

北京市地方标准

有轨电车工程设计规范

Code for design of modern tram engineering

DB11/T 1707—2019

主编单位：北京城建设计发展集团股份有限公司

批准部门：北京市规划和自然资源委员会

北京市市场监督管理局

实施日期：2020年7月1日

2020 北京

北京市规划和自然资源委员会 关于实施北京市地方标准 《有轨电车工程设计规范》的通知

京规自发〔2020〕93号

各有关单位：

为适应北京市有轨电车工程建设及发展需要，规范有轨电车工程规划及设计，北京市规划和自然资源委员会组织制定了北京市地方标准《有轨电车工程设计规范》（DB11/T 1707-2019），并已与北京市市场监督管理局联合发布，现将有关事项通知如下：

《有轨电车工程设计规范》（DB11/T 1707-2019）自2020年7月1日起实施，自实施之日起，请各单位在开展北京市行政区域内采用钢轮钢轨制式有轨电车工程的规划及设计工作中按照本规范认真执行。

本标准由北京市规划和自然资源委员会归口管理。

特此通知。

北京市规划和自然资源委员会

2020年3月17日

北京市地方标准公告

2019 年标字第 16 号（总第 254 号）

以下 2 项北京市地方标准经北京市市场监督管理局批准，由北京市市场监督管理局、北京市规划和自然资源委员会共同发布，现予以公布（见附件）。

附件：批准发布的北京市地方标准目录

北京市市场监督管理局 北京市规划和自然资源委员会

2019 年 12 月 29 日

附件

批准发布的北京市地方标准目录
(2019 年标字第 16 号、总第 254 号)

序号	标准号	标准名称	被修订标准号	批准日期	实施日期
1	DB11/ 1706-2019	文物建筑防火设计规范		2019-12-23	2020-4-1
2	DB11/T 1707-2019	有轨电车工程设计规范		2019-12-23	2020-7-1

注：以上地方标准文本可登录北京市市场监督管理局网站（scjgj.beijing.gov.cn）中原北京市质量技术监督局网站（zjj.beijing.gov.cn）或首都标准网（www.capital-std.com）查阅。

前 言

为促进北京市有轨电车有序发展，落实北京市城市总体规划的要求，体现有轨电车特点和北京地方特色，按照《北京市“十三五”时期城乡规划标准化工作规划（2016—2020）》和原北京市质量技术监督局《关于印发2017年北京市地方标准制修订项目计划的通知》（京质监发〔2017〕2号）的要求，经北京城建设计发展集团股份有限公司会同有关单位共同编制、认真研究、反复讨论和修改，完成了本规范的编制工作。

本标准共分19章和3个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、规划、运营组织与管理、交通综合设计、车辆、限界、线路、轨道、路基、结构、车站建筑、供电、运营监控系统、车场、景观与绿化、环境保护、节能。

本规范由北京市规划和自然资源委员会归口管理，北京市城乡规划标准化办公室负责日常管理，北京城建设计发展集团股份有限公司负责具体技术内容解释。

本标准执行过程中如有意见和建议，请寄送至北京市城乡规划标准化办公室，以供今后修订时参考。（电话：55595000，邮箱：bjbb3000@163.com）

本规范主编单位：北京城建设计发展集团股份有限公司

本规范参编单位：北京市城市规划设计研究院

本规范主要起草人员：冯爱军、贺鹏、郝小亮、周嗣恩、李晨曦、陈璐、李猛、王锋、周洁、徐寿伟、赵晓华、郭云涓、郑洁、段俊萍、周菁、岳晓东、刘雅祯、郭泽阔、王玉、邱丽丽、盖春英、邢星、丁强、刘贺、延波、叶晓平、彭彦彬、蒋丽娟、张喆、刘高原、李琦

本规范主要审查人员：韩宝明、郭建平、董海霞、郑凤霞、郑晓薇、张民才、孙壮志

本规范主要编审人员：张亚芹、周楠森、曹跃进、郭文军、韩迪、祝京川、邢冬梅、白同宇、美丽斯

目次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	规划	4
4.1	一般规定	4
4.2	需求分析与客流预测	5
4.3	线网规划	5
4.4	线路规划	6
4.5	运营组织规划	6
4.6	车场规划	6
4.7	用地控制规划	7
5	运营组织与管理	8
5.1	一般规定	8
5.2	运营规模	8
5.3	运营组织	8
5.4	配线设计	8
5.5	运营管理方案	9
6	交通综合设计	10
6.1	一般规定	10
6.2	平面交叉口交通组织	10
6.3	平面交叉口信号控制	11
6.4	行人过街	11
6.5	交通衔接	12
7	车辆	13
7.1	一般规定	13
7.2	车辆编组	14
7.3	基本要求	14
7.4	车体及车辆连接	15
7.5	空调系统	15
7.6	转向架	15
7.7	制动系统	15
7.8	牵引及辅助电源系统	15
7.9	通信、广播、视频监控及信息显示系统	16
7.10	控制和诊断系统	16
7.11	安全设施和应急措施	16

8	限界	17
8.1	一般规定	17
8.2	基本参数	17
8.3	设备限界	17
8.4	建筑限界	17
8.5	轨行区管线设备布置	19
9	线路	20
9.1	一般规定	20
9.2	线路平面	21
9.3	线路纵断面	22
10	轨道	24
10.1	一般规定	24
10.2	基本技术要求	24
10.3	轨道部件	25
10.4	道床结构	26
10.5	无缝线路	26
10.6	减振轨道结构	26
10.7	附属设备	26
11	路基	27
11.1	一般规定	27
11.2	基床	27
11.3	路堤	28
11.4	路堑	28
11.5	工后沉降	29
11.6	路基变形观测	29
11.7	路基防护	29
12	结构	30
12.1	车站结构	30
12.2	桥涵结构	30
13	车站建筑	33
13.1	一般规定	33
13.2	总平面布局	33
13.3	平面设计	33
13.4	站台	34
13.5	候车廊	34
13.6	服务设施	35
13.7	人行天桥和地道	35
13.8	防火与疏散	35
13.9	无障碍设计	35
14	供电	37
14.1	一般规定	37
14.2	外部电源与中压网络	37

14.3	变电所	37
14.4	牵引网	38
14.5	充电桩	38
14.6	架空接触网	38
14.7	接触轨	38
14.8	杂散电流与接地	39
14.9	电力调度系统	39
14.10	动力照明	39
14.11	电缆敷设	39
15	运营监控系统	40
15.1	一般规定	40
15.2	运营调度系统	40
15.3	正线道岔控制系统	40
15.4	路口接近检测系统	40
15.5	车场联锁系统	40
15.6	综合通信系统	41
15.7	售检票系统	41
15.8	电源系统	41
16	车场	42
16.1	一般规定	42
16.2	车场的功能、规模及总平面布置	42
16.3	车辆运用整备设施	43
16.4	车辆检修设施	45
16.5	维修中心	46
16.6	救援设施	46
16.7	站场设计	46
17	景观与绿化	48
17.1	一般规定	48
17.2	车站	48
17.3	架空接触网	48
17.4	照明	48
17.5	绿化	48
18	环境保护	49
18.1	一般规定	49
18.2	噪声与振动控制	49
18.3	污水与废水处理	49
18.4	大气污染防治	49
18.5	电磁防护	50
19	节能	51
19.1	一般规定	51
19.2	建筑	51
19.3	运营	51

19.4	车辆	51
19.5	供电	51
19.6	照明	51
19.7	给水与排水	52
19.8	运营监控系统	52
附录 A	有轨电车车辆限界图（一）	53
附录 B	有轨电车车辆限界图（二）	54
附录 C	曲线段设备限界几何加宽量（未含超高旋转）	55
	本规范用词说明	56
	引用标准名录	57
	条文说明	59

CONTENTS

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirement	3
4	Planning	4
4.1	General requirement	4
4.2	Demanding analysis and Passenger Flow Forecast	5
4.3	Network planning	5
4.4	Route planning	6
4.5	Operation Organization planning	6
4.6	Depot planning	6
4.7	Land use planning	7
5	Operation management	8
5.1	General requirement	8
5.2	Operation scale	8
5.3	Operation Organization	8
5.4	Operation sidings	8
5.5	Operation management	9
6	Integrated transport design	10
6.1	General requirement	10
6.2	Intersections	10
6.3	Signalling at intersections	11
6.4	Pedestrian footways and crossings	11
6.5	Traffic connections	12
7	Vehicles	13
7.1	General requirement	13
7.2	Trainset design	14
7.3	Basic requirement	14
7.4	Tram body and connectors	15
7.5	Air conditioners	15
7.6	Bogie	15
7.7	Braking system	15
7.8	Traction and supplementary electrical system	15
7.9	Communication, broadcast, CCTV and information display systems	16
7.10	Control and diagnosis system	16
7.11	Security and emergency facilities	16

8	Clearance	17
8.1	General requirement	17
8.2	Basic parameters	17
8.3	Tramway clearance	17
8.4	Infrastructure clearance	17
8.5	Utility tunnel design	19
9	Alignment	20
9.1	General requirement	20
9.2	Horizontal alignment	21
9.3	Vertical alignment	22
10	Track work	24
10.1	General requirement	24
10.2	Basic technical requirements	24
10.3	Track parts	25
10.4	Track-bed structure	26
10.5	Seamless track	00
10.6	Vibration damping track structure	26
10.7	Affiliated equipment	26
11	Subgrade engineering	27
11.1	General requirement	27
11.2	Subgrade bed	27
11.3	Embankment	28
11.4	Cutting	28
11.5	Settlement	29
11.6	Observation on displacement	29
11.7	Protection	29
12	Structure	30
12.1	Structure	30
12.2	Bridge and Culvert	30
13	Station	33
13.1	General requirement	33
13.2	General Layout design	33
13.3	Layout design	33
13.4	Platform	34
13.5	Waiting zone	34
13.6	Service facilities	35
13.7	Pedestrian bridge and underground passage	35
13.8	Fire prevention and evacuation	35
13.9	Barrier free design	35
14	Power supply and distribution	37
14.1	General requirement	37
14.2	Extenal power and Middle-voltage network	37

14.3	Substation	37
14.4	Traction power network	38
14.5	Charging pile	38
14.6	Catenary	38
14.7	Contact rail	39
14.8	Stray current protection and grounding	39
14.9	Electric power dispatching system	39
14.10	Power and lighting	39
14.11	Cable laying and cable trench	39
15	Operating monitor and control system	40
15.1	General requirement	40
15.2	Operation dispatch system	40
15.3	Turnout control system on main lines	40
15.4	Intersection approaching monitoring	40
15.5	Depot interlock system	40
15.6	Integrated communication system	41
15.7	Fare collection	41
15.8	Power supply	41
16	Depots	42
16.1	General requirement	42
16.2	Function, scale and general layout	42
16.3	Maintenance facilities	43
16.4	Examine and repair	45
16.5	Repair center	46
16.6	Rescue facilities	46
16.7	Layout design	46
17	Tramway aesthetics and geometry design	48
17.1	General requirement	48
17.2	Station	48
17.3	Catenary	48
17.4	Lighting	48
17.5	Greening	48
18	Environmental protection	49
18.1	General requirement	49
18.2	Noise and vibration control	49
18.3	Sewerage and effluent dispose	49
18.4	Air pollution prevention and cure	49
18.5	Electromagnetic protection	50
19	Energy efficiency	51
19.1	General requirement	51
19.2	Station and others	51
19.3	Operation organization	51

19.4	Vehicles	51
19.5	Power supply.....	51
19.6	Lighting	51
19.7	Water supply and drainage	52
19.8	Operation monitoring	52
Appendix A	Layout of tram vehicle clearance (I)	53
Appendix B	Layout of tram vehicle clearance (II)	54
Appendix C	Geometric widen at curved segment on facility clearance (ultra-high rotation not included).....	55
	Explanation of wording in this code	56
	Quoted standard list	57
	Explanation items	59

1 总 则

1.0.1 为适应北京市有轨电车工程的建设及发展需要，规范有轨电车工程的规划及设计，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于北京市行政区域内采用钢轮钢轨制式有轨电车工程的规划及设计。

1.0.3 有轨电车工程的规划设计应符合北京市城市总体规划、城市综合交通规划、专项规划，遵循先行规划、适时建设、近远期结合的基本理念，贯彻“功能清晰、用地协同、规划协调、地面为主、景观一体”的规划原则，坚持以人为本、安全可靠、功能合理、经济美观、技术先进、环境友好、节能环保的设计原则。

1.0.4 有轨电车工程设计除应符合本规范外，尚应符合国家、行业和北京市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 有轨电车 tramway

采用低地板、铰接式、钢轮钢轨、电力牵引的电车车辆，多种路权方式，以地面线路为主的中低运量轨道交通系统。

2.0.2 路权 right of way

一种交通系统在一定的空间和时间内使用通道，进行交通活动的权利，包含通道的通行权、优先权和占有权。有轨电车线路的路权管理按照与通道系统的关系，可分为独立路权、半独立路权和共享路权。

2.0.3 线网规模 length of network

主要反映有轨电车供给水平的技术指标，是指有轨电车线网各正线敷设长度之和，单位为 km。

2.0.4 复线系数 line multiple coefficient

主要反映有轨电车网络化运营组织程度的技术指标，是指有轨电车运营线路规模与线网规模之比。

2.0.5 设计最大运输能力 designed maximum transport capacity

线路某个区段一小时设计单向最大乘客通过量，单位为万人 / 小时。

2.0.6 满载率 capacity rate

在单位时间内，在指定的区间或范围，列车实际（或预测）载客人数与列车定员之间的比值或百分数。

2.0.7 配线 sidings

除正线、车场线、试车线外，在运行过程中为列车提供收发车、折返、联络、安全保障、临时停车等功能服务，通过道岔与正线或相互联络的轨道线路。包括折返线、渡线、联络线、临时停车线、出入线、安全线等。

2.0.8 脱轨系数 derailment coefficient

车辆运行时，在某一瞬间，车轮作用于钢轨上的侧压力与垂直载荷的比值。

2.0.9 信号优先 intersection signal priority

为保证有轨电车优先通过道路平面交叉口，而设置与地面道路交通联动控制的列车优先（不同程度）通过信号。

2.0.10 运营监控系统 operating monitor and control system

实现有轨电车运营安全及智能控制的弱电集成系统。由综合运营调度、综合通信、正线道岔控制、路口列车检测、车场联锁、售检票等核心子系统组成。

2.0.11 车场 depots

有轨电车系统的车辆停修和资源保障基地，具有车辆运用、检修、设备系统维修、物资存储以及人员培训的功能。根据承担功能、任务范围的不同，划分为停车场、修车场。

3 基本规定

3.0.1 有轨电车应适用于远期高峰小时断面客流不大于 1.5 万人次的城市客运交通线路，可在特定功能区或特定客运走廊承担地面骨干公共交通功能。

3.0.2 有轨电车的设计年限宜分为近、远两期，分别为建成通车后第 5 年和第 20 年。工程建设范围内的桥梁、隧道、路基、管线通道等土建工程宜按远期规模一次建成；车场、车站可分期建设，其用地范围宜按远期规模控制；运营车辆配置数量宜按近期设计客运能力配置；系统运营设备可分阶段进行配置。

3.0.3 有轨电车的设计应遵照网络化运营理念，确定线路走向及起讫点、预测客流量级，选择车型和编组、综合确定车场选址和资源共享等内容。

3.0.4 有轨电车应根据客流规模及特征综合分析确定发车间隔、行车交路、旅行速度等技术参数。

3.0.5 线路系统设计最小行车间隔不宜大于 4min。

3.0.6 有轨电车宜地面敷设，局部可采用高架或地下敷设。

3.0.7 线路宜采用半独立路权，旅行速度不宜低于 18km/h。

3.0.8 线路近期建设规模应根据有轨电车客流需求和建设时序要求，确定工程规模及后续工程的预留条件。在线路交叉点，宜将近期建设线路的路基、轨道基础、线网道岔、预留管线等土建工程一次建成。

3.0.9 近期车辆配置数量和列车编组长度应满足客流需求，线路高峰小时发车间隔不宜大于 10min。

3.0.10 新建地下结构、高架桥梁等主体结构工程，设计使用年限应为 100 年；车站及车场各种地面设施，设计使用年限应符合现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB50352 中的规定；有轨电车用地范围内的路面结构工程，设计使用年限宜参照现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ37 中主干路的规定。

3.0.11 有轨电车的车站应加强与大运量轨道交通、常规公交等其他交通方式的衔接。

3.0.12 有轨电车工程应满足无障碍要求。

3.0.13 沿线路敷设的市政管线宜迁改至有轨电车运营安全范围之外，对横穿线路的市政管线应采取保护措施。

3.0.14 有轨电车线路应结合沿线环境条件进行景观设计，做到与区域景观协调一致。

3.0.15 工程设计应满足环评、节能及文物保护的有关规定。

3.0.16 有轨电车车辆与机电设备应按照标准化、系列化的原则，选用安全可靠、经济适用、技术先进的成熟产品。

4 规 划

4.1 一般规定

4.1.1 有轨电车规划的范围应符合下列规定：

- 1 应与城市总体规划范围一致。城市集中建设区应为规划编制的重点；
- 2 应以分区规划为规划编制的重点范围，并应包含临近分区的衔接范围。

4.1.2 有轨电车规划应与城市发展、空间形态、用地布局相协调，与对外交通、大运量轨道交通、常规公交、自行车和步行等各交通子系统的发展相融合。

4.1.3 有轨电车规划应与城市道路网专项规划、城市轨道交通线网规划相协调。

4.1.4 有轨电车规划应包含线网规划和线路规划，线网规划应提前编制。未编制线网规划的区域不得编制线路规划。

4.1.5 线网规划应包括远期线网规划和近期建设时序建议。远期线网规划年限应与城市总体规划的规划期限一致；近期线路建设年限应与城市近期建设规划的期限一致。并提出远景线网概念方案。

4.1.6 线网规划应包括以下内容：

- 1 规划概况；
- 2 有轨电车规划建设的必要性分析；
- 3 城市（或区域）发展现状及规划情况；
- 4 交通需求分析；
- 5 有轨电车功能定位、发展目标与发展策略；
- 6 线网规划方案与评价；
- 7 公共交通（含轨道）线网的协调性分析；
- 8 车场规划；
- 9 用地控制规划；
- 10 交通组织与衔接规划；
- 11 近期建设规划；
- 12 规划实施建议。

4.1.7 线网规划成果应包括规划文本、说明书、规划图纸以及相关附件。

4.1.8 线路规划方案应包括以下内容：

- 1 规划概况；
- 2 线路功能定位及建设必要性；
- 3 需求分析与客流预测；
- 4 线网关系研究；
- 5 线路沿线现状及规划条件；
- 6 线站位与道路一体化研究；
- 7 方案比选与评价；
- 8 车辆选型研究；
- 9 运营组织；
- 10 车场规划；

- 11 交通组织与衔接规划；
- 12 沿线交通、市政设施规划；
- 13 沿线可储备土地情况及用地调整建议；
- 14 线路实施重难点。

4.1.9 线路规划方案成果应包括规划说明和规划图纸。

4.2 需求分析与客流预测

4.2.1 线网规划的基础资料，应符合下列规定：

- 1 应包括城市、综合交通、公共交通等方面的现状与规划；
- 2 规划资料应是最新批复的相关规划成果。现状资料应结合现状调查，能反映城市交通系统的现状特征和存在的问题；
- 3 城市、综合交通、公共交通状况的调查数据，宜采用上一年度数据，居民出行调查数据应采用5年内的城市综合交通调查数据；
- 4 可在城市综合交通调查数据的基础上，进行补充调查。

4.2.2 线网规划的交通需求分析，应符合下列规定：

- 1 应确定线网规模、评价线网方案、研究建设时序、控制设施用地等内容；
- 2 交通需求分析的年限应包括基准年和预测年，与有轨电车线网规划的年限一致，分为近期和远期；
- 3 交通需求分析范围应涵盖有轨电车线网规划范围，并可扩大至客流有效吸引范围；
- 4 预测内容应包括各预测年的全方式出行总量、出行分布、方式划分，以及有轨电车客运量、客运量分布和客运量分配等；

4.2.3 线网规划的客流预测，应符合下列规定：

- 1 方案评价指标应包括：出行总量、出行分担率、平均出行时耗、负荷强度、客运周转量、平均运距、换乘系数等；
- 2 应进行客流预测的深化分析，应包括：全日客流量、客运周转量、负荷强度、客流密度、断面客流量、单向最大断面客流量、客流方向不均衡系数、平均运距、平均乘车时间、换乘量、换乘系数等；
- 3 应进行有无有轨电车线网规划对道路交通影响的场景对比分析，分析指标包括：各等级道路通车公里数、车小时数、平均运行速度、平均饱和度等；
- 4 应分析说明模型预测结果与模型参数取值之间的关系，并应选择对预测结果影响显著的参数进行敏感性分析。

4.3 线网规划

4.3.1 线网规划应提出有轨电车在城市或区域发展中的适用性、发展目标和功能定位。

4.3.2 线网规模应根据经济发展水平、用地布局、职住关系、交通需求水平、公交服务水平、道路运行状况等因素确定。

4.3.3 线网规划应引导城市用地开发。在城市新建地区，有轨电车走廊宜沿城市中高强度开发区域、公共服务中心区、公共活动中心区、就业集中地区、城市客运枢纽和主要客流集散点布局。在城市建成区，有轨电车走廊应与沿线用地规划、地铁走廊、地面公交走廊相协调。

4.3.4 线网应按照地面公交化模式，共线或共区段等方式形成网络化规划布局。在后续设计、运营阶段应保持网络化布局的连续性、一致性和协调性。

4.3.5 多条有轨电车线路交汇形成的有轨电车换乘枢纽，宜与城市对外交通枢纽、轨道交通站点、公交

枢纽等一体化设置。

4.3.6 线路应根据沿线用地布局、道路情况及道路交通量强度水平，应选择以地面有轨电车为主的公共交通专用路或有轨电车和社会车辆共廊道等组织形式。

4.3.7 有轨电车线网宜选用直连直通的线网衔接方式，线路间宜设置联络线。

4.3.8 有轨电车近期建设规划，应与片区更新、街道品质提升、道路建设相协调。

4.3.9 线网规划应建立包括服务水平、线网结构、社会经济、环境景观等内容的综合评价指标体系，宜采用综合评价分析法，对有轨电车线网规划方案进行整体效益评价。

4.4 线路规划

4.4.1 线路规划应依据线网规划，进行建设必要性分析，选择近期建设的线路，提出线路的功能定位和规划指标要求。

4.4.2 线路车站的设置应与规划用地相协调，且起终点站不宜布设在客流大断面位置。

4.4.3 线路走向应与客流分布一致，宜沿生活性交通走廊布设，可结合绿化带设置；不宜沿高速公路、城市快速路等交通性走廊，以及货运通道布设。

4.4.4 线路横断面布置可分为路中式和路侧式。应结合城市交通特征、交通组织和道路功能要求，合理布设断面型式。

4.4.5 规划线路横断面宽度，应根据车辆宽度、布置形式、安全隔离设施、供电方式等，并参照限界确定。

4.4.6 车站宜与站点周边 300m~500m 范围用地一体化规划与开发建设，且应与周边地铁站点相衔接。

4.4.7 站点宜按照步行、自行车、地面公交等交通方式的次序布局接驳换乘设施，自行车和公交接驳设施应布置在车站出入口最近处，与出入口的距离不宜大于 50m，不应大于 150m。

4.5 运营组织规划

4.5.1 有轨电车宜采用地面公交化的运营模式，且各线路间应规划建设或预留互联互通的条件。

4.5.2 有轨电车线路运营组织应结合地面道路交通运行状况、运营调度需求等因素，确定线路长度。单条线路的长度宜控制在 10km~20km。

4.5.3 有轨电车线路工程应根据线网规划要求，结合线路敷设方式、运营要求等，确定线路的复线系数，并按照复线系数规划布设线路。一般复线系数不应小于 1.4。

4.5.4 有轨电车线路工程应根据车辆运营调度需求，可在线路起终点及部分中途车站设置停车线。

4.6 车场规划

4.6.1 应明确车场的功能定位、规划布局、用地规模等内容。

4.6.2 应根据资源共享模式，整体布局车场的选址规划和设备设施的维修基地。

4.6.3 车场布局应靠近有轨电车正线，减少出入线的长度。

4.6.4 车场用地规模应符合下列规定：

1 线网规划阶段，线路运营组织尚不明确的情况下，车场用地总规模宜按 0.3 ~ 0.5 公顷 / 正线公里控制。

2 线路规划阶段，应根据运营组织方案、远期配属车辆规模等因素，确定停车场、修车场的用地规模。平均每辆车控制指标应按下式计算：

$$S_{\text{单车控制指标}} = S_{\text{折算系数}} \times S_{\text{单车实际停放面积}} \quad (\text{公式 4.6.4})$$

$S_{\text{单车控制指标}}$ ——平均每辆车的控制指标，单位为平方米 / 辆车；

$S_{\text{单车实际停放面积}}$ ——平均每辆车的停放面积，不包含通道面积，单位为平方米 / 辆车；

$S_{\text{折算系数}}$ ——标准化换算系数，一般停车场、修车场的取值宜分别为 10~15、15~20。

4.6.5 应提出综合开发利用和立体化布局的可行性论证方案，明确开发内容、性质和规模。

4.7 用地控制规划

4.7.1 应提出线路区间、车站、车场和变电所等的用地控制要求。

4.7.2 用地控制范围的划定应符合下列规定：

1 位于道路红线范围内的线路，线路区间控制范围不宜小于 8m，侧式车站段不宜小于 10m，岛式车站段不宜小于 12m；多条线路汇聚的站点应根据线路条数增加控制规模。

