

悬挂式单轨交通
第1部分：技术标准

Suspended monorail transit—
Part 1: Technical standards

2024-12-31 发布

2025-04-30 实施

湖北省住房和城乡建设厅
湖北省市场监督管理局

联合发布

目 次

前言	V
引言	VII
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	3
4 基本规定	4
5 运营组织与管理	4
5.1 一般规定	4
5.2 系统运能	5
5.3 行车组织	5
5.4 运营配线	6
5.5 运营管理	6
6 车辆与限界	6
6.1 车辆	7
6.2 限界	11
7 勘察与测量	13
7.1 勘察	13
7.2 测量	13
8 线路与区间梁桥	17
8.1 线路	17
8.2 道岔与车挡	21
8.3 轨道梁桥	23
9 供电	27
9.1 一般规定	27
9.2 变电所	28
9.3 牵引网	29
9.4 电缆	30
9.5 动力与照明	30
9.6 车载储能充电系统	31
9.7 综合接地	31
10 通信	32
10.1 一般规定	32
10.2 传输系统	32
10.3 公务电话系统	33
10.4 专用电话系统	33

10.5 无线通信系统	33
10.6 广播系统	34
10.7 视频监视系统	34
10.8 乘客信息系统	34
10.9 时钟系统	35
10.10 集中告警系统	35
10.11 办公自动化系统	35
10.12 电源系统及接地	36
10.13 通信设备用房技术要求	36
11 信号	36
11.1 一般规定	36
11.2 列车自动控制系统	37
11.3 列车自动监控(ATS)系统	38
11.4 列车自动防护(ATP)系统	39
11.5 列车自动运行(ATO)系统	40
11.6 数据通信(DCS)系统	41
11.7 维护管理(MMS)系统	41
11.8 信号系统供电	41
11.9 防雷、电磁兼容与防护	42
11.10 其他	42
12 站场	43
12.1 车站建筑	43
12.2 车站结构	46
12.3 车辆基地	48
12.4 自动售检票系统	53
12.5 车站其他机电设备	56
13 通风、空调与给排水	58
13.1 通风、空调	58
13.2 给水与排水	60
14 综合监控	63
14.1 综合监控系统	63
14.2 电力监控系统	65
14.3 环境与设备监控系统	67
14.4 火灾自动报警系统	68
14.5 门禁系统	69
15 运营控制中心	70
15.1 一般规定	70
15.2 功能分区与总体布置	70
15.3 建筑与装修	71
15.4 布线	72
15.5 供电、防雷与接地	72
15.6 照明与应急照明	72
15.7 通风、空调与供暖	72

15.8 消防与安全	73
16 安全、节能与环保	73
16.1 防灾与救援	73
16.2 节能	78
16.3 环境保护	81
17 工程验收	83
17.1 一般规定	83
17.2 检验批验收	83
17.3 分项工程验收	84
17.4 分部工程验收	84
17.5 单位工程验收	84
17.6 项目工程验收	84
17.7 专项验收	85
17.8 竣工验收	85
17.9 其他	86
18 联调联试	86
18.1 一般规定	86
18.2 前置条件	86
18.3 系统功能检验	88
18.4 试运行	90
19 运营设备维护与检修	90
19.1 基本要求	90
19.2 设备维修规程及作业程序制定	91
19.3 设备运行监测与调试	91
19.4 维修计划与实施要求	92
19.5 维修人员管理	92
19.6 维修物资管理	92
19.7 维修工具和仪器仪表管理	93
19.8 维修备品备件及周转件管理	93
19.9 维修记录要求与标准	93
19.10 设备维修技术指标	94
19.11 设备维修（施工）管理	94
19.12 维修（施工）环境保护及职业健康管理	94
19.13 维修质量控制与考核	94
20 标准实施及评价	94
附录 A（资料性） 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表	96

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是DB42/T 2340《悬挂式单轨交通》的第1部分。DB42/T 2340已经发布以下部分：

——第1部分：技术标准；

——第2部分：设计标准。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：中铁科工集团有限公司、中铁工程机械研究设计院有限公司、中铁第四勘察设计院有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、中铁开发投资集团有限公司、中铁第六勘察设计院有限公司、西南交通大学、中南大学、中铁武汉勘察设计院有限公司、武汉光谷交通建设有限公司、中铁上海工程局集团有限公司、中铁一局集团有限公司、中铁山桥集团有限公司、中铁宝桥集团有限公司、上海富欣智能交通控制有限公司、武汉铁路职业技术学院。

本文件主要起草人：盛宝安、刘继平、王光欣、王英琳、熊朝辉、刘俊、夏金选、李黎、朱涛、许平、周小华、陈旭阳、李龙、肖宇松、万兴权、李育朝、孙海全、康晓锋、李广斌、李伟、张坤、李玮、赵强、王洪刚、陈舸、徐文龙、肖守讷、刘亚剑、喻小平、黄威、周亮、罗聪、葛钰、欧成章、邬平波、卢永刚、王安军、周发扬、徐超、陈荣顺。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-68873088，邮箱：bkc@hbszjt.net.cn。对本文件的有关修改意见建议请反馈至中铁科工集团有限公司，联系电话027-86813056，邮箱：ztkg001@crecg.com。

引 言

悬挂式单轨在我国属于新系统，该系统以其占地少、交通环境影响小、建造快、景观效果好等优点备受青睐，具有广阔的应用前景。为了保证悬挂式单轨项目的有序开展，提高悬挂式单轨项目的设计建造水平，促进悬挂式单轨行业的高质量发展，有必要对悬挂式单轨交通相关技术标准进行统一规定。DB42/T 2340《悬挂式单轨交通》在认真总结实践项目经验、开展多项技术研究及广泛征求意见的基础上，编制形成了标准成果。其是指导我国悬挂式单轨交通项目建设的标准，旨在确立悬挂式单轨交通技术、设计、施工质量验收工作的标准，拟由三个部分构成。

- 第1部分：技术标准。目的在于确立悬挂式单轨交通的总体原则。
- 第2部分：设计标准。目的在于确立悬挂式单轨交通的具体设计标准。
- 第3部分：施工质量验收标准。目的在于确立悬挂式单轨交通的具体施工质量验收标准。

悬挂式单轨交通

第1部分：技术标准

1 范围

本文件规定了悬挂式单轨交通的基本规定，运营组织与管理，车辆与限界，勘查与测量，线路与区间梁桥，供电，通信，信号，站场，通风、空调与给排水，综合监控，运营控制中心，安全、节能与环保，工程验收，联调联试，运营设备维护与检修。

本文件适用于新建低运量，以高架敷设方式为主，最高运行速度不超过60km/h的悬挂式单轨交通工程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 3096 声环境质量标准
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB/T 7588.1 电梯制造与安装安全规范 第1部分：乘客电梯和载货电梯
- GB 8702 电磁环境控制限值
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 10070 城市区域环境振动标准
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
- GB/T 12758 城市轨道交通信号系统通用技术条件
- GB 13271 锅炉大气污染物排放标准
- GB 13495.1 消防安全标志 第1部分：标志
- GB/T 14227 城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法
- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- GB 14892 城市轨道交通列车噪声限值和测量方法
- GB/T 14894 城市轨道交通车辆 组装后的检查与试验规则
- GB 15763.2 建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB 16899 自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 18091 玻璃幕墙光热性能
- GB 18483 食业油烟排放标准
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB/T 21562（所有部分） 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例
- GB/T 24338.4 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分：机车车辆 设备
- GB/T 28808 轨道交通 通信、信号和处理系统 控制和防护系统软件

- GB/T 28809 轨道交通 通信、信号和处理系统 信号用安全相关电子系统
GB/T 31523.1 安全信息标识系统 第1部分：标志
GB 50009 建筑结构荷载规范
GB 50010 混凝土结构设计标准
GB 50013 室外给水设计标准
GB 50014 室外排水设计标准
GB 50015 建筑给水排水设计标准
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50017 钢结构设计标准
GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB/T 50034 建筑照明设计标准
GB 50054 低压配电设计规范
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB/T 50063 电力装置电测量仪表装置设计规范
GB/T 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范
GB/T 50087 工业企业噪声控制设计规范
GB 50111 铁路工程抗震设计规范
GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准
GB 50157 地铁设计规范
GB 50174 数据中心设计规范
GB 50189 公共建筑节能设计标准
GB 50203 砌体工程施工质量验收规范
GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
GB 50210 建筑装饰装修工程质量验收标准
GB 50222 建筑内部装修设计防火规范
GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范
GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
GB 50307 城市轨道交通岩土工程勘察规范
GB/T 50308 城市轨道交通工程测量规范
GB 50310 电梯工程施工质量验收规范
GB 50325 民用建筑工程室内环境污染控制标准
GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB 50382 城市轨道交通通信工程质量验收规范
GB/T 50458 跨座式单轨交通设计标准
GB 50555 民用建筑节水设计标准
GB 50614 跨座式单轨交通施工及验收规范
GB 50642 无障碍设施施工验收及维护规范
GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB 50738 通风与空调工程施工规范
GB 50763 无障碍设计规范

- GB 50909 城市轨道交通结构抗震设计规范
 GB 50911 城市轨道交通工程监测技术规范
 GB/T 51234 城市轨道交通桥梁设计规范
 GB 51245 工业建筑节能设计统一标准
 GB 51251 建筑防烟排烟系统技术标准
 GB/T 51293 城市轨道交通给水排水系统技术标准
 GB 55033 城市轨道交通工程项目规范
 CJ/T 164 节水型生活用水器具
 CJ/T 236 城市轨道交通站台屏蔽门
 CJ/T 354 城市轨道交通车辆空调、采暖及通风装置技术条件
 CJJ/T 73 卫星定位城市测量技术标准
 CJJ/T 96 地铁限界标准
 CJJ 183 城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范
 JGJ 107 钢筋机械连接技术规程
 TB/T 3548 机车车辆强度设计及试验鉴定规范 总则
 TB/T 3550.1 机车车辆强度设计及试验鉴定规范 车体 第1部分：客车车体
 TB 10002 铁路桥涵设计规范
 TB 10003 铁路隧道设计规范
 TB 10005 铁路混凝土结构耐久性设计规范
 TB 10093 铁路桥涵地基和基础设计规范
 YD 5076 固定电话交换网工程设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

悬挂式单轨交通 suspended monorail transit

车辆悬挂于轨道梁下方行驶的单轨交通。

3.2

可动芯型道岔 movable core turnout

由一根整体道岔梁和梁上的机构组成，梁内芯轨通过电力驱动，在梁内绕固定点旋转一定的角度，从而在梁内形成岔道，转换列车行驶路线的道岔型式。

3.3

换梁型道岔 translational turnout

由一根直线梁和一根曲线梁组成，转辙时采用电力驱动，两根道岔梁整体移动，其中任意一根梁和接口轨道梁对接形成岔道，转换列车行驶路线的道岔型式。

3.4

枢轴型道岔 pivot turnout

由一根梁组成，转辙时通过驱动装置推（拉）动直梁绕直梁转轴转动，使道岔整体转辙至与相邻轨道梁对齐位置，实现与相邻一条或多条线路的轨道梁连接，从而改变列车行驶线路。该型道岔通常应用于车辆段、场。

3.5

轨道梁桥 rail beam bridge

悬挂式单轨交通轨道梁与桥墩、基础及墩梁悬挂系统或支承系统组成的桥梁体系。

3.6

轨道梁 **rail beam**

既承受列车荷载又兼作车辆运行导向的结构,也可同时作为供电、信号、通信等缆线及设备的载体。

3.7

接触轨 **contact rail**

设在轨道梁侧面,通过受流器向列车供给电能的导电轨,按电压极性区分为正极接触轨和负极接触轨。

3.8

综合调度指挥系统 **integrated dispatch and command system**

对悬挂式单轨中机电设备进行集中监视、协同控制、高效调度、统一管理、智能运维的分布式计算机集成系统。

4 基本规定

4.1 悬挂式单轨交通线路应为全封闭式,系统设计远期最大能力应满足行车密度不小于24对/小时的要求,宜按小编组大密度组织运行。

4.2 跨越或临近河流等水域的悬挂式单轨工程,应按不低于百年一遇的洪水频率标准进行防洪设计。

4.3 初期、近期和远期车辆配置数和列车的编组,应分别按预测的初期、近期和远期的客流量、车辆定员数和设定的行车密度确定。

4.4 在确定系统运能时,车厢有效空余地板面积上站立定员人数宜按3人~5人/平方米计算。

4.5 悬挂式单轨交通工程的设计应全线统一规划,建设规模、设备容量应按预测的最大客流量和系统运输能力确定,对于可分期建设的工程和配置的设备,应预留分期建设和增容的条件。

4.6 悬挂式单轨交通工程建设应做到保护自然环境,并应结合城市景观要求设计,结构体量、形式、色彩应与周围环境相协调,同时应做到节约能源、节省资源,以及实现工程项目全生命周期内的价值最大化。

4.7 主体结构工程及因结构损坏或大修时对系统运营产生重大影响的其他工程结构的设计使用年限应为100年。

4.8 悬挂式单轨交通轨道梁桥、立柱及其他建筑结构在满足功能要求的前提下,宜采用标准化跨度和模块化设计,最大化减小厂内制造成本和现场施工周期。

4.9 悬挂式单轨交通的换乘车站、车场、主变电所和运营控制中心的设置,应满足运营、管理和维护需要,并根据城市轨道交通线网规划统一布局和实现资源共享。

5 运营组织与管理

5.1 一般规定

5.1.1 悬挂式单轨交通运营组织应根据线网规划、客流预测和乘客出行需求,明确系统运能、行车组织方案和运营管理模。

5.1.2 运营组织应在悬挂式单轨交通线网基础上,明确不同线路之间网络化运营的衔接和换乘关系,以及与其他交通方式的衔接关系。

5.1.3 运营模式应明确列车运行、调度指挥、辅助系统、维修保障系统和人员组织等内容,使系统功能和运营需求密切结合,明确在各种运营状态下的管理方式,各子系统之间以及系统与人员组织之间的

相互关系；应在提高运输效率和服务水平、降低运营成本的原则下，根据线路运营需求和预测客流结果综合分析确定。

5.1.4 悬挂式单轨交通运营状态应包含正常运营状态、非正常运营状态和紧急运营状态。

5.1.5 悬挂式单轨交通在正线上应采用双线、右侧行车制。南北向线路应以由南向北为上行方向，由北向南为下行方向；东西向线路应以由西向东为上行方向，由东向西为下行方向；环形线路应以列车在外侧轨道线的运行方向为上行方向，内侧轨道线的运行方向为下行方向。

5.1.6 运营管理应以安全、准点、舒适、快捷运营为目标，结合网络化及资源共享等因素，设置岗位，建立精简、高效的组织机构。

5.2 系统运能

5.2.1 系统运能应在分析预测客流数据的基础上,根据沿线规划性质和乘客出行特征、客流断面分布特征、客流变化风险等多种因素综合确定,应满足各设计年限单向高峰小时最大断面客流量的需求,并应留有10%~15%的裕量。系统最大设计运能按公式(1)计算确定:

式中：

P —系统单向最大设计运能(人/小时);

N —高峰小时单向开行列车数(列/小时);

Q —列车的定员人数(人/列)。

5.2.2 系统设计能力应满足相应年限设计运能的需要，系统设计远期最大能力应满足行车密度不小于24对/小时列车的要求。

5.2.3 车辆定员应为车辆座位数和车辆有效空余面积站立乘客数之和, 车辆有效空余面积站立乘客数宜按3人~5人/平方米计算。

5.2.4 列车运行间隔应根据各设计年限预测客流量、列车编组及列车定员、系统服务水平、系统运输效率等因素综合确定。当各设计年限的列车编组不同时，不应降低服务水平。

5.2.5 全线各折返站的折返能力、支线或车辆基地出入线接轨站的通过能力，应根据远期线路的通过能力和运营要求核定。

5.2.6 新线车辆配置数量应根据运能与运量的匹配要求,以及检修车辆和备用车辆的数量要求,按初期需要进行配置。

5.3 行车组织

5.3.1 悬挂式单轨正线应采用右侧行车的双线线路，应采用独立路权方式，根据客流分布特征，可组织部分列车区段折返运行，也可与其他正线或支线组织网络化共线运行，并应按运营模式要求设置各种功能的配线。

5.3.2 行车组织应与客流需求相适应，既要满足运能需求，又要核查列车满载率，提高运营效率，降低运营成本。

5.3.3 列车运行应统一调度指挥。列车应在安全防护系统的监控下运行。

5.3.4 运营期间，线路上列车最高运行速度不应大于设计允许的最高速度；在站台计算长度范围内，越站列车实际运行速度不应大于 20km/h。

5.3.5 列车旅行速度应根据列车技术性能、线路条件、车站分布和客流特征综合确定。

5.3.6 列车行车间隔应根据预测客流、列车编组定员、系统服务水平、运输效率等因素综合确定。

5.3.7 列车停站时间应根据各车站上下车客流量、列车的发车间隔、车门数量和开关门时间等因素计算确定，停站时间不应少于25s；换乘站和折返站停站时间不应少于30s。

5.3.8 采用无人驾驶运行模式的要求如下：

- a) 应能根据运营需求实现车辆基地无人驾驶区域、车辆出入线、正线和折返线的无人驾驶运行；
- b) 客室内应设置乘客与控制中心或控制室的通信联络装置，实现值守人员与乘客的双向语音通信，值守人员与乘客通话应具有最高优先权；
- c) 车站应设站台安全门，且列车上需安排值守人员现场监控；
- d) 无人驾驶的列车应配备人工操控列车的相关设备，非正常情况下运行时，列车的操作由列车值守人员负责，按调度命令执行。

5.4 运营配线

- 5.4.1 配线设置应在满足线路运营、管理和安全要求的前提下，结合工程条件综合确定。
- 5.4.2 线路起终点站和区间折返站应设置折返线或折返渡线，永久折返站的折返能力应满足系统设计能力要求。
- 5.4.3 两条线路之间的联络线应结合车站配线或渡线，与线路的上、下行正线连通。
- 5.4.4 当两个具备临时停车条件的车站相距过远时，应根据运营需求、故障运行和维修作业的要求以及工程条件设置存车线，悬挂式单轨交通存车线宜设置在线路外侧。
- 5.4.5 车辆基地出入线应根据远期线路的通过能力和运营要求计算核定。
- 5.4.6 列车从支线或车辆基地出入线进入正线前，应具备一度停车条件；当停车点至警冲标之间的距离不能满足信号安全距离要求时，应设置安全线。
- 5.4.7 远离车辆基地的起终点车站，应同时满足列车正常乘降和临时停放需求。

5.5 运营管理

- 5.5.1 悬挂式单轨交通应设置控制中心，负责所管辖线路的列车运行调度指挥、电力监控、环境及防灾报警系统监控、机电、通号设备系统的维修等管理工作。根据线网资源共享条件，控制中心可多线共用。
- 5.5.2 悬挂式单轨交通宜在线路两端设置乘务派班室（换乘室），负责所辖线路司机的出退勤、行车备品保管、换乘休息等管理工作。
- 5.5.3 站群管理宜采用中心站管理模式，每隔3座~5座车站宜设置1座中心站。中心站宜设置在换乘站、折返站、大客流站及有岔站，信号联锁站宜设置于中心站。车站设备的巡视检查和日常维护应由中心站负责，车站及区间设备的定期维修应由维修部门负责。
- 5.5.4 车站设备应满足智能化监控管理需求，可由控制中心和车站两级管理或控制中心、车站、就地三级管理。
- 5.5.5 票制可采用单一票价或计程票价制。售检票系统应具有对客流数据和票务收入进行自行统计的功能。
- 5.5.6 运营管理机构和人员安排以专业化和社会化相结合，加大社会化力度，减少专业人员编制。每条线路的运营管理总人数的定员指标不宜超过30人/公里，首条线路定员指标可适当放宽。
- 5.5.7 运营管理单位应针对不同的运营状态制定相应的管理规程和规章制度。在技术条件具备时，列车控制模式宜采用全自动运行模式。
- 5.5.8 车站设备维修和紧急抢修任务应由维修部门统一负责，采用巡视查和定期维修相结合。车站内应有明显的导向标志，保障客流路径畅通、并应具有足够的紧急疏散能力；车站内应有向乘客明示其服务内容、责任、义务、服务质量和乘车安全要求、乘车常识等标识标牌。
- 5.5.9 运营期间应制定相应的防灾、救援及防恐预案，应根据悬挂式单轨交通的车站设置、应急疏散方式等情况配置相应的安保人员，负责运营期间乘客生命财产及人员、设备安全。

6 车辆与限界

6.1 车辆

6.1.1 一般规定

- 6.1.1.1 悬挂式单轨交通车辆应保证在寿命周期内正常运行时的行车安全和人身安全，同时应具备故障、事故和灾难情况下对人员和车辆救助的条件。
- 6.1.1.2 悬挂式单轨交通车辆类型应根据当地预测客流量、环境条件和线路条件等因素综合比选确定。
- 6.1.1.3 车辆及其内部设施应使用不燃材料或无卤、低烟的阻燃材料。
- 6.1.1.4 车辆的主要技术规格宜符合表1的规定。

表1 悬挂式单轨车辆主要技术规格

项目名称	头车	中间车
车体长度 (mm)	10500~11000	9500~10000
额定电压 (V)	DC750或DC1500	
车辆最大宽度 (mm)	2300~2500	
车内净高 (mm)	≥2100	
轴重 (t)	≤5.5	
轨道梁内部导向面间净宽度 (mm)	≥835	
轨道梁内部轨面以上净高度 (mm)	≥1200	
每侧车门数 (对)	2	
车门宽度 (mm)	≥1300	
车门高度 (mm)	≥1820	
载员 (人)	座席	16
	定员4人/平方米	60
	超员8人/平方米	104
车辆最高运行速度 (km/h)	60	
最大爬坡能力 (%)	80	
可通过线路最小平面曲线半径 (m)	30	

注1：每平方米有效空余地板面积站立的人数，定员分别按4人计，超员按8人计。

注2：有效站立面积，指客室地板总面积减去座椅总数垂向投影面积，以及投影前250mm内的面积以外所含高度不小于1800mm的面积。

- 6.1.1.5 在平直干燥轨道上、额定供电电压时，如无特殊要求，悬挂式单轨车辆加减速性能要求宜符合表2的规定。

表2 悬挂式单轨车辆加减速性能要求

最高运行速度 (km/h)	加速度 (m/s ²)		制动减速速度 (m/s ²)	
	启动加速度	平均加速度	常用	紧急
60	(0~30) km/h ≥ 1.0	(0~60) km/h ≥ 0.5	≥ 1.0	≥ 1.2

- 6.1.1.6 车辆应满足正线最小曲线半径和最大坡道情况下的停放。

- 6.1.1.7 车辆环境条件应符合下列要求：

- 正常工作海拔不超过 1400m；
- 环境温度在-25℃至 45℃之间；
- 最大相对湿度不大于 90%（月平均温度为 25℃时）；
- 车辆能承受风、沙、雨、雪的侵袭，能耐强风、高温、高湿、振动、噪声，且防止虫蛀、啮齿类动物的侵害、霉变，以及不受洗车清洁剂的影响。

- 6.1.1.8 车辆线路条件应符合下列要求：

- 最大坡道：80‰；
- 最小平面曲线半径：
 - 车场线：30m；

2) 正线: 50m;

c) 竖曲线半径: 1000m。

6.1.1.9 可采用接触轨授电或储能供电。

6.1.1.10 车轮宜采用橡胶轮胎。

6.1.1.11 整备状态下的车辆重量不应大于规定重量值的 3%。

6.1.1.12 车辆客室地板面高度应与车站站台面相协调, 车辆地板面高度不应因载客量的变化而明显改变。地板面高度在任何使用情况下均不应低于站台面。列车应能以规定的速度安全通过最小半径的平面曲线区段, 并能在曲线上进行列车正常的摘挂作业。

6.1.1.13 列车纵向冲击率不应大于 0.75m/s^3 。

6.1.1.14 车辆运行的平稳性指标应小于 2.5, 并应符合 GB/T 5599 的规定。

6.1.1.15 当车辆以 60km/h 的速度运行时客室内的容许噪声不应大于 72dB(A)。车辆内部噪声测量方法应符合 GB 14892 的规定。

6.1.1.16 当列车在露天地面水平直线区段自由声场内、钢制焊接箱梁轨道上以 60km/h 速度运行时, 车外距轨道中心 7.5m、距离车厢地板面上方 1.2m 处, 测得的连续等效噪声值不应大于 75dB(A)。

6.1.1.17 列车故障运行和对故障列车进行救援的能力要求如下:

- a) 列车在超员载荷和丧失 1/2 动力情况下, 应具有在正线最大坡道上起动并运行到邻近车站的能力;
- b) 一列空载救援列车应具有在正线最大坡道上牵引或顶推另一列超员载荷故障无动力列车运行到下一站的能力, 清客后返回车场。

6.1.2 车辆型式与列车编组

6.1.2.1 列车编组可采用动拖车混合编组或全动车编组型式。列车编组形式应根据满足牵引动力的要求和车上设备布置重量均衡的原则确定。

6.1.2.2 悬挂式单轨交通列车宜采用 2 辆~6 辆编组型式。

6.1.2.3 联结装置要求如下:

- a) 固定编组的列车各车辆间的车钩型式可为半永久性牵引杆, 列车两端可设密接式半自动车钩或密接式自动车钩;
- b) 联结装置中应有缓冲装置, 其特性应能有效缓和冲击。该装置应能承受并可完全复原的最大冲击速度应为 3km/h~5km/h;
- c) 车钩应具有手动解钩功能、设置车钩连挂到位标志及防脱钩的保护装置。

6.1.2.4 形成固定编组的相邻两节车辆之间应设置贯通通道, 贯通道应密封、防火、防水、隔热、隔音, 贯通道渡板应耐磨、平顺、防滑、防夹, 贯通道采用的密封材料应有足够的抗拉强度、安全可靠、不易老化。

6.1.3 车体

6.1.3.1 车体结构材料应采用铝合金、不锈钢、碳纤维或轻钢复合等新型材料, 并应采用整体承载结构。车体刚度需满足在最大垂直载荷作用下, 车体静挠度不应超过两转向架支撑点之间距离的 1‰。在使用期限内, 车体强度应满足在极端条件下承受的动载荷、静载荷及冲击载荷要求, 并应在架车、换轮胎、起吊和救援、调车、联挂作业等各种工况下, 车体应力不应超过设计许用应力值, 且不应产生永久变形及疲劳损伤。

6.1.3.2 车体的试验用纵向静载荷如用户和制造商在合同中没有特殊规定, 压缩静载荷不应低于 200kN, 拉伸载荷不应低于 150kN。车体静强度试验方法应符合 TB/T 3550.1 的规定。

6.1.3.3 车体结构设计使用年限不应低于 30 年。

- 6.1.3.4 车辆密封性能应符合 GB/T 14894 的规定。
- 6.1.3.5 车辆应设有架车支座、车体吊装座，并应标注容许架车、起吊的位置。
- 6.1.3.6 悬挂式单轨交通车辆客室座席可采用横向、纵向或横纵向结合的布置形式。
- 6.1.3.7 列车两端应设紧急疏散门；司机室与客室之间宜设连通门，其净开宽度不应小于 550mm，高度不应低于 1800mm。
- 6.1.3.8 客室侧门的开闭应采用电气控制方式，其传动和控制应安全可靠。侧门关闭时应具有缓冲动作，并应具备保护措施和单门再开闭装置。
- 6.1.3.9 车辆宜设置带有外部紧急解锁装置的客室侧门。

6.1.4 转向架

- 6.1.4.1 转向架的结构、性能和主要尺寸应与车体、轨道相互匹配，其相关部件在允许磨耗限度内应具有足够的强度和刚度确保列车以最高允许速度安全平稳运行。
- 6.1.4.2 转向架结构应便于制造和检修，构架宜采用钢板焊接结构，焊后应做改善内应力处理。
- 6.1.4.3 采用充气轮胎的转向架应配置胎压、胎温监测装置，具备爆胎后低速行驶能力。
- 6.1.4.4 转向架宜采用两系悬挂。
- 6.1.4.5 轮胎使用寿命在正常运行条件下不应小于 1 年或 1×10^5 公里。
- 6.1.4.6 转向架构架、吊挂系统等主要结构部件设计使用年限不应低于 30 年。
- 6.1.4.7 转向架吊挂系统应安全可靠并利于日常检查和维护，且应具备足够的安全余量。
- 6.1.4.8 转向架构架、吊挂系统应通过结构强度试验验证，试验方法应符合 TB/T 3548 的规定。

6.1.5 电气系统

- 6.1.5.1 牵引电机宜采用永磁同步电机，也可采用三相交流异步电机，并宜采用低噪声冷却系统。
- 6.1.5.2 电气系统应有良好的绝缘保护。
- 6.1.5.3 电气设备的电磁兼容性应符合 GB/T 24338.4 的规定。
- 6.1.5.4 主电路、辅助电路、控制电路应有可靠的保护。主电路的过电流保护还应与牵引变电站的过电流保护相协调，并应有故障显示和故障切除装置。
- 6.1.5.5 高压电路应设置避雷器。
- 6.1.5.6 牵引系统应能利用轮轨粘着条件和车辆载重量自动调整牵引力或电制动力的大小，并应具有反应灵敏的防冲动作控制。
- 6.1.5.7 牵引系统控制单元应具有保护功能和自诊断功能。
- 6.1.5.8 车辆牵引系统故障时不应引起其他车辆部件及设备的故障和损坏。

6.1.6 制动系统

- 6.1.6.1 列车制动系统应至少包括电制动、液压制动或空气制动，系统应具备常用制动、快速制动、保持制动、紧急制动、停放制动等功能，并宜包括指令装置、电气及液压或空气控制装置、执行操作装置、自诊断装置等。
- 6.1.6.2 列车应具备停放制动功能，停放制动的能力应满足列车在超员条件下在最大坡道上的可靠停放。
- 6.1.6.3 制动系统应采用微机控制，并应能根据空、重车载荷自动调整制动力大小。
- 6.1.6.4 常用制动应优先使用电制动。电制动与液压制动或空气制动应能协调配合，并应具有冲击率限制。液压制动或空气制动应具有相对独立的制动能力，即使在电制动失效情况下，也能使列车安全停车。

6.1.6.5 列车实施再生制动时,采用车载储能装置供电的列车,制动能量应能被本列车储能装置吸收;采用接触轨供电的列车,制动能量应能被其他列车吸收,多余能量应回馈至电网或由再生制动能量吸收装置吸收,再生制动能量吸收装置宜设置在变电所。

6.1.6.6 紧急制动应为纯液压制动或空气制动,列车出现意外分离等严重故障影响列车安全时,应能立刻自动实施紧急制动。

6.1.6.7 基础制动宜采用盘形制动装置。

6.1.6.8 采用液压制动的列车,每车应具有独立的液压控制系统。

6.1.6.9 采用空气制动的列车应具有两套或以上独立的电动空气压缩机组。当一台机组失效时,其余空气压缩机组的供气量、供气质量和总风缸容积均应能满足整列车的供风要求。

6.1.7 相关系统

6.1.7.1 客室内应具有紧急通风功能,人均新风量应符合 CJ/T 354 的规定。

6.1.7.2 用于冬季寒冷地区的车辆应设采暖装置,运行时应能维持车内温度不低于 14℃。

6.1.7.3 列车宜通过列车通信网络方式进行控制。与运行及安全有关的控制除由列车通信网络进行外,尚应有其他形式的冗余措施。

6.1.7.4 列车诊断系统应能接收列车子系统状态信息、故障信息,并能进行评估、储存,以及在驾驶台和运营控制中心的显示屏上进行显示。

6.1.7.5 列车控制、诊断系统应具有行车事件记录功能。

6.1.7.6 车辆应配置引导列车平稳进站和防止停站列车晃动的缓冲限位装置。

6.1.8 安全与应急设施

6.1.8.1 操作台应配置紧急停车装置和警惕按钮。

6.1.8.2 驾驶台应设置客室侧门开闭状态显示和车载信号显示装置。

6.1.8.3 车辆可根据需求具备与列车自动防护系统或列车全自动运行系统对应接口的能力,并应配置通信联络装置。

6.1.8.4 车辆内外应有各种安全标志,包括设在驾驶台的安全制动装置、带电高压设备、消防设备及电器箱内的操作警示标志等。带有电容器的高压设备应标有断电后放电时间的警示标识。

6.1.8.5 列车应设置报警系统,系统应具有司机与乘客间双向通信功能。当采用全自动运行模式时,列车内应设置乘客与运营控制中心或控制室的通信联络装置。

6.1.8.6 车内应配置便携式灭火器具,安放位置应便于取用,其标志应符合 GB 13495.1、GB/T 31523.1 的规定。

6.1.8.7 列车应具备纵向和横向逃生能力,并配置相应的逃生设备。在条件允许情况下,宜具备垂向逃生功能,并配置相应的逃生设备。

6.1.8.8 车体应设置接地或防漏电保护装置。当车体与回流轨集电装置不连通时,车体上应设置接地板电刷。车辆内各电气设备应有防止乘客及检修人员触电的保护措施,接地线截面应满足电气设备对接地电阻率的限值要求。

6.1.8.9 列车可配置性能可靠的应急牵引储能装置,在供电故障等极端情况下,列车应能自主牵引至邻近的车站。

6.1.8.10 列车客室车门系统应设置安全联锁,其功能应满足列车在非零速信号情况下不能通过控制按钮开启车门,车门未关闭时不能启动列车。

6.1.9 试验与验收

6.1.9.1 车辆在制造厂总装配完成后,应按照 GB/T 14894 进行试验,试验合格后方可进行验收。

6.1.9.2 车辆在进行型式试验前,应做线路试运行。运行里程应按车辆类型、最高运行速度和采用的新设备、新技术的情况由用户和车辆制造商协商确定。车辆最大试运行里程应为5000km,最小试运行里程应为2000km。

6.1.9.3 车辆在下列情况之一时,应进行型式试验:

- a) 新设计制造的车辆;
- b) 批量生产的车辆实施重大技术改造,其性能、构造、材料、部件有较大改变的;
- c) 批量生产的车辆制造一定数量后,当有必要重新确认其性能时,抽样进行测试的;
- d) 制造商首次生产该型号的车辆;
- e) 转厂生产的车辆。

6.1.9.4 所有进行批量生产的车辆均应进行例行试验,例行试验结果应与该种产品型式试验相符合。

6.1.10 标志

6.1.10.1 车辆的有关信息应标注在车辆的明显位置上。制造商应提供完整的资料,标志内容应包括以下规定:

- a) 产品名称与型号;
- b) 制造商名称;
- c) 车辆自重;
- d) 额定载客量;
- e) 出厂编号或代码;
- f) 出厂日期。

6.1.10.2 标志应清晰、易读、不易磨损。

6.1.11 运输与质量保证期限

6.1.11.1 制造商应明确给出车辆及其主要部件的质量保证期限,在用户遵守使用维护说明书的情况下,质量保证期限内确属制造质量不良而出现故障影响运行或损坏时,制造商应及时无偿地负责修理或更换零部件,安装调试,恢复运行。

6.1.11.2 对因设计或工艺缺陷而需进行整改的项目,应在该车完成此项整改之日起,对相关部件重新计算质量保证期限。

6.2 限界

6.2.1 一般规定

6.2.1.1 悬挂式单轨交通的限界应分为车辆限界、设备限界和建筑限界。

6.2.1.2 基准坐标应为正交于设计线路中心线的平面直角坐标系,通过设计轨面中点引出的水平坐标轴用X表示;通过该中点垂直于水平轴的坐标轴用Y表示。

6.2.1.3 车辆限界应为车辆正常状态下在平直线上以限界计算速度运行时形成的最大动态包络线。

6.2.1.4 车辆限界计算的要求如下:

- a) 按线路形式宜分为直线地段车辆限界和曲线地段车辆限界;按运行区域宜为车站车辆限界、区间车辆限界和车辆基地车辆限界;
- b) 车辆限界的计算参数,按其概率性质应分为随机因素和非随机因素。对非随机因素应按线性相加合成;对按高斯概率分布的随机因素应采取方根值合成;应将两类参数相加得到车辆的偏移量;
- c) 对隧道内外两类车辆限界均应采用统一的计算公式,计算时应选用相应的风荷载参数;

d) 车辆限界的偏移量计算应按车体、转向架、集电装置三部分分别计算。

6.2.1.5 建筑限界应在设备限界的基础上, 计入设备和管线安装尺寸后的最小有效断面。当建筑限界中无设备和管线时, 建筑限界与设备限界的间距不宜小于 200mm, 困难条件下不应小于 100mm。

6.2.1.6 当相邻的两线间无桥墩、塔架或其他设备时, 线间距应按两设备限界之和加上不小于 100mm 的安全间隙以及轨道梁桥等建(构)筑物的变形量和施工余量。

6.2.1.7 当选用车辆的基本参数与本文件不同时, 应重新核定车辆限界、设备限界和建筑限界。

6.2.1.8 建筑限界中不包括轨道梁桥等建(构)筑物的变形量和施工余量。

6.2.2 基本参数

6.2.2.1 制定限界的车辆基本参数应根据实际车辆参数进行计算。

6.2.2.2 制定限界的参数宜符合下列规定:

- a) 风荷载采用 $400\text{N}/\text{m}^2$;
- b) 区间限界列车计算速度为 60km/h;
- c) 风载等参数参考 CJJ/T 96。

