

SZDB/Z

深圳市标准化技术性指导文件

SZDB/Z 246—2017

高架中运量跨座式单轨交通系统技术规范

Elevated Moderate Volume Monorail Traffic System Specification

2017 - 07 - 05 发布

2017 - 08 - 01 实施

深圳市市场监督管理局

发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语及定义	3
4 总则	7
5 车辆	7
6 限界	12
7 线路	12
8 系统能力	16
9 运营组织与管理	16
10 基础设施	18
11 车站设施及机电设备	28
12 控制系统	29
13 车辆基地	34
14 安全(应急)与防灾	37
15 环境保护	39
16 系统保证与试运营	39
附录 A (规范性附录) 高架中运量跨座式单轨系统车辆限界图	42
附录 B (规范性附录) 车内乘客站立人员评价标准	46
附录 C (资料性附录) 列车阻力	47
附录 D (规范性附录) 制动系统要求	48
附录 E (规范性附录) 单轨列车应用的电能存储系统附加测试要求	55
参考文献	63

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本文件由深圳市城市轨道交通协会提出并归口。

本文件起草单位：深圳市城市轨道交通协会、中国铁道科学研究院城市轨道交通中心、奥雅纳工程顾问公司、深圳市地铁集团有限公司、香港铁路有限公司、深圳前海铁汇投资咨询有限公司、比亚迪汽车工业有限公司。

引 言

为满足大中城市轨道交通建设需求，合理利用空间资源，创新发展轨道交通系统新制式，适应轨道交通多制式发展要求，建设安全、经济、环保、高效的高架中运量跨座式单轨交通系统，并根据深圳市城市轨道交通协会团体标准《高架中运量跨座式单轨交通系统》编制。

本文件适用于断面如附录A所示的车辆在具有专用路权的高架导轨上运行，高峰小时单向断面运量不大于3.0万人次/小时的高架中运量跨座式单轨交通系统。由于跨座式单轨交通系统制式及类型繁多，目前尚没有足够完善、统一、翔实的相关标准，其特殊的车/轨关系有别于一般铁路系统中的普适性轮轨关系，现行各种产品都有各自的标准以适应不同的市场需求，有必要根据国家的标准化政策，以现行高架跨座式单轨交通系统的国家、行业有关标准为基础，结合国内外中运量跨座式单轨系统新技术发展和国内城市轨道交通发展需求，开展高架中运量跨座式单轨系统的标准化研究。

本文件在研究和总结国内外中运量跨座式单轨系统的技术和效能指标基础上，结合现行各相关规范及跨座式单轨交通系统的特点，吸收在轻量化、智能化和节能减排等方面的新技术，制定标准的主要技术和效能指标/规范，以指导高架中运量跨座式单轨系统的建设、运营和维护，适用于以公共交通功能为主，设计最高运行速度80km/h，符合CJJ/T 114-2007标准“城市公共交通分类”表2.0.4中的GJ₂₃单轨系统，是系统技术水平、系统能力、安全与运营等的一般要求。

本文件共有16章，主要内容包括范围、规范性引用文件、术语及定义、总则、车辆、限界、线路、系统能力、运营、基础设施、车站设施、控制系统、车辆基地、安全（应急）与防灾、环境保护、系统保证与试运营等。

高架中运量跨座式单轨交通系统技术规范

1 范围

本文件规定了高架中运量跨座式单轨交通系统应具有的系统构成、技术水平、系统能力、安全与运营等的一般要求。

本文件适用于以高架为主，最高速度不超过80km/h；最大高峰小时单向断面客流量不超过3.0万人次的跨座式单轨交通系统的新建工程。

改建或扩建工程以及观光游览景区的跨座式单轨交通系统可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 3096 声环境质量标准
- GB 4943.1 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求（IEC 60950-1，MOD）
- GB/T 5111 声学 轨道机车车辆发射噪声测量（ISO3095，MOD）
- GB 7588 电梯制造与安装安全规范
- GB 8702 电磁环境控制限值
- GB/T 10411 城市轨道交通直流牵引供电系统
- GB/T 12758 城市轨道交通信号系统通用技术条件
- GB/T 13441.1 机械振动与冲击 人体暴露于全身振动的评价 第1部分：一般要求（ISO2631-1，IDT）
- GB/T 13441.4 机械振动与冲击 人体暴露于全身振动的评价 第4部分：振动和旋转运动对固定导轨运输系统中的乘客及乘务员舒适影响的评价指南（ISO2631-4，IDT）
- GB 14050 系统接地的型式及安全技术要求
- GB/T 14549 电能质量、公用电网谐波
- GB 14892 城市轨道交通列车噪声限值和测量方法
- GB/T 14894 城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则（IEC 61133，MOD）
- GB/T 16275 城市轨道交通照明
- GB 16895.3 建筑物电气装置 第5-54部分 电气设备的选择和安装 接地配置、保护导体和保护联结导体（IEC 60364-5-54，IDT）
- GB 16895.21 低压电气装置 第4-11部分：安全防护 电击防护（IEC 60364-4-41，IDT）
- GB/T 17045 电击防护 装置和设备的通用部分（IEC 61140，IDT）
- GB 16899 自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范
- GB 18045 铁道车辆用安全玻璃
- GB 20286 公共场所阻燃制品及组件燃烧性能要求和标识
- GB/T 20438（所有部分） 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全（IEC 61508，IDT）
- GB/T 20907 城市轨道交通自动售检票系统技术条件

- GB/T 21413.1 铁路应用 机车车辆电气设备 第1部分：一般使用条件和通用规则（IEC 60077-1，IDT）
- GB/T 21413.2 铁路应用 机车车辆电气设备 第2部分：电工器件 通用规则（IEC 60077-2，IDT）
- GB/T 21413.3 铁路应用 机车车辆电气设备 第3部分：电工器件 直流断路器规则（IEC 60077-3，IDT）
- GB/T 21413.5 铁路应用 机车车辆电气设备 第2部分：电工器件 高压熔断器规则（IEC 60077-5，IDT）
- GB/T 21562 轨道交通 可靠性、可用性、可维护性和安全性（RAMS）规范及示例（IEC 62278，IDT）
- GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备冲击和振动试验（IEC 61373，IDT）
- GB 22337 社会生活环境噪声
- GB/T 24338（所有部分） 轨道交通 电磁兼容（IEC 62236，IDT/ MOD）
- GB/T 24339（所有部分） 轨道交通 通信、信号和处理系统（IEC 62280，IDT）
- GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置（IEC 60571，MOD）
- GB/T 25122（所有部分） 轨道交通 机车车辆用电力变流器（IEC 61287，MOD）
- GB/T 25123.4 电力牵引 轨道机车车辆和公路车辆用旋转电机 第4部分：与电子变流器相连的永磁同步电机（IEC60349-4，IDT）
- GB/T 25343（所有部分） 铁路应用 轨道车辆及其零部件的焊接（EN 15085，MOD）
- GB/T 28026.1-2011 轨道交通 地面装置 第1部分：电气安全和接地相关的安全性措施（IEC 62128-1，IDT）
- GB/T 28029（所有部分） 牵引电气设备 列车总线（IEC 61375，IDT）
- GB/T 28808 轨道交通 通信、信号和处理系统 控制和防护系统软件（IEC 62279，IDT）
- GB/T 28809 轨道交通 通信、信号和处理系统 信号用安全相关电子系统（IEC 62280，IDT）
- GB/T 30012 城市轨道交通运营管理规范
- GB 30013 城市轨道交通试运营基本条件
- GB/T 31467（所有部分） 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统（ISO 12405，NEQ）
- GB/T 31485 电动汽车用动力蓄电池安全要求及试验方法
- GB/T 31486 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法
- GB/T 32347（所有部分） 轨道交通 设备环境条件（IEC 62498，MOD）
- GB/T 32588.1 轨道交通 自动化的城市轨道交通（AUGT） 安全要求 第1部分：总则（IEC 62267，MOD）
- GB/T 32589 轨道交通 第三轨受流器
- GB/T 32590.1 轨道交通 城市轨道交通运输管理和指令/控制系统 第1部分：系统原理和基本概念（IEC 62290.1，MOD）
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50016 建筑防火设计规范
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50045 高层民用建筑设计防火规范
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50055 通用用电设备配电设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
- GB 50157 地铁设计规范

