

ICS 45.020

P 65

a

DB3304

浙江省嘉兴市地方标准

DB 3304/ T 053—2020

b

有轨电车工程设计规范

Code for Design of Tramway

c

d

2020 - 11 - 24 发布

2020 - 12 - 24 实施

嘉兴市市场监督管理局

发布

目 次

前言.....	V
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 基本规定.....	4
4.1 设计年限.....	4
4.2 总体设计.....	4
4.3 工程设计.....	4
5 客流预测.....	4
5.1 一般规定.....	4
5.2 预测结果要求.....	5
6 运营组织.....	5
6.1 一般规定.....	5
6.2 运营规模.....	5
6.3 运营模式.....	6
6.4 运营配线.....	6
6.5 运营管理.....	6
7 车辆.....	6
7.1 一般规定.....	7
7.2 车体.....	8
7.3 转向架.....	8
7.4 电气系统.....	8
7.5 制动系统.....	9
7.6 外部照明.....	9
7.7 安全与应急设施.....	9
8 限界.....	9
8.1 一般规定.....	9
8.2 动态限界.....	10
8.3 线路建筑限界.....	10
9 线路.....	10
9.1 一般规定.....	10
9.2 横断面.....	11
9.3 平面.....	11
9.4 纵断面.....	14

9.5	平、纵线形组合.....	14
10	轨道.....	14
10.1	一般规定.....	14
10.2	轨道部件.....	15
10.3	道床结构.....	16
10.4	无缝线路.....	16
10.5	轨道排水.....	16
10.6	减振轨道结构.....	17
10.7	铺装.....	17
10.8	轨道附属设备及安全防护.....	17
11	勘察.....	17
11.1	一般规定.....	17
11.2	勘察工作量布置.....	17
12	路基.....	19
12.1	一般规定.....	19
12.2	换填路基.....	19
12.3	桩板结构.....	20
13	桥梁.....	21
13.1	一般规定.....	21
13.2	设计荷载及荷载组合.....	21
13.3	结构刚度及变形要求.....	23
13.4	结构与构造要求.....	24
14	车站.....	25
14.1	一般规定.....	25
14.2	站台.....	25
14.3	乘客进出.....	25
14.4	乘客安全防护设施.....	26
14.5	车站服务设施.....	26
15	给排水及消防.....	26
15.1	一般规定.....	26
15.2	给水.....	27
15.3	排水.....	27
15.4	消防.....	27
16	供电.....	28
16.1	一般规定.....	28
16.2	电源与供电系统.....	28
16.3	变电所.....	28
16.4	架空接触网.....	29
16.5	充电柜和架空充电轨.....	30

16.6	动力照明.....	31
16.7	电力监控.....	31
16.8	杂散电流防护与接地.....	31
16.9	电缆敷设及电缆通道.....	32
17	通信.....	33
17.1	一般规定.....	33
17.2	骨干网络系统.....	33
17.3	无线通信系统.....	33
17.4	视频监视系统.....	33
17.5	乘客信息系统.....	33
17.6	电源及防雷接地.....	34
18	调度管理.....	34
18.1	一般规定.....	34
18.2	中心调度管理系统.....	34
18.3	正线道岔控制系统.....	34
18.4	车载系统.....	35
18.5	平交路口信号优先系统.....	35
18.6	车辆基地道岔控制系统.....	35
18.7	电源系统及接地.....	35
19	交通信号.....	36
19.1	一般规定.....	36
19.2	信号优先.....	36
20	售检票.....	36
20.1	一般规定.....	36
20.2	票务中心系统.....	36
20.3	票务终端设备.....	36
20.4	培训及维修系统.....	37
20.5	附属设备.....	37
21	调度中心.....	37
21.1	一般规定.....	37
21.2	调度大厅.....	37
21.3	布线.....	37
21.4	供电、防雷与接地.....	37
21.5	通风、空调与供暖.....	37
21.6	照明与应急照明.....	38
22	车辆基地.....	38
22.1	一般规定.....	38
22.2	功能、规模及总平面布置.....	38
22.3	工艺设计.....	40
22.4	设备维修与动力设施.....	42

22.5	站场设计.....	42
22.6	综合维修中心及材料库.....	43
22.7	救援设施.....	44
23	交通安全.....	44
23.1	一般规定.....	44
23.2	交通组织.....	44
23.3	交通标志.....	44
23.4	交通标线.....	45
23.5	防护设施.....	45
24	环境设计.....	45
24.1	一般规定.....	45
24.2	车站.....	45
24.3	线路与轨道铺装.....	46
24.4	触网及触网立柱.....	46
24.5	绿化种植.....	46
24.6	附属设施.....	46
24.7	景观照明.....	46
24.8	标识系统.....	47
24.9	配套建构（筑）物.....	47
25	节能环保.....	47
25.1	一般规定.....	47
25.2	节约能源.....	47
25.3	环境保护.....	48
附录 A	（规范性附录） 车辆动态限界图及计算方法.....	49

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由嘉兴市住房和城乡建设局提出并归口。

本文件起草单位：嘉兴市住房和城乡建设局、上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司、嘉兴市发展改革委、嘉兴市铁路与轨道交通建设发展服务中心、嘉兴市轨道交通投资开发有限公司。

本文件主要起草人：徐正良、罗永联、沈伟、黄筱璐、张中杰、栾志刚、陈晖、尤建忠、孙继峰、黎冬平、朱斌、王志强、朱跃忠、蔡云霞、诸国强、张文进、梁正、裴武、王远桥、孙佳、赵徐辉、殷启牧、陈君、蔡景侓、浦晋文、苏晓舟、高忭、张擎宇、吴振宇、沈继强、姚幸、金国伟、王晓飞、周俊、陈琳、吕圣华、赵剑峰、王思颖、余欢。

有轨电车工程设计规范

1 范围

本文件规定了有轨电车的客流预测、运营组织、车辆、限界、线路、轨道、勘察、路基、桥梁、车站、给排水及消防、供电、通信、调度管理、交通信号、售检票、调度中心、车辆基地、交通安全、环境设计和节能环保等内容。

本文件适用于最高运行速度不超过70km/h、采用钢轮钢轨低地板有轨电车工程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 3095 环境空气质量标准
- GB 3096 声环境质量标准
- GB/T 6771 电力机车防火和消防措施的规程
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 10070 城市区域环境振动标准
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- GB 14886 道路交通信号灯设置与安装规范
- GB/T 15190 声环境功能区划分技术规范
- GB/T 17467 高压/低压预装式变电站
- GB 18483 饮食业油烟排放标准
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50015 建筑给水排水设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 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/T 50062 电力装置的继电保护及自动装置设计规范
- 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 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范
- GB 50763 无障碍设计规范
- GB 50909 城市轨道交通结构抗震设计规范

- GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范
 GB 51080 城市消防规划规范
 GB/T 51234 城市轨道交通桥梁设计规范
 CJJ 49 地铁杂散电流腐蚀防护技术规程
 CJJ 69 城市人行天桥与人行地道技术规范
 CJJ 166 城市桥梁抗震设计规范
 CJ/T 417 低地板有轨电车车辆通用技术条件
 JGJ 94 建筑桩基技术规范
 JGJ 79 建筑地基处理技术规范
 JGJ/T 170 城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准
 JTG D60 公路桥涵设计通用规范
 JTG D81 公路交通安全设施设计规范
 TB 10002.1 铁路桥涵设计基本规范
 TB 10009 铁路电力牵引供电设计规范
 TB 10075 铁路电力牵引供电隧道内接触网设计规范
 TB/T 3138 机车车辆用材料阻燃技术要求
 DB33 1036 公共建筑节能设计标准

3 术语和定义

3.1

有轨电车 tramway

与道路上其他交通方式共享路权的中低运量城市轨道交通方式，线路主要敷设在地面。

3.2

专用路权 segregated right of way

经过交通管理部门确认，符合相关交通管理法律、法规，有轨电车在专门的范围和时间内使用专用通道的权利。

3.3

混合路权 integrated on-street right of way

其他车辆、行人与有轨电车在路段上共享路权。

3.4

最高运行速度 maximum running speed

车辆在正常运营状态下所达到的最高速度。

3.5

地面线 ground alignment

线路在道路红线范围内设置时，标高与相邻道路一致或基本一致的线路；线路在道路红线范围外设置时，标高与既有地面一致或基本一致的线路。

3.6

旅行速度 travel speed

正常运营情况下，车辆从起点站发车至终点站停车的平均运行速度。

3.7

车辆轮廓线 static envelope

车辆在空载状态下，考虑车辆生产时的制造误差后的最大的断面投影尺寸。

3.8

限界 clearance

保障有轨电车安全运行、限制车辆断面尺寸、限制沿线设备安装尺寸及确定的建筑结构有效净空尺寸的图形。

3.9

动态限界 dynamic clearance

直线段动态限界是指在车辆轮廓线基础上考虑车辆在直线上运动过程中相对于轨道的最大位移而形成的限界。曲线段动态限界是考虑车辆曲线几何偏移和超高及曲线轨道参数变化引起的偏移。

3.10

线路建筑限界 tramway clearance

由线路净高线和两侧侧向净宽边线组成的空间界线。

3.11

互通道岔 grand junction

一条线路既可以转向另一条线路，亦可以与另一条线路平交的轨道连接设备，由Y型道岔、菱形交叉等组合而成。

3.12

菱形交叉 diamond crossing

两线平交时的一种轨道连接设备型式，两线间夹角小于或等于 90° ，一般不小于 15° 。

3.13

梯形道岔 ladder

一条线路可以分别转向若干线路的密集组合的轨道连接设备，通常用在车辆基地内。

3.14

侧式车站 side platforms

站台位于上、下行线路两侧的车站，分为对称侧式车站和错位侧式车站。

3.15

岛式车站 island platform

站台位于上、下行线路中间的车站，分为标准岛式车站和错位岛式车站。

4 基本规定

4.1 设计年限

设计年限应分为初期、近期、远期。初期为建成通车后第3年，近期为建成通车后第10年，远期为建成通车后第20年。

4.2 总体设计

4.2.1 有轨电车正线宜采用双线，应采用右侧行车。

4.2.2 有轨电车线路宜采用专用路权，以地面线为主。

4.2.3 有轨电车运行应与道路上通行的其他交通方式统筹考虑，保证地面交通有序协调运行，采取措施实现有轨电车的优先通行。

4.2.4 车站设置应考虑与轨道交通、其他有轨电车线路、公共汽车、非机动车的换乘衔接。

4.2.5 有轨电车交通安全和管理设施应满足在司机瞭望驾驶模式下采用常用制动在可视距离内安全停车的要求。

4.3 工程设计

4.3.1 主体结构工程及因结构损坏或大修对有轨电车运营安全有严重影响的其他结构工程；桥梁或地下结构等工程设计使用年限应不低于 100 年。

4.3.2 地面线、桥梁的雨水量应采用与该地区相同的暴雨重现期标准，并不宜低于 5 年一遇；下穿线路的雨水量应按暴雨重现期 50 年一遇的标准计算。

4.3.3 沿线路敷设的市政管线宜迁改至影响有轨电车安全运营的范围以外；横穿线路的市政管线应采取满足有轨电车荷载、耐久性、杂散电流防护等要求。

4.3.4 车辆、轨道及机电设备，应按标准化、系列化及立足于国产化的原则，选用安全可靠、技术先进、经济合理的成熟产品。

4.3.5 工程设计应采取以下措施：

- a) 应采取防火灾、水淹、地震、风暴、冰雪和雷击等灾害的措施。
- b) 应采取降低噪声、减少振动及减少对生态环境影响的措施。
- c) 应采取有利于节约能源的设备、材料和运营管理的措施。
- d) 应在不影响安全可靠和使用功能的前提下，应采取降低工程造价和运营成本的措施。

5 客流预测

5.1 一般规定

5.1.1 客流预测的依据应包括：

- a) 国民经济和社会发展规划；
- b) 国土空间总体规划及控制性详细规划；
- c) 城市综合交通规划、轨道交通线网规划；
- d) 有轨电车线网规划及建设规划；
- e) 近 5 年内包含居民出行调查的城市交通综合调查数据。

5.1.2 客流预测应合理设定以下影响因素：

- a) 国民经济发展水平；
- b) 规划人口（含流动人口）及就业岗位分布；
- c) 规划道路网络；
- d) 小汽车发展水平；

- e) 近年的交通方式比例;
 - f) 交通需求管理、票制票价政策。
- 5.1.3 工程可行性研究阶段的客流预测宜提供工程项目各车站步行吸引范围内现状及规划的人口与岗位数据, 以及主要参数标定值。
- 5.1.4 预测年限应与工程设计年限相一致。

5.2 预测结果要求

- 5.2.1 客流预测和交通流量预测结果应反映有轨电车的服务水平, 以及对道路交通的适应性。
- 5.2.2 预测结果应符合以下规定:
- a) 线路客流结果应预测全日客流量、换乘客流量、平均运距、高峰小时单向最大断面客流量、负荷强度和客流时段分布曲线;
 - b) 车站客流结果应预测全日和早/晚高峰小时各车站上下行的乘降客流、站间断面流量以及相应的超高峰系数; 车站的客流高峰不出现在早、晚高峰时段时, 应预测分析车站高峰客流出现时段及车站乘降客流;
 - c) 站间 OD 客流结果应预测全日和高峰小时各车站的站间 OD;
 - d) 换乘客流结果应预测全日和高峰小时的各换乘车站及主线与支线换乘站的分方向换乘客流量及占车站总客流量的比重;
 - e) 客流敏感性分析应根据初期、近期和远期不同影响因素给出全日客流量及高峰小时单向最大断面客流量的波动范围;
 - f) 有轨电车主要交叉口交通流量应预测各设计年限主要交叉口全日及高峰小时的分流向道路交通量, 并分析有轨电车对主要道路交通流量的影响。

6 运营组织

6.1 一般规定

- 6.1.1 运营组织设计应根据有轨电车线网规划、预测客流量和乘客出行需求明确运营需求, 确定运营规模、运营模式、运营配线和运营管理方式。
- 6.1.2 运营规模应遵循提高线网运营效率和服务水平、降低建设成本和运营成本的原则, 根据线网运营需求综合确定。
- 6.1.3 运营模式应明确车辆运行、调度指挥、运营辅助系统、维修保障系统和人员组织等方面的管理模式。
- 6.1.4 运营配线设置应充分发挥有轨电车网络化运营特征, 满足线网的灵活调度管理需求。
- 6.1.5 运营管理应保证所有使用系统的人员、乘客以及系统设施安全的情况下实施运营; 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。

6.2 运营规模

- 6.2.1 系统设计能力应满足各区段单向高峰小时最大断面客流量的需要, 系统最大设计能力不应低于 20 对/h 行车密度的要求。
- 6.2.2 车辆选型和模块数量应根据设计年限中最大高峰小时单向断面客流量、线网运营线路方案、车辆定员和行车密度综合确定。车厢有效空余地面面积站立乘客标准宜按每平方米站立 5 名乘客计算。
- 6.2.3 运营线路宜组织共线、区段、环线或多种方式混合运行。同一方向的共线运营线路不宜超过 3 条。

6.2.4 旅行速度应根据车辆动力性能、线路、车站分布、交叉口分布、交叉口信号延误综合确定。车辆通过平面交叉口的最高运行速度不应大于道路路段设计速度的0.7倍，并应不超过40km/h，通过站台的运行速度应不超过40km/h。

6.2.5 车辆配属数量应根据运营线路运能与运量的匹配要求，以及检修车辆和备用车辆的数量要求，按初期需要进行购置。

6.3 运营模式

6.3.1 驾驶员应按照有轨电车进路指示灯与通行信号灯的指示行车。

6.3.2 各系统应保障驾驶员在可视距离内控制车辆及车载设备的正常安全运行。

6.3.3 车辆可联挂运营，联挂后车辆总长度不应超过75m。

6.3.4 在正常运行状态下应在车辆停止后方可开启车门；车辆启动前应通过目视或技术手段确认车门已关闭。

6.3.5 站后折返运行的车辆，应在折返站清空乘客后再进入折返线。故障或事故车辆退出运营前，应先清空乘客。

6.3.6 线网应集中设置调度中心，调度中心具有对全网所有运营线路的车辆运行、供电等系统进行集中监视的功能。

6.3.7 正常运营情况下，车辆应按双线单方向运行，并明确线路上下行方向，方向定义宜符合以下规定：

- a) 南北方向线路：由南向北为上行方向，反之为下行方向；
- b) 东西方向线路：由西向东为上行方向，反之为下行方向；
- c) 环形线路：外侧线路按逆时针运行方向为上行方向，反之为下行方向。

6.4 运营配线

6.4.1 起终点站、折返站应设置折返线、折返渡线或灯泡线。折返能力应满足系统最大设计能力的运营要求。

6.4.2 联通运营的线路之间宜采用互通道岔连接。接轨站的配线应保证进站车辆不会因进站进路被占用而停在交叉口范围内。

6.4.3 当线路长度超过6km时，宜在沿线每隔2~3km设置临时折返的渡线。

6.4.4 车辆基地出入线宜采用互通道岔同时连通上下行双方向，其通过能力应根据系统最大设计能力要求、运营要求和平面交叉口通过能力计算核定。

6.5 运营管理

6.5.1 运营管理资源应根据线网规划和各运营线路合理配置，并满足运营管理和维修保障的资源共享要求。

6.5.2 运营管理系统应满足对设备设施运营状态、维修状态的监控与管理。

6.5.3 首条线路的初期系统运营人员定员不宜超过20人/km。后续建设的初期线路运营人员定员指标不宜大于15人/km。

6.5.4 运营机构应对不同的运营状态制定相应的管理规程和规章制度。

7 车辆

7.1 一般规定

7.1.1 车辆应按照技术成熟、性能可靠、便于维保、经济适用的原则，根据线网的预测客流量、环境条件、线路条件、运输能力要求等因素综合比较选定。

7.1.2 车辆应在寿命周期内正常运行时保障车辆本身、车上乘客及乘务人员的安全，应具备故障、事故和灾难情况下对人员和车辆救助的条件。

7.1.3 车辆应采用模块组合型式，客室内部通过区不应设置台阶，车辆主要技术规格应符合表 1 的规定。

表 1 车辆主要技术规格

项目	参数	
车辆宽度(mm)	≤2650	
车辆高度(不包含受电弓)(mm)	≤3750	
车内净高(mm)	≥2100	
车辆组合长度(m)	≤75	
车门入口处地板面距轨面高度(mm)	≤350	
轴重(t)	≤12.5	
固定轴距(mm)	≤1850	
每侧车门数(对)	≥4	
车门宽度(mm)	双开门	≥1300
	单开门	≥800
车门高度(mm)	≥1900	
受电弓工作高度(mm)	架空线供电	3800~5600
	储能式供电	≤4200
站立标准	定员	6人/m ²
	超员	8人/m ²
车辆最高运行速度(km/h)	70	

