

T/URTA

深圳市城市轨道交通协会团体标准

T/URTA 0002—2018

胶轮有轨电车系统

Rubber-Tyred Tram-Train System

2018-08-10 发布

2018-10-10 实施

深圳市城市轨道交通协会 发布

目 次

前 言.....	II
引 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	3
4 总则.....	5
5 行车与运营组织.....	5
6 车辆.....	7
7 限界.....	11
8 线路.....	12
9 道岔.....	13
10 车站建筑.....	14
11 车站结构.....	17
12 导轨梁工程.....	18
13 供电系统.....	20
14 列车自动控制系统.....	22
15 通信与乘客服务系统.....	25
16 综合调度及火灾报警与应急指挥系统.....	27
17 机电设备.....	30
18 车场.....	31
19 防灾与救援.....	32
20 环境保护.....	33
21 系统保证.....	34
附录 A.....	36
附录 B.....	40
附录 C.....	41
附录 D.....	43
参 考 文 献.....	45

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由深圳市城市轨道交通协会提出并归口。

本标准起草单位：深圳市城市轨道交通协会、深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司、深圳市市政设计研究院有限公司、深圳前海铁汇投资咨询有限公司、比亚迪汽车工业有限公司。

本标准参编单位：北京城建设计发展集团股份有限公司、深圳市英威腾交通技术有限公司、广州地铁设计研究院有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、中国铁路设计集团有限公司广东分公司、深圳市方大自动化系统有限公司、中国铁道科学研究院深圳研究设计院、深圳达实智能股份有限公司、深圳交控科技有限公司、深圳市互盟科技股份有限公司、深圳市康时源科技有限公司、深圳市坐标系交通技术有限公司、林同棧国际工程咨询（中国）有限公司、深圳市标准技术研究院、西南交通大学（上海）TOD研究中心、深圳市新城市规划建筑设计股份有限公司、中铁隆工程集团有限公司、深圳市都市交通规划设计研究院有限公司。

本标准为首次发布。

引 言

胶轮有轨电车系统特殊的车/轨关系有别于一般轨道或电车系统的轮轨关系，目前行业内缺少必要的建设规范指引。为保证我市胶轮有轨电车系统的安全可靠、功能合理、经济适用、节能环保和技术先进，创新发展我市轨道交通系统新制式，适应城市发展对轨道交通多制式发展的需求，有必要根据国家的标准化政策，以行业有关标准为基础，结合国内外类似系统新技术发展和国内城市轨道交通发展需求，制定本标准。

本标准在研究和总结国外自动导向系统的技术和效能指标基础上，结合现行相关规范，对标类似系统在小型化、轻量化、智能化和节能减排等方面的新技术，制定了系统的主要技术和效能指标，是对系统技术水平、系统能力、安全与运营等的一般要求。

胶轮有轨电车系统

1 范围

本标准规定了胶轮有轨电车系统的总则、行车与运营组织、车辆、限界、线路、道岔、车站建筑、车站结构、导轨梁工程、供电系统、列车自动控制系统、通信与乘客服务系统、综合调度及火灾报警与应急指挥系统、机电设备、车场、防灾与救援、环境保护、系统保证等要求。

本标准适用于小运量、专用路权，以高架敷设方式为主，最高运行速度不超过70km/h，高峰小时单向客运量0.3~0.5万人次的胶轮有轨电车系统的新建工程。

旅游景区、产业园区、机场等区域内的胶轮有轨电车系统新建工程可参照执行。

2 规范性引用文件

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

GB/T 5111 声学 轨道机车车辆发射噪声测量

GB 7588 电梯制造与安装安全规范

GB 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB 9656 汽车安全玻璃

GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差

GB/T 13441.1 机械振动与冲击 人体暴露于全身振动的评价 第1部分：一般要求

GB/T 13441.4 机械振动与冲击 人体暴露于全身振动的评价 第4部分：振动和旋转运动对固定导轨运输系统中的乘客及乘务员舒适影响的评价指南

GB/T 13670 机械振动 铁道车辆内乘客及乘务员暴露于全身振动的测量与分析

GB/T 13957 大型三相异步电动机基本系列技术条件

GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波

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 16899 自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范

GB 17625.1 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流≤16A)

GB/T 17626 (所有部分) 电磁兼容 试验和测量技术

GB/T 18384.1 电动汽车 安全要求第1部分：车载储能装置

GB/T 18384.2 电动汽车 安全要求第2部分：操作安全和故障防护

GB/T 18384.3 电动汽车 安全要求第3部分：人员触电防护

GB 20286 公共场所阻燃制品及组件燃烧性能要求和标识

GB/T 21361 汽车用空调器

GB/T 21413.1 铁路应用 机车车辆电气设备 第1部分：一般使用条件和通用规则

GB/T 21562 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 21563 轨道交通 机车车辆设备冲击和振动试验

- GB/T 22239 信息安全技术 信息系统安全等级保护基本要求
- GB/T 24338 (所有部分) 轨道交通 电磁兼容
- GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置
- GB/T 25122 (所有部分) 轨道交通 机车车辆用电力变流器
- GB/T 25123.2 电力牵引 轨道机车车辆和公路车辆用旋转电机 第2部分: 电子变流器供电的交流电动机
- GB/T 25123.4 电力牵引 轨道机车车辆和公路车辆用旋转电机 第4部分: 与电子变流器相连的永磁同步电机
- GB/T 25343 (所有部分) 铁路应用 轨道车辆及其零部件的焊接
- GB/T 28029 牵引电气设备 列车总线
- GB/T 28806 轨道交通 机车车辆 机车车辆制成后投入使用前的试验
- 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 31467.1 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统 第1部分 高功率应用测试规程
- GB/T 31467.2 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统 第2部分 高能量应用测试规程
- GB/T 31467.3 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统 第3部分 安全性
- GB/T 31484 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法
- GB/T 31485 电动汽车用动力蓄电池技术要求及试验方法 安全
- GB/T 31486 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法
- GB/T 32588.1 轨道交通 自动化的城市轨道交通(AUGT) 安全要求 第1部分: 总则
- GB/T 32590.1 轨道交通 城市轨道交通运输管理和指令/控制系统 第1部分: 系统原理和基本概念
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50053 20kV及以下变电所设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50060 3~110kV高压配电装置设计规范
- GB/T 50062 电力装置的继电保护和自动装置设计规范
- GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
- GB 7258 机动车运行安全技术条件
- GB 50067 汽车库、修车库、停车场设计防火规范
- GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
- GB 50139 内河通航标准
- GB 50156 汽车加油加气站设计与施工规范
- GB 50157 地铁设计规范
- GB 50189 公共建筑节能设计标准
- GB 50217 电力工程电缆设计规范
- GB 50229 火力发电厂与变电站设计防火规范
- GB 50763 无障碍设计规范
- GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范

GB 51151 城市轨道交通公共安全防范系统工程技术规范
 GB 51251 建筑防烟排烟系统技术标准
 CJ/T 353 城市轨道交通车辆贯通道技术条件
 CJ/T 416 城市轨道交通车辆防火要求
 CJJ 11 城市桥梁设计规范
 CJJ 96 地铁限界标准
 CJJ 166 城市桥梁抗震设计规范
 CJJ 183 城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范
 JTG D30 公路路基设计规范
 JTG D60 公路桥涵设计通用规范
 JTG D63 公路桥涵地基与基础设计规范
 JTG D64 公路钢结构桥梁设计规范
 JTG D70 公路隧道设计规范
 JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件
 TB/T 1484.1 机车车辆电缆 第1部分：动力和控制电缆
 TB/T 1484.2 机车车辆电缆 第2部分：30 kV 单相电力电缆
 TB/T 1484.4 机车车辆电缆 第4部分：无卤低烟阻燃通信网络用电缆
 TB/T 2541 机车车体静强度试验规范
 TB/T 2615 铁道信号故障—安全原则
 TB/T 3138 机车车辆阻燃材料技术条件
 TB/T 3139 机车车辆内装材料及室内空气有害物质限量
 QC/T 476 客车防雨密封性限值及试验方法
 QC/T 743 电动汽车用锂离子蓄电池
 QC/T 897 电动汽车用电池管理系统技术条件
 QC/T 1089 电动汽车再生制动系统要求及试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

胶轮有轨电车系统 rubber-tyred tram-train system

一种采用橡胶轮胎，利用电力驱动技术在专用线路上实现载客的小运量公共交通系统。

3.2

胶轮有轨电车 rubber-tyred tram-train

运行在专用导轨梁上，具有特殊导向和转向结构，由橡胶轮转向架支撑的电动车辆。

3.3

走行轮 running wheel

通过与导轨梁顶面作用实现车辆走行和承重功能的橡胶轮。

注：改写 CJ/T 366-2011，定义 3.3。

3.4

导向轮 guiding wheel

通过与导轨梁内侧面作用实现车辆导向功能的橡胶轮。

注：改写 CJ/T 366-2011，定义 3.4。

3.5

导轨梁 guide beam

起车辆支撑及导向作用，提供车辆导向力，兼具紧急疏散通道和检修通道功能的 U 型轨道梁结构。

3.6

支承结构 supporting structure

作为导轨梁的基础，直接承载车辆及导轨梁等结构荷载。

3.7

平移道岔 slider switch

通过滑块结构的水平移动使道岔导轨梁与道岔前后线路衔接，实现胶轮有轨电车行驶方向转换的机械设备。

3.8

无人干预列车运行 unattended train operation (UTO)

列车在不配置车上工作人员的条件下（所有功能均由系统负责实现）的运行。

3.9

无人区 unmanned area

无人区指无人干预列车运行模式下车辆行驶的轨行区，一般包括正线区域以及出入线、停车线、洗车线等配线区域。

3.10

有人区 manned area

有人区指除了无人区以外的轨行区，一般包括检修线。

3.11

无人值守车站 stafferless operation station

不设置固定岗位工作人员，以控制中心远程监控管理为主，辅以全线流动巡查的车站。

3.12

紧急疏散通道 emergency escape corridor

在导轨梁中间设置的供车上人员在紧急情况下疏散至安全地带的通道。

3.13

紧急疏散门 emergency escape hatch

一般设置于车辆两端，供乘客在紧急情况下快速逃离的疏散装置。

3.14

定员 rated passenger capacity

每辆车的额定载客人数，由座席位和站席位的数量总和确定，为正常情况下车辆载客能力的计算依据。

4 总则

- 4.1 为保证胶轮有轨电车系统的安全可靠、功能合理、经济适用、节能环保和技术先进，制定本标准。
- 4.2 本系统属小运量公共交通系统，与大、中运量公交系统共同构成城市公共交通系统，在无城市轨道交通建设的城市可承担公共交通功能，在有城市轨道交通建设的城市主要承担轨道接驳和补充公交功能。旅游景区、产业园区和机场等特殊区域，系统宜作为内部出行的配套交通系统。
- 4.3 胶轮有轨电车系统工程的设计年限分为近期和远期两期，近期为建成通车后第5年，远期为第20年，设备系统按远期需求设计。
- 4.4 胶轮有轨电车系统的线路应采用全封闭方式，以高架敷设方式为主，系统宜采用无人干预列车运行模式。
- 4.5 高架敷设线路应与周边景观和环境相适应，车站和区间应以简易化、轻量化为原则，车站宜与周边建筑、人行天桥、连廊等设施相结合。
- 4.6 胶轮有轨电车系统线网中各条线路之间应换乘便捷，并应与其他公共交通协调统一、有机衔接。换乘车站、车场和控制中心等宜根据线网规划统一布局，实现资源共享。
- 4.7 胶轮有轨电车系统主体工程结构及因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为100年。
- 4.8 胶轮有轨电车系统的车辆及机电设备，应满足功能合理、技术成熟、经济适用的原则，并应逐步实现标准化、系列化。
- 4.9 胶轮有轨电车系统应具有防范火灾及其他各类灾害、事故、故障的措施，并设置区间紧急疏散和救援通道及相关设施。

5 行车与运营组织

5.1 一般规定

- 5.1.1 运营组织设计必须满足设计年度预测客流的需求，并可采取灵活的运营组织方案，为乘客提供安全、便捷、优质的服务。
- 5.1.2 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。
- 5.1.3 列车最高运行速度一般为70km/h，旅行速度不宜低于25km/h。
- 5.1.4 胶轮有轨电车系统线路宜以高架敷设方式为主，采用全封闭运营管理模式，在安全防护系统的监控下保障车辆安全运行。
- 5.1.5 运营设备配置应满足运营管理模式要求；运营管理应保证安全，提高效率；运营管理机构的设计应符合运营功能需求，定员应根据管理机构进行配置。

5.2 系统能力

- 5.2.1 系统最大能力应满足远期高峰小时行车密度不小于30对的要求。
- 5.2.2 系统运能应根据车辆定员标准、各年限的高峰小时车辆数及最大行车对数计算确定。

5.2.3 车辆宜按车厢有效空余地板面积每平方米站立 4~6 人的标准测算系统运能。

5.2.4 全线双线区段各折返站的折返能力应根据道岔转辙时间、过岔速度、车辆长度、车门数量及停站时间等因素综合确定。

5.2.5 系统应确定应急疏散模式，并具备紧急情况下疏散车上乘客的能力、设施和疏散程序。采用无人干预列车运行模式时，应急设施及疏散程序应包括乘客自救方式所需的应急设施及疏散程序。

5.3 行车组织

5.3.1 系统可采用灵活的运营组织方式，高峰时段宜采用密集发车、站站停的模式；平峰时段固定发车间隔，可通过通信与乘客服务系统和综合调度系统互动，实现无乘客上下车的车站跳站通过；低峰时段乘客可通过网络预约，系统调度车辆在站停靠或线上惰行，实现响应式约车服务。

5.3.2 线路宜根据全线客流和断面客流特征采用多交路灵活运营的组织模式。

5.3.3 近期高峰小时行车间隔不宜大于 3 min，平峰时段不宜大于 5 min；远期高峰小时行车间隔不宜大于 2 min，平峰时段不宜大于 4 min。

5.3.4 车站设计停站时间应满足车站预测客流上下车时间要求，最小停站时间一般站宜为 20s，换乘站和折返站停站时间宜为 30s。

5.3.5 列车应采用灵活的编组方式，车辆编组数应根据线路功能、规划要求和客流需求确定。

5.3.6 胶轮有轨电车系统可设置车场，也可利用停车线实现车辆的停放、清洁、定期检修及维护等功能。车辆大修及故障修可采用委外或返厂模式。控制中心宜承担停放及维修返线车辆的运行调度功能。