- GB 50217 电力工程 电缆设计规范
 GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范
 GB 50458-2008 跨座式单轨交通设计规范
 GB 50490 城市轨道交通技术规范
 GB 50614 跨座式单轨交通施工及验收规范
 GB 50909 城市轨道交通结构抗震设计规范
 CJ/T 287-2008 跨座式单轨交通车辆通用技术条件
 CJ/T 353 城市轨道交通车辆贯通道技术条件
 CJ/T 407 城市轨道交通基于通信的列车自动控制系统技术要求
 CJ/T 414 城市轨道交通钢铝复合导电轨技术要求
 CJ/T 416 城市轨道交通车辆防火要求
 CJJ/T 114-2007 城市公共交通分类标准
 CJJ 183 城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范
 GA 579 城市轨道交通消防安全管理
 GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
 GBZ 159 工作场所空气中有害物质监测的采样规范
 GBZ/T 160 工作场所空气有毒物质测定
 HJ 453 环境影响评价技术导则 城市轨道交通
 JGJ 16 民用建筑电气设计规范
 TB/T 1451 机车、动车车窗玻璃
 TB/T 1484.1 机车车辆电缆 第1部分：额定电压3kV及以下标准壁厚绝缘电缆
 TB/T 1484.2 机车车辆电缆 第2部分：薄壁绝缘电缆
 TB/T 1484.4 机车车辆电缆 第4部分：无卤低烟阻燃通信网络用电缆
 TB/T 1806 铁道客车车体静强度试验方法
 TB/T 2368 动力转向架构架强度试验方法（UIC CODE 615-4 OR, MOD）
 TB/T 3034 机车车辆电气设备电磁兼容性试验及其限值（EN 50121-3-2, EQV）
 TB/T 3074 铁道信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件
 TB/T 3138 机车车辆阻燃材料技术条件
 TB/T 3139 机车车辆内装材料及室内空气有害物质限量
 TB 10002-2017 铁路桥涵设计规范
 TB 10092-2017 铁路桥涵混凝土结构设计规范

3 术语及定义

下列术语和定义适用于本文件。为方便使用，以下重复列出了CJJ/T 287、GB 50458-2008等标准中的某些术语和定义。

3.1

高架中运量跨座式单轨交通系统 **elevated moderate volume monorail traffic system**

车辆在具有专用路权的高架导轨上由信号系统控制运行，采用跨座式单轨交通制式的运输模式，高峰小时单向断面运量不大于3.0万人次/小时的公共交通系统。

3.2

跨座式单轨交通 straddle monorail transit

为单轨交通的一种型式，车辆采用橡胶车轮跨行于梁轨合一的轨道梁上，车辆除走行轮外，在转向架的两侧尚有导向轮和稳定轮，夹行于轨道梁的两侧，保证车辆沿轨道安全平稳行驶。

3.3

走行轮 running wheel

支撑车辆载荷并在轨道梁顶面上滚动运行的橡胶轮胎车轮

3.4

导向轮 guiding wheel

水平安装在转向架两侧，运行时起导向作用的橡胶轮胎车轮。

3.5

稳定轮 stabilizing wheel

水平安装在转向架两侧，运行时起稳定作用的橡胶轮胎车轮。

3.6

接触网 contact line system *

经过受电器向电动客车供给电能的导电网。

* 此为GB/T 10411标准术语。该标准规定：“接触网分为接触轨和架空接触网。”

3.7

平均加速度 average acceleration

在干燥平直的轨道梁上，列车从静止状态开始起动，到达目标速度为止的时间段内加速度的平均值。

3.8

平均减速度 average deceleration

干燥平直的轨道梁上，列车从某一指定速度开始制动，到停止的时间段内减速度的平均值。

3.9

最高设计速度 maximum design speed

在车辆设计时，根据车辆结构和装置所确定的能安全运行的最高运行速度。

3.10

最高运行速度 maximum running speed

车辆所允许的能够实际载客安全运行的最高运行速度。

3.11

维修 maintenance

为恢复功能进行的维护、保养、修理活动。

3.11.1

预防性维修 preventive maintenance

通过周期性的系统检查、设备/部件测试和更换以防止功能故障发生，使其保持在规定状态所进行的全部活动。

3.11.2

状态修 Condition Based Maintenance

根据状态监测和诊断技术提供的设备状态信息，判断设备异常，预测功能故障，在故障发生前进行检修的方式。

3.12

定员 vehicle ratings

每辆车的额定载客人数，由坐席位和站席位的总和确定，为正常情况下载客能力的计算依据。

3.13

无人干预列车运行 unattended train operation (UTO)

列车在不配置车上工作人员的条件（所有功能均由系统负责实现）下的运行

3.14

轨道梁 guideway beam

轨道梁是承载列车荷重和车辆运行导向的结构，同时也是供电、信号、通信等缆线的载体。跨座式单轨交通的轨道梁，通常采用预应力混凝土制成，常称PC梁（Prestressed concrete guideway beam），在一些特殊区段也可采用钢梁或几种材料组成的复合梁体。

3.15

轨道梁桥 guideway bridge

跨座式单轨交通轨道梁与直接支承轨道梁的桥墩、承台及基础组成的桥梁体系。轨道梁桥上需要设置轨道梁支座下摆、锚箱以及支座固定钢支架和测量定位设施。

3.16

超高率 superelevation rate

曲线地段为平衡列车运行离心力在轨道梁的车轮行驶面设置的倾斜量，其取值为走行面横向倾斜坡的斜率，一般以百分数表示。

3.17

道岔 turnout

跨座式单轨交通线路中使用的轨道转辙设备。

3.17.1

关节型道岔 joint turnout

关节型道岔的梁体由数节钢制轨道梁铰接组成，由台车支撑，采用电力等动力驱动，道岔梁一端固定，转辙时道岔梁整体移动并使道岔梁的活动端与另一条线路轨道梁衔接形成岔道，转换列车行驶路线。关节型道岔转辙后道岔梁纵向呈折线状。

3.17.2

关节可挠型道岔 flexible joint turnout

关节可挠型道岔的梁体由数节钢制轨道梁铰接组成，由台车支撑，其梁两侧装有导向面板和稳定面板，转辙时道岔梁一端固定，梁整体移动并使梁的活动端与另一条线路轨道梁衔接形成岔道，转换列车行驶路线，转辙时挠曲装置在挠曲电机驱动下，将导向面板和稳定面板挠曲成设定的曲线面，能使列车以较高的速度平稳地通过道岔。道岔梁呈直线时，侧面的导向面板和稳定面板恢复成直线状。

3.17.3

换梁型道岔 beam replacement turnout

换梁型道岔由二根道岔梁（道岔梁可以由直梁+曲梁或曲梁+曲梁组成）构成，梁间通过连杆连接，由台车支撑，转辙时道岔梁以各自的转轴为回转中心，通过驱动装置使道岔梁整体转动，完成道岔梁的替换，实现与相邻线路的轨道梁连接，从而改变车辆行驶线路。根据列车侧向通过时对过岔速度和舒适度要求，可设置不同曲线半径的道岔，并可根据舒适度要求设置缓和曲线。

3.17.4

枢轴型道岔 pivot turnout

枢轴型道岔由一根道岔直梁构成，由台车支撑，转辙时道岔梁以一端为回转中心，通过驱动装置使道岔梁整体转动，以折线方式实现与相邻线路的轨道梁连接，从而改变车辆行驶线路。

3.18

检修疏散通道 walkway

位于区间两线之间或单线一侧，车辆运行过程中遇火灾等紧急情况无法驶入车站时，供车上人员紧急撤离至安全地带的走道。同时可作为检修通道和电缆托架。

3.19

道岔桥 turnout bridge

设置在高架线路段，用于安装道岔及附属设备的钢筋混凝土桥式平台。

3.20

道岔平台 turnout platform

线路上用于支承单轨道岔及其配套设备的平台结构。

3.21

车辆基地 depot

跨座式单轨交通系统中提供车辆运用、检修和设备、设施的维修、保养以及材料、物资供应和技术培训等服务的综合性基地。主要设施、设备包括车辆段、综合维修中心、物资总库、培训中心和办公、生活设施等。

3.22

防爆胎 run-flat

车辆在橡胶轮胎漏气、爆胎后仍能够运行的能力。可零压续行的车辆所用轮胎称为“防爆胎轮胎（Run-flat Tire）”。

3.23

乘客密度 AW_0 — AW_3

参见附录B（规范性附录）： AW_0 ——车辆空载；
 AW_1 ——无站立乘客；
 AW_2 ——站立乘客密度6人/ m^2 ；
 AW_3 ——站立乘客密度9人/ m^2 。