6.2.3 建筑限界

6.2.3.1 建筑限界分为区间、车站、车场建筑限界。

6.2.3.2 建筑限界的确定应符合下列规定:

- a) 建筑限界按设备限界及设备安装尺寸计算确定;
- b) 曲线加宽范围包括圆曲线和缓和曲线, 缓和曲线范围内的加宽量按线性渐变方法计算确定。

6.2.3.3 车站直线地段建筑限界要求如下:

- a) 站台计算长度内的站台面不应高于车辆地板面, 车辆地板面至有效站台面的高差不宜超过 50mm;
- b) 站台计算长度内的站台边缘与车站车辆限界之间的水平间隙不应小于 10mm, 站台边缘与车辆轮廓线之间的间隙宜采用 100^{+5}_{-5}mm ;
- c) 车站设置站台屏蔽门时, 站台屏蔽门的滑动门体至车辆轮廓线之间的净距, 宜采用 130^{+15}_{-5}mm ;
- d) 站台屏蔽门顶箱与车站车辆限界之间, 应保持不小于 25mm 的安全间隙;
- e) 站台计算长度外的站台边缘至轨道中心线距离, 应按设备限界另加不小于 50mm 安全间隙确定;
- f) 车站范围内其余部位的建筑限界, 应按区间建筑限界的规定执行。

6.2.3.4 曲线站台边缘至车门门槛之间的间隙, 应按站台类型、车辆参数和曲线半径计算确定。曲线车站站台边缘与车辆轮廓线之间的间隙不应大于 180mm。

6.2.3.5 道岔区的建筑限界, 应在直线地段建筑限界的基础上, 根据不同类型道岔的曲线半径等参数计算确定。

6.2.3.6 车场内建筑物或设备的限界应符合下列规定:

- a) 库外限界按区间限界规定执行;
- b) 库内检修平台采用静态车辆限界。

6.2.3.7 轨道梁下边缘与设备限界应保持不小于 20mm 的安全间隙。

6.2.4 轨旁设备和管线布置原则

6.2.4.1 轨旁设备和管线与设备限界应保持不小于 50mm 的安全间隙。

6.2.4.2 强、弱电设备宜分别布置在线路两侧, 当布置在同侧时, 其间距距离应符合强、弱电干扰距离的规定。区间内的各种管线布置宜保持顺直。

7 勘察与测量

7.1 勘察

7.1.1 一般规定

7.1.1.1 悬挂式单轨交通工程勘察应按可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察分阶段开展工作，与可行性研究、初步设计、施工图设计等三个设计阶段相对应；施工阶段可根据需要开展施工勘察工作。

7.1.1.2 当线路或者场区附近存在对工程设计方案和施工有重大影响的工程地质问题时，应进行专项勘察。

7.1.1.3 开展工程地质勘察工作前，应充分收集、分析现有区域地质资料，参考当地已有勘察资料和同类工程经验，依据勘察目的、勘察技术要求，针对工程的特点编制工程地质勘察大纲；当出现地质异常及设计方案变更时，应及时调整勘察大纲或编制补充勘察大纲。

7.1.1.4 悬挂式单轨交通工程勘察应注重环境保护，积极采用新技术、新工艺、新方法，推广地质综合勘察技术，以多种方法和手段相互验证，综合分析，达到提高勘察质量和工作效率的目的。

7.1.2 各阶段勘察要求

7.1.2.1 可行性研究勘察应针对悬挂式单轨交通工程线路方案，在收集、分析沿线相关工程地质资料的基础上，以工程地质调查和测绘为主，辅以适量的勘探及测试手段进行勘察，重点研究影响线路方案的不良地质、特殊性岩土，以及关键工程的地质条件，为线路方案比选提供地质依据，并提出规避、防治的初步建议。

7.1.2.2 初步勘察应在可行性研究勘察的基础上，针对悬挂式单轨交通工程的结构形式，根据沿线区域地质和场地工程地质、水文地质、工程周边环境等条件，采用工程地质调查与测绘、物探、勘探与取样、原位测试、室内试验等多种手段相结合的综合勘察方法，为初步设计提供工程地质资料。

7.1.2.3 详细勘察应在初步勘察的基础上，依据施工图设计内容和勘察要求，结合基础结构形式、基础埋置深度和施工方法等进行综合勘察工作，勘察成果应满足施工图设计要求。

7.1.2.4 施工勘察应针对施工方法、施工工艺的特殊要求和施工中出现的工程地质问题等开展工作，提供地质资料，满足施工方案调整和风险控制的要求。

7.2 测量

7.2.1 一般规定

7.2.1.1 悬挂式单轨交通工程测量，应采用所在区域统一的平面坐标和高程系统；不一致时应建立转换关系。

7.2.1.2 工程测量应包括平面和高程控制测量、线路带状地形测量、线路中线测量、纵横断面测量与专项调查测绘、施工测量、变形监测等。

7.2.1.3 测量作业使用的仪器和工具应进行检验与校正。作业前应对仪器和工具进行检查。作业中仪器各项指标应满足作业要求。

7.2.1.4 悬挂式单轨交通工程测量应以中误差作为衡量测量精度的标准，并应以二倍中误差作为极限误差。

7.2.1.5 悬挂式单轨交通工程测量除应执行本文件规定外，还应符合 GB/T 50308 的规定。

7.2.2 平面和高程控制测量

7.2.2.1 悬挂式单轨交通工程平面和高程控制网设计应根据线路范围进行分级布设，并应定期复测。

7.2.2.2 平面控制网等级宜分为两级,第一级为线路平面控制网,第二级为加密平面控制网。

7.2.2.3 线路平面控制网宜布设为卫星定位控制网,线路平面控制网测量技术要求应符合表3中的规定。

表3 线路平面控制网测量技术要求

控制网等级	平均边长(km)	固定误差(mm)	比例误差(mm/km)	相邻点的相对点位中误差(mm)	最弱点点位中误差(mm)	最弱边相对中误差	不同线路控制网重合点坐标较差(mm)
二等	2	≤5	≤5	±10	±12	1/100000	≤20

7.2.2.4 加密平面控制网应布设为附合导线或节点导线网,加密平面控制网测量技术要求应符合表4中的规定。

表4 加密平面控制网测量技术要求

平均边长(m)	闭合环或附合导线总长度(km)	每边测距中误差(mm)	测角中误差(″)	方位角闭合差(″)	全长相对闭合差	相邻点相对点位中误差(mm)
250	3	±3	±2.5	±5 \sqrt{n}	1/35000	±8

注: n为导线的角度个数,不应超过12个。

7.2.2.5 线路高程控制网应沿线路布设,点间距不宜大于1km,宜每隔4km埋设1个深桩水准点或基岩水准点,采用水准测量方法施测,并应构成附合线路或结点网,线路高程控制网测量技术要求应符合表5中的规定。

表5 线路高程控制网测量技术要求

水准测量等级	每千米高差中数中误差(mm)		附合或环线水准路线最大长度(km)	水准仪等级	水准尺	观测次数		往返较差、附合或环线闭合差(mm)
	偶然中误差	全中误差				与已知点联测	附合或环线	
二等	±2	±4	40	DS1	因瓦尺或条码尺	往返测各一次	往返测各一次	±8 \sqrt{L}

注: L为往返测段、附合或环线的线路长(以km计)。

7.2.2.6 当同一城市或区域建设多条悬挂式单轨交通工程线路时,应布设全市或全区域悬挂式单轨交通工程一等平面控制网和一等高程控制网。

7.2.2.7 平面控制网和高程控制网的布设、观测、数据处理及复测技术要求,应符合GB/T 50308的规定。

7.2.3 线路带状地形测量与中线测量

7.2.3.1 悬挂式单轨交通工程线路带状地形测量应包括图根控制测量、地形图测绘或修测工作。

7.2.3.2 图根测量中,图根点可利用悬挂式单轨交通工程的地面等级控制点或城市等级控制点进行加密,图根点的密度应符合GB/T 50308的规定。

7.2.3.3 图根平面控制测量可采用导线测量、卫星定位测量方法;导线测量应符合GB/T 50308的规定,卫星定位测量应符合CJJ/T 73的规定。图根高程控制测量可采用图根水准测量或电磁波测距三角高程测量。图根点相对于邻近等级控制点的点位中误差不应大于图上0.1mm,高程中误差不应大于基本等高距的1/10。

7.2.3.4 线路带状地形图测绘可选用全站仪数字测图法、GNSS RTK数字测图法或航空摄影测量成图方法。

7.2.3.5 地形测量涉及水系、居民地及设施、交通、管线、境界、地貌、植被等要素时，应对紧邻、下穿、跨越悬挂式单轨交通工程线路的上述各项要素在技术报告中进行说明；对影响悬挂式单轨交通工程线路的重要地物、地貌点进行细部测量，并将其坐标与高程标注于地形图上。地形图的测量内容和精度应符合 GB/T 50308 的规定。

7.2.3.6 线路中线测量应包括对规划设计或初步设计的线路中线测量。测量前应对线路中线设计资料进行复核，数据无误后应根据线路初步设计要求编制中线测量作业方案。

7.2.3.7 线路中线桩应包括千米桩、百米桩和曲线要素桩，同时宜在车站两端和站中、不同地物和地貌的分界点，线路中线与建筑物、铁路、公路的交点，地形起伏变化处、沟坎渠坡处理设加密桩。相邻线路中线桩间距，直线段不宜大于 50m、曲线段不宜大于 30m。

7.2.3.8 线路中线测量时，可采用极坐标法、GNSS RTK 方法进行中线桩的测设。线路中线桩的实测数据与设计数据的偏差值应符合表 6 的规定。

表6 线路中线桩的实测数据与设计数据的偏差值

单位为mm	
桩点类型	实测数据与设计数据的偏差值
中线桩	横向误差≤50，纵向误差≤100
加密桩	横向误差≤100，纵向误差≤200

7.2.3.9 对影响线路设计的建筑、墩柱、大型管道、电力及通信线路均应测定其特征点的坐标，并应核验该物体距相邻线路中心法线方向的距离。

7.2.3.10 纵横断面测量宜在初步设计定线完成后，按设计要求进行。纵断面应沿线路中线测量，横断面在直线段应与中线垂直、曲线段应沿法线方向布设。直线段纵断桩距宜为 50m、曲线段纵断桩距宜为 20m~30m，遇地物地貌变化处应加桩；横断面在线路上的位置应与纵断面点相对应。

7.2.3.11 纵断面图比例尺：水平方向宜为 1:500~1:2000，竖直方向宜为 1:50~1:200；横断面图比例尺：水平方向宜为 1:100~1:500，竖直方向宜为 1:50~1:200。也可按设计要求的比例尺绘制纵横断面图。

7.2.3.12 横断面测量宽度应包括线路两侧各 30m 范围，横断面的断面测点间距宜为 10m，地貌、地物变化复杂地段，横断面点应加密布设。

7.2.4 专项调查与测绘

7.2.4.1 专项调查内容应根据周边环境与悬挂式单轨交通线路的位置关系、建(构)筑物的结构形式、地质条件及重要性等因素确定，并宜包括下列内容：

- a) 周边环境调查；
- b) 建(构)筑物调查；
- c) 管线调查；
- d) 桥梁、隧道调查；
- e) 道路调查；
- f) 边坡与高切坡调查；
- g) 水系调查；
- h) 水井调查；
- i) 文物调查；
- j) 房屋拆迁调查；
- k) 地籍调查。

7.2.4.2 周边环境调查的范围宜大于线路结构外侧 30m。

7.2.5 施工测量

7.2.5.1 悬挂式单轨工程施工测量应包括墩柱基础测量、墩柱测量、轨道梁安装测量、道岔安装测量、车场测量及附属设备安装测量。

7.2.5.2 高架结构施工测量时，应以线路平面控制网点或加密平面控制网点及线路高程控制网点作为起算点，当控制点不能满足放样需要时，应加密控制点，加密控制点施测应执行本文件加密平面控制网测量和线路高程控制网测量的技术要求。施测前应对起算点进行检核。

7.2.5.3 墩柱基础施工，平面位置采用极坐标法进行放样；高程采用水准测量或电磁波测距三角高程测量方法进行放样；放样后应在不同测站进行检核，同一里程处对多柱或柱下多桩组合的基础放样还应对柱或桩间的几何关系进行检核。

7.2.5.4 桩基础放样精度应符合下列规定：

- a) 横向放样中误差不超过 $\pm 5\text{mm}$ ；
- b) 墩间距测量中误差不超过 $\pm 5\text{mm}$ ；
- c) 各跨的纵向累积中误差不超过 $\pm 5\sqrt{N}$ (N 为跨数)；
- d) 基础高程测量中误差不超过 $\pm 10\text{mm}$ 。

7.2.5.5 桩基础完成后，应进行基础承台施工测量。基础承台施工测量应符合下列规定：

- a) 施工放样内容包括中心或轴线位置、模板支立位置和顶面高程；
- b) 基础承台中心或轴线位置测量中误差不超过 $\pm 5\text{mm}$ 、模板支立位置测量中误差不超过 $\pm 7.5\text{mm}$ 、顶面高程测量中误差不应超过 $\pm 5\text{mm}$ ；
- c) 预埋基座顶板放样横向允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 、纵向允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 、高程允许偏差为 $-5\text{mm} \sim 0\text{mm}$ ，平面角度允许偏差为 $\pm 3\%$ rad；
- d) 预埋螺栓放样横向允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 、纵向允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 、螺栓顶部高程允许偏差为 $-5\text{mm} \sim 0\text{mm}$ 、螺栓垂直度允许偏差为 1% 。

7.2.5.6 预制墩柱和轨道梁现场拼装和安装前，应对各部分构件的尺寸、预留孔洞位置、预制墩柱的弯曲矢高、轨道梁线形等进行检查测量，检查合格后方可进行拼装和安装。

7.2.5.7 预制墩柱安装应符合下列规定：

- a) 墩柱中心或轴线位置允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- b) 墩顶高程允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ；
- c) 墩身垂直度不超过 1% 且不大于 5mm ；
- d) 墩身底面平面转角偏差不大于 $\pm 3\%$ rad。

7.2.5.8 轨道梁安装应符合下列规定：

- a) 梁端顶面中心点平面位置允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- b) 梁端顶面中心点高程允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ；
- c) 梁横坡允许偏差为 $\pm 7\%$ rad；
- d) 相邻轨道梁底板走行面错台和腹板错台的允许值为 $\pm 2\text{mm}$ ；
- e) 相邻轨道梁连接处平面线形和竖向线形每弦长 4m 矢高允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。

7.2.5.9 相邻施工区段高架结构贯通后，应进行结构贯通测量。在贯通面上横向贯通测量中误差不应超过 $\pm 50\text{mm}$ ；高程贯通测量中误差不应超过 $\pm 25\text{mm}$ 。

7.2.5.10 场地平整测量应根据总体设计及施工方案的要求进行，可采用方格网法或断面法。当采用方格网法时，方格网边长在平坦场区宜为 $20\text{m} \times 20\text{m}$ ，在地形起伏场区宜为 $10\text{m} \times 10\text{m}$ ；当采用断面法时，断面间距在平坦场区宜为 20m ，在地形起伏场区宜为 10m 。

7.2.5.11 建（构）筑物、地下管线及道路施工测量应利用场区测量控制点，并宜根据施工现场总平面图采用极坐标法进行施工测量放样。

7.2.5.12 附属设备安装测量应包括行车信号装置与线路标志安装测量、车站站台与站台屏蔽门安装测量，并应符合下列规定：

- a) 行车信号装置安装里程位置允许偏差为 $\pm 100\text{mm}$ ，相对于线路中心线的横向偏差为 $0\text{mm}\sim 30\text{mm}$ ；
- b) 线路标志包括千米标、百米标、坡度标、曲线标等，安装里程位置允许偏差为 $\pm 100\text{mm}$ ；
- c) 车站站台边缘测量应采用极坐标法进行放样，其与线路中线距离允许偏差为 $0\text{mm}\sim +3\text{mm}$ ，站台大厅高程采用水准测量方法或电磁波测距三角高程的方法放样，其高程允许偏差不超过 $\pm 3\text{mm}$ ；
- d) 车站站台屏蔽门安装应根据设计图纸，采用极坐标法进行放样，其实测位置与设计较差不大于 $\pm 10\text{mm}$ ，其相对于线路中心线的横向偏差为 $0\text{mm}\sim +5\text{mm}$ 。

7.2.5.13 车辆上线前，应对结构和设备进行限界测量。

7.2.6 变形监测

7.2.6.1 悬挂式单轨交通工程施工和运营阶段应对结构自身、周围岩土体及周边环境进行变形监测。

7.2.6.2 施工阶段，变形监测方案应根据悬挂式单轨交通工程的特点、岩土条件与施工场地变形区内环境状况及设计要求，在分析研究工程风险及影响工程安全的关键部位和关键工序基础上，有针对性地编制；同时，应编制变形体和环境条件发生异常或危险时的应急监测方案。

7.2.6.3 施工阶段变形监测对象应包括墩柱、轨道梁、车站和车场建（构）筑物及施工影响区域内的建（构）筑物、道路、管线、边坡等。

7.2.6.4 运营阶段变形监测应包括运营线路及受线路运营影响的周边环境的监测。运营线路的监测对象应包括墩柱、轨道梁、车站和车场建（构）筑物及重要附属设施等；周边环境监测对象应包括变形区域内的道路、建（构）筑物、管线、边坡等。

7.2.6.5 变形监测可采用几何测量、物理传感器测量、三维激光扫描测量等方法。

7.2.6.6 变形监测网应分为平面监测网和高程监测网，并应分别由基准点、工作基点和变形监测点组成。

7.2.6.7 变形监测点应埋设在变形体上能反映出变形特征且便于施测的部位，监测点标志应埋设牢固标识清楚，容易毁坏的部位应加设保护装置。

7.2.6.8 变形监测的具体技术及精度要求应符合GB 50911的规定。

8 线路与区间梁桥

8.1 线路

8.1.1 一般规定

8.1.1.1 悬挂式单轨交通线路分为正线、配线和车场线。配线包括车场出入线、联络线、折返线、停车线、渡线、安全线。

8.1.1.2 线路的基本走向应根据城市国土空间规划，线网规划、旅游等相关专项规划，并结合城市建设、旅游发展、交通和环境等因素，经技术经济比较后确定。

8.1.1.3 悬挂式单轨交通线路与其他交通线路交叉应采用立体交叉方式。

8.1.1.4 线路敷设应符合下列规定：

- a) 结合线路所经地区规划情况及地理环境条件，尽量采用高架方式；
- b) 线路平、纵断面设计结合本工程行车速度、施工方法、土建结构、防灾救援要求以及自然条件、建（构）筑物等因素确定；

- c) 高架线路注重结构造型和控制规模、体量，并应注意高度、跨度的比例协调，其结构外缘与建筑物的距离符合 GB 50016 有关规定，高架线减小对地面道路交通、周边环境和城市景观的影响；
 - d) 桥下净高除满足车辆限界要求外，还应满足车体下对车辆或人畜通行的净空要求，有条件时兼顾行驶车辆和行人视觉要求。

8.1.1.5 车站分布应以规划为基础,以换乘节点、交通枢纽点为基本站点,并结合客流集散点分布等因素确定。车站站位选择应满足用地规划、客流疏导、交通接驳、工程实施和环境要求。

8.1.2 线路平面

8.1.2.1 线路沿道路敷设时，其平面线型宜与道路线型及景观要求配合协调。

8.1.2.2 线路平面曲线半径应结合车辆类型、运行速度、周边环境、工程投资、运营养护、舒适度等因素分析确定，并宜选取较大的曲线半径。最小曲线半径应符合表 7 的规定。

表7 最小平面曲线半径

单位为m

项目	一般地段	困难地段
正线	200	50
配线、车场线	50	—

8.1.2.3 列车通过曲线的最高速度, 应按公式(2)计算确定, 且不应大于列车最高运行速度。

式中：

V_{max}——列车通过曲线时最高计算速度 (km/h)；

R——曲线半径 (m) ;

a_g ——未被平衡横向加速度 (m/s^2)，正线上一般不大于0.4；

g —重力加速度, 取值9.81m/s²;

α ——车辆可产生的最大侧滚角(°)，当轨道梁不设置超高时， α 为车辆悬吊机构容许的车体与转向架之间最大偏转角 ϕ ；当设置超高时， α 为超高横坡倾角与 ϕ 之和。

8.1.2.4 双线线间距不变并行地段的平面曲线宜按同心圆进行设计。

8.1.2.5 缓和曲线设置的要求如下：

- a) 除非载客道岔区外, 直线与半径小于 2000m 的圆曲线间应采用缓和曲线连接;
 - b) 缓和曲线线型宜采用三次抛物线;
 - c) 缓和曲线长度内应完成直线至圆曲线的曲率变化;
 - d) 圆曲线两端宜采用等长的缓和曲线;
 - e) 缓和曲线长度应根据曲线半径、列车通过速度等按不小于表 8 中规定值选用。特殊困难条件下, 可采用不小于 1m 整数倍的缓和曲线长度计算值。

表8 缓和曲线长度表

设计速度 (km/h)	圆曲线半径 (m)								
	60	55	50	45	40	35	30	25	20
2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1500	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1200	15	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	20	15	—	—	—	—	—	—	—
950	20	15	—	—	—	—	—	—	—

表8 缓和曲线长度表 (续)

设计速度 (km/h)	圆曲线半径 (m)								
	60	55	50	45	40	35	30	25	20
900	20	15	15	—	—	—	—	—	—
850	20	20	15	—	—	—	—	—	—
800	25	20	15	—	—	—	—	—	—
750	25	20	15	15	—	—	—	—	—
700	25	20	15	15	—	—	—	—	—
650	30	20	15	15	—	—	—	—	—
600	30	25	20	15	—	—	—	—	—
550	35	25	20	15	15	—	—	—	—
500	35	30	20	15	15	—	—	—	—
450	40	30	25	20	15	15	—	—	—
400	45	35	25	20	15	15	—	—	—
350	50	40	30	25	15	15	—	—	—
300	60	45	35	25	20	15	15	—	—
250	70	55	40	30	25	15	15	—	—
200	90	70	55	40	30	20	15	15	—
150	—	—	70	50	35	25	15	15	—
100	—	—	—	—	55	35	25	15	15
90	—	—	—	—	60	40	25	15	15
80	—	—	—	—	—	45	30	20	15
70	—	—	—	—	—	50	35	20	15
60	—	—	—	—	—	—	40	25	15
50	—	—	—	—	—	—	45	25	15

- 8.1.2.6 线路平面设计不宜采用复曲线, 特殊困难条件下, 经技术经济比较后, 可采用复曲线线型。
- 8.1.2.7 车站宜设置在直线上, 当设于曲线上时, 站台有效长度范围平面曲线最小半径不应小于 300m。
- 8.1.2.8 在正线、联络线及车辆基地出入线上, 线路圆曲线最小长度不宜小于 20m, 困难条件下不应小于一节车的长度; 夹直线最小长度不宜小于 $0.5V$ (V 为列车通过速度 km/h), 困难条件下不应小于一节车的长度, 缩短渡线曲线间夹直线可采用 10m。车场线圆曲线长度不应小于 3m, 可不设缓和曲线。
- 8.1.2.9 正线上直线段最小线间距应根据限界和安全间隙计算确定; 曲线段最小线间距的加宽量应根据曲线半径、车辆参数、车辆竖向偏角, 以及最不利运行状态等因素计算确定。

8.1.2.10 道岔设置要求如下:

- 道岔应设在直线地段, 道岔端部至平面曲线起点的距离不宜小于 10m, 道岔附带曲线半径不应小于道岔导曲线半径;
- 道岔宜靠近车站设置, 道岔端部至车站站台计算长度端部的距离不宜小于 5m;
- 一般情况下道岔之间应设置过渡轨道梁段联结, 两组道岔导曲线间夹直线长度不宜小于 10m; 困难情况下, 对向道岔之间可不设置过渡轨道梁。

8.1.2.11 折返线、停车线等宜设在直线上, 困难情况下, 可设在曲线上, 并可不设缓和曲线。但在车挡前宜保持不小于 10m 的直线段。

8.1.3 线路纵断面

8.1.3.1 区间正线最大坡度一般情况下宜采用 60‰, 困难地段最大坡度可采用 80‰。联络线和出入线最大坡度不应大于 80‰。

8.1.3.2 相邻竖曲线间的夹直线长度不宜小于远期列车长度, 困难条件下不应小于 20m, 并应满足线路坡段长度不小于远期列车长度。

8.1.3.3 车站站台范围内纵坡设置要求如下:

- a) 车站站台范围内的线路宜设置为平坡,可根据具体条件,按节能坡理念,设计合理的进出站坡度和坡段长度;
 - b) 当车站范围需设置纵坡时,应设置在坡度不大于3‰单一坡道上,且竖曲线不应侵入车站站台有效长度内。

8.1.3.4 具有夜间停放车辆功能的配线，应布置在面向车挡或区间的下坡道上，隧道内的坡度宜为 2‰，高架桥上的坡度不应大于 1.5‰。

8.1.3.5 道岔宜设在平坡道上，在困难地段，可设在不大于3‰的坡道上。

8.1.3.6 竖曲线设置要求如下：

- a) 相邻坡段的连接宜设计为较小的坡度差,当相邻坡度代数差等于或大于5‰时应设置圆曲线型竖曲线,竖曲线半径取值详见表9;

表9 坚曲线半径

单位为m			
线别		一般情况	困难情况
正线	区间	3000	2000
	车站端部		1000
联络线、出入线、车场线			1000

- b) 车站站台计算长度和道岔范围内不应设置竖曲线，道岔端部至竖曲线的距离不宜小于 10m；
 - c) 竖曲线与缓和曲线不宜重叠。

8.1.3.7 当纵坡等于或大于 30%时, 坡段限制长度可按公式(3)计算, 当无法满足公式(3)的要求时, 应根据车辆特性通过牵引计算对坡段长度进行限制。

式中：

L —坡段限制长度 (m) ;

i——坡度值(‰)。

8.1.4 配线设置

8.1.4.1 车场出入线设置要求如下：

- a) 出入线宜在车站端部接轨;
 - b) 出入线数目及与正线接驳方式应在满足运营需求的基础上,结合工程条件确定。

8.1.4.2 联络线设置要求如下：

- a) 联络线应满足资源共享要求合理设置;
 - b) 联络线与正线的接轨点宜靠近车站设置。

8.1.4.3 折返线与停车线设置要求如下：

- a) 折返线应根据行车组织交路设计确定，起、终点站和中间折返站应设置折返线；
 - b) 中间折返站宜采用站后折返形式。永久折返站的折返能力应满足系统设计能力要求；
 - c) 尽头式折返线、停车线有效长度宜按远期列车长度加40m计（不含车挡长度）；
 - d) 贯通式折返线、停车线有效长度宜按远期列车长度加10m计。

8.1.4.4 安全线设置及安全距离要求如下：

- a) 支线与干线接轨的车站宜设置平行进路；在出站方向接轨点道岔最外端距站台端部距离不宜小于40m，小于40m时应设安全线。当支线与干线接轨的车站不具备设置平行进路条件时，在车站接轨点前应具备一度停车条件，当停车点至接轨点道岔最外端小于信号安全防护距离时，应设置安全线；

- b) 车场出入线，在车站接轨点前，线路应具备一度停车条件且停车点至接轨点道岔最外端之间距离不应小于40m，当不能满足上述条件时，应设置安全线。出入线采用八字形布置在区间与正线接轨时，应设置安全线。

8.1.4.5 线路应根据运营组织需要适当加设渡线和停车线。具备停车条件的车站间距不宜大于15km，并应在其间加设渡线。

8.2 道岔与车挡

8.2.1 一般规定

- 8.2.1.1 在悬挂式单轨交通线路中，应根据列车转线、折返、避让及车场内调车作业的需要设置道岔。
- 8.2.1.2 悬挂式单轨交通道岔应符合故障—安全原则，并应满足车辆运行平稳、安全可靠的要求。
- 8.2.1.3 道岔的设计和安装应满足车辆相关技术条件和参数的要求。
- 8.2.1.4 道岔的设计和安装应满足悬挂式单轨交通的限界要求。
- 8.2.1.5 道岔的设备结构形式应便于操作、检查维护。
- 8.2.1.6 道岔在转辙时各机构单元应转动灵活、准确。
- 8.2.1.7 道岔在锁定状态下应能承受车辆运行荷载的竖向力、摇摆力、离心力、冲击力、制动力等的反复作用，并应具有足够的刚度、强度和抗倾覆的能力。
- 8.2.1.8 道岔应由信号系统进行控制。道岔控制装置应具有集中控制、现场控制、手动控制三种控制方式。当信号系统或道岔控制电路发生故障时，应能通过手动装置完成解锁、转辙和锁定。控制系统应具有安全保护功能。
- 8.2.1.9 道岔的转辙时间应包括从信号发出、解锁、转辙、锁定、信号回馈全过程所需的时间和。
- 8.2.1.10 当道岔处于直线状态时应满足列车最高行驶速度的要求，当道岔处于曲线状态时车辆应限速通过。
- 8.2.1.11 道岔的供电应采用一级负荷。
- 8.2.1.12 道岔接地电阻值应不大于4Ω，防雷接地电阻值应不大于10Ω。
- 8.2.1.13 道岔区应有检修空间、通道和安装附属设施的条件。
- 8.2.1.14 道岔区应有检修照明设施，其照度不宜小于100lx。
- 8.2.1.15 道岔主体结构的设计使用年限应满足悬挂式单轨交通主体结构的设计使用年限要求。

8.2.2 道岔类型

- 8.2.2.1 悬挂式单轨交通道岔类型根据其换轨原理可分为可动芯型、换梁型、枢轴型：
- a) 可动芯型道岔原理是道岔梁为一个固定的整体结构，在道岔梁内部设置可回转的岔芯机构，通过岔芯机构的回转动作在道岔梁内部形成岔道；
- b) 换梁型道岔可分为旋转式换梁型和平移式换梁型，旋转式原理是道岔梁由直线梁和曲线梁组成，直线梁和曲线梁连接成一体并同时绕同一个固定点旋转，道岔梁整体旋转至直线梁或曲线梁对齐轨道梁的位置，实现与相邻线路的轨道梁连接；平移型道岔原理是道岔梁由直线梁和曲线梁组成，直线梁和曲线梁连接成一体，沿固定方向平行往返移动，道岔梁整体移动至直线梁或曲线梁对齐轨道梁的位置，实现与相邻线路的轨道梁连接；
- c) 枢轴型道岔原理是道岔梁由一根梁组成，并绕固定端的一个固定点旋转，实现与相邻线路的轨道梁连接，固定端与活动端之间存在夹角，一般仅用于车辆段内。

8.2.2.2 各型道岔的主要技术参数宜符合表10的规定：

表10 道岔主要技术参数

类型	侧向允许通过最高速度 (km/h)	相邻位转换时间 (s)	最小曲线半径 (m)
可动芯型道岔	不小于15	≤15	50
换梁型道岔	不小于20		30
枢轴型道岔	不小于10		—

8.2.3 道岔组成及要求

8.2.3.1 道岔应由主体结构、机械装置、驱动装置、锁定装置、控制装置等组成。

8.2.3.2 道岔梁设计应符合下列规定：

- a) 道岔梁的设计荷载、强度、刚度、耐久性符合本文件轨道梁的规定；
- b) 应具有车辆走行、导向和支承作用，并能承受车辆通过时产生的各种载荷；
- c) 道岔梁体上应根据信号系统、供电系统等专业的需要预留安装条件。

8.2.3.3 道岔梁和与轨道梁接口处应根据车辆走行需要设置过渡装置。

8.2.3.4 驱动装置应能使道岔在规定时间内完成启动、加速、匀速、减速、停止等动作过程。

8.2.3.5 锁定装置应定位准确、锁定牢固、安全可靠，并能承受车辆通过时产生的各种载荷。

8.2.3.6 道岔控制装置应符合下列规定：

- a) 道岔控制装置具备对道岔的各机构进行控制和检测的功能，并能按信号系统发出的指令，使道岔完成解锁、转辙、锁闭和信号回馈的动作，同时将道岔位置表示传给信号系统，并应与信号系统之间设置授权、收权联锁电路；
- b) 具有集中控制、现场控制、手动控制功能，以及系统检测、故障诊断、故障保护和报警功能；
- c) 控制电路满足故障—安全原则；
- d) 在各种环境条件下，能保证锁定装置准确锁定；
- e) 检测点采用保证检测信息可靠的技术措施；
- f) 联锁控制采用安全型继电器；
- g) 电机有一定的容量裕度，绝缘等级、防护等级应适合道岔的使用环境；
- h) 使用的电缆为无卤、低烟、阻燃、防蚀、防潮和无放射性成分的产品；
- i) 控制柜采取隔热、防寒、防雨雪、防潮、防鼠害、防虫进入措施。

8.2.3.7 道岔的电源设备应包括电源切换箱及接地端子箱。

8.2.3.8 道岔的转辙电机、锁定电机应使用 AC380V、50Hz 三相电源，控制电源应使用 AC220V、50Hz 单相电源，信号控制应使用 DC24V 电源。

8.2.3.9 外露的运动构件应设置防护设施。

8.2.4 道岔设计原则

8.2.4.1 道岔的设置应由线路设计确定，并应根据选择的结果提出系统要求，同时应符合线路的规定。

8.2.4.2 道岔的类型、基本线形、几何尺寸、线间距及道岔安装支座应根据线路条件和运营要求选型和设计。

8.2.4.3 道岔不宜设置在有坡道的线路上。

8.2.4.4 道岔设计时，应标明道岔安装支座和道岔走行面的标高值，以及道岔的岔前点和岔后点的里程坐标及位置坐标、道岔区间线间距值。

8.2.4.5 道岔梁上的供电电缆、通信及信号电缆、道岔控制电缆等应按强弱电分别布置。

8.2.4.6 道岔区应有检修空间、通道和安装附属设施的条件。

8.2.4.7 道岔区应设置供维修使用的电源设施。

8.2.4.8 道岔在现场安装后,应进行不少于3000次的单机连续运转试验,发生故障修复后,需重新进行试验。

8.2.4.9 在联调联试和试运行时,道岔的运转和通信信号的反馈应满足控制要求。

8.2.5 检修与维护

8.2.5.1 道岔的检修与维护应包括日常维护和定期检修。日常维护和定期检修周期应按线路运行要求执行。

8.2.5.2 日常维护应包括下列内容:

- a) 检查联结螺栓是否紧固,若存在松动的情况,查明原因后处理;
- b) 检查各运动机构动作是否准确可靠;
- c) 检查所有的电气设备的功能和绝缘情况;
- d) 检查运动部位的磨损和润滑情况;
- e) 清理道岔行走区的垃圾。

8.2.5.3 定期检修除日常维护内容外,还应包括下列内容:

- a) 检查道岔结构是否符合技术条件规定的几何形状;
- b) 检查结构件焊缝及螺栓的连接情况;
- c) 检查油漆情况,若掉漆情况严重,需在处理后重新涂油漆装饰、防腐。

8.2.6 车挡

8.2.6.1 应用于悬挂式单轨交通系统的车挡,主要有液压车挡、弹性橡胶车挡和简易车挡。

8.2.6.2 车挡遵循安全可靠、结构简单、占用轨道长度短、检修维保方便、经济实用、使用寿命长的设计原则。

8.2.6.3 能满足远期车辆列编组的运营要求,即当常规制动的空载列车以一定的速度撞击车挡时,能保证列车安全停车。

8.2.6.4 车挡钢结构及车挡与基础的连接螺栓等应具有一定的强度和刚度,缓冲器应具有足够的压缩长度和耗能能力。

8.2.6.5 车挡上应设有明显的停车标志,方便列车司机识别,停车标志应选用反光材料。

8.2.6.6 车挡缓冲器前端的撞击引导装置,其位置和形状应与列车司机室端的密接式车钩相匹配。

8.2.6.7 弹性橡胶车挡的缓冲装置应具有一定的抗压强度,耐热、耐油、耐酸、耐老化,满足使用功能和环境条件。

8.2.6.8 车挡的设计使用寿命不小于20年。

8.2.6.9 车挡应满足悬挂式单轨交通线路、车辆、限界、土建及轨道梁专业接口。

8.2.6.10 正线及试车线应采用液压车挡,检修库内宜采用简易车挡,其余线路可采用弹性橡胶车挡。

8.3 轨道梁桥

8.3.1 一般规定

8.3.1.1 轨道梁桥主体结构的设计使用年限为100年。

8.3.1.2 轨道梁桥结构在制造、运输、安装和运营过程中,应具有足够的强度、刚度和稳定性,满足线路平面曲线、竖曲线和列车走行平顺性要求以及列车安全运行和乘客乘坐舒适的要求。

8.3.1.3 轨道梁桥布置应符合城市规划和环境保护要求,以及与道路、铁路、水利、航运等的相互关系要求。

8.3.1.4 轨道梁桥常用跨度宜采用20m~30m,一般地段宜采用等跨简支结构,当采用更大跨径时,可采用其他特殊结构。

8.3.1.5 轨道梁应优先采用下部开口的钢箱梁结构,宜采用工厂预制、现场拼装架设的结构设计和施工方法。

8.3.1.6 轨道梁桥结构应简洁美观,便于制造和养护维修,力求标准化并满足使用耐久性要求。其结构型式和外观设计应充分考虑城市或场地周边的景观要求。

8.3.1.7 轨道梁桥的工程材料应根据结构型式、受力条件、使用要求和所处环境等选用。

8.3.1.8 轨道梁桥跨越河流时,洪水频率应按TB 10002确定,其区间跨河桥梁布置应符合GB/T 51234的规定。

8.3.2 设计荷载

8.3.2.1 轨道梁桥设计应根据结构特性,按表11所列的荷载,就其可能的最不利组合进行计算。

表11 设计荷载

载荷分类		荷载名称
主力	恒载	结构自重及附属设备自重 预加力 混凝土收缩和徐变的影响 土压力 静水压力及浮力 基础变位的影响
	活载	列车竖向静活载 列车竖向动力作用列车 离心力 列车横向摇摆力
附加力		列车制动力或牵引力 救援、检修列车荷载 风力 温度影响力 支座或销轴摩擦力 流水压力 冰(雪)荷载
特殊荷载		船只或汽车的撞击力 地震力 施工临时荷载 车挡冲击力

