

储能式有轨电车工程设计标准

Standard for design of energy storage tramengineering

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

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 根据站址站址条件，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。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/208103031052006100>