4 总则

- 4.1 高架中运量跨座式单轨交通系统设计应当符合政府主管部门批准的城市总体规划和城市轨道交通线网规划，并从线网层面实现资源共享，体现安全、环保、节能、高效的原则，满足 GB 50189 标准要求。
- 4.2 高架中运量跨座式单轨交通系统定义为符合 CJJ/T 114-2007 标准“城市公共交通分类”表 2.0.4 中 GJ23 的跨座式单轨系统。
- 4.3 本文件是高架中运量跨座式单轨交通系统的整体规范，以及系统技术水平、系统能力、安全与运营等的一般要求。
- 4.4 高架中运量跨座式单轨交通系统的设计和建造应当依据本文件并参照 GB 50490、GB 50458、GB 50614 等执行，应具有针对火灾、水淹、地震、风暴、冰雪、雷击等灾害的安全措施。
- 4.5 在高架中运量跨座式单轨交通系统的设计、采购和建造中，应当参照国家标准 GB 50763 考虑到对于儿童、残疾人士和老人等特殊群体，以及系统安全等的特定要求。
- 4.6 高架中运量跨座式单轨交通系统的机车车辆设备、地面电气设备（牵引供电部分）和通信信号设备的设备环境条件、相互间的接口条件等，应符合国家标准 GB 32347 的规定。
- 4.7 高架中运量跨座式单轨交通系统的线路敷设应符合下列规定：
- 4.7.1 线路敷设方式宜首选高架敷设，但应注意对地面建筑、地下资源和文物的保护。在特殊地段，经技术经济比较后，可采用局部地下线和地面线；
- 4.7.2 高架敷设应注重结构造型，控制建筑体量，注意高度、跨度、宽度的和谐比例，既要维护地面道路的交通功能，又要注意环境保护和景观效果，做好环境设计；
- 4.7.3 对于连续长大坡道度，应根据车辆进行核算。
- 4.8 为体现节能环保要求，高架中运量跨座式单轨交通系统的再生制动能量宜在地面或车辆上予以吸收和利用。
- 4.9 高架中运量跨座式单轨交通系统除应遵守本文件规定外，其系统设计、制造和集成尚应符合国家现行有关规范、标准的规定。
- 4.10 主体结构及其相连的重要构件，其安全等级应为一级，按可靠度理论设计时，设计基准期不低于 50 年，结构耐久性设计应符合结构设计使用年限不低于 100 年的要求。
- 4.11 沿海或江河附近地区车场场坪高程，桥梁、车辆段防洪水位设计频率要求应按不低于一百年一遇洪水频率设计。
- 4.12 考虑到无人干预列车运行（UTO）模式是现代跨座式单轨系统运行的发展趋势，高架中运量跨座式单轨交通系统的设计和建造宜采用无人干预列车运行（UTO）模式。
- 4.13 高架中运量跨座式单轨交通系统在设计 and 建造中应根据国家的节能环保政策要求优先选用节能环保材料或方案，做到节省能源、节约资源、节约土地和实现工程项目生命周期内的价值最大化。
- 4.14 高架中运量跨座式单轨交通系统在设计 and 建造中应根据国家公共安全和消防法律法规、标准规范配置相应的公共安全和消防设备设施，制定相应的程序和管理办法，并满足法律法规、标准规范的要求。

5 车辆

5.1 总体要求

5.1.1 高架中运量跨座式单轨交通系统采用胶轮车辆，侧面钢铝复合导电轨/受电靴受流。

5.1.2 车辆的基本性能、型式与编组应满足 CJ/T 287-2008 中的第 6、7 章的要求，并具有再生制动能量回馈或吸收功能。

5.1.3 参考橡胶和混凝土的附着系数，橡胶轮相对混凝土桥梁的附着系数为 0.8，即最大附着力 $F_f = 0.8 \times G$ （ G 为走行轮荷载）。

5.1.4 车辆使用条件应满足以下要求：

5.1.4.1 正常工作海拔高度不小于 1200m，环境温度（遮阴处）为 $-25^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间，最大相对湿度（该月平均气温不低于 25°C ）不低于 90%。

5.1.4.2 竖曲线半径：一般情况下不应小于 2000m，困难地段不应小于 1000m。

5.1.4.3 平面曲线半径（轨道梁中心的曲线半径，复线为内侧轨道梁中心的曲线半径）：

a) 正线：不应小于 100m；

b) 车站线路：不应小于 300m；

c) 车辆段线路：不应小于 75m（困难地段不应小于 50m，S 曲线处不应小于 75m）；

d) 辅助线路不应小于 100m。

5.1.4.4 坡道坡度：无特殊规定时，正线不应大于 60%，辅助线路不应大于 65%。

5.1.4.5 车辆应能承受风、沙、雨、雪的侵袭及车辆清洗时清洗剂的作用。

5.1.4.6 车辆的额定供电电压满足国家标准 GB/T10411 的规定，由用户与制造商在 GB/T 10411 电压中选择。

5.1.4.7 有特殊要求时，用户与车辆制造商宜在合同中另行规定使用条件。

5.2 车辆主要部件

5.2.1 车辆使用的逆变器装置应符合国家标准 GB/T 25122 的规定。

5.2.2 车辆使用的牵引电机应符合 GB/T 25123.4 的规定。

5.2.3 车辆应设置空调装置，空调装置符合行业标准 TB/T 1804 的要求。

5.2.4 车辆应具有安全轮设置，走行轮应内充惰性气体并具备防爆胎能力；走行轮或导向轮中的气压损失不应导致对车辆、动力系统或导轨造成损坏，或使乘客处于危险情况。

5.2.5 车辆走行轮、导向轮、稳定轮均应设置轮胎内压、温度监测的显示及报警装置，并与车辆总线链接；车辆使用的橡胶轮胎宜使用轨道交通专用型，充分考虑列车的运行速度、分配到各轮胎的承载、以及轮胎耐久性及寿命等要求，其性能应满足相关标准要求，走行轮轮胎设计寿命满足不小于 80000km 要求。

5.2.6 车辆使用的能量回馈或吸收装置应当符合现行国家标准。采用车载动力电池时其性能、安全要求及试验应当符合 GB/T 31486、GB/T 31485 的规定；其动力蓄电池包和系统的性能、安全要求及试验应当符合 GB/T 31467 的规定。

5.2.7 车辆控制系统用蓄电池组应当满足 GB/T 21413.1 的规定。

5.2.8 车辆电子装置应符合 GB/T 25119 的要求。

5.2.9 车辆的车体、转向架除满足 CJ/T 287-2008 中的第 8、9 章相关要求外，还应符合 TB/T 1806、TB/T 2368 的要求。考虑到列车间相互碰撞产生的纵向冲击力的要求，车体强度还应满足 TB/T 2541 的要求。

除满足上述要求外，蓄能装置使用的动力蓄电池包和系统的性能、安全要求及试验还应满足本文件中附录 E 所列要求。动力电池包和系统的状态监控和牵引电机控制系统应当与车辆总线/列车总线相链接，并具有当地报警和与远方报警功能。

5.3 车辆防火设计

车辆的防火设计，应当满足行业标准CJ/T 416的要求。

5.4 车辆最高运行速度

车辆最高运行速度为80km/h。

5.5 车辆限界

制定限界的车辆计算参数见表1和附录A中给出的车辆与导轨断面尺寸及限界图。车站限界（站台）应满足列车通过站台、停站、开门状态时的车辆限界。

限界计算方法可结合本文件要求，参考GB 50458-2008进行。

表1 车辆主要技术规格

序号	项目名称		建议取值范围
1	车辆驱动特征		永磁同步电机驱动
2	轨道梁宽 (mm)		650-750
3	车轴数		2
4	轴重 (kN)		≤14
5	车厢基本长度 (mm)	带司机室	≤14000
6		无司机室	≤11000
7	车钩连接中心点间距	带司机室	≤14500
8		无司机室	≤12000
9	车辆基本宽度 (mm)		≤3200
10	车辆高度 (mm)		≤4300
11	车顶距轨面高度 (mm)		≤3050
12	车内净高 (mm)		≥2100
13	车辆定距 (mm)		≤9500
14	每侧车门数 (个)		2
15	车门宽度 (mm)		≥1300
16	车门高度 (mm)		≥1850
17	定员人数 (AW ₂ , 6人/m ²)		≥135
18	车辆最高设计速度 (km/h)		90
19	起动平均加速度 (m/s ²)		>0.85
20	制动平均减速度 (m/s ²)		>1.0
21	紧急制动减速度 (m/s ²)		>1.5
22	列车纵向冲击率极限 (m/s ³)		≤0.75

注：车辆的几何尺寸可参考附录A中给出的车辆与导轨断面尺寸。

5.6 乘客紧急疏散出口

车辆应根据系统紧急疏散模式设置不少于2处的乘客紧急疏散出口，并配置必要的疏散设施；采用无人干预列车运行（UTO）模式时，车辆内应具有可由乘客自车内启动的下车设施。

5.7 车辆安全设施

5.7.1 车辆应设置列车运行自动保护装置以及调度通信、广播、应急照明、避雷等安全设施，须设置乘客与司机或控制中心的对讲通信设施和乘客信息系统；可在驾驶室或控制中心设置对每个车厢的电视监视系统，以及在车头车设置朝向车外的摄像头，并接入控制中心的运营控制网。

5.7.2 所有的安全相关信息（含故障信息）应当得到存储，数据保持 48 小时并在车辆基地得到下载。车辆和列车总线应当符合国家标准 GB/T 28029 的规定，车辆与地面间的通信应符合国家标准 GB/T 24339 的规定，车辆电气设备应符合 GB/T 21413.1、GB/T 21413.2、GB/T 21413.3 和 GB/T 21413.5 的规定，所有的电气设备抗干扰性能均应符合 GB/T 24338 系列中第 3-1、3-2 中的规定。

5.7.3 车辆内应设有报警装置、符合车辆部件燃烧特质的灭火器具，以及必要的防护设施。车窗玻璃应符合国家标准 GB 18045 及行业标准 TB 3413 的要求。

