

团 体 标 准

T/CAMET XXXXX—XXXX

有轨电车工程设计规范

Specification for design of tramway

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2020 - XX-XX 发布

2020 - XX-XX 实施

中国城市轨道交通协会 发布

目 次

前 言	II
有轨电车工程设计规范	1
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	3
5 交通综合设计	4
6 客流与交通流量预测	4
7 运营组织	5
8 车辆	7
9 限界	10
10 线路	11
11 轨道	15
12 勘察	19
13 路基	22
14 桥梁	24
15 车站	30
16 给排水及消防	32
17 供电	33
18 通信	38
19 调度管理	39
20 交通信号	41
21 售检票	42
22 调度中心	43
23 车辆基地	44
24 交通安全	50
25 环境设计	52
26 节能环保	54
附录 A 车辆动态限界图及计算方法	56
附录 B 有轨电车信号灯型式及设置说明	59

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

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。

本文件由中国城市轨道交通协会现代有轨电车分会提出。

本文件由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司、中国城市建设研究院有限公司、北京城建设计发展集团股份有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、中铁第五勘察设计院集团有限公司、广州地铁设计研究院股份有限公司、同济大学、中国中车研究院、苏州高新有轨电车集团有限公司、沈阳浑南现代交通有限公司、淮安市现代有轨电车经营有限公司、上海松江有轨电车投资运营有限公司、武汉光谷交通建设有限公司、珠海城建现代交通有限公司、北京公交有轨电车有限公司、上海申凯公共交通运营管理有限公司、上海电气集团股份有限公司、卡斯柯信号有限公司、成都市新筑路桥机械股份有限公司

本文件主要起草人：徐正良、秦国栋、张海波、张中杰、程 樱、冯爱军、崔志强、叶霞飞、赵海燕、冯京波、姬霖、张素燕、郭虹、黎冬平、罗章波、杨浩、丁强、唐薇、苗彩霞、陈永江、沈继强、韩建良、穆海权、孙宁、沈家林、王卫国、唐涛、金建飞、李传琳、蒋益平、胥 伟、徐志强、王小韬、姚幸、秦晓光、宋嘉雯、唐玉川、蒋丽华、肖峰、蔡学谦、邱浩、喻小平、付义龙、王安军、carl CORBEL、孟沛然、赵云云、杜康、王锋、吴金然、罗信伟、付海龙、徐震、张坤、孙懿、张超、李澍、盛迪、田骥、杨刚

有轨电车工程设计规范

1 范围

本文件规定了有轨电车的术语和定义、客流与交通流量预测、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、采用钢轮钢轨制式的有轨电车工程。

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 50157	地铁设计规范
GB 14892	城市轨道交通列车噪声限值和测量方法
GB/T 7928	地铁车辆通用技术条件
GB/T 6771	电力机车防火和消防措施的规程
GB 50307	城市轨道交通岩土工程勘察规范
GB 50021	岩土工程勘察规范
GB 50909	城市轨道交通结构抗震设计规范
GB 50011	建筑抗震设计规范
GB 5749	生活饮用水卫生标准
GB 50015	建筑给水排水设计规范
GB/T 18920	城市污水再生利用 城市杂用水水质
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50974	消防给水及消火栓系统技术规范
GB 50084	自动喷水灭火系统设计规范
GB 50140	建筑灭火器配置设计规范
GB 50052	供配电系统设计规范
GB/T 12325	电能质量 供电电压允许偏差
GB/T 14549	电能质量 公用电网谐波
GB 50053	20kV及以下变电所设计规范
GB 50059	35kV~110kV变电站设计规范
GB 50060	3~110KV高压配电装置设计规范
GB 17467	高压 低压预装式变电站
GB/T 50062	电力装置的继电保护和自动装置设计规范
GB 50054	低压配电设计规范
GB50057	建筑物防雷设计规范
GB 50343	建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB 50217	电力工程电缆设计标准
GB 14886	道路交通信号灯设置与安装规范

GB 50174	电子信息系统机房设计规范
GB 50189	公共建筑节能设计标准
GB 3096	声环境质量标准
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 15190	声环境功能区划分技术规范
GB 10070	城市区域环境振动标准
GB 8978	污水综合排放标准
GB 3095	环境空气质量标准
GB 18483	饮食业油烟排放标准
CJJ/T 295	城市有轨电车工程设计标准
CJ/T 417	低地板有轨电车车辆通用技术条件
CJJ 152	城市道路交叉口设计规程
CJJ 69	城市人行天桥与人行地道技术规范
建标104	城市轨道交通工程项目建设标准
TB/T 3138	机车车辆阻燃材料技术条件
TB 10012	铁路工程地质勘察规范
TB 10001	铁路路基设计规范
JGJ 94	建筑桩基技术规范
JGJ 79	建筑地基处理规范
JGJ 106	建筑基桩检测技术规范
TB 10002.1	铁路桥涵设计基本规范
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
CJJ 166	城市桥梁抗震设计规范
JTG B02	公路工程抗震规范
JGJ 16	民用建筑电气设计规范
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
CJJ 49	地铁杂散电流腐蚀防护技术规程
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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

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，线路通常设在地面。

[来源：CJJ/T 295-2019，2.0.1，有修改]

3.2 低地板有轨电车车辆 low floor tramcar

车内地板面与轨顶面的高差不大于350 mm的车辆模块组成的电动车辆。

[来源：CJ/T 417—2012，3.1.1，有修改]

3.3 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。

[来源：GB50157-2013，2.0.6，有修改]

3.4 车辆轮廓线 static envelope

车辆在空载状态下，考虑车辆制造误差后的最大的断面投影尺寸。

[来源：GB50157-2013，2.0.7，有修改]

3.5 动态限界 dynamic envelope

直线段动态限界是指在车辆轮廓线基础上，车辆在直线运动过程中相对于轨道产生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。

3.6 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。

[来源：GB50157-2013，2.0.10，有修改]

4 基本规定

- 4.1 设计年限应分为初期、近期、远期。初期按建成通车后第3年确定，近期按第10年确定，远期按第20年确定。
- 4.2 工程建设规模、设备容量、车辆基地用地面积应按预测远期最高客流量、系统能力和资源共享原则确定，并根据线网建设时序统筹布设。工程和设备可分期建设和配备。
- 4.3 线路设计应符合线网规划，线路间应宜设置联通线，应按网络化原则确定线路运营组织；并应预留续建工程的条件。
- 4.4 线路应采用专用路权，以地面线为主。与道路相交时宜采用平交方式，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。
- 4.5 线路应采用1435 mm标准轨距，正线应采用右侧行车。
- 4.6 车辆选型和模块数量应根据客流预测、网络运营方案、车辆定员和行车密度确定。
- 4.7 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的情况下，尽量采取措施实现有轨电车在路口的优先通行。
- 4.8 车站设置应考虑与轨道交通、其他有轨电车线路、常规公交、非机动车的换乘衔接。
- 4.9 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。
- 4.10 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，设计使用年限不应低于100年。
- 4.11 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，并不得低于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。
- 4.12 有轨电车工程应满足无障碍要求。
- 4.13 沿线路敷设的市政管线应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。
- 4.14 工程设计应采取防火灾、水淹、地震、风暴、冰雪和雷击等灾害的措施；
- 4.15 工程设计应采取降低噪声、减少振动及减少对生态环境的影响。
- 4.16 工程建设应贯彻国家、行业节能政策，采用有利于节约能源的设备、材料和运营管理措施。
- 4.17 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。

4.18 工程建设应在不影响安全可靠和使用功能的前提下，采取降低工程造价和运营成本的措施。

5 交通综合设计

5.1 一般规定

5.1.1 线路敷设在城市道路上或横穿城市道路时，应考虑与道路设计的兼容性。混行段应考虑其他道路交通使用者的要求。

5.1.2 线路在路中与路侧的转换段应进行特殊设计，应设置有轨电车专用标志标线和信号灯。

5.1.3 线路应设置醒目易识别的标志标线，应与机动车道、非机动车道之间采用路缘石、栏杆或灌木、黄线分隔，平面交叉口有轨电车行车轨迹宜采用颜色、铺装等标识。

5.2 平面交叉口

5.2.1 平面交叉口设计应根据交通组织设计及交通工程要求，处理好行人、有轨电车、机动车、非机动车与环境之间的关系。

5.2.2 有轨电车线路经过平面交叉口宜采用平面，在交通流量较大的交叉口经技术论证后可采用局部立交。

5.2.3 平面交叉口范围内的有轨电车应遵循道路设计原则，与道路的平面、纵断面、横断面及设施应进行综合设计，并应做到相互协调。

5.2.4 交叉口的信号控制策略应遵循整体交通系统协调运行原则，采用信号控制的交叉口宜采取措施实现有轨电车的优先通行。

5.2.5 设于交叉口的有轨电车信号应接入道路信号机，并设置监控设施，接入方案应经交通管理部门认可。

5.2.6 设于交叉口的有轨电车线路应符合 CJJ 152 的规定，并应经交通管理部门认可。

5.3 乘客通道与行人过街

5.3.1 车站应设置用于乘客过轨与进出的乘客通道，通道应符合安全与无障碍通行要求。

5.3.2 车站设置在路中时，乘客进出站宜采用地面过街组织；采用立体过街设施时，应符合 CJJ 69 的规定。

5.3.3 有轨电车路段中设置道路人行横道时，可根据行人过街流量、道路交通流量以及视距等因素设置行人专用信号灯，引导行人跨轨时注意有轨电车行驶方向或行人专用信号灯。

6 客流与交通流量预测

6.1 一般规定

6.1.1 客流预测依据应包括：

- a) 国民经济和社会发展规划；
- b) 城市总体规划及控制性详细规划；
- c) 城市综合交通体系规划及市域范围内轨道交通相关规划；
- d) 有轨电车线网规划；
- e) 近 5 年内包含居民出行调查的城市交通综合调查数据。

6.1.2 客流预测过程中，应对预测所需的影响因素做论证分析并给出合理设定，影响因素应包括：

- 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、常规公共交通网络；
 - d) 小汽车发展水平；
 - e) 交通需求管理、票制票价政策。
- 6.1.3 客流预测应以城市交通需求预测模型为技术手段进行。预测报告中应给出客流预测技术流程，在工程可行性研究阶段需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。
- 6.1.4 客流预测和交通流量预测年限与线网规划、工程设计年限相一致。
- 6.2 预测要求
- 6.2.1 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，以及道路交通的适应性。
- 6.2.2 工程可行性研究阶段客流与交通流量预测内容应包括：
- a) 城市交通总体需求预测：各预测年限的城市交通出行总量，分区域的出行方式结构，全日及高峰时段的全方式及公共交通出行 OD；
 - b) 线网客流预测：各预测年限建成网络的总客流量、负荷强度、平均乘距、换乘客流量、换乘系数和区域 OD 矩阵，以及各条线路的全日客流量、负荷强度、平均运距和高峰小时单向最大断面客流量；
 - c) 线路客流预测：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。
 - d) 车站客流预测：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。
 - e) 站间 OD 客流预测：全日和高峰小时的各车站站间 OD。
 - f) 换乘客流预测：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。
 - g) 客流敏感性分析：应根据初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。
 - h) 对于有轨电车平交通过的主要交叉口和路段，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，并分析有无轨电车对主要道路交通流量和服务水平的影响。

7 运营组织

7.1 一般规定

- 7.1.1 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、运营模式和运营管理方式。
- 7.1.2 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。
- 7.1.3 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。
- 7.1.4 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。系统运营必须在能够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。

7.1.5 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。

7.2 运营规模

7.2.1 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20~24对/h行车密度的要求。

7.2.2 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、线网调度与运营线路方案确定。车厢立席定员标准宜按每平方米站立5~6名乘客计算。

7.2.3 运营线路宜组织共线、区段、环线或多种方式混合运行，应结合线路敷设方式与区间通过能力确定同一方向共线运营线路数量；同一方向的共线运营线路不宜超过3条。

7.2.4 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，并不应超过40km/h，通过站台的运行速度不应超过40km/h。

7.2.5 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。

7.3 运营模式

7.3.1 采用瞭望驾驶模式，驾驶员必须按照有轨电车进路指示灯与通行信号灯的指示行车，平面交叉口信号应由交通管理部门控制。

7.3.2 各系统必须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。

7.3.3 车辆可连挂运营，车辆总长度不得超过75m。

7.3.4 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。

7.3.5 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；若因故无法清客时，应做好安全保护措施，确保乘客人身安全。

7.3.6 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。

7.4 运营配线

7.4.1 起终点站、中间折返站应设置折返线。折返线可采用单渡线、交叉渡线或环形折返线等型式，折返能力应满足系统最大设计能力的运营要求。

7.4.2 联通运营的线路之间应设联通线，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。

7.4.3 为满足故障运行工况的需要，宜在沿线每隔2~3km设置渡线；线路超过10km时，有条件时可设置存车线。

7.4.4 车辆基地出入线应连通上下行正线，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。

7.5 运营管理

7.5.1 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。

7.5.2 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。

7.5.3 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。

7.5.4 运营管理模式应根据运营状态确定。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。

8 车辆

8.1 一般规定

8.1.1 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。

8.1.2 车辆应确保在寿命周期内正常运行时车辆本身、车上乘客及乘务人员的安全，对道路上其他交通不产生安全危害，应具备故障、事故和灾难情况下对人员和车辆救助的条件。