5.4 配线

5.4.1 配线应包括折返线、渡线、停车线、出入线、联络线等。

5.4.2 线路应根据客流特点和运营组织模式选择合理的折返形式，折返形式应满足相应设计年限的折返能力要求。

5.4.3 线路应根据运营组织需要适当加设渡线和停车线。

5.4.4 车场出入线应设置为双线，宜在车站与正线接轨；当车场规模较小，出入线设置条件困难时，可采用单出入线。

5.5 运营管理

5.5.1 胶轮有轨电车系统应明确管理模式和票务制式，确定设计线路的运营管理标准和系统配置。

5.5.2 票务系统宜采用开放式自动检票方式，实现车站简易检票或上车检票。票务系统可采用一票制、计程制或计时制。

5.5.3 系统应设控制中心，控制中心应具备行车调度、综合调度和乘客服务等功能，设备配置宜集中化、自动化。

5.5.4 车站可采用无人值守车站，由控制中心远程监控管理为主，辅以全线流动巡查。

5.5.5 行车计划应与分时断面客流需求相适应，结合各时段客流需求和服务水平要求，合理制定各时段的行车组织方案。

5.5.6 当车辆在高架或地面线上运行时，遇下列情况应缓行或停运相关区段，地下段可采用临时交路继续运营：

a) 遇 8 级风（风速 17.2 m/s~20.7m/s）、大雪、暴雨等恶劣气象条件应缓行；

b) 遇暴风 9 级（风速 20.8 m/s~24.4m/s）及以上、大雾、大雪、沙尘暴等恶劣气象条件应停运。

5.5.7 运营机构和运营人员数量的安排应依靠科技进步精简机构和人员，运营人员配置指标不宜大于 10 人/公里。

6 车辆

6.1 一般规定

6.1.1 车辆应确保在寿命周期内正常运行时的行车安全和人身安全；并具备故障、事故和灾难情况下对人员和车辆救助的条件。

6.1.2 车辆应遵循右侧行车制度。

6.1.3 车辆走行轮采用内置防爆钢圈、充氮气的橡胶轮胎；导向轮采用实心橡胶轮胎。橡胶轮胎性能应满足相关标准要求，走行轮轮胎设计寿命满足不小于 80,000 km 要求。

6.1.4 车辆牵引和辅助系统供电采用储能供电。

6.2 车辆运行条件

6.2.1 使用条件应符合以下要求：

- a) 正常工作海拔高度不大于 1400m，环境温度（遮阴处）为-25℃~+45℃之间；
- b) 平面曲线半径（线路中心线的曲线半径）：
 - 1) 正线及配线：不应小于 15m；
 - 2) 道岔区曲线半径：不应小于 15m；
- c) 竖曲线半径：一般情况下不应小于 1000m，困难地段不应小于 500m；
- d) 线路坡度：无特殊规定时，正线应符合本标准 8.3.3 的规定，配线不应大于 100‰；
- e) 车辆应耐受风、沙、雨、雪、雷的侵袭。

6.2.2 储能供电装置充电电压为 DC640V，额定电量不应小于 150kwh。

6.2.3 车型与列车编组

- a) 车辆型式应按下列规定分类：带操控板的动车（头车 Mc），不带操控板的动车（中间车 M）。
- b) 列车编组采用 *Mc+nM+Mc*，其中*为半自动车钩，+为半永久式车钩，n=0, 1, 2, ……。

6.2.4 车辆主要技术规格参数见表 1。

表 1 胶轮有轨电车系统车辆的主要技术规格

序号	名称	车辆类型		备注
		头车（带操控板，Mc）	中间车（不带操控板，M）	
1	轮距(mm)	1380		
2	导轨梁走行面宽度(mm)	380		
3	走行面间净距（mm）	940		
4	轴数	2		
5	轴重（t）	≤7		AW ₃
6	整车质量（t）	≤7.5	≤7.2	空载
7	车体基本长度(mm)	8300	7000	

表 1 胶轮有轨电车系统车辆的主要技术规格（续）

序号	名称	车辆类型		备注	
		头车（带操控板，Mc）	中间车（不带操控板，M）		
8	车体基本宽度(mm)	2400			
9	车辆高度(mm)	≤3400			
10	车内净高（mm）	≥2100			
11	车辆轴距(mm)	≤4200			
12	车厢地板距走行面高度（mm）	870 ₀ ⁺¹⁰		AW ₃ 时	
13	贯通道长度（mm）	1000			
14	每辆车单侧乘客室门数	1			
15	车门开度(mm)	1300			
16	车门高度(mm)	1850			
17	疏散门开度（mm）	600			
18	疏散门高度（mm）	1800			
19	载客 人数	坐席人数（人）	19	20	
20		载客人数（4人/m ² ）	50	50	
21		载客人数（5人/m ² ）	60	60	
22		定员人数（AW2，6人/m ² ）	70	70	
23		超员人数（AW3，9人/m ² ）	90	90	
24	车辆最高运行速度（km/h）	70			
25	车辆构造速度（km/h）	90			
26	起动平均加速度（m/s ² ）	≥1.0			
27	制动平均减速度（m/s ² ）	≥1.0			
28	紧急制动减速度（m/s ² ）	≥1.2			
29	列车纵向冲击率极限（m/s ³ ）	≤0.75			

6.3 车体

6.3.1 车体结构设计寿命应不少于 30 年，强度应满足车辆最不利载荷（侧向、垂向和纵向）组合和抗碰撞性的要求。

6.3.2 车体结构材料采用轻质铝合金或其他更优材料。

6.3.3 车体强度应满足 TB/T 2541 的要求。

6.3.4 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，采用的部件或材料的防火性能均应符合 TB/T 3138 的规定。

6.3.5 车体的内外墙体之间，以及底架与地板之间，应敷设吸湿性小，膨胀率低，性能稳定的隔热、隔声材料。

6.4 转向架

6.4.1 转向架构架的设计寿命应不少于 30 年。

6.4.2 转向架为带有自动转向的单轴结构，由构架、走行轮、导向轮、驱动装置、基础制动装置、二系悬挂系统及其他零部件组成，其结构和主要尺寸应与导轨梁相匹配。

6.4.3 转向架走行轮应设有胎压监测报警装置及应急保护装置。

6.4.4 转向架悬挂系统应采用二系悬挂，车体与转向架构架之间应安装减振器，并设置限位装置。

6.5 电气系统

6.5.1 车辆牵引系统采用永磁同步电机或三相异步电机传动系统，系统要求满足 IP67 防护等级，使用的逆变器装置应符合 GB/T 25122 的规定。

6.5.2 车辆使用的牵引电机应符合 GB/T 25123.2、GB/T 25123.4、GB/T 13957 的规定。

6.5.3 在平直道、定员（AW2）工况下，储能动力电池充满电时，续航里程不应小于 150km。

6.5.4 储能动力电池的安全性能应符合 GB/T18384.1、GB/T18384.2、GB/T18384.3、GB/T 31467.1、GB/T 31467.2、GB/T 31467.3、GB/T 31484、GB/T 31485、GB/T 31486 和 QC/T 743 的相关规定。电池管理系统应满足 QC/T 897 的要求。

6.5.5 控制系统用蓄电池组应满足 GB/T 21413.1 的要求；蓄电池组容量可供列车在故障情况下的应急照明、外部照明、空调紧急通风、车载安全设备、开关门一次、广播、通讯等系统工作不低于 45min 的要求。

6.6 制动系统

6.6.1 车辆制动方式分为电制动和机械制动，机械制动通过制动夹钳摩擦制动盘制动。制动系统由行车制动、应急制动和停车制动组成。

6.6.2 行车制动应优先使用再生制动，充分利用电制动动能。电制动与机械制动应能协调配合，具有冲击率限制，并应符合以下规定：

- a) 电制动力不足时，机械制动能按总制动力的要求补充不足的制动力，电制动与机械制动能平滑转换。
- b) 机械制动应具有相对独立的制动能力，在牵引供电中断或电制动故障情况下，应能保证发挥作用，使列车安全停车。

6.6.3 制动系统应根据车辆荷载自动调整制动力大小。车辆在平直道上实施应急制动时，应在规定的距离内停车。

6.6.4 列车在实施电制动时，制动能量应能被车载储能装置吸收。

6.6.5 列车出现意外分离等严重故障影响列车安全时，应能立刻自动实施应急制动，并应及时传递信息至操控板和控制中心便于调度人员识别。

6.6.6 停车制动系统应保证列车超员荷载情况下停放在线路最大坡度处不发生溜车。

6.6.7 制动系统应具有良好的密封性能。管路宜采用不锈钢或铜质材料，安装前应做防锈、防腐和清洁处理。

6.6.8 车辆的制动性能和测试应满足 QC/T 1089、GB 7258 的要求。

6.7 列车控制系统

6.7.1 列车控制系统由列车通讯网络和列车控制单元组成，通过列车总线进行列车管理，列车总线应满足 GB/T 28029 的要求。

6.7.2 列车控制系统应具有车辆运行和故障信息自动采集、记录和显示并兼有对列车及其辅助设备的控制功能。

6.7.3 列车控制系统应具有自诊断和故障存储功能。

6.7.4 列车控制系统应具有对列车的牵引制动指令进行传输的功能。

6.7.5 列车必须具有两端操纵功能，但应仅有一端处在控制状态。

6.7.6 列车控制系统应具有车辆健康诊断、管理和数据传输的功能。

6.7.7 列车控制系统应具有强抗干扰能力、高可靠性和冗余性。

6.8 车辆安全与应急设施

6.8.1 车辆应根据系统紧急疏散模式设置不少于2处的乘客紧急疏散出口，并配置必要的疏散设施；采用无人干预列车运行模式时，车辆内应具有由乘客在车内自助开启的下车设施。

6.8.2 车辆应设乘客与控制中心的对讲通信设施、乘客信息系统；控制中心设置对每个车厢的视频监控系统，列车头车应设朝向车外的摄像头，并接入控制中心的运营控制网。

6.8.3 车辆所有的电气设备抗干扰性能均应符合 GB/T 24338 的要求。车辆各种设备的冲击振动试验应符合 GB/T21563 的有关规定。整车辐射抗干扰试验应符合辐射骚扰及传导骚扰等各项测试规定。

6.8.4 车辆应设火灾报警装置，符合车辆部件燃烧特质的灭火器具，以及必要的防护设施。

6.8.5 车门系统应设置安全联锁，具有零速保护功能。

6.8.6 车辆构造强度应满足车辆在最高运行速度运行时超员（9人/m²）的荷载要求。

6.8.7 所有的车载设备应符合 GB/T 21563 中的相关规定。

6.8.8 车辆的设计和制造宜满足 GB/T 32588.1 和 GB/T 32590.1 中对无人干预列车运行模式车辆的要求。

6.9 车辆其他部件

6.9.1 车辆应设置空调器，空调器满足 GB/T 21361 的要求。

6.9.2 车辆电子装置应符合 GB/T 25119 的规定。

6.9.3 固定编组的车厢之间，应设置贯通道，贯通道的要求应符合 CJ/T353 的要求。

6.9.4 车辆应设架车支座及车体吊装装置。

6.9.5 车辆应设车内主照明灯、车内氛围灯、前照灯、标志灯及车外氛围灯，工作电压采用 24V。

6.9.6 车辆应设避雷装置。

6.10 故障运行能力

6.10.1 在定员（AW2）工况下，当车辆出现爆胎故障时，列车不能侵入设备限界，并能限速行驶到邻近车站，清客后返回车场。

6.10.2 列车在定员荷载和在丧失 1/2 动力的情况下，应具有在正线最大坡道上起动和运行到最近车站的能力。

6.10.3 一列空载列车应具有在正线线路的最大坡道上牵引另一列定员载荷的无动力列车运行到下一车站的能力。

6.11 噪声、乘客舒适度

6.11.1 列车车内、车外噪声要求应当按照 GB 14892、GB/T 5111 标准进行测试和评价，各种状态下的车辆噪声限值应符合表 2 的规定。

表2 车辆噪声限值

噪声性能目标		评定工况	技术要求
车外噪声	行驶噪声	车外距线路中心 7.5m，导轨梁走行面距地面高 7.5m，测量仪器距地面高 1.2m，车辆以 60km/h 速度行驶	≤72dB (A)
	静止噪声	车外距线路中心 7.5m，导轨梁走行面距地面高 7.5m，测量仪器距地面高 1.2m，车辆静置停放，辅助设备正常工作	≤68dB (A)
车内噪声	行驶噪声	车辆以 60km/h 匀速行驶，车辆内部噪声参照 GB/T 14892 的规定	≤70dB (A)

6.11.2 乘客舒适度要求应按照 GB/T 13441.1、GB/T 13441.4、GB/T 13670 标准进行测试和评价，并符合标准要求。

6.11.3 车厢内温度的设定值应可实时自动调节，调节范围根据载客量、室外温度和湿度的不同，在 19℃~27℃之间调节，相对湿度保持在 65%以下。每位乘客新风量不低于 12.6m³/h。

6.12 其他要求

6.12.1 车辆及其零部件的焊接应符合 GB/T 25343 的要求。

6.12.2 车辆使用的电气线缆应符合 TB/T 1484.1、TB/T 1484.2、TB/T 1484.4 等标准的要求。

6.12.3 车辆的内饰设计参照 GB 50763，考虑到儿童、残疾人士和老年人的特定需求，应设无障碍通道和轮椅放置位置；车辆内装材料的有害物质限量应符合 TB/T 3139 的规定。

6.12.4 车辆控制系统应能实现自动唤醒、休眠和自动运行的功能。

6.12.5 车辆应具备故障检测、轻微故障自动修复或自动切除功能，修复后转为自动运行模式，切除后转为降级运行模式。

6.12.6 车体本身不能作为电流传输的媒介。车辆的电气系统必须配置可靠完善的接地保护系统。

6.12.7 当无确切资料时，列车阻力可按附录 B 给出的计算公式计算。

6.12.8 车辆投入使用前的检查与试验应满足 GB/T 14894、GB/T28806 的要求。

6.12.9 车辆的防火设计应满足 CJ/T 416 的要求。

6.12.10 车辆防雨密封性限值及试验方法应满足 QC/T 476 的要求。

7 限界

7.1 一般规定

限界是保障系统安全运行、限制车辆断面尺寸、限制沿线设备安装尺寸及确定建筑结构有效净空尺寸的图形坐标参数。根据不同的功能要求，分为车辆限界、设备限界和建筑限界。胶轮有轨电车系统限界要求详见附录A。