注1:如杆件的主要用途为承受某种附加力,则在计算此杆件时,该附加力应按主力计算。
 注2:流水压力不与制动力或牵引力组合。
 注3:地震力与其他荷载的组合应按GB 50111的规定执行。
 注4:计算中要求计入的其他荷载,可根据其性质,分别列入上述三类荷载中。

8.3.2.2 轨道梁桥设计时,宜结合实际情况考虑主力与纵向、横向附加力同时组合。

8.3.2.3 计算结构自重时,一般材料容重应按TB 10002的规定取用;附属设备自重,应按所属专业要求取用。

8.3.2.4 悬挂式单轨交通车辆荷载、列车竖向静荷载和列车计算重心位置应按超员、定员和空车三种状态确定:

- 正线、出入线、试车线、折返线、故障车停车线按超员状态计算;
- 车场内其他库线按定员状态计算;
- 疲劳和地震工况按定员状态计算;

d) 车挡冲击力按空车状态计算。

8.3.2.5 列车竖向静活载确定应符合下列规定:

- a) 列车竖向静活载图式按本线列车的最大轴重、轴距及近、远期中最长的列车编组确定；
 - b) 轨道梁设计按单线行驶列车竖向荷载布置；
 - c) 轨道梁桥下部结构的设计，按列车最不利加载确定，单线及双线列车荷载不作折减，三线及以上列车荷载应按 GB/T 51234 的规定折减；
 - d) 活载图式按最不利列车编组进行加载。

8.3.2.6 列车活载的效应为列车静活载与列车竖向动力作用效应之和, 列车的竖向动力作用应按列车竖向静活载乘以动力系数进行计算。基础计算可不计动力作用。轨道梁桥结构动力系数应按公式(4)计算:

式中：

μ ——轨道梁桥结构动力系数；

L ——轨道梁的跨度 (m)。

8.3.2.7 位于曲线上的轨道梁桥应计算列车产生的离心力，离心力作用于车辆重心处，其大小等于列车静活载乘以离心率，离心率应按公式（5）计算：

式中：

C —离心率;

V —列车通过的最高运行速度 (km/h)；

R ——曲线半径 (m)。

8.3.2.8 列车横向摇摆力可按列车单轴重的 25%计算, 一列车以一个水平集中荷载作用在轨道梁车轮走行面的最不利位置, 作用方向为垂直于轨道梁轴线。

8.3.2.9 列车制动力或牵引力计算要求如下：

- a) 区间桥梁的制动力或牵引力应按竖向静活载的 10%计算, 当制动力或牵引力与离心力同时计算时, 宜按竖向静活载的 7%计算;
 - b) 区间双线桥宜仅计算一条线的制动力或牵引力, 多线桥宜仅计算两条线的制动力或牵引力;
 - c) 对高架车站及车站相邻两侧 100m 范围内的区间双线桥应计算双线制动力或牵引力, 每条线制动力或牵引力值应为竖向静活载的 10%;
 - d) 制动力或牵引力应作用于车辆重心处, 但计算桥墩时应移至悬挂装置中心处, 不计移动作用点所产生的力矩。

8.3.2.10 轨道梁桥简支轨道梁的制动力或牵引力，在悬挂装置固定支承和活动支承的分配应按公式（6）、公式（7）计算：

固定端：

活动端：

式中：

P_1 ——作用于固定支承端的水平荷载 (kN)；

P_2 ——作用于活动支承端的水平荷载 (kN)；

T ——作用于梁跨内的水平荷载 (kN)；

R ——作用于支承上的荷载反力 (kN)；

K ——摩擦系数。

8.3.2.11 救援列车荷载应根据运营救援模式确定，检修列车荷载应根据检修列车的实际情况确定。

8.3.2.12 轨道梁桥风荷载计算可按 GB/T 51234 的规定执行。轨道梁桥的下部结构设计还应符合下列规定：

- a) 当双线轨道梁桥线路等高时，按 100%、50% 分别计算两线的列车和轨道梁风荷载；
- b) 当双线轨道梁桥线路不等高时，均按 100% 计算两线的列车和轨道梁风荷载；
- c) 三线及以上轨道梁桥、线路等高时按照 100%、50%、25% 分别计算前后排列三条线路上的列车与轨道梁风荷载；线路不等高时按照 100%、100%、50% 分别计算前后三条线路上的列车与轨道梁风荷载；
- d) 高架车站内列车风荷载按照区间列车风荷载的 50% 计算，与列车重叠的结构体不再计算风荷载。

8.3.2.13 轨道梁竖向及横向温度场应考虑实际截面型式，并结合地理环境因素及涂装等综合确定。

8.3.2.14 冰（雪）荷载宜根据沿线气象资料的数理统计结果确定。

8.3.2.15 位于通航河流中的轨道梁桥，桥墩应设防撞保护设施。船舶撞击力应按 GB/T 51234 的规定执行。

8.3.2.16 轨道梁桥墩有可能受汽车撞击时，应设防撞保护设施。桥墩承受的汽车撞击力，顺汽车行驶方向宜采用 1000kN，垂直汽车行驶方向宜采用 500kN，并应按作用于路面以上 1.2m 处计算。

8.3.2.17 地震力计算及荷载组合宜按 GB 50909 的规定执行。

8.3.2.18 轨道梁桥应按不同施工阶段的施工荷载和运营养护检修荷载进行检算。

8.3.2.19 轨道梁桥车挡冲击力应根据车挡对列车冲撞荷载的吸收原理、列车速度及列车荷载进行计算。

8.3.3 刚度和变形要求

8.3.3.1 列车静活载作用下，简支轨道梁的竖向挠度不应超过其跨度的 1/1000。

8.3.3.2 轨道梁桥的平顺性应满足 GB/T 51234 乘客乘坐舒适度的要求。

8.3.3.3 在列车静活载作用下，轨道梁桥由于挠度产生的梁端（单端）竖向折角不应大于 3%rad。

8.3.3.4 在列车荷载、横向摇摆力、离心力、风力和温度力的作用下，轨道梁桥墩顶横桥向水平位移差引起的轨道梁梁端水平折角（单端）不应大于 4%rad。

8.3.4 构造要求

8.3.4.1 轨道梁桥相邻梁端接缝处应设置伸缩装置和横向限位装置，并应保证梁部自由伸缩，列车走行面、导向面平顺连接，同时应防止杂物进入梁内。

8.3.4.2 轨道梁桥应设置检查维修设施，顶板应设置检查孔便于检修，并应设置盖板防雨。

8.3.4.3 轨道梁桥应预留接触轨、通信信号、供电环网电缆等系统管线通道。

8.3.4.4 轨道梁桥应设置防雷接地措施。

8.3.4.5 轨道梁桥应设置基础沉降观测装置。

8.3.4.6 有可能受到撞击的桥墩应设置防撞设施。

8.3.5 结构设计

- 8.3.5.1 钢筋混凝土、预应力混凝土和钢结构, 其材料、结构计算应按 GB/T 51234 的规定执行。
- 8.3.5.2 轨道梁桥承受动荷载的结构构件或连接件均应进行疲劳设计。
- 8.3.5.3 轨道梁桥基础设计应符合 GB/T 51234 和 TB 10093 的规定。
- 8.3.5.4 轨道梁桥的抗震设计宜符合 GB 50909 的规定。
- 8.3.5.5 混凝土结构耐久性设计应符合 TB 10005 的规定。

8.3.6 安装施工

- 8.3.6.1 轨道梁桥施工及验收按 GB 50614 和 GB 50205 的规定执行。
- 8.3.6.2 钢结构制造、安装和验收, 应使用定期由二级以上计量机构检定合格的计量器具, 并应按规定进行操作。
- 8.3.6.3 钢结构加工厂应针对项目特点, 制定专项制造工艺和焊接工艺以及涂装工艺评定试验, 经评审后实施。
- 8.3.6.4 轨道梁桥施工应布设满足精度要求的平面、高程网, 并在使用前进行评定; 应引入并分段设置永久性基准点, 以及使用满足精度要求的测量仪器进行贯通测量。
- 8.3.6.5 轨道梁桥施工, 应编制施工技术方案和安全专项方案, 并宜组织专家或第三方论证。

8.3.7 工程验收

- 8.3.7.1 轨道梁桥其位置、高程和预拱度应满足设计要求, 安装后应及时测量调整。
- 8.3.7.2 调整合格后的轨道梁桥线路应经过 6 个月的试运行, 试运行结束时应进行线路综合检查及调整, 并应符合下列规定:
 - a) 轨道梁与桥墩连接可靠, 无松动;
 - b) 轨道梁桥结构附件无变形, 螺栓紧固可靠;
 - c) 轨道梁线路线形无异常变化;
 - d) 轨道梁接缝处无明显变化;
 - e) 车辆运行平稳, 线路无异常响动。
- 8.3.7.3 轨道梁桥架设后应进行线形检测。
- 8.3.7.4 轨道梁桥安装验收后应提供下列资料:
 - a) 原材料质量证明书、复验报告和成品质量合格证;
 - b) 图纸及变更设计记录;
 - c) 试验报告和质量验收记录及报告;
 - d) 梁桥质量检查记录;
 - e) 工程测量及定位记录;
 - f) 工程质量事故处理报告;
 - g) 开工和竣工报告;
 - h) 竣工图;
 - i) 工程声像资料。

9 供电

9.1 一般规定

- 9.1.1 悬挂式单轨交通供电系统应安全、可靠、节能、环保和经济适用。

9.1.2 悬挂式单轨交通供电系统应根据列车供电方式的需求进行设计,包括牵引网供电制式和车载储能供电制式两类。

9.1.3 外部电源供电方案应根据城市轨道交通线网规划、城市电网现状及规划、城市国土空间规划进行设计,可采用分散式供电、集中式供电或混合式供电。

9.1.4 供电系统的规模和设计容量宜按远期高峰小时的用电负荷要求进行设计。

9.1.5 中压供电网络的电压等级可采用 AC35kV、AC20kV 和 AC10kV, 中压供电网络宜采用牵引动力照明混合网络方案。

9.1.6 牵引用电负荷应为一级负荷。

9.1.7 下列电源可作为应急电源:

- a) 独立于正常电源的发电机组;
- b) 供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路;
- c) 蓄电池。

9.1.8 牵引负荷应根据线路条件、高峰时段的运行交路、车辆编组和车辆特性等计算确定。

9.1.9 牵引供电电压可采用 DC1500V 或 DC750V, 直流牵引供电系统电压及其波动范围应符合表 12 的规定。

表12 直流牵引供电系统电压及其波动范围

单位为V		
标称值	最高值	最低值
1500	1800	1000
750	900	500

9.1.10 供电系统所产生的谐波应符合 GB/T 14549 的规定。

9.1.11 牵引供电系统中采用列车再生制动能量吸收装置时,应通过技术经济综合比较后确定。

9.1.12 动力照明配电系统宜采用 TN-S 接地方式。

9.1.13 无功补偿应保持整体平衡,可采用在各降压变电所 0.4kV 侧分散就地补偿或在电源变电所集中补偿的方案,并应根据供电系统外部电源供电方案经技术经济比较后确定。

9.1.14 车场应设置对供电系统设备管理与维护的供电车间。

9.1.15 供电系统及其设备的系统接地、保护接地与雷电保护接地应采用综合接地系统。

9.2 变电所

9.2.1 变电所按供电供能可分为变电所或电源开闭所、牵引变电所、降压变电所。当牵引变电所与降压变电所同时设置在同一车站时,宜合建成牵引降压混合变电所。

9.2.2 变电所的数量、容量及其在线路上的分布应在综合设计的基础上由计算确定。牵引变电所的间距选择应满足供电容量、供电电压、电气保护等要求。

9.2.3 变电所应按无人值班、无人值守设计,主变电所、车场内牵引变电所应预留有人值守的条件。

9.2.4 变电所的设备应选用小型化、无油化、自动化、免维护或少维护的产品,以及适合无人值守的运行条件。

9.2.5 牵引整流机组容量宜按照远期高峰小时负荷确定,满足牵引所正常运行时的牵引负荷需求,并应满足在相邻一座牵引变电所退出时,本所进行支援供电时所承担的牵引负荷需求。

9.2.6 变电所一次接线应在可靠的基础上力求简单。变电所中压侧母线接线形式宜采用单母线或单母线分段接线;直流侧母线宜采用单母线接线。

9.2.7 供电系统再生制动能量吸收装置宜设置在牵引变电所。

9.2.8 牵引变电所的直流馈线回路应设置能分断最大短路电流和感性小电流的直流快速断路器。

9.2.9 变电所设备的布置遵循安全、可靠、经济和适用的原则,便于设备搬运、安装、操作、试验和

检修。

- 9.2.10 变电所继电保护配置应力求简单，并应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。
- 9.2.11 供电系统应在每座牵引变电所中设置接地保护装置，并与车辆进行保护配合。
- 9.2.12 牵引变电所直流设备的保护设置应符合 GB/T 50458 的有关规定。
- 9.2.13 变电所过电压保护应符合 GB/T 50064 的有关规定。
- 9.2.14 变电所综合自动化系统应具备下列基本功能：
 - a) 保护、控制、信号、测量；
 - b) 电源自动转接；
 - c) 必要的安全联锁；
 - d) 程序操作控制；
 - e) 装置故障自检；
 - f) 开放的通信接口。
- 9.2.15 变电所电气测量与计量的设置应符合 GB/T 50063 的有关规定。

9.3 牵引网

- 9.3.1 牵引网由接触轨、开关设备及电缆等组成。正极接触轨和负极接触轨应分别通过上网电缆和回流电缆与牵引变电所连接。
- 9.3.2 悬挂式单轨交通应根据车辆牵引方式合理选择牵引网系统形式。牵引网系统应与车辆集电器、轨道梁相匹配，满足悬挂式交通车辆的供电需求。
- 9.3.3 接触轨带电部分和轨道梁、车体之间的最小净距应符合 GB 50157 规定。
- 9.3.4 正常工作状态下，正线接触轨应采用由两个相邻牵引变电所构成双边供电方式；当某个中间牵引变电所退出运行时，相关正线接触轨应由与该牵引变电所相邻的两个牵引变电所通过越区开关构成大双边供电。
- 9.3.5 接触轨载流截面，上网电缆、回流电缆的根数及截面，应根据支援供电方式下的远期高峰小时负荷计算确定。
- 9.3.6 接触轨材料及载流截面的选择应满足远期高峰小时牵引所故障运行模式下载流量和最低网压的要求。
- 9.3.7 接触轨的电分段应设在下列位置：
 - a) 有牵引变电所车站的车辆惰性处；
 - b) 区间牵引变电所设在变电所直流电缆出口附近；
 - c) 配线与正线的衔接处；
 - d) 车场出入线与正线衔接处；
 - e) 车场各电化库入口处及不同功能线路衔接处。
- 9.3.8 牵引变电所直流快速断路器、负极柜至接触轨间应设置隔离开关。
- 9.3.9 末端站后折返线有检修作业时，其相应部分的接触轨宜单独分段。
- 9.3.10 折返线处接触轨应有主、备两路电源。主、备两路电源通过电动隔离开关接自上、下行的正线接触轨进行供电。
- 9.3.11 车场中的接触轨应具有来自车场牵引变电所的主电源及来自正线的备用电源。
- 9.3.12 停车列检库、检修库、静调库、试车线的接触轨宜由牵引变电所直接馈电。
- 9.3.13 接触轨的锚段长度，应根据环境温度、载流温升、材料线胀系数、锚段关节或膨胀接头补偿量、线路、轨道梁等因素确定。
- 9.3.14 接触轨的支持点间距应根据载流元件自重、结构特性、集中荷载、接触压力等因素确定。
- 9.3.15 采用侧接触式钢铝复合轨的授流方式时，接触轨要求如下：

- a) 接触轨应按“一”字形布置；
- b) 接触轨锚段间宜采用膨胀元件进行衔接；
- c) 电分段采用自然断口或分段绝缘器。

9.3.16 接触轨的坡度发生变化时应符合表 13 的规定：

表13 接触轨的坡度

项目	汇流排+接触线	钢铝复合轨
拉出值方向	≤7‰	—
导高方向	—	≤1‰

9.3.17 牵引网末端应设集电器引入装置。

9.3.18 在馈线上网处隔离开关柜内应设置避雷器。

9.3.19 避雷器接地电阻值不应大于 10Ω 。

9.4 电缆

9.4.1 供电系统宜采用低卤、低烟的阻燃电线、电缆和光缆。

9.4.2 用于消防供电的配电线路应采用耐火铜芯电缆或矿物绝缘类不燃性铜芯电缆。

9.4.3 当中压环网电力电缆采用单芯电缆时，宜采用“品”字形布置。低压直流电力电缆宜采用“一”字形布置。

9.4.4 电缆在沿线区间敷设时，宜布置在轨道梁顶部或线路旁的电缆专用通道内；当电缆敷设在轨道梁顶部时需考虑遮阳措施。

9.4.5 中压环网电力电缆中间接头宜设置在车站范围内。

9.4.6 每个金属电缆支架或吊架、桥架应通过接地干线接地，接地干线两端应与变电所的接地网连接。

9.4.7 电缆在同一通道中的同侧多层支架上敷设的要求如下：

- a) 应按电压等级由高至低的电力电缆、强电至弱电的控制电缆和信号电缆、通信电缆的顺序排列。当电缆敷设需要满足电缆引入或引出弯曲半径的要求时，也可按电压等级由低到高的顺序排列；
- b) 当支架层数受空间大小限制时， $35kV$ 及以下相邻电压等级的电力电缆，可排列于同一层支架上， $1kV$ 及以下的电力电缆可与弱电电缆敷设在同一层支架上。

9.4.8 中压交流单相电力电缆的金属护层应直接接地，且在金属护层上任一点非接地处的正常感应电压应符合下列规定：

- a) 未采取能有效防止人员任意接触金属护层的安全措施时，不大于 $50V$ ；
- b) 除上述情况外，不大于 $300V$ 。

9.4.9 中压电力电缆金属护层的有效截面，应满足在可能的电缆故障下流经金属护层短路电流的载流要求。

9.4.10 在车站等建筑物设施内，数量较多的电缆垂直敷设时应采用电缆竖井。

9.4.11 电力电缆在敷设时，应在电缆中间接头两侧、电缆进出支（桥）架端部、拐弯处等紧邻部位的电缆上，采用经防腐处理的非磁性电缆卡子进行刚性固定。对于交流单相电力电缆，固定的间距尚应满足短路电动力的要求。

9.4.12 交流单相电力电缆的刚性固定宜采用不构成磁性闭合回路的夹具。

9.4.13 电缆从室外进入室内的入口处、电缆竖井的出入口处、电缆穿越建筑物隔墙楼板的孔洞处及各供电设备与电缆夹层之间的电缆开孔处，均应实施阻火封堵。

9.5 动力与照明

9.5.1 当牵引用电负荷为一级负荷时，动力与照明用电设备的负荷分级应符合下列规定：

- a) 一级负荷：火灾自动报警系统设备、消防水泵及消防水管电保温设备、防排烟风机及各类防火排烟阀、防火（卷帘）门、消防疏散用自动扶梯、消防电梯、应急照明、火灾或其他灾害仍需使用的用电设备；通信系统设备、信号系统设备、道岔系统设备、综合监控系统设备、电力监控系统设备、环境与设备监控系统设备、门禁系统设备、安防设施；自动售检票设备、站台屏蔽门设备、乘客信息系统设备、变电所操作电源等。火灾自动报警系统设备、环境与设备监控系统设备、专用通信系统设备、信号系统设备、道岔系统设备、变电所操作电源为一级负荷中特别重要的负荷；
- b) 二级负荷：变电所检修电源、站厅站台等公共区照明、附属房间照明、普通风机、排污泵、电梯、非消防疏散用自动扶梯和自动人行道设施；
- c) 三级负荷：检修设备、附属房间电源插座、车站空调制冷及水系统设备、广告照明、清洁设备、电热设备、培训及模拟系统设备、锅炉设备。

9.5.2 动力照明配电要求如下：

- a) 消防及专用防灾用电设备应采用专用的供电回路，消防配电设备应采用红色文字标识；
- b) 配电变压器二次侧至用电设备之间的低压配电级数不宜超过三级；
- c) 各级配电开关设备宜预留备用回路；
- d) 动力照明配电设备宜集中布置。车站应设动力照明配电室；在通风设备容量较大且设备较集中场所及冷冻机房处等应设环控电控室。当车场的单体建筑物内没有降压变电所时应设配电室；
- e) 负荷性质重要或用电负荷容量较大的集中设备应采用放射式配电；
- f) 中小容量动力设备宜采用树干式配电。用电点集中且容量较小的次要用电设备可采用链式配电，链接的设备不宜超过 5 台，其总容量不应超过 10kW；
- g) 电缆夹层、电缆通道应设照明，其电压不应超过 36V；
- h) 容量较大、负荷平稳且经常使用的用电设备，宜单独就地设置无功功率补偿装置；
- i) 动力设备及照明的控制可采用就地控制和远方控制；
- j) 道岔附近应设置固定照明和维修使用的移动电器的电源设施；车站站厅和站台宜设置清扫用移动电器的安全型电源插座；
- k) 插座回路应具有漏电保护功能。

9.5.3 车站照明种类可分为正常照明、应急照明、值班照明和过渡照明。

9.5.4 应急照明可包括备用照明和疏散照明，其设置应符合下列规定：

- a) 当正常照明失电时，对需要保证正常工作或活动继续进行的场所设置备用照明；
- b) 当正常照明因故障熄灭或火灾情况下正常照明断电时，对需要保证人员安全疏散的场所设置疏散照明。

9.5.5 车站公共区的照明负荷应交叉配电、分组控制。

9.5.6 当电气装置采用接地故障保护时，车站、运营控制中心、车场内的单体建筑等应设置包括建筑物或构筑物结构钢筋在内的总等电位联结。

9.5.7 车场的场区高架桥应采取防雷措施。

9.6 车载储能充电系统

9.6.1 车载储能充电系统应包括充电桩及为充电桩提供电源的供电设施。

9.6.2 车载储能充电系统的输入电源宜引自车站或车场降压变电所，输入电压等级宜采用 0.4kV；输出电压等级应与车载电源装置相适应。

9.6.3 充电桩宜布置在车站及车场内。

9.7 综合接地

- 9.7.1 综合接地系统应包括人工接地装置、自然接地装置等,其中接地装置包括接地体、接地引上线、接地端子和接地线。
- 9.7.2 供电系统中电气装置与设施的外露可导电部分除有特殊规定外均应接地。
- 9.7.3 综合接地系统接地端子处的接地电阻值不应大于 1Ω 。
- 9.7.4 应利用车站结构钢筋或变电所结构钢筋等自然接地极作为接地装置,并宜敷设以水平接地极为主的人工接地装置。自然接地装置与人工接地装置间应采用不少于两根导体在不同地点相连接。自然接地装置与人工接地装置的接地电阻值应能分别测量。
- 9.7.5 接地装置至变电所的接地线的截面,不应小于系统中保护地线截面的最大值。
- 9.7.6 配电变压器低压侧中性点应直接接地。
- 9.7.7 牵引变电所中的直流牵引供电设备应绝缘安装。
- 9.7.8 沿线建筑物与构筑物独立接地装置的接地电阻宜先符合自身接地要求后,再与综合接地系统进行等电位连接。
- 9.7.9 防雷引下线与接地网的连接点,至设备接地线与接地网连接点之间,沿水平接地极的长度不应小于 20m。

10 通信

10.1 一般规定

- 10.1.1 通信系统应为悬挂式单轨交通运输生产和经营管理提供稳定、可靠、畅通的语音、数据和图像等通信业务,做到系统可靠、功能合理、设备成熟、技术先进、经济实用。
- 10.1.2 通信系统宜由传输系统、公务电话系统、专用电话系统、无线通信系统、广播系统、时钟系统、视频监视系统、乘客信息系统、集中告警系统、办公自动化系统、电源系统及接地等子系统组成。
- 10.1.3 通信系统在正常运营时,应为运营管理提供相关信息;在灾害、事故或突发事件情况下,应为防灾、救援和事故处理的指挥提供应急通信保证。
- 10.1.4 通信各子系统均应具有网络管理功能,主要通信设备和模块应具有自检和报警功能,并宜冗余配置。
- 10.1.5 通信系统的总体方案及系统容量,宜按近期建设规模设置,远期发展规划预留,并为其他线路的接入预留条件。应与其他线路的通信系统实现必要的互联互通。
- 10.1.6 悬挂式单轨交通通信系统的构成及设备配置应满足运营管理模式和行车组织方式的要求。
- 10.1.7 通信系统所采用的设备应符合电磁兼容性的要求,并应具有抗电气干扰性能。
- 10.1.8 通信系统所采用的轨旁设备和车载设备宜小型化、轻型化,并适合于在悬挂式单轨交通的轨道结构体系环境下的安装和维护。
- 10.1.9 通信系统车载设备不应超出车辆轮廓线,轨旁设备不应侵入设备限界。

10.2 传输系统

- 10.2.1 应建立以光纤为主的通信传输系统网络,应满足通信各子系统和信号、供电、防灾、环境与设备监控系统、安防、自动售检票等系统各种信息传输的要求,并应留有余量。
- 10.2.2 传输系统应利用不同径路的两条光缆或同径路不同的两条光缆构成自愈保护环,并配置传输网络管理系统。
- 10.2.3 光缆容量应满足通信、信号、自动售检票等系统对光纤容量的需求,并结合远期发展预留余量。干线光缆网宜根据线网规划和建设需求统筹规划光缆数量、容量和光缆径路。通信光缆应采用无卤、阻燃、低烟、防腐蚀、防潮、防阳光辐射材料,并应具有防电磁干扰的防护层。室外裸露电缆、光缆的外

防护层应具备良好防水侵入性能、有防鼠害、防迷流腐蚀、防晒、耐高低温等功能。站内配线电缆应采用低烟、无卤、阻燃、带有屏蔽层的塑料护套电缆。

10.2.4 通信电缆、光缆应与强电电缆分开敷设。光缆与电力电缆同径路敷设时，宜采用非金属加强芯。

10.2.5 通信光缆引入室内应做绝缘接头，室内外金属护层与加强芯应断开。光缆引入完毕应做防鼠封堵。

10.2.6 通信光电缆的埋深、与其他管线及建筑物间的最小净距应符合 GB 50157 的规定。

10.3 公务电话系统

10.3.1 公务电话系统可采用独立的公务电话系统，也可纳入城市公用电话网或与专用电话系统合设。

10.3.2 公务电话交换网与本地公用网的连接方式宜采用全自动呼出、呼入中继方式，并可纳入本地公用网的统一编号。

10.3.3 公务电话系统独立设置时宜设置计费管理系统，并应采用统一用户编号。

10.3.4 公务电话交换设备应具备完善的监控管理接口和功能，并应设置维护终端。在控制中心宜设置集中网络管理设备，对全网内的公务电话交换设备应进行统一管理。

10.3.5 公务电话交换设备的容量应根据机构设置、新增定员、通信业务等因素确定，并应为发展预留余量。

10.3.6 公务电话基本功能、交换网传输衰耗及网络同步应符合 YD 5076 的规定。

10.4 专用电话系统

10.4.1 应为控制中心调度员、车站与车场的值班员组织指挥行车、运营管理及保障行车安全设置专用电话系统。

10.4.2 专用电话系统主要包括调度电话、车站与车场内直通电话。

10.4.3 专用电话系统应由中心交换设备、车站与车场交换设备、终端设备、录音装置及网管设备等组成。专用电话系统与公务电话系统可采用合设方式，但应保证调度专用功能。

10.4.4 调度电话应为控制中心调度员与各车站、车场值班员，以及与办理行车业务直接有关的人员提供调度通信，主要应包括行车、电力、防灾、环控及维修等调度电话。

10.4.5 控制中心调度台宜设置在控制中心调度大厅内，行车调度电话分机应设置在各车站行车值班员和车场信号楼行车值班员等处；电力调度电话分机应设置在电力值班人员所在的处所；防灾、环控调度分机应设置在防灾、环控值班人员所在的处所。行车调度电话可兼做防灾、环境与设备监控系统用。

10.4.6 调度电话应符合下列规定：

- a) 调度电话终端应能选呼、组呼和全呼分机，任何情况下均不发生阻塞；
- b) 调度电话分机可对调度电话值班台进行一般呼叫和紧急呼叫；
- c) 具有召集固定成员电话会议和实时召集不同成员的临时会议的能力；
- d) 调度电话系统具有录音功能。

10.4.7 站间行车电话终端应设在车站行车值班员所在处所，在线路上不应连接其他电话。

10.4.8 车站与车场可根据运营需要在相关处所设置辐射式直通电话。

10.5 无线通信系统

10.5.1 悬挂式单轨交通应为控制中心调度员、车场调度员、车站值班员等固定用户与列车司机、防灾、维修等移动用户之间提供通信手段。

10.5.2 无线通信系统所采用的工作频段及频点应经当地无线电管理部门批准。无线通信系统宜采用宽带集群通信方式。

10.5.3 无线通信系统应采用有线、无线相结合的方式。中心设备应通过光数字传输系统或光纤与无线

区间设备连接，各区间设备应通过天线空间波传播或经漏缆的辐射构成与移动台的通信。

10.5.4 无线通信系统可根据运营需要设置行车、防灾、环控、综合维修、车场等调度台。

10.5.5 无线通信系统空间波覆盖的时间地点概率不应小于 90%，漏泄同轴电缆辐射点播的时间地点概率不应小于 95%。

10.5.6 无线通信系统应具有选呼、组呼、全呼、紧急呼叫、呼叫优先级权限等调度通信功能，并应具有录音与监测等功能。

10.5.7 在紧急状态下控制中心应直接向车辆内的乘客进行广播，可由无线通信系统的车载设备设置的与车辆相关的广播系统接口实现。

10.5.8 列车车厢应设置紧急通话按钮，在紧急状态下乘客可直接与控制中心行车调度通话，可通过与无线通信系统的车载设备设置接口实现。

10.6 广播系统

10.6.1 广播系统应向乘客通告列车运行、向导等服务信息，发生火灾时可兼作消防广播。

10.6.2 广播系统应由控制中心、车站与车场广播设备组成。控制中心应设置行车和防灾广播控制台，车站行车和防灾广播控制台可合设。控制中心广播控制台可对全线选站、选路广播；车站与车场广播控制台可对本站管区内广播。

10.6.3 广播系统宜与无线系统移动终端设置接口。

10.6.4 列车广播设备宜与车辆配套设置。列车广播设备应兼有自动和人工两种播音方式，并可实现控制中心调度员通过无线通信系统对运行列车的语音广播。

10.6.5 车场广播系统应供车场调度指挥人员向与行车直接有关的车场内生产人员发布作业命令及有关安全信息等。车场广播系统可接入正线运营广播系统。

10.6.6 列车进站时车站可自动广播乘客导乘信息，列车进站信息宜由信号系统提供。

10.6.7 正线运营广播系统车站负荷区宜按站台层、出入口通道进行划分。负荷区各点的声场均匀度及混响指标应满足广播声音清晰、稳定的要求。

10.7 视频监视系统

10.7.1 视频监视系统应为控制中心调度员、各车站值班员、公安等提供有关列车运行、防灾、救灾及乘客疏导等方面的视觉信息。

10.7.2 视频监视系统应由中心控制设备、车站控制设备、图像摄取、图像显示、录像及视频信号传输等部分组成。

10.7.3 视频监视系统应在售检票大厅、乘客集散厅、进出站闸机、站台、自动扶梯及电梯、换乘通道、临近车站线路区域、道岔区域等公共场所设置视频摄像设备；在变电所、设备用房及票务室、售票处等场所也宜设置；在车场车库、大跨径桥梁等区域也可设置。

10.7.4 视频监视系统的摄像机、监视终端应采用符合国家广电标准的制式。室外摄像机应设全天候防护罩，并应适应最低 0.2lx 的照度；室内摄像机应适应最低 1lx 的照度或应急照度要求。在室外及高架车站等地点应根据天气变化和光线直射的影响采用宽动态摄像机。

10.7.5 视频监视系统应具备监视及控制优先级、循环显示、任意定格与锁闭、图像选择、不间断实时录像、摄像范围控制、字符叠加、远程电源控制等功能。

10.7.6 图像数字化编解码技术应采用标准通用的数字编码格式。

10.8 乘客信息系统

10.8.1 乘客信息系统应具有完备的信息处理能力，并应通过系统外部接口进行数据交换及将获得的数据经系统处理后，向乘客提供信息服务。

10.8.2 乘客信息系统除应提供运营相关信息外,尚可提供新闻、天气预报、道路交通等公共信息及公益广告等信息,并应支持文字、图片、视频信息等媒体格式,且在火灾自动报警系统报警时应具有联动功能。

10.8.3 需同时显示多类信息的终端显示设备,应具有每个区域可独立控制的多区域屏幕分隔功能,并应具备单独播放列表功能。

10.8.4 车站终端显示设备宜设置于站台、站厅、出入口通道、换乘通道、进站口、出站口区域。

10.8.5 车载子系统宜配备车载控制设备、图像存贮设备、网络设备和客室终端显示屏。

10.8.6 乘客信息系统宜设置与时钟系统、广播系统、信号系统、综合监控系统等内部专业接口,并宜设置与数字电视、无线电视、有线电视等外部信息源接口。

10.9 时钟系统

10.9.1 时钟系统应为各线、各车站、车场提供统一的标准时间信息,为通信各子系统及其他系统提供统一的时间信号。时钟系统应由中心母钟(一级母钟)、车站与车场母钟(二级母钟)、时间显示单元(子钟)组成。

10.9.2 一级母钟应能接收外部北斗卫星导航系统(BDS)和全球卫星定位系统(GPS)的基准信号并自动进行校准。一级母钟应能定时向二级母钟、连接的子钟及其他需提供统一的时间信息的各系统发送时间编码信号用以校准;二级母钟产生时间信号应能提供给本站的子钟。母钟应具有万年历功能并具有年、月、日、时、分、秒输出与显示。子钟应能显示时、分、秒。

10.9.3 一级母钟自走时精度应在10⁻⁷以上,二级母钟自走时精度应在10⁻⁶以上。

10.9.4 一级母钟、二级母钟应配置数字式及指针式多路输出接口,一级母钟应配置数据接口与其他需要时间信息的系统连接。

10.9.5 一级母钟宜设置于控制中心且宜满足多条线路的共享。各车站与车场应设置二级母钟;中心调度室、车站值班控制室、变电所值班室、站厅、站台及其他与行车直接有关的办公室等处所应设置子钟。

10.9.6 子钟可采取数字式和指针式及采用单面或双面显示,并宜采用网络子钟。在设置乘客信息系统显示终端的站台、站厅等处,宜由乘客信息系统显示终端的时间代替子钟功能。

10.10 集中告警系统

10.10.1 通信系统宜设置集中告警系统。当悬挂式单轨交通设置综合运行与维护系统时,集中告警系统宜与综合运行与维护系统合设。

10.10.2 集中告警系统可实现故障监测、安全管理等功能,与通信各子系统的网络管理设备应采用标准、通用的硬件接口和通信协议。

10.10.3 集中告警系统应利用通信各子系统具有的自诊断功能,采集通信各子系统的设备运行、故障信息,并进行告警和记录。

10.10.4 集中告警系统应有多级管理权限设置。

10.11 办公自动化系统

10.11.1 悬挂式单轨交通可配置办公自动化系统。

10.11.2 办公自动化系统应为运营和管理提供电子办公、信息发布、日常运作和管理、资源管理的信息平台。

10.11.3 办公自动化系统宜根据运营单位的需求,统一规划和实施办公自动化软件平台的建设。

10.11.4 办公自动化系统可利用传输系统作为主干传输网络,可在与运营相关的办公场所设置用户终端设备,并接入控制中心、车站、车场设置的数据网络设备。

10.11.5 办公自动化系统应设置完善的网络安全措施,信息保护等级宜不低于二级。

10.12 电源系统及接地

10.12.1 通信电源系统应能对通信设备不间断、无瞬变的供电，并应具有集中监控管理功能。通信电源设备应满足通信设备对电源的要求。

10.12.2 通信设备应按一级负荷供电。

10.12.3 直流供电的通信设备宜采用高频开关电源方式集中供电。直流电源基础电压为-48V，其他种类的直流电源电压应通过直流变换器供电。

10.12.4 交流供电的通信设备应采用交流不间断电源（UPS）方式集中供电。

10.12.5 电源设备容量应符合下列规定：

- a) 直流、交流配电设备的容量按远期负荷配置；
- b) 整流器、直流变换器、逆变器、交流不间断电源设备及蓄电池组的容量按近期配置。

10.12.6 蓄电池组的连续供电时间不应少于2h。交流不间断电源设备的蓄电池宜设一组。直流供电设备蓄电池组宜设置两组并联，每组容量应为总容量的1/2。

10.12.7 通信设备的接地系统设计，应保证人身、通信设备安全和通信设备的正常工作。

10.12.8 通信系统接地宜采用综合接地方式，接地电阻值不应大于1Ω。当采用分设接地方式时，接地电阻值不应大于4Ω，困难情况下不应大于10Ω。

10.13 通信设备用房技术要求

10.13.1 通信设备用房应根据设备布置确定机房及生产辅助用房的面积。

10.13.2 通信设备用房的位置安排，应经济适用、运转安全、缆线引入方便、配线最短和便于维修。

10.13.3 各种机房的面积均应按远期容量确定。

10.13.4 通信设备用房环境应满足设备运用的要求。

10.13.5 通信设备用房的设计应根据通信设备及布线的要求，预留沟、槽、管、孔。

10.13.6 通信设备用房的室内最小净高不应小于2.8m（不含架空地板和吊顶高度），其他辅助用房应按办公用房工艺要求设计。

10.13.7 通信机房宜采用上走线方式。

11 信号

11.1 一般规定

11.1.1 信号系统结构及设备配置应满足运营管理模式和行车组织方式的要求。

11.1.2 信号系统应由行车指挥和列车运行控制设备组成，并应设置必要的故障监测、报警设备和维护管理设备。

11.1.3 信号系统应具有与车辆系统、供电系统、道岔系统、通信系统、站台门系统、FAS/BAS等机电系统的接口，宜与通信系统、供电系统、FAS/BAS等机电系统进行系统集成，实现综合调度管理和运营维护自动化。