5.7.4 车辆内部结构应具有良好的耐火性、绝缘性。其所采用的部件或材料的防火性能均应符合行业标准 TB/T 3138 或 CJ/T 416 的要求；要求取得防火等级认证的，必须具备此类认证证书。

5.7.5 固定编组的车厢之间，应设置贯通通道。贯通通道应符合行业标准 CJ/T 353 的要求。

5.7.6 车辆的动力（牵引和制动）性能，除应满足本文件规定的线路工程要求的各种线形上正常安全运行，同时应满足下列故障情况时的运行要求：

5.7.6.1 CJ/T 287-2008 中的第 6.17、6.18 节相关规定。

5.7.6.2 在定员（ AW_2 ）工况下，当车辆出现爆胎故障时，列车不能超过动态包络线（车辆限界）和侵入设备限界，并能限速行驶到就近车站，清客后返回车辆段。

5.7.6.3 在定员（ AW_2 ）工况下，当接触轨/集电靴故障导致供电中断时，列车宜能够凭借自身的动力电池或储能装置运行至车站。

5.7.7 车辆构造强度应满足车辆在最高运行速度运行时超员（ AW_3 ）的荷载要求。

5.7.8 所有的车载设备必须符合 GB/T 21563 中的规定。

5.7.9 车辆的制动性能和测试符合附录 D 中的要求。

5.7.10 车辆的设计和制造还宜满足国家标准 GB/T 32588.1 和 GB/T 32590.1 中对于 UTO 运行模式车辆的规定。

5.8 车辆定员

5.8.1 坐席：车辆的座位数宜占总定员的 10%~20%。当线路全长大于 35km，平均运距大于 12km 时，根据客流性质，宜适当增加坐席数量。

5.8.2 坐席区：每位坐席区面积计算范围包括座椅横截面宽度（0.45~0.5m）和座前区（0.20~0.25m），坐席区横截面总宽按 0.7m 计。座位应尽量考虑纵向排列以增加车厢地面空间，在车门边旁的座位须设置与车门的隔离设施，方便乘客乘降。

5.8.3 站席：车内面积扣除坐席区及相关设施的面积后，按 6 人/ m^2 计。

5.8.4 超员：每辆车的超员，按坐席不变，站席以 9 人/ m^2 计，与车站客流的超高峰系数相适应，并应作为车辆构造强度和制动力计算的依据。

5.8.5 车辆内乘客站立人员密度的评价宜符合本文件附录 B 的规定。

5.9 车辆客室

车辆客室满足 CJ/T 287-2008 中的第 8.3 条款相关规定。

5.10 车辆主要技术规格

车辆主要技术规格应符合本文件表 1 中的规定。

5.11 车辆/列车设计抗倾覆稳定性

车辆设计应能够使用适当的重心位置来分别分析 AW_0 和 AW_3 荷载下的车辆和列车的抗倾翻稳定性，并证明设计满足以下要求：

a) 车辆/列车应在侧荷载条件下保持稳定。

b) 倘若车辆/列车遭到轨道上任何地方任何长度的另一车辆/列车撞击，车辆/列车不得脱轨，即不得从运行和导向表面脱离，集电器除外。

c) 衡量车辆稳定性时不应包括车辆导轨摩擦效应。

5.12 车体要求

车体应满足CJ/T 287-2008中的第8.1条款相关规定，并且车体本身不能作为电流传输的媒介。列车的电气系统必须配置可靠完善的接地保护系统，接地保护系统应通过接地靴与接地导轨保持相接。

5.13 其他要求

5.13.1 车体及内装设备，转向架，制动系统，电气系统，控制与诊断监视系统，通信与乘客信息系统，空调及采暖装置，自动车钩、灯光，试验与验收等，应满足CJ/T 287中的要求；车辆及其零部件的焊接符合国家标准GB/T 25343的要求。

5.13.2 车辆使用的电气线缆应符合TB/T 1484.1、TB/T 1484.2、TB/T 1484.4等的要求。

5.13.3 车辆使用的受流靴应符合国家标准GB/T 32589的规定。

5.13.4 车辆的内饰设计应参照GB 50763，考虑儿童、残疾人士和老人等的特定需求，并具备无障碍通道和轮椅放置位置；车辆内装材料的有害物质限量应当满足TB/T 3139的要求。

5.14 列车阻力计算

当无确切资料时，列车阻力计算可按附录C给出的计算公式计算。

5.15 车辆的结构设计寿命和转向架构架设计寿命

车辆的结构设计寿命和转向架构架设计寿命不应低于30年，并具有车辆设架车支座、车体吊装装置；车辆的动力学性能参考国家标准GB/T 5599执行。

5.16 车辆投入使用前的检查与试验

车辆投入使用前的检查与试验应参照国家标准GB/T 14894执行。整车试验应当满足CJ/T 287-2008中第16章的规定。

5.17 车辆噪声、乘客舒适度

5.17.1 车辆噪声

列车车内噪声、车外噪声应当按照GB 14892、GB/T 5111进行测试和评价，各种状态下的车辆噪声限值不得超过表2的规定。

表2 车辆噪声限值

噪声性能目标		评定工况	技术要求
车外噪声	行驶噪声	车外距轨道梁中 7.5m, 轨道梁轨面距地面高 14.4m, 测量仪器距离地面 1.2m, 车辆以 60km/h 速度行驶	≤75dB (A)
	静置噪声	车外距轨道梁中心7.5m, 轨道梁轨面距地面高14.4m, 测量仪器距离地面1.2m, 车辆静置停放, 辅助设备正常工作	≤75dB (A)
车内噪声	行驶噪声	车辆以60km/h匀速行驶, 车辆内部噪声测量方法参照GB/T 14892的规定	≤70dB (A)

5.17.2 乘客舒适度

车辆的乘客舒适度要求应按照国家标准GB/T 13441.1、GB/T 13441.4、GB/T 13670进行测试和评价,并符合标准要求。

5.18 客室温湿度

车厢内温度的设定值应是可实时自动调节的,调节范围根据载客量、室外温度和湿度的不同,可在19℃~27℃之间调节,相对湿度应可保持于65%以下。每位乘客新鲜空气通风量不能低于10m³/h。

6 限界

6.1 限界分为车辆限界、设备限界和建筑限界。集电装置限界和接地装置限界是车辆限界的组成部分,钢铝复合导电轨限界和接地板限界属于设备限界的辅助限界。

6.2 车辆限界是车辆在平直线上正常运行状态下形成的最大动态包络线。车辆限界分为高架线限界及地面线车辆限界,限界应考虑规定风荷载引起的横向和竖向偏移量。

6.3 建筑限界中不包括测量误差值、施工误差值、结构沉降量和位移变形量等。建筑限界、设备限界的相关要求按国家标准 GB 50458-2008 执行。

6.4 设备限界是用来限制设备安装位置的控制线。设备限界包括:

6.4.1 直线地段设备限界是在车辆限界外扩大一定的安全间隙后确定。

6.4.2 曲线地段设备限界是在直线地段设备限界的基础上,按平面曲线不同半径和车辆参数等因素计算确定。

6.5 车辆限界、建筑限界和设备限界应根据附录 A 中给出的车辆与导轨断面尺寸及限界图,按照国家标准 GB 50458-2008 中第 5 章所列限界计算方法,以及平面曲线不同半径和车辆参数等因素提出包容性的限界尺寸。

6.6 车辆底板与轨道梁走行面及站台板的高度和公差:

站台面至轨道梁顶面的高度: 4700_{-10}^{+10} mm;

站台计算长度内的站台边缘距轨道中心线的距离: 1680_{-10}^{+10} mm。

6.7 车辆限界应由车辆供应商提供。

7 线路

7.1 线路分为正线、辅助线(折返线、渡线、联络线、停车线、存车线及出入线)和车场线。

7.2 线路总体布局应重点考虑功能定位、接驳换乘、客流效益,并应符合下列规定:

