力（kPa）　　（由供应商提供）
- 紧急制动制动缸压力（kPa）　　（由供应商提供）
- 空压机充风量（m^3/min）　　（由供应商提供）
- 闸瓦材质　　（由供应商提供）
- 闸瓦与车轮踏面正常间隙（mm）　　（由供应商提供）
- 闸瓦间隙一次调节量约（mm）　　（由供应商提供）
- 最大闸瓦间隙调整能力（mm）　　（由供应商提供）

14.1.5.8 车钩及缓冲器

作业车前后各安装一套 13B 号上作用式车钩，车钩高度距轨面 880±10 mm。

作业车宜采用体积小，容量大，性能稳定的缓冲器。在 5km/h 速度与其他车辆连挂时，作业车缓冲器应能完全吸收这一冲量，以确保安全。推荐采用 ST 型缓冲器。

14.1.5.9 司机室及空调、通讯系统

（1）设置一间司机室、两个司机操纵台。

作业车靠右侧行驶。设置一间司机室，设置两个操控功能完全相同的两个司机操纵台，分别操控作业车前/后向运行。两台前/后运行方向操纵台间应实施联锁，只允许其中的一台激活，并由一名司机操作。

操纵台布置有显示屏、方向/速度控制手柄、JZ-7/7G 制动阀（单独制动阀和自动制动

阀）、停放制动缓解按钮、紧急制动按钮，以及保证作业车正常运行的各种监视仪表、指示灯、报警显示装置、风压表、开关按钮等，微机显示屏可显示电压、电流。操纵台上司机控制器设置于司机右手位，制动机设置于司机左手位。司机控制器采用地铁大量应用的产品。

（2）司机室司机视野开阔，了望条件好。司机室宽敞明亮，造型美观大方。司机室座椅和操纵台按人机工程设计布置。司机室座椅坐、靠舒适，前后可移动，高度可调整，方向可旋转，靠背倾角与座垫斜度可调。

（3）作业车司机室采用减震、密封设计。司机室内采用隔音、高效吸声材料，降低司机室噪音。车内蒙板采用多孔吸音铝板。顶棚、侧墙和地板都要做隔声/吸音处理。司机室与外部连接的电线管路、空气管路等都要进行密封处理。作业车满负荷运转时，司机室内噪音≤78dB(A)。

（4）司机室顶外设置环保型单元式空调机组（铁路专用型或广泛使用）。操纵台上方设置电风扇。司机室内设置冬季取暖的电加热器。

（5）司机室通讯设备：预留车载电台和天线的安装条件。

（6）司机室前挡风玻璃窗为双层夹胶安全玻璃，安装喷水式双速电动刮雨器及遮阳装置。前窗和侧窗配置应符合 GB 规定。司机室两端头设有前照灯、信号灯（标志灯）、安全警示灯、近照灯和电或气喇叭。

（7）司机室内装饰均采用环保、隔热、隔声/吸音、难燃/阻燃、无毒或低毒材料，并设有灭火器。

（8）司机室内设有摄像装置监控操纵台，内存容量不少于 2T，至少 6 路摄像头（2 路前后线路监控；2 路车钩连挂监控；2 路司机操作监控），清晰度不低于 1080p，显示屏可以显示 6 路摄像头画面。

（9）距离司机室最远两端应安装摄像装置，司机室内设有摄像显示器，方便司乘人员作业瞭望。

（10）司机室内应设随车工具箱，以及衣柜、开水器等必要生活设施。

（11）各仪器、仪表、阀件类在项目预验收时间内，需提供在有效期内的计量检验合格证书。

14.1.5.10 控制及电气系统

作业车的牵引和控制以及监督与诊断，采用由微处理器和列车通信网络系统组成的控制装置，具有对作业车实施运行控制、保护、故障诊断和检修预报等功能，并具有冗余结构。

14.1.5.10.1 混合动力控制系统

作业车在操纵台上设置工况选择开关可选择以下 3 种运用模式：纯电模式、纯柴模式、地面充电模式。

纯电模式：动力蓄电池投入使用，当前机车所有能量均来源于动力电池。

纯柴模式：当纯电模式失效，由柴油发电机组启动牵引机车单机回库。

地面充电模式：连接地面充电插头到机车充电插座，工况开关置于“地面充电”位，机车进入“地面充电”模式。根据地面电源供电功率，选择充电限制功率，微机自动控制充电机以限制功率对动力蓄电池充电。地面充电模式下禁止行车。当地面电源故障时，启动本车柴油机为动力电池充电。

14.1.5.10.2 动力电池管理系统（BMS）

主要功能包含：

（1）检测锂电池电压（电池组总电压和电池单体电压）、电池组回路电流、电池包内部温度等相关参数，防止电池过充、过放、过流、过温的安全防护功能；

（2）记录电池系统故障信息并进行诊断，根据故障内容完故障信息上报、实时报警和故障保护等；

（3）具有自检功能，对 BMS 主要功能进行初步筛查识别，对严重影响使用和安全的功能异常给出报警；

（4）具有与车辆段其他控制器信息交互功能；

（5）应能通过与车载充电机实时通信实现对充电过程的控制和管理；

（6）具有绝缘电阻值检测、高压互锁监控；

（7）具有 SOC 估算功能，宜具有 SOP 估算和均衡功能。

14.1.5.10.3 行车控制系统

行车控制系统采用 PLC 或微机控制系统，主要实现下列（但不限于）控制功能：

（1）作业车的工况切换

（2）柴油机起动、停机控制功能。

（3）作业车的起动、换向和调速控制功能。

（4）自动保护功能。

（5）故障自动诊断、显示和报警功能

（6）运行数据记录功能。

控制系统具备运行数据记录功能。即系统能记录作业车走行时的蓄电池信息、车速、运行方向、指令输出，故障现象等。各种输入、输出量记录到一个存储卡内，并能将全部的信息用笔记本电脑读出，以便分析事故原因。控制系统应能记录作业车累计运行时间，故障累计次数等重要的作业车信息。

14.1.5.11 辅助系统

14.1.5.11.1 辅助电源

作业车具有直流和交流两种辅助电源，为行车控制、作业车照明、空压机、空调机以及生活电气设施等提供电源。

交流电源 AC380V/ AC220V：为空调、液压升降平台、空压机、生活用电等设备供电。作业车两端设 AC380V/ AC220V 供电插座，方便检修设备取电。

直流电源 DC24V：为作业车控制及照明系统供电。柴油发电机启动由柴油发电机组自带蓄电池供电。作业车配置 DC24V 控制蓄电池及 24V 充电机，24V 充电机启动前由控制蓄电池供电，24V 充电机启动后由充电机供电并同时向控制蓄电池充电。

14.1.5.11.2 作业车照明

（1）作业车两端头、司机室、车底架下方、电器柜内等均设置照明。作业车照明电路使用 DC24V 的电源。

（2）司机室在人工照明条件下，司机室地板面中央照度不小于 30lx，司机操纵台上方应不小于 60 lx。照明灯关闭后，司机应能根据指示灯和仪表灯正常观察和操作。仪表和显示屏在日光下和晚上关闭照明时，应能在 500mm 处清楚看见显示值。指示灯和人工照明等不应引起司机对信号产生错觉。

（3）作业车两端头应装有前照灯、信号灯（标志灯）、安全警示灯、近照灯。前照灯在作业车最大作业速度时的紧急制动距离终端处的照度应不小于 2 lx。信号灯（标志灯）的安装位置、颜色、亮度应符合有关规定。

（4）混合动力接触网检修作业车工作区的照度应不低于 30 lx，车底架下方设若干防雨的照明灯和插座。

投标文件提供电气系统原理图及相关说明。

14.1.5.12 液压升降回转作业平台

（1）接触网检修作业车和架线车均配有全液压升降回转平台，立柱为箱型焊接结构，安装双作用油缸，具有较高的承载能力。立柱侧面设有上下平台的梯子。平台地板为花纹钢板，栏杆下部设有围板，可防止物件坠落。平台支撑采用滚轮方式，以保证在立柱不升起时可回转。

（2）设有两套控制装置，一套设于平台上部，一套设于平台下部，两套装置通过转换开关转换并互锁，均可控制平台的升降回转。

（3）立柱及平台上均有检修孔，以方便油缸的维护。

（4）回转机构采用带式制动器制动，性能稳定，使用寿命长。

（5）平台上升、回转均设有防水型限位行程开关，采用机械限位固定方式，设置安全连锁保护，立柱必须升起至可回转安全高度后方可回转。

（6）操纵装置装有紧急开关，在平台升降回转失控情况下，可以迅速切断主油路使平台停止动作。

（7）设有应急手动泵，当主液压油路出现故障时，可使作业机构迅速回复到行车状态。

（8）设有机械式手动平台回转装置，在平台回转机构液压系统出现故障时，可手动将平台复位。

（9）立柱升降液压回路设有截止阀,在立柱液压系统出现故障时能通过打开此截止阀使立柱依靠自重下降而迅速复位。

（10）电磁换向阀设有手动机构，在电控部分出现故障时可用手动进行操纵。

（11）作业平台上设有六组可调节方向的照明灯和两盏可调节方向的 LED 泛光灯（功率≤23W，光通量≥1600lm），作业平台底设有工作灯。

（12）升降平台上方配置能与作业车司机室的有线/无线通信设施。

（13）作业平台技术参数：

平台面积(长×宽)（mm×mm）	投标人提供
远端距回转中心距离（mm）	投标人提供
平台地板距轨面高度（mm）	投标人提供
旋转角度（°）	投标人提供
平台远端最大载荷（kg）	投标人提供
平台回转中心最大载荷（kg）	投标人提供
导线拨线范围（mm）	投标人提供
拨线装置拨线力（N）	投标人提供
导线支撑装置	投标人提供

14.1.5.13 受电弓

接触网检修检测车车顶上方设有检测受电弓，受电弓不用时可撤回。由于接触网检修检测车要安装接触网检测设备，所以该检测受电弓应充分考虑接触网检测设备接口。受电弓参数基本要求：

（1）采用单臂、轻型受电弓；

（2）升弓、落弓有司机室按钮控制；

（3）在控制电压过低或气压过低的情况下受电弓要处于落弓位置；

（4）接触网故障时检测受电弓必须具有保护降弓功能；

（5）要能紧急升弓（在控制电压过低或气压过低的情况下）；

（6）所有静态和动态尺寸应能符合车辆限界和车辆段设施的要求；

（7）金属化的碳滑板长度：＞1000mm；

（8）弓头宽度：≥1700mm；

（9）受电弓与接触网的最大滑行范围：±500mm；

（10）标准静接触压力 120N，并在 120N~140N 之间范围内可调；

（11）应能在各种轨道条件下，保证与架空线具有良好的接触状态，压力差不得大于

10N；

（12）应设置垂向止挡以防止受电弓在无接触网区段上的垂向运动；

（13）升弓时不应对接触网有严重冲击，落弓时不应该对底架有严重冲击；

（14）受电弓寿命必须大于 IEC 标准的规定；试验应按 IEC 或相当的标准进行；

（15）应采用成熟产品。

投标人的外购受电弓应当充分考虑南京地铁车辆选型后的受电弓参数要求，在国内选择有实力的厂家供货。此项工作将在设计联络时具体讨论。

14.1.5.14 接触网检测系统

（1）总体要求

①检测系统应能满足在接触网带电或不带电的情况下，对接触网主要参数进行检测，实现对被测线路的即时检测。

②检测系统应是先进、稳定、成熟的产品。检测数据能直接指导施工及维护单位进行故障消缺。

（2）基本要求

①检测方式：检测系统应采用接触式和非接触式相结合的检测方法对接触网参数进行检测，其中非接触式采用机器视觉技术对接触网几何参数进行实时、高精度检测。

②补偿方式：检测系统应在车辆底部安装传感器用于确定车辆倾斜的角度，建立系统的数学模型运算，从而计算出接触线相对轨道中心的位置，用于补偿车辆动态检测的接触网线几何参数针对轨道中心的情况。

③定位方式：采用精度较高的定位技术，确保实现接触网监测精准定位。

④检测系统应在车顶安装工业级高清摄像监控装置，用于弓网工况实时监控，并将监控画面传输至监控视频上，便于实时观看。

车顶应设检测人员工作台，在车顶检测受电弓附近设置探照灯，以便夜间（或隧道内）观察受电弓的工作状态。此外还应考虑设置检测设备需要的其它探照灯。

检修检测车上配置驾驶室、配电室和液压升降回转作业平台、起重装置等。

（3）环境要求

工作温度：-30℃～55℃

工作湿度：<98%

装车运行速度：0～120km/h

接触网材质：适用于钢、铜等各种材料的接触导线

接触网电压：DC0～2000V。

（4）主要检测参数及性能指标见下表：

序号	检测内容		测量范围	辨率	测量误差
1	线高度	刚性	3900mm～4500mm	1mm	±10mm
		柔性	3900mm～5500mm	1mm	±10mm
2	拉出值	刚性	±350mm	1mm	±10mm
		柔性	±400mm	1mm	±10mm
3	导线坡度		≤25‰		≤1‰
4	跨距高差		0～600mm	1mm	±10mm
5	接触线水平距离		0～800mm	1mm	±10mm
6	接触线垂直距离		0～600mm	1mm	±10mm
7	弓网冲击（硬点）		±200g	1g	±5g
8	弓网接触压力		0～300N	1N	±5N
9	振动补偿（水平、垂直）		±200mm	1mm	±2mm
10	速度		0～120km/h		±0.5km/h
11	里程		0～999km		±1m/km
12	接触线磨耗		0～15mm	0.1mm	≤0.5mm
13	偏磨			2m	5m
14	锚段关节接触线水平距离		0～400mm	1mm	±10mm
15	锚段关节接触线高差		0～300mm	1mm	±2mm
16	线岔（渡线）处接触线相对位置		需要测始触区	5mm	±10mm

17	刚柔过渡接触线水平距离	0～400mm	1mm	±10mm
18	刚柔过渡接触线高差	0～300mm	1mm	±5mm

（5）主要功能要求

自检功能：检测装置应具备对各路数据通道实现自检，对主机系统实现自诊断。

检测功能：检测装置应能对给出的所有参数进行实时、动静态高精度检测。

输出功能：输出功能应包括光盘刻录输出、插接硬盘等输出，监视器实时显示，并能实现拉出值、导线高度等主要项目的超限显示。

测量处理后的结果可以实时在显示屏终端上输出，或存储以后输出、输入。输出项目包括：检测时间、站场、区间、桥梁、隧道名、杆（定）位点、车速、公里标、拉出值、导线高度、磨耗、硬点等，所有输出项目均有汉字支持。测量处理后的结果能够实现office/wps软件查阅、编辑。输出的数据可经修订后导回到数据库。

分析、报告功能：有记录、分析处理检测数据功能，并能形成报表，实现环比、同比分析，自动确定Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类缺陷，缺陷的指标范围可设定权限修改。

履历功能：具有快速全面的查出设备履历信息功能，包含检测系统各软/硬件设备信息、设备检测记录、维修记录、保养记录等。

在运行线路的任何位置均能实现有权限人工干预，并能改变检测起点，实现人机联系。

数据库采用oracle Database 12c正版软件，易于实现编辑、扩充、通用。

检测装置应具有车辆振动补偿功能：振动补偿系统通过采集检测车行驶过程中所产生的振动数据，计算出行驶过程中车体的水平和垂直方向的位移，对检测结果进行修正，得到静态接触网几何参数。

计算机系统应采用性能稳定、抗干扰能力强的工控机，采用Windows下的全中文界面，其硬件配备应保证计算机的先进水平。

硬件接口必须具有高可靠性、低功耗、通用性和可扩展性，检测设备应为积木单元结构式设计，与备件替换方便。

（6）网络要求

车载网络应符合TB/T3035中多功能车辆总线要求，具备支持数据、图像和声音等多媒体传输，能完成检测系统各部分间的控制信息和数据交换的功能。应具备检测数据下载标准接口。

14.1.6 设备安全系统技术要求

（1）作业车应设置自动保护和监测系统，在作业车运行过程中保护柴油机不致因润滑油压不足、冷却水温过高、水箱缺水、作业车超速等原因导致设备损坏。

（2） 作业车应具备故障诊断、显示和报警功能。能将各种数据量（包括蓄电池电量、蓄电池电压、蓄电池电流、车速）、输出量（输出功率等）和各种故障状态都显示在液晶显示屏上，并用中文标注。作业车发生故障时，在执行保护的同时，还会将故障代码显示在数字窗口上，同时发出声光报警信号，以便司机和维修人员通过控制器面板上的故障值查询表迅速查找到故障点，做出快速处理。通过复示器显示运行方向、档位、故障代码等，以便司机随时了解运行时的各种技术状态。 诊断系统应具有显示故障部位和存储故障信息三个工作日的能力。投标人提供接触网作业车故障诊断工具、数据线及诊断软件 1 套（如有）。提供具体的 PLC 或微机控制及故障诊断记录方案、配置清单和详细说明。

（3）作业车应具有（但不限于）如下的监视、显示、告警、卸载、停机等的分级保护功能：

- 动力电池组过充、过放、过温、过流、过压、短路等保护；
- 动力电池电压、电流、温度、放电功率、一致性偏差等异常报警；
- 动力电池系统接触器故障、主回路绝缘破坏报警；
- 动力电池组设定 SOC 剩余电量不足报警；
- 牵引和辅助系统故障报警；
- 牵引系统电制动力不足和电池能量回收过多告警；
- 柴油发电机故障报警；
- 柴油发电机起动、油压、水温显示与卸载保护；
- 车轴齿轮箱油温报警与显示；
- 作业车超速报警、显示与自动接通紧急制动；
- 作业车设置防误操作保护。

（4） 报警处置

当车速达到 80km/h 时，控制系统输出报警信号。

当作业车速度超出设定速度（80km/h）时，系统记录超速速度、时间并存储、可读取。

控制系统输出信号使作业车卸载。机车发出报警信号后，控制系统应首先使牵引系统卸载。

（5）网络要求

车载网络应符合TB/T3035中多功能车辆总线要求，具备支持数据、图像和声音等多媒体传输，能完成检测系统各部分间的控制信息和数据交换的功能。应具备检测数据下载标准接口。

（6）其它要求

①车内的隔间与设施应满足检测设备合理布置的要求，卖方提供布置图，设计联络时由买方确定。

②车钩应采用13B车钩。车钩的形式应考虑与其它工程救援车辆的车钩形式匹配。

③应设工作照明，前后大灯照明在300m远处，照度不小于2Lx。内外的灯光照明应满足司机操纵、车内活动、车外夜间工作照明，其它标志灯具应符合行车、制动停车的要求，符合区间、车站、车场的有关规定。

④应设单元式空调装置，保证环境温度变化时车内环境温度控制在16℃～27℃之间。

⑤各控制系统应具有可靠的安全保护措施，在任何情况下，对任何误操作均应有妥当的保护措施。

⑥各主要部件总成，各电气、电子系统应具有免维护功能；电气设备连接使用的电线、电缆应采用多股铜芯电线、电缆，其电气性能、阻燃性能等应满足TB/T1484的要求；光缆和通信电缆应满足相关国家或行业标准。

14.2 接触网架线作业车

14.2.1 设备功用

接触网架线车与接触网检修作业车，主要用于南京地铁接触网的架线、检修、维护和在线检测作业。

接触网检修作业车和接触网架线车作为自带牵引动力的车辆，主要用于：

（1）南京地铁接触网的架线、检修、维护和在线检测作业。

（2）接触网架线车、接触网检修作业车配置辅助柴油机交流发电机组，为线路作业提供工频电源。

（3）为其它无动力轨道车辆的牵引作业。

（4）在车辆段平直道上，当数控不落轮镟床用遥控公铁两用车发生故障时，可用于牵引列车实施被镟轮对在机床上的轨向定位。

14.2.2 设备主要功能与技术特点

（1）电喷柴油机在轨道交通行业内有大量应用业绩，**柴油机废气排放达到非道路国 4 标准或与之相当的 EU StageⅤ/EPA Tier4 Final 国际先进排放标准**，且加装废气消音装置。

（2)作业车行车控制先进可靠,具有自动变速/换档功能、不停机换端功能、低速（3~8km/h）运行功能。

（3）作业车单机运行最高速度 80km/h。无火回送最高运行速度 100 km/h。

（4）作业车采用液力-机械传动。变扭器高效区宽，传动效率高; 作业车在低速范围内具有较大的起动牵引力，又能以较高的速度牵引运行。

（5）接触网检修作业车具备在线、实时、自动检测、记录接触网状态和参数的功能。

（6）作业车配置≥10kW 辅助柴油机交流发电机组，为线路工务、电务及检测作业等提供工频交流作业电源，其功率尤其应满足接触网作业车增加网检功能后，其网检作业所有检测设备同时开启情况下提供动力的需要。

（7）作业车具有故障自动监测、诊断、报警、显示和控制的安全保护功能，并具有储存必要运行参数，方便调用数据分析事故的功能。

（8）作业车采用阻燃材料。作业车按有关规定设置防火和消防措施，司机室内设置灭火器。动力室内布置有火灾自动监测、报警装置。

（9）作业车靠右线行驶，设置两个司机操控台，用于作业车前、后向运行。司机室配置顶置式单元空调机组（铁路专用型）和风扇，空调机无制热功能时须设置电加热器。司机室装有与外界联系的车载无线通信装置。

（10）接触网检修作业车与架线车的走行部采用转向架形式，应考虑轮对在数控不落轮机床镟修时，轮对外置式轴箱满足数控不落轮机床外轴箱支撑和压下装置的接口要求。

14.2.3 设备主要技术参数及性能

14.2.3.1 接触网检修作业车和架线车牵引能力

（1）单机运行在平直道上最高速度为 80km/h。

（2）在平直道上牵引

单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆 30t 满载轨道平板吊车在平直道上速度≥60km/h。

（3）在 35‰直坡道上牵引

单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆 30t 满载轨道平板吊车，可在 35‰坡道上以不低于 5km/h 的速度通过该坡道（在不撒砂的情况下），以及具有在 35‰坡道上安全停车及坡道起动运行的能力。

14.2.3.2 主要技术参数

轨距	1435mm
轴重（整备状态）	14 t；每根轴轴重与该作业车实际平均轴重之差不超过实际平均轴重的 4%。
最高运行速度（单机）	80km/h
作业车挂钩时的最大速度	5 km/h
作业车低速控制级	3~8 km/h
最小通过曲线半径	≤100m
柴油发动机功率	≥272kW
轴列式	B-B
轮对内侧距	1353±1mm

车轮	采用直径为 φ840mm 的整体辗钢车轮，磨耗型踏面形状按铁标执行
计算用粘着系数 μ	0.165（或按照 TB/T1407-1998 取值）
作业车主要尺寸：	
作业车外形尺寸	由供应商提供
车钩中心距	由供应商提供
两转向架中心距	由供应商提供
固定轴距	由供应商提供
燃油箱容量	由供应商提供
燃油耗量	≤0.24kg/kW·h
传动形式	液力-机械传动
整备重量	由供应商提供
制动方式	空气制动及停车制动
车钩	
车钩型式	13B 号上作用式车钩，可加装过渡车钩牵引地铁列车
车钩中心线高度(距轨面)	880mm±10mm
牵引及制动性能	
起动牵引力	供应商提供
持续牵引力	供应商提供
牵引吨位表	供应商提供
牵引特性	供应商提供
制动特性	供应商提供
在 35‰坡道上实施停车、启动和牵引通过坡道能力	接触网架线车或接触网检修车单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆 30t 满载轨道平板吊车
辅助柴油机交流发电机组	
发电机组功率	＞10kW ，充分考虑将来扩展网检功能后的用电需要。
电源制式	AC380V/AC220V，50Hz
无动力回送最高运行速度	100 km/h，满足铁路回送要求
噪声水平	
司机室噪声	≤78 dB(A)

车外噪声	供应商提供，按ISO3905标准测试并满足标准要求。
平稳性指标（最高运行速度下）	W≤2.5
脱轨系数	Q/P≤0.8
作业车纵向冲击率	≤0.75m/s^3
限界	符合《地铁设计规范》GB50157-2013 和 CJJ96-2018《地铁限界标准》附录中 B 型车限界要求，并能通过 GB146.1 中华人民共和国铁路机车车辆限界。
作业车使用寿命	30 年

14.2.3.3 牵引性能

投标人在投标文件中提供作业车牵引特性曲线，提供单机牵引在各速度下的计算牵引力、启动吨位和在不同速度/坡道下的牵引吨位，并提供计算依据和计算公式（其中推荐粘着系数=0.165 或按照 TB/T1407-1998 取值）。

（1）牵引特性曲线

投标人在投标文件中，提供投标技术方案的接触网作业车牵引特性曲线。

（2）单机牵引在各速度下的计算牵引力

速度 v（km/h）	0	5	10	25	30	40	50	60	70	80
牵引力（kN）										

（3）单机启动吨位

坡度 ip(‰)	0	5	10	15	20	25	30	33	35
牵引吨位（t）									

（4）单机在不同速度和坡道下的牵引吨位

单机在不同速度和坡道下的牵引吨位（t，计算值）										
坡道（‰）		0	5	10	15	20	25	30	33	35
速度 (km/h)	0									
	5									
	10									

	15									
	20									
	25									
	30									
	40									
	50									
	60									
	70									
	80									

14.2.3.4 制动性能

投标人将下列工况不同初速下施行常用制动的制动距离（计算值）填入表中，并提供计算依据和计算公式。

平直道上，单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆 30t 满载轨道平板吊车，在满载接触网放线车和满载轨道平板吊车有制动的情况下，不同初速下的制动距离（计算值）。

十二、制动初速（km/h）	十三、10	十四、20	十五、30	十六、40	十七、50	十八、60	十九、70	二十、80
二十一、制动距离（m）	十二、	十三、	十四、	十五、	十六、	十七、	十八、	

14.2.4 设备组成系统主要技术要求

接触网检修作业车和架线车主要由下列部分组成：车体车架车钩系统、柴油发动机系统、牵引传动系统、转向架走行系统、制动系统、柴油交流发电机系统、电气及控制系统、司机室及空调系统、模拟受电弓系统、随车吊、液压升降回转作业平台、紧线装置（只接触网架线车具备）、接触网检测系统安装位置和接口（只接触网检修作业车具备）等。

投标文件提供详细的系统配置方案和接触网检修作业车和架线车组成相关说明。

14.2.4.1 车体

（1）车体具有足够的强度和刚度，有良好的动力性能。车体为全钢组焊结构，车体结构应符合 TB/T 2730-1996 要求。车体焊接应符合 TB/T 2446-1993 和 TB/T 2374-1999 要求。能承受车辆在联挂和正常运行时的冲击和振动。作业车在全整备状态下同时承受 1.3 倍车重的垂直载荷和 1000kN 纵向静载荷时，不会破坏或产生永久变形。在 0～100km/h 范围内，作业车的各种设备及车体不产生共振。车体有效使用期为 30 年，在正常运用条件不产生疲劳损伤。由投标人在投标文件中提供承载分析报告，并出具符合规范标准的证明文件。

（2）车体外墙板的平整度不超过 1.5mm/m2。走道和走台地板采用防滑结构。上下车体的扶手，其最低处距轨面高度应不大于 1250mm。

（3）车体应设有架车支点和吊车起吊点。投标人提供作业车架车点、起吊点示意图。为方便起吊，主车架与转向架间、转向架构架与轮对之间应设置连接装置，以防起吊时互相脱开。整车设计应考虑能使用 A 复轨器救援。

（4）柴油机、液力传动箱、辅助发电机组、空压机组、冷却风扇机组等分别通过弹性支承与车体底架相连。车体上位于柴油机、传动箱的顶部设有顶盖，打开顶盖该设备可以吊出。动力系统设在司机室外，设有罩体，以减少司机室内的噪音，改善司乘条件。动力系统罩体应具有吸音减噪功能，同时应方便维护和检修。

（5）安装在车体上的设备具有良好的防雨、防水、防沙、防尘、隔热和通风条件。动力室百叶窗可拆卸。

（6）车体两端应有适用于调车作业的设施，如扶手、扣链、踏梯等。车体的第一级脚蹬距轨面应尽量接近限界允许的最低高度。脚蹬板应防滑，内侧设止挡。车体两端下方设高度可调整的排障器和扫石器，排障器中央底部能承受相当于 140kN 静压力的冲击力。

（7）作业车底架下悬挂有燃油箱和蓄电池箱，设置排污管或集污液箱，确保油水、污物集中排放。蓄电池箱内设置成抽屉式，方便蓄电池抽出与推回。

（8）作业车装置有头灯、信号灯、安全警示灯、探照灯和高/低音风喇叭，各灯均采用 LED 灯。整车照明装置满足夜间和在隧道内操纵车辆和行车的需要。

（9）投标人需提供详细的系统配置方案、整车（车顶，车厢）平面布置图以及外观设计、

会议室、设备室、工作室装修和布置的三维效果图或实物照片并做相关说明。

14.2.4.2 转向架

（1）转向架主要由构架、悬挂装置、轮对轴箱、旁承、牵引装置、基础制动装置、砂箱装置等组成。投标人提供详细的转向架技术方案和说明。

（2）车辆在吊运过程中，应注意车体不会与转向架分离。

（3）转向架强度、可靠性及安全性要求

（4）转向架技术成熟，具有高可靠性和良好的可维修性，运行安全平稳，轴重转移小，粘着利用率高，曲线通过性能好，过曲线轮缘磨耗小。

（5）转向架具有有效部门合格认可证书，或具有多台（4 台作业车及以上）、长期（3 年及以上）安全应用、无重大故障的业绩。

（6）新型转向架需提供构架强度计算书，并按有关标准进行各项静强度和疲劳强度型式试验，提供试验报告。

（7）转向架采用无摇枕结构。构架采用 16Mn 型材、日字型焊接结构。构架的设计寿命期为 30 年，整个使用期内不发生疲劳损伤，质量保证期不少于 10 年。

（8）转向架满足曲线通过和动力学性能要求。有利于提高作业车粘着的利用和通过小半径曲线线路。转向架应使作业车具有良好的平稳性和稳定性。配置液压减震器。

（9）转向架采用整体辗钢车轮和磨耗形踏面。同一轮对两个车轮的直径差≤0.5mm，同一转向架两个轮对间车轮直径差≤1mm，同一台作业车两个转向架间轮对车轮直径差≤2mm。

（10）作业车可以在不落轮机床上进行轮对踏面镟削：

（11）除传动轴外，无须拆卸转向架和车体上的任何部件；

（12）轴箱上与不落轮机床外轴箱支承、压下装置接触的两承载面，要便于定位和装夹，有足够的强度、刚度和位置精度。

（13）作业车与不落轮机床间的接口资料，设计联络时确定。

（14）作业车实施起吊或架车，或当作业车发生脱轨事故后，借助于救援装置顶升车体使作业车复位时，转向架与车体之间、转向架构架与轮对之间应连接牢固，或提供捆绑装置，使之不得互相脱开。

（15）设置撒砂装置，以便紧急状态下备用。砂箱应密封防水，撒砂器应动作灵活、性

能可靠。砂箱容积由用户在合同中提出。当作业车完成换向操纵后，撒砂装置操控相应地自动进行换向。

（16）无论转向架或两轴走行系统都设有轴温报警装置。

14.2.4.3 柴油机

（1）作业车选用轨道交通行业大量应用的电控燃油喷射柴油发动机（简称电喷柴油机）为动力，其装车功率：接触网检修作业车和架线车均不小于 272kW。要求柴油机具有可靠性高、油耗低、噪音小和技术先进等特点。

（2）在投标文件中，供应商需提供柴油发动机下列主要技术参数：

（3）原产地、型号、结构型式、缸径×行程（mm）、额定功率/转速（kW/ rpm）、最大扭矩/转速（N·m/ rpm）、排量（L）、额定功率下燃油消耗率（g/kW.h）、起动方式（电起动）、质量保质期（年）。

（4）柴油机电子控制模块（ECM）系统具有电子调速、空-燃比自动控制、喷油提前角控制以及发动机故障诊断等功能。

（5）柴油机燃油系统采用 ECM 控制的电子喷射技术。作业车燃油耗量≤0.24㎏/千瓦小时，并力求降低空载油耗。车下设有燃油箱。燃油箱容积能满足柴油机在 1/2 额定负载下连续工作 16 小时无需加油的用油量要求。燃油箱侧面设有油位指示，加油口带锁。燃油通过吸油管经过燃油过滤器到发动机供油泵。燃油过滤装置维护、更换方便。

（6）柴油机的进/排气系统。柴油机的进气系统设置高效、易于维护的空气滤清器。柴油机增压器废气出口设置废气后处理装置，**柴油机废气排放达到非道路国 4 标准或与之相当的 EU StageⅤ/EPA Tier4 Final 国际先进排放标准并提供相关排放合格的认证报告。**柴油机的进、排气系统均设置在机器间外部，车顶采用防雨设计。进气口/排气口位置设置，需充分考虑保证进气质量，排气不构成对沿线设备、人员、环境造成影响。**投标人应当采取有效的废气处理装置，达到降噪减排的效果，并提供详细技术方案和分项报价。投标人采用可靠且有显著业绩方案的将在评标中视为优势。**

（7）柴油机启动方式：蓄电池供电，电机启动。

（8）柴油机随负荷的调节应保证在广泛的速度范围内维持恒定的功率。所有的调节过程应平稳进行，无明显的牵引力下降。

（9）柴油机应设转速传感器、水温度传感器、机油压力传感器等保护和显示器件。

（10）柴油机安装应采取减振措施，以吸收柴油机与作业车车架间的振动，以及缓和在运行中的冲击。柴油机输出端也应考虑减振措施。

（11）柴油机两次大修间的有效工作时间应不少于 20000 小时。

14.2.4.4 牵引传动装置

（1）作业车采用液力-机械传动，其液力变扭器采用轨道交通行业内已大量应用的产品，且液力变扭器与柴油发动机配套投用工程时间不少于 5 年。

（2）牵引传动装置由液力变扭器、万向传动轴、车轴齿轮箱等部件组成。投标人应提供具体的技术方案及说明，提供液力变扭器的原产地、型号、结构原理、结构特点、主要技术参数以及质量保证期。

（3）牵引传动装置性能要求：

- 恒功率传动，将几乎不变的柴油机扭矩与转速转变为接近于双曲线的作业车牵引特性。输入特性与柴油机输出特性相匹配。
- 起动平稳，起动牵引力大，加速性能好。
- 变速换档控制技术先进，换档快捷、简便、可靠，变速换档时无明显的功率（牵引力）中断现象，变速平稳无冲击，舒适性好。
- 具有不停机换端功能，换向迅速，停车方便。
- 具有低速（3~8 km/h）运行功能。
- 高效范围宽，传动效率不低于 78%。

（4）作业车变速换档方式采用自动换档模式，在自动换档系统故障的情况下仍可以采用备用模块实现自动换档。

（5）使用的液力传动油应符合 TB/T 2957-1999 要求。应选择合适的密度、粘度、油性、比热的液力传动工作油。该油应具有防锈、抗凝、抗氧、减磨、消泡等性能，对金属和橡胶没有腐蚀。对液力传动工作油设置完善的压力和温度监测系统，并且油压、油温调节方便。液力传动工作油供货渠道本地化。

（6）作业车使用的万向传动轴应符合 TB/T 3088-2004 要求。万向传动轴有足够的动平衡精度，在不落轮机床上镟轮或作业车无火回送时，万向传动轴拆装方便。

（7）车轴齿轮箱应符合设计文件的规定。车轴齿轮箱中的齿轮传动，有较高的齿面接触疲劳强度和齿根弯曲疲劳强度；有较高的齿面抗胶合、耐磨损能力；齿轮传动侧隙合适，尽量减少反向传动动载荷；有较高的重叠系数和制造精度，提高传动平稳性；满足等寿命设计要求。

14.2.4.5 冷却/润滑装置

14.2.4.5.1 冷却装置

（1）柴油机和液力传动箱应设置完善的冷却系统。冷却系统由散热器，风扇，风扇驱动装置以及膨胀水箱等部件组成。投标文件提供具体的技术方案及说明，提供型号、结构原理、结构特点、散热器布置方式以及主要技术参数，提供动力室最高温度指标。

（2）冷却系统应设有水位、水温、水压、油温、油压等传感器，能自动地保持柴油机的油、水温度及液力传动装置液力传动油温度在给定的工作范围内，并保证调节过程的稳定性。

（3）轴流式冷却风扇驱动方式，风扇由液压马达驱动，转速恒定，由温控阀控制风扇启动和停转。膨胀水箱容量应能保证作业车连续作业的用水量要求，必要时应采取防冻措施。

14.2.4.5.2 润滑装置

（1）柴油机和液力传动箱应设置完善的润滑系统。投标文件应阐明柴油机和液力传动箱的润滑措施、润滑设备和温度、压力监测装置。

（2）车轴齿轮箱内的齿轮和轴承为浸油飞溅润滑和泵油润滑，主要靠压力油润滑，由油泵提供润滑油到各润滑点，以保证润滑并带走热量。油泵能完成正反向的泵油，以满足前进、后退两种工况。

（3）作业车无火回送或惰行时，柴油机、液力传动箱和车轴齿轮箱等必须保证润滑充分，满足最高 100km/h 回送速度要求。

14.2.4.6 制动系统

制动系统组成包含压缩空气供给系统和空气制动系统，主要由作业车制动机、空气压缩机、空气滤清器、油水分离器、贮风缸、单元制动缸、闸瓦以及由止回阀、安全阀、压力表、

阀门、管接头、联结管路、制动软管等组成。投标文件提供具体的技术方案及说明。

14.2.4.6.1 压缩空气供给系统

（1）压缩空气供给系统的作用是产生、净化和储备压缩空气，供给车上各种风动设备、空气制动机使用。压缩空气供气量主要供给空气制动机，同时应计及缓解列车停放制动用风和作业车前后端高低音风笛及撒砂装置等风动设备所需风量。

（2）采用铁路机车专用空气压缩机。投标文件提供空压机额定排气量（m3/min）、排气压力（kPa）等技术参数。空气压缩机的驱动方式要保证在压缩空气压力达到额定压力时，系统自动卸载，卸载可靠、能量损失小。投标方案如选用螺杆式空气压缩机将在评标中视为优势。

（3）当达到需要风压时关闭空压机的进气口，空压机实现无负荷运转，达到节能的目的，或由投标人提供其他节能技术方案。合理可靠的方案将被视为一种技术优势，在评标时给予相应的高分。

（4）总风缸、管中的压缩空气最大工作压力为 800kPa。在风源系统中应设有安全阀，以防止在空压机压力调节开关或其它控制设备发生故障时系统压力上升过高。总风缸下部设有自动排水阀，当总风缸内储存水位达到一定高度时，它就能自动排水。压缩空气管路采用不锈钢管（软管除外）。

（5）气密性应满足相关标准要求。投标文件提供：总风缸容积（L）；作业车起动后，总风缸压力从 0 升至规定压力的计算时间（min）。

（6）投标文件提供压缩空气供给系统的配置及供货清单，包括：产品名称、规格型号、技术参数、数量、生产厂家、原产地等。

14.2.4.6.2 制动系统主要功能要求

（1）具有空气制动和蓄能制动机能。可实施常用制动、紧急制动和停放制动。

（2）作业车可与采用空气制动系统的车辆联挂，装备可与铁路列车连接用的制动风管。

（3）空气制动装置应具有无火回送制动功能。

（4）坡道制动能力：制动装置能保证单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆满载轨道平板吊车，位于 35‰坡道上制动停车不会下滑，并可上坡启动运行通过坡道。

（5）停放制动能力：作业车停放制动能力应能保证单机牵引 1 辆满载接触网放线车和 1 辆满载轨道平板吊车，位于 35‰坡道上实施有效的停放制动。作业车在 35‰坡道上停放制动，应考虑最大风力影响。

（6）制动距离：在平直轨道上施行单机常用制动，当初速 V=50km/h 时，制动距离≤150 米。在平直线路上作业车单机紧急制动距离应符合有关规定。

（7）常用制动冲击率≤0.75m/s3（紧急制动作用时不受此限制）。

14.2.4.6.3 空气制动机

（1）采用 JZ-7/7G 型空气制动机，以压缩空气作为介质，实施减压制动。

（2）JZ-7/7G 型空气制动机可操纵全列车的制动及缓解，或只操纵作业车本身的制动及缓解。具有一次缓解、阶段缓解和分级制动的性能。

14.2.4.6.4 基础制动装置和停放制动

（1）基础制动装置采用具有停放功能的单元制动器、单侧单闸瓦结构型式。

（2）单元制动器主要包括制动缸、制动力放大机构、单向间隙自动调整器、用于停放制动的弹簧停车制动器以及手动缓解装置。单元制动器具有失压自动制动功能。具有停放功能的单元制动器带有 1/2 停放制动功能。

（3）各轴单元制动器制动缸主管处均设有截断塞门，在该轴上单元制动器故障时，可将塞门置于截断位，使该轴单元制动器隔离，不影响其它轴单元制动器的作用。

（4）闸瓦材质应符合 TB/T2403-2010 要求，闸瓦在运用中不产生偏磨。

（5）制动及风源系统应采用模块化设计以方便更换及维修；经常需要维护保养的零部件应靠近车外侧；与气、电相关的试验接头、接口应采用快速连接方式并方便接近，在连接时不得要求拆卸车上的管或线。

（6）制动系统选用部件应当采用铁路系统广泛应用的产品，且供应商应为国内知名厂家。

14.2.4.6.5 制动装置主要技术参数

- 制动机型号　　JZ-7/7G
- 带弹簧的单元制动器型号　　（由供应商提供）

- 闸瓦间隙自动调节器型号 （由供应商提供）
- 制动缸直径（mm） （由供应商提供）
- 制动倍率 （由供应商提供）
- 弹簧停车制动单元输出力（kN） （由供应商提供）
- 单元制动器传递效率 （由供应商提供）
- 常用制动制动缸压力（kPa） （由供应商提供）
- 紧急制动制动缸压力（kPa） （由供应商提供）
- 空压机充风量（m^3/min） （由供应商提供）
- 闸瓦材质 （由供应商提供）
- 闸瓦与车轮踏面正常间隙（mm） （由供应商提供）
- 闸瓦间隙一次调节量约（mm） （由供应商提供）
- 最大闸瓦间隙调整能力（mm） （由供应商提供）

14.2.4.7 车钩及缓冲器

作业车前后各安装一套 13B 号上作用式车钩，车钩高度距轨面 880±10 mm。

作业车宜采用体积小，容量大，性能稳定的缓冲器。在 5km/h 速度与其他车辆连挂时，作业车缓冲器应能完全吸收这一冲量，以确保安全。推荐采用 ST 型缓冲器。

14.2.4.8 司机室及空调、通讯系统

（1）设置一间司机室、两个司机操纵台。

- 作业车靠右侧行驶。设置一间司机室，设置两个操控功能完全相同的两个司机操纵台，分别操控作业车前/后向运行。两台前/后运行方向操纵台间应实施联锁，只允许其中的一台激活，并由一名司机操作。
- 操纵台布置有显示屏、方向/速度控制手柄、JZ-7/7G 制动阀（单独制动阀和自动制动阀）、停放制动缓解按钮、紧急制动按钮，**以及保证作业车正常运行的各种监视仪表、指示灯、报警显示装置、风压表、电压表、电流表和开关按钮等。操纵台上司机控制器设置于司机右手位，制动机设置于司机左手位。**司机控制器采用地铁大量应用的产品。

（2）司机室司机视野开阔，瞭望条件好。司机室宽敞明亮，造型美观大方。司机室座椅

和操纵台按人机工程设计布置。司机室座椅坐、靠舒适，前后可移动，高度可调整，方向可旋转，靠背倾角与座垫斜度可调。

（3）作业车司机室采用减震、密封设计。司机室内采用隔音、高效吸声材料，降低司机室噪音。车内蒙板采用多孔吸音铝板。顶棚、侧墙和地板都要做隔声/吸音处理。司机室与外部连接的电线管路、空气管路等都要进行密封处理。作业车满负荷运转时，司机室内噪音≤78dB(A)。

（4）司机室顶外设置环保型单元式空调机组（铁路专用型），空调带有通风系统。操纵台上方设置电风扇。室内设置冬季取暖的电加热器。

（5）司机室通讯设备：作业车司机室内装有与外界联系的车载无线通信装置，预留车载电台和天线的安装条件。

（6）司机室前挡风玻璃窗为双层夹胶安全玻璃，安装喷水式双速电动刮雨器及遮阳装置。前窗和侧窗配置应符合 GB 规定。司机室两端头设有前照灯、信号灯、安全警示灯、近照灯和电或气喇叭。

（7）司机室内装饰均采用环保、隔热、隔声/吸音、难燃/阻燃、无毒或低毒材料，并设有灭火器。

（7）行车监控及安全驾驶辅助系统：司机室至少 6 路摄像头（2 路前后线路监控；2 路车钩连挂监控；2 路司机操作监控），清晰度不低于 1080p，显示屏可以连接 6 路摄像头，摄像头角度可调。司机室内设有摄像装置监控操纵台，内存容量不少于 2T。依托配置的摄像头需具备驾驶辅助功能，具体功能如下：系统应可识别信号灯颜色，并将结果传至主机系统平台，并通过车载语音装置进行语音播报，及时提示驾驶员观察信号灯变化进而安全驾驶。系统应可识别运行期间驾驶员离岗，并将结果传至主机系统平台，并通过车载语音装置进行语音播报，提示驾驶员回到驾驶位置。系统应可识别司机对仪表和信号灯确认手势，并对其综合判别，记录不规范手势。投标人应就信号灯识别、手势识别、离岗识别等功能提供应用案例。

（8）检修作业车和架线车距离司机室最远两端应安装摄像装置，司机室内设有摄像显示器，方便司乘人员作业瞭望。

（9）司机室内应设随车工具箱，以及衣柜、开水器等必要生活设施。

（10）各仪器、仪表、阀件类在项目预验收时间内，需提供在有效期内的计量检验合格

证书。

14.2.4.9 控制及电气系统

作业车的牵引和控制以及监督与诊断，采用由微处理器及列车通信网络组成的控制系统，具有对作业车实施运行控制、保护、故障诊断和检修预报等功能，并具有冗余结构。

14.2.4.9.1 柴油机控制系统

柴油机电子控制系统随发动机自带，主要包含：电子控制模块、液晶显示屏、各种传感器（包括发动机转速、机油压力、冷却水温、大气压力、进气温度、燃油压力）和执行器（燃油泵、燃油关断阀、喷油正时执行器、喷油器等）。其主要功能是：自动调整发动机的空燃比及喷油正时，自动改变发动机的输出功率，对柴油机进行电子调速；同时提供先进的监视、诊断、预测和通迅手段，对各种故障进行监控，确保发动机在任何情况下能安全运行。

14.2.4.9.2 行车控制系统

行车控制系统采用 PLC、微机或网络控制系统，主要实现下列（但不限于）控制功能：

（1）柴油机起动、停机和转速控制功能。

（2）作业车的起动、换向和调速控制功能。

（3）传动箱的自动换档功能。

（4）液力或机械换向、不停机换端功能。

（5）自动保护功能。

（6）故障自动诊断、显示和报警功能。

（7）运行数据记录功能。

控制系统具备运行数据记录功能。即系统能记录作业车走行时的发动机转速，车速，运行方向，指令输出，故障现象等。各种输入、输出量记录到一个芯片内，并能将全部的信息用专门的数据读写器读出，然后将这些数据传送到笔记本电脑中，以便分析事故原因。控制系统应能记录作业车累计运行时间，故障累计次数等重要的作业车信息。

14.2.4.9.3 辅助电源系统

作业车具有直流和交流两种辅助电源，为柴油机启动、行车控制、作业车照明、空压机、空调机以及生活电气设施等提供电源。

（1）作业车直流电源有 DC24V 或 DC110V。

DC24V 电源由蓄电池组提供。柴油机启动采用 DC24V 电源。牵引动力柴油机启动后，DC24V 电源由柴油机自带 DC24V 发电机提供。

DC110V 电源由 DC24V/110V 电源转换模块提供，用于为车载电台提供电源。

（2）作业车交流电源由辅助柴油机发电机组提供，采用 AC380V/ AC220V 供电制式。

（3）作业车照明用电由 DC24V 电源提供，应急照明电源由蓄电池组提供。

（4）作业车两种工况下的供电状态：

- 作业车牵引运行、作业供电工况

作业车牵引运行、作业供电，主要是指作业车牵引网/轨检测车等作业的工况。作业车在牵引运行中，作业用电、空调用电由辅助柴油机交流发电机组提供。

作业车在牵引运行工况下，牵引动力柴油机运转，由其驱动的 DC24V 直流发电机供电，为行车控制、作业车照明以及生活电气设施等提供电源。

- 作业车处于库停工况下的供电

作业车设外接交流电源插座，由车库插座电源为空调机、整流变压器（作业车照明、生活电气设施）等提供 AC380V/ AC220V 交流电源。

14.2.4.9.4 蓄电池组

（1）采用高性能、免维护蓄电池组。投标文件需说明蓄电池型号、数量、使用寿命及充放电保养要求。投标人应采用荷贝克 HOPPECKE、阳光 Sonnenschein 或霍克 Hawker 等同档次品牌的蓄电池。

（2）蓄电池组容量满足柴油机四次连续启动以及维持作业车紧急照明、无线通信的容量要求。

（3）作业车上加装蓄电池智能充电器，满足蓄电池组本身充放电要求。

（4）蓄电池可由柴油机自带的 DC24V 发电机进行充电，亦可借助于车辆两侧设置的蓄

电池充电专用插座，利用外接电源对蓄电池进行充电。

14.2.4.9.5 作业车照明

（1）作业车两端头、司机室、动力室、走道、车底架下方、电器柜内等均设置照明。作业车照明电路使用 DC24V 的电源。

（2）司机室在人工照明条件下，司机室地板面中央照度不小于 30lx，司机操纵台上方应不小于 60 lx。照明灯关闭后，司机应能根据指示灯和仪表灯正常观察和操作。仪表和显示屏在日光下和晚上关闭照明时，应能在 500mm 处清楚看见显示值。指示灯和人工照明等不应引起司机对信号产生错觉。

（3）作业车两端头应装有前照灯、信号灯、安全警示灯、近照灯。前照灯在作业车最大作业速度时的紧急制动距离终端处的照度应不小于 2 lx。信号灯的安装位置、颜色、亮度应符合有关规定。

（4）作业车各机器间和工作区走廊设固定式照明和供移动式照明用的插座。动力室及冷却室通道地板面上的照度应不低于 30 lx。车底架下方设若干防雨的照明灯和插座。

（5）投标文件提供电气系统原理图及相关说明。

14.2.4.10 辅助柴油机交流发电机组

（1）每辆接触网检修作业车和架线车均配置柴油交流发电机组，为线路作业提供＞10 kW 工作电源(AC380V/AC220V)，为作业车空调、扩展的网检设备或其他工务作业提供电源。柴油机的废气排放不得低于欧Ⅲ标准。

（2）每辆作业车两端均设置作业电源配电盘、专用航空接头、动力电缆及插头，配电盘加装防护罩。

（3）投标人在投标文件中提供柴油发电机组规格型号及主要技术参数。

（4）当柴油发动机组启动蓄电池亏电时，可以启动辅助柴油交流发电机组为蓄电池充电。

14.2.4.11 液压升降回转作业平台

（1）接触网检修作业车和架线车均配有全液压升降回转平台，立柱为箱型焊接结构，安装双作用油缸，具有较高的承载能力。立柱侧面设有上下平台的梯子。平台地板为花纹钢板，

栏杆下部设有围板，可防止物件坠落。平台支撑采用滚轮方式，以保证在立柱不升起时可回转。

（2）设有两套控制装置，一套设于平台上部，一套设于平台下部，两套装置通过转换开关转换并互锁，均可控制平台的升降回转。

（3）立柱及平台上均有检修孔，以方便油缸的维护。

（4）回转机构采用带式制动器制动，性能稳定，使用寿命长。

（5）平台上升、回转均设有防水型限位行程开关，采用机械限位固定方式，设置安全连锁保护，立柱必须升起至可回转安全高度后方可回转。

（6）操纵装置装有紧急开关，在平台升降回转失控情况下，可以迅速切断主油路使平台停止动作。

（7）设有应急手动泵，当主液压油路出现故障时，可使作业机构迅速回复到行车状态。

（8）设有机械式手动平台回转装置，在平台回转机构液压系统出现故障时，可手动将平台复位。

（9）立柱升降液压回路设有截止阀,在立柱液压系统出现故障时能通过打开此截止阀使立柱依靠自重下降而迅速复位。

（10）电磁换向阀设有手动机构，在电控部分出现故障时可用手动进行操纵。

（11）作业平台上设有六组可调节方向的照明灯和两盏可调节方向的 LED 泛光灯（功率≤23W，光通量≥1600lm），作业平台底设有工作灯。

（12）升降平台上方配置能与作业车司机室的有线通信设施。

（13）作业平台技术参数：

平台面积(长×宽)（mm×mm）	投标人提供
远端距回转中心距离（mm）	投标人提供
平台地板距轨面高度（mm）	投标人提供
旋转角度（°）	投标人提供
平台远端最大载荷（kg）	投标人提供
平台回转中心最大载荷（kg）	投标人提供
导线拨线范围（mm）	投标人提供

拨线装置拨线力（N）	投标人提供
导线支撑装置	投标人提供

14.2.4.12 随车起重机

接触网检修作业车和架线车均配置有全液压伸缩臂式起重机，主要用于向作业平台吊送各种工具和器材等。其技术参数由投标人提供：

（1）最大起重力矩（t·m）

（2）最大起重量（kg）

（3）最大起升高度（距轨面）

（4）最大工作幅度

（5）最大工作幅度时起重量

（6）起重臂最大仰角

（7）回转范围

14.2.4.13 受电弓

接触网架线车车顶上方设有冷滑受电弓，能够进行冷滑试验，采用电控气动操作，并设有必要的联锁装置。车内安装有空气压力表，司机可方便观察受电弓作业压力。受电弓不用时可撤回。

接触网检修作业车车顶上方设有检测受电弓，受电弓不用时可撤回。由于接触网检修作业车要安装接触网检测设备，所以该检测受电弓应充分考虑接触网检测设备接口。

受电弓参数基本要求：

- 采用单臂、轻型受电弓；
- 升弓、落弓有司机室按钮控制；
- 在控制电压过低或气压过低的情况下受电弓要处于落弓位置；
- 接触网故障时检测受电弓必须具有保护降弓功能；
- 要能紧急升弓（在控制电压过低或气压过低的情况下）；
- 作业车操作平台需设置紧急降弓按钮；
- 所有静态和动态尺寸应能符合车辆限界和车辆段设施的要求；

- 金属化的碳滑板长度：＞1000mm；
- 弓头宽度：≥1700mm；
- 受电弓与接触网的最大滑行范围：±500mm；
- 标准静接触压力 120N，并在 120N~140N 之间范围内可调；
- 应能在各种轨道条件下，保证与架空线具有良好的接触状态，压力差≤10N；
- 应设置垂向止挡以防止受电弓在无接触网区段上的垂向运动；
- 升弓时不应对接触网有严重冲击，落弓时不应该对底架有严重冲击；
- 受电弓寿命必须大于 IEC 标准的规定；
- 试验应按 IEC 或相当的标准进行；
- 应采用成熟产品。

投标人的外购受电弓应当充分考虑车辆选型后的受电弓参数要求，在国内选择有实力的厂家供货。此项工作将在设计联络时具体讨论。

14.2.4.14 紧线装置

仅在接触网架线车设置紧线装置，用于与接触网放线车连挂进行架线作业。紧线装置至少应包括紧线柱和卷扬机，紧线柱起支撑作用，采用箱型结构，油缸为双作用油缸；卷扬机用于将接触导线进行张拉，以达到预定的张力和弛度。要保证刚性、柔性两种接触网的架线和维修，刚性接触网放线小车和润滑泵由买方自备，但放线小车的动力接口及导线的润滑问题应由投标人考虑，在设计联络时进一步讨论。

紧线装置具体技术参数由投标人提供：

支撑臂最大高度（距轨面）：　　≧5000m

最大紧线张力：　　≧30kN

14.2.5 设备安全系统技术要求

（1）应设置自动保护和监测系统，在作业车运行过程中保护柴油机不致因润滑油压不足、冷却水温过高、水箱缺水、传动箱工作油温高、作业车超速等原因导致设备损坏。

（2）应具备故障诊断、显示和报警功能。能将各种数据量（包括柴油机转速、冷却水温、机油压力、车速、传动箱所在档位等）、输出量（各档位输出等）和各种故障状态都显示在液

晶显示屏上，并用中文标注。作业车发生故障时，在执行保护的同时，还会将故障代码显示在数字窗口上，同时发出声光报警信号，以便司机和维修人员通过控制器面板上的故障值查询表迅速查找到故障点，做出快速处理。通过复示器显示运行方向、档位、故障代码等，以便司机随时了解运行时的各种技术状态。

（3）具有（但不限于）如下的监视、显示、告警、卸载、停机等的分级保护功能：

- 柴油机起动保护；
- 柴油机超速、停机保护；
- 柴油机油压报警与显示；
- 柴油机水温报警、显示与卸载保护；
- 变扭器油温报警与显示；
- 变扭器油压报警与显示；
- 变扭器超速保护；
- 车轴轴温报警与显示；
- 液力传动装置调速与换向联锁保护；
- 蓄电池组充、放电电流显示与过放、过充保护；
- 作业车超速报警、显示与自动接通紧急制动；
- 作业车设置防误操作保护。

（4） 报警处置

当车速达到 80km/h 时，控制系统输出报警信号。

当作业车速度超出设定速度（80km/h）时，系统记录超速速度、时间并存储、可读取。控制系统输出信号使柴油机怠速运转、整车紧急制动、液力传动箱转换至空挡，进行停车保护。

报警装置发出报警信号后，控制系统应首先使柴油机卸载，如司机仍未采取相应措施，应立即接通紧急制动。

（5）诊断系统应具有显示故障部位和存储故障信息三个工作日的能力。

（6）投标人提供接触网作业车故障诊断工具、数据线及诊断软件 1 套。提供具体的 PLC 或微机控制及故障诊断记录方案、配置清单和详细说明。

（7）网络要求

车载网络应符合TB/T3035中多功能车辆总线要求，具备支持数据、图像和声音等多媒体传输，能完成检测系统各部分间的控制信息和数据交换的功能。应具备检测数据下载标准接口。

（8）其它要求

①车内的隔间与设施应满足检测设备合理布置的要求，卖方提供布置图，设计联络时由买方确定。

②走行装置应满足GB/T10082的规定；车钩应采用13B车钩。车钩的形式应考虑与其它工程救援车辆的车钩形式匹配。

③应设工作照明，前后大灯照明在300m远处，照度不小于2Lx。内外的灯光照明应满足司机操纵、车内活动、车外夜间工作照明，其它标志灯具应符合行车、制动停车的要求，符合区间、车站、车场的有关规定。

④设单元式空调装置，保证环境温度变化时车内环境温度控制在16℃～27℃之间。

⑤各控制系统应具有可靠的安全保护措施，在任何情况下，对任何误操作均应有妥当的保护措施。

⑥各主要部件总成，各电气、电子系统应具有免维护功能；电气设备连接使用的电线、电缆应采用多股铜芯电线、电缆，其电气性能、阻燃性能灯应满足TB/T1484的要求；光缆和通信电缆应满足相关国家或行业标准。

14.3 接触网放线车

14.3.1 设备用途及主要功能

（1）接触网放线车是配套南京地铁工程车辆段接触网架线作业车使用的设备。接触网放线车不带动力，由接触网架线作业车牵引，可为地铁工务、电务、工程等部门服务，主要用于放置线盘并使导线和承力索产生一定放线张力，携带接触网、汇流排或日常线路检修、换线。

（2）接触网作业车设有距轨面适当高度的作业平台，方便作业人员直立站立在作业平台上检查维护接触网或其他高架设备。

（3）接触网放线车必要时还可载乘检修人员。

14.3.2 主要技术规格

轨距（mm）	1435
额定载重（t）	由供货商提供
自重（t）	由供货商提供
轴重（≤14t）	由供货商提供
装载面积（m^2 ）	由供货商提供
地板面高度（mm） 空载	由供货商提供
满载	由供货商提供
最高运行速度（km/h）	100
曲线外轨最大超高 150mm 时能安全运行	
转向架形式	由供货商提供
两转向架中心距	由供货商提供
固定轴距	由供货商提供
通过最小曲率半径（水平）（m）	由供货商提供
整体辗钢车轮，磨耗型踏面。	
轮径（mm）	由供货商提供

车钩中心线高度（mm） 880±10

车钩型式 13 号下作用式车钩

制动方式：具有空气制动和手动制动功能

高站平台距轨面高度（mm） 由供货商提供

放线架数量（个） 由供货商提供

线盘直径（mm） 由供货商提供

最大放线张力（kN）≥12KN 由供货商提供

外形尺寸（长×宽×高） 由供货商提供

整车动力学性能（稳定性、平稳性、动强度）符合 GB5599-85“铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定”的要求。

14.3.3 设备总成及各组成部分技术要求

接触网放线车主要由下列部分组成：底架/地板/墙板、车钩/缓冲装置、转向架走行系统、制动系统、放线装置、高站平台。

14.3.3.1 底架、地板、墙板

（1）平板车架由型钢和钢板组焊而成，底架结构强度、垂直刚度以及冲击强度符合 TB/T1335-96“铁道车辆强度设计及试验鉴定规范”和 TB/T2369-93“铁道车辆冲击试验方法与技术条件”的规定。

（2）平板车采用≥4mm 厚的花纹钢地板结构、尽量降低地板高度。车架设有足够多的边横梁和纵梁，可以保证地板平整度，不易变形积水。

（3）底架钢结构可以承受集中载荷。投标人在投标文件中说明集中载荷大小。

（4）平板车应设有方便上车的车梯。

（5）提供平板车底架型式试验合格的证明文件。

（6）投标人应说明接触网放线车底架、地板及墙板的结构组成及主要技术参数。

（7）在底架上设有吊运支架、吊装标志和允用集中载荷表。

14.3.3.2 车钩、缓冲器

（1）车钩、缓冲器要适应交流传动内燃机车、接触网架线车、接触网检修车牵引的接口要求。

（2）投标人应说明钩缓装置的规格型号及主要技术参数。

14.3.3.3 转向架走行系统

（1）采用焊接构架。轴箱温升小于 40°C。

（2）当接触网放线车吊运时，转向架不得脱离车体底架。

（3）投标人应说明接触网放线车转向架的结构组成、工作原理、功能性能及主要技术参数。

（4）提供转向架构架型式试验合格的证明文件。

14.3.3.4 制动系统

（1）接触网放线车应确保制动可靠，采用性能先进的制动机，以提高车辆制动倍率和避免空车制动时车辆的滑行。

（2）空气制动采用自动空气制动机，并设有空重车转换装置。

（3）设置闸瓦式基础制动，并设有手制动机构。

（4）投标人应说明接触网放线车基础制动及空气制动机的规格型号、结构组成、工作原理、功能性能及主要技术参数。

（5）制动系统要适应作业车或交流传动内燃机车牵引的接口要求。

14.3.3.5 高站平台

为方便作业人员直立站在平台上检查、维护、维修接触网，特设此高站平台，投标人须根据买方现场条件，适当设定平台距轨面高度，具体数值可以设计联络时商讨。平台上设有作业照明灯、安全护栏、爬梯，在一侧设有导线制成装置。平台长度不小于 5000mm。

14.3.3.6 放线装置

（1）接触网放线车设有 2 个以上放线装置，每套放线装置均由独立的线盘架、线盘轴、

制动器、液压系统组成。液压系统用来供制动器产生放线张力。

（2）线盘架采用型钢焊接结构，与平车中梁及横梁采用螺栓连接方式固定，具有足够的联结强度。

（3）每个线盘架上安装线盘轴一根，线盘轴有 Φ55mm 和 Φ75mm 两种轴径规格，用于安装不同规格的线盘。

（4）每个线盘架上安装制动器一套，由手油泵产生压力油，并由蓄能器保持压力。通过制动油缸来制动线盘轴，并通过液压从而使导线产生张力。每个线盘架均设一套独立的液压系统，同时液压系统中设有保压装置。

（5）放线装置技术参数如下，由投标人填写：

放线架数量（ ≥2 个）

线盘轴直径（mm）、数量（个）

线盘轴中心高（距轨顶面高，mm）

线盘最大直径（mm）

线盘轴之间距离（mm）

最大放线张力（≥12KN）

14.3.4 接触网放线车标识与技术接口

（1）吊装标记：为方便车体的起吊、落成与装载，在底架上设有吊装支架，在底架侧面设有吊装标记。

（2）集重载荷表：在底架侧面设有允用集重载荷表。

（3）其它标记和标牌：型号、编号喷与车体侧面；标牌铆于车体侧面。

（4）与动力牵引车联挂的车钩：13B 号车钩。

（5）与动力牵引车联接的空气接头：铁道车辆通用制动软管连接器。

（6）与动力牵引车联接的电器接头：专用航空接头，动力电缆插头。

（7）使用和维修用的润滑油（脂）：由供应商提供。

（8）车体颜色：黑色；车轮按规范涂红/白色；各种管路用不同的颜色标识加以区分。

（9）投标文件提供接触网放线车的修程、周期及修理项目内容。

15 轨道平板（吊）车

15.1 设备用途及主要功能

（1）轨道平板车和轨道平板吊车是南京地铁车辆段的配套设备。轨道平板车和轨道平板吊车由交流传动内燃机车牵引，为地铁工务、电务、工程等部门用作轨道运输，或集吊装、运输功能于一体的专用起重、运输车辆，可装卸和运输钢轨、道叉、养路机械、工程构件、机电设备等长大笨重货物。当 2 台平板吊车成组使用时，可起吊（双机联控）装运 25 米长的钢轨。轨道平板车设置了活动式低墙板，可装运散装货物。

（2）轨道平板车上还可加装限界检测装置，用于线路限界检验。

（3）轨道平板车和轨道平板吊车必要时还可载乘检修人员。

（4）轨道平板吊车是由轨道平板车在其上加装液压直臂吊机而制成。本用户需求书为表述方便，将轨道平板车和轨道平板吊车统称为“轨道平板（吊）车”。

15.2 主要技术规格

轨距（mm）	1435
额定载重（t）	30 t
轴重（t）	≤14t
装载面积（m^2）	由供货商提供
地板面高度（mm） 空载	由供货商提供
满载	由供货商提供
最高运行速度（km/h）	100
曲线外轨最大超高 120mm 时能安全运行	
转向架形式	由供货商提供
两转向架中心距	由供货商提供
固定轴距	由供货商提供
通过最小曲率半径（水平）（m）	100
整体辗钢车轮，磨耗型踏面。	

轮径（mm） 由供货商提供

车钩中心线高度（mm） 880±10

车钩型式 13 号车钩

制动方式：具有空气制动和手动制动功能

轨道平板吊车随车吊 最大起升重量（kg） ≥4000

最大起重力矩（t·m） ≥10

最小额定工作幅度（m） ≤2.5

最大工作幅度 （m） ≥8

最大提升高度（距轨面） （m）≥9

最大起升速度（m/min） ≥12

吊臂举伸角 0°～60°

回转范围 360°全回转

空载收位状态最高点距轨面高度 mm 由供货商提供

整车动力学性能（稳定性、平稳性、动强度）符合 GB5599-85“铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定”的要求。

15.3 设备总成及各组成部分技术要求

轨道平板（吊）车主要由下列部分组成：底架/地板/墙板、车钩/缓冲装置、转向架走形系统、制动系统及随车吊。

15.3.1 底架、地板、墙板

（1）平板车底架结构强度、垂直刚度以及冲击强度符合 TB/T1335-96“铁道车辆强度设计及试验鉴定规范”和 TB/T2369-93“铁道车辆冲击试验方法与技术条件”的规定。

（2）平板车采用不低于 4mm 厚的花纹钢地板结构、尽量降低地板高度。

（3）整车加装活动低墙板，端墙板高度为 350 毫米，侧墙壁高度为 245 毫米或在车辆周边安装活动的全钢侧墙和端墙，平板（吊）车上侧墙板外插销孔内配备插杆，高度与侧墙板平齐或在侧墙板插销上增加弹性开口销。每车配置插杆 14 个，滑动支撑 2 个，具体方案在设计联络时确定。

（4）底架钢结构可以承受集中载荷。投标人在投标文件中说明集中载荷大小。

（5）平板车应设有方便上车的车梯。是否需设置调车人员安全防护栏待设计联络时确认。

（6）提供平板车底架型式试验合格的证明文件

（7）投标人应说明 30t 轨道平板车底架、地板及墙板的结构组成及主要技术参数。

（8）在底架上设有吊运支架、吊装标志和允用集中载荷表。

（9）在车架两侧下部各设有一套抓轨器，保持起重作业的稳定性。

15.3.2 车钩、缓冲器

（1）车钩、缓冲器要适应交流传动内燃机车、轨道车牵引的接口要求。

（2）投标人应说明钩缓装置的规格型号及主要技术参数。

15.3.3 转向架走行系统

（1）采用焊接构架，需采用具有二级刚度的轴箱弹簧悬挂装置和常接触弹性旁承。轴箱温升小于 40°C。

（2）当轨道平板（吊）车吊运时，转向架不得脱离车体底架。

（3）投标人应说明 30t 轨道平板车转向架的结构组成、工作原理、功能性能及主要技术参数。

（4）提供转向架构架型式试验合格的证明文件。

15.3.4 制动系统

（1）轨道平板（吊）车应确保制动可靠，采用性能先进的制动机，以提高车辆制动倍率和避免空车制动时车辆的滑行。

（2）空气制动采用自动空气制动机，并设有空重车转换装置。

（3）设置闸瓦式基础制动，并设有手制动机构。

（4）投标人应说明 30t 轨道平板车基础制动及空气制动机的规格型号、结构组成、工作原理、功能性能及主要技术参数。

（5）制动系统要适应交流传动内燃机车牵引的接口要求。

15.3.5 随车吊

（1）随车吊为液压直臂吊机。投标人在投标文件中提供报价，并说明其技术特点与定柱式旋臂吊机的不同。

（2）随车吊旋臂应能锁定在适当位置，保证随车吊旋臂在平板车运行中不侵入限界之外。

（3）随车吊空载时，旋臂可双向回转 360°，并可在任意位置锁闭。负载后旋臂不允许回转，具有过卷保护功能。

（4）随车吊的动力取自平板车自带的辅助柴油交流发电机（功率≥23kW），电源制式 AC 380V/ AC 220V。车辆间用航空多芯插头插座连接，插头防水、防松脱。

（5）本车采用的起重机由液压驱动，操纵随车起重机的旋转、伸缩、变幅和吊钩的起落，即可以实现吊装作业。

（6）与轨道走向垂直方向，其吊臂能伸长≥4.5m。

15.4 轨道平板（吊）车安全技术

（1）随车吊起重时有电铃警示信号。

（2）各种电气设备具有足够的防护等级和绝缘等级。投标文件中提供主要电气设备的防护等级和绝缘等级。

（3）专用工具内配置液压复轨器 1 套（能适用于交流传动内燃机车、接触网架线车、放线车、轨道平板（吊）车的脱轨救援）、工具柜 1 个。

（4）提供作业照明。

（5）停车位置的线路在最大超高（120mm）时，吊机能正常工作。

（6）在吊钩上升或下降的极限位置设置限位开关，吊钩到达极限位置时，自动切断电源停止运转。

（7）提供安全操作规程。

（8）轨道平板（吊）车在被救援或起吊时，转向架与车体不能分离，请投标人提供具体方案。

15.5 轨道平板（吊）车标识及技术接口

（1）吊装标记：为方便车体的起吊、落成与装载，在底架上设有吊装支架，在底架侧面设有吊装标记。

（2）集重载荷表：在底架侧面设有允用集重载荷表。

（3）其它标记和标牌：型号、编号喷与车体侧面；标牌铆于车体侧面。

（4）与动力牵引车联挂的车钩：13B 车钩。

（5）与动力牵引车联接的空气接头：铁道车辆通用制动软管连接器。

（6）与动力牵引车联接的电器接头：专用航空接头，动力电缆插头。

（7）使用和维修用的润滑油（脂）：由供应商提供。

（8）车体颜色：黑色；车轮按规范涂红/白色；各种管路用不同的颜色标识加以区分。

（9）投标文件提供轨道平板（吊）车的修程、周期及修理项目内容。

（10）与动力牵引车的电源功能：满足与动力牵引车连挂的平板（吊）车在辅助发电机故障情况下，可通过动力牵引车向平板（吊）车提供 AC380/220V 电源。平板（吊）车在车板下预敷设固定电缆及电源插座，电源插座型号可与动力牵引车保持一致，所有动力牵引车供电插头提供给平板车厂家，平板车厂家另提供动力牵引车与平板车、平板（吊）车与平板（吊）车之间的跨接线缆和插头的压接。（具体接口设计联络时确定）

16 智慧场段综合管控系统

16.1 总体要求

16.1.1 系统概述

为实现全自动区域安全防护，提高列车运行可靠性、降低运维成本、提升检修效率，增加智慧场段管控系统。

该系统应以地铁场段为单元，运用大数据、5G 等信息技术手段，借助智能设备，实时感知车辆和场段装备状态，以场段精准调度为核心，以整体流程为基础，提高 DCC 调度及生产作业效率，降低运维成本，打造智慧、高效、安全的现代化地铁场段。

16.1.2 系统功能要求

智慧场段综合管控系统包含协同管控、综合运维、安全管控三方面的业务。由综合管控驾驶舱、DCC 调度管理一体化、值乘辅助、车辆检修管理、车辆智能列检、工艺设备管理、安全管控等模块组成。

系统需运用可视化技术实时动态显示车场信息展示、车辆状态展示和作业安全监控的相关信息。

系统需包含收发车管理、场内调车、司机辅助管理模块，打破信息孤岛实现调度一体化，具体功能包括运行图管理、运营日计划管理、收发车管理、调车管理和司机辅助管理等功能。

系统需包含电客车检修履历、电客车检修计划管理、电客车检修执行管理模块。系统需根据各车型的修程包含的检修对象以及其检修工艺进行标准化管理，并将检修工序、检修作业进行规范化、有序化管理，将检查结果、测量值、故障情况进行结构化管理。

系统可对车辆在线及轨旁检测获取的状态数据及运行数据进行收集、传输、处理、存储、分析，并在地面系统实现列车状态实时显示、列车远程故障诊断和预警、列车故障统计分析、车辆能耗管理、列车各部件健康状态评估、综合分析、维修指导等功能。

系统需包含工艺设备管理模块，该模块适用于车辆段/停车场主要工艺设备的维护保养等综合管理，可基于工艺设备的检修周期进行排程运算，自动编制工艺设备的检修计划，系统结合已发布的检修计划，可自动生成派工单信息。

系统需支持针对全自动运行区域车辆检修过程中的人员、设备安全的管控系统，通过安全联锁、智能感知等技术，实现场段流程自动流转，设备信息集中展示，人员安全智能防控，作业信息高度共享，构建一个网络化、可视化、标准化的安全保障体系。

16.1.3 技术要求

16.1.3.1 技术架构

该系统需采用层次化的的软件体系架构，打破传统烟囱式系统的壁垒，解决数据孤岛问题。系统需由数据采集层、数据存储分析层及综合应用层三个层级构成。

（1）数据采集层

数据采集层采用光纤、LTE、5G 等，通过数据采集系统，获取车载、车辆段边缘设备（如 360 轨旁检测设备、轮对检测设备、安全联锁设备等）及车辆段相关业务系统中可靠的高质量数据源。

（2）存储分析层

数据存储分析层为智慧场段综合管控系统的核心部分，负责平台系统对于整个系统运营管理业务的用户权限综合管理、数据存储、数据归整、数据分析、数据交互共享等工作。同时，肩负整个平台系统的数据备份管理、平台网络管理职能。

（3）综合应用层

综合应用层为地铁运营公司车辆段各层级、各岗位全体员工的日常运维工作，提供最直接的业务支撑，是平台系统业务应用功能的操作端及信息展示端。综合应用层按照运营公司日常管理业务的划分。

该系统的数据采集层接入方面支持车载监测数据、轨旁检测设备、工艺设备以实时或离线方式接入结构化数据和非结构化数据，包括但不限于二进制数据、JSON 文本、图片、视频、日志等数据。

该系统的存储分析层提供包括但不限于时序数据库、关系型数据库、内存数据库、分布式消息队列、FTP 文件接收等多种服务组件。在数据储存方面支持高时效数据（如车载监测系统数据）和低时效性数据的存储。

主要以 B/S 模式实现，或可以包装成在 B/S 浏览器下运行的应用，特殊业务可采用 C/S 方式；

系统满足统一用户身份认证的需要。

16.1.3.2 运行平台

运行平台环境要求：

- 服务器操作系统：Windows 或 Linux；
- 支持浏览器：Chrome、Firefox、Edge、360 安全浏览器主流浏览器；
- 采用基于操作系统+应用中间件+数据库的实现方式。

16.2 功能模块要求

16.2.1 智慧场段

线网级智慧场段模块需支持以各线路级系统为基础，以实现线网资源智能调度与协调联动为目标，基于线网平台的数据引擎能力与算法模型，进行跨线路、跨专业数据的关联分析，实现动态监测、优化配置、精准调度和协同运转。

（1）系统需支持监视线网内在线车辆关键系统的实时状态；可展示各条线路的车辆总数，监视在线列车的状态；监视各线路在线列车的重要故障信息，对车辆主要设备报警信息、维修信息进行收集和管理；支持线路地图详情展示，及快速查看所有列车在地图上的实时定位信息；支持故障及预警信息推送，支持用户快速确认故障；监视各段场安全防护状态；支持查看轨旁设备数据。

（2）系统需支持线路运营指标分析功能，可选择指标类型，可进行筛选、分组等比较操作；具有指标可视化功能，能以图形化的方式直观展示线网运营绩效指标；指标统计分析具备报表报告功能；具备跨业务的数据整合共享功能。

（3）系统需具备辅助决策功能，具备故障定位、故障处理、故障数据分析、故障预测等功能；能够根据业务场景与需求，对行车及车辆设备等生产数据进行抽取、查询和分析；当故障发生时，可实施给出处理方案或通过预定的方案响应故障，将故障影响范围最小化。

16.2.2 综合管控驾驶舱模块

综合管控驾驶舱模块应基于可视化技术实现包括但不限于车场信息展示功能、车辆状态信息展示功能、作业安全展示功能。

- 系统支持基于可视化技术展示车辆段全貌，包含：显示股道、道岔、信号机、防护区；显示电客车、工程车、工艺设备所在股道及车号；接触网带电状态及其防护门禁状态；
- 系统支持显示防护区隔离开关状态；
- 系统支持对于重要信息的弹框提示；
- 系统可显示重点防护区域视频监控画面；
- 系统支持安全报警推送；
- 系统支持基于用户实际需求，对各类生产指标进行全方位、多维度展示与分析。

16.2.3 DCC 调度管理一体化

DCC 调度管理一体化模块需包括场段施工计划申报与审核、施工作业的请点、销点、延点、断送电、调车、收发车管理等内容，应实现场段内车辆、通号、工务、供电、机电等各专业施工作业申请流程协同管理。

（1）施工计划管理：应实现施工作业计划的编制、审批、查询等功能，包括月度计划、周计划、日补充计划、临补计划等。系统需具备与外系统对接的能力，获取外系统的施工计划。

（2）请销点管理：应实现各专业施工作业、检维修工作的请点、销点、延点等申请和流程审核，提供股道等作业资源冲突检测，系统应具备与门禁、人脸机等硬件设施对接的能力，提高施工作业的安全防控效果。

（3）断送电管理：应具备场段内施工作业停送电管理，包括停电、送电申请与审核，系统应支持与安全联锁系统对接，提升断送电效率，提高作业安全。

（4）调车管理：具备调车作业计划编制、作业在线申请与审核功能，支持基于调车路由，自动生成调车路径。

（5）收发车管理：系统应具备结合车辆故障情况、车辆检修维护情况、次日生产计划、车载通号设备检修情况，生成建议的收发车计划。

16.2.4 值乘辅助模块

系统需提供智能化排班、实时出乘管理、值乘辅助、高效答题管理、全面车队管理、及时排故支持和直观大屏展示等功能。实现乘务资源的优化配置，提升乘务员工作效率与质量，

加强行车安全保障，为轨道交通运营提供有力支持。

（1）智能化排班：系统可灵活配置参数和规则，从全局角度优化排班计划，合理、均衡分配司机出乘任务。系统需具备与外系统对接的能力，获取外系统的排班计划。

（2）出退勤管理：值乘人员根据排班信息，可实现出退勤作业。

（3）列车与司机实时信息展示：系统需支持实时加载并展示对应线路的详细线路图；线路图上实时标注列车的位置、车次以及值乘司机。系统需支持一键查看列车运行状态；系统需支持司机通过手持机可视化图形查看列车内部如车门等部件的状态，便于及时响应掌握列车实时状况，发生故障时司机也能够及时发现。

（4）行车预警：系统需支持各类预警数据的接入；车载数据对接，触发超速、制动、牵引系统等异常预警提示。

（5）排故管理：系统需支持向导式排故，能够让司机在紧张的情绪下快速精准的响应处理故障，第一时间进行处理。

16.2.5 车辆检修管理

车辆检修管理是针对车辆专业修程维保工作的信息化管理模块，根据各车型的修程包含的检修对象以及其检修工艺进行标准化管理，并将检修工序、检修作业进行规范化管理，将检查结果、测量值、故障情况进行结构化管理。

（1）系统需支持展示场段中车辆及工艺设备（如洗车机、不落轮镟床）的状态和作业进度等信息。显示车辆的作业任务甘特图，包括 360 检查、受电弓检查、轮对检查、洗车完成等图标，不同状态的任务可通过颜色标识。

（2）系统需支持修程类型管理，支持对车辆检修修程对应的工艺方案和工艺流程进行维护，提供检修包作业指导书的查看功能；系统支持车辆维保工艺文件的上传和在线查看，并能够根据车辆的工艺方案，为各项目和修程编制标准作业模板，以确保检修作业的规范化和高效性。

（3）系统支持维保计划的维护，包括通过导入方式管理年月日等各类计划。系统支持配置计划编排规则，自动自动维保的月计划和日计划，并允许人工调整。系统需具备与外系统对接的能力，获取或推送给外系统维保计划。

（4）系统需支持多种类型的工单管理，包括故障工单、计划检修工单和委外工单等，不

同类型的工单可以在各自独立的界面上展示。作业过程中，系统支持自检、互检、他检信息的录入和管理。

（5）在手持端，用户可以查询作业内容、查看作业指导书、查看故障维修、作业互检及提交故障申请、审批等功能。系统还支持用户查看与自己相关的检修作业，包括待完成及已完成的任务。

（6）系统需支持对电客车、工程车和车辆段工艺设备的普查、整改以及软件升级管理。工程师需填写相应的表单，表单经过预定义的审批流程后方可执行。系统还应支持对普查、整改和软件升级的进度跟踪、统计与分析功能，包括扣车天数、配合人数等信息的管理。

16.2.6 车辆智能列检

车辆智能列检模块需通过标准数据服务接口，汇总各个检测设备及车辆在线监测系统数据，提供一站式检测管理服务，实现各个智能列检检测系统数据集中统一管理、分析、展示，实现所有检测数据一车一档，统一接口输出。

（1）线路监控

系统需支持线路实时概况展示，包括该线示意图，上下行，站点区间，线上各列车运行具体位置，列车运行状态等信息；线路站点名称和列车具体位置的数据源取自信号系统；线路展示的车辆需包括正线及存车线的车辆。

系统支持展示线路指标，包括列车信息、运营指标，如列车完好率、千公里故障率等，以及当日故障。具体展示内容待设计联络阶段确定。

（2）单车监控

系统需支持实时展示列车信息卡片，卡片中的列车信息包括：列车编号、速度、运行模式、下一站、当前站。检修中的列车，卡片显示“检修中”字样。

（3）告警统一复核

系统需支持对接各类外部子系统的告警，包括车载子系统（车辆总体、网络、牵引、辅助、车门、制动、空调等）以及轨旁子系统（走行部检测，弓网检测系统，网轨隧系统，360检测系统等）。

告警统一复核是告警分析处理的入口,支持基于车辆子系统维度对故障进行处理，可基于故障机理关联所需变量，辅助问题决策；对于同类型的告警，系统支持去重与标注，具体设

计联络阶段定。

各子系统告警复核展示部件告警信息列表，支持操作人员点击列表详情按钮查看部件的告警详情。告警详情需包括支撑告警确认的数据类、图像类等相关信息，具体内容设计联络阶段定。

支持操作人员在告警详情页面直接点击“上一条”“下一条”进行告警详情信息切换；支持操作人员对告警进行复核处理并给出复核意见；

复核确认后的告警信息推送故障工单至检修管理系统；支持操作人员对多个告警信息一键复核；支持操作人员勾选参数生成定制化分析曲线图，辅助故障分析；支持对告警进行“确认成工单、误报”等处理；

支持操作人员制定分析模板，便于再次分析使用，并对分析模板进行管理；

（4）历史告警查询

历史告警查询页面展示全量告警信息，包含告警时间、告警位置、告警描述、告警处理状态等。

支持历史告警信息详情查看，查询列表信息包含事件发生的线路号、列车号、故障类型、故障系统、故障名称、故障描述、故障时间、正线影响、处理建议、详情等信息。

支持根据线路下的所有列车号、故障发生的开始时间、结束时间、报警故障、预警故障、故障发生的子系统以及处置建议进行多维度的故障事件查询。

系统支持动态回放出故障期间列车运行轨迹、相关事件、相关参数等情况，以便业务人员对故障进行重现。

（5）数据融合分析

1) 轮对分析

系统支持展示融合轮对尺寸检测系统、不落轮镟床、走行部等与轮对相关的数据，综合展示车队维度、单车维度轮对最新检测状态，通过廓形曲线、踏面图像、轴温振动曲线等多维度信息辅助快速定位故障及分析故障原因。通过轮对轮径、轮缘厚度、轮缘高度、QR 值等检测项点趋势图及万公里磨耗率曲线图，对轮对健康趋势进行分析。

2) 弓网分析

系统支持融合受电弓检测值、检测图像视频及故障信息，对受电弓的实时状态进行监控，对受电弓健康状态进行综合评估。通过对碳滑板磨耗的数据分析，对有异常磨耗的列车进行

告警提醒并提供相关维修建议，保障列车受电弓安全。通过设置碳滑板正常磨耗标准趋势线，预测分析碳滑板寿命。结合接触网检测数据，快速定位故障，综合分析故障原因。

3) 空调分析

系统支持从线路维度、单车维度和部件维度对空调进行实时状态监控、故障回溯分析。线路维度基于单线路数据统计子系统状态故障占比，能耗及故障数量等指标信息。单车维度结合空调故障信息及载客量等，整体评估单车空调状态。部件维度从系统动态原理图、控制盘及信号量曲线角度实现单车厢空调状态的实时监控和故障的历史回溯分析。

4) 车门分析

系统支持从线路维度、单车维度和部件维度对车门进行状态监控、故障回溯分析。线路维度基于单线路数据统计车门故障占比，告警数量变化等指标数据。单车维度及车门维度从车门类型机构图、信号量曲线角度实现车门的实时状态监控和历史故障回溯分析。

（6）一体化轨旁检测管理

一体化轨旁检测作为智慧场段管控平台基础检测模块子系统，涵盖本项目第 17 章节一体化轨旁检测所配置的轨旁轮对、受电弓、车体 360、TADS、飞行列检等系统，其检测数据汇总至平台数字底座，借助平台资源进行深度数据挖掘并提出检修指导意见。

由智慧场段平台牵头对各轨旁检测系统厂家硬件及检测方式进行协同调度和一体化管控，硬件包括服务器的 CPU 算力、GPU 算力、内存、存储、传输、机柜等硬件资源的统一采购调配资源共享；检测方式包括对各设备承担的检测项点进行分配下达，互补检测盲区项点、减少重复检测，以此提高检测效率、最大化覆盖人工检测项点，同时对同类设备、同部件的报警进行各系统之间交叉复核，由人工最终审核，降低误报率。

1) 受电弓及轮对监测系统

支持采集轮对轨旁监测设备及受电弓检测设备数据，并存储到数据库；

支持对采集的数据进行算法分析，按照报警内容生成报警及预警信息，推送到统一告警复核模块；

支持查看过车检测结果，可以基于车号，起始时间等字段对过程记录进行过滤；

支持历史数据统计分析：根据用户输入的查询条件进行数据统计分析，生成检测数据查询结果报表和绘制趋势曲线图。

2) 360 图像及飞行智能检测系统

支持采集360°动态图像智能检测系统、无人列检轨旁设备间检测图像、视频等数据，并存储到文件服务器；

支持对采集的图像、视频进行算法分析，按照报警内容生成报警及预警信息，推送到统一告警复核模块；

支持查看过车检测结果，可以于车号，起始时间等字段对过程记录进行过滤；

支持图像记录调阅浏览功能；

3) TADS (滚动轴承早期故障轨边声学诊断系统)

支持实时显示、接收并处理TADS探测站的数据报文，将探测站数据进行入库，对故障轴承进行跟踪对比、预报；

支持准确监测地面设备预报的轴承故障情况，实现故障轴承的报警、跟踪；

支持对地铁车辆滚动轴承及相关部位运行状况的监控；

支持查询、统计、打印通过列车的轴承声学检测信息。

16.2.7 工艺设备管理

工艺设备集成管理需支持履历管理、状态检测、数据监测、维护计划管理、设备故障管理等功能，以达到降低工艺设备集成管理运维成本，实现工艺设备数字化、智能化管理的目的。

（1）履历管理

系统需实现设备全生命周期管理，支持对设备各类图片、部件、合同、档案等信息的维护；系统支持监测的状态、故障告警等信息的维护；系统支持运用信息、检修信息的维护；系统支持关联设备树和位置树展示一件一档，实现履历信息与设备树、位置树节点的对应和结构化管理。

（2）状态检测

系统支持统计所有设备状态信息，状态包括在线、离线、正在工作及异常告警等，具体设联阶段确定；系统支持展示所有的工艺设备当前状态，统计其告警及使用信息；系统支持点击具体设备，查看其历史告警信息及运行状态等信息。

（3）数据管理

系统支持将采集实时推送的告警数据进行提醒和存档；系统支持采集设备运行状态生成

的相关运行记录文件或者设备运行信号；系统支持将采集到的与车辆相关数据推送到外部系统；

16.2.8 安全管控

安全管控模块需包括视频安全监控、施工安全管理，系统联动集成等模块。

系统支持对既有通信专业轨行区监控视频流分析，实现视频覆盖区域轨道上的物体实时监测，如人、动物、车辆、障碍物等，以确保轨道行车安全。

支持将调度、检修所需设备、人员状态，警示信息实时、真实的反馈调度系统，供调度人员使用；系统接收调度指令，推送设备操作权限。实现对整个场段作业过程进行安全监控。

16.2.10 系统集成

系统集成模块需包括系统工作台、用户登录、菜单管控、日志管理、系统监控等能力。

系统需提供完善的用户、角色、岗位、部门、菜单、组织机构、数据字典、在线定时任务等基础功能，支持访问授权、按钮权限、数据权限等功能；支持菜单动态路由；系统支持页面嵌入，支持点击卡片跳转能力；系统支持数据变更记录日志，可记录重点数据每次变更内容。提供各种系统监控，实时跟踪系统运行情况。系统需支持对接外部系统，获取用户等基础数据。

16.3 技术参数指标

投标人应根据项目建设要求，承诺在实施过程中不得设置许可限制：

16.3.1 平台开放及兼容性

序号	指标项	指标要求
1	平台开放性	平台服务端实现采用微服务的技术架构,具备良好的扩展性和伸缩性。
2	接口开放性	系统各个服务对外提供的接口基于标准的 Restful HTTP 接口。
3	兼容通用硬件	支持在 X86 架构硬件服务器上运行；支持在国产 ARM 架构硬件服务器运行。

4	兼容通用操作系统	平台兼容主流的 Linux 操作系统（SuSe、RedHat、CentOS 等）。 平台兼容主流 Windows server 系统。 平台兼容国产操作系统，麒麟、兆芯等。
5	兼容接口	兼容标准的 SQL 与存储过程语法。
6	平台产品标准化程度	采用的软件产品应具备国家分发的相关软件著作权证书（要求提供相应的证书证明材料）。

16.3.2 平台性能指标

数据传输时间：	不高于 2min；
数据正常传输率：	不低于 99.5%；
查询业务响应时间：	不高于 5s；
统计业务响应时间：	不高于 20s；
平台使用账户：	不低于 2000 个；
并发用户数：	不小于 500；
系统寿命：	不低于 10 年；
安全性：核心业务数据自动备份和恢复；平台应至少每 6 小时更新一次数据；若由于数据量加载过大导致页面等待，应有进度条或者等待时间提示。	

16.3.3 其它要求

（1）可靠性指标

① 系统建设需考虑稳定性要求，保证系统无单点故障，确保系统安全、可靠、稳定的服务。

② 支持集群部署模式，实现垂直方向与水平方向的能力扩展，实现容量的增加，保证总线的扩容与稳定运行。

③ 在外部电力供应中断的情况下应提供半小时的网络机柜（含服务器、交换机等）不间断备用电力供应，以保护系统安全关闭。系统服务器具有断电自重启恢复功能和断电冗余备份功能。

（2）安全性要求

① 系统应有完善的系统安全管控机制和系统异常应对机制，遵循国际安全规范及国家安全规范，并通过安全性测试。

② 系统应从整体架构、网络结构、应用系统等方面设置安全措施，以确保符合安全性要求。防止系统因为人为、物理故障、不可抗力的系统故障导致的其他问题，最大程度上提升系统的安全可用。

③ 数据在传输过程中可以使用平台内置的加密工具，例如：DES、AES 等加密手段对数据进行加密，保证数据在传输过程的安全。

（3）易用性要求

需提供易用的开发平台，提供简便的系统开发和配置的功能。对于常用的运维配置，需提供配置页面，方便后续运维。

16.4 接口要求

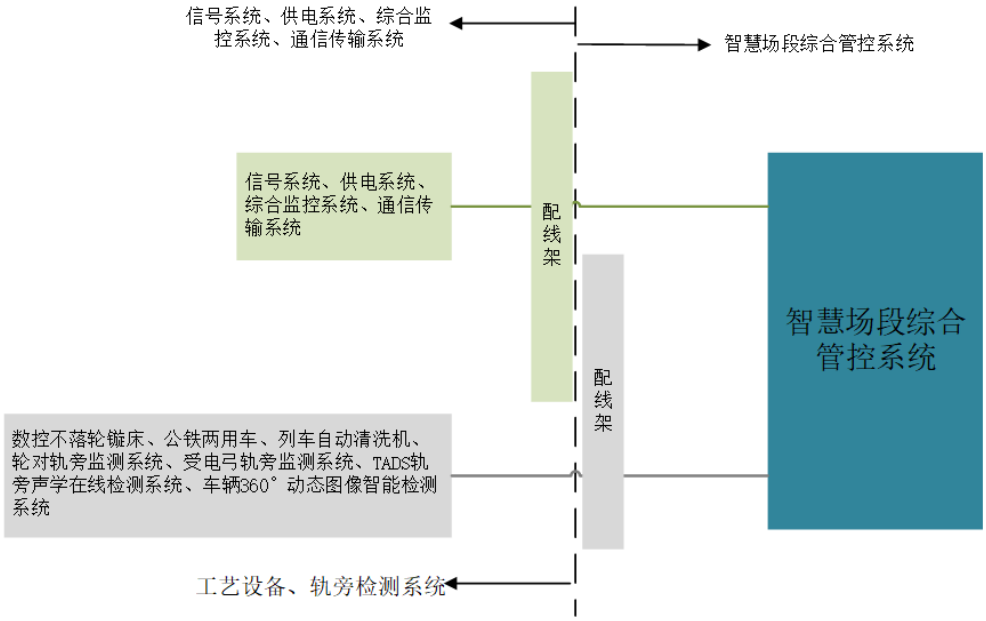
16.4.1 外部接口内容

序号	专业	智慧场段平台供应商负责部分	子系统供货商及外部接口专业负责部分
1	**土建**	供货商根据设计院图纸及现场情况（线路平纵断面、轨道、接触网、隧道净空等)核实选定设备安装点，具体安装地点设计联络时确定。安装位置参考示意图详见附件。负责设备的现场组装、调试及试运行，提供电缆沟、预埋件、预埋电缆管（槽）设备基础等设计要求，对设计单位的上述设计方案签字确认，并参与对土建承包商的工程进行督导、检查和验收，应提供设备接地要求及钢轨是否绝缘的要求。	设计单位根据设备供应商提出的提资图要求进行设计。 土建承包商完成检测棚、整体道床、电缆沟、预埋件、预埋电缆管（槽）、设备基础、低压接地以及设备室（包括地面、墙面的装修）等土建工程。 **钢结构检测棚或混凝土挡墙及相关土建基础由土建单位实施，供货商仅提供检测棚土建及接口要求的相关图纸。**
2	**低压配电**	1）负责提出设备工作电源要求； 2）负责设备配电柜出口与设备各工作机构的电缆及其连接工作。	根据设备厂家提供的用电要求，提供总电源供至控制室总配电柜，出口端满足用电要求，并完成接地设计。

3	**通信专业**	1）负责提供设备所需宽带及接口形式、网络接口要求 2）负责系统内所有安装点之间的通信光纤敷设、连接和调试，包括现场检测单元到设备间，设备间到控制室、设备间到智慧场段综合管控平台设备间等之间的通信，提供全系统网络拓补图及端口参数，设计院和土建专业提供光纤铺设路径的管路。 3）负责 TADS 设备之间设备内部电缆敷设和连接；负责车站设备机房至车站内通信交换机设备间之间的光纤敷设和接入；负责车辆段设备间与车辆段通信交换机设备间光纤敷设和接入；负责车辆段设备间至检调室终端的光纤敷设和接入。	1）负责车辆段、停车场、正线派班室、TADS 安装站点之间需传输通道，具体带宽及接口形式由供应商提供； 2）负责车辆段、停车场、正线派班室、TADS 安装站点之间的光纤敷设； 3）负责提供时钟信号接口； 4）具有受控区域（车辆、段场）的视频监控，需允许平台对段场监控视频进行调用的接口及功能； 5）提供 UPS 配电回路。 6）通信系统在正线车站通信设备机房和车辆段通信设备机房为车辆走行部异音声学探测系统各提供 1 个共享以太网接口。供应商设备利用单模光纤点对点引入通信设备间，通信专业划分专门 VLAN 对本系统所有设备进行组网和提供传输通道，设备供应商须提供自身设备组网拓补图。设备供应商提供带宽要求计算文件，带宽、接口类型（光/电接口）、接口安装位置在通信专业外部接口设计联络会上确定。
4	**信号专业**	1）负责协调相关接口信息对接； 2）负责提供收发车计划、洗车计划等；	1）负责提供列车车辆车号、收发车计划、列车停靠股道、停靠列位、列车停稳标志、列车编号信息，列车阻塞信息等； 2）负责提供 SPKS 状态等； 3）负责提供信号系统运营时刻表、车辆实时位置、速度信息、信号机、道岔状态信息（覆盖正线、库内区域）等； 4）负责接收平台发送的收发车计划、洗车计划等。
5	**生产云平台**	1）负责提供平台云资源需求； 2）负责提供无人区域门禁需求；	1）负责提供平台云资源需求； 2）负责提供场段内门禁、周界防护等状态、故障等数据； 3）负责无人区门禁及人脸识别系统安装及实施；
6	**供电专业**	1）负责协调相关接口信息对接。 2）平台负责车辆段智能管控平台机房微机柜交换机至安全联锁系统的线缆敷设。	1）负责采集各供电分区隔离开关分合闸位置、接地状态、有电/无电、设备故障报警等状态信息，并通过隔开监控系统通信接口提供给安全联锁系统，隔开监控系统具有通信接口条件； 2）带高层检修平台股道的库前接触网检

			修隔离开关纳入安全联锁系统控制，供电负责隔离开关的采购、安装及一次电缆接线，在隔离开关操作结构箱具有控制回路、状态信息采集的接线端子； 3）负责在隔开监控系统提供通信接口条件，具体接口形式可采用以太网或串口通信，具体设计联络阶段确定。
6	**网轨隧系统**	负责提供交换机接入端口；提供接口协议；提供数据库及网络规划；展示网轨隧系统提供报警及全量数据。	负责接线、制作插头、敷设线缆；提供车载设备状态、报警及全量检测数据；在提供数据库中建表；按照整体规划部署软硬件。
7	**工艺设备**	1）负责协调相关接口信息对接；	1)负责提供提供关于设备接口解析协议、设备构型及数据接入所需要的相关基础信息； 2）负责设备至设备所在位置通信设备室之间网络传输线缆敷设及熔纤、通断测试等工作； 3）负责配合智慧场段完成数据接入及调试工作；

16.4.2 接口界面划分示意图



16.4.3 智慧场段管控平台与通信专业接口文件

通信与智慧场段综合管控平台接口

1. 通信专业与智慧场段综合管控平台接口

（1） 接口内容

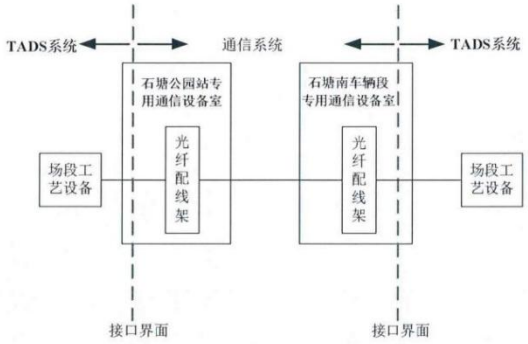
通信专业为滚动轴承早期故障轨边声学诊断系统提供 2 芯光纤通道。

（2） 接口界面及示意图

1） 接口界面

内容	说明	
接口分界点	石塘公园站和石塘南车辆段通信设备机房 ODF 配线架外线侧	
接口数量	石塘公园站、石塘南车辆段通信设备机房每处各提供 2 个接入点	
接口类型	2 芯以太网光接口（点对点）	
物理接口	光纤	
线缆规格	单模光纤	
接口协议		
接口用途	专用通信传输系统为滚动轴承早期故障轨边声学诊断系统提供光纤资源	
相关方责任	车辆段工艺	通信
	提出光纤资源需求，负责敷设线缆、接线、调试	提供满足滚动轴承早期故障轨边声学诊断系统要求的接口及光纤资源要求，配合调试
接口测试	车辆段工艺（滚动轴承早期故障轨边声学诊断系统）负责，通信配合	

2） 示意图



2. 视频监视系统与智慧场段综合管控系统接口

（1） 接口内容

流媒体接口：

通信视频监视系统在石塘南车辆段为智慧场段综合管控系统提供 2 个独立网段的以太网接口用于车辆段轨行区区域视频流调用等，采用 1000M 光口，采用TCP/IP 协议。

智慧场段与 CCTV 的互联接口：画面调用采用同一个协议，基于 TCP/IP 的 SDK 协议，具体协议内容专题讨论确定。

智慧场段与 CCTV 的视频流接口：由智慧场段与通信专业配合开发 H.265 的视频流接口。

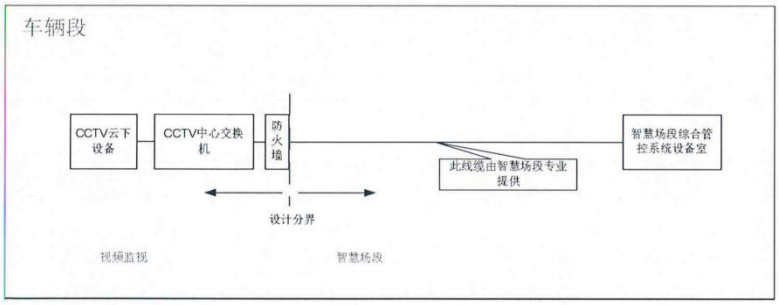
（2） 接口界面及示意图

1） 接口界面

内容	说明	
接口分界点	视频流接口界面位于石塘南车辆段的视频监视系统防火墙端口处。	
接口数量	互联接口：2 个 1000M 单模光口。	
接口类型		
物理接口		
线缆类型		
电气特性		
接口协议	设计联络确定	
接口用途	智慧场段综合管控平台需获取场段周界和轨行区管理的视频	
相关方责任	智慧场段	通信
	负责接线、敷设线缆，并向通信系统提供协议要求、格式，负责调试	开放协议及接口，根据协议要求、格式进行协议转换，配合调试
接口测试	智慧场段负责，通信配合,云平台配合协调	

2） 示意图

➢ 智慧场段综合管控系统与 CCTV 摄像头接口示意图



3. 5G 公专网相关需求

（1） 接口内容

通信 5G 公专网专业为智慧场段专业提供数据传输接口，为移动类工艺设备以及巡检设备提供数据通道。

开卡数量：200 张

带宽要求：

1）车地无线业务（正线）

车辆网轨隧设备信息回传

正线上行链路实时 6Mbps，单车并行链路数 1,报警及数据回传。

工程车监视信息（非运营时间使用）

上行链路 4Mbps，单车并行链路数 1,状态监视及视频调用。

2）车地无线业务（车辆段）

车辆网轨隧设备信息回传

上行链路 80Mbps，时延无特殊要求

工程车监视信息

上行链路 4Mbps, 单车并行链路数 1,状态监视及视频调用

工艺设备信息回传

上行链路 2Mbps，单设备并行链路数 1

（2） 接口界面

内容	说明		
接口分界点	设计联络会时确定		
接口数量	设计联络会时确定		
接口类型	设计联络会时确定		
物理接口			
线缆类型			
电气特性			
接口协议	设计联络确定		
接口用途	智慧场段综合管控平台获取移动类工艺设备数据传输通道		
相关方责任	智慧场段	通信	云平台
	负责接线、敷设线缆，	开放协议及接口，根据	配合调试

	并向通信系统提供协议要求、格式，负责调试	协议要求、格式进行协议转换，配合调试	
接口测试	智慧场段负责，通信配合,云平台配合协调		

4. 智慧场段系统与时钟系统的云上接口

（1） 接口内容

通信专业在云上为智慧场段系统提供时钟信息

（2） 接口界面

内容	说明		
接口分界点	虚拟接口在云平台内部；		
接口数量	互联接口：1 个云内虚接口		
接口类型			
物理接口			
线缆类型			
电气特性			
接口协议	NTP 协议，设计联络确定		
接口用途	智慧场段综合管控平台需获取时钟信息		
相关方责任	智慧场段	通信	云平台
	负责接线、敷设线缆，并向通信系统提供协议要求、格式，负责调试	开放协议及接口，根据协议要求、格式进行协议转换，配合调试	配合调试
接口测试	智慧场段负责，通信配合,云平台配合协调		

16.4.4 智慧场段管控平台与信号专业接口

（1）概述

本文定义了信号系统系统与智慧场段系统之间的物理、功能、电气接口及双方的供货及责任范围。

（2）功能概述

信号系统为智慧场段提供正线及石塘南车辆段内列车位置信息、轨道区段占用信息、信号机状态、道岔状态等站场信息，时刻表、车辆相关实时报警信息。

接收智慧场段提供出入库计划、调车计划及洗车计划并实施，具体方式待设计联络会确定。

（3）接口界面

信号系统与智慧的接口位置位于智慧场段设备室网闸端口处。

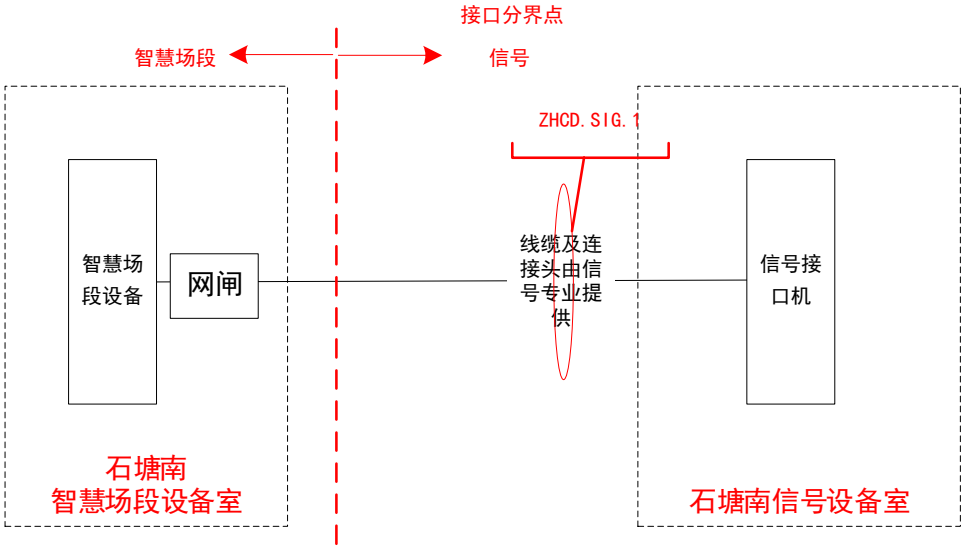


图　信号系统与智慧场段施工界面

（4）信号系统的供货范围及责任

内容	说明	
接口分界点	智慧场段设备室网闸端口	
接口数量	TCP	
接口类型		
物理接口		
线缆规格		
接口用途	智慧场段与信号系统数据互通	
相关方责任	智慧场段	信号系统
	提供接口端口； 提供出入库计划、洗车计划、调车计划至信号系统。	提供并敷设带标识线缆至接口处； 提供正线及石塘南车辆段内列车位置信息、轨道区段占用信息、信号机状态、道岔状态等站场信息； 提供时刻表、车辆相关报警； 校验智慧场段提供出入库计划、调车计划、洗车计划并实施。
接口测试	智慧场段专业负责，信号专业配合	

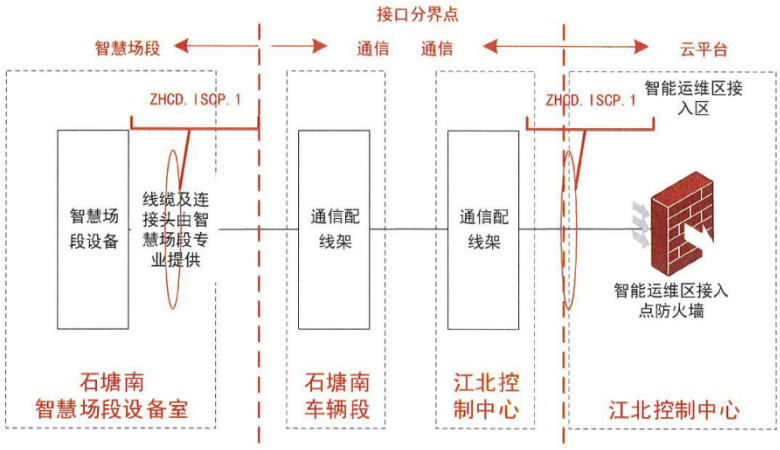
16.4.5 智慧场段管控平台与生产云平台接口

云与智慧场段（含智能运维）接口文件

云	设计院代表	王鑫
	南京地铁代表	宋大治 2026.5.14
智慧场段（含智能运维）	设计院代表	
	南京地铁代表	2026.5.14

2025 年 11 月

11 号线生产云平台承载智慧场段（含车辆智能运维）业务，智慧场段（含车辆智能运维）负责提供服务器、存储硬件设备、中间件组件，云平台负责组网接线调试、提供安全组件和云平台相关软件，将以上设施纳入云平台统一管理。

接口示意图	 江北控制中心生产云平台与智慧场段系统（ZHCD）接口分界示意图
接口说明	（1）ZHCD.ISCP.1：1 路千兆单模光口，接口界面在江北控制中心生产云平台设备室智能运维区防火墙端口处。（生产云平台为智慧场段预留 1U 的熔纤位置，具体在设计联络阶段确认）
信息安全	生产云平台为云内业务专业提供符合三级等保要求的相关安全资源池组件（防火墙、入侵防御、日志审计、漏洞扫描、虚拟化防病毒、运维审计、数据库审计），业务专业对提供的安全组件进行评估。业务专业自身负责等保测评及备案。 业务专业提供等保需要的拓扑图、清单、方案给生产云平台。 生产云平台提供业务专业等保需要的拓扑图、生产云平台等保测评结果给业务专业。 生产云平台、业务专业的安全厂家及测评公司共同确认业务专业入云符合三级等保的方案。
接口内容	**生产云平台系统责任** **网络、计算、存储资源配合：** ➢ 云平台负责组网接线调试、提供安全组件和云平台相关软件； ➢ 提供专业测试运行测试记录模版； ➢ 生产云平台配合业务系统云上相关资源的操作使用； ➢ 对网络进行统一的 IP 地址规划。 **安全等保配合：** ➢ 保障云内相应专业系统运行及数据的网络及信息安全； ➢ 云平台配合业务专业完成等保测评。 **调试配合：**

	➢ 为专业系统提供云内承载系统与专业系统的云内接口； ➢ 满足专业系统业务软件在云环境下的运行； ➢ 配合专业系统以及之间的各项测试与调试； ➢ 为专业系统提供云内外专业系统的通信接口调试； ➢ 生产云平台配合智慧场段专业与其他系统的测试工作。
	智慧场段系统责任 网络、计算、存储资源配合： ➢ 智慧场段（含车辆智能运维）负责提供服务器（暂定 8 套）、存储硬件设备、中间件组件，服务器规格型号需与云平台相匹配，具体在云平台设计联络时确定； ➢ 按生产云平台规划的 IP 地址访问云内本系统资源； ➢ 智慧场段自行提供 GPU 资源，生产云平台配合智慧场段安装、部署及调试。 安全等保配合： ➢ 云平台配合业务专业完成等保测评； ➢ 配合生产云平台承包商实现网络安全等保三级。 调试配合： ➢ 提供生产云平台内的操作系统软件、数据库软件及业务软件； ➢ 业务系统云上相关资源的使用，包括租户内虚机资源分配，安装操作系统及各种业务软件。
接口协议	TCP/IP。
接口测试	1、通信测试：数据通信所包含的路由端口等策略下发； 2、测试报告：在生产云平台上进行各项功能、性能、接口等各项测试，并进行记录测试结果； 3、专业需在测试平台上完成相关测试后再部署到生产云平台。

智能运维区资源

智慧场段（含车辆智能运维）负责提供服务器（暂定 8 套）、存储硬件设备、中间件组件，云平台负责组网接线调试、提供安全组件和云平台相关软件。相关资源按以下进行配置：

1.1 业务计算、存储资源需求

智慧场段系统（ZHCD）智能运维区资源需求							
	资源名称	数量	硬件资源需求(单台)				操作系统（业务专业提供）
			vCPU（核）	内存（G）	系统盘(G)	数据盘（T）	
虚拟资源	协同管控应用	2	16	64	128	1	Linux CentOS
	智慧场段数据库	2	16	32	128	1	Linux CentOS
	综合运维应用	2	16	32	128	1	Linux CentOS
	智慧场段中间件	6	16	32	128	2	Linux CentOS
	轨旁智能系统	6	16	32	200	50（IP-SAN）	Windows
	一体化安全管控服务器	2	8	16	200	2	Linux CentOS
	接口服务器	2	4	16	200	1	windows
	与外前置服务器	2	4	16	200	1	Linux CentOS

车载智能系统	2	16	64	200	2	Windows
总计	26	352	864	4336	330	

1.2 业务安全资源需求

智慧场段系统（ZHCD）业务安全资源需求					
序号	名称	数量	规格数量	部署区域	说明
1	虚拟防火墙（AV/IPS）	1	/	江北控制中心智能运维区	用于业务系统之间安全隔离，含防病毒、入侵防御功能；
2	数据库审计	1	1	江北控制中心智能运维区	用于业务系统数据库操作行为的记录及审计；
3	日志审计	1	26	江北控制中心智能运维区 26 台虚拟机	用于记录业务系统以及安全设备日志；
4	运维审计	1	26	江北控制中心智能运维区 26 台虚拟机	运维审计系统主要用于业务系统运维工作审计；
5	漏洞扫描	1	26	江北控制中心智能运维区 26 台虚拟机	漏洞扫描主要用于发现业务系统的系统漏洞，web 漏洞，弱密码等风险。

16.4.6 智慧场段管控平台与供电专业接口

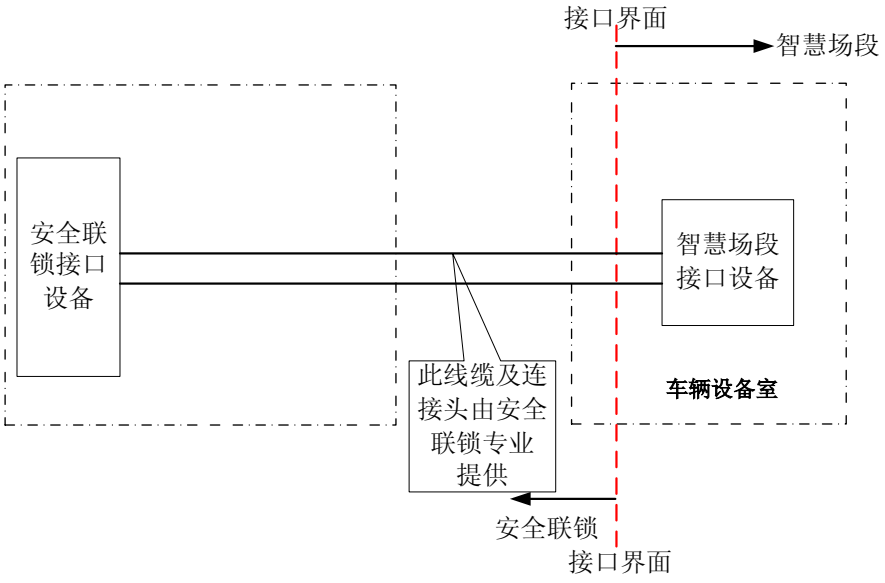
16.4.6.1 智慧场段管控平台与安全联锁系统接口

（1）接口内容

安全联锁设备为智慧场段综合管控平台提供石塘南车辆段中高平台隔离开关、接地及门禁状态，配合进行股道断送电流程操作；智慧场段综合管控系统为安全联锁提供断送电工单。接口界面在石塘南车辆段智慧场段设备室配线架外线侧。

（2）接口界面及示意图

内容	说明	
接口分界点	石塘南车辆段智车辆设备室配线架外线侧	
接口数量		
接口类型	TCP\IP	
物理接口		
线缆规格	单模光纤或 RJ45	
接口用途	智慧场段综合管控平台与安全联锁设备信息互通	
相关方责任	智慧场段	安全联锁
	提供断送电工单信息。	提供并敷设带标识线缆到智慧场段设备室配线架外线侧； 提供中高平台隔离开关、接地及门禁状态，配合进行股道断送电流程操作；
接口测试	智慧场段专业负责，安全联锁专业配合	



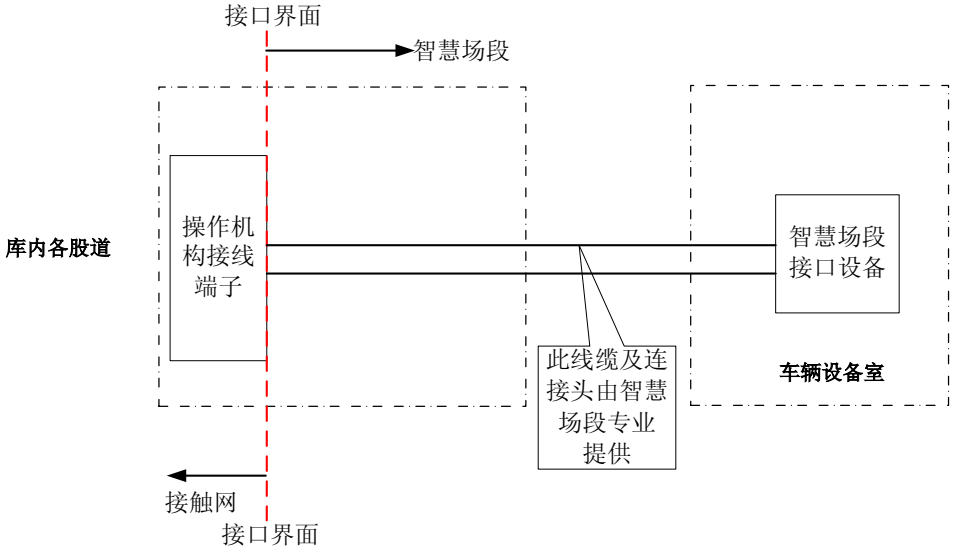
16.4.6.2 智慧场段管控平台与接触网系统接口

（1）接口内容

接触网专业在库内各股道（除安全联锁已覆盖股道外）预留接触网开闭状态信息接头，提供单股道接触网开闭状态。接口界面在库内每列位接触网隔离开关操作机构二次接线端子。

（2）接口界面及示意图

内容	说明	
接口分界点	库内每列位接触网隔离开关操作机构二次接线端子	
接口数量	每股道一对	
接口类型	待设计联络会确认	
物理接口	待设计联络会确认	
线缆规格	待设计联络会确认	
接口用途	接触网专业提供接触网开闭状态	
相关方责任	智慧场段	供电专业
	提供并敷设带标识线缆到接触网隔离开关操作机构二次接线端子；	提供端口并配合接入
接口测试	智慧场段专业负责，供电专业配合	



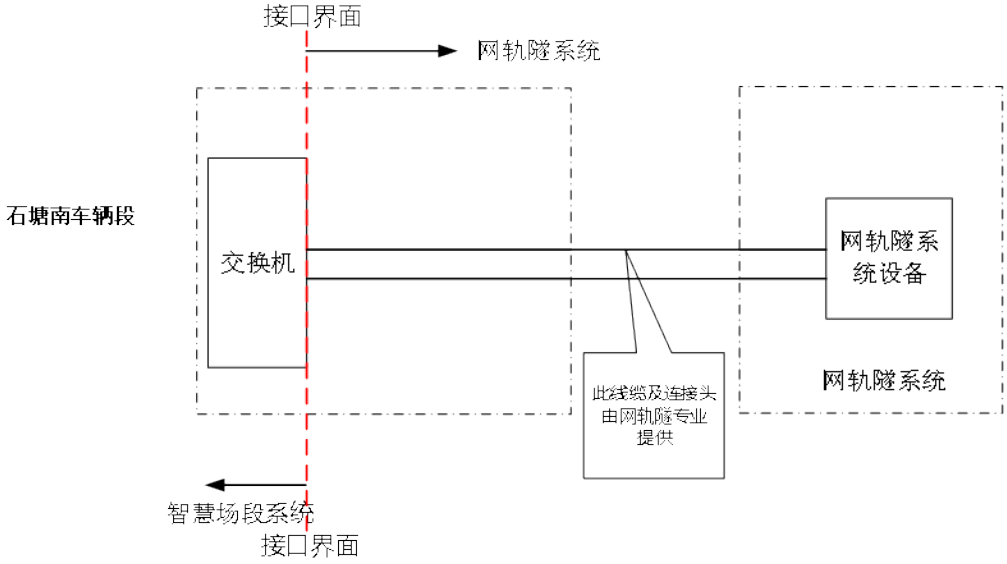
16.4.7 智慧场段管控平台与网轨隧系统接口

（1）接口内容

网轨隧综合智能检测系统为智慧场段系统提供系统设备实时状态、实时报警数据及全量弓网检测、轨道检测、限界检测数据，接口位置在石塘南车辆段运用库车辆设备室智慧场段三层交换机处。

网轨隧综合智能检测系统提供报警数据、全量检测数据并提供对应数据点表及报警规则；网轨隧系统使用智慧场段提供的数据库并建表，不另行搭建独立数据库；网轨隧系统按照智慧场段整体网络规划及硬件部署方案进行平台系统软硬件部署；具体硬件和软件接口协议等方案设计联络时确定。

内容	说明	
接口分界点	石塘南车辆段运用库车辆设备室智慧场段三层交换机	
接口数量	待设计联络确定	
接口类型	以太网	
物理接口	待设计联络确定	
线缆规格	待设计联络确定	
接口用途	网轨隧系统提供报警及全量数据接口	
相关方责任	智慧场段系统	网轨隧系统
	提供交换机接入端口；提供接口协议；提供数据库及网络规划；展示网轨隧系统提供报警及全量数据。	负责接线、制作插头、敷设线缆；提供车载设备状态、报警及全量检测数据；在提供数据库中建表；按照整体规划部署软硬件。
接口测试	智慧场段系统专业负责，网轨隧专业配合	



16.4.8 智慧场段管控平台与工艺设备专业接口

下表中所列设备厂家需将相关设备数据转发至现有智慧场段综合管控平台。数据内容包括设备状态信息、异常告警信息（含告警逻辑及规则）、设备运行原始数据及设备相关检测数据。数据转发所需的功能模块（包括网关、网线及其他附件等）由厂家在设备供货时提供并调试完成（智慧场段综合管控平台支持 5G、WIFI 及有线等传输方式）。

设备厂家要求在设计联络阶段提供数据传输接口协议、传输方式及点表文件等内容; 要求提供设备操作手册、BOM 清单、及常见故障清单等内容；提供所投设备三维模型（具体形式待设计联络确认）以上所有涉及硬件、软件、调试及费用包含在设备总价中。

序号	工艺设备名称
1	不落轮镟床
2	列车自动清洗机
3	固定式地下架车机
4	智能吹扫机器人系统
5	列车称重台
6	车体称重装置
7	一体化轨旁检测
8	电器综合试验台
9	转向架静载试验台
10	车轮车床
11	固定式轮对轴承压装机
12	数控立式车床
13	司控器试验台
14	高速断路器试验台
15	速度传感器试验台
16	齿轮箱跑合试验台
17	牵引电机试验装置

17 一体化轨旁检测

一体化轨旁检测作为智慧场段管控平台基础检测模块子系统，涵盖本章节所配置的轨旁轮对、受电弓、车体 360、TADS、飞行列检等系统，其检测数据汇总至平台数字底座，借助平台资源进行深度数据挖掘并提出检修指导意见。

由智慧场段平台牵头对各轨旁检测系统厂家硬件及检测方式进行协同调度和一体化管控，硬件包括服务器的 CPU 算力、GPU 算力、内存、存储、传输、机柜等硬件资源的统一采购调配资源共享。

为减少飞行列检和车体 360 等子系统的重复检测和误报率，由智慧场段厂家对运营车辆日检巡查项点进行统一梳理并统一电客车部件识别信息，统一部件故障识别定义等，包括对各设备承担的检测项点进行分配下达，互补检测盲区项点、减少重复检测，以此提高检测效率、最大化覆盖人工检测项点，同时对同类设备、同部件的报警进行各系统之间交叉复核，由人工最终审核，降低误报率。

17.1 受电弓轨旁监测系统

17.1.1 一般技术条件

该设备用于南京地铁列车受电弓碳滑板检测、受电弓工作位接触压力进行动态检测，系统安装在车辆段或停车场入库线上，实现电客车的受电弓及车顶的检测，**参考位置见附图，具体安装位置根据设计联络和施工现场情况最终确定。**

受电弓轨旁监测系统主要采用非接触式图像自动化检测技术，实现无人值守式的数据采集、处理、分析、存储和展示等功能。该系统对受电弓碳滑板顶部进行检测受电弓滑板磨耗、中心线偏移、弓网接触压力、羊角状态等缺陷，受电弓及支架外观等异常状态的自行监控和报警。

系统的应用软件具有兼容性和可扩充性，可与南京地铁车辆智能运维平台进行接口数据交互，具有数据远程传输及打印功能。

17.1.2 主要技术功能

（1）测量并记录受电弓滑板的磨耗曲线，并根据该曲线计算碳滑板最大磨耗值、最大磨耗差等。对碳滑板的磨耗曲线进行智能判断，对异常磨耗情况进行报警。

（2）测量并记录受电弓中心线偏差值，检查受电弓姿态异常。

（3）对受电弓滑板和羊角进行 3D 图像采集和成象，完成磨耗检测、碳滑板上表面剥离、全弓状态变形检测、羊角异常检测并报警。

（4）自动检测并记录受电弓工作位接触压力值，并对超限数据进行自动报警。实现消除前后弓的影响，保证压力检测结果的稳定性和检测精度。

（5）受电弓轨旁监测系统经由独立自主开发通过行业内评审的可提供评审报告，提供近 5 年内至少各 3 份经用户签字确认的受电弓碳滑板尺寸超限检测案例，以上都能提供的将在评标中视为优势。

（6）提供检测项目的图像及数据报表输出，检测结果的查询、统计、综合分析、打印、故障预警及网络共享管理。

（7）通过对历史数据的综合分析，总结受电弓的磨耗规律，绘制磨耗趋势图，预测受电弓滑板运用到限时间。通过数据的综合分析比较（按时间段、运行公里数对同类型受电弓检测数据进行综合分析比较）对受电弓的技术状态做出综合评价，给出优化的综合维护保养方案，以指导受电弓的检修。

（8）提供丰富的数据接口：基本信息输入接口、走行公里数输入接口、人工反馈信息输入接口及相关部门网络访问接口等。

（9）在外部电力供应中断的情况下应提供至少半小时的网络机柜（含服务器、交换机等）不间断备用电力供应，以保护系统安全关闭。系统服务器具有断电自重启恢复功能和断电冗余备份功能。

（10）采用工频 220V、50HZ 交流电源，系统设备应采取可靠的接地保护措施。

（11）系统作为受电弓检测测量设备，系统所使用关键部件（绝缘部件）应具备抗电磁干扰、抗震特性，能适应高低温环境，相关功能应通过 CNAS 认证，提供检测证书。

（12）系统部件安装区域尽可能减少对线路的影响，并与接触网留有足够的安全距离。

（13）地铁车辆车号和端位自动识别。

（14）系统可与轨旁综合检测系统其它子系统同址安装，共用车号识别、传感器信号、数据服务器、现场设备间、数据传输通道等，兼容信息化接口，实现无缝耦合。系统可接入

统一的数据分析平台，提供接入数据分析平台的截图。

（15）考虑正线与车辆段转换的一度停车信号灯的位置影响，如有可能，系统尽可能做到列车在检测棚允许停车检测的能力。

17.1.3 主要技术指标参数

17.1.3.1 受电弓监测

滑板磨耗检测精度：　　±0.5mm

滑板有效检测长度：　　1000mm

受电弓中心线偏差检测精度：　　±3mm

受电弓中心线偏差检测范围：　　±400mm

受电弓工作位接触压力检测精度：　　±5N

接触压力检测范围：　　0～200N

17.1.3.2 车号识别

识别准确率：　　≥99.99%；

可维护性(故障恢复时间)：　　＜1min；

供电方式：　　AC220V±10%　50HZ；

设备数据传输接口：　　1000M 自适应以太网接口

识别准确率：　　全天候≥98%；

车辆通过速度：　　0～60km/h；

电气防护等级：　　IP65；

17.1.3.3 适应环境参数

（1）环境温度：室外：－40℃～+75℃，室内：－10℃～＋35℃。

（2）相对湿度：月平均不大于 90%，最高相对湿度不大于 95%。

（3）数据处理时间：≤3min。

（4）使用环境：无易燃、腐蚀性气体。

17.1.4 系统主要组成

（1）系统由现场基本检测单元、现场控制设备间、远程主控中心等。

（2）系统主要包括受电弓磨耗及中心线检测模块、受电弓工作位接触压力检测模块，同时对测量的尺寸超限进行提示告警。

（3）设备间包括现场控制系统、数据采集控制系统、数据处理系统。远程传输通道，包括电缆，光纤及数据收发部分。

投标人根据可参考以下内容并结合自身方案，详细说明投标设备的技术方案，包括结构原理、功能性能、规格参数及技术方案说明。

17.1.4.1 现场检测单元

基本检测单元位于检测现场，实现系统检测功能。

（一）受电弓磨耗及中心线检测模块

采用“图像测量法”实现受电弓滑板磨耗及中心线偏移情况的非接触动态检测。由滑板磨耗和中心线偏移现场检测设备和位于设备间的控制、支持和处理设备组成。检测单元主要由图像采集、触发和控制、配套光源、传感器、数据处理等单元组成。

（1）图像采集和光源

由高清晰度磨耗相机和中心线相机组成（配属相机数量不低于 4 台），采用 2D 与 3D 相机结合方式：2D 相机进行碳滑板尺寸测量；3D 相机对整个受电弓滑板和羊角及姿态进行 3D 成象，并对测量尺寸、碳滑板上表面剥离及整体姿态异常告警。

相机以设计角度对受电弓进行拍摄，在不同光照条件下进行图像采集进行补光，包含受电弓滑板的全貌并包含尺寸信息，经过实时图像处理，得到受电弓碳滑板厚度曲线，并结合标定信息，得到受电弓中心相对轨道中心线的偏移量。对碳滑板上表面剥离、全弓姿态、羊角的异常状态进行识别告警。

（2）2D 和 3D 相机要求：

- 高速图像分析系统摄像装置应采用工业级行业主流免维护产品。
- 高速图像分析系统摄像装置应具备高分辨率、高精度、高清晰度等特点。
- 高速图像系统应能适应轨道交通列车隧道昏暗的工作环境，保持摄像图像清晰。
- 每个受电弓有多条碳滑板，高速图像分析系统应能正确清晰地区分碳滑板各部位而不出现图象重叠或错误报警情形。

- 3D 成象相机须对碳滑板正上方表面能够成象并精确识别剥离、崩口等异常。
- 每个图像传感器的防护机构都应该具备镜片自清洁功能，免人工清洗维护，保证获取传感器获取的图像清晰可靠。

（3）触发和控制

完成识别车体运动和连挂、判断升弓情况、触发图像采集、控制补光系统等功能。

（二）受电弓压力检测模块

采用接触式测量原理实现受电弓接触压力在线动态测量并记录受电弓工作位接触压力值，并对压力超差情况进行预警。该模块主要由受电弓压力平台、传感器、数据处理单元组成。

投标人详细描述自身受电弓工作位接触压力检测模块检测原理。

受电弓压力检测模块方案须能够消除前后弓的影响，并考虑温度、速度等影响进行多种修正和补偿，解决因环境因素导致的接触网张力对压力检测的影响，保证检测接触压力值的准确性和精度。投标人提交实现消除前后弓的影响的解决方案，并附相应成功解决的证明材料或实际案例。

（三）车号识别系统

车号识别模块安装在轨旁，实时采集列车侧部高清图像，通过图像分析与自动识别技术实现对列车车号的快速自动识别。设备不间断工作不少于 24×30 小时，具备自恢复功能。**可与轮对轨旁检测系统及车体 360 共用车号识别模块。**

车号识别系统具备以下基本性能:

①能准确识别本线轨道交通列车的头车车号，及判读列车中间车的顺序号。

②能有效、准确地判别车号，满足受电弓动态监测系统对车号进行识别的需求。使受电弓动态监测系统能够按照车号信息对检测数据进行跟踪、统计、分析。

③车号识别系统在工作时，不对轨道交通车辆上安装的各类设备和地面上安装的各类设备造成干扰，如轨道交通线路中信号系统，车载无线系统，PIS 系统等。

④能满足其他管理系统对车号进行识别的要求。使相关系统能够按照车号信息对检测数据进行跟踪、统计、分析。

17.1.4.2 轨旁检测现场设备间/机柜

主要作用是实时采集处理基本检测单元的测量信号，形成检测结果，并以一定的格式与

控制室内的主机通信，接收控制室主机的控制命令，向控制室主机发送状态信息和检测结果。另外，设备间还负责控制现场监控设备的工作，处理监控信号。设备间内包括现场控制系统、数据采集系统、数据处理系统、监控系统主控机。

17.1.4.3 远程控制设备室

用于控制受电弓检测系统的启停，监控设备的运行状况，管理最终的检测结果，提供用户访问界面、数据输入/输出接口、数据联网管理。包括操作控制台、监控系统、数据库、数据综合分析及管理软件。软件应易于扩展，并预留网络化端口接入后期的车辆段智能运维管理系统。控制室工作站能存储近三个月以上所通过列车的各项检测原始数据的能力。

17.1.5 数据采集、处理、监控、系统

（一）数据采集系统

系统采用工控机的数据采集系统进行数据采集。整个系统具有无人操作，远程自动声光报警功能。系统利用地铁内部网络线路，实现数据资源共享，内网所有网站都能使用该系统的所有记录数据。

（二）计算机系统

工控机硬件配置不低于（CPU：Intel I5/ i7、硬盘容量 2TB、内存 8GB、显卡），系统服务器和工控机的配置应保证数据处理速度和图像采集传输速度等各项功能满足最低行车间隔（参考 3-5 分钟）要求。通过智能运维平台和系统内部网络均可以达到数据共享的目的。现场数据采集系统用光纤将数据及图像文件送至车辆段运转值班室，当发现车辆故障时，终端将发出声光报警，并在屏幕上显示详细的报警内容。

（三）分析系统软件

包括信号采集、信号分析处理、文件管理及数据通讯等功能，具有如下内容：

- 信号采集；
- 数据分析；
- 显示并存储原始图像；
- 显示并存储数据分析报表；
- 与数据库和控制台软件的通讯功能；

- 系统报警参数设置
- 警阀值设置；
- 数据、文件管理：保存最近 3 个月过车数据，故障过车数据永久保存。

（四）控制台软件

系统控制台软件安装于数据监控中心服务器上，通过该软件，系统值班员可以监控系统设备的工作状况，主要显示的系统信息有：

- 系统网络连接状态：数据库连接、监测点连接等；
- 系统自检状态；
- 传感器工作状态；
- 系统当前工作状态；
- 过车检测结果；
- 系统工作日志；
- 系统工作异常报警信息。

（五）用户应用软件

- 网页发布、系统登陆功能；
- 系统管理功能：
- 用户管理：系统管理员可以创建、删除用户并设置用户对系统具体的操作权限；
- 日志管理：系统日志信息，包括登陆日志和操作日志；
- 故障记录管理：系统管理员可通过故障记录、处理记录页面，查看、删除系统故障确认报表。
- 浏览过车报表：
- 输入起始日期、时间和终止日期、时间，显示该时间段所有列车的过车记录；
- 输入列车号、起始日期、时间和终止日期、时间，显示该列车、该时间段所有过车记录；
- 输入列车号、车辆号、起始日期、时间和终止日期、时间，显示该列车、该车辆号轮对在该时间段所有记录；
- 报警记录查询：输入起始日期、时间和终止日期、时间，显示该时间段所有报警列车的过车记录；

- 日程查看：通过日历表查看每日过车信息记录；
- 报表打印。
- 历史数据统计分析：根据用户输入的查询条件进行数据统计分析，生成检测数据查询结果报表和绘制趋势曲线图。
- 故障管理：实时检测每一过车情况，对于超过报警极限的车辆应显示报警级别。操作人员可以对报警记录做出确认，并可根据需要打印报警故障报表，自动保存至故障数据库中。
- 个人设置：用户通过系统管理员给与的用户名和密码登陆系统，在个人设置页面中可以更改自己的登陆密码和其它设置。
- 图像记录调阅浏览功能。
- 系统应预留可能接入控制中心大屏显示受电弓图像的接口功能。

17.1.6 系统维护、校验和标定

（1)为了检验和校准受电弓轨旁检测系统中磨耗中心线检测单元检测传感器的技术参数，保证检测单元具有良好的技术状态和正常运行。投标人后期须提供完整维护保养手册、校验标定手册和维护周期表。**在专用工具报价清单中提供校验和标定所用专用工具，所有测量工具须进行计量检验。**

（2）从系统调试完成并验证系统尺寸测量满足要求起计算，投标人在 2 年内定期对系统进行维护、保养、校验、标定等并培训指导使用单位人员直至完全学会。

17.1.7 主要设备清单

主要部件包含但不限于以下配置清单（供参考），投标人根据自身方案填写。

序号	名称	规格型号	数量	品牌	原产地	设备参数
1	传感器					
2	受电弓尺寸测量检测相机					
3	受电弓状态 3D 成象相机					
4	车顶故障动态图像检测相机					

5	车号识别系统相机					
6	交换机					
7	工控机					
8	远程监控主机					
9	打印机					
10	显示器					
11	电源及稳压器					
12	UPS 电源					
...	...	...	...	...	...	...

