

T/URTA

深圳市城市轨道交通协会团体标准

T/URTA 0001-2019

悬挂式胶轮有轨电车系统

Suspended Rubber-Tyred Tram System

2019 - 04 - 26 发布

2019 - 04 - 26 实施

深圳市城市轨道交通协会 发布

前 言

为满足深圳市城市对于小运量轨道交通系统发展需求,填补深圳市悬挂式胶轮有轨电车系统标准的空白,基于国内相关企业对客运能力为 1.0 万人次/小时以内的悬挂式胶轮有轨电车系列轨道产品的研发成果,由深圳市城市轨道交通协会提出,悬挂式胶轮有轨电车系统团体标准编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验以及最新研究成果,参考国内城市轨道交通、铁路工程建设相关的国家和行业标准,并在广泛征求意见的基础上,编制本标准。

本标准主要技术内容包括:范围、规范性引用文件、总则、术语与符号、行车组织与运营管理、车辆、限界、线路、道岔与车档、轨道梁桥、车站建筑、结构工程、通风与空调、给水与排水、车站辅助设备、供电、通信与乘客服务、信号、综合监控与运维管理、运营控制中心、车辆基地、防灾、环境保护和三个附录。

本标准首次发布。

本标准由深圳市城市轨道交通协会负责归口管理和解释。在使用本标准的过程中,请各使用单位及时将问题、意见和建议反馈给深圳市城市轨道交通协会(地址:深圳市南山区龙苑路深云车辆段 NOCC 大厦 C 座 7 楼;邮编:518000;联系邮箱:fanglei@szurta.org),以供今后修订时参考。

本标准编制单位:深圳市城市轨道交通协会、中国铁路设计集团有限公司、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、中铁二院工程集团有限责任公司、深圳京兰中唐空铁科技有限公司。

本标准参编单位:深圳市地铁集团有限公司、广州地铁设计研究院有限公司、北京城建设计发展集团股份有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁宝桥集团有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、深圳市楚电建设工程设计咨询有限公司、江西省邮电规划设计院有限公司、广东三骏轨道交通工程有限公司、北京拓博尔轨道维护技术有限公司、深圳市互盟科技股份有限公司、深圳市规划国土发展研究中心、深圳市都市交通规划设计研究院有限公司、广州广电运通金融电子股份有限公司、深圳市南方银通科技有限公司。

本标准主要起草人员:李爱东、王建才、徐凌雁、寇胜宇、郭 臣、冯 雁、张 洁、王宝振、姜艳丽、魏 强、祁 帆、钟 燕、钟 勇、谢建良、刘秋生、谢宗桀、肖志春、黄 亮、张智鹏、王明星、张文伉、徐伟棠、朱 淋、奉 鹏、包 晗、陶 牧、徐 鸿、刘永平、张 宁、郑进炫、陈胜波、马宝富、谢波、杨则刚、吴国平、王 凯、张水清、钟 敏、文渊博、张 鹏、房 磊。

本标准主要审查人员：徐明杰、陈全世、姚一飞、赵 炜、靳守杰、徐士伟、张黎璋、雷慧锋、朱仲文、张 鸣、李冬梅、王晓成。

引 言

悬挂式胶轮有轨电车系统特殊的车/轨关系有别于传统大运量轨道及钢轮钢轨式有轨电车系统的轮轨关系,目前国内还没有类似系统的行业标准指引。为保证深圳市悬挂式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,创新发展深圳市城市轨道交通系统制式,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,借鉴国内外类似系统新技术发展和研究成果,开展悬挂式胶轮有轨电车系统标准化研究,并制定本标准。

本标准在研究和总结国内外悬挂式轨道交通、现代有轨电车、旅客自动导向系统(APM)等系统的技术和效能指标基础上,对标其在小型化、轻量化、智能化和节能减排等方面的新技术,制定了悬挂式胶轮有轨电车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。

目 次

1	范围.....	1
2	规范性引用文件.....	2
3	术语和符号.....	6
3.1	术语.....	6
3.2	符号.....	6
4	总则.....	8
5	行车组织与运营管理.....	9
5.1	一般规定.....	9
5.2	系统能力.....	9
5.3	行车组织.....	9
5.4	配线.....	10
5.5	运营管理.....	10
6	车辆.....	11
6.1	一般规定.....	11
6.2	安全和应急设施.....	13
6.3	车辆与相关系统接口.....	13
6.4	车辆关键系统技术要求.....	14
7	限界.....	18
7.1	一般规定.....	18
7.2	基本参数.....	18
7.3	建筑界限.....	19
7.4	轨道区设备和管线布置原则.....	20
8	线路.....	21
8.1	一般规定.....	21

8.2	线路平面.....	21
8.3	线路纵断面.....	23
8.4	配线设置.....	24
9	道岔与车挡.....	25
9.1	一般规定.....	25
9.2	道岔.....	25
9.3	车挡.....	27
10	轨道梁桥.....	28
10.1	一般规定.....	28
10.2	设计荷载.....	29
10.3	结构变形限值.....	32
10.4	设计原则.....	32
10.5	构造要求.....	33
11	车站建筑.....	34
11.1	一般规定.....	34
11.2	车站平面.....	34
11.3	车站出入口.....	35
11.4	无障碍设施.....	36
11.5	车站环境设计.....	36
11.6	各部位参数要求.....	36
12	结构工程.....	38
12.1	一般规定.....	38
12.2	设计荷载.....	38
12.3	结构设计.....	38
12.4	构造要求.....	39
13	通风与空调.....	40
13.1	一般规定.....	40
13.2	通风系统.....	41

13.3	空调系统.....	41
14	给水与排水.....	42
14.1	一般规定.....	42
14.2	给水系统.....	42
14.3	排水系统.....	43
14.4	车辆基地给水与排水.....	44
14.5	给排水设备监控.....	44
15	车站辅助设备.....	45
15.1	自动扶梯与电梯.....	45
15.2	站台门.....	45
16	供电.....	47
16.1	一般规定.....	47
16.2	变电所.....	47
16.3	牵引网.....	48
16.4	充电装置.....	48
16.5	动力照明.....	48
16.6	电力监控.....	49
16.7	电缆.....	50
16.8	过电压防护与接地.....	50
17	通信与乘客服务.....	51
17.1	一般规定.....	51
17.2	通信系统.....	51
17.3	乘客信息及服务系统.....	51
17.4	自动售检票系统.....	52
17.5	安防系统.....	52
17.6	其它.....	52
18	信号.....	53
18.1	一般规定.....	53

18.2	基本要求.....	53
18.3	构成要求.....	54
18.4	控制方式.....	54
18.5	子系统要求.....	55
18.6	RAMS 要求.....	56
19	综合监控与运维管理.....	57
19.1	一般规定.....	57
19.2	系统功能.....	57
19.3	设备、设施配置.....	59
19.4	其它.....	59
20	控制中心.....	61
20.1	一般规定.....	61
20.2	工艺设计.....	61
20.3	建筑与装修.....	61
20.4	布线.....	62
20.5	供电与防雷接地.....	62
20.6	通风、空调.....	63
20.7	照明与应急照明.....	63
20.8	消防与安全.....	63
21	车辆基地.....	64
21.1	一般规定.....	64
21.2	车辆基地功能与规模.....	64
21.3	车辆运用整备设施.....	65
21.4	车辆检修设施.....	65
21.5	综合维修中心.....	66
21.6	救援设施.....	66
21.7	站场.....	66
22	防灾.....	68
22.1	一般规定.....	68

22.2	建筑防火.....	68
22.3	建筑安全疏散.....	69
22.4	消防给水与灭火.....	70
22.5	防烟与排烟.....	71
22.6	防灾用电与疏散标志.....	71
22.7	防灾通信.....	72
22.8	火灾自动报警系统.....	72
22.9	运营安全保障.....	73
22.10	其他灾害预防.....	74
23	环境保护.....	75
23.1	一般规定.....	75
23.2	环境保护措施.....	75
附录 A	（规范性附录） 曲线地段设备限界计算方法.....	76
附录 B	（规范性附录） 悬挂式胶轮有轨电车 A 型车限界图.....	77
附录 C	（规范性附录） 悬挂式胶轮有轨电车 B 型车限界图.....	81
	本标准用词说明.....	87

1 范围

本标准规定了悬挂式胶轮有轨电车系统的总则、行车组织与运营管理、车辆、限界、线路、道岔与车档、轨道梁桥、车站建筑、结构工程、通风与空调、给水与排水、车站辅助设备、供电、通信与乘客服务、信号、综合监控与运维管理、运营控制中心、车辆基地、防灾、环境保护的要求。

本标准适用于最高运行速度不超过 80km/h、专用路权，以高架敷设方式为主，高峰小时单向客运量不超过 1 万人次小运量悬挂式胶轮有轨电车系统的建设工程。

旅游景区、产业园区、机场等区域内的悬挂式胶轮有轨电车系统建设工程可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的引用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 714 桥梁用结构钢
- GB 3096 声环境质量标准
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB 8702 电磁环境控制限值
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
- GB 10070 城市区域环境振动标准
- GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- 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/T 16275 城市轨道交通照明
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB/T 17626 电磁兼容 试验和测量技术系列标准
- 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 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 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（所有部分）电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统
- GB/T 31485 电动汽车用动力蓄电池安全要求及试验方法
- 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 32350（所有部分）轨道交通 绝缘配合

GB/T 32589 轨道交通 第三轨受流器

GB/T 32590.1 轨道交通 城市轨道交通运营管理和指令/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 50011 建筑抗震设计规范

GB 50013 室外给水设计规范

GB 50014 室外排水设计规范

GB 50015 建筑给水排水设计规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范

GB 50034 建筑照明设计标准

GB50045 高层民用建筑设计规范

GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范

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 50067 汽车库、修车库、停车场设计防火规范

GB 50084 自动喷水灭火系统设计规范

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 汽车加油加气站设计与施工规范

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 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 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计规范

GB 50490 城市轨道交通技术规范

GB 50555 民用建筑节能设计标准

GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范

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/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 51309 消防应急照明和疏散指示系统技术标准

GB/T5599 《铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定规范》

CJJ 49 地铁杂散电流腐蚀防护技术规程

CJ/T 164 节水型生活用水器具

CJ/T 354 城市轨道交通车辆空调、采暖及通风装置技术条件

JGJ 16 民用建筑电气设计规范

TB/T 1484 (所有部分) 机车车辆电缆

TB/T 1527 铁路钢桥保护涂装及涂料供货技术条件

TB/T 1804 铁道车辆空调 空调机组

TB/T 2331 铁路桥梁盆式支座

TB/T 2368 动力转向架构架强度试验方法

TB/T 25119 《轨道交通 机车车辆电子装置》

TB/T 2615 铁道信号故障—安全原则

TB/T 2843 机车车辆用橡胶弹性元件通用技术条件

TB/T 3034 机车车辆电气设备电磁兼容性试验及其限值

TB/T 3074 铁路信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件

TB/T 3153 铁路应用 机车车辆布线规则

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 10009 铁路电力牵引供电设计规范

TB 10031 铁路货车车辆设备设计规范(条文说明)

TB 10091 铁路桥梁钢结构设计规范

TB 10092 铁路桥涵混凝土结构设计规范

TB 10093 铁路桥涵地基和基础设计规范

IEC 61375 (所有部分) Electronic railway equipment - Train communication network (TCN)

EN 12663-1 Railway applications - Structural requirements of railway vehicle bodies - Part 1:
Locomotives and passenger rolling stock (and alternative method for freight wagons)

EN 12663-2 Railway applications - Structural requirements of railway vehicle bodies - Part 2:
Freight wagons

EN 15085-1 Railway applications - Welding of railway vehicles and components - Part 1:
General

3 术语和符号

3.1 术语

下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1 胶轮有轨电车系统 rubber-tyred tram 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。

3.1.2 悬挂式胶轮有轨电车 suspended rubber-tyred tram

车辆转向架采用橡胶车轮，除走行轮外，在转向架的两侧设有导向轮，夹行于开口向下的梁轨合一的轨道箱梁内，车体悬挂于转向架下方的新型有轨交通。

3.1.3 轨道梁 guide beam

轨道梁是承载列车荷重和车辆运行导向的结构，同时也是供电、信号、通信等缆线的载体。悬挂式胶轮有轨电车系统的轨道梁，通常采用钢结构的形式。

3.1.4 轨道梁桥 guide beam bridge

悬挂式胶轮有轨电车系统轨道梁与直接支承轨道梁的桥墩、台及基础组成的桥梁体系。

3.1.5 道岔 turnout

悬挂式胶轮有轨电车系统线路中使用的一种特殊轨道转辙设备，转换列车行驶路线。可分为整体移动式道岔和芯轨转动式道岔。

3.1.6 道岔桥 turnout bridge

高架线路上用于承载胶轮有电车道岔及其配套设备的桥梁结构。

3.1.7 整体平移式道岔 transitional switch

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。

3.1.8 芯轨回转式道岔 movable point switch

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。

3.1.9 全自动运行 (Full Automation Operation (FAO))

列车达到 GB/T 32590 定义的自动化等级的第 4 级 (GoA4) 运行能力。

3.1.10 牵引网 Traction Power Network

牵引网应由正极接触网和负极接触网组成，正极接触网和负极接触网分别通过上网电缆和回流电缆与牵引变电所连接。

3.2 符号

V……速度 (km/h)

R……平面曲线半径 (m)

μ ……列车动力系数

a……加速度 (m/s^2)

4 总则

- 4.0.1 为使悬挂式胶轮有轨电车系统达到技术先进,安全可靠、功能合理、经济适用和节能环保,制定本标准。
- 4.0.2 悬挂式胶轮有轨电车系统为小运量公共交通,承担大城市的轨道线路的接驳、加密、补充,无轨道交通的中小城市的公共交通干线,以及旅游景区、产业园区和机场等特殊区域内部交通等功能。
- 4.0.3 悬挂式胶轮有轨电车系统工程的设计应符合相关上位规划。
- 4.0.4 悬挂式胶轮有轨电车工程的设计年限分为近期和远期两期,近期可按建成通车后第5年确定,远期应按建成通车后第20年确定,设备系统按远期要求设计。
- 4.0.5 高架敷设线路应与周边景观和环境相适应,车站和区间应以简约化、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。
- 4.0.6 悬挂式胶轮有轨电车系统在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。
- 4.0.7 悬挂式胶轮有轨电车的主体结构工程,以及因结构损坏或大修时对运营安全有严重影响的其他结构工程,设计使用年限不应低于100年。
- 4.0.8 悬挂式胶轮有轨电车的车辆及机电设备,应采用满足功能要求、技术经济合理的成熟产品,并应逐步实现标准化、系列化和立足于国内生产,以及有利于行车管理、客运组织和设备维护。
- 4.0.9 悬挂式胶轮有轨电车系统应采取防范火灾及其他各类灾害、事故、故障的措施,并设置紧急疏散及相关救援设施。
- 4.0.10 悬挂式胶轮有轨电车交通工程除应遵循本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

5 行车组织与运营管理

5.1 一般规定

- 5.1.1 运营组织设计必须满足各设计年限预测客流的需求。
- 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。系统运营必须在各种状态乘客、工作人员以及系统设施安全的情况下实施。
- 5.1.3 列车最高运行速度不超过 80km/h，旅行速度不宜低于 30km/h。
- 5.1.4 悬挂式胶轮有轨电车系统线路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；运营管理机构的设置应符合运营功能需求，定员应根据管理机构进行配置。
- 5.1.6 运营线路应采用双线、右侧行车制。南北向线路应以由南向北为上行方向，反之为下行方向；东西向线路应以由西向东为上行方向，反之为下行方向；环形线路应以外侧线路为上行方向，内侧线路为下行方向。

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宜小于 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 运营列车应至少配置一名司乘人员驾驶或监控。
- 5.3.2 线路应采用独立运行模式，并根据全线客流分布特征，在高峰时段可组织大、小交路运行。
- 5.3.3 近期高峰小时行车间隔不宜大于 5min，平峰时段不宜大于 10 min；远期高峰小时行车间隔不宜大于 2.5 min，平峰时段不宜大于 6 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，一般站最小停站时间宜为 20s，换乘站和折返站最小停站时间宜为 30s。
- 5.3.5 列车近期编组宜与远期编组一致；当远期列车编组数与近期相差较大时，应按远期车辆的扩编要求预留条件。编组数量不宜大于 4 辆，编组长度不宜大于 50m。
- 5.3.6 进站列车进入有效站台端部时运行速度不应大于 30km/h；故障或事故列车推进的速度不

宜大于 25km/h；列车在车辆基地内的运行速度不宜大于 15km/h。

5.3.7 列车在曲线上运行速度应根据曲线半径大小确定，曲线限速可按下列公式计算确定：

$$v_{\max} = 4.31\sqrt{R} \quad (5.3.7)$$

式中： v_{\max} ——列车通过曲线的最大速度（km/h）；

R ——曲线半径（m）。

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、安全线等。

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 车场出入线宜设置为双线，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 悬挂式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 车站设备应满足智能化需求，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 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 当车辆在高架线上运行时，遇下列情况应缓行或停运相关区段：

- 1 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；
- 2 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 40 人/公里。

5.5.8 车站内应有明显的导向标志，保障客流路径畅通，并具有足够的紧急疏散能力。

5.5.9 根据系统特点，制定相应的防灾、救援预案，最大程度保证乘客生命财产及轨道交通系统人员、设备安全。

6 车辆

6.1 一般规定

6.1.1 车辆类型应根据预测客流量、环境条件、线路条件、运输能力要求等因素综合比较选定。

6.1.2 悬挂式胶轮有轨电车车辆的设计应符合下列规定：

1 车辆应采用转向架位于中空下部开口的轨道梁内，车体通过悬吊装置悬挂在转向架下方的结构形式。

2 供电方式：接触网（接触轨）供电或车载储能装置供电。

3 供电电压：DC750V 或 DC1500V，优先采用 DC750V。

4 车体结构材料：铝合金、不锈钢或新型复合材料。

5 车辆种类：单司机室动车（Mc 车），无司机室动车（M 车），单司机室拖车（Tc 车），无司机室拖车（T 车）。

6 列车编组可采用动车和拖车混合编组或全动车编组，可根据不同客运量需求和线路条件配置。推荐采用 2 动 2 辆编组： $=Mc+Mc=$ ，或 2 动 1 拖 3 辆编组： $=Mc+T+Mc=$ 。其中“=”为密接式全动车钩，“+”为半永久性牵引杆。

6.1.3 悬挂式胶轮有轨电车车辆的主要技术规格可参照表 6.1.3 进行选定。

表 6.1.3 悬挂式胶轮有轨电车车辆主要技术规格

项目名称	悬挂式胶轮有轨电车 A 型车	悬挂式胶轮有轨电车 B 型车	备注
轨道梁内尺寸宽度（mm）	880	780	
轨道梁内尺寸高度（mm）	≥1250	≥1100	
轨道梁下部开口宽度（mm）	240	240	
车体基本长度（mm）	10000	9000	
允许头车车体加长量（mm）	≤2000	≤2000	
车体基本宽度（mm）	2500	2300	
地板面处车体宽度（mm）	2240	2164	
车辆最下部距轨道梁走行面高度（mm）	3700	3380	
车内净高（mm）	≥2100	≥2100	
地板面距轨道梁走行面高度（mm）	3350	3115	
走行轮直径（mm）	新轮 640	新轮 540	整备状态（AW0）下测量；单边磨耗量为 10mm
导向轮直径（mm）	新轮 280	新轮 280	单边磨耗量为 10mm
项目名称	悬挂式胶轮有轨电车 A 型车	悬挂式胶轮有轨电车 B 型车	备注
每辆车每侧客室门数（对）	1 或 2	1 或 2	
客室门有效开度（mm）	1300（2 门） 1600（1 门）	1300（2 门） 1600（1 门）	净宽度
客室门洞高度（mm）	≥1820	≥1820	净高度

车钩型式	头车前端采用半自动或全动车钩；中间采用半永久牵引杆		
转向架型式	采用橡胶导向轮与橡胶走行轮结构的两轴转向架		
转向架走行轮轴距（mm）	1100~1600	1100~1600	
轴重（t）	≤5	≤4	
座席数（席）	≥24	≥16	
定员人数（人）	≥72	≥52	4人/m ²
	≥92	≥62	6人/m ²
超员人数（人）	≥122	≥77	9人/m ²
最高运行速度（km/h）	80	60	
构造速度（km/h）	90	70	
平均启动加速度（m/s ² ）	≥0.83	≥0.9	0~30km/h、AW2
常用制动减速度（m/s ² ）	≥1.0	≥1.0	
紧急制动减速度（m/s ² ）	≥1.2	≥1.2	
纵向冲击率（m/s ³ ）	≤0.75	≤0.75	
电机功率（kw/台）	≤60	≤45	
平稳性指标	≤2.75	≤2.75	符合现行国家标准《铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定规范》GB/T5599
行驶噪音[dB（A）] v=60km/h	≤72（车内）	≤72（车内）	测试方法采用现行国家标准《城市轨道交通列车噪声限值和测量方法》GB14892
	≤75（车外）	≤75（车外）	车外距轨道中心7.5m，轨道梁走行面距离地面9m，测量点距离地面1.2m处
最大坡度（‰）	104	104	
最小平面曲线半径（m）	30	30	