7.1.4 车辆条件

7.1.4.1 环境条件应符合以下要求：

- a) 环境温度为-25℃~+45℃；
- b) 车辆应能承受风、沙、雨、雪的侵袭。

7.1.4.2 线路条件应符合以下要求：

- a) 线路轨距为 1435 (+6, -3) mm；
- b) 最小平面曲线半径为 20m；
- c) 最小竖曲线半径为 650m；
- d) 最大坡度为 70‰。

7.1.4.3 供电条件应符合以下要求：

- a) 架空接触网供电或储能装置供电；
- b) 供电电压为 DC750V。

7.1.5 不同工况下车厢地板面的高差宜不超过 50mm。

7.1.6 车辆构造速度应不小于车辆最高运行速度的 1.1 倍。

7.1.7 车辆动态特性参数

7.1.7.1 最高运行速度应不小于 70km/h。

7.1.7.2 倒车行驶速度应不大于 10km/h。

7.1.7.3 牵车联挂速度应不大于 3km/h。

7.1.7.4 平均加速度应满足以下要求：

- a) 车辆速度从 0 加速到 30km/h，不应小于 1.0m/s²；
- b) 车辆速度从 0 加速到 70km/h，不应小于 0.7m/s²。

- c) 车辆的牵引瞬时加速度应不大于 1.3m/s^2 ，牵引纵向冲动率应不大于 1.0m/s^3 。
- 7.1.7.5 车辆制动性能应满足以下要求：
- 常用制动平均减速度 70km/h 减速到 0 （包括响应时间），不应小于 1.2m/s^2 ；
 - 安全制动平均减速度 70km/h 减速到 0 （包括响应时间），不应小于 1.5m/s^2 ；
 - 紧急制动平均减速度 70km/h 减速到 0 （不包括响应时间），不应小于 2.8m/s^2 ；
 - 常用制动平均冲动极限不应大于 1.5m/s^3 。
- 7.1.7.6 车辆运行的平稳性指标应小于 2.5 ，车辆的脱轨系数应小于 0.8 。
- 7.1.8 车辆外部噪音限值 and 测量方法，除符合 CJ/T417 外，还应符合以下规定：
- 车辆停止运行，测得的连续噪声值不应大于 68dB(A) ；
 - 车辆在露天地面水平直线区段自由声场内无砟道床无缝轨道上，以 60km/h 速度运行时，测得的连续噪声值不应大于 77dB(A) 。
- 7.1.9 车辆应具有以下故障的运行能力：
- 车辆在超员载荷和在丧失 $1/4$ 动力的情况下，应能在最大坡道上启动并运行至终点后退出运营；
 - 车辆在空车和在丧失 $1/2$ 动力的情况下，应能从发生故障点启动并运行至车辆基地。
- 7.1.10 车辆牵引系统故障时不应引起其它车辆部件及设备的故障和损坏。
- 7.1.11 车辆联挂可以在线路任意地段进行，无需特殊工装，两名正常工作的车辆司机即可完成。
- 7.1.12 车辆加长或联挂应按与之匹配的模块进行组合，其最大组合长度不应大于 75m 。
- 7.1.13 车辆客室内宜设置不少于两处轮椅或童车停放区，并应设置固定轮椅或童车的设施。
- 7.1.14 车辆客室内应当设置为需要照顾的乘客提供服务的专座，其他区域应设置为站立乘客提供服务的扶手或拉手。
- 7.1.15 车辆应在端部配备声响警示设备。

7.2 车体

- 7.2.1 车体材料可采用不锈钢或铝合金；车体应采用整体承载结构，在寿命期限内承受正常载荷时不应产生永久变形和疲劳损伤，应满足修理和纠正脱轨的要求。
- 7.2.2 车体结构设计寿命应不低于 30 年。
- 7.2.3 车体防火设计要求应符合 GB/T 6771 的相关规定；非金属材料防火要求宜符合 TB/T 3138 的相关规定。

7.3 转向架

- 7.3.1 转向架性能、主要尺寸应与车体、线路相互匹配，并应保证其相关部件在允许磨耗限度内，能确保车辆以最高运行速度安全平稳运行。
- 7.3.2 转向架的设计寿命应不低于 30 年。
- 7.3.3 转向架应具有相同的结构和与车体的接口。
- 7.3.4 除轮对外，所有转向架的零件和装在转向架上的部件与轨顶面之间的距离不应小于 60mm 。
- 7.3.5 转向架应采用弹性车轮，其橡胶件的设计使用寿命不应低于 $60 \times 10^4\text{km}$ 或 5 年。
- 7.3.6 转向架应采用两系悬挂装置，一系、二系悬挂元件故障时应不影响车辆运行的安全。

7.4 电气系统

- 7.4.1 电传动系统应具有牵引和再生制动的基本功能。
- 7.4.2 车辆宜两端均设有驾驶室，可以双向驾驶；一个驾驶室操纵时，其他驾驶室应被锁定。
- 7.4.3 电传动系统应能充分利用轮轨黏着条件，并应具有空转保护、滑行保护和冲动控制。

7.4.4 车辆应配置免维护蓄电池，容量应满足至少 30min 对车辆应急负载供电的需要。

7.4.5 车辆应设置避雷装置。

7.5 制动系统

7.5.1 制动模式应至少包括常用制动、紧急制动、安全制动、保持制动和停放制动。

7.5.2 制动方式应至少包括电制动、液压摩擦制动、磁轨制动。

7.5.3 车辆应具有撒砂功能，在紧急制动模式时撒砂装置应能自动启动。

7.6 外部照明

7.6.1 车辆的外部照明应至少设置前照灯、防护灯、制动灯、转向灯、雾灯、示宽灯。

7.6.2 在无其它照明情况下，在车辆前端 70km/h 最大紧急制动距离处，前照灯照度不应低于 2lx。

7.6.3 前照灯亮度具有近光、远光，司机可调，防止车辆交会时对司机的眩目。

7.6.4 车外照明应考虑车辆在任何亮度条件下行车安全的需要及其他道路交通车辆、行人的安全。

7.7 安全与应急设施

7.7.1 车辆两端及边缘应为连续性裙边，车轮前应设置保护设备及安全空间，防止行人及其他物体被卷入车底。

7.7.2 客室车窗及其他孔洞应预防乘客往外探身，或从中向外抛掷大件物品。

7.7.3 客室内应设置具有运营人员与乘客间双向通信功能的乘客紧急报警装置；应设置应急锤。

7.7.4 客室车门系统应设置安全联锁，确保车辆运行过程中不能开启、车门未全关闭时不能启动车辆。

7.7.5 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并便于取用。

8 限界

8.1 一般规定

8.1.1 限界可分为车辆轮廓线、动态限界和线路建筑限界。

8.1.2 车辆轮廓线、动态限界应符合本标准附录 A 的规定。

8.1.3 车辆轮廓线、动态限界和线路建筑限界应满足有轨电车线网互联互通的要求。

8.1.4 计算限界的车辆基本参数应符合表 2 的规定。

表 2 车辆基本参数

项目	计算取值 (mm)	
计算车体宽度	2650	
计算车辆高度	3750	
计算转向架固定轴距	1600~1850	
车门型式	塞拉门	
受电弓工作面距走行轨面高度	架空线供电	3800~6200
	充电轨	≤4200

注：本表仅供限界设计使用。

8.1.5 确定限界的运行速度和风荷载应符合以下规定：

- 过站限界车辆计算速度为 40km/h；
- 区间限界车辆计算速度为 70km/h；
- 高架线或地面线风荷载为 400N/m²。

8.2 动态限界

8.2.1 动态限界最宽处与机动车道分隔设施的横向最小距离应符合表 3 的规定。

表 3 动态限界最宽处与机动车道分隔设施恒效最小距离

机动车道分隔设施	横向最小距离 (mm)
机动车道分隔线	250
路缘石	350
分隔护栏	350

8.2.2 动态限界与信号机、限速牌及其它设施的横向最小距离应不小于 150mm。

8.2.3 动态限界最宽处与相邻人行道的横向最小距离不应小于 300mm。

8.2.4 地面线路动态限界与连续建筑物之间的距离不应小于 600mm。

8.2.5 单线地下、高架线路应设安全区，安全区宽度不应小于 600mm，高度不应小于 2000mm。

8.2.6 双线地下、高架线路动态限界与隧道壁或桥梁翼缘之间的距离不应小于 300mm。

8.2.7 任何情况下站台面均不应高于车厢入口处地板面，站台面与车厢入口处地板面高差宜不超过 50mm。

8.2.8 站台边缘至车厢入口的横向间隙，直线段宜取 50mm，最大不应超过 75mm；曲线段最大不应超过 150mm。

8.2.9 两线交叉处的设施应满足相邻两线动态限界的要求。

8.3 线路建筑限界

8.3.1 线路建筑限界净高线应根据接触网悬挂结构高度确定，且应不低于 4500mm。

8.3.2 相邻区间线路建筑限界应符合以下规定：

- a) 两线间无立柱或不可跨越的隔离设施时，两动态限界之间的距离不应小于 200mm；
- b) 两线间设有立柱时，两动态限界之间的距离不应小于 600mm，动态限界与立柱的间隙不应小于 100mm；
- c) 两线间设有不可跨越的隔离设施时，两动态限界之间的距离不应小于 1200mm，动态限界与隔离设施的间隙不应小于 500mm。

8.3.3 车站直线段建筑限界应符合以下规定：

- a) 车站有效站台范围内的柱、墙与动态限界的距离不应小于 1500mm；
- b) 车站有效站台范围内栏杆与车辆轮廓线距离不应小于 150mm；
- c) 车站有效站台范围外的楼扶梯、侧墙与动态限界的距离不应小于 150mm；
- d) 车站内其他设施与动态限界的距离不应小于 150mm。

8.3.4 车辆基地限界应符合以下规定：

- a) 车辆基地库外动态限界应按区间规定执行；
- b) 车辆基地库内检修平台及安全栅栏与车辆轮廓线之间的安全间隙宜为 80mm；
- c) 车辆基地车库大门与动态限界的距离应不小于 150mm；
- d) 车辆升弓进库时，车库大门应按受电弓动态限界设计。

9 线路

9.1 一般规定

- 9.1.1 线路应按运营功能定位，分为正线、辅助线和车场线。辅助线宜包括车辆基地出入线、折返线、停车线、联通线、联络线、渡线及安全线。
- 9.1.2 应依据有轨电车在城市交通中的地位、客流特征、功能定位等，确定线路性质、速度目标。
- 9.1.3 线路选线应符合工程实施安全原则，宜规避不良水文地质、工程地质地段，减少管线迁改，宜保护文物和重要建、构筑物，同时宜结合施工方法，降低工程风险。
- 9.1.4 有轨电车线路应符合运营效益原则，线路走向应符合城市中运量客流走廊，应有通勤客流、大型客流点的支撑。
- 9.1.5 线路总体布置应结合城市交通的特点，满足交通组织要求，依据周边道路等级合理布置横断面。分期实施时应近远期结合。
- 9.1.6 线路设计应做到平、纵、横的协调配合，平面顺适，纵断面均衡，横断面合理。
- 9.1.7 线路选线应满足城市环境相关的规定，应减少振动、噪声等对周围敏感点的影响。
- 9.1.8 车站分布及站型应符合以下规定：
- a) 车站分布应以线网规划的换乘节点、城市交通枢纽点为基本站点，结合城市道路布局和客流集散点分布确定。车站布设应体现“以人为本”的原则；
 - b) 车站站位选择应满足用地规划和环境要求，并考虑与其他交通方式的衔接；
 - c) 车站型式可结合道路及客流要求布置合理选择，可分为对称侧式、错位侧式、标准岛式、错位岛式。
- 9.1.9 线路与道路相交宜采用平交方式；与国家铁路、市域铁路、高速公路、城市快速路等设施相交时应采用立交方式。
- 9.1.10 线路横断面宜结合城市道路功能合理布置，敷设于道路红线内时，应与道路一体化设计。
- 9.1.11 有轨电车线路间相交应采用平交。
- 9.1.12 有轨电车线路与主干路等级以下的道路相交时应采用平交；与主干路相交时，应根据交叉口交通流量、服务水平等因素论证确定交叉方式。
- 9.1.13 交叉口段的线路应统筹考虑平面设计、竖向设计及道路交通组织的关系。

9.2 横断面

- 9.2.1 根据有轨电车线路相对于道路的位置，断面布置可分为路中式和路侧式；应结合城市交通的特点，满足交通组织要求，应结合道路功能合理布设断面形式。
- 9.2.2 有轨电车线路敷设于道路路中时，横断面应结合道路等级、服务功能、交通特性等，在规划红线宽度范围内合理布设；有轨电车线路敷设于道路路侧时，横断面应结合实际用地范围及管线情况合理布设。
- 9.2.3 混合路权段横向坡度应结合道路统一考虑，根据断面宽度、路面类型、纵坡及气候条件确定，宜采用 1.0%~2.0%。专用路权地段，铺装面横向排水坡度不宜小于 3%，并满足排水要求。

9.3 平面

- 9.3.1 平面曲线设计应符合以下规定：
- a) 线路平面曲线可分为直线、缓和曲线、圆曲线；
 - b) 线路平面圆曲线半径应根据车辆、地形条件、运行速度、环境要求等因素，因地制宜，合理选用；
 - c) 最小曲线半径不宜小于 35m，困难条件不宜小于 25m；
 - d) 车站站台宜设在直线上。若设置在曲线上，其站台有效长度范围的线路曲线半径不宜小于 400m，困难情况不应小于 300m；
 - e) 折返线、停车线宜设在直线上，困难情况下，可设在曲线上，不设缓和曲线和超高；

f) 线路不宜采用复曲线。

9.3.2 线路平面曲线半径选择宜适应所在区段的车辆运行速度要求。当条件不具备设置满足要求的曲线半径时，应按限定的允许未被平衡横向加速度计算允许通过的最高速度：

- a) 正常情况下，允许欠超高为 61mm 时，当曲线最大超高为 120mm 时，最高速度限制应按式 (1) 计算，且不应大于车辆最高运行速度；

$$v = 3.91\sqrt{R} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

v ——允许通过的最高速度 (km/h) ；

R ——曲线半径 (m) 。

- b) 在瞬间情况下，允许最大欠超高为 75mm，当曲线最大超高为 120mm 时，最高速度限制应按式 (2) 计算，且不应大于车辆最高运行速度。

$$v = 4.08\sqrt{R} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

v ——允许通过的最高速度 (km/h) ；

R ——线半径 (m) 。

9.3.3 缓和曲线设计应符合以下规定：

- a) 缓和曲线长度应根据曲线半径、车辆通过速度以及曲线超高设置等因素计算选用；
 b) 宜在缓和曲线长度内完成直线至圆曲线的曲率变化，包括轨距加宽过渡和曲线超高的递变。缓和曲线长度宜符合表 4 的规定。

表 4 缓和曲线长度表 (m)

R	V	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15
2500	L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	H	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2000	L	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	H	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1500	L	20	20	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	H	39	34	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1200	L	25	20	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	H	49	42	36	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1000	L	30	25	20	15	--	--	--	--	--	--	--	--
	H	58	50	43	36	--	--	--	--	--	--	--	--
800	L	40	35	30	25	15	--	--	--	--	--	--	--
	H	73	63	54	45	37	--	--	--	--	--	--	--
700	L	45	35	30	25	15	--	--	--	--	--	--	--
	H	83	72	61	51	43	--	--	--	--	--	--	--
650	L	45	40	35	30	20	15	--	--	--	--	--	--
	H	89	77	66	55	46	37	--	--	--	--	--	--

表4 缓和曲线长度表(m) (续)

R	V	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15
600	L	50	45	35	30	20	15	--	--	--	--	--	--
	H	97	83	71	60	50	40	--	--	--	--	--	--
550	L	55	45	40	35	20	15						
	H	106	91	78	65	54	44						
500	L	60	50	45	40	20	20						
	H	116	100	85	72	59	48						
450	L	60	55	40	35	25	20	15					
	H	120	111	95	80	66	54	42					
400	L	60	55	45	35	25	20	15					
	H	120	125	107	90	74	60	48					
350	L	60	55	55	40	35	25	20	15				
	H	120	120	120	102	85	69	54	42				
300	L		55	55	50	35	30	20	15	15			
	H		120	120	119	99	80	63	49	36			
250	L			55	55	45	35	25	15	15			
	H			120	120	118	96	76	58	43			
200	L				50	45	40	30	20	15			
	H				120	120	120	95	73	53			
150	L						50	40	25	15			
	H						120	120	97	71			
100	L								30	25	15		
	H								120	107	74		
50	L										25	15	
	H										120	95	
40	L										25	20	15
	H										120	118	67
35	L											20	15
	H											120	76
25	L											20	15
	H											120	76

注：R-曲线半径(m)；V-速度(km/h)；L-缓和曲线(m)；H-曲线超高(mm)。

9.3.4 线形最小长度应符合以下规定：

- a) 最小圆曲线长度不应小于15m，困难情况下不应小于一辆车的全轴距；
- b) 最小缓和曲线长度不应小于15m，困难情况下不应小于一辆车的全轴距。

9.3.5 正线上两相邻曲线间夹直线长度不应小于15m，困难情况下不应小于一辆车的全轴距。

9.3.6 道岔铺设设计应符合以下规定：

- a) 正线道岔型号宜不小于6号；
- b) 道岔宜设在直线地段，道岔两端与平曲线端部、竖曲线端部或车站有效站台端部的直线距离不应小于5m。

9.3.7 折返线和停车线设置应根据运营要求设置，起、终点站和中间折返站设置折返线。折返线及停车线有效长度为车辆长度+5m。

9.3.8 有轨电车线路应满足停车视距的要求，并应符合以下规定：

- a) 停车视距应根据车辆相关条件进行计算；
- b) 当车道上对向行驶的车辆有会车可能时，应采用会车视距；
- c) 设置平、纵曲线可能影响行车视距的路段，应进行视距验算。