8.1.3 车辆应采用钢轨钢轨、多模块组合型式的低地板车辆，设计中根据客流需求可采用两辆连挂方式，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		70%低地板	100%低地板
车辆长度		≤30000	≤38000
车辆宽度(mm)		2650 或 2400	
车辆高度(mm)		≤3 750	
车内净高(mm)		高地板区≥2 000, 低地板区≥2 100	≥2 100
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)		≤1 850	
每侧车门数		≥4	
车门宽度(mm)	双开门	≥1 300	
	单开门	—	≥800
车门高度(mm)		≥1860	
受电弓工作高度(mm)	架空线供电	3800~5900	
	储能式供电	≤4200	
载客量	定员 6 人/m ²	≥240	≥290
	超员 8 人/m ²	≥300	≥380
车辆最高运行速度 (km/h)		≥70	
注：1、乘客人均重量按 60kg/人； 2、可站面积计算应符合建标 104 的规定。			

8.1.4 车辆使用条件应符合下列要求：

8.1.4.1 环境条件：

- a) 一般情况下海拔高度不超过 1400 m。
- b) 环境温度为-25℃~+40℃；

- c) 车辆应能承受风、沙、雨、雪的侵袭。
- 8.1.4.2 线路条件:
 - a) 线路轨距为 1435 (+6, -3) mm;
 - b) 最小平面曲线半径为 25 m;
 - c) 最小竖曲线半径为 650 m;
 - d) 最大坡度为 60‰。
- 8.1.4.3 供电条件:
 - a) 架空接触网供电方式、地面三轨供电方式、车载储能供电方式或其它受电方式;
 - b) 供电电压为 DC750 V(波动范围 500 V~900 V), 车载储能装置的使用电压范围可适当放宽, 但不宜超过 DC1000V
- 8.1.5 不同工况下车厢地板面的高差不应超过 70 mm。
- 8.1.6 车辆构造速度应不小于车辆最高运行速度的 1.1 倍。
- 8.1.7 车辆动态特性参数应符合以下规定:
 - a) 最高运行速度不应小于 70km/h;
 - b) 倒车行驶速度不应大于 10km/h;
 - c) 正线自动连挂情况下, 牵车连挂速度不应大于 3km/h;
 - d) 平均加速度应满足以下要求:
 - 1) 车辆速度从 0 加速到 30 km/h, 不应小于 1.0 m/s^2 ;
 - 2) 车辆速度从 0 加速到 70 km/h, 不应小于 0.7 m/s^2 。
 - e) 车辆的牵引瞬时加速度不应大于 1.3 m/s^2 , 牵引纵向冲动率不应大于 1.0 m/s^3 。
 - f) 车辆制动性能应满足以下要求:
 - 1) 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 1.2 m/s^2 ;
 - 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 1.5 m/s^2 ;
 - 3) 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 2.5 m/s^2 ;
 - 4) 常用制动平均冲动极限不应大于 1.5 m/s^3 。
 - g) 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 1.0。
 - h) 车辆应具有超速防护功能。
- 8.1.8 车辆内部噪音限值和测量方法, 应符合 GB 14892 的有关规定。
- 8.1.9 车辆外部噪音限值和测量方法, 应符合 GB/T 7928 的规定:
 - a) 车辆停止运行, 测得的连续噪声值不应大于 62 dB(A)。
 - b) 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 77 dB(A)。
- 8.1.10 车辆应具有下列故障运行能力:
 - a) 车辆在超员载荷和在丧失 1/4 动力的情况下, 应能在 60‰的最大坡道上启动并运行至终点后退出运营。
 - b) 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。
 - c) 车辆牵引系统故障时不可引起其它车辆部件及设备的故障和损坏。
 - d) 车辆连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。
- 8.1.11 车辆加长或连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。
- 8.1.12 车辆客室内应设置轮椅或童车停放区, 并应设置固定轮椅或童车的设施。
- 8.1.13 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。

8.1.14 有轨电车车辆技术要求除应符合本章规定外，尚应符合 CJ/T 417 的有关规定。

8.1.15 车辆组装后的检查和试验，应符合 GB/T 14894 的有关规定。

8.2 车体

8.2.1 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。

8.2.2 车体结构设计寿命不应低于 30 年。

8.2.3 车体防火设计要求应符合 GB/T 6771 的规定；非金属材料防火要求宜符合 TB/T 3138 的规定。

8.2.4 车辆应设置架车支座、车体吊装座，并应标注允许架车、起吊的位置。

8.3 转向架

8.3.1 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。

8.3.2 转向架的构架设计寿命应不低于 30 年。

8.3.3 根据编组合理配置动车转向架和拖车转向架动拖比不小于 2:1，转向架应具有相同的结构和与车体的接口。

8.3.4 除轮对和磁轨外，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。

8.3.5 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 60×10⁴ km 或 5 年。

8.3.6 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。

8.3.7 带轴轮对的同轴轮径差。新造车不应超过 1mm，同一动车转向架各轮径差不应超过 2mm。

8.4 电气系统

8.4.1 电传动系统应具有牵引和再生制动的基本功能。

8.4.2 车辆可以双向驾驶，两端均设有驾驶室。同一时刻，只能有一个驾驶室为操纵驾驶室，其他驾驶室被锁定。

8.4.3 电传动系统应能充分利用轮轨黏着条件，并应具有防空转、防滑行控制和防冲动控制。

8.4.4 车辆应配置蓄电池，容量应符合司机室内照明、车内应急照明、头灯、尾灯、无线通信、广播等安全设备用电 30min 以上的规定。

8.4.5 车辆应设置避雷装置。

8.5 制动系统

8.5.1 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。

8.5.2 制动方式应至少包括电制动、液压摩擦制动、磁轨制动。

8.5.3 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。

8.6 外部照明

8.6.1 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。

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

8.6.3 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。

8.6.4 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。

8.7 安全与应急设施

- 8.7.1 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。
- 8.7.2 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。
- 8.7.3 客室内应设置具有乘务员与乘客间双向通信功能的乘客紧急报警装置。
- 8.7.4 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。
- 8.7.5 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。
- 8.7.6 客室应设置应急锤。
- 8.7.7 车辆应具备重启保持照明功能。

8.8 其他运行要求

- 8.8.1 车辆应在端部配备声响警示设备，声响警示设备应设两级音量：
- 低级别音量适用于道路上警示附近行人，此音量下发出的声音应不同于其他道路系统车辆。
 - 高级别音量适用于非道路及紧急情况，当有轨电车靠近时，应有足够音量警示轨道上的工作人员。
- 8.8.2 车辆两侧应配备后视设备，其尺寸应包含在车辆轮廓线内。

9 限界

9.1 一般规定

- 9.1.1 限界分为车辆轮廓线、动态限界和线路建筑限界。
- 9.1.2 车辆轮廓线、动态限界应符合本标准附录的规定。
- 9.1.3 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。
- 9.1.4 对于进入线路运行的其他工程车辆，其动态包络线不应超出车辆动态限界。

9.2 基本参数

- 9.2.1 制定动态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
计算车体宽度(mm)		2650
计算车辆高度(mm)		3750
车门入口处地板面距轨面高度(mm)		≤350
计算转向架固定轴距(mm)		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(mm)	3800~6200
	储能供电	≤4200
注：本表仅供限界设计使用，车体宽度不含后视设备。		

- 9.2.2 制定动态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应为 40km/h。
- 区间限界车辆计算速度应为 70km/h。

c) 高架线或地面线风荷载应为 400N/m^2 。

9.3 线路建筑限界

9.3.1 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 。

9.3.2 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 600mm 。

9.3.3 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以下规定：

- a) 机动车道分隔线： 250mm 。
- b) 路缘石： 350mm 。
- c) 分隔护栏： 350mm 。

9.3.4 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 。

9.3.5 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 。

9.3.6 地面线路动态限界与连续建筑物之间的距离不应小于 600mm 。

9.3.7 单线地下、高架线路应设安全区，安全区不应侵入动态限界，安全区宽度不应小于 600mm ，高度不应小于 2000mm 。

9.3.8 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 。

9.3.9 车站建筑限界应符合以下规定：

- a) 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为 $50\sim 70\text{mm}$ 。
- b) 车站有效站台边缘至轨道中心线距离不应侵入车站范围内车辆的动态限界，站台边缘至车厢入口处轮廓线的间隙，直线段不宜大于 50mm ，最大不得超过 75mm ；曲线段最大不得超过 150mm 。
- c) 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 。
- d) 车站有效站台范围内栏杆与车辆轮廓线距离不应小于 150mm 。
- e) 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 。
- f) 车站内其他设施与动态限界的距离不应小于 150mm 。

9.3.10 车辆基地限界应符合下列规定：

- 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车辆限界的距离不应小于 150mm 。
- d) 受电弓车辆升弓进库时，车库大门应按受电弓动态限界设计。

9.3.11 两线交叉处的设施应满足相邻两线动态限界的要求。

10 线路

10.1 一般规定

10.1.1 线路应按运营功能定位，分为正线、配线和车场线。配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。

- 10.1.2 线路应依据城市规划进行选线布置。依据有轨电车在有轨电车线网规划中的地位、客流特征、功能定位等，确定线路性质、速度目标。
- 10.1.3 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。
- 10.1.4 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。
- 10.1.5 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。
- 10.1.6 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。
- 10.1.7 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。
- 10.1.8 车站分布及站型应符合下列规定：
- 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。
 - 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。
 - 车站型式可结合道路及客流要求布置合理选择，可分为岛式、对称侧式、错位侧式、长岛式。
- 10.1.9 线路敷设方式应依据城市总体规划和地理环境条件，因地制宜选择，宜采用地面线，应处理好与城市道路的关系，局部地段为保证有轨电车通行效率也可采用地下线或高架线。
- 10.1.10 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。
- 10.1.11 有轨电车线路间相交应采用平交。
- 10.1.12 有轨电车与其它轨道交通线路、高速公路、城市快速路、铁路等设施相交时应采用立交。
- 10.1.13 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。
- ## 10.2 横断面
- 10.2.1 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。
- 10.2.2 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，结合各种控制条件，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。
- 10.2.3 交通混行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。
- ## 10.3 平面
- 10.3.1 平面曲线设计应符合下列规定：
- 线路平面曲线包括直线、缓和曲线、圆曲线。
 - 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。
 - 最小曲线半径不宜小于 35m，困难条件下不应小于 25m。
 - 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：
 - 1) 正常情况，允许欠超高为 61 mm 时，当曲线最大超高为 120 mm 时，最高速度限制应按公式 1 计算，且不应大于车辆最高运行速度。

$$V=3.91\sqrt{R} \quad (1)$$

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

$$V=4.08\sqrt{R} \quad (2)$$

注:

式中:

V——速度, 单位为千米每小时 (km/h);

R——曲线半径, 单位为米 (m)。

- e) 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。
- f) 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。
- g) 新建线路不应采用复曲线, 在困难地段, 应经技术经济比较后采用。
- 10.3.2 缓和曲线设计应符合下列规定:
- a) 线路平面圆曲线与直线之间应设置三次抛物线型的缓和曲线。
- b) 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。
- c) 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 3 的要求。

表 3 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	--	--	--	--	--	--
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					

R	V	70	65	60	55	50	45	40	35	30	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，单位为米（m）；
V——速度，单位为千米每小时（km/h）；
L——缓和曲线，单位为米（m）；
H——曲线超高，单位为毫米（mm）。

10.3.3 线形最小长度应符合下列规定：

- 最小圆曲线长度不宜小于 15m，困难情况下不应小于相邻转向架的全轴距。
- 最小缓和曲线长度不宜小于 15m，困难情况下不应小于相邻转向架的全轴距。

10.3.4 正线上两相邻曲线间夹直线长度不宜小于 15m，困难情况下不应小于相邻转向架的全轴距。

10.3.5 道岔铺设设计应符合下列规定：

- 正线道岔型号宜不小于 6 号。
- 道岔应设在直线地段，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宜小于 5m，困难情况下不应小于 3m。
- 正线 6 号道岔间插入短轨不小于 6.25m。

10.3.6 折返线和停车线设置应符合下列规定：

折返线及停车线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远期车辆长度+10m。

10.3.7 有轨电车线路应满足停车视距的要求。

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

10.4 纵断面

10.4.1 线路坡度应符合下列规定：

- 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) 采用高架敷设，或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。

10.4.2 车站坡度应符合下列规定：

- 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。

10.4.3 坡段与竖曲线应符合下列规定：

- a) 线路坡段长度不宜小于远期车辆长度，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) 车站站台计算长度内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。
- d) 最大竖曲线半径不应大于 10000m。

表 4 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	2000
	端部	2000	1000
联络线、出入线		1000	
车场线		1000	

10.4.4 竖曲线与缓和曲线（或超高顺坡段）在有砟道床地段不得重叠，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得大于 1.5‰。

10.5 平、纵线形组合

10.5.1 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。

10.5.2 线形设计应考虑视觉、心理及生理方面的要求，以提高有轨电车行驶的安全性、舒适性。

10.5.3 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。

10.5.4 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。

10.6 交叉口

10.6.1 线路采用立交过道路交叉口时，应不影响所经区域的道路交通。

10.6.2 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。

11 轨道

11.1 一般规定

11.1.1 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，减少养护维修工作量。

11.1.2 无砟轨道主体结构的设计使用年限不应低于 50 年。

11.1.3 轨道结构应采用成熟的技术和工艺，便于施工和养护维修。

11.1.4 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。

11.1.5 轨道养护维修用房、检测和维护设备、备品备件，应根据线网及运营维护需求配备。

11.2 基本技术要求

11.2.1 标准轨距为 1435 mm，槽型轨不宜采用轨距加宽。

11.2.2 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。

11.2.3 轨道曲线超高值应按公式 3 计算：

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

式中：

h —— 超高值，单位为毫米（mm）；

VC —— 车辆通过速度，单位为千米每小时（km/h）；

R —— 曲线半径，单位为米（m）。

曲线的最大超高值不得大于 120 mm，未被平衡超高允许值不宜大于 61 mm，困难时不应大于 75 mm。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。

