

DB43

湖南省地方标准

DB 43/T XXXXX—XXXX

智能轨道快运系统施工及验收规范

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2020.03）

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

湖南省市场监督管理局

发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 基本要求.....	3
5 路基路面工程.....	5
6 桥涵及隧道工程.....	5
7 车站工程.....	5
8 虚拟轨道工程.....	9
9 机电设备工程.....	10
10 交通信号及交通安全工程.....	47
11 通风空调、给排水及消防工程.....	54
12 车辆基地工程.....	56
13 竣工验收.....	57

前 言

本标准按GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由湖南省市场监督管理局提出。

本标准由湖南省新型城市轨道交通标准化技术委员会归口。

本标准由中车株洲电力机车研究所有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、四川川南轨道交通运营有限公司、中铁七局集团电务工程有限公司、苏州高新有轨电车有限公司运营分公司负责起草。

本标准主要起草人：XXXXXXXXXX。

智能轨道快运系统施工及验收规范

1 范围

本标准规定了智能轨道快运系统的路基路面工程、桥涵及隧道工程、车站工程、虚拟轨道工程、机电设备工程、交通信号及交通安全工程、通风空调、给排水及消防工程、车辆基地工程、竣工验收的基本要求。

本标准适用于新建、改建或扩建智能轨道快运系统工程的施工及验收。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 1499.1—2017 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋
- GB/T 1499.2—2018 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋
- GB/T 3956 电缆的导体
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5293 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 5313—2010 厚度方向性能钢板
- GB 5768（所有部分） 道路交通标志和标线
- GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法
- GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
- GB/T 8923.1—2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 11345 焊缝无损检测超声检测技术、检测 等级和评定
- GB/T 14957 熔化焊用钢丝
- GB/T 19826 电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求
- GB/T 20041（所有部分） 电气安装用导管系统
- GB/T 20907 城市轨道交通自动售检票系统技术条件
- GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料
- GB/T 25177 混凝土用再生粗骨料
- GB/T 27930 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50092—96 沥青路面施工及验收规范
- GB 50119—2013 混凝土外加剂应用技术规范
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

DB43/T XXXXX—XXXX

- GB 50171 电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范
- GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准
- GB 50203 砌体结构工程施工质量验收规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50205—2001 钢结构工程施工质量验收规范
- GB 50243—2016 通风与空调工程施工质量验收规范
- GB 50299 地下铁道工程施工质量验收标准
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- GB 50382 城市轨道交通通信工程质量验收规范
- GB 50446 盾构法隧道施工及验收规范
- GB 50575 1kV及以下配线工程施工与验收规范
- GB 50624—2011 住宅区和住宅建筑内通信设施工程验收规范
- GB 50661 钢结构焊接规范
- CJJ 1—2008 城市道路工程施工与质量验收规范
- CJJ 2—2008 城市桥梁工程施工与质量验收规范
- CJJ 169 城镇道路路面设计规范
- CJJ 221—2015 城市地下道路工程设计规范
- DL/T 995 继电保护和电网安全自动装置检验规程
- JGJ 18—2012 钢筋焊接及验收规程
- JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
- JGJ 79—2012 建筑地基处理技术规范
- JGJ 94 建筑桩基技术规范
- JGJ 107 钢筋机械连接技术规程
- JGJ 206 海沙混凝土应用技术规范
- JTG B01—2014 公路工程技术标准
- JTG D50 公路沥青路面设计规范
- JT/T 280—2004 路面标线涂料
- NB/T 33001 电动汽车非车载传导式充电机技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

路基 subgrade

经开挖或填筑而成的直接支承智轨电车行驶车重的土工结构物。

3.2

综合自动化系统 integrated automation system

能够实现变电所当地监控、当地维护、数据采集与传输、数据预处理、当地和远程通信功能，以及线路变压器组、接触网馈电线的控制和保护功能为一体的自动化系统。

4 基本要求

4.1 一般规定

- 4.1.1 施工现场质量管理检查记录由施工单位按相关规定填写，需总监理工程师进行检查的，总监理工程师应进行检查，并做出检查结论。
- 4.1.2 施工前，施工单位应组织有关施工技术管理人员深入现场踏勘，了解施工界域内的地下管线等建（构）筑物及工程水文地质资料。
- 4.1.3 施工单位应按合同规定的、经过审批的有效设计文件进行施工。
- 4.1.4 施工中应对施工测量控制点进行复核与加密，并满足标准与设计的要求。
- 4.1.5 施工前应对管理人员和作业人员进行相关的安全教育与培训，并分级进行安全技术交底，形成文件。
- 4.1.6 施工单位在开工前应编制施工组织设计，对关键的分项、分部工程、引进或自主研发推广的四新技术应分别编制专项施工方案。施工组织设计、专项施工方案应按规定程序审批后执行，若方案发生变更，应按规定的变更审批程序后执行。
- 4.1.7 工程施工应以批准的设计文件为依据，如需修改，应取得设计单位的同意并签署变更设计或洽商记录，需经原设计文件的审查单位确认的，应经原设计文件的审查单位确认后方可实施。
- 4.1.8 采用的原材料、预制品、设备等，应符合国家现行的有关技术标准规定。产品应有合格证和出厂说明书。设备应有铭牌。特种作业设备应执行其相关规定。
- 4.1.9 施工中，上一道工序未经验收合格严禁进入下一道工序施工。
- 4.1.10 施工中应按合同文件要求，根据国家现行有关标准的规定，进行施工过程中的质量控制。
- 4.1.11 工程的外观质量应由验收人员通过现场检查评分共同确认。

4.2 施工界面划分

- 4.2.1 施工界面主要内容应包括地基处理、基床、一般路基、特殊路基、桥梁工程、涵洞工程、隧道工程、供电系统、信号系统及其他附属设施。
- 4.2.2 其他附属设施主要应包含给水及排水。

4.3 工程施工质量验收的划分

- 4.3.1 施工质量验收应划分为单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程和检验批。
- 4.3.2 单位（子单位）工程应按一个完整工程或一个相当规模的施工范围划分，并按下列原则确定：
- 每座特大桥、大桥、中桥、隧道为一个单位（子单位）工程；
 - 当一座特大桥、大桥、隧道由多个施工单位施工时，也可按施工标段划分单位（子单位）工程。
- 4.3.3 分部工程应按一个完整部位或主要结构及施工阶段划分。
- 4.3.4 分项工程应按工种、工序、材料、施工工艺等划分。
- 4.3.5 检验批可根据施工及质量控制和验收需要按施工段或部位等划分。

4.4 工程施工质量验收

- 4.4.1 检验批质量验收合格应满足下列要求：
- 主控项目的质量检验应全部合格；
 - 一般项目的质量经抽样检验合格；当采用计数检验时，除有专门要求外，一般项目的合格点率应达到 80%及以上，且不应有严重缺陷；
 - 具有完整的施工操作依据和质量检查记录。
- 4.4.2 分项工程质量验收合格应满足下列要求：
- 分项工程所含检验批均应符合合格质量的规定；
 - 分项工程所含检验批的质量验收记录完整。
- 4.4.3 分部（子分部）工程质量验收合格应满足下列要求：
- 所含分项工程的质量均应验收合格；

- b) 相关质量保证资料应完整;
 - c) 涉及结构安全和使用功能的关键工序质量应按规定验收合格;
 - d) 外观质量验收应符合要求。
- 4.4.4 子单位工程质量验收合格应满足下列要求:
- a) 所含分部(子分部)工程的质量均验收合格;
 - b) 相关质量保证资料应完整;
 - c) 所含分部工程验收资料应完整;
 - d) 实体量测的抽查结果符合本标准的规定要求;
 - e) 外观质量验收应符合要求。
- 4.4.5 单位工程质量验收合格应满足下列要求:
- a) 所含子单位工程的质量均验收合格;
 - b) 相关质量保证资料应完整;
 - c) 所含分部工程中关键工序验收资料应完整;
 - d) 子单位工程验收资料应完整;
 - e) 整体外观质量验收应符合要求。
- 4.4.6 工程竣工验收合格应满足下列要求:
- a) 完成所有的单位工程质量验收;
 - b) 单位工程质量验收中提出的整改项目已整改完成;
 - c) 主要性能指标抽查符合相关专业规范的规定。
- 4.4.7 检验批施工质量不符合要求的处理规定:
- a) 返工重做,并重新进行验收;
 - b) 经检测单位检测鉴定能达到设计要求的,应予以验收;
 - c) 经检测单位检测鉴定达不到设计要求,但经原设计单位核算认可能满足结构安全和使用功能的,可予以验收。
- 4.4.8 经返修或加固处理的分项、分部工程,虽然改变外形尺寸但仍能满足安全使用要求,可按处理方案和协商文件进行验收。
- 4.4.9 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的分部工程,不予验收。
- 4.5 工程施工质量验收的程序和组织
- 4.5.1 检验批及分项工程应由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量(技术)负责人等进行验收。
- 4.5.2 关键工序和首次检验批应由总监理工程师组织施工单位(项目经理和技术、质量负责人)及建设、勘察、设计等相关人员进行验收。
- 4.5.3 分部工程应有总监理工程师组织施工单位(项目经理和技术、质量负责人)及建设、勘察、设计等相关人员进行验收。
- 4.5.4 单位(子单位)工程应由总监理工程师组织建设单位项目负责人、设计单位项目负责人、勘察单位项目负责人、施工单位项目经理等进行验收。
- 4.5.5 单位工程有分包单位施工时,分包单位应对所承担的工程项目按本标准规定的程序进行检查评定,总包单位应派人参加。分包工程完成后,应将有关工程资料移交总包单位。
- 4.5.6 工程竣工验收由建设单位组织。由建设(运营接收单位)、勘察、设计、施工、监理等单位的有关负责人组成。必要时邀请相关的专家参加。

5 路基路面工程

- 5.1 根据智能轨道快运系统设计规范相关要求,智轨电车通行的道路等级应达到CJJ 169要求的主干路或JTG D50要求的二级公路及以上等级。

- 5.2 在借用城市道路时，应对道路状况进行确认，通过相应的勘测对已有道路进行评估。评估的标准应符合 GB/T 50123 的规定，并根据评估结果进行路面修补、加强、平整，及道路内的窨井的迁移；
- 5.3 如果对应的线路不能达到主干道要求，或者采用新建道路时，相关施工及验收应符合 CJJ 1—2008 的规定。
- 5.4 混凝土路面结构的施工要求应符合 GB 50204 的规定，沥青路面结构的施工要求应符合 GB 50092—96 的规定。

6 桥涵及隧道工程

6.1 桥涵

- 6.1.1 智轨电车通行的桥梁等级应达到 JTG B01—2014 规定的城市 A 级及以上。并且应充分利用符合智轨电车通行条件的既有桥梁或按照行业相关标准进行桥梁的改造或新建。
- 6.1.2 对于桥梁工程的施工要求应符合 CJJ 2—2008 的规定。

6.2 隧道

- 6.2.1 根据智能轨道快运系统设计规范的相关要求，智轨线路中涉及有隧道的，隧道的净空高应大于等于 4.5m，隧道内的宽度应满足建筑限界、智轨电车设备限界和 CJJ 221—2015 的要求。涉及改造或新建隧道的，应按照行业相关标准进行。
- 6.2.2 对于隧道工程的施工要求应符合 GB 50446 和 GB 50299 的规定。
- 6.2.3 隧道内不应敷设电压高于 10 kV 配电电缆、燃气管及其他可燃、有毒或腐蚀性液、气体管。

7 车站工程

7.1 一般规定

- 7.1.1 车站工程施工应符合 GB 50204—2015、JGJ 18—2012、JGJ 107—2016、GB 50119—2013、GB/T 1499.1—2017、GB/T 1499.2—2018、GB 50205—2001、JGJ 79—2012、国家及湖南省其它相关现行规范、规程。
- 7.1.2 当钢筋采用机械连接时，连接件应是经国家有关职能部门批准合格的产品，符合有关质量标准，并经现场试验合格后方可使用。
- 7.1.3 结构构件根据承载力极限状态及正常使用极限状态的要求，分别进行承载能力的计算和稳定性、变形验算。

7.2 工程材料

- 7.2.1 钢筋性能和质量应符合国家现行标准和行业标准的规定，并应有各项性能的质量证明书或检验报告。相关主要性能指标如下：
- a) 纵向受力钢筋采用普通钢筋时，钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25；钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.3，且钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%；钢筋的强度标准值应具有不低于 95%的保证率；
 - b) 普通钢筋宜优先采用延性、韧性和焊接性较好的钢筋。
- 7.2.2 建筑材料均应具有出厂合格证明，且现场应按有关规定进行检验。

7.3 焊接材料

DB43/T XXXXX—XXXX

7.3.1 钢筋焊接材料：HPB300 级钢筋的焊接采用 E43 系列型焊条；HRB400 级钢筋的焊接用 E55 系列型焊条。焊条的性能和质量应符合 GB/T 5117 的规定。

7.3.2 钢材焊接材料：Q235 钢材，手工焊时，采用 E4301 或 E4303 焊条，应符合 GB/T 5117 的规定。埋弧自动焊接或半自动焊接用的焊丝应符合 GB/T 14957 的规定，焊剂应符合 GB/T 5293 的规定。二氧化碳气体保护焊用的焊丝应符合 GB/T 8110 的规定。焊接材料型号的选择，应与主体金属强度相匹配，具体可由施工单位根据焊机选用。

7.4 钢结构构件

7.4.1 钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度、硫、磷、碳的合格保证；钢材应具有冷弯试验的合格保证。

7.4.2 钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85；钢材应具有明显的屈服台阶，且伸长率应大于 20%；钢材应有良好的可焊性和合格的冲击韧性。当截面板件厚度 $t \geq 40$ mm 时，钢材应保证向性能，不应小于 GB/T 5313—2010 中 Z15 级规定的容许值。

7.4.3 预埋件应涂防锈底漆两道，钢构件应作防锈防火处理。

7.5 混凝土结构

7.5.1 钢筋直径大于或等于 22 mm 时宜采用机械连接。

7.5.2 钢筋搭接构造要求：同一构件中相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜互相错开。钢筋绑扎搭接接头连接区段的长度为 1.3 倍搭接长度。位于同一连接区段的受拉钢筋搭接接头面积百分率应满足 GB 50010 的要求。

7.6 钢结构

7.6.1 钢结构的制作、安装和验收除符合本设计图要求外，还应满足 GB 50205 要求；所有焊接材料焊接工艺应满足 GB 50661 的要求。

7.6.2 焊接要求：施焊时应选择合理的焊接顺序，以减小构件中的焊接应力。同时还应采用预热、捶击和整体回火等措施达到上述目的。

7.6.3 焊缝检验应符合如下规定：

- a) 所有焊缝表面均应做外观检查，焊波应均匀，焊缝边缘应圆滑过渡到母材。焊缝表面不应有夹渣、裂纹、未溶合气孔、焊瘤及弧坑；
- b) 焊接质量的检验等级：构件主材的对接焊缝（T 型接头对接接头、V 型及单边 V 型接头、K 型接头等）其焊接外观检查及无损检验应符合二级质量标准；
- c) 焊接质量应严格保证、焊工应经过国家规定的考试，符合要求，方可参加焊接工作；
- d) 所有焊缝按照 GB 50205 的要求对工厂及现场焊缝进行内部缺陷超声波探伤和外观缺陷检查。焊缝质量等级为一级时超声波探伤比例为 100%，二级时为 20%。焊缝外观检查未焊满、根部收缩、咬边、裂纹、弧坑裂纹、电弧擦伤、飞溅、接头不良、焊瘤、表面夹渣、表面气孔、角焊缝厚度不足、角焊缝焊脚不对称等缺陷；
- e) 焊缝探伤质量等级及缺陷分级应符合设计要求。

7.6.4 所有钢材在使用前均应按相应规范的规定进行复检，如有变形等情况，应采取不损坏钢材的方法展直矫正。如钢材受损严重时，不应强行矫正，只能作短料使用或不予使用。矫正时，尽量采用机械设备冷弯矫正，并应遵守 GB 50205 的规定。矫正工序应以不会改变材料原来的技术指标为原则。

7.6.5 在放样画线时，应根据施工工艺要求，预估安装焊接及构件加工中焊接收缩余量，以及切割、刨边、铣平等的加工余量，对焊接收缩余量必要时应进行试验测定。

7.6.6 焊工应经考试合格并取得合格证书。持证焊工应在其考试合格项目及其认可范围内施焊。

- 7.6.7 在钢结构中首次采用的钢种、焊接材料、接头形式、坡口形式及工艺方法，应进行焊接工艺评定，其评定结果应符合设计要求，并根据评定报告确定焊接工艺。
- 7.6.8 焊接 H 型钢的翼缘板和腹板应采用半自动或自动气割机进行切割。切割面质量及制作要求应遵循 GB 50205。
- 7.6.9 构件制作、组装、安装时应制定合理的焊接顺序，必要时采取有效技术措施，减少焊接变形用构件内不会积水。
- 7.6.10 钢管等空心构件要用连续焊缝密闭，使内外空气隔绝，并确保组装、安装过程及日后正常使用构件内不会积水。
- 7.6.11 钢结构制作厂家应具有设计及制作资质要求。
- 7.6.12 钢管间的连接节点均加工制作中应根据具体节点及杆件情况详细放样，保证主管贯通连续，支管端部应经数控机床精密加工并合理确定各支管的施工顺序，以保证主管与支管，支管与支管的每一个相贯位置均可施焊，避免出现焊缝不充分的情况。多次相贯次序原则：大管先于小管，厚壁先于薄壁。
- 7.6.13 所有钢管构件中，其端部应用封头板封闭，封头板厚度不小于管壁厚度且不小于 6 mm，但不大于 20 mm，封闭前确保管内没有积水和潮气。
- 7.6.14 钢结构的防锈涂料和涂层厚度应符合设计要求，涂料应配套使用。涂层完毕，应在构件明显部位印制构件编号。编号应与施工图的构件编号一致，重大构件还应标明重量、重心位置和定位标记；
- 7.6.15 根据施工图要求和构件的外形尺寸、发运数量及运输情况，编制包装工艺，采取措施防止构件变形。钢结构的包装和发运，应按吊装顺序配套进行。
- 7.6.16 对钢结构的安装应编制施工组织设计。安装程序应保证结构的稳定性和不导致永久变形；
- 7.6.17 钢结构制作、安装及验收，应按同一标准进行鉴定，并应具有相同的精度；
- 7.6.18 钢结构安装前，应根据工程的特点对安装的测量和校正编制相应的工艺，对钢板焊接、栓钉焊等主要工艺应进行工艺试验，编制相应的施工工艺；
- 7.6.19 构件吊装的吊点，应经计算确定，应保证吊装过程中结构及构件的强度、刚度和稳定性。当天安装的钢构件应形成稳定的空间体系
- 7.6.20 结构外形容许误差(mm)应符合 GB 50205 的规定。
- 7.6.21 防腐及防火应符合如下规定：
- a) 防腐涂料应进行耐盐雾试验，耐久年限应符合设计要求；
 - b) 钢结构构件应进行抛丸除锈处理，修补时可采用手工机械除锈，除锈等级应达到 GB/T 8923.1—2011 中的 Sa2.5 级；
 - c) 地脚螺栓和底板禁止涂漆，钢构件工地连接接头的高强螺栓接触面及现场焊缝两侧 50 mm 范围内安装之前不涂漆。待安装完毕后，未刷底漆的部分及补焊擦伤、脱漆处均应补刷底漆两道；
 - d) 凡被混凝土包住的钢结构不作防火涂料；
 - e) 防火涂料应由专业单位施工，并由主管部门验收合格后方可投入使用；
 - f) 钢结构涂装符合图纸技术要求。
- 7.6.22 其他规定如下：
- a) 所有杆件应尽最大长度下料。若需拼接，应符合设计要求。图上无注明时，拼接位置应留在内力较小处，一般可留在节间长度 1/3 附近；
 - b) 钢管拼接采用全熔透连续对接焊缝；
 - c) 焊缝标注、焊缝形式、焊缝施工均按 GB 50661 执行；
 - d) 所有焊缝应打磨光滑，可见焊缝表面应磨平；
 - e) 构件吊装应在基础混凝土强度达到设计强度的 75% 以上后进行；
 - f) 未经设计人员同意，不应进行材料代用；
 - g) 土建施工单位与钢结构制作安装单位应密切配合，施工中如遇特殊情况，请与业主、设计、监理等单位联系处理。

7.7 基础施工

- 7.7.1 基坑开挖时应采取有效排水措施，切不可在基坑内滞水、积水。
- 7.7.2 基础开挖后应采取施工措施保证持力层土体不被水浸雨淋，也不应长期暴晒。
- 7.7.3 基坑挖至持力层时，请即时通知甲方会同勘察、设计、监理以及质检等有关人员共同对基底土层进行鉴定，认为符合设计要求后即迅速清理基底上的残渣、积水，及时验收，随即浇注基础混凝土。
- 7.7.4 基础验收合格后，应立即回填基坑土，且事先清除基坑中的浮泥杂物，四周均衡回填夯实，回填后的承载力特征值应根据现场原位测试（静载荷试验、静力触探等）结果确定。

7.8 车站装饰

- 7.8.1 施工单位在施工前应复核现场尺寸方可下料。
- 7.8.2 装修过程中所选用的主要材料均应通过国家相关部门的检测并合格符合国家相关规范、规定要求和材料设计技术要求，品质优良，且要经过业主、监理与设计单位认可。
- 7.8.3 所有装饰构件安装时，除按照装饰图中的有关规定办理外，还应严格执行有关施工及验收规范。
- 7.8.4 凡钢材加工和连接处，在加工和施工中除要满足结构强度要求外，还应符合钢结构施工及验收规范的规定。
- 7.8.5 所有钢结构及金属构件均应做热镀锌防锈处理（不锈钢除外现场焊接后也要做好防锈处理；凡外露的金属、玻璃切割、焊接加工件均要做倒角、磨光和抛光处理）。
- 7.8.6 所有表面装修材料竣工后均应横平、竖直、表面平整、色彩均匀、同类材料色彩及装饰面料不应出现色差水泥砂子完成面应压实赶光。
- 7.8.7 所有吊顶附着设备设施定位均以吊顶装饰饰面板中心定位，悬挂设备设施定位均以吊顶装饰饰面板中心定位。
- 7.8.8 公共区柱面装修在不影响设备箱体及管线安装要求的前提下应尽量缩小结构安装尺寸，保障公共空间的宽敞度和美观舒适度。
- 7.8.9 公共区装修材料的选用应符合统一主材选择要求。
- 7.8.10 所有表面装修材料竣工后均应横平、竖直、表面平整，色彩均匀，同类材料色彩及装修面料不应出现影响效果的颜色及纹理的差别。
- 7.8.11 天、地、墙的材料及色彩由厂商提供，设计把控、业主选择后封样确定，施工单位应做样板段由业主、监理及设计单位确定后方可大面积施工。
- 7.8.12 各个界面上遇到结构变形缝处装修材料及龙骨等应断开。
- 7.8.13 由承包商进行深化处理的天花桥架、装饰面板干挂的具体安装节点不应改变设计方案及效果。承包商应保证其构造的安全性、合理性、经济性，设计、监理、业主应确认其节点处理方式没有改变设计方案及效果。
- 7.8.14 天花桥架及墙面结构应紧密不松动。
- 7.8.15 各专业设备具体安装方式应符合各专业图纸要求。
- 7.8.16 所有与装修专业有接口的，相关专业设备的隐蔽工程验收应由相关专业监理及相关专业设计确认签字后方可进行下一工序。
- 7.8.17 通信、信号专业吊顶以上墙面预留孔洞开孔，待综合管线专业确定标高后，由装修施工单位根据现场实际情况进行协调实施。
- 7.8.18 施工时应按设计图纸要求施工，满足国家、省市有关施工验收规范，确保施工质量。
- 7.8.19 图纸尺寸若有与建筑及结构图纸冲突之处，应立即咨询设计方查明原因后方可施工。
- 7.8.20 若现场设备位置与图纸中标注位置不符或不详时，施工方应根据现场情况在符合装修材料模数前提下提出施工方案后，与相关专业及设备设计人员联系，协调解决。
- 7.8.21 凡图中节点细微之处不详尽者，施工方设计同意后方可施工。