2 位于道路红线范围外的线路（包括变电所及车场），其用地线及控制范围应符合现行地方标准《城市轨道交通工程设计规范》DB11/995 的规定。

4.7.3 用地控制范围内，不应设置平行的大型地下管线，相交地下管线宜协调好与有轨电车的建设时序，预留工程措施。

5 运营组织与管理

5.1 一般规定

- 5.1.1 有轨电车运营组织设计应在规划的基础上，明确系统制式、运营服务标准、运营规模、运营路线、配线方案以及运营管理模式。
- 5.1.2 系统制式选择应以客流预测为基础，满足运营服务标准。
- 5.1.3 运营规模应在满足系统竞争力及服务水平的条件下，遵循提高运营效率、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。
- 5.1.4 运营管理模式应明确车辆运行规则、调度指挥、运营辅助系统、维修保障系统和人员组织等内容。
- 5.1.5 配线设计应结合线路特征及用地条件灵活设置。
- 5.1.6 有轨电车系统应设置完备的运营预案，并应包括正常、非正常、紧急运营状态下的运营方案。

5.2 运营规模

- 5.2.1 有轨电车设计最大运输能力应与相交路口的通行能力相匹配，线路通道能力远期设计高峰小时发车间隔不宜大于 4min，且宜采取必要的保障措施和行车优先策略。
- 5.2.2 有轨电车车辆载客能力宜按照车厢空余面积站席乘客不超过 6 人 / m² 进行配置，超员标准为 8 人 / m²。
- 5.2.3 线网运营方案中，单独运营路线各阶段发车间隔不宜大于 10min，骨干线路通道发车间隔近期不宜大于 5min，远期应根据系统能力进行设计。
- 5.2.4 旅行速度应根据车辆动力性能、线路、车站分布、交叉口分布、交叉口信号延误等因素综合确定。
- 5.2.5 近期车辆配置数量应按近期运营路线、最大高峰小时断面客流量、列车定员、满载率及网络化运营需求进行配置；后期可根据客运量增长的需要增购。

5.3 运营组织

- 5.3.1 运营设计宜组织共线、区段等运营模式，实际开行方案应根据线网客流数据及基础服务水平进行设计。
- 5.3.2 多线共线运营时，对于线路、站台等资源，不同路线的列车宜按照先到先占用的原则分配。
- 5.3.3 有轨电车最大停站时间应根据预测客流规模计算得出，计算参数取值要充分考虑路口信号延时、车门宽度、售检票方式、站台空间、乘客乘降客流组织方式等对上下车速度的影响。
- 5.3.4 有轨电车过路口需减速运行，进入及通过平面交叉路口速度不宜超过 30km/h。

5.4 配线设计

- 5.4.1 配线根据功能需求，可设置单渡线、联络线、出入线、折返线、停车线等。
- 5.4.2 可采用站前折返、站后折返、回转折返等多种折返方式，起终点站、中间折返站应设置折返线或环线回转线等折返设施。
- 5.4.3 单渡线的设置应根据运营组织模式及路口交通状况等因素，设置间距宜控制在 2 ~ 3km 范围内。在拥堵路口应根据线路条件设置单渡线。
- 5.4.4 联络线应根据线网运营方案需求进行设计，同一路口联络线不宜超过 2 组。
- 5.4.5 车场位于线路中间路段时，出入线宜设为“八”字式。接轨点距离现状路口间距应满足道路交通

相关法规要求。

5.5 运营管理方案

5.5.1 有轨电车系统运营管理设计应包含行车组织、客运组织、乘务管理、票务管理、车辆及设备系统维护管理。

5.5.2 有轨电车可采用单一票价或计程票价制。

5.5.3 有轨电车售检票方式应根据车站用地条件、客流规模、车辆条件等因素确定，可采用车上售检票、车站售检票、车站售票 / 车上检票三种模式。当采用车上售检票方式时，应在醒目位置标明上车门、下车门；当对上下车门不做规定时，各车门均需设置售检票设备设施。

5.5.4 有轨电车系统应设运营调度机构，具备对车辆运行、供电、客运服务等系统进行集中指挥或监控的能力。

5.5.5 运营管理机构应满足运营管理任务的要求，采用的组织机构应能实现安全、高效管理。运营管理定员指标宜控制在 25 人 / km 以下。

5.5.6 应制定正常运营、非正常运营情况下的行车组织、车辆控制与运行管理模式及突发事件应急处置方案。

5.5.7 有轨电车起终点站、关键中间站宜设置司乘人员交接班及必要的管理用房。

6 交通综合设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 有轨电车工程应进行交通综合设计，设计内容应包含交通组织设计和交通信号控制方案。
- 6.1.2 交通综合设计应根据与不同等级市政道路的衔接关系，兼顾有轨电车系统与道路系统的技术要求。
- 6.1.3 交通综合设计应根据路网、交通流量与流向、用地条件和路权要求采取人车分隔、机非分隔、有轨电车与社会车道分隔的措施。

6.2 平面交叉口交通组织

- 6.2.1 平面交叉口的交通组织设计应合理布设有轨电车、人行道、非机动车道和机动车道。
- 6.2.2 平面交叉口的交通组织设计应设置交叉口标志、标线和信号灯等交通设施。
- 6.2.3 有轨电车应设置专用标志，并与道路交通标志、标线配合使用，应符合道路使用的功能要求。
- 6.2.4 平面交叉口的交通组织应符合现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ37、《城市道路交叉口设计规程》CJJ152、《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ69 和现行地方标准《城市道路空间规划设计规范》DB11/1116 的规定。
- 6.2.5 平面交叉口的交通组织设计应符合交叉口视距三角形的要求，视距三角形内不得有高出路面 1.2m 的妨碍驾驶员视线的障碍物。有轨电车的安全停车视距取值应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 交叉口视距三角形要求的有轨电车安全停车视距

交叉口有轨电车限速 km/h	40	35	30	25	20	15	10
安全停车视距 m	80	65	50	40	30	20	10

- 6.2.6 有轨电车车道在平面交叉口处的布置应符合下列规定：
- 1 共享路权区段，在平面交叉口的进口道，有轨电车车道只能与一条行驶方向相同的机动车车道混行；
 - 2 专用道区段，在平面交叉口的进口道，机动车进口道渠化方案应与线路走向相协调。机动车相位与有轨电车通行相位有冲突时，应禁止该相位通行或设置单独车道与相位；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，并设左转专用相位；
 - 3 采用路中布设线路的平面交叉口，不宜通过压缩中央分隔带的方式增加机动车左转专用车道；
 - 4 采用路侧布设线路的平面交叉口，进口道展宽段与展宽渐变段的长度，应符合线路线形要求和现行行业标准《城市道路交叉口设计规程》CJJ152 的有关规定。
- 6.2.7 由于线路转弯而形成的转角交通岛，宜设置实体交通岛，并设置与有轨电车线路之间的防护措施，内侧宜设置右转机动车专用车道，交通岛兼作行人与非机动车过街安全岛时，应满足行人与非机动车待行的需求。
- 6.2.8 在安全岛上设置的人行信号灯、有轨电车信号灯、架空接触网宜共杆安装，立柱位置不应影响安全驾驶视线。在安全岛上不宜设置供电设备和信号设备的机箱、机柜。
- 6.2.9 交叉口范围内的接触网立柱不应侵入道路建筑限界，并应有限高警示；立柱周边设安全防护岛及防撞墩。
- 6.2.10 有轨电车宜在进口道设置含有有轨电车的分车道标志牌，在出口道宜设置有轨电车专用路权标志，在横向相交道路进口道或其他道路冲突点宜设置有轨电车警示标志。

6.2.11 有轨电车专用车道与社会车道宜采用隔离设施。

6.2.12 有轨电车通行的交叉口内宜设置机动车导流标线，有轨电车通行区域应设置明显标识。

6.3 平面交叉口信号控制

6.3.1 交叉口信号控制方案宜采取有轨电车优先通行的策略。

6.3.2 有轨电车线路与相交道路、人行横道的平面交叉口应采用信号控制，设道路交通信号灯和有轨电车通行信号灯。

6.3.3 道路交通信号灯控制系统应具备信号优先的功能，有轨电车信号应接入道路信号机，与道路交通信号灯联动，由道路交通信号控制系统控制。

6.3.4 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。

6.3.5 错位 T 型路口，错位间距小于 50m 时，可视为一个十字路口或斜交路口设置信号灯。错位间距大于 50m 时，可视为两个 T 型路口，或根据有轨电车实际车长确定。

6.3.6 平面交叉口相位设计，宜将有轨电车相位与同方向机动车相位合并。

6.3.7 平面交叉口相位设计，应考虑不同线路布置形式在平面交叉口相互转换的因素，合理设置信号周期和相位数。

6.3.8 应针对有轨电车车辆尺寸、动力参数、交叉口大小及车辆串行要求，核算车辆通过平面交叉口的最小绿灯时间，有轨电车相位的绿灯时间应大于最小绿灯时间。

6.3.9 平面交叉口设计，应根据高峰小时正线道路与相交道路的机动车流量的相对关系，确定交通信号控制方案，并应符合下列规定：

- 1 相交道路机动车流量大于正线道路机动车流量，宜采用固定配时的信号控制方案；
- 2 相交道路机动车流量与正线道路机动车流量大体相当，或略小于正线道路交通流量时，宜采用相对优先的信号控制方案；
- 3 交叉口满足设置信号控制的最低要求，并且相交道路机动车流量明显小于正线道路交通流量时，宜采用绝对优先的信号控制方案；
- 4 交叉口不满足设置信号控制的最低要求时，宜对该路口做右进右出处理，并设置闪光警告信号灯等交通安全设施。

6.3.10 平面交叉口信号配时设计，延长绿灯时间或缩短红灯时间应符合下列规定：

- 1 应满足行人过街时间要求，宜按照步行速度 1m/s 计算行人穿越道路所需时间。
- 2 应以最小绿灯显示时间作为计算绿灯延时显示时间的计算依据；
- 3 在同一信号周期内不能同时延长和缩短有轨电车所在的相位时间；
- 4 应满足无障碍的要求。

6.4 行人过街

6.4.1 行人交通系统应设置无障碍设施，人行横道信号灯宜配置过街音响提示装置，设置应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的规定。

6.4.2 有轨电车路段连续封闭超过 500m 时，宜设置路段行人过街通道。若需更短间距设置，宜采用天桥或地道等人行立体过街设施，天桥或地道应符合现行行业标准《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ69 和现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的规定。有轨电车路中布设时，机动车道宽度超过 16m 时，路段人行过街横道中宜设置宽度不小于 1.5m 的过街安全岛。

6.4.3 人行横道应规避道岔的转辙器部位（尖轨处），并设置不小于 1.5m 的保护距离。

6.4.4 有轨电车路段设置人行横道时，应根据交通量及视距等因素设置行人专用信号灯。

6.4.5 有轨电车车站在以下情况应采用立体过街：

- 1 乘客进出站穿越快速路；
- 2 在商业或轨道交通车站、交通枢纽等区域与已有立体过街设施或两侧建筑与地下开发相结合的情况；
- 3 现行行业标准《人行天桥与人行地道技术规范》CJJ69 中规定的需设立体过街的其他情况。

6.5 交通衔接

- 6.5.1 有轨电车应与大运量轨道交通、地面公交、小汽车、自行车等其他交通方式衔接。
- 6.5.2 在道路路中敷设的有轨电车线路不宜与地面公交线路合并设站。
- 6.5.3 有轨电车车站与公交车站的换乘距离宜符合现行地方标准《轨道交通接驳设施设计技术指南》DB11/T 1236 的规定。
- 6.5.4 有轨电车车站周边应根据城市交通需求设置自行车存车设施。

7 车 辆

7.1 一般规定

7.1.1 车辆基本型式应为钢轮钢轨、多模块的低地板车辆。车辆类型及编组应根据客流预测、环境条件、线路条件、运输能力要求等因素比较选定，主要技术参数应符合表 7.1.1 的要求。

表 7.1.1 车辆主要技术参数

序号	名称		低地板有轨电车车辆
1	车辆基本长度 (mm)		≤ 48000
2	车体基本宽度 (mm)		2650
3	车辆最大高度 (mm)		≤3700
4	车内客室通道净高 (mm)		≥2000
5	入口处地板面高度 (mm)		≤350
6	客室侧门净宽度 (mm)	双开门	≥1300
		单开门	≥800
7	客室侧门净高度 (mm)		≥1800
8	转向架固定轴距 (mm)		≤1900
9	受电方式		架空接触网方式、地面供电方式、车载储能供电方式
10	受电弓工作高度 (mm)		3900 ~ 5600
11	轴重 (t)		≤12.5
12	紧急制动平均减速度 (m/s²)		≥2.5
13	最高运行速度 (km/h)		70
注：1. 车体基本宽度不包含后视摄像头、后视镜、示廓灯。 2. 车辆最大高度包含车载储能设备。 3. 车厢内地板斜度不超过 6° 4. 减速度条件为 AW2 载荷和车轮半磨耗状态及干燥、清洁、平直的轨道和额定电压下。			

7.1.2 车辆组装后的检查和试验应符合现行国家标准《城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则》GB/T 14894 的相关规定。

7.1.3 车辆应在寿命周期内保持正常运行，同时应具备故障、事故和灾难情况下对人员和车辆救助的条件。

7.1.4 车辆使用的线路条件应符合下列规定：

- 1 采用标准轨距 1435mm；
- 2 正线最小平面曲线半径不小于 30m；车场线和辅助线最小平面曲线半径不小于 25m；
- 3 最小竖曲线半径不小于 500m；
- 4 线路坡度不应大于 60‰（未考虑曲线折减）。

7.1.5 车辆可采用架空接触网、地面受流器或储能装置供电方式。供电电压应符合下表规定：

表 7.1.5 供电电压

额定电压	DC1500V	DC750V
变化范围	DC1000~1800V	DC500~900V

- 7.1.6 车辆客室地板面高度不应低于站台面。
- 7.1.7 车辆应能以规定的速度安全通过最小半径的平面曲线区段，并可在曲线上进行正常摘挂作业。
- 7.1.8 在地面或高架线路上停放的车辆，在 12 级风时应保持稳定。

7.2 车辆编组

- 7.2.1 车辆应采用模块化设计，可由动车模块、拖车模块、中间模块和铰接装置组成，也可由全动车模块和铰接装置组成。
- 7.2.2 车辆模块之间应安装铰接装置，铰接装置分为车体铰接和转向架铰接两种模式。
- 7.2.3 根据运营需求，车辆可重联运行。

7.3 基本要求

- 7.3.1 车辆限界应符合本规范附录 A~ 附录 C 的限界标准。
- 7.3.2 整备状态下的车辆自重不应大于规定值的 3%。
- 7.3.3 车辆动力转向架的每根动轴或同心轴线上的测量轴重与该转向架的测量平均动轴轴重之差不应超过 $\pm 2\%$ 。
- 7.3.4 每个车轮的实际轮重，与该轴两轮平均轮重之差不应超过该轴两轮平均轮重的 $\pm 4\%$ 。
- 7.3.5 车辆应设有架车支座、车体吊装座和复轨标识，并应标注架车、起吊的位置。
- 7.3.6 列车纵向冲击率不应大于 1m/s^3 。
- 7.3.7 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。
- 7.3.8 车辆应采取减振与降噪措施。车辆内部、外部等效噪声应符合现行国家标准《城市轻轨交通铰接车辆通用技术条件》GB/T 23431 的相关规定，测量方法应符合现行国家标准《铁路设施 声学 有轨车辆内的噪声测量》GB/T 3449 规定。
- 7.3.9 车辆上的各种设备冲击、振动水平应符合现行行业标准《铁路应用—机车车辆设备—冲击和振动试验》TB/T 3058 的规定，测量方法应符合现行国家标准《声学—铁路应用—轨道机车车辆发射噪声测量》GB/T 5111 的规定。
- 7.3.10 车辆电气设备电磁兼容性能试验及限值应符合现行国家标准《轨道交通—电磁兼容》GB/T 24338.4 的相关规定。车辆内部、外部电气设备防护应符合现行国家标准《外壳防护等级》GB/T 4208 的相关规定。车辆电气设备及电路的接地保护、绝缘保护、电气安全应符合现行国家标准《铁路设施 铁路车辆 有关电气危险的防护规定》GB/T 21414 的相关规定。车辆电气设备布线、接线宜符合现行行业标准的相关规定。电气配线应符合现行行业标准《机车车辆电缆 第 1 部分：额定电压 3kV 及以下标准壁厚绝缘电缆》TB/T1484.1 的相关规定。车辆电气通信网络电缆应符合现行行业标准《机车车辆电缆 第 4 部分 无卤低烟阻燃通信网络用电缆》TB/T1484.4 的规定。
- 7.3.11 车辆动力学试验宜符合现行国家标准《铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定规范》GB/T 5599 的规定。
- 7.3.12 车辆应采用不燃、低燃和无卤的阻燃材料。
- 7.3.13 列车在超员载荷工况下，当丧失 1/2 或 1/3 动力时，应具有在正线最大坡道上启动和运行到最近车站的能力。在粘着允许的条件下，一列空载列车应具有在最大坡道上牵引另一辆超员载荷的无动力列车运行到下一车站的能力。

7.3.14 车辆应配置轮椅停靠区域，并宜设轮椅辅助固定装置和安全抓手。

7.4 车体及车辆连接

7.4.1 车体应采用不锈钢、碳钢或铝合金材料的整体承载结构。在使用期限内承受正常载荷时不应产生永久变形和疲劳损伤，并应有足够的刚度。

7.4.2 车辆结构设计寿命不应低于 30 年。

7.4.3 车辆模块间设置的电气连接装置应满足车辆通过曲线时安全、可靠的工作，以及方便车辆检修等的分解要求。

7.4.4 车辆两端应设有车钩及吸能装置。

7.5 空调系统

7.5.1 司机室可采用独立空调系统。

7.5.2 车辆应设置独立采暖装置，其采暖能力应符合现行国家标准《城市轻轨交通铰接车辆通用技术条件》GB/T23431 的规定。

7.5.3 空调制冷时，客室按 AW2 载客人数计算的人均新风量不应少于 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，司机室人均新风量不应少于 $30\text{m}^3/\text{h}$ 。

7.6 转向架

7.6.1 转向架应具有运行平稳性、小曲线通过能力、低噪声以及运行安全性。转向架构架设计寿命不应低于 30 年。

7.6.2 车辆走行装置机构可采用通轴轮对转向架或独立轮转向架。独立轮转向架的牵引电机可采用纵向布置。

7.6.3 车轮应采用弹性车轮。根据使用环境，可增加轮缘润滑功能和撒沙装置。

7.6.4 转向架适宜位置应安装排障器。

7.7 制动系统

7.7.1 车辆应采用计算机控制的制动系统，并应具备电制动、液压制动、磁轨制动等制动方式。液压制动应具有相对独立的制动能力，在牵引供电中断或电制动出现故障的情况下应有足够能力使列车安全停车。

7.7.2 常用制动应优先使用电制动。紧急制动应为液压制动。电制动与液压制动应能协调配合，并应满足冲击率限制。当电制动力不足时，液压制动应按总制动力的要求进行补充。

7.7.3 车辆应具备安全制动功能。

7.7.4 停放制动系统应具备在线路最大坡道、列车在最大载荷情况下施加停放制动不会发生溜车的能力。

7.7.5 电制动、液压制动应具有防滑功能。

7.8 牵引及辅助电源系统

7.8.1 车辆应采用交流传动系统。

7.8.2 牵引电机应符合现行行业标准《铁路机车车辆用电子变流器供电的交流电动机》TB/T3001 的规定；牵引电器应符合现行行业标准《铁路应用机车车辆电气设备》TB/T1333 的规定。

7.8.3 受电弓受流时不应对受电器或供电设施造成损伤或异常磨损。受电弓的接触压力应为 $50\text{N} \sim 120\text{N}$ 。

7.8.4 车辆辅助电源系统应具有冗余备用的功能。

7.8.5 车辆应配置蓄电池，容量应能满足故障情况下的应急照明、外部照明、车载安全设备、广播、通讯、应急通风等系统工作不小于 30min 的要求。

7.9 通信、广播、视频监控及信息显示系统

7.9.1 车辆应具有司机与行车控制调度中心进行双向通讯、首尾司机室之间的通讯等功能。

7.9.2 车辆应具有司机对乘客广播及自动报站的装置。客室内应设扬声器，并应设有线路、车站导向标志等乘客信息设施。

7.9.3 车辆驾驶室内、客室内及车辆前端应设置视频监控系统。

7.9.4 客室内应设置乘客手动报警和与司机对讲的装置。

7.9.5 车辆司机室前部宜设运行区段显示装置。

7.10 控制和诊断系统

7.10.1 车辆应采用网络控制系统，与运行安全相关的控制应有冗余措施。

7.10.2 车辆诊断系统应具有接收车辆子系统，包括计算机控制与非计算机控制系统的状态信息、故障信息等功能，并可进行评估、储存，在司机室的显示屏上显示与报警。

7.10.3 车辆主要子系统应具有自诊断功能。

7.10.4 车辆控制、诊断系统应具有事件记录功能。

7.11 安全设施和应急措施

7.11.1 司机台上应设置紧急制动操纵装置、安全制动按钮和警惕按钮。

7.11.2 司机室内应设置客室侧门开闭状态显示灯。

7.11.3 司机室前端应装设可进行远近光变换的前照灯。列车尾端外壁应设有红色防护灯。

7.11.4 客室侧门应具有系统隔离功能，并应有在客室内手动操作解锁开闭车门的功能。

7.11.5 车辆应遵守道路交通相关要求。并按现行国家标准《机动车运行安全技术条件》GB7258 的相关规定，设置节能型日间行车灯、转向灯、刹车灯、示宽灯、鸣笛装置、排障器等设施。

7.11.6 各电气设备保护性接地应可靠。接地线应有足够的截面积，各电路接地电阻应符合有关规定。

7.11.7 客室及司机室应配置适用于电气装置与油脂类的灭火器具。安放位置应有明显标识并便于取用。灭火材料在灭火时产生的气体不应对人体产生危害。

7.11.8 车辆宜设置辅助防撞装置。

8 限 界

8.1 一般规定

- 8.1.1 有轨电车限界应分为车辆限界、设备限界和建筑限界。
- 8.1.2 建筑限界制定应考虑纵向应急疏散或救援通道。当车辆停止时，车辆轮廓外的应急疏散或救援通道宽度不宜小于 600mm。
- 8.1.3 在区间直线地段，当相邻两线间无墙、柱或设备时，两相邻线路的最小线间距应按两设备限界之间不小于 100mm 间隙确定。线间距需同时满足两线间管线设备安装及电缆检修井的空间要求。
- 8.1.4 对于进入线路运行的其他各种工程车辆，其动态包络线不应突破正线运行车型的车辆限界。
- 8.1.5 直线段车辆限界及设备限界应符合本规范附录 A、附录 B 的规定。曲线段设备限界的加宽量应符合本规范附录 C 的规定。

8.2 基本参数

- 8.2.1 车辆基本参数应符合本规范表 7.1.1 的规定。
- 8.2.2 列车过站限界计算速度宜为 40km/h；区间车辆最高运行速度为 70km/h。

8.3 设备限界

- 8.3.1 直线地段设备限界为车辆限界外扩一定安全间隙后形成：车体肩部横向向外扩大 100mm，边梁下端横向向外扩大 30mm，车体竖向加高 60mm，受电弓竖向加高 50mm，车下悬挂物下降 50mm。转向架部件最低点设备限界与轨顶面净距不小于 15mm。
- 8.3.2 曲线地段设备限界应在直线地段设备限界基础上，按平面曲线不同半径、过超高或欠超高引起的横向和竖向偏移量，以及车辆、轨道参数等因素计算确定。

8.4 建筑限界

- 8.4.1 矩形隧道建筑限界应符合下列规定：
- 1 直线段矩形隧道建筑限界应按设备限界、设备安装尺寸和应急疏散（或救援）通道宽度计算确定。曲线地段矩形隧道建筑限界，应在直线段建筑限界基础上加宽及加高；
 - 2 区间矩形隧道缓和曲线地段建筑限界加宽范围及加宽值为：自圆曲线至缓和曲线中点向直线方向延伸 10m 范围内，采用圆曲线加宽值；自缓和曲线中点向直线方向延伸 16m 范围内采用圆曲线加宽值的一半。
- 8.4.2 单线圆形隧道建筑限界圆直径应符合下列规定：
- 1 接触网授流车：按照轨道结构高度 + 接触网导线工作高度 + 接触网悬挂设备高度之和确定；
 - 2 储能式供电车：按照轨道结构高度 + 车辆顶部设备限界高度 + 300mm 确定。
- 8.4.3 马蹄形隧道建筑限界在距钢轨顶面 3500mm 高度处，建筑限界与设备限界最小间隙不宜小于 300mm；在距线路中心 1100mm 范围内，下部建筑限界不应低于轨道结构高度规定值，具体建筑限界应结合地质条件、管线设备布置位置及疏散通道宽度综合确定。
- 8.4.4 当建筑物的侧墙或顶板上没有设备或管线时，建筑限界与设备限界之间的最小间隙不宜小于 200mm，困难情况下不得小于 100mm。

8.4.5 单线圆形、马蹄形隧道在曲线超高地段，应采用隧道中心向线路中心线内侧偏移的方法解决轨道超高造成的内外侧不均匀位移量。位移量应按下列公式计算：

1 圆曲线地段的位移量应按公式（8.4.5-1~2）计算：

$$\text{水平移动量：} \quad x = h_0 \sin \alpha \quad (8.4.5-1)$$

$$\text{垂直移动量：} \quad y = -h_0(1 - \cos \alpha) \quad (8.4.5-2)$$

式中：

$\sin \alpha = h/1500$ —— h 轨道超高实设值（mm）；

—— h_0 圆心距钢轨顶面高度（mm）。

2 缓和曲线地段的位移量在直缓（或缓直）点为零，在缓圆（或圆缓）点为圆曲线地段的位移量，在缓和曲线范围内某计算点的位移量等于计算点至缓直点的距离除以缓和曲线长度，再乘以圆曲线的位移量值。