11.2.4 曲线超高设置应符合下列规定：

- 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。
- 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。
- 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。

11.2.5 轨道结构高度应根据结构型式确定，应符合下列规定：

- 无砟轨道，结构高度宜采用 500 mm。
- 正线及试车线和出入线有砟轨道结构高度为 700~950 mm，车场线有砟轨道结构高度为 560~630 mm。
- 车场库内轨道结构高度为 500~600 mm。

11.2.6 道床结构型式应符合下列规定：

- 正线宜采用无砟道床，经济型线路满足环保要求下，也可采用有砟道床。
- 出入线和车场库外线宜采用有砟道床。
- 车场库内线宜采用无砟道床。
- 正线及其配线上同一曲线地段宜采用一种道床结构型式。

11.2.7 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。

11.3 轨道部件

11.3.1 钢轨应符合下列规定：

- 正线及配线应采用不小于 50kg/m 的钢轨，埋入式轨道结构宜采用槽型轨，槽型轨轨距测量点为轨面下 14mm 位置。。
- 车场线宜采用 50kg/m 钢轨；采用埋入式轨道结构时，可采用槽型轨。
- 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。

- d) 有缝线路钢轨接头应采用对接方式。曲线半径不大于 200m 的曲线地段应采用错接方式，错接距离不应小于 3m。
 - e) 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。
- 11.3.2 轨道结构应采用弹性扣件，扣件结构应符合下列规定：
- a) 扣件结构力求简单，尽量少维护，具有一定的轨距及高低调整量，并应具有良好的绝缘、防腐性能，高原地区露天地段应有抗紫外线性能。
 - 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) 高架线铺设无缝线路时，扣件阻力除应满足无缝线路强度及稳定性要求外，梁轨力大小尚应满足桥梁设计要求。
 - d) 扣件的绝缘部件工作电阻应大于 108Ω，湿态下不应小于 5kΩ。
 - e) 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。
- 11.3.3 道岔结构应符合下列规定：
- a) 道岔的道床型式应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，并不得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得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) 应结合全线线路布置，统筹设计全线的道岔，应尽量减少道岔类型。
 - h) 有砟轨道地段道岔应采用预应力混凝土岔枕，无砟轨道地段的道岔宜采用预制钢筋混凝土岔枕或预制轨道板。
 - i) 埋入式轨道结构地段，道岔转辙器部位应配置排水设施。
 - j) 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。
- 11.3.4 柔性材料应符合下列规定：
- a) 埋入式轨道结构应采用柔性材料包裹系统。
 - 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。
- 11.3.5 无扣件连续支承轨道结构应符合下列规定：
- a) 轨道结构垂向静刚度宜为 60~100kN/mm，横向静刚度宜 ≥ 30 kN/mm。
 - b) 轨道结构经 300 万次疲劳试验后，轨距变化量应不大于 3mm，弹性约束材料无裂纹、剥离、推挤等现象，疲劳前后横向刚度、竖向刚度变化率应不大于 20%。
 - c) 弹性约束材料性能指标满足轨道结构安全性、耐久性、绝缘性、减振降噪、经济环保的设计要求。
 - d) 有减振需求的地段、应根据环评对减振的要求，进行特殊设计。

11.4 道床结构

11.4.1 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。隧道内和 U 型结构地段的混凝土强度等级不应低于 C35，高架线

和地面线地段不应低于 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。
- c) 道床结构应结合运营环境、基础条件等综合确定，宜采用扣件式点支撑埋入式、板式整体道床、无扣件连续支承式等道床结构。

11.4.2 有砟道床应符合下列规定：

- a) 应采用一级道砟。
- b) 正线无缝线路地段有砟道床的肩宽不应小于 400mm，有缝线路地段道床肩宽不应小于 300mm。无缝线路曲线半径小于 800m、有缝线路曲线半径小于 600m 的地段，曲线外侧道床肩宽应加宽 100mm，肩应堆高 150mm。道床边坡均采用 1: 1.75。
- c) 车场线有砟道床的道床肩宽不应小于 200 mm，曲线半径不大于 300m 的曲线地段，曲线外侧道床肩宽应加宽 100 mm，道床边坡均采用 1:1.5。
- d) 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 30 mm。

11.4.3 不同道床结构的过渡段设置应符合下列规定：

- 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。

11.5 无缝线路

11.5.1 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。

11.5.2 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。

11.5.3 线路应根据车辆制式和供电杂散专业要求，尽可能延长铺设无缝线路的范围。钢轨焊接优先采用接触焊。

11.6 轨道排水

11.6.1 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。

11.6.2 转辙机等特殊轨道工程段应设置专门的排水设施。

11.6.3 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宜采用 1%-2%，并满足排水要求，混合路权段，排水坡的设置应结合道路统筹考虑。

11.7 减振轨道结构

11.7.1 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。

11.7.2 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。

11.7.3 应根据减振级别采用不同级别的减振产品。同一工程的减振措施不宜多于三种，每一种减振措施长度不宜小于远期一列车的长度。

11.8 铺装

11.8.1 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。

11.8.2 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。

11.8.3 平交路口区段的道床铺装面应与轨面平齐，并应与相邻结构表面铺装结构一致，与钢轨相接处应采取密封措施。

11.9 杂散电流防护

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。

11.10 轨道附属设备及安全设备

11.10.1 轨道尽端应设置车挡或停车警示牌，并应符合下列要求：

- a) 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。
- b) 地下线及辅助线终端车挡应能承受车辆以 15km/h 速度撞击的冲击荷载。
- c) 地面线终端安全措施应结合社会交通、起终点位置等综合考虑，可采取线路起终点延长、设置车挡等措施，当设置车挡时，最低允许撞击速度为 5km/h。
- d) 车场线（试车线、牵出线除外）上为 5km/h。
- e) 地面线终端应设置停车警示牌，高架线终端等重要位置的车挡应设置与车辆相匹配的防爬器设备。

11.10.2 标志设置应符合下列规定：

- a) 结合运营需求，宜设置必要的线路及信号标志；
- b) 线路及信号标志应采用反光材料制作；
- c) 警冲标应设在两设备限界相交处，道岔编号标应设在道岔尖轨附近，其余标志宜安装在行车方向右侧司机可见的位置。

12 勘察

12.1 一般规定

12.1.1 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。

12.1.2 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。

12.1.3 线路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。场地复杂程度执行 GB 50307 的有关规定。

12.1.4 盾构法或矿山法施工的地下工程执行 GB 50307 的有关规定；山岭隧道勘察执行 TB 10012 的有关规定。地下水、不利地质作用、地质灾害、特殊岩土和室内试验等勘察要求执行 GB 50307 的有关规定。

12.1.5 车辆设施与综合基地建筑物执行 GB 50021 的有关规定。

12.1.6 场地土类型划分、建筑场地类别划分、地基土液化判别应执行 GB 50909 的有关规定，其他建筑工程执行 GB 50011 的有关规定。

12.1.7 取样、原位测试的勘探点数量不应少于勘探点总数的 2/3。详勘阶段控制性勘探点的数量不应少于勘探点总数的 1/3。每个车辆设施与综合基地电阻率测试孔不宜少于 2 个，线路根据变电所设置情况、地质条件合理布置电阻率测试孔，正线电阻率测试孔不宜少于 3 个。

12.2 勘察工作量布置

12.2.1 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下列规定：

- a) 勘探孔间距宜为 500m~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) 勘探点深度应满足设计方案和工法选择需要。

12.2.2 初步勘察应针对不同的线路设计方案、结构型式、施工方法,结合地貌单元,初步查明沿线的工程地质和水文地质条件,初步提供设计所需的岩土参数,初步分析评价地基基础形式和施工方法,初步分析和评价可能出现的岩土工程问题,提出复杂或特殊地段岩土治理的初步建议,初步说明地质条件可能造成的工程风险。初步勘察工作量布置应满足下列规定:

a) 地面线路

地面线路包括正线、车辆设施与综合基地的线路,可沿线路中心线交叉布置勘探点,孔间距宜为100m~150m;勘探点深度应满足地基处理、稳定性分析、变形计算、软弱下卧层验算等设计要求,宜进入基底以下不少于10m,预定深度内遇卵石、基岩等岩土层孔深可适当减少。当存在可液化土层时,勘探点深度应适当加深。

b) 桥梁工程

高架区间勘探点应沿轴线布置于墩台位置,间距宜为80m~150m;高架车站勘探点间距不宜大于100m,且每站布置不宜少于2个勘探点;每座地面跨河桥布置不宜少于2个勘探点,宜布置在墩台位置;勘探点深度应满足查明可能的墩台基础或桩基持力层分布及软弱下卧层、压缩层厚度的要求,宜进入桩底以下不少于10m,预定深度内遇卵石、基岩等岩土层孔深可适当减少,但进入桩底以下不少于5m。

c) 地下工程

沿地下工程结构线外侧交叉布置勘探点,孔间距宜为100m~150m。明挖法施工的地下工程勘探点深度应满足围护结构设计、桩基和稳定性验算等要求,孔深不宜小于3倍开挖深度,预定深度内遇卵石、基岩等岩土层孔深可适当减少。箱涵顶进等暗挖法施工的地下工程勘探点深度进入结构底板以下深度不宜少于15m,预定深度内遇卵石、基岩等岩土层孔深可适当减少。

12.2.3 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(构)筑物的特征及施工方法作出分析和评价,分析和评价可能出现的岩土工程问题,提出复杂或特殊地段岩土治理的建议,说明地质条件可能造成的工程风险。详细勘察工作量布置应满足下列规定:

a) 地面线路

1) 地面线路勘探点可沿线路中心线交叉布置,复杂场地孔勘探点间距宜为30m~50m,中等复杂场地勘探点间距宜为50m~60m,简单场地勘探点间距宜为60m~80m;设计采用复合地基处理的地面线路,间距宜为30m~40m;设计采用桩基方案的地面线路,间距宜为25m~35m。高路堤线路和填土厚度较大线路勘探点间距宜取上述的小值。

2) 控制性勘探点深度应满足地基处理、稳定性分析、变形计算、软弱下卧层验算等设计要求;一般性勘探点应穿透浅部软土层,深度宜进入基底以下不少于5m,复合地基和桩基方案一般性勘探点深度宜进入桩底以下3m,预定深度内遇卵石、基岩等岩土层孔深可适当减少。当存在可液化土层时,勘探点深度应适当加深。

3) 对暗浜、厚填土等不良地质现象分布区域,可采用小螺纹钻、洛阳铲等方法查明分布范围,厚填土区域间隔布置静力触探或轻型动力触探试验等原位测试手段;孔间距不宜大于15m,控制边界的孔间距不宜大于3m,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。

4) 车辆设施与综合基地的场地整平工程勘探点间距可取地面线路相应复杂程度的勘探点间距上限,勘探点深度可取地面线路的一般性勘探点深度。

5) 涵洞、高路堤、深路堑、支挡结构执行GB 50307的有关规定。车辆设施与综合基地远离建筑物的边坡可参照深路堑的勘察要求。

b) 桥梁工程

- 1) 桥梁工程勘探点应布置于拟设墩台位置，且宜逐跨布置勘探点，当上行、下行线墩台轴线距离大于 20m 时应每墩布置勘探点。大桥或特大桥承台尺寸较大时，宜增加勘探点数量。地面跨河桥跨径小于 10m 时，可适当减少勘探点数量。
- 2) 高架车站及地面附属建筑执行 GB 5021 的有关规定，兼顾高架桥梁工程墩位。
- 3) 过街天桥应布置勘探剖面，且不宜少于 2 个勘探点。
- 4) 一般性勘探点深度应大于预计桩端最大入土深度以下 3~5 倍桩径，且不小于 5m；控制性勘探点深度应满足变形计算要求，达到桩基压缩层计算厚度下 1m~2m。遇软弱层、破碎带或溶洞时，应结合工程需要适当加深。

c) 地下工程

- 1) 基坑工程勘探点宜布置在结构线外 3m 以上，复杂场地孔勘探点间距宜为 10m~20m，中等复杂场地勘探点间距宜为 20m~30m，简单场地勘探点间距宜为 30m~40m；当地下结构宽度大于等于 15m 时，勘探点宜双排布置，地下结构宽度小于 15m 时，勘探点可交错布置。
- 2) 基坑工程宜根据开挖深度和场地的岩土工程条件，在开挖边界外 1 倍~2 倍基坑深度范围内布置适量勘探点，满足基坑稳定分析和设计的要求。当开挖边界外无法进行勘探时，可通过调查或搜集取得相关资料。
- 3) 箱涵顶进等暗挖法施工，勘探点宜交错布置在结构线外 3m 以上，复杂场地孔勘探点间距宜为 20m~30m，中等复杂场地勘探点间距宜为 30m~50m，简单场地勘探点间距宜为 50m~70m。
- 4) 基坑工程勘探点深度应满足围护结构设计、桩基和稳定性验算等要求，孔深不宜小于 2.5 倍开挖深度，预定深度内遇卵石、基岩等岩土层孔深可适当减少。箱涵顶进等暗挖法施工勘探点深度进入结构底板以下深度不宜少于 10m，预定深度内遇卵石、基岩等岩土层孔深可适当减少。

12.2.4 详细勘察采取土试样和试验工作，应符合下列要求：

- a) 地面线轨道基础下 2.0m 深度范围内取土间距宜为 0.5m。
- b) 对饱和软黏性土宜进行现场十字板剪切试验、无侧限抗压强度试验或室内三轴不固结不排水压缩试验。
- c) 高填土路基工程，应对填筑土料进行重型击实试验、承载比试验。