注：1 定员人数中4人/m²、6人/m²及超员人数中9人/m²是指每平方米有效空余地板面积站立的人数，人均体重按60kg计算。

2 有效空余地板面积，指客室地板总面积减去座椅垂向投影面积和投影面积前250mm内高度不低于1800mm的面积。

6.1.4 车辆限界应符合本标准第5章的相关规定。

6.1.5 悬挂式胶轮有轨电车车辆的使用条件应符合下列规定：

- 1 车辆应能承受风、沙、雨、雪的侵袭，且应满足项目所在地的使用环境条件。
- 2 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，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。
- 3 车辆及其内部设施、设备应使用不燃材料或无卤、低烟的阻燃材料。
- 4 车载电气设备和车辆上安装的控制、调节、保护、供电等电子装置应符合现行行业标准《机车车辆电气设备电磁兼容性试验及其限值》TB/T 3034和现行国家标准《轨道交通 机车车辆电子装置》TB/T 25119的相应规定。

6.1.6 悬挂式胶轮有轨电车列车应具有下列故障运行能力：

- 1 在超员工况下，当列车丧失 1/4 动力时，应能维持运行到终点。
- 2 在超员工况下，当列车丧失 1/2 动力时，应具有在正线最大坡道上启动和运行到最近车站的能力。
- 3 一列空载列车应能在正线最大坡道上推送一列故障的超载无动力列车至最近车站。

6.1.7 采用接触网（接触轨）供电方式时，车辆应设置应急储能装置，当外部电源断电时，满足运行到最近车站的要求。

6.1.8 头车前端车钩应设置缓冲装置，且能有效吸收撞击能量，缓和冲击。该装置承受的能完全复原的最大冲击速度为 5km/h。

6.2 安全和应急设施

6.2.1 列车端部车辆应设有紧急疏散门。组成列车的各车辆之间应贯通。疏散门和贯通道的宽度不应小于 600mm，高度不应低于 1800mm。

6.2.2 车辆客室应配备乘客缓降设施。

6.2.3 车辆应设置防漏电保护装置，车体上应装设与车站和车辆基地内接地板相匹配的接地电刷。车辆内各电气设备应采取可靠的保护接地，接地线应有足够的截面面积。

6.2.4 列车应具有纵向救援、横向救援及垂向救援能力并配备相应的设施。

6.2.5 列车必须配备储能式停放制动装置。停放制动的能力必须满足列车在超员条件下能在最大坡道上的可靠停放。

6.2.6 列车应设有报警系统，客室内应设有乘客紧急报警装置。乘客紧急报警装置应具有列车驾驶员与乘客间双向通信功能。当采用全自动运行模式时，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。

6.2.7 客室车门系统应设置安全连锁，应确保列车在车速大于 3km/h 时不能开启车门、车门未全关闭时不能启动列车。

6.2.8 客室、司机室应配置便携式灭火器具，安放位置应有明显标识且便于取用。

6.3 车辆与相关系统接口

6.3.1 车辆主保护系统与变电站保护系统应实现保护协调，在所有故障情况下应保证车辆主保护安全分断。

6.3.2 列车在实施制动时，宜优先采用再生制动能量吸收装置。

6.3.3 列车应设有广播系统、无线通信系统、信息显示系统、视频监控装置、乘客与司机的应急对讲装置。车辆广播系统应与无线通信系统连接。

6.3.4 车辆应装设列车自动防护系统（ATP）或列车自动控制系统（ATC）信号车载设备。

6.3.5 由辅助蓄电池供电的设备，其标称电压应选用 110V 或 24V，其额定工作电压应符合现行国家标准《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 21413.1

的有关规定。

蓄电池容量应能满足车辆在故障及紧急情况下车门控制、应急通风、应急照明、外部照明、车辆安全设备、广播、通信等系统工作不低于 45min，以及 45min 后列车车门能开关门一次的要求。蓄电池箱应采用二级绝缘安装。蓄电池箱上应采取防止正极和负极短路的保护措施。

6.3.6 车辆应预留车载通信、信号设备的安装位置和接口。

6.4 车辆关键系统技术要求

6.4.1 车体应符合下列规定：

- 1 车体结构设计寿命不少于 30 年。
- 2 车体采用整体承载结构，在其使用期限内能承受正常载荷的作用而不产生永久变形和疲劳损伤，并具有足够的刚度。
- 3 车体结构强度应满足 EN12663 标准 P-V 类要求，并通过计算和试验证明。
- 4 车体的试验用垂直载荷为： $1.3 \times (\text{整备状态时的车体重量} + \text{最大载客重量}) - (\text{车体结构重量} + \text{试验器材重量})$ 。其中，最大载客重量包括：乘务员、坐席定员及最大立席乘员的重量。最大立席乘员人数按 9 人/m² 计。
- 5 车体结构设计需考虑悬吊装置失效工况、最大横风工况和坡度救援工况。
- 6 车体结构焊接应符合 EN 15085 的规定。

6.4.2 转向架应符合下列规定：

- 1 转向架的设计应充分考虑悬挂式胶轮有轨电车车辆的结构特点。在运行过程中有可能脱落的悬吊件，其安装方式以及结构强度应充分考虑安全可靠性及防脱落。
- 2 转向架的设计应充分考虑互换性。原则上动、拖车转向架构架可分别整体互换；动、拖车转向架与车体、轨道梁之间的机械接口应一致。
- 3 转向架性能、结构及尺寸应与车体、线路以及轨道梁匹配，并保证相关部件在允许磨耗限度内，均能够保证列车以最高速度安全平稳运行；在悬挂系统失效时，也能确保车辆在轨道梁上安全运行至临近车站，清客后空车低速返回至车辆段。
- 4 转向架应设有可靠的安全接地。
- 5 转向架应设有满足整车起吊的装置。
- 6 转向架主体受力结构件静强度及疲劳强度可参照 TB/T 2368 的规定，应根据其结构特点进行受力分析，进而确定试验的加载部位及载荷大小。
- 7 构架结构设计寿命应不小于 30 年。
- 8 构架宜采用钢板焊接结构，构架的焊接应符合 EN 15085 的规定。
- 9 车轮采用橡胶实心轮胎或橡胶充气轮胎。采用橡胶充气轮胎时，应具有零胎压行驶功能，并配备胎压实时监测装置。橡胶轮材料性能及试验参照 TB/T 2843 的规定。
- 10 转向架应具有差速功能，以增加曲线通过能力，降低车轮磨耗。

- 11 橡胶轮应充分考虑经济性，合理兼顾轮毂寿命及橡胶寿命的匹配关系。
- 12 转向架应至少设有含橡胶车轮减振在内的两系减振系统。
- 13 当采用储能装置供电时，转向架预留与储能装置连接接口。
- 14 悬吊装置

(1) 悬吊装置应能承受满载、11 级风及紧急制动等各种综合条件下最恶劣工况时的载荷，并具有足够的强度余量。

(2) 悬吊装置应有冗余安全结构。

(3) 悬吊装置应有横摆限位结构，以保证车辆符合限界要求。

(4) 悬吊装置应设有抗横摆减振器。

6.4.3 制动系统应符合下列规定：

1 列车应采用具有硬线冗余的微机控制的制动系统，应具备电制动、摩擦制动等制动方式。摩擦制动应具有独立的制动能力，即使在牵引供电中断或电制动故障情况下，也能保证摩擦制动发挥作用，使列车安全停车。

2 制动系统应具有常用制动、快速制动、紧急制动、保持制动和停放制动等制动模式。常用制动和快速制动应根据空重车载荷调整制动力大小。

3 电制动与摩擦制动应能协调配合，常用制动和快速制动应优先利用电制动，并具有冲击率限制。当电制动力不足时，摩擦制动按总制动力的要求补充，电制动与摩擦制动能够平滑转换。

4 紧急制动应为摩擦制动。列车出现意外分离、制动系统失电、车门意外开启等故障时，应自动实施紧急制动。

5 停放制动宜采用被动式，并保证在线路最大坡道、最大载荷、最大风速情况下施加停放制动不会发生溜车。

6 制动系统需在客室配置电气和手动辅助缓解装置，辅助缓解功能应可靠并具有冗余设计，对其功能状态及结构完整性应进行监控。

6.4.4 风源系统应符合下列规定：

1 风源系统的风源装置及风缸的配置应满足列车的用风需求，应设有安全阀对系统进行保护。

2 风源系统的气密性应符合 GB/T 14894 的规定。

6.4.5 电气系统应符合下列规定：

1 电气设备的电磁兼容性应符合 GB/T 24338.4 的规定。

2 电气设备保护性接地可靠，接地线要有足够的截面积。确保车辆中可能因故障带电的金属件及所有可触及的导体等电位联结。

3 车体、电气系统应有良好的绝缘保护。各电路应能经受耐电压试验，试验电压值为受试电路中单个电气设备试验电压最低值的 85%，试验时间 1 min。试验时应将电子器件和电气仪表加以防护或隔离。

4 车体外安装的需保持内部清洁的电气设备箱应具有不低于 GB 4208 中规定的 IP 54 等级的防护性能。

5 各电路的电气设备联结导线应采用多股铜芯导线，电气耐压等级、导电性能、阻燃性能均应符合 TB/T 1484 的要求，电缆所用材料在燃烧和热分解时不应产生有害和危险的烟气。使用光缆和通信电缆应符合产品技术条件规定。

6 电线电缆的敷设应合理排列汇集，主电路、辅助电路、控制电路、通信电路的电线电缆应分开走线，纳入专用电线管槽内，并用线卡、扎带等固定，还应满足电磁兼容性的要求。在不可避免的交叉时，高压线缆的接触部分应有附加绝缘加强。穿越电器箱壳的线缆应采用线夹卡牢，穿越电线电缆的管、槽、与箱壳靠贴部位的线缆均应加装护套。电线管槽安装稳固。线管、线槽应防止油、水及其他污染物侵入。车辆布线规则可参照 TB/T 3153 的规定。

7 电线电缆端头与接头压接应牢固、导电良好。两接线端子间的电线不允许有接头。每根电线电缆的两端应有清晰持久的线号标记。

8 车上各种测量指示仪表的准确度不应低于 2.5 级。

9 牵引高压及辅助供电系统

(1) 牵引系统应采用变频调压的交流传动系统。

(2) 牵引系统应具有为车辆提供所需牵引和电制动的能力。

(3) 牵引电机应符合 GB/T 25123.2 或 GB/T 25123.4 的规定，电器设备应符合 GB/T 21413 的规定，电子设备应符合 GB/T 25119 的规定，电力变流器应符合 GB/T 25122.1 的规定，受流器应符合 GB/T 32589 的规定。

(4) 采用接触网供电时，受电装置和接触网接触力应满足车辆受电要求。

(5) 车辆应具有过电压保护及避雷功能。

(6) 采用储能装置供电时，储能装置应满足车辆牵引电制动性能要求。

(7) 辅助供电系统应由辅助变流器、低压电源和蓄电池等组成。辅助变流器应符合 GB/T 25122.1 的规定，其容量应满足车辆相应工况下的使用要求。

10 控制与诊断监视系统

(1) 列车宜通过列车通信网络方式进行控制，当采用列车通信网络控制时，还应有其他形式的冗余措施。关键部件的功能也应有冗余。

(2) 车内应设有通用维护接口，可对车辆网络及子系统进行维护。

(3) 列车控制网络符合 IEC 61375 标准相关规定。

(4) 列车诊断监视系统应具有：列车和主要设备运行状态显示、车辆技术参数设定、故障检测和提示报警、故障和维修用数据记录等功能。

(5) 车辆运行状态应通过图形界面向车辆运营人员显示。

6.4.6 空气调节系统应符合下列规定：

1 车辆的空调制冷能力，应能满足在环境温度为 35℃ 时，车内温度不高于 28℃ ± 1℃，相

对湿度不超过 65%。不同地区亦可根据当地气候条件另行规定温湿度要求。

2 空调系统应符合 TB/T1804 的要求。

3 空调机组应有可靠的排水结构，运用中冷凝水及雨水不应渗漏或吹入到客室内，宜采用冷凝水集中收集并集中排放。

4 客室设置空调机组时，应保证在额定载客（AW2）条件下，人均新风不低于 $8\text{m}^3/\text{h}$ 。

5 车内温度场及风速场应满足 CJ/T 354 标准的规定。

6.4.7 钩缓装置应符合下列规定：

1 车钩型式：列车中固定编组的各种车辆间设半永久性牵引杆，司机室前端设密接式全动车钩。

2 钩缓装置中应有缓冲装置，其特性应能有效地吸收撞击能量，缓和冲击。该装置承受的能完全复原的最大冲击速度为 5km/h 。

3 同一城市车辆的车钩距走行面高度宜保持统一，全动车钩应可在线路最小半径曲线上实现自动连挂与解钩。

4 密接式全动车钩的连接和锁紧状态应在司机室显示。

7 限界

7.1 一般规定

7.1.1 悬挂式胶轮有轨电车系统的限界分为车辆限界、设备限界和建筑限界。

7.1.2 车辆限界可按隧道内外区域分为隧道内车辆限界和隧道外车辆限界，也可按列车运行区域分为区间车辆限界、站台计算长度内车辆限界和车辆基地内车辆限界，以及可按所处地段分为直线车辆限界和曲线车辆限界。

7.1.3 设备限界可按所处地段分为直线设备限界和曲线设备限界。

7.1.4 建筑限界应分为隧道建筑限界、高架建筑限界。隧道建筑限界可按工程结构形式分为矩形隧道建筑限界、马蹄形隧道建筑限界和圆形隧道建筑限界。建筑限界中不应包括测量误差、施工误差、结构位移和变形等因素。

7.1.5 相邻区间线路，当两线间无墙、柱及设备时，两设备限界之间的安全间隙不应小于 100mm；当两线间有墙或柱时，应按建筑限界加上墙或柱的宽度及其施工误差确定。

7.1.6 本标准适用的悬挂式胶轮有轨电车系统车辆的主要技术规格应符合本标准第 4 章的规定。圆曲线设备限界应符合本标准附录 A 的规定，车辆限界和设备限界应符合本标准附录 B 及附录 C 的规定。当选用车辆的基本参数与本标准不同时，应重新核算车辆限界、设备限界和建筑限界。

7.2 基本参数

7.2.1 制定限界的各型车辆基本参数应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 各型车辆基本参数

车型 参数	A 型	B 型
计算车体长度 (mm)	10000	9000
计算车体宽度 (mm)	2500	2300
车辆最下部距轨道梁走行面高度 (mm)	3700	3380
计算车辆定距 (mm)	7100	6400
地板面距轨道梁走行面高度 (mm)	3350	3115
地板面处车体宽度 (mm)	2240	2164

注：本表供限界设计使用，应考虑悬挂部件的失效。

7.2.2 制定限界的其他参数应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 制定限界的基本参数

车型 参数	A 型	B 型
高架线运营允许最大风速 (km/h)	90	
区间直线段限界列车计算速度 (km/h)	90	70
过站限界列车计算速度 (km/h)	30	30
区间车辆单侧最大摆角 (°)	6	7
车站单侧导向间隙 (mm)	50	50

7.3 建筑限界

7.3.1 建筑限界坐标系，应为正交于线路中心线平面内的直角坐标，通过轨道梁内走行面中点引出的坐标轴为水平轴，以 Y 表示，通过该中点垂直于水平轴为垂直轴，以 Z 表示。

7.3.2 隧道外建筑限界的确定，应符合下列规定：

- 1 隧道外的区间建筑限界，应按隧道外设备限界及设备安装尺寸计算确定；
- 2 设备和设备限界之间的安全间隙不应小于 50mm。当建筑侧面和底面没有设备和管线时，建筑限界和设备限界之间的安全间隙不宜小于 200mm，困难条件下不应小于 100mm。
- 3 建筑限界高度应根据轨道梁系统的高度确定。

7.3.3 矩形隧道建筑限界应符合下列规定：

- 1 直线地段矩形隧道建筑限界，应在直线设备限界基础上，按下 列公式计算确定：

$$B_S = B_L + B_R \quad (7.3.3-1)$$

$$B_L = Y_{S(\max)} + b_L + c \quad (7.3.3-2)$$

$$B_R = Y_{S(\max)} + b_R + c \quad (7.3.3-3)$$

$$H = h_1 + h_2 + h_3 \quad (7.3.3-4)$$

式中：

B_S ——建筑限界宽度；

B_L ——行车方向左侧墙或柱至线路中心线净空距离；

B_R ——行车方向右侧墙或柱至线路中心线净空距离；

H ——自结构底板至隧道顶板建筑限界高度；

$Y_{S(\max)}$ ——直线地段设备限界最大宽度值（mm）；

b_L 、 b_R b_L 、 b_R ——左、右侧设备、支架等最大安装宽度值（mm）；

c ——安全间隙，取 50（mm）；

h_1 ——设备限界高度（mm）；

h_2 ——轨道梁系统高度（mm）；

h_3 ——设备限界与底部建筑限界安全间隙，取 200（mm）。

- 2 曲线地段矩形隧道建筑限界，应在曲线设备限界基础上，按 下列公式计算确定：

$$B_a = Y_{Ka(\max)} + b_R \text{（或 } b_L \text{）} + c \quad (7.3.3-5)$$

$$B_i = Y_{Ki(\max)} + b_L \text{（或 } b_R \text{）} + c \quad (7.3.3-6)$$

$$B_u = Y_{Kh(\max)} + h_2 + 200 \quad (7.3.3-7)$$

式中： B_a ——曲线外侧建筑限界宽度；

B_i ——曲线内侧建筑限界宽度；

B_u ——曲线建筑限界高度；

$Y_{Ka(max)}$, $Y_{Ki(max)}$, $Y_{Kh(max)}$ ——曲线地段设备限界最大值 (mm)。

3 矩形隧道建筑限界高度, 宜统一采用曲线地段最大高度。

7.3.4 单线圆形、马蹄形隧道的建筑限界, 应根据隧道内车辆与轨道梁的悬挂方式确定。

7.3.5 圆形或马蹄形隧道在曲线地段, 宜采用隧道中心向线路基准线外侧偏移的方法解决车辆偏转造成的内外侧不均匀位移量, 同时曲线内侧建筑限界应满足低速及停车工况要求。

7.3.6 道岔区的建筑限界, 应在直线地段建筑限界的基础上, 根据不同类型的道岔和车辆技术参数, 按曲线轨道参数计算后进行加宽。

7.3.7 车站直线地段建筑限界应符合下列规定:

1 站台面的高度不应高于车厢地板面;

2 站台计算长度内的站台边缘至线路中心线的距离, 应按不侵入车站车辆限界确定。站台边缘与车辆轮廓线之间的间隙, 当车辆采用塞拉门时采用 100_0^{+5} mm; 当车辆采用内藏门或外挂门时采用 70_0^{+5} mm;

3 站台计算长度外的站台边缘距线路中心线的距离, 宜按设备限界另加不小于 50mm 的安全间隙确定;

4 站台门的滑动门体至轮廓线 (未开门) 之间的净距, 当车辆采用塞拉门时, 应采用 130_5^{+15} mm; 当车辆采用内藏门或外挂门时, 应采用 100_5^{+15} mm。

5 站台门或安全栅栏轨道侧最外突出点 (含弹簧变形量) 至车辆限界之间安全间隙应不小于 25mm;

6 车站范围内其余部位的建筑限界, 按区间建筑限界的規定确定。

7.3.8 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厢地板面高度处车辆轮廓线的水平间隙不应大于 180mm。

7.3.9 车辆基地内建筑均应符合下列规定:

1 车辆基地库外限界应按区间限界规定执行;

2 车辆基地库内检修平台的高平台不得侵入车辆限界, 低平台应采用车站站台建筑限界;

3 车辆基地库外连续建筑物至车辆限界的净距不应小于 600mm。

7.4 轨道区设备和管线布置原则

7.4.1 轨道区内安装的管线 (含支架) 宜布置在轨道梁内, 严禁侵入轨道梁内的转向架限界。安装在车辆运行区域两侧的设备 and 管线 (含支架) 与设备限界应保持不小于 50mm 的安全间隙。

7.4.2 强、弱电设备宜分别布置在轨道梁内两侧; 当必须布置在同侧或轨道梁内顶部时, 其间隔距离应符合强、弱电干扰距离 的相关规定。行车方向右侧宜布置弱电设备及管线, 行车方向左侧宜布置强电设备及管线。

7.4.3 区间内的各种管线宜保持顺直。

8 线路

8.1 一般规定

8.1.1 线路按其在运营中的作用，分为正线、配线和车场线。配线包括出入线、联络线、折返线、停车线、渡线、安全线。

8.1.2 线路的基本走向应根据总体规划和相关专项规划研究后确定。线路平面位置和高程应综合考虑沿线地形地貌、工程地质、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等因素，经技术经济比较后确定。

8.1.3 车站应与区域交通枢纽、地铁车站、商业开发综合体、大型居住区、旅游景点等客流集散点相结合，构筑区域交通一体化，并符合用地规划。

8.1.4 线路敷设方式应优先选择高架线，线路之间以及与其它交通之间必须采用立体交叉方式。桥下净高除应满足车辆限界要求外，还应考虑车体下对车辆或人畜通行的净空要求，有条件时考虑行驶车辆和行人视觉要求。

8.1.5 线路距现状建筑物的距离应满足根据行车安全、环境保护等相关要求确定；车站结构外缘与建筑物的距离应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定；特殊地段应注意景观、隐私、日照等要求。

8.1.6 全线车站、区间及车场应设置线路、信号机、控制测量等标志、标线。

8.2 线路平面

8.2.1 线路沿城市道路敷设时，其平面线型应与城市道路线型及城市景观要求配合协调。

8.2.2 线路平面曲线半径应依据车辆类型、行车速度、周边地形、地物、地质等条件，并考虑对工程、运营的影响来确定。一般情况下最小曲线半径如表 8.2.2。

表 8.2.2 最小曲线半径

项目	一般地段 (m)		困难地段 (m)
	正线	V _{max} =80 km/h	
	V _{max} =60 km/h	200	
配线、车场线	50		30
注：表中最小圆曲线半径仅为一般情况下的限制值，具体项目应以实际车辆选型确定			