- 7.2.1 拟建线路应依据城市轨道交通线网规划进行选线布站。根据在线网中功能定位和客流预测分析，明确高架中运量跨座式单轨交通系统线路性质、运量等级和速度目标。
- 7.2.2 拟建线路应有全日客流效益、通勤客流规模、大型客流点的支撑。车站应服务于重要客流集散点，起始点车站应与其他交通枢纽相配合，构筑城市交通一体化，并落实城市规划用地。
- 7.2.3 拟建线路起、终点不应设在大客流断面位置，也不宜设在高峰断面流量小于全线高峰小时单向最大断面流量 1/4 的位置。
- 7.2.4 线路平面曲线半径应结合车辆类型、行车速度、周边地形、地质、地物等条件，以及对工程、运营的影响确定。
- 7.2.5 当新建初期线路由两条线路的部分地段组合为一期工程，贯通运行时应具备下列条件：
- 7.2.5.1 两条线路选用的车辆、轨道、信号和供电制式应一致，并不得影响远期车站规模。
- 7.2.5.2 两条正线为二期延伸预留工程实施应有足够施工长度，并不得影响一期线路安全运行。
- 7.2.5.3 两条线路初期组合贯通运行，应设置双线联络线（或渡线）。当两条正线分别延伸为独立运营后，联络线退出正线运行，但仍应保留联络线功能。
- 7.2.6 对设置支线（配线和出入段线）的运行线路，支线长度不宜过长，接轨点必须在车站，宜选在客流断面较小的地段。正线、支线进站方向宜设置为同站台两侧平行进路。
- 7.2.7 两条正线共线运行地段，应符合支线接轨条件，且应分别满足两线列车行车密度的要求。
- 7.2.8 车站分布应符合下列规定：
- 7.2.8.1 车站应布设在主要客流集散点和各种交通枢纽点上，其位置应有利乘客集散，并应与其他交通换乘方便。
- 7.2.8.2 车站应控制造型和体量，中运量轨道交通的车站长度不宜超过 100m。站厅落地的高架车站宜设置站前广场，有利于周边环境和交通衔接相协调。
- 7.2.8.3 车站间距应根据线路功能、沿线用地规划确定。
- 7.3 在线路经过地带，应参考“建标 104-2008 城市轨道交通工程项目建设标准”第二十八条划定轨道交通走廊的控制保护地界。
- 7.4 线路工程主要技术标准应符合以下规定：
- 7.4.1 线路曲线半径可参照表 3 执行。对于连续长大坡道，应根据列车动力配置、线路具体条件和环境条件进行核算，并能满足救援列车重联时最大坡长和最大坡度的要求。具体可按照国家标准 GB50458-2008 执行。

表3 最小平面曲线半径

线别		最小半径 (m)
正线、配线（不含道岔区段）	一般	100
	困难	60
车场线	一般	75
	困难	50

- 7.4.2 在列车进出站、地形地物条件局限或其他特别理由等必须减、加速地段有充分技术经济依据时，可采用与行车速度相匹配的曲线半径。
- 7.4.3 区间正线、出入线、联络线最大坡度 60‰。曲线上纵坡应根据车辆特性通过牵引计算确定是否考虑曲线阻力减缓纵坡。
- 7.5 直线地段标准线间距和曲线地段线间距加宽要求。
- 7.5.1 正线区间直线地段线间距为 3.9m（设置 600mm 疏散通道时，线间距为 4.2m）。

7.5.2 曲线半径大于等于 300m 的曲线地段最小线间距不需加宽，曲线半径小于 300m 的曲线地段最小线间距的加宽量需根据曲线半径、车辆参数、轨道超高等因素计算确定。线间距加宽量可按表 4 取值。

表4 线间距加宽量

曲线半径 (m)	300	250	200	150	100	50
加宽量 (mm)	50	50	100	150	250	400

7.6 正线上除道岔区外，在直线与半径不大于 2000m 的圆曲线间应采用缓和曲线连接，缓和曲线线形可采用三次抛物线。缓和曲线长度应根据曲线半径、最高行车速度或曲线限速，以及工程条件等按不小于表 5 中规定值选用。困难条件下，可采用不小于按 1m 整数倍的缓和曲线长度计算值。

特别困难条件下线路平面采用复曲线线形时，两圆曲线间插入的缓和曲线长度应不小于分别按两圆曲线半径求得的缓和曲线长度差值，且不应小于一节车辆长度，宜按 15m 计。

7.7 线路平面设计应优先采用两端等长缓和曲线的单曲线线形，不宜采用复曲线。特殊困难条件下，经技术经济比较后，可采用两端不等长缓和曲线的单曲线线形或复曲线线形。

7.8 圆曲线及夹直线最小长度不应小于一节车辆长度，宜按 15m 计。在困难情况下，不得小于一节车辆的全轴距。

7.9 圆曲线超高应符合下列规定：

7.9.1 单轨正线上的圆曲线范围均应设置超高，超高率可按以下原则确定：

7.9.1.1 正线列车以最大设计速度通过曲线时，欠超高率不宜大于 5%，且最大不得大于 6.5%；非载客运行区段，列车以最大设计速度通过曲线时，欠超高率不应大于 10%。

7.9.1.2 正常运行条件下，当列车需要以较低速度通过曲线时，过超高率不应大于 3%。

7.9.1.3 最大超高率不大于 12%。

7.9.2 道岔区曲线一般不设置超高，载客通过的道岔，欠超高率一般不大于 5%，最大不得大于 6.5%；其他道岔区，欠超高率可根据导曲线半径大小按 6.5%~10% 控制。

7.9.3 超高过渡方式及过渡段长度应满足以下要求：

7.9.3.1 当设置缓和曲线时，应在缓和曲线全长范围内完成；当不设置缓和曲线时，应通过直线段设超高过渡段完成。

7.9.3.2 当采用复曲线线形时，应从大半径曲线向小半径曲线方向过渡，过渡段长度按下列公式计算：

$$L_C = L_1 - L_2$$

式中：

L_C ：超高过渡段长度(m)

L_1 ：小半径圆曲线所需缓和曲线长(m)

L_2 ：大半径圆曲线所需缓和曲线长(m)

7.10 线路平面设计的其他要求应满足国家标准 GB 50458-2008 的规定。

7.11 线路纵断面设计的要求应满足国家标准 GB 50458-2008 的规定。

7.12 辅助线（折返线、渡线、联络线、停车线、存车线及出入线）应满足：

7.12.1 线路起始点站和折返站应设置折返线或折返道岔，中间折返站的折返形式宜采用站后折返。

7.12.2 沿线每隔 4~6 个车站（或间隔不大于 10km）应结合车站的布置设置故障列车停车线，并根据故障运行和维修作业的要求，设置必要的渡线。

7.12.3 车辆基地出入线宜在车站接轨，并宜设置为双线；远离车辆基地的终点站，宜设置存车线。

7.12.4 辅助线等的最小平面曲线半径和最大纵坡应符合国家标准 GB 50458-2008 中第 6.4.1 条的规定。

表5 缓和曲线长度表

速度 (km/h) 缓长 (m) 曲线 半径 (m)	80		75		70		65		60		55		50		45		40		35		30		25		
	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	
3000																									
2500																									
2000																									
1500	25	20	20	15	15																				
1200	30	25	25	20	20	15	15																		
1000	35	30	30	25	25	20	20	15	15																
800	45	35	35	30	30	25	25	20	20	15															
700	50	45	45	35	35	30	30	25	20	20	15														
650	55	45	45	40	35	30	30	25	25	20	20														
600	60	50	50	40	40	35	30	25	25	20	20	15													
550	65	55	55	45	45	35	35	30	30	25	20	20	15												
500	75	60	60	50	50	40	40	30	30	25	25	20	20												
450	80	65	65	55	55	45	45	35	35	30	25	20	20	15											
400	90	75	75	60	60	50	50	40	40	30	30	25	20	20	15										
350	105	85	85	70	70	60	55	45	45	35	35	30	25	20	20	15									
300	120	100	100	80	80	65	65	55	50	40	40	30	30	25	20	20	15								
250					100	80	80	65	60	50	50	40	35	30	25	20	20	15							
200							100	80	80	65	60	50	45	35	30	25	20	20	15						
150											80	65	60	50	45	35	30	25	20	15	15	15			
100															65	55	45	40	30	25	20	15	15		
75																	60	50	40	35	25	20			
60																						35	25	20	15
50																						40	30	20	15

7.13 车场线应满足：

7.13.1 联络线设置应符合下列规定：

7.13.1.1 联络线与正线的接轨点宜靠近车站设置。

7.13.1.2 拟设置联络线的换乘站宜采用同层换乘方式。当采用同层平行换乘时，两线间可设置渡线；当联络的两平行线线间距较大时，可采用缩短渡线。

7.13.1.3 对于仅承担联络功能的联络线，平曲线半径、夹直线长度、缓和曲线长度等线形设计参数可按困难条件下的规定取值；特别困难时，可以不设缓和曲线。

7.13.2 停车线设置应符合下列规定：

7.13.2.1 折返线设置应根据行车组织交路设计确定。

7.13.2.2 尽头式折返线有效长度宜按远期列车长度加 40m 计（不含车挡长度）。

7.13.2.3 尽头式存车线、停车线有效长度宜按远期列车长度加 24m 计（不含车挡长度）。

7.13.2.4 贯通式折返线、存车线、停车线有效长度宜按远期列车长度加 10m 计（不含车挡长度）。

7.13.3 道岔区线形设计应符合下列要求：

7.13.3.1 道岔设置应满足正线运营、乘客舒适度、折返间隔时间以及列车出入车辆基地和车辆基地内调车的需要。

7.13.3.2 道岔应设在直线地段，道岔端部至平面曲线起点的距离不宜小于 5m，车辆基地线可减少到 3m。

7.13.3.3 道岔宜靠近车站设置，道岔端部至车站站台计算长度端部的距离不应小于 5m。

7.13.3.4 道岔应设在平坡上，困难条件下允许设在不大于 3‰的坡道上。道岔端部至竖曲线起点的距离不应小于 5m。

7.13.3.5 道岔的附带曲线应满足下列要求：

- a) 正线和配线不应小于道岔侧向导曲线半径，最小曲线半径取值按表 3 执行；
- b) 车场线不宜小于 75m，最小曲线半径取值按表 3 执行；
- c) 反向曲线间夹直线长不宜小于 10m。