12.2.5 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。

12.3 勘察报告

12.3.1 勘察报告应按勘察阶段进行编制，根据不同阶段的勘察要求提供技术文件，并符合 GB 50307 的要求。

12.3.2 详勘阶段宜分正线、车辆设施与综合基地编制 2 个勘察报告，必要时对正线重大施工工法提供独立勘察报告。

12.3.3 勘察报告应包括文字部分、附表、附图和必要的附件。

12.3.4 详细勘察阶段报告文字部分宜包括下列基本内容，可行性研究阶段及初步勘察阶段可参考执行：

- a) 拟建工程概况、勘察任务依据、勘察阶段及范围、勘察目的与要求、勘察方法与执行标准、完成工作量等。
- b) 区域地质概况和场地的地形、地貌、水文、气象等。
- c) 工程周边环境及建设条件。
- d) 地基土特性、分布规律、工程地质分区、岩土物理力学性质等。
- e) 水文和水文地质条件，地下水类型、赋存、补给、径流、排泄条件，地下水位与变化幅度、地层渗透性、地下水对建筑材料的腐蚀性评价、抗浮设防水位。

- f) 不良地质、特殊性岩土的描述,分析评价其危害程度和对工程的影响,并提出防治措施的建议。
 - g) 场地类别、场地土类型、抗震设防烈度、设计地震加速度、设计地震分组等,场地和地基的地震效应评价。
 - h) 场地稳定性和适宜性评价。
 - i) 地基稳定性和均匀性评价。
 - j) 工程建设对场地周边环境的影响评价,环境保护的工程措施建议。
 - k) 针对不同的基础型式、施工方法进行岩土工程评价,提供所需的岩土参数,对填土进行定量分析评价,并提出相应的设计、施工建议。
 - l) 对施工过程中和运行期间可能出现的岩土问题进行预测,提出预防、监测措施建议。
 - m) 根据场地工程地质和周边环境条件,结合工程设计方案,说明地质条件可能造成的工程风险。
 - n) 结论与建议。
 - o) 其它需要说明的问题。
- 12.3.5 勘察报告附表宜包括下列内容:
- a) 勘探点主要数据一览表、勘探作业异常孔一览表。
 - b) 各岩土层物理力学性质指标综合统计表。
 - c) 原位测试成果统计表。
 - d) 土工试验成果表。
 - e) 水(土)质分析成果表。
 - f) 其他附表。
- 12.3.6 勘察报告附图宜包括下列内容:
- a) 勘探点平面布置图。
 - b) 工程地质纵、横剖面图。
 - c) 钻孔柱状图。
 - d) 原位测试成果图。
 - e) 岩土试验成果图。
 - f) 必要时提供河流断面图、暗浜调查图、综合工程地质图、重要地层等值线图及其他相关图件。

13 路基

13.1 一般规定

- 13.1.1 本章节适用于有轨电车工程无砟轨道路基,有砟路基可参照 GB 50157、TB 10001 的有关规定执行。
- 13.1.2 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。
- 13.1.3 路基结构应满足强度、稳定性和耐久性的要求,工后差异沉降量应满足轨道线路的平顺性要求。
- 13.1.4 轨道荷载、车辆荷载可采用换算土柱高度代替。
- 13.1.5 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。
- 13.1.6 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。
- 13.1.7 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。
- 13.1.8 路基工后沉降不宜超过 50 mm,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 15 mm,过渡段与桥梁间的折角不应大于 1/1000。

13.2 换填路基

13.2.1 无砟轨道路基面宜水平设置，并具有排水系统。

13.2.2 路基基床表层顶面支承层应符合下列要求：

- 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。

13.2.3 路基基床由表层和底层组成。

- a) 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。
- b) 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。
- c) 基床表层宜优先选用水泥稳定碎石，水泥掺量 5%。
- d) 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。
- e) 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 60 mm，填料分类要求宜按 TB 10001 的有关规定执行。
- f) 基床压实标准应符合表 5 的规定。

表 5 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_h	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_h 为重型击实试验的压实系数；
2 K_{30} 为直径 30cm 直径平板荷载试验的地系数，取下沉量为 0.125cm 的荷载强度。

13.2.4 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 6 的规定。
- b) 浸水部位的填料，应选用渗水土填料。

表 6 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
地系数 K_{30} (MPa/m)	—	≥ 110	≥ 130
7d 饱和和无侧限抗压强度 (MPa)	≥ 0.25	—	—

13.2.5 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。

13.3 桩板结构

13.3.1 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。

13.3.2 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。

13.3.3 现浇式桩板结构应符合下列规定：

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

13.3.4 装配式桩板结构应符合下列规定：

- a) 单个预制板、梁长度宜为 5~8m。
- b) 相邻两个预制板、梁之间应留 20~30mm 的间隙。
- c) 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。

13.3.5 桩板结构基础应符合下列规定：

- a) 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。
- b) 减沉复合疏桩基础承载力及沉降计算可按 JGJ 94 的有关规定计算。
- c) 复合地基承载力及沉降计算可采用 JGJ 79 的有关规定计算。
- d) 桩基检测应符合 JGJ 106 的相关要求，复合地基的检测应符合 JGJ 79 的相关要求。

13.4 其他

13.4.1 路基范围内的市政管线处理应符合下列要求：

- a) 有轨电车线路范围内不得设置沿线路方向的市政管线。
- b) 基床范围内横穿管线无改迁条件时，应采取原位保护措施。

13.4.2 路基两侧 2m 范围内不宜敷设市政管线，两侧 4m 范围内不应敷设雨、污水管。

13.4.3 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。

14 桥梁

14.1 一般规定

14.1.1 新建有轨电车专用的桥梁结构，其设计使用年限不应低于 100 年；改建桥梁工程中利用既有道路桥梁结构的部分，可按既有桥梁结构的剩余设计使用年限，且不宜低于 50 年。

14.1.2 对有轨电车独立跨越排洪河道的桥梁，应按 1/100 洪水频率标准进行设计，技术复杂、修复困难的大桥应按 1/300 洪水频率标准进行检算；位于防洪频率较低地区的桥梁，除技术复杂、修复困难的大桥外，可按当地规划洪水频率进行设计，但应确保桥梁结构在 1/100 或 1/300 洪水频率下的结构安全。

14.1.3 桥梁结构设计应满足安全、适用、经济、美观的要求。除满足有轨电车安全运行要求和规定强度外，还应保证在施工和运营阶段具有足够的强度、刚度以及稳定性。

14.1.4 有轨电车与道路桥梁合建或对既有道路桥梁进行改建时，有轨电车桥梁上部结构选型宜根据路权、总体布置、施工条件等因素综合考虑。

14.1.5 根据轨道、供电、运营控制、消防等各系统设备及管线的埋深要求，桥梁结构应为各专业预留接口条件，并应设置结构防杂散电流和桥面排水措施。

14.1.6 桥梁结构净空尺寸应满足建筑限界及施工工艺的要求，应计入施工误差、测量误差、结构变形及后期沉降的影响。

14.1.7 有轨电车桥梁结构除本规程专门要求以外的桥跨结构竖向挠度、水平挠度、预应力混凝土梁徐变上拱值、桥梁梁端转角、墩顶弹性水平位移、桥墩沉降量及相邻桥墩沉降量差值等结构刚度限值均应符合 GB 50157 的要求。

14.2 设计荷载及荷载组合

14.2.1 桥梁结构设计应符合下列规定：

- a) 除本规程特别注明外，有轨电车专用桥梁结构及构件，应按 TB 10002.1、GB 50157 的规定进行结构设计及抗震设计。
- b) 有轨电车与道路合建的桥梁结构，单独承受有轨电车、汽车荷载的构件分别按照各自规范进行设计；同时承受有轨电车、汽车荷载的结构及构件，除本标准特别注明外，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。

14.2.2 有轨电车与道路合建的桥梁荷载，除道路相应荷载作用外：

- a) 有轨电车静活载、有轨电车竖向动力作用、有轨电车引起的土压力、有轨电车离心力、有轨电车制动力（或牵引力）、有轨电车横向摇摆力、人行道荷载、气动力做为可变作用进行组合。
- b) 长钢轨纵向作用力（伸缩力、挠曲力和断轨力）、脱轨力、更换支座影响、施工临时荷载做为偶然作用进行组合。
- c) 一般道路桥梁荷载作用按时间变异分为永久作用、可变作用、偶然作用和地震作用，荷载作用分类应符合按表 7 的规定。

表 7 作用分类表

编号	作用分类	作用名称
1	永久作用	结构重力（包括结构附加重力、附属设备自重及二期恒载）
2		预加力
3		土的重力
4		土侧压力
5		混凝土收缩及徐变作用
6		静水压力及浮力
7		基础变位作用
8	可变作用	有轨电车静活载
9		有轨电车竖向动力作用
10		有轨电车竖向静活载引起的土压力
11		人行道荷载
12		有轨电车离心力
13		有轨电车制动力（或牵引力）
14		有轨电车横向摇摆力
15		列车汽动力
16		汽车荷载
17		汽车冲击力
18		汽车离心力
19		汽车引起的土侧压力
20	可变作用	汽车制动力

编号	作用分类	作用名称
21		人群荷载
22		疲劳荷载
23		风荷载
24		流水压力
25		冰压力
26		波浪力
27		温度（均匀温度和梯度温度）作用
28		长钢轨纵向作用力（伸缩力、挠曲力）
29		支座摩阻力
30		偶然作用
31	列车脱轨荷载	
32	施工临时荷载	
33	支座更换影响	
34	船舶的撞击作用	
35	漂流物的撞击作用	
36	汽车撞击作用	
37	地震作用	地震作用

注：1、长钢轨纵向作用力不与有轨电车制动力或牵引力同时组合。
2、有轨电车制动力或牵引力不与有轨电车梁的支座摩阻力组合，但是可以与非有轨电车梁的支座摩阻力组合。

14.2.3 有轨电车与道路（市政、公路）合建的桥梁结构按道路（市政、公路）桥梁适用的现行规范体系进行承载能力极限状态设计，对持久设计状况和短暂设计状况采用作用的基本组合，对偶然设计状况应采用作用的偶然组合，对地震设计状况应采用作用的地震组合。

有轨电车与道路合建的桥梁，结构承载能力极限状态按道路桥梁适用的现行规范体系的基本组合中永久作用与可变作用设计值相组合，可按公式4计算：

$$\gamma_0 S_{ud} = \gamma_0 \left[\sum_{i=1}^n \gamma_{Gi} S_{Gik} + \zeta_0 \gamma_{Qi} (S_{Qrk} + S_{Qtk}) + \psi_c \sum_{j=2}^n \gamma_{Qj} S_{Qjk} \right] \text{或}$$

$$\gamma_0 S_{ud} = \gamma_0 \left(\sum_{i=1}^n S_{Gid} + \zeta_0 (S_{Qrd} + S_{Qtd}) + \psi_c \sum_{j=2}^n \gamma_{Qj} S_{Qjd} \right) \quad (4)$$

式中：

S_{ud} ——承载能力极限状态下作用基本组合的效应组合设计值；

γ_0 ——结构重要性系数，取1.1；

γ_{Gi} ——第*i*个永久作用效应的分项系数，按表8采用；

ζ_0 ——汽车荷载效应和有轨电车荷载效应组合系数，按本标准14.2.6条取用； γ_{Q1} ——汽车荷载（含汽车冲击力、离心力）的分项系数。采用汽车车道荷载计算时取 $\gamma_{Q1}=1.4$ ；采用汽车车辆荷载时，分项系数取 $\gamma_{Q1}=1.8$ 。当某个可变作用在效应值超过汽车荷载效应时，则该作用取代汽车荷载其分项系数取 $\gamma_{Q1}=1.4$ ；

γ_{Q2} ——有轨电车（含有轨电车冲击力、离心力）的分项系数，取 $\gamma_{Q2}=1.4$ ；当某个可变作用在效应值超过效应有轨电车荷载效应时，则该作用取代有轨电车荷载分项系数取 $\gamma_{Q2}=1.4$ ；

Q_{1k} 、 Q_{1d} ——汽车荷载（含汽车冲击力、离心力）的标准值和设计值；

Q_{2k} 、 Q_{2d} ——有轨电车荷载（含有轨电车冲击力、离心力）的标准值和设计值；

γ_{Qj} ——在作用组合中除活载效应（含冲击力、离心力）的其他第 j 个可变作用分项系数，按表9取用；

Q_{jk} 、 Q_{jd} ——在作用组合中除活载效应（含冲击力、离心力）的其他第 j 个可变作用的标准值和设计值；

ψ_c ——在作用组合中除活载效应（含冲击力、离心力）的其他可变作用的组合系数，取 $\psi_c = 0.75$ ；

$\psi_c Q_{jd}$ ——在作用组合中除活载效应（含冲击力、离心力）的其他第 j 个可变作用的组合值；

γ_{Lj} ——第 j 个可变作用的结构使用年限荷载调整系数，取 $\gamma_{Lj}=1.0$ 。

表 8 永久作用的分项系数

编号	作用类别	永久作用效应分项系数	
		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	
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

注：本表序号 1 中，当钢桥采用钢桥面板时，永久作用分项系数取 1.1，当采用混凝土桥面板时取 1.2。

有轨电车与道路合建的桥梁结构承载能力极限状态按道路桥梁适用的现行规范体系的偶然组合中永久作用标准值与可变作用某种代表值、一种偶然作用值相组合，可按公式5计算：

$$S_{ad} = S \left(\sum_{i=1}^m G_{ik}, A_d, \left(\psi_{f1} \text{ 或 } \psi_{q1} \right) Q_{1k} + \left(\psi_{f1} \text{ 或 } \psi_{q1} \right) Q_{2k} \right), \sum_{j=2}^n \psi_{qj} Q_{jk} \quad (5)$$