8.2.3 双线并行地段平面曲线宜按同心圆进行设计。

8.2.4 线路平面设计应优先采用两端等长缓和曲线的单曲线线型，特殊困难条件下，经技术经济比较后，可采用复曲线线型或两端不等长缓和曲线的单曲线线型。

8.2.5 正线上除道岔区外，在直线与半径不大于 1500m 的圆曲线间均应采用三次抛物线型的缓和曲线连接。缓和曲线长度应根据曲线半径、最高行车速度或曲线限速，按不小于表 8.2.5 中规定值选用。特殊困难条件下，可采用不小于按 1m 整数倍的缓长计算值。当采用复曲线线型，两圆曲线间插入的缓和曲线长度应等于或大于分别按两圆曲线半径求得的缓和曲线长度差值，且不应小于 10m。

表 8.2.5 缓和曲线长度
行车速度 V (km/h)

曲线半径	行车速度 V (km/h)																																							
	80			75			70			65			60			55			50			45			40			35			30			25						
	优 良	一 般	困 难	优 良	一 般	困 难	优 良	一 般	困 难	优 良	一 般	困 难	优 良	一 般	困 难	优 良	一 般	困 难	优 良	一 般	困 难	优 良	一 般	困 难	优 良	一 般	困 难	优 良	一 般	困 难	优 良	一 般	困 难							
1500	30	20	15	25	15	10	15	15	10	15	15	10																												
1200	35	25	15	30	20	15	20	15	10	15	15	10	15	10																										
1000	40	30	20	35	25	15	25	20	10	20	15	10	15	15	10	10	10																							
800	50	35	25	45	30	20	30	25	15	25	20	15	20	15	10	15	15	10	10	10		10																		
700	60	40	30	50	35	25	35	30	20	30	25	15	20	20	10	15	15	10	15	10		10	10																	
650	65	45	30	55	35	25	40	30	20	30	25	15	25	20	10	20	15	10	15	10		10	10																	
600	70	45	35	60	40	30	40	35	20	35	30	15	25	20	15	20	15	10	15	15	10	10	10		10															
550	75	50	40	65	40	30	45	40	25	35	30	20	30	25	15	20	20	10	15	15	10	10	10		10															
500	85	55	40	70	45	35	50	40	25	40	35	20	30	25	15	25	20	10	20	15	10	15	10		10	10														
450	95	60	45	75	50	40	55	45	30	45	35	20	35	30	15	25	20	15	20	15	10	15	10		10	10														
400	105	70	50	85	60	45	60	40	30	50	35	25	40	25	20	30	20	15	25	15	10	15	10	10	10	10		10												
350	120	80	60	100	65	50	70	50	35	55	40	30	45	30	20	35	25	15	25	15	15	20	15	10	15	10		10												
300				115	75	60	85	55	40	65	45	35	50	35	25	40	25	20	30	20	15	20	15	10	15	10	10	10												
250										80	55	40	65	40	30	50	30	25	35	25	20	25	20	15	20	10	10	10	10		10									
200													80	50	40	60	40	30	45	30	25	35	20	15	25	15	10	15	10	10	10	10								
150																80	55	40	60	40	30	45	30	20	30	20	15	20	15	10	15	10			10					
140																								45	30	25	35	20	15	20	15	10	15	10			10			
130																								50	35	25	35	25	20	25	15	10	15	10	10			10		
120																								55	35	30	40	25	20	25	15	15	15	10	10	10				
110																								60	40	30	40	30	20	30	20	15	20	10	10	10				
100																								65	45	35	45	30	25	30	20	15	20	15	10	10	10			
90																											50	35	25	35	25	15	20	15	10	15	10			
80																											60	40	30	40	25	20	25	15	10	15	10			
70																													45	30	20	30	20	15	15	10	10		10	
60																													50	35	25	35	20	15	20	15	10		10	
55																																35	25	20	20	15	10			
50																																40	25	20	25	15	10			
40																																				30	20	15		
30																																				45	30	20		

8.2.6 车站宜设置在直线上。当设于曲线上且不设站台门时，线路平面曲线半径不应小于 400m；当设于曲线上并设站台门时，线路平面曲线半径不应小于 800m。

8.2.7 在正线、联络线及车辆基地出入线上，夹直线及圆曲线最小长度一般不小于 20m，困难时不小于 10m，个别情况下不应小于一节车辆的全轴距。车场线不应小于 3m。

8.2.8 采用“Y”型墩的双线并行地段线间距应不小于建筑限界宽度加支柱宽度，并应考虑施工误差、结构变形等影响留出必要余量。

8.2.9 折返线、停车线等宜设在直线上，困难情况下，除道岔区外，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。

8.2.10 道岔设置应符合下列要求：

- 1 道岔应设在直线地段，道岔梁端部至平面曲线起点的距离不宜小于 5m，车辆基地线可减少到 3m；
- 2 道岔宜靠近车站设置，道岔梁端部至车站站台计算长度端部的距离不应小于 5m；
- 3 道岔与道岔之间应设置过渡轨道梁段联结；
- 4 道岔具有折返要求时，优先采用芯轨回转式道岔；其余可采用芯轨回转式道岔或整体平移式道岔。

8.3 线路纵断面

8.3.1 并行地段左右线宜按等高设计。道岔和曲线地段左右走行梁面不设超高。

8.3.2 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宜大于 80‰。在特殊地形区域，经技术经济比较，有充分依据时，局部可适当调整最大坡度值，但必须满足车辆最大爬坡能力的要求。

8.3.3 车站及其配线坡度设计应符合下列规定：

- 1 车站应设置在一个坡道上；
- 2 车站宜设在平坡道上，困难情况坡度不宜大于 2‰；
- 3 最小坡段长度应不小于车站长度。

8.3.4 相邻竖曲线间的夹坡段长度不宜小于远期列车编组长度，困难条件下不应小于一辆车长度。

8.3.5 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。

8.3.6 竖曲线设置应符合下列要求：

- 1 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 8.3.6；

表 8.3.6 竖曲线设置表

线 别		一般情况 (m)	困难情况 (m)
正线	区间	V _{max} =80km/h	3000
		V _{max} =60km/h	2000
车站端部		1000	
联络线、出入线、车场线		1000	

2 车站站台计算长度和道岔范围内不得设置竖曲线，竖曲线离开道岔端部的距离不应小于 5m，车场线可减少到 3m；

3 竖曲线最小长度不应小于 10m；

4 竖曲线与平面圆曲线和缓和曲线均不宜重叠。

8.3.7 当纵坡等于或大于 30%且连续爬坡高度超过 24m 时，应根据线路条件、车辆编组、列车牵引和制动性能以及故障运行能力计算对坡段长度进行限制。

8.4 配线设置

8.4.1 联络线设置应符合下列规定：

- 1 联络线与正线接轨点宜靠近车站设置；
- 2 在两线同站台平行换乘站，宜设置渡线。

8.4.2 车辆出入线设置应符合下列要求

- 1 车辆出入线宜在车站端部接轨，应具备停车再启动条件；
- 2 车辆基地出入线宜按双线、双向运行设计；规模较小的停车场出入线可为单线。
- 3 当出入线兼顾列车折返功能时，应满足列车折返、出入场段的运行能力要求。

8.4.3 折返线和停车线设置应符合下列规定：

- 1 线路应根据运营组织需要适当加设故障停车线和渡线等配线；
- 2 尽头式折返线有效长度宜按远期列车长度加 40m 计，停车线有效长度宜按远期列车长度加 24m 计（均不含车挡长度）；
- 3 贯通式折返线、停车线有效长度宜按远期列车长度加 10m 计。

9 道岔与车挡

9.1 一般规定

9.1.1 为实现车辆在行驶中的转线、折返运行及车辆基地内的调车作业，在悬挂式胶轮有轨电车交通正线、辅助线及车辆基地内的线路上应根据需要设置道岔。

9.1.2 道岔系统应满足车辆技术条件和参数的要求。

9.1.3 道岔设备的设计和安装必须满足悬挂式胶轮有轨电车的限界要求。

9.1.4 道岔在工作状态下应能承受扭曲力、冲击力及制动力等车辆运行荷载的反复作用，应具有足够的刚度和强度（包括疲劳强度）以及抗倾覆的能力，并能防止残余变形。

9.1.5 道岔设备的结构形式应能便于操作、检查维护、修理和零部件更换及设备润滑。

9.1.6 道岔应由信号系统进行控制。道岔的控制装置应具有集中控制、现场控制、手动控制三种方式。当信号系统和道岔控制电路发生故障时，应有人工手动装置完成解锁、转辙和锁定。控制系统应具有安全保护功能。

9.1.7 道岔转辙时，各动作应协调、定位准确、锁定牢固。

9.1.8 道岔的转辙时间应包括从信号发出、解锁、转辙、锁定、回馈信号全过程。

9.1.9 道岔设备的供电负荷应采用一级负荷。

9.1.10 道岔设备接地电阻值应小于 4Ω ，防雷接地电阻值应小于 10Ω 。

9.1.11 当道岔处于直向开通状态时应满足列车最高行驶速度的要求；当道岔处于侧向开通状态时，应依据安全性、舒适性以及限界等要求限速行驶。

9.1.12 道岔系统主结构的设计使用年限不应低于 100 年。

9.1.13 道岔设备所采用的材料、器材、元件应符合国家现行的机电产品和金属材料制品的制造、验收标准和规范的规定。

9.1.14 道岔设备金属构件表面应进行防锈蚀处理。

9.2 道岔

9.2.1 道岔分类应符合下列规定：

- 1 按照道岔运行原理分为整体平移式道岔和芯轨回转式道岔。
- 2 道岔根据其在线路中所处的位置可分为左开、右开型。
- 3 道岔主要技术参数应符合表 9.2.1 的要求。

表 9.2.1 道岔主要技术参数表

道岔类型	道岔长度 (m)	侧线半径 (m)	转折角 (°)	允许列车通行 速度 (km/h)	转换时间 (s)	附注
整体平移式道岔	15	50	12.687	≤20 (侧线)	≤25	两根梁
芯轨回转式道岔 (单开)	22	50	12.6858	≤20 (侧线)	≤15	

9.2.2 道岔设备应符合下列规定：

1 道岔设备应由机械装置、控制装置、电源装置、牵引供电接触轨等组成,采用电力驱动。

2 道岔机械装置应包括道岔芯轨、随动轨、芯轨提升装置、翻转板装置、芯轨驱动装置等。

3 道岔设备的结构设计应具有车辆走行、导向、稳定和支承作用，并应能承受车辆通过时的运行荷载，满足通行时强度、刚度要求。结构设计过程应考虑接触轨、信号系统的安装要求；满足维护用的梯、平台安装。

4 芯轨驱动装置应符合下列要求：

(1) 应由带电磁制动的电动机、安全离合器、减速机、传动轴、旋转臂、回转臂头及导向滑槽等组成；

(2) 应能使道岔芯轨在规定时间内完成启动、加速、匀速、减速、停止等动作过程；

(3) 应设置有人工手动驱动装置。

5 翻转板装置应符合下列要求：

(1) 应安全可靠、定位准确和锁定牢固，并应满足抵抗车辆通过时产生的离心力和冲击力的强度要求；

(2) 应设置锁定位置自动检测装置并与控制信号系统连锁，当自动控制故障时，各锁定装置应能切换为人工操作方式；

(3) 应设置有人工手动驱动装置。

6 锁定装置应符合下列要求：

(1) 应由锁定机构和锁定电机等组成；

(2) 应安全可靠、定位准确和锁定牢固，并能承受车辆通过时产生的离心力和冲击力；

(3) 应设置锁定位置自动检测装置并与控制信号系统连锁，当自动控制故障时，各锁定装置应能切换为人工操作方式；

7 芯轨提升装置应符合下列要求：

(1) 应安全可靠、定位准确，并应满足抵抗车辆通过时产生的离心力和冲击力的强度要求；

(2) 应设置位置自动检测装置并与控制信号系统连锁，当自动控制故障时，各锁定装置应能切换为人工操作方式。

8 道岔控制装置应由控制柜、锁闭电机、转辙电机、挠曲电机、限位开关等组成，应符合下列要求：

(1) 道岔控制装置应具备对道岔的各机构进行控制和检测的功能，并能按照信号系统发出的指令，使道岔完成解锁、转辙、锁闭、信号反馈和挠曲的动作，同时将道岔位置表示信号传输给信号系统，应与信号系统之间设有授权、收权连锁电路；

(2) 应具有集中控制、现场控制、手动控制方式，并应具有系统检测、故障诊断、故障保护和报警功能；

(3) 采样点应采用确实可行的技术措施，确保采样点的可靠；

- (4) 联锁控制应采用安全型继电器；
- (5) 电机应有一定的容量裕度，绝缘等级、防护等级应适合道岔的使用环境；
- (6) 使用的电缆应为阻燃、低烟、防蚀、防潮、无卤和防辐射的产品；
- (7) 控制柜应采取防潮、防湿、防鼠害、防虫进入及防外界温度影响的措施。

9 渡线道岔应在其各组道岔都在规定位置时，才能构成位置表示。

10 道岔的电源设备应包括电源切换箱及接地端子箱。

11 道岔的转辙电机、挠曲电机、锁电机应使用 AC380V、50HZ 的三相电源，控制电源应使用 AC220V、单相 50HZ 电源，信号控制应使用 DC24V 电源。

12 安装在道岔梁内的牵引供电轨应满足道岔的功能，并使车辆受电端子能顺利地取流，不应影响道岔控制信号和安全运营。

9.2.3 道岔设置应符合下列规定：

1 应根据线路条件选择相应型号的道岔，道岔规格宜尽量统一。道岔群宜采用基本线型进行组合、以保证道岔内部机构的统一。

2 道岔在定位或反位及渡线时，应保障车辆运行通过时平稳、安全、可靠。

3 道岔设计时，应标明道岔走行面的水平标高值，道岔的岔心点里程座标及位置座标、道岔区间线间距，道岔梁的端面与相邻的轨道梁端面间距值。

4 道岔区及前后设置平曲线及竖曲线时，应考虑对道岔的影响。

5 道岔区应设排水设施。

9.2.4 道岔安装应符合下列规定：

1 道岔区应有足够的检修空间、通道和安装附属设施的条件及安全隔离设施，道岔区应设照明设施。

2 道岔桥上的电力电缆、供电电缆、通信及信号电缆、道岔控制电缆等应按电压等级分别布置安装，其间隔距离应符合相应规范的规定。

3 道岔区应设置视频监控设施，设置的位置及数量根据运营需要确定，以便于调度人员了解道岔运行工况。

4 道岔区应设防雷设施。

9.3 车挡

9.3.1 车挡可分为缓冲式车挡和固定式车挡，应根据设置位置的需要合理选择车挡类型。

9.3.2 正线及配线、试车线、牵出线的终端应采用缓冲式车挡；车场线终端应采用固定式车挡。

9.3.3 车挡应能承受列车撞击的冲击荷载，冲击荷载的取值应考虑列车路段行驶速度。

10 轨道梁桥

10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于悬挂式胶轮有轨电车工程的轨道梁、道岔梁、桥墩和基础的结构设计。

10.1.2 轨道梁为“梁-轨”合一构件，直接作为列车的行驶轨道，梁体线形应与线路平纵断面线形吻合，曲线地段不设超高，同时轨道梁又是列车荷载的承重结构，并可兼做系统设备的通道。

10.1.3 轨道梁采用下部开口的钢箱梁结构，车辆走行于梁内，各部尺寸应满足列车走行轮、导向轮（或稳定轮）走行要求，同时还应满足供电、通信信号、低压配电和防雷接地等系统设备在轨道梁内的安装要求。

10.1.4 道岔梁桥应满足道岔平面布置、道岔及其控制系统的安装要求。

10.1.5 轨道梁桥宜采用独柱式桥墩，封闭式钢箱结构，双线地段采用“Y”或“T”形桥墩，单线地段采用倒“L”形桥墩，对于道岔地段或车站附近可采用门形框架桥墩。

10.1.6 轨道梁桥基础类型应根据水文、地质、地形、沉降控制要求、上部结构、荷载、材料供应和施工条件等合理选用，宜采用桩基础、挖井基础，应具有足够的强度、刚度、稳定性、耐久性并满足沉降限值要求。

10.1.7 轨道梁桥结构除应满足规定的强度外，应有足够的竖向、横向和抗扭刚度，并保证轨道梁桥结构的整体性、稳定性。

10.1.8 轨道梁桥主体结构及基础的设计使用年限为 100 年。

10.1.9 轨道梁桥设计洪水频率、结构抗震及耐久性要求应符合现行国家或行业标准的有关规定。

10.1.10 轨道梁桥应构造简洁、美观大方、力求标准化、便于施工架设和养护维修，并具有良好的动力特性和耐久性。一般地段采用简支梁式结构，宜采用工厂制作，现场拼装架设的施工方法。

10.1.11 轨道梁跨径应根据工程场地、制造、运输和架设等条件通过经济技术比选确定。一般情况下，轨道梁的常用跨度 $L=20\sim 30\text{m}$ ，最大跨度不宜超过 50m。当跨越等级道路、河流、航道等需要采用更大跨度时，宜采用轨道梁悬挂于其它主要受力结构上的组合体系。

10.1.12 轨道梁桥的桥墩布置应符合城市规划发展的要求。跨越铁路、道路和航道时，桥下净空除应满足自身建筑限界要求外，还须满足铁路、道路限界及航道通行要求，并应预留结构可能发生的竖向变形量。桥墩可能受到汽车（或船舶）撞击时宜设置防护工程。

10.1.13 钢结构材料应符合下列规定：

1 轨道梁、道岔梁、桥墩宜采用钢结构，结构钢材应根据当地的气候条件选取化学成分、力学性能、工艺性能、焊接性能及 Z 向性能满足桥梁设计要求的钢材。所用钢材质量应符合《桥梁用结构钢》（GB/T714）的规定。

2 焊接材料应与母材相匹配，选用的焊接材料、焊接工艺均应根据设计要求通过焊接工艺评定确定。焊接接头的冲击韧性不得低于母材标准值，焊缝基本容许应力宜与母材相同，并不应大于母材的容许应力。

3 高强度大六角头螺栓、螺母、垫圈应符合现行国家相关标准的规定。

4 钢结构保护涂装应符合现行行业标准《铁路钢桥保护涂装及涂料供货技术条件》(TB/T 1527)的规定。

5 各种构件或连接的疲劳容许应力幅及类别均按现行行业标准《铁路桥梁钢结构设计规范》(TB10091)的有关规定执行。

10.1.14 混凝土强度等级应符合下列规定：

1 大跨组合梁的梁部主受力结构采用预应力混凝土结构时，强度等级不宜低于 C50；采用钢筋混凝土结构时，强度等级不宜低于 C40；采用组合结构时，混凝土强度等级不宜低于 C40。

2 桥墩采用混凝土结构时，混凝土强度等级不宜低于 C40，桥梁基础混凝土强度等级不应低于 C30。

10.2 设计荷载

10.2.1 轨道梁桥应根据结构的特性和检算内容，按表 10.2.1 所列的荷载及其可能出现的最不利组合情况进行计算。

表 10.2.1 设计荷载分类统计表

荷载分类		荷载名称
主力	恒载	结构自重 附属设备自重 基础变位的影响 静水压力及浮力
	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 风力 温度影响力 流水压力 冰压力
特殊荷载		地震力 船只或汽车的撞击力 施工临时荷载 车挡影响

注：(1) 当结构或构件的主要用途为承受某种附加力，在计算此结构或构件时，该附加力应按主力计；

(2) 列车横向摇摆力不与离心力组合；

(3) 流水压力不与冰压力组合，两者也不与制动力或牵引力组合；

(4) 船只或汽车撞击力只计算其中的一种与主力相组合，不与其它附加力组合；

(5) 地震力与其它荷载的组合应符合现行《铁路工程抗震设计规范》GB 50111-2006（2009 版）的相关规定；

(6) 计算中要求考虑的其它荷载，可根据其性质分别列入上述三类荷载中。

10.2.2 轨道梁桥设计应考虑主力与一个方向（顺桥或横桥方向）的附加力组合。

10.2.3 轨道梁设计应根据各种不同荷载组合，将材料基本容许应力和地基容许承载力乘以不同

的提高系数，提高系数按表 10.2.3 选取。

表 10.2.3 荷载组合及容许应力提高系数

编号	荷载组合	容许应力提高系数
1	恒载+列车竖向静荷载+列车竖向动力作用+列车横向荷载或离心力	1.0
2	1+温度影响力	1.15
3	1+风荷载	1.15
4	1+温度影响力+风荷载	1.3
5	1+列车制动力或牵引力	1.3 (1.0)
6	1+车挡的影响	1.4
7	1+船只或汽车撞击力	1.4
8	架设工况组合荷载	1.4
9	恒载+列车竖向静荷载+列车竖向动力作用+地震力+温度影响力	1.5

注：曲线上还应考虑曲线停车状态的影响。

10.2.4 计算结构自重时，一般材料容重应按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》(TB10002)的规定采用；对于附属设备和附属建筑的自重或材料容重，可按所属专业的现行规范或标准取用。

