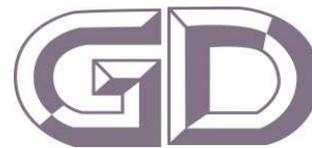


广东省标准



DBJ/T 15-XXX-20XX
备案号 J XXXXX-XXXX

储能式有轨电车工程设计标准
Standard for design of energy storage tramengineering

(公开征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

广东省住房和城乡建设厅 发布

本标准不涉及专利

广东省住房和城乡建设厅关于发布广东省标准
《储能式有轨电车工程设计标准》的公告

粤建公告〔202X〕XX号

经组织专家委员会审查，现批准《储能式有轨电车工程设计标准》为广东省地方标准，编号为DBJ/T15-XXX-20XX。本标准自20XX年X月X日起实施。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责具体技术内容的解释，并于出版后在广东省住房和城乡建设厅门户网站(<http://zfcxjst.gd.gov.cn>)公开标准全文。

广东省住房和城乡建设厅
20XX年X月X日

前言

根据《广东省住房和城乡建设厅关于发布〈2020年广东省工程建设标准制（修）订计划〉的通知》（粤建科函〔2020〕397号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准并在广泛征求意见的基础上，制定了本标准。

本标准的主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语与符号；3. 基本规定；4. 客流与交通流量预测；5. 行车组织与运营管理；6. 车辆与限界；7. 线路；8. 轨道；9. 车站建筑；10. 路基；11. 结构；12. 交通工程；13. 给排水及消防；14. 供电；15. 运营监控系统；16. 车辆基地及配套工程；17. 景观设计；18. 调度中心；19. 环境保护。

本标准不涉及专利。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由广州地铁设计研究院股份有限公司负责对具体技术内容的解释。在执行过程中，如有意见或建议，请寄广州地铁设计研究院股份有限公司《储能式有轨电车工程设计标准》管理组（地址：广州市越秀区环市西路204号，邮编：510010）。

本标准主编单位：广州地铁设计研究院股份有限公司

本标准参编单位：广州地铁交通发展有限公司

深圳市现代有轨电车有限公司

佛山市地铁集团有限公司

本标准主要起草人员：农兴中、王迪军、史海欧、姬霖、孙元广、宋嘉雯、刘延晨、陈欣、宁辉、孔德朗、李平、龚伟、宗廷箫、郎艳梅、刘增华、朱建峰、陈霞、柳宪东、王光裕、陈威、公吉鹏、唐薇、陈坚、田小威、刘文、罗慧、肖峰、杨俊宇、刘安、曾文泉、杜玲

本标准主要审查人员：

目次

1	总则.....	1
2	术语与符号.....	2
2.1	术语.....	2
2.2	符号.....	3
3	基本规定.....	4
3.1	总体要求.....	4
3.2	储能式有轨电车工程相关要求.....	5
4	客流与交通流量预测.....	6
5	行车组织与运营管理.....	7
5.1	一般规定.....	7
5.2	运营规模.....	7
5.3	运营模式与运行组织.....	8
5.4	运营配线.....	9
5.5	运营管理.....	9
5.6	疏散与救援.....	9
6	车辆与限界.....	11
6.1	一般规定.....	11
6.2	车体及车辆连接.....	12
6.3	转向架.....	12
6.4	牵引及辅助电源系统.....	13
6.5	制动系统.....	13
6.6	外部照明.....	13
6.7	安全与应急设施.....	14
6.8	限界.....	14
7	线路.....	16
7.1	一般规定.....	16
7.2	线路平面.....	16
7.3	线路纵断面.....	19
7.4	配套道路工程.....	20
8	轨道.....	21
8.1	一般规定.....	21
8.2	基本要求.....	21
8.3	钢轨及配件.....	22

8.4	扣件	22
8.5	轨枕及道床	23
8.6	无缝线路	23
8.7	道岔	24
8.8	轨道附属设备.....	24
9	车站建筑.....	25
9.1	一般规定	25
9.2	车站总体布置.....	25
9.3	车站平面	25
9.4	进出站通道	25
9.5	车站无障碍设施.....	26
9.6	车站安全设计.....	26
9.7	车站造型和环境设计.....	26
10	路基.....	28
10.1	一般规定.....	28
10.2	路基面形状及宽度.....	28
10.3	基床.....	28
11	结构.....	30
11.1	车站结构.....	30
11.2	桥涵结构.....	30
12	交通工程.....	33
12.1	一般规定.....	33
12.2	交通组织.....	33
12.3	交通标志.....	33
12.4	交通标线.....	34
12.5	防护设施.....	34
12.6	交通信号.....	34
12.7	交通监控系统.....	35
12.8	传输网络构成及要求.....	35
13	给排水及消防.....	36
13.1	一般规定.....	36
13.2	给水系统.....	36
13.3	排水系统.....	36
13.4	消防系统.....	37
14	供电.....	38

14.1	一般规定.....	38
14.2	外部电源与中压环网.....	38
14.3	变电所.....	38
14.4	牵引网.....	39
14.5	电力监控系统.....	40
14.6	电缆敷设.....	40
14.7	杂散电流防护与接地.....	41
14.8	动力与照明.....	41
15	运营监控系统.....	42
15.1	一般规定.....	42
15.2	通信系统.....	42
15.3	行车控制系统.....	44
15.4	票务系统.....	45
16	车辆基地及配套工程.....	47
16.1	一般规定.....	47
16.2	车辆基地规模.....	47
16.3	车辆出入线.....	48
16.4	车辆运用整备设施.....	48
16.5	车辆检修设施.....	49
16.6	培训中心.....	50
16.7	救援设施.....	50
16.8	物资总库.....	50
16.9	其他设计.....	50
17	景观设计.....	51
17.1	一般规定.....	51
17.2	基本要求.....	51
18	调度中心.....	52
18.1	一般规定.....	52
18.2	调度中心工艺.....	52
19	环境保护.....	53
19.1	一般规定.....	53
19.2	环境保护要求.....	53
附录 A	车辆动态限界图.....	54
	本标准用词说明.....	56
	引用标准名录.....	57

Contents

1	General Provisions	1
2	Terminology and Symbols	2
2.1	Terminology	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	4
3.1	General requirements	4
3.2	Relevant requirements of Energy Storage Tram Engineering	5
4	Ridership Demand & Traffic Volume Forecast	6
5	Operation & Organization	7
5.1	General Requirement	7
5.2	Operational Scale	7
5.3	Operational Mode & Operation	8
5.4	Operational Siding	9
5.5	Organization	9
5.6	Rescue & Evacuation	9
6	Vehicle and Gauge	11
6.1	General Requirement	11
6.2	Carbody and Connectors	12
6.3	Bogie	12
6.4	Traction and Supplementary Electrical System	13
6.5	Braking System	13
6.6	External Lighting	13
6.7	Security and Emergency Facilities	14
6.8	Gauge	14
7	Alignment	16
7.1	General requirement	16
7.2	Horizontal Alignment	16
7.3	Vertical Alignment	19
7.4	Road Engineering	20
8	Track	21
8.1	General Requirement	21
8.2	Basic Technical Requirements	21
8.3	Rail and Accessory	22
8.4	Fastener	22
8.5	Sleeper and Track Bed	23
8.6	Seamless Track	23
8.7	Turnout	24

8.8	Ancillary Equipment of Track.....	24
9	Station Building	25
9.1	General Requirement.....	25
9.2	General Layout of the Station	25
9.3	Station Plane.....	25
9.4	Access to Station	25
9.5	Station Barrier-Free Facilities	26
9.6	Station Safety Design	26
9.7	Station Modelling and Environmental Design	26
10	Subgrade.....	28
10.1	General Requirement.....	28
10.2	Shape and Width of Subgrade Surface	28
10.3	Subgrade Bed	28
11	Bridge and Culvert Engineering.....	30
11.1	General Requirement.....	30
11.2	Limiting Value of Structure Stiffness	30
12	Traffic Engineering	33
12.1	General Requirement.....	33
12.2	Traffic Organization	33
12.3	Traffic Signs	33
12.4	Traffic Marking	34
12.5	Protective Facilities	34
12.6	Traffic Signal.....	34
12.7	Traffic Monitoring System	35
12.8	Transmission Network Composition and Requirement	35
13	Water Supply System, Sewerage System and Fire Protection	36
13.1	General Requirement.....	36
13.2	Water Supply System	36
13.3	Sewerage System.....	36
13.4	Fire Protection	37
14	Power Supply	38
14.1	General Requirement.....	38
14.2	External power supply and medium voltage ring network	38
14.3	Substation	38
14.4	charging network.....	39
14.5	Power Supervisory Control and Data Acquisition System.....	40
14.6	Cabling	40
14.7	Stray Current Protection and Grounding.....	41
14.8	Power and Lighting	41

15	Operation Supervisory and Control System.....	42
15.1	General Requirement.....	42
15.2	Communication System	42
15.3	Driving control system	44
15.4	Ticketing System.....	45
16	Baseforthe Vehicle	47
16.1	General Requirement.....	47
16.2	Scaleof Depot and Parking Lot	47
16.3	Entranceand Exit Line	48
16.4	Facilitiesfor Running and Service of Train	48
16.5	Vehicle Repair and Maintenance Facilities	49
16.6	Training Center.....	50
16.7	Rescue Facilities.....	50
16.8	Main Storehouse.....	50
16.9	Others	50
17	Landscape Design	51
17.1	General Requirement.....	51
17.2	Basic Requirements.....	51
18	Operationscontrol Center	52
18.1	General Requirement.....	52
18.2	Process Design	52
19	Environmental Protection	53
19.1	General Requirements	53
19.2	Environmental Protection Requirements	53
	Appendix A Vehicle Dynamic Limit Diagram and Calculation Method	54
	Explanation of Wording in This Code.....	56
	List of Quoted Standards.....	57
	Addition: Explanation of Provisions.....	59

1 总则

- 1.0.1 为适应广东省有轨电车工程建设和发展的需要，规范储能式有轨电车工程设计，达到安全、适应、经济、美观、节能、环保和技术先进，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于广东省采用钢轮钢轨制式的储能式有轨电车新建、改扩建工程项目。
- 1.0.3 有轨电车工程设计应符合城市国土空间规划、城市综合交通体系规划、城市轨道交通线网规划、公交专项规划和有轨电车线网规划。
- 1.0.4 有轨电车工程项目建设应坚持公交优先、以人为本、环境友好的设计原则。
- 1.0.5 有轨电车工程设计除应遵守本标准的规定外，尚应符合国家、行业和广东省现行有关标准的规定。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 储能式有轨电车 the energy storage tram

以地面敷设方式为主，采用车载储能系统牵引的钢轮钢轨车辆，按道路公交模式组织运营的低运量轨道交通系统。

2.1.2 低地板与高地板车辆 low-floor tram & high-floor tram

低地板车辆指车辆入口处地板面高度与轨面的距离不大于 350mm 的有轨电车，根据客室低地板面面积与整车地板面面积之比又分为 70%低地板车辆与 100%低地板车辆。高地板车辆地板面高度与轨面的高度差较大，一般距离为 700mm~950mm。

2.1.3 槽型轨 grooved rail

设置了轮缘槽的钢轨型式。

2.1.4 埋入式轨道 covered track system

采用混凝土、沥青、土等材料覆盖道床面，使钢轨面与两侧地面大致平齐的轨道型式。可分为有扣件式轨道（一般埋入式轨道）和无扣件嵌入式轨道结构（嵌入式轨道），其中嵌入式轨道是使用承轨槽并在槽内直接填充高分子材料，代替扣件来包裹并锚固钢轨的新型轨道型式。

2.1.5 设备站 equipment station

车站存放设备的空间，包括充电站、电源高压室、弱电箱等强、弱电设备。

2.1.6 路权 right of way

交通参与者根据交通法规的规定，一定空间和时间内在道路上进行交通活动的权利。

2.1.7 专用路权 exclusive right of way

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

2.1.8 混合路权 integrated right of way

有轨电车与其他车辆、行人在路段上共享路权。

2.1.9 辅助配线 sidings

辅助配线包括车辆基地出入线、折返线、停车线、联络线、渡线、安全线。

2.1.10 信号优先 intersection priority

在协同路口机动车及行人通行路权的前提下，为有轨电车提供的优先通过路口信号控制方式。

2.1.11 运营监控系统 Operation Supervisory Control System

运营监控系统是保障列车安全运营和管理的重要设备，主要实现行车指挥、综合调度、数据传输、语音通信、视频监控、运行控制、售检票等功能。

2.1.12 分散式供电 distributed power supply mode

由沿线引入城市中压电源为牵引变电所及降压变电所供电的外部供电方式。

2.1.13 电源高压室 Power high voltage room

引入城市中压电源的设备房间。

2.1.14 电力监控系统 power supervisory control and data acquisition system(scada)

电力数据采集与监视控制系统，包括遥控、遥测、遥信和遥调功能。

2.1.15 充电站 charging station

供给储能式有轨电车车载储能装置所需直流电源的变电站。

2.1.16 充电网 overhead contact line system

经过受电器向电车供给电能的导电网。

2.1.17 均衡修 balanced maintenance

建立在充分掌握列车可靠度和零部件故障周期基础上的一种修程制度,它通过调整列车检修修程来创造合适的维修条件,在管理上发挥最大效能,从而缩短列车维修停运时间、提高列车的利用率和运行可靠性。

2.1.18 有轨电车景观设计 tramway landscape design

对有轨电车系统中的线路及轨道铺装、全线车站、附属设施、标识系统、绿化、夜景照明、配套建筑与构筑物等的环境设计。

2.2 符号

下列符号适用于本文件。

2.2.1 列车通过速度

h——超高值 (mm);

V——列车通过速度 (km/h);

R——曲线半径(m);

3 基本规定

3.1 总体要求

- 3.1.1 应依据线路在有轨电车线网规划中的功能定位、客流特征等，综合确定线路性质和规模。
- 3.1.2 线路应符合运营效益原则，线路宜沿城市客流走廊布设并具有通勤客流、主要客流集散点的支撑。
- 3.1.3 有轨电车工程的设计年限应分为初期、近期和远期。初期为建成通车后第3年，近期为第10年，远期为第20年。
- 3.1.4 线路高峰小时单向断面客流在1.2万人次/h以下，采用网络化、公交化的运营模式，系统设计能力应满足相应年限设计运输能力的要求，对兼顾通勤及其他功能的复合功能线路，宜采用个性化的车辆与灵活的运输服务。
- 3.1.5 线路敷设方式应根据城市国土空间规划和地理环境条件，因地制宜选择，宜采用地面线，经运营安全、交通影响、技术经济论证后局部可采用高架线。
- 3.1.6 有轨电车宜采用开放式车站，应满足无障碍要求。
- 3.1.7 有轨电车在路段上的路权形式分为专用路权与混合路权，应根据沿线道路特点、线路功能定位、客流需求、道路等级与通行能力等综合分析确定。
- 3.1.8 有轨电车采用人工驾驶方式，列车定位系统辅助。
- 3.1.9 有轨电车宜采用“信号优先”的原则通过交叉口。
- 3.1.10 有轨电车线路应以有轨电车线网规划为基础，与城市轨道交通、常规公交等其他城市公共交通系统进行统筹规划，有机衔接。
- 3.1.11 有轨电车工程的换乘车站、车辆基地和调度中心的设置，应根据有轨电车线网规划合理布局，实现资源共享。
- 3.1.12 有轨电车工程的设计应考虑全线规划，建设规模、设备容量应根据沿线公共交通走廊的客流特点，按本线不同时期客流量和系统运输能力确定，可预留增设车站、分期建设或增容的条件。
- 3.1.13 有轨电车在道路上的通行，应遵守道路交通相应法律、法规的规定并满足道路设计车速及视距的要求。
- 3.1.14 有轨电车工程的车辆及机电设备，应采用满足功能要求、技术经济合理、成熟可靠的产品，逐步实现标准化、系列化和国产化。
- 3.1.15 有轨电车车站应考虑装配式做法，车辆基地建筑应考虑海绵城市、装配式及绿色建筑的要求。
- 3.1.16 正线变电所宜采用箱式变电所型式，车辆基地可采用房建式变电所。变电所应适应景观需求。

3.1.17 变电所选址应与城市国土空间规划相协调，靠近有轨电车线路，接近负荷中心。

3.1.18 有轨电车工程应满足环评、节能、文物保护及树木迁移的有关规定。

3.2 储能式有轨电车工程相关要求

3.2.1 储能式有轨电车系统应适用于有较高环境要求并能满足储能式系统技术特征的工程。

3.2.2 储能式有轨电车能够利用储能装置进行无接触网运行，区间由车载储能装置牵引，车站及车辆基地设置充电轨对车载储能装置充电。

3.2.3 车载储能系统可采用超级电容、钛酸锂电池、锂电池、电池电容等形式或其组合形式。储能装置应保证车辆在有轨电车线路上连续运行，满足在各种运行状态下车辆各系统的正常供电要求。

3.2.4 在采用额定定员载荷、储能装置满电状态条件下，在平直道上行驶的一列有轨电车车载储能装置的续航里程不小于 800m。

3.2.5 充电站的数量、容量及其在线路上的分布应经计算分析比选后确定。

3.2.6 正线充电站的布局应与车载储能装置储电能力匹配，应能满足任一座充电站退出运行时，列车能正常运行至下一个可以充电的车站，不影响列车正常运营。车辆基地应设充电站。

3.2.7 需充电的车站、车辆基地充电股道应架设充电轨。

3.2.8 车辆基地的平面布置、检修设备设施应满足储能式有轨电车停放及检修工艺需求。

4 客流与交通流量预测

4.0.1 客流预测内容应在《城市轨道交通客流预测规范》GB/T51150 基础上增加以下内容：

- 1 各设计年限线路沿线公共交通走廊的客流特征；
- 2 有轨电车网络化运营的客流特征；
- 3 沿线道路路段交通流量与干道交叉口交通流量预测；
- 4 与其他交通方式的换乘客流预测；
- 5 客流运营阶段的客流后评估。

4.0.2 对于有轨电车平交通过的主要交叉口以及沿线路段，客流预测应开展交通影响评价并分析有无有轨电车工程项目对主要道路交通流量的影响。

4.0.3 敏感性分析的影响因素应包括且不限于以下内容：

- 1 规划人口（含流动人口）及就业岗位分布；
- 2 小汽车、自行车等其他交通方式发展水平；
- 3 常规公交与有轨电车服务水平差异。

4.0.4 在工程设计阶段，宜根据具体需要与交通改造方案，深化道路交通流量与运营前客流预测。

5 行车组织与运营管理

5.1 一般规定

- 5.1.1 有轨电车运营组织设计宜结合地面公共交通现状与规划情况，形成多制式一体化的运营概念，明确运营需求，确定系统的运营规模、运营模式和运营管理方式。
- 5.1.2 有轨电车运营规模应在提高城市公共交通走廊利用率、提高有轨电车线网及本线的灵活性与直达性、降低建设成本和运营成本的原则下，根据预测客流数据、道路通行条件及线路功能定位综合分析确定。
- 5.1.3 有轨电车运营模式应明确人工驾驶为主的列车运行安全需求、在各种运营状态下的管理方式、各子系统之间以及系统与人员组织之间的相互关系。
- 5.1.4 有轨电车运营状态应包含正常运营状态和非正常运营状态。系统运营必须在能够保证所有使用该系统的人和乘客以及系统设施安全的情况下实施。
- 5.1.5 配线的设置应在满足线路运营、管理和安全要求的前提下，结合道路条件和工程条件综合确定。
- 5.1.6 根据在运营中的功能定位，线路分为正线、辅助配线和车场线。
- 5.1.7 有轨电车宜在保证人工驾驶的运行安全原则下，对路权形式、道路条件、行车组织及车站组织采用合适的方案，提高有轨电车旅行速度。

5.2 运营规模

- 5.2.1 有轨电车设计运输能力应在分析预测客流数据的基础上，根据沿线规划性质和乘客出行特征、客流断面分布特征、客流变化风险等多种因素综合确定，应满足相应设计年限单向高峰小时最大断面客流量的需要。
- 5.2.2 系统设计能力应满足相应年限设计运输能力的要求，根据路口通过能力，系统设计远期最大能力应与路口远期信号周期相互匹配。若无远期信号周期设计要求，远期单向高峰小时不宜小于 20 对/小时。
- 5.2.3 新线车辆配属数量应根据运能与运量的匹配要求以及检修、备用车辆的数量要求，按初期需求进行配置。
- 5.2.4 列车编组数应分别根据预测的初期、近期和远期的客流量，综合车辆选型、行车组织方案、技术经济比较确定。有轨电车按照小编组高密度的模式组织运行，可 2 列联挂运营，车辆总长度不超过 80m。
- 5.2.5 列车的停站时间应考虑车站乘客乘降时间、列车储能技术、储能时间与能源管理策略，不宜小于 25 秒。
- 5.2.6 列车的旅行速度应根据列车技术性能、线路条件、车站分布、路权形式、道路条件和客流特征综合确定，主要受区间运行时间、停站时间与路口延误时间影响。在计算旅行速度