17.1.8 设备接口

17.1.8.1 与土建接口

（1）供货商供货范围及责任：

受电弓轨旁检测系统分别安装于车辆段的设备主机及其他设备出入段线轨旁检测区域，控制室远程监控中心位于车辆段内。

供货商根据设计院图纸及现场情况（线路平纵断面、轨道、接触网、隧道净空等）核实选定设备安装点，具体安装地点设计联络时确定。**安装位置参考示意图详见附件。**负责设备的现场组装、调试及试运行，提供电缆沟、预埋件、预埋电缆管（槽）设备基础等设计要求，对设计单位的上述设计方案签字确认，并参与对土建承包商的工程进行督导、检查和验收，应提供设备接地要求及钢轨是否绝缘的要求。

（2）土建及设计单位供货范围及责任：

设计单位根据设备供应商提出的提资图要求进行设计。

土建承包商完成检测棚、整体道床、电缆沟、预埋件、预埋电缆管（槽）、设备基础、低压接地以及设备室（包括地面、墙面的装修）等土建工程。

钢结构检测棚或混凝土挡墙及相关土建基础由土建单位实施，供货商仅提供检测棚土建及接口要求的相关图纸。

17.1.8.2 与低压配电接口

（1）供货商供货范围及责任：

负责提供设备用电负荷及相关低压配电接地要求（包括但不限于接地电阻等具体参数要求）。负责总配电柜出口端至所有配电设备之间的电缆及接线工作。

（2）低压配电系统供货范围及责任：

根据设备厂家提供的用电要求，提供总电源供至控制室总配电柜，出口端满足用电要求，并完成接地设计。

17.1.8.3 系统内外通信接口

供货商供货范围及责任：

负责系统内所有安装点之间的通信光纤敷设、连接和调试，包括现场检测单元到设备间，设备间到控制室、设备间到车辆段运维平台设备间等之间的通信，提供全系统网络拓补图及端口参数，设计院和土建专业提供光纤铺设路径的管路。

供应商根据以上接口要求和图纸信息对系统通信施工工程量等报价（报价包含材料费、安装费等）并计入总报价并包干。投标人应提前熟悉图纸并在技术方案和报价中充分考虑风险。

17.1.8.4 与智慧场段综合管控系统接口（同前相同章节内容）

17.2 轮对轨旁监测系统

17.2.1 一般技术条件

该设备用于南京地铁地铁列车轮对尺寸及踏面图像进行动态检测，系统安装在车辆段或停车场入库线上，实现电客车的轮对的检测，**参考位置见附图，具体安装位置根据设计联络和施工现场情况最终确定。**

轮对轨旁监测系统主要采用非接触式图像自动化检测技术，实现无人值守式的数据采集、处理、分析、存储和展示等功能。采用光学图像检测技术在线动态自动检测轮对外形尺寸和踏面表面缺陷等异常故障。

系统的应用软件具有兼容性和可扩充性，可与南京地铁车辆智能运维平台进行接口数据

交互，具有数据远程传输及打印功能。

17.2.2 主要技术功能

（1）轮对外形尺寸检测单元采用三维空间标定结合多束激光截面图像的测量方式，能够自动检测踏面磨耗、轮缘高度、轮缘厚度、车轮直径、轮对内距、QR 值等尺寸并对超限自动报警，同时保证测量的高精度和准确性。

（2）车轮踏面缺陷动态图像监测单元须具有抗自然光干扰的功能，可根据外界环境变化，实现相机自适应曝光时间调节，以达到最好的图像效果。

（3）车轮踏面缺陷动态图像监测单元可实现整圆周踏面 360°范围监测，可自动实现地铁车辆车轮踏面擦伤、剥离、硌伤、凹坑等表面缺陷的自动预警，具有图像化视图分析、缺陷定位、直观判别缺陷功能。系统拍摄的踏面图像清晰逼真，踏面图像与实际车轮踏面状态一致，人眼可直观判断踏面状态，提供现场实际展示界面截图或系统原始图像照片。

（4）系统可自动绘制车轮踏面外形曲线，并可实现超限报警显示，同时能根据踏面外形轮廓曲线判断异常磨耗；根据踏面和轮缘磨耗值，绘制轮对磨耗趋势图，并预测下一次镟修时间。提供检测轮对技术状态的综合评价，报告输出超限车轮的超限数据及顺位信息。

（5)轮对尺寸及踏面缺陷检测系统经由独立自主开发通过行业内评审的可提供评审报告，提供近 5 年内至少各 3 份经用户签字确认的车轮尺寸超限实际检测案例和车轮踏面实际缺陷检测案例，以上都能提供的将在评标中视为优势。

（6）系统应具备抗电磁干扰、抗震特性，能适应高低温环境，相关功能应通过具备 CNAS 认证资格的第三方机构认证测试，提供检测证书（满足 GB/T 2423 系列、GB/T 17626 系列中对应的高低温、振动、电磁兼容标准）。

（7）系统具备车号及端位自动识别功能（自动识别与手动输入车号功能应能转换），通过速度检测、车辆接近和离去检测功能。

（8）系统具有检测结果存储、查询、统计、对比、打印功能。

（9）系统须提供数据输入/输出接口：轨道交通车辆基本信息输入接口、走行公里数输入接口、人工反馈信息输入接口、车辆基地网络访问接口等。

（10）系统具有检测项目的图像及数据报表输出功能，具有远程监控和数据分析功能，提供 B/S 访问界面和信息化数据联网接口。

（11）为保障设备成熟、可靠，设备必须具备轨道交通的运用业绩，可提供设备被省部级单位认定的名优产品，提供省部级单位颁发的名优产品证书。

（12）系统具有系统自诊断和故障提示功能。

（13）系统具有安全监控、防雷、防水、防大电流冲击及接地等功能。

（14）系统可与轨旁综合检测系统其它子系统同址安装，共用车号识别、传感器信号、数据服务器、现场设备间、数据传输通道等，兼容信息化接口，实现无缝耦合。系统可接入统一的数据分析平台，提供接入数据分析平台的截图。

（15）考虑正线与车辆段转换的一度停车信号灯的位置影响，如有可能，系统尽可能做到列车在检测棚允许停车检测的能力。

17.2.3 主要技术指标参数

17.2.3.1 轮对监测

（1）车轮外形尺寸检测技术指标

轮缘高度测量范围：　　25～40mm

轮缘高度测量误差：　　±0.3mm

轮缘厚度测量范围：　　20～40mm

轮缘厚度测量误差：　　±0.3mm

轮对内侧距测量范围：　　1345～1365mm

轮对内侧距测量误差：　　±0.6mm

车轮直径测量范围：　　750～1150mm

车轮直径测量误差：　　±0.6mm

Qr 值测量范围：　　0～13mm

Qr 值测量误差：　　±0.6mm

（2）车轮踏面缺陷动态图像监测技术指标

踏面图像分辨率：0.6mm/pixel；保存大于 3 个月的过车记录；

17.2.3.2 车号识别

识别准确率：　　≥99.99%；

可维护性(故障恢复时间)：　　＜1min；

供电方式：　　AC220V±10%　50HZ；

设备数据传输接口：　　1000M 自适应以太网接口

识别准确率：　　全天候≥98%；

车辆通过速度：　　0～60km/h；

电气防护等级：　　IP65；

17.2.3.3 适应环境参数

（1）环境温度：室外：－40℃～+75℃，室内：－10℃～＋35℃。

（2）相对湿度：月平均不大于 90%，最高相对湿度不大于 95%。

（3）数据处理时间：　≤3min。

（4）使用环境：无易燃、腐蚀性气体。

17.2.4 系统主要组成

（1）系统由现场基本检测单元、现场控制设备间、远程主控中心等。

（2）系统主要包括轮对尺寸测量模块、轮对踏面 360°故障动态图像检测模块（带自动报警），同时对测量的尺寸超限进行提示告警。

（3）设备间包括现场控制系统、数据采集控制系统、数据处理系统。远程传输通道，包括电缆，光纤及数据收发部分。

投标人根据可参考以下内容并结合自身方案，详细说明投标设备的技术方案，包括结构原理、功能性能、规格参数及技术方案说明。

17.2.4.1 现场检测单元

基本检测单元位于检测现场，实现系统检测功能。

（一）轮对尺寸测量模块

采用三维空间标定技术，利用激光线光源沿一定角度投射到车轮踏面，形成包含车轮外形尺寸信息的光截曲线，高分辨率摄像机拍摄车轮外形光截曲线，经图像采集、处理获得车轮外形轮廓及关键外形几何尺寸。为有效保障检测精度高，减少环境对系统检测影，采用不少于 8 组图像采集模块，单车轮光截线不少于 4 条（单帧图像采集条件下），形成多个测点完

成轮对检测同步拍摄多幅图片方式获得轮周多个点的外形光截曲线图像。

（二）轮对踏面缺陷检测模块

车轮踏面缺陷动态图像监测单元采用不少于 16 只相机搭配 16 组面阵光源方式，实现踏面图像车轮踏面整圆周 360°高清图像监测，踏面图像具备多级放大功能。

根据轮对的曲线特征，自动进行内外图像的在空间区域的拼接操作，完成角度的旋转，提高畸变的校正与对齐的精度。

（三）车号识别系统

车号识别模块安装在轨旁，实时采集列车侧部高清图像，通过图像分析与自动识别技术实现对列车车号的快速自动识别。设备不间断工作不少于 24×30 小时，具备自恢复功能。**可与受电弓轨旁检测、360 检测系统共用车号识别模块。**

车号识别系统具备以下基本性能:

①能准确识别本线轨道交通列车的头车车号，及判读列车中间车的顺序号。

②能有效、准确地判别车号，满足受电弓动态监测系统对车号进行识别的需求。使受电弓动态监测系统能够按照车号信息对检测数据进行跟踪、统计、分析。

③车号识别系统在工作时，不对轨道交通车辆上安装的各类设备和地面上安装的各类设备造成干扰，如轨道交通线路中信号系统，车载无线系统，PIS 系统等。

④能满足其他管理系统对车号进行识别的要求。使相关系统能够按照车号信息对检测数据进行跟踪、统计、分析。

17.2.4.2 轨旁检测现场设备间/机柜

主要作用是实时采集处理基本检测单元的测量信号，形成检测结果，并以一定的格式与控制室内的主机通信，接收控制室主机的控制命令，向控制室主机发送状态信息和检测结果。另外，设备间还负责控制现场监控设备的工作，处理监控信号。设备间内包括现场控制系统、数据采集系统、数据处理系统、监控系统主控机。

17.2.4.3 远程控制设备室

用于控制检测系统的启停，监控设备的运行状况，管理最终的检测结果，提供用户访问界面、数据输入/输出接口、数据联网管理。包括操作控制台、监控系统、数据库、数据综合分析及管理软件。软件应易于扩展，并预留网络化端口接入后期的车辆段智能运维管理系统。

控制室工作站能存储近三个月以上所通过列车的各项检测原始数据的能力。

17.2.5 数据采集、处理、监控、系统

同章节 17.1.5

17.2.6 系统维护、校验和标定

（1）为了检验和校准轮对轨旁检测系统车轮外形尺寸检测单元检测传感器的技术参数，保证检测单元具有良好的技术状态和正常运行，需要定期对数据计算模型进行标定，建立系统的计算模型和定期对检测数据进行校准。投标人后期须提供完整维护保养手册、校验标定手册和维护周期表。**在专用工具报价清单中提供校验和标定所用专用工具（轮径尺和内侧距尺不需要提供），所有测量工具须进行计量检验。**

（2）从系统调试完成并验证系统尺寸测量满足要求起计算，投标人在 2 年内定期对系统进行维护、保养、校验、标定等并培训指导使用单位人员直至完全学会。

17.2.7 主要设备清单

主要部件或名称包含但不限于以下配置清单（供参考），投标人根据自身方案填写。

序号	名称	规格型号	数量	品牌	原产地	设备参数
1	传感器					
2	轮对尺寸测量相机					
3	轮对踏面缺陷图像检测相机					
4	轮对检测激光发生器					
5	车号识别系统相机					
6	交换机					
7	工控机					
8	远程监控主机					
9	打印机					
10	显示器					

11	电源及稳压器					
12	UPS 电源					
...	...	...	...	...	...	...

17.2.8 设备接口

同章节 17.1.8

17.3 车辆 360°智能检测系统

系统由车底、车侧、车顶动态检测模块及其控制模块组成。可实现对列车车底、车侧、车顶关键部件可视部位图像自动检测，对关键部件脱落、丢失、变形、异物等异常情况能自动报警提示。

17.3.1 主要功能及技术条件

主要技术条件包括但不限于以下要求，具体设计联络时确认。

（1）系统应具有车顶、车侧、车底关键部件可视部位采集、检测的功能。检测的项点包含但不限于空调、转向架、牵引装置、电机盖、制动盘、齿轮箱、轴箱等，发现部件缺失、变形、异物、紧固件松动等可视部分，具体设计联络时确认。系统具有自动采集列车车顶可视部件、车体车窗可视部件、侧部走行部可视部件、底部走行部可视部件的高清图像，覆盖车体 360°全景高清图像功能。

（2）系统应具有检测数据采集、分析、存储、查询及报警提示功能，投标人应在投标阶段提供用户界面方案。

（3）系统的应用软件具有兼容性和可扩充性，可与南京地铁车辆智能运维平台进行接口数据交互，具有数据远程传输及打印功能。

（4）系统具有走行部区域三维图像展示功能，可实现三维图像与二维图像联合预警，剔除因水渍、光照造成的系统误报。

（5）系统应具备抗外界光源干扰能力，保障图像采集单元获取清晰的图像。

（6）系统应具有与车号对接功能，实现端位自动识别、通过速度检测、车辆接近和离去单向检测功能。

（7）系统应具备设备自身温度自动检测功能，可实现自加热、自散热功能，保障系统采集单元工作温度稳定。

（8）系统采集单元应采用线阵相机与光源一体化结构设计，且一体化结构中的相机和光源共用控制和电源接口，保障获取图像质量。

（9）系统应具有信息化数据联网接口，提供浏览器/服务器访问界面。

（10）系统检测的数据应具有人工进行复核确认功能。

（11）系统应具备图像放大功能，能够进行多级放大显示。

（12）光源和摄像机应合理布置，便于安装和维护。

（13）光学元件应采取必要的防水防尘措施，提高设备的自洁净及免维护能力。

（14）系统具有防雷、防水、防大电流冲击及接地等功能。

（15）系统作为车辆轨旁检测设备，系统应具备抗电磁干扰、抗震特性，能适应高低温环境。

（16）系统具有轨道交通走行部螺栓防松标记识别功能。

（17）系统具有检测数据存储、分析、查询、统计及输出功能；具有检测数据报警提示功能。

（18）系统具有远程监控和数据分析功能，提供 B/S 访问界面和信息化数据联网接口。

（19）系统可与轨旁综合检测系统其它子系统同址安装，共用车号识别、传感器信号、数据服务器、现场设备间、数据传输通道等，兼容信息化接口，实现无缝耦合。系统可接入统一的数据分析平台，提供接入数据分析平台的截图。

（20）**考虑正线与车辆段转换的一度停车信号灯的位置影响，如有可能，系统尽可能做到列车在检测棚允许停车检测的能力。**

17.3.2 检测项点

系统对列车可视区域的自动检测功能包括但不限于以下项点，最终检测项点在设计联络阶段确定。

序号	位置	项目	内容	要求
1	车下电气	ATC 接收装置	检查机架、线圈及紧固件	无损伤、无松动
2	车下电气	各类电缆、速度传感器、接地装置	检查电缆外表和连接状况	无损伤、无脱落
3	车下电气	牵引电机	检查出风口	无异物
4	车下电气	车间电源	检查车间电源盖板固定情况	锁扣完好
5	车下电气	牵引箱	检查出风口	无异物
6	车下电气	逆变器箱	检查出风口	无异物
7	车下电气	高压电气箱	检查出风口	无异物
8	转向架	转向架	检查外盖螺栓及油脂渗漏情况	紧固件无松动，油脂无渗漏
9			检查垂向止档	正常，安全垫圈完好
10			检查轴箱接地线	安装牢固，线缆无破损，紧固件无松动，接头无损伤
11	转向架	一系悬挂	检查设备及其部件紧固情况	外形完好，无损坏，无变形，紧固件无松动
12			检查一系簧外观	外观完好
13			检查安装锁紧板及一系垂向减振器	垂直减震器无渗油
14	转向架	空气弹簧	检查空气簧及其紧固件	无漏气、无鼓包
15	转向架	抗侧滚扭杆	检查支架、连杆及其紧固件	无变形
16			检查上部、下部连杆及紧固件	无变形，垂直连接、紧固件无松动
17	转向架	液压减震器	检查紧固件及漏油情况	紧固件无松动、无渗漏油
18			检查本身连接套筒	无损坏、无变形
19	转向架	高度调节阀	检查连接情况	螺栓无松动（下部），无变形，无异常情况
20	转向架	转向架两侧	检查构架内、外侧；电机座、齿轮箱座、牵引拉杆座，工艺孔保护盖。	无松动、无缺失
21	转向架	轮对	检查车轴	车轴碰伤
22	转向架	牵引连接	检查连接杆及螺栓	连接杆无松动，螺栓无松动
23			检查中心销及联接	无松动
24			检查提升板、紧固件	无松动、无变形

序号	位置	项目	内容	要求
25			检查横向止档缓冲橡胶	无缺损
26	转向架	齿轮箱及连接	检查齿轮箱外观及其连接部分	无明显漏油、外观无损坏、连接螺栓无松动
27			检查油位	
28	转向架	联轴节	检查联轴节外观	紧固件无松动，无损伤、无漏油
29	转向架	轮缘润滑箱	检查轮缘润滑箱外观及紧固件	无损坏，无松动
30			喷嘴的外观	无移位、无污物、无堵塞
31			检查风缸、泵、空气混合器	无损坏，无松动
32	车门、车体、车钩	各类车钩	检查全自动车钩钩头、橡胶托架、电缆和电缆夹，气管密封环，各紧固件	各部件无损坏，螺栓色标无错位（线缆接线排移动，紧固件可视）
33			检查半自动车钩，橡胶托架，电缆和电缆夹，各紧固件	各部件无损坏，螺栓色标无错位。（线缆接线排移动）
34			检查半永久车钩抱箍，橡胶托架、电缆及电缆夹，各紧固件	各部件无损坏，螺栓色标无错位（线缆接线排移动）
35		贯通道	检查贯通道外折蓬	外观无破损，连接无松动（可视）
36	车门、车体、车钩	车体外侧油漆	检查车体外侧油漆	无损坏、无擦伤
37		车体玻璃	客室左、右挡风玻璃	完好，无异常
38	空气气路及制动系统	空压机单元及空气干燥器	检查空压机及空气干燥器外观紧固件	无损坏，无松动（可视）
39			检查阀门	各阀门开启及关闭的位置正确
40	空气气路及制动系统	单元制动机	检查锁紧片、橡皮保护套及其固定螺栓	无损坏，无松动（可视）
41			检查管路及紧固件	无损坏，无松动（可视）

17.3.3 主要技术参数要求

（1）二维图像检测分辨率 ≤1mm/pixel

（2）相机分辨率 ≥2048*2000

（3）两车通过时间间隔 ≥120s

（4）闸片缺失检测： 100%

（5）车底可视部件图像监测分辨率： ≤1mm/pixel；

（6）车侧及车体车窗可视部件图像监测分辨率： ≤1mm/pixel；

（7）车顶可视部件图像监测分辨率： ≤1mm/pixel；

（8）走行部三维图像监测分辨率： ±5mm/pixel；

（9）存储容量：故障信息存储两年，其它信息存储一个月以上；

（10）闸片图像监视分辨率： ±2mm

17.3.4 故障识别率

模拟故障识别率定义：f=(系统自动识别并检出的故障总数，包含模拟的正确样本和故障样本)/(模拟故障总数，包含模拟的正确样本和故障样本)

准确率定义：f=（系统正确识别并检出的模拟故障总数，只包含模拟的故障样本）/(系统当列车该系统所有报警总数)

模拟故障的采集样本数量不低于 50 项，模拟故障大小≮30*30mm²

精度满足率：f=单列车误差(系统自动测量值-标准测量值)小于系统设计的指标的数量/(单列车所有检测数量（车轮或者受电弓数量）

360 系统指标：识别率≥90%；准确率≥70%。

17.3.5 系统主要组成

（1）系统由现场基本检测单元、现场控制设备间、远程主控中心等。

（2）系统主要包括轮对尺寸测量模块、轮对踏面 360°故障动态图像检测模块（带自动报警），同时对测量的尺寸超限进行提示告警。

（3）设备间包括现场控制系统、数据采集控制系统、数据处理系统。远程传输通道，包括电缆，光纤及数据收发部分。

投标人根据可参考以下内容并结合自身方案，详细说明投标设备的技术方案，包括结构原理、功能性能、规格参数及技术方案说明。

17.3.4.1 现场检测单元

基本检测单元位于检测现场，实现系统检测功能。

（一）车顶故障动态图像检测模块

对车顶状态进行图像监测，能够提供清晰完整的图像，由彩色高速高清晰度摄像系统，系统具有车辆车顶、车侧车窗可视部位图像自动监视，发现受电弓等车顶关键部件变形或脱落、车顶异物等故障自动预警。实现车顶异物和关键器件状态的室内可视化观测并自动识别异常自动报警。

模块在车辆上方布置至少 2 台 2D+3D 结合的彩色相机，分辨率达到 4K（或其他同等配置），配套相应的激光/红外光光源。

结合车顶进行补光，缩短了相机曝光时间，要求系统能够适应 10~60km/h 过车速度下高清成像，无运动模糊。系统能够自动适应白天黑夜变化，且对成像不造成影响，随白天黑夜交换，图像无明显亮暗变化。

采用高速无损视频压缩技术对监控录像进行压缩，存储在计算机硬盘数据库，并实现回放、历史查询功能。

（二）车侧及走行部模块

模块具有车辆车两侧转向架关键部件可视部位图像自动监视，发现缺失等异常问题及时报警提示功能。

模块在车体两侧至少布置 6 台 2D 或 2D+3D 结合的彩色相机，分辨率达到 2K-4K（或其他同等配置），配套相应的激光/红外光光源。要求系统能够适应 10~60km/h 过车速度下高清成像，无运动模糊。系统能够自动适应白天黑夜变化，且对成像不造成影响，随白天黑夜交换，图像无明显亮暗变化。

（三）车底模块

模块具有车辆车底关键部件可视部位图像自动监视，包括牵引装置、电机盖、闸瓦或制动盘、齿轮箱、抱轴箱等关键部件，发现缺失、变形、异物等异常问题及时报警提示功能。

模块在轨道内外侧布置至少 5 台 2D 或 2D+3D 结合的彩色相机，分辨率达到 2K-4K（或其他同等配置），配套相应的激光/红外光光源。要求系统能够适应 10~60km/h 过车速度下高清成像，无运动模糊。系统能够自动适应白天黑夜变化，且对成像不造成影响，随白天黑夜交换，图像无明显亮暗变化。

（四）车号识别系统

车号识别模块安装在轨旁，实时采集列车侧部高清图像，通过图像分析与自动识别技术实现对列车车号的快速自动识别。设备不间断工作不少于 24×30 小时，具备自恢复功能。**可与受电弓轨旁检测、轮对轨旁检测系统共用车号识别模块。**

车号识别系统具备以下基本性能:

①能准确识别本线轨道交通列车的头车车号，及判读列车中间车的顺序号。

②能有效、准确地判别车号，满足受电弓动态监测系统对车号进行识别的需求。使受电弓动态监测系统能够按照车号信息对检测数据进行跟踪、统计、分析。

③车号识别系统在工作时，不对轨道交通车辆上安装的各类设备和地面上安装的各类设备造成干扰，如轨道交通线路中信号系统，车载无线系统，PIS 系统等。

④能满足其他管理系统对车号进行识别的要求。使相关系统能够按照车号信息对检测数据进行跟踪、统计、分析。

17.3.4.2 轨旁检测现场设备间/机柜

主要作用是实时采集处理基本检测单元的测量信号，形成检测结果，并以一定的格式与控制室内的主机通信，接收控制室主机的控制命令，向控制室主机发送状态信息和检测结果。另外，设备间还负责控制现场监控设备的工作，处理监控信号。设备间内包括现场控制系统、数据采集系统、数据处理系统、监控系统主控机。

17.3.4.3 远程控制设备室

用于控制检测系统的启停，监控设备的运行状况，管理最终的检测结果，提供用户访问界面、数据输入/输出接口、数据联网管理。包括操作控制台、监控系统、数据库、数据综合分析及管理软件。软件应易于扩展，并预留网络化端口接入后期的车辆段智能运维管理系统。控制室工作站能存储近三个月以上所通过列车的各项检测原始数据的能力。

17.3.6 数据采集、处理、监控、系统

同章节 17.1.5

17.3.7 系统维护、校验和标定

（1）为了检验和校准检测单元检测传感器的技术参数，保证检测单元具有良好的技术状

态和正常运行，需要定期对数据计算模型进行标定，建立系统的计算模型和定期对检测数据进行校准。投标人后期须提供完整维护保养手册、校验标定手册和维护周期表。**在专用工具报价清单中提供校验和标定所用专用工具，所有测量工具须进行计量检验。**

（2）从系统调试完成并验证系统尺寸测量满足要求起计算，投标人在 2 年内定期对系统进行维护、保养、校验、标定等并培训指导使用单位人员直至完全学会。

17.3.8 主要设备清单

主要部件包含但不限于以下配置清单（供参考），投标人根据自身方案填写。

序号	名称	规格型号	数量	品牌	原产地	设备参数
1	车顶相机 2D					
2	车顶相机 3D					
3	车侧及走行部相机 2D					
4	车侧及走行部相机 3D					
5	车底相机 2D					
6	车底相机 3D					
7	光源模块					
8	来车启动模块					
9	测速模块					
10	控制单元					
11	电源模块					
12	数据处理主机					
13	软件算法					
14	机柜 PDU					
15	千兆交换机					
16	线缆及辅助配件					
...	...	...	...	...	...	...

17.3.9 设备接口

同章节 17.1.8

17.4 TADS (滚动轴承早期故障轨边声学诊断系统)

17.4.1 一般技术条件

TADS 是利用设置在轨旁的声学传感器阵列采用现代声学诊断技术对高速运行列车的车辆轴承故障信号进行实时拾取、滤波、采集、处理。根据检测诊断结果判定并预报车辆轴承故障类型及轴承缺陷的程度，从而实现对滚动轴承早期故障进行预警、防范、保证行车安全。系统采用远程检测、数据集中、联网运行、信息共享的运行模式。系统组成包括探测站设备、服务器设备及网络传输设备等。

本系统同时包含轨边温度测量模块，采用非接触辐射测温技术进行车辆底部关键部件温度探测的功能，自动检测车辆轴箱电机、齿轮箱的温度，预报部件的绝对温度及温升，应分三级预报（即微热、强热和激热），自动判别故障所在位置。具有数据采集与传输功能，数据包含但不限于以下内容：设备开机时间、设备关机时间、设备运行时间、设备程序暂停时间、主电源实时电流、主电源实时电压、实时报警信息、报警信息历史、实时监控画面、各种传感器的实时信息等。

提供城轨行业系统运行异音提示检查和故障轴承实际检出案例（提供轴承分解分析报告）证明文件的将在评标中视为优势。

17.4.2 设备主要组成

该系统主要应由地面探测站、服务器、复示终端组成。地面探测站应包括轨边阵列设备和车号识别设备、轨边机柜三部分。轨边阵列设备应包括声学传感器保护箱、声学传感器、基础支架和磁钢等组成。轨边机柜里有防雷箱、放大器箱、转换器、集线器、远程电源控制箱、工业分析控制机和 UPS 电源等组成。车号识别设备包括图像处理主机、摄像头、频闪灯、补光装置等组成。

轨边温度测量模块：包括室内设备和室外设备两部分以及连接电缆。室外设备包括探测箱，多元线阵光子探头，车轮传感器（磁钢）等。室内设备包括机柜，主控箱、功率箱、

KVM、交换机等。数字化多元红外光子阵列传感器安装于轨旁探测箱内，与热靶、保护门等共同组成轨旁探测单元，功能是将通过车辆电机、齿轮箱温度红外信号转换成电信号。车轮传感器主要功能为判断列车进、离线状态，给予采集箱仓门开、关信号。探测站主机单元能够采集红外探头的输出信号及其它传感器的信号，结合车型、车号，对输出波形进行智能识别和处理，计算部件温度。机柜主要有主控箱、功率箱等具有网络传输通信接口。为了保证获取报警信息的时效性，温度报警信息由监控终端计算并发出给用户。满足和 TADS 设备配置地点在一起的需求，可以共用车轮传感器、车号模块、通讯模块等，同 TADS 完成联合预报实现多维度故障综合预报的功能。

设备包括现场数据采集系统、数据处理系统。远程传输通道，包括电缆，光纤及数据收发部分。

17.4.3 主要技术功能

（1）自动检测通过列车滚动轴承的滚子、内圈、外圈等故障。

（2）预报等级：3。

（3）适应车速：30～130m/h。

（4）检测精度：预报准确率≥97% 。

（5）自动计轴、计辆和测速。

（6）预报故障轴承车号和轴位的自动定位。

（7）自动识别列车车号信息。

（8）自动跟踪故障轴承的发展趋势。

（9）地面站应能够存储 1 个月的过车数据。

（10）系统自检和远程维护、升级和监控功能。

（11）轨边温度测量模块：可对齿轮箱、电机、联轴节端部温度进行探测，对过热的温度进行分级报警。通过历史温度数据规律温度异常变化提供预警，同时应具有分级报警功能，该功能温度限值可调。

17.4.4 主要技术指标

（1）适应车速　　30～130km/h。

（2）使用环境条件　　环境温度

阵列箱设备：　　－40℃～＋75℃

机柜设备：　　－25～＋45℃

环境湿度　　设备：小于等于 85％

（3）适应电源：　　交流电源 220V，50Hz,容量 2kVA；

（4）其它技术指标

系统可靠性 MTBF（系统平均无故障时间）

机械部分＞10^4 小时；电器部分＞10^5 小时

系统可维护性 MTTP(系统故障恢复时间)

机械部分＜10 分钟；电器部分＜3 分钟

（5）信息传输方式

TADS 探测站与 TADS 服务器采用宽带传输，并提供 3 个 IP 地址。

数据传输接口：RJ45 接口。

数据传输速率：传输速率不低于 2M。

传输接口协议：CCITT 及我国铁路通信的有关规定。

传输校验方式：文件传输协议(FTP)。

（6）轨边温度测量模块：

采用阵列探头自动探测列车关键部件温度；自动识别车辆类型,自动计轴、计辆；实自动测速，适应车速：5～350km/h；温度定量检测精度：≤ ±2℃，测量范围：0℃-200℃；系统测温精度：静态标定在温升 40℃时，误差不大于±2℃，温升 70℃时，误差不大于±3℃；探测站主机存储容量：保存不少于 5000 列车数据；

17.4.5 系统组成

投标人根据可参考以下内容并结合自身方案，详细说明投标设备的技术方案，包括结构原理、功能性能、规格参数及技术方案说明。设备主要组成部分应包括地面探测站、服务器、复示终端等。

17.4.5.1 地面探测站

地面探测站是车辆走行部异音声学探测系统的核心，分为轨旁声学阵列设备、车号自动识别设备、轨边机柜三部分，轨旁机柜里有防雷箱、车号主机、放大器箱、转换器箱、集线器箱、远程电源控制箱、工业分析控制机和 UPS 电源等组成。地面探测站具有数据采集、计轴计辆、车号自动识别、故障判别、故障定位等功能。数据处理机应采用专用工控机系统，Windows 7 操作系统，具备网络功能，运行稳定，易于使用，通过网络实时向服务器传送数据报文。

传感器阵列为抗震、防水和防灰尘设计，适应轨边环境。根据车辆轴承的尺寸及运行机理，车轮旋转 2.5 周，轴承滚动体旋转 1 周的特点，对于轴承内部任何部位发生故障产生缺陷时要全面、准确地拾取故障轴承所产生的振动声音，声学传感器的指向区域大约在 6.5m 左右。该系统采用声学传感器，每个传感器指向性设计的有效区域为 1.1m 左右，并相互交叉，保证某一个轴承在探测区域内传感器接收的轴承振动信号是连续的，从而保证系统对故障轴承诊断的可靠性和准确性。同时在每个传感器与放大器之间应采用自适应校准技术，保证声学传感器接收信号灵敏度的一致性。

声学传感器用于拾取车辆轴承运转产生的声音信号，应采用指向性设计，直接朝向轴承，具有很好的声学波瓣图，能够减少其它噪声影响。

车轮传感器宜采用卡具固定在钢轨上，当列车接近时，自动启动系统，用于车轮定位、计轴和测速等。

信号采集处理工业控制机主要用于信号采集、处理，通过建立的数学模型完成故障轴承的诊断判别工作。

设备应通过集线器将计算机构成网络化连接，提高轨边设备综合处理数据能力及数据的高速交换能力。多台计算机共用鼠标、键盘和显示器，通过转换器实现切换。

车号识别系统是利用相机拍照，针对地铁车体图像进行分析，利用计算机和数学的方法对形状、模式、数字和图形自动完成识别，输出车体车号。

17.4.5.2 服务器

服务器是车辆走行部异音声学探测系统网络的关键部分，采用大型数据库。负责接收探测站发来的接口报文（包括数据、声音和自检信息等），创建数据库和监控管理网站，并对轴承状况进行跟踪评判，对故障轴承进行告警。服务器实现的主要功能有：

（1）实时显示、接收并处理 TADS 探测站的数据报文，建立数据库，将探测站数据进行入库，对故障轴承进行跟踪对比、预报。

（2）查询、统计、打印通过列车的轴承声学检测信息。

（3）追踪故障轴承的发展过程。`

17.4.5.3 复示终端

复示终端通过访问服务器管理网站，实现对车辆走行部异音声学探测系统车辆走行部异音声学探测系统探测数据的实时监控，对故障轴承进行报警，并可以对历史探测数据进行查询和统计。其主要功能：

（1）实时复示相关处理的过车报文和轴承故障报警信息，并进行处理、显示、存储、汇总、统计分析。

（2）实时对设备状况进行监视，打印显示地面设备故障等信息。

（3）准确监测地面设备预报的轴承故障情况，实现故障轴承的报警、跟踪。

（4）轨边设备安装在车站进出站位置，探测的数据经过探测站数据处理计算机进行分析和处理形成数据报文，通过局域网以 FTP 方式发送至服务器，服务器对数据报文进行分析和入库，同时根据分析的结果，对轴承的故障情况进行报警。设立系统列检复示终端等，通过访问服务器，实现对地铁车辆滚动轴承及相关部位运行状况的监控。

17.4.6 系统维护

（1）投标人后期须提供完整维护保养手册、校验标定手册和维护周期表。

（2）从系统调试完成并验证系统尺寸测量满足要求起计算，投标人在 2 年内定期对系统进行维护、保养、校验、标定等并培训指导使用单位人员直至完全学会。

17.4.7 主要设备清单

主要部件或名称包含但不限于以下配置清单（供参考），投标人根据自身方案填写，并补充规格型号。

序号	名称	规格型号	单位	数量
1	声学传感器			

2	采集分析控制机/工控机			
3	网络交换机			
4	KVM 切换器			
5	放大器			
6	车号图像识别装置			
7	信号防雷箱			
8	A/D 卡			
9	声学传感器电缆			
10	标准声源			
11	UPS			
12	服务器			
13	复视终端			
...	...	...	...	...

17.4.8 主要接口要求

17.4.8.1 与土建接口

（1）供货商供货范围及责任：

探测站设备及其他设备安装在轨道的两侧，服务器安装在车站内。供货商根据设计院图纸及现场情况（线路平纵断面、轨道、接触网、隧道净空、限界等）核实选定设备安装点，具体安装地点设计联络时确定。**安装位置示意图详见附件.**

供货商负责设备的现场组装、调试及试运行，提供电缆沟、预埋件、预埋电缆管（槽）设备基础等设计要求，对设计单位的上述设计方案签字确认，并参与对土建承包商的工程进行督导、检查和验收。应提供设备接地要求及钢轨绝缘的要求。

（2）土建及设计单位供货范围及责任：

土建设计根据设备供应商提出的上述要求进行设计。土建承包商完成整体道床、电缆沟、预埋件、预埋电缆管（槽）、设备基础、低压接地以及在线检测棚、设备室（包括地面、墙面的装修）等土建工程。

17.4.8.2 与低压配电接口

供货商负责提供设备用电负荷及相关低压配电接地要求（包括但不限于接地电阻等具体参数要求），负责设备配电柜出口端至所有配电设备之间的电缆及接线工作。

低压配电系统根据设备厂家提供的用电要求，提供总电源供至控制室总配电柜，满足设备用电要求，并完成接地设计。

17.4.8.3 与通信专业接口

（1）供货商供货范围及责任：

- 负责本设备之间设备内部电缆敷设和连接，
- 负责车站设备机房至车站内通信交换机设备间之间的光纤敷设和接入。
- 负责车辆段设备间与车辆段通信交换机设备间光纤敷设和接入
- 负责车辆段设备间至检调室终端的光纤敷设和接入。

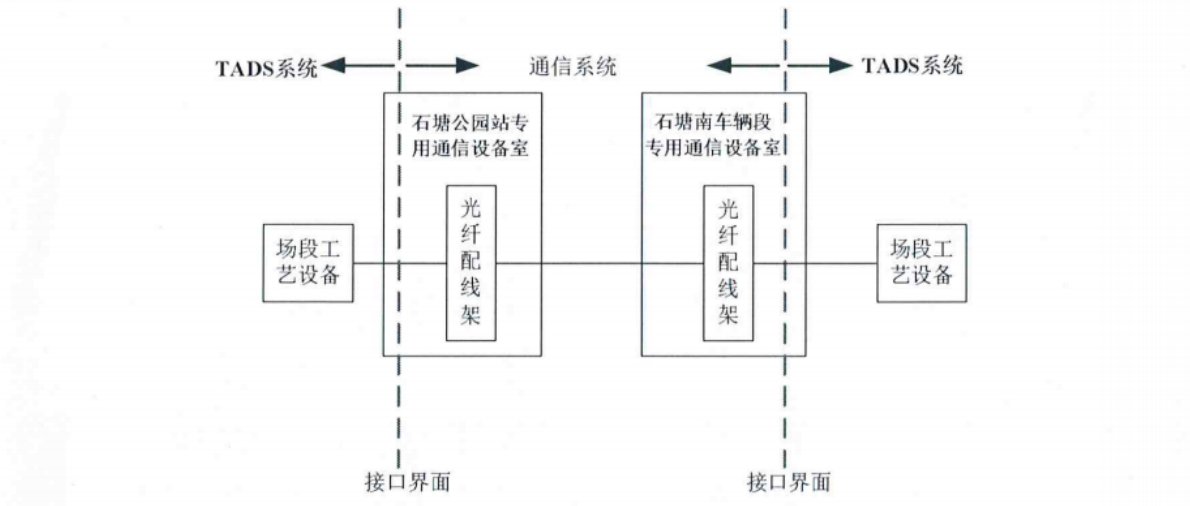
通信系统在正线车站通信设备机房和车辆段通信设备机房为车辆走行部异音声学探测系统各提供 1 个共享以太网接口。供应商设备利用单模光纤点对点引入通信设备间，通信专业划分专门 VLAN 对本系统所有设备进行组网和提供传输通道，设备供应商须提供自身设备组网拓补图。设备供应商提供带宽要求计算文件，带宽、接口类型（光/电接口）、接口安装位置在通信专业外部接口设计联络会上确定。

供应商根据以上接口要求和图纸信息对光纤工程量等报价（报价包含材料费、安装费等）并计入总报价并包干。投标人应提前熟悉图纸并在技术方案和报价中充分考虑风险。

（2）TADS 与通信接口界面

内容	说明	
接口分界点	石塘公园站和石塘南车辆段通信设备机房 ODF 配线架外线侧	
接口数量	石塘公园站、石塘南车辆段通信设备机房每处各提供 2 个接入点	
接口类型	2 芯以太网光接口（点对点）	
物理接口	光纤	
线缆规格	单模光纤	
接口协议		
接口用途	专用通信传输系统为滚动轴承早期故障轨边声学诊断系统提供光纤资源	
相关方责任	车辆段工艺	通信
	提出光纤资源需求，负责敷设线缆、接线、调试	提供满足滚动轴承早期故障轨边声学诊断系统要求的接口及光纤资源要求，配合调试
接口测试	车辆段工艺（滚动轴承早期故障轨边声学诊断系统）负责，通信配合	

2） 示意图



17.4.8.4 与车辆智能运维平台/智慧场段综合管控系统接口（同前相同章节内容）

17.5 智能飞行列检系统

17.5.1 概述

本设备采用飞行机器人作为列检载体，搭载视觉传感器、雷达等多类型传感器，需高效完成多种复杂环境下的列检作业任务。核心为集成调度与服务器平台，应具备多任务处理能力，通过一键式任务调度与指派功能实现快速部署和管理。设备应支持列检数据实时处理与

分析，确保数据准确性和可用性。

17.5.2 主要结构及功能要求

该系统由 6 台飞行机器人、2 套工作站、6 个以上机巢(或采用分布式机巢）组成。

17.5.2.1 飞行机器人

飞行机器人需采用一体式铝合金机身设计，保证重量轻且结构坚固。关键部件应配备隔震和散热片，确保机载设备在运行过程中始终保持最佳性能。

飞行机器人应配备非金属材质的绝缘桨叶护罩，保证在碰撞时降低对周围物体的损伤。

飞行机器人应设置定位避障系统，能够全方位监测周围环境，即使在复杂条件下也能保持稳定运行。

飞行机器人还应配备一体式图像采集系统，能够在快速移动中清晰捕捉图像数据，确保图像的清晰度和稳定性。

17.5.2.2 工作站

工作站应由强电仓、通信模块、显示终端、状态指示灯、弱电仓等部分组成。

强电仓内需设置电源管理系统，负责整套设备的电力分配与管理。应具备漏电保护、防雷、过欠压保护以及电压、电流检测等功能。同时，仓内需配备安全监测系统，可实时检测仓内环境，确保在无人值守时设备及环境的安全。

工作站顶部应安装通信模块，用于在列检库内与飞行机器人进行远程数据传输，实现对飞行机器人状态的实时监测。

工作站正面应安装显示终端，作业人员可通过该终端读取设备状态、参数等信息，实现人机交互。

工作站应配备声光报警系统，包括信号灯、呼吸灯和扬声器等，用于实时提示设备状态。在设备运行过程中，系统应进行语音播报，提醒周围工作人员注意安全，避免碰撞等意外情况。

弱电仓是数据中心的核心区域，应配备高性能计算设备、先进服务器和交换机等设备。舱内同样需安装安全监测系统，可实时检测仓内环境，确保在无人值守时设备及环境的安全。

17.5.2.3 机巢

机巢应安装在工作站两侧下部或在飞行区域库房立柱上建立 6 个以上的分布式机巢，用于实现飞行机器人的自动换电及数据传输功能。

机巢应主要由飞行机器人停靠装置、电池充电装置和自动换电装置组成。支持飞行机器人的自动换电功能，保障设备的连续作业能力。

各部分功能如下：

飞行机器人停靠装置用于飞行机器人的自动启动和返回停靠，确保飞行机器人的顺利运行。

机巢内部应设置电池充电仓，可同时对多组蓄电池进行充电，并应能实时检测蓄电池状态，确保电量始终保持充足。

机巢内应配置数据传输装置，能够实现飞行机器人机载数据的高速传输。同时，机巢需配备自动灭火装置，当检测到高温或失火情况时，装置能在短时间内喷出大量灭火物质，迅速扑灭火情。

机巢内需装备安全监测系统，可实时检测机巢环境，确保在无人值守的情况下，设备和舱内环境的安全得到有效保障。

17.5.3 主要功能要求

（1）飞行机器人应是一个可在六个维度运动的可控系统，应通过精准调控姿态，将搭载的图像采集设备运送到目标位置以完成数据采集。采集到的数据传输至数据工作站数据处理中心后，应经图像分析技术与数据建模算法处理，生成列检判别结果。

（2）飞行机器人应采用空中移动方式，突破地面限制，能够满足自身跨股道飞行，对任意股道车辆实施检测作业。

（3）飞行机器人应配备 LED 补光装置，确保在弱光环境下影像采集系统正常作业，支持全天候作业。系统应内置电磁兼容设计，保障在复杂电磁环境中的列检作业顺利进行。

（4）飞行机器人应可快速完成轨道交通车辆（包括车底、车侧、客室内部）的列检工作，减少人工走行与俯身作业，显著提升作业安全性和效率，减轻工作人员作业强度。

（5）需融合激光雷达等多传感器数据，配合专用定位系统，实时检测飞行机器人的空间位置，实现厘米级空间定位精度，满足复杂场景下的检测需求。

（6）飞行机器人应具备多层级避障功能，实时监测运行轨迹中的障碍物并自动调整，确保设备与人员安全。

（7）飞行机器人的电气部件需相对较少，结构简洁，降低系统失效的概率。同时，飞行机器人应具备轻量化特性与灵活机动能力，适应作业空间要求。

（8）飞行机器人桨叶应装备保护罩，有效防止运行过程中与车体、墙体或人员发生意外接触。

（9）应支持一键式任务调度与指令下达，实现检测任务的快速部署与流程管理，提升操作效率。

（10）应具备路线规划系统，可根据现场环境设置航点，配合远程控制中心，根据列检需求将其存储为路线文件，便于未来的自动列检任务随时调用。

（11）飞行机器人搭载的相机应专门为高效巡检任务设计，具备高性能、高灵活性的特点，能够满足轨道交通复杂环境下的巡检需求。

（12）设备应具备航点规划系统、数据传递储存系统、信息处理系统、状态监测系统、异常报警系统、现场监控系统以及人工操控等多功能模块。

（13）软件功能要求

系统开机后应自动启动列检系统软件。

软件界面应具备任务选择功能，用户选择股道号、列车号及检测部位。点击“开始”按钮后，系统将自动控制完成列检任务。

界面可显示任务分类、任务进度完成百分比、飞行机器人电量百分比、飞行机器人状态（包括空闲、运行、异常）等信息。

控制系统应具备自检测功能，能够采集电池电压、系统定位、电机转速等信息。

地面监控系统应支持任务规划，数据传输和实时监控，提供运行数据的图形化和数字化显示，支持数据记录、存储和回放功能。

相机控制系统应支持相机的自动控制与管理，调整曝光间隔，并记录相机曝光时刻的位置信息和姿态信息。

运行数据记录应能记录飞行机器人的状态参数，包括高度、速度、姿态、定位的位置等。支持数据的实时采集和存储，数据记录格式标准化，便于后续处理和分析满足后续分析需求。

数据传输应支持全向传输和抗干扰设计，确保数据传输的稳定性和可靠性。系统支持实时数据传输和指令反馈功能。

数据处理中心需将被检测的车型、位置与检测内容进行匹配判断，通过不同的算法识别

出不同分类的故障点。根据不同车型和位置对故障点常发生的故障进行训练，以提高识别率。

数据处理中心应具备泛用型深度学习检测模型，可以对车底的异物如塑料袋、动物尸体、粪便、瓶子、纸片等生活物品识别判断，检测异物的种类，从而提高识别率。

（14）控制系统

电气、控制及操作系统主要包括本地及工作站和 DCC 远程控制终端等，两者具备同样功能，具备互锁功能。工作站设于无人区内，属于就地控制级，DCC 控制终端属于远端控制级。正常情况下由设于 DCC 室内的操作控制台远程控制和监控飞行过程；当处于调试或故障状态下，由设于无人区操作控制台参与控制。

17.5.4 主要技术参数要求

17.5.4.1 飞行机器人主要技术参数

定位精度：　　±30mm；

导航避障：　　激光雷达、视觉等多传感器融合；

功能：　　覆盖车底、车侧、车顶、车内列检作业；

最大运行速度：　　2m/s；

图样分辨率：　　2000 万像素；

补光灯：　　LED 光源。

17.5.4.2 工作站主要技术参数

图像数据处理耗时:　　＜10 分钟；

电源电压:　　200~240VAC 50Hz；

设备功耗:　　20kW；

充电方式:　　接触式平衡充；

安全监测:　　温湿度、电压、电流、异常状态监控。

17.5.4.3 机巢主要技术参数

无人机停放位数量:　　2 套；

换电池作业方式:　　自动换电。

17.5.4.4 系统性能验收标准（设计联络确定）

序号	功能	验收标准	测试方法
1	图像采集、浏览	在平台软件界面可以浏览车辆图像	系统操作验证
2	图像质量	各个通道图片部件清晰可见，关键部分无压缩拉伸情况	原始图片现场验证操作
3	图像分辨率	彩色，≥2K	原始图片现场验证操作
4	图像核验	可实现异常图像人工标记确认	系统操作验证
5	异常识别功能验证	能识别出异常图像，并自动报警提示异常变化位置	假设故障验证，每列车总假设故障数不低于 20 项，其中真实故障不低于 20%，其余可使用模拟故障。
		关键部件故障检出率 90%	
		非关键部件故障检出率 85%	
		异物最小识别面积>20mm*20mm	
6	系统界面操作友好性	平均操作耗时≦5 秒/条报警	现场测试

17.5.5 其他要求

（1）安全防护

飞行机器人应配备全包裹的桨叶保护罩，以避免造成其他物体或人员发生碰撞。同时具备自动避障功能，能够在检测到障碍物时，自动避障。

飞行机器人应配备紧急降落功能，可在检测到异常情况时自动启动。

飞行机器人应配备安全警示系统，如声光报警装置，提醒人员注意其运行状态。

工作站上应设置状态指示灯，实时显示工作站状态，同时设置声光报警系统。

（2）知识产权

应具备有效的知识产权管理体系认证证书（如 GB/T 29490），并提供相关证明材料，证明具备完善的知识产权管理能力，以确保提供的产品无知识产权侵权风险。

（3） 现场应用

为保证投标设备的可用性，投标设备应具备城市轨道交通行业现场应用案例，并提供相关证明文件。

（4）信息安全要求

投标厂家需具备有效的《信息安全管理体系认证证书》，如依据 ISO/IEC 27001:2013 等标准获得的认证，并提供相关证明材料，证明具备完善的信息安全管理能力，以确保项目相关信息的安全性和可靠性，避免因信息安全问题影响项目进展与相关方利益。

（5）与车辆智能运维平台/智慧场段综合管控系统接口

系统相关检测结果及报警信息等需接入车辆段布置的车辆段智能运维平台/智慧场段综合管控系统，系统服务器需与该平台实现数据交换、信息的调取等，具体硬件和软件接口协议等方案设计联络时确定。

（6）设备供货商应就此在有关中文专业期刊发表学术论文 2 篇，并取得 1 个发明专利和 1 个实用新型专利。

18 专用工器具及测试设备

18.1 JZ-7/7G 型空气制动机试验台

JZ-7/7G 型空气制动机试验台主要用于南京地铁车辆段特种车库对 JZ-7/7G 制动机及其所有新增阀件进行检测试验。

该试验台应均能满足测试 JZ-7 型制动机和 JZ-7G 型制动机的实验要求。

18.1.1 技术要求

JZ-7/7G 制动机试验台按照铁标进行制造和检验，采用全新的面向对象的设计理念，充分运用微机控制检测技术，将抽象繁琐的交流传动内燃机车及轨道车 JZ-7/7G 型制动机试验过程变得直观清晰，从根本上提高试验的可靠性，降低操作人员的劳动强度，有效避免试验时的漏检误检，提高装车合格率。适用于交流传动内燃机车、轨道车（作业车）制动机试验。

（1）试验台采用依据铁标开发的《JZ-7/7G 空气制动机专家诊断系统》,将检修试验过程程序化、规范化，从专业的角度为制动机的检修把关。

（2）试验台可以对 JZ-7/7G 制动机及其所有新增阀件进行检测试验，包括：自动制动阀、单独制动阀、遮断阀、中继阀、主阀、副阀、作用阀、紧急阀、切控阀、重联阀等进行单独试验和综合性能试验。

（3）所有试验均严格按照铁标的通用要求执行，充分利用工控机配合高精度压力传感器的快速准确高效的特性，有效避免人为误差和操作人员个体素质差异导致的误差，从根本上保证检修质量；试验台的气路系统采用排管式容积风缸技术，内部气路均采用防腐金属管件进行硬性连接，使得制动机在试验台上的试验现象与机车上运用现象完全相符，满足试验台的使用要求。试验台空气管路系统加装排水阀门，系统自带油水分离器，风缸的布置合理，方便检修、定期排油、排水。

（4）充分利用被试件特性，将传统的综合性能判断式试验细化为对部件以至“○”型圈、膜板及阀口性能的直接检测，同时将检测结果直接显示在操作界面上，实现智能化，缩短操作人员排查故障的时间，提高工效。

（5）试验时微机液晶屏全程实时彩色动画显示被试件的动作状态，同时进行语音解说提示，可以让操作人员清晰地了解所有部件在不同工位动作特性，及阀体内部的是及通路。

（6）试验台具有自检功能，能够快速方便地检测试验台自身性能的好坏，自动提示显示

故障点，方便维修人员维护试验台，即使没有任何制动机方面知识的维修人员，也能在很短的时间内排除故障，保证系统的正常运行。

（7）试验台具有自动和手动两套独立的操作控制系统，可以适应各种不同的需求；在自动操作模式下，试验台按照铁标规定的程序，自动进行试验，对测试的数据进行自动采集、处理、能够与电脑内的标准数据进行对比分析，显示分析结果，并同时能存储和打印试验结果。在手动操作模式下，能够人工完成全部试验工作，自动记录试验数据。

（8）试验台与被试阀件对插接口布置合理规范，采用自动风动夹具，无须采用螺杆螺母，连接方便，省时省力，满足各种车型需要，提高检修效率。

（9）系统数据库可以储存所有试验信息，自动生成试验报表，供随时查询，配备客户端软件，让非操作人员或管理人员在其他地方利用 IE 浏览器通过网络实时监控整个试验过程，共享试验信息。Windows 7 及以上 操作系统，配备标准网络端口，支持 TCP/IP 通讯协议，支持报表打印。

（10）试验台采用先进工艺和优质材料制成，设备的电器部件、机械部件等具有防潮、防高温、防尘特点。试验台控制系统电源由稳压电源提供，并能自动监控电气设备的工作，具有自动保护功能，设有接地装置，作业时有声、光安全警示，试验台气路系统有安全气压保护及漏压装置设置，同时配备紧急停机按钮，防止对人员造成意外伤害。

（11）为保证系统的可靠运行，防止人为因数导致的系统故障和数据的可靠性和完整性，针对不同级别的操作人员分别设置了不同的操作权限，只有拥有相应权限的操作者才能进行相应密码操作，无权限的操作人员都不能对试验数据进行修改。

18.1.2 主要技术参数

（1）电源： AC220V 50Hz ；

（2）功率： 1.5kVA；

（3）额定工作电压： DC110V；

（4）风源： 0.75～0.95 MPa；

（5）试验台工作压力： 600 kPa；

（6）压力检测精度： 0.25%F.S；

（7）精密指针压力表： 单针式 0.4 级，双针式 1.5 级；

（8）时间精度： 0.1S；

（9）工控机： CPU I5/I7、8G 内存、1TB 硬盘；

（10）重量：投标人填写；

（11）外型尺寸： 投标人填写；

（12）安装方式： 落地式，无需预埋。

18.1.3 接口要求

投标人提供试验台上下水和电源要求给设计院由土建施工单位完成，其中气源所需空压机（需为螺杆式）及空气管路由试验台厂家一并提供。

18.2 风管试验台

18.2.1 概述

风管试验台主要用于南京地铁车辆段特种车库机车及轨道车辆上制动系统的列车软管、总风管、平均管、制动管等进行气密性试验和水耐压能力试验及总风缸水压试验。适用于SS4B、SS4G 制动软管的风水压试验。

18.2.2 技术要求

（1）规格型号：微控型。

（2）适用工作条件和环境

环境温度 ： 最高 45℃， 最低-5℃

相对湿度：≤90% ；海拔高度：≤2000 米

18.2.3 设计、制造、验收、性能参照标准

国产电气元件符合国标 GB/T14048.1、GB/T14048.3、GB/T14048.5；

进口电气元件、部件通过 CE 认证或欧盟认证；

TB/T 3261-2011《机车、动车空气管路用橡胶软管》；

TB/T《3087-2003 机车车辆总风软管连接器总成》；

TB/T 《3086-2003 铁道车辆金属护套橡胶软管技术条件》；

符合《铁路货车段修规程》；

《70I 级铁路货车段修技术条件(暂行)》；

铁运【2008】15 号《铁路货车制动装置检修规则》。

18.2.4 主要功能

该试验台主要参照铁标进行制造和检验，运用微机控制检测技术，将机车车辆软管试验过程变得直观清晰，从根本上提高了试验的可靠性，降低操作人员的劳动强度，有效地避免了试验时的漏检误检，提高装车合格率。该设备适用于机车及轨道车辆上制动系统的列车软管、总风管、平均管、制动管等进行气密性试验和水耐压能力试验及总风缸水压试验。适用于 SS4B、SS4G 制动软管的风水压试验。

18.2.5 主要构成

设备主要由不锈钢水槽、软管翻转升降装置、风水路系统、计算机系统、风管堵头及堵头紧固装置等组成，设备整体为不锈钢材质。气液增压泵增压比为 6:1，主泵体是耐腐不锈钢制成，安装在机座内部中央，打开前门可将其拉出。为保证风水压试验时不泄漏，气水隔离在系统中使用 R 气动球阀。实践证明，这种二级控制结构，可靠性好，操作简便。水压试验时，无论风压高低均能使水压稳定在 1Mpa，保证水压试验要求。

18.2.6 主要特点

（1）试验台试验台采用微机控制，依据铁标开发的《制动软管专家诊断系统》,将检修试验过程程序化、规范化，从专业的角度为制动机的检修把关。配备标准网络端口（接口），支持 ICP/IP 通讯协议，有数据采集器等软件，支持数据库上传。试验数据及试验结果能自动显示、储存、打印。

（2）试验台可以对制动系统的列车软管、总风管、平均管、制动管等进行气密性试验和水耐压能力试验及总风缸水压试验。

（3）所有试验均严格按照铁标的通用要求执行，利用工控机配合高精度压力传感器的快速准确高效的特性，避免人为误差和操作人员个体素质差异导致的误差，保证了检修质量；采用“三级控制”水电完全隔离降低电磁阀故障率。所有的排气目路汇集于集气管内从排水管排放，加上机座全封闭的屏蔽作用，运行噪声低。

（4）利用被试件特性，将传统的综合性能判断式试验通过液晶显示屏显示，具有良好的人机界面，配激光打印机，采用一键式控制方式；压力智能控制，同时将检测结果直接显示在操作界面上，缩短操作人员排查故障的时间，提高工效。

（5）设备内胆和水槽均采用不锈钢制造，气液增压水缸主头是耐腐蚀不锈钢体软管旋转、提升、风水路连接件等部件均采用不锈钢， 经久耐用，耐腐蚀。试验时不需要额外配备空压机，试验用水一次注水可以无限次循环使用，减少排放，节约水资源。

（6）试验台具有自检功能，能够快速方便地检测试验台自身性能的好坏，自动提示显示故障点，方便维修人员维护试验台，试验台应用的软件成熟可靠，具有强大的自我诊断与一键恢复功能。在试验台出现故障时能够使操作者明确故障原因，并能指导操作者排除故障。即使没有任何制动机方面知识的维修人员，也能在很短的时间内排除故障，保证系统的正常运行。

（7）试验台采用微机及 PLC 控制，具有自动和手动两套独立的操作控制系统，可以适应各种不同的需求；在自动操作模式下，试验台按照铁标规定的程序，自动进行试验，对测试的数据进行自动采集、处理、能够与电脑内的标准数据进行对比分析，显示分析结果，并同时能存储和打印试验结果 。在手动操作模式下，能够人工完成全部试验工作，自动记录试验数据。

（8）试验台与被试件对插接口布置合理规范，试阀件在试验时的安装方式采用不锈钢快速接头，整个紧固过程快速完成，满足各种车型需要，提高检修效率。

（9）试验台配备双台自动增压系统装置，能在库内压力较低时将风压及水压增至到试验规程要求，试验压力自动控制，无需人工调节，始终稳定水压 1.0Mpa,保压时间＞1 小时；软管试验过程中可进行±180 度旋转，利于观察是否泄漏和破损；在试验过程中如有漏泄现象．系统会自动发出声光报警。同步升降机构，升降平稳，水槽水位自动升降，即装夹被试件时，水槽无水，待装夹完成，开始试验时，水槽内自动充水，不用水时，水槽中的水自动回落；水压、风压试验通过转换开关即可进行转换；风压、水压、水位自动控制且水可循环使用。

（10）系统具有功能强大数据库，可以储存所有试验信息，自动生成试验报表，供随时查询，同时配备客户端软件，让非操作人员或管理人员在办公室利用 IE 浏览器通过网络实时监控整个试验过程，共享试验信息。Windows 7 及以上 操作系统，配备标准网络端口，支持 TCP/IP 通讯协议，支持报表传输及打印。

（11）试验台采用先进工艺和优质材料制成，设备的电器部件、机械部件等都具有防潮、防高温、防尘防老化特点。全封闭不锈钢结构，光亮如镜，美观耐用。试验台各部件密封性能良好，保证无泄漏，保压时间按内出现泄压现象会作出声光报警。试验台控制系统控制系统电源由稳压电源提供，并能自动监控电气设备的工作，具有自动保护功能，设有接地装置，作业时有声、光安全警示，试验台气路系统有安全气压保护及漏压装置设置，同时配备紧急停机按钮，防止对人员造成意外伤害。

（12）为保证系统的可靠运行，防止人为因数导致的系统故障和数据的可靠性和完整性，针对不同级别的操作人员分别设置了不同的操作权限，只有拥有相应权限的操作者才能进行相应密码操作，无权限的操作人员都不能对试验数据进行修改。

（13）试验台具有结构合理、设计先进成熟、人机界面良好、操作简单、测试快速精确、稳定可靠、维护方便、安全性高、节能环保、使用寿命长等优点。

18.2.7 主要技术参数

（1）电源： AC220V、 50Hz、1.5kVA ；

（2）水源： 自来水 ；

（3）额定工作电压： DC110V ；

（4）最低工作风压： 0.6MPa ；

（5）压力检测精度： 0.1%F.S ；

（6）控制方式： 手动和自动两种操作模式 ；

（7）工作能力： 每次试验 8 根 ；

（8）时间精度： 0.1S ；

（9）增压比： 6:1 ；

（10）工控机: CPU I5/I7、8G 内存、1T 硬盘以上配置 ；

18.2.8 接口要求

投标人提供试验台上下水和电源要求给设计院由土建施工单位完成，其中气源所需空压机（需为螺杆式）及空气管路由试验台厂家一并提供。

18.3 移动式防爆轴流风机

移动式轴流防爆风机主要用于南京地铁车辆段、停车场运用库、工程车库日常检修作业室内降温，通风使用。

（1）转速：1450r/min；

（2）风量：不低于 11000m³/h；

（3）功率：2200W 左右；

（4）电源线：20m 底座带轮方便移动；

（5）具备防爆功能。

18.4 台式钻床

主要用于中小零件的钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹以及刮平面，需配套装配在工作台或底座上使用。

（1）最大钻孔直径：不小于 15mm

（2）主轴最大行程：不小于 100mm

（3）主轴中心线至立柱母线距离：200mm

（4）主轴端面至底座工作面最大距离：355mm

（5）主轴端面至底座工作面最小距离：55mm

（6）主轴短圆锥：B16

（7）主轴锥度：Morse No.2

（8）机头最大行程：200mm

（9）主轴变速级数：5 级

（10）主轴转速：投标人填写 r/min 可调

（11）电动机功率：≥0.37kW

（12）电动机转速：投标人填写 r/min

（13）机床外形尺寸：投标人填写

（14）毛重：投标人填写

（15）配套工作台或底座尺寸可由投标方现场实地测量后由投标方提供。随机配置 2 套多规格钻头。

（16）设备要求在现场安装调试完成，安装过程中所需所有配件由设备投标方提供。

18.5 除尘式砂轮机

当设备启动时，砂轮机和除尘器同时启动，工件磨削产生的粉尘颗粒在风机的负压吸风作用下进入沉降室，大颗粒、重颗粒的粉尘直接掉落在积灰抽屉里面，微细粉尘随气流进入过滤室，当经过滤袋时粉尘附着于滤袋表面，净化后的气体经过风机流入清洁室，经消声后排入大气。

（1）砂轮尺寸：直径不低于 300mm

（2）功率：≥2kW；电压：380V

（3）转速：投标人填写 r/min

（4）外形尺寸：投标人填写 mm

（5）重量：投标人填写 kg

（6）随机附件中配置砂轮 4 个。

（7）砂轮机和除尘器一体化组合，结构合理，占地面积小；

（8）设备设有紧凑式吸尘防护罩，以提高吸尘效率及设备运行安全性；

（9）双砂轮对称配置，利于砂轮机运转平稳，提高设备利用率；

（10）内置预除尘（火花沉降装置）及过载保护器，消除火灾隐患；

（11）内设减震装置，保持设备低噪音运行；

（12）设备要求在现场安装调试完成，安装过程中所需所有配件由设备投标方提供（设备电源线及插座等）。

18.6 声级计

声级计主要用于南京地铁电客车检修过程中，测量电客车广播声音等级及噪音等级。

（1）准确度：±1.5dB；

（2）频率响应：31.5KHz-8KHz；

（3）动态范围：50dB；

（4）实时声级和平均声级有一键切换功能按钮，且实时声级的的动态特性为 125ms、平均声级的动态特性为 1s；

（5）极化电容式麦克风；

（6）数字显示为 4 位数，分辨率 0.1dB，取样率 2 次/秒；

（7）测量档位：30-80 分贝、40-90 分贝、50-100 分贝、60-110 分贝、70-120 分贝、80-130 分贝。设备能够在 30-130 分贝范围内自动选择最佳测量档位；

（8）低于或超越量限时显示器能以字符提示；

（9）工作温度：0~40℃；

（10）工作湿度：10~80%RH；

（11）附件：皮套，测试棒，电池，使用说明书，防风球；

18.7 潜水泵

潜水泵主要用于南京地铁车辆段洗车库、工程车库排水。

潜水泵由水泵，密封和电动机三部分组成,电动机位于电泵上部,为单相或三相异步电动机；潜水泵位于电泵下部,为离心式叶轮,蜗壳结构；水泵与电动机之间采用双端面机械密封,各固定止处采用"O"形耐油橡胶密封圈作静密封。潜水泵转轴经镀硬铬处理,电机内配有热保护器,能在电泵缺相,过载,电机过热等情况下自行断开电源保护电机。

（1）介质温度不高于 40℃；

（2）介质的 PH 值为 6.5-8.5 之间；

（3）介质中含固体杂质体积比不超过 0.1%,粒径不超过 0.2mm；

（4）电源为单相电压 220V,三相电压 380V,频率 50Hz,电压波动范围为额定值的 0.9-1.1 倍；

（5）潜水深度不超过 5m.配置吸排液管 15M，自重小于 15kg；

（6）功率：≤1.5kw；

（7）电压：220v；

（8）扬程：≥12m；

（9）流量：≥25m³/h；

（10）配管：65mm；

18.8 马墩

（1）马墩主要用于南京地铁车辆段、停车场工程车库定辅修时支撑车体。

（2）承载能力：17t

（3）设备重量：150kg

（4）外形尺寸(长×宽×高)：上平面：250×150×18mm

下平面：500×500×18mm

高度： 1000mm

（5）本设备整个系统主要由机体、防滑橡胶板、弹簧、定向脚轮和万向脚轮组成。

（6）机体采用 Φ219×14mm 厚壁管与 20mm 优质 Q235A 钢板焊接而成，在适合人推拉位置焊有一 Φ20 钢管弯成的拉环。

（7）顶部与车体接触部位镶嵌有防滑橡胶板，保护车体不受损伤及增大接触摩擦防滑。

（8）机体底部安装有两个定向轮和一个万向轮，可方便车体支座自由移动。

（9）通过弹簧来保证车体支座在未架车时机体离开地面，而架车时由机体承受全部载荷，脚轮不承受载荷。

（10）设备机体碳钢焊接而成，结构重量轻便，底部安装有脚轮，方便移动。

（11）具有足够的刚度和强度，承载安全系数大，稳定可靠。

（12）支撑车体面设有防滑橡胶，不会对车体造成损伤。

18.9 强泛光工作灯

强泛光工作灯主要用于南京地铁车辆段、停车场工程车库日常检修作业使用。

（1）每个灯头单独做上下左右角调节,旋转实现 360 度全方位照明；灯头可向四个方向照明，也可通过调节向同一方向照明，整体照明远近兼顾,照明亮度高,范围足够大。

（2）要求上下转动灯头可调节光束照射角度。灯光覆盖半径达到 35-55 米。

（3）使用 220V 市电可长时间照明,也可以接发电机组供电,采用发电机组一次注满油可连续工作 13 小时以上。

（4）要求通过无线遥控可在 50 米范围内分别控制每盏灯的开启和关闭,使用气泵或手动气阀控制伸缩杆的升降。

（5）整体采用优质金属材料制作,结构紧凑,性能稳定,可确保在各种恶劣环境和气候条件下正常工作,防雨淋、喷水、抗风等级为 8 级。

（6）含发电机(有 AC220V 接口，可为压缩机供电)，含支架、灯。工作电压：AC220V/50Hz。

（7）灯盘：灯头功率：4×500W（卤钨灯）。

（8）灯头光通量：≥4×10000lm。

（9）光源寿命：3000h。

（10）工作时间：注满燃油：≥13h；接（市电）：长时间。

（11）照明高度：最小高度：1800mm，最大高度：6000mm。

（12）发电机组：额定输出电压：AC220V/50Hz；功率/油箱容量：2500W/15L.

（13）外形尺寸：投标人填写

（14）灯盘尺寸：投标人填写

（15）重量：灯盘：8kg；伸缩气缸/发电机组：8/45kg。

（16）防护等级（灯具）：IP65。

18.10 工业内窥镜

该设备用于南京地铁电客车架大修作业时齿轮箱内部检查时使用。

（1）可快速更换探管；手控平衡板导向机构，轻巧精准，摇杆指向与探头位置实时对应；采用高亮防眩光触摸屏，透过手套可轻松触控；控头通过防撞击测试；主机防护等级 IP67；随机配 SD 卡，容量 32G 以上。

（2）主机

显示屏：7'LED

拍照：1024×768，JPEG

录影：768×576，MPEG4（含录音）

IP 防护：IP67

电源：可充电锂电池（续航时间>5 小时），可使用移动电源应急充电

储存介面：SD 卡可支持至 32G

音源输入：内置麦克风

（3）360 全方向探测管

探测头管径：6.0mm

长度：3m

方向：全方向，≥170º

LED：前视、侧视、双视

按键：拍照键、LED 增光、LED 减亮

景深：远焦/近焦，可调

18.11 电动加油枪

电动加油枪主要用于车辆段工程车库工程车加膏状黄油。

产品使用符合人体工学的外形设计，加圆型球柄双把手操作更舒适方便，机身还装配有过载过热保护装置，6 档电子调速恒功开关，该功能可使机子在操纵中恒功率运转转速平稳更好的控制液体出液流量，并且装有的过载保护装置能防止马达因过载而烧毁电机，从而保证了马达的高效率和耐用性。电机大功率低振动高效能高扭矩，适合各种油脂类抽取。品牌建议选取成熟优质产品。马达与泵管采用快速接口，拆装自如方便抽液管可按用户要求分铝合金和 304 不锈钢管两种。电池和油枪可以分开进行充电。加油一套黄油枪需配两块电池和三根管子。加油枪具备计量定量功能。

（1）工作电压： 21V；

（2）最大流量： ≤160 克/分钟；

（3）压力范围： 6000-12000Psi；

（4）扬程： 7m；

（5）进口外径： 40mm；

（6）出口外径： 26mm；

（7）油管容量： 600CC；

（8）管子长度： ≥98cm ；

18.12 自动恒流恒压充放电一体机

18.12.1 设备采用的主要技术标准

GB/T3859-2004 《半导体变流器应用导则》

JB/T 5774.4-2007 《电力系统用直流电源设备通用技术条件及安全要求》

DL/T 459-2000 《电力系统直流电源柜订货技术条件》

LS（W）30-40-JT 《电力系统用微机控制直流电源柜技术条件》

ZB K46 013-89 《晶闸管移相触发器》

Q/BUAX001-2006 《微电脑硅整流充放电电源》

18.12.2 主要技术参数及性能

（1）输入频率 ： 50-60Hz

（2）输入电压 ： 三相 380V

（3）输出电流 ： 0~65A（连续可调）

（4）充电电压 ： 0~165V（连续可调）

（5）充电输入功率 ：约 16.5kw

（6）稳流稳压精度：≤±0.5%

（7）时间精度：＜30S/24h

（8）设备尺寸要求：长×宽×高≤700×600×1800（mm）。

（9）可连续工作时间：48 小时。

（10）可充蓄电池范围：100～650Ah

（11）设备接口要求：充电机放置的就近开关箱至本设备进线端、本设备出线端至其它充放电设备之间的电缆（每台长度 30 米）在本设备供货范围内。

18.12.3 主要功能要求

（1）采用电压法、时间法、容量法等多种方法综合性地判断充放电工作的完成，并自动关机，全数字控制，DSP 处理器。

（2）控制方式：**可设置各类电池的充放电工艺程式及参数自动控制，也可单步控制**；要求可以智能地控制充放的过程及充放电的电压、电流。只要操作人员进入软件后，将充放电的过程及参数设置完毕，充放电机即可根据设置过程自动控制充放电过程。不须用人工监视和调节充放电过程。

（3）运行方式：恒流充电、脉冲充电、恒压限流充电、恒流限压放电，静电、循环等；当实际充电电流小于给定限制电流时，充电装置恒压充电控制。

（4）保护：具有过流、过压、断流及掉电数据保存，上电自动恢复运行，超温保护等功能；当实际充电电流大于给定限制电流时，以给定限制电流为充电电流的恒流充电控制。当充电到电压达到或大于给定恒压时，充电机自动变换为恒压充电控制，防止过流。当实际充电电压小于给定限制电压时，充电装置恒流充电控制。当充电到电压大于给定限制电压时，以给定限制电压为充电电压，充电机变为限压充电方式。提高了充电效率，防止过压。放电采用恒流放电方式。

（5）记录：具有定时间、电压、安时等阶段转换和定时记录运行数据和曲线功能，要求可记录保存数据 500 条以上。

（6）整流方式：三相全控桥式整流。

（7）采用工业级触摸屏，汉字显示，实时状态，不仅具有完好的全中文显示人机界面，人机对话，操作方便，显示清晰易懂，而且功能强大，集充电、放电、循环充放、脉冲、温度补偿等多种工作模式于一体，触摸屏 7 英寸等可选。

（8）对电网无相序要求，A、B、C 三相输入任意接线。

（9）充电中途充电连接线脱落自动关机；充、放电参数首次设置好后，如以后充、放相同的蓄电池，每次只需确认而无需重新设置。

（10）具有脉冲充电功能（能对落后蓄电池进行激活），脉冲宽度、幅度可变、可设置。

（11）具有温度补偿功能，即充电机可以根据环境温度变化和蓄电池特性曲线调整充电电压。

（12）放电时电能反馈到电网，清洁环保。

（13）用户可在充、放电工作过程中对所有的参数工艺参数进行查看，避免误操作；

（14）具有掉电存储功能，来电自动恢复到掉电前工作状态，实现无人值守。

（15）具有暂停功能，确保连续运行；应具有极性接反警示功能。应具有自动记录充放电全过程的电压、电流曲线功能，并能进行存储、传输和打印。

（16）具有多种操作方式：手动操作、微机控制、触摸屏控制、PC 机操作四种方式。

19 移动式升降平台

《剪叉式升降平台 型式和基本参数》(JB/T 9229.1-1999)

《剪叉式升降平台 技术条件》(JB/T 9229.2-1999)

《剪叉式升降平台 实验方法》(JB/T 9229.3-1999)

《剪叉式高空作业平台》(JG/T5100-1998)

《高空作业机械安全规则》(JG5099-1998)

《高空作业车技术条件》(GB/T9465-2008)

《铁道部架修设备标准》(TB 1482-1991)

《液压系统通用技术条件》(GB/T3766-2001)

《低压电器基本标准》(GB/T1497-85)

《小功率电机通用技术条件》(GB/T5171-1991)

《工业机械电气设备第一部分通用技术条件》(GB/T5226.1-2002)

《机械安全》(GB/T12262-2000)

《机械安全防止上肢触及危险区的安全距离》(GB/T12262.1-1997)

《机械安全避免人体各部位挤压的最小间距》(GB/T12262.3-1997)

《机械安全防止下肢触及危险区的安全距离》(GB/T12262.2-2000)

《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》(GB/T8196-2003)

19.1 移动式车顶工作平台

19.1.1 主要功能及技术特点

（1）移动式车顶作业平台车为自行剪叉式高空作业平台，专用于地铁电客车与工程车检修时登高作业需求。移动式升降平台由走行系统、平台及升降结构、液压系统、蓄电池驱动装置、操作控制系统以及安全保护系统等部分组成，必须有足够的强度和刚度，该设备连续工作时要具有良好的稳定性、可靠性、安全性。

（2）设备可在升降行程内的任意高度保持锁定。

（3）设备定位后，走行部应有锁定功能，保证设备在外力作用下不会有任何的水平移动。

（4）设备在馈电或者故障时，人工能轻便推行。

（5）设备可在作业地面的导向轨上做正向和反向移动。

（6）平台上应设有操控平台行走、平台升降的按钮，工作状态切换按钮，紧急停机按钮等电气控制按钮，要求合理布置各按钮，确保设备的可操作性和安全性。

（7）在操控台设置蓄电池电量显示表，实时显示蓄电池的电量变化情况。

19.1.2 移动式车顶工作平台技术参数

（1）载重	≥500kg
（2）最大平台高度	≥4500mm
（3）站立台面尺寸	≥2500×1200mm
（4）起升速度	6m/min
（5）行走速度	20m/min
（6）安全护栏高度	≥1100mm
（7）蓄电池容量	≥260Ah
（8）充电机	24V/25A
（9）输入电源：	AC220/380±10％V，50Hz
（10）轮径值	≥350 mm
（11）轮宽	≥120 mm

19.1.3 安全保护功能及生产制造技术要求

19.1.3.1 走行系统要求

要求走形轮采用满足荷载要求的聚氨酯材质。走行轮轴承具有高耐磨性、高接触疲劳强度、高防腐性能。投标人应提供轴承的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地等信息。

19.1.3.2 平台及升降机构要求

（1）平台采用 6mm 厚铝合金花纹防滑板。

（2）沿工作台四周应有高出台面最少 50mm 的挡板。

（3）要求臂架部分高强度材料制作。

（4）受力构件臂架部分的各叉臂、油缸支撑横梁与叉臂的连接、底架纵横梁的连接、下铰支座、下滚轮轨道间的连接等部位的焊缝，均应符合 GB3423 中的二级规定的要求。焊缝的外部不应有烧穿、咬边、夹渣、焊瘤等缺陷，焊缝的纵向、横向及母体金属的上下不应有

裂纹，连续焊缝不能间断，鳞状波纹形成应均匀，最大高低差不应大于 2mm。要求各部件采用防锈处理，油漆喷涂采用先进工艺。投标人应明确平台底架、叉臂、护栏等相关结构件的材料、焊接工艺等信息。

（5）平台四周设置安全不锈钢防护栏，防护栏高度符合 1100mm 高度的要求。设备升起后靠近车顶一侧应设置过渡桥，方便作业人员通过渡桥从工作平台到达车顶检修区域，要求渡桥底部与车体接触部位加装橡胶保护层，以免渡桥与车体接触时对车体表面造成损伤。从底部到顶部设爬梯。

19.1.3.3　电气系统要求

（1）电动机应符合国家现行标准的规定。

（2）电气元件、配线、绝缘性必须符合 GB1497 的有关规定。

（3）非导线金属均应接地，导线穿过金属空洞时应外套绝缘套管。

（4）要求投标人配备不少于 10m/台的充电线。

（5）要求投标人明确起升电机、驱动电机等电气元器件的品牌、规格型号、性能参数、防护等级等信息。

19.1.3.4　保护功能要求

（1）在动力、油路等出现故障时，要有能防止工作台失控下降的安全装置。

（2）平台在起升作业过程中出现故障时，应设有使工作台应急下降的装置。

（3）升降台在自然升降过程中的偏摆量不应大于 0.5%的最大起升高度。

（4）具有超载自动保护和极限位保护装置。当载荷达到额定载荷时，设备启动超载自动保护功能。极限位保护装置的位置可以根据不同作业需要时的高度要求进行调整。

（5）设有电铃、闪光显示信号灯，要求设备在行走和升降的同时，电铃发出铃声，闪光显示信号灯闪烁，以提醒作业场地内其他作业人员。闪光显示信号灯的闪光强度不能对现场作业人员造成影响。

（6）具有短路、缺相、电量显示、欠压、过流等保护功能。

（7）设置限位开关，保证在渡桥和平台门未锁紧的情况下，设备不会进行移动和升降动作。

19.1.3.5　液压系统要求

（1）液压系统化应符合 GB3766 中的相关要求，液压系统化中使用的液压元件应符合 GB/T7935 中的规定。

（2）液压系统中管路的爆破压力为系统设计压力的最小 5 倍，各元件、管路及接头处均不得有泄漏现象。

（3）液压系统溢流阀的工作压力不应超过工作压力的 1.1 倍，系统的额定工作压力不得大于油泵的额定工作压力。

（4）液压系统中应设有放置过载和冲击的装置。

（5）液压系统中应设置有防止液压缸和平台应自重引起下滑和因管路破裂、泄漏而导致超速下降的装置。

（6）油泵、阀件、滤油器等液压元件要求质量精良、性能可靠，要求投标人在投标文件中提供液压系统所使用的油泵、滤油器、溢流阀、电磁换向阀、单向阀、流量阀等液压元件的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地、数量等信息。泵站油箱内高压油输出端应有滤油器。高压油管采用外层有不锈钢丝编织的防爆高压油管。泵站应设有油压表。

34.1.3.6　蓄电池要求

蓄电池要求性能可靠且为免维护产品，电池容量≥260Ah，电池充电接口采用插座，充电过程中应有安全保护设施，无需人员值守，充电结束后能自动切断电源。每台设备卖方均自带充放电机。

19.2 移动式车顶工作平台（带导轨）

19.2.1 概述

移动式车顶工作平台用于车辆检修时的空调拆卸与安装、车顶防水、车门检修、空调冷凝水管更换、受电弓拆卸与安装等作业项目。其各项功能、安全措施应满足线车辆段大架修库及车体间的作业需要。

19.2.2 移动式车顶工作平台主要技术参数

载重	≥495kg
最大高度	≥4500mm
台面尺寸	2500×1200mm
起升速度	6m/min
行走速度	20m/min
安全护栏高度	1100mm

蓄电池功率	24v/3kw
蓄电池容量	≥260Ah
充电机	24V/25A

19.2.3 设备基本结构要求

（1）该设备为自行剪叉式高空作业平台。

（2）移动式车顶工作平台由走行系统、平台及升降结构、液压系统、蓄电池驱动装置、操作控制系统以及安全保护系统等部分组成，必须有足够的强度和刚度，该设备连续工作时要具有良好的稳定性、可靠性、安全性。

19.2.4 设备基本功能要求

（1）设备可在升降行程内的任意高度保持锁定。

（2）设备定位后，走行部应有锁定功能，保证设备在外力作用下不会有任何的水平移动。

（3）设备在馈电或者故障时，人工能轻便推行。

（4）设备应预留叉车叉装孔，便于设备的搬运。

（5）设备的走形轮与导向轮单独设置，保证承载功能与导向功能相互独立。

（6）设备可在作业地面的导向轨上做正向和反向移动。

（7）平台上应设有操控平台行走、平台升降的按钮，工作状态切换按钮，紧急停机按钮等电气控制按钮，要求合理布置各按钮，确保设备的可操作性和安全性。

（8）在操控台设置蓄电池电量显示表，实时显示蓄电池的电量变化情况。

19.2.4.1 走行系统要求

要求走形轮采用聚氨酯材质。导向轮材质采用 PA 增强（增强尼龙）材质。走行轮轴承具有高耐磨性、高接触疲劳强度、高防腐性能。投标人应提供轴承的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地等信息。

19.2.4.2 平台及升降机构要求

（1）平台采用 6mm 厚铝合金花纹防滑板。

（2）沿工作台四周应有高出台面最少 50mm 的挡板。

（3）要求臂架部分高强度锰钢矩形管制作。

（4）受力构件臂架部分的各叉臂,油缸支撑横梁与叉臂的连接，底架纵、横梁的连接，下

铰支座、下滚轮轨道间的连接等部位的焊缝，应符合 GB3423 中的二级规定的要求。焊缝的外部不应有烧穿、咬边、夹渣、焊瘤等缺陷，焊缝的纵向、横向及母体金属的上下不应有裂纹，连续焊缝不能间断，鳞状波纹形成应均匀，最大高低差不应大于 2mm。要求各部件采用喷砂磷化防锈处理，油漆喷涂采用烤漆工艺。投标人应明确平台底架、叉臂、护栏等相关结构件的材料、焊接工艺等信息。

（5）顶部四周设置安全防护栏，防护栏高度符合安全高度要求。

（6）设备升起后靠近车顶一侧应设置过渡桥，方便作业人员通过渡桥从工作平台到达车顶检修区域，要求渡桥底部与车体接触部位加装橡胶保护层，以免渡桥与车体接触时对车体表面造成损伤。从底部到顶部设爬梯。

19.2.4.3 电气系统要求

（1）电动机应符合国家现行标准的规定。

（2）电气元件、配线、绝缘性必须符合 GB1497 的有关规定。

（3）非导线金属均应接地，导线穿过金属空洞时应外套绝缘套管。

（4）要求投标方配备不小于 30m/台的充电线，要求配置自动收线盘。

（5）要求投标人明确起升电机、驱动电机等电气元器件的品牌、规格型号、性能参数、防护等级等信息。

19.2.4.4 安全保护功能要求

（1）在动力、油路等出现故障时，要有能防止工作台失控下降的安全装置。

（2）平台在起升作业过程中出现故障时，应设有使工作台应急下降的装置。

（3）升降台在自然升降过程中的偏摆量不应大于 0.5%的最大起升高度。

（4）具有超载自动保护和极限位保护装置。当载荷达到额定载荷时，设备启动超载自动保护功能。极限位保护装置的位置可以根据不同作业需要时的高度要求进行调整。

（5）设有电铃、闪光显示信号灯，要求设备在行走和升降的同时，电铃发出铃声，闪光显示信号灯闪烁，以提醒作业场地内其他作业人员。闪光显示信号灯的闪光强度不能对现场作业人员造成影响。

（6）具有短路、缺相、电量显示、欠压、过流等保护功能。

（7）设置限位开关，保证在渡桥和平台门未锁紧的情况下，设备不会进行移动和升降动作。

19.2.4.5 液压系统要求

（1）液压系统应符合 GB3766 中的相关要求，液压系统化中使用的液压元件应符合 GB/T7935 中的规定。

（2）液压系统中管路的爆破压力为系统设计压力的最小 5 倍，各元件、管路及接头处均不得有泄漏现象。

（3）液压系统溢流阀的工作压力不应超过工作压力的 1.1 倍，系统的额定工作压力不得大于油泵的额定工作压力。

（4）液压系统中应设有放置过载和冲击的装置。

（5）液压系统中应设置有防止液压缸和平台应自重引起下滑和因管路破裂、泄漏而导致超速下降的装置。

（6）油泵、阀件、滤油器等液压元件要求质量精良、性能可靠，要求投标人在投标文件中提供液压系统所使用的油泵、滤油器、溢流阀、电磁换向阀、单向阀、流量阀等液压元件的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地、数量等信息。泵站油箱内高压油输出端应有滤油器。高压油管采用外层有不锈钢丝编织的防爆高压油管。泵站应设有油压表。

19.2.4.6 蓄电池要求

蓄电池要求性能可靠且为免维护产品，电池容量≥260Ah，电池充电接口采用防爆插头插座，充电过程中应有安全保护设施，无需人员值守，充电结束后能自动切断电源。

19.2.5 涂装要求

（1）油漆涂装采用先进工艺。应光滑平整，与金属具有良好的结合力，不起泡，不开裂，不得有皱皮、麻点、漏刷和流挂，底架上应有黑黄相间的安全标识。

（2）要求投标方提供油漆涂装工艺。

（3）要求投标方提供油漆涂装所使用底漆、中涂、面漆的品牌、规格型号、漆膜厚度。

19.2.6 土建相关要求

要求投标方向设计院提资：提供导向轨结构图、预埋件结构图、导向轨土建安装图、导向轮与导向轨配合图、移动式车顶工作平台与车体位置关系图并有招标方审核确认后，方可施工。

19.3 双桅柱式高空作业车

19.3.1 主要功能及技术特点

（1）高空作业车为双桅式高空作业平台，主要用于库房内设备与设施的高空检修作业需求。

（2）设备在移动或升降时有足够的稳定性。

（3）在设备馈电或者故障时，2 人能轻便推行。

（4）设备可在升降行程内的任意高度保持锁定，在不同高度内完成高空作业。

（5）升降平台定位后，走行部应有锁定功能，保证作业车在外力作用下不会有任何的水平移动。

（6）走行轮材质采用聚氨酯。设备电源线长度应不小于 10 米。应配有液压油油位计。

（7）整机具有水平仪调整支撑腿。对作业平台设底部地面支撑装置，用于工作平台移动到位后人员在其上作业时保证整个工作平台的固定和平衡稳定。

（8）升降平台升降应具有上控和下控两种操作方式，并设有相应的选择开关。

（9）设备升降具有点动和急停功能，应合理布置紧急停机按钮，确保在紧急和危险的情况下，能方便迅速地使设备停止运转，保证对人员及设备不会造成伤害。控制系统采用直流 24V 的安全电压，确保操作人员的绝对安全。

（10）所有电器元件采用知名品牌元器件。电气设计制造符合国家标准及 IEC 标准。上操作盒配有电源插座方便电动工具的使用。

（11）液压系统采用知名品牌的液压动力单元和国内著名品牌的液压元器件，液压系统无泄漏，额定压力 16Mpa，以确保举升额定的承载能力。液压泵站必须采用独立的设计，并充分考虑作业平台举升平稳和升起到位后安全保压功能。为了保护电机，需配置上升阀，使电机卸荷启动。同时为了高空平台的作业安全，应配有安全阀和应急下降阀，并具有应急手动功能。液压泵应具有容积效率高、压力高、噪音低、抗震性强、寿命长等特点。

（12）机械系统设备遵循并符合 JG/T5103-1998 及 GB-3766 的规定设计制造，设备由一套双桅柱铝合金桅杆组成伸缩升降机构；举升油缸置于特制矩形截面桅杆内，液压油缸缸体壁厚≥6mm；平台防护栏为可翻转式，降低收折高度；防护栏采用优质管制作；平台防护栏强度和高度按国家登高护栏相关标准设计并制造；设备底盘主体采用型钢和钢板焊接结构。

（13）设备升降部分可在规定升降高度范围内任意停止，实现在不同高度完成高空作业。升降传动机构采用起重板式链条，材料为合金材料，且为双链条设计，安全系数大于 10 倍。

（14）设备配有四点可调节水平的地面支撑定位机构。

（15）设备在高空作业稳定性和适用性上优越，产品质量达到国家和行业标准，具备安全可靠，轻便实用、无污染，低噪音，节能环保、维护成本低的特点。

（16）桅柱采用高强度铝合金材料，应具有高强度，重量轻，并保持良好的结构和特殊的截面，增强材料的刚度。

（17）桅柱间的相对运动采用高精度，耐磨性强的导轮，以保证升降自如，且可在升降过程中减小平台摆动。各节桅柱通过链条(起重链)传动，达到同步升降效果。

（18）设备在任意行程高度位置因故障不能升降时，应采用卸荷的方式使设备降低，以保证作业人员的安全。

（19）升降机支撑腿为旋转收折支腿，即方便收折储藏。使用时伸出，可确保机器抗倾覆安全支撑面的要求。对零、部件及整机结构件分别采用相应的防锈处理，确保机器防腐除锈要求(如酸洗、磷化、镀锌、镀铬、发黑、喷塑等)

（20）平台台面铺设防滑绝缘橡胶地垫，并有护边，以防杂物掉落。顶部四周安全防护栏，防护栏高度符合上述高度要求。

19.3.2 双桅柱式高空作业车技术参数

（1）额定载重：≥150kg

（2）整机重量：≤900kG

（3）最大工作高度：≥13 米

（4）最大平台高度：≥12 米

（5）台面尺寸（米）：1.35*0.66 左右

（6）收折尺寸（米）：长*宽*高：约 1.70*0.76*2（高度低于 2.2 米）

（7）工作撑开底盘尺寸（米）：约 2.25*2.18（宽度低于 2.3 米）

（8）安全护栏高度：≥1200mm

（9）蓄电池功率： 48V/24v/12v/2kw 左右

（10）蓄电池容量： 250Ah 左右

（11）电源提供：交直流共用机型；提供配套充放电设施

19.3.3 安全保护功能及生产制造技术要求

19.3.3.1 安全保护功能

（1）机械安全保护措施

每节桅柱设计有机械行程挡块,当机器升至设计高度时,机械挡块阻止桅柱无法继续升高。

设有水平仪,保证机器工作前撑好支腿并校正水平,确保机器安全工作。

机器传动采用确保桅杆同步举升载荷的双链条(起重链),安全系数达 10 倍。

（2）液压系统安全保护措施

油缸按机器的升降高度设计行程,当机器升至设计高度时,油缸行程到位,无法继续上升。

液压系统设有溢流阀,当机械挡块和油缸行程到位时,随即溢流。安全阀,一旦系统压力超过安全阀压力,随即卸载,油缸不再运动,平台不再上升。

液压系统设有应急下降手动装置,当作业平台在作业时遇到停电和故障时在地面即可操作平台缓慢下降,确保作业人员安全返回地面。

（3）系统安全保护措施

本设备电气系统设计符合国家安全标准,具有有效必要的安全保护装置,在整机起动线路中设有用于切断电源的开关;

电气系统设有多重限位开关,保证机器在设计范围内上、下工作。

工作台操作采用双触点开关,避免操作中误动作。

本设备具有紧急停止按扭,当平台在举升时或作业人员判断可能出现故障时,即可按下此按扭,使平台动作全部静止,此时再操作液压系统应急下降手动装置,使平台缓慢下降人员安全返回地面。

具有过载自动保护和极限位保护装置。

设有电铃、闪光显示信号灯，以保证作业过程中警醒场内非作业人员。电铃采用手动控制的方式，闪光显示信号的位置必须布置合理，闪光显示信号灯的闪光强度不能对现场作业人员造成影响。

具有短路、缺相、电量显示、欠压、过流等保护功能。

本设备电气系统具有可靠的接地保护和防漏电保护。

19.3.3.2 设备主要生产制造技术要求的描述

（1）本设备各部件加工表面遵循并符合国家机械加工标准,金属部件表面规则、平整,没有尖锐棱角,倒圆弧。绝缘部件表面光滑、无气泡、皱纹或开裂,无明显的擦伤或过热痕迹。

（2）所有零、部件在装配前均进行检测试验,检验合格的主要零件有检印;合格后方准装配。标准件、外购件、外协件均具备合格证书;

（3）本设备在保证安全的前提下,在设计产品尺寸时充分考虑设备结构的小巧、轻便,达到最佳收折尺寸和重量。

（4）本设备能够在到达指定作业位置后,能不依附于任何其它设施及设备进行作业平台的升降。

（5）本产品具有中文工作标识及警示标识。

（6）作业平台在额定载荷 1.34 倍的最大载荷下起升时能在任意位置可靠制动。

（7）本设备机械、液压、电控机构为保证作业平台的起升、下降作业时动作平稳安全,进行了精心设计,确保升降微动性能良好。

（8）油泵、阀件等液压元件要求质量精良、性能可靠，要求报价人在报价文件中明确液压系统所使用的油泵、滤油器、溢流阀、电磁换向阀、单向阀、流量阀、限速阀等液压元件的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地、数量等信息。高压油管采用外层有不锈钢丝编织的防爆高压油管。

19.4 可移式升降托架车

19.4.1 主要功能及技术特点

该设备主要用于车辆段工程车车下部件检修、拆卸使用。

（1）设备的托架可旋转 360°。

（2）设备应采用优质材料和先进的加工、热处理和装配工艺生产，保证满足良好的加工精度，具有良好的结构刚性，维修保养方便。

（3）用于设备和部件的材料都应有出厂合格证。

（4）在 20MPa 的压力下，接头处不允许渗漏，缸体无变形。

（5）设备可放至检修坑内(地坑内最窄宽度 1.1m)。

（6）设备上需集成接线盘，托架上沿宽度方向需设置止挡，用来防止零件滚落。

（7）为保证安全生产，设置适应不同轴径拆装的工装支架。采用 45mmx45mm 的镀锌角铁做工装支架，为 120mmx60mm 的长方形框架，在距两头宽边 200mm 处再加装一根加强筋，可以提高支撑传动轴的承重能力。在一边距加强筋宽边中心线各 50mm 处加焊两根长 200mm 的加强筋,以便加装蜗杆升降机可以对非平行于钢轨面的传动轴起到即时的顶升作用，升降机最高升降 950mm，叉枝高 150mm,中间叉头两端宽 200mm；另一边距加强筋宽边中心线各 100mm 处加焊两根长 200mm 的加强筋，用 30mmx2mm 的镀锌方管做成固定式的叉

头，叉头整体高 300mm，叉枝高 150mm,中间叉头两端宽 200mm。此工装在支撑 200KG 的重量能保证其安全使用。

（8）为适应不同长度型号的传动轴，设置拆卸拉紧器：可以通过转向避让车辆底部有栏杆、油管、横梁等障碍物的问题。

（9）设置液压升降机专用托举架，使之可 360°旋转，拆卸中短轴（长度在 1500mm 以下）时可以通过旋转方向避开障碍物，达到拆装目的。

（10）设置地沟横向滑梯和泡沫垫板装置，当传动轴从升降托架装卸下来时，可以使用滑梯和泡沫地板输送，节省人力，保障安全。

（11）在中间 U 型托举架四角安装传动轴防脱锁链，防止传动轴纵向滑脱，保障现场生产人员的人身安全。

19.4.2 设备主要技术参数及性能

暂定以下参数，具体设计联络确定。

（1）外型尺寸：　　900mm×600mm

（2）自身高度：　　1220mm

（3）设备起升高度：　　2320mm

（4）最大载重量：　　≥500Kg

19.5 车底设备拆装装置

19.5.1 概述

该移动式双层工作平台用于车辆检修时的车下蓄电池箱、电抗器箱、制动电阻箱等车底设备的拆卸与安装。其各项功能、安全措施应满足车辆段大架修库及车体间的作业需要。

19.5.2 设备设计制造基本要求

投标方应按最新的国际标准、国家标准、行业标准及企业标准等技术标准或规范设计、制造产品，最低应满足但不限于以下标准或规范的要求。

19.5.3 主要技术参数

（1）载重　　2T

（2）平台最大高度　　1800mm

（3）平台最低高度　　700mm

（4）台面尺寸　　2000×1650mm

（5）起升速度　　1.2m/min

（6）行走速度　　50m/min

（7）平台平移调整范围±50mm（前后/左右）

（8）浮动平台旋转角度±5°

（9）电机功率　　3kw

（10）蓄电池容量　　≥300Ah

19.5.4 设备基本结构要求

移动式升降平台由走行及转向系统、平台及升降机构、液压系统、驱动系统、操作控制系统以及安全保护系统等部分组成，必须有足够的强度和刚度，该设备连续工作时要具有良好的稳定性、可靠性、安全性。

19.5.5 设备基本功能要求

（1）设备可在升降行程内的任意高度保持锁定。

（2）设备定位后，走行部应有锁定功能，保证设备在外力作用下不会有任何的水平移动。

（3）设备在馈电或者故障时，人工能轻便推行。

（4）设备应预留叉车叉装孔，便于设备的搬运。

（5）平台行走、升降，工作状态切换以及紧急停机通过遥控形式实现，遥控器按钮布局合理，确保设备的可操作性和安全性。

（6）在操控台设置蓄电池电量显示表，实时显示蓄电池的电量变化情况。

19.5.5.1 走行及转向系统要求

（1）要求设备采用四轮驱动的方式，采用液压马达驱动车轮，可以实现四个驱动轮在±90°范围内平稳转向，可以实现前、后两组车轮的单独转向。要求设备采用液压控制四个制动器的制动。

（2）要求走形轮采用聚氨酯材质。走行轮轴承具有高耐磨性、高接触疲劳强度、高防腐

性能。投标人应提供轴承的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地等信息。

19.5.5.2 平台及升降机构要求

（1）要求设备平台具有浮动功能，可以实现±50mm 的平移调整（前后/左右），±5°的角度调整（顺时针/逆时针）。

（2）要求平台表面铆接橡胶保护垫，要求橡胶保护垫的厚度≥5mm。

（3）要求设备的升降机构采用剪叉式升降机构，由油缸驱动机构升降，升降系统可以实现无级调速。

（4）要求臂架部分高强度锰钢矩形管制作。

（5）受力构件臂架部分的各叉臂,油缸支撑横梁与叉臂的连接，底架纵、横梁的连接，下铰支座、下滚轮轨道间的连接等部位的焊缝，应符合 GB3423 中的二级规定的要求。焊缝的外部不应有烧穿、咬边、夹渣、焊瘤等缺陷，焊缝的纵向、横向及母体金属的上下不应有裂纹，连续焊缝不能间断，鳞状波纹形成应均匀，最大高低差不应大于 2mm。要求各部件采用喷砂磷化防锈处理，油漆喷涂采用烤漆工艺。投标人应明确平台底架、叉臂等相关结构件的材料、焊接工艺等信息。

19.5.5.3 电气系统要求

（1）电动机应符合国家现行标准的规定。

（2）电气元件、配线、绝缘性必须符合 GB1497 的有关规定。

（3）非导线金属均应接地，导线穿过金属空洞时应外套绝缘套管。

（4）要求投标方配备不小于 30m/台的充电线，要求配置自动收线盘。

（5）要求投标人明确起升电机、驱动电机等电气元器件的品牌、规格型号、性能参数、防护等级等信息。

19.5.5.4 安全保护功能要求

（1）在动力、油路等出现故障时，要有能防止工作台失控下降的安全装置。

（2）平台在起升作业过程中出现故障时，应设有使工作台应急下降的装置。

（3）具有超载自动保护和极限位保护装置。当载荷达到额定载荷时，设备启动超载自动保护功能。极限位保护装置的位置可以根据不同作业需要时的高度要求进行调整。

（4）设有电铃、闪光显示信号灯，要求设备在行走和升降的同时，电铃发出铃声，闪光显示信号灯闪烁，以提醒作业场地内其他作业人员。闪光显示信号灯的闪光强度不能对现场作业人员造成影响。

（5）具有短路、缺相、电量显示、欠压、过流等保护功能。

（6）设置限位开关，保证在渡桥和平台门未锁紧的情况下，设备不会进行移动和升降动作。

19.5.5.5 液压系统要求

（1）液压系统应符合 GB3766 中的相关要求，液压系统中使用的液压元件应符合 GB/T7935 中的规定。

（2）液压系统中管路的爆破压力为系统设计压力的最小 5 倍，各元件、管路及接头处均不得有泄漏现象。

（3）液压系统溢流阀的工作压力不应超过工作压力的 1.1 倍，系统的额定工作压力不得大于油泵的额定工作压力。

（4）液压系统中应设有放置过载和冲击的装置。

（5）液压系统中应设置有防止液压缸和平台应自重引起下滑和因管路破裂、泄漏而导致超速下降的装置。

（6）油泵、阀件、滤油器等液压元件要求质量精良、性能可靠，要求投标人在投标文件中提供液压系统所使用的油泵、滤油器、溢流阀、电磁换向阀、单向阀、流量阀等液压元件的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地、数量等信息。泵站油箱内高压油输出端应有滤油器。高压油管采用外层有不锈钢丝编织的防爆高压油管。泵站应设有油压表。

19.5.5.6 蓄电池要求

蓄电池要求性能可靠且为免维护产品，电池容量≥300Ah，电池充电接口采用防爆插头插座，充电过程中应有安全保护设施，无需人员值守，充电结束后能自动切断电源。

19.5.5.7 涂装要求

（1）油漆涂装应光滑平整，与金属具有良好的结合力，不起泡，不开裂，不得有皱皮、麻点、漏刷和流挂，底架上应有黑黄相间的安全标识。

（2）要求投标方提供油漆涂装工艺。

（3）要求投标方提供油漆涂装所使用底漆、中涂、面漆的品牌、规格型号、漆膜厚度。

19.6 头车工作平台

19.6.1 设备用途

头车工作平台用于南京地铁线路电客车头车挡风玻璃及其附件（雨刮器，头灯等）检修拆装作业要求。

19.6.2 设备设计制造基本要求

投标方应按最新的国际标准、国家标准、行业标准及企业标准等技术标准或规范设计、制造产品，最低应满足但不限于以下标准或规范的要求。

19.6.3 设备主要技术参数及性能

载重	≥495kg
最大高度	≥4500mm
站立台面尺寸	≥3200×1200mm
起升速度	6m/min
行走速度	20m/min
安全护栏高度	≥1100mm
蓄电池功率	24V/3kW
蓄电池容量	≥260Ah
充电机	24V/25A
输入电源：三相五线制	AC380±10％V，50Hz
轮径值	≥350 mm
轮宽	≥120 mm

19.6.4 头车工作平台主要功能及技术特点

（1）设备可在升降行程内的任意高度保持锁定。

（2）设备定位后，走行部应有锁定功能，保证设备在外力作用下不会有任何的水平移动。

（3）设备在馈电或者故障时，人工能轻便推行。

（4）设备可在作业地面的导向轨上做正向和反向移动。

（5）平台上应设有操控平台行走、平台升降的按钮，工作状态切换按钮，紧急停机按钮等电气控制按钮，要求合理布置各按钮，确保设备的可操作性和安全性。

（6）在操控台设置蓄电池电量显示表，实时显示蓄电池的电量变化情况。

19.6.5 平台组成系统主要技术要求

19.6.5.1 走行系统要求

要求走形轮采用满足荷载要求的聚氨酯材质。走行轮轴承具有高耐磨性、高接触疲劳强度、高防腐性能。投标人应提供轴承的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地等信息。

19.6.5.2 平台及升降机构要求

（1）平台采用 6mm 厚铝合金花纹防滑板。

（2）沿工作台四周应有高出台面最少 50mm 的挡板。

（3）要求臂架部分高强度材料制作。

（4）受力构件臂架部分的各叉臂、油缸支撑横梁与叉臂的连接、底架纵横梁的连接、下铰支座、下滚轮轨道间的连接等部位的焊缝，均应符合 GB3423 中的二级规定的要求。焊缝的外部不应有烧穿、咬边、夹渣、焊瘤等缺陷，焊缝的纵向、横向及母体金属的上下不应有裂纹，连续焊缝不能间断，鳞状波纹形成应均匀，最大高低差不应大于 2mm。要求各部件采用防锈处理，油漆喷涂采用先进工艺。投标人应明确平台底架、叉臂、护栏等相关结构件的材料、焊接工艺等信息。

（5）顶部三面设置安全不锈钢防护栏，防护栏高度符合 1100mm 高度的要求，平台长度方向应≧3200mm，比车体宽度略宽，留长度方向的一面为作业面，方便 A 车车头作业，可横向设延展平台 300-500mm，延伸平台承载≥120kg，可承载作业人员站立，该延伸平台要求采用丝杆或液压形式，可随时停止，以便操作人员控制其延伸长度，因列车头部为弧形结构，故该延伸平台可参考车体端面造型结构，以更加方便贴合车头端部，方便作业。

（6）延展平台应包边防护，与车体接触部位加装橡胶保护层，以免与车体接触时对车体表面造成损伤，可不设防护栏，但需设置可拆卸防护链。

19.6.5.3 电气系统要求

（1）电动机应符合国家现行标准的规定。

（2）电气元件、配线、绝缘性必须符合 GB1497 的有关规定。

（3）非导线金属均应接地，导线穿过金属空洞时应外套绝缘套管。

（4）要求投标人配备不少于 30m/台的充电线。

（5）要求投标人明确起升电机、驱动电机等电气元器件的品牌、规格型号、性能参数、防护等级等信息。

19.6.5.4 保护功能要求

（1）在动力、油路等出现故障时，要有能防止工作台失控下降的安全装置。

（2）平台在起升作业过程中出现故障时，应设有使工作台应急下降的装置。

（3）升降台在自然升降过程中的偏摆量不应大于 0.5%的最大起升高度。

（4）具有超载自动保护和极限位保护装置。当载荷达到额定载荷时，设备启动超载自动保护功能。极限位保护装置的位置可以根据不同作业需要时的高度要求进行调整。

（5）设有电铃、闪光显示信号灯，要求设备在行走和升降的同时，电铃发出铃声，闪光显示信号灯闪烁，以提醒作业场地内其他作业人员。闪光显示信号灯的闪光强度不能对现场作业人员造成影响。

（6）具有短路、缺相、电量显示、欠压、过流等保护功能。

（7）设置限位开关，保证在渡桥和平台门未锁紧的情况下，设备不会进行移动和升降动作。

19.6.5.5 液压系统要求

（1）液压系统化应符合 GB3766 中的相关要求，液压系统化中使用的液压元件应符合 GB/T7935 中的规定。

（2）液压系统中管路的爆破压力为系统设计压力的最小 5 倍，各元件、管路及接头处均不得有泄漏现象。

（3）液压系统溢流阀的工作压力不应超过工作压力的 1.1 倍，系统的额定工作压力不得大于油泵的额定工作压力。

（4）液压系统中应设有放置过载和冲击的装置。

（5）液压系统中应设置有防止液压缸和平台应自重引起下滑和因管路破裂、泄漏而导致超速下降的装置。

（6）油泵、阀件、滤油器等液压元件要求质量精良、性能可靠，要求投标人在投标文件中提供液压系统所使用的油泵、滤油器、溢流阀、电磁换向阀、单向阀、流量阀等液压元件的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地、数量等信息。泵站油箱内高压油输出端应有滤油器。高压油管采用外层有不锈钢丝编织的防爆高压油管。泵站应设有油压表。

19.6.5.6 蓄电池要求

蓄电池要求性能可靠且为免维护产品，电池容量≥260Ah，电池充电接口采用插座，充电过程中应有安全保护设施，无需人员值守，充电结束后能自动切断电源。每台设备卖方均自

带充放电机。

19.7 贯通道工作平台

19.7.1 设备用途

用于南京地铁线路电客车贯通道风挡及其附件检修拆装作业要求。

19.7.2 设备设计制造基本要求

投标方应按最新的国际标准、国家标准、行业标准及企业标准等技术标准或规范设计、制造产品，最低应满足但不限于以下标准或规范的要求。

19.7.3 设备主要技术参数及性能

载重	≥495kg
最大高度	≥4500mm
站立台面尺寸	≥3200×1200mm
起升速度	6m/min
行走速度	20m/min
安全护栏高度	≥1100mm
蓄电池功率	24V/3kW
蓄电池容量	≥260Ah
充电机	24V/25A
输入电源：三相五线制	AC380±10％V，50Hz
轮径值	≥350 mm
轮宽	≥120 mm

19.7.4 工作平台主要功能及技术特点

（1）设备可在升降行程内的任意高度保持锁定。

（2）设备定位后，走行部应有锁定功能，保证设备在外力作用下不会有任何的水平移动。

（3）设备在馈电或者故障时，人工能轻便推行。

（4）设备可在作业地面的导向轨上做正向和反向移动。

（5）平台上应设有操控平台行走、平台升降的按钮，工作状态切换按钮，紧急停机按钮等电气控制按钮，要求合理布置各按钮，确保设备的可操作性和安全性。

（6）在操控台设置蓄电池电量显示表，实时显示蓄电池的电量变化情况。

19.7.5 平台组成系统主要技术要求

19.7.5.1 走行系统要求

要求走形轮采用满足荷载要求的聚氨酯材质。走行轮轴承具有高耐磨性、高接触疲劳强度、高防腐性能。投标人应提供轴承的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地等信息。

19.7.5.2 平台及升降机构要求

（1）平台采用 6mm 厚铝合金花纹防滑板。

（2）沿工作台四周应有高出台面最少 50mm 的挡板。

（3）要求臂架部分高强度材料制作。

（4）受力构件臂架部分的各叉臂、油缸支撑横梁与叉臂的连接、底架纵横梁的连接、下铰支座、下滚轮轨道间的连接等部位的焊缝，均应符合 GB3423 中的二级规定的要求。焊缝的外部不应有烧穿、咬边、夹渣、焊瘤等缺陷，焊缝的纵向、横向及母体金属的上下不应有裂纹，连续焊缝不能间断，鳞状波纹形成应均匀，最大高低差不应大于 2mm。要求各部件采用防锈处理，油漆喷涂采用先进工艺。投标人应明确平台底架、叉臂、护栏等相关结构件的材料、焊接工艺等信息。

（5）顶部三面设置安全不锈钢防护栏，防护栏高度符合 1100mm 高度的要求，平台长度方向应≧3200mm，比车体宽度略宽，留长度方向的一面为作业面，方便贯通道维修作业，可不设防护栏，但需设置可拆卸防护链。

19.7.5.3 电气系统要求

（1）电动机应符合国家现行标准的规定。

（2）电气元件、配线、绝缘性必须符合 GB1497 的有关规定。

（3）非导线金属均应接地，导线穿过金属空洞时应外套绝缘套管。

（4）要求投标人配备不少于 30m/台的充电线。

（5）要求投标人明确起升电机、驱动电机等电气元器件的品牌、规格型号、性能参数、

防护等级等信息。

19.7.5.4 保护功能要求

（1）在动力、油路等出现故障时，要有能防止工作台失控下降的安全装置。

（2）平台在起升作业过程中出现故障时，应设有使工作台应急下降的装置。

（3）升降台在自然升降过程中的偏摆量不应大于 0.5%的最大起升高度。

（4）具有超载自动保护和极限位保护装置。当载荷达到额定载荷时，设备启动超载自动保护功能。极限位保护装置的位置可以根据不同作业需要时的高度要求进行调整。

（5）设有电铃、闪光显示信号灯，要求设备在行走和升降的同时，电铃发出铃声，闪光显示信号灯闪烁，以提醒作业场地内其他作业人员。闪光显示信号灯的闪光强度不能对现场作业人员造成影响。

（6）具有短路、缺相、电量显示、欠压、过流等保护功能。

（7）设置限位开关，保证在渡桥和平台门未锁紧的情况下，设备不会进行移动和升降动作。

19.7.5.5 液压系统要求

（1）液压系统化应符合 GB3766 中的相关要求，液压系统化中使用的液压元件应符合 GB/T7935 中的规定。

（2）液压系统中管路的爆破压力为系统设计压力的最小 5 倍，各元件、管路及接头处均不得有泄漏现象。

（3）液压系统溢流阀的工作压力不应超过工作压力的 1.1 倍，系统的额定工作压力不得大于油泵的额定工作压力。

（4）液压系统中应设有放置过载和冲击的装置。

（5）液压系统中应设置有防止液压缸和平台应自重引起下滑和因管路破裂、泄漏而导致超速下降的装置。

（6）油泵、阀件、滤油器等液压元件要求质量精良、性能可靠，要求投标人在投标文件中提供液压系统所使用的油泵、滤油器、溢流阀、电磁换向阀、单向阀、流量阀等液压元件的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地、数量等信息。泵站油箱内高压油输出端应有滤油器。高压油管采用外层有不锈钢丝编织的防爆高压油管。泵站应设有油压表。

19.7.5.6 蓄电池要求

蓄电池要求性能可靠且为免维护产品，电池容量≥260Ah，电池充电接口采用插座，充电

过程中应有安全保护设施，无需人员值守，充电结束后能自动切断电源。每台设备卖方均自带充放电机。

20 仓储货架及管理设备

20.1 主要标准及要求

验收依据国家标准、本技术协议和购销合同。主要国家和行业标准如下：

GB50017-2003　　《钢结构设计规范》

CECS23:90　　《钢货架结构设计规范》

GB50018-2002　　《冷弯薄壁型钢结构技术规范》

JB/T5323-1991　　《立体仓库焊接式钢结构货架技术条件》

GB700-2006　　《碳素结构钢》

GB/T30571-2014　　《金属冷冲压件通用技术条件》

GB/T6728-2002　《结构用冷弯空心型钢尺寸、外型、重量及允许偏差》

JGJ82-2011　　《钢结构工程施工质量验收规范》

GB/T6807-2001　　《钢铁工件涂装前化磷处理技术条件》

GB2101-2008　　《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》

注：以上规范如有更新，均按最新标准执行。

（1）重型货架货物存取形式：叉车存取；对于窄巷道重型货架采用三向窄巷道叉车存取；

（2）对地面荷载要求；

重型货架区单个货架柱脚对基础最大垂直载荷不得大于 8 吨。投标方需根据此承载能力设计货架柱脚（底板）和轨道底板的设计（避免现场焊接），并在投标文件中给出。设计联络阶段投标方须向土建设计单位明确柱脚尺寸、柱脚载荷，以便与土建专业配合落实地面承载能力满足货架载荷要求，

20.2 重型货架

20.2.1 技术要求

仓库货架用于存放重型货物，要求有足够的强度和刚度及整体稳定性（抗震等级按 8 级考虑），而且尺寸要求精度高，型式采用组合装配横梁式，货架主要由货架片、横梁、纵/横梁、斜拉筋、背拉筋、侧拉筋等组成。投标方须提供立柱和横梁的截面尺寸、截面图和厚度。

货架的颜色在设计联络时确定。

货架的最终方案应提供有限元分析报告供业主审查。

货架平面布置参考附图，具体方案设计联络时确定，招标人保留修改货架布局调整的权力。请投标人充分考虑布局方案调整的可能性，如无重大方案调整，原则上货架类不进行新增费用变更。

20.2.2 主要构件要求

20.2.2.1 表面处理

钢结构货架的表面应采取化学或物理方法，以达到除锈的要求。货架的全部零件（托盘、螺栓标准件除外）均由全自动涂装线进行环氧树脂表面静电喷涂处理，涂层厚度不小于70μm，表面涂层质量达到 GB9286 标准规定。涂层表面硬度达为 2H。喷涂工艺流程为酸洗-磷化-清洗-烘干-表面静电喷塑-180℃恒温固化；环氧树脂静电喷涂处理特点：附着力达到 GB92865-88 标准中 O 级；硬度达到 GB6739-86 标准中 2H；耐腐蚀性（盐雾试验）GB1771-91 ＞500 小时。

20.2.2.2 货架片

（1）立柱全长调节孔距累计误差不大于±2mm，相邻孔距误差小于 0.1mm；

（2）货架全长尺寸极限偏差不大于 1mm；

（3）立柱片弯曲误差小于 1/1000 或 10mm；

（4）立柱与安装地面垂直偏差小于 1/1000mm；

（5）工作安全系数不小于 1.75。

20.2.2.3 横梁

（1）横梁长度尺寸误差小于±1mm；

（2）横梁装配后两端高低误差小于±1mm；

（3）承载最大载荷时横梁挠度不大于 L/300；

（4）工作安全系数不小于 1.75。

20.2.2.3 方案

（1）两榀相邻单位货架之间需设置背拉筋，背拉落地；

（2）设置货架外拉筋，背拉落地；

（3）重型货架每根立柱前加装防撞护角；

（4）提供立柱与横梁连接图、货架与货架间连接图、立柱与侧拉筋连接图、立柱之间短拉筋图、外拉筋连接图、柱片内拉筋图。

（5）提供包含以上内容的整体设计图。

20.2.2.3 化学锚栓

重型货架，阁楼货架底部固定方式必须采用化学锚栓方案，化学锚栓采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，投标人列出。在现场安装完毕后，需提供一定数量锚栓的拉拔试验报告，其测试费用应包含于投标总价中。

20.3.2.3 地面安装方式

投标方给出货架柱脚底板安装方式的设计。

20.2.2.4 货架产品工艺

（1）表面处理前的焊缝应打磨平整，所有产品的焊接处参照国家标准进行，保证焊缝均匀，牢固，无脱焊、虚焊现象；

（2）货架所有材料表面锈蚀，麻点或划痕的深度不大于该钢材厚度负偏差的一半，且断口处不应有分层缺陷。

（3）立柱及横梁为优质带材辊轧而成，隔板、挂钩、地脚板均为冷轧板制作。

（4）每层货架背靠背位置设置托盘后档（背档杆）防止托盘相互碰撞。

（5）货架立柱位置应设置护栏和护角结构等防撞装置。

（6）货架承重安全系数＞1.5。

（7）提供承载螺栓的强度等级、尺寸、性能参数等方案。

20.3 钢结构平台

20.3.1 钢结构平台规格

（1）采用成熟先进的钢结构平台技术，设计合理、结构新颖、使用安全可靠。在确保钢结构平台使用性能的前提下，尽量降低工程造价。钢结构平台布局考虑整体立柱结构布局和跨度，经济合理、传力明确，保证通行和操作的净空，留有充足货物摆放空间。

（2）货物存取形式：叉车存取

（3）对地面荷载要求

钢结构平台单个柱脚对基础最大垂直载荷不得大于 8 吨。投标方需根据此承载能力设计钢结构平台柱脚（底板）和轨道底板的设计（避免现场焊接），并在投标文件中给出。

20.3.2 钢结构平台技术要求

（1）钢结构平台是载货平台存储区中存放货物的主要设备，双层设计，一层架空，二层载货平台。有足够的强度和刚度及整体稳定性（按 8 度地震烈度设防），尺寸要求精度高，主要由立柱、主次梁、铺板、护栏和楼梯等部分组成，螺栓连接实现模块化安装。

（2）额定承载能力：二层平台额定载荷为 1000KG/㎡，平台地面到上方障碍物的垂直距离不低于 2300 mm（该参数根据叉车高度最终确定），平台应安装在牢固可靠的支撑结构上，并与其刚性连接，不做立柱基础预埋或开挖。需根据现场条件及受力分析优化设计立柱个数和布局，保证叉车和货物通行间距，同时考虑货物、钢结构平台、消防和通风系统之间的安全距离。

（3）钢结构平台二层铺板宜采用不小于 4 mm 厚防滑花纹钢板，使用加劲肋提高稳定性和抗扭性能，相邻钢板不应搭接。相邻钢板上表面的高度差应不大于 4mm，通行平台地板与水平面的倾角应不大于 10°，平台铺板在设计载荷下的挠曲变形应不大于 10 mm 或跨度的 1/200。

（4）钢结构平台二层设置全包围护栏，要求美观、大方，满足安全生产的要求，护栏高度不低于 1050mm，护栏下设置踢脚板。护栏开设两处不小于 3m 宽的横向推拉门，护栏颜色和门位置设计联络时确定。

（5）钢结构一侧设置钢斜梯(角度：45-60°)，采用防花纹优质型钢，两侧需安装防护栏，应采用焊接连接，焊接要求应符合 GB 50205 的规定。采用其他方式连接时，连接强度应不低于焊接。安装后的梯子不应有歪斜、扭曲、变形及其他缺陷；

（6）投标人根据要求给出详细设计方案（包括结构图纸，主要构件的截面尺寸和厚度的选型计算报告等），并提供平台的有限元分析报告供买方审查。

（7）提供柱脚与地面基础连接图、立柱与主梁节点连接图、主次梁交接节点连接图、铺板与横梁连接图、护栏与平台连接图，楼梯与平台连接图。提供包含以上内容的整体设计图。

（8）化学锚栓

货架底部固定方式如采用化学锚栓方案，化学锚栓应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，投标人列出。在现场安装完毕后，需提供一定数量锚栓的拉拔试验报告，其测试费用应包含于投标总价中。

（9）地面安装方式

投标方给出货架柱脚底板安装方式的设计。

（10）钢结构平台产品材料和工艺

a. 钢结构载货平台要求应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，投标人列出。主要材料应选用 Q235 及以上材质，颜色在设计联络时确定。

b. 焊接要求：尽量采用模块化结构设计，避免现场焊接；

c. 除锈：板材或型材进行喷丸（喷沙）预处理，彻底清除氧化皮、锈蚀及油污等，预处理后立即喷涂防锈底漆。表面除锈质量标准：金属工件表面呈银灰色，表面清洁度，金属基本不受损，金属工件抛丸（喷沙）率达到 99%以上，除尘效率达到 99%；

d. 钢结构涂两遍防锈底漆，两遍面漆。油漆外观质量达到色泽无明显差异。油漆采用国内知名生产厂家品牌。硅酸锌底漆厚度 20μm，环氧富锌底漆 50μm，环氧酯磁漆厚度 50μm。配色方案根据业主要求确定。

e. 主要受力构件如立柱、主次横梁、铺板为优质型材辊轧而成，采用轧制截面，可使用方管、H 型钢或 C 型钢等；

f. 立柱位置应设置护栏和护角结构等防撞装置；

g. 承重安全系数>1.5。

（11）钢结构平台中须采用 LED 低压照明，保证安全。

（12）提供承载螺栓的强度等级、尺寸、性能参数等方案。

20.4 阁楼式货架

（1）产品材料：选用优质钢材，钢材型号：Q235、ST12 等，经冷弯专门轧制而成（须提供材质报告）；钢结构货架要求应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，投标人列出。

（2）产品加工：尺寸一致，外形误差不超过±2mm；

（3）产品颜色：设计联络阶段确定；

（4）所有产品的焊接处参照国家标准进行，保证焊缝均匀，牢固，无脱焊、虚焊现象；

（5）产品表面处理：各种产品金属件（除已表面处理镀锌件外，如螺栓等）均要求酸洗—磷化—水洗—烘干—表面静电喷涂—恒温固化的流程进行表面处理，涂层质量符合 GB9628 标准规定。

（6）产品工艺

a. 货架制作时部件外形尺寸允许偏差：立柱—H±2.0mm；横梁—L±1.0mm；横斜撑—H±1mm；立柱孔距偏差—TO±0.025mm。

b. 柱片辊轧成形美观，满载时立柱最大挠度为 H/1000。安装后整体平整，对角线方向

长度偏差不大于 H/1000，垂直度不大于 H/1000。

c. 横梁辊轧成形，满载时允许挠度为横梁长度的 1/300mm，横梁两端与立柱连接结构，操作方便，结构美观合理，承重强度与横梁相同。

d. 表面处理前的焊缝应打磨平整；

e. 货架地脚板与地面须用化学锚栓方案连接；

f. 货架承重安全系数>1.5；

g. 货架所有材料表面锈蚀，麻点或划痕的深度不大于该钢材厚度负偏差的一半，且断口处不应有分层缺陷。

h. 立柱及横梁为优质带材辊轧而成，隔板、挂钩、地脚板均为冷轧板制作。

i. 货架背靠背之间用网片隔开，货架靠通道面安装钢层板。

j. 货架立柱位置应设置护栏和护角结构等防撞装置。

k. 护拦为隔撑形式，装于阁楼上层货架通道的两端，以确保使用安全。

l. 每座阁楼式货架设置 1 座 45°倾角楼梯，并配置护栏。

m. 靠墙处或楼梯侧边与楼面的连接处设置辅助支撑立柱，加强楼板的强度。

n. 楼下通道顶部设置吸顶式双管日光灯作照明用，照明要求达到一米以上 300LUX。

o. 二、三层入口处设卸货平台，并配有移动式防护栏。

（7）表面处理

货架的全部零件（托盘、螺栓标准件除外）均由全自动涂装线进行环氧树脂表面静电喷涂处理，涂层厚度为 70um；涂层表面硬度为 2H，喷涂工艺流程为酸洗—磷化—清洗—烘干—表面静电喷塑—180℃恒温固化；环氧树脂静电喷涂处理特点：附着力达到 GB92865—88 标准中 O 级；硬度达到 GB6739—86 标准中 2H；耐腐蚀性（盐雾试验）GB1771-91>500 小时。

20.5 轻型货架

（1）要求有足够的强度和刚度及整体稳定性，而且尺寸要求精度高。

（2）本货架贯彻 GB50017-2003 钢结构设计规范，GB50018-2003 冷弯薄壁型钢结构技术规范和欧洲标准 FEM10.2-02，横梁最大挠度小于 L/200。

（3）轻型货架的表面应采取化学或物理方法，以达到除锈的要求，表面处理后再静电粉末喷塑。表面涂层质量达到 GB9286 标准规定。货架材质采用 Q235，全部选用知名钢铁厂家产品。颜色设计联络时确定。

20.6 仓储笼

（1）仓储笼是仓库中存放货物的器具，与货物一起构成仓库的基本存储单元，有足够的强度、刚度和规则的外形。

（2）仓储笼整体选用不低于 5#角钢型材为框架及底腿，四向进叉，4 面为网片采用不低于 50×50×4.0mm，底板厚度不低于 2.0mm，宽度 1000mm 方向设置折叠门，整体结构稳定可靠。

（3）承载能力：1T

（4）要求折叠后可堆放。

（5）表面处理：采取化学或物理方法，达到除锈要求，而后磷化，然后（4）静电粉末喷塑。表面涂层质量达到 GB9286 标准规定，涂层厚度不小于 60μm。仓库笼一般为镀锌，约为 4 微米，一般正常使用情况下，使用年限为 3 年，颜色在设计联络时确定。



参考图片

20.7 托盘

（1）托盘是仓库中存放货物的器具，与货物一起构成仓库的基本存储单元，要求有足够的强度、刚度和规则的外形。托盘采用钢制 3 个托辊，满足四向进叉要求。

（2）承载能力：1T；参考图片



20.8 收发办公台

高度：1200mm，深度 500mm,长度跟房间实际长度一致，有小门进出，一侧为木板，一侧带柜门，柜门内两层隔板，需大理石台面，具体尺寸与造型技术联络时待定，或等土建竣工后根据实际现场测绘。

参考图片



20.9 针式打印机

（1）打印方式：点阵击打式；

（2）打印针数≥106 列，24 针；

（3）打印速度：

（4）中文（6.7cpi）支持 206 汉字/秒 137 汉字/秒 68 汉字/秒；

（5）中文（7.5cpi）支持 231 汉字/秒 154 汉字/秒 77 汉字/秒；

（6）英文（10cpi） 支持 413 字符/秒 310 字符/秒 103 字符/秒；

（7）打印控制代码 ESC/P-K、IBM PPDS 仿真、OKI5530SC 仿真；

（8）打印宽度范围：单页纸 90-304.8mm，连续纸 101.6-304.8mm；

（9）纸张类别：单页纸、单页拷贝纸、连续纸(单页纸和多页纸)、信封、明信片、带标

签的 连续纸、卷纸、存折，

（10）纸张厚度范围：0.065-0.84mm；

（11）进纸方式：摩擦进纸（前部，后部进纸），拖纸器进纸（后部进纸）；

（12）打印字体：支持宋体 24×24、黑体 24×24；

（13）打印接口：一个标准的双向 8 比特并行接口（支持带 IEEE-1284 轻咬模式） 一个 USB2.0（全速）接口。

20.10 激光打印机

（1）首页输出时间≤8.5 秒；

（2）打印速度≥18PPM；

（3）分辨率≥600*600*2DPI，(1200dpi 有效输出质量)；

（4）内存≥2M；

（5）处理器≥266MHz；

（6）输入纸盒≥150 页；

（7）输出纸盒≥100 页；

（8）打印负荷≥5000 页/月；

（9）纸张: 激光打印纸、普通纸、相纸、糙纸、牛皮纸、信封、标签、卡片、投影胶片、明信片；

（10）接口：USB2.0；

（11）支持功能：智能驱动安装功能（免光驱），自动开机/关机功能；

（12）关闭模式功耗≤0.6 瓦；

（13）打印语言：基于主机；

（14）提供随机硒鼓。

20.11 条码打印机

（1）分辨率 8 点/毫米 203dpi 和 12 点/毫米/300dpi（可选）

（2）内存标配: ≥128MB RAM 内存（4MB 用户可用） ≥128MB 闪存（58MB 用户可用）

（3）打印宽度 ≥104 毫米/4.09 英寸

（4）打印速度每秒 ≥152 毫米/6 英寸

（5）介质传感器传输式和反射式

（6）介质特征最大标签和衬纸宽度：≥114 毫米/4.5 英寸；非连续标签最大长度：991 毫米/39 英寸

（7）介质宽度 19.4 毫米/0.75 英寸至 11.4 毫米/4.50 英寸

（8）打印长度 203dpi：3988 毫米/157 英寸 300dpi 和 1854 毫米/73 英寸

（9）最大介质卷尺寸外径≥ 203 毫米/8.0 英寸，卷芯内径 ≥76 毫米/3.0 英寸卷芯外径 ≥152 毫米/6.0 英寸，卷芯内径 ≥25 毫米/1.0 英寸

（10）介质厚度 0.076 毫米/0.003 英寸至 0.25 毫米/0.010 英寸

（11）介质类型连续纸、模切纸、标签纸、黑标纸

（12）碳带规格（仅限热转印选项）

（13）外径 81.3 毫米/3.2 英寸

（14）卷芯内径 25 毫米/1.0 英寸

（15）标准长度 300 米/984 英尺

（16）比率介质卷与碳带比率为 2:1

（17）宽度 40 毫米/1.57 英寸至 110 毫米/4.33 英寸

（18）碳带设置碳带墨面向外卷绕，卷芯对卷芯

（19）需配打印机使用的碳带与标签纸,配备数量各 100 卷

20.12 物流箱

（1）规格：400mm 长×300mm 宽×230mm 高，带盖

（2）材质：PE 共聚丙烯；

20.13 防静电物流箱

（1）规格：400mm 长×300mm 宽×230mm 高，黑色带盖

（2）材质：PE 共聚丙烯；

20.14 磅秤

（1）机械式，称重范围: 1 吨；

（2）表面喷砂处理，抗腐蚀性强；

（3）铸铁材质；

（4）精度要求：500g/1 吨；

（5）秤台面尺寸提供 3 种尺寸供招标人选择。

21 叉车、搬运车

21.1 总体要求

21.1.1 技术要求

（1）投标人应向招标人提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用维修方便、运行安全可靠的全新设备。

（2）设备零部件采用先进的机械、电气、电子元件及优质材料，由合理工艺制成。外购零部件应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品。