9.4 纵断面

9.4.1 线路坡度应符合以下规定：

- a) 正线的最大坡度不宜大于 60%，困难地段可采用 70%；最小纵坡不宜小于 3%；
- b) 设在凸形断面上的线路，在采取有效排水措施时，可采用平坡。

9.4.2 车站坡度应符合以下规定：

- a) 车站站台范围内的线路应设在同一坡道上，坡度宜结合道路坡度设置，一般情况不宜大于 20%，特殊情况不宜大于 30%；
- b) 道岔宜设在不大于 20%的坡道上，困难地段可设在不大于 30%的坡道上。

9.4.3 坡段与竖曲线应符合以下规定：

- a) 线路坡段长度不宜小于车辆长度，相邻竖曲线间的夹直线长度不宜小于 20m；
- b) 当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；
- c) 道岔范围内不应设置竖曲线，竖曲线离开道岔端部的距离不应小于 5m；
- d) 车站站台计算长度范围内，一般情况下不宜设置竖曲线，困难条件下，允许设置竖曲线；
- e) 竖曲线最小半径应符合表 5 的规定。

表 5 竖曲线最小半径 (m)

线别	一般情况 (m)		困难情况 (m)	
	正线	区间	3000	1000
端部		2000	1000	
联络线、出入线		1000		
车场线		1000		

9.4.4 竖曲线与缓和曲线（或超高顺坡段）在有砟道床地段不应重叠，在无砟道床地段不宜重叠。在无砟道床地段竖曲线与缓和曲线重叠时，每条钢轨的超高顺坡率不应大于 1.5‰。

9.5 平、纵线形组合

9.5.1 应做好平面、纵断面、横断面三者之间的线形组合设计，应避免线路平面、纵断面、横断面最不利值的相互组合设计，合理选用技术指标，并与周边环境相协调。

9.5.2 线形设计应根据沿线道路的等级综合考虑，满足有轨电车线路设计要求，不宜降低有轨电车运营标准。

9.5.3 线形设计时应考虑标志、标线的设置，并与交通安全设施设计相互配合。

10 轨道

10.1 一般规定

10.1.1 轨道结构应具有较强的整体性能，具有足够的强度、适当的刚度和弹性，满足稳定性、耐久性和绝缘性要求，确保车辆安全、平稳和舒适度。

- 10.1.2 无砟轨道主体结构的设计使用年限不应低于 50 年。
- 10.1.3 轨道结构应采用成熟的技术和工艺，便于施工和养护维修。
- 10.1.4 根据环境保护对沿线不同地段的减振、降噪要求，采取相应的减振、降噪措施。
- 10.1.5 标准轨距为 1435mm，槽型轨不宜采用轨距加宽。
- 10.1.6 轨头设坡的槽型轨不设轨底坡，其他型式的钢轨应设置 1/40~1/30 的轨底坡。在无轨底坡的两道岔间距不足 50m 的地段，不应设置轨底坡。
- 10.1.7 轨道曲线超高值应按式（3）计算：

$$h = \frac{11.8V_c^2}{R} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

h ——超高值（mm）；

V_c ——车辆通过速度（km/h）；

R 为曲线半径（m）。

- 10.1.8 曲线的最大超高值不应大于 120 mm，未被平衡超高允许值不宜大于 61mm，困难时不应大于 75mm。
- 10.1.9 交叉口轨道曲线超高应结合道路横断面设计，当超高小于 5mm 时，可不设置超高。
- 10.1.10 曲线超高设置应符合以下规定：
- a) 采用埋入式轨道结构时，轨道曲线超高应采用外轨抬高超高值设置；
 - b) 采用非埋入式轨道结构时，隧道内及隧道外 U 形结构的整体道床地段轨道曲线超高宜采用外轨抬高 1/2 超高值、内轨降低 1/2 超高值设置；高架线、地面线的轨道曲线超高，宜采用外轨抬高超高值设置；
 - c) 超高顺坡率不宜大于 2%，困难地段不应大于 2.5%。曲线超高值应在缓和曲线内递减，缓和曲线长度不足或无缓和曲线时，应在直线段递减。
- 10.1.11 轨道结构高度应根据结构型式确定，应符合以下规定：
- a) 无砟轨道，结构高度宜采用 500mm；
 - b) 正线及辅助线有砟轨道结构高度为 700~950mm，车场线有砟轨道结构高度为 550~620mm；
 - c) 车场库内轨道结构高度为 500~600mm。
- 10.1.12 道床结构型式应符合以下规定：
- a) 正线宜采用无砟道床；满足环保及运营要求下，也可采用有砟道床；
 - b) 出入线和车场库外线宜采用有砟道床；
 - c) 车场库内线应采用无砟道床；
 - d) 正线及其配线上同一曲线地段宜采用一种道床结构型式。
- 10.1.13 正线及配线上的扣件铺设数量宜为 1600~1680 对/km，半径小于 400m 的曲线地段扣件铺设数量宜为 1680~1760 对/km。车场线扣件铺设数量宜为 1440 对/km。

10.2 轨道部件

10.2.1 钢轨应符合以下规定：

- a) 正线及配线钢轨宜采用槽型轨；
- b) 车场线采用埋入式轨道结构时，宜采用槽型轨。正线车站、交叉口、纵断面坡度大于 40% 及平面半径小于 400m 的曲线地段，应采用全长淬火钢轨或耐磨钢轨；
- c) 不同类型的钢轨连接应保证接头可靠性和特定性，可采用异型轨、异型焊接、接头夹板型式。

10.2.2 轨道结构应采用弹性扣件，扣件结构应符合以下规定：

- a) 扣件结构力求简单，并应具有良好的绝缘、防腐性能；
- b) 无砟道床的节点垂直静刚度宜为 30~50kN/mm，有砟道床的节点垂直静刚度宜为 40~60kN/mm；
- c) 扣件的绝缘部件工作电阻应大于 108 Ω；
- d) 埋入式轨道结构中应使用扣件罩，扣件罩应具有足够的强度，并符合密封要求。

10.2.3 道岔结构应符合以下规定：

- a) 道岔的道床型式宜与正线道床型式相一致；
- b) 正线道岔的钢轨类型应与正线区间的钢轨类型一致，并不应低于相邻区间钢轨的强度等级及材质要求；
- c) 正线道岔的尖轨和辙叉宜采用合金钢整铸，硬度不低于 380HB，道岔转辙器和辙叉部位不应设在结构变形缝或梁缝上；
- d) 正线和配线道岔宜采用 6 号道岔，车场线咽喉区宜采用 3 号道岔或梯形组合道岔；
- e) 正线道岔直向允许通过速度不应小于正线设计速度，侧向允许通过速度采用深槽设计时，不宜小于 20km/h，采用浅槽设计时，不宜小于 15km/h；
- f) 道岔附带曲线可不设缓和曲线和超高，但其曲线半径不应小于道岔导曲线半径；
- g) 正线道岔应采用无缝道岔。车辆段内两道岔间可设置直线段钢轨连接，插入短钢轨最小长度应满足信号要求。

10.2.4 柔性材料应符合以下规定：

- a) 埋入式轨道结构宜采用柔性材料包裹系统，包括轨腰柔性材料、轨底包裹材料及轨头密封材料；
- b) 柔性材料应具备防水性、强度及延展性，并应满足绝缘及防腐性能的要求。

10.3 道床结构

10.3.1 无砟道床结构应符合以下规定：

- a) 道床应采用钢筋混凝土结构。混凝土强度等级不应低于 C40；
- b) 伸缩缝间距不宜大于 12.5m，结构变形缝、桥梁梁缝处应设伸缩缝。

10.3.2 有砟道床应符合以下规定：

- a) 应采用一级道砟；
- b) 车场线有砟道床的道床肩宽不应小于 200mm，曲线半径不大于 300m 的曲线地段，曲线外侧道床肩宽应加宽 100mm，道床边坡均应采用 1:1.5；
- c) 有砟道床顶面应与混凝土轨枕中部顶面平齐，其他类型轨枕地段的道床顶面应低于轨枕承轨面 30mm。

10.3.3 不同道床结构的过渡段设置应符合以下规定：

- a) 正线、出入线和试车线的无砟道床与有砟道床间应设置弹性过渡段，长度不宜短于全轴距；
- b) 不同减振地段间的过渡方式和长度应根据计算确定。

10.4 无缝线路

10.4.1 无缝线路设计应根据气象及线路温度资料确定设计锁定轨温，并应对轨道结构强度、稳定性等进行计算。

10.4.2 正线无砟道床宜全线铺设跨区间无缝线路，半径大于及等于 400m 曲线的有砟道床地段及试车线宜铺设温度应力式无缝线路。

10.5 轨道排水

10.5.1 埋入式轨道结构应设置排水系统，排除钢轨轮缘槽与铺装面的积水。

10.5.2 转辙机等特殊轨道工程段应设置专门的排水设施。

10.5.3 轨道纵向排水坡度与线路坡度一致，专用路权地段，铺装面横向排水坡度不宜小于 3%，并满足排水要求。

10.6 减振轨道结构

10.6.1 减振轨道结构应按项目环境影响评估报告书，确定减振地段位置及减振等级。

10.6.2 采取减振工程措施时，不应削弱轨道结构的强度、稳定性及平顺性。

10.7 铺装

10.7.1 正线轨道面宜根据环境条件、景观要求进行铺设，混合路权地段根据混行要求进行铺装。

10.7.2 铺装型式可分为沥青铺装、水泥混凝土铺装、砖铺装及草坪铺装等。

10.7.3 交叉口铺装应与道路结构面一致，并满足道路通行的要求。

10.8 轨道附属设备及安全防护

10.8.1 当钢轨作为回流轨时，轨道结构应满足杂散电流的防护要求。

10.8.2 线路终端安全措施应结合社会交通、起终点位置等综合考虑，可采取停车警示牌、线路起终点延长、设置车挡等措施。

10.8.3 轨道尽端应设置车挡或停车警示牌，并应符合以下规定：

- a) 地面线终端车挡应能承受车辆以 5km/h 速度撞击的冲击荷载；
- b) 高架线、试车线终端车挡应能承受车辆以 25km/h 速度撞击的冲击荷载；
- c) 地下线终端车挡应能承受车辆以 15km/h 速度撞击的冲击荷载。

10.8.4 有轨电车线路应设警冲标、车辆停车位置、限速标等标志。

11 勘察

11.1 一般规定

11.1.1 岩土工程勘察可分为可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察三个阶段。施工中遇异常情况或为解决设计、施工中特殊岩土工程问题可进行施工勘察或专项勘察。

11.1.2 调查现状道路的使用年份，收集工程沿线地形图、管线图及地下设施分布图等资料，在充分分析利用既有勘察资料的基础上，应根据不同勘察阶段、建筑工程性质、基础类型、地基土的特点，综合确定勘察工作量。

11.1.3 主体工程的勘察等级应为甲级，附属及配套工程勘察等级划分应按相应规范执行。

11.1.4 场地土类型划分、建筑场地类别划分、地基土液化判别应符合 GB 50909 的相关规定，其他建筑工程应符合 GB 50011 的相关规定。

11.2 勘察工作量布置

11.2.1 可行性研究勘察应对拟选线路场地的稳定性和适宜性作出评价，并为选线及建设方案的比选提供依据。可行性研究勘察以搜集、分析既有资料及工程地质测绘和调查为主；当不能满足本阶段勘察要求时，勘察工作量布置应符合以下规定：

- a) 勘探孔间距宜为 500~1000m；
- b) 每个地质单元或地貌单元均应有 1 个勘探孔控制；

- c) 当存在比选方案时, 各比选线路均应布置相应勘察工作量;
 - d) 勘探孔深度应符合场地稳定性、适宜性评价、线路方案设计和工法选择等需要, 不宜小于 50m, 且应穿透浅部软弱土层。
- 11.2.2 初步勘察应针对不同的线路设计方案、结构型式、施工方法和地貌单元初步查明沿线的工程地质和水文地质条件, 为初步设计提供依据。初步勘察工作量布置应满足以下规定:
- a) 地面线宜沿线路两侧交错布置, 间距 100~150m; 勘探孔深度应满足变形及稳定性验算要求, 不宜小于 30m, 并穿透浅部软土层;
 - b) 车辆基地可结合建构筑物特点采用网格状布置勘探孔, 孔间距宜为 100~150m, 且主要设施均应有勘探点控制; 勘探孔深度应根据拟建工程性质及地基土条件等综合确定。采用桩基础时, 勘探孔深度应满足查明可能的桩基持力层分布及软弱下卧层、压缩层厚度的要求;
 - c) 高架段勘探孔应沿高架轴线布置于拟设墩台位置, 间距宜为 100~150m; 高架车站勘探孔间距不宜大于 100m, 且每站不宜少于 3 个勘探点; 过街天桥应布置适当勘察工作量, 且不宜少于 1 个勘探点; 勘探孔深度应满足查明可能的桩基持力层分布及软弱下卧层、压缩层厚度的要求。
- 11.2.3 详细勘察应针对建构筑物结构类型和施工方法, 详细查明建设场地的工程地质、水文地质条件, 提供地基土物理力学指标和岩土设计参数, 结合拟建建构筑物的特征及施工工法作出分析和评价, 并提出适宜的技术措施及建议。详细勘察工作量布置应满足以下规定:
- 11.2.3.1 地面线路的详细勘察应满足以下规定:
- a) 地面线勘探孔宜沿线路两侧交错布置, 间距不宜大于 45m; 勘探孔深度宜为 20~30m, 穿透浅部软土层, 并应满足路基变形验算要求; 采用桩基础时, 勘探孔间距及孔深满足桩基设计要求;
 - b) 查明现状道路的路面结构、厚度及路床的厚度、成份、密实度等情况;
 - c) 高填土区勘探孔深度应满足稳定验算、地基处理和变形计算要求;
 - d) 对暗浜、厚层填土等不良地质现象分布区, 孔深应进入正常沉积土层不少于 0.5m。沿线穿越的明浜, 宜测量河床断面, 并查明淤泥厚度;
 - e) 新建路基的厚填土层及原有道路改造路基的填土层均应进行静力触探或轻型动力触探试验, 试验点间距宜为 50~60m, 厚度变化较大时, 加密至 10~20m, 必要时进行 K30 检测。
- 11.2.4 高架线路的详细勘察应满足以下规定:
- a) 高架段勘探孔应布置于拟设墩台位置, 且宜逐跨布置勘探孔, 当上行、下行线墩台轴线距离大于 15m 时应每墩布置勘探孔;
 - b) 桥梁承台尺寸较大时, 宜增加勘探孔数量;
 - c) 高架车站勘探孔可按柱网或参照结构边线布置, 间距宜为 20~30m;
 - d) 过街天桥应布置勘探剖面, 且不宜少于 2 个勘探点;
 - e) 一般性勘探孔深度应大于预计桩端最大入土深度以下 3~5 倍桩径, 且不应小于 5m; 控制性勘探孔深度应满足变形计算要求, 达到桩基压缩层计算厚度下 1~2m, 孔数不少于勘探孔总数的 1/3。
- 11.2.5 车辆基地的详细勘察应满足以下规定:
- a) 车辆基地工程勘探孔可结合建构筑物特点采用网格状布置;
 - b) 拟采用天然地基的部位, 其勘探孔间距不宜大于 45m; 拟采用端承为主的桩基础的部位勘探孔间距不宜大于 24m, 拟采用摩擦为主的桩基础的部位勘探孔间距不宜大于 30m;
 - c) 勘探孔深度应根据拟建工程性质及地基土条件等综合确定, 控制性孔深度应满足变形计算要求, 且数量不少于勘探孔总数的 1/3。
- 11.2.6 详细勘察采取土试样和试验工作, 应符合以下规定:
- a) 地表下 3.0m 深度范围内取土间距宜为 0.5m;

- b) 线路位于现状道路时，宜进行土的先期固结压力试验；
 - c) 高填土区除进行常规试验外，尚宜进行承载比试验、固结试验。必要时宜对饱和软黏性土进行现场十字板剪切试验或室内三轴不固结不排水压缩试验、无侧限抗压强度试验及高压固结试验；
 - d) 高填土路基工程，应对填筑土料进行击实试验，测定其最优含水量和最佳干重度。
- 11.2.7 施工勘察应根据施工需要、地质条件和遇到的岩土工程问题，有针对性的选择勘察方法和手段；专项勘察应针对某项特殊需要或专题服务的内容选择工作方法。

12 路基

采用有砟路基的有轨电车可参照GB 50157的相关规定执行；采用无砟轨道路基的有轨电车工程按以下规定执行。

12.1 一般规定

- 12.1.1 路基应根据工程地质、水文地质、环境条件选用换填路基、桩板结构等型式。
- 12.1.2 路基结构应满足承载力要求，工后差异沉降量应满足轨道线路的平顺性要求。
- 12.1.3 轨道荷载、车辆荷载可采用换算土柱高度代替。
- 12.1.4 路基与桥台、横向结构物，有砟轨道与无砟轨道连接处等易产生差异沉降处均宜设置过渡段。
- 12.1.5 路基应加强与轨道、机电、道路等工程的接口设计，预留必要的预埋件。
- 12.1.6 利用既有道路改建时，应对既有道路路基性状进行调查和评价，采取合理的技术方案和工程措施。
- 12.1.7 路基工后沉降不应超过 50mm，工后不均匀沉降量不应超过扣件允许的可调节量。路桥或路隧交界处差异沉降不应大于 15mm，过渡段与桥梁间的折角不应大于 1/1000。
- 12.1.8 道路交叉口的路基应能同时满足道路交通和有轨电车通行的要求。