的基础上应留有一定的余量。路段专用路权条件下，设计最高运行速度为 70km/h 的系统，旅行速度宜为 22km/h~25km/h；混合路权条件下，旅行速度不宜低于 20km/h。

5.2.7 有轨电车各设计年限的列车运行间隔，应根据各设计年限预测客流量、列车编组及列车定员、系统服务水平、系统运输效率等因素综合确定。初期高峰时段列车最小运行间隔不宜大于 6min，平峰时段最大运行间隔不应大于 10min。远期高峰时段列车最小运行间隔不宜大于 3min，平峰时段最大运行间隔不宜大于 8min。

5.2.8 车辆基地的功能、规模和各项设施的配置，应满足系统设计最大能力的需要并应根据城市有轨电车线网规划和有轨电车线路的具体条件确定。

5.3 运营模式与运行组织

5.3.1 有轨电车在正线上宜采用双线、右侧行车制，经综合比选后，可采用单线运行。南北向线路应以由南向北为上行方向，由北向南为下行方向；东西向线路应以由西向东为上行方向，由东向西为下行方向；环形线路应以列车在外侧轨道线的运行方向为上行方向，内侧轨道线的运行方向应为下行。

5.3.2 有轨电车采用人工驾驶方式，利用列车定位系统辅助，确保行车安全。

5.3.3 有轨电车宜采用网络化与公交化的运营模式，根据线网与线路的客流分布情况，宜组织区段运行，共线运行，跨线运行，兼顾点对点客流需要。

5.3.4 列车牵引计算应在线路条件和车辆性能的基础上，确定合理的站间运行速度、运行时间和能源消耗量以及旅行速度。正常情况下，考虑人工驾驶模式，计算启动加速度、制动减速度不宜大于最大加速度、常用减速度的 90%，计算列车启动、制动加速度均不宜大于 0.9m/s^2 。

5.3.5 列车在路段最高运行速度应根据线路功能定位、道路运行条件及限速要求确定。在专用路权条件下，区间运行速度由区间限速确定，在混合路权条件下根据道路具体限速确定。

5.3.6 列车通过开放式交叉口、人行通道及开放式车站空间，应根据信号灯与限速要求通行。交叉口内的计算行车速度应按各级道路计算行车速度的 0.5 倍~0.7 倍计算，有轨电车直行通过速度取最大值，转向通过速度取最小值。转向通过速度应为曲线限速与道路限速的最小值。

5.3.7 列车自车头进入有效站台端部，至列尾出清有效站台另外一端部，限速 20km/h。

5.3.8 在正常运行状态下，列车应在车站停止后车门才能开启；列车启动前应通过目视或技术手段确认车门关闭。

5.3.9 有轨电车在永久终点站条件允许情况下，宜采用站前站后双折返模式。其中岛式车站优先采用站前折返模式；侧式车站优先采用站后折返模式。

5.3.10 有轨电车系统应设置运营调度中心，每个运营调度中心可控制一条或数条线路。调度中心应具有对列车运行、供电等系统进行集中监控的功能。

5.3.11 在沿线应设置有关风速监测设施，遇暴风 8 级（风速 $17.2\text{m/s}\sim 20.7\text{m/s}$ ）时，列车应缓行；遇暴风 9 级（风速 $20.8\text{m/s}\sim 24.4\text{m/s}$ ）及以上或大雾、大雪、沙尘暴、大雨积水等

恶劣气象条件下应及时停运。

5.4 运营配线

5.4.1 线路终点站或区段折返站应设置折返线、折返渡线或灯泡线。折返能力应满足系统最大设计能力的运营要求。

5.4.2 根据运营条件，应在实施共线运行，跨线运行的路口，设置或预留与其他有轨电车的单线或双线联通线，宜采用互通道岔连接。接轨站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。

5.4.3 为满足故障运行工况，每隔 3km~5km 或每隔 4 座~6 座车站，宜设置渡线供列车临时折返，保证运营车或工程车有一定的灵活掉头条件。

5.4.4 列车与车辆基地或停车场间应设置车场出入线，宜采用互通道岔连接。

5.5 运营管理

5.5.1 有轨电车宜采用单一票价，根据与常规公共交通的关系，研究计程和计时票制的可行性与必要性。

5.5.2 运营管理机构设置，应结合有轨电车网络运营管理功能要求，满足线路运营管理任务的需要，通过科学的管理方式、合理的人员安排和组织机构设置，实现系统的安全、高效、节能运营。运营管理资源应根据线网规划和各线条件合理配置，满足运营管理和维修保障的资源共享要求。

5.5.3 有轨电车初期运营时期，运营管理业务可自主运营与委外相结合，以减少运营成本；待线网形成，客流增加或行车量增加，外委运营管理业务可适当自主组织完成，以实现资源共享要求。

5.5.4 运营管理模式应根据运营状态确定。运营状态应包括正常运营状态、非正常运营状态和紧急运营状态。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，包括工作流程和岗位责任。

5.5.5 车辆乘务制度宜采用单司机轮乘制。

5.5.6 每条线路运营管理总人数的定员指标在初期不宜大于 12 人/km，远期不宜大于 20 人/km。

5.6 疏散与救援

5.6.1 当列车处于非正常运行状态，但能自主移动且线路周边场地开阔平坦，列车乘客宜就地疏散；当列车位于隧道或桥梁区间，列车宜运行至下一站清客，再运行至故障列车停车线或车场退出运营。

5.6.2 当列车处于非正常运行状态且无法自主移动，需根据线路与沿线道路条件，进行乘客

疏散与列车救援，应预留足够的条件。

5.6.3 当列车处于非正常运行状态且无法自主移动时，应优先利用车站、平交路口、行人过轨通道等形成的空间疏散人员并满足以下条件：

- 1 保证安全前提下，混合路权段宜对乘客进行就地疏散；
- 2 地面敷设的专用路权段，在保证对向行车安全的条件下，利用轨行区疏散；
- 3 高架段宜结合电缆槽结构设置疏散平台，疏散乘客至临近车站或地面。

5.6.4 在高架区间，应考虑故障列车的救援模式，设置相应救援设施。

6 车辆与限界

6.1 一般规定

6.1.1 储能式有轨电车能够利用储能装置无接触网运行，储能装置应保证车辆在有轨电车线路上连续运行并满足车辆在各种运行状态下牵引、制动、车门控制、照明、车载安全设备、广播、通信、信号、空调等系统的正常供电要求。车辆储能装置的形式及容量应与有轨电车线站位方案、行车组织及充电站的分布相匹配。

6.1.2 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。

6.1.3 车辆及其内部设施应使用不燃材料或无卤、低烟的阻燃材料。

6.1.4 车辆应采用减振与防噪措施。

6.1.5 车辆应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。

6.1.6 车辆应采用模块组合型式，车辆主要技术规格应符合表 6.1.6 的规定。

表 6.1.6 车辆主要技术规格

参数		车型		
		高地板有轨电车	70%低地板有轨电车车辆	100%低地板有轨电车车辆
车辆宽度 (mm)		≤2650		
车辆高度 (mm)		≤3850		
地板面高度 (mm)		700~950	低地板区 ≤350	≤350
车内客室通道净高 (mm)		≥2000	高地板区 ≥2000	≥2100
轴重 (t)		≤12.5		
固定轴距 (mm)		≤1900		
车门宽度 (mm)	双开门	1300		
	单开门	-		800
车门高度 (mm)		≥1850		
车钩高度 (mm)		≤680		
定员 (人) (站席密度 5 人/m ²)		单编组 ≥110; 三模块 ≥210	基本模块 ≥210	
超员 (人) (站席密度 8 人/m ²)		单编组 ≥160; 三模块 ≥300	基本模块 ≥300	
坐席		车辆的座位数宜占总定员的 15%~20%		
车辆最高运行速度 (km/h)		≥70		

6.1.7 有轨电车车辆限界应符合本标准第 6.8 限界章节的有关规定。

6.1.8 车辆的构造速度应不小于车辆最高运行速度的 1.1 倍。

6.1.9 车辆动态特性参数应符合以下规定：

- 1 最高运行速度 $\geq 70\text{km/h}$ ；
- 2 倒车行驶速度不应大于 10km/h ；
- 3 牵引连挂速度不应大于 3km/h ；
- 4 平均加速度应满足以下要求：
 - 1) 车辆速度从 0 加速到 40km/h ，不应小于 1.0m/s^2 ；
 - 2) 车辆速度从 0 加速到 70km/h ，不应小于 0.6m/s^2 ；
- 5 车辆的牵引瞬时加速度不应大于 $1.3/\text{s}^2$ ，牵引纵向冲动率不应大于 1.0m/s^3 ；
- 6 车辆制动性能应满足以下要求：
 - 1) 常用制动平均减速度从 70km/h 减速到 0（包括响应时间）不应小于 1.1m/s^2 ；
 - 2) 紧急制动平均减速度从 70km/h 减速到 0（包括响应时间）不应小于 2.5m/s^2 ；
 - 3) 常用制动平均冲动极限不应小于 1.5m/s^3 ；
- 7 车辆运行的平稳性指标应小于 2.5（新车在标准线路上运行），车辆脱轨系数应小于 1.0。

6.1.10 车辆内部噪声限值和测量方法，应符合《城市轨道交通列车噪声限值和测量方法》GB14892-2006 的有关规定；车辆外部噪声限值和测量方法，应符合《地铁车辆通用技术条件》GB/T7928-2003 的有关规定。

6.1.11 车辆应具有下列故障运行能力：

- 1 车辆在 AW3 载重和正线最大坡道状态下，当损失 1/2 或 1/3 动力时，能起动并维持运行到最近车站，清客后应能运行至车辆基地；
- 2 一辆空车（AW0）救援牵引一辆故障空车（AW0）在正线最大坡道状态下时，能以 25km/h 运行到车辆基地。

6.1.12 车辆两侧宜配备后视设备，其尺寸应包含在车辆轮廓线内。

6.1.13 有轨电车车辆技术要求除应符合本章规定外，尚应符合现行业标准的有关规定。

6.2 车体及车辆连接

6.2.1 车体框架材料可采用碳钢、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。

6.2.2 车体结构设计寿命不应低于 30 年。

6.2.3 车体应符合可靠性、可用性、可维护性、安全性的要求。

6.2.4 车辆模块间设置的连接装置应满足车辆通过曲线时安全、可靠的工作并便于检修。

6.2.5 车辆两端应设有车钩及吸能装置。

6.3 转向架

6.3.1 转向架性能、主要尺寸应与车体、线路相互匹配，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。

- 6.3.2 转向架的使用寿命应不低于 30 年。
- 6.3.3 除轮对外，所有转向架的零件和装在转向架上的部件与轨顶面之间的距离不应小于 60mm。
- 6.3.4 转向架应采用弹性车轮。
- 6.3.5 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。

6.4 牵引及辅助电源系统

- 6.4.1 电传动系统宜采用变频调压的交流传动系统。
- 6.4.2 电传动系统应具有牵引和再生制动的基本功能。
- 6.4.3 车辆应设置避雷装置。
- 6.4.4 车辆仅利用在车站或车场设置的充电轨，完成对储能系统的充电，维持车辆在正线上的连续运行。
- 6.4.5 储能装置可采用超级电容、钛酸锂电池、锂电池、电池电容等形式或其组合形式。储能装置每个单元可用电量宜为不小于 5kwh，其容量应与线路工程条件相匹配。
- 6.4.6 储能电源应能吸收制动反馈的能量，回收效率不低于 80%。
- 6.4.7 储能模块的寿命最小应达到 10 年或充放电 100 万次。
- 6.4.8 车辆辅助电源系统应具有冗余备用的功能。
- 6.4.9 车辆电源系统应能满足紧急情况下的应急照明、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 30 分钟的要求。

6.5 制动系统

- 6.5.1 当单个转向架制动系统故障时，车辆可以隔离此转向架继续运行。
- 6.5.2 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。
- 6.5.3 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。
- 6.5.4 为保证制动力，所有转向架宜设置磁轨制动。
- 6.5.5 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。当制动力不足时，液压制动应按总制动力的要求进行补充。

6.6 外部照明

- 6.6.1 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。
- 6.6.2 在无其他照明情况下，在车辆前端 70km/h 最大紧急制动距离处，前照灯亮度不应低于 2lx。
- 6.6.3 前照灯亮度应具有近光、远光，司机可调，防止车辆交会时对司机的眩目。

6.7 安全与应急设施

- 6.7.1 客室内应设置具有乘务员与乘客双向通信功能的乘客紧急报警装置。
- 6.7.2 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。
- 6.7.3 客室、司机室应设置便携式灭火器具，安防位置应有明显标识并便于取用。
- 6.7.4 电气设备金属外壳或箱体应采取保护性接地措施。
- 6.7.5 客室应设置应急锤。

6.8 限界

- 6.8.1 有轨电车限界宜分为车辆限界、设备限界和建筑限界。
- 6.8.2 车辆轮廓线、车辆限界、设备限界、建筑限界应满足有轨电车线网互联互通的要求。
- 6.8.3 限界设计应按车辆厂提供的车辆数据作为基本输入条件确定限界设计原则。
- 6.8.4 区间建筑限界应符合下列规定：
 - 1 相邻区间线路，当两线间无墙、柱或设备时，设备限界之间的安全间隙不应小于 100mm；当两线间无构筑物时，车辆宽度采用 2650mm 时，直线段线间距宜不小于 3600mm，车辆宽度采用其他尺寸时，线间距根据车宽相应调整；
 - 2 当两线间有墙或柱时，应按建筑限界加上墙或柱的宽度及其施工误差确定；
 - 3 曲线地段的线间距应根据曲线半径、轨道超高和行车速度进行计算；
 - 4 当两线间有交叉渡线时，两线中心距按道岔结构需要确定；
 - 5 高架桥面应布置电缆槽，电缆槽盖板宜兼作人行平台。
- 6.8.5 车站建筑限界应符合下列规定：
 - 1 站台面在任何工况下不应高于车厢地板面；
 - 2 站台计算长度内的站台边缘至轨道中心线的距离，应按不侵入车站车辆限界确定；站台边缘与车辆轮廓线之间的间隙不应大于 70mm（内藏门或外挂门）或 100mm（塞拉门），如设置曲线站台，需考虑曲线加宽量；
 - 3 站台计算长度外的站台边缘至轨道中心线距离，宜按设备限界另加不小于 50mm 安全间隙确定；
 - 4 车站雨沿等设施边缘至相应设备限界距离不宜小于 200mm。
- 6.8.6 车辆基地限界应符合下列规定：
 - 1 车辆基地库外限界应按区间限界规定执行；
 - 2 车辆基地内检修平台的高平台及安全栅栏与车体之间，应留有 80mm~120mm 安全间隙，低平台应采用车站站台建筑限界。
- 6.8.7 轨行区内安装的设备和管线与设备限界宜保持不小于 50mm 的安全间隙。

6.8.8 有轨电车线路沿线应布置限高设施，限高应根据车辆高度、最小保护净距等因素综合确定，限制高度不宜大于 5000mm。

6.8.9 线路应设安全疏散通道，宽度不应小于 600mm，人行净空高度不应小于 2000mm。

7 线路

7.1 一般规定

7.1.1 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，减少房屋拆迁和管线迁改，宜保护文物、古树名木和重要建、构筑物，宜结合施工方法，降低工程风险。

7.1.2 线路选线应满足城市环境相关的规定，应减少振动、噪音等对周围敏感点的影响。

7.1.3 车站分布应符合下列规定：

1 车站分布应根据有轨电车线网规划的换乘节点、主要客流集散点为基本站点，结合城市道路布局和沿线用地规划综合选定。车站间距在城市中心区或人口密集区宜为500m~800m；

2 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接驳。

7.1.4 线路横断面宜结合城市道路功能、周边现状及用地规划等合理布置，可采用路中或路侧式布置。

7.1.5 线路平面、纵断面、横断面宜采用利于施工、运营、修护的组合，应避免最不利值的相互组合设计。

7.1.6 有轨电车线路间相交应采用平交，与其他轨道交通线路、高速公路、城市快速路、铁路等设施相交时应采用立交。

7.1.7 交叉口位置的线路布置应统筹考虑平面设计、横向设计及道路的交通组织。

7.1.8 线路宜采用地面敷设方式通过交叉口；若交叉口现状交通流量趋于饱和或已饱和，宜采用技术措施，有轨电车的通行能力应不降低。

7.1.9 沿既有道路、广场等布设的地面线路宜开展现状地面断面测量，地面高程测量误差不宜大于±2cm。

7.2 线路平面

7.2.1 平面曲线设计应符合下列规定：

1 线路平面圆曲线半径应根据车辆类型、地形条件，运行速度、环境要求等综合因素，因地制宜，合理选用；

2 正线平面最小曲线半径一般情况不宜小于50m，困难情况下不宜小于25m；

3 配线平面最小曲线半径一般情况不宜小于25m；

4 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) 正常情况下，允许欠超高为61mm时，当曲线最大超高为120mm时，最高速度限制应按式(7.2.1-1)计算且不应大于车辆最高运行速度；

$$V = 3.91\sqrt{R} \text{ (km/h)} \quad (7.2.1-1)$$

2) 在瞬间情况下, 允许最大欠超高为 75mm, 当曲线最大超高为 120mm 时, 最高速度限制应按式 (7.2.1-2) 计算且不应大于车辆最高运行速度;

$$V = 4.08\sqrt{R} \text{ (km/h)} \quad (7.2.1-2)$$

式中: V-速度 (km/h)

R-曲线半径 (m)

5 双线并行地上段, 区间线路在曲线处宜采用同心圆设计;

6 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, 困难条件下不应小于 300m;

7 折返线、停车线等宜设在直线上。困难情况下, 可设在曲线上并可设缓和曲线和超高, 但在车挡前宜保持不小于 15m 的直线段;

8 圆曲线和无超高的夹直线最小长度均不宜小于 15m, 困难情况下不应小于所选用车辆一个最长模块的长度;

9 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采用, 复曲线间应设置中间缓和曲线, 其长度不应小于 15m, 若中间缓和曲线设置超高, 其超高顺坡率不大于 2%。

7.2.2 缓和曲线设计应符合下列规定:

1 线路平面曲线与直线之间应设置三次抛物线型的缓和曲线, 最小缓和曲线长度不宜小于 15m;

2 缓和曲线长度范围内应完成直线至圆曲线的曲率变化、加宽过渡和超高递变;

3 缓和曲线长度应根据曲线半径、列车通过速度以及曲线超高设置等因素, 按照表 7.2.2 的规定选用。

表 7.2.2 线路曲线超高-缓和曲线长度

R	V	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10
2500	L	15												
	H	25												
2000	L	15	15	15										
	H	30	25	25										
1500	L	20	20	15	15									
	H	40	35	30	25									
1200	L	25	25	20	15	15								
	H	50	45	40	30	25								
1000	L	30	25	20	20	15	15							
	H	60	50	45	40	30	25							
800	L	40	30	25	20	15	15	15						
	H	75	65	55	45	40	30	25						
700	L	45	35	30	25	20	15	15	15					