（3）投标人报价清单应包括：每类叉车、搬运车及随机附件、外购件、出厂检验、安装调试、包装运输、质保、文件、培训等内容及报价。

（4）投标报价的单价和总价中应包含卖方货物交付验收合格及质保期内售后服务所发生的一切费用和税费。

（5）投标人应承担上述设备项目向质检、技术监督等政府主管机构报装、报检等直至交付使用的全部责任。

（6）所有叉车、搬运车辆类凡有驾驶室的均应考虑操纵室的封闭性，以提高操作人员在恶劣环境下（如烈日、雨雪、大风等）的作业舒适性。

（7）所有叉车、搬运车驾驶位应配有安全带，在驾驶与操作过程中对于未正确绑扎安全带时，有声光警示提醒。三向窄巷道叉车尤其应该有良好的视野。

（8）投标人提供的叉车类设备技术参数以投标产品公开发放的样本参数为准；投标人在投标时应该提供叉车类设备整车产品及主要部件的公开发放样本。

（9）投标人提供的叉车、搬运车配套设备厂家必须是知名厂家、产品必须是质量优良的名牌产品。

（10）投标人按设备采购清单要求，分别说明叉车、搬运车的使用范围、技术特点、结构性能、工作原理、产品型号、技术参数及供应厂商。

（11）投标人提供的蓄电池叉车采用宽视野门架、全液压转向，电控系统为国际知名品牌产品，具有故障诊断、报警、显示功能。

（12）投标人提供国际知名品牌蓄电池的型号、生产厂家及使用寿命(包括充电次数)。投标人需提供与蓄电池相匹配的充电机。

（13）如果采用充气轮胎必须是加厚的名优产品。

（14）投标人提供叉车、搬运车使用的相关标准。

（15）设备设计寿命 30 年。

（16）安全防护：投标人应说明对操作人员的安全保护措施及其依据标准。

（17）环境保护：投标人应说明符合的环境标准等级和采取的措施。

（18）投标人提供设备工作时的噪音及其依据标准。

（19）**投标人应提供特种设备制造安全认可证、特种设备安装安全认可证有效文件的复印件以证明其制造资质。**

（20）供货商需针对不同起重吨位、不同类型的叉车、搬运车填写以下配置（不限于）表：

	性能参数	品牌	制造商	产地
驱动桥				
制动器				
多路阀				
控制器				
蓄电池				
提升电机				
行走电机				
转向电机				
故障诊断				

21.1.2 安全规范要求

（1）叉车总体安全技术要求参照 TSG81 -2022 场（厂）内专用机动车辆安全技术规程的相关规定执行，确保首检通过方可进行验收工作。

（2）乘驾式电动叉车、电液换向的乘驾式内燃平衡重式叉车、电液换向的乘驾式内燃侧面式叉车应当设置司机坐(站)姿状态感知系统，当司机不在正常操作位置时，车辆不能进行动力运行， 即使操纵载荷装卸控制装置，也不应当出现门架的倾斜和货叉架的移动；当司机回到正常操作位置，但没有进行额外操作时，动力运行、门架的倾斜和货叉架的移动均不应当自动发生。

（3）应当设置司机权限信息采集器，通过指纹、虹膜、人脸特征等生物信息或者磁卡等

与个人身份信息唯一绑定的媒介，验证司机操作权限，当该采集器失效、拆除或者司机信息不正确时，车辆不能启动。

（4）叉车加装安全监控装置，提高使用安全性。

（5）设置水温、燃油量、电量、机油压力、制动气压等仪表(或者指示器)。

（6）乘驾式叉车应当设置由司机控制、能够发出清晰声响的警示装置（至少包括喇叭、倒车蜂鸣器）。

（7）在随机文件中应当有标示叉车额定起重量和实际起重量的载荷曲线图或者载荷表，并且在叉车的明显位置固定清晰且永久的载荷曲线图或者载荷表。

（8）叉车应当在醒目的位置以图形或者文字形式设置具有下列含义的安全标志：禁止站在货叉上、禁止站在货叉下、手指或者手被挤压风险提示，配备安全带的叉车还应当包括扣紧安全带。

（9）根据《建筑设计防火规范》有关规定对车辆段厂房防火防爆和蓄电池充放电的要求，本项目所有蓄电池叉车及搬运车的蓄电池选型应采用铅酸电池，电池品牌应选用轨道交通行业大量应用的一线知名品牌。

21.2 蓄电池叉车 5t

5t 蓄电池叉车详细技术规格要求一览表

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
特性	1	制造商及原产地		由投标人提供
	2	制造商型号设计		由投标人提供
	3	动力方式		蓄电池
	4	操作方式		座驾式
	5	额定承载能力	Kg	≥5000
	6	额定载荷中心距	mm	≥500
尺寸	7	门架倾斜角度	°	前倾角度≥3；后倾角度≥5
	8	门架最大提升高度	mm	≥3000
	9	门架回落后总高度	mm	≤2350
	10	整车长度（不含货叉）	mm	≤2950
	11	整车宽度	mm	≤1500
	12	整车高度	mm	≤2350
	13	转弯半径	mm	≤2500
	14	货叉长度	mm	≥1900
性能	15	行驶速度(满载）	Km/h	≥20

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
	16	提升速度（满载）	mm/s	≥300
	17	最大爬坡能力(满载）	%	≥14
动力系统	18	驱动（牵引）系统		（1）交流电机，无碳刷，免维护； （2）配套交流电控； （3）额定功率≥25KW
	19	液压（提升）系统		（1）交流电机，无碳刷，免维护； （2）配套交流电控； （3）额定功率≥30KW
	20	转向系统		电动液压助力转向（横置油缸转向）
	21	电控品牌		应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，并采用 CAN-bus 数据总线技术，投标人列出
蓄电池	22	蓄电池品牌		应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，投标人列出
	23	蓄电池容量		（1）满足叉车额定负载条件下连续工作 5 小时以上； （2）容量≥700AH
	24	蓄电池寿命		电瓶充电次数 1500 次以上
	25	充电机		（1）自配全自动智能充电机； （2）具有故障诊断功能
其他	26	轮胎材料		充气橡胶胎
	27	故障诊断功能		具备故障诊断功能。通过液晶显示屏上的信息及语言提示，可查出具体故障。
	28	显示器功能		（1）装有液晶或更先进的显示控制器，具有良好的可读性； （2）显示数据应包括但不限于：电瓶电量，累计工作小时数，时间，故障信息等。
	29	其他要求		配备后视镜、全套灯组、倒车蜂鸣器、安全带、座位安全感应开关

21.3 蓄电池叉车 3t

3t 蓄电池叉车详细技术规格要求一览表

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
特性	1	制造商及原产地		由投标人提供
	2	制造商型号设计		由投标人提供

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
	3	动力方式		蓄电池
	4	操作方式		座驾式
	5	额定承载能力	Kg	≥3000
	6	额定载荷中心距	mm	≥500
尺寸	7	门架倾斜角度	°	前倾角度≥3 后倾角度≥5
	8	门架最大提升高度	mm	≥3000
	9	门架回落后总高度	mm	≤2200
	10	整车长度 （不含货叉）	mm	≤2600
	11	整车宽度	mm	≤1300
	12	整车高度	mm	≤2150
	13	转弯半径	mm	≤2100
	14	货叉长度	mm	≥1000
性能	15	行驶速度(满载）	Km/h	≥14
	16	提升速度（满载）	mm/s	≥300
	17	最大爬坡能力(满载）	%	≥14
动力系统	18	驱动（牵引）系统		（1）交流电机，无碳刷，免维护； （2）配套交流电控； （3）额定功率≥11KW
	19	液压（提升）系统		（1）交流电机，无碳刷，免维护； （2）配套交流电控； （3）额定功率≥16KW
	20	转向系统		电动液压助力转向（横置油缸转向）
	21	电控品牌		应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，并采用 CAN-bus 数据总线技术，投标人列出
蓄电池	22	蓄电池品牌		应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，投标人列出
	23	蓄电池容量		（1）满足叉车额定负载条件下连续工作 5 小时以上； （2）容量≥550（AH）
	24	蓄电池寿命		电瓶充电次数 1500 次以上
	25	充电机		（1）自配全自动智能充电机； （2）具有故障诊断功能
其他	26	轮胎材料		充气橡胶胎
	27	故障诊断功能		具备故障诊断功能。通过液晶显示屏上的信息及语言提示，可查出具体故障。

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
	28	显示器功能		（1）装有液晶或更先进的显示控制器，具有良好的可读性； （2）显示数据应包括但不限于：电瓶电量，累计工作小时数，时间，故障信息等。
	29	其他要求		配备后视镜、全套灯组、倒车蜂鸣器、安全带、座位安全感应开关

21.4 蓄电池叉车 2t

2t 蓄电池叉车详细技术规格要求一览表

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
特性	1	制造商及原产地		由投标人提供
	2	制造商型号设计		由投标人提供
	3	动力方式		蓄电池
	4	操作方式		座驾式
	5	额定承载能力	Kg	≥2000
	6	额定载荷中心距	mm	≥500
尺寸	7	门架倾斜角度	°	前倾角度≥3 后倾角度≥5
	8	门架最大提升高度	mm	≥3000
	9	门架回落后总高度	mm	≤2200
	10	整车长度 （不含货叉）	mm	≤2400
	11	整车宽度	mm	≤1200
	12	整车高度	mm	≤2150
	13	转弯半径	mm	≤2100
	14	货叉长度	mm	≥1000
性能	15	行驶速度(满载）	Km/h	≥12
	16	提升速度（满载）	mm/s	≥300
	17	最大爬坡能力(满载）	%	≥15
动力系统	18	驱动（牵引）系统		（1）交流电机，无碳刷，免维护； （2）配套交流电控； （3）额定功率≥8KW
	19	液压（提升）系统		（1）交流电机，无碳刷，免维护； （2）配套交流电控； （3）额定功率≥9KW
	20	转向系统		电动液压助力转向（横置油缸转向）
	21	电控品牌		应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，并采用 CAN-bus 数据总线技术，

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
				投标人列出
蓄电池	22	蓄电池品牌		应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，投标人列出
	23	蓄电池容量		（1）满足叉车额定负载条件下连续工作 5 小时以上； （2）容量≥48/550（V/AH）
	24	蓄电池寿命		电瓶充电次数 1500 次以上
	25	充电机		（1）自配全自动智能充电机； （2）具有故障诊断功能
其他	26	轮胎材料		充气橡胶胎
	27	故障诊断功能		具备故障诊断功能。通过液晶显示屏上的信息及语言提示，可查出具体故障。
	28	显示器功能		（1）装有液晶或更先进的显示控制器，具有良好的可读性； （2）显示数据应包括但不限于：电瓶电量，累计工作小时数，时间，故障信息等。
	29	其他要求		配备后视镜、全套灯组、倒车蜂鸣器、安全带、座位安全感应开关

21.5 前移式蓄电池叉车 1.4t （本项目无）

1.4t 前移式蓄电池叉车-详细技术规格要求一览表

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
特性	1	制造商及原产地		由投标人提供
	2	制造商型号设计		由投标人提供
	3	动力方式		蓄电池
	4	操作方式		座驾式
	5	额定承载能力	Kg	1400
尺寸	6	货叉倾角前/后	°	2/4
	7	货叉最大提升高度	mm	≥8000
	8	门架回落后总高度	mm	≤3400
	9	整车长度（不含货叉）	mm	≤2600
	10	整车宽度	mm	≤1270
	11	整车高度	mm	≤3400
	12	转弯半径	mm	≤1800
	13	货叉长度	mm	≥1000

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
性能	14	行驶速度(满载)	Km/h	≥10
	15	提升速度（满载）	mm/s	≥320
	16	最大爬坡能力(满载/空载）	%	≥10/10
动力系统	17	驱动（牵引）系统		交流电机，无碳刷，免维护；配套交流电控；功率≥6kw
	18	液压（提升）系统		交流电机，无碳刷，免维护；配套交流电控；功率≥11KW
	19	转向系统		电动液压助力转向
	20	电控品牌		应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，并采用 CAN-bus 数据总线技术，投标人列出
电池	21	电瓶品牌		满足叉车额定负载条件下连续工作 5 小时以上；投标人列出品牌、型号
	22	电瓶容量		容量≥48/400（V/AH）
	23	电瓶寿命		电瓶充电次数 1500 次以上
	24	充电机		（1）应采用轨道交通行业大量应用的品牌的全自动智能充电机； （2）具有故障诊断功能
其他	25	轮胎材料		聚氨酯轮胎
	26	故障诊断功能		具备故障诊断功能。通过液晶显示屏上的信息及语言提示，可查出具体故障。
	27	显示器功能		（1）装有液晶或更先进的显示控制器，具有良好的可读性； （2）显示数据包括但不限于：电瓶电量，累计工作小时数，时间，故障信息等。
	28	其他要求		配备后视镜、全套灯组、倒车蜂鸣器、安全带、座位安全感应开关

21.6 三向窄巷道蓄电池叉车 1.4t

1.4t 三向窄巷道蓄电池叉车-详细技术规格要求一览表

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
特性	1	制造商及原产地		由投标人提供
	2	制造商型号设计		由投标人提供
	3	动力方式		蓄电池
	4	操作方式		人上型座驾式
	5	额定承载能力	Kg	≥1400

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
尺寸	7	载荷中心距	mm	600 mm
	8	门架最大提升高度	mm	≥7500
	9	门架回落后总高度	mm	≤3000
	10	整车长度	mm	≤3800（货叉侧置）
	11	整车宽度	mm	≤1500
	12	整车高度	mm	≤4000
	13	转弯半径	mm	≤2400
	14	货架巷道宽度	mm	≤1750 mm
	15	主通道宽度	mm	≤5100 mm
三向头	16	货叉间距调节	mm	调节范围 295-750mm
	17	三向头中心距	mm	≥600mm
	18	货叉长度	mm	≥1200mm
	19	三向头旋转方式		电动旋转
主门架	20	门 架		高强度门架
	21	提升油缸		液压油缸具有缓冲功能
驾驶室	22	驾驶方式		座驾式
	23	脚垫感应开关		具备
	24	高级液晶显示器		可显示转向轮位置，电量，时间，故障代码,提升高度,液压电机状态等；
	25	灯光配置		转向灯/照明灯/蓝关灯
性能	26	最大行驶速度(满载)	Km/h	≥8
	27	提升速度（满载）	mm/s	≥300 mm/s
	28	爬坡能力(满载/空载）	%	≥4%/10%
动力系统	29	驱动（牵引）系统		（1）交流电机，无碳刷，免维护； （2）配套交流电控；功率≥6kw
	30	液压（提升）系统		（1）交流电机，无碳刷，免维护； （2）配套交流电控；功率≥15kw
	31	转向系统		电动助力转向
	32	驱动轮启动自动回中功能		具备
电池	33	电瓶品牌		一线品牌
	34	电瓶容量		容量 ≥48/800（V/AH）
辅助配置	35	仪表盘功能		可显示故障代码，工作时间和转向轮位置等信息
	36	导向方式		磁感应线导航
	37	作业效率		行走，升降可以同步进行
	38	人性化设计		双手操作，电子比例阀精确控制
	39	轮胎类型		聚氨酯
	40	安全要求		全方位摄像系统；倒车蜂鸣器，倒车蓝光灯；故障应急操作手柄，驾驶室快速下降

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
				功能

21.7 电动托盘搬运叉车 2t

2t 电动托盘搬运叉车详细技术规格要求一览表

项目	序号	项目	单位	技术要求
特性	1	制造商及原产地		由投标人提供
	2	制造商型号设计		由投标人提供
	3	动力方式		蓄电池
	4	操作方式		步行/站驾式
	5	额定承载能力	Kg	≥2000
	6	额定载荷中心距	mm	≥600
尺寸	7	货叉提升高度	mm	≥125
	8	货叉回落高度	mm	≤85
	9	货叉长度	mm	≥1100mm
	10	货叉外侧间距	mm	560
	11	货叉内侧间距	mm	220
	12	转弯半径	mm	≤2150（站驾式）
性能	13	行驶速度(满载)	Km/h	≥6
	14	提升速度（满载）	mm/s	≥30
	15	最大爬坡能力(满载）	%	≥10
动力系统	16	驱动（牵引）系统		(1) 交流电机，无碳刷，免维护； (2) 配套交流电控； (3) 世界知名品牌 (4) 额定功率≥1.2KW
	17	液压（提升）系统		(1) 无碳刷，免维护； (2) 世界知名品牌 (3) 额定功率≥1KW
	18	电控品牌		ZAPI、CURTIS、丹纳赫等世界知名品牌，并采用 CAN-bus 数据总线技术
电瓶	19	电瓶品牌		知名品牌
	20	电瓶容量		(1) 满足叉车额定负载条件下连续工作 5 小时以上； (2) 容量≥220AH
	21	电瓶寿命		电瓶充电次数 1500 次以上
	22	充电机		(1) 自配全自动智能充电机； (2) 具有故障诊断功能
其他	23	轮胎材料		聚氨酯轮胎
	24	故障诊断功能		具备故障诊断功能。通过液晶显示屏上的信息及语言提示，可查出具体故障。

项目	序号	项目	单位	技术要求
	25	显示器功能		(1) 装有液晶或更先进的显示控制器，具有良好的可读性； (2) 显示数据应包括但不限于：电瓶电量，累计工作小时数，故障信息等。
	26	其他要求		转弯具有自动减速功能,带安全防撞开关，两侧带侧护臂

21.8 蓄电池搬运车 2t

2t 蓄电池搬运车详细技术规格要求一览表

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
特性	1	制造商及原产地		由投标人提供
	2	制造商型号设计		由投标人提供
	3	动力方式		蓄电池
	4	操作方式		座驾式
	5	额定承载能力	Kg	≥2000
尺寸	6	整车长度	mm	≥3500
	7	整车宽度	mm	≥1400
	8	整车高度	mm	≤3200
	9	转弯半径	mm	≤35000
	10	最小离地间隙	mm	≥130mm
性能	11	行驶速度(满载）	Km/h	≥12
	12	最大爬坡能力(满载）	%	≥10
动力系统	13	驱动（牵引）系统		直流/交流电机，后轮驱动
	14	电控品牌		应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品，投标人列出
电瓶	15	电瓶品牌		应采用轨道交通行业大量应用的品牌电瓶，投标人列出品牌、型号
	16	电瓶容量		（1）满足额定负载条件下连续工作 5 小时以上； （2）容量≥250AH，电压 48V
	17	电瓶寿命		电瓶充电次数 1500 次以上
	18	充电机		（1）应采用轨道交通行业大量应用的品牌全自动智能充电机； （2）具有故障诊断功能
其他	19	轮胎材料		橡胶充气轮胎
	20	制动方式		采用手制动、脚制动的双制动模式
	21	显示器功能		（1）装有液晶或更先进的显示控制器，具有良好的可读性； （2）显示数据应包括但不限于：电瓶电量，

项目	序号	技术要求	单位	技术要求参数
				累计工作小时数，时间，故障信息等。
	22	其他要求		（1）封闭式驾驶室，环境安全舒适，视野开阔 （2）货台加装挡板，并可以向外自由翻转180°。 （3）后视镜、全套灯组、倒车蜂鸣器、安全带。 （4）设备应配备液压转向助力系统。

21.9 手动液压搬运车 （2.5t）

2.5t 手动液压搬运车详细技术规格要求一览表

项目	序号	项目	单位	技术要求
特性	1	制造商及原产地		由投标人提供
	2	制造商型号设计		由投标人提供
	3	动力方式		手动
	4	操作方式		步行
	5	额定承载能力	Kg	≥2500
	6	额定载荷中心距	mm	≥500
尺寸	7	货叉提升高度	mm	≥120
	8	货叉回落高度	mm	≤85
	9	货叉长度	mm	≥1100mm
	10	货叉外侧间距	mm	≤560
	11	货叉内侧间距	mm	220
	12	转弯半径	mm	≤1800
其他	13	整体设计		整体设计紧凑，操作灵活，关键部件应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品。
	14	液压油泵		油泵采用整体密封，防止漏油。
	15	活塞杆		大小活塞杆镀铬且结构牢固，有过载保护及下降速度控制。
	16	安全要求		货物重量超过额定承载 1.2 倍，货叉不能提升
	17	其他要求		运动部位装配合金衬套，能有效吸收偏载，耐磨损，更换方便。

21.10 移动式地沟液压小车 Q=1t

（1）该设备主要用于车辆零部件搬运，尤其应能适应电客车检修地沟内使用，无需操作者起升、弯腰，只需通过一个脚踏的液压缸起升作业台面，方便轻巧的搬运零部件。

（2）设备应当结构简单，便于维修，采用重型钢结构，质量稳固。

（3）作业平台采用剪叉式脚踏杆连动液压起升方式，平台下降控制为扳手控制，可实现平台平稳下降，无颤动。

（4）作业平台表面铆接或其他方式固定铺橡胶垫或其它材质缓冲垫，厚度不应小于5mm。

（5）底部采用 4 个 8 寸万向静音聚氨酯材质轮支撑，带刹车装置，推车、变向灵活。

（6）具有过载保护装置，即限压阀，可自动控制车体在限定载重范围内工作，以保护车体和操作者安全，各主要零部件均应保证高性能，油缸采用全密封液压油缸。

（7）工作台尺寸：　　900×600mm；（长×宽，待设计联络时最终确定）

（8）整体承重：　　≥1000kg

（9）工作台最低高度：　　≤450mm

（10）工作台最大高度：　　≥1200mm

21.11 静音平板手推车（塑料 300kg/钢制 400kg）

（1）由车板、镀铬扶手（可折倒、固定）、静音脚轮（尼龙支架或铁板支架）等组成。脚轮除采用了高性能树脂外，脚轮应采用静音设计，6/8 寸轮。外形新颖、美观，合成塑料（树脂）与钢板两种车体、脚轮运用，可有效减轻整车自重。

（2）车板外形约：钢制材质 900×600mm，塑料材质 900×600mm（长×宽，待设计联络时最终确定）；

（3）车板高度约：220-250mm；

（4）扶手高度约：890mm；

（5）脚轮直径约：130-180mm，钢制 8 寸/塑料 6 寸；

（6）自重约：16kg；

（7）最大载重：钢制 400kg/塑料 300kg；

（8）车板为冷扎钢板或合成塑料，结实耐用。

（9）如果是塑料车板，应固装防滑橡胶，钢质车板四周应设置 5-10cm 高度的一圈铁皮围栏。

（10）静音脚轮采用高性能树脂，有效减轻噪音及推动力。

（11）镀铬把手光洁明亮，经久耐用。

（12）把手上的挡板可防止物品向后滑落。

（13）尽可能设置可折倒把手，最大限度节省空间。

21.12 油桶搬运车

该设备主要用于不小于 55 加仑钢制油桶的搬运

额定载重：　　≥350kg

起升高度：　　≥100mm

外形尺寸：　　≤765×900×1150mm

自重：　　≤50kg

21.13 零件搬运手推车

（1）该设备主要用于车辆零部件搬运，尤其应能适应电客车检修地沟内使用，无需操作者起升、弯腰，只需通过一个脚踏的液压缸起升作业台面，方便轻巧的搬运零部件。

（2）设备应当结构简单，便于维修，采用重型钢结构，质量稳固。

（3）作业平台采用剪叉式脚踏杆连动液压起升方式，平台下降控制为扳手控制，可实现平台平稳下降，无颤动。

（4）作业平台表面铆接或其他方式固定铺橡胶垫或其它材质缓冲垫，厚度不应小于 5mm。

（5）底部采用 4 个 8 寸万向静音聚氨酯材质轮支撑，带刹车装置，推车、变向灵活。

（6）具有过载保护装置，即限压阀，可自动控制车体在限定载重范围内工作，以保护车体和操作者安全，各主要零部件均应保证高性能，油缸采用全密封液压油缸。

（7）工作台尺寸：　　1355x650mm；（长×宽，待设计联络时最终确定）

（8）整体承重：　　≥1000kg

（9）工作台最低高度：　　≤450mm

（10）工作台最大高度：　　≥1200mm

22 清洗除尘及压缩空气设备

22.1 空压机站及压缩空气管道

22.1.1 设备明细清单（根据设计管路图，不局限于以下）,布局参考附图

序号	设备名称	参数需求	单位	数量（约）	品牌厂家	型号
空压机站	空气压缩机	排气压力 1.0Mpa	台	2	投标人填写	投标人填写
	冷冻式干燥机	排气量 10.9m3/min	台	2	投标人填写	投标人填写
	储气罐	1m³	套	2	投标人填写	投标人填写
	压力表		块	2	投标人填写	投标人填写
	空气过滤器		套	2	投标人填写	投标人填写
压缩空气管道	无缝钢管	DN32*3	米	720		
	无缝钢管	DN73*4	米	2100		
	无缝钢管	DN89*4	米	800		
	无缝钢管（套管）	DN159*5	米	30		
	紫铜管	DN25	米	15		
	内螺纹截止阀	DN25	套	200		
	快速接头 DN25	一进三出	个	200		
	法兰闸阀	DN80	套	30		
	法兰闸阀	DN65	套	30		
	油水分离器	DN25	套	30		
	油水分离器支架		套	30		
	管道支架		套	1200		
	节能电子排污阀		个	5		
	冷凝水排水管	DN20	米	20		
	辅料	焊条，密封胶等	项	1		
	垃圾清除		项	1		
	气枪及软骨		把	24		

22.1.2 主要技术标准

《管路系统的图形符号》（GB/T6567-2008）；

《低压流体输送用焊接钢管》（GB/T3091-2015）；

《工业金属管道设计规范》（GB50316-2000）（2008 版）；

《室内管道支吊架》（05R417-1）；

《压力管道规范 工业管道》（GB/T20801-2006）；

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》(GB50231-2009)；

《工业金属管道工程施工及验收规范》（GB50235-2010）。

《漆膜颜色标准样卡》（CSB05-1426-2001）

《工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范》（GB50727-2011）

《一般用喷油螺杠空气压缩机》 JB/T 6430-2014

《一般用变频喷油螺杆空气压缩机》JB/T 10972-2010

《一般用喷油单螺杆空气压缩机》GB/T 26967-2011

《一般用干螺杠空气压缩机 技术条件》JB/T 10598-2006

《固定的空气压缩机安全规则和操作规程》GB 10892-2005

《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级》GB 19153-2009

《容积式空气压缩机 安全要求》GB 22207-2008

《容积式压缩机验收试验》GB/T 3853-1998

《容积式压缩机术语总则》GB/T 4975-1995

《容积式压缩机噪声的测定》GB/T 4980-2003

《容积式压缩机机械振动测量与评价》GB/T 7777-2003

《容积式压缩机流量测量方法》GB/T 15487-2015

《容积式压缩机 型号编制方法》JB/T 2589-2015

《压缩机用安全阀》 JB/T 6441-2008

《固定的往复活塞空气压缩机 储气罐》JB/T 8867-2015

《容积式压缩机验收试验》GB/T 3853-1998

《一般用冷冻式压缩空气干燥器》JB/T10526-2005

《一般用吸附式压缩空气干燥器》JB/T 10532-2005

《压缩空气干燥器 规范与试验》GB/T 10893.1-2012

《压缩空气干燥器 第 2 部分：性能参数》GB/T 10893.2-2006

《压缩空气干燥器 第 1 部分：污染物净化等级》GB/T 13277.1-2008

《容积式压缩机流量测量方法》 GB/T 15487-2015

《压缩空气净化设备型号编制方法》JB/T 6432-1992

《压缩空气净化 术语》 JB/T 7664-2005

《压缩空气第 3 部分：湿度测量方法》GB/T13277.3-2015

22.1.3 空压机站总体技术要求

（1）车辆段各设置车间的供气最大压力为 10bar 。

（2）通常情况下排气量 10.9m³/min，排气压力 1.0Mpa 的螺杆式空气压缩机，一台工作，一台备用可满足车辆段各设置车间的供气需要；但必须考虑特殊情况下两台主机同时使用的可能。

（3）参考车辆段压缩空气站平面图，按 2 台螺杆式空气压缩机主机要求配置储能罐(2 台)、冷冻式干燥机(2 台)、过滤器(2 台)、压力表（2 块）等，并提供整套设备安装平面布置图。

（4）两台螺杆式空气压缩机主机要求国际知名的品牌产品。配套设备厂家必须是知名厂家、产品必须是质量过硬的名牌产品。

（5）投标人提供螺杆式空气压缩机组系统流程图、压缩空气净化系统流程图。

（6）压缩空气品质：按精密工业对压缩空气品质的要求提供压缩空气净化系统，保证空气品质为:含油量≤0.003ppm;含尘颗粒直径≤0.01 微米;含水量压力露点≤3℃。

（7）卖方需负责储气罐压力容器、安全阀等特种设备以及计量设备（含设备内零部件）的特种设备检验和注册登记，并在竣工验收前取得相关证件。

（8）投标人提出对土建安装的接口要求。

（9）投标人提出对供电及其它接口的要求。

22.1.4 结构性能

（1）投标人应详细阐述螺杆式空气压缩机（包括配套设备）的型号、结构

（2）性能、工作原理、技术规格、特点及供应厂商。

（3）投标人应说明整套设备主要件、工艺关键件的材料、规格、工艺方案

（4）热处理方法及供应厂商。

（5）空气过滤系统要考虑配置压差监测装置及自动排污阀。

（6）说明空气压缩机热空气排出方式及防止热空气被再次循环吸入的措施。

22.1.5 电气及控制

（1）电机绝缘等级　　F 级。

（2）带有监控及故障显示系统。　　(选项)

（3）空车过久、出现故障发出警告或停机。

（4）带有标准及中文显示。 (选项)

22.1.6 设备技术参数

22.1.6.1 螺杆式空气压缩机

（1）机体形式（型号）	（投标人提供）
（2）排气量	不小于 10.9m3/min
（3）排气压力	1.0Mpa
（4）冷却方式	风冷
（5）排气温度（℃）	（投标人提供）
（6）电机功率	75kW
（7）供电要求	（投标人提供）
（8）空气出口含油量	< 3PPM
（9）噪音	≤78dBA
（10）机组重量	（投标人提供）
（11）外形尺寸	（投标人提供）
（12）防护等级	不低于 IP54

22.1.6.2 冷冻式干燥机

（1）机体形式（型号）	
（2）空气处理量	> 10.9m3/min
（3）入口温度（℃）	（投标人提供）
（4）压力露点（℃）	（投标人提供）
（5）工作压力 bar	（投标人提供）
（6）冷却方式	风冷
（7）外形尺寸	（投标人提供）

22.1.6.3 空气过滤器

（1）机体形式（型号）	（投标人提供）
（2）空气处理量	> 10.9m3/min

（3）工作压力　　bar　　（投标人提供）

（4）除油精度　　PPM　　（投标人提供）

（5）除尘精度　　μm　　（投标人提供）

22.1.6.4 储能罐

（1）机体形式（型号）　　（投标人提供）

（2）容积　　> 2 个 1m³

（3）压力　　bar　　（投标人提供）

22.1.6.5 分气缸

（1）一进三出

（2）Ø325×1920mm 参考

（3）使用工作压力 1.0Mpa，试验压力 1.50Mpa

22.1.6.6 压力表

（1）量程：0-1.6Mpa。

22.1.7 压缩空气管路技术要求

（1）压缩空气管道出口供气为设计压力 1.0Mpa，公称直径 DN25 的钢管，壁厚 t≥3.2mm，工作温度小于 60℃，设计温度 90℃。主供气管道应采用碳钢钢管，直径 65*4mm。均不属于《2018 特种设备目录清单》规定的压力管道。

（2）主干道管道应采用热轧无缝钢管，（GB/T8163-2015），材质 Q235-A。出口分支管道应采用焊接钢管，材质 Q235-A，《低压流体输送用焊接钢管》（GB/T3091-2008），阀门及附件应采用优质产品。管道及附件的安装按国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》（GB50235-2010）的要求执行。

（3）管道安装完毕后进行水压试验及吹扫。试验压力要求：强度试验压力为 1.2MPa，保压 10 分钟须无漏泄。严密性试验压力为 1.0MPa，要求无漏泄，保压 0.5 小时压力不下降。压缩空气管路载荷按 5kg/m 考虑。

（4）大架修库采用压缩空气站集中供气主要覆盖区域有：转向架检修区，轮对检修区，各部件系统检修区，大架线，吹扫线等区域（附图）。各区域以阀门隔断。

（5）螺纹连接的管道，每个分支最终用气口，可在阀门等维修件附近设置一个活接头。

（6）压缩空气管路的管道转弯处可采用弯管，弯管制作按《工业金属管道工程施工及验

收规范》（GB50235-2010）里的有关规定进行。弯管最小半径：R>3.5D。

（7）管道及支吊架涂漆:先涂两遍防锈底漆,然后压缩空气管道表面涂二遍 PB06 灰色调和漆，支吊架涂二遍 GY09 灰色调和漆，色卡采用《漆膜颜色标准样卡》（CSB05-1426-2001）。

（8）空压机站管路末端采用分气包，一进三出，尺寸参考 Ø325×1920mm，使用工作压力 1.0Mpa，并满足管道试验压力需求。

（9）管道及支架外表面均需进行防腐处理。管道防腐，根据需要多处配置集水器，油水分离器等设施确保管路空气清洁，干燥，穿墙处应设套管保护，管路固定支架或钢箍与钢管接触处应有橡胶或缓冲垫，以防管路充，排气产生噪音或钢管振动。

（10）防腐工程按照《工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范》（GB50727-2011）要求进行施工、验收。涂漆前管道及管架应进行表面处理，处理等级为 St2 级。

（11）供货商应提供管路设计与安装图供招标方审核，细节参数及各使用材料数量可适当调整，具体修改技术联络时讨论。

（12）供货商负责管路与空压机站的连接，并最终需做保压试验，试验方案由供货安装方提供，招标方审核后方可执行，试验记录留存做验收依据。

22.2 移动式空压机

22.2.1 标准与规范

JB/T 6430-2014	《一般用喷油螺杠空气压缩机》
JB/T 10972-2010	《一般用变频喷油螺杆空气压缩机》
GB/T 26967-2011	《一般用喷油单螺杆空气压缩机》
JB/T 10598-2006	《一般用干螺杠空气压缩机 技术条件》
GB 10892-2005	《固定的空气压缩机安全规则和操作规程》
GB 19153-2009	《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级》
GB 22207-2008	《容积式空气压缩机 安全要求》
GB/T 3853-1998	《容积式压缩机验收试验》
GB/T 4975-1995	《容积式压缩机术语总则》
GB/T 4980-2003	《容积式压缩机噪声的测定》
GB/T 7777-2003	《容积式压缩机机械振动测量与评价》

GB/T 15487-2015 《容积式压缩机流量测量方法》

JB/T 2589-2015 《容积式压缩机 型号编制方法》

JB/T 6441-2008 《压缩机用安全阀》

JB/T 8867-2015 《固定的往复活塞空气压缩机 储气罐》

GB/T 3853-1998 《容积式压缩机验收试验》

JB/T10526-2005 《一般用冷冻式压缩空气干燥器》

JB/T 10532-2005 《一般用吸附式压缩空气干燥器》

GB/T 10893.1-2012 《压缩空气干燥器 规范与试验》

GB/T 10893.2-2006 《压缩空气干燥器 第 2 部分：性能参数》

GB/T 13277.1-2008 《压缩空气干燥器 第 1 部分：污染物净化等级》

GB/T 15487-2015 《容积式压缩机流量测量方法》

JB/T 6432-1992 《压缩空气净化设备型号编制方法》

JB/T 7664-2005 《压缩空气净化 术语》

GB/T13277.3-2015 《压缩空气第 3 部分：湿度测量方法》

22.2.2 设备用途与主要功能

移动式空气压缩机用于不设空压机间的个别车间所需的少量压缩空气的供应。

22.2.3 主要技术参数

22.2.3.1 空气压缩机参数

（1）排气量：见设备明细表，具体参数与规格由投标人提供。

（2）排气压力：见设备明细表，具体参数与规格由投标人提供。

（3）含油量 ≯3ppm

（4）含尘粒度 ≯5μm

（5）外形尺寸（长*宽*高） ≯1600*800*1600（单位：mm）

（6）噪声要求（正面 1m） ≯65dB

（7）排气温度（℃）（较环境温度增加） ≯15℃

（8）电机功率： （投标人提供）

（9）主电机防护等级: 不低于 IP54

（10）电机绝缘等级 （投标人提供）

（11）供电要求 （投标人提供）

（12）机组重量　　（投标人提供）

22.2.3.2 冷干机参数

（1）冷干机进气温度及进气量需与上述空压机配套，其出气露点温度不高于 3℃。

（2）冷干机前过滤器级别不低于 C 级过滤器、冷干机后过滤器需配备 A 或 T 级过滤器，过滤器具体级别设计联络时由招标人确定。过滤器工作寿命要求不低于 8000 小时。

（3）经冷干机及过滤器处理后气体需满足以下要求：含油≯1ppm，含尘粒度≯1μm，相对湿度小于 30%。

22.2.4 设备主要技术要求

（1）设备须为螺杆式空压机。

（2）每台空压机须配备空气（进气）过滤装置、后处理设备（包含但不限于油水分离器，冷却器等），自带减压阀、气水分离器、接头、出气透明管及气枪 5 把。

（3）要求空压机与空气（进气）过滤装置、后处理设备、储气罐必须设计制造为一体，方便整体移动。

（4）所有空压机储气罐容量为 300L。

（5）设备应移动灵活，自带移动轮，具有良好的可移动性，要求 1-2 人可轻便推动。

（6）每台都要配冷冻干燥器、配套气管及接头。要求每台空压机至少配备 30 米气管，冷干机具体要求详见冷干机主要技术参数要求。每台冷干机前、后需各配备过滤器一个，其精度详见技术参数要求。

（7）设备要求结构紧凑的设计，体积小，体积要求见主要技术参数。

（8）设备要求设计合理，可靠性高，具有良好的可维修性,使用寿命长。

（9）设备要求维护保养便利，节省维护时间。

（10）设备要求运行噪音低，具体见主要技术参数要求。

（11）投标人须根据上述基本要求详细说明其设备整体设计方案。

22.2.5 其他要求

（1）空压机排气压力要求可调，满足现场最大 1.2Mpa 的用气压力需求，设备联络时由招标人确定每台设备排气压力设定值，投标人在设备交付前调节至招标人要求的数值。

（2）投标人须提供经过运用验证、技术成熟的设备。要求设备故障率低，维护方便。运

行稳定，寿命长，可靠度高。

（3）外购零部件采用性能优良稳定的成熟产品。

（4）要求可以根据空气的需求量自动调节负荷，最大限度降低能耗。

（5）安全阀、进气阀等阀件须采用性能优良稳定，有生产资质厂家的成熟产品，投标人应注明采用阀件生产厂家、型号及相关参数。

（6）后处理设备应包括油水分离、冷却等基本功能，处理后气体要求见主要技术参数。

（7）电机、空压机主机均须采用性能优良稳定的成熟产品，并详细注明采用的电机、主机相关参数、品牌、型号。主机设计寿命不低于 20 年。

（8）轴承须采用性能优良的优质轴承，减少磨损，增加啮合的平稳性，投标人列出品牌、型号。轴承寿命不小于 50000 小时，转子寿命不低于 120000 小时。

（9）所有的压力容器均按照国家劳动总局颁发的《压力容器安全监察规程》和钢制焊接压力容器技术条件最新的标准进行制造，制造厂家应具有压力容器制造许可证书。投标人在提供设备时应一并提供储气罐制造厂家压力容器制造许可证书复印件、产品试验报告、产品质量证明以及产品安全性能监督检验证书等国家及行业规定的全部材料。

（10）**储气罐因属于压力容器，其安全阀、压力表、排污阀等安全附件应配套齐全，避免发生危险，使用寿命应满足 10 年。**投标人应列出安全阀、压力表、排污阀等附件的详细清单并须在提供设备时一并提供压力表的送检报告。

（11）储气罐从其设计、生产到安装调试过程所需的所有申报材料均需由投标人提供。

（12）采用常规的过流、接地保护。投标人须详细说明设备采取的保护措施及各设备的防护等级和绝缘等级。

（13）安装可靠准确的压力表。有过压（气压）保护装置。

（14）设备须设紧急停机按钮。对必要部位安装防护罩和警示标志。

（15）空压机报价中须包含验收后质保期两年所需易损、易耗备件，纳入随机附件清单。

（16）对于空压机的主要部件列出制造商、产地、寿命、价格，以便需方日后维修时购买。

（17）投标人负责空压机与检修库中有关空气管路系统的接通安装，并配合调试工作。

22.3 自动洗地机

（1）操作灵活，可座驾

（2）面积功率：≥2500（平方米/小时）

（3）实用区域性能：1950（平方米/小时）

（4）功率：2400w

（5）牵引电机：600w

（6）重量：投标人填写

（7）电池容量：≥180Ah

（8）清水箱/污水箱容积：95/95

（9）噪音等级：不高于 70 分贝

22.4 工业吸尘器（大型）

该设备用于南京地铁电客车架、大修作业时对贯通道折棚、司机室电气柜、二位端电气柜等部件的清洁吸尘作业。

22.4.1 设备主要技术参数

额定电压：220V/50HZ；

额定功率：≥3600W；

真空压力：≥205mbar；

流量：　　≥157L/s；

过滤面积：≥6300cm²；

过滤精度：≤0.3um；

线缆长度：≥8m；

尘桶容量：　≥80L；

重量：　　≤40kg；

设备噪音：≤90dB；

功能：吸尘吸水两用。

22.4.2 设备基本结构要求

设备主要由动力装置、过滤装置、集尘装置、筒体、软管、附件等部分组成；

设备底部应设置滚轮，便于设备的移动；

设备应设置尘满指示器，便于集成装置尘满后的清除；

设备应过滤系统采用高性能过滤材料，以满足过滤精度的要求，要求投标人提供过滤系统所采用的过滤材料、层数、有效过滤面积等信息；

设备应采用浮波式防水装置，并有防静电装置；

设备应具有风量调节功能；

设备应配置软管、吸尘刷、吸水刷、扁吸、圆毛刷等多种附件，要求软管长度不小于2.5m；

22.5 高压冷水清洗机

高压冷水清洗机主要用于南京地铁电客车检修过程中，对库内地面清洁，对车体外表面及转向架进行清洁。

（1）设备有滚轮及拉杆，方便现场移动及提升

（2）设备采用塑料外壳

（3）电源：220V/50Hz，如不是国标插头需配备转接头

（4）功率：不大于 3Kw

（5）连接电缆：30m

（6）软管最小长度：7.5m

（7）最高压力：200bar

（8）水流量：≥500L/h

（9）最高温度 60℃

（10）手喷枪后座力≤21N

（11）主机重量小于 20Kg

22.6 超声波清洗机 (40L / 80L)

超声波清洗机主要由超声波清洗槽和超声波发生器两部分构成，清洗效果好，操作简单，主要用于南京地铁车辆段架大修作业时机械、电气系统检修过程中小零部件的清洗作业。

22.6.1 设备要求

（1）数显设定超声清洗时间，工作倒计时显示；

（2）实时显示清洗槽内实际温度；

（3）配有专用不锈钢网篮、降音盖，仪器的内外壳体和降音盖采用不锈钢；

（4）设有自动温控加热装置，超声波功率大小可调，可连续长时间工作；

（5）换能器：28kHz 压电陶瓷换能器，100W/个；

（6）工作参数断电记忆功能；

（7）电源：IGBT 逆变电源，带过流过载及漏电防水保护，具有定时温控功能；

（8）安全保护：过流保护、短路保护、断路保护、过热保护、漏电保护；

（9）设槽内承重支架、槽内防撞加强梁，有效地保护槽体。

（10）设备底部装有脚轮，可根据需要移动到任何位置。

22.6.2 设备主要技术参数

（1）容量：≥40L / 80L

（2）工作频率：不小于 25kHz（连续可调）

（3）超声功率：不小于 1800W

（4）加热功率：不小于 3000W

（5）温度可调：室温~80℃

（6）时间可调：1~99 min

（7）工作电压：AC220/380V

（8）有网篮、降音、盖排水

23 台架箱柜

23.1 存放柜

（1）尺寸（长×宽×高）：1100*550*1800mm；浅灰色静电喷涂（7048 电脑灰）

（2）冷轧板厚度不小于 1.0mm 两层；

（3）四门内部每层 2 片层板；层板厚度不小于 0.8mm；

23.2 存放架

（1）尺寸：2000mm×600mm×1800mm，

（2）4 层活动层板，3 层空间，单层承重 300kg；

（3）立柱：40*80*1.0C 型钢材；横梁：40*60*1.0P 型钢材；

（4）层板为冷轧钢板，厚 0.8mm；

（5）表面抛光后焊接，表面经酸洗磷化、除污、除油、除锈后，经静电粉末喷塑处理，保证涂层附着力强。

23.3 工具箱

（1）尺寸（长×宽×高）：800mm*450mm*1100mm；

（2）无门 5 层抽屉，每层承载 100KG；

（3）带脚轮有锁止机构，两侧设置推把手，冷轧板厚度不小于 1.0mm；

（4）浅灰色静电喷涂（7048 电脑灰）。

23.4 工具柜

（1）尺寸（长×宽×高）：800×450×1800mm；

（2）双抽屉，采用双滑轨，可拉出 100%，承重 80kg/抽；

（3）抽屉采用铝合金宽把手，把手内可插标签，抽屉内标准分格；

（4）双开门柜内配可调隔板 3 个，隔板承重 50kg；

（5）表面处理：除油、除锈、磷化、静电喷塑。

23.5 双人钳工台

（1）台面尺寸（长×宽×高）：2000mm*800mm*800mm；

（2）抗冲击性和承重能力强（承重能力不小于 1000Kg）；

（3）安装 6 寸台钳一个；

（4）配备不小于 2 个抽屉以便摆放简易工具，要求有安全扣设计，防止滑落；

23.6 双人检修工作台

（1）尺寸（长×宽×高）：2000mm*800mm*800 mm；荷载 100KG；

（2）侧面设置一组抽屉，面上含 5mm 橡胶板；

（3）配备背挡板，桌架 100mm*45mm*1.5mm，挂板 1.2mm，抽柜柜体 1.0mm，抽屉面板 2.0mm，轨道 2.5mm，全部采用优质冷轧钢板材质，表面静电喷塑；浅灰色 ；

23.7 单人检修工作台

（1）尺寸（长×宽×高）：1200mm*800mm*800 mm；荷载 100KG；

（2）侧面设置一组抽屉，面上含 5mm 橡胶板；

（3）配备背挡板，桌架 100mm*45mm*1.5mm，挂板 1.2mm，抽柜柜体 1.0mm，抽屉面板 2.0mm，轨道 2.5mm，全部采用优质冷轧钢板材质，表面静电喷塑；浅灰色

23.8 门窗检修工作台

主要用于车辆段架大修库内，对车门，贯通道顶护板等检修作业

（1）工作台尺寸：W2200*D1000*H850mm；承重： ≥500kg

（2）设备具有足够的刚度、强度及稳定性。设备支架采用型钢制作、平台台面采用整体式板材。设备各焊缝符合 GB3323 中的二级规定的要求，焊缝的外部不应有烧穿、咬边、夹渣、焊瘤等缺陷。

（3）各部件采用喷砂磷化防锈处理，油漆喷涂采用烤漆工艺。投标人应明确平台各部分制作使用的材质、尺寸、规格型号。

（4）投标人提供与台面尺寸相同的橡胶垫，橡胶垫厚度不小于 6mm。

23.9 受电弓检修工作台

同 23.8

23.10 手持台充电柜

（1）双开门，800*400*1100mm。

（2）要求输入电压 220v，电流 15A，柜体内平均分为 5 层，柜内不小于 20 个五眼插座。

第三节 车辆架大修设备

1 专用电动扭力工具

主要用于南京地铁电客车检修工作中的安装螺栓的拆卸与安装。

1.1 规格

扭力范围：400N·m～4000N·m

驱动方头：1 inch

软件兼容：EvoLog

扭矩误差：± 3%

电压： 230 V AC 50-60Hz

电流：5A

1.2 技术要求

设备应配备反作用力臂工装，根据南京地铁车钩的结构特点设计制作，包含适配 M36 螺栓的套筒。工装应满足车钩螺栓拆卸与安装时的强度要求，同时轻质便携，不易发生磨损、变形，保证使用过程中的稳定性与安全性，工作时不与车钩本体或其他电客车部件发生干涉。

设备主要配置包括：电动扭矩扳手本体 1 件、电池 4 块、充电器 2 件、反作用力臂工装（定制）2 套、包装箱 1 件。

1.3 主要技术参数

项点	参数
最大输出扭矩	≥3600N·m
最小输出扭矩	≤500N·m
输出方头尺寸	1”
电池容量	≥90Wh
扭矩扳手本体质量（不含工装）	≤12kg
重复精度	±3%

1.4 其他要求

提供由第三方出具的电动扭矩扳手计量检定证书。

2 工艺转向架

2.1 设备采用的主要技术标准

GB50157-2013《地铁设计规范》

GB/T7928-2003《地铁车辆通用技术条件》

2.2 设备功用

工艺转向架的运行方向与厂房内的主轨道平行。用于地铁车辆临修工作中，推出转向架后，代替原转向架对车体起支承、移位和定位作用。

2.3 设备主要技术参数及性能

（1）轨距 1435mm

（2）轮对内侧距 1353±2mm

（3）轮径 350mm—400mm

（4）高度 1600mm

（5）载重 ≥20t

（6）设备重量 ≤5t

（7）轴距 1300mm

（8）旁承中心距（可调） 1660mm—1880mm

（9）控制方式 外力推动

（10）两侧定位的支撑部位之间的高度误差 ≤1mm

（11）轮径最大允许误差 同一轴的两个车轮为 1mm

（12）同一工艺转向架的 4 个车轮为 2mm

（13）所有工艺转向架之间车轮为 6mm

（14）投标人应向招标人提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用维修方便、运行安全可靠的全新设备。

（15）设备零部件采用先进的机械元件及优质材料，由合理工艺制成。外购零部件应采用轨道交通行业大量应用的品牌产品。

（16）设计寿命 30 年。

2.4 设备组成及主要技术要求

（1）每个工艺转向架设有四个独立的车轮。该设备能够代替原转向架对车体的移位支撑及定位作用，设备载着车体能在外力作用下顺利移动。

（2）该设备在支撑及定位作用时能够保持车体平稳，与转向架具有相同的效果，即依靠两侧部位（空气弹簧的位置）支撑车体（类似旁承型式）。

（3）两侧定位部位的开档距离要求可调，以便适应不同的 A，B 型车。

（4）两侧定位的支撑部位为可拆卸式，以便适应不同类别的车辆，并要求提供两侧定位支撑部位的详细设计方案。

（5）要求在旁承上设置定位销安装孔，定位销安装孔应与列车车体上定位孔一致，并要求提供定位销安装孔的详细设计方案。

（6）设备与车体接触的部位采用耐磨材料，在支撑车体以及在车辆移动时，对上述与车体结合的部位无任何损伤，并防止车体变形，以及在车辆移动时，保证车体不倾斜、不移位。

（7）工艺转向架两侧定位的支撑部位之间的高度误差应不大于 1mm。

（8）要求工艺转向架中间留有足够的空间便于车辆中心销的拆卸,投标方提供详细的设计方案,具体设计尺寸,经设计联络最终确定。

（9）工艺转向架构架具有足够的刚度和强度，承载安全系数大，确保轮对与支撑件的相对位置，确保车体的稳定可靠。

（10）工艺转向架构架的焊接、热处理、探伤工艺和检查验收等按有关标准执行，投标方还应提供详细的焊接工艺方法。

（11）工艺转向架相对运动的机械零部件润滑可靠、耐磨损、运行平稳。

（12）设备能够在承载车体的情况下，以 5km/h 的速度通过直道、转向架转盘，并自如上下移车台。

（13）要充分考虑车辆在移车台的启动、移动及制动过程中对车辆产生的横向冲击，防止车辆侧翻，确保车辆安全、平稳。

（14）该设备的结构设计应合理，必须确保使用功能安全、耐久性的要求。

（15）工艺转向架材质为碳钢 Q235B。

（16）设备表面经喷砂处理，钢结构应作严格的防腐处理并涂层保护，应符合环保条例要求，并提供详细的表面处理工艺设计方案。

（17）该设备代替转向架完成对车体移位、支撑及定位。每 2 台工艺转向架可以完成对

一节车体的定位支撑，通过人力推动，并且能够随车体一起沿轨道低速移动，并要求在轨道车牵引下能顺利安全通过咽喉道岔区进行转线。

（18）设备应设置牵引挂钩装置（其中牵引挂钩装置距地面高度为 200～300mm 可调），以便适应将来在牵引（机）车的牵引下移动,投标方应提供详细的牵引挂钩装置设计方案。

（19）工艺转向架车轮为轮缘踏面形式，其表面应经过特殊的热处理，保证耐磨和足够的强度，投标方应提供详细的车轮设计方案。

（20）要求轴及轴承具有耐磨、耐腐蚀、高强度性能，提供轴及轴承的强度报告，材料的材质报告，标准件的合格证明书。

（21）设备外观及颜色，由投标方提供工艺方案及效果图，要求与车辆（A、B 型车）的接口良好。

（22）设备工作中不对车辆上任何部位造成损伤。

2.5 安全性、可靠性和可维修性

（1）要求有严谨、科学的人机工程设计，有效的保证整机的可靠性、稳定性。

（2）工艺转向架各部分要求设计先进、技术成熟可靠、结构紧凑。

（3）工艺转向架的支撑车体面要有防滑装置,并对车体的接触面无任何损伤。

（4）要求维护和使用成本低，力求免维护，外形美观大方。

（5）供货商提供该设备在使用和维修过程中所需要的辅助设备和维修设备工具。

（6）设备润滑可靠和维护方便。

（7）供货商应提出对于设备操作人员的安全保护要求，并提供安全保护措施。

3 钩缓拆装小车

钩缓拆装小车主要用于南京地铁 11 号线，宁天线电客车各类车钩的整体拆卸与安装作业。

3.1 设备规格及数量

设备名称	数量	单位	备注
钩缓拆装小车	6	台	每 3 台对应一条线路的 3 种类型车钩的拆装（11 号线 A 型车 6 编组 3 种车钩，宁天线 B 型车 4 编组 3 种车钩），每种类型配 1 套拆装工装，合计 6 套分别放置或固装在 6 台钩缓拆装小车上

3.2 技术要求

（1）钩缓拆装小车下面装有轮子，可随意移动工作位置。钩缓拆装小车应使用方便、脚轮灵活、安全可靠、制动效果明显。

（2）底部采用 4 个静音聚氨酯材质脚轮支撑，具有高承载能力，2 个万向型脚轮，2 个固定型脚轮，小车的万向轮具有锁定制动功能（脚踏式），所有脚轮均带防护装置，工作时与地面的接触稳定可靠，推车、变向灵活，人力可以轻松的在地面推动。

（3）设备所有尖锐部位应防护到位，保证作业人员不会受到伤害。

（4）通过人工操作脚踏杆或手摇式连动液压机构完成作业平台上升操作，手动控制缓降控制阀完成作业平台下降操作。平台上设置车钩固定支架，车钩能稳定地放置在平台上。车钩升至工作位，拆/装车钩安装螺栓，最后降下或升起升降平台达到拆装车钩的目的。

（5）设备结构简单，便于维修，采用重型钢结构，质量稳固。

（6）液压升降车作业平台采用剪叉式结构，依靠脚踏杆连动液压机构完成作业平台上升操作，手动控制缓降控制阀完成作业平台下降操作，实现平台平稳下降上升，无颤动。

（7）在液压动力单元上设有安全阀，用来防止超载的保护，设备上升应设有行程保护机构。

（8）具有超载泄压阀，可自动控制车体在限定载重范围内工作，以保护车体和操作者安全；在液压动力单元上设有应急下降阀（手动），当遇到故障时可以打开下降阀使平台缓缓下降。

（9）设备所有钢结构表面应作严格的防腐处理并涂层保护，设备结构件均采用防锈漆打底加两遍面漆涂装。产品从生产到制造过程中，对零部件的表面处理严格按照要求执行。

（10）设备手柄应使用镀铬、可折叠型手柄，便于存储、存放。

（11）各主要零部件均应保证高性能，油缸采用全密封液压油缸。

（12）液压升降车作业平台表面铺设橡胶缓冲垫，厚度不应小于 5mm，工作平台橡胶缓冲垫上置放车钩固定支架，在升降平台上升至被拆车钩位置，车钩固定支架与车钩底部吻合，即可卸落及安装车钩。

（13）固定支架主要作用为在拆装车钩过程中有效固定车钩，使车钩稳定地坐落在钩缓拆装小车上，以便车钩能可靠、平稳地在小车上降落、起升或运输。其尺寸需根据电客车车钩具体设计方案确定后测量制作，固定支架应便于拆装，以便根据不同类型的车钩进行更换。

3.3 主要技术参数

项点	参数
平台最大高度	≥1500mm
平台最低高度	≤700mm
额定负载	≥500kg
平台尺寸（长*宽）	1700mm*600mm（实际尺寸以满足车钩拆装要求为准）
固定支架尺寸	待电客车车钩具体设计方案确定后测量设计
静音轮	φ125mm×50mm
泵压次数	≤27 次
整机重量	≤180kg
上升驱动方式	脚踏驱动或手摇式
下降控制方式	拉线式把手控制
移动方式	手推移动

4 轮对小型轮廓仪

4.1 基本功能与技术要求

用于对轮对踏面的综合尺寸测量，设备应采用非接触式的激光测量方法，能够通过分析函数对几个车轮或钢轨进行相互对比，或者与目标型面进行对比，从而能够为型面的距离测量和角度测量提供支持。每个型面的整个测量过程不应超过 10 秒。

主要性能及功能应能满足对轮对踏面轮廓的整体扫描并具备轮缘高、轮缘厚、QR 值等尺寸自动测量功能，应具备车轮踏面轮廓 1 个模块，具有良好的抗电磁干扰能力。

4.2 主要技术参数

踏面外形：	磨耗（LM）型踏面
新轮表面粗糙度	Ra 6.3
轮宽	135±1mm
轮径	840-770mm
内侧距	1353-1355mm
轮缘厚测量基线距滚动圆垂直距离	12mm
QR 值上测量基线距轮缘最高点垂直距离	2 mm
QR 值下测量基线距滚动圆垂直距离	10mm

4.3 主要功能要求

显示功能和输出数据可用于 Excel、Pdf 等常用数据处理软件识别的数据格式，输出表格模板应符合南京地铁运营贯标文件要求，从而直接进行打印。功能模块具有可扩展性。计量首检必须通过国家有关 计量部门或经认定的授权机构的检验标定。

（1）车轮型面：

适用于所有常见车轮型面进行测量；测量参数：轮缘高度、轮缘宽度、QR 值、椭圆率、车轮宽度、踏面凹陷以及踏面外型轮廓；系统精确度≤±80um,可重复精度≤±35um；测量时间≤10s；测量数据可以通过有线传输；

（2）投标人应提供实现上述功能时所配套齐全的完整辅助工装。

（3）设备组成包括：工业笔记本 、激光探测器 、辅助工装、自动校正模板、 数据线、电源线、 充电器、1T 移动硬盘 1 个，16G U 盘 2 个

5 智能数字万用电桥

设备用于地铁列车各部件电阻值、电容值、电感值及阻容、阻抗等数据的测量。

5.1 主要技术参数

（1）输入电压：AC220V　50Hz

（2）测试频率：　50Hz～200kHz

（3）测试参数及测量范围：

1)　|Z|，|R|，X：0.01Ω～100.00MΩ

2)　θ:-180.00°～＋180.00°

3)　C: 0.3200pF～370。00mF

4)　L: 0.016mH～750.00kH

5)　D:0.00001～9.99999

6)　Q: 0.01～999.99

7)　|Y|，G，B: 5.0000nS～99.999S

（4）测试速度：分快速、慢速，可选档位

（5）测试信号：　10mV-5Vrms/ 10μ～100mA rms

（6）基本精度：|Z|: ±0.08%rdg，θ: ±0.05°

5.2 设备接口：

（1）I/O 接口：HANDLER

（2）串行通讯接口：USB、RS232C

（3）网络接口：LAN

（4）存储器接口：USB HOST

5.3 其它要求

须配备 4 端子探头 1 个。

显示方式：液晶屏显示，中英文可选操作界面。

操作简便，可靠性高，测试精度高，适用于生产现场检测。

6 示波记录仪

设备用于架大修过程中观察各种不同信号幅度随时间变化的波形曲线，测试各种不同的电量，如电压、电流、频率、相位差、调幅度等。

6.1 主要技术参数

（1）示波器类型：数字荧光示波器

（2）通道数：不少于 4 通道

（3）带宽：不小于 300MHz

（4）最大取样速率：不小于 2.25GS/s

（5）最大记录长度：不小于 10K 点

（6）垂直分辨率：不小于 8 位

（7）垂直灵敏度（/div）：1 mV －10V（可包含此范围）

（8）垂直精确度：±2%（18-30℃）

（9）位置范围：±5div

（10）输入耦合：AC\DC\GND

（11）时基范围：2 ns-10s/div

（12）时基精确度：优于 20ppm

（13）触发模式：边沿、脉宽、矮脉冲、逻辑、视频

（14）触发类型:自动触发，正常触发和单次触发

6.2 其他要求

功能全面，操作简单、读数直观、稳定可靠、易于维护。显示器：彩色 LCD，分辨率优于 1024 水平 x768 垂直像素 (XGA)。设备须内置以太网端口。设备须具备自动波形异常检测能力。设备接口应至少支持：可自动提供定标和换算单位的有源探头、差分探头和电源探头。须提供配套的无源探头 4 个（高低阻抗各 2 个），有源探头 1 个，差分探头 1 个。

7 数字频率计

该设备用于列车电机、风机等各旋转机械的振动位置、振动速度及振动加速度等数据的测量。

7.1 设备组成及功能说明

（1）仪器具备测量振动位移、振动速度、振动加速度能力。

（2）仪器具有锁存功能，松开测量键后可将数据锁存，便于使用、读数。

（3）仪器采用电池供电,具备电池电量下降到影响测量精度值时提醒功能。

（4）仪器一体化设计，便于携带和使用。

7.2 主要技术参数

（1）测量范围：

振动位置（P-P）：0-1999μm

振动速度（RMS）：0-199.9mm/s

振动加速度（O-P）：0-199.9m/s2

（2）幅值测量误差：

振动位置（P-P）：10-200Hz≤±10%

振动速度（RMS）：10-500Hz≤±10%

振动加速度（O-P）：10-1000Hz≤±10%

（3）幅值线性误差：

振动位置（P-P）：　　0-20μm，≤±10%；＞20μm，≤±5%

振动速度（RMS）：　　0-2.0mm/s，≤±10%；＞2.0mm/s，≤±5%

振动加速度（O-P）：0-2.0mm/ s2，≤±10%；＞2.0mm/ s2，≤±5%

示值波动：不大于一个分辨率

（4）尺寸　185×68×30mm

（5）重量　300g(含电池)

（6）电源　9V (6F22)

8 红外线热像仪

该设备用于各主要部件红外热成像检测。

主要技术参数：

测温范围:	-20℃～+600℃
测温模式:	中心点/高、低温自动捕捉
探测器类型:	氧化钒（Vox）非制冷
热灵敏度:	≤0.05℃（30℃）
显示精度:	0.01℃
可见光照相机/最小焦距:	200 万像素/46cm(约 18in)
显示屏:	9.1 cm（3.7 吋）
显示屏背光:	可调(“最大亮度”或“自动”)
红外镜头:	标准红外镜头
图像控制:	自动/手动调节水平/跨度

9 防爆柜

全金属结构环氧树脂喷涂，防腐防潮防锈。门插，锁具选用精细。储存可燃液体存储汽油、酒精、甲醇、乙醇等易燃液体。1500*860*1650mm 明黄色。



10 自动恒流恒压充电机

10.1 设备采用的主要技术标准

GB/T3859-2004　　《半导体变流器应用导则》

JB/T 5774.4-2007　《电力系统用直流电源设备通用技术条件及安全要求》

DL/T 459-2000　　《电力系统直流电源柜订货技术条件》

LS（W）30-40-JT　《电力系统用微机控制直流电源柜技术条件》

ZB K46 013-89　　《晶闸管移相触发器》

Q/BUAX001-2006　《微电脑硅整流充放电电源》

10.2 主要技术参数及性能

（1）输入电压 ： 三相交流 380V　50Hz

（2）充电电流 ： 0~100A（连续可调）；充电电压 ： 0~210V（连续可调）

（3）稳流稳压精度：≤±0.5%；时间精度：＜30S/24h

（4）可连续工作时间：48 小时。

（5）设备接口要求：充电机放置的就近开关箱至本设备进线端、本设备出线端至其它充放电设备之间的电缆（每台长度 30 米）在本设备供货范围内。

10.3 主要功能要求

（1）整个充电过程具有恒流恒压充电功能，蓄电池充足后具有自动关机功能。

（2）采用三相大功率变压器，工作稳定，采用集成触发电路，触发功率大，恒流精度高。三相桥臂电流均衡，并采用多档电压输出技术，功率因数高。

（3）充电电流、电压在额定范围内无极调节，充电时间在额定范围内任意设定。

（4）当充电机输出端空载时，能自动关断输出电压，具备软启动、软关断功能。

（5）蓄电池极性自动识别功能，当被充蓄电池极性接反时，充电机不能启动，无输出电压。

（6）过电流保护功能。当负载发生短路或充电电流超过额定值的 110-150%时，充电机不能启动或实施自动关机。机内散热自动控制。

（7）投标人根据现场实际情况，充分考虑各类型电缆及夹头，防爆充电桩的配置，提供设备的布局和布线方案交业主确认，负责完成系统的全部配套安装调试工作。

11 自动恒流恒压放电机

11.1 设备采用的主要技术标准（同 10.1）

11.2 主要技术参数及性能

输入电压 ： 三相交流 380V 50Hz

放电电流 ： 0~100A（连续可调）

放电电压 ： 0~210V（连续可调）

稳流稳压精度：≤±0.5%

时间精度：＜30S/24h

可连续工作时间：48 小时。

设备接口要求：充电机放置的就近开关箱至本设备进线端、本设备出线端至其它充放电设备之间的电缆（每台长度 30 米）在本设备供货范围内。

11.3 主要功能要求

用于检验蓄电池储电性能及蓄电池初充电时放电之用，也适用于其维护和保养，整个放电过程可通过预置自动完成，无须值班人员。放电完毕可知蓄电池放电容量和储电性能。

在操作启动按钮时，放电机检测到接入电池极性正确后方可启动放电机工作，在额定范围内能任意设定终止放电电压，按电流设定值自动放电至终止设定电压时，放电机能自动关机，并自动记录蓄电池容量（Ah 值）和放电时间 h。放电过程的参数——放电电压、放电电流、放电容量、放电时间数字式显示。

当放电机输出端空载时，能自动关断输出电压并停机。

蓄电池极性自动识别功能，当被放蓄电池极性接反时，充电机不能启动。

过电流保护功能。当负载发生短路或充电电流超过额定值的 110-150%时，充电机不能启动或实施自动关机。

投标人根据现场实际情况，充分考虑各类型电缆及夹头，防爆充电桩的配置，提供具体的设备的布局和布线方案交业主确认，负责完成系统的全部配套安装调试工作。

12 蓄电池电压检测系统

该记录仪用于电客车蓄电池检修时，对蓄电池电压的采集及记录。

12.1 设备结构及功能要求 (暂定，具体待技术联络时讨论确认）

（1）记录仪需满足同时监测 84*5 节蓄电池充电过程中单节蓄电池电压，能够按照设定间隔同时自动记录各单节蓄电池电压。

（2）设备由由数据记录仪和 5 套电压采集系统组成。

（3）每套电压采集系统主要由 84 套测试夹（每套包含正、负两个夹具）、84 块数字电压表及电缆组成，测量探头采用夹子形式与蓄电池进行连接。每套夹具正、负夹具另一端须分别连至数字电压表的正、负极，正、负夹具须有明显外观区别，便于辨认。

（4）每套电压采集系统中所有数字电压表须集成在同一电器箱内，电器箱须可靠安装在指定位置墙上。

（5）电器箱和记录仪与被测单节蓄电池放置在两个不同房间内，必要的墙上开孔工作等安装工作须由投标方完成。所有的线缆须穿管敷设。

（6）电压表分辨率至少为 0.01V。

（7）记录仪须能够具有不少于 84*5 通道电压数据收集及保存功能。

（8）数据记录仪须具有 CF 卡槽或 USB 接口，能够将数据导出。

（9）记录仪要求具有数据超限报警功能。

12.2 主要技术参数

（1）记录仪电压采样范围: 0-10V

（2）记录仪最大分辨率：±0.2FS

（3）记录仪记录间隔：1s～1 小时

（4）内置存储器须不小于 70MB。

投标人根据现场实际情况，充分考虑各类型电缆及夹头，防爆充电桩的配置，提供具体的设备的布局和布线方案交业主确认，负责完成系统的全部配套安装调试工作。

13 电器检修专用工作台

该设备用于车辆基地，为各种电气部件的检修提供检修平台。

（1）由防静电、耐磨、耐冲击、耐腐蚀的材质组成。

（2）桌面必须经特殊处理，具有防静电、防腐蚀、抗冲击力强等特性。

（3）至少设置 4 个放置检修用工具、测量仪表的抽屉，且抽屉承重≥100kg。

（4）设置电气端口：220V、380V 电源插座至少各 1 个，紧急开关一组，漏电保护一组，防止过载的空气开关一组。

（5）上部设置零件盒挂板和灯具安装架，并配置至少一个 36W 直管式日光灯。

（6）每个工作台提供绝缘防静电的台面橡胶垫。

（7）每个工作台配套提供 2 把工作椅。

（8）配备多孔背板和挂钩，可 DIY 扩展悬挂物品。

（9）技术成熟可靠、结构尽量紧凑，外形美观。颜色与现场主体颜色合理搭配。

（10）工作台尺寸：W2400*D800*H800mm；承重≥1500kg。



14 电子检修工作台

该设备用于车辆基地，为各种电子器件的检修提供工作平台。

（1）工作台由防静电、耐磨、耐冲击、耐腐蚀的材质组成。

（2）桌面必须经特殊处理，具有防静电、防腐蚀、抗冲击力强等特性。

（3）至少设置 2 个放置检修用工具、测量仪表的抽屉，且抽屉承重≥100kg。

（4）设置电气端口：220V、380V 电源插座至少各 1 个，紧急开关一组，漏电保护一组，防止过载的空气开关一组。

（5）上部设置零件盒挂板和灯具安装架，并配置至少一个 36W 直管式日光灯。

（6）每个工作台提供绝缘防静电的台面橡胶垫。

（7）每个工作台配套提供 2 把工作椅。

（8）技术成熟可靠、结构尽量紧凑，外形美观。颜色与现场主体颜色合理搭配。

（9）工作台尺寸：W2400*D800*H800mm；承重≥1500kg



15 微机工作台

该设备用于车辆基地，为各种电子器件的检修提供工作平台。

（1）工作台由防静电、耐磨、耐冲击、耐腐蚀的材质组成。

（2）桌面必须经特殊处理，具有防静电、防腐蚀、抗冲击力强等特性。

（3）至少设置 2 个放置检修用工具、测量仪表的抽屉，且抽屉承重≥100kg。

（4）设置电气端口：220V、380V 电源插座至少各 1 个，紧急开关一组，漏电保护一组，防止过载的空气开关一组。

（5）每个工作台提供绝缘防静电的台面橡胶垫。

（6）每个工作台配套提供 2 把工作椅。

（7）技术成熟可靠、结构尽量紧凑，外形美观。颜色与现场主体颜色合理搭配。

（8）工作台尺寸：W2400*D800*H800mm；承重≥1000KG



16 注油机

（1）带计量油枪，主要用于电客车齿轮箱加油。

（2）设备组成：移动小车、输油管、电动齿轮泵、计量油枪等所有附件配套齐全。确保电客车齿轮箱加油作业全过程顺利，无障碍试装试用完成。

（3）精密准确地计量流体体积。适用于润滑油、防冻液和清洁乳化液体。

（4）±90°可旋转，方便水平或垂直安装。

（5）流量 0.5-40 升/分。测量精度±0.5%;可显示计量单位：升、加仑、夸特、品脱。

（6）有关接口尺寸，技术联络会具体确定。

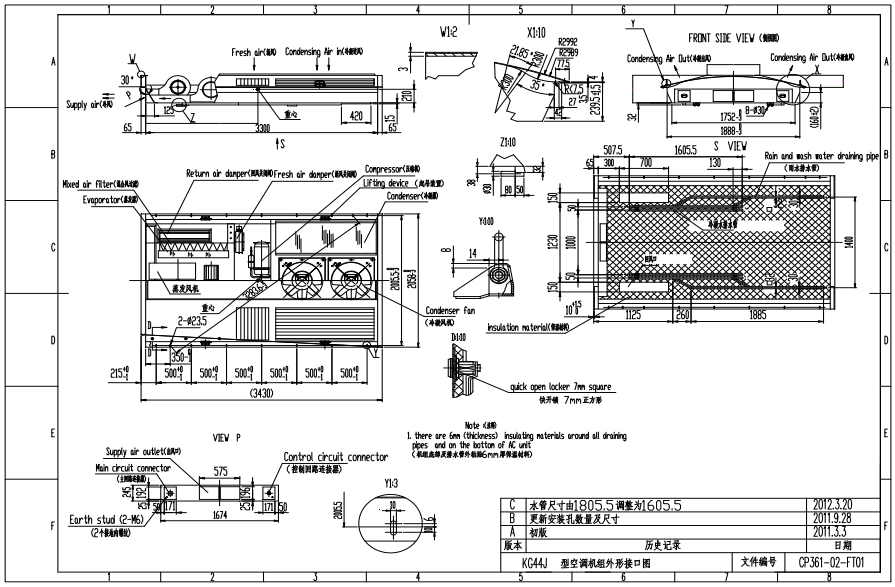


17 空调吊具

南京地铁车辆段检修库空调吊具主要用于车辆段检修库车辆空调的起吊和搬运工作。其各项功能、安全措施应满足车辆段检修库的作业需要。主要针对 11 号线 A 型电客车，及宁天线 B 型电客车的空调机组。

17.1 空调机组总图

客室空调机组图纸如下图所示：



空调机组现场图：



17.2 设备结构及参数要求

技术特征	参数
吊具结构形状	“日”字型吊具
吊具与空调连接挂钩数量	4
吊具材质	各主梁采用 H 型钢，型号 175*90*5*8（单位：mm）； 其余覆盖板材采用普通 Q235 钢。并且两者要有良好的焊接性能和力学性能。吊具总重不能超过 500kg。
吊具与起吊设备连接处（中间梁）柔性吊绳最大承载强度	2T
吊具与起吊设备连接处（中间梁）柔性吊绳参数	最大承载强度：2T；展开之后长度：0.5m； 材质：合成纤维；截面：圆形截面。
柔性吊带（主要用于司机室空调机组的吊装作业）	吊带类型：四组合扁平吊带；材料：100%polyester 高强涤纶工业丝；吊装能力：1t；吊带长度：1m。

“日”字型空调吊具的四个角设置与空调吊耳连接的挂钩，中间梁与起吊设备（行车）连接。挂钩和中间梁连接处吊绳需要有足够的强度，其最大承载力能满足列表中各项参数要求。此外，因为空调有偏重，所以空调吊具与吊绳连接的地方（中间梁位置）设置三个连挂孔，防止空调吊装时因为空调机组的偏重而引起吊装倾斜现象。

空调吊耳间距这一尺寸直接影响空调吊具的设计尺寸，因此空调吊耳间距这一项参数由投标人进行现场测绘，由于 A 型车和 B 型车的空调吊耳间距尺寸不一样，因此在设计两种类型吊具的时候需要对 A 型车和 B 型车的空调吊耳间距分别进行测量。

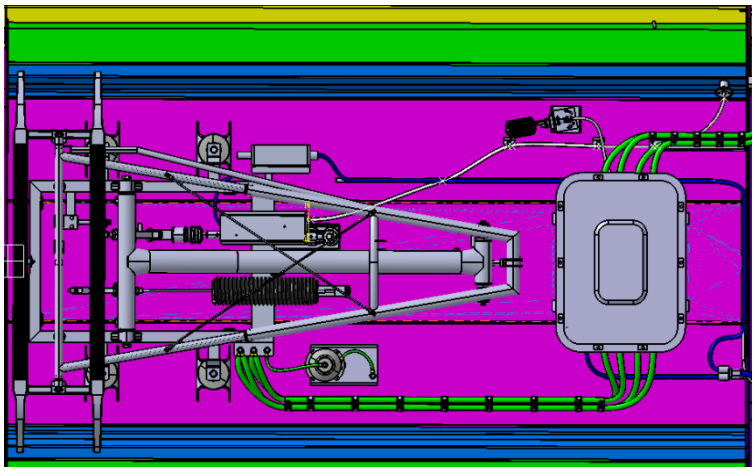
下面配图的空调吊具为“H”型，但是长时间的使用发现有变形的情况。因此，本文中的空调吊具项目采用能够增加拉伸强度以及延长使用寿命的“日”字型。下图所示空调吊具“H”型的形状：



18 受电弓吊具

南京地铁车辆段检修库受电弓吊具主要用于车辆段检修库车辆受电弓的起吊和搬运工作。其各项功能、安全措施应满足车辆段检修库的作业需要。主要针对 11 号线 A 型电客车，及宁天线 B 型电客车的受电弓。

受电弓车顶布置示意图如下所示：



18.1 设备结构及参数要求

技术特征	技术参数
吊具与空调连接挂钩数量	4 个
吊具材质	一套吊带由吊环（吊带与行车吊钩接口件）、4 根吊带、4 个吊钩组成。吊带材质为涤纶或者高分子纤维，吊带与吊环和吊钩缝制连接，连接可靠，缝制接口完全满足吊带的最大承力要求。
吊具与起吊设备连接处（中间梁）柔性吊绳最大承载强度	2T

受电弓吊具的形状及吊装示例：

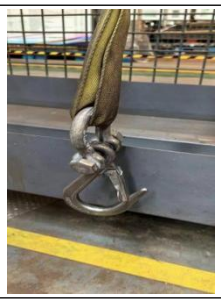




19 检修吊具

该设备用于南京地铁电客车蓄电池箱、电机、车钩、空簧等部件吊运作业。

19.1 设备清单

序号	名称	数量	外观图
1	四叉组合吊具	6 组，每组含（吊钩：4 件/组；吊环：1 件/组；吊带：4 根/组）	 
2	空簧吊具	2 组，每组含（吊钩：2 件/组；吊带：1 根/组）	 
3	电机检修吊具	2 组，每组含（吊带：1 根/组）	

19.2 设备主要技术要求

（1）吊具必须将吊运部件与起重机可靠连接，在起重机行程范围内可将部件吊运至任何位置。

（2）每组四叉组合吊具由 1 个吊环（吊带与起重机吊钩接口件）、4 根吊带、4 个吊钩组成。四叉组合吊具总计 6 组：其中 4 组四叉组合吊具每根吊带的承载能力 3t，吊带长度

1.2m；2 组四叉组合吊具每根吊带的承载能力 3t，吊带长度 2m。

（3）空簧吊具由 1 根吊带，2 个吊钩组成，吊带的承载能力 3t，吊带长度 3m。

（4）电机检修吊具为 1 根长度 2m，承载能力 1t 的吊带。

（5）吊带材质为涤纶或者高分子纤维，吊带与吊环和吊钩缝制连接，连接可靠，缝制接口完全满足吊带的最大承力要求。吊带要求采购具有成熟应用经验的知名品牌，每根吊带上必须有明显的承载能力和吊带长度标识，且有注意事项、禁止事项和使用规范等标识。

（6）吊环、吊钩和卸扣由投标方提供合理的设计图纸，重要设计尺寸通过设计联络确定。投标方需提供吊环、吊钩和卸扣的探伤检测证明及第三方检测合格报告。

20 便携式受电弓碳滑板测试仪

20.1 设备组成

硬件部分：便携式受电弓检测仪主要由激光位移传感器、工业相机、补光灯模块、高精度伺服电机、内嵌式工控机、便携式 PDA 等核心设备组成。

软件部分：配套受电弓碳滑板分析软件及 PDA 软件。

20.2 主要功能

该设备主要功能：对地铁电客车、电力蓄电池工程（双源电力机车）受电弓碳滑块整体长度、表面状态进行测量、统计、分析。通过对受电弓碳滑板数据扫描，并提取和分析相关特征和参数，对同一列车、同一线路车、同一型号碳滑板磨耗发展趋势进行分析。可与车辆基地综合管理系统实现信息传输，将测量分析数据有线/无线传输到车辆基地综合管理系统。

20.3 设备技术要求

高精度设备应使用全尺寸铝合金外壳，尺寸不大于 780×120×200mm（长×宽×高），整机重量不超过 6.5kg。

设备外观设计简单整洁、便于携带及使用，可与碳滑板牢固固定，两侧长度方向配刻度尺及反光条，PDA 能够直接显示最低点，最大磨耗率，以及可运行剩余公里数。

根据不同的碳滑板尺寸可选限位装置，可在测量环境恶劣时手动操作，将待测碳滑板与检测仪进行可靠连接和固定。

采用锂电池，便于充电和携带。电池充电电压为 AC220V±10%，充电后待机使用不小于 90 天。

设置总电源按钮和工作状态指示灯，以便于操作和目视确认。

随机配置便携式手提箱，方便存放及使用，密封性良好。

21 电器综合试验台

本电器综合试验台为接触器、继电器专用试验台，主要用于对电客车各类交、直流接触器、中间继电器、电压继电器、电流继电器、热继电器、空气开关、时间继电器等触点电器开关元件的动作性能试验及参数整定。

21.1 设备主要功能要求

试验台可对电客车各种型号的交、直流接触器进行吸合、释放动作试验。在测量被测试件时，能够自动记录被测试件的吸合、释放电压、触点接触电阻，要求以上的记录必须能够自动生成报表存档，可以进行多次的连续测试并且比较分析出结果。此外要求设备上安装有可调的适用于各种型号的接触器测试时的固定装置，设备具体须支持的接触器型号设计联络时提供。

试验台能够对各类继电器（时间继电器、中间继电器、热保护继电器等）的吸合、释放电压、线圈电阻、动作时间、动作电流等进行测量，要求以上的记录必须能够自动生成报表存档，可以进行多次的连续测试并且比较分析出结果。此外要求设备上安装有可调的适用于各种型号的继电器测试时的固定装置，设备具体须支持的继电器型号设计联络时提供。

试验台能够在操作者设置试验的次数、时间、试验项目、电压、电流等参数后，其微机系统可以控制设备自动的完成试验内容，并自动生成试验结果报表，判别是否合格。

试验台具有额外的交、直流电压、电流、电阻等的测量功能（万用表功能），并且操作者可以设置将这些测量值生成在报表中。

该设备电源输出电压、电流稳定，具有过流、过热、短路等多种保护。

设备具有自动校准功能。该设备设有紧急停止按钮。

设备配备激光打印机一台，可直接打印测试报告。

21.2 主要技术参数

本试验台的测试输入、输出接口包含但不限于以下内容。

（1）供电电源　　AC220V 50Hz （或 AC380V 50Hz）

（2）接触器用接口：

直流 DC 0-150V（连续可调），误差<0.2%；

电流 DC 0-20A,误差<0.2%；

交流 AC 0-380V(连续可调)，误差＜0.2%

电流 AC 0-20A

（3）输入输出接口：至少 1 组，一组至少 10 对（常开、常闭各一半）。

（4）继电器用接口

直流 DC 0-150V（连续可调），误差<0.2%

电流：0-20A；误差<0.2%

输入输出接口：一般连线形式：至少 1 组，一组至少 20 对

（5）插拔式测试装置：至少 1 组，一组至少 20 对（常开、常闭各一半）

（6）空气开关用接口

电流：O-100A；误差<0.2%。

输入输出接口：至少 1 组，一组至少 5 对

（7）时间测量范围：O 一 10min，测试误差<1ms：

（8）接触电阻测量范围：0-10KΩ，测试误差<lmΩ：

（9）绝缘电阻测量范围：0-200MΩ，测试误差<lΩ

（10）线圈阻值测量范围：0～1MΩ，测试误差＜1Ω

（11）计算机系统配置要求：硬盘容量：500G 以上；内存：8G 以上；处理器：Intel 酷睿 i5 以上；液晶屏：21 寸以上；配备 USB 接口。

投标方提出电器综合试验台的涂装及尺寸设计方案，待设计联络时双方协商确定。

22 轮对轴箱激光除锈设备

22.1 采用规范和适用标准

本设备应按最新的国际标准、国家标准、行业标准及企业标准等技术标准或规范设计、制造产品，满足如下标准或规范的要求。

GB/T15706 机械安全基本概念与设计通则

GB16754 机械安全急停设计原则

GB16855.1 机械安全控制系统有关安全部件

GB50231 机械设备安装工程及验收通用规范

GB50168 电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范

GB/T 2611 试验机通用技术要求

GB/T 39118-2020 激光指示器产品光辐射安全要求

GB/T7247.13-2018 激光产品的安全 第 13 部分：激光产品的分类测量

GB/T16601.3-2017 激光器和激光相关设备 激光损伤阈值测试方法 第 3 部分：激光功率

铁总运[2013]191 号文件 《关于印发铁路客车轮轴组装检修及管理规则的通知》

铁运[2006]142 号《25T 型客车检修规程》

22.2 设备组成

轴箱内壁激光清洗机器人通过激光的方式，清除转向架轴箱内壁油污锈迹等。轴箱内壁激光清洗机器人由操作间、激光清洗系统、六轴机器人、激光冷却系统、运动输送平台、上下料系统、烟尘净化系统、控制系统组成。

（1）激光清洗系统

激光清洗系统由激光器、内壁清洗头和激光控制系统组成。主要技术参数如下：

项目	单位	参数
M²典型值		5
平均输出功率	W	>200
最大脉冲能量	mJ	5
频率可调范围	kHz	1-3000
脉冲宽度	ns	13-500
输出功率不稳定度	%	<5
冷却方式		风冷
最大功耗	W	<1000

中心波长	nm	1064
是否抗高反射		是
光束直径(典型值)	mm	7.0±1.0
功率调节范围	%	0～100
工作温度范围	℃	0～40
存储温度范围	℃	-10～60

内壁清洗头需由光路耦合头、准直镜、聚焦镜和保护镜组成。内壁清洗头光路设计需满足轴箱内壁清洗的要求，出光口具备旋转功能，并且可以根据清洗工艺进行速度调整。内壁清洗头主要技术参数如下：

参数	单位	范围
激光头重量	g	0.5
适配连接方式		QCS
通光直径	m	7±1
中心波长	m	1064
内壁清洗直径	m	180-280
清洗作用范围	m	±1～±5
半径可调范围	m	50
控制方式		脉冲+方向
旋转速度	/min	0-6000
保护措施		防激光高反设计+同轴吹气功能
工作湿度	%	≤80 无结露
工作温度	℃	-15～55

（2） 六轴机器人

六轴机器人应能搭载激光清洗头按照内置加工工艺及加工轨迹完成轴箱内壁清洗。六轴机器人需为国际知名品牌，产品品质良好，臂展、负载等核心参数需满足轴箱加工需求。六轴机器人需满足同时加工一批次为 4 个轴箱的要求。

（3）激光冷却系统

激光冷却系统需自带风冷系统，起到加工过程中冷却作用，确保系统正常工作完成轴箱内壁清洗作业。

（4）运动输送平台

运动输送平台用于轴箱定位和运输，输送平台应配置定位传感器以确保轴箱准确定位及输送过程中的顺畅，定位精度需满足±1mm 要求，需满足 2-3 种以上各种型号轴箱（轴箱图纸后续提供）的定位运输。

（5）上下料系统

上下料系统应与清洗工作间进行充分融合，用于轴箱上料和下料，负载及吊装覆盖范围

需与轴箱匹配，需提供与框架自立式行车吊钩配套的，可适用各种型号轴箱的吊装工具。由于 11 号架大修满足 3-4 条线路的电客车架大修，如后期各线路轴箱型结构尺寸不同的，导致吊具不同的则各配一套，如各线路型号轴箱结构尺寸大致相同，导致吊具可通用的，则配置 2 套。

（6）烟尘净化系统

轴箱内壁激光清洗的过程中在附着物剥离的同时，还会产生烟尘，烟尘净化器可实时收集激光清洗产生的烟尘，并过滤异味。

（7）控制系统

控制系统用来控制整个系统的开启、关闭以及联动，并保障设备和操作者的安全。

控制系统集成了激光清洗系统、六轴机器人、激光冷却系统、运动输送平台、上下料系统、烟尘净化系统的控制。轴箱内壁清洗设备需具备一键启动功能，作业人员在完成安全检查及轴箱上料后，只需在控制系统按下启动按钮整个清洗过程即可自动运行，清洗完成后轴箱自动退出。

（8）视频监控系统

激光清洗间内需配置监控摄像头，能够时时监控激光清洗整个过程，并且能够将视频传输到激光清洗间外部的显示器上。操作人员不需要进入到清洗工作间就能够时时观察激光清洗加工过程。

22.3 设备主要功能及技术特点

（1）轴箱内壁激光清洗机器人应采用非接触式激光清洗，清洗后的轴箱内孔表面应洁净，无锈迹、油污残留，满足轨道交通车辆检修工艺要求，降低劳动强度，减少环境污染，提高检修效率。

（2）激光加工头旋转速度和清洗半径可调，最大旋转速度为 6000 转/分钟，固定清洗半径清洗作用范围 ±1mm~±5mm，可清洗最小内径 180mm，可清洗最大内径 280mm。

（3）轴箱内壁激光清洗机器人烟尘净化系统应与激光器协同作业，随时将掉落物吸入烟尘设备中，并经过过滤达到排放标准，有利于保持工作环境的清洁与保障作业人员的身体健康。投标时提供以往项目中第三方有组织废气检测报告，满足 GB 16297-1996《大气污染物综合排放标准》。

（4）系统需配备多种工艺数据库，包括轴箱内壁激光加工轨迹及对应加工工艺，以满足

11 号架大修基地适用电客车多种轴箱型号配置（至少 2-3 种）

（5）系统需具有完善的安全保证功能，包括：防误操作、故障诊断、检测、查询及报警显示功能、以及急停功能，并设置紧急停止按钮，当监护人员发现紧急情况，可触发急停按钮，确保作业安全。

（6）系统需具有激光高反设计，且需具有同轴吹气功能。

（7）系统采用自动化设计，操作简单，无需基础，安装方便。

（8）系统需具备查看历史作业数据功能，包括作业时间、操作人员信息、清洗轨迹等信息。

（9）系统需预留信息管理接口（以太网），可根据管理需要上传设备的自身状态以及工作状态。

（10）系统供应商需对城市轨道交通应用场景有充分的理解，投标时提供 IRIS 管理体系认证证书。

（11）设备供货商应就本设备及相关技术在有关中文核心专业期刊发表学术论文 2 篇。

23 转向架静载试验台

2020 年 1 月 1 日至今（以竣工验收时间为准）转向架静载试验台在城市轨道交通行业有运用业绩（须提供①所投产品的合同协议书、②竣工验收报告或用户证明文件，合同里须列明以上设备。）以上要求会进行业绩评审打分。

23.1 设备用途及主要功能

（1）用途

设备主要用于地铁列车动车和拖车转向架检修组装后静载试验及测量工作，设备需保证高效地完成转向架的轴距、轴平行度、内侧距、轮轨间载荷、轮重差和转向架高度、转向架电阻等测量工作。凡是本标书未作说明和要求的部分则表明是标准的结构或配置，投标者应将其列入标准结构或配置的内容之中。

（2）主要功能

设备整体采用封闭式，稳定受力框架钢结构，设备寿命不少于 30 年。

设备安装形式为通过式地坑安装，采用专用牵引装置将转向架牵引到设备的工作台上进行测试，测试完成用牵引装置将转向架推到地面的轨道上，设备轨道与地面轨道高度应一致，设备结构设置须保证能够便于牵引转向架上下设备的工作台。

设备的加载装置需采用机械芯轴或刚性滚珠丝杠螺母结构加载形式，设计合理，结构可靠；各组件的配合精度高，磨损小，维护量低，润滑简单方便；刚性好，保证高测试精度及重复测试精度。

设备所使用的所有传感器须采用著名品牌的高精度传感器，主要传感器如称重传感器精度不应低于 C6 级，品牌选用德国 Schenck、德国 HBM、德国 FLINTEC 或同等性能的其它品牌；投标时须提供采用的传感器的型号规格、品牌、数量、产地、精度等级及详细的传感器安装方案。

设备要求设计合理，结构可靠，选用优质外购件，模块化设计，以达到系统的高精度，及重复测试精度；投标方应在投标文件中给出主要外购件名称、数量、规格型号、品牌厂家等清单。

设备应具有良好的稳定性和抗震性。在满负荷连续运转中应能保持高精度、高效率、高稳定性、低噪音，并能保持 24 小时连续工作，具有较高的重复试验精度，投标方对设备的稳

定性、重复试验精度及抗震性能应进行详细说明。

设备采用先进的控制系统及配套硬件，采用最新型计算机；操作界面直观，简单，系统的可操作性强；可实现网上故障诊断，软件升级等功能。

本设备应具备对该综合试验台所用检测系统和测量设备的校准所必需的软件和硬件配备，应配置必要的测量设备和软件以保证本综合试验台在日常应用中的周期校准的需要，投标方应负责对设备软件系统定期进行必要升级及维护。

本设备的主要部件应选用优质材料、先进工艺制造，机械、润滑、电气、光学等零件或元件应先进、优质、安全、可靠、耐用，并符合国际环保要求。

本设备的机械、测量、润滑、电气和光学系统均应有完善可靠的安全保护装置，包括声光警报、误操作报警、停电保护、急停按钮等。设备应结构先进，布局合理，操作直观简便，易于维护和维修。

本设备控制系统应具有自诊断、自校准、误差修正、人机对话、在线编程等功能。

本设备的零部件和仪表度量值单位全部采用国际单位（SI）标准，所有零部件和仪表的设计与制造均应符合 ISO 或 IEC 的标准。投标方在投标中应说明主要部件、传感器、仪表所采用（满足）的标准和协议。

本设备各部件应有良好的防腐、防锈措施，主要部件喷漆表面，如：整体框架、电机等，均应喷涂一道底漆、两道面漆，底漆采用双组分环氧树脂漆，漆膜厚度≥25μm，油漆表面应光亮平整，无流挂现象；其它小零部件采用电镀处理或其它性能更优的表面防护措施。

提供加载装置、称重装置、所有测量装置和控制系统的主要结构图及详细资料。

提供加载装置的结构尺寸，包括加载杆的直径及长度，加载和卸载时的工作速度等。

设备可实现自动操作和手动操作两种作业方式。自动操作方式根据输入车型参数，自动定位加载、执行程序进行试验项目的测量（手动测量项目除外）。同时可通过人工手动调整垂向加载位置，能够实现对各项测量点中任意一项单独执行控制程序进行测量，以及进行手动测量项目的人工测量。

投标方应提供整个设备的设计方案图及外观颜色效果，最终颜色及效果应由招投标双方协商后最终确定。

招标内容含对南京地铁秣周架大修车间一部静载台试验台的改造项目，计价纳入本线静载台分解报价中，不单独报价。

投标方应提供设备所需的机械、电气备品备件、易损件，维保消耗料清单（含型号，价格）供运营技术参考，对专用工具提供详细清单及报价并计入投标总价。

该设备为交钥匙工程，与设备安装相关的所有土建设计、施工、防护、电力改造（增设配电箱、控制开关等）等工作均由投标人提资给有关专业，设备要求室内基坑安装，投标方应考虑设备供货，前期提资条件的复核应在土建，机电，轨道等专业撤场前落实完整，如后期设备的基础投标方需重新设计，牵涉开挖，二次断轨和施工以及现场恢复均由投标人负责，如果投标人不具备相应土建资质，则应由专业土建施工方负责实施，项目施工管理由投标人负责，

23.2 设备主要结构及功能要求

（1）该套设备应包括：专用牵引装置；封闭稳定合理的三角或人字形侧梁框架结构主体；加载装置；四组轮对称重装置；转向架自动对中装置；轨道及底座；电气控制系统及数据处理输出存储系统；检测系统等。

（2）设备无辅助横梁，采用封闭稳定合理的三角或人字形侧梁人字形侧梁，龙门式一体框架结构，框架应采用 S235JR 钢材料制造，并采取有效的防腐措施。

（3）设备整体结构应设计合理,为保证加载时不因结构变形而影响测试精度，应有具体的结构设计方法，投标方应在投标书中对设备结构进行详细说明。

（4）本设备应具有较高的可靠性，无故障使用时间大于 10000 小时。

（5）设备应具有 4 组合理的转向架 V 型块支撑单元，4 处轮对支撑单元上表面水平高度差≤0.2mm；在垂向 50kN 载荷加载状态下，单处支撑单元垂向方向的变形量≤0.3mm，4 处支撑单元变形量之差≤0.2mm.

（6）载荷测量系统

本设备应具有四套独立的称重测力单元,每套称重单元应至少布置 2 个传感器，称重传感器精度不应低于 C6 级，品牌选用世界知名品牌；称重传感器应有合理的安装方法，避免传感器的精度消耗，能承受转向架推入时的冲击力，并应保证在任何情况下所测量的力值均准确；采用的传感器要求只接受垂向的力，其他方向的力不接受。称重精度误差不大于±100N。投标人应对称重测力单元的设计方案进行详细说明。

测量并实时显示转向架的四个车轮的轮重值、轮重差，轴重，轴重差和转向架总重，并显示平均轮重和每个车轮与平均轮重的差值，以及是否超差。

具有称重调簧功能，即根据轮重差值调整在转向架每个一系轴箱弹簧处的加垫厚度，直到保证转向架轮重偏差在合格范围内，投标方应对此功能进行详细描述。

（7）加载装置

本设备应采用设计成熟可靠，有实际运用经验的机械芯轴式或刚性滚珠丝杠螺母结构加载装置，投标人应提供加载装置的原理说明、详细设计方案、有一年以上实际运用经验的用户资料及实物照片。

设计合理，结构可靠；各组件的配合精度高，磨损小，维护量低，润滑简单方便；刚性好，保证高测试精度及重复测试精度。

设备具备 2 套独立的垂直加载装置，应能方便的进行垂向载荷加载，如果需要加装适配器，（即过渡加载装置），也需一并配置到位，并详细说明。每套加载装置的水平调整范围不低于 400mm，加载装置的载荷及移动位置可以自动实现同时控制或分别控制，并具有人工控制功能；定位精度为±0.3mm。压头调整过程中须实时显示压头的横向行程或位置尺寸，压头调整后须保证能够进行可靠锁紧，保证静载试验时加载装置稳定工作不发生侧向滑移。投标人应提供加载装置水平调整功能的原理说明、详细设计方案、有一年以上实际运用经验的用户资料及实物照片。

每个加载单元至少布置 2 个传感器，须采用国际著名品牌的高精度传感器；应安装简单，结构合理，避免传感器的精度消耗，投标时须提供采用的传感器的技术资料及详细的传感器安装方案。

应具有测试加载偏移量的功能，测试结果可实时显示并可打印。

加载装置的垂向加载行程≥500mm，行程测量系统的精度 ±0.1mm。

加载装置的最大压力值应为 150KN, 精度≤ ±100N，破坏压力 200KN。

开始工作时，须保证加载装置能够实现快速进给、加载和保压的情况下进行转向架的各项测试工作，完成测试后，能够实现慢退卸载、快速回退到停止位。并可实现各种形式的加载过程及长时间保压。工作时其压力值和行程被测量、记录和实时显示。

（8）设备应配备结构合理的适配器，满足不带空簧状态下的转向架加载，并与转向架有良好的接口，保证良好的加载精度及稳定性， 投标方应对适配器的结构、加载方式、与转向架接口等进行详细说明。该适配器必须有足够的刚性，保证长期工作不发生变形，保证安全进行工作。

（9）尺寸测量装置

设备应具备合理的转向架尺寸测量装置，精度高，可靠性好。

测量钢轨的平面度精度为±0.2mm。轴平行度测量精度为±0.2mm。

转向架高度测量，包括：转向架轴距、空簧底座距轨面高度、转向架对角线尺寸等，精

度：±0.2mm。轮对内侧距测量精度：±0.2mm。

随机配置 4 把磁吸座刻度尺（1 米长）。

（10）电阻测试功能

该设备可以实现测量并记录转向架电阻，提供合理的设计方法及工具设备实现测量转向架对角踏面之间的电阻，支撑装置需与地面绝缘。

（11）电气控制系统

本设备控制系统要求安装在小型开关柜内，应具备良好的防尘性能，防止影响系统正常运行，同时方便操作，可锁紧。

控制装置具有远程诊断集成系统。以方便对试验台状态进行查询，评估和分析故障协议,远程诊断应通过互联网或 VPN 等形式完成，不允许采用电话拨号或国际长途等形式。控制系统应设计简单，便于系统故障的判断，主要外购件均应采用国际名牌产品，电气元件和材料应符合 ISO、IEC 或其它同等标准，设备的所有电气部件的保护等级均不低于 IP54。电气、电子设备应工作可靠，不受机械振动和电气干扰影响，具备良好的防潮性能，其安全保护等级符合相应国际标准。加工区采用冷光照明。

（12）专用转向架牵引装置

自动将转向架推至测试台工作位置，测试完成后，转向架可自动被牵引回轨道。工作效率高，定位准确，保护测试台及转向架。投标时需详细描述该方案。

（13）计算机要求 ：设备应配置工控机或台式电脑，用于设备的日常操作控制；同时另配置便携式笔记本电脑 1 台和激光打印机 1 台（A4 页面）。

（14）本系统不需配置空簧保压实验装置模块。

23.3 主要技术参数及操作说明

（1）静载试验台重要技术参数

序号	项目	要求
1	单边最大加载力	≥250kN
2	加载精度	≤±100N
3	称重单元精度	≤±80N
4	纵向/横向对中定位精度	≤±0.1mm
5	垂向加载行程	≥500mm

序号	项目	要求
6	加载装置单边水平调整	≥400mm
7	二个加载点的最大宽度	≥2080 mm
8	加载行程测量精度	≤±0.1mm
9	加载装置横向定位精度	≤±0.3mm
10	重复试验精度	≤±200N
11	轮对支撑单元上表面水平高度差	≤0.5mm
12	垂向 50kN 载荷加载状态下，单处支撑单元垂向方向的变形量	≤0.2mm
13	尺寸测量分辨率	≤0.1mm
14	设备整体噪声水平	≤50dB

（2）静载试验台主要传感器精度或分辨率要求:

序号	名称	要求
1	加载装置压力传感器	OIML class 4
2	称重单元压力传感器	OIML class 6
3	自动对中传感器	精度≤±0.02 mm
4	尺寸测量传感器	分辨率≤0.1mm
5	激光位移传感器	精度≤±0.1 mm
6	加载行程线性传感器	精度≤±0.1 mm

（3）设备必须有自动对中定位系统，将转向架推动到该设备测试台的合适位置后，在静载试验开始之前，应首先进行自动对中找正，即通过控制系统可自动实现转向架的纵向及横向中心与设备的纵向及横向中心重合，也可实现人工操作方式对转向架进行对中定位，定位精度均不大于 0.5mm，对中找正的纵向、横向偏差值应在设备显示屏上实时显示。

（4）设备显示屏应为简体中文界面，可显示待测试转向架的三维模型图，并可在相应部位实时显示转向架在静载状态下轴距、轴平行度、车轮内侧距、加载装置载荷、轮重、轮重差、轴重差、转向架高度，电阻等各项测量值，测试完成后能够以 EXCLE 表格形式保存在系统中并按照运营公司作业单文档格式打印出来（能够保存不少于 300 组）。投标方须根据招标方提供的相关转向架图纸进行转向架测试程序的编制，并进行三维图形及相关试验的测量数据显示及相关表格设计制作，具体内容形式须由招标方确认。

（5）须提供完成该设备所有测试功能所必须的硬件及软件，硬件包括完成各种测试工作所必须的各项装置等，软件包括控制软件、可扩展的技术协议和相关技术文件等。该设备的硬件和软件应具有扩展功能，满足后续新增功能的扩展要求。

（6）须随机提供设备所有测量装置的校准装置，保证招标方在验收时及后期使用过程中对设备测量装置相关精度进行检查和定期校正，校准装置必需采用简单快捷轻便的校准装置，包含但不限于：一个标准称重传感器，一个标准油缸及相关连接部件组成，可以直接校准设备上的称重传感器。投标人应提供设备各测量装置的校准周期建议。并在设备使用若干年后，无偿完成一次设备校验标定工作，并出具有关报告或证明文件。

（7）该设备为交钥匙工程，机床运输，吊运卸载，调试安装期间的预埋件，二次灌浆，各类润滑，液压油液，油脂，电源线，接地线，基坑围栏（如有），刀磨具等均由设备厂家负责。即设备正常运转，满足功能验证，预验收合格前的所有工作，人工物料消耗均有厂家承担。

（8）设备预验收合格后，如未投入正常使用，放置一段时间后再次启用前，厂家按设备维保规程，结合设备当期的状态，需进行功能精度评估，不论是否出质保期，无偿做一次状态恢复，包含人工、油料、物料、各项精度指标测试校核、必要零部件更换等各项服务，并对运营公司维护人员进行维保培训。如果预验收合格后，正常投入生产，厂家需承担首次维保的人工、油料、物料的各项服务，具体首次维保方案在设计联络时，结合厂家维保规程再定。

23.4 与智慧场段综合管控平台接口要求（同前相同章节内容）

24 车轮车床

2020 年 1 月 1 日至今（以竣工验收时间为准）车轮车床在城市轨道交通行业有运用业绩（须提供①所投产品的合同协议书、②竣工验收报告或用户证明文件，合同里须列明以上设备。）以上要求会进行业绩评审打分。

24.1 功能

数控车轮车床安装在南京地铁车辆段架大修库轮轴检修区内，该设备用于地铁车辆轮对（带齿轮箱、降噪环）长期运行引起踏面变形后的修正工作，设备操作时避免破坏车轮降噪环，具有数控仿形模式。

（1）机床采用顶尖定位、摩擦驱动，具有自动检测、数控加工、自动排屑等功能。机床为半通过式，全防护，操作位置双门对开。

（2）机床采用轮对两端中心孔定位，由六套驱动装置驱动轮对旋转，组装在刀架上的测量装置对轮对的轮缘及踏面进行自动测量，两套数控刀架对轮对进行自动镟修轮型加工。

（3）机床采用摩擦驱动，不需作任何调整可满足轮对踏面直径 Φ600~Φ1250mm 的自动装夹。

（4）采用每侧上面两个驱动轮、下面一个驱动轮驱动轮对踏面，驱动扭矩大，可满足最大单边镟修深度 8mm。

（5）摩擦驱动装置电机采用变频调速，可满足不同的加工线速度要求，改善断屑。

（6）数控刀架上设计有自动测量装置，可对轮对进行全尺寸测量并具有测量等效锥度及多边形的功能，可测量轮对的直径、内侧距、轮缘高度、轮缘厚度、轮辋宽度、轮缘综合值 qR、滚动园跳动、内侧面跳动、多边形及等效锥度等，测量数据可自动保存、打印、上传。

（7）机床设计有轮载及轴载制动盘加工功能。轮廓加工刀具及制动盘加工刀具须同时布置在数控刀架上，不必换刀即可完成轮廓和制动盘的加工

（8）轮对升降装置采用伺服电机驱动，实现中心孔自动定位及自动卸轮对，降低操作者的劳动强度，避免轮对中心孔损伤。

（9）顶尖定位装置设计有轮对失速监控装置，加工时对转速的实时监测，有效保护机床及刀具。

（10）机床配置碎屑装置，加工后的铁屑通过集屑装置进入碎屑器，破碎后的铁屑通过

密封的输送通道输送至设置在机床附近地面上的铁屑箱内，铁屑存储箱（可移动式）随设备一起配置，数量 2 个，便于人员定期清理铁屑。

（11）机床应有可靠的安全保障控制系统，防止因误操作造成的人身、车辆和设备事故。机床上应有完善的防误操作系统，并具有机床故障的自动诊断装置，在机床出现故障时能准确判断，并及时准确地报警显示。中文显示人机界面。

（12）设备应具有动车轮对齿轮箱托举装置，确保轮对镟轮时齿轮箱的固定。齿轮箱脱举装置的安装应确保动车轮对能沿钢轨推行上机床， 不与齿轮箱及其下部小托轮发生干涉。

24.2 机床工作条件

（1）适应温度：室内-20℃～+50℃；相对湿度：≤95%；海拔高度：≤3700m。

（2）电源：AC380V±10%

24.3 机床的主要技术参数

（1）轮对踏面直径……..Φ600~Φ1250mm

（2）轮对轴长范围……1900~2700mm

（3）轮辋加工宽度范围……120~145mm

（4）轮对最大质量……2000Kg

（5）主电机功率……≤6×11KW

（6）机床总功率……投标人提供

（7）驱动轮转速（变频调速）…… 50Hz 时转速 106r/min

（8）轮对转速……7~42r/min

（9）切削速度…….…… 30~100 m/min（无级）

（10）刀架 X 轴伺服电机扭矩…… 2×27Nm（暂定）

（11）刀架 Y 轴伺服电机扭矩…… 2×27N．m（暂定）

（12）进刀量…… 0.5~2mm/r

（13）最大单边加工余量……8mm

（14）最小单边加工余量……0.1mm

（15）机床生产率……单刀机加工时间≤25 分钟（含辅助时间）

（16）踏面轮廓度……≤0.10mm

（17）轮缘踏面径向跳动……≤0.05mm

（18）轮对端面跳动……≤0.05mm

（19）加工表面粗糙度…… ≤6.3μm

（20）同一车轮相互垂直的直径差…… ≤0.05mm

24.4 机床的构成

机床主要由床身、摩擦驱动装置、左立柱、右立柱、左定位及失速监控装置、右定位装置、数控刀架、自动测量装置、轮对升降装置、刀具、液压系统、电气控制系统、自动排屑装置、润滑系统、安全防护系统等部分组成。

（1）床身

床身采用高牌号的整体铸铁件，具备合理的结构和布筋，使机床具有刚性好、精度高、精度保持性好等特点。床身两端组装有左右顶尖定位及摩擦驱动装置，中部组装双数控十字刀架。

（2）摩擦驱动装置摩擦驱动装置由变频电机、减速机组成，变频无级调速，应满足加工轮对不同状态切削用量的需要。

（3）左定位及失速监控装置

左定位及失速监控装置组装于左立柱的中上部，由活动顶尖、定位套筒、旋转编码器、梯形丝杆、液压马达等组成；轮对顶尖定位后，定位套筒由梯形丝杆自动锁紧，确保定位装置的精度及刚性。

活动顶尖尾部组装有旋转编码器，监测轮对的转速是否正常，当检测到轮对转速与驱动箱驱动轮对的理论转速差距超限，数控刀架将降低进给速度镟修轮对，后续检测如还没有改善，数控刀架停止进给、快速退刀并报警。

（4）右定位装置

右定位装置组装于右立柱的中上部，由活动顶尖、定位套筒（定位油缸）等组成；轮对顶尖定位后，定位套筒由液压自动锁紧，确保定位装置的精度及刚性。

（5）数控刀架

数控刀架组装于床身中部，为双数控十字刀架，均可沿 X 轴、Z 轴两坐标移动。数控刀架的导轨采用滚柱直线导轨，滚珠丝杠采用高精度研磨丝杠；由交流伺服电机（绝对值编码器）、联轴器、滚珠丝杠驱动，数控刀架的 X 轴、Z 轴伺服电机的扭矩均为 27Nm。

（6）自动测量装置由测量轮、笔式传感器、带位移传感器的直线导轨、油缸等组成；该装置组装于数控刀架上，测量时测量头自动升出，测量箱门自动开启，测量结束后测量头自动缩回；可测量轮对的直径、内侧距、轮缘高度、轮缘厚度、轮辋宽度、轮缘综合值 qR、滚动园跳动、内侧面跳动、多边形及等效锥度（详细说明该项功能所有测量项点的测量原理及技术方案）等，测量数据可自动保存、打印、上传。打印文档编辑格式需按运营公司作业单要求执行，应配备激光打印机 1 台（A4 页面），选用国际名牌产品。

测量装置组装在刀架上，由密封的可自动开启的保护罩保护，可避免加工的铁屑对其造成伤害。

（7）刀具

车轮轮缘踏面、车轮轮载刀具宜采用通用刀具，如采用专用刀具，待调试定型后，随机提供 2 年内的消耗量（具体数量设计联络时待定）。

（8）轮对升降装置

轮对升降装置采用伺服电机驱动及自动测量，实现中心孔自动定位及自动卸轮对，避免轮对中心孔损伤。

（9）液压系统

液压系统的泵、阀组、管接头、密封件、比例阀等所有液压元件应采用国际知名产品；液压站配需配置风冷却装置及加热装置，确保液压系统稳定、可靠、无泄漏。液压系统应有减噪设计，噪声≤80dB。液压管路须采用不锈钢管或软管加刚性支架保护形式，所有管接头均采用卡套式不锈钢管接头。设备液压标准储油器应配有油位指示计，液压系统设有电气监控报警的滤油器，遇堵低压时系统报警，油箱设有加热器防止冬季油温 过低，加热器油温加热时间不得超过 30 分钟，设有散热片，防止夏季 油温过高。

（10）电气控制系统

数控系统采用轨交大量应用的国际知名品牌，电气控制柜需带有空调。

（11）自动排屑装置

铁屑通过机床的集屑系统，经破碎后的铁屑自动排至设置在机床附近地面的集屑箱。

（12）润滑系统

机床应设置可靠的润滑系统，数控滑台的直线导轨、滚珠丝杠、驱动箱的直线导轨采用集中润滑站润滑，驱动减速箱采用飞溅润滑，其余均为油脂润滑，油脂通过油嘴加注，所有润滑部位不允许出现渗漏现象。

（13）安全防护系统

机床采用全防护形式，防护门应具有联锁防撞安全保护功能，防止意外安全事故。

（14）投标人应提供满足设备测量系统功能的校验用标准轮对，提供计量合格证，以供设备测量系统的定期校验，标准轮对所有权归招标人所有。

24.5 其它

（1）机床应具有合理的结构、高的稳定性、可靠性和耐久性，操作简单，维修方便。机床的设计使用寿命不小于 30 年，大修周期不小于 10 年。

（2）该设备为交钥匙工程，与设备安装相关的所有土建设计、施工、防护、电力改造（增设配电箱、控制开关等）等工作均由投标人提资给有关专业，设备要求室内基坑安装，投标方应考虑设备供货，前期提资条件的复核应在土建，机电，轨道等专业撤场前落实完整，如后期设备的基础投标方需重新设计，牵涉开挖，二次断轨和施工以及现场恢复均由投标人负责，如果投标人不具备相应土建资质，则应由专业土建施工方负责实施，项目施工管理由投标人负责。

（3）该设备为交钥匙工程，机床运输，吊运卸载，调试安装期间的预埋件，二次灌浆，各类润滑，液压油液，油脂，电源线，接地线，基坑围栏（如有），刀磨具等均由设备厂家负责。即设备正常运转，满足功能验证，预验收合格前的所有工作，人工物料消耗均有厂家承担。

（4）设备预验收合格后，如未投入正常使用，放置一段时间后再次启用前，厂家按设备维保规程，结合设备当期的状态，需进行功能精度评估，不论是否出质保期，无偿做一次状态恢复，包含人工、油料、物料、各项精度指标测试校核、必要零部件更换等各项服务，并对运营公司维护人员进行维保培训。如果预验收合格后，正常投入生产，厂家需承担首次维保的人工、油料、物料的各项服务，具体首次维保方案在设计联络时，结合厂家维保规程再定。

24.6 与智慧场段综合管控平台接口要求（同前）

25 固定式轮对轴承退卸机

轮对轴承退卸机主要安装在南京地铁 11 号线石塘南车辆段架大修车间内，对轮对轴承的退卸，该设备应能满足带齿轮箱与制动盘的 A 型及 B 型电客车两种类型，动/拖车轮对轴承的拆卸需要。

轴箱轴承退卸机采用的主要技术标准及规范包含但不限于：

JB/T1829-2014　锻压机械通用技术条件

JB/T 9954-1999　锻压机械液压系统清洁度

JB9967-1999液压机噪声限值

GB/T 3766-2015 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求

GB5091-2011　压力机用安全防护装置技术要求

JB/T10051-1999 金属切削机床液压系统通用技术条件

GB15760-2004　金属切削机床安全防护通用技术条件

GB/T16754-2021 机械安全急停功能设计原则

25.1 设备要求

（1）该设备应采用在线通过式布置，轴承退卸后可自动将轮对推出，满足流水线检修需求。

（2）设备具有足够的强度、刚度，噪音低、运行平稳、抗震性好；且具有完善的液压、电气、电子设备，各部分安装可靠的安全保护、报警、保险措施，以防止误操作或意外事故。

（3）该设备须满足不同品牌主流轴承型号退卸要求。尤其需重点考虑 B 型轮对轴承退卸时，是连着轴箱一起退卸的特殊要求，绝对不能在退卸轴承的过程中，损伤车轴，轴承等各组成零件。

（4）应采用轮对锁紧机构技术保证退卸过程中轮对不窜动，以保证油缸压力的稳定和退卸的准确。

（5）应具有数据采集自动校正功能，软件应具有操作导向及参数设置，操作简单、可靠。

（6）轴承退卸要求自动完成并必须满足双头同步退卸和单头退卸的要求，同时应具有手动分步逐级退卸功能。

（7）该设备必须设有安全保护联锁装置和短路、断路及漏电保护装置，停电或意外停机

时的保护装置及各台位的操作台应设有急停按钮。具有完善、可靠的联锁防撞、安全保护和故障报警等功能，以防止意外事故对设备造成的损坏，所有电器装置均应具有安全可靠的接地装置。

（8）该设备的所有压力表要求在交货前送相关计量部门完成压力表计量工作，同时保证宁句线架修作业开工时能正常使用（在有效期内），并提供相应证明材料；要求所有压力表易拆卸利于后期送检计量。

（9）该设备为交钥匙工程，与设备安装相关的所有土建设计、施工、防护、电力改造（增设配电箱、控制开关等）等工作均由投标人提资给有关专业，前期提资条件的复核应在土建，机电等专业撤场前落实完整。轴承退卸机要求基坑安装，投标方应考虑设备供货，前期提资条件的复核应在土建，机电，轨道等专业撤场前落实完整，如后期设备的基础投标方需重新设计，牵涉开挖，二次断轨和施工以及现场恢复均由投标人负责，如果投标人不具备相应土建资质，则应由专业土建施工方负责实施，项目施工管理由投标人负责，

25.2 设备组成

（1）轴承退卸机应由机体、左右退卸装置、轴承卸料托架装置、智能整体支撑锁紧推轮系统、液压系统、测量及电气控制系统等部分组成。

（2）设备机体采用整体焊接，并进行去应力退火，油缸座与机座全部采用机械加工成型，设备整体制造精度高。

（3）左右退卸油缸装置：可单端或双端同步退卸，轴承退卸后可自动滚出工位，采用推拔拆卸结构设计，轴承的拆卸力由拆缸总成承受，不传递到床身。

（4）轴承卸料托架装置：轴承从车轴上退卸出来后落入安装在底座滑台座前端的轴承卸料托架上，并自动沿滑轨滚入轴承存放槽内，托架及存放槽均采用聚氨酯或橡胶垫包裹，厚度不得小于 5mm。

（5）轮对智能整体支撑、锁紧、推轮系统：

- 智能支撑升降机构：升降机构应可自动调整轮对水平及与两端退卸油缸的同心度，应充分考虑动车轮对齿轮箱偏重对平台水平影响以及制动盘、齿轮箱结构对升降支撑的影响和不同轮径值对定位精度的影响，调整后的轮对水平偏差不得大于 0.5mm，与两端退卸油缸中心线的同心度不得大于 0.5mm，对于轮对偏重造成的影响以及制动盘、齿轮箱结构对升降支撑的影响投标人应有合理可靠解决措施，应对此进行详细描述。

- 升降机构不得采用轴颈或轴承部位作为承力点。
- 轮对锁紧机构：投标人应对轮对锁紧机构进行详细说明，如若采用顶尖定位的方式，顶尖必须作有效防护，在保证夹紧力的情况下不得伤害轮对顶尖孔。
- 推轮机构：当轴承退卸完后，推轮油缸动作，从而能将整个轮对推出工作位。

（6）测量及电气控制系统：

设备控制系统应由工控机进行，具有自动控制模式和手动分步操作模式，软件可视化程度高，人机界面友好，具有退卸全部操作导向及参数设置，操作简单、可靠。控制系统实现设备的运行控制、状态监控、参数设置、数据采集等工作，具有超压报警功能，在工作过程中出现压力异常等情况，系统将自动停止工作。设备设有安全保护联锁装置和短路、断路及漏电保护装置，设有急停按钮。提供 IP55 级及以上接地保护。

25.3 设备主要技术要求

25.3.1 轮对主要技术参数（暂定）

序号	参数名称	动车轮对	拖车轮对
1	轮对最大长度（mm）	2250	2250
2	轮径范围（mm）	770-840	770-840
3	轮对内侧距（mm）	1353-1355	1353-1355
4	轮宽（mm）	135±1	135±1
5	轮缘及踏面	参照标准 TB/T 449-2016	
6	轴颈直径（mm）	120	120
7	轮对重量	＜2t	＜2t

25.3.2 轴承退卸机主要技术参数

（1）油缸最大退卸力（kN） 不小于 500

（2）单个液压油缸最大行程（mm） 不小于 460

（3）液压系统工作压力（MPa） 不小于 6

（4）液压系统最大压力（MPa） 不小于 24

（5）液压系统液压波动度 不大于 1%

（6）在工作时的噪音等级（dB）　　不大于 75

（7）压力分辨率：　　≤0.1kN

（8）位移分辨率：　　≤0.01mm

（9）设备总功率：　　≤10kW

（10）电源电压：　　AC 380V±10%50Hz；（三相五线制）

（11）外型尺寸（长×宽×高）投标商在投标时提供

1.1　投标方负责完成设备的选型、安装及调试。对于设备选型、安装及调试所涉及到的土建、轨道供电问题，投标方应与设计单位充分沟通以满足招标方供货要求的各项要求及现场作业的实际需求。

26 固定式轮对轴承压装机

轮对轴承组装机主要安装在南京地铁 11 号线石塘南车辆段架大修车间内，对轮对轴承的压装，该设备应能满足带齿轮箱或制动盘的 A 型及 B 型电客车两种类型，动/拖车轮对的压装需要。

轴箱轴承压装机采用的主要技术标准及规范包含但不限于：

JB/T1829-2014　锻压机械通用技术条件

JB/T 9954-1999　锻压机械液压系统清洁度

JB9967-1999液压机噪声限值

GB/T 3766-2015 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求

GB5091-2011　　压力机用安全防护装置技术要求

JB/T10051-1999 金属切削机床液压系统通用技术条件

GB15760-2004　金属切削机床安全防护通用技术条件

GB/T16754-2021　机械安全急停功能设计原则

26.1 设备要求

（1）该设备应采用固定在线通过式布置，轴承压装后可自动将轮对推出，满足流水线检修需求。

（2）设备具有足够的强度、刚度，噪音低、运行平稳、抗震性好；且具有完善的液压、电气、电子设备，各部分安装可靠的安全保护、报警、保险措施，以防止误操作或意外事故。

（3）该设备须满足不同品牌主流轴承型号压装要求。重点考虑 B 型轮对轴承压装时，是连着轴箱套装一起压装的特殊要求。设备能够自动生成压装曲线：压装曲线为轴承位移—压力—保压时间曲线，分辨率高，压装过程反映准确、清晰；内置软件需满足不同轴承压装要求。

（4）压装机放置在同温间内，室内至少放置 8 个轮对及对应轴承，满足轮对、轴承压装前同温静置 8 小时以上的工艺要求；需在房间内配置 4 台空调（如土建机电专业已配，则无），保证室内温度湿度满足压装要求。

（5）应采用轮对锁紧机构技术保证压装过程中轮对不窜动，以保证油缸压力的稳定和退

卸的准确。

（6）应具有数据采集自动校正功能，软件应具有操作导向及参数设置，操作简单、可靠。

（7）轴承压装要求自动完成并应满足双头同步压装或单头压装的要求，同时具有手动逐步压装功能。

（8）该设备必须设有安全保护联锁装置和短路、断路及漏电保护装置，停电或意外停机时的保护装置及各台位的操作台应设有急停按钮。具有完善、可靠的联锁防撞、安全保护和故障报警等功能，以防止意外事故对设备造成的损坏，所有电器装置均应具有安全可靠的接地装置。

（9）该设备的所有压力表要求在交货前送相关计量部门完成压力表计量工作，同时保证宁句线架修作业开工时能正常使用（在有效期内），并提供相应证明材料；要求所有压力表易拆卸利于后期送检计量。

（10）该设备为交钥匙工程，与设备安装相关的所有土建设计、施工、防护、电力改造（增设配电箱、控制开关等）等工作均由投标人提资给有关专业，前期提资条件的复核应在土建，机电等专业撤场前落实完整。轴承压装机要求压装间内基坑安装，投标方应考虑设备提前进场供货（大型主机需吊装的，应在压装间封门前），如后期设备的基础，投标方需重新设计，牵涉开挖，二次断轨和施工以及现场恢复均由投标人负责，如果投标人不具备相应土建资质，则应由专业土建施工方负责实施，项目施工管理由投标人负责，

26.2 技术要求

（1）轴承压装机由机架、左右主压装组合油缸及压头导向装置、轮对升降装置、锁紧装置、轴承支座、轴承滚轮机构、液压系统、测量及电气控制系统组成。

（2）机架：采用整体焊接，并进行整体去应力退火，在数控机床上进行整体加工，需具有足够的刚度和强度，良好的减震性和持久的稳定性。

（3）轮对升降装置：升降机构应可自动调整轮对水平及与两端退卸油缸的同心度，应充分考虑动车轮对齿轮箱偏重对平台水平影响以及制动盘、齿轮箱结构对升降支撑的影响和不同轮径值对定位精度的影响，调整后的轮对水平偏差不得大于 0.5mm，与两端退卸油缸中心线的同心度不得大于 0.5mm，升降机构不能采用轴颈部位作为承力点，对于轮对偏重造成的影响以及制动盘、齿轮箱结构对升降支撑的影响投标人应有合理可靠解决措施，应对此进行详细描述。

（4）锁紧装置：压装过程中需保证轮对不左右串动，如若采用顶尖定位的方式，顶尖必须作有效防护，在保证夹紧力的情况下不得伤害轮对顶尖孔，投标人应对轮对锁紧定位装置进行详细说明，优先选用对轮对顶尖不造成伤害的锁紧方式。

（5）轴承支座：保证承托所压装轴承中心线与活塞中心线相同心，方便压装。

（6）左右主压装组合油缸：中心油缸装有顶尖用于轮对精确定位，中间缸用于穿轴承内孔，外油缸用于轴承压装，压装过程同心，确保压装质量。外缸活塞杆装有位移传感器，油缸后腔设有压力传感器，压装工作时通过计算机计算并记录压装参数。

（7）主压油缸导向测量装置：由直线导轨、导向板、位移传感器等组成。保证压头足够的测量精度要求。

（8）投标人应根据南京地铁电客车使用不同型号的轴承编制不同的压装程序，并可在操作页面进行选择，具备手动分步操作功能。不同压装程序对应的贴合压力，应可通过设置在操作台的档位开关进行选择，无须手动调节调压阀。

（9）液压系统：液压缸采用双动力系统，压装过程互不干涉；运行时液压系统配有节流阀保证双缸同步。

（10）滚轮机构：轴承压装过程中必须通过滚轮机构保证外圈均匀转动，防止卡滞，滚轮机构由电机驱动，采用滚子与轴承下接触方式，接触力可调。

（11）可适应不同轮径车轮的压装要求，具有高测量精度，高响应速度并具有极佳的抗震、抗干扰能力，以确保数据的准确性。

（12）控制系统实现设备的运行控制、状态监控、参数设置、数据采集等工作，具有超压报警功能，在工作过程中出现压力异常等情况，系统将自动停止工作。设备设有安全保护联锁装置和短路、断路及漏电保护装置，设有急停按钮。提供 IP55 级及以上接地保护。

（13）测量系统建议采用德国海德汉 Heidenhain、英国雷尼绍 Renishaw、日本三丰（Mitutoyo）或同档次品牌。

（14）设备控制系统由工控机或 PLC 完成，具有自动、手动压装功能，软件可视化程度高，人机界面友好，具有压装全部操作导向及参数设置，操作简单、可靠。工控机和数据存储单元选用当前的主流配置。应满足 windows 中文操作系统，21 寸以上液晶彩色显示器，CPU Intel 酷睿 i5 以上系列，8G 以上内存，1TB 硬盘，高速激光打印机（建议采用 HP LaserJet 系列激光打印机）。以上硬件应按市场主流配置。配备 RS232C 接口、USB 接口、RJ45 接口。

（15）压力曲线及智能判断：不同的压装程序均具有位移压力曲线、时间压力曲线两种独立的记录方式，自动实时检测和记录轴承压装力曲线，具有数据存储，曲线记录，智能判

断等功能。打印机自动打印出压力曲线和压装力、贴靠力、贴压差以及结果判断等有关数据记录，曲线记录准确。

（16）系统故障诊断功能：所有电磁阀及发讯源、压力传感器等信号在工控机上实时反映,能实时诊断，判断故障点，方便维修。具有误输入，误操作否决功能。

（17）具有数据采集校正功能：包括零点校正和增益校正，使系统采集的压力值与实际情况相符。

（18）提供 2 套防尘挡圈正位工装用于热套时正位，确保防尘挡圈热套后跨距符合要求且不偏移，正位工装尺寸及形式可根据现场实物确定。

26.3 轮对主要技术参数（暂定）

序号	参数名称	动车轮对	拖车轮对
1	轮对最大长度（mm）	2250	2250
2	轮径范围（mm）	770-840	770-840
3	轮对内侧距（mm）	1353-1355	1353-1355
4	轮宽（mm）	135±1	135±1
5	轮缘及踏面	参照标准 TB/T 449-2016	
6	轴颈直径（mm）	120	120
7	轮对重量	＜2t	＜2t

26.4 轴承型号和压装要求

26.4.1 轴承型号

（1）SKF BC2-0111 双排圆柱滚子轴承，内径 120mm，贴合力 320±5kN；

（2）SKF TBU-1639609AA-07 双排圆锥滚子轴承，内径 120mm，贴合力 175±5KN；

（3）FAG F-587885.ZL 双排圆柱滚子轴承，内径 120mm，贴合力 250±5kN。

（4）TIMKEN 轴承型号待设计联络时确定。

26.4.2 轴承压装要求

（1）SKF BC2-0111 型号轴承要求压装前将轴承至于轴箱中，通过压头将轴承轴箱组件

压装到位，贴合力 320±20KN，保压 5s；

（2）SKF TBU-1639609AA-07 型号轴承要求压装的最终贴合力为 150kN～200kN，保压时间 5s；

（3）FAG F-587885.ZL 双排圆柱滚子轴承要求进行两次压装，第一次压装时最终贴合力达到 230kN～270 kN 时，立即泄压到 0kN，并再次压装，最终贴合力达到 230kN～270 kN。若第一次的最终贴合力不满足要求，不得进行二次压装。

（4）TIMKEN 轴承压装要求待设计联络时确定。

26.5 轴承压装机主要技术参数

（1）压装油缸最大压装力（kN） 不小于 500（压力值可设定）

（2）单个液压油缸最大行程（mm） 不小于 460

（3）液压系统工作压力（MPa） 不小于 5.6～6.35 (根据贴合力调定)

（4）液压系统最大压力（MPa） 不小于 16

（5）液压系统液压波动度 不大于 1%

（6）压力精度（kN）（压力检测当量） 不大于 0.1

（7）位移精度（mm）（位移检测当量） 不大于 0.01

（8）主油缸同轴度误差（mm） 不大于 0.1

（9）在工作时的噪音等级（dB） 不大于 75

（10）设备总功率： ≤10kW

（11）电源电压： AC 380V±10%50Hz；（三相五线制）

（12）外型尺寸（长×宽×高）投标商在投标时提供

26.6 与智慧场段综合管控平台接口要求（同前相同章节内容）

27 轮对荧光磁粉探伤机

轮对荧光磁粉探伤机用于南京地铁车辆不退轮状态下对车轴轴身，轴颈探伤，能高效、准确、清晰地无损检测到车轴表面或近表面的裂纹缺陷，保证探伤灵敏度。

车轮磁粉探伤设备采用的主要技术标准及规范包含但不限于：

JB/T 8290-2011 《磁粉探伤机标准》

JB/T 8290-2011 《无损检测仪器 磁粉探伤机》

JB/T 6065-2004 《无损检测 磁粉检测用试片》

TB/T 2047-2005 《铁路磁粉探伤用磁粉供货技术条件》

27.1 设备要求

该设备为卧式机床结构荧光磁粉交流探伤机，轮对上下料采用通过式进出，以适用于轮对检修流水线作业需要，满足 1 名操作人员可完成全部工作。设备在非工作状态下不影响轮对的正常通过。设备可在不需要转盘的情况下适用于齿轮箱左右方式探伤及通过。

27.2 设备组成

设备应包括但不限于以下主要组成部分：上下部总成、暗室总成、喷洒装置总成、气动管路系统、电控系统和工控机系统。

（1）上下部总成：上部总成应包括磁轭总成、变压器、磁化装置、紫外灯具、喷液系统等；下部总成应包括进轮机构、缓冲机构、滚轮机构、出轮机构及荧光磁悬液回收装置等。

（2）暗室总成：暗室总成应包括门帘系统和壳体，根据暗室面积配置安装空调一台。

（3）磁悬液喷洒系统：磁悬液喷洒系统一般由储液罐、（管道）泵、主管系，阀门、分配器、喷头、搅拌支管、挡水板、回流管、液面显示器等构成。

（4）气动系统：气源三联体、管系、电磁阀、单向节流阀、消声排气节流阀及各气缸等。

（5）电控系统：PLC 可编程序控制器和触摸屏部分、电机及电磁阀等强电执行部分、磁化、退磁部分、紫外线灯和照明灯部分等。

（6）其它：包括阻容吸收回路、指示灯回路以及表头等部件。

27.3 设备主要技术要求

（1）该设备应满足对不退轮状态下的车轴探伤；包括带齿轮箱状态下的轮对全车轴部位

的探伤(不分左右)，齿轮箱左右方向时均可进行有效磁化。

（2）磁化方法：投标方应提供车轴合理的磁化方法；在外加磁场的作用下，车轴表面的周向和纵向磁化由小到大同时达到足够磁化强度。

（3）采用非吸合线圈式的纵向磁化方式，齿轮箱左右位置均有足够的纵向磁化强度，并保证齿轮箱顺利通过设备，投标人应对此详细描述。

（4）磁悬液包括荧光磁粉、分散剂、消泡剂、防锈剂、水等，磁悬液传输系统不允许出现漏液和堵塞现象，输送系统及回收系统管路的材质均需为不锈钢或无磁悬液吸附的材料。储液箱应设有搅拌机构，施加装置应能使磁悬液稳定施加至被检表面且不影响已形成的磁痕。设备应有磁悬液回收装置，喷洒到工件上，不应产生飞溅至设备外，产生环境污染，同时必须保证磁悬液不能污染各运动轴承，磁悬液应可循环利用。

（5）磁悬液更换时，不须将储液箱吊出的方式，不用起吊状态下即可完成磁悬液更换，此外要求日常磁悬液状态检查工作方便易行。

（6）控制系统核心部件采用 PLC 可编程序控制器，全工作过程控制在 PLC 控制系统下能够独立运行，自动化程度高，工作可靠，操作方便应具有闭环调节、自动退磁、自检等功能。配备良好的中文显示人机界面，操作界面直观方便。

（7）设备主要零部件应采用国内外知名品牌，夹头等主要导电部件应导电良好，不应含铅等有毒材料，投标人应提供主要外购件清单。

（8）设备应同时满足自动控制操作及手动分步操作实现送退轮、磁悬液喷洒（喷淋装置设计合理，喷洒到位）、轮对磁化、自动探伤、退磁等全部过程。

（9）设备应具有故障自动诊断、检测、查询及报警显示功能，可实现故障报警、显示、过程监视功能。有完善的防误操作功能。

（10）探伤机与上下步操作设备有良好接口，同时与车辆信息管理系统预留通讯接口。

（11）在室温 20℃±5℃，相对湿度不大于 85%条件下，各回路绝缘强度在规定试验电压作用下，历时 1min 无飞弧和击穿现象。

（12）该设备配套须设有铝合金框架专用暗室，暗室留有 2 扇门，方便轮对的进出。门的两侧装有电动门帘，在探伤的时候自动关闭，保证暗室内部的白光不超标。另配备黏贴紫外线警告牌的紫外线灯具及排风装置，在距离 380mm 处试件表面，紫外线辐照强度应大于 1000μW/cm²，采用冷光源，保证足够的辐照量同时尽量避免对操作人员的伤害。

（13）灵敏度要求：灵敏度设置时，与被检区域平行的任何一点外加磁场强度应达到 2000A/m；综合灵敏度要求可以清晰显示 A1 型 15/50 型标准试片上的人工刻槽。