8 系统能力

8.1 系统运能为依据车辆及其定员的有关标准，在确定列车编组和最大行车密度条件下系统所具有的满足年限预测客流需求的最大运能。

8.2 系统最大能力应满足行车密度不小于 28 对/h 的要求。

8.3 系统的线路折返能力应满足系统能力要求。支线或车辆基地出入线接轨站的通过能力，应与正线行车密度相匹配。

8.4 系统应确定应急疏散模式，并具备紧急情况下疏散车辆乘客的能力和设施，以及疏散程序。采用无人干预列车运行（UTO）模式时，应急设施及疏散程序应当包括乘客自救方式所需要的应急设施及疏散程序。

8.5 车辆运营 RAM 指标（包括车载信号设备）：

服务延误大于 2 min，平均无故障运行距离应大于 667000 车·公里（car·km）；

服务延误大于 5 min，平均无故障运行距离应大于 6700000 车·公里（car·km）。

8.6 高架中运量跨座式单轨交通系统应根据自身的系统运量尽量采用节能高效新技术，列车日常运营的能耗指标宜控制在 3.8kWh/车·km 以内。

9 运营组织与管理

9.1 行车组织

- 9.1.1 行车组织应在满足运能需求下提高列车满载率、运营效率，并控制运营成本。以高架敷设方式为主的中运量跨座式单轨线路，首条运营线路的系统运营人员定员指标不宜大于 70 人/km，后续每条线路的运营定员指标不宜大于 50 人/km。
- 9.1.2 根据系统能力和车站长度，列车编组长度宜不大于 100m。高峰时段可根据线路客流分布特征组织大、小交路运行。
- 9.1.3 根据客流预测资料确定高峰时段最小行车间隔。高峰时段最小行车间隔不大于 5min，非高峰时段最小行车间隔不大于 10min。
- 9.1.4 列车停站时间根据车站最大客流量、列车发车间隔、车门数量和开关车门时间等计算确定，车门的开启与关闭应当能够通过目视或技术手段确认。一般车站的停站时间不少于 20s，换乘站和折返站的停站时间不少于 30s。
- 9.1.5 每天早上在载客运营前，应开行轧道车。
- 9.1.6 载客列车离站前，应确保站台上的乘客没有被车门所夹。
- 9.1.7 设置有支线（配线和出入段线）运行线路接轨点的车站，应具有相应的安全监控设施和作业程序，以确保乘客安全。
- 9.1.8 应密切掌握气象动态，遇暴风 8 级（风速 17.2~20.7m/s）时，列车应降速缓行；遇暴风 9 级（风速 20.8~24.4m/s）及以上等恶劣气象条件时应及时停运，并启动相应的预案。
- 9.1.9 正常运行状态下，列车必须在安全防护系统监控下运行。

9.2 行车速度

- 9.2.1 列车的旅行速度应根据列车技术性能、线路条件、车站分布和客流特征综合确定，并在计算旅行速度的基础上考虑 10%~15% 的余量。设计最高运行速度为 80km/h 的系统，旅行速度不宜低于 30~35km/h。
- 9.2.2 列车通过直线状态的道岔时可满足列车最高行驶速度的要求，通过曲线状态的关节可挠型道岔时限速为 25km/h，通过折线状态的关节型道岔时限速为 15km/h。
- 9.2.3 列车在车辆基地内运行速度、列车进入车辆段站场线路的运行速度不宜大于 25km/h，救援列车推送事故列车运行限速在走行系统和制动性能良好时宜为 25~30km/h，运营列车进站速度和不停车通过的速度不宜大于 50km/h。
- 9.2.4 列车通过曲线的运行速度应根据曲线半径 R 确定。行车速度 v_x 可按下式计算：

$$v_x = 4.65\sqrt{R}$$

9.3 无人干预列车运营（UTO）

- 9.3.1 在采用 UTO 运行模式中，列车上无运营人员。列车安全离站（包括车门关闭）应由系统自动完成。自动运营系统应当支持检测和管理危险条件，以及紧急情况（例如乘客疏散）。但在某些危险条件或者紧急情况，可能要求员工介入。
- 9.3.2 应在根据国家标准 GB/T 32588.1 中的“自动化等级”确定运行线路自动化等级后，依据成本核算配置相应的运营管理人员和维修人员，宜不大于 37 人/km（应急响应人员除外）。

9.4 车站出入

- 9.4.1 引导乘客在公众区以合理的流线完成车站旅程。正常运作情况下，为乘客提供舒适的候车区。

9.4.2 确保车站出入口显示站名、出入口编号、公司法规公告和其它相关信息。

9.4.3 导向标志等应符合国家标准 GB 50458-2008 第 3.6.7 条规定。

9.5 车站内的安检、咨询及求助

9.5.1 对乘客在进入收费区前进行安检，并提供高水平的防范意外措施。

9.5.2 运营单位对所有公众区实施 CCTV 监视，确保出入口安全可靠，防止非授权人员的擅自进入。

9.6 站后折返与故障、事故车辆处理

9.6.1 接到车上乘客的报警、求助“电话”时，应对相应列车进行车站扣车。必要时，对事故列车前、后方列车也进行车站扣车。

9.6.2 站后折返运行的列车，应在折返站清客后再进入折返线。故障或事故列车退出运营前，应首先选择在车站清空乘客。

9.7 乘客舒适性

乘客舒适性要求相关指标应当满足国家标准 GB/T 13441.1、GB/T 13441.4 的规定。

9.8 商业设施设置

客流集中的主要站点可根据国家标准 GB 50458-2008 规定配备相应的商业设施，如自动柜员机（ATM）、公用电话等，但商业设施不能阻碍乘客通行，并宜处于车站监控设施的监视之下。

10 基础设施

10.1 轨道梁桥

10.1.1 一般规定

10.1.1.1 轨道梁应在包括车辆段（场）在内的全线（道岔除外）所有区段敷设。轨道梁形式和基准断面尺寸应与所选车型相匹配（附录 A）。

10.1.1.2 轨道梁桥、单轨桥及道岔桥桥下净空应符合有关标准的规定，墩位布置应符合城市规划要求。

10.1.1.3 轨道梁桥工程设计时应根据国家、行业或地方有关标准，结合项目安全运营要求，合理设置区间检修疏散通道。

10.1.1.4 轨道梁桥工程应根据高架中运量跨座式单轨交通系统的结构与荷载、荷载组合等特点，执行行业标准 TB 10092-2017 中的要求。

10.1.2 荷载及组合

10.1.2.1 高架中运量跨座式单轨交通轨道梁桥结构设计，应根据结构的特性按表 6 所列的荷载，就其可能出现的最不利组合情况进行计算。

表6 高架中运量跨座式单轨交通结构荷载分类表

荷载分类		荷载名称
主力	恒载	结构自重 附属设备和附属建筑自重 预加应力 混凝土收缩及徐变影响 基础变位的影响 土压力 静水压力及浮力
	活载	列车竖向静活载 列车竖向动力作用 列车离心力 列车横向摇摆力 列车活载产生的土压力 人群荷载
附加力		列车制动力或牵引力 风力 流水压力 温度影响力
特殊荷载		施工荷载 地震力 车挡的影响 船只或汽车的撞击力

注1：如杆件的主要用途为承受某种附加力，则在计算此杆件时，该附加力应按主力计算；

注2：流水压力不与制动力或牵引力组合；

注3：地震力与其他荷载的组合应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111的规定执行；

注4：计算中要求考虑的其他荷载，可根据其性质，分别列入上述三类荷载中。

10.1.2.2 轨道梁桥设计仅需考虑主力与一个方向（纵向或横向）的附加力组合。

10.1.2.3 轨道梁桥设计时应根据不同的荷载组合，将材料基本容许应力和地基容许承载力乘以表7中规定的提高系数。

表7 荷载组合及容许应力提高系数表

序号	荷载组合	容许应力提高系数
1	恒载+列车竖向静活载+列车竖向动力作用+列车横向荷载或离心力	1.00
2	1+温度影响力	1.15
3	1+风荷载	1.15
4	1+温度影响力+风荷载	1.25
5	1+列车制动力及牵引力	1.25 (1.00)
6	1+车挡的影响	1.70
7	1+船只或汽车的撞击力	1.70
8	恒载+列车竖向静活载+人群荷载	1.70
9	轨道梁运输、架设工况组合荷载	1.25

10	恒载+雪荷载	1.15
11	恒载+列车竖向静活载+列车竖向动力作用+地震力+温度影响力	1.70

注1: 组合3还应考虑恒载+风荷载(无车)的情况;

注2: 组合5中括号内为高架站的提高系数;

注3: 曲线上的荷载组合应考虑车辆行驶时轨道超高的影响及曲线停车状态的影响;