12.2 换填路基

- 12.2.1 无砟轨道路基面宜水平设置。
- 12.2.2 路基基床由表层和底层组成。
- 12.2.3 路基基床表层顶面支承层应符合以下规定：
 - a) 支承层采用素混凝土，混凝土强度不宜低于 C20；
 - b) 支承层厚度宜为 0.2m，宽度不宜小于道床板宽度加 0.2m；
 - c) 基床厚度应满足车辆产生的最大动应力与路基自重应力之比不大于 0.2 的要求；
 - d) 路基基床表层的强度应能承受车辆荷载的长期作用，刚度应满足车辆运行时弹性变形控制要求；
 - e) 基床表层宜优先选用水泥稳定碎石，水泥掺量 5%；
 - f) 基床底层范围内的天然地基应满足 $P_s > 1.2\text{MPa}$ 或容许承载力 $> 0.15\text{MPa}$ 。天然地基不满足基床底层土质要求时，可采取换填、地基改良或加固措施；
 - g) 基床底层填料可选用 A、B 组填料或改良土。在高地下水位的黏性土地基上填筑路堤时，应填筑渗水性材料；基床底层范围内填料最大粒径不应大于 60mm；
 - h) 基床压实标准应符合表 6 的规定。

表 6 路基基床各层的压实标准

压实指标	表层填料		底层填料	
	水泥稳定碎石	化学改良土	砂类土及细砾土	碎石类及粗砾土
压实系数 K_n	0.97	≥ 0.95	≥ 0.95	≥ 0.95
K_{30} (MPa/m)	190	—	≥ 130	≥ 150
7d 饱和和无侧限抗压强度(MPa)	3	≥ 0.35	—	—

注 1: K_n 为重型击实试验的压实系数;

注 2: K_{30} 为直径 30cm 直径平板荷载试验的地基系数, 取下沉量为 0.125cm 的荷载强度。

12.2.4 基床以下的天然地基为软弱土层时, 可采取换填、地基改良或加固措施。

- a) 基床以下部分填料可选用 A、B 组填料和 C 组碎石、砾石类填料, 其粒径级配应满足压实性能要求。当选用 C 组细粒土填料时, 应根据填料性质进行改良。基床以下填料压实标准应符合表 7 的规定;

表 7 基床以下填料及压实标准

压实标准	化学改良土	砂类土及细砾土	碎石类及粗砾土
压实系数 K	≥ 0.92	≥ 0.92	≥ 0.92
地基系数 K_{30} (MPa/m)	—	≥ 110	≥ 130
7d 饱和和无侧限抗压强度 (MPa)	≥ 0.25	—	—

- b) 浸水部位的填料, 应选用渗水土填料。

12.2.5 软土及其他类型厚层松软地基上的路基应进行稳定性、沉降检算。当稳定安全系数、工后沉降不符合规定时, 应进行地基处理。

12.3 桩板结构

12.3.1 桩板结构以加强道床板作为支承轨道的结构, 其下采用减沉复合疏桩、复合地基等基础型式。桩板结构主要用于深厚软土地区路基以及换填路基与基础刚度有显著差异的横向结构物相接的过渡段。

12.3.2 桩板结构应根据不同的环境条件和地质条件选择现浇式桩板结构和装配式桩板结构。

12.3.3 现浇式桩板结构应符合以下规定:

- 桩板结构应设置变形缝, 变形缝间距宜为 25~30m;
- 桩板结构过渡段总长度不宜小于 60m;
- 采用复合地基的桩板结构, 底板与桩顶之间应设置褥垫层。

12.3.4 装配式桩板结构应符合以下规定:

- 单个预制板、梁长度宜为 5~8m;
- 相邻两个预制板、梁之间应留 20~30mm 的间隙;
- 预制桩宜选用预应力管桩、异型桩等预制桩型;
- 预制板、梁与预制桩之间的连接强度应大于桩身强度且应具备竖向位置调节功能, 调节范围应包络构件制作误差、施工误差以及沉降差, 宜采用机械连接。

12.3.5 桩板结构基础应符合以下规定:

- 桩板结构基础, 应同时满足差异沉降控制和承载力要求。当下部存在软弱下卧层时, 尚应复核软弱下卧层的影响;
- 减沉复合疏桩基础承载力及沉降计算可按 JGJ 94 的相关规定计算;
- 复合地基承载力及沉降计算可采用 JGJ 79 的相关规定计算;
- 桩基检测应符合 JGJ 106 的相关规定, 复合地基的检测应符合 JGJ 79 的相关规定。

13 桥梁

13.1 一般规定

13.1.1 桥梁结构的设计基准期应为 100 年。桥梁设计使用年限应符合以下规定：

- a) 新建桥梁结构的设计使用年限不应低于 100 年；
- b) 改建桥梁工程中老桥结构利用部分的设计使用年限可按老桥结构的剩余设计使用年限。

13.1.2 桥梁设计宜采用百年一遇的洪水频率，对于特别重要的桥梁，洪水频率可按三百年一遇。防洪标准较低的地区，可按规划洪水频率设计，但应确保桥梁结构在百年一遇或三百年一遇洪水频率下的结构安全。

13.1.3 桥梁应满足有轨电车安全运行的要求，结构除应满足规定的强度外，应有足够的竖向刚度、横向刚度，并应保证结构的整体性和稳定性。

13.1.4 桥梁结构设计应符合以下规定：

- a) 有轨电车专用桥梁结构及构件，应按轨道交通桥梁适用的现行规范体系进行结构设计及抗震设计；除本标准特别注明外，荷载取值、材料特性、结构验算、构造要求等均应满足相应规范的规定；
- b) 有轨电车与城市道路合建桥梁结构及构件，可按道路桥梁适用的现行规范体系进行结构设计及抗震设计；除本标准特别注明外，荷载取值、材料特性、结构验算、构造要求等均应满足相应规范的规定。

13.1.5 利用既有道路桥梁改建时，应对桥梁结构状况进行评估，必要时应进行专项检测。检测结果为 3 类及更劣的桥梁不宜考虑利用。

13.2 设计荷载及荷载组合

13.2.1 荷载分类和组合应符合以下规定：

- a) 有轨电车专用桥梁结构及构件应按 GB/T 51234 的相关规定进行设计；
- b) 有轨电车与城市道路合建桥梁结构，应按照现行的公路桥涵设计规范进行设计，其作用分类应符合表 8 的规定。

表 8 合建桥涵结构作用分类

编号	作用分类	作用名称
1	永久作用	结构自重
2		设备自重及二期恒载
3		预加力
4		土的重力
5		土侧压力
6		混凝土收缩及徐变作用
7		静水压力及浮力
8		基础变位作用
9	可变作用	有轨电车静活载
10		有轨电车竖向动力作用
11		有轨电车引起的土侧压力
12		有轨电车离心力
13		人群荷载
14		无缝线路纵向力：轨道伸缩力、轨道挠曲力
15		汽车引起的土侧压力
16		汽车静活载
17		汽车冲击力

表 8 合建桥涵结构作用分类（续）

编号	作用分类	作用名称	
18	可变作用	汽车离心力	
19		风荷载	
20		有轨电车制动力（或牵引力）	
21		汽车制动力	
22		有轨电车横向摇摆力	
23		流水压力	
24		温度影响力	
25		支座摩阻力	
26		偶然作用	地震作用
27			船只或汽车撞击作用
28	无缝线路断轨力		
29	施工临时荷载		
30	脱轨力		
31	更换支座影响		

注：无缝线路纵向力不与本线制动力或牵引力同时组合。

13.2.2 有轨电车与城市道路合建的桥梁结构按极限状态方法进行设计时应符合以下规定：

- a) 永久作用效应的分项系数应按表 9 的规定采用；

表 9 永久作用的分项系数

编号	作用类别	永久作用分项系数	
		对结构承载能力不利时	对结构承载能力有利时
1	混凝土和圬工结构重力（包括结构附加重力）	1.2	1.0
	钢结构重力（包括结构附加重力）	1.1 或 1.2	1.0
2	预加力	1.2	1.0
3	土的重力	1.2	1.0
4	混凝土的收缩及徐变作用	1.0	1.0
5	土侧压力	1.4	1.0
6	水的浮力	1.0	1.0
7	基础变位作用	混凝土和圬工结构	0.5
		钢结构	1.0

- b) 可变作用的各代表值系数应按表 10 的规定采用；

表 10 可变作用的代表值系数

编号	可变作用	分项系数 _s	频遇值系数	准永久值系数
1	有轨电车荷载	1.4（含冲击力、离心力）	1.0（不计冲击力）	0.4（不计冲击力）
2	汽车荷载	1.4（含冲击力、离心力）	0.7（不计冲击力）	0.4（不计冲击力）
3	人群荷载	1.4	1.0	0.4
4	风荷载	1.1（注）	0.75	0.75
5	温度梯度作用	1.4	0.8	0.8
6	无缝线路纵向力	1.4	0.8	0.8
7	有轨电车横向摇摆力	1.4	0.7	0.4
8	其他作用	1.4	1.0	1.0

注：当风荷载效应在可变作用效应中最大时，分项系数取1.4。

- c) 可变荷载不同时组合表应按表 11 的规定采用。

表 11 可变荷载不同时组合表

编号	荷载名称	不与该荷载同时参与组合的荷载号
1	风力	22
2	有轨电车制动力(或牵引力)	22, 23
3	汽车制动力	22, 23, 25
4	有轨电车横向摇摆力	19, 20, 21, 24, 25
5	流水压力	20, 21
6	温度影响力	22
7	支座摩阻力	21, 22

13.2.3 有轨电车活载及汽车活载的选取与组合应符合以下规定：

- a) 有轨电车静活载应按选定车辆活载图式取值；
- b) 汽车荷载应按道路性质和等级按相应规范活载图式取值；
- c) 当有轨电车桥梁结构与汽车桥梁结构完全分离时，各自的结构或构件应分别按相应的车辆荷载进行计算；
- d) 有轨电车与城市道路合建桥梁结构设计时，有轨电车荷载与汽车荷载应按可能的最不利情况进行组合，两者组合时可采用 0.9 汽车效应+1.0 有轨电车效应或者 0.9 有轨电车效应+1.0 汽车效应的大值。多线有轨电车线路、多汽车车道时，有轨电车荷载和汽车荷载可按各自相应的规范进行各自的多车道折减；
- e) 有轨电车静活载在桥台后破坏棱体上引起的侧向土压力，应按有轨电车静活载换算为当量均布土层厚度计算，应符合 TB 10002.1 的相关规定；
- f) 有轨电车竖向活载应包括有轨电车竖向静活载及有轨电车动力作用，取值应符合 GB/T 51234 的相关规定；
- g) 汽车荷载冲击系数的取值按符合 JTG D60 的相关规定；
- h) 位于曲线上的桥梁应计入有轨电车产生的离心力，离心力应作用于车辆重心处，离心力宜按 GB/T 51234 的规定进行计算；汽车荷载离心力应按 JTG D60 的规定进行计算；
- i) 有轨电车制动力或牵引力应按 GB/T 51234 的规定进行计算；汽车荷载制动力应按 JTG D60 的规定进行计算；
- j) 有轨电车的横向摇摆力应按 GB/T 51234 的规定进行计算；
- k) 脱轨荷载应按 GB/T 51234 的规定进行计算。

13.2.4 其它荷载应符合以下规定：

- a) 无缝线路纵向水平力应根据梁轨相互作用关系计算确定；
- b) 地面汽车撞击力在顺行车方向可取 1000kN，横行车可方向可取 500kN，作用点在地面以上 1.2m 处；
- c) 通航河道船只的撞击力应按 TB 10002.1 的规定进行计算；
- d) 设有触网立柱的桥梁结构，设计时应考虑触网支柱柱底作用的荷载；
- e) 风荷载的计算应按 TB 10002.1 的规定进行计算；
- f) 温度变化的作用影响应按 GB/T 51234 的规定进行计算；
- g) 有轨电车专用桥梁结构的护栏结构，除考虑其自重及风荷载外，应考虑行人引起的作用力：水平推力为 0.75kN/m，竖向压力为 0.36kN/m，该荷载作为附加力可与风力组合。水平推力作用于人行道板以上 1.2m 处；
- h) 有轨电车与城市道路合建桥梁结构的护栏结构，其作用力应按 JTG D81 的规定进行计算。

13.3 结构刚度及变形要求

13.3.1 桥跨结构在有轨电车车辆静活载及其他车辆静活载最不利布置的共同作用下,轨道处梁体竖向挠度应不大于表 12 的规定。

表 12 梁体竖向挠度的限值

跨度	挠跨比限值
$L \leq 30\text{m}$	$L/2000$
$30\text{m} < L \leq 60\text{m}$	$L/1500$
$60\text{m} < L \leq 80\text{m}$	$L/1200$
$80\text{m} < L \leq 100\text{m}$	$L/1000$

注 1: L 为桥梁跨度;

注 2: 其他车辆活载如为多车道,可按相应的适用规范进行车道数横向折减;

注 3: 跨度超过 100m 的桥梁的挠度控制应符合 GB 50157 的相关规定。

13.3.2 在有轨电车及其他道路的车辆共同作用下,铺设无缝线路的无砟轨道桥梁梁端单端竖向转角应不大于 0.3%。

13.3.3 铺设无缝线路的且无钢轨伸缩调节器的无砟轨道桥梁,桥墩纵向水平线刚度应符合以下规定:

- a) 桥墩纵向水平线刚度限值要求宜根据工程条件及扣件阻力经钢轨动弯应力、温度应力、制动力及制动附加应力计算确定;
- b) 不作计算时,双线及多线简支梁桥墩墩顶纵向水平线刚度最小值应符合表 13 的规定。单线桥梁可按 0.6 倍取值。

表 13 桥墩(台)顺桥向水平线刚度(双线)

跨度	最小水平线刚度(kN/cm. 双线)
$L \leq 20\text{m}$	190
$20 < L \leq 30\text{m}$	240
$30 < L \leq 40\text{m}$	320

注 1: 梁跨大于 40m 的简支结构,最小纵向水平线刚度可按跨度与 30m 的比值线性增大;

注 2: 当有轨电车桥梁与其他道路桥梁一体时,应考虑纵向线刚度的空间效应影响。

13.3.4 不大于 40m 桥跨墩台工后总沉降量及相邻墩台基础工后沉降量差,不应超过以下容许值:

- a) 墩台工后总沉降量为 50mm;
- b) 相邻墩台工后沉降差为 10mm;
- c) 外部超静定结构应考虑相邻墩台沉降量差对结构产生的附加影响;
- d) 沉降计算时应按恒载计算。

13.3.5 有轨电车桥梁预应力混凝土简支梁在轨道铺设后的竖向徐变上拱值不宜大于 10mm; 预应力混凝土连续梁在轨道铺设后的后期徐变量,应根据轨道专业的要求进行控制。

13.4 结构与构造要求

13.4.1 有轨电车与城市道路合建桥梁结构设计时,单独承受有轨电车、汽车荷载的构件分别按照各自的规范进行设计,同时承受有轨电车、汽车荷载的构件的设计应满足本标准 13.3.1 条的规定。

13.4.2 改建的有轨电车与城市道路合建桥梁结构设计时,有轨电车桥梁上部结构选型宜根据路权、总体布置、施工条件等因素进行综合考虑。

13.4.3 墩柱抗震构造措施应满足如下规定:

- a) 新建桥梁墩柱抗震设防措施应符合 GB 50909 的相关规定;
- b) 改建桥梁墩柱抗震设防措施可按 GB 50909 或 CJJ 166 的规定进行设计。

13.4.4 桥梁支座设置应满足如下规定:

- a) 跨度不大于 25m 的梁可采用带有上、下座板的板式橡胶支座，板式橡胶支座应区分固定和活动两类，并应设横向限位装置；跨度大于 25m 的梁宜采用轨道交通标准系列的盆式橡胶支座或球钢支座；
 - b) 当支座寿命达不到设计使用年限时，应预留更换的构造条件。
- 13.4.5 高架桥上部结构应考虑供电、通信、轨道等系统设备和管线的设置，为其它专业接口预留条件；同时考虑杂散电流防护和桥面排水措施。
- 13.4.6 结构防水及桥面排水系统应符合以下规定：
- c) 桥梁纵向坡度不宜小于 0.3%；除单线桥外，多线桥桥面横向应采用双向排水坡，排水坡坡度不小于 0.5%；
 - d) 桥面应铺设密闭有效的防水层。

14 车站

14.1 一般规定

- 14.1.1 车站应满足预测客流的要求，以安全、可靠、经济、适用为基本原则，合理组织客流，为乘客提供乘降安全、疏导迅速的候车和进出站环境，且保证运营车辆的安全停靠及通行。
- 14.1.2 车站应以地面站为主。当必须在高架、地下设站或与建筑物结合设站时，可参照 GB 50016 和 GB 50157 的相关规定设置安全疏散设施，并满足防火要求。
- 14.1.3 车站可设置在道路中间或道路一侧，也可结合规划设置于步行街、城市广场或与建筑结合设置。
- 14.1.4 车站应与其他交通方便换乘，并与人行过街设施、人流密集区相衔接。
- 14.1.5 根据预测客流需求，考虑不同区位、不同环境、不同客流量等因素，合理确定车站规模、形式和换乘方式。
- 14.1.6 车站应设置无障碍设施，应符合 GB 50763 的相关规定。

14.2 站台

- 14.2.1 车站按站台型式可分为岛式与侧式，上、下行线的站台可以错开分离布置。
- 14.2.2 站台宜按敞开式设计，不宜划分付费区域与非付费区域。
- 14.2.3 供乘客乘降区域的有效站台长度应不小于客流控制期车辆长度加停车误差。共用站台换乘的车站应按照最大车辆长度确定有效站台长度。
- 14.2.4 侧式站台宽度不宜小于 2.5m，岛式站台宽度不宜小于 5.0m。困难情况下，侧式站台宽度不应小于 2.0m，岛式站台宽度不应小于 4.0m。
- 14.2.5 站台供乘客乘降和通行的区域内不应设置妨碍乘客通行的结构立柱等障碍物。
- 14.2.6 站台高度应低于车辆满载时车厢地板面的高度。
- 14.2.7 设在城市广场、步行街、开敞建筑物内的车站，空间上若能满足乘降区域高度、宽度、长度、无障碍等基本要求，可不设站台，但宜通过设置雨棚、车站设施、识别标志等对站台乘降区域予以界定。
- 14.2.8 车站可结合既有人行道设置，但人行道的剩余宽度应不小于 2.5m。