（14）试件夹持装置应夹持可靠，移动灵活，不应有停滞现象。

（15）随机附带五套 A115/50 型磁粉探伤用标准试片，以及梨形沉淀瓶（100ml）、电子秤、磁强仪（JCZ-10 型）、白光照度计（便携式，0-2000Lx）、荧光照度计（便携式，0-2000μw/cm²）、紫外线强度辐射计（UV-A 紫外线强度辐照计 单通道/黑光照度 365nm）、剩磁仪（WT10B 数字特斯拉计）各 2 件。供应商应提供调试期间的所有消耗料（包含且不限于复合荧光磁粉）。

（16）该设备为交钥匙工程，与设备安装相关的所有土建设计、施工、防护、电力改造（增设配电箱、控制开关等）等工作均由投标人提资给有关专业，设备要求室内基坑安装，投标方应考虑设备供货，前期提资条件的复核应在土建，机电，轨道等专业撤场前落实完整，如后期设备的基础投标方需重新设计，牵涉开挖，二次断轨和施工以及现场恢复均由投标人负责，如果投标人不具备相应土建资质，则应由专业土建施工方负责实施，项目施工管理由投标人负责，

27.4 其他技术要求（数据仅供参考，以设计联络为准）

（1）动轮尺寸（新造）：

外形轮廓 2190×φ206mm

轴身直径 φ163mm；轴颈直径 φ120mm；轮座直径 φ198mm

（2）拖轮尺寸（新造）：

外形轮廓 2190×φ198mm

轴身直径 φ150mm；轴颈直径 φ120mm；轮座直径 φ198mm

（3）作业范围　车轴轴身，轴颈表面或浅表面的荧光磁粉探伤

（4）轮对工作转速　5rpm

（5）周向磁化电流　AC 0-3000A（有效值）连续可调（带断电相位控制）

（6）纵向磁势　0-24000 安匝

（7）退磁方式自动衰减式　退磁效果≤0.2mT

（8）设备功率≤15kW

（9）工作能力　不超过 2.5min/轮对

（10）输入电源　三相交流电 380V±10%，50Hz 最大电流 100A

（11）数据存储器容量　≥5000 条车轮轮对探伤数据（配 1T 以上硬盘）。

28 轮对超声波全自动探伤装置

28.1 现场作条件

工作时间：　　年工作 250 日天，每天工作 8 小时

工作电源　　380V±10%，50Hz

环境温度　　-20℃～50℃

环境湿度　　40%～90%（空气相对湿度不大于 95%,无结露）

车轴表面粗糙度为 Ra≤6.3 时，能正常检测

28.2 设备要求

该轮对超声波探伤机主要利用组合超声探头位于车轴轴颈、车轴轴身部进行检测，同时采用 0°探头和小角度探头（2 种探头）在轴端对轴身穿透检测和轴颈卸荷槽区域进行扫查。

可以自动完成轮轴轮座镶入部内侧、外侧，盘座镶入部探伤扫查，及两端面轴颈根部、轴颈卸荷槽部位、全轴透声性能和内部缺陷的同时探伤扫查。超标缺陷自动记录，探伤参数自动存储。自动填写和打印探伤记录和报告。

28.3 基本要求

轮对超声波全自动探伤装置安装在南京地铁 11 号线石塘南车辆段架大修库内，对电客车转向架轮对架大修或新组装时对 A 型车轮对（11 号线），B 型车轮对（宁天线含轮装制动盘）的轮轴：全轴穿透、轴颈根部（卸荷槽）、轮座镶入部超声波成像自动检测。符合交钥匙工程，包括设备购置、基础制作、样板轮对（如 A 型，B 型轮对可统一，则提供一条）、吊装运输、落地就位、安装调试、验收交接、人员培训等。

含全自动探伤主机 1 台及便携式轮对超声波探伤装置 1 套含便携式超声波探伤仪和转轮器两部分组成

JB/T10061-1999 《A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术方案》

JB/T10062-1999 《超声探伤用探头性能测试方法》

JB/T9214-1999 《A 型脉冲反射式超声探伤系统工作性能测试方法》

铁道部铁运 [2007] 98 号《铁路客货车轮轴组装、检修及管理规则》、运装客车[2009]493 号《铁路客车轮轴探伤工艺规程（试行）》。

运装管验[2009]343 号《铁路客货车轮轴超声波探伤设备技术条件（暂行）》。

铁总运（2013）191 号《铁路客车轮轴组装检修及管理规则》。

28.3.1 轮对超声波自动探伤机

（1）轮对自动超声波探伤机主要用于检测全轴及轮对轮座镶入部、卸荷槽和轴身等部位缺陷，同时也检测材质不良。其探伤方法、质量标准、记录和性能校验等均应符合 TG/CL 206-2013 中第 5.6 要求。

（2）整套系统采用阵列式探头布置；以通过式作业模式，进行自动探伤作业。

（3）自动探伤机应采用目前行内先进的探头架固定、轮对转动检测模式。

（4）机械系统应能满足探伤工艺的要求，动作应灵活、可靠，探伤扫查应科学、合理，无明显的振动干扰。应能按照设定程序自动完成探伤检查全过程，包括上料后的自动对中、定位、转轮、扫查和下料等，同时具有手工控制作业模式。启动或停止时，不得有冲击现象。转轮速度应连续可调，并能满足探伤工艺要求。

（5）设备制造厂应有丰富的轮对超声波探伤机制造经验。设备制造厂投标的产品应在轨道交通行业相关单位有应用案例。

（6）投标人提供 1 条轮对超声波自动探伤用对比试样轮对(兼容 A，B 型车轮对，大致参照 TG/CL 206-2013 附件 11 中 RD3A 型标准)，制作厂家应是铁道行业公认的制造商，对比试块应配有相关的检验合格证和铭牌。

28.3.2 便携式轮对超声波探伤装置

（1）**设备由便携式超声波探伤仪和转轮器两部分组成**。其中转轮器用于转动轮对及上下料通过，位于轮对超声波自动探伤机探伤房内且便于轮对检修流水线作业需要。

（2）转轮器通过驱动踏面的方式转动轮对，不受动车轮对齿轮箱及制动盘结构的影响。

（3）探伤仪采用彩色 TFT 液晶显示屏，全 VGA 分辨率（640×480）。

（4）采用可调方波激励技术，对检测高衰减或厚工件有良好的穿透性和信噪比。

（5）配备高速网络接口提供远程数据传输及控制功能；高速主控 USB 接口，可以外挂高容量存储设备，也可接 USB 鼠标等输入设备以方便对图象化波形的高效分析。

（6）采用两维增量型编码器接口，兼容电压型和电流型编码器，获得优良的 B 扫或 C 扫超声波形图像。

（7）最高采样率不小于 640MHz，测量分辨率 0.1mm，最小范围 2mm。

（8）带有调节选项的高性能脉冲方波发生器，和探头实现最佳的匹配(可实现无感线圈探

头的优良激励)。

（9）采用锂电池供电，连续工作时间不小于 6 小时，内置充电功能；电池、直流供电自动检测显示；充电、供电自动切换，充电温度双重保护；电池使用寿命需满足 5 年以上。

（10）具备 LAN 网络接口，实现数据的远程传输及仪器控制。当仪器做为方波发生器时，可提供对仪器参数的控制。

（11）探伤仪应能自动测试探头频率、自动优化方波宽度，具备图像化厚度报警功能、波形连续存储功能及多种波形测量模式，具备自动测量仪器指标功能及波峰自动搜索功能。

（12）每套设备大致应配备 2.5P20 直探头，K1 斜探头，K1.2 斜探头，K2 斜探头及相应探头线各五套，并配备 TS-1 型、TZS-R 型（60-110）、CSK-1A 型、CS-1-5 型及车轴实物试块（如需要）各一套（上述探头试块的所有参数具体可待技术联络时确认），其中实物车轴由投标方负责提供，投标方承担运输及后期所有工艺加工。

（13）要求投标方随设备一起提供各探块的存放柜（工具柜）及车轴实物试块的存放架一套。

（14）该设备为交钥匙工程，与设备安装相关的所有土建设计、施工、防护、电力改造（增设配电箱、控制开关等）等工作均由投标人提资给有关专业，设备要求室内基坑安装，投标方应考虑设备供货，前期提资条件的复核应在土建，机电，轨道等专业撤场前落实完整，如后期设备的基础投标方需重新设计，牵涉开挖，二次断轨和施工以及现场恢复均由投标人负责，如果投标人不具备相应土建资质，则应由专业土建施工方负责实施，项目施工管理由投标人负责。

28.4 设备组成

该设备主要由探伤房、轮对超声波自动探伤机、超声波探头、计算机控制台、对比试块、稳压装置、接地装置、耦合液循环系统、上下料装置、样轴等组成；便携式轮对超声波探伤装置主要由**便携式超声波探伤仪和转轮器**等部件组成。

序号	名称	技术要求	数量
1	轮对超声波自动探伤机	1）硬件实时采样频率≥80MHz； 2）衰减器控制总量≥80dB，在规定的工作频率范围内，每 12dB 误差≤1dB; 3)灵敏度余量≥46dB（2.5MHz 钢中纵波）； 4）分辨力≥26dB(2.5MHz 钢中纵波)；动态范围≥26dB； 6）垂直线性误差≤6%;水平线性误差≤1%； 8）探测范围≥3m(2.5MHz 钢中纵波)；	1 套

		9）放大器带宽（相对 3dB）:1MHz～8MHz。	
2	超声波探头	1）中心回波频率： 横波探头：2.5MHz；纵波直探头：2.0MHz；小角度纵波探头：4MHz～5MHz; 2)回波频率误差：△f/f≤15%; 3）折射角误差：≤1.5°； 4）分辨力：横波探头≥20dB；纵波直探头≥26dB；小角度纵波探头≥20dB； 5）灵敏度余量：横波探头≥60dB；纵波直探头≥46dB；小角度纵波探头≥50dB； 6）声轴偏斜角：直探头≤1.0°； 7）探头均应全部检验并合格，有检验报告。	5 套
3	计算机控制台	硬盘≥500G； 内存≥1G；CPU≥P4/2.8G； 液晶显示屏；配备彩色激光打印机 1 台；配备计算机标准操作柜 1 套。	1 套
4	对比试块	轮对对比试块符合 TG/CL 206-2013 附件 11 要求。	1 套
5	稳压装置	配置相应的电源稳压器。经过净化稳压之后接入探伤机系统。	1 套
6	接地装置	超声波探伤机、控制柜应有良好的接地装置，接地电阻值≤4 欧姆。	1 套
7	耦合液循环系统	配置耦合液循环装置。	1 套
8	上下料装置	全自动探伤机应配置上下料装置。	1 套
9	探伤房	轮对超声波自动探伤机和手工检测台串联布置在同一个探伤房内，轮对以通过式方式分别进行自动探伤和手工探伤检查。手工检测台应配置转轮器+便携式超声波探伤仪。探伤房需配置空调，温度应保证在 10℃～30℃范围内。	1 套

28.5 设备主要技术要求

28.5.1 轮对超声波自动探伤机

（1）应具有如下功能：自检功能，探伤图形存储和回放功能，峰值搜索功能，“距离-波幅”曲线制作功能，零点自动校准或测距自动校准功能，探伤图形局部展宽功能，探伤工艺参数存储功能，探伤数据处理和探伤报告打印功能，超声波探伤系统日常性能校验、季度性能检查和年度性能评定功能。

（2）应具有企业信息管理系统（KMIS）接口，高速 USB 接口。

（3）图像成形：探伤机应能实现 A 型、B 型、C 型等显示方式，能形成探伤部位的连续

成像展开图，成像灰度≥255 级，须有显示回放方式。

（4）超声波探伤系统、超声波探头技术指标符合行业相关标准要求。

（5）自检功能 在探伤检测之前，须通过自检过程，能检测到影响探伤作业的设备故障，并能显示和存储自检结果。

（6）实时显示功能 应具有探伤图形实时显示功能，能对探伤工作状态和波形实时监视。

（7）抗干扰能力：应有较强的抗电磁干扰和机械振动干扰的能力。

（8）报警功能：当探伤作业偏离选定程序或参数时，应能自动显示并进行声光报警，并对相关问题进行记录。

（9）探头架装置：探伤机应配置 4 组探头架，每组探头架采用组合式探头结构。单个探头架在固定的情况下探测区域能覆盖单个轮座整个镶入部长度。作业时，探头耦合良好。探伤结束后，探头架不得出现划伤车轴表面的现象。

（10）主要硬件机构系统运动时，采用电动或液压传动方式。

（11）探伤机主要机械构件强度应能满足使用要求，不得出现弯曲、凹凸和裂纹等现象。

（12）水槽箱采用不锈钢板制作。入口配备水过滤装置，出口设置电动排水系统。水过滤装置应满足国家相应的标准。

（13）轮对转动速度应在 1r/min～5r/min 范围且可调，探头覆盖率不得小于 10%。

（14）轮对超声波自动探伤机在非工作时，轮对应可直接通过探伤机，不得干涉。

（15）记录和存储：设备应能对探伤过程中的有关数据、参数、图像成型（A、B、C）和探伤结果等进行自动记录和存储，并能进行回放、查询，按规定格式输出探伤结果。性能校验表、记录表等均应符合 TG/CL 206 -2013 中第 5.6 要求。

28.5.2 便携式轮对超声波探伤装置

（1）动轮尺寸（新造）：外形轮廓 2190×φ206mm

轴身直径 φ163mm；轴颈直径 φ120mm；轮座直径 φ198mm

（2）拖轮尺寸（新造）：外形轮廓 2190×φ198mm

轴身直径 φ150mm；轴颈直径 φ120mm；轮座直径 φ198mm

（3）发射脉冲：方波，发射电压 25V-250V 连续可调，25V 步进。宽度 30ns～1000ns 连续可调，步进 5ns(特殊可 0.25ns)。在 400Ω/200V 下，双沿小于 10ns，高频时自动优化为脉冲激励。

（4）工作方式:单、双。

（5）阻尼:400、80Ω。

（6）工作频率: 0.5～20MHz，分宽带、窄带两档。

（7）增益范围： 0.0～110.0dB。步进值：0.1、1.0、2.0、6.0dB。0.1dB 档提供智能加速调节功能。

（8）声速范围：（1000～15000）m/s，连续可调，内置 30 个常用的材料声速值。

（9）检测范围: 0.0～10000mm (钢纵波)，连续可调，最小步进值 0.1mm。

（10）检波方式: 正向、负向、全波、射频 RF。

（11）报警器: 两路硬件驱动实时报警信号，可选: 进波报警、失波报警、最小厚度报警、DAC 曲线报警, 报警信号可选蜂鸣器（声）、发光二极管（光）。

（12）显示屏: 5.7”高清晰度 TFT 彩色液晶显示屏；大屏幕；点阵数 640×480 。

（13）脉冲移位: （-7.5～3000）μs 。

（14）探头零值: 0～999.9μs 。

（15）脉冲重复频率: （25～1000）Hz，自动、手动两种调节方式。

（16）垂直线性误差：≤3.0% ；水平线性误差：≤0.1% 。

（17）灵敏度余量：≥63dB (200Φ2 平底孔)。

（18）分辨率: ≥36dB ；动态范围：≥32dB 。

（19）抑制: (0-99)% 不影响线性与增益。

（20）衰减器精度：≤±1dB/12dB。

（21）RF 输出阻抗:50Ω。

（22）同步采集输出模式：集电极开路（OC 门）。

（23）电噪电平: <10% 。

（24）接口：Q9 探头接口；USB HOST；LAN；RF OUT；两维编码器接口

（25）环境温度: -30℃～50℃；相对湿度: (20-95)%RH。

（26）重量: 不大于 1.5kg(含电池)。

28.6 其他要求（该设备为交钥匙工程）

（1）应配置电源稳压器。经过净化稳压之后接入探伤机系统。

（2）超声波探伤机、控制柜应有良好的接地装置，接地电阻值≤4 欧姆。

（3）探伤房。轮对超声波自动探伤机和轮对超声波手工检测台应布置在同一个探伤房内，串列布置。探伤房具体尺寸投标人依据设备大小调整并提交招标人确认。探伤房内部须配置

一台空调，温度应在 10℃～30℃范围内。探伤房采用的彩钢，刚度和强度满足使用要求。探伤房前后端面设置门帘或电动卷帘门，方便轮对进出。门帘窗口高宽尺寸为 1300mm×3000mm。在探伤房的侧面中间区域设置安全门。

（4）计算机控制台。轮对超声波自动探伤机应配备专用计算机标准控制台，并配置一台彩色激光打印机。日常性能校验，季度性能校验、年检记录和探伤记录均应能自动储存在计算机内，外接打印机后，应能打印相应的记录报告。

（5）安全防护装置：有齿轮、皮带、链条传动的咬合区域实行全封闭防护。有高压、过压、漏电和过载等保护措施。涉及对人身、财产等产生危险的区域、操作应粘贴警示标识。

（6）机械零部件应采用通用件。

29 构架翻转机

该设备能完成转向架作业过程中构架的升降与翻转。主要针对 11 号线 A 型电客车，及宁天线 B 型电客车两条线路的 4 种动，拖车构架（带电机/不带牵引电机）。

29.1 设备主要参考标准

构架翻转机采用的主要技术标准及规范包含但不限于：

GB50157-2003《地铁设计规范》

GB/T7928-2003《地铁车辆通用技术条件》

TB/T1686-2000《25t 电动架车机技术条件》

GB3811-83《起重机设计规范》

TB/T482-1983《机车车辆电动架车机参数》

29.2 转向架参数

转向架最大长度	3650mm
转向架最大宽度	2650mm
构架重量	≥4t

可利用的装夹位置空气弹簧安装座，考虑底部抗侧滚扭杆座影响，其它需参考实际承重能力

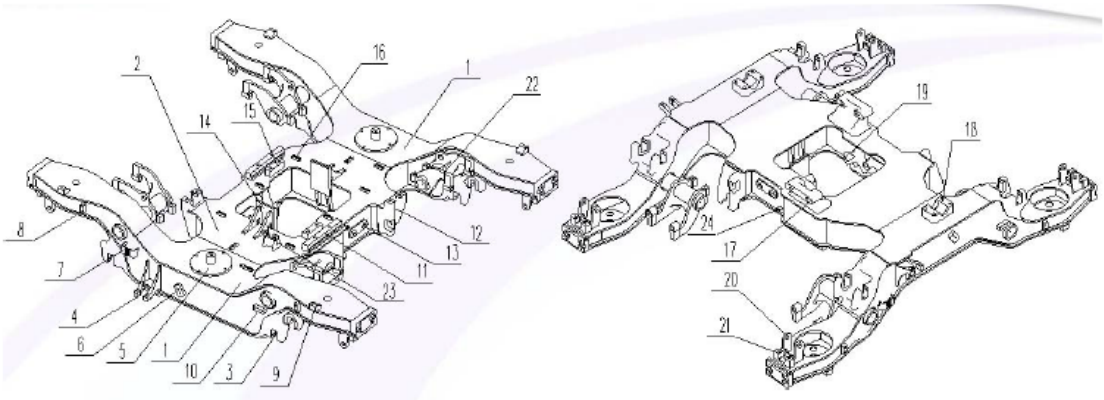


图 1 动车转向架构架

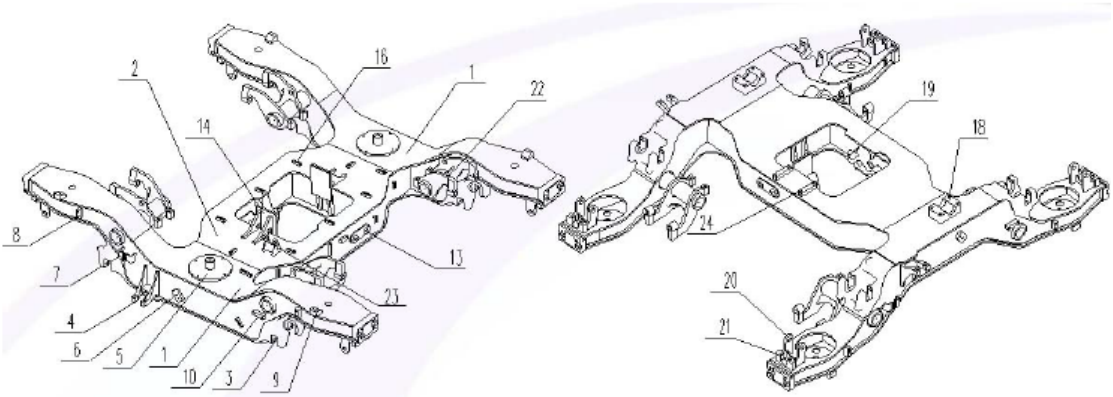


图 2 拖车转向架构架

29.3 设备主要技术参数

起重能力 5t

最大起升速度 不低于 0.65m/min，可调

旋转速度 0.5r/min，可调

提升有效高度回转盘中心距地面 ≥1850mm

回转范围 ±360°

噪声 ≤65db(A)

夹具间距参考构架最大宽度

翻转扭矩 18000N.m

起升电机功率 由投标人提供 KW

回转电机功率 由投标人提供 KW

外形尺寸 由投标人提供

整机功率 ≤8KW

输入电源 AC380±10％V，50Hz

适应温度范围 -10℃—40℃

29.4 设备主要功能

设备用于地铁车辆检修工艺线上的转向架分解与组装作业过程中构架的装卡、升降与翻转，以方便转向架构架的检修、拆卸或组装零部件。

29.4.1 设备主要功能及技术特点

（1）机械部分为由两台立柱支架、两套传动机构、两套举升及导向机构、两套翻转及卡具机构等组成的构架升降翻转机主机。举升构架翻转时，由人工将构架吊装到构架翻转机上，并正确对位并夹紧，升降机构将构架举升到设定高度，并具备固定锁死功能，以便于对构架上各安装部件进行拆装、探伤、检查等各项工作。

（2）本设备应具有自动控制和手动操作功能。

（3）具备误操作报警、超限停机报警、升降不同步警报、翻转不同步警报等功能，以及相应的机械、电气保护装置。

（4）应设有提升高度与构架翻转之间的安全联锁功能。

（5）设备应对转向架有安全可靠的夹持机构，夹持机构的设计应充分考虑构架结构特点，有可靠的承力点，夹具承重应≥4t，投标人应对夹持机构进行详细说明。

（6）设备应有安全可靠的防坠落机构，用来防止升降机构故障导致的构架坠落事故，投标人应对此机构设计和功能进行详细描述。

29.4.2 设备主要技术性能

（1）具有升降功能，采用螺旋传动实现升降。螺纹规格设计为 Tr60X10，承载能力大，螺旋升角为 3°19′，自锁性能优，可将构架升至任意合适工作高度停止并稳定地保持载重。

（2）具有翻转功能，采用制动摆线针轮减速机直接驱动，正反向翻转 360°，该结构体积小，翻转力矩大，可将构架翻转至任意合适工作角度停止并稳定地保持载重。翻转在构架升至上限位后方可进行。

（3）具有通用性，卡具为一具多用型，便于拆装，其连接固定部分可更换以适用于多种型号转向架构架，尤其需满足南京地铁列车转向架构架多种状态下接口要求（11 号线 A 型电客车，及宁天线 B 型电客车两条线路的 4 种动，拖车构架（带电机/不带牵引电机））。卡具具有自锁功能，安全、可靠且动作轻松、省力。

（4）具有同步升降功能，在设备每套传动机构丝杠的末端设置旋转编码器，通过采集根据丝杠螺距设置的脉冲信号电气控制实现同步。

（5）具有连锁、互锁控制功能，设备的升降、翻转互为联锁关系，且各自到位后保持锁定。通过电气控制部分来实现升降机构、翻转机构的控制及必要的联锁、互锁功能。

（6）设备两端立柱上设高度标尺，转盘卡具上设指示箭头，两端标尺高度一致，箭头指

示一致，实时显示转盘提升高度。

（7）该设备为交钥匙工程，与设备安装相关的所有土建设计、施工、防护等工作均由投标人负责完成，如果投标人不具备相应土建资质，则应由专业土建施工方负责实施，项目施工管理由投标人负责，投标人应提供土建资质的详细证明文件。

29.5 安全保护装置

（1）构架翻转机整套设备设有接地、相序、短路、缺相和过载保护。控制柜装有漏电保护装置。电机供电系统采用空气断路器实现过流、过载保护，设备供电电源和控制箱电器之间采用隔离变压器保护。并且控制柜的电源开关和控制开关均为钥匙型开关，保证操作人员的人身安全。

（2）具备误操作警报功能：当出现误操作时操作命令无效并发出警报，误操作消除后可继续进行。

（3）具备超限停机警报功能：设备的控制系统具有电机过载保护、两台升降电机安全互锁功能，任何一台电机发生过载，其余一台立即停止工作。

（4）具备升降不同步警报功能：当翻转机左右升降高度差超过 5mm 时停机并发出警报。

（5）具备翻转不同步警报功能：当翻转机左右翻转转速差超过 0.1r/min 时停机并发出警报。

（6）设备的升降电机控制采用电互锁设计，当一台电机出现故障时，由同步控制系统、电机保护系统来控制电机都自动停止运转。

（7）设备的升降电机与翻转电机互为联锁关系即两种电机不能同时工作，而且翻转电机只有在上升到位后（保证足够的翻转空间）方可工作。两种电机工作停止后各自保持锁定。

（8）控制系统能自动监控电气设备的工作，具有自动保护功能。每侧的一个立柱上装置有上下限位开关，任一限位开关起作用时，均有声光指示，确保上升、下降运行安全。上升时，当任意一侧达到最高升程时系统控制整机自动停止工作；下降时，两侧各自到最低位置时，系统控制自动停止工作。

（9）为防止电源相序错误，在控制柜内安装相序保护器。

（10）设备设有足够的紧急停车按钮，在控制柜、现场控制箱的操作台（面）上均有设置，确保在紧急情况下，能方便的使设备停止运转，以保证对设备及人员不会造成伤害。

（11）操作台上设有灯光指示和报警按钮，可提醒现场人员注意安全，在立柱的顶部均安装有警示灯，工作时有声光的指示信号。控制柜的显著位置上设有操作和电气安全标识牌。

29.6 设备防护措施

（1）设备的金属构件除装配表面和电镀表面以外，进行防锈处理和油漆。对封闭结构的部件内部，在组装封闭前完成表面处理及油漆。焊接件清除焊渣，焊缝打磨光洁；加工件清除毛刺。除特殊要求处，所有棱边和螺纹倒角，定位夹紧零部件表面氧化（发黑）处理。

（2）控制柜的外壳采用密闭设计、表面喷塑处理，保证电气部件的防水、防尘；内部采取防潮、防高温、防腐蚀措施，延长电气部件的使用寿命。

（3）电机及其驱动装置采用密封防水结构。防护等级为 IP54。

（4）设备各部的材料为国内大型钢铁企业生产制造，质地优良，制造工艺成熟。

（5）电气线缆采取防高温老化措施。在国家规范范围内的电线电缆、电气元件等满足 3C 认证。

（6）设备使用的润滑油（减速机使用）、脂（丝杠、轴承使用）为知名品牌，须在内地市场有销售。

（7）设备电气控制部件、电机及机械传动部件须采用知名名牌。

30 自立式起重机

该起重机安装于石塘南车辆基地车辆架大修库，为组合式自立起重系统。用于转向架检修区域零部件的吊运、拆卸和组装。

该系统分为六块区域，合计 15 个吊钩。

（1）转向架拆卸举升台位 1 套覆盖作业区域约 22m*6m，2 个吊钩，每个吊钩 2t;

（2）转向架装配举升台位 1 套覆盖作业区域约 22m*6m，2 个吊钩，每个吊钩 2t;

（3）转向架子部件检修区 1 套覆盖作业区域约 55m*6m，4 个吊钩，每个吊钩 1t：各类转向架节点压装区 2 个吊钩+空簧检修试验区 1 个吊钩+长大杆件类磁粉探伤区 1 个吊钩。

（4）齿轮箱检修区 1 套：覆盖作业区域约 72m*6m，5 个吊钩，每个吊钩 2t

（5）制动盘安装区域 1 套：覆盖作业区域约 8*6m，1 个吊钩，2t

（6）轴箱激光除锈区域 1 套：覆盖作业区域约 15*6m，1 个吊钩，1t

该系统的主要设备包含：立柱和运行轨道构成的框架、主梁、15 个电动环链葫芦、等附件。设备具体安装方式、安装位置、准确尺寸等在设计联络时确定。

30.1 设备主要功能和技术要求

（1）该组合式自立起重系统采用 Q235 钢方管立柱做支撑，立柱上部安装运行轨道。立柱与运行轨道的支撑结构采用悬臂式设计，方便厂房上方的行车能进入到该系统所覆盖的区域。轨道与悬臂梁连接必须采用 4 螺杆法兰结构，并加二次保护装置。

（2）两侧运行轨道和主梁运行部分都为下端开口的封闭性轨道。两侧轨道采用一次成型的钢制轨道（轨道非焊接而成），主梁使用碳钢材质。投标人在投标时需提供包括立柱、轨道、主梁的材质、结构、安装和运行方式的详细说明文件。

（3）要求该设备覆盖大于有效作业面积，每套具体尺寸设计联络时根据现场实际情况确定。

（4）该设备提升设备的有效提升高度不低于 2.5 米。

（5）要求该设备主梁安装水平度误差不大于 1.5mm/m。

（6）电动环链葫芦在 X 方向、Y 方向、Z 方向运行方式均为电动，投标人在投标时需提供第三方检测报告。

（7）电动葫芦的提升速度：2000kg 速度:5/1.25m/min，1000kg 速度：5/1.25 m/min。

（8）电驱动装置：采用变频调试控制，速度可调，最大速度 32m/min，在 9 至 32m/min

设置速度。

（9）每一根主梁配一个提升装置（电动环链葫芦）。主梁上供电方式采用电缆供电，运行轨道方向采用滑触线供电。

（10）该组合式自立起重系统执行 JB/T10381-2002 标准，投标人在投标时提供相关证明文件。

（11）电源：三相 380V，50Hz。操作电压为 24V。

（12）工作级别不低于 M5 或同级标准。防护等级不低于 IP55。

（13）过载保护：设置摩擦离合器，确保起吊安全。

（14）提供转向架各子部件吊装工装、吊具各 3 套，具体参数在设计联络时确定。

（15）投标时提供能够证明设备安全系数的第三方力学检测报告或过载疲劳能力检测报告，至少包含轨道、运行小车等关键部件。

（16）该系统配备双速电动环链葫芦，能满足平稳启动和运行。葫芦品牌为知名品牌，投标人在投标时提供详细的品牌、规格型号、性能参数等说明

（17）该设备为交钥匙工程，设备安装所要求的土建设计、施工、防水、用电改造应在提资条件中尽早提资落实，后期如有环氧地面恢复等工作全部由投标方自行施工并且符合设备安装要求。

30.2 其他要求

（1）立柱安装位置如需浇筑混凝土基础，混凝土基础强度必须满足整套设备的承重要求。

（2）整套设备外观涂装与招标方现场整体设备布局的颜色相协调，具体颜色设计联络时确定。

（3）要求投标人在投标时提供整套设备的详细设计方案和主要设备（电动葫芦、伺服电机）清单，设备清单至少包含设备名称、规格型号、生产厂家、产地。

（4）投标人在设备交付前，需提供的技术文件和图纸包括：设备的各种检测/试验报告；能充分说明设备及其部件的结构、原理、性能和尺寸的图纸及说明文件；包含部件和电子器件的型号、规格和技术参数的零部件清单；便于用户开展操作、检查、试验、调整和维护修理的维护手册和使用手册；以及其他在使用维护中需要使用的技术文件。技术文件和图纸均采用中文。

31 轴承加热器

设备用于轴箱，齿轮箱、牵引电机检修轴承或前后挡圈加热使用。

31.1 主要技术参数

（1）工作电压：AC 220V；功率：≤10kw

（2）加热工件最小内径（悬挂/水平）：30/140

（3）加热工件最大外径：≥300

（4）最大加热重量：≥70kg；最大加热温度：240℃

31.2 其他要求

（1）设备采用电磁感应加热及微电脑控制，可长时间稳定运行。

（2）设备具备开机自检功能：加热前如遇故障立刻报警及显示故障代码。

（3）可在加热前查看工件初始温度。

（4）加热工件有悬挂及水平摆放两种加热方式。

（5）加热中如遇电流过载、线圈或元件过热，加热器自动停机。

（6）加热温度可在 40～240℃内任意调节，可查看已加热时间。

（7）设备具有自动保温功能。

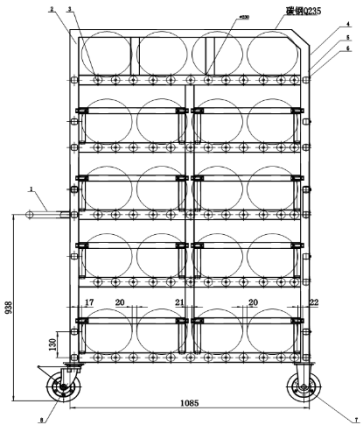
（8）加热时间可在 99 分钟内任意调节，可查看实时加热温度。

（9）有 100%和 50%两档输出功率，可调节温升速度。

（10）设备具备自动、手动两种消磁模式。

32 轴承存放架

（1）本设备主要由立柱、横梁、层板构成；



（2）本设备能够存放五层货物（不含顶层）；层板间距可调；

（3）本设备具备可移动性。本设备安装有万向轮，可手动随意推动；

（4）本存放架采用喷漆防锈处理。本设备所有部件在组焊完毕后均进行打砂，并喷涂防锈底漆和面漆，喷漆方案由我方提出，经招标方确认后实施；

（5）油漆颜色、尺寸及材质待设计联络时确认；

（6）本设备所有棱角处需经过打磨、钝化处理，防止划伤作业人员。本设备在组装前对所有部件均进行打磨处理，确保组装后无飞边、毛刺、锐角等，保证使用者不会被设备划伤。

33 构架清洗脱漆装置

本设备适用于地铁车辆构架的清洗、除漆等作业。设备设置有自动清洗工位、人工清洗工位。自动清洗工位设置有清洗机械臂，具备构架及附件的自动输送功能，在同一工位仅通过高压水实现构架及附件的整体清洗、除漆作业。人工清洗工位用于自动清洗工位故障时，人工完成清洗、除漆作业。

33.1 主要技术参数要求

（1）清洗室：　　22000x7200x4000mm（暂定）

（2）清洗臂：

机械臂最大到达距离	≮2000mm
机械臂最大负载	≮60kg
机械臂自由度数量	6
机械臂定位精度	±0.05mm
机械臂防护等级	≮IP67
移动轨道上下行程	≮1200mm
移动轨道前后行程	≮4500mm

（3）清洗指标：

清洗时间	≯50min/台
除漆时间	≯30min/台

高压水清洗、除漆等参数由投标人提供

（4）能源要求

电源：3PH380VAC ±10%交流　电源总功率：≤150kW　频率: 50Hz ±2%

（5）适用环境

环境温度：0℃～55℃　　海拔高度：不超过 1000m

33.2 主要功能要求

采用高压水冲洗方式，实现构架全覆盖表面清洗、焊缝除漆作业，可兼容多种型号构架。

各动作系统均具备防水功能，保证高湿环境正常使用。可自动完成构架输送、清洗、除漆作业。 洗涤剂须符合段内水处理要求。

具备人工补洗功能，可人工进行构架清洗、脱漆作业。具备清洗次数记录、设备维护保养提示的功能。具备环境温度低于-5℃时的自动保护功能。

系统应具有完善的系统保护功能，发生故障时系统能够紧急停机，并进行报警记录，同时进行声光报警。

33.3 结构要求

该设备主要由机械臂清洗系统、构架输送机构、水供给系统、洗涤剂喷洒系统、吹干系统、控制系统等组成。

（1）机器臂清洗系统

机器臂清洗系统由 6 轴机械臂、移动轨道组成，清洗机器人臂展、上下、前后行程须保证构架全覆盖表面清洗，精度须保证除漆点位精准。机械臂须采用国际知名品牌，防护等级≮IP67，移动轨道金属机构须进行浸锌处理，表面喷涂防腐漆，传动机构采用自动润滑系统。

（2）构架输送机构

构架输送机构须适应多种型号构架使用，可自动运载构架进出设备，完成清洗作业。结构设计须便于构架吊装、人工清洗。钢结构须进行浸锌处理，锌膜厚度≮60μm,表面喷涂防腐漆。

（3）水供给系统

水供给系统由高压泵组模块、喷嘴及管路等组成。高压泵组须采用高压柱塞泵，压力、流量须满足两侧清洗机器人同时进行清洗、除漆工作，结构设计便于维护保养，喷嘴及高压管路须采用国际知名品牌，喷嘴须采用自旋转形式。

（4）洗涤剂喷洒系统

洗涤喷洒系统由水泵、计量泵、喷嘴及管路组成，水泵、计量泵须选用国际知名品牌，喷嘴须采用 316 不锈钢材质，喷淋管须采用 304 不锈钢材质。

（5）控制系统

控制系统由控制柜、传感器、机器人控制器等组成，主控制器、传感器、机器人控制器均选用国际知名品牌，控制器采用 PLC 控制，传感器防护等级≮IP67，清洗室内电机及电气装置接线盒均采用密封防水设计，防护等级≮IP67，控制电缆采用阻燃防水电缆。控制界面

采用中文设计，操作简便。

33.4 其他要求

设备零部件应采用优质的机械、电气、电子元件，外购零部件及材料采用成熟、知名品牌产品，所用软件须为正版。

投标人须按照上述要求逐条详述技术方案，清洗参数、除漆参数、作业时间提供详细参数及计算说明。

设备供货商应就本设备及相关技术在有关中文专业期刊发表学术论文 2 篇。

33.5 设备接口

设备安装构架清洗区内，清洗区分为自动清洗区、人工清洗区。自动清洗区采用封闭房屋设计，墙面进行消音处理，并设有观察窗，室内设有 LED 防水照明灯，照明度不低于 250LX，同时设有防水应急照明装置及安全出口指示牌，地面铺设筛孔板便于水收集排放。人工清洗区采用围墙式设计，墙体上部采用透明窗，下部基础形成封闭空间，单侧墙面需设计可开启闭合的门，门尺寸须允许构架通过。

设备提供设备清洗区、供电、给排水、轨道等接口需求，由设计院深化设计，专业单位进行施工。

33.6 供货范围

该设备为交钥匙工程，提供完整的技术文件和图纸，详细说明设备及其部件的性能、原理、结构和尺寸、部件和电子器件的型号、规格、技术参数、操作使用、维护保养等。

34 转向架气密性试验机

转向架气密性试验机主要用于南京地铁车辆段转向架落成后对基础制动单元及其管路进行必要的例行（或型式）试验，主要进行基础制动单元及其管路气密性试验，制动动作试验，慢排及快排试验等。

34.1 设备要求

（1）设备具有压力卸载功能，保证在零压力下进行拆管作业，对作业人员无伤害。试验完成后，系统程序自动控制排空管路系统压力。

（2）设备具有自身机能试验功能，保证试验数据准确。设备能快速、准确地检测自身管路气密性，如有泄漏可及时提示操作者进行处理。

（3）设备具有高压保护，当压力在 1000kPa 时高压安全阀自动放风。全部接头采用扩口卡套式方式，确保自身管路泄漏为零。

（4）该设备各气管接口需与电客车转向架匹配。

（5）移动式气密性试验机至少包含三条独立的供风回路，可以实现不同压力控制，单独的回路至少包含电源开关、充风、保压、快排及慢排五个按钮；该设备需操作便捷，需满足一人即可完成该设备操作的要求；

（6）三条供风回路应具备单独的压力显示表，压力表需自带防震功能，压力表为指针或数显式，单位为 bar，读数应精确到 0.01bar；

（7）移动式气密性试验机回路应密封性良好，当回路压力达到 0.6MPa 时，保压 20min，回路自身压力下降不得超过 2kPa；

（8）移动式气密性试验机所用材料、零件应符合机械、电气相关的国家标准和法规要求的国内外知名品牌，具有相应的刚度和强度。

（9）移动式气密性试验机外形应美观大方、色彩协调，骨架采用型钢，各部件应耐油、耐腐蚀，使用寿命在 15 年以上；

（10）移动式气密性试验机应结构合理，各部件和气、液、电路等管线有清晰、持久的标识，方便日后故障排查和维修；

（11）试验所用的空气管路、电源线等应具备自动收拉功能，便于现场存放；

（12）设备采用微型计算机控制，带触摸屏，具有设备故障自诊断、设备参数设置、试

验控制、数据管理、设备校准检测、打印等基本功能，所有操作均可通过触摸屏实现。.

（13）设备在交付使用前应完成相关压力表、气缸等的检验、计量等工作，设备自检及自身气密性试验所需的备件等均由投标方提供；

（14）移动式气密性试验机应带有净化装置，净化后风源的相对湿度不超过 35%，含尘埃的颗粒度不大于 10μm，含油率不超过 10ppm；

（15）设备应随整机提供所需的空气软管（不小于 20 米）、试验所需管路（3 条回路各不小于 15m）及快速插头等备件。

34.2 设备组成

（1）行走部分

该设备可以实现轻松移动、停车稳固，位于车体底部，具备过轨能力。行走轮布置在车体两端且靠近侧方位置，操作端安装有万向脚轮，并带有刹车，制动可靠，确保设备行走、停放稳固。

（2）供风系统

该设备设有一路进风管、六路出风管，与风源、机车管路的接口均采用快速连接方式，并配套过渡接头，操作轻松省力。

进风管路主要包括增压装置、储风缸等，用于将输入风源增压至试验需求压力，并确保试验风压稳定、可靠。

管路系统内角座阀及控制阀由系统程序自动控制，工作压力满足试验需求。

设备具有高压保护，当压力在 1000kPa 时高压安全阀自动放风，避免出现爆裂造成人员、设备损伤。全部接头采用扩口卡套式方式，密封性能良好，确保自身管路泄漏为零，确保试验结果的准确性。

（3）工控机系统

工控机系统能自动进行试验进程控制和参数采集，得出气密性能的数据测试，并与预置标准参数对比，自动进行试验结果诊断。系统软件可根据用户的个性要求扩展数据库，使设备能够自动判别试验结果。采用数据库方式保存试验结果，便于历史数据的查询与打印。

系统软件具有备份，软件成熟可靠，并具有在管理员控制下修复的功能，同时具有设备开机自检功能和保护功能，以保证设备准确可靠工作，对工作过程中出现的各类故障实施保护。

34.3 主要技术参数

（1）输入风源：　　500~900 kPa

（2）调压阀整定值：　　490±10 kPa

（3）气气增压比：　　2：1

（4）安全阀整定值：　　1000 kPa

（5）储风缸总容积：　　60L

（6）进风管：　　DN20

（7）出风管：　　DN10

（8）压力传感器精度：　　分辨率 1kPa

（9）计算机配置 ：　　触摸屏≮12 吋

35 转向架拆卸工具

转向架拆卸工具主要用于南京地铁转向架子部件拆卸及组装作业使用。必须兼容 11 号线，宁天线电客车两种车型，总计 2 套。

序号	名称	数量/每套
1	定位转臂拆卸/压装工装(含台架及液压机)	1
2	转臂节点导出/压装工装(含台架及液压机)	1
3	牵引中心弹性节点退卸/压装工装	1
4	减振器弹性节点退卸/压装工装	1
5	牵引拉杆节点退卸/压装工装	1
6	吊杆节点退卸/压装工装	1
7	液压机及工作台架	1
8	牵引中心橡胶堆拆装设备	1

35.1 主要技术标准（包括但不限于）

（1）GB5091-2011 《压力机的安全装置技术要求》

（2）GB3766-2015《液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求》

（3）GBJ17-2017《钢结构设计规范》

（4）GB/T14092.5《机械产品环境条件工业腐蚀》

（5）GB/T14093.1《机械产品环境技术要求湿热环境》

（6）GB 12348－2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》

（7）JB/T5994《装配通用技术条件》

（8）GB/T12467.1-4《焊接质量要求金属材料的熔化焊》

（9）DIN 55928-8-1994 《钢结构的防腐保护：涂层和镀层》

（10）GB2893.5-2020 《安全色和安全标志》

（11）GB/T 8923.1-2011 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》

35.2 设备技术要求

35.2.1 定位转臂拆卸/压装工装

该设备是用于拆、装南京地铁车辆转向架一系转臂的专用工装，必须满足一系转臂的拆卸和压装作业（兼容11号线，宁天线电客车一系转臂）。

35.2.1.1 主要技术参数

（1）压头行程：≥260mm ；

（2）最大进程压力：100KN；

（3）系统最大压力： 700bar；

（4）液压系统可用油量：≥20L；

（5）设备电压：220V 50Hz；

（6）驱动电机：≯1.5kW ；

（7）设备噪音：＜70dB；

（8）工作缸径：≤ Φ100mm ；

35.2.1.2 主要技术要求

（1）定位转臂拆卸与压装工装主要由移动小车、工装件、液压系统和电气控制四部分构成，其中工作件包括两个转臂顶针螺栓及压头与转臂的接口件。

（2）压力机采用移动式结构，安装有 4 个工业橡胶轮，两前轮为固定式，两后轮为可转动轮，方便压力机移动转弯，手推扶手可使压力机移动到任何作业点进行作业。

（3）液压系设计合理，可保证压装头上下移动时能够保持在任意位置锁住不动，可实现压装头点动和持续进退。

（4）液压油泵和液压油缸必须采用能够满足技术参数要求的成熟产品。

（5）控制系统操作简单方便，可通过控制手柄实现设备开关、压头上升下降。

（6）控制装置及液压单元均安装在小车上，整体外形美观，操作方便。

（7）液压装置升降时等速平稳无冲击，安装有节流阀，升降速度可调；整套系统操作安全、免维护，使用方便,电机防护等级 IP54 及以上，绝缘等级 F 级及以上。

（8）液压系统连接管路要求使用快速接头、螺纹锁固，管路耐压等级要求与液压系统绝对匹配。

（9）顶针螺栓要求不造成构架损害，具有足够强度，能顺利将转臂从构架上导出。

（10）所有机械结构都按照专业或规范进行设计，主要受力部件均进过三维建模模拟受力过程，安全系数均在 1.5 倍以上，每一构件都具有足够的强度、刚度和稳定性。

（11）提供南京不同地铁车型的定位转臂配置相应的压紧工装，以方便压装作业。

（12）投标方设计压力机时，同时兼顾和构架翻转机的配合使用问题，在零部件的分解组装过程中，做到可以和构架翻转机配合使用。

（13）该工装要提供合理的设计图纸，设计过程中可到现场查看现有设备，具体设计方案通过设计联络确定。

35.2.1.3　安全防护措施

（1）移动轮设计为带刹车锁定机构，设备定位作业时可有效防止设备移动；

（2）液压系统油缸进出口端设有安全阀，当系统压力升高或系统压力突卸时，防止工件突然下落。

（3）该设备必须要有安全保护措施，实现压头、压退工装及工件的可靠连接，防止设备加压过程中部件偏离正确位置造成设备、工件及人员伤害。

（4）液压泵有短路、断路和漏电保护措施。

35.2.2 转臂节点导出/压装工装

该设备是用于南京地铁车辆转向架一系转臂弹性节点维修的专用工装，必须满足一系转臂弹性节点的导出和压装作业（兼容11号线，宁天线**转臂节点**）。

35.2.2.1 主要技术参数

（1）压头行程： ≥340mm ；

（2）最大进程压力： 500KN；

（3）系统最大压力： 700bar

（4）液压系统可用油量：≥20L

（5）设备电压：220V　50Hz；

（6）驱动电机：≯1.5kW ；

（7）设备噪音：＜70dB；

（8）设备外形：由投标方设计提供

（9）工作缸径：≤ Φ120mm

35.2.2.2 主要技术要求

（1）该工装能够依靠液压力顺利完成一系转臂弹性节点的退卸/压装作业，要求退卸过程和压装过程在同一设备上实现，要求切换简单方便。

（2）通过增加压头的加长套筒和更换转臂底部的支撑座等工装件来实现弹性节点的压装和退卸功能切换。

（3）该工装在一系转臂弹性节点退卸/压装作业中，要求压力平缓上升，压头进给速度恒定，不能因为压力波动较大或者压头进给速度过快造成弹性节点和转臂内孔损伤。

（4）在一系转臂弹性节点压装过程中，要求该工装能够满足弹性节点的导向定位要求，使工装压头、弹性节点和转臂内孔实现完全对中，顺利将节点导出/压入转臂孔。

（5）在一系转臂弹性节点压装过程中，要求该工装能够满足弹性节点的角度定位要求，通过工装实现转臂和弹性节点的角度定位，使弹性节点上的安装螺纹孔与转臂成垂直关系。

（6）需配置工装台框架结构设计合理，留有足够的作业空间，方便作业过程中一系转臂的安放和取出、弹性节点的安放和取出。

（7）整套系统操作安全、免维护，使用方便，液压站电机防护等级 IP54 级及以上，绝缘等级 F 级及以上。

（8）液压系统中液压油泵和液压油缸须采用能够满足技术参数要求的成熟产品。

（9）液压控制系统设计合理，用操作手柄实现设备的开关机、压头持续进退和压头点动功能。

（10）投标方将对南京不同地铁车型的定位转臂配置相应的定位和压退工装，以方便各型号转臂维修作业。

（11）所有机械结构都按照相应有关专业或规范进行设计，主要受力部件均经过三维建模模拟受力过程，安全系数均在 1.5 倍以上，使每一构件都具有足够的强度、刚度和稳定性。

（12）该工装要提供合理的设计图纸，设计过程中可到现场查看现有设备，具体设计方案通过设计联络确定。

35.2.2.3 安全防护措施

（1）液压系统油缸进出口端设有安全阀，当系统压力升高或系统压力突卸时，防止工件突然下落。

（2）该设备必须要有安全保护措施，实现压头、压退工装及工件的可靠连接，防止压退过程中部件偏离正确位置造成设备、工件及人员伤害。

（3）管路连接安全可靠，使用快速接头、螺纹锁固，管路耐压等级要求与液压系统绝对匹配。

（4）液压泵有短路、断路和漏电保护措施。

35.2.3 牵引中心弹性节点退卸/压装工装

该工装是用于南京地铁列车转向架牵引中心弹性节点维修的专用工装，必须满足牵引中心弹性节点的拆卸和压装作业（兼容11号线，宁天线**牵引中心弹性节点**）。

35.2.3.1 主要技术要求

（1）该套工装应能够依靠液压力顺利完成牵引中心弹性节点的退卸/压装作业，要求退卸过程和压装过程在同一底座上实现，切换简单，无需额外的工装安装工序。

（2）要求底座可以固定于工作台，并与压头对中良好；退卸时，牵引中心座放置于底座上后，压头能有效对中、顺利将节点压出；压装时能实现弹性节点和牵引中心内孔有效对中，顺利将节点压入；压入或压出时中心线不得偏移或偏斜、造成节点或内孔损伤。

（3）所有机械结构都按照相应有关规范进行设计，每一构件都应具有足够的强度、刚度和稳定性。

（4）该工装结构设计应合理，留有足够的作业空间，方便作业过程中牵引中心座的安放和取出、弹性节点的安放和取出；尤其是退卸时应注意工装的位置余量足够节点压出。

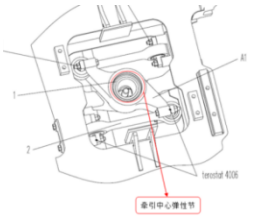
（5）工装的具体技术参数可于设计联络时现场测量。



01 压入工装参考图



02 压出工装参考图



03 牵引中心弹性节点示意图

35.2.4 减振器弹性节点退卸/压装工装

该工装是用于南京地铁列车转向架减振器弹性节点拆装的专用工装，必须满足横向减振器、垂向减振器及抗蛇行减振器弹性节点的退卸、压装作业（减振器型号兼容11号线，宁天线）。

（1）要求有一个能够完成退卸、压装的作业平台，有一套固定于作业平台并可根据减振

器型号不同进行高低、长短调节的支撑装置使减振器的放置平稳、可靠。

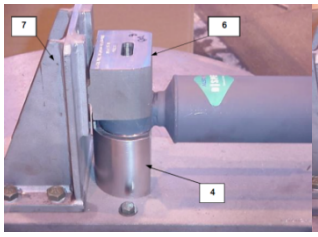
（2）该套工装应能够依靠压力顺利完成减振器弹性节点的退卸/压装作业，要求退卸过程和压装过程在同一底座上实现，切换简单，无需额外的工装安装工序。

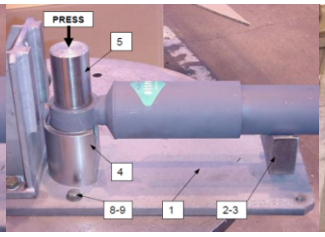
（3）压出时，应使用一个可与减振器弹性节点有效接触、良好对中并能承受一定压力使节点平顺压出的工装；压入时应有一组能对弹性节点进行导向、使节点以正确的方向平顺压入的工装。压入或压出时工装与弹性节点的中心线必须对中良好，不得偏移或偏斜、造成节点或减振器内孔损伤。

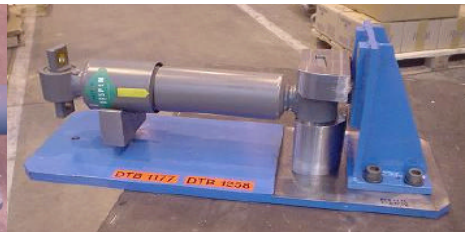
（4）所有机械结构都按照相应有关规范进行设计，每一构件都应具有足够的强度、刚度和稳定性。

（5）工装结构设计应合理，留有足够的作业空间，方便作业过程中减振器的安放和取出、弹性节点的安放和取出；尤其是退卸时应注意工装的位置余量应足够节点压出。

（6）工装的具体技术参数可于设计联络时现场测量。







01 压入工装参考图　　**02 压出工装参考图**　　**03 工装整体参考图**

35.2.5 牵引拉杆节点退卸/压装工装

该工装是用于南京地铁列车转向架牵引中心拉杆弹性节点拆装的专用工装，必须满足兼容11号线，宁天线牵引拉杆弹性节点的退卸、压装作业。

（1）要求有一个能够完成退卸、压装的作业平台，有一套固定于作业平台、可调节的支撑装置使牵引拉杆的放置平稳、可靠。

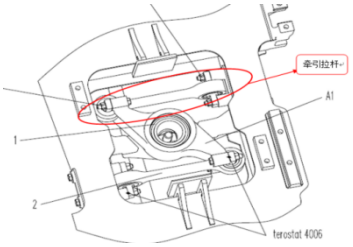
（2）该套工装应能够依靠压力顺利完成牵引拉杆弹性节点的退卸/压装作业，要求退卸过程和压装过程在同一底座上实现，切换简单，无需额外的工装安装工序。

（3）压出时，应使用一个可与牵引拉杆弹性节点有效接触、良好对中并能承受一定压力使节点平顺压出的工装；压入时应有一组能对弹性节点进行导向、使节点以正确的方向平顺压入的工装。压入或压出时工装与弹性节点的中心线必须对中良好，不得偏移或偏斜、造成节点或拉杆内孔损伤。

（4）所有机械结构都按照相应有关规范进行设计，每一构件都应具有足够的强度、刚度和稳定性。

（5）该工装结构设计应合理，留有足够的作业空间，方便作业过程牵引拉杆的安放和取出、弹性节点的安放和取出；退卸时应注意工装的位置余量应足够节点压出。

（6）工装的具体技术参数可于设计联络时现场测量。**牵引拉杆参考图：**



35.2.6 吊杆节点退卸/压装工装

该工装是用于南京地铁列车转向架齿轮箱吊杆节点拆装的专用工装，必须满足兼容11号线，宁天线吊杆节点的退卸、压装作业。

（1）要求有一个能够完成退卸、压装的作业平台，有一套固定于作业平台、可调节的支撑装置使吊杆的放置平稳、可靠。

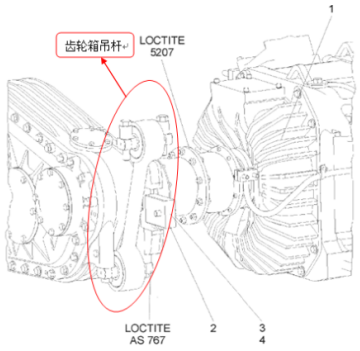
（2）该套工装应能够依靠压力顺利完成吊杆节点的退卸/压装作业，要求退卸过程和压装过程在同一底座上实现，切换简单，无需额外的工装安装工序。

（3）压出时，应使用一个可与吊杆节点有效接触、良好对中并能承受一定压力使节点平顺压出的工装；压入时应有一组能对节点进行导向、使节点以正确的方向平顺压入的工装。压入或压出时工装与节点的中心线必须对中良好，不得偏移或偏斜、造成节点或吊杆内孔损伤。

（4）所有机械结构都按照相应有关规范进行设计，每一构件都应具有足够的强度、刚度和稳定性。

（5）该工装结构设计应合理，留有足够的作业空间，方便作业过程吊杆的安放和取出、节点的安放和取出；尤其是退卸时应注意工装的位置余量应足够节点压出。

（6）工装的具体技术参数可于设计联络时现场测量。



35.2.7 液压机及工作台架

压力机设备使用液压动力，主要为南京地铁电客车转向架各类部件的压装工作提供工作平台及液压力。该设备主要配合详细清单中第 3，4，5，6 项各节点退卸/压装工装使用，包含主体框架、工作台、液压站各 1 台，合装视为 1 套。

35.2.7.1 主要技术要求

（1）设备承载能力不小于 50t，由框架、工作台面及液压系统三部分组成。

（2）框架有加载横梁装置，加载油缸安装于横梁上，横梁上下位置及加载油缸左右位置可自由调整并有可靠固定，调整方式应方便省力，提供调整方式的详细设计方案。

（3）工作台由承载钢板及聚氨酯缓冲垫组成，缓冲垫厚度不应小于 15mm，无需紧固，方便更换，框架与工作台面前后位置可方便调整，提供调整方式的详细设计方案。

（4）应有完善可靠的安全保护装置，包括误操作报警、停电保护、急停按钮、过载保护等。

（5）各部件应有良好的防腐、防锈措施，主要部件表面喷漆，如整体框架等，均应喷涂一道底漆、两道面漆，底漆采用双组分环氧树脂漆，漆膜厚度≥25μm，油漆表面应光亮平整，无流挂现象；其它小零部件采用电镀处理或其它性能更优的表面防护措施。

（6）投标方应提供整个设备的设计方案图及外观颜色效果，最终颜色及效果应由招投标双方协商后最终确定。

（7）具体方案在后期技术联络时拟定，开工前须对既有实物进行专业测量，方案提交招标方确认通过后方可开工。

35.2.7.2 液压系统要求

（1）电动泵采用拖线控制器、电磁阀及高强度模塑电控箱，防护等级不低于 IP54,，最大压力 700bar，功率不高于 2.5kW，使用电源 AC220V。

（2）电动泵采用背光 LCD 显示屏，提供系统诊断及信息像是功能。

（3）电动泵采用全封闭式带风冷散热装置电动机，电机配钢制风扇保护罩。

（4）电动泵采用 40μm 空气滤清器。

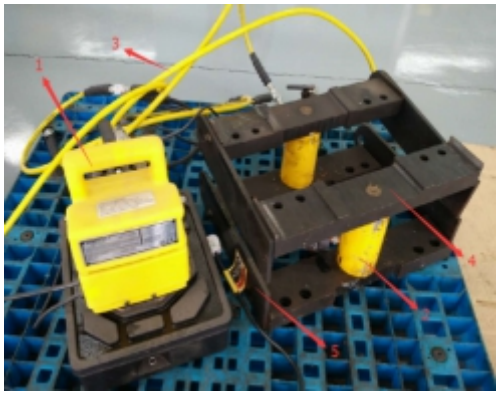
（5）加载油缸要求采用加载行程不小于 330mm、承载能力不小于 50t 的双作用油缸，表面采用烤漆，内部有安全阀。

（6）所有高压油管采用四层设计，两层高强度钢丝编织层，最大工作压力 700bar，外部使用聚氨酯材料保护层，接口处有波纹状橡胶防护套。

35.2.8 牵引中心橡胶堆拆装设备

牵引中心橡胶堆拆装设备是转向架检修设备，用于车辆转向架的牵引中心装置拆卸及安装作业。

35.2.8.1 设备明细清单

序号	名称	规格型号	数量	图例
1	液压泵	700bar	1	
2	液压缸	RR225	2	
3	高压管路	700bar	若干	
4	连接工装	定置	4	
5	提吊工装	定置	4	
6	工装螺栓	M16×45	16	内六角，煮黑

35.2.8.1 液压泵要求：

（1）液压泵压力 700bar；

（2）液压泵可用油容量≥3.8l；

（3）液压泵采用双速操作模式，一级输出流量约为 3.31l/min，二级输出流量约为 0.32l/min；

（4）液压泵采用 220V，50HZ 通用电动机，遥控手柄采用 24V 电压控制；

（5）设备整体采用带手柄高强度模塑屏罩，有效防止电动机污染与损坏；

（6）液压泵采用手动控制阀，具有进程、保持、回程控制功能；

（7）液压泵自带压力表，可以实时显示液压泵输出压力。

35.2.8.2 液压缸要求：

（1）液压缸采用双作用缸，额定压强 700bar，最大压力≥22 吨，液压缸行程≥50mm；

（2）液压缸进出油口安装有 CR-400 快速接头母头，满足 700bar 压力要求；

（3）缸体表面采用烤漆处理，耐腐蚀能力强；

（4）液压缸内部有安全阀，防止意外过载；

（5）液压缸密封可靠，防止漏油和缸内液压油污染。

35.2.8.3 高压管路要求：

（1）高压管路最大工作压力为 700bar，高压情况下体积膨胀小;

（2）管体采用四层设计，其中两层为高强度钢丝编制层，外部保护层需满足较强耐磨、耐腐蚀、耐油性能；

（3）高压管路用于液压泵与两个液压缸连接，液压泵出油口分别与两个液压缸的进油口连接，液压泵回油口分别与两个液压缸的出油口连接，通过在高压管路上安装三通实现液压泵同时给两个液压缸供油；管路满足液压泵与液压缸距离不小于 3 米的作业要求；

（4）管路接头处采用橡胶波纹管保护，提高管路使用寿命。

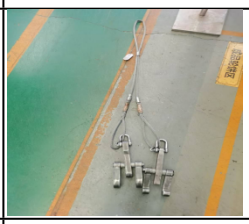
35.2.8.4 连接工装及提吊工装要求：

该工装需要现场定置，投标方可在招标方现场参照现场该设备进行设计加工，工装与油缸采用螺纹连接，工装与转向架连接螺栓采用标准规格的内六角 M16×45 螺栓连接，工装表面需有可靠的防锈处理，最终以满足现场作业要求为依据。

36 架修专用工具

架修专用工具主要用于南京地铁转向架部件拆卸、检修及组装作业使用。

36.1 详细清单

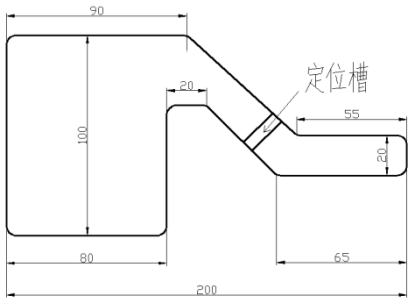
序号	名称	数量/套	备注
1	轮缘润滑器喷嘴定位工装	2	
2	数显式地铁车辆轮对外径测量仪（含检具）	2	GF922-DT
3	数显式地铁轮缘测量尺（含校零块）	2	GF2060
4	数显轮对内距尺	2	GF982S
5	车辆车轮踏面样板（含校对样板）	2	LM-28，LM-30，LM-32
6	游标卡尺	2	0-200mm
7	百分表（含磁性座）	2	0-5mm
8	钢直尺	2	0-200mm
9	内径千分尺	2	0-250mm
10	平吊钳（水平吊运轮饼，车轮直径 840mm）现场测绘定制	2	
11	便携式激光清洗机	1	
12	R 规 R1-R6.5	2	

36.2 设备分类技术要求

36.2.1 轮缘润滑器喷嘴定位工装

轮缘润滑喷嘴定位工装主要用于南京地铁电客车转向架轮缘润滑喷嘴的定位安装。

须使用 10mm 优质不锈钢板加工，具有良好防腐、防锈处理，表面采用发黑处理。工装设置开槽，用于轮缘润滑喷嘴角度调整。工装形式参考下图，具体参数以 11 号线电客车最终设计图纸为准，待设计联络时确定。



36.2.2 轮对测量设备

主要用于对轮对各型面的综合尺寸测量，主要性能及功能应能满足对轮对踏面轮缘高、轮缘厚、QR 值、轮对滚动圆直径，径跳，端跳等尺寸测量功能。

踏面外形磨耗（LM）型踏面

新轮表面粗糙度　　Ra6.3

轮宽　　（135±1）mm

轮径　　（840-770）mm

内侧距　　（1353-1355）mm

轮缘厚测量基线距滚动圆垂直距离 12mm

QR 值上测量基线距轮缘最高点垂直距离 2mm

QR 值下测量基线距滚动圆垂直距离 10mm

所有测量器具均应满足国家及铁路行业相关标准。

数显式地铁车辆轮对外径测量仪应包含检具，测量范围不小于 760mm-860mm。

数显式地铁轮缘测量尺满足地铁轮对轮缘厚度、高度、QR 值等测量，采用数显度数，分辨力 0.01mm，示值误差≤0.1mm。

36.2.3 便携式激光清洗机

实现金属和非金属表面油漆、功能涂层、锈蚀、油污的激光清洗。

36.2.3.1 设备总体技术要求（投标方应在投标书中详细说明）：

（1）投标设备必须是全新设备，包括所有零部件、元器件和附件。

（2）设备主要零部件选用优质材料制造，所选用的机械、电气、电子元件是先进、优质、可靠的系列产品。

（3）设备的所有零部件和各种仪表的计量单位采用国际标准，所有零部件和仪表按相关国际标准设计和制造。

（4）设备应能满足买方提供的安装和工作环境要求，在温度 5℃～35℃，相对湿度 30%～70%的工作环境温度下能够正常连续工作，电源参数为交流 220V，频率 50Hz。

（5）安全保护：设备出现过流过压等安全故障时，可自动停止工作。

（6）设备必须操作方便、直观、易于维护和维修。

（7）投标方需提供耗材的制定品牌型号，所使用的耗材应是在中国大陆市场可购买到的。

（8）设备的电气元件和材料应符合 ISO 或有关的国家行业标准，电气及电子设备工作应可靠，不受机械振动和电气干扰影响并具备良好的防湿性。

（9）投标方要求提供三年内轨道交通行业类似设备供货及应用业绩。

36.2.3.2 主要参数及技术要求

（1）清洗材料：至少能适用于碳钢、不锈钢、耐候钢、铝合金、钛合金、高温合金；

（2）扫描宽度：5 ~50 mm 可调；

（3）手持头重量：不大于 2.5kg；

（4）手持头内需含激光隔离器，保证激光器稳定性；

（5）激光功率：200w；

（6）激光器光束质量好，光束质量因子 M2＜2（要求提供激光器光束质量因子参数证明）；

（7）光纤长度≥5m；

（8）冷却方式：风冷；

36.2.3.3 其他要求

（1）采用光纤激光器，激光功率足够清除干净材料表面锈蚀及氧化膜；

（2）手持头形式应采用“枪”形，方便操作人员夹持；

（3）激光清洗头需具备防抖功能，操作人员在移动不均匀情况下不产生过烧条纹。

（4）清洗机应配备吸尘净化设备，并要求吸尘头既能随手持头一同移动，又能固定在某

一特定位置；

（5）清洗机和吸尘净化设备应具备在不同工位间一同便捷移动的能力；

（6）吸尘净化设备风量足够吸除清洗过程中产生的大量粉尘，且应具有过滤净化功能，过滤掉清洗过程中产生的大量粉尘，过滤网便捷更换。烟尘净化器应满足以下两个指标：风量≥600m³/h，净化率≥99.9%；

（7）符合 GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》相关规定；

（8）设备作业过程中零件表面和力学性能无损伤，需提供不少于 2 种材料的激光清洗后表面状态、显微组织和力学性能（至少包括硬度、拉伸、弯曲和抗腐蚀性能）的测试报告。

（9）激光清洗机和吸尘净化设备的载具需便于通过标准轨道，且要求增加相应缓冲装置，保证正常走行过程中的震动不会导致设备的损坏。（设计联络的时候具体确认）。

36.2.3.4 设备主要配置及附件要求

（1）激光清洗机及标准配置（满足上述要求），包括激光防护眼镜 1 套，备用保护镜头 1 套及手持头移动支架 1 套；（设计联络的时候具体确认）

（2）镜头擦拭纸五盒以上。

37 转向架吊具

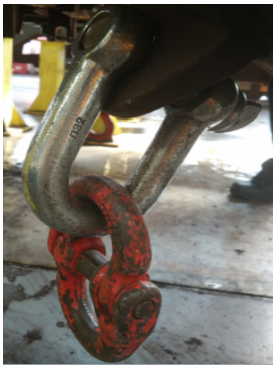
南京地铁车辆段检修库转向架吊具主要用于车辆段检修库车辆转向架的起吊和搬运工作。该工装必须牢固可靠地将转向架与行车连接，在行车行程范围内可将转向架吊运至任何位置。

一套吊具由吊环（吊带与行车吊钩接口件）、4 根吊带、4 个吊钩组成，以**确保一套吊具能完成一台转向架的起吊运输为准**。每根吊带的承载能力 5t，吊带长度 3m，每根吊带上必须有明显的承载能力和吊带长度标识，且有注意事项、禁止事项和使用规范等标识牌。

吊带材质为涤纶或者高分子纤维，吊带与吊环和吊钩缝制连接，连接可靠，缝制接口完全满足吊带的最大承力要求，吊带要求采购具有成熟应用经验的知名品牌。

连接吊具是完成吊钩与转向架的连接，在转向架吊运之前将连接吊具与转向架吊耳连接，连接件采用螺纹锁固，具有一定自锁功能，连接可靠，连接吊具安装拆卸方便。连接吊具有活动关节设计，能够适应任何方向的受力要求，满足构架的正、反位吊运要求，不会对转向架造成损害。

吊环、吊钩和连接吊具由投标方提供合理的设计图纸，重要设计尺寸设计联络确定。

名称	数量	外观图
吊带（包括吊钩、吊环、吊带）	吊钩：4 件/套 吊环：1 件/套 吊带：4 根/套	 
连接吊具	4 件/套	

38 轮对吊具

该设备主要用于南京地铁列车动车和拖车轮对的吊运，须同时满足动车和拖车轮对的吊运。数量：4 套（动车拖车各 2 套）。使用寿命 10 年以上。

轮对内侧距：1353-1355mm；轮辋宽：135±1mm；轮对重量：≤2t；

能同时满足动车和拖车轮对的吊运，操作简单，安全可靠。考虑动车轮对齿轮箱偏重问题，保证动车轮对平稳吊运。

须使用优质钢材加工，具有良好防腐、防锈处理。采用合理的焊接方法，并对焊缝进行无损检测，有第三方出具证明。采用喷漆防锈处理，油漆颜色待设计联络时确认。

须配有相应存放架以便于吊具存放，各吊具须配铭牌且刻打吊具详细信息。

充分考虑轮饼带制动盘的吊装情况，具体设计方案待设计联络确定。



39 轴承轴箱搬运小车

轴承轴箱搬运小车主要用于南京地铁架大修库内，该设备主要用于地铁车辆轮对轴承，轴箱及附件的搬运作业。

轴承搬运小车设计、制造符合下列标准（包括但不限于）：

GB/T15706 机械安全基本概念与设计通则

GB16754 机械安全急停设计原则

GB16855.1 机械安全控制系统有关安全部件

GB/T14092.5 机械产品环境条件工业腐蚀

39.1 设备要求

小车分上中下三层，最上层平台及周边铺设橡胶垫（厚度 5mm）。平台周边高出轴承摆放面 150mm。

该设备的部件均采用除锈、涂防锈漆、涂面漆处理，个别小零件发黑、镀铬。

每辆小车底部安装有静音脚轮，可随意移动工作位置，并有锁定机构。

小车使用方便、安全可靠、脚轮灵活可靠、制动效果明显。设备防护到位，保证作业人员不会造成伤害。小车油漆颜色设计联络时确定。

39.2 主要技术参数

承重能力：至少 250kg/层；上平台摆放轴承数量 12 个（2*6）

小车外形尺寸（长*宽*高）根据摆放数量确定

轴承外圈直径 250mm

轴承高度约 约 230mm

车轮直径 180~200mm



40 构架检修作业墩

适用于地面支撑地铁车辆的转向架构架，便于构架的的检修及存放工作。

（1）构架检修平台应结构简单，稳定可靠，同时保证足够的强度及刚度。

（2）可根据构架结构对支撑位置进行调整，使用灵活方便。

（3）每组构架检修平台应保证 4 个支撑面位于同一高度，排除地面不平顺影响，高差不得超过 2mm。

（4）平台支撑可调，满足 11 号线转向架构架正位及反位存放要求。设置搬运把手，便于现场转运吊装

（5）支撑接触面需设有聚氨酯垫，或材料更优的缓冲垫，厚度不低于 10mm，保证构架调运、放置时不对构架产生损伤。

（6）支架整体做喷漆、防锈处理，外形美观，区别明显。

（7）整体额定承载：≥6t；支撑平台高度：500mm-700mm(设计联络时最终确定)；高度差：≤2mm

（8）转向架外形尺寸：动车 3558mm×2756mm×925mm（长×宽×高）；拖车 3558mm×2756mm×925mm（长×宽×高）。

41 长大杆件类磁粉探伤机

本设备主要用于南京地铁架大修基地齿轮箱吊杆、抗侧滚扭杆，连杆、转向架牵引中心拉杆的荧光磁粉探伤。

应按最新的国际标准、国家标准、行业标准等技术标准或规范设计制造产品，满足但不限于以下标准或者规范要求，其他标准或者规范由投标方提供。

JB/T 8290-2011	《磁粉探伤机标准》
GB 3721-1983	《磁粉探伤设备》
JB 6065-92	《磁粉探伤用标准试片》
TB/T2600-1996	《铁路磁粉探伤用荧光磁粉技术条件》
GB/T 2611	《试验机通用技术要求》
JB/T 6147	《试验机包装、包装标识、储运技术要求》

41.1 技术及功能要求

（1）本设备应根据南京地铁齿轮箱吊杆、抗侧滚扭杆，连杆、转向架牵引中心拉杆结构不同，具备良好、合理的夹持、复合磁化解决方案，设备适用于以上部件的外部及孔洞磁粉探伤，设备接口能够完全适应以上部件不同结构，投标方应对此提出详细说明；

（2）探采用固定机床式结构，可进行湿法复合磁化的交流荧光磁粉探伤，设备设有铝合金暗室，暗室内部设顶部排风装置，配置空调装置一台，并设有正常照明及粘贴有紫外线警告牌的黑光灯照射装置及排风装置。在距离黑光灯 400mm 的被检工件表面，黑光强度应大于 1000 μW/cm2，本底可见光照度应不大于 20Lx，或按 GB 5097 进行间接评定。

（3）采用交流磁化方式，工件磁化原理必须采用复合磁化技术，即必须通过纵向通电及周向线圈等多种形式来建立周向和纵向磁场，可分别实现纵向磁化、纵向退磁，周向磁化、周向退磁，多路复合磁化等。

（4）各路磁化电路均采用可控硅控制，保证周向磁化电流和纵向磁化安匝数应连续可调，并同时具备指针和电子两种显示方式，示值不应超过标称值的 10%。

（5）应有周向磁化电流值和纵向磁化安匝数的设定装置及电流跟踪功能，并设有欠电流和过电流报警装置。

（6）试件夹持装置应夹持可靠，移动灵活，不应有停滞现象。在无夹持工件工作时，电

流表指示值应为 0。夹头等导电接触件不应用铅等有毒材料，应导电良好，不应产生电弧闪光。

（7）探伤机应设调节和控制磁化时间的时控装置，以调节和控制磁化时间的长短。

（8）探伤机周向磁化装置和纵向磁化装置的输出电压应不大于 42V。

（9）磁悬液喷淋装置：设备应同时具备自动喷洒和手动喷洒两种磁悬液喷洒装置。磁悬液传输系统不应出现漏液和阻塞现象，储液箱内应设有搅拌机构，磁悬液施加装置应能使均匀弥散着磁粉的磁悬液稳定地施加到被检工件表面而不影响已形成的磁痕。

（10）设备控制系统核心部件采用 PLC 可编程序控制器，全工作过程控制在 PLC 控制系统下能够独立运行，可实现自动及手动控制模式，操作方便应具有闭环调节、自动退磁、自检等功能。

（11）设备应具有故障自动诊断、检测、查询及报警显示功能，可实现故障报警、显示、过程监视功能。有完善的防误操作功能，控制系统有过压、过流、短路、缺相保护功能。

（12）预留与工控机无障碍联接通讯接口，并配备工控机,工控机控制液晶屏显示，操作界面更为直观方便，并能实时采集和监控探伤机磁化参数及整个探伤操作过程，以便保证探伤的质量。并能以报表形式输出打印和存储探伤机（器）日常、季度性能检查记录及探伤结果（包括操作者号、探伤日期、周向、纵向磁化电流及探伤结论），计算机并能按时间或按工件编号模糊地查询探伤记录。

（13）整机对地绝缘电阻值不应小于 2 兆欧，应按照 GB3721 标准要求进行电气绝缘性能测试，对不能承受规定试验电压值的电气元件应进行更换，投标方应提供相应测试的记录文件。

（14）随机附带全套磁粉探伤用标准试片或试块，投标方应给出所有所需标准试片或试块。以及梨形沉淀瓶（100ml）、电子秤、磁强仪（JCZ-10 型）、白光照度计（便携式，0-2000Lx）、荧光照度计（便携式，0-2000μw/cm²）、紫外线强度辐射计（UV-A 紫外线强度辐照计 单通道/黑光照度 365nm）、剩磁仪（WT10B 数字特斯拉计）各 2 件。以上（包含且不限于）按我方工艺文件标准规定，按需配置。供应商应提供调试期间的所有消耗料（包含且不限于复合荧光磁粉）。

（15）设备或设备房配置空调一台，由投标方负责，投标方应对施工接口进行详细说明，应包括对水源、气源、电源的要求等。

（16）探伤全过程由工控机控制自动完成，具备手动控制功能。根据现场情况合理配置上料工件的吊具（按需）。

（17）设备能自动检测磁化电流、磁化电压、探伤工作面荧光或非荧光照度。

（18）设备具有日检和季检提示监督功能。设备技术状态具有自查询功能。

（19）设备具有报表打印、存储、查询和基地信息化系统连网功能，并配备激光打印机（建议采用 HP LaserJet 系列激光打印机），应选用国际知名品牌。

（20）设备具有抗强电磁场干扰能力。

41.2 设备主要技术参数

输入电源三相交流	380V±10%　50Hz
设备功率	≤60KW
周向空载电压	12V
纵向空载电压	20V
周向磁化电流	0－2000A（有效值，连续可调）
纵向磁化磁势	0－10000AN(有效值，连续可调)
退磁方式	自动衰减
退磁效果	≤0.3mT
灵敏度要求	AlaI5/50A 型标准试片显示清晰
荧光灯直接照射观察表面辐照度	≥1000μw/cm2
磁悬液浓度（荧光磁粉）	0.4～0.6mL/100mL
整机绝缘电阻	实测≥2 兆欧

41.3 控制系统要求

控制系统有过压、过流、短路、缺相保护功能。采用 PLC 和工控机上下位机控制模式，PLC 采用开关逻辑控制。操作分为手动和自动两种模式。

工控机采用 windows 操作界面，有设备工作状态及故障的自查询功能,并能提供设备故障维修指南。报表打印，存储以及与局域网联网功能。控制界面具有各步工作状态和故障信息的显示功能。

工控机具有周向和纵向磁化电流以及荧光照度的实时采集、处理和显示能力。

41.4 主要部件工艺要求

单元内所有的钢结构及零部件都作防腐处理。制造钢结构的板材和型材都经过抛丸予处

理，管材除镀锌外，经过化学方法或机械手工除锈。钢结构经抛丸除锈处理表面达到GB8923-88 标准（SIS）的 Sa 1.3.5 级。紧固件经镀锌钝化处理。传动件运转工作可靠平稳。钢结构焊缝质量按 GB/T12469 规定执行。工件周向和纵向磁化，电机夹紧无打火现象。电机防护等级 IP54 级以上，绝缘 F 级以上。

设备表面采用高质量防锈漆，油漆寿命大于 10 年。涂料的类型与颜色：封闭金属结构件的内部涂环氧树脂底漆。金属结构件外表面要涂底漆、中间漆和面漆，面漆的颜色由用户指定。漆膜性能检验，漆膜的干透性、粘附力参照 GB9286-88 规定的一级质量要求进行。

41.5 技术资料

提供完整的技术文档包括但不限于：检验合格证书；机械设计图纸；电气控制原理图；安装图纸；使用说明和维护指导书；产品易耗件目录清单（包括名称、规格、型号、数量）。

该设备为交钥匙工程，设备调试时所必须的各类液压油、润滑油脂、磁悬液及其他未提及的必要消耗品应有投标方负责提供。

42 轮对激光脱漆除锈装置

42.1 主要功能描述

全自动轮对激光清洗设备用于去除车轴和防尘板座的油漆、锈迹以及油污。设备应具备粉尘收集装置，用于收集工作过程中产生的烟尘。设备需将电气控制系统、复合激光系统与轮对除漆工作间进行封闭式整体设计，需设计美观符合工业化设计，整体设备采用悬臂控制系统集中统一控制，实现一键启动完成轮对上料、清洗轨迹及清洗工艺调用、轮对下料、加工过程管理、作业数据保存。

42.2 主要技术参数

（1）复合激光系统主要技术参数

供电方式：　　220V/380V，AC50Hz

脱漆宽度范围：　20~80mm

脱漆效率：　≤100μm,4.0㎡/h ; 100~200μm,1.8㎡/h

除锈效率：　≤50μm,6.0㎡/h ; 50~100μm,3.0㎡/h

激光工作方式：　脉冲或更优激光方式

激光功率：　　≥500W

设备作业节拍：　不高于 30 分钟/条

（2）烟尘净化系统

激光清洗的过程中在附着物剥离的同时，会产生烟尘，设备应配备烟尘净化系统，能够随时将掉落物吸入烟尘设备中，以保持工作环境的清洁与操作者身体健康。

输入电压：　　380V 50Hz

过滤效果：　　可达到 0.3μm 99.97%，可直接室内排放

系统流量：　　＞200m³/h

（3）供电要求

供电电压：　380V 50Hz

设备功率：25KW

42.3 设备组成

全自动轮对激光清洗设备由轮对除漆工作间（含轮对驱动装置）、复合激光系统（含激光清洗头）、烟尘净化系统、电气控制系统等组成。

（1）工作间

工作间是转轮、除锈（除漆）执行结构的主要部件，为各工作部件的载体。

（2）轮对驱动装置

轮对驱动装置驱动轮对配合激光器作业。

当轮对由上料机构运至轮对驱动装置时，转轮器会驱动轮对转动，配合复合激光清洗系统，完成轮对的清洗。清洗结束后，下料机构自动将轮对运出，轮对等待进入下一修程。

（3）复合激光系统（含激光清洗头）

利用高能量脉冲激光束或更优激光组合方式照射轮对表面激发出等离子体,连续照射高能等离子体瞬间形成膨胀，导致一系列微小的爆炸，形成等离子体爆破，使轮对表面的油漆、锈斑发生瞬间迸裂剥离。

（4）烟尘净化系统

烟尘净化系统配合激光清洗装置，随时将激光清洗过程中产生的烟尘和掉落物吸入烟尘设备中，并经过过滤达标后排放，有利于保持工作环境的清洁与健康。

（5）电气控制系统

电气自动控制系统用来控制整个设备的开启和关闭，以及联动控制，实现轮对全自动清洗，并保障设备和操作者的安全。

42.4 设备功能要求

（1）设备采用通过式结构轮对可无障碍穿过除漆设备，满足不同型号轮对的作业要求，后期增加其他轮对型号具备拓展补充相应程序的功能。

（2）设备能够清除车轴轴身、防尘板座表面油漆，使车轴露出金属表面。清洗后的车轴满足探伤工艺的要求。

（3）激光清洗设备供应商须具备丰富的激光工艺调试项目经验，所生产设备除漆除锈后须不对工件的基材造成损伤，并在以往项目中经过充分的试验论证，投标时提供包括但不少于激光清洗前后材料拉伸试验、冲击、金相、脱碳、能谱和扫描电镜第三方检测报告等证明材料。

（4）设备具有完善的安全措施，在设备正常工作期间不对操作人员造成伤害。

（5）设备在不额外添加清洗液等介质的条件下进行除漆等作业，保证对环境友好。设备利用高能量脉冲激光作为清洗工具，利用高能量脉冲激光束照射轮对表面激发出等离子体,连续照射高能等离子体瞬间形成膨胀，产生一系列微小的爆炸，形成等离子体爆破，使表面的油漆、锈斑发生瞬间迸裂剥离，从而达到洁净化。可快速去除油漆、锈斑。不需要使用额外的化学清洗液，也不用浪费大量的液体强力冲击清洗。

（6）设备具有粉尘回收装置，用于回收工作过程中产生的粉尘，且收集的粉尘应方便处理。

（7）设备配备了烟尘净化系统，烟尘净化系统与激光器协同作业。随时将掉落物吸入烟尘设备中，并经过过滤达到排放标准，有利于保持工作环境的清洁与保障作业人员的身体健康。净化后的排放需满足符合国家及地方环保标准并在验收时提供第三方的检测报告，投标时可先提供以往项目中第三方检测证明报告。

（8）系统应具有完善的安全保证措施。包括但不限于以下：完善的防误操作功能；设备具有故障诊断、检测、查询及报警显示功能、以及急停功能；核心激光器采取全封闭式外光路系统，激光器使用寿命不低于 2 万小时，可连续工作 4-5 年，可连续使用，稳定性好，能耗小，节能环保，并且设备主体结构寿命为≥30 年。

（9）设备预留系统数据接口，在网络具备的情况下可将生产数据上传至业主生产系统。

（10）轮对除漆除锈设备须包含激光清洗工艺数据库，可根据轮对的尺寸规格，漆层厚度，锈蚀程度，提供激光清洗工艺和清洗加工轨迹。

42.5 其他要求

（1）全自动轮对激光清洗设备应具有不少于 2 项的整体设备或控制系统授权发明专利，投标时需提供专利证书扫描件。

（2）设备供应商需对城市轨道交通应用场景有充分的理解，投标时提供 IRIS 管理体系认证证书。

（3）设备供货商应就本设备及相关技术在有关中文核心期刊发表学术论文 2 篇。

43 空气弹簧试验台

TB/T 2841—2010 铁道车辆空气弹簧

GB/T15706 机械安全基本概念与设计通则

GB16754 机械安全急停设计原则

GB16855.1 机械安全控制系统有关安全部件

GB/T755 电机基本技术要求

GB1497 低压电器基本标准

GB3323 钢熔化焊对接接头射线照相和质量等级

GB/T3766 液压系统通用技术条件

GB/T7935 液压元件通用技术条件

GB/T5117 碳钢焊条

GB/T5118 低合金钢焊条

Q/ZB74 焊接通用技术条件

JBT9872－1999 金属切削机床机械加工通用技术条件

GB/T1804-2000 一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T1184-1996 形状和位置公差未注公差的规定

43.1 空气弹簧技术参数 （供参考暂定，既有宁天线空气弹簧）

厂家品牌	青岛博锐智远减振科技
规格型号	SYS505K
实验高度	265±2mm
充气压力	0.793MPa
保压压力	0.55 MPa
胶囊最大直径（未充气状态）	654mm
上盖板最大轮廓直径	723mm

43.2 设备要求

（1）设备可以根据空气的需求量自动调节负荷，最大限度降低能耗。

（2）提供主电机的品牌、功率、防护等级等信息。

（3）转子轴承具有高耐磨性、轴承寿命不小于 50000 小时。

（4）润滑油系统设置全流量过滤器，其过滤精度≤25μm。

（5）储气罐应符合《钢制压力容器》（GB150）和《压力容器安全监察规程》的标准规定，制造厂家应具有压力容器制造许可证书。要求投标方提供储气罐制造厂家压力容器制造许可证书复印件、产品试验报告、产品质量证明以及产品安全性能监督检验证书等国家及行业规定的全部材料。

（6）与储气罐配置安全阀、压力表、排污阀等安全附件。投标方应提供压力表的送检报告。

（7）投标方提供设备主要部件的清单，清单中应包含品牌、规格型号、数量。

（8）控制系统采用 PLC 控制，能实现自动工作，具有自动调节负荷、自动调节排气压力的功能，可设定最高压力、压差及工作时间。具有排气超温、超压、电机过载、缺相等自动保护功能。具有设备故障自诊及自动报警停机功能。

（9）投标方所供设备涉及的专利权技术以及知识产权保护其它技术等，应保证招标方不因此受到第三方侵权指控以及实际损失。

43.3 设备组成

该套设备应包括：气密性试验台，2 台；空簧维修台及维修工装，2 套；气源供应装置，1 套。

43.3.1 气密性试验台

（1）气密性试验台主要由机体、压簧装置、实验滑台、气路系统、检测装置、电气控制系统、微机软件系统组成。

（2）压簧装置用于被实验空气弹簧的定位、加载。压簧装置由液压泵、换向阀、油缸、导向杆、压盘等部分组成。压簧装置合理设置上极限行程开关，下极限行程开关、中间空气簧定位开关。要求压盘底部设置与空簧上盖板定位销配合的导向孔，便于试验时空簧的定位。

（3）投标人提供所使用的液压元件的品牌、规格型号、数量、制造商等信息。

（4）实验滑台主要用于空簧的输送、定位和承载，实验滑台由台面、滑轨组成，要求设置限位开关，以保证实验空簧的准确定位。

（5）气路系统主要用于气密性实验时的充气、排气、保压。

（6）检测装置采用压力传感器、位移传感器及其辅助部件等对试验过程进行检测，检测装置能准确地将测试数据反馈至微机软件系统。要求投标人提供压力传感器、位移传感器等检测装置的品牌、规格型号、精度等级、数量、制造商等信息。

（7）电气控制系统主要控制压盘的上升和下压动作、试验滑台的前进与后退、空气弹簧的充气与排气控制等，要求投标方提供所使用电器元件的品牌、规格型号、防护等级、数量、制造商等信息。

（8）微机软件系统用于气密性试验及保压试验数据的自动采集与控制，并实现测试数据的管理，生成相关的测试报表。要求投标人提供微机的配置参数。

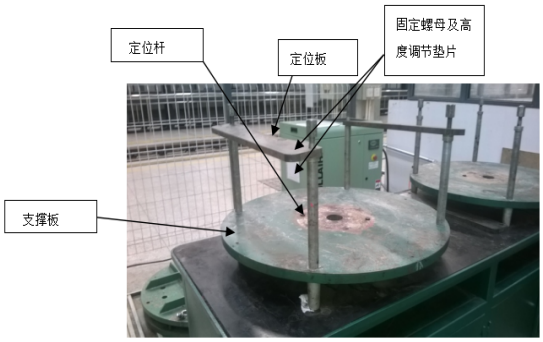
43.3.2 空簧维修台及维修工装

（1）空簧维修台及维修工装主要用于气密性试验不合格空簧的分解维修。

（2）维修台参考尺寸（以实际测量为准）：2200mm×850mm×850mm。

（3）要求维修台下部设置物料及工具存放柜。

（4）维修工装主要由支撑台、定位杆、支撑板、调节垫片、固定螺母等组成，具体结构参考下图，具体结构尺寸以设计联络时确定为准。



1. 2

43.3.3 气源供应装置

（1）气源供应装置主要包括双螺杆式空压机、冷冻式干燥机、过滤器、自动排水器、储气罐及配套管件。

（2）气源供应装置各组成部分技术要求

序号	名称	主要技术要求	数量
1	螺杆式空压机	Q：1.35m³/min；P=1MPa；容积效率≥96%；噪音≤70dB；	1

		供气温度：不超过环境温度 10℃；主电机功率（由投标方提供）；防护等级不低于 IP54；	
2	冷冻式干燥机	空气处理量≥1.8m³/min；工作压力：（0.6-1.0）MPa；	1
3	储气罐	500L；1.0MPa；10 年检验周期	1
4	管路初级过滤器	空气处理量≥1.8m³/min；工作压力：（0.6-1.0）MPa；过滤精度：1μm；出气含油量：≤1ppm；	1
5	除尘过滤器	空气处理量≥1.8m³/min；工作压力：（0.6-1.0）MPa；过滤精度：0.01μm；	1
6	除油过滤器	空气处理量≥1.8m³/min；工作压力：（0.6-1.0）MPa；过滤精度：0.01μm；出气含油量：≤0.5ppm；	1

43.4 设备主要技术要求

设备由 1 套控制系统同时控制 2 台气密性试验机进行空簧气密性试验。

（1）能够按照不同型号空气弹簧气密性实验的标准要求实现对空气弹簧进行气密性试验及保压试验。气密性实验标准在设计联络阶段提供。

（2）被试验空气弹簧安装方便、定位可靠，试验数据采集准确、可靠。

（3）设备能够实时、独立地显示 2 个空簧的气密性试验结果，能对气密性试验及保压试验的测试数据进行自动采集、处理并与计算机内的标准数据进行对比分析，显示分析结果，并同时能存储和打印并配备激光打印机（建议采用 HP LaserJet 系列激光打印机）。

（4）设备在压力表、空气管路、电缆布置时考虑布置在便于观察、维修的位置，符合相关安装规范要求。

（5）空气弹簧实验台主要技术参数

单个空簧作业时间　　≦15min

充气压力（可调节）　0~1 MPa

压力传感器精度　　0.1％FS

外形尺寸由投标方提供

43.5 其他要求

（1）气路系统设置安全气压保护及漏压检测装置。

（2）设备设置被测试空气弹簧爆裂情况下的防护装置。

（3）设备采用 PLC 控制，具有故障自诊断功能。合理设置紧急停车按钮，方便在紧急情况下停止设备运行，以保证作业安全。

（4）电气部分具有自动保护功能。

44 构架三维检测仪

适用于测量南京地铁电客车转向架构架等部件的尺寸，并对测量数据进行记录、存储及打印。

GB/T16857-2002 产品几何量技术规范(GPS)坐标测量机的验收检测和复检检测

GB/T6592-96 电工和电子测量设备性能表示

GB/T13166-91 电子测量仪器设计余量与模拟误用试验

JJG-1999 电子工业部计量检定规程（1999 年）

44.1 主要性能参数

（1）测量范围 ≧ 4000mm；

（2）空间长度测量精度± ≤ 0.067；

（3）单点重复精度≤ 0.054；

44.2 主要技术要求

（1）须具备三维坐标尺寸测量；

（2）测量接头具备快速识别测量点的性能；

（3）具备足够的存储空间（不小于 50G），可对测量数据进行存储；

（4）双臂连接需要使用双卡位稳定结构，等臂长设计，无测量死角，所有轴数测量机后期都可直接对接扫描测头；

（5）须具备无线及有线数据传输功能，可对测量数据进行传输；

（6）关节臂可进行多自由度活动，以实现空间任意点及隐藏点的测量；

（7）须内置平衡机构，对地面平整度无严格要求，地面不平度不影响测量精度；

（8）须内置可循环充电电池，可在无外接电源环境下工作，一次充电工作时间不少于 6-8 小时；

（9）内置高灵敏温度传感器，具有实时温度补偿功能，保证在不同的温度下都能实现高精度的稳定测量；

（10）须配备快速箝位安装机构，可提供多种安装形式。

44.3 软件系统

（1）系统须具备几何误差补偿；

（2）系统具备测头管理功能，自动动校正各种测针，包括硬测头，触发测头等；

（3）系统具备支持关节臂探针图形显现及探头扫描功能；

（4）系统具备零件找正功能：建立坐标系，设置坐标原点，执行平移和旋转等坐标变换；

（5）当测量完一个元素后，可以查看该元素的数据点分布，以图形方式打印出形状误差及全部的图形和几何信息；

44.4 设备配置

测量仪的主要配置见下表，如需配置各种工装或附件，需一并提供。

序号	配件名称	型号规格	数量
1	移动工作站	处理器、内存、硬盘、显示器	1 套
2	底座	稳定底座	1 套
3	测头	各规格球形测头	1 套
4	测针加长杆	适用测针加长杆	1 套
5	校准球锥	标准校准球锥	1 套
6	数据线	数据线	1 套
7	三角架	可移动式三角架	1 套
8	辅助电源	稳压电源	1 套

测量仪须提供完整的中文技术资料，包括产品测量软件操作手册、测量仪操作手册、使用维护说明书、合格证明书、安装附加图及易损件图等并装订成册，并配备由国家认可的计量单位出具的计量证书或检验合格证书。

45 轮对及小部件检修装置

45.1 设备用途

轮对及小部件检修设备为检修操作者提供一个独立封闭、安全卫生的操作空间。工作时，工件由轨道从一侧卷帘门送至作业房内，操作者对工件的表面进行检修，检修过程中所挥发出的气体，在防爆排风壁扇的抽风作用下，通风处理。检修完成后，设备静置流平、对检修后轮对进行初步处理。待不流苏后，推出室外静置晾干。新建轮对及小部件检修设备结构紧凑，占地空间小，操作者灵活方便能有效提高工作效率。

45.2 设备组成

（1）轮对喷漆设备主要由封闭室体、照明灯箱、排风系统、 电气控制系统、安全保护装置组成。封闭室体内有轨道，转盘，可存放 8 条以上轮对，原进原出，剩余地面为格栅地面+部分正常地面。

（2）室体要求内壁为镀锌材料，外壁采用钢板喷漆（具体颜色待设计联络确定），内外板之间填充优质岩棉，室体结构：室体采用“整体模块拼接”式结构，全室无骨架，外型美观，结构坚固。安装时现场无需焊接操作，全部采用隐藏式螺栓连接固定，整个板面无暴露螺栓，具有良好的装饰性。板块之间连接后形成“U”型走线槽，可替代桥架、线管，外部加扣装饰盖板，使用旋转锁扣固定，既美观实用又方便维修。板块之间无热桥，保温性好，板块缝隙涂耐高温无硅酮密封胶，无硅酮密封胶挥发物对漆膜无损伤，保证室体无漏气现象。壁板由内、外板螺栓连接中间夹优质岩棉复合而成，内板为镀锌板折制，外板为冷板折制后喷涂，颜色可由客户确定。

（3）防爆照明系统，室体内采用 2x36W 防爆照明灯箱，安装在室体顶部和两侧，照明灯具按 GB14444-93《喷漆室安全技术规定》中的要求安装，室内照度≥800LX。防爆照明灯箱使用光色好、显色性高、寿命长；使用无噪音、无频闪、启动快、温升低、长寿命的三雄镇流器，无重影现象。

（4）喷漆室进轮对处设置一处卷帘门，工作时关闭，卷帘门采用电动提升，大门尺寸(L×H)mm：2500×2000mm。另设安全门，高宽适合手动叉车运输工件进出方便。

（5）内设防爆插座若干，220V，五孔，静音型防爆换气扇若干。地面格栅应分割若干小块，应易取换，格栅地面的底部铺设吸附型耗材，方便定期更换。

46 轮轴压装退卸一体机

用于满足地铁车轮与车轴的压装、退卸、反压作业，并打印压装曲线，保存数据。

46.1 设备工作环境

电源：三相交流电 380×（1±15%）V，50×（1±2%）Hz；气源：0.5MPa

环境温度：（-5～40）℃；相对湿度不大于 98%

46.2 设备参数

压头油缸最大工作力	≥3000kN
压头油缸数量	2
压头油缸活塞行程	≥900mm
适应车轮直径范围	770～940mm
适应轮座直径范围	180～230mm
适应车轴长度	2050～2300mm
适应轮对重量	3t
压头油缸活塞杆进给速度 (可调)	0～20 mm/s
压头油缸活塞杆压装速度 (可调)	0～5 mm/s
最大液压压力	≤28MPa
电机（三相）电压	380V-50Hz
辅助电压	24Vdc
总装机容量	≤37kW
压力传感器分辨率	≤0.25%FS
在工作时的噪音等级	≤75db
压头尺寸内侧距控制精度	≤±0.5mm
压头尺寸轮位差控制精度	≤±0.5mm
位移传感器分辨率	≤0.01mm
压头定位精度	≤±0.1mm
左右液压缸同轴度	≤±0.5mm
注油压力	200MPa

46.3 设备技术要求

设备为全自动设备，轮对吊入预处理小车后，先预处理轮座，挂入轮饼，再送料、接料、压装、退卸、反压、检测、生成曲线、打印曲线等均为自动完成。

设备采用双端活塞缸结构，不得采用复合油缸结构。

具有机械弹性顶尖进行车轴中心孔自动定位功能，不允许采用车轴定位方式，不允许采

用液压顶尖。

该设备轮对压装车轮需采用固定的筒状压头挡住车轮轮毂外侧面的方式，压装车轮的筒状压头需安装在油缸或机架上，能将力直接传递给机架。筒状压头不得安装在活塞杆上。

设备采用龙门框架为整体焊接式框架形式，焊后去应力退火，受力均匀、强度高、刚性好、压装变形小，厂家须提供有限元分析报告，双端活塞缸置于龙门框架左右孔内。

该设备电控系统采用可编程控制器控制的先进技术。配置通过铁路局技术审查的轮对压装机，可自动实时记录、 绘制、存储并打印符合铁标要求的轮对压装曲线。

该设备具有轮对压装（冷压装、注油压装退卸）、校验等功能软件，并能根据不同型式轮对进行丰富、修改。在轮对压装时能自动检测压装尺寸、自动控制、自动打印曲线，一键式操作，管理功能成熟完善。

该设备应采用声光报警，安全可靠。

具备 HMIS、KMIS 接口，能与 HMIS、KMIS 网络进行数据共享、具备自动或人工分工步操作完成动作、具有误输入、误操作否决、具备系统故障诊断、自动定标、数据自动上传等功能。

该设备配有 USB2.0 接口、标准的网络接口、RS232 标准通讯接口或 FC 接口，802.11g 无线网卡、以太网卡和现场总线卡及打印机接口，并配备相应的驱动软件，各接口防灰设计。配备显示器、键盘、鼠标，鼠标有足够的使用位置以方便操作者使用，否则鼠标为键盘上滚珠式，CPU 主频 2.11GHz 以上，内存≥2GB，独立显卡，500G 高速硬盘，内含 Windows 操作系统（系统配备光盘备份）中文版本。

电气控制系统编于半自动循环程序和故障报警功能，使电控软逻辑控制维修方便，电气系统稳定可靠，控制线路应敷设备用线。

测量功能：要求设备能完成车轮/制动盘距离和跳动测量装置。

距离和跳动测量装置。用于测量车轮/制动盘间距，车轮/制动盘端面跳动。并配有相应的测量软件，通过打印机打印出结果，检测跳动的传感器分辨率不大于±0.001mm,端面跳动的测量基准是车轴中心孔。

设备液压阀、伺服泵、压力传感器、位移传感器均采用优质品牌。

该设备液压系统采用伺服电机驱动伺服泵。

该设备配备高压注油装置，具有作业废油回收系统。需配置小车装置，满足轮对压装前的预处理。应配备激光打印机 1 台（A4 页面）

该设备安全功能完备，具有防止突然断电给操作人员及设备带来的安全设计功能。

提供设备维护和使用的必备工具、以及设备正常使用 2 年的易损易耗件的详细明细和单项报价。

该设备为交钥匙工程，与设备安装相关的所有土建设计、施工、防护、电力改造（增设配电箱、控制开关等）等工作均由投标人提资给有关专业，设备要求室内基坑安装，投标方应考虑设备供货，前期提资条件的复核应在土建，机电，轨道等专业撤场前落实完整，如后期设备的基础投标方需重新设计，牵涉开挖，二次断轨和施工以及现场恢复均由投标人负责，如果投标人不具备相应土建资质，则应由专业土建施工方负责实施，项目施工管理由投标人负责。

该设备为全新设备（包括所有零部件、元器件和附件），选用全新优质材料制造。

设备及仪表的金属构件除机械加工装配表面和电镀表面外都进行防锈处理和涂漆。

该设备为交钥匙工程，机床运输，吊运卸载，调试安装期间的预埋件，二次灌浆，各类润滑，液压油液，油脂，电源线，接地线，基坑围栏（如有），刀磨具等均由设备厂家负责。即设备正常运转，满足功能验证，预验收合格前的所有工作，人工物料消耗均有厂家承担。

设备预验收合格后，如未投入正常使用，放置一段时间后再次启用前，厂家按设备维保规程，结合设备当期的状态，需进行功能精度评估，不论是否出质保期，无偿做一次状态恢复，包含人工、油料、物料、各项精度指标测试校核、必要零部件更换等各项服务，并对运营公司维护人员进行维保培训。如果预验收合格后，正常投入生产，厂家需承担首次维保的人工、油料、物料的各项服务，具体首次维保方案在设计联络时，结合厂家维保规程再定。

46.4 需要提供的技术资料

在设备移交时向买方提供 4 套中文技术文件：设备使用说明书，设备操作手册、总装配图、电气、液压原理图及接线图，液压、润滑元件位置图。

在设备移交时向买方提供设备出厂检验合格证书、性能及精度检测记录或报告，需计量部件（如各种仪器仪表，标定件等）合格证件。

47 轴颈车磨滚压一体车床

47.1 机床主要用途

本机床主要用于轨距为 1435mm 的地铁轮对（含齿轮箱与不含齿轮箱的两种轮对）轴颈滚压（含轴颈根部卸荷槽、防尘板座）及轴颈后肩的车削，磨削的专用机床，加工轴颈范围是φ98～φ180mm， 轮对回转踏面直径φ740～φ1100mm，车轴轴长范围为2050～2500mm。同时必须满足可人工测量轮对内侧距，踏面的径向跳动和内侧面的端面跳动及轮装两侧制动盘的端面跳动。

47.2 机床主要规格与参数

1	**总体规格**	**参数**
1.1	轨距	1435mm
1.2	轮对直径范围（踏面）	φ740～φ1100mm
1.3	加工轴颈范围	φ98～φ180mm
1.4	轮对轴长范围	1650～2500mm
1.5	顶尖间最大工件重量	1500Kg
1.6	顶尖角度	60°
1.7	砂轮尺寸	600×63×305mm
1.8	砂轮线速度	≥45m/s
1.9	刀方截面尺寸	30×30mm
2	**主传动**	
2.1	主轴转速级数	无级
2.2	主轴转速范围	18~780r/min
2.3	轮对转速范围（φ1050mm）	6～260r/min
2.4	摩擦轮直径	φ300mm
2.5	摩擦轮垂直行程	230mm
3	**进给传动**	
3.1	控制轴数	刀架 2 轴（X 轴、Z 轴） 磨头 2 轴（U 轴、W 轴）
3.2	磨头纵向进给量级数	无级
3.3	磨头纵向进给量范围	1～1500mm/min
3.4	磨头横向进给量范围	1～1500mm/min
3.5	磨头纵向行程	900mm
3.6	磨头横向行程	200mm
3.7	磨头纵、横向快速	4500mm/min
3.8	刀架进给量级数	无级

3.9	刀架纵向进给量	1～1500mm/min
3.10	刀架横向进给量	1～1500mm/min
3.11	刀架纵向行程	420mm
3.12	刀架横向行程	165mm
3.13	刀架纵、横向快速	4500mm/min
4	**尾座**	
4.1	尾座套筒移动量…	380mm
4.2	尾座套筒移动速度	1200mm/min
5	**电动机**	
5.1	主传动主电动机功率	7.5KW
5.2	磨头电动机功率	异步交流电机 7.5KW
5.3	刀架 X 向伺服电机转矩	10.5/16N.m（2 个）
5.4	刀架 Z 向伺服电机转矩	10.5/16N.m（2 个）
5.5	磨头 X 向伺服电机转矩	10.5/16N.m（2 个）
5.6	磨头 Z 向伺服电机转矩	10.5/16N.m（2 个）
5.7	液压泵站电机机功率	3.75KW
6	**其它**	
6.1	机床轮廓尺寸(长×宽×高)	投标人提供
6.2	机床重量	投标人提供
6.3	数控系统	投标人提供
7	**机床工作环境和条件**	
7.1	环境温度	-5～＋40°C
7.2	相对湿度	≤90%（25°C）
7.3	三相交流电源	380V（－10%～＋10%）
7.4	单相交流电源	220V（－10%～＋10%）
7.5	安全电压	24V（±10%）
7.6	频率	50Hz（±2%）
8	**加工精度**	
8.1	圆度	车削：0.012mm；磨削：≤0.005mm
8.2	圆柱度	车削：0.020mm；磨削：≤0.005mm
8.3	表面粗糙度	车削 Ra≤1.6μm
8.4	磨削滚压	Ra≤0.4μm

47.3 机床组成及主要结构性能说明

本机床根据加工工件的特点，对称布局，床身上面设有轨道，与车间轨道相连接，便于轮对（含齿轮箱与不含齿轮箱的两种轮对）装卸，不用天车吊装缩短辅助时间。机床主要由床身、左右尾座、左右刀架、左右磨头装置、摩擦主传动装置、摩擦轮架装置、千斤顶装置、冷却装置、液压系统、电气系统组成，其中刀架和磨头可分别实现两轴联动，各轴均采用交流伺服电机驱动。

47.3.1 床身

床身为整体床身，是支撑其他部件的基础，内部由若干纵向和横向筋板连接，使其有较好的刚性(铸铁件)。床身上布置有车刀架、磨头的纵向传动装置以及左右尾座。在床身的中间位置设计有斜面,方便切削液和铁屑排出，从而集中排放到冷却箱中。

47.3.2 摩擦传动装置

该摩擦传动装置的驱动形式为 7.5KW 的主轴伺服电机通过减速箱驱动单个摩擦轮旋转，从而带动轮对旋转，提供主运动。同时通过油缸的升降运动，来满足不同直径轮对的加工。由液压系统控制压紧力。摩擦轮采用了橡胶材质，具有高强度、高耐磨、同时具有耐油、耐氧化的特性，最为重要的是吸振性能优良，具有减震、缓冲的作用，这样避免了轮对踏面不圆产生的跳动，使摩擦轮与轮对踏面始终紧密接触，以传递稳定的摩擦扭矩保证加工精度。

47.3.3 摩擦轮架装置

该装置放置在左右尾座上方，主要用来支撑左右摩擦传动装置，内部布置纵横筋板，具有足够的刚度和强度，保证摩擦传动的平稳性和可靠性。

47.3.4 左、右磨头装置

47.3.4.1 砂轮主轴

砂轮的主传动采用 7.5KW 异步电机驱动，通过三角皮带带动高精度动静压主轴旋转的结构形式，精度很高，动态性能好，并配备专用的液压泵站。液压站配备单独的冷却系统。

47.3.4.2 磨头的纵横向进给装置

左、右磨头的纵向（W 轴）传动的驱动方式是伺服电机结合高精度减速器带动滚珠丝杠的驱动方式，导轨形式采用 V-平结构，具有润滑条件好、移动速度快、导向性好，精度高等特点。横向(U 轴)通过伺服电机作为驱动，通过高精度减速器带动滚珠丝杠来实现其横向进给，横向(U 轴)导轨形式也采用 V-平结构。纵横向均安装有液压管路及电气电缆的拖链装置，在行程的前后极限位置均设置有限位开关。砂轮除磨削部分外，其余部分设计有砂轮防护装置，

以免砂轮破损后飞出。另外在防护罩上方放置磨削时冷却喷头，并放置阀门控制。

47.3.4.3 磨头的防护以及冷却

砂轮除磨削部分外，其余部分需要增加防护装置，在左、右磨头底座上安装防护罩，并在刀架侧床身立面上设置双拉门式防护罩，确保车、磨过程中铁屑及冷却液飞出工作区。另外在防护罩上方放置冷却喷头，并放置阀门控制。冷却水通过冷却装置提供。

47.3.5 左、右刀架

左、右刀架根据工件要求对称布局，结构基本相同，刀架纵向（X 轴）、横向（Z 轴）运动均采用伺服电机驱动，分别通过减速器传至滚珠丝杠，带动刀架移动。纵横向的导轨形式均采用高精度直线导轨。刀架上设有一套数控四工位转位刀台，左、右刀架可以同时加工，也可单独加工。刀架的纵横向进给运动均设计有液压管路及电气电缆的拖链装置。精车车刀及滚压刀具安装在数控四工位转位刀台上，对拉伤的轴颈进行滚压，以恢复其精度并提高表面硬度，降低表面粗糙度。

47.3.6 左、右尾座

左、右尾座是支撑工件，决定工件加工精度的重要部件。左、右尾座固定在床身两端的水平面，尾座装有精度较高的主轴和刚度足够的套筒以支撑工件，满足工件精度要求。顶尖主轴装在套筒的前端内孔中， 前支点采用双列向心短圆柱滚子轴承，径向间隙可以调整，以达到所需求的回转精度，旋转精度高，尾座套筒的伸出退回动作，由液压油缸驱动，顶紧工件后压力继电器发出信号，才能进行下步动作。尾座侧壁装有砂轮修整器，用来修整砂轮。左、右尾座体上分别装有照明灯及悬挂操作按钮站，便于观察及操作。

47.3.7 千斤顶

千斤顶是托轮对升降的装置，可停在任意位置，采用液压控制。升降动作由电磁阀控制，千斤顶升起压力可调，用压力继电器控制，油压超过压力继电器所调压力时，千斤顶停止上升，千斤顶下降到最低位置时，由行程开关控制切断油路下降停止。

47.3.8 排屑及冷却装置

机床排屑主要通过床身上的大斜面来实现的铁屑的排出，地基中放置铁屑箱集中收集和清理。 冷却装置是满足磨削需要，磨削时冷却工件，保证磨削精度光洁度，冷却液经床身流回到冷却槽，再由冷却槽流经管子及磁性分离器回冷却箱保证冷却液清洁。冷却泵的开停，由左、右悬挂按钮站上的开关控制。

47.3.9 测量装置

机床数控操作终端可直接进入测量界面，该机床应可缓速转动轮对和点动转动轮对，确保人工用内侧距尺，沿圆周方向，轮对每转动 120 度，测一次内侧距。应设计有适当位置，确保磁性百分表可吸附，测量左右车轮的踏面径向跳动和内侧面的端面跳动，以及轮装制动盘面（左右两侧）的端跳。产生的测量数据，可手动输入进操作终端系统内，编辑格式以运营公司作业单为准，并打印出来。应配备激光打印机 1 台（A4 页面），选用国际名牌产品。

47.3.10 滚压润滑系统

机床配有滚压润滑系统，用于滚压时对滚压表面的润滑，以降低滚压表面的粗糙度。

47.3.11 液压系统及润滑系统

液压系统主要由尾座套筒的快速进退与同步运动、尾座套筒的卡紧、千斤顶的上升下降、摩擦装置的升降运动、持续压力的控制组成。

润滑系统主要有集中润滑泵站提供左右车刀架、左右磨头中的的导轨润滑以及齿轮传动机构的润滑。

液压控制系统、密封件采用国际知名品牌的产品，液压管路排布设计应合理、美观、规整、标识清楚，便于拆装维修。

47.3.12 电气控制系统

机床数控系统采用 2 套系统（左右刀架各一套），此系统具有直线、圆弧插补运算功能、辅助(M)等功能。通过 CNC 程序的控制，使机床完成自动加工工件及其它辅助功能。带有内装式 PLC(可编程序控制器)，通过 PLC 程序完成对 CNC 接口的控制及机床动作的控制，PLC

程序中设计有针对机床故障的报警信息，通过故障指示灯及显示器报警信息诊断机床发生的故障，从而方便了维修。

伺服驱动交流伺服驱动系统和全数字式交流伺服电机。交流伺服电机上装有编码器，与数控系统一起构成位置半闭环控制。机床左右刀架上各设有一个按钮站，分别对左右刀架单独操作。

47.3.13 系统软硬件配置：

屏幕：10.4", TFT；内存: 512MB；远程通讯:以太网；

配置计时器和计数器；控制面板上有 USB 接口；

试运行功能(指在调试期间的空运转)；报警中文信息显示；

远程诊断；优化的零件编程器；

便携式电子手轮，可以手动移轴，配有“停机运行”的安全按钮；

控制面板外接在设备床身上，可旋转，便于操作者对设备的设定和操作，包括 CNC 的屏幕、键盘等；采用防止生产错误的方法。

电控柜配有空调和照明，稳压电源。

设备应具有常规通讯协议及接口，并对用户完全开放，用户能够提取采集设备运行参数、结果参数等必要数据字段，提供对应通讯协议的数据字段地址信息表。

47.4 其他

（1）该设备为交钥匙工程，机床运输，吊运卸载，调试安装期间的预埋件，二次灌浆，各类润滑，液压油液，油脂，电源线，接地线，基坑围栏（如有），刀磨具等均由设备厂家负责。即设备正常运转，满足功能验证，预验收合格前的所有工作，人工物料消耗均有厂家承担。

（2）设备预验收合格后，如未投入正常使用，放置一段时间后再次启用前，厂家按设备维保规程，结合设备当期的状态，需进行功能精度评估，不论是否出质保期，无偿做一次状态恢复，包含人工、油料、物料、各项精度指标测试校核、必要零部件更换等各项服务，并对运营公司维护人员进行维保培训。如果预验收合格后，正常投入生产，厂家需承担首次维保的人工、油料、物料的各项服务，具体首次维保方案在设计联络时，结合厂家维保规程再定。

（3）设备须选用性能优良、技术先进、低能耗的电机。所有随机正常配置的附件，工具，备品等均写入附件目录清单内。刀片磨石的提供，待试切削磨削后，定型再定。本项目不设备品备件目录清单。

48 数控立式车床

48.1 设备主要功能及技术说明

（1）本设备主要适用于车轮轮毂孔、轮孔内外端面过渡圆弧及环形油槽的半精、精加工；所加工的轮毂孔满足：孔径加工误差±0.01mm，轮毂孔的锥度采用数控控制（可根据要求通过程序进行调整），表面粗糙度可调 Ra1.6μm～Ra6.3μm，圆度＜0.01mm，孔两端圆弧过渡圆角采用数控控制（可根据要求通过程序进行调整）。

（2）机床可确保轮毂孔的上下圆角位置准确，机床的数据接口符合铁道部 HMIS 数据接口标准，采用工控机可实现与其它机床数据相互共享。

（3）机床需具有编程、加工、存储、调用及显示功能。具有安全保护及防误操作、故障自动诊断及报警显示功能，技术先进、性能可靠、结构合理、安全、环保的设备。

（4）机床为成熟的产品，设计和制造过程及所用材料符合现行的国家及行业的有关标准及安全、环保标准，产品质量受控于 ISO9001-2000 质量体系的有效运行。

48.2 主要结构及技术要求

（1）底座：机床回转工作台底座采用吸振铸铁结构设计，加强筋采用放射型筋和环型筋布置并进行优化设计，使底座具有很高的强度、刚度和抗震性。

（2）主轴：主轴采用一个双列圆柱滚子轴承与一个圆锥滚子轴承组合定心，用一个推力球轴承来承受轴向载荷。轴承的润滑采用润滑油润滑，润滑油箱配有散热装置，以避免轴承产生温升。

（3）进给系统：X 轴、Z 轴采用伺服电机驱动。Z 轴伺服电机通过行星齿轮减速箱与丝杠相连。X 轴伺服电机通过同步齿形带与滚珠丝杠相连。X 轴导轨为滑动导轨

（4）滑枕及刀架：滑枕四个滑动导轨面采用注胶工艺，配置立式 4 工位伺服刀架

（5）防护：采用半封闭防护。整机防护美观大方，宜人性好。

（6）液压系统：液压系统选用变量叶片泵，液压控制元件选用台湾产品，液压油箱放置在底座右侧面，由防护与外界隔离。各个液压回路均采用叠加阀安装方式，结构紧凑，安装方便。该液压系统各执行油缸的压力可分别调整并有压力保护装置。

（7）润滑系统：机床采用集中定量自动润滑系统，由数控系统根据实际工况需油量设定运行时间与间歇时间。

（8）冷却及排屑系统：切削冷却排屑系统：机床切削冷却采用外冷却方式，排屑是通过

链式排屑器将切屑送到小车中。在车削过程中，刀具和工件都得到充分冷却，保证工件的加工精度，提高刀具的使用寿命。

（9）机床防护：机床配置半封闭机床防护，防铁屑飞溅，并配有气动自动门，以使操作者在安全舒适的环境中工作。

（10）电气系统

① 机床电气系统

机床电气设计符合 GB/T 5226.1-2019 电气标准。电路的动力回路，均有过流、短路保护，机床相关动作都有相应的互锁，以保障设备和人身安全。电气系统具有自诊断功能，操作及维修人员可根据指示灯及显示器等随时观察到机床各部分的运行状态。主要电气元件选用 LS 产品，其它电气件选用中外合作的产品，从而确保机床的安全性、可靠性。机床数控系统标准配置采用 FANUC 0i-TF 或同等级数控系统，能适应高效率、高速，高精度的机械加工；且具有操作方便、功能齐全、可靠性及性价比高等优点。

两伺服轴系统是高精度的数字伺服系统，具有高速微处理器及软件伺服控制功能，可实现高速，高精度的伺服控制。

② 电气柜：电气柜标准配置采用全封闭式结构，配置稳压电源，并配备电箱空调散热，以此来达到防尘降温的目的。电气柜防护等级达到 IP54 要求；并在电气柜内预留一定空间以便于扩展功能。

③ 机床操纵控制箱

采用壁挂式操纵控制箱。配备悬挂式手持脉冲发生器，方便于机床的设置与操作。

④ 安全保护

机床具有报警装置及紧急停止按钮，可防止各种突发故障给机床造成损坏。由于软件的合理设计，报警可通过显示器显示文字及报警号。机床根据不同情况将报警的处理方式分为三类：对紧急报警实行“急停”；对一般报警实行“进给保持”；对操作错误只进行“提示”。

（11）该设备为交钥匙工程，机床运输，吊运卸载，调试安装期间的预埋件，二次灌浆，各类润滑，液压油液，油脂，电源线，接地线，基坑围栏（如有）等均由设备厂家负责

48.3 设备主要技术参数及性能

投标人应提供设备详细技术参数，并满足下列要求。

卡盘直径：	不小于 φ1000mm
工件最大切削直径：	不小于 φ1000mm

工件最大高度：	不小于 700mm
工件最大重量：	不小于 1500kg
最大扭距：	不小于 8000N•m
主电机功率：	不低于 37kw
X．Z 轴定位精度：	≤0.02mm
X．Z 轴重复定位精度：	≤0.008mm。
工件表面粗糙度：	Ra1.6μm
工作台变速级数：	两档无级调速
工作台转速范围：	建议 6.3~300r/min
工作台卡爪：	不小于 3 个
卡紧方式：	液压
刀杆尺寸(宽 X 高)：不小于	32×32mm
刀架进给量范围：	1-500mm/min
刀架快速移动速度：	4000mm/min
刀架最大进给：	1000mm/min
刀架行程（水平）：	700mm
刀架行程（垂直）：	700mm
进给电机的扭矩：	不低于 22N•m
进给量级数：	无级

48.4 机床精度

机床精度贯彻中华人民共和国国家标准 GB/T23582.1—2009《立式车床检验条件 精度检验 第 1 部分：单柱和双柱立式车床》。

加工工件圆度(mm)	≤0.005
加工直径的一致性(mm)	≤0.02（在 300 测量长度上）
加工工件平面度(mm)	≤0.02/φ500
加工工件表面粗糙度	平面、圆柱面≤Ra1.6
	圆弧面≤Ra3.2

定位精度	X 轴(mm)	≤0.025
	Z 轴(mm)	≤0.025
重复定位精度	X 轴(mm)	≤0.01
	Z 轴(mm)	≤0.01

48.5 随机附件

（1）配备 3 个 φ100 的长 260mm 刀座； 2 个内孔直径 φ50 的刀座;

（2）刀杆：山特维克 DNLNL 3225P 16；山特维克 DNLNL 3225P 12；各 1 套; 配备一个山高 SECO NDONR0050U26AHD 刀杆，

（3）刀片:山特维克 CNMM 160616 -QR 4335；山特维克 DNMG 120408-WMX 4325；山高 26NR4.0R-CP500，各一盒（具体设计联络或试切削刀片定型后再定）

（4）便携式笔记本电脑 1 台，采用主流配置（配置不低于：处理器 i5 ；内存 16G；存储 512G）

48.6 其他

（1）该设备为交钥匙工程，机床运输，吊运卸载，调试安装期间的预埋件，二次灌浆，各类润滑，液压油液，油脂，电源线，接地线，基坑围栏（如有），刀磨具等均由设备厂家负责。即设备正常运转，满足功能验证，预验收合格前的所有工作，人工物料消耗均有厂家承担。

（2）设备预验收合格后，如未投入正常使用，放置一段时间后再次启用前，厂家按设备维保规程，结合设备当期的状态，需进行功能精度评估，不论是否出质保期，无偿做一次状态恢复，包含人工、油料、物料、各项精度指标测试校核、必要零部件更换等各项服务，并对运营公司维护人员进行维保培训。如果预验收合格后，正常投入生产，厂家需承担首次维保的人工、油料、物料的各项服务，具体首次维保方案在设计联络时，结合厂家维保规程再定。

48.7 与智慧场段综合管控平台接口要求（同前）

49 移动式耐压试验台

移动式耐压试验台用于南京地铁电客车架大修工作中对各种变压器、接触器、电缆及其它仪器和各种材料等进行绝缘阻值测试及耐压试验，考核部件绝缘水平和承受内部和外部过电压的能力。

49.1 基本功能及要求

（1）该设备能够进行绝缘阻值测试、直流耐压、交流耐压测试。

（2）判断功能：超高限-不合格/合格/超低限-不合格（数字设定窗口比较方法）。

（3）设计开机检测输入电源的接法是否正确功能，防止电路极性接错引起触电。

（4）要求设备手动设定测试电压，然后能自动升压至设定电压值，到达设定电压后应能自动耐压计时，计时结束后自动降压回零。

（5）测试结束后要求设备自动放电，放电时间≤200ms。

49.2 主要技术参数

（1）输入电源：AC220V±10%　50Hz。

（2）直流耐压测试：

测试电压：　DC 0.05～6KV 连续可调（可包含此范围）

测试电压精度：≤±（2％读值+5V）

测量量程（电流）：0.01～10mA（可包含此范围）

（3）交流耐压测试：

测试电压：　AC 0.05～5KV 连续可调（可包含此范围）

测试电压精度：≤±（2％读值+5V）

测量量程（电流）：0.01～20mA（可包含此范围）

（4）绝缘测试：

测试电压：DC500V/1000V（可包含此范围）

测试量程：2MΩ～2000MΩ(500V), 4MΩ～2000MΩ（1000V）

（5）设备尺寸：≤380mm×150mm×480mm

（6）定时器：设置量程 0.5～999s，分辨率≤0.1s。

（7）测量精度：电压测量精度≤（2％读值+5V），电流测量精度≤（3%+5 个字）

（8）报警方式：声音及指示灯。

49.3 其它要求

（1）要求设备进行可靠接地设计。

（2）要求配备 PLC 所需的信号输入、输出接口，并可选配 RS232C 或 RS485 接口，可方便地与计算机或 PLC 组成综合测试系统。

（3）显示：要求配备液晶显示器，实时显示电压值、电流值、时间及其它信息。

（4）配备安全可靠测量线缆、夹具，具体夹具形式设计联络时确定。

50 移动式电流电压互感器测试装置

该设备用于南京地铁电客车牵引逆变器箱和辅助逆变器箱内电流和电压传感器的检测。

50.1 设备主要参数：

输入电源：　　220V 50/60Hz

输出电源：　　DC（0-30）V 连续可调

DC(0-1000)V 连续可调，分 N 档

AC（0-1000）V 连续可调，分 N 档

DC（0-120）A 连续可调，分 N 档

AC（0-120）A 连续可调，分 N 档

交流输出频率：　　50Hz、60Hz、400Hz

输出稳定性：　　AC<满量程 0.03%/分钟，DC<满量程 0.02%/分钟

直流纹波系数：　　<0.1%（额定输出时）

输出频率准度：　　<0.1%

50.2 传感器参数需求 (仅供参考)：

	LV25-600	LV100-2000	LV100-4000/ SP6	LV100-2000/ SP6	HTA 250-S/SP3	LT 1005-T/SP4
测量	voltage	voltage	voltage	voltage	Current	Current
原边理论值	600V	2000V	4000V	2000V	250A	1000A
精度	0.8%	0.9%	1%	0.7%	1%	0.4%
测量范围	900V	3000V	6000V	3000V	250A	2000A
供电电压	12V—15V	15V—15V	15V—24V	15V—24V	15V—15V	15V—24V
副边信号	25mA	50mA	50mA	50mA	10mA	250mA

50.3 技术要求

该设备能够实现不同等级电压、电流的测试，可以准确的测算出各类电压、电流传感器

的精度和线性度，便于判断传感器是否合格。

设备主要由传感器电源部分、输出信号源部分、传感器输出信号显示等组成。

技术参数及性能满足 11 号线电客车互感器需求，具体要求在设计联络时确定。

测试设备需有完善的过压、过流、漏电保护等功能。设备在检测过程中不能对传感器本身造成损伤。

设备为可移动式测试设备，能够在电流电压互感器不下车的前提下进行测量，具体尺寸设计联络时确定。

设备需要配备完整的、安全的、稳定的测试线路，能够实现车上所有电流电压互感器的测试，电压等级符合要求。同时要求所有测试线连接方式采用接插和可夹持方式。

设备应具备紧急停止功能，在设备操作面板上设置紧急停止按钮，能够在紧急情况下立即停止测试工作。

设备对测试数据具有自动记录功能，自动绘制特性曲线，测试结果以数字形式显示，包括副边信号及传感器精度具备自动校准功能，提供校准功能界面或接口。

设备集成的所有仪器仪表要求提供送检合格报告（招标方所在地检测机构出具）。

提供设备易耗件清单。

51 司控器试验台

司机控制器试验台用于对电客车主控制器进行测试及故障检修。安装电子检修间。

51.1 司机控制器技术参数

司机控制器主要部件组成：一个钥匙开关；一个驾驶控制手柄（手柄上有一实现“警惕”功能的按钮）；一个模式选择器

51.2 设备的结构及功能要求

（1）本设备至少应由硬件与软件组成，硬件应至少包括机柜、数据转接箱、微型计算机及装于其内部的输入、输出 A/D 转换板和数据采集板、打印机（建议采用 HP LaserJet 系列激光打印机）、工作台、座椅等，测试软件为一套应用程序。

（2）设备上安装有可调的适用于南京地铁司控器测试时的安装固定装置。

（3）能够对主控制器主电键（MK）、模式选择器（MS）、驾驶员控制手柄（DCH）进行功能测试。

（4）能测试司控器的电位器在控制手柄操作过程中的接触情况，能够测量输出的电压，要求能自动记录检测到的电压输出及接触状态，自动生成报表并在电脑显示屏上直观的显示（检测的输出电压采用线性图形和数值两种形式表示），可与标准数据进行对比，可进行多次连续的测试。

（5）能够测试凸轮开关动作的逻辑、自动记录动作的逻辑、开关的状态及开关阻值等参数，可以进行多次连续的测试并比较分析出结果。要求在电脑显示屏上直观显示显示触点号和开关闭合阻值，以方便检修。

（6）在采集数据时采用的检测手段先进、可靠，精度高，试验台可以输入被试件型号、所属车号、操作者代码等。

（7）试验台能够自动生成测试报告，测试报告格式设计联络时确定。

（8）具有额外的交、直流电压、电流、电阻等的测量功能（万用表功能），并且操作者可以设置将这些测量值生成在报表中。

（9）该试验台应满足南京地铁 11 号城际司机控制器试验台接口要求。司控器的图纸和

其他接口资料在设计联络时提供。

（10）设备的整体外形尺寸、重量及涂装颜色在设计联络时确定。

（11）随设备配备便携式操作终端 1 台，便于在设备主机故障时能替代使用。

（12）该设备要求预留其他型号主控器测试扩展接口：

A：要求该试验台的测试参数标准设计为可修改式（可直接在操作界面后台进行修改），方便新增其他型号司机控制器相关参数标准的修改。

B：要求该试验台所有电气测试通道（包括电气板件、芯片、电气连接器接口等）至少预留两通道以满足新增其他型号司机控制器测试的需要。

C：要求试验台设计的软件可进行现场编辑和修改，以满足新增其他型号司机控制器测试显示界面的增加及修改。

51.3 主要技术要求

（1）输入电源：输入电源 AC220V（±10％），50Hz

（2）司机控制器电源：

电压　DC110V；误差＜0.2% ；

电压：DC24V；误差＜0.2%　；

电压：DC15V；误差＜0.2%　；

电流：0－20A；测试误差＜0.2% ；

（3）司控器的电位器输出电压：DC 0－10V ；误差＜0.2% ；

（4）连接器与 11 号城际电客车相匹配；

（5）接触电阻测量范围：0～5KΩ,　　误差＜1mΩ；

（6）绝缘电阻测量范围：0～200MΩ，误差＜10Ω

（7）检测精度：0.1% Fs 以上

（8）仪表精度等级：　0.2 级以上

（9）数字输入输出接口：至少 1 组，一组至少 50 个；

（10）计算机系统配置要求：硬盘容量：500G 以上；内存：8G 以上；处理器：Intel 酷睿 i5 以上；液晶屏：21 寸以上；配备 USB 接口。

51.4 与智慧场段综合管控平台接口要求（同前）

52 直流稳压电源

设备电客车架、大修作业时电气元件测试，单节车开关门试验使用。

52.1 主要技术参数

（1）输入电压：220V±10%、50～60Hz

（2）输出电压：连续可调 DC：0～150V（可包含此范围）；输出电流：≥10A；输出路数：3 路；输出功率：≧3kW；输出显示方式：LCD 液晶屏

（3）保护：电流限流保护及短路保护、过压保护

（4）电源效应：CV≤1×0.001+5mV ；负载效应：CV≤1×0.001+2mV

（5）纹波和噪声：CV≤1mVrms

（6）效率：＞92%

（7）输出电压显示分辨率：0.1V ；输出电流显示分辨率：0.1A

（8）使用场所：仅在室内使用。工作方式： 可长期满负荷连续工作。

52.2 设备组成及功能要求

（1）该设备具有防雷、抗浪涌特性。

（2）该设备输出稳定可调的直流电压，稳定性能好。

（3）输出电压和电流均为数字显示。

（4）该设备设计有保护电路：当输出发生短路、过压、过流等故障时，控制电路能可靠地使输出电流自动限定在额定值内，并发出报警和自动闭锁触发，使直流无输出，故障排除后，设备会自动恢复正常工作状态。

（5）该设备关键元器件采用高质量的名牌器件；合适规格的输入输出导线。

（6）该设备具备同时 3 路 110V 输出功能。

该设备配备三套电缆，电缆长度（设计联络会待定）满足试验需求。

53 低电阻测试仪

该设备用于对南京地铁电客车接触器、继电器等元件及设备接触电阻的测量。

工作电源	AC 220V/50Hz
测量范围	1μΩ~20kΩ
环境温度	-10℃~45℃
相对湿度	≤90%RH
分辨率	0.1μΩ
测量精度	±1%

54 数显粗糙度测试仪

LCD 大屏显示，具有背光功能；可人机对话，界面直观、操作简单。显示计算结果和测量条件，还能显示表面粗糙度波形，动态校准功能。

配置锂离子充电电池及控制电路，容量高、无记忆效应，充电时间短，连续工作时间长，大于 20 小时。包含相关配套零部件，可直接用于测量部件表面粗糙度。

带有测值存储及存储数据查询功能，至少含 15 个轮廓，20000 个结果。

设备需经专业第三方机构检测合格并提供相应证书。

测量范围：350 μm、180 μm、90 μm（自动切换）

轮廓分辨率：32 nm、16 nm、8 nm（自动切换）

扫描长度符合 ISO 12085 (MOTIF)：1 mm, 2 mm, 4 mm, 8 mm, 12 mm, 16 mm

测量力 (N)：约 0.7 mN

校准功能：动态

55 高速断路器试验台

该设备包含一套测试装置，用于南京地铁电客车牵引系统高速断路器（具体设计联络时提供）各项性能的检测工作。安装于电器检修间。

55.1 设备组成及功能要求

（1）设备结构应包含但不限于以下部分：电源、控制柜、计算机、工作台、工作椅，并提出设备的整体外形尺寸及涂装颜色，最终方案待设计联络时确定。。

（2）试验台能够测试高速断路器的动作逻辑、动作电流、动作时间，并且能够测试高速断路器各主、辅触点的触点电阻、线圈电阻和辅助触点的动作逻辑，以上参数能够自动采集、自动根据我方提供的标准数据来判别好坏，能够记录、存储数据，支持数据查询。检测过程中所有须显示参数均需采用数字显示方式。

（3）能够进行高速断路器的保护动作的测试，绘制高速断路器时间－电流保护特性曲线，生成在报表中存档。

（4）试验台可以对高速断路器的脱扣电流进行整定；具有友好的人机界面，易于操作。试验台及工作台尺寸在技术联络中确定。

（5）要求该设备所有测试过程能够自动控制并调节输出电流及输出电流的升流速度，当电流达到目标电流 80%（具体百分比值设计联络时确定）时，电流的上升速度会自动减慢，当达到目标电流 90%（具体百分比值设计联络时确定）时，电流的上升速度进一步减慢。