7.2 车辆限界

车辆限界是车辆在平直走行面上正常运行状态及线路强风停放状态下所形成的最大动态包络线。高架或地面线车辆限界计算应分别考虑当地最大运营风荷载及当地最大强风停放风荷载引起的横向和竖向偏移量。

7.3 设备限界

- 7.3.1 设备限界是制定建筑限界的基础，是车辆故障情况下的最大动态包络线。
- 7.3.2 设备限界与建筑限界之间的空间应能满足各种设备、管线安装的要求，设备与设备限界之间的安全间隙不小于 50 mm，以确保行车安全。
- 7.3.3 曲线地段设备限界应在直线地段设备限界基础上，按平面曲线不同半径、过超高或欠超高引起的横向和竖向偏移量，以及车辆、导轨梁参数等因素计算确定。
- 7.3.4 相邻两线间无墙、柱及设备时，两设备限界之间的安全间隙不应小于 100 mm。

7.4 建筑限界

- 7.4.1 建筑限界是在设备限界之外，任何沿线永久性建筑物均不应侵入的界限。
- 7.4.2 无管线时，建筑限界与设备限界应有不小于 200 mm 的间隙，困难情况下不小于 100 mm。
- 7.4.3 曲线地段侧面建筑限界应根据由曲线半径、车辆参数计算的曲线设备限界、导轨梁超高引起的附加偏移量等因素计算确定。

7.5 站台建筑限界

- 7.5.1 有效站台边缘距线路中心线 1300 mm。
- 7.5.2 站台门内侧最近点距线路中心线 1360 mm。
- 7.5.3 直线地段站台面高于导轨梁顶面 870_0^{+10} mm。
- 7.5.4 曲线车站站台边缘与车门踏板处之间的间隙不应大于 130 mm。

8 线路

8.1 一般规定

- 8.1.1 线路应分为正线和配线，配线包括折返线、渡线、停车线、出入线、联络线等。
- 8.1.2 线路的基本走向应根据上位规划研究确定。线路平面位置和高程应根据城市现状与规划的道路、地面建筑物、管线和其他构筑物、文物古迹和环境保护要求、地形地貌、工程地质和水文地质、采用的结构类型与施工方法以及运营要求等因素，经技术经济比较后确定。
- 8.1.3 车站分布应以规划为前提，并结合客流集散点、各类交通枢纽以及其他公共交通站点分布合理确定。
- 8.1.4 线路敷设方式应优先采用高架线路。

8.2 线路平面

- 8.2.1 正线平面最小曲线半径：一般情况下不宜小于 50 m；困难时在不影响系统运行效率且曲线位于车站端部的情况下，经技术经济分析后，可采用较小曲线半径，但不得小于 15m。曲线超高按下式计算。

$$H = 11 \frac{V^2}{R}$$

式中：

H ——曲线超高（mm）；

R ——最小曲线半径（m）；

V ——列车通过曲线速度 (km/h)。

- 8.2.2 出入线及联络线最小曲线半径一般不宜小于 30 m，困难情况下不应小于 15 m；车场线曲线半径不应小于 15 m。
- 8.2.3 车站站台计算长度段宜设在直线上，并且由曲线引起的建筑限界加宽不宜进入站台计算长度范围内。
- 8.2.4 新建线路不宜采用复曲线。在困难地段，经充分技术经济比较后可采用。
- 8.2.5 线路平面直线与圆曲线间应采用三次抛物线型的缓和曲线连接，缓和曲线的长度应符合附录 C 的规定，且最小缓和曲线长度不应小于 6 m。缓和曲线长度按下式计算。

$$L_s = \frac{H \times V}{3.6f}$$

式中：

L_s ——缓和曲线长度 (m)；

V ——列车通过曲线速度 (km/h)；

H ——最大曲线超高 (mm)；

f ——允许超高时变率，取 38mm/s。

- 8.2.6 线路圆曲线长度不宜小于 10 m。夹直线最小长度不宜小于 8 m（一节车辆长度），困难情况下不应小于 4.2m（一节车辆轴距）。当曲线超高需在夹直线递减顺接时，夹直线最小长度应计入超高递减长度。
- 8.2.7 高架及地面线路最小线间距不宜小于 3 m，曲线地段尚应计入曲线加宽值。

8.3 线路纵断面

- 8.3.1 线路纵断面应结合线路平面、行车速度、敷设方式、周边建筑物、道路规划、地质条件等进行设计，应为乘客提供良好的舒适度。
- 8.3.2 线路纵坡宜与城市道路基本一致，高架线应与城市景观相协调，并满足规划的最小净空要求。
- 8.3.3 正线区间线路的最大坡度不宜大于 60‰，困难情况下不应大于 80‰。
- 8.3.4 地面站及高架站宜采用平坡。
- 8.3.5 道岔宜设于平坡上。
- 8.3.6 纵断面的坡段长度不应小于远期列车长度，相邻竖曲线间夹直线段长度不宜小于 20m，困难情况不应小于 10 m。
- 8.3.7 两相邻坡段的坡度代数差等于或大于 2‰时，应设圆曲线型的竖曲线连接，正线区间竖曲线半径不宜小于 1000 m，车站两端竖曲线半径不宜小于 500m。平面缓和曲线地段不宜与竖曲线重叠设置。
- 8.3.8 车站站台计算长度和道岔范围内不应设置竖曲线，竖曲线距离站台端部及道岔端部的距离不应小于 5m。
- 8.3.9 折返线及停车线应布置在面向车挡或者区间的下坡道上，且坡度不宜大于 5‰。

9 道岔

9.1 一般规定

- 9.1.1 道岔主体结构的设计使用年限为 100 年。

- 9.1.2 道岔线型应满足列车过岔舒适性、侧向允许通过速度及限界要求。
- 9.1.3 道岔应满足车辆相关技术条件和参数的要求。
- 9.1.4 道岔设备应符合室外使用条件，金属构件表面应进行防锈蚀处理。
- 9.1.5 道岔在锁定状态下应能承受车辆竖向荷载、横向荷载、离心力及风荷载等荷载的反复作用，具有足够的强度、刚度以及抗倾覆的能力。
- 9.1.6 道岔设备的供电应采用一级负荷。
- 9.1.7 道岔设备接地电阻值应小于 4Ω ，防雷接地电阻值应小于 10Ω 。

9.2 道岔类型

- 9.2.1 胶轮有轨电车系统道岔按其分岔功能及转辙后的线型状态分为单开道岔、对开道岔、三开道岔、平交道岔、单渡线等。各型道岔相关参数详见附录 D。
- 9.2.2 单渡线的线间距不得小于 4114mm。

9.3 道岔系统技术要求

9.3.1 道岔设备

道岔设备的技术应符合以下要求：

- a) 道岔设备应由机械装置、驱动装置和控制装置等组成；
- b) 道岔控制装置应与信号系统之间设有授权、收权联锁电路；
- c) 道岔控制装置应具有集中控制、现场控制、手动控制功能，并应具有系统检测、故障诊断、故障保护和报警功能；
- d) 当信号系统和道岔控制电路发生故障时，应可临时由人工手动装置完成解锁、转辙和锁定；
- e) 道岔系统及道岔控制电路须满足“故障—安全”原则；
- f) 如采用继电联锁控制需采用安全型继电器。

9.3.2 道岔系统接口

道岔系统接口的技术应符合以下要求：

- a) 道岔系统由信号系统控制，信号系统提供道岔的转动信号、道岔现场办理条件及其他必要的道岔接口信息，道岔系统提供与实际相符的位置表示及故障信号等必要的接口信息，其接口分界在信号控制柜的外线端子；
- b) 道岔的电源设备应包括 AC 380 V/AC 220 V 双电源切换箱，道岔设备接入接地端子箱；
- c) 道岔区应设置专用电话及视频监控设备。

10 车站建筑

10.1 一般规定

- 10.1.1 车站型式及布局应满足客流需求、乘降安全、疏导迅速、环境适宜、布置紧凑、便于管理的基本要求；根据车站位置、周边环境、建筑形式、施工方法、客流组织等条件，全线总体平衡、协调统一，合理选择，并满足 GB 50189 的要求。
- 10.1.2 车站应根据线路敷设方式，结合周边环境、管线、地形条件设置，控制车站体量。
- 10.1.3 高架车站行车区域底部应设置防坠落安全措施。

10.1.4 换乘车站应结合工程实施条件,选择便捷的接驳方式,换乘通道应具有正常的通过和紧急疏散能力。

10.2 车站总体布置

10.2.1 车站总体布置应根据线路特征、道路红线宽度、地面交通状况、周边环境、城市景观等因素确定,站位可选择路侧或路中。站形宜选择高架、地面、路堑式等形式,有条件时可与地面建筑或过街天桥等市政设施合建。

10.2.2 设于路中的高架车站不宜跨十字路口或丁字路口设置。临近路口设站时,应进行交通视线分析,减少对转弯车辆的视线影响。

10.2.3 车站及附属设施应远离加油站、加气站或其他危险品场地,其距离应满足 GB 50156 的要求。

10.3 车站平面

10.3.1 车站站台乘降区宽度应满足乘客候车和乘降的要求,并按车站远期超高峰小时的客流特征、行车组织和乘降客流量进行计算确定。

10.3.2 站台计算长度应采用远期列车编组的首末两节车辆客室最远端之间的距离。

10.3.3 站台宽度应按下列公式计算,侧站台宽度不应小于本规范表 3 中的取值:

10.3.4 岛式站台宽度:

$$B = 2b + n \cdot z + t$$

侧式站台宽度:

$$B = b + z + t$$

$$b = Q_{\text{上下}} \times \frac{\rho}{L} + M$$

式中:

b ——侧站台宽度 (m);

n ——横向柱数;

z ——横向柱宽 (含装饰层厚度) (m);

t ——每组人行梯与自动扶梯宽度之和 (含与柱间所留空隙) (m);

$Q_{\text{上下}}$ ——远期及客流控制期每列车高峰小时单侧上、下车设计客流量,换乘车站含换乘客流量 (换算成高峰时段发车间隔内的设计客流量) (人);

ρ ——站台上人流密度 (0.33 m²/人~0.75m²/人);

L ——站台计算长度 (m);

M ——站台边缘至安全栏栅或站台门的立柱内侧距离 (m)。

10.3.5 车站的楼梯 (含自动扶梯)、出入口通道的通过能力均应按超高峰小时进出站客流及各口部的不平衡系数计算确定;并应满足高峰小时发生事故灾害时的紧急疏散要求,能在 6 分钟的目标时间内,将一列进站列车所载的乘客 (按远期高峰时段的进站客流断面流量计算) 及站台上候车人员全部撤离站台。

10.3.6 高架车站站台除设置无障碍设施及用于乘客服务的必要设备外,不宜设置其他设备。

10.3.7 高架车站的设备用房,应因地制宜、灵活布置,有条件的地方可与周边建筑物合建。

10.3.8 车站内部建筑装饰应经济、实用、安全、耐久,便于施工和维修。应采用防火、防潮、防腐、容易清洁、光反射系数小的环保型材料,站内地面应选用耐磨、防滑的材料,所用材料必须符合 GB 20286 的规定。

表3 车站各部位的最小宽度 (m)

名称	最小宽度
侧站台	2
通道或天桥	1.8
单向公共区人行楼梯	1.2
双向公共区人行楼梯	1.5
消防专用楼梯	1.2

10.3.9 车站各部位的最小高度应符合表4的规定。

表4 车站各部位的最小高度 (m)

名称	最小高度
高架车站底层净空	2.5 (注1)
高架车站站台公共区	2.6
通道或天桥	2.4
人行楼梯和自动扶梯	2.3

注1: 在城市快速路、主干路上方时应满足 5.0 m 净空要求; 在次干路、支路处上方, 满足 4.5 m; 在非机动车道、行人处则为 2.5 m 要求。

10.4 车站出入口

10.4.1 出入口布置应根据车站站位、周边环境和人流方向确定, 尽量分散、多向布置, 或与人行过街设施相结合, 在有条件的地方宜与周边建筑连通。

10.4.2 车站出入口的数量应根据分向客流和疏散要求设置, 且每座车站不应少于 2 个。

10.4.3 出入口总疏散能力应大于远期高峰小时紧急疏散客流量的 1.3 倍。

10.5 人行楼梯、自动扶梯、电梯

10.5.1 车站站台设置的自动扶梯数量和楼梯宽度的总量, 应根据高峰小时客流量, 按各口部提升高度及其客流不均衡系数计算确定, 并满足乘客紧急疏散能力。

10.5.2 车站应选用无机房电梯, 当无法满足无机房电梯布置要求时, 宜选用液压电梯。

10.5.3 电梯应设置视频监控、电话报警等安全防范设施, 且不应作为紧急疏散使用。

10.5.4 自动扶梯及电梯的选择应符合 GB 7588 和 GB 16899 要求。选用自动扶梯时应采用公共交通型。

10.5.5 作为事故疏散用的自动扶梯, 其电源应按一级负荷供电, 并具有逆向运转功能。

10.6 站台门

10.6.1 本系统可设置站台门, 站台门应符合 CJJ 183 的规定, 宜在站台门和车门间装设安全监控系统。

10.6.2 站台门门体尺寸及布置应满足车门尺寸和部位、车辆停车精度、车辆停车位置等要求, 并应具有厚度不大于 8 mm 的最小障碍物检测能力。

10.6.3 站台门应保证在最小行车间隔条件下每天不少于 20h 的运行能力, 保证在正常和非正常状态下的安全与可靠运行, 在紧急状态下能保证乘客安全疏散。

10.6.4 站台门的开关应与列车车门的开关协调一致; 在任何故障情况下, 确保所有活动门处于闭锁状态。站台门的控制器应具备故障站台门与列车车门对位隔离功能。

10.6.5 站台门无故障使用次数、设计使用年限应符合 CJJ 183 的要求。

10.6.6 站台门不设特殊的防火要求，不作为车站防火分隔设施，但所采用的绝缘材料、密封材料和电线电缆等均应低烟、无卤、无毒、阻燃，且不含有放射性成份，满足使用地区的气候环境要求。