7.8.22 当现场实际情况与图纸不符时应及时通知相关设计单位协调处理。

7.9 防雷

防雷接地应符合设计要求。

7.10 无障碍设施

车站的无障碍电梯的施工和验收应符合GB 50624—2011的规定。

7.11 其他事项

其它未尽事宜均按现行有关规范、规程执行。

8 虚拟轨道工程

8.1 一般规定

8.1.1 智轨虚拟轨道宜采用反光型白色道路标识线进行标记，智轨专用车道与社会车道分界线宜采用反光型黄色实线进行标识。标线涂料应符合JT/T 280—2004的规定。

8.1.2 路面标线喷涂前应仔细清洁路面，表面干燥，无起灰现象。

8.1.3 路面标线的颜色、形状和设置位置应满足GB 5768和设计的的要求。

8.2 原材料

涂料、玻璃珠应符合有关的行业技术标准并满足设计要求。

8.3 虚拟轨道施工

8.3.1 标线施工污染路面应及时清理。

8.3.2 为了提高路面与涂膜的粘接力，应在路面上先涂抹适量的底漆，待底漆不粘车胎、不粘附灰尘、沙土时才可进行标线涂布作业。

8.3.3 在正式施划前应进行试划，以确定划线车的行驶速度，调试线宽、标线厚度、玻璃珠撒布量。调试好后，开始正式划线。

8.3.4 涂料喷涂：

- a) 喷涂：双泵高压无气喷涂，厚度0.6 mm~0.8 mm；
- b) 刮涂：带搅拌装置的斗槽式机械施工，厚度1.2 mm~1.5 mm；
- c) 点涂：离心式甩涂或挤出式施工，点状实体面积占75%。

8.3.5 反光标线玻璃珠应撒布均匀，附着牢固，反光均匀。

8.3.6 标线线型应流畅，与道路线型相协调，不允许出现折线，曲线圆滑。

8.3.7 标线表面不应出现网状裂缝、断裂裂缝、起泡现象。

8.3.8 站台范围内的虚拟轨道标线以设计图纸中标线与站台的距离尺寸为准进行施工，且应与站台边缘平行。

9 机电设备工程

9.1 供电系统

9.1.1 一般规定

智能轨道快运系统供电工程施工现场应具有健全的质量管理体系、相应的施工技术标准 and 施工质量检验制度。

智能轨道快运系统供电工程开工前，施工单位和监理单位应进行施工现场质量管理检查，并填写施工现场质量管理检查记录。

智能轨道快运供电工程应按下列规定进行施工质量控制：

- a) 工程采用的材料、构配件和设备应按本标准规定进行进场检验，不合格的不应使用；
- b) 各工序按有关技术标准规定进行质量控制；
- c) 各工序施工完成后应按本标准规定进行检查验收，未经检查验收或检查验收不合格的不应进行下道工序；
- d) 接地端子、沟、槽、管、孔、设备房屋、场坪、防雷及接地、电力及通信通道等与相关专业之间的接口应按规定进行核验交接，并形成记录；
- e) 智能轨道快运供电工程施工质量验收应对隐蔽工程和关工序进行重点检验，隐蔽工程应按规定留存影像资料，隐蔽工程影像资料应包括验收时间、部位、内容、施工单位、检验人员等信息，影像资料应清晰；
- f) 供电系统的施工及验收，除按本标准执行外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

9.1.2 变电站

9.1.2.1 变电所设备、材料及构配件进场检验

变电所设备、材料及构配件进场检验要求如下：

- a) 混凝土所用的水泥、砂、石料、钢筋等原材料进场检验应符合下列规定：
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
 - 2) 按进场批次进行检验；
 - 3) 采用商品混凝土时应有合格的试验报告；
 - 4) 应与所配制混凝土的等级相适应。
- b) 钢筋进场时，应按国家现行相关标准的规定抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果必须符合相关标准的规定；
- c) 水泥进场（厂）验收时，应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并应对水泥的强度、安定性和凝结时间进行复验，其结果应符合 GB 175 的规定。当对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月时，或快硬硅酸盐水泥超过一个月时应进行复验并按复验结果使用；
- d) 混凝土原材料的粗骨料、细骨料质量应符合 JGJ 52 的规定，使用经过净化处理的海沙应符合 JGJ 206 的规定，再生混凝土骨料应符合 GB/T 25177 和 GB/T 25176 的规定；
- e) 现浇混凝土基础地脚螺栓、插入角钢等原材料进场检验应符合下列规定：
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
 - 2) 按进场批次进行检验；
 - 3) 材料表面无污物和锈蚀，符合 GB/T 1499 的有关规定。
- f) 构支架等金属结构件及其附件进场检验应符合下列规定：
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
 - 2) 表面光洁，无裂纹、毛刺，砂眼、气泡等缺陷，平直无变形，防腐层良好。
- g) 遮栏及栅栏进场检验应符合下列规定：
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
 - 2) 按进场批次进行检验；
 - 3) 表面应光滑、无毛刺、无变形，防腐层良好。
- h) 配电变压器、牵引变压器进场检验应符合下列规定：
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；

- 2) 铭牌、标识完整清晰;
 - 3) 干式变压器的环氧浇铸体成无裂缝及破损, 引线绝缘包扎应完好、固定牢固;
 - 4) 10 kV 三相配电变压器能效限定值及能效等级应符合设计文件要求。
- i) 互感器进场检验应符合下列规定:
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全, 并符合设计文件和订货合同要求;
 - 2) 接线板应完整, 引线端子应连接牢固、绝缘良好、标志清晰;
 - 3) 干式互感器顶部绝缘机械固定板应完好无损。
 - j) 高压断路器进场检验应符合下列规定:
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全, 并符合设计文件和订货合同要求;
 - 2) 充气部件应无泄露;
 - 3) 绝缘部件不应变形、受潮; 瓷件表面应光滑, 无裂纹和缺损, 瓷、铁件间应粘合牢固。
 - k) 隔离开关、负荷开关及高压熔断器的进场检验应符合下列规定:
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全, 并符合设计文件和订货合同要求;
 - 2) 绝缘部件不应变形、受潮, 表面应光滑, 无裂纹和缺损。
 - l) 高压开关柜进场检验应符合下列规定:
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全, 并符合设计文件和订货合同要求;
 - 2) 部件齐全, 连接可靠;
 - 3) 铭牌、标识完整清晰。
 - m) 集中无功补偿装置的进场检验应符合下列规定:
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全, 并符合设计文件和订货合同要求;
 - 2) 瓷套管无裂纹、破损, 所有接缝无裂缝或渗油,
 - n) 户外高压开关箱进场检验应符合下列规定:
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全, 并符合设计文件和订货合同要求;
 - 2) 装置中的金属防护层、绝缘件的处理符合技术文件的要求。
 - o) 屏、柜的进场检验应符合下列规定:
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全, 并符合设计文件和订货合同要求;
 - 2) 计量回路的表计应在计量合格有效期内。
 - p) 二次配线的线缆的进场检验应符合下列规定:
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全, 并符合设计文件和订货合同要求;
 - 2) 外表无绞拧、铠装压扁、护层断裂和表面严重划伤等缺陷;
 - 3) 线缆的绝缘测试符合 GB 50150 的规定。
 - q) 二次配线的线缆进场后应抽样进行 20℃ 导体直流电阻试验, 20℃ 的导体直流电阻值应符合 GB/T 3956 的规定;
 - r) 高压母线装置(以下简称母线)进场检验应符合下列规定:
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全, 并符合设计文件和订货合同要求;
 - 2) 硬母线表面光洁平整, 不应有裂纹、折皱、变形或损伤;
 - 3) 软母线不应有扭结、松股或严重腐蚀等缺陷;
 - 4) 安装母线采用的金具及金属构件应与母线相配套, 并无裂纹、伤痕、砂眼等缺陷, 防腐层应完好, 无锈蚀现象。
 - s) 交直流电源装置的进场检验应符合下列规定:
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全, 并符合设计文件和订货合同要求;
 - 2) 蓄电池外壳应密封完好, 无裂纹。正负极接线柱无氧化、锈蚀。
 - t) 中性点接地装置的进场检验应符合下列规定:
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全, 并符合设计文件和订货合同要求;

- 2) 部件齐全，连接可靠；
- 3) 铭牌、标识完整清晰。
- u) 箱式变电站、低压开关柜的进行进场检验应符合下列规定：
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
 - 2) 部件齐全，连接可靠；
 - 3) 无损伤、变形、锈蚀（氧化），门（盖）开关无卡阻；
 - 4) 铭牌、标识完整清晰。
- v) 变流器进场检验应符合下列规定：
 - 1) 合格证、检验报告等质量证明文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
 - 2) 部件齐全，连接可靠；
 - 3) 铭牌、标识完整清晰。

9.1.2.2 基础、构支架及遮拦、栅栏

基础、构支架及遮拦、栅栏要求如下：

- a) 现浇基础的基坑开挖尺寸、钢筋连接方式、钢筋搭接长度、箍筋及横向钢筋间距应符合设计文件要求，隐蔽前应拍摄影像资料。
- b) 混凝土浇筑应符合 GB 50204 的规定；
- c) 混凝土强度等级应符合设计文件要求；
- d) 门形及 H 形构架组立后的质量应符合下列要求：
 - 1) 位于同一安装中心线上的构架、支架电杆位置偏移不应大于 20 mm；
 - 2) 进线及终端构架在架线后的倾斜度不应大于 3%，并严禁向受力侧倾斜；
 - 3) 中间构架及设备支架电杆与地面垂直，倾斜度不应大于 3%；
 - 4) 横梁、爬梯、地线架及设备托（支）架安装牢固、紧固件齐全。
- e) 横梁、爬梯、地线架及设备托架、支架接地位置应符合设计文件要求并安装正确，安装牢固、紧固件齐全；
- f) 遮拦及栅栏的安装位置、方式应符合设计文件要求，安全净距应符合相关规定；
- g) 遮拦及栅栏安装应垂直、牢固，高差不大于 25 mm；遮拦门应设有向带电侧开启的止挡，并应加锁；
- h) 遮拦、构架、支架及金属结构件的接地线连接可靠，同类型布置方式一致；
- i) 基础表面平整、无跑浆、露筋等缺陷；
- j) 位于同一安装中心线上的构架偏移应小于 20 mm，同一组构架的高低差应小于 10 mm。

9.1.2.3 配电变压器、牵引变压器

配电变压器、牵引变压器要求如下：

- a) 变压器的安装位置、方向应符合设计文件要求，安全净距应符合相关规定；
- b) 调压切换装置成动作正确、接触良好，分接头与动作指示器指示位置一致；
- c) 变压器整体密封良好，器身本体、附件、阀门及所有法兰连接处应无渗油现象；
- d) 变压器安装后油位指示、温度自动监测、保护报警装置等功能应符合设计文件要求；
- e) 干式变压器温度自动检测和保护报警装置的功能应符合设计文件要求；
- f) 变压器应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及应符合 GB 50150 的规定；
- g) 干式变压器风扇安装应牢固可靠、转向正确、转动灵活。运转时无振动或过热现象。

9.1.2.4 互感器

互感器要求如下：

- a) 互感器的安装位置应符合设计文件要求，安全净距应符合相关规定；

- b) 互感器安装牢固，变比和极性方向应符合设计文件要求。电流互感器备用二次绕组应经短路后接地。分级绝缘的电压互感器一次绕组的接地引出端子应接地；
- c) 互感器应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及要求应符合 GB 50150 的规定；
- d) 互感器安装基座水平，铭牌齐全，相色标志正确，其支架无锈蚀现象；
- e) 互感器的母线引下线连接正确，弛度一致，连接可靠；并列安装的互感器，排列整齐，相间距离应符合设计文件要求。

9.1.2.5 高压断路器

高压断路器要求如下：

- a) 高压断路器及其操作机构的安装位置应符合设计文件要求，安装牢固，相间距离应符合产品技术文件要求，安全净距应符合相关规定；
- b) 六氟化硫断路器气体的压力应符合产品技术文件要求，且无渗漏现象；
- c) 断路器及其传动装置的所有连接部位连接可靠，防松螺母拧紧、锁片锁牢，开口销向两侧撤开角度大于等于 120° ；
- d) 断路器传动试验正常，辅助开关、电气和机械闭锁装置动作准确可靠，所有传动部位无卡阻现象；
- e) 高压断路器应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及要求应符合 GB 50150 的规定；
- f) 弹簧操动机构安装质量应符合下列规定：
 - 1) 合闸弹簧储能完毕及机构合闸完毕，机构辅助开关应能随即切断或接通电动机电源；
 - 2) 机构缓冲器的行程应符合产品技术文件要求。

9.1.2.6 隔离开关、负荷开关及高压熔断器

隔离开关、负荷开关及高压熔断器要求如下：

- a) 隔离开关、负荷开关，高压熔断器的安装位置及接地装置应符合设计文件要求，安全净距应符合相关规定；
- b) 高压熔断器的安装符合下列要求：
 - 1) 带钳口的熔断器，其熔断管应紧密地插入钳口内；
 - 2) 装有动作指示器的熔断器，应便于检查指示器的动作情况；
 - 3) 跌落式熔断器的熔管轴线与松垂线的夹角应为 $15^\circ \sim 30^\circ$ ，跌落时不应碰及其他物体。
- c) 隔离开关、负荷开关安装牢固可靠，传动装置应动作灵活，触头接触紧密；
- d) 隔离开关、负荷开关分闸时触头打开的距离或角度、合闸时相间的不同期值应符合设计文件要求和产品技术文件要求，位置指示器与开关的实际位置相符；
- e) 隔离开关及负荷开关的辅助开关应安装牢固、动作准确、接触良好，其安装位置便于检查；
- f) 隔离开关、负荷开关及高压熔断器应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及要求应符合 GB 50150 的规定；
- g) 隔离开关、负荷开关的轴承、拐臂、延长轴等传动部件安装位置正确、牢固；分、合闸止钉与拐臂的距离符合产品技术文件要求；闭锁装置动作灵活、准确可靠；
- h) 高压熔断器相间距离应符合设计文件要求，安装应牢固可靠，熔丝的规格应符合设计文件要求。

9.1.2.7 高压开关柜

高压开关柜要求如下：

- a) 户内全封闭六氟化硫气体绝缘开关柜气体压力应符合产品技术文件要求；
- b) 高压开关内设备与操动机构联动应正常、无卡阻；分、合闸指示应正确；辅助开关动作应准确、可靠。手车式高压开关柜在推人或拉出时应灵活，机械闭锁应可靠；
- c) 高压开关柜所安装的带电显示装置应显示正确；

- d) 高压开关柜内各种闭锁装置动作应准确可靠；
- e) 隔离开关、负荷开关及高压熔断器应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及要求应符合 GB 50150 的规定。

9.1.2.8 集中无补偿装置

集中无补偿装置要求如下：

- a) 集中无功补偿装置的安装位置应符合设计文件要求，安全净距应符合相关规定；
- b) 集中无功补偿装置的安装位置准确，防潮防污及封堵功能应符合设计文件要求；
- c) 集中无功补偿装置投切可靠，符合设计文件要求；
- d) 无功补偿装置应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及要求应符合 GB 50150 的规定。

9.1.2.9 户外高压开关箱

户外高压开关箱要求如下：

- a) 户外高压开关箱的安装位置应符合设计文件要求，安全净距应符合相关规定；
- b) 户外高压开关箱的接地方式应符合设计文件要求；
- c) 户外高压开关箱的闭锁装置动作应准确可靠；
- d) 户外高压开关箱的同围排水通畅，防潮防污及封堵措施应符合设计文件要求；
- e) 户外高压开关箱（柜）应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及要求应符合 GB 50150 的规定；
- f) 户外高压开关箱安装位置准确，内部接线完整，每个回路标记清晰，回路名称准确。

9.1.2.10 二次配线

二次配线要求如下：

- a) 引入盘、柜的二次回路接线、二次回路接地应符合 GB 50171 规定；
- b) 线缆的敷设路径、敷设方式、终端位置应符合设计文件要求；
- c) 屏、柜及设备二次配线的电气间隙和爬电距离应符合设计文件要求；
- d) 二次配线应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及要求应符合 GB 50150 的规定；
- e) 线缆标志牌的装设应符合下列规定：
 - 1) 在缆线终端头、接头、拐弯处、夹层内、隧道及竖井的两端、电缆井内等地方应装设标志牌；
 - 2) 标志牌上应注明线路编号、电缆型号、规格及起讫点；并联使用的电缆应有顺序号，标志牌的字迹应清晰不易脱落；
 - 3) 标志牌规格宜统一，标志牌应能防腐，挂装应牢固。
- f) 二次配线应固定牢固，且便于运营维护；
- g) 控制电缆终端可采用热缩型，也可采用塑料带、自粘带包扎，接头应有防潮措施。

9.1.2.11 高压母线装置

高压母线装置要求如下：

- a) 母线相间及对地的安全净距，以及其他母线的的安全净距均应符合设计文件要求；
- b) 母线在支持绝缘子上的固定应符合下列规定：
 - 1) 交流母线的固定金具或其他支持金具不应形成闭合磁路；
 - 2) 当母线平置时，母线支持夹板的上部压板应与母线保持间隙；当母线立置时，上部压板应与母线保持 1.5 mm~2 mm 的间隙；
 - 3) 母线在支柱绝缘子上的固定死点，每一段应设置一个，并宜位于全长或母线伸缩节两侧的中点。
- c) 软母线的安装质最应符合下列规定：

- 1) 悬式绝缘子串与球头挂环、碗头挂板及锁紧销的规格互相匹配；
 - 2) 母线与各类金具的规格互相匹配；
 - 3) 母线安装弛度符合设计文件要求。
- d) 硬母线的安装质量应符合下列规定：
- 1) 与支柱绝缘子均处于同一水平或垂直安装中心线上，且固定牢固、安装平直、接触面平整，涂漆均匀，所有母线搭接面的连接螺栓紧固力矩值应符合表 1 规定；

表 1 钢制螺栓紧固力矩值

螺栓规格 mm	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M24
力矩值 N·m	8.8~ 10.8	17.7~ 22.6	31.4~ 39.2	51.0~ 60.8	78.8~ 98.1	98.0~ 127.4	156.9~ 196.2	274.6~ 343.2
非钢制螺栓紧固力矩值应符合产品技术要求。								

- 2) 母线搭接面：室外、高温且潮湿或对母线有腐蚀性气体的室内，应作搪锡处理。钢与钢连接应作搪锡或镀锌处理，不应直接连接。铜与铝或铝合金在干燥的室内连接，铜导体应搪锡；在室外或空气相对湿度接近 100%的室内，应采用铜铝过渡板，且铜端应作搪锡处理。钢与铜或铝连接，钢搭接面应镀锌；
 - 3) 矩形母线搭接连接时，钻孔应垂直，螺孔间中心距离的允许偏差应为±0.5 mm；搭接长度、钻孔位置及螺栓规格应符合设计要求，搭接面涂以电力复合脂。
检验数量：施工单位全部检验，监理单位见证检验 20%。
检验方法：用力矩扳手检查，观察检查。
- e) 穿墙套管的安装质量应符合下列规定：
- 1) 穿墙套管直接固定在钢板上时，穿墙套管周围不应形成闭合磁路；
 - 2) 穿墙套管垂直安装时，法兰应向上；水平安装时，法兰应在外；
 - 3) 安装在同一平面或垂直面上的穿墙套管，其顶面应在同一平面上；
 - 4) 穿墙套管接地端子应可靠接地。
- f) 母线的相序及相色标志应正确，各类母线金属支架和托架接地应良好、可靠。

9.1.2.12 交直流电源装置

交直流电源装置要求如下：

- a) 蓄电池柜水平及垂直度应符合蓄电池安装要求；
- b) 蓄电池安装应排列整齐，距离均匀一致，连接条应经过防腐处理；
- c) 蓄电池极性连接正确，并牢固可靠；
- d) 交直流电源装置配线应符合下列规定：
 - 1) 电源极性应正确，严禁错接与短路，连接接触牢固；
 - 2) 配线电源线中间不应有接头；
 - 3) 电源设备配线的布放应平直整齐、稳固，无扭绞和交叉。
- e) 交直流电源装置在规定的输入范围内，各供电模块正常工作，直流输出极性正确，输出电压范围、负载能力、温升范围等应符合相关技术标准的规定；
- f) 交流电源装置的自动投切、纳入远动的交直流屏监控模块、直流电源装置的充电功能应符合设计文件要求；
- g) 除蓄电池外，交直流电源装置应进行交接试验，其检验项目及要应符合 GB 50150 的规定。

9.1.2.13 中性点接地装置

中性点接地装置要求如下：

- a) 消弧线圈接地装置的接地变压器与接地体或接地干线的连接，应采用单独的接地线，其材质、型号符合设计文件要求；
- b) 消弧线圈接地装置的分接头位置应符合设计文件要求；
- c) 中性点接地装置应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及要求应符合 GB 50150 的规定。

9.1.2.14 箱式变电站

箱式变电站要求如下：

- a) 箱式变电站的安装应符合下列要求：
 - 1) 型号与安装位置应对应，符合设计文件要求；
 - 2) 高、低压侧安装位置应正确，周围排水畅通；
 - 3) 吊装及二次运输应符合产品说明书的规定；
 - 4) 与基础预埋型钢结合部的防水措施应符合设计文件要求。
- b) 箱式变电站的接地应可靠，且有标识，其接地方式及接地电阻值应符合设计文件要求；
- c) 箱式变电站及箱式电抗器应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及要求应符合 GB 50150 的规定；
- d) 箱式变电站内外涂层完整、无损伤，闭锁动作可靠，门锁良好，防小动物设施齐全，通风口的防护网完好、各种电缆进出线口封闭完善；
- e) 箱式变电站内高低压接线完整，线缆截面符合设计文件要求，每个输出回路标记清晰，回路名称准确。