桥梁焊缝的自重采用结构钢材的 1.5%，高强度螺栓按实际重量计算。

10.2.5 列车竖向静活载应符合下列规定：

1 列车竖向静活载应采用列车轴重、轴距及近远期中最长编组模式确定。列车轴重按列车超员、定员、空车三种状态考虑。

(1) 正线、折返线应按超员状态计算。

(2) 出入段线和车辆基地内其它库线按照空车状态计算。

(3) 计算车挡时，对于无站后折返的情况按超员状态计算，对于有站后折返的情况，按定员状态计算；对于车辆段内的车挡，按照空车状态计算。

(4) 考虑疲劳和地震力影响时，按定员状态计算。

2 轨道梁按照单线列车荷载设计。

3 轨道梁桥下部结构设计，应按列车活载作用于每一条线路设计，荷载不折减。

4 影响线加载时，活载图式不可任意截取。

10.2.6 列车竖向活载应包括列车竖向静活载及列车动力作用，应为列车竖向静活载乘以动力系数 $(1 + \mu)$ 。

$$1 + \mu = 1 + \frac{28}{40 + L} \quad (10.2.6-1)$$

疲劳计算时的列车竖向活载为定员列车竖向静活载乘以运营动力系数 $(1 + \mu_f)$ ：

$$1 + \mu_f = 1 + \frac{18}{40 + L} \quad (10.2.6-2)$$

式中： μ_f ——活载冲击力的动力系数；

L ——轨道梁跨度（m），承受局部活载构件的影响线加载长度。

10.2.7 位于曲线上的桥梁应计入列车产生的离心力，离心力的数值按以下公式计算：

$$1 \text{ 对集中活载 } N: \quad F = \frac{V^2}{127R} \times N \quad (10.2.7-1)$$

式中： N ——集中荷载（kN）；

V ——设计速度（km/h）；

R ——曲线半径（m）；

2 轨道梁不设超高，离心力作用于列车车辆的重心处。

3 计算离心力时，按照曲线能通过的最大设计速度计算。

10.2.8 列车横向摇摆力按列车设计荷载单轴轴重的 25% 计算，一列车以一个水平集中荷载作用在最不利位置，作用方向垂直于轨道梁轴线方向，作用位置为轨道梁走行面。

10.2.9 列车制动力或牵引力是按列车竖向静活载的 15% 计算。

1 高架车站两侧列车启动区或制动区范围以外的区间双线桥，采用一线的制动力或牵引力。

2 高架车站范围内采用限速的导轨或导槽引导列车进、出车站时，车站范围内的双线桥不计制动力或牵引力，一线为停车状态，另一线为行车状态；高架车站无限速导轨时，高架车站内的双线桥，按双线制动力或牵引力计算；高架车站外列车启动区或制动区范围内，按双线制动力或牵引力计算。

3 制动力或牵引力作用于列车车辆的重心位置，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，均不计移动作用点所产生的力矩。

10.2.10 风荷载应按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》（TB 10002）的规定执行。轨道梁设计应按单线计算轨道梁和列车的风荷载。

对于轨道梁下部结构设计，双线轨道梁桥按照 100%、50% 分别计算迎风面前后两线列车与轨道梁风荷载。

高架车站内的风荷载应按照区间列车风荷载的 50% 计算。

10.2.11 温度变化的作用影响按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》有关规定执行。

设计时采用的基准温度，钢结构应以工厂制作时或现场拼装形成体系后的温度为准，温度变化范围应考虑本地历年极端最高和最低气温。

钢结构的线膨胀系数按 12×10^{-6} 取值。

10.2.12 当轨道梁桥桥墩有可能承受船只撞击时，应增设防撞保护设施。当无法设置桥墩防撞保护设施时，船只撞击力可按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》（TB 10002）的相关规定办理。

10.2.13 当轨道梁桥桥墩有可能承受汽车撞击时，应设防撞保护设施。当无法设置桥墩防撞保护

设施时，轨道梁桥墩设计必须考虑汽车对桥墩的撞击力。汽车撞击力顺汽车行驶方向采用 1000kN，垂直汽车行驶方向采用 500kN，作用在路面以上 1.20m 高度处。

10.2.14 地震力的作用，应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》的有关规定计算，跨越大江大河且技术复杂、修复困难的特殊结构桥梁属 A 类工程，其它桥梁属 B 类工程。

10.2.15 线路终端的轨道梁和车辆段内的端部轨道梁应设置车挡。车挡装置对结构的冲击荷载，应根据车挡对列车冲撞荷载的吸收原理，考虑列车的速度和荷载计算确定。

10.3 结构变形限值

10.3.1 轨道梁桥在计算荷载最不利组合作用下，横向倾覆稳定系数不应小于 1.3。

10.3.2 轨道梁竖向挠度的限值应符合下列规定：

1 在列车竖向静活载作用下，轨道梁梁体竖向挠度不应大于 $L/1000$ ，同时对于轨道梁的竖向挠度引起的变化后的线路纵断面坡度，不应大于列车正常运营所容许的最大坡度。道岔梁竖向挠度不应超过跨度的 $1/1400$ 。

2 对于大跨度或特殊结构的轨道梁除进行静力分析外，还应按实际运营列车进行车桥耦合振动仿真分析，用以确定列车安全性及乘客乘坐舒适性的各项指标。

10.3.3 轨道梁桥的墩顶弹性水平位移应符合下列规定：

$$\text{顺桥方向：}\Delta\leq 5\sqrt{L}$$

式中： L —桥梁跨度（m），不等跨时采用相邻桥跨中的较小跨度，当 $L<25\text{m}$ 时， L 按 25m 计。

Δ —墩顶顺桥方向水平位移（mm），包括由于墩身和基础的弹性变形、地基弹性变形以及基底土弹性变形的影响。

10.3.4 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 ，道岔梁梁端（单端）竖向转角不应大于 2‰ rad 。

10.3.5 在列车荷载、横向摇摆力、离心力、风力和温度力的作用下，桥墩横向水平位移差引起的轨道梁端两侧水平折角不得大于 4‰ rad 。

10.3.6 桥梁的桥墩基础沉降应按恒载计算，桥墩基础的工后沉降应符合下列规定：

1 桥墩的均匀工后沉降量不应大于 20mm，相邻桥墩的工后沉降差不应大于 10mm。

2 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。

10.3.7 轨道梁应设置预拱度，预拱度值取恒载与 $1/2$ 列车竖向静荷载所产生的挠度之和。

10.4 设计原则

10.4.1 轨道梁桥主体结构材料、容许应力、结构计算方法及构造要求应符合现行行业标准《铁路桥涵混凝土设计规范》（TB 10092）、《铁路桥梁钢结构设计规范》（TB 10091）的规定。

10.4.2 桥梁基础设计和地基的物理力学指标应符合现行行业标准《铁路桥涵地基和基础设计规

范》(TB 10093)的规定。

承台构造要求除应符合《铁路桥涵地基和基础设计规范》(TB 10093)要求外,尚应符合《城市轨道交通桥梁设计规范》(GB/T 51234)的相关要求。

10.4.3 组合桥宜采用盆式橡胶支座,其反力和位移量应按现行行业标准《铁路桥梁盆式橡胶支座》TB/T 2331的规定取值。支座计算应符合现行行业标准《铁路桥涵混凝土设计规范》(TB 10092)的规定。

10.5 构造要求

10.5.1 轨道梁间应设伸缩缝,伸缩缝除保证梁体能自由伸缩外,还应保证车辆走行轮、导向轮面的平顺连接,并应避免伸缩缝与轨道梁间积水,保证整体符合耐久性要求。

10.5.2 轨道梁应预留受电接触轨、通信信号、供电环网电缆等系统管线通道,预留的管线通道位置应结合车辆走行结构的限界尺寸合理确定。

10.5.3 轨道梁固定端顶板设置进人检查孔,检查孔须设防雨盖板,并在周围设置防护栏杆。桥墩设置由地面通往轨道梁、道岔梁的封闭式爬梯。

10.5.4 轨道梁和桥墩的钢结构及配件按现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》(CJJ49)的有关规定采取防止杂散电流腐蚀的措施,钢结构及钢连接件应进行防锈和接地处理。

10.5.5 混凝土结构中的钢筋保护层厚度按现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》(TB 10092)、《铁路混凝土结构耐久性设计规范》(TB10005)的相关规定执行。

11 车站建筑

11.1 一般规定

11.1.1 悬挂式胶轮有轨电车系统车站的总体布局，应符合城市总体规划、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的交通组织之间的关系，如条件允许，可与周边建筑合建，尽量降低对周边景观的影响。。

11.1.2 车站的设置宜与既有或规划中的轨道车站、公交枢纽具有便捷换乘功能，并具有紧急情况下客流疏散条件。。

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

11.1.4 车站的站厅、站台、出入口通道、人行楼梯、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，并用客流控制期进行核算。超高峰设计客流量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。

11.1.5 车站站台宜设站台门或安全栅栏。车站车行区应设置利于行车进站停靠的限位导槽或导向轨，站台端部宜设置为喇叭口状，高架车站车行区底部应采用封闭结构。

11.1.6 车站的公共区、楼梯及出入口通道等，应设无障碍设施，且无障碍设施应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB50763 的有关规定。

11.1.7 中心站、换乘站、枢纽站等规模较大车站，宜根据客流情况设置公共卫生间。

11.1.8 设于路中的高架站天桥出入口通道应统筹考虑与地块的衔接，宜兼顾过街客流。

11.1.9 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，并宜做到同一系统换乘车站资源共享。

11.1.10 车站形式应尽量统一站型，路侧有用地条件的车站应考虑将设备管理用房集中布置在道路一侧，且车站高度不宜大于 24m。

11.2 车站平面

11.2.1 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应符合下列规定：

1 有效使用长度在无站台门的站台应为列车首末两节车辆司机室外侧之间的长度；有站台门的站台应为列车首末两节车辆尽端客室外侧之间的长度。

2 停车误差采用±30cm。

11.2.2 站台宽度应按下列公式计算，并不得小于本标准表 11.6.2 所规定的数值。

$$\text{岛式站台宽度: } B_d = 2b + n \cdot z + t \quad (11.2.2-1)$$

$$\text{侧式站台宽度: } B_c = b + z + t \quad (11.2.2-2)$$

$$b = \frac{Q_{上、下} \cdot \rho}{L} + M \quad (11.2.2-3)$$

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——每组人行楼梯与自动扶梯宽度之和（含与柱间所留空隙）（m）；

$Q_{上、下}$ ——远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 0.33~0.75 m²/人，一般车站建议 0.5 m²/人；

L——站台有效使用长度（m）；

M——站台边缘至安全栏栅、站台门的立柱内侧距离（m）。

当站台计算长度小于 100m，且自动扶梯和人行楼梯不侵入站台计算长度时，则

$$\text{岛式站台宽度 } B_d = 2b + n \cdot z \quad (11.2.2-4)$$

$$\text{侧式站台宽度 } B_c = b + z \quad (11.2.2-5)$$

11.2.3 站台上的人行楼梯和自动扶梯纵向分布宜均匀，站台计算长度内任一点距最近梯口或通道口距离不得大于 50m，且不少于两个疏散点。

11.2.4 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。

11.2.5 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。

11.2.6 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，与扶梯工作点距离不宜小于 7m。

11.2.7 付费区与非付费区的分隔宜采用牢固可靠、防火的可透视栏栅，在适当部位应安装可外开栏栅门。栏栅门宽度应按单开门设计，分隔的开启总宽度应满足事故疏散宽度要求。

11.2.8 车站及出入口应远离加油站、加气站或其他危险品场地，其距离应符合现行国家标准《汽车加油站加气站设计与施工规范》GB50156 及《建筑设计防火规范》GB50016 要求。

11.3 车站出入口

11.3.1 车站出入口的数量及方向根据分向客流和疏散要求设置，但每座车站不应少于两个。

11.3.2 出入口兼作过街通道时，出入口通道宽度、自动扶梯、人行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。

11.3.3 出入口处的门不应采用推拉门和弹簧门。

11.3.4 设于道路两侧的出入口宜平行于红线，后退道路红线应满足当地规划部门要求。当出入口开向城市主干道时，出入口前宜设集散广场或隔离措施，防止人流直冲机动车道。

11.4 无障碍设施

11.4.1 当站厅至站台设置的电梯以供老、弱、病、残、孕、管理人员及有需要的人员使用时，应设于付费区。检票处应满足该人群通行尺寸和功能。当地面直达站台层设置电梯时，应采取特殊收费措施。

11.4.2 车站如设公共卫生间，应设置无障碍厕位，并根据各地区城市建设相关规定，宜设置第三卫生间。

11.4.3 无障碍设施的配置应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB50763 的规定。

11.5 车站环境设计

11.5.1 车站环境设计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。

11.5.2 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。

11.5.3 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及有防脱落的构造措施。

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

11.5.5 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。

11.5.6 车站内应按各相关规定和要求设置导向、事故疏散、服务乘客的标志标识。

11.5.7 车站公共区内（含出入口通道）设置彩色灯箱广告时，其位置、色彩不得影响对导向、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。

11.5.8 车站内设壁画等装饰时，应融合于车站装修环境之中。

11.6 各部位参数要求

11.6.1 车站各部位的最小高度应符合表 11.6.1 的规定。

表 11.6.1 车站各部位的最小高度

名称	最小高度 (m)
地面、高架车站站厅公共区（地面装饰面至吊顶面）	2.8
地面、高架车站站台公共区（地面装饰面至顶棚）	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
人行楼梯和自动扶梯（踏步面沿口至吊顶面）	2.3

11.6.2 车站各部位的最小宽度应符合表 11.6.2 的规定

表 11.6.2 车站各部位的最小宽度

名称	最小宽度 (m)

岛式站台	8 (5) *
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
单向公共区人行楼梯	1.65
双向公共区人行楼梯	2.2
上、下均设自动扶梯并列设置的楼梯（困难情况下）	1.2
消防专用楼梯	1.2

注*：括号内的数值系指站台计算长度小于 100m，且自动扶梯和人行楼梯设置在站台计算长度外的站台最小宽度。

11.6.3 车站各部位的最大通过能力应符合表 11.6.3 的规定

表 11.6.3 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	6270
	输送速度 0.65m/s	≤8190
0.6m 宽自动扶梯	输送速度 0.5m/s	4500
	输送速度 0.65m/s	≤5400
人工售票口		1200
自动售票机		300
人工检票口		2600
自动检票机	门扉式、非接触 IC 卡	2100

注*：楼梯和通道实际设计宽度应根据本表单位数值换算得出通过能力。

12 结构工程

12.1 一般规定

12.1.1 车站结构形式应满足悬挂式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。

12.1.2 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。

12.1.3 结构设计应根据悬挂式胶轮有轨电车系统的特点，多方面综合评价，选择合理的施工方法和结构形式。在建设条件许可的情况下，优先采用建桥分离结构形式，宜采用预制拼装的设计和施工方法。

12.1.4 地下结构设计应符合《铁路隧道设计规范》(TB 10003)的规定。

12.1.5 地下结构的耐久性设计应符合下列规定：

1 主体结构和使用期间不可更换的结构构件，应根据使用环境类别，按设计使用年限为 100 年的要求进行耐久性设计；

2 使用期间可以更换且不影响运营的次要结构构件，可按设计使用年限 50 年的要求进行耐久性设计；

3 临时结构宜根据其使用性质和结构特点确定其使用年限。

12.1.6 地下结构的耐久性设计应按现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476 的有关规定执行。

12.2 设计荷载

12.2.1 车辆荷载应按本标准车辆章节中有关条款规定取值。

12.2.2 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《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定取值。

12.2.3 车站结构的抗震设防分类为乙类，结构安全等级为一级。

12.2.4 车站结构风荷载应按《建筑结构荷载规范》GB 50009 执行。

12.2.5 当结构墩柱有可能承受汽车撞击时，应设防撞保护设施。

12.3 结构设计

12.3.1 高架车站结构应充分考虑结构形式对城市景观的影响。

12.3.2 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。

12.3.3 车站结构可采用钢筋混凝土、预应力混凝土和钢结构，设计时应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

12.3.4 车站结构应考虑轨道梁、各系统设备管线及管线的设置，为接口预留条件，并应考虑防排水、防雷击、防腐蚀等措施。

12.3.5 车站结构中永久结构主要构件的安全等级为一级；内部构件（站台板、楼梯等）安全等级为二级；临时构件安全等级为三级。

12.3.6 采用桥-建分离结构形式时，建筑结构设计应按国家现行有关建筑设计规范执行。

12.3.7 桥-建分离高架车站站台层结构设计时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。

12.4 构造要求

12.4.1 结构应防止任何未经批准的人和物进入列车动态包络限界范围。

12.4.2 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。

12.4.3 高架车站的站台雨棚宜采用轻型钢结构，与站台结构应有可靠连接。钢结构构件应做好防锈、防腐、防火处理和检查养护设计。

12.4.4 地下结构应设防水层，防水设计应符合《地铁设计规范》GB 50157 的规定。

13 通风与空调

13.1 一般规定

- 13.1.1 建筑内部空气环境范围应包括控制中心、车辆基地、区间隧道、车站及附属设备管理用房等。
- 13.1.2 建筑内部空气环境应采用通风与空调系统进行控制。
- 13.1.3 通风与空调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的需要。
- 13.1.4 建筑内的通风与空调系统设计和设备配置应充分考虑运营节能,并应优先利用自然冷源。
- 13.1.5 通风与空调系统应选用高效、节能、紧凑型设备,系统设置应考虑综合的节能措施。
- 13.1.6 地面及高架车站公共区应尽可能按自然通风进行设计,必要时可设置机械通风或局部空调系统。
- 13.1.7 地面和高架车站通风和空调系统宜设车站级控制与就地控制的两级控制。
- 13.1.8 控制中心、车辆基地、主变电所等地面相关建筑,应在满足工艺要求的前提下,按本规范和国家现行有关建筑设计标准的规定设置通风、空调系统。
- 13.1.9 建筑的通风、空调系统的设计方案应根据建筑物的用途、功能、使用要求和设备运行需求等,结合国家有关安全、环保、节能等方针、政策,通过综合技术经济比较确定。
- 13.1.10 通风与空调系统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的设计指标。设备和管理用房的室内空气计算温度、相对湿度、换气次数应符合 13.1.10 规定。

表 13.1.10 设备和管理用房的空气计算温度、相对湿度和换气次数

位置	冬季	夏季		小时换气次数	
	计算温度 (°C)	计算温度 (°C)	相对湿度 (%)	进风	排风
站长室、站务室、值班室、休息室、	18	27	<65	6	6
车站控制室、广播室、控制室、	18	27	40~60	6	5
售票室、票务室	18	27	40~60	6	5
车票分类/编码室、自动售检票机房	16	27	40~60	6	6
通信设备室、通信电源室、信号设备室、 信号电源室、综合监控设备室	16	27	40~60	6	5
降压变电所、牵引降压混合变电所	—	36	—	按排除余热计算风量	
配电室、机械室	16	36	—	4	4
更衣室、修理间、清扫员室	18	27	<65	6	6
公共安全室、会议交接班室	18	27	<65	6	6
蓄电池室	16	30	—	6	6
茶水间	—	—	—	—	10
盥洗室、车站用品间	—	—	—	4	4
清扫工具间、气瓶室、储藏室	—	—	—	—	4
污水泵房、废水泵房、消防泵房	5	—	—	—	4
通风与空调机房、冷冻机房	—	—	—	6	6
折返线维修用房	12	30	—	—	6
厕所	>5	—	—	—	排风

注：厕所排风量每坑位按 100m³/h 计算,且每小时换气次数不宜少于 10 次。小时换气次数指通风工况下房间的最少换气次数。

13.2 通风系统

13.2.1 车站站厅采用通风系统时，站厅内的夏季计算温度不应超过室外计算温度 3°C ，且最高不应超过 35°C 。

13.2.2 地面变电所宜采用自然通风降温；当自然通风不能达到设备对环境要求时，可采用机械排风、自然进风的方式。

13.2.3 设备用房应根据工艺要求设置通风系统。

13.2.4 区间隧道正常通风应采用活塞通风，当活塞通风不能满足排除余热要求时，或布置活塞通风道有困难时，应设置机械通风系统，通风道应设置隧道长度一半处，困难条件下其距车站站台端部的距离可移至不小于隧道长度的三分之一处，但不宜小于 400m 。

13.2.5 车辆基地检修组合库、运用库、物资总库、工程救援车库设置机械通风；检修组合库及运用库根据实际情况，可在局部设置壁式电风扇。喷漆库、易燃品库应设置防爆型机械排风系统，并设置事故通风系统；生活污水处理间、消防泵房的设备间可设置机械通风；其它有工艺要求通风的房间设置通风系统。通风设计应满足《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50019)、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736)等现行规范的相关要求。

13.3 空调系统

13.3.1 站厅层公共区设置空调系统时，应符合下列规定：

- 1 站厅内的夏季计算温度应为 $29\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不应大于 70% ；
- 2 站厅通向站台的楼梯口、扶梯口处以及出入口宜设置风幕。

13.3.2 通信、信号等设备用房应按照工艺要求设置空调系统；牵引变电所及变电所的开关柜室通风无法满足工艺要求时，可设置空调降温。

13.3.3 空调设计应满足《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50019)、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736)和《公共建筑节能设计标准》(GB50189)等国家现行规范的相关要求。

14 给水与排水

14.1 一般规定

14.1.1 给水系统设计应满足生产、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。

14.1.2 给水水源应优先采用城镇自来水，当沿线无城镇自来水时，应采取其他可靠的给水水源。

14.1.3 各类污、废水及雨水的排放应符合国家现行有关排水标准和排水体制的规定。

14.1.4 给水与排水设计应按现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的有关规定采取节水、节能措施。