R	V	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10
	H	85	75	65	55	45	35	30	25					
650	L	45	40	30	25	20	15	15	15					
	H	90	80	70	55	50	40	30	25					
600	L	50	40	35	25	20	15	15	15					
	H	100	85	75	60	50	40	35	25					
550	L	55	45	35	30	20	15	15	15					
	H	110	95	80	65	55	45	35	30					
500	L	60	50	40	30	25	20	15	15	15				
	H	120	100	85	75	60	50	40	30	25				
450	L	60	55	40	35	25	20	15	15	15				
	H	120	115	95	80	70	55	45	35	25				
400	L	60	55	50	35	30	20	20	15	15				
	H	120	120	110	90	75	60	50	40	30				
350	L	60	55	55	45	30	25	20	15	15	15			
	H	120	120	120	105	85	70	55	45	35	25			
300	L		55	55	50	35	30	25	20	15	15			
	H		120	120	120	100	80	65	50	40	25			
250	L			55	50	45	35	30	20	15	15			
	H			120	120	120	100	80	60	45	30			
200	L				60	45	40	35	25	20	15	15		
	H				120	120	120	95	75	55	40	25		
150	L						50	40	35	25	20	15		
	H						100	120	100	75	50	35		
100	L								45	40	25	20	15	
	H								85	110	75	50	30	
90	L								50	40	30	20	15	
	H								100	120	85	55	30	
80	L								60	40	35	20	15	
	H								120	120	95	60	35	
70	L									50	40	25	15	
	H									95	110	70	40	
60	L									60	40	30	25	
	H									120	120	80	45	
50	L										45	35	20	15
	H										90	95	55	25
45	L										55	35	20	15
	H										105	105	60	30
40	L											40	25	15

R	V	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10
	H											120	70	30
35	L											40	30	15
	H											120	80	35
30	L											50	30	15
	H											100	90	40
25	L												40	20
	H												110	50

7.2.3 区间曲线地段应设置缓和曲线和超高，地面平交交叉口或混合路权段困难时可不设置超高，但应确定速度限制值

7.2.4 道岔宜设在直线地段。道岔两端与平曲线端部、竖曲线端部或车站有效站台端部的直线距离不应小于 5m。

7.3 线路纵断面

7.3.1 线路坡度应符合下列规定：

- 1 正线的最大坡度不宜大于 50%，困难地段最大坡度不宜大于 60%，均不考虑平面曲线对坡度折减值；
- 2 联络线、出入线的最大坡度不宜大于 60%；
- 3 线路区间最小坡度的设置应因地制宜，以确保排水的需要。

7.3.2 车站及道岔坡度应符合下列规定：

- 1 车站站台范围内的线路应设在一个坡道上，一般情况下最大坡度不宜大于 10%，困难情况下最大坡度不宜大于 20%；
- 2 道岔宜设置在不大于 20%的坡道上，在困难地段应采用无砟道床，尖轨后端为固定接头的道岔，可设在不大于 30%的坡道上。

7.3.3 坡段与竖曲线应符合下列规定：

- 1 线路最小坡段长度不宜小于远期一列有轨电车长度，相邻竖曲线间的夹直线长度不宜小于 20m；
- 2 当两相邻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，竖曲线半径根据车辆运行速度和旅客舒适度宜按表 7.3.3 的规定选用；

表 7.3.3 最小竖曲线半径 (m)

线别	竖曲线半径	
	一般情况	困难情况
正线	2000	1000
联络线	800	

3 车站站台计算长度内和道岔范围内不得设置竖曲线，道岔两端与竖曲线端部直线距离不应小于 5m。

7.3.4 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，无砟道床地段不宜重叠。在无砟道床出现竖曲线与缓和曲线重叠时，每条钢轨的超高最大顺坡率不得大于 1.5%。

7.4 配套道路工程

7.4.1 混合路权路段，有轨电车通行车道铺装材料与道路路面铺装材料宜统一并结合轨道结构的维修养护要求进行设计；路面结构强度等技术指标应满足道路路面设计的相关标准及规范要求。

7.4.2 设置于道路交叉路口附近的有轨电车车站，宜通过调整道路路口红线宽度的方式实现；设置于路段范围的有轨电车车站，宜通过局部压缩绿化带或拓宽道路红线的方式实现；当无绿化带且道路两侧无拓宽条件设置有轨电车车站时，宜通过压缩车道的方式实现。

7.4.3 路拱设计横坡应根据路面宽度、路面类型、气候条件、有轨电车轨面标高及排水要求等确定。

7.4.4 新建道路交叉口当采用分期修建时，必须依据规划做出总体设计方案，分期修建设计应使前期工程在后期仍能充分利用，应为后期工程的修建留有控制余地和创造有利条件。

7.4.5 既有交叉口改造应符合近期规划并预留远期规划建设条件，满足交通量增长和道路服务水平。

7.4.6 应结合现状市政管线敷设情况进行道路工程设计，不宜对现状市政管线造成重大迁改。

8 轨道

8.1 一般规定

- 8.1.1 轨道结构应具有足够的强度、稳定性、耐久性和适量的弹性；当钢轨作为回流轨时，轨道结构设计应采取相应的绝缘措施。
- 8.1.2 轨道结构设计应与车辆选型、轮轨关系匹配。
- 8.1.3 无砟轨道混凝土轨枕及道床设计使用年限不应低于 100 年。
- 8.1.4 轨道设备宜国产化，全线轨道结构部件宜实现标准化。
- 8.1.5 轨道设计应以建设、维修过程机械化为目标。
- 8.1.6 轨道设计应根据工程环境影响评价要求，设置必要的减振降噪措施。

8.2 基本要求

- 8.2.1 钢轨轨底坡（或轨顶坡）宜采用 1/40。当采用“工”字型钢轨的线路时，道岔可不设轨底坡，在两道岔间小于 50m 地段可不设轨底坡。
- 8.2.2 标准轨距为 1435mm，槽型轨应在轨面下 14mm 处测量，“工”字型钢轨应在轨面下 16mm 处测量。
- 8.2.3 曲线超高应按下式计算。最大超高值应为 120mm，未被平衡超高值宜为 61mm，困难情况下不应大于 75mm。

$$h = 11.8 V^2 / R \quad (8.2.3)$$

式中：h——超高值（mm）；

V——列车通过速度（km/h）；

R——曲线半径（m）。

8.2.4 曲线超高设置应符合下列规定：

1 隧道内及 U 型槽地段无砟轨道应采用半超高，即外轨抬高半个超高值，内轨降低半个超高值的方法设置；地面线、高架线及有砟轨道应采用全超高，即外轨抬高一个超高值的方法设置，同一曲线应采用相同超高型式；

2 超高顺坡率不应大于 2‰，困难地段不应大于 2.5‰。曲线超高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；

3 对于路口、混行路段等特殊情况，可根据条件调整超高设置。

8.2.5 正线、出入线及试车线轨道静态平顺度应符合表 8.2.5 的规定。

表 8.2.5 正线、出入线及试车线轨道静态平顺度

序号	项目	允许偏差	备注
1	轨距	无砟轨道+3mm/-2mm 有砟轨道+4mm/-2mm	相对于标准轨距；变化率不应大于 1‰
2	轨向	4mm	弦长 10m；不含曲线
3	高低	4mm	弦长 10m
4	水平	4mm	弦长 10m；不含曲线、缓和曲线上的超高值
5	扭曲	3mm	基长 3m；不含缓和曲线上由于超高顺坡造成的扭曲量

8.2.6 车场线无缝线路轨道静态平顺度执行表 8.2.5 的规定，有缝线路轨道静态平顺度应符合表 8.2.6 的规定。

表 8.2.6 车场线有缝线路轨道静态平顺度

序号	项目	允许偏差	备注
1	轨距	无砟轨道+4mm/-2mm 有砟轨道+6mm/-2mm	相对于标准轨距；变化率不应大于 1‰
2	轨向	无砟轨道 4mm 有砟轨道 5mm	弦长 10m；不含曲线
3	高低	无砟轨道 4mm 有砟轨道 5mm	弦长 10m
4	水平	无砟轨道 4mm 有砟轨道 5mm	弦长 10m；不含曲线、缓和曲线上的超高值
5	扭曲	4mm	基长 3m；不含缓和曲线上由于超高顺坡造成的扭曲量

8.2.7 埋入式轨道轨面标高应高于两侧路面标高 6mm 及以上。

8.3 钢轨及配件

8.3.1 埋入式轨道、高架线钢轨宜优先采用 59R2 或 60R2 槽型轨，槽底应根据排水需要设置一定数量的排水孔，其余情况下经比选后可采用“工”字形钢轨。钢轨宜设置 1/40 轨顶（底）坡。

8.3.2 线路曲线 $R \leq 150m$ 时，应对钢轨进行预弯后铺设。

8.3.3 同一线路钢轨类型不宜多于 2 种，不同类型钢轨之间的连接宜采用异型轨。

8.4 扣件

8.4.1 扣件结构应力求简单且具有足够的强度和扣压力、防腐性能、适量的弹性和轨距、水平调整能力，当钢轨作为回流轨时，应具有足够的绝缘性。

8.4.2 无砟轨道扣件垂向静刚度宜为 20kN/mm~40kN/mm，有砟轨道扣件垂向静刚度宜为 40kN/mm~60kN/mm。

8.5 轨枕及道床

8.5.1 轨枕技术性能应能符合轨枕产品有关技术条件的规定。无砟道床地段宜采用预制式混凝土轨枕，有砟道床地段宜采用预应力混凝土轨枕，轨枕混凝土等级不低于 C50。

8.5.2 穿越城市人口密集地段或高架敷设的正线宜采用整体道床。有枕系统的道床面应低于轨枕承轨面 30mm 及以上。正线线路曲线半径 $R \leq 600\text{m}$ 地段不宜采用碎石道床。

8.5.3 无砟道床结构应符合以下规定：

- 1 无砟道床混凝土强度等级不应低于 C40；
- 2 应采用钢筋混凝土结构并应满足承载力要求；
- 3 轨枕与道床联结应采取加强措施；

4 正线及配线扣件式无砟轨道结构高度不宜小于 530mm；

5 应设置道床伸缩缝，隧道内伸缩缝间距不宜大于 12.5m；U 形结构地段、隧道洞口内 50m、高架线、地面线和库内线，不宜大于 6m。在轨下基础变形缝处，应对应设置道床伸缩缝。特殊地段应结合工程具体情况进行特殊设计。

8.5.4 碎石道床应采用一级道砟并符合《铁路碎石道床底砟》TB/T 2897 和《铁路碎石道砟》TB/T 2140 的规定。

8.5.5 有砟轨道的道床的最小厚度应符合表 8.5.5 的规定：

表 8.5.5 有砟道床最小厚度 (mm)

下部基础类型	正线、出入线、试车线		车场线
非渗水土路基	双层	道砟 200	单层道砟 250
		底砟 150	
岩石、渗水土路基、混凝土结构	单层道砟 250		

8.5.6 道砟肩应符合下列规定：

1 正线、出入线、试车线的无缝线路地段道砟肩宽不应小于 400mm，普通线路地段道砟肩宽不应小于 300mm；无缝线路半径小于 800m、普通线路半径小于 600m 的曲线地段，曲线外侧道砟肩宽应增加 100mm，砟肩应堆高 150mm。道砟边坡应采用 1:1.75；

2 车场线普通线路地段道砟肩宽不应小于 200mm，半径小于 300m 的曲线地段，曲线外侧道砟肩宽应增加 100mm。道砟边坡应采用 1:1.5。

8.5.7 轨道道床应具备通畅的排水系统。

8.6 无缝线路

8.6.1 无缝线路设计应根据线路条件、运营条件、气候条件及轨道类型等因素进行强度、稳定性、断缝安全性等检算并确定设计锁定轨温。

8.6.2 下列地段轨道宜按跨区间无缝线路设计并宜扩大无缝线路铺设范围：

- 1 整体道床直线和曲线半径不小于 300m 地段；

2 有砟道床的直线和曲线半径不小于 600m 地段；

3 曲线半径小于本规定时，应进行特殊设计并采取加强措施。

8.6.3 正线无缝线路宜采用闪光接触焊，道岔内及道岔两端与区间线路钢轨的锁定焊可采用铝热焊。焊接接头质量应符合相关标准的规定。

8.7 道岔

8.7.1 道岔的钢轨及道床类型宜与相邻地段保持一致。

8.7.2 正线道岔宜采用无缝道岔。

8.7.3 正线、配线、试车线槽型钢轨道岔宜采用 6 号道岔、导曲线半径 50m，车场线道岔宜采用 3 号单开道岔或梳子型道岔、导曲线半径 25m，可根据车辆通过性及通过速度要求确定道岔型号及其导曲线半径。

8.7.4 道岔转辙器和辙叉部位不应设在下部结构变形缝或梁缝上。

8.7.5 道岔转辙机及杆件基坑位置应设置良好的排水系统。

8.7.6 在寒冷区域，道岔转辙机区域应采取防雪、防冰冻措施。

8.8 轨道附属设备

8.8.1 车挡的设置应符合下列规定：

1 在轨道末端应设置车挡；

2 正线地面线末端车挡的允许撞击速度不小于 5km/h；

3 试车线和高架线终端应采用滑移式车挡并能承受列车以 15km/h 速度撞击的冲击荷载，特殊情况可根据车辆、信号等要求计算确定。滑移式车挡占用轨道长度应根据车辆动能计算并考虑一定的安全系数；

4 车场线终端应设置车挡。

8.8.2 轨道测量宜提高机械化控制水平，提高轨道铺设精度。

8.8.3 埋入式轨道及钢轨兼做回流轨地段应安装钢轨护套或采用嵌入式轨道并应满足隔离及绝缘要求。

8.8.4 轨道标志的设置应符合下列规定：

1 在专用路权地段应设置百米标、坡度标、曲线要素标、平面曲线起终点标等线路标志；

2 应设置限速标及取消限速标等信号标志并应结合沿线人行道口设置注意前方人行通道标识；

3 各种标志应采用反光材料制作。

9 车站建筑

9.1 一般规定

- 9.1.1 车站总体布局应符合城市国土空间规划、交通规划和景观的要求，协调好与历史文化保护的关系，以安全、绿色、节能、适用为基本原则。
- 9.1.2 车站设计应满足客流需求，保证乘客使用安全、方便，为乘客提供舒适的乘车环境，满足车辆运营安全及系统设备使用功能的要求。
- 9.1.3 车站设计应以功能为主，景观造型尽可能体量轻巧简洁，与周边环境相互协调，地面车站应满足通风、采光要求，设置遮阳及挡雨设施。
- 9.1.4 车站宜采用标准化设计。
- 9.1.5 高架车站宜一次性建成，地面车站可考虑预留分期建设的条件。
- 9.1.6 车站设置应处理好与建、构筑物、道路交通及地下管线之间的关系，减少对树木的迁移及砍伐

9.2 车站总体布置

- 9.2.1 站台形式可分为岛式和侧式两大类，站位可位于路侧或路中。车站总体布置应根据线路条件、道路红线宽度、地面交通状况、周边环境等因素综合确定。
- 9.2.2 路中地面及高架车站不应跨越十字路口设置。当车站靠近路口设置时，车站应优先考虑与市政过街系统结合，车站构筑物应考虑避免对道路车辆的行车视线干扰。
- 9.2.3 车站应根据线网规划，结合客流特征，考虑与轨道交通、公交等其他城市公共交通之间便捷安全的换乘与接驳。

9.3 车站平面

- 9.3.1 有效站台长度应满足列车最大编组数的有效长度与停车误差之和。
- 9.3.2 站台宽度应满足客流计算结果，岛式站台最小宽度应不少于 4m，侧式站台最小宽度应不少于 2m。
- 9.3.3 站台面高度应根据车辆的车门入口高度确定，在任何工况下均应低于车辆的车门入口高度，高差不得大于 50mm。
- 9.3.4 车站有效站台范围内应设置车站雨棚，站台装修完成面至任何悬挂障碍物底面不应少于 2.4m。
- 9.3.5 有效站台宜位于线路直线段，特殊情况下采用曲线站台时，需满足限界加宽要求。

9.4 进出站通道

- 9.4.1 根据站位站址条件，选择合理的进出站方式。

9.4.2 位于路中车站，其站台边缘距离人行过轨斑马线应有缓冲距离，缓冲距离不宜小于10m，位于路侧的车站，其站台边缘距离人行过轨斑马线距离不宜小于5m。

9.4.3 当车站采用天桥或地下通道进站或过轨时，应满足《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ69的相关要求并符合下列规定：

- 1 宜设上行扶梯且应设置于车站有效站台范围之外，其工作点距离站台边缘不宜小于8m；
- 2 仅设楼梯时，楼梯最小宽度不应小于2.4m；
- 3 扶梯和楼梯并列设置时，楼梯最小宽度不应小于1.8m。

9.5 车站无障碍设施

9.5.1 车站站台和进出站通道应满足无障碍通行要求并应符合《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019的规定。

9.5.2 通过地面进站的车站，应在站台一端设置无障碍坡道。通过天桥、地下通道进站的车站，应设置无障碍电梯。

9.5.3 车站内设置的无障碍通道应与城市无障碍通道衔接。

9.6 车站安全设计

9.6.1 地面车站、高架车站及设备站的耐火等级不得低于二级。

9.6.2 车站站台地面材料应防滑、耐磨，满足《建筑地面设计规范》GB50037-2013及《建筑地面工程防滑技术规程》JGJ/T331-2014的相关要求。

9.6.3 距站台边缘400m应设安全防护带，在安全带内侧应设不小于80mm宽的纵向醒目的安全线。安全防护带范围内应设防滑地面。

9.6.4 车站范围内不得设置和堆放有碍乘客紧急疏散的设备和物品。

9.6.5 车站应设置导向标识（包括站名、信息标志牌、进出站指示）、摄像头、广播等设施并配套设置夜间照明设施。

9.6.6 地面车站临机动车道一侧应设置安全防护。

9.6.7 车站、设备站应考虑防火、防洪、防涝、防雷、防雨及抗台风等措施。

9.6.8 车站、设备站应考虑防淹措施，地面车站站台应高于周边道路不少于260mm，设备站高于周边道路不少于500mm。

9.6.9 装修材料应采用不燃或难燃材料，应耐久、易清洁，便于施工与维护。

9.6.10 车站所有构件和设施应避免锋利边缘，以免影响乘客的安全。

9.7 车站造型和环境设计

9.7.1 车站、设备站应因地制宜，减少体量。

9.7.2 车站雨棚设计应与本线所在区域环境和文化相协调，简洁、明快、大方，易于识别。

设备站临近车站布置时，宜与车站景观造型相协调。

9.7.3 车站内若设置广告，其位置、色彩不得干扰导向标志。

9.7.4 车站雨棚屋面应采用有组织排水，溢流排水口位置不应设在有轨电车车辆的上方。

10 路基

10.1 一般规定

- 10.1.1 路基工程必须具有足够的强度、刚度、稳定性和耐久性，满足承载力和工后沉降的要求。
- 10.1.2 路基工程设计应做好沿线工程地质勘察试验工作，查明沿线水文、地质条件，获取设计所需要的岩土物理力学参数。
- 10.1.3 路基工程地基处理措施应根据线路设计标准、地质资料、场地填料性质及分布、周边环境、建造工期等通过计算确定。
- 10.1.4 路基主体工程安全等级为一级，设计使用年限 100 年。
- 10.1.5 路基顶面道床荷载应根据轨道结构形式、车辆轴重、轴距等参数进行计算，可采用换算土柱高度进行代替。
- 10.1.6 有砟轨道路基工后沉降应满足一般地段不应大于 300mm；无砟轨道线路路基工后不均匀沉降不应超过 30mm，沉降比较均匀且调整轨面高程后的竖曲线半径满足行车安全时，允许的工后沉降可为 50mm。工后沉降不符合规定时，应进行地基处理。
- 10.1.7 路基基床敷设范围内的市政管线应尽量迁改，当无法迁改时，应采取可靠的原位保护措施。
- 10.1.8 路基应有完整、通畅的排水系统并宜与市政排水设施相结合。

10.2 路基面形状及宽度

- 10.2.1 有砟轨道段路基面、基床底层顶面、基床以下地基顶面应设计为三角形路拱，自路基中心向两侧设 4% 的人字形排水坡，曲线段加宽时，路基面仍应保持三角形。
- 10.2.2 无砟轨道段路基面、支撑层、水稳层可水平设置。
- 10.2.3 路基面宽度应根据线路数目、线间距、轨道结构形式及尺寸、曲线加宽、路肩宽度、电缆槽、充电网支柱基础位置等计算确定。

10.3 基床

- 10.3.1 路基基床应分为表层和底层，表层厚度应不小于 0.4m，底层厚度应不小于 1.1m，基床总厚度应不小于 1.5m。
- 10.3.2 路基基床各层的压实度标准应不低于表 10.3.2 的规定。

表 10.3.2 路基基床各层的压实标准

位置	压实指标	填料类别			
		细粒土和粉砂、改良土	砂类土（粉砂除外）	砾石土	碎石土
基床表层	压实系数 Kh	0.93	-	-	-
	K30 (MPa/cm)	1.0	1.1	1.4	1.4
	相对密度 Dr	-	0.8	-	-
基床底层	压实系数 Kh	0.91	-	-	-
	K30 (MPa/cm)	0.9	1.0	1.2	1.3
	相对密度 Dr	-	0.75	-	-