10.7 无障碍设施

10.7.1 车站的无障碍设计应符合 GB 50763 中的相关规定。

10.7.2 车站应设置无障碍电梯。

10.7.3 无障碍电梯门前等候区深度不宜小于 1.8m，梯门不宜正对行车道。

10.7.4 无障碍电梯井地面部分应采取防淹措施。电梯平台与室内外高差处应设置坡道，并应符合 GB 50763 的规定。

11 车站结构

11.1 一般规定

11.1.1 高架车站结构形式应满足胶轮有轨电车系统车站的建筑功能和使用要求，应保证结构安全可靠、构造简洁、经济合理，并应具有良好的整体性、可延性和耐久性。

11.1.2 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。

11.1.3 高架车站结构宜优先采用钢结构，一般地段宜采用独柱车站，并宜采用预制拼装的设计和施工方法。

11.2 设计荷载

11.2.1 车辆荷载应按本标准第 6 章中有关条款规定取值。

11.2.2 车站站台和楼梯的活荷载标准值应采用 4.0 kPa，设备用房的活荷载应根据设备的重量、安装运输要求及工作状态等确定，但不应小于 4.0 kPa，其他用房的活荷载标准值应按 GB 50009 的有关规定取值。

11.2.3 高架车站的抗震设防分类为乙类，结构安全等级为一级。

11.2.4 车站结构风荷载应按 JTG D60 的规定取值。

11.2.5 车站结构考虑温度变化的作用时，应按 JTG D60 的规定执行。

11.2.6 当结构墩柱有可能承受汽车撞击时，应设防撞保护设施。当无法设置防撞保护设施时，导轨梁墩柱设计必须考虑汽车对墩柱的撞击力。汽车撞击力顺汽车行驶方向时采用 1000 kN，垂直于汽车行驶方向时，采用 500kN，作用在路面以上 1.20 m 高度处。

11.3 结构设计

11.3.1 高架车站结构应充分考虑结构形式对城市景观的影响。

11.3.2 高架车站结构设计，应根据使用功能要求，结合站点周边环境、城市规划、道路交通、地下管线及工程地质、水文地质条件等对结构和基础形式进行综合比选确定。

11.3.3 站台层结构设计应考虑桥墩盖梁的竖向位移和相对纵横向水平位移的影响。

11.4 构造要求

11.4.1 高架车站墩柱的布置，既应顾及道路现状交通，又要考虑远期道路按规划道路红线实施的可能，并采取防撞措施。

11.4.2 高架车站的梁及墩柱，其外观应进行适当的艺术处理，使其造型简洁美观，反映时代风格。

- 11.4.3 钢结构构件应做好防锈、防腐、防火处理和检查养护设计。
- 11.4.4 钢结构防腐年限不应小于 15 年。
- 11.4.5 钢结构构件的设计耐火极限应不低于 GB 50016 中的有关规定。
- 11.4.6 钢结构设计应采用措施降低老化，腐蚀，疲劳和设计使用年限内发生的偶然作用导致的伤害。
- 11.4.7 钢结构防腐和防火涂料的设计与施工，应符合环境保护的要求。
- 11.4.8 钢结构应按照 JT/T 722 的规定进行表面处理。

12 导轨梁工程

12.1 一般规定

- 12.1.1 本章适用于胶轮有轨电车系统的导轨梁、导轨梁桥、组合桥及道岔桥建设，导轨梁的支承结构包括高架、地面、地下结构。
- 12.1.2 导轨梁的各部位尺寸应满足胶轮有轨电车系统车辆走行轮、导向轮的要求，同时应保证通信信号、供电电缆、紧急疏散通道等在梁体上的安装要求。
- 12.1.3 导轨梁结构应具有足够的竖向、横向和抗扭刚度，并保证结构的整体性和稳定性。
- 12.1.4 高架导轨梁宜优先采用钢结构，一般地段标准跨导轨梁桥宜采用等跨连续梁结构，使用预制拼装的设计、施工方法。
- 12.1.5 导轨梁的桥墩应构造简洁、力求标准化并满足耐久性要求，其建筑形式、结构体量应充分考虑城市景观的要求。
- 12.1.6 桥墩布置应符合城市规划要求。跨越铁路、道路时，桥下净空应满足铁路、道路限界要求并预留结构沉降量；跨越排洪河流时，应根据跨越河床的梁桥长度按 JTG D64 确定设计洪水频率；跨越通航河流时，其桥下净空应根据航道等级，满足 GB 50139 的要求。
- 12.1.7 钢结构的构件设计宜标准化，使同型构件能互换。结构应便于加工、运输、安装、检查和养护。
- 12.1.8 根据国家、行业或地方有关标准，结合项目安全运营要求，合理设置区间检修通道，其最小宽度宜符合 GB 50157 的规定。

12.2 设计荷载

- 12.2.1 结构采用的作用可分为永久作用、可变作用和偶然作用三类，作用分类应符合表 5 的规定。

表 5 作用分类

序号	作用分类	作用名称
1	永久作用	结构自重
2		附属设备和附属建筑自重
3		预加应力
4		混凝土收缩与徐变作用
5		基础变位作用
6		土压力
7		静水压力和浮力
8	可变作用	车辆竖向静荷载
9		车辆竖向动力作用
10		车辆离心力

表 5 作用分类 (续)

序号	作用分类	作用名称
11	可变作用	导轨梁横向动荷载
12		车辆荷载产生的土压力
13		人群荷载
14		车辆制动力或牵引力
15		风力
16		温度影响力
17		流水压力
18		支座摩阻力
19	偶然作用	船只或汽车撞击力
20		地震力
21		施工临时荷载

12.2.2 结构设计应考虑结构上可能同时出现的作用,按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行作用效应组合,取其最不利效应组合进行设计。

12.2.3 胶轮有轨电车系统车辆竖向静荷载应符合下列规定:

- a) 车辆竖向静荷载图式应按本线车辆的最大轴重、轴距及运营期最不利编组确定;
- b) 单线和双线高架结构,应按车辆荷载作用于每一条线路确定;
- c) 多于两线的高架结构,应按下列最不利情况确定:
 - 1) 按两条线路在最不利位置承受车辆活载,其余线路不承受车辆荷载;
 - 2) 所有线路在最不利位置承受 75%的荷载;
- d) 当影响线加载时,荷载图式不应任意截取,对影响线异符号区段,轴重应按空车重计,并应计本线最不利的荷载工况。

12.2.4 位于曲线上的桥梁设计应考虑车辆产生的离心力,离心力作用于桥梁顶面以上车辆重心处,其大小等于车辆静荷载乘以离心力率 C , C 值应按下式计算:

$$C = \frac{V^2}{127R}$$

式中:

V ——本线设计最高车辆速度 (km/h);

R ——曲线半径 (m)。

12.2.5 车辆制动力或牵引力作用于车辆重心位置,应按车辆竖向静荷载的 15%计算,并应符合下列规定:

- a) 区间桥梁双线桥应采用一条线的制动力或牵引力;三线或三线以上的桥应采用两条线的制动力或牵引力;
- b) 高架车站及与车站相邻两侧 100m 范围内的区间双线桥应按双线制动力或牵引力计算;
- c) 制动力或牵引力作用于车站重心处,但计算墩台时应移至支座中心处,计算刚架结构应移至横梁中线处,均不应计移动作用点所产生的力矩。

12.2.6 导轨梁桥风荷载应按 JTG D60 的规定取值。

12.2.7 导轨梁桥考虑温度变化的作用时,应按 JTG D60 的规定执行。

12.2.8 导轨梁桥地震和疲劳的作用应符合 CJJ 166 和 JTG D64 的相关规定。

12.3 结构设计

12.3.1 高架钢结构导轨梁桥应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

12.3.2 在车辆静荷载作用下，导轨梁竖向挠度不应超过其跨度的 1/800。

12.3.3 导轨梁桥墩顶的弹性水平位移在车辆荷载、横向摇摆力、离心力、风力和温度力的作用下，应符合下列规定：

$$\text{顺桥方向：} \Delta \leq 5\sqrt{L}$$

式中：

L ——桥梁跨度(m)，当为不等跨时采用相邻跨中的较小跨度；当 $L < 25\text{m}$ 时， L 按 25 m 计；

Δ ——桥墩顶面处顺桥方向水平位移(mm)，包括由于墩身和基础的弹性变形及基底土弹性变形引起的水平位移；

横桥方向：由桥墩横向水平位移差引起的导轨梁梁端水平折角不应大于 2‰。

12.3.4 导轨梁桥墩台基础的沉降应按恒载计算：

a) 对于外静定结构，其总沉降量与施工期间沉降量之差，不应超过下列容许值：

1) 墩台均匀沉降量：50 mm；

2) 相邻墩台沉降差：20 mm；

b) 对于外静不定结构，其相邻墩台不均匀沉降量之差的容许值还应根据沉降对结构产生的附加影响确定。

12.3.5 桥跨结构应设预拱度，预拱度曲线宜与恒载和 1/2 静荷载产生的挠度曲线形状基本相同，但方向相反。恒载和静活载所引起的竖向挠度不大于桥梁跨度的 1/1600 时，不设置预拱度。

12.3.6 桥跨结构在计算荷载的最不利组合作用下，横向倾覆稳定系数不应小于 1.3。

12.3.7 钢结构导轨梁应能适用千斤顶将其顶起，起顶设施与结构本身都应按起顶荷重 1.3 倍检算。

12.3.8 曲线上线路中心有偏移的桥，以及其他有偏心荷载的桥，应计算偏载对桥跨结构的影响。

12.4 构造要求

12.4.1 导轨梁间应设伸缩缝，伸缩缝除保证梁体能自由伸缩外，还应保证车辆走行轮和导向轮的行走面平顺连接，并应避免伸缩缝与导轨梁之间积水，保证整体满足耐久性要求。

12.4.2 钢结构构件应做好防锈、防腐、防火处理和检查养护设计。

12.4.3 钢结构防腐年限不应小于 15 年。

12.4.4 钢结构桥梁设计应采用措施降低老化、腐蚀、疲劳和设计使用年限内发生的偶然作用导致的伤害。

12.4.5 钢结构桥梁防腐和防火涂料的设计与施工，应符合环境保护的要求。

12.4.6 桥梁钢结构应按 JT/T 722 的规定进行表面处理。

13 供电系统

13.1 一般规定

13.1.1 供电系统应安全、可靠、节能、环保、经济适用。

13.1.2 供电系统应包括中压外部电源、变电所、充电装置、动力照明、电力监控和接地装置。当技术经济合理时，还应设置中压供电网络。

- 13.1.3 供电系统应从城市电网引入不少于两回中压外部电源，当一回电源发生故障时，其他电源不应同时受到损坏。中压外部电源电压应选用交流 10kV、20kV 或 35kV。
- 13.1.4 中压外部电源方案应根据交通线网规划、城市电网现状及规划确定，并应在工程可行性研究报告批复前与电力部门协商确定。
- 13.1.5 中压供电网络线路末端电压偏差应符合 GB/T 12325 的相关规定。
- 13.1.6 低压配电电压采用 220V/380V，动力配电设计应符合 GB 50054 的相关规定，照明设计应符合 GB 50034 的相关规定。
- 13.1.7 与人员及行车安全相关的低压负荷，除主电源外，还应采用下列电源作为应急电源：
- a) 蓄电池；
 - b) 供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路。
- 13.1.8 供电系统电源接入侧的电能质量应符合国家现行的电能质量标准，注入电网的谐波含量应符合 GB/T 14549 限定值的要求。
- 13.1.9 供变电设施设计防火应符合 GB 50229 和 GB 50016 的有关规定。
- 13.1.10 电气设备应具有无自爆、低损耗、低噪声、体积小等特点，应选择符合国家相关节能设计规范和能效限定标准的节能环保型产品。
- 13.1.11 有条件时可采用光伏发电等绿色能源作为补充电源。

13.2 变电所

- 13.2.1 变电所的分布应满足充电装置和动力照明负荷的需求。
- 13.2.2 变压器的数量与容量应根据远期负荷确定。
- 13.2.3 变电所的设备布置可参照 GB 50053 或 GB 50060 的相关规定。
- 13.2.4 变电所的继电保护设置应符合 GB/T 50062 的相关规定。

13.3 充电装置

- 13.3.1 充电装置应结合车辆在线路的充电要求设置，并由充电柜、授流器及各种附件组成。
- 13.3.2 充电装置额定输出电压为 DC640V，输出电流应满足车载储能装置的充电要求。
- 13.3.3 充电装置授流器由正、负极导体及支撑结构组成，其安装位置及安装误差应满足限界要求，并按室外气象条件进行设计。
- 13.3.4 车载储能装置的电能管理系统采用车载形式。

13.4 动力照明

- 13.4.1 动力照明等用电负荷按供电可靠性要求及失电影响程度分为一级负荷、二级负荷、三级负荷，负荷分级应符合 GB 50052 的规定。
- 13.4.2 动力照明应符合下列规定：
- a) 消防及其他防灾用电设备应采用专用的供电回路，消防配电设备应设有明显标志；
 - 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；
 - 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，用电点集中而容量较小的次要用电设备可采用链式配电；
 - g) 动力设备及照明的控制根据需要应采用就地控制和远程控制，以满足车站无人值守的要求；

h) 插座回路应具有漏电保护功能。

13.4.3 车站照明种类分为正常照明、应急照明。应急照明包括备用照明、疏散照明和应急导向标识照明，其设置应符合下列规定：

- a) 正常照明失电后，对需要确保正常工作或活动继续进行的场所应设置备用照明；
- b) 正常照明因故障熄灭或火灾情况下正常照明断电时，对需要确保人员安全疏散的场所应设置疏散照明；
- c) 应急照明供电时间应符合 GB 50016 的相关规定。

13.5 电力监控

13.5.1 电力监控应包括电力调度系统（主站）、变电所综合自动化系统（子站）及数据传输通道。

13.5.2 变电所综合自动化系统宜采用单监控单元、单网配置。

13.5.3 电力监控的功能应满足变电所无人值守的运营要求。

13.5.4 电力调度系统应集成到综合调度系统。

13.5.5 电力监控系统应具备信息安全防护功能。

13.6 电缆

13.6.1 电力电缆与控制电缆应采用阻燃、低烟铜芯电缆。

13.6.2 火灾时需要保证供电的配电线路应采用耐火铜芯电缆或矿物绝缘耐火铜芯电缆，重要信号的控制电缆应具有金属屏蔽层。

13.6.3 电缆敷设应便于施工和检修，应符合 GB 50217 的相关规定。

13.7 过电压防护与接地

13.7.1 车站及车场的防雷设计应符合 GB 50057 的相关规定。

13.7.2 车站及车场设置综合接地系统，接地装置应利用建筑结构钢筋作为自然接地体，其接地电阻不应大于 1Ω ，接触电位差和跨步电位差应符合 GB 50065 的规定。