9.1.2.15 低压开关柜

低压开关柜要求如下：

- a) 低压开关柜的安装位置、安全净距符合设计文件要求；
- b) 低压开关柜的接地方式应符合设计文件要求；
- c) 低压开关柜上安装的元、器件应符合设计文件要求，动作可靠，固定牢固；所有电器的功能标签齐全，规格一致，二次回路接线正确，连接可靠；
- d) 计量回路的表计应检定合格，并在有效期内；
- e) 低压开关柜应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及要求应符合 GB 50150 的规定；
- f) 抽屉式配电柜其抽屉推拉轻便灵活无卡阻、碰撞现象；同类型不同规格的抽屉应能互换；抽屉的机械、电气联锁装置应动作正确、可靠。

9.1.2.16 整流器（变流器）

整流器（变流器）要求如下：

- a) 变流器外形尺寸、柜内设备规格、型号、安装位置应符合设计要求，变流器柜柜体对地应绝缘，绝缘电阻值应符合设计要求。绝缘安装方式满足供货商要求，应无锈蚀，各部件间绝缘应良好；变流器的规格、型号符合设计要求；
- b) 屏、柜等设备上安装的元器件完好无损、固定牢靠；
- c) 屏、柜本体安装时本体与槽钢间应垫绝缘垫隔离，安装后对设备外壳进行绝缘电阻试验，绝缘电阻值应符合相关规定。绝缘垫厚度应符合设计要求；
- d) 屏、柜与基础预埋件固定牢靠，所有紧固件应满足防腐要求，屏、柜内清洁、无杂物；
- e) 屏、柜内母线与母线、母线与电气接线端子的螺栓连接应紧密，连接螺栓应采用力矩扳手紧固，其紧固力矩值应符合规范要求；
- f) 成列屏、柜的垂直度、水平偏差、屏柜面偏差和屏柜间接缝的允许偏差应符合设计要求；
- g) 变流器柜内设备接线应符合以下规定：

- 1) 二次回路应满足设计要求功能，与外壳绝缘良好。各项保护、信号功能良好完整齐全、固定牢固、操作部分动作灵活、准确；
- 2) 二次接线正确，固定牢靠，导线与电器或段子排的连接紧密，标志清晰、齐全，焊接连接的导线应无脱焊、毛刺，碰壳、短路；
- 3) 一、二次电缆接线正确，连接紧固；
- 4) 柜内连接母线应平齐，接触面已按要求处理，连接符合要求；
- 5) 变流器输出接线端的极性应标注；
- 6) 非带电部分需接地时，应符合接地装置的规定。

9.1.2.17 变电所启动试运行及送电开通

变电所启动试运行及送电开通要求如下：

- a) 变电所在启动或带电状态下应进行下列项目的检查试验，应保证变电所的运行满足设计说明书的要求：
 - 1) 确认每台电气设备均能够进行可靠的操作，按设计说明书规定的运行条件及设备操作对象的顺序，逐一对本所的所有电气设备进行传动检查；模拟事故状态的产生，在本所对自动装置的动作情况及返回信号的正确性进行确认，应达到设计规定；
 - 2) 在配备综合自动化功能的变电所，除进行上述检查试验项目外，尚应根据计算机操作菜单显示的功能，进行相应电气设备的顺序操作及程序操作功能的检查；
 - 3) 对于配备远动操作系统的变电所，除进行上述两项试验检查外，尚应根据设计文件要求，对操作对象的位置信号、故障信号、预告信号等在控制中心进行检查确认。同时检查事故记录和事故打印功能的完整性在具备条件的情况下，应由控制中心进行必要的遥控操作检查。
- b) 变电所受电后，其高压侧母线电压、相位及相序，低压侧母线电压及相位以及所用电电压、相位、相序均符合设计文件要求；
- c) 牵引变压器应进行五次空载全电压冲击合闸试验，应无异常情况；第一次受电后持续时间不应少于 10 min；励磁涌流不应引起保护装置动作。送电后带负荷运行 24h，全所无异常；
- d) 变电所开关动作准确无误，闭锁功能符合设计规定要求。各种声光信号显示正确，测量仪表指示准确；
- e) 各种保护装置动作准确可靠，保护范围符合设计规定；
- f) 对于具有远动操作功能的变电所，其“四遥”或“五遥”及程序控制功能符合设计规定；
- g) 变电所向接触网送电前各馈电线路的绝缘测试符合送电条件；
- h) 向接触网送电时变电所内各馈电线路的一、二次设备动作可靠正确。

9.1.3 充电轨

充电轨零件、设备、材料进场前应按设计要求和产品技术要求进行复验和验收。设备的电气性能应符合GB 50150的相关规定。

充电导轨安装调整如下：

- a) 充电导轨支持装置型号、规格应符合设计要求，槽钢底座、悬吊线夹、中间接头等合格，紧固件齐全，安装稳固可靠；
- b) 槽钢底座应水平安装，角钢与安装地点的路面应平行；
- c) 绝缘子绝缘电阻应抽样试验合格，其规格、型号、质量应符合设计要求和产品技术要求；
- d) 悬吊线夹材质、规格、尺寸应符合设计要求，表面不应有裂纹和缺损。紧固件不应松动，可旋转部位不应有阻滞现象。定位线夹应留有因温度变化使汇流排产生位移所需要的长度；

- e) 连接件的接触面应清洁，充电导轨连接缝两端夹持接触线的齿槽连接处应平顺光滑。中间接头连接端缝平均宽度不应大于 1mm，紧固件应齐全，螺栓紧固力矩、防松措施应符合设计要求；
- f) 绝缘子应安装端正，绝缘子瓷釉表面应光滑、清洁，不应有裂纹、缺釉、斑点、气泡等缺陷。

9.1.4 电缆线路

9.1.4.1 电缆线路进场检验

- a) 电缆的进场检验应符合下列规定：
 - 1) 规格、型号、数量、技术参数应符合设计文件和订货合同要求，质量应符合相关技术标准的规定；
 - 2) 电缆外表无绞拧、铠装压扁，护层断裂和表面严重划伤等缺陷；
 - 3) 线缆的绝缘测试符合 GB 50150 的相关规定。
- b) 电缆进场后应抽样检验，并符合下列规定：
 - 1) 电缆应进行 20℃ 导体直流电阻试验、主绝缘耐压试验、绝缘层平均厚度试验；
 - 2) 无卤低烟类电缆应抽样进行绝缘燃烧腐蚀性试验及透光率试验；
 - 3) 阻燃类电缆应抽样进行成束燃烧试验；
 - 4) 耐火类电缆应抽样进行火焰条件下线缆完整性（供火温度为 750℃，矿物绝缘类电缆供火温度为 950℃）试验。
- c) 电缆附件的进场检验应符合下列规定：
 - 1) 电缆附件规格、型号符合设计文件要求，零部件完整齐全；
 - 2) 主要性能应符合相应产品技术标准的规定。

9.1.4.2 电缆敷设

电缆敷设要求如下：

- a) 直埋电缆埋设深度、防护措施，桥架电缆敷设的固定方式应符合设计文件要求；
- b) 电缆敷设路径、方式应符合设计文件要求；
- c) 电缆敷设的最小弯曲半径应符合表 2、表 3 要求；

表 2 电缆最小弯曲半径

单位：mm

电缆型式		多芯	单芯
控制电缆	非铠装型、屏蔽型软电缆	6D	—
	铠装型、铜屏蔽型电缆	12D	
	其他	10D	
橡皮绝缘 电力电缆	无铅包、铜铠护套	10D	
	裸铅包护套	15D	
	钢铠护套	20D	
塑料绝缘 电缆	有铠装	15D	20D
	无铠装	12D	15D
聚氯乙烯绝缘电力电缆		10D	

表 2 (续)

单位: mm

电缆型式	多芯	单芯
交联聚乙烯绝缘电力电缆	15D	20D
铝合金电缆	7D	
预分支电缆	25D	
注: 表中D为电缆外径。		

表 3 矿物质绝缘电缆最小弯曲半径

单位: mm

电缆外径 D	$D < 7$	$7 \leq D < 12$	$12 \leq D < 15$	$D \geq 15$
电缆内侧最小弯曲半径 R	2D	3D	4D	6D

- d) 电缆与电缆、管道、道路、构筑物等之间的容许最小距离、埋设深度及防护措施,应符合设计文件要求;
- 1) 管道内径不应小于电缆外径的 1.5 倍,且混凝土管、陶土管、石棉水泥管内径不应小于 100 mm;
 - 2) 管道的弯曲半径应符合穿入电缆的弯曲半径的要求,且弯曲后无裂缝或显著凹下,其弯扁处最小直径不宜小于管外径的 90%。每根保护管的弯头不超过 3 个,直角弯不超过 2 个;
 - 3) 管道的埋深从地面到管上部距离不小于 0.7 m;在人行道敷设不应小于 0.5 m;
 - 4) 利用电缆保护钢管作接地线时,接地线应焊接良好。有丝扣的管接头处应用跳线焊接。接地线和跳线的规格应符合设计文件要求。
- e) 电缆沿预留电缆槽敷设时应符合下列规定:
- 1) 电缆敷设应排列整齐;
 - 2) 对于布置在排水沟内侧的电缆槽,应按设计文件要求对电缆沟防水和排水采取加强措施;
 - 3) 桥梁上的电缆应在桥墩两端和伸缩缝处充分松弛;
 - 4) 电缆敷设完毕后,电缆槽盖板应完整平顺。
- f) 电缆沿支架、桥架、保护管敷及固定方式应符合设计文件和有关标准要求;交流单芯电缆以单根穿管时,不应使用未分割磁路的钢管;
- g) 与公路交叉部位的电缆,爆炸危险场所明敷的电缆,露出地面的电缆防护应符合设计文件和有关标准要求,防护段内的电缆不应有中间接头;
- h) 矿物绝缘电缆铜护套不作为保护导体使用时,铜护套应可靠接地,接地连接线应采用铜绞线或镀锡铜编织线;
- i) 电缆的阻燃防护及封堵措施,应符合设计文件要求;
- j) 电缆线路应进行交接试验,其主要电气性能检验项目及应符合 GB 50150 的规定;
- k) 电缆敷设时,在电缆终端头、中间头处应预留适当长度并满足设计文件要求;
- l) 电缆标志牌的装设应符合下列规定:
- 1) 在电缆终端头、电缆接头、拐弯处、夹层内、隧道及登井的两端、电缆井内等地方,电缆上应装设标志牌;

- 2) 标志牌上应注明线路编号、电缆型号、规格及起讫点，并联使用的电缆应有顺序号，标志牌的字迹应清晰不易脱落；
 - 3) 标志牌规格宜统一，标志牌应能防腐，挂装应牢固。
- m) 电缆标桩埋设地点应符合下列规定：
- 1) 直埋电缆在直线每隔 50 m~100 m 处；
 - 2) 电缆接头、转弯或分歧处；
 - 3) 进入建筑物处；
 - 4) 穿过公路、河流的两侧及其他管路处。

9.1.4.3 电缆附件制作与安装

电缆附件制作与安装要求如下：

- a) 高压电缆终端及接头的制作应符合下列规定并在隐蔽前拍摄影像资料：
 - 1) 高压电缆头的电缆护层切剥长度、绝缘包扎长度及线芯连接强度应符合产品技术文件要求；
 - 2) 电缆终端和接头应采取加强绝缘、密封防潮、机械保护措施。6 kV 以上电缆接头处有改善电缆屏蔽端部电场集中的有效措施，并确保外绝缘相间和对地距离；
 - 3) 单芯电缆中间接头前后错开，其距离不应小于 0.5 m；
 - 4) 可触摸电缆头静电屏蔽线接地应可靠。
- b) 电缆对接箱、电缆终端及接头的安装位置、固定方式、接地方式、防振措施以及与相关设备的带电距离应符合设计文件要求；
- c) 电缆线芯连接金具，应采用符合标准的连接管和接线端子，其内径应与电缆线芯匹配；采用压接时，压接钳和模具应符合规格要求，连接正确，固定牢固；
- d) 电力电缆金属铠装层、铜屏蔽层应分别用接地铜绞线或镀锡铜编织线引出，护层保护器的设置应符合设计文件要求，接地铜绞线或镀锡铜编织线应作绝缘处理；
- e) 矿物绝缘电缆中间连接应采用压装型、压接型、螺丝连接型的连接端子连接；截面 35 mm² 以上电缆终端应采用压装型终端连接端子；
- f) 矿物绝缘电缆进出分支箱、盒的电缆铜护套均应可靠连接；
- g) 电缆通过零序电流互感器时，电缆金属护层及接地线应对地绝缘；电缆接地点在互感器以下时，接地线应直接接地；电缆接地点在互感器以上时，接地线应穿过互感器接地；
- h) 电缆线路两端终端头应有明显的相色标志且与系统的相位一致，电缆沟槽内电缆中间接头应采取防护措施，防止长期浸水受潮，电缆线芯压接后端子或连接管上的凸痕应修理光滑；
- i) 矿物绝缘电缆终端连接端子应采用专业配件，并应与电缆线芯可靠连接；
- j) 矿物绝缘电缆封端宜采用专用附件，当采用热缩件作为封端时应添加专用密封胶。

9.1.4.4 电缆井

电缆井要求如下：

- a) 电缆井施工应符合下列规定：
 - 1) 电缆井的位置、结构、尺寸、标高应符合设计文件要求；
 - 2) 电缆井内防潮防污、周围排水功能应符合设计文件要求；
 - 3) 电缆井内支架、爬架设置应符合设计文件要求，防锈蚀措施完好，
 - 4) 电缆井盖板盖好后应完整平顺，密封良好；
- b) 电缆井的标识应清晰、明确且不易脱落。

9.1.5 变电所综合自动化系统

9.1.5.1 变电所综合自动化系统进场检验

综合自动化装置、安全监控系统、远动终端设备及通信管理及的进场检验应符合下列规定：

- a) 规格、型号、数量、技术参数应符合设计文件和订货合同要求，质量应符合相关技术标准的规定；
- b) 合格证、质量检验报告等质量证明文件以及说明书等产品技术文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
- c) 无损伤、变形、锈蚀（氧化），门（盖）开关无卡阻；
- d) 部件及附件齐全；
- e) 铭牌、标识完整清晰。

9.1.5.2 综合自动化装置

综合自动化装置应符合下列规定：

- a) 满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求；
- b) 监控主机、测量表计、继电保护装置的配置及功能应符合设计文件要求。

综合自动化装置应进行交接试验，其主要电气性能检验项目及应符合GB/T 7261、DL/T 995的规定。

9.1.5.3 安全监控系统

安全监控系统要求如下：

- a) 各辅助信息系统功能元件安装位置、数量和方式应符合设计文件要求，安装牢固；主机性能和监测探头的精度应符合产品技术文件和有关设计文件要求；
- b) 传感器（探头）与站端监控主机通信畅通，各传感器（探头）故障报警应自动启动监控主机的报警装置，显示并保存在线实时数据；
- c) 安全监控系统安装完毕后应进行系统联机调试测试，确认各设备及系统工作正常；
- d) 接线盒的设置应符合 GB 50575 相关规定，且盒子的位置应便于穿线；
- e) 缆线敷设时不应有接头或扭结，接头应在接线盒内焊接或用端子连接。

9.1.5.4 远动终端设备及通信管理机

远动终端设备及通信管理机要求如下：

- a) 远动终端设备及通信管理机设备与各设备的网络接口，电源接口规格应符合设计文件要求，满足数据传输的需要；
- b) 远动终端设备及通信管理机安装布置应符合设计文件要求；
- c) 远动终端设备及通信管理机设备的控制单元与被控站（点）间的连接光缆及电源电缆敷设应符合设计文件要求，各类缆线排列整齐，连接可靠；缆线标牌字迹清晰，起讫点正确；
- d) 远动终端设备及通信管理机功能满足设计文件要求；
- e) 安放远动终端设备及通信管理机设备的机架组装应横平竖直，水平度、垂直度允许偏差不应大于 1.5%，紧固件应齐全。

9.1.5.5 正式向控制柜和保护柜及监控主机送电前，对二次回路配线或数据传输电缆进行详细检查及有关的绝缘测试。确认合格后，方可送电。

9.1.6 控制中心

9.1.6.1 控制中心施工质量验收应包括调度所内的设备安装、远动系统检验。

9.1.6.2 控制中心设备的进场检验应符合下列规定：

- a) 规格、型号、数量、技术参数应符合设计文件和订货合同要求，质量应符合相关技术标准的规定；

- b) 合格证、质量检验报告等质量证明文件以及说明书等产品技术文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
- c) 无损伤、变形、锈蚀（氧化），门（盖）开关无卡阻；
- d) 部件及附件齐全；
- e) 装位置、方式、排列顺序应符合设计文件要求；
- f) 远动系统设备安装质量应符合下列规定：
 - 1) 屏相与底座连接应牢固，底座应着地不悬空；
 - 2) 屏柜与底座、屏柜与屏柜之间的连接螺栓应连接牢固；
 - 3) 同排屏柜的正面应在同一直线上；
 - 4) 屏柜应竖直，相邻屏柜应紧密靠拢；
 - 5) 采用线槽或线把布线的二次回路接线应连接可靠，排列整齐；
 - 6) 屏柜、电缆回路编号应标识清晰，字迹正确且不易褪色；
 - 7) 插接件应接触紧密，防松动措施应可靠。
- g) 设备接地及防静电措施、数据传输电缆屏蔽措施应符合设计文件要求；
- h) 屏柜等设备门、盖严密，开启灵活不变形。

9.1.6.3 远动系统试验如下：

- a) 远动系统应具有遥控、遥测、遥信、遥调的基本功能。其功能及主要性能指标应满足设计，产品技术文件、相关产品标准要求；
- b) 远动系统站地址、IP 地址应进行设置和确认；
- c) 供电调度工作台远动装置的启动、装置硬件、软件初始化，建立主机与外设的通信应符合设计及产品说明书的要求；
- d) 远动终端供电设备整组试验应符合设计文件要求，全部结束后，应分别对每个远动终端进行远动系统联调；
- e) 远动系统通信通道的设置、接口方式、传输速率应符合设计文件要求，系统检验前应确认通信通道良好。

9.2 充电系统

9.2.1 一般规定

充电系统工程施工质量验收应包括设备进场检验、通信功能、人机交互功能、计量功能、低压辅助电源、电气性能、电气安全性能、耐环境性能、保护功能。

9.2.2 充电系统进场检验

交流充电桩应通过具有CNAS认证资质的充电设施检验单位的质量检验和认证，并出具检测报告。产品功能、性能等项目的检验应按相应的现行国家产品标准进行。供需双方有特殊要求的功能或性能，可按设计要求进行。

交流充电桩应具备第三方型式试验报告、出厂检验报告、合格证、使用手册/维护手册、规格说明书、电气接线图等相关资料。

9.2.3 通信功能

交流充电桩应具有与智轨电车电源管理系统的功能，交流充电桩与电源管理系统之间的通讯协议应符合GB/T 27930的规定。

交流充电桩应具有与后台通信的功能，实现后台远程监控充电机的状态。

9.2.4 人机交互功能

人机交互功能应符合NB/T 33001的规定。

9.2.5 计量功能

应配置交流电能表，电能表精确度等级为1.0级，对交流充电桩输入电能量进行计量，能够测量有功和无功功率、电网电压、电流，计算设备功率因数。

应具有自动计费功能或具有安装计费装置的接口。

应提供实施电能表现场检定的接口。

9.2.6 电气性能

9.2.6.1 启动冲击电流

启动冲击电流交流侧的启动冲击电流小于等于工作时最大输入电流峰值的110%。

9.2.6.2 输出电压误差

按非车载充电机输入电源要求连接电源，输出连接电阻性负载，并按半载配置，在非车载充电机输出端安装电压测量装置。调节非车载充电机输出电压，分别以非车载充电机使用说明规定的电压输出范围的上、下限值、上限值和下限值的平均值为测试点，测试非车载充电机输出电压误差。输出电压整定误差不应超过 $\pm 0.5\%$ 。

9.2.6.3 输出电流误差

按交流充电桩输入电源要求连接电源，输出连接电阻性负载，并按半载配置，在交流充电桩输出端安装电流测量装置。调节交流充电桩输出电流，分别以交流充电桩使用说明规定的输出电流额定值、额定值的50%为测试点，测试交流充电桩输出电流误差。

在设定的输出直流电流大于等于30 A时，输出电流整定误差不应超过 $\pm 1\%$ ；在设定的输出直流电流小于30 A时，输出电流整定误差不应超过 ± 0.3 A。

9.2.6.4 效率和功率因数

满载时，功率因数应大于等于0.98。

满载时，效率应大于等于92%；半载及以上，效率应大于等于90%。

9.2.7 电气安全性能

9.2.7.1 工频耐压

交流充电桩非电气连接的各带电回路之间、各独立带电电路与地（金属外壳）之间，按其工作电压应能承受表4所规定历时1 min的工频耐压试验。试验过程中应无绝缘击穿和闪络现象。

9.2.7.2 冲击耐压

交流充电桩各带电回路、各带电电路对地（金属外壳）之间，按其工作电压应能承受表4所规定标准雷电波的短时冲击电压试验，试验过程中应无击穿放电。

表4 绝缘试验的试验等级

额定工作电压 U_i 额定工作电压交流均方根或直流 V	绝缘电阻测试仪器的电压等级 V	工频电压 kV	冲击电压 kV
$U_i \leq 60$	250	1.0	1
$60 < U_i \leq 300$	500	2.0	5
$300 < U_i \leq 700$	1000	2.5	12

9.2.7.3 绝缘电阻

交流充电桩输入回路对地、输出回路对地、输入对输出之间绝缘电阻应不小于10 M Ω 。

9.2.7.4 漏电流

交流充电桩对地漏电流应小于3.5 mA。

9.2.8 耐环境性能

9.2.8.1 IP防护等级

室外安装时应符合GB/T 4208—2017中的IP43防水、防尘等级要求，室内应符合IP54等级要求。

9.2.8.2 三防（防潮湿、防霉变、防盐露）保护

交流充电桩内印刷线路板、接插件等电路应进行防潮湿、防霉变、防盐雾处理。

9.2.8.3 防锈（防氧化）保护

交流充电桩铁质外壳和暴露在外的铁质支架、零件应采取双层防锈措施，非铁质的金属外壳也应具有防氧化保护膜或进行防氧化处理。

9.2.8.4 防湿热

按NB/T 33001的规定进行试验，应符合在湿热环境下的绝缘电阻不应小于1 M Ω 。

9.2.9 保护功能

9.2.9.1 急停功能

交流充电桩应具有急停功能，即在紧急情况下，可从硬件上切断充电回路；急停回路应设计在交流侧，持续工作电流应小于AC380 V/0.5 A。

9.2.9.2 连接状态

交流充电桩与动力蓄电池系统进行连接状态确认，并应在进行电池管理系统和交流充电桩绝缘检查后，启动充电过程。当交流充电桩检测到与动力蓄电池系统通信不正常时，应停止直流输出并报警提示。