（6）要求具有自检功能或者提供用于外部自检功能的接口。

（7）要具有欠压、过流、过载保护等完善的保护功能，用于保护高速断路器。

（8）具有打印功能，且配备激光打印机（建议采用 HP LaserJet 系列激光打印机），能够将测试结果通过打印机打印出来。

（9）该设备要求预留其他型高速断路器的测试扩展接口

该试验台的测试参数标准设计为可修改式（可直接在操作界面后台进行修改），方便新增型号高速断路器相关参数标准的修改。

该试验台所有电气测试通道（包括电气板件、芯片、电气连接器及大电流连接电缆接口等）至少预留两通道以满足新增高速断路器测试的需要。

试验台设计的软件可进行现场编辑和修改，以满足新增高速断路器测试显示界面的增加及修改。

（10）要求随设备配套提供便携式数据操作终端 1 台。

55.2 主要技术参数：

（1）供电电源　　AC220V 50Hz （或 AC380V 50Hz）

（2）脱扣电流范围：　　DC 0～1800 A（可包含此范围）连续可调

（3）测试电源电压：　　DC 0-150V 连续可调

（4）设备功率：　　≤15kW

（5）接触电阻测量范围：0—2kΩ

（6）测试性能：时间分辨率优于 0.1ms；接触电阻分辨率优于 1μΩ

（7）设备防护等级:　　优于 IP54 级

（8）采样速度：　　≤25 uS

（9）计算机系统配置要求：硬盘容量：500G 以上；内存：8G 以上；处理器：Intel 酷睿 i5 以上；液晶屏：21 寸以上；配备 USB 接口。

55.3 其它要求

（1）投标方应提出针对设备危险部位采取相应的安全保护措施方案，最终方案待联络时双方协商确定。设计有紧急停止按钮，保证使用的安全，按钮可手动复原。

（2）设备随机附带测试程序及程序安装。

（3）投标方提出高速断路器试验台的涂装方案，待设计联络时双方协商确定。

（4）设备零部件采用先进的机械、电气、电子元件及优质材料，由合理工艺制成。外购零部件采用国内外知名品牌产品。

（5）投标方负责对招标方的技术、操作和维修人员进行培训。

55.4 与智慧场段综合管控平台接口要求（同前）

56 电子微风仪

该设备布置在南京地铁车辆基地架大修库内。设备用于列车架大修中，对空调、风机的风速、压力、温度进行测量。

56.1 设备型号标准

《EY3-2A 型电子微风仪》是 2003 年 9 月 1 日实施的一项行业标准，批准发布部门是中国气象局。符合标准 QX/T 14-2002。

56.2 主要技术参数

电源	4.5V-10V DC 电池
风速测量范围	0.05-1m/s,误差±3%FS
风温测量范围	-20℃～+80℃,误差不大于 0.5℃
风压测量范围	0～±3000Pa，误差±1%FS
℃/℉单位转换	有
风速分辨率	0.01m/s
风压分辨率	1Pa
风温分辨率	0.1℃
工作环境条件	-10℃～+45℃;85%RH

56.3 基本功能

（1）该设备由主机及传感器(探头)两部分组成。主机上设有电源开关，充电器插口，调零孔及显示器等。传感器由可伸缩的测杆，信号电缆，探头及其保护罩(可上下移动)等构成。

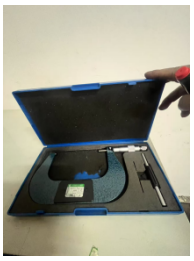
（2）能够对地铁列车空调、风机出风口的风速、压力、温度进行检测。仪器由镍氢无记忆充电电池供电,可反复充电长久使用, 并配备充电器及备用电池一份。

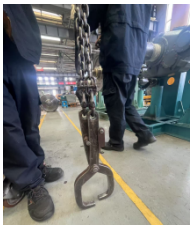
（3）整套设备所用零部件采用专业厂家生产的定型产品，互换性强，体积小,重量轻，使用方便。仪器的敏感元件采用薄膜铂热电阻器，工作稳定可靠、寿命长、灵敏度高、互换性好。仪表为便携式，操作简单、使用方便。

（4）设备采用数字式 AD 转换器，数字显示。提供主机、机箱、充电器等配件，设备外观及颜色，由厂家提供工艺方案及效果图，要求外观精美。

57 轮对大修专用工装

序号	名称	规格	参考图片	数量
1	车轴转运工装	现场确认定制		2 台
2	车轴存放架	现场确认定制		2 台
3	27 件套字母冲模	90806		1 台
4	9 件套数字冲模	4mm　90801		1 台
5	立式轮饼存放工架	定制		8 台
6	轮饼支撑工装尼龙套	现场确认符合 11 号线，宁天轴型尺寸		12 台

7	轮毂孔打磨小车	现场确认定制		4 台
8	轮饼卧式堆叠架	现场确认定制，直径 185mm，高 850mm		4 台
9	数显外径千分尺	(175～200)mm		2 台
10	外径千分尺	(100～125)mm		2 台
11	数显外径千分尺	(200～225)mm		2 台
12	内径千分尺	(50～250)mm		2 台

13	百分表	(0～10)mm		2 台
14	机车车辆轮对内矩尺	(1345～1365)mm		2 台
15	机车轮位差尺	G2502		2 台
16	微电阻计	含配套夹子线缆测量棒		2 台
17	轮饼吊装夹具（立式）	现场确认定制		2 台
18	轮饼翻转机	现场确认定制		2 台
19	轮对跳动测量工装	现场确认定制		1 台

58 避雷器试验台

设备用于南京地铁电客车架大修作业时对避雷器功能进行测试。

（1）输入电源：AC220 V　50 Hz　1 kVA

（2）直流输出电压：DC 3.5 kV

（3）最大电流：≥5 mA

（4）环境温度：-20℃～40℃，相对湿度 20％～90％

（5）主要针对 11 号线，宁天线电客车避雷器测试（暂定，设计联络时具体提供）

（6）试验设备采用性能可靠的工业计算机为核心，配接各种开关量输入，输出，模拟量输入输出等接口板卡，并辅以外围电路。可完成 11 号线电客车的避雷器的所有性能参数测试。

（7）所用元器件均采用进口或国产军品级，要求性能安全可靠。

（8）设备应有良好的接地保护；避雷器试验区应设绝缘保护罩。

（9）保护功能的设置应符合有关标准的要求，主要包括（不仅限于此）：短路保护、过载保护、漏电保护等。

（10）采用计算机对测试数据进行采集、处理、显示、报表生成及打印

（11）投标人在设备交付时需提供全套设备电气接线路。

（12）随机提供设备易损件主要元件的型号、品牌。

59 转向架提升装置

59.1 设备概况

转向架升降工作台是南京地铁架大修车间车辆转向架检修流水线的配套使用设备。主要用于将地铁车辆转向架升高至适当高度，以便于对转向架上各安装部件进行拆装、清洁和检查等工作，架、大修车辆转向架检修作业。

59.2 设备采用的主要技术标准

GB50157-2003《地铁设计规范》

GB/T7928-2003《地铁车辆通用技术条件》

TB/T1686-2000《25t 电动架车机技术条件》

GB3811-83《起重机设计规范》

TB/T482-1983《机车车辆电动架车机参数》

59.3 转向架主要技术参数

序号	参数名称	A/B 型车转向架
1	轨距（mm）	1435
2	轴数	2
3	轴距（mm）	B 型车 2300/A 型车 2500
4	轮径范围（mm）	770-840
5	轮对内侧距（mm）	1353-1355
6	轮宽（mm）	135±1
7	轮缘及踏面	参照标准 TB449-2003
8	最大转向架重量（t）	≤8.5t
9	最大转向架长度（mm）	3200
10	最大转向架宽度（mm）	2640

59.4 设备主要功能及技术特点

（1）转向架升降工作台安装在地下基础坑内，举升转向架时，由人工将转向架推至转向架升降工作台上，并正确对位，升降机构将转向架举升到需要的高度，以便于对转向架上各

安装部件进行拆装、清洁、检查等各项工作。

（2）本设备应同时满足 A、B 型两种车辆不同轴距转向架的举升作业。

（3）本设备由 PLC 和操作按钮实现设备控制，同时提供控制程序和一台调试设备。

（4）本设备不作业时全部降入地坑，地面平整无障碍，可满足 5 吨叉车满载情况下顺利通过。

（5）本设备具有良好的机械安全保护装置，确保举升作业状态下转向架不会坠落。

（6）设备下降至一定高度时应停车报警，设有小器件检查停留位，须经人工确认后方能继续下降。

（7）设备基坑内部应设有爬梯及照明灯，方便检修，照明灯要有良好的防爆防潮性能。

59.5 主要技术参数

投标人应提供转向架升降工作台的详细技术参数，并满足下表要求。

（1）单根升降柱的最大垂向举升负载：≥2.5t

（2）转向架升降台最大垂向举升负载：≥10t

（3）最大举升高度（距轨面）：1600mm

（4）上升和下降的速度约：400mm/min（具体速度在设计联络时确定）

（5）同步误差：≤3mm

（6）在任意位置设备轨顶面的高度误差：≤3mm

（7）设备轨与车间轨道的配合精度如下：

（8）纵向轨缝≤8mm

（9）接头高低差≤±2mm

（10）接头侧向错位≤±2mm

（11）噪音等级：≤70dB

（12）设备功率：≤8kW

（13）电器系统防护等级：IP54；

（14）电机绝缘等级：不低于 F 级

（15）操作方式：操作台控制+拖线控制手柄（备用）

59.6 设备组成及技术要求

投标文件应提供详细的系统配置方案和本设备组成相关说明。

转向架升降工作台主要由机架、传动系统、升降立柱、盖板、电气控制系统（包括控制和操作系统）及调试设备组成。

59.6.1 机架

机架钢结构应具有较高的抗弯截面系数和惯性矩，有足够的强度和刚度（包括整体刚度、动刚度）；机体需尺寸稳定性高，吸震性能好，导轨润滑/耐磨性能优良，水平调整和锚固方便。

59.6.2 升降立柱及车轮托架

升降立柱应具有高的耐磨性，保证立柱在机架上的平稳升降。升降立柱采用四柱结构，具有可靠性强、稳、导向性好，与盖板间隙小，异物不易掉入设备；升降立柱外表面应喷漆刻度尺，标注踏面距地面轨面高度，立柱焊接完成后进行消除应力热处理，满足整机刚性要求及平稳升降。

车轮托架镶嵌在升降立柱上，设计强度高，安装稳固，满足不同轴距转向架的托举，切换简单易行，与车轮贴合状态良好；与立柱尺寸吻合，不会造成立柱升起后盖板与立柱之间存在较大间隙，该项需要提供详细的设计方案。

59.6.3 传动系统

传动系统应保证升降同步，满足同步及高程要求；保证有良好的机械保护功能和机械自锁功能，采用安全螺母保护措施，具备丝杠螺母磨损报警功能；应具备同步检测及自动停车功能。

59.6.4 盖板

盖板应具有足够的强度和刚度，面板为防滑花纹板，盖板平整无障碍，盖板上设有维修孔盖，便于维修人员进入地坑内进行检修，盖板颜色与现场现有该设备颜色一致。

59.6.5 电气控制系统

本设备电气控制系统是以 PLC 为核心，配以电器控制按钮及开关保护器件，以实现设备的功能，电气控制主回路应设有短路、缺相、欠压、过压、过热、过载保护等，PLC 输入端应设有急停、升降操作、停止、安全按钮等输入控制按钮。输出端设有控制电机运转的中间继电器、指示灯及报警输出等，指示灯用于显示控制系统的运行状态。应设有工位旁独立控制系统。

59.6.6 其他

该设备为交钥匙工程，机床运输，吊运卸载，调试安装期间的预埋件，二次灌浆，各类润滑，液压油液，油脂，电源线，接地线，基坑围栏等均由设备厂家负责。

59.7 设备安全系统技术要求

设备的上升和下降作业要保证绝对安全，要有足够的联锁和防误操作措施。应设置以下（但不限于）安全装置和采取以下（但不限于）防护措施：

（1）在转向架升降工作台上设有灯光指示和响铃报警装置。升降前由电铃发出声音警示，升降过程中由警示灯光电闪烁警示，当设备发生异常时由控制柜报警系统进行提示。

（2）设备设有高、低位限位开关，当升降工作台起升到位，或完全降低到地面时触发限位开关而停机。

（3）转向架升降工作台传动电机供电系统采用空气断路器实现过流、过载保护，设备供电电源和控制箱电器之间采用隔离变压器保护。并且控制柜的控制开关均为钥匙型开关，保证操作人员的人身安全。

59.8 设备土建技术要求

（1）设备厂家提供图纸给设计院，由设计院出给土建施工单位，土建完成主要包括设备基坑开挖及建设、轨道切割、控制及电源电缆暗埋及设备安装完成后的现场恢复。

（2）设备基坑应做好防水处理，防水等级达到地下工程防水一级标准，需要设置基坑内排水坑，同时需提供一套基坑排水设备，排水设备包含排水泵和排水软管，排水泵满足 5 米深基坑的排水要求，配备排水管路长度不小于 20 米。并在基坑内设置排水泵电源插座，电源

插座具有防水功能。

（3）操作台设置位置需要与招标方协商确定，经招标方认可后方可施工。

（4）设备安装完成后应恢复现场环氧漆地面，要求与原有地面衔接平整无缝隙，地面环氧漆无色差。

60 受电弓试验台

该设备主用于南京地铁 11 号线电客车受电弓（电弓）同时兼容宁天线气动弓的检修和测试，配置于受电弓检修间。**如无法兼容电动与气动弓，可分开配置 2 个试验台。**

60.1 设备组成及功能要求

设备主要由控制台（计算机、人机界面）、升降弓控制模块（气路控制）、测量模块（测量压力、高度、时间）、打印机（建议采用 HP LaserJet 系列激光打印机）、受电弓测试台架、检修台架、外部管路和气阀等配件。

要求提供配套的升降弓控制装置试验台和受电弓测试台架，并提供详细设计方案，具体参数在设计联络时确认。

受电弓试验台用于测量 11 号线，宁天线电客车受电弓的静态压力特性、升降弓时间、升弓高度等性能参数。设备必须兼容气动，电动弓的扩展接口，确保两种受电弓的功能测试。

设备要求采用电子传感测试技术，要求操作简单、全数显示、实时、准确的测出受电弓在工作高度范围内的任意位置上静态压力、升降弓高度、升弓以及升降弓时间，并通过计算机显示出升降弓压力曲线,要求曲线显示清晰、精确、合理。

提供配套的完整受电弓升降弓控制电路/气路装置，保证实现受电弓可靠的升降弓控制。设计合适的电路/气路气路控制方案，保证气压控制的平稳性。投标方应提供控制气路原理图，并在设计联络时确定外部接口参数（管路接头型号、气压标准等）。

全套设备采用计算机自动检测，并可自动绘制升降弓压力曲线，测试结束后图形显示升降弓高度—压力曲线，要求显示曲线细长、平滑（横坐标为压力，纵坐标为高度）。测试结果可自动存储、查询。

设备（如操作、控制机构）应设有安全保护联锁装置和短路、断路及漏电保护装置。**另外提供配套的受电弓检修检修台架 6 台**，用于检修或存放受电弓，要求材质优质，耐腐蚀耐生锈，承重不小于 500kg。

60.2 主要技术参数

输入电源　　AC220V/50HZ；压力测量范围　0～200N

压力传感器长期稳定性＜0.1FS/年

高度测量范围　　0～3000mm；高度测试误差不大于 5mm

显示分辨率　0.1N，0.1mm

计算机系统配置要求：硬盘容量：500G 以上；内存：8G 以上；处理器：Intel 酷睿 i5 以上；液晶屏：21 寸以上；配备 USB 接口。

61 车体气密性试验台

试验台主要用于南京地铁电客车的车体气密性试验。

61.2 设备组成

该设备由可移动式构架、管路系统、软件系统、电气系统等组成。

61.3 主要技术参数

（1）压力表读数精度：0.01bar/1kpa

（2）压力控制灵敏度：不高于 0.05bar/5kpa

（3）回路压降：0.02bar/2kpa

（4）使用电源：AC220V 50HZ

（5）工作环境：温度（-10~45）℃；相对湿度≤90%

61.4 技术要求

（1）所用材料、零件应符合机械、电气相关的国家标准和法规要求。

（2）采用可移动式构架，底部安装有脚轮，转运灵活、方便，外形应美观大方，骨架采用型钢，各部件应耐油、耐腐蚀。

（3）应结构合理，各部件和气、液、电路等管线有清晰、持久的标识，方便日后故障排查和维修。

（4）设备采用微型计算机控制，具有设备故障自诊断、参数设置、试验控制、数据管理、设备校准检测、打印等基本功能。

（5）设备在交付使用前应完成相关压力表、气缸等的检验、计量等工作，设备自检及自身气密性试验所需的备件等均由投标人提供。

（6）设备应带有空气净化装置，净化后风源的相对湿度不超过 35%，含尘埃的颗粒度不大于 10μm，含油率不超过 10ppm。

61.5 功能要求

（1）单节车体气密性试验功能：根据现场气源条件向单节车充入风压900kPa，保压15min，生成压力曲线，有系统自动测定泄漏量和人工观察判断是否泄漏的功能。

（2）设备自检功能：设备使用前需进行自检，启动计算机自检程序，打开充风阀向试验管路充风，待充风结束后压力传感器将充风压力传给计算机，保压 5 分钟后检测试验管路压力值，压力下降小于 1KPa 为合格。

61.6 其他要求

（1）应随设备交付相关技术文件，包括但不限于：产品操作说明书、维护手册、设备总图及主要部件结构图、电气原理图、出厂检验记录及合格证等，每种文件至少提供 2 份。

（2）设备应随整机提供所需的空气软管（设备与空压机连接端不小于 10 米，与车体连接端不小于 20 米）、适配接头和密封螺堵（需进行现场定制）等。

62 降弓弹簧拆装装置

该装置主要用于车辆段车辆受电弓的检修工作。其各项功能、安全措施应满足车辆段检修库的作业需要。

设备包括数显水平尺二把（2m 带水泡）、数显水平尺二把（0.6m 带水泡）、弹簧秤（0~300N）二把、电动扳手（200Nm 380W 插电式）二把。

水平尺：数显同时有水泡显示，材质铝合金，长度 2000mm

水平尺：数显同时有水泡显示，材质铝合金，长度 600mm

弹簧秤：0~300N，分辨精度值不大于 2N。

电动扳手：电源 220V/50Hz；功率 380W；最大扭矩 200N.m；净重 2.1KG；满足 M10-M16 标准螺栓的拆卸要求；并配备一套专用套筒

63 移动式磁粉探伤机

移动式磁粉探伤机主要用于南京地铁电客车架大修作业时各部件的磁粉探伤作业。其各项功能、安全措施应满足架大修作业需要。最低应满足但不限于以下标准或规范的要求，其他标准由投标方在投标时提供。

JB/T 8290 无损检测仪器磁粉探伤机

GB/T 5097 无损检测、渗透检测和磁粉检测观察条件

JB 6065 磁粉探伤用标准试片

GB/T 2611 试验机通用技术要求

JB/T 6147 试验机包装、包装标识、储运 技术要求

（1）设备结构设计紧凑、采用便携式结构，便于不同工位的移动探伤作业。

（2）设备适用于非荧光磁粉探伤（干法和湿法连续法）。

（3）设备设置调节和控制磁化时间的时控装置，以调节和控制磁化时间的长短。

（4）设备在标准 JB/T 8290 规定的实验电压作用下，历时 1min 无飞弧和击穿现象。

（5）探伤机在工作时，各部位温升符合标准 JB/T 8290 中规定的要求。

（6）设备随机配备全套标准 A1 型试片及 45N 提升力试块，试片及试块制作符合相关标准要求。

（7）每台设备配备探伤用 A 型探头 3 个，D、E、O 型探头各 1 个。

64 速度传感器试验台

速度传感器试验台用于南京地铁电客车各类速度传感器、走行部监测传感器的测试。配置于电器检修间。

64.1 牵引速传参数（暂定，具体设计联络提供）

连接器类型：　　双通道

WSP 速传参数（暂定，具体设计联络提供）

齿轮齿数：　　80

齿轮形状：　　渐开线式

齿轮宽度：　　不小于 30mm

反馈信号类型：　　电流型

反馈信号参数：　　7mA—14mA（max：17.4mA；min：4.3mA）

环境温度：　　-40℃~100℃

频率范围：　　1—20kHz

输入电压：　　DC15V （min：DC12V；max：DC16V）

输出波形：　　脉冲直流

占空比：　　50%±10%

速度传感器直径：　　19.5mm

连接器型号：　　HARTING Han Q 5/0-M 16A 230/400V

连接器类型：　　单通道（双针脚）；双通道（4 针脚）

插针定义：　　J 针—+15V　；C 针—反馈信号

64.2 设备组成及功能要求

（1）要求能进行牵引速度传感器和 WSP 速度传感器的检测。

（2）具备校准功能或提供可进行外部校准的功能接口。

（3）设备结构应包含但不限于以下部分：电源、控制柜、测速齿轮、计算机、工作台、工作椅，并提出设备的整体外形尺寸及涂装颜色，最终方案待设计联络时确定。

（4）能在 40km/h、50km/h、80km/h、100km/h 四种设定速度下试验，显示实时测试速度，并计算实测速度与设定速度之间的误差。

（5）能够检测检测冷态绝缘电阻，绝缘电阻大于 1MΩ。

（6）能够输出可调直流电压，在转速 1000r/min,正转和反转时能测试并记录信号相位关系、高电平、低电平和占空比。

（7）设备自动技术测试数据并形成测试报告。并提供激光打印机，可直接打印测试报告。

（8）该设备预留其他型号速传检测扩展接口，其中包括额外的连接器接口和测速齿盘接口：

A) 该试验台的测试参数标准设计为可修改式（可直接在操作界面后台进行修改），方便新增其他型号速度传感器相关参数标准的修改。

B) 该试验台所有电气测试通道（包括电气板件、芯片、电气连接器接口等）至少预留两通道以满足新增其他型号速度传感器测试的需要。

C) 试验台设计的软件可进行现场编辑和修改，以满足新增其他型号速度传感器测试显示界面的增加及修改。

D) 试验台至少预留两个机械接口（新增其他型号速度传感器的安装固定位置）。

64.3 设备参数要求

电源：　　AC220V±10%　50Hz

测试速度要求：　　40km/h、50km/h、80km/h、100km/h

环境温度:　　工作温度-20℃～+55℃

相对湿度:　　一般应≤75%,最大不超过 85%非凝结

计算机系统配置要求：硬盘容量：500G 以上；内存：8G 以上；处理器：Intel 酷睿 i5 以上；液晶屏：21 寸以上；配备 USB 接口。

64.4 与智慧场段综合管控平台接口要求（同前）

65 交流稳压电源

设备用于南京地铁电客车大架修工作中为电子测试设备提供稳压电源，并保证在线网断电时能维持设备不间断运行时间≥5 分钟（最大功率下使用）。

65.1 主要技术参数

输入电源：AC165～300V　40～60Hz

输出电压：单相 AC 220×（1±2% ）V

额定容量：≥3KVA

输出频率：与输入同步〔市电模式〕，当市电频率超出(46～54)Hz 范围时，输出频率为 50×(1±0.2%)Hz。电池模式下为：50×(1±0.2%)Hz

输出谐波失真：线性负载<4%，非线性负载<7%

输出波形：纯下正弦波形

输出端口：GB 10A×3

转换时间：零中断

效率：≥90%

电池形式：阀控式铅蓄电池

电池电压：72VDC

超载能力：110％－150％维持 30 秒钟后输出转为旁路，150%以上维持 300ms

环境温度：0℃～40℃，相对湿度 20％～90％

65.2 其他要求

电源采用在线式电源，可解决电网中经常发生并且对电脑和精密仪器产生干扰或破坏的九种电力问题：停电、电压下陷、突波、欠电压、过电压、切换瞬变、电子噪音、频率波动和谐波失真，为设备负载提供安全可靠的电源保障。

66 车门压力试验器

车门压力试验器用于检测地铁车辆车门关门夹紧力，确保车门状态良好，是检修地铁车辆的一项重要的专用设备。

66.1 基本要求

（1）本试验装置为一套车门压力试验器，能够专门检测地铁车辆车门的关门压力，要求能够设置车辆编号、车门号、检测日期，系统可以自动有效的完成试验要求并自动记录试验结果生成 Excel 报表。

（2）该设备由压力传感器、数据采集及显示装置组成，电子直观显示，操作方便快捷，有存储器且能够与电脑连接。

（3）该设备内置大容量锂电池，可连续工作 60 小时以上，可反复充电长久使用， 并配备充电器。

（4）要求该设备具有最小障碍物探测功能，探测块集成在传感器的的另一端。

（5）能够对地铁列车电动车门闭合峰值力进行检测，以判断车门能否可靠的工作，以确保运用安全。可以显示车门关门压力。

（6）设备外观及颜色，由厂家提供工艺方案及效果图，要求外观精美。

（7）设备在工作中不对车门上任何部位造成损伤。

66.2 设备主要技术要求

（1）测量范围：25N~350N

（2）测量公差：±3N 或±3%

（3）刚度：10N/mm

（4）直径：100mm

（5）间隙宽度：115mm

（6）测量技术：应变电桥

（7）尺寸：约 260mm×130mm×110mm

（8）重量：≤2.1kg

67 运输工装

南京地铁车辆段架大修库，用于车辆检修时贯通道顶护板，贯通道侧护板，空调格栅的运输等作业项目。其各项功能、安全措施应满足架大修库及车体间的作业需要。

67.1 设备清单

序号	设备名称	单位	数量	应用场所
1	适用贯通道顶护板	套	2	
2	适用贯通道侧护板	套	4	
3	适用空调格栅	套	2	
4	适用罩板	套	2	现场指导测绘

67.2 设备要求

（1）设备的基本功能：设备采用层状结构设计，结构简单，方便实用，结实耐用。且设备整体需要满足足够的强度和刚度，在满负荷装载的状态下，设备的安全性、可靠性、稳定性能得到保证。

（2）设备设计制造的材料要求：设备的基座和主梁等设备主体结构采用 40*40*4（单位：mm）的空心方管；设备层状承重支架采用直径 20mm 的空心圆管。具体方案设计联络再定

（3）设备的安全防护要求：层状承重支架外面需要设有橡胶保护套。设备防腐：表面要求采用高质量防锈漆，油漆寿命不小 10 年。钢结构经处理表面达到 GB8923-88 或相应标准（SIS）的 Sa 2.5 级。

68 电热蒸馏水器

该设备主要用于南京地铁电客车蓄电池用纯水的制备。

设备采用固定式，与现场供水源良好匹配。

设备制水规格：10 升/小时。电源：220V/50Hz。

纯水指标：透明、无色；在 20℃时，电阻率>30000Ω·厘米；5≤pH≤7 无有机物或还原剂(氧气中的含量<30 毫克/升)；总离子 SO4 和 CL<10 毫克/升；干物质含量≤15 毫克/升；SiO2 中的硅含量<20 毫克/升。

配备 5 升存水桶，密封，优质抗老化材料。

69 蓄电池加水机

该加水机用于蓄电池间注水作业，必须与 11 号线，宁天线电客车蓄电池接口配套使用，符合蓄电池加水工艺规范要求

69.1 设备结构及功能要求

电源 ： 230 伏 50-60 赫兹交流电压

主保险管： 0.5 安 (5 x 20 毫米)

二级保险管： 5 安 (5 x 20 毫米)

二级电路： 12 伏直流电压

电流消耗： 最高 2.5 安–充电器 2.8 安

泵的容量： 7 升/分钟

吐出流量： 最高 0.65 升/分钟

泵压力： 最高 0.15 bar

组成结构包含但不限于：循环启动按钮、输出电池软管 4 米（返回注水站）、控制面板（参见下图）、排气阀、电源线、输入电池软管 4 米（从注水站引出）、过滤器、快速接头（输入电池软管）、快速接头（输出电池软管）、显示屏、加长软管（6 米）x2 。

控制面板功能要求包括但不限于：总开关（含指示灯）、电池充电电源插头、操作模式选择（带加长软管/不带加长软管）、充电指示灯、注水开关（含指示灯）。

配备测压工具包含压力表、软管、手动泵、适配器、管接头等。

自动注水站配有两套软管：

- 带有连接到电池注水管路的快速液压接头的两套 4 米长的软管。
- 可以在注水站和 4 米长的软管之间进行连接的两套加长软管（6 米），以便总长达到 10 米。

注水站能够为位于注水站上方 6 米处至注水站下方 1.5 处之间的电池注水。例如，既可以用加长软管为地面上的电池注水；也可以不用加长软管为 3 米高处的电池注水。唯一 的条件是在控制面板上选择正确的模式。

各类管接头和软管提供一套备用件作为随车附件。

70 转向架小部件清洗脱漆间

该装置主要用于转向架小部件，小零件的清洗，脱漆。根据作业需求，需设计提供吊装起重装置，用于室内部件移动，搬运。

70.1 清洗脱漆间主要技术参数要求

室内径尺寸：　　L20000×7000×H3200mm（具体尺寸在设计联络进行确认）

两端大门尺寸：　W3000×H2400 mm（宽×高）（具体尺寸在设计联络进行确认）

通风形式：排风扇

70.2 结构功能要求

（1）设备由室体、排风及排水，照明等组成。

（2）室体采用复合保温板拼装，室体外部采用钢架结构作为骨架，以保证室体的强度和牢固性。室体前端设置进出大门，大门尺寸为 W3000×H2400mm；大门中部设有观察窗，便于观察室内作业情况。在室体的侧壁安装照明灯组，室内照度＞700LX，其设计符合 GB14444-2006《喷漆室安全技术规定》的要求。中部临通道一侧设安全门，以方便操作人员出入和紧急撤离。室内部分地面上铺设钢格栅。

（3）自然进排水系统是由 4 处以上进水管口+地面格栅下排水沟+污物沉积坑等组成。应重点考虑沉淀污物的清理及排水的流畅性。

（4）就近引入室外的压缩空气，设置 2 处用气点，快接接口。

（5）室内布置 3-4 处用电插座，满足超声波清洗机的使用

（6）室内布置自立式起重机，一台，500KG 吊钩，满足清洗时对长大重型零部件的抓取，移动。并配置各种吊具（具体待设计联络时定）

71 移动式轮对轴承拆卸组装机

71.1 设备概况

该设备是用于南京地铁 A 型车轮对轴箱轴承（圆锥滚子轴承单元），与 B 型车轮对轴箱轴承（圆柱滚子轴承组）压装与退卸的专用设备，必须能够满足动、拖车两种轮对轴箱轴承的压装和退卸作业。可轻松移动，适应多种作业环境。

71.2 主要技术参数

71.2.1 轮对主要参数

轮对重量：≤2t；

轮对内侧距：1353-1355mm；

车轴长度：2190mm；

车轮直径：770mm-840mm；

轴颈尺寸：120mm；

轴肩距轴端距离：197.5mm；

轴箱体内径：A 型车轮对轴箱 215mm，B 型车轮对轴箱 195mm

71.2.2 轴承主要参数

圆锥滚子轴承单元轴承外径：195mm；

圆锥滚子轴承组轴承内径：120mm；

圆锥滚子轴承组轴承长度：175mm；

圆锥滚子轴承组防尘挡圈内径：150mm;

双排圆柱滚子轴承组轴承外径：215mm；

双排圆柱滚子轴承组轴承内径：120mm；

双排圆柱滚子轴承组轴承长度：146mm；

双排圆柱滚子轴承组防尘挡圈内径：150mm;

71.2.3 压装贴合力要求

根据南京地铁现有轮对轴承的压装工艺压装要求：SKF BC2-0111 双排圆柱滚子轴承，内径 120mm，贴合力 320±5KN；

SKF TBU-1639609AA-07 双排圆锥滚子轴承，内径 120mm，贴合力 175±5KN；

FAG F-566912.01.TAROL120/195-B-TVP 双排圆锥滚子轴承，内径 120mm，贴合力 250±20KN。

FAG F-587885.ZL 双排圆柱滚子轴承，内径 120mm，贴合力 250kN ± 20kN，

71.2.4 设备主要参数

液压系统最大压力：≥700bar；

液压缸的最大进程压力：≥500KN；

液压缸的最大回程压力：≥400KN；

压力分辨率：≤0.1KN；

压装力误差：≤2%；

设备压装行程：＞300mm；

液压泵液压油容量：＞20L；

设备升降系统压力：≥600bar；

设备电压：230/400V　50Hz；

设备功率：≯1.5KW；

设备噪音：＜70dB；

设备工作温度：-30—+70℃；

外形尺寸：投标商在投标时提供；

整机重量：投标商在投标时提供；

71.3 主要技术要求

（1）该设备应适用于带永久性密封罩的圆柱或圆锥滚子轴承单元的压装和退卸。根据南京地铁现有轮对轴承状况，一种是不带轴箱的轴承的拆卸与压装，一种是带轴箱的轴承的拆卸与压装，设备可通过换工装实现上述两种方式，

（2）该设备为单端轮对轴承压装拆卸设备，轮对轴承拆卸及压装作业在同一套设备上实现，功能切换只需要更换压装工装和拆卸工装，压退功能转换方便、灵活。

（3）设备采用轴端螺纹孔进行定位和受力，因此要充分考虑对轴端螺纹孔的保护措施。

（4）设备能够方便手动精准定位，水平方向由手动移动设备定位，竖直方向由液压升降系统定位。

（5）在轮对轴承压装和退卸过程中，设备能够实时显示压装和退卸力大小。

（6）设备能够实现工作压装力可调，以适应不同品牌轴承压装贴合力要求。

（7）当压装力达到设定的工作压装力时，可自动转换到保压状态，并且方便二次加压到贴合压力。

（8）液压系统中要求液压油泵和液压油缸采用已经有成熟应用经验的知名品牌。

（9）轮对轴箱轴承压装退卸过程中，要求车轴中心线、轴承中心线和液压缸中心线保持相同，确保轴承压装和退卸质量。

（10）压装过程通过轴端螺纹孔定位，轴承内圈承受压装力使轴承压装到位，且轴承压装之前已经将轴箱体套在轴承上，要求投标方结合轴承尺寸和轴箱体尺寸设计合理的压装工装，要求操作方便，不能对轴承、轴颈及轴箱体造成损伤。

（11）拆卸过程通过轴端螺纹孔定位，防尘挡圈承载轴承退卸力，压退力传递至轴承内圈完成轴承退卸，且轴承拆卸时轴箱体并未拆卸，要求投标方结合轴箱体尺寸和防尘挡圈尺寸设计合理的拆卸工装，要求操作方便，不能对防尘挡圈、轴箱体和轴颈造成损伤。

（12）设备要求满足轮对在平整地面就能够完成轴承压装与拆卸工作，无需额外的轮对支撑和固定工装。

（13）移动式液压单元底部设有 4 个工业橡胶轮，两个前轮为转动式，后轮为固定式，手推扶手可是液压设备到任何作业点进行作业，具有穿越车间轨道的能力。

（14）该设备的所有压力表要求在交货前送相关计量部门完成压力表计量工作，并提供相应证明材料。

（15）该设备必须要有安全保护措施，当压力超过安全值时可自动泄压；管路连接安全可靠，使用快速接头、螺纹锁固；液压泵有短路、断路和漏电保护措施。

（16）防尘挡圈组装套筒是用于轻轻撞击热套的防尘挡圈，使其与轴肩端面紧密贴合，保证防尘挡圈安装精度符合要求，因此要求投标商结合轴颈尺寸、防尘挡圈尺寸和轴肩距离轴端面尺寸设计合理的防尘挡圈组装套筒工装，要求工装使用方便，不能对轴颈和防尘挡圈造成损伤。

（17）控制系统实现设备的运行控制、状态监控、参数设置、数据采集等工作，具有超压报警功能，在工作过程中出现压力异常等情况，系统将自动停止工作。设备设有安全保护联锁装置和短路、断路及漏电保护装置，设有急停按钮。提供 IP55 级及以上接地保护。

（18）设备控制系统由工控机或 PLC 完成，具有自动、手动压装功能，软件可视化程度高，人机界面友好，具有压装全部操作导向及参数设置，操作简单、可靠。工控机和数据存储单元选用当前的主流配置。可外接打印机打印压装曲线。

（19）压力曲线及智能判断：不同的压装程序均具有位移压力曲线、时间压力曲线两种独立的记录方式，自动实时检测和记录轴承压装力曲线，具有数据存储，曲线记录，智能判断等功能。打印机自动打印出压力曲线和压装力、贴靠力、贴压差以及结果判断等有关数据记录，曲线记录准确。

（20）系统故障诊断功能：所有电磁阀及发讯源、压力传感器等信号在工控机上实时反映,能实时诊断，判断故障点，方便维修。具有误输入，误操作否决功能。

（21）具有数据采集校正功能：包括零点校正和增益校正，使系统采集的压力值与实际情况相符。

（22）工装要提供合理的设计图纸，设计过程中可到现场查看现有设备，具体设计方案通过设计联络确定。

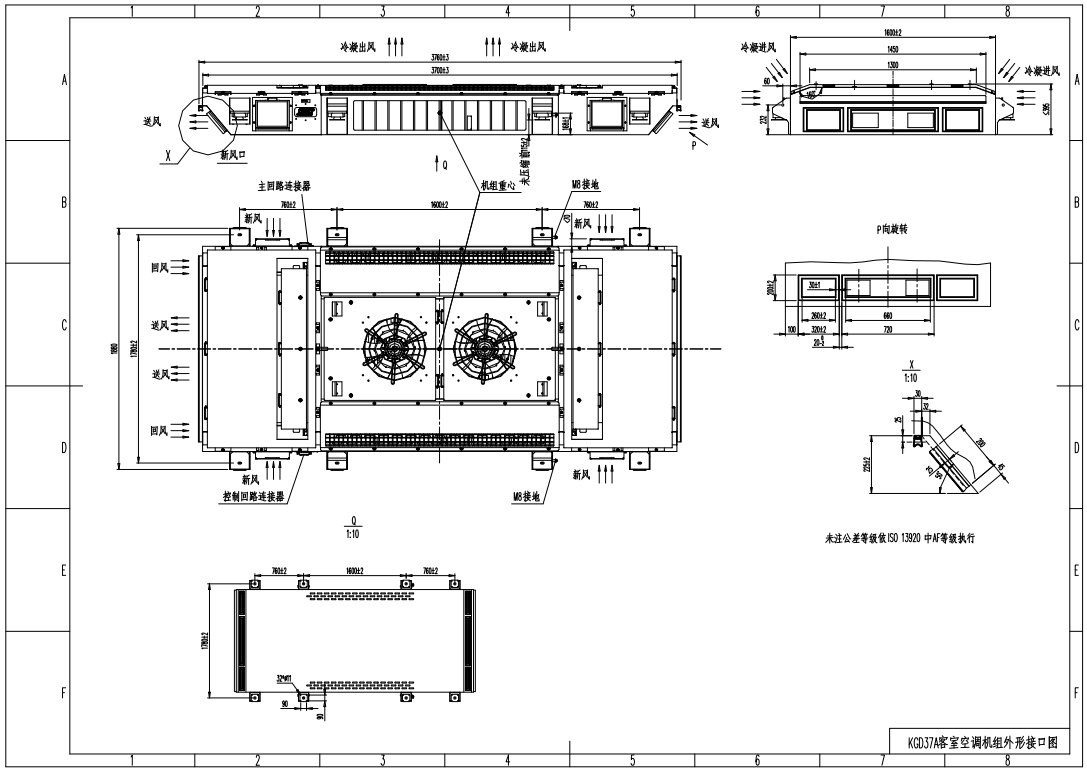
72 客室空调吊具

72.1 概述

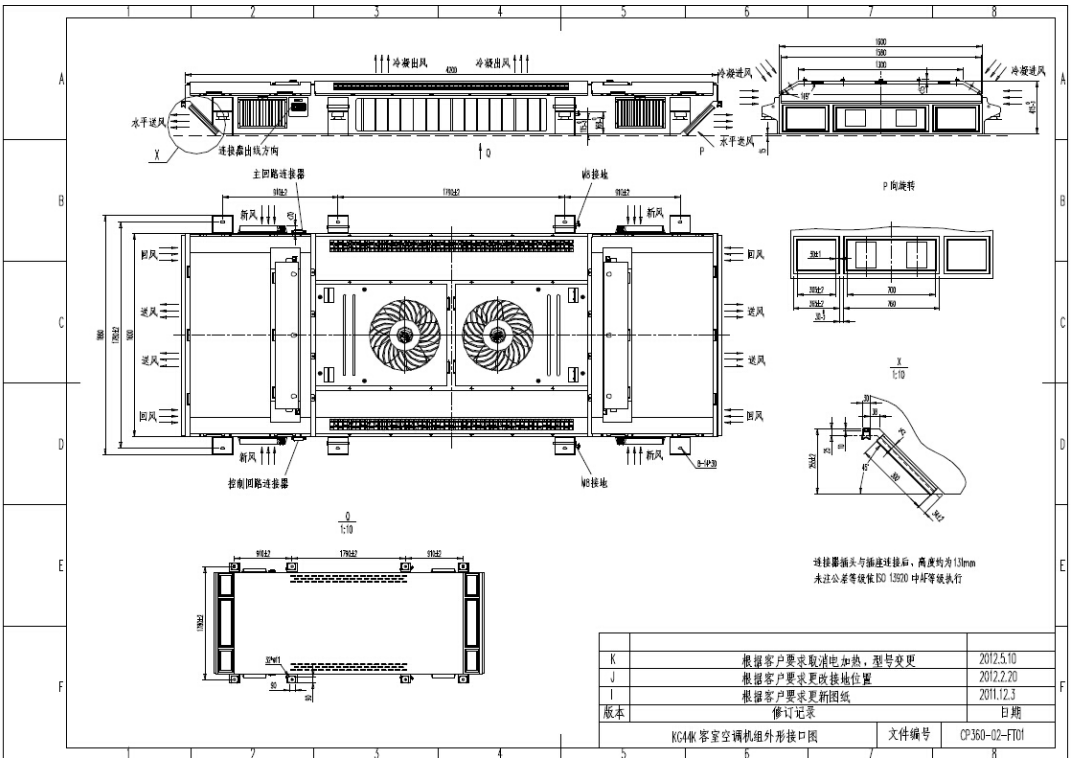
主要用于南京地铁车辆段架大修库空调检修间车辆客室空调机组的起吊和搬运工作。其各项功能、安全措施应满足 11 号线石塘南车辆段架大修库以及空调检修间的作业需要。

客室空调吊具总数目为两套，每一套空调吊具分别包含该种车型客室空调吊具及柔性吊带。一套为针对 A 型车的客室空调吊装的吊具，另外一套为针对 B 型车的客室空调吊装的吊具。满足吊装工作全过程需求。

B 型车的客室空调图纸如下图所示（暂定）：



A 型车的客室空调图纸如下图所示（暂定）：



72.2 设备结构及参数要求

技术特征	A 型车	B 型车
空调最大重量	950kg	780kg
空调外形尺寸	4200L*1600W*415H	3700L*1600W*390H
空调吊耳间距	见“A 型车的空调图纸”，吊耳精细尺寸设计联络阶段再确定。	见“B 型车的空调图纸”，吊耳精细尺寸设计联络阶段再确定。
吊具结构形状	“日”字型吊具	“日”字型吊具
吊具与空调连接挂钩数量	4	4
吊具材质	各主梁采用H型钢，型号175*90*5*8（单位：mm）；其余覆盖板材采用普通Q235钢。并且两者要有良好的焊接性能和力学性能。吊具总重不能超过500kg。	各主梁采用H型钢，型号175*90*5*8（单位：mm）；其余覆盖板材采用普通Q235钢。并且两者要有良好的焊接性能和力学性能。吊具总重不能超过500kg。
吊具与起吊设备连接处（中间梁）柔性吊绳最大承载强度	2T	2T
吊具与起吊设备连接处（中间梁）柔性吊绳参数	最大承载强度：2T； 展开之后长度：0.5m； 材质：合成纤维； 截面：圆形截面。	最大承载强度：2T； 展开之后长度：0.5m； 材质：合成纤维； 截面：圆形截面。

“日”字型空调吊具的四个角设置与空调吊耳连接的挂钩，中间梁与起吊设备（行车）连接。挂钩和中间梁连接处吊绳需要有足够的强度，其最大承载力能满足列表中各项参数要求。

此外，因为空调有偏重，所以空调吊具与吊绳连接的地方（中间梁位置）设置三个连挂孔，防止空调吊装时因为空调机组的偏重而引起吊装倾斜现象。

空调吊耳间距这一尺寸直接影响空调吊具的设计尺寸，因此空调吊耳间距这一项参数由投标人进行现场测绘，由于 A 型车和 B 型车的空调吊耳间距尺寸不一样，因此投标人在设计两种类型吊具的时候需要对 A 型车和 B 型车的空调吊耳间距分别进行测量。

72.3 模板

本文中的空调吊具项目采用能够增加拉伸强度以及延长使用寿命的“日”字型。下图所示为既有线 A 型车空调吊具的形状：



73 微电脑线号打印机

打印线号管，确保车上电气电缆的线号清晰，保证车辆架大修质量。

随着线缆使用年限的增长，需要支持 16 平方毫米及以下线粗的电缆线号制作。

参数如下：

外形尺寸----275(W) x 300(D) x 91(H)mm

打印方式----热转印方式(300dpi)

显示----LCD 液晶显示 : 64 x 160 像素(背光)

速度----35mm/秒

打印长度----套管 : 20 米, 贴纸 : 5 米

输入字符----每个文档 5,000 字符

文字尺寸----12 种，2,3,4,6mm 高速 X3 种宽度

可打印贴纸----宽度 5,9,12mm 标签贴纸

套管切割方式----自动半切、手动全切

内部存储----100,000 字符，(可设置 50 个文件)

外部存储----U 盘

传输----高速 USB 2.0

电源----DC 12V, 3.3A

功率----16W

74 线鼻子液压钳

压接接线端子，确保车上电气电缆的接线端子状态良好，确保电客车接线端子外观无烧蚀、无损坏，确保车辆架大修质量。

压力 70MPa,需要压痕宽 0-10mm，压力≥5550N（标准需 3700N×1.5，拉脱试验）,供货包含多组压线模块，压接模块可选线径 4-180 平方毫米。

75 齿轮箱拆卸工具

序号	名称	规格	数量
1	电动扳手	功率 450W，方头尺寸 1/2” 空载转速：1900/分钟 打击数：2100/分钟 全长：258 公厘（10-1/8 英寸） 重量：2.8 公斤	1 把

76 车钩存放架

76.1 概述

车钩存放架设置在南京地铁 11 号线石塘南车辆段架大修库内，该工装主要用于 11 号线 A6 车，宁天线 B4 车的各类车钩的搬运和存放。

76.2 主要技术要求及标准

可将车钩牢固地固定在车钩存放架上，固定方式可靠，结构紧凑，预留叉车搬用接口和行车吊装接口。是全新的，全部零件材质优良、制造工艺成熟；所有外购产品性能先进可靠、质量合格的标准系列产品。

设计紧凑、使用方便。工装设计充分考虑少、免维护。

总体成长方体形状，为了减少空间，两工装可上下叠放，摆放牢固。

计量参数全部采用国际标准单位制；设计、制造符合下列标准：

GB/T15706《机械安全基本概念与设计通则》

GB16754《机械安全急停设计原则》

GB16855.1《机械安全控制系统有关安全部件》

GB/T14092.5《机械产品环境条件工业腐蚀》

GB/T 1176-1995《碳钢焊条》

GB/T 12467-1998《焊接质量保证一般原则》

GB/T 231-1984 《金属布氏硬度实验方法》

76.3 设备功能

作业人员可方便地将车钩固定在车钩存放架上，车钩安装座牢固地固定在存放架上，为螺栓固定。

车钩在存放架上固定牢固，预留行车吊装和叉车搬运接口。

与车钩牵引杆接触部位采用尼龙块或橡胶垫。

车钩存放架可相互叠放，以减少空间。叠放后牢固、安全。

主要由结构钢焊接而成，其尺寸与不同类型车钩尺寸相匹配，主要尺寸和结构可在设计联络时现场测绘。

预留行车吊装和叉车搬运接口。

76.4 主要技术参数

（1）车钩最大重量 430kg

（2）设备外形尺寸（长×宽×高）约 2000mm×750mm×750mm

（3）车钩连挂面与安装面距离（A 车全自动车钩） 1620mm

（4）车钩连挂面与安装面距离（C 车半自动车钩） 1380mm

（5）车钩连挂面与安装面距离（B 车半永久车钩） 1380mm

（6）车钩座几何尺寸现场实测或见下图 1

76.5 设备材料及涂装

该工装的所用材料为优质钢材。与车钩表面接触部位粘贴橡胶防护垫，以免对车钩造成伤害。

涂装颜色待最后设计联络确定。

车钩存放架使用方便、安全可靠。设备防护到位，保证作业人员不会造成伤害。

该设备采用底漆涂装两遍防锈漆，小部件采用镀铬、发黑等形式，使该设备具有良好的防锈、防腐功能。

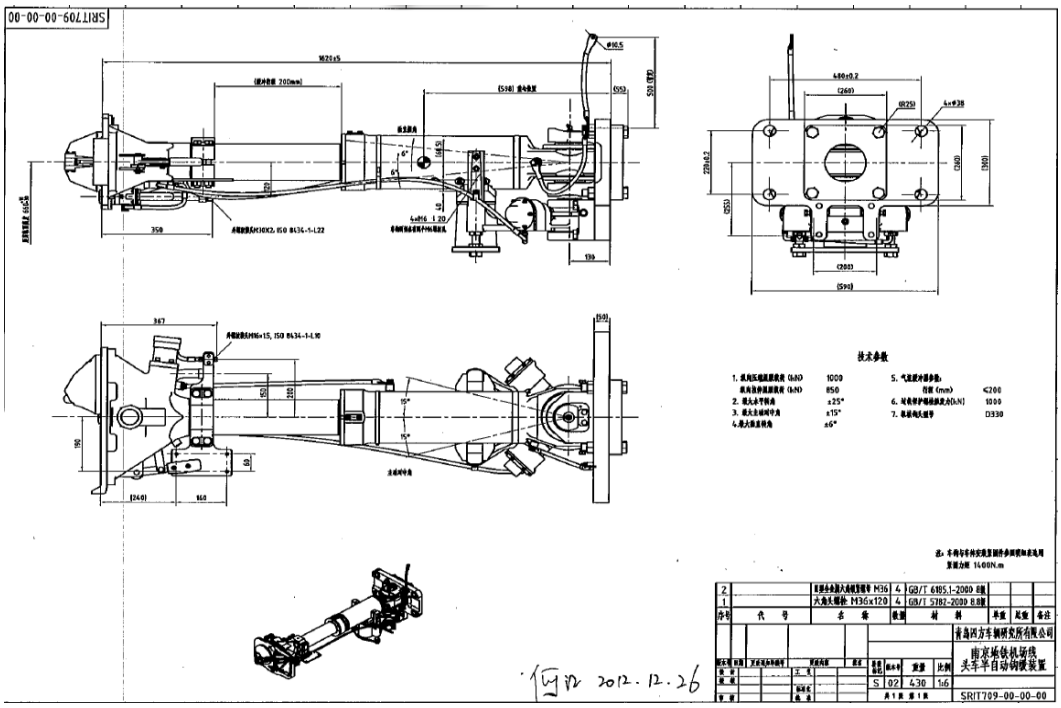


图 1　头车全自动车钩

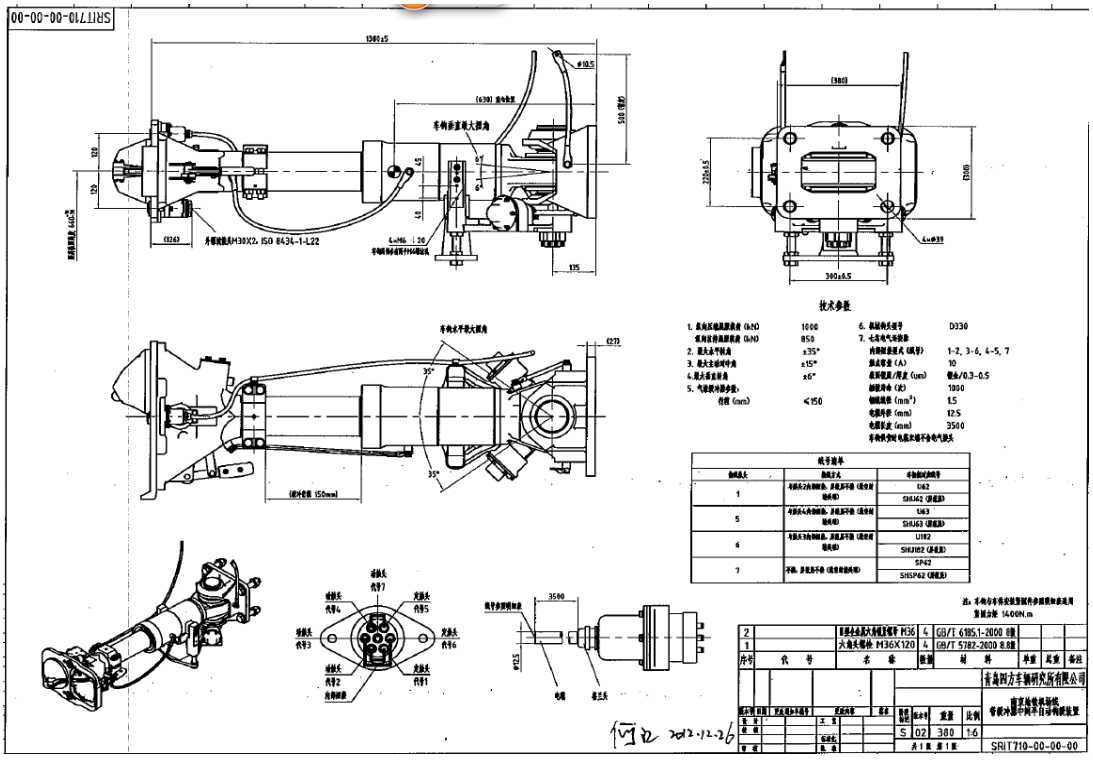


图 2 带缓冲器中间半自动车钩缓冲器装置

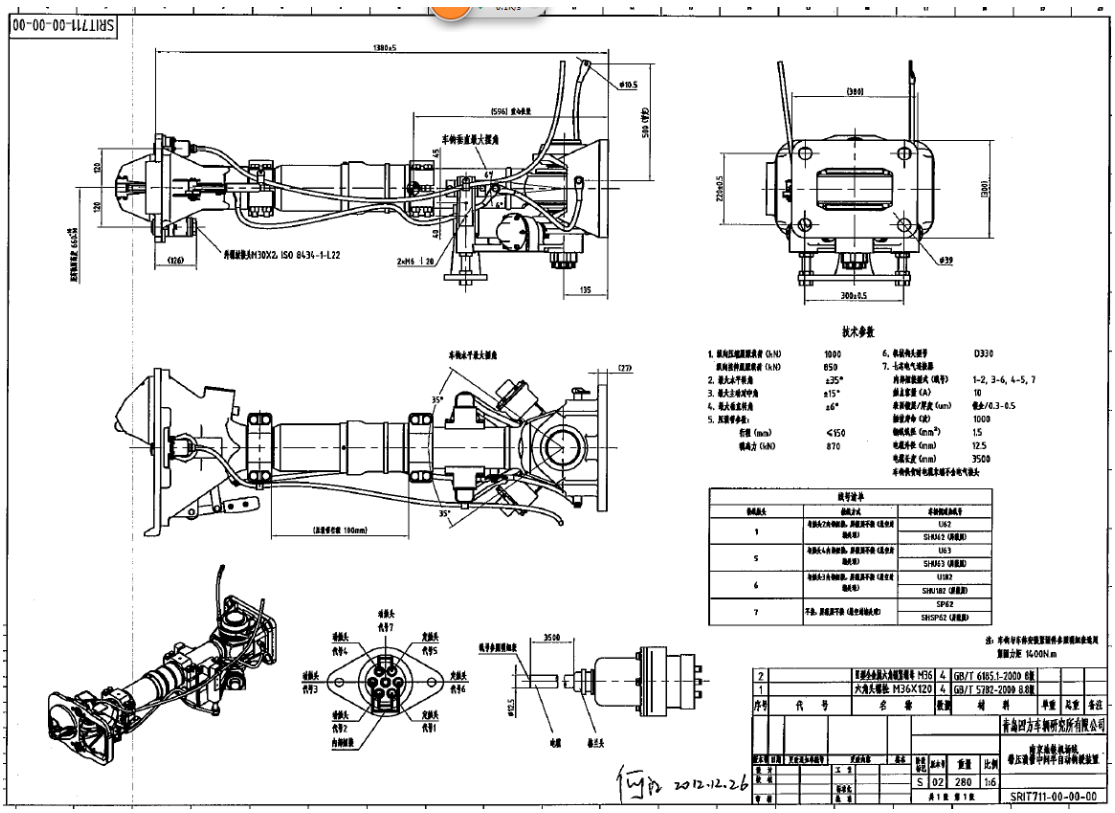


图 3 带压馈管中间半自动钩缓装置

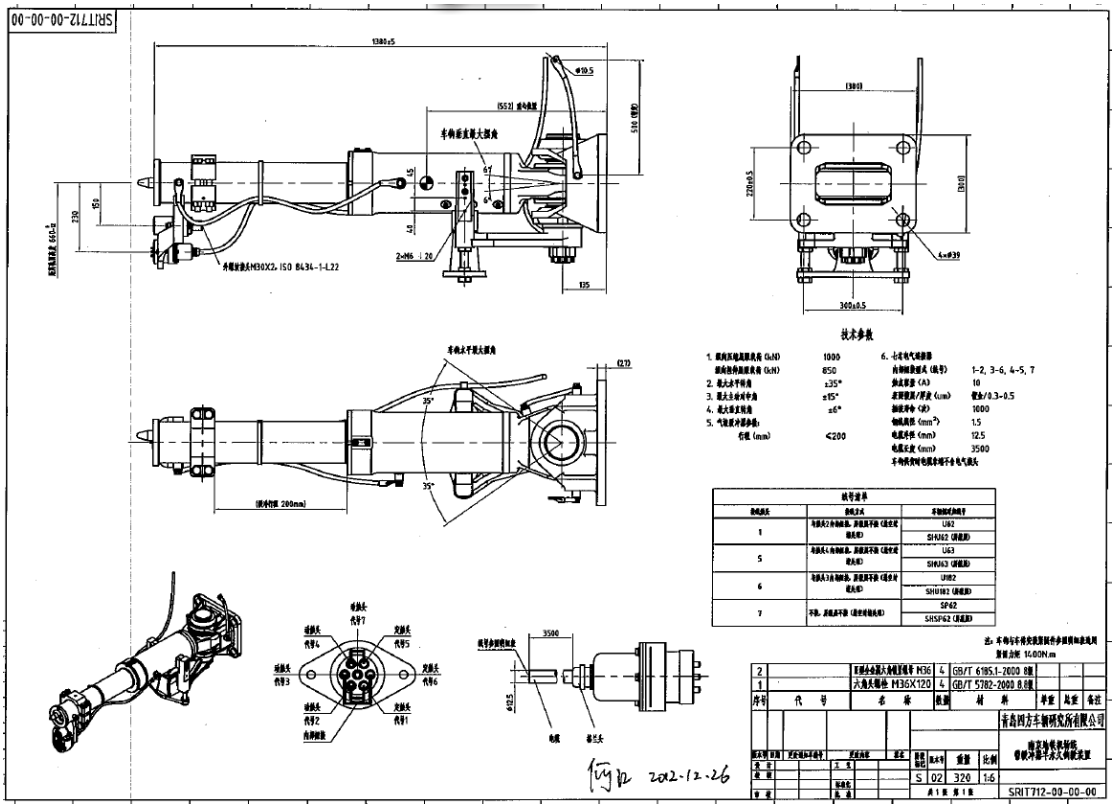


图 4 带缓冲器半永久钩缓装置

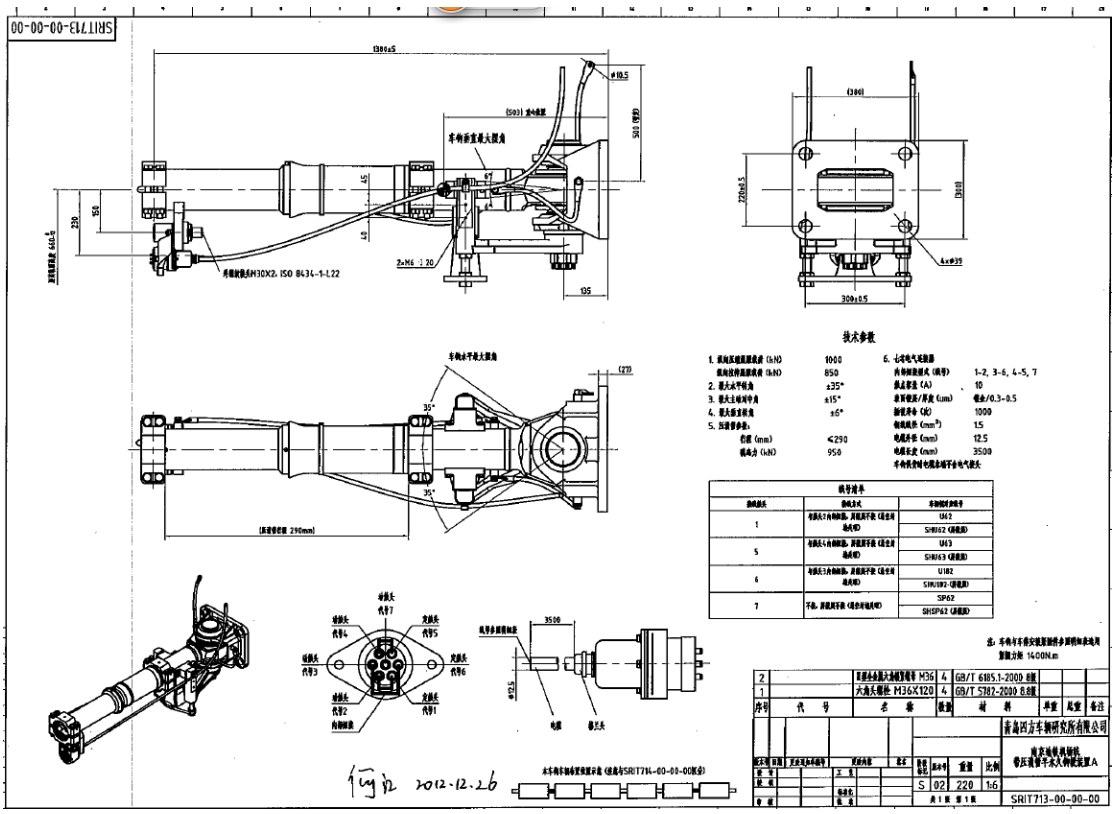


图 5 带压馈管半永久钩缓装置 A

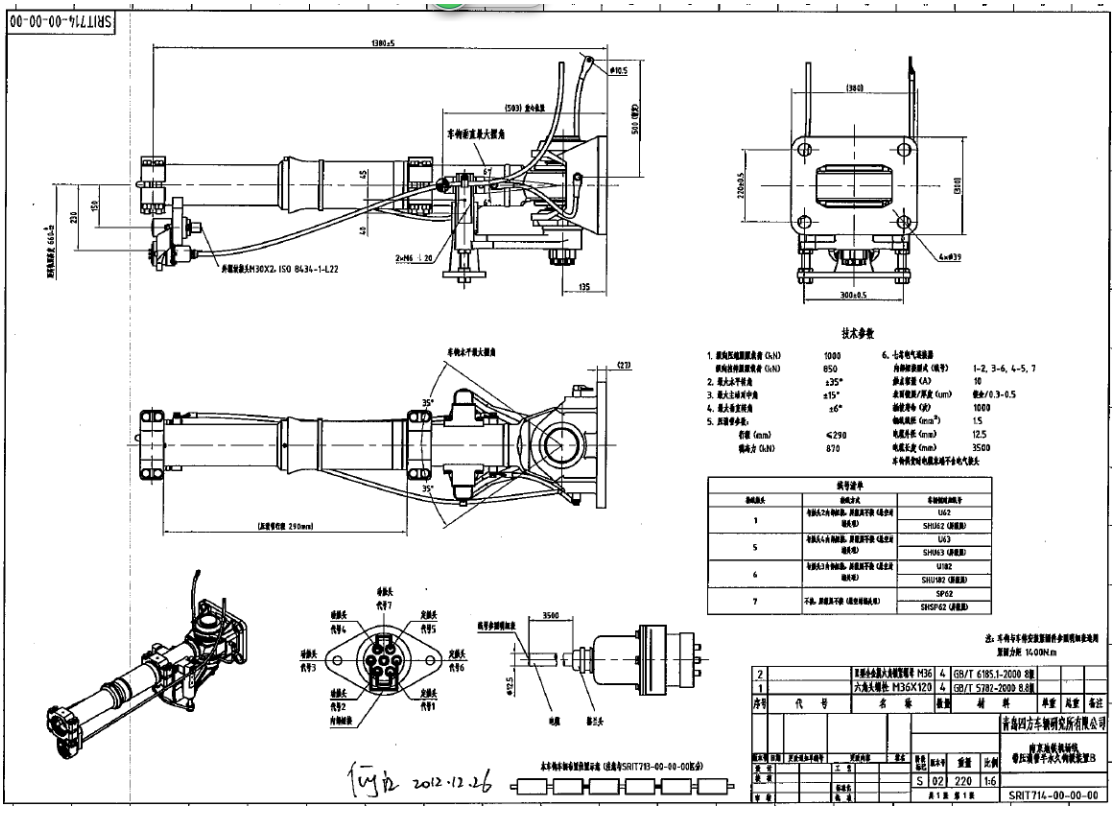


图 6 带压馈管半永久钩缓装置 B

77 齿轮箱跑合试验台

77.1 设备采用的主要技术标准

（1） GB/T15706 机械安全基本概念与设计通则

（2） GB16754 机械安全急停设计原则

（3） GB16855.1 机械安全控制系统有关安全部件

（4） GB50231 机械设备安装工程及验收通用规范

（5） GB50168 电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范

（6） GB/T755《电机基本技术要求》

（7） GB/T14092.5《机械产品环境条件 工业腐蚀》

（8） GB/T6464《金属及其覆盖层 大气腐蚀试验 现场试验的一般要求》

（9） GB/T14093.4《机械产品环境技术要求 工业腐蚀环境用》

（10） GB/T4768《防霉包装》

（11） GB4879《防锈包装》

（12） GB5048《防潮包装》

（13） GB7350《防水包装》

（14） GB2878《液压气动系统及元件》

（15） GB14048.5-93《低压开关设备和控制设备》

（16） GB707-88《热轧槽钢》

（17） GB/T 699-1999《优质碳素结构钢技术条件》

（18） GB/T 700-1988《碳素结构钢》

（19） GB/T 1176-1995《碳钢焊条》

（20） GB/T 12467-1998《焊接质量保证一般原则》

（21） GB/T 5226.1-1996《工业机械电气设备 第一部分 通用技术条件》

（22） GB14711-1993 《中小型旋转电机安全通用要求》

（23） GB/T 13306-1991《标牌》

（24） GB191-2000《包装储运图示标志》

本设备的设计制造还满足国际标准 IEC、 ISO、 UIC 的要求，以及其他的国家标准

GB、行业标准、地方标准及规定的要求。以上各项标准以最新版本为准。

77.2 设备功用、主要功能及技术特点

77.2.1 设备功用

轮轴齿轮箱跑合装置适用于南京地铁各型车辆转向架轮轴齿轮箱等进行跑合磨合试验，适用于带车轮与不带车轮两种工况下的跑合作业，均采用联轴节驱动方式，满足试验工艺要求。试验前，轮对轴箱轴承，齿轮箱输入轴的半联轴节均未安装。

77.2.2 设备主要功能及技术要求

（1）轮轴齿轮箱跑合装置对轮轴齿轮箱在可调的转速范围内进行跑合试验，试验过程自动化程序控制，试验过程自动采集轮轴齿轮箱、轴箱轴承的温度、振动信号，电机的电压、电流信号。试验数据可保存、查找、打印。

（2）配置可靠的安装平台，具有夹紧装置，齿轮箱安装、吊运方便。

（3）采用变频控制技术。具有调速平稳、方便、转速范围宽广等特点。

（4）具有多种工装适合不同轮对的跑合作业。通过增加车轴齿轮箱的定位夹紧装置，能够对多种齿轮箱进行高低速跑合试验，

（5）具有超温报警、停机、跑合数据存储、上传等功能。试验台配有磁吸式温度测量装置，安装方便快捷，测试温度精度高，具有电脑显示、数据打印功能。

（6）为确保操作者安全，设备配有操作规程，在设备相应部位设置安全提示，设置相应的安全护栏（网）或加盖操作间，以屏蔽噪声污染等。

（7）可按设定转速-时间曲线跑合，设备采用可视化语言编写应用程序，界面友好，易于操作。软件程序成熟可靠。

（8）可设定跑合参数：转速、时间，依据设定参数自行判别是否合格。采用变频调速技术，转速连续可调，满足所有工况转速设置要求，能够进行高低速跑合试验；轴承温升检测采用传感器采集并由计算机进行处理。

（9）采用工控机控制，实现了自动、手动转换，数据采集、处理。当旋钮处于“自动”位置时控制过程是由计算机来完成的，可以实现转向选择、定转速高速磨合、定转速低速磨合、报警时间设定等功能。当旋钮处于“手动”位置时，控制过程是由面板上功能钮来实现控制的，

可以实现转向选择、定转速高速磨合、定转速低速磨合等功能。

（10）软件具有智能引导操作程序防止误操作；该设备按钮具有明显标识防止误动作。软件具有权限管理、判别结果、信息交换接口、数据存储打印、自动生成报表等功能。

（11）可以在程序自动控制和手动控制两种情况下实现对轮对的正、反转试验。用户可以在工业控制计算机上分多段设定试验的转速、时间和转向。其试验速度、转向和检测到的温度等数据以实时地显示在工业控制计算机的显示器上。实时地显示在工业控制计算机的显示器上。

（12）配有高精度温度自动监测和显示系统。可以同时监测多个部位的温度变化。温度检测的精度为±1°，温度测量范围为-20℃～150℃。

（13）配备专用的装夹定位工装，能分别实现南京地铁各型车辆完整轮对（含车轮，齿轮箱、制动盘）以及光轴带齿轮箱（不含车轮）两种状态的跑合试验。完整轮对跑合时要求在轴箱处定位；不带轮饼跑合时需使用辅助轴承定位，辅助轴承要求可自由拆卸，不需压装。

（14）设备能够检测出轮对转速、加载压力、运转时间、轴承（轴箱）温升、振动等数据，并实现数据采集、计算、分析处理、显示、输出的全自动过程。

（15）试验检测数据自动采集，数据存储采用开放格式，满足历史数据查询、检索、打印需要。能够自动生成报表，报表的存储形式可更改，并能够打印报告。具备打印机接口和标准通讯口，能够与其他计算机进行通信，实现试验结果的计算机管理。

77.3.设备主要技术参数及性能

（1）输入电源、功率 AC380V、投标方提供 KW。

（2）输出电压 AC0～550V

（3）温度测量范围 -20～150℃

（4）振动范围 0.3～1999.9mm/s2。

（5）设备噪音不大于 90dB

（6）输入端转速 0~120km/h

（7）交流变频电机功率 ≤55kW

（8）轮径 650-1050 mm

（9）速度控制精度 ±2%

（10）外形尺寸 2000x1600x1000mm

（11）重 量 1300kg

77.4 设备组成系统主要技术要求

轮轴齿轮箱跑合装置主要由下列部分组成：

77.4.1 安装固定平台，安全护栏（网）或加盖操作间

安装固定平台可有效、可靠、牢固将运转中的轮轴齿轮箱固定，不损伤车轴及齿轮箱箱体。安装固定平台对轮轴齿轮箱安装、拆卸、吊运方便。

安装固定平台可缓冲试验时对地面的冲击。平台底座采用灰铸铁座，具有足够的强度和刚度，具有减震作用。采用地面式结构安装。

77.4.2 检测装置

检测装置全程监控轮轴齿轮箱的运行温度、振动、电压、电流等数据，并进行可靠分析，当运行过程出现异样，可通过检测装置检测到的信号立即自动采取必要的保护动作。在两个加载油缸上，分别装有液压锁，当遇有油管破裂等意外情况时油缸不回缩，确保旋转的轮对不对设备及人身造成威胁，并且保证工作过程中加载压力稳定。试验时的压力、温度、转速、震动等由相应的传感器采集、经过接口电路送入计算机，由计算机进行数据处理，储存、打印等。

77.4.3 驱动系统

驱动系统主要由变频器及其升压变压器组成，为轮轴齿轮箱提供动力，并对齿轮箱进行速度调节控制。变频器设置制动系统，使齿轮箱能在 2 分钟内停止。

77.4.4 清洗系统

配有齿轮箱清洗系统，清洗系统配有齿轮箱进回油管路、进回油过滤器（过滤芯便于拆卸）、清洗油箱（容积≥300L，油箱设置双油室以备不同清洗油清洗）、快速接头等。工作时，将进油管接头连接到齿轮箱溢流口，回油管接头接到排油口。

齿轮箱清洗系统连接用管路拆卸、安装方便，密封防泄漏性能良好。

根据大齿轮的不同转速下油量的不同需求，可手动实现油量调整，且齿轮箱进出油量不小于 20L/min，油量能够自动调节，能够实现进、出油实际流量的平衡。

清洗系统配备的过滤器滤芯精度≤15μm，另清洗系统配备一套独立过滤系统过滤芯精度≤5μm。

设备主要技术参数及性能：

公称流量：100L/min

工作压力：≤0.5MPa

极限真空度： ≤90 Pa

工作真空度：≤666 Pa

电　　源：50Hz380V 三相五线

77.4.5 电气控制系统

电气控制系统主要由控制器件： PLC、执行器件、功率器件组成，它能对齿轮箱进行运行控制，也需对过压、过流、欠压等状况进行保护。

电气控制设有手动/自动两种操作方式。手动操作为单步运行，主要为检修和故障分析使用。自动运行采用 PLC 可编程序控制器控制。此外还设有急停按钮，遇有意外情况，可随时紧急停机，确保设备和人身安全。

77.4.6 工控机系统

设备能对试验进行自动控制，能时时采集试验状态数据，能保存、查找、打印数据。工控机和数据存储单元选用当前的主流配置。满足 windows 中文操作系统，17 寸以上液晶彩色显示器，CPU Intel 酷睿 i5 以上系列，8G 以上内存，1TB 硬盘，DVD 光驱，高速激光打印机 2 台（A4 幅面）。以上硬件按市场主流配置。配备 RS232C 接口、USB 接口、RJ45 接口。

77.5 设备安全系统技术说明

试验台在作业过程中不会对操作者人身产生危害。为确保操作者安全，设备配有操作规程，在设备相应部位设置安全提示，设置相应的安全护栏（网）或加盖操作间，以屏蔽噪声污染等。

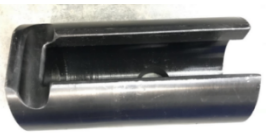
试验台在作业过程中不会对轮轴齿轮箱跑合装置本身产生损坏、破坏。设备控制系统具有多重连锁、互锁功能，必须严格按操作规程操作，否则设备将不能运转，并给出错误提示；设备上的所有电源开关和选择开关均设置为钥匙型，防止非专业人员操作。

试验台有完善的漏电保护装置。设置现场急停按钮，可立即中断试验，确保在紧急情况下，能方便及时的使设备停止运转，以保证对设备及人员不会造成伤害；设备留有接地保护装置。

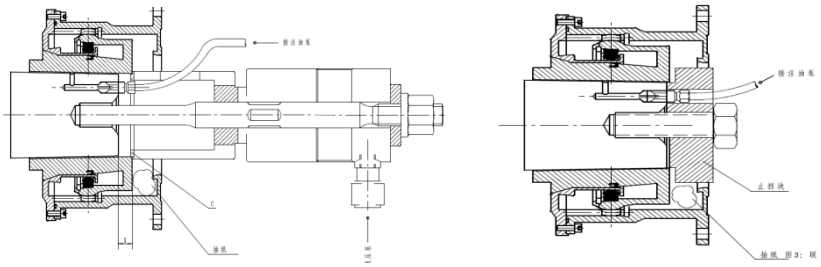
77.6 与智慧场段综合管控系统接口（同前相同章节内容）

78 齿轮箱检修专用工装

南京地铁电客车联轴节与齿轮箱的拆卸与组装工作需要配套使用联轴节退卸及安装工装。共计 2 组，每组工装清单（单组数量）。

序号	名称	型号规格	数量	外观图
1	手动液压泵（含表座、压力表）	700bar	1	
2	压装油缸（含油管及接头）	700bar	1	
3	手动液压泵（含表座、压力表）	2800bar	1	
4	退卸油管（含接头）	2800bar	6	
5	压装顶套	/	1	
6	压装导杆	/	2	
7	套筒	/	1	

（1）工装应完全适用于联轴器（具体型号以 11 号线电客车最终设计为准）退卸及安装使用（使用见下图），工装具体清单及规格型号以满足功能需要为准。



（2）使用手动液压泵提供液压力，最大压力分别为 700bar 和 2800bar，每行程排量不小于 2.4cm³，可用油容积不小于 900cm³。

（3）手动液压泵应具有卸荷阀；加油盖应具备排气功能，在油箱受到意外挤压时起到溢流阀作用。

（4）表座上部有压力表接口，应能方便的将压力表安装在系统中，压力表采用 Psi 和 bar 双刻度显示，内充硅油。

（5）压装油缸采用中空柱塞缸，方便导杆穿过，最大压力 700bar，承载能力不小于 20t，行程 49mm，有效面积 30.7cm²，液压油容积 150cm³。

（6）所有高压油管采用四层设计，两层高强度钢丝编织层，最大工作压力 2800bar，外部使用聚氨酯材料保护层，接口处有波纹状橡胶防护套。

（7）具体方案细节应在技术联络时拟定，并须交由招标方确认通过后方可开工。要求生产厂家在开工前须对既有实物进行专业测量。

79 电器吹扫装置

主要用于车辆架大修作业时牵引箱、辅助逆变器箱、司机室电气柜、二位端电气柜、变压器等部件的清洁吸尘，即工业吸尘器。

79.1 主要技术参数

额定电压	220V
消耗功率	3600W
真空压力	≥205mbar
马达风量	≥159L/S
过滤面积	≥6300cm²
过滤精度	≤0.3um
线缆长度	≥8m
尘桶容量	≥75L
重量	≤45kg
设备噪音	≤80dB

79.2 设备基本结构要求

设备主要由动力装置、过滤装置、集尘装置、筒体、软管、附件等部分组成。

（1）设备底部设置滚轮，便于设备的移动。

（2）设备设置尘满指示器，便于集成装置尘满后的清除。

（3）设备过滤系统采用高性能过滤材料，以满足过滤精度的要求，要求投标人提供过滤系统所采用的过滤材料、层数、有效过滤面积等信息。

（4）设备所采用的电机的电气防护等级不低于 IP54，要求投标人应提供电机的规格型号、品牌、主要性能参数、制造商、产地等信息。

（5）设备具有风量调节功能。

（6）设备配置软管、吸尘刷、吸水刷、扁吸、源毛刷等多种附件，要求软管长度不小于 2.5m。

80 电子器件测试仪

电子器件测试仪即数字式万用表：

（1）直流电压:1000V I 交流电压 750V

（2）交直流电流 20A I 电阻 200MΩ

（3）电容: 20uF I 通断蜂鸣

（4）二/三级管测试 1 输入阻抗

（5）最大显示 1999 1 低电压显示

（6）机器尺寸: 190x 88 X 34mm

（7）机器重量: 540g

81 电器检测设备

电器检测设备即数字式交流/直流钳形表

交直流电流：40A/600A

交直流电压：600V

电阻测量：400Q/40000

通断测量：≤30Q

安全等级：CAT 1II 600V

开口尺寸：37mm

工作温度：0℃- 40℃

82 清洗槽

清洗槽用于车辆架大修的车辆轮对轴箱清洗作业。

（1）槽体材质：不锈钢

（2）槽体壁厚：≥2.5mm

（3）清洗槽容积尺寸：1200×600×300mm

（4）设备应具有足够的刚度、强度及稳定性，需在槽体外壁上增加足够的加强筋，承载能力≥1t；

（5）各金属零部件均作防锈、防腐蚀处理；

（6）设备整体高度为 500mm，槽体下部采用钢结构支撑架进行支撑；

（7）设备应设有排水口，排水口配置排水阀门及排水管，且设置在清洗槽底部便于彻底排完污水,投标人配备排水管与地面排水孔之间的连接软管，要求长度充足；

（8）设备边缘及棱角应打磨光滑、无毛刺、无棱锐角；

83 制动盘荧光磁粉探伤机

制动盘专用探伤机主要用于南京地铁电客车制动盘的荧光湿法磁粉探伤。

83.1 设备组成

设备主要由床身、转动支承及扶持防护装置、磁化及其移动装置、磁悬液喷洒及循环系统、荧光照明装置、暗室等组成。

83.2 技术要求

（1）设备应满足城轨车辆常见规格型号、材质制动盘的检修工作，主要工作模式为：吊入工件→整体装夹→喷淋磁化→转动观察→退磁。

（2）设备应具有操作简单、探伤效率高、安全可靠、劳动强度低等特点，有可靠的安全保护、报警、保险措施，以防止误操作或意外事故致使设备受损或人身伤亡。

（3）设备应满足自动化探伤需要，一次上料即可完成暗室开合、工件夹紧、线圈耦合、喷洒、充磁、转动观察、退磁等工序，根据工作需要可手动或自动操作，使用方便。

（4）建议磁化方式：周向采用穿棒法，纵向采用纵向盘形线圈法，复合磁化采用连续法；建议退磁方式：自动衰退式。以上磁化过程用于发现制动盘外表面、毂孔内表面各部位、各方向的裂纹、发纹等细微缺陷，如有其他更有效的磁化方案亦可。

（5）设备工件托辊转动及整体转动装置应具有足够的刚性，承载＞1T，运行自如不变形，安全可靠。整体转动采用变频驱动方式，可无级调速，工件转动平稳，便于工件所需探伤面转动观察。

（6）设备应具备中心自调节功能，根据工件尺寸差异能将直径差异过大的工件调整到中心，以便于实现工件均匀磁化，使磁痕全方位显示避免工件的漏检现象，同时保证工作的准确性和可靠性。

（7）设备暗室应设置于设备上方，左右开合，方便工件通过起重机等设备吊装进入、退出，采用整体结构气动或电动控制，钢结构构架，开合自如安全可靠。为保障工作环境温度，可设置空调一套。

（8）设备观察工件侧面时，支承转动装置应能带动工件水平旋转一定角度，方便进行全

面的观察。

（9）控制系统应具备故障报警、手动急停、自动诊断及过载保护等功能，如遇难以解决的故障可由生产厂家专业技术人员远程操控解决。

（10）设备结构设计合理，整体有足够的强度、刚度以及良好的稳定性，并且其构件具有良好的耐磨性和较小的热变形。本设备所有大的焊接件、铸件都进行过适当的热处理确保设备的精度稳定可靠。本设备在环境温度-10℃～＋43℃，相对湿度≤93%条件下，能正常连续工作 20 小时，且精度稳定。

（11）本设备单元内所有的钢结构及零部件都作防腐处理，制造钢结构的板材和型材都经过抛丸预处理，管材除镀锌外，经过化学方法或机械手工除锈；紧固件经镀锌钝化处理或不锈钢材质；钢结构焊缝质量按 GB/T12469 规定执行，焊接采用合理的焊接方法、焊接材料及工艺参数等，焊缝外观平整，重要承载部位焊缝提供探伤记录。

（12）设备零部件选用优质材料制造，所选用的机械、液压、电气、电子元件是优质的、成熟的、可靠的系列产品。

（13）设备配备 LED 手提式荧光灯一套，灯源为灯光源，配备绿光玻璃，过滤掉有害的紫外线，对人体伤害小；此光源应便于作业人员手持观察，探照效果稳定可靠。

（14）设备整体在满足功能需要的前提下应尽可能地减小体积与占地面积，精简设计。设备应配备两 2 套制动盘专用起吊工装，便于制动盘上料、下料。

（15）设备配备 1 台打印机，便于打印检修记录。

83.3 主要参数

83.3.1 制动盘技术参数

序号	工件种类	640 盘体	680 盘体
1	工件外径/mm	640mm	680mm
2	工件内径/mm	347mm	390mm
3	工件厚度/mm	51.5mm	
4	工件材质	铸铁	

83.3.2 设备主要技术参数

（1）输入电源电压：380V±10% 50Hz 三相五线制。

（2）建议磁化方式：周向、纵向、复合三种磁化方式。

（3）输出电流：周向额定磁化电流 0～3000A （交流，有效值，连续可调），纵向额定磁化磁动势 0～24000AT，并连续可调。

（4）灵敏度：A1-15/50 型试片在被检测工件的探伤部位，显示清晰；表面磁场强度达到 3200A/m。

（5）退磁效果：剩磁≤0.3mT。

（6）工作节拍：≤3min/件。

（7）荧光紫外线灯辐照度：采用手持紫外线辐照度≥4000μw/cm2。

83.4 技术文件

应随设备交付相关技术文件，包括但不限于：产品操作说明书、维护手册、设备总图及主要部件结构图、易损易耗件清单、电气原理图、设备软件备份、出厂检验记录及合格证、计量首检证书等，每种文件至少提供 3 份，并提供对应电子版资料。

83.5 其他要求

83.5.1 安装调试

（1）该设备为交钥匙工程，机床运输，吊运卸载，调试安装期间的预埋件，二次灌浆，各类润滑，液压油液，油脂，电源线，接地线，基坑围栏（如有），刀磨具等均由设备厂家负责。即设备正常运转，满足功能验证，预验收合格前的所有工作，人工物料消耗均有厂家承担。

（2）设备预验收合格后，如未投入正常使用，放置一段时间后再次启用前，厂家按设备维保规程，结合设备当期的状态，需进行功能精度评估，不论是否出质保期，无偿做一次状态恢复，包含人工、油料、物料、各项精度指标测试校核、必要零部件更换等各项服务，并对运营公司维护人员进行维保培训。如果预验收合格后，正常投入生产，厂家需承担首次维保的人工、油料、物料的各项服务，具体首次维保方案在设计联络时，结合厂家维保规程再定。

83.5.2 培训

应提供免费的 3 次技术培训，内容包括但不限于：探伤机工作原理、设备操作方法、探伤机的检验与标定、工装夹具安装、精度检验方法、设备维护保养等、常见故障排除。

83.5.3 随机附件

附带全套磁粉探伤用标准试片或试块，投标方应给出所有所需标准试片或试块。以及梨形沉淀瓶（100ml）、电子秤、磁强仪（JCZ-10 型）、白光照度计（便携式，0-2000Lx）、荧光照度计（便携式，0-2000μw/cm²）、紫外线强度辐射计（UV-A 紫外线强度辐照计 单通道/黑光照度 365nm）、剩磁仪（WT10B 数字特斯拉计）各 2 件。上述工器具（包含且不限于）按我方工艺文件标准规定，按需配置，随设备附件提供。具体配置项目，调试现场待确认。供应商应提供调试期间的所有消耗料（包含且不限于复合荧光磁粉）。

83.5.4 环境健康.

安全环境健康安全符合国家环境保护局电磁辐射防护规定 GB 8702-88，机器磁化区距操作者 0.5 米以外 160 安/米（GB8702-88 标准限值）剂量对人无任何危害,达到 CE 标准。

83.4 验收（交钥匙工程）

验收前，供方向需方提供书面产品合格文件和探伤机的详细《产品测试报告》，具体要求如下：

（1）探伤主机要求外壳制作美观，采用整体喷塑，无漏液，无振动噪声，暗室（带排风机），按 JB/T8290-2011《磁粉探伤机》国家标准规定验收。

（2）施耐德电器控制系统，欧姆龙工业编程器控制中心，其余电器控制系统为国内知名合格产品，执行工业机械电气设备 GB/T 5226.1-2011 标准验收。

（3）磁化电源为 cmos 触发控制器，二套板可互换，连续可调、断电相位低频磁力控制，内置自动退磁装置。

（4）荧光光源，照度≥3000uw/cm2。

（5）磁化节拍≤10 分钟/件。

（6）灵敏度 A 型 2#15/50 试片显示清晰。按中华人民共和国机械行业标准 JB/T6065－

2004《磁粉探伤用标准试片》规定验收。

（7）退磁方式为自动衰减退磁，退磁后零件剩磁≤0.3mT。

（8）工艺装置按技术要求≤800mm 内环形圈工件，托架开合自如，转动观察能连续调速，更换工装为 15 分钟。

（9）储液箱采用不锈钢材料制作外置式结构，便于更换磁悬液，清理沉淀物时储液箱的进出，以方便磁悬液的更换及磁粉液浓度观察测定，无漏液。

84 制动盘专用动平衡机

制动盘专用动平衡机（含铣削打标）主要用于南京地铁电客车制动盘的平衡检测与修正。

84.1 设备组成

设备主要由平衡测量机构、去重切削机构、控制系统、装夹机构、吸尘装置、打标装置等组成。

84.2 技术要求

（1）设备应满足城轨车辆常见规格型号、材质制动盘的检修工作。

（2）可在同一工位实现制动盘不平衡量检测、角度定位、机加工去重校正、平衡复测及打标等功能。

（3）对于制动盘的初始不平衡量及相位、去重校正后的不平衡量及相位、切削加工量等数据可即时储存、导出及打印。

（4）全过程（装夹—平衡检测—去重校正—复测—打标）均可自动控制，同时具备手动操作功能，单个制动盘全流程工序完成时间应控制在 10min 以内。

（5）对于不平衡量超标的制动盘采用铣削的方式进行去重，控制系统可根据不平衡量大小自动控制铣削深度与加工角度；设备可通过非接触式仪器自动识别工件已有铣削刀痕，自动计算避让后的铣削深度与加工角度，通过转动工件避让。

（6）设备采用三爪自动定心夹具夹紧工件，单个夹具连续可调，适用于多种尺寸的工件，且要求夹紧力足够，夹紧可靠，工作平稳，使用方便。

（7）设备具有平整度检测功能：使用非接触式仪器对工件进行平整度检测，要求数据变化≤±1g·m。

（8）控制系统应具备故障报警、手动急停、自动诊断及过载保护等功能，如遇难以解决的故障可由生产厂家专业技术人员远程操控解决。

（9）设备的人机交互界面外观简洁，操作方便。为便于操作者操作机床，操作台可旋转和摆动。操作台、手轮、手柄、按钮、显示器的设置人性化，符合国家相关标准“人类工效学”的相关要求。

（10）设备应安装有防护罩，在工件旋转及去重加工过程中对作业人员提供保护，防护

罩正面及上方开口应不妨碍工件的吊装与卸下。

（11）吸尘装置应具有覆盖整个工作台面的除屑能力，集屑槽方便取出清理，耐高温，噪音低，无啸叫声。

（12）打标机可打的数字范围应包括（0~9），字母范围应包括（A~Z），打标内容可在系统中进行编辑变更，打标机针头应具有至少 100,000 字符的使用寿命。

（13）设备各部件应采用良好的防腐、防锈措施，在环境温度（-10~50）℃与相对湿度≤90%条件下连续工作时，运行平稳、性能可靠、精度稳定。

（14）设备整体在满足功能需要的前提下应尽可能地减小体积与占地面积，精简设计。

（15）设备配备 1 台打印机，便于打印检修记录。

（16）设备应配备两 2 套制动盘专用起吊工装，便于制动盘上料、下料。

84.3 主要参数

84.3.1 制动盘技术参数

序号	工件种类	640 盘体	680 盘体
1	工件外径/mm	640mm	680mm
2	工件内径/mm	347mm	390mm
3	工件剩余不平衡量要求	≤15g·m	≤10g·m
4	工件厚度/mm	51.5mm	
5	工件材质	铸铁	
6	去重要求	制动盘高度 10mm 内，深度方向不得损伤散热筋	

84.3.2 设备主要技术参数

序号	性能要求	技术参数
1	设备最小可达剩余不平衡度	4g·mm/kg
2	一次去重率	≥95%
3	平衡转速	（200~600）rpm
4	工作电压	三相 380V 50Hz（可按需定制）
5	可承载工件质量	（50~200）kg

6	去重方式	铣削
7	工件直径	（580~700）mm
8	工件厚度	≤190mm
9	工作气压	≤0.6MPa

84.4 技术文件

应随设备交付相关技术文件，包括但不限于：产品操作说明书、维护手册、设备总图及主要部件结构图、易损易耗件清单、电气原理图、设备软件备份、出厂检验记录及合格证、计量首检证书等，每种文件至少提供 3 份，并提供对应电子版资料。

84.5 其他要求

83.5.1 安装调试

（1）该设备为交钥匙工程，机床运输，吊运卸载，调试安装期间的预埋件，二次灌浆，各类润滑，液压油液，油脂，电源线，接地线，基坑围栏（如有），刀磨具等均由设备厂家负责。即设备正常运转，满足功能验证，预验收合格前的所有工作，人工物料消耗均有厂家承担。

（2）设备预验收合格后，如未投入正常使用，放置一段时间后再次启用前，厂家按设备维保规程，结合设备当期的状态，需进行功能精度评估，不论是否出质保期，无偿做一次状态恢复，包含人工、油料、物料、各项精度指标测试校核、必要零部件更换等各项服务，并对运营公司维护人员进行维保培训。如果预验收合格后，正常投入生产，厂家需承担首次维保的人工、油料、物料的各项服务，具体首次维保方案在设计联络时，结合厂家维保规程再定。

83.5.2 培训

应提供免费的 3 次技术培训，内容包括但不限于：探伤机工作原理、设备操作方法、探伤机的检验与标定、工装夹具安装、精度检验方法、设备维护保养等、常见故障排除。

83.5.3 随机附件

包括但不限于：适用于铸铁盘的铣削刀杆、刀片、打标机针头、空气过滤元件、液压油过滤元件、电气元件等，每种附件至少提供两件。

设备验收时投标人需提供该设备主机及主要零部件清单及价格明细表。

85 牵引电机吹扫装置

85.1 概述

该设备主要用于南京地铁电客车牵引电机吹扫作业。

85.2 设备组成及功能

本设备由吹尘舱、喷枪、喷枪压力调节控制系统、手动台车以及旋转工作台、磨料循环系统、旋风分离器、除尘系统、排风管、电器控制系统、气源系统等组成。

85.3 技术要求

（1）吹尘舱

① 吹尘机舱体外形尺寸：1200×1200×2100mm（长×宽×高），工作舱尺寸为1150mm×1150mm×1200mm（长×宽×高）尺寸以实际设计为准。

② 吹尘舱及其结构件用 3mm 厚度的钢板焊接而成，焊缝平整美观无泄露，内外表面烤漆。在吹尘舱右侧面有一个吹尘舱门，用于装卸工件和对喷枪、工作台等进行维护，采用右侧全开门形式，门下方设置接砂装置；吹尘舱门上设置安全门控开关，当舱门打开或未关闭好时，除尘系统、喷枪不能启动，控制面板上设置急停按钮，以保证操作者的安全。

③ 在吹尘舱的前面各设置一个手动操作工位和观察窗口，正面为操作手孔两个（孔径为 φ250mm），用于手动吹尘加工和观察加工情况。手孔配备橡胶手套密封，防止砂尘泄露。手孔上部设置观察窗，观察窗玻璃为双层结构，外层为保护操作人员的钢化玻璃，内层为 5mm 厚无色透明玻璃，尺寸为 670mm×260mm，视野清晰，且无需任何工具，仅需拧开 4 个手柄即可在几秒种内快速更换视窗玻璃。

④ 在吹尘舱下部设置循环储箱，用于磨料的循环。其结构件用 3mm 厚度的钢板焊接而成，内外表面烤漆；吹尘舱集砂漏斗内安装筛网，筛网可拆卸、便于清理，斜板角度≥60°,防止积砂。

⑤ 在吹尘舱内壁侧开门上安装悬挂式胶板，用于保护工作舱外壳免受砂粒直接冲击。胶板材质为聚氨酯，厚度 3mm。防护橡胶板采用模块式挂装结构，便于安装和更换。

⑥ 在吹尘舱内安装照明设施为 LED 照明灯，舱内照明度达到 600L。照明装置设置在吹尘舱外部，照明灯具与吹尘舱之间采用钢化玻璃隔离保护。

⑦ 吹尘舱内底部筛板为 3mm 厚的钢板，钢板筛网上在铺设一层 5 毫米聚氨酯筛板，均匀开 Φ6mm 通孔，孔密度为 100 个/dm^2。

⑧ 吹尘舱内设置一个直径 800mm 的工作转台，转盘由厚度 10mm 的耐磨锰钢工作台激光切割成型

⑨ 在吹尘舱门上设置安全门控开关，当舱门打开或未关闭好时，除尘系统、喷枪不能启动，以保证操作者的安全。

⑩ 工作舱侧开门采用异型胶条密封，确保工作中无粉尘和砂粒外泄。工作舱门锁紧装置采用斜面式压紧机构。

投标方须提供吹扫室设计方案图纸。

（2）喷枪系统

① 吹尘机采用手动方式工作，手动工作时通过脚踏板控制式喷枪启停。

② 手动喷枪

配备 1 把吸入式喷枪，以满足不同工件吹尘要求，喷枪结构简单耐用，便于更换，喷枪通过设置在操作位置右下方的脚踏开关控制喷枪的启停。

喷枪配置碳化硼喷嘴，喷嘴直径为Φ12.5mm。

吹尘舱内配备 1 把手动吹尘气枪，用于吹尘加工后对工件表面的浮尘进行清理。

喷枪压力调节开关和压力表安装在设备正面观察窗上方，易于观察。吹砂压力 3～6Bar 连续可调可控，压力表实时显示压力。

（3）喷枪压力调节系统

喷枪压力调节开关和压力表安装在设备正面观察窗上方，易于观察。吹砂压力 3～6Bar 连续可调可控，压力表实时显示压力。

（4）手动台车以及转盘机构

① 台车输送机构

由输送台车、转盘、传动机构等组成。

输送台车可在轨道上往返行走。采用手动方式驱动带动台车行走。台车进、出终端设计有极限限位开关。

车体由不锈钢型钢焊接而成，采用高强度骨架形式。台车下部与舱体连接部位采用密封装置防止吹尘粉尘泄漏。

台车底部装有滚轮，材质为不锈钢材质。

台车距地面高度不超过 860mm。

安全措施：

a.各传动部位均设计安全防护罩；

b.台车进、出终端设计有极限限位开关，而且安装有机械限位缓冲装置；

c.台车设计有防倾倒装置，当工件放置偏心时，不会造成台车的翻倒；

d.附机安装有重型可调脚杯，可与地面采用膨胀螺栓固定，防止附机与台车翻倒；

②　转盘机构

a.配备一个直径 Φ800mm，承重 300Kg，采用 10mm 钢板制成。

b.工作台可手动旋转，工作台车可手动拉出。

c.工作台面敷设 3mm 的拼装橡胶板，表面设计有卸砂，以延长工作台的使用寿命。

d.工作台承重旋转采用向心轴承结构，承载大于 300kg。

直径为 Φ800mm 工作转盘，下部配有支撑筋板。转盘及支撑臂厚度 10mm 的耐磨锰钢工作台激光切割成型。整体焊接后强度及平稳性好，上面敷设 5mm 厚的聚氨酯防护胶板，螺栓连接固定。钢板与胶板需均匀分布 Φ20mm 的通孔，方便漏砂。转盘转动机构采用圆锥滚子轴承与深沟球轴承定位，可保证加工时转盘的平稳、灵活。可承载 300kg 的工件。

（5）砂料循环回收系统

磨料回收循环系统为全气力回收结构方式，回砂管采用钢丝增强管。

吸砂（除尘）机组由高压风机、旋风分离器、磨料分选机、耐磨回砂管路等组成。该系统的高压风机和磨料分离器在电控系统中设置联锁：后工序不工作，前工序无法运行，这样避免了因磨料堵塞而出现的设备故障。

吹尘室体下部设置有蜂窝地板回收模块，用于回收吹尘时洒落的砂料。

蜂窝地板的出口通过回收管道连接到一套可调式旋风分离器中，机器配置旋风分离器，用于将回收的砂料进行砂尘分离，将粉尘送入除尘系统中。

旋风分离器内部安装有一可调的内芯，可根据需要调节分离的强度。

砂料回收管道、旋风分离器本体内部都固定有一层聚胺酯抗磨损层以最大延长这些部件的使用寿命。

（6）除尘系统

设备配置的滤芯脉冲反冲式除尘器，提供舱体内除尘效果和磨料回收功能

回收除尘器有 2 个皱褶的 HV 滤纸滤芯，可提供 20 平方米过滤面积。除尘器的除尘效

率为对 0.5 微米尺寸的粉尘微粒有 99.99%以上的收集效率。

除尘器的壳体由 3mm 厚的钢板焊接而成，并携带支撑结构，下部为密封式集灰斗和运灰小车。

系统配置脉冲反冲装置可向除尘器滤芯的中心反冲进压缩空气，以清除滤芯外壁集结的灰尘。我司经过对反冲压缩空气流向进行控制，使脉冲清灰效能提高了 30%以上。

脉冲系统由一可调的固体脉冲产生装置自动控制，在除尘器的下部安装灰尘料斗，客户只需要定期清理灰尘斗中的灰尘即可。整个灰尘斗为密封式设计，在清理的时候无灰尘外溢。

除尘器顶部安装有一台离心风机，提供砂料回收及吹尘室内空气流通的动力。风机配置九州普惠或上海通用风机股份有限公司生产的优质低噪音风机。

风机安装在一消音室体内，并配置消音器，整体美观大方。经过除尘器收集的空气通过排风口排放，排放的粉尘浓度小于 10mg/m³。

（7）电气控制系统

① 照明

吹尘机的照明是保证吹尘清理质量的必要条件。

节能灯是吹尘机照明常用的灯具，照明灯的布置是根据工件特征及吹尘的特殊性而设计于舱体顶部，共安装 2 组照明灯组，照明度大于 600Lux，能保持吹尘舱内视野清晰，保证吹尘效率及吹尘质量。

为防止砂材的冲击和反弹将照明灯损坏，因此将照明灯安装在吹尘舱顶部外面，并用钢化玻璃进行隔离防护。

② 电气控制

a．配备一个独立的电器箱。磨料循环和除尘系统的电器控制设置在电器箱上。

b．在吹尘舱的手动操作位置设置一组脚踏开关，用于喷枪的操作控制。

c．在舱门上设置一个门控极限开关，当舱门未关闭或被打开时，吹尘系统不能启动。

d．设备的电气控制系统包括全部电气控制中的控制箱、电缆线及穿线管等。设计一个总控制柜，电控柜布局合理，排列整齐，接线线路正向分明。

e．所有电气设备和线路的设计及安装符合国家有关电气安全要求。电气控制柜内设置排气装置，确保柜内电器组件散热良好；

f．系统接地良好，并有标示。电机采用过载保护、短路保护及断相保护的线路设计。

g．电气控制元器件要求规格合理、选型考究、性能可靠。关键电气元件全部采用施耐德产品。其余电气元件采用中外合资或国产优质产品。

③ 气源系统

1）用户自备无油、无水的压缩空气源。

2）气源压力：不小于 5Bar。气源排气量：不小于 2m^3/min。

85.4 主要技术参数

输入电源：AC380V 50Hz

吹扫舱尺寸：≥3000mm*1800mm*2000mm，具体尺寸设计联络时确定

舱门尺寸：≥1000mm*800mm*700mm，具体尺寸设计联络时确定

除尘功率:≥3kW

吹尘位置:产品表面

吹尘介质：粉尘

吹尘压力工作压力：0.5-0.8Mpa 连续可调

喷枪数量：1 把吹尘枪，单独控制

耗气量单枪耗气量：1.5m^3/min

吹尘方式:吸入式吹尘，手动吹尘操作位置范围可完全覆盖工作台

照明系统:室内照度达到 600lu

设计使用寿命:除易损件外，使用寿命≥10 年，且便于维护与检修

设备颜色:客户指定

设备噪音:＜80dB（A）

粉尘排放:＜10mg/m^3

86 牵引电机动平衡机

该设备主要用于南京地铁电客车牵引电机转子动平衡测试及校正试验。

86.1 设备组成及功能要求

（1）该设备机械系统采用卧式落地设计，使得支撑长度工件直径范围较大，主要由床身、传动机构、光电头、左右支承架、讯号放大机构、传感器、电测箱、电控箱等部分组成；

（2）电测系统采用电脑控制，性能稳定，抗干扰能力强；具备自检功能或配备外部自检所需接口。

（3）测量系统采用工业计算机，转速、量值、相位全部用数字显示，转子的 6 种类型可任选，显示直观，并能记忆显示量，不平衡量直接以“g”显示；

（4）传动方式采用圈带，装卸方便、平衡效率高。同时能根据不同类型转子的几何尺寸校正平面与支承间的距离；

（5）配备变频调速装置。

（6）随设备配备便携式移动操作终端 1 台，激光打印机 1 台（A4 页面）

（7）具备网络接口、蓝牙传输功能。

86.2 设备技术要求

86.2.1 设备运行要求

（1）以菜单形式操作，能实现人机对话；

（2）适合恶劣的生产现场环境正常使用，稳定性好，放大、滤波、运算等等电路均已模块化，维修方便；

（3）高精度数字电路运算模式，使用程序控制为设备将来升级带来可行空间；

（4）机电功能器采用压电式传感器，体积小、输出量大、灵敏度高、性能可靠。

86.2.2 土建基础要求

（1）设备安装过程中所有土建施工（包括土建地基开挖、土方运转、二次浇注、预埋管路）均提资给有关专业，地脚螺栓，电源箱以后的线缆，安全围栏（如有）安装由投标方负责。

（2）投标方提供土建基础的详细方案及图纸。

（3）设备基础应具备专用的防震减震沟。

86.2.3 技术参数

（1）电源电压：　　三相 380V±10%　50Hz

（2）工件最大质量 kg　　300

（3）工件最大直径 mm　　500

（4）工件支承轴径范围 mm　　φ15-120；120-240

（5）两支承中心最小距离 mm　　300～1200

（6）圈带传动直径范围 mm　　30～600

（7）平衡转速（带齿轮箱）r/min　　200～2000 无级变频调速

（8）最小可达到剩余不平衡量 g.mm/kg　　≤0.5

（9）不平衡量减少率 URR %　　≥90

（10）电源配置　　3 相/380V/50Hz

（11）计算机系统配置要求：

- 硬盘容量：　　500G
- 内存：　　8G
- 处理器：　　I5
- 液晶屏：　　19 寸

86.3 其他要求

（1）投标人应向招标人提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用维修方便、运行安全可靠的全新设备。

（2）设备零部件采用先进的机械、电气、电子元件及优质材料，由合理工艺制成。外购零部件采用国内外知名品牌产品。

（3）投标方负责对招标方的技术、操作和维修人员进行培训。培训时间至少达到 5 人 2 天。培训分理论知识和实作技能两个部分，内容主要包括：设备的结构、原理；设备的调试和控制；设备的操作、保养及安全规程等。对招标方人员进行培训前，投标方应提出相应的“培训计划”文件，列明培训科目、课时、方式、教材及考核等项内容，并提前一个月交招标方审核和确认。对招标方人员的培训，投标方应提供相应教材和资料。

87 牵引电机试验装置

该设备主要用于电客车交流牵引电机功能测试，能满足两台电机同时测试要求。

87.1 牵引电机参数

宁天线既有 YQ-190-11 牵引电机技术参数

（1）类型：异步、四极、鼠笼型

（2）持续功率：190kW

（3）电压（相位电压和相间电压）：1050V

（4）电流：131A

（5）频率：60.9Hz

（6）最大转速：4265 r/min

（7）冷却形式：自通风冷却

（8）重量：600kg

（9）空载试验：电机在工频 1018V 下无负荷运行，测量空载电流：典型值（83.61A）的±10％以内（75.25～91.97A 之内）。

（10）振动试验:测量传动端、非传动端、机座悬挂处振动速度≤5.25mm/s

（11）堵转试验：施加三相工频电压 140V，确认堵转试验电流在典型值（130.13A）的±5％以内（123.64～136.63A）。

11 号线牵引电机技术参数设计联络时确定。

87.2 设备组成及功能要求

（1）试验台应采用台式结构，至少应由微机系统、操作台、电源柜、变频器、电器仪表、测量仪表以及用于放置被测电机的配套支承架等部分组成，具有良好的中文人机界面，操作方便；测试平台埋入地下。

（2）试验台采用先进的变频调压技术将工频三相交流电源变换为牵引电机所需的可调交流电源。控制系统由高集成化、高性能的大规模逻辑单元组成，具有电压、电流双闭环无级调速功能和良好的启动、调速、恒压控制功能；

（3）要求试验台设有短路、过流等可靠保护功能，能有效的保护试验台以及被试电机的

安全；

（4）试验台可监测并记录空载试验中设备输出的电压、电流，并通过传感器记录电机转速、振动、环境温度数据，振动传感器要求采用高精度压电式传感器。设备可设置测试数据标准，试验过程中对超限的数据进行提示或报警。并绘制出空载运行时间内的特性曲线，通过电脑显示（横坐标为时间轴，纵坐标为相应的参数值）。

（5）要求采用计算机以及先进可靠的可编程控制器 PLC 作为控制平台，通过操作人员设定试验过程参数，例如时间、转速变化，实现试验过程自动控制、试验数据自动采集，自动记录、自动生成报表存档、完成多次的连续测试并且比较分析出结果等功能；

（6）可对检测数据进行保存、打印，并预留与列车检修信息管理系统的接口。

（7）要求打印机随设备一起提供且建议采用 HP LaserJet 系列激光打印机。

（8）要求设备具备校准功能及其所需功能接口。

（9）设备可进行空载试验、振动试验、堵转试验。

87.3 技术参数要求

输入电源：	50Hz 3x380V(±10%)
输入功率：	200kVA
输出电压：	0-1200V 交流可调，误差<0.5%
输出电流：	0-150A 可调，误差<0.5%
变频器功率：	135kw，误差<0.5%
最大转速：	4800 r/min，误差<0.5%
振动测试范围	0—20mm/s
压电式振动传感器灵敏度	不小于 500mv/g
电流电压传感器反应时间	不小于 1μs
温升测量范围	0—100℃
仪表精度等级：	0.5 级以上

工控机系统配置

- 硬盘容量： 500G
- 内存： 8G
- 处理器： I5

- 液晶屏：　　19 寸
- 带 USB 接口

87.4 其他要求

（1）投标人应向招标人提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用维修方便、运行安全可靠的全新设备。

（2）投标人应生产或代理销售过主要性能、试验精度不低于本次招标设备要求的 VVVF 电源，在国内外实际应用数量不得低于 3 台，并提供采购过类似设备的用户及使用情况，以相关合同复印件或用户证明（加盖用户公章有效，外文证明须附中文翻译）为准。

（3）设备零部件采用先进的机械、电气、电子元件及优质材料，由合理工艺制成。外购零部件采用国内外知名品牌产品。设计寿命 30 年。

（4）投标方负责对招标方的技术、操作和维修人员进行培训。

（5）该设备为交钥匙工程，机床运输，吊运卸载，调试安装期间的预埋件，二次灌浆，各类润滑，液压油液，油脂，电源线，接地线，基坑围栏（如有），刀磨具等均由设备厂家负责。即设备正常运转，满足功能验证，预验收合格前的所有工作，人工物料消耗均有厂家承担。

（6）设备预验收合格后，如未投入正常使用，放置一段时间后再次启用前，厂家按设备维保规程，结合设备当期的状态，需进行功能精度评估，不论是否出质保期，无偿做一次状态恢复，包含人工、油料、物料、各项精度指标测试校核、必要零部件更换等各项服务，并对运营公司维护人员进行维保培训。如果预验收合格后，正常投入生产，厂家需承担首次维保的人工、油料、物料的各项服务，具体首次维保方案在设计联络时，结合厂家维保规程再定。

87.5 与智慧场段综合管控系统接口（同前相同章节内容）

88 牵引电机运输架

该设备主要用于南京地铁宁天线和 11 号线电客车牵引电机运输。满足 11 号线 A6 编 16 台电机，宁天线 B4 编 12 台电机，数量按 24 个运输架。每个运输架可放置 2 台电机，承重≥1500Kg，尺寸根据设计联络时确定。

整体承载能力：　　≮1500kg

主体外形尺寸：　　2000×920×805mm

电机运输架主体采用优质型材焊接而成，结构强度高，满足电机转运需求。

设置吊耳，满足吊装需求。预留叉车插装高度，满足叉车插装需求。



89 转子运输架

该设备主要用于南京地铁电客车牵引电机转子存放、运输、检修。

转子运输架应包含 8 个刚制鞍型存放架以及 8 个钢制鞍型检修工装。鞍型存放架用于卧式存放转子；钢制鞍型检修工装用于转子检修，转子可 360°旋转。

设计应结构合理、可靠、便于移动且不会对转子表面造成伤害。转子尺寸在设计联络时确认，投标方应定制存放架及工装的设计方案并提供初步设计图纸交由招标方审核确认。

各存放架及工装承重要求不小于 300kg，并且在频繁存取过程中不发生变形。

存放架表面要求具有防腐蚀或防锈处理，喷涂颜色统一。

90 匝间短路检测仪

TA 型电机匝间耐压检测仪设置于车辆基地电机检修间，主要用于检测牵引电机绕组线圈的匝间耐压和匝间短路故障。

90.1 电机参数：

11 号线，宁天线待定

类型：异步、四极、鼠笼型

持续功率：200kw

电压（相位电压和相间电压）： 675/1169V

电流：130 A

频率： 81.7Hz

转速范围：0 ~ 4800 rpm

冷却形式：自通风冷却

重量： 510 kg ± 5%

尺寸：长×宽×高=683mm×663mm×626mm

90.2 设备组成及功能要求

（1）试验台具有微机操作与手动操作两种方式，且相互独立；

（2）要求检测仪带有直流电压表、峰值电压表和匝间短路故障指示灯，可迅速、准确地设定匝间绝缘状态和匝间短路故障的部位；

（3）当发生匝间短路故障时，检测仪可立即给出故障信号，而不需要用示波器来观察波形再判断；

（4）匝间的碳粉或其他导电性粉末，仪器的脉冲高压可起积极消除作用。检测时，对电机绝缘无破坏性损失；

（5）功能全面，操作简单、读数直观、稳定可靠、易于维护。具备自检功能或配备外部自检所需接口。

90.3 主要技术参数

输入电压	AC220V±10%
输入频率	50Hz
输入功率	5KVA
峰值电压调整范围：	DC0~6KV
脉冲电流：	≥400A
匝间波前时间：	0.5s

90.4 其他要求

（1）投标人应向招标人提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用维修方便、运行安全可靠的全新设备。

（2）设备零部件采用先进的机械、电气、电子元件及优质材料，由合理工艺制成。外购零部件采用国内外知名品牌产品。设计寿命 30 年

（3）质保 2 年。提供 1 年所需易耗件作为随机附件。

（4）投标方负责对招标方的技术、操作和维修人员进行培训。

91 手持式辐射温度计

手持式辐射温度计配置于车辆基地，用于测量设备表面温度。

测温范围：	-50℃～1050℃
测温精确度：	±2% or ±2℃
℃/℉温度单位转换功能：	√
测量距离比率：	16：1
数据保持显示功能：	√
自动关机功能：	√
低电显示功能：	√
背光显示选择功能：	√
镭射目标显示选择功能：	√
发射率：	0.10～0.99 可调
平均值和温差测量功能：	√
最大、最小值测量功能：	√
高低温报警设定：	√
测量数据存储功能（断电记忆）：	√
响应时间和响应时长：	500ms＆(8-14)um
重复性：	±1%or±1℃
供电：	9 伏碱性电池
产品颜色：	深灰+黄

92 牵引电机检修台

该设备主要用于南京地铁电客车牵引电机检修。包括但不限于；拆解工作台，定子检修存放台，电机收尾台，电机合装台等

该工作台应采用防静电、耐磨、耐冲击、耐腐蚀的材质，可承重 1500kg 以上。

每个工作台至少设置 2 个放置检修用工具、测量仪表的抽屉，且抽屉承重≥100kg。

工作台尺寸：约 2100*750*800mm。每个工作台提供绝缘防静电的台面橡胶垫。

设备应具备合理、完备的防护措施，至少包括防潮、防高温和防尘措施以及必要的防腐、防锈措施。

投标人应向招标人提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用维修方便、运行安全可靠的全新设备。

具体方案细节应在技术联络时拟定，并须交由招标方确认通过后方可开工。

93 牵引电机拆装设备

该设备主要用于南京地铁宁天线和 11 号线电客车牵引电机的分解与组装工作。

因 11 号线牵引电机型号暂没确定，请投标人根据以下建议参考清单结合自身成熟方案先做通用包容性考虑配置清单，该设备整套价格包干，最终根据电机产品型号和最终的维修工艺确定，如有调整不做变更处理。**设备清单：包括但不限于**

序号	名称	型号	数量
1	手动液压泵	2500bar，含液压油缸、液压油管、油量表、快速接头	2 套
2	手动注油枪	通用	4 个
3	气动自动注油机	带油量表	4 台
4	万用表		1 块
5	绝缘电阻测试仪		2 块
6	测量臂		1 套
7	塞尺		2 个
8	带磁座的半径指示器		1 套
9	磁粉探伤机		1 套
10	自动压装机		1 台
11	恒温间	含恒温除湿照明插座及附件	2 间
12	零部件拆解检查台		2 件
13	待烘干零部件存放台		1 套
14	转子检修存放台		1 件
15	待处理品存放台		2 件
16	检修检测/测量存放台		4 件
17	端盖轴承室检测台		1 件
18	零部件擦洗台		1 件
19	轴承注脂和装配台		1 件
20	注脂称重机		1 件
21	轴承存放架		4 件
22	端盖加热烘箱		1 台
23	工具柜		1 件
24	组装悬吊臂	高度约 2.5m	1 件
25	工装吊具		1 套
26	工具车		1 套
27	电机合装台	定制	10 件
28	电机收尾台	定制	8 件

（1）整套拆装设备结构合理，强度可靠，能分别适用于宁天线和 11 号线牵引电机的分解、组装作业。

（2）工装工具的规格参数在设计联络时提供。

（3）提供主要工装的详细图纸、清单及参数资料等。

（4）投标人应有在电机生产和检修过程中使用过该设备的成熟案列。

94 牵引电机烘箱

94.1 设备概述

该烘箱用于南京地铁电客车牵引电机清洗作业后干燥热处理以及组装作业。烘箱工作温度可由室温起至最高温度止，在此范围内可任意选定工作温度，选定后可借箱内自动控制系统使温度恒温。烘箱装有电动鼓风机，促使室内热空气机械对流，使室内温度更为均匀。要求结构精密，控温灵敏准确，操作简单，采用先进的数字显示仪表进行测温，控温灵活，准确，清晰直观。

94.2 基础要求

（1）该设备采用风机吸取工作室内空气，流入风道内，经过电热管加热空气后，再从两侧风道出风口吹出，形成对流循环，如此反复，使内部温度升高。

（2）热风循环系统采用耐高温长轴风机安装在箱体顶部，强压两侧送风，确保工作时室内温度均匀。

（3）箱体内采用镜面不锈钢氩弧焊制作而成，箱体外采用优质钢板。

（4）设备加热元件采用电热管，带散热片，并两侧风道内，确保加热均匀稳定。

（5）箱内采用可抽出式的导轨出入方式，由一辆电动平台小车通过导轨进出烘箱，导轨固定在烘箱内，平台车承重不小于 5t。要求平台车结构为非镂空，表面喷涂耐高温涂层，平台车的电缆应做好固定，不可随意吊在设备外。小车结构可在设计联络时具体确定。

（6）轨道和小车具备电子限位开关和机械限位止档双重保险。

（7）箱门与小车控制具备互锁机制，即只有在箱门开到位的情况下小车才可动作，防止人员在开门过程中发生意外。

（8）采用具有控温保护、数字显示的微电脑温控器，带有定时功能，控温精度温控精度±1℃。

（9）该设备采用智能程序温控仪控温，PID 参数自整定，固态继电器调功，自动完成烘干工艺全过程，能满足任何固化曲线的要求，操作简便，性能可靠；电气控制元件优良，使烘箱的电控部分可靠性达到最优。

（10）可进行 1 秒-99 小时任意时间设定，定时装置为数字 LED 显示控制，可手动/自动

开关，温度达到设定温度后自动开始计时，时间到后自动切断加热电源。

（11）配置有声光报警装置，设定时间到后报警提示。

（12）测温系统采用 PT100 温度传感器，测温精度±1%FS。

（13）设备具有断路保护，SSR 固态继电器，电机过载保护，接地保护，相序保护等保护系统。

（14）设备设计有漏电保护的断路器启动，有效保护电气元件。

（15）设计独立限温报警系统，超过限制温度会自动中断，保证安全不发生意外。

94.3 主要技术条件

（1）使用电压：380V/50HZ

（2）加热功率：36KW

（3）风机功率：4.4KW/380V

（4）控制精度：±1℃

（5）温度均匀性：±5℃

（6）工作温度范围：室温~130℃

（7）加热箱内尺寸：（宽*深*高）约 1800*1800*1500（mm）-以实际图纸为准

（8）整机外形尺寸：（宽*深*高）约 2000*2000*1650（mm）-以实际图纸为准

（9）保温材料：设计厚度不低于 150mm,填充保温岩棉

（10）表面升温：干燥箱表面温度不大于室温+5℃

（11）箱门结构：双开门

（12）箱门厚度：不小于 100mm,填充保温岩棉

（13）门框密封材料：9 字型硅胶密封条，密封效果好

（14）门锁：合金铰链、拉手，美观实用

95 牵引电机轴承组装感应加热器

该设备主要用于南京地铁电客车牵引电机检修轴承加热组装。

功率：3.0 kVA ；电压/电流：230V/13A；频率：50/60Hz

旋转臂：否

最大工件重量 Kg：50

最小轴承内径 mm：10/65；最大轴承外径 mm：400

立式最大宽度：120mm；立柱表面积 mm：40×50

卧式最大宽度 mm：125

显示屏幕：数显

温度探头：1；最高温度：240℃/ 464 ℉

最长时间：0-99 min

自动消磁<2A/cm：是

有卧式加热、热电防护、自动调节功率、温度控制、温度保持、时间控制功能

尺寸 mm：600x226x272 ；重量（不含轭铁）kg ：21

包含磁性温度传感器 1 个，型号：HEATER.MPROBE-20-200 ；轭铁 3 个，型号：HEATER50.YOKE-20、HEATER50.YOKE-30、HEATER50.YOKE-60

设备尺寸根据实际需求来定。

96 牵引电机轴承拆卸感应加热器

该设备为手持移动输出类型的感应加热设备，主要用于对南京地铁电客车牵引电机各类零部件进行加热。

96.1 设备主要技术要求

（1）要求该设备结构合理方便移动，小车轮径大于库内轨道凹槽的宽度，防止轮子陷入。

（2）电源主机通过柔性电缆与移动输出终端连接（最长可达 10 米），小巧的移动输出终端可以输出超过 3000A 的超大电流，满足很多特殊的感应加热工艺要求。

（3）移动终端输出端连接感应发生器，而终端可以固定于生产线传动部件上，也可以直接手持操作（要求加设手柄），终端上加设快速控制按钮，可以进行系统的功率输出开关控制。

（4）连接加热线圈的软管采用高档材质，软管与线圈、设备连接牢固可靠，线圈设计安全、合理，便于手持。软管提供备品备件。

（5）要求该设备用于非接触式加热的加热圈满足现场生产的需要，配备至少 3 种尺寸形状，具体可在设计联络时确定。

（6）要求该设备具有过载、短路等保护功能，应具有漏电安全保护措施，并设置有紧急停止按钮。

（7）设备应具有良好的保护接地系统，全部金属结构之间可靠连接，并有接地螺栓及标志。

（8）设备冷却系统安全可靠，采用先进的管道材料。进出水接口安装于主机背面，进出水管和柔性电流整体包裹，系统整齐简约。提供电缆和水管附件。

96.2 设备主要技术参数

（1）输入电源： AC380V/50HZ

（2）功率：40KW

（3）输出功率可调节范围 5－110％

（4）输出频率可调节范围 1KHz－1000KHz

（5）输出频率跟踪：自动

（6）闭环控制精度 1%

（7）效率≥95%

（8）功率因数≥0.85

（9）过载能力：1.10 倍额定，3 分钟

（10）柜体防护等级：IP20

（11）冷却方式：　　控制柜内全空冷

96.3 其它要求：

（1）设备尺寸根据实际需求来定。

（2）投标人应该有在电机生产和检修过程中使用过该设备的成熟案例。

97 牵引电机区自立式起重机

主要用于南京地铁电客车牵引电机检修吊运工作。系统主要设备包含：主梁、固定型轨、支撑组件、葫芦小车、型轨小车、缓冲器、扁电缆、吊线夹、拼接接头、积放区、吊架等。

97.1 设备主要功能和技术要求

（1）该组合式自立起重设备支撑组件应满足 GB/T 700 中 Q235 碳素强度钢要求，支撑组件上部安装固定型轨、主梁等其他部件。支撑组件和固定型轨采用悬臂式设计，连接位置采用高强度螺栓，且强度等级不低于 8.8 级，并配有防松装置。在满足现场矩形区域生产要求下，也不影响厂房上方天车使用。

（2）组合式自立起重设备的固定型轨和主梁均采用锥度为 2°的型轨内缘，确定运行时型轨小车和葫芦小车位于中心位置。桁架式钢轨是以普通钢制型轨为基础，以桁架形式加强，可实现较大的跨度。主梁为铝合金材质封闭轨道，力学性能应不低于 GB/T 1173 中 ZL102 铝合金。铝合金式主梁自重轻，便于移动。投标人在投标时需提供包括支撑组件、固定型轨、主梁及其他部件的材质、结构、安装和运行方式的详细说明文件。

（3）主梁在 X 方向、被吊设备在 Y 方向运行方式为手动和电动，Z 方向为电动提升。组合式自立起重机和环链电动葫芦在承受额定起重量状态时，主梁在轨道上运行的推拉力比不得小于 100:1，投标人在投标时需提供第三方测试报告。

（4）该系统配置 9 根主梁，9 个载荷 1T 的环链电动葫芦，每根主梁上配置 1 个环链电动葫芦(根据图纸确定)。主梁上供电方式采用电缆供电，运行轨道方向采用滑触线供电。

（5）该组合式自立起重系统执行 JB/T10381-2013 标准，支撑立柱应满足 AISC 规格要求，投标时提供相关证明文件。

（6）投标时需提供第三方力学检测报告，过载疲劳能力检测报告原件至少包含主梁、固定型轨、葫芦小车、型轨小车等关键部件。

（7）该系统配备环链电动葫芦，能满足启动和运行平稳性。葫芦品牌建议采用 GORBEL（高博）、STAHL（斯泰尔）、（ABUS）安博等同等档次知名品牌，额定载荷不低于 1000kg。投标时提供详细的品牌、规格型号、性能参数等说明，同时需要满足如下要求：

电源：3PH，380V，50Hz。

操作电压为 24V。

工作级别不低于 M5 或同级标准。

控制手柄防护等级不低于 IP65，且配备防误触装置。

过载保护：设置摩擦离合器和刹车制动器，确保起吊安全。

环链电动葫芦进行转子吊运时需提供转子吊运工装两套，转子尺寸现场测绘。

挂钩材料应为高强度高韧性特殊合金钢，需出具相关参数说明。

挂钩应为旋转设计、使用灵活，满足实际吊运要求。

挂钩应配备自锁装置，防止意外脱落。

（8）该设备安装所要求的所有设计、安装、防水及环氧地面恢复、用电改造、气路改造等工作全部由投标人提供相应方案并自行施工，所用费用由投标人承担。所有方案应满足设备安装要求。

（9）安装完成后，需把相应区域恢复至与安装前一致，整体区域平整无凹凸，满足防水及环氧地面等其他相应要求。

97.2 设备主要参数

（1）该设备主梁和固定型轨安装水平度误差不大于 0.75mm/m，在 1m 的范围内扭曲度应小于 0.1°。

（2）该设备分为 4 组：

区域	轨道总长度	主梁长度	距地面高度	立柱间距	电动葫芦
分解检修区	57m	7m	4m	6m	4 钩 1t
恒温检测间	12m	7.7m	4m	6m	1 钩 1t
轴承压装间	7.5m	5.5m	4m	6m	1 钩 1t
组装测试区	40m	6.6m	4m	6m	3 钩 1t

须重点说明，该区安装有一台组装悬臂吊，设备高度约 2.5m（具体尺寸设计联络时确认），要求主梁可在其上方轨道运行。(该设备尺寸参数根据图纸确定）

（3）该系统所有提升设备的提升高度范围应低于 0.3 米且高于 2.5 米。

（4）该设备两侧运行轨道的额定载荷不低于 2000kg，主梁的额定载荷不低于 1000kg，设备的结构方便增加主梁。

（5）电动葫芦的提升速度：2m/min~8m/min，并可进行速度调节。

（6）固定型轨连接时垂直方向的偏差应小于 0.3mm。

（7）同一轨道各吊点处型轨的高度差不应超过±10mm，与吊点相距 2m 处的高度差不应超过±2mm。

（8）组合式自立起重机跨度偏差不应超过±12mm。

（9）组合式自立起重系统在同一截面处的高度差不应超过整体跨度的±2‰，最大不应超过±10mm。

（10）在无其他外音干扰的情况下，组合式自立起重系统在额定载荷下工作产生的噪声不应大于 82dB（A）。

（11）组合式自立起重系统的面漆应均匀、细致、光滑、完整、色泽与现场已安装的组合式自立起重系统一致，不得有粗糙不平、漏漆、错漆、皱纹、针孔及流挂等严重缺陷情况。

97.3 其他要求

（1）投标时提供整套设备的详细设计方案和主要设备（电动葫芦、智能提升装置、伺服电机）清单，设备清单至少包含设备名称、规格型号、品牌、生产厂家、产地。

（2）设备交付前，需提供的技术文件和图纸包括：设备的各种检测/试验报告；能充分说明设备及其部件的结构、原理、性能和尺寸的图纸及说明文件；包含部件和电子器件的型号、规格和技术参数的零部件清单；便于用户开展操作、检查、试验、调整和维护修理的维护手册和使用手册；以及其他在使用维护中需要使用的技术文件。技术文件和图纸均采用中文。

（3）该套设备主体结构设计使用寿命不少于 30 年。

98 牵引电机清洗装置

该设备主要用于南京地铁电客车牵引电机及零部件的污垢冲洗，设备包含高压冷热水清洗机和清洗水池。

98.1 设备功能及参数要求

（1）高压清洗机采用人工手持喷枪高压水清洗，不损坏牵引电机表面喷漆。

（2）高压清洗机应设计合理，工艺精良，外形美观；操作简单，维护和保养简便，安全可靠。

（3）高压清洗机具备清水加热功能，温度 20℃~60℃可调。

（4）高压清洗机压力要求 120bar 可调，噪声等级≤60dB，连续工作时间≥10h。

（5）清洗池可以完成预洗、清洗、漂洗等工序，主要的配置如下：

① 预冲洗清洗（整体表面冲洗，压力 0.3~0.8MPa）

② 高压定点定孔冲洗+刷洗，持高压喷淋喷枪对工件的各个部位及牙孔进行定点定位冲洗，定点喷淋压力 0.3~3.5mpa 范围内，压力可调，针对不同外形的工件，通过机器人改变喷枪姿态，对工件上的内腔、水套孔、油孔、铸造毛坯孔、螺栓孔等各种孔道进行高压定点冲洗。

（6）投标人应向招标人提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用维修方便、运行安全可靠的全新设备。

（7）设备零部件采用先进的机械、电气、电子元件及优质材料，由合理工艺制成。外购零部件采用国内外知名品牌产品。设计寿命 10 年。

（8）投标人应提供完整、详细的清洗水池设计图纸。

99 超声波清洗机（80L)

超声波清洗机主要由超声波清洗槽和超声波发生器两部分构成，清洗效果好，操作简单，主要用于南京地铁车辆段架大修作业时机械、电气系统检修过程中小零部件的清洗作业。

99.1 设备要求

（1）数显设定超声清洗时间，工作倒计时显示；

（2）实时显示清洗槽内实际温度；

（3）配有专用不锈钢网篮、降音盖，仪器的内外壳体和降音盖采用不锈钢；

（4）设有自动温控加热装置，超声波功率大小可调，可连续长时间工作；

（5）换能器：28kHz 压电陶瓷换能器，100W/个；

（6）工作参数断电记忆功能；

（7）电源：IGBT 逆变电源，带过流过载及漏电防水保护，具有定时温控功能；

（8）安全保护：过流保护、短路保护、断路保护、过热保护、漏电保护；

（9）设槽内承重支架、槽内防撞加强梁，有效地保护槽体。

（10）设备底部装有脚轮，可根据需要移动到任何位置。

99.2 设备主要技术参数

（1）容量：≥80L

（2）工作频率：不小于 25kHz（连续可调）

（3）超声功率：不小于 1800W

（4）加热功率：不小于 3000W

（5）温度可调：室温~80℃

（6）时间可调：1~99 min

（7）工作电压：AC220/380V

（8）有网篮、降音、盖排水

100 高压冷热水清洗机

该设备主要用于南京地铁电客车牵引电机清洗作业。

100.1 设备技术要求

（1）电源供应：3Ph/400v/50Hz

（2）水流量（可调）：500-1500L/H

（3）工作压力范围（可调）：30-180bar

（4）机器功率≤10kW

（5）机器重量≤100kg

（6）高压管长度≥15m-以现场实际需求为准

100.2 设备功能要求

（1）该设备要求采用双电机组，双泵头结构。两路强力驱动电机，要求第二个电机可延迟启动。

（2）电子式服务控制可监控水流量低、渗漏和电机过热等参数。

（3）设备应有冷水电加热及水温选择功能，并配有水温选择开关，要求允许加热最大温度为 80℃。

（4）高速加热水箱能实现快速加热，短时间能加热到 70℃（根据储水容量不同温升时间会有变化），且加热之后的水能随时流入热水储存水箱以用于清洗工作。

（5）冷水和热水可根据现场设备清洗主要流程实现切换。

（6）设备需要设置洗涤剂箱，用于调兑清洗液，并且要求用于调兑清洗液的水为 70℃，洗涤剂箱容量不小于 20L，清洁剂箱需有剂量监控器。

（7）喷枪需要能够调节出水形状，要求为 0-60 度（直线和扇形）。

第四节 综合维修设备

1 综合维修工务车间

1.1 适用范围

本次招标设备为工务专业的维修、检修、检测、试验设备。用于本线工务建筑、结构、轨道等专业的检修维护保养及抢修等。

投标人应负责招标设备的安装、调试、工厂和现场培训及试运行。

1.2 设备总体要求

投标人可以根据国内其他项目经验提供满足或优于本清单规格的产品，且必须满足本线工务设备维护、检修的需求，并应对设备使用的成套性负责。

所有设备、仪器制造、验收应满足国家和行业的相关规范和标准。

计量器具类设备需提供检测报告原件。设备移交前第三方的相关检测及相关服务等需发生的费用包含在设备总价中。

交货时能够按照用户要求制作金属铭牌或者二维码/条形码标牌。

供货时提供产品说明及使用手册。

1.3 设备清单及技术规格

序号	设备名称	技术要求
1	220V 接线盘	（1）规格：3*2.5mm 长 30m； （2）配件：220V-16A 国标插座 1 只；220V-10A 国标插座 3 只；带漏电保护；
2	380V 接线盘	（1）规格：3*2.5+1*1.5mm 线长 30m； （2）配件: 380V 25A、380V 16A、220V 10A 防尘插座各 1 只，带漏电保护；
3	LED 头灯	（1）光源：美国 CREE 或同等级光源 LED 强光； （2）额定电压：3.7V；额定功率：3/1W； （3）平均使用寿命：不小于 100000 小时； （4）连续工作时间：强光≮8 小时，工作光≥16 小时； （5）充电时间：＜8 小时；

		（6）电池容量：≮2Ah；电池使用寿命：约 1000 次循环； （7）防护等级：IP66/IP67；防爆等级：Exib IIC T4 Gb。
4	防爆电筒	（1）光源：美国 CREE 或同等级光源 LED 强光； （2）额定电压：3.7V；额定功率：3/1W； （3）电池容量：≮2Ah； （4）平均使用寿命：不小于 100000 小时； （5）连续工作时间：强光≮8 小时，工作光≥16 小时； （6）充电时间：＜8 小时；电池使用寿命：约 1000 次循环。 （7）防护等级：IP66/IP67；防爆等级：Exib IIC T4 Gb。
5	手持强光工作灯	（1）光源：美国 CREE 或同等级光源 LED 强光； （2）LED 强光灯头可在 135°-180°范围内任意调节，底部有磁性能牢固吸附金属表面； （3）额定电压：3.7V；功率：3/1W （4）电池容量：≮5Ah；充电时间：＞8 小时 （5）平均使用寿命：≮100000 小时： （6）连续工作时间：强光＞8 小时，工作光＞15 小时； （7）电池使用寿命：约 1000 次循环； （8）防护等级：不低于 IP65； （9）LED 液晶电量检测屏，可随时了解灯具工作状态。
6	便携式强光防爆灯	（1）光源：美国 CREE 或同等级光源 LED 强光； （2）额定电压：14.8V；功率：9/3W； （3）容量：≮4Ah；充电时间：＜6 小时； （4）平均使用寿命：≮100000 小时： （5）连续工作时间：强光≮8 小时，工作光≮16 小时； （6）电池使用寿命：约 1000 次循环； （7）防护等级：IP66/IP68（1.5m，1.5h） （8）灯具尾部设置四段式电量显示，可随时了解电量状态；另设方位灯功能，开灯状态下方位灯长亮，关灯后方位灯同时关闭。 （9）灯具静止 30S 光源和尾部方位灯爆闪，灯具动态时爆闪自动解除