14.1.5 给水与排水设计除执行本标准外，还应执行现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013、《室外排水设计规范》GB 50014、《建筑给水排水设计规范》GB 50015、《城市轨道交通技术规范》GB 50490、《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T 50050 等有关规范的规定。

14.2 给水系统

14.2.1 给水系统主要分为生产及生活给水系统、中水系统和消防给水系统，为保证工作人员饮用水的水质，车站内应采用生产及生活用水和消防用水分开的给水系统。地下区间隧道的冲洗用水宜采用和消防用水共用系统。

14.2.2 给水系统的选择，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，并按下列原则选择给水系统：

1 车站室内生产、生活给水系统应与消防给水系统分开设置，并应根据当地自来水公司的要求设置计量设施；

2 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；

3 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；

4 车站生产、生活给水系统应利用市政水压直接供水，当水压或水量不满足要求时，应设置加压装置或贮水调节。

14.2.3 给水系统的用水量定额、水质和水压应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定。

14.2.4 给水管道布置和敷设应符合下列规定：

1 车站生产、生活给水系统宜设计为枝状管网，并应由车站给水引入总管上引出一根给水管和车站内生产、生活给水管连接；

2 给水引入管上应设置绝缘短管或采取其它绝缘措施；

3 给水管不应穿越变电所、通信信号机房、控制室、配电室等电气房间；

4 给排水管道应根据现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定采取

防结露措施：

5 当给水管道穿过结构变形缝、伸缩缝或沉降缝时，应设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置。

14.2.5 管材、附件及主要设备选型应符合下列规定：

1 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符合国家有关规定及生活饮用水卫生标准的管材。敷设在垫层内的给水管道宜采用钢塑复合管，给水管道的外壁应采取防腐措施。

2 室外给水管道宜采用球墨铸铁给水管。

3 给水管网上的阀门设置，应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定。

4 卫生器具及配件应符合现行行业标准《节水型生活用水器具》CJ 164 的有关规定，公共厕所应采用感应式或非接触式龙头和冲洗装置。

14.3 排水系统

14.3.1 排水系统主要分为污水、废水排水系统，雨水排水系统。车站除生活及粪便污水应单独排放外，生产废水、结构渗漏水、冲洗及消防废水和雨水可集中并就近排放。

14.3.2 排水量定额应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 的规定。

14.3.3 排水系统及排水泵站（房）的设置应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 的规定。

14.3.4 高架和地面车站、控制中心等地面建筑的雨水排水量，应按 10 年最大暴雨强度计算，集流时间为 5~10min。屋面雨水工程与溢流设施的总排水能力不应小于 50 年重现期的雨水量。

14.3.5 局部污水处理设施应符合下列规定：

1 当城市有污水排水系统而无污水处理厂时，车站厕所的污水应经过化粪池处理达到标准后排入城市污水排水系统；

2 当城市有污水排水系统又有污水处理厂时，车站厕所的污水是否设化粪池，应和城市市政管理部门商定；

3 当城市无污水排水系统时，应根据国家现行有关污水综合排水标准或当地有关标准的规定进行处理，达到标准后排放。

4 地面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；设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定；

5 生活污水处理设施前应设调节池，调节池的有效容积应经计算确定，也可取 4h~6h 的生活污水量。

14.3.6 排水管道管材及排水泵选择应符合下列规定：

1 室内重力流排水管宜采用阻燃性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。

- 2 压力排水管宜采用热镀锌钢管或钢塑复合管。
- 3 虹吸压力流排水管宜采用承压塑料管或不锈钢管。
- 4 室外埋地排水管宜采用埋地塑料管。

14.4 车辆基地给水与排水

14.4.1 车辆基地用水量定额和排水量定额应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定。

14.4.2 给水水源应采用城镇自来水，宜采用生产生活用水与消防用水分开的给水系统。

14.4.3 当城镇自来水的供水量和供水压力不能满足车辆基地内的用水要求时，应设给水泵房和蓄水设施，给水加压设备宜采用变频调速或叠压供水装置。

14.4.4 当车辆基地周围有城市杂用水系统且水质满足使用要求时，其内部冲厕、绿化及地面冲洗水可利用城市杂用水系统供水。

14.4.5 车辆基地内公共浴室、食堂、宿舍公寓等热水系统宜采用太阳能热水系统。

14.4.6 车辆基地消防给水管道的布置和管材选择，应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定。

14.4.7 根据建筑物内使用性质或计费不同的给水系统，应分别设置计量装置。

14.4.8 对含油、含酸及含碱的生产废水，应经过处理达到排放标准后排放，洗车库的废水应经过处理后重复利用。

14.4.9 缺水地区符合建设中水设施的车辆基地，应按照当地有关规定配套建设中水设施，中水设施必须与主体工程同时设计、同时施工。

14.4.10 应结合本地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。车辆基地宜采用渗透地面、屋顶绿化及雨水集蓄等技术措施降低雨水径流量，对雨水进行重复利用。

14.4.11 车辆基地内停车列检库、定修库、试车线设有检修坑时，应设排水设施。

14.5 给排水设备监控

14.5.1 生产、生活给水设备应在综合监控设备室显示运行、手/自动控制及故障等状态信息。

14.5.2 排水设备应在综合监控设备室显示运行、手/自动控制、液位及故障等状态信息。

15 车站辅助设备

15.1 自动扶梯与电梯

15.1.1 高架车站出入口的提升高度超过 6m 时，宜设上行自动扶梯，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。站台至站厅宜设自动扶梯。

15.1.2 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° 。

15.1.3 电梯宜选用无机房曳引电梯。电梯必须设置残疾人专用设施。

15.1.4 位于站台层上的电梯其门不宜面对行车区，也不应侵入站台计算长度内的侧站台宽度。

15.2 站台门

15.2.1 悬挂式胶轮有轨车站站台设置的站台门，土建应具备其安装接口条件。

15.2.2 站台门系统主要装置应便于在站台侧进行维护、日常维修。

15.2.3 站台门的整体钢结构使用寿命不应少于 30 年，系统应满足电磁兼容性要求。

15.2.4 站台门系统平均无故障运行周期不应小于 60 万个周期，运行强度应符合每天运行 20h、每 90s 开/关 1 次，且全年连续运行的要求。

15.2.5 站台门门体结构在环境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。

15.2.6 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、低烟的阻燃材料。

15.2.7 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。

15.2.8 站台门动力学参数应符合下列要求：

- 1 门体的加、减速度值应能达到 1m/s^2 ；
- 2 阻止滑动门关闭的力不应大于 150N（匀速运动区间）；
- 3 每扇滑动门的最大动能不应大于 10J；
- 4 每扇滑动门关门的最后 100mm 行程最大动能不应大于 1J。

15.2.9 全高站台门中的滑动门、应急门净高度不应低于 2m；半高站台门门体的高度不宜低于 1.5m。

15.2.10 站台门的控制优先权应从低到高排列，可分为下列等级：

- 1 信号系统对站台门的控制；
- 2 就地控制盘对站台门的控制；
- 3 通过紧急控制盘对站台门的控制。

15.2.11 站台门的重要状态及故障信息宜上传至控制室。

15.2.12 站台门应具备障碍物探测功能，应探测到厚度为 5mm~10mm，且最小宽度为 40mm 的硬障碍物。

15.2.13 站台门系统应按一级负荷供电，驱动电源和控制电源供电回路宜相互独立，后备电源储能应能满足在 30min 内至少完成开\关滑动门 3 次循环的需要。

15.2.14 站台门与悬挂式车厢宜保持等电位，当与轨道有联接需要时，等电位要求应符合下列规定：

1 站台门与轨道应采用单点等电位连接，门体与轨道连接等电位电阻值不应大于 0.4Ω 。

2 正常情况下人体可触及的站台门金属构件应与车站结构绝缘，门体与车站结构之间的绝缘电阻不应小于 $0.5M\Omega$ 。每侧站台门应保持整体等电位。

15.2.15 当站台门与列车车厢无等电位要求时，站台门应通过接地端子接地，接地电阻不应大于 1Ω 。

16 供电

16.1 一般规定

16.1.1 供电系统应安全、可靠、节能、环保、经济适用。

16.1.2 供电系统应包括外部电源、中压交流供电网络、变电所、牵引网（或充电装置）、动力照明、电力监控和综合接地装置。

16.1.3 供电系统应从城市电网至少引入两部独立中压外部电源，当一回电源发生故障时，其他电源不应同时受到损坏。中压外部电源电压可选用交流 10kV、20kV 或 35kV。

16.1.4 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。

16.1.5 中压供电网络线路末端电压偏差应符合 GB/T12325 的相关规定。

16.1.6 当采用车载储能装置供电时，应根据车载储能装置的自持能力在车站和车辆基地设置充电装置。

16.1.7 采用接触网供电时，电压等级宜优先采用 DC750V，技术经济合理时，也可采用 DC1500V。

表 16.1.8 直流牵引供电系统电压及波动范围

标称值 (V)	最高值 (V)	最低值 (V)
750	900	500
1500	1800	1000

16.1.8 列车牵引用电负荷等级应满足下列规定：

- 1 采用接触网供电时，接触网供电应为一类负荷；
- 2 采用车载储能电源供电时，充电装置的供电不应低于二类负荷。

16.1.9 低压配电电压采用 220V/380V，动力配电设计应符合 GB50054 的相关规定，照明设计应符合 GB50034 的相关规定。

16.1.10 对于与人员及行车安全相关的低压负荷，除主电源外，还应设置应急电源。

16.1.11 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/T14549 限定值的要求。

16.1.12 供变电设施设计防火应符合 GB50229 和 GB50016 的有关规定。

16.1.14 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。

16.2 变电所

16.2.1 变电所的分布应满足接触网、充电装置和动力照明负荷的需求，变电所中压进线电源应引自中压供电网络。

16.2.2 变压器的数量与容量应根据远期负荷确定。

16.2.3 变电所的设备布置可参照 GB50053 或 GB50060 的相关规定。

16.2.4 变电所的继电保护设置应符合 GB/T50062 的相关规定。

16.2.5 牵引整流机组的负荷特性应符合表 16.2.5 的要求。

表 16.2.5 牵引整流机组的负荷特性

负荷	100%额定电流	150%额定电流	200%额定电流
持续时间	连续	2h	1min

16.3 牵引网

16.3.1 牵引网应由正极接触网和负极接触网组成。正极接触网和负极接触网应分别通过上网电缆和回流电缆与牵引变电所连接。

16.3.2 接触网载流及授流部分结构型式应与车辆受流装置匹配。

16.3.3 接触网支持装置应通过预留安装底座固定于轨道梁上。

16.3.4 接触网设计的气象条件，应符合现行行业标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 中的有关规定。

16.3.5 车辆受流器与接触网在相对运动中应可靠接触。

16.3.6 接触网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。

16.3.7 接触网的电分段应设在下列各处：

- 1 有牵引变电所车站的进站侧；
- 2 区间牵引变电所设在变电所直流电缆出口处
- 3 配线与正线的衔接处；
- 4 车辆基地各电化库入口处及不同功能线路衔接处。

16.3.8 接触网绝缘水平应符合 GB 50157、GB/T 32350 中的相关要求。

16.3.9 接触网安装位置及安装误差应满足限界的要求。

16.4 充电装置

16.4.1 车辆若采用车载储能装置供电，应根据车辆用电需求设置电源充电系统。

16.4.2 电源充电系统应简单可靠，宜布置在车站或车辆基地内。

16.4.3 电源充电系统应采用技术成熟、安全可靠的产品。

16.4.4 电源充电系统的进线电压等级宜采用 AC0.4kV 或 AC10kV。

16.5 动力照明

16.5.1 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 要求。各用电设备负荷分级应不低于下列规定：

- 1 一级负荷：

应急照明、消防系统设备、消防电梯、排烟系统用风机及电动阀门、兼做疏散用的自动扶梯等。

2 二级负荷：

车站站厅、站台照明、附属房间照明、普通风机、排污泵、自动扶梯、变电所操作电源、综合监控系统设备（含火灾自动报警系统）、通信与乘客信息系统设备、信号系统设备、道岔设备、电力监控系统设备、自动售检票系统设备、安防系统设备、站台门设备。

3 三级负荷：

空调制冷及水系统设备、锅炉设备、广告照明、清扫机械、电热设备、电梯、自动扶梯等。

4 车辆基地、控制中心大楼内建筑电气设备的负荷分级，应符合《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 的有关要求。

16.5.2 动力照明应符合下列规定：

- 1 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；
- 2 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；
- 3 各级配电开关设备宜预留备用回路；
- 4 动力照明配电设备宜集中布置；
- 5 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；
- 6 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；
- 7 动力设备及照明的控制根据需要宜采用就地控制、远程控制或就地与远程相结合的控制方式，以满足车站无人值守的要求；
- 8 插座回路应具有漏电保护功能。

16.5.3 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：

- 1 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；
- 2 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；
- 3 应急照明供电时间应符合《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB51309 的相关要求。

16.5.4 照明应选用高效、节能、环保的光源。

16.5.5 车站与区间、控制中心、车辆基地的建筑物及其他户外设施的防雷设计，应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343 的有关规定。

16.6 电力监控

16.6.1 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。

16.6.2 变电所综合自动化系统宜采用单监控单元、单网配置。

- 16.6.3 电力监控的功能应满足变电所无人值守的运行要求。
- 16.6.4 电力调度系统应集成到综合监控系统。
- 16.6.5 电力监控系统应遵循国家信息安全保护三级标准的相关要求。

16.7 电缆

- 16.7.1 电力电缆与控制电缆应采用阻燃、低烟、无卤铜芯电缆。
- 16.7.2 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。
- 16.7.3 电缆敷设应便于施工和检修，应符合 GB 50217 的相关规定。

16.8 过电压防护与接地

- 16.8.1 车站及车场的防雷设计应符合 GB50057 的相关规定。
- 16.8.2 车站及车场设置综合接地系统，接地装置可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。但直流供电系统杂散电流排放不应利用结构钢筋作为排流网。
- 16.8.3 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。
- 16.8.4 当轨道梁采用金属结构时，应将金属梁作为贯通接地体，导向梁之间应可靠电气连接；当轨道梁为混凝土结构时，应利用电缆支架接地扁钢等形成全线贯通地线。
- 16.8.5 应将桥墩作为自然接地体，并与钢梁梁体或混凝土梁的贯通接地线可靠电气连接。

17 通信与乘客服务

17.1 一般规定

17.1.1 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、成熟可靠的技术手段，也为乘客提供便捷的音视频服务资讯，在紧急情况下，通信与乘客服务系统应能提供应急救援通信手段。

17.1.2 通信与乘客服务系统应根据工程规模确定站级系统设备的建设方案或控制方式。

17.1.3 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，建设方案可根据网络化运营规划考虑线路之间的资源共享。

17.2 通信系统

17.2.1 通信系统包括骨干网、无线通信、信息化网络、时钟、电话等子系统，系统应满足悬挂式胶轮有轨电车交通对语音、数据和图像等信息传送的需要。

17.2.2 骨干网系统应由光纤介质，以及光网络设备为通信、乘客信息及服务、自动售检票、安防、电力监控、综合监控等系统的信息提供可靠的网络传输通道，网络应采取可靠的网络安全及信息安全措施。

17.2.3 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。

1 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，并具备选呼、组呼、全呼、紧急呼叫、呼叫优先权限设置和集中录音等功能，同时作为紧急状态下的通话手段。

2 车地无线通信网络宜选用综合承载方式，统一构建可满足车辆运行控制业务、车辆信息资讯业务等承载网络。

17.2.4 信息化网络为悬挂式胶轮有轨电车电子办公、内外部信息发布等信息提供管理和发布平台，并设置完善的网络安全措施。

17.2.5 时钟系统为悬挂式胶轮有轨电车运营提供统一的标准时间信息。

17.2.6 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。

17.3 乘客信息及服务系统

17.3.1 悬挂式胶轮有轨电车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。

17.3.2 广播设备应具有与火灾自动报警系统联动功能。

17.3.3 列车广播系统与车辆配套设置，具有自动和人工播音方式，同时可接受控制中心调度人员通过无线对讲系统对运行列车中乘客的语音广播。

17.3.4 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；在控制中心配置广播主机、信息播控设备和求助对讲主机。

17.4 自动售检票系统

- 17.4.1 悬挂式胶轮有轨电车系统宜设置自动售检票系统(AFC)。
- 17.4.2 自动售检票系统由中央计算机系统、车站售检票设备等组成，具备与城市“一卡通”清算系统互联，实现清分结算功能，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。
- 17.4.3 自动售票机可支持现金、互联网支付、银联卡等方式购买车票。
- 17.4.4 自动检票设备根据工程实际情况可采用开放式或封闭式检票方式，检票设备宜可读取实体单程票、二维码车票、储值卡和银联卡等车票介质。
- 17.4.5 售检票系统应根据客流规模配置售票和检票设备。
- 17.4.6 采用开放式检票方式时，检票读卡器可根据工程情况设置在站台公共区或车厢内。
- 17.4.7 采用封闭式检票方式时，闸机应具有在紧急状态运行模式下自动开启闸机的功能。

17.5 安防系统

- 17.5.1 悬挂式胶轮有轨电车应根据《城市轨道交通公共安全防范系统工程技术规范》GB 51151设置安防系统，宜包括视频监控和门禁系统。
- 17.5.2 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。
- 17.5.3 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。
- 17.5.4 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。
- 17.5.5 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。

17.6 其它

- 17.6.1 通信与乘客服务系统宜根据运营管理要求与相关系统进行集成。
- 17.6.2 通信与乘客服务系统可根据项目规模和情况，考虑云计算、大数据等新技术的应用，提高系统的先进性。
- 17.6.3 设备应采用符合电磁兼容性要求、具有抗电气干扰性能的产品，要求符合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规定。
- 17.6.4 车站设备机房宜采用与其他专业合设的建设模式。
- 17.6.5 区间光电缆采用盒式线槽防护的安装方式。
- 17.6.6 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，后备电源时间按 60min 考虑。
- 17.6.7 车站内采用无卤、低烟的阻燃光电缆，区间主干光电缆还应具有防雨淋和抗阳光辐射能力。
- 17.6.8 通信与乘客服务系统设备的接地系统设计，应满足人身安全要求和设备的正常运行，应采用综合接地方式，接地电阻值应不大于 1Ω 。

18 信号

18.1 一般规定

18.1.1 信号系统配置应根据悬挂式胶轮有轨电车系统行车组织和运营要求、线路状态及车辆性能等条件采用 ATC 系统，并满足行车密度和列车运行安全的要求，满足故障运营或紧急状态下运行的需要。

18.1.2 采用 GOA4 全自动运行建设时，信号系统结构及设备配置应满足 GB/T 32590.1 规定的 GOA4 全自动运行要求，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。

18.1.3 信号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。

18.1.4 信号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需求，设备应便于维修、测试及更换。

18.1.5 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。

18.1.6 信号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全自动运行控制要求；单线区段应满足单线双方向全自动运行控制要求。

18.1.7 信号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。

18.1.8 信号系统设备应满足行业标准 TB/T 3074 的防雷要求。

18.1.9 信号系统的车载设备严禁超出车辆限界，信号系统的地面设备严禁侵入设备限界。

18.1.10 信号系统应安全可靠，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。

18.1.11 信号系统应与整体悬挂式胶轮有轨电车系统统一时钟信息，各子系统具备同步校时功能。

18.2 基本要求

18.2.1 信号系统应采用移动闭塞或者虚拟闭塞的闭塞制式。

18.2.2 信号系统选择应符合下列规定：

1 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；系统应满足运行能力；

2 网络化运行线路应满足网络化及灵活交路运行的需求；

3 在系统自身设备故障，通信、供电等相关系统设备故障条件下，系统应满足行车安全的需要，应具有一定的降级使用功能；

4 系统应适应悬挂式胶轮有轨电车系统工程运用环境要求，便于系统工程实施及维护管理。

5 系统设备尽量避免安装在区间线路上；如必须安装，必须考虑必要的防松脱坠落的紧固设施。

18.2.3 信号系统能力应满足下列要求：

- 1 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；
- 2 系统监控和管理的列车数量应按最小追踪间隔能力所需列车数量设计，并留有不少于30%余量。新线设计时，车载信号设备配备数量，宜接近期配属列车数量计算，根据需要可适当增加；
- 3 列车运行通过能力应按最大客流设计，折返能力应适应最小行车间隔的要求。

18.2.4 信号系统应能与车辆、通信、综合监控系统、站台门、道岔和车场设备等系统接口。

18.2.5 信号系统宜通过集成优化设计减少车载设备体积、质量，集中设置轨旁设备，其轨旁设备可与弱电其他设备共用机房。

18.2.6 信号系统应采用 UPS。UPS 电池后备时间应不小于 30min，以满足行车组织对线路供电故障后在线运行列车的最大疏解时间的要求。

18.2.7 信号系统控制中心、轨旁、车场设备应接入综合接地系统，接地电阻不应大于 1Ω。

18.3 构成要求

18.3.1 信号系统应包括下列子系统：

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

18.3.2 在保证安全性及功能的前提下，宜减少轨旁设备配置。对于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。

18.3.3 信号系统宜中央集中设置轨旁 ATP、CI(Computer Interlocking)、ATS 及 DCS(Data Communication Systems) 通信设备，轨旁宜设置联锁全电子执行单元、信标、无线接入设备等。