13.7.3 车站及车场应设置良好的车体接地装置，并与接地装置连接。

14 列车自动控制系统

14.1 一般规定

14.1.1 列车自动控制系统结构及设备配置应满足 GB/T 32590.1 规定的无人干预列车运行（GOA4）和车站无人值守的行车组织要求。

14.1.2 列车自动控制系统应满足列车的无人干预列车运行，列车自动投入/退出运营，并按预定的行车计划及故障运行模式自动行车、自动进出停车线和车场等，列车具备自动唤醒、启动和休眠、自动出入车场、自动清洗、自动行驶、自动启停车、自动开关车门、自动故障运行等功能。

14.1.3 列车自动控制系统应具有部分的应急和故障自动处理功能，具有对列车安全监控及部分应急处理的远程控制功能。

14.1.4 列车自动控制系统宜支持行车组织的预约服务功能，通过综合调度系统的信息交互，实现智能动态调度计划功能响应预约服务。

14.1.5 列车自动控制系统应设置必要的故障监测和报警设备，满足采用信息化手段维护管理的需求，设备应便于维修、测试及更换。

14.1.6 涉及行车安全的系统、设备及电路应满足 TB/T 2615 的要求。采用的安全系统、设备应通过相关安全认证。

14.1.7 列车自动控制系统应满足线路行车最大能力要求，应采用完整的 ATC 系统。双线区段宜满足单线双方向无人干预列车运行的要求；单线区段应满足单线双方向无人干预列车运行的要求。

14.1.8 列车自动控制系统设备的电磁抗干扰度和电磁发射指标应满足 GB/T 17626、GB 9254、GB/T 24338 中的相关要求。

14.1.9 列车自动控制系统的车载设备严禁超出车辆限界，列车自动控制系统的地面设备严禁侵入设备限界。

14.1.10 列车自动控制系统应安全可靠，设备应具有自诊断及故障报警功能，单个设备故障点不应造成总体功能的丧失。

14.2 基本要求

14.2.1 列车自动控制系统应采用移动闭塞或虚拟闭塞的闭塞制式。

14.2.2 列车自动控制系统选择应符合下列规定：

- a) 系统应采用安全、可靠、成熟、先进、性价比高的技术装备，满足系统运行能力和多交路网络化运行的需求；
- b) 系统自身设备，通信、供电等相关设备故障时，系统应满足行车安全的需要，应具有降级使用的功能；
- c) 系统应适应胶轮有轨电车系统工程对运用环境的要求，便于系统工程实施及维护管理。

14.2.3 列车自动控制系统能力应满足下列要求：

- a) 系统的监控范围应结合线路和车场规模设计，系统能力应与线路规模、运行能力相适应；
- b) 系统监控和管理的列车数量应按实现最小追踪间隔时间的需要进行测算，并留有不小于 30% 余量。新线设计时，车载信号设备配备数量，宜按近期配属列车数量计算，根据需要可适当增加；
- c) 线路运行通过能力应按最大客流设计，折返能力应适应最大客流的要求。

14.2.4 列车自动控制系统应能满足与车辆、通信与乘客服务系统、综合调度及火灾报警系统、站台门、道岔和车场设备等系统的接口要求。

14.2.5 列车自动控制系统宜通过集成优化设计减少车载设备体积和质量，其轨旁设备可与弱电等其他设备共用机房，集中设置。

14.2.6 列车自动控制系统宜采用综合 UPS。综合 UPS 电池后备时间应满足行车组织对线路供电故障后在线运行列车的最大疏散时间的要求。

14.2.7 列车自动控制系统控制中心、轨旁、车场设备应接入综合接地系统弱电母排或接地扁钢，接地电阻不应大于 1Ω 。

14.3 构成要求

14.3.1 列车自动控制（ATC）系统应包括下列子系统：

- a) 列车自动监控(ATS)子系统；
- b) 列车自动防护(ATP)子系统（含计算机联锁设备）；
- c) 列车自动运行(ATO)子系统。

14.3.2 列车自动控制系统按所处地域划分可包括以下子系统：

- a) 控制中心设备系统；
- b) 轨旁设备系统；

- c) 车载设备系统;
- d) 车场设备系统。

14.3.3 在保证安全及功能的前提下,宜减少轨旁设备配置。对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。

14.3.4 列车自动控制系统宜配置以地面控制为主的中央集中式列车自动控制系统,通过地面 ATP 设备发送列车运行移动授权、运行计划匹配策略等控车命令及列车运行前方实际线路数据,由列车自动控制系统的车载设备控制列车运行。

14.3.5 列车自动控制系统宜中央集中设置轨旁 ATP、FECI(Full Electronic Computer Interlocking)、ATS 及 DCS(Data Communication Systems)等通信设备,轨旁设置联锁全电子执行单元、信标、无线接入等设备。

14.3.6 车地无线通信应采用冗余网络,宜采用综合承载方式。

14.3.7 ATP 系统应由轨旁设备、车载设备和控制区域内的联锁设备组成。

14.3.8 ATP 地面/车载计算机设备应采用三取二或二乘二取二的安全冗余结构。

14.4 控制方式

14.4.1 列车自动控制系统应能具备下列控制功能:

- a) 控制中心自动控制;
- b) 控制中心人工控制;
- c) 控制中心人工控制优先于控制中心自动控制。

14.4.2 列车驾驶模式宜包含:

- a) 无人驾驶模式;
- b) 人工驾驶模式。

14.4.3 车辆驾驶模式应满足下列要求:

- a) ATC 系统控制区域与非 ATC 系统控制区域的分界处,设驾驶模式转换区,转换区 ATC 设备的配置应与正线 ATC 设备一致;
- b) 驾驶模式转换可采用自动方式或人工方式,并应予以记录。当采用人工方式时,其转换区域的长度宜大于最大编组列车的长度。当采用自动方式时,应根据 ATC 系统的性能特点确定转换区域的设置方式;
- c) 为保证行车安全,在 ATC 控制区域内使用非限制人工驾驶模式时应有破铅封、记录或授权指令要求等技术措施;
- d) 出入车场的列车不应影响正线列车的运行。

14.5 子系统要求

14.5.1 ATS 系统应具备列车运行自动监控、行车计划生成、在线列车偏离运行计划后自动调整等功能;宜通过与综合调度系统的信息交互,自动匹配生成行车计划。

14.5.2 ATS 系统应具有远程人工紧急制动、休眠、唤醒、远程开关门、蠕动模式授权等功能。

14.5.3 ATS 系统应具有超速、冒进信号等事件的报警与记录功能。

14.5.4 ATP 线路数据宜采用地面集中存储方式,满足网络化运营要求。

14.5.5 ATP 系统应确保进路上的道岔、信号机、区段的联锁。联锁条件不符时,严禁进路开通。敌对进路应相互照查,不应同时开通。

14.5.6 ATP 系统导致列车停车应为最高安全准则。车地通信中断、列车完整性检查电路断路、列车超速、列车的非预期移动、车载设备重要故障等均应导致列车强迫制动。

- 14.5.7 ATP 系统内部设备之间的信息传输通道应符合故障导向安全原则。
- 14.5.8 车站站台上应设置紧急停车按钮，当启动紧急停车按钮时，ATP 系统应确保列车在一定范围内紧急停车。
- 14.5.9 ATP 系统在控制中心应设置全系统紧急停车按钮，当启动紧急按钮时，运行列车全部停车。
- 14.5.10 ATO 系统应具有车门、站台门的联动控制和对位隔离功能。
- 14.5.11 ATO 系统应具有冲标后的对位自动调整功能。
- 14.5.12 ATO 系统应具有车辆在站台、存车线精确停车和休眠唤醒功能。
- 14.5.13 ATO 系统应根据线路条件、道岔状态、前方列车位置等，实现列车速度自动控制。列车在区间停车后，在条件具备的情况下列车应自动启动。车站发车时，列车启动应由系统自动控制。

14.6 RAMS 要求

14.6.1 RAMS 的主要安全性技术应达到以下要求：

- a) 系统中涉及行车安全设备应符合故障—安全原则，系统涉及行车安全功能的安全完整性等级（SIL）应达到 4 级；
- b) 系统应按照 GB/T 21562、GB/T 28808 和 GB/T 28809 关于安全完整性等级的规定，满足下表 6 所示的安全完整性等级要求：

表 6 系统或设备安全完整性等级要求

子系统	安全完整性等级(SIL)
列车自动监控系统(ATS)	2 级
列车自动防护系统(ATP)	4 级
列车自动运行系统(ATO)	2 级
全电子计算机联锁 (Full Electronic Computer Interlocking)	4 级
列车位置占用检测装置(Tram detection device)	4 级

- c) 涉及行车安全的系统设备，在错误操作发生时，不应导致危险侧输出。自动列车运行控制系统安全设备导向危险侧的概率指标： $10^{-9} \leq \text{概率指标} < 10^{-8}/\text{h}$ （h 为运行小时）；
 - d) 列车自动控制系统设计、集成、制造、测试应采取安全性措施，工程应用时应通过独立第三方权威机构的安全认证；
 - e) 列车自动控制系统宜满足 GB/T 22239 规定的信息系统安全保护能力第三级要求。
- ##### 14.6.2 RAMS 的主要技术应达到以下要求：
- a) 列车自动控制系统应具有较高的可靠性、可用性和可维护性；
 - b) 列车自动控制系统对于关键设备和系统应采用硬件和软件冗余的系统结构，提高其可靠性；
 - c) 列车自动控制系统应采用智能化的故障自检技术、提高系统的故障检测覆盖率，并采用故障自愈和故障隔离等技术，提高系统的可用性；
 - d) 列车自动控制系统的可用性指标不应小于 99.98%。

15 通信与乘客服务系统

15.1 一般规定

15.1.1 通信与乘客服务系统应为日常运营管理、行车指挥提供经济高效、成熟可靠的技术服务，为乘客提供便捷的音视频资讯服务。紧急情况下，通信与乘客服务系统应具备应急救援通信功能。

15.1.2 通信与乘客服务系统宜采用中心集中控制，车站仅设置前端设备，以精简站级设备规模，降低投资和维护工作量。

15.1.3 通信与乘客服务系统的建设应将近期建设规模和远期发展规划相结合。系统设备应符合电磁兼容性的要求，并具有抗电气干扰性能，应满足国家现行有关过电压、过电流指标及端口抗干扰度试验标准的要求。

15.2 通信系统

15.2.1 通信系统应满足胶轮有轨电车系统对语音、数据和图像等信息传送的需要，宜设置独立的通信系统，包括骨干网、无线通信、智能信息化系统、时钟、电话等子系统。

15.2.2 骨干网系统应由光纤介质和光网络设备组成，应满足通信、乘客信息及服务、自动售检票、安防、列车自动控制、电力监控、综合调度等系统信息传输的要求。骨干网络应采取可靠的网络安全及信息安全措施。

15.2.3 无线通信系统包括无线对讲系统和车地无线通信网络两个部分，其中：

- a) 无线对讲系统应满足控制中心工作人员与移动作业人员的无线通话要求，并具备可视对讲功能和集中录音功能，同时可作为紧急状态下的通话手段；
- b) 车地无线通信网络可租用或自建。自建车地无线通信网络宜选用综合承载方式，由列车自动控制系统统一构建可满足车辆运行控制业务和车辆信息资讯等业务的承载网络。

15.2.4 智能信息化系统应为胶轮有轨电车系统电子办公、设备健康管理、内外部信息、日常维护、资产管理等信息提供管理和发布平台，并具备完善的网络安全措施。

15.2.5 时钟系统应为胶轮有轨电车系统运营提供统一的标准时间信息。

15.2.6 电话系统宜根据需求采用公专合设的方式，实现调度电话功能和公务电话功能。

15.3 乘客信息及服务系统

15.3.1 胶轮有轨电车系统宜设置乘客信息及服务系统。系统具备广播、信息发布、求助对讲和客流监测等功能。

15.3.2 广播系统应具有与火灾自动报警系统联动的功能。

15.3.3 列车广播系统与车辆配套设置，具有自动和人工播音功能，同时可接受控制中心调度人员通过无线对讲系统面向列车中的乘客进行语音广播。

15.3.4 系统宜在车站公共区和车厢内部配置信息显示屏、广播扬声器和乘客求助对讲机、客流监测装置；控制中心宜配置广播主机、信息播控设备和求助对讲主机。

15.3.5 系统可具备乘车预约服务功能。

15.4 售检票系统

15.4.1 胶轮有轨电车系统宜设置自动售检票系统(AFC)。

15.4.2 自动售检票系统由中央计算机系统、车站售检票等设备组成，与城市“一卡通”清算系统互联，实现清分结算的功能，车站售检票设备利用通信骨干网直接受中央计算机系统管控。

15.4.3 自动售票机可支持现金、移动支付、银联卡等方式购买车票。

15.4.4 自动检票设备可根据实际情况采用闸机或检票读卡器读取实体单程票、二维码车票、储值卡和银联卡等车票介质。

15.4.5 自动售检票设备应根据客流规模进行配置，如车站设有闸机设备，应具备紧急状况下自动开启闸机的功能。

15.5 安防系统

15.5.1 胶轮有轨电车系统应根据 GB 51151 设置安防系统，安防系统宜包括视频监控和门禁系统。

15.5.2 视频监控系统为控制中心调度员提供车站运营、车辆运行、防灾、救灾及乘客疏导等方面的视频图像信息，并具有图像智能分析功能。

15.5.3 视频监控系统采用高清网络监控技术，宜在车站公共区、车站重要设备用房、站台门、楼扶梯、道岔区域、区间和车辆车厢等重要区域设置摄像机。

15.5.4 重要通道门、设备用房及管理用房宜设置门禁，对出入行为进行监控和安全管理。

15.5.5 门禁系统与火灾自动报警系统进行联动控制，满足消防疏散的要求。

15.6 其他规定

15.6.1 通信与乘客服务系统宜根据运营管理要求与相关系统集成设置。

15.6.2 车站设备机房宜采用与其他专业合设的建设模式。

15.6.3 区间光电缆采用盒式线槽防护的安装方式。

15.6.4 通信与乘客服务系统宜与其他专业合设不间断电源系统供电，并考虑后备电源时间。

15.6.5 地上车站宜采用无卤、低烟的阻燃光电缆，区间主干光电缆应耐受雨淋和阳光辐射。

15.6.6 通信与乘客服务系统设备的接地系统设计，应满足人身安全和设备正常运行的要求，车站和控制中心宜采用综合接地方式，接地电阻值不应大于 $1\ \Omega$ 。