注：1 Kh 为重型击实试验的压实系数；

2 K30 为直径 30cm 直径平板载荷试验的地基系数，取下沉量为 0.125cm 的荷载强度；

3 市政道路范围的有轨电车路基基床压实系数同时不应低于道路路基压实系数标准。

10.3.3 基床范围内原状土质不满足检测要求时，可通过压实、换填、土体改良、加固等措施，满足第 10.3.2 条的规定。

10.3.4 路基与桥台连接处应设置过渡段，过渡段长度应根据桥台背后路堤填土高度计算确定。过渡段的基床表层填料应与相邻基床表层相同，基床表层以下应选用 A、B 组填料，压实系数不宜小于 0.96。

11 结构

11.1 车站结构

11.1.1 结构设计应满足建筑、抗震、防火、防水、防雷、防腐、施工等要求，保证结构具有足够的强度、刚度、耐久性、稳定性等要求。

11.1.2 应根据车站单体构筑物的结构类型、使用条件、荷载特性、施工工艺等条件进行结构设计。

11.1.3 地面车站结构，按可靠度理论进行结构设计，其设计基准期为 50 年，设计使用年限为 50 年。

11.1.4 车站结构通常采用钢结构或钢筋混凝土框架结构，按民用建筑相关结构设计规范进行设计；在配合车站建筑造型、园林景观等设计而采用一些新型空间结构时原则上应开展专项结构设计，比如空间网壳结构、索膜结构、张拉整体结构、自由曲面结构、自由拓扑结构等。

11.1.5 结构设计应考虑地震作用的影响，根据国家及广东省有关规定及标准，合理确定抗震设防标准并采取相应的构造措施，提高结构整体及连接部位的抗震性能。

11.1.6 结构设计应满足机电专业相关要求，预留相关机电设计安装及管线布置路由孔洞并考虑施工误差、测量误差、结构变形、沉陷等因素的影响。

11.1.7 构件尽可能采用标准化、装配化、机械化加工制作，应考虑构件在制作、运输、安装和使用过程中具有规定的强度、刚度、稳定性和耐久性。

11.1.8 结构基础形式应结合建筑场地环境、地基承载力、基础沉降变形分析等因素，优先采用浅基础形式其次考虑深基础形式，必要时采取地基处理措施。

11.2 桥涵结构

I 一般规定

11.2.1 桥涵结构设计除本章规定外，尚应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157、《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T51234 的有关规定。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》CJJ242 执行。

11.2.2 新建桥梁结构的设计使用年限为 100 年。

11.2.3 改建既有桥涵时应按照相关规范对其技术状况、承载能力进行检测、评定，应对改建方案进行社会、经济、技术比较。

11.2.4 桥梁结构设计应满足安全、适用、经济、美观、耐久的要求。结构除应满足规定的强度外，还应有足够的刚度和稳定性。

II 结构刚度限值

11.2.5 桥跨结构在有轨电车车辆静活载及其他车辆静活载最不利布置得共同作用下，轨道处梁体竖向挠度应满足：

表 11.2.5 梁体竖向挠度限值

跨度范围	挠度限制
$L \leq 30\text{m}$	$L/2000$
$30\text{m} < L \leq 60\text{m}$	$L/1500$
$60\text{m} < L \leq 80\text{m}$	$L/1200$
$L > 80\text{m}$	$L/1000$

注：1 L 为桥梁跨度；

2 其他车辆活载如为多车道，可按相应规范进行车道数横向折减活载。

11.2.6 桥上铺设无缝线路且无钢轨伸缩调节器的双线及多线简支梁桥，桥墩的墩顶纵向最小水平线刚度限值应根据梁-轨共同作用计算确定，当不作计算时可按表 11.2.6 的规定取值。

表 11.2.6 桥墩墩顶纵向水平线刚度限值

跨度 L (m)	最小水平线刚度 (kN/cm)	
	年温差 $\leq 65^\circ\text{C}$	年温差 $> 65^\circ\text{C}$
12	60	85
16	85	120
20	100	135
24	180	210
32	190	250
40	240	300

注：1 年温差是指桥址处极端最高气温和极端最低气温之差；

2 单线简支梁墩顶最小水平线刚度限值按双线简支梁墩顶最小水平线刚度限值的 0.6 倍取值；

3 单线简支梁桥台顶最小水平线刚度限值为 1500kN/cm，双线简支梁桥台顶最小水平线刚度限值为 3000kN/cm；

4 当墩台顶纵向水平线刚度不满足表中规定时，必须进行无缝线路检算。

11.2.7 钢筋混凝土构件裂缝宽度限值取 0.20mm。

III 结构设计

11.2.8 桥梁结构抗震设计应满足如下规定：

1 新建桥梁结构按现行国家标准《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB5090 的规定要求进行抗震设计；

2 改建既有桥梁结构可按现行国家标准《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB5090 或现行行业标准《城市桥梁抗震设计规范》CJJ166 的规定要求进行抗震设计。

11.2.9 桥梁结构宜采用盆式橡胶支座或球形钢支座并按现行行业标准《铁路桥梁盆式橡胶支座》TB/T2331 和《铁路桥梁球形支座》TB/T3320 的有关规定设计。

IV 构造要求及接口设计

- 11.2.10 桥面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。
- 11.2.11 梁缝处应设伸缩缝,伸缩缝除应保证梁部能自由伸缩外,还应有效防止桥面水渗漏。
- 11.2.12 桥面应设置防水层,轨行区的桥面防水层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,防水层上应覆盖保护层。
- 11.2.13 桥面应布置性能良好的排水系统,排水设施应便于检查、维修与更换。
- 11.2.14 对箱梁结构,应有进入箱内检查的孔道,箱室腹板宜设置适当数量的通风孔。
- 11.2.15 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。
- 11.2.16 桥涵结构应设置必要的防雷接地、杂散电流防护、沉降观测、养护维修等设施。
- 11.2.17 对于可能受机动车撞击的桥墩应设置防撞设施,跨越相交道路的桥梁应结合现场情况设置限高设施。
- 11.2.18 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。

12 交通工程

12.1 一般规定

12.1.1 有轨电车交通工程应进行交通组织设计、交通标志标线设计、交通信号控制系统设计以及交通监控系统设计。

12.1.2 有轨电车的交通工程设计应与道路系统内的交通设施统筹考虑，避免出现歧义和矛盾。

12.1.3 有轨电车线路沿线宜结合周边道路条件设置紧急救援通道并保持畅通，位于道路以外的救援通道应禁止任何单位和个人占用。

12.1.4 交通工程中的设施设计宜与主体工程同步建设，若建设时序不一致，应做好预留衔接。

12.2 交通组织

12.2.1 在信号控制的交叉口范围内，有轨电车应在同向相位内通行，可根据交叉口的交通流量分布合理设计相位。

12.2.2 有轨电车在路中通行的路段，应根据工程规模、所在的道路等级、路段通行能力等因素综合确定沿线交叉口的交通组织方式。

12.2.3 有轨电车采用专用路权的路段，应禁止其他交通参与者进入，执行公务、紧急救援等情况除外，采用混合路权的路段，宜采用时间表管理控制。

12.2.4 行人横过轨行区宜利用有轨电车车站设施并优先考虑平面组织方式，避免设置在配线区或邻近设备区，车站设施宜优先利用既有过街设施，可根据沿线出行情况合理补充，存在二次过街时，宜设置安全岛并在区域周围设置警示设施。

12.3 交通标志

12.3.1 有轨电车交通标志的设置应满足以下规定：

- 1 交通标志不应侵入有轨电车车辆限界和道路建筑限界；
- 2 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；
- 3 标志的设置不得被桥墩、柱、树木等遮挡；
- 4 标志的设置间隔距离不宜过密。

12.3.2 有轨电车应设置专用标志，包括禁止类、警告类、指示类等标志，样式应与其他道路交通标志区分，传递的信息应连贯一致，互为补充。

12.3.3 有轨电车标志与其他道路交通标志合板或共杆设置时，不宜同时设置相同类型的标

志。

12.3.4 有轨电车采用平面通过的交叉口范围，宜在交叉口其他进口道，面向其他车辆设置注意有轨电车标志。

12.3.5 有轨电车采用专用路权的路段，宜在路段起点设置有轨电车专用道标志，采用混合路权的路段，宜在路段起点设置分车道标志。

12.3.6 在轨行区中间或两侧，宜面向轨行区外同时设置注意有轨电车标志和禁止跨越轨行区标志，在人流密集的区域，可加密设置。

12.3.7 在采用平面横过轨行区的区域，宜面向行人设置禁止驻足停留标志。

12.3.8 当有轨电车在隧道、立交桥或高架桥下方等光源不足的区域下通行时，宜采用主动发光标志。

12.4 交通标线

12.4.1 有轨电车采用混合路权的路段的行驶范围，应采用标线标识；平面交叉口内行驶范围宜采用黄色网格线。

12.4.2 有轨电车采用专用路权的路段，宜在路段起点设置地面涂划有轨电车专用道地面标识。

12.4.3 应在与有轨电车线路相交的大坡度的下坡处设置横向减速标线。

12.4.4 当有轨电车采用平面通过交叉口时，宜在各进口道设置横向减速标线。

12.4.5 当有轨电车在隧道、立交桥或高架桥下方等光源不足的区域下通行时，应在限界边线设置地面凸起路标或在隔离设施上设置轮廓标。

12.5 防护设施

12.5.1 有轨电车采用专用路权的路段，宜设施实体隔离实施。

12.5.2 在进、出站通道或安全岛，宜在边缘设置警示柱。

12.5.3 交叉口视距三角形区、过轨通道范围或其他开放区域的隔离设施，高度不得影响有轨电车驾驶人及其他机动车驾驶人的视线。

12.6 交通信号

12.6.1 路口、车站以及区间过轨位置应设置有轨电车专用信号灯。

12.6.2 有轨电车专用信号灯应由交通信号控制机控制。

12.6.3 平面交叉路口的交通信号配时应设置有轨电车专用相位。

12.6.4 地面过轨通道应采用有轨电车专用信号灯常态显示红灯（禁止信号），人行横道信号灯常态显示绿灯（允许信号）的方式实现优先。

12.6.5 有轨电车专用信号灯应采用绿、计时、红色三灯机构形式，瞭望距离不应小于 400m，

可增加辅助标志等。

12.6.6 有轨电车专用信号灯盘面直径应不小于 200mm。

12.6.7 有轨电车专用信号灯宜单独设置安装杆件，可与机动车共用杆件或附着于其他建筑物上，但须满足司机瞭望视线。

12.6.8 有轨电车优先接口方式规定如下：

1 路口控制器应能与交通信号控制机通过硬线接口传送电车接近、离去信息；

2 应有轨电车线路/线网调度中心应能与分控中心/指挥中心接口实现路口、区间过轨、车站过轨电车优先。

12.6.9 有轨电车交通信号设备应采用双电源供电，供电电压为 AC220V，两路电源切换不应影响设备正常工作。

12.7 交通监控系统

12.7.1 交通监控系统应满足交通管理部门对道路交通监控的使用需求，可与有轨电车视频监视系统合设。

12.7.2 交通监控设备监控范围应覆盖交叉口、人行过轨斑马线、隔离设施等区域。

12.8 传输网络构成及要求

12.8.1 有轨电车交通信号系统和交通监控系统共用传输网络，宜独立设置；不具备条件时，可租用社会资源组建传输网络。

13 给排水及消防

13.1 一般规定

13.1.1 给水、排水及消防系统的设计应符合适用、安全、经济、卫生等基本要求，各系统应与市政既有设施进行充分衔接。

13.1.2 排水系统的设计重现期，应满足线路所在区域的排水及内涝防治设计标准要求。

13.1.3 给排水管道不应穿过变电所、通信信号机房、控制室等电气设备用房。

13.2 给水系统

13.2.1 给水系统应坚持综合利用、节约用水及防污染的原则，必须满足生产、生活及消防用水对水量、水压和水质的要求。

13.2.2 给水系统用水量标准应符合以下规定：

1 生产设备用水按所选用设备、生产工艺的要求确定；

2 车辆基地路面洒水、绿化及草地用水、汽车冲洗用水等用水定额按现行《建筑给水排水设计标准》GB50015 执行；

3 未预见水量按最高日用水量 15%考虑。

13.2.3 给水系统水压和水质标准应符合以下规定：

1 生活用水各配水点的最高水压按 0.205Mpa~0.25Mpa 控制；

2 生产用水的压力按工艺要求确定；

3 生活用水水质应符合国家现行《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定；生产用水水质按工艺要求确定。

13.2.4 给水系统的设计应符合以下规定：

1 车站、沿线附属建筑的各项用水水源均采用城市自来水；

2 车辆基地的生产、生活给水系统根据市政水源数量、供水压力等因素综合确定；

3 车辆基地内各单体建筑应充分利用市政压力供应生产、生活用水，市政供水压力或供水量不满足要求时，应设置给水泵房及蓄水池；

4 生产、生活给水系统与消防给水系统相互独立，单独计量。

13.3 排水系统

13.3.1 排水系统排水量标准应符合以下规定：

1 车站冲洗排水量与用水量相同；

2 车站屋面雨水排水量设计按当地 5 年一遇重现期、5min 集流时间计算，有轨电车线路范围内地面雨水排水量按当地 5 年一遇重现期、10min 集流时间计算；

3 车辆基地生活排水量按生活用水量的 95%计算；

4 车辆基地生产设备排水按工艺的要求确定；

5 车辆基地室外站场、地面区间暴雨按 50 年一遇、10min 集流时间的暴雨强度计算；停车库、运用库、调度中心等重要建筑的屋面的雨水排放设计按当地 10 年一遇、5min 集流时间暴雨强度计算，溢流设施的总排水能力按不应小于当地 50 年一遇的暴雨强度校核；其他室外场地按暴雨 5 年一遇、10min 集流时间的暴雨强度计算。

13.3.2 排水系统的设计应符合以下规定：

1 全线排水应分类收集。排水应满足城市排水体制及国家或地方现行排放标准的要求。当工点附近无城市污水管道时，污水应经过处理后达标排放；

2 车站、车辆基地外排雨水应就近排入雨水系统；

3 有轨电车线路范围的排水应与市政排水系统统筹考虑实施；

4 车辆基地外排污水应满足广东省地方标准《水污染物排放限值》DB 44/26 的要求。当室外无污水管网时，应自设污水处理装置对生产废水及生活污水进行内部处理；

5 排至附近水体、河道、城市排涝主干管的排水管，当其出口受水体水位顶托时，应设置闸门、拍门或泵站等设施；

6 有轨电车线路路面改造后，对于雨水不能自排的区域或雨水量超出现有排水管道排水能力时应增设排水设施并满足城市总体规划的市政排水管道设计标准；

7 电缆井（管沟）应实现排水畅通，宜设置相应的排水措施，必要时应实施机械排水。

13.4 消防系统

13.4.1 地面车站、地面区间纳入市政消火栓系统保护范围，不设置室内外消防给水系统。

13.4.2 车辆基地等应按《地铁设计规范》GB 50157、《建筑设计防火规范》GB 50016 的要求设置消防给水系统。车辆基地重要的电气设备用房设置自动灭火系统。

13.4.3 车辆基地的消防给水系统根据市政水源数量、供水压力等因素综合确定。

13.4.4 车站及区间的附属电气设备房、车辆基地的各单体建筑物应按《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 要求配备手提灭火器。

14 供电

14.1 一般规定

- 14.1.1 供电系统的设计应以安全可靠、节能环保、经济适用为原则。
- 14.1.2 供电系统设计容量应按照远期用电负荷需求设计。
- 14.1.3 牵引用电负荷应不低于二级，其余用电负荷分级遵循《供配电系统设计规范》GB50052的有关规定，划分为一级、二级、三级负荷。

14.2 外部电源与中压环网

- 14.2.1 外部电源方案宜采用分散式供电，中压网络的电压等级应根据城市电网中的电压等级以及结合城市轨道交通工程电源共享选择，宜采用 35（33）kV、10（20）kV 电压等级。当一路进线电源故障时，其余电源应能保障重要负荷的供电。
- 14.2.2 供电系统应根据工程建设的要求，与电力部门协商确定下列内容：
- 1 外部电源引入方案及电源高压室设置，外部电源进线电缆截面要求；
 - 2 供电系统一次接线方案，系统运行方式；
 - 3 远期用电量及需要电源容量以及电压偏差范围；
 - 4 城市电网出线保护与本工程供电系统进线保护的配合；
 - 5 电源质量要求；
 - 6 电能计量要求、调度要求及管理分工；
 - 7 投资分界和设计分界；
 - 8 电力部门典型设计相关要求；
 - 9 电源端中性点接地方式。
- 14.2.3 中压供电网络一次接线应安全、可靠、简单并应与继电保护配置协调配合。
- 14.2.4 中压网络方案宜采用单环网方式。
- 14.2.5 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的有关规定。
- 14.2.6 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的规定。

14.3 变电所

- 14.3.1 变电所宜分为电源高压室、充电站、降压变电所。充电站与降压变电所可合建成牵引降压混合变电所。
- 14.3.2 牵引整流机组的负荷特性宜采用 VI 类牵引负荷，负荷特性应满足表 14.3.2 的要求。

表 14.3.2 负荷特性

负荷	100%额定电流	150%额定电流	300%额定电流
持续时间	连续	2h	1min

14.3.3 变电所设备布置应符合现行国家标准《20kV 及以下变电所设计规范》GB50053、《高压/低压预装式变电站》GB17467 的规定。

14.3.4 变电所的直流操作电源宜采用成套电源装置，蓄电池组的容量应满足全所事故停电 2h 的放电容量和事故放电末期最大冲击负荷容量的要求。

14.3.5 充电站内应设置充电装置，充电装置为储能式有轨电车提供大功率快速直流充电，应满足如下功能：

1 正线充电站应具备列车进出站自动检测功能，在列车进站过程中，系统自动启动并给电车充电，应能根据车载储能装置的运行状态信息，对充电模式及参数进行自动控制；列车受电弓脱离充电轨之前自动断电，防止拉弧；

2 停车场、车辆段宜设置就地手动充放电控制箱；

3 应具有基本的继电保护功能，包括但不限于：输入过压、欠压、过流，输出过压、过流，短路，接地，过热保护，内部通讯故障、外部通讯故障等；充电装置保护装置应能够为充电装置本体、充电装置至充电网之间电气故障、过电压和异常运行方式提供有效的保护功能。充电装置的保护配置应与车辆保护协调。

14.3.6 供电系统继电保护装置应力求简单并满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

14.3.7 变电所继电保护装置应符合现行国家标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062 和《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285 的相关规定。

14.3.8 变电所继电保护宜采用微机综合测控保护一体化装置且继电保护功能应独立于综合自动化系统。当综合自动化系统网络软、硬件发生故障退出运行时，继电保护装置仍能正常运行。

14.3.9 变电所应满足无人值守的运行条件。

14.3.10 变电所宜设置数字通信电流保护功能。

14.4 牵引网

14.4.1 牵引网应安全、可靠，牵引网应由充电轨与回流轨构成，充电轨正极送电，回流钢轨与电缆构成负极回流。

14.4.2 储能式有轨电车采用车载电源作为牵引动力，充电电流应按照车辆要求确定。

14.4.3 需充电的车站、车辆基地充电股道应架设充电轨。

14.4.4 充电轨宜采用刚性接触网或钢铝复合充电轨。

14.4.5 充电轨载流总截面积应满足远期运营列车充电最大持续电流值的要求。充电轨零部件及设备应具有高的机械和电气强度，耐腐蚀、耐磨耗、可靠、少维修、寿命长。

- 14.4.6 充电轨及附属设备除与车辆受流器有相互作用外，任何情况下不应侵入车辆动态限界。
- 14.4.7 车站充电轨结构设计应满足有轨电车进站移动充电的要求，应能适应车辆越站能力。
- 14.4.8 充电轨设备在满足技术要求的前提下，宜选用安全可靠的国产设备和材料，考虑小型化、轻型化，充电轨设置应满足工程景观要求。
- 14.4.9 车辆基地内检修列位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。
- 14.4.10 地面线路充电轨宜设置避雷器。
- 14.4.11 充电网带电体部分与结构体、车体之间的最小净距：静态宜为 150mm；动态宜为 100mm。