式中：

S_{ad} ——承载能力极限状态下作用偶然组合的效应设计值；

A_d ——偶然荷载设计值；

ψ_{f1} ——活载效应（含冲击力、离心力）的频遇系数，按表9取用；

$\psi_{f1} Q_{1k}$ ——汽车荷载频遇值；

$\psi_{f1} Q_{2k}$ ——有轨电车荷载频遇值；

ψ_{q1} 、 ψ_{qj} ——第1个和第 j 个可变作用的准永久值系数，按表9取用；

$\psi_{q1} Q_{1k}$ 、 $\psi_{qj} Q_{jk}$ ——第1个和第 j 个可变作用的准永久值。

14.2.4 有轨电车与道路合建的桥梁，结构正常使用极限状态按道路桥梁适用的现行规范体系设计，采用频遇（短期效应）组合与准永久（长期效应）组合两种作用效应组合方式，可按公式 6 计算：

$$S_{fd} = S \left(\sum_{i=1}^m G_{ik}, \left(\psi_{f1} Q_{1k} + \psi_{f1} Q_{2k} \right), \sum_{j=2}^n \psi_{qj} Q_{jk} \right) \quad (6)$$

式中：

S_{fd} ——正常使用极限状态下作用频遇组合的效应设计值；

ψ_{fi} ——活载效应（含冲击力、离心力）的频遇系数，按表9取用；

有轨电车与道路合建的桥梁结构正常使用极限状态按道路桥梁适用的现行规范体系的准永久组合中，永久作用标准值与可变作用准永久值相组合，可按公式7计算：

$$S_{qd} = S \left(\sum_{i=1}^m G_{ik}, \sum_{j=2}^n \psi_{qj} Q_{jk} \right) \quad (7)$$

式中：

S_{qd} ——正常使用极限状态下作用准永久组合的效应设计值；

ψ_{qj} ——第j个可变作用的准永久值系数，按表9取用。

14.2.5 有轨电车与道路合建的桥梁，结构按极限状态法进行设计时，永久作用效应的分项系数应采用道路桥梁适用的现行规范体系，可变作用的各代表值系数应按表9的规定采用；可变作用不同时，组合应按表10的规定采用。

表9 可变作用的代表值系数

编号	可变作用	分项系数	频遇值系数 ψ_{fi}	准永久值系数 ψ_{qj}
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、人行道荷载	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	长钢轨纵向作用力	1.4	0.8	0.8
7	有轨电车横向摇摆力	1.4	0.7	0.4
7	有轨电车气动力	1.4	1.0	1.0
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。

表10 可变作用的不同时组合表

作用名称	不与该作用同时参与组合的作用
风力	有轨电车横向摇摆力
有轨电车制动力 (或牵引力)	有轨电车横向摇摆力、流水压力
汽车制动力	有轨电车横向摇摆力、流水压力、支座摩阻力
有轨电车横向摇摆力	风力、有轨电车制动力(或牵引力)、汽车制动力、温度影响力、支座摩阻力
有轨电车气动力	有轨电车制动力、(或牵引力)流水压力、支座摩阻力
流水压力	有轨电车制动力(或牵引力)、汽车制动力
温度影响力	有轨电车横向摇摆力
支座摩阻力	汽车制动力、有轨电车横向摇摆力

注：有轨电车制动力不可与有轨电车梁的支座摩阻力组合，但是可与非有轨电车梁的支座摩阻力组合。

14.2.6 有轨电车与道路合建的桥梁，结构设计时有轨电车荷载与汽车荷载应按可能的最不利荷载进行组合，两者组合时可采用0.9汽车效应+1.0有轨电车效应和1.0汽车效应+0.9有轨电车效应的最大值进行取值；多线有轨电车线路、多条汽车车道时，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。

14.2.7 有轨电车荷载及汽车荷载的选取与组合应符合下列规定：

- 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，按相应规范活载图示进行取值；
- c) 汽车荷载冲击系数、制动力、离心力，应按 JTG D60 的规定进行取值；
- d) 有轨电车风荷载、温度力、混凝土徐变作用、通航河道船只撞击力、静活载在桥台后破坏棱体上引起的侧向土压力，应按 TB 10002.1 的规定进行取值；
- e) 有轨电车荷载的动力作用（冲击系数）、离心力、横向摇摆力、制动力或牵引力、无缝线路纵向水平力、地面汽车撞击力、护栏结构作用力、脱轨力，应按 GB 50157 的规定进行取值。
- f) 有轨电车与城市道路合建桥梁结构的护栏结构，其作用力按照 JTG D81 的规定采用。
- g) 设有接触网立柱的桥梁结构，应考虑接触网支柱柱底的作用荷载。

14.3 结构设计及其他

14.3.1 桥梁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按 GB 50909 的规定进行设计；
- b) 改建桥梁墩柱抗震设防措施可按 GB 50909 的规定进行设计或按 CJJ 166 和 JTG B02 的规定进行设计。

14.3.2 桥面排水设施的设置应满足现行道路（市政、公路）规范的规定，并应符合下列规定：

- a) 城市道路与轨道交通宜分别设置桥面排水设施。
- b) 桥面排水设施应适应桥梁结构的变形，细部构造布置应满足桥梁结构任何部分不受排水设施及泄漏水流侵蚀的要求。
- c) 应在行车道较低处设排水口，并可通过排水管将桥面水泄入地面排水系统中。
- d) 当中桥、小桥的桥面设有不小于 3% 纵坡时，桥上可不设排水口，但应在桥头引道上两侧设置雨水口。
- e) 排水管宜在墩台处接入地面，排水管布置应便于养护，宜少设连接弯头，且宜采用有清除孔的连接弯头；排水管底部应进行散水处理。
- f) 在桥跨伸缩缝上坡侧，现浇带与沥青混凝土相接处应设置排水措施。
- g) 桥面宜设置横坡及不小于 0.3% 的纵坡。当纵断面为凹形竖曲线时，宜在凹形竖曲线最低点及其前后 3m~5m 处分别设置排水口。当条件受到限制，桥面为平坡时，应沿主梁纵向设置排水管，排水管纵坡不应小于 3%。

14.3.3 位于无缝线路固定区的混凝土简支梁，墩台顶纵向水平线刚度应由梁-轨共同作用分析确定；当不做梁-轨共同作用分析时，墩台顶纵向水平线刚度取值不宜小于表 11 的规定。

表 11 桥墩（台）纵向水平线刚度限值

结构	跨度 (m)	最小水平线刚度 (kN/cm)	
		双线	单线
桥墩	≤12	75	45
	16	120	75
	20	145	90
	30	260	165
	40	415	255
	50	585	370
桥台	—	3000	1500

结构	跨度 (m)	最小水平线刚度 (kN/cm)	
		双线	单线
注： 1. 高架车站的车站有效长度范围内，双线桥墩台最小纵向水平线刚度限值可按表中单线桥墩台最小水平线刚度限值 2.0 倍进行取值。 2. 当有轨电车桥梁与其他道路桥梁为一体时，应考虑纵向水平线刚度的空间效应影响。			

14.3.4 有轨电车利用既有道路（市政、公路）桥梁时，必须对既有桥梁结构进行全面检测，对于检测报告评估为三类及以下的桥梁不宜考虑利用。

15 车站

15.1 一般规定

15.1.1 车站应满足预测客流的要求、所处位置的定位及该区域规划等因素综合确定，并预留远期增加条件。

15.1.2 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，除满足本标准外，并需满足国家相关规范，设置安全疏散设施，并满足防火要求。

15.1.3 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。

15.1.4 车站应与其他交通方式方便换乘，并与人行过街设施、人流密集区相衔接。

15.1.5 车站宜采用标准化设计，考虑不同区位、不同环境、不同客流量等因素的具体情况，合理确定车站规模、形式和换乘方式。

15.1.6 车站设计应合理组织客流，方便、迅速、安全的进出车站。

15.1.7 车站应设置无障碍设施，与市政无障碍设置无缝衔接，并需满足国家相关规范。

15.2 候车站台

15.2.1 车站按站台型式可分为岛式与侧式两大类，上、下行线的站台可以错开分离布置。

15.2.2 站台宜按敞开式设计，不宜划分付费区域与非付费区域。如有特殊需求，必须设置付费区时，应用栏杆与闸机进行区域隔离，且进出付费区的客流流线不宜交叉。分隔栏杆需设置向疏散方向开启的平开栅栏门。

15.2.3 供乘客乘降区域的地面车站有效站台长度应根据各设计年度列车长度分期实施，并预留改(扩)建条件，高架车站有效站台长度可根据远期设计年度列车长度一次实施完成。

15.2.4 车站宽度应根据周边环境条件和全线统一要求设置，并按公式 8 计算：

$$B = (Q_{\text{上}} \cdot p) / L + b + z + w \quad (8)$$

式中：

B——站台宽度，单位为米；

$Q_{\text{上}}$ ——客流控制期超高峰时段每辆车上车设计客流量，换乘车站含换乘客流量，单位为人，高峰小时系数可取1.1~1.3；

P——站台上人流密度，单位为平方米每人 ($\text{m}^2/\text{人}$)；

L——供乘客乘降区域的站台长度，单位为米 (m)；

b——站台安全防护带宽度，单位为米 (m)，一般取0.4m；

z——站台上设施设备和结构柱宽度，单位为米 (m)；

w——流动客流占用宽度，单位为米 (m)。

15.2.5 侧式站台宽度不宜小于 2.5m，岛式站台宽度不宜小于 5m。

15.2.6 站台供乘客乘降和通行的区域内不得设置妨碍乘客通行的结构立柱等障碍物。

15.2.7 站台高度应低于车辆满载时车厢地板面的高度。

15.2.8 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。

15.2.9 车站可结合既有人行道设置，但应保证人行道的功能要求。

15.3 乘客进出

15.3.1 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。

15.3.2 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。

15.3.3 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。

15.3.4 当车站出入口采用过街天桥或地道形式时，应考虑过街客流的需求，并满足国家相关规范。

15.3.5 地面设站，采用天桥或地道进出车站时，宜设上行自动扶梯，楼扶梯宜设置于供乘客乘降区域的站台长度之外，且自动扶梯起步点距离站台边缘不宜小于 5m。

15.3.6 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。

15.3.7 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。

15.3.8 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 的位置设置止步盲道。

15.3.9 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。

15.3.10 始末站的入口和出口宜分开布置，且有明显的导向标志。

15.4 乘客安全防护

15.4.1 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。

15.4.2 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。

15.4.3 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。

15.4.4 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，同时采取避免儿童攀爬和穿越的措施。

15.4.5 站台地面材料应防滑、耐磨。

15.4.6 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。

15.5 车站服务设施

15.5.1 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，其设施不得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。

15.5.2 候车棚设计应符合下列规定：

- 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) 顶棚排水不得影响乘客的上、下客。
 - f) 符合本市气候特点，满足本市防台、防汛要求。
- 15.5.3 车站服务设施的设置标准应全线统一规定。
- 15.5.4 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。
- 15.5.5 车站设施宜与城市公共艺术相结合。

16 给排水及消防

16.1 一般规定

- 16.1.1 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”的方针。
- 16.1.2 给水、排水管道均不得穿越变电所、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。
- 16.1.3 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。
- 16.1.4 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。

16.2 给水

- 16.2.1 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。
- 16.2.2 站点的各项用水水源均采用城市自来水，当沿线无城市自来水时，应采取其他可靠的给水水源。
- 16.2.3 车辆检修基地的给水应符合如下规定：
- 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。
 - d) 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，其基地内浇洒、绿化及内部冲厕可利用城市杂用水系统供水。
- 16.2.4 用水量标准应符合如下规定：
- a) 工作人员生活用水定额为 50 l/p·班，小时变化系数 2.5。
 - b) 基地内工作人员淋浴用水量标准，淋浴用水定额为 40l/p·次，每次延续时间为 1h。
 - c) 生产用水定额应按工艺要求确定。
 - d) 车辆检修基地内道路浇洒及绿化用水定额为 (1.5~2) l/m²·次，浇洒次数以每日一次计。
 - e) 不可预见水量按最高日用水量的 15% 计。
- 16.2.5 给水系统的水质、水压应符合如下规定：
- a) 生活用水的水质，应符合 GB 5749 的要求。
 - b) 生活用水设备和卫生器具的水压，应符合 GB 50015 的要求。
 - c) 生产用水的水质、水压应按工艺要求确定。
 - d) 生活杂用水的水质，应符合 GB/T 18920 的有关规定。

16.3 排水

- 16.3.1 有轨电车线路范围内的雨水宜收集后有组织排放。

- 16.3.2 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。
- 16.3.3 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。
- 16.3.4 车辆检修基地内洗车库的废水应经过处理后重复利用；其他含油、含毒及有害物质的污废水应经过特殊处理达到排放标准后排入城市污水系统管道。。
- 16.3.5 车辆基地的雨水应有组织排放，经管道收集后排入市政雨水排水系统或规划保留河道，如不能按重力流方式排放，则应设雨水泵站提升后排入市政雨水排水系统或规划保留河道。停车库、运用库等大型建筑物屋面雨水宜综合利用。
- 16.3.6 排水量标准应符合下列规定：
- 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，但不得低于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。
 - 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。
 - 生活排水量应按生活用水量的90%-95%确定。
 - 生产废水排水量应按工艺要求确定。
 - 消防废水排放量和消防用水量相同。