8.4.6 高架线或地面线、U形槽区间建筑限界的确定应符合下列规定：

1 应按地面或高架线设备限界及设备安装尺寸或疏散（或救援）通道宽度计算确定，各种设备和设备限界的间隙不应小于 50mm；设备限界外无管线或设备时，设备与建筑限界的最小间隙不得小于 100mm；

2 地面线建筑限界应按路侧设置信号灯的限界宽度及两线间管线设备安装空间确定；

3 采用声屏障的区间高架线或地面线，两侧声屏障与设备限界的安全间隙不宜小于 200mm；

4 线路一侧设置接触网支柱的接触网系统最大突出点与设备限界之间的安全间隙不应小于 100mm；

5 轨面以上建筑限界高度：接触网受电车型按顶部接触网导线高度 + 接触网安装高度 + 200mm 安全间隙确定；储能装置供电车型按照车顶设备限界高度 + 200mm 安全间隙确定；

6 有轨电车在平交道口有接触网导线时，平交道口两侧应设置限界门框。限界门框高度应按接触网导线工作高度 - 500mm 确定。

8.4.7 道岔区的建筑限界应在直线地段建筑限界的基础上，加上车辆从直股进入侧股时，车辆在道岔范围内产生的曲线内侧或外侧的附加偏移量。

8.4.8 车站直线地段建筑限界应符合下列规定：

1 站台面至轨面的高度限界，按站台面低于车厢地板面 50mm 确定；

2 站台计算长度内的站台边缘至轨道中心线的限界，按站台面高度处的车辆限界加 10mm 安全间隙确定；站台门限界按照车站区域的车辆限界加 25mm 安全间隙确定；

3 站台计算长度外的站台边缘至轨道中心线限界，按站台面高度处设备限界加 50mm 安全间隙确定；

4 车站范围内其余部位建筑限界，按区间建筑限界的规定执行。

8.4.9 曲线车站站台边缘与车门处车体间隙不宜大于 180mm。

8.4.10 车场限界应符合下列规定：

1 车场库外限界应按正线区间建筑限界的规定执行；

2 车场库内检修高平台上安全栅栏及从地面到车顶的步梯与车辆轮廓线之间应留有 80mm 安全间隙，低平台应采用车站站台建筑限界；

3 车库大门位置距离线路曲线起点不宜小于 10m。

4 车库大门宽度宜按考虑后视镜或后视摄像头后的有轨电车列车最大外轮廓宽度加 600mm 确定。

8.4.11 道岔警冲标至道岔岔心距离限界，按照警冲标至直股的限界控制线（S1）和侧股限界控制线（S2）交点确定。直股限界控制线（S1）宜按 1800mm 确定，侧股限界控制线（S2）宜按 1800mm + 加宽值（D）确定。

加宽值(D)应按以下情况取值:1)警冲标如在道岔区,按照道岔内侧加宽量值取值。2)警冲标如在曲线范围,按照曲线的平面加宽值取值。3)如在直线段,加宽值为零。

8.5 轨行区管线设备布置

8.5.1 轨道区内安装的设备及管线(含支架)与设备限界的安全间隙,除架空接触网外不应小于50mm。

8.5.2 强、弱电管线设备宜分开布置在线路两侧,若必须布置在同侧时,其间隔距离应符合强、弱电设备抗干扰距离的相关规定。轨道区两侧各种管线布置应避免管线频繁过轨或强、弱电管线交叉。

8.5.3 单渡线道岔转辙机宜布置在两线之间;交叉渡线区域的道岔转辙机,其中一组可布置在两线之间,另一组布置在线路外侧。埋在路基中的道岔转辙机,可不受此限制。

8.5.4 区间隧道内管线设备布置应符合下列要求:

- 1 纵向疏散通道上方2000mm范围内不应敷设妨碍疏散的管线设备;
- 2 射流风机宜布置在隧道两侧,困难情况下可以布置在隧道顶部;

8.5.5 地面和高架区间管线设备布置应符合下列要求:

- 1 地面和双线高架区间的弱电和强电设备,宜分开布置在两线之间或两线外侧;
- 2 信号机宜安装在两线外侧。

8.5.6 车站范围内管线设备布置应符合下列要求:

- 1 岛式车站的广告灯箱、信号机和弱电电缆宜布置在行车方向右侧,强电电缆宜布置在站台板下电缆沟槽中。
- 2 侧式车站的广告灯箱宜布置在两线之间,信号机宜布置在站台侧,弱电电缆和强电电缆宜布置在站台板下电缆沟槽中。

9 线 路

9.1 一般规定

9.1.1 线路设计应符合下列规定：

- 1 应依据有轨电车线网规划及功能定位、客流特征等，确定线路走向、起讫点、车站分布、接轨点、换乘节点、车场选址、资源共享等内容；
- 2 线路选线应根据自然环境、道路交通、建构筑物、文物保护、景观要求等条件确定，并应降低振动、噪声对沿线环境影响，减少房屋拆迁、管线改移，节约用地；
- 3 宜与沿线规划道路同步设计、同步建设或预留土建接口条件；
- 4 地面线的轨面高程应结合道路排水系统，根据道路条件、排水方向、雨水口方位等进行设计。地面线的防淹、防洪标准应与所沿道路一致。

9.1.2 车站设置应符合下列规定：

- 1 车站分布应与沿线规划用地相结合，以有轨电车线网规划换乘节点、城市交通枢纽为基本站点，并结合城市道路网布局和客流集散点分布确定；
- 2 车站间距在城市中心区或人口密集区宜为 500m ~ 1000m；城市外围区站间距可适当加大；
- 3 车站站型及站位应根据站位周边的客流需求、客流特征、现状及规划道路、用地等条件确定；
- 4 线路与既有、规划的有轨电车线路和城市轨道交通相交处应设置换乘站。
 - 1) 有轨电车线路间的换乘宜设在同站台；
 - 2) 当多条线路共线运营并换乘时，站台布置应满足各线的停靠及乘客乘降需求；
 - 3) 应对有轨电车线网中的换乘站及前后相邻区间线路平、纵、横断面同步设计。

9.1.3 线路敷设及布置方式应符合下列规定：

- 1 线路敷设方式应根据自然环境、道路通行能力及运行安全、工程实施条件等因素确定，并应符合以下规定：
 - 1) 宜以地面敷设方式为主，经运营安全、交通影响、技术经济论证后局部可采用高架线或地下线；
 - 2) 线路在地面线至地下线的过渡段应采取防洪、防淹、防侵入和防偷盗措施，宜在过渡段前的地面线段设置反坡，反坡段最高点轨面设计高程不应小于 1/100 洪水频率标准的水位，处理好与城市相交道路及周边环境的关系；
 - 3) 独立路权段应处理好与城市道路红线及道路断面的关系，采取防侵入设施；
 - 4) 沿道路敷设的地面线路，其纵断面应结合城市道路现状或规划进行设计。
- 2 地面线应结合规划用地性质、道路断面、交通组织需求和景观设计要求，选择线路布置方式，可采用路中、单边路侧和双边路侧布设，应与道路及市政管线同步规划、设计；
- 3 有轨电车线路与相交工程的交叉形式应根据相交工程的性质、等级、交通量、安全要求、经济及环境等因素综合确定：
 - 1) 有轨电车线路之间交叉，有轨电车线路与快速路等级以下的道路相交以及有轨电车线路与运量不大的铁路支线、地方铁路、工业企业铁路交叉时宜采用平面交叉；
 - 2) 有轨电车线路与大运量轨道交通线路、高速公路、城市快速路、铁路等设施相交时应采用立体交叉方式。

9.1.4 平、纵线形组合应符合下列规定：

- 1 线形应做好平面、纵断面、横断面三者之间的组合设计，应避免线路平面、纵断面、横断面最不利值的相互组合设计；
- 2 应根据沿线道路等级要求，进行有轨电车线路设计；
- 3 线形设计应考虑标志、标线的设置，并与交通安全设施设计相协调。

9.2 线路平面

9.2.1 平面曲线设计应符合下列规定：

- 1 平面曲线半径应根据车辆类型、地形条件、运行速度、环境要求等因素比选确定，最小曲线半径不应小于表 9.2.1 规定的数值。

表 9.2.1 最小曲线半径

线 路	一般情况（m）	困难情况（m）
正线、联络线、出入线	50	30
车场线	50	25

- 2 车站宜设在直线上，困难情况下必须设在曲线上时，应检算车辆限界至站台的距离，并不应大于 180mm。站台范围内的最小曲线半径不宜小于 400m，困难情况不应小于 300m；

- 3 正线、联络线、出入线及车场线的圆曲线最小长度，一般不应小于 15m，困难情况下不应小于一个单元（模块）车的长度；两相邻曲线间的夹直线长度一般不应小于 15m，困难情况下不小于一个单元（模块）车的长度；

- 4 新建线路不宜采用复曲线，在困难地段应经技术经济比较后再采用。复曲线间应设置中间缓和曲线，其长度不宜小于 15m，并应满足超高顺坡率不大于 2‰的要求；

- 5 双线并行地段，区间线路在曲线处应采用同心圆设计，车站端部的曲线应最大限度地增加同心圆曲线的长度。

9.2.2 缓和曲线的设计应符合下列规定：

- 1 缓和曲线长度应根据曲线半径、列车通过速度及曲线超高等因素，按表 9.2.2 规定选用；

表 9.2.2 缓和曲线长度

R \ V	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15
3000	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2500	15	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—
2000	15	15	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—
1500	20	15	15	10	10	10	—	—	—	—	—	—
1200	25	20	15	10	10	10	—	—	—	—	—	—
1000	30	25	20	15	10	10	10	—	—	—	—	—
800	35	30	25	20	15	15	10	—	—	—	—	—
700	45	30	25	20	15	15	10	10	—	—	—	—
650	45	35	30	25	15	15	10	10	—	—	—	—
600	50	40	30	25	20	15	10	10	—	—	—	—
550	55	40	35	25	20	15	10	10	—	—	—	—

(附表)

500	60	45	35	30	20	15	10	10	—	—	—	—
450	60	50	40	30	25	20	15	10	10	—	—	—
400	60	55	45	35	25	20	15	10	10	—	—	—
350	60	55	50	40	30	25	15	10	10	—	—	—
300	60	55	50	45	35	25	20	15	10	—	—	—
250	—	—	50	45	40	30	20	15	10	10	—	—
200	—	—	—	50	45	40	25	20	15	10	—	—
150	—	—	—	—	—	40	35	25	15	10	—	—
100	—	—	—	—	—	—	35	30	25	15	10	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	15	10
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	15	10
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	20	10
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	10
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	10
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	10

- 注：R—曲线半径（m）；V—速度（km/h）；L—缓和曲线长度（m）
- 2 缓和曲线长度范围内应完成直线至圆曲线的曲率变化、加宽过渡和超高渐变；
 - 3 当圆曲线较短、计算超高值较小时，可不设缓和曲线，但曲线超高应在圆曲线外的直线段内渐变；
 - 4 地面线平交路口或道路混行的曲线地段，可不设超高，列车运行速度限制值应经计算确定。

9.3 线路纵断面

9.3.1 线路坡度及高程设计应符合下列规定：

- 1 沿道路敷设的地面线，在满足防洪排水条件下，其纵断面应结合城市现状及规划道路设计。当道路实现规划时，宜根据现状道路拟合纵断面；当道路未实现规划时，宜兼顾规划道路的设计；
- 2 区间正线、联络线、出入线最大坡度一般不应大于 50‰，困难条件下不应大于 60‰，均不考虑平面曲线对坡度折减值；
- 3 区间地面线路沿道路敷设的最小坡度不宜小于 3‰；困难情况下小于 3‰时，应采取有效的排水措施；
- 4 平交路口或混行路段，轨面应与道路面齐平；绿化或路侧布置的区段，应根据景观绿化、排水、防撞要求设计轨面高程，宜高出路面 7~15cm；
- 5 线间距不变的双线并行地段，左右线轨面高程对应点高差不应超过 20mm。

9.3.2 车站坡度应符合下列规定：

- 1 地面车站宜与地面道路的坡度一致，但不宜大于 30‰；
- 2 地面车站站台范围内的线路宜设在一个坡道上，困难地段竖曲线半径不宜小于 1000m，且不宜将车站设置于凹曲线的底部。

9.3.3 坡段与竖曲线应符合下列规定：

- 1 线路坡段长度不宜小于远期列车计算长度，相邻竖曲线间的夹直线长度不宜小于 30m；

2 两相邻坡段的坡度代数差等于或大于 2‰时，应设竖曲线连接，竖曲线半径应考虑车辆运行速度和乘客舒适度要求，一般宜与所沿道路保持一致，且不宜小于表 9.3.3 的规定；

表 9.3.3 竖曲线半径

线 别		一般情况 (m)	困难情况 (m)
正 线	区 间	3000	2000
	车站端部	2500	1000
联络线、出入线		1000	
车 场 线		800	

3 道岔范围不得设置竖曲线，竖曲线离开道岔端部的距离不应小于 5m。

10 轨道

10.1 一般规定

- 10.1.1 轨道结构应质量均衡、弹性连续、强度均等、匹配合理、施工简便，具备足够强度、稳定性、耐久性、绝缘性和适量弹性。
- 10.1.2 轨道部件应安全、可靠、维修量小。
- 10.1.3 硬化路面地段轨道结构应满足社会车辆通行要求，绿化地段的轨道结构需满足绿化、排水的相关要求。
- 10.1.4 轨道应根据工程环境影响评价的要求，采取相应的减振、降噪措施。
- 10.1.5 无砟轨道主体结构的设计使用年限不应低于 50 年。

10.2 基本技术要求

- 10.2.1 根据车辆要求确定轨顶（底）坡。一般情况下，工字形钢轨轨底坡宜为 1/40，有轨顶坡的槽型轨不设轨底坡。在无轨底坡的两道岔间距离不足 50m 的地段，不应设置轨底坡。
- 10.2.2 标准轨距为 1435mm。根据车辆要求确定加宽量，一般情况下，槽型轨地段不加宽；工字形钢轨地段轨距需加宽时，加宽量应在缓和曲线范围内递减，无缓和曲线或其长度不足时，应在直线段递减，递减率不宜大于 2‰。
- 10.2.3 曲线超高应按式 10.2.3 计算，曲线最大超高为 120mm；未被平衡超高允许值一般为 61mm，困难情况下为 75mm。共享路权地段曲线，宜结合路面坡度合理设置超高。

$$h=11.8 \times V^2/R \quad (10.2.3)$$

式中：

- h——超高值（mm）；
- V——列车通过速度（km/h）；
- R——曲线半径（m）。

- 10.2.4 曲线超高设置应符合下列规定：
- 1 有砟轨道应按全超高设置。地面线及高架线宜按全超高设置，地下线无砟轨道宜按半超高设置；
 - 2 超高顺坡率不宜大于 2‰，困难条件下不应大于 2.5‰，曲线超高值应在缓和曲线内递减，无缓和曲线或其长度不足时，应在直线段递减。
- 10.2.5 轨道结构高度应根据结构形式确定。无砟轨道不宜小于 500mm，有砟轨道结合轨道设备选型及道床最小厚度确定轨道结构高度，有砟道床最小厚度宜符合表 10.2.5 的规定。无砟轨道与有砟轨道间应设置过渡段。

表 10.2.5 有砟道床道砟最小厚度表

轨道下部基础类型	正线		配线、车场线
	双层	道砟 200mm	单层道砟 250mm
非渗水土路基		底砟 150mm	
岩石、渗水土路基、混凝土结构	单层道砟 250mm		

- 10.2.6 道床结构型式应符合下列规定：

1 地下线、高架线宜采用无砟轨道，地面线根据工程特点可采用无砟或有砟轨道。共享路权地段应采用埋置式无砟轨道；

2 正线同一曲线范围内宜采用同一种道床结构型式；

3 车场库内线应采用无砟轨道。

10.2.7 扣件铺设数量应符合下列规定：

1 正线、配线及试车线不少于 1520 对 /km；

2 车场线不少于 1440 对 /km。

10.3 轨道部件

10.3.1 钢轨应符合下列规定：

1 可采用槽型轨或工字型钢轨。采用工字型钢轨时，正线宜采用 60kg/m 钢轨，车场线宜采用 50kg/m 钢轨；

2 埋置式轨道结构宜采用槽型轨；

3 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；

4 不同类型的钢轨可采用异形轨、异性夹板或焊接接头连接，连接处应进行轮缘槽过渡。

10.3.2 扣件应采用弹性扣件，扣件结构应符合下列规定：

1 扣件应结构简单、弹性适宜，有一定的轨距及高低调整量，具有免维修或少维修以及绝缘和防腐性能；

2 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；

3 扣件绝缘部件的电阻：干态下不应小于 $10^8 \Omega$ ，湿态下不应小于 $5k\Omega$ ；

4 无砟轨道采用埋置式结构时，扣件应采取防护措施。

10.3.3 道岔应符合下列规定：

1 正线及配线道岔号数不宜小于 6 号，车场线道岔号数不宜小于 3 号；

2 道岔宜靠近站台设置，道岔基本轨端部至站台端部不应小于 5m；

3 道岔宜设在直线地段，道岔基本轨端部至曲线端部的距离不宜小于 5m；

4 道岔钢轨类型应与相邻区间钢轨类型一致，并不得低于相邻区间钢轨的强度等级及材质要求。

正线道岔的尖轨和辙叉宜采用合金钢材质，硬度不低于 400HB；

5 道岔钢轨的扣件型式宜与相邻区间钢轨扣压件一致；

6 道岔转辙器及辙叉部位不应设在结构变形缝或梁缝上；

7 道岔直向、侧向容许通过速度应满足工程中对通过速度的要求；

8 应结合全线网线路布置，定制线路交叉地段的道岔，并宜减少道岔类型。在路口线路分叉处宜采用曲线道岔连接；

9 埋置式轨道结构地段，道岔转辙器部位应配置排水设施，道岔转辙区域宜采取防雪防冻措施。

10.3.4 钢轨伸缩调节器应符合下列规定：

1 应根据桥上无缝线路计算确定，并宜设置在直线地段；

2 基本轨应与相邻钢轨轨型和材质相同；

3 不应设在结构变形缝及梁缝处；

4 不得设置在半径小于 2000m 的平面曲线上，也不宜设置在竖曲线上。

10.3.5 轨道防护材料应符合下列规定：

1 埋置式轨道结构宜采用柔性防护材料；

2 轨道防护材料结构型式应与钢轨及扣件相匹配。防护系统应具备防水性、延展性、绝缘性、防腐性，并应满足强度要求。

10.4 道床结构

10.4.1 无砟道床结构应符合下列规定：

- 1 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；
- 2 应采用钢筋混凝土结构，并应满足承载力要求。有杂散电流排流要求时，配筋尚应满足杂散电流排流的技术要求；
- 3 无砟道床应设置伸缩缝。地下线每隔 12m、高架及地面线每隔 6m 左右设置一道伸缩缝，结构变形缝和高架线梁缝处应设道床伸缩缝；
- 4 无砟道床应设置通畅的排水系统，地下线排水沟的纵向坡度宜与线路坡度一致，在平坡地段，排水沟纵向坡度或道床面横向排水坡度不宜小于 2‰；
- 5 埋置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，并结合市政排水设施设置排水通道；
- 6 共享路权地段，道床结构上的道路结构与钢轨相接处应采取衔接措施，钢轨两侧一定范围宜采取加强措施；
- 7 预制轨枕下的道床混凝土厚度不宜小于 110mm，困难条件下不应小于 90mm。

10.4.2 有砟道床结构中道床材料、砟肩宽度及堆高、道床边坡、轨枕与道床面距离应满足现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 的要求。

10.4.3 不同刚度轨道道床的衔接处宜设置弹性过渡段，过渡段长度不宜短于一节车长。

10.5 无缝线路

10.5.1 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，并应对钢轨的强度、断缝等进行检算，有砟轨道还应应对无缝线路的稳定性进行检算。铺设无缝道岔的地段，还应应对位移、部件强度等控制指标进行检算。

10.5.2 在满足无缝线路设计要求的前提下，正线宜铺设跨区间无缝线路。

10.6 减振轨道结构

10.6.1 减振轨道结构应按环评报告，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，不应降低轨道结构强度、稳定性及平顺性。

10.6.3 同一工程的减振措施不宜多于三种，每一减振措施长度不宜小于远期车辆长度。

10.7 附属设备

10.7.1 高架线独立路权铺设工字型钢轨地段，应按现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 的要求设置防脱轨措施。

10.7.2 线路末端应设车挡。正线、配线及试车线终端车挡的额定撞击速度不应小于 15km/h，车场库外线（不含试车线）终端车挡的额定撞击速度不应小于 5km/h，库内线终端车挡的额定撞击速度不应小于 3km/h，并满足车辆、信号等要求。

10.7.3 根据运营需求，应设置线路及信号标志。

11 路 基

11.1 一般规定

11.1.1 路基主体工程应以地质、水文勘察资料为依据，按土工结构物进行设计，应具有足够的强度、稳定性和耐久性，并应满足防洪、防涝、防排地下水要求。

11.1.2 路肩高程应符合下列规定：

- 1 受洪水水位影响地段的路肩高程应以 1/100 洪水频率标准进行设计；
- 2 受地下水位或地表积水水位影响地段的路肩高程应以其控制水位标准进行设计；
- 3 路肩高程应同时满足毛细水上升高度、冻胀深度和蒸发影响深度等要求，并在此基础上再加 0.5m；
- 4 当采取降低水位、设置毛细水隔断层、设计挡水构筑物等水工结构或封闭等措施时，路肩高程可不受上述条件限制。

11.1.3 路基面宽度应符合下列规定：

- 1 路基面宽度应根据限界、线路、轨道、设备布置等计算确定；
 - 2 软弱地基地段有砟轨道路基面宽度应预留沉降加宽值；
- 11.1.4 路基支挡结构应按现行行业标准《铁路路基支挡结构设计规范》TB10025 执行。
- 11.1.5 路基应有完善的排水系统，并应与桥涵、隧道、站场、市政等排水设施衔接。
- 11.1.6 路基设计宜与沿线绿化及景观相协调。
- 11.1.7 共享路权地段的路基应与道路路基搭接设计。

11.2 基床

11.2.1 有砟轨道基床结构、厚度及压实标准应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 的规定。填料等分类标准应按现行行业标准《铁路路基设计规范》TB10001 执行。

11.2.2 无砟轨道路基基床结构应符合下列规定：

- 1 无砟轨道路基基床结构分为基床表层、基床底层；
- 2 基床表层宜采用无机混合料、级配碎石或水泥稳定级配碎石；
- 3 基床底层宜采用 A、B 组填料或级配碎石（砂砾石）填筑；
- 4 基床厚度应根据荷载、基床不同材料参数，按布氏理论计算确定。当基床表层采用无机混合料、级配碎石时，基床表层厚度不宜小于 0.4m，当基床底层采用 A、B 组填料时，厚度不宜小于 0.7m。
- 5 根据轨道结构要求，基床表层以上可设置垫层、无砟轨道支承层。无砟轨道支承层当采用钢筋混凝土板时应满足混凝土耐久性有关设计规范的要求。

11.2.3 无砟轨道基床表层压实标准应符合表 11.2.3 的规定：

表 11.2.3 基床表层压实标准

层位	填料类别	二灰砂砾	水泥稳定级配碎石
	压实指标		
基床表层	地基系数 K30 (MPa/m)	≥180	≥190
	压实系数 K	≥0.98	≥0.97
	无侧限抗压强度 R28 (MPa)	≥2.0	≥3.5

11.2.4 无砟轨道基床底层压实标准应符合表 11.2.4 的规定：

表 11.2.4 基床底层 A、B 组填料压实标准

层位	填料类别 压实指标	砂类土及细砾土	碎石类及粗砾土
	地基系数 K30 (MPa/m)	≥130	≥150
基床底层	压实系数 K	≥0.95	≥0.95
	相对密度	0.8	/
	孔隙率	—	≤24

11.2.5 二灰砂砾、级配碎石、级配砂砾的技术要求可参照现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的规定执行。

11.3 路堤

11.3.1 有砟轨道路堤应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 的规定。

11.3.2 无砟轨道路堤应符合下列规定：

1 无砟轨道路堤基床以下部位采用 A、B 组填料和 C 组碎石、砾石类填料时，压实标准应符合表 11.3.2 的规定；

表 11.3.2 基床以下部位填料的压实标准

填料类别 压实指标	砂类土及细砾土	碎石类及粗砾土
地基系数 K30 (MPa/m)	≥110	≥130
压实系数 K	≥0.92	≥0.92
相对密度	≥0.75	—
孔隙率	—	≤28

2 地基表层天然地基的静力触探比贯入阻力 Ps 值不得小于 1.0MPa，或满足天然地基基本承载力 σ_0 不得小于 0.12MPa 的要求；

3 高度小于基床厚度的低路堤，基床底层应满足表 11.2.4 压实标准的要求。基床底层厚度范围内天然地基的静力触探比贯入阻力 Ps 值不得小于 1.2MPa，或满足天然地基基本承载力 σ_0 不得小于 0.15MPa 的要求，且基床底层范围内的土质应满足防冻胀、防毛细水等的要求。天然地基土质不满足要求时应采取换填或土质改良等措施。

11.3.3 路堤边坡坡脚外宜设置不小于 2m 宽的护道，用地受限的特殊困难地段，应设置不小于 1m 宽的护道。

11.3.4 路堤边坡坡率及高度应按现行行业标准《铁路路基设计规范》TB10001 的规定执行。

11.4 路堑

11.4.1 路堑边坡高度不宜超过 20m。当路堑边坡高度超过 20m 时，应进行技术比较，可采用隧道或明洞。

11.4.2 不良地质、软土地基及受地下水影响的地段，不宜采用路堑方式，应采取地基处理措施或采用 U 型槽结构。

11.4.3 路堑基床表层应满足表 11.2.3 压实标准的要求。基床底层厚度范围内天然地基的静力触探比贯入阻力 Ps 值不得小于 1.2MPa，或满足天然地基基本承载力 σ_0 不得小于 0.15MPa 的要求，且基床底层范围内的土质应满足防冻胀、防毛细水等的要求。天然地基土质不满足要求时应采取换填或改良等措施。