14.5 电力监控系统

- 14.5.1 供电系统应设置全线集中的电力监控系统（SCAD1），在控制中心能对变电所内的电气设备进行遥测、遥信、遥控、遥调。电力监控系统的软硬件设计应满足安全性、可靠性、可维护性和开放性的要求，具备系统维护、故障诊断、在线修改和事件管理等功能。
- 14.5.2 电力监控系统由控制中心电力调度主站、变电所综合自动化系统以及数据传输通道三部分构成。数据传输通道宜采用通信系统的数据通道。
- 14.5.3 电力监控系统设计应满足可靠性、稳定性、可维护性、可扩展性和快速响应性等要求。其系统构成、功能要求、监控对象等应根据轨道交通供电系统的特点、运营要求、通信系统的通道条件确定。
- 14.5.4 电力监控系统宜采用通信系统标准时钟信号。

14.6 电缆敷设

- 14.6.1 电缆设计应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB50217 的规定。
- 14.6.2 地面线路的电缆宜敷设在排管或保护管内，电缆敷设应满足如下要求：
- 1 排管或保护管内径不应小于电缆外径的 1.5 倍；
 - 2 管孔数量应有预留；
 - 3 排管或保护管顶部土壤覆盖厚度不宜小于 0.5m；
 - 4 保护管的弯曲半径不应小于所穿电缆的最小允许半径；
 - 5 当电缆有中接头时，应放在电缆工作井中；
 - 6 排管或保护管穿过铁路，公路及有重型车辆通过的场所时，应选用混凝土包封敷设方式；
 - 7 敷设电缆排管时，排管向工作井侧应有不小于 0.5%的排水坡度。
- 14.6.3 为便于电缆的敷设、维护，应在下列位置设置电缆井：
- 1 外电缆牵引张力限制的间距处；

- 2 电缆分支、接头处；
- 3 电缆敷设方向或方式改变处；
- 4 工作井之间的间距不宜大于 50m；
- 5 工作井应避免横向道路；
- 6 工作井应设置盖板，盖板应坚固、满足所处位置的承压能力，盖板设计宜满足防盗功能。

14.7 杂散电流防护与接地

14.7.1 兼做回流轨的钢轨与有轨电车线路沿线的设备金属外壳、各类金属管线、道床、隧道和高架桥梁结构钢筋不应有直接的电气连接。穿越道床的金属管道应在管道表面进行加绝缘层处理，管道应尽量和道床垂直并在穿越部位的两侧加绝缘法兰，其安装部位应便于检查和维护。

14.7.2 正线兼做回流轨的钢轨宜绝缘安装。正线车站、车辆基地回流轨应采用绝缘结与非回流轨进行电气隔离。

14.7.3 供电系统设备各类接地应采用综合接地。车站及充电站均应设置接地装置，接地电阻不应大于接入综合接地装置的设备接地要求最小值。

14.8 动力与照明

14.8.1 车站动力与照明设备应采用放射式与树干式相结合的方式。车辆基地应采用树干式及分区集中配电的方式。

14.8.2 照明设计应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB50034、《城市轨道交通照明》GB/T16275 及《民用建筑电气设计标准》GB51348、《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB51309 等标准和规范要求；

14.8.3 地面线路及车站照明宜与道路照明系统结合，车站公共照明应采用高效光源灯具及节能控制技术。

14.8.4 照明照度标准应符合《建筑照明设计规范》GB 50034 及《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的相关规定。

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

14.8.6 在有条件的情况下，车站及非上盖开发车辆基地宜设置太阳能光伏发电系统。

15 运营监控系统

15.1 一般规定

- 15.1.1 运营监控系统应由通信系统、行车控制系统和票务系统组成。
- 15.1.2 系统车载设计应满足设施严禁超出车辆限界，地上设施不得侵入设备限界的要求。
- 15.1.3 系统设备应符合电磁兼容性的要求并应具有抗电气干扰性能。
- 15.1.4 系统设备应满足国家现行有关过电压、过电流指标及端口抗扰度试验标准的规定。
- 15.1.5 区间光缆应采用低烟、无卤、阻燃型并应具有抗电气化干扰的防护层。
- 15.1.6 系统可根据需要采取必要的网络安全保护措施。
- 15.1.7 系统宜按整合 UPS 设计，满足不同设备的用电需求，具备分时断电功能。
- 15.1.8 全线室外设备、与外线连接的室内设备应综合考虑防雷措施；采用综合接地时，接地电阻不大于 1 欧姆；采用分散接地时，接地电阻不大于 4 欧姆。

15.2 通信系统

- 15.2.1 通信系统应为有轨电车行车和运营管理提供稳定、可靠、畅通的语音、数据和图像业务，系统应满足正常运营方式及灾害运营方式的通信需求。在正常运营方式时，应为运营管理提供信息；在灾害运营方式时，应为防灾、救援和事故处理的指挥提供保证。系统应安全可靠、功能合理、设备成熟、技术先进、经济实用。
- 15.2.2 通信系统宜由传输系统、无线通信系统、有线电话系统、视频监视系统、广播系统、时钟系统、乘客信息系统、办公自动化系统、电源及接地系统组成。
- 15.2.3 传输系统设计应满足下列要求：
 - 1 系统应采用光纤通信技术，满足通信各子系统及行车控制、供电、防灾、票务等系统的信息传输要求；
 - 2 有轨电车传输网络的建设宜根据线网规划和建设需求，统筹考虑光缆数量、容量和光缆径路。
- 15.2.4 无线通信系统设计应满足下列要求：
 - 1 系统应提供调度中心调度员、车站（车辆基地）值班员等固定用户与列车司机、防灾、维修等移动用户之间的通信手段；宜同时满足有轨电车与地面的无线语音及数据通信要求；
 - 2 系统宜采用数字集群移动通信系统，可采用租用运营商无线通信网络或自建无线通信网络方式进行系统建设；
 - 3 系统空间波覆盖的时间地点概率不应小于 90%。
- 15.2.5 有线电话系统设计应满足下列要求：
 - 1 系统应能同时实现公务电话和专用电话功能，应保证调度专用功能；
 - 2 系统交换设备容量应根据机构设置、新增定员、通信业务等因素确定，宜为发展预留

余量；

3 系统宜设置计费管理系统。

15.2.6 视频监视系统设计应满足下列要求：

1 系统应为调度中心调度员、车站（车辆基地）、列车司机等提供有关列车运行、防灾、救灾及乘客疏导等方面的视觉信息；

2 系统遵循资源共享原则应满足运营、公安、交警等部门的使用需求，应覆盖车辆、车站、交叉口、人行过轨斑马线、隔离设施、车辆基地及调度中心等重要场所。电梯内视频设备及配线宜由电梯配套设置；列车内视频设备及配线宜由车辆配套设置；

3 系统宜采用调度中心集中存储方式，分辨率不低于 1920×1080 ，视频编码格式采用标准 H.265，应能兼容标准 H.264，公共区域视频图像存储时间不得少于 90 天；

4 系统应满足《公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》GB28181 的有关规定，预留接入公安、交警等部门视频监控平台的接入条件；

5 系统应设置完善的网络安全措施。

15.2.7 广播系统设计应满足下列要求：

1 系统应保证调度中心调度员和车站值班员向乘客通告列车运行及安全、向导、防灾等服务信息并应向工作人员发布作业命令和通知，发生灾害时可兼做救灾广播；

2 列车进站时车站可自动广播乘客导乘信息，列车进站信息宜由信号系统提供；

3 在车站站台宜设置供客运服务人员随时加入本站广播系统作定向广播的装置；

4 系统前端设备宜采用数字扬声器；

5 列车内广播设备及配线宜由车辆配套设置。

15.2.8 时钟系统设计应满足下列要求：

1 系统应为运营等部门提供统一的标准时间信息并应其他各系统提供统一的时间信号；

2 系统应由一级母钟、二级母钟和时间显示单元（子钟）组成。调度中心宜设置一级母钟，一级母钟的设置宜满足多条线路的共享。车辆基地宜根据需要设置二级母钟。站台宜利用乘客信息系统显示终端显示时钟信息；

3 一级母钟应能接收外部北斗卫星导航系统、全球卫星定位系统基准信号和同步系统提供的标准时间信号；

4 一级母钟自走时精度应在 10^{-7} 以上，二级母钟自走时精度应在 10^{-6} 以上。

15.2.9 乘客信息系统设计应满足下列要求：

1 根据需求宜设置乘客信息系统，以方便乘客在乘车过程中能够及时获取相关信息；

2 系统显示内容宜包括列车达到动态信息、时间信息、乘客乘车须知等运营相关信息；

3 系统对于预制信息应具备根据节目列表定时自动播出功能；对于来自外部接口直播的视频信息，应具备自动延时缓存播出的功能；

4 系统终端显示设备设置应覆盖车站站台、车辆客室等公共区域并为乘客提供时间信息。夜间停运期间仍兼顾市政过街天桥（地道）的出入口通道、非付费区的换乘通道不宜设置终

端显示设备；

5 系统应设置完善的网络安全措施。

15.2.10 办公自动化系统设计应满足下列要求：

1 系统应为运营和管理提供电子办公、信息发布、日常运作和管理、资源管理、人员交流的信息平台；

2 系统软件平台建设宜根据运营单位的需求，统一规划和实施；

3 系统宜利用传输系统作为主干传输网络，用户终端设备宜通过综合布线系统接入网络设备；

4 系统应设置完善的网络安全措施。

15.2.11 电源及接地系统设计应满足下列要求：

1 电源系统应保证对通信设备不间断、无瞬变的供电。电源系统宜采用交流不间断电源方式集中供电；

2 电源系统宜与其他专业集中设置，也可独立设置。通信电源系统应具有集中监控管理功能；

3 交流配电设备的容量应按远期负荷配置；

4 不间断电源的容量应按近期配置；

5 蓄电池组的容量应按近期负荷配置，保证连续供电不少于 1h；

6 交流不间断电源设备的蓄电池宜设一组；

7 防雷接地措施不得降低被防护设备的电气性能，不得影响被防护设备的正常运行；

8 设备雷电防护应按照分区、分级、分设备防护原则，结合设备所处空间的雷电电磁环境，在相应雷电防护区交界处合理设置浪涌保护器。室外数据传输线宜在设备端设置浪涌保护器，浪涌保护器应可靠接地；

9 接地系统采用综合接地时，接地电阻不应大于 $1\ \Omega$ ；采用分散接地时，接地电阻不应大于 $4\ \Omega$ 。

15.2.12 通信用房设计应满足下列要求：

1 通信设备用房应根据设备合理布置的原则确定机房及生产辅助用房的面积；

2 正线宜采用箱式设备用房，车地基地宜采用房建式设备用房。

15.3 行车控制系统

15.3.1 行车控制系统应配置行运营调度管理、道岔控制设备、路口控制设备、列车监控设备和段场控制设备组成，宜配置维护监测设备

15.3.2 行车控制系统应能满足有轨电车行车组织和运营管理的需求。

15.3.3 列车宜采用人工驾驶模式，在道岔区域以进路表示器的显示为行车凭证，在其他区域由司机确保与前车的安全距离。

15.3.4 凡涉及行车安全的设备、电路或系统必须满足故障-安全原则。主要行车指挥设备

的计算机系统应采用冗余结构。

15.3.5 系统应具有良好的电磁兼容性，在地面开放空间及其它系统产生的电磁干扰条件下，系统应安全可靠的正常工作。

15.3.6 行车控制系统应满足下列要求：

1 运营调度管理子系统应实现运营管理、行车指挥、监督及报警管理、运营统计、计划管理、司乘考勤、服务管理等功能；

2 列车定位宜采用 BD/GPS 定位，实现调度中心对列车运行的自动监视；

3 正线道岔控制子系统的核心设备应采用安全冗余结构，应能实现道岔自动控制，道岔车载遥控和道岔人工控制等功能；

4 车载设备应能实现司机对进路选择、道岔车载遥控的功能，宜具备超速、障碍物提醒功能；

5 路口优先控制系统应能实现列车接近、离去路口检测，优先请求等功能；

6 车辆段/停车场信号系统应根据车辆段/停车场规模选择适宜的系统；

7 车地无线传输可由无线通信系统统筹考虑，满足车-地双向通信等功能需求。

15.3.7 基础设施应满足下列要求：

1 正线采用地埋式转辙机，防护等级应不低于 IP67，宜采用交流电动转辙机，车辆段/停车场宜采用交流电动转辙机；

2 进路表示器的设置应满足下列要求：

1) 在正线道岔控制区域的线路上应设道岔防护进路表示器，根据运营需要可设置其他类型的进路表示器；

2) 进路表示器应设在列车运行方向的右侧，遇条件限制需设于其他位置时，需经相关主管部门批准后方可实施；

3) 进路表示器应采用 LED 光源；

3 电缆线路应满足下列要求：

1) 电缆宜采用无卤、阻燃、低烟、抗老化综合护套电缆；

2) 电缆敷设宜采用下列方式：直埋、电缆槽或管道方式；

3) 控制电缆线路应与电力线路分开敷设。交叉敷设时控制系统的电线路应采取防护措施。

15.3.8 行车控制系统应与通信无线、广播、乘客信息、时钟系统接口。

15.4 票务系统

15.4.1 有轨电车宜设置票务系统。售检票模式宜与所在城市的公交系统售检票模式相匹配并宜结合智能化技术发展，尽量简化系统设备配置。

15.4.2 票务系统应满足线网运营和管理的需要，系统技术条件应一致或兼容。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。

15.4.3 票务系统应建立统一的密钥系统和车票制式标准，可采用有轨电车专用车票、本市“城市一卡通”、手机电子票、生物特征识别等作为车票媒体。

15.4.4 票务系统宜支持现金、储值卡、银行卡或电子支付（第三方支付）等多种支付方式。

15.4.5 票务系统可与公交、地铁实现联乘。

15.4.6 票务系统宜由中心级系统、现场设备构成。

15.4.7 中心级系统应具备下列主要功能：

- 1 客流统计、收益清分；
- 2 运营模式、票价表、黑名单、密钥管理；
- 3 车票管理；
- 4 设备管理。

15.4.8 现场设备应具备下列主要功能：

- 1 售票设备应具备自动计费、收费、发售车票等功能；
- 2 检票设备应能对乘客持有的车票进行检票。

15.4.9 设备配置及布置应满足下列要求：

- 1 票务系统采用车下检票模式时，车站售、检票设备宜根据站台型式及客流合理设置；
- 2 票务系统采用车上检票模式时，车载检票设备布置应满足车门双侧开启的要求。

16 车辆基地及配套工程

16.1 一般规定

16.1.1 车辆基地应包含车辆段、停车场、综合维修中心和必要的生活设施等。物资总库、培训中心可根据需要设置。

16.1.2 城市有轨电车车辆基地的功能定位、布局和各项设施的配置应根据城市有轨电车网络规划、车辆基地的布局规划、既有轨道交通车辆基地的设施配置状况以及本工程的选址条件、车辆条件和运营条件综合分析确定并应考虑线网资源共享。

16.1.3 车辆基地设计,应按初期、近期和远期结合,统一规划,分期实施。停车列检库(棚)宜接近期、远期分步建设,不易改扩建的建筑宜按远期规模一次建成,用地范围应按远期规模控制。

16.1.4 车辆基地应有良好的材料、设备及新车运输条件;车辆基地内应有消防道路并应有不少于两个与外界道路相连通的出入口。

16.1.5 车辆基地需考虑上盖物业开发时,应明确开发内容、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。物业开发与车辆基地之间应有明确的界面分割,相互独立、互不干扰。

16.2 车辆基地规模

16.2.1 车辆基地规模和设施应符合下列要求:

1 车辆检修宜采用日常维修和定期检修相结合的检修制度,积极推行互换修;

2 车辆检修修程和检修周期应根据车辆技术条件、质量和既有车辆的检修经验制定,并应符合表 16.2.1 的规定。

表 16.2.1 车辆检修指标表

类别	修程	检修周期(时间)	检修周期(里程)	停修时间	库停时间
定期检修	大修	12 年	$120 \times 10^4 \text{km}$	25 天	20 天
	架修	6 年	$60 \times 10^4 \text{km}$	14 天	10 天
	二级检修	1.25 年	$9 \times 10^4 \text{km}$	7 天	6 天
日常维修	均衡修	30 天	$0.8 \times 10^4 \text{km}$	8 小时	6 小时
	列检	1 天	-	1 小时	1 小时

16.2.2 车辆基地的规模应根据车辆技术条件,配属的编组和数量、列位的走行公里、车辆检修周期、检修作业时间等计算。

16.2.3 库房宽度宜按表 16.2.3 的规定确定。

表 16.2.3 车辆库房宽度表 (m)

	停车库	列检库	均衡修库	二级修/临修库	大架修库	油漆库
车体之间通道宽度 (无柱)	1.4	1.8	3	4	4.5	2.5
车体与侧墙之间的通道宽度	1.4	1.6	3	3.5	4	2.5
车体与柱边通道宽度	1.2	1.4	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					

16.2.4 车辆基地的占地面积应符合表 16.2.4 的规定。

表 16.2.4 车辆基地占地面积指标表

功能分级	面积 (m ² /车)
综合维修基地	1500~2300
车辆段	1300~1800
停车场	1200~1500

注: 1 列车长度按 32m 考虑, 其余列车长度的占地面积按照比例折算并结合消防、建筑退居等要求综合考虑。

2 该表未考虑物业开发等因素。车辆基地应结合物业开发方案与柱网布置情况调整用地面积。

16.3 车辆出入线

16.3.1 车辆出入线与正线间的发车、收车应进行运行组织和能力验算, 保证正线高峰小时的设计运能。

16.3.2 有轨电车出入线与路口平交时, 应核算有轨电车收发车对道路交通的适应性。

16.4 车辆运用整备设施

16.4.1 车辆运用整备设施包含停车列检库 (棚)、均衡修库和列车清洗洗刷设备及相应线路和必要的办公、生活房屋和设施。

16.4.2 根据总平面布置, 均衡修库宜与停车列检库 (棚) 合建组成运用库; 也可与检修库等厂房合建组成联合检修库。

16.4.3 运用库的规模应按近期需要确定并结合远期确定。

16.4.4 停车列检库 (棚) 设计的总列位数, 应按本段 (场) 配属的运用车和备用车数计算确定。

16.4.5 停车列检库 (棚) 设计应符合下列要求:

1 车库长度应根据每股道停车列数、车列之间的运输通道的要求及作业等因素确定;

2 尽端式停车列检库宜按每线停放远期编组辆数 2 列位设计, 不宜大于 4 列位。贯通式停车列检库宜按每线停放远期编组辆数 4 列位设计, 不宜大于 6 列位。

16.4.6 均衡修库设计应符合下列要求:

- 1 车库长度应根据每股道检修列数、车列之间的运输通道的要求及作业等因素确定；
- 2 尽端式均衡修库宜按每线停放远期编组辆数 1 列位设计，不宜大于 2 列位。贯通式均衡修库宜按每线停放远期编组辆数 2 列位设计，不宜大于 3 列位；
- 3 车库宽度应根据铺设股道数量、股道间作业、运输通道等因素确定；
- 4 均衡修库内股道应按架空股道设置，股道外宜设双层作业平台，平台高度根据车辆的尺寸和作业需要确定。车顶作业平台应有安全防护设施。

16.4.7 车辆基地应根据车场线路布置和作业需要设牵出线，其数量和有效长度应根据调车作业方式及作业量确定并应符合国家有关标准的规定。

16.4.8 应根据列车日常维修作业的需要，设置辅助生产房屋、车间办公室和工作人员更衣休息等生产、办公和生活房屋。生产、办公和生活房屋宜设于运用库的侧跨内或邻近地点。

16.5 车辆检修设施

16.5.1 车辆检修设施应根据其功能和检修工艺要求设置大（架）修库、二级（临）修库、静调库、镟轮库和转向架、电机、电子、电器、受电弓、空调、制动、蓄电池、门窗座椅等部件检修分间，根据线网中运用的车辆车体材质综合考虑设置油漆库。

大（架）修库、二级（临）修库的规模应根据各修程的检修工作量、检修时间计算确定。厂房的布置和尺寸应根据厂房组合形式确定并应满足工艺流程和检修作业的要求。

16.5.2 静调库长度、宽度和检修设施的设计可按二级修库设计。库内应设检修平台、调试电源、限界检测设备。

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

16.5.4 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合理布置，可单独设置，也可与其它厂房合并设置；