9.2.9.3 交流输入过/欠压保护

电源电压超过或低于额定值的15%时，交流充电桩应停止直流输出，并报警提示。故障排除后，交流充电桩检测电源电压符合充电条件时，应能正常工作。

9.2.9.4 电源缺相防护

当交流充电桩检测到供电电源出现缺相时，应停止直流输出，并报警提示。故障排除后，交流充电桩检测电源符合充电条件时，应能正常工作。

9.2.9.5 直流输出短路防护

当交流充电桩输出端短接时，应停止直流输出，并报警提示。故障排除后，交流充电桩应能正常工作。

9.2.9.6 过温防护

充电过程中，非车载充电机的内部温度达到保护设定值时，应自动停机或降功率运行。当温度恢复正常后，交流充电桩应能正常工作。

9.2.9.7 反接防护

交流充电桩与动力蓄电池系统连接过程中，若正负极反接，启动后交流充电桩应没有直流输出。并报警提示。故障排除后，交流充电桩应能正常工作。

9.2.9.8 断电重启

交流充电桩输入端断电停机时，应能自动保存充电数据，重新通电时，应不能自动启动充电。人工启动后，交流充电桩应能正常工作。

9.2.9.9 输出限流、限压保护

交流充电桩应具备直流侧的限流、限压保护功能。

9.2.9.10 防雷保护

有完善的雷击浪涌吸收电路，符合GB 50057中的规定。

9.2.9.11 绝缘检测功能

交流充电桩直流输出侧应具备绝缘检测功能。

9.2.9.12 电磁兼容要求

电磁兼容性能应符合GB/T 19826中的规定。

9.3 动力照明系统

9.3.1 一般规定

动力照明系统工程施工质量应包括材料进场检验，配管配线、配电箱（柜）安装、UPS不间断电源装置及EPS应急电源装置、封闭式母线、地面电源、室外照明。

9.3.2 动力照明进场检验

9.3.2.1 导管的进场检验应符合下列规定：

- a) 规格、型号、数量、技术参数应符合设计文件和订货合同要求，质量应符合相关技术标准的规定；
- b) 合格证、质量检验报告等质量证明文件以及说明书等产品技术文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
- c) 外观检查：钢管不应有折扁和裂缝，管内应无铁屑及毛刺，切断口应平整，管口应光滑。非镀锌钢管不应有锈蚀，油漆应完整；镀锌钢管镀锌层覆盖应完整、表面无锈斑；塑料导管及配件不应碎裂、表面应有阻燃标记和制造厂标；
- d) 应按批抽样检测导管的管径、壁厚及均匀度，并应符合国家现行有关产品标准的规定；
- e) 对机械连接的钢管及其配件的电气连续性有异议时，应按现行国家标准 GB/T 20041 的有关规定进行检验。

9.3.2.2 绝缘导线、电缆的进场检验应符合下列规定：

- a) 规格、型号、数量、技术参数应符合设计文件和订货合同要求，质量应符合相关技术标准的规定；
- b) 合格证、质量检验报告等质量证明文件以及说明书等产品技术文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
- c) 外观检查：包装完好，电缆端头应密封良好，标识应齐全。抽检的绝缘导线或电缆绝缘层应完整无损，厚度均匀。电缆无压扁、扭曲，铠装不应松卷。绝缘导线、电缆外护层应有明显标识和制造厂标；
- d) 检测绝缘性能：电线、电缆的绝缘性能应符合产品技术标准或产品技术文件规定；
- e) 检查标称截面积和电阻值：绝缘导线、电缆的标称截面积应符合设计要求，其导体电阻值应符合 GB/T 3956 的有关规定。

9.3.2.3 配电箱（柜）及所安装电器、UPS 不间断电源装置及 EPS 应急电源装置、地面电源柜进场检验应符合下列规定：

- a) 规格、型号、数量、技术参数应符合设计文件和订货合同要求，质量应符合相关技术标准的规定；
- b) 合格证、质量检验报告等质量证明文件以及说明书等产品技术文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
- c) 外观检查：设备应有铭牌，表面涂层应完整、无明显碰撞凹陷，设备内元器件应完好无损、接线无脱落脱焊，绝缘导线的材质、规格应符合设计要求，蓄电池柜内电池壳体应无碎裂、漏液，充油、充气设备应无泄漏；
- d) 计量回路的表计应在计量合格有效期内。

9.3.2.4 封闭式母线进场检验应符合下列规定：

- a) 规格、型号、数量、技术参数应符合设计文件和订货合同要求，质量应符合相关技术标准的规定；
- b) 合格证、质量检验报告等质量证明文件以及说明书等产品技术文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
- c) 密封良好，各段编号标志清晰；
- d) 母线螺栓搭接面平整、镀层覆盖完整、无起皮和麻面；
- e) 插接母线上的静触头无缺损、表面光滑、镀层完整。插接母线槽上的静触头应无缺损、表面光滑、镀层完整；对有防护等级要求的母线槽尚应检查产品及附件的防护等级与设计的符合性，其标识应完整。

9.3.2.5 室外照明灯具进场检验应符合下列规定：

- a) 规格、型号、数量、技术参数应符合设计文件和订货合同要求，质量应符合相关技术标准的规定；
- b) 合格证、质量检验报告等质量证明文件以及说明书等产品技术文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
- c) 外观检查：
 - 1) 灯具涂层应完整、无损伤，附件应齐全，I 类灯具的外露可导电部分应具有专用的 PE 端子；
 - 2) 固定灯具带电部件及提供防触电保护的部位应为绝缘材料，且应耐燃烧和防引燃；
 - 3) 消防应急灯具应获得消防产品型式试验合格评定，且具有认证标志；
 - 4) 疏散指示标志灯具的保护罩应完整、无裂纹；
- d) 绝缘性能检测：对灯具的绝缘性能进行现场抽样检测，灯具的绝缘电阻值不应小于 $2\text{ M}\Omega$ ，灯具内绝缘导线的绝缘层厚度不应小于 0.6 mm ；
- e) 灯具接线盒防水密封垫应齐全、完整，防护等级符合设计要求。

9.3.2.6 灯柱、灯塔进场检验应符合下列规定：

- a) 规格、型号、数量、技术参数应符合设计文件和订货合同要求，质量应符合相关技术标准的规定；
- b) 合格证、质量检验报告等质量证明文件以及说明书等产品技术文件应齐全，并符合设计文件和订货合同要求；
- c) 外观检查：
 - 1) 铁塔构件，钢管杆表面应平直无变形；
 - 2) 镀锌层表面应连续、完整，无裂纹、砂眼、气泡、酸洗、漏镀、结瘤、积锌、毛刺等缺陷；
 - 3) 钢管杆构件标识清晰可见，焊接坡口应保持平整无毛刺。

9.3.3 配管配线

9.3.3.1 管路和附件的安装方式、路径应符合设计文件要求。

9.3.3.2 电线管路的弯曲半径和弯曲程度应符合表 5 的要求。

表 5 电线管路弯曲要求

弯曲条件	弯曲要求
电线管路弯曲半径（明配）	不小于管子外径的 6 倍（只有一个弯时可不小于 4 倍）
电线管路弯曲半径（暗配）	不小于管子外径的 6 倍（埋设于地下或混凝土内时不小于 10 倍）
弯曲程度	弯扁处的最小外径不小于管子外径的 90%

9.3.3.3 接地形式采用 TN-S、TN-C-S 的供电系统中，金属管与塑料管、金属箱盒与塑料箱盒混合使用时，金属管、金属箱盒与保护地线（PE 线）应有可靠的电气连接。

9.3.3.4 导线的布置方式、路径应符合设计文件要求。

9.3.3.5 配线与其他各种管道之间的最小距离应符合表 6 的规定。

表 6 配线与管道之间的最小距离

导管敷设位置	最小距离 mm	
	热水	蒸汽
在热水、蒸汽管道上面平行敷设	300	1000
在热水、蒸汽管道下面或水平平行敷设	200	500
与热水、蒸汽管道交叉敷设	100	300
导管与不含易燃易爆气体的其他管道的距离，平行敷设不应小于 100 mm，交叉敷设处不应小于 50 mm。 导管与易燃易爆气体管道不宜平行敷设，交叉敷设处不应小于 100 mm。 达不到规定距离时应采取可靠有效的隔离保护措施。		

9.3.3.6 导线间或导线与端子间，当采用套管焊接时应饱满，表面光滑无凹陷，无漏焊裂缝等缺陷；当采用套管压接时，连接管、压接帽、压模等与导线线芯应相匹配。

9.3.3.7 配线的分支线连接处，不应使干线受支线的横向拉力。

9.3.3.8 室内外绝缘导线敷设的最小线间距离、室内外绝缘导线至地面最小距离、室外绝缘导线至建筑物最小距离应符合设计文件要求。

9.3.3.9 在爆炸、火灾危险环境的配线防护应符合设计文件要求及相关标准的有关规定。

9.3.3.10 钢管与设备不能直接连接时，宜采取加装软管等保护措施。

9.3.3.11 当导管敷设遇到下列情况时，中间宜增设接线盒或拉线盒，且盒子的位置应便于穿线：

- a) 导管长度每大于 40 m，无弯曲；
- b) 导管长度每大于 30 m，有 1 个弯曲；
- c) 导管长度每大于 20 m，有 2 个弯曲；
- d) 导管长度每大于 10 m，有 3 个弯曲。

9.3.3.12 钢保护管的连接应符合下列规定：

- a) 采用螺纹连接时，管端螺纹长度不应小于管接头长度的 1/2，其螺纹宜外露 2 扣~3 扣；
- b) 采用套管连接时，套管长度为连接管外径的 1.5 倍~3 倍，连接管的对口处应在套管的中心，焊口应焊接牢固、严密。

9.3.3.13 暗配线路的安装应符合下列规定：

- a) 钢管与接线盒、开关盒、灯头盒的可用焊接固定，管口露出盒内壁的长度应小于 5 mm，焊后应补刷防腐漆；

- b) 暗配线路的电线保护管路应沿最近的路线敷设。埋入建筑物或构筑物内的电线管与建筑物表面的距离不应小于 15 mm。

9.3.3.14 明配线路的安装应符合下列规定：

- a) 明配线路的电线管，其垂直及水平敷设直线段的重重或水平偏差，每 2 m 内应小于 3 mm，全长连续偏差不应大于管材外径的 1/2；
- b) 明配保护管路应排列整齐，固定点间的距离应均匀，管卡与终端、弯头中点、电气设备或箱盒边缘的距离应为 150 mm~500 mm。

9.3.3.15 金属保护管接地跨接线直径应符合表 7 的规定，焊接长度不应小于直径的 6 倍。

表 7 金属管跨接线直径

金属保护管公称直径 mm		跨接线直径 mm	
电线管	钢管	圆钢	扁钢
≤32	≤25	6	-
40	32	8	-
50	40~50	10	-
70~80	70~80	-	25×4

9.3.3.16 金属软保护管的安装应符合下列规定：

- a) 弯曲半径不应小于管子外径的 6 倍；
- b) 固定点间距不应大于 1.3 m，管卡与终端、弯头中点距离宜为 300 mm；
- c) 与嵌入式灯具或类似器具连接时，其末端固定管卡可安装于灯具、器具边缘为起点的管长 1 m 处；
- d) 金属软管不应有退绞、松收现象，中间无接头，与设备、器具连接处应用专用接头，且密封良好，接地可靠。

9.3.3.17 塑料保护管的安装应符合下列规定：

- a) 在砖砌体上剔槽敷设时，应用强度不低于 M10 等级的泥砂浆抹面保护，其厚度不应小于 15 mm；
- b) 在混凝土层内敷设时，应用强度不低于 M10 等级的标砂浆抹面保护，其厚度不应小于 20 mm；
- c) 塑料波纹保护管应避开抽烟道和供热管，与供热管道的距离不应小于 200 mm；
- d) 用塑料波纹管作电线管时，不应有破裂或砂眼，弯曲后不应产生裂纹或显著凹瘪，弯曲角度不应小于 90°，波纹管应用专用接头及管帽、卡环配套使用；
- e) 塑料电线管管口应平整、光滑，连接处应涂专用胶合剂密封，采用插入法连接时插入深度为管子外径的 1.1 倍~1.8 倍，采用套管连接时套管长度为管子外径的 1.5 倍~3 倍，对接口在套管的中心；
- f) 塑料电线管穿过易受机械损伤的楼板时应加套钢管保护，埋入地面或楼板的塑料电线管，其保护厚度距楼板面不低于 500 mm。在引向设备而露出地面易受机械损伤的一段亦应有保护措施。

9.3.3.18 电线保护管路的安装在直线和弯曲处均不应有折皱、凹穴和裂缝，弯扁程度不应大于管外径的 10%，金属管连接处应焊接或采用与导管型号规格相适配的专用接头，连接应牢固可靠，并用配套的专用接地线卡跨接。

9.3.3.19 保护管内绝缘导线总面积不应大于管内截面的 40%，不同回路、不同电压、交流与直流的导线不应穿于同一根管内，同一交流回路的导线应穿于同一管内，导线及中性线应有区分标志。

9.3.3.20 配线用线槽固定点应符合设计文件要求，连接应连续无间断，槽盖齐全，其水平和垂直偏差不应大于其宽度的 20%，金属线槽防腐良好，并应可靠接地或接零。

9.3.3.21 绝缘导线沿室内墙体、顶棚敷设时，其支持点间的最大距离应符合表 8 的规定，室外墙面上直接固定点间距不应大于 2 m。

表8 室内沿墙体、顶棚敷设支持点的最大距离

芯线截面 mm ²	1~4	6~10	14~25	35~120
支持点最大距离 m	2.0	2.5	3.0	6.0

9.3.4 配电箱（柜）安装

配电箱（柜）安装要求如下：

- a) 配电箱（柜）安装位置、安装方式应符合设计文件要求，本体接地可靠；
- b) 双电源切换装置动作可靠，切换时间应符合设计文件要求；
- c) 配电箱（柜）上应标明回路编号、回路名称和额定电流，有备用电源时应有标志；
- d) 导线连接无松动，保护、控制、测量、信号等回路正常。

9.3.5 UPS 不间断电源装置及 EPS 应急电源装置

9.3.5.1 UPS 不间断电源装置及 EPS 应急电源装置的内部接线连接正确，紧固件齐全，可靠不松动，焊接连接无脱落现象。

9.3.5.2 UPS 不间断电源装置及 EPS 应急电源装置指标应符合下列规定：

- a) 输入、输出各级保护系统和输出的电压稳定性、波形畸变系数、频率、相位、静态开关的动作等各项技术性能指标应符合产品技术文件要求和设计文件要求；
- b) 蓄电池容量及切换时间应符合产品技术文件要求和设计文件要求。

9.3.5.3 UPS 不间断电源装置及 EPS 应急电源装置输出端的系统接地方式应符合设计文件要求。

9.3.5.4 UPS 不间断电源装置及 EPS 应急电源装置蓄电池安装应符合下列规定：

- a) 柜体的形式、规格、尺寸和平面布置应符合设计文件要求。屏、柜单独或成列安装时，其垂直度、水平偏差以及屏、柜面的偏差和屏、柜间接缝的允许偏差应符合设计要求；
- b) 柜体水平及垂直度应符合蓄电池安装要求；
- c) 蓄电池安装应排列整齐，距离均匀一致，连接条应经过防腐处理；
- d) 蓄电池极性连接正确，并牢固可靠。

9.3.5.5 安放 UPS 不间断电源装置及 EPS 应急电源装置的机架组装应横平竖直，水平度、垂直度允许偏差不应大于 1.5%，紧固件齐全。

9.3.5.6 引入或引出 UPS 不间断电源装置及 EPS 应急电源装置的电线、电缆的屏蔽护套接地连接可靠，与接地干线就近连接；接地标识清晰。

9.3.6 封闭式母线

9.3.6.1 线与母线及母线与电器接线端子间采用螺栓搭接、连接时，应符合下列规定：

- a) 母线的各类搭接连接的钻孔直径和搭接长度应符合设计文件要求；
- b) 母线接触面清洁，涂电力复合脂，螺栓孔周边无毛刺；
- c) 连接螺栓两侧有平垫圈，相邻垫圈间有大于 3 mm 的间隙，螺母侧装有弹簧垫圈或锁紧螺母；
- d) 螺栓受力均匀，不使电器的接线端子受额外应力。

9.3.6.2 封闭、插接式母线安装应符合下列规定：

- a) 母线的连接方法符合产品技术文件要求；
- b) 当段与段连接时，两相邻段母线及外壳对准，连接后不使母线及外壳受额外应力；
- c) 母线与外壳同心，允许偏差为±5 mm。

9.3.6.3 插接母线槽的安装质量应符合下列规定：

- a) 插接母线槽的安装位置应符合设计文件要求，与之配套的插接开关箱或插接头箱应符合产品技术文件要求；
- b) 母线槽的安装应牢固，其水平或垂直设备的支架及托架均应设置调整螺栓，并确保母线槽处于水平或垂直状态；
- c) 插接母线槽的对插连接应符合产品技术文件要求；
- d) 安装后的母线槽其终端应有终端盖封闭，各段母线槽的外壳应可靠接地。

9.3.6.4 封闭、插接式母线组装和固定位置应正确，外壳与底座间、外壳各连接部位和母线的连接螺栓按产品技术文件要求正确选择，连接紧固。

9.3.7 地面电源

电源柜、现场插座箱安装牢固，螺栓连接可靠，柜与墙、柜底面与地面的距离应符合设计文件要求，盘柜无变形，表面油漆涂层完整、清洁，元、器件完好无损。

9.3.8 室外照明

9.3.8.1 室外照明的灯具、设备的安装应符合下列规定：

- a) 灯具、设备的安装方式、高度应符合设计文件要求；
- b) 灯具高度设计无规定时灯柱离地面应不低于 3 m，在墙上安装时不应低于 2.5 m，金属卤化物灯具安装高度不应小于 5 m；
- c) 灯柱、灯塔基础应符合设计文件要求，表面平整，无跑浆、露筋、沉降、开裂、倾斜等缺陷，灯具与基础固定应可靠，地脚螺栓备帽应齐全，防腐蚀措施完好；
- d) 灯具的电器保护装置应齐全，规格应与灯具适配；
- e) 灯杆的检修门应采取防水措施，且闭锁防盗装置完好。

9.3.8.2 钢结构灯塔、灯桥焊接应良好，螺栓紧固力矩应符合产品的技术文件要求，升降型投光灯塔的钢丝绳不应有断股、扭结及损伤，升降应顺畅。

9.3.8.3 灯塔、灯桥的避雷针，灯具及外壳、配电箱体、配线保护钢管、平台、爬梯等均应按设计要求可靠接地。

9.3.8.4 灯柱沿直线均匀布置时，偏离直线不应大于 50 mm，地面上部高差不应超过 20 mm。

9.3.8.5 灯具导线采用绝缘导线沿柱体内敷设时，导线穿入、穿出柱体应做绝缘及防磨损处理，引入灯具的导线在入口处应做防水弯。

9.3.8.6 灯塔、灯桥、灯具及附件配电箱安装牢固可靠，导线及配线、保护管敷设平整，系统接线正确，负荷分配合理。

9.3.8.7 灯具底座应固定可靠，灯具相线上的熔断器规格应符合设计文件要求。

9.4 通信系统

9.4.1 一般规定

9.4.1.1 通信线路验收应包括光电缆进场检验，光电缆敷设、防护、接续及引入，光电缆线路检测，光缆监测系统检验。

9.4.1.2 室内设备安装质量验收应包括设备及材料进场检验、设备安装、布线及配线、防雷及接地等通用要求。

9.4.1.3 配电柜、不间断电源(UPS)、电池柜的安装地面应无凹凸现象，地面均布荷载应符合设计要求。

9.4.1.4 暗配管道、预留孔、预埋件的技术条件应符合设计要求。

9.4.1.5 电源系统的供电条件应符合设计要求。

- 9.4.1.6 接地系统的共用综合接地体的接地电阻值应符合设计要求。
- 9.4.1.7 电源防雷设施设备和功能应符合设计要求。
- 9.4.1.8 设备安装的环境应符合电磁环境设计要求。
- 9.4.1.9 无线通信系统的施工场所应包括控制中心、车辆基地、车站、区间等。无线通信系统验收应包括天线杆（塔）安装、天馈安装、无线通信设备安装、无线通信设备配线、无线通信系统性能检测、无线通信系统功能检验、无线通信系统网管检验。
- 9.4.1.10 无线通信系统验收,应检查施工前的复测资料;应按设计文件及复测资料确认天线杆（塔）、直放站、机房的位置,确认漏缆架挂位置及长度。
- 9.4.1.11 无线通信系统验收前,应检查确认下列条件:
- 通信线路、传输系统和电源系统验收合格;
 - 无线通信系统网管数据配置符合设计规定;
 - 系统场强覆盖检测前应确认外部电磁环境满足系统验收要求;
 - 单呼、组呼通话质量模拟测试前应对场强覆盖进行检测。
- 9.4.1.12 检查确认天线杆（塔）安装作业人员应经过专业培训,持证上岗。
- 9.4.1.13 视频监视系统的施工场所应包括控制中心、车辆基地、车站、区间、主变电站等。视频监视系统验收包括视频监视设备安装、视频监视设备配线、视频监视系统性能检测、视频监视系统功能检验、视频监视系统网管检验。
- 9.4.1.14 视频监视系统验收应在通信线路、传输系统、电源系统验收合格,视频监视系统网管数据配置、承载网络传输质量、网络带宽符合设计要求的情况下进行。
- 9.4.1.15 广播系统的施工场所应包括控制中心、车辆基地、车站、主变电所等。广播系统验收应包括广播设备安装、广播设备配线、广播系统性能检测、广播系统功能检验、广播系统网管检验。
- 9.4.1.16 广播系统验收应在通信线路、传输系统、电源系统验收合格,广播系统网管数据配置符合设计规定的情况下进行。
- 9.4.1.17 乘客信息系统的施工场所应包括控制中心、停车场、车辆段、车站、区间及列车等。乘客信息系统验收应包括乘客信息系统设备安装、乘客信息系统设备配线、乘客信息系统性能检测、乘客信息系统功能检验、乘客信息系统网管检验。
- 9.4.1.18 乘客信息系统验收应在通信线路、传输系统、电源系统验收合格,乘客信息系统网管数据配置符合设计规定的情况下进行。
- 9.4.1.19 时钟系统的施工场所应包括控制中心、车辆基地、车站、主变电站等时钟系统验收应包括时钟设备安装、时钟设备配线、时钟系统性能检测、时钟系统功能检验、时钟系统网管检验。
- 9.4.1.20 时钟系统验收应在通信线路、传输系统、电源系统验收合格,时钟系统网管数据配置符合设计规定的情况下进行。
- 9.4.1.21 综合网络管理验收应包括综合网管设备安装和配线、综合网管单机检验和综合网管系统检验。

9.4.2 通信线路

- 9.4.2.1 光缆及配套器材设备进场检验项目和要求应符合下列规定:
- 按进场批次进行检验;
 - 规格、型号、数量符合设计文件和订货合同要求;
 - 合格证、质量检验报告等质量证明文件,以及说明书等产品技术文件应齐全;
 - 无损伤、锈蚀;
 - 铭牌、标识完整清晰。
- 9.4.2.2 单盘光缆长度及衰减系数应符合设计文件和订货合同要求。
- 9.4.2.3 单盘铜芯聚烯烃绝缘市内通信电缆进场检验项目及性能应符合表9要求。