11.5 工后沉降

11.5.1 正线有砟轨道路基工后沉降量应满足轨道要求，并不宜大于 200mm。路桥过渡段不应大于 100mm，沉降速率均不应大于 50mm/年。

11.5.2 正线无砟轨道路基工后沉降量应满足轨道要求，其工后沉降量不应大于扣件允许调高量。沉降均匀且调整轨面高程后的竖曲线半径不小于 $0.4V^2$ 时，工后沉降量不应大于 50mm；平交路口地段的无砟轨道路基可预留沉降量，并控制其工后沉降。路桥或路隧交界处的差异沉降不应大于 10mm，过渡段沉降造成的路基与桥、隧的折角不应大于 1.6‰。

11.5.3 车场有砟轨道路基工后沉降量应满足轨道要求，并不宜大于 300mm。路桥过渡段不应大于 100mm，沉降速率均不应大于 50mm/年。

11.5.4 车场无砟轨道路基工后沉降量应满足轨道要求，其工后沉降量不应大于 50mm。

11.6 路基变形观测

11.6.1 不良地质、软土地基地段的路基工程应设置沉降观测点。

11.6.2 轨道铺设前，应对路基变形进行观测、评估。

11.6.3 不良地质、软土地基地段的无砟轨道应在路基填筑完成或施加预压荷载后有 3 ~ 6 个月的观测和调整期。

11.7 路基防护

11.7.1 全封闭线路的路基应设置隔离栅栏等进行防护，防护高度为 1.8m ~ 2.5m。全封闭线路或快速路区段的线路，邻近道路的路基或过渡段，宜进行防撞设计。

11.7.2 对受自然因素作用易产生破坏的边坡坡面，应根据边坡的土质、岩性、水文地质条件、边坡坡度与高度、环境保护、水土保持要求等，选用适宜的防护措施。各种防护设施均不得侵入限界。

12 结 构

12.1 车站结构

12.1.1 结构设计应满足抗震、防水、防火、防腐蚀、防杂散电流和耐久性等要求。

12.1.2 车站应以地面站为主，地面车站结构及其附属设施的设计使用年限应符合现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB50352 中的规定。

12.1.3 地面车站结构造型宜简洁、轻盈，并宜使用钢结构，当选用混凝土结构时应优化构件断面尺寸。

12.1.4 地面车站主体及顶棚结构，应具有使用期间维修、保养及更换的条件。

12.1.5 地面车站应依据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《钢结构设计标准》GB50017 的规定进行设计；地面车站结构设计荷载取值及荷载组合应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定。

12.1.6 地面车站及其附属设施应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定进行抗震设计。

12.1.7 新建地下、高架及涉及运营安全的结构工程，设计使用年限应为 100 年。

12.1.8 地下结构的设计按现行《城市轨道交通工程设计规范》DB11/995 执行。

12.2 桥涵结构

I 一般规定

12.2.1 桥梁设计使用年限应符合下列要求：

- 1 新建桥梁结构的设计使用年限为 100 年；
- 2 利用或改建既有城市道路或公路桥涵时应根据耐久性评定结果进行相应处理。

12.2.2 桥梁的建筑结构形式应满足城市规划要求，选用噪声小和振动小的结构形式。

12.2.3 桥梁设计宜采用 1/100 洪水频率。防洪标准较低的地区，可按相交河道或排洪沟渠的规划洪水频率设计。

12.2.4 桥梁结构应满足列车安全运行和乘客乘坐舒适的要求。结构除应满足规定的强度外，还应有足够的刚度、整体性和稳定性。

12.2.5 利用或改建既有城市道路或公路桥涵时应符合下列规定：

- 1 应按现行行业标准《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21 的要求，对既有道路桥涵的技术状况进行检测评定，评定等级应为 2 类及以上的方可使用；
- 2 按现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 实测的主要受力部位钢筋锈蚀电位、混凝土碳化评定标度不宜低于 1 级；
- 3 采用铰接板梁的桥面系不应直接利用；
- 4 曲线梁桥主梁的结构支承体系和抗扭刚度应满足曲线梁桥上部结构的受力和变形要求，并具有可靠的抗倾覆稳定性。

II 结构设计

12.2.6 新建有轨电车专用桥梁的设计应按现行国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 执行，本规范另有规定的应按本规范执行。

12.2.7 新建有轨电车与城市道路合建桥梁的设计应按现行行业标准《城市道路与轨道交通合建桥梁设计规范》CJJ 242 执行，本规范另有规定的应按本规范执行。

12.2.8 利用或改建既有城市道路或公路桥涵时，其设计应符合下列规定：

1 改造为只承担有轨电车荷载构件的设计应按现行国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 执行；

2 对利用的既有构件应按现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 的要求进行核算。承载能力极限状态应满足现行公路行业标准的要求，正常使用极限状态宜满足原设计标准的要求。设计荷载（作用）和组合应按现行行业标准《城市道路与轨道交通合建桥梁设计规范》CJJ 242 中的相关规定执行；

3 改造后成为有轨电车专用桥梁的结构刚度应满足现行国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 的相关要求；

4 改造后成为有轨电车与城市道路共用桥梁的结构刚度、附属结构及桥面系构造应满足现行行业标准《城市道路与轨道交通合建桥梁设计规范》CJJ 242 的相关要求。

12.2.9 涵洞设计应符合下列规定：

1 涵洞宜采用钢筋混凝土矩形框架涵；

2 涵洞顶至轨底的高度不宜小于 1.2m，困难条件下涵顶不得高出路基基床底层顶面；

3 涵洞可布置成斜交，但斜交角度不宜超过 45°；

4 涵洞沉降缝不应设在轨枕或无砟轨道板下方；

5 软弱地基上的涵洞，其地基处理方式应与涵洞两侧路基地基处理方式相协调。

12.2.10 专用桥涵的桥面宽度和共用桥涵的轨行区宽度应根据建筑限界、应急疏散、设备布置等因素计算确定，并应预留设备的安装、检修和更换条件。

III 构造要求

12.2.11 桥梁的构造要求应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157、现行国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 和相关现行铁路桥涵设计规范的有关规定。

12.2.12 桥梁结构应满足有轨电车供电、通信、信号、轨道、给水排水、防杂散电流、声屏障等有关工种工艺预埋件设置的要求。

12.2.13 采用直流电力牵引和走行轨回流的桥梁，应按现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49 的有关规定执行。

12.2.14 设于路边或路中的桥墩，应按除冰盐溅射的腐蚀环境设计。遭雨水导致混凝土水饱和的部位应按冻融危害环境设计。

12.2.15 桥梁结构的梁、墩、台以及支座的构造设置应满足支座检修和更换要求。墩台顶面应设不小于 3% 的排水坡。

12.2.16 当桥梁的主梁、墩柱及基础可能受船舶等撞击时，宜设置必要的防护设施。

12.2.17 位于机动车道边缘、有可能受机动车撞击的桥墩应设置防撞设施。跨越城市道路或公路的桥梁应设置限高设施。

12.2.18 下穿现状城市道路或公路桥梁的线路，宜在现状桥梁范围内设置防抛网并将现状城市道路或公路桥梁的防撞护栏等级提高至 SS 级。跨越或临近线路的新建城市道路或公路桥梁应设置 SS 级的防撞护栏及防抛网。

12.2.19 当城市道路与有轨电车布置在同一层桥面时，宜在城市道路与轨道间设置防撞护栏与防眩装置，护栏上宜加设护网及必要的监测设备。对城市道路靠近有轨电车一侧的防撞护栏，其防撞等级应根据现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ11 的有关规定，按车辆驶出路外有可能造成二次特重大事故确

定的防撞等级提高一级采用。

12.2.20 梁缝应设伸缩装置，伸缩装置除应使梁部能自由伸缩外，还应有效防止桥面水渗漏。在伸缩缝处的栏板或声屏障结构应采取纵向封闭措施。当城市道路与有轨电车布置在同一层桥面时，伸缩缝应分别满足轨行区和机动车道的行驶及构造要求。

12.2.21 桥面应设置连续、整体密封、耐久的防水层。有轨电车专用桥梁及与城市道路共用桥梁的轨行区桥面防水层技术要求应符合现行行业标准《铁路桥梁混凝土桥面防水层》TB/T 2965 的规定，防水层上要覆盖保护层。与城市道路共用桥梁的非轨行区桥面防水层技术要求应符合现行行业标准《城市桥梁桥面防水工程技术规程》CJJ 139 的规定。

12.2.22 桥面应设置排水系统，并应符合现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ 11 和《城市道路与轨道交通合建桥梁设计规范》CJJ242 的规定。

12.2.23 桥梁上的管线敷设应符合现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ 11 的规定。

13 车站建筑

13.1 一般规定

- 13.1.1 车站应满足预测客流需求，做到乘降安全、疏导迅速、布置紧凑、便于管理，并应具有良好的通风、照明、卫生和防灾条件。
- 13.1.2 车站应进行无障碍设计，并符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB50763 的相关规定。车站的无障碍设施应与城市道路的无障碍设施相衔接。
- 13.1.3 车站应以地面站为主，高架和地下站为辅。高架站和地下站应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 和《建筑设计防火规范》GB50016 的相关规定。
- 13.1.4 地面站和高架站的附属用房的建筑防护结构的热工设计，应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的规定。
- 13.1.5 地下站应浅埋，宜采用自然通风和排烟。高架站宜结合周围地块一体化设计。

13.2 总平面布局

- 13.2.1 车站宜沿城市道路敷设，沿公园、绿化带、广场、高架桥等区域敷设时，应与周围环境统一整体设计。
- 13.2.2 车站沿城市道路敷设时，分为沿道路中央集中敷设、沿道路两侧分散敷设和沿道路一侧集中敷设三种形式，应根据预测客流、道路等级、周围地块的用地属性等确定。
- 13.2.3 乘客采用平面形式进出站时，宜集中组织客流；采用立体形式进出站时，应集中组织乘客进出车站。出入口的总净宽度和数量应经计算确定，且应满足超高峰小时单侧最大上、下车设计客流量的要求，出入口通道每小时每米的通行能力为 3200 人。当出入口通道设置自动检票机时，应根据自动检票机的通过能力计算。
- 13.2.4 车站应考虑与其他城市公共交通之间的换乘与接驳，且换乘接驳应便捷安全。
- 13.2.5 换乘站应做好规划设计，不能同步实施时，应预留接口条件。与大运量的轨道交通换乘时，宜组织单向换乘，且应预留足够的空间缓解大运量客流对有轨电车站台的冲击。

13.3 平面设计

- 13.3.1 车站应由站台，候车廊和站内设施三部分组成。通过平面形式进出车站时尚应包括出入口通道，通过立体形式进出车站时尚应包括人行天桥及地道。车站沿机动车道之间敷设时，尚应包括车站与机动车道之间设置的隔离防撞设施。
- 13.3.2 车站不宜设置设备与管理等附属用房。设置站台门、闸机等设施的车站，可设置少量用房，宜布置在有效站台范围之外，且不影响乘客进出。
- 13.3.3 首末站可根据需求设置少量的附属用房，但应集中布置在有效站台范围之外，且应有供工作人员使用的独立出入口和卫生间。
- 13.3.4 沿路中敷设的车站，靠近机动车道的一侧应设置防撞护栏。防撞护栏应连续。
- 13.3.5 为立体形式进出站而设置的人行天桥和地道，应位于有效站台范围之外，且不应影响司机的视线。
- 13.3.6 车站宜设置坡道连接站台与地面道路的步行系统。当设置人行天桥和地道连接地面道路的步行

系统时，人行天桥和地道的宽度应经计算确定。

13.3.7 车站的出入口宜位于站台端部，与人行道、广场等合建时，可根据客流组织灵活布置。首末站的出口和入口宜分开设置。

13.3.8 采用车站售检票时，站台应采用栏杆、闸机等设施。

13.3.9 车站的装修应采用防火、防腐、耐久、易清洁、安全的环保材料，并应便于施工与维修。地面材料应防滑。

13.3.10 车站应有统一的信息标志。信息标志包括名称标志、环境标志、导向标志、警示标志等。信息标志应安装牢固、位置适当。站外 500m 范围内宜设有导向标志。信息标志应与候车廊统一整体设计。

13.3.11 车站的灯具宜与候车廊统一整体设计，且应节能、耐久、防尘、抗风，并便于维保和清洁。

13.4 站台

13.4.1 根据站台与线路的位置关系，站台可分为侧式、岛式和混合式三种类型。。

13.4.2 站台宜首选错位侧式。潮汐客流特征明显的车站，宜采用岛式。单边侧式一般用于首末站，混合式用于换乘站。

13.4.3 站台边缘至道路交叉口的距离应经计算确定，且不宜小于 10m。

13.4.4 站台的计算长度应采用列车最大编组的有效长度与停车误差之和。有效长度是指列车首末两节车辆尽端客室门外侧之间的长度，停车误差应取 1m~2m。

13.4.5 站台宽度应经计算确定，计算公式如下：

$$B1=2B3+D1+D3$$

$$B2=B3+D2+D3$$

$$B3=(N \cdot \alpha \cdot \rho) / L$$

(式 13.4.5)

式中：

B1——岛式站台宽度 (m)

B2——侧式站台宽度 (m)

B3——侧站台宽度 (m)

D1——岛式站台支撑候车亭的柱子的宽度 (m)

D2——侧式站台支撑候车亭的柱子的宽度 (m)

D3——侧式站台边缘至栏杆扶手或安全门的距离 (m)

N——远期或客流控制期，每列车超高峰小时单侧最大上、下车设计客流量 (人)；

α ——超高峰系数；

ρ ——站台上人流密度，0.33~0.75 m²/人；

L——站台计算长度 (m)

13.4.6 当站台靠近轨行区的一侧设有栏杆扶手和安全门时，站台宽度应满足一个行车间隔内的上车乘客排队时，剩余的站台满足两股人流的通行，每股人流按 0.55m 计算。

13.4.7 侧式站台的宽度不应小于 3.0m；岛式站台宽度不宜小于 5.0m，困难情况下不应小于 4.0m。

13.4.8 靠近轨行区一侧的站台边缘应低于空载车厢地板面 50mm。

13.5 候车廊

13.5.1 站台上应设置候车廊，候车廊宜开敞设置。封闭设置时，应不影响乘客通行，且宜沿站台短边开门。

13.5.2 候车廊顶棚底距离站台面的高度不宜小于 3.0m，顶棚边缘与候车座椅之间的距离不宜小于 1.5m。顶棚边缘与靠近轨道的站台边缘的距离应满足限界要求。顶棚边缘应伸出远离轨道的站台边缘一

定的距离，且不小于 300mm。

13.5.3 候车廊应防雨、抗震、抗风压和防雷。

13.5.4 候车廊立柱宜贴临站台外侧布置。

13.5.5 候车廊的屋面不应向轨行区内排水。

13.5.6 候车廊内应设夜间照明、摄像头、导向标识等装置。

13.6 服务设施

13.6.1 服务设施应包括坡道、栏杆、栏板、信息标志牌、座椅、垃圾桶、防撞柱、防撞护栏等。

13.6.2 设置在站台边缘的栏杆或栏板，其顶面距可踏面的高度不应小于 1.1m。靠近机动车道一侧采用玻璃栏板时应采用安全玻璃。

13.6.3 设置在站台边缘的栏杆或栏板应延续至乘客到达安全区。

13.6.4 站台边缘应设安全线，安全线宜结合盲道统一设计。

13.6.5 主要进出车站的坡道，坡度不宜大于 1:12，困难时不应大于 1:10。坡道宽度应经计算确定，且不应小于 1.5m。

13.6.6 车站宜在站台设置一定数量的座椅。

13.6.7 站台长度小于 50m 时，宜设 1 处垃圾桶，大于 50m 时，宜增设 1 处。

13.6.8 防撞柱的高度不应小于 0.4m。防撞护栏距离站台边缘的净距不得小于 0.25m。

13.7 人行天桥和地道

13.7.1 人行天桥和地道宜与市政道路的天桥和地道结合设置。

13.7.2 人行天桥和地道宜采用楼梯直接升降或楼、扶梯混合升降的提升方式。

13.7.3 楼梯的设计应符合下列要求：

1 楼梯梯段的总净宽应大于人行天桥或地道净宽的 1.2 倍，且最小净宽不应小于 1.8 m。设置扶梯时，楼梯梯段的总净宽可包含扶梯的宽度；

2 楼梯踏步的宽度不应小于 0.26m，高度不应大于 0.17m；

3 梯段高差大于或等于 3m 时应设休息平台，平台长度不应小于 1.5m；

4 梯段两侧应设扶手，当梯段的宽度大于四股人流时，应加设中间扶手。扶手的高度不应小于 1.1m。

13.7.4 自动扶梯的倾角不应超过 30°，运输速度宜采用 0.65m/s，有效净宽应大于 0.65m。

13.7.5 人行天桥或地道的净宽，应根据超高峰小时单侧最大上、下车设计客流量及其通行能力计算确定，且不应小于 3m。人行天桥或地道的通行能力为每小时每米 2400 人。

13.7.6 人行天桥和地道的净高不宜小于 2.4m。

13.7.7 人行天桥底至轨面的高度应满足车辆和设备限界的要求；人行天桥底至道路的高度应满足不同道路等级车辆通行的要求。

13.7.8 人行天桥设置的栏杆和栏板的高度不应小于 1.1m。

13.8 防火与疏散

13.8.1 车站的耐火等级不应小于二级。

13.8.2 站台内任意一点至出入口的距离不得超过 50m。

13.8.3 车站装修应采用不燃或阻燃材料。

13.9 无障碍设计

13.9.1 车站应设置盲道连接城市道路的盲道系统，车站内的盲道应连续。

13.9.2 站台的盲道与栏杆扶手、安全门、站台边的距离应在 250~500mm 范围内。

13.9.3 采用立体形式进出车站时，车站应设置无障碍电梯，该电梯应布置在有效站台之外，且保证乘客的安全乘降。当站台与室外地面的高差大于 300mm 时，应设置无障碍扶手。

14 供 电

14.1 一般规定

14.1.1 供电系统应安全、可靠、节能、环保和经济适用。在规定的各种运行方式下，供电电压应满足用电设备的正常运行。

14.1.2 有轨电车牵引用电负荷不应低于二级负荷。其它低压用电负荷等级根据现行国家标准《供配电系统设计规范》GB50032 和线路运行方式等确定。

14.1.3 在保证安全可靠和供电质量的前提下，应充分发挥系统设备的利用率。

14.2 外部电源与中压网络

14.2.1 有轨电车外部电源应采用分散式方案，直接引自城市电网变电所。

14.2.2 电源开闭所应根据有轨电车线网规划和建设时序进行共享设置。

14.2.3 电源开闭所分布和容量应根据共享设置要求、负荷潮流、中压电压等级等条件计算确定。

14.2.4 中压网络电压应与地区电网中压电压等级保持一致，中压网络电压等级可采用 10kV。

14.2.5 中压供电网络应满足有轨电车牵引负荷等级及远期供电需求。

14.2.6 中压供电网络一次接线应简洁并应与继电保护配置协调配合。

14.2.7 公共连接点处供电电压应符合现行国家标准《电能质量供电电压允许偏差》GB/T12325 中的规定。

14.2.8 供电系统注入电网的谐波应符合现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T14549 的规定。

14.2.9 外电源引入点处功率因数不得低于 0.9，并避免过补偿。

14.3 变电所

14.3.1 牵引变电所应接近负荷中心，其分布应满足远期高峰运营的需要，相邻牵引变电所之间宜设置直流联络。

14.3.2 车场可设置牵引变电所，也可设置直流开闭所供电。当采用牵引变电所方案时可以对正线支援供电。

14.3.3 当走行轨兼作回流时，牵引变电所分布应满足本规范 14.8 的相关要求。

14.3.4 当列车采用车载储能装置供电时，应设置牵引充电站，牵引充电站可与降压变电所合建。

14.3.5 牵引负荷应根据线路远期运营高峰小时行车密度、列车编组、车辆特性、线路条件等确定，牵引整流机组宜按远期负荷配置。

14.3.6 牵引变电所应对架空接触网实施双边供电，应设置故障条件下实施大双边供电条件；牵引充电站可对充电轨/网实施单边供电，但应设置故障条件下实施支援供电条件。

14.3.7 变电所宜按线路敷设情况设于地面、高架桥下，并应与城市规划协调，变电所的设置宜考虑资源共享。

14.3.8 正线牵引变电所宜采用预装式变电站，变电站应适应景观需求。

14.3.9 牵引变电所、牵引充电站宜设置一套牵引整流机组。

14.3.10 变电所内的直流牵引设备应绝缘安装，并设置框架保护。

14.3.11 牵引机组的负荷等级不低于等级 V：

100% 额定输出电流连续；

150% 额定输出电流 2h；

200% 额定输出电流 1min。

14.3.12 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开放的通信协议及接口。

14.3.13 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。

14.4 牵引网

14.4.1 牵引网系统的标称电压应为直流 750V 或 1500V，其波动范围应符合表 14.4.1 的要求。当有轨电车采用车载电源作为动力时，充电电压应按照车辆要求确定。

表 14.4.1 牵引网系统标称电压的浮动范围

系统标称电压（V）	系统最低电压（V）	系统最高电压（V）
750	500	900
1500	1000	1800

14.4.2 牵引网由接触网和回流网组成。接触网可分为架空接触网和接触轨。

14.4.3 牵引网应满足牵引供电系统各种运行方式下的载流量要求。

14.4.4 接触网馈电宜设置隔离开关，上下行方向接触网宜并路馈电。

14.5 充电桩

14.5.1 充电桩应根据车辆及景观的要求设置。

14.5.2 正线充电桩的功率应满足车辆连续快速充电的需求。

14.5.3 充电桩为车载储能装置充电。当采用单独回流时，参与回流的走行轨应与不参与回流的走行轨绝缘。

14.5.4 充电轨的布置应使受电弓磨耗均匀。

14.5.5 架空导体架设高度宜为 4400mm，并应满足车辆受流高度要求。

14.5.6 充电轨应设置避雷器，当安装在车站时，可与车站防雷统一考虑。

14.5.7 充电桩的保护设置应能满足变电所继电保护设置的需求。

14.5.8 充电桩的噪声水平应满足环评要求。

14.6 架空接触网

14.6.1 全线采用架空接触网的系统，在路口处架空接触网立柱应设置防撞措施。

14.6.2 架空接触网的设置应符合景观要求。

14.6.3 柔性架空接触网宜采用补偿简单悬挂，并应采用铜或铜合金接触线。

14.6.4 架空接触网应设贯通地线，并应符合下列规定：

- 1 地线应与架空接触网带电部分无电气连接；
- 2 当架空接触网不考虑防雷要求时，地线宜敷设在地下，并采用绝缘导线或电缆。

14.7 接触轨

14.7.1 采用接触轨系统时，严禁列车车体外的导电轨带电。

14.7.2 接触轨设置在地面时，不应设置在积水区。

14.7.3 应采取措施避免接触轨系统的正负极之间发生短路。

14.8 杂散电流与接地

14.8.1 兼做回流的走行轨与大地之间的过渡电阻值应符合现行国家标准《轨道交通 地面装置 第2部分：直流牵引系统杂散电流防护措施》GB/T 28026.2的规定。

14.8.2 兼做回流的走行轨电压降应符合现行行业标准《城市无轨电车和有轨电车供电系统》CJ/T1 中6.1的规定。

14.8.3 应对兼做回流的走行轨的杂散电流水平进行监测，监测位置应距离走行轨1m。

14.8.4 接地装置应利用结构主体钢筋等自然接地极。当接地电阻不满足要求时，可补充人工接地极。自然接地极和人工接地极不应少于两点连接，并能分别测量其电阻值。

14.8.5 箱式变电站内部接地应充分利用变电站金属外壳。

14.9 电力调度系统

14.9.1 供电系统应设置电力调度系统并满足变电所无人值守的运行要求。调度中心能够监视、控制全线供电设施的运行。

14.9.2 电力调度系统不宜采用冗余的系统结构。

14.10 动力照明

14.10.1 车场及调度中心的动力照明设计应符合现行行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16的规定。

14.10.2 车站、调度中心、车场的建筑物及其它户外设施的防雷设计，应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343的规定。

14.11 电缆敷设

14.11.1 电力电缆的选型及敷设应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB50127的规定。

14.11.2 地面线路的电缆宜敷设在排管内，排管应符合以下规定：

- 1 管孔数量应有预留，以适应后期更换电缆或增加电缆的需求；
- 2 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；
- 3 管路的强度应与线路相同。

14.11.3 为便于电缆的敷设、维护，应在下列位置设置电缆井：

- 1 电缆牵引张力限制的间距处；
- 2 电缆分支、接头处；
- 3 管路方向改变或电缆敷设方式改变处；
- 4 电缆井应设置盖板，盖板应满足所处位置的承压要求。盖板可采用钢制材料，便于检修人员操作。

15 运营监控系统

15.1 一般规定

15.1.1 运营监控系统应由运营调度系统、正线道岔控制系统、路口接近检测系统、车场联锁系统、综合通信系统、售检票系统等构成。

15.1.2 运营监控系统应采用计算机网络技术、数字通信技术，实现智能化和集成化，本着“技术成熟、功能适用、全网兼容、互联互通”原则，在降低工程造价的同时，提高系统性价比。

15.2 运营调度系统

15.2.1 运营调度系统应能监控一个区域的多条有轨电车线路。监控多条运营线路时，应具备对各线实施独立运营和混合运营的能力。系统应考虑监控范围和功能的可扩展性、兼容性。