14.3 乘客进出

- 14.3.1 乘客进出车站宜采用地面进出形式，根据需要也可设置天桥或地道。
- 14.3.2 设置于机动车道中间的车站，当采用地面进出时，出入口坡道上口端至路口或人行横道间应设缓冲区，缓冲区两侧应设置安全护栏。
- 14.3.3 车站出入口楼梯宽度应根据客流量计算，仅设楼梯时，最小宽度不应小于 2.4m；当楼梯与扶梯并列设置时，楼梯最小宽度不应小于 1.8m。

- 14.3.4 当车站出入口采用过街天桥或地道形式时，应符合 CJJ 69 的相关规定。
- 14.3.5 位于路侧的对称侧式车站，当采用地面进出车站时，应在出入口外侧设置联通两个站台的人行通道。
- 14.3.6 地面进出站的站台至少应在一端设置无障碍坡道通向安全地带，坡道两侧应设无障碍扶手。
- 14.3.7 站台上应设置盲道，并与城市盲道系统衔接，并宜在距离站台边缘 0.4m 处设置止步盲道。
- 14.3.8 盲道设置宜从出入口或无障碍电梯引导至全线统一的车门位置。
- 14.3.9 始末站的入口和出口宜分开布置，且有明显的导向标志。

14.4 乘客安全防护设施

- 14.4.1 站台边缘 0.4m 外应设置安全防护带，宜采用醒目的材质与站台其他区域相区别或在地面设置安全线，安全防护带范围内应设防滑地面。
- 14.4.2 路中侧式车站，临机动车车道侧的站台边缘应设置隔离护栏。
- 14.4.3 临空面高度大于 0.7m 且乘客可以到达的任何区域，应设置安全护栏。
- 14.4.4 安全护栏距离站台边缘线不应小于 0.25m，护栏高度不应小于 1.2m，同时采取防儿童攀爬和穿越的措施。
- 14.4.5 站台地面材料应防滑、耐磨。
- 14.4.6 车站站台所有构件和设施均应避免锋利边缘对乘客造成伤害的可能。

14.5 车站服务设施

- 14.5.1 车站应设置带遮阳和避雨顶棚的开敞式候车棚，并满足环境和谐、易于识别、视线通透的要求，其设施不应影响候车乘客的使用和行车安全，并满足风貌保护等规划要求。
- 14.5.2 候车棚设计应符合以下规定：
 - a) 长度不宜小于 6m；
 - b) 净高不宜低于 2.3m；
 - c) 应设置夜间照明装置；
 - d) 便于日常的清洁和维护；
 - e) 顶棚排水不应影响乘客的上、下客；
 - f) 符合本市气候特点，满足本市防台要求。
- 14.5.3 车站服务设施的设置标准应全线统一规定。
- 14.5.4 车站上必须设置的设备柜、箱等设施应与候车棚一体化设计，并做好安全保护措施。
- 14.5.5 车站设施宜与城市公共艺术相结合。

15 给排水及消防

15.1 一般规定

- 15.1.1 给水、排水设计应贯彻综合利用、节约用水的原则；消防设计应贯彻“预防为主，防消结合”的原则。
- 15.1.2 给水、排水管道均不应穿越变电所、配电间、通信机房、信号机房、控制室等电气设备用房，并应避免在配电柜上方通过。
- 15.1.3 给水、排水管道当穿越伸缩缝、沉降缝、变形缝时，应采取相应的技术措施。
- 15.1.4 给水、排水设备应采用技术先进、安全可靠、节水节能、经济合理并经过实践运营考验的产品，便于安装和维修，并尽可能按自动化管理设计。

15.2 给水

15.2.1 站点内生产、生活给水系统形成独立、安全可靠的供水系统，并应满足各用水点对水量、水压、水质和水温的要求。

15.2.2 站点的各项用水水源均采用城市自来水，不设备用水源。

15.2.3 车辆检修基地的给水应符合以下规定：

- a) 水源应采用城市自来水，宜由城市自来水引入两根给水管与检修基地内室外给水管网相接；
- b) 室外生产、生活和消防给水管网宜分开设置，基地绿化宜配套设置浇洒设施；
- c) 当城市自来水的供水量和供水压力不能满足基地内的用水要求时，应设给水泵房和蓄水池，加压后供至各用水点。

15.2.4 用水量标准应符合以下规定：

- a) 工作人员生活用水定额为 $50 \text{ l/p}\cdot\text{班}$ ，小时变化系数 2.5；
- b) 生产用水定额应按工艺要求确定；
- c) 车辆检修基地内道路浇洒及绿化用水定额为 $1.5\sim 2\text{l/m}^2\cdot\text{次}$ ，浇洒次数以每日一次计；
- d) 不可预见水量按最高日用水量的 15% 计。

15.2.5 给水系统的水质、水压应符合如下规定：

- a) 生活用水设备和卫生器具的水压，应符合 GB 50015 的相关规定；
- b) 生产用水的水质、水压应按工艺要求确定。

15.3 排水

15.3.1 有轨电车线路范围内的雨水宜收集后有组织排放。

15.3.2 站点内的污水及各类废水，宜分类集中，分别就近接入市政排水系统；接入市政排水管的污、废水，其主要水质指标必须符合国家现行排水的标准后方可排放。

15.3.3 车辆基地的生活污水，宜集中后按重力流方式接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后排入城市污水排水系统。当车辆基地附近无城市污水排放系统时，则基地内的生活污水必须经过处理，达到排放标准后方可排放。

15.3.4 车辆检修基地内的各类污水、废水应在达到环保要求及排放标准后方可接入市政污水管道。

15.3.5 排水量标准应符合以下规定：

- a) 有轨电车线路范围内的雨水量计算可采用与该区域道路相同的暴雨重现期，但不应低于 5 年一遇暴雨重现期；下穿式线路的雨水量按 50 年一遇暴雨重现期计算，集流时间应根据道路坡长、坡度和路面粗糙度等经计算确定。过街通道的露天出入口、敞口雨水量按 50 年一遇暴雨重现期计算，集流时间 5min；
- b) 车辆检修基地场地雨水量应按 5 年一遇暴雨重现期计算；停车库、运用库等重要建筑屋面雨水量按 10 年一遇暴雨重现期计算，并按 50 年一遇暴雨重现期校核屋面排水设施和溢流设施的总排水能力；
- c) 生活排水量应按生活用水量的 85%~95% 确定；
- d) 生产废水排水量应按工艺要求确定；
- e) 消防废水排放量应和消防用水量相同。

15.4 消防

15.4.1 消防用水量按全线同一时间内发生火灾数为一次计。

15.4.2 地面线路及站点消防可利用现有市政消火栓，位于市政消火栓保护范围外的线路及站点，须另行设置室外消火栓；高架、地下线路及车站应设室内、室外消火栓系统。

15.4.3 车辆基地的消防应符合以下规定：

- a) 室外消火栓系统给水应采用环状管网，室外消火栓的保护半径不应超过 150m，间距不应大于 120m；

- b) 消防用水量应符合 GB 50016 和 GB 50974 的相关规定；
- c) 室内消火栓系统、室内自动喷水灭火系统、消防水箱及消防泵房等设计，应符合 GB 50016、GB 50084 和 GB 50974 的相关规定；
- d) 各单体建筑应按 GB 50140 的规定配置灭火器。

16 供电

16.1 一般规定

- 16.1.1 供电系统应符合安全、可靠、节能、环保和经济适用的原则。
- 16.1.2 牵引用电负荷等级不应低于二级负荷。动力照明等用电负荷应符合国家标准 GB 50052 的相关规定。
- 16.1.3 供电系统容量应按线路远期运营需求设计，宜根据城市规划及发展分步实施，发挥系统设备的利用率。
- 16.1.4 地上线路供电系统使用的主要材料，应选用低卤、低烟的阻燃或耐火的产品。

16.2 电源与供电系统

- 16.2.1 外部电源应根据城市规划、有轨电车线网规划、城市电网现状及规划进行设计。
- 16.2.2 供电系统设计时应与城市电力部门协商确定以下内容：
 - a) 外部电源及引入方案；
 - b) 一次接线方案；
 - c) 近、远期外部电源容量及电压偏差范围；
 - d) 电能计量要求；
 - e) 电源质量要求；
 - f) 供电系统继电保护配置以及与城市电网之间的时限配合；
 - g) 调度要求及管理分工。
- 16.2.3 供电系统的中压网络电压等级宜采用 10kV，线路末端电压损失不宜超过 5%。低压配电电压应采用 220V/380V，线路末端电动机负荷电压损失不宜超过 5%，照明负荷电压损失不宜超过 10%；当安全需要时，应采用小于 50V 电压。
- 16.2.4 供电系统注入电网的谐波应符合 GB/T 14549 的相关规定。
- 16.2.5 正线牵引网在正常情况下应由两座牵引变电所实施双边供电。任一座牵引变电所退出运行时，应由相邻牵引变电所实施大双边供电。
- 16.2.6 采用全储能供电方式时，正线充电站的布局应满足任一座充电站退出时有轨电车仍能正常运行的要求。

16.3 变电所

- 16.3.1 变电所选址应与城市规划相协调，靠近有轨电车线路，靠近负荷中心，便于外部电源引入及设备运输与维护。
- 16.3.2 正线变电所宜采用箱式变电所型式。
- 16.3.3 牵引整流机组的负荷特性应不低于表 14 的规定。

表 14 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

- 16.3.4 牵引变电所的整流机组可采用晶闸管整流或 PWM 整流。牵引变电所设置一套或两套整流机组时，应接入同一段中压母线。直流牵引母线宜采用单母线接线。
- 16.3.5 采用走行轨或导向轨回流的直流牵引供电系统应为不接地系统，牵引变电所中的直流设备应绝缘安装，并设置框架保护。
- 16.3.6 变电所设备布置应符合 GB 50053 的相关规定。箱式变电所设备布置应符合 GB/T 17467 的相关规定。
- 16.3.7 变电所直流操作电源宜采用成套装置，蓄电池容量应满足交流停电情况下连续供电 2h 的要求。
- 16.3.8 变电所的继电保护设置应符合 GB/T 50062 的相关规定。
- 16.3.9 牵引整流机组的保护应包括：内部短路、元件故障、元件超温、外部短路等内容。
- 16.3.10 直流牵引馈线的保护应包括：大电流短路断路器直接跳闸、过电流、电流变化率、电流增量、双边联跳等内容。
- 16.3.11 直流牵引供电设备应设置框架保护。
- 16.3.12 直流牵引馈线开关应具有在线检测的自动重合闸功能。
- 16.3.13 直流馈线及负母线均应设置过电压吸收装置。
- 16.3.14 变电所应满足无人值守的运行条件。变电所综合自动化系统应具有支持标准的或合理的通信协议及接口。

16.4 架空接触网

- 16.4.1 接触网应安全、可靠，符合接触网正极馈电、走行轨或导向轨负极回流的规定。
- 16.4.2 接触网应采用 750V 供电，其允许电压波动范围为 500~900V。接触网带电部分与其他构筑物、轨旁设备、车体之间的最小净距应符合表 15 的规定。

表 15 接触网带电部分与构筑物、轨旁设备、车体之间的最小净距

标称电压	静态	动态	绝对最小动态
直流 750V	25mm	25mm	25mm

- 16.4.3 接触网设备除与车辆有相互作用的装置外，任何情况下不应侵入动态限界。
- 16.4.4 接触网馈电应设置电动隔离开关，上、下行方向接触网宜并路馈电。
- 16.4.5 接触网设计的气象条件应符合 TB 10009 和 TB 10075 的相关规定。
- 16.4.6 接触线导高的确定应满足城市道路的最小净高要求，并同时满足以下规定：
- 路段接触线导高不应低于 4500mm；
 - 平面交叉口接触线导高不应低于 4800mm；
 - 车辆基地接触线导高不宜低于 5000mm。
- 16.4.7 接触线应采用铜或铜合金接触线。接触线导体截面应根据大双边供电等方式下的远期负荷计算确定，同时满足自身强度等要求。
- 16.4.8 每个回路上网电缆、回流电缆的数量均不应少于 2 根。
- 16.4.9 架空接触网设计的强度安全系数，不应低于 TB 10009 的相关规定。
- 16.4.10 接触线的平面布置应保证受电弓磨损均匀，并应符合以下规定：
- 直线区段接触线应沿线路中心两侧呈“之”字形对称布置，最大偏移量应小于受电弓工作宽度的 1/2，锚段中部定位点拉出值宜为零；
 - 曲线区段接触线应根据曲线半径、超高值、风偏量、悬挂跨距等选取拉出值，拉出方向宜偏向曲线外侧。
- 16.4.11 接触网锚段长度应根据有补偿的接触线与承力索的张力差计算确定，不宜大于 1500m。有补偿的接触线、承力索的张力宜为 12kN。

16.4.12 接触网应在以下位置设电分段：

- a) 牵引变电所直流电缆出口处；
- b) 车辆基地各电化库入口处；
- c) 车辆基地出入线与正线衔接处。

16.4.13 当首末站站后折返线需要停车检修作业时，折返线接触网宜单独分段，并设置手动隔离开关。

16.4.14 停车列检库和试车线的接触网、静调电源宜由牵引变电所直接供电，并设置带接地刀闸的手动隔离开关。

16.4.15 停车库内各条停车线宜分别独立设置带接地刀闸的手动隔离开关。

16.4.16 兼做回流的走行轨或导向轨应在正线与车辆基地的衔接处、电化库入库处设置绝缘节及单相导通装置。

16.4.17 易受其它交通工具碰撞的接触网设施应采取防护措施。

16.4.18 接触网应设置避雷器，其冲击接地电阻不应大于 10Ω 。

16.4.19 架空接触网的非带电金属支架应与接地装置相连接，接地电阻不应大于 10Ω 。

16.5 充电柜和架空充电轨

16.5.1 当全线采用车载储能装置供电时，全线车站及车辆基地均不架设接触网，采用充电柜和刚性架空充电轨对有轨电车进行充电。

16.5.2 充电轨应安全、可靠，符合充电轨正极供电、走行轨或电缆负极回流的规定。

16.5.3 充电轨应采用 750V 供电，其允许电压波动范围宜为 500~900V。

16.5.4 充电轨及附属设备除与车辆受流器有相互作用外，任何情况下不应侵入车辆动态限界。充电轨带电部分与其他构筑物、轨旁设备、车体之间的最小净距应大于 25mm。

16.5.5 固定式架空充电轨应具有相应的保护措施，包含架空充电轨系统本身保护措施以及人员防护措施。

16.5.6 车站架空充电轨的结构系统设计应满足有轨电车进站动态取流充电的要求，应能适应车辆以 40km/h 速度越站能力。

16.5.7 充电轨应通过隔离开关供电。

16.5.8 刚性充电轨应设置在线路中心线正上方，沿站台全长布置。充电轨设置高度根据车辆参数确定，一般为 3800~4300mm。

16.5.9 刚性充电轨应结合车站建筑型式悬挂设置，亦可设置独立支柱布置。

16.5.10 刚性充电轨宜采用钢铝复合材料，主要技术参数应符合表 16 的规定。

表 16 刚性充电轨主要技术参数

序号	名称	单位	技术指标	备注
1	额定电压	V	DC900	
2	额定电流	A	正线：1800A 车辆段：350A	环境温度 40℃，温升不大于 45K
3	工作制式		间歇工作制。 正线：高峰小时充电 30S，周期 180S。 车辆段：充电时间为 3~5 分钟	
4	持续载流量	kA	2kA	
5	60 秒的直流峰值电流	A	10000A	电流从稳态 DC1800A，经过 2min 加载到 DC10000A，持续 60S。
6	架空充电轨与车辆受流器间的接触压力	N	120N	

16.5.11 车辆段检修库和车辆段运用库内宜安装移动式架空充电轨。移动式架空充电轨应与车顶平台门、起重机、充电轨供断电、充电轨接地等系统进行联锁，以确保检修人员在车顶作业的安全。

16.5.12 车站充电柜为储能式有轨电车提供大功率快速直流充电，充电柜安装位置与车站充电轨的电气距离控制宜在 200m 范围以内。

16.5.13 车站充电柜应具有自动充电功能：

- a) 当有轨电车进入车站架空充电轨范围内即可自动启动充电；
- b) 有轨电车正在充电的过程中，若有轨电车启动离站，充电装置能够自动检测并迅速停止充电，消除燃弧现象的发生；
- c) 在充电的过程中若发生燃弧，充电装置应具备自我保护功能，保障设备的安全。

16.5.14 车站充电柜应具有监控功能：

- a) 为避免多个站台同时充电对电网造成冲击，接受上位电力监控系统的远程启停或对充电功率的限制；
- b) 实时监测车站区域内车辆的运行状态及车载储能装置的状态，启动或停止充电功能，自动控制调整充电时间、充电电流和充电限制电压；
- c) 实现自动检测、远方手动投切和现场手动投切，各种方式之间应有可靠的闭锁，可实现无人值守。

16.6 动力照明

16.6.1 通信、运营控制、电力监控等系统的调度中心设备应为一级负荷，通信、运营控制、电力监控等系统的线路设备、变电所所用电源应为二级负荷，其设计应符合 GB 50054 的相关规定。

16.6.2 车站、调度中心、车辆基地的建筑物及其他户外设施的防雷设计，应符合 GB 50057 和 GB 50343 的相关规定。

16.7 电力监控

16.7.1 有轨电车应设置电力监控系统，具有遥控、遥信、遥测的功能，并应纳入运营监控系统。

16.7.2 电力监控系统应包括电力调度系统(主站)、变电所综合自动化系统(子站)及联系两者的专用数据传输通道。

16.7.3 电力监控系统的功能应满足变电所无人值班的运行要求。

16.8 杂散电流防护与接地

16.8.1 回流轨应采取抑制杂散电流产生、减少杂散电流向外扩散的防护措施。

16.8.2 当兼作回流电路的走行轨高于地面时，走行轨与相邻结构(或大地)之间的过渡电阻值，应大于 $15\ \Omega \cdot \text{km}$ ，平交路口处走行轨及走行轨两侧 2m 内应采取特殊绝缘措施。