16 综合调度及火灾报警与应急指挥系统

16.1 一般规定

16.1.1 胶轮有轨电车系统宜建立以行车指挥为中心的集中式综合调度系统，系统应采用一级管理、二级控制的集中管理与控制模式。

16.1.2 综合调度系统宜具备在无人干预列车运行模式下对车辆集中调度与监控、乘客服务、车站机电设备监控与管理等功能。

16.1.3 火灾自动报警系统的设置和监管模式应根据车站敷设方式、建筑规模及消防设施配置等条件选择。

16.1.4 火灾自动报警系统除应符合本标准的规定外，尚应符合 GB 50016、GB 50067 及 GB 50116 的有关规定。

16.1.5 胶轮有轨电车系统宜配置满足应急处置和救援指挥的应急指挥系统。

16.1.6 综合调度与应急指挥系统面向的对象应为运营调度、运营管理和维护等人员。

16.2 综合调度系统

16.2.1 综合调度系统主要为行车调度、车辆监控、乘客服务、电力调度、防灾救灾、系统维修和管理等提供运营服务，宜具备对全线列车调度和监控、乘客服务、电力调度、机电设备监控等功能，及以下联动功能：

- a) 正常工况，自动或半自动下发及调整行车计划、启动日常广播和列车进站广播、开关站广播、文字与视频信息发布、车站日常场景视频监控、门禁设备控制、自动售检票设备上线/下线等联动功能；

- b) 火灾工况，自动或半自动启动火灾应急广播、监视火灾区域视频、发布火灾文字信息、启动火灾防烟排烟模式、释放闸机、调整行车计划等联动功能；
 - c) 紧急工况，自动或半自动启动紧急信息发布、应急联动等功能。
- 16.2.2 综合调度系统监控和管理的对象宜包括：车辆、站台门、视频监控、广播、乘客信息、门禁、电力设备、照明、电梯、自动扶梯、给水与排水、通风空调、防灾报警等设备及系统，以及重要设备机房环境参数等。
- 16.2.3 综合调度系统宜集成列车自动监控(ATS)、车辆管理、电力监控、站台门、广播、乘客信息、视频监控、门禁、火灾自动报警等系统，互联自动售检票、时钟等系统。
- 16.2.4 综合调度系统宜建立统一的软、硬件平台，实现相关各子系统之间的信息共享、协调运作。
- 16.2.5 综合调度系统宜由中央级调度与控制层、现场级设备层、骨干网等组成，设备应选择安全可靠、可维护、易扩展的网络及控制产品，核心设备应采用冗余配置；骨干网宜与通信骨干网共用。
- 16.2.6 综合调度系统集成列车自动监控(ATS)时，其系统安全完善度等级应满足安全完整性等级（SIL）2级标准。
- 16.2.7 综合调度系统宜满足 GB/T 22239 规定的信息系统安全保护能力第三级要求。

16.3 火灾自动报警系统

- 16.3.1 地面车站、高架车站的重要设备机房应设置独立式火灾探测报警器，公共区和设备区宜设置手动火灾报警装置，并将报警及火灾探测设备故障信号上传至控制中心；控制中心、地下车站、车场等区域或场所应设置火灾自动报警系统。
- 16.3.2 车辆的火警及火灾探测设备故障信号应上传至控制中心。
- 16.3.3 火灾自动报警系统可集成于综合调度系统，由综合调度系统实现全线火警和火灾报警设备的集中监控、管理和发布联动控制指令等功能；现场火灾报警设备实现火灾探测和报警功能，并与综合调度系统共同完成消防联动控制功能。
- 16.3.4 全线的消防控制中心宜设置在控制中心，地下车站宜设置消防控制室；控制中心、车场应设置消防控制室。

16.4 应急指挥系统

- 16.4.1 应急指挥系统应具备应急预案及应急资源管理、紧急事件应急处理与辅助决策、演示演练、紧急事件回放等功能。
- 16.4.2 应急指挥系统宜采用分布式系统，并支持移动终端的接入。移动终端的接入网络宜采用公众移动通信网络。
- 16.4.3 应急指挥系统软件应支持预案的编制、推演、评估、修订和可视化等功能。
- 16.4.4 应急指挥系统宜满足 GB/T 22239 规定的信息系统安全保护能力第二级要求。

16.5 控制中心

- 16.5.1 胶轮有轨电车系统应建立控制中心，车场调度中心可与控制中心合设。
- 16.5.2 控制中心可监控管理单条或多条胶轮有轨电车系统的线路，其建设模式和规模应根据胶轮有轨电车系统的线网布局规划和项目的具体情况确定。
- 16.5.3 控制中心应考虑资源共享，宜适当预留已规划的后续线路的接入条件。
- 16.5.4 控制中心宜靠近线路，可与车场、车辆上下线平台、车站等场所合建。
- 16.5.5 控制中心应具备行车调度、车辆管理、乘客服务、电力调度、机电设备监控、票务管理、防灾指挥等调度和管理功能，对运营全过程进行集中监控、统一指挥和管理，主要功能如下：

- a) 监控、指挥列车运行和自动或人工调整运行计划；
 - b) 监控和管理通信、供电、机电设备、防灾报警等系统和设备运行；
 - c) 向列车和车站的乘客提供服务，并监控和管理服务过程；
 - d) 可响应乘客预约出行请求；
 - e) 紧急事件处置及组织应急救援；
 - f) 线路各系统设备故障信息的收集，组织指挥大型故障的抢修和抢险工作；
 - g) 线路控制中心宜预留与上一级指挥平台的接口，服从线网统一调度指挥等。
- 16.5.6 控制中心应兼作防灾和应急指挥中心，并应具备防灾和应急指挥的功能。
- 16.5.7 控制中心宜配置列车自动控制、通信、乘客服务、综合调度、票务、防灾报警、应急指挥等系统。
- 16.5.8 控制中心宜由中央控制室、设备机房、管理用房及辅助用房等区域组成。
- 16.5.9 中央控制室总体工艺布置及设备布置应以行车调度指挥为主，中央控制室工艺布置宜分为综合显示层、调度操作层和指挥层。
- 16.5.10 中央控制室宜设置调度操作台及综合显示系统。综合显示系统应满足全线车辆运行情况、车厢内与车站客流状况、应急指挥等图像和文字信息实时显示的要求，配置以经济、适用为原则。
- 16.5.11 控制中心各系统设备宜合用机房，设备机房工艺布置应遵循经济适用、布局合理的原则。
- 16.5.12 控制中心的建筑、结构设计及供电、环控、给排水和消防等辅助设施，应满足各系统的工艺要求。
- 16.5.13 控制中心的电源容量与电能质量应满足各系统及设备、设施的用电要求，在控制中心外部电源中断时，控制中心的后备电源应满足正常运营调度要求。
- 16.5.14 控制中心应设置火灾自动报警、水消防、防排烟、门禁及安防等系统和设施。
- ## 16.6 控制中心设施
- 16.6.1 综合调度系统在中央控制室宜配置调度工作站、综合显示屏、调度操作台等设备及软件系统；在中心设备机房宜配置计算、存储、网络及信息安全等设备和软件系统。
- 16.6.2 应急指挥系统在控制中心中央控制室宜配置操作终端等设备及软件系统；在控制中心的设备机房宜配置计算、存储、网络及信息安全等设备及软件系统，宜与综合调度系统共享硬件平台。
- 16.6.3 火灾自动报警系统在控制中心宜配置火灾报警控制器、火灾探测器、手动报警按钮、声光警报器、图形显示装置等。
- 16.6.4 消防广播宜与业务广播合用。
- ## 16.7 车站设施
- 16.7.1 综合调度系统在车站的设备机房应设置数据采集和控制装置、网络接入设备等。
- 16.7.2 火灾自动报警系统在地下车站应设置火灾报警控制器、火灾探测器、手动火灾报警按钮、火灾声光警报器等设备。
- ## 16.8 其他规定
- 16.8.1 车场应设置火灾报警控制器、火灾探测器、手动火灾报警按钮、火灾声光警报器、图形显示装置等火灾自动报警设备。
- 16.8.2 车场的机电设备宜接入综合调度系统统一监控和管理。
- 16.8.3 综合调度系统、应急指挥系统在控制中心、车站、车场的设备用房宜与其他设备系统合用。

16.8.4 综合调度系统、应急指挥系统的电源宜采用集中 UPS 供电，UPS 后备电源供电时间不应小于 1h。

16.8.5 火灾自动报警系统的电源应采用消防电源供电。

16.8.6 综合调度系统、应急指挥系统、火灾自动报警系统宜采用综合接地系统，接地电阻不应大于 1Ω 。

17 机电设备

17.1 通风空调

17.1.1 胶轮有轨电车系统的内部空气环境范围包括车站、控制中心、车场，内部空气环境应采用通风、空调或采暖系统进行控制。通风、空调或采暖系统应保证其内部空气环境能满足人员健康和设备正常运转需求。

17.1.2 胶轮有轨电车系统的通风、空调与采暖系统应具有下列功能：

- a) 当车辆在正常运行时，应保证内部空气环境在标准规定范围内；
- b) 当车站内发生火灾事故时，应具备排烟、通风功能。

17.1.3 通风、空调与采暖系统应按预测的远期客流量和最大的通过能力设计，设备配置应分期实施。

17.1.4 通风、空调与采暖系统的设备、管道及配件布置应为安装、操作、测量、调试和维修预留空间位置。

17.1.5 通风、空调与采暖系统应选用高效、节能、紧凑型设备，系统设备应考虑综合节能措施。

17.1.6 通风、空调与采暖系统的管材、消声材料应采用 A 级不燃材料；保温材料采用不低于 B1 级难燃材料。管材及保温材料应具备有防潮、防腐、防蛀、耐老化和无毒的性能。

17.1.7 控制中心、车场等地面相关建筑的通风、空调与采暖设计，除满足工艺要求外，还应符合地面建筑现行有关设计规范的规定。

17.1.8 通风、空调与采暖的室外空气计算温度、相对湿度应采用当地现行的地面建筑设计相关规范的规定。

17.1.9 地面和高架车站的站台、站厅应采用自然通风，必要时可设置机械通风。

17.1.10 车站、控制中心、车场的设备用房应根据工艺要求设置通风、空调与采暖系统，设计温湿度按工艺要求确定。

17.1.11 车站通风和空调系统应设就地控制和控制中心控制的两级控制。

17.2 给水与排水

17.2.1 给水

给水系统应满足以下要求：

- a) 给水系统应满足生产、生活和消防用水对水量、水压和水质的要求，并应坚持综合利用、节约用水的原则；
- b) 给水水源应采用城市自来水，当沿线无城市自来水时，应采取其他可靠的给水水源；
- c) 当城市自来水的供水量和供水压力不能满足生产、生活给水系统用水要求时，应设置给水加压设施；
- d) 车场的生产、生活给水系统宜与室外消防给水系统分开布置；
- e) 给水管材应符合下列规定：
 - 1) 室外给水管宜采用球墨铸铁给水管和胶圈接口；

- 2) 室内生产、生活给水管道宜采用钢塑复合管、铜管或薄壁不锈钢管等符合国家有关规定及生活饮用水标准的管材；
- 3) 敷设在垫层内的给水管道宜采用钢塑复合管，给水管的外壁应采取防腐措施。
- f) 管道穿越屋面或钢筋混凝土水池的池壁时应设置防水套管。

17.2.2 排水

排水系统应满足以下要求：

- a) 各类污、废水及雨水的排放应符合国家现行有关标准和排水体制的规定；
- b) 屋面雨水排水系统应迅速、及时地将屋面雨水排至室外雨水管渠或地面；
- c) 设计暴雨强度应按当地或相邻地区暴雨强度公式计算确定；
- d) 屋面雨水排水管道的排水设计重现期应按当地 2~5 年一遇的暴雨强度计算，设计降雨历时应按 5min 计算；排水工程与溢流设施的总排水能力不应小于 10 年暴雨重现期的雨水量；
- e) 屋面排水天沟及排水明沟的纵向坡度不宜小于 3‰；
- f) 地面和高架车站的排水应按重力流排水方式设计，不能按重力流排放时，应设排水泵提升排入城市排水系统；
- g) 车场的含油废水不符合国家和地方规定的排放标准时，应经过处理达到标准后排放至城市排水管网；
- h) 车场的生产废水、生活污水宜集中后按重力流方式排入城市污水排水系统，如不能按重力流方式排放，则应设污水泵站提升并排入城市污水排水系统；
- i) 排水管材的选型应符合下列规定：
 - 1) 室内重力流排水管宜采用阻燃型硬聚氯乙烯排水管或柔性接口机制铸铁排水管及管件；
 - 2) 压力排水管宜采用热镀锌钢管或钢塑复合管；
 - 3) 室外埋地排水管宜采用埋地塑料管或钢筋混凝土管，当管径大于等于 DN300 时采用钢筋混凝土管。

17.2.3 给排水设备监控

给排水设备监控应满足以下要求：

- a) 给水与排水系统设备宜按自动化管理设计；
- b) 生产、生活给水设备应在综合调度系统显示设备运行、手/自动及故障等状态信息；
- c) 排水泵应采用液位自动控制、就地控制和远程控制方式；
- d) 排水设备应在综合调度系统显示设备运行、手/自动、故障等状态及液位信息。

18 车场

18.1 一般规定

18.1.1 胶轮有轨电车系统可因地制宜设置车场，用于车辆定期检修及故障修，以及必要的车辆停放、清洁及维护。

18.1.2 胶轮有轨电车系统可利用停车线实现车辆停放、清洁、定期检修及维护等功能，车辆大修及故障修采用委外或返厂模式。

18.1.3 控制中心宜承担对停放及维修返线车辆进行车辆运行调度的功能。

18.1.4 车场应包括出入线、检修线以及必要的停车线、洗车线等设施。

18.1.5 车场的用地范围宜统筹考虑运营车辆数量的变动范围，设计应以车辆的技术条件和参数为依据。

18.1.6 车场出入线宜同时设置入场和出场的信号设备。

18.1.7 车场应有完善的消防设施，应符合 GB 50016 的有关规定。

18.2 功能、规模

18.2.1 车场主要承担下列一项或多项功能：车辆检修、维护、停车和清洁作业。

18.2.2 停车线主要承担下列一项或多项功能：车辆停放、清洁、维护及检修功能。

18.2.3 车场规模应根据车辆技术条件，配属车辆编组和数量、检修周期和检修时间计算确定，并综合考虑停车线和存车线的停放、清洗、检修能力以及委外和返厂修理能力。

18.2.4 在满足功能要求、保证运营安全和作业顺畅的前提下，严格控制规模，尽量减少用地面积和拆迁工程。

18.2.5 胶轮有轨电车系统可多线共用车场。

18.2.6 车辆检修周期可执行表 7 的规定。

表 7 车辆检修周期表

类别	检修种类	里程（万公里）	时间	检修时间	维修模式
定期检修	日检/双日检	—	1 天/2 天	1 小时/列	停车线/存车线车场
	月检	1	30 天	1 天/列	
	季检	3	90 天	2 天/列	
	大修	50	5 年	10 天/列	委外返厂车场
故障修	临修	—	—	—	委外返厂车场