7	双面警示灯	（1）光源：美国 CREE 或同等级光源 LED 强光；长柄款。 （2）额定电压：3.7V；工作电流：120mA；容量：≮1.2Ah； （3）闪光频率：≮1.5HZ； （4）平均使用寿命：100000 小时： （5）连续工作时间：长亮＞12 小时，频闪＞16 小时； （6）充电时间：＜6 小时；电池使用寿命：约 1000 次循环； （7）防护等级 IP65；
8	220V 汽油发电机	（1）额定输出≥2KVA；最大输出(KVA)：2.3 KVA （2）动力类型：四冲程空冷 OHV （3）超载保护(交流)：无熔丝断路器（NFB）；超载保护装置（直流）：无熔丝断路器（NFB）；EF2600 （4）电机类型：单相，两极旋转磁场阻尼绕组 （5）额定电压：220V；额定电流≥9.1A；直流输出：12V-8.3A （6）排量≥171CC （7）额定功率≥2.7KW/3000rpm；频率(Hz)：50Hz （8）启动方式：手启动；功率因数：1 （9）噪音水平≤65dB 7 米 （10）需要配有电压表、机油报警灯、燃油表 （11）油箱容积≥12 升；润滑油容量 0.6 升； （12）连续运转时间≥10 小时
9	380V 汽油发电机	（1）额定输出≥5.0KVA； 最大输出(KVA)：6.0KVA （2）动力类型：四冲程空冷 V-OHV （3）超载保护(交流)：无熔丝断路器（NFB） （4）电机类型：无刷自励三相同步式；EF6600 （5）额定电压：380V/220V 三相/单项；额定电流≥7.6A （6）排量≥358CC （7）额定功率≥8.6KW/3600rpm；频率(Hz):50Hz （8）启动方式:手/电启动；功率因数:0.8 （9）噪音水平≤71dB/7m

		（10）需要配有自动阻风门、节能怠速装置、机油报警灯、小时表、电压表、燃油表 （11）电池容量≥12V-26AH（机组自带） （12）油箱容积≥28 升；润滑油容量：1.1/0.5 升（最大/最小） （13）连续运转时间≥16.5 小时（1/2 负载）；11 小时（满载）
10	手持角磨机	（1）无线锂电，空载转速：11000 转/分钟 （2）磨/切片直径：100mm （3）主轴直径：M10 （4）产品标配：保护罩*1、辅助手柄*1、夹紧螺母*1、法兰*1、扳手*1、原装充电器（18V）*1、原装电池（18V 4.0A）*2，随主机一起交付。
11	手推车	（1）材质：铝合金或者钢制；尺寸：600mm*900mm （2）功能要求：采用静音车轮
12	轨道平板四轮车	（1）铝合金结构,钢钛铝合金载物平板采用多孔结构，不积水，不积尘，防滑； （2）载重大于或等于 700kg。 （3）专用手柄压式制动系统,带手推把，小车两侧均有把手，整个小车便于拆卸、搬动、运输、存放。 （4）四个车轮采用稀土尼龙绝缘轮（适用于 60KG/M 钢轨），内装两套滚动轴承，满足载重要求，运行时滚动灵活、省力、绝缘性能好、无噪音。满足在轨道上行驶不产生红/紫/粉光带。 （5）整车重量不超过 28kg，带手刹制动； （6）轮距：1435mm； （7）行走轮要求：直径 90 mm，绝缘轮； （8）车身尺寸：（平台长 X 宽）：800X1620mm；可在此范围内按照用户需求定制； （9）四周设铝合金板材质活动式围栏，围栏高度大于 20cm，围栏孔径小于 12mm； （10）平板车四周粘贴反光条；
13	数显游标	数显；量程 0-200mm；精度：0.01mm

	卡尺	
14	工具柜	（1）规格：H1850*W900*D430mm（浅灰色） （2）用材：采用不小于 0.7mm 优质冷轧钢板(不含喷塑层)， （3）经模具化钣金流水线加工而成，耐压强度大、冲击不易变形。 （4）表面处理：酸洗磷化静电喷涂，柜体设计有模具压型结构；边角弧形设计；柜门外吊安装，能 180°打开；豪华锌合金拉手。搁板采用双翻边结构，且可上下活动，使用方便，承载强度好
15	存放架	（1）规格：H1800mm*W1500mm*D500mm（四块层板三层） （2）颜色：电脑灰 （3）55*55 立柱，立柱不含涂层厚度：≥1.45mm （4）不含涂层层板厚度：≥0.8mm 板，中 A 型；含安装
16	中速轨道超声波探伤小车	**详见附件 1**
17	便携式激光钢轨和道岔检测仪	**详见附件 2**
18	轨道几何状态检测小车	（1）等级要求：0 级 （2）产品符合 TB/T 3147-2020 铁路轨道检查仪技术标准的要求，优先采用通过铁路专用计量器具新产品技术审查并取得证书的产品。 （3）行进速度：0～8km/h （4）电源容量：连续工作时间不少于 8h （5）重量：≤35kg （6）主要技术指标 1)高低 测量范围±50mm 示值误差±0.7mm 10m 弦 2)轨向 测量范围±100mm 示值误差±0.7mm 10m 弦 3)正矢 测量范围±400mm 示值误差±0.7mm 20m 弦（对应曲线 450＜R≤800）

		4)70 米长波 测量范围±1600mm 示值误差±2.0mm 70m 弦 5)轨距 测量范围 1410mm～1470mm 示值误差±0.30mm 测量重复性 0.15mm 6)水平超高 测量范围±200mm 示值误差±0.30mm 7)三角坑 测量范围±30mm 示值误差±0.5mm 6.25m 基长 8)里程 测量范围 0～9999km 示值误差±1‰ （7）具备计算机图上仿真作业的功能，并可输出轨道调整量。 （8）具备轨道轨枕的识别功能，能够精确按轨枕间隔输出检测数据。 （9）具备 70 米长波连续测量功能。 （10）高低、轨向的测量传感器均采用高精度数字陀螺仪。 （11）接触轨道的走行轮、测量轮等，耐磨性应满足检测 1000km 线路的使用要求。 （12）采用坚固型笔记本作为测量处理系统，测量时可同步显示数据和波形，具有全项目的在线超限报警功能，并具有防水、防尘、防风沙、阳光下显示清晰功能。
19	小型捣固机	一、 技术性能指标： （1）36V 无刷电机，最大功率大于 1.8KW。 （2）智能电控显示功能，显示实时电量和可工作时间。 （3）三级减震，减少操作者的工作疲劳。 （4）镐尖加速度：1174 m/s^2 （5）工作频率：偏心式（转轴竖直）135 Hz。 （6）镐尖振幅：1.6mm （7）把手加速度：24 m/s^2 （8）主机重量：18Kg（含镐尖 1.2 Kg） （9）锂电池电压：36V，锂电池容量：24 Ah （10）双重安全防护设置，机器开关在开启状态下插入电池机器不启动；另外还有紧急制动按钮。 （11）IP45 防水防尘设计，适应恶劣天气的应用。 （12）锂电钻孔机的电池和锂电螺栓扳手电池和锂电捣固机电池相互通用，

		实现同一电压平台电池的最佳性价比。 （13）能应对极端恶劣天气，工作温度：-30℃ 到 45℃ 。 二、基本要求： （1)必须提供 GB/T 34570.1-2017 《电动工具用可充电电池包和充电器的安全 第 1 部分：电池包的安全》的检测报告。 （2）必须提供锂电池包的 1.2 米跌落测试报告和提供锂电池的《陆运运输条件鉴别报告书》，确保投标锂电池符合国家安全陆运的资质。 （3)本产品具有 CRCC 检测报告,所有检测项目均符合 TB／T1347－2012 的要求。 （4）必须提供 IP45 防水检测报告 （5）提供投标产品-30℃可正常工作的第三方检测报告，以及电芯厂家的低温检测报告。
20	高频软轴捣固机	（1）基本功能要求：每台带配套 YAMAHA 发电机一台；每台支架上带两个驱动电动机；每台带四根捣固棒； （2）适用电源：50Hz/380V （3）电机功率≥1.5kW×2；电机转速≥2850r/min （4）振动频率≥150Hz；最大激振力≥4kN×4；振幅≥1.25mm （5）生产效率≥180-240 根/组小时 （6）总重（包含一台支架、两台驱动电机、四根捣固棒）≤65kg （7）电机可旋转 90 度；电机轴直接驱动两根捣固棒 （8）软管弯曲半径应大于 250mm （9）支架与驱动电机连接处带可旋转底座； （10）捣固机电源线采用航空插头，配套发电机出厂前配备航空插头，与捣固机配套使用。 （11）产品通过 CRCC 认证。
21	小型液压拔道机	（1）额定拨道力≥196kN；最大拨道量≥105mm ；重量≤25kg （2）平面四杆结构、手柄柱塞泵数量双泵； （3）供货时须提供国家铁路产品质量监督检验中心的 CRCC 测试报告。
22	小型液压	（1）活塞杆顶升力力（kn）≥196KN（20t）

	起道器	（2）最大起道行程（mm）≥120；有双速功能 （3）手柄柱塞泵数量双泵；手柄操作压力矩（N.m）≤220 （4）交货时须提供国家铁路产品质量监督检验中心的 CRCC 测试报告
23	齿条式起道机	（1）轨道专业用，起重重量≥15T， （2）最低高度≥60mm，最高高度≥280mm
24	螺帽机动扳手	（1）直流无刷电机，最大功率：大于 3Kw（提供带有 CMA 和 CNAS 章的第三方检测报告证明） （2）电池包额定电压：36V，单电池容量不小于 36 安时。 （3）单轨行走，不需要平衡杆。 （4）数显功能，具有定扭功能，可以以 10 牛米为单位调节工作扭矩。 （5）带有双 LED 照明灯，可以夜间使用。 （6）防水功能，雨天可以正常工作。 （7）输出轴：1 英寸，方头 （8）整机重量不大于 41 公斤（含电池），可拆分为三部分上下道，拆分组装不需要额外的工具。 （9）续航能力：每次充电，S36 螺栓单松、单紧≥3000 个（150 Nm），配套电池 2 块及配套充电器。 （10）充电时间：小于 3 小时 （11）具有专门的安全启停开关，确保不使用时扳手不会被误碰操作开关而造成人员伤害。没有多余的明线裸露在外面，避免现场意外磕碰。 （12）机身可以 360 度旋转，无需搬动机器 180 度直接可掉头，方便单轨来回变向运动。 （13）最大拧紧扭矩可以达到 3000Nm，最大旋松扭矩达到 3500Nm.在供货时需提供省、国家计量科学研究院出具的测试报告，证明最大扭矩可达 3500Nm. （14）供货时须提供国家计量科学研究院的扭矩计量检测报告。 （15）供货时须提供 GB/T 3883.1-2014《手持式、可移式电动工具和园林工具的安全第 1 部分:通用要求》的检测报告。
25	电动扳手	（1）冲击扳手适用螺栓拆装；枪式把手

		（2）空载转速：1400 rpm；最大扭矩:950 Nm；重量：9.5kg （3）电源电压：交流电源 220V； （4）额定电压范围:交流单相和直流 50V 及以下 （5）额定输入功率:1050W；最大扭力:950 n.m （6）螺钉直径:25.4mm*25.4mm （7）转矩范围:450-950 n.m；回转数:950 rpm；冲击数:1300 ipm （8）装拆螺丝件的最大规格:5 cm；方头公称尺寸:2.54 cm
26	便携式电动螺栓扳手	（1）直流无刷电机，最大功率：大于 1.5Kw （2）电池包额定电压：大于等于 36V，单电池供电，电池容量不小于 6 安时。 （3）电池装入为后插式设计，长期松、紧扣件螺栓和地脚螺栓，不会出现电池松脱隐患。 （4）配有快速可拆卸式侧向手柄。 （5）具有扭矩数显功能，同时具有定扭功能，在 100-500 牛米范围内，可以以 10 牛米为单位调节工作扭矩；最大拧紧扭矩大于 2300 Nm， 最大旋松扭矩不小于 2500Nm. （提供第三方扭矩计量检测报告验证扭矩，提供视频验证 10 牛米为单位扭矩调节功能）。 （6）带有 LED 照明灯，可以夜间使用。 （7）输出轴：1 英寸，防止大扭矩、高强度冲击后发生断裂等问题。 （8）整机重量不超过 3.9 公斤（不含电池）。 （9）配备带螺母弹出功能的 S36 套筒. （10）续航能力：每次充电，S36 螺栓单紧约 560 颗（150 Nm），单松约 630 颗 （11）必须提供 GB/T 34570.1-2017 《电动工具用可充电电池包和充电器的安全 第 1 部分：电池 包的安全》的检测报告。 （12）必须提供国家计量科学研究院的扭矩计量检测报告。 （13）必须提供 IP45 防水检测报告。 （14）提供锂电池包的 1.2 米跌落测试报告和提供锂电池的《陆运运输条件鉴别报告书》，确保投标锂电池符合国家安全陆运的资质。

27	扭力扳手	规格：100-340N；含配套转接头以及 36、42、46 套筒各 4 个
28	钢轨切割机	一、技术性能指标 （1）直流无刷电机，最大功率：≥8Kw (第三方检测报告验证)。 （2）电池额定电压：72V，单电池容量不小于 16AH，电池重量不大于 9Kg，电池寿命：1000 次充放电提供两块原装电池及配套充电器。 （3）电池工作时，插接在整机上，充电时，可取下充电。电池需自带开启开关，插上电池包切割机不能自动开启，造成人身伤害的隐患（提供产品图片佐证）。 （4）电池智能数据液晶屏显示功能，工作时实时显示电压、电量、电池温度、放电电流和故障报警等信息。还有充放电指示功能，显示充电时的实时电量，充电时电池温度等信息（提供产品图片佐证）。 （5）锯片直径：400mm, 每张锯片可以保证前 4 刀可以单边切透。60 轨切割时间小于 90 秒（提供完整切割钢轨图片佐证）。 （6）锂电池具有风冷自动降温功能（提供图片验证）。 （7）切割精度：垂直度公差＜0.5mm，平面度公差＜0.35mm,断面平整光洁无发蓝（检测报告验证）。 （8）续航能力：每次充电可以切割 60 轨 6~8 个头。 （9）工作环境温度： -40℃~45℃。（提供产品零下 40 摄氏度可正常工作的检测报告，以及电芯厂家的低温检测报告，验证电池抗低温可以达到零下 40 摄氏度） （10）充电时间：不大于 3 小时。 （11）适用安装标准锯片规格：356*4*25.4。 （12）把手上的切割启动开关必须设置安全锁，防止误碰造成人身伤害的隐患（提供产品图片佐证）。 二、基本要求 （1）供货产品须提供国家铁路产品质量监督检验中心检测报告。 （2)产品需提供产品锂电池满足 GB/T 34570.1-2017 《电动工具用可充电电池包和充电器的安全 第 1 部分：电池包的安全》的检测报告。 （1）提供锂电池的《陆运运输条件鉴别报告书》及锂电池包跌落测试报告，

		确保产品锂电池符合国家安全陆运资质。
29	钢轨钻孔机	一、技术要求 （1）直流无刷电机，电机功率：大于 3 Kw （第三方检测报告验证，检测报告需带 CMA 和 CNAS 章） （2）电池包额定电压：36V，电池包容量：12 Ah；提供两块原装电池及配套充电器。 （3）双速设计：钻孔(Φ9.8mm, Φ13.5mm)高速档，钻孔(Φ31mm)低速档，两档转速一键切换，转速实时数显 （提供数显界面照片验证） （4）液晶数显功能，可以实时显示剩余电量下、不同直径钻孔的钻孔数、电池的实时温度。每次充满电，直径 31mm 的孔可以钻超过 40 个。（提供照片验证） （5）轻型便携，整机质量：≤15 Kg（包括电池包）；机身长度小于 230mm,便于道岔等狭小空间的钻孔。 （6）具备钻头快换功能，现场更换钻头无需螺丝刀等额外工具；提供 10 个 WL25L-31，31mm 直径无水钢轨钻头。 （7）整机防水，雨天可正常使用，达到 IP65 等级（CRCC 检测报告验证） （8）具有过载防护功能 （CRCC 检测报告验证） （9）轨道夹具的设计，可以满足复轨位置的夹装。（提供可以复轨夹装的照片验证） （10）快速安全脱离轨道装置：一脚快脱，无需额外工具 （CRCC 检测报告验证） （11)能应对极端恶劣天气,工作温度：-40℃ 到 45℃ （提供电芯厂家-40℃可正常工作的测试报告验证） 二、报告要求： （1）提供锂电池的安全检测报告，GB/T 34570.1-2017 《电动工具用可充电电池包和充电器的安全 第 1 部分：电池包的安全》的检测报告。 （2）提供锂电池的《陆运运输条件鉴别报告书》，符合国家锂电池安全运输条件。 （3）提供国家铁路产品质量监督检验中心的 CRCC 测试报告。

30	液压弯轨器	（1）适用于 60kg/m 和 55kg/m 钢轨 （2）便携式铝合金结构，可单人操作 （3）配有往返活塞，不容许漏液压油；可在任一位置操作 （4）可实现钢轨外侧以及内侧两个方向进行校正。 （5）压力值≥550KN；活塞冲程≥100mm （6）带有两个抓轨器，为有轨槽提供校正
31	液压尖轨调整器	（1）可维修及修理道岔尖轨，可实现道岔钢轨外侧以及内侧两个方向进行校正。 （2）校正头可旋转能够校正任何位置，容许在尖轨上进行各项弯曲操作。 （3）可单人操作，方便从铁轨上移开，带轨行轮，能够在钢轨上自由行走。 （4）快速连接手动泵或液压泵 （5）带有一个可调顶杆，两个校正块协助尖轨校正 （6）最大工作压力≥700pa；最大压力值≥250KN （7）最大冲程≥150mm；液压油 HLP46：1.3L
32	液压拔钉器	（1）额定拔销力≥30KN；额定顶销力≥30KN （2）额定系统压力≥48Mpa （3）最大拔销量≥125mm；顶销量≥130mm （4）手动液压泵手柄操作力≤200N YBX-60 （5）主要由手动液压泵、快速接头、高压软管、销钉拨出工作头和销钉顶出工作头组成。销钉拨出工作头由双柱塞顶推油缸和销钳组成；销钉顶出工作头由双柱塞顶推油缸和顶杆组成。
33	道尺	测量范围(1410～1470)mm；精度等级Ⅱ级
34	支距尺	测量范围(0～1400)mm；精度等级 ±0.5mm
35	方尺	测量范围 500*500mm；精度等级±1mm
36	钢轨直度测量尺	测量范围(0～1000)mm；精度等级±0.02mm
37	精密噪音分析仪	（1）仪器符合国家标准 GB／T 3785．1—2010 中 1 级设备的技术要求；1／3 倍频程滤波器应满足 GB／T 3241-2010 中的 1 级仪器的要求； （2）频率范围：至少满足 20Hz-20KHz；在自由场中传声器应具有平直的

<table>
<tr><td></td><td></td><td>频率响应；
（3）频率计权功能：A 计权/C 计权/Z 计权；
（4）时间计权：FAST/SLOW/Impulse/Peak；
（5）测量范围至少满足：20db~130dB；
（6）具备积分功能，且积分时间可手动调节；
（7）具备滤波器功能和数据分析功能，可显示 1/3 倍频程；
（8）主要测量指标：可测量 LAeq/LP/LAE/Lmax/Lmin 等指标；
（9）具备数据存储/回放功能，内存不低于 10GB；
（10）具备 USB 数据导出接口；具备录音功能；
（11）要求配备配套使用的声校准器，校准器必须满足 GB／T 15173--2010 标准的 1 级声校准器要求；
（12）要求配备麦克风防风罩；</td></tr>
<tr><td>38</td><td>数显式钢轨磨耗测量仪</td><td>（1）结构：底板、磁性定位块、垂磨测尺、侧磨测尺、数显读数装置、手把等组成。
（2）用途：钢轨垂直磨耗和侧面磨耗量的检测。垂直磨破测量位置在钢轨面面宽 1/3 片，侧面磨耗测量位置在钢轨踏下 16mm 片。
（3）技术指标
<table>
<tr><td>测量范围（mm）</td><td>精度（mm）</td><td>重复性（mm）</td></tr>
<tr><td>垂 0～30</td><td rowspan="2">0.01</td><td rowspan="2">±0.05</td></tr>
<tr><td>侧磨 0～30</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>39</td><td>辙叉磨耗测量器</td><td>（1）辙叉轨轨垂直磨耗：0-10mm ；
（2）辙叉心轨横向测量范围：0-30m
（3）仪器精度：±0.1mm
（4）横向读数精度：±0.2mm ；垂直读数精度：±0.05mm
（5）定位正确，翼轨两顶面和心轨 25mm 断面两侧自顶向下按标准断面图 12.6mm 处定位。
（6）使用轻便，操作简单，读数精确，结构设计新颖，并可在被测量位置和下道时任意测量和读数。</td></tr>
<tr><td>40</td><td>轨道智能</td><td>1. 使用条件</td></tr>
</table>

	添乘仪	（1）充电电压：交流 220V，50Hz；内置 12V,10.2Ah 锂电电池 （2）工作时间、环境：不接摄像头：15 小时以上；外接摄像头：10 小时以上； 温度 -10℃～+50℃，相对湿度≤90% 2. 加速度检测 （1）加速度计：低频高灵敏度动圈式磁电传感器 （2）检测方向：水平、垂直两个方向，预留纵向 （3）采样频率：1000Hz （4）检测范围：0.01g～0.60g；检测误差：不大于 0.005g （5）线性度： ≤1%；横向效应： ≤3% （6）线路不平顺检测：Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ四级量化评测 （7）列车平稳性指标：Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三级量化评测 3. 视频采集 （1）有效像素：1080p 高清，1920(H)x1080(V) （2）视频输出: HD-SDI,75ohm （3）最低照度：彩色 0.2LUX,伽玛：0.45 （4）扫描方式：逐行扫描；解析度：数字 1080P/30FPS 4. 核心主板 （1）主 CPU：1.2GHz x4Core；运行缓存：2GB DDR3 1333M （2）内部存储：8GB；外部硬盘：120GB；操作系统：linux 5. 卫星定位(GPS+北斗) （1）跟踪灵敏度：-165dBm，捕获灵敏度：-148dbm （2）定位时间：热启动：<5 秒， 冷启动：<30 秒 （3）重新捕获：<2 秒，自动搜索：<300 秒 （4）定位精度：单点 5 米；速度精度：0.05 米/秒 （5）天线：全向，多频，3 米线 6. 液晶显示 （1）面板尺寸： 5.0 英寸；点分辨率： 800(RGB)×480 (WVGA) （2）像素密度： 188 PPI ；触摸屏类型：电容型 7. 打印机

		（1）打印方式：热敏打印 （2）打印速度：60mm/秒；打印密度：384 点/行 （3）纸张类型：热敏纸，厚度 0.06～0.08mm （4）纸卷规格：宽度 58mm×20mm（直径） 8. 外部接口 （1）电源接口：直流 12V （2）USB 接口：USB-A ；网络接口：RJ45 （3）卫星天线：SMB 插接；蓝牙天线： SMA 旋拧 （4）摄像头接口：5 芯同轴 9. 嵌入式软件技术条件 （1）开发平台：Linux；开发语言：C++ （2）单点定位耗时：0.005 秒 （3）波形图采点距离：2 米/点 （4）里程测定范围：0－9999.999KM （5）车速测定范围：0－500KM/H （6）计程定位误差：≤15 米
41	钢轨吊运装置	（1）外形尺寸：不大于 2000*550*1240mm （2）起重量：不小于 1.5T；起吊高：不小于 900mm （3）起吊速度：1000mm/min；横向移动距离：1800mm （4）适用于长轨、短轨、尖轨及岔心吊装更换；
42	焊缝钢轨探伤仪	（1）配置不少于 2 套独立探头接口，对应 6 个钢轨焊缝探伤专用通道及软件，分别为串列式双 K0.8、K 型双 K1、铝热焊单 K0、轨腰单 K1、轨头单 K2.5、轨底单 K2.5。每个通道已预置好对应的探伤参数，可通过快捷按键 F1-F6 直接调用即可进入正常探伤工作。 （2）标准配置 16G 高速 SD 卡，可实现长达 300 小时以上的现场波形连续存储功能，动态数据的记录能最直接的反应现场的检测状态。数据记录采用后台记录的模式，录制过程中可调节探伤灵敏度、闸门，可切换各个超声探伤通道，不影响现场探伤的连续性，不占用正常波形、参数、探伤结果显示区。现场检测时可实时对出现波形的性质进行选择标记。

（3）通过专业数据回放管理软件可对现场记录的焊缝探伤波形数据和作业信息进行管理、查询、统计，可输出各类报表。

（4）预置探伤报告记录表，包括焊头编号、作业时间、作业人、焊缝里程位置、线名、线别、行别、股别等，以及焊缝伤损示意图等，现场探伤数据完整清晰。

（5）提供焊头的 GPS 信息管理功能，实现焊缝信息的自动筛选和调用。

（6）配合专用焊缝扫查架，可实现焊缝直观 B 扫图像，并可录制回放。

（7）640MHz 的采样频率，确保能快速、准确地对缺陷的回波信号进行显示和分析，对各种弱小信号的变化和细节都能及时响应。

（8）方波激励技术，对检测高衰减材料或厚工件高穿透力和优良信噪比。

（9）FIR 数字滤波技术；探头频谱分析功能，5.7"半透半反射式 TFT 屏(640×480)，适宜室外及强光下作业。

（10）仪器性能指标满足 JB/T10061-1999《A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件》的要求，满足铁路工务焊缝探伤 TB／T2658.21—2007《工务作业钢轨焊缝超声波探伤作业》标准的要求。

（11）自动校准材料声速、探头延时、探头 K 值；自动校准仪器技术指标；DAC 曲线制作及应用。

（12）可根据各不同焊缝探伤要求定制专用操作软件及数据回放管理软件。

（13）主要技术指标：

发射脉冲	负方波，发射电压 25～250V 连续可调，步进为 25V。宽度 30～1000ns 连续可调，步进为 5ns。在 400Ω/200V 设置时，双沿小于 10ns,高频时自动优化为脉冲激励。
工作方式	单、双
阻尼	400、80Ω
工作频率	分宽带、窄带两档，宽带：0.5～15MHz，窄带：1.5～3MHz
增益	0.0～110.0dB ，步进值 0.1、1.0、2.0、6.0dB；0.1dB 档提供智能加速调节功能
声速范围	1000～15000m/s ，连续可调，内置 30 个常用的材料

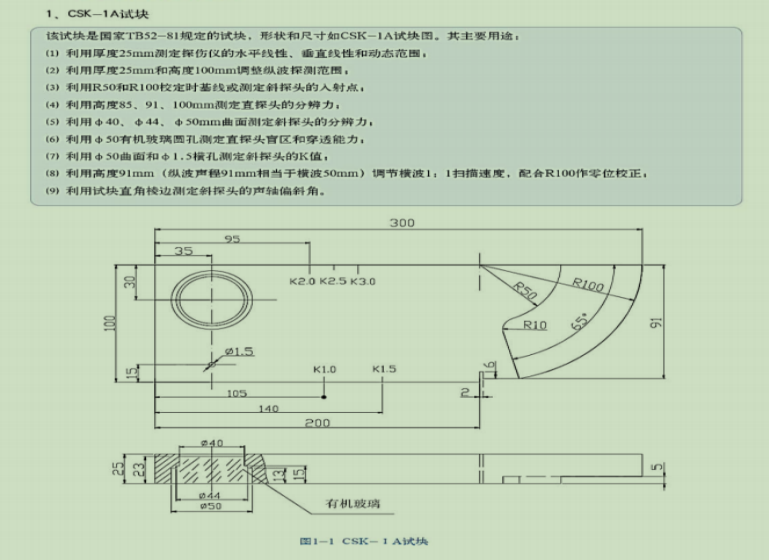
<table>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><td></td><td>声速值</td></tr>
<tr><td>检测范围</td><td>0.0～10000mm (钢纵波)，连续可调，最小步进值 0.1mm</td></tr>
<tr><td>检波方式</td><td>正向、负向、全波、射频</td></tr>
<tr><td>显示屏</td><td>5.7"TFT 彩色液晶显示屏，分辨率 640×480</td></tr>
<tr><td>脉冲移位</td><td>-7.5～3000μs</td></tr>
<tr><td>探头零值</td><td>0～999.9μs</td></tr>
<tr><td>脉冲重复频率</td><td>25～800Hz，自动调节方式</td></tr>
<tr><td>垂直线性误差</td><td>≤3%</td></tr>
<tr><td>水平线性误差</td><td>≤0.4%</td></tr>
<tr><td>灵　度余量</td><td>≥60dB (200Φ2 平底孔)</td></tr>
<tr><td>分辨率</td><td>≥36dB(5P14)</td></tr>
<tr><td>动态范围</td><td>≥32dB</td></tr>
<tr><td>抑制</td><td>(0～90)%，不影响线性与增益</td></tr>
<tr><td>电噪电平</td><td><10% (钢纵波，250mm)</td></tr>
<tr><td>接口</td><td>8 个独立 Q9 接口；USB HOST；Micro SD 接口</td></tr>
<tr><td>电源</td><td>大容量锂电池，无记忆效应，可连续工作 6-8 小时；内置充电器(可另购外接充电器)；交流：220V</td></tr>
<tr><td>标配内容</td><td>存储卡 2 张，每张 16G，读卡器 2 个；0.8、1、1.5、2、2.5 探头各 4 个；探头线三根。</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>43</td><td>焊缝探伤试轨</td><td>试块技术需求：
1.CSK-1A 试块（如下图）
该试块是国家 TB52-81 规定的试块，形状和尺寸如 CSK-1A 试块图。其主要用途：
（1）利用厚度 25mm 测定探伤仪的水平线性、垂直线性和动态范围；
（2）利用厚度 25mm 和高度 100mm 调整纵波探测范围；
（3）利用 R50 和 R100 校定时基线或测定斜探头的入射点；
（4）利用高度 85、91、100mm 测定直探头的分辨力；
（5）利用 φ40、φ44、φ50mm 曲面测定斜探头的分辨力；</td></tr>
</table>

（6）利用 φ50 有机玻璃圆孔测定直探头盲区和穿透能力；

（7）利用 φ50 曲面和 φ1.5 横孔测定斜探头的 K 值；

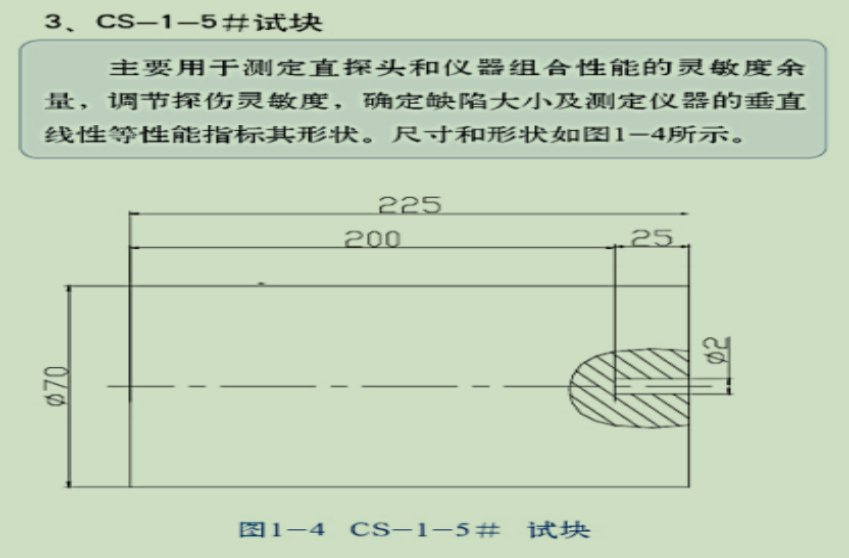
（8）利用高度 91mm（纵波声程 91mm 相当于横波 50mm）调节横波 1:1 扫描速度，配合 R100 作零位校正；

（9）利用试块直校棱边测定斜探头的声轴偏斜角。



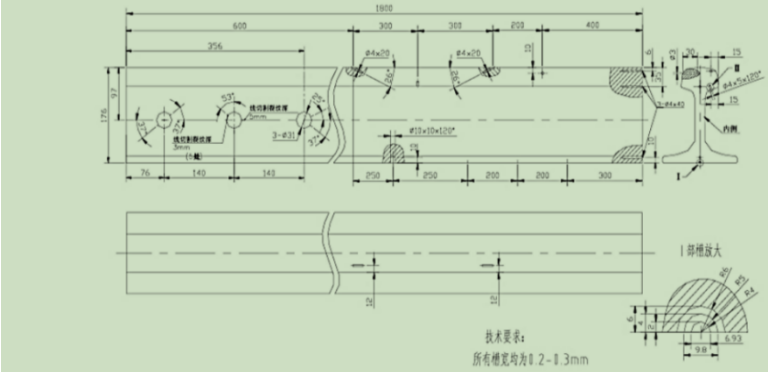
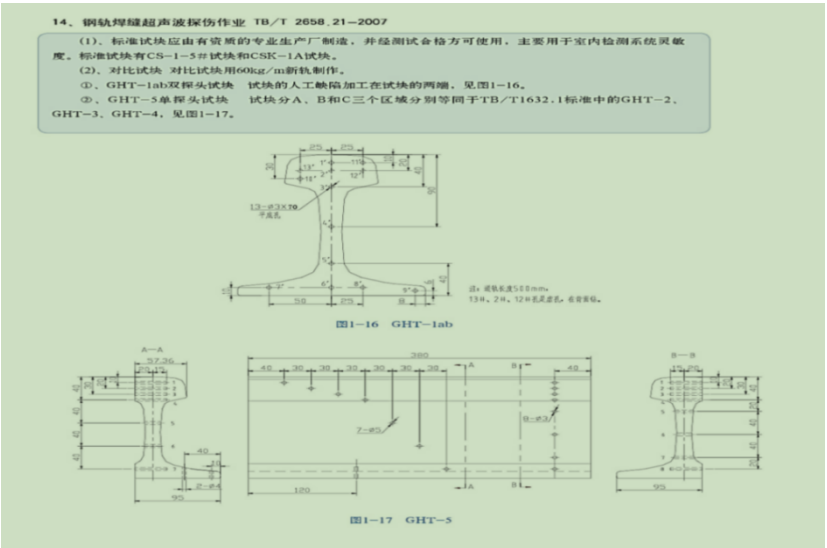
2.CS-1-5#试块（如下图）

主要用于测定直探头和仪器组合性能的灵敏度余量，调节探伤灵敏度，确定缺陷大小及测定仪器的垂直线性等性能指标其形状。



3.GTS-60C 试块（长度 1800mm）（如下图）

是 TB/T2340-2012 钢轨超声波探伤仪规范中规定的钢轨探伤校准试块，更加完善了钢轨探伤测试性能。

		11、GTS–60C试块（长度1800mm） 是TB/T2340–2012钢轨超声波探伤仪规范中规定的钢轨探伤校准试块，更加完善了钢轨探伤测试性能。如图1–13。  图1–13 GTS–60C（长度1800mm） 4.钢轨焊缝超声波探伤作业中的试块 TB/T2658.21-2007（1）标准试块应由有资质的专业生产厂制造，并经测试合格方可使用，主要用于室内检测系统灵敏度。 （2）GHT-1ab 双探头试块 试块的人工缺陷加工在试块的两端；GHT-5 单探头试块 试块分 A、B 和 C 三个区域分别等同于 TB/T1632.1 标准中的 GHT-2、GHT-3、GHT-4。  图1–16 GHT–1ab 图1–17 GHT–5
44	轨道标记智能喷涂设备	1.喷头 16/32 点阵，可喷印高度:25-60/120mm 之间，任意字高可调（可喷印汉字，数字，字母，符号等）； 2.软件功能:实时日期时钟、打印批次、记数、班次，字体上下颠倒、左右翻转； 3.喷印行数:1-2 行；

		4.喷印最大厚度:0.02； 5.系统及处理器:安卓智能操作系统，双核处理器，软件自动升级； 6.通讯接口:USB、无线，支持 U 盘导入数据库打印，支持外部可变信息打印； 7.语言:中文、英文、数字； 8.喷印图形:可喷印商标图形、符号等； 9.日期代码:支持世纪、年、月、日、时、分、秒； 10.打印速度:手动控制； 11.状态显示:打印时预览信息； 12.屏幕显示:3.5 寸电容屏，显示所有打印参数,一键更改设置； 13.喷印材质:非渗透材质； 14.使用油印漆:铁路专用油印漆； 15.油印漆颜色:黑、红、兰、黄、白,可选； 16.供漆方式:内置微型气泵打压； 17.电源参数:电压 24V 电流 1.5A 平均功耗<30W ； 18.使用环境:温温度-20 度至 70 度，湿度 30%至 70%； 19.电池可快速拆卸，连续工作 12 小时； 20.全新注塑机身，耐热耐冲击，抗干扰，机身重量：1.6 公斤； 21.符合高铁和普铁的各种轨型及道岔、曲股等喷印标志技术要求； 22.可以 360 度旋转不影响使用； 23.打印距离：距被喷印物体表面 8mm； 24.喷印控制：编码器控制； 25.气源压力：0.01-0.06MPa 可调 26.智能一键开启 27.提供铁路专用油印漆 10 罐，颜色可选。
45	钢轨探伤仪	（1）探测轨型：P43、P50、P60、P75。 （2）通道数目: 具有 9 个主通道，和 2 个辅助通道(可以接 双 18°，双 70°或校对探头) （3）探头频率：2MHz.

		（4）探伤方法：CH1、CH2 为反射式探测；CH3、CH4 为反射式和穿透式探测转换使用；CH5 为反射式和穿透式探测；CH6、CH9 为反射式探测；CH7、CH8 为反射式探测 （5）5 显示方式： ①A 显型显示。共有九条基线，也可显示五条基线，其中 CH7、CH8、CH9 为选择显示。CH1、CH2、CH6、CH7、CH8、CH9 回波向上显示，CH3、CH4、CH5 回波向下显示。CH1—CH6 通道是常规的探伤之用，CH7、CH8、CH9 通道可根据用户不同需要来设定不同的探测形式。 ② B 显显示:支持通道组合和分开显示，还可以根据钢轨显示和通道显示，以及各个通道的全高敏显示。 ③AB 同显:支持 AB 同屏分开显示和组合显示 （6）高灵敏度显示：全通道具有高灵敏度显示记录功能，高敏可以动态调节，0°支持负高敏功能。 （7）报警方式：仪器应有语音报警提示和各通道的方门报警及鱼鳞纹报警。 （8）工作电压：直流 9V-13V。 （9）按键: 采用 16 个内嵌式机械按键，保护按键、防止误触，可组合和分开操作。 （10）采用 8 寸高亮度，快速反应型彩色液晶屏。 （11）支持 A 超数据≥100 小时 ， B 超数据≥100KM，B 超图≥10000 幅，支持新建文件，支持可更换存储卡。 （12）信息管理软件，运行流程，支持数据筛选和自动判别波形 （13）拓展功能：支持语音报警，支持 DAC 曲线调整，支持 HDMI 接口，支持双 18 度一键切换，支持在线升级。支持 USB 和 WIFI 下载文件，WIFI 下载支持自定义邮箱及网盘，支持伤损对比功能，支持各个波形之间的 B 超位置测量。
46	垂直打磨机	（1）工作电压：72V 直流 （2）马达：直流无刷电机；功率 8Kw；转速：4500r/min （3）锂电池：72V；电池容量：不小于 40Ah；电池智能数据液晶屏显示功能，工作时实时显示电压、电量、电池温度、放电电流和故障报警等信息。

		还有充放电指示功能，显示充电时的实时电量，充电时电池温度等信息（提供产品图片佐证）；提供两块电池，配备匹配充电器；电池寿命：1000 次充放电磨功能（各自焊缝打磨）、具有波磨打磨功能（配备波轮）、道岔打磨功能，提供两块原装电池及配套充电器。 （4）多功能打磨：具有仿形打由摇轮控制 （5）砂轮进给方式：双控系统，既可以机械进给，又可以电子进给电子进给：分为 3 个档位，按键切换和操作 第一档：精磨 单位进给量 0.1mm 第二档：初磨 单位进给量 0.3mm 第三档：初磨 单位进给量 0.5mm （6）机械进给：摇式手轮进给 （7）仿形功能：可实现对不同型号钢轨的外缘轮廓仿形打磨（打磨倾斜角度，后容量不低于额定容量的 80%。 （8）砂轮最大倾斜范围：单向 90° （9）整机质量：<65kg（不含电池） （10）续航能力：铝热焊 约 16 个焊缝打磨；激光焊 约 20 个焊 缝打磨 （11）砂轮形式：树脂厚壁杯形砂轮 （12）砂轮尺寸(外径×内径×厚度): 150×55×75x4-M8 mm （13）供货时须提供国家铁路产品质量监督检验中心的 CRCC 测试报告。供货时须提供电池 GB/T 34570.1-2017 《电动工具用可充电电池包和充电器的安全 第 1 部分：电池包的安全》的检测报告。
47	全站仪	（1） 测角测距： 测角精度：0.5 秒； 有棱镜测距精度：0.6 mm+1ppm；单棱镜测程：0.9m-3500m； 无棱镜测距精度：2 mm+2ppm、无棱镜测程：0.9m-1000 米； （2）自动照准精度：0.5 秒；距离：1500 米； （3）自动跟踪范围：1000 米； （4）对点器：激对光对点器； （5）自动量高模块：测距精度：1mm、测距范围：0.7m-2.7m；

		（6）导向光：双色导向光； （7）超级搜索功能：300 米以内，360 度范围自动搜索棱镜； （8）马达：≥180 度/秒； （9）触发键：侧面触发键； （10）屏幕：5 英寸 WVGA、彩色触摸屏、带照明功能数字键盘、37 个按键； （11）测量方法：绝对编码，边续，对径测量； （12）3D 浏览器：可以使测量数据、设计数据 3D 查看； （13）图像：广角相机、望远镜相机各一个； （14）操作：3 个无限位驱动、1 个伺服对焦驱动、2 个自动对焦按键； （15）可扩充功能：可与 GPS 组合，组成超站仪、镜站仪单人测量系统。 （16）配件：主机，两块电池，充电器，仪器箱，触摸笔
48	墙体扫描仪	（1）最大测量深度：120 mm （2）可检测对象:磁性金属（例如，铁），非磁性金属（例如，铜），带电电缆，非带电电缆，注水塑料管，木结构 （3）测量深度：磁性金属最大值:120 mm；非磁性金属最大值:120 mm；带电电缆最大值:60 毫米；木结构最大值:38 毫米 （4）精确度:± 10 mm*（*加上使用过程中产生的偏差） （5）可墙壁类型:混凝土，干壁通用 （6）材料标识:带电电缆 （7）电源:12 伏锂离子电池或 4 x 1.5 伏 LR6 电池（AA） （8）约 5 分钟自动切断电源；重量 (大约):0.5 kg （9）附加功能:双电源（10.8 V/4 x 1.5 V LR6 AA）；带物体方向指示器的中央探测器
49	精密水准仪	（1）高程测量精度：铟瓦尺 0.3mm （2）距离测量：精度 20m 处 20mm （3）测量范围：1.5 m~100m （4）最大距离：100m （5）测量时间：电子测量 3 秒

		（6）工作范围： 1.5m 至 100m （7）读尺范围：30 厘米 （8）时钟与温度传感器：有实时时钟温度传感器 （9）水准测量模式：BF 、BFFB 、BFBF 、 BBFF 、FBBF 、aBF 、aBFFB、aBFBF、aBBFF、aFBBF （10）1KM 往返测中差： 0.3mm （11）安平精度：±0.2″ （12）补偿器：工作范围 ±15′ （13）补偿精度： 0.2″ （14）外接存储：支持 USB 闪存 （15）数据存储：内存 30000 测量点 （16）U 盘：无 （17）显示屏：240（W）*160（H）黑白屏、带照明灯 （18）望远镜倍数：32x、孔径 40mm （19）最小对焦距离：0.6m （20）重量（包含电池）： 3.5KG(带内置电池） （21）内部电池：电池供电在未开照明灯的情况下，内部 7.4V/2.4Ah 锂电池可开机 3 天 （22）工作环境：工作温度范围-20℃～＋50℃ （23）防尘防水：IP55 （24）包含清单：1 台主机、2 个电池、1 个充电器、1 根数据线、水准网平差软件、1 个 U 盘、1 个仪器箱、1 副配套标准 2m 天宝铟瓦尺、1 个脚架、十字丝调节扳手、使用手册、合格证（附带水准仪检定证书、铟钢尺检定证书的纸质版）
50	裂缝宽度深度综合测试仪	一、产品用途 主要广泛用于桥梁、隧道、建筑、混凝土路面、金属表面等裂缝宽度和裂缝深度的精确检测。 二、技术要求 （1）硬件平台 ARM9 嵌入式硬件平台，WinCe5.0 操作系统，真彩色 TFT

		显示屏，带触摸屏 （2）裂缝宽度检测范围：0.005-3.5mm；检测精度≤±0.01mm； （3）裂缝深度检测范围 10～500mm；检测精度≤±5％； （4）仪器供电：可充电式锂电池，配充电器； （5）工作时间≥28 小时；温度 -10℃～＋50℃；湿度≤90%RH；
51	手持式激光测距仪	（1）尺寸≤143*58*29 （2）测角范围：360° （3）测量距离：0.05-200m （4）测量精度：±1.0mm （5）测量单位：m，ft，in，yd （6）蓝牙类型：蓝牙 4.0（含免费软件） （7）激光等级：2 级安全激光 （8）最大测量次数：每组电池最低测 5000 次 （9）历史记录：最近 30 组 （10）储存环境：-25°C-70°C （11）最大显示：4 行数据显示 （12）防尘防溅保护：IP65 （13）重量（连同电池）：198g （14）包含清单：主机、软包、腕带、电池
52	接地棒	接地棒大双簧式杆长 4.5 米 2 节，含接地封线）材质：玻璃纤维环氧树脂管，壁厚度 5mm。接地线采用软铜丝合股成 70mm^2 软铜线 12 米，外覆透明护套绝缘层，配改进型轨道专用接地卡，接地卡装有弹性装置的铜质导体，具有残压放电功能，测试电阻小于 0.1 欧姆以内。带包装袋子。
53	高压直流验电器	（1）DC1500V 高压直流（数显式）验电器，绝缘杆拉伸长度 4.5 米、伸缩节 4 节、缩回长度 1 米、绝缘杆材质：玻璃纤维环氧树脂管、杆壁厚 5mm（淡黄色）。接地导流线线加长 12 米，绝缘护层为进口硅橡胶，4mm2 软铜线、接地夹为铜制、绝缘杆插孔与导流线插头必须与原使用产品相匹配通用。 （2）采用 4 位 LED 电压显示数码表、显示实际测试电压值；

		（3）具有电池欠压指示功能；电源保护延时功能；验电器自检功能；声光报警；充电指示功能； （4）接地检测采用钢轨吸附式数码显示屏，铝壳包装。
54	冲击电锤	1、功能特点 动力强劲，轻巧紧凑，自带吸尘/集尘模块 可外接大功率工业吸尘器 适合于室内无尘作业，仰头作业时依然操作便捷 水泥砖墙、混凝土、钢材、木材钻孔 正反转切换，轻松退出被卡住的钻头 电子无极调速功能 二功能轻松转换，平钻/锤钻模式切换 2、技术参数 输入功率（23mm）≥710W 最大钻孔直径(无吸尘功能时)：混凝土：13mm；钢材：30mm；木材：68mm； 砖石（用空心砖）：16mm 最大钻孔直径（有吸尘功能时）：混凝土：68mm 空载速率≥0-1000 转/分钟 锤击率≥0-4000 转/分钟 单次最大锤击力：2.5 焦耳 吸尘功率：450 公升/分钟 最佳钻孔范围：4-12mm 重量：连吸尘装置≤3.6kg 附件：含吸尘装置，外接可接吸尘器转接盒，原装 13 件套麻花钻头 2 套。
55	充电式冲击锤	一、功能特点 （1）电池充电一次可完成 195 个钻孔 (6 x 40 毫米，混凝土)，具备削凿功能的气动锤击机构，可完成混凝土中的 8-16 毫米 (26 毫米)钻孔，单次锤击力 (3 焦耳) （2）采用高级锂电技术，配备电池电子保护装置 (ECP)：防止电池过载、过热及深度放电采用气动锤击机构。适用于在混凝土中钻取 8-16 毫米 (26

		毫米) 的钻孔。 二、技术参数 （1）额定输入功率≥600 W （2）单次锤击力：0 - 3 J （3）额定转速时的冲击率：0 - 4260 bpm；额定转速：0 - 960 rpm （4）电池电压：36 V；电池容量：2.6 Ah 包括电池重量≤4.3 kg （5）夹头：四坑 （6）钻孔范围：在混凝土中的钻孔直径.锤钻钻头：4 - 26 mm； 使用锤钻钻头在混凝土中的应用范围：8 - 16 mm；在钢材中的钻孔直径：13 mm；在木材中的钻孔直径：30 mm （7）包装（内含）：主机、辅助手柄 ，附件盒，原装充电器，深度尺 210 毫米，2 x 2.6 安时锂电池（两块）
56	混凝土钻孔机	1、功率≥2200W 2、780≤转速≤2850r.p.m,三档 3、钻孔直径：16-162mm 4、适用钻头：PL 系列、SU-M 系列 5、最大钻孔深度：450mm 6、重量：主机≤8.2kg 7、应用范围：在高强混凝土、天然石材、砂岩、石灰岩中精确钻孔；用于安装电缆、管道、通风设备、取芯检测及锚栓安装开孔。 8、360 度无极旋转手柄，集成水流调节器、除尘系统 9、无需任何辅助设备，可以快速简单调整钻孔角度达 45° 10、指示灯：黄绿红三色 11、支架：新型单轨支架 12、一年全免维修 13、每套包含(1 主机)、(2 支架)、 (4 转接头)，紧固支架装置配件（真空泵 1 个， 快速螺帽组 2 套、螺杆 2 个、安装工具 1 套、M12x50 锚栓 4 个），集水系统配件（集水器支架 2 个、小集水罩(16-87 mm 直径)1 个、大集水罩(25-162 mm 直径)），集水环专配密封圈各直径各 5 个，集水环专配密封

		圈各直径各 5 个、集水器连接头 5 个，水嘴套 2 个、钻头延长杆 1 个、供水系统 (含水管)2 套。 钻头配件：63 毫米钻头 10 个
57	高压注浆堵漏机	灌注压力 70MPs
58	门式脚手架	规格：梯形 1.7 米（高）*0.95 米（宽）* 1.8 米（长） 2.6 厚配方管踏板承重 80 斤 脚手架材质：主管、踏板热镀锌材质管材，立管：2.5mm 表面处理：整体镀锌，焊接点进行防锈银粉漆处理。 一套包含：2 片架子+2 对拉杆+1 个踏板+4 链接棒+4 个开口销
59	铝合金多功能折叠梯	规格：人字梯 2.8m，直梯 5.8m，4 折 5 步银色
60	隧道移动式高空作业铝合金平台	（1）主平台额定载重≥300kg （2）主平台尺寸（mm）≥1200*1300 （3）主平台高度（mm）≥2700 （4）侧平台额定载重≥150kg （5）侧平台尺寸（mm）≥1100*1300 （6）侧平台升降高度（mm）：1740-2370 （7）主，侧平台护栏高度(mm)≥800 （8）结构：两层结构，拆装式 （9）空载制动距离(mm)≤500 （10）适用轨距(mm)：1435 （11）轮径(mm)：80 （12）侧平台防倾性能：单侧在侧平台外侧 1/3 处加载 150kg±5kg，无倾覆现场 （13）整套重量（kg）≤95kg （14）无需拆装工具，快扣锁紧，可以快速拆装，拆装时间小于 10 分钟。 （15）侧平台为 2 个，可以折叠和两级升降，平台护栏可折叠，满足不同

		环境作业。 （16）满足隧道结构的轨行区全方位高空作业。 （17）梯步两段采用锥度轴定位，快扣锁紧；设置平台防倾覆锁紧机构 4 个。 （18）平台配有制动，松手即刹车，保证作业安全。 （19）交货时能够按照用户要求制作金属铭牌或者二维码/条形码标牌。

附件 1：序号 16 中速轨道超声波探伤小车（技术参数）

1. 专用工具

提供正常使用情况下而另外配置的辅助件及工具，以备在作业过程中发生部分模块损坏后能够及时修复使用，表中所列清单仅为参考，实际供货时应根据设备供应经验，提供不少于如下建议数量的部件，并将相关费用计入报价总价中。

序号	附件及工具类型	数量
1	转运小车	1 套
2	轨面监控系统安装调整工具	1 套

2. 备品备件

本设备不需要提供备件。

3. 设计规范与标准

（1）产品技术参数满足 TJ/GW 157-2017《双轨式钢轨超声波探伤仪暂行技术条件》（铁总运【2017】31 号）要求，并按该标准进行型式检验，交货时验收时提供中国铁道科学研究院金属及化学研究所出具的型式检验报告。

（2）可提供通过中国铁路总公司的试用、技术评审的产品报告（如有），其对中机构性能良好，无改进要求。

（3）探伤系统须符合铁路专用计量器具相关技术要求，可提供相应的证明材料。

（4）优先选择最高检测速度能够达到 20km/h。

（5）报价产品系统应具有在线智能判伤功能，交货时提供使用证明。

（6）设备在行驶过程中走行轮不得触发记轴器，需出具三千公里以上的走行轮磨耗第三方评价检测报告。如使用中触发计轴，将不予以验收结算，可作退货处理。

（7）设备需加装轨面监控系统模块。

4. 使用条件

4.1 环境条件

（1）环境温度：-15℃～45℃

（2）海拔高度：2000m 及以下

（3）环境湿度：≤90%（25℃）

（4）应能承受自然环境如风、沙、雨、雪的侵袭。

（5）设备限界：非作业状态下符合《标准轨距铁路机车车辆限界》（GB146.1-1983）的

有关规定。

4.2 线路条件

（1）适用于标准轨距 1435mm

（2）最大超高 180mm

（3）最小曲线半径 160m

（4）最大坡度为 35‰，且可正常停驻。

5. 系统构成

（1）由探头、仪器、探头对中机构、走行平台及附属装置等组成

（2）走行平台由车体、走行轮、传动装置、制动装置、电源等构成。

（3）附属装置由安全防护装置、照明装置、仪表、耦合水箱等组成。

（4）轨面监控模块由高速摄像机，供电系统及与探伤软件兼容的操控软件系统等组成。

6. 技术要求

6.1 基本要求

（1）应能适用于 43kg/m-75km/h 地铁线路钢轨的超声波探伤作业。

（2）乘载：不少于 4 人，载重不小于 460kg。

（3）最高走行速度：不小于 20km/h。

（4）最高持续检测速度：不小于 20km/h。

（5）里程精度：每公里里程定位误差不大于 1.5‰，且具有里程校准、限速设置（或超速报警）等功能。该数据应与提供的型式检验报告中数据一致；具有距离补偿功能，且距离幅度曲线在调试界面可逐点调节

（6）整体布局应便于各部件调整和维修。应采用轻量化（建议采用钛合金车架）、模块化设计，单个模块重量不超过 60kg，总重量不超过 240kg（不含电池和耦合水），随乘人员可在 5 分钟内完成上道组装或下道拆卸。

（7）可双向行驶、双向检测，往返检测时数据更新为最新状态（具备回删功能）。走行操控和检测系统应分别操控。

（8）续航能力：连续运行不少于 60km 或 4h。

（9）应配有不小于 100L 耦合水箱，水量可直观检查。

（10）探伤仪应有较强的抗干扰能力，能够在电气化线路和电台附近正常工作，探伤仪的电磁兼容性应符合 GB/T 18268.1-1210 第六章（性能判据 A）的规定

（11）操作台、电控箱等电器设备外壳防护应达到 GB 4208 规定的 IP65 级

（12）整车配备专用的走行平台转运架，转运架应能够满足地铁残梯、站厅层到轨行区的运输要求。

（13）为保证行驶安全及搬运便利性，车体驱动轴、从动轴不得与车架分离，车体底盘拆分模块不得超过 2 件，车体建议采用钛合金车架，单件模块最大尺寸应在 1200mm*1700mm*400mm 以内，满足进出地铁屏蔽门的要求。

（14）为便有后续对钢轨表面伤损进行探伤，要求设备具备通用车体平台，可直接增加轨面监控及焊缝识别系统等模块。

6.2 探头

（1）探头（或探轮）外观应无伤损，连线应柔韧，接头插接可靠。

（2）探头（或探轮）应有铭牌，标明厂名、编号、生产日期和类型，普通型探头用字母 A 表示，低温型探头用字母 B 表示。

（3）探轮材料性能应满足 GB/T 531.1、GB/T 1689、GB/T 528、GB/T 529、GB/T 1690、GB/T 3512、GB/T 16585、TB/T 33660.1 中相关检验项目下要求。

（4）探头配置应满足检测钢轨轨头、轨腰、轨底中部（轨腰延伸部位）等部位伤损的需要。宜配置直探头、斜探头（35°-45°间的某个角度）检测轨腰及其延伸部位，斜探头（70°或其它有利于检测轨头横向裂纹的角度）检测轨头部位。

（5）具有一次波和二次波检测轨头横向裂纹的能力。

（6）直探头探测 5mm 螺孔水平裂纹、35°-45°探头探测 37°倾角 3mm 螺孔上裂、直 70°探头探测距踏面 50mmϕ4 平底孔、斜 70°探头探测 26°倾角 ϕ4X20mm 平底孔。当探测规定人工伤损的回波幅度达到 50%波高时，闸门范围内的杂波（固定波除外）幅度不得大于 10%波高。

（7）试块组成：GTS-60SG 试块，长 1.8 米，用于室内测试。材料为符合 TB/T 2344 的 60kg/m 新制钢轨，螺栓孔按照 TB/T 2344 进行加工并倒棱，共 12 个螺栓刻槽裂纹，3#孔水平裂纹 1 处长 3mm，1 处长 5mm；其余螺栓孔斜刻槽长度均为 3mm 。

（8）轨腰及其延伸部位直探头（0°探头）：在 GTS-60C 试块上探测底面，在波高 80%情况下，灵敏度余量不低于 24dB，信噪比不低于 16dB；轨腰及其延伸部位斜探头（35°-45°探头）：在 GTS-60C 试块上探测 37°上裂，在与螺孔等高且波高 80%情况下，灵敏度余量不低于 22dB，信噪比不小于 8dB；轨头斜探头（70°探头）：在 GTS-60C 试块上探测 φ4mm 平底孔，在波高 80%情况下，灵敏度余量不低于 20dB，信噪比不小于 10dB。

（9）轨面监控系统应搭载高频 CCD 线阵相机。

（10）整车配置 2 只探轮+1 只备用探轮。

（11）整车配置磷酸铁锂 1 套电池及充电器+1 套备用电池及充电器（含电池国标合格报告或证书），投标人需提供所用动力电池单体或模块需进行相关单体、模块的试验（包括标准试验、安全试验、工况验证试验），电池安全性能要求不起火、不爆炸。以上试验需提供第三方检测报告，检测报告需带 CMA 和 CNAS 章。

6.3 仪器

（1）具有各通道探头工作状态实时显示功能。

（2）具有独立的底波幅度监视功能，并在显示界面同步显示。

（3）仪器具有 18 个基本探伤通道，同时还有不少于 4 个备用通道，可用于通道故障时替换备用，避免设备的故障影响工作计划。

（4）具有 A、B 型探伤数据实时处理、显示、标记、存储、回放功能。A 显和 B 显可同时显示也可切换分别显示。

（5）具有不少于 120km 检测数据的主机存储能力。

（6）应保证在最高持续检测速度下，每个探头（晶片）超声脉冲发射距离间隔不大于 3mm。

（7）仪器衰减器（增益器）总量：不小于 60dB；在规定的工作频率范围内，衰减器每 12dB 的工作误差不超过±1dB；动态范围：不小于 26dB；时基（水平）线性误差：不大于 2%；垂直线性误差：不大于 5%；阻塞范围：不大于 20mm。

6.4 检测软件

（1）应具有友好的中文操作界面，能显示 B 型图和超声作业参数（无线鼠标 1 套）

（2）超声 B 型显示方式如下：

a. 采用双轨彩色横向显示

b. 显示方向为从左向右

c. 上方为前进方向的左股钢轨，下方为前进方向的右股钢轨

d. 所有通道合并或部分通道分开显示方式选择

e. 可人工修改各通道线条及背景颜色。

（3）具备异常回波辅助提示功能，可将伤损 B 型显示图像弹出放大。

（4）可对作业信息（单位、人员、时间、线路、行别、里程等）、速度、探伤灵敏度、数据等进行记录、回放、转存。

（5）具有在 A 显工作时 18 个通道同屏工作功能，在 A 显调试工作时，左右探轮的 18

个通道 A 显界面可实现同屏显示，无需切换通道查看波形，节约调试的时间。

（6）具有 B 显工作时有 2 个底波 A 显监控及任意左右轮另 2 个通道 A 显监控能力。

（7）具有在线智能判伤功能，可对正常螺孔与带伤螺孔进行区分，对轨头核伤等伤损进行预处理判断。

（8）检测数据保存为单个文件，文件名中应包含：检测日期（8 位，如：20160418）、设备型号、编号等信息。

（9）数据回放软件适用于常用版本的计算机操作系统。

6.5 对中系统

（1）在走行和检测条件下，超声探头（或探轮）及其机械装置应能保证运行安全。

（2）应配备对中调整装置。对中调整装置应灵活可靠、不应有松脱、阻塞现象。

（3）在静态下，应能够手动或电动调整对中。探头横向对中调整量±15mm；倾角调整量±10°；探轮倾角调整速度：大于等于 1 度/s；探轮水平调整速度：大于等于 5mm/s；探轮上下调整距离:大于等于 30 mm。

（4）应具有对中偏移量监控功能

（5）检测中，对中偏差不大于 4mm

（6）配有探头（或探轮）导向轮，导向轮应采用绝缘设计，绝缘阻值不小于 1MΩ

6.6 走行平台

（1）车体强度满足整机运行和探伤作业等乘载要求，挠跨比不大于 1/150。

（2）走行轮应采用 LM 磨耗型踏面，踏面、轮缘轮廓形应符合 TB/T 449 要求。同一车轮相互垂直的直径差不大于 0.5mm；同一轮对的两车轮直径差不大于 1mm。

（3）为保证探伤作业质量，要求走行轮采用耐磨材料，累计 3000 公里作业，走形轮磨损量≤2mm，且同一走形轮相互垂直直径差不大于 0.5mm，同一轮对的两车轮直径差不大于 1mm。此项需提供第三方检测报告。

（4）走行轮应采用绝缘设计，绝缘阻值不小于 1MΩ

（5）车体宽度不大于 2m，轴距不小于 1.2m，轮对内侧距：1353±2mm

（6）在 35‰上坡道，可从静止状态实现坡起

（7）应配备实现减速、停车和驻车的振动装置，且行车制动的控制装置与驻车制动的控制装置应相互独立。当行车制动装置失效时，驻车制动装置可实现制动。当驾驶员离开驾驶位时，可自行驻车。在动力缺失情况下，可解除制动、驻车，实现人工推行。

（8）在钢轨踏面淋水条件下，以行车制动装置实施制动的距离不大于 7m，以驻车制动

装置实施制动的距离不大于 30m

（9）可在钢轨踏面淋水的 35‰坡道稳定驻车

（10）各操纵手柄的方位、档位等应有鲜明的标记。应操纵灵活、可靠，不应有卡滞和冲击现象。

6.7 轨面监控系统

轨面监控系统模块搭载在双轨式钢轨超声波探伤仪车体平台上，利用超声波无损检测技术和机器视觉技术，实现钢轨内部探伤和钢轨表面监控同步检测，并可在探伤回放工作中进行钢轨内部与表面情况的数据同步。

（1）系统可清晰拍摄钢轨轨头顶面、内侧轨距角、内侧轨底面图像，图像清晰不变形。可记录左、右轨道及位置信息，并在图像中得以体现。提供铁路局及以上的技术评审证明。

（2）系统总重应不超过 8KG。

（3）系统里程定位与实际里程偏差≤±2m。

（4）辅助光源能够保证设备进出隧道情况下正常拍摄（允许不停车情况下手动调节软件配置参数）。

（5）系统中轨面监控部分光源自带调节功能，实现进出隧道光线变化下正常检测。

（6）系统可通过查看轨面图像状态，对鱼鳞伤、擦伤、掉块等通过图像进行判别；

（7）系统结合超声波探伤发现的近表面报警信号与轨面图像，对钢轨表面型伤损的判断处理更加便利有效。

（8）相机布阵采用内倾法：左侧钢轨拍摄轨头表面、轨腰内侧表面、轨底内测坡面；右侧钢轨拍摄轨头表面、轨腰内测表面、轨底内侧坡面。

6.8 安全性要求

（1）应配备安全带、喇叭、风挡、照明灯、尾灯、停车信号灯、警示灯、扫路石、防倾覆装置等防护装置。

（2）照明灯在 50m 处的照度不低于 2lx，适应夜间作业的需要

（3）各种仪表应齐全、有速度、电量、警示等信息显示，夜间可视

（4）各安全保险及紧固零部件均应齐全有效。螺栓、螺母应有可靠的防松脱措施。

（5）水管、电缆等分布、排列整齐，固定可靠。无漏水、漏电现场

（6）整体布局合理，无偏载现象；在 180mm 超高情况下，静态减载率不大于 0.65

（7）为保证设备行车安全，走行平台除配备有手动式操作控制系统外，还应另外配备人机交互式触摸屏辅助驾驶系统。

（8）车轴应通过磁粉、超声探伤检验。磁粉探伤不容许存在表面及近表面裂纹；超声探伤不容许存在超过 ϕ3 平底孔当量的缺陷，出具相关探伤报告。

6.9 动态性能检测能力

检测速度 15Km/h（±0.5km/h）时，分别连续五次不间断检测直标定线（由 GTS-60SG-1、GTS-60SG-2、GTS-60SG-3 组成）和曲标定线（由 GTS-60SG-1、GTS-60SG-2、GTS-60SG-3 组成），除轨底锥孔，GTS-60SG-3 试块中的人工伤损外，其它人工伤损应能全部检出，并能正常报警。

6.11 动态性能检测能力

检测速度 15Km/h（±0.5km/h）时，分别连续五次不间断检测直标定线（由 GTS-60SG-1、GTS-60SG-2、GTS-60SG-3 组成）和曲标定线（由 GTS-60SG-1、GTS-60SG-2、GTS-60SG-3 组成），除轨底锥孔，GTS-60SG-3 试块中的人工伤损外，其它人工伤损应能全部检出，并能正常报警。

7. 验收以及培训

（1）对招标人人员的培训，投标人应提供相应教材和资料，对参加培训的人员应提供文本教材。验收前的系统培训时间不少于 3 天。对招标人人员培训前，投标人应提出相应的“培训计划”文件，列明培训科目、课时、方式、教材及考核等项内容，并提前一个月交招标人审核和确认。

（2）在设备出厂前，招标人人员需要到投标人地进行一次预验收和培训，厂家应提前 20 天，提供详细的验收方案（及培训方案）供招标人审核确认；涉及到在投标人地进行的培训和预验收，所发生的一切费用（招标人人员不低于 5 人次）由投标人提供。

（3）厂家需提供验收设备资料目录内容及各项检测合格证明。

附件 2：序号 17 便携式钢轨和道岔波磨激光检测仪（技术需求）

一、基本功能要求

（1）适用于道岔钢轨轮廓、轨底坡、轨距和水平数据动态同时检测，给出钢轨 GQI 值、轮廓、垂磨、侧磨、轨底坡、轨距及水平数据，更精确的指导打磨；具备检测数据远程同步传输、超限报警、数据回放等功能。

（2）适用于 1435mm 标准轨距的城市轨道交通车场、正线线路，可采集线路钢轨轮廓、轨底坡、垂磨、侧磨、波磨数据。测量时不受测量环境的电磁干扰，同时检测作业过程中不会扰动线路计轴磁头；测量仪与配备的电脑防护等级均需达到 IP65 级防尘防水。

（3）测量仪横向采用绝缘设计，绝缘等级 A 级电阻值大于 500kΩ。

（4）检测仪模块化设计，上道组装，下道拆卸，能在 30S 内上下道组装或拆卸完毕。检测装置各部件间及与显示界面的数据传输采用无线传输。

（5）仪器在轨面无异物的情况下，每 5mm 采集一次廓形数据，测量里程误差不超过 3%。仪器供电电池在设备外部,可单独拆卸,实时显示电池电量。

（6）仪器动态记录并测量道岔钢轨轨头，单个轮廓测量点数≥800，实时显示所测钢轨完整轨头外形轨廓图、垂磨值、侧磨值、轨底坡、轨距及水平值，并实时显示钢轨轨头 3D 图。

（7）所有测量结果值能在测量时实时显示，便于及时发现异常数据并现场复核。

（8）双轨式推行测量，连续测量道岔钢轨廓形。

（9）仪器综合廓形、轨距、水平测量数据,可对轮轨接触状态进行分析,出具报告。

（10）投标产品需通过省部级及以上计量测试中心检测，提供检测报告。

二、软件功能要求(需提供软件截图佐证)

1. 软件系统与界面

（1）软件界面有实时检测(实时检测包括道岔检测和正线检测)、回放处理、数据分析(数据分析包括廓形分析和综合分析)功能：

a）软件及报告能够对铁路上的起终点里程、线路名、车站名、测量时间、行别等进行输入，能够选择里程方向以及检测小车的方向,软件具有里程修正功能,文件保存的格式为文本格式,以增里程方向,左侧为左轨,右侧为右轨。

b）软件能够实时采集数据，显示连接状态和数据检测状态，能够实时显示当前里程位置和检测速度。

c）软件可对数据进行实时分析、回放及统计，实时模拟、显示双股钢轨轨头的三维图像。

d）在测量过程中,软件可以标记线路状态,包括侧磨、下颚变形、道岔、进曲线出曲线等。

e）道岔钢轨廓形连续式检测仪的最终测量结果给出完整轨头轨廓坐标数据图形,能显示当前轨廓的垂磨值、侧磨值、轨底坡、GQI 值、轨距值、水平值、波磨值、尖轨降低值和心轨降低值。

f）道岔钢轨廓形连续式检测仪测量的轨廓带有实际的轨底坡。高速铁路道岔钢轨廓形连续式检测仪可以正反向双方向双轨测量,具有单点测量和连续测量两种模式。

g）软件具备钢轨波磨测量数据波形图、分段波形图的实时显示,以及波形分段测量和不平顺测量尺等功能,并可设置波幅超限值,实现波磨峰值超限提示。

（2）分析软件能预置标准钢轨轨廓模板数据,包括 50 轨、60 轨、60N，也可导入其他钢轨廓形作为模板;

（3）软件可以设置钢轨磨耗垂磨和侧磨超限值,轨底坡显示区间范围;

（4）软件可以设置显示钢轨廓形质量参数 GQI 值、打磨量、对称性廓形偏差值、轨距角超限值、轨顶面超限值;

（5）软件具有打磨车的打磨报告生成功能;

（6）软件具有对标准钢轨廓形以及实测廓形进行匹配分析计算功能;

（7）软件具有对道岔钢轨廓形以及实测廓形进行匹配分析计算功能;

（8）软件界面应有图形和数字界面,能显示测量数据及位置,应能测量记录各种钢轨轨头轨廓、垂磨值、侧磨值、轨距、水平及轨底坡值。

（9）分析软件能根据波磨检测数据把原始数据划分为 10-30mm，30-100mm，100-300mm，300-1000mm，1000mm-3000mm 五个波段;可自设波磨采样窗长度,并实时计算出超限率，可自设波磨超限值(最大谷深和平均谷深)，软件自动计算得出所占超限比例；在并以 pdf 格式提供超限百分率报告，报告显示波磨的峰峰值、RMS 值和波磨超限率。除可按标准的四个波长（10-30mm，30-100mm，100-300mm，300-1000mm）分析外,可另提供不同波长进行分析。

2. 结果表达

（1）可给出钢轨打磨/铣磨前后峰峰值、廓形对比图,出具打磨/铣磨后钢轨波磨廓形验收报告;

（2）可得出钢轨质量状态评估分析报告。在报告中显示钢轨廓形对称性对比分析数据、钢轨廓形质量分析数据;在报告中,应能以图形及文字说明的方式识别和提示钢轨上存在局部缺陷及具体里程;

（3）可得出钢轨打磨建议报告;

（4）可给出钢轨磨耗及轨底坡分析报告,在报告中要显示钢轨垂磨、侧磨、总磨耗和轨底坡统计表,包括垂磨、侧磨、总磨耗的平均值和超限统计表;

（5）可得出钢轨道岔分析报告;在报告中显示钢轨廓形分析、和尖轨测量。廓形分析报告中包含 GQI、垂磨、侧磨、总磨耗的最大值、最小值、平均值和限值;

（6）可得出道岔钢轨打磨指导报告。在报告中显示在打磨角度-10°至 50°区间,显示打磨机的打磨量和打磨遍数;

（7）可得出钢轨焊缝检测报告。可以出具 1 米、3 米、6 米焊缝平直度的检测报告;在报告中显示接头平直度超限表和波形图,在接头平直度超限表里面显示接头的里程位置、高低接头类型、接头焊接类型(铝热焊或厂焊)、峰值、谷值和峰峰值;

（8）测量结果以图形和表格的形式显示，报告格式为 PDF 或 EXCEL,格式可选。

3. 主要技术参数

（1）测量方式:连续式非接触。

（2）拆装时间:30S 以内。

（3）一次工作时间:＞5H。

（4）整机重量:≤30kg。

（5）连接形式:无线传输控制。

（6）可检测钢轨类型:50 轨、60 轨。

（7）检测项目:道岔钢轨廓形、钢轨 GQI、垂磨、侧模、轨距、水平及轨底坡。

2 综合维修机自车间

2.1 适用范围

本次招标设备为机电专业的维修、检修、检测、试验设备。用于本线机电专业的检修维护保养及抢修等。

投标人应负责招标设备的安装、调试、工厂和现场培训及试运行。

2.2 设备总体要求

投标人可以根据国内其他项目经验提供满足或优于本清单规格的产品，且必须满足本线机自动设备维护、检修的需求，并应对设备使用的成套性负责。

所有设备、仪器制造、验收应满足国家和行业的相关规范和标准。

计量器具类设备需提供检测报告原件。

设备移交前第三方的相关检测及相关服务等需发生的费用包含在设备总价中。

交货时能够按照用户要求制作金属铭牌或者二维码/条形码标牌。

供货时提供产品说明及使用手册。

2.1 设备清单及技术规格

序号	设备名称	技术要求
1	管道疏通机	（1）额定电压：220V （2）疏通管径：20-150mm；疏通能力：30m （3）转速 400rpm；防护等级 1P44 （4)可使用 Φ10mm（滚筒内配置 7 米）,Φ16mm（配送 20 米）,Φ22mm（配送 20 米）三种规格的软轴。 （5）配有支架，可调整机器的角度和高度，更适宜多种环境下操作。※使用 Φ10mm 软轴，可清理管道范围 Φ20-75mm，疏通长度可达 7 米，特别适用于小管径或返水湾等复杂管道。 （6）使用 Φ16mm*2.5m 可拆装分段式螺旋弹性软轴，可清理管道范围 Φ20-100mm，软轴可任意加接延长，清理长度 30 米。

		（7）使用 Φ22mm*5m 可拆装分段式螺旋弹性软轴，可清理管道范围 Φ50-150mm,软轴可任意加接延长，清理长度 30 米。 （8）压下手柄，转速可达 400rpm.松开手柄，软轴停止转动。 （9）随机附件:Φ22mm 六五锰钢弹簧 20 米，共 4 根。Φ16mm 六五锰钢弹簧 20 米，共 8 根。Φ10mm 六五锰钢弹簧 7 米，滚筒装 1 根。Φ16mm 和 22mm 两种规格的刀具若干,均为六五锰钢无焊接带滑槽专业用刀具。
2	压力钳	出力 12T，行程 20mm；接压范围 16-300mm^2（铜）16-240mm^2（铝 ）
3	静音手推车	钢板手推车 600*900，配静音轮
4	存放架	尺寸：2000mm 长×600mm 宽×1800mm 高，5 层活动层板，4 层空间，单层承重 200kg； 立柱：40*80*1.0C 型钢材；横梁：40*60*1.0P 型钢材；层板为冷轧钢板，厚 0.8mm； 表面抛光后焊接，表面经酸洗磷化、除污、除油、除锈后，经静电粉末喷塑处理，保证涂层附着力强。
5	工具箱	尺寸（长×宽×高）：800mm*450mm*1100mm； 无门 4 层抽屉，每层承载 50KG； 带脚轮有锁止机构，两侧设置推把手，台面带围栏；冷轧板厚度不小于 1.0mm；浅灰色静电喷涂（7048 电脑灰）。车轮直径不小于 200MM。
6	便携式声级计	准确度：±1.5dB(在参考音压准，94dB@1kHz) 频率响应 31.5Hz ～8.5kHz 动态范围：50dB/100dB；分辨率 0.1dB 测量范围：30～130dBA；35～130dBC 操作/储存温湿度 0℃ to 50℃ < 90% R. H.；-10℃ to 60℃ < 70% R.H

7	风速仪	手持式,测量范围 0.5~30m/s; 工作温度-20~50℃；湿度<90%,数据保持背景光 量程 m/s：0.4~30.0±2.0%km/h：1.4~108.0±2.0% ft/s：2~98.5±2.0% ；knots：0.8~58.3±2.0%
8	红外测温仪	测量范围：-32℃-1050℃，精确度：最高测量精度:±1.8℃或 1.8%，分辨率：±0.1℃（℉），响应时间：250mS，支持数据保持显示、自动关机、背景光功能
9	接地兆欧表	测试电压 2500v,测量范围 500 兆欧，重复误差：0.01
10	轨道平板车	铝合金结构,钢钛铝合金载物平板采用多孔结构，不积水，不积尘，防滑; 载重大于或等于 700kg，轮内装两套滚动轴承，满足载重要求，运行时滚动灵活、省力、绝缘性能好、无噪音。满足在轨道上行驶不产生红/紫/粉光带，整车重量不超过 30kg，带手刹制动； 轮距：1435mm；载重量 1.5t 行走轮要求：直径 90 mm，绝缘轮；四轮尼龙绝缘 车身尺寸：L（1700-1900）*W（600-900）*H（180-220）mm
11	手推车	尺寸：768*418*80mm；三层；
12	应急抢修照明工具套件	含 2 个 led 防爆灯应急照明灯； 光源类型：LED，灯头功率≥2*48W，光通量≥2*4000lm，平均使用寿命≥50000h，连续工作时间：＞5.5h（IG770 发电机组一次注满燃油） 发电机额定输出电压：230V 额定输出功率/油箱容量：700W/1.55L； 升降杆：最小高度：720mm，最大高度：2300mm， 外形尺寸（长*宽*高）使用状态（降）≥485mm*340mm*720mm；使用状态（升）≥485mm*340mm*2300mm、重量≤23kg； 电源电压：220v，灯头外壳防护等级：IP65（灯头）/IP54（灯具箱体），产品保用≥3 年（含光源），3 年内出现任何问题，免费维修，提供市电输出插座，可外接电气使用；

		发电机控制面板上附带工作指示灯，便于实施掌控发电机工作状态。灯具效率高， 采用国际名牌高光效 LED 光源，高亮度，长寿命。采用变频数码发电机供电，燃油效率高，低噪音，无污染。
13	照度计	量程: 1-100000LUX 测量精确度:±4%(≤10000LUX) ±59%(> 10000LUX) 取样次数:2 次/秒；分辨率: 1LUX . 探头可向右旋转 180%/向左旋转 90°
14	电动螺丝批	锂电充电式电钻/起子机,使用直流无刷电机 最大扭矩(N·m)：硬扭 30/软扭 15 最大钻孔直径： 钢材 10 毫米，木材 19 毫米 最大螺钉直径 ：7 毫米 空转速率：齿轮 1 0-400 转/分钟；齿轮 2 0-1300 转/分钟 最大扭矩（硬扭/软扭） 30/15 牛顿米 电池容量 12 伏/2.0 安时; 配置充电器，充电时间 45 分钟
15	烟感试烟枪	共包含: 枪头、螺纹连接杆、手持杆、雾香液、充电器、注液器、六角扳手。 电池电压：DC7.4V,2200MA/H;充电器输出：DC8.4V,1000MA; 加烟测试：450-800 个；加温测试：>400 个；输出温度：>80℃; 烟源：环保型雾香液；温源：电子加热； 枪体总长度：2.7 米；枪头材质：航空铝材； 连接杆材质：航空铝材；外箱材质;PE
16	冲击钻	额定电压：36V；额定功率≥375W； 电池容量≥B36/2.4h,NiCd（86wh） 适用钻孔直径范围：4-16mm 负载转速：0-890r.p.m 锤击频率：0-5000 次/分钟；锤击力量≥1.5J

		机器重量≤4.7kg 产品功能：无极调速电子开光，可使用 K 型夹头或者快速释放夹头在木头、塑料和钢铁上钻孔，使用特殊螺丝套筒当螺丝起子用 。
17	潜水泵	流量：25m³；扬程：12 米；频率：50HZ；电压：220V；功率：1.5KW
18	光纤测试仪	操作温度：-10℃到+50℃；存储温度：-20℃到+50℃ 侦测器类型：InGaAs； 校准波长：850 纳米、1300 纳米、1310 纳米、1490 纳米、1550 纳米、1625 纳米； 测量范围：+10dBm 到-52dBm（850 纳米）；+10dBm 到-60dBm（1300 纳米、1310 纳米、1490 纳米、1550 纳米、1625 纳米）； 功率测量线型：±0.2dB（850 纳米）；±0.1dB（1300 纳米、1310 纳米、1490 纳米、1550 纳米、1625 纳米）； 功率测量值不确定性：±0.25dB； 高速熔接（7 秒） 高速加热（28 秒）；触摸屏操作；250μm、900μm 松紧套光纤通用夹钳；可选型加热器操作；支持双向熔接操作--双面式涂层夹

3 综合维修供电车间

3.1 适用范围

本次招标设备为供电专业的维修、检修、检测、试验设备。

投标人应负责招标设备的安装、调试、工厂和现场培训及试运行。

3.2 设备总体要求

投标人可以根据国内其他项目经验提供满足或优于本清单规格的产品，且必须满足本线工务设备维护、检修的需求，并应对设备使用的成套性负责。

所有设备、仪器制造、验收应满足国家和行业的相关规范和标准。

计量器具类设备需提供检测报告原件。设备移交前第三方的相关检测及相关服务等需发生的费用包含在设备总价中。

交货时能够按照用户要求制作金属铭牌或者二维码/条形码标牌。

供货时提供产品说明、操作视频、使用手册。

3.3 设备清单及技术规格

序号	名称	技术要求
1	**SF6 气体测试仪器**	检测方式：泵吸式双波无分散红外分光计（NDIR） 测量范围：0~2000ppm；精度：0.1ppm 不确定度：≤2％F.S 响应时间：≤1 秒；恢复时间：≤5 秒 内置可充电锂电池，连续工作大于 5 小时 重量：0.5KG；滤芯：PM1.0 工作湿度：≤90%；工作温度：-20~55℃
2	**便携式试验设备、仪器**	
2.1	毫伏发生器	1. 信号源技术参数规格 功能 & 范围 DC 电流: 0.000 – 22.000 mA 源 DC 电压: 0.000 – 25.000 V DC mV 电压: 0.000 – 27.000 mV；0.00 – 540.00 mV 电阻源: 45.00 Ohm ~ 3000.00 Ohm 热电偶: -200.0 ºC 最大高达 (ºC) J (1200 ºC), K (1370 ºC), N (1300 ºC), R (1760 ºC),

		遵从 ITS90 S (1760 ºC), T (400 ºC), B (1820 ºC), E (1000 ºC). RTD 温度计: -270.0 ºC 高达. Pt-100, 200, 500, Pt-1000 -60.0 ºC ~ 170.0 ºC Ni-1000 值选择 直接输入 从键盘输入, 步进 自由选择，上升或下降. 斜坡 可选择步进的上升或下降斜坡 2. 万用表技术参数规格 功能 & 范围 2 V DC 0.0000 ~ 2.0000 V 输入电阻 1.38 M Ohm 20 V DC 0.000 ~ 20.000 V 输入电阻: 593 k Ohm 200 V DC 0.00 ~ 200.00 V 输入电阻: 563 k Ohm 100 mA DC 0.00 ~ 100.00 mA 输入电阻: 10 Ohm 精度：VDC/mADC ±(0.1% 值 + 1 数字) 采样率 2 读数 / 秒. 3. 数据记录仪 校准器输入端产生的信号和万用表输入端的信号存储为表格，并从内部 RTC 添加日期和时间。 可设置测量窗口和两个时间间隔。当输入信号在窗口内时，数据以一个间隔存储。 在窗口外，它们以第二个间隔存储。数据可以上传到个人电脑上，以表格和图形的形式显示。软管理器支持 Windows 下的通信。 例如: 仪器输出 Pt-100 应用到过程发射机的输出 0～10V 的输入连接到万用表。
2.2	红外热像仪	**详见附件 1**
2.3	验电器功能检测装置	固定支架尺寸：≤240×68×313cm； 移动支架尺寸：≤50×40×259cm； 均压环尺寸：直径 100cm；均压球尺寸：5cm ； 可进行 66-330kV 验电器的启动电压、同相干扰、反向干扰等功能试验； 固定平台中电极可自由调节；各电极高度能自由调节
3	**微电脑交流电量测试仪**	交直流电流：40A/600A；交直流电压：600V 电阻测量：400Q/40000；通断测量：≤30Q 安全等级：CAT 1II 600V；开口尺寸：37mm；工作温度：0℃- 40℃（交直流钳形表）
4	**远距离红外测温仪**	数测温范围-10℃～300℃；测温分辨率 1℃； 测温误差≤100℃时±5℃；>100℃时±5%； 使用距离 5～40 米；距离系数 600：1； 最小目标 φ35mm；辐射率修正 0.40～1.00； 仪器功耗≤40mA； 仪器供电 2 节 9V 叠层电池或锂离子电池组 使用条件环境温度 0℃～50℃
5	**直流高压试验**	技术参数 200kV/5mA；

	器	额定电压（kV）200 ；额定电流 5mA 波纹系数 ≤1%； 额定功率（W）400 ； 倍压重量（kg）7.9 ；倍压高度（mm） 965 电压测量精度 数显表±（1.0%读数±2 个字） 电流测量精度 数显表±（1.0%读数±2 个字） 电压稳定度 随机波动，电源电压变化±10%时≤1% 空载电压可超出额定电压 10%使用十分钟最大充电电流为 1.5 倍额定电流；单相交流电源 50Hz 220V±10%；间断使用，一次连续时间最长为 30 分钟 工作温度：-10～40℃；室温为 25℃时≤85%湿度（无凝露） 带电容负荷能力 被试品电容量无限制；可用 1.5 倍的额定电流充电；高精度 0.75UDC1mA 单触按钮（精度≤1.0%）适合氧化锌避雷器试验
6	**电缆故障测试设备**	
6.1	电缆路径仪	1、全频接收功能 全频接收功能，预设 50Hz~200 KHz 之间多个主要探测频率，根据现场条件，选用最合理的探测频率，提高对复杂管线的探测能力。 2、信号接收 超高灵敏度接收线圈：动态范围高达 140dB，能够探测更深的管线和更远的距离； 特殊线圈接收技术：压缩信号响应范围，提高探测信号的分辨率和密集管线的定位精确度； 利用双线圈技术消除或抑制空间及地下邻近管线的电磁干扰； 抗杂波滤波器自动过滤干扰信号，提高探测信号的信噪比和信号稳定性，有利于密集管线的精确定位； 双核高速处理器提高信号处理与运算速度，管线定位、埋深测量速度快 ； 峰值信号标识以及清晰明确的彩色显示屏，让信号响应更加直观明确； 有限信号响应：有无管线一目了然，有效避免误测。 3、多种定位方法：不同信号接收方式适用不同管线条件，有利于在复杂管线条件下对探测结果进行对比和相互验证。 峰值法具有强大的抗干扰能力，在密集管线环境下精确定位和测深，适用于任意电压等级的高压线、密集和复杂管线条件，是管线探测的首选定位模式； 谷值法信号灵敏度较高，能够接收到深部管线信号，且探测距离较远，运用于探测大埋深或者长距离的单一管线； 宽峰法的抗干扰能力和信号灵敏度介于峰值法与谷值法之间，可用于探测大埋深的单一管线。 4、多种测深方法 平移测深法便于在复杂条件下亦能保证测深精度；

		直读测深方法适用于单一管线条件测深和深度参考。 5、技术参数 发射机: 显示：高清背光彩色液晶屏 工作频率：512 Hz~200 KHz； 发射模式：直连、感应、耦合； 短路保护功能； 匹配负载：自动匹配； 最大输出功率：10 瓦 内置可充电锂电池，充满后连续工作时间 10 小时 接收机: 显示：高清背光彩色液晶屏 导向：彩色智能罗盘追踪定位 两种无源探测频率（被动频率）：50/60Hz ；主动频率范围：50Hz 到 200kHz； 自动识别外接附件； 四种工作方式：峰值法、谷值法、宽峰法 峰距箭头； 信号强度: 图形定性显示和数字定量显示，范围 0～1000，可指示最大信号强度； 动态增益：范围为 0dB～100dB； 2、探测深度：最大探测深度 20 米； 声音指示：真实音调； 内置可充电锂电池，充满后连续工作时间 10 小时； 工作温度：-20℃+70℃。
6.2	电缆故障定位仪	1、功能用途 数字式电力电缆故障定点仪，配合高压信号发生器使用，具有时间差法、声磁同步法以及磁场强度法，多种定点方法于一体并相互验证，确保故障点的精确定点。 2、性能 自动测量声磁延迟显示距离故障点的远近。避免移动传感器时产生的刺耳噪音，保护耳朵。可以实时判断高压发生器是否在持续工作。在故障定位同时可以查看电缆路径，确保不偏离电缆。克服声音信号稍纵即逝的弱点。 辅助判断否捕捉到了故障信号而不仅依靠使用经验。在强光直射的户外和漆黑的夜晚液晶屏的内容依然清晰可见。 支持长达 9 个小时的连续测试。具有优异的抗震性及环境适应性，适用于凸凹路面，土壤路面，水泥路面，草地等各种复杂情况。 3、技术参数 声音信号通频带：中心频率 600Hz，带宽 300Hz。 信号增益：105dB；定位精度：0.1m。 电池：内置锂电池组。 功耗：300mA，可连续使用时间大于 9 小时； 充电器：输入 AC220V±10%，50Hz；输出 8.4V/1A。

		充电时间：约 1 小时；显示方式：320×240 液晶屏 使用条件：温度:-10℃－40℃，湿度 5-90％RH，海拔 <4500m
6.3	电缆故障测试仪	1、功能要求 电缆故障测试高压发生器，集成了直流高压发生器、高压电容、高压放电装置、安全放电装置的拉杆式高压装置，可用于各种电压等级电力电缆的故障测试。它能够产生直流高压，对故障电缆进行直流耐压测试或者烧穿测试，支持数字定位电桥测试故障距离；还可以产生冲击高压，使故障点击穿放电，配合脉冲测距仪和定点仪测试故障距离并精确定点。采用特殊结构工艺，接线简单、操作安全方便、体积小、重量轻的特点。包含电缆故障测试时能用到的所有测试方法、测试模式。电缆故障测试全程无需其它发射设备。 2、技术参数 功能：冲击放电、直流耐压、烧穿、智能化控制系统、高亮液晶屏、全自动安全放电、CO□双光束红外吸收检测法全触摸高亮彩色液晶电容屏 工作方式：单次、周期、直流(直闪) 输出冲击电压：0-35kV 连续可调 输出电容：4uF；输出冲击能量：2450J 放电周期：4～99s 连续可调（默认 4S） 输出直流电压：0-35kV 连续可调 烧穿电压/电流：35kV/50mA，支持不间断连续烧穿，无需考虑仪器的耐受性 CO□测量范围：0-10000ppm（显示），0-4000ppm（电压输出）； CO□灵敏度：1ppm；准确度：±50ppm 或±5%；±20 ppm 重复性+年漂移；响应时间<60s（22℃）； CO□温度测量范围：0-50℃（显示），0-40℃（电压输出）；温度分辨率 0.1℃，准确度±1℃； 供电电源：外接 220V 电源 工作环境相对湿度：工作温度：-10℃~55℃，存储温度：-20~70℃；相对湿度：RH≤85%（25℃） 外形尺寸及重量：480mm X255mm X492mm，36.3 Kg
6.4	带电电缆识别仪	识别功能：带电中、低压电缆（0-35kv 电缆）识别；停电电缆识别； 电缆类型：单相电缆，三相电缆，三相电缆+中性导体； 带电电缆测试参数：信号类型，电流脉冲；注入信号幅度 160A/80A 峰值；最大电网电压：440VAC； 断电电缆测试参数：信号类型，调频电流；注入信号功率：10W；最大回路阻抗：1000Ω； 最大电缆长度：可检测不小于 20km 的电缆；操作时间≥24 小时；

		接收机显示：极性，信号强度（彩色图形和准确数值），被测电缆类型，连接传感器的类型，IRMS 电流值，接收机电池电量； 设备需具有示踪装置，满足夜间工作的需求，保证测试人员人身安全，示踪装置防护等级 IP66，最大续航时间 20 小时，可采用多种不同方式进行示踪。 连接方式：测试带电电缆时发射机连接变压器的低压侧电缆线芯上，通过低压侧耦合信号到 10-35KV 电缆线芯，传播信号更远更稳定，采用接收机在 10KV 电缆进行识别。 发射机显示：连接方式（夹钳或直连），信号强度，Io 电流值，R 电阻值； 安全标准，电磁兼容: EN 61000-6-3, EN 61000-6-2；电磁安全: EN 61010-1 CAT IV 300V；防护等级: Class II；防护，发射机：IP65；接收机：IP54； 发射机≤315x255x150mm，≤3 kg；接收机≤120x220x65 mm，≤0.75 kg；
7	**接触网专用接地线**	
7.1	接触网专用接地线（柔性）	接地棒大双簧式杆长 4 米 2 节， 材质：玻璃纤维环氧树脂管，壁厚度 5mm。 接地线采用软铜丝合股成 70mm^2 软铜线 8 米，外覆透明护套绝缘层，配改进型轨道专用接地卡。
7.2	接触网专用接地线（刚性）	接地棒大双簧式杆长 3 米 2 节， 材质：玻璃纤维环氧树脂管，壁厚度 5mm。 接地线采用软铜丝合股成 70mm^2 软铜线 8 米，外覆透明护套绝缘层，配改进型轨道专用接地卡。
8	**接触网专用验电器**	DC1500V 高压直流（数显式）验电器 绝缘杆拉伸长度 4.5 米、伸缩节 4 节、缩回长度 1 米 、绝缘杆材质：玻璃纤维环氧树脂管、杆壁厚 5mm（淡黄色）。接地导流线线加长 12 米，绝缘护层为进口硅橡胶，4mm^2 软铜线、接地夹为铜制、绝缘杆插孔与导流线插头必须与原使用产品相匹配通用。 采用 4 位 LED 电压显示数码表、显示实际测试电压值；电池欠压指示功能；电源保护延时功能； 验电器自检功能、声光报警；充电指示功能； 接地检测采用钢轨吸附式数码显示屏。
9	**直流接地试验器**	
9.1	三极式接地电阻表	**详见附件 2**
9.2	标准电阻箱	输出电阻量程：100.000mΩ～20.0000MΩ；精度：0.02% 显示位数：5 位半（全量程） 分辨率：1μΩ 操作电压 200 V 热电阻：PT10-PT20000,Ni10-Ni20000 输出温度：-200℃～850℃

		最大负载: 5 W 切换方式: Fast / Smooth / Via short / Via open 全量程连续可调，数字键盘操作或程序可控操作。 具有自校准过程的精密仪器。该程序可以在没有任何机械调整的情况下校正电阻的任何偏差。 通讯接口：RS232，GPIB/USB/LAN 接口；自动计时功能：可最少以 2 毫秒的时间间隔输出电阻值，连续输出次数可达 6400 次
10	**维修照明灯具**	移动照明灯； 1.灯头部分采用 AL6061 材料，表面硬质阳极氧化处理，伸缩管、脚架匀采用超轻炭纤维材质，电池隐藏于脚架内，占用体积更少，配有把手方便携带。配用专用的包装箱便于运输和存放。 2.电池类型：汽车级锂电池； 3.电池规格：22.2V/21.9AH(486Wh)； 4.充电时间：＜8h； 5.充满电连续工作时间：强光＞4h、中光＞8h、弱光＞16h； 6.光源规格：3*50W； 7.额定功率：强光 150W、中光 60W、弱光 30W、警示灯 18W； 8. 1 米范围内地面水平照度＞4000lx，5 米范围内地面水平照度＞100lx； 9.配有定制的专用适本器可以外接 AC220V 应急电源，实现长时间 150W 恒功率工作； 10.灯头背面设有警示灯，灯具可通过手动开关和遥控器控制灯具照明灯和警示灯开启和关闭，遥控距离＞30 米，可通过遥控器开启或关闭强光、中光、弱光和警示灯等； 11.外形尺寸：≤1050mm*180mm*180mm； 12.整体采用三角支撑结构设计，电池位于三个支撑腿内，可以快速折叠和展开，收放简单携带方便，重量轻便。 13.整体采用三角支撑结构设计，电池位于三个支撑腿内，支撑腿可折叠，头部由三个灯头组成，灯头水平、竖直方向均可调节，从而实现 360°无死角照明和 3 个灯体并列集中对一个方向进行照明。 14.灯具底部设有磁控开关，任意状态下磁控开关上拉可以实现警示灯开启功能，设有 WIFI 式电量指示，可以分别显示 25%、50%、75%、100%状态电量。 15.设有 USB 5V 2A 输出，可以为其他电子设备进行充电。磁控开关处分别显示蓝色，绿色，白色，对应的输出功率分别为 30W,60W,150W. 16.升起状态最小高度：1760mm，升起状态最大调试：3600mm 17.重量：≤9.5kg；防护等级：IP66

11	**继电保护测试装置**	**详见附件 3**
12	**携带式发电机**	汽油发电机: 额定功率 4kw;最大输出功率 4.5kw；额定电压 230V 起动方式 手拉/遥控/电启动；单相（220V）电压 排量 224cc；油箱容积 7L;机油容积 0.6L 便携式手提，重量约 22kg
13	**接触网静态几何参数连续检测装置**	接触网几何参数测量仪（手推式）用于接触网的接触线高度(导高)、拉出值、轨距、超高、支柱侧面限界等几何参数的量。 检测能力:导高、拉出值、超高、轨距、侧面界限、红线标高、定位器坡度、支柱垂直度、承力索接触线高差、跨距、非支、自由测量 导高测量：3000mm-15000mm /精度±3mm； 拉出值测量：±3000mm /精度±4mm； 轨距测量：1410m-1470mm /精度±0.5mm； 超高测量：±200mm/精度±0.5nm； 侧面限界测量：2400mm-6500mm / 精度±4mm ; 500mm 处高差精度±4mm； 红线标高测量：精度±4mm； 线岔中心测量：精度±4mm； 承力索接触线高差：精度±4mm； 支柱垂直度测量：n%(n 精确到 0.01)； 非支测力：精度±4mm； 定位器坡度测量：1:nm 精确到 0.1； 自由测量测量精度：水平精度±4mm;垂直精度±3mm； 跨距(横向)精度：范围 70m 精度±5mm 供电方式：不低于 DC 24V 7.8Ah 锂电池。 精度等级：不低于 1 级(TB/T 3227-2010) 显示屏幕:笔记本电脑，不小于 10.4 寸触控屏。 站立操作，无需下蹲操作，整体式机身 变更地点时，绝缘滚轮可在轨道上推行，尼龙材质不导电 电动控制，±120°范围旋转，精准测量；旋转范围:外形尺寸:≤1680x565x1148mm(使时)1680x565x240mm(把手折叠后)； 工作温度:-35°到 50°；重量:不大于 16.8kg
14	**接触网专用维修抢修工具、材料**	
14.1	异物悬挂处理绝缘杆	3 节 6 米，螺旋接扣式，DC1500V，配杆头部刀据和钩尖
14.2	接触线校直器	用于接触线波浪弯的校直作业 校直规格：85mm^2-150mm^2 精调精度：精准微调手轮丝杠螺距≤1 毫米，调节轮每旋转 360°上升≤1 毫米;通过省部级权威机构的检测 校直性能：校直后的接触线平直度≤0.1mm/m,通过省部级

		权威机构的检测；机身带序列号便于追溯和维护保养 特种合金钢,硬度不低于 31HRC,通过省部级权威机构的硬度检测; 5 个钢轮,校直钢轮进行倒角设计免伤线;重量 ≤7kg
14.3	接触线扭面器	扭面器简要说明:用于电气化铁道检修,施工中校正接触导线局部扭曲的校正工具。目的是把扭面型高强螺栓的梅花头打断即可; 适用于 85mm²/110mm²/120mm²/150mm² 四种规格铜及铜含金接触线 性能:适用导线 CT85-110, CT85-120
14.4	接触网紧固夹具	用于接触线应急抢修及对接连接头的安装 适用范围 85-150mm² 各规格接触线 链条参数 直径不大于 8mm，链条强度不低于 VH 级，提供强度检测报告 导向轮 8 个；张力挂钩 2 个 操作空间：钳口不低于 214mm，提供无张力切断校直工作条件 安全要求：通过实验荷载不低于 50KN，保持 3min 卸载后主体开口误差值≤0.15mm 的检测，提供省部级检测报告、CE 认证证书；机身带序列号便于追溯和维护保养；重量≤10.8kg
14.5	定扭力扳手 16N·m	适用螺栓：M10 扭 矩 值：16N·m；测量精度：±4% 手　柄：高强度网纹滚花钢管防滑手柄 控制方式：无需拨动旋钮，即可调整扳手正转或反转。 套筒连接：一体式空心加长套筒 力矩提示：到达力矩值会听到“咔哒”声，并有明显手感。 具备吊弦专用定扭扳手一体套筒 尺寸：≤230×50×100mm；重量：≤0.4kg
14.6	定扭力扳手 25N·m	适用螺栓：M10 扭 矩 值：25N·m；测量精度：±4% 手　柄：高强度网纹滚花钢管防滑手柄 控制方式：无需拨动旋钮，即可调整扳手正转或反转。 套筒连接：一体式空心加长套筒 力矩提示：到达力矩值会听到“咔哒”声并有明显手感。 具备吊弦专用定扭扳手一体套筒 尺寸：≤230×50×100mm；重量：≤0.4kg
14.7	定扭力扳手 44N·m	适用螺栓：M12 扭 矩 值：44N·m；测量精度：±4% 手　柄：高强度网纹滚花钢管防滑手柄 控制方式：无需拨动旋钮，即可调整扳手正转或反转。 套筒连接：一体式空心加长套筒 力矩提示：到达力矩值会听到“咔哒”声，并有明显手感。 具备吊弦专用定扭扳手一体套筒 尺寸：≤230×50×100mm；重量：≤0.4kg

14.8	电子数显卡尺	测量范围：(0～150)mm；精度等级：±0.02mm
14.9	链条式手扳葫芦 0.75T；4m	用于接触网紧线作业；作业方向可水平及垂直作业使用； 张力不小于 7.5kN/0.75T； 链条参数直径不大于 5mm，链条强度不低于 VH 级，提供强度检测报告； 扬程不低于 4000mm，安全防护防逆棘轮不少于 2 个；防脱锁扣装置，防止高空作业坠落；通过中国有效的产品责任险担保； 安全性能挂钩带有检测尺寸数值，确保产品在安全系数范围内使用；通过省部级检测及 CE 认证，出厂检测 机身带序列号便于追溯和维护保养；重量小于等于 4.6kg
14.10	链条式手扳葫芦 1.5T；4m	用于接触网紧线作业；方向可水平及垂直作业使用 张力不小于 15kN/1.5T 链条参数直径不大于 5mm，链条强度不低于 VH 级，提供强度检测报告 扬程不低于 4000mm 安全防护防逆棘轮不少于 2 个；防脱锁扣装置，防止高空作业坠落；通过中国有效的产品责任险担保 安全性能挂钩带有检测尺寸数值，确保产品在安全系数范围内使用；通过省部级检测及 CE 认证，出厂检测 机身带序列号便于追溯和维护保养 重量小于等于 7.8kg
14.11	链条式手扳葫芦 3T；5.5m	用于接触网紧线作业；方向可水平及垂直作业使用 张力不小于 30kN/3.0T 链条参数直径不大于 5mm，链条强度不低于 VH 级，提供强度检测报告 扬程不低于 6000mm 安全防护防逆棘轮不少于 2 个；防脱锁扣装置，防止高空作业坠落；通过中国有效的产品责任险担保 安全性能挂钩带有检测尺寸数值，确保产品在安全系数范围内使用；通过省部级检测及 CE 认证，出厂检测 机身带序列号便于追溯和维护保养 重量小于等于 13.5kg
14.12	拉力带 1T	1T，2m
14.13	拉力带 2T	2T，4m
14.14	拉力带 3T	3T，6m
14.15	水平尺 600mm	铝合金材质 测量范围：(0～600)mm；精度等级：≤±(2+L)mm
14.16	水平尺 800mm	铝合金材质 测量范围：(0～800)mm；精度等级：≤±(2+L)mm
14.17	水平尺 1000mm	铝合金材质 测量范围：(0～1000)mm；精度等级：≤±(2+L)mm
14.18	接线盘 220V	额定电压 220V ；3×2.5mm^2 ；带漏电及过热过载保护；带 16A、25A 新国标插孔；线长 50m

14.19	铝合金升降梯	8 米铝合金伸缩梯
14.20	铝合金人字梯	伸长 2.3m;折长 1.18m
14.21	安全带	五点式
14.22	望远镜	放大倍数 7 倍；充氮防水 目镜口径 24mm；目镜 23mm 通光孔；物镜直径 50mm 出瞳直径 7.1mm；出瞳距离 24mm 视场角度 7°；视场范围 122m/1000m FMC 多层宽带镀膜；HD 高清镜片 调焦系统 中央调焦；最近调焦距离 6m 眼杯类型 旋升眼罩 棱镜系统 保罗系统；棱镜材质 BAK-4 视度调节范围：±3；目距调焦范围 56-72mm 目镜组成 4 片 3 组；物镜组成 2 片 1 组 产品尺寸 180x198x64mm；产品重量 950g
14.23	多用电源插座	10 位总控开关，全长 1.8 米
14.24	活动扳手 8#	8"
14.25	活动扳手 10#	10"
14.26	呆扳手 12×14	12×14mm
14.27	呆扳手 14×16	14×16mm
14.28	呆扳手 16×18	16×18mm
14.29	呆扳手 17×19	17×19mm
14.30	呆扳手 22×24	22×24mm
14.31	呆扳手 30×32	30×32mm
14.32	组合扳手	14 件套（8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,22,24）
14.33	两用快扳 22	两用快扳超薄 22"mm
14.34	两用快扳 16×18	两用快扳 16-18mm
14.35	内六角扳手 14	内六角 14mm
14.36	内六角扳手 1.5-10	内六角 1.5-10 mm，9 件套
14.37	内六角扳手 8	内六角 8mm 带手柄
14.38	锉刀	规格：6"-6"；总长:262-430mm
14.39	棘轮扳手	套筒接口 12.5mm；9.5mm 精密 90 齿方头接口，配相对应型号（16，17，18，19）的套筒使用；长度 255mm
14.40	尖嘴棘轮扳手 24	24mm
14.41	尖嘴钳	全长：150mm
14.42	锯弓	重型铝合金锯弓 12"
14.43	老虎钳 8#	8"
14.44	美工刀	产品尺寸：155*26mm 刀片材质:SK5 刀片规格：18mm，8 节刀头
14.45	十字起 150mm	规格：3-6*75-300mm 直径；3-6mm

14.46	一字起 150mm	规格：3-6*75-300mm 直径；3-6mm
14.47	套筒（16mm）	16mm
14.48	套筒（17mm）	17mm
14.49	套筒（18mm）	18mm
14.50	套筒（19mm）	19mm
14.51	套筒（20mm）	20mm
14.52	套筒（22mm）	22mm
14.53	套筒（24mm）	24mm
14.54	套筒（30mm）	30mm
14.55	铁锤（4P）	4P
14.56	铁皮剪	10 寸
14.57	铜锤（4P）	4P
14.58	1/2"六角风动长套筒（16mm）	16mm
14.59	1/2"六角风动长套筒（17mm）	17mm
14.60	1/2"六角风动长套筒（18mm)	18mm
14.61	1/2"六角风动长套筒（19mm)	19mm
14.62	1/2"六角风动长套筒（22mm)	22mm
14.63	1/2"六角风动长套筒（24mm)	24mm
14.64	1/2"六角风动长套筒（30mm)	30mm
14.65	接线盘 380V	额定电压 380V；额定电流 25A；带漏电及过热过载保护；带 16A、25A 新国标插孔；线长 50m
14.66	紧线器	适用范围：85—150mm^2 接触线；50—150mm^2 承力索
14.67	钢轨胀钉安装液压钳	用于胀钉、铜排的安装和拆除作业 最大出力 不低于 63.5kN 系统压强 不低于 70MPa/700bar 软管长度 不低于 900mm 机身带有 LED 灯；带序列号便于追溯和维护保养 供电方式 具有 CE 认证的 14.4V 5.0Ah 锂电池 安全性能 油管连接采用锁扣式；通过 CE 检测认证 组成部分 拉杆：OG13.2*1、OG10.5*1; 塞规:CAL19*1、CAL13.5*1 应用部位 标准轨、厚轨、尖轨、道岔; 可拆除铜套管，拆除后对钢轨无影响；重量 ≤4kg
14.68	便携锂电热风枪	电池 18V;升温时间＜6S；温度 300/500 度 2 档；最大风量 175L/min
14.69	组立零件盒 1	450*300*180mm

14.70	组立零件盒 2	600*400*220mm
14.71	组立零件盒 3	800*600*220mm
14.72	黄油枪	400CC
14.73	红闪灯	1、光源：美国 CREE 或同等级光源 LED 强光； 2、额定电压：3.7V。 3、容量：不小于 1.7Ah； 4、工作电流：120MA。 5、闪光频率：不小于 1.5HZ。 6、平均使用寿命：100000 小时 7、连续工作时间：长亮：大于 12 小时，频闪：大于 16 小时。 8、充电时间：小于 6 小时。 9、电池使用寿命：约 1000 次循环； 10、防护等级 IP65。底部装有强力磁铁，可吸附在铁轨上使用，设有电池充电充满 LED 显示功能
14.74	断线剪	900mm
14.75	手推小车	600*900mm
14.76	对讲机 400 兆	UHF 信道容量 32 个; 功率输出 <5W; 频率 403-527MHz 信道间隔 12.5kHz/25kHz 重量 约 322 克（紧凑 3000mAh 电池） 对讲机尺寸 约 130*55*40mm（高 x 宽 x 厚 3000mAh） 数字/模拟电池续航大容量 3000mAh 电池 28/21.5 小时 电源（理论值） 7.5V
14.77	对讲机 800 兆	电池性能 超高容量锂离子电池（1850mAh）>20 小时 彩色显示屏 130*130 像素屏幕 通话组 TMO 2048；通话组 DMO 1024 电话簿 1000 个条目 文本消息列表 20；状态列表 100 国家代码/网络代码列表 100 扫描列表 20 个名单，每单 20 组 工作温度 -25°CEJ+60°C；存放温度 -40°C 到+85°C 湿度 ETS300 019-1-7°Class 7,3E,8 小时高达 95% 灰尘和水 1P54(cat.2)-EC529°Class 冲击、跌落和振动 ETS 300 019-1-7 class 5M3 MIL-STD 810 D/E/F 频段 MHz 806-870；RF 信道带宽 kHz 25 发射 RF 功率（瓦）1；RF 功率准确性+/db A 和 B 接受机静态灵敏度 dBm；接受机动态灵敏度 dBm GPS 天线 螺旋型集成 TETRA 天线 灵敏度 152dbm/-182dbW；准确性 5-10 米 体积长 x 宽 x 高 125*50*37.5；重量 243g（带电池）
14.78	柴刀	材质：精选碳钢；总长：35cm
14.79	工具包	54*52*35cm 10 个；30*20*20cm 15 个

14.80	电动三轮车	整备质量：160-260kg；标定功率：850w 核载质量：300kg；电池电压：48-60v
14.81	电工组合工具	电工组合工具，每套件包含如下： 1 套 320W 交流电钻（含冲击、麻花头、木工钻头，碳刷） 迷你锯弓 6 寸；羊角锤 0.5LB； 活动扳手 8 寸、老虎钳 6 寸、水泵钳 10 寸； 9 件套内六角扳手组套 1.5-10mm； 短柄十字螺丝刀 38mm 2#、十字螺丝刀 #2x100mm、一字螺丝刀 3x75mm、十字螺丝刀 75mmO#； 6 件套微型螺丝批组套； 卷尺 5 米、测电笔 145mm、美工刀 165mm、螺丝零件 4-5-6-8mm、塑料零件、美工刀片 10 片、电工胶布 1 个、防水胶布 1 个
14.82	拉力计	指针式拉力计、最小分度值 500N，极限拉力 30kN
14.83	安全工器具工具柜	采用≥1.5mm 的冷轧钢板材料，经过 MIG 焊接方式；灰色，高宽深 2000*1100*450mm。 产品符合 DL/7 1145-2009 标准规定的要求。 柜子前面为钢化透明玻璃，能看到柜内摆放工具，也可根据要求做铁门。柜体颜色静电喷涂银灰色。柜内隔板能去能加上下可调。柜体内外采用 ABS 喷涂，再经过高温烤制，可以抗各类化学品物质的腐蚀。 可同时存放绝缘杆、验电器、接地线、绝缘手套、绝缘靴、带、防毒面具、绝缘绳、绝缘挡板、屏蔽服等工具用品、做到综合利用。 根据不同放置需求，选择不同内部结构拼装方式，适宜的放置使用，根据绝缘工具不同的尺寸，选择不同规格产品，以满足放置的需要。 具有工具取出使用完全不结露的功能。
14.84	刚性悬挂放线小车	适用于汇流排中 150mm²及以下接触线的拆装 线径标识 机身带接触线顶升刻度尺，刻印 120、150mm² 夜光标识 张紧轮 调整范围 58mm-79mm,锁紧旋钮带有夜光开关标识，有开合限界标识 安全装置带有 4 个防锁死垫圈；提供 CE 认证证书 连接螺钉采用内六角螺钉铆接；厚度不低于 12mm 滑动轮调整范围 62mm-92mm，4 个边缘带有倒角的滑动轮，一体式铆接设计 机体材质不低于 304 不锈钢，提供材质报告；机身带序列号便于追溯和维护保养 重　　量 ≤16kg
14.85	电动接触线校直器	用于接触线波浪弯的校直作业 校直规格 85mm²-150mm² 精调精度 精准微调手轮丝杠螺距≤1 毫米，调节轮每旋转 360°上升≤1 毫米,通过省部级权威机构的检测

		校直性能 校直后的接触线平直度≤0.1mm/m,通过省部级权威机构的检测 机　　身 带序列号便于追溯和维护保养 材　　质 特种合金钢,硬度不低于 31HRC,通过省部级权威机构的硬度检测 钢　　轮 5 个,校直钢轮进行倒角设计，免伤线 重　　量 ≤7kg
14.86	绝缘手套 35KV	35KV
14.87	绝缘靴 35KV	35KV
14.88	手提式防护探照灯	1、光源：美国 CREE 或同等级光源 LED 强光； 2、额定电压：11.1V。 3、容量：不小于 4Ah。 4、功率：功率：不小于 12W. 5、平均使用寿命：大于 100000 小时： 6、连续工作时间：强光：大于 8 小时，工作光：大于 16 小时。 7、充电时间：大于 8 小时(小于 8 小时)。 8、电池使用寿命：约 1000 次循环。 9、防护等级：不低于 IP65。产品为铝合金外壳如图所示。
14.89	LED 头灯	光源 LED 光源 额定电压：3.7V；额定容量 1.6Ah；额定功率：1\0.5W. 平均使用寿命：100000 小时； 连续工作时间：+强光大于 8h，工作光大于 16h。 充电时间：大于 8 时。 电池使用寿命：约 1000 次循环。
14.90	电压均衡器测试仪	MOV 测试电压：高达 900V 直流 MOV 测试电流：1MA NOM（0.8-1.2MA） 气体避雷器测试电压：高达 900V 直流 气体避雷器变化率：1KV/S NOM.（0.8-1.2KV/S） 测试电压时间：1.5 秒 显示器显示类型：3.5 数字液晶显示 电压精确度：+/-（1%+3V） 电压分辨率：1V 持续显示时间：15 秒 电源寿命大约能测试 8000 次空气避雷器或者测 MOV5000 次 自身资料：包括衬套和测试笔
14.91	防爆柜	双开门,手动,430L,外部尺寸高 1651*宽 1499*深 864mm，柜内标配有专用油桶滚轮 1 只，配有一块半深隔板，两门装有自闭器。 双层内壁结构，38mm 的隔气空间，内壁填充防火棉，有效提高耐火强度。柜内下端设有 51mm 的盛漏槽，外柜内侧带有消焰的双排气口。内外壁均采用环氧粉末涂料。两门分别装有三点连动锁具各一把。材质：宝钢优质钢板，

		厚 1.2mm。产品颜色，黄色。
14.92	货架	1800 mm×2000 mm×500mm，四层三格；浅灰色喷塑，耐磨损耐腐蚀，4 层可活动层板，每层承重 300kg
14.93	接地封线放置架	1780*1000*600mm
14.94	铁质四门工具柜	规格：H1850*W900*D500mm（浅灰色） 用材：采用 0.7mm 优质冷轧钢板(不含喷塑层)， 表面处理：酸洗磷化静电喷涂，柜体设计有模具压型结构；边角弧形设计；柜门外吊安装，能 180°打开；锌合金拉手。搁板采用双翻边结构，且可上下活动，使用方便，承载强度好。
14.95	接触网全参数激光测量仪	导高 范围:3000mm～15000mm，精度:±2mm 拉出值 范围:±3000mm，精度:±4mm 轨距 范围:1410mm—1470mm，精度:±0.2mm 水平（超高）范围:±200mm，精度:±0.5mm 红线 精度:±2mm 侧面限界 精度:±2mm 线岔中心 精度:±4mm；500mm 处高差，精度:±2mm 定位器坡度 1:n(n 精确到 0.1) 非支 精度:±3mm 锚段关节 精度:±3mm 承力索与接触线高差 精度:±3mm 自由测量 水平精度:±4mm，垂直精度:±3mm 跨距测量 范围:70000mm，精度:±5mm 岔心侧 导高 1 范围:3000-15000mm，精度:±2mm 拉出值 1 范围:±3000mm，精度:±4mm 导高 2 范围:3000-15000mm，精度:±2mm 拉出值 2 范围:±3000mm，精度:±4mm 高差 精度:±4mm 定位点 导高 1 范围:3000-15000mm，精度:±2mm 拉出值 1 范围:±3000mm，精度:±4mm 定位器坡度 1 1:n(n 精确到 0.1) 导高 2 范围: 3000-15000mm ，精度:±2mm 拉出值 2 范围:±3000mm，精度:±4mm 定位器坡度 2 1:n(n 精确到 0.1) 非岔心侧 导高 1 范围:3000-15000mm，精度:±2mm 拉出值 1 范围:±3000mm，精度:±4mm 导高 2 范围:3000-15000mm，精度:±2mm 拉出值 2 范围:±3000mm，精度:±4mm 高差 精度:±4mm
14.96	电压均衡器测	MOV 测试电压：900V 直流

	试仪	MOV 测试电流：1MA NOM（0.8-1.2MA） 气体避雷器测试电压：高达 900V 直流 气体避雷器变化率：1KV/S NOM.（0.8-1.2KV/S）测试电压时间：1.5 秒 显示器显示类型：3.5 数字液晶显示 电压精确度： +/-（1%+3V） 电压分辨率： 1V 持续显示时间： 15 秒 电源：9V 碱电源 电源寿命大约能测试 8000 次空气避雷器或者测 MOV5000 次 自身资料：包括衬套和测试笔
15	**接触网维修梯车**	
15.1	平台高度 2.5-2.7-2.9 米可调、可拆卸	平台高度 2.5-2.7-2.9 米可调，整体采用可拆卸结构，主体采用铝合金材料，底座采用不锈钢材料，所有连接件采用不锈钢材料 适用轨距：1435mm ；轴距：1700mm 梯身主体采用铝合金材料；主体铝合金圆管 Φ32*4mm 斜支撑不锈钢管；防滑踏杆，间距 400mm 平台框架全部采用铝合金材料 平台面板静态承重 350 公斤 平台 L 型角铝 50*50*5mm 平台加强方管 40*15*1.5mm 平台加强扁铝 30*5mm 平台面板 3.5mm 防滑花纹铝 平台框尺寸 900*900＊800mm 平台框底部加标识：专用梯车 请勿移动 登高车底座与连接制件采用不锈钢材料 底座不锈钢圆管 Φ38*3mm，底座尺寸 1760*1417mm 底座不锈钢连接件用 Φ38*3mm 的不锈钢圆管 底座框架一侧设置放物平台，尺寸不小于 540*1140mm 底座框架上安装有 4 个把手 4 个车轮采用绝缘尼龙轮，内装两个轴承，转动灵活、省力、噪音小；登高车两侧各安装有 1 个刹车系统 整车重量约 90 公斤
15.2	平台高度 3.6-3.8-4.0 可调，可拆卸	平台高度 3.6-3.8-4.0 米可调，整体采用可拆卸结构，主体采用铝合金材料，底座采用不锈钢材料，所有连接件采用不锈钢材料 适用轨距：1435mm ；轴距：1700mm 梯身主体采用铝合金材料；主体铝合金圆管 Φ32*4mm 斜支撑不锈钢管；防滑踏杆间距 400mm 平台框架全部采用铝合金材料 平台面板静态承重 350 公斤 平台 L 型角铝 50*50*5mm

		平台加强方管 40*15*1.5mm 平台加强扁铝 30*5mm 平台面板 3.5mm 防滑花纹铝 平台框尺寸 900*900＊800mm 尺寸 800*750＊1000mm 平台框尺寸 平台框底部加标识：专用梯车　请勿移动 登高车底座与连接制件采用不锈钢材料 底座不锈钢圆管 Φ38*3mm，底座尺寸 1760*1417mm 底座不锈钢连接件用 Φ38*3mm 的不锈钢圆管 底座框架一侧设置放物平台，尺寸不小于 540*1140mm 底座框架上安装有 4 个把手 4 个车轮采用绝缘尼龙轮，内装两个轴承，转动灵活、省力、噪音小；登高车两侧各安装有 1 个刹车系统 整车重量约 90 公斤
15.3	平台高度 3.9-4.1-4.3 米 可调	平台高度 3.9-4.1-4.3 米可调，整体采用可拆卸结构，主体采用铝合金材料，底座采用不锈钢材料，所有连接件采用不锈钢材料 适用轨距：1435mm ；轴距：1700mm 梯身主体采用铝合金材料；主体铝合金圆管 Φ32*4mm 斜支撑不锈钢管；防滑踏杆间距 400mm 平台框架全部采用铝合金材料 平台面板静态承重 350 公斤 平台 L 型角铝 50*50*5mm 平台加强方管 40*15*1.5mm 平台加强扁铝 30*5mm 平台面板 3.5mm 防滑花纹铝 平台框尺寸 900*900＊8000mm 平台框底部加标识：专用梯车　请勿移动 登高车底座与连接制件采用不锈钢材料 底座不锈钢圆管 Φ38*3mm，底座尺寸 1760*1417mm 底座不锈钢连接件用 Φ38*3mm 的不锈钢圆管 底座框架一侧设置放物平台，尺寸不小于 540*1140mm 底座框架上安装有 4 个把手 4 个车轮采用绝缘尼龙轮，内装两个轴承，转动灵活、省力、噪音小；登高车两侧各安装有 1 个刹车系统 整车重量约 90 公斤
16	**接触网检测仪器**	
16.1	电子式兆欧表	电阻范围 0.01M---5TΩ 精度：+（读数的 5%+3 位） 电压范围 250---5000V 以 50V 步进；精度：+（读数的 3%+3V） 电阻条形图显示 0---5TΩ 耐压测试 0---5000V 精度：+（读数的 3%+40 位） 泄漏电流 0---1.4mA 精度：+（读数的 3%+3 位） 电压范围 0---600V AC/DC 精度：+（读数的 3%+3V）

		电容范围 0---50uF 精度：+（读数的 5%+2 位） 输入阻抗 3MΩ 极化指数 0---99.9 精度：+（读数的 5%+2 位） 用途 3125，数显 500~5000V 档位可调，测量绝缘电阻。
16.2	万用表	电压：（0～1000）V;电流：（0～10）A;电阻：（0～40）MΩ：频率：10 Hz – 100 kHz；电容：0-60μF
16.3	接地电阻测试仪	测量范围(接地电压) (50/60Hz) 0-200V AC 测量范围(接地电阻) 0-20Ω/0-200Ω/0-2000Ω 精度(接地电压) 读数的±1.0%±4 数字 精度(接地电阻) 读数的±2.0%±0.1Ω(20Ω) 读数的±2.0%±3 数字（200/2000 读数的±2.0%±0.1Ω(20Ω) 耐压 3700V AC 一分钟 重量 约 540g(包括电池)；附件 电池 6 节,测试导线 7095×1 组；7094×1 组；辅助接地棒 8032×2 只便携包×1 个；颈带×1 条，使用手册 电源 1.5V 电池×6 节 R6P 显示 31/2 位数字液晶显示(读数 1999) 工作温度:在相对湿度 75%时,0℃-40℃； 存放温度:在相对湿度 75%时,10℃-50℃ 应用标准 符合 IEC529 IP54 JISCI304 电池寿命 每次 5 秒,间隔 25 秒,可测约 10000 次,连续测试 18 小时(指连续放开测试键)
16.4	回路电阻测试仪	测试电流：1A,5A,10A,50A,100A,150A,200A,250A,300A， 测试电流多档可调节；含电流钳 3m 最大输出电压：4.1V DC； 测量范围：0-3000mΩ； 分辨率： 0.1-999.9μΩ，0.1 μΩ； 1-9.999mΩ，0.001 mΩ； 10-99.99 mΩ，0.01 mΩ； 100-999.9 mΩ，0.1 mΩ； 1000-3000 mΩ，1 mΩ； ±(0.1%rdg+0.1%FS)0-1Ω±(0.25%rdg+0.25%FS)1Ω-3Ω； 保证: 0.1% ± 0.1% Fs 显示：彩色高清屏幕(可在阳光下读值)； 储存：2 GB SD 卡，可存储 1000 组数据； 通讯：仪器需内置蓝牙模块，与电脑进行通讯； 双接地功能，保护仪器和个使用人员的安全； 电池容量不小于 8200 mAh 锂电池；重量 ≤1 kg 工作温度: -10 °C to + 60 °C；储存 -30°C to 70 °C 湿度 95% RH 非结露；保护等级 IP67 (盒子盖紧)
16.5	绝缘电阻仪	固定测试电压：250/500/1,000/2,500/5,000 V 可调测试电压：40V ~ 5,000V (以 10V 或 25V 递增) 测量范围：

		500V：10kΩ ~ 2 TΩ 1,000V：10kΩ ~ 4 TΩ 2,500V：10kΩ ~ 10 TΩ 5,000V：10kΩ ~ 10 TΩ 电压 1 至 5,000V (15Hz 至 500Hz 或 DC) 电容 10 至 49.99μF(取决于测量电压） 泄露电流 0.000nA 至 6,000μA 干扰抑制 0.000nA 至 8,000μA 大型 LCD 显示屏; 有背光、可组态设置时间、锁定测试电压功能 计算参数：DAR(电介质吸收比)-PI(极化指数)-DD(电介质放电)-SV(步进电压) 电源：可充电锂电池（11.1 V, 5.2Ah） 电池寿命：30 天，每天 10 次 DAR 和 5 次 PI 测试 电气安规： IEC 61010-1（Cat. III 1,000V 或 Cat. I 2,500V）及 IEC 61557
17	**接触网维修设备**	
17.1	电动高枝链锯	产品电压：48-72V；空载电流：3A；功率：800W 切割高度：4-5M；切割直径：300—350 (mm)
17.2	双速液压钳	16-240mm² 液压压接钳，含模具一套
17.3	电动切刀	用于 Φ95mm 及以下铠装电缆的切割 供电方式 具有 CE 认证的 18V 5.0Ah 锂电池； 机体型式 启动键和回油键分离防止误操作；头部可旋转 180°；带横向的双 LED 灯 智能控制 机身带有 OLED 显示屏；触摸式感应按键、电池电量、照明开关、维修保养次数、蓝牙开关、产品型号序列号，通过 CE 认证,双速液压系统，提供智能控制系统软件著作权证书 机身设置 机身采用双色高强度耐磨防滑材料,顶部配备金属吊扣，尾部配有多角度可视反光贴条；带序列号便于追溯和维护保养 外形尺寸 ≤552×420×94mm；重量 ≤8.7kg 电源：18V 5.0Ah 锂电池，充满只需 30 分钟，标配 2 块电池，电池具有电量显示功能。
17.4	冲击电锤	空载转速：500r/min 锤击频率：>3200 次/分钟 钻孔直径：5-26mm；重量：4KG
17.5	电钻	13mm, 带钻头一套
17.6	切割机	适用于刚性接触网汇流排悬空和地面切割 转速不低于 4100r/min；切割精度 ±1mm 双 C 型夹具，机身带序列号便于追溯和维护保养 满足悬空和地面切割需求，汇流排切割无需拆除接触线 采用 120 齿 T 型锯片 电源 AC220V/50Hz；重量 ≤10kg

		锯片直径 355 mm 含锯片 2 套
17.7	钢轨钻孔机	用于轨腰、厚轨、尖轨、三轨、计轴等钻孔作业（配备 10 个 13.5mm 钢轨钻头） 钻孔范围 φ7-40mm 厚度 50mm 功率不低于 2200W 激光钻孔定位 四点接触式夹头，螺弹簧杆式，上下轨时间不大于 10 秒；固定夹具、扩孔夹具可选配 供电方式 DC 36V 12.6Ah、36V 外接电源接口 作业方式 开机使用连锁开关；手动：设置手动模式，手动按键操作；自动：设置自动模式，开机一键操作，自动打孔，完成打孔后停机、自动退回。 快速装卸钻头夹具 显示功能：品牌、型号、序列号、电量、LED 照明、激光定位、蓝牙、钻孔模式（标准/加厚） 机身带序列号便于追溯和维护保养；机身带有荧光警示带 根据钻头规格进行剩余钻孔数量显示、数据传输、故障提醒、欠压提醒、刀具监测 安全性能通过 CRCC 标准检验测试和 CE 认证； 机体结构 C 型结构，可用于单侧间隙 8cm 以上钢轨钻孔使用；冷却壶带有可打压式自喷冷却壶；重量 ≤18.5kg(含夹具 CDT-G)
17.8	充电式液压接触线切刀	用于接触线精确切割作业。 切割范围 120、150mm2 接触线，免换模具 切割效果 断面平整，对接间隙≤0.2mm，通过省部级权威机构的检测 手枪式，启动键和回油键分离防止误操作；头部可旋转 180°；双向 LED 灯，为作业点提供照明；机身带序列号便于追溯和维护保养 双速液压系统，提供智能控制系统软件著作权证书 供电方式 18V 5.0Ah 锂电池通过 CE 认证，液晶显示屏显示剩余电量 外形尺寸 ≤300×355×100mm；重量 ≤5.0kg 安全要求 机身上有腕带，防止高空作业坠落，整机通过 CE 认证；配件：通用切断模
17.9	多功能充电式液压钳	用于铜铝端子及中间接续管的压接作业 压接能力 400mm2 以下铜铝端子及中间接续管 出力不低于 130kN/13T 具有 CE 认证的 18V 5.0Ah 锂电池 启动键和回油键分离防止误操作；头部可旋转 180°；带横向的双 LED 灯 具备数据存储功能，记录工具压接数据不小于 20 万次，可通过数据线和蓝牙上传系统进行数据管理 当压接出力不达到预设值时，机器会发出蜂鸣声报警；无

		电回油 机身带有 OLED 显示屏；触摸式感应按键、电池电量、照明开关、维修保养次数、蓝牙开关、产品型号序列号，通过 CE 认证,双速液压系统，提供智能控制系统软件著作权证书；出力达到最大时停机保压，压接完后自动回油 机身设置 机身采用双色高强度耐磨防滑材料,顶部配备金属吊扣，尾部配有多角度可视反光贴条；带序列号便于追溯和维护保养 外形尺寸 ≤385×325×94mm；重量 ≤7.9kg 标准配置：充电式液压钳×1、压接模具（50-400mm²）、充电器×1、电池×2、工具箱×1、数据线×1、说明书×1
17.10	充电式螺帽切除器	用于各种生锈螺帽、防盗螺帽、滑丝螺帽、方形螺帽的破断拆除。 切除范围 16(M10)～27（M18)mm 油管长度 不低于 900mm 刀片参数 硬度不低于 56HRC,通过 CNAS 硬度检测报告，一副刀片即可完成 M10-M18 范围内的螺帽切割 机体型式 启动键和回油键在操作手柄上,实现单手作业及回油操作；带 LED 灯 智能控制 双速液压系统；内置高压安全阀，具备充电式液压工具智能控制系统软件著作权证书 供电方式 具有 CE 认证的 14.4V 5.0Ah 锂电池；液晶显示屏显示剩余电量，电池采用插扣式，防止脱落 机身形式 机身配腕带，防止高空坠落；机身带序列号便于追溯和维护保养；刀头采用楔形设计，便于螺母切割 重量 ≤5.5kg
18	**高压开关特性测试仪**	1、性能 时间：12 个断口的固有分、合闸时间，同相同期、相间同期。 重合闸：每断口的合－分，分－合，分－合－分过程时间：一分时间、一合时间、二合时间、金短时间、无电流时间值。 弹跳：每断口的合闸弹跳时间，弹跳次数，弹跳过程，弹跳波形; 每断口的分闸反弹幅值。 速度：刚分、刚合速度，最大速度，时间－行程特性曲线。 行程：总行程，开距，超行程，过冲行程，反弹幅值。 电流：分、合闸线圈的分、合闸电流值、电流波形图。 动作电压：机内提供 DC0～300V/20A 数字可调断路器动作电源，自动完成断路器的低电压动作试验，测量断路器的动作电压值。 2、特点 适用于国内外生产的所有型号的 SF6 开关、GIS 组合电器、真空开关、油开关的机械特性试验。

		超强的抗干扰能力，在 500KV 变电站旁路母线带电的情况下，也能轻松试验，精确测量。 通用测速传感器(选配)，直线行程速度传感器，旋转测速传感器，安装极为方便、简捷。 开关动作一次，得到开关机械特性试验所有数据及相应的波形图谱。 主机可存储现场试验数据，机内实时时钟，便于存档保存试验日期、时间。 主机大屏幕（10.7 寸）、宽温度、直透视、背景光液晶、全中文显示所有数据及图谱，液晶对比度电子调节、断电记忆。 中文菜单操作,使用方便。仪器内置打印机，随时快速打印所有数据及图谱。 三、技术参数： 1、使用环境 ①输入电源：220V±10% 50Hz±10%；大气压力 86～106kpa ②温度：-10～40℃；湿度≦80%RH 2、安全性能 ①绝缘电阻 ＞2MΩ ②介电强度 电源对机壳工频 1.5KV 耐压 10 分钟，无闪络与飞弧。 3、基本参数 ①时间：量程 20000.0ms；最小分辩率 0.01ms 误差 200ms 档位； 0.1ms ±1 个字 2000ms 档位； 0.1ms ±1 个字 20000 ms 档位； 1ms ±1 个字 ②速度：量程 20.00m/s；分辩率 0.01m/s 误差 0-2m/s 以内； ±0.1m/s±1 个字 2m/s 以上 ±0.2m/s±1 个字 ③行 程：量 程 分辩率 误 差 真空断路器 50.0mm 0.1mm 0.1±1 个字 SF6 断路器 300.0mm 1mm 少油断路器 600.0mm ④电 流：量程 20.00A 分辩率 0.001A ⑤输出电源：DC0～300V 数字可调/10A（瞬时工作），分辨率 1V。 ⑥外形尺寸：360mm(L)×280mm(W)×300mm(H) ⑦重 量：10kg
19	**蓄电池测试仪**	1. 设备用途 蓄电池巡检仪能够迅速评估蓄电池的退化状况，高精度、卓越的重复一致性和强大的抗干扰能力。 采用交流注入法对蓄电池内阻进行精确测量，无需放电即可安全在线检测，确保不会对蓄电池性能产生负面影响。