16.8.3 当兼作回流电路的走行轨与地面平时，与大地之间的过渡电阻值应大于 $2\ \Omega \cdot \text{km}$ ，走行轨与大地之间应采取特殊绝缘措施。

16.8.4 铺设回流轨的无砟道床应设置排流钢筋网，回流轨不应与结构钢筋、金属管线、接地装置有电气连接。

16.8.5 走行轨或导轨回流的正线及车辆基地检修库应设置轨电位限制装置，限制电位不应大于 60V，该装置的动作电压应可调整，并具有遥信功能。

16.8.6 轨道回流的牵引变电所应设置杂散电流自动监测及排流设施。排流设施的投运宜根据杂散电流的监测情况确定。

16.8.7 回流的轨道系统，钢轨间及上下行轨道间均应设置均流线，并应符合以下规定：

- a) 纵向间距不宜大于 600m；

- b) 车站和平交路口两端宜设置均流线；
 - c) 每处不应少于 2 根电缆；
 - d) 焊接点间距不应小于 300mm。
- 16.8.8 杂散电流腐蚀防护的其他要求，应符合 CJJ 49 的相关规定。
- 16.8.9 杂散电流设计与安全接地的设计发生矛盾时，应优先满足安全接地的要求。
- 16.8.10 所有电气装置的外露可导电部分，除有特殊规定外均应接地。
- 16.8.11 变电所利用基础钢筋等构成的自然接地极和人工接地网应采用不少于两根导体在不同地点相联接，接地电阻值应能分别测量。
- 16.8.12 车站、调度中心及车辆基地宜采用联合接地方式，接地电阻不大于 1Ω 。

16.9 电缆敷设及电缆通道

- 16.9.1 电力电缆的选型及敷设应符合 GB 50217 的相关规定。
- 16.9.2 地面线路的电力电缆与控制电缆，宜敷设在排管内。
- 16.9.3 当电力电缆与通信信号电缆平行明敷时，两者间距不应小于 150mm；当两者垂直交叉时，其间距不应小于 50mm。
- 16.9.4 当电缆穿越轨道时，可采用轨道下穿钢管或硬质塑料管敷设。
- 16.9.5 电缆引至电气柜、盘或控制屏的开孔部位，电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处，均应实施阻火封堵。阻火封堵材料的阻火等级应与隔墙、楼板的阻火等级相同。
- 16.9.6 电缆的路径选择，应符合以下规定：
- a) 避免电缆遭受机械性外力、过热、腐蚀等危害；
 - b) 满足安全要求条件下，电缆路径最短；
 - c) 便于敷设、维护；
 - d) 宜避开将要挖掘施工的地方。
- 16.9.7 电缆通道采用排管时，应符合以下规定：
- a) 管孔数宜按发展预留适当备用；
 - b) 不同电压等级的电缆，宜分别配置于适当间距的不同排管组；
 - c) 管路顶部土壤覆盖厚度不宜小于 0.5m。
- 16.9.8 电缆管路应在以下位置设置工作井：
- a) 电缆牵引张力限制的间距处；
 - b) 电缆分支、接头处；
 - c) 管路方向较大改变或电缆从排管转入直埋处；
 - d) 工作井之间的间距不宜大于 50m；
 - e) 工作井应避开横向道路；
 - f) 电缆工作井应设置盖板。盖板应坚固、满足所处位置的承压能力。单块盖板不宜过重，应便于检修人员操作。

17 通信

17.1 一般规定

- 17.1.1 通信系统应符合安全可靠、功能适用、技术先进、网络化运营的原则。
- 17.1.2 通信系统宜由骨干网络系统、无线通信系统、视频监视系统、乘客信息系统、电源及防雷接地系统等子系统组成。

- 17.1.3 通信系统各子系统均应具有网络管理功能。
- 17.1.4 通信系统应对有线及无线调度的语音进行录音，录音设备宜集中设置。
- 17.1.5 通信系统宜设时间服务器，为各系统提供统一的时间信息。
- 17.1.6 电话系统由电话交换设备及其附属设备组成。电话交换设备应设置在负荷集中、便于管理的地点。电话交换设备容量根据机构设置、定员、通信业务等因素确定，并为发展预留余量。
- 17.1.7 广播系统在发生灾害时可兼做救灾广播。
- 17.1.8 通信系统的光、电缆可敷设在电缆托架、电缆管道或电缆槽内，管材应能防止杂散电流的腐蚀。

17.2 骨干网络系统

- 17.2.1 骨干网络系统应满足无线通信、视频监控、乘客信息服务、调度管理、电力监控和售检票等系统的组网需求。
- 17.2.2 骨干网络系统应稳定、可靠，不因单个设备或单个线路的故障而整体失效。
- 17.2.3 骨干网络系统应采用符合国际标准的、开放的网络协议。

17.3 无线通信系统

- 17.3.1 无线通信系统应符合网络互联互通及资源共享的需要，统一规划、分期实施。
- 17.3.2 无线通信系统应满足调度中心、车辆基地等固定用户与司机、维修人员等移动用户之间的语音和数据通信需要。
- 17.3.3 无线通信系统应满足车辆定位、行车调度、车辆状态等数据信息的传输需求。
- 17.3.4 无线通信系统宜利用城市公共移动通信设施资源，并满足北斗卫星和 5G 通信的要求。
- 17.3.5 无线通信的覆盖范围应包括线路、调度中心、车辆基地、变电所等场所，空间波覆盖的时间地点概率应不小于 90%。

17.4 视频监控系統

- 17.4.1 视频监控系統应为调度中心及车辆基地的调度员提供有关车站状况、线路状况、车辆运行、供电设备等方面的视觉信息。
- 17.4.2 视频监控系統应为车辆基地的安防值班员提供有关车辆基地安全防卫方面的视觉信息。
- 17.4.3 视频监控系統应采用数字高清设备，监视范围应包括车站、平交路口、区间、道岔区、变电所和车辆基地。
- 17.4.4 视频监控系統的图像存储时间应不低于 90 天。

17.5 乘客信息系统

- 17.5.1 乘客信息系统应能在站台等场所以文字、图像、语音等形式向乘客提供有轨电车运营、交通换乘的相关信息，转发新闻、气象、道路交通等公共信息。
- 17.5.2 乘客信息系统应能够根据节目列表定时自动播出预制信息。实时播发的文字、图像信息应由调度中心统一编辑发布。
- 17.5.3 乘客信息系统应基于骨干网络系统组网，设置与调度管理系统、时钟系统、外部信息源等的接口。
- 17.5.4 站台乘客信息显示设备宜与站台扬声器结合设置。

17.6 电源及防雷接地

- 17.6.1 通信系统宜与调度管理等系统合设综合不间断电源系统。
- 17.6.2 综合不间断电源系统应具有集中监控管理功能。

- 17.6.3 蓄电池组的容量应按近期配置，并符合以下规定：
- a) 通信系统连续供电时间不少于 2h；
 - b) 调度管理系统连续供电时间不少于 0.5h。
- 17.6.4 通信系统应采用联合接地方式，接地电阻不应大于 $1\ \Omega$ 。

18 调度管理

18.1 一般规定

- 18.1.1 调度管理系统应满足有轨电车行车组织和运营管理的需要，应具备综合运营调度、行车监控、故障监测等功能。
- 18.1.2 系统由中心调度管理、正线道岔控制、车载、平交路口信号优先、车辆基地道岔控制、维护及培训等系统组成。
- 18.1.3 与行车安全相关的系统和设备应符合故障导向安全的原则。安全系统及设备应经过安全认证。
- 18.1.4 正线区域的折返线、联络线及出入场线的道岔联锁控制应按双向运行设计。
- 18.1.5 调度管理系统应具有采集、记录和显示各组成设备运行状态，按故障情况进行分级报警的维护监测功能。
- 18.1.6 车载设备应具有超速、冒进信号、障碍物探测等事件的报警与记录功能。

18.2 中心调度管理系统

- 18.2.1 系统具备综合运营管理平台功能，包括全线电车调度管理、电力监控、机电设备监控、乘客信息发布、广播、视频监控、票务管理、联动控制以及智能维护等功能
- 18.2.2 正线道岔控制、车载、平交路口系统设备均应纳入调度管理系统监控范围；车辆基地道岔控制系统设备宜纳入调度管理系统的监视范围。

18.3 正线道岔控制系统

- 18.3.1 正线道岔控制系统应由道岔控制器、占用/空闲检测设备、车地信息传输设备、转辙机和进路指示灯等组成。
- 18.3.2 道岔控制器应具有以下功能：
- a) 通过车地信息传输设备和占用/空闲检测设备采集车辆识别信息、行驶方向和位置信息；
 - b) 根据采集的信息自动排列进路；
 - c) 通过轨旁手动操作按钮控制道岔；
 - d) 接收调度管理系统的进路排列信息；
 - e) 进路的锁闭、解锁和取消；
 - f) 对转辙机、进路指示灯实施控制与联锁。
- 18.3.3 道岔控制器应提供进路指示灯、道岔和区段的联锁，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。
- 18.3.4 进路指示灯宜设在车辆运行方向的右侧，显示距离应不小于 200m。
- 18.3.5 正线道岔控制系统设备的安全完整性等级应满足以下规定：
- a) 道岔控制器不低于 SIL3 级；
 - b) 轨道电路不低于 SIL3 级；
 - c) 计轴设备不低于 SIL4 级；
 - d) 转辙机不低于 SIL3 级。

18.4 车载系统

18.4.1 车载子系统作为调度管理系统的辅助子系统，配合正线道岔控制子系统、中心调度管理子系统以及平交路口信号优先子系统完成有轨电车控制。

18.4.2 车载系统应能够向司机提供限速、进路、障碍物探测等实时行车提示信息。

18.5 平交路口信号优先系统

18.5.1 有轨电车应根据通行信号灯的指示进入平面交叉口。

18.5.2 在平交路口，系统应向道路交通信号控制系统提供以下信息：

- a) 车辆头部进入交叉口；
- b) 车辆尾部离开交叉口。

18.5.3 在需要提供有轨电车通行信号优先的平交路口，系统还应在以下位置向道路交通信号控制系统提供信息：

- a) 预告位置，提供通行方向、优先请求级别信息；
- b) 接近位置，提供通行方向、优先请求级别、进路控制状态信息；
- c) 交叉口入口，提供通行方向、优先请求级别、进路控制状态信息。

注：其中位置为车辆距离交叉口的距离，由线路特征、车站、车速、交通信号配时参数等确定

18.5.4 道路交通信号控制系统故障时，有轨电车通行信号灯应灭灯。

18.6 车辆基地道岔控制系统

18.6.1 车辆基地道岔控制系统应设置占用/空闲检测、计算机联锁、转辙机和信号机、试车线控制等设备。

18.6.2 车辆基地宜采用自动排列进路方式；车辆在段内宜按调车进路控制。

18.6.3 车辆基地的占用/空闲检测宜采用计轴设备。

18.6.4 计算机联锁设备应采用安全冗余结构。

18.6.5 试车线上的道岔、信号机等设备宜纳入车辆基地的联锁控制。

18.7 电源系统及接地

18.7.1 调度管理和车辆基地道岔控制系统设备应采用不间断电源，正线道岔和路侧控制器宜采用不间断电源。不间断电源电池后备供电时间应不小于 30min。

18.7.2 调度管理系统设备宜采用联合接地方式，接地电阻应不大于 1Ω 。

18.7.3 防雷保护设施应符合 GB 50343 的相关规定。

19 交通信号

19.1 一般规定

19.1.1 有轨电车线路与机动车、非机动车的平面交叉口应采用交通信号灯控制。

19.1.2 采用交通信号灯控制的平面交叉口应设置道路交通信号灯和有轨电车通行信号灯。

19.1.3 设置信号灯的交叉口，有轨电车不应与冲突方向的机动车、非机动车、行人同时放行。

19.1.4 设有道岔的交叉口，有轨电车通行信号灯可与有轨电车进路指示灯合杆设置。

19.1.5 道路交通信号灯的设置除符合 GB 14886 的相关规定以外，尚应满足有轨电车驾驶人的视认条件。

19.1.6 有轨电车沿线路口的交通信号控制设施应和周边道路的交通信号控制设施统一管理，并宜与区域交通控制协同。

19.2 信号优先

19.2.1 采用交通信号灯控制的平面交叉口，交通信号灯控制系统应能够提供有轨电车信号优先的功能，能够响应并处理有轨电车的优先通行请求。

19.2.2 有轨电车沿线各交叉口的交通信号宜采用协调控制方法，并符合有轨电车的运行特征。背景信号配时和相邻交叉口的相位差设置应有利于有轨电车的通行。

19.2.3 有轨电车调度管理系统应设置可靠的接口，连接道路交通信号控制系统，向道路交通信号控制系统传送车辆位置、优先请求级别、通行方向、控制状态和设备故障等信息，同时获取交通信号控制系统的运行状态和设备故障等信息。

19.2.4 道路交通信号控制系统宜为有轨电车提供通行优先的预告信号。

20 售检票

20.1 一般规定

20.1.1 售检票系统应由票务中心系统、票务终端设备、培训及维修系统、运营附属设备等组成。

20.1.2 售检票系统的设计能力应满足客流的需要，满足可靠性、安全性、可维护性和可扩展性的原则，保证数据的完整性、保密性、真实性和一致性。

20.1.3 售检票模式应根据票务制式确定，满足运营和管理的需要。

20.2 票务中心系统

票务中心系统应具备系统维护、数据处理、设备监控、票务管理、安全管理、清分对账、统计报表等功能。

20.3 票务终端设备

20.3.1 票务终端设备宜具备以下功能：

- a) 接收票务中心系统运营参数和控制指令，按规定的业务设置功能及信息提示；
- b) 生成并向票务中心系统上传设备状态、车票交易、故障报警数据等功能。

20.3.2 检票设备应能处理有轨电车单程车票，嘉兴市公交卡、市民卡等储值类车票，并可支持移动支付功能。

20.3.3 检票设备布置应满足车辆车门双侧开启的要求。

20.4 培训及维修系统

培训及维修系统应具备人员培训、维修管理等功能。

20.5 附属设备

票币清点和存放房间应独立设置，并配置摄像监控和报警系统。

21 调度中心

21.1 一般规定

21.1.1 有轨电车网络应设统一的调度中心，对区域所有有轨电车运营线路进行全过程集中管理。

21.1.2 调度中心可监控管理多条有轨电车线路。调度中心选址及建设规模应依据有轨电车线网的总体规划和线路的具体情况确定。

21.1.3 多条线路的运营调度中心宜集中设置，可分期实施。

21.1.4 调度中心应具有行车调度、电力调度、客运管理、信息服务、紧急事件应对和设备维护管理等功能，可对有轨电车运营的全过程进行集中监控和管理。

21.1.5 调度中心可兼做防灾和应急指挥中心，具备防灾和应急指挥的功能。

21.1.6 调度中心各出入口、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措施。

21.2 调度大厅

21.2.1 调度大厅总体布置应以行车调度为核心，宜设置行车调度、电力调度、信息调度与总调度席位。

21.2.2 调度大厅宜设置综合显示屏。

21.2.3 调度大厅按多线路设计时，可按调度岗位划分功能区。

21.3 布线

21.3.1 调度中心应有序敷设管线，宜采用综合布线和综合管线敷设方式。

21.3.2 综合布线和综合管线应为检修、更新改造预留空间；综合布线和综合管线应具有防火、防水和防鼠等安全功能。

21.3.3 竖向布线宜采用电缆井敷线方式，并应满足强电、弱电和消防等专业的要求。

21.3.4 水平布线宜采用电缆夹层敷线方式，并应根据夹层的具体情况，分层分区设置电缆桥架或汇线槽。动力电缆和弱电电缆应分开敷设。

21.4 供电、防雷与接地

21.4.1 调度中心宜单独设置降压变电所，采用两回线路供电。

21.4.2 调度中心防雷接地应符合 GB 50057 和 GB 50343 的相关规定，其建筑物防雷分类不应低于第三类防雷建筑物，其电子信息系统雷电防护等级不应低于 C 级。

21.4.3 调度中心应设统一的强、弱电系统综合接地极，总接地电阻不应大于 1Ω ，并应满足各系统总的散流要求。

21.5 通风、空调与供暖

21.5.1 调度大厅内环境温度宜控制为 $16^{\circ}\text{C}\sim 27^{\circ}\text{C}$ ，调度大厅和各系统设备房每小时内的温度变化不宜超过 3°C ，各系统设备房应按 GB 50174 的规定进行设置，并宜按不低于 C 级要求设计。

21.5.2 显示屏前后的温差不宜超过 3°C 。

21.5.3 调度大厅及设备房应维持正压。

21.5.4 调度大厅、运营管理区、设备区的空调系统应分开设置。

21.6 照明与应急照明

21.6.1 调度中心应设置正常照明与应急照明。照明灯具应选择节能、寿命长及维修方便的灯具；灯具的布置应与建筑装修和设备布置相协调。

21.6.2 调度大厅照明应符合以下要求：

- c) 照明柔和、均匀、无眩光；
- d) 操作台面照度为 $200\sim 250\text{lx}$ ，无明显阴影；
- e) 室内照明均匀度不低于 0.7；
- f) 采用分区控制或调光；

g) 投影式显示屏前区照度不大于 150lx。

21.6.3 设备房、维修用房、办公管理用房及其他各区域的照明应满足有关专业的要求。

21.6.4 调度中心应急照明的照度不应低于正常照明的 10%，调度大厅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 1h。

22 车辆基地

22.1 一般规定

22.1.1 有轨电车车辆基地分为检修基地、保养场与停车场，包括综合维修中心、材料库及必要的生产、生活、办公等配套设施。

22.1.2 车辆基地设计应以有轨电车车辆的技术条件和参数为依据。

22.1.3 车辆基地的功能定位、布局 and 各项设施的配置，应根据城市总体规划、线路的运营需要、线网规划及车辆基地规划布置和既有车辆基地的功能及分布情况综合分析确定，检修基地（含一、二级保养）宜集中设置，实现线网车辆基地的资源共享，避免重复建设。