11.1.4 信号系统采用的器材、设备和技术指标应符合GB/T 12758的规定，满足湖北地区使用的环境条件要求。

11.1.5 涉及行车安全的系统、设备及电路应符合故障导向安全的原则。采用的安全系统、设备应通过独立第三方安全认证。

11.1.6 信号系统应采用模块化、轨旁设备较少的列车自动控制系统，其中所采用的轨旁设备和车载设备应小型化、轻型化，并便于安装和维护。在轨旁现场及公共视野安装的信号设备应与城市或周边景观相协调。安装在车体内的车载设备应与车辆内装设计相协调。

11.1.7 信号系统应具有高可靠性、高可用性、高安全性和良好的电磁兼容性，并满足环保要求。

11.1.8 信号系统的车载设备不应超出车辆限界，信号系统的轨旁设备不应侵入设备限界。

11.1.9 信号系统应与特定场合设置的风速监测系统装置接口，对风速等级进行实时监测，并应采取对应防护措施。

11.1.10 信号系统运输能力应按初、近、远期设计年限最大需求进行设计，宜采用完整的列车自动控制（ATC）系统。

11.2 列车自动控制系统

11.2.1 信号系统可采用准移动闭塞或移动闭塞制式的ATC系统。

11.2.2 信号系统应采用安全、可靠、成熟、先进的技术装备，并应具有较高的性价比。

11.2.3 信号系统设计能力要求如下：

- a) 信号系统监控范围按线路和站场所确定的建设规模设计，系统监控能力应与线路规模、运行能力相适应；
- b) 信号专业应与行车等专业配合，通过列车运行仿真计算通过能力、折返能力以及出入车辆基地的能力；
- c) 出入车辆基地的列车不应影响正线列车的行车能力；
- d) ATC系统监控和管理的列车数量按最小追踪间隔能力所需列车数量设计，并留有不小于30%余量。新线设计时，车载信号设备配备数量，宜按初期配属列车数量计。

11.2.4 信号系统包括正线及车辆基地/停车场信号系统，ATC系统应包括下列主要系统：

- a) 列车自动监控（ATS）系统；
- b) 列车自动防护（ATP）系统（含联锁设备）；
- c) 列车自动运行（ATO）系统；
- d) 数据通信（DCS）系统；
- e) 维护管理（MMS）系统。

11.2.5 列车运行可具备下列驾驶模式：

- a) 全自动运行模式（FAM）；
- b) 列车自动驾驶模式（AM）；
- c) 列车自动防护模式（CM）；
- d) 限制人工驾驶模式（RM）；
- e) 非限制人工驾驶模式（NRM）；
- f) 蠕动模式（CAM）。

11.2.6 信号系统应具备列车自动防护模式（CM）、限制人工驾驶模式（RM）和非限制人工驾驶模式（NRM）。信号系统宜实现有人值守下的列车全自动运行（DTO），具备全自动运行模式（FAM），或实现半自动化列车运行（STO），具备列车自动驾驶模式（AM）。

11.2.7 信号系统宜具备下列控制功能，且在自动控制模式下均应具备人工优先介入控制能力。

- a) 控制中心自动控制；
- b) 控制中心人工控制；
- c) 车站自动控制；
- d) 车站人工控制。

11.2.8 根据线路特点、工程规模及运营管理需求，可采用中心集中控制，取消车站现地控制，系统整体可靠性不应降低。

11.2.9 车辆基地/停车场全部纳入信号系统的管理范围，其纳入部分的系统和设备与正线信号系统设备相同。

11.2.10 信号系统车载设备与车辆机械接口、电气接口和网络接口宜进行深度融合,采用模块化分布式安装方案,合理利用车辆内装空间,简化接口电路设计,减少控制电缆和继电器消耗,通过网络接口实现非安全相关的列车控制功能,可共用司机显示屏。轨旁设备可与通信等其他弱电设备共用机房,集中设置,采用综合电源系统。

11.2.11 信号系统在保证安全和功能的前提下,宜减少轨旁设备配置,可中心集中设置轨旁 ATP、ATS 和 DCS 等设备,轨旁设置目标控制器和无线接入单元。对故障模式下降级运行及恢复时间要求不高的线路,可不设置实体信号机和次级列车位置占用检测设备,或仅在道岔区域设置实体信号机和次级列车位置占用检测设备。

11.2.12 信号系统的安全完整度水平应满足 GB/T 21562 (所有部分)、GB/T 28808、GB/T 28809 规定,符合表 14 所示的安全完整度等级要求:

表14 信号系统(含设备)安全完整度等级要求

子系统	安全完整度(SIL)等级
列车自动监控(ATS)系统	SIL2
列车自动防护(ATP)系统(含联锁设备)	SIL4
列车自动驾驶(ATO)系统	SIL2
次级列车位置占用检测设备	SIL4

11.2.13 信号系统关键设备和系统应采用硬件和软件冗余的系统结构,提高可靠性,应采用智能化故障诊断技术,提高系统故障检测覆盖率,具备故障自愈和故障隔离能力,提高系统可用性。整个信号系统可用性指标不应小于 99.98%。

11.2.14 信号系统应满足信息系统安全保护能力第三级要求。

11.3 列车自动监控(ATS)系统

11.3.1 列车自动监控(ATS)系统应具有下列功能:

- 列车自动识别、跟踪、车次号显示;
- 列车运行和设备状态自动监视;
- 进路和信号的自动/人工控制;
- 运行图编制和管理;
- 列车运行自动/人工调整;
- 操作与数据记录、回放、输出和统计处理;
- 车辆信息及人员管理;
- 系统故障时降级使用及故障复原处理;
- 列车运行模拟及培训;
- 全自动运行模式(FAM)下,列车自动监控(ATS)系统应支持出入库计划编制和管理、列车休眠/唤醒、清客、洗车、车辆调度等功能。

11.3.2 列车自动监控(ATS)系统要求如下:

- 可监控一条或多条运营线路。监控多条运营线路时,应保证各条线路具有独立运营和混合运营的监控能力;
- ATS 计算机系统和网络系统应采用冗余技术,控制中心应设调度员工作站、调度长工作站、运行图编辑工作站、模拟/培训工作站以及其他必要的设备;调度员工作站的设备数量,应根据在线列车运用数量、线路长度和车站数量等因素合理配置;
- 控制中心宜采用大型背投显示屏、液晶显示器与鼠标的组合设备,车站宜采用液晶显示器与鼠标的组合设备;
- 为满足列车临时交路的需要,凡具备折返条件的有岔车站,均应按具有折返作业进行功能配置;

- e) 列车进路可根据运行图和列车车次号等条件实现自动控制;
- f) 在车站站台正向出站方向列车司机室前方位置及出入线进入正线位置, 宜设置用以提示发车时刻的发车表示器, 发车表示器应采用数字显示方式;
- g) ATS 系统数据传输应满足下列要求:
- h) 系统容量、传输速率和传输距离应满足系统实时监控的需要、满足行车指挥的运用要求;
- i) 输出传输应具有差错控制能力;
- j) 输出传输网络应具有冗余措施, 主备通道应能实现自动和人工切换;
- k) ATS 系统应能够从时钟系统获取标准时间同步信号;
- l) ATS 系统可与综合调度指挥系统集成;
- m) ATS 系统应具有与当地轨道交通线网指挥中心(若有)的接口功能, 接口设计应满足当地轨道交通线网指挥中心的统一要求;
- n) ATS 系统与相关系统的接口应有可靠的隔离措施。

11.4 列车自动防护 (ATP) 系统

11.4.1 列车自动防护 (ATP) 系统应具有下列基本功能:

- a) 检测列车位置, 实现列车间隔控制和进路控制;
- b) 监督列车运行速度, 实现列车超速防护控制;
- c) 防止列车误退行等非预期的移动;
- d) 为列车车门、站台门的开关提供安全监控信息;
- e) 记录司机的操作和设备运行状况。

11.4.2 列车自动防护 (ATP) 系统要求如下:

- a) ATP 系统安全完整度等级应满足 SIL4 级要求, ATP 系统内部电路及设备之间的信息传输通道也应符合故障—安全原则;
- b) ATP 系统应由地面轨旁设备(含联锁功能)和车载设备组成, ATP 地面/车载计算机设备应采用三取二或二乘二冗余结构;
- c) ATP 系统应按双方向运行设计;
- d) 闭塞分区的划分和列车运行安全间隔应通过列车运行模拟确定。为保证行车安全, 在安全防护地点运行方向的前方应设置安全保护距离并留有余量;
- e) ATP 系统宜采用连续式速度控制曲线, 信息传输和列车位置检测可采用环线、应答器、无线天线和泄露电缆等方式实现;
- f) 采用基于通信技术的 ATP 系统时, 车地无线通信网络应按照双套冗余进行设计;
- g) 根据线路运行和维护的需要, 可在特定范围设置临时限速;
- h) 在车站站台上和车站控制室内应设置紧急停车按钮; 当按下该按钮时, 应取消该车站对应范围内的全部移动授权命令; 如有地面信号机还应切断信号开放电路, 以确保该范围内禁止列车进入, 迫使已接近或已进入的列车或准备从站台出发的列车制动或紧急制动停车;
- i) 可与风力监测系统接口, 并可根据监测到的风速等级, 采取告警、限制列车运行速度或直接制动停车等安全防护措施。

11.4.3 车载设备应符合下列要求:

- a) 以导致列车停车为最高的安全准则, 任何车地通信中断、列车超速、列车的非预期移动均导致紧急制动;
- b) 执行紧急制动时, 切断列车牵引, 列车停车过程中不中途缓解;
- c) 车门控制在满足列车精确对位停车后才允许发出对应站台侧车门的开门命令。

11.4.4 ATP 系统内联锁单元(或独立联锁设备)要求如下:

- a) 符合故障导向安全的原则, 应采用必要的冗余和安全技术, 并具备必要的故障诊断和报警能力;
- b) 确保进路上的道岔、信号机和区段的联锁, 联锁条件不满足时, 禁止进路开通。敌对进路应互相照查, 不应同时开通;
- c) 应能实现进路锁闭、接近锁闭、区段锁闭及道岔单锁, 并应能实现道岔的单独操纵和进路选动。影响行车效率的联动道岔宜采用同时启动方式;
- d) 装设引导信号的信号机因故不能正常开放时, 应通过引导信号实现列车的引导作业;
- e) 车站进路控制通常采用进路的始终端控制方式, 根据需要宜可实现车站有关进路、端站折返进路的自动排列;
- f) 联锁设备的操纵宜选用显示器加键盘鼠标方式。

11.4.5 轨旁信号机设置和显示要求如下:

- a) 轨旁信号机宜采用 LED 光源构成的组合式小型色灯信号机, 宜根据轨道桥梁的墩柱设置情况合理布置;
- b) 轨旁信号机的设置应符合下列规定:
 - 1) 采用基于通信技术的 ATC 系统以车载信号显示为主体信号, 轨旁只设置出场/段信号机和尽头阻挡信号机, 可根据需要设置道岔防护信号机或道岔位置表示器;
 - 2) 采用基于传统列车位置占用检测设备(类似计轴设备)的 ATC 系统设置包括出站、道岔防护、出段/场、区间以及阻挡等轨旁信号机, 并作为主体信号使用。
- c) 信号机显示含义应符合下列规定:
 - 1) 红灯——进路未开通, 禁止通过该架信号机;
 - 2) 黄灯——建立侧向进路, 准许列车按规定限速通过该信号机;
 - 3) 绿灯——建立直向进路, 准许列车按规定限速通过该信号机;
 - 4) 红灯+黄灯——引导信号, 准许列车在该信号机前方不停车, 以不超过规定的速度运行, 并随时准备停车;
 - 5) 月白灯——允许调车。
- d) 采用基于通信技术的 ATC 系统, 出场/段信号机、尽头阻挡信号机应采用常态点灯方式, 其他轨旁信号机可根据运营需求来决定常态点灯或灭灯方式。

11.4.6 ATP 系统内联锁单元(或独立联锁设备)与道岔的接口应符合下列规定:

- a) 联锁设备(或目标控制器)通过与道岔控制柜的接口实现对道岔的集中控制和信息采集;
- b) 联锁设备(或目标控制器)与道岔的接口分界点位于道岔控制柜的外线端子;
- c) 联锁设备(或目标控制器)提供驱动道岔至定位、驱动道岔至反位控制命令信息及其他现场手动操作所需的接口信息;
- d) 道岔控制柜提供与道岔位置相符的表示信息和道岔故障信息;
- e) 联锁设备(或目标控制器)与道岔的接口电路满足双方接口需求, 并符合故障—安全原则。

11.5 列车自动运行(ATO)系统

11.5.1 列车自动运行(ATO)系统应具有以下主要功能:

- a) 站间自动运行;
- b) 站台精确停车;
- c) 列车自动折返;
- d) 列车运行自动调整;
- e) 列车自动节能控制;
- f) 车门和站台门开关的自动监控。

11.5.2 全自动运行模式(FAM)下, 列车自动运行(ATO)系统应能支持列车休眠/唤醒、库内发车、

场内运行、站台停站、站台发车、区间运行、站台清客、列车折返、回库、洗车等正常作业，宜实时监督车辆设备运行状态和设备报警信息，故障模式下与车辆深度联动控制列车区间限速运行或运行至临近站台清客，支持远程控制、远程复位和远程旁路等故障处置功能。

11.5.3 列车自动运行（ATO）系统要求如下：

- a) ATO 系统应在已装备有 ATP 系统、确保行车安全的条件下安装使用；
- b) 根据线路条件、道岔状态、前方列车位置等实现列车速度自动控制；区间停车后，在条件具备的情况下实现列车的自动启动；车站发车时，列车可自动启动或司机操作启动；
- c) ATO 可根据运营需要提供多种区间运行模式，满足不同列车运营时分要求，适应列车自动调整的需要；
- d) ATO 应能自动精确对位停车，停车精度应满足停站、折返和存车作业的要求；安装有站台门的车站列车停车精度误差宜控制在 $\pm 0.3m$ 范围内；
- e) ATO 控制过程应满足舒适度、快捷性、准时以及节能的要求；
- f) 当采用储能供电系统时，ATO 宜根据电池管理系统（BMS）的状态信息调整控车策略；
- g) ATO 应能控制列车实现车站通过作业。

11.6 数据通信（DCS）系统

11.6.1 DCS 系统应包括轨旁有线网络、车地无线网络和网络管理设备三大部分。DCS 系统可由信号系统单独组建，也可由通信系统统一建设提供数据通道。当由通信系统给信号系统提供数据通信时，应优先保证信号系统业务数据的实时可靠传输。

11.6.2 DCS 轨旁骨干网络应采用独立的热备冗余物理通信通道，宜采用自愈型环网拓扑结构或者增强型准网络拓扑结构。

11.6.3 DCS 车地无线网络应采用 A、B 双网冗余设计，同时应保证信号系统业务信息在空口传输的通信安全。

11.6.4 DCS 网络管理设备应包括有线传输网管设备和无线传输网管设备。DCS 网络管理系统宜采用 SNMP 标准协议、通过图形化界面对网络设备进行监控和管理。网络管理系统应能记录并保存 DCS 系统运行中的各类事件和告警信息。DCS 网管相关功能可集成到维护管理系统或综合调度指挥系统中。

11.6.5 DCS 系统应具备灵活性和拓展性，以满足信号系统配置管理和工程线路延伸的需要。

11.7 维护管理（MMS）系统

11.7.1 MMS 系统负责整个信号系统的维护管理工作，应由中心服务器、车载诊断维护单元、监测系统和维护工作站等组成，可根据需要配置区域服务器。

11.7.2 根据系统规模和数据存储要求，MMS 中心服务器宜配置冗余的应用服务器、数据服务器和磁盘阵列。中心服务器存储和处理全线轨旁的运维数据，同时负责收集中心 ATS 和车载设备的运维数据。

11.7.3 每列车应配置车载诊断维护单元。车载维护诊断单元收集车载信号设备的运维数据和与车辆接口信息，通过车地无线信道实时发送至中心服务器。

11.7.4 监测系统收集和管理本区域（包括正线、停车场/车辆基地）内信号设备（包括道岔、信号机、站台门、电源屏等）的状态和故障信息，并将运维数据发送给中心服务器。

11.7.5 MMS 系统应支持配置多台维护工作站和配套的打印机。维护工作站通过浏览器访问中心服务器，提供给运维人员进行信息统计与查询、故障诊断定位等维护管理工作。

11.7.6 MMS 系统应能存储不少于 90 天的运维数据，车载诊断维护单元应能存储不少于 7 天的运维数据，并提供数据导出的接口。

11.8 信号系统供电

11.8.1 信号系统供电负荷等级应为一级负荷。

11.8.2 信号系统应采用集中电源和分路馈电的方式，其交、直流电源应对地绝缘，输出至室外设备的供电回路应采用隔离供电方式。

11.8.3 电源电压波动超过用电设备正常工作范围时，应采取稳压和滤波等措施。

11.8.4 车载设备电源应由车辆专业提供，并应采取过压和过流保护措施。

11.8.5 信号系统宜采用专用的电源屏和配电屏供电或综合电源系统供电，并具有主、副电源自动和手动切换装置，切换时不应影响用电设备正常工作。

11.8.6 信号电源屏宜选用不间断电源（UPS）设备和免维护电池设备，电池后备供电时间不应小于30min。

11.8.7 信号系统电源容量除满足最大负荷需要外，还要考虑必要的备用余量；

11.8.8 信号电源屏宜具备远程监视功能。

11.9 防雷、电磁兼容与防护

11.9.1 电磁兼容应符合下列规定：

- a) 在设计、制造信号设备时，保证电磁干扰不影响其安全性和可靠性，并采用屏蔽、滤波、接地、隔离以及其他技术措施，保证设备具有良好的电磁兼容性能；
- b) 信号设备在正常工作时间向设备外部可能发射的电磁干扰，符合电源和机箱端口试验项目关于规定的电磁发射限制要求。

11.9.2 信号系统防护要求如下：

- a) 信号设备与供电接触网之间应留有安全距离；
- b) 信号电缆线路与强电线路应分开敷设，交叉跨越敷设时，宜采用相互垂直交叉方式，必要时可采取保护措施；动力电缆与信号电缆的最小平行间距宜大于0.5m；
- c) 室外轨旁信号设备、与外线连接的室内信号设备应具有雷电防护措施，并应保证设备受雷电干扰时不应有错误动作；
- d) 防雷元器件的选择应将雷电感应过电压抑制在被防护设备的冲击耐压水平之下，且防雷元器件的设置不应影响被防护设备的正常工作；
- e) 信号设备应设工作地线、保护地线、屏蔽地线和防雷地线，并应采用接地线接入到综合接地系统，其接地电阻应不大于1Ω；当未设或局部未设综合接地体时也可分散接地，分散接地电阻值不应大于4Ω；
- f) 出入信号设备室的电缆应采用屏蔽电缆，应在室内对电缆屏蔽层采用单端接地，并应在引入口设金属护套；
- g) 室外信号设备的金属箱、盒壳体应接地；
- h) 车载信号设备的地线应接入到车辆的接地装置；
- i) 防雷与接地应按符合GB 50343的相关规定。

11.10 其他

11.10.1 信号系统在区间的光、电缆路由可根据轨道梁、道岔梁、桥墩柱结构设计事先规划和预留。

11.10.2 信号系统电缆敷设应符合下列规定：

- a) 在区间轨道梁内部、道岔梁内部敷设的电缆应采用无卤、低烟、阻燃型电缆，在室外直接暴露在阳光下的区间、车站电缆应采取遮蔽防护措施或采用低卤、低烟、难燃、防紫外线、抗老化型电缆；
- b) 电缆芯线或芯对应有一定的备用量，其中普通信号电缆的备用芯线数应符合下列规定：
 - 1) 9芯以下电缆备用1芯；

- 2) 12 芯~21 芯电缆备用 2 芯;
- 3) 24 芯~30 芯电缆备用 3 芯;
- 4) 33 芯~48 芯电缆备用 4 芯;
- 5) 52 芯~61 芯电缆备用 5 芯。
- c) 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应实施防火封堵。

11.10.3 信号系统设备用房应满足下列要求:

- a) 信号设备室适应设备运行环境的要求，并符合 GB 50174 的有关规定;
- b) 信号设备室内设备机柜布置间距满足设备安装及正常维护的需要;
- c) 信号设备室使用面积留有余量，以备设备增加、更新改造倒接。

12 站场

12.1 车站建筑

12.1.1 一般规定

12.1.1.1 悬挂式单轨交通车站的总体布局，应符合城市国土空间规划、环境保护、城市景观和节约土地的要求，并应处理好与地面建（构）筑物、地下管线、地下构筑物及施工时交通组织之间的关系。

12.1.1.2 车站的设置应与既有或规划中的公共交通具有便捷换乘功能。

12.1.1.3 车站设计应满足客流和设备运行的需求，满足乘客乘行安全、集散迅速、功能分区明确、布置紧凑、便于管理的要求，并应具有良好的通风、照明、卫生、防灾等设施。

12.1.1.4 车站的站厅、站台、出入口通道、楼梯、自动扶梯、售检票口（机）等部位的通过能力，应按该站远期超高峰小时客流量确定。超高峰设计客流量应为该站预测远期高峰小时客流量或客流控制期的高峰小时客流量乘以 1.1~1.4 超高峰系数。设于道路中的车站可具有兼顾客流过街的功能。

12.1.1.5 车站站台宜设站台门或安全栏栅，车行区应设置与车辆缓冲限位装置匹配的缓冲限位设施。高架车站车行区的底部应采用封闭构造措施。

12.1.1.6 车站的公共区、楼梯及出入口通道等，应设置无障碍设施。

12.1.1.7 车站宜设公共厕所，管理人员厕所与公共厕所不宜合用。厕所的规模和位置宜根据城市特点或运营需求选定。

12.1.1.8 车站及出入口有条件时宜与周边建筑结合布置。

12.1.1.9 换乘车站应选择便捷的换乘形式，不能同步实施时应预留接口，并宜做换乘车站资源共享。

12.1.2 车站平面

12.1.2.1 站台计算长度应为列车最大编组的有效使用长度加停车误差之和。有效使用长度和停车误差要求如下：

- a) 有效使用长度在无站台门或安全栏栅的站台应为列车首末两节车辆司机室门外侧之间的长度，有站台门或安全栏栅的站台应为列车首末两节车辆尽端客室门外侧之间的长度;
- b) 有站台门或安全栏栅时停车误差宜采用 $\pm 30\text{cm}$ 。

12.1.2.2 站台上的楼梯和自动扶梯纵向分布宜均匀，且站台计算长度内任一点距最近梯口或通道口距离不应大于 50m。

12.1.2.3 设于站台层楼梯和自动扶梯的总量布置，除应满足上、下乘客的需要外，尚应符合 GB 50016、GB 51251 规定。

12.1.2.4 高架车站站台层除无障碍设施及必要设备用房外，其他设备与管理用房不宜设于站台层。

12.1.2.5 售检票方式可根据具体情况采用人工式、半自动或自动式。当近远期分期实施时，应预留后期设置条件。

12.1.2.6 售票机前应预留有购票乘客空间。出站检票口与出入口通道的间距不宜小于5m，与楼梯梯步距离不宜小于5m，与自动扶梯工作点距离不宜小于8m；进站检票机与楼梯梯步距离不宜小于4m，与自动扶梯工作点距离不宜小于7m。

12.1.2.7 付费区与非付费区的分隔宜采用不低于1.1m的可透视栏栅，并应按需要安装可向疏散方向开启的栏栅门。栏栅门应按平开门设计，其总宽度应满足事故疏散要求。

12.1.2.8 站厅公共区的面积除满足自动扶梯、楼梯布置及售检票机等所需面积外，尚应满足能容纳远期高峰小时5分钟内双向客流的集聚量所占面积（按每人0.5平方米计）。

12.1.2.9 车站及出入口应远离加油站、加气站或其他危险品场地，其距离应符合GB 50156的规定。

12.1.2.10 当车辆车体与回流轨侧的集电装置连通时，自站台边缘起向内1m范围的站台地面装饰层下应进行绝缘处理。

12.1.3 车站出入口

12.1.3.1 车站出入口的数量应根据分向客流和疏散要求设置，但每座车站不应少于两个，每个出入口宽度应按远期或客流控制期分向设计客流量乘以1.1~1.25不均匀系数计算确定。

12.1.3.2 出入口兼作过街通道时，出入口通道宽度、自动扶梯、楼梯的通过能力及其站厅相应部位应计入过街客流量。同时应设置夜间停运时的隔离措施。

12.1.3.3 出入口处的门不应采用推拉门和弹簧门。

12.1.3.4 设于道路两侧的出入口宜平行于或垂直于道路红线，后退道路红线应满足当地规划要求。当出入口开向城市主干路时，出入口前应设集散广场。

12.1.4 楼梯、自动扶梯与电梯

12.1.4.1 乘客使用的楼梯宜采用26°34'倾角，其宽度单向通行不应小于1.8m，双向通行不宜小于2.4m，当宽度大于3.6m时应设置中间扶手。楼梯宽度宜符合建筑模数。

12.1.4.2 当高架车站出入口的提升高度超过6m时，应设上行自动扶梯，超过12m时应设上、下行自动扶梯，并宜至少有一个出入口设有上、下行自动扶梯。站台至站厅应设上行扶梯，高差超过6m时，应设上、下行自动扶梯。分期建设时应预留后期建设的自动扶梯位置。

12.1.4.3 车站出入口自动扶梯的倾斜角度不应大于30°，站台至站厅自动扶梯的倾斜角度应为30°。

12.1.4.4 消防专用楼梯宽度不宜小于1.2m。

12.1.4.5 电梯宜选用无机房电梯。电梯应设置残疾人专用设施。

12.1.4.6 无障碍电梯门前等候区深度不宜小于1.8m，当条件困难时等候区梯门可正对轨道区，但门前等候区不应侵占站台计算长度内的侧站台宽度。

12.1.5 站台门

12.1.5.1 沿站台边设置的站台门，应以站台计算长度中心线为基准对称纵向布置。

12.1.5.2 当站台面呈坡度时，站台门应随坡度设置，并应垂直于站台面。安装站台门的站台面，在站台有效使用长度内的平整度误差不应大于15mm。

12.1.5.3 站台门位于土建结构的诱导缝、变形缝等部位应采取相应的构造措施。

12.1.5.4 站台门应有明显的安全标志和使用标志。

12.1.6 无障碍设施

12.1.6.1 当从站厅至站台采用电梯供老、弱、病、残、孕和管理人员等使用时，应设于付费区，检票处应满足该人群通行尺寸和功能。

12.1.6.2 导盲带可采用埋入式或后贴式。站台导盲带应铺设在侧站台内侧，同时其盲带中心至柱(墙)面距离不应小于450mm。

12.1.6.3 车站内应设无障碍厕所。

12.1.6.4 无障碍设施的配置应符合GB 50763相关规定。

12.1.7 车站环境设计

12.1.7.1 车站环境设计应包括内部环境和外部环境。车站环境设计应简洁、明快、美观，并应利用结构构成和空间形态构成的艺术性，体现当地人文环境和现代交通建筑特点，装饰构件设计宜做到标准化、生产工厂化、施工装配化。

12.1.7.2 高架与地面车站应因地制宜地减小体量和具有良好的通透性。

12.1.7.3 车站装修应采用防火、防潮、防腐、耐久、易清洁的环保材料，地面材料应防滑耐磨。车站外立面装饰材料应坚固且应具有防脱落的构造措施。

12.1.7.4 高架与地面车站的顶棚宜采用半敞开式，宜设置封闭式的空调候车区域。

12.1.7.5 照明应选用节能、耐久且便于维护的灯具。高架及地面车站应选用防尘、防潮、抗风的灯具。

12.1.7.6 车站内应设置导向、事故疏散、服务乘客的标志标识。

12.1.7.7 当车站公共区内（含天桥、出入口通道）设置彩色灯箱广告时，其位置、色彩不应影响对导向、事故疏散、服务乘客的标志标识的识别，且不应侵入乘客疏散空间。广告箱尺寸应模数化。

12.1.7.8 车站内设壁画等装饰时，应融合于车站装修环境之中，不应影响使用功能。

12.1.8 各部位参数要求

12.1.8.1 车站各部位的最小高度应符合表15的规定。

表15 车站各部位的最小高度

单位为m

名称	最小高度
站厅公共区（地面装饰面至吊顶面）	2.6
地面、高架车站站台公共区（地面装饰面至风雨棚底面）	2.6
站台、站厅管理用房（地面装饰面至吊顶面）	2.4
通道或天桥（地面装饰面至吊顶面）	2.4
楼梯和自动扶梯（踏步面沿口至吊顶面）	2.3

12.1.8.2 车站各部位的最小宽度应符合表16的规定。

表16 车站各部位的最小宽度

单位为m

名称	最小宽度
岛式站台	8
岛式站台的侧站台	2.5
侧式站台（长向范围内设梯）的侧站台	2.5
侧式站台（垂直于侧站台开通道口设梯）的侧站台	3.5
通道或天桥	2.4
单向公共区楼梯	1.8

表16 车站各部位的最小宽度（续）

名称	最小宽度
双向公共区楼梯	2.4
上、下均设自动扶梯并列设置的楼梯（困难情况下）	1.2

注：括号内的数值指自动扶梯和人行楼梯设置在站台计算长度外时的站台最小宽度。

12.1.8.3 车站各部位的最大通过能力应符合表17的规定。

表17 车站各部位的最大通过能力

部位名称	每小时通过人数	
1m宽楼梯	下行	4200
	上行	3700
	双向混行	3200
1m宽通道	单向	5000
	双向混行	4000
1m宽自动扶梯	输送速度0.5m/s	6720
	输送速度0.65m/s	≤8190
0.6m宽自动扶梯	输送速度0.5m/s	4320
	输送速度0.65m/s	≤5265

12.1.9 建筑节能

12.1.9.1 车站宜天然采光和自然通风。

12.1.9.2 车站可根据气候条件设置空调候车室。

12.1.9.3 车站若有设备与管理用房，其建筑围护结构热工设计应符合GB 50189的有关规定。

12.1.9.4 车站雨棚宜采取隔热措施。

12.1.10 施工及验收

12.1.10.1 车站建筑装修施工及验收应符合GB 50210的规定。

12.1.10.2 砌体施工及验收应符合GB 50203的规定。

12.1.10.3 无障碍设施的施工及验收应符合GB 50642的规定。

12.2 车站结构

12.2.1 一般规定

12.2.1.1 车站结构形式应满足建筑功能和使用要求，保证结构安全可靠、经济合理、构造简洁，并应具有良好的整体性、可延性和耐久性。

12.2.1.2 车站结构应分别按施工阶段和使用阶段进行强度、刚度和稳定性计算，并保证有足够的承载力、刚度和稳定性。

12.2.1.3 车站结构设计应满足抗震设防、工程防水、防腐蚀等对结构的要求和耐久性的规定。

12.2.1.4 车站结构设计应满足城市减震、降噪及保护生态环境的要求，并宜与周围景观环境相协调。

12.2.1.5 车站结构设计使用年限要求如下：

- 车站主体结构和使用期间不可更换的结构构件设计使用年限应为100年；
- 使用期间可以更换且不影响运营的结构构件设计使用年限可采用50年。

12.2.2 荷载

12.2.2.1 车站结构设计,荷载取值及荷载组合应符合GB 50009的规定。车站站厅、站台和楼梯及人行天桥的人群均布荷载标准值应采用4.0kN/m²;设备用房及设备运输通道应按实际使用荷载取值,但不应小于4.0kN/m²。其它用房的活荷载标准值应按GB 50009取值。

12.2.2.2 桥建合一高架车站结构设计时,应考虑列车移动荷载;桥建分离高架车站结构设计时,不考虑列车移动荷载。

12.2.2.3 高架车站结构计算时应考虑风荷载、雪荷载、地震作用。

12.2.2.4 车站结构计算应考虑不对称荷载的作用。

12.2.2.5 高架车站结构风荷载应按GB 50009执行。

12.2.3 设计原则

12.2.3.1 高架车站结构在保证结构安全的前提下应充分考虑当地景观的要求。其结构形式应根据使用功能要求,结合站点周围环境、城市规划、道路线网、地下管网、水文地质条件等综合比选确定。

12.2.3.2 高架车站结构应考虑轨道梁、供电、通信、给排水、空调等各系统设备及管线的设置,为接口预留条件,并应考虑防排水、防雷击、防腐蚀等措施。

12.2.3.3 地下车站结构应满足线网规划、环境保护、抗震、防水、防火、防护、防腐及施工等要求,并应做到结构安全、耐久、技术先进、经济合理。地下车站结构的设计应以地质勘察资料为依据,并应符合GB 50307、GB 50157和TB 10003的有关规定。

12.2.3.4 地下车站结构的设计,应根据悬挂式单轨交通的特点,通过技术、经济、工期、环境影响等多方面综合评价,选择合理的施工方法和结构形式。

12.2.3.5 地下车站结构的净空尺寸应同时满足悬挂式单轨交通建筑限界及轨道梁桥施工要求。

12.2.3.6 地下车站结构应结合施工方法、结构形式、断面大小、工程地质、水文地质及环境条件等因素合理确定其埋置深度及与相邻隧道的距离。

12.2.3.7 车站抗震设防分类为重点设防类(乙类),结构安全等级为一级。

12.2.3.8 车站垂直线路方向,车站落地柱的布设应结合地面的道路交通等要求采用四柱、三柱或双柱等形式,困难地段也可采用独柱形式。

12.2.3.9 车站站厅层、站台层不宜采用大悬臂结构。设计时应验算悬臂端的竖向位移,并进行控制。

12.2.3.10 车站主体及顶棚结构,应预留使用期间维修、保养及更换条件。

12.2.3.11 高架车站墩柱有可能受机动车等撞击时,应设防撞保护措施。当无法设置防护措施时,应进行防撞验算。

12.2.3.12 站台应设置与列车结构相配合的引导、稳定的轨道,防止上下客过程中车辆侧滚。引导、稳定轨道与车体保持一定的安全距离。

12.2.3.13 高架车站墩柱的布置,既要考虑现状道路交通,又要考虑远期道路按规划道路红线实施的可能。

12.2.3.14 工程材料应根据结构类型、受力条件、使用要求和所处环境,并结合其可靠性、耐久性和经济性选用。

12.2.3.15 混凝土的原材料和配比、最低强度等级、最大水胶比和单方混凝土的胶凝材料最小用量等,应符合耐久性要求,并应满足抗裂、抗渗、抗冻和抗侵蚀的需要。一般环境条件下地下车站喷射混凝土衬砌的混凝土最低强度等级不宜小于C25,地下车站现浇混凝土或钢筋混凝土衬砌混凝土最低强度等级不宜小于C35。

12.2.3.16 地下车站喷射混凝土宜采用湿喷混凝土。

12.2.3.17 地下车站注浆材料宜采用对地下环境无污染及后期收缩小的材料。

12.2.4 构造要求

- 12.2.4.1 高架车站结构宜采用钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构或钢结构，在条件许可的情况下，宜优先采用建桥分离结构形式，以减小列车振动影响。
- 12.2.4.2 高架车站的纵向柱距宜取10m~15m，最大柱距不宜超过20m。
- 12.2.4.3 高架车站站台与站厅层大跨度纵向框架梁在施工时应预先起拱。
- 12.2.4.4 钢结构构件应做好防锈、防腐、防火处理，钢结构表面应做好防腐和防火涂装，在涂装前应根据构件类别做好除锈处理。
- 12.2.4.5 高架车站钢结构构造措施应符合GB 50017的相关规定。
- 12.2.4.6 高架车站混凝土结构的保护层厚度应根据所处环境类别确定，除满足GB 50010的要求外，还需符合TB 10005的相关要求。
- 12.2.4.7 高架车站混凝土强度等级，钢筋混凝土结构构件不宜低于C30，预应力钢筋混凝土结构构件不宜低于C40，站台层、站厅层板厚取不小于150mm。
- 12.2.4.8 高架车站台雨篷宜采用轻型钢结构，与站台结构应有可靠连接。
- 12.2.4.9 地下车站结构应根据施工工艺、围岩条件、气温变化、结构变形、结构纵向刚度、荷载、地基等情况设置变形缝。区间隧道与地面和高架结构衔接部位应设置变形缝。
- 12.2.4.10 地下车站现浇混凝土及钢筋混凝土结构横向分段浇筑的施工缝位置及间距应结合结构形式、受力要求、施工方法、气象条件及变形缝的间距等因素综合确定。
- 12.2.4.11 当地下连续墙与地下车站主体结构连接时，预埋在墙内的受力钢筋、钢筋连接器或连接板锚筋等，均应满足受力和防水要求，其锚固长度应符合构造规定。钢筋连接器的性能应符合JGJ 107的有关规定。