15.2.2 系统平台宜采用标准、统一、开放的集成平台，将行车指挥、电力调度、视频监控、广播进行集成，可预留与火灾自动报警、环境与设备监控、售检票等专业的接口，形成完整的有轨电车运行管理、运营监控及调度指挥体系。

15.2.3 运营调度系统应实现对沿线车辆、车站、变电所的监视、调度和管理，建立应急处理机制。

15.2.4 运营线路上的车辆和道岔控制系统应纳入运营调度系统监视范围，但不宜进行控制。车场宜全部纳入系统的监视范围。

15.2.5 车辆行驶定位应具有可靠性，可采用多种检测方式相结合的冗余定位、检测方式。

15.2.6 区间定位宜采用卫星导航定位方式，并配置航位推算等辅助设备。定位精度标准根据工程情况参照现行国家标准《全球定位系统 (GPS) 测量规范》GB/T 18314 进行选择。

15.2.7 受天气、地形或建筑物遮挡等因素影响卫星信号易中断的地段，可根据需要增设地面信标、感应线圈等辅助定位设备。

15.3 正线道岔控制系统

15.3.1 正线道岔控制系统宜采用分散控制方式，在有站房条件下可采用集中控制。

15.3.2 道岔控制可由列车接近后进路自动触发、车载遥控、现地人工控制及中心控制等方式实现。

15.3.3 道岔宜采用地埋式道岔转辙设备，并根据气候条件选配融雪装置，地埋式道岔转辙机防护等级不宜小于 IP68。

15.3.4 正线道岔控制设备安全完整性等级不应低于 SIL3 级。

15.4 路口接近检测系统

15.4.1 沿线各平交路口宜设置有轨电车专用信号灯，其控制宜纳入市政交通体系。

15.4.2 有轨电车信号优先通行控制的平交路口，应设置路口接近检测系统，向道路交通信号控制系统提供车辆在路口的接近及离去信息。

15.4.3 平交路口信号控制系统故障时，有轨电车路口专用信号灯显示不应升级。

15.5 车场联锁系统

15.5.1 车场道岔控制应采用联锁集中控制的计算机联锁系统，安全完整性等级应达到 SIL4 要求，能对

场内的调车作业进行集中控制，实现进路上的道岔、信号机和轨道区段的联锁功能。

15.5.2 车场联锁宜采用人工控制方式；车辆在场内宜按调车进路控制。

15.5.3 进出试车线道岔和信号机等设备应纳入车场联锁控制。

15.6 综合通信系统

15.6.1 综合通信系统应由数据承载网系统、无线通信系统、电话系统、视频监控系统、广播系统、时钟系统、乘客信息系统组成，可增设信息化系统。

15.6.2 数据承载网系统应建立统一的数据业务平台，数据承载网系统应稳定、可靠，不得因单个设备或单个线路故障而整体失效。

15.6.3 无线通信系统应满足有轨电车运营所需的数据及语音通信，全网的无线通信系统应具有兼容性，满足互联互通要求。无线通信系统根据业务需求可独立设置专用网络或租用运营商的虚拟专用网络。场强覆盖范围应包括运营线路、车站、变电所及车场区域。

15.6.4 电话系统应能实现有轨电车的调度指挥、运营管理和办公功能；宜根据有轨电车网络化运营、统一调度的要求，搭建面向全网的电话系统，兼具公务电话、有线调度和无线调度功能。

15.6.5 视频监控系统应为调度中心及车场的调度员提供车站、线路、车辆、供电设备等方面的视觉信息；视频监控系统设置范围宜包括车站及变电所；路口及岔区可设置视频监控设备；视频监视系统应具有录像功能，应按相关部门要求和运营需求设置存储时间。

15.6.6 广播系统应具有向站台乘客发布通告，向车场工作人员发布作业通知的功能。

15.6.7 时钟系统应能为全线提供统一的标准时间信号，时钟系统子钟宜设置在调度中心、运营管理有关的区域和房间内。

15.6.8 有轨电车宜设置乘客信息系统（PIS），可在车站及车辆客室内设置显示终端。

15.7 售检票系统

15.7.1 根据客流情况、车站型式可采用车站售票或车上售票等方式。

15.7.2 售检票系统一般由中心票务系统（含清算/对账/报表功能）、车站\车载终端设备、车票等构成，可根据运营要求选择性设置。

15.7.3 车票应采用智能支付方式，也可在站台上设置自动售票机。

15.8 电源系统

15.8.1 运营调度系统、正线道岔控制系统、路口接近检测系统、车场联锁系统、综合通信系统及售检票系统设备的用电负荷应为二级负荷。车站终端设备及其他附属设备的用电负荷宜为三级负荷。

15.8.2 系统设备应具有良好的电磁兼容性，在供电系统、牵引供电产生的电磁干扰条件下，应能安全可靠的工作。

15.8.3 防雷与接地应按现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343的规定执行。

16 车 场

16.1 一般规定

- 16.1.1 车场宜包括车场区域、维修中心和必要的生活设施等；可配置物资库、培训设施。
- 16.1.2 车场的功能、布局和各项设施应满足运营需求及网络化运营资源共享的需要。
- 16.1.3 车场设计应近、远期结合，统一规划，分期实施。站场股道、房屋建筑和机电设备可按近期需要设计；用地范围应按远期规模并在远期站场股道和房屋规划布置的基础上确定。
- 16.1.4 车场设计应有完善的消防设施。总平面布置、房屋设计和材料、设备的选用应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定。
- 16.1.5 车场设计应满足新采购车辆和大型设备的进入条件。
- 16.1.6 有条件的车场可根据物业综合利用条件同步设计。

16.2 车场的功能、规模及总平面布置

16.2.1 车场根据其功能宜分为修车场和停车场。修车场和停车场的设置应符合下列规定：

- 1 车场根据其作业范围宜为三级修车场、二级修车场和一级修车场：
 - 1) 三级、二级修车场承担车辆的三级修和二级修及其以下修程作业；
 - 2) 一级修车场承担车辆的一级修及其以下修程作业。
- 2 停车场承担列检和停车作业，并宜设置月检线。

16.2.2 修车场和停车场设计应满足不同车辆技术条件和维修要求。

16.2.3 车辆检修宜采用日常维修和定期检修相结合的检修制度，并宜推行换件修。

16.2.4 新建线路的车辆检修修程和检修周期应按表 16.2.4 规定确定。

表 16.2.4 车辆日常检修修程和定期检修周期表

类别	检修种类	检修周期		检修时间 (天)
		走行里程（万公里）	时间间隔	
定期检修	三级修	100	12 年	20/18
	二级修	50	6 年	10/8
	一级修	12.5	1.5 年	6/4
日常维修	月检	--	1 月	1/1
	列检	—	7 天	3 小时

注：1 表中分子为近期天数，分母为远期天数；

2 表中检修时间是按部件互换修确定的。

16.2.5 修车场应按下列作业范围设计：

- 1 列车管理和编组工作；
- 2 列车停放、列检、月检及清扫洗刷、定期消毒等日常维修保养工作；
- 3 车场内配属列车的乘务工作；
- 4 车辆的一、二、三级修等定期检修及检修后的列车试验；
- 5 车辆的临修；
- 6 车场内设备、机具的维修和调车机车、工程车等的整备及维修。

16.2.6 停车场应按下列作业范围设计：

- 1 列车管理工作；
- 2 列车停放、列检、清扫洗刷、定期消毒等日常维修保养工作，可包括月检工作；
- 3 车场配属列车的乘务工作。

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

16.2.8 车场各修程工作量计算时，应计入检修不平衡系数。检修不平衡系数规定如下：

- 1 一级修 1.2；
- 2 二级修、三级修 1.1。

16.2.9 修车场、停车场的线路应包括出入线、运用和检修库线、洗车线、镗轮线、待修车和修竣车存放线、走行线、牵出线，以及相应的渡线等。

16.2.10 车场线的线路平面及纵断面设计应符合下列规定：

- 1 出入线应符合下列规定：
 - 1) 最小平面曲线半径不宜小于 50m，困难时不应小于 25m；
 - 2) 曲线间夹直线最小长度不宜小于车辆的全轴距；
 - 3) 最大坡度不应大于 60‰；
 - 4) 最小竖曲线半径不宜小于 500m。
- 2 试车线应为平直线路，困难时线路端部根据该线段的试车速度可设置为曲线。
- 3 车场其他线路应符合下列规定：
 - 1) 最小曲线半径不应小于 25m；
 - 2) 道岔端部与曲线端部的距离不小于 3m；
 - 3) 线路宜设于平坡上，困难时库外线路的坡度不宜大于 1.5‰。

16.2.11 车场变配电所、给水所和锅炉房等动力房屋，宜靠近相关的负荷中心附近布置。

16.2.12 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行车公寓、办公楼、食堂、浴室、职工更衣休息室及卫生设施，以及汽车和自行车停车场等配套设施。

16.2.13 车场总平面应布局合理、功能分区明确、节约用地、交通组织顺畅，并应满足城市规划行政主管部门的有关规定。

16.2.14 车场总平面布置应进行环境和绿化设计。

16.2.15 车场内应有运输道路及消防道路，并应有不少于两个与外界道路相连通的出入口。

16.3 车辆运用整备设施

16.3.1 车场运用整备设施应根据生产需要配备停车库、列检库、月检库和列车清洗洗刷、吹扫清洁设备及相应线路和办公、生活房屋和设施。

16.3.2 运用库的规模应按近期需要确定，并应兼顾远期发展，其中月检库远期扩建困难时按远期规模一次建成。

16.3.3 停车列检库的总列位数，应按本场配属列车数扣除在修车列位数和月检列位数计算确定；列检列位数不宜大于停车列检库总列位数的 30%。

16.3.4 运用库各库每线的列位数应符合下列规定：

- 1 库型为尽端式布置时：
 - 1) 停车、列检线应按不大于 6 列位设计；
 - 2) 月检线应按 2 列位设计，困难时可按 4 列位设计；
 - 3) 股道末端应设置简易车挡。

2 库型为贯通式布置时：

- 1) 停车、列检线应按不大于 8 列位设计；
- 2) 月检线应按 4 列位设计，困难时可按 6 列位设计。

16.3.5 停车、列检库线均应符合下列要求：

- 1 当车辆采用架空接触网供电时，月检库线应设架空接触网；
- 2 列检和月检库线架空接触网，库前应设置隔离开关或分段器，并应设有送电时的信号显示或音响。

16.3.6 列检列位应设检查坑，并应符合下列规定：

- 1 坑深不应小于 1.6m；
- 2 检查坑两端应设阶梯踏步，坑内应有良好的排水设施；
- 3 列检检查坑的长度不应小于公式（16.3.6）的计算值。

$$L_j = L + 5 \quad (16.3.6)$$

式中：

- L_j ——检查坑长度（m）；
 L ——列车长度（m）；
 5——附加长度（m），包括停车误差 1m 和检查坑两端阶梯踏步各 2m。

16.3.7 月检库内线路应设柱式检查坑，并根据作业要求，设车顶作业平台和中间作业平台。设计应符合下列规定：

- 1 柱式检查坑深度，股道外宜为 0.9m ~ 1.2m，股道内宜为 1.4m ~ 1.6m，坑内应有良好的安全照明和排水设施；
- 2 车顶作业平台和中间作业平台的结构尺寸，应根据车辆结构和作业要求确定。作业平台两侧应有安全防护设施；
- 3 采用架空接触网供电时，上车顶作业平台门的开关应与架空接触网隔离开关联锁，兼作两线作业的车顶作业平台中间应设隔离栅栏；
- 4 月检库宜有 1 ~ 2 列位设调试外接电源设备。

16.3.8 各车库的长度可按现行地方标准《城市轨道交通工程设计规范》DB11/995 规定计算确定，并结合厂房组合情况和建筑、结构设计要求进行调整。

16.3.9 修车场应设机械洗车设施，配属车超过 24 列的停车场可设置机械洗车设施。机械洗车设施应包括洗车机、洗车线路和生产房屋。

16.3.10 牵出线的有效长度可按现行地方标准《城市轨道交通工程设计规范》DB11/995 规定计算确定。

16.3.11 修车场、停车场各种车库有关部位的最小尺寸应符合表 16.3.11 的规定。

表 16.3.11 各车库有关部位最小尺寸表（m）

项目 \ 库类	停车库	列检库	周月检库	一级修库	二级、三级修库	油漆库
车体之间通道宽度（无柱）	1.0	2.0	3	4	4.5	2.5
车体与侧墙之间的通道宽度	1.0	2.0	3	3.5	4	2.5
车体与柱边通道宽度	1.0	2.0	2.2	3	3.2	2.2
库内前、后通道净宽	4	4	4	5	5	3
车库大门净宽	B + 0.6					
车库大门净高	H + 0.4					

注：1 B——车辆的宽度；

2 H——车辆高度（受电弓电动车辆按受电弓落弓高度计算）；车库大门净高未考虑受电弓升弓进库状态下的高度；

3 静调库各部分尺寸参照一级修库设计。

16.3.12 在列检库检查坑内两侧应设动力及安全照明插座。检查坑内固定照明灯具不应影响作业。

16.3.13 车场宜配置储砂及上砂设施，并宜采用自然干砂。

16.4 车辆检修设施

16.4.1 车辆检修设施应包括一级修库、二级修库、三级修库、临修库、不落轮镟轮库和辅助生产房屋及设施，并应符合下列规定：

- 1 修车场应设一级修库、临修库，并应根据需要设不落轮镟轮库及相应线路和辅助生产房屋；
- 2 二、三级修车场应根据车辆检修要求设二、三级修解体组装车库、检修库、静调库和转向架、电机、电器、钩缓、铰接装置、受电弓、空调、制动及蓄电池等部件检修分间。油漆库可根据需要设置。

16.4.2 修车库均不应设架空接触网或接触轨。

16.4.3 一级修库规模应符合下列规定：

- 1 车辆一级修宜采用定位作业，列位的长度可按单元车解钩的作业设计；
- 2 一级修列位宜设通长宽型检查坑，股道内侧坑深宜为 1.3m ~ 1.5m，坑内应有安全照明和排水设施。股道外侧检查坑宽宜按车辆宽度加 1.0m 设计，坑深宜为 0.8m ~ 1.0m；
- 3 一级修库宽度应符合本规范表 16.3.11 的有关规定；
- 4 一级修库长度可按现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 规定的定修库长度计算确定。

16.4.4 临修库设计应符合下列规定：

- 1 临修列位应设检查坑，坑深宜为 1.3m ~ 1.5m，检查坑内应有安全照明和排水设施；
- 2 库内股道两侧应根据架车作业的需要设置块状或条状架车基础；
- 3 临修库宽度应符合本规范表 16.3.11 的有关规定；
- 4 临修库长度可按现行地方标准《城市轨道交通工程设计规范》DB11/995 规定计算确定。

16.4.5 静调库设计应符合下列规定：

- 1 静调库设计应满足列车整列作业的要求；
- 2 静调库的宽度应符合本规范 16.4.3 一级修库的有关规定；
- 3 库内检修列位上应设宽型检查坑，坑的深度和宽度可参照本规范 16.4.3 条一级修库的规定执行；
- 4 静调库的长度可按现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 规定计算确定；
- 5 静调线应设架空接触网，库前应设隔离开关，库内应设外接调试电源设备；
- 6 采用架空接触网供电时，应在受电弓位置设局部单侧车顶作业平台，车顶作业平台应有安全防护设施；
- 7 根据检修需要，可在静调线上设限界检测装置；
- 8 设有限界检测装置的线路应为零轨。

16.4.6 二级修库和三级修库的检修台位、检修工区面积应根据各修程的检修作业量、检修时间计算确定。厂房的布置和尺寸应满足工艺流程和检修作业的要求。

16.4.7 一级修库、临修库、二级修库和三级修库均应设电动桥式或梁式起重机和搬运设备。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、车顶作业要求和起重机的结构尺寸计算确定。

16.4.8 临修库、二级修库和三级修库均应根据作业要求设架车设备。

16.4.9 各种检修库的库前股道宜设有一段平直线路，其长度应满足车辆进出库时车辆外侧各部距库门净距不应小于 150mm 的要求。

16.4.10 镟轮库及其线路的设计应符合下列规定：

- 1 镟轮库及其线路应结合总工艺流程和厂房组合情况，可单独设置，也可与检修厂房合并设置；
- 2 当镟轮库与其他检修厂房合并设置时，应以实体隔墙隔开；

- 3 镟轮库的尺寸应满足设备安装和镟轮作业的需要；
- 4 镟轮库应考虑镟轮过程中全部车辆均在库内，库内应设有采暖设施；
- 5 镟轮库宜根据设备检修及安装要求设置起重设备；
- 6 镟轮线的有效长度，应满足列车所有车辆的轮对镟修工作的要求，设备前后应有一辆车长度的直线段，直线段外设置轨道绝缘节；
- 7 镟轮线应根据作业的需要配置公铁两用车或其他牵引设备。

16.4.11 二、三级修车场转向架间的设计应符合下列要求：

- 1 转向架间应毗邻二、三级修库设置，并应设有转向架和轮对等零部件的检修、清洗、试验和探伤设备；
- 2 转向架间规模和检修台位应根据转向架检修任务量、作业方式和检修时间计算确定；
- 3 转向架间内应设 10t 电动桥式起重机；
- 4 转向架间应设存放备用轮对和待修轮对的存放区。

16.4.12 车场蓄电池间设计应符合下列要求：

- 1 蓄电池间应满足车辆蓄电池检修和充电需要，并宜根据需要考虑场内公铁两用车、工程车、蓄电池搬运车和汽车的蓄电池检修和充电；
- 2 蓄电池间应设有电源室、蓄电池检修室、充电室、蓄电池材料储存室和值班室；
- 3 检修室和充电室应有通风、给排水设施；
- 4 酸性蓄电池充电室应为防酸地面，并应与其他房屋隔断和采取防爆措施。

16.4.13 车场应设材料、备品仓库，并应配备起重和运输设备。

16.5 维修中心

16.5.1 维修中心功能应满足全线线路、路基、轨道、桥涵、房屋建筑和道路等设施的维修、保养，以及供电、通信、信号、机电设备和自动化设备的维修和检修工作的需要。

16.5.2 轨道线路、桥涵、房屋建筑、道路等设施和机电设备的维修应充分利用地方资源，大修宜对外委托专业队伍或工厂承担。

16.5.3 维修中心宜设于修车场级的场地内，可分别在相关的停车场设维修工区或维修班组。

16.5.4 维修中心的变电所和供热、供水设施应利用车场相关设备和设施。

16.5.5 维修中心应根据各专业的作业内容和工作量配备检修设备和工程车辆。

16.6 救援设施

16.6.1 车场内应配备救援设备设施。

16.6.2 救援值班室应设电钟、自动电话和无线通信设备，以及直通运营调度中心的防灾调度电话。

16.6.3 救援用的车辆宜利用车场和维修中心的车辆，并应根据救援需要设置专用地面工程车。

16.7 站场设计

16.7.1 停车库宜采用贯通形式，且宜在场内形成环形线路布置。受用地条件限制时，停车库可采用尽头式布置。

16.7.2 与市政道路平交的出入线应与市政道路交通组织进行统筹设计。

16.7.3 站场线路路基宽度、路拱形状、路堤、路堑及边坡等设计应遵守本规范第 11 章的相关规定。

16.7.4 河流附近车场的站场线路路肩设计高程不应小于 1/100 洪水位、波浪爬高值和安全高之和。

16.7.5 路基排水系统应满足下列规定：

- 1 站场路基面应设倾向排水系统的横向坡度，并宜采用 2% 锯齿形横坡；

2 站场路基排水系统宜采用重力自流排水方式，最终排入城市排水系统；

3 场内排水设备宜采用排水沟、排水管相结合的形式。建筑密集区采用暗管排水，股道间采用盖板排水沟；

16.7.6 检查坑和室外电缆沟宜利用地形采用自然排水，困难时应设独立排水系统。

17 景观与绿化

17.1 一般规定

- 17.1.1 景观设计应贯穿设计的全过程。景观工程应与全线工程同时设计、同时施工，同时投入使用。
- 17.1.2 景观设计应处理好全线与城市环境之间的关系，在城市环境中形成层次丰富的视线走廊。
- 17.1.3 景观设计应在满足功能要求的前提下，对线路敷设、车辆和供电等方案的选择具有指导作用。
- 17.1.4 景观设计应重视保护当地文物古迹，并宜利用原有人文环境，发挥其文化和景观价值。

17.2 车站

- 17.2.1 车站宜结合周围环境、地形地貌和历史文脉等进行景观设计。
- 17.2.2 车站建筑造型宜简洁轻盈、通透美观。材料的选择应易清洗、防火、防锈蚀，同时应避免对周围环境产生光污染。

17.3 架空接触网

- 17.3.1 架空接触网立柱宜与高架桥的声屏障、建筑外墙和道路照明灯柱结合布置。
- 17.3.2 架空接触网宜首先选用单侧立柱、简单悬挂的形式。

17.4 照明

- 17.4.1 根据照明性质的不同，照明应分为功能照明和景观照明两大类。景观照明与功能照明应统筹兼顾。

17.5 绿化

- 17.5.1 地面线路采用绿化隔离形成专用道时，道路交叉口司机视距范围内不应植栽高于 1.2m 的植物。
- 17.5.2 绿化带内的泥土土面应低于路缘石 10cm 以上，路缘石外侧应保持完好，整洁。树池周围的土面应低于路缘石，并宜采取草坪、碎石等覆盖，无泥土裸露。

18 环境保护

18.1 一般规定

- 18.1.1 有轨电车工程应根据建设项目环境影响评价要求，落实环境保护目标及其污染防治要求。
- 18.1.2 污染防治设施应根据工程设计年限，按远期预测客流量和最大通过能力设计，并与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

18.2 噪声与振动控制

- 18.2.1 应从线路敷设、车辆选型、土建结构、轨道设备等方面采取环保措施，减少对周围环境的噪声与振动影响。
- 18.2.2 车辆及设备对外部环境的噪声影响应符合现行《声环境质量标准》GB3096的有关规定；车场的厂界噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348的有关规定。
- 18.2.3 车辆对外部环境的振动影响应符合现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB10070的有关规定。
- 18.2.4 车辆运行引起的建筑物振动与二次辐射噪声应符合现行行业标准《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》JGJ/T170的有关规定。
- 18.2.5 声屏障设计应满足声学性能、安全性、稳定性及耐候性等要求，并应符合下列规定：
- 1 声屏障设计目标值（声屏障插入损失）应由声环境保护目标处运营时段的车辆运行噪声昼间、夜间等效声级预测值（不含背景噪声）与所在环境功能区昼间、夜间噪声限值的差值来确定；并应符合《交通噪声污染缓解工程技术规范 第2部分 声屏障措施》DB11/T1034.2中5.2.1执行；
 - 2 声屏障的总长度应覆盖相应的声环境保护目标，并不应小于远期车辆长度。声屏障两端的附加延伸长度应计算确定，且不宜小于车辆长度的1/2；
 - 3 声屏障设计应避免对周围环境的眩光影响；声屏障的形式、材料、色彩等设计应与沿线城市景观相协调。

18.3 污水与废水处理

- 18.3.1 当车场附近有接入城镇污水处理厂的污水排水系统时，车场的生活污水应排入污水管道。
- 18.3.2 当车场附近无污水排水系统时，应设置相应的污水处理设施，对生活污水进行处理，达到国家和地方污水排放标准后排放。
- 18.3.3 车场含油废水应进行厂区内污水处理，达到国家和地方污水排放标准后排放。
- 18.3.4 车场洗车废水经处理后应做到循环利用，循环利用的冲洗用水水质应符合国家污水再生利用水质标准。

18.4 大气污染防治

- 18.4.1 车场供暖热源应采用市政热网，无条件时应优先采用无污染热源。
- 18.4.2 锅炉大气主要污染物排放浓度应符合现行国家和地方标准《锅炉大气污染物排放标准》GB13271、《锅炉大气污染物排放标准》DB11/139的规定。
- 18.4.3 食堂操作间应安装油烟净化设施，油烟排放浓度应符合现行国家标准《饮食业油烟排放标准》

DB11/T 1707—2019

GB 18483 和地方标准《餐饮业大气污染物排放标准》DB11/1488 中的有关规定。

18.5 电磁防护

18.5.1 变电所及车辆运行产生的工频电场、工频磁场等电磁辐射对公众环境的生物效应影响应符合现行国家标准《电磁辐射防护规定》GB8702 和现行行业标准《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》HJ/T 24 的有关规定。

19 节 能

19.1 一般规定

- 19.1.1 节能设计应根据工程方案、选用节能型设备、降低能耗，提高能源利用率。
- 19.1.2 节能设施应与有轨电车工程同时设计、同时施工和同时投入使用。

19.2 建筑

- 19.2.1 车站建筑围护结构的热工设计，应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的有关规定。
- 19.2.2 车站的平面布局，应有利于冬季日照和避风、夏季和其他季节减少受热、利用自然通风。
- 19.2.3 车站应采用节能灯具，并应便于维修更换和清洁保养。
- 19.2.4 车场内的厂房、车库等建筑的节能设计应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的有关规定。

19.3 运营

- 19.3.1 运营组织应根据线路的客流特点，制定具有节能效益的运行交路、行车间隔和车辆编组。
- 19.3.2 在满足旅行速度的条件下，宜优化车辆操控方案，减少车辆停站时间。

19.4 车辆

- 19.4.1 车辆应采用节能型车辆，车体宜采用轻量化设计。
- 19.4.2 车辆宜选用高性能空调机组，额定工况下空调机组能效比不应小于 2.3；在满足客室环境要求的条件下，车辆空调系统应以最节能的方式运行。
- 19.4.3 车辆照明宜选用 LED 照明，并根据外部光线强度的变化，采用光控或其他控制方式对客室内主照明进行控制。