表 9 单盘铜芯聚烯烃绝缘市内通信电缆进场检验项目及性能

序号	项目	值					
		1	导线直径 mm	0.4	0.5	0.6	0.7
2	实测值/L, 单线电阻最大值 $\Omega/\text{km}, 20^\circ\text{C}$	148.0	95.0	65.8	48.0	36.6	29.5
3	绝缘电阻 最小值 $\text{M}\Omega \cdot \text{km}$	5000×L					

注：L为被测电缆长度，单位为km。

检验要求如下：

- a) 检验数量:施工单位全部检查；监理单位见证不少于 20%；
 - b) 检验方法:用直流电桥、500 V 兆欧表、耐压测试仪、万用表等检测。
- 9.4.2.4 光缆敷设、防护、接续及引入满足设计要求。
- 9.4.2.5 光缆线路检测，光纤熔接接头衰减值应符合表 10 规定。

表 10 光纤熔接接头衰减值

单位：dB

序号	光纤类别	平均值	最大值
1	G. 652	≤ 0.06	≤ 0.12
2	G. 655	≤ 0.08	≤ 0.14

9.4.3 设备安装和配线

9.4.3.1 设备安装位置和方式等应满足设计要求。

9.4.3.2 走线槽/架安装应符合下列规定：

- a) 安装位置应符合设计文件及设备位置、线缆走向及径路要求；
- b) 走线槽/架形成环状时，不应电气闭合；
- c) 走线槽/架及各部位连接应牢固可靠；
- d) 走线槽盖板、侧板和底板应完整，槽与槽之间、槽与盖之间、盖与盖之间的连接处应严密，盖板开启方便；
- e) 走线槽拐角处及引出开口处应采用橡胶垫/圈保护线缆。

9.4.3.3 布线及配线要求如下：

- a) 室内布线应符合下列规定：
 - 1) 室内布线应采用走线槽/架方式，并满足设计要求；
 - 2) 室内布线防火措施应符合设计文件要求和国家有关标准的规定；
 - 3) 通信电缆、电源线应分开布放，间距不小于 50 mm；交、直流电源线应分开绑扎；
 - 4) 走线槽内敷设时，不应溢出；
 - 5) 布线不应出现环状；
 - 6) 中间不应有接头；
 - 7) 线缆两端均应有去向标识；
 - 8) 线缆布放的弯曲半径：大对数对绞电缆的弯曲半径不小于电缆外径的 10 倍；4 对对绞电缆的弯曲半径不小于电缆外径的 4 倍；同轴电缆的弯曲半径不小于电缆外径的 15 倍；光缆的弯曲半径不小于光缆外径的 15 倍；光纤跳线的弯曲半径不小于 50 mm。
- b) 室内电缆配线应符合下列规定：

- 1) 线位正确, 线缆两端标识齐全;
 - 2) 不应有绝缘破损;
 - 3) 屏蔽护套可靠接地;
 - 4) 采用焊接方式时, 芯线焊接应端正、牢固, 焊点光滑、饱满, 无毛刺、假焊、虚焊现象, 绝缘层离开端子边缘裸露金属不宜大于 1 mm;
 - 5) 柱形端子接线方式: 配线应采用铜线绕制线环或冷压接线端子压接方式; 采用铜线绕制线环时应绕制紧密, 线环内径与端子直径相匹配; 采用压接方式时, 应选用与线缆芯线相配套的压接端子, 且压接牢固, 绝缘层离开端子边缘裸露金属不宜大于 1 mm;
 - 6) 采用弹簧接线端子(卡接)时, 端子配线应一孔一线, 并插接牢固;
 - 7) 接插件、连接器的安装位置及方式符合设计文件要求, 装配可靠、连接牢固。
- c) 室内光缆配线应符合下列规定:
- 1) 线位应正确, 线缆两端标识齐全;
 - 2) 接插件、连接器的安装位置及方式应符合设计文件要求, 装配应可靠、连接牢固;
 - 3) 光跳线应单独布放, 并加套管或线槽进行防护, 不应挤压、扭绞。
- d) 线缆的布放和绑扎应平直整齐、稳固, 绑扎间隔均匀松紧适度;
- e) 电缆芯线编扎时应保持芯线的扭绞, 转弯圆滑; 分线应按色谱顺序; 余留芯线的长度符合更换编线最长芯线的要求。

9.4.4 电源系统及接地

9.4.4.1 电源设备安装如下:

- a) 电源设备到达现场应对其型号、规格及容量进行检查, 并应符合设计要求;
- b) 配电柜各单元应插接良好, 电气接触点应接触可靠、连接紧密; 输入电源的相线和零线不应接错, 其零线不应虚接或断开;
- c) 蓄电池组安装应排列整齐、连接正确、接触良好, 都电池电极或接线应无腐蚀, 允放电情况应良好, 不应过放;
- d) UPS 输出端的中性线(N 极), 应与由接地装置直接引来的接地干线相连接并重复接地。UPS 装置的可接近裸露导体应接地可靠, 且应有标识。

9.4.4.2 电源布线如下:

- a) 电源线缆的型号、规格及数量应符合设计要求; 电源线缆不应破损、受潮、扭曲、折皱; 端子型号应正确;
- b) 电源布线应符合下列规定:
 - 1) 交、直流电源线缆应分开布放, 不应绑在同一线束内;
 - 2) 电源布线不应有接头;
 - 3) 不同电压等级的线应分类布置, 并应分别单独设槽、管敷设, 在同一线槽内宜采用附板分开;
 - 4) 电源线与数据线缆交叉敷设时宜成直角, 平行敷设时电源线缆与数据线缆的间距应符合设计要求;
 - 5) 电源线缆与数据线缆和控制电缆分管分槽敷设。
- c) 电源线连接到地面插座盒、墙上插座盒、多功能插座板的接线应正确, 设备引出电源线的位置应合适;
- d) 电源端子接线应正确, 电源线两端的标志应齐全。直流电源线应以线色区别正、负极性, 直流电源正、负极严禁错接与短路, 接触应牢固; 交流电源线应以线色区别相线、零线、地线, 严禁错接与短路, 接触应牢固。

9.4.4.3 防雷与接地如下:

DB43/T XXXXX—XXXX

- a) 防雷、工作(或联合)接地、保护地线与设备连接应满足设计要求;
- b) 接地安装应符合下列规定:
 - 1) 接地方式,设备接地端子排列、地线接入及连接应符合设计要求;
 - 2) 接地铜排和螺栓、地线盘端子与室内接地连接导线连接应牢固、接触应良好;
 - 3) 接地装置的各种连接处,应镀锡过渡,焊接不应有假焊或虚焊现象,焊点应做防腐处理;
 - 4) 屏蔽接地要求数据电缆屏蔽层应单点接地;
 - 5) 接地连接绝缘铜芯导线截面面积不应小于 16 mm^2 。
- c) 接地连接导线布放不应有接头;
- d) 系统的雷电防护等级、防护设施的设置位置、方式及数量满足设计要求。

9.4.4.4 电源与接地的检测如下:

- a) 电源设备测试应符合下列规定:
 - 1) 电源设备带电部分与金属外壳间的绝缘电阻大于 $5 \text{ M}\Omega$;
 - 2) 首次充、放电的各项指标均满足设计要求。
- b) 电源设备的电性能测试应符合下列规定:
 - 1) 人工或自动转换时,供电不中断;
 - 2) 故障报警准确、可靠;
 - 3) 蓄电池组容量满足设计要求;
 - 4) 输出电压和输出电流超限时,保护电路动作准确。
- c) 电源监控应能检测上电源及后备电源的供电情况;
- d) 电源线缆的芯线间和芯线对地的绝缘电阻应大于 $0.5 \text{ M}\Omega$;
- e) 防雷设备的选用应满足设计要求,应由有资质的防雷测试单位进行检测,并应出具检测合格报告;
- f) 防雷接地与交流工频接地、直流工作接地、安全保护接地应共用综合接地体,接地装置的接地电阻值应按接入设备中要求的最小值确定,其接地电阻测试值严禁大于 4Ω 。

9.4.5 无线通信系统

9.4.5.1 天线、馈线安装高度、安装方式应满足设计要求。

9.4.5.2 无线通信设备安装和配线应满足 9.4.3 的要求。

9.4.5.3 无线通信系统性能检测如下:

- a) 基站设备射频输出功率、发射频偏、接收灵敏度指标应满足设计要求;
- b) 直放站设备射频输出功率、输入输出光功率、光接收动态范围、增益指标应满足设计要求;
- c) 手持台和车载台的射频输出功率、发射频偏指标应满足设计要求;
- d) 无线通信系统空间波覆盖的时间地点概率不应小于 90%,漏泄同轴电缆辐射电波的时间地点概率不应小于 95%;
- e) 单呼和组呼的接通率、掉话率、语音质量、平均呼叫建立时延、切换失败率等通话质量模拟测试指标应符合设计要求。

9.4.5.4 无线通信系统功能检验如下:

- a) 无线交换控制设备移动用户的数量管理、调度台数量管理、基站数量管理和冗余备份功能应符合设计要求;
- b) 基站设备的冗余备份功能应符合设计要求;
- c) 直放站设备冗余备份、断电恢复功能应符合设计要求;
- d) 车载台设备语音呼叫、数据传输和二次开发功能应符合设计要求;
- e) 调度台设备的显示功能、语音呼叫、数据传输、转接强拆强插功能和冗余备份功能应符合设计要求;

- f) 系统的用户终端业务、承载业务、呼叫种类、区域选择、优化呼叫、抢占优先呼叫、滞后进入、动态重组、自动重发、限时通话、超出服务区指示、呼叫显示、主叫被叫显示限制、呼叫提示、讲话方识别显示、无条件呼叫转移、遇忙呼叫转移、用户不可及呼叫转移、无应答呼叫转移、缩位寻址、至忙用户的呼叫完成、至无应答用户的呼叫完成、呼叫限制、移动台遥毙/复活、业务信道全忙时信令信道可作为业务信道使用、故障弱化、虚拟专网、鉴权、空中接口加密、端到端加密、直通工作方式、二次开发功能和录音功能等应符合设计要求。

9.4.5.5 无线通信系统网管检验如下：

- a) 无线通信系统网管的故障管理、性能管理、配置管理、用户管理和安全管理功能满足设计要求；
- b) 直放站网管的故障管理、性能管理、配置管理和安全管理功能满足设计要求；
- c) 二次开发网管功能满足设计要求。

9.4.6 视频监视系统

9.4.6.1 视频监视设备安装和配线

视频监视设备的安装和配线除应满足9.4.3相关规定外，还应符合以下规定：

- a) 摄像机安装位置、监视目标应满足设计要求；
- b) 摄像机支架应稳固，摄像机及前端设备安装应牢固，云镜转动应正常；
- c) 室外摄像机的安装应符合下列规定：
 - 1) 安装方式应满足设计要求，安装应牢固可靠；
 - 2) 云台水平、垂直转动角度满足设计要求；
 - 3) 在接触网等高压带电设备附近架设摄像机时，安全防护距离满足设计要求。
- d) 室外机箱的安装高度、防护功能、防雷接地应满足设计要求，并应安装牢固；
- e) 视频监视系统车载设备的安装和布线，以及防振和防电磁干扰等要求应满足设计和车辆专业要求。车载设备安装不应超出车辆限界。

9.4.6.2 视频监视系统性能检测

视频监视系统性能检测要求如下：

- a) 摄像机的清晰度、最低照度、信噪比、灰度等级指标应满足设计要求；
- b) 显示设备的分辨率、灰度等级指标应满足设计要求；
- c) 在摄像机标准照度下，模拟电视系统的图像质量应符合下列规定：
 - 1) 采用五级损伤制主观评定，图像质量评价不应低于4分；
 - 2) 对应4分图像质量的信噪比应符合设计要求；
 - 3) 图像水平清晰度不应低于400线；
 - 4) 图像画面的灰度不应低于8级；
 - 5) 系统的各路视频信号输出电平应为 $1V_{p-p} + 3dB$ VBS；
 - 6) 当监视画面为可用图像时，系统信噪比不应小25dB。
- d) 在摄像机标准照度下，系统的数字电视图像质量应符合下列规定：
 - 1) 采用五级损伤制主观评定，图像质量评价不应低于4分；
 - 2) 峰值信噪比(PSNR)不应小于32dB；
 - 3) 图像水平清晰度不应低于400线；
 - 4) 图像画面的灰度不应低于8级；
 - 5) 经智能处理的图像质量应满足设计要求。
- e) 当采用IP网络承载业务时，视频监视系统的时延、抖动、丢包率等网络性能指标应满足设计要求；

- f) 中心级与车站级的视频实时调用时延、PTZ 控制时延、历史图像检索响应时延、图像间切换时延等操作响应时延应满足设计要求。

9.4.6.3 视频监视系统功能检验

视频监视系统功能检验如下：

- a) 中心与车站级视频控制系统的下列功能应满足设计要求：
 - 1) 云台操控 (PTZ) 控制功能；
 - 2) 自动光圈调节、调焦、变倍等图像参数调整功能；
 - 3) 图像间自由切换与多画面功能；
 - 4) 字符叠加功能；
 - 5) 时间同步功能；
 - 6) 镜头预置位及恢复功能；
 - 7) 图像轮巡功能；
 - 8) 报警功能；
 - 9) 控制中心画面选择的优先级功能。
- b) 视频监视系统的录像功能应符合下列规定：
 - 1) 实时图像连续存储功能，或根据设定的事件、时间、地点有条件存储功能应正常；
 - 2) 按不同的安全等级采用不同图像分辨率存储功能应正常；
 - 3) 存储图像内容应完整；
 - 4) 存储容量或时间应符合设计要求；
 - 5) 对不同视频流可以分别设置存储空间，并能支持循环存储。
- c) 视频监视系统的录像回放功能应符合下列规定：
 - 1) 支持用户根据时间、地点、事件等多种条件进行检索和回放功能应正常；
 - 2) 支持多用户同时调用和检索历史图像功能应正常；
 - 3) 支持本地回放历史图像和远程直接回放历史图像功能应正常；
 - 4) 回放时正常播放、倒放、快进、快退、拖拽、暂停等操作应正常。
- d) 视频监视系统控制中心大屏的图像分割、图像拼接功能满足设计要求；
- e) 视频监视系统与其他系统间联动功能满足设计要求；
- f) 视频监视系统智能分析功能满足设计要求；
- g) 当视频监视系统采用 IP 网络承载业务时，其抗攻击和防病毒能力满足设计要求。

9.4.6.4 视频监视系统网管检验

视频监视系统网管检验如下：

- a) 视频监视系统的用户管理、配置管理、性能管理、故障管理、安全管理、日志管理等网管功能满足设计要求；
- b) 视频监视系统各车站网管设备和控制中心网管设备的数据通信功能满足设计要求；
- c) 视频监视系统网管的人机交互功能满足设计要求。

9.4.7 广播系统

9.4.7.1 广播设备安装和配线应符合 9.4.3 的相关规定。

9.4.7.2 广播系统性能检测如下：

- a) 播音控制盒的输入输出电平、频率响应、谐波失真、信噪比指标满足设计要求；
- b) 功率放大器的额定输出电压、输出功率、频率响应、谐波失真、信噪比、输出电压调整率、输入过激励抑制能力、输入灵敏度指标满足设计要求；

- c) 语音合成器的频率响应、谐波失真、信噪比、输出电平、回放时间、播放通道等指标满足设计要求；
- d) 扬声器和音柱的额定功率、输入电压、频率响应、灵敏度指标满足设计要求；
- e) 广播系统的最大声压级指标满足设计要求；
- f) 广播系统的声场不均匀度指标满足设计要求。

9.4.7.3 广播系统功能检验如下：

- a) 车站播音控制盒的播音功能、监听功能、故障显示功能满足设计要求；
- b) 车站广播设备的优先级功能、分区分路广播功能、多路平行广播功能、自动手动紧急三种不同播音方式、车站接收列车运行信息并自动播音功能、噪声探测及控制功能、功放自动检测倒换功能、状态查询功能、负载功放主要技术指标测量功能满足设计要求；
- c) 控制中心广播设备的全选单选组选车站和各广播区的功能、优先级功能、多路平行广播功能、监听功能满足设计要求；
- d) 广播系统的广播切换、编程广播、预录及语音合成广播、噪声检测、消防广播、列车广播、时间同步、集中维护管理、录音功能满足设计要求。

9.4.7.4 广播系统网管检验如下：

- a) 广播系统网管对各车站的预录音进行集中管理、维护、发布功能，对系统的优先级设置功能，以及音源音量、负载音量、频率均衡等参数设置等配置管理功能满足设计要求；
- b) 广播系统网管对各车站的播音控制盒、功能模块、功放等设备运行状态的监测功能，对各车站的负载区开路或短路、功放的功率和频率响应等性能数据的采集、诊断、分析等性能管理功能满足设计要求；
- c) 广播系统网管的故障监测和诊断、故障恢复、故障记录和显示告警等故障管理功能满足设计要求；
- d) 广播系统网管的用户操作记录、操作历史记录、调度广播操作记录及录音等日志管理功能满足设计要求。

9.4.8 乘客信息系统

9.4.8.1 乘客信息系统设备安装和配线符合 9.4.3 的相关规定。

9.4.8.2 乘客信息系统性能检测如下：

- a) 乘客信息系统显示设备的显示分辨率、屏幕亮度、可视角度、响应时间和功耗满足设计要求；
- b) 多媒体查询机的屏幕显示分辨率、屏幕触控分辨率、定位精度满足设计要求；
- c) 乘客信息系统网络子系统主干网的吞吐量、丢包率和时延满足设计要求；
- d) 乘客信息系统网络子系统车地网的无线信号覆盖强度、漫游切换时延、吞吐量、丢包率和时延满足设计要求；
- e) 乘客信息系统网络子系统车载网的吞吐量、丢包率、时延和环网切换响应时间满足设计要求；
- f) 乘客信息系统地面、车载图像质量均满足设计要求。

9.4.8.3 乘客信息系统功能检验如下：

- a) 信息显示设备支持的功能满足设计要求；
- b) 车站子系统的功能满足设计要求；
- c) 控制中心的功能满足设计要求；
- d) 乘客信息系统采用 IP 网络承载业务时，其抗攻击和防病毒能力满足设计要求。

9.4.8.4 乘客信息系统网管检验如下：

- a) 乘客信息系统网管的用户管理、优先级设定、播放内容监视等功能满足设计要求；

- b) 乘客信息系统网管的设备监控及运营状态监视、系统设备认证、设备编码、IP 地址分配、车站显示屏远程开关机、设备故障信息的统计和分析、故障修复日志等设备管理功能满足设计要求；
- c) 乘客信息系统网管的日志及报表管理、参数管理、素材管理、磁盘空间管理等功能满足设计要求。

9.4.9 时钟系统

9.4.9.1 时钟系统设备安装和配线应符合 9.4.3 的相关规定。

9.4.9.2 9.4.9.2 时钟系统性能检测如下：

- a) 卫星接收设备的接收载波频率、接收灵敏度、可同时跟踪卫星颗数、冷热启动捕获时间、定时准确度满足设计要求；
- b) 时间显示设备显示发光强度应符合设计要求，显示应清晰；自走时累计误差满足设计要求；
- c) 时钟系统的绝对跟踪准确度、相对守时准确度、NTP 方式下的时钟设备的同步周期、NTP 接口处理能力满足设计要求。

9.4.9.3 时钟系统功能检验如下：

- a) 当卫星接收设备处于跟踪状态时，应能对本地设备时间进行校准；
- b) 时间显示设备功能应符合下列规定：
 - 1) 当上级母钟发生故障时，下级母钟或时间显示设备应能独立运行；
 - 2) 母钟及子钟应能自动校时；
 - 3) 应具有故障告警功能，并能将故障告警信号送至接入的母钟及网管系统；
 - 4) 显示设备的防护等级满足设计要求。
- c) 时钟系统的告警功能、通过人工或自动进行多时间源输入处理功能、自动选择可用时间源功能、时延补偿功能和 NTP 方式下的授时功能应正常；
- d) 卫星接收设备、母钟、子钟和电源等冗余热备份功能满足设计要求。

9.4.9.4 时钟系统网管检验如下：

- a) 时钟系统网管的告警监测、告警自动上报、告警清除、告警查询等告警管理功能满足设计要求；时钟系统网管的性能管理功能应符合下列规定：
 - 1) 应能监测时间同步设备的性能参数；
 - 2) 应能以曲线或表格形式显示结果，并能显示母钟及标准时间信号接收单元的运行状态，循环检测下级母钟运行状态，以及本级母钟所控的显示设备的运行状态。
- b) 时间与同步系统网管的配置管理功能应符合下列规定：
 - 1) 应能对系统和设备运行参数进行配置和修改；
 - 2) 应能对时间同步设备进行增加/删除网元、修改网元的属性配置数据、设置输入信号的各种门限、定时查看通信链路状况、时延补偿参数和设备校时参数、系统的时间同步管理等操作。
- c) 时间与同步系统网管的数据统计分析功能满足设计要求；
- d) 时间与同步系统网管的安全管理功能满足设计要求。

9.4.10 综合网管系统

9.4.10.1 综合网管系统质量检验前，应检查确认下列条件：

- a) 接入综合网管的通信系统网管工作正常；
- b) 综合网管与有关通信系统网管之间传输通道工作正常；
- c) 设备单机检验完成。

9.4.10.2 综合网管设备安装和配线应符合 9.4.3 的有关规定。

9.4.10.3 综合网管单机检验如下：

- a) 服务器配置应满足设计文件和合同文件要求；
- b) 存储设备配置应满足设计文件和合同文件要求。

9.4.10.4 综合网管系统检验如下：

- a) 综合网管系统应具有下列功能：
 - 1) 综合拓扑管理；
 - 2) 综合告警管理；
 - 3) 重点业务保障；
 - 4) 综合性能管理；
 - 5) 综合报表管理；
 - 6) 综合资源管理；
 - 7) 流程管理；
 - 8) 系统自身管理。
- b) 综合网管系统性能应符合下列规定：
 - 1) 系统响应性能；
 - 系统告警响应时间应小于 5 s；
 - 简单操作及普通数据查询操作界面响应时间小于 2 s，常规大数据量报表数据查询操作界面响应时间小于 15 s。
 - 2) 系统采集及处理能力；
 - 告警原始数据采集的准确性为 99.99%；
 - 资源原始数据采集准确性 99.99%；
 - 网管系统采集的数据的完整性 99.99%。