- 2 镟轮库的尺寸应满足设备安装和镟轮作业的需要。

16.5.5 车辆基地应配备公铁两用车或工程车并设置相应的工程车库。

16.5.6 车辆基地应设试车线，其设计应满足下列要求：

- 1 试车线的有效长度应根据车辆性能和技术参数以及试车综合作业要求计算确定，困难条件下，应满足中低速试车，车辆高速试车可在正线进行；

- 2 试车线应为平直线路，困难时线路根据该线段的试车速度可有适当曲线，试车线的其他技术标准宜与正线标准一致。

16.5.7 油漆库设置应符合下列规定：

- 1 车体应充分比选贴膜与油漆工艺；采用贴膜工艺车体在大修或车体线进行车辆贴膜。大（架）修段应根据工程采用车辆车体材质综合考虑设置油漆库；

- 2 宜根据停修作业时间按台位设置，车库尺寸应根据工艺要求确定；

- 3 库内设通风、给排水设施和压缩空气管路，漆雾处理满足环保要求；

4 库内所有电气设备均应采取防爆措施。

16.5.8 大（架）修段转向架间应毗邻大（架）修库设置，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，应设有转向架和轮对等零部件的清洗、探伤、检修和试验设备以及必要的起重运输设备。

16.5.9 车辆段电子间、电器间、受流器间、制动间、空调间以及门窗间应根据其作业要求配备相应的清洗、检修、试验设备和起重运输设备。

16.5.10 二级（临）修段应配置备用转向架存放场地，其存放数量应根据二级修、临修任务量确定。

16.5.11 车辆基地应设材料、备品仓库，配备必要的起重和运输设备。

16.6 培训中心

16.6.1 培训中心负责组织和管理工作，应根据有轨电车的实际需要设置，当系统内已设有培训中心时应考虑共用。

16.7 救援设施

16.7.1 车辆基地内应设救援办公室，配备相应的救援设备和设施。救援办公室应接受全线控制中心指挥。

16.7.2 应根据救援需要设置专用地面工程车。

16.7.3 救援用的轨道车辆宜利用车辆段和综合维修中心的车辆，应根据救援需要设置专用地面工程车和指挥车。

16.8 物资总库

16.8.1 物资总库宜设置在车辆基地内，其规模应根据运营线路中的设备和材料种类、数量确定。不同性质的材料和设备宜安分库存放设计；存放易燃品的仓库应单独设置。

16.9 其他设计

16.9.1 车辆基地的线路（统称车场线）配备和布置应根据功能需要、满足工艺要求，应安全、方便、经济合理。

16.9.2 站场线路路肩设计高程应根据基地附近内涝水位和周边道路高程综合考虑。沿海或江河附近地区车辆基地的车场线路路肩设计高程不应小于 1/100 潮水位、波浪爬高值和安全高之和。

16.9.3 站场路基排水系统宜采用重力自流排水方式，应排入城市排水管网或附近自然水体；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自然水体。

17 景观设计

17.1 一般规定

17.1.1 全线景观设计必须符合城市总体景观规划相关要求及规定。

17.1.2 城市有轨电车系统中的线路及轨道铺装、车站、附属设施、标识系统、绿化、夜景照明、配套建筑与构筑物等均须在满足功能需求的前提下进行景观设计；为有效保证行人及行车安全，宜与外界进行绿化隔离设置。

17.1.3 城市有轨电车系统的环境景观设计须符合行车视线和行车净空要求。

17.1.4 景观设计应综合考虑城市沿街用地和建筑的性质、环境、日照、通风等因素。种植绿化宜分段设置，在同一路段内的树种、形态、高矮和色彩不宜过多，做到整齐规则和谐一致。

17.2 基本要求

17.2.1 有轨电车景观设计应“以人为本”，充分体现安全性、交通导向性，保证道路的使用和交通安全。

17.2.2 景观设计应充分结合地域特征和人文特点，创造出具有鲜明特征的道路交通景观，体现当地特色。景观设计过程中严格控制成本。

17.2.3 景观设计需保持长期的自然经济效益，尽量避免破坏环境和原有风景，保护各种动植物和名胜古迹。在保持原有风景的同时，道路沿途景观要具有时代感、速度感，成为现代化的生态走廊。

17.2.4 全线绿化设计以线形带状布设，应遵循点线结合，突出重点的原则，提高工程的可实施性。节约工程造价，使全线景观达到轻重节奏的变化，形成富有韵律的整体景观效果。全线绿地率不低于 20%。

17.2.5 绿化设计应综合考虑与轨道路基排水的衔接，避免出现大范围积水。

18 调度中心

18.1 一般规定

- 18.1.1 有轨电车应设统一的调度中心，对有轨电车运营线路进行集中调度指挥。
- 18.1.2 调度中心宜同时监控管理多条有轨电车线路，其建设模式和规模应根据有轨电车线网的总体规划和线路的具体情况确定。
- 18.1.3 调度中心选址应符合安全、清洁、交通便利，利于电气设备运行、适于运行调度操作的原则。调度中心宜与车辆基地或其他有轨电车建筑物合建。
- 18.1.4 调度中心应具有行车调度、电力调度、客运管理、信息服务、紧急事件应对和设备维护管理等功能，可对有轨电车运营的全过程进行集中监控和管理。
- 18.1.5 调度中心应设置闭路电视监视系统、火灾自动报警系统、门禁系统及周界监视等安防系统。

18.2 调度中心工艺

- 18.2.1 调度中心是集中调度指挥、设备状态监视及故障诊断报警的中心，应实现对在线列车运行管理及监视、系统设备运行状态监视、维修管理及信息发布功能。
- 18.2.2 调度中心总体工艺布置及设备布置均应以行车监视为主，充分体现为运营服务的主导思想。
- 18.2.3 调度中心工艺布置应遵循经济实用，布局合理的原则，通信、列车控制系统、电力监控、票务等系统宜考虑合设系统设备机房。
- 18.2.4 调度大厅宜设置行车调度台、客调调度台、设备调度台、值班主任调度台。
- 18.2.5 在调度大厅宜设综合显示系统，可对全线列车运行情况、视频监视、供电信息等进行实时显示，显示系统配置应功能适用，经济合理。

19 环境保护

19.1 一般规定

19.1.1 环境保护设计必须遵守国家现行的有关环境保护的法律、法令，贯彻执行国家环境保护的方针政策并应符合广东省环保部门的有关地方法规。

19.1.2 环境保护设计应从实际出发，坚持“以防为主、防治结合、综合治理、化害为利”的原则，执行防治污染设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产和使用的“三同时”制度。

19.1.3 各污染源排放的污染物及其他污染因子，必须符合国家和广东省发布的排放标准和有关法规。

19.1.4 各专业应积极采用不产生或少产生污染的新技术、新工艺、新材料、新设备。对引进的设备其污染物的排放必须达到国家和广东省规定的标准，符合环境保护、环境管理的有关规定。

19.2 环境保护要求

19.2.1 有轨电车工程噪声应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB3096、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348的有关规定。

19.2.2 有轨电车工程振动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。

19.2.3 有轨电车工程生活污水和生产废水的排放均应满足广东省《水污染物排放限值》DB4426的生活污水及生活废水的三级标准，方能排入市政污水系统。

19.2.4 线路通过环境敏感点时，应根据《环境影响评价报告》要求，采取有效的减振降噪措施。

附录 A 车辆动态限界图

A.0.1 车辆轮廓线、车辆限界、设备限界(图 A.0.1)的坐标值,可参考表 A.0.1-1~表 A.0.1-4 选取。

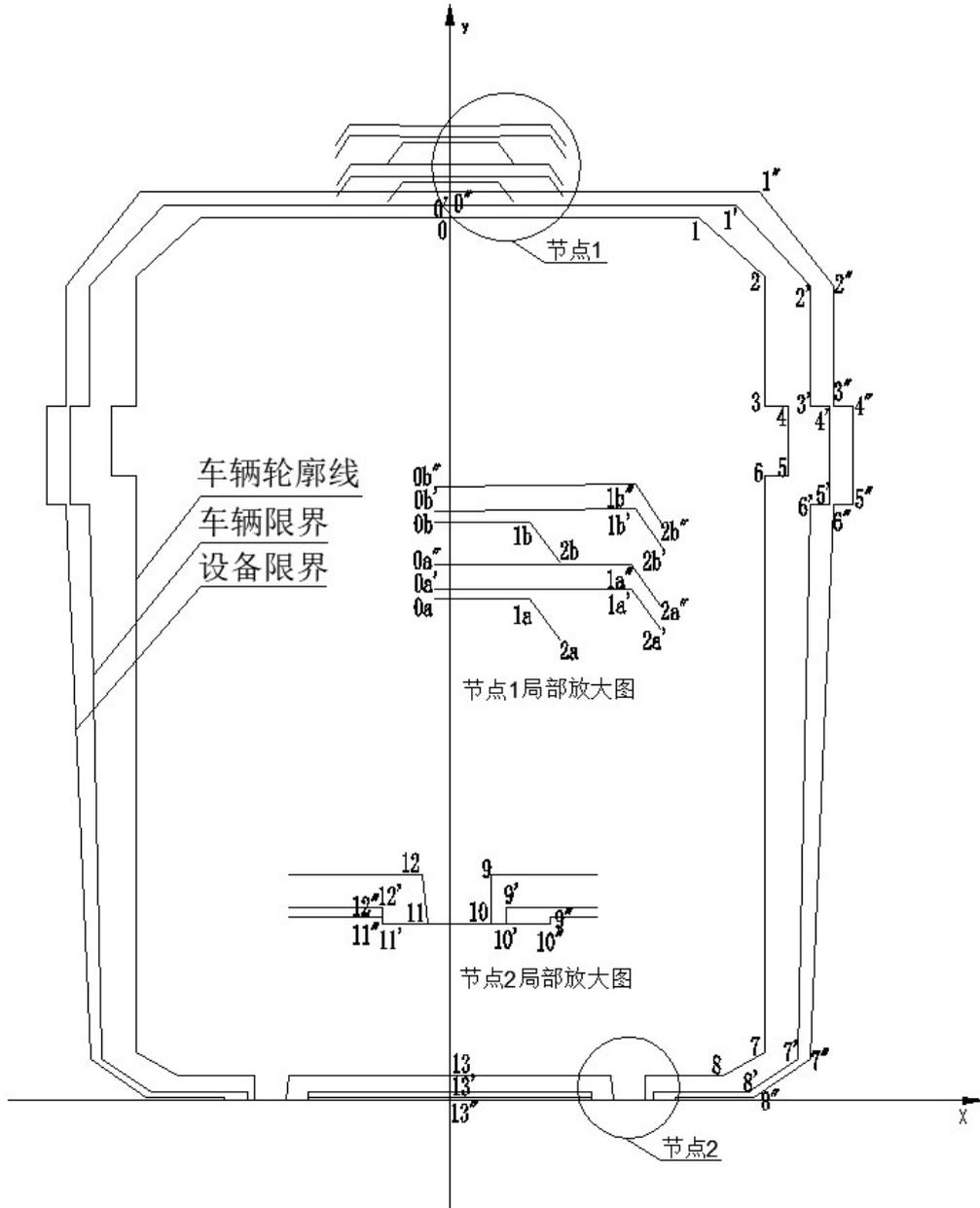


图 A.0.1 车辆轮廓线、车辆限界及设备限界图

表 A.0.1-1 车辆轮廓线坐标值 (mm)

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

说明：0~7 是车体控制点（4~5 为后视设备），8~13 是转向架控制点。

表 A.0.1-2 车辆限界坐标值 (mm)

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

表 A.0.1-3 设备限界坐标值 (mm)

点号	0''	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
X	0	1305	1618	1618	1700	1700	1618	1515	1283	950
Y	3860	3860	3456	2950	2950	2530	2530	175	15	15
点号	10''	11''	12''	13''						
X	950	595	595	0						
Y	0	0	15	15						

表 A.0.1-4 受电弓（受电器）坐标值 (mm)

点号	0a	1a	2a	0a'	1a'	2a'	0a''	1a''	2a''
X	0	716	950	0	417	477	0	417	477
Y	3900	3900	3700	3923	3923	3838	3973	3973	3888
点号	0b	1b	2b	0b'	1b'	2b'	0b''	1b''	2b''
X	0	200	264	0	424	484	0	424	484
Y	4065	4065	3980	4088	4094	4003	4138	4144	4053

说明：点 0a~点 2a 为受电器高度 3900mm 的控制点，点 0b~点 2b 为受电器高度 4065mm 的控制点。受电器受电时工作高度为 3900mm~4065mm。

注：本图参考部分既有有轨电车的车辆轮廓，仅作参考。考虑到有轨电车模块、转向架、受电的多样性，具体以招标后的有轨电车车辆为准。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，以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该这样做的用词：

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 条文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

- 《声环境质量标准》GB 3096
- 《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 5090
- 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 《城市区域环境振动标准》GB 10070
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
- 《高压/低压预装式变电站》GB 17467
- 《建筑给水排水设计标准》GB50015
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《建筑照明设计规范》GB 50034
- 《供配电系统设计规范》GB 50052
- 《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
- 《地铁设计规范》GB 50157
- 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 《电力工程电缆设计规范》GB 50217
- 《城市工程管线综合规划规范》GB50289
- 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343
- 《无障碍设计规范》GB 50763
- 《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》GB/T 1.1
- 《电能质量供电电压允许偏差》GB/T 12325
- 《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285
- 《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549
- 《城市轨道交通照明》GB/T 16275
- 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062
- 《地下铁道工程施工质量验收标准》GB/T 50299
- 《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234
- 《城市桥梁设计规范》CJJ 11
- 《城市道路工程设计规范（2016 版）》CJJ 37
- 《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ 69
- 《城市道路绿化规划与设计规范》CJJ 75
- 《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82
- 《城市道路交叉口规划规范》CJJ 152

《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166
《城市道路与轨道交通合建桥梁设计规范》CJJ 242
《铁路轨道设计规范》TB 10082
《园林绿化养护标准》CJJ/T
《城市有轨电车工程设计标准》CJJ/T 295
《低地板有轨电车车辆通用技术条件》CJ/T 417
《有轨电车试运营基本条件》JT/T 1091
《铁路碎石道砟》TB/T 2140
《铁路桥梁盆式橡胶支座》TB/T 2331
《铁路碎石道床底碴》TB/T 2897
《铁路桥梁混凝土桥面防水层》TB/T 2965
《铁路桥梁球形支座》TB/T 3320
《水污染物排放限值规范》DB 4426
《城市轨道交通工程项目建设标准》建标 104
《城市绿化条例》

广东省地方标准

储能式有轨电车工程设计标准

DBJ/T 15-XXX-20XX

条文说明

制定说明

《储能式有轨电车工程设计标准》（DBJ/T 15- xxx-20xx），经 xx 部 20XX 年 X X 月 X X 日以第 X X 号公告批准发布。

本标准制定过程中，编制组进行了储能式有轨电车工程的调查研究，深入总结技术发展和已有的实践经验，参考了国内外先进技术法规、技术标准，通过研究分析取得了相关技术标准、参数等。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《储能式有轨电车工程设计标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	63
2	术语与符号	64
3	基本规定	65
3.1	总体要求	65
3.2	储能式有轨电车工程	66
4	客流与交通流量预测	67
5	行车组织与运营管理	68
5.2	运营规模	68
5.3	运营模式与运行组织	68
5.6	疏散与救援	69
6	车辆与限界	70
6.1	一般规定	70
6.8	限界	70
7	线路	71
7.1	一般规定	71
7.2	线路平面	71
7.3	线路纵断面	72
8	轨道	74
8.2	基本要求	74
8.3	钢轨及配件	74
8.4	扣件	74
8.5	轨枕及道床	74
8.6	无缝线路	75
8.7	道岔	75
8.8	轨道附属设备	76
9	车站建筑	77
9.3	车站平面	77
9.6	车站安全设计	77
10	路基	78
10.1	一般规定	78
10.2	路基面形状及宽度	78
10.3	基床	78
11	结构	79

11.2	桥涵结构	79
12	交通工程	81
12.1	一般规定	81
12.2	交通组织	81
12.3	交通标志	81
12.4	交通标线	82
12.5	防护措施	82
13	给排水及消防	83
13.1	一般规定	83
13.3	排水系统	83
14	供电	84
14.1	一般规定	84
14.2	外部电源与中压环网	84
14.3	变电所	84
14.7	杂散电流防护与接地	84
15	运营监控系统	85
15.2	通信系统	85
15.3	行车控制系统	85
15.4	票务系统	85
16	车辆基地及配套工程	86
16.1	一般规定	86
16.2	车辆基地的规模	86
16.3	车辆出入线	87
16.4	车辆运用整备设施	87
16.5	车辆检修设施	87
16.6	培训中心	87
16.7	救援设施	88
16.9	其他设计	88
17	景观设计	89
17.1	一般规定	89
17.2	基本要求	89
18	调度中心	90
18.1	一般规定	90

1 总则

1.0.2 依据《城市公共交通分类标准》CJJ/T114-2007，有轨电车系统可分为钢轮钢轨和导轨式胶轮两种制式，考虑到导轨式胶轮电车在国内应用案例较少，此系统尚不具有普遍性，因此，本标准不包括导轨式胶轮电车制式。

从供电形式分类，有轨电车可分为车载储能式、区间接触网或地面接触轨供电、地面非接触授流、车站架空接触网授流等形式，鉴于不同形式有轨电车技术要求等差别较大，难以完全涵盖，结合目前我国及广东省有轨电车规划建设与运营情况，本标准主要针对目前国内应用较广的钢轮钢轨制式的车载储能式有轨电车系统进行编制。其中，储能装置可采用超级电容、钛酸锂电池、锂电池、电池电容等形式或其组合形式。考虑氢能源的特殊性，本标准不包括氢能源有轨电车。其他类型有轨电车系统可根据情况参照执行。

2 术语与符号

本章收编的术语为有轨电车领域的主要术语。其中，术语采用的具体词汇和解释，遴选了国际和国内常用的中、英文词汇和释义。各技术专业的术语选编中注意了与相关专业相似术语表达的一致性。

3 基本规定

3.1 总体要求

3.1.3 明确规定每条线路的工程设计年限分别为初期、近期、远期。采用设计年限的主要作用为：一是对建设规模有阶段性总量控制；二是有利于分期实施，保持项目规模和标准的整体性和有序发展。

初期定为通车后第3年，这3年作为“客流培育期”是十分必要的。根据第3年的客运量判断线路是否具有一定运量规模，该客运量也是确定项目建设必要性的依据之一。同时按此客运量组织行车方案，计算选配车辆数量。

近期定为通车后第10年，是指第3~10年的“客流成长期”，对于客流预测的基础和依据比较充分，预测结果可信度较高，对于近期规模有较合理的控制，考虑本系统内大量采用的机电产品的使用寿命和更新率较快的特点，因此近期年限可用于确定机电系统购置设备的组成和数量。

至于远期年限，考虑有轨电车工程一般沿道路敷设，沿线市政道路发展与客流预测的不确定性较大，因此有轨电车项目远期设计年限为20年。

3.1.4 综合考虑系统能力富余，建议使用地面敷设的有轨电车系统的高峰单向断面客流量按1.2万人次/h以下考虑。

根据路口通过能力，系统设计远期最大能力应不超过路口远期信号周期设计要求。

3.1.5 参考广州、深圳、苏州、上海、北京、成都等城市的已运营线路调查成果，有轨电车基本以地面线敷设方式为主；《“十四五”城市轨道交通规划建设实施方案》中也提出有轨电车等低运量轨道交通采用以地面为主的敷设方式；从降低建设工程造价，减轻地方财政压力的角度考虑，有轨电车以地面线敷设方式为主，应限制高架线的比例/长度，避免采用地下敷设。

3.1.7 路权形式由高峰小时单向断面客流量、道路条件与平面交叉口比例确定。

1 高峰小时单向断面1万人次/h~1.2万人次/h，线路沿主干道设置，全线采用专用路权，车站应预留列车重联运行，路口应预留立交改造条件（如平交道路立交上跨或道路下穿，设置隔离，禁止左转等）；

2 高峰小时单向断面客流量小于1万人次/h以下，线路沿主干道敷设且平面交叉口比例不大于30%，宜采用专用路权；

3 高峰小时单向断面客流量小于1万人次/h以下，线路沿次干道敷设或平面交叉口比例大于30%，可采用专用路权或混合路权；沿支路敷设且沿线实施条件困难，可采用混合路权。