19.5 供电

- 19.5.1 供电系统应选择减少供电系统本身能耗的变压器容量与导线截面。
- 19.5.2 在满足可靠、电能质量要求的前提下，宜减少环网电缆长度及设备数量、减少设备和线路损耗供电分区。
- 19.5.3 变电所的位置应靠近负荷中心，做到资源共享。
- 19.5.4 变电所应设置电能质量管理体系。变电所除专用消防、人防电源回路外，220/380V 回路应配置多功能表，并有网络接口。

19.6 照明

- 19.6.1 车站正常照明和广告照明宜采用 LED 光源，照明灯功率因数不宜低于 0.9。
- 19.6.2 车站站台正常照明、车场及区间线路路灯宜采用光控技术。车站采用分时、分段控制。
- 19.6.3 正常照明照度取值应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB50034 和《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的有关规定。

19.6.4 车场正常照明电源可采用光伏发电技术。

19.7 给水与排水

19.7.1 卫生器具及配件应采用节水型卫生器具并符合现行国家标准《节水型卫生洁具》GB/T31436 及地方标准《绿色建筑评价标准》DB11/T825-2015 的有关规定，卫生洁具应采用非接触式或感应式冲洗装置。

19.7.2 车场内部冲厕、绿化及地面冲洗水给水水源宜采用城市再生水。

19.7.3 洗车库的废水应就地处理后重复利用。

19.7.4 车场绿化浇洒应采用喷灌、微灌等高效节水方式。

19.7.5 车场内公共浴室、食堂、司机公寓等宜采用太阳能热水系统。

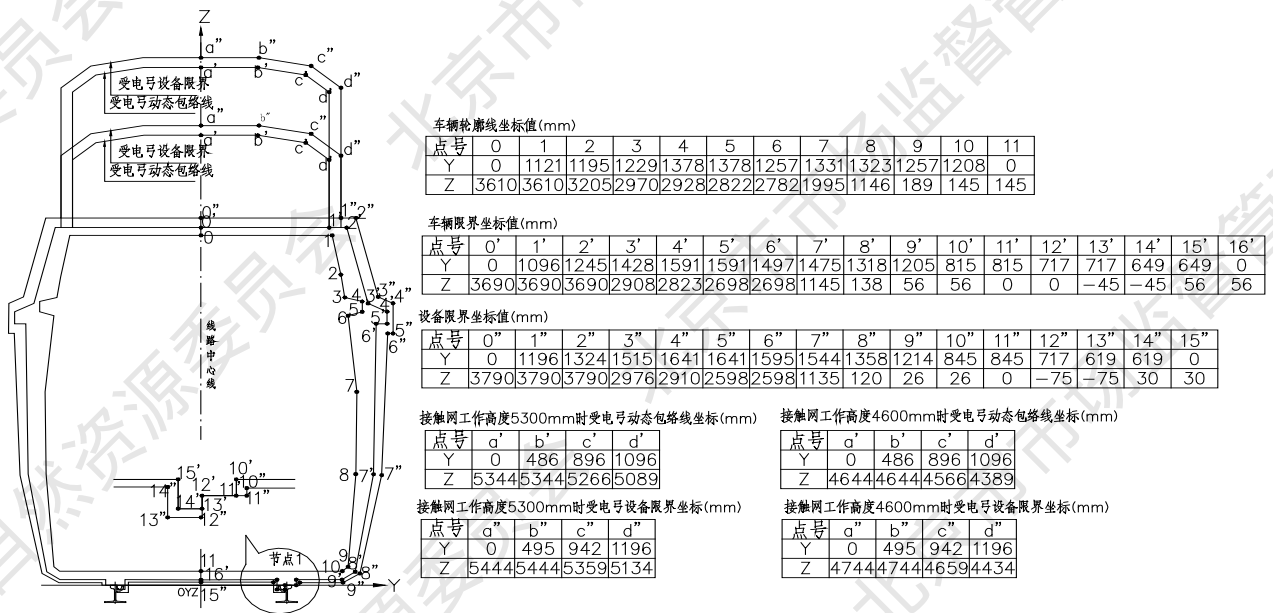
19.8 运营监控系统

19.8.1 控制系统宜集中设置 UPS 电源。

19.8.2 各控制系统均宜选用高效、节能的设备与器材。

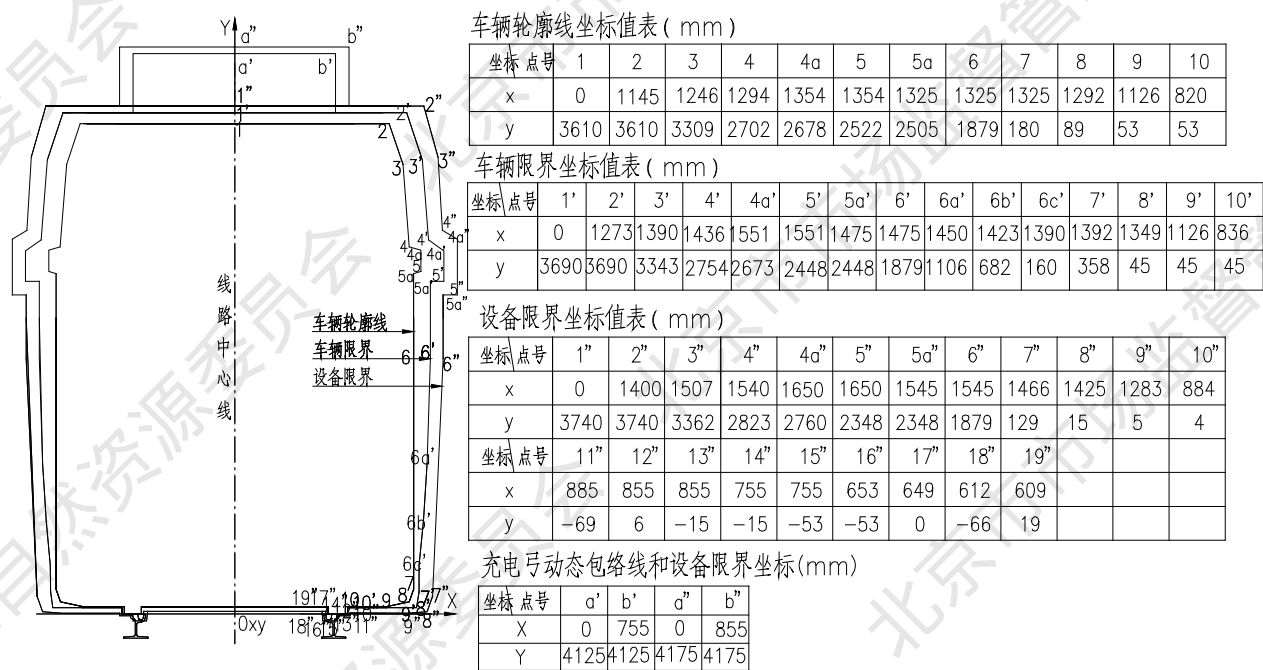
附录 A 有轨电车车辆限界图（一）

A.0.1 接触网受电车型直线段车辆轮廓线、车辆限界、设备限界的坐标，宜按图中表格数据选取。



附录 B 有轨电车车辆限界图（二）

B.0.1 储能装置供电车型直线段车辆轮廓线、车辆限界、设备限界的坐标值，宜按图中表格数据选取。



附录 C 曲线段设备限界几何加宽量（未含超高旋转）

C.0.1 有轨电车曲线段设备限界的平面加宽量（未含轨道超高因素）应符合下表要求。

曲线段设备限界几何加宽量（未含超高旋转）

R/m	曲线内侧 /mm	曲线外侧 /mm
25	323	634
30	269	501
50	162	236
80	105	100
100	86	80
150	60	55
185	51	45
200	47	42
250	40	35
300	35	30
500	25	19
≥ 1000	小于 10	
直线	0	

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑设计防火规范》GB50016
- 2 《建筑照明设计标准》GB50034
- 3 《建筑物防雷设计规范》GB50057
- 4 《电力工程电缆设计规范》GB50127
- 5 《地铁设计规范》GB50157
- 6 《公共建筑节能设计标准》GB50189
- 7 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343
- 8 《民用建筑设计统一标准》GB50352
- 9 《无障碍设计规范》GB50763
- 10 《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234
- 11 《声环境质量标准》GB3096
- 12 《铁路设施·声学·有轨电车内的噪声测量》GB/T 3499
- 13 《外壳防护等级》GB/T 4208
- 14 《声学—铁路应用—轨道机车车辆发射噪声测量》GB/T 5111
- 15 《铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定规范》GB/T 5599
- 16 《机动车运行安全技术条件》GB7258
- 17 《电磁辐射防护规定》GB8702
- 18 《城市区域环境振动标准》GB10070
- 19 《电能质量供电电压允许偏差》GB/T 12325
- 20 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348
- 21 《锅炉大气污染物排放标准》GB13271
- 22 《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549
- 23 《城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则》GB/T 14894
- 24 《城市轨道交通照明》GB/T 16275
- 25 《全球定位系统（GPS）测量规范》GB/T 18314
- 26 《饮食业油烟排放标准》GB 18483
- 27 《铁路设施 铁路车辆 有关电气危险的防护规定》GB/T 21414
- 28 《城市轻轨交通铰接车辆通用技术条件》GB/T 23431
- 29 《轨道交通——电磁兼容》GB/T 24338.4
- 30 《轨道交通 地面装置 第2部分：直流牵引系统杂散电流防护措施》GB/T 28026.2
- 31 《节水型卫生洁具》GB/T 31436
- 32 《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》HJ/T 24
- 33 《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1
- 34 《城市桥梁设计规范》CJJ 11
- 35 《城市道路工程设计规范》CJJ37
- 36 《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ69
- 37 《地铁限界标准》CJJ96

- 38 《快速公共汽车交通系统设计规范》CJJ136
- 39 《城市桥梁桥面防水工程技术规程》CJJ 139
- 40 《城市道路交叉口设计规程》CJJ152
- 41 《城市道路与轨道交通合建桥梁设计规范》CJJ 242
- 42 《城市无轨电车和有轨电车供电系统》CJT1
- 43 《铁路路基设计规范》TB10001
- 44 《铁路路基支挡结构设计规范》TB10025
- 45 《铁路应用机车车辆电气设备》TB/T 1333
- 46 《机车车辆电缆 第 1 部分：额定电压 3kV 及以下标准壁厚绝缘电缆》TB/T1484.1
- 47 《机车车辆电缆 第 4 部分 无卤低烟阻燃通信网络用电缆》TB/T 1484.4
- 48 《铁路桥梁混凝土桥面防水层》TB/T 2965
- 49 《铁路机车车辆用电子变流器供电的交流电动机》TB/T 3001
- 50 《民用建筑电气设计规范》JGJ 16
- 51 《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21
- 52 《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21
- 53 《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》JGJ/T170
- 54 《绿色建筑评价标准》DB11/T 825
- 55 《城市轨道交通工程设计规范》DB11/ 995
- 56 《交通噪声污染缓解工程技术规范 第 2 部分 声屏障措施》DB11/T 1034.2
- 57 《城市道路空间规划设计规范》DB11/ 1116
- 58 《轨道交通接驳设施设计技术指南》DB11/T 1236

北京市地方标准

有轨电车工程设计规范

DB11/T 1707—2019

条文说明

2020 北京

目 次

1 总则 63

3 基本规定 64

4 规划 65

 4.1 一般规定 65

 4.2 需求分析与客流预测 65

 4.3 线网规划 66

 4.4 线路规划 67

 4.5 运营组织规划 68

 4.6 车场规划 68

 4.7 用地控制规划 69

5 运营组织与管理 70

 5.1 一般规定 70

 5.2 运营规模 70

 5.3 运营组织 70

 5.4 配线设计 70

 5.5 运营管理方案 71

6 交通综合设计 72

 6.2 平面交叉口交通组织 72

 6.3 平面交叉口信号控制 72

7 车辆 73

 7.1 一般规定 73

 7.3 基本要求 73

 7.11 安全设施与应急措施 73

8 限界 74

 8.1 一般规定 74

 8.2 基本参数 74

 8.3 设备限界 74

 8.4 建筑限界 74

 8.5 轨行区管线设备布置 76

9 线路 77

 9.1 一般规定 77

 9.2 线路平面 78

 9.3 线路纵断面 78

10 轨道 79

 10.1 一般规定 79

10.2	基本技术要求	79
11	路基	80
11.1	一般规定	80
11.2	基床	80
11.4	路堑	81
11.5	工后沉降	81
11.6	路基变形观测	81
12	结构	82
12.1	车站结构	82
12.2	桥涵结构	82
13	车站建筑	84
13.1	一般规定	84
13.2	总平面布局	84
13.4	站台	84
14	供电	85
14.1	一般规定	85
14.2	外部电源与中压网络	85
14.3	变电所	85
14.4	牵引网	85
14.6	架空接触网	85
15	运营监控系统	86
15.1	一般规定	86
15.2	运营调度系统	86
15.3	正线道岔控制系统	86
15.4	路口接近检测系统	86
15.6	综合通信系统	86
16	车场	88
16.1	一般规定	88
16.2	车场的功能、规模及总平面布置	88
16.3	车辆运用整备设施	88
16.5	维修中心	89
16.6	救援设施	89
16.7	站场设计	89

1 总 则

1.0.1 本条为制定本标准的目的。本标准的制定考虑北京市作为首都的世界城市定位，坚持高起点、高标准、高水平的原则，落实世界眼光、国际标准、中国特色、高点定位的要求，对各区域有轨电车的规划设计进行统一的规定。

1.0.2 本条为适用范围。确定为采用钢轮钢轨的有轨电车新建工程。

1.0.3 本条对有轨电车工程规划设计的共性要求进行规定，强调规划先行，适时建设，同时把以人为本和安全可靠作为主要原则，与环境和效益协调统一。

3 基本规定

3.0.1 本标准与国家现行标准相衔接，将有轨电车定义为低运量（0.5 万人次/h—1.0 万人次/h）等级的轨道交通制式。而考虑有轨电车在进行技术改造后，远期可能会采用两列联挂的形式，运量将可达到 1.5 万人次/h。可作为特定区域的骨干公交线路，也可作为大运量轨道交通系统的加密、补充、联络和延伸。

3.0.2 根据北京市轨道交通应用的情况，城市规划的年限和城市道路的规划年限均为近期建设规划 5 年，总体规划期限为 20 年，故本标准结合北京市特点，将有轨电车交通工程的设计年限宜分为近、远两期，分别为建成通车后第 5 年和第 20 年。

3.0.5 有轨电车的通过能力取决于沿线交叉口、联络线的通过能力和折返线的折返能力，根据国内外经验，考虑路口通过能力的要求，单条运营线路最小行车间隔不大于 4min 要求。若同一区段有多条运营线路，应对交叉口、联络线的通过能力和折返线的折返能力进行核算和评估。

3.0.7 有轨电车一般为地面线路，与轨道交通、高速公路、城市快速路相交时应采用立交方式，与流量较大的城市主干路相交或特殊区段也可采用高架或地下方式。

3.0.9 在有轨电车开通近期，车辆编组多采用 3 模块或 5 模块（参考沈阳、苏州、武汉等城市）。在采用 6 人/m²定员标准的前提下，3 模块和 5 模块的定员数分别为：245 人和 300 人，而近期设计高峰小时客流断面均不大于 0.5 万人次，因此，为了满足客流预测需求，明确线路高峰小时列车发车间隔不宜大于 10min。

4 规 划

4.1 一般规定

4.1.1 有轨电车的规划应从系统性、全局性考虑，着眼于全市的空间发展战略布局和客流廊道需求，规划的范围应与总体规划范围一致，并以城市集中建设区为规划研究的重点，与多层次交通廊道的供需特征相匹配。在规划实施方面，应以各分区的规划实施为重点，与分区规划的范围保持一致，开展有轨电车的线网规划方案研究，并应注重与临近分区的衔接和协调。

4.1.2 在存量更新与增量开发并存的环境下，有轨电车规划应坚持差异化布局的原则。总体上，有轨电车应与其他公共交通方式协同，与城市发展战略、空间布局结构、用地和产业分布相协调。对于增量开发地区，应侧重于引导沿线用地和城市的发展，形成中运量的客运走廊，与沿线用地一体化发展。对于存量地区，应重点关注与轨道交通、地面常规公交网络的协调发展，并同步更新综合交通的其他各子系统，改善沿线的城市景观和风貌，实现有轨电车与城市发展的良性互动。

4.1.3 在规划编制的层次性方面，城市总体规划、城市综合交通规划、城市公共交通专项规划是有轨电车规划编制的上位和刚性依据。而城市道路网是有轨电车网络的主要承载基础，因此，有轨电车的发展应与道路网规划相衔接。轨道交通系统应包含有轨电车，但目前轨道交通线网的规划编制以地铁、区域快线为主，对于有轨电车重在客流廊道的协调，缺乏系统化的有轨电车规划方案研究，考虑轨道交通线网规划编制的对象、层级和全市性布局特征，有轨电车规划应与轨道交通线网规划相衔接。

4.1.4 规划编制的阶段划分上，应首先着眼规划范围，从城市发展的系统性、全局性入手，编制有轨电车的线网规划方案，是线路规划方案的刚性和上位依据。同时，应坚持规划的严肃性和科学性，未编制线网规划方案的地区，不得进行线路规划的编制研究和建设。

4.1.5 规划编制的时序上，应通过近期建设规划有序平稳地推进，实现远期线网规划的蓝图，并应考虑远景线网发展的需求，预留可扩展性和发展弹性。其中，有轨电车线网规划的近期、远期时限分别与城市总体规划或分区规划的近期、远期时限一致，近期建设的线路应与近期建设规划保持一致。

4.1.6 综合有轨电车线网规划的国内外案例、系统特征与发展需求，有轨电车线网规划的主要内容应包括，但不局限于规划概况、规划建设必要性分析、城市或区域现状及规划情况、交通需求分析、功能定位、发展目标、发展策略、线网规划方案与评价、公共交通（含轨道）线网的协调性分析、车场规划、用地控制规划、交通组织与衔接规划、近期建设规划及规划实施建议等。可在以上研究内容基础上，增加必要的支撑专题和研究内容。

4.1.7 有轨电车线网规划的基本成果应包括规划文本、说明书、规划图纸以及相关附件。相关附件包括调研资料、需求分析预测以及必要的支撑专题等。

4.1.8 综合有轨电车线路规划的国内外案例、线路特征与规划建设需求，遵循落实线网规划、指引线路工程建设的本质需求，有轨电车线路规划方案的内容应包括，但不局限于规划概况、线路功能定位及建设必要性、需求分析与客流预测、线网关系研究、线路沿线现状及规划条件、线站位与道路一体化研究、方案比选与评价、车辆选型研究、运营组织设计、车场规划设计、交通组织与衔接规划、沿线交通与市政设施规划、沿线可储备土地情况及用地调整建议、线路实施重难点等。

4.2 需求分析与客流预测

4.2.1 有轨电车线网规划的基础资料从类型上应包括现状资料和规划资料两个方面，从内容上应包括城

市、综合交通、公共交通等。

现状资料应结合必要的调查,能反映城市交通系统的现状特征和存在的问题,城市、综合交通、公共交通现状的调查数据,宜采用上一年度数据,居民出行调查数据应采用五年内的城市综合交通调查数据,必要时,可在城市综合交通调查数据的基础上,进行补充调查。

规划资料应收集最新批复的相关规划成果。与在编的规划草案有关的基础资料,应进行持续跟踪,并与最新的成果资料相协调。

4.2.2 坚持数据驱动的规划编制,应开展交通需求分析,作为线网规划的基础依据。交通需求分析和有关模型应满足以下基本要求。

需求分析模型和方法应具有一定的可扩展性、包容性,宜采用多种量化分析方法,综合技术、经济、社会、环境等多方面的元素,能够为有轨电车必要性分析、线网规模分析、线网方案评价、建设时序分析、设施用地控制等提供量化的依据。

有轨电车的有效服务范围为中长距离的范围,且具有高于地面常规公共交通的品质服务特征,要兼顾有轨电车的辐射和吸引范围,其研究范围宜在规划范围的基础上,扩大至客流吸引范围。

交通需求分析的基准年为规划编制的当年或前一年。预测年限包括近期和远期两个期限,分别与有轨电车线网规划的年限一致。

交通需求分析的内容应包括传统的全方式的出行总量、出行分布、方式划分和交通分配等四阶段分析。同时,还应包括有轨电车线网及其客运量分析,例如:有轨电车客运量、客运量分布和客运量分配等。

4.2.3 有轨电车线网规划应在需求分析的基础上,进行细化的、深入的依托线网和线路的客流量分析预测,为线网规划方案决策提供量化依据。

客流预测应能体现规划编制方案的评价指标,应包括出行总量、出行分担率、平均出行时耗、负荷强度、客运周转量、平均运距、换乘系数等。

对于规划线路方案,应进行深化的客流预测,为线路的优化和工程规划提供依据。预测内容应包括全日客流量、客运周转量、负荷强度、客流密度、断面客流量、单向最大断面客流量、客流方向不平衡系数、平均运距、平均乘车时间、换乘量、换乘系数等。

有轨电车原则上应利用道路空间运营,因此,还应该分析有轨电车线网规划对既有和规划道路交通的影响,从各等级道路通车公里数、车小时数、平均运行速度、平均饱和度等方面分析有轨电车线网规划对既有道路交通的影响。

在模型的标定和验证方面,应对采用的模型参数进行技术标定和多场景的验证分析,描述模型参数的含义以及对预测结果的影响。同时,对模型预测结果影响显著的因素,应进行类似地区的验证分析或多场景、多指标的参数敏感性分析,增加客流分析的可信度和可靠性。

4.3 线网规划

4.3.1 有轨电车是中低运量的轨道交通方式,是轨道交通服务的补充和延伸,也是地面常规公交主客流走廊的品质和服务提升。线网规划编制过程中应综合需求、技术、经济等多方面因素,研究有轨电车在城市或区域发展中的适用性,明确其在城市或区域中的功能定位。

4.3.2 有轨电车在建设成本、运输能力、服务品质和灵活性方面,均介于地铁和地面常规公交之间。应综合经济发展水平、用地布局、职住关系、交通需求水平、公交服务水平、道路运行状况等多方面因素,分析确定有轨电车适宜的线网规模。

4.3.3 应坚持规划转型,贯彻落实公共交通引导沿线用地开发的总体思路。在存量更新与增量开发并存的环境下,应差异化有轨电车的线网规划布局。对于增量开发区域,将公共交通引导沿线用地发展作为规划建设的核心因素,有轨电走廊沿线应是城市中高强度开发区域、公共服务中心区、公共活动中

心区、就业集中地区、城市客运枢纽和主要客流集散点。对于存量地区，与城市更新相协调，与城市的环境整治和品质提升行动相结合，重点处理好有轨电车走廊与用地规划、地铁走廊、地面公交走廊的关系，通过统筹、优化和提升，构筑多层次的、科学合理的城市公共交通系统。

4.3.4 综合国际发展经验，以及我国长春、大连等城市保留下来并成功运营的有轨电车发展经验，有轨电车不应按照“一路一线”的低效率发展模式，应该按照地面公交化的模式，通过共线或共区段等方式形成网络化的、灵活的线网格局。

4.3.5 多条有轨电车线路交汇的地方宜与城市中高强度开发区域、公共活动和大客流中心地区结合，按综合性换乘枢纽预留，宜与城市对外交通枢纽、轨道站点、公交枢纽等场站设施集约化布置、一体化设置，提高基础设施资源利用的效率。

4.3.6 有轨电车在地面的敷设方式宜灵活布置，与沿线的用地和建筑布局相协调、与沿线的道路和客流情况相适应，规划布局以有轨电车为主的公共交通专用路、有轨电车和社会车辆共走廊，以及有轨电车和社会车辆混和路权等多种形式的有轨电车线路。

4.3.7 坚持资源共享和集约化利用的原则，线网宜优先选用直连直通的衔接方式，在规划阶段应进行必要的用地保障。

4.3.8 有轨电车线网规划应纳入“多规合一”协同工作平台，逐步实现一张蓝图。近期应与国民经济和社会发展规划、土地利用规划等相协调，与片区更新、街道优化提升、环境品质提升、道路建设等相结合，制定科学合理的近期建设规划，明确建设时序，做到经济合理，有序平稳推进规划实施，落实一张蓝图。

4.3.9 有轨电车线网规划评价应采用多场景、多要素、多种方法的综合分析和全面评估。遵循定量和定性分析相结合，但以定量分析为主的原则，跳出就交通论交通单一评价考核要素，综合交通、环境、景观、风貌、经济等多重要素，建立全面评估线网结构和服务水平的综合评价指标体系。采用多种量化分析方法，考虑未来发展的弹性和不确定性，设定相应的场景，对有轨电车线网规划方案进行整体效益评价。

4.4 线路规划

4.4.1 线网规划是线路规划的上位依据，依据近期建设计划，与城市更新和增量开发相协调，服从环境品质改善和服务功能提升需求，分清主次，明确实施时序和线路建设的必要性。落实线网规划中的功能定位，并进一步深化和细化，提出线路的功能定位和规划指标要求。

4.4.2 线路车站是有效组织线网的关键，应符合上位规划和用地布局的要求。起终点宜与大型居住组团、中高强度商业集中地区相结合，提高运营的效率和服务水平，但不宜布设在客流大断面位置，且不宜布设于小于全线高峰小时单向最大断面客流量 1/4 的位置。

4.4.3 线路的走向应符合上位规划要求，与主要客流走廊一致。应坚持规划的功能布局 and 引导作用，线路设施工程服从于规划的功能定位和发展需求。线路可结合绿化带等与沿线建筑、景观、风貌一体化设置，不宜沿高速公路、城市快速路等过境性通道设置，也不宜沿着货运功能较强的通道布设。

4.4.4 有轨电车线路断面应综合线路的功能定位、道路的现状与规划条件、沿线的建筑布局和景观风貌等因素，科学合理的设置，可分为路中式集中布置和路侧式布置。

路中式集中布置的运行效率较高，但应综合考虑客流进出站的便捷性、安全性、立体设施的经济性、交叉路口合并设置的空间条件和信号控制的协调、景观风貌与建筑布局等因素，综合平衡各相关方的需求，适合于通过性功能比较强的路段设置。