9.5 自动售检票系统

9.5.1 一般规定

9.5.1.1 线缆管槽的规格、型号、数量及预埋、安装、敷设的位置与路径,应满足设计要求。

9.5.1.2 预埋在地面下的线缆管槽、接线盒、分向盒和终端盒宜密封防水,在安装后宜进行密封性测试,其整体防护等级不宜低于 IPX7。

9.5.2 安装验收

9.5.2.1 数据线缆、电源电缆和控制电缆的型号、规格、数量、质量及敷设路径、敷设方式、排布间距应满足设计要求。

9.5.2.2 线缆不应破损、受潮、扭曲、折皱。

9.5.2.3 光、电缆的接续、测试人员应经过培训考核持证上岗。

9.5.2.4 设备安装与配线的验收应包括车站终端设备、机房设备紧急按钮的安装、设备配线以及用于安装终端设备的各类票亭及客服中心的检验。

9.5.2.5 各类票亭及客服中心的规格、安装位置应满足设计要求。

9.5.2.6 各类票亭及客服中心内地板的铺设应平整、牢固。

9.5.2.7 各类票亭及客服中心的门窗、锁具应完好。

9.5.2.8 车票的基本要求应符合 GB/T 20907 的规定。

9.5.2.9 对车票进行验收时,其数量、型号、规格、材质、印刷、外观、包装等应满足设计要求。

9.5.2.10 车票读写机具的结构外观、气候环境适应性、机械环境适应性应满足设计要求。

9.5.2.11 当验收车票与车票读写机具时,应提供下列文件：

DB43/T XXXXX—XXXX

- a) 产品合格证明;
- b) 车票与车票读写机具的出厂检测报告;
- c) 对国家规定实行生产许可证或 3C 认证的产品, 应提供生产许可证或 3C 认证证书。

9.5.2.12 车票与车票读写机具验收合格判定应符合下列规定:

- a) 当车票与车票读写机具抽验合格率符合票卡及车票读写机具设计要求时, 应判为合格;
- b) 当车票与车票读写机具抽验合格率不符合票卡及车票读写机具设计要求时, 应对本批车票和车票读写机具进行再一次抽验若两次抽验的合格率均不满足设计要求, 则应判本批产品不合格。

9.5.2.13 车票读写机具电源适应性、电磁兼容性、电机电气安全应满足设计要求。

9.5.2.14 车站终端设备宜包括自动检票机、自动售票机、半自动售票机、自动充值机、自动验票机、便携式验票机。

9.5.2.15 车站终端设备出厂技术资料应包括下列文件:

- a) 产品合格证明;
- b) 设备出厂检测报告;
- c) 生产许可证;
- d) 产品操作手册和维护手册。

9.5.2.16 车站计算机系统局域网应连通。

9.5.2.17 车站计算机系统与中央计算机系统间应能双向通信。

9.5.2.18 自动售检票系统联调联试验收应在设备安装与配线、车票与车票读写机具、车站终端设备、车站计算机系统、中央计算机系统、票务清分系统等各级设备功能及现场安装质量验收完成后进行。

9.5.2.19 自动售检票系统联调联试验收应包含系统性能检测、系统接入线网功能检测和外部接口功能检测。

9.5.3 线缆管槽敷设

9.5.3.1 线缆管槽敷设要求如下:

- a) 线缆管槽预埋的质量应符合下列规定:
 - 1) 金属导管不应采用对口熔焊连接, 镀锌和壁厚小于或等于 2 mm 的钢导管不应套管熔焊连接;
 - 2) 镀锌的线缆管槽、可挠性导管不应熔焊跨接接地线, 当专用接地卡跨接的两卡间连线为铜芯软导线时, 铜芯软导线截面面积不应小于 4 mm²;
- b) 金属线缆管槽、分向盒、接线盒应有可靠电气连接并接地。金属线缆管槽、分向盒、接线盒的接地电阻值满足设计要求;
- c) 当线缆管槽经过建筑物伸缩缝、沉降缝时, 应采用伸缩节;
- d) 预埋在地面下的线缆管槽、接线盒、分向盒及其防护盖板机械强度应能承受 4 kN/m² 及以上的压力;
- e) 线缆管槽、接线盒和分向盒以及全部线缆导管内应无积水、无杂物。

9.5.3.2 线缆管槽接头和端口要求如下:

- a) 线缆管槽含接线盒和分向盒的接头应紧密、牢固, 不应因后续施工而产生松动;
- b) 线缆管槽端口应进行封堵。

9.5.3.3 电缆桥架的安装要求如下:

- a) 电缆桥架安装质量检验应符合下列规定:
 - 1) 电缆桥架的规格、型号、质量、数量应满足设计要求;
 - 2) 金属电缆桥架和引入或引出的金属导管应连续可靠接地;
 - 3) 金属电缆桥架与接地干线连接不应少于两处;

4) 金属电缆桥架间连接板的接地应连接可靠,不应少于两处与接地(PE)干线连接,金属电缆桥架间连接板的两端跨接铜芯接地线,其最小允许截面不应小于 4 mm^2 ;

b) 当电缆桥架经过伸缩缝、沉降缝或直线段电缆桥架长度超过 30 m 时,应设伸缩节。

9.5.3.4 设备安装与配线应满足 9.4.3 的有关规定。

9.6 环境与设备监控系统

9.6.1 一般规定

9.6.1.1 环境与设备监控系统(简称“监控系统”)验收应包括监控系统设备安装和配线、监控系统设备单机检验、监控系统检验等。

9.6.1.2 监控系统质量检验前,应检查确认下列条件:

- a) 传输系统、数据通信网正常;
- b) 设备安装、单机调试完成;
- c) 被控设备安装、调试完成。

9.6.2 监控系统设备安装和配线

9.6.2.1 监控中心机房设备安装应符合 9.4.3 的有关规定。

9.6.2.2 监控系统传感器(监控站设备)安装应符合下列规定:

- a) 传感器的安装位置、方式、数量应符合设计文件要求;
- b) 温湿度传感器安装位置应远离门窗、暖气及空调出风口;
- c) 水浸传感器的水浸探头设于房屋中地势较低处、门口或防静电地板下方光电缆引人口等容易进水或给水的位置;
- d) 红外入侵传感器感应范围应覆盖全部门、窗;
- e) 玻璃破碎探测器能够监测到被保护窗户玻璃的异常;
- f) 其余设备安装应符合 9.4.3 的有关规定。

9.6.2.3 监控中心机房设备布线及配线应符合 9.4.3 的有关规定。

9.6.2.4 监控中心、监控站机房设备防雷及接地应符合 9.4.4 的有关规定。

9.6.3 监控系统设备单机检验

9.6.3.1 监控中心服务器设备电源模块冗余和存储容量满足设计文件要求。

9.6.3.2 监控站监控单元存储告警记录的时间满足设计文件要求。

9.6.4 监控系统检验

9.6.4.1 监控系统的监控对象、方式及内容应符合设计文件要求。

9.6.4.2 监控系统应具备下列功能:

- a) 对系统设备工作状态的监视功能;
- b) 记录、存储告警数据、操作数据和监测数据的功能;
- c) 监控站与监控中心间通信中断时能连续保存数据,当通信恢复后应能主动发送保存的数据;
- d) 配置管理、告警通知及管理、性能管理和安全管理功能。

9.6.4.3 监控系统性能应符合下列规定:

- a) 遥测量精度:
 - 1) 直流电压测量误差不应大于 0.5%;
 - 2) 蓄电池 2 V 单体电压测量误差不应大于 5 mV;
 - 3) 蓄电池 6 V 单体电压测量误差不应大于 10 mV;

- 4) 蓄电池 12 V 单体电压测量误差不应大于 20 mV;
 - 5) 其他电量测量误差不应大于 2%;
 - 6) 在环境温度为 25℃、湿度范围为 30%RH~80%RH 时, 湿度测量误差不应大于 5%; 当湿度超出 30%RH~80%RH 时, 湿度测量误差不应大于 10%;
 - 7) 温度测量误差不应大于 ±10℃;
 - 8) 其他非电量测量误差不应大于 5%;
 - b) 遥信量准确率不应小于 99.9%;
 - c) 遥控量准确率不应小于 99.99%;
 - d) 从设备告警发生到监控中心显示告警信息的时间不应大于 4 s。
- 9.6.4.4 监控中心应接入时间同步系统, 监控站与监控中心应时间同步。
- 9.6.4.5 监控系统与下列系统互联符合设计文件要求:
- a) 通信综合网管系统;
 - b) 综合视频系统;
 - c) 直放站网管系统;
 - d) 照明系统。

9.7 自动扶梯系统

9.7.1 设备进场验收

9.7.1.1 应提供以下资料:

- a) 技术资料:
 - 1) 梯级或踏板的型式试验报告复印件, 或胶带的断裂强度证明文件复印件;
 - 2) 对公共交通型自动扶梯、自动人行道应有扶手带的断裂强度证书复印件。
- b) 随机文件:
 - 1) 土建布置图;
 - 2) 产品出厂合格证;
 - 3) 装箱单;
 - 4) 安装、使用维护说明书;
 - 5) 动力电路和安全电路的电气原理图。

9.7.1.2 设备零部件应与装箱单内容相符。

9.7.1.3 设备外观不应存在明显的损坏。

9.7.2 土建交接检验

土建交接检验要求如下:

- a) 自动扶梯的梯级或自动人行道的踏板或胶带上空, 垂直净高度严禁小于 2.3 m;
- b) 在安装之前, 井道周围应设有保证安全的栏杆或屏障, 其高度严禁小于 1.2 m;
- c) 土建工程应按照土建布置图进行施工, 且其主要尺寸允许误差应为: 提升高度 -15 mm~+15 mm; 跨度 0 mm~+15 mm;
- d) 根据产品供应商的要求应提供设备进场所需的通道和搬运空间;
- e) 在安装之前, 土建施工单位应提供明显的水平基准线标识;
- f) 电源零线和接地线应始终分开。接地装置的接地电阻值不应大于 4 Ω。

9.7.3 整机安装验收

整机安装验收要求如下:

- a) 在下列情况下，自动扶梯应自动停止运行，且 4)～11) 情况下的开关断开的动作应通过安全触点或安全电路来完成：
- 1) 无控制电压；
 - 2) 电路接地的故障；
 - 3) 过载；
 - 4) 控制装置在超速和运行方向非操纵逆转下动作；
 - 5) 附加制动器（如果有）动作；
 - 6) 直接驱动梯级、踏板或胶带的部件（如链条或齿条）断裂或过分伸长；
 - 7) 驱动装置与转向装置之间的距离（无意性）缩短；
 - 8) 梯级、踏板或胶带进入梳齿板处有异物夹住，且产生损坏梯级、踏板或胶带支撑结构；
 - 9) 无中间出口的连续安装的多台自动扶梯、自动人行道中的一台停止运行；
 - 10) 扶手带入口保护装置动作；
 - 11) 梯级或踏板下陷。
- b) 应测量不同回路导线对地的绝缘电阻。测量时，电子元件应断开。导体之间和导体对地之间的绝缘电阻应大于 $1000 \Omega/V$ ，且其值应大于：
- 1) 动力电路和电气安全装置电路 $0.5 M\Omega$ ；
 - 2) 其他电路（控制、照明、信号等） $0.25 M\Omega$ 。
- c) 电气设备接地应符合下列规定：
- 1) 所有电气设备及导管、线槽的外露可导电部分均应可靠接地 (PE)；
 - 2) 接地支线应分别直接接至接地干线接线柱上，不应互相连接后再接地。
- d) 整机安装检查应符合下列规定：
- 1) 梯级、踏板、胶带的楞齿及梳齿板应完整、光滑；
 - 2) 在自动扶梯、自动人行道入口处应设置使用须知的标牌；
 - 3) 内盖板、外盖板、围裙板、扶手支架、扶手导轨、护壁板接缝应平整。接缝处的凸台不应大于 0.5 mm ；
 - 4) 梳齿板梳齿与踏板面齿槽的啮合深度不应小于 6 mm ；
 - 5) 梳齿板梳齿与踏板面齿槽的间隙不应小于 4 mm ；
 - 6) 围裙板与梯级、踏板或胶带任何一侧的水平间隙不应大于 4 mm ，两边的间隙之和不应大于 7 mm 。当踏板或胶带有横向摆动时，踏板或胶带的侧边与围裙板垂直投影之间不应产生间隙。
 - 7) 梯级间或踏板间的间隙在工作区段内的任何位置，从踏面测得的两个相邻梯级或两个相邻踏板之间的间隙不应大于 6 mm 。
 - 8) 护壁板之间的空隙不应大于 4 mm 。
- e) 性能试验应符合下列规定：
- 1) 在额定频率和额定电压下，梯级、踏板或胶带沿运行方向空载时的速度与额定速度之间的允许偏差为 $\pm 5\%$ ；
 - 2) 扶手带的运行速度相对梯级、踏板或胶带的速度允许偏差为 $0\sim+2\%$ 。
- f) 自动扶梯制动试验应符合下列规定：
- 1) 自动扶梯应进行空载制动试验，制停距离应符合表 11 的规定。

表 11 制停距离

额定速度 m / s	制停距离范围 m	
	自动扶梯	自动人行道
0.5	0.20~1.00	0.20~1.00
0.65	0.30~1.30	0.30~1.30
0.75	0.35~1.50	0.35~1.50
0.90	—	0.40~1.70

若速度在上述数值之间，制停距离用插入法计算。制停距离应从电气制动装置动作开始测量。

- 2) 自动扶梯应进行载有制动载荷的制停距离试验(除非制停距离可以通过其他方法检验),制动载荷应符合表 12 规定,制停距离应符合表 11 的规定;

表 12 制动载荷

梯级、踏板或胶带的名义宽度 m	自动扶梯每个梯级上的载荷 kg
$z \leq 0.6$	60
$0.6 < z \leq 0.8$	90
$0.8 < z \leq 1.1$	120

自动扶梯受载的梯级数量由提升高度除以最大可见梯级踢板高度求得,在试验时允许将总制动荷分布在所求得的 2/3 的梯级上。

- g) 电气装置还应符合下列规定:

- 1) 主电源开关不应切断电源插座、检修和维护所必需的照明电源;
- 2) 机房和井道内应按产品要求配线。软线和无护套电缆应在导管、线槽或能确保起到等效防护作用的装置中使用。护套电缆和橡胶套软电缆可明敷于井道或机房内使用,但不应明敷于地面;
- 3) 导管、线槽的敷设应整齐牢固。线槽内导线总面积不应大于线槽净面积 60%; 导管内导线总面积不应大于导管内净面积 40%; 软管固定间距不应大于 1 m, 端头固定间距不应大于 0.1 m;
- 4) 接地支线应采用黄绿相间的绝缘导线。

- h) 观感检查应符合下列规定:

- 1) 上行和下行自动扶梯、自动人行道,梯级、踏板或胶带与围裙板之间应无刮碰现象(梯级、踏板或胶带上的导向部分与围裙板接触除外),扶手带外表面应无刮痕;
- 2) 对梯级(踏板或胶带)、梳齿板、扶手带、护壁板、围裙板、内外盖板、前沿板及活动盖板等部位的外表面应进行清理。

9.8 工程验收

9.8.1 供变电系统在供变电系统在安装完毕后,应对规定项目进行验收。

9.8.2 变电所应检查下列项目:

- a) 变电所设备安装盘柜应排列整齐,外观应清洁,独立设备安装应横平竖直;

- b) 盘面功能标识应齐全，盘柜面油漆应无划痕；
 - c) 高压配电室接地引出端子位置应合理，螺栓应齐全；
 - d) 电缆支架应排列整齐，地线焊接应良好，电缆敷设应无破损，走向应合理，标识应齐全，固定应牢固；
 - e) 控制、信号与保护功能试验项目应符合设计要求；
 - f) 技术资料应齐全、完整。
- 9.8.3 充电设备应检查下列项目：
- a) 零部件安装应齐全、牢固，不应有超出允许偏差的项目；
 - b) 充电设备安装应符合限界的要求；
 - c) 带电部分至所有接地部分之间的安全距离应符合规定值；
 - d) 馈电线的数量、连接质量应符合规定。
- 9.8.4 接触轨应检查下列项目：
- a) 零部件安装应齐全、牢固，不应有超出允许偏差的项目；
 - b) 接触轨安装方式应符合设计要求；
 - c) 连接电缆的数量、连接质量应符合规定。
- 9.8.5 电缆检查项目：
- a) 电缆排列应整齐，标志牌应齐全、清晰；
 - b) 电缆固定、弯曲半径、相关间距应符合要求；
 - c) 电缆中间头、终端头质量应符合要求；
 - d) 接地应正确、可靠；
 - e) 应符合限界的要求。
- 9.8.6 动力与照明应检查下列项目：
- a) 各种支持件固定应牢固、可靠；
 - b) 箱柜安装位置应正确，门扇锁闭装置应良好；
 - c) 接地连接应正确、可靠。
- 9.8.7 电力监控系统应检查下列项目：
- a) 电力监控系统分站、主站机柜安装应垂直，外表面油漆应完整无划痕，柜体应清洁；
 - b) 柜内设备安装应整齐牢固，柜间连线走向应合理、整齐；
 - c) 计算机界面应稳定清晰，通信系统应畅通；
 - d) 设备 72 h 连续运行试验及试运行考核应符合规范规定。
- 9.8.8 竣工验收应符合下列规定：
- a) 项目的文档资料应齐全；
 - b) 所有软、硬件设备型号、配置、数量和技术参数均应满足项目合同等技术文件的要求。
- 9.8.9 工程竣工验收应提供下列资料：
- a) 原材料和设备的合格证及技术文件；
 - b) 设备及备品备件清单；
 - c) 图纸会审记录、设计变更或洽商记录；
 - d) 各种测试记录；
 - e) 隐蔽工程施工及验收记录；
 - f) 专项试验报告；
 - g) 测试与调试记录；
 - h) 试运行及系统调试记录；
 - i) 设备缺陷处理记录；
 - j) 质量评定记录；

- k) 竣工工程清单;
- l) 竣工图。

10 交通信号及交通安全工程

10.1 运营调度管理系统

10.1.1 一般规定

10.1.1.1 工程实施前应做好与土建、装修、供电、通信、轨道、车辆等相关专业的接口确认和工序交接。

10.1.1.2 运营调度管理系统工程应按 GB 50300 中相关规定进行施工质量控制外,尚应符合下列规定:

- a) 工程施工应执行设计文件;
- b) 工程采用的材料、构配件和设备应进行进场检验,不合格者不应用于工程;
- c) 凡涉及结构安全和使用功能的,应进行见证、取样检测或平行检验。

10.1.1.3 城市轨道交通信号工程质量验收应符合下列规定:

- a) 质量验收应在自检合格的基础上进行;
- b) 检验批的质量应按项目验收;
- c) 对涉及安全、节能、环境保护和主要功能的试块、试件及材料,应进行见证检验;
- d) 隐蔽工程在隐蔽前应进行验收,并形成验收文件,验收合格后方可继续施工;
- e) 对涉及安全、节能、环境保护和使用功能的分部工程,应在验收前进行抽样检验;
- f) 工程的观感质量应进行现场检查,参建各方应共同确认;
- g) 工程质量检验检测所用的仪器仪表应检定或校准合格,并应在有效期内。

10.1.1.4 在城市轨道交通信号工程中,凡有轨旁设备安装侵入设备限界或车载设备安装超出车辆限界的,不应通过验收。

10.1.2 光电缆线路

10.1.2.1 一般规定

10.1.2.1.1 光电缆线路验收应包括支架线槽安装、光电缆敷设、光电缆防护、光电缆接续及箱体安装等的内容。

10.1.2.1.2 光电缆线路施工前应按施工图对光电缆径路进行现场定测。定测结果应作为施工的依据。

10.1.2.1.3 光电缆的接续、测试人员应经过专业培训,考核合格后应持证上岗。

10.1.2.2 支架、线槽安装

10.1.2.2.1 光电缆的支架、线槽及附件进场时应进行检查,其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.2.2.2 支架、线槽的安装位置、安装方式及支架的安装间距应满足设计要求。

10.1.2.2.3 支架不应安装在具有较大振动、热源、腐蚀性滴液及排污沟道的位置,也不应安装在具有高温、高压、腐蚀性、易燃易爆等介质的工艺设备、管道及能移动的构筑物上。

10.1.2.2.4 支架应安装牢固;支架之间应按设计要求电气连接,并应在接地连接处进行防腐处理。

10.1.2.2.5 当金属线槽采用焊接方式连接时,焊接应牢固,内层应平整,不应有变形,焊接处应进行防腐处理;当采用螺栓固定方式连接时,螺栓应紧固。

10.1.2.2.6 金属线槽应接地,线槽接缝处应进行电气连接。

10.1.2.2.7 当支架在带有坡度的隧道内安装时,支架应与隧道的坡度相平行;当支架在带有弧度的隧道壁上安装时,支架应与隧道壁的弧度吻合密贴。

10.1.2.2.8 支架在安装前应经热镀锌等防腐处理。安装用锚栓应垂直于安装面，胀管应全部在面下。当采用预埋槽时，应采用 T 形螺栓连接牢固。

10.1.2.2.9 支架安装应横平竖直、整齐美观；在同一直线段上的支架安装间距应均匀，同层托臂应在同一水平面上。

10.1.2.2.10 线槽安装应横平竖直，并应排列整齐；当垂直排列的线槽拐弯时，其弯曲弧度应一致；线槽与支架连接处应垂直，连接应牢固；槽与槽之间、槽与设备盘箱间、槽与盖之间、盖与盖之间的连接处，应对合严密。

10.1.2.2.11 当采用混凝土线槽时，槽内应光洁，并应无水泥掉块、缺损或钢筋外露现象；当采用金属线槽时，应经热镀锌等防腐处理，切口处应光滑、无卷边、无毛刺。埋设安装的金属线槽接口处应进行防水处理。

10.1.2.3 光电缆敷设

10.1.2.3.1 光电缆进场时应进行检查，其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.2.3.2 光电缆敷设前应进行单盘测试，测试指标应满足设计要求。

10.1.2.3.3 光电缆敷设径路、位置应满足设计要求。经过人防门、防淹门时应满足防灾设计的要求。

10.1.2.3.4 当光电缆直埋时，应符合下列规定：

- a) 两设备间的径路应选择最短或通过障碍物最少；
- b) 土质地带埋设深度不应小于 700 mm，石质地带埋设深度不应小于 500 mm，并均应在冻土层以下；
- c) 电缆沟底应平坦、无石块和杂物，沟内光电缆应自然松弛排列整齐、不交叉；
- d) 当特殊地段需采用电缆槽防护时，槽顶距地面不应小于 200 mm。

10.1.2.3.5 光电缆敷设的弯曲半径应符合下列规定：

- a) 全塑电缆的弯曲半径不应小于电缆外径的 10 倍；
- b) 铠装电缆的弯曲半径不应小于电缆外径的 15 倍；
- c) 光缆的弯曲半径不应小于光缆外径的 15 倍。

10.1.2.3.6 光电缆敷设后外护层不应有破损、变形或扭伤接头处应密封良好。

10.1.2.3.7 光电缆在电缆支架上应分层敷设，并应排列整齐、自然松弛；当同层架设时，不应扭绞、交叉。

10.1.2.3.8 当光电缆在线槽内敷设时，应排列整齐，不应扭绞、交叉及溢出线槽。

10.1.2.3.9 光电缆敷设余留量应符合下列规定：

- a) 引至室内的光电缆余留量不应小于 5 m；
- b) 室外设备端光电缆余留量不应小于 2 m；当光电缆敷设长度小于 20 m 时，余留量不应小于 1 m；
- c) 当光电缆过桥时，在桥两端的余留量不应小于 2 m；
- d) 当光电缆接续时，接续点两端的余留量不应小于 2 m；
- e) 当光电缆经过人防门、防淹门时，应按设计要求进行余留；
- f) 光电缆经过建筑伸缩缝的余量长度不应小于其最大伸缩量。