22.1.4 车辆基地设计应近、远期相结合，统一规划，分期实施。站场线路股道、房屋建筑和机电设备等应按近期规模设计；用地范围应按远期规模确定。远期扩建对运营有较大干扰时，可一次建成。

22.1.5 车辆基地的选址应有良好的接轨条件，便于城市电力、给排水及各种管线的引入和城市道路的连接，宜规避城市高压线设施、大型河道和既有道路的改移、大量拆迁工程和工程水文地质不良的地段。

22.1.6 上盖开发的建筑消防疏散及车辆基地消防设计应按 GB 50016、GB 50974 和 GB 51080 的相关规定执行。

22.1.7 车辆基地设计应对所产生的废气、废液、废渣和噪声等进行综合治理，并应符合国家现行相关标准的规定。

22.1.8 车辆基地应设环形运输、消防道路和必要的回车设施，同时具新车进场的条件，并应有不少于两个与外界道路相连通的出入口。运输道路、消防道路与线路设有平交道时，应在道口前安装安全警示标识及限高、限载标识牌。

22.1.9 车辆基地进行上盖综合开发时，宜明确开发内容、性质和规模，总平面布置应在保证车辆基地功能和规模的基础上，对车辆基地的各项设备、设施与物业开发的内容进行统一规划，并结合车辆基地内外道路的合理衔接及相关市政配套设施的规划。

22.1.10 上盖综合开发的车辆基地建筑、结构的设计应满足车辆检修、运用的作业要求，并应满足作业场所的照明、通风、给排水、消防和环境保护要求和采取相应的技术措施。

22.2 功能、规模及总平面布置

22.2.1 车辆基地按功能分为检修基地、保养场与停车场，功能与设置应符合以下规定：

- a) 检修基地、保养场应承担有轨电车车辆的检修作业及车辆的日常维护和保养工作；
- b) 停车场应主要承担有轨电车车辆的停放作业和日常维护、保养工作，必要时可承担一级、二级保养及临修作业；
- c) 检修基地的设置应综合考虑线网资源共享。

22.2.2 车辆基地

22.2.2.1 检修基地应按以下作业范围进行设计：

- a) 车辆管理和编组工作；
- b) 车辆停放、保养及清扫洗刷、定期消毒等日常维修保养工作；
- c) 配属车辆的乘务工作；

- d) 车辆的大修、中修、各级保养及检修保养后的车辆试验；
- e) 车辆的临修；
- f) 基地内设备、机具的维修和公铁两用车、工程车等的整备及维修；
- g) 承担管辖范围内线路、设备、设施的综合维修和材料供应以及车辆救援工作。

22.2.2.2 保养场应按以下作业范围进行设计：

- a) 车辆管理和编组工作；
- b) 车辆停放、保养及清扫洗刷、定期消毒等日常维修保养工作；
- c) 配属车辆的乘务工作；
- d) 车辆的各级保养及检修保养后的车辆试验；
- e) 车辆的临修；
- f) 基地内设备、机具的维修和公铁两用车、工程车等的整备及维修；
- g) 承担管辖范围内线路、设备、设施的综合维修和材料供应以及车辆救援工作。

22.2.2.3 停车场应按以下作业范围进行设计：

- a) 车辆管理工作；
- b) 车辆停放、日检及清扫洗刷、定期消毒等日常维修保养工作，必要时可包括一级、二级保养；
- c) 协助检修基地、保养场承担本线管辖线路和设备、设施的综合维修和材料供应，以及车辆救援工作；
- d) 配属车辆的乘务工作。

22.2.3 车辆基地的设计规模应根据配属车辆数量、检修周期和检修时间计算确定，满足功能和能力的要求。

22.2.4 车辆基地出入线的设计，应符合以下规定：

- a) 出入线应在车站接轨，并宜选在线路的终点站或折返站；必要时也可根据车辆基地的位置和接轨条件，按八字形两站接轨；
- b) 出入线应按双线、双向运行设计，困难条件下，规模较小的停车场出入线在不影响功能的前提下，可接单线、双向设计；
- c) 出入线与正线接轨应采用平交，并应满足正线设计运能要求。

22.2.5 车辆基地总平面布置应根据车辆运用检修的作业要求、场址地形条件及维修中心、材料库、培训中心和其他生产、生活、办公设施的布局以及道路、管线、消防、环保、绿化等要求，结合气象条件，按有利生产、方便管理和生活的原则进行统筹安排、合理布置。

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

22.2.7 保养库宜与停车库合建组成运用库，也可单独设置或与检修库合建组成联合检修库。

22.2.8 车辆基地应根据工艺要求设动力、照明、给排水及消防等设施。变配电所、给水所和锅炉房等动力房屋，宜靠近相关的负荷中心布置。

22.2.9 车辆基地的生产机构应根据运营管理模式确定，必要时可设运用车间、检修车间和设备车间。

22.2.10 车辆基地应根据生产和管理的需要，配备相应的辅助生产房屋和司乘人员公寓、办公楼、食堂、浴室、职工更衣休息室及卫生设施，以及汽车停车场和自行车棚等配套设施。

22.2.11 车辆基地宜设围蔽设施，其设计宜结合当地的环境要求，选用安全、实用、美观的材料和结构型式。车辆基地内出入线、试车线、洗车线和镟轮线及车场线群外侧，宜设通透的隔离栅栏。

22.3 工艺设计

22.3.1 车辆检修宜采用预防性计划检修制度，日常维修保养和定期检修相结合。

22.3.2 车辆检修修程和检修周期应符合表 17 的规定。

表 17 车辆检修周期和检修时间表

类别	检修种类	检修周期		检修时间 (d)
		走行里程 (万 km)	时间间隔	
定期 检修	大修	90	10 年	30
	中修	45	5 年	15
日常 保养	三级保养	9	1 年	7
	二级保养	2.25	3 月	1
	一级保养	0.2	1 周	0.5

注1：表中检修时间按部件互换修确定；

注2：设计中检修周期，应采用年走行里程指标；

注3：可行性研究报告阶段可采用时间间隔指标。

22.3.3 车辆基地运用整备设施应根据生产需要配备停车库、保养库、车辆清洗洗刷设备、加砂日检设备及相应线路和必要的办公、生活房屋和设施。

22.3.4 停车库工艺设计应符合以下规定：

- a) 停车库应根据气象条件和运营要求设计；
- b) 停车库的总台位数应按配属车辆数扣除在修车数和一级、二级保养台位数计算确定；
- c) 停车库宜采用贯通式布置。停车线每股道停车数量大于 4 辆时，不宜采用尽端式布置；
- d) 停车库的长度应根据车辆长度、停车台位数及通道宽度计算确定，并结合厂房组合情况和建筑、结构设计要求作适当调整；
- e) 停车库内应设架空接触网/轨，库前应设置隔离开关或分段器，并应设置送电时的信号显示或音响设施；
- f) 停车库内应根据作业需要设置 AC380V/220V 检修插座。

22.3.5 保养库工艺设计应符合以下规定：

- a) 每股道停车数量大于 2 辆时，宜按贯通式设计；
- b) 保养库的长度应根据车辆长度、保养台位数、通道宽度及设计附加长度计算确定，并结合厂房组合情况和建筑、结构设计要求作适当调整；
- c) 一级、二级保养线应设架空接触网/轨，每线台位之间和库前均应设置隔离开关或分段器，并应设置送电时的信号显示或音响设施。三级保养线宜采用移动接触网/轨；
- d) 保养库内线路应设柱式检查坑，并根据作业要求，设置车顶作业平台。
- e) 保养库股道内外作业面高度和车顶作业平台的结构尺寸应根据车辆几何尺寸、结构和作业要求确定。车顶作业平台中间应设防护栅栏和门禁系统；
- f) 保养库股道两侧应设置固定或移动式司机上下车平台；
- g) 保养库检查坑及车顶平台应根据作业需要设置 AC380V/220V 检修插座。

22.3.6 车辆检修设施应根据其功能和检修工艺要求设置大中修库、临修库、不落轮镟轮库及相应线路和转向架、电机、电子电器、受电弓、空调、制动、蓄电池等部件检修分间等生产、生活房屋及配套设施，并应根据需要设置油漆库线。

22.3.7 车辆基地的大中修库和临修库均不应设置接触网/轨，进行升弓调试作业时，应在库端设移动接触网/轨。

22.3.8 大中修库的规模应根据各修程的检修工作量和检修时间计算确定。厂房的布置和尺寸应根据厂房组合型式确定，并应满足工艺流程和检修作业的要求。

22.3.9 车辆大中修宜采用定位作业，台位的长度宜按车辆模块解编的作业要求确定。

22.3.10 临修库设计应符合以下规定：

- a) 临修库线宜按一台位设计，并应设壁式检查坑，检查坑内应有安全照明和排水设施；
 - b) 库内应根据作业需要配置适当数量的移动式上下车平台。
- 22.3.11 大中修库、临修库均应设电动桥式或梁式起重机和必要的搬运设备。起重机的起重量应满足工艺和检修作业的要求；起重机走行轨的高度应根据车辆高度、架车方式、架车高度、车顶吊运作业要求和起重机的结构尺寸计算确定。
- 22.3.12 大中修库、临修库均应根据作业要求设架车设备。临修库宜选用移动式架车机。大中修库可根据作业需要选用地下式固定架车机组或其他型式的架车设备。
- 22.3.13 各检修库的库前股道宜设一段不小于一辆车长度的平直线路，并应满足车辆进出库时车辆外侧各部距库门安全净距的要求。
- 22.3.14 试车线应符合以下规定：
- a) 试车线的有效长度应根据车辆性能和技术参数及试车综合作业要求计算确定，困难条件下，车辆高速试车可在正线进行；
 - b) 试车线宜为平直线路，困难时线路端部可根据试车速度设置适当的曲线；
 - c) 试车线两端应设缓冲滑动式车挡；
 - d) 试车线应设架空接触网/轨，并应单独设隔离开关；
 - e) 试车线宜在适当位置设置试车设备房屋。
 - f) 试车线应设置封闭围栏。
- 22.3.15 洗车库工艺设计应符合以下规定：
- a) 检修基地、保养场和配属车辆超过 20 辆的停车场应设置机械洗车设备；
 - b) 洗车机应满足车辆两侧和端部（驾驶室）的洗刷要求，并应具有清水清洗及化学洗涤剂功能。
 - c) 洗车线宜布置在入场线端运用库前或运用库侧，按通过式设计。当地形受限制时，可结合场内布置情况按尽头式或八字形往复式布置；
 - d) 洗车作业时的速度宜为 3km/h~5km/h；
 - e) 洗车库的长度、宽度和高度应根据洗车机的作业要求确定；并应根据洗车设备的要求配备辅助生产房屋；
 - f) 洗车线在洗车库前后一辆车长度范围应为直线。
- 22.3.16 车辆基地应根据日常作业需要设置加砂及日检库线，并配备加砂、日检设备和生产房屋。加砂及日检库线设计应符合以下规定：
- a) 加砂及日检库线应各按一台位设计。加砂台位进行车辆砂筒加砂作业；日检台位对车辆空调、走行部等部件进行快速检查、临时检修；
 - b) 加砂及日检库宜按贯通式设计；
 - c) 加砂及日检库线应设架空接触网/轨；
 - d) 加砂作业应配置移动式或固定式加砂设备。
- 22.3.17 镟轮库工艺设计应符合以下规定：
- a) 应设置不落轮镟轮设备；
 - b) 镟轮库及其线路应结合总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；当镟轮库与其他检修厂房合并设置时，宜以实体隔墙隔开；
 - c) 镟轮线的有效长度应满足所有车辆的轮对镟修工作的要求。固定式不落轮镟设备前后应有一辆车长度的直线段；应根据作业的需要配置车辆牵引小车或其他牵引设备，不宜采用架空接触网/轨作为镟轮作业的车辆牵引动力；
 - d) 镟轮库应根据设备检修及安装要求设置行车起重设备；
 - e) 镟轮库应配置机床。
- 22.3.18 车辆基地应根据车场线站场布置和作业需要设置牵出线，其数量应根据作业量确定。

22.3.19 车辆基地应根据车辆日常维修作业的需要，配备车载通信信号设备的维修、车辆内部清扫、工具存放、备品存放和工作人员更衣休息等生产、办公、生活房屋。

22.3.20 工艺设备配置应根据车辆技术条件、维护保养手册和车辆基地、综合维修中心规模及承担工作范围综合确定。

22.4 设备维修与动力设施

22.4.1 车辆基地内设备的大修宜就近委托专业工厂承担。有条件时，车辆的大修也可委托车辆制造厂或修理厂承担。

22.4.2 车辆基地设备维修与动力设施应包括设备维修车间和相应管理部门，其工作范围应包括车辆基地机电设备的管理和各修程的检修工作；各种生产工具的维修和管理工作；技术更新改造和小型非标准设备的任务。

22.4.3 车辆基地设备维修应根据机电设备和动力设施维护、检修的需要配备必要的金属切削与加工设备、电焊与气焊设备、电器检测设备、管道维修设备和起重运输设备等。车辆基地内的通用设备宜合并设置。

22.4.4 车辆基地应根据工艺要求和本地具体情况设置供暖、通风和空调设施。

22.5 站场设计

22.5.1 车辆基地内线路的配备和布置应满足功能需要、工艺要求，并应做到安全、方便、经济合理。

22.5.2 车场线包括出入线、试车线、运用和检修库线、洗车线、镟轮线、走行线、牵出线等，应根据作业需要设置。

22.5.3 出入线和试车线的技术标准应符合本标准第9章的相关规定。

22.5.4 其他车场线平面及纵断面设计应符合以下规定：

- a) 最小曲线半径不宜小于 25m；
- b) 反向曲线间夹直线最小长度不应小于 4.5m；
- c) 车场线道岔基本轨端部至曲线端部的距离不宜小于 4.5m；
- d) 场内线路宜平坡设计，困难条件下库外线可设在坡度不大于 1.5‰的坡道上。

22.5.5 站场轨道设计应符合以下规定：

- a) 出入线钢轨及道岔应符合本标准第10章的相关规定；车场线宜采用 50kg/m 钢轨，3号或梯形道岔；
- b) 道岔轨型宜与连接线路轨型一致；
- c) 出入线位于道路段应采用无砟道床，位于车场内宜采用有砟道床；车场库内线应采用无砟道床，车场库外线宜采用混凝土枕有砟道床；无砟道床与有砟道床衔接处应设道床过渡段；
- d) 混凝土枕轨道宜采用弹性扣件。

22.5.6 车辆基地场地标高应结合基地附近最高地面积水水位、内涝水位和周边道路高程确定，并加安全高，同时应保证排水防涝措施。沿海或江、河、湖、渠附近地区车辆基地的车场线路路肩设计高程不应小于 1/100 洪水频率标准的潮（洪）水位。

22.5.7 路基排水系统应符合以下规定：

- a) 站场路基面应设倾向排水系统的横向坡度，宜采用 2% 锯齿形横坡；
- b) 站场路基排水系统宜采用重力自流排水方式，有条件时应排入城市排水系统。站场排水设备应采用排水沟、排水管相结合的形式。建筑密集区应采用暗管排水，股道间应采用盖板排水沟；
- c) 检查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，应采用集中机械提升排水方式排入路基排水系统、城市排水管网或附近河沟；
- d) 站场雨水排水系统的设计，应使纵向和横向排水设备紧密配合，并使水流径路短而顺直；

- e) 排水设备的数量应根据地区年降雨量、站场汇水面积、路基纵横断面和出水口等因素确定；
- f) 纵向排水坡度不宜小于 3%，穿越股道时，横向排水槽的坡度不宜小于 5%；
- g) 车辆基地内设有洗车机的洗车线应根据具体情况加强路基排水设计。

22.6 综合维修中心及材料库

22.6.1 综合维修中心是有轨电车系统各种设备和设施的维修管理单位，其功能应满足全线轨道、路基、桥梁、涵洞、隧道、房屋建筑和道路等设施的维修、保养，以及供电、通信、运营控制、机电设备和自动化设备的维修和检修工作的需要。

22.6.2 线路、桥涵、房屋建筑、道路等设施和机电设备的维修宜充分利用地方资源，大修宜对外委托当地专业队伍或工厂承担。

22.6.3 综合维修中心根据其规模和工作范围可分为维修中心、维修工区和维修组。维修中心宜设于检修基地、保养场内，根据需要可在停车场设维修工区或维修组。维修工区和维修组应按隶属于维修中心管理设计。

22.6.4 综合维修中心宜根据各专业的工作性质和工作内容分设或合并设置工务与建筑、供电、通信与运营控制、机电和自动化等车间。

22.6.5 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。房屋的布置应根据作业性质结合总平面布置的具体情况合理布局。其生产房屋宜与联合检修库合并设置；办公房屋宜与车辆基地办公房屋合建为综合办公楼。食堂、浴室等生活房屋应与车辆基地同类设施合并设置。

22.6.6 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设备。机械设备宜综合考虑，统一配备，常规设备宜与车辆基地共用。

22.6.7 材料库承担材料、设备、机具、配件和备品备件及劳保用品等的采购、存储、发放任务和管理工作。

22.6.8 材料库设计应符合以下规定：

- a) 线网中材料库宜统一设置，应设有各种仓库、材料棚和必要的办公、生活房屋，并应设有材料堆放场地，向各基地按需配送；
- b) 各种仓库的规模应根据所需存放材料、配件和设备的种类和数量确定。材料堆放场地应采用硬化地面；
- c) 不同性质的材料和设备宜按分库存放设计，应满足精密电子、电器和橡胶类等物资存放的特殊要求；易燃品库应单独设置，根据车辆基地的规模及社会资源调动的方便性确定其防火等级，并应符合 GB 50016 的相关规定；
- d) 材料库应根据需要配备必要的起重、装卸设备和汽车、蓄电池车、叉车等运输车辆；
- e) 材料库宜单独设围墙或围蔽结构。