路侧式布置沿着道路的单侧或两侧布置，该布设方式面临右转车辆转弯和车辆汇入等因素的干扰，运行效率较低，但站点设置的灵活度高、客流进出的便捷性较好，且易与沿线各交通方式接驳，适合于生活性功能比较强的路段设置。

4.4.7 遵循“无缝隙接驳”的原则，有轨电车线路站点应规划研究确定自行车、地面公交、集散广场等必要的接驳换乘设施。增量开发地区应预留接驳设施用地，并优先与周边用地和建筑一体化，存量更新地区宜开展必要的更新改造，布局换乘接驳设施。其中，自行车和公交接驳设施应布置在车站出入口最近处，与出入口的距离不宜大于 50m，不应大于 150m。

4.5 运营组织规划

4.5.1 应充分发挥有轨电车的灵活性，不宜按照当前地铁“一路一线”的运营模式，宜参照地面公交的运营模式，多条线路共线或共区段运营，实现地面化、公交化、智能化的运营，以最大化利用有轨电车通道能力，并提高有轨电车系统的直达率与覆盖率，减少乘客换乘次数。同时各线路间应规划建设或预留互联互通的条件，提高线网的组织效率和服务水平。

4.5.2 合理的线路长度是提高线路运营和服务水平的关键，过长的线路会增加线路设施的运营成本，降低服务的效率和可靠性，过短的线路不利于线路运营效能的发挥。一般宜结合市民的出行习惯和通勤时间，出行时间不宜超过 1 小时，按一般的道路运行状况、运营调度水平，线路适宜的服务长度为 10–20 公里。

4.5.3 要打破“一路一线”的地铁等轨道交通发展思维定势，按照一定的复线系数规划布设线路，提高线网组织的灵活性和运营效率，原则上规划范围平均复线系数不宜小于 1.4。

4.5.4 线路的起终点折返需要一定的空间。宜优先与附近的车场一体化设置。在周边没有规划车场的情况下，应在线路起终点分别设置停车折返线，保证车辆运营调度的需求和灵活性。

同时，为增加运营调度的灵活性，依据区域线网组织需要，可在部分中途站设置停车线。

4.6 车场规划

4.6.1 应贯彻落实城市总体规划，坚持资源共享、集约土地使用的原则，规划布局有轨电车场，总体上实现车场供需的均衡，明确车场的功能定位、规划布局、用地规模需求等。

4.6.2 应采取规划范围车场资源共享的模式，整体考虑车场的功能定位、选址规划和设备设施的维修基地，符合以下规定：

车场规划用地应与城市土地使用总体规划相协调，应服从城市总体规划的要求，应满足线路停车、检修等功能的需要，并考虑远期发展的要求。车场的布局和功能定位，应结合各条线路的运营方案、用地规划条件，网络资源共享规划条件等共同确定。一个规划片区宜设置一处车场，控制中心应与车场合并设置。

车场规划布局，应有利于实现良好的接轨条件，便于城市电力、市政给排水以及各种管线的引入和城市道路的连接，宜避开工程地质和水文地质不良地段。

4.6.3 车场的布局应尽可能接近有轨电车的正线，减少出入线的长度，降低建设和运维成本。在线路起终点附近的车场，折返线应在车场内一体化考虑。

4.6.4 有轨电车车场用地与车辆的类型和编组有关，但目前各地区有轨电车的类型未达成统一标准，相应的车场规模也存在着差异。例如，香港的车场相对集约，折合每正线公里 0.14 公顷，苏州、上海、深圳等地区车场的用地规模约在 0.3–0.7 公顷 / 正线公里。如果按车辆折算，大约在 0.1–0.2 公顷 / 辆车。

鉴于上述客观情况，建议分阶段、差异化布局有轨电车车场，并从前瞻性考虑，适度超前预留车场用地。

线网规划阶段，线路运营组织尚不明确，宜参照国标《城市综合交通体系规划（GB/T 51328–2018）》的规定，并结合国内城市经验，车场用地总规模宜按 0.3 ~ 0.5 公顷 / 正线公里控制。

线路规划阶段，应根据运营组织方案，结合远期配属车辆规模，综合确定车场的用地规模。考虑车辆类型不统一，将车场的用地规模折算到每辆车的每平方米，即车平米，然后根据配属车辆规模确定车

场的规模。其中，平均单车控制指标见公式 4.6.4。

$$S_{\text{单车控制指标}} = S_{\text{折算系数}} \times S_{\text{单车实际停放面积}}$$

公式 4.6.4

其中， $S_{\text{单车控制指标}}$ 为平均每辆车的控制指标，单位为平方米/辆车； $S_{\text{单车实际停放面积}}$ 为平均每辆车的停放面积，不包含通道面积，单位为平方米/辆车； $S_{\text{折算系数}}$ 为标准化换算系数，平均每辆车每平方米的用地面积，一般停车场、修车场的取值宜分别为 10~15、15~20。

4.6.5 综合利用是集约利用土地的重要方式。坚持“功能混合、立体复合、生态宜居”的规划理念，结合区域发展定位，分析论证综合开发利用和立体化布局的可行性，明确开发内容、性质和规模，优先与交通设施、公共服务设施、公益性设施等进行一体化规划和建设。对车场的各项设备、设施及开发内容应进行统一规划，并纳入城市控制性详细规划。

4.7 用地控制规划

4.7.1 车场是有轨电车正常运营的基础和必备要素，线网规划阶段应重点确定车场的用地规模和选址方案，对于线路区间（包括正线、出入线、联络线）、车站、变电所和控制中心等其他设施的用地需求，应提出控制原则和要求，用地控制方案在后续工作中逐步落实。线网规划编制完成后，应编制有轨电车用地控制规划，详细研究并确定各项设施的布局和用地控制范围，并依程序纳入城市控制性详细规划。

4.7.2 线路用地控制需求与线路敷设方式有关。

采用集中式双线布置的线路，如果位于道路红线范围，考虑轨道、安全间距和侧向净空的需求，线路控制范围不宜小于 8m，侧式车站处不宜小于 10m，岛式车站处不宜小于 12m。位于道路红线范围外线路（包括变电所及车场），其用地线及控制范围应参照现行地方标准《城市轨道交通工程设计规范》DB11/995 执行。

采用路侧式布置的线路，如果位于道路红线范围，考虑轨道、安全间距和侧向净空的需求，单向线路控制范围不宜小于 5m，车站处不宜小于 8m；位于道路红线范围外线路（包括变电所及车场），其用地线及控制范围应参照现行地方标准《城市轨道交通工程设计规范》DB11/995 执行。

4.7.3 用地控制范围内，不应设置平行的大型地下管线，相交地下管线宜协调好与有轨电车的建设时序，采取必要的工程措施。

5 运营组织与管理

5.1 一般规定

5.1.1 有轨电车运营组织应以有轨电车线网规划作为研究对象，依据线网客流规模及OD客流出行特征，以网络公交化运营为原则，梳理运营组织方案。在此基础上进行对应设计线路的制式、规模、配线等运营指标设计。

5.1.3 有轨电车在进行运输能力设计时，在遵循客流规模的同时，应保证其与常规地面交通的系统竞争力及服务水平，即应保证服务间隔不应低于常规地面交通方式。

5.1.5 有轨电车的敷设方式，导致其与路面交通的相互影响较大，合理完备的配线配置，可提高运营的灵活性及可靠性。因此，配线设计应与线路设计同步开展，充分利用线路特征及用地条件进行设计。

5.2 运营规模

5.2.1 有轨电车运输能力受线路条件、路口信号控制方式、路权方式等影响较大，与线路相交路口的通过能力相匹配，为适应多种情况下的线路条件，推荐路口通过能力不应小于 15 对/h。

有轨电车作为地面轨道交通系统，其运营模式与常规地铁模式存在差异，“对/h”的能力单位不适宜于有轨电车系统，建议采用高峰小时发车间隔作为有轨电车运输能力的标准单位，因此本次线路通道能力远期设计高峰小时发车间隔不应大于 4min。

此外本标准引入线路通道能力概念，通道能力即运营线路上各路运营路线开行能力的总和。运营管理设计时应充分结合线路的通道能力进行分析客流匹配性。

4min 发车间隔为最低标准，如需提高线路整体通行效率，需同时采用设置多列位车站、行车优先等措施予以保障。

5.2.2 有轨电车主要竞争对象为路面公共交通方式，现有公交系统设计中，站立标准均为 8 人/m²。有轨电车系统采用 6 人/m²的定员标准已具备足够的竞争力。

5.2.3 根据国内外有轨电车线路的运营经验，本条对各年限最小服务间隔做出了规定，提出了有轨电车系统应具备的最低服务水平。

5.3 运营组织

5.3.1 在有轨电车线网范围内可根据客流需求和乘客出行特征组织运营多条运营线路。公交化的多线路运营模式，可最大化利用有轨电车通道能力，并提高有轨电车系统的直达率与覆盖率，减少乘客换乘次数。运营路线的设计应以线网客流数据为基础，结合线路通道能力，单线基础服务水平进行设计，通道共线运营线路不宜超过 3 条。

5.3.4 有轨电车车辆制动性能弱于传统地面车辆制动能力，为保证列车在通过路口是对于紧急情况的应对能力，建议通过路口时列车头部进入路口速度不宜大于 30km/h。列车头部驶出路口之后可正常加速。

5.4 配线设计

5.4.1 有轨电车配线中渡线主要用于列车组织临时折返功能。联络线是作为有轨电车线网各线互联互通运营的基础联通条件。出入线是作为车辆场与正线的联通线。折返线主要用于正常运营时的运营折返功能。停车线用于运营临时停车及故障车停放功能。

5.4.2 有轨电车折返可采用站前、站后或回转折返等方式，具体形式应结合用地及线路条件进行分析。此外，折返能力应满足系统运输能力的需求。

5.4.3 有轨电车系统作为一种地面的公共交通方式，对突发状况及区间堵塞状况下的运营灵活性以及可靠性需求较强，因此渡线设置间距宜控制在 2~3km 范围内。此外在设置渡线时，应优先选择拥堵易发路段。

5.4.4 联络线作为线网中交叉线路的互联互通运营联通条件，由于采用多线运营模式，在交叉口区域，为避免过多的运营路线占据转向相位对交叉口社会车辆的影响，建议同一路口联络线不宜超过 2 组，如超过两组联络线，在实际运营中同期运营线路所利用联络线不应超过 2 组。

5.4.5 出入线作为车场与线路的连接线，收发车作为其主要功能，应具备双向发车的功能。此外由于有轨电车车场出入线与正线常规采用平交方式，与市政道路平交设置，为保证车辆出入方便和道路的通行能力，建议在出入线与路口平交区域设置信号控制条件。此外出入线接轨点距离应满足道路交通相关法规的要求，如出入口与交叉口之间的距离等。

5.5 运营管理方案

5.5.5 根据目前国内已建或在在建有轨电车运营管理经验，结合北京市对于轨道交通安全保障的需求，从定员配置上适当增配安保人员，结合其他城市 20 人/km 的定员标准，北京市运营管理定员指标宜控制在 25 人/km 以下。

6 交通综合设计

6.2 平面交叉口交通组织

6.2.5 机动车的停车视距应满足现行行业标准《城市道路交叉口设计规程》CJJ152 中的要求，由于有轨电车的加减速性能与机动车存在差异，不能采用机动车停车视距的标准。

根据以下公式（6.2.5）计算有轨电车停车视距，并向上取整到 5 或 10：

$$L=v \times t+v^2/(2a) \quad (6.2.5)$$

式中：

L——安全停车视距；

v——设计速度（m/s）；

t——刹车反应时间，有轨电车取 2.5s；

a——减速度，有轨电车取 1.3m/s²

6.2.6 第 2 款：有轨电车路中敷设的情况下，路口有轨电车转弯相位与机动车掉头相位冲突，宜禁止机动车掉头，类似冲突情况宜禁止该机动车相位或增设单独相位与车道；左转车道距离有轨电车较近时，同时转弯存在一定的视线死角，将左转车道外移可增加视线范围，提高行驶安全性。

第 3 款：路中敷设有轨电车，压缩中央分隔带的方式往往会破坏路口有轨电车线路线形的顺直，将影响有轨电车车辆的通行、增加系统损耗、影响运营安全等，故宜通过压缩机非隔离带、拓宽路口等其他方式增加左转专用道的空间。

6.2.7 有轨电车沿线转弯路口宜通过交通岛的形式渠化车流走向。交通岛可分为导流岛和安全岛，导流岛规范车辆行驶流线，安全岛供行人与非机动车过街驻足。

6.3 平面交叉口信号控制

6.3.9 有轨电车信号优先通常分为“绝对优先”和“相对优先”两种形式。

“绝对优先”是指当有轨电车车辆到达路口时，道路信号系统无条件给予有轨电车放行信号，其他道路交通车辆暂缓通行的方式。

“相对优先”是指当有轨电车车辆到达路口时，道路信号系统在保障其他交通正常运行的前提下，适度给予有轨电车优先通行的方式。

7 车 辆

7.1 一般规定

7.1.1 本条主要是针对车辆车体的一些基本规定，主要有以下几点：

1 车辆基本长度：按基本单元 3~5 模块车考虑。目前国内多数已开通运营的有轨电车低地板车辆都采用 3~5 模块或同等长度车辆为基本单元，如株洲厂生产的 4 模块车辆、四方厂生产的 3 模块车辆等，车辆长度在 32~37m 之间，定员 300 人左右。特殊情况也可根据客流实际需求选用基本长度在 25m、48m 的 3 模块、7 模块等车辆。

2 车辆地板高度：可选择 70% 或 100% 低地板有轨电车。

3 目前国内有轨电车车辆最高运行速度一般在 70~80km/h，本次统一为 70km/h。最高运行速度 100km/h 有轨电车车辆在国外也已广泛成熟应用，可根据线路功能定位、旅行时间目标等进行选择。

4 车辆供电方式分为架空接触网方式、地面供电方式、车载储能供电方式。特殊情况下，也可在上述方式的结合。

7.1.3 “正常运行”的条件主要是指：

- 1 载荷从空车到超员的范围内；
- 2 车辆速度不超过运行曲线规定的速度；
- 3 车轮磨耗在规定的范围内；
- 4 除灾害性天气以外的气候条件；
- 5 车辆、轨道、信号等维修工作均按规定要求进行等。

“同时应具备故障、事故和灾难情况下对人员和车辆救助的条件”，这些条件是指车上应装有的灭火器、事故广播装置、救援设施等。

7.1.5 有轨电车车辆供电方式多种多样，无架空接触网供电主要包括地面供电和储能装置供电两种，其中地面供电包括电磁吸附式、电磁感应式、嵌地接触轨等，储能装置供电包括超级电容供电、蓄电池供电、混合型供电、氢燃料电池供电等。

7.3 基本要求

7.3.6 所谓纵向冲击率是指加速度的变化率，是乘客舒适度的重要指标。在现行的国家标准《城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则》GB/T14894 中，这个限值为 1.0m/s^3 ，据调研目前沈阳浑南、广州海珠、南京河西等地对车辆纵向冲击率的要求均为 1.0m/s^3 ，故此处按 1.0m/s^3 要求，如用户对纵向冲击率有更高要求，可与车辆供货商协商，写入合同中。

7.3.13 本条规定了列车在最不利的条件下发生三种可能发生的故障时运行的能力，目的是为了列车发生故障时不致造成系统混乱。当列车动力转向架数量为 3 的倍数且不是 2 的倍数时，丧失动力可取值 $1/3$ 。

7.11 安全设施与应急措施

7.11.6 电气设备接地符合《铁路应用 机车车辆电气设备 第 1 部分：一般使用条件和通用规则》TB/T1333.1 中的规定。

8 限 界

8.1 一般规定

8.1.1 本规范使用的车辆限界是考虑了车辆静态偏移量（制造公差、磨损等）、动态偏移量（车辆振动、准静态位移等）、线路轨道因素产生的偏移量（轨距、磨损、位置公差等）以及附加考虑悬挂故障因素产生的偏移量后的一种动态包络线。按运行区域不同，分区间车辆限界和车站有效站台区车辆限界。设备限界是从车辆安全运行角度考虑允许固定设备安装离开车辆最小距离的边界。建筑限界是永久性固定建筑物的最小有效净空尺寸，结构物等设计时需预留施工误差、测量误差及结构永久变形等余量。

8.1.2 有轨电车故障情况下，乘客需从侧门疏散，对于单线线路，车体外与建筑物间，至少一侧需要考虑故障工况下乘客的疏散或救援空间，一般不应小于 600mm。对于双线间无隔离设施时，在确保对面线路无车时，乘客可以利用两线间的共享空间疏散，不受此条限制。

8.1.3 有轨电车线间距，相邻区间线路，当两线间无墙、柱或设备时，两设备限界之间的安全间隙不应小于 100mm，目的是确保两线间的行车安全。由于有轨电车两线间，一般需要布置强、弱电缆及电缆检修井，因此确定线间距时，同时需要考虑两线间布置管线设备安装空间及电缆检修井的空间要求。如两线间布置有强、弱电缆，线间距一般会比行车限界要求的更大。

8.1.4 对于进入线路运行的其他各种工程车辆，其车辆动态包络线不应突破正线运行车型的车辆限界，目的确保该车辆在线路上运行的安全。

8.2 基本参数

8.2.1 该条是车辆的基本尺寸，但限界设计的车体宽度应包含后视摄像头、后视镜、示廓灯，需要注意与车辆的基本尺寸的差异。

8.2.2 区间或车站限界列车计算速度规定，在于控制限制车站或区间的最高运营速度，确保行车安全。

8.3 设备限界

8.3.1 车辆厂家一般是提供的是各种工况下的车辆限界，限界设计时，需要将各种工况下的车辆限界进行拟合后，按照此条规定的方法，计算并绘制出工程中应用的设备限界。

8.4 建筑限界

8.4.1 该条规定矩形隧道侧墙的建筑限界。侧墙建筑限界制定时需要考虑管线设备敷设或疏散空间要求。对于单洞双线隧道，如两线间无隔墙，可利用两线间疏散，侧墙建筑限界只需考虑管线设备敷设空间要求。

8.4.2 对于有轨电车，局部地段需采取盾构隧道时，考虑疏散通道的最小宽度要求及轨道高度、接触网安装高度要求后，有轨电车建筑限界最小要求为 5200mm。

8.4.3 本条规定了有轨电车暗挖马蹄形隧道建筑限界的拟合方法。

8.4.4 为保证行车安全，该条规定了当建筑物的侧墙或顶板上没有设备或管线时，建筑限界与设备限界之间的最小间隙，对于控制最小建筑限界十分必要。

8.4.5 本条规定是参照地铁通用做法，为满足行车安全，解决单洞单线马蹄形隧道和圆形隧道曲线段，因轨道超高造成设备限界倾斜，使之与建筑限界之间的空隙分配不均。为充分、合理的分配建筑限界空

间,给出了隧道中心线横向位移公式和竖向位移公式。实际设计计算表明,竖向位移量只在毫米级变化,为了简化施工,竖向位移可忽略不计。在马蹄形隧道横向偏移量的计算中,圆心位置应取隧道顶部弧线对应的圆心。

8.4.6 第1款:有轨电车地面或高架线、U形槽建筑限界,应在设备限界外,考虑设备安装尺寸确定,对于设备限界外无设备地段,还应考虑人员疏散或消防人员救援通道宽度后综合确定。设备与设备限界间预留 50mm 安全间隙,便于限界检查车检查及设备的安装、制作误差。

第2款:地面线建筑限界,侧面限界制定应综合考虑信号灯是否设置在侧面,如侧面设置信号灯,侧面限界宽度宜按照信号灯限界控制。如侧面不设置信号灯,直线段侧面限界一般按照最大设备限界控制点坐标 +100~200mm 间隙控制。侧面限界宜取整为 50mm 的倍数。同时地面线建筑限界,需要考虑排水沟、路基宽度、管线布置位置等因素综合确定。有轨电车的排水沟,一般要求在其用地界范围内考虑。地面线有轨电车的管线布置,一般宜敷设在道床面以下,限界制定时候,需要结合管线布置综合考虑。

第3款:声屏障与设备限界的安全间隙,考虑其立柱的安装定位误差,同时考虑间隙太小则会出现噪音过大,因此按照 200mm 确定。

第4款:对于接触网支柱和设备限界的最小间隙,本条只作最小间隙规定,确保行车安全。

第5款:有轨电车用限界范围内,如是全封闭线路,应设置路缘石等隔离设施,避免社会车辆影响有轨电车运营。对于平交道口,如有轨电车采用架空线,对于下穿接触网导线的超高社会车辆,在平交道口两侧应设置限高措施,避免对接触网导线有影响。

8.4.7 道岔区的建筑限界,由于车辆从轨道直股进入曲股,会发生几何偏移,加之道岔区轨道中心和线路中心不重合,也存在几何偏移,因此道岔区建筑限界在直线段限界基础上进行加宽。具体加宽应结合车辆、道岔布置图计算确定。

8.4.8 第1款:站台面在任何工况下,均不得高于车厢底板面,避免乘客下车时绊脚跌倒。综合考虑车轮塌面及钢轨顶面磨耗、载客后车辆底板的下沉后,车辆下沉量一般不超过 50mm,因此规定设计时站台台面按低于车厢底板面 50mm 设计。

第2款:站台边缘至轨道中心线的距离:站台计算长度范围内,为避免车体与站台边缝隙过大,造成乘客上下车踏空,缝隙不应太大,但又必须保证行车安全,故按照站台高度位置的车辆限界 +10mm (安全间隙) 确定。站台门限界,按照站台区域的车辆限界 +25mm 安全间隙确定,25mm 包含了站台门的弹性变形,测量误差及一定的安全间隙。施工误差需要站台门专业去考虑。

第3款:站台计算长度范围外,乘客不上下车,加之此处站台边施工精度一般要求不高,故按照设备限界加 50mm 安全间隙确定。

第4款:车站范围的其余设备用房墙壁、栏杆、柱子限界按照区间建筑限界的規定执行。也即以设备限界为基准,结合是否悬挂管线设备,再加一定的安全间隙确定其限界。

8.4.9 曲线站台边缘与车门之间缝隙,不应大于 180mm,以避免乘客脚滑入该缝隙中导致次生伤害。

8.4.10 第1款:停车场(段)库外限界,一般均采用碎石道床,虽然行车速度比正线低,但由于道床的稳定性相对差,车辆本身动态限界在同等条件下比正线整体道床偏大,综合考虑行车速度和道床稳定性后,两者车辆动态限界相近,故停车场的库外限界,按照正线车辆动态限界执行,停车场的接触网立柱、信号灯等各种限界要求,按照正线限界标准执行。

第2款:为保证维修工人上车顶维修,平台与车体缝隙不应过大,平台上的护栏、上到检修平台的步梯与车体间隙,参照地铁设计规范,按照车辆轮廓线 +80mm 确定检修平台的高度。平台设计时,在限界基础上,需考虑本身的施工误差和定位误差。由于有轨电车一般有后视镜,步梯限界应按照后视镜位置的最大轮廓线 +80mm 控制。

第3款:有轨电车线间距小,入库线的曲线半径一般很小,车库大门位置因两线间有门立柱等,限

界一般紧张。如门位置距离曲线起点太近，由于限界还需加宽因素，将导致门位置的柱子等布置十分困难，难于满足限界要求，故做此条规定。

第4款：车库大门宽度，应考虑后视镜或后摄像头的车体最大宽度后确定，车辆专业常说的车辆基本宽度（如2650mm）不是实际车体的最大宽度。为保证行车安全，故做此条规定。

8.4.11 此条规定在于明确警冲标的设置位置的限界要求，有助于轨道、信号专业确定警冲标的具体位置。

8.5 轨行区管线设备布置

8.5.1 本条规定的目的在于保证列车在故障状态运行时不会与轨道区的管线、设备擦碰，以及保证限界检测车的顺利通过。

8.5.2 强电主要指供电和动力照明电缆，弱电主要指通信、信号的电缆。强、弱电共用通道时，要求满足强、弱电电气间隙要求。电缆路由需考虑减少过轨、方便与相关设备连接等因素。轨道区两侧的各种管线应排列有序，保持顺直，避免频繁过轨或交叉。道岔区转辙机、信号机的安装位置则要求根据信号系统的布置确定。

8.5.3 传统的单开道岔转辙机宜布置在两线间，交叉渡线转辙机因线间距小，两线间布置两组转辙机一般有困难，故其中一组布置在线路外侧。对于埋在轨道中线位置，道床下方路基中的道岔转辙机，不受此限制。

8.5.4 有轨电车隧道一般较少，如有地下隧道，本条管线布置参照地铁管线设备布置规定。

9 线 路

9.1 一般规定

9.1.1 第 1 款：本条阐述轨道交通选线的原则：

线路应符合北京市有轨电车线网规划的线路走向，且与地铁、轻轨线网走廊不应重复。在不影响有轨电车线网中其他线路服务范围的情况下，可局部调整线路走向。《国家发展改革委关于加强城市轨道交通规划建设管理的通知》（发改基础[2015]49号）及其“附件 1：城市轨道交通规划编制和评审要点”明确提出：“发展地铁和轻轨的城市将有轨电车纳入建设规划做好衔接，其余城市有轨电车建设规划由省级发展改革部门做好衔接。以地面线路、钢轮钢轨和低地板为主要技术路线，采用适宜的技术标准，合理控制工程造价。”

每一条线路在线网中具有一定的位置、地位和长度，也有主次之分，必须从客流特征分析，确定线路的功能、性质和地位。

9.1.2 第 2 款：站间距主要受客流集散点、线路功能和速度目标影响，站点呈不均衡分布。一般市中心区客流点密集，站距宜小；郊区客流点分散，站距可适当加大。目前，我国开通运营的现代有轨电车站线路的平均站间距除大连（改造线）、苏州高新区和北京西郊线外，大多数工程站间距在 500~900m 之间。另外，考虑到最小站间距由最高设计速度决定，根据牵引计算核算，若现代有轨电车实现 70km/h 速度的最小站间距约为 630m。