10.1.2.3.10 干线光电缆径路的下列地点应设置径路标识：

- a) 光电缆的转向处或分支处；
- b) 大于 500 m 的直线中间点；
- c) 通过人防门等障碍物处应标明径路的部位；
- d) 光电缆地下接续处。

10.1.2.4 光电缆防护

10.1.2.4.1 光电缆防护用管槽等器材进场时应进行检查，其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.2.4.2 光电缆线路防护设施的设置地点、设置方式、设置数量应满足设计要求。

10.1.2.4.3 当采用金属管槽作防护时,应经热镀锌等防腐处理。防护用管槽的两端口处应采取保护措施;光电缆引入室内时应采用防火材料封堵。

10.1.2.4.4 当光电缆穿越公路、排水沟时,应使用管槽防护,并应符合下列规定:

- a) 当光电缆通过公路时,防护管槽两端各伸出公路不应小于 500 mm,并应埋于地面 200 mm 及以下,管口应封堵;
- b) 当光电缆穿越排水沟时,应采用金属管槽防护,防护管槽长度应大于排水沟宽度,并应在排水沟两端用管卡直接固定在地面上;
- c) 防护管槽内径不应小于光电缆外径的 1.5 倍。

10.1.2.4.5 当光电缆在地下接续时,地下接头装置应采用线槽进行防护,防护长度不应小于 1 m。

10.1.2.4.6 当光电缆在室外与其他管线、建筑物交叉或平行敷设时,防护应满足设计要求。

10.1.2.4.7 当敷设在地上区间的光电缆不具备抗阳光辐射能力时,应采取防紫外线措施。

10.1.2.5 光电缆接续

10.1.2.5.1 光电缆接续材料进场应进行检查,其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.2.5.2 综合扭绞信号电缆接续A端应与B端相接,相同的芯组内颜色相同的芯线应一一对应相接。

10.1.2.5.3 电缆接续应符合下列规定:

- a) 电缆接续应满足接续工艺要求;
- b) 电缆的地下接头应水平放置,接头两端 300 mm 内不应弯曲;
- c) 当焊接屏蔽连接线及电缆芯线时,不应使用腐蚀性焊剂,焊接应牢固。

10.1.2.5.4 电缆在穿越公路及道口时,其距公路和道口的边缘 2 m 内的地方不应进行地下接续;在距热力、煤气、燃料管道小于 2 m 范围内不应进行地下接续。

10.1.2.5.5 光缆接续、引入成端、光缆线路测试的检验项目及质量要求、检验数量、检验方法,应按 GB 50382 的规定执行。

10.1.2.5.6 当相同芯线数的电缆接续时,备用芯线应连通。

10.1.2.5.7 接头装置宜按设计要求进行编号。

10.1.3 箱盒安装

10.1.3.1 箱盒进场后应进行检查,其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.3.2 箱盒的安装位置、安装高度及距线路中心的距离应满足设计要求。

10.1.3.3 电缆引入箱盒应做成端,并应符合下列规定:

- a) 电缆外护套和引入孔之间应进行密封处理;
- b) 电缆的钢带、铝护套应连通;
- c) 金属芯线根部不应有损伤;对外露金属芯线、端子和根部以下的护层应进行绝缘保护;
- d) 电缆成端后应保持电缆芯组的自然排序,并应避免芯线混乱;
- e) 电缆引入成端后应灌注绝缘胶固定,胶面应高于金属屏蔽层。

10.1.3.4 箱盒内电缆配线应符合下列规定:

- a) 引入箱盒内的电缆应在端子上与其他电缆或设备软电线进行连接,每根芯线应留有能做 2 次~3 次线环的余量,备用芯线应预留至最远程端子进行配线连接的长度;
- b) 当采用柱型端子接线时,芯线线环应按顺时针绕制,线环间及线环与螺母间应设置垫圈;
- c) 当采用插接型端子配线时,应一孔一线;
- d) 配线应正确,连接应可靠。

10.1.3.5 当箱盒安装在混凝土基础上时,混凝土基础强度及埋设深度应满足设计要求。基础固定螺栓外露部分应采取防锈措施,基础表面应平整光洁,并应无缺边掉角现象。

10.1.3.6 当箱盒采用支架安装方式时,金属基础支架应经热镀锌等防腐处理。

10.1.3.7 箱盒内端子编号应符合下列规定：

- a) 终端电缆盒端子应从基础开始按顺时针方向依次编号；
- b) 所有箱盒配线起始端子应有醒目标注。

10.1.3.8 箱盒内的设备部件应排列整齐，并应固定牢固。备用引接孔应封堵严密。

10.1.3.9 箱盒安装应端正、牢固，箱箱体应无损伤裂纹和锈蚀。箱盒盖应密封，螺栓应紧固、无松动。

10.1.4 路口信号灯安装

10.1.4.1 路口信号灯及其附属设施进场时应进行检查，其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.4.2 路口信号灯的安裝位置、安裝高度、显示方向及灯光配列应满足设计要求。

10.1.4.3 路口信号灯与机柱云台应采用螺栓连接牢固。机柱底板与基础应采用螺栓固定牢固。

10.1.4.4 机柱出线口应采取防水及防导线磨损措施。

10.1.4.5 路口信号灯灯室结构应符合以下的规定：

- a) 各灯室之间不应串光；
- b) 不应有影响显示的斑点和裂纹；
- c) 机构盖关闭应严密，并应无渗漏水现象。

10.1.4.6 路口信号灯组件安装应符合以下的规定：

- a) 组件安装应齐全，并应无破损、裂纹现象；
- b) 连接件应连接正确，紧固件平衡应紧固；
- c) 开口销安装应正确，劈开角度应为 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

10.1.4.7 路口信号灯金属机柱应经热镀锌等防腐处理，并应无锈蚀和裂纹现象。

10.1.5 按钮装置安装

10.1.5.1 按钮装置及配线线缆进场时应进行检查，其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.5.2 紧急停车按钮箱的安装位置、安装高度应满足设计要求；安装在站台上的按钮箱不应妨碍乘客通行。

10.1.5.3 站台关门按钮箱的安装位置、安装高度应满足设计要求；按钮操作应灵活、无卡阻，灯光显示应明亮。

10.1.5.4 按钮装置配线引入管口处应加防护，防护管槽应固定牢固。

10.1.5.5 按钮装置应安装平顺、牢固，各部件组装应完整，箱盘体应无破损、裂纹、脱焊、锈蚀现象。

10.1.6 室内设备

10.1.6.1 一般规定

10.1.6.1.1 室内设备验收应包括机柜安装、走线架线槽安装、电缆引入及安装、操作显示设备安装、大屏设备安装、电源设备安装及室内设备配线等。

10.1.6.1.2 室内设备电气与机械特性、安装的防护设置应满足设计要求。

10.1.6.1.3 信号系统设备用房应满足设计要求，并应符合现行国家有关标准的规定。

10.1.6.2 机柜安装

10.1.6.2.1 设备机柜进场时应进行检查，其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.6.2.2 机房内机柜的平面布置、安装位置、柜面朝向、柜间距应满足设计要求。

10.1.6.2.3 机柜安装应符合下列规定：

- a) 机柜固定方式应满足设计要求，机柜底座与地面固定应平稳、牢固，当机房内铺设防静电地板时，底座应与防静电地板等高；
- b) 机柜安装应横平竖直、端正稳固，倾斜度偏差应小于机柜高度的 1%；同排机柜正面应处于同一平面，底部应处于同一直线；

- c) 除有特定的绝缘隔离、散热、电磁干扰等要求外，机柜应相互紧密靠拢，或采用螺栓连接；
- d) 当机柜间需绝缘隔离时，绝缘装置应安装齐全、无损伤；
- e) 当机柜有抗震要求时，机柜的抗震加固措施应满足设计要求；
- f) 机柜进线孔应封堵。

10.1.6.2.4 机柜内所有设备的紧固件应安装完整、牢固，零配件应无脱落。

10.1.6.2.5 机柜铭牌文字和符号标识应正确、清晰、齐全。

10.1.6.2.6 机柜漆面色调应一致，并应无脱漆现象；机柜金属底座应经热镀锌等防腐处理。

10.1.6.3 走线架、线槽安装

10.1.6.3.1 走线架、线槽及附件进场时应进行检查，其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.6.3.2 走线架、线槽的安装位置、安装方法应满足设计要求。

10.1.6.3.3 走线架、金属线槽应接地，走线架、金属线槽连接处应电气连通。

10.1.6.3.4 走线架、线槽安装应符合下列规定：

- a) 线槽引入口、接缝处宜采取线缆磨损防护措施；
- b) 走线架、线槽安装应平直、稳固。

10.1.6.4 光电缆引入及安装

10.1.6.4.1 当电缆引入信号设备室时不应有硬弯或背扣，电缆的弯曲半径应符合 10.1.2.3.5 的规定。

10.1.6.4.2 分线盘柜上的接线端子排列编号应与施工图纸相符，接线端子上的标识应正确、清晰。

10.1.6.4.3 光缆引入及光配线架检验项目及质量要求、检验数量、检验方法应符合 GB 50382 的规定。

10.1.6.4.4 分线盘应固定牢固。其安装高度应满足设计要求。分线柜安装应符合 10.1.6.2.3 的规定。

10.1.6.4.5 电缆引入孔应采用防火材料封堵。

10.1.6.4.6 引入室内的每条电缆均应进行标识，标识内容应正确、清晰。

10.1.6.4.7 从引入口到分线盘柜的电缆应进行防护。引入电缆应排列整齐，并应分段固定。

10.1.6.5 操作显示设备安装

10.1.6.5.1 操作显示设备进场时应进行检查，其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.6.5.2 操作显示设备安装位置、整体布局应满足设计要求。

10.1.6.5.3 操作显示设备安装应符合下列规定：

- a) 接口连接应符合设计要求，应连接正确、牢靠；
- b) 操作显示设备配线应采用专用电缆，并应有防护措施；
- c) 操作显示设备显示屏图像和字符应清晰，键盘和鼠标应操作灵便，打印机和扫描仪等应安装正确。

10.1.6.5.4 单元控制台安装应符合下列规定：

- a) 控制台表示盘面的布置及表示方式应满足设计要求；
- b) 指示灯应安装正确，并应显示清晰、亮度均匀；
- c) 按钮应动作灵活，接点应通/断可靠；插接件应接触紧密、牢固；
- d) 控制台内部配线应正确，接地应可靠；
- e) 限流装置容量应满足设计要求；报警装置应安装正确、牢固。

10.1.6.5.5 操作显示设备应安装稳固、整齐，安装位置应方便操作。

10.1.6.5.6 单元控制台应安装稳固，紧固零件、门销、加封孔应完整无损。

10.1.6.6 大屏设备安装

10.1.6.6.1 大屏设备进场时应进行检查，其型号、规格、质量应满足设计要求。

- 10.1.6.6.2 大屏设备的安装位置、屏幕配置、安装方式及拼缝误差应满足设计要求。
- 10.1.6.6.3 大屏设备的控制功能、显示模式应满足设计要求。
- 10.1.6.6.4 大屏设备显示屏的分辨率、亮度、清晰度、图像失真、色彩还原、画面稳定无闪烁等显示功能应满足设计要求。
- 10.1.6.6.5 大屏设备与其他系统的接口类型、协议、数据等功能应满足设计要求。
- 10.1.6.6.6 支架、导轨、夹具应安装正确、牢固；连接部件应安装齐全，并应连接紧固、无松动。
- 10.1.6.7 电源设备安装**
- 10.1.6.7.1 电源设备及附件、电源线等进场时应进行检查，其型号、规格、质量应满足设计要求。
- 10.1.6.7.2 电源设备的安装位置、安装方式应满足设计要求。
- 10.1.6.7.3 电源屏的安装应符合下列规定：
- 电源屏排列顺序应满足设计要求；
 - 信号两路电源应经专用防雷箱后再引至信号电源屏，引入电源相序与电源屏的相序、屏与屏之间的相序应一致；
 - 电源屏按钮应动作灵活，开关应通/断可靠；限流装置容量应满足设计要求；电源模块应安装端正、牢固；
 - 电源屏应可靠接地；
 - 指示灯应安装正确，指示灯显示应清晰，亮度应均匀；报警装置应安装齐全、完好。
- 10.1.6.7.4 UPS 安装应符合下列规定：
- 机柜应安装端正、稳固，机柜外壳应可靠接地；
 - 蓄电池配置应满足设计要求，连接线应牢固、极性正确；
 - 蓄电池柜应可靠接地。
- 10.1.6.7.5 电源线布放应符合下列规定：
- 当电源线在防静电地板下布设时，应采用线槽或走线架防护；槽内电源线应布放平直、整齐，槽内底板应清洁，盖板应完好、封盖严密；
 - 当电源线在地沟内布设时，应采用电缆；
 - 当电源线在线槽内布设时，布放应自然顺直，不应扭绞；
 - 当电源线在墙内布设时，宜采用镀锌钢管进行防护；当电源线在墙面布线时，应采用金属管槽防护；管槽在墙面安装应平整、牢固。
- 10.1.6.7.6 电源屏应安装端正、稳固；连接部件应安装齐全、无损伤，并应紧固、无松动。
- 10.1.6.7.7 电源屏配线应连接牢固、无松动，配线两端标识应正确、清晰。
- 10.1.6.7.8 蓄电池应排列整齐，距离应均匀一致。蓄电池正负极应安装绝缘保护盖。
- 10.1.6.8 室内设备配线**
- 10.1.6.8.1 室内设备配线线缆进场时应进行检查，其型号、规格、质量应满足设计要求。
- 10.1.6.8.2 配线线缆布放应符合下列规定：
- 配线线缆不应有中间接头或绝缘破损；
 - 信号线、电源线应分开布放，交流和直流配线应分开绑扎；
 - 配线线缆布放应留有余量，不同用途的载频配线布放方式应满足设计要求；
 - 配线线缆布放弯曲半径应满足线缆最小弯曲半径的要求。
- 10.1.6.8.3 线缆终端连接应符合下列规定：
- 当线缆采用接线端子方式连接时，每个端子上的配线不宜超过两个线头；连接时各线间应采用金属垫片隔开；端子根部螺帽应紧固无松动；配线接头根部应采用塑料套管防护，套管长度应均匀一致；

- b) 当线缆采用焊接方式连接时,不应使用带腐蚀性的焊剂;焊接应牢固,焊点应饱满光滑、无毛刺配线应无脱焊、断股现象;
- c) 当线缆采用压接方式连接时,应使用与芯线截面相适应的专用压线工具;压接时接点片与导线应压接牢固、长度适当,配线应无脱股、断股现象;
- d) 当线缆采用插接方式连接时,应一孔一线,严禁一孔插接多根导线;插接时应采用专用工具操作,多股铜芯线插接前应压接接线帽;
- e) 屏蔽线的屏蔽层应与屏蔽端子连接良好。

10.1.6.8.4 电缆终端应固定在机架上,排列应整齐美观,引出端应标识正确、清晰。

10.1.6.8.5 电缆芯线在连接端子前的扭绞状态应满足设计要求;线头剥切部分芯线不应有伤痕;绕制线环时,线环应按顺时针方向。

10.1.7 防雷及接地

10.1.7.1 一般规定

10.1.7.1.1 防雷及接地验收应包括防雷设施安装和接地装置安装。

10.1.7.1.2 信号设备机房应单独设置电源防雷箱,防雷箱性能应满足设计要求。

10.1.7.1.3 防雷元器件不应影响被防护设备的正常工作。

10.1.7.1.4 信号系统设备的接地应接入综合接地系统。当采用分设接地方式时,应满足设计要求。

10.1.7.2 防雷设施安装

10.1.7.2.1 信号防雷设施进场时应进行检查,其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.7.2.2 防雷设施的安装位置、安装方式应满足设计要求。

10.1.7.2.3 防雷设施的安装应符合下列规定:

- a) 防雷设施与被防护设备之间的连接线路应采用最短路径,不应迂回绕接;
- b) 防雷设施的配线与其他设备配线应分开布放;其他设备配线不应借用防雷设施的配线端子。

10.1.7.2.4 防雷设施应安装牢固、可靠,并应标识正确、清晰。

10.1.7.3 接地装置安装

10.1.7.3.1 接地装置进场时应进行检查,其型号、规格、质量应满足设计要求。

10.1.7.3.2 接地装置的安装位置、安装方式应满足设计要求。

10.1.7.3.3 信号设备室内信号接地箱与综合接地箱之间的接线应连接正确、可靠。当采用综合接地时,接地电阻不应大于 $1\ \Omega$ 。

10.1.7.3.4 分设接地体的埋深不应小于 $0.7\ \text{m}$,距其他设备和建筑物不应小于 $1.5\ \text{m}$ 。分设接地的接地电阻不应大于 $4\ \Omega$ 。

10.1.7.3.5 电力充电区域信号设备防护应符合下列规定:

- a) 当信号干线屏蔽电缆引入室内时,其屏蔽层应接地;
- b) 距接触网带电部分小于 $5\ \text{m}$ 的信号设备,其金属外壳应接地;
- c) 信号设备的金属外缘距回流线的距离应大于 $1\ \text{m}$;当距离不足 $1\ \text{m}$ 时,应加绝缘防护,并不应小于 $0.7\ \text{m}$ 。

10.1.7.3.6 接地体与引接线连接部分应焊接牢固,焊接处应进行防腐处理。

10.1.7.3.7 信号接地体材质应满足设计要求;当设计无要求时,宜采用镀锌钢材、铜板、石墨。

10.1.8 信号优先系统

10.1.8.1 一般规定

10.1.8.1.1 信号优先系统试验范围应包括室内单项试验、室外单项试验和综合试验。

10.1.8.1.2 信号优先系统试验应根据设计提供的进路联锁表确定。

10.1.8.2 室内单项试验

10.1.8.2.1 信号优先系统设备功能试验应满足设计要求。

10.1.8.2.2 电源设备试验应符合下列规定：

- a) 各种电源输出电压应符合设计要求，并应无接地、混电现象；
- b) 自动和手动时的主、副电源切换均应可靠，切换时间和电压稳定度应满足设计要求；
- c) 不间断电源的输出电压、频率、满负荷放电时间及超载性能应满足设计要求；
- d) 电源设备对地绝缘电阻应满足设计要求；
- e) 电源故障报警功能应试验正常；
- f) 密封式铅酸蓄电池的均充电压、浮充电压、端电压均衡性、内阻、容量应满足设计要求。

10.1.8.2.3 信号优先系统试验应符合下列规定：

- a) 列车正常行驶时，路口信号的控制联锁关系应正确，室内控制台应能正确显示路口信号灯的显示状态，且应满足设计要求；
- b) 列车行驶位置的定位应准确，与显示器显示的位置应一致；
- c) 信号优先系统设备的采集单元与采集对象、驱动单元与执行器件的状态应一致。

10.1.8.2.4 信号优先系统设备故障报警信号应及时、准确、可靠。

10.1.8.2.5 各系统的接口测试及功能检验应符合设计要求。

10.1.8.3 室外单项试验

信号机试验应符合下列规定：

- a) 无控制权的路口，灯光色显、显示距离应满足设计要求；
- b) 拥有绝对优先/相对优先控制权的信号机，应能准确进行信号显示的转换控制，转换时间应能满足设备运行的要求，符合设计的规定。

11 通风空调、给排水及消防工程

11.1 通风空调

11.1.1 车站采用分体空调时，安装前应对现场进行核实是否与图纸一致，并且分体空调室内机及冷媒管道等不应设置在电气设备正上方。

11.1.2 其它各项施工要求，应符合 GB 50243—2016 的有关规定。

11.1.3 管道安装过程中，如遇有与其它管道或梁柱相碰的，可根据现场情况作适当调整。

11.2 给水和排水

11.2.1 给水系统

给水系统应符合如下规定：

- a) 给水管道与消防管道的材质、规格、压力等级应满足设计要求，管道的壁厚、防腐、卫生要求等应符合现行产品行业标准的规定，并应有出厂合格证；
- b) 给水管道与市政给水管网连接时，应经主管部门批准，接管处应设置计量表、检修阀门、泄水装置及倒流防止器；
- c) 给水管道的工作压力不应大于产品的允许工作压力；
- d) 给水管道穿过防火墙时应进行防火封堵，并应加设防火套管；穿越楼板时应采取防水措施；

- e) 埋地或设在垫层内的给水管道外壁及附件应作防腐处理；在寒冷及严寒地区应设在地面冰冻线以下；应敷设在冰冻线以上时，给水管道应作保温处理，或在冬季不使用期间将管道内水泄空；
- f) 给水管道采用塑料复合管道时，应符合相关技术要求，管道连接应采用管件连接；室外给水塑料管道不宜露天架空敷设，应露天架空敷设时，应有保温、防晒、防撞等措施；
- g) 阀门型号、规格和性能应符合设计要求和相关施工规范规定，其位置应便于操作；隐蔽安装的阀门，在隐蔽处外面，应设标记；
- h) 站厅、站台公共区设置的冲洗栓箱应采用不锈钢等防腐材料制作，并宜暗装；明装的箱体和接管应平整美观；门锁开闭可靠；
- i) 安装的管道支、吊架位置应正确，安装稳固，安装支架和紧固螺栓应进行防腐处理，防腐宜采用热浸锌，支吊架间距应符合相关规范的规定；
- j) 室外消火栓、水泵接合器应设置永久性固定标识，标识应明显、清晰，并宜采用反光标识；栓口的位置应便于操作；水泵接合器附近不应有障碍物，距最近一个市政消火栓的距离宜为 15 m~40 m。

11.2.2 排水系统

排水系统应符合如下规定：

- a) 排水管道与市政排水管网连接时，应经当地主管部门批准；
- b) 排水管道的材质、规格应满足设计和产品质量标准的要求，管道的壁厚应均匀一致；
- c) 硬聚氯乙烯排水管道及新型排水管道的安装，应根据产品说明书的要求进行，并应符合相应的国家现行规范的规定；
- d) 埋地排水管道安装前应按照施工图的要求，现场核对排水方向、检查井的位置、标高和管道的坡度、管径等是否满足设计要求；
- e) 塑料排水管道应按设计要求及位置设置伸缩节；当无设计要求时，层高不大于 4 m 的污水及通气立管应每层设一个伸缩节；层高大于 4 m 的污水及通气立管应根据伸缩量确定，但伸缩节的间距不应大于 4 m；
- f) 重力排水管道的安装，应按设计要求及相关规范的规定设置坡度；
- g) 排水口或清扫口不宜设在轨道区域内，其他需清掏的排水设施，其清掏口的朝向应便于检修；
- h) 架空敷设的明装生活污水、雨水排水管道，应设卡箍或其他固定件加固安装；
- i) 室内排水管穿越楼层、防火墙、管道井井壁时，应设置阻火装置。

11.2.3 水泵

水泵应符合如下规定：

- a) 水泵的型号、规格、技术参数应符合设计要求和产品性能指标；
- b) 与水泵的连接管道不应以泵体作支撑，并应有防振和减振措施；
- c) 潜水泵的安装位置、方向应符合设计要求，并应易于维修，潜水泵的提升装置宜采用防腐材料，泵体升降应灵活，不应有卡死现象；管道连接应可靠，并易于拆卸；潜水泵电器安装、电缆敷设等应符合相关标准的要求。