22.7 救援设施

22.7.1 车辆基地内应设救援办公室，配备相应的救援设备和设施，并宜集中设置。救援办公室应受调度中心指挥。

22.7.2 救援办公室应设置值班室。值班室应设电钟、自动电话和无线通信设备，以及直通调度中心的防灾调度电话。

22.7.3 救援用车辆宜利用检修基地、综合维修中心的车辆，并应根据救援需要设置地面工程车和指挥车。

22.7.4 消防救援应根据当地消防主管部门的相关要求配置必要的硬件和软件设施。

23 交通安全

23.1 一般规定

23.1.1 有轨电车工程应进行交通安全设计，设计内容应包括交通组织设计和交通安全设施设计。交通组织设计包括交叉口交通组织设计和路段交通组织设计，交通安全设施包括交通标志、交通标线、防护设施、交通信号灯、交通监控设施等。

23.1.2 交通安全设计应保证有轨电车与道路交通相互匹配、相互协调。

23.1.3 交通安全设施设计应按照主体工程的技术标准、建设规模及项目交通特性，协调好与交通组织设计的关系，应符合安全、畅通、环保、可持续发展的总体目标要求。

23.1.4 交通安全设施设计应协调主体工程设计，宜在主体工程标识预留交通安全设施的管道、人井、管箱的位置及尺寸等。

23.2 交通组织

23.2.1 有轨电车交通组织设计，应通过交通标志、标线和信号灯等设施，明确有轨电车、机动车、非机动车、行人等参与者的通行空间和时间。

23.2.2 有轨电车应采用专用路权，在交叉口宜采用平面交叉，在部分交通流量大的交叉口可采用局部立交方式。

23.2.3 有轨电车通过平面交叉口时，应采用信号控制实现有轨电车优先通行。

23.2.4 有轨电车沿线人行横道应协调交叉口交通组织统一设置；沿线人行横道宜在有轨电车限界外侧设置行人驻足区。

23.2.5 社会机动车的交通组织宜符合以下规定：

- a) 有轨电车线路设置在路中时，沿线出入口的机动车交通组织，宜采用右进右出设置，并设置警告标志；
- b) 交叉口的机动车通行相位与有轨电车通行相位冲突时，宜禁止该相位通行；
- c) 交叉口的机动车左转车道与有轨电车冲突点较近时，左转车道可设置在直行进口车道的右侧，并应设左转专用相位。

23.2.6 有轨电车轨道与非机动车穿越轨道的角度不应小于 60° ；条件不足时，宜采用渠化或隔离设施组织非机动车流线以满足要求。

23.2.7 有轨电车接触网净空高度不满足道路净空要求时，应设置限高设施。

23.3 交通标志

23.3.1 有轨电车应设置专用标志，包括禁止、警告、指示等标志，样式应与其他道路交通标志区分。

23.3.2 有轨电车交通标志与其他道路交通标志、交通标线等管理设施传递的信息应一致，互为补充。

23.3.3 有轨电车线路在进口道宜设置标识有轨电车的分道标志，在交叉口出口道宜设置有轨电车专用路权标志，在横向道路进口道宜设有轨电车警示标志。

23.3.4 有轨电车与其它道路交通存在冲突点位置时，在其它道路交通方向上宜设置有轨电车的警告标志。

23.3.5 面向道路交通使用者的有轨电车交通标志宜与其它道路交通标志合板或合杆设置。

23.3.6 有轨电车线路在专用路段设置人行横道时，宜面向有轨电车设置人行横道警示标志。

23.3.7 有轨电车交通标志的位置应满足以下规定：

- a) 交通标志不应侵入有轨电车限界和道路建筑限界；
- b) 交通标志设置位置应满足使用者动态条件下发现、判读标志及采取行动所需的时间和前置距离。

23.4 交通标线

23.4.1 交通标线应符合道路使用的功能要求，应与交通标志配合使用，向道路使用者传递有关道路交通的规则、警告、指引等信息。

23.4.2 有轨电车专用车道与社会车道应采用隔离设施；条件困难时，可施划黄色虚线。

23.4.3 有轨电车交叉口内宜设置机动车导流标线。

23.4.4 有轨电车线路在交叉口或广场等空间上与其他交通混行的区域，应符合以下规定：

- a) 有轨电车通行区域应明显标识；
- b) 有轨电车通行区域边缘宜设置反光的轮廓标，轮廓标宜设置在有轨电车通行范围内。

23.5 防护设施

23.5.1 防护设施应采用环保材料，便于安装，易于维修，宜简洁大方，与城市景观相协调。

23.5.2 有轨电车站台站台临近机动车道一侧应设置隔离栏，隔离栏应连续设置至人行横道安全岛位置。

23.5.3 上跨有轨电车线路的其他设施或结构应设置安全防护设施。

24 环境设计

24.1 一般规定

24.1.1 全线车站、线路与轨道铺装、触网及其立柱、绿化种植、附属设施、标识系统、夜景照明以及配套建筑与构筑物等均应在满足功能需求的前提下进行专项环境设计。

24.1.2 设计范围内各种建筑物、构筑物和市政设施等设计除执行本标准外，尚应符合现行有关标准的规定。

24.2 车站

24.2.1 车站型式应统一风格，造型宜简洁大方，突出可识别性。

24.2.2 车站区域的乘降空间应通过铺装材料或标识予以清晰明确的界定。

24.2.3 车站造型、立面材质、色彩等外观应与周围城市环境相协调，地面铺装应与站点周边人行道、广场铺装保持连续性。

24.2.4 车站设计宜呼应邻近城市肌理，保持街道景观的连续性。在历史保护建筑物周边设站时，应避免或降低对其视觉上的不良影响。

24.2.5 车站站台所有边缘侧面应进行装饰性处理。

24.3 线路与轨道铺装

24.3.1 线路沿途经过学校、公园、体育场以及其他人员密集的公共场所时，其边界应设置颜色明显的划线进行安全提示。

24.3.2 有轨电车线路区域边界应有明显的禁止停车的标识或设置围栏或限行立柱。

24.3.3 广场等地段混合路权的轨道铺装宜采用硬质材质，铺装风格宜全线统一，铺地纹理应与各路段的城市肌理相协调，铺装材料应以降低眩光与道路浮尘为选择标准。

24.3.4 专用路权的轨道铺装可选用硬质或软质材料，视觉效果上应与其他道路有所区别，位于步行街区域的轨道铺装应采用明显的标识与步行区域相区分。

24.3.5 位于地面的专用路权轨道铺设在穿越绿地或人流较少区域时，在满足功能需求的前提下，宜采用草皮铺装。

24.3.6 采用草皮铺装时，草种颜色宜统一，可根据周边环境采用草种混播模式，保证草坪四季常青。

24.4 触网及触网立柱

24.4.1 线路触网及其立柱型式、色彩、材质宜与周边城市景观元素相协调，宜在满足功能的前提下优化景观视觉效果。

24.4.2 位于城市道路交叉口处的接触网立柱设置应避免影响交通安全，位置与形态应减少对城市景观的影响。

24.4.3 在满足限界参数的条件下，触网立柱可与城市街道照明灯具共杆设置。

24.5 绿化种植

24.5.1 有轨电车工程建设应与城市公共绿地空间有良好的视觉联系，在工程范围内的沿线线路与车站处宜设置合理的绿化种植空间。

24.5.2 站台区域在不影响车站运营的前提下，宜种植绿化，种类以低矮的灌木与地被为主。

24.5.3 线路沿线的绿化种植应选用低矮的灌木与地被，植被高度不应阻碍视线，影响有轨电车的正常运营。

24.5.4 高架轨道桥梁两侧和桥墩可进行垂直绿化处理。

24.5.5 绿化种植应选用乡土树种，因地制宜，适地适树，便于养护，在不影响运营的前提下宜保留场地现有的标志性树种。

24.6 附属设施

24.6.1 附属设施包括车站及线路范围内的隔离设施与车站内的配套设施。

24.6.2 隔离设施的布点应保障安全，形式宜简洁明快，与周边环境相互融合。

24.6.3 设于轨道与机动车道之间、轨道之间、禁止人流通过处的隔离护栏宜进行艺术造型处理。

24.6.4 在仅供行人通过的区域应设置车辆限行立柱。

24.6.5 车站内的配套设施造型宜简洁、兼具功能性与观赏性，与车站总体格调相协调。

24.7 景观照明

24.7.1 有轨电车车站及线路范围内均应进行专项照明设计。所有照明设施均应遵循安全性、舒适性原则，保证交通安全运营，营造舒适的乘车氛围。

24.7.2 同一线路的景观照明格调宜统一，城市重要区域的站点宜体现区域标志性，灯具选型应与周边街道灯具相协调。

24.7.3 景观照明设备宜使用节能环保的产品。

24.7.4 车站照明在满足照度需求的前提下，宜突出可识别性与景观观赏性。车站站台边缘可镶嵌提示车辆停靠的地理灯。

24.7.5 高架桥梁两侧和桥墩宜进行景观照明处理。

24.7.6 线路沿线照明应满足安全性与可识别性，兼顾景观观赏性。

24.8 标识系统

24.8.1 有轨电车工程应进行专项的标识系统设计，包括车站区域各类线路导引、指示、警示牌、信息发布系统。

24.8.2 标识系统在功能上应强调系统性与可识别性，视觉设计上宜兼具整体性与地域特色，载体上宜采用绿色环保耐久的材质，标识系统的文字宜采用中英文双语。

24.8.3 标识系统的布置分为站外标识引导、车站内部指引以及有轨电车车辆三个层次。

24.8.4 车站标识系统的布置应与车站人流流线设计相结合，出入口等显著位置应设置线路指示导引牌，站台等候区应设置路线图及安全警示牌。

24.8.5 同一线路的车辆外观、内饰及车票宣传品等宜统一进行视觉设计。

24.8.6 标识系统的载体宜以固定式灯箱或标识牌为主，重要站点区域可采用多媒体显示屏，所有标识载体间距与高度均应满足各类使用人群的视觉需求。

24.9 配套建构（筑）物

24.9.1 桥梁、涵洞、护坡、车辆基地、调度中心等配套建构物造型应满足功能，兼顾景观视觉效果。

24.9.2 线路沿线涵洞出入口界面宜结合地域环境特色进行美化装饰。

24.9.3 沿线护坡两侧应在不影响交通的流通性与安全性的前提下，结合现状进行绿化处理。

25 节能环保

25.1 一般规定

25.1.1 有轨电车工程的设计应达到国家和浙江省地方节能相关标准的规定，符合能源相关规划和供应条件，并执行节能评估报告及其评审报告和批复意见。

25.1.2 工程总体布局应在保证使用功能的前提下，减少外部能源供应的路线长度，提高人员运输、物品周转的效率。

25.1.3 有轨电车工程应采用高效节能设备，不应采用国家明令禁止和淘汰的落后工艺设备。

25.1.4 工程建成运营后的能源消耗不应当地能源平衡带来不良影响。

25.1.5 有轨电车工程的设计应达到国家和浙江省地方环境保护相关标准的规定，应符合城市与区域环境保护等相关规划，并执行环境影响报告书及其审查和批复意见。

25.1.6 有轨电车工程的设计应根据城市环境功能区划、沿线道路、环境敏感建筑和噪声敏感目标，合理规划线路、车站、车辆基地，并采取经济、合理、有效的环境保护措施。

25.2 节约能源

25.2.1 有轨电车工程宜采用钢轮钢轨型式，减少车辆运行能耗。

25.2.2 运营组织、线路的辅助线设计应提高运营效率，减少车辆的空驶里程。

25.2.3 线路平面设计宜采用较大的曲线半径。

25.2.4 车站、车辆基地的厂房宜采用自然通风方式。

25.2.5 办公、调度中心等建筑符合 GB 50189 和 DB33-1036 的相关规定。

25.2.6 机电系统设计应提高系统的运行效率，减少能源的损耗。

25.2.7 应设置各类能源和资源的计量装置，计量耗电量、燃料消耗量、集中供热量、集中供冷量、耗水量、补水量。

25.3 环境保护

25.3.1 有轨电车工程的噪声应符合 GB 3096、GB 12348 和 GB/T 15190 的相关规定。

25.3.2 有轨电车工程的振动应符合 GB 10070 的相关规定；沿线建筑室内二次辐射噪声应符合 JGJ/T 170 的相关规定。

25.3.3 车辆基地废水、废气排放应符合 GB 3095、GB 8978 和 GB 18483 的相关规定。

25.3.4 当线路沿线两侧敏感点环境不能满足标准要求时，需综合考虑沿线道路的背景环境，采取控制线路与敏感目标的距离、采用轨道减振、草坪铺装等环境保护措施。

25.3.5 车辆基地含油废水必须经厂区内污水处理，并达到排放标准排放。

25.3.6 有轨电车路基至轨道面有条件宜采取种植草皮绿化的生态环境保护措施。

附录 A
 (规范性附录)
 车辆动态限界图及计算方法

A. 1.1 车辆轮廓线和直线段动态限界 (图A. 1) 的坐标值, 应按表A. 1~表A. 4选取。

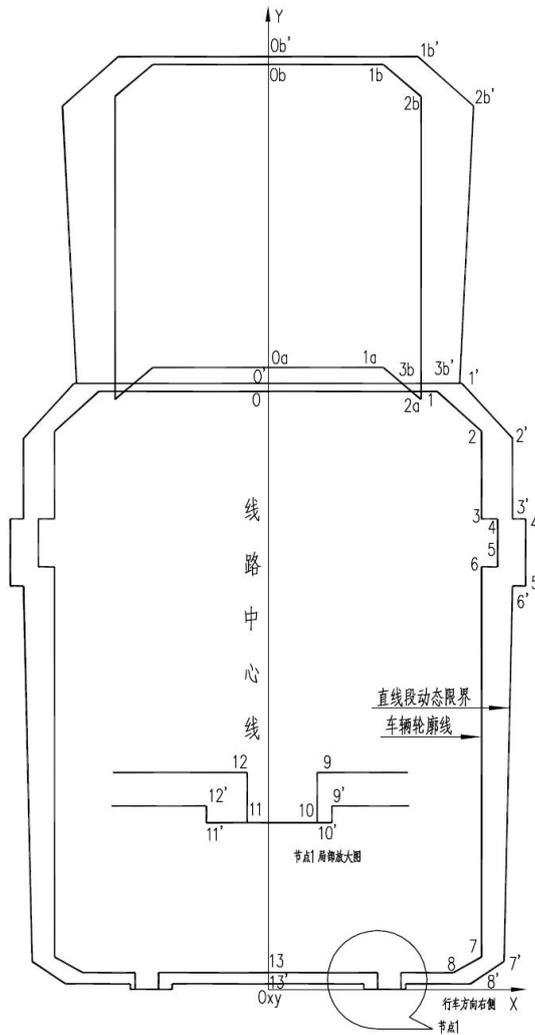


图 A. 1 车辆轮廓线及直线段动态限界

表 A. 1 车辆轮廓线坐标值 (mm)

点号	0	1	2	3	4	5	6
X	0	1050	1325	1325	1425	1425	1325
Y	3750	3750	3500	2950	2950	2650	2650
点号	7	8	9	10	11	12	13
X	1325	1150	825	825	680	680	0
Y	203	105	105	0	0	105	105

注: 点0-点7为车体控制点(其中点4和点5为后视镜设备控制点), 点8-点13为转向架下部控制点。

表 A.2 动态限界坐标值 (mm)

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'
X	0	1205	1518	1518	1600	1600	1518
Y	3800	3800	3456	2950	2950	2530	2530
点号	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'
X	1465	1257	855	855	595	595	0
Y	175	35	35	0	0	35	35

表 A.3 受电弓轮廓及动态限界坐标值 (mm)

点号	0a	1a	2a	0b	1b	2b	3b	0b'	1b'	2b'	3b'
X	0	716	950	0	716	950	945	0	931	1276	1189
Y	3900	3900	3700	5800	5800	5600	3750	5850	5850	5540	3800

注：点0a-点2a为落弓后轮廓线控制点，点0b-点3b为升弓后轮廓线控制点，点0b'-3b'为动态限界控制点。

表 A.4 受电器轮廓及动态限界坐标值 (mm)

点号	0a	1a	2a	0b	1b	2b	3b	0b'	1b'	2b'	3b'
X	0	716	950	0	716	950	945	0	931	1276	1189
Y	3900	3900	3700	4050	4050	4000	3750	4200	4200	4009	3800

注：点0a-点2a为受电器工作高度3900的静调轮廓线控制点，点0b-点3b为受电器自由高度轮廓线控制点，点0b'-3b'为受电器自由高度动态限界控制点。

A.1.2 车辆的曲线段动态限界应符合以下规定：

- a) 动态限界外部几何加宽量可按公式 A.1 计算确定；

$$T_a = \frac{10268}{R} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

T_a ——外侧几何偏移量 (mm)；

R ——线路曲线半径 (m)。

- b) 动态限界内侧几何加宽量可按公式 A.2 计算确定。

$$T_i = \frac{4720}{R} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

T_i ——内侧几何偏移量 (mm)；

R ——线路曲线半径 (m)。

A.1.3 过超高、欠超高以及曲线段轨道参数的变化引起的加宽量 q 可按以下规定取值：

- a) 区间为 30mm；
b) 车站为 10mm。

A.1.4 曲线段动态限界加宽总和，可按公式A.3计算确定。

$$\Delta X_{a(i)} = T_{a(i)} + q \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$\Delta X_{a(i)}$ ——动态限界加宽总和 (mm) ;

$T_{a(i)}$ ——几何偏移量 (mm) 。

A. 1. 5 曲线段动态限界宽度按公式A. 4计算确定。

$$\begin{aligned}
B_a &= X_{Ka} \cos a - Y_{Ka} \sin a \\
B_i &= X_{Ki} \cos a - Y_{Ki} \sin a \dots\dots\dots (A. 4) \\
a &= \sin^{-1}(h/s)
\end{aligned}$$

式中:

B_a ——曲线外侧动态限界宽度 (mm) ;

B_i ——曲线内侧动态限界宽度 (mm) ;

h ——轨道超高值 (mm) ;

s ——滚动圆间距 (mm) , 取1500mm;

(X_{Ka}, Y_{Ka}) , (X_{Ki}, Y_{Ki}) ——曲线地段动态限界控制点坐标值 (mm) 。