注4: 高架车站考虑地震力时, 可不计入列车竖向动力作用;

注5: 对于超静定结构, 计算支点位移的影响时, 容许应力不提高; 但能保证完全恢复时, 可采用1.15的提高系数。

10.1.2.4 计算结构自重时, 一般材料重度应按行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002-2017的规定取用; 对于附属设备和附属建筑的自重或材料重度, 可按所属专业的现行规范或标准取用。

10.1.2.5 高架中运量跨座式单轨交通车辆荷载、列车竖向静荷载和列车计算重心位置应按超员、定员和空车三种状态考虑:

- a) 正线、出入段线、试车线、折返线、故障车停留线应该按超员状态荷载计算;
- b) 车辆段内其他库线按照定员状态计算;
- c) 考虑疲劳和地震力影响时, 按照定员状态计算;
- d) 考虑车挡影响时, 按照空车状态计算。

10.1.2.6 列车竖向静活载确定应符合下列规定:

- a) 列车竖向静活载图式按本线列车的最大轴重、轴距及近、远期中最长的列车编组确定;
- b) 轨道梁设计按照单线行驶列车竖向荷载布置;
- c) 轨道梁桥下部结构设计, 应按列车作用于每一条线路考虑, 荷载不作折减; 高架车站复线加载时, 取一线停车、另一线行车状态;
- d) 影响线加载时, 活载图式不得任意截取。

10.1.2.7 列车竖向动力作用时, 列车竖向静活载应乘以动力系数 $(1+\mu)$, μ 值按下式进行计算:

$$u = 20/(50 + L) \quad (\text{混凝土结构})$$

$$u = 25/(50 + L) \quad (\text{钢结构和钢混结构})$$

式中:

L : 桥梁跨度(m)。

10.1.2.8 位于曲线上的轨道梁桥应考虑列车产生的离心力, 其大小等于列车静活载乘以离心力率 C , C 值按下式计算:

$$C = V^2/(127R)$$

式中:

V : 本线设计最高列车速度(km/h);

R : 曲线半径(m)。

离心力作用于轨道梁顶面以上车辆重心处。轨道梁设计时, 离心力的作用应考虑轨道梁设置超高后的影响。

10.1.2.9 列车横向摇摆力应按列车一个转向架对应的设计轴重的12.5%计算, 一列车以一个水平集中荷载取最不利位置, 在轨道梁顶面作用于垂直轨道梁轴线方向。

10.1.2.10 列车制动力或牵引力作用于车辆重心位置, 应按列车竖向静活载的15%计算。

轨道梁设计应按单线计算列车制动力或牵引力。轨道梁桥下部结构设计时制动力或牵引力应移至支座中心处, 双线时应采用二线的制动力或牵引力; 三线或三线以上时按照最不利情况考虑, 不作折减。

10.1.2.11 列车制动力或牵引力在固定支座和活动支座的分配应按下列公式计算：

$$\text{固定端： } P_1 = T - U_f \times R$$

$$\text{活动端： } P_1 = U_f \times R$$

式中，

P_1 ：作用于支座固定端的水平荷载；

P_2 ：作用于支座活动端的水平荷载；

T ：作用于梁跨内的水平荷载；

R ：作用于支座上的荷载反力；

U_f ：活动支座摩擦系数，一般取0.1。

10.1.2.12 区间高架结构风荷载强度应按行业标准《铁路桥涵设计规范》TB10002-2017的规定取值。

10.1.2.13 温度变化的作用及混凝土收缩的影响，可按行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002-2017的规定执行。

- a) 设计时采用的基准温度，钢结构应以合龙时温度为准，温度变化范围应考虑历年极端最高和最低气温，日照部分与背光部分的温度差取值为15℃。
- b) 混凝土结构随温度升降宜用当地月平均气温为参照来确定，一般取±20℃。
- c) 混凝土收缩应按照降温15℃考虑。
- d) 混凝土结构不均匀日照温差可按±3℃考虑。
- e) 钢结构线膨胀系数取 12×10^{-6} 。
- f) 混凝土结构线膨胀系数取 10×10^{-6} 。

10.1.2.14 地震作用应按国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111的相关规定计算。

10.1.2.15 轨道梁桥、单轨桥和道岔桥应考虑轨道梁支座负反力，设置相应的抗力装置。轨道梁支座负反力取以下两公式计算的最不利值：

$$R = R_1 + R_2 + R_3/1.5 + R_4$$

$$R = R_2 + R_3/1.5 + R_5$$

式中：

R ：支座反力（kN）；

R_1 ：包括列车动力作用的动载所产生的最大负反力（kN）；

R_2 ：加在使支座产生负反力部位上的静载所产生的支座反力（kN）；

R_3 ：加在使支座产生正反力部位上的静载所产生的支座反力（kN）；

R_4 ：风荷载产生的最大负反力（kN）；

R_5 ：地震产生的最大负反力（kN）。

10.1.3 轨道梁

10.1.3.1 轨道梁的基本型式和截面基准尺寸应与所选车型相匹配并符合车辆限界的要求，轨道梁的设计和制造安装工艺应满足线路设计对轨道的线形控制要求。

10.1.3.2 轨道梁应符合以下基本要求：

- a) 轨道梁各部位尺寸应满足列车走行轮、导向轮和稳定轮走行要求，同时应保证通信信号及供电系统环网电缆、接触轨在梁体上的安装要求。

- b) 轨道梁结构应具有足够的竖向、横向和抗扭刚度，并保证结构的整体性和稳定性。
 - c) 受轨道梁截面宽度尺寸的限制，PC 轨道梁长度不宜超过 30m。如需要采用 30m 以上跨径时，可采用钢-混凝土结合梁、钢轨道梁或单轨桥跨越。
 - d) 轨道梁竖向挠度、徐变上拱值、自振频率应根据梁跨通过试验或同类工程经验确定。
 - e) 轨道梁应设置预拱度，预拱度值取恒载与 1/2 静活载所产生的挠度之和，并应考虑混凝土收缩及徐变的影响。预应力混凝土结构尚需考虑预加应力的作用。
- 10.1.3.3 预应力混凝土结构进行使用阶段各项应力、裂缝验算时，各项应力限值的采用应按行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092-2017 的规定执行。预应力混凝土轨道梁还应用以下荷载组合检算正截面强度：
- a) $1.3 \times (\text{恒载}) + 2.5 \times (\text{列车竖向静荷载} + \text{列车动力作用} + \text{车辆横向荷载})$ ；
 - b) $1.8 \times (\text{恒载} + \text{列车竖向静荷载} + \text{列车动力作用} + \text{车辆横向荷载})$ ；
 - c) $1.3 \times (\text{恒载} + \text{列车竖向静荷载} + \text{地震力})$ 。
- 10.1.3.4 预应力及钢筋混凝土轨道梁应进行弯扭、弯剪扭的强度计算。
- 10.1.3.5 预应力及钢筋混凝土轨道梁设计应满足梁体内安装系统设备缆线布置要求，并应考虑其对截面的削弱影响。
- 10.1.3.6 设计时应充分考虑各种影响因素，确保梁体线形高精度地吻合线路的设计线形。
- 10.1.3.7 计算混凝土收缩徐变对轨道梁变形的影响时，应根据相关工程实践选取合适的徐变预测模型和计算参数。必要时，应通过实梁测试数据对模型和参数进行验证，根据验证对比结果调整相关计算参数，使混凝土徐变计算值较好地与实际情况相吻合。
- 10.1.3.8 轨道梁的动载系数和桥梁的结构形式、长度跨距、车辆的载荷状态、车辆一系、二系悬挂特性均有关系，宜由厂家和设计单位根据设计定义进行车桥动力学计算给出。
- 10.1.3.9 线路终端轨道梁结构和构造应考虑超程缓冲器或车挡的设置要求。

10.1.4 轨道梁桥

10.1.4.1 高架轨道梁桥设计应满足：

- a) 高架结构应具有足够的强度和刚度，并保证结构的整体性和稳定性。
- b) 高架结构宜采用轨道梁与桥墩盖梁直接浇筑混凝土形成刚构体系的轨道梁桥布设方式。直线区段轨道梁桥宜按等跨布置，曲线段轨道梁桥应根据曲线半径对轨道梁跨度的限制合理确定跨径。
- c) 轨道梁桥、单轨桥及道岔桥应满足轨道梁安装要求，并应满足信号及供电系统缆线和低压配电系统及避雷接地的安装要求。
- d) 轨道梁桥横向自振频率应按行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002-2017 执行。
- e) 轨道梁桥混凝土强度等级应满足 TB 10092-2017 的规定。