16.4 消防

16.4.1 消防用水量按全线同一时间内发生火灾数为一次计。

16.4.2 站点内消防采用灭火器。室外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站点，须另行设置室外消火栓。

16.4.3 车辆基地的消防应符合下列规定：

- 室外消防给水应采用环状管网，每隔120m设一个室外消火栓。
- 消防用水量应按GB 50016、GB 50974的要求确定。
- 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 50974、GB 50084的规定。
- 各单体建筑应按GB 50140的规定配置灭火器。

17 供电

17.1 一般规定

17.1.1 供电系统应符合安全、可靠、节能、环保和经济适用的原则。

17.1.2 牵引用电负荷等级应不低于二级。动力照明等用电负荷应符合GB 50052及JGJ 16的有关规定。

17.1.3 供电系统容量应按线路远期运营需求设计，根据城市规划及发展分步实施。

17.2 电源与供电系统

17.2.1 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。

17.2.2 供电系统设计时应与城市电力部门协商确定下列内容：

- 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。

17.2.3 外部供电方式、供电电压等级、供电网络接线方式宜根据工程特点、结合城市电网情况经技术经济比选确定，供电质量应满足 GB/T 12325 的相关要求。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。

17.2.4 供电系统注入电网的谐波应符合 GB/T 14549 的有关规定。

17.2.5 采用接触网供电方式时，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。

17.2.6 采用全储能供电方式时，正线充电站的布局应充分考虑车载储能装置续航能力，满足任一充电站退出时有轨电车仍能正常运行的要求。

17.3 变电所

17.3.1 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。

17.3.2 正线变电所宜采用箱式变电所型式。

17.3.3 牵引整流机组的负荷特性应不低于表 12 的要求。

表 12 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

17.3.4 牵引变电所设置两套整流机组时，应接入同一段中压母线。直流牵引母线宜采用单母线接线。

17.3.5 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。

17.3.6 变电所设备布置应符合 GB 50053、GB 50059 及 GB 50060 的有关规定。箱式变电所设备布置应符合 GB 17467 的有关规定。

17.3.7 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。

17.3.8 变电所的继电保护设置应符合 GB/T 50062 的有关规定。

17.3.9 对于牵引整流机组的故障及异常运行，应设置相应的保护：

- a) 内部短路；
- b) 元件故障；
- c) 元件温升超过限定值；

1 外部短路。

17.3.10 对于直流牵引馈线的短路故障及异常运行，应设置下列基本保护：

- a) 大电流短路断路器直接跳闸；
- b) 过电流保护；

- c) 电流变化率及其增量保护;
 - d) 双边联跳保护。
- 17.3.11 直流牵引馈线开关应具有在线检测的自动重合闸功能。
- 17.3.12 地上牵引变电所、充电站及与地上相邻的地下牵引变电所,每路直流馈线及负母线均应设置过电压吸收装置。
- 17.4 架空接触网
- 17.4.1 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。
- 17.4.2 接触网应根据车辆供电条件确定电压等级,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 GB 50157 的相关规定。
- 17.4.3 接触网设备除与车辆有相互作用的装置外,任何情况下不得侵入动态限界。
- 17.4.4 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。
- 17.4.5 接触网设计的气象条件应符合 TB 10009 及 TB 10075 的相关规定。
- 17.4.6 接触线导高的确定应满足城市道路的最小净高要求,并同时满足以下要求:
- a) 路段接触线导高不应低于 4500 mm;
 - b) 平面交叉口接触线导高不应低于 4800 mm;
 - c) 车辆基地接触线导高不宜低于 5000 mm。
- 17.4.7 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。
- 17.4.8 每个回路上网电缆、回流电缆的数量均不得少于 2 根。
- 17.4.9 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。
- 17.4.10 接触线的平面布置应保证受电弓磨耗均匀,并符合下列规定:
- a) 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。
 - b) 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。
- 17.4.11 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。
- 17.4.12 接触网应在下列位置设电分段:
- 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。
- 17.4.13 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。
- 17.4.14 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馈电,并设置带接地刀闸的手动隔离开关。
- 17.4.15 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。
- 17.4.16 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。
- 17.4.17 易受其它交通工具碰撞的接触网设施应采取防护措施。
- 17.4.18 接触网应设置避雷器,其间距不应大于 300m。

17.4.19 接触网设架空地线时，应每隔 200m 设置地电位均衡器。

17.4.20 避雷器、地电位均衡器的冲击接地电阻不应大于 10Ω 。

17.4.21 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 。

17.5 充电柜和架空充电轨

17.5.1 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。

17.5.2 正线充电站宜设置上下行独立的充电装置。车辆基地充电站宜根据充电分区设置独立的充电装置。

17.5.3 充电轨应安全、可靠，符合充电轨正极馈电、走行轨或电缆负极回流的规定。充电轨宜采用钢铝复合材料。

17.5.4 充电轨应根据车辆充电条件确定供电电压等级，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符合 GB 50157 的相关规定。

17.5.5 充电轨及附属设备除与车辆受流器有相互作用外，任何情况下不得侵入车辆动态限界。

17.5.6 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。

17.5.7 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。

17.5.8 充电轨应通过隔离开关馈电。

17.5.9 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 3800mm~4300mm。

17.5.10 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。

17.5.11 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。

17.5.12 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。

17.5.13 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。

17.5.14 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。

17.6 动力照明

17.6.1 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，变电所检修电源应为二级负荷，其设计应符合 GB 50054 的有关规定。

17.6.2 车辆基地及调度中心的动力照明设计应符合 JGJ 16 的有关规定。

17.6.3 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 的有关规定。

17.7 电力监控

17.7.1 供电系统应设置电力监控系统,满足变电所无人值守的运行要求。

17.7.2 调度中心应设置或集成电力调度系统,能够监视和控制全线供电设施的运行。

17.7.3 电力监系统的设备选型、系统容量和功能配置,应满足系统稳定与发展的需要。

17.7.4 电力监控的传输通道设计要求,应包括通道的接口形式、主/备通道的配置方式、远动信息传输通道的接口形式和通道的性能要求等。

17.7.5 采用车载储能装置无架空接触网供电方式时,宜对充电负荷进行均衡控制。

17.7.6 电力监控系统的主要技术指标应符合下列规定:

- a) 遥控命令传送时间不大于 3s。
- b) 遥信变位传送时间不大于 3s。
- c) 遥控正确率不应低于 99.9%;
- d) 遥信正确率不应低于 99.9%;
- e) 站内事件的时间分辨率不大于 10ms。
- f) 遥测综合误差不大于 1.5%。
- g) 双机自动切换时间不大于 30s。
- h) 画面调用响应时间不大于 3s。
- i) 数据传输通道通信速率不低于 100Mbps;
- j) 设备平均无故障时间不低于 20000h。
- k) 设备平均修复时间小于 1h。

17.8 杂散电流防护与接地

17.8.1 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。

17.8.2 回流轨应绝缘安装。回流轨对地过渡电阻应不小于 $5\Omega\cdot\text{km}$ 。

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

17.8.4 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。

17.8.5 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。

17.8.6 回流的轨道系统,钢轨间及上下行轨道间均应设置均流线,并应符合下列要求:

- 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 300 mm。

17.8.7 杂散电流腐蚀防护的其他要求,应符合 CJJ 49 的有关规定。

17.8.8 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。

17.8.9 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。

17.8.10 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。

17.8.11 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 。

17.9 电缆敷设及电缆通道

17.9.1 电力电缆的选型及敷设应符合 GB 50217 和 JGJ 16 的有关规定。

17.9.2 地面线路的电力电缆与控制电缆，宜敷设在排管内。

17.9.3 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 150 mm；当两者垂直交叉时，其间距不应小于 50 mm。

17.9.4 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。

17.9.5 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，均应实施阻燃封堵。阻燃封堵材料的阻燃等级应与隔墙、楼板的阻燃等级相同。

17.9.6 电缆的路径选择，应符合下列规定：

- 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。

17.9.7 电缆通道采用排管时，应符合下列规定：

- 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。

17.9.8 电缆管路应在下列位置设置工作井：

- 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 50 米。
- 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。

18 通信

18.1 一般规定

18.1.1 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。

18.1.2 通信系统宜由骨干传输系统、专用无线通信系统、视频监视系统、乘客信息系统、电话系统、时钟系统、广播系统、电源及防雷接地系统等子系统组成。

18.1.3 通信系统各子系统均应具有网络管理功能。

18.1.4 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。

18.1.5 系统应实现对有轨电车范围内乘客、工作人员的广播服务以及在紧急情况下对车站人员进行广播语音的疏导等。

18.1.6 系统宜在控制中心提供市内直线电话服务，场所包括：与城市交警部门、城市消防部门、医疗部门等直接联系。

18.2 骨干网络系统

18.2.1 骨干网络系统应满足通信各子系统和调度管理、电力监控和售检票等系统的组网需求。

18.2.2 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。

18.2.3 骨干网络系统应采用符合国际标准的、开放的网络协议。

18.3 无线通信系统

18.3.1 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。

18.3.2 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。

18.3.3 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。

18.3.4 无线通信系统应具有调度通信、语音存储、监测等功能。调度通信应能实现选呼、组呼、全呼、紧急呼叫、呼叫优先级权限等功能。

18.3.5 无线通信的覆盖范围应包括线路区间、调度中心、车辆基地、变电所等场所，系统话音质量满足3级以上(SAND 20dB, 5级制)，空间波覆盖的时间地点概率应不小于90%。

18.4 视频监视系统

18.4.1 视频监视系统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，并预留与其他公共交通系统调度平台、公安及交警部门等信息共享功能。

18.4.2 视频监视系统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。

18.4.3 视频监视系统宜为调度中心、车辆基地提供电子地图功能。

18.4.4 视频监视系统应在车站、线路重点区域、变电所、车辆基地设置前端设备。

18.4.5 视频监视系统应采用数字高清设备，室外摄像机应设全天候防护罩。

18.4.6 视频监视系统的图像存储时间不应低于90d。

18.5 乘客信息服务系统

18.5.1 乘客信息服务系统应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。

18.5.2 乘客信息服务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。

18.5.3 乘客信息服务系统宜基于骨干传输系统组网，设置与调度管理系统、时钟系统、外部信息源等的接口。

18.5.4 系统应具备针对不同的车站播放不同的内容，并针对单个或多个车站进行紧急信息编辑、发布及发布控制的功能。

18.6 电源及防雷接地

18.6.1 通信系统宜与调度管理等系统合设综合不间断电源系统。

18.6.2 综合不间断电源系统应具有集中监控管理功能。

18.6.3 蓄电池组的容量应按近期配置，并符合下列要求：

- 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。

18.6.4 通信系统应采用联合接地方式，接地电阻不应大于1Ω。

19 调度管理

19.1 一般规定

19.1.1 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，应具备运行调度、行车监控、故障监测等功能。

19.1.2 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、车辆基地联锁、维护监测等系统组成。

19.1.3 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。

19.1.4 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。

19.1.5 车载设备应具有超速、冒进信号等事件的报警与记录功能。

19.2 中心调度管理系统

19.2.1 系统应具有下列功能：

- a) 行车信息显示；
- b) 运行图/时刻表编制及管理；
- c) 车辆运用计划及车辆管理；
- d) 故障监测、报警及故障复原处理；
- e) 运营记录和统计报表生成；
- f) 综合运营管理平台功能，包括集成运营调度/电力监控/PIS/CCTV 等，并预留公交及城际铁路等调度平台接入功能；
- g) 与其他系统交换信息等。

19.2.2 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；车辆基地道岔联锁系统设备宜纳入调度管理系统的监视范围。

19.3 正线道岔控制系统

19.3.1 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。

19.3.2 道岔控制器应具有下列功能：

- 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。

19.3.3 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，不得同时开通。

19.3.4 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。

19.3.5 正线道岔控制系统设备的安全完整性等级应满足下列要求：

- 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。

19.4 平交路口信号优先

19.4.1 有轨电车应根据通行信号灯的指示进入平面交叉口。

19.4.2 在平交路口，系统应向道路交通信号控制系统提供下列信息：

- a) 车辆头部进入交叉口。
- b) 车辆尾部离开交叉口。

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

- 1 预告位置，提供通行方向、优先请求级别信息。
- 2 接近位置，提供通行方向、优先请求级别、进路控制状态信息。
- 3 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。

19.4.4 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。

19.5 车载系统

19.5.1 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优先子系统完成有轨电车控制。

19.5.2 车载系统应能够向司机提供限速、进路等实时行车提示信息。

19.6 车辆基地联锁系统

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

19.6.2 车辆基地宜采用人工排列进路方式；车辆在段内宜按调车进路控制。

19.6.3 车辆基地的占用/空闲检测宜采用计轴设备。

19.6.4 计算机联锁设备应采用安全冗余结构。

19.6.5 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。

19.7 电源系统及接地

19.7.1 调度管理和车辆基地联锁系统设备应采用不间断电源（UPS），正线道岔和路侧控制器宜采用不间断电源（UPS）。UPS 电池后备供电时间应不小于 30min。

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

19.7.3 防雷保护设施应符合 GB 50343 的有关规定。

20 交通信号

20.1 一般规定

20.1.1 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。

20.1.2 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。

20.1.3 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。

20.1.4 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，并符合下列规定：

- a) 并列布置时，有轨电车通行信号灯位于左侧。
- b) 竖向布置时，有轨电车通行信号灯位于上方。

20.1.5 道路交通信号灯的设置除符合 GB 14886 的规定外，尚应满足有轨电车驾驶人的视认条件。

20.1.6 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。

20.2 信号优先

- 20.2.1 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。
- 20.2.2 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。
- 20.2.3 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、设备运行协调和设备故障等信息,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。
- 20.2.4 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。