18.3.4 网络化运行线路，信号系统应满足网络化及灵活的交路运行需求。

18.3.5 车地无线通信应采用冗余网络，宜采用综合承载方式。

18.3.6 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。

18.3.7 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。

18.4 控制方式

18.4.1 信号系统应能具备下列控制功能：

- 1 控制中心自动控制；
- 2 控制中心人工控制；

控制中心人工控制优先于控制中心自动控制。

18.4.2 列车驾驶模式宜包含：

- 1 全自动驾驶模式；
- 2 自动驾驶模式；
- 3 限制人工驾驶模式；
- 4 非限制人工驾驶模式。

18.4.3 列车驾驶模式应满足下列要求：

1 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；

2 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；

3 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；

- 4 出入车场的列车不应影响正线列车的运行。

18.5 子系统要求

18.5.1 ATS 系统应具备列车运行自动监控功能、行车计划生成功能、在线列车偏离运行计划后自动调整功能。

18.5.2 采用 GOA4 全自动运行建设时，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。

18.5.3 ATS 应具有超速、冒进信号等事件的报警与记录功能。

18.5.4 网络化运行线路，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。

18.5.5 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。

18.5.6 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。

18.5.7 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。

18.5.8 在车站站台上应设置紧急停车按钮，当启动紧急按钮时，ATP 系统应确保列车在一定范围内紧急停车。

18.5.9 当采用集中控制管理方式时，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。

18.5.10 ATO 系统应具有车门、站台门的联动控制。

18.5.11 采用 GOA4 全自动运行建设时，ATO 系统应具有冲标后的对位自动调整功能，车门和

站台门的对位隔离功能及线路特定区域（站台、存车线、停车列检线）的休眠唤醒功能。

18.5.12 ATO 系统应具有列车的站台、存车线精确停车功能。

18.5.13 ATO 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；

18.5.14 采用 GOA4 全自动运行建设时，列车在区间停车后，在条件具备的情况下实现列车自动启动；在车站停站后，停站时间到，满足发车安全条件时，列车可自动启动。

18.5.15 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。

18.6 RAMS 要求

18.6.1 RAMS 的主要安全性技术应达到以下要求：

1 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；

2 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 18.6.1 所示的安全完整性等级要求：

表 18.6.1 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
计算机联锁 (Computer Interlocking)	4 级
列车位置占用检测装置(Tram detection device)	4 级

3 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。整个自动列车运行控制系统安全设备导向危险侧的概率指标： $10^{-9} \leq \text{概率指标} < 10^{-8}/h$ （h 为运行小时）；

4 信号系统设计、集成、制造、测试应采取安全性措施，工程应用时必须通过独立第三方权威机构的安全认证；

5 信号系统宜满足 GB/T 22239 规定的信息系统安全保护能力第三级要求。

18.6.2 RAMS 的主要技术应达到以下要求：

1 信号系统应具有较高的可靠性、可用性和可维护性；

2 信号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；

3 信号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；

4 信号系统的可用性指标应不小于 99.98%。

19 综合监控与运维管理

19.1 一般规定

19.1.1 悬挂式胶轮有轨电车系统宜建立以行车指挥为中心的综合监控与运维管理系统，系统应采用一级管理、二级控制的集中管理与控制模式。综合监控与运维管理系统宜由综合监控系统、运维管理系统、火灾自动报警系统、风力监测系统、应急管理系统等子系统组成。

19.1.2 综合监控系统宜具备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。

19.1.3 运维管理系统宜具备对全线机电设备和车辆进行统一维护、维修管理功能。

19.1.4 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。

19.1.5 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 50116 及《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB 50067 的有关规定。

19.1.6 悬挂式胶轮有轨电车系统宜配置满足运营需求的实时风力监测系统，风力监测系统应满足中华人民共和国气象行业标准要求和悬挂式胶轮有轨电车的运行环境。

19.1.7 悬挂式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管理系统。

19.1.8 综合监控与运维管理系统面向的对象为运营调度、运营管理和维护等人员。

19.1.9 综合监控与运维管理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。

19.1.10 综合监控与运维管理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。

19.1.11 综合监控与运维管理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。

19.1.12 综合监控与运维管理系统宜满足 GB/T 22239 规定的信息系统安全保护能力第三级要求。

19.2 系统功能

19.2.1 综合监控应符合下列规定：

1 综合监控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、风力监测、客流分析与预测、辅助决策等功能，及以下联动功能：

（1）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；

(2) 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；

(3) 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。

2 综合监控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、风力监测等设备及系统，以及重要设备机房环境参数等。

3 综合监控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。

19.2.2 风力监测应符合下列规定：

- 1 风力监测系统应实时检测风力数据，并传输数据给信号、综合监控与运维管理等系统。
- 2 风力监测系统的传感器应测量风速和风向，保证实时传出平均风速和风向信号。
- 3 风力监测系统应满足测量精度和分辨率、数据处理、数据输出及显示报警等功能要求。
- 4 风力监测系统传感器及主机安装位置对悬挂式胶轮有轨电车运营不造成影响。

19.2.3 火灾自动报警应符合下列规定：

1 地面车站、高架车站的火灾报警可选择区域报警系统或独立式火灾探测报警器，在公共区和设备区宜设置手动火灾手动按钮和火灾声光报警器，重要设备机房应设置火灾自动探测装置，并将报警及火灾探测设备故障信号上传至控制中心；车辆基地等区域或场所的火灾报警宜选择集中报警系统，控制中心的火灾报警宜选择控制中心报警系统。

2 车辆的火警及火灾探测设备故障信号应能通过无线网络等方式上传至控制中心。

3 火灾自动报警系统可集成于综合监控与运维管理系统，由综合监控与运维管理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，并与综合监控与运维管理系统共同完成消防联动控制功能。

4 全线的消防控制中心宜设置在控制中心；车辆基地和控制中心建筑自身应设置消防控制室。

19.2.4 运维管理应符合下列规定：

1 运维管理应具备维修计划管理、作业冲突检测、资产管理、备品备件管理、运维绩效考核评估、履历管理、报表查询等功能。

2 运维管理应具备故障采集、故障报警、工单生成、分发、核销等故障与工单管理功能。

3 运维管理应具备作业请点、审批、销点等管理功能。

4 运维管理宜具备智能分析功能，提供故障预警、故障智能分析、设备的经济寿命预测等功能。

19.2.5 应急管理系统应符合下列规定：

1 应急管理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。

- 2 应急管理系统应支持预案的编制、推演、评估、修订和仿真。
- 3 应急管理系统宜具备基于建筑信息模型(BIM)和全球卫星导航系统的分析决策支持功能。
- 4 应急管理系统宜采用分布式系统，并支持移动终端的接入。移动终端的接入方式宜采用公众通信网络。
- 5 应急管理系统应满足《信息安全技术 信息系统安全等级保护基本要求》GB/T 22239 规定的信息系统安全保护等级第 2 级要求。

19.3 设备、设施配置

19.3.1 控制中心设备、设施配置应符合下列规定：

- 1 综合监控系统在中央控制室宜配置调度工作站、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。
- 2 运维管理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，宜与综合监控系统共享硬件平台。
- 3 应急管理系统在运营控制中心的中央控制室宜配置操作终端等设备；在运营控制中心的设备机房宜配置计算、存储、网络设备、信息安全设备及软件系统，宜与综合监控共享硬件平台。
- 4 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，控制中心消防广播宜与背景广播合用。

19.3.2 车站设备、设施配置应符合下列规定：

- 1 综合监控与运维管理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。
- 2 火灾自动报警系统在车站应设置火灾探测器、手动火灾报警按钮、火灾声光警报器等设备，车站消防广播宜与业务广播合用。

19.3.3 区间设备、设施配置应符合下列规定：

在区间的出站口和沿线的风力特征点等处应设置风力监测传感器，并通过有线或无线通信方式将风力数据实时传至控制中心。

19.3.4 车辆基地设备、设施配置应符合下列规定：

- 1 综合监控与运维管理系统在车辆基地应配置维修管理工作站、网络接入设备。
- 2 车辆基地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，车辆基地消防广播宜与业务广播合用。

19.4 其它

19.4.1 综合监控与运维管理系统在运营控制中心、车站、车辆基地的设备用房宜与其它设备系统合用。

19.4.2 综合监控与运维管理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。

19.4.3 火灾自动报警系统的电源宜采用消防电源供电。

19.4.4 综合监控与运维管理系统、火灾自动报警系统、风力监测系统、应急管理系统宜采用综合接地系统，接地电阻不应大于 1Ω 。安装在区间风力监测设备宜采用就近接地方式。

19.4.5 防雷应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的有关规定。区间风力监测设备的安装位置应选择不容易遭受直接雷击的区域。

20 控制中心

20.1 一般规定

20.1.1 悬挂式胶轮有轨电车系统应建立控制中心，车辆基地调度中心可与控制中心合设。

20.1.2 控制中心可监控管理单条或多条悬挂式胶轮有轨电车系统系统的线路，其建设模式和规模应根据悬挂式胶轮有轨电车系统系统的线网布局规划和项目的具体情况确定。

20.1.3 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。

20.1.4 控制中心宜靠近线路，可与车辆基地、车站等场所合建，与其他建筑合建时，应具有独立的进出口通道和消防安全通道。

20.1.5 控制中心宜配置列车自动控制、通信、乘客服务、综合监控与运维管理、票务、防灾报警、应急指挥等系统，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，并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：

- 1 监控、指挥列车运行和自动或人工调整运行计划；
- 2 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；
- 3 向列车上和车站的乘客提供服务，并监控和管理服务过程；
- 4 紧急事件处置及组织应急救援；
- 5 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；
- 6 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。

20.1.6 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。

20.2 工艺设计

20.2.1 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。

20.2.2 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调度操作层和指挥层。

20.2.3 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。

20.2.4 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方便运维修、流程合理合理的原则。

20.2.5 控制中心的建筑、结构设计及供电、应急照明、环控、给排水和消防等辅助设施，应满足各系统的工艺要求。

20.3 建筑与装修

20.3.1 控制中心应根据监控管理线路数量、运营管理架构和管理模式、各系统中央级设备的数量及控制中心其他辅助设施等因素，经济合理地确定控制中心的规模及装修标准，并宜适当预留

发展余地。

20.3.2 中央控制室和设备区不宜设在高层建筑的顶层和地下。

20.3.3 中央控制室应符合下列要求：

- 1 中央控制室应满足工艺设计要求；
- 2 中央控制室的室内净空高度应根据房间面积大小及视线的要求进行设计，不宜低于 4m；
- 3 中央控制室各调度台之间宜设通道。中央控制室应设不少于两个出入口与外部相连，且应至少有一个门的宽度为 1.2m、高度为 2.3m，并应满足相关专业要求；
- 4 中央控制室内应设固定式双层密封、隔声和隔热窗；有防火、防爆等特殊要求时，应按特殊要求进行设计；阳光不应直射设备，受阳光直射时应采取遮光措施；
- 5 室内地面应装设防静电活动地板，并应布设各调度台的系统管线接口及电源插座。设备不应直接安装在活动地板上；
- 6 室内宜设吊顶，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；
- 7 室内装修与照明综合效果不应在模拟屏上产生眩光。

20.3.4 设备区系统设备房净空不宜低于 3m；地面宜根据各系统具体的工艺要求设计，采用下部进线时应设架空活动地板，并应根据设备的安装要求，设置设备的承重、固定和起吊装置。

20.3.5 建筑设计除应满足各系统设备的工艺要求外，还应满足结构、消防等专业的要求。

20.4 布线

20.4.1 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。

20.4.2 电缆的选择和管线的敷设除应满足各自系统的要求外，还应符合消防和电气等现行规范的规定，管线敷设应尽量做到线路短、交叉少。

20.4.3 竖向布线宜采用电缆井或电缆柜的敷线方式。

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

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

20.4.6 控制中心楼层间、房间之间的各种管线孔洞设计应便于严密封堵。

20.5 供电与防雷接地

20.5.1 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，满足控制中心一、二、三级负荷的需要，当一台变压器退出运行时，另一台变压器至少可满足全部一、二级负荷的需要。

20.5.2 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不间断电源装置，且不间断电源的蓄电池初装容量应保证备用时间不小于 120min。

20.5.3 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。

20.5.4 控制中心防雷接地应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

20.5.5 控制中心宜设置综合接地装置，接地电阻应不大于 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上单独接引，并应与强电系统接地装置分开设置。

20.6 通风、空调

20.6.1 控制中心应采用通风和空调系统进行室内环境控制。如无特殊要求，中央控制室室内环境温度宜控制为 $16^{\circ}\text{C}\sim 27^{\circ}\text{C}$ ，中央控制室和各系统设备机房内每小时温度变化不宜超过 3°C ，各系统设备机房应执行现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB50174 的有关规定设置，并宜按不低于 B 级要求设计。

20.6.2 模拟屏前后的温差不宜超过 3°C 。

20.6.3 中央控制室及各系统设备机房应维持正压。

20.6.4 中央控制室、运营管理区、设备区的空调系统宜分开设置。

20.6.5 与设备机房无关的管道不宜穿越设备机房，设备上方不应敷设任何水管。

20.7 照明与应急照明

20.7.1 控制中心应设置一般照明与应急照明，照明的控制宜采用集中控制方式。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。

20.7.2 中央控制室、设备房、维修用房、办公管理用房及其他各部位的照明设计应满足现行国家标准《城市轨道交通照明规范》GB/T 16275 的要求。

20.7.3 控制中心应急照明的照度不应低于正常照明的 10%，中央控制室的应急工作照明不应低于正常照明的 30%，应急照明的持续供电时间不应低于 1.0h。

20.8 消防与安全

20.8.1 控制中心应根据房屋性质分别设置火灾自动报警、环境与设备监控、火灾事故广播、自动灭火、水消防、防排烟等系统。

20.8.2 控制中心应设置消防控制室。

20.8.3 控制中心各分区出入口、主要通道和重要房间应设置视频监视系统和门禁系统等安防设施。

20.8.4 控制中心应设置保安值班室，保安值班室宜与消防控制室合并设置。

21 车辆基地

21.1 一般规定

21.1.1 悬挂式胶轮有轨电车系统的车辆基地应包括车辆段（或停车场）、综合维修中心和必要的办公生活等设施；物资总库、培训中心等可根据需要配置。

21.1.2 车辆基地的设计应近、远期结合，统一规划，分期实施。站场线路、房屋建筑和机电设备等应按近期需要设计。用地范围应按远期规模并在远期线路和房屋布置规划的基础上确定。

21.1.3 车辆基地应有完善的消防设施，总平面布置、房屋的设计和材料设备的选用应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定。车辆基地内建筑单体应满足《工业建筑节能设计统一标准》GB51245 的相关规定。

21.1.4 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，并符合国家现行有关规范的规定。

21.1.5 车辆基地的选址应符合下列要求：

- 1 应与总体规划或土地利用专项规划协调一致；
- 2 应有良好的接轨条件；
- 3 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；
- 4 应具有良好的自然排水条件；
- 5 应便于电力、给排水及各种管线的引入和道路的连接；
- 6 宜避开工程地质和水文地质不良的地段。

21.1.6 车辆基地的设计应贯彻节约用地、节约能源和资源的方针，总体布局宜考虑与相关线路的资源共享，考虑土地资源的集约利用，为物业综合开发预留条件。

21.1.7 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。

21.1.8 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、消防道路与线路有交叉时，道路两侧应安装安全警示标识及限高设施。

21.2 车辆基地功能与规模

21.2.1 车辆基地的范围、功能及规模应根据其在线网中的地位和集中检修的原则合理确定，并符合下列要求：

- 1 车辆段负责车辆全面检修及以下修程的车辆检修作业；
- 2 停车场应主要承担列检和停车作业；必要时可承担换轮、三月检及临修作业。

21.2.2 车辆检修宜采用日常维修和定期检修相结合的预防检修制度，并宜实行换件修。修程和检修周期应根据车辆和线路的技术条件以及车辆制造商的建议制订，设计时可参照表 21.2.2 的规

定确定。检修不平衡系数三月检可取 1.2；定期检修可取 1.1。

表 21.2.2 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
		里程（万公里）	时间	
定期检修	全面检修	60	6 年	35 天/列
	重点检修	30	3 年	20 天/列
	换轮	10	1 年	10 天/列
日常维修	三月检	3	3 月	3 天/列
	列检	—	每天或两天	4h/列

21.2.3 车辆段应按下列作业范围设计：

- 1 列车停放、编组和日常维修、一般故障处理、清扫洗刷及定期消毒等日常维护保养；
- 2 车辆的定期检修；
- 3 车辆的临时性故障检修；
- 4 车辆段检修设备、机具的维修和工程车等的整备及维修；
- 5 必要时负责列车的乘务作业；
- 6 列车救援工作。

21.2.4 车辆段（停车场）的规模，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，其所需要的附属设施宜靠近相关的负荷中心布置。

21.2.5 车辆基地的总平面布置应根据车辆运用和检修的作业要求，并考虑综合维修中心、物资总库和培训中心等设施的布局及道路、管线、绿化、消防、环保等要求合理设计。

21.3 车辆运用整备设施

21.3.1 车辆运用整备设施包括停车库（棚），列检、三月检库和列车清扫洗刷设备及相应线路等设施，并根据生产需要配备办公、生活房屋。应根据不同自然条件选择停车库、车棚及露天设置等停放方式。

21.3.2 列检线、三月检线设置供电轨时，在每线列位之间和库前均应设置隔离开关或分段器，并应设有送电时的信号显示或音响警示。

21.3.3 列检线、三月检线应设车辆检查作业平台，并设安全防护设施。作业平台面高度和结构尺寸应根据车辆结构和作业要求确定。根据作业需要，可设置起重设备。

21.3.4 车辆段宜设机械洗车设施，配属列车超过 12 列的独立停车场可设置机械洗车设施。

21.3.5 车辆段或停车场应根据其布置和作业需要设置牵出线，其数量应根据作业量确定。

21.3.6 车辆段或停车场为贯通式布置时，应设联络段、场两端咽喉区的走行线。

21.4 车辆检修设施

21.4.1 检修库规模应根据检修工作量和检修时间计算确定。

21.4.2 检修库应设起重机和必要的搬运设备；起重机的起重量和走行轨高度应满足工艺和检修作业的要求。

21.4.3 各种车库的库前股道宜有一段平直线路，其长度应保证车辆安全进出库门。

21.4.4 换轮库应结合工艺流程和厂房组合情况合理布置，可单独设置，也可与检修厂房合并设置。

21.4.5 车辆段宜设试车线。试车线的设计应满足下列要求：

1 试车线应为平直线路，困难条件下允许在线路端部设曲线；试车线应有配套的信号和供电设备，试车线的其他技术标准宜与正线标准一致；

2 试车线的有效长度应根据车辆性能、技术参数以及试车综合作业要求计算确定，试车线尽端应设车挡，标准按第7章规定执行。

3 若车辆段规模较小且条件无法满足时，车辆基地内可不设试车线，并考虑利用正线满足试车要求。

21.4.6 转向架间一般在检修库内设置，也可毗邻检修库。转向架间应设有转向架检修及零部件的检修、清洗、试验及探伤设备。

21.4.7 应根据国家标准 GB/T 31486、GB/T 31485、GB/T 31467 中的相关规定和制造商的建议，确定车辆蓄能装置所使用的动力电池的检修项目和更换周期，配置车辆动力电池的检修和更换设施。

21.4.8 车辆段应设材料、备品间，并配备必要的起重和运输设备。

21.5 综合维修中心

21.5.1 综合维修中心功能应满足全线轨道梁、房屋建筑和道路等设施的日常维修、保养工作，以及供电、通信、信号、道岔、机电设备和自动化设备的日常维修工作的需要。对于轨道梁、房屋、机电设备及其他设施大修，宜委托专业队伍进行。

21.5.2 综合维修中心宜根据各专业的性质分设车间。

21.5.3 综合维修中心应根据生产的需要配备生产房屋、仓库和必要的办公、生活房屋。

21.5.4 设于车辆基地内的综合维修中心，其供电、供风、供热和供水设施宜与车辆段相关设备和设施统一设置。

21.5.5 综合维修中心应根据各专业的作业内容和工作量配备必要的检修设备和工程车辆。

21.6 救援设施

21.6.1 车辆基地内宜设救援办公室，并配备相应的救援设备和设施。救援办公室受控制中心指挥，救援人员由车辆基地人员兼职。

21.6.2 救援用的车辆宜利用车辆段和综合维修中心的车辆，并根据救援需要设置地面工程车和指挥车。

21.7 站场

21.7.1 车辆基地线路的配备应满足功能及工艺要求，并应做到安全、方便、经济合理。线路平

面及纵断面设计应按本标准第 6 章的规定执行。

21.7.2 车辆段与停车场出入线的设计，应符合下列规定：

- 1 出入线宜在车站接轨，并宜选在线路的终点站或折返站；
- 2 出入线宜按双线、双向运行设计，停车场出入线可根据通过能力需要设计为双线或单线；
- 3 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。

21.7.3 车辆基地的场坪设计高程应按 1/100 洪水频率高程设计；沿海或江河附近地区其场坪设计高程不应低于 1/100 潮水位、波浪爬高值和安全高之和。

21.7.4 车辆基地的路基排水应自成体系，并组织排入城市排水管网或附近自然水体；地坑和室外电缆沟的排水宜利用地形采用自然排水，困难时应自成体系采用集中机械提升排水方式排入路基排水系统或城市排水管网。排水设计应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的有关规定。

22 防灾

22.1 一般规定

22.1.1 悬挂式胶轮有轨电车应具有防火灾、冰雪、水淹、风灾、地震、雷击和事故停车等灾害的设施。

22.1.2 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。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。