11.3 火灾自动报警系统

11.3.1 火灾自动报警系统施工前应具备下列条件：

- a) 设计单位向施工、建设、监理单位明确相应技术要求；
- b) 系统设备、材料及配件齐全并能保证正常施工；
- c) 施工现场及施工中使用的水电气满足正常施工要求。

11.3.2 火灾自动报警系统在交付使用前应经过验收。

11.3.3 设备、材料进场检验应符合下列要求：

- a) 设备、材料及配件进入施工现场应有清单、使用说明书、质量合格证明文件、国家法定质检机构的检验报告等文件。火灾自动报警系统中的强制认证（认可）的产品还应有认证（认可）证书和认证（认可）标识；
- b) 火灾自动报警系统的主要设备应是通过国家认证（认可）的产品。产品名称、型号、规格应与检验报告一致；
- c) 火灾自动报警系统中非国家强制认证（认可）的产品名称、型号、规格应与检验报告一致；
- d) 火灾自动报警系统设备及配件表面应无明显刮痕、毛刺等机械损伤，紧固部位应无松动；
- e) 火灾自动报警系统设备及配件的规格、型号应符合设计要求。

12 车辆基地工程

12.1 一般规定

12.1.1 本章适用于车辆基地工程的施工及验收，未作规定的应按国家现行有关强制性标准执行。

12.1.2 钢结构施工应按下列规定进行质量过程控制：

- a) 原材料及成品进行进场验收；凡涉及安全、功能的原材料及半成品，按相关规定进行复验，并见证取样、送样；
- b) 各工序按施工工艺要求进行质量控制，实行工序检验；
- c) 相关各专业工种之间进行交接检验；
- d) 隐蔽工程在封闭前进行质量验收。

12.1.3 混凝土结构工程施工前，施工单位应对施工现场可能发生的危害、灾害与突发事件制定应急预案。应急预案应进行交底和培训，必要时进行演练。

12.1.4 工程基础施工应满足 GB 50202 的要求，采用柱基础的，还应符合 JGJ 94 的要求。

12.1.5 砌体施工及验收应符合 GB 50203 中有关规定。

12.2 钢结构工程

12.2.1 钢结构施工应按下列规定进行质量过程控制：

- a) 原材料及成品进行现场验收；凡涉及安全、功能的原材料及半成品，按相关规定进行复验，见证取样、送样；
- b) 各工序按施工工艺要求进行质量控制，实行工序检验；
- c) 相关各专业工种之间进行交接检验；
- d) 隐藏工程在封闭前进行质量验收。

12.2.2 钢结构施工应按下列规定进行质量过程控制：

- a) 碳素结构钢应在焊缝冷却到环境温度、低合金结构钢应在完成焊接 24 h 以后，进行焊缝探伤检验；
- b) 焊缝施焊后应在工艺规定的位置打上焊工钢印；
- c) 焊工应经考试合格并取得合格证书。持证焊工应在其考试合格项目及其认可范围内施焊；
- d) 设计要求全焊透的一、二级焊缝应采用超声波探伤进行内部缺陷的检验，超声波探伤不能对缺陷作出判断时，应采用射线探伤，其内部缺陷分级及探伤方法应符合 GB/T 11345 的规定。

13 竣工验收

13.1 一般规定

专项工程施工质量验收应按相关主管部门要求执行。

13.2 工程竣工验收

13.2.1 工程质量验收划分

13.2.1.1 工程质量验收应按分项工程验收、分部工程验收、单位工程验收和竣（交）工验收的顺序分段进行，未进行前一段验收或前一阶段验收不合格时，不应进行最后一阶段的验收。

13.2.1.2 单位工程应下列原则划分：

- a) 具备独立施工条件并能形成独立使用功能的建筑物或构筑物为一个单位工程；
- b) 对于规模较大的单位工程，可将其能形成独立使用功能的部分划分为一个子单位工程。

13.2.1.3 分部工程应按下列原则划分：

- a) 可按专业性质、工程部位确定；
- b) 当分部工程较大或较复杂时，可按材料种类、施工特点、施工程序、专业系统及类别将分部工程划分为若干子分部工程。

13.2.1.4 分项工程可按主要工种、材料、施工工艺、设备类别进行划分。

13.2.1.5 检验批可根据施工、质量控制和专业验收的需要，按工程数量、施工段进行划分。

13.2.1.6 施工前，应由施工单位制定分项工程和检验批的划分方案，并由监理单位审核。

13.2.2 工程竣（交）工验收条件

工程竣（交）工验收应具备以下条件：

- a) 合同约定的各项工程内容已经完成，并具有独立使用价值、能够独立交付使用；
- b) 施工单位按相关规定的要求对工程质量自检合格；
- c) 监理工程师对工程质量的评定合格；
- d) 质量监督机构对工程质量进行检测，并给出具体检测意见；
- e) 竣工文件中监理资料、施工资料和新技术资料已按相关规定编制完成；
- f) 对需要进行档案、环保等单项验收的项目，已经有关部门验收合格；
- g) 各参建单位已按政府相关主管部门规定的内容完成各自的工作报告；
- h) 质量监督机构已按政府相关主管部门规定的工程质量鉴定办法对工程质量检测鉴定合格，并形成工程质量鉴定报告；
- i) 工程符合竣工验收条件后，项目法人应按照项目管理权限及时向政府相关主管部门申请验收。政府相关主管部门应当自收到申请之日起 30 日内，对申请人递交的材料进行审查，对不符合竣工验收条件的，应当及时退回并告知理由；对于符合验收条件的，应自收到申请文件之日起 3 个月内组织竣工验收。

13.2.3 工程竣工验收内容

工程竣工验收主要内容如下：

- a) 成立竣工验收委员会；
- b) 听取建设单位、设计单位、施工单位、监理单位的工作报告；
- c) 听取质量监督机构的工作报告及工程质量监督报告；
- d) 检查工程实体质量、审查有关资料；
- e) 按政府相关主管部门规定的办法对工程质量进行评分，并确定工程质量等级；
- f) 按政府相关主管部门规定的办法对参建单位进行综合评价；
- g) 对建设项目进行综合评价，形成并通过竣工验收鉴定书。

湖南省地方标准

《智能轨道快运系统施工及验收规范》（征求意见稿）

编制说明

一、项目背景

智能轨道快运系统（简称“智轨”）是中车株洲电力机车研究所有限公司（简称“中车株洲所”）自主研发、全球首创的同时兼顾了运能与成本的新型中低运量轨道交通系统。智轨是由具备“主动防护”功能的智能轨道快运电车（简称“智轨电车”），通过“自主导向”在“路径感知”的“虚拟轨道”上运营，并融合“智能运控”实现的安全、高效、绿色的中低运量轨道交通系统。

2014 年至今，围绕智轨相关技术及应用已申请了《胶轮低地板智能轨道电车》等诸多专利。2017 年，智轨获得了湖南省科技重大专项《智能轨道快运系统（ART）装备研制及应用示范》支持。相较于其它城市轨道交通系统，智轨具有“工程造价低、建设周期短、运营灵活性好”等优点，具有广泛的市场前景。

智轨自 2017 年 6 月发布以来，获得了国内外广泛的关注和高度的赞誉，并已快速实现了商业化落地应用。截至 2019 年底，已有超过 280 个批次的国内外城市前来中车株洲所考察及洽谈合作智轨，目前，已选择并落地应用智轨的城市有湖南株洲（首批规划 12km，已建一期工程 3.05km）、江西永修（已建 5km）、四川宜宾（总体规划愈 150km，已建一期工程 17.7km），其他表示有强烈意愿引入智轨的数十个城市也在紧锣密鼓地推进相关落地应用手续。

鉴于智轨的诸多特点和优点，现已逐步得到越来越多城市的青睐，基于已经落地应用的几个城市实践检验和总结提升，也获得了宝贵的经验和实际积累。同时，鉴于智轨是跨界创新的新型产品，目前国内外均无完全一致的交通运输系统，更无对应的设计、施工及验收规范和成熟标准。这也让城市交通管理及设计、施工及验收无据可依，给智轨的持续广泛应用、推广和管理带来不便。

因此，亟需针对智能轨道快运系统制定较大范围内适用的标准，为各相关城市的智轨落地应用提供标准支撑，为智轨的相关设计单位、建设施工单位、系统供应商及最终用户等单位提供统一的参考依据，促进新型中低运量轨道交通系统（智轨）又快又稳又好地发展，为城市交通立体化、多元化、智能化发展贡献更大的力量。

二、工作简况

（一）任务来源

根据“湘市监办字[2019]59号 湖南省市场监督管理局关于发布2019年度第1批地方标准制修订项目计划的通知”，本标准由全国牵引电气设备与系统技术标准化技术委员会归口，中车株洲电力机车研究所有限公司负责起草。

（二）协作单位

根据本标准涉及的专业技术领域及综合需要，除中车株洲电力机车研究所有限公司作为申报单位负责起草外，有以下联合、协作起草单位：

- 1) 四川川南轨道交通运营有限公司；
- 2) 中铁第四勘察设计院集团有限公司；
- 3) 中铁七局集团电务工程有限公司；
- 4) 苏州高新有轨电车有限公司运营分公司。

（三）主要工作过程

1) 成立标准起草工作组

基于“湘市监办字[2019]59号 湖南省市场监督管理局关于发布2019年度第1批地方标准制修订项目计划的通知”，结合前期已有工作基础，中车株洲电力机车研究所有限公司快速组织四川川南轨道交通运营有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁七局集团电务工程有限公司、苏州高新有轨电车有限公司运营分公司等单位成立了标准起草工作组，并制定了工作计划。

2) 技术调研及标准起草

2019年4-5月，标准起草工作组对智能轨道快运系统进行了相关技术调研，并广泛收集整理现行国内外相关标准，研究、制定出一系列智能轨道快运系统（工程）施工及验收需考虑的要素和技术指标项。

2019年6月，标准起草工作组结合智能轨道快运系统工程应用实际经验，以及技术框架需要，编制形成了智能轨道快运系统施工及验收规范大纲初稿。

2019年7月，中车株洲所组织各参编单位代表于湖南株洲召开本标准的工作组启动会暨标准大纲研讨会。

2019年8月，中车株洲所收集汇总各参编单位分工范围内的标准文本草案，

并对草案进行汇总、整合，形成标准初稿。

3) 第一次工作组研讨暨内部评审会及标准草案修订

(1) 2019年9月，中车株洲所组织各参编单位代表于四川宜宾召开本标准第一次工作组研讨暨内部评审会，对标准草案进行了广泛交流和研讨，并综合各专业方向意见及建议，提出了相应修改意见。

2019年10月，各参编单位根据“第一次工作组研讨暨内部评审会”修改意见进行对应章节修订，并由中车株洲所统一汇总整理、统稿。

2019年11-12月，中车株洲所将统稿后的标准文稿以邮件方式反馈给各参编单位校核、确认，并补充反馈相关意见或建议。

4) 第二次工作组研讨暨内部评审会及标准修订

2020年1月，中车株洲所组织中铁第四勘察设计院集团有限公司、四川川南轨道交通运营有限公司相关代表于四川宜宾召开本标准第二次工作组研讨暨内部评审会，本次会议重点研讨《智能轨道快运系统施工及验收规范》和《智能轨道快运系统设计规范》两项标准的匹配性和一致性，以及再次针对标准行文方式和重点突出等方面进行了磋商，并提出了相应修改意见。

2020年2月，工作组根据“第二次工作组研讨暨内部评审会”修改意见进行了相应修订，由中车株洲所统一汇总整理、修改，并将完善后的标准文本再次反馈给各参编单位校核、确认，现已形成征求意见稿。

(四) 主起草人及其工作

标准起草工作组简况如下表：

序号	姓名	单位	职务	联系方式	分工
1	肖磊	中车株洲电力机车研究有限公司	副总工程师兼技术中心主任	18670821320	起草标准
2	蒋小晴	中车株洲电力机车研究有限公司	系统技术部部长	18173173887	起草标准
3	栗爱军	中车株洲电力机车研究有限公司	技术中心副主任	13873369611	起草标准
4	李文波	中车株洲电力机车研究有限公司	技术管理部部长	17707335075	起草标准

5	吴雄韬	中车株洲电力机车研究有限公司	系统工程师	13667388091	起草标准
6	张木生	中车株洲电力机车研究有限公司	标准化工程师	13469028551	起草标准
7	杨晓宇	中铁第四勘察设计院集团有限公司	总工程师	13971627206	起草标准
8	韩浩	中铁第四勘察设计院集团有限公司	系统工程师	17625648040	起草标准
9	李永飞	中铁第四勘察设计院集团有限公司	系统工程师	17625809719	起草标准
10	周天宏	四川川南轨道交通运营有限公司	总工程师	15610191555	起草标准
11	詹崇树	四川川南轨道交通运营有限公司	运管管理部部长	13700987504	起草标准
12	张陈林	中车株洲电力机车研究有限公司	车辆总体部部长	18573329185	标准支持
13	杨勇	中车株洲电力机车研究有限公司	技术中心副主任	18073352825	标准支持
14	谢斌	中车株洲电力机车研究有限公司	技术中心副主任	18507331949	标准支持
15	欧英	中车株洲电力机车研究有限公司	标准化工程师	17352772627	标准支持
16	汤峰	中铁七局集团电务工程有限公司	技术中心主任	18649363811	标准支持
17	孟沛然	苏州高新有轨电车集团有限公司	质量部部长	13812792349	标准支持
18	倪玉行	苏州高新有轨电车集团有限公司	调度部部长	15996245819	标准支持

三、标准编制原则及标准主要内容的依据

(一) 编制原则

- 1) 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1-2009 要求。

- 2) 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性规则要求。
- 3) 标准技术内容安全可靠、科学先进、节能环保、经济适用、成熟稳定。
- 4) 标准实施后有利于提高智能轨道快运系统（工程）施工及验收质量、保证运输安全，符合城市交通运输行业发展需求。

（二）标准主要内容的依据

本标准主要参考的相关标准有：

- 1) GB 175 通用硅酸盐水泥
- 2) GB/T 1499.1—2017 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋
- 3) GB/T 1499.2—2018 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋
- 4) GB/T 3956 电缆的导体
- 5) GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
- 6) GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条 GB/T 5293 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- 7) GB/T 5313—2010 厚度方向性能钢板
- 8) GB 5768 道路交通标志和标线（所有部分）
- 9) GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法
- 10) GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
- 11) GB/T 8923.1—2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- 12) GB/T 11345 焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定
- 13) GB/T 14957 熔化焊用钢丝
- 14) GB/T 19826 电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求
- 15) GB/T 20041（所有部分） 电气安装用导管系统
- 16) GB/T 20907 城市轨道交通自动售检票系统技术条件
- 17) GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料
- 18) GB/T 25177 混凝土用再生粗骨料
- 19) GB/T 27930 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议

- 20) GB 50010 混凝土结构设计规范
- 21) GB 50057 建筑物防雷设计规范
- 22) GB 50092—96 沥青路面施工及验收规范
- 23) GB 50119—2013 混凝土外加剂应用技术规范
- 24) GB/T 50123 土工试验方法标准
- 25) GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
- 26) GB 50171 电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范
- 27) GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准
- 28) GB 50203 砌体结构工程施工质量验收规范
- 29) GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- 30) GB 50205—2001 钢结构工程施工质量验收规范
- 31) GB 50243—2016 通风与空调工程施工质量验收规范
- 32) GB 50299 地下铁道工程施工质量验收标准
- 33) GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- 34) GB 50382 城市轨道交通通信工程质量验收规范
- 35) GB 50446 盾构法隧道施工及验收规范
- 36) GB 50575 1kV 及以下配线工程施工与验收规范
- 37) GB 50624—2011 住宅区和住宅建筑内通信设施工程验收规范
- 38) GB 50661 钢结构焊接规范
- 39) CJJ 1—2008 城市道路工程施工与质量验收规范
- 40) CJJ 2—2008 城市桥梁工程施工与质量验收规范
- 41) CJJ 169 城镇道路路面设计规范
- 42) CJJ 221—2015 城市地下道路工程设计规范
- 43) DL/T 995 继电保护和电网安全自动装置检验规程
- 44) JGJ 18—2012 钢筋焊接及验收规程
- 45) JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
- 46) JGJ 79—2012 建筑地基处理技术规范
- 47) JGJ 94 建筑桩基技术规范
- 48) JGJ 107 钢筋机械连接技术规程

- 49) JGJ 206 海沙混凝土应用技术规范
- 50) JTG D50 公路沥青路面设计规范
- 51) JTG B01—2014 公路工程技术标准
- 52) JT/T 280—2004 路面标线涂料
- 53) NB/T 33001 电动汽车非车载传导式充电机技术条件

(2) 标准主要编制内容

- 1) 本标准规定了智能轨道快运系统的路基路面、桥梁、隧道、涵洞、车站、系统装备、车辆基地等工程施工及验收的基本要求。标准适用于智能轨道快运系统新建、改建或扩建智能轨道快运系统工程的施工及验收。
- 2) 标准的规范性引用文件主要参考了国家标准、城市建设标准、行业标准。
- 3) 从智能轨道快运系统的特点及实际（专业）技术出发，本标准中重点考虑并提出针智能轨道快运系统的施工及验收相关要求，如详细描述了虚拟轨道工程、车站工程、交通信号及交通安全工程、车辆基地工程等的施工要求及验收标准；本标准中对道路、桥梁、涵洞、隧道等内容应进行适应性匹配和精简，对于一般性设计要求引用了已有现成标准，如 CJJ 1—2008、CJJ 2—2008 等。
- 4) 标准中对智能轨道快运系统整体工程上的施工及验收考虑了如下相关内容：施工的组织管理、施工界面划分、施工质量验收的划分、质量验收管理等。

四、主要试验（验证）分析报告、技术经济影响论证情况

（一）编制本标准的意义

智能轨道快运系统属跨界创新的新兴事物，其相应的标准体系几乎是空白，为了健康有序发展多元化的城市轨道交通体系，应搭建智轨标准体系，并与整个城市轨道交通标准体系无缝衔接、共同发展。

目前国内外均无完全一致的城市轨道交通运输系统，更无对应的技术规范和成熟标准。智能轨道快运系统施工及验收规范可为智能轨道快运系统的施工及验收方面提供依据。本标准编制结合了智能轨道快运系统施工及验收的基本要求、路基路面工程、桥涵及隧道工程、车站工程、虚拟轨道工程、机电设备工程、交通信号及交通安全工程、通风空调、给排水及消防工程、车辆基地工程和竣工验

收等方面应达到的相关要求，主要参考了有轨电车交通相关规范标准。

（二）智能轨道快运系统技术可靠性、先进性和经济合理性

（1）技术可靠性

智轨是中车株洲所自主研发、全球首创的同时兼顾了运能与成本的新型中低运量轨道交通系统。

自 2010 年中车株洲所公司内部立项研发智轨以来，已陆续完成了智轨原理研究、原型开发、样机试制、工程化应用和示范线运行考核等系列工作。

智轨自 2017 年 6 月发布以来，获得了国内外广泛的关注和高度的赞誉，并已快速实现了商业化落地应用。截至 2019 年底，已有超过 280 个批次的国内外城市前来中车株洲所考察及洽谈合作智轨，目前，已选择并落地应用智轨的城市有湖南株洲（首批规划 12km，已建一期工程 3.05km）、江西永修（已建 5km）、四川宜宾（总体规划愈 150km，已建一期工程 17.7km），其他表示有强烈意愿引入智轨的数十个城市也在紧锣密鼓地推进相关落地应用手续。

鉴于智轨是跨界创新的新事物，目前国内外均无对应的技术规范和成熟标准。在标准方面，中车株洲所也积极同步研究并搭建了智轨的相应标准体系框架，且已形成多项对应企业标准。基于以上既有基础和积累，建立智轨湖南省相应的地方标准是可行的。

智能轨道快运系统关键技术、整体工程设计、施工及验收已具备了一定的研究深度，车辆运行的可靠性、安全性有成熟的技术团队开展研究，（工程）设计单位、施工单位的多个实际工程项目应用实践及其多年的积淀和技术团队，在该标准的编制过程中能提供持续的技术支撑。

（2）先进性

智能轨道快运系统具有投资成本小、建设工期短，决策风险低、对城市发展适应性强、灵活性高，低碳环保、美观时尚等特点。

1、虚拟轨道、路径感应、自动循迹

系统的智能导向技术，通过多轴转向系统实现轨迹跟随控制，确保车辆按路面虚拟轨道标识线行驶，转弯半径小、运营灵活。

2、运营灵活、适应性高

无需铺设钢轨，可采用共享路权方式，运营线布置灵活；发生交通拥堵或事

故时，可以绕道行驶，调度灵活；转弯半径小，双向行驶，可以在老城区相对狭窄的道路运行。

3、爬坡度提升

车辆采用胶轮承载驱动，最大爬坡度可达 10%，高于有轨电车的 6%，具有天然的优势，可适用于隧道、高架匝道等坡度较大的道路。

4、投资成本小

智能轨道快运系统整体建设投资小、负担轻，仅为有轨电车的三分之一，运维成本小，仅略高于常规公交运维成本。

5、智能轨道快运系统还具有以下特点：建设施工低碳绿色，环境友好，不扰民，不封路，无需拆迁、无需建设轨道梁，土建施工仅占 30%；线路和运营变更调整灵活，完美适应城市快速发展；充分利用已有道路，完整保留绿水青山。

(3) 经济合理性

1、资金成本投入低

智能轨道快运系统投资成本仅为有轨电车的三分之一；无需铺设钢轨，对道路破坏性小；整车重量小，单轴承载低；可借助现有的道路交通管理系统，在运输道路上的信号系统无需大批量、大投入的改造；运营成本较少，无需进行轨道维护；维修站场小，可公用，无需场地固定投入；无需转向架维护。

2、基础建设周期短

以绘制地面标志线代替钢轨铺设，施工周期短；可借用城市现有道路运营，缩短了道路规划、拆迁和建设周期。从已有的工程化落地智轨项目来看，其建设周期通常情况下不超过 1 年，相较传统轨道交通而言，具备无可比拟的优势。

五、国内外现行相关法律、法规和标准的情况

1) 本标准符合国家法律法规要求。

2) 与相关国际标准的关系：无

3) 与国内相关标准间的关系：智轨是跨界创新的科技结晶，没有现成的既有标准可以直接引用。基于智能轨道快运系统的特点，结合国内城市轨道交通系统与道路交通系统相关的标准，进行了适当借鉴和参考。如：标准中在道路和桥梁方面本标准主要参考和引用了 CJJ 1—2008 《城市道路工程施工与质量验收规范》和 CJJ 2 《城市桥梁工程施工与质量验收规范》；标准中在虚拟轨道工程

方面参考了 JT/T 280—2004 《路面标线涂料》和 GB 5768 《道路交通标志和标线》等。

六、重大意见分歧及处理结果

无重大分歧。

七、实施地方标准要求和措施建议

建议在智能轨道快运系统的招投标、施工及验收等过程中采用本标准。

标准编写组
2020年3月1日