注：各检修修程中，行驶里程和时间周期两个指标按先到者为准。

18.2.7 车辆、设备设施的检修宜从定期（预防性）检修向状态修过渡，以降低车辆、设备设施的寿命周期成本，提高利用率。

18.2.8 车场检修线应为有人区，出入线、洗车线应为无人区，其中洗车线应同时具备无人驾驶和人工驾驶的功能。

18.2.9 车场线路设计应符合表 8 规定。

表 8 车场线路要素设计要求

线路要素	一般地段	困难地段
道岔曲线半径(m)	20	15
圆曲线长度(m)	10	5
曲线间夹直线(m)	10	5

18.2.10 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 3m。

18.2.11 车场内线间距、线路长度根据工艺及结构的要求确定。

18.2.12 车辆运用设施应包括停车线、洗车线及相应辅助设施。

18.2.13 车场设备通常包括检修专用工具、移动式架车机、吹扫设备等。

19 防灾与救援

19.1 一般规定

- 19.1.1 胶轮有轨电车系统应具有对火灾、风灾、地震、雷击、停电和停车事故等灾害的预防设施。
- 19.1.2 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。
- 19.1.3 胶轮有轨电车系统车站与其他商业等建筑相连接时，站台与其他区域应划分成不同的防火分区。
- 19.1.4 车站应配备防灾救护设施，区间及车场应配备防灾救援设施。
- 19.1.5 控制中心应作为正线安全疏散及救援指挥中心。系统应能自动监视全线运行，一旦发生火灾和紧急情况，确认后应启动相应的紧急模式。
- 19.1.6 建筑防火应符合 GB 50016 的规定，建筑防烟排烟应符合 GB 51251 的规定。
- 19.1.7 消防给水与灭火应符合 GB 50974 的规定。

19.2 防灾通信

- 19.2.1 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；同时，应配备在发生灾害时供救援人员进行地上、地下联络的无线通信设施。
- 19.2.2 控制中心应设置防灾无线通信控制台，车站及车场应设置无线通信设备。
- 19.2.3 控制中心应设置广播控制台，车站、车场应设置广播终端。
- 19.2.4 控制中心应设置监视器。
- 19.2.5 防灾调度电话系统应在控制中心设总机，在车站、车场设分机。
- 19.2.6 通信系统应具备火灾时能迅速转换为防灾通信的功能。

19.3 救援疏散

- 19.3.1 乘客疏散有以下方式：
 - a) 车站疏散：利用救援车辆或自身储能供电装置把故障列车连同乘客带至车站，并从车站疏散至安全区域；
 - b) 区间疏散：乘客可以直接由车厢走到导轨梁中间的紧急疏散通道，并沿线路步行到紧急疏散楼梯或车站。
- 19.3.2 为适应列车无人驾驶模式和车站无人值守模式，车站公共区、出入口通道应设置视频监控和远程控制装置，特别是容易发生安全事件的自动扶梯、电梯、检票机、卷闸门口部及站台前端等。
- 19.3.3 紧急疏散通道是供乘客紧急疏散时从车辆紧急疏散门疏散至疏散平台的区间。紧急疏散门设有安全疏散梯。
- 19.3.4 系统应为所有公众安全疏散路线创造安全环境，紧急疏散通道应设置疏散指示标志。
- 19.3.5 车站站台、站厅和出入口通道的乘客疏散区内不应设置商业场所，除车辆运营服务设备、设施外，也不应设置妨碍乘客疏散的设备、设施及其他物体。

20 环境保护

20.1 一般规定

- 20.1.1 环境保护设计应遵循“统一规划、合理布局、预防为主、综合治理”的原则。
- 20.1.2 系统环境保护工程设计应符合国家现行相关规范的要求。系统设计应达到国家和地方污染物排放标准的规定，并应符合城市环境功能区划及相关环境质量标准的要求。

20.1.3 环境保护措施及其防护对象应根据环境保护主管部门批复的环境影响报告书所确定的环境保护目标及核准的污染防治措施来确定。

20.2 噪声与振动

噪声和振动限值应符合国家现行相关规范的要求。

20.3 电磁辐射

系统应与周围环境电磁兼容。系统运行时，无论是否传导、辐射或诱发，应不会产生干扰现场和周围所使用电磁装置或设备正常运行的电磁辐射。

20.4 空气质量与废弃物回收

20.4.1 系统排放的空气污染物应符合国家有关法律及标准的规定。

20.4.2 系统应尽可能采用可回收的环保材料，正常运营时产生的废弃物（如轮胎、电池、易损零部件等）应当得到妥善回收和利用。

21 系统保证

21.1 一般规定

系统运营前应对系统构成所采用的最低标准是否符合本标准要求验证和展示，系统验证和展示可以单独进行，或与验收活动相结合。这些系统验证和展示内容为国家相关标准所涉及系统的技术功能和安全功能项。

21.2 系统适用性检查

当存在以下内容时，应当依据标准进行系统适用性检查：

- a) 影响功能的环境或工作条件发生变化；
- b) 有关工程的功能设计、材料、制造工艺和/或接口中相关的工程发生变化。

21.3 验证方法

宜通过以下方式验证是否符合本标准的要求：

- a) 设计审查；
- b) 分析；
- c) 鉴定试验；
- d) 验收测试；
- e) 检验；
- f) 演示；
- g) 以前的经验。

21.4 现场验证展示

主要子系统和系统集成的验证和展示应当依据图1所示流程进行。

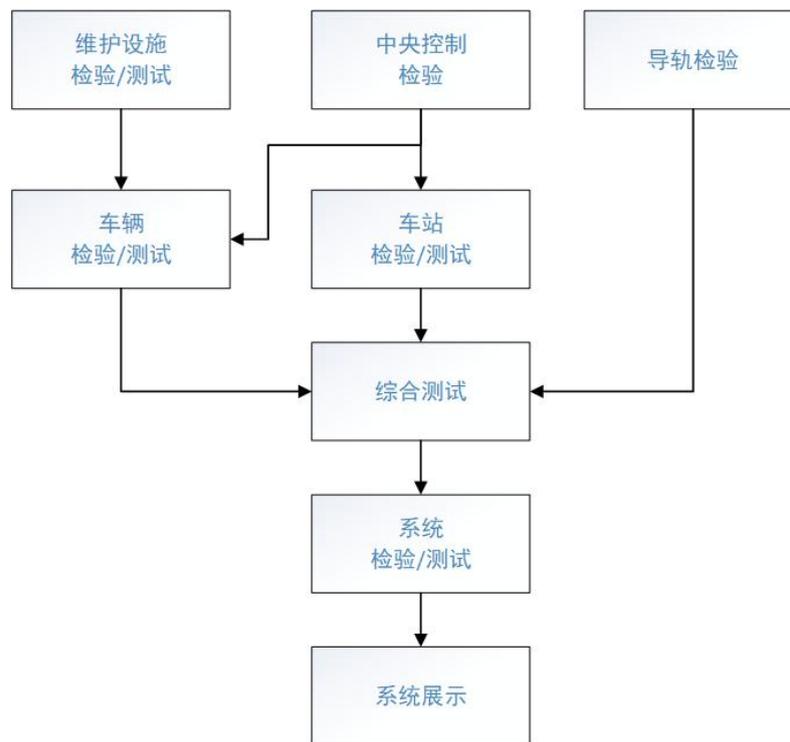


图 1 主要子系统和系统集成的验证和展示流程

21.5 系统验证展示文件

系统验证展示文件应包括：

- a) 设计审查和分析报告；
- b) 制造商（承包商，包括分包商）系统安全/质量管理体系的认证、产品质量报告；
- c) 主要的子系统测试报告，系统集成测试报告；
- d) 所有安全功能的安全评估报告和安全认证证书。

21.6 试运营

21.6.1 系统试运营前应从工程竣工验收、文件资料归档、规章制度的建立、人员培训和上岗、系统运行维护、客运服务组织、应急预案制定、试运营安全评估、政府相关部门审批等各方面完成相关工作。

21.6.2 系统试运行期不应少于 3 个月，其中连续 20 天应按照运营初期列车运行图组织行车。

21.6.3 验收合格后系统方可允许投入商业运营。

附录 A
(规范性附录)
胶轮有轨电车系统限界图

A.1 区间直线地段车辆轮廓线、车辆限界和设备限界

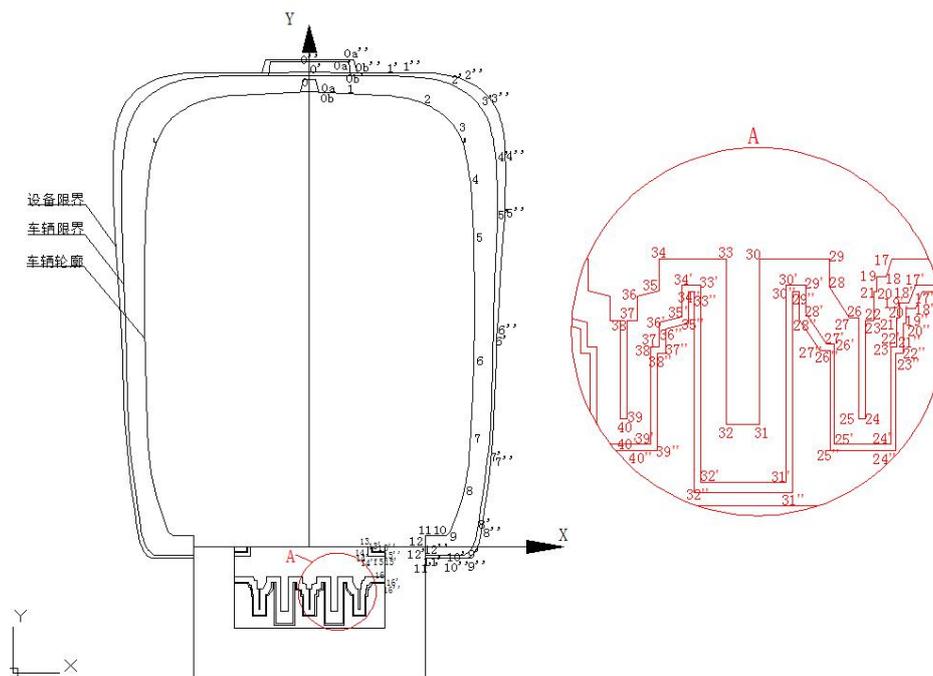


图 A.1.1 区间直线段车辆轮廓线、车辆限界、设备限界图

表 A.1.1 车辆轮廓线坐标表 (单位 mm)

坐标点	0	0a	0b	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0	45	68	417	849	1051	1176	1202	1203	1185	1112
Y	3463	3463	3373	3356	3280	3128	2726	2331	1395	873	338
坐标点	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
X	1032	1002	850	850	430	430	550	550	410	401	387
Y	113	87	87	0	0	-72	-72	-219	-219	-246	-246
坐标点	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X	387	382	382	370	370	360	360	345	313	313	208
Y	-269	-269	-314	-314	-465	-465	-310	-310	-262	-219	-219
坐标点	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
X	208	157	157	54	54	20	20	6	6	0	
Y	-474	-474	-219	-219	-268	-277	-314	-314	-465	-465	

注：0-0b 为天线轮廓，1-11 为车体轮廓，13-15 为防侧翻挡块轮廓，17-29，34-40 为充电刀片轮廓，30-33 为静电靴轮廓。

表 A.1.2 区间直线地段车辆限界坐标表（单位 mm）

坐标点	0'	0a'	0b'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
X	0	287	302	619	1048	1244	1364	1375	1344	1312	1241
Y	3595	3595	3493	3490	3423	3275	2876	2482	1546	718	186
坐标点	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
X	1167	1137	850	850	455	455	550	550	445	436	422
Y	-35	-60	-60	0	0	-42	-42	-259	-259	-286	-286
坐标点	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'
X	422	417	417	408	408	322	322	310	278	278	248
Y	-309	-309	-354	-354	-505	-505	-350	-350	-302	-259	-259
坐标点	31'	32'	33'	34'	35'	36'	37'	38'	39'	40'	
X	248	118	118	89	89	55	55	41	41	0	
Y	-564	-564	-259	-259	-308	-317	-354	-354	-505	-505	

表 A.1.3 区间直线地段设备限界坐标表（单位 mm）

坐标点	0''	0a''	0b'	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''
X	0	320	350	707	1134	1326	1433	1433	1375	1334	1266
Y	3610	3610	3516	3515	3461	3320	2924	2530	1594	695	162
坐标点	9''	10''	11''	12''	13''	14''	15''	16''	17''	18''	19''
X	1191	1162	850	850	460	460	550	550	455	446	432
Y	-60	-85	-85	0	0	-37	-37	-269	-269	-296	-296
坐标点	20''	21''	22''	23''	24''	25''	26''	27''	28''	29''	30''
X	432	427	427	415	415	315	315	300	268	268	258
Y	-319	-319	-364	-364	-515	-515	-360	-360	-312	-269	-269
坐标点	31''	32''	33''	34''	35''	36''	37''	38''	39''	40''	
X	258	107	107	99	99	65	65	51	51	0	
Y	-579	-579	-269	-269	-318	-327	-364	-364	-515	-515	