		适用于铅酸电池、磷酸铁锂电池和镍镉电池等多种电池类型的退化检测。 支持通过 WiFi 无线传输测试数据，实现数据上传至云管理平台。通过平板 APP 进行控制和任务工单化派发的功能，进一步提升了电池快速巡检的效率和便捷性。 2.主要功能 2.1 数据采集：该设备能够精确测量单体电池的内阻、电导、电压、温度以及连接条电阻，并能同步显示蓄电池的百分比容量。 2.2 宽电压测试范围：具备测量 0~100V 等多种规格电池的能力，量程覆盖 0~6000AH，能够自动评估电池的容量。 2.3 多测试模式：具备自动检测、手动检测、电压检测、复检、温度检测等多种检测模式；支持九种不同的电池参数模式设定，便于对不同型号的电池进行测试。 2.4 大尺寸操作屏幕：采用全彩触摸屏进行操作，数据展示简洁明了，并伴有智能提示报警功能。能够显示包括电池电压、电池内阻、连接电阻、测试状态、测试电流、温度以及测试电池组信息等多项参数测量值。 2.5 在线式内阻测试：可进行蓄电池在线测试和离线测试，两种测试方式均不会对测试结果产生影响。无需将蓄电池从系统中断开，以确保系统安全。 2.6 蓄电池报警：仪器自动显示每节蓄电池容量对基准的百分比，并显示电池真实技术状态（良好、告警、更换），当蓄电池容量小于标准容量 60%时，仪器自动显示该电池更换标识。 2.7 数据分析：配备分析软件，能够与个人计算机进行数据交换，具备分析测试数据的能力，涵盖电压、内阻、接触电阻、以及电池容量等数据的表格、柱状图和电池性能变化趋势图。 2.8 自定义信息：可编辑机房或站点名称、电池组名称、电池型号、电池类型、制造商以及安装日期等详细信息，实现历史数据的动态分级存储与管理，从而便于随时对这些历史记录进行比较和调用。 2.9 数据存储：具备内部存储与外部存储的模式。内部存储具备存储 999 组测试数据的能力，每组数据可记录多达 500 节电池的信息；并支持数据查询与分析等功能。管理软件方面，配备了适用于个人计算机的管理软件版本，该软件能够对测试数据进行归档管理，并能迅速生成相应的测试报告。 2.10 U 盘转存：支持通过 U 盘进行数据读取，只需将 U 盘插入电脑，使用上位机软件即可轻松进行数据读取。 2.11 产品配件：同时配备了探针型测试线缆和鳄鱼夹型测试线缆，可满足客户在不同工作环境下都可以快速便携的完成测试蓄电池的工作

		2.12 数据传输:设备内部增加数据传输功能,可在现场测试结束后直接通过 APP 将测试数据实时上传到局域网内网平台，数据上传为整个文档格式，上传后分配到具体电池组及解析，无需客户设定。 2.13 云管理平台: 平台可根据客户需求分配工单任务，用户可借助手机应用程序现场下载相应的测试任务，迅速执行测试工作；测试数据通过高速云计算进行处理和计算，根据不同的条件对各类电池组进行性能的统计和分类，并以多种图表形式进行展示和分析，以便快速检索。 2.14 电池数据库：方便轨道交通专用蓄电池的检测。管理后台提供机车常用蓄电池的主要评判指标，测量时可按蓄电池型号及生产厂家归类，测量结果可以快速对比，并对蓄电池的质量状态及预期使用寿命进行宏观统计判断，方便现场测量使用 3.技术规范 单体类型 2V、3.2V、6V、12V（0-100V） 内阻连接条测量 1μΩ--10000mΩ；精度 1%≦1μΩ 电导测量 10-1000000S；精度：1% 分辨率：1S 电压测量 0-100V DC；精度：0.2% 分辨率：1mV 内阻测量 0－9999mΩ；精度：0.5% 分辨率 电压：0.001V；内阻：0.001mΩ 重复性: ±2%+5μΩ 测试方式: 手动/自动 显 示 屏: 5 英寸彩色触摸屏 传输方式: 蓝牙、WIFI、平板 APP 数据传输分析 储存数据: 大于 5000 组，每组 500 节，不少于 10 万节数据 熔断器电阻量程: 10-2000μΩ；测量精度：5%+3μΩ；分辨率：2μΩ。 供电: 锂电池供电，电源 10.8V，可连续工作 10 小时，满足 2000 次测试 体积: 约 291mm×129mm×58mm 重量: 约 1.2kg
20	**高压试验成套装置**	
20.1	高压互感器综合测试仪	工作电源：AC220V±10% 、 50Hz 设备输出：0 - 3000Vrms2Arms （最大可设置 20A ） 大电流输出：0 - 1000A 励磁精度：≤0.5% （ 0.2%* 读数 +0.3%* 量程） 二次绕组电阻测量：范围：0.1 ～ 300Ω；精度：≤1.0% （ 0.4%* 读数 +0.6%* 量程） 二次实际负荷测量：范围：5 ～ 500VA；精度：≤0.5% （ 0.2%* 读数 +0.3%* 量程） ±0.1VA 相位测量(角差):精度:4min；分辨率:0.1min；比差精度:0.05% CT 变比测量:

		范围：≤25000A/5A （5000A/1A）；精度：≤0.5% PT 变比测量：范围：≤500KV；精度：≤0.5% 工作环境：温度：-10℃ - 40℃ ；湿度≤90% ；海拔高度：≤1000m
20.2	试验成套平台	1、平台桌 2 套，材质：实木板；颜色：深灰色、原木色双拼；形状：长条状，3m*1.5m。 2、高压互感器综合平台桌 1 套，材质：钢木；颜色：灰橡木色、原木色双拼；形状：长条状，2m*1.1m。 2、平台配套椅子 12 把，黑色，固定式扶手，刚性椅脚。
21	**自动充放电装置**	一、功能 1、集放电、充电、循环充放（活化）为一体，解决电池组维护人员所有的测试维护工作； 2、内置铅酸蓄电池组和铁锂电池组两种不同的维护模式，可根据电池组类型选择最优的充放电模式，达到最佳的测试维护效果； 3、针对城市轨道交通行业具有多种电压规格电池组的特点，设备兼容各种单体电压等级。高度智能化：采用智能操作系统，7 寸大屏幕触摸屏操控，内置多种无线传输方式，支持物联网化。因此不仅操作简单直观，物联网化功能让维护工作更加智能高效准确； 4、配备智能 APP 和管理平台：仪表配备 APP 和 B/S 架构的网络平台，可以在手机/平板/电脑上远程操控及查看整个的测试过程，对历史数据进行科学有序的管理和分析。 二、技术参数 充放电电压范围：2~300V 充放电电流范围：0~150A， 精度：±0.2%FS+5mV， 分辨率 ：0.01V， 数据通讯（PC）：WIFI、USB。 体积(mm)：512*296*340mm(±10mm)。 含移动平台 APP 测试平台 1 个，FGCD 管理平台 1 套，蓄电池后台分析软件 1 套 三、技术标准 货物标准：应符合中华人民共和国国家标准或行业标准；如果中华人民共和国没有相关标准的，则采用货物来源国适用的官方标准。这些标准必须是有关机构发布的最新版本的标准。投标时提供省级（含省级）以上计量院出具的产品性能检测证书和校准证书。
22	**接触网张力检测装置**	适用于各类安全带及安全带配件的静荷试验。如：全身式安全带、安全绳、安全带金属扣等。 伺服电机，功耗低、运行平稳、超低噪音。 设备四周装有安全防护网，可靠地保护试验人员的安全。 全功能数字控制系统，具有多通道负荷闭环控制功能，

		控制台尺寸:≤485*380*1080 mm 主机尺寸;≤1620*920*1990mm 主机电源:AC220V 1.5kW 50Hz 整机质量:≤1150kg 主机框架:框架式 最大试验力:20kN 测量范围:1%~100%F.S 过载能力:110%F.S 加载方式:变频液压加载 位移行程:1200mm 加载速率:0-300mm/min 位移精度：±1% 力值分辨率：0.001kN 力值准确度：±1% 力控速率调节范围：0.005%-5%FS/S 力控速率控制精度：速率<0.05%FS ±1%设定值以内 控制系统硬件： 全数字多通道闭环控制系统 可视化 PID 闭环调节方式 联锁保护：位移限位保护、力值过载保护、过热保护、电压过载保护 数据采集频率：≥100Hz 闭环控制速率：≥100Hz 控制软件：支持各种复杂试验；支持功能导航；支持管理员、实验员两种模块化定制；试验流程化定制，方便用于自定义试验规程
23	**变电检修设备**	
23.1	防爆强光电筒	额定电压 DC14.8v 额定容量 24Ah 防爆等级 Ex dia II CT6 平均使用寿命 ≥100000h 连续放电时间 ≥10h（工作光）/≥5h（强光） 电池充电时间 5h 电池使用寿命 ≥1000 次（循环） 外壳防护等级 IP68
23.2	防爆柜	单开门，手动，容量不小于 45L， 外部尺寸高不大于 889*宽 591*深 457mm， 柜内标配一块隔板，材质：钢板厚不小于 1.2mm，双层内壁结构，38mm 的隔气空间，内壁填充防火棉，有效提高耐火强度。 柜内下端设有不小于 51mm 的盛漏槽，外柜内侧带有消焰的双排气口。CL90；内外壁均采用环氧粉末涂料。 产品颜色：黄色。 产品通过 CE 认证，提供耐火测试报告、防爆测试报告。

23.3	接线盘 380V	三相 380V ；3*2.5mm^2+1*1.5mm^2 * 50 米国标线； 电磁式漏电保护器，过热过载保护器，阻燃 ABS 工程塑料面板； 三节伸缩式拉杆，拉杆伸长后高度可达 830mm，搭配两个橡胶静音轮，移动方便 380V/25A 插座 1 个，380V/16A 新国标插座 1 个，220V/10A 新国标插座 1 个
23.4	电动切刀	用于 Φ95mm 及以下铠装电缆的切割 供电方式 具有 CE 认证的 18V 5.0Ah 锂电池； 机体型式 启动键和回油键分离防止误操作；头部可旋转 180°；带横向的双 LED 灯 智能控制 机身带有 OLED 显示屏；触摸式感应按键、电池电量、照明开关、维修保养次数、蓝牙开关、产品型号序列号，通过 CE 认证,双速液压系统，提供智能控制系统软件著作权证书 机身设置 机身采用双色高强度耐磨防滑材料,顶部配备金属吊扣，尾部配有多角度可视反光贴条；带序列号便于追溯和维护保养 外形尺寸 ≤552×420×94mm；重　　量 ≤8.7kg 电源：18V 5.0Ah 锂电池，充满只需 30 分钟，标配 2 块电池，电池具有电量显示功能。
23.5	冲击电锤	额定转速时的冲击率 0 – 5,100 bpm 额定转速 0 – 1,300 rpm；额定输入功率 820 W 单次锤击力 3.2 J 工具尺寸（长度）402 mm（高度）216 mm；重量 3.1 kg 夹头 SDS plus 钻孔范围 在混凝土中的钻孔直径，锤钻钻头 4 – 28 mm 使用锤钻钻头在混凝土中的理想应用范围 8 – 16 mm 使用岩心切割机在混凝土中的钻孔直径 68 mm 石材最大钻孔直径，岩心切割机 68 mm 金属最大钻孔直径 13 mm 在木材中的最大钻孔直径 30 mm 在混凝土中的钻孔直径，带吸尘装置 4 – 16 mm 电动工具的 A 级噪音等级通常如下：声压级 dB（A）；声功率级 dB（A）；不确定度 K= dB.
23.6	电钻	电池电压 18 V 扭矩（软/硬/最大）21/50/- Nm 空载转速（1 档/2 档）0 – 500 / 0 – 1,900 rpm 重量：不包括电池 0.93 公斤 电池型号 锂电池 夹头直径：最小/最大值 1.5 / 13 mm 扭矩设置 20+1 在木材中的最大钻孔直径 35 毫米 在钢材中的最大钻孔直径 10 mm

		最大螺钉直径 10 mm 振动排放值 ah 1.2 m/s² 不确定性系数 K 1.5 m/s² 声压级 72 dB (A) 声功率级 83 dB (A) 不确定性系数 K 5 dB 动排放值 ah 1.2 m/s² 不确定性系数 K 1.5 m/s² 电动工具的 A 级噪音等级通常如下：声压级 dB（A）；声功率级 dB（A）。不确定度 K= dB.
23.7	货架(四层三格)	规格：H2000mm*W1800mm*D500mm（四块层板三层） 颜色：电脑灰 静电喷涂 55*55 立柱，立柱不含涂层厚度: ≥1.45mm 不含涂层层板厚度：≥0.8mm 板，中 A 型货架 ；含安装；
23.8	铁质四门工具柜	规格：H1850*W900*D500mm（浅灰色） 用材：采用 0.7mm 优质冷轧钢板(不含喷塑层)， 经模具化钣金流水线精工而成，耐压强度大、抗冲击不易变形。 表面处理：酸洗磷化静电喷涂，柜体设计有模具压型结构;边角弧形设计；柜门外吊安装，能 180°打开；豪华锌合金拉手。 搁板采用双翻边结构，且可上下活动，使用方便，承载强度好。
23.9	工具箱	规格：H1100*W800*D450mm 六抽式（颜色：电脑灰） 用材：采用≥0.7mm 优质冷轧钢板(不含喷塑层)， 经模具化钣金流水线精工而成，耐压强度大、抗冲击不易变形。 表面处理：酸洗磷化静电喷涂，抽屉滑轨为优质双轨，抽拉灵活，结实耐用，噪音极低;每层承重可达 100KG。底部须有 4 个可刹车滚轮。
23.10	手推小车	0.5t 钢板加厚 静音尼龙轮
23.11	扭力扳手	数显，0-28NM
23.12	组立零件盒 1	450*300*180mm
23.13	组立零件盒 2	600*400*220mm
23.14	组立零件盒 3	800*600*220mm
23.15	便携锂电热风枪	电池 18V;升温时间＜6S；温度 300/500 度 2 档；最大风量 175L/min
23.16	多功能充电式液压钳	用于铜铝端子及中间接续管的压接作业 压接能力 400mm² 以下铜铝端子及中间接续管 出力不低于 130kN/13T 供电方式 具有 CE 认证的 18V 5.0Ah 锂电池 机体型式 启动键和回油键分离防止误操作；头部可旋转 180°；带横向的双 LED 灯 数据存储 具备数据存储功能，记录工具压接数据不小于

		20 万次，可通过数据线和蓝牙上传系统进行数据管理。 报警功能 当压接出力不达到预设值时，机器会发出蜂鸣声报警；无电回油 智能控制 机身带有 OLED 显示屏；触摸式感应按键、电池电量、照明开关、维修保养次数、蓝牙开关、产品型号序列号，通过 CE 认证,双速液压系统，提供智能控制系统软件著作权证书；出力达到最大时停机保压，压接完后自动回油 机身设置 机身采用双色高强度耐磨防滑材料，顶部配备金属吊扣，尾部配有多角度可视反光贴条；带序列号便于追溯和维护保养 外形尺寸 ≤385×325×94mm 重　　量 ≤7.9kg 标准配置：充电式液压钳×1、压接模具（50—400mm2）、充电器×1、电池×2、工具箱×1、数据线×1、说明书×1
23.17	对讲机	频率范围：UHF:403-480MHz； 发射功率：1-4W； 信道数 16 个； 锂电池容量：不小于 1750 毫安时；C1200 标配：1 块锂电池，1 个充电器； 模拟/数字双模式； 直通模式下双时隙同时通话； 符合数字移动无线电（DMR）标准 1；
23.18	9 件基本维修组套	1 件 沾塑柄活动扳手 8" 1 件 T 系列双头螺丝批#2&6MMx100MM 1 件 钢丝钳 6". 1 件 尖嘴钳 6"6 1 件 钢卷尺 3Mx16MM 1 件 钢管柄羊角锤 0.5 磅 1 件 普通型测电笔 145MM 1 件 铝合金手电筒 1 件 塑柄美工刀 8 节 18x100MM 世达 06004
23.19	玻璃纤维柄羊角锤	规格：1 磅，全长 L=330mm，锤头材质：钢材。
23.20	电吹风	功率 1000W
23.21	断线钳	655mm;
23.22	螺钉旋具	6 件套
23.23	扳手	19mm
23.24	美工刀	锌合金美工刀 18x100mm 产品尺寸 16.75x2.15x4.1cm；单件净重(KG)0.14 锌合金刀身 & TPR 手柄；刀片：SK2； 尾盖带刀片折断功能。
23.25	万用剥线钳	170mm

23.26	镊子	115mm；
23.27	钢扁凿	12mm
23.28	钢丝钳	6"
23.29	硅胶枪	9" 适用 300ml 硅胶
23.30	活动扳手 10 寸	10"寸
23.31	活动扳手 12 寸	12"寸
23.32	铝合金方管锯弓	6"寸
23.33	铝合金管子钳	18 寸美式重型络钒钢 450mm
23.34	双把铆钉枪	10"
23.35	塑柄剪刀	长 150mm 塑柄
23.36	T 柄花形扳手 45	T45
23.37	T 柄花形扳手 30	T30
23.38	专业日式斜嘴钳	7"
23.39	镰刀	锻打铁制 带木柄铁路工务专用
23.40	加油漏斗	漏斗外径 13cm，总长 35cm，漏斗身 6.3cm，出水管高管口直径 3.5cm，伸缩导管，过滤网，一体压制成型、柔韧性强，防腐蚀。
23.41	救生衣	成人加厚
23.42	双头十字批头	S2 合金钢，刀头规格 PH2#，全长 65*PH2mm，
23.43	水枪增压泵	功率：1600W（交流电源驱动）；最大压力：8MPa 水量：15L/分钟；射程：10 米；转速：2800RPM； 参考重量：27kg（含轮式拖动结构）。 用途：工业设备、地面、车辆等硬表面清洗；不锈钢机身，冷水型设计，移动方式为轮式拖动，
23.44	20 件套丝锥板牙套装	合金钢，丝锥扳牙套装，细牙螺纹，螺距：0.5-14mm，尺寸：34-200mm，精度 20pcs
23.45	电讯组合工具	包含电工刀、电烙铁及烙铁架、防静电刷、万用表、吸锡器、绝缘胶带、6.3mm 系列套筒、活动扳手 150mm、一字型旋具头、十字形旋具头、花形旋具头、长六角旋具头、十字形螺丝批、一字型螺丝批、数显测电笔、十字微型螺丝批、一字微型螺丝批、尖嘴钳、斜口钳、锡丝、手电筒、剥线钳、卷尺等
23.46	防静电地板吸盘	气泵吸盘（带压力表），吸盘直径 200mm，高度 85mm，材质 ABS，承重 120kg。
23.47	电动修枝剪	锂电池；58V-4Ah， 电机类型：永磁直流有刷电机， 工作时间：连续工作 45min 以上，10*10cm 方木切割片数不小于 120 片， 操作杆：直径 26mm 高强度铝管， 工作高度：2.8 米（可选装 4 米）三节式铝合金快拆结构，

		机油箱容积：80ml， 导板：12 寸美国 OREGON 导板，防反踢， 链条： OREGON 锯链，锋利耐用， 净重：≤5.3kg（不含导板链条），≤7.5kg（含电池）
23.48	液压车	载重能力：不小于 2.5 吨 起升高度：不小于 200mm；最低高度：不小于 85mm
23.49	便携锂电热风枪	电池 18V;升温时间＜6S；温度 300/500 度 2 档；最大风量 175L/min
23.50	自吸泵	吸入 DN25,排放 DN25,重量 15KG 流量(MAX) 7m³/h ；吸程(MAX) 8m ；扬程(MAX) 55m 承压 10bar 电源/频率 1~230V，50~60Hz ；电流 10.5A 额定功率 P2 1.1kw 防护等级 IPX4 ；介质温度 0°℃~40℃
23.51	潜水泵	QDX25-12-1.5（液下式）出水孔径 60mm；出水配 10 米 PVC 防爆管，含卡箍
23.52	电缆外护套剥除器	工具一机四用可用于剥除外半导体层、主绝缘层、外护套，以及绝缘层倒角，为现场制作电缆头的制作有效的节省时间，提高工作效率，可以配合电动剥皮工具一起使用。可用于末端的最后 50mm 操作，绝缘层表面光滑，在绝缘层与外半导体层有过渡； 剥外半导体层：通过调节螺丝可随意调整剥皮深度，满足正常的剥切，将剥除器的滚轮与电缆紧密结合，即使电缆轻微的形变剥皮刀仍能紧贴在电缆上，剥皮器的导向轮可以控制剥皮器的剥切深度，刀片保证绝缘层剥切后绝缘层的光滑程度，绝缘层与半导体层间约 10°的过度。易于电缆端子及接头的连接。 剥绝缘层及外护套：带角度调整的刀具可以用于绝缘层的剥除，角度的大小直接影响剥切的速度，保证切刀与导体之间有 1mm 的间隙，包括外半导体层。绝缘层及内屏蔽层可一次性剥除，达到所需长度时，将角度调为零，绝缘层自动切断的同时保证剥切效果。 剥绝缘层的刀片也可用于切割不同的外护套。 带有润滑导向轮，不需要在电缆表面涂抹辅料；可在直径 15-80mm 的电缆使用；重量轻便可以手提式轻松工作；任何电缆的微量形变都不会影响使用
23.53	标签打印机	打印方式 热转印 电脑接驳式 内存(MB) 2M 最高打印速度(mm/s) 80； 最高打印速度(mm/s) 80；最大打印宽度(mm) 27.1 分辨率 720×360dpi（HG 标签色带） TZ 标签色带宽度: 3.5、6、9、12、18、24、36(mm) HG 标签色带宽度: 6、9、12、18、24、36(mm) 接口类型 RS-232C、USB 端口(3.0 协议)
23.54	真空泵	电压：380V，频率：50Hz，

		功率：不大于 1.5KW，转速：1500rpm/分钟， 真空度（mbar） ≤0.5，流量（M^3/h）59， 噪音不大于 60（dB），进气口 G5/4，油量不大于 2（L）， 基本尺寸（长*宽*高）不大于 480*320*265mm
23.55	吸尘器	吸入频率：20%；功率 1500W；额定评率：50HZ 最大真空度：20kpa 噪声：＜84dB（A）ZTBJ1500-0201 额定电压：220V‘功率调节范围：350W-1500W
23.56	轴用曲口卡簧钳	9"外卡簧；德式
23.57	螺丝批	6×38mm
23.58	千斤顶	2.0T
23.59	撬棍 1	锻打铁制 小号 500mm 铁路工务专用
23.60	撬棍 2	可调式撬棍 16x210mm，180°可旋转头
23.61	防爆 LED 棒管灯	1、光源：美国 CREE 或同等级光源 LED 强光；泛光不小于 9W,电筒不小于 5W,具有红光警示灯； 2、工作时间：泛光不小于 10h,电筒不小于 10h,警示光不小于 20h， 3、产品质量小于 800g, 4、电池容量不小于 2.2Ah； 5、防护等级不小于 IP65;
23.62	套筒棘轮扳手加长杆	10mm 系列接杆加长杆套筒接杆扳手短接杆延长杆中飞接杆 86-208-1-22（10 英寸）
23.63	电工刀	直刃木柄 70mm
23.64	电烙铁	30W；
23.65	钢丝钳	6"
23.66	工具包	规格 17，L*W*H=440mm*330mm*300，高级 900D 涤纶布，经久耐磨，加厚内衬，耐磨损，多布袋设计。
23.67	活动扳手 8 寸	8";25mm
23.68	尖嘴钳	6 寸，材质：60CrV，嵌体硬度 HRC42-48，刃口硬度 HRC56-62，切断能力：硬刚丝≤1.4mm，铁丝≤1.8mm，厚 10mm，长 165mm，宽 55mm。
23.69	螺丝批 7 件套	7 件绝缘螺丝批组套 一字: 2.5x75mm；4.0x100mm；5.5x125mm；6.5x150mm; 十字:#0x60mm, #1x80mm, #2x100mm
23.70	螺丝批组 15 件套微型	配件：棘轮手柄，套筒转换接杆 十字：PH0、PH1、PH2； 一字：SL4、SL5、SL6； 花形：T15、T20； 六角套筒：6mm、7mm、8mm、9mm、10mm
23.71	斜嘴钳	7"
23.72	测电笔	12-250v;夜视型
23.73	除湿机	操控方式：轻触式按键 噪音：50dB ；名义除湿量：3.9kg

		外接排水管； 24 小时定时功能 压缩机式除湿；日除湿量：138L；干衣容量：8000g 额定电压：220V；额定功率：1300W 水箱容量：0.1L 产品尺寸（mm）≤600*382*1000
23.74	绝缘手套 AC35kV	AC35kV
23.75	绝缘靴 AC35kV	AC35kV
23.76	接线盘 220V	额定电压 220V 3×2.5mm^2，带漏电及过热过载保护；带 16A、25A 新国标插孔；线长 50m
23.77	电子驱鼠器	尺寸：13.5cm*8.5cm，材料：阻燃外壳，内置微电脑芯片，变频，电压：AC220V/50HZ
23.78	验电器 AC35KV	AC35kV 电容型高压验电器带声光报警; 可伸缩式，绝缘杆拉伸长度 1.5 米 伸缩节 5 节 缩回长度 0.46 米 启动电压 5.25-14 绝缘杆材质：玻璃纤维环氧树脂管,壁厚 3mm。铝盒包装。 含附件：手持工频信号发生器 35kV,检查使用前验电器是否失灵，确保安全使用。
23.79	35kV 接地封线	由绝缘操作杆、导线夹、短路线、接地线、接地瑞子、汇流夹、接地夹等组成。可实现 3 相短路并接地。 35kV 接地棒、杆长 1.5m。 材质：玻璃纤维环氧树脂管，壁厚度 3mm。 70mm^2 软铜线 3 根×2 米/根+接地线 10 米。 具有残压放电功能，测试电阻小于 0.1 欧姆以内
23.80	直流开关柜接地封线	DC1500V，由导线夹、短路线、接地线、接地瑞子、汇流夹、接地夹等组成；1 个接地线、长 10m；接设备端 70mm^2 软铜线 3 根×2 米。
23.81	电工组合工具	电工组合工具，每套件包含如下： 1 套 320W 交流电钻（含冲击、麻花头、木工钻头，碳刷） 迷你锯弓 6 寸；羊角锤 0.5LB； 活动扳手 8 寸、老虎钳 6 寸、水泵钳 10 寸； 9 件套内六角扳手组套 1.5-10mm； 短柄十字螺丝刀 38mm 2#、十字螺丝刀 #2x100mm、一字螺丝刀 3x75mm、十字螺丝刀 75mmO#； 6 件套微型螺丝批组套； 卷尺 5 米、测电笔 145mm、美工刀 165mm、螺丝零件 4-5-6-8mm、塑料零件、美工刀片 10 片、电工胶布 1 个、防水胶布 1 个
24	**电气试验设备**	
24.1	微水测量仪	测试方法：阻容式 测量范围：-80℃ ~ +20℃；精度 ≦1℃； 分辨率 0.01℃或 1PPm 响应时间：露点在+60℃ ~ -20℃时, ≦1min;-20℃~ -40℃时,≦3min;-40℃~ -60℃时,≦5min;

		显示 露点℃、PPMV、温度、压力、流量同屏显示 交直流两用，锂电池可连续工作 8 小时,过充保护 操作环境温度：-20℃～+60℃；压力： ≤1.5 Mpa 输出接口 RS232 或 4～20mA 电流（露点输出） 进口快插进气管道：加长 Φ4 四氟管；≤5kg
24.2	绝缘电阻仪	固定测试电压：250/500/1,000/2,500/5,000 V 可调测试电压：40V ~ 5,000V (以 10V 或 25V 递增) 测量范围： 500V：10kΩ ~ 2 TΩ 1,000V：10kΩ ~ 4 TΩ 2,500V：10kΩ ~ 10 TΩ 5,000V：10kΩ ~ 10 TΩ 电压 1 至 5,000V (15Hz 至 500Hz 或 DC) 电容 10 至 49.99μF(取决于测量电压） 泄露电流 0.000nA 至 6,000μA 干扰抑制 0.000nA 至 8,000μA 大型 LCD 显示屏; 具有背光、可组态设置时间、有锁定测试电压功能 计算参数：DAR(电介质吸收比)-PI(极化指数)-DD(电介质放电)-SV(步进电压) 电源：可充电锂电池（11.1 V, 5.2Ah） 电池寿命：30 天，每天 10 次 DAR 和 5 次 PI 测试 电气安规：IEC 61010-1 （Cat. III 1,000V 或 Cat. I 2,500V）及 IEC 61557
24.3	数显游标卡尺	0-150mm，最大允许误差±0.02mm
24.4	钳型接地电阻测试仪	电源 9V 碱性电池，测试电压 3.7（V），精度高，环境温度 -20°C 至 60°C，相对湿度小于百分之 85，校准周期 2 年，重量 0.75（kg），测量范围 0.025Ω 至 1500Ω（MΩ）
24.5	超低频高压发生器	1.输出额定交流(峰值)电压 0-68kV，正弦波：48kVrms 2.输出额定直流流电压：0-60kV 3.输出频率：0.01-0.1Hz 步进 0.01Hz 4.输出电流 0-80mA,分辩率 1μA，自动频率 5.电流，精度±1% 6.带载能力：2.0μF@0.1Hz@44kVrms，最大容抗 10.0μF 7.测量精度：±1% 8.电压正，负峰值误差：≤1％ 9.电压波形失真度：≤1％ 10.使用条件：户内、户外；温度：-10℃∽+40℃；湿度：≤85％RH 11.输入电源：频率 50Hz，电压 220V±5%。 12.RS232 通讯接口，USB 介损参数（可选） 介损测量频率：0.1Hz 介损范围：1x10-4–999x10-3；负载范围：10nF–10μF

		介损分辨率：≤1x10-6；介损精确度：≤1x10-4 电流测量范围：0–80 mA ，灵敏度：1μA 绝缘电阻参数：测量范围：0-5000MΩ，对于大于 5000MΩ 值将给出提示；测量精度：3% 电容测量范围：1nF–10μF，分辨率：1nF；精度：3% 超低频三合一测试，即超低频耐压、介损、局放测试 尺寸：长 450 x 宽 340 x 高 520 mm；重量：57 kg 含滚轮拉杆运输箱
24.6	回路电阻测试仪	测试电流：1A,5A,10A,50A,100A,150A,200A,250A,300A，测试电流多档可调节； 最大输出电压：4.1V DC；测量范围：0-3000mΩ； 分辨率： 0.1-999.9μΩ，0.1 μΩ； 1-9.999mΩ，0.001 mΩ； 10-99.99 mΩ，0.01 mΩ； 100-999.9 mΩ，0.1 mΩ； 1000-3000 mΩ，1 mΩ； ±(0.1%rdg+0.1%FS)0-1Ω(0.25%rdg+0.25%FS)1Ω-3Ω； 保证: 0.1% ± 0.1% Fs 显示：彩色高清屏幕(可在阳光下读值)； 储存：2 GB SD 卡，可存储 1000 组数据； 通讯：仪器需内置蓝牙模块，与电脑进行通讯； 双接地功能，保护仪器和个使用人员的安全； 含电流钳 3m；电池容量不小于 8200 mAh 锂电池； 尺寸：226 mm x 116 mm x 50 mm；重量 ≤1 kg 温度 工作: -10 °C to + 60 °C；储存 -30°C to 70 °C 湿度 95% RH 非结露；保护等级 IP67 (盒子盖紧)
24.7	接地电阻测试仪	三线式，阻抗测量范围 0～5000Ω， 分 辨 率 0.001Ω，测量误差±（2％读数+5 字）， 电压干扰能力 10V， 测试电流波形正弦波，测试电流频率 45Hz、55Hz 双频，Z 大输出电流 5A，Z 大输出电压 420V， 测量线要求电流线铜芯截面积≥1.5mm^2，电压线铜芯截面积≥1.0mm^2， 外形尺寸 440mm×350mm×210mm，仪器重量 18kg，环境温度-10℃～50℃，环境湿度≤85%RH， 工作电源 AC220V±10%，电源频率 50±1Hz。
24.8	数字式万用表	直流电压 量程/分辨率 50.000 mV、500.00 mV、5.0000 V、50.000 V、500.00 V、1000.0 V；基本精度 0.025% 交流电压 量程/分辨率 50.000 mV、500.00 mV、5.0000 V、50.000 V、500.00 V、1000.0 V；基本精度 0.4%（真有效值） 直流电流 量程/分辨率 500.00 μA、5000.0 μA、50.000 mA、400.00 mA、5.0000 A、10.000 A；基本精度 0.05%

		交流电流 量程/分辨率 500.00 µA、5000.0 µA、50.000 mA、400.00 mA、5.0000 A、10.000 A；基本精度 0.6%（真有效值） 温度（不含探头） 量程/分辨率 -200.0 °C 至 1350.0 °C（-328.0 °F 至 2462.0 °F）；基本精度 1.0% 电阻 量程/分辨率 50.000 Ω、500.00 Ω、5.0000 kΩ、50.000 kΩ、500.00 kΩ、5.0000 MΩ、50.00 MΩ、500.0 MΩ；基本精度 0.05% 电容 量程/分辨率 1.000 nF、10.00 nF、100.0 nF、1.000 µF、10.00 µF、100.0 µF、1000 µF、10.00 mF、100 mF 基本精度 1.0% 频率 量程/分辨率 99.999 Hz、999.99 Hz、9.9999 kHz、99.999 kHz、999.99 kHz；基本精度 0.005% 选配红外连接器 通用技术指标 任意端子和接地之间的最高电压 1000 V 电池类型 6 节 AA 碱性电池，IECLR6 电池寿命 最短 100 小时，记录模式下 200 小时 工作温度 -20 °C 至 55 °C；储存温度 -40 °C 至 60 °C 相对湿度 0 至 90%（0 至 37 °C），0 至 65%（37 °C 至 45 °C），0 至 45%（45 °C 至 55 °C） 电磁兼容性 EMC EN61326–1；振动 MIL-PRF-28800F 2 级随机振动；撞击 1 米高处掉落测试，依照 IEC 61010-1 第三版标准 真有效值交流带宽 100 kHz 直流 mV 分辨率 1 µV 兆欧量程 高达 500 MΩ 电导 50.00 nS 记录存储器 多达 15000 个读数 具有：屏幕显示多组数据；dBV/dBm；通断测试蜂鸣器；电池/保险丝检查口；计时时钟；日历钟；最小值-最大值-平均值；占空比；脉冲宽度；隔离光纤接口；自动/触控保持；读数存储器；登录至 PC；间隔/事件记录；无线连接（可选）功能
24.9	钳形电流表	DC 电流：100.0/ 1000 A, 基本精度：±1.5 % rdg. ±5 dgt. AC 电流：100.0/ 1000 A, (10 Hz ~ 500 Hz, 真有效值),基本精度：±1.5 % rdg. ±5 dgt. DC 电压：419.9 mV ~ 600 V, 5 档量程, 基本精度：±1.3 % rdg. ±4 dgt. AC 电压：4.199 V ~ 600 V, 4 档量程, 基本精度：±2.3 % rdg. ±8 dgt. (30 ~ 500 Hz，真有效值整流) 电阻：419.9 Ω ~ 41.99 MΩ, 6 档量程, 基本精度：±2 % rdg. ±4 dgt.

		波峰因数：3 以下 (1000 A 量程时为 2, 电压时为 1.5) 其他功能：导通：(50 Ω ±40 Ω) 或以下蜂鸣,数据保持,自动省电,自动调零 (DC A) 显示：LCD, 最大 4199 dgt., 显示更新率: 2.5 次/秒 钳口直径：φ 35 mm 附件：操作手册×1,携带盒 9398 ×1, 测试线 L9208 ×1
24.10	电能质量分析仪	功率：300.0 W 到 9.00MW 电压:±0.5%rdg.±0.5%f.s. 电流:±0.5%rdg.±0.5%f.s.+钳式传感器精度 有功功率:±0.3%rdg.±0.2%f.s.+钳式传感器精度(功率因素=1) 电压和电流真有效值 (200 ms 连续计算) 电压(1/2) RMS: 半周期更新的 1 周期连续计算 电流(1/2) RMS: 半周期连续计算 有功功率/ 无功功率/ 视在功率/ 功率因素/ 位移功率因素/ 有功或无功能量消耗 需量(有功或无功功率) 最高 50 次谐波分析 (不能进行时间序列测量或记录) 峰值电压和电流；总谐波电压畸变率；电压不平衡因素 K 因素 (不能进行时间序列记录) 总谐波电流畸变率(不能进行时间序列记录) 含 4 个 4 个柔性电流钳；接口 Mini-USB-B 型隔离 USB 端口，用于连接个人电脑 SD 连接卡插槽（可从仪器电池的后侧访问）。含 4 个柔性电流探头。
24.11	大口径钳型电流表	精度 ±2.0％rdg±5dgt 电源 UM-4×2；钳口直径 80mm 可选 数据线；附属品 hardcase 交流电流：0～200mA/2/20/200/1000A；分辨率 0.1mA 量程切换 5 量程手动 记录数据输出 DC100mV(满量程)
25	**直流开关试验装置**	1、测试标准：GB/T25890.2-2010/IEC61992-2:2006 标准 2、测试功能： 2.1.断路器动作测试 2.2.断路器脱扣值精确测试： 根据 GB/T25890.2-2010/IEC61992-2:2006 轨道交通地面装置直流开关设备第 2 部分：直流断路器第 8.3.5 验证继电器和脱扣器的整定中 8.3.5.1 条受电流上升率影响分闸启动的断路器，整定值处的电流上升率不应超过 200A/S 能测到断路器实际的的脱口值，可作为是否要调整整定值的依据 2.3.断路器动作时间测试 2.4.电压降（微欧值）测试 2.5.数字保护 DI/DT 功能 2.6.单个装置电流输出大小：4 个模块 16KA ，配移动小

		车 2.7.单个电流模块脉冲最大电流输出能力：4000A/3s 2500A/ 5s 1500A/10s 750A/30s， 有足够的容量，在大电流输出时按 200A/S 的速率上升电流，测到断路器实际动作值； 2.8 操作界面：中文
26	**电工仪表**	
26.1	温湿度计	数显式，温度：-15~+60°C，测量精度±0.5 °C 湿度测量范围 10 - 95 %RH，测量精度±3 %RH (10 - 95 %RH)
26.2	框架断路器保护功能模拟装置	模拟装置配置：CPU: I7、RAM: 16GB、Storage: 512GB SSD、GPU: RTX3050、Display: 15.6* FHD IPS、Battery: 3Cell，内置 EcoStruxure Power Commission 软件及附件，软件含有保护校验功能 10 年时效性。报价包含 10 年期软件用户许可 LICENSE 的使用费用；包含相关附件如通讯连接器等。
27	**工具柜**	安全工器具工具柜；采用≥1.5mm 的冷轧钢板材料，经过 MIG 焊接方式；灰色，高宽深 2000*1100*450mm。产品符合 DL/7 1145-2009 绝缘工具柜标准规定的要求。柜子前面为钢化透明玻璃，能看到柜内摆放工具，也可根据要求做铁门。 柜体静电喷涂银灰色。柜内隔板能去能加上下可调。 柜体内外采用 ABS 喷涂，再经过高温烤制，可以抗各类化学品物质的腐蚀。 可同时存放绝缘杆、验电器、接地线、绝缘手套、绝缘靴、带、防毒面具、绝缘绳、绝缘挡板、屏蔽服等工具用品、做到综合利用。 根据不同放置需求，选择不同内部结构拼装方式，适宜的放置使用，根据绝缘工具不同的尺寸，选择不同规格产品，以满足放置的需要。 具有工具取出使用完全不结露的功能。
28	**登高平台**	三步梯，四脚站立，阶梯式、铝合金材质，绝缘底座，四脚底部配绝缘块，外形尺寸≤65×45×95cm，需具有防滑绝缘脚垫。
29	**验电器 DC1500V**	DC1500V 高压验电器（声光报警式）； 绝缘杆：拉伸长度 4.5 米、伸缩节 6 节、缩回长度 0.75 米 、启动电压 225-600V 绝缘杆材质：玻璃纤维环氧树脂管。 接地导流线线加长 12 米，绝缘护层为硅橡胶，4mm² 软铜线、接地夹为铜制、绝缘杆插孔与导流线插头必须与原使用产品相匹配通用，杆壁厚度 3mm 淡黄色，铝壳包装。
30	**验电器 AC110KV**	AC110kV 电容型高压验电器 带声光报警;可伸缩式； 绝缘杆：拉伸长度 3 米 伸缩节 6 节 缩回长度 0.60 米，启动电压 16.5-44.0 绝缘杆材质：玻璃纤维环氧树脂管,壁厚 3mm。铝盒包装。

		含附件：手持工频信号发生器 110kV,检查使用前验电器是否失灵，确保安全使用。
31	**验电器 AC35KV**	AC35kV 电容型高压验电器带声光报警；可伸缩式；， 绝缘杆：拉伸长度 1.5 米 伸缩节 5 节 缩回长度 0.46 米 启动电压 5.25-14 绝缘杆材质：玻璃纤维环氧树脂管,壁厚 3mm。铝盒包装。 含附件：手持工频信号发生器 35kV,检查使用前验电器是否失灵，确保安全使用。
32	**接地封线**	35kV 接地封线：由绝缘操作杆、导线夹、短路线、接地线、接地瑞子、汇流夹、接地夹等组成。可实现 3 相短路并接地。 35kV 接地棒：杆长 1.5m；材质：玻璃纤维环氧树脂管，壁厚度 3mm。 70mm^2 软铜线：3 根×2 米/根+接地线 10 米。具有残压放电功能，测试电阻小于 0.1 欧姆以内
33	**电工组合工具**	电工组合工具，每套件包含如下： 1 套 320W 交流电钻（含冲击、麻花头、木工钻头，碳刷） 迷你锯弓 6 寸；羊角锤 0.5LB； 活动扳手 8 寸、老虎钳 6 寸、水泵钳 10 寸； 9 件套内六角扳手组套 1.5-10mm； 短柄十字螺丝刀 38mm 2#、十字螺丝刀 #2x100mm、一字螺丝刀 3x75mm、十字螺丝刀 75mmO#； 6 件套微型螺丝批组套； 卷尺 5 米、测电笔 145mm、美工刀 165mm、螺丝零件 4-5-6-8mm、塑料零件、美工刀片 10 片、电工胶布 1 个、防水胶布 1 个
34	**设备维护管理系统**	**详见附件 4**
35	**变电培训装置**	**详见附件 5**

附件 1　序号 2.2　红外热像仪

类型	参数	
红外分辨率	640*480；超像素 (SR) 增强至 1280*960	
探测器类型	非制冷型红外焦平面探测器	
热灵敏度	(NETD) <30mK@30℃	
像元间距	17μm	
响应波段	7~14μm	
图像帧频	30Hz	
镜头视场角 (FOV)	25° *19°	
空间分辨率 (IFOV)	0.68 mrad	
最小成像距离	0.25m	
镜头焦距	25mm	
对焦方式	自动对焦、手动对焦	
声像基本参数	麦克风通道	162 个 MEMS 数字麦克风
	声像图视场角 (FOV)	66° *52°
	定位误差	<0.05m@1m，40kHz
	横向分辨力	<0.45m@1m，40kHz
	主旁瓣抑制比	>10dB@40kHz
声压灵敏度	0.01 升 / 分钟@0.1MPa，1.5m，φ30μm 小孔	
	0.025 升 / 分钟 @0.3MPa，6.5m，φ30μm 小孔	
	0.045 升 / 分钟 @0.3MPa，7.5m，φ40μm 小孔	
测量声压范围	10kHz	6~120dB SPL
	15kHz	-3~120dB SPL
	20kHz	-7~120dB SPL
	25kHz	-13~120dB SPL
	30kHz	-4~120dB SPL
	35kHz	8~120dB SPL
	40kHz	2~120dB SPL
	45kHz	-2~120dB SPL
	50kHz	-5~120dB SPL
	55kHz	-2~120dB SPL
	60kHz	3~120dB SPL
	65kHz	2~120dB SPL
	70kHz	8~120dB SPL
	75kHz	7~120dB SPL
声音采样率	200kHz	
声学刷新率	25Hz	

工作距离	0.3~100m	
热像测量分析	测温范围	-20~700℃
	测温量程	-20~120℃；0~700℃，智能量程
	温度扩展	支持 -40℃低温扩展，支持 2000℃高温扩展
	测温精度	低温量程，目标温度在 0~100℃之间，±1℃；其它，±2℃或 2%，取大值
	测温点	20
	测温线	15
	测温框	20
	线温分布	支持线温度分布图查看
	全局测温修正	支持发射率、环境温度、反射温度、相对湿度、目标距离、红外窗口（温度和透过率）修正
	区域测温修正	支持测温区域发射率修正
	区域报警	支持测温区域最高温、最低温、平均温的高温、低温报警
	温升功能	基准温度可为测温区域最高温、最低温、平均温、或自定义温度
	本机分析	设备可直接分析热像图和全辐射视频
	分析软件	AnalyzIR 专业热像声像分析软件
声像测量分析	定位频率范围	2~100kHz
	频率范围选择	支持预先配置不同场景下的频率范围，之后从中选择合适的频率范围；支持手动调整频段范围
	增益模式噪音环境	在有其他声源干扰的场景下使用
	增益模式安静环境	在无其他声源干扰的场景下使用，设备会放大微弱声音信号，从而提升检测的灵敏度
	增益模式智能增益	设备会根据声音信号的特点，自动调节声音信号大小
	测量点	2
	测量框	2
	检测模式 泄漏模式	本机显示泄漏等级
	声像聚焦	屏蔽周围区域，仅关注聚焦区域的声像
	本机分析	设备可直接分析声像图和全息声像视频
	分析软件	AnalyzIR 专业热像声像分析软件
	泄漏评估	自动识别泄漏点，自动评估泄漏量和年度能耗成本
	局放诊断	自动诊断沿面放电、悬浮放电、尖端（电晕）放电等放电类型
	显示屏	5 吋，1280*720 像素，采用大猩猩防爆盖板的 IPS LCD 触摸显示屏
热像图像显示	图像模式	热像、T-DEF®、画中画、可见光
	温宽模式	支持自动调整温宽范围（最小 3℃），支持手动调整温宽范围（最小 2℃），支持触控调整温宽范围（最小 2℃）

	颜色报警	支持温度之上、温度之下和温度之间颜色报警
	图像叠加信息	显示全局最高温、最低温、平均温和测温参数
	高低温跟踪	特殊标记自动跟踪测温区域内最高温点和最低温点
	IREdge	支持 IREdge 热像轮廓识别
	T-DEF® 可见光测温	可调节热像透明度 0%~100%
	画中画	在可见光图像上叠加可移动位置、可调节尺寸的热像图，T-TWB® 优化大动态范围的画面显示，展示更多细节
	数码变焦	1~20 倍连续变焦
声像图像显示	图像模式	单声源，多声源，全息
	图像叠加信息	显示泄漏量评估结果；显示局放类型诊断结果
	声压跟踪	特殊标记自动跟踪最大声压；T-FFTD® 捕捉瞬时声音信号，能够在实时声像画面中停留更长时间
	数码变焦	1~10 倍连续变焦
拍摄功能 数码相机	热像	500 万像素，工业级数码相机
	声像	1300 万像素，工业级数码相机
	存储卡	SD 卡，支持热插拔，最大支持 2TB
	单帧拍摄	保存对应模式下的一张图像
	定时拍摄	设定 2 秒 ~1 小时的时间间隔，在热像图像模式（红外图像、T-DEF®、画中画）、声像图像模式（单声源、多声源、全息）下，定时保存对应模式的图像
	图片格式	JPG（全辐射热像图）、JPEG(全息声像图)、JPG（可见光图）
	视频格式	IRS 或 IRSX（全辐射视频）、ACS（全息声像视频）、MP4（非全辐射视频）、MP4（非全息声像视频）
	扫码功能	可以扫描二维码和条形码作为标签注释
	语音注释	录制最长 120 秒的语音，保存至热像图、声像图、全辐射视频和全息声像视频中
	文本注释	通过软键盘输入文本，保存至热像图、声像图、全辐射视频和全息声像视频中
	标签注释	通过软键盘输入文本，保存至热像图、声像图、全辐射视频和全息声像视频中，之后可在图库中通过标签进行筛选收藏注释 点击收藏按钮，将收藏状态保存至热像图、声像图、全辐射视频和全息声像视频中，同时在图库预览画面中突出显示，之后可在图库中通过收藏状态进行筛选全辐射视频录制 支持可供分析的全辐射视频录制非全辐射视频录制 支持非全辐射视频、可见光视频录制（只用于查看，不用于分析）全息声像视频录制 支持可供分析的全息声像视频录制，录制时长可

		达 7 分钟 非全息声像视频录制 支持非全息声像视频录制 (只用于查看，不用于分析) 本机图库 支持查看、编辑、删除已经拍摄的图片和视频文件
数据连接	蜂窝数据	支持全制式 4G 蜂窝网络
	WiFi 连接	支持 2.4GHz 与 5GH 频段，支持 802.11a/b/g/n/ac
	蓝牙连接	BT4.2 LE，可连接至蓝牙耳机
	USB 接口	USB Type-C 类型，符合 USB 3.0/2.0 规范，支持 USB OTG
	HDMI 接口	Micro HDMI 类型，符合 HDMI 1.4 规范，支持以 60Hz 传输 1080P 图像视频
	FTP 快传	通过 WiFi 网络或设备自身 WiFi 热点连接本机，然后通过 FTP 访问本机内数据远程显示查看 通过 USB Type-C 接口连接 AnalyzIR 查看全辐射视频流，通过 HDMI 高清接口连接到显示屏或投影仪
远程控制	移动端控制	通过 EasyIR 进行远程操作控制，获取、分析、分享本机数据
	网页端控制	通过手机、电脑、平板等设备自带的浏览器进行远程操作控制，获取、分析、分享本机数据

附件 2　序号 9.1 三极式接地电阻表

1 功能和特点

（1）三极和四极电位降接地电阻回路测试；四极土壤电阻率测试。

（2）使用 1 个钳口进行的选择性接地棒测试；使用 2 个钳口进行的无桩接地棒测试。

（3）IP56 防护等级满足户外使用；硬质携带箱；USB 数据存储和传输。

2 电气测量规格

2.1 电阻测量

测量量程	0.020 Ω 至 300 kΩ
测量时间	固定频率时通常为 8 秒使用自动频率控制，最大 30 秒，完成所有测量频率循环
显示范围	0.001 Ω 至 2.999 Ω;分辨率:0.001 Ω
	3.00 Ω 至 29.99 Ω;分辨率:0.01 Ω
	30.0 Ω 至 299.9 Ω;分辨率:0.1 Ω
	0.300 kΩ 至 2.999 kΩ;分辨率:1 Ω
	3.00 kΩ 至 29.99 kΩ;分辨率:10 Ω
精度	±（读数的 2% + 2 位数）
操作误差	±（读数的 5% + 5 位数）
由于探针和辅助接地电极的电阻导致的附加误差	RH(RS + 2000 Ω)/RE x 1.25 x 10-6% + 5 位数
RH 和 RS 测量误差	固定频率时通常为 RE + RS + RH 的 10%
最大探针电阻	≤ 1 MΩ
最大辅助接地电极电阻	≤ 1 MΩ

（4）如果误差处于 IEC61557-5 要求的限定范围之内，则会自动检查。

（5）如果由于某些条件的影响，导致测量探针、辅助接地电极和接地电阻后的测量误差超过 30%，显示屏将显示警告符号并提示 RS 或 RH 过高。

（6）测量分辨率的自动转换取决于辅助接地电极电阻 RH

Umeas = 48 V	Umeas = 20 V	分辨率
RH< 300 Ω	RH< 250 Ω	1 mΩ
< 6 Ω	< 2.5 kΩ	10 mΩ
< 60 Ω	< 25 kΩ	100 mΩ
< 600 Ω	< 250 kΩ	1 Ω

2.2 选择性接地电阻测量 (RE 钳口)

测量方法	按照 EN61557-5 标准用探针测量电流和电压，并用额外的变压器测量单个支路中的电流
开路电压	20/48 V，交流
短路电流	250 mA（交流）
测量频率	手动或自动选择 94、105、111 和 128 Hz (AFC)，55 Hz (R^1)
噪声抑制	120 dB（162/3、50、60 和 400 Hz）
对地最大过载	对地最大 Urms = 250 V（将不会启动测量）
测量量程	0.020 Ω 至 300 kΩ
显示范围	0.001 Ω 至 2.999 Ω;分辨率:0.001 Ω
	3.00 Ω 至 29.99 Ω;分辨率:0.01 Ω
	30.0 Ω 至 299.9 Ω;分辨率:0.1 Ω
	0.300 kΩ 至 2.999 kΩ;分辨率:1 Ω
	3.00 kΩ 至 29.99 kΩ;分辨率:10 Ω
精度	±（读数的 7% + 2 位数）
操作误差	±（读数的 10% + 5 位数）
由于探针和辅助接地典型电极电阻导致的附加误差	RH(RS + 2000 Ω)/RETOTAL x 1.25 x 10-6% + 5 位数
RH 和 RS 测量误差	固定频率时通常为 RETOTAL + RS + RH 的 10%
测量时间	固定频率时通常为 8 秒使用自动频率控制，最大 30 秒，完成所有测量频率循环。
待测单个支路的最小电流	0.5 mA 使用互感器 (1000:1) 0.1 mA 使用互感器 (200:1)
通过互感器的最大干扰电流	3 A 使用互感器 (1000:1)

2.3 使用推荐的电流钳/互感器。电阻测量 (R~)

测量方法	测量电流和电压
测量电压	20 V 交流电压，矩形脉冲
短路电流	> 250 mA（交流）
测量频率	手动或自动选择 94、105、111 和 128 Hz (AFC)
测量量程	0.020 Ω 至 300 kΩ
显示范围	0.001 Ω 至 2.999 Ω;分辨率:0.001 Ω
	3.00 Ω 至 29.99 Ω;分辨率:0.01 Ω
	30.0 Ω 至 299.9 Ω;分辨率:0.1 Ω
	0.300 kΩ 至 2.999 kΩ;分辨率:1 Ω
	3.00 kΩ 至 29.99 kΩ;分辨率:10 Ω
	30.0 kΩ 至 299.9 kΩ;分辨率:100 Ω
精度	±（读数的 2% + 2 位数）
操作误差	±（读数的 5% + 5 位数）

测量时间	通常为 6 秒
最大干扰电压	24 V，超过 24 V 无法启动测量
最大过载	Urms 最大值 = 250 V

电阻测量（R 直流）

测量方法	可按照 IEC61557-4 进行电流-电压测量
测量电压	直流 20 V
短路电流	250 mA DC
测量值的公式	对于四极测量，可延长 H、S、ES 导线而不会产生附加误差。导线 E 中的电阻 > 1 Ω 时，可导致 5m Ω/Ω 的附加误差。
测量量程	0.020 Ω 至 300 kΩ
显示范围	0.001 Ω 至 2.999 Ω;分辨率:0.001 Ω
	3.00 Ω 至 29.99 Ω;分辨率:0.01 Ω
	30.0 Ω 至 299.9 Ω;分辨率:0.1 Ω
	0.300 kΩ 至 2.999 kΩ;分辨率:1 Ω
	3.00 kΩ 至 29.99 kΩ;分辨率:10 Ω
	30.0 kΩ 至 299.9 kΩ;分辨率:100 Ω
精度	±（读数的 2% + 2 位数）
操作误差	±（读数的 5% + 5 位数）
测量序列	约 2 次测量/秒
测量时间	通常为 4 秒，包括极性反转（二极或四极）
最大干扰电压	直流或交流电压 ≤3 V，超过 3 V 无法启动测量
最大感应率	2 Henry
最大过载	Urms = 250 V

2.4 测量导线电阻的补偿 (RK):

在函数 RE 三极、RE 四极（钳口）、R 交流和 R 直流二极中，可以打开测量导线电阻的补偿 (RK)；测量值的公式 R 显示 = R 测量 - R 补偿²
设定点输入值 RK = 0.000 Ω，通过调整测量在 0.000 至 29.99 Ω 范围内变化。

2.5 无桩接地回路测量（双钳口，无桩）

开关档位	RA 四极（双钳口，无桩）
分辨率	0.001 Ω 至 0.1 Ω
测量量程	0.02 Ω 至 199.9 Ω
精度	±（读数的 7% + 3 位数）
操作误差	±（读数的 10% + 5 位数）
测量电压	Vm = 48 V 交流（初级电压）
测量频率	128 Hz
噪声电流 (IEXT)	最大 IEXT = 10 A（交流）(RA < 20 Ω) 对地最大 IEXT = 2 A（交流）(RA > 20 Ω)

附件 3　序号 11 继电保护装置

1 运行环境

操作温度：-5 到+45℃。存储和运输：-20 到+70℃

海拔高度：＜1000m

湿度：5 到 90%相对湿度，不结露

2 技术要求

配置 6 电压 6 电流，电流 3×40A/相或 6×20A/相，电压 4×120V/相或 6×120V/相，可脱机使用。

2.1 交流电流源

三相或六相有共用中性点的电流源；各相输出电流幅值，频率和相位独立调节

准确度：±0.1%(0.5A~ 20A)、±1mA（0.2A～0.5A)、±0.2%（20A～Imax）

分辨力：1mA（0.1A~10A)；10mA（10A~40A）

最大输出功率：电流 30A 、40A

最大输出功率 ≥450VA/相 、≥520VA/相

电流上升下降时间小于 100μs

电流 0.5A~Imax：THD% ≤0.5%

过载或失真自动检测

输出频率：10Hz ~1kHz

幅频特性　10Hz~1kHz 范围幅度变化 ≤±0.1%~0.5%

输出范围 ：＜10A 、10A ~ 20A、 20A ~ 30A 、30A～40A

输出时间： 连续输出、 ＞70s 、＞15s 、＞10s

2.2 交流电压源

四相或六相有共用中性点的电压源

各相输出幅度、频率和相位独立可调节

准确度： ±0.1%（2 V ~120V)，±2mV（0.2V~2V）

分辨力：1 mV（0.2V~10V）；10 mV（10V~120V）

输出最大功率：≥60VA/相

电压上升下降时间小于 100μ s

电压 2V~120V：THD%≤0.5%

过载保护和失真自动检测并显示

输出频率：10Hz ~1kHz

第四路电压可设置为零序电压或任意设置

幅频特性　10Hz~1kHz 范围幅度变化 ≤±0.1%~0.5%额定条件下，连续输出

2.3 直流源电压、电流输出

直流电压输出幅值范围 0 V ~ 300V

电压输出范围(V)	准确度	分辨力(mV)
0.5～5	±10mV	1
5～300	±0.5%	10

最大输出负载电压 300V，负载电流 0.5A（直流电压 110V 时，输出功率不小于 50W，220V 时，输出功率不小于 100W）。过载自动保护。

直流电流输出幅值范围 0 A ~20A

电流输出范围(A)	准确度	分辨力(mA)
0.2～1	±5mA	1
1～10	±0.5%	1
10～20	±0.5%	10

直流电流最大输出功率为 200W（20A，10V）。

2.4 角度

相角范围：0°~360°；相角分辨力：0.1°；准确度：±0.2°

2.5 输出频率

频率范围 ：20 Hz ~65Hz、 65 Hz ~450Hz 、450 Hz ~1000Hz

频率准确度 ：＜1mHz 、＜10mHz 、＜20mHz；分辨力：1mHz

能叠加 2~20 次任意幅值（小于额定值）的谐波及直流

2.6 同步性

电压电流同步性　≤10μs

2.7 开入量与时间计量

8 对独立输入端，隔离电压 500V，空接点与 15V~250V 电位兼容，极性自动识别；可扩展至 64 路；计时器范围 1ms ～1.50×10^5s

时间测量的范围(s)	计时误差	分辨力(ms)
0.001	～1 ±1ms	1
1～1.50×10^5	±0.1%	1

2.8 开出量

4 组可编程辅助接点；可扩展至 32 路；

接点容量：DC250V，0.5A；AC250V，0.5A

2.9 波形监视与录波功能

示波功能：三相电流、四相电压输出波形、幅值实时显示及超差报警

录波功能：7 路模拟量，12 路开关量，16 位 A/D 试验过程录波；录波时间：16

需满足此项功能、便于现场回放故障现象和后期分析。

2.10 电源

AC220V±10%，40~60Hz，10A(max)

2.11 箱体尺寸与重量

全铝合金挤压型材，电磁兼容机箱。

附件 4　序号 34 设备维护管理系统

1.1 总体要求

1.1.1 系统概述

该系统作为石塘南车辆段智慧场段系统子模块，以电客车车载网轨隧检测（含 3C、4C 检测）为基础单元，运用大数据、5G 等信息技术手段，借助智能设备，实时感知车辆受电弓和接触网以及弓网关系状态，降低行车安全风险及运维成本，打造智慧、高效、安全的现代化地铁场段。

1.1.2 系统功能要求

智慧场段综合管控系统包含协同管控、综合运维、安全管控三方面的业务。由综合管控驾驶舱、DCC 调度管理一体化、值乘辅助、车辆检修管理、车辆智能列检、工艺设备管理、安全管控等模块组成。

本系统模块可对车辆在线及轨旁检测获取的状态数据及运行数据进行收集、传输、处理、存储、分析，并在地面系统实现列车状态实时显示、列车远程故障诊断和预警、列车故障统计分析、车辆能耗管理、列车各部件健康状态评估、综合分析、维修指导。侧重对正线运行电客车车载网检设备检测数据的采集及告警，方便供电专业人员对接触网几何参数和巡检状态的及时掌握，对异常状态及时发现处理的功能。

1.1.3 技术要求

1.1.3.1 技术架构

（1）数据采集层

数据采集层采用光纤、LTE、5G 等，通过数据采集系统，获取车载、车辆段边缘设备及车辆段相关业务系统中可靠的高质量数据源。

（2）存储分析层

负责平台系统对于整个系统运营管理业务的用户权限综合管理、数据存储、数据归整、数据分析、数据交互共享等工作。同时，肩负整个平台系统的数据备份管理、平台网络管理职能。

（3）综合应用层

综合应用层为地铁运营公司车辆段各层级、各岗位全体员工的日常运维工作，提供最直接的业务支撑，是平台系统业务应用功能的操作端及信息展示端。综合应用层按照运营公司日常管理业务的划分，并在各技术组和班组设置显示终端，并根据人员岗位分配管理权限账户。

该系统的数据采集层接入方面支持车载监测数据以实时或离线方式接入结构化数据和非结构化数据，包括但不限于二进制数据、JSON 文本、图片、视频、日志等数据。

该系统的存储分析层提供包括但不限于时序数据库、关系型数据库、内存数据库、分布式消息队列、FTP 文件接收等多种服务组件。在数据储存方面支持高时效数据（如车载监测系统数据）和低时效性数据的存储。

主要以 B/S 模式实现，或可以包装成在 B/S 浏览器下运行的应用，特殊业务可采用 C/S 方式；

系统满足统一用户身份认证的需要。

1.1.3.2 运行平台

运行平台环境要求：

- 服务器操作系统：Windows 或 Linux；
- 支持浏览器：Chrome、Firefox、Edge、360 安全浏览器主流浏览器；
- 采用基于操作系统+应用中间件+数据库的实现方式。

1.2 功能模块要求

1.2.1 智慧场段

线网级智慧场段模块需支持以各线路级系统为基础，以实现线网资源智能调度与协调联动为目标，基于线网平台的数据引擎能力与算法模型，进行跨线路、跨专业数据的关联分析，实现动态监测、优化配置、精准调度和协同运转。

（1）系统需支持监视线网内在线车辆关键系统的实时状态；可展示各条线路的车辆总数，监视在线列车的状态；监视各线路在线列车的重要故障信息，对车辆主要设备报警信息、维修信息进行收集和管理；支持线路地图详情展示，及快速查看所有列车在地图上的实时定位信息；支持故障及预警信息推送，支持用户快速确认故障；监视各段场安全防护状态；支持查看轨旁设备数据。

（2）系统需支持线路运营指标分析功能，可选择指标类型，可进行筛选、分组等比较操

作；具有指标可视化功能，能以图形化的方式直观展示线网运营绩效指标；指标统计分析具备报表报告功能；具备跨业务的数据整合共享功能。

（3）系统需具备辅助决策功能，具备故障定位、故障处理、故障数据分析、故障预测等功能；能够根据业务场景与需求，对行车及车辆设备等生产数据进行抽取、查询和分析；当故障发生时，可实施给出处理方案或通过预定的方案响应故障，将故障影响范围最小化。

1.2.2 电客车车载网检 3C 功能展示模块

1）总体要求

①检测系统应能满足在接触网带电或不带电的情况下，对接触网主要参数进行检测，实现对被测线路的即时检测。

②检测系统应是先进、稳定、成熟的产品。检测数据能直接指导施工及维护单位进行故障消缺。

2）基本要求

①检测方式：检测系统应采用接触式和非接触式相结合的检测方法对接触网参数进行检测，其中非接触式采用机器视觉技术对接触网几何参数进行实时、高精度检测。

②补偿方式：检测系统应在车辆底部安装传感器用于确定车辆倾斜的角度，建立系统的数学模型运算，从而计算出接触线相对轨道中心的位置，用于补偿车辆动态检测的接触网线几何参数针对轨道中心的情况。

③定位方式：采用精度较高的定位技术，确保实现接触网监测精准定位。

④检测系统在车顶安装工业级高清摄像监控装置，用于弓网工况实时监控，并将监控画面传输至监控视频上，便于实时观看。

3）主要展示的检测参数及性能指标见下表：

序号	检测内容		测量范围	辨率	测量误差
1	线高度	刚性	3900mm～4500mm	1mm	±10mm
		柔性	3900mm～5500mm	1mm	±10mm
2	拉出值	刚性	±350mm	1mm	±10mm
		柔性	±400mm	1mm	±10mm
3	导线坡度		≤25‰		≤1‰
4	跨距高差		0～600mm	1mm	±10mm
5	接触线水平距离		0～800mm	1mm	±10mm

6	接触线垂直距离	0～600mm	1mm	±10mm
7	弓网冲击（硬点）	±200g	1g	±5g
8	弓网接触压力	0～300N	1N	±5N
9	振动补偿（水平、垂直）	±200mm	1mm	±2mm
10	速度	0～120km/h		±0.5km/h
11	里程	0～999km		±1m/km
12	接触线磨耗	0～15mm	0.1mm	≤0.5mm
13	偏磨		2m	5m
14	锚段关节接触线水平距离	0～400mm	1mm	±10mm
15	锚段关节接触线高差	0～300mm	1mm	±2mm
16	线岔（渡线）处接触线相对位置		5mm	±10mm
17	刚柔过渡接触线水平距离	0～400mm	1mm	±10mm
18	刚柔过渡接触线高差	0～300mm	1mm	±5mm

4）主要功能要求

自检功能：检测装置应具备对各路数据通道实现自检，对主机系统实现自诊断。

检测功能：检测装置应能对给出的所有参数进行实时、动静态高精度检测。

输出功能：输出功能应包括光盘刻录输出、插接硬盘等输出，监视器实时显示，并能实现拉出值、导线高度等主要项目的超限显示。

测量处理后的结果可以实时在显示屏终端上输出，或存储以后输出、输入。输出项目包括：检测时间、站场、区间、桥梁、隧道名、杆（定）位点、车速、公里标、拉出值、导线高度、磨耗、硬点等，所有输出项目均有汉字支持。测量处理后的结果能够实现office/wps软件查阅、编辑。输出的数据可经修订后导回到数据库。

分析、报告功能：有记录、分析处理检测数据功能，并能形成报表，实现环比、同比分析，自动确定Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类缺陷，缺陷的指标范围可设定权限修改。

履历功能：具有快速全面的查出设备履历信息功能，包含检测系统各软/硬件设备信息、设备检测记录、维修记录、保养记录等。

在运行线路的任何位置均能实现有权限人工干预，并能改变检测起点，实现人机联系。

数据库采用oracle Database 12c正版软件，易于实现编辑、扩充、通用。

检测装置应具有车辆振动补偿功能：振动补偿系统通过采集检测车行驶过程中所产生的振动数据，计算出行驶过程中车体的水平和垂直方向的位移，对检测结果进行修正，得到静态接触网几何参数。

计算机系统应采用性能稳定、抗干扰能力强的工控机，采用Windows下的全中文界面，其硬件配备应保证计算机的先进水平。

硬件接口必须具有高可靠性、低功耗、通用性和可扩展性，检测设备应为积木单元结构式设计，与备件替换方便。

1.2.3 电客车车载接触网悬挂状态巡检系统 4C 功能展示模块

1）接触网悬挂状态巡检系统（成像检测）装置主要用于地铁接触网悬挂设施的安装、维修作业后的动态检测及日常检查核实。利用高清相机组完整抓拍刚性、柔性接触网支持装置、接触悬挂、分段绝缘器等关键部位 。

2）接触网悬挂状态巡检系统（成像检测）装置能够拍摄沿线接触网悬挂主要区域，包括汇流排、中间接头、膨胀接头、定位线夹、绝缘部件、悬吊安装底座、柔性吊弦等，保存清晰图片提供给检测人员进行查询。

3）具备接触网悬挂、支持装置正反面高清成像功能: 接触网悬挂部件主要区域成像清晰，能够分辨膨胀接头零件缺失、定位线夹紧固零件松脱、悬挂安装底座紧固件松脱、支持绝缘件烧痕及破损、柔性吊弦异常等故障现象。

4）该装置操作容易，维护简单，能在接触网带电或不带电情况下，对全线路上接触网悬挂重要零部件进行动态巡检。具备数据检索、回放、查询、下载等功能，具备导出缺陷报告、报表功能。

5）能结合接触网参数检测结果，能自动识别接触网附属设备缺陷（绝缘子倾斜及破损、定位线夹卡滞、中间接头螺母脱落、接触线脱槽等），并实时报警且能自动记录发生不良技术状态（如压力、硬点变化剧烈的区段）前后 30 秒的视频和参数。

6）具体要求

①巡视成像功能：对接触网悬挂主要区域进行高清成像，拍摄目标覆盖汇流排、中间接头、膨胀接头、定位线夹、悬吊安装底座等区域，能够清晰反映其零部件松、脱、断、裂、异物侵入等异常缺陷的技术状态。在隧道低照度环境下，应用补偿光源，有效照明拍摄目标区域，保证成像效果。

②公里标定位功能：能够获取检测车行车位置的公里标信息，融合到所拍摄的图像信息中。

③巡视监测功能：能实时监控设备各组成部分功能，反映系统工作状态；能实时显示当前接触网悬挂区域图像；能实时显示检测的公里标定位信息；支持重新设定起始公里标功能。

7）提供配套软件，实现该设备运行控制和数据管理功能。在运行中监控相机拍摄情况，实现设备工作状态监控；提供用户合理的成像信息管理，实现成像数据的可用性。

（1）控制功能

能预置和随时灵活更改检测线路和起始公里标，具有启动、暂停、运行、复位功能预留人工干预功能。

（2）输出功能

能保存巡视图像，附加公里标、接触网定位号信息于图像数据中，形成可管理的图像存储。

（3）计算机屏幕显示功能

能实时监控设备各组成部分功能，反映系统工作状态；能实时显示当前拍摄的刚性悬挂两侧图像；能实时显示检测的公里标定位信息

（4）图片管理功能

支持按照检索进行检出图像的管理，能够灵活缩放图片，进行查询，并支持故障图像的拷贝和备份。

8）主要展示内容

序号	项目	性能要求	说　明
1	成像区域	刚性/柔性悬挂汇流排及其支撑区域；定位号	采用四台高速摄像头，对悬挂区域进行拍摄， 采用两台高速线阵摄像头对车体两侧的定位号进行拍摄。
2	检测目标	汇流排区域零部件	所摄区域覆盖汇流排、中间接头、膨胀接头、定位线夹、悬吊安装底座、中心锚节、分段绝缘器、刚性悬挂绝缘子、线岔状态等设备。
3	目标高度	4000～5500mm	依据实际线路汇流排导高调整，可覆盖常规地铁导高 4040mm 的刚性悬挂零部件，和 5000mm 的柔性悬挂零部件。
4	图像质量	高清摄像机图像分辨率不低于 5120×5120，普清摄像机分辨率不低于 2048×2048，最高帧速率达到 30fps	图像分辨率达到超高清标准，能够有效观察到接触线相关部件，能清晰分辨定位号信息，该帧速率下，能够覆盖到沿线经过的所有接触线区域。
5	可监测缺陷类型	接触线工况故障	相机以左右侧、正反面视角拍摄高清图像。实现在其可视范围内识别：汇流排损伤及接触导线磨损程

			度；中间接头松动；膨胀接头零件松脱；定位线夹紧固零件松脱；悬吊安装底座紧固件松脱；中心锚节、分段绝缘器松脱；刚性悬挂绝缘子破损；线岔区域状态等。
6	定位精度	0.01 公里	每帧图像定位到公里标数值 0.01 公里
7	适应车速	0-120km/h	运车时速 0-120km/h 性能稳定，适应匀速和变速情况
8	线路条件	适应弯道、坡道、站场	适应线路上弯道、坡道、站场的情况
9	连续工作时间	>12 小时	可不间断工作 12 小时，期间功能正常
10	存储容量	>4TB	可存储累计 24 小时的成像数据

1.2.4 数据模块

通过标准数据服务接口，汇总各个检测设备及车辆在线监测系统数据，提供一站式检测管理服务，实现各个智能列检检测系统数据集中统一管理、分析、展示，实现所有检测数据一车一档，统一接口输出。

（1）线路监控

系统需支持线路实时概况展示，包括该线示意图，上下行，站点区间，线上各列车运行具体位置，列车运行状态等信息；线路站点名称和列车具体位置的数据源取自信号系统；线路展示的车辆需包括正线及存车线的车辆。

（2）警统一复核

告警统一复核是告警分析处理的入口,支持基于车辆子系统维度对故障进行处理，可基于故障机理关联所需变量，辅助问题决策；对于同类型的告警，系统支持去重与标注，具体设计联络阶段定。

各子系统告警复核展示部件告警信息列表，支持操作人员点击列表详情按钮查看部件的告警详情。告警详情需包括支撑告警确认的数据类、图像类等相关信息，具体内容设计联络阶段定。

支持操作人员在告警详情页面直接点击“上一条”“下一条”进行告警详情信息切换；支持操作人员对告警进行复核处理并给出复核意见；

复核确认后的告警信息推送故障工单至检修管理系统；支持操作人员对多个告警信息一键复核；支持操作人员勾选参数生成定制化分析曲线图，辅助故障分析；支持对告警进行“确认成工单、误报”等处理；

支持操作人员制定分析模板，便于再次分析使用，并对分析模板进行管理；

（3）历史告警查询

历史告警查询页面展示全量告警信息，包含告警时间、告警位置、告警描述、告警处理状态等。

支持历史告警信息详情查看，查询列表信息包含事件发生的线路号、列车号、故障类型、故障系统、故障名称、故障描述、故障时间、正线影响、处理建议、详情等信息。

支持根据线路下的所有列车号、故障发生的开始时间、结束时间、报警故障、预警故障、故障发生的子系统以及处置建议进行多维度的故障事件查询。

系统支持动态回放出故障期间列车运行轨迹、相关事件、相关参数等情况，以便业务人员对故障进行重现。

（4）数据融合分析

系统支持融合受电弓检测值、检测图像视频及故障信息，对受电弓的实时状态进行监控，对受电弓健康状态进行综合评估。通过对碳滑板磨耗的数据分析，对有异常磨耗的列车进行告警提醒并提供相关维修建议，保障列车受电弓安全。通过设置碳滑板正常磨耗标准趋势线，预测分析碳滑板寿命。结合接触网检测数据，快速定位故障，综合分析故障原因。

1.2.5 系统集成

系统集成模块需包括系统工作台、用户登录、菜单管控、日志管理、系统监控等能力。

系统需提供完善的用户、角色、岗位、部门、菜单、组织机构、数据字典、在线定时任务等基础功能，支持访问授权、按钮权限、数据权限等功能；支持菜单动态路由；系统支持页面嵌入，支持点击卡片跳转能力；系统支持数据变更记录日志，可记录重点数据每次变更内容。提供各种系统监控，实时跟踪系统运行情况。系统需支持对接外部系统，获取用户等基础数据。

1.3 技术参数指标

投标人应根据项目建设要求，承诺在实施过程中不得设置许可限制：

1.3.1 平台开放及兼容性

序号	指标项	指标要求
1	平台开放性	平台服务端实现采用微服务的技术架构，具备良好的扩展性和伸缩性。
2	接口开放性	系统各个服务对外提供的接口基于标准的 Restful HTTP 接口。

3	兼容通用硬件	支持在 X86 架构硬件服务器上运行；支持在国产 ARM 架构硬件服务器运行。
4	兼容通用操作系统	平台兼容主流的 Linux 操作系统（SuSe、RedHat、CentOS 等）。 平台兼容主流 Windows server 系统。 平台兼容国产操作系统，麒麟、兆芯等。
5	兼容接口	兼容标准的 SQL 与存储过程语法。
6	平台产品标准化程度	采用的软件产品应具备国家分发的相关软件著作权证书（要求提供相应的证书证明材料）。

1.3.2 平台性能指标

数据传输时间：	不高于 2min；
数据正常传输率：	不低于 99.5%；
查询业务响应时间：	不高于 5s；
统计业务响应时间：	不高于 20s；
平台使用账户：	不低于 2000 个；
并发用户数：	不小于 500；
系统寿命：	不低于 10 年；
安全性：核心业务数据自动备份和恢复；平台应至少每 6 小时更新一次数据；若由于数据量加载过大导致页面等待，应有进度条或者等待时间提示。	

1.3.3 其它要求

（1）可靠性指标

① 系统建设需考虑稳定性要求，保证系统无单点故障，确保系统安全、可靠、稳定的服务。

② 支持集群部署模式，实现垂直方向与水平方向的能力扩展，实现容量的增加，保证总线的扩容与稳定运行。

③ 在外部电力供应中断的情况下应提供半小时的网络机柜（含服务器、交换机等）不间断备用电力供应，以保护系统安全关闭。系统服务器具有断电自重启恢复功能和断电冗余备份功能。

（2）安全性要求

① 系统应有完善的系统安全管控机制和系统异常应对机制，遵循国际安全规范及国家安全规范，并通过安全性测试。

② 系统应从整体架构、网络结构、应用系统等方面设置安全措施，以确保符合安全性要求。防止系统因为人为、物理故障、不可抗力的系统故障导致的其他问题，最大程度上提

升系统的安全可用。

③ 数据在传输过程中可以使用平台内置的加密工具，例如：DES、AES 等加密手段对数据进行加密，保证数据在传输过程的安全。

（3）易用性要求

需提供易用的开发平台，提供简便的系统开发和配置的功能。对于常用的运维配置，需提供配置页面，方便后续运维。

（4）系统专用工具及附件

投影仪 1 台：分辨率：1920*1080dpi；支持无线、蓝牙、自动对焦等；

喷墨彩色打印机 1 台：喷墨彩色打印机，可以连供无线自动双面一体机，分辨率：4800*1200dpi；

笔记本 2 台：配置不低于 I5 处理器；16G 内存；1TB 硬盘。

附件 5　序号 35 变电培训装置

1、编写目的

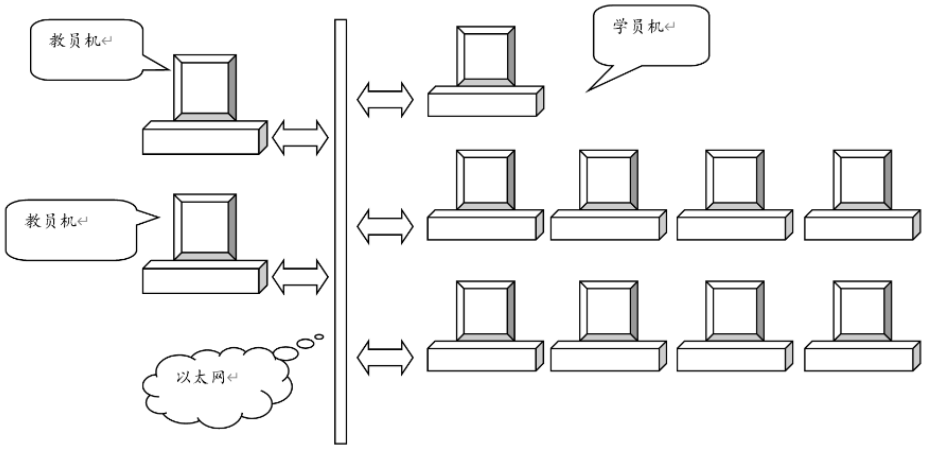
为明确《供电设备仿真模拟培训系统》需求，安排项目规划与进度、组织系统建设、软件开发与测试，撰写本文档。为南京地铁供电运维工作人员特别是新进员工的系统学习、转变观念、更新知识储备，适应快速发展的形势，更好地为企业的建设与运维服务。

2、应用范围

本技术需求书适用于城市轨道交通供电值班和维护人员操作技能，实现本专业运维人员在线进行设备认知、日常维护、设备维修等练习。开发一套开放的南京地铁智慧运营分公司通用《供电设备仿真模拟培训系统》。该平台包两套终端系统，分别为员工终端及后台服务端。并包含供电通用设备及专用设备模型、变电站、接触网设备三维虚拟仿真系统、用户数据库、模拟实操训练等模块。

3、系统概述

采用形式简洁但功能强大的系统结构。包括一系列具有不同功能（如主机、操作员站微机、就地操作站微机、教练员站微机、五防机和工程师站）均在单机中实现其功能，这些计算机通过网络电缆和 TCP/IP 协议连接成总线式以太网络。总体方案如下：



系统特点：

（1）主机采用 Windows 10 及以上操作系统，速度快，运行稳定可靠；

（2）整个系统由通用微机组成，性能/价格比高；

（3）采用以太网结构和 TCP/IP 网络协议，数据传送速度快，易于扩充，且保证了仿真系统的实时性；

（4）整个系统既可以通过多台微机构成，也可以在一台高档微机上实现。

4、硬件构成

序号	名称	参考标准
1	模拟培训系统	**系统环境**：平台运行为线下本地客户端，运行系统需 Windows7 及以上，苹果 macOS 系统暂不支持该平台。系统需安装.net 2.0 及 4.0 组件，考核模块有网络传输功能，需教员机跟学员机具备同一内网环境。
		平台素材：系统使用素材标准为单个模型占用存储不大于 100M，单体模型面数不高于 500 万多变面，单张图片&贴图占用存储不大于 20M。
2	核心设备（参考）	**仿真应用服务器:** CPU：2 颗 10 核，主频 2.2GHz，内存：128GB，硬盘：3*2.4T SAS 硬盘，接口：千兆网口*2，电源：双电，配置 1 块 NVIDIA RTX 系列 12G 以上显存 **数据库服务器:** CPU：2 颗 10 核，主频 2.2GHz，内存：128GB，硬盘：2*2.4T SAS 硬盘，接口：千兆网口*2，电源：双电 **交换机:**24 口三层千兆交换机 **机柜:** 42U 服务器机柜 **KVM:** 19 寸 8 口 KVM **教员机 2 台和学员机 10 台**：英特尔 i7/R9 以上处理器，内存 24GB 以上，固态硬盘容量 1TB 以上，千兆网卡，独立显卡（RTX 系列以上 8G 以上显存），2K 以上显示器； **教学大屏 1 套**：4K 显示，不低于 85 英寸，四核处理器，内存 32GB 以上，无线投屏，含支架。
3	辅助设备	**培训桌椅**：教员 2 套，学员 10 套； **辅助输出设备**：网络打印机 2 台，A4 页面，分辨率：不低于 600×600dpi，打印速度不低于 20ppm；音响系统 1 套，含麦克风、、功放、广播音响等。

5、软件技术需求概述

利用 3D 虚拟现实技术实现供电设备一次设备的三维重现，如刀闸、瓷瓶、表计等。按照单个车站变电所建立三维仿真模块/单元，按照变电所平面图三维仿真各个设备房，在设备房

里完整模拟设备，模型制作过程采用 1：1 的真实比例制作，对各个部件的尺寸大小进行精确还原，确保模型的准确性，能够清晰看到各设备指示灯、转换开关、表计、保护、设备二次控制回路元器件、线缆号码管、端子排点位号等，确保所建模型具有极高的逼真度。根据设备逻辑图纸，实现各设备系统联动、闭锁以及车站变电所之间联动、闭锁功能。对模拟对象的内、外部构造展现清晰，模拟设备的零部件齐全，能够客观和正确反映设备的内部构造、动作原理等。可以实现在场景中的任意漫游，按照巡检标准卡、检修作业指导书、故障处理指南等文本模拟设备的巡视、检修、故障处理等全寿命周期过程，多媒体图像、声音与仿真过程同步，产生逼真的仿真效果。使用者可以任意设置行走速度和视角，在场景中漫游进行设备操作，为了更逼真的模拟现场，设备设置碰撞功能。

6、软件需求

（1）客户端需求

运用 3D Max、Unity3D 和 Visual Studio 等开发工具构建电气设备虚拟仿真体，完成在线上电气设备理解、巡视、检查、运维、自由训练等全寿命周期过程。同时集成机械结构与动作过程、二次回路原理与电气动作过程、日常检修与试验调试等内容，根据场景需求设计动作。

通过 Unity3D 自带的引擎实现每个设备三维模型的集成,采用碰撞检测技术防止出现设备之间、设备模型与墙壁地面之间发生穿透,正确表现虚拟场景中物体碰撞、运动规律和相互关系,增强模拟场景的沉浸感。同时,根据工作状态,将场景人机交互数据、声效等融合进工作场景,以便增强模拟场景的实时性和真实感。

（2）后台服务端需求

后台服务端采用 C# 语言开发，基于 Visual Studio 等开发工具构建为命令行控制台程序。系统以 MySQL 数据库 作为核心数据存储载体，运行于内网环境中，实现数据的高速、稳定与安全传输。

服务端需具备账号的作用以及多人角色的能力，通过多人多端实时在线交互，同时为多个客户端提供训练与数据同步服务。系统通过后台逻辑实现人员角色分配与权限控制，支持对牵引变电所典型故障处理过程的任务划分与模拟操作。

7、软件构成

培训系统初步规划为设备认知系统、巡视系统、检修系统、故障处理系统、自由训练系统四大核心模块。各模块既能独立运行，又可协同配合，形成一个完整的单人学习培训与多人演练闭环体系。

其中设备认知系统模块聚焦于设备内外结构部件的认知学习，巡视系统模块聚焦于基础学习与知识积累，涵盖了员工日常的巡检作业内容，同时通过检修系统模块，帮助学员在循序渐进中全面提升。故障处理模块则重点用于检验学员面对常见的故障处理能力，全面考察学员应对突发故障的解决能力。不仅检测其实操业务水平以及对故障处理的理解，还对操作步骤的准确性与熟练度进行评估，确保学员能够真正做到学以致用。

自由训练系统则是通过自由排布故障顺序以及要参加的人员角色，以多个电脑客户端

通过分配的角色，进行合理且按照规章流程所进行的一系列应急故障演练内容。通过仿真任务的协同执行与动态调度，使学员能够在拟真环境中完成分工协作、应急响应与故障处理训练，从而提升实际突发故障的抢救效率与合作效率。

（1）设备认知系统

以三维模型的方式展示 35kV 开关柜、1500V 开关柜、400V 开关柜、主变压器、牵引变压器、动力变压器、接触网等关键设备，设备内部结构部件可拆卸、安装以及动作演示，360 度可旋转，并通过以标注的形式展示设备各部件的组成，同时提供相应的说明对设备的组成进行介绍。

（2）巡视系统

根据巡检标准卡内容，模拟现场设备巡检，能够打开 35kV 开关柜柜门、400V 柜后门、柜前控制回路门、DC1500V 控制回路门、端子柜门、负极柜前门、控制信号屏门、交直流屏门以及杂散排流柜门开展巡检，现场设备状态可以自定义设置，例如，开关的转换开关由远方变成就地；能够检查 400V 框架断路器控制单元电压、电流等参数，检查 35kV 开关柜、DC1500V 开关柜保护参数等。由此，可以自定义设置设备状态来考核员工设备巡检。

（3）检修系统

变电专业设备检修参照《变电检修作业指导书》内容执行。

1）涵盖变电设备典型操作票中的所有操作，包括主接线图、虚拟现实系统中全部一次设

备及保护和自动装置等设备的各种操作、相关信号、表计、指示灯的实时变化等；保护自动装置的投切、方式切换及其液晶面板的操作、保护定值修改等；并包括验电、挂地线、安全警示挂牌、安装围挡等操作。

2）检修过程中涵盖安全工器具、常规检修工具及试验仪器的遴选与确认，并能够显示试验仪器的操作界面，可以输入相关试验参数，提供详细操作指引。

3）按照检修作业指导书设备预防性试验内容，模拟设备预试项目，采用 1:1 高精度三维模型还原设备，支持 360°无死角旋转与缩放，并可点击交互，操作具体部件，还原真实的预试过程，包括对元器件的测试，设备逻辑功能验证等。

接触网隔离开关、分段绝缘器、线岔、锚段关节、棘轮补偿装置等关键设备的检修。具体检修流程参照《接触网作业指导书》内容执行。

1）用于安全工器具、常规检修工具及专用仪器的遴选与确认。

2）内置检修标准化流程，并提供专用仪器的详细操作指引（回路电阻测试仪、激光导高测量仪、手扳葫芦等）。

3）采用 1:1 高精度三维模型还原设备，支持 360°无死角旋转与缩放，并可点击交互，操作具体部件。

4）每个检修任务结束后要有相应的课后习题。

（4）故障处理系统

根据不同的设备类型，自定义设置故障处置案例，场景符合现场实际操作流程，包括二次控制回路元器件、线缆、端子排的检查和更换，设备逻辑功能的验证，使用相关工器具、计量仪器进行故障处理；通过步骤式的引导让学员进行故障处置培训，每一个操作步骤操作进行打分，让学员能够全面掌握故障处置的整个流程。

（5）接触网设备制作与安装

吊弦、电连接制作与安装，平腕臂、斜腕臂绝缘子更换，分段绝缘器更换，导高拉出值调整，补偿装置 A/B 值调整，以及定位器更换等作业，均需在系统引导下逐步完成。每一步操作均配有详细的操作演示界面，并需正确选择对应的工器具。如工器具选择错误、遗漏或未完成关键步骤，系统将禁止进入后续环节，确保作业流程规范、完整。

（6）自由训练

按照国家《变配电运行值班员》、《牵引电力线路安装维护工（接触网工）》初中、高级工

要求，提供技能要求、知识要求的学习参考；提供巡视、动作操作、故障处理以及设备维护、试验检测的现场作业指导卡、典型动作操作票等指导。

提供主要评价项目及评价标准。

8、标准规范

（1）平台制作规范

软件平台以高性能三维可视化引擎为核心架构，构建出一个兼具实时渲染、交互控制与逻辑计算能力的综合运行环境。平台在底层渲染体系中集成了多级图形特性与硬件加速机制，可全面支持主流图形标准与多代图形接口，实现从基础显示到高质量动态光影的全方位视觉表现。系统采用模块化与脚本化相结合的逻辑框架设计，各功能模块之间通过统一的接口规范进行通信与数据交换，确保平台具备良好的结构清晰度与可维护性。开发过程中遵循标准化的工程规范与调试流程，所有功能逻辑均可实现快速部署、动态扩展与高效迭代。在性能层面，平台针对多线程计算与渲染管线进行了深度优化，可充分发挥终端硬件的图形与处理能力，实现复杂场景下的流畅交互与稳定帧率表现。

同时软件支持在多种不同系统环境下运行，具备良好的兼容性与可扩展能力，为后续功能升级与业务拓展提供可靠的技术基础。系统框架内置可视化效果控制模块，可根据教学或仿真需求灵活调整光照、阴影、材质、特效等视觉参数，实现从真实写实到简约表达的多层级渲染表现。通过严格的代码规范、统一的开发接口与完善的调试工具体系，平台在保持高性能的同时，兼顾开发效率与后期维护成本，为整个虚拟仿真系统提供了稳定、可持续的技术支撑。

（2）服务器数据库规范

在数据内容管理方面，系统采用本地化与服务端分层管理机制。各类设备模型、作业流程信息及相关资产资源均由本地客户端进行存储与调用，以确保系统在运行过程中的加载速度、响应效率及稳定性。用户账户由服务端统一管理与维护，通过安全高效的数据传输通道与客户端进行同步，实现数据的实时更新与一致性保障。为支撑整个系统的高效运行，平台构建了完善的三维渲染引擎框架与通用功能模块体系。该框架包括但不限于以下核心技术模块、核心渲染模块、网络管理模块、资源管理模块、音效管理模块、UI 框架与工具集、数据持久化存储体系、配置管理模块、日志打点与统计模块、服务接口注册模块、系统性能监控

模块、外设管理模块等。通过上述模块的协同运行，系统在资源组织、数据安全、性能优化与功能扩展等方面形成了完整、稳定、可持续演进的技术架构体系。

（3）素材制作管理规范

模型应在保证视觉效果的前提下，控制面数与顶点数量，以兼顾显示精度与运行性能；重点设备、可交互部件应具备高精度结构细节，而背景或远景模型可采用简化几何体处理；所有模型应保持比例准确、结构严谨，符合实际设备的尺寸关系与使用逻辑。模型层级结构应清晰，按照功能部件、可动部件、装饰部件等分类组织，模型应保持干净的拓扑结构，避免多余边、重叠面、反向面等问题；所有模型应统一法线方向，确保光照表现一致

贴图类型与分辨率严格按照规范流程，所有贴图文件需命名规范并按用途分类，常规贴图分辨率应控制在性能与画质平衡范围内，一般为 512×512；对于特殊精细模型（如主视图或教学重点设备），可使用更高分辨率贴图，但需经性能评估后方可采用。

建立统一的模型资源库，按照类别（设备、环境、工具、人物、装饰等）分层管理；各类模型需附带标准化的预览图、缩略图及基础信息；所有素材应支持版本控制与可追溯性管理，便于后期维护与更新。素材规范体系是虚拟仿真项目的基础技术标准，直接影响系统性能、画面表现及交互质量。

第五节　后勤汽车类

1 汽车类总体要求

本项目业主方为南京江北新区枢纽经济发展有限公司，建设管理单位（招标人）为南京地铁建设有限责任公司（南京地铁集团子公司），最终用户使用单位为南京地铁运营有限责任公司（南京地铁集团子公司）。

工程救险车供货单位需具有工程救险车辆改装资质，车辆出厂前加装警报灯、警报器，上牌挂至南京江北新区枢纽经济发展有限公司，上牌后须至 110 指挥中心、交管局、车管所备案变更车辆使用性质（由“非营运”改为“工程救险”）。**根据南京市当地工程救险车的使用管理要求，业主方南京江北新区枢纽经济发展有限公司暂无工程救险车（使用性质为“工程救险”）的使用资质或资格，如在开通前半年内还不具备该资质，将考虑将本项目内工程救险车进行变更核减。**

电动大客车和中客车均上牌至南京江北新区枢纽经济发展有限公司。

车辆报价包含设计、制造、包装、仓储、运输、培训、售后、临时保险费、上牌（包含临时牌照）服务费、改装、变更车辆使用手续费用等所发生的一切含增值税费用（不含车辆保险、购置税）。

请投标人提前了解汽车类产品在南京当地政策法规要求，充分考虑以上各情况的复杂性，在项目执行过程中无条件包干配合完成支付、开票、上牌、保险、改装、变更工程抢险车使用性质、过户等一切事宜。涉及款项支付问题可采用总包单位代收代付方式，三家公司（甲方业主、投标人总包、丙方车辆供货商）共同签署三方协议，按实际需求约定开发票方式以及车辆各项费用支付方式。

以上设计联络时根据实际情况讨论确定。

2 电动大客车

2.1 技术要求

（1）座位数：47+1 座

（2）车身长度(mm)：≥10990

（3）车身宽度(mm)：≥2550

（4）车身高度(mm)：≥3430

（5）轴　距(mm)：≥5600

（6）底盘：气簧悬挂

（7）接近角≥9°,离去角≥9°

（8）前轮距≥2050mm，后轮距≥1860mm

（9）轮胎：　≥11R22.5 专用真空轮胎（带备胎 1 只）。

（10）总质量（kg）: ≥16500

（11）整备质量（kg）：≥10600

（12）驱动电机：驱动电机峰值功率≥220KW

（13）前桥：东风或方盛

（14）后桥：东风或方盛

（15）前桥制动方式：盘式

（16）后桥制动方式：盘式

（17）投标车型的电池电量≥175kWh，提供检测报告。

（18）投标车型的电池电芯与电池系统为同一动力电池生产企业(须提供符合国家标准 GB 38031-2020 的强检报告）。

（19）磷酸铁锂电池，续航里程≥200KM 以上，提供有效的证明材料。八年内电池衰减到 80%以下的免费包换，提供加盖公章的承诺书，格式自拟。

（20）电池防护等级不得低于 IP67，提供有效的证明材料。

（21）整车质保时间：自交付验收合格之日起三年或六万公里。投标时须提供加盖整车制造商公章的针对本项目的质保承诺函原件。

（22）产品制造企业销售产品无产品缺陷，2017 年以来没有存在缺陷汽车产品召回事项（国家市场监督管理总局 http://qxzh.samr.gov.cn/qxzh/qxxxcx/web.jsp --缺陷产品召回查询系统---查询情况为准）提供查询结果页面截图

2.2 改装要求

（1）车内装饰：阻燃环保、整体协调、色彩清雅、品质高档、宽敞整洁。车厢内要求配置乘客安全逃生和空气更新设施。

（2）地板形式：多级踏步

（3）座椅：不带广告。符合 GB13057。加强各侧面座椅腿支撑板的强度， 防断裂。座椅布局要由招标人确认。

（4）遮阳帘、风扇：全车窗帘，驾驶员前、左侧均安装布帘式遮阳帘， 且固定牢靠，主驾驶车位安装风扇。

（5）车前设水杯座或架、水瓶座。后门处设一垃圾篓。

（6）地板革铺设采用焊接工艺， 尽量减少焊缝， 平整无明显凸起。车门区黄色标“站立禁区 ”。

（7）电子信息装置：倒车影像，多媒体播放器

（8）油漆：颜色图案待定。国产素色漆。外设上下车标志及门徽。图案字体另定。

2.3. 质量要求

（1）载客数量：座椅数为 47（乘客位），车厢骨架及地板横直梁要求确保能够乘载 100 人重量。

（2）车辆噪音：车辆底盘、前后桥、大梁、悬挂系统及车身骨架无响声， 车厢内噪音及振动级低，符合相关行业标准。

（3）驱动电机：驱动电机额定功率≥120KW。各部件匹配合理，保证车辆的动力性、经济性、安全性、环保性。凡属制造缺陷须终生无偿保修。电机技术资料必须带有大修工艺和数据。要求车辆生产厂必须按电机及其它配套件等的技术匹配和安装要求进行安装。

（4）底盘：加强纵梁、横梁除锈防锈。出现骨架、大梁、前后桥断裂，厂家应予“招回更

换、终生保修 ”。保证维修和配件供应。管路固定可靠，防止固定在活动部件上。

（5）行车制动：双回路气制动，含空气干燥器、四回路保护阀、继动阀、调压阀、脚制动阀、手制动阀等。应有干燥装置，自动排气净化油水、 ABS。

（6）驻车制动：手制动阀装在驾驶座便于操作的位置。

（7）全车气路：干燥器在纵梁外，储气筒要有足够的储气量，保证满足频繁制动、开关乘客门以及其它设备的用气量。密封保气良好。

（8）轮胎钢圈：普通钢制轮毂。

（9）各踏板：制动及油门踏板应高度适中，方便操纵。

（10）电器部分：

① 雨刷：雨刮器采用双速刮水器总成，雨刮片长度要按出厂标准执行。

② 灯具：符合 GB4599 的要求。大灯保证年检通过。

③ 警示器：电子钟带温度显示、水温、气压欠压、制动、蹄片磨损等设报警指示及蜂鸣器。

④ 电气系统（照明、信号装置及其它）：

1) 电器控制盒安装于便于检查维修的位置，要求保修两年。

2) 采用耐高温阻燃电线。允许的最大电流，要留有足够的安全系数。

3) 接插件连接可靠，要有防插错措施。采用耐高温辐照阻燃电线。允许的最大电流，要留有足够的安全系数。

4) 导线应分色，电气线路走向合理，要捆扎牢靠，并有绝缘防护套。线束 通过梁、板孔时，应有绝缘防护圈，与其它物体固定时要用尼龙扎袋，不允许线束与油、气、水管捆扎在一起。

5) 保险、开关、继电器、灯泡工作可靠，耐用，开关等表面件还应美观。

（11）车身：承载式车身，整车电泳，必须要保证 8 年内不断裂、不变形、不锈蚀、不腐烂。

（12）安全设备： 4KG 灭火器 2 只。

2.4. 车辆质保

（1）整车质保：3 年或 10 万公里（先到为准）

（2）三电系统质保：核心三电（电池、电机、电控）质保 8 年或 40 万公里（先到为准）

（3）车身骨架质保：8 年内不断裂、不变形、不锈蚀、不腐烂

2.5 交货要求

招标人通知后 45 个日历日内送达招标人要求地点。

2.6 车辆验收:

按照车辆出厂有关验收标准和车辆验收的通常惯例进行厂验。业主派出人员（可按 3 人×3 天计算）赴供货商工厂进行部件和整车出厂验收，经业主出厂验收合格的设备，供货商才可发货。验收所需的交通、食宿等费用包含在投标总价中。业主派出人员赴供货商工厂进行出厂验收时，供货商首先要向业主提交《车辆出厂检测报告》，并负责测试结果的准确性。业主在供货商工厂对其车辆出厂验收完毕认可后，双方履行签字手续，业主出具《车辆出厂验收证书》，供货商才可以发货。

2.7 售后服务要求：

南京市设有服务网点或承诺中标后在南京市设立服务机构。

3 中型客车

3.1 技术参数

（1）车型：13-17 座柴油客车

（2）**车身型式； 短头车身，提供有效的证明材料；**

（3）底盘结构: 承载式底盘

（4）发动机型式: 中冷、涡轮增压

（5）车辆排量：≥2.998

（6）最大输出功率(kw): ≥125

（7）排放标准:国六

（8）**驱动方式：后驱，提供有效的证明材料；**

（9）制动方式：盘式+ABS

（10）车道偏离提醒：配备

（11）变速器：自动挡

（12）准乘人数：13-17 座

（13）**车身长度（mm）：车长≤6000，提供有效的证明材料；**

（14）油箱容积（L）：≥90

（15）导航、倒车雷达及影像：配备

（16）车身开门：侧开门

（17）巡航控制：定速巡航

（18）安全气囊：主副安全气囊

（19）前门玻璃升降方式：左右侧电动窗

（20）**整车质保时间：自交付验收合格之日起三年或六万公里。投标时须提供加盖整车制造商公章的针对本项目的质保承诺函原件。**

3.2 改装要求

（1）所有门锁、铰链、连接链、防脱链等必须牢固、可靠，选用技术成熟且防雨、防腐、

防锈的材料和加工工艺，避免风吹、日晒、淋雨加速车辆内外装置老化、锈蚀。

（2）车辆的外观设计简洁、明了，全车为白色。车体周围需印制用户指定的 LOGO 或“南京地铁”字样。

（3）车辆需配置电动升降玻璃、倒车影像、触摸式多媒体播放机。

3.3 车辆质量要求

（1）投标人所提供车辆应全新（包括所有零部件），车辆完全符合国家检测标准及出厂标准，车辆表面无划伤、碰伤，无漏油、漏水现象，车辆门窗密闭良好，发动后所有系统运转正常，无异响。

（2）车辆具有型式核准证书、产品 3C 认证证书，能按国家规定上牌、年审及上路行驶。

（3）投标人负责车辆上牌前产生的相关费用（不含车辆保险）。

（4）投标人所提供的车辆具有合法、齐全的手续，保证车辆上牌。

（5）改装车辆符合供货要求。

（6）投标人随车向招标人交付车辆维修工具、使用说明书、随车配件清单及相关资料。

（1）整车质保时间：自交付验收合格之日起三年或六万公里。

3.4 交货要求：

招标人通知后 45 个日历日内送达招标人要求地点。

3.5 验收要求：

按照车辆出厂有关验收标准和车辆验收的通常惯例进行验收。

业主派出人员（可按 3 人×3 天计算）赴供货商工厂进行部件和整车出厂验收，经业主出厂验收合格的设备，供货商才可发货。验收所需的交通、食宿等费用包含在投标总价中。业主派出人员赴供货商工厂进行出厂验收时，供货商首先要向业主提交《车辆出厂检测报告》，并负责测试结果的准确性。业主在供货商工厂对其车辆出厂验收完毕认可后，双方履行签字手续，业主出具《车辆出厂验收证书》，供货商才可以发货。

3.6 售后服务要求

南京市设有服务网点或承诺中标后在南京市设立服务机构。

4 工程救险车

4.1 车体基本要求：

（1）长(mm)：≥5990；

（2）宽(mm)：≥2090；

（3）高(mm)：≥2580；

（4）总质量（kg)：≥4200；

（5）轴距(mm)：≥3750；

（6）改装后的净载重（kg)：≥1500；

（7）驾驶室准乘人数(人)：≥10 人；

（8）发动机功率（KW)：≥130

（9）排量（L)：≥2.78

（10）货厢尺寸（mm）≥1860*1770*600

（11）排放标准：国Ⅵ

4.2 改装要求

（1）车辆改装在满足内部强度情况下，使用碳素结构钢材料。

（2）所有门锁、铰链、连接链、防脱链等必须牢固、可靠，选用技术成熟且防雨、防腐、防锈的材料和加工工艺，避免风吹、日晒、淋雨加速车辆内外装置老化、锈蚀。

（3）车辆的外观设计简洁、明了，全车为黄色。车体周围需印制用户指定的 LOGO 或“工程救险”字样。

（4）车辆需配置电动升降玻璃、倒车影像、触摸式多媒体播放机。

（5）车辆需配置警灯、警报装置，并由投标人按规定办理相关使用手续，整车需通过相关部门的检验，配发相应的使用证。

4.3 车辆质量要求

投标人所提供车辆应全新（包括所有零部件），车辆完全符合国家检测标准及出厂标准，车辆表面无划伤、碰伤，无漏油、漏水现象，车辆门窗密闭良好，发动后所有系统运转正常，无异响。

车辆具有机动车环保信息随车清单、产品 3C 认证证书，能按国家规定上牌、年审及上路行驶。

投标人负责车辆上牌前产生的相关费用（不含车辆保险）。

投标人所提供的车辆具有合法、齐全的手续，并负责车辆上牌。

改装车辆符合供货要求。

投标人随车向招标人交付车辆维修工具、使用说明书、随车配件清单及相关资料。

整车质保时间：自交付验收合格之日起三年或六万公里

4.4 交货要求

招标人通知后 60 个日历日内送达招标人要求地点。

4.5 验收要求

按照车辆出厂有关验收标准和车辆验收的通常惯例进行厂验。业主派出人员（可按 3 人×3 天计算）赴供货商工厂进行部件和整车出厂验收，经业主出厂验收合格的设备，供货商才可发货。验收所需的交通、食宿等费用包含在投标总价中。业主派出人员赴供货商工厂进行出厂验收时，供货商首先要向业主提交《车辆出厂检测报告》，并负责测试结果的准确性。业主在供货商工厂对其车辆出厂验收完毕认可后，双方履行签字手续，业主出具《车辆出厂验收证书》，供货商才可以发货。

4.6 售后服务要求

南京市设有服务网点或承诺中标后在南京市设立服务机构。

第六节　线网共享设备

1 钢轨打磨车

（1）2020 年 1 月 1 日至今（以竣工验收时间为准）钢轨打磨车在城市轨道交通行业有运用业绩；（须提供①所投产品的合同协议书、②竣工验收报告或用户证明文件，合同里须列明以上设备。）以上要求会进行业绩评审打分。

（2）设备制造商应有完善的售后服务体系，在中国境内应设有专业售后服务机构。

1.1 供货范围

本项目的钢轨打磨车是 11 号线车辆基地的配套设备，可用于南京地铁全线网线路、道岔钢轨表面实施自动控制磨削加工，以消除钢轨表面锈蚀、疲劳裂纹、不平顺、 波浪型磨耗、磨损、变形、肥边等缺陷。

供货范围：钢轨打磨车 1 台，包含整套系统的硬件、软件使用许可、随车附件、专用工具、计算报告、技术资料等。供货的设备必须是全新、完整、技术成熟的，并要符合各项验收（包括出厂验收、到货验收、试运行及最终验收）标准的合格产品。供货范围还包括人员培训、设计联络、产品检验、试验抽查、现场监造、产品验收、首次保养及系统升级全寿命周期内服务等。

供货设备如下：

序号	名　　称	附注
1	钢轨打磨车	包含主机及随车附件
2	专用工具	可参 1.5（包含但不限于）
3	服务	包含培训、监造、设计联络、设计审查、资料、验收、调试、运输等。

1.1.1 供货设备清单

（1）投标方应向招标方提供全部供货清单，包括主机及随车附件清单、专用工具清单、备品备件（含易损易耗件）清单、技术资料清单、关键部件及外购件清单等。

（2）主机清单包含主机的各主要系统规格、型号、制造商、数量等，另列明随机附件、外购件（价值 2000 元人民币以上）清单，随车附件包含在设备总价中。

（3）专用工具包括但不限于：调试及故障诊断工具、维修专用工具（接线工具、拆装工

具）及附属仪器仪表、试验/测试设备、便携式调试设备等。**投标人可参考 1.6 结合自身设备情况及供货经验自主开项提供，专用工具的具体规格型号、单价、数量投标时投标人需提供清单**。承包商提供品牌笔记本电脑采用主流配置（处理器 I5 及以上 ；内存 16G 及以上；存储 1TB 及以上），安装有必须的计算机程序及硬件连接线，以用于编程、调试、检测、诊断、作业记录下载，最终由招标人在合同价格内调整确定。请充分考虑笔记本的型号选型，避免后期交付时型号升级换代或停产造成不必要的变更。交付时可按照不低于投标时同等配置要求和合同价格参考与最终用户再确定最终具体型号。

（4）**本项目不采购备品备件。**

1.1.2 供货方式

在确保质量要求和调试、验收等周期的前提下，选择合适的运输方式，由投标方送达招标方指定的车辆基地。投标方在运输过程中需要办理铣磨车的保险，保险的价值为合同签订的总金额，受益方为业主方。

1.1.3 图纸及技术文件

（1）投标方需列出设备所有主要部件（包括易耗件）的名称、材料、供应厂家、原产地、安装在设备的部位以及主要部件的功能和原理，外购重要部件的产品说明书、合格证、检验报告、联络方式、替代品规格编号。

（2）投标方提供最新版完整的技术文件和图纸。详细说明设备及其部件的性能、原理、结构和尺寸，以及部件和电子器件的型号、规格和技术参数。使招标方能够实现对设备的操作、检查、修理、试验、调整和维护。

（3）装箱技术文件应包括但不限于：以上技术文件和图纸，产品使用保养说明书，总图、总装前主要部件检验报告、设备清单及各类计算报告详单，专用工具、易损件、备件清单，产品合格证调试验收文件等。以上装箱技术文件各 5 套及电子文件 1 套。

（4）提供所有设备的全寿命内总的维护手册及分阶段内维护手册。车辆的维护手册应根据日月检、年修、中修（架修）和大修进行制定。并且指导招标方对维护手册的运用进行学习掌握。

（5）提供所有设备全寿命周期内的计量检测要求和方法所有仪表包含但不局限于检测周期、适用范围等应符合国家及行业标准。

（6）投标方负责全部图纸、技术文件及说明书的翻译工作。

1.2 钢轨打磨车采用的主要技术标准

GB50157-2013	地铁设计规范
TB/T449-2016	机车车辆车轮轮缘踏面外形
GB/T 7928-2003	地铁车辆通用技术条件
TB/T 3549.1-2019	机车车辆强度设计及试验鉴定规范转向架
GB/T 24338-2018	轨道交通电磁兼容
GB/T 21563-2018	轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验
CJJ/T 96-2018	地铁限界标准
GB/T 3449-2011	声学 轨道车辆内部噪声测量
GB/T 3450-2006	铁道机车和动车组司机室噪声限值及测量方法
TB/T 1580-1995	新造机车车辆焊接技术条件
TB/T 3548-2019	机车车辆强度设计及试验鉴定规范
GB/T 5599-2019	机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范
GB/T 985.1-2008	气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
GB/T 700-2006	碳素结构钢
GB/T 1804-2000	一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差
GB/T 1184-1996	形状和位置公差未注公差值
GB/T 13306-2011	标牌
GB/T 25295-2010	电气设备安全设计导则
GB/T 4728-2018	电气简图用图形符号
GB/T 5226-2019	机械电气安全 机械电气设备
GB 4793.1-2007	测量、控制和试验室用电气设备的安全要求
GB/T 191-2008	包装储运图示标志
GB/T 4208-2017	外壳防护等级（IP 代码）
GB/T 7261-2016	继电保护和安全自动装置基本试验方法
GB/T 13669-1992	铁道机车辐射噪声限值
TB/T 1508-2016	机车电气屏柜
TB/T 1484.1-2017	机车车辆电缆 第 1 部分：动力和控制电缆
GB/T 21563-2018	轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验
GB/T 25119-2010	轨道交通机车车辆电子装置
TB 1126-1999	机车控制与照明电路标准电压

GB/T 21413.1-2018	轨道交通 机车车辆电气设备 第 1 部分：一般使用条件和通用规则
GB/T 21413.2-2008	铁路应用 机车车辆电气设备 第 2 部分: 电工器件 通用规则
TB/T 2742-1996	交流传动内燃机车司机室取暖一般规范
TB/T 2866-1997	机车空调装置技术条件
GB/T 6770-2020	机车司机室特殊安全规则
GB/T 6769-2016	机车司机室布置规则
GB 5914.1-2015	机车司机室 第 1 部分：瞭望条件
GB 5914.2-2000	机车司机室前窗、侧窗和其他窗的配置
TB/T 1132-1996	内燃、电力机车的管路涂色
TB/T 2843-2015	机车车辆用橡胶弹性元件通用技术条件
TB/T 2743-2001	交流传动内燃机车燃油预热系统技术条件
TB/T 2709-2013	交流传动内燃机车用冷却风扇
TB/T 2710.2-2015	机车、动车组用空气压缩机组技术条件 第 2 部分：螺杆空气压缩机组
TB/T 2711-2015	机车、动车组用空气压缩机组试验方法
TB/T 3104.1-2020	机车车辆闸瓦 第 1 部分：合成闸瓦
TB/T 60-2014	机车车辆用制动软管连接器
TB/T 2056.3-2019	机车制动机 第 3 部分：空气制动机
TB/T 3550-2019	机车车辆强度设计及试验鉴定规范 车体
TB/T 3520-2018	铁路大型养路机械钢轨打磨车
GB/T 25336-2018	铁路大型养路机械 检查与试验方法
GB/T 25337-2018	铁路大型养路机械 通用技术条件

本用户需求书引述的有关标准和规范，是最低限度要求，供货商应提供符合用户需求书要 求的优质产品所对应的标准和规范，提供设备设计、制造、试验、测试、验收等所采用的相关标准目录作为投标文件的附件。 本用户需求书所引述的标准如与供货商所执行的标准不一致时，供货商可以采用相应的标 准替代，但供货商应确认替代标准高于本需求书所列标准，并在投标文件中加以说明，提交采购管理方审查。所使用的材料、部件或产品必须满足国家强制性执行的标准和强制性产品认证等。供货商须提供采用强制性执行标准的材料、部件或产品明细表。

1.3 钢轨打磨车技术要求

1.3.1 主要功用

钢轨打磨车是车辆基地的配套设备，用于南京地铁全线网对其线路（包含正线、辅助线、停车场线等）钢轨，自动进行轨面横向廓形和纵向波磨测量，自动提供加工建议，实施 PLC 程序控制/计算机自动控制和操纵，对轨道和道岔进行保养性和修复性钢面磨削加工（简称打磨），以消除钢轨表面锈蚀、疲劳裂纹、不平顺、波浪磨耗、磨损、变形、斑点、肥边等缺陷。

1.3.2 主要功能及技术特点

（1）设备具有对钢轨轨面包括曲线、道岔、护轨等特殊区段钢轨的打磨功能。

（2）设备自带动力，自行牵引，双轨同时打磨、双向往返打磨功能。

（3）两端均设有功能相同的驾驶操作室。（并且车上人员不需下车，可在车上从一端的司机 室走到另一端的司机室。具有良好的车上通过性。）

（4）设备采用 PLC 程序控制/计算机控制，实施自动控制。控制面板具有自动控制和手动控制两种操作功能，操作界面友好。

（5）具有横向廓形精度自动测量功能以及纵向波磨测量能力，且能够保证打磨后平滑光亮面工况下的测量精度。

（6）设备具有记忆功能。在往返打磨中，对钢轨的特殊区段，磨头自动提升避让。

（7）设备具有运行参数、磨削参数、监控参数及轨面纵波、廓形精度自动记录、数据输出 及打印功能。

（8）设备具有集尘/过滤、喷水/消防和完善的火灾预防、监测、报警和处置功能。

（9）设备具有完善的防止误操作和操作人员安全保障功能。

（10）设置有足够传感器及摄像系统，具有对发动机、打磨系统进行监控及异常情况自动停机的应急处理功能。

（11）设备具有故障自动诊断、检测、显示、报警及运程诊断功能。

（12）设备具有“黑匣子”功能，自动存储作业车运行参数、切削参数、轨面精度及监控参数。

（13）设备具有良好可靠性，具有必要的设计冗余，具有良好的可扩展性。

（14）设备作业时不会对轨旁所有设备造成任何损害。

（15）车体设计应考虑顶升救援方案，且车体被顶升后，转向架不能与车体分离，请供货商提供相关证明文件。

（16）全车结构进行防尘密封和防水设计，尤其驾驶操作室密封性好，且有增压、降噪功能，并由供货商提供解决方案和证明性文件。

（17）在设备发生故障时具有应急处理功能，且具备与救援机车联挂拖行的功能。

（18）打磨过程中，打磨车负荷正常，运行稳定，液压油温能够控制在预警值以下以保证打磨车正常作业，磨石仪表指示状态稳定，液压油管（如有）稳定安全。

（19）满足设备运用所有边界条件。

（20）具备工程车行车安全监控系统并接入现有线网平台。

1.3.3 钢轨打磨车主要技术参数

1.3.3.1 整车主要技术参数

（1）型号（由供货商提供）

（2）轨距 1435mm

（3）设备组合形式 （由供货商提供）

（4）车钩

车钩型式（由供货商提供，满足同 13B 型上作用式车钩连挂要求）

车钩中心线高度(距轨面) 880 mm±10 mm

（5）轴重（≤14 t）（由供货商提供）

（与南京地铁工程车辆连挂时，总重满足南京地铁桥梁荷载要求，设计联络阶段供货商提 供相关计算说明，供货阶段提供第三方计算证明。）

（6）重量（整备重量） （由供货商提供）kg

不含消防水 （由供货商提供）kg

水箱容积 （由供货商提供）m3

（7）水箱水力系统不锈钢材质 （或者优于此材质，由供货商提供方案）

（8）外形尺寸总长×总宽×总高 （由供货商提供）mm

（9）脱轨系数（Q/P） ≤0.8

（10）限界：符合《地铁设计规范》GB50157-2013 附录 C 中 B 型车限界要求，并能通

过 GB146.1－83 中华人民共和国铁路机车车辆限界。

（11）连续工作时间 ≥8 h

（12）使用寿命≥30 年; 在平均每年磨轨作业时间不少于 600 小时情况下，设备整车使用寿命≥30年。在车辆设计联络阶段根据南京地铁要求提供具体的主要磨损件的最小设计寿命。

1.3.3.2 动力系统主要技术参数

（1）动力源组合方式

每辆车均具有动力源，钢轨打磨车组应采用两台柴油机的单模式动力组合或柴油机+接触网供电的双模式动力组合方式。（供货商提供详细方案和参数等）

（2）柴油机型号 （由供货商提供）

（3）整车组功率

单种模式动力源（柴油机或接触网供电（如有）功率应≥760kW（满足最大允许坡度≥40‰，在平直道上的最高双向自牵引运行速度≥ 60km/h。）

（4）燃油箱容量 （由供货商提供）L (满功率连续工作 8 小时以上)

1.3.3.3 行车系统主要技术参数

（1）最高双向自牵引运行速度（在平直道上） ≥60km/h（曲线外轨最大超高 120mm 时能安全运行）

（2）设备被牵引运行的最高速度（构造速度） ≥80 km/h

（3）牵引驱动/传动方式 （由供货商提供）

（4）车轴车轮车轴排列型式 （由供货商提供）

车轮磨耗型踏面

轮径（新轮）Φ （由供货商提供）mm

（5）最小运行曲率半径（水平） ≤150 m

（6）设备最大允许坡度 ≥40‰

（7）设备单机牵引整列编组最大允许坡度 ≥30‰

（8）挂钩速度 ≤5 km/h

（9）制动 包含常用制动、紧急制动和驻车制动

制动方式 （由供货商提供）

常用制动减速度　　（由供货商提供）≥m/s2

紧急制动最大减速度　　（由供货商提供）≥m/s2

1.3.3.4 轨道打磨系统主要技术参数

（1）磨头数量 16 或 20 头

（2）磨头功率最大功率　　（由供货商提供）kW

额定功率　　（由供货商提供）kW

（3）磨头驱动方式　　（由供货商提供）

（4）磨头外形尺寸（直径×厚度）　　（由供货商提供）Φ × mm

（5）磨头转速　　（由供货商提供） rpm

（6）单行程磨削深度（min~max ）　　（由供货商提供） mm

（7）单行程作业速度

最小单行程作业速度　　≤3 km/h

最大单行程作业速度　　≥12km/h

切深 0.1 mm 时作业速度　　（由供货商提供） m/min（km/h）

打磨作业速度误差　　≤±0.5 km/h

（8） 最小作业曲率半径（水平）　　≤150 m

（9） 最大作业坡度　　≥40 ‰

（10）磨削头加工角度范围（由供货商提供）

内侧：≥70 度

外侧：≥20 度（不需要特殊打磨单元）

角度调整精度：±0.5°

（11）磨削头接触压力　　（由供货商提供）N

（12）储存程序及工作模式数量　　（由供货商提供）个

（13）不低于 80％负荷连续打磨作业时间　　≥2h（隧道无通风工况下）

1.3.3.5 加工质量指标

（1）轨面轮廓精度　　≤±0.2 mm

（2）纵向平顺性精度（平直度）　　≤0.1mm/400 mm

（3）表面粗糙度 Ra≤10μm

（4）钢轨表面无灼伤，无发蓝现象。

1.3.3.6 舒适性指标

（1）平稳性（在 50km/h 速度下） W≤2.5

（2）噪音驾驶/操作室内部噪音（任何工况下） ≤78dB（A）

外部噪音（任何工况下，距设备 30m 处） ≤80dB（A）

（3）驾驶/操作室内含尘量指标 5mg/m3（由供货商提供，说明符合引用的标准）

（4）驾驶/操作室内温度指标 冬天不低于 18℃、夏天不高于 26℃

（5）发动机废气排放 不低于合同签订时国家强制要求的标准

1.3.4 钢轨打磨车系统设置及设备组成

1.3.4.1 系统设置

钢轨打磨车组由两辆各自具有动力和打磨系统的车辆组成，每辆车为一台 8 或 10 头钢轨打磨车，两辆车串联组成一组 16 或 20 头的钢轨打磨车组。打磨系统均集成在打磨小车上，打磨小车装置在车体底架（车体底架简称车架）下方。打磨小车具有独立升降功能。打磨小车落下后，在钢轨上运行具有独立导向功能。打磨小车上装置有砂轮磨头，每一个磨头均具有独立的升降、横向移动、横向平面内的偏转角度调整功能。打磨小车升降和磨头升降、横移、偏转角度调整为液压驱动或者电动驱动。驱动磨头旋转的动力为电机驱动或者液压驱动两种方式。磨头旋转并以一定压力接触轨面，进行端面磨削加工。打磨作业产生的磨屑，通过集尘系统抽吸、过滤后集中倾倒。为了防止磨屑和火花对轨旁的影响，打磨装置外侧设置有挡板。具体集尘措施及集尘率由供货商提供说明文件。为了防止磨削火花产生的火灾隐患及铁屑粉尘，打磨车上装置有喷水（喷淋）消防系统。打磨小车均具有应急手动起升功能，应急起升功能单人即可操作，保证任何情况下均可以通过手动起升小车。

1.3.4.2 作业车总体组成

钢轨打磨作业车主要由下列子系统和技术支持系统组成：车体/车架/车钩系统、转向架系统、驾驶/操作室、动力系统、牵引动力传动系统、制动系统、压缩空气系统、发电机系统、轮廓测量系统、打磨作业系统、打磨系统、尘屑抽吸过滤系统、喷水/防火/消防系统、 润滑

系统、行车控制/测量控制/打磨控制系统、电气系统、故障自动诊断及运程通讯故障 诊断系统、计算机硬件软件及程序等。供货商在投标文件中可用文字、图样、照片等形式，提供作业车总体组成布置、结构原理、功能性能、规格参数和技术方案的详细说明，在投标文件中提供钢轨打磨车总组装图、主要部件装配图、传动系统原理图、电气系统图、控制系统原理图、液压系统图、气压系统图、润滑系统图等。

1.3.5 设备主要子系统及技术支持系统技术要求

1.3.5.1 车体/车架/车钩系统

（1）钢结构及力学性能要求车体/车架采用焊接钢结构。具有足够的强度、刚度和耐车端冲击的能力。承受 100t 的车端冲击载荷及 1.3 倍于钢轨打磨车自重载荷时，不会破坏或产生永久变形。车体按有关标准进行各项强度、刚度计算和试验，提供计算和试验报告；重要部位须进行无损探伤检验，并提供检验报告，该车体是经过实际使用验证的成熟的产品。

（2）车体外表各部分应有良好的密封和防雨设计 在任何气候条件下均不得出现车体机器间进水现象。车体外表及动力室外开门应考虑防尘密封，门的周边应有密封胶条，必要的开口也要有有效的滤尘装置，以防止或最大程度地减少打磨时灰尘进入机器间。动力室外开门的下边缘高于站台面，在车站区域能够打开。

（3）车体侧墙及顶棚的隔热、隔音材料，应为阻燃、无毒、环保的材料。

（4）动力设备集中排污和弹性支承要求 动力设备车下设置有排污管和集污箱，确保油水、污物集中排放。柴油机和其它动力设备分别通过弹性支承与车架相连，设置隔振装置，以减少振动和噪音。

（5）架车及吊装要求

在车架合适位置设有架车点（满足 8 点顶升要求，相邻两顶升点距离＞1m），投标时附图提供架车点和吊装点位置，架车点位置应留有足够的救援作业空间。车体被架升时不能与转向架/轮对脱开。并提供车辆救援顶升方案。柴油机和其它动力设备安装处的车体顶棚结构应便于拆装，方便吊装该动力设备。

（6）车钩、排障器要求作业车车钩应满足与装有中国标准 13B 型上作用式号车钩的其它车 辆连挂的接口要求。车钩内安装有缓冲器。车端设置有排障器。

（7）在投标文件中，采用图样、照片和文字形式，提供车体、车架、车钩结构/原理，功

能/性能、材质/预处理、技术参数及技术方案说明。

1.3.5.2 转向架系统

（1）钢轨打磨车转向架应为成熟产品设备。

1）转向架应是经过实际使用验证的成熟的产品；在投标文件中供货商须提供有效部门出具的质量及安全合格证书复印件（如果有），或提供使用相同转向架的钢轨打磨车运行无重大故障、安全应用的证明材料。

2）投标文件采用图样、照片和文字形式，提供转向架结构/原理，功能/性能、材质/预处理、技术参数及技术方案说明。

（2）投标文件提供转向架结构原理图，对转向架结构、走行部驱动形式、构架、轴数和驱动轴数量、轴距和转向架中心距、牵引装置、转向架同车体连接及悬挂系统、液压减震器、轮对、轴箱（包括轴箱定位）、轮对轴承和速度传感器等作出技术说明。

（3） 钢轨打磨车正常运行时，走行平稳、安全、可靠。在雨天和 40‰坡道湿滑轨道线路上，走行部应保证设备进行正常运行和打磨作业。

（4）转向架系统粘着利用率高，曲线通过性能好，轮缘磨损小。车轮踏面廓形按“TB”磨耗型踏面标准执行（具体选型在设计联络时确定）。若供货商有更优方案，应在投标文件中说明。

（5）钢轨打磨车上的车轮可在数控不落轮机床上进行镟削修复。车轮可供镟削的厚度在半径上不小于 25mm。

（6）走行装置使用寿命为 30 年。

1.3.5.3 两端驾驶操作室

（一）两端驾驶操作室功能

（1）钢轨打磨车组的两端都设有驾驶操作室，具备行车驾驶功能，以方便双向行驶和双向 轨面打磨作业。

（2）车组一端为主端驾驶操作室，设置有操作、控制和监控系统的主机。两端驾驶操作室 可实现的操作、控制和监控功能相同，都设有供运行驾驶、轨面打磨、轨道检测等操作、控制和显示、记录、监控用设备，都具有行车控制、测量控制、打磨控制、系统监控、应 急处理等所有轨道打磨操作控制必须的功能。

（3）两端司机室操作、控制权限可设定，具备互锁功能，一端驾驶操作室操作时，另一端驾驶操作室相应的操作功能自动锁闭，防止误操作。

（二）驾驶操作室舒适性要求

（1）两端驾驶操作室应有良好的密封、减振和隔音设计。驾驶操作室门窗密封良好。采用固定窗。所有门、窗周边必须装置密封胶条，胶条密封必须有效。驾驶操作室侧面和顶板，驾驶操作室与动力室（或机器间）之间的隔墙，都应填充环保型隔热、隔音材料。驾驶操作室通向外界和动力室（或机器间）的管线洞口必须密封。两端驾驶操作室装有空气增压装置，以保证车外粉尘不得进入驾驶操作室；增压装置进风口设有过滤装置。过滤装置由静电过滤器、机械过滤器、活性炭过滤器（如果有）组成，过滤装置应维护简单便于更换，对驾驶操作室外被污染的气体和气味进行过滤。在隧道中进行磨轨作业时驾驶操作室内粉尘含量不得大于 5mg/m3。驾驶室配备一套独立的空气净化系统，具体标准要求及方案在设计联络时确定。在工作状态条件下驾驶操作室噪音不应高于 78dB(A)。

（2）驾驶操作室空间要足够。主驾驶操作室除操控人员 1 人外，还可容纳 5 名乘员。驾驶操作室设置有供其他乘员使用的固定座椅和临时折叠座椅。

（3）操作人员座椅应可升降、靠背可倾斜、配备椅套，并符合人机工程学要求，以方便操作。两端驾驶操作室配置有环保冷暖空调（冬季制热也可采用电热或发动机余热暖风），操作人员能调节驾驶操作室温度和风速，在夏季打磨作业制冷时室内温度不高于 26℃，冬季制热时室内温度不低于 18℃。

（4）驾驶操作室内应设随车工具箱、衣帽钩、水杯架等设施。

（5）供货商在投标时提供驾驶室舒适性实施简要方案。具体方案可在设计联络阶段时进一步补充完善。

（6）驾驶操作室通信要求 两端驾驶操作室之间应设置车内通信装置，并且可对车外进行广播喊话。驾驶操作室装有电喇叭。

（三）驾驶操作室瞭望及安全性要求

（1）驾驶操作室对外瞭望视野开阔。两端驾驶操作室的玻璃窗设计应保证操作人员有良好 的瞭望和观察条件，应选用符合有关标准的安全的玻璃材料；驾驶操作室玻璃窗配有喷水式双速电动刮雨器和除雾装置；室外两侧应装有后视镜。

（2）两端驾驶操作室前后外端均装有不小于 1080P 高清摄像头，具有拾音功能，室内均设有高清彩色视频 监视器，监视器配备扬声器尺寸不小于 16 寸，视频录像具备回放下载功能反向行驶时，在驾驶操作室内可对车组后方的轨道线路和信号进行观察监视。监视器尺寸

在设计联络时确定。

（3）车端设置运行红白标志灯及风喇叭，运行灯包括远射头灯、运行红灯、闪光警示灯及 近照灯等，运行灯受作业车运行方向控制。

（4）操纵/控制做到方便、安全，具有完善的防误操作及操作人员安全保障功能。

（5）驾驶/操作室应有防火设施。

（6）两端驾驶操作室设有上下车及进出机器间的车门，车门配有门锁，所有门锁可以用一 把钥匙开锁。

（7）驾驶操作室及机器间室外的梯道、走道及扶手应符合安全要求、方便操作人员的上下 和防滑。

（8）供货商应考虑打磨车编组间通过性要求，并在投标时提供方案。

1.3.5.4 动力系统

（1）动力系统含有柴油机，如含有其它动力系统，请在投标文件中详细说明。柴油 发动机的功率应满足钢轨打磨车正常作业功能需要并有一定的余量。发动机应采用国际知名品牌的水冷、PLC 控制/计算机控制、电子喷射技术、电启动柴油机。废气排放达到合同 签订时的国家强制标准。柴油机在中国大陆有成熟的应用经验并且在国内有售后服务机构。

（2）投标时需列出柴油机下列主要技术参数

品牌：

型号：

原产地：

结构形式：

缸径×行程：　　(mm×mm)

额定功率/转速：　　(kW/rpm)

额定功率时燃油消耗率：　(g/kW·h)

进气滤清方式：

起动方式：

排量：（L）

（3）对燃油系统和燃油箱要求

在进入燃油泵前，燃油流经油水分离器及高效的滤清器。柴油机燃油系统和润滑油系统过 滤装置应便于检查和更换滤芯。燃油箱容量应满足不少于连续 8 小时打磨工作的需要。加油口在车辆的两侧，加油口的设计应方便加油并设有过滤装置。油箱设有油面指示器和进气（过滤）口。油箱下部呈倾斜状，在最低处设有排污阀方便排污。

（4）对进排气系统的要求

柴油机的进气系统设置高效、易于维护的空气滤清器；柴油机废气排放达到合同签订时国家强制要求。废气出口设置消音器。必须重视隧道内废气排放所造成的污染，采用废气净化处理措施及其装置，说明是否采用尾气净化及水洗装置。排气不得对沿线设备、人员、环境造成影响。请供货商提供详细的技术方案说明。

（5）对柴油机辅助系统的要求

投标文件对柴油机辅助系统（蓄电池、冷却系统、润滑系统等）进行详细说明。采用国际知名品牌免维护型碱性蓄电池，能自动充电，蓄电池容量满足要求。投标文件需说明蓄电池型号、数量、容量和使用寿命。柴油机冷却系统及动力室散热充分有效。供货商对动力室最高温度做出承诺。冷却水加水、放水都应方便，并能把水放干净。供货商应该充分考虑长隧道无通风条件下的散热情况，应能满足不低于 80％负荷连续打磨 作业 2 小时，并提供相应核算依据。

（6）柴油机操纵、控制、监控以及报警、停机功能

在两端驾驶操作室实施对柴油机的操纵和控制。两端驾驶操作室均有发动机工作状态显示。设置足够监控装置（转速传感器、水温传感器、机油压力传感器、燃油油位等显示和保护器件），对发动机下列（包括但不限于）异常工况时给予及时报警，并可自动和手动停机：超速、燃油不足、润滑油低压、润滑油不足、冷却水超温、冷却水不足以及火警等。在作业车必要的位置设置手动紧急停机按钮（发动机可以由在操作间内的按钮和操作间外 的任一按钮进行停机控制）。

（7）柴油机应通过弹性支承与车架相连，设置隔振装置，以减少振动和噪音。加油 口的设计应方便加油并设有过滤装置；油箱下部呈倾斜状，在最低处设有排污阀方便排污；油箱设置液位计，在不开机情况下观察油位；油箱设置清洁口，以便定期清洁。

（8）柴油机功率输出接口要求柴油机是整个作业车的源动力设备。静液压系统、压缩空气系统和发电机等的源动力往往取自柴油机，它们自身又是直接给牵引、制动、砂轮磨削等

提供动力的装置。供货商需在投标文件中对以下方面（不限于）做出说明： 供货商需对柴油机功率输出有接口关系的所有设备及联接方式作出说明。供货商必须重视隧道内废气排放造成的污染，并为此提供相关的措施；供货商应说明对废气采用的装置及措施。