21 售检票

- 21.1 售检票模式应根据票务制式确定,满足运营和管理的需要。
- 21.2 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。
- 21.3 系统应建立统一的密钥系统和车票制式标准,系统设备应能处理公交卡。
- 21.4 车辆内检票设施布置应满足车门双侧开启的要求。
- 21.5 系统由线路中央计算机系统、车载和车站售检票设备组成。
- 21.6 线路中央计算机系统应具备下列功能:
 - a) 接收车载或车站终端设备上传的数据。
 - b) 向车站或车载终端设备下发系统参数、票价表及黑名单。
 - c) 对系统中运行参数的设置和更新进行管理。
 - d) 向城市“公共交通卡”清算系统上传“公共交通卡”车票的原始数据、接受和处理清算系统下发的黑名单、对帐等数据。
 - e) 具备客流统计、收益清分、系统设备状态监视的功能。
 - f) 对采集的数据进行处理,定期完成各种统计、清分和对帐报表。
 - g) 管理系统密钥。
 - h) 对系统发行的车票进行初始化、编码、分拣、赋值、校验及注销等。
- 21.7 售票设备应具备下列功能:
 - a) 自动计费、收费、发售车票。
 - b) 控制及调整设备运行模式。
 - c) 接受中央计算机系统的数据和指令。
 - d) 向中央计算机系统发送交易数据、设备状态。当与中央计算机系统通信中断时,售票设备应可离线运行。当通信恢复后应自动上传离线状态下未及时上传的相关数据。
 - e) 非法使用报警。
- 21.8 检票设备应具备下列功能:
 - a) 刷卡消费及语音提示功能。
 - b) 接受中央计算机系统的数据和控制指令。
 - c) 向中央计算机系统发送交易数据、设备状态。当与中央计算机系统通信中断时,检票设备应可离线运行。当通信恢复后应自动上传离线状态下未及时上传的相关数据。
- 21.9 线网中央计算机具有管理各线路中央计算机系统的功能。
- 21.10 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。

22 调度中心

22.1 一般规定

22.1.1 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。

22.1.2 调度中心可监控管理多条有轨电车线路。调度中心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。

22.1.3 调度中心选址应符合安全、清洁、交通便利、无不利于电气设备运行的因素、适合运行调度操作的原则。

22.1.4 调度中心应具有行车调度、电力调度、视频监视、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。

22.2 调度大厅

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

22.2.2 调度大厅设置综合显示屏。

22.2.3 调度大厅按多线路设计时，可按调度岗位划分功能区。

22.3 建筑与装修

22.3.1 调度大厅和设备机房不宜设在高层建筑的顶层和地下。

22.3.2 调度大厅和设备机房的门应开向外部通道，且满足设备搬运的要求。

22.3.3 调度大厅宜设置吊顶。吊顶宜采用轻质、耐火材料。

22.3.4 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。

22.4 布线

22.4.1 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。

22.4.2 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。

22.4.3 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。

22.4.4 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。

22.5 供电、防雷与接地

22.5.1 调度中心宜单独设置降压变电所，采用两回线路供电。

22.5.2 调度中心防雷接地应符合 GB 50057 和 GB 50343 的有关规定，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。

22.5.3 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。

22.6 通风、空调与供暖

22.6.1 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 的有关规定设置，并宜按不低于 B 级要求设计。

22.6.2 显示屏前后的温差不宜超过 3°C 。

22.6.3 调度大厅及设备房应维持正压。

22.6.4 调度大厅、运营管理区、设备区的空调系统应分开设置。

22.7 照明与应急照明

22.7.1 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饰和设备布置相协调。

22.7.2 调度大厅照明应符合下列要求：

- a) 照明柔和、均匀、无眩光。
- b) 操作台面照度为 200 lx~250 lx，无明显阴影。
- c) 室内照明均匀度不低于 0.7。
- d) 采用分区控制或调光。
- e) 投影式显示屏前区照度不大于 150 lx。

22.7.3 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。

22.7.4 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。

22.8 消防与安全

22.8.1 调度中心大楼应设置火灾自动报警、消防应急广播、水消防、防排烟等系统。

22.8.2 调度中心大楼应设置消防控制室和保安值班室，两个房间可合设。

22.8.3 调度中心大楼各分区出入口、主要通道和重要房间应设置闭路电视监视系统和门禁系统等安防设施。

23 车辆基地

23.1 一般规定

23.1.1 有轨电车车辆基地设计应包括车辆段（停车场）、综合维修中心、物资总库、培训中心和其他生产、生活、办公等配套设施。

23.1.2 车辆基地的功能定位、布局和各项设施的配置，应根据线路的运营需要、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，实现线网车辆基地的资源共享，避免重复建设。

23.1.3 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。

23.1.4 车辆基地的选址应符合下列要求：

- a) 用地应符合城市总体规划，并与线网规划、建设规划协调一致。
- b) 应有良好的接轨条件。
- c) 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。
- d) 应便于城市电力、给排水及各种管线的引入和城市道路的连接，宜规避城市高压线设施、大型河道和既有道路的改移和大量拆迁工程。
- e) 应具有良好的自然排水条件。
- f) 宜避开工程地质和水文地质不良的地段。

23.1.5 车辆基地消防设计应按 GB 50016 执行。

23.1.6 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。

23.1.7 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、

水务及市政等相关部门的认可，相关迁改设施应同步施工。

23.1.8 车辆基地应设环形运输、消防道路和必要的回车设施，并应有不少于两个与外界道路相联通的出入口。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。

23.1.9 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。

23.1.10 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。

23.2 功能、规模及总平面布置

23.2.1 车辆段与停车场的功能与设置应符合下列要求：

- a) 车辆段可根据其作业范围分为大、架修段和定修段，大、架修段应为承担车辆的大修和架修及其以下修程作业；定修段应为承担车辆的定修及其以下修程作业。
- b) 停车场应主要承担列检和停车作业，必要时可承担周/三月检及临修作业。
- c) 车辆段的设置应综合考虑线网资源共享。

23.2.2 车辆段与停车场设计应以有轨电车车辆的技术条件和参数为依据。

23.2.3 车辆基地应按下列作业范围设计：

- a) 车辆段：
 - 1) 车辆管理和连挂工作。
 - 2) 车辆停放、周/三月检及清扫洗刷、定期消毒等日常维修保养工作。
 - 3) 配属车辆的乘务工作。
 - 4) 车辆的定修、架修和大修等定期检修及检修后的列车试验。
 - 5) 车辆的临修。
 - 6) 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。
 - 7) 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。
- b) 停车场：
 - 1) 车辆管理工作。
 - 2) 车辆停放、日检及清扫洗刷、定期消毒等日常维修保养工作，必要时可包括周/三月检、清扫洗刷及临修工作。
 - 3) 协助车辆段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。
 - 4) 配属车辆的乘务工作。

23.2.4 车辆段、停车场的设计规模应根据车辆技术条件、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。

23.2.5 车辆基地各修程工作量计算时，应计入检修不平衡系数。检修不平衡系数应符合下列规定：

- a) 一级、二级修应为 1.2；
- b) 三级、中修、大修应为 1.1。

23.2.6 车辆段与停车场出入线的设计，应符合下列要求：

- 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，可按单线、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。
- 23.2.7 车辆基地总平面布置应以车辆段或停车场为主体，并根据车辆运用、检修的作业要求、段(场)址地形条件及维修中心、材料库、培训中心(线网统一设置)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。
- 23.2.8 车辆段、停车场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。
- 23.2.9 检修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。
- 23.2.10 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。
- 23.2.11 车辆段、停车场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。
- 23.2.12 车辆段、停车场应根据生产和管理的需要，配备相应的辅助生产房屋和司乘人员公寓、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。
- 23.2.13 车辆基地应设围蔽设施，其设计宜结合当地的环境要求，选用安全、实用、美观的材料和结构型式。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，应设通透的隔离栅栏。
- 23.3 工艺设计
- 23.3.1 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。
- 23.3.2 车辆检修修程和检修周期应根据车辆技术条件、质量和既有工程的检修经验制定。车辆检修修程和检修周期应符合表 13 的规定。

表 13 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
	架修	45	5年	15
日常 保养	定修	9	1年	7
	三月检	2.25	3月	1
	周检	0.2	1周	0.5

注：1 表中检修时间按部件互换修确定；
2 设计中检修周期，应采用年走行里程指标；
3 可行性研究报告阶段可采用时间间隔指标。

- 23.3.3 车辆段内设备的大、架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。
- 23.3.4 车辆段、停车场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。
- 23.3.5 停车库工艺设计应符合下列规定：
- 停车库应根据气象条件和运营要求设计。
 - 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。
 - 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) 接触网供电方式情况下，停车库内应设架空接触网，库前应设置隔离开关或分段器，超级电容供电方式情况下停车库内应设充电轨，充电轨数量不少于停车台位数量的 50%，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。
- 23.3.6 检修库工艺设计应符合下列规定：
- a) 每股道停车数量大于 2 辆时，宜按贯通式设计。
 - b) 检修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) 周检、三月检应设架空接触网或充放电设施，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。
 - d) 检修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) 检修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) 检修库股道两侧应设置固定或移动式司机上下车平台。
 - g) 检修库检查坑及车顶平台应根据作业需要设置 AC380V/220V 检修插座。
- 23.3.7 车辆检修设施应根据其功能和检修工艺要求设置架修库、临修库、不落轮镗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。
- 23.3.8 车辆段的大架修库和临修库均不应设置接触网，进行升弓调试作业时，应在库端设移动接触网。
- 23.3.9 大架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。
- 23.3.10 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。
- 23.3.11 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
- 23.3.12 大架修库、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。
- 23.3.13 大架修库、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式固定架车机组或其他型式的架车设备。
- 23.3.14 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。
- 23.3.15 试车线应符合下列要求：
- 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，应设置满足试车速度为 30km/h 的中低速试车线，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，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。
- 23.3.16 洗车库工艺设计应符合下列要求：
- a) 车辆基地应设置洗车库，车辆段和配属车辆超过 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端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。
- 23.3.17 车辆段、停车场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下列规定：
- 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。
 - d) 加砂作业应配置移动式或固定式加砂设备。
- 23.3.18 镟轮工艺设计应符合下列规定：
- a) 应设置固定式或移动式镟轮设备。
 - 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。固定式镟轮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 3t 桁车起重设备。
- 23.3.19 喷漆库设置应符合下列规定：
- a) 应根据线网中运用的车辆车体材质综合考虑设置喷漆库。
 - b) 车库尺寸应根据工艺要求确定。
 - c) 喷漆库内应设置通风、给排水设施和压缩空气管路，并采取消防和环保措施，漆雾、粉尘处理应满足环保和消防要求。
 - d) 应根据喷漆工艺和库内设备安装区域确定设备的防爆标准，油漆库内电气设备均应符合防爆要求。
 - e) 应根据喷漆工艺和库内设备功率配置足够大的配电功率，以满足喷漆设备可正常安装。
- 23.3.20 车辆段、停车场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。
- 23.3.21 车辆段、停车场应按线网资源共享原则配备公铁两用车或其他专用工程车和相应的工程车库，公铁两用车的牵引能力应满足牵引车辆在空载状态下通过全线最大坡度地段的要求；工程车库的规模应按远期配备公铁两用车台数确定，库内应根据作业需要设必要的检修设施。
- 23.3.22 车辆段、停车场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。
- 23.3.23 工艺设备配置应根据车辆技术条件、维护保养手册和车辆段、停车场、综合维修中心规模及承担工作范围综合确定。

23.4 设备维修与动力设施

- 23.4.1 车辆段、停车场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段、停车场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。

23.4.2 车辆段、停车场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。车辆段、停车场内的通用设备宜合并设置。

23.4.3 车辆段、停车场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。

23.5 站场设计

23.5.1 车辆段、停车场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。

23.5.2 车场线是车辆段、停车场内线路的统称，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。

23.5.3 出入线和试车线的技术标准应符合本标准第9章的有关规定。

23.5.4 其他车场线平面及纵断面设计应符合下列规定：

- a) 最小曲线半径不应小于25m。
- b) 反向曲线间夹直线最小长度不应小于3m。
- c) 车场线道岔基本轨端部至曲线端部的距离不宜小于3m。
- 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。

23.5.5 站场轨道设计应符合下列要求：

- a) 出入线钢轨及道岔应符合本标准第10章的有关规定；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。

23.5.6 站场线路路肩高程应高出基地附近最高地面积水水位、内涝水位和周边道路高程，并加安全高，宜高于周边市政道路。沿海或江河、湖渠附近地区站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、波浪爬高值和安全高之和。

23.5.7 路基排水系统应符合下列要求：

- 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，并应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) 车辆段、停车场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。
- h) 站场路基及排水设计应符合TB 10001的有关规定。

23.6 综合维修中心及材料库

23.6.1 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。

- 23.6.2 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。
- 23.6.3 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。
- 23.6.4 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。
- 23.6.5 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。
- 23.6.6 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。
- 23.6.7 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。
- 23.6.8 材料库设计应符合下列规定：
- 材料库应设有各种仓库、材料棚和必要的办公、生活房屋，并应设有材料堆放场地。
 - 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。
 - 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 的有关规定。
 - 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。
 - 材料库宜单独设围墙或围蔽结构。