A.2 车站直线地段车辆轮廓线和车辆限界

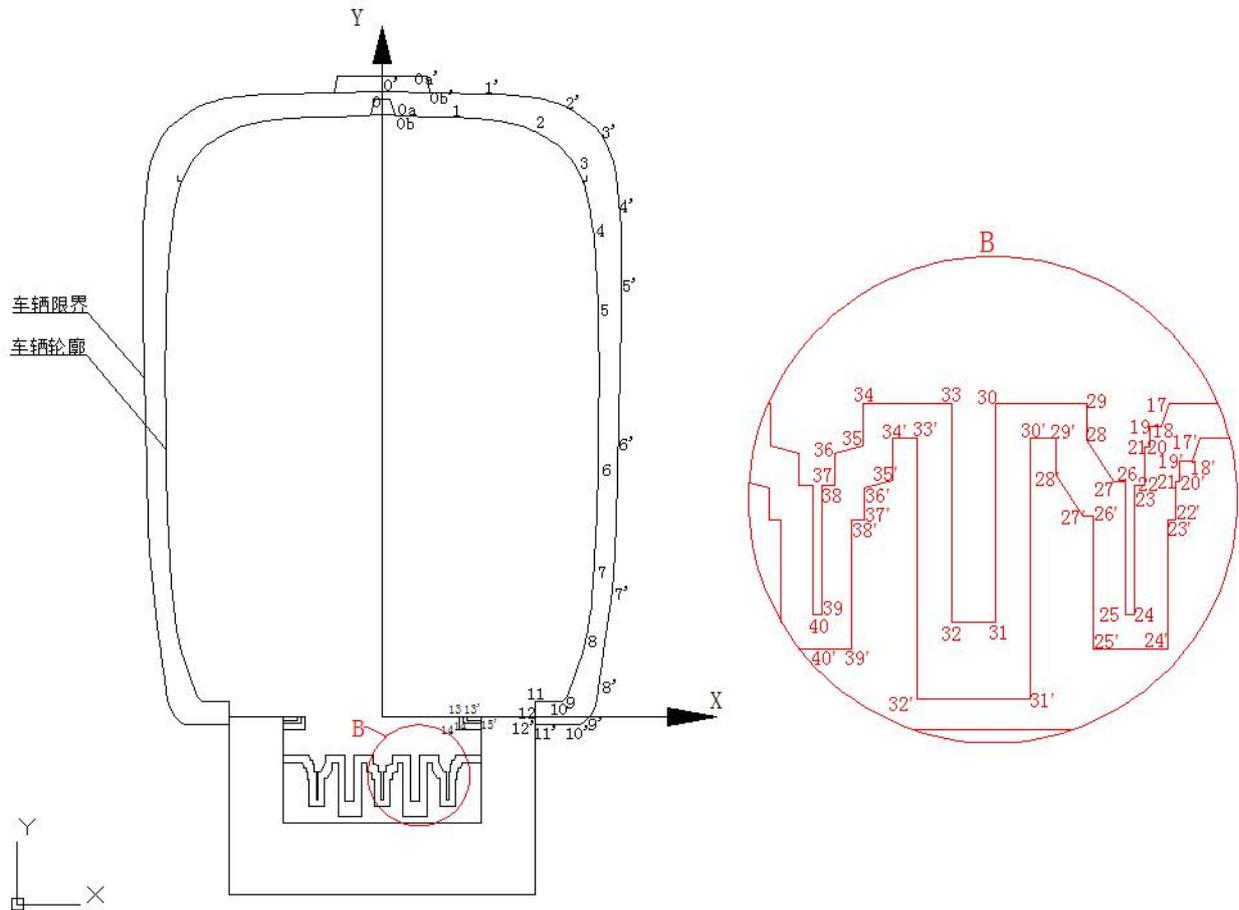


图 A.2.1 车站直线段车辆轮廓线、车辆限界、设备限界图

表 A.2.1 车辆轮廓线坐标表 (单位 mm)

坐标点	0	0a	0b	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0	45	68	417	849	1051	1176	1202	1203	1185	1112
Y	3463	3463	3373	3356	3280	3128	2726	2331	1395	873	338
坐标点	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
X	1032	1002	850	850	430	430	550	550	410	401	387
Y	113	87	87	0	0	-72	-72	-219	-219	-246	-246
坐标点	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X	387	382	382	370	370	360	360	345	313	313	208
Y	-269	-269	-314	-314	-465	-465	-310	-310	-262	-219	-219
坐标点	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
X	208	157	157	54	54	20	20	6	6	0	
Y	-474	-474	-219	-219	-268	-277	-314	-314	-465	-465	

注：0-0b 为天线轮廓，1-11 为车体轮廓，13-15 为防侧翻挡块轮廓，17-29，34-40 为充电刀片轮廓，30-33 为静电靴轮廓。

表 A.2.2 车站直线地段车辆限界坐标表（单位 mm）

坐标点	0'	0a'	0b'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
X	0	252	268	583	1013	1211	1323	1337	1313	1282	1212
Y	3593	3593	3491	3489	3422	3274	2875	2481	1545	731	198
坐标点	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
X	1137	1107	850	850	455	455	550	550	445	436	422
Y	-24	-49	-49	0	0	-42	-42	-259	-259	-286	-286
坐标点	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'
X	422	417	417	408	408	322	322	310	278	278	248
Y	-309	-309	-354	-354	-505	-505	-350	-350	-302	-259	-259
坐标点	31'	32'	33'	34'	35'	36'	37'	38'	39'	40'	
X	248	118	118	89	89	55	55	41	41	0	
Y	-564	-564	-259	-259	-308	-317	-354	-354	-505	-505	

附录 B
(资料性附录)
列车阻力

B.1 列车起动阻力

在无试验数据的情况下，可采用以下公式计算：

$$R_s = 12 \text{ N/KN}$$

式中：

R_s ——列车启动阻力 (N/KN)。

B.2 列车通过曲线的阻力 (R_r)

在无试验数据的情况下，可采用以下公式计算：

$$R_r = 800W / R$$

式中：

R_r ——曲线阻力 (kgf)；

W ——列车重量 (t)；

R ——曲线半径 (m)。

B.2 列车基本阻力

在无试验数据的情况下，可采用以下公式计算：

$$W_0 = 8.99 + 0.0432v + 0.00071v^2$$

式中：

W_0 ——基本阻力，单位N/kN；

v ——运行速度，km/h。

附录 C
 (规范性附录)
 缓和曲线长度表

表 C.1 缓和曲线长度表

缓和曲线长度 (m) 半径 (m)	速度 (km/h)	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15
1000		28	22	18	14	10							
900		32	26	20	16	12	8						
800		34	28	22	18	14	10	6					
700		40	32	26	20	14	10	8					
600		46	38	30	22	18	12	10					
550		50	40	32	24	18	14	10	6				
500		56	44	36	28	20	16	10	8				
450		62	50	40	30	22	16	12	8				
400		70	56	44	34	26	18	14	10	6			
350		78	64	50	38	30	21	16	10	6			

表 C.1 缓和曲线长度表 (续)

缓和曲线长度 (m) 半径 (m)	速度 (km/h)	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15
300			74	58	46	34	24	18	12	8			
250				70	54	40	30	22	14	10	6		
200					68	50	38	26	17	12	6		
150							49	34	24	16	8		
100								52	36	22	14	6	
90									38	24	14	8	
80									44	28	16	8	
70										32	18	10	
60										36	22	12	
50											26	14	6
30												21	10
15													18

附录 D
(规范性附录)
道岔

D.1 道岔类型

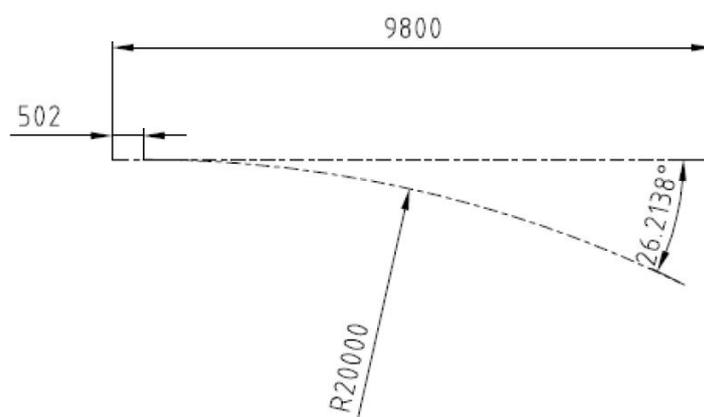


图 D.1-1 单开道岔线型

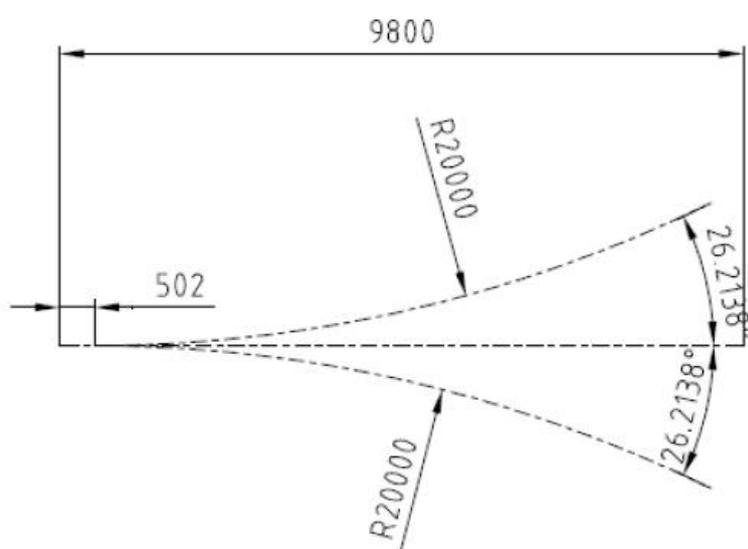


图 D.1-2 三开道岔线型

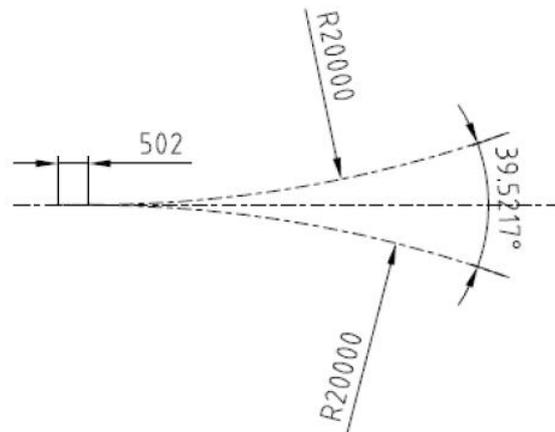


图 D.1-3 对开道岔线型

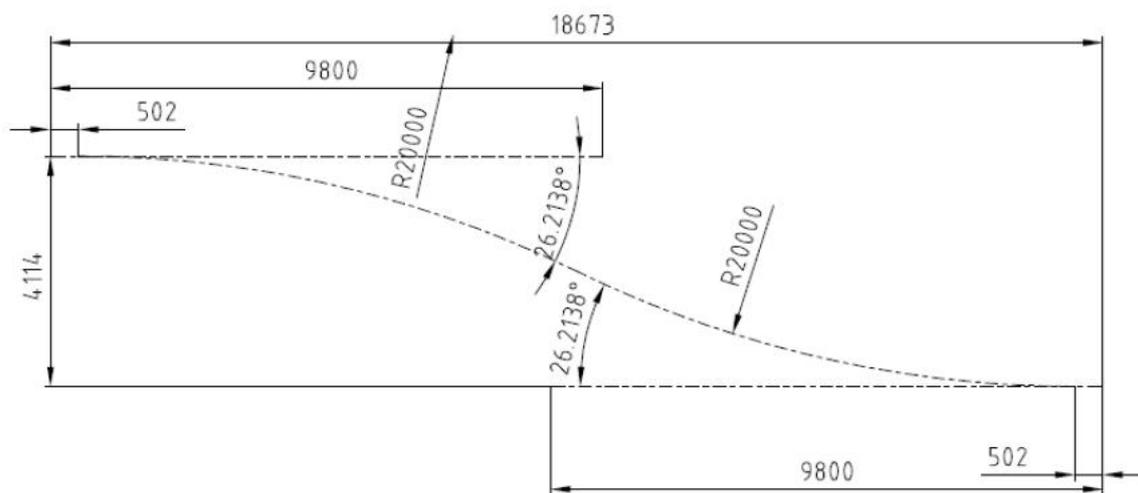


图 D.1-5 单渡线线型

D.2 道岔主要技术参数

表 D.2-1 主要技术参数

	单开道岔	单渡道岔	三开道岔	对开道岔	平交道岔
道岔区全长(mm)	9800	18673	9800	7264	7940
曲线半径 (m) 或交叉角度	20	20	20	20	35°
侧线过岔速度 (km/h)	15	15	15/50	15	50
转辙时间 (s)	8	8	8/16	8	8

参 考 文 献

- [1] 建标 104-2008 城市轨道交通工程项目建设标准.
- [2] GB 3096-2008 声环境质量标准
- [3] GB 4943.1-2011 信息技术设备 安全 第 1 部分：通用要求
- [4] GB 8702-2014 电磁环境控制限值
- [5] GB/T 18384.1-2015 电动汽车 安全要求 第 1 部分：车载可充电储能系统（REESS）
- [6] GB/T 30012-2013 城市轨道交通运营管理规范
- [7] GB 30013-2013 城市轨道交通试运营基本条件
- [8] GB 50007-2011 建筑地基基础设计规范
- [9] GB 50010-2010 混凝土结构设计规范
- [10] GB 50011-2010 建筑抗震设计规范
- [11] GB 50015-2003 建筑给水排水设计规范
- [12] GB 50017-2017 钢结构设计标准
- [13] GB 50458-2008 跨座式单轨交通设计规范
- [14] GB/T 51263-2017 轻轨交通设计标准
- [15] CJ/T 287-2008 跨座式单轨交通车辆通用技术条件
- [16] CJJ/T 114-2007 城市公共交通分类标准
- [17] CJJ 136-2010 快速公共汽车交通系统设计规范
- [18] CJJ/T 198-2013 城市轨道交通接触轨供电系统技术规范
- [19] CJJ/T 277-2018 自动导向轨道交通设计标准
- [20] SZDB/Z 246-2017 高架中运量跨座式单轨交通系统技术规范
- [21] SZTT/URTA 0001-2016 高架中运量跨座式单轨交通系统
- [22] T/CAMET 04001-2018 轻型跨座式单轨交通设计导则
- [23] ANSI/ASCE T&DI 21-13 《Automated People Mover Standards》 Chapter 14 SYSTEM VERIFICATION AND DEMONSTRATION
- [24] International Monorail Association: Specification For a Mass—Transit Monorail System（Sample）.
- [25] 新交通システムの標準化とその基本仕様