12.3 车辆基地

12.3.1 一般规定

- 12.3.1.1 车辆基地设计应包括车辆段（停车场）、综合维修中心、物资总库、培训中心和其他生产、生活、办公等配套设施。
- 12.3.1.2 车辆基地的功能、布局和各项设施的配置，应根据本工程的运营需要、轨道交通线网车辆基地的规划布置和既有车辆基地的功能及分布情况，实现线网车辆基地的资源共享。
- 12.3.1.3 车辆基地设计，应初、近、远期结合，分期实施。用地范围应在站场股道和房屋规划布置的基础上按远期规模确定。
- 12.3.1.4 车辆基地的选址要求如下：
- 用地应与城市总体规划协调一致；
 - 应有良好的接轨条件；
 - 用地面积应满足功能和布置的要求，并应具有远期发展余地；
 - 应具有良好的自然排水条件；
 - 应便于城市电力、给排水及各种管线的引入和城市道路的连接；
 - 宜避开工程地质和水文地质不良的地段。
- 12.3.1.5 车辆基地设计，应贯彻节约用地、节约能源和资源的方针。
- 12.3.1.6 车辆基地的设计，应有完善的消防设施。总平面布置、房屋设计和材料、设备的选用等应符合GB 50016的有关规定。
- 12.3.1.7 车辆基地设计应对所产生的废气、废液、废渣和噪声等进行综合治理。环境保护设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。
- 12.3.1.8 车辆基地设计涉及既有河道、水利设施、既有道路、规划道路及重要管线迁改时，应取得水利、水务及市政相关部门的认可，相关迁改设施应与本工程同时施工。

12.3.1.9 车辆基地应具有外来物资、设备及新车进入的运输条件。车辆基地内应具有运输、消防道路，并应有不少于两个与外界道路相连通的出入口。运输道路、消防道路与线路设有平交道时，应在道口前安装安全警示标识及限高、限载标识牌。

12.3.1.10 车辆基地需进行物业开发时，应明确开发内容，性质和规模。总平面布置应在保证车辆基地功能和规模的基础上，对车辆基地的各项设备、设施与物业开发的内容进行统一规划，并应结合车辆基地内外道路的合理衔接及相关市政配套设施的规划，进行技术经济比较和效益分析。

12.3.2 车辆段与停车场的功能、规模及总平面布置

12.3.2.1 根据承担的功能、任务范围不同，车辆基地应划分为车辆段和停车场。

12.3.2.2 车辆检修宜采用日常维修和定期检修相结合的检修制度。车辆日常维修和定期检修的修程和周期应根据车辆技术条件、车辆的质量以及车辆制造商的建议制定。新建悬挂式轨道交通工程的车辆检修修程和检修周期应符合表18的规定。

表18 悬挂式单轨车辆检修修程和检修周期

类别	检修修程	检修周期		检修时间
		走行里程（公里）	时间间隔	
定期检修	全面检修	6×10^5	6年	35天
	重点检修	3×10^5	3年	20天
	换轮	1×10^5	1年	10天
日常维修	三月检	2.5×10^4	3月	3天
	列检	—	每天或两天	4小时/列

12.3.2.3 车辆段应按下列作业范围设计：

- 列车管理和编组工作；
- 列车停放、列检、三月检、换轮及清扫洗涮、定期消毒等日常维修保养工作；
- 段内配属列车的乘务工作；
- 车辆的全面检修、重点检修等定期检修及检修后的列车试验；
- 段内设备、机具的维修和工程车等的整备及维修。

12.3.2.4 停车场应按下列作业范围设计：

- 列车管理工作；
- 列车停放、列检、清扫洗刷、定期消毒等日常维修保养工作，必要时可包括三月检工作；
- 场内配属列车的乘务工作。

12.3.2.5 车辆段内设备的大修宜就近外委专业工厂承担。有条件时，车辆的全面、重点检修也可委托车辆制造厂或修理厂承担。

12.3.2.6 车辆段与停车场出入线的设计要求如下：

- 出入线应在车站接轨，并宜选在线路的终点站或折返站；
- 出入线应按双线、双向运行设计，并应避免切割正线；困难条件下，规模等于或小于12列位的停车场出入线可按单线设计；
- 出入线应根据行车和信号的要求，留有必要的信号转换作业长度；
- 出入线与正线间的接轨形式，应满足正线设计运能要求。

12.3.2.7 车辆段、停车场的设计应满足功能和能力的要求，设计规模应根据车辆技术条件、配属列车编组和数量、检修周期和检修时间计算确定。

12.3.2.8 车辆段各修程工作量计算时，应计入检修不平衡系数，检修不平衡系数应符合下列规定：

- 三月检、换轮取1.2；
- 全面、重点检修取1.1。

12.3.2.9 车辆基地总平面布置应以车辆段或停车场为主体，并应根据车辆运用、检修的作业要求和段（场）址的地形条件，维修中心、物资总库、培训中心和其他生产、生活、办公设施的布局，以及道路、管线、消防、环保、绿化等要求，结合当地气象条件，按有利生产、方便管理和生活的原则进行统筹安排、合理布置。

12.3.2.10 车辆段生产房屋应以运用及检修库为核心，各辅助生产房屋应根据生产性质按系统布置；与运用和检修作业关系密切的辅助生产房屋宜分别布置在相关车库的边跨内或邻近地点；性质相同或相近的房屋宜合并设置。

12.3.2.11 车辆段变配电所和给水所等动力房屋，宜靠近相关的负荷中心布置。

12.3.2.12 车辆段、停车场应根据生产和管理的需要，配备相应的辅助生产房屋和乘务员公寓、办公楼、食堂、浴室、职工更衣休息室及卫生设施，以及汽车停车场和自行车棚等配套设施。乘务员公寓宜靠近运用库附近设置，与其他楼宇合设时，房屋应隔开，应设单独楼梯，并应作隔声处理。

12.3.2.13 车辆基地应设围蔽设施，其设计宜结合当地的环境要求，选用安全、实用、美观的材料和结构形式。

12.3.3 车辆运用整备设施

12.3.3.1 车辆运用整备设施应包括停车、列检、三月检和洗车设备等及相应线路设施，并应依据生产需要配备办公、生活房屋。

12.3.3.2 停车库（棚）应根据当地气象条件和运营要求设计。多雨地区宜设棚，寒冷地区或风沙地区应设库。

12.3.3.3 全自动运行车场的停车、列检、洗车、转换线长度设置应满足列车全自动运行的要求。

12.3.3.4 运用库各库每线的列位数要求如下：

- 库型为尽端式布置时，停车、列检线宜按一列位或两列位设计；三月检库宜按一列位设计，困难时宜按两列位设计；
- 库型为贯通式布置时，停车、列检线宜按两列位或三列位设计；三月检线宜按两列位设计，困难时宜按三列位设计。

12.3.3.5 停车、列检、三月检库（棚）的长度应根据列车长度、检修工艺流程、运输通道宽度、厂房组合情况和建筑、结构设计要求等因素确定；高度应根据检修作业人员在车顶作业高度加安全距离及检修工艺要求综合确定；宽度应根据库线数量、线间距、作业场地、设备尺寸、人行及运输通道等计算确定。

12.3.3.6 车辆段应设洗车设施，包括洗车机、洗车线路和生产房屋，其设计要求如下：

- 洗车机宜采用通过式；当地形受限时，可结合段内布置情况按尽端式或八字形往复式布置；
- 洗车线在洗车库前后一辆车长度范围内应为直线；
- 应根据洗车设备的要求配备辅助生产房屋。

12.3.3.7 列检、三月检库（棚）内设备设计要求如下：

- 库内应设立体检查作业平台及作业人员安全防护设施，平台下应设照明设备，作业平台长度应按列车长度加停车误差确定，作业平台应与轨道梁桥结合，并应便于检查转向架和车顶设备；
- 库内各作业点应设信息化系统终端设备和接口；
- 库内宜设给水排水管、电源线等管线，管线布置应整齐、美观、标识清楚、便于维护；
- 库内应设置安全联锁门禁系统，其数据应纳入车辆运用检修作业管理系统。

12.3.3.8 列检、三月检库（棚）内不宜设接触轨。

12.3.4 车辆检修设施

12.3.4.1 车辆检修设施应包括全面/重点检修库、换轮库、静调库和辅助生产房屋及设施，并应根据其功能和检修工艺要求设置，其他要求如下：

- a) 车辆基地除应设置全面/重点检修库、换轮库、静调库等，尚应根据车辆检修要求设转向架检修间、钩缓检修间、电子电器检修间、集电装置检修间、制动检修间、空调检修间、电机检修间、蓄电池检修间、车体检修间等部件检修间及设备维修间及相应的辅助生产房屋；
- b) 根据实际需要独立设置油漆库。

12.3.4.2 全面/重点检修库应符合下列规定：

- a) 全面/重点检修库长度根据车辆长度、检修工艺流程、新车装卸流程、运输通道宽度、厂房组合情况和建筑、结构设计要求等因素确定；
- b) 全面/重点检修库宽度根据库线数量、线间距、车辆限界、作业场地、设备尺寸、人行及运输通道及起重设备跨度等计算确定；
- c) 全面/重点检修库高度根据检修工艺、车顶作业、起重机结构尺寸等因素综合确定；
- d) 库内设开闭式检修作业平台、起重设备、车体地面支撑装置。
- e) 全面/重点库内管线布置整齐、美观、标识清楚、便于维护。

12.3.4.3 静调库设计应符合下列规定：

- a) 静调库的长度、宽度和高度根据车辆限界、检修工艺流程、设备尺寸、人行及运输通道等计算确定；
- b) 库内设调试用的外接电源设备以及检修作业平台；

12.3.4.4 换轮库设计应符合下列规定：

- a) 换轮库的长度、宽度和高度根据车辆限界、检修工艺流程、设备尺寸、人行及运输通道及起重设备跨度等计算确定；
- b) 库内设开闭式检修作业平台、起重设备、车体地面支撑装置。

12.3.4.5 车辆段内宜设置试车线。试车线的设计要求如下：

- a) 试车线的长度应根据车辆性能和技术参数及试车综合作业要求计算确定。试车线两端应设车档；
- b) 试车线应为平直线路，困难时线路端部可根据该线段的试车速度设置适当的曲线，试车线的其他技术标准应与正线标准一致；
- c) 试车线宜设置试车设备房屋。

12.3.4.6 各种检修库的库前股道宜设有一辆车长度平直线路。

12.3.4.7 车辆段应设材料、备品仓库，并应配置起重和运输设备。

12.3.4.8 蓄电池间宜独立设置，蓄电池间的规模应满足悬挂式单轨车辆蓄电池检修和充电需要，并宜根据需要兼顾调车机车、工程车和蓄电池搬运车的检修和充电。酸性蓄电池充电室应采用防爆电器。

12.3.4.9 油漆库应设置通风设备，并采取消防和环保措施。库内电气设备均应符合防爆要求。

12.3.5 车辆段设备维修和动力设备

12.3.5.1 车辆段设备维修与动力设施应包括设备维修间和相应管理部门，其工作范围应包括下列内容：

- a) 全段机电设备的管理和中、小修程的检修工作；
- b) 全段各种生产工具的维修和管理工作；
- c) 段内技术更新改造和小型非标准设备的制作任务。

12.3.5.2 车辆段生产设备应实行统一管理、集中检修。有条件时，设备的大修宜对外委托或与外部协作进行。

12.3.5.3 车辆段设备维修间应根据段内机电设备和动力设施维护、检修的需要配备必要的金属切削与加工设备、电焊与气焊设备，电器检测设备，管道维修设备和起重运输设备等。车辆段设的通用设备宜合并设置。

12.3.5.4 空压机应选择低噪声、节能型产品，其压力和容量应根据用风设备的要求确定。

12.3.6 综合维修中心

12.3.6.1 综合维修机构根据规模和工作范围分为综合维修中心和综合维修工区。综合维修中心和综合维修工区是悬挂式单轨交通系统各种设备和设施的维修和管理单位，应能满足全线轨道梁、道岔、房屋建筑和道路等设施的维修、保养工作，以及供电、通信、信号、机电设备和自动化设备的维修和检修工作的需要。

12.3.6.2 综合维修中心宜与车辆基地合址设置；综合维修工区宜与停车场合址设置。

12.3.6.3 轨道梁、房屋建筑、道路等设施和机电设备的维修宜利用社会资源，全面检修宜对外委托社会专业队伍或工厂承担，并宜逐步实现维修工作专业化、社会化。

12.3.6.4 综合维修中心宜根据各专业的性质分为建筑、供电、通信、信号、道岔、机电和自动化等车间。

12.3.6.5 综合维修中心和综合维修工区应根据生产的需要配置生产房屋、仓库和必要的办公、生活房屋。

12.3.6.6 综合维修中心和综合维修工区应根据各专业的作业内容配置必要的工器具和轨道车等工程车辆，并应配置相应的停放线和工程车库。

12.3.6.7 根据基础设施养护维修的需要，宜配置无人化、智能化维修设备。

12.3.7 物资库

12.3.7.1 悬挂式单轨交通车辆基地宜设物资总库，担负材料、配件、设备和机具，以及劳保用品等的采购、存放、发放和管理工作。

12.3.7.2 物资总库宜设置在车辆段内。

12.3.7.3 物资总库应设有各种仓库、材料棚和必要的办公、生活房屋，并应设有材料堆放场地。材料堆场应采用硬化地面。

12.3.7.4 物资总库的规模应根据所需存放材料、配件和设备的种类和数量确定。材料堆放场地应采用硬化地面。

12.3.7.5 不同性质的材料和设备宜分库存放设计；存放易燃品的仓库单独设置。

12.3.7.6 物资总库应配备材料、配件和设备的装卸起重设备和运输车辆。

12.3.7.7 物资总库应考虑对外运输条件，生活设施应利用车辆段的设施。

12.3.8 培训中心

12.3.8.1 培训中心负责组织和管理职工的技术教育和培训工作。

12.3.8.2 培训中心宜设于车辆基地内，对职工的实作操作培训宜利用车辆基地的既有设施，生活设施宜利用车辆基地的设施。

12.3.8.3 培训中心应根据实际需要设司机模拟驾驶装置及其他系统模拟设施。应设教室、实验室、图书室、阅览室和教职员办公和生活用房，以及必要的教学设备和配套设施。

12.3.9 救援设施

12.3.9.1 车辆基地内应设救援办公室，并应配备相应的救援设备和设施。救援办公室应受控制中心指挥。

12.3.9.2 救援办公室应设值班室。值班室应设电钟、自动电话和无线通信设备，以及直通控制中心的防灾调度电话。

12.3.9.3 救援用的车辆宜利用车辆段和综合维修中心的车辆，并应根据救援需要设置专用地面工程车和指挥车。

12.3.10 其他

12.3.10.1 车辆段场坪高程应根据基地附近内涝水位和周边道路高程设计，沿海或江河附近地区车场场坪高程应按不低于1/100洪水频率设计。

12.3.10.2 车辆基地应根据供电系统的要求、车辆基地的规模和布置及生产工艺需要等设置牵引变电所和降压变电所及动力、照明设施。牵引供电系统应根据作业和安全要求实行分区供电。

12.3.11 设备安装及验收

12.3.11.1 车辆基地工艺设备安装及验收应按基地工艺设备用户需求书和技术规格书的要求进行。

12.3.11.2 各类机械设备安装工程施工及验收的通用性部分应符合GB 50231的规定。

12.3.11.3 机械设备安装工程应从设备开箱起至设备空负荷试运转为止的施工及验收，对带负荷才能试运转的机械设备，可至负荷试运转。

12.3.11.4 在机械设备安装工程施工中，应对工程质量进行检验和记录。对于隐蔽工程，应在工程隐蔽前进行检验并记录，合格后方可继续安装。工程验收时，应以有关记录为依据进行验收和抽检工作。

12.4 自动售检票系统

12.4.1 一般规定

12.4.1.1 悬挂式单轨交通应根据当地线网规划、建设规模和运营需求设置自动售检票系统。

12.4.1.2 自动售检票系统的设计应以可靠性、安全性、开放性、可维护性、可扩展性、经济性为原则，并应保证数据的完整性、保密性、真实性和一致性。

12.4.1.3 自动售检票设备的类型和数量应根据客流大小、车辆类型和运输能力确定。

12.4.1.4 自动售检票系统宜按封闭式多级计程计时票价方式设计。

12.4.1.5 自动售检票系统应设置密钥系统，采用统一的密钥和票制标准。

12.4.1.6 自动售检票系统应与城市一卡通互联，实现清算功能，并具备网络支付功能。

12.4.1.7 自动售检票系统的设计能力应满足远期高峰客流量的需要，且若突发性和时段性客流特征较明显，售检票系统设计能力应可灵活调节和方便扩展。

12.4.1.8 自动售检票系统应具有防范入侵和保障安全的措施，并应具有身份鉴别和访问的多级别用户权限管理。

12.4.1.9 自动售检票系统宜按照多层架构体系进行设计，并应遵循集中管理、分级控制、资源共享的原则。各层应具有独立运行的能力，以满足运营管理需要。

12.4.1.10 自动售检票系统应实现轨道交通清分管理中心、线路中心、车站三级管理，实现线路中心、车站和设备三级控制。

12.4.1.11 自动售检票系统的升级和扩容应不影响已运营系统的正常使用。系统的软、硬件应具有较高的兼容性和冗余性，系统计算及存储能力的提升应仅增加硬件即可实现。

12.4.1.12 自动售检票系统应具有在紧急情况下疏散乘客的能力。

12.4.1.13 自动售检票系统应适应工作环境，并应具有连续24h不间断工作的能力和良好的电磁兼容性。

12.4.1.14 乘客或操作人员身体接触到的售检票设备,其所有金属接触部分应具有漏电保护及可靠的接地措施。

12.4.2 系统构成

12.4.2.1 自动售检票系统应由清分系统、线路中央计算机系统、车站计算机系统、车站终端设备、车票等构成,并宜设置培训及模拟测试系统。

12.4.2.2 清分系统应由服务器、存储设备、工作站、加密机、密钥设备、车票编码分拣机、网络设备、不间断电源和打印机等组成。

12.4.2.3 线路中央计算机系统应由服务器、工作站、车票编码分拣机、网络设备、不间断电源和打印机等组成。

12.4.2.4 车站计算机系统应由服务器、工作站、网络设备、紧急按钮、不间断电源和打印机等组成。

12.4.2.5 车站终端设备宜由半自动售票机、自动售票机、自动检票机、便携式验票机等组成。

12.4.2.6 车票宜分为单程票、储值票、定期票和虚拟票等,各类型车票均应进行加密处理。

12.4.2.7 自动售检票系统传输网络应由通信专业组网。

12.4.2.8 自动售检票系统宜设置一个互联网票务平台,互联网票务平台的规模和具体功能应根据线网规划、建设规模和客流特点确定。

12.4.3 系统功能

12.4.3.1 清分系统应具备下列主要功能:

- a) 设置和下发运行参数、票价表、降级运行模式、交易清分数据、黑名单及车票调配信息;
- b) 向城市公共交通清算系统上传“一卡通”车票的原始交易数据,接收系统下发的黑名单等系统控制参数;
- c) 对车票进行跟踪管理,并能提供车票交易的历史数据和车票余额等信息的查询及黑名单管理;管理系统密钥;
- d) 管理车票编码/分拣机,车票编码分拣机应具有对系统发行的车票进行初始化、编码、分拣和管理的功能;
- e) 接收和处理线路中央计算机系统上传的各类车票交易数据;
- f) 对采集的数据进行分类处理,完成各种统计分析报告和报表的打印;
- g) 具有系统及数据的自动备份和恢复功能;对系统中各种参数的设置和更新进行管理。

12.4.3.2 中央计算机系统应具备下列主要功能:

- a) 接收、发送清分系统的运行参数、票价表、降级运行模式、交易结算数据、账务清分数据、黑名单及车票调配信息;
- b) 向清分系统上传各类车票原始交易数据;接收和处理系统各类车票原始交易数据、设备状态数据及设备维修数据等;
- c) 对采集的数据进行分类处理,完成各种统计分析报告和报表打印;
- d) 具有系统及数据的自动备份和恢复功能;应具有管理本线路系统和终端设备的操作权限;
- e) 对系统中各种参数的设置和更新进行管理;
- f) 与时钟系统同步,并将时钟信息下传到车站计算机系统;
- g) 在无清分系统的情况下,还应具备如下功能:
 - 1) 向城市公共交通清算系统上传“一卡通”车票的原始交易数据,接收系统下发的黑名单等系统控制参数;
 - 2) 对车票进行跟踪管理,并能提供车票交易的历史数据和车票余额等信息的查询及黑名单管理;

- 3) 管理系统密钥;
- 4) 管理车票编码/分拣机, 车票编码分拣机应具有对系统发行的车票进行初始化、编码、分拣和管理的功能。

12.4.3.3 车站计算机系统应具备下列主要功能:

- a) 接收线路中央计算机系统运行参数、运营模式及黑名单等, 并下传给车站终端设备;
- b) 采集车站终端设备的原始交易数据和设备状态数据, 并上传给线路中央计算机系统;
- c) 对车站终端设备进行实时监控, 并能显示设备的通信、运行状态及故障等信息;
- d) 完成车站各类票务管理工作, 按运营日自动处理所有数据和文件, 并生成定期的统计报告;
- e) 具备下列车站业务处理功能: 票务管理、数据处理、业务统计、实时监视系统运营、接收和发送运营指令、设备监控和时钟同步等内容。

12.4.3.4 自动检票机应具备下列主要功能:

- a) 进出通道的通行控制;
- b) 读写、回收、退还车票和计扣车费;
- c) 乘客提示信息、运行状态显示和报警;
- d) 维护人员可登录的操作界面;
- e) 交易记录和审计数据的生成、存储和传送;
- f) 在与线路中央计算机及车站计算机通信中断时, 应能在离线运行模式下工作, 并能保存数据, 在通信恢复后, 应自动上传未传送的数据;
- g) 在断电和接到紧急放行的信号后, 应自动打开检票通道。

12.4.3.5 半自动售票机应具备下列主要功能:

- a) 具备车票发售、充值、补票、退款、罚款、更新、分析、交易查询、收益管理、操作登录等票务处理功能;
- b) 能与车站计算机进行通信, 上传车票处理交易、设备运行状态等数据, 接收车站计算机或线路中央计算机下传的命令、参数、票价表、黑名单及其他数据, 并能对版本控制参数执行自动生效处理;
- c) 在与线路中央计算机及车站计算机通信中断时, 能在离线运行模式下工作, 并保存数据, 在通信恢复后, 应自动上传未传送的数据。

12.4.3.6 自动售票机应具备下列主要功能:

- a) 发售有效单程车票;
- b) 能向车站计算机上传车票处理交易、设备运行状态等数据, 接收车站计算机或线路中央计算机下传的命令、票价表、黑名单及其他参数等数据, 并能对版本控制参数执行自动生效处理;
- c) 具备自动接收硬币、纸币、银行卡等的一种或数种支付方式, 并具备硬币找零或硬币、纸币找零的功能;
- d) 在与线路中央计算机及车站计算机通信中断时, 能在离线运行模式下工作, 并保存数据, 在通信恢复后, 应自动上传未传送的数据。

12.4.3.7 便携式验票机应具备下列主要功能:

- a) 能读取自动售检票系统中所有车票, 包括储值卡和单程票等;
- b) 能对车票信息进行查询;
- c) 配置充电式电池, 可以反复充电使用, 可便携式移动使用。

12.4.4 系统接口

12.4.4.1 与城市公共交通清算系统接口应能实现城市“一卡通”在悬挂式单轨自动售检票系统中的应用,对“一卡通”刷卡数据进行上传,实现票款清分,与城市公共交通清算系统采用以太网或光纤接口连接。

12.4.4.2 与通信系统的接口通信系统为自动售检票系统提供数据传输通道,接口为100M/1000M自适应接口,接口分界点在通信设备配线架外侧;通信系统为自动售检票系统提供标准的时间信息,接口分界点在通信设备配线架外侧。

12.4.4.3 与供电专业的接口为自动售检票系统提供独立的交流电源。

12.4.4.4 与防雷及接地接口为自动售检票系统提供接地箱,该综合接地系统的接地电阻值不大于1Ω,接口分界点在接地端子排处。

12.5 车站其他机电设备

12.5.1 自动扶梯

12.5.1.1 悬挂式单轨交通采用公共交通型自动扶梯。

12.5.1.2 自动扶梯应具备变频调速的功能。

12.5.1.3 设置于室外的自动扶梯应选用室外型产品。自动扶梯上、下平台应有防滑措施,寒冷地区应配备防止冰雪积聚的设施。

12.5.1.4 参与事故疏散使用的自动扶梯应采用一级负荷供电。

12.5.1.5 自动扶梯每天连续运行时间不应少于20h,每周不应少于140h,每3h应能以100%制动载荷连续运行1h。

12.5.1.6 自动扶梯应采用就地控制方式,宜设车站级控制。

12.5.1.7 自动扶梯的额定速度不应小于0.5m/s,可选用0.65m/s;同向分段布置的自动扶梯应采用相同的速度。

12.5.1.8 自动扶梯倾斜角度不应大于30°,自动扶梯的梯级净宽不应小于1.0m。

12.5.1.9 当额定速度为0.5m/s,自动扶梯上、下水平梯级数量不应少于3块;当额定速度选用0.65m/s时,上、下水平梯级数量不宜少于4块。

12.5.1.10 自动扶梯的驱动电机应运行平稳,传动效率高,低噪声,使用寿命长。

12.5.1.11 自动扶梯电机绝缘等级不小于F,防护等级不小于IP54,室外型自动扶梯不小于IP55。

12.5.1.12 自动扶梯桁架在5000N/m²负载下,实测的最大挠度不应超过支撑水平距离的1/1000。

12.5.1.13 自动扶梯梯级滚轮宜采用滚轮外置型式。

12.5.1.14 自动扶梯的安装位置应避开结构诱导缝和变形缝。

12.5.1.15 自动扶梯的制造、安装应符合GB 16899的规定。

12.5.1.16 自动扶梯的验收应符合GB 50310的规定。

12.5.2 电梯

12.5.2.1 车站宜采用无机房电梯。

12.5.2.2 电梯应能实现车站控制室、轿厢、轿顶、底坑、控制柜或机房之间的五方通话功能。

12.5.2.3 当电梯兼作消防梯时,其设施应满足消防电梯功能,并采用一级负荷供电。

12.5.2.4 电梯轿厢内应设置视频监视装置。

12.5.2.5 电梯底坑内应设置排水设施,并不应漏水、渗水。

12.5.2.6 电梯的安装位置应避开结构诱导缝和变形缝。

12.5.2.7 电梯额定载重不应小于1000kg,在枢纽站或换乘站可适当提高电梯额定载重。

12.5.2.8 电梯的额定速度不应小于1m/s。

12.5.2.9 电梯的开门宽度不宜小于1m，宜选用双扇中分门。

12.5.2.10 电梯制造、安装应符合GB/T 7588.1的规定。

12.5.2.11 电梯验收应符合GB 50310的规定。

12.5.3 站台门

12.5.3.1 车站宜设置站台门或者安全栏栅。高架车站车行区的底部应采用封闭构造措施。

12.5.3.2 站台门的类型应根据气候环境条件、车站建筑形式、服务水平、通风与空调制式等因素综合选定。

12.5.3.3 站台门门体布置及安装应满足限界的规定。

12.5.3.4 站台门与列车之间应采取防踏空措施。

12.5.3.5 站台门系统主要装置应便于在站台侧进行维护、维修。

12.5.3.6 站台门系统应具有障碍物探测功能、锁紧及解锁功能等防护措施。

12.5.3.7 站台门不应作为防火隔离装置。

12.5.3.8 站台门系统的绝缘材料、密封材料和电线电缆等应采用无卤、低烟、阻燃且不含有放射性的材料。

12.5.3.9 站台门系统的配置及控制模式宜与车站其他系统相结合，并应满足各种运营模式的要求。

12.5.3.10 站台门电气控制设备的防护等级应与环境条件相适应。

12.5.3.11 站台门的整体钢结构使用寿命不应少于30年。

12.5.3.12 站台门系统应满足电磁兼容性要求。

12.5.3.13 站台门系统应具备与信号、综合监控（或环境与设备监控）、车辆、动力与照明等系统的接口条件。

12.5.3.14 站台门结构测试、密封测试、速度曲线测试、加速寿命测试、电磁兼容性测试、动能测试、噪声测试、防夹力测试、接口测试和软件测试应符合CJ/T 236的规定。

12.5.3.15 滑动门开、关过程时间应与列车门的开关过程时间相匹配，且在一定范围内可调节，重复精度不应大于0.1s。

12.5.3.16 站台门噪声峰值不应超过70dB(A)。

12.5.3.17 滑动门、应急门、端门的手动解锁力不应大于67N。

12.5.3.18 手动开启单边滑动门的动作力不应大于133N。

12.5.3.19 系统的平均无故障运行周期不应小于60万个周期。

12.5.3.20 运行强度应符合每天运行20h、每90s开/关1次以及全年连续运行的要求。

12.5.3.21 站台门门体结构在最不利载荷效应组合情况下，门体弹性变形应满足工程要求，且结构不应出现永久变形。各种荷载的取值应符合下列规定：

- a) 站台门站台设备自重按实际重量取值；
- b) 站台门所承受风荷载按工程所在地风荷载标准值计算；
- c) 站台门人群挤压力按在其1.1m~1.2m高度处，垂直施加于门体结构1000N/m的挤压力取值；
- d) 站台门门体冲击力测试按GB 15763.2的规定执行；
- e) 地震作用的烈度按当地抗震设防烈度要求取值。

12.5.3.22 站台门应包括固定门、滑动门、应急门。

12.5.3.23 站台门的滑动门应与列车客室门位置、数量相对应。

12.5.3.24 每樘滑动门净开度不应小于列车门的净开度，单扇应急门净开度不应小于1.1m。标准滑动门的净开度应在车辆客室门净开度的基础上考虑列车停车精度。

12.5.3.25 全高站台门中的滑动门、应急门的净高度不应小于2m；半高站台门门体的总高度不应小于1.3m。

12.5.3.26 站台门的滑动门、应急门、端门应能可靠锁闭，在站台侧可用专用钥匙开启，在轨道侧应能手动开启。

12.5.3.27 站台门门体外观宜与车站建筑风格相适应。门体应由金属框架、安全玻璃等组成，框架外露面宜采用铝合金或不锈钢等金属材料制成；玻璃应选用通透性好的安全玻璃，均质处理，玻璃自爆率不应大于3‰。

12.5.3.28 站台门与车站结构的连接部分宜具有三维调节功能，强度、刚度应满足设计要求。

12.5.3.29 站台门控制系统主要由中央控制盘、就地控制盘、门控单元、就地控制盒、控制局域网和接口模块组成。

12.5.3.30 滑动门驱动电机的功率应保证滑动门在设计载荷作用下正常开关，驱动电机防护等级不小于IP54。

12.5.3.31 传动机构采用皮带传动或螺旋副传动。

12.5.3.32 当环境温度在25℃时，传动机构的运行最高温升不应超过60K。

12.5.3.33 站台门系统内各电气部件的防护等级应满足现场环境的使用要求。

12.5.3.34 整列站台门的控制优先权应按下列顺序从低到高排列：

- a) 信号系统对站台门进行开关控制；
- b) 就地控制盘对站台门进行开关控制；
- c) 通过紧急控制盘对站台门进行开关控制。

12.5.3.35 站台门的重要状态及故障信息应上传至本站车站控制室和运营控制中心。

12.5.3.36 站台门的控制及监视应分别设置，控制命令及响应通过硬线传输。监视系统应能实现监视站台门系统的状态。站台门系统在车站及运营控制中心的监视和报警功能应由综合监控实现。

12.5.3.37 滑动门应有障碍物探测功能，宜探测到最小厚度5mm、最小宽度为40mm的硬障碍物。

12.5.3.38 滑动门与列车门之间宜设置保障安全的阻挡设施及障碍物探测装置。

12.5.3.39 站台门系统按一级负荷供电，设置备用电源。驱动电源和控制电源供电回路应相互独立。

12.5.3.40 站台门驱动备用电源储能应能满足在30min内至少完成开、关滑动门三次循环的需要。控制电源控制备用电源储能应能满足负载连续工作30min。

12.5.3.41 配电电缆、控制电缆应采用不同线槽或同槽分室敷设。

12.5.3.42 电缆应采用低烟、无卤、阻燃的电缆，并应符合GB 50054的规定。

12.5.3.43 站台门系统备用电源模块采用冗余配置。

12.5.3.44 站台门设备室设备应采用综合接地，接地电阻值不应大于1Ω。站台门可通过接地端子接地，接地电阻不应大于1Ω。

12.5.3.45 站台门系统单侧站台门整体电阻不应大于0.4Ω。

12.5.3.46 站台门的制造、安装及验收应符合CJ/T 236和CJJ 183的规定。

13 通风、空调与给排水

13.1 通风、空调

13.1.1 一般规定

13.1.1.1 悬挂式单轨交通的车站、停车场、控制中心以及相关配套建筑应根据建筑功能布局采用合适的通风、空调系统进行室内环境控制。对于有需要的办公区域，可设置空调系统兼制冷和供暖。

13.1.1.2 使用时间不同的空气调节区域不宜划分在同一空气调节系统。当与其他建筑合建或利用集中冷热源时，车站、停车场、控制中心的通风空调系统应独立控制。

13.1.1.3 通风与空调系统应能保证其服务范围内的空气洁净度、温度、湿度、气流组织、气流速度、压力变化和噪声等满足所服务对象的舒适性和工艺性空气环境的需求。

13.1.1.4 通风与空调系统制式、冷热源形式应结合系统客流、气候条件以及末端需求和运行维护费用进行综合技术经济比较确定。其系统和设备配置应符合 GB 50189 的相关规定。

13.1.1.5 通风与空调系统的设备、管道及配件的布置应保证系统整体高效的运行，并满足系统设备的运输、安装、操作、测量、调试、维修的空间。并设置保障运营维护人员检修安全的必要措施。

13.1.1.6 通风与空调系统的管道及保温材料、消声材料应采用 A 级不燃材料，当局部采用 A 级不燃材料有困难时，可采用 B1 级难燃材料。管材及保温材料的整体性能应具有防潮、防腐、防蛀、耐老化和无毒的性能。

13.1.2 车站通风与空调系统

13.1.2.1 当车站的站厅或站台公共区域是开敞式时，应采用自然通风，必要时可设置风扇或局部空调候车区。当公共区域是封闭式时，可设置舒适性空调系统。

13.1.2.2 当车站公共区采用通风系统时，公共区夏季计算温度不应超过室外计算温度 3°C，且最高不超过 35°C。

13.1.2.3 当车站公共区设置空调系统时，夏季计算温度应为 29°C~30°C，相对湿度不应大于 70%。在空调区域通往非空调区域的楼梯口、扶梯口以及出入口等处宜设置风幕。

13.1.2.4 设置空调系统的车站公共区，每个乘客每小时需提供的新风量不应小于 15m^3 且系统的新风量不应小于总送风量的 10%。

13.1.2.5 车站管理用房的设计温度、新风量等应符合现行 GB 50736 的有关规定。车站设备用房应根据工艺要求设置通风、空调系统。

13.1.2.6 车站的变压器室室内设计温度不宜超过 40°C，极端天气不应超过 45°C；宜采用自然通风措施，自然通风不能满足要求时应设置机械通风。

13.1.2.7 车站的高压开关柜室的室内设计温度不宜超过 36°C，极端天气不应超过 40°C，应机械通风措施满足其散热要求。当机械通风不能满足要求时，可设置空调冷风降温措施。

13.1.2.8 车站设置气体灭火设施的设备用房，需配置合理的通风换气设施，满足保护区灭火后的通风换气需求。通风换气次数不宜小于每小时 5 次换气。通风设备的电源开关应设置在设备用房外部。

13.1.2.9 车站通风空调系统应设置合理的自动控制系统，宜设置车站远程集中控制和就地控制两级控制措施，就地控制具有优先权。

13.1.2.10 车站设备与管理用房的通风系统、空调系统应采取消声和减振措施，通风与空调机房内的噪声不应超过 90dB(A)，通风、空调设备运转传至站厅、站台的噪声不应超过 70dB(A)，传至各房间内的噪声不应超过 60dB(A)。