3.1.10 有轨电车应做好与其他交通方式的衔接，有利于城市公共交通的效益发挥。

3.1.11 对换乘车站、车辆基地、调度中心等，应同时考虑空间、设施、能源等资源共享，以实现有轨电车系统的最大网络效应。

3.1.14 在之前国内有轨电车工程的建设中，存在着不同集成商之间系统形式相差较大且互不兼容等问题。但是随着国内有轨电车工程建设的进展，目前已初步具备了车辆国产化条件。为进一步简化系统选型条件，降低建设与运营维护成本，车辆与机电设备的标准化、系列化和国产化是必然的发展方向，在工程设计中可以此为输入要求，更有利于加快有轨电车系统的应用。

3.1.16 正线变电所应考虑整体小型化，宜采用箱式变电所型式。各设备房的相对位置应符合变电所内设备接线关系、电缆敷设路径顺畅，便于运行维护并应尽量减少电缆的投资。变电所应设置通风空调、消防器材等设施，满足防火防尘、防盗防潮、通风散热、便于设备运输与维护等需求。箱式变电所内外部应考虑设备检修时临时接地线接地端预留及进入电缆夹层的条件。

3.2 储能式有轨电车工程

3.2.5 变电所的采用集中整流方式时，一座牵引变电所解列，由相邻牵引所对该供电范围内充电桩进行支援供电，充电桩的布局应满足任一充电桩退出运行时，列车能正常运行至下一个能充电的车站。采用分散整流方式时，充电桩与牵引变电所合设，也可称之为充电站，牵引变电所的布局应能满足任一座牵引变电所故障下，列车能正常运行至下一个能充电的车站。

4 客流与交通流量预测

4.0.1 考虑有轨电车既属于路面公共交通方式，也属于城市轨道交通范畴，规定其客流预测应根据城市轨道交通流程，参考其技术路线开展工作。结合有轨电车实际需要，客流预测内容应增加线网客流、沿线公交走廊客流、道路及交叉口交通量的信息与特点分析。

4.0.3 规定了城市有轨电车客流预测过程中，敏感性分析的影响因素，需加以分析论证并给出合理设定。在城市有轨电车客流预测工作过程中有些影响因素无法从规划资料中直接获取，这些影响因素又是客流预测工作的重要研究内容，实际工作中需要对影响因素进行论证分析，以确保这些影响因素取值或设置的合理性。主要影响因素包括国民经济发展水平、规划人口及就业岗位分布、道路、常规公共交通交通网络、小汽车发展水平、交通需求管理、票制票价政策、城市有轨电车线路的运营参数。

5 行车组织与运营管理

5.2 运营规模

5.2.2 系统设计能力是指线路的各项设备设施整体所具备的支持列车运行密度的能力，双线线路的能力单位为“对/h”，单线线路单方向的能力单位为“列/h”。为充分发挥工程的运输效率，提高服务水平并在一定程度上具备适应客流变化风险的能力，系统设计能力需满足各设计年限道路路段与平面交叉口通行能力，确定各设计年限系统设计最大运输能力不应超过对应年限的信号周期设计要求，其数学关系如下：

$$\text{最大运输能力 (对/h)} \leq \frac{3600 \text{ (秒)}}{2 \times \text{最小信号周期 (秒)}}$$

其中，信号周期需求应根据沿线路段与路口流量确定并反之核实道路交通组织方案可行性。

5.2.3 有轨电车配属车辆数量由运用车、检修车和备用车合计而成。有轨电车设计年限分为初期、近期和远期三个年限。一般情况下，检修和备用车数量在设计中通常按运用车数的10%~20%考虑，初期采用20%体现增加配车；近期采用15%控制投资；远期采用10%为发展留出余地。当城市的电车网络已达到一定规模时，新线设计可与相交运营线路的运营组织方案适度匹配或接近期需要配车。

5.2.4 根据《城市有轨电车工程设计标准》CJJ/T 295-2019，单列车辆基本长度不大于38m，远期可采用联挂方式，不大于76m。根据《城市道路交叉口规划规范》CJJ152，交叉口间距不宜小于150m，路段至少可停放2列有轨电车。另参考《德国有轨电车施工和运营条例》(BOStrab)，列车联挂后最大长度不大于75m。考虑预留列车发展余量，建议列车联挂后长度不大于80m。

5.2.5 据目前国内外有轨电车线路运营情况统计，有轨电车旅行速度虽受线路站间距、路权形式、路口信号、交通秩序等因素影响，但旅行速度基本处于20km/h~25km/h范围内，特殊情况可提高至30km/h~50km/h。

5.3 运营模式与运行组织

5.3.6 在专用路权条件下，受道路长度与交叉口间距影响，区段最高运行速度经统计与模拟计算，一般为40km/h~60km/h。其中，在限速70km/h以上的道路，考虑防止最高运行速度70km/h的有轨电车在区间瞬时超速5km/h，区间最高运行速度限制为65km/h。

在混合路权条件下，有轨电车属道路交通车辆，受道路通行速度限制。

根据《城市道路设计规范》CJJ37-2012(2016版)，车辆通过平面交叉口的速度应根据路段限速的50%至70%计算。有轨电车通过混行路权的平面交叉口，应参照车辆段通行速度控制限速。

5.3.9 若终点站客流大，可采用站后折返模式。站后折返运行的列车，应在折返站清空乘客后再进入折返线。故障或事故列车退出运营前，应先在车站清空乘客。

5.6 疏散与救援

5.6.3 有轨电车是以地面敷设为主，若部分区间与市政道路地下敷设，地下区间及车站应满足《地铁安全疏散规范》GB/T 33668 的要求。

5.6.4 地下敷设的区间或车站，应参考高架区间等封闭空间下的疏散模式，设置疏散设备。

6 车辆与限界

6.1 一般规定

6.1.6 表中规定的每侧车门数指的是双开门的车门数量。车体宽度不包含后视摄像头、后视镜、示廓灯。车辆最大高度包含车载储能设备。

6.1.9 根据目前有轨电车车辆技术，结合国内各城市有轨电车线路情况，车辆最高运行速度宜为 70km/h，后续随着技术发展，可在线路建设时结合实际工程情况确定。

6.1.13 现行业标准已对有轨电车车辆作了规定，根据有轨电车工程设计工作的要求，在本标准中增加了一些新的内容，其它未提及的部分可参考行业标准。

6.8 限界

6.8.4 有轨电车系统往往敷设于道路上，与两侧机动车道一般采用车道线、路缘石或护栏隔离，隔离设施的位置应考虑设备限界及线路两侧可能布置的设备。隧道内建筑限界参考《地铁设计规范》GB50157 确定。

6.8.5 站台面在任何工况下，均不得高于车厢地板面，避免乘客下车时绊脚跌倒。综合考虑车辆踏面及钢轨顶面磨耗、载客后车辆地板的下沉后，车辆下沉量一般不超过 50mm，因此，规定设计时，站台面可按低于车厢地板面 50mm 设计。

站台边缘至车门门槛的横向间隙应尽量缩小，以方便乘客，特别是特殊乘客上下车的安全和便捷。

6.8.8 限制高度不宜大于 5000mm，是考虑了无轨电车的限高标准并与其保持一致。

7 线路

7.1 一般规定

7.1.8 从建设工程造价角度考虑,线路宜采用地面线敷设方式,但随着交叉口交通流量增加,线路区间平交过交叉口会降低交叉口的服务水平,因此在交叉口交通流量饱和的状态下,有轨电车线路可考虑采用高架线,缓解交通压力,提高有轨电车通行能力。

7.2 线路平面

7.2.1

2 正线圆曲线最小半径是根据车辆性能和车轮在曲线钢轨上的运行轨迹确定的,由于内外轨的长度差异,造成轮对在曲线上滚动运行中产生滑动摩擦,随着半径越小,滑动摩擦越大,对钢轨的磨损越严重,再结合多年来国外有轨电车的交通经验总结,提出圆曲线最小半径 $R=25\text{m}$ 。

由于有轨电车布设范围与城市道路紧密相关,半径太大容易引起道路改造量大、直角转弯过路口难、拆迁难度过大等问题,因此规定正线最小曲线半径一般情况不宜小于 50m ,基

本与道路路口相匹配。对于一般情况下的最小半径 $R_{\min} = \frac{11.8V^2}{h_{\max} + h_{\text{qv}}}$,有轨电车侧向通过路口速度为 15km/h ,此时不设置超高,最大欠超高为 61mm ,经计算得 $R=43.5\text{m}$,向上取整为 50m 。

3 配线上列车行驶速度慢,主要考虑车辆转向架、车轮与轨道的匹配,一般情况不宜小于 25m 。

4 车辆通过曲线运动产生的未被平衡的横向加速度,是乘客舒适性评价指标之一, 0.4m/s^2 是容许的未被平衡的加速度。对于横向加速度的舒适性指标,基本上在 $0.5\text{m/s}^2 \sim 0.65\text{m/s}^2$ 为“有些不舒服,但可以忍受”的感觉范围, 0.4m/s^2 是属于无感觉或有些感觉的临界线。考虑到有轨电车是属于城市公共交通,车内站立乘客多,站立密度较高,但平均乘距较短,故选定 0.4m/s^2 比较适宜。曲线通过速度 $V_{0.4}$ 为在正常情况下,允许车辆通过曲线的最高速度, $V = 3.91\sqrt{R}$ (km/h)。当 $V_{0.5}$ 为瞬时最高速度时, $V = 4.08\sqrt{R}$ (km/h)。

6 车站尽可能设置于直线上,困难地段站台需设置于曲线上时,由于车辆偏移致使车门与站台边缘间距加大,会使旅客感到不安全,间距加大往往会发生危险,另外,曲线站台半径越小通视条件越差,故应避免采用过小的曲线半径。

7 折返线、停车线允许设在曲线上,曲线半径类同正线。由于折返线、停车线一般为尽头线,列车速度基本上受道岔侧向通过速度限制,按照进入减速停车运行,因此属于低速运行地段,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。折返线、停车线的近端应设置安全线和车档,为使车档和车辆的撞击点一致并在一条直线上,为此至少使

最前端车辆保持一个模块车厢在直线上，根据国内既有有轨电车车辆的统计，一个模块车厢均不大于 15m，因此采用 15m。在实际设置工作中，遇到设置 15m 确有困难，也可以采取有效措施解决。

8 根据国内已建和在建的有轨电车调研成果，除了佛山南海新交通圆曲线最小长度采用 14m 外，其他城市均大于 15m，根据与有轨电车车辆供货厂家沟通，其建议圆曲线长度也不宜小于 15m，从国内案例和车辆厂成果数据分析，建议圆曲线长度不宜小于 15m。根据国内已建和在建的有轨电车调研成果，除了南京河西有轨电车（夹直线长度 3m）、佛山南海新交通（夹直线长度 14m）和保山新交通（夹直线长度 10m）小于 15m 外，其他城市有轨电车夹直线长度均大于 15m，根据与有轨电车车辆供货厂家沟通，其建议夹直线长度也不宜小于 15m，从国内案例和车辆厂成果数据分析，建议夹直线长度不宜小于 15m。

9 复曲线是两种不同半径的同向曲线直接连接，存在曲率的突变点，对列车运行平滑不利，若要采用，必须设置中间缓和曲线，达到曲率半径的缓和过渡。缓和曲线是一种曲率渐变性的两次抛物线的过渡性曲线，长度 15m 是基本满足有轨电车一个模块的全轴距长度的要求而定。选择 15m 是一个整数，能包容广东省已运营和在建有轨电车一个模块长度。缓和曲线若设置超高，应完成两个曲线超高差的过渡任务，一般为 2‰的顺坡率，符合轨道超高的顺坡率要求，也是制约缓和曲线最短长度的一个要素。

7.3 线路纵断面

7.3.1

1 有轨电车地面线沿既有或规划的市政道路布设，尽量保证与道路基本齐平或高出 10cm~15cm。根据《城市道路工程设计规范》CJJ37-2012 版表 6.3.1 中规定，道路设计 50km/h~60km/h 时最大纵坡不大于 50%，困难情况下不大于 60%，因此有轨电车正线最大坡度不宜大于 50%，困难情况下不宜大于 60%。

2 有轨电车地面线沿既有或规划的市政道路布设，尽量保证与道路齐平或高出 10cm~15cm。根据《城市道路工程设计规范》CJJ37-2012 版表 6.3.1 中规定，道路设计 50km/h~60km/h 时最大纵坡不大于 50%，困难情况下不大于 60%。联络线、出入线上无乘客，取极限值。

4 道路排水分为纵向和横向排水，有轨电车地面线沿道路布设，在满足排水的情况下可以采用平坡。

7.3.2

1 车站站台范围内的线路应设在一个坡道上，是保证线路轨面与站台的高差是一条直线关系，根据美国《有轨电车设计手册》，车站位置最小坡度为平坡，理想坡度不宜大于 5%，一般情况坡度不宜大于 10%，困难情况坡度不宜大于 20%。

7.3.3

2 款根据动力学仿真分析结果，参考国内外研究成果及工程实践，竖曲线半径取值主要与竖向曲线加速度有关；从乘客舒适度和运营安全角度，竖向加速度取值宜在 $0.2\text{m/s}^2\sim$

0.4m/s²之间,对应的竖曲线半径宜在 $0.2V^2\sim 0.4V^2$ 之间(其中V为线路设计速度,单位km/h)。
正线设计速度为70km/h时,一般情况下,最小竖曲线半径不宜小于2000m;困难情况下,最小竖曲线半径不宜小于1000m;联络线设计速度取值60km/h时,最小竖曲线半径不宜小于800m。

7.3.4 参照《地铁设计规范》GB50157 版条文说明 6.3.6。

8 轨道

8.2 基本要求

8.2.2 轨距测量点根据有轨电车车轮特点确定，经运营验证采用 14mm 处的轨距是可行的。目前，我国开通的有轨电车线路多采用槽型轨，若进行轨距加宽，将导致护轨侧间隙减小，因此可不考虑轨距加宽，经运营检验，列车能够平稳通过未进行轨距加宽的线路。

8.2.5~6 轨道静态平顺度主要参照《地下铁道工程施工质量验收标准》GB/T50299、《城市有轨电车工程设计标准》CJJ/T295 以及《铁路轨道设计规范》TB 10082 的相关规定。

8.3 钢轨及配件

8.3.1 目前我国的有轨电车与地铁车辆的车轮有较大差异，应选择适当的钢轨，与车轮型式匹配。有轨电车线路由于城市景观需要，多铺设埋入式轨道，采用槽型轨可自动形成轮缘槽，方便绿化土或沥青、混凝土回填。高架线和小半径曲线需要使用护轮轨以提高安全性，若采用“工”字形轨需附加护轮轨，使其造价高于单独使用槽型轨，而且增加施工难度，因此建议优先采用槽型轨；除以上线路条件外，如碎石道床、非埋入式轨道、直线、大半径曲线地段、车场线等，经比选后可采用“工”字形钢轨。

8.3.2 根据轨道交通经验，在车场线上有较多 $R=150\text{m}$ 的线路并未对钢轨进行预弯，但本条考虑到有轨电车多使用槽型轨，其轨头结构较复杂，钢轨自然弯曲时，容易产生扭曲变形，因此本条规定曲线 $R\leq 150\text{m}$ 时，对钢轨进行预弯，以提高钢轨铺设精度。

8.3.3 尽量减少同一线路钢轨类型不仅有利于轨道各部件的标准化，也可减少运营期间备品备件种类及数量；不同类型钢轨之间的连接方式有异型轨、异型焊接、接头夹板，异型轨两端钢轨断面与其连接的钢轨断面一致，采用焊接或接头夹板连接均可，技术也较为成熟，又参考铁路及地铁通用做法，建议不同类型钢轨之间的连接方式宜采用异型轨。

8.4 扣件

8.4.1~2 本节主要针对有扣件系统，对于无扣件系统或嵌入式轨道，相关条款可参照执行。目前我国有轨电车扣件多参照《地铁设计规范》GB 50157，经运营检验，列车能够平稳、安全运行，弹性合适，没有明显增加轮轨振动和噪声，因此本条建议了轨道扣件垂向静刚度。

8.5 轨枕及道床

8.5.2 采用整体道床有助于降低轨道结构高度、减小养护维修工作量、减小桥梁二期恒载、提升城市景观，因此建议穿越城市人口密集地段或高架敷设的正线宜采用整体道床。有轨电车系统多采用无缝线路，碎石道床不利于保持轨道几何形位，线路稳定性也较差，因此根据我国轨道交通经验，对于小半径曲线不建议采用碎石道床。

8.5.3 整体道床长期承受车辆运行引起的动荷载，一旦铺设，维修更换困难，是永久性的土

建结构，应该与轨下基础的设计使用寿命一致。

8.5.5 无砟轨道与有砟轨道之间、不同减振措施轨道之间设置过渡段，可以实现轨道刚度的均匀过渡，从而提高旅客乘坐的舒适性。《地铁设计规范》GB 50157 规定无砟轨道与有砟轨道之间的过渡段长度不小于列车全轴距，而储能式有轨电车单模块仅设置一个转向架，已不适合根据全轴距确定过渡段长度；本标准过渡段长度根据铁路轨道设计经验公式确定（ $L=0.14V$ ）。

8.5.7 轨道排水系统应结合市政排水系统进行统筹设计。

8.6 无缝线路

8.6.2 无缝线路能够减小钢轨接头的轮轨冲击，减小振动噪声，减少养护维修工作量，因此推荐跨区间无缝线路，对于曲线半径的适应性，本条提出了类似于《地铁设计规范》的标准并建议推广无缝线路铺设范围，广州海珠区有轨电车项目中，在 $R=78\text{m}$ 的整体道床上铺设了无缝线路，据目前监测，线路稳定，尚未发现无缝线路稳定性存在问题。

8.6.3 钢轨焊接方法主要有闪光焊、气压焊和铝热焊。闪光焊采用的焊机自动化工艺控制水平高，焊接质量好，其抗拉强度较铝热焊高约 100MPa 。气压焊和铝热焊由于工艺本身、工作环境条件、自动化控制水平等原因，焊接质量和强度弱于母材。国内有轨电车工程大多采用闪光焊及铝热焊，也出台了槽型轨的相关焊接质量检验行业标准，技术均较为成熟。因此，本标准规定除道岔内及道岔两端与区间线路锁定焊接可采用铝热焊外，正线无缝线路宜采用闪光接触焊。

8.7 道岔

8.7.1 道岔是轨道结构的薄弱环节，从提高轨道平顺性的角度出发，规定道岔与其相邻地段的钢轨及道床类型宜保持一致。

8.7.2 使用无缝道岔可实现跨区间无缝线路，有效消除轨缝造成的振动及噪声影响。

8.7.3 为降低道岔设计、制造、施工及养护难度，本条建议的道岔为近年来有轨电车常用道岔型号，应尽可能地减少全线道岔类型；有轨电车穿越城区，难以避免采用特殊道岔的情况，经技术经济综合比选后，可根据工程具体情况选择道岔型号及其导曲线半径。

8.7.4 道岔转辙器与辙叉部位为直股、曲股钢轨交汇处，也是道岔区的最薄弱环节，若发生差异沉降或基础相对位移，将引起尖轨翘曲、密贴值不满足要求等情况，严重时还会引起脱轨事故，因此应避免下部结构变形缝或梁缝设置于该区域。

8.7.5 根据《有轨电车试运营基本条件》JT/T 1091，有轨电车线路开通试运营基本条件要求道岔转辙机及杆件基坑处应无积水。

8.7.6 根据《铁路无缝线路设计规范》TB10015，广东省梅州、韶关等地最低气温低于 0°C ，在这些区域铺设的有轨电车线路，有必要采取转辙器防雪、防冰冻措施，确保低温条件下尖轨的正常扳动并满足《有轨电车试运营基本条件》JT/T 1091 的要求。

8.8 轨道附属设备

8.8.1 国外有轨电车多配置简易车挡，国内有轨电车也采用了简易的车挡，鉴于我国轨道交通均使用车挡，出于行业使用习惯考虑，适当提高系统安全性，因此本条仍推荐使用车挡，但其设置的防冲撞速度略微降低。