23.7 培训中心

- 23.7.1 培训中心负责组织和管理人员的技术教育、岗前培训、职业技能再教育、考核等教育培训工作，可根据实际需要统一设置。
- 23.7.2 培训中心宜设于车辆基地内，也可单独设置，并根据当地交通管理部门的相关资质要求配置必要的硬件和软件设施。对职工的实作操作培训宜利用车辆基地的既有设施。
- 23.7.3 培训中心应设司机模拟驾驶装置及其他系统模拟设施，并应设教室、实验室、图书室、阅览室和教职员工办公和生活用房，以及必要的教学设备和配套设施。

23.8 救援设施

- 23.8.1 车辆基地内应设救援办公室，并配备相应的救援设备和设施。救援办公室应受调度中心指挥。
- 23.8.2 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。
- 23.8.3 救援用车辆宜利用车辆段、综合维修中心的车辆，并应根据救援需要设置专用地面工程车和指挥车。

24 交通安全

24.1 一般规定

24.1.1 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。交通组织设计包括平交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、交通信号灯等。

24.1.2 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。

24.1.3 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，并列入主体工程设计文件。

24.2 交通安全组织设计

24.2.1 有轨电车交通安全组织设计，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。

24.2.2 有轨电车沿线人行横道应协调交叉口交通组织统一设置；路段人行横道宜在有轨电车线路外侧设置行人驻足区；驻足区宽度宜不小于 1.5m。

24.2.3 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) 严禁有轨电车与冲突方向的机动车、非机动车、行人同时放行。当交叉口的机动车通行相位与有轨电车通行相位冲突时，为保证行车安全，禁止该相位通行。
- c) 交叉口的机动车左转弯道与有轨电车冲突点较近时，左转弯道可设置在直行进口车道的右侧，并应设左转专用相位。

24.2.4 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。

24.2.5 有轨电车采用接触网供电段的净空应满足道路最小净高的要求。接触网净空高度不满足道路净空要求时，应设置限高设施。

24.3 交通标志

24.3.1 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。

24.3.2 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。

24.3.3 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置有轨电车警示标志。

24.3.4 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。

24.3.5 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。

24.3.6 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。

24.3.7 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车辆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。。
- c) 标志的设置不得被桥墩、柱、树木等遮挡。

24.4 交通标线

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

24.4.2 有轨电车交通标线应与交通标志配合使用，根据具体情况也可单独使用。

24.4.3 有轨电车交通标线应符合以下规定：

- a) 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。
- b) 交叉口内宜设置机动车导流标线。

24.4.4 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，交叉口内宜采用黄色网格线。
- 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。

24.5 防护设施

24.5.1 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。

24.5.2 有轨电车线路专用路权段与其他交通方式之间应设置隔离设施。

24.5.3 有轨电车车站站台与道路交通之间应设置隔离栏，隔离栏应连续设置至人行横道安全岛位置。

25 环境设计

25.1 一般规定

25.1.1 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避免对环境影响。如有必要时，根据工程需求，可进行专项研究。

25.1.2 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。

25.2 车站

25.2.1 车站型式应统一风格，造型宜简洁大方，突出可识别性。

25.2.2 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。

25.2.3 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。

25.2.4 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。

25.2.5 车站站台所有边缘侧面应进行装饰性处理。

25.3 线路与轨道铺装

25.3.1 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。

25.3.2 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。

25.3.3 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。

25.3.4 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。

25.3.5 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。

25.3.6 采用草皮铺装时，草种颜色宜统一，可根据地域环境采用草种混播模式，保证草坪四季常青。

25.3.7 草皮灌溉宜采用自动节水喷灌装置。

25.4 触网及触网立柱

25.4.1 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。

25.4.2 位于城市道路交叉口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。

25.4.3 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。

25.5 绿化种植

25.5.1 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。

25.5.2 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。

25.5.3 线路沿线的绿化种植宜选用低矮的灌木与地被，不宜种植乔木，植物平面布置不应遮挡阻碍步行道，植被高度不应阻碍视线，影响有轨电车的正常运营。

25.5.4 高架轨道桥梁两侧和桥墩可进行垂直绿化处理。

25.5.5 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。

25.6 附属设施

25.6.1 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。

25.6.2 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。

25.6.3 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。

25.6.4 在仅供行人通过的区域应设置车辆限行立柱。

25.6.5 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。

25.7 夜景照明

25.7.1 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。

25.7.2 同一线路的夜景照明格调宜统一，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。

25.7.3 景观照明设备宜使用节能环保的产品。

25.7.4 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。车站站台边缘应镶嵌提示车辆停靠的地理灯。

25.7.5 高架桥梁两侧和桥墩宜进行景观照明处理。

25.7.6 线路沿线照明应满足安全性与可识别性，兼顾景观观赏性。

25.8 标识系统

25.8.1 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。

25.8.2 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。

25.8.3 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。

- 25.8.4 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。
- 25.8.5 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。
- 25.8.6 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。
- 25.8.7 除车站及车辆内部固定位置的灯箱广告外,其他区域不应设置广告。
- 25.9 配套建构(筑)物
- 25.9.1 桥梁、涵洞、护坡、车辆基地、调度中心等配套建构筑物造型应满足功能,兼顾景观视觉效果。
- 25.9.2 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。
- 25.9.3 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。

26 节能环保

26.1 一般规定

- 26.1.1 有轨电车工程的设计应达到国家和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。
- 26.1.2 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。
- 26.1.3 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。
- 26.1.4 工程建成运营后的能源消耗不应对当地能源平衡带来不良影响。
- 26.1.5 有轨电车工程的设计应达到国家和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。
- 26.1.6 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。

26.2 节约能源

- 26.2.1 有轨电车工程宜采用钢轮钢轨型式,减少车辆运行能耗。
- 26.2.2 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。
- 26.2.3 线路平面设计宜采用较大的曲线半径。
- 26.2.4 车站、车辆基地的厂房宜采用自然通风方式。
- 26.2.5 办公、调度中心等建筑符合 GB 50189 的规定。
- 26.2.6 机电系统设计应提高系统的运行效率,减少能源的损耗。
- 26.2.7 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。

26.3 环境保护

- 26.3.1 有轨电车工程的噪声应符合 GB 3096、GB 12348 以及 GB/T 15190 的有关规定。
- 26.3.2 有轨电车工程的振动应符合 GB 10070 的有关规定。沿线建筑室内二次辐射噪声参照 JGJ/T 170 执行。
- 26.3.3 车辆基地废水、废气排放应符合 GB 8978、GB 3095、GB 18483 的有关规定。

- 26.3.4 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。
- 26.3.5 轨道减振主要采用柔性减振形式，环境要求高的地段可采用减振扣件等设施。
- 26.3.6 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。
- 26.3.7 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

车辆动态限界图及计算方法

A.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.1-1~表A.1-3 选取。

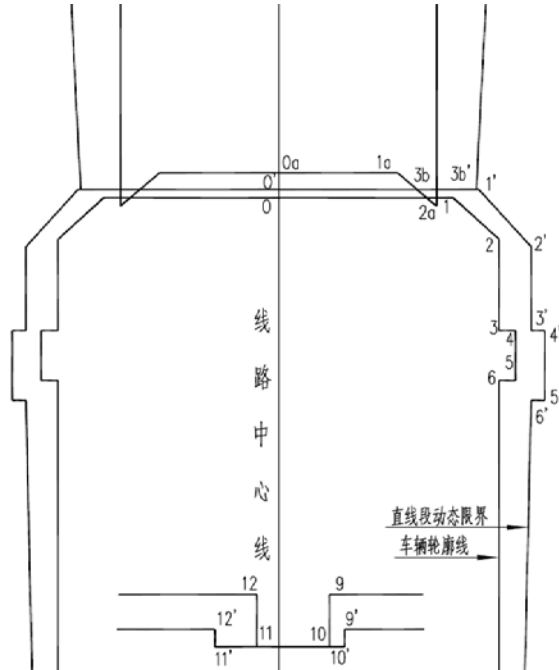


图 A.1 车辆轮廓线及直线段动态限界

表 A.1-1 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 为后视设备控制点)，点 8-点 13 为转向架下部控制点。

表 A.1-2 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.1-2 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。											

A.2 车辆的曲线段动态限界应符合下列规定：

- 1 动态限界外部几何加宽量可按下列公式 A.1 计算确定：

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

式中：

T_a ——外侧几何偏移量，单位为毫米（mm）；

R ——线路曲线半径，单位为米（m）。

- 2 动态限界内侧几何加宽量可按公式 A.2 计算确定：

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

式中：

T_i ——内侧几何偏移量，单位为毫米（mm）；

R ——线路曲线半径，单位为米（m）。

A.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：

- 1 区间：30 mm；
- 2 车站：10 mm。

A.4 曲线段动态限界加宽总和，可按公式A.3 计算确定：

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

A.5 曲线段动态限界宽度按公式A.4 计算确定：

$$B_a = X_{Ka} \cos\alpha - Y_{Ka} \sin\alpha$$

$$B_i = X_{Ki} \cos\alpha + Y_{Ki} \sin\alpha$$

$$\alpha = \sin\alpha^{-1}(h/s) \quad (\text{A.4})$$

式中：

B_a ——曲线外侧动态限界宽度，单位为毫米（mm）；

B_i ——曲线内侧动态限界宽度，单位为毫米（mm）；

h ——轨道超高值，单位为毫米（mm）；

s ——滚动圆间距，单位为毫米（mm），取1500 mm；

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

T/CAMET XXXX—XXXX

附录 B

有轨电车信号灯型式及设置说明

B.1 有轨电车通行信号灯的组合至少应包含三个单元，自上而下分别为白色横线、白色圆点、白色竖线或白色斜线。

B.2 有轨电车通行信号灯型式与指导意义见图B.1所示；通行信号显示转换顺序见图B.2；设置位置见图B.3所示。



图 B.1 有轨电车通行信号灯

B.3 可选择增设预告信号，设有预告信号的有轨电车通行信号灯型式与指导意义见图B.4所示；通行信号显示转换顺序见图B.5。其中，预告信号灯位可以采用数字显示尾段倒计时。

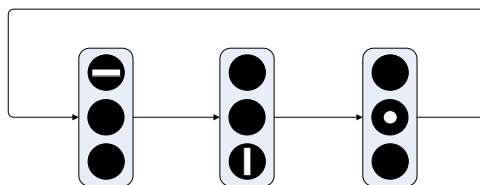


图 B.2 有轨电车通行信号灯显示转换顺序

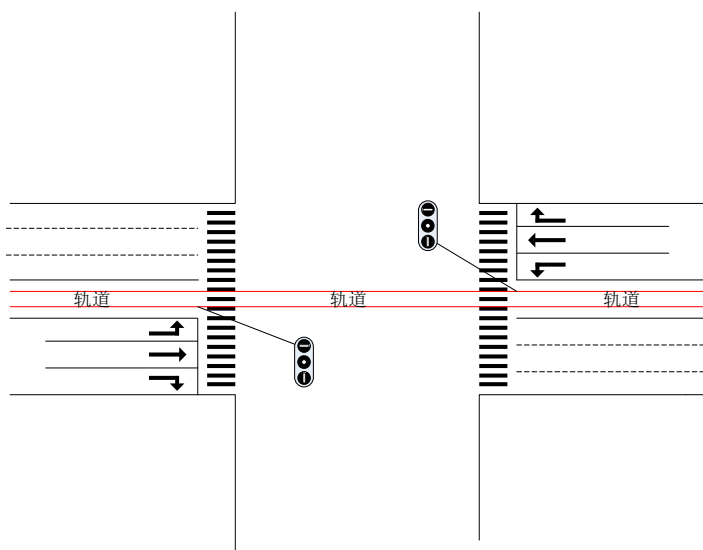


图 B.3 有轨电车通行信号灯设置位置

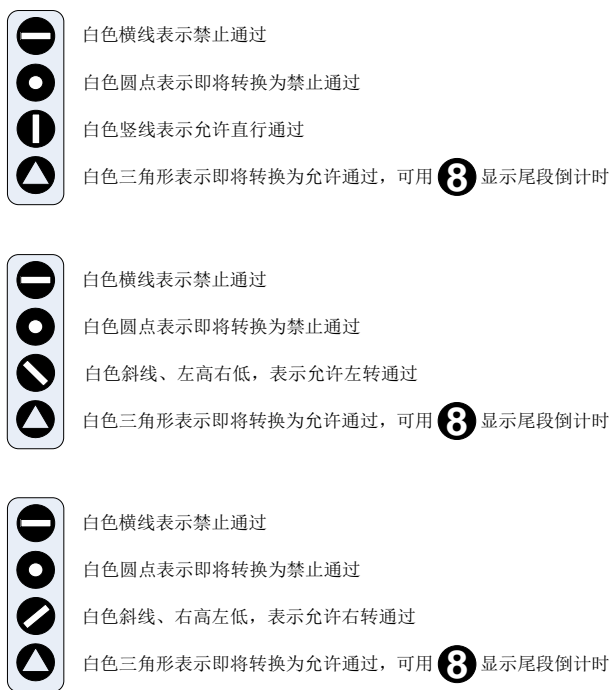


图 B.4 设有预告信号的有轨电车通行信号灯

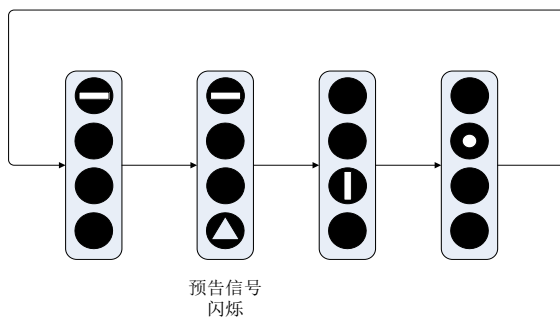


图 B.5 设有预告信号的有轨电车通行信号灯显示转换顺序