13.1.3 停车场及控制中心通风与空调系统

13.1.3.1 停车场及控制中心的设备及管理用房的室内外空气环境宜根据 GB 50019、GB 50174、GB 51245 等相关规范的要求设置。

13.1.3.2 危险品库、油漆库、蓄电池检修间等应设置机械通风和事故通风设施，危险品库、油漆库通风应符合防爆要求；蓄电池检修间通风应符合防腐要求。

13.1.3.3 悬挂式单轨停车场的停车库、列检库、月检库等库房宜设置自然通风，并根据检修岗位设置合理的岗位通风或空调降温措施。

13.1.4 其他

13.1.4.1 通风与空调系统安装完毕投入使用前,应进行系统的试运行及调试,包括设备单机试运转及调试、非设计满负荷条件下的联合试运转及调试。非设计满负荷条件下的联合试运转及调试应在设备单机试运转合格后进行。

13.1.4.2 悬挂式单轨交通的相关通风空调设备应能根据气候、客流的变化情况以及变化规律制定科学合理的运行模式,保证通风空调系统高效节能运行。

13.1.4.3 通风与空调工程的施工与验收,应符合GB 50738和GB 50243的规定。

13.1.4.4 车站的通风空调系统不宜兼顾车站防排烟设施。在车站发生火灾时,无关的通风空调系统应实现30s内快速关闭。

13.2 给水与排水

13.2.1 一般规定

13.2.1.1 给水工程设计应结合市政供水系统现状及规划,满足生产、生活和消防等用水对水量、水压和水质的要求,并应符合综合利用、节约用水原则。

13.2.1.2 排水工程设计应根据排水的性质、国家和地方排放标准,结合城镇排水规划进行收集、输送、处理和排放。

13.2.1.3 给水与排水设计应按GB 50189、GB 50555的有关规定采取节水、节能措施。

13.2.1.4 给水与排水系统自动化管理程度,应根据运营管理的需要,结合当地具体情况经技术经济比较确定。

13.2.1.5 给水与排水设计除执行本文件外,还应符合GB 50013、GB 50014、GB 50015、GB 55033等有关规范的规定。

13.2.2 给水

13.2.2.1 给水水源宜采用城市自来水,当沿线无城市自来水时,应采取其他可靠并符合要求的给水水源。

13.2.2.2 给水系统用水量要求如下:

- a) 工作人员生活用水定额应为30升/(人·班)~50L/(人·班),每日3班,小时变化系数为1.2~1.5;
- b) 车站内公共厕所乘客生活用水量宜按下列卫生器具小时耗水量计算确定,每天使用时间除残疾人厕所按10h外,其余均按18h计算:
 - 1) 洗涤池: 45L/h~360L/h;
 - 2) 洗脸盆: 40L/h~60L/h;
 - 3) 大便器: 自闭式冲洗阀为25L/h~144L/h,冲洗水箱为30L/h~162L/h;
 - 4) 小便器自闭式冲洗阀: 20L/h~120L/h。
- c) 车站公共区及出入口通道冲洗用水量应为1L/m²次~2L/m²次,并应每天按冲洗一次、每次用水量按冲洗1h计算;
- d) 生产用水量应根据生产工艺、设备用水要求规定;
- e) 不可预见水量和管网漏水量之和应按生产、生活最高日用水量的8~12%计算。

13.2.2.3 给水系统的水质、水压及系统设置,应符合GB/T 51293的规定。

13.2.2.4 给水系统的选型,应根据生产、生活和消防等各项用水对水质、水压和水量的要求,结合给水水源等因素确定,给水系统选型原则如下:

- a) 车站室内生产、生活给水系统应与消防给水系统分开设置,并应设置计量设施;

- b) 当车站周围有城市杂用水系统且水质满足冷却水或冲厕用水的使用要求时, 宜采用分质给水系统, 车站杂用水系统应与其他给水系统分设, 并应采取防止误饮误用措施;
- c) 车站内不同使用性质和计费的给水系统, 应采用各自独立的给水系统并单独计量;
- d) 车站生产、生活给水系统应充分利用市政水压, 当水压或水量不满足要求时, 应设置加压装置或贮水调节。

13.2.2.5 给水管道布置和敷设应符合下列规定:

- a) 室外给水管网应呈环状布置;
- b) 给水系统引入管上设置倒流防止器或其他防止倒流污染的装置, 设置原则及位置应符合 GB 50015 的规定;
- c) 给水管不穿过变电所、通信信号机房、控制室、配电室等电气房间;
- d) 给排水管道根据 GB 50015 的规定采取防结露措施;
- e) 严寒和寒冷地区的给水管道及设施有可能结冻时, 采取防冻保护措施;
- f) 管道敷设应分析热膨胀的影响, 必要时设置伸缩补偿装置。当穿过结构变形缝时, 设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置。
- g) 卫生器具及配件符合 CJ/T 164 的规定, 公共厕所采用感应式或非接触式龙头和冲洗装置。

13.2.2.6 室外埋地给水管道应具有耐腐蚀和承受地面荷载的能力; 给水管网上的阀门设置, 应符合 GB 50013、GB 50015 的有关规定。给水管材选取要求如下:

- a) 当管径小于 DN80 时, 宜采用给水塑料管; 当管径不小于 DN80 时, 宜采用球墨给水铸铁管;
- b) 室内生产、生活给水宜采用钢塑复合管、铜管或薄壁不锈钢管等管材。

13.2.3 排水

13.2.3.1 室外排水体制应采用雨污分流制。

13.2.3.2 排水量定额应符合下列规定:

- a) 生活排水系统定额按生活用水量的 95%计算, 小时变化系数与生活给水小时变化系数相同;
- b) 生产排水量按工艺要求确定;
- c) 冲洗和消防废水量和用水量相同;
- d) 地面车站、高架车站屋面排水管道的排水设计重现期按当地十年一遇的暴雨强度计算, 设计降雨历时应按 5min 计算; 屋面雨水工程与溢流设施的总排水能力不小于五十年重现期的雨水量;
- e) 敞开出入口、敞开风井及隧道洞口的雨水泵站、排水沟及排水管渠的排水能力, 按当地五十年一遇的暴雨强度计算, 设计降雨历时按计算确定。

13.2.3.3 车站的污水及废水应按重力流排水方式设计, 屋面雨水可按重力流或压力流设计; 区间的污水、废水和雨水等不能按重力流排放时, 应按压力流系统设计; 出入口自动扶梯或电梯基坑局部废水不能按重力流排放时, 应设局部排水提升设施。

13.2.3.4 车站生活及粪便污水应单独排放; 生产废水、冲洗及消防废水和屋面雨水可集中并就近排放。

13.2.3.5 车站生活及粪便污水宜优先排入城市污水系统, 当无城市污水系统, 应对其进行处理达到标准后方可排放。

13.2.3.6 污水处理设施要求如下:

- a) 当城市有污水排水系统时, 污水处理设施应符合 GB 50014 的规定;
- b) 当城市无污水排水系统时, 应根据有关污水综合排水标准的规定, 对车站排出的粪便污水进行处理, 并应达到标准后再排入城市雨污水管网或车站附近的水系;
- c) 化粪池或生活污水处理设施宜为埋地式, 并宜设在人行道或绿地内, 与建筑物的距离不宜小于 5m;
- d) 地面化粪池的设计应符合 GB 50015 的有关规定。

13.2.3.7 雨水排水设施要求如下:

- a) 排水天沟布置应以伸缩缝、沉降缝、变形缝为分界, 天沟坡度不宜小于3‰;
- b) 屋面排水系统应设置雨水斗、地漏等排水设施。不同设计排水流态、排水特征的屋面雨水排水系统应选用相应的雨水斗或地漏。

13.2.3.8 排水管道布置和敷设应符合下列规定:

- a) 排水管道不穿越变电所、通信信号机房、控制室、配电室等电气房间;
- b) 严寒和寒冷地区的压力排水管道及设施有可能结冻时, 采取防冻保护措施。

13.2.3.9 排水管材及附件的设置要求如下:

- a) 重力流排水管宜采用阻燃型硬聚氯乙烯排水管及管件, 或柔性接口机制排水铸铁管及管件;
- b) 压力排水管宜采用热镀锌钢管或钢塑复合管;
- c) 室外埋地排水管宜采用埋地塑料管;
- d) 当车站内或附属建筑室内塑料排水管穿越楼板及防火墙时, 应设置阻火圈。穿越地下结构外墙或水池壁时应预埋柔性防水套管。穿越排热风道时应设置整体防护钢套管;
- e) 压力排水宜经压力检查井减压后排入排水系统, 压力井距车站主体结构外墙不宜小于3m。

13.2.4 车辆基地给水与排水

13.2.4.1 车场给水用水量定额应按下列规定确定:

- a) 工作人员生活用水量为30L/人·班~50L/人·班, 小时变化系数为1.2~1.5;
- b) 职工淋浴用水定额取40L/人·次, 每次延续时间为1小时;
- c) 空调冷却水系统的补充水量为冷却水循环水量的1%~2%;
- d) 生产工艺用水按工艺要求确定;
- e) 路面洒水、绿化及草地用水、汽车冲洗用水, 符合GB 50015的规定;
- f) 不可预见水量和管网漏水量之和按车场内生产、生活最高日用水量的8%~12%计算。

13.2.4.2 给水水源应采用城市自来水。当城市自来水提供两根给水引入管时, 生产、生活系统宜与室外消防给水系统共用且布置成环状; 当城市自来水提供一根给水引入管时, 生产、生活和室外消防给水系统应分开布置。

13.2.4.3 当城市自来水的供水量和供水压力不能满足车场等地面建筑生产、生活给水系统的要求时, 应设给水泵房和蓄水池, 给水加压设备宜采用变频调速或叠压供水装置。

13.2.4.4 车场内各单体生产、生活给水系统应与消防给水分开设计, 布置成枝状。

13.2.4.5 车场内公共浴室、食堂、司机公寓等热水系统宜采用太阳能热水系统或空气源热泵热水系统。

13.2.4.6 车辆基地及停车场排水系统室内外污水和雨水系统应采用分流制。

13.2.4.7 车场排水量定额应符合下列规定:

- a) 生活排水量标准按用水量的90%~95%确定;
- b) 生产用水排水量按工艺要求确定;
- c) 冲洗和消防废水排水量和用水量相同;
- d) 车场运用库、检修库、高层建筑屋面雨水按十年一遇暴雨强度进行计算, 排水工程与溢流设施的总排水能力不小于五十年暴雨重现期的雨水量; 其他建筑屋面雨水按五年一遇暴雨强度进行计算, 排水工程与溢流设施的总排水能力不小于十年暴雨重现期的雨水量。

13.2.4.8 洗车库的废水应经过处理后重复利用; 其他含油废水, 不符合国家规定的排放标准时, 应经过处理达到标准后排放。

13.2.4.9 车场的生产废水、生活污水, 宜集中后按重力流方式接入城市排水系统, 不能按重力流方式排放时, 应设污水泵站提升并排入城市污水排水系统。

13.2.4.10 当车场附近无城市污水排水系统时,其内部的生产废水、生活污水,应经过处理达到排放标准后再回用或排放。

13.2.4.11 检修库、停车库等大型房屋面雨水排放宜采用虹吸式屋面雨水系统。

13.2.4.12 牵引变电所、电缆沟及检修厂房的检修坑等局部低洼处应设排水措施。

13.2.4.13 车辆基地应结合海绵城市建设的要求,经过技术经济比较,确定车辆基地雨水收集利用措施。

13.2.5 接口设计

13.2.5.1 给水排水管道平行或穿越铁路时,应向站场、轨道、桥梁专业提出给排水管道敷设及防护的设置要求。

13.2.5.2 站房内有用水需求的配套商业设施应预留给水、排水接入条件。

13.2.5.3 设置设备监控系统、信息管理系统时,应向信息专业提出接入条件。

14 综合监控

14.1 综合监控系统

14.1.1 一般规定

14.1.1.1 悬挂式单轨交通应设置综合监控系统。

14.1.1.2 综合监控应为实时监控与维护管理相结合的系统,应至少支持实现行车指挥、机电设备监控、防灾安全、乘客服务、综合运维管理等功能。

14.1.1.3 综合监控系统采用集成和互联的方式构建,集成和互联的范围应满足运营及维护管理的要求。

14.1.1.4 综合监控系统应根据运营及维护要求确定设备配置,关键设备应采用冗余配置。

14.1.1.5 综合监控系统应根据国家信息安全有关规定设置相应的网络信息安全措施,信息安全保护等级应按三级设置。

14.1.1.6 综合监控系统应采用标准化接口及协议,并应接入城市轨道交通线网指挥中心。

14.1.1.7 综合监控系统应通过信息整合和接口优化,加强全自动运行模式下系统的管理、监控和联动功能。

14.1.2 设置原则

14.1.2.1 综合监控系统集成的对象应包括列车自动监控、电力监控、环境与设备监控、火灾自动报警、站台屏蔽门、广播、视频监视、乘客信息、时钟系统,可根据需要集成或互联的对象包括门禁、售检票、无线调度、公务电话等系统。

14.1.2.2 综合监控系统架构应适应运营维护管理,宜由中央级系统、车站级系统和网络设备组成,车站级系统可按区域中心站设置。

14.1.2.3 综合监控系统的骨干网可利用通信传输系统或使用光纤独立组网。

14.1.2.4 综合监控系统子系统设置要求如下:

- a) 应设置网络管理子系统,网络管理子系统可与信息安全管理子系统合设;
- b) 宜设置培训管理子系统,培训管理子系统可线网统一设置;
- c) 应设置设备维护管理子系统,设备维护管理子系统宜线网统一设置。

14.1.2.5 综合监控系统可采用云计算技术构建。

14.1.3 基本功能

14.1.3.1 综合监控系统应具备对集成子系统的监控和管理, 以及对互联系统的监控和联动控制功能。

14.1.3.2 综合监控系统应具备下列主要功能:

- a) 监视功能;
- b) 报警功能;
- c) 控制功能;
- d) 趋势分析;
- e) 设备状态检测和分析;
- f) 报表生成;
- g) 权限管理;
- h) 系统组态;
- i) 档案管理;
- j) 系统维护和诊断。

14.1.3.3 综合监控系统配置的冗余设备应具备无扰切换功能。

14.1.3.4 综合监控系统应具备群组控制、模式控制和点动控制功能。群组控制和模式控制应具备下列联动功能:

- a) 正常工况, 全线列车自动追踪和监控、供电系统设备实时监控、机电设备运行监控、建筑设施火灾探测和报警、站台屏蔽门系统运行状况监视、公告信息广播、车站等运营区域视频监控、车站乘客信息临时发布、提供时钟同步信号、门禁设备报警联动、自动售检票设备上线/下线服务联动等功能;
- b) 非正常工况, 在发生火灾时停止非消防设备, 启动消防设备, 引导乘客疏散; 在发生故障时启动相关系统应急联动功能, 发布紧急情况下公共信息。

14.1.3.5 综合监控系统应具备运营数据统计、操作员培训和决策支持等运营辅助管理功能, 结合运营维护机构设置, 尚应具备设备健康管理、资产管理及维修任务组织等功能, 可具备巡检功能。

14.1.3.6 当设置车站级控制功能时, 综合后备盘 (IBP) 应支持在设备故障或火灾等情况下车站的关键手动控制功能。IBP 宜具备下列功能:

- a) 站停车功能;
- b) 站台扣车与放行功能;
- c) 自动检票机释放功能;
- d) 门禁释放功能;
- e) 自动扶梯停止控制功能;
- f) 站台门开门控制功能;
- g) 运营需要的其他功能。

14.1.4 硬件基本要求

14.1.4.1 综合监控系统设备应选择安全、可靠、可维护、易扩展的网络及控制产品。

14.1.4.2 中央级硬件配置要求如下:

- a) 应配置冗余服务器组及相关存储设备;
- b) 宜配置设备维护管理子系统服务器组及相关存储设备;
- c) 应配置调度员工作站;
- d) 应配置维护工作站;
- e) 应配置打印机;

- f) 应配置网络设备;
- g) 宜配置大屏幕显示系统。

14.1.4.3 车站级硬件配置要求如下:

- a) 结合运营管理模式,区域中心站应设置冗余服务器;
- b) 应配置操作员工作站;
- c) 应配置冗余网络设备;
- d) 应配置一套综合后备盘(IBP)。

14.1.5 软件基本要求

14.1.5.1 综合监控系统软件应采用分层分布式软件架构。

14.1.5.2 综合监控系统软件应采用通用的标准化、实用化、可复用和易扩展的软件平台、模块化结构。

14.1.5.3 综合监控系统软件应为开放系统,采用标准的编程语言和编译器,并应支持多种硬件构成。

14.1.6 性能指标

14.1.6.1 综合监控系统应符合下列规定:

- a) 控制命令在综合监控系统中的传输时间小于2s;
- b) 设备状态变化信息在综合监控系统中的传输时间小于2s;
- c) 实时数据画面在操作员工作站屏幕上整幅调出响应时间小于1s;
- d) 冗余服务器切换时间不大于2s;
- e) 网络切换时间不大于0.5s;
- f) 通信处理机切换时间不大于1s。

14.1.6.2 系统平均无故障时间(MTBF)不应小于10000h。

14.1.6.3 系统可用性指标应大于99.99%。

14.1.7 布线、供电、防雷及接地

14.1.7.1 综合监控系统电线和电缆要求如下:

- a) 管线敷设应采取抗电磁干扰措施。信号线与电源线不应共用一条电缆,也不应敷设在同一根金属管内。当采用屏蔽线缆时,应保持屏蔽层的连续性,屏蔽层宜一点接地;
- b) 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处应实施阻火封堵。

14.1.7.2 综合监控系统供电负荷应采用I级负荷,并设置综合电源系统,纳入综合电源系统供电范围的宜包括通信、信号、电力监控、环境与设备监控、站台屏蔽门、门禁系统、自动售检票、火灾自动报警(图形工作站)等系统。

14.1.7.3 综合监控系统设备的接地系统要求如下:

- a) 系统设备室内应设综合接地箱,综合监控系统应接入综合接地系统弱电母排,接地电阻不应大于1Ω;
- b) 计算机设备宜根据相应产品或系统的要求一点接地或浮空,现场机柜应接地。

14.1.7.4 综合监控系统防雷应符合GB 50343的规定。

14.1.7.5 弱电系统设备用房宜集中设置,房间面积可留有余量,房间环境应满足设备运用的要求。

14.2 电力监控系统

14.2.1 供电系统应配置电力监控系统。电力监控系统的设备选型、系统容量和功能配置应能满足运营、管理及未来扩展的需要。

14.2.2 电力监控系统应包括主站、子站及专用数据传输通道。电力监控系统集成到综合监控系统时,

其主站、数据传输通道由综合监控系统设计。

14.2.3 电力监控系统主站的设计，应包括主站的位置、系统构成、设备选型，以及系统功能、容量、监控范围等。

14.2.4 电力监控系统子站的设计，应确定子站设备的位置、容量、功能、选型。

14.2.5 电力监控系统通道的设计应包括通道的结构形式、主/备通道的配置方式、通道的接口形式和性能要求等。

14.2.6 监控对象应包括遥控对象、遥信对象和遥测对象三部分。

14.2.7 遥控对象应包括下列基本内容：

- a) 主变电所或电源开闭所、牵引变电所、降压变电所内中压及以上电压等级的断路器、负荷开关及电动隔离开关；
- b) 牵引变电所的直流快速断路器、电动隔离开关；
- c) 降压变电所的低压进线断路器、低压母联断路器、三级负荷总开关；
- d) 有载调压变压器的调压开关；
- e) 列车再生制动能量吸收装置开关；
- f) 跳闸等动作的远动复归、保护及自动装置的投/退。

14.2.8 遥信对象应包括下列基本内容：

- a) 遥控对象的位置信号；
- b) 高中压各种保护动作信号；
- c) 交直流电源系统的故障信号；
- d) 降压变电所低压进线断路器、母联断路器、三级负荷总开关的保护动作信号；
- e) 直流接地漏电保护装置的动作信号；
- f) 列车再生制动能量吸收装置的开关位置信号；
- g) 断路器手车位置信号；
- h) 控制转换开关位置信号。

14.2.9 遥测对象应包括下列基本内容：

- a) 主变电所或电源开闭所进线电压、电流、功率、有功电度、无功电度；
- b) 主变电所中压母线电压、馈线电流；
- c) 牵引变电所进线电流，中压母线电压；
- d) 牵引整流机组电流与有功电度、直流母线电压、馈线电流、负极柜回流电流；
- e) 动力变压器馈线电流、有功电度；
- f) 变电所交直流操作电源的母线电压。

14.2.10 电力监控系统的基本功能要求如下：

- a) 遥控功能。遥控种类分单控、程控两种方式，系统支持站内和跨站程控；
- b) 对供电系统设备运行状态的实时监视和故障报警；
- c) 对供电系统中主要运行参数的遥测；
- d) 汉化功能；
- e) 统计报表；
- f) 自诊断检测；
- g) 以友好的人机界面实现系统在线维护；
- h) 主/备通道的切换；
- i) 根据工程情况，在满足上述要求的基础上可以选配其他功能；
- j) 电力监控系统的结构宜采用1个主站监控N个子站的方式。

14.2.11 独立设置主站时，主站硬件应包括下列主要设备：

- a) 计算机设备（主机）与计算机网络；
- b) 人机接口设备；
- c) 打印记录设备和屏幕拷贝设备；
- d) 通信处理设备；
- e) 模拟盘或其他显示设备；
- f) 不间断电源设备（UPS）；
- g) 调试终端设备和打印设备。

14.2.12 子站设备基本功能要求如下：

- a) 远动控制输出；
- b) 现场数据采集（包括数字量、模拟量、脉冲量等）；
- c) 远动数据传输；
- d) 可脱离主站独立运行；
- e) 子站远动终端的通信规约应对用户完全开放；
- f) 不间断电源设备的容量，应满足交流电源失电后，维持系统供电时间不少于 30min；
- g) 远动数据传输通道宜采用通信系统的数据通道。在设计中应向通信设计部门提出对远动数据传输通道的技术要求。

14.2.13 电力监控系统的主要技术指标应符合下列规定：

- a) 遥控命令传送时间不大于 1s；
- b) 遥信变位传送时间不大于 2s；
- c) 遥控正确率不低于 99.99%；
- d) 遥信正确率不低于 99.9%；
- e) 遥信分辨率（子站）不大于 10ms；
- f) 遥测综合误差不大于 0.5%；
- g) 双机自动切换时间不大于 20s；
- h) 画面调用响应时间不大于 0.5s；
- i) 系统可利用率不小于 99.8%；
- j) 数据传输通道通信传输速率不低于 100Mbps；
- k) 平均无故障间隔时间（MTBF）不低于 50000h。

14.3 环境与设备监控系统

14.3.1 车站、主变电所、运营控制中心及车场应设置环境与设备监控系统，并可集中设置。

14.3.2 环境与设备监控的设置应遵循分散控制、集中管理、资源共享的基本原则。

14.3.3 环境与设备监控系统宜采用分层、分布式计算机控制系统，并宜由中央监控管理级、车站监控级、现场控制级和相关通信网络组成。

14.3.4 环境与设备监控系统应由综合监控系统集成，环境与设备监控系统车站级及中央级监控功能应由综合监控系统实现。

14.3.5 环境与设备监控系统应能提供设备运行状态、环境参数，并将数据集中存储、分析。

14.3.6 环境与设备监控系统按线路的运行模式应分为正常模式、非正常模式，非正常模式应具备自动及手动执行功能。

14.3.7 环境与设备监控系统应选择具有可靠性、可用性、可维护性的控制产品；事故通风与排烟设备兼用的监控应采用冗余措施。

14.3.8 环境与设备监控系统的硬件设备配置可根据车站建筑规模、车站设备分布情况、运营管理模式灵活配置。

14.3.9 软件系统应与硬件系统配置相适应，并应在成熟、可靠、开放的监控系统软件平台的基础上，按悬挂式单轨交通系统的运营需求开发应用软件。

14.3.10 软件系统应具备节能控制功能；当单独设置节能控制系统时，应具备与节能控制互联条件。

14.3.11 软件系统应符合 GB 50157 的规定。

14.3.12 环境与设备监控系统应包括中央级监控局域网、车站级监控局域网、现场总线控制网络，以及连接中央级与车站级、车站级与现场级的传输网络；地面车站、高架车站可结合硬件配置情况简化车站级监控局域网和现场总线控制网络。

14.3.13 环境与设备监控系统网络功能、性能应符合 GB/T 50458 的规定。

14.3.14 环境与设备监控系统应采用综合电源系统供电，主电源断电后在火灾状态同时工作负荷条件下连续供电时间不应小于 3h。

14.3.15 参与消防联动控制的环境与设备监控系统应采用无卤、低烟、耐火的阻燃电线和电缆。

14.3.16 环境与设备监控系统布线、接地应符合 GB 50157 的规定。

14.3.17 环境与设备监控系统防雷应符合 GB 50343 的规定。

14.4 火灾自动报警系统

14.4.1 车站、主变电所、运营控制中心、车场应设置火灾自动报警系统。

14.4.2 车站、主变电所、运营控制中心、车场可根据其建筑规模及消防设施的设置情况选择相应的火灾自动报警系统形式和监管模式。

14.4.3 火灾自动报警系统宜按全线车站及区间同一时间只发生一次火灾的原则设定救灾模式。

14.4.4 火灾自动报警系统应由设置在运营控制中心的中央级监控管理系统、车站和车场的车站级监控管理系统、现场级监控设备及相关通信网络等组成。

14.4.5 火灾自动报警系统的中央级监控管理应由综合监控系统实现，并应具备下列功能：

- a) 接收全线火灾灾情、设备设施运行信息，实现全线消防集中监控管理；
- b) 发布火灾涉及车站消防设备的控制命令；
- c) 接收并储存全线消防报警设备主要的运行状态；
- d) 与各车站及车场等火灾自动报警系统进行联络；
- e) 火灾事件历史资料存档管理。

14.4.6 火灾自动报警系统的车站级应由火灾报警控制器、消防控制室图形显示装置、打印机、不间断电源和消防联动控制器手动控制盘等组成，并应具备下列功能：

- a) 与火灾自动报警系统中央级监控管理系统及本车站现场级监控系统间进行通信联络；
- b) 管辖范围内实时火灾的报警，监视车站管辖内及与车站、车场联建的建筑物火灾灾情；
- c) 采集、记录火灾信息，并报送火灾自动报警系统中央监控管理级；
- d) 显示火灾报警点，防、救灾设施运行状态及所在位置画面；
- e) 控制消防救灾设备的启、停，并显示运行状态；
- f) 接受中央级火灾自动报警系统指令或独立组织、管理、指挥管辖范围内的救灾；
- g) 发布火灾联动控制指令。

14.4.7 火灾自动报警系统现场控制级应由输入输出模块、各类探测器、火灾声光警报器、手动报警按钮、消防电话及现场网络等组成，并应具备下列功能：

- a) 监视车站管辖范围内火灾灾情，采集火灾信息；
- b) 监视消防泵的低频巡检信号、运行状态、设备故障、管压力信号；
- c) 监视消防电源的运行状态；
- d) 监视车站所有消防救灾设备的工作状态；
- e) 与车站、车场联建的建筑物保持火灾信息互联。

14.4.8 消防联动控制系统应实现消火栓系统、自动灭火系统、防烟及排烟系统、消防电源及应急照明、疏散指示、防火卷帘、电动挡烟垂帘、消防广播、售检票机、站台屏蔽门、门禁、自动扶梯及电梯、防火门等系统在火灾情况下的消防联动控制。

14.4.9 换乘车站分线路设置的各线路火灾自动报警系统之间,以及与车站、车场联建的建筑物火灾自动报警系统之间,应通过互设信息模块、信息显示屏和消防电话分机或消防电话插孔的形式实现信息互通及消防联动。

14.4.10 火灾自动报警系统应设有自动和手动两种触发装置。

14.4.11 报警区域应根据防火分区和设备配置划分。

14.4.12 在有爆炸危险的场所,应选用防爆型火灾探测器和警报器。

14.4.13 吸气式感烟火灾探测器、线型火灾探测器的探测区域应与防火分区、防排烟工况作用范围一致。

14.4.14 在设置火灾自动报警系统的场所应设置火灾声光警报器。

14.4.15 当消防应急广播与普通广播或背景音乐广播合用时,应具有强制切入消防应急广播的功能。

14.4.16 换乘车站的消防控制室宜集中设置。按线路设置的消防控制室之间应能相互传输、显示状态信息,但不宜相互控制。

14.4.17 车站消防控制室应与车站综合控制室结合设置。消防控制室应设置火灾报警控制器、消防联动控制器、消防控制室图形显示装置。

14.4.18 火灾自动报警系统应设有主电源和直流备用电源;主电源的负荷等级应为一级。

14.4.19 火灾自动报警系统直流备用电源宜采用专用蓄电池或集中设置的蓄电池组供电,主电源断电后在火灾状态同时工作负荷条件下连续供电时间不应小于3h。当采用集中设置蓄电池时,火灾报警控制器供电回路应单独设置。

14.4.20 火灾自动报警系统防雷应符合GB 50343的规定。

14.4.21 火灾自动报警系统的布线应符合GB 50116的规定。

14.5 门禁系统

14.5.1 门禁系统应根据实际需求设置,且应设置在疏散通道的通道门、设备用房门及管理用房门等处。

14.5.2 门禁系统构成与设备布置应与运营管理模式相适应。

14.5.3 门禁系统应具有出入口监控和安全管理等功能。

14.5.4 门禁系统宜实现统一授权管理,并应遵循统一的系统标准。

14.5.5 门禁系统应按集中管理、分级控制的方针设计。应统一管理合法持卡人的访问权限,并宜根据运营管理的需要集中设置授权工作点。

14.5.6 门禁系统应实现与火灾自动报警系统的联动控制。车站控制室综合后备控制盘(IBP)上应设置门禁紧急开门控制按钮,并具备手动、自动切换功能。

14.5.7 门禁系统规模应与整体线网规划相适应,并应确定线路、车站和监控对象的数量,以及监控对象的安全等级、授权人数及发卡量,并应留有余量。

14.5.8 门禁系统设计应明确监控管理的对象和安全等级。

14.5.9 各安全等级的配置应符合GB 50157的规定。

14.5.10 门套门(如有)可只在一个门上设置门禁;当一个房间设有多个门时,可只在一个常用门处设置门禁。

14.5.11 门禁系统宜由中央级系统、车站级系统、现场级系统和终端设备、传输网络和电源及门禁卡等组成。

14.5.12 中央级系统宜由服务器、监控管理工作站、授权工作站、授权读卡器、局域网设备及不间断电源等组成。

- 14.5.13 车站级系统宜由车站工作站、打印机、局域网设备及不间断电源等组成。
- 14.5.14 现场级系统和终端设备应由车站控制器、本地控制器、读卡器、密码键盘、电子锁、门磁、紧急开门按钮、出门按钮及门禁卡等组成。
- 14.5.15 门禁系统应采用通信传输网络实现车站与中央的网络连接。
- 14.5.16 门禁系统中央级、车站级监控管理层应集成到综合监控系统，并宜根据与综合监控系统的集成深度选取授权工作点设置方案。
- 14.5.17 中央级、车站级、现场级系统和终端设备功能应符合 GB 50157 的规定。
- 14.5.18 电子锁应具有断电释放的功能。
- 14.5.19 开门应采用出门按钮及紧急开门按钮，当出门按钮失效时，可采用紧急开门按钮。
- 14.5.20 门禁系统设备及管线应安装和敷设在安全区域。
- 14.5.21 门禁系统应采用无卤、低烟、阻燃的电线和电缆。
- 14.5.22 通信电缆应与电源电缆分管或分槽敷设，预埋管、槽、盒应防水、防尘，并应避开围栏立柱设置的位置。
- 14.5.23 电子锁的安装应选在门体受力最合适的位置，当外力作用在门扇时，门扇的变形应最小。
- 14.5.24 读卡器在公共区可根据需要明装或暗装，安装方式应与建筑装修协调配合；控制按钮的安装应便于识别和操作。
- 14.5.25 系统应采用 UPS 综合电源系统供电，后备时间不应小于 1h。
- 14.5.26 系统接地应接入综合接地网，接地电阻不应大于 1Ω 。

15 运营控制中心

15.1 一般规定

- 15.1.1 悬挂式单轨交通运营控制中心应对全线的列车运行、电力供给、环境状况及车站设备、票务运行等全过程进行集中监控、统一调度指挥和管理。
- 15.1.2 运营控制中心建设应根据城市国土空间规划要求，可单条线路建设，也可多条线路合建，或与其他形式的城市轨道交通线路共同建设。
- 15.1.3 运营控制中心应设置通信、信号、电力监控、火（防）灾自动报警等中央级系统和设备；也可根据需要配备环境与设备监控、票务管理中央级系统和设备及其他与运营、管理和安全有关的系统和设备。
- 15.1.4 运营控制中心的总体布置应做到安全可靠，操作、维修及管理方便，运营成本低廉等，并应根据运营管理模式、线路规划、系统配置、设备类型及数量等，确定运营控制中心的规模及装修标准，同时应预留未来发展的余地。
- 15.1.5 运营控制中心宜选择靠近城市道路干线、悬挂式单轨交通车站或车场附近、接近监控管理对象的中心地带。当与其他城市轨道交通线路合建时，宜选择能兼顾多条线路的地方。

15.2 功能分区与总体布置

- 15.2.1 运营控制中心按功能可划分为运营监控区、运营管理区、设备区、维修区及辅助设备区。各功能区的设置应与运营管理体制和运行模式相适应。
- 15.2.2 设备区和运营管理区应靠近运营监控区，设备区和维修区宜相邻设置。
- 15.2.3 运营监控区和设备区不宜设在高层建筑的顶层和地下。
- 15.2.4 运营监控区应设置中央控制室，可根据运营需要另外设置参观室或参观通道。中央控制室应作为独立的安全分隔区，并应配置安保隔离设施。

15.2.5 中央控制室各系统设备的布置及设计要求如下:

- a) 与运营、管理和安全无关的系统和设备不宜进入,同时不应安装大功率的电器设备及其他动力设备;
- b) 室内设备布置应整齐、紧凑,便于观察、操作和维修,并便于调度人员行动和疏散。调度台的布置不可遮挡正常观察显示屏的视线;
- c) 室内总体布置应以行车指挥为核心进行各调度台和显示屏的布置,总体布置应便于行车调度、电力调度、环控调度、防灾调度、维修调度和总调度之间的信息沟通;
- d) 中央控制室应具备紧急事件指挥中心的功能,并宜在中央控制室设置运营决策和应急处理工作区域或在中央控制室邻近设置应急事件指挥室;
- e) 各系统显示屏宜统一布置,调度台和显示屏宜呈弧形设置。显示屏的屏前和屏后、调度台的台前和台后应留有操作和维护作业空间,并预留近期和远期发展位置;
- f) 当中央控制室的规模按多条线路设计时,宜按专业划分,也可按线路进行划分,并应将每条线的行车调度、电力调度和环控调度台等集中布置;
- g) 当按扇形方式分层展开布置设备时,在扇形的中间位置,向上展开的角度宜小于15°,向左右展开的角度宜小于120°。

15.2.6 运营管理区宜根据运营管理的需要配置相应的运营管理用房。

15.2.7 设备区的设备室及室内设备的布置与设计要求如下:

- a) 设备室的布置可根据运营管理模式按线路划分或按系统划分,以及采用封闭式布置或通透开放式布置;
- b) 各系统设备室的布置楼层宜以方便运营管理、体现安全性和重要性为原则;
- c) 设备室内布置应整齐、紧凑,便于观察、操作和维修;
- d) 设备布置应使设备之间的连线短,外部管线进出方便;
- e) 大功率的强电设备不应与弱电设备混合安装和布置,除自动灭火系统外,各电气系统设备室不应有水管穿过,风管穿过时应安装防火阀。

15.2.8 维修区宜设置系统维修、测试、备品备件、工器具等用房,以及系统维修机构办公室、值班室等。维修区上述用房各系统可共用或分设。

15.2.9 辅助设备区各系统设备用房的布置及设计要求如下:

- a) 辅助设备区宜设置供电和低压配电、通风和空调、水消防和自动灭火、给排水等系统的设施和用房;
- b) 供电和低压配电、空调、水消防及给排水等辅助设施宜设置在地面层或地下一层,通风系统和自动灭火系统等宜设置在各层距用户较近的场所。

15.3 建筑与装修

15.3.1 运营控制中心的建筑布局应体现交通管理技术工艺要求,其他要求如下:

- a) 运营控制中心的建筑应满足工艺设计要求,并力求实用、经济、简洁、美观;
- b) 运营控制中心建筑分类宜为多(高)层一类公共建筑,耐火等级应为一级,屋面防水应为二级;
- c) 中央控制室室内的净高应结合房间面积大小及视线的要求进行设计,但不宜低于4m,当线路规模较小时,也可适当降低净高,但不宜低于3.5m;其他设备用房净高不应小于3m;
- d) 中央控制室内各调度台之间应设有通道,当距门最远的调度台通道距离超过10m以上时,应设两个出入口与外部相连,其中至少应有一个门应满足宽度不小于1.2m、高度不小于2.3m,并应符合国家现行消防规范的规定;
- e) 当运营控制中心与其他建筑合建时,应具有独立性、安全性和可靠性,同时应设置独立的进出口通道,并应满足紧急情况下的疏散要求。

15.3.2 运营控制中心的建筑装修应满足设备工艺要求，其他要求如下：

- a) 建筑装饰装修工程所使用的材料应按设计要求进行防火、防腐和防虫处理，并应符合 GB 50222 的规定；
- b) 中央控制室宜设吊顶，并应满足敷设通风管道和管线的要求，吊顶宜采用轻质、耐火材料；
- c) 地面应装设防静电活动地板，设备不应直接安装在防静电活动地板上，并应根据需要设置各调度台的系统管线接口及电源插座；
- d) 室内装修与照明不应在显示屏上产生眩光。