8.8.2 随着高铁技术的发展，轨道测量的机械化程度越来越高，也越来越普及，如 CPⅢ测量技术等，因此本条建议采用机械化程度较高的测量技术，减小人工操作误差。

9 车站建筑

9.3 车站平面

9.3.1 有效站台长度为列车首末两节车辆尽端客室门外侧之间的长度，停车误差取1m~2m。

9.3.2 站台宽度根据以下公式，按客流进行计算确定。

$$B=(Q_{上、下} * \rho) / L + b + z + w$$

式中：B——站台宽度；

$Q_{上、下}$ ——客流控制期超高峰时段每辆车上下车设计客流量，换乘车站含换乘客流量，高峰小时系数取1.1~1.3；

ρ ——站台上人流密度（m²/人）；

L——供乘客降区域的站台长度（m）；

b——站台安全防护带宽度，取0.4m；

z——站台上设施设备和结构柱宽度（m）；

w——流动客流占用宽度（m）。

9.6 车站安全设计

9.6.6 地面车站站台临机动车道一侧或车站临空面高于0.5m时，应设置安全防护。安全防护可选择栏杆、绿化等形式，采用栏杆时其高度不宜低于1.05m。

9.6.7 车站防火设计应符合现行国家标准《地铁设计防火标准》GB 51298-2018的规定。地面、高架车站应结合道路设计综合考虑防洪、防涝设计。

10 路基

10.1 一般规定

10.1.1 路基工程是车辆轨道下重要的基础工程，是保证列车快速、平稳、安全、舒适运行的关键工程。因此，必须确保路基工程的强度、刚度、稳定性和耐久性。

10.1.2 工程实践表明，通过地质调绘和足够的勘探、试验工作，查明基底、路堑边坡、支挡结构基础等的岩土结构及其物理力学性质，查明不良地质情况，查明填料性质和分布等，在取得可靠地质资料的基础上开展设计，才能保证路基设计的合理可靠性。

10.1.4 路基主体工程设计使用年限主要依据其重要性、维护难易性制定。

10.1.5 路基上的轨道及列车荷载是确定路基主要设计参数的基础，根据不同形式轨道及列车荷载的分布宽度、荷载的数值并换算成土柱高度，方便进行地基承载力及沉降的计算。

10.1.6 有砟轨道路基工后沉降要求参考现行行业标准《铁路路基设计规范》TB 10001 的有关标准及工程实践编写制定。无砟轨道对不均匀沉降的要求很严格，不应超过轨道扣件的允许调高量。对于发生比较均匀的沉降或通过扣件调整后，竖向过度曲线半径能够满足行车安全，路基总沉降量可以放宽至 50mm。

10.2 路基面形状及宽度

10.2.3 有砟轨道路肩最小宽度不得小于 0.4m，当路肩埋设设备时，最小宽度不得小于 0.6m。无砟轨道路肩最小宽度应满足道床结构敷设范围向两侧各加宽 0.2m，当考虑设备基础等特殊要求根据具体情况分析确定。有砟轨道曲线地段的路基面宽度应适当加宽，其中单线应在曲线外侧，双线应在外股曲线外侧，曲线加宽值应在缓和曲线内渐变。无砟轨道曲线地段一般不考虑加宽，当轨道结构等设施有特殊要求时，根据具体情况分析确定。

10.3 基床

10.3.1 基床分层厚度主要综合参考了《地铁设计规范》GB50157 中路基设计的相关规定，因有轨电车轴重最大不超过 12.5t，相对地铁车辆更加轻便，要求予以放宽。同时根据已建成海珠环岛新型有轨电车试验线的监测成果，1.5m 的基床总厚度，也能够满足有轨电车路基的沉降控制要求。同时经过计算分析，1.5m 范围内车辆荷载所产生的附加动应力也衰减到静态应力的 0.2 以下，综合经济性考虑，定为 1.5m。本条主要适用于常规的土质路基形式，对于采用地面桥、设置支撑结构层等结构形式的，可结合可靠的实验分析、计算分析及工程经验对路基分层形式及各层厚度进行适当的优化调整。

11 结构

11.2 桥涵结构

I 一般规定

11.2.1 现行的桥涵工程设计规范体系比较成熟，本标准对于常规的桥涵结构设计内容主要索引现行的国家及行业标准，仅对基本关键条文做整合，对储能式有轨电车桥涵工程设计作相应指引。

11.2.2 根据耐久性的要求，新建桥梁结构应按 100 年正常使用要求设计。

11.2.3 有轨电车工程受线路外部条件影响，往往需要利用既有桥涵结构并对其进行适当改造。由于涉及结构使用功能和荷载标准的变化，本条要求对既有桥涵结构改造需按照公路桥涵和地铁工程相关规范对其技术状况、承载能力进行检测、评定。同时加强并对改建方案进行社会、经济、技术方面的比较。

II 结构刚度限值

11.2.6 规定桥墩纵向线刚度主要是为了确保钢轨的强度，由于有轨电车的轴重较轻且运行速度较低，列车轴重引起的动弯应力要明显小于地铁和铁路，这就意味着相同的轨道，有轨电车允许的附加应力数值可更大，从而与地铁、铁路相比可以降低桥墩的线刚度控制标准。本规定参考《市域（郊）铁路设计规范》TB 10624，其对各规范线刚度限值规定做了对比，综合考虑无缝线路、桥梁结构经济美观、设计荷载、温度区域、活动支座摩擦系数等因素，对线刚度限值规定更加科学合理。编者对广州地区常规地质情况（ m 值为 $6000\text{kPa}/\text{m}^2 \sim 20000\text{kPa}/\text{m}^2$ ），墩高 10m 内的有轨电车桥梁下部结构进行计算对比，对常规 35m 以内跨度的简支梁采用单排桩基础能满足线刚度的要求，这为有轨电车桥梁结构体量轻盈、造价经济创造条件。

III 结构设计

11.2.8 新建桥梁应按《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909 的规定进行抗震设计，新建有轨电车和城市道路合建桥梁以及改建既有桥梁应满足《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909 或《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166 的规定。

IV 构造要求及接口设计

11.2.11 伸缩缝作为桥梁的重要组成部分，其设置应保证桥梁解放初的变形自由、协调，车辆能够平稳、安全的通过并适应接缝周围可能出现的少量的错位，不致因此而引起收缩装置不见的受损或脱落。

11.2.13 桥面排水系统设计应保证桥面上的水能够迅速的排走，排水设施应便于检查、维修与更换。

11.2.18 有轨电车桥梁与市政桥梁类似,经常会碰到管线过桥的情况,《城市桥梁设计规范》CJJ 11 中对管线沿桥梁敷设的相关要求比较具体详尽,故参照执行。

12 交通工程

12.1 一般规定

12.1.1 本条规定了有轨电工程应同步开展交通工程设计并规定交通工程的设计内容。

12.1.2 本条规定了有轨电车系统和道路系统的交通工程内容应相互兼容，不可冲突。

12.1.3 当有轨电车在行驶过程中出现故障时或者发生突发事件时，除通过自救或其他正常列车进行救援外，还可以考虑使用外部救援设施，因此需考虑设置紧急救援通道，所在位置周边的道路及设施应满足紧急救援的要求。

12.1.4 交通工程的设施设计应与有轨电车工程和配套的道路工程同步考虑，满足设施空间布置和结构要求。

12.2 交通组织

12.2.1 有轨电机车采用同向的相位，能有效减少对交叉口信号周期的影响，通过增加有轨电车独立相位，减少其他交通量小的相位或者通过增加有轨电车所在相位的配时，压缩其他相位的配时，实现有轨电车运行通畅。

12.2.2 沿线密集分布的交叉口或支路口对于有轨电车运行效率存在较大的影响，若交叉口中相交道路的交通流量相对较少，取消相应的相位有利于交叉口通畅，如取消左转和掉头功能等，沿线支路口采用右进右出有利于有轨电车的运行。

12.2.3 有轨电车不具备机动车的灵活性，采用专用路权的路段，除应急情况需借道轨行区以外，正常情况下禁止其他交通参与者进入有轨电车范围，是为了确保有轨电车能高效、安全地运行，采用混合路权的路段，通过时间表管理控制，允许其他交通参与者在特定的时间段进出轨行区，有利于道路资源得到充分利用。

12.2.4 有轨电车作为地面公交系统，横过轨行区主要通过车站范围内的过街设施实现，从乘客便利性角度考虑，进、出站采用平面过街方式，使非机动车与行人的通行更为便捷，满足可达性、连续性、适应性和安全性的要求，过街设施还应避免设置在车站范围内的道岔区域，避免出现，根据现状道路过街通道的设置间隔与有轨电车车站的位置，合理利用既有过街设施；二次过街需通过两个相位来完成过街的功能，需要设置满足行人站立要求的区域，设置位置宜选择轨道两侧并考虑设置警示设施。

12.3 交通标志

12.3.2 本条规定有轨电车交通标志的分类，要求样式易于识别并与其他道路交通标志有所区分。

12.3.3 当有轨电车标志和其他道路交通标志同时设置禁止标志、警告标志或指示标志其中的一类，会使交通参与者的信息获取产生误解，不利于交通安全。

12.3.4 设置注意有轨电车标志，有利于提醒其他进口道的交通参与者注意安全。

12.3.5 设置有轨电车专用道标志，是明确采用独立路权的路段的行驶范围，设置分车道标志，是明确其他交通参与者各行其道，根据行驶需求，在确保安全的前提下，进入或退出其他车道。

12.3.6 设置注意有轨电车标志和禁止跨越轨行区标志，对跨越轨行区的行为起到提醒和约束的作用。

12.3.7 有轨电车线路的线间距使上下行轨行区间存在一定的空间，在过轨通道位置会使行人产生可停留的误解，因此设置禁止驻足停留标志，有利于消除误解。

12.3.8 隧道、立交桥或高架桥下方的光源相对不足，在工程条件允许下，设置主动发光标志，有利于交通参与者能更好地获取交通信息。

12.4 交通标线

12.4.1 采用混合路权的路段，通过标线来划定行驶范围，交叉口位置考虑禁止停车，通过网格线划定。

12.4.3 机动车通过大坡度时，制动要求相对更高，增设横向减速标线利于提高安全性。

12.4.4 在交叉口范围设置横向减速标志，能减少其他交通参与者在信号倒计时冲灯的行为。

12.4.5 突起路标或轮廓标在光源不足的范围，相对于标线具有更好的反射效果，能更好地展现行驶范围。

12.5 防护措施

12.5.1 本条规定了采用专用路权的路段，设置实体隔离，更好地明确交通行为的使用区域，能有效地提高通行的安全性。

12.5.2 在进、出站通道和行人站立等候的区域需要设置警示设施，提醒其他车辆注意行人的安全。

12.5.3 本条规定了隔离措施应避免遮挡交通参与者的视野。

13 给排水及消防

13.1 一般规定

13.1.1 为降低工程造价、供水可靠、保证水质，各城市修建地铁时应优先选用城市既有设施。

13.3 排水系统

13.3.1 近几年，广东省大部分地区城市暴雨强度及暴雨量较大，地面车站及区间的雨水系统能否安全地将雨水及时排放将直接影响到线路的正常运营。结合广东省城市轨道交通工程的实际运营经验，适当提高设计标准。

13.3.2 为保证线路的正常运营，要求直接接入水体、河道、城市排涝主干管的排水管需考虑防止倒灌措施。

14 供电

14.1 一般规定

14.1.3 电力负荷分级按照现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的规定进行，有轨电车若为地面线路，牵引供电中断对公共交通秩序和应急疏散影响不大，因此牵引用电负荷宜规定为二级负荷。为保障通信、行车控制系统等重要弱电系统的供电，宜统一设置不间断电源进行供电。

14.2 外部电源与中压环网

14.2.2 规定了供用电双方必须明确并互提资料的内容，经双方确认后作为设计及运营的依据。线路的外部供电方案应有城市电力咨询单位的咨询报告或得到城市电力部门的批复意见。

14.3 变电所

14.3.8 国内及广东省储能式有轨电车车载储能装置多采用以超级电容为主的储能介质，充电装置设置于地面，本条对充电装置功能进行规定。采用蓄电池作为车载储能装置介质，因其充电装置设置于车辆，地面供电系统只需提供恒定的直流电，因此本条不适用于蓄电池储能车辆。

14.7 杂散电流防护与接地

14.7.2 采用车载储能装置供电的有轨电车系统，仅车站及车辆基地充电范围内钢轨需回流，与非充电区域（如区间）通过绝缘结进行电气隔离，区间钢轨不带电，减小了对周围的杂散电流泄露。

15 运营监控系统

15.2 通信系统

15.2.6

2 摄像机的安装位置、数量及安装方式应根据乘客流向、乘客聚集地等场所综合考虑。同时，在设置重要设施处也应安装摄像机，以利于监视。

15.3 行车控制系统

15.3.6

6 对于规模较小的车辆段/停车场，道岔控制方式宜采用与正线道岔相同的控制方案。对于规模较大的车辆段/停车场，可采用国产计算机联锁系统集中控制并满足 SIL4 安全完整等级要求，宜配置微机监测设备。

15.4 票务系统

15.4.1 售检票模式可采用车上售检票、车下售检票、车下售票车上检票等。

15.4.6 可根据有轨电车票务系统建设实际需求来确定系统架构及系统组成。

15.4.9 可根据有轨电车建设状况和服务水平来确定相应的系统设备计算参数和配置水平。

16 车辆基地及配套工程

16.1 一般规定

16.1.1 本条明确车辆基地的分类。按照检修基地、车辆段、停车场划分。车辆基地所包含的生产、办公、生活设施，是保证有轨电车正常运营管理的综合基地。

16.1.2 有轨电车的车辆基地应结合线网规划与既有车辆基地分布具体确定，避免功能过剩或者不足。车辆基地占地面积较大，在线网规划时应对车辆基地用地进行控制。

16.2 车辆基地的规模

16.2.1 不同车辆厂商以及运营单位的车辆检修周期有所不同，本周期是结合车辆厂提供的修程，了解国内有轨电车的实际运用、检修经验，参考《地铁设计规范》GB50157 和《城市轨道交通工程项目建设标准》建标 104 等相关规定，得出本工程车辆检修指标。

车辆检修周期仅用于确定车辆段规模的依据。运营单位在接收工程后根据运营的实际情况作适当的调查，不断完善。

16.2.2 车辆段、停车场的规模，应满足工程线路的功能和能力要求。确定段（场）规模应综合考虑有轨电车线网及本线的具体情况，通过全面的功能分析，确定段（场）功能定位并在功能定位的基础上，根据设计基础资料进行各项工作量的计算从而确定规模。

设计的主要基础资料包括线路走向、行车焦炉、车辆技术参数、列车对数和模块数、管辖范围内配属车列数、车辆检修周期和检修时间等。

16.2.3 车辆段（场）各车库有关部位最小尺寸综合考虑了车辆维修、整备作业等空间，参考《地铁设计规范》GB50157 表 27.3.14 对具体数值进行规定。如由于车辆构造或有轨电车维修作业方式有较大变化时，可根据实际需要作适当调整。

有轨电车车辆基地占地面积较大，在市区选址较为困难，合理的车辆基地用地对有轨电车建设起着重要的作用；同时，合理控制车辆基地用地规模也是贯彻节约、集约用地的重要措施。经调研，目前有轨电车厂家车辆模块数及车辆长度差别较大，车辆模块数从 2 模块到 7 模块不等，车辆长度 24m~47m，普遍采用 32m~37m。

经调研，由于功能定位、场段布置形式、轨道道岔形式、建筑单体等多方面影响，车辆基地用地指标差异较大，面积指标主要集中在 1500 m²~2300 m²之间。

表 16-1 国内部分城市车辆段及停车场相关指标表

项目/地点	功能定位	停车列位数	占地面积 (公顷)	最小曲线半径 (m)	停车线的最小线间距 (m)	用地指标 (m ² /列)
北京亦庄新城T1线	年检、月检、列检、停放、整备等工作	68	10.3	25	4.5	1515
北京顺义T2线	二级修、一级修、年检、月检、列检、停放、整备等工作	36	9.5	25	5.5	2639
上海松江T2	车辆段、停车场	70	4.62	25		660
广州海珠环	停车场	7	2.16	25	4.7	3086
武汉汉阳试验线	厂架修基地	56	12.73	25	4.2	2273
武汉中法生态城T1线	线网性大架修段	36	9.76	25	4.5m	2711
湖北黄石	厂架修基地	75	17.83	25		2377
安徽	大架修段	36	10.47	30	4.5	2908
江西鹰潭		60	17.87	25	4.5	2978
都江堰	停车场	32	3.4	30	4.7	1063

16.3 车辆出入线

16.3.1 有轨电车出入线存在于正线交叉以及出入线与道路交叉的情况。与正线相交时，应满足正线设计运能要求。如与主干路相交时，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。

16.4 车辆运用整备设施

16.4.1 车辆段运营管理通常设运用、检修和设备三车间。车辆运用整备设施包括设施包括停车/列检库（棚）、均衡修库和列车清洗设备及相应的线路，属运用车间管理。列车清洗设备包括洗车机和人工清洗工具，不包括吹扫设备。

16.4.2 列车运用库、检修库为车辆基地的主要组成部分。

16.4.4 车辆段、停车场的停车能力是衡量设计规模的重要指标，停车能力设计应能满足本线车辆段（场）所有列车的停放要求。考虑均衡修具有停车功能，因此停车列检库设计的总列位数应按本段（场）配属列车数扣除再修车列数和均衡修列位数确定；在修车列数包括大修、架修、二级检修的在修车数，临修不计入在修车数。

16.4.5 有轨电车车辆长较短，列位停放较多列车较为经济。但考虑车辆出库顺畅、快捷，运用灵活，规定每线列位数。

16.4.7 牵出线有效长不应小于车辆总长+公铁两用车长度+安全距离。

16.5 车辆检修设施

16.5.6 试车线为车辆二级修、架修、大修等定期检修和重大临修后的列车或者新购列车验收时进行全面动态性能检测而设，试车线的长度主要与列车的性能，包括运行速度、制动性能和参数及试车综合作业要求有关，各种参数应根据车辆技术条件为依据。

16.6 培训中心

本条主要强调集中管理，避免重复建设。

16.7 救援设施

设置救援办公室为了便于全线集中管理，确保及时、准确处理事故。

16.9 其他设计

16.9.2 车辆基地场坪高程应综合考虑百年一遇洪水位、基地附近最高地面积水水位、内涝水位和周边既有道路、规划道路高程以及土方平衡等因素确定。

17 景观设计

17.1 一般规定

17.1.1 环境景观设计应遵循安全、适应、经济、美观的设计原则，体现“以人为本”，达到人与自然的和谐统一，与城市景观形成有机整体，减少对生态环境的影响。

17.1.2 有轨电车应统筹设置环境景观，各类设施应协调一致，达到视觉效果连续。环境景观工程是有轨电车工程的重要组成部分，在实施时，需与主体工程结合，应一并统筹建设。

17.1.3 环境景观设计需有效保证行人及行车安全。

17.1.4 选用的绿化植物品种需适应当地环境条件、生长稳定、观赏价值高和环境效益好的植物种类。

17.2 基本要求

17.2.1 环境景观设计须充分了解使用者最根本需求，注重行车安全及乘客的视觉效果；在绿化植物配置上应相互配合并应协调空间层次、树形组合、色彩搭配和季相变化的关系。

17.2.2 环境景观在进行道路交通的线形、沿线构造的造型设计时，应避免隔断生态环境空间或视觉景观空间的错误做法，沿途景点及绿化植物要有统一性和连续性，避免相互独立，缺乏整体协调性。同时，还要与当地风土人情、历史文化相协调，展现出当地的文化内涵与韵味。

17.2.3 全线绿化应注意内部各组成之间的协调，使其有机地融合在一起，又要注意与地形、外部环境的协调。绿化植物种类的选择应采用适应栽植地段条件的乡土适生品种，铺装场地内的树木及其成年期的根系伸展范围应采用透气铺装。沿线乔灌木与各种建筑物、构筑物及各类城市地下管线的距离应符合现行国家标准的相关规定。

17.2.4 本条规定了有轨电车工程沿线绿化种植的要求。宜对全线区间进行绿化种植，根据地域要求选择相关绿化植物或硬质铺地材料。选用的绿化植物需便于养护，根据季节变化合理配置。

17.2.5 绿化设计需充分考虑场地排水，保证绿化景观效果。

18 调度中心

18.1 一般规定

18.1.1 调度中心的位置宜选择在交通方便、靠近有轨电车线路和车站、车辆段的地带。

18.1.2 当调度中心的控制室的规模是按多条线路设计，在功能区的划分上，宜按调度岗位划分功能区。