（9）柴油发动机具有怠速工况，在钢轨打磨车非作业状态下，柴油发动机不应满负 荷输出动力，以实现节省油耗的目的。

1.3.5.5 牵引动力传动系统

牵引动力传动系统的功能定位钢轨打磨车采用液压或电力传动，主要用于钢轨打磨车组牵引运行。牵引动力和打磨动力系统相互独立将被认为是一种优势。

投标文件需说明供货商案牵引动力传动系统结构、性能、操控等，包括（但不限于）以下各部分：

（1）对牵引动力传动系统的总体技术方案；

（2）牵引系统核心部件如液压泵和液压马达（或牵引电机和车轴齿轮箱）的数量及配置、功率范围等参数；

（3）牵引速度控制及换向控制；

（4）设备自行和拖行状态转换时牵引传动装置调整方式；

（5）防止车轮空转和打滑的措施。

牵引动力传动系统设计要求 牵引动力传动系统设计有完善的牵引负载控制和调整功能，同打磨系统可靠地进行匹配，无论是进行轨道测量、打磨运行或非作业工况自走行，速度误差≤±0.5 km/h。钢轨打磨车自行或拖行时，应能方便可靠的对牵引动力传动系统相关部件进行转换，并有明确的状态指示；投标文件需对该部分结构、操作进行说明。运行平稳、加速性能好、采用无级变速，换档时动力连续无冲击。在频繁的往复运行中， 停车方便，换向迅速。具有低匀速运行功能。最低打磨速度能保证≤3km/h，且不得出现低速爬行现象（低速运动爬行现象，是指当驱动机构以均匀的速度驱动时，被驱动部件的运行，或快或慢不均匀，或是一动一停地跳跃式运行，称为低速爬行现象）。高效范围宽。能同时满足调车运行、测量作业和打磨作业工况，无论是低速或≥60km/h 速度运行，都具有较高的效率。

1.3.5.6 制动系统

（1）钢轨打磨车采用液压(力)制动、减压空气制动和蓄能制动方式，具有常用制动，紧

急制 动和驻车制动功能。投标文件需对三种制动方式、三种制动功能作出说明，对制动装置结构、制动轴轴数、制动作用方式（踏面/盘式）、制动系统压缩空气工作压力等进行说明。

（2）对制动系统的要求：

1）常用制动和紧急制动采用液压（力）制动＋空气制动。

2）驻车制动采用弹簧制动，无风制动，有风缓解。

3）紧急制动时不得出现设备损伤和车轮、钢轨擦伤。

4）驻车制动装置能保证钢轨打磨车在40‰坡道上停车不会下滑; 停车后可上坡启动通过该坡道，不能产生后溜现象。

5）闸瓦在运用中不产生偏磨。

（3）钢轨打磨车可与采用空气制动系统的车辆联挂。在作业车的两端均设置有符合中国铁路标准并适应与地铁其它轨道工程车辆相连接的风管接头（包括总风之间、列车管之间的连接）。作业车的空气制动系统要满足无动力回送要求，即在作业车无动力时，可以和其它轨道工程车辆连挂，以实现回送。在和其它车辆连挂被拖行时，由牵引机车供风统一操纵制动，控制钢轨打磨车制动缓解。钢轨打磨车在自行和拖行时制动系统的转换应操作方便，动作可靠，并且应有状态指示。

（4）提供制动技术参数提供常用制动平均减速度和紧急制动平均减速度。在平直干燥轨道上施行常用制动，列表说明不同初速时的制动距离。

（5）投标文件需说明空气制动机的生产厂家、型号、规格及主要技术参数。

（6）在两端司机控制台上设有制动系统空气压力表，同时制动系统压缩空气压力不足或超压时时具有报警功能。

制动初速（km/h）	10	20	30	40	50	60
制动距离（m）						

1.3.5.7 压缩空气系统

（1）压缩空气系统功能压缩空气系统为空气制动、车顶嗽叭以及集尘系统滤清器的反吹清洁系统等提供压缩空气。车辆的两侧设置有压缩空气快装接头，方便操作人员吹扫清洁打磨机构等。

（2）在投标文件中，供货商应提供压缩空气系统原理图，需对压缩空气系统结构、性能、系 统主要技术参数、操控等各部分进行说明，并提供主要装置的生产厂家及型号规格。

（3）采用螺杆式空气压缩机。空气压缩机在压缩空气压力超过额定压力时，空压机自动卸载。

（4）总风缸下部设有自动排水阀。压缩空气硬管采用不锈钢管。同时配置除尘、除湿、除油等装置。

（5）系统设置有足够压缩空气压力测点，配置超压警示及安全装置。

（6）供货商需对压缩空气系统除制动功能外其他作用和功能（如对集尘装置过滤器进行反吹）进行说明。

1.3.5.8 发电机系统（如果有）

（1）发电机系统功用

对磨头是电机驱动的钢轨打磨车，设置有发电机。发电机由柴油机驱动发出交流电，作为打磨动力又直接驱动磨头电机旋转。

（2）投标文件采用图样、照片、文字形式，详细对发电机和磨头电机（如果有）全套系统（包括控制、传送系统）的结构、性能和参数等作出说明，并提供发电机系统主要装置的生产厂家和规格型号。

1.3.5.9 钢轨廓形及纵向波磨测量系统

（1）钢轨廓形及纵向波磨测量系统功能要求

① 轨道横向廓形及纵向波磨具有自动测量功能。

② 钢轨廓形及纵向波磨测量系统具有对数据进行分析、处理、存储、显示、打印、输出和提出打磨建议的功能。

③ 廓形测量结果采用轨廓图形的方式在显示屏上实时显示，实际廓形测量数据可与标准廓形进行对比分析，显示实际廓形和标准廓形的偏差值。

④ 实时廓形测量不受到现场打磨后平滑光亮钢轨表面影响，能够保证和打磨前测量的精度一致。

⑤ 软件具备钢轨波磨测量数据波形图、分段波形图的实时显示,以及波形分段测量和不平顺测量尺等功能,并可设置波幅超限值,实现波磨峰值超限提示。

⑥ 操作界面应有操作和提示信息。

⑦ 两根钢轨可同时测量。

（2）钢轨廓形及纵向波磨测量系统技术参数和指标满足以下要求：

① 轨廓及纵向波磨测量最大速度 ≥10 km/h

② 轨廓及纵向波磨测量系统系统精度 ±0.1mm；重复性不低于 0.005 mm

③ 轨廓测量采样频率至少每 0.5 米取一个样。

④ 波磨测量采样窗长度满足 10-30mm、30-100mm、100-300mm、300-1000mm波长下，采样窗长度为 600mm、600mm、1000mm、5000mm要求。

（3）投标文件需采用图样、照片和文字形式，对钢轨廓形测量及纵向波磨系统技术原理、结构、有关技术规范、技术参数、硬件、传感器等作详细说明。

（4）测量系统采集处理的数据和信息可通过 RJ45 或 USB 接口下载到笔记本电脑上；如果需 要在笔记本电脑上安装专用软件，应提供不限安装次数的软件版本。

（5）轨道测量系统应有良好的精度保持功能。投标文件需对轨道测量系统精度保持和精度校 准方法提供详细说明。

（6）投标时提供测量系统的硬件和软件版本的描述，提供数据处理及测量结果分析 软件，提供测量记录仪器和打印仪器说明。

1.3.5.10 轨道打磨系统

（一）轨道打磨系统功能

轨道打磨系统是本设备的核心子系统，其主要功能（包括但不限于）：

（1）打磨功能。由磨头作为执行部件，具体执行打磨作业。

（2）集成功能。打磨小车（或类似机构）作为集成载体，打磨机构零部件都集成在打磨小车上。

（3）调整功能。包含打磨台车升降，打磨头升降、横向移动和偏转角度调整。

（4）自动控制功能。打磨作业所有程序、操作和调整，实施全部程序控制和自动控制。

（5）自动监控功能。打磨作业所有程序、操作和调整，其工作状态全部实施监控。

（6）磨石磨耗到限保护功能。磨石磨耗到限后，可防止该磨头继续打磨，具有磨石消耗极 限提升功能，以防止损伤打磨机构。该保护装置具有可靠性、可维护性、方便日常检查。

（二）打磨小车

（1）投标文件需采用图样、照片和文字形式，提供打磨小车的整体结构、性能、操作控

制等的详细说明。

（2）打磨小车相对于钢轨必须有正确的导向（打磨小车相对钢轨的定位）。投标文件需采用 图样、照片和文字形式，提供导向机构结构可信性和导向精度说明。

（3）打磨小车必须有可靠的升降及锁定机构 打磨小车通过液压油缸（或气缸）控制可上升和下降，并具备防护措施。打磨作业时打磨小车下降后通过导向轮（或类似机构）在轨道上正确定位。在非打磨状态行驶时，打磨小车升起并锁定在车架下。打磨小车上升、下降和锁定须有非常高的可靠性。打磨小车升降设置有监控装置，可在驾 驶操作室进行控制和监控。有一组传感器可以帮助操作者从监视器上掌握打磨小车是否正 确下降到了钢轨上，也可以在打磨小车脱轨时给出报警。如果打磨小车没有正确下降，磨头就不可以被放下，警告信息会一直保留。如果出现磨削过程中脱轨，系统会自动停止打磨作业、提升磨头并显示报警。钢轨打磨车非切削行车时打磨小车提升并锁定在车架下，监控系统提供反馈信息，提示打磨小车是否提升到位并锁定。打磨小车升降要与其他有关操作互锁，如在设备高速运行时不会因误操作放下打磨小车，而造成设备和轨道线路的损伤。投标文件需采用图样、照片和文字形式，提供打磨小车升降及锁定机构的详细说明（含防尘防火花防护措施）。

（4）打磨小车位于提升状态时，应满足地铁车辆限界要求。

（三）磨头

（1）投标文件提供磨头驱动方式说明，并提交主要技术参数。

（2）每个磨头具有垂直升降、横向移动和偏转角度调整功能。投标文件需采用图样、照片和文字形式，提供磨头调整结构及方法、磨头定位结构及方法、磨头调整的测量基准、磨头极限位置调整范围以及调整定位精度的说明。

（3）投标文件提供打磨压力和打磨功率的调整控制方法。

（4）每次往返打磨行程都可同时对两根钢轨进行打磨。

（5）投标文件提供磨石装夹、定位方式及安全锁定说明。更换磨头应方便，由一人即可完成。在更换磨头和进行其他在车体下的工作时，控制系统应有可靠的设备状态锁定功能，确保磨头和打磨机构不会因车上人员误操作而动作，确保人员和设备安全。

（四）曲线、道岔、护轨区段钢轨的打磨设备具有对曲线、道岔、护轨等特殊区段钢轨的打磨功能，且不使用特殊磨头。投标文件需采用图样、照片和文字形式，提供直线轨、曲线轨打磨以及道岔、护轨段等特殊线路打 磨时的操作和控制说明。 对于不能打磨的线路（包括道

岔）区段，在投标文件中必须明确说明。护轨模式：在护轨段打磨钢轨时，磨头能打磨钢轨轨距内侧不小于 35°的位置。

（五）打磨作业操作及控制

（1）打磨作业的操作和控制在驾驶/操作室进行，具备单侧/双侧钢轨打磨能力。

（2）磨头的动作包括磨头旋转、磨头升降、磨头横移调整、磨头偏转角度调整、磨头下压力控制等。打磨时，所有磨头的动作都是通过打磨程序和计算机进行自动控制，并对磨头工作状态进行监控；在投标文件中供货商需提供该部分结构、性能、控制方式的详细说明。

（3）可以独立对每个磨头或磨头单元进行调整和控制。单个磨头发生故障时，可以暂停该磨 头工作而不影响其它磨头的工作。

（4）在磨轨作业中，当磨石耗尽时设备应有提示报警功能以及对轨道和打磨机构的保护功 能。

（5）轨道打磨系统应牢固、可靠，具有良好的精度保持能力；磨头定位精度校准应方便可靠；在投标文件中供货商需提供对轨道打磨系统精度保持性能、精度校准方法的详细说明（说明中包含使用何种校准工具）。

1.3.5.11 打磨电机/液压系统

（一）打磨电机系统（如果有）

（1）打磨电机系统功能

1）打磨小车、磨头升降控制驱动

2）打磨头的横向、偏转调整控制驱动（如果有）

3）磨头旋转电机驱动（如果有）

（2）投标文件提供电机打磨系统结构原理说明打磨电机系统包括（但不限于）打磨电机、横移油缸、下压油缸、偏转油缸、液压油箱、液压泵、液压马达、液压阀、滤清器等。在投标文件中，供货商需提供电气原理图和液压系统原理图，以及结构、元件、原理、功能、系统参数、控制方式、驱动的工作对象等的详细说明。

（3）打磨电机、液压系统和液压油应有完善的火灾预防和控制措施，特别强调液压系统的密封以及液压油的不燃性能。投标文件需对“液压系统的密封以及液压油的不燃性能”采取的措施予以重点描述。

（4）打磨电机系统设置应急装置

打磨电机系统故障时，设置应急装置，能够快速切除打磨电机系统，而不影响牵引 动力传动系统。

打磨小车/打磨头升降机构设置独立应急装置，在主系统意外故障的情况下，可以将 打磨小车和打磨头提升到非打磨作业走行状态时的位置并锁定。应急装置可以在主系统意外故障（包括驱动部件故障、控制部件故障、执行部件故障、辅助部件等故障）的情况下， 快速将打磨小车提起，满足应急回库要求。

（5）液压系统管路、电气线路及元件布置应整洁、合理、规范和便于检修。各部分管路、线路应根据系统和功能的不同采用不同颜色区分。液压系统金属主管路采用防腐、防锈材质。

（6）所有电气系统、液压系统主要元件（如：接触器、逆变器、整流器、泵、马达、电磁阀、油缸等）选用国际知名品牌产品；在投标文件中应提供电气系统、液压系统主要元件的生产厂家、规格和型号。

（7）选用的液压油满足钢轨打磨车使用要求，并应能在中国国内方便地采购。

（8）供货商应该充分考虑长隧道无通风条件下的散热情况，应能满足不低于 80％负荷连续打磨作业 2 小时，并提供相应核算依据。

（二）打磨液压系统（如果有）

（1）打磨液压系统功能

1）打磨小车、磨头升降控制驱动

2）打磨头的横向、偏转调整控制驱动（如果有）

3）磨头旋转液压驱动（如果有）

（2）投标文件提供打磨液压系统结构原理说明 打磨液压系统包括（但不限于）液压油箱、液压泵、液压马达、液压阀、动作油缸、滤清 器等。在投标文件中，供货商需提供液压系统原理图，结构、元件、原理、功能、系统参 数、控制方式、驱动的工作对象等的详细说明。

（3）液压系统和液压油应有完善的火灾预防和控制措施 液压系统和液压油应有完善的火灾预防和控制措施，特别强调液压系统的密封以及液压油 的不燃性能。投标文件需对“液压系统的密封以及液压油的不燃性能”采取的措施予以重 点描述。

（4）打磨液压系统设置应急装置

打磨液压系统故障（如油管破裂）时，设置应急装置，能够快速切除打磨液压系统，而不影响牵引动力静液压传动系统。

打磨小车/打磨头升降机构设置独立应急装置，在主系统意外故障的情况下，可以将 打磨小车和打磨头提升到非打磨作业走行状态时的位置并锁定。应急装置可以在主系统意 外故障（包括驱动部件故障、控制部件故障、执行部件故障、辅助部件等故障）的情况下， 快速将打磨小车提起，满足应急回库要求。

（5）液压系统管路及元件布置应整洁、合理、规范和便于检修。各部分管路应根据系统和功能的不同采用不同颜色区分。液压系统金属主管路采用防腐、防锈材质。

（6）所有液压系统主要元件（如：泵、马达、电磁阀、油缸等）选用国际知名品牌产品；在投标文件中应提供液压系统主要元件的生产厂家、规格和型号。

（7）选用的液压油满足钢轨打磨车使用要求，并应能在中国国内方便地采购。

（8）供货商应该充分考虑长隧道无通风条件下的散热情况，应能满足不低于 80％负荷连续打磨作业 2 小时，并提供相应核算依据。

1.3.5.12 集尘系统

（1） 集尘系统功能

1）尘屑抽吸功能

2）尘屑过滤收集功能

3）尘屑抽吸过滤系统工作纳入打磨自动控制程序，打磨工作时尘屑抽吸过滤系统自动运转；亦可人工控制在控制操作台以手动模式进行操作。

（2）尘屑抽吸过滤系统的集流装置设计合理，集尘装置密封良好，风机具有足够的风量和风压，滤清器过滤效率高。

（3）在打磨小车的两侧设置有金属防护挡板，一方面防止打磨产生的火花溅出，不对轨旁人员、设备造成危害；另一方面增加尘屑抽吸效果。

（4）集尘系统中的滤清器应有较长的使用寿命并且更换方便。滤清器有自动清除积尘的功能，清除灰尘方便，不对设备和环境造成污染。投标文件应对滤清器的自动清除积尘功能、滤清器更换方法和使用寿命等进行说明。

（5）集尘系统应有可靠的防火措施和装置。集尘装置中布置有温度传感器，当内部温度

超过 设定温度时报警。投标文件对集尘系统的防火措施进行详细说明。

（6）投标文件应对集尘系统的结构原理、风机驱动、风机功率、风量、风压、传送装置、过滤效率、过滤后粉尘大小（微米）和灰尘残余量（mg/m3）等作详细说明，集尘率不小于95％。

1.3.5.13 喷水/防火/消防系统

作业车应进行喷水、防火和消防设计。

（1）喷水系统功能

1） 轨面清洁

2） 防火消防

3） 轨面清洁喷水装置工作纳入打磨自动控制程序，亦可在驾驶操作室内人工操作控制。

（2）钢轨打磨车应设有消防水箱、水泵、水管和消防水龙头。在钢轨打磨车的两端设置轨面清洁喷水装置和高压喷水/消防系统。轨面清洁喷水口的角度能够调整。配置消防管和消防龙头，用于防止火灾意外。在水管和消防龙头旁即可激活和控制消防水系统。

（3）喷水系统不得对轨道线路、轨旁设备（含计轴装置和轨道电路等）造成损害。

（4）喷水系统和消防系统各部分零配件应采用不锈钢。

（5）水箱采用不锈钢板制造。单个水箱容量不小于 3000L。两个水箱之间应相互连通（是否采用和具体设计方案在设计联络时确定），并配备自动加水装置，水箱水位低于设定值时，设计有报警功能。

（6）在两端驾驶操作室和机器间内应设有手提式灭火器，灭火器数量≥ 8 个。

（7）全车装备有足够的火警报警器，特别是在发动机间和集尘区域内。全车结构选用阻燃材料，并进行防水/防潮设计。

（8）投标文件应对喷水及防火消防系统的组成、布置、控制和操作，以及防火措施作详细说明。

1.3.5.14 润滑系统

（1）投标文件应提供润滑系统图，说明设备各个系统的润滑要求和方法，以及主要技术参数及润滑油（脂）名称、规格型号和国内供货渠道。

（2）所有润滑部位不允许出现渗漏现象，符合环境保护要求。

1.3.5.15 控制系统

（一）控制系统主要功能

钢轨打磨车控制系统的功能主要包含行车控制、测量控制、打磨控制和自检功能。

（1）行车控制

行车控制的功能主要包括（但不限于）：柴油机电喷控制、牵引负载/速度/制动控制、低匀速控制和发动机的油压、水温、电压控制与显示，以及灯光、喇叭控制等。

（2）测量控制

测量控制的功能主要包括（但不限于）：钢轨横向廓形自动连续测量功能；测量数据的分析、处理、存储、显示、打印、输出功能；测量结果采用图形的方式在显示屏上实时显示 功能；操作界面的操作和信息提示功能。

（3）打磨控制

打磨控制的功能主要包括（但不限于）：具有打磨过程自动控制和实时监控功能；磨头位置的调整（垂直升降、横向移动、角度调整等）控制；切削参数计算和控制；打磨程序编辑、修改和设定；具有记忆功能，可以自动控制单边磨头的升降避开障碍；具有数据处理、储存、复制、记录、打印和下载功能；对轨道线路的保护和异常情况应急功能。

（4）自检功能

钢轨打磨车启动运行、测量、打磨作业前，先执行自检程序，全面检查各系统设备状态和进行故障诊断。

投标文件需对控制系统具有的功能进行详细地说明。

（二）对打磨作业的自动控制要求

（1）控制系统预设针对各种轨道情况的打磨执行程序，打磨执行程序可在驾驶操作室进行编辑和存储。

（2）具有对打磨模式的执行程序进行编组运行的功能；在设定打磨区段的起点和终点后，控制系统可控制钢轨打磨车在起点和终点间往复自动打磨。

（3）控制系统可对每一个磨头进行独立控制，当一个磨头发生故障时，控制系统可将该磨头提起并且不影响其他磨头工作。

（4）恒速打磨和低速保护。在设定的速度下进行打磨时速度控制误差不大于±0.5km/h。

当走行速度低于设置值时，所有磨头都会提起，避免错误打磨损伤钢轨。具体低速保护措施在投标文件中说明。

（5）控制系统具有在异常情况下的应急功能，控制系统应考虑冗余设计并且在计算机系统失效的情况下，设备可进行打磨小车提升锁定、制动等应急操作。

（6）控制系统具有对线路特殊区段位置设定、记忆和自动处置功能，在钢轨打磨车往复自动打磨时，当钢轨打磨车到达已设定位置的线路特殊区段时，打磨机构可按设定程序自动处置（如自动提升磨头等），避免轨旁设备和打磨机构损伤；并且控制系统可同时设定多个特殊区段。

（7）行车及打磨数据可实时显示，数据可储存并能够通过接口下载到笔记本电脑上，如果需要在笔记本电脑上安装专用软件，应提供不限安装次数的软件版本及使用账号，确保专用软件正常使用。

（三）投标文件提供控制系统组成、结构原理、功能性能、技术参数的说明钢轨打磨车通过PLC/计算机系统对行车、测量和打磨作业实施自动控制。 控制系统主要包含 PLC 系统或计算机系统、I/O 系统、伺服驱动系统、人机通讯系统以及其间总线连接。采用 CAN/MVB（或性能更优的）现场总线连接主控计算机，具有强大的交互数据访问能力。如采用 MVB 网络其 MVB 需采用双线双通道，增加控制系统冗余性，保障行车安全。控制系统应采用模块化设计，各模块功能清晰。若钢轨打磨车由多辆车组成，各车应实现 集中管理和控制，各车系统之间既具有独立性，又具有联动性，各车数据可以实现共享。

投标文件要求采用图样、照片和文字形式，详细提供控制系统功能性能、结构原理和技术参数的说明。

1.3.5.16 电气系统

电气系统主要技术要求为：

（1）电气设备应采用中国标准。

（2）投标文件应提供电气系统原理图，对电气系统构成、参数、电力驱动的工作对象作详细 说明。

（3）所有电线、电缆的绝缘等级应与工作电压相符，截面积应与所通过的最大电流相符。

（4）电线、电缆的布置应能防止油、水及其他污物的侵蚀；电线要用线卡、扎线带等以

适当间隔固定；电线管、槽应安装牢固；所有外部安装的元器件均应进行密封处理和有效的防护；车下的电缆应有保护套管，以防火、阻燃、防刮伤。接线端子采用压接，两接线端子间的电线不允许剪接。

（5）电线、电缆应按功能的不同采用适当的方式进行区分，每根电线（缆）两端应有清晰、规范的永久性号码标识及功能标识，并且电线（缆）号码标识同接线图中编号一致。所有电气组件带有标牌和与电路原理图相符的标识。

（6）控制系统供电应设置稳压装置，控制系统供电考虑必要的冗余设计，保证系统三相不平衡控制在一定范围内，保证系统供电平衡，设计联络阶段提供相关计算说明。

（7）两端驾驶操作室预留 AC220V 交流插座，用于给笔记本电脑或其他设备供电；为车载无线通信装置提供电源；在车外设有安全电压（不高于 36V）的手灯插座。

（8）蓄电池为国际知名品牌，优选南京地铁现有工程车大量使用的碱性蓄电池品牌。

（9）照明和灯具

1）设置满足设备作业要求的照明和指示灯，至少包括（其他由供货商补充）：两端远 射头灯、近照灯、标志灯、闪光警示灯、发动机间及走道灯、梯灯、电器间灯、驾驶操作 室灯、驾驶台顶灯、驾驶台仪表灯等，车体外部和车架下应设有足够的照明灯，以便于夜 间更换砂轮和检查维护设备，照明灯具应可在中国市场采购。

2）远射头灯在机车最大自行速度时的紧急制动距离终端处的照度应不小于 2lx。

3）应设置应急照明系统，满足打磨车走行照明（远射灯、标志灯）。

4）除头灯外的照明采用 LED 照明。

1.3.5.17 故障自动诊断及远程通讯诊断系统

（1）设备具有故障的自动诊断、检测、显示、查询、记录和故障报警功能 钢轨打磨车各个系统设置有足够的监控装置，具有故障的自动诊断、检测、显示、查询、 记录和故障报警功能。投标文件应列出所有被监控项目和故障诊断项目清单。

（2）设备自动诊断自动诊断功能主要有（但不限于）：自动诊断计算机运行及报警状态或自动诊断 PLC 报警信息和操作信息状态；自动诊断传感器工作 I/O 状态；自动诊断设备主要机械、电气、液压部件的状态；自动诊断程序错误；自动诊断操作错误等。

（3）系统自动检测系统设置自动检测装置，可连续实时监测和显示设备的功能及系统工

作的实际情况。设备控制系统装有可自动查找及分析事故原因的软件，系统自动进行设备的故障诊断。一旦设备出现故障（包括误动作）时，在计算机显示屏上立即/自动显示、记录故障内容及故障时间，自动停止设备的运转，同时可进行故障查询和故障的声、光警示，并给操作人员提示机器故障部位和类型，对人员、设备及被打磨的钢轨不会造成伤害和损伤。

（4）远程通讯诊断钢轨打磨车提供远程通讯诊断功能。

（5）供货商提供可供业主车间与制造商之间进行通信的软件、硬件以及技术/操作/维修人员自动接通维修热线的程序和权限设置等，业主只需提供通信线路。热线诊断界面简单、易操作。

（6）配置黑匣子，存储作业车运行参数、切削参数、监控参数及重要操作记录，存储记录时间不少于三个月，提供数据下载分析软件及账号。

（7）故障中文显示故障诊断系统的显示和操作界面采用中文界面。

（8）供货商在供货时提供故障处理和使用过程中所需的足够的随机配件、工具和测试设备；显示故障代码在手册中有对应的相关解释项，提供故障诊断代码解释及故障处理指南，且尽量详实，以便于业主在故障处理过程中准确判断设备故障。

1.3.5.18 计算机硬件、软件和程序

（1）控制系统硬件应满足对钢轨打磨车实施可靠、有效控制的需要。控制系统硬件选用成熟产品，系统硬件应有必要的设计冗余并预留一定的扩展条件，具有足够的程序和数据存储容量，主控计算机采用彩色液晶显示屏。在投标文件中，供货商应提交控制系统硬件品牌清单，业主在设计联络时有权对认为不合适的品牌硬件进行变更。

（2）供货商提供整套计算机程序及软件

1）供货商应提供整套计算机及功能模块的阅读程序、编程和设置工具。

2）提供整套计算机程序的软件，包括业主使用程序、控制程序以及编写程序、修改程序、编译程序的软件。同时为业主提供 EPROM，其中已经固化应用程序。当 PLC 因备用电池电压不足等异常导致应用程序丢失或不完整时，可以从 EPROM 读出存入 CPU 内。

3）投标文件需说明使用的计算机软件的名称和版本，并分别列出计算机软件加密与不加密、源程序代码公开与不公开的清单。

（3）供货商提供设备控制系统和测量系统整套计算机控制软件

1）供货商应提供设备控制系统和测量系统整套计算机控制软件，包括应用程序和安装程序；当因备用电池电压不足等异常导致应用程序丢失或不完整时业主可以重装；重装应 没有次数和时间的限制。

2）供货商应说明设备控制系统和轨道测量系统使用的计算机软件的名称和版本，并说明是否需要 Windows 或其他系统支持; 若需要 Windows 或其他系统支持，供货商应随机提供 Windows 或其他正版软件及安装程序。

（4）供货商提供钢轨轨面廓形曲线编程（廓形的写入）的硬件、软件和程序（设置权限）。

（5）控制系统具有离线程序修改、编辑、复制功能（设置权限）。

（6）供货商应提供计算机控制软件的自校程序，用于对系统控制软件的检验和检测，确认其 是否处于正常状态。

（7）在计算机失效的情况下应可对作业车进行启动、牵引、制动等应急操作。

（8）提供存有完整的软件和程序的 U 盘用作备份之用。所有程序保存在固态存储器 SSD 里，可由固态存储器 SSD（配套提供）读入控制系统。

（9）供货商随设备提供国际知名品牌便携式测试工具 1 台（执行项目过程中根据市场主流技术调整），安装有配套的软件和程序，用于编程、调试、检测、故障诊断和作业记录下载; 便携式测试工具、分析软件均含在合同总价中，且软件安装应 不限次数、不限设备。

（10）控制系统软件设计应采用图示化中文操作界面，提供中文（或中/英文对照）的屏幕文本，并有足够的操作说明和提示信息，提供软件安装、使用、维护说明。所有（或大部分）控制参数可在控制面板上设定。测量系统和控制系统采用汉化操作界面。

（11）所有软件版本均为最新软件版本。设备交验后如软件系统有更新版本，供货商应保 证提供终生免费升级服务。

（12）所有程序文本在设备出厂时按合同文件的规定交付。

1.3.5.19 辅助柴油发电机组（如果有）

（1）供货商如配有辅助发电机组，应详细说明技术方案。

（2）投标时需列出辅助柴油发电机下列主要技术参数（包括但不限于如下信息）

品牌

型号

原产地

结构形式

缸径×行程(mm)

额定功率/转速（kW/rpm）

额定功率时燃油消耗率（g/kW·h）

进气滤清方式

起动方式

排量（L）

1.3.6 钢轨打磨车安全与防护要求

钢轨打磨车要设置足够的安全措施和防护设施，以保证作业人员、设备和轨道的安全。

1.3.6.1 防误操作保护

设备具有完善的防误操作功能，以及对已选择动作不能在现行状态实施时的报警显示功能。控制系统自动监控设备各系统的工作，出现异常的情况时，控制系统能自动保护或报警提示。控制系统提供足够功能点的误操作诊断，连续实时监测和显示设备功能/动作的实际情况，避免手动误操作而造成设备混乱和设备、人身事故。设备的每步操作都设定了动作条件，只要前边的程序未完成，下一步程序就不会执行。当操作者发生误操作启动了不具备动作条件的操作时，设备自动拒绝执行该操作，立即显示未具备的动作条件并报警。设备控制系统可自动查找和分析事故原因，并在显示器上给予清楚的显示。当操作者补充满足了动作条件后，该操作才能执行。对于无法屏蔽的、可能造成危害的操作，应弹出对话框进行（是或否）的再次确认。

1.3.6.2 设备故障停机与分级处置

发生故障时系统能够自动、紧急停车。设备故障停机可分等级处置：

（1）重大故障，钢轨打磨车全系统紧急停车；

（2）一般故障，钢轨打磨车某部件出现故障，可在当次打磨单程结束后再停车；

（3）轻微故障，可在当日钢轨打磨结束后再停车。 投标文件应分别对重大故障、一般

故障和轻微故障进行定义，界定出故障范围，说明故障 工作条件和模式。

1.3.6.3 轨道打磨系统的安全和防护要求

（一）打磨小车和磨头提升与锁定保护

（1）钢轨打磨车非作业运行时，打磨小车和磨头被提升并锁定，满足地铁车辆限界要求。

（2）打磨液压系统失效保护打磨液压系统设置应急装置（如蓄电池驱动液压泵、手动压力泵等），当柴油机停机或控制系统故障时，在主系统意外失效的情况下，可以将打磨小 车和打磨头提升到非作业走行状态时的上位位置并锁定。在救援过程中不会对钢轨和设备 造成损害。

（二）连锁（互锁）保护连锁（互锁）保护主要包括（但不限于）：

（1）两端驾驶操作室驾驶、操作互锁保护

（2）打磨小车升降要与其他有关操作（磨头升降、非打磨高速运行）互锁保护

（三）对磨削区域火花及火灾危害的防护

（1）绝对防止作业车打磨系统区域的液压油泄漏。

（2）打磨液压系统的液压油具有不燃或阻燃性能。投标文件提供打磨系统液压油不燃或阻燃性能的支持证明文件。

（3）打磨区外侧设有防护挡板，防止磨轨作业时产生的火花溅出和磨头砂轮意外崩裂对设备本身和轨旁人员及轨旁设备造成损害。防护挡板开启和锁闭方便，并且同地铁隧道内 的乘客疏散走台不发生干涉。

（4）轨道打磨作业时磨削区域的高温和火花，不能对钢轨造成过热损伤，不能损伤轨道及轨旁设备（例如信号电缆或计轴设备等）。

（5）液压软管及液压系统各执行元件（特别是打磨小车部分）应有防火、防刮伤等良好的防护措施；驱动机构油缸（气缸）活塞杆都应设置有效防护。

（四）对驾驶操作室环境的保护

驾驶操作室密封、增压防尘、防气味保护。

（五）视频监控

在两驾驶室外端设置路况摄像装置和车钩摄像装置，驾驶室内设置监控摄像头，对钢轨打磨车运行、作业进行司机、打磨操作人员进行监控记录，便于把控车辆运行、查找事故原

因并强化管理。在动力间、电气间、打磨小车前后设置有摄像头，对设备运行状态进行监控。摄像头应具有高分辨率、具备红外摄像功能并带云台，平面监视器分辨率应满足 1920*1080，并安装在操作平台上。通过触屏操作可对视频显示器的本地画面进行不同通道切换功能；实现单、多画面切换功能。驾驶室内配置拾音装置，可清晰记录人声、报警声等音频信息，音频与视频同步监控，下载的视频中应包含同步音频记录。本地录像硬盘存储，最高支持 1080P 编码，最高分辨率达 1920*1080，能够存储超过 30 天的影像资料（含同步音频记录）。

视频监控系统整体应满足作业车视频 CRCC 技术检测认证要求，产品各部件性能应经国家铁路产品质量监督检验中心和省级检验中心检验、检测合格，产品广泛应用、性能稳定、质量可靠。

依托配置的摄像头需具备驾驶辅助功能，驾驶辅助系统主要功能有：

（1）系统可识别信号灯颜色，并将结果传至系统平台，并通过车载语音装置进行语音播报，提示驾驶员观察信号灯变化进而安全驾驶。

（2）系统应可识别运行期间驾驶员离岗，并将结果传至系统平台，并通过车载语音装置进行语音播报，提示驾驶员回到驾驶位置。

（3）系统可识别司机对仪表和信号灯确认手势，并对其综合判别，记录不规范手势。

（六）钢轨打磨车多重性质的保护

（1）低速保护

打磨作业中当走行速度低于设置值时，所有磨头都会自动提起，避免错误打磨损伤钢轨。

（2）紧急停机保护

两端驾驶操作室内、钢轨打磨车外两端、机器间内设紧急停机按钮。

（3）计算机防毒保护

计算机系统应具有完善的防病毒软、硬件措施，杜绝病毒感染。

（4）电气设备监控与保护

控制系统应能自动监控电气设备本身的工作，有异常情况出现时，控制系统能自动起保护作用。

（5）警示标识保护

在钢轨打磨车各操作机构（包括在驾驶操作室、机器间及车外部分）都应有操作指示、提醒或警示标识。操作指示、警示标识应采用图形或中文。设备各危险部位均应设置防护装

置和警示标志，警示标识应采用图形或中文；对于有触电 危险的部分除安全警示标识外需标明电压。

声光报警显示。

（6）扶手、栏杆和防滑保护

钢轨打磨车的道梯，以及内部、外部的人员走道（如果有），应设置符合安全标准的扶手、栏杆和防滑地板，确保操作人员通行安全。

（七）电气系统防护等级及其他安全要求

（1）钢轨打磨车外部照明灯、手灯插座及其他电气装置应有良好的防雨设计。

（2）电气系统安全防护满足有关标准要求，不同电压的元件和线路应有电压标志，对于有触电危险的设备应有防护设施和明显的安全警示标识；供货商在投标文件中应对电气系 统安全防护措施进行详细说明。

（3）车内电气设备防护等级不低于 IP54。

（4）磨头驱动电机（若磨头为电机驱动的话）防护等级不低于 IP55。

（5）车外其他电气设备防护等级不低于 IP65。

（6）驾驶操作室空调（车外部分）防护等级不低于 IP65。

（八）“四防”设计（防高温、防尘、防潮、防鼠害）

（1）采用防尘通风密封式电气柜。

（2）电气柜中设有抽湿及空调装置；电气柜温度控制措施由供货商提供。

（3）液压油箱的通气口装有有效的空气滤清器。

（4）液压系统的各管路的连接处安全可靠。

（5）选用密封性能可靠的液压组件，如泵、阀等。

（6）所有的运动件均带有保护罩。

（九）其它安全防护要求

（1）钢轨打磨车应配有维修工具和专用调试工具；在车外或车内设专门的存放工具和磨石的存放柜，磨石存放柜应有防雨防潮设计。

（2）投标文件应对钢轨打磨车在工作中可能存在的不安全因素进行识别并对采取的安全防护措施及安全保护执行的标准进行详细的说明。

（3）供货商提供完整的安全操作规程及维护安全预防措施的训练及指引。

1.3.7 钢轨打磨车接口要求

1.3.7.1 接口处理程序

（1）钢轨打磨车应满足设备运用边界条件所有接口要求。投标文件应说明本设备与限界、接触网、轨道、交流传动内燃机车、动力供给（电、风、水）、通信等的设计及技术接口关系。

（2）合同签字日起算 50 个自然天内，供货商必须向业主提供设备与限界、接触网、轨道、交流传动内燃机车、动力供给（电、风、水）、通信等接口的详细书面文件。该书面文件供货商代表签字并盖单位公章。对于供货商的接口要求，业主不保证全部满足。

（3）由于钢轨打磨车调试、试运行以及预验收必须要有轨道线路配合，并实施打磨作业测试。钢轨打磨车调试、试运行以及预验收需业主配合事项，以及打磨作业应急预案，供货商应以书面形式提前两个月提交业主审查，需配合事项业主不保证全部满足。

1.3.7.2 钢轨打磨车技术及物理接口

（一）运程诊断通讯接口

设备具有远程通讯诊断功能，供货商提供通讯设施接口要求，包括通讯线路与规格等。

（二）设备无火回送接口

钢轨打磨车非自行牵引、无火回送拖行时，满足与交流传动内燃机车等牵引车辆的连挂要求，包括车钩与风管的连接，并由交流传动内燃机车控制钢轨打磨车缓解和制动。钢轨打磨车回送拖行时，保证不被其牵引动力传动系统的液压马达和传动齿轮卡死。

（三）钢轨打磨车整备作业接口

钢轨打磨车在车辆基地完成加注燃油、润滑油（脂），加水、充电等整备作业，整备作业所需设施及接口要求，要求供货商在投标文件中说明。钢轨打磨车使用的燃油、液压油、润滑油（脂）和砂轮等消耗品和易损易耗件，提供其规格、型号以及在中国境内的生产厂家或代理销售商的情况。在打磨作业车两侧适当位置，设置有供操作者在停车状态下调整磨头空间位置及偏转角度的控制按钮或手持按钮盒控制线插座。

在车上备有存放工具和磨头的空间。

（四）设备与数控不落轮机床接口

钢轨打磨车可以在数控不落轮机床上镟修轮对。钢轨打磨车在数控不落轮机床上镟修轮

对时，牵引动力静液压传动系统处于被拖行模式，要求其上液压减震器拆卸方便，轮对两端轴箱符合不落轮镟床外轴箱支撑装置和下压装置的接口要求（结构、承载能力等）。具体事项在设计联络时确定。如果钢轨打磨车不能在数控不落轮机床上镟修轮对，供货商在投标文件中应说明轮对踏面和轮缘的镟削修正方法。

（五）设备运输、起吊、架车接口

设备设计时要充分考虑设备运输、起吊、架车等问题，并标识起吊点和架车点。钢轨打磨 车需要架车检修时，采用移动式架车机实施架车作业。

（六）设备复位救援接口

钢轨打磨车发生脱轨等事故时，可以采用救援设备实施顶升横移复位作业，走行部不致与车体脱离。

1.3.7.3 电磁兼容接口

（1）安装在轨道上的不同电力系统因互耦效应而互相影响。设备所有部件、机载设备应不受外界电磁场干扰，正常发挥其功能。

（2）设备产生的电波频率干扰应避免对其它系统产生影响，保证不会干扰轨旁沿线的通信、信号等设备的正常工作。

（3）设备内部电气设备和机载电子设备应避免相互干扰。

（4）电磁兼容应满足相关国际、国内标准的要求。设备及系统的抗扰度必须满足 EN 50082-2 标准要求。设备及系统的干扰放射度必须满足 EN50081-2 及 EN55011 之标准要求。其上无线设备（如果有）必须满足 YD 5068-98 (移动通信基站防雷与接地设计规范)和 YD 5034-97 (集群通信工程设计暂行规定)之标准要求。

（5）投标文件应提供具体的电磁兼容（抗干扰、低放射）措施和装置说明。

1.3.7.4 设备环境保护接口

设备环境污染源及环境保护措施投标文件应说明本设备主要环境污染源、环境保护要点、设计依据（标准）以及环境保护措施。钢轨打磨车的设计应符合相关环境保护要求。

设备环境保护评价指标 钢轨打磨车环境保护评价指标主要包括（但不限于）以下指标。供货商在对下述评价指标进行响应时，必须保证提供的分析说明和数据是真实和准确的，并需提交相关的依据及证明材料。有关数据供评标参考。

（1）噪音驾驶/操作室内部噪音（任何工况下） ≤78dB（A）

（2）外部噪音（任何工况下，距设备 30m 处） ≤80dB（A）

（3）驾驶/操作室内含尘量指标 （由供货商提供）

（4）驾驶/操作室内外压力差（MPa） （由供货商提供）

（5）发动机废气排放 不低于合同签订时国家强制标准

（6）钢轨打磨被集成磨屑占全部磨屑的比例 （由供货商提供）

（7）被集成磨屑清理时的二次污染程度评价 （由供货商提供）

（8）动力设备车下设置的排污管和集污箱的集中排放效果评价（由供货商提供）

（9）打磨液压系统密封可靠性评价 （由供货商提供）

（10）打磨系统装置免受火花、磨屑侵害的保护措施评价（由供货商提供）

1.3.7.5 钢轨打磨车经济性评价指标

钢轨打磨车经济性评价指标除其采购价外，主要包含以下（但不限于）指标。供货商在对下述评价指标进行响应时，必须保证提供的分析说明和数据是真实和准确的，并需提交相关的依据及证明材料。有关数据供评标参考。

（一）钢轨打磨车操作人员和作业程序

（1）钢轨打磨车每班 3 名操作人员即可完成设备的全部操作（主驾驶操作室 2 人，副驾驶操作室 1 人）。

（2）供货商在投标文件中对钢轨打磨操作程序进行说明，包括打磨作业申请、信号申请、隧 道强迫通风通知、钢轨打磨车整备、启动与实施自检程序、磨轨前轨道检测、打磨程序设定、打磨自动控制与调整、实施往返打磨作业、打磨后的质量检查、轨面清洁、打磨装置 清洁、集屑清理等。

（二）钢轨打磨作业生产能力

投标文件需说明在设定条件下，一年可完成轨道打磨的公里数。

（1）生产能力计算设定条件

A.待打磨钢轨：正线 60kg/m，基地 50kg/m U75V 热轧钢轨

B.单次打磨切削深度 0.2mm

C.16 或 20 头

D.一根钢轨表面完成打磨的折线边数最少为 50 个

E.每次打磨前的测量，需要 2 个往返单程

F.打磨后轨面粗糙度 Ra≤10μm 2）

（2）计算结果

投标文件需对钢轨打磨按每道作业工序分解，提供一份可行、可信的生产能力计算单，有可能可提供证明材料，并填报计算结果：

A.某区间钢轨在设定条件及切削深度下完成轨面全部打磨的打磨遍数（由供货商提供）遍

B.设定条件下年打磨公里数（由供货商提供）km/y

（三）钢轨打磨作业运行成本

投标文件需提供下列打磨作业运行成本指标：

（1）磨石供货价格（RMB 元/单个磨石）（由供货商提供）

（2）磨石国产化或国内供货渠道（由供货商提供）

（3）磨石的存放寿命（年）（由供货商提供）

（4）设定条件下的磨头使用寿命（km）（由供货商提供）

（5）设定条件下的磨石消耗成本（RMB 元/公里）（由供货商提供）

上述 4）、5）两项运行成本指标，投标文件需提供一份可行、可信的运行成本计算单，并提供证明材料。

（四）设备可用性和可维护性

设备可用性和可维护性是钢轨打磨车运用和维护成本的重要指标。投标文件需对其提出可 用性和可维护性目标指标，并进行可用性和可维护性分析，提供评标作为参考。

（1）设备可用性目标与分析

A. 设备可用性指标—运行可用性（%） 运行可用性（%）=平均无故障时间/[平均停机时间+平均无故障时间]

B. 设备可用性分析

□□设备的可操作性分析；

□□设备作业程序和操作步骤；

□□设备运行成本分析；

□□设备的保养和维护；

□□设备可用性。

（2）设备可维护性目标与分析

A. 设备可维护性指标—平均停机时间 平均停机时间=反应时间+平均修复时间 平均修复时间=诊断时间+组件修理及替换时间+现场的调整及测试时间反应时间是指维护人员到达现场前的反应时间

B.设备可维护性分析

□设备的可接近性分析（足够的维修、保养空间）；

设备互换性、模块化；

□设备组装、安装与拆卸性能；

□设备可测试性；

□就地维修可能性分析（技术可行性、零部件供应、公制标准、拆装设备）；

□设备在正常使用时的各个修程的时间表和主要维修内容，列明设备大、中修需更换的主要零部件，各修程需要的费用。

（五）质保期后 5 年的维护费用

投标文件需提供在质保期后 5 年中，设备在正常使用（设定每年在额定工况下磨轨作业 600h）情况下，除磨石、燃油、人工费外，设备平均每年所需设备维护费用，包括易损易耗件、润滑/液压油、可能发生的维修配件等所有费用（CIF 价和 DDU 价）。

（六）消耗性物资的国产化代用与承诺

投标文件对钢轨打磨车在作业或维保中的消耗性材料和易损易耗件，提供其品牌、规格型号、生产厂家和代理销售商，提供代用的国产化品牌和生产厂家等供货信息和国产化承诺，并提供详细国产化代用清单。 投标文件对易损易耗品如液压油、润滑油（脂），以及磨头、密封圈、滤清滤尘器、照明灯具等作出国产化承诺。

（七）发生火灾的概率及大面积漏油概率

各供货商提供的钢轨打磨车，只要发生火灾和大面积漏油，将要产生巨大的经济损失，这个经济损失包含三部分：一是钢轨打磨车及线路周边设施烧坏部分的直接经济损失；二是由于对线路运营安全和正点率的影响所造成的隐形价格损失；三是由于钢轨打磨车火灾的社会影响、环境影响造成的隐形价格损失。鉴于上述损失计算的复杂性，简化的方法可用火灾概率折算和漏油概率计算。要求各供货商在投标文件中如实提交从 2015 年 1 月 1 日起至投

标日为止，共生产的钢轨打磨车（以辆计）在中国范围内发生火灾的次数和漏油次数。

1.3.8 钢轨打磨车材料及工艺要求

1.3.8.1 设备品质/品牌要求

提供经过运用验证，技术成熟的产品；提供配置合理、功能齐全、技术先进、性能优良、使用可靠、维修方便、运行安全、符合环保要求的全新设备。所有提供的材料与设备均应为先进而成熟的设计。设备零部件采用优质的机械、电气、电子、液压/气动元件和仪器仪表；外购零部件及材料应选用通过 ISO9000 认证的知名企业的成熟、优质、知名品牌、标准系列产品。控制系统硬件选用世界知名品牌产品。投标文件应对钢轨打磨车下表所列重要零部件，提供产品品质/品牌说明。

序号	重要零部件	品质/品牌说明
1	柴油机	
2	轴箱轴承	
3	发电机、牵引电机（如果有）	
4	液压系统（泵、缸、阀、液压马达等）	
5	PLC 系统	
6	计算机控制系统	
7	轨道廓形系统	
8	砂轮	

业主需要时，供货商应提供外购零部件（原材料）供应商名称、资质；提供零部件（原材料）的性能指标、测试报告、审批文件及其它重要的同类资料。业主有权拒绝任何不符合合同技术规格书要求的零部（原材料）件，这些零部件（原材料）应由供货商更换，任何费用及更换由供货商负责。所有外购零部件（原材料）均应有产品出厂合格证和质量检验证明。

1.3.8.2 材料要求

（1）用于制造车体底架承载构件和走行部构架的材料，应选用优质的、无损伤和无缺陷的材料，所用材料为整材，不得拼接。

（2）存放和输送水、油（含液压系统）、气的箱、管材料采用不锈钢材质。凡不宜采用、不能采用或不打算采用不锈钢的必须在投标文件中列出清单，说明理由提交业主认可。

（3）所有隔音、隔热、装饰材料应选用环保、难燃/阻燃、无毒或低毒材料，并有防火证明。

（4）电缆（线）具有防紫外线、防腐蚀、防鼠害/防白蚁、防水/防潮、低烟、无卤、阻燃、 防震、防雷击和防强电干扰等性能；抗弯性能满足现场的环境、安装和使用条件。

（5）钢轨打磨车使用的燃油应使用中国国内的产品；液压油、润滑油脂等应使用中国国内的产品或可以在国内采购到的产品。

（6）闸瓦、灯具、各种滤清器等消耗性配件在满足使用要求和保证质量的情况下应尽可能选用中国标准和在国内便于采购的产品。

1.3.8.3 工艺要求

设备制造工艺先进合理，设备精度高，零部件互换性好，质量可靠，达到国际同类产品先进工艺水平。

（一）钢结构件制造工艺要求

（1）所有钢结构件原材料，应按工艺要求进行表面预处理（喷丸、抛丸或化学预处理）。

（2）走行部构架总成焊接后需进行退火或振动时效处理，构架热处理后实施喷（抛）丸处理，并涂喷（刷）防腐底漆。

（3）焊接板厚≥8mm 的钢板，焊前需采用切削加工的方法预制焊接坡口。

（4）钢材切割表面和机加工表面无毛刺。

（5）钢轨打磨车各种弯管应在弯管机上弯制，管、线排列整齐、规范、不得干涉。

（6）车体外墙板平整度不大于 1.5mm/m2，车体外形各面过渡平滑。

（二）焊接工艺要求

（1）通过焊接工艺评定确定合理的焊接工艺参数。

（2）所有钢结构件长大直线焊缝采用自动焊机施焊。

（3）焊缝材料（包含焊丝、焊条、焊剂、保护气体等）均应符合有关标准规定；焊接材料在使用前进行烘干并对焊接材料入库、出库进行有效管理。

（4）由经过培训考试合格、持有效资格证书，技术优秀的焊工施焊。

（5）焊接过程控制具有可追溯，重要焊缝需打上施焊者和焊接检验标志钢印。

（6）重要焊缝焊后应进行无损探伤检测；无损检测人员都应通过培训和技术资格鉴定合

格，取得有效技术等级资格证书，从事与其技术等级相应的无损检测工作。

（7）焊缝成形美观，无气孔、沙眼、夹渣、裂缝等缺陷，重要构件焊接后采取有效措施以消除焊接应力。

（三）表面涂装和防腐要求

（1）除配合面以及车轮踏面等特殊表面外，设备外部所有钢铁零件外露非配合表面均应进行表面涂装或其他表面处理（如镀锌）。

（2）车体、车架、车钩、走行部构架表面须经严格的防腐蚀处理，包括预处理、防锈底漆和面漆。涂层平整牢固，不得有脱落、流挂等缺陷。整车在质保期内不能出现锈点，五年内不能出现涂层脱落和锈蚀。投标文件提供防腐蚀处理工艺。

（3）电气箱柜采用优质冷轧钢板制作而成，内外表面经预处理后采用静电喷塑。

（4）紧固件均应进行镀锌或发黑处理。

（四）其他制造工艺要求

（1）铸件要外型工整、质地均匀、无气孔、沙眼、夹渣、裂缝和其它缺陷，表面应处理干净。

（2）所有旋转件应达到动态、静态平衡，设备运行平稳，噪音小。

（3）零件加工精度高，相同零件可完全互换。

（4）电器元件的安装应符合电气控制柜制造及安装标准。箱柜内元件安装及布线应整齐、规范，元件代码标识、接线端子代码标识、导线编号及接地标志应齐全、清晰，并与所提供的图纸文件相符合。

（5）各种管路、阀门、阀件具有明显的名称和作用标识。

1.3.8.4 标识

（1）设备的显著位置设置明晰的标志或铭牌并铆固，标识以下内容（但不限于）： 设备名称、型号、主要技术参数

（2）制造厂家名称、商标 出厂年月及编号吊装记

（3）设备组成各部件应有铭牌标记。

（4）对于有触电危险的设备应具有明显的安全标识。

（5）标识文字采用中文或中、英文对照形式，且标识应不腐蚀。

（6）各种管路用不同的颜色标识加以区分。各种电缆/电线标识清楚、牢固。

（7）设备外表面适当位置应具有业主公司的图标。

（8）设备表面油漆颜色，供货商提供三种以上外观效果图，设计联络时确定。

1.4 项目执行具体要求

1.4.1 交货期

（1）交货期为合同签定生效后 18 个月。投标方应提供从设备设计、设计联络、制造、组装、出厂、检验、运输以及初步验收、安装、调试、最终验收、人员培训，直到移交运营单位的全周期时间进度表，以备招标方确认。

（2）本次招标包括设备设计、制造、运输、安装、调试、人员培训等，为“交钥匙工程”，所有全部费用在投标时列入投标总价。

1.4.2 设计联络

（1）投标方在产品设计时必须和招标方、外件供应商、设计单位、使用单位、监理等进行设计联络会，以满足各方面需要。

（2）设计联络会中双方议定的内容均形成文字材料并双方签字认可。设计联络会中技术确认项目（包含但不限于）：

a. 确认投标方提出的设计方案，包括图纸、计算资料等；

b. 确认使用的技术资料；

c. 确认使用涉及到的标准；

d. 确认铣磨系统各主要接口；

e. 确认车辆系统各主要接口；

（3）设计联络会发生的所有费用，应已包含在投标总价中。

（4）设计联络会分为第一次设计联络、第二次设计联络、设计审查，第一次设计联络在招标方所在地，第二次设计联络在投标方所在地，设计审查在招标方所在地。包含内容为铣磨车总体设计方案和布局的确认、图纸及资料的确认、内部和外部接口的确认、检查试验及验收大纲的确认等。设计联络会要求投标方项目负责人（总体负责、铣磨技术负责、车辆技

术负责、电器及机械技术负责等）参与，如需至招标方派出人员参与现场设计联络，人员应不少于五人一周。

1.4.3 现场监造

（1）在车辆制造和组装过程中，现场监造人员全程参与，监督投标方对合同的执行，把控各环节的时间节点和质量，确保全过程中原材料的采购、部件的制造和组装、成品的检验能够达到相应技术标准，协调解决车辆制造和组装过程中出现的问题。

（2）现场监造时间确认：招标方根据投标方提供车辆制造时间表，根据车辆制造各个节点委派现场监造人员进行现场监造。监造人员、时间地点由第一次设计联络会后确定。

（3）现场监造发生的所有费用，应已包含在投标总价中。

（4）如现场监造地点在国外，则根据国家相关出入境管理规定以及企事业单位人员出国相关审批要求执行，如无法出国则取消设备监造，届时根据实际情况确定。

1.4.4 设备验收

验收内容包括以下但不限于内容：验收项目、验收时间、验收方法、验收条件、验收标准、标准依据的规则、验收结论等。验收时投标方应结合本技术文件，首先提出验收项目遵循的标准，验收内容，并将验收大纲提交招标方确认，验收所需所有工作由投标方实施。

1.4.4.1 出厂验收

设备出厂前应进行整机及主要部件试验，并有完整记录。投标人负责各项试验的实施，每项试验、检验实施的前 30 天，投标人应将试验程序、检验标准提交招标人确认，投标人负责提供上述各次测试试验的技术报告文件，并对测试结果的准确性负责。

招标人在出厂验收之前投标人应提供整车验收试验大纲。招标人派人（8 人×10 天）按有关标准、招标文件、技术协议及验收试验大纲的要求进行产品验收。出厂验收地点应在供货商所在地进行；招标人及其派遣人员所有涉及费用包含在投标总价内。

1.4.4.2 到货验收

设备在招标人规定的地点落地后。由招投标双方按照合同要求，检查至少包括满足合同对包装的要求、外观良好未受损、数量和名称与合同要求的货物清单无误、开箱检验。包括整车、随车工具及备品备件检查、验收。如验收时出现产品质量问题，由投标人负责退换。

1.4.4.3 整机组装调试验收

到货验收合格后，由招标人组织相关人员参加整机组装调试验收（预验收/竣工验收），投标人派有经验的技术人员进行设备的运用试验，以保证设备的安装、调试及使用质量。设备各项现场调试考核试验项目合格，完成预验收后，招标人向投标人出具预验收证书以确认设备可以进入质保期，质保期 2 年。调试阶段直至预验收完成所产生的易损易耗件（包含但不限于磨石、滤芯、燃油）由设备厂家提供。

验收包括在南京地铁线路上运行的验收,考核验收方法在设计联络时商定。验收在招标人所在地进行,费用应包含在投标总价内。

1.4.4.4 最终验收（出质保）

质保期 2 年结束后由招投标双方组织相关人员进行设备最终验收，并签订最终验收证明。验收在招标人所在地进行,费用应包含在投标总价内。

1.4.5 检查、调试、试验、验收及技术服务要求

投标人负责所有设备系统的全部运输到货、检查、调试、验收、移交均由投标人提出相应的大纲文件，列明项目、程序、方法、依据标准、使用仪器以及有关条件，保证各项试验及验收按时进行。各项由投标人提交给招标人审查。

投标人应派遣足够的、合格的、有经验的调试人员到现场进行调试工作，投标人派遣的人员到现场应服从现场安全管理，并认真执行有关安全规定。投标人应对自己派遣的人员的安全负责，招标人不负责其在施工现场的任何安全及事故责任。投标人有责任对设备调试人员进行必要的培训，以避免由于错误的调试导致设备系统无法正常运转。人员、检查、试验、验收所需仪器、仪表、工具、耗材均由投标人提供，费用应包含在投标总价内，并应能满足试验、验收的要求。

1.4.6 人员培训和售后服务

1.4.6.1 人员培训

投标人应对招标人（用户）的维修、操作和工程技术人员进行培训。通过培训，使招标人（用户）的受训人员能够了解合同设备的结构、性能，并掌握该设备的操作、使用和维修、维护方法，直至用户使用人员能独立操作和维修保养，并经考核合格颁发上岗操作证。具体培训计划由投标方拟订、招标方确认。

投标方对招标方人员的培训，分为理论知识和实际技能两部分，于不同的时间段、在不同的地点上进行：

一是设备监造或出厂验收阶段，招标方派员在设备制造厂生产现场接受设备的结构、原理、装配和检修工艺等知识和技能的培训；培训人数为：5 人×10 天。

二是设备安装调试阶段，在用户设备安装现场，结合设备安装、调试和运行试验过程，投标方对招标方的相关人员进行培训；培训人数为：10 人×10 天。

三是设备预验收前，在招标方教室和现场，采用理论和实践相结合的方法，投标方对招标方人员进行系统培训，包括设备的机构、原理、调试、控制、操作、保养、检修及安全规程等知识和技能的系统培训。培训人数为：10 人×10 天。

招标人应在培训中对受训人员进行必要的考试，对于考试成绩合格的应颁发相应受训合格证书。培训方案、时间、内容及计划由投标人在投标时提供。

培训资料均为中文，需要翻译时由投标人负责。

培训人员派遣的相关费用按照有关国家标准执行且应包含在投标总价内。

1.4.6.2 售后服务

在设备质保期内，投标方应免费修理或更换由于投标方责任造成的不合格零件及因此造成扩大部分的部件，以保证不影响钢轨打磨车的正常运用，免费提供软件升级服务。

在质保期内，投标方应负责提供招标方所有设备使用时的现场技术指导服务，**各部件首次保养的人工、油料、物料等**，以及期间发生的所有涉及厂家人员培训、调试、故障处理的差旅费用等，以上均包含在投标总价中。

投标方应派遣专业人员（车体、作业系统各 1 人次）到招标方现场免费服务 3 个月，为招标方对人员进行现场操作培训。

对设备进行定期巡检，至少每半年巡检一次。投标方应在投标文件中提供售后服务的详细计划。

设备出现故障，投标方在收到招标方通知后的 48 小时到达现场，到达现场起 72 小时完成设备检修，以保证正常使用。

1.4.7 质保期

钢轨打磨车在正常使用和维修保养的情况下质量保证期为 24 个月。若在正常使用和维修保养的情况下，在上述期限内由于钢轨打磨车自身质量问题而需进行的项目修理，所发生的费用由投标方负责。

用户向投标人反应设备故障，投标人保证在接到用户反应后 12 小时内作出响应，24 小时内作出处理意见。若需现场解决的，保证 48 小时派出专业技术服务人员将故障处理完毕。

对每件用户反馈的故障问题及处理结果将予以存档。对于非易损易耗件，自更换零件之日起对该零件延保 1 年。

质保期内因钢轨打磨车在正常使用情况下发生的达不到本规范规定的技术参数或由于性能、结构、加工制造不良及使用劣质材料等原因造成钢轨打磨车及部件的修理、更换的费用由投标方负责。

钢轨打磨车质量保证：质量保证期内如不是由于操作或保养不当而引起的机车损坏，投标方负责保修。

钢轨打磨车到达招标方使用地点后，经招标方确认技术状态良好、签发全车预验收证书之日为质保期起始日期。

1.4.8 设备检修等级/修程、内容、费用及检修体制的建议

（1）设备整机在正常使用保养情况下，可保证使用寿命 30 年。

（2）在投标文件中，提供设备在正常使用保养情况下，各种检修等级（辅修、小修、中修、大修）的修程周期、维修内容、检修费用的建议。

（3）在投标文件中，投标方需对设备质保期后继续提供设备维修服务的可能性和费用收取作出说明。如果不可能，同样需要投标方对其它检修体制提出相关建议

（4）提供不同修程的检修内容及其费用建议，提请业主需要注意的问题，并对各种检修体制进行技术经济分析和可靠性、安全性评估。

1.5 专用工具（包括但不限于，供参考）

表中所列清单为招标人建议清单，投标人可根据自身设备供货经验自主开项提供，并将相关费用计入投标总价中。

序号	名称	数 量	单 位	备注
1	粗糙度检查仪	1	台	用于轨面粗糙度检验，带曲面传感器，含 PAD。
2	钢轨横断面廓形检查样板	4	块	60kg/m（按中国标准制作,其中 60、60N 廓形板各 2 块）
3	便携式测试工具	1	台	安装有配套的软件和程序（提供全寿命周 期内的免费更新和授权），用于离线编程、 调试、检测、故障诊断和作业记录下载
4	磨头标定仪	1	套	
5	双轨波磨仪	1	台	基于弦测法或惯性基准法对轨面不平顺进行采集，仪器能够对 10-1000mm 波长范围的波磨开展测量，可双轨同时检测，软件具备 10-30mm，30-100mm，100-300mm，300-1000mm 滤波器，可计算粗糙度级倍频程曲线。可与轨道综合检测小车连挂作业，支持全线路区间无障碍快速通过，可测道岔区短波不平顺，可分析焊缝不平顺；
6	钢轨轮廓仪	1	套	接触或者激光测量，包含钢轨型面、车轮型面、等效锥度、辙岔测量、钢轨几何尺寸测量模块，包括高性能三防 PAD
8	吹扫工具	2	套	含风枪、软管等，投标文件中提供明细
9	发动机专用工具	1	套	投标文件提供明细
10	风速仪	2	台	测量隧道风速、温度、湿度

11	钢轨平直度检测仪	1	台	采用国际主流品牌，用于钢轨平直度检测。 包含高性能三防数据分析 PDA
12	磨石（带螺栓）	300	个	
13	集尘器滤芯	50	个	

附件：招标附图清单及附件

（一）车辆段附图

（1）线路设备限界和车辆限界图（纸质版）

（2）车辆段运用库平面布置图（纸质版）

（3）车辆段联合检修库平面布置图（纸质版）

（4）架大修库工艺布局图（含空压机站和压缩空气管路图）（纸质版）

（5）车辆段镟轮库平面布置图（纸质版）

（6）车辆段洗车库平面布置图（纸质版）

（7）车辆段物资库及杂品库平面布置图（纸质版）

（8）车辆段工程车库平面布置图（纸质版）

（9）轮对受电弓及 360 轨旁检测安装区域示意图（纸质版）

（10）TADS 安装区域图和断面图（纸质版）

（二）工程车辆采用的主要技术标准及规范（包括但不限于，按最新版本执行）

GB 50157-2003	地铁设计规范
GB/T 7928-2003	地铁车辆通用技术条件
GB3314	交流传动内燃机车通用技术条件
GB 146.1 -1983	标准轨距铁路机车车辆限界
CJ/T 96-2003	城市轨道交通车辆限界
GB/T 3316	交流传动内燃机车功率确定方法
GB/T 3367–2000	铁道机车名词术语
GB/T 5599-1985	铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定规范
GB 5914.1-2000	机车司机室了望条件
GB 5914.2-2000	机车司机室前窗、侧窗和其他窗的配置
GB/T 6769-2000	机车司机室布置规则(eqv UIC 617-6 OR:1977)
GB 6770-2000	机车司机室特殊安全规则(idt UIC 617-5 R:1977)
GB 8601－1988	铁路用辗钢整体轮

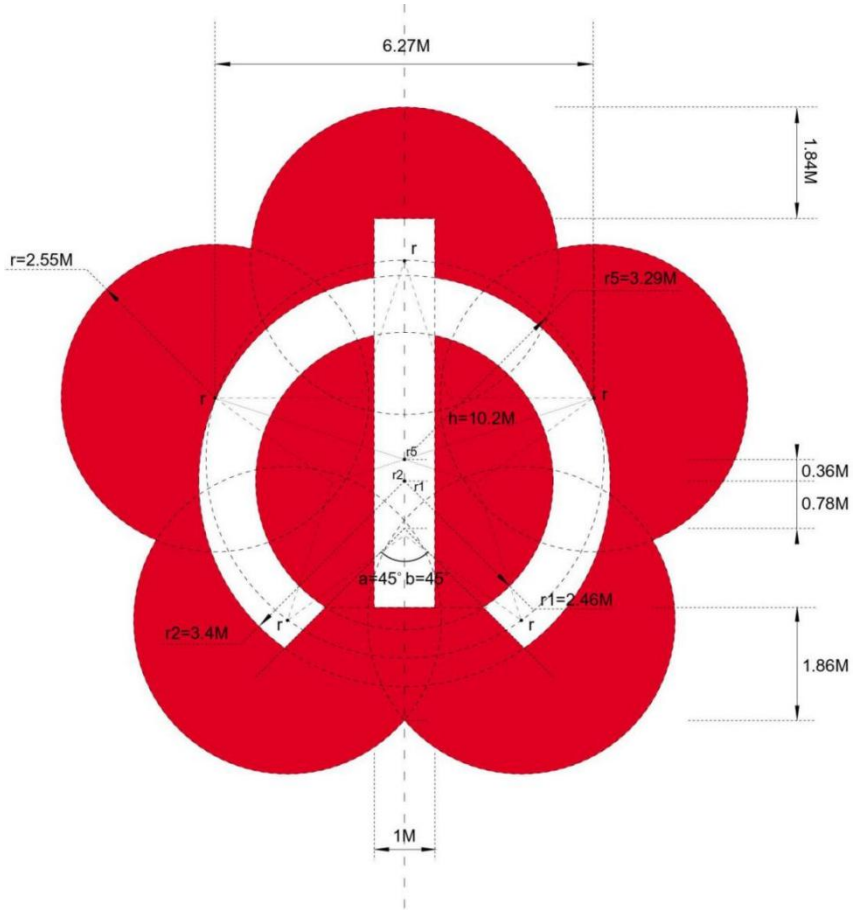
GB3449.1	机车车辆内部噪声测量　司机室噪声测量
GB3315	交流传动内燃机车组装后的检查与试验规则
TB/T 449－2003	机车车辆用车轮磨耗型轮缘踏面外形
TB1052-83	机车车辆圆柱螺旋弹簧技术条件
TB/T 1025-2000	机车车辆用热卷螺旋压缩弹簧供货技术条件(eqv UIC 822 O:1974)
TB/T 2843-1997	机车车辆橡胶弹性元件通用技术条件
TB 1126–1999	机车控制与照明电路标准电压
TB/T1132–1996	内燃、电力机车的管路涂色
TB/T1333.1-2002	铁路应用机车车辆电气设备 第 1 部分：一般使用条件和通用规则(idt IEC 60077-1:1999)
TB/T1333.2-2002	铁路应用 机车车辆电气设备 第 2 部分：电工器件通用规则(idt IEC 60077-2:1999)
TB/T1484.1-2001	铁路机车车辆电缆订货技术条件 第 1 部分：额定电压 3kV 及以下电缆
TB/T 1507-1993	机车电器设备布线规则
TB/T 1508-2005	机车电气屏柜技术条件
TB/T 1718-2003	铁道车辆轮对组装技术条件
TB/T 1979-2003	铁道车辆用耐大气腐蚀钢订货技术条件
TB/T 2072-1989	50 钢车轴技术条件
TB/T 2368-2005	动力转向架构架强度试验方法 (eqv UIC CODE 615-4 OR)
TB/T 2446-1993	机车车辆耐候钢焊接技术条件
TB/T 2374-1999	铁道机车车辆用耐候钢焊条和焊丝(eqvJIS Z3214–1993、JIS Z 3315–1993)
TB/T 2709-1996	交流传动内燃机车冷却风扇技术条件
TB/T 2394-1993	交流传动内燃机车热交换器技术条件
TB/T 1750-1996	铁路交流传动内燃机车用冷却液
TB/T 2420-1993	交流传动内燃机车空气制动机技术条件
TB/T 2546-1995	铁道交流传动内燃机车用低摩擦系数合成闸瓦
TB/T 2710．1–2005	机车、动车用空气压缩机技术条件第 1 部分：往复活塞空气压缩机

TB/T 2710．2–2005	机车、动车用空气压缩机技术条件第 2 部分：螺杆空气压缩机
TB/T 2711–2005	机车、动车用空气压缩机试验方法
TB/T 2730-1996	交流传动内燃机车车体技术条件
TB/T 2742-1996	交流传动内燃机车司机室取暖一般规范 (idt AAR RP 542-1974)
TB/T 2743-2001	交流传动内燃机车燃油预热系统技术条件 (eqv AAR S 525:1974)
TB/T 2866-1997	机车空调装置技术条件 (eqv ISO RS 59)
TB/T 2957-1999	交流传动内燃机车液力传动油 (eqvJRS 参照 ASTM、API)
TB/T 2962-1999	交流传动内燃机车、轨道车、内燃动车组操纵装置技术要求
TB/T 3021-2001	铁道机车车辆电子装置 (eqv IEC 60571:1998)
TB/T 3034-2002	机车车辆电气设备电磁兼容性试验及其限值(eqv EN 50121-3-2:2000)
TB/T 3035-2002	列车通信网络
TB/T 3088-2004	交流传动内燃机车万向轴
TB/T 3106-2005	铁道车辆单元制动缸
IE C 61133：1992	电力牵引 机车车辆 电力和热力/电力机车车辆制成后和投入运行前的试验方法
TB 1335-96	铁道车辆强度设计及试验鉴定规范
TB/T 2624-1995	轨道车辆车轴型式与基本尺寸
GB1804	公差与配合——线性尺寸的未注公差
GB1184	形状和位置公差　未注公差的规定
TB/T1580-85	机车车辆新造焊接技术条件
TB60-84	制动软管连接器技术条件
TB/T2275-91	铁道车辆用滚动轴承
TB/T451-96	车辆用和煤水车用车轴技术条件
TB/T2879.6-1997	涂装质量检查和验收规程
TB/T1444	交流传动内燃机车橡胶件技术条件
TB/T1463-1991	机车轮对组装技术条件
GB/T10082-1996	重型轨道车技术条件
TB/T2769-1997	重型轨道车试验方法
TB/T 3488-2017	交流传动交流传动内燃机车

TJ/JW 124	机车、动车组牵引用动力电池系统安全性设计暂行技术规范
TJ/JW 125	机车、动车组用动力锂离子电池综合性能评估暂行技术规范
TJ/JW 126	机车、动车组用锂离子动力电池试验暂行技术规范 第 1 部分：电池单体和模块
TJ/JW 127	机车、动车组用锂离子动力电池试验暂行技术规范 第 2 部分：电池包和系统
TJ/JW 128	机车、动车组用锂离子动力电池热保障系统暂行技术规范
TJ/JW 129	机车、动车组用管理系统(BMS)暂行技术规范

（三）南京地铁集团有限公司图标

南京地铁标志图案采用梅花形图案，图形的绘制要求如下（投标人可根据需要等比例缩放）：



第七章 图纸

投标人在 2026 年 6 月 11 日至 2026 年 6 月 23 日（工作时间每日上午 9:00 至 11:30，14:30 至 17:00，法定公休日、法定节假日除外）内联系招标人（南京市建邺区江东中路 109 号所街办公楼 110 室）领取本项目图纸，并现场签收。

第八章 投标文件格式

投标文件格式

序号	文件夹/文件名称
1	封面
2	一、投标文件格式（商务册）
2.1	（一）投标函
2.2	（二）法定代表人（单位负责人）身份证明
2.3	法定代表人（单位负责人）身份证明相关附件
2.4	（二）授权委托书
2.5	授权委托书相关附件
2.6	（三）投标保证金
2.7	投标减免缴纳投标保证金信用承诺书
2.8	（四）联合体协议书
2.9	（五）商务和技术偏离表
2.10	（六）资格证明文件
2.10.1	1.基本情况表
2.10.1.1	基本情况表
2.10.1.2	（附件）企业相关证明证照文件
2.10.1.3	（附件）企业资质
2.10.1.4	（附件）企业证书
2.10.2	2.近年财务状况表
2.10.2.1	近年财务状况表

序号	文件夹/文件名称
2.10.2.2	（附件）财务状况
2.10.3	3. 信誉或银行资信证明
2.10.4	4. 近年完成的类似项目情况表
2.10.4.1	近年完成的类似项目情况表
2.10.4.2	（附件）企业近年完成的类似项目情况
2.10.5	5. 正在供货和新承接的项目情况表
2.10.6	6. 近年发生的诉讼及仲裁情况
2.10.7	7. 制造商授权书
3	二、投标文件格式（价格册）
3.1	已标价的供货清单
4	三、投标文件格式（技术册）
4.1	（一）技术响应
4.2	（二）售后服务
4.3	（三）安装及调试方案
5	其他资料

（项目名称 标段名称）

（标段编号：）

投标文件

投标人:_____（盖单位电子印章）

法定代表人（单位负责人）或其委托代理人：____（盖个人电子印章或个人电子签字章）

_____年_____月____日

（一）投标函（非两阶段开标）

（招标人名称）：

1.我方已仔细研究了____（项目名称 标段名称）招标文件的全部内容，愿意以人民币（大写）_____（¥___万元）的投标总价承担本次工程范围内货物的供应、安装调试和保修等工作，并按合同约定履行义务。

2. 我方的投标文件包括下列内容：

（1）投标函；

（2）法定代表人（单位负责人）身份证明或授权委托书；

（3）联合体协议书；

（4）投标保证金；

（5）商务和技术偏差表；

（6）分项报价表；

（7）资格审查资料；

（8）投标货物技术规格的详细描述；

（9）技术支持资料；

（10）相关服务计划；

（11）投标人须知前附表规定的其他资料。

……

3．我方承诺除商务和技术偏差表列出的偏差外，我方响应招标文件的全部要求。

4．我方承诺在招标文件规定的投标有效期内不撤销投标文件。

5．如我方中标，我方承诺：

（1）在收到中标通知书后，在规定的期限内与你方签订合同；

（2）在签订合同时不向你方提出附加条件；

（3）按照招标文件要求提交履约保证金；

（4）在合同约定的期限内完成合同规定的全部义务。

6．我方在此声明，所递交的投标文件及有关资料内容完整、真实和准确，

且不存在第二章“投标人须知”第 1.4.3 项规定的任何一种情形，同时接受评标委员会对投标报价进行的修正。

7.本次投标的交货期____（填写是否满足招标文件要求）___。

8.我们同意所有的合同货物和服务以人民币支付。

9.我们承诺对本次投标的车辆（含牵引系统）、信号及车辆段工艺设备集成承担所有的经济、技术和售后服务责任，在任何情况下，招标人对车辆（含牵引系统）、信号及车辆段工艺设备集成的其它采购部件/系统的生产、测试、验收、售后服务、赔偿等具体事宜，都可以不通过部件/系统的生产制造厂家而直接由我方负责解决，招标人为此无须负担任何其它费用。

10.我们已详细审查全部招标文件（包括补遗文件）。我们完全理解并同意放弃对这方面有不明及误解的权力。

11.我们将最终完成车辆国产化率不低于 75%，我们承诺一旦中标并在签订合同后将严格按照国家要求接受并执行国产化核查。

12.本投标有效期为自开标日起 240 天内有效。在上述有效期或延长期内（如果有）本投标之规定始终对我们有约束力。

13.如果在规定的开标时间后，我们在投标有效期内撤回投标，其投标保证金将被贵方没收。

14.我们保证严格履行合同责任和义务。当接到贵方处理意外事故及质保期服务等要求的通知后，我们的现场工作人员立即（特殊情况下，最迟为国内 36 小时，国外 7 天）赶到指定地点，在 24 小时内解决问题。若未解决，我们同意按贵方的处理意见执行。如需索赔则按合同专用条款第 21 条规定予以赔偿。

15.根据投标人须知第 2 条规定，我方承诺，我方与买方聘请的为此项目提供咨询服务的公司及任何附属机构均无关联，我方不是买方的附属机构。

16.我们同意提供按照贵方可能要求的与其投标有关的一切数据或资料，完全理解贵方不一定接受最低投标报价的投标或收到的任何投标。

17.本投标货物和服务均采用自有技术，与第三方的专利或知识产权无任何

纠纷，若有问题我方将承担所有责任。

18.若中标，我们将按招标文件的规定提交合同总金额 10%的履约保证金。

19.与本投标有关的一切正式往来信函请寄：

20.（其他补充说明）

投标人：_____（盖单位电子印章）

法定代表人（单位负责人）或其委托代理人：_____（盖个人电子印章或个人电子签字章）：

地址：

电话：

传真：

日期：

（二）法定代表人（单位负责人）身份证明

投标人名称：_____

姓名：_____性别：_____年龄：_____职务：_____

系_____（投标人名称）的法定代表人（单位负责人）。

特此证明。

附：法定代表人（单位负责人）身份证原件扫描件。

投标人：_____（盖单位电子印章）

_____年_____月_____日

（二）授权委托书

本人___（姓名）系_____（投标人名称）的法定代表人（单位负责人），现委托____（姓名）为我方代理人。代理人根据授权，以我方名义签署、澄清确认、递交、撤回、修改本招标项目投标文件、签订合同和处理有关事宜，其法律后果由我方承担。

委托期限：_____。

代理人无转委托权。

附：法定代表人（单位负责人）身份证原件扫描件及委托代理人

身份证原件扫描件

投　标　人：___（盖单位电子印章）

法定代表人（单位负责人）：（盖个人电子印章或个人电子签字章）

身份证号码：_____

委托代理人姓名：_____

身份证号码：_____

注：如采用联合体投标的，联合体各方应当分别提交由法定代表人签署的针对同一人的授权书。

（三）投标保证金

投标人须按投标人须知前附表 **3.4.1** 项的规定递交投标保证金。未按要求递交投标保证金的，评标委员会将否决其投标。

注：

1、以纸质保函形式提交投标保证金的，格式自拟。

2、以信用承诺方式替代投标保证金的，应提交信用承诺书，格式附后。

投标减免缴纳投标保证金信用承诺书（如采用）

致（招标人名称）：

我单位将严格遵守《中华人民共和国招标投标法》等法律法规和政策规定，现按照招标文件约定郑重承诺如下：

1、我单位信用状况良好，自愿遵守招标文件要求，通过提供信用承诺的方式，享受全部免除或减半缴纳投标保证金等优惠待遇。

2、我单位如出现投标截止后撤销投标文件、中标后无正当理由不与招标人订立合同、在签订合同时向招标人提出附加条件或其他法律法规规定的投标保证金不予退还的行为，自愿在招标文件约定期限内补缴投标保证金，否则承担因此造成的一切法律后果。

我单位对上述承诺的真实性负责，如有虚假，愿意承担相应的法律责任，并承担因此所造成的一切损失。

承诺单位（盖单位章）：

法定代表人或授权代表（签字）：

日期：　年　　月　　日

（四）联合体协议书（如有）

_____ _____（所有成员单位名称）自愿组成_____（联合体名称）联合体，共同参加_____（项目名称　标段名称）投标。现就联合体投标事宜订立如下协议。

1. _____（某成员单位名称）为_____（联合体名称）牵头人。

2. 联合体各成员授权牵头人代表联合体参加投标活动，签署文件，提交和接收相关的资料、信息及指示，进行合同谈判活动，负责合同实施阶段的组织和协调工作，以及处理与本招标项目有关的一切事宜。

3. 联合体牵头人在本项目中签署的一切文件和处理的一切事宜，联合体各成员均予以承认。联合体各成员将严格按照招标文件、投标文件和合同的要求全面履行义务，并向招标人承担连带责任。

4. 联合体各成员单位内部的职责分工如下：_____。

5. 本协议书自所有成员单位法定代表人（单位负责人）或其委托代理人签字或盖单位章之日起生效，合同履行完毕后自动失效。

6. 本协议书一式_____份，联合体成员和招标人各执一份。

注：本协议书由法定代表人（单位负责人）签字的，应附法定代表人（单位负责人）身份证明；由委托代理人签字的，应附授权委托书。

联合体牵头人名称：_____（盖单位章）
法定代表人（单位负责人）或其委托代理人：____（签字）
联合体成员名称：_____（盖单位章）
法定代表人（单位负责人）或其委托代理人：____（签字）
联合体成员名称：_____（盖单位章）
法定代表人（单位负责人）或其委托代理人：____（签字）
……

_____年_____月_____日

（五）商务和技术偏离表

序号	招标文件条目号	招标文件要求	投标文件响应	偏离情况说明

投标人保证：除商务和技术偏差表列出的偏差外，投标人响应招标文件的全部要求。

（六）资格证明文件

1. 基本情况表

投标人名称				
注册资金		成立时间		
注册地址				
邮政编码		员工总数		
联系方式	联系人		电话	
	网址		传真	
法定代表人（单位负责人）	姓名		电话	
投标人须知要求投标人需具有的各类资质证书	类型：	等级：	证书号：	
基本账户开户银行				
基本账户银行账号				
近三年营业额				
投标人关联企业情况（包括但不限于与投标人法定代表人（单位负责人）为同一人或者存在控股、管理关系的不同单位）				
投标设备制造商名称				
备注				

注：1.投标人应根据第二章“投标人须知”的要求在本表后附相关证明材料。境内投标人以现金或者支票形式提交投标保证金的，还应附开户行出具的基本账户证明文件的扫描件。

2、如投标人为联合体，组成联合体的所有成员均须提供。

（依法设立的法人或其他组织资格证明文件，如企业法人营业执照等）

统一社会信用代码：

2. 近年财务状况表

1、投标人应根据第二章“投标人须知”的要求在本表后附相关证明材料。如果投标人为新注册成立的企业，可短交财务报表情况。如果第二章“投标人须知”不要求的可不提供。

2、如投标人为联合体，组成联合体的所有成员均须提供。

财务状况表

名称	资产总额（万元）	营业收入（万元）	利润总额（万元）	纳税总额（万元）	负债总额（万元）	资产负债率	主营业务利润率	注册资本	是否有对外提供担保信息	从业人数
年										
年										
年										

3. 信誉或银行资信证明

1、投标人应根据第二章“投标人须知”的要求，提供金融机构或第三方评价机构出具的信誉或资信证明材料。如果第二章“投标人须知”不要求的可不提供。

2、如投标人为联合体，组成联合体的所有成员均须提供。

4. 近年完成的类似项目情况表

合同名称	
合同编号	
价款形式代码	
合同金额（元）	
其他形式合同报价	
项目	
项目负责人	
招标人名称	
招标人联系人	
招标人联系人电话	
合同工期（天）	
工期（天）	
合同签署时间	
合同完成时间	
设备/材料名称，规格和型号	
发布部门	
备注	

注：1. 投标人应根据第二章“投标人须知”的要求在本表后附相关证明材料。如果第二章“投标人须知”不要求的可不提供。

2.投标人应对填写信息的真实性和准确性负责，由此造成的不利后果由投标人承担。

5. 正在供货和新承接的项目情况表

合同名称	
合同编号	
价款形式代码	
合同金额（元）	
其他形式合同报价	
项目	
项目负责人	
招标人名称	
招标人联系人	
招标人联系人电话	
合同工期（天）	
工期（天）	
合同签署时间	
合同完成时间	
设备/材料名称，规格和型号	
发布部门	
备注	

注：投标人应根据第二章“投标人须知”的要求在本表后附相关证明材料。如果第二章“投标人须知”不要求的可不提供。

6. 近年发生的诉讼及仲裁情况

注：投标人应根据第二章“投标人须知”的要求附相关证明材料。如果第二章“投标人须知”不要求的可不提供。

7. 制造商授权书

该部分以下列格式为准：

（一）投标人的资格证明文件

表 1　资格声明函

表 2　投标人的资格声明

表 3　关键系统/部件制造商的资格声明

表 4　关键系统/部件制造商出具的授权函（国内供货商）

表 5　关键系统/部件制造商出具的授权函（国外供货商）

注：若投标人采用联合体方式参与投标的，联合体牵头方应提供 1、2、3、4、5 的资格证明文件。联合体成员方应提供 1、2 的资格证明文件。

说　明

1.1　对所附表格中要求的资料和询问应做出肯定的回答。

1.2　资格证明文件的签字人应保证他所做的声明及对一切问题的回答的真实性和准确性。

1.3　投标人提供的资格文件将由招标人使用，并据此进行评价和判断，确定投标人的资格和履约能力。

1.4　投标人提交的文件将给予保密，但不退还。

1.5　关键系统或部件包括：

（1） 车钩和缓冲器

（2） 牵引系统

（3） 车门

（4） 空调

（5） 制动

（6） 蓄电池

（7） 受电弓

（8） 轴承

（9） 齿轮箱和联轴节

（10） 贯通道

（11） 车体材料

（12） 乘客信息系统

（13） 列车控制系统

（14） 信号系统

注：1、牵引系统供货范围内的关键系统或部件无需再提供资格证明文件，即表 3、表 4 和表 5。

2、本项目投标人无需再提供牵引系统中标候选人投标文件中已提供的业绩及相关证明、财务报表、银行资信证明、营业执照、组织机构、项目人员、投标人诉讼史等资质证明文件及技术标书等，但其投标报价及其它实质性内容，包括但不限于表 2 投标人的资格声明。

表 1　资格声明函

致：_____

关于贵方（项目名称）（招标编号），本公司愿意参加投标，提供招标文件中规定的所有货物，并证明提交的下列文件和资料是准确和真实的。我们认为贵方有权并愿意配合贵方，向有关机构和单位（如会计师事务所、银行、相关企业等）查证和获得有关资料。

1. 投标人的资格声明
2. 关键系统/部件制造商的资格声明
3. 关键系统/部件制造商出具的授权函（国内供货）
4. 关键系统/部件制造商出具的授权函（国外供货）
5. 投标人的法定代表人授权书
6. 投标人近三年的财务报表及审计报告
7. 银行资信证明

其他资料：

投标人名称：_____（公章）

法定代表人或其授权代表：_____

日期：_____

表 2　投标人的资格声明

1.名称和概况：

A.投标人名称：_____

B.注册地址：_____　　邮编：_____

传真/电话：_____

C.成立日期或注册日期：_____

D.注册资本：_____　实收资本：_____

E.股东名称和比例：_____

F.在中国代表处名称和地址、邮编、传真、联系人、电话（如有的话）：

_____

请投标人附上“营业执照”副本复印件。

2.近三年的年营业总额：

年　度	国　内	出　口	总　额

3.近三年国内外主要用户的名称和地址：

用户名称和地址、邮编	货 物 名 称
出口销售	
国内销售	

4.投标人自己制造的主要部件：

主要部件名称	年生产能力

5.需要其他制造商提供的主要部件（如有的话）：

主要部件名称	制造商名称和地址、邮编

6.近三年成交的与此次投标相同的货物（如有的话）：

用户名称	签约日期	货物名称	数 量	合同金额	备 注

7.目前正在执行的合同：

序号	项目名称	车型	数量	合同金额	用户名称	签约日期	预计完成日期	备注

8. 征信银行名称和地址：

9. 所属财团（如有的话）：

10.其它情况（年表、组织、机构等）：

就我方全部所知，兹证明上述声明是真实、正确的，并已提供了全部现有资料和数据，我方同意根据贵方要求出示文件予以证实。

投标人名称 _____（公章）

法定代表人或其授权代表 _____

签字日期 _____

传真 _____

电话 _____

电子函件 _____

表 3　关键系统/部件制造商的资格声明

1.制造商名称及概况：

A.制造商名称：_____

B.提供货物名称：_____

C.总部地址：_____

传真/电话：_____　邮编：_____

D.成立日期或注册日期：_____

E.实收资本：_____

F.最近资产负债表（到_____时为止）。

G.主要负责人姓名：_____

H.制造商在中华人民共和国的代表姓名和地址、邮编、传真、电话（如有的话）：_____

2.投标货物情况

A.关于制造商所提供货物的生产设施及其它情况：

工厂名称和厂址：_____

正在生产的货物：_____

年生产能力：_____

职工（雇工）人数：_____

B.最近三年该类货物在国内外主要用户的名称和地址：_____

用户名称和地址、邮编	销售货物名称

3.近三年的年营业总额：

年　度	国　内	出　口	总　额

4.主要易损件供应商的名称和地址、邮编：

易损零部件名称	供应商名称、地址、邮编

5.近三年直接或通过贸易公司向中国提供的投标书中所提供的货物（如有的话）：

用 户 名 称	签约日期	货 物 名 称	数量	备注

6.征信银行名称和地址：_____

7.所属财团（如有的话）：_____

8.其它情况（年表、组织、机构等）：_____

就我方全部所知，兹证明上述声明是真实、正确的，并已提供了全部现有资料和数据，我方同意根据贵方要求出示文件予以证实。

制造商名称：_____（盖章）

法定代表人或其授权代表签字：_____

授权代表职务：_____

传真/电话：_____

日　　期：_____

表 4　关键系统/部件制造商出具的授权函（国内供货商）

致：_____

位于_____（关键系统制造商地址）的_____（关键系统制造商名称）是有声望的制造_____（货物名称）的制造商，在此授权_____（投标人名称、地址）就编号为_____的招标用我厂制造的货物递交投标书，与你方进行后续合同谈判和签订合同。

我方在此保证为上述公司响应本次招标而提供的货物按照合同条款的规定提供全部质量保证。

出具授权书的制造厂家名称：_____

（公章）

法定代表人或其授权代表签字：_____

职务：_____

日期：_____

投标人名称：_____

（公章）

法定代表人或其授权代表签字：_____

职务：_____

日期：_____

表 5　关键系统/部件制造商出具的授权函（国外供货商）

致：_____

位于_____（关键系统制造商地址）的_____（关键系统制造商名称）是有声望的制造_____（货物名称）的制造商，在此授权_（投标人名称、地址）就编号为_____的招标用我厂制造的货物递交投标书，与你方进行后续合同谈判和签订合同。

我方在此保证：

1、为上述公司响应本次招标而提供的货物按照合同条款的规定提供全部质量保证。

2、为上述公司响应本次招标而提供的货物报价在本次招标有效期内不会发生改变。

出具授权书的制造厂家名称：_____

（公章）

法定代表人或其授权代表：_____

职务：_____

日期：_____

投标人名称：_____

（公章）

法定代表人或其授权代表签字：_____

职务：_____

日期：_____

（二）信号部分资格证明文件

投标人在提交上述资格证明文件的同时，还需提供以下信号部分的资格证明文件，包括但不限于：

1. 国产化合作单位出具的已草签技术转让协议；

2. 投标人提供与主要技术提供方、进口设备供应商的合作协议书和技术担保书（或技术转让协议书），及明确主要技术提供方、进口设备供应商的责任、义务和分工的分包协议；

3. ATP、联锁、计轴通过 SIL4认证的认证证书，ATS、ATO 通过 SIL2 认证的认证证书；

4. 投标人在中国国内具备完整的综合测试平台、信号关键产品质量检测验证设备的相关证明文件；

5. 主要进口分包商的业绩证明文件；

已标价的供货清单

内容编排及要求详见第五章“供货清单及使用说明”。

三、投标文件技术册格式

A 车辆部分的投标文件技术册格式

A1　技术规格建议和偏差

（对第六章 供货要求 “附件 3 技术规格书”进行响应）

表 A1.1　技术简要说明一览表

表 A1.2　技术条件偏离表

表 A1.3　技术文件和图纸响应表

A1.1　技术简要说明一览表

投标人名称：　　项目名称：　　招标编号：

序号	设备名称	型号规格主要技术参数	数 量	性 能 说 明	原产地	制造商	备　注

A1.2　技术条件偏离表

投标人名称：　　项目名称：　　招标编号：

序号	招标文件条目号	招标要求	投标要求	偏离	说明

声明：除本技术条件偏离表所列的偏离指标外，其它所有技术要求条款均完全响应“招标文件”中的要求。

A1.3　技术文件和图纸响应表

序号	招标书要求		投标响应内容		
	招标书中条款号	简要内容	完全响应	有偏差	偏差简述

注：本表内容对第六章 供货要求 “附件 5 技术文件”进行响应

A2 工程进度时间表（对第六章 供货要求“附件 4 进度和交货计划”进行响应）

A3 运输方案

A4 国产化方案及实施计划（从需进口的主要部件、国产化业绩及经验、国产化率、年生产能力、售后服务执行单位、主要国产化部件生产厂家等方面进行描述）

A5 分包方案

A6 设计/设计联络方案（对第六章 供货要求“附件 7 设计联络和审查”进行响应）

A7 检查、试验和验收（对第六章 供货要求“附件 9 检查、试验和验收”进行响应）

A8 质量保证计划（对第六章 供货要求“附件 10 质量保证”进行响应）

A9 培训计划（对第六章 供货要求“附件 11 培训”进行响应）

A10 产品使用寿命期内预计的运营费及维护费测算表

A11 易损件/消耗件材料长期供应保障计划（对第六章 供货要求“附件 12 专用工具及寄存件”及附表 12-1、附表 12-2、附表 12-3 进行响应）

A12 项目管理方案（对第六章 供货要求“附件 2 项目管理”进行响应）

A13 接口技术方案（对第六章 供货要求“附件 8 接口要求和管理”及附件 8-1、附件 8-2、附件 8-3 进行响应）

A14 投标方参加本项目主要人员名单（车辆部分）

A14 投标方参加本项目主要人员名单（车辆部分）

姓名		年龄		身份证号码	
毕业学校				专业	
学位		职称		职务	
现所在机构或部门				服务时间	
主要经历					
日期	参加过的项目名称		担任何职		备注

B 信号部分的投标文件技术册格式

说　　明

投标人须注意以下说明：

1)　投标人须填写递交以下规定的格式以及有关资料。

2)　投标人需根据下列所附格式中的内容，对有关问题或要求做出答复。

3)　投标人提交的文件将予以保密，但不再退还。

4)　投标人应按照本要求编制其投标文件的技术部分内容。

5)　本格式是编制投标技术文件的提纲，投标人提交的文件包括但不限于本提纲中提示的内容。投标人对本次招标的所有要求须全面响应，按招标文件的要求提交全部资料并做详细说明。投标人可以根据其推荐系统的特点进行编制，并视需要增加相应内容。

6)　招标文件中凡涉及到投标人应“提供”、“提出”、“确定”、“具有”或“具备”等要求，投标人必须作出具体说明；必须对有关数据的计算作出说明，给出依据。

B1　技术应答一览表

说明：投标人须对应《用户需求书》逐条应答并按要求填写下表。

投标人应逐条对应《用户需求书》的条目，对完全响应的条目在下表相应列中标注“O”。

对有偏离的条目在下表相应列中标注“×”。

投标人须对技术有偏离的条款逐条填写技术条件偏离表。投标人在填写本偏离表时，不得只填写说明栏而不填写招标要求栏、投标要求栏和偏离内容栏。未在招标要求栏、投标要求栏和偏离内容栏中填写内容的，均被视为投标人已经对招标文件相关内容理解并同意，其投标报价为在此基础上的完全价格。

技术应答一览表及技术偏离表如下：

技术应答一览表

条款/内容		完全响应	有偏离	偏离简述	备注
用户需求书（一）　通用技术要求					
1	**总则**				
1.1	适用范围				
1.2	文件组成				
1.3	定义				
1.4	特别说明				
1.5	缩写字母对照表				
1.6	项目工作语言				
1.7	解释权				
1.8	参照标准				
1.9	单位制				
1.10	投标响应要求				
2	**工程概况**				
2.1	工程描述				
2.2	工程范围				
2.3	工程进度及相关要求				
2.4	工程范围和技术条件修改				
3	**工程现场条件**				
3.1	环境				
3.2	线路条件				

条款/内容		完全响应	有偏离	偏离简述	备注
3.3	轨道条件				
3.4	限速要求				
3.5	控制中心				
3.6	车站				
3.7	车辆段				
3.8	试车线				
3.9	车辆条件				
3.10	限界条件				
3.11	运营及行车组织				
3.12	站台屏蔽门				
3.13	牵引供电				
3.14	杂散电流				
3.15	供电电源				
3.16	通信信道条件				
3.17	综合接地网				
3.18	现场知晓				
4	**工作范围及职责**				
4.1	基本要求				
4.2	责任范围				
4.3	工作范围				
4.4	BIM 工作要求				
5	**供货范围及要求**				
5.1	基本要求				
5.2	包括的供货				
5.3	不包括的供货				
6	**备品备件**				
6.1	一般要求				
6.2	供货要求				
6.3	建议配置清单				
7	**仪器仪表及维修工具**				

条款/内容		完全响应	有偏离	偏离简述	备注
7.1	一般要求				
7.2	供货要求				
7.3	建议配置要求				
8	**系统保证**				
8.1	概述				
8.2	系统保证计划				
8.3	系统安全要求				
8.4	可靠性、可用性及可维护性（RAM）要求				
8.5	系统保证审核				
9	**硬件要求**				
9.1	硬件总体要求				
9.2	系统和设备				
9.3	设备设计准则				
9.4	材料				
9.5	工艺				
9.6	互换性和标准化				
9.7	维护和失效管理				
9.8	设备监督和测试				
9.9	防雷、防浪涌要求				
9.10	接地要求				
9.11	布线				
9.12	机柜与机箱				
9.13	上走线槽				
9.14	端子				
9.15	断路器				
9.16	标签和铭牌				
9.17	控制台				
9.18	外观一致性				
9.19	防尘、防水				

条款/内容		完全响应	有偏离	偏离简述	备注
9.20	防虫害、鼠害				
9.21	节能与环保				
9.22	工业级产品				
10	**软件要求**				
10.1	软件总体要求				
10.2	软件管理总则				
10.3	设计规范及标准				
10.4	软件管理和设计				
10.5	软件获取				
10.6	软件开发				
10.7	软件安装、测试及验收				
10.8	软件交付、运行和维护				
11	**电磁兼容**				
11.1	总则				
11.2	电磁兼容标准				
11.3	电磁兼容要求				
12	**项目管理**				
12.1	投标人的组织机构				
12.2	项目办公形式和工作制度				
12.3	计划				
12.4	合同执行阶段				
12.5	文件接收程序				
12.6	监理工程师				
12.7	沟通及工作联系				
12.8	协调				
13	**质量控制**				
13.1	概述				
13.2	设计质量控制				
13.3	外购材料控制				
13.4	工具和测量仪器				

条款/内容		完全响应	有偏离	偏离简述	备注
13.5	制造控制				
13.6	不合格材料控制				
13.7	搬运与包装				
13.8	调试计划				
14	**设计**				
14.1	设计职责范围				
14.2	投标人的设计				
14.3	招标人的设计				
15	**设计联络**				
15.1	概述				
15.2	设计联络的安排				
15.3	设计联络的要求				
15.4	设计联络的内容				
15.5	工作协调会议				
16	**包装、运输及仓储**				
16.1	概述				
16.2	包装				
16.3	运输				
16.4	仓储				
17	**安装督导及调试**				
17.1	一般要求				
17.2	投标人安装责任				
17.3	招标人安装责任				
17.4	投标人的调试责任				
17.5	招标人的调试责任				
17.6	接口协调与配合				
18	**检验、试验、调试、开通及验收**				
18.1	概述				
18.2	首件验收				
18.3	出厂检验				

条款/内容		完全响应	有偏离	偏离简述	备注
18.4	到货检查				
18.5	开箱检验				
18.6	完工测试				
18.7	施工及安装验收				
18.8	信号系统调试与试验				
18.9	信号系统的联调				
18.10	项目工程验收				
18.11	144 小时连续运行试验				
18.12	试运行				
18.13	竣工验收				
18.14	初期运营前安全评估				
18.15	初期运营前安全评估				
18.16	初期运营				
18.17	最终验收				
18.18	赔偿				
18.19	各指标计算方法				
20	**培训**				
19.1	培训目的				
19.2	培训计划				
19.3	培训内容				
19.4	培训课程				
19.5	培训方法				
19.6	核心技术设备原产地培训				
19.7	现场培训				
19.8	测验和考试				
19.9	教员资质				
19.10	培训费用				
20	**质量保证期**				
20.1	一般要求				
20.2	质量保证期工作及义务				

条款/内容		完全响应	有偏离	偏离简述	备注
20.3	质量保证期维护支持要求				
21	**人员**				
21.1	招标人各阶段派出人员的安排				
22	**国产化**				
22.1	基本要求				
22.2	国产化的实施				
22.3	国产化系统设备要求				
23	**技术资料及工程文件**				
23.1	一般要求				
23.2	管理文件				
23.3	技术文件				
23.4	投标人提供的技术文件及资料清单				
23.5	招标人提供的资料				
24	**其他要求**				
24.1	一致性协调方基本要求				
用户需求书（二）　专用技术要求					
1	**基本运营要求**				
1.1	总则				
1.2	运营指挥				
1.3	列车控制等级				
1.4	驾驶模式				
1.5	驾驶模式的转换				
1.6	折返模式				
1.7	正线作业				
1.8	车辆段作业				
1.9	试车线作业				
1.10	降级运行				
1.11	信号机设置及显示				
2	**基本技术要求及系统性能要求**				
2.1	基本技术要求				

条款/内容		完全响应	有偏离	偏离简述	备注
2.2	系统性能要求				
3	**系统构成要求**				
3.1	系统总体构成要求				
3.2	ATS 子系统构成要求				
3.3	ATP 子系统构成要求				
3.4	ATO 子系统构成要求				
3.5	OC 子系统构成要求				
3.6	DCS 子系统构成要求				
3.7	信息安全等级防护系统构成要求				
3.8	信号维护监测子系统构成要求				
3.9	试车线设备构成要求				
3.10	培训中心设备构成要求				
3.11	电源设备构成要求				
3.12	大屏幕显示设备构成要求				
3.13	后备通信子系统构成要求				
3.14	其他设备、材料要求				
4	**系统功能要求**				
4.1	ATS 子系统功能要求				
4.2	ATP 子系统功能要求				
4.3	ATO 子系统功能要求				
4.4	OC 子系统功能要求				
4.5	DCS 子系统功能要求				
4.6	后备通信子系统功能要求				
4.7	信号维护监测子系统功能要求				
4.8	试车线功能要求				
4.9	培训中心功能要求				
5	**人机界面要求**				
5.1	人机界面设计基本要求				
5.2	控制中心大屏幕信号显示界面设计要求				

条款/内容		完全响应	有偏离	偏离简述	备注
5.3	控制中心调度员/长工作站人机界面设计要求				
5.4	控制中心运行图显示工作站人机界面设计要求				
5.5	车站/车辆段 ATS 工作站人机界面设计要求				
5.6	维护工作站人机界面设计要求				
5.7	车载人机界面设计要求				
6	**其他要求**				
6.2	列车自主运行技术要求				
用户需求书（三） 接口技术要求					
1	**总则**				
1.1	说明				
1.2	接口工作范围及责任				
1.3	数据通信接口基本要求				
2	**与相关系统的接口要求**				
2.1	与车辆的接口				
2.2	与通信系统的接口				
2.3	与综合监控系统的接口				
2.4	与乘客信息系统的接口				
2.5	与站台门屏蔽门系统的接口				
2.6	与 NCC 系统的接口				
2.7	与全自动洗车机的接口				
2.8	与云平台的接口				
2.9	与第三方运行图编辑系统接口				
2.10	与整合 UPS 系统接口				
2.11	与车辆段智能管控系统接口				
2.12	接口软件测试要求				
3	**与其他线路的接口要求**				
3.1	供货范围及责任划分				

条款/内容		完全响应	有偏离	偏离简述	备注
3.2	接口界面划分				
3.3	接口技术要求				
3.4	接口管理要求				

技术条件偏离表

序号	招标文件条目号	招标要求	投标要求	偏离内容	说明

声明：除本技术条件偏离表所列的偏离指标外，投标人应承诺其它所有技术要求条款均完全响应“招标文件”中的要求。

B2　投标技术规格书

投标人需根据本用户需求书的投标要求和投标技术规格书要求的格式内容（详见 B2 部分附件：投标技术规格书格式要求），参照《用户需求书》，给出满足用户功能需求所要求的投标技术规格书。投标技术规格书内容须包括但不限于本招标文件对投标技术规格书要求的格式内容。

本用户需求书所提的技术要求仅为基本的技术要求，不应理解为完整的技术要求，投标人应按本用户需求书的技术要求和投标人的工程经验协助招标人进行完善。

投标人提供的系统技术规格至少不低于招标文件中提出的要求，必须提供详细的技术资料，如投标人没有以书面形式对本用户需求书提出异议，则意味着投标人所提供的系统完全符合本用户需求书的要求，**如有异议，投标人应在投标书中详细列出技术条件偏离表，并以“对文件的意见和同需求书的差异”为题在投标偏差说明的相应章节中加以详细描述。**

附件：投标技术规格书格式要求

一、总　则

投标人应参照本文规定格式和内容，并对照但不仅限于《用户需求书》，完成投标文件中的《投标技术规格书》，以利形成《技术规格书》。

投标文件要求：

1) 必须对系统的构成、功能、性能、技术参数、规格及各种接口的规格作出说明；
2) 招标文件中《用户需求书》提到投标人应“提供”或“提出”或“确定”或“具有”等要求和问题必须作出具体说明；
3) 必须对有关数据的计算作出说明。

本格式是编制投标文件的提纲，投标商可以根据其推荐系统的特点进行编制，根据需要增加内容。

第1章　系统说明

1.1　定义和缩写

1.2　概述

简要说明为南京地铁 11 号线一期工程投标的信号系统主要技术特点。

1.3　系统组成

文字说明系统的主要组成部分及它们之间的关系。采用详细的系统原理框图表示这些主要组成部分及它们之间的关系、数据交换等。包括但不限于：

- 硬件组成及各系统间连接方式
- 通信网络的构成
- 各子系统的功能划分

提供完整的、详细的设备连接图，设备连接图包括但不限于以下内容：

- 正线所有信号设备配置，连接关系、连接方式、线缆规格型号等；
- 控制中心所有信号设备配置，连接关系、连接方式、线缆规格型号等；
- 车辆段（含 ATP/ATO 室内外设备、ATS、OC 及信号智能运维、DCS、停车列检库、试车线、维修中心、培训中心等）所有信号设备配置，连接关系、连接方式、线缆规格型号等；
- 车载信号设备配置，连接关系、连接方式、线缆规格型号等；
- 所有设备须标明设备规格型号、冗余方式、设备数量、设备内部模块配置及数量等内容；
- 注明投标人提供的信号设备供货范围，与其它供货商（车辆、通信、综合监控、站台屏蔽门等）提供的设备的接口关系和供货分界点；
- 设备连接图标明的设备数量及配置等应与供货清单一致；
- 投标文件中所有附图及插图应使用彩图，彩色打印。

1.4　系统功能

详细说明系统的主要功能。

1.5　系统能力

详细说明系统的能力，并提供计算数据，包括但不仅限于：

- 正线列车运行间隔；
- 绘制远期早高峰运行图，并给出说明系统是否满足远期早高峰运营需求；
- 系统折返间隔；
- 列车出入车辆段能力；
- 降级模式下系统的能力；
- 控制中心管理列车数量；
- 轨旁无线通信系统管理的列车数；
- 轨旁 ATP 计算机管理的列车数；

- 系统容量分析及计算；
- 系统满足本工程运营要求的具体措施等。

根据本工程给定的现场条件，进行牵引计算，检算系统能力。要求有计算依据、计算过程、牵引计算图纸及运行图。

1.6 系统原理

详细说明采用的系统原理，包括但不仅限于：

- 列车定位原理；
- 车-地通信原理；
- 列车控制原理。
- 系统所采用新技术的系统原理并备注适用条件。

要求有计算依据及计算过程。

1.7 安全性

详细说明保证建议系统安全的措施、指标和计算过程。特别说明安全模块之间的信息交换方式，包括硬件方式和规程原理。

应提供说明系统安全及风险管理的文件，计划及其工作时刻表，包括但不限于下列各项：

- 隐患分析；风险分析；安全分析要求；
- 安全完整性水平（SIL，Safety Integrity Level）；
- 故障模式，影响及重要性分析；
- 项目隐患登记册（及其更新）；
- 安全分析文件的审议，包括隐患分析，系统隐患登记册等；
- 安全原则及规范要求的符合性评估；
- 有关独立安全评估的要求；
- 安全验证的要求；
- 系统安全报告。

1.8 可靠性

详细说明保证系统可靠性的措施，分别给出全系统硬件、软件以及四个子系统（ATS、ATP、ATO、OC 子系统）硬件、软件的 MTBF、MTBSF 指标，其中硬件部分要有计算过程。应根据系统相关设计目标作出子系统的可靠性分配分析，从而明确各子系统的要求。

详细说

1.9 可维护性

详细说明系统的可维护性目标、相关的设计分析及实现可维护性计划的详细要求。提供系统的平均修复时间（MTTR）值。

1.10 可用性

详细说明保证系统可用性的措施、指标及计算过程。

1.11 可扩展性

说明实现系统可扩展性的措施方案。

1.12 标准化

详细说明系统设计的标准化措施，各种接口遵循的标准及通信协议。

1.13 系统软件说明

详细说明系统软件编制原则、方法、系统流程图、遵循的标准、模块化程度、对用户开放程度等。

1.14 驾驶模式

详细说明各种驾驶模式及其适用条件、转换过程和限制条件。

详细说明各种折返模式及其适用条件、转换过程和限制条件。

1.15 信号方式

说明系统降级运行模式下，为保证运营能力及安全要求，正线信号机的设置及显示方式。说明在进行主系统运行与和降级系统运行转换时，信号显示的转换实现方式。

1.16 系统运用模式

说明系统正常及故障运行方式。

详细说明系统的运行等级，在何种条件下进入何种运行模式，转换运行模式的过程（包括自动过程和人工过程），各种运行模式能够实现的主要功能，故障排除后的系统恢复过程（包括自动过程和人工过程）。

提供数据说明使用进路方式行车时，如何保证系统的能力要求。

详细说明全自动运行系统下正常、故障及应急模式下的运用方式及处置策略。

1.17 系统维护政策

详细说明系统及其子系统在维护/维修方面的政策和策略，包括但不仅限于：

- 系统各部分运行、维护和故障信息的产生和处理；
- 故障分类及描述；
- 维修/维护等级；
- 维修/维护手段；
- 各等级典型和最大维护/维修时间；
- 系统维护/维修的模式建议。

1.18 其它

说明其它需要说明的问题，包括但不仅限于：

- 提出系统的综合防雷技术、接地的要求；
- 系统电磁辐射及电磁兼容策略；

- 系统全生命周期成本分析及计算；
- 提出系统的供电要求；
- 提出系统对招标人提供材料的要求；
- 提供电磁干扰分析及系统全生命周期内解决任何电磁干扰的承诺函。

第2章　列车自动监控（ATS）子系统

2.1　系统组成

文字说明子系统的主要组成部分及它们之间的关系。采用详细框图表示这些主要组成部分及它们之间的关系、数据交换等。

2.2　系统功能

详细说明子系统的各项功能及其实现的模块。

2.3　系统原理

图文结合详细说明子系统的工作原理。

图文结合详细说明主要组成部分的结构、工作原理、规格型号及主要参数，包括但不仅限于：

- 控制中心与车站 ATS 分机的控制模式转换；
- 人机界面，包括背投式高分辨率组合显示屏和工作站上的显示、画面、命令、人工输入、操作响应、报警方式等；
- 列车描述的定义；
- 时刻表编制、调整原理，时刻表处理，时刻表在线调整；
- 进路操作；
- 运行调整，包括自动调整策略和人工调整方法；
- 信号系统维护信息和报警；
- 统计与报表及其打印；
- 中心 ATS 服务器；
- 调度长/员工作站；
- 维护工作站；
- 时刻表/运行图编辑工作站；
- ATS 运行图显示工作站；
- 网络拓扑及网络设备；
- 通信前置机；
- 车站 ATS 分机；
- 现地控制工作站/ATS 监视工作站；
- 轮乘室 ATS 工作站；
- 车辆段现地控制工作站（包括派班室工作站）；
- 控制中心与车站通信。

2.4　系统性能

详细说明子系统和各主要组成部分的规格型号和各项性能指标及其含义。

2.5　软件

详细说明 ATS 子系统软件的结构、主要功能模块和主要数据流。

系统软件说明，包括操作系统、图形处理、数据库管理（通用和实时数据库）、网络系统和编程语言。

2.6 接口

详细说明 ATS 子系统与其它子系统和其它相关系统的接口，给出接口方式及交换信息内容。

2.7 培训、模拟演示系统

详细说明系统组成及硬件规格型号、功能、原理和性能。

2.8 控制中心

详细说明系统设备组成及硬件规格型号、功能、原理和性能。

控制中心预留与线网指挥中心的接口预留方案。

第3章　列车自动防护（ATP）子系统

3.1　系统组成

文字说明子系统的主要组成部分及它们之间的关系。采用详细框图表示这些主要组成部分及它们之间的关系、数据交换等。

3.2　系统功能

详细说明子系统的各项功能，安全和非安全功能及其实现的模块应分别列出。

3.3　系统原理

图文结合详细说明子系统的工作原理、原则、依据的标准。

图文结合详细说明主要组成部分的结构、设备配置、工作原理、规格型号及主要参数，包括但不仅限于：

- 轨旁设备；
- 车载设备；
- 列车定位原理；
- “目标-距离”控制原理，包括车载、轨旁和中央所起的作用以及线路参数的获得；
- 车载人机界面，包括显示、画面、命令、人工输入、操作响应、报警方式等；
- 站台限速和临时限速原理；
- 车门控制原理；
- 站台屏蔽门控制原理；
- ATP 安全制动距离计算原理和方法，包括车辆参数、线路参数和参数的取值；安全保护区段的长度要求、计算的原则和方法；
- SPKS 防护。

3.4　系统性能

给出停车位置、保护区段长度、接近区段长度、及其计算依据。

给出转换轨、折返线要求的最小长度及其计算依据。

详细说明子系统和/或主要组成部分的各项性能指标及其含义。

3.5　软件

详细说明 ATP 子系统软件的结构、主要功能模块、主要数据流、编程语言和软件安全措施。

3.6　司机操作设备

详细说明司机操作设备的功能、表示、操作和响应，给出驾驶室盘面图。

3.7　接口

详细说明相邻 ATP 之间，以及 ATP 子系统与其它子系统和其它相关系统的接口，给出接口方式及交换信息内容。

第4章　列车自动运行（ATO）子系统

4.1　系统组成

文字说明子系统的主要组成部分及它们之间的关系。采用详细框图表示这些主要组成部分及它们之间的关系、数据交换等。

4.2　系统功能

详细说明子系统的各项功能，安全和非安全功能功能及其实现的模块应分别列出。

4.3　系统原理

图文结合详细说明子系统的工作原理、原则、依据的标准。

图文结合详细说明主要组成部分的结构、设备配置、工作原理、规格型号及主要参数，包括但不仅限于：

- 车载 ATO 单元；
- ATO 车-地通信设备；
- 列车运行控制原理；
- 自动启动及自动折返、自动调车、自动洗车、自动进出车辆段、唤醒、休眠等的列车运行控制原理；
- 车门/站台屏蔽门故障隔离原理；
- 接收 ATS 发送的远程控制命令（包括：清客确认、开/关门命令、紧急制动/缓解、雨雪模式、复位命令、火灾确认、旁路命令等）原理；
- 车站停车精度控制原理；
- 列车进站跳跃功能原理；
- 速度调整控制原理；
- 车载人机界面，包括显示、画面、命令、人工输入、操作响应、报警方式等。
- 湿轨模式控制、节能模式等控制原理。

4.4　系统性能

详细说明子系统和/或主要组成部分的各项性能指标及其含义。

4.5　软件

详细说明 ATO 子系统软件的结构、主要功能模块、主要数据流、编程语言和软件安全措施。

4.6　司机操作设备

详细说明司机操作设备的功能、表示、操作和响应。

4.7　接口

详细说明 ATO 子系统与其它子系统（尤其是 ATP 系统）及其它相关系统的接口，给出接口方式及交换信息内容。

第5章　目标控制器（OC）子系统

5.1　系统组成

文字说明子系统的主要组成部分及它们之间的关系。采用详细框图表示这些主要组成部分及它们之间的关系、数据交换等。

5.2　系统功能

详细说明子系统的各项功能，安全和非安全功能及其实现的模块应分别列出。

5.3　系统原理

图文结合详细说明子系统的工作原理、原则、依据的标准。

图文结合详细说明主要组成部分的结构、工作原理、规格型号及主要参数，包括但不仅限于：

- OC 主机；
- 车站现地控制工作站（包括 IBP 盘）；
- 全电子执行单元（转辙机、信号机等）；
- 人机界面，包括显示、画面、命令、人工输入、操作响应、报警方式等；
- OC 与 ATP、ATS 的数据交换。

5.4　系统性能

详细说明子系统和/或主要组成部分的各项性能指标及其含义。

5.5　软件

详细说明 OC 子系统软件的结构、主要功能模块、主要数据流、编程语言和软件安全措施。

5.6　车站值班员操作设备

说明车站现地控制工作站（包括 IBP 盘）的功能、界面、操作方法等。

5.7　接口

详细说明相邻 OC 之间，以及 OC 子系统与其它子系统和其它相关系统的接口，给出接口方式及交换信息内容。

第6章　数据通信 DCS 系统

6.1　系统组成

图文结合说明 DCS 系统的各组成部分及它们之间的关系。采用详细框图表示各组成部分及它们之间的关系、数据交换、连接方式等。

6.2　系统功能

详细说明子系统的各项功能，实现的模块应分别列出。

6.3　系统原理

图文结合详细说明子系统的工作原理、原则、依据的标准、采用的协议。

图文结合说明各组成部分的结构、配置、采用协议、网络冗余方式、工作原理、规格型号及主要参数，包括但不仅限于：

1)　骨干网；

2)　轨旁数据通信网络；

3)　车载数据通信网络；

4)　车地双向通信网络，包括规格、型号、调试方式、传输速率、载频范围、控制距离等；

5)　无线抗干扰；

6)　网络管理等；

7)　网络安全设备。

6.4　系统性能

给出占用带宽、传输速率、稳定性、越区切换时间、丢包率、QoS 能力等系统性能指标及其计算依据。

6.5　接口

详细说明与其他子系统和相关系统的接口，给出接口方式及交换信息内容。

第7章　信息安全等级保护

7.1　系统组成

详细说明信息安全等级保护的系统组成。

7.2　系统功能

详细说明信息安全等级保护的系统功能。

7.3　系统原理

详细说明信息安全等级保护的工作原理。

7.4　性能

详细说明信息安全等级保护系统主要组成部分的性能指标。

7.5　软件

详细的软件说明。

7.6　接口

详细说明信息安全等级保护与其它信号子系接口内容、方式、功能。

第8章　电源设备

图文说明电源设备（包括电源屏、UPS、蓄电池、电池监测等）的结构、功能、它们之间及与主系统之间的连接关系。应采用详细框图表示电源设备之间及与主系统设备的接口方式等。

电源后端负载设备应采用双电源供电方式，**列表详细描述系统中所有设备是否为双电源设备配置，包括但不限于ATS、ATP/ATO、OC、DCS、计轴等机柜及其内部的服务器、工控机、交换机等设备应采用双电源供电。**

8.1　功能

说明各设备的功能。

8.2　原理

对电源屏、UPS、蓄电池、电池监测等设备应图文结合说明设备的结构、工作原理、原则、依据的标准。

8.3　性能

说明采用的设备的规格型号及主要参数指标。

8.4　接口

详细说明各设备之间及与主系统设备的连接方式。

第9章　其它设备

图文说明系统的其它设备（包括计轴设备、发车计时器、机架柜、大屏显示系统、转辙机、道岔缺口监测设备、信号机（含灯丝报警）等）的结构、作用及它们与主系统之间的连接关系。应采用详细框图表示这些设备与主系统设备的接口方式等。

详细说明在主系统运行下，计轴故障对主系统有无影响（包括有道岔区段和无道岔区段），并说明实现原理和方式。

详细说明满足本用户需求要求的计轴复位方式（包括直接复位和预复位），说明实现原理和方式。

9.1　功能

说明各设备的功能。

9.2　原理

对计轴设备、发车计时器、机架柜、大屏显示系统、转辙机、道岔缺口监测设备、信号机（含灯丝报警）等设备应图文结合说明设备的结构、工作原理、原则、依据的标准。

9.3　性能

说明采用的设备的规格型号及主要参数指标。

9.4　接口

详细说明各设备与主系统设备的连接方式。

第10章　试车线信号设备

10.1　系统组成

详细说明试车线设备的主要组成部分及它们之间的关系，采用详细设备原理框图表示各组成部分之间的关系及数据交换。详细说明试车线信号设备故障（如车地无线、接口）对车辆段列车作业有无影响。

10.2　系统功能

详细说明试车线系统的各项功能及其实现模块，描述车载设备测试的测试过程。

10.3　系统原理

图文结合详细说明子系统的工作原理。

图文结合详细说明主要组成部分的结构、工作原理、规格型号及主要参数。

10.4　性能

详细说明试车线系统和各主要组成部分的规格型号和各项性能指标及其含义。详细说明人机界面及使用方法。

10.5　软件

详细的软件说明。

10.6　接口

详细说明试车线系统与其它子系统及相关系统的接口内容、方式、功能。

第11章　智能运维子系统

11.1　组成

详细说明系统智能运维子系统的组成、设备配置和设备性能，包含正线及车辆段维护诊断、信号集中监测、道岔缺口检测设备、电池监测设备、维修服务器等。

11.2　功能

详细说明系统维修支持系统的功能、电池监测设备、维修服务器。

11.3　原理

详细说明系统维修支持系统的工作原理。

11.4　性能

详细说明维护监测子系统各主要组成部分的规格型号和各项性能指标。

11.5　软件

详细说明维护监测子系统软件的结构、主要功能模块和主要数据流。

第12章　培训设备

12.1　组成

详细说明培训设备和设施的组成、设备配置和设备性能。

12.2　功能

详细说明培训设备功能。

12.3　原理

详细说明培训设备的工作原理。

第13章　分段开通方案

13.1　方案及组成

详细说明先期开通工程及其与后续工程无缝衔接的设计方案、实施方案，包括设计预留、过渡实施方案、为满足后期贯通运营的工程实施措施，需重点注意的设备和设施的组成、设备配置和设备性能。

13.2　接口

详细说明先期开通工程及其与后续工程的接口措施。

13.3　运营实施方案

详细说明先期开通工程及其与后续工程信号系统的顺利衔接实施方案，及贯通运营时的安全保证措施。

第14章　后备通信系统方案

详细说明本工程后备通信系统的设计方案。

第15章　文件及图纸

提供本工程的系统总图和详细设计图纸及计算，列出文件及图纸目录。包括但不限于以下内容:

- 详细的系统设备配置连接图（包括 ATS、ATP、ATO、OC、DCS、后备通信系统、维护监测、培训、试车线等）；
- 详细的系统设备功能框图（硬件、软件）；
- 单项设备（如控制中心/车站 ATS 设备、车载 ATP/ATO 设备、地面 ATP/ATO 设备、OC 设备、DCS 子系统设备、智能运维设备、培训、试车线设备等）的内部结构组成方框图（细化至模块级）；
- 详细的单项系统设备功能框图（硬件、软件）；
- 详细的正线轨旁设备布置图；
- 试车线轨旁设备布置图；
- 车辆段信号平面布置图；
- 控制中心室内设备布置图；
- 典型车站室内设备布置图；
- 试车线室内设备布置图；
- 车辆段室内设备布置图；
- 维修中心室内设备布置图；
- 培训中心室内设备布置图；
- 牵引计算图等。

B3　设备、材料、备品备件、专用工具及测试设备清单及相关建议

投标人需根据《用户需求书》，说明系统备品备件及仪器仪表的配备原则，并按下表列明构成信号系统所需的详细设备清单及报价（含备品备件、专用仪器仪表和工具），设备清单细化至不可分割的零部件及模块。

投标人应根据其系统的特点提供满足质量保证期后的设备维护和维修要求的系统备品备件的建议。投标人在备品备件长期供应保障计划中须详细说明在信号系统寿命期内备品备件、专用工具及仪器仪表的长期供应和返厂维修的保障措施、价格政策、价格换算公式、供应时间保障、误期赔偿等。

序号	设备名称	规格、型号	制造商	单位	数量	设备描述	备注

注：序号、设备名称等应与投标价格明细表相对应。

B4　系统保证文件

投标人应根据用户需求书的内容提供信号系统的系统保证文件。投标人在投标时，在系统保证方面，须提交以下的文件：

- 系统保证计划；
- 产品和系统简介书；
- 初步安全性、可靠性、可用性和可维修性（RAMS）分析报告；
- 信号系统全生命周期供应链可持续保障能力报告。

以上各项文件的要求如下：

- 系统保证计划

该计划须具体说明投标人如何满足技术规格书中系统保证的要求，确保能有效地在设计、开发、生产、安装、测试、开通和初步运营阶段中落实相关设计目标。系统保证计划的内容须包括但不限于以下各项：

- ✧ 负责实施系统保证计划的组织架构、人员、职责及沟通方式；
- ✧ 负责实施系统保证计划的主要人员的工作简历说明（包括个人的相关详细学历及经验资料），特别在系统保证方面；
- ✧ 投标人及子系统供货商在系统保证任务的分工、监控过程及相关程序；

- ✧ 详述系统保证任务、安全分析方法及证明系统安全方法，及能达到可靠性、可用性及可维护性目标的方法，包括在设计阶段对系统安全性、可靠性、可用性及可维护性要求的考虑；
- ✧ 系统保证任务及递交文件的时间表；
- ✧ 内部审核方案。

➢ 产品和系统简介书

该简介书须介绍投标人的资历，特别在系统保证方面，及产品以往在安全性、可靠性、可用性及可维护性的表现。投标人须列举包含系统保证要求的完成项目、以往为哪些铁路 / 城轨交通提供产品、产品符合哪些国际标准（例如 EN50126，EN50128，EN50129）、产品的表现数据例如故障率、平均维修时间等。投标人须提供本工程各内部子系统接口应用业绩及相关证明材料。

➢ 初步安全性、可靠性、可用性和可维修性（RAMS）分析报告

投标人须进行初步的 RAMS 分析，评估提供的系统能否达到技术规格书中的 RAMS 目标。报告须显示所遵守的相关标准、有关的参数设定、前提条件、分析方法、计算数据及结果。

➢ 信号系统全生命周期供应链保障能力报告

投标人须提供全生命周期供应链可持续保障能力报告，内容包含(不限于)以下内容：对系统的主要部件、专用部件和软件在全生命周期是否具有长期的可持续的保障能力进行说明和证明；主要部件、专用部件和软件潜在供货商清单；软件全生命周期服务计划；售后服务及维修计划；备品备件及其长期供应的措施；设备、主要部件和专用部件制造地与制造商的资料；质保期结束后的可持续技术支持方案；知识产权所有人；供应商对知识产权运用的风险分析与规避措施等。

B5　设计、设计联络和设计审查建议书

投标人需根据《用户需求书》的相关内容，提供详细的设计、设计联络和设计审查建议书。建议书应包括：每次设计联络所需的时间，需达到的目的，具体的内容，时间和地点安排，详细费用清单，形成的文件，设计文件审查的程序、步骤和手段等。

B6　国产化建议书

机电设备国产化为国家的国产化重点，投标人必须符合国家的国产化政策，并提交国产化建议书，建议书中国产化方案可操作性强。投标人的国产化建议书应详细说明其国产化的具体实施方法，包括但不仅限于：

1)　国产化详细方案（包含但不限于）：

➢ ATS 子系统国产化方案；

- ATO/ATP 子系统国产化方案；
- OC 子系统国产化方案；
- DCS 子系统国产化方案；
- 智能运维子系统国产化方案；
- 相关配套设备的国产化方案。

2) 国产化实施的具体思路。

- 与其他企业在中国境内的合作方式；
- 硬件；
- 软件；
- 系统集成；
- 测试、开发中心；
- 备品备件；
- 售后服务；
- 实施的具体步骤与计划。

3) 本项目的具体实施方法，达到的水平。

B7 培训建议书

投标人需根据《用户需求书》的相关内容，提供详细的培训计划。培训计划应包括：培训的时间地点安排，需要划分的培训阶段，每阶段的培训内容，达到的效果，考核的手段，并需提供培训教员的资质。

B8 工作计划表

投标人需按照《用户需求书》的内容，根据工期总进度要求，提供系统的设计、出图、供货、安装督导、调试、开通等阶段进度安排的具体工作计划，工作计划内容应包括但不仅限于：设计及设计联络，设计文件提交、产品制造、出厂检验、设备到货、安装督导、调试、144 小时试验、试运行及初期开通运营等，并详细地排出各项相关的内容：时间、地点、内容、数量、批次、人员等。

B9 试验、检验及验收建议书

投标人需根据《用户需求书》，提出试验、检验及验收建议书，包括但不仅限于：

- 试验、检验及验收的建议计划安排，包括涉及的地点、时间、人员配备、内容策划等；
- 提交一份子系统及主要部件的试验/检验清单，包括但不仅限于在投标人生产厂以及在招标人项目现场的试验/测试的名称、内容、标准、方法、程序、要求和时间等；

- 提交一份需招标人参加的试验/检验/验收清单，包括但不仅限于试验/测试/验收的内容、标准、方法、程序、时间、地点及制造商名称及地址等。

B10　系统调试建议书

投标人需根据《用户需求书》，提出系统调试建议书，应说明调试程序、调试计划安排及所需条件。

投标人应根据总工期要求给出动车调试计划。

投标人应当在建议书中说明需招标人提供的条件，如需招标人（用户）提供的列车小时、协助人员及所需的人数等。

B11　技术文件清单

投标人需根据《用户需求书》，列出所提供的技术文件清单，并附上有关技术文件供招标人参考。

B12　与车辆接口技术要求

投标人需根据《用户需求书》的各项规定，提出所供信号系统与车辆接口的详细技术规格要求，此接口技术规格应按以下顺序（但不仅限于以下内容）进行详细说明：

- 供货范围（含安装责任）
- 机械接口详细描述；
- 电气接口详细描述：
  - ATP/ATO 开关量接口；
  - ATP/ATO 模拟量接口；
  - ATP/ATO 通信接口。
- 数据接口详细描述；
- 电磁兼容性的详细描述；
- 振动与冲击性能的详细描述；
- 各项材料的详细描述；
- ……

B13　与其它系统及其它线路接口的技术要求

投标人应按本《用户需求书》的要求，提供详细的信号系统与其它系统（包括通信，综合监控，PIS，站台屏蔽门，NCC、间隙探测系统、洗车机、云平台系统、第三方运行图编辑系统、车辆段智能管控系统等）及其它线路接口的技术建议。投标人应在系统投标建议书中详细描述保证完成其系统可靠工作、网络安全的所有接口及接口实施过程、接口功能的实现等。包含但不限于以下内容进行描述：

- 接口规格描述；
- 物理接口描述；
- 电气接口描述；
- 功能接口详细描述；
- 接口协议；
- 电磁兼容和标准等。

B14　对接口项目管理建议

投标人需根据《用户需求书》，提出接口项目管理建议，以更加有效地作好接口管理。

B15　质量保证计划书

投标人需根据《用户需求书》，提出详细的本项目的质量保证计划建议书。质量保证计划建议书包括但不限于以下主要内容：

- 设计质量保证；
- 外购设备的质量保证；
- 设备生产的质量保证；
- 安装督导质量保证（包括人员配备保证、人员服务保证等）；
- 测试及调试质量保证（包括人员配备保证、人员服务保证等）；
- 技术服务质量保证（包括工程全过程的人员配备保证、人员服务保证等）；
- 保证期内的保证措施、人员配备情况、备品备件情况、人员服务地点等。

B16　项目管理计划

投标人需根据《用户需求书》，提出详细的项目管理计划。

投标人应结合本工程的特点并参考总体工期要求和关键工期要求，给出本系统的项目执行计划、项目进度控制和质量控制的基本控制要点与控制方法、系统安装调试计划等方面的合理化建议。

投标人应结合图和/或表阐明项目管理的组织结构、人员安排和流程，提出项目管理实施方案。

B17 维护计划

投标人应根据《用户需求书》，在投标文件中提交一份针对本项目的维护计划，其内容应包括:

- 定修及临修计划；
- 维护策略；
- 可换部件描述；
- 故障分析及测试设备及程序；
- 维护培训计划；
- 备品备件；
- 修程；
- 对信号设备板级维护提供的本地化支持维护方案；
- 信号系统生命周期内设备运营及使用状态相关数据信息的存储方案，包括设备的维护报告、设备故障统计分析、设备运行状态分析等信息，以及用于信号系统延寿评估报告分析所需的其他资料。

B18 一致性协调管理

投标人需根据招标文件技术部分关于一致性协调管理的要求，结合图和/或表阐明投标人进行一致性协调管理的组织结构、人员安排和流程，提出一致性协调管理实施方案。

B19 其他建议

投标人如有其他有益于项目管理（包括接口）、系统功能优化、系统方案优化、节能及地铁总体节约投资等方面的建议，可在本建议中作详细说明。

C 车辆段工艺设备部分的投标文件技术册格式

C1．技术偏离表

投标人如对《用户需求书》的部分技术要求有异议，投标人应在《技术建议书》中详细说明偏离情况，并在《技术偏离表》中加以汇总描述，并签字盖章。

技术偏离表

序号	用户需求书要求	供货商技术建议或技术偏离说明
1		
2		
3		
4		
5		
6		
……		

C2．技术建议书

请投标人按招标文件《用户需求书》的章节顺序及要求编制技术建议书。

C3．项目管理及实施方案

投标人应根据《用户需求书》的有关要求，详细阐述本项目管理及实施方案，包含但不限于以下内容:

（1）项目组织结构、人员以及职责

（2）施工场地布置，方案

（3）施工工艺、施工方案

（4）施工重点、难点及措施

（5）系统调试、检验、验收方案

（6）工程质量控制方案、安全文明施工方案

（7）工程协调配合措施、方案

（8）培训计划、方案

（9）质保期内服务、质保期外实施方案

（10）其它有关内容

C4．项目工期和进度计划

项目工期和进度计划表

序号	任务内容	工期（日）	开始时间	完成时间	卖方责任人	卖方联络人
1	设计方案					
2	设计参数的递交					
3	设计联络与审查文件递交					
4	设计联络与审查					
5	设备制造及装配					
6	设备监造					
7	出厂检验文件提交					
8	设备出厂验收/出厂培训					
9	运输					
10	到货检查/开箱检验					
11	设备安装、调试、试运行					
12	设备竣工验收					
13	交付使用					
14	培训文件递交					
15	在用户单位培训					

C5. 项目管理人员

序号	姓名	项目职务	年龄	学历	技术职称	公司职务	职责及项目业绩
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

注：投标人须提供相关人员执业资格证书等复印件（如建造师证、安全员证、职称证等）。

C6．售后服务承诺书

致：南京地铁建设有限责任公司

我方同意：

1、 以最优惠的价格向买方提供性能优越且技术兼容的备品备件; 在备件停产的情况下，预先 10 个月将要停止生产的计划通知招标人。

2、 保证以最优惠的价格和最优质的服务向买方提供社会化维护保养服务。

3、 具有为本工程提供长期的售后服务和备品备件的供应能力。

特此承诺！

C7．其它技术文件资料及相关证明文件

投标人还应提供如下技术文件资料，包括但不限于：

人员培训计划；

项目实施时间进度。

第九章 其他