15.3.3 运营控制中心特殊设备荷载应根据要求单独计算确定，并应满足设备运输、安装的需要。结构安全等级应按一级设计。

15.4 布线

15.4.1 电缆通道、电缆间宜靠近相关的设备用房，且强、弱电系统应分别设置。

15.4.2 电缆的选择和管线的敷设除应满足各自系统的要求外，尚应做到线路短、交叉少。

15.4.3 竖向布线宜采用电缆井或电缆 T 型桥架的敷线方式。

15.4.4 水平布线宜采用电缆夹层（楼层夹层、吊顶夹层、活动地板夹层）敷线方式，并应根据夹层的具体情况，分层分区设置电缆桥架或汇线槽，以及将动力电缆和弱电电缆分开敷设。

15.4.5 中央控制室和设备室内不宜外露电线、电缆和管线；无关管线不宜穿过中央控制室和设备室。

15.5 供电、防雷与接地

15.5.1 运营控制中心宜单独设置降压变电所，降压变电所应设两台动力照明变压器，分别引入两路相对独立的电源供电，并宜满足一、二、三级负荷的需要，当一台变压器退出运行时，另一台变压器应满足全部一、二级负荷的需要。

15.5.2 需要不间断电源供电的系统设备，宜根据各系统设备的供电要求集中设置，也可按系统设置。

15.5.3 运营控制中心应按 GB 50057 的规定设置防雷接地。

15.5.4 运营控制中心宜设置综合接地装置，接地电阻不应大于 1Ω 。通信、信号、防灾报警、环境与设备监控等弱电系统设备接地应从综合接地装置单独接引，并应与强电系统接地装置分开设置。

15.6 照明与应急照明

15.6.1 运营控制中心应设置正常照明与应急照明。照明灯具宜选择节能型、散射效果好、使用寿命长及维修更换方便的灯具；灯具布置宜与建筑装修和设备布置相协调。

15.6.2 中央控制室的照明设计要求如下：

- a) 中央控制室的照明应柔和均匀、无眩光；灯具布置应美观，并应满足显示屏和操作台面最大照度的需要。灯具宜嵌入吊顶内，组成光带；操作台面上应无阴影，室内照明均匀度不宜低于 0.7，照明应采用调光控制及分区控制；
- b) 当中央控制室采用投影式显示屏时，显示屏前区和操作台面距地面 0.8m 处的照度宜为 150lx，操作台宜设置局部照明。

15.6.3 设备用房、维修用房、办公管理用房及其他各部位的照明照度应按 GB/T 50034 的规定进行设计。

15.6.4 应急照明应包括安全疏散照明和事故照明及指示照明，应急照明的照度不应小于正常照度的 10%；应急照明的备用电源容量应包括整个运营控制中心及近期预留房间，总容量不应低于 1h 的使用容量。

15.7 通风、空调与供暖

15.7.1 运营控制中心的房屋应采用通风或空调系统进行室内环境控制。

15.7.2 通风或空调系统应具有下列功能：

- a) 提供设备用房内设备正常运行所需的室内环境温度；
- b) 提供管理用房内人员健康所需的环境温度和空气质量；
- c) 火灾时提供有效地防排烟措施。

15.7.3 通风或空调系统应预留远期运营控制中心扩容的能力，并宜分期实施。

15.7.4 当与其他建筑合建时，运营控制中心的通风或空调系统应独立设置。

15.7.5 使用时间、温度、湿度等需求不同的空气调节区，不宜划分在同一个空气调节系统中。

15.7.6 中央控制室、运营管理区、设备区等区域的空调系统应分开设置。

15.7.7 中央控制室及重要机房在正常情况下应保持正压。

15.8 消防与安全

15.8.1 运营控制中心应设置火灾自动报警、火灾事故广播、水消防、防排烟等消防系统，并应根据需要设置环境与设备监控、自动灭火等设施。多线路中央控制室应设置自动灭火系统。

15.8.2 运营控制中心应设置消防控制室。

15.8.3 运营控制中心宜设置视频监视系统和安保门禁系统，对各分区出入口、房间和主要通道应进行监视和自动录像。

15.8.4 运营控制中心宜设置保安值班室。保安值班室宜与消防控制室合并设置。

15.8.5 运营控制中心给排水系统和消防设施应由给水、排水、水消防，以及灭火器与自动灭火等系统组成。给排水系统宜利用城市既有设施。

16 安全、节能与环保

16.1 防灾与救援

16.1.1 一般规定

16.1.1.1 悬挂式单轨交通应具有防火灾、冰雪、水淹、风灾、地震、雷击和事故停车等灾害的设施。

16.1.1.2 悬挂式单轨交通防火灾应贯彻“预防为主，防消结合”的方针。同一条线路按同一时间内发生一次火灾考虑。两条及两条以上线路的换乘站应按同一时间内发生一次火灾考虑。

16.1.1.3 车站站台、站厅及疏散通道内不应设置商业场所，除悬挂式单轨运营、服务设备、设施外，不应设置妨碍乘客疏散的设备、设施及其他物体。

16.1.1.4 与悬挂式单轨交通相连的商业等建筑物，应采取防火分隔设施。车站周边连体开发的商业服务设施等公共场所的防火灾设计，应符合GB 50016的有关规定。

16.1.1.5 车站及车辆内应配备防灾救护设施，车辆基地应配备防灾救援设施。

16.1.1.6 控制中心应具备全线的防灾及救援的调度指挥功能，并具有与上一级防灾指挥中心联网通信的功能。

16.1.2 建筑防火

16.1.2.1 悬挂式单轨各建（构）筑物的耐火等级应符合下列规定：

- a) 地面车站、高架车站及高架区间的建、构筑物，耐火等级不低于二级；
- b) 控制中心建筑耐火等级为一级；
- c) 车辆基地内建筑的耐火等级根据其使用功能确定，并符合GB 50016的有关规定。

16.1.2.2 车站、车辆基地、控制中心的防火分区的划分，应符合GB 50016的有关规定。

16.1.2.3 车站内楼梯、自动扶梯和疏散通道的通过能力，应保证在远期高峰小时客流量时发生火灾情况下，6min 内将一列车乘客和站台上候车的乘客全部撤离站台至安全区。

16.1.2.4 换乘车站内的站台层和站厅层公共区宜按一个防火分区考虑，但换乘通道和楼梯应作防火分隔，门洞处设防火卷帘。

16.1.2.5 车站的装修材料应符合下列规定：

- a) 车站公共区的墙面、顶棚的装修材料及垃圾箱，采用 A 级不燃材料，地面应采用不低于 B1 级难燃材料。设备与管理用房区内的装修材料，符合 GB 50222 的有关规定；
- b) 车站公共区的广告灯箱、导向标志、休息椅、电话亭、售检票机等固定服务设施的材料，采用不低于 B1 级难燃材料。装修材料不采用石棉、玻璃纤维、塑料类等制品。

16.1.2.6 地面、高架车站与相邻建筑的防火间距和消防车道的设置，应按 GB 50016 的有关规定执行。与汽车加油加气站的防火间距应符合 GB 50156 的有关规定。

16.1.2.7 防火卷帘与建筑物之间的缝隙，以及管道、电缆、风管等穿过防火墙、楼板及防火分隔物时，应采用防火封堵材料将空隙填塞密实。

16.1.2.8 重要设备用房应以耐火极限不低于 2h 的隔墙和耐火极限不低于 1.5h 的楼板与其他部位隔开。

16.1.3 安全疏散

16.1.3.1 车站安全出口设置应符合下列规定：

- a) 车站每个站厅公共区安全出口数量应经计算确定，且设置不少于 2 个直达地面的安全出口；
- b) 安全出口应分散设置，当同方向设置时，两个安全出口通道口部之间净距不小于 10m；
- c) 换乘车站的换乘通道不作为安全出口。

16.1.3.2 事故疏散时间按公式（8）计算，乘客从站台层疏散至站厅公共区或其他安全区域的时间应小于或等于 4min。

$$T = \frac{Q_1 + Q_2}{0.9[A_1(N-1) + A_2 \times B]} \quad (8)$$

式中：

T ——乘客从站台层疏散至站厅公共区或其他安全区域的时间（min）；

Q_1 ——远期或客流控制期中超高峰小时 1 列进站列车的最大客流断面流量（人）；

Q_2 ——远期或客流控制期中超高峰小时站台上的最大候车乘客（人）；

A_1 ——自动扶梯通过能力（按每台计，人/min）；

A_2 ——人行楼梯通过能力（按每 m 计，人/min）；

N ——疏散自动扶梯台数；

B ——人行楼梯总宽度（m）；

16.1.3.3 设于公共区的付费区与非付费区的栏杆应设疏散门，疏散门的总宽度按公式（9）计算：

$$A_3 + L \times A_4 \geq 0.9[A_1(N-1) + A_2] \quad (9)$$

式中：

A_3 ——自动检票机通行能力（人/分钟）；

A_4 ——疏散门通行能力（按每 m 计，人/分钟）；

L ——疏散门的总宽度（m）。

注：采用三杆式自动检票机时其通行能力按 50% 计算。

16.1.3.4 站台、站厅公共区任一点距疏散楼梯、自动扶梯或通道口的距离不应大于 40m。

16.1.3.5 与车站相连开发的商业等公共场所，安全出入口应符合 GB 50016 的规定。

16.1.3.6 防灾疏散的自动扶梯应符合下列规定：

- a) 按一级负荷供电；
- b) 有逆向运转的功能。

16.1.3.7 当车站站内上、下全部采用自动扶梯时，应增设一处人行楼梯，侧式站台车站每侧应设一处。

16.1.4 消防给水

16.1.4.1 消防给水系统的水源优先采用城市自来水。当无城市自来水时，应选用其他可靠的水源。

16.1.4.2 车站消火栓给水系统和生产、生活给水系统分开设置，但生产用水宜和消防用水共用。

16.1.4.3 消防给水系统，应结合给水水源等因素确定，其他要求如下：

- a) 当城市自来水的供水量能满足消防用水的要求，而供水压力不能满足消防用水压力的要求时，应设消防增压、稳压设施，当地消防和市政部门许可时，可不设消防水池，从市政管网直接引水；
- b) 当城市自来水的供水量不能满足消防用水量要求或城市自来水管网为枝状管网时，消防设施及消防水池的设置应符合 GB 50016 的有关规定；
- c) 换乘车站消防给水系统宜采用一套系统；
- d) 消火栓给水系统采用消防泵加压供水时，应设置稳压装置及气压罐，可不设高位水箱。

16.1.4.4 消火栓给水系统用水量定额应符合 GB 50016 以及如下规定：

- a) 车站外消防用水量：

- 1) 车站建筑体积 $\leq 1500\text{m}^3$ 时，为 10L/s；
- 2) 车站建筑体积为 $1501\text{m}^3 \sim 5000\text{m}^3$ 时，为 15L/s；
- 3) 车站建筑体积为 $5001\text{m}^3 \sim 20000\text{m}^3$ 时，为 20L/s；
- 4) 车站建筑体积为 $20001\text{m}^3 \sim 50000\text{m}^3$ 时，为 25L/s；
- 5) 车站建筑体积 $>50000\text{m}^3$ 时，为 30L/s；

- b) 车站内消防用水量：

- 1) 车站建筑体积为 $5001\text{m}^3 \sim 25000\text{m}^3$ 时，为 10L/s；
- 2) 车站建筑体积为 $25001\text{m}^3 \sim 50000\text{m}^3$ 时，为 15L/s；
- 3) 车站建筑体积 $>50000\text{m}^3$ 时，为 20L/s；

- c) 如车站外市政只有一路枝状自来水管，而且车站内外消防用水量之和又超过 25L/s 时，设消防泵和消防水池。消防水池的容积满足火灾延续时间内的室内外消防用水量之和；
- d) 消火栓给水系统火灾延续时间不小于 2h。

16.1.4.5 消防给水管道的设置应符合下列要求：

- a) 车站内消火栓超过 10 个，且站内消防用水量大于 15L/s 时，设计为环状管网，且站内消防给水管至少有两条引入管和站外城市自来水管网相接；
- b) 消防枝状管道上设置的消火栓数量不超过 4 个。

16.1.4.6 消火栓设置要求如下：

- a) 消火栓的布置应保证每个防火分区同层有两支水枪的充实水柱同时到达室内任何部位，水枪充实水柱长度应符合 GB 50016 的有关规定；
- b) 消火栓的口径为 DN65，水枪喷嘴为 φ19，每根水带长为 25m，栓口距地面为 1.1m。出水方向宜向下或垂直于墙面；
- c) 车站的消火栓，宜设单口单阀消火栓，困难地段可设双口双阀消火栓箱；

- d) 消火栓的间距应按计算确定,但单口单阀消火栓不应超过30m,双口双阀消火栓不应超过50m。人行通道内消火栓间距不应超过30m;
- e) 双口双阀消火栓箱内可配一根25m的水龙带;
- f) 消火栓口的静水压力和出水压力应符合GB 50016的有关规定;
- g) 车站、车辆基地的消火栓与灭火器宜共箱设置,箱内应配备衬胶水龙带和水枪、自救式消防软管卷盘和灭火器;
- h) 当消火栓系统由消防水泵加压供给时,消火栓处应设水泵启动按钮。

16.1.4.7 车站水泵接合器的设置,应按GB 50016的规定执行。

16.1.4.8 寒冷地区的室外消火栓及水泵接合器设置应考虑防冻措施。

16.1.4.9 管材及附件的设置要求如下:

- a) 消防给水管宜采用球墨铸铁给水管、热镀锌钢管或经国家固定灭火系统质量监督检验测试中心检测合格的其他管材;
- b) 室外埋地给水管道宜采用球墨铸铁给水管;
- c) 过轨敷设的管道宜采用球墨铸铁管、厚壁不锈钢管等耐腐蚀、防杂散电流性能较好的管材;
- d) 当消防给水管道接口采用柔性连接方式明装敷设时,应在转弯处设置固定设施或采用法兰接口。

16.1.5 灭火装置

16.1.5.1 控制中心、车辆基地、车站的灭火装置的设置应按GB 50016的规定执行。

16.1.5.2 地上运营控制中心通信、信号机房、综合监控设备室、自动售检票机房、计算机数据中心应设置自动灭火系统,且应按GB 50016的规定执行。

16.1.5.3 悬挂式单轨交通工程应按GB 50140的有关规定配置灭火器;车辆客室、司机室应配置便携式灭火器,安放位置应有明显标识并便于取用。

16.1.6 消防设备配置与监控

16.1.6.1 消防泵的设置应符合下列要求:

- a) 两台消防泵,一用一备;
- b) 由车站控制室远程控制、就地控制;消火栓按钮控制;消防泵可自动和手动切换。设稳压装置时能自动控制,消防泵启动后停止时用手动控制。

16.1.6.2 气体灭火系统应有自动控制、手动控制和机械应急手动控制三种方式,控制盘可采用独立控制或集中控制方式。

16.1.6.3 消防泵、消防管道上的电动阀门及气体灭火系统的工作状态应在控制中心和车站控制室显示。

16.1.7 防烟、排烟与事故通风

16.1.7.1 悬挂式单轨交通工程应设置有效的防烟、排烟与事故通风系统。

16.1.7.2 防排烟按照GB 50016、GB 51251进行设计。

16.1.7.3 建筑中有防排烟要求的场所应优先采用自然排烟方式,当自然排烟不能满足要求时,设置机械排烟系统。

16.1.7.4 当防烟、排烟系统和事故通风与正常通风空调系统合用时,通风空调系统应符合防烟、排烟系统的要求,并应在发生火灾事故时能够快速转换至防烟、排烟功能。

16.1.7.5 连续长度大于300m的全封闭车道应设置机械防排烟措施。

16.1.7.6 防烟、排烟系统与事故通风应具有下列功能:

- a) 当全封闭区间发生火灾时, 背着乘客主要疏散方向排烟, 迎着乘客疏散方向送新风;
- b) 当列车阻塞在全封闭区间时, 对阻塞区间进行有效通风;
- c) 当设备与管理用房发生火灾时, 具备防烟、排烟、通风功能。

16.1.7.7 全封闭区间火灾的排烟量, 应按区间断面的排烟流速不小于 2m/s 且高于计算的临界风速计算, 但排烟流速不应大于 11m/s 。

16.1.7.8 车站公共区和设备管理用房采用自然排烟时, 排烟口应设置在上部, 且其净面积不应小于顶部投影面积的 5%, 排烟口的位置与防烟分区内的最远排烟点的水平距离不应超过 30m 。

16.1.7.9 车站公共区和设备及管理用房需设置机械排烟时, 其排烟量应根据一个防烟分区的建筑面积按 $1\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ min}$ 计算, 排烟房间的补风量不宜小于排烟量的 50%。当排烟设备负担两个防烟分区时, 其设备能力应根据最大防烟分区的建筑面积按 $2\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ min}$ 计算的排烟量配置。

16.1.7.10 地面建筑排烟风机应保证在 280°C 时能连续有效工作 0.5h , 烟气流经的辅助设备如风阀及消声器等应与风机耐高温等级相同。

16.1.7.11 排烟口的风速不宜大于 10m/s 。

16.1.7.12 当排烟干管采用金属管道时, 管道内的风速不应大于 20m/s , 采用非金属管道时不应大于 15m/s 。

16.1.7.13 通风空调系统下列部位应设置防火阀:

- a) 风管穿越防火分区的防火墙及楼板处;
- b) 穿越通风、空气调节机房的房间隔墙和楼板处;
- c) 穿越重要或火灾危险性大的场所的房间隔墙和楼板处;
- d) 穿越防火分隔处的变形缝两侧;
- e) 竖向风管与每层水平风管交接处的水平管段上;
- f) 当建筑内每个防火分区的通风、空气调节系统均独立设置时, 水平风管与竖向总管的交接处可不设置防火阀。

16.1.8 防灾用电与疏散标志

16.1.8.1 消防用电设备按一级负荷供电, 并应在末级配电箱处设置自动切换装置, 当发生火灾切断生产、生活用电时, 应能保证消防设备正常工作。

16.1.8.2 防灾用电设备的配电设备应有明显标志。

16.1.8.3 应急照明的连续供电时间不应少于 1h , 且其最低照度不应低于 0.51x 。

16.1.8.4 下列部位应设置疏散应急照明:

- a) 站厅、站台、自动扶梯、自动人行道及楼梯口;
- b) 疏散通道及安全出口。

16.1.8.5 应急照明和疏散指示灯用的电缆应采用耐火型或矿物电缆。

16.1.8.6 应急照明以及疏散指示标志的供电电源, 宜采用直流电源供电。

16.1.8.7 应急照明以及疏散指示标志的供电电源采用 UPS 方式供电时, UPS 的工作状态应由火灾报警系统 (FAS) 或设备监控系统 (BAS) 对其进行远程监视。

16.1.8.8 下列部位应设置醒目的疏散指示标志:

- a) 站厅、站台、自动扶梯、自动人行道及楼梯口;
- b) 人行疏散通道拐弯处、交叉口及安全出口; 沿通道长向每隔不大于 20m 处;
- c) 疏散通道和疏散门均应设置灯光疏散指示标志, 并设有玻璃或其他不燃烧材料制作的保护罩;
- d) 指示标志距地面小于 1m ;
- e) 地下车站的站台、站厅、疏散通道等人员密集部位的地面, 设置保持视觉连续的发光疏散指示标志。

16.1.9 防灾通信

- 16.1.9.1 悬挂式单轨交通系统公务电话交换机应具有火警时能自动转换到市话网“119”的功能。
- 16.1.9.2 控制中心应设置防灾无线控制台，列车司机室应设置无线通话台，车站控制室、站长室、保安室及车辆基地值班室应设置无线通信设备。
- 16.1.9.3 控制中心应设置防灾广播控制台，车站控制室、车辆基地值班室应设置广播控制台。
- 16.1.9.4 控制中心和车站控制室应设置监视器和控制键盘，供防灾调度员监视。
- 16.1.9.5 悬挂式单轨交通应设消防专用调度电话，防灾调度电话系统应在控制中心设调度电话总机，在车站控制室及车辆基地设分机。
- 16.1.9.6 车站应设消防对讲电话。
- 16.1.9.7 通信系统的设计，应具备火灾时能迅速转换为防灾通信的功能。

16.1.10 其他灾害预防

- 16.1.10.1 高架及地面有关建筑工程应有可靠的防风、防雷及接地措施。
- 16.1.10.2 寒冷地区的地面及高架线路和暴露于室外的自动扶梯上下平台应采取防冰雪措施。
- 16.1.10.3 悬挂式交通列车停靠站台宜有限位措施。

16.1.11 救援保障

- 16.1.11.1 悬挂式单轨交通应设置线路上行驶的列车发生故障或遭遇灾害时实施救援所需的设备和设施。
- 16.1.11.2 控制中心应能对所有紧急状态下的应急预案和操作程序进行监控管理。发布相关消防设施的控制命令，负责全线防灾、救灾的指挥和协调。控制中心负责灾害情况下的对外联络及协调工作，应能通过电话或网络通信快速地同本地区的消防、公安、医疗救护部门建立联系。控制中心应具备接收本地区气象预报部门、地震预报部门的电话报警或网络通信报警功能。
- 16.1.11.3 当列车发生事故停车时，应由控制中心进行调度。
- 16.1.11.4 当列车遭遇狂风、暴风雨、冰雪、雷电等气候灾害时，控制中心应能作出减速或者停运的决定。
- 16.1.11.5 当从车辆中撤离所有乘客时，列车驾驶员应能组织乘客实施撤离。
- 16.1.11.6 各车站控制室应设综合后备控制盘，在火灾或紧急情况下，在综合后备盘上能够执行监控系统的关键控制功能并采用手动按键操作实现。

16.2 节能

16.2.1 一般规定

- 16.2.1.1 节能设计应从优化工程方案、选用节能型设备、运营管理等方面降低能耗水平，提高能源利用率，并应采用节约能源的新技术、新材料、新工艺、新设备。不应采用国家明文禁止或淘汰落后的设备。
- 16.2.1.2 节能设施宜与主体工程同步设计、同步施工、同步投入使用。
- 16.2.1.3 设计应对节能措施进行技术经济比选分析。

16.2.2 运营组织

- 16.2.2.1 运营组织应根据预测客流量确定系统选型及初、近、远期的车辆编组方式，以及同期内灵活编组方式。
- 16.2.2.2 运营组织应根据线路的客流特点，制定列车运行交路、行车对数和配置车辆。

16.2.2.3 在满足旅行速度的条件下，宜增加列车区间惰行时间，减少列车停站时间。

16.2.3 土建工程

16.2.3.1 线路设计应根据规划、客流、地质、地形条件，选择合理的车站位置、车站间距和线路敷设方式，线路与车站应以高架为主。

16.2.3.2 线路平面的曲线半径宜选用较大的半径，且线路线形宜平缓。

16.2.3.3 车站建筑应结合当地气候特点设计。车站公共区应采用天然采光和自然通风；附属建筑的平面设计应有利于冬季日照、夏季避免太阳光直射和减少辐射热，并宜利用自然通风。

16.2.3.4 在建筑设计中，墙体、门窗、屋面应采用节能技术。

16.2.3.5 车场工艺总平面布置宜按车辆检修维护、综合检修等不同功能的设施统筹布局，设计应布置紧凑、顺畅，并宜缩短出入线长度。

16.2.3.6 车场工艺维修设备宜结合线网资源共享条件统筹设置。

16.2.3.7 车场内的库房宜在顶层的结构面做隔热层、设置屋顶绿化、蓄积雨水的设施。

16.2.4 强弱电系统

16.2.4.1 中压供电网络设置节能措施要求如下：

- a) 宜采用二级降压供电的方式，并宜采用较高电压供电；
- b) 宜采用牵引供电和动力照明供电共用方式；
- c) 在满足供电可靠、电能质量要求的前提下，宜合理设置供电分区，各分区功率分配应均衡，并应选择合理的电缆长度、设备数量及电缆截面。

16.2.4.2 变电所设置节能措施要求如下：

- a) 在有条件的情况下，各线网的主变电所及换乘车站内的降压变电所应资源共享；
- b) 变电所的位置应靠近负荷中心；
- c) 应采取降低两套整流机组阻抗电压的不平衡度和保证两套整流机组的连接电缆阻抗相等的措施，平衡牵引变电所的两套整流机组出力；
- d) 注入城市公共电网的谐波应符合 GB/T 14549 的规定，牵引整流机组宜采用 24 脉波整流装置降低高次谐波引起的电力附加损耗；
- e) 应选择节能型变压器和合理确定容量；
- f) 0.4kV 侧母线上宜采用有源滤波装置；
- g) 供电系统宜设置电能质量管理系统。

16.2.4.3 正线接触网宜采用双边供电方式。

16.2.4.4 供电系统列车再生制动能量的吸收装置或回收利用装置应通过技术经济比较确定。

16.2.4.5 储能供电方式应采用利于节能的措施。

16.2.4.6 动力照明配电线路应符合 GB/T 3485 的规定。

16.2.4.7 照明配电室宜设在负荷中心处。

16.2.4.8 各类场所的功率密度值宜选用 GB/T 16275 的目标值。

16.2.4.9 车站出入口、站厅层及站台层的照明应采用分时、分区、分组的控制方式，在有自然采光的区段，应设单独照明回路，并宜采用光控方式。

16.2.4.10 车站公共区宜设置智能照明控制系统；设备监控系统应通过车站智能照明监控管理系统进行正常运行、节电运行、停运和经济运行等模式控制。

16.2.4.11 车站公共区、设备与管理用房等照明宜采用节能的 LED 光源；装饰性照明、广告照明、特殊照明等均应采用节能型灯具及光源。

16.2.4.12 车场不同场所应根据不同情况选用节能灯具、节约能源的控制方式；在具备条件的地方宜采用光导照明、光伏发电等新技术。

16.2.4.13 控制系统宜集中设置 UPS 电源。

16.2.4.14 信号系统宜采用列车自动运行多方案控制的节能设计。

16.2.4.15 自动售检票系统在停止运营模式下，部分模块应能进入休眠或电源关闭状态。

16.2.5 设备系统

16.2.5.1 车辆应采用新型节能型的车辆，车体在满足强度要求的条件下，宜采用减轻自重的结构。

16.2.5.2 车辆宜选用节能型的空调机组，并应能根据客室载客量的变化调整风量。

16.2.5.3 车辆照明宜选用节能型照明灯具及光源，并宜根据外部光线强度的变化，采用光控或其他控制方式对客室内主照明进行控制。

16.2.5.4 自动扶梯、电梯与自动人行道宜采用变频调速控制。

16.2.5.5 自动扶梯、自动人行道入口处宜安装光电控制开关，空载时应自动进入低速运行或停止状态。

16.2.5.6 站台屏蔽门电机宜选择无刷直流电机。

16.2.5.7 站台屏蔽门的玻璃宜选用导热系数较小的材料。

16.2.5.8 高架与地面车站公共区应采用自然通风方式，当自然通风不能满足要求时，才可采用机械通风方式。

16.2.5.9 通风空调系统应根据车站公共区、运营控制中心、车场、设备与管理用房等各功能区不同的室内环境要求，以“个性化空调，按需通风”的原则进行系统和运行模式设计。

16.2.5.10 通风空调系统应根据室内外气候条件，选定设定值和不同的空气处理过程，进行变工况运行，并应利用室外空气的自然冷却能力。

16.2.5.11 通风空调系统应根据经济流速确定风管尺寸。

16.2.5.12 通风空调系统应选择隔热性好、耐火、施工方便、性价比高的保温材料，并应对空调的风管及水管进行有效保温。

16.2.5.13 通风空调系统应选择能够根据冷冻水回水温度变化情况自动调节的冷水机组。

16.2.5.14 通风空调系统的设计宜利用自然冷、热源。

16.2.5.15 车站宜采用分站供冷方式，冷源应靠近负荷中心。

16.2.5.16 车站大系统的排热风机、回排风机及组合式空调箱等大型风机设备宜采用变频控制方式实现节能。小型风机设备，宜采用调节设备运行台数及多级调节的控制方式。

16.2.5.17 车站公共区风机的运行宜采用新风需求的控制模式，并应在二氧化碳 (CO₂) 及其他有害气体浓度满足卫生标准规定的限值内调整新风量。

16.2.5.18 冷冻水系统、冷却水系统及冷水机组的运行综合控制宜采用具有高度跟随性和应变能力变频技术。

16.2.5.19 当车站生产、生活供水系统需加压供给时，宜采用变频调速水泵供给。

16.2.5.20 排水系统应利用地形高差，并宜采用重力流直接排放。

16.2.5.21 卫生洁具宜采用红外感应水嘴、感应式冲洗阀等能消除长流水的水嘴和器具。

16.2.5.22 在车场内宜回收利用雨水、废水。

16.2.6 节能管理

16.2.6.1 悬挂式单轨交通各相关系统应设置能源计量器具，能源计量器具的配置应满足分类、分项计量的要求，并应符合 GB 17167、GB/T 3485 的规定。

16.2.6.2 悬挂式单轨交通宜设置能源管理系统。车站、车场、运营控制中心应自成系统，并应能将数据上传至运营控制中心。管理系统应具备分项能耗数据的实时采集、计量、传输、处理、存储等功能。

16.3 环境保护

16.3.1 一般规定

- 16.3.1.1 悬挂式单轨交通环境保护设计应遵循统一规划、合理布局、综合治理、防治结合的原则。
- 16.3.1.2 悬挂式单轨交通工程的线路选线及车站、车场等选址，应符合城市国土空间规划、交通规划、环境规划、文物保护规划和历史文化名城规划等，并应从环境保护角度论证工程选线、选址的环境合理性。
- 16.3.1.3 环境保护措施应包括工程结构和设备设施的降噪、减振、废水处理、大气污染防治、电磁辐射防护与固体废物处置，以及高架线路与地面车站的设置对线路两侧建筑物日照环境的影响等。
- 16.3.1.4 环境保护措施应根据建设项目环境影响报告书的结论及其批复意见的要求确定。
- 16.3.1.5 环境保护设施的设计标准、服务范围、设计规模应满足预测的远期客流和最大通过能力要求。环保设施的主体部位或不易改、扩建的土建工程应按远期需要实施。对拟建的环境保护目标宜预留环保措施实施的条件。
- 16.3.1.6 环境保护设施的功能要求、设置位置、结构形式、景观效果应与主体工程及周围环境相互协调，并应与主体工程同步设计、同步施工，同步投入使用。
- 16.3.1.7 环境保护措施，应采用先进的清洁生产工艺和技术，选用环保节能、抗蚀防锈的先进设备与材料，不应使用对环境产生污染的设备和材料。
- 16.3.1.8 悬挂式单轨交通工程应注重建筑与结构造型的景观风貌与山体、水体、城市建筑群的背景关系，结合山脉、水脉、绿脉、文脉，打造现代城市形象展示线，并应满足整体协调性、标志性（识别性）、经济性、功能性、安全性的要求。

16.3.2 噪声污染防治

- 16.3.2.1 悬挂式单轨交通噪声污染防治应符合 GB 3096 的规定。

16.3.2.2 车站及沿线环境噪声污染防治应符合下列规定：

- 车站内的平均等效声级及混响时间符合 GB/T 14227 的规定；
- 各类设备与管理用房的环境噪声符合 GB/T 50087 的规定；
- 产生噪声污染的动力设备设于专用机房内，并与车站站厅层、站台层公共区有效分隔；
- 风机、水泵等动力设备应根据其噪声特点，在设备机座或基础上设置隔振垫或减振器等，并在与设备直接连接的管道上设置柔性接头或弹性支吊架。

16.3.2.3 车场环境噪声污染防治要求如下：

- 车场边界噪声应符合 GB 12348 的规定；
- 车场内各维修车间应根据各自不同的作用状况采用相应的噪声防治措施；空压机房宜单独设置，并应对空压机房进行隔声处理，当仍达不到降噪要求时，应对空压机房内壁进行吸声处理。

16.3.2.4 悬挂式单轨交通宜采取减振降噪措施降低或消除特殊频率噪声。

16.3.3 振动防治

- 16.3.3.1 列车运行所引起的环境振动污染防治设计，应符合 GB 10070 的规定。

16.3.3.2 当列车运行振动影响文物等振动保护目标时，宜调整线路平面位置或在轨道走行部位采取减振措施。

16.3.3.3 在风机、电机、空压机、水泵等设备基础或基座处宜采取减振措施。

16.3.4 水污染防治

- 16.3.4.1 悬挂式单轨交通水污染防治设计应符合 GB 8978 中水污染物排放标准的规定。

16.3.4.2 车站及车场的生活污水、生产废水不应排入水源保护水域。

16.3.4.3 当线路沿线设有城市污水排水系统且有城市污水处理厂时,车站、车场的生活污水和生产废水应排入市政污水管道。

16.3.4.4 当车站、车场附近无城市污水排水系统时,应对生活污水、生产废水进行处理,并应达到国家和地方污水排放标准后排放。

16.3.5 大气污染防治

16.3.5.1 悬挂式单轨交通环境大气污染防治设计应符合GB 13271、GB 14554、GB 16297和GB 18483的规定。

16.3.5.2 车站内部建筑装修材料的有害气体和物质释放量应符合GB 6566和GB 50325的规定。

16.3.5.3 车场的热源宜采用电能、太阳能、天然气等清洁能源,并不应采用燃煤锅炉。

16.3.5.4 车场职工食堂应设置油烟净化装置。

16.3.6 电磁辐射及光污染防治

16.3.6.1 变电所和列车运行中产生的电磁辐射对公众环境的影响应符合GB 8702的规定。

16.3.6.2 当设有无线电基站时,其基站天线影响区域宜避开居民区等敏感目标。

16.3.6.3 高架与地面车站建筑采用玻璃幕墙时,应符合GB/T 18091的规定,可见光反射率不应大于0.3。

16.3.7 固体废物处置

16.3.7.1 车站、车场的生活垃圾应集中收集,统一处置。

16.3.7.2 车场应设置危险废物暂存间,且应符合GB 18597的规定。

16.3.7.3 车场及变电所检修更换的蓄电池应定期交由厂家处理;污水处理站产生的污泥、检修擦拭产生的含油物品等危险废物,应交由有危废处理资质的单位处置。

16.3.8 施工环境保护措施

16.3.8.1 工程施工时噪声、振动的防治应符合下列规定:

- a) 施工时合理安排作业时间、施工场地及施工车辆行进路线,并符合GB 12523的规定;
- b) 采用低噪声、弱振动的施工机械设备,并对主要施工机械采取减振、降噪的措施。

16.3.8.2 工程施工时水污染的防治要求如下:

- a) 应做好大型临时施工场地工程废水的处理和回用,做好堆料场特殊物质的防冲刷工作,施工废水不应污染水体和土壤;
- b) 施工营地宜设置化粪池收集生活污水,并及时清掏、妥善处置。

16.3.8.3 工程施工时大气污染的防治要求如下:

- a) 施工现场应做好大风及重污染天气的应急处置预案;
- b) 大型临时施工场地应布设在居民区、河流等敏感点的下风向;
- c) 施工现场应设置隔离围挡并进行路面硬化;使用易产生扬尘的建筑材料时,应采取有效的防尘措施;取、弃土场施工场地等严重扬尘工点,应定期洒水降尘;
- d) 应加强运输车辆的密闭管理和施工机械车辆的定期检修,减少扬尘和废气的排放;
- e) 施工场地生活宜采用清洁能源。

16.3.8.4 工程施工时固体废物的处置应符合下列规定:

- a) 施工场地和营地产生的生活垃圾集中收集、统一处置;
- b) 施工结束后,施工场地和营地恢复产生的建筑垃圾运至指定场所处置。

16.3.8.5 光污染控制应符合下列规定:

- a) 夜间施工合理调整灯光照射方向,在保证现场施工作业面有足够光照的条件下,减少对周围居民生活的干扰;
- b) 夜间电焊作业有防止光污染的措施。

16.3.9 环保竣工验收

16.3.9.1 悬挂式单轨交通工程的环保竣工验收应符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定。

16.3.9.2 环保竣工应按规定的程序和标准对建设项目的环境保护设施进行验收,并应查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况,以及编制验收报告。

16.3.9.3 环境保护设施未与主体工程同时建成的,或者应当取得排污许可证但未取得的,建设单位不应对该建设项目环境保护设施进行调试。

16.3.9.4 验收报告编制完成后,建设单位应根据验收报告结论,逐一检查是否存在《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第八条所列验收不合格的情形,并提出验收意见。存在问题的,建设单位应当进行整改,整改完成后方可提出验收报告。

16.3.9.5 建设项目的环境保护设施经验收合格后,其主体工程方可投入生产或者使用;未经验收或者验收不合格的,不应投入生产或者使用。

16.3.9.6 验收报告及其他档案资料应存档备查。

17 工程验收

17.1 一般规定

17.1.1 悬挂式单轨交通工程验收除应符合本文件的规定外,应符合 GB 50300 的规定。

17.1.2 检验批、分项工程、分部工程、单位工程质量验收记录等应按 GB 50300 附录 E、F、G、H 的规定填写,填写时应真实反映现场验收结论及意见。

17.1.3 悬挂式单轨交通建设工程所包含的单位工程验收合格且通过相关专项验收,以及完成全线联合调试后,方可组织项目工程验收;项目工程验收合格后,建设单位应组织不载客试运行,试运行三个月、并通过全部专项验收后,方可组织竣工验收;竣工验收合格后,悬挂式单轨交通建设工程可履行相关试运营手续。