表 9.1.3 国内部分城市有轨电车站站间距

线路名称	平均站间距（km）
长春 54、55 路	0.49
天津开发区导轨电车 1 号	0.56
南京河西有轨电车	0.60
上海张江有轨电车 1 路	0.65
广州海珠环岛有轨电车	0.70
青岛城阳有轨电车	0.73
沈阳浑南新区有轨电车	0.81
淮安有轨电车	0.87
大连 201 路、202 路及其延伸线	1.55
北京西郊线	1.75
苏州高新区有轨电车 1 号线	1.82

9.2 线路平面

9.2.1 第 2 款：车站曲线半径大小的控制因素是站台边缘与车辆（车门处）的间隙。按照曲线站台最大间隙 180mm 控制，确定为 400m。

第 3 款：圆曲线、夹直线的最小长度规定为不小于一列车辆最小模块的长度，目的是避免一节车辆

同时跨越在三种线型上，造成车辆运动轨迹过渡不顺畅，而可能出现脱轨事故。

第4款：复曲线是两种不同半径的同向曲线相连，存在曲率的突变点，考虑到有轨电车曲线半径较小，钢轨施工现场弯制的难度，以及车辆运行的平顺性，一般情况下，新建线路不宜采用复曲线。

9.2.2 第4款：列车运行速度限制值可按下列式计算：

$$\text{一般情况} \quad V \leq \sqrt{0.6R} \quad \text{m/s}$$

$$\text{困难情况} \quad V \leq \sqrt{R} \quad \text{m/s}$$

缓和曲线是根据曲线半径 R 、车辆通过速度 V 以及曲线超高 h 等三种要素确定的。宜在缓和曲线长度内完成直线至圆曲线的曲率变化，包括轨距加宽和曲线超高的递变率。

由于折返线、停车线均为低速运行段，所以在折返线、停车线的曲线上，允许不设缓和曲线，也不设超高。

9.3 线路纵断面

9.3.1 第3款：线路最小坡度的限定主要是考虑到道路排水问题，最小纵坡一般选取 3‰。地面和高架桥区间正线处在凸形断面时，在理论上，在平坡地段的水沟不会积水，但实际施工证明，平坡很难做到，故需要横向汇集，分段排出。

9.3.3 第1款：线路坡段长度受两种因素制约：一是不宜小于远期或客流控制期的车辆长度；二是满足两个竖曲线之间的夹直线长度，都是为了保证一辆车在运行线路上不会出现两种以上坡段、坡度及竖曲线，改善运行条件。

10 轨道

10.1 一般规定

10.1.1 轨道结构是保证列车安全运行的重要保障，相关设备必须安全可靠，有轨电车轨道结构多采用埋置式结构，应尽量考虑轨道少维修或免维修，轨道设备标准化，系列化、通用化，有利于减少设计及施工麻烦，有利于减少维修及备料订货种类，有利于线网轨道设备通用化。

10.1.3 轨道结构应与道路硬化、景观绿化要求相适应。

10.1.4 根据工程环境影响评价对沿线减振、降噪要求，在轨道结构上采取分级减振、降噪措施，既能达到沿线不同地段环境保护标准，又能节省轨道工程投资。

10.1.5 有轨电车以地面线为主，结合道路修建，工程实际上考虑远期发展，改造几率很大，因此规定设计使用年限不低于 50 年。

10.2 基本技术要求

10.2.1 为使钢轨顶面在有轨电车车轮载荷作用下受力均匀，钢轨需设置一定的轨顶（底）坡，轨顶（底）坡取值与车辆车轮踏面密切相关，应根据车辆需求确定需要设置的轨顶（底）坡值。工程中车辆未确定时，轨道可按一般情况进行设计，在车辆确定后，应取得车辆关于轨顶（底）坡设置的确认。

10.2.2 有轨电车为保证曲线通过性，多采用铰接式转向架，列车通过槽型轨轨道时，考虑槽型轨翼缘影响，一般不需进行加宽。在采用工字轨轨道时，为保证有轨电车在曲线地段通过性更好，并减少轮轨间横向力，减少钢轨磨耗，小半径曲线地段可根据需要设置适量的加宽，具体要求，应根据车辆要求确定，并适当考虑工程车通过要求。

10.2.3 考虑有轨电车舒适的设计标准，未被平衡横向加速度按一般情况下为 0.4m/s^2 （欠超高 61mm）进行要求。

10.2.7 根据有轨电车线路通过总重确定，轨枕布置按 1520 对 /km 布置即可满足相关要求。

11 路 基

11.1 一般规定

11.1.1 在设计和施工时需要充分考虑对土工结构物产生影响的各种因素，包括：地质条件、列车荷载、路基自重、水流作用、气候及与其他交通、河流、管道等交叉时的影响等。土工结构物在设计年限内要具有足够的强度、稳定性和耐久性。

11.1.2 路肩高程的确定关乎路基的强度、刚度、稳定性及耐久性，要重视水文影响，必要时采取相应的排水、支挡等措施，如：在路基与 U 型槽过渡地段，需要避免路肩高程低于地表积水水位，并合理确定路基与 U 型槽的分界。地下水位高于轨顶以下 1.5m 时，一般不宜规划无砟轨道线路。

11.1.3 路基面宽度需要考虑路基稳定、养护维修、安全、线间距、轨道结构型式、曲线超高设置、通信信号和电力电缆槽布置、接触网支柱基础位置、声屏障基础等因素的影响。

尽管轨道交通在列车非运营期间进行维修、养护，但有砟轨道路肩宽度仍应满足轨道养护、维修的需要。

无砟轨道路基需要根据轨道型式、管线布置方式进行确定，满足限界要求，其路基面宽度应该与桥梁（或桥台）宽度相匹配。

11.2 基床

11.2.2 无砟轨道的基床结构体系是为满足上部轨道结构的要求而确定的。无砟轨道路基基床结构中主要的受力结构为无砟轨道支承层和基床表层，支承层下垫层的作用为无砟轨道支承层服务，应满足其施工便利、质量可控的要求。

轨道板、无砟轨道支承层、路基可简化为弹性地基上的等价双层叠合梁模型进行计算，在结构分析时，保证道床板和支承层在荷载作用下的弯曲拉应力不大于相应的疲劳强度允许值。

列车动应力由轨道、道床传至路基本体，然后沿深度逐渐衰减，一般将动应力影响较大的部分定义为路基基床。压实土的动三轴试验表明，当动应力与自重应力之比在 0.2 以下时，加载 10 万次产生的塑性累积变形在 0.2% 以下，而且很快能达到稳定。因此，一般将动应力与自重应力之比 0.2 作为确定基床厚度的依据。

基床表层厚度的确定方法按满足以下两种条件进行控制：一是列车荷载作用下路基顶面变形量不超过 3.5mm 为限值；二是列车荷载作用下作用在填土上的动应力不大于填土允许应力。

填土的允许应力值可通过填土的动三轴试验确定。试验表明填土存在一个临界动强度，即在小于该临界动强度的荷载作用下，土样的塑性累积应变接近于零。否则，土的塑性应变就会不断累积、发展，直至破坏。

在受冻胀影响的地区，路基基床结构设计要求满足抗冻胀要求。

11.2.4 压实标准中仍可沿用现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 中的相对密度、孔隙率，压实系数作为选用标准。

11.2.5 厂拌二灰砂砾要求具有产品质量合格证及石灰活性氧化物含量、粒料级配、混合料配合比及 7d、28d 龄期强度标准值。7d、28d 无侧限抗压强度 $R_7 \geq 0.7\text{MPa}$ ， $R_{28} \geq 2.0\text{MPa}$ 。

11.4 路堑

11.4.2 不良地质、软土地质及受地下水影响的地段，其路肩高程必须严格控制，以保证路基的干湿状态，因此一般应采用填方的形式，路基的地下水位要求低于路基面 1.5m，并避免采用路堑方式。

11.5 工后沉降

11.5.3 不均匀沉降变形降低了轨道几何不平顺和行车舒适性，有时出现较大的附加动力荷载，对系统的动力稳定性产生影响，为此控制路基的沉降变形是无砟轨道路基的关键。

11.6 路基变形观测

11.6.2 不良地质、软土地基地段的无砟轨道路基要求设置观测点，路基两侧埋设沉降、位移等观测设施，其控制标准必须满足设计要求。

12 结 构

12.1 车站结构

12.1.2 设计使用年限是指在一定维护条件下,能保证主体结构工程正常使用的最低时段。具体保证措施应符合本规范有关规定,未及部分可参考现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 等相关规定执行。

12.1.4 为便于进行日常维护,设计时可以根据需要对车站结构、顶棚结构设置易于维修人员通行的爬梯、临时锚固件等设施。

12.2 桥涵结构

I 一般规定

12.2.1 第2款 桥梁工程的结构损坏或大修对有轨电车营运的影响严重,参照现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157,设计使用年限不应小于100年。对于合建桥梁中利用老桥结构的部分,其剩余使用年限控制工程设计,也应能保证相当的年限,建议不小于30年,该年限为通过耐久性评定得出而非设计使用年限减去已运营年限。对于与有轨电车相邻的桥梁,其损坏或大修可能对有轨电车的运营有影响,应根据影响的程度确定设计使用年限。如不影响有轨电车的运营,该部分桥梁的设计使用年限满足其本身的适用规范要求即可。

12.2.2 有轨电车高架线与城市高架道路相同,不仅要满足城市道路规划的需要,还应充分重视对城市环境的影响,这包括城市景观上的要求、对城市环境的保护。已建的工程表明,列车通过时,钢结构桥梁振动噪声远大于混凝土结构桥梁,因此,除大跨需要或离建筑物较远的区域外,一般不建议采用钢结构桥梁,包括钢-混结合梁桥;另外,从运营维修角度考虑,中小跨度也要求尽量避免采用钢结构。

12.2.3 考虑桥梁安全对有轨电车交通的重要性,条文规定设计洪水频率按百年一遇。当建桥区的总体防洪标准低于百年一遇的洪水频率时,桥梁的防洪标准选择过高(如造成道路均淹没,有轨电车停运,仅有桥梁高耸),会造成总体布置困难,工程经济也不合理,可按规划的洪水频率进行总体布置。但要求当出现此类情形时,保证桥梁自身的结构安全。

12.2.4 高架桥梁结构,要求在制造、运送、安装和运营过程中,必须具有规定的强度、稳定性、刚度和耐久性,以保证施工、运营安全,使用耐久。

12.2.5 第1款:现行行业标准《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21 从上部结构、下部结构、桥面系三个部分将桥梁技术状况评定为1~5类,其中1、2类为功能完好、对桥梁使用无影响。现行行业标准《高速公路改扩建设计细则》JTG/T L11 中明确规定,1、2类桥梁可原位利用,3类桥梁经维修加固后达到1、2类桥梁的可利用,4类桥梁宜拆除重建,5类桥梁应拆除重建。考虑到有轨电车行车密度大、人员密集,本条的编制思路是评定为1、2类的桥梁可直接利用,3、4类桥梁不宜采用,5类桥梁应拆除重建。

第2款:混凝土中钢筋锈蚀不仅影响结构的耐久性,而且影响结构的安全性。在判断既有桥梁是否能利用时,钢筋锈蚀的评定是一个重要的指标。而钢筋锈蚀电位、混凝土碳化状况是评定钢筋锈蚀的两个重要指标。现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 中明确规定了钢筋锈蚀电位、混凝土碳化状况的测试方法及评定标准。本条评定标准的要求既考虑了结构的安全需求,也考虑了尽量

利用既有桥以节省投资的工程需要。

第3款：参考公路通用图编制调研材料，采用铰接板梁的桥梁在运营多年后，常出现各向裂缝、铰缝脱落、单板受力、局部破损、支座脱空、移位等病害。因此本条规定该类桥面系不宜直接利用，建议换梁或换板后利用。

第4款：曲线梁由于受力较为复杂，部分设计考虑不周，在运营多年后，常出现各向裂缝、支座移位、梁体爬移、伸缩缝顶死等病害；甚至部分桥梁抗倾覆能力不足，发生过曲线梁倾覆等严重事故。因此本条规定对于曲线梁的利用，应首先进行详尽的受力和抗倾覆核算，不满足的需通过加固改造、横向增设支点增强抗倾覆性能后方可利用。

II 结构设计

12.2.6 国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234-2017已发布，新建有轨电车专用桥梁的设计按此执行即可。

12.2.8 利用或改建既有城市道路或公路桥涵走行有轨电车时，情况多样，因此本条对于几种主流情况的适用规范体系和改造后的要求作出规定，以明确改造桥梁的设计方法，其中第一款的改造是指新建或更换行为。

12.2.9 有轨电车主要走行地面，遇到小河、排洪沟等需设置涵洞，故作此条规定。

第1款：根据既有铁路涵洞使用情况，推荐采用整体性好、适应性强、方便施工及便于检查维修的钢筋混凝土框架涵。

第2款：保证路基的强度、刚度和轨道基础竖向的均匀性，能够保证列车行车安全和舒适运行。路基下设置涵洞后，对路基的刚度有一定影响，为尽量减小路基纵向刚度的突变，故对涵洞顶至轨底填土高度进行了要求。

第4款：沉降缝位于轨道板下时，涵节的沉降差可能会引起轨道板的开裂，故沉降缝不允许设在轨道板下，而是设于两线之间。

第5款：为满足路基段轨道结构平顺性要求，涵洞地基的处理方式建议与两侧路基处理方式相协调。

12.2.10 桥涵的桥面宽度是根据建筑限界、疏散平台、设备布置、栏板或栏杆构造等条件计算确定的。为了减小运营后桥上设备安装、检修和更换的难度，故在桥面系统设计时，需要为桥上设备安装、检修和更换预留出必要的条件。

III 构造要求

12.2.15 对于达不到设计使用年限寿命的支座，因其更换对运营影响较大，故在结构构造设计中，应预留相关的更换条件。

12.2.16 水中桩基础承台顶面标高宜根据水文条件、施工难易程度、桥梁整体景观等因素综合确定。水中桩基础承台底面应采用合适的标高，防止桩基础因船舶或其他漂流物的直接撞击受损。

12.2.18 为防止立体交叉桥梁上的车辆驶出桥外造成二次重大事故或二次特大事故，参照现行行业标准《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》JTG D80及《公路交通安全设施设计细则》JTG/T D81中的相关条目，将被交桥梁的防撞护栏等级提至SS级。

12.2.22 合建桥道路与有轨电车两个路面系统高程通常不一致，且有栏杆分隔，为保证排水畅通，方便养护，避免相互影响，两者宜分别设置排水系统。

13 车站建筑

13.1 一般规定

13.1.3 有轨电车工程作为中低运量系统，为方便乘客上下车，车站一般采用地面站。本规范主要是对地面站进行规范限定。

13.1.5 有轨电车系统需设置高架和地下站时，地下站宜尽可能减少提升高度，方便乘客上下车，且尽可能采用自然通风和排烟，在保证安全的前提下降低运营成本，高架车站宜结合周围地块一体化设计，起到节约用地美化环境的作用。

13.2 总平面布局

13.2.3 乘客采用平面形式进出站时，是否集中组织客流，与车站有效站台的长度、所处环境、道路等级、客流大小等因素有关。当车站与城市广场结合设置时，可以分散组织客流；位于主干路路中时，为确保乘客进出站的安全，应集中组织客流。

13.2.5 与大运量轨道交通换乘时，单向换乘有利于客流的有效组织和快速疏散。

13.4 站台

13.4.2 错位侧式站台，可与道路交叉口的渠化有效结合，最大限度的利用道路资源。潮汐客流特征明显的车站，采用岛式站台可以提高站台的综合利用率。

13.4.3 站台边缘距离道路交叉口预留一定的距离，可以缓解客流直接冲击交叉口，确保乘客候车安全。

14 供 电

14.1 一般规定

14.1.2 有轨电车为中低运量轨道交通，其运力受地面交通影响，当其停运时影响相对较小，因此将牵引负荷定义为二级负荷。

14.2 外部电源与中压网络

14.2.4 北京城区电网电压基本为 10kV，如果电网电压为其它等级时，中压网络方案应与外电源条件相适应，同时应满足不同负荷等级条件下的供电需求。

14.2.7 执行《电能质量供电电压允许偏差》GB/T12325 中第 4.2 条规定，20kV 及以下三相供电电压偏差为标称电压的 $\pm 7\%$ 。

14.3 变电所

14.3.2 有轨电车轨道为闭式系统，为满足杂散电流腐蚀防护要求，《城市无轨电车和有轨电车供电系统》CJT1 中 6.1 对有轨电车轨道压降有明确规定。所以车场和正线的牵引变电所可以互为支援。

14.3.6 采用架空接触网制式时，与轨道交通一样采用双边供电。为车载储能提供充电条件时，从简化充电控制角度也可采用单边供电。相邻牵引变电所之间设置直流联络，可以在变电所故障条件下时支援供电。

14.3.9 设置两套牵引整流机组实现 24 脉波整流，增加牵引变压器的造价。有轨电车牵引负荷较小，在符合现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T14549 规定的谐波要求的条件下，可以只设置 1 套牵引整流机组。

14.3.11 根据《城市无轨电车和有轨电车供电系统》CJT1 规定，牵引机组负荷等级为等级 V。对于采用车载电源车辆的工程来说，由于瞬时充电功率需求较大，为减小变压器装机容量，牵引机组负荷等级可以采用等级 VI。

14.4 牵引网

14.4.2 接触轨根据安装位置不同分为两种：(1) 主要指安装在地下，其接触面与地面等高，当列车离开时接触轨不带电，不同于轨道交通的接触轨安装形式。目前有嵌地式接触轨和地面供电系统两种。(2) 主要指安装于车站顶部，用于列车在车站充电，在本规范内指充电轨。

14.6 架空接触网

14.6.2 当有轨电车穿行在市区时，其对景观的影响较受关注。因此选择接触网型式时应充分考虑城市的发展定位，并结合景观影响后确定。

15 运营监控系统

15.1 一般规定

15.1.2 有轨电车线路大多位于开放地面路段，大多数线路存在多条混合及共线运行，呈现网络化运营特点，因此需要运营调度系统可实现跨线、共线运行时，调度中心能够实时监控所有列车的运行，实现信息共享，不同运行的线路的列车可以与正线道岔控制系统进行信息交换，实现列车对道岔进路的控制，实现互联互通，正线道岔控制系统通过识别不同的列车信息，进行一系列的进路联锁控制，保障列车在道岔区域的运行安全。

15.2 运营调度系统

15.2.7 有轨电车列车定位主要是提供给调度员一些参考信息，并不牵扯到具体控制，无安全性需求。但是为了调度的及时和准确，可靠性和可用性要求较高。

15.3 正线道岔控制系统

15.3.4 有轨电车线路大多位于开放地面路段，存在一些轨道与轨旁硬化路面临近路段，列车位置占用检测设备需适应工程环境，同时便于后期维护，不得对轨道实施破坏性安装。当列车位置检测设备采用计轴时，轨旁计轴传感器应具有较高的抗干扰措施，并实施传感器的冗余配置，以提高设备的可用性和安全性，设备安全完整等级需达到 SIL4 级；当列车位置检测设备采用轨道电路时，一般采用无绝缘免维护型轨道电路，设备安全完整等级至少达到 SIL3 级。

15.4 路口接近检测系统

15.4.2 在平交路口为有轨电车提供优先可以有效减少有轨电车的运行延误，提高有轨电车的运行速度和可靠性。通过路口接近检测系统，为信号优先提供决策支持。

15.4.3 路口有轨电车专用信号灯与市政路口信号控制系统采用安全硬线接口，当市政路口信号控制系统故障时，路口有轨电车专用信号灯显示应不同于常态，提醒司机谨慎驾驶通过。

15.6 综合通信系统

15.6.2 由于有轨电车各系统的不断发展和功能的不断增加，数据承载网系统的容量和接口板卡都应该有一定预留，可为日后增加的应用提供数据承载条件，预留接口不只是设备板卡，也需要将其相应板卡需如实配置并背板出线、配线至配线架。

15.6.3 充分利用城市已经建成的无线通信网络，如无线政务网、三大运营商的通信网络，可降低建设和管理成本。

15.6.4 有轨电车的车站数量较多，形式较为简洁，一般为无人值守，不设置电话。电话系统主要设置在调度中心和车辆基地。

15.6.5 调度中心的调度员、车场的调度员监视的内容及重点不同，所处的位置也不同，视频监视系统应分别设置；线路重点区域包括道岔区域、平交路口、出入段线等，变电所一般为无人值守，设置前端设备有利于调度中心对其监控；与安全有关的图像存储时间应满足治安管理部门的要求。

15.6.8 乘客信息系统作为有轨电车的一个辅助系统，可以结合经济情况设置性价比高的乘客信息系

统；乘客信息系统显示设备应根据车站形式、客流情况、重点站等因素综合考虑配置方案，同时结合设备的发展情况、选择技术先进、运行可靠、安全性高的设置，对于地面车站的设备要考虑高温散热、低温启动的相关技术措施。

16 车 场

16.1 一般规定

16.1.1 本条规定了有轨电车车场的设计范围，车场是保证有轨电车正常运营的后勤基地，车场的设计范围包括车场、维修中心、物资库和培训中心以及必要的生活设施等，是有轨电车正常运营所必需的设备和设施。上述各种设备、设施性质相近，有着紧密的联系，工程设计中通常布置在一起，形成综合体，可节约工程投资又方便管理。

16.1.2 本条结合有轨电车线路网络化运营的特点做出相关规定，目的是在线网研究的基础上充分考虑资源共享，避免功能过剩或不足，力求布局和设施的合理配置，避免重复建设造成浪费。

16.1.3 车场属大型建设工程，投资大，且大多是地面工程，因此条文强调在统一规划的前提下分期实施，一般站场的股道、房屋建筑、机电设备等按近期需要设计，用地范围按远期规模确定。要求确定远期用地范围时将其股道和主要房屋进行规划和布置，保证工程建设的可实施性。此外，对于某些二级、三级专用维修设备，为避免设备搁置多年不用而造成浪费，可在完成总体工艺布局的基础上考虑分期实施。

16.1.4 车场的消防设施是安全生产的重要保证，包括总平面布置、房屋设计和材料、设备的选用等需符合国家和地方现行有关防火规范的规定，并应有完善的消防设施。条文强调车场消防设计需符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定。

16.1.5 由于有轨电车线路一般不具备与国铁设置联络线的条件，故车场设计要考虑满足大型设备、材料及新车进入车场的运输条件，车场内应有环形通道和必要的回车设施，保证运输通畅。

16.2 车场的功能、规模及总平面布置

16.2.1 第2款：根据有轨电车车辆检修模式，本条规定了车场按修车场、停车场两类进行功能定位和任务划分。

16.2.2 目前国内的有轨电车车辆类型繁多、标准不一、差异较大；车辆是车场设计和主要设备选型的重要依据，在车辆选型未稳定，车辆的主要技术条件和技术参数尚未落实之前设计（特别是施工图设计）和施工，必将造成工程设计大量返工，甚至造成浪费。因此本条文强调修车场与停车场的设计要以车辆的技术条件和参数为依据。

16.2.4 有轨电车车辆日常维修和定期检修周期的确定，主要取决于车辆的结构性能和质量、运行线路的技术条件，车辆的使用环境条件、检修人员的技术素质和经验等方面。车辆检修周期的各项指标仅用于工程设计时作为确定车场规模的依据，随着科学技术的发展和管理水平的不断提高，检修制度还会逐步完善，参数可能会发生变化，运营单位在接受工程之后还可根据运营实际情况适当调整。表中检修周期有两种指标，即走行公里数和时间间隔。在各设计阶段计算车场规模时应采用走行公里数指标，在预可行性研究阶段或可行性研究阶段，行车资料不全时，可采用时间间隔指标作为计算依据。

16.3 车辆运用整备设施

16.3.3 减少列检列位数的占比可以有效的降低车场占地与设施投资，有轨电车车辆转弯半径小，场地布置灵活，通过合理的布局可以实现利用不超过30%的列检列位满足全部车辆列检的需求。

16.3.5 有轨电车车辆长度较短，每股道停放列车最高可达8列，此处不要求每列位之间设置隔离开关。

16.3.9 有轨电车机械洗车设施有两种模式：一种是车辆移动，洗车机不移动，另一种是车辆不移动，洗车机移动；可根据车辆长度、场地条件选择合适的机械洗车设施。

16.5 维修中心

16.5.2 有轨电车线路、桥涵、房屋等设施 and 机电设备的大修工作专业性强，需要工种配套齐全的专业队伍完成，而相对来说其工作量不大，维修中心配备齐全的专业队伍难度大，因此维修中心设计时，该部分任务优先考虑外委，以节省投资。

16.5.5 结合有轨电车线路一般以地面线为主的特点，可考虑维修中心配置的工程车根据需要具备公铁两用功能。

16.6 救援设施

16.6.3 有轨电车线路一般以地面线为主，救援时可以考虑利用公铁两用车，快速到达救援现场来实施救援。

16.7 站场设计

16.7.2 当有轨电车采用混合路权时，出入线需与市政道路平交出岔，会对地面交通产生较大的影响。为此，出入线应设置在地面交通量较小的支路或次干道；如必须在城市主干道设置时，需经过充分的论证分析，对出入线出岔位置的平交路口应从地面交通组织角度，分析路口的通过能力，并充分考虑出岔位置的选择对道路交通的影响程度。

16.7.5 针对有轨电车车场路基排水的相关规定是基于采用碎石道床；若是采用整体道床，则考虑按照场地排水设计方式进行相关设计。同时，要注意当采用整体道床形式时，需做好道岔排水设计与地面雨水排水设计衔接工作，做到整个车场排水的一体化设计。