22.1.3 车站站台、站厅及疏散通道内不得设置商业场所，除交通运营、服务设备、设施外，也不得设置妨碍乘客疏散的设备、设施及其他物体。

22.1.4 与悬挂式胶轮有轨电车相连的商业等建筑物，必须采取防火分隔设施。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，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

22.1.5 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。

22.1.6 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。

22.2 建筑防火

22.2.1 地上车站站厅公共区每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 5000 m²。

22.2.2 地上车站站厅设备管理区应与站台、站厅公共区划分为不同的防火分区，设备管理区每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 2500m²；对于建筑高度大于 24m 的高架车站，其设备管理区每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 1500m²。

22.2.3 地上车站站厅位于站台上层且站台上层不具备自然排烟条件时，除可在站台至站厅的楼梯或扶梯开口处人员上下通行的部位采用耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘等进行分隔外，其他部位应设置耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙。

22.2.4 地上车站站厅通向天桥的出口可作为安全出口，且应符合下列规定：

- 1 应采用不燃材料制作，内部装修材料的燃烧性能应为 A 级；
- 2 应具有良好的自然排烟条件；
- 3 不得用于人行外的其他用途；
- 4 应能直接通至地面。

22.2.5 地面侧式站台车站的过轨地道可作为疏散通道，上跨轨道的通道不得作为疏散通道。

22.2.6 设备管理区内房间的疏散门至最近安全出口的疏散距离应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

22.2.7 地面车站、高架车站、高架区间的建构筑物及地面附属，耐火等级不得低于二级。

22.3 建筑安全疏散

22.3.1 车站安全出口设置应符合下列规定：

- 1 车站每个站厅公共区安全出口数量应经计算确定，且应设置不少于 2 个直达地面的安全出口。
- 2 安全出口应分散设置，且相邻两个安全出口之间的最小水平距离不应小于 20m。
- 3 换乘车站的换乘通道不应作为安全出口。

22.3.2 乘客全部撤离站台的时间满足下式要求：

$$T = \frac{Q_1 + Q_2}{0.9[A_1(N-1) + A_2B]} \leq 4\text{min} \quad (22.3.2)$$

式中：T——事故疏散时间；

Q_1 ——远期或客流控制期中超高峰小时最大客流时一列进站列车的载客人数（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数（人）；

A_1 ——一台自动扶梯通过能力[人/(min·台)]；

A_2 ——单位宽度疏散楼梯的通过能力[人/(min·m)]；

N——用作疏散的自动扶梯台数；

B——疏散楼梯的总宽度（m）（每组楼梯的宽度按 0.55m 的整倍数计算）；

1——人的反应时间（min）。

22.3.3 在于公共区付费区与非付费区的栅栏上应设平开疏散门，自动检票机和疏散门的通过能力应满足下式要求：

$$A_3 + LA_4 \geq 0.9[A_1(N-1) + A_2B] \quad (22.3.3)$$

式中： A_3 ——门式自动检票机通行能力（人/min）；

A_4 ——疏散门通行能力[人/(min·m)]；

L——疏散门的总宽度（m）；其余符号意义同前。

当采用三杆式自动检票机时，其通行能力应按门式自动检票机的 50% 计算。

22.3.4 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 50m。

22.3.5 与车站相连开发的商业等公共场所，安全出入口应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

22.3.6 防灾疏散的自动扶梯应符合下列规定：

- 1 按一级负荷供电；
- 2 有逆向运转的功能。

22.3.7 安全出口、楼梯和疏散通道的设置应符合下列规定：

- 1 供人员疏散的出口楼梯和疏散通道宽度，应按本标准第 9 章有关规定计算确定。
- 2 设备与管理用房区房间单面布置时，疏散通道宽度不得小于 1.2m，双面布置时不得小于 1.5m。

3 有人值班的车站设备、管理房间的门至最近安全出口的距离不应大于 40m，位于袋形通道两侧或尽端的房间，其最大距离不应大于上述距离的 1/2。

22.3.8 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。

22.3.9 设于站台层人行楼梯和自动扶梯的总量布置，除应满足上、下乘客的需要外，尚应按站台层事故疏散时间不大于 4min 进行验算。消防专用梯及垂直电梯不应计入事故疏散用。

22.4 消防给水与灭火

22.4.1 消防给水系统的水源应优先采用城市自来水。当无城市自来水时，应选用其它可靠的水源。

22.4.2 消防给水系统的设计，除应符合本规范第 12.2 节的有关规定外，应符合《建筑设计防火规范》GB50016、《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定。

22.4.3 换乘车站消防给水系统宜采用一套系统。

22.4.4 地面或高架车站，消防给水系统的设置按现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定执行，体积小于 5000m³ 的车站可不设置室内消火栓系统。

22.4.5 区间隧道的消防给水系统的设置按现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 的规定执行。

22.4.6 总建筑面积小于 10000m² 的地面车站、高架车站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。

22.4.7 消火栓设置应符合《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 及《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定。

22.4.8 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。

22.4.9 消火栓系统的管材和附件的选型应符合《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定。

22.4.10 车站、车辆基地、控制中心的自动灭火装置的设置应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的规定执行。

22.4.11 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。地面高架车站、车辆基地自动灭火系统的设置，应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《高层民用建筑设计规范》GB50045 的规定执行。

22.4.12 灭火器配置应按现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB50140 的规定执行。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。

22.4.13 消防设备的监控应符合下列规定：

- 1 消防泵组应在车站控制室显示泵组的运行状态、手/自动状态、故障状态，在车站控制室

应能控制消防泵的启停，消防泵应采用启泵按钮启动及车站控制室远程启动的启动方式。

2 自动灭火系统应具备自动控制、手动控制及紧急机械操作三种启动功能。气体灭火系统控制盘可采用独立控制或集中控制方式。

22.4.14 消防系统的电动阀门及重要仪表的工作状态，应在车站控制室显示。

22.5 防烟与排烟

22.5.1 车站、区间隧道、控制中心、车辆基地根据要求设置有效的防烟、排烟与事故通风系统。

22.5.2 地面和高架车站宜采用自然排烟方式，当无条件采用自然排烟方式时，应设置机械排烟系统。

22.5.3 检修库、物资仓库等高大厂房仓库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。

22.5.4 排烟风机应保证在 280℃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。

22.5.5 排烟系统的设计应满足《建筑设计防火规范》(GB50016)及其它国家现行防火排烟规范的要求。

22.6 防灾用电与疏散标志

22.6.1 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。

22.6.2 防灾用电设备的配电设备应有明显标志。

22.6.3 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 0.5lx。

22.6.4 下列部位应设置疏散应急照明：

- 1 站厅、站台、自动扶梯、自动人行道及楼梯口；
- 2 疏散通道及安全出口。

22.6.5 应急照明和疏散指示灯用的电缆应采用耐火型或矿物绝缘类电缆。

22.6.6 应急照明以及疏散指示标志的供电电源采用集中电源供电时，集中电源状态应由火灾报警系统或设备监控系统对其进行远程监视。

22.6.7 下列部位应设置醒目的疏散指示标志：

- 1 站厅、站台、自动扶梯、自动人行道及楼梯口；
- 2 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 10 处；
- 3 安全出口或疏散门应设置出口标志灯，疏散走道、通道两侧的墙面或柱面应设置方向标志灯；
- 4 指示标志距地面应小于 1m；
- 5 地下车站的站台、站厅、疏散通道等人员密集部位的地面，应设置保持视觉连续的发光疏散指示标志。

22.7 防灾通信

- 22.7.1 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。
- 22.7.2 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。
- 22.7.3 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。
- 22.7.4 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。
- 22.7.5 悬挂式胶轮有轨电车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。
- 22.7.6 车站应设消防对讲电话。
- 22.7.7 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。

22.8 火灾自动报警系统

- 22.8.1 车站、变电所、控制中心、车辆基地应设置火灾自动报警系统。
- 22.8.2 控制中心兼做全线防灾控制中心，火灾报警系统中央级应设在控制中心中央控制室；车站根据其规模和选用火灾自动报警系统形式设置消防控制室，车辆基地设消防控制室。火灾自动报警系统的全线传输网络可利用公共通信传输网络，不宜单独配置。
- 22.8.3 火灾自动报警系统应包括火灾探测与报警装置、消防联动装置消防广播/消防电话及与防灾相关的其他设备。
- 22.8.4 正常运行工况需控制的设备，应由设备监控系统直接监控；火灾工况专用的设备，应由火灾自动报警系统直接监控。正常运行与火灾工况均需控制的设备，平时可由设备监控系统直接监控，火灾时应能接受火灾自动报警系统指令，并应优先执行火灾自动报警系统确定的火灾工况。
- 22.8.5 下列场所应设置火灾自动报警装置：
- 1 控制中心建筑内的各种设备机房、配电室（间）、电缆通道、电缆竖井、电缆夹层、走廊、会议室、办公室、控制室及其他管理用房；
 - 2 车站的各种设备机房、配电室（间）、电缆通道、电缆竖井、电缆夹层、控制室等重要管理用房；
 - 3 车辆基地的停车库、检修库、变电所、信号楼及火灾危险性较大的场所。
 - 4 主变电所、牵引变电所、降压变电所、混合变电所；
 - 5 其它经常有人滞留的场所。
- 22.8.6 车站级火灾报警控制应具有下列功能：
- 1 接收本车站及其所辖区间的火灾报警信号以及火灾报警、故障报警部位，并将本站管辖区域的灾害信息及设备状态信息传送至控制中心；
 - 2 接收与本站联建的物业火灾报警信号，统一协调疏散、救灾；
 - 3 对室内消火栓系统、自动喷水灭火系统、气体灭火系统、防排烟系统和防火卷帘等进行

控制和显示：

4 当车站设置消防控制室在确认火灾后，其应具备下列功能：

(1) 启动消防广播，接通警报装置，接通应急照明和疏散指示灯，将电梯全部停于首层或疏散层；

(2) 手动将疏散用的自动扶梯强切于疏散方向运行；

(3) 手动控制站台门的开或关，手动或自动开启所有自动检票机闸门，切断相关区域非消防电源；

(4) 消防水泵、防排烟风机的启、停，除自动控制外，还应能手动直接控制；

(5) 显示被控设备的工作状态，显示系统供电电源的工作状态；

(6) 显示保护对象的部位、疏散通道及消防设备所在位置的平面图或模拟图；

5 接收控制中心命令，强制综合监控系统将事故风机按火灾工况运行。

22.8.7 控制中心中央控制室应具有下列功能：

1 接收并显示全线各车站、车辆基地变电所等区域和场所送来的火灾报警和相关防灾设备的工作状态信号；

2 对全线相关消防设施进行监控；

3 对全线火灾事件、历史资料进行存档和管理。

22.8.8 消防控制室应结合其他控制系统综合设置，并应符合下列规定：

1 控制中心的消防控制室宜设于全线的中央控制室内；

2 当车站设置消防控制时，宜与综合监控、通信、信号等系统同设于车站控制室内；

3 车辆基地应设置消防控制室，宜与安防控制中心、物业管理中心合宜。

22.8.9 火灾自动报警系统的时钟应与全线时钟系统同步。

22.8.10 火灾自动报警系统应设主电源和直流备用电源。其主电源应由一级负荷或相当于一级负荷的电源供电；其直流备用电源宜采用火灾报警控制器、气体灭火控制器的专用蓄电池或集中设置蓄电池组供电，容量应保证主电源断电后供电 3h。采用集中设置蓄电池时，火灾报警控制器、气体灭火控制器供电回路应单独设置，保证火灾报警控制器、气体灭火控制器可靠工作。

22.8.11 火灾自动报警系统设计除应执行本标准规定外，尚应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的相关规定。

22.9 运营安全保障

22.9.1 区间及列车应具有在特殊情况下紧急疏散乘客的能力。

22.9.2 列车的两端应设有紧急疏散门，组成列车的各车辆之间必须贯通。

22.9.3 列车应设置报警系统，客室内应设置乘客紧急报警装置，乘客紧急报警装置应具有乘务员与乘客间双向通信功能。当采用无人驾驶运行模式时，列车应具备乘客与控制中心联系的通信系统。

22.9.4 车辆内应有各种警告标识，包括标在司机室内的紧急制动装置、带电高压设备、消防设备及电器箱内的操作警示标识等。

22.9.5 车辆基地应配置救援车辆；设置营运列车发生故障或遭遇灾害时实施救援所需的设备和设施。

22.9.6 当列车发生事故停车时，应由控制中心进行调度。

22.9.7 控制中心应能对所有紧急状态下的应急预案和操作流程进行监控管理；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；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；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。

22.9.8 当列车遭遇狂风、暴风雨、台风、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。

22.9.9 当从车辆中撤离所有乘客时，列车驾驶员或监控人员应能组织乘客实施撤离。

22.9.10 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。

22.10 其他灾害预防

22.10.1 高架及地面有关建筑工程应有可靠的防淹、防风、防雷及接地措施。

22.10.2 高架及地面有关建筑工程的结构抗震设计，除应符合本标准的有关规定外，尚应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

23 环境保护

23.1 一般规定

23.1.1 悬挂式胶轮有轨电车线路方案应符合城市总体规划和区域环境保护规划，合理规划线路走向和线位布局。

23.1.2 悬挂式胶轮有轨电车线位、站位及附属设施与环境敏感建筑之间的距离应满足噪声、振动、电磁防护的要求。

23.1.3 列车及设备运行噪声影响应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096、《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087 的有关规定。车辆基地及停车场厂界噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的有关规定。

23.1.4 列车及设备运行振动影响应符合现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070 的有关规定。

23.1.5 车辆基地的生产废水、生活污水，以及沿线车站的生活污水排放，应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 和以及地方水污染物排放标准的有关规定。

23.1.6 车辆基地废气排放应符合《大气污染物综合排放标准》GB16297 及地方大气污染物排放标准要求。

23.1.7 设有 110kV 及以上电压等级的变电所工频电场、工频磁场电磁环境，应符合《电磁环境控制限值》GB 8702 的有关规定

23.2 环境保护措施

23.2.1 环境保护措施设计应遵循统一规划、合理布局、综合治理、防治结合的原则。

23.2.2 环境保护措施应包括噪声与振动控制、电磁防护、污水处理、生态保护等措施，并应符合现行国家标准的相关规定。

23.2.3 环境保护措施设计目标值应根据环境影响报告书，以及当地环境保护主管部门确认的环境功能区标准或污染物排放标准确定。当工程线路走向、敷设方式或沿线敏感目标等发生重大变动时，应按重新报批的建设项目环境影响评价文件开展设计。

23.2.4 环境保护措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，并应符合环境保护设施竣工验收的要求。

附录 A 曲线地段设备限界计算方法

(规范性附录)

A.0.1 曲线地段设备限界应在直线地段设备限界的基础上加宽。

A.0.2 曲线地段设备限界应按平面曲线几何偏移量引起的设备限界加宽量和车辆参数变化引起的设备限界加宽量计算确定。

A.0.3 平面曲线的设备限界几何偏移量按下列公式计算确定：

1 车体

$$(1) \text{ 曲线外侧: } T_a = [4n(n+a) - p^2] / 8R$$

$$(2) \text{ 曲线内侧: } T_i = [4n(a-n) + p^2] / 8R$$

2 转向架

$$(1) \text{ 曲线外侧: } T_{ba} = m(m+p) / 2R$$

$$(2) \text{ 曲线内侧: } T_{bi} = m(p-m) / 2R$$

式中： n ——车体计算断面至相邻中心销距离 (mm)；

a ——转向架中心距 (mm)；

p ——导向轮距 (mm)；

m ——转向架计算断面至相邻轴距离 (mm)；

R ——曲线半径 (mm)。

A.0.4 车辆参数变化引起的设备限界加宽量：

$$1 \text{ 曲线外侧: } \Delta Y_{ca} = \Delta w_q$$

$$2 \text{ 曲线内侧: } \Delta Y_{ci} = \Delta w_q$$

式中： Δw_q ——车辆二系弹簧的横移量在曲线与直线上的差值，取 10mm。

A.0.5 设备限界加宽量总和：

$$1 \text{ 曲线外侧: } \Delta Y_a = T_a + \Delta Y_{ca};$$

$$2 \text{ 曲线内侧: } \Delta Y_i = T_i + \Delta Y_{ci}$$

A.0.6 直线地段设备限界各点 Y 坐标值加上 ΔY_a (或 ΔY_i) 值后，形成曲线地段设备限界。

附录 B 悬挂式胶轮有轨电车 A 型车限界图

(资料性附录)

B.0.1区间直线地段车辆轮廓线、车辆限界、设备限界(图B.0.1)的坐标值,应按表 B.0.1-1~表B.0.1-5 选取。

表B. 0. 1-1 车辆轮廓线坐标值 (mm)

点号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	0	701	1129	1250	1210	1120	1120	1170	1170	0
Z	312	312	485	2162	2912	3350	3480	3480	3700	3700

表B. 0. 1-2 车辆限界坐标值 (隧道外区间直线地段)(mm)

点号	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
Y	0	878	1314	1493	1480	1460	1470	0
Z	232	232	400	2059	3047	3392	3828	3828

表B. 0. 1-3 设备限界坐标值 (隧道外区间直线地段)(mm)

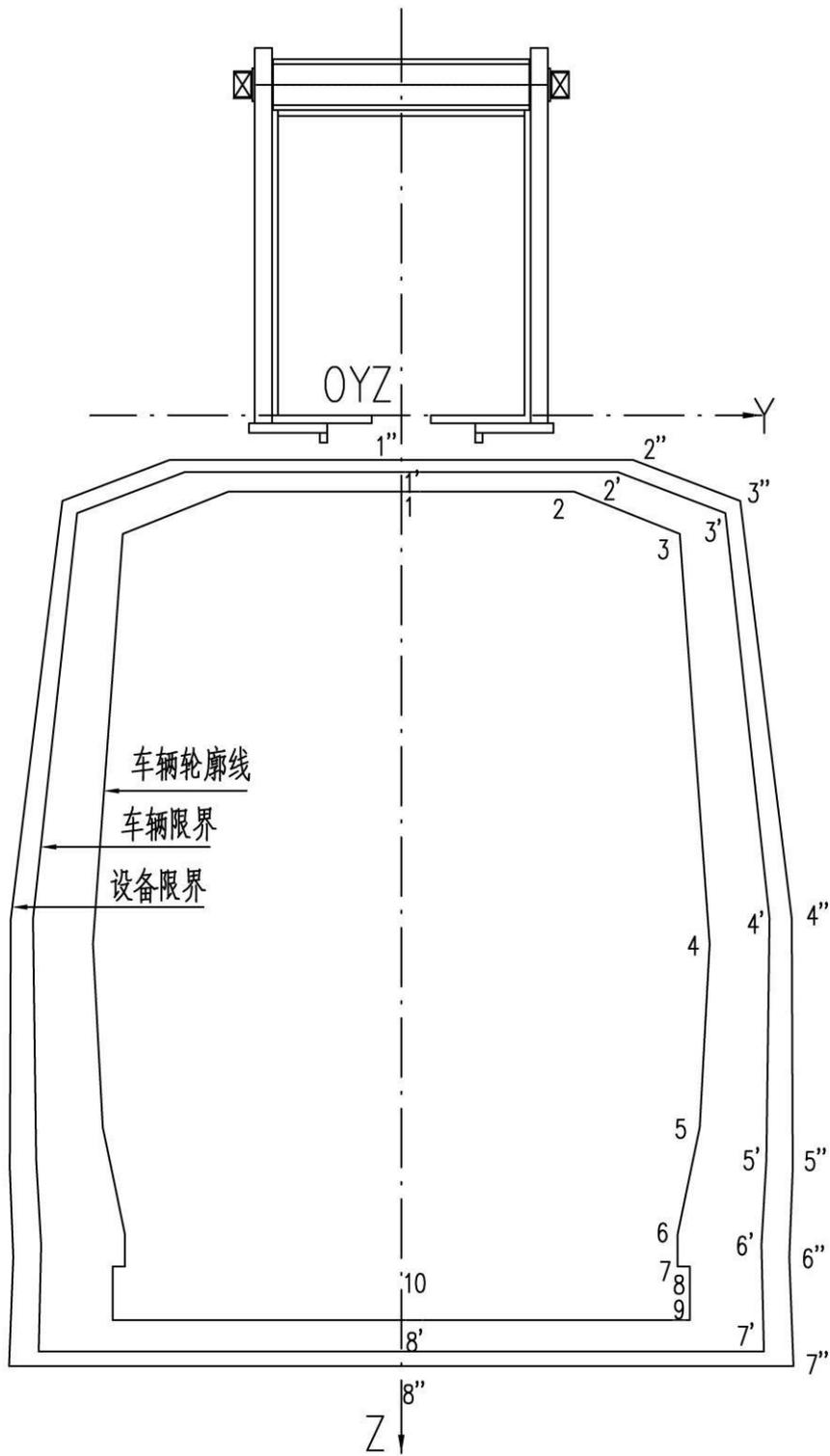
点号	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''
Y	0	938	1374	1583	1587	1573	1590	0
Z	182	182	350	2059	3082	3442	3888	3888

表B. 0. 1-4 车辆限界坐标值 (隧道内区间直线地段)(mm)

点号	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
Y	0	761	1191	1325	1291	1256	1260	0
Z	267	267	437	2112	3002	3432	3788	3788

表B. 0. 1-5 设备限界坐标值 (隧道内区间直线地段)(mm)

点号	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''
Y	0	821	1251	1415	1397	1369	1380	0
Z	217	217	387	2112	3037	3482	3848	3848