17.1.4 参与工程验收的建设、勘察、设计、施工、监理等各方不能形成一致意见时,应协商提出解决方法,待意见一致后,重新组织验收。

17.1.5 单位工程划分要求如下:

- 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可作为一个单位工程;
- 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。

17.1.6 分部工程划分可按专业性质、工程部位进行划分。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。

17.1.7 分项工程可按主要工种、材料、施工工艺、设备类别进行划分。

17.1.8 施工前,施工单位应制定分项工程和检验批的划分方案,由监理单位进行审核。对于本文件中未涵盖的分项工程和检验批,可由建设单位组织监理、施工等单位协商确定。

17.2 检验批验收

17.2.1 主控项目及一般项目的检验批验收经抽样检验应合格。

17.2.2 检验批验收应具有完整的验收资料文件(包括施工操作依据、施工安装记录等)。

17.3 分项工程验收

- 17.3.1 分项工程验收的所含检验批均应验收合格。
- 17.3.2 分项工程验收的所含检验批质量验收记录应完整齐备。
- 17.3.3 构成分项工程的各检验批验收资料文件应完整且均已验收合格。

17.4 分部工程验收

- 17.4.1 分部工程验收合格应符合下列规定:
 - a) 分部工程所含的分项工程均验收合格;
 - b) 质量控制资料完整;
 - c) 有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的抽样检验结果符合要求;
 - d) 观感质量符合要求。
- 17.4.2 当一个分部工程由多个子分部工程组成时,子分部工程验收的组织和程序应参照分部工程验收组织和程序进行。

17.5 单位工程验收

- 17.5.1 单位工程完工和施工单位对单位工程质量自验合格后,总监理工程师应组织专业监理工程师对工程质量进行预验收,对预验收存在的问题整改完毕后,施工单位应向建设单位提交单位工程验收申请表,申请单位工程验收。

- 17.5.2 单位工程验收应具备下列条件:
 - a) 完成工程设计和合同约定的各项内容;
 - b) 质量控制资料完整;
 - c) 单位工程所含分部工程的质量均验收合格;
 - d) 有关安全和功能的检测、测试或认证资料完整;主要功能项目的检验检测结果符合相关专业质量验收规范的规定;设备、系统安装工程通过各专业要求的检测、测试或认证;
 - e) 有勘察、设计、施工、工程监理等单位签署的质量合格文件或质量评价意见;
 - f) 观感质量符合验收要求;
 - g) 住房城乡建设主管部门及其委托的工程质量监督机构等有关部门责令整改的问题已整改完毕。

- 17.5.3 单位工程验收的内容和程序应符合下列规定:

- a) 建设、勘察、设计、施工、监理等单位分别汇报工程合同履约情况和在工程建设各个环节执行法律法规和工程建设强制性标准的情况;
- b) 验收小组实地查验工程质量,审阅建设、勘察、设计、监理、施工单位的工程档案资料,并形成验收意见;
- c) 工程质量监督机构出具验收监督意见。

- 17.5.4 当一个单位工程由多个子单位工程组成时,子单位工程质量验收的组织和程序应参照单位工程质量验收组织和程序进行。

17.6 项目工程验收

- 17.6.1 项目工程验收应为各项单位工程验收后、试运行之前,确认建设工程项目是否达到设计文件及标准要求,是否满足悬挂式单轨交通试运行要求的验收。

- 17.6.2 项目工程验收应具备下列条件:
 - a) 项目所含单位工程均已完工设计及合同约定的内容,并通过了单位工程验收;

- b) 单位工程质量验收提出的遗留问题、住房城乡建设行政主管部门或其委托的工程质量监督机构责令整改的问题已全部整改完毕;
- c) 设备系统经联合调试符合运营整体功能要求，并已由相关单位出具认可文件;
- d) 已通过对试运行有影响的相关专项验收。

17.6.3 项目工程验收的内容和程序应符合下列规定:

- a) 建设单位代表向验收组汇报工程合同履约情况和在工程建设各个环节执行法律法规和工程建设强制性标准的情况;
- b) 各验收小组实地查验工程质量，复查单位工程验收遗留问题的整改情况；审阅建设、勘察、设计、监理、施工单位的工程档案和各项功能性检测、监测资料;
- c) 验收组对工程勘察、设计、施工、监理、设备安装质量等方面进行评价，审查对试运行有影响的相关专项验收情况；审查系统设备联合调试情况，签署项目工程验收意见;
- d) 工程质量监督机构出具验收监督意见。

17.7 专项验收

17.7.1 专项验收应为保证悬挂式单轨交通建设工程质量和运行安全，依据相关法律法规由政府有关部门负责的验收。

17.7.2 试运营前应取得下列批复和验收文件:

- a) 规划建设批复文件：有关主管部门对悬挂式单轨交通工程出具的规划、工程设计、工程建设的批复文件；
- b) 特种设备质量验收文件：质量技术监督主管部门对投入运营的特种设备出具的验收合格文件；
- c) 消防验收文件：消防主管部门出具的消防验收合格文件；
- d) 卫生评价文件：卫生主管部门出具的卫生评价合格文件；
- e) 环保验收文件：环境保护主管部门出具的环保验收合格文件；
- f) 防雷接地验收文件：气象主管部门出具的防雷装置等验收合格文件；
- g) 档案批复文件：档案主管部门对档案验收出具的批复文件；
- h) 节能验收文件：节能主管部门对节能验收出具的批复文件；
- i) 无障碍设施验收文件：质量技术监督主管部门对无障碍设施出具的验收合格文件；
- j) 人防验收文件：质量技术监督主管部门对人防设施出具的验收合格文件；
- k) 其他批复文件：有关主管部门依据相关法规出具的其他批复文件。

17.8 竣工验收

17.8.1 竣工验收应为项目工程验收合格后、试运营之前，结合试运行效果，确认建设项目是否达到设计目标及标准要求的验收。

17.8.2 竣工验收应具下列条件:

- a) 项目工程验收的遗留问题全部整改完毕；
- b) 有完整的技术档案和施工管理资料；
- c) 试运行过程中发现的问题已整改完毕，并有试运行总结报告；
- d) 已通过规划部门对建设工程是否符合规划条件的核实和全部专项验收，并取得相关验收或认可文件；暂时甩项的，已经相关部门同意。

17.8.3 竣工验收的内容和程序应符合下列规定:

- a) 建设、勘察、设计、监理、施工等单位简要汇报工程概况、合同履约情况和在工程建设各个环节执行法律法规和工程建设强制性标准的情况；
- b) 建设单位汇报试运行情况；

- c) 相关部门代表进行专项验收工作总结;
- d) 验收委员会审阅工程档案资料、运行总结报告及检查项目工程验收遗留问题和试运行中发现问题的整改情况;
- e) 验收委员会质询相关单位,讨论并形成验收意见;
- f) 验收委员会签署工程竣工验收报告,并对遗留问题做出处理决定;
- g) 工程质量监督机构出具验收监督意见。

17.9 其他

17.9.1 施工单位应在竣工验收合格后,签订工程质量保修书,自竣工验收合格之日起履行质保义务。

17.9.2 建设单位应在竣工验收合格之日起15个工作日内,将竣工验收报告和相关文件,报城市建设主管部门备案。

18 联调联试

18.1 一般规定

18.1.1 悬挂式单轨交通系统联调联试的目的应为检验各系统间的匹配程度及稳定性,发挥各系统之间的联动功能,达到设计要求,满足运营需求。

18.1.2 联调联试的工作应符合下列规定:

- a) 对系统设备进行技术修正和完善,实现最佳整体匹配和整体性能;
- b) 对各设备系统的预期功能及技术要求进行验证和确认;
- c) 对各设备系统的安全性、可靠性及可用性进行验证和确认;
- d) 通过联调联试验证和确认悬挂式单轨交通系统的运输能力、服务质量。

18.2 前置条件

18.2.1 项目工程验收应取得下列文件:

- a) 项目所含单位工程均已完成设计及合同约定的内容,并通过了单位工程验收。对不影响运营安全及使用功能的缓建、缓验项目已经相关部门同意;
- b) 单位工程质量验收提出的遗留问题、住房城乡建设行政主管部门或其委托的工程质量监督机构责令整改的问题已全部整改完毕;
- c) 设备系统经联合调试符合运营整体功能要求,并已由相关单位出具认可文件;
- d) 已通过对试运行有影响的相关专项验收。

18.2.2 工程结构应符合下列条件:

- a) 区间、车站及车场的轨道梁通过限界检测和验收。线路上运行的车辆均不超出所运行线路的限界;
- b) 车站、自动扶梯、电梯、楼梯、行人过街设施等车站建筑符合本文件中第12章的要求;
- c) 车站设置醒目的安全警示标志,车站禁人区域有明确标志,并设有阻挡外界人、物进入的防范设施;
- d) 建立结构工程的沉降监测系统、对结构的沉降进行实时监测;
- e) 当区间上跨道路净空高度不大于8m时,设有限高标志和限界防护架;当墩柱有可能受外界撞击时,设防止墩柱受撞击的保护设施;
- f) 车站、运营控制中心、变电所等工程符合消防、环保、抗震、防雷和防淹等要求;
- g) 救援疏散应符合本文件16.1的要求。

18.2.3 线路和轨道工程应符合下列条件:

- a) 线路和轨道工程符合本文件第8章的要求;
- b) 信号标准等设施符合本文件第11章的要求,并配置齐全、标志清晰、牢固可靠;
- c) 运行线路不存在侵界现象;
- d) 正线或车场尚未使用的道岔采取切实可行的安全防护措施;
- e) 轨道工程尽端设置醒目标识和车挡;
- f) 轨道内部杂物已得到清理;
- g) 不存在妨碍行车瞭望的构筑物、树木和其他物体;有妨碍行车瞭望建筑物的,采取限速等行车安全措施。

18.2.4 车辆应符合下列条件:

- a) 车辆符合本文件6.1的要求;
- b) 完成列车型式试验和例行试验,且提交的测试报告结果合格。

18.2.5 供电系统应符合下列条件:

- a) 电力监控系统具备站级控制功能;
- b) 电气元件开关的整定值完成校核;
- c) 供电系统与城市电网的管理分界处设有隔离开关或断路器;
- d) 安全工具放置到位。

18.2.6 通信系统应符合下列条件:

- a) 通信各子系统符合GB 50382和GB 55033的规定;
- b) 传输系统完成安装调试,为各关联系统提供传输通道;
- c) 专用电话完成安装和调试,实现控制中心和各值班点的通话功能;
- d) 无线系统完成安装和调试,信号覆盖度和场强测试合格,具备手持台、车载台与中央无线调度台的通讯;
- e) 通信各子系统调试完成,接口测试功能正常,并完成与相关系统的接口调试。

18.2.7 信号系统应符合下列条件:

- a) 信号系统取得可空载运行的安全证书;
- b) 信号联锁子系统完成安装调试并开启正常使用,道岔转换正常,各联锁逻辑验证正确,验收符合规范要求;
- c) 信号ATS、ATP、ATO系统功能检验已完成;
- d) 控制中心与轨旁设备与车载设备间的安全控制信息传递安全可靠;
- e) 应完成车场、车站和正线系统之间的相关接口调试。

18.2.8 综合监控系统设备已完成设备安装、单体调试、骨干网测试,IBP盘安装完毕并完成接口测试。

18.2.9 通风空调应符合下列条件:

- a) 车站各类风机安装调试完成;
- b) 冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、水处理仪、自动定压排气补水装置、水阀安装调试完成;
- c) 空调机组、温湿度传感器已安装调试完成;
- d) 空调系统与ISCS及BAS系统通信线缆敷设及连接完成,与ISCS、BAS对点完成。

18.2.10 FAS系统应符合下列条件:

- a) 火灾报警主机,各区域FAS模块箱已完成安装调试,烟感、温感、手报、警铃、消防电话等安装调试完成;
- b) FAS至消防水泵、气体灭火、消防专用风机、风阀、感温光纤TFDS等调试完成,与FACP通信对点完成;

- c) FAS 系统至 ISCS、BAS、IBP、应急照明、防火卷帘门等专业通信线缆敷设及连接完成, 与火灾报警主机对点完成。

18.2.11 电梯扶梯应符合下列条件:

- a) 电梯、自动扶梯已安装调试完成, 可启用;
- b) 电梯、自动扶梯控制柜至 FAS、BAS 模块箱通信线缆已完成敷设及连接并完成对点。

18.2.12 动力照明应符合下列条件:

- a) 照明系统安装完成, 可正常启用;
- b) 一般照明至 BAS 模块箱线缆已完成敷设及连接, 对点完成。应急照明配电柜至 FAS、BAS 模块箱线缆已完成敷设及连接, 对点完成。

18.2.13 站台门应符合下列条件:

- a) 车站站台门全部完成安装及单体调试, 站台门系统通过验收, 可投入使用;
- b) 站台门控制网络接口设备与 ISCS 设备的通信电缆、IBP 盘控制电缆已完成敷设和连接, 对点工作已完成;
- c) 站台门控制中央接口盘与信号联锁子系统的控制电缆已完成敷设和接续, 对点工作已完成。

18.2.14 消防及给排水系统应符合 GB 55033 的规定。

18.3 系统功能检验

18.3.1 信号系统与车辆应检验下列核心功能:

- a) 监视功能: 根据信号系统与车辆的接口协议等文件模拟车辆的相应状态, 信号系统应能得到正确反馈;
- b) 控制功能: 通过场景触发或强制触发, 使信号系统发出动作指令或状态信号, 车辆能正确执行或显示。

18.3.2 信号系统与综合监控系统应检验综合监控工作站和信号系统 ATS 工作站间所有的发送和采集的信息是否一致。

18.3.3 信号系统与 PIS 系统应检验车站站台 PIS 显示屏显示到站信息 (包括到站时分、目的地等信息), 列车即将到站时, 核查车辆进站广播等功能。

18.3.4 信号系统与站台门应检验下列核心功能:

- a) 监视车站站台门的状态, 包括开启、锁闭、隔离、故障等状态;
- b) 信号系统与站台门间的联动控制功能, 包括信号系统对站台门的开闭控制, 及站台门状态对车辆的控制逻辑。

18.3.5 通信传输系统与关联系统应检验下列核心功能:

- a) 模拟光纤断裂引起的传输光纤环路中断;
- b) 模拟车站传输节点故障引起的传输光纤环路中断;
- c) 模拟运营控制中心传输节点故障引起的传输光纤环路中断。

18.3.6 通信时钟系统与关联系统应检验下列核心功能:

- a) 正常工作时相关各系统情况;
- b) 中心主备母钟切换;
- c) 使用中心母钟晶振工作;
- d) 通信时钟系统运行正常, 确定相关各系统是否可以正确接收到标准通信时间信号, 并可进行校准;
- e) 在中心主用母钟工作的情况下, 人工切换到备用母钟工作状态, 确定相连的其他各系统是否可以正常接收到标准通信时间信号, 并可进行校准;

- f) 各系统确定完毕后, 切换到主用母钟工作状态, 再次确定相连的其他各系统是否可以正常接收到标准通信时间信号, 并可进行校准;
 - g) 断开中心母钟标准时间信号源 GPS 标准时间信号, 使用中心母钟晶振工作。确定相连的其他各系统是否可以正常接收到通信时间信号, 并可进行校准;
 - h) 各系统确定完毕后, 重新接回中心母钟标准时间信号源 GPS 标准时间信号, 确定相连的其他各系统是否可以正常接收到通信时间信号, 并可进行校准;
 - i) 人工关闭主备中心母钟电源, 模拟中心母钟工作失效, 无法提供时钟信号源, 手动改变各系统时间, 5min 后开启主备中心母钟电源, 时钟系统恢复正常工作后, 检查各相关系统是否能正常接收通信时间信号源, 并可进行校准。
- 18.3.7 综合监控系统与电力监控系统应检验下列核心功能:
- a) 综合监控工作站和电力监控系统工作站显示信息一致;
 - b) 综合监控工作站可遥控操作供电设备, 如分、合闸等。
- 18.3.8 综合监控系统与 BAS 系统应检验下列核心功能:
- a) 综合监控工作站显示与 BAS 系统设备状态一致;
 - b) 控制功能符合工程相关技术文件要求。
- 18.3.9 综合监控系统与 FAS 系统应检验下列核心功能:
- a) 综合监控工作站显示与 FAS 系统设备状态一致;
 - b) 控制功能符合工程相关技术文件要求;
 - c) FAS 系统时间与综合监控系统自动同步, 同步延时符合工程相关技术文件要求。
- 18.3.10 综合监控系统与 PIS 系统应检验下列核心功能:
- a) 综合监控工作站显示与 PIS 系统设备状态一致;
 - b) PIS 系统设备显示情况及优先级符合工程相关技术文件要求。
- 18.3.11 BAS 系统与电梯系统应检验 BAS 工作站显示状态与现场电梯状态是否一致。
- 18.3.12 BAS 系统与给排水系统应检验下列核心功能:
- a) 水泵状态与 BAS 工作站一致;
 - b) 水泵启停执行情况与 BAS 工作站控制指令一致。
- 18.3.13 BAS 系统与通风空调系统应检验下列核心功能:
- a) 现场通风空调设备状态与 BAS 工作站一致;
 - b) 通风空调设备工况与 BAS 工作站控制指令一致。
- 18.3.14 BAS 系统与动力照明系统应检验下列核心功能:
- a) 动力照明系统设备状态与 BAS 工作站一致;
 - b) 动力照明系统设备工况与 BAS 工作站控制指令一致。
- 18.3.15 BAS 系统与 FAS 系统应检验 BAS 工作站显示状态与 FAS 系统发送状态是否一致。
- 18.3.16 FAS 系统与电梯系统应检验电梯执行火灾联动控制与信息反馈是否符合工程相关技术要求。
- 18.3.17 FAS 系统向 AFC 系统发送火灾状态, 全站自动检票机应打开, 并向 FAS 系统反馈信息。
- 18.3.18 FAS 系统与消防给水系统应检验下列核心功能:
- a) FAS 系统工作站显示消防给水系统设备运行状态与现场设备状态一致;
 - b) 消防给水系统设备执行情况与 FAS 系统控制指令一致。
- 18.3.19 FAS 系统向防排烟系统发送火灾状态, 防排烟系统执行情况符合工程相关技术文件要求。
- 18.3.20 FAS 系统向低压配电系统发送火灾状态, 低压配电柜切除非消防电源回路情况符合工程相关技术文件要求。
- 18.3.21 FAS 系统向应急电源系统发送火灾状态, 应急电源启动情况符合工程相关技术文件要求。
- 18.3.22 IBP 盘与其他系统应检验下列核心功能:

- a) 通过 IBP 盘的紧急按钮可以解除门禁;
- b) 通过 IBP 盘的紧急按钮可以实现本车站闸机的紧急释放;
- c) 通过 IBP 盘模式按钮可以启动车站紧急通风模式，并通过指示灯显示模式的执行情况;
- d) 通过 IBP 盘的紧急按钮可以实现对消防水泵的启动/停止控制，并可以显示消防水泵的运行/故障/自动状态;
- e) 通过 IBP 盘的紧急按钮可以实现对列车的紧急停车控制及扣车/放行控制，并通过指示灯显示执行状态;
- f) 通过 IBP 盘设置的紧急钥匙开关可显示屏蔽门的开门/关门控制功能，并通过指示灯显示屏蔽门的开/关状态;
- g) 通过 IBP 盘的紧急按钮可以实现对单台自动扶梯的停止控制，并通过指示灯显示扶梯的上下行状态。

18.4 试运行

18.4.1 试运行不应少于 3 个月，其中至少连续 20 天按试运营开通时列车运行图模拟试运营行车。

18.4.2 试运行期间，每列车运行里程不应少于 2000km。

18.4.3 试运行连续 20 天，运行指标应达到下列要求：

- a) 列车运行图兑现率不低于 98.5%;
- b) 列车正点率不低于 98%;
- c) 列车服务可靠度不低于 2.5 万列公里/次;
- d) 列车退出正线运行故障率不高于 0.5 次/万列公里;
- e) 车辆系统故障率不高于 5 次/万列公里;
- f) 信号系统故障率不高于 1 次/万列公里;
- g) 供电系统故障率不高于 0.2 次/万列公里;
- h) 站台屏蔽门故障率不高于 1 次/万次。

18.4.4 各阶段演练完成后，未能达标的项目应重新进行测试。

18.4.5 试运行后应形成试运行情况报告，报告内容应包括试运行组织基本情况、试运行期间主要设施设备运行情况和相关数据记录、设施设备运行安全性和可靠性分析、试运行发现问题整改情况等，并应给出投入初期运营的建议。

19 运营设备维护与检修

19.1 基本要求

19.1.1 悬挂式单轨交通运营设备运行维护应当贯穿整个运营全生命周期，遵循“安全第一、动态监测、规范管理、标准作业”的基本原则。

19.1.2 悬挂式单轨交通运营维护主体单位(以下简称运营单位)应根据运营设备的类别、功能、数量、分布等情况，以“保安全、控成本、提效率”为基本理念，设置服务于设备维修及管理的职能部门、维修部门，并应达到部门职责明确、岗位分工合理、管理制度健全、技能培训完善、维修质量达标、运营指标可靠等基本要求。

19.1.3 运营单位负责所管理区域内所有运营设备设施的验收接管工作。统筹各设备所属专业部门编制专业技术规章、制定维护工作计划、组织设备检修和更新改造、开展设备运行监测及应急处置等工作。

19.1.4 运营设备维修基本工作程序：各专业车间组织维修人员根据设备维修规程、作业程序及工艺卡的要求和标准，依照指定周期和规定条件对专业设备进行各类修程的维护，并填写各类作业记录表单；

对于日常巡检发现存在安全隐患的设备，应及时安排作业点和人员进行隐患排查处理并记录跟踪；对运营期间突发故障的设备，应立即联系组织值班维修人员进行故障抢修和应急处置。各类作业的申请和销记都应严格遵守施工管理规则等相关制度内容。

19.1.5 悬挂式单轨交通运营设备维护与检修应采用预防性维修为主、故障应急维修为辅的维修原则，维修模式可包括自主维修和委托（外）维修等。

19.1.6 预防维修主要通过遵照指定修程或规定条件进行的计划修和根据设备运行状态采取的视情状态修来实现，以维持或者恢复设备性能、满足当下运营需求为维修目的。其中，计划修主要包括常规维护、定期检修。此外，悬挂式单轨交通应大力发展基于设备状态智能感知及预测的视情状态修，以缓解因设备集成度高、维护空间狭小等原因所带来的维护复杂性及不便性。

19.1.7 设备更新改造范围可分为全系统或局部更新改造，应按照规定组织技术论证。论证内容包括系统能力、设备物理状态、备品备件和风险源防控情况。运营单位根据论证结果组织确定具体更新方案。

19.1.8 运营设备定期大修及更新改造项目开展前，应由运营单位组织技术部门、设备维修部门、设备系统厂商编制技术条件、项目方案和验收标准等技术文件，对于存在安全风险的方面应制定应急预案。

19.1.9 悬挂式单轨交通设备运维应建立完善的设备管理体系，加强资产管理，控制运营风险和运维成本；运维技术的运用应满足环保、节能及防火要求。

19.2 设备维修规程及作业程序制定

19.2.1 各专业设备维修部门应按照本文件规定的修程类型、维修周期和要求制定维修规程，当出现以下情形时可适度调整：

- a) 设备实际状态及表现发生变化时；
- b) 设备厂家对设备常规维护、定期检修及更新改造有明确要求时；
- c) 其他需要调整的情况。

19.2.2 维修规程和作业程序内容应符合下列规定：

- a) 维修规程及作业程序指导书包含起草部门、起草/修订履历表、审核及批准人员、适用范围、规范性引用文件、术语及定义、文件编号及版本号、生效日期、文件主体等基本内容；
- b) 维修规程的主体内容里对各类修程的维修周期、维修内容、所达限度或技术标准进行基本规定；
- c) 针对维修规程里每一维修项目都制定配套作业程序指导书或检修工艺卡，主体内容应包括维修项目、作业前中后注意事项、维修工具及耗材、具体作业程序等，对关键工序的操作步骤、检查标准和注意事项要进行详细描述。采用现场图、清单表格、流程图、附录等形式对具体内容进行补充；
- d) 运营单位建立各专业维修规程和作业程序文件的编制、审核、批准发布的管理制度，并定期组织修订完善。

19.2.3 对于车辆、信号等悬挂式单轨交通关键行车设备维护要求如下：

- a) 车辆系统设备列检间隔时间不超过 15 天，月检间隔时间不超过 3 个月，架修间隔不超过 5 年或 80 万车公里，大修间隔不超过 10 年或 160 万车公里，整体使用寿命一般不超过 30 年或 1680 万车公里。可根据现场设备实际使用情况调整相应维护间隔；
- b) 信号系统设备日常维护间隔时间不超过 7 天，月检间隔不超过 3 个月，年检间隔不超过 1 年，中修间隔不超过 5 年，大修间隔不超过 10 年，整体使用寿命一般不超过 20 年。可根据现场设备实际使用情况调整相应维护间隔。

19.3 设备运行监测与调试

19.3.1 运营单位应密切监控设备运行状态，对于设备异常情况报警，应进行分级分类，及时检查确认并处理。无法继续维持运营或继续运营将危及行车安全的，应停运抢修并尽快恢复运营。可继续维持运

营的,应视情采取区间限速、添乘检查、安全防护等措施,尽快完成故障修复。其他不影响运营的故障,应明确故障修复方案,在具备条件后及时组织故障处理。

19.3.2 运营单位应定期组织对桥梁、轨道、路基等设施进行巡查和监测工作。设施存在病害、发现变形较大地段及其他需要重点关注的地段,应根据实际情况加密监测点并加密监测次数。

19.3.3 运营单位应利用各专业系统设备自有的监测和诊断功能,对车辆、供电、通信、信号、机电等关键设备运行参数进行实时监控。

19.3.4 对于信号等关键设备运行过程中暴露出来的软件安全隐患或缺陷,运营单位应及时组织供应商升级修复。对于新增功能或其他优化性的软件升级需求,应对功能变化和其它功能模块受影响情况进行充分论证后方可施行。软件升级前,运营单位应要求供应商在实验室进行充分试验或通过预升级来确认技术可靠性,并进行技术交底。升级时应组织供应商共同做好安全防护,升级后要求供应商安排技术人员进行保驾。

19.4 维修计划与实施要求

19.4.1 设备维修部门应按照设备使用参数、技术标准和维修周期等要求,编制各专业设备计划修的年度维修计划,并逐级、逐类、逐项的分解至末端班组组织实施。

19.4.2 年度维修计划的周期频次编排不应超过本文件所规定的周期要求,特殊情况下可在原基础上进行适度调整。

19.4.3 设备维修工作开始前,应组织作业前会议交代说明维修作业的时间、地点、主要内容、具体分工、基本流程及安全注意事项,并确认维修工器具、维修物料及备品备件的完整性和完好状态。

19.4.4 作业人员应按安全管理制度和有关要求穿戴劳动防护用品,进入设备维修现场应根据现场情况做好指定的安全防护措施。

19.4.5 在维修实施的过程中,应时刻关注周围环境变化,确保作业人员的安全和设备的完好。

19.4.6 在维修作业完成后,维修人员首先应确认设备状态可交付使用,然后进行人员及工器具出清。维修现场不应遗留杂物,确保设备不应侵入限界。

19.4.7 涉及到动火的维修作业应提前向运营单位申请办理动火许可证明。

19.4.8 运营单位应根据线路运营状况和需求合理制定每日运营计划,保障设备维护工作时间;运营线路每天非运营时间内的设备设施检修施工预留时间不宜少于16h。

19.5 维修人员管理

19.5.1 运营单位应根据实际运营需要和工种专业类别,合理配置具备相应岗位技能资格的维修人员,并建立起岗位责任制。确保定员合理、责任落实。

19.5.2 维修人员应经过系统的安全教育培训和岗位技能培训,经考核合格后方可持证上岗;涉及特种作业要求的人员需参加专业培训,并取得相关部门颁发的特种作业操作证或特种设备作业人员证方可上岗。

19.5.3 运营单位统筹各设备维修部门建立可持续的培训机制和讲师库,根据维修作业需求的变化动态的制定培训计划,不断提高维修人员职业素养和技能;对于转岗员工或离岗一年以上的复岗员工,应通过相关的再教育培训,经考核合格后方可上岗。

19.6 维修物资管理

19.6.1 运营单位统筹各设备维修部门建立公司级和部门级的物资管理制度。

19.6.2 设备维修部门应按年度维修计划、维修定额等内容合理制订年度维修物资需求计划,报运营单位审批进行采购。

19.6.3 运营单位应建立统一的物资管理信息系统,内容包括但不限于以下基本信息:出入库设备名称、

时间、编码、属性、规格、数量、经办人、责任人等；设备维修部门可根据实际需求建立部门级物资管理信息系统，并提供与公司级物资管理信息系统的安全接口。

19.6.4 物资库应建立完整台账，针对每项物资配备物料卡；物资应分类存放，出入库做好登记，做到账卡物一致。

19.6.5 维修物资应定期进行检查、盘点，确保数量准确、账表清晰。

19.6.6 对于易燃易爆物资应根据物品性质和仓库条件分类隔离存储，并按规定进行保管和养护。

19.7 维修工具和仪器仪表管理

19.7.1 运营单位统筹各设备维修部门制定维修工具、设施和仪器仪表的管理办法，并建立相应的档案管理制度。

19.7.2 应对维修工具、设施和仪器仪表进行定期检查、测量、试验、校准等工作，并应标注标签。

19.7.3 应对检测不符合要求的维修工具、设施和仪器仪表采取专项处置和控制措施，防止意外使用。

19.7.4 应针对维修工具、设施和仪器仪表建立有效的信息安全管理制度和操作规程。

19.8 维修备品备件及周转件管理

19.8.1 运营单位统筹各设备维修部门做好设备维修备品备件及周转件的存储和管理，建立两级维修备品备件及周转件管理制度；避免出现受潮、曝晒等情况。应按规定定期对备品备件及周转件进行测试、保养。

19.8.2 运营单位应针对周转件给出明确定义和范围，将周转件与其他备品备件区分管理。

19.8.3 运营单位统筹各设备维修部门建立各专业备品备件及周转件的纸质和电子履历，记录更新各项基础信息。

19.8.4 针对备品备件及周转件进行的分解、检查、测试、组装等维修作业，应留存相应的作业记录。

19.9 维修记录要求与标准

19.9.1 设备维修记录主要包括计划修记录、更新改造履历记录、隐患排查处理记录、故障维修记录等，记录的形式采用纸质或电子文件。各类维修记录的录入、修订、跟进、撤销、删除、查询等过程应按规定进行管控。

19.9.2 计划修记录应包括但不限于以下内容：

- a) 时间、地点、责任班组、检修人员；
- b) 被维修设备的名称、编号、位置或部位；
- c) 具体维修项目和内容。对于重要数据应记录实际测量值，整个维修过程数据可另建专项台账记录；对于定期检修项目还应记录检修前后设备的技术状态；
- d) 所使用的维修计量器具、物料及备品备件。

19.9.3 更新改造履历记录应包括但不限于以下内容：

- a) 设备名称、品牌、规格型号、制造商等基础信息；
- b) 设备投入使用时间、使用寿命、软件版本等技术信息；
- c) 更新改造的具体内容；
- d) 更新改造前设备技术状态及更新改造后设备技术状态。

19.9.4 隐患排查记录应包括但不限于以下内容：

- a) 隐患排查的时间、地点、对象、人员等基本信息；
- b) 隐患表象、处理经过以及整改跟进情况；
- c) 处理完成后的设备技术参数或状态。

19.9.5 故障维修记录包括但不限于以下内容：

- a) 故障发生的时间、地点、设备等基本信息；
- b) 故障影响、故障现象、处置经过、原因分析以及整改过程；
- c) 维修完成后的设备技术参数或状态。

19.9.6 维修记录应填写清楚、便于日后查阅，不应随意涂改。填写完后由作业负责人签名确认。

19.9.7 维修记录应分类管理、定期存档，纸质维修记录保存周期不小于3年，电子维修记录应长期保存、备份。

19.10 设备维修技术指标

19.10.1 应制定悬挂式单轨交通设备维修技术指标的日常统计分析制度，明确指出维修计划兑现率、维修成本、故障修复率、抢修修复时间等指标的定义和统计方法。

19.10.2 对于涉及维修效率、质量、安全等主要维修指标，可按日、周、月、年等周期定期统计和分析。

19.11 设备维修（施工）管理

19.11.1 运营期间不应进行影响正线列车运行的维修（施工）；对于运营期间设备故障应急抢修，应符合“先采取措施恢复有限条件行车、再逐步修复故障设备设施”的原则，尽量减少对运营的影响。

19.11.2 非运营期间的维修（施工）应提前向运营单位提报施工计划申请，明确施工类型、时间点和主体部门；施工作业应严格执行请销点程序和要求，并在施工结束前对检修设备的功能进行测试确认。

19.11.3 设备设施技术调整、设备系统升级、转线作业、试车线试车等重大施工，应提前制定专项施工组织方案，明确安全要求和应急措施。

19.11.4 运营单位应建立施工兑现率、完成率等施工管理指标体系。

19.12 维修（施工）环境保护及职业健康管理

19.12.1 运营单位应建立有效的维修（施工）环境保护及职业健康方面的管理制度要求。

19.12.2 应对会产生环境污染的维修作业，制定人员、设备防护措施。

19.12.3 应对维修过程中产生的危废品进行统一回收、集中处置，对于高污染废料应交有资质的单位进行回收处理。

19.12.4 运营单位应定期安排员工进行体检。

19.13 维修质量控制与考核

19.13.1 运营单位应分专业建立设备维修质量管控体系，设置质量管理组织机构，明确设备维修后的验收标准和技术条件；按照过程控制和最终验收并重的原则，开展设备维修质量检查及验收工作。验收合格后方可交付使用。

19.13.2 运营单位应定期开展维修质量考核工作，主要包括：设备运营指标评定、作业现场检查以及维修记录情况检查。对考核项目及标准进行量化分析，实现与工作绩效挂钩。

19.13.3 根据维修质量考核结果，持续优化维修方法和流程、调整维修周期、修订相关程序文件和技术文件。

20 标准实施及评价

20.1 结合本文件中包括的悬挂式单轨交通车辆、线路与区间梁桥、供电、通信、信号等专业实际，认真做好标准实施准备，包括但不限于标准实施的方案准备、组织准备、知识准备、手段准备和物质条件准备等。

20.2 制定标准实施方案,应明确适用悬挂式单轨交通适用对象和场景、提供实施必备条件和保障(组织、制度、资金、人员和设备仪器等)、推荐方法路径,确定资源要素配置、关键环节和控制点,提出标准实施中的注意事项。

20.3 针对悬挂式单轨交通业主、建设单位、施工单位、设备单位、检测单位等进行标准宣贯和培训,结合标准要求,落实责任制,做到横向到边,纵向到底。

20.4 标准实施主要在工程建设等活动中开展,标准实施的重点是落实国家的环境保护、健康、卫生和安全等要求以及规范悬挂式轨道交通的设计、生产、施工、验收等环节。

20.5 标准实施的检查主要是检查标准实施方案的落实情况,需要逐条检查标准实施内容的落实,并记录未实施内容的理由或原因。标准实施检查应检查标准实施的支持手段和物质条件的落实情况。应做好标准实施验证记录,畅通标准实施信息采集的方式方法和反馈渠道,定期整理并处理收集到的意见建议。

20.6 对标准实施评价的基本依据是《中华人民共和国标准化法》等。

20.7 在标准实施6个月后,对照标准实施方案,开展标准实施效果评价分析,总结实施经验成效,梳理存在的薄弱环节,标准实施的评价主要是评价标准实施的效果,主要从技术进步、质量水平提高、客户满意度、规范秩序、效率提高、节约费用、节省时间、履行社会责任等方面进行有益性评价,还应评价标准实施带来的问题,以便为未来改进提供参考。

20.8 适时向专业标准化技术委员会和标准归口管理单位反馈情况,提出标准推广、修改、补充、完善或者废止等意见建议。

20.9 标准实施信息及意见反馈表相关示例见附录A。

附录 A
(资料性)
湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

湖北省地方标准实施信息及意见反馈表如表 A. 1 所示。

表A. 1 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

标准名称及编号				
总体评价	适用性	该标准与当前所在地的产业或社会发展水平是否相匹配？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	协调性	该标准的特色要求与其他强制性标准的主要技术指标、相关法律法规、部门规章或产业政策是否协调？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	执行情况	标准执行单位或人员是否按照标准要求组织开展相关工作？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
实施信息	标准实施过程中是否存在阻力和障碍？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	实施过程中存在的主要问题			
修改意见	总体意见	<input type="checkbox"/> 适用 <input type="checkbox"/> 修改 <input type="checkbox"/> 废止		
	具体修改意见	需修改章节： 具体修改意见：		
反馈渠道	<input type="checkbox"/> 标准化行政主管部门 <input type="checkbox"/> 省直行业主管部门 <input type="checkbox"/> 专业标准化技术委员会（工作组） <input type="checkbox"/> 标准起草组（牵头起草单位）			
反馈人	姓名：_____ 单位：_____ 联系方式：_____			

填表说明：为及时掌握标准实施情况，了解地方标准实施过程中存在的问题，并为标准复审提供科学依据，特制定《湖北省地方标准实施信息及意见反馈表》。可根据实际情况在表格中对应方框打勾，有需要文字说明的反馈意见可在相应位置进行文字描述，也可另附页。