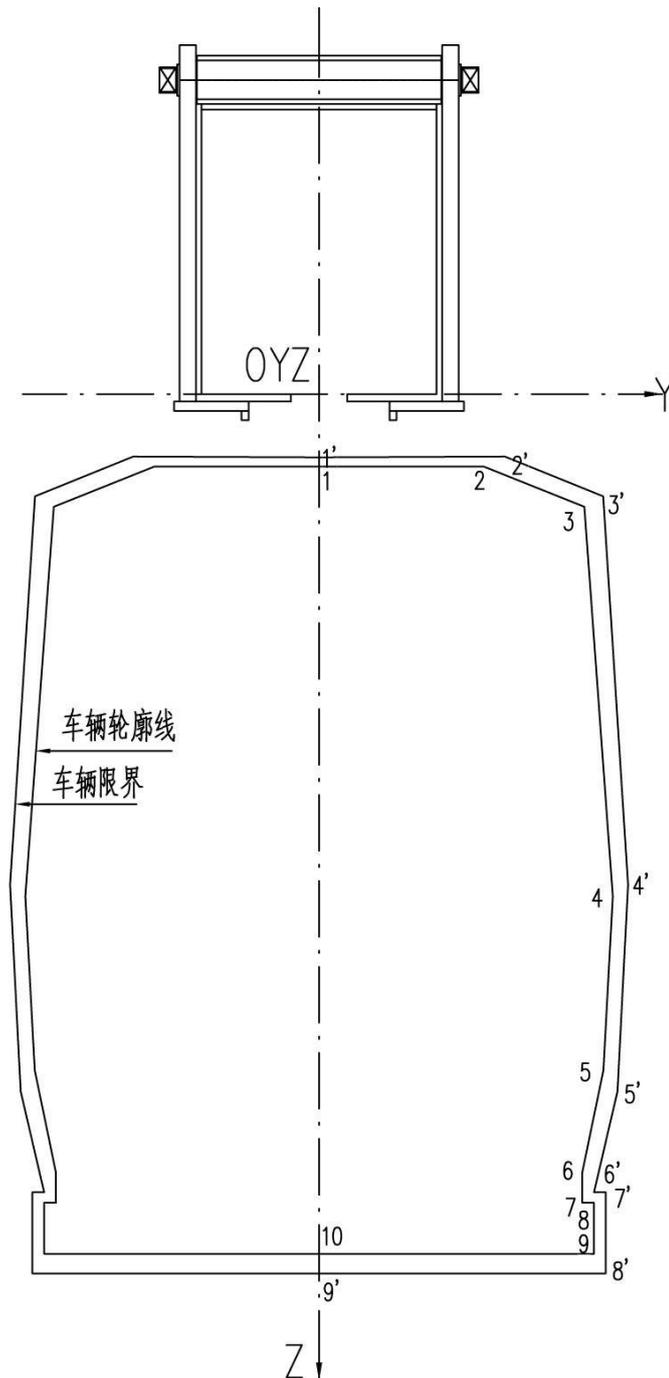


图B.0.1 区间直线地段车辆轮廓线、车辆限界和设备限界

B.0.2 车站直线地段车辆轮廓线与区间直线地段车辆轮廓线一致，车站车辆限界（图B.0.2）的坐标值，应按表 B.0.2 选取。

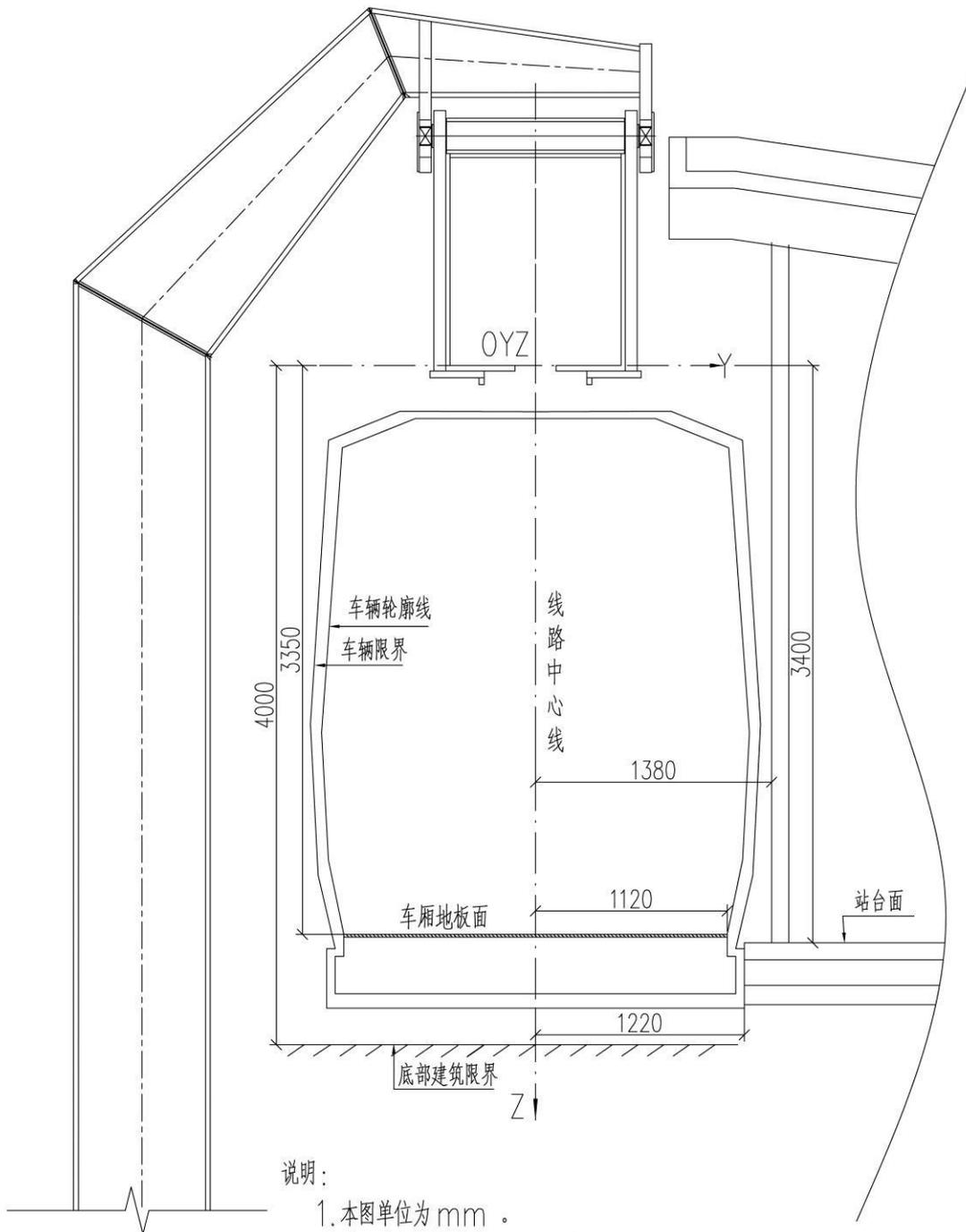
表B. 0. 2 车辆限界坐标值（车站直线地段）(mm)

点号	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	791	1209	1315	1270	1170	1220	1220	0
Z	272	269	440	2112	3002	3435	3435	3785	3785



图B. 0. 2 车站直线地段车辆轮廓线和车辆限界

B.0.3 车站直线地段建筑限界，按图 B.0.3 执行。



图B.0.3 车站建筑限界图

附录 C 悬挂式胶轮有轨电车 B 型车限界图

(资料性附录)

C.0.1 区间直线地段车辆轮廓线、车辆限界、设备限界(图C.0.1)的坐标值,应按表 C.0.1-1~表 C.0.1-5 选取。

表C.0.1-1 车辆轮廓线坐标值(mm)

点号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y	0	889	889	1005	1060	1060	1014	1143	1150	1124
Z	280	280	411	760	760	871	871	2365	2537	2860
点号	10	11	12	13	—	—	—	—	—	—
Y	1039	595	595	0	—	—	—	—	—	—
Z	3380	3380	3231	3231	—	—	—	—	—	—

注:表中第3~6点为车辆雨沿控制点。

表C.0.1-2 车辆限界坐标值(隧道外区间直线地段)(mm)

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	958	966	1118	1326	1342	1335	1278	822	334
Z	280	209	317	704	2341	2593	2768	3412	3551	3515
点号	10'	11'	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	345	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Z	3366	3340	—	—	—	—	—	—	—	—

表C.0.1-3 设备限界坐标值(隧道外区间直线地段)(mm)

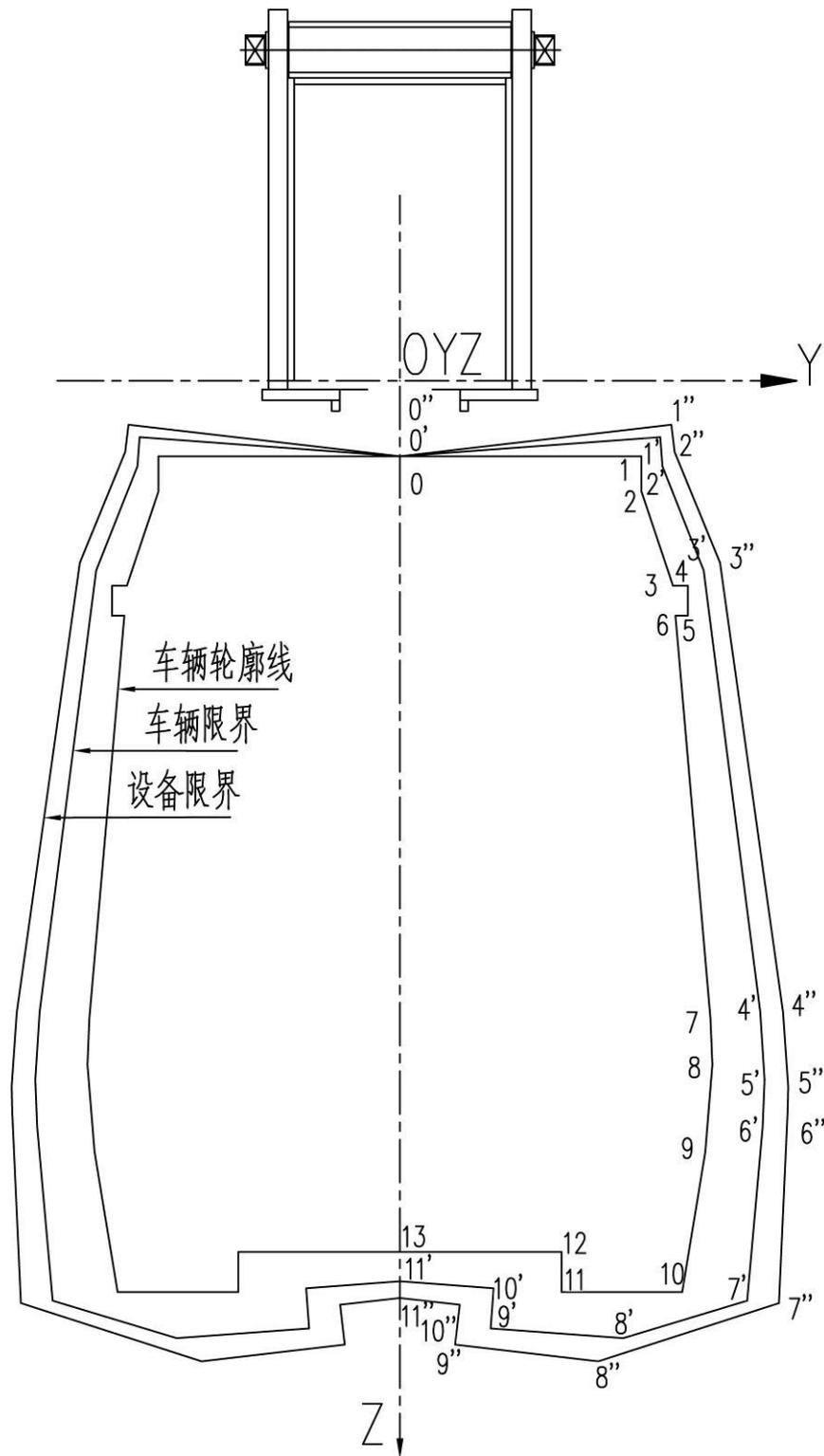
点号	0''	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
Y	0	999	1011	1178	1410	1429	1427	1395	730	203
Z	280	163	264	675	2342	2618	2710	3421	3637	3575
点号	10''	11''	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	220	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Z	3427	3402	—	—	—	—	—	—	—	—

表C.0.1-4 车辆限界坐标值(隧道内区间直线地段)(mm)

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	951	957	1094	1260	1270	1257	1185	902	430
Z	280	234	349	733	2374	2575	2801	3439	3528	3505
点号	10'	11'	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	437	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Z	3356	3335	—	—	—	—	—	—	—	—

表C.0.1-5 设备限界坐标值（隧道内区间直线地段）(mm)

点号	0''	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
Y	0	988	997	1154	1344	1356	1351	1301	806	300
Z	280	190	291	706	2379	2604	2747	3450	3617	3570
点号	10''	11''	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	314	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Z	3422	3393	—	—	—	—	—	—	—	—

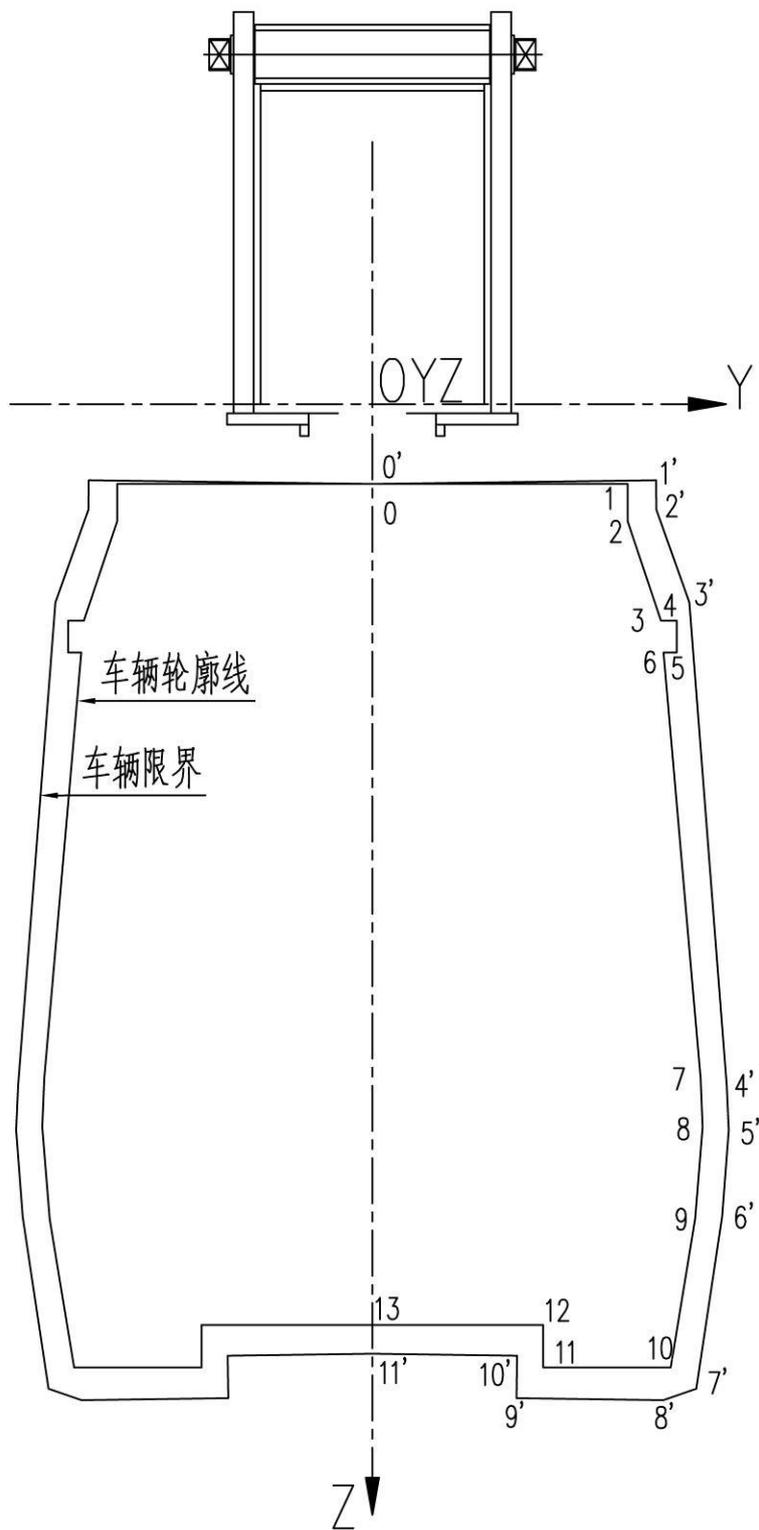


图C.0.1 区间直线地段车辆轮廓线、车辆限界和设备限界

C.0.2 车站直线地段车辆轮廓线与区间直线地段车辆轮廓线一致，车站车辆限界（图C.0.2）的坐标值，应按表 C.0.2 选取。

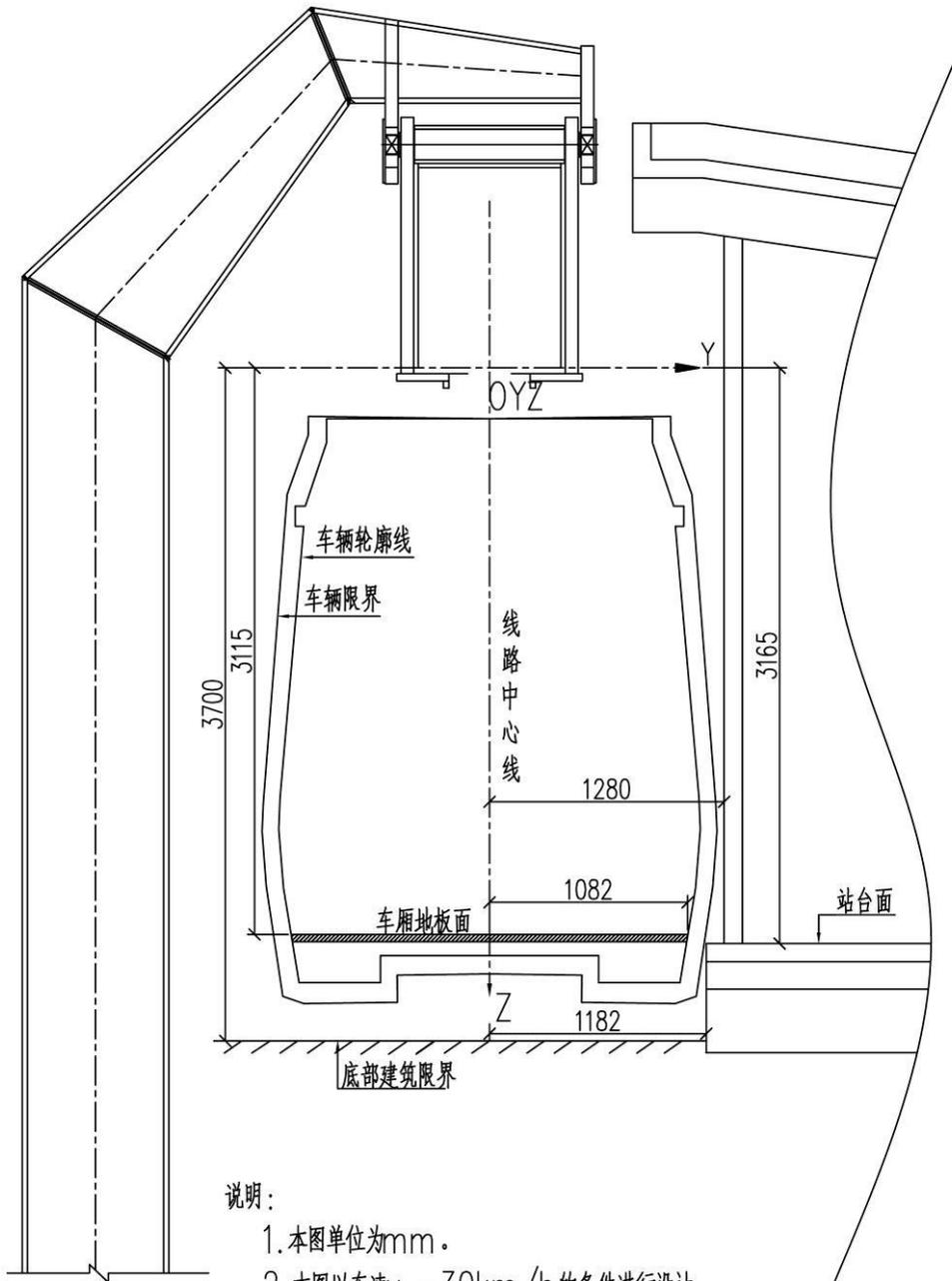
表C.0.2 车辆限界坐标值（车站直线地段)(mm)

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	988	989	1104	1234	1241	1218	1128	1013	502
Z	280	267	370	696	2390	2548	2852	3455	3495	3488
点号	10'	11'	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	504	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Z	3339	3332	—	—	—	—	—	—	—	—



图C.0.2 车站直线地段车辆轮廓线和车辆限界

C.0.3 车站直线地段建筑限界，按图 C.0.3 执行。



说明：

1. 本图单位为mm。
2. 本图以车速 $v_{\text{车}}=30\text{km/h}$ 的条件进行设计。
3. 本图站台高度距轨面3165mm为站台装修面的限界尺寸。

图 C.0.3 车站建筑限界图

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 本标准中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。