10.1.4.2 轨道梁桥下部结构要求：

- a) 区间桥梁应满足列车安全运行和乘客乘坐舒适的要求。结构除应满足规定的强度外，应有足够的竖向刚度、横向刚度，并应保证结构的整体性和稳定性；
- b) 轨道梁桥墩顶的弹性水平位移在列车荷载、横向摇摆力、离心力、风力和温度力的作用下，应符合下列规定：
 - 1) 顺桥方向：

$$\Delta \leq 5\sqrt{L}$$

式中：

Δ : 桥墩顶面处顺桥方向水平位移 (mm), 包括由于墩身和基础的弹性变形及基底土弹性变形的影响。

L : 跨度 (m), 当为不等跨时采用相邻跨中的较小跨度; 当 $L < 25\text{m}$ 时按 25m 计。

2) 横桥方向: 由桥墩横向水平位移差引起的轨道梁端水平折角不得大于 2‰ 。

c) 轨道梁桥独柱式桥墩应按压弯构件进行斜截面校核, 并进行抗扭计算;

d) 轨道梁系统线形调整完成后的工后沉降应符合以下要求:

1) 均匀沉降量不大于 50mm ;

2) 相邻桥墩沉降量之差不大于 20mm ;

3) 对于外静不定结构, 其相邻桥墩不均匀沉降量之差的控制值应根据沉降对结构产生的附加影响确定。

e) 轨道梁桥基础应符合行业标准 TB 10092-2017 的规定;

f) 轨道梁桥桥墩应满足轨道梁安装要求, 并应满足信号及供电系统缆线和低压配电系统及避雷接地的安装要求;

10.1.5 单轨桥

10.1.5.1 单轨桥为用以支承轨道梁的常规性桥梁结构, 布置于单轨桥上的轨道梁宜采用简支梁或连续梁的布置方式。

10.1.5.2 单轨桥应符合下列要求:

a) 布置在单轨桥上的轨道梁宜采用标准跨等高梁;

b) 单轨桥梁部结构刚度应确保在计入梁体弹性变形后满足关于轨道梁支点不均匀沉降的控制要求;

c) 单轨桥应设置预拱度, 并应考虑混凝土收缩及徐变的影响, 预应力混凝土结构尚需考虑预加应力的作用;

d) 单轨桥梁部结构构造应满足信号及供电系统缆线和低压配电系统及避雷接地的安装要求;

e) 单轨桥上轨道梁端部伸缩缝宽度应考虑单轨桥的整体伸缩变形要求。

10.1.6 道岔桥与道岔平台

10.1.6.1 道岔桥及道岔平台应符合:

a) 根据道岔系统对道岔桥变形的要求, 道岔桥由于挠度产生的梁端竖向折角应不大于 $1/1250\text{rad}$;

b) 道岔桥和道岔平台平面应满足道岔区布置要求, 梁部(平台)结构构造应满足道岔及其控制装置和轨道梁支座台座布置要求;

c) 道岔桥桥面应与区间检修疏散通道良好衔接, 保证通道畅通。

10.1.6.2 道岔桥的结构形式除满足桥面轨道梁和道岔及其配套系统的布设要求外, 尚应考虑城市景观要求。

10.1.6.3 道岔桥桥面四周应设置栏杆。

10.1.6.4 高架区间道岔桥宜靠近车站设置, 应预留车站与道岔桥面的人行通道。当确需远离车站设置, 且无法设置由车站通向道岔区各区域的通道时, 应采取其它有效的技术措施。

10.1.7 轨道梁支座

10.1.7.1 用以支承单榀轨道梁的支座应采用可抵抗轨道梁侧倾位移的拉力支座。正线轨道梁宜采用铸钢拉力支座, 车辆段场轨道梁可采用橡胶拉力支座。

10.1.7.2 拉力支座与上下部的连接构件应进行疲劳检算。

10.1.7.3 双线轨道梁,当两榀梁之间设置横向连接,且其刚度和强度可平衡轨道梁的侧向倾覆力矩时,轨道梁可采用普通承压钢支座。

10.1.8 检修疏散

高架中运量跨座式单轨交通系统高架区间应预设电缆通道,有可靠的检修通道和疏散方式,宜综合考虑检修和疏散通道合建模式。采用无人干预列车运行(UTO)模式时,疏散方式应包括乘客自救疏散方式。

10.2 道岔

10.2.1 一般规定

10.2.1.1 道岔线形应满足列车过岔舒适度、侧向允许列车通过速度及限界要求;其具体要求应满足国家标准 GB 50458-2008 第 16 章中的规定。

10.2.1.2 道岔系统应符合“故障-安全”原则,应能满足车辆运行平稳、安全可靠的要求。

10.2.1.3 道岔设备应满足车辆相关技术条件和参数的要求。

10.2.1.4 道岔设备应符合室外使用条件,金属构件表面应进行防锈蚀处理,道岔梁走行面、导向面及稳定面的涂装应同时满足耐磨和抗滑性要求。

10.2.1.5 道岔在锁定状态下应能承受车辆竖向荷载、横向荷载、离心力及风荷载等荷载的反复作用,具有足够的强度、刚度及抗倾覆能力。

10.2.1.6 道岔设备的供电应采用一级负荷。

10.2.1.7 道岔设备接地电阻值应小于 $4\ \Omega$, 防雷接地电阻值应小于 $10\ \Omega$ 。

10.2.2 道岔类型

按道岔结构特点、转折后的线形、分岔功能分为不同类型。具体分类如下:

- a) 关节型道岔: 可实现单开、对开、三开、五开及渡线功能;
- b) 关节可挠型道岔: 可实现单开、对开和渡线功能;
- c) 枢轴型道岔: 可实现单开、对开、三开、四开和渡线功能;
- d) 换梁型道岔: 可实现单开、对开和渡线功能。

道岔系统的设计、安装原则可按照国家标准 GB 50458-2008 中第 16.4、16.5 条的要求执行。

10.2.3 道岔系统技术要求

10.2.3.1 道岔控制装置应符合下列要求:

- a) 道岔控制装置应与信号系统之间设有授权、收权联锁电路;
- b) 具有集中控制、现场控制、手动控制方式,并应具有系统检测、故障诊断、故障保护和报警功能;
- c) 当信号系统和道岔控制电路发生故障时,由人工手动装置完成解锁、转辙和锁定;
- d) 控制电路须满足故障-安全原则;
- e) 联锁控制应采用安全型继电器。

10.2.3.2 道岔的转辙电机、挠曲电机、锁定电机应使用 AC 380V、50Hz 的三相电源,控制电源应使用 AC 220V、单相 50Hz 电源,信号控制应使用 DC 24V 电源。

10.2.4 道岔系统接口

10.2.4.1 道岔梁设有供电钢铝复合导电轨安装底板,牵引供电装置并确保车辆在道岔转辙时光滑顺利地取流,不影响道岔安全运行。

10.2.4.2 道岔系统由信号系统控制,信号系统提供道岔的转动信号、道岔现场办理条件及其它必要的道岔接口信息。道岔专业提供与实际相符的位置表示及故障信号等必要的接口信息,其接口分界在信号控制柜的外线端子。

10.2.4.3 道岔的电源设备应包括 AC 380V/AC 220V 双电源切换箱,道岔设备接入接地端子箱。

10.2.4.4 道岔区应设置电话及视频监控设备。

10.3 车站与建筑

10.3.1 车站型式及布局应满足客流需求、乘降安全、疏导迅速、环境适宜、布置紧凑、便于管理的基本要求,根据车站位置、周边环境、建筑形式、施工方法、客流组织等条件,全线总体平衡、协调统一、合理选择,并满足 GB 50189 节能设计要求。

10.3.2 车站外应设置导向标志和夜间照明设施,车站公共区内设置的各种标志应通视清晰、避免相互遮挡。车站可适度设置广告,并与车站建筑装饰融为一体。

10.3.3 车站站台应符合下列要求:

10.3.3.1 站台宜以岛式和侧式、岛侧混合式为基本形式,在一条线上宜保持一致,或分段保持一定的连续性,站台长度应满足远期列车停靠和乘降要求。

10.3.3.2 站台宽度应满足乘降区宽度以及楼梯、自动扶梯和立柱的总宽度要求。

10.3.3.3 站台高度与车辆地板面的高度差宜不大于 50mm。

10.3.3.4 站台边缘与静止车辆(车门处)之间的安全间隙,直线站台宜为 80~100mm,曲线站台应不大于 160mm,宜加装踏空胶条以避免踏空意外并保障轮椅顺利通过。

10.3.3.5 在站台边缘应加设安全警示线。若设置半高站台门局部护栏等安全防护设施,应在初期安装定位。

10.3.3.6 站台门(或护栏)及附加设施,均不得侵入车辆限界,并应留有 25mm 的安全间隙。

10.3.4 车站站台乘降区宽度应满足乘客候车和乘降的要求,并按车站远期超高峰小时的客流特征、行车组织和乘降客流量进行计算确定。

10.3.5 车站布局应符合下列规定:

10.3.5.1 车站应根据车站型式、客流大小、票制与管理方式,确定车站布局和规模,其用房的活荷载应符合国家标准 GB 50009 的有关规定。

10.3.5.2 车站应根据线路敷设方式,结合周边环境、管线、地形条件设置,控制车站体量。

10.3.5.3 换乘车站应做好规划设计,并结合工程实施条件,选择便捷的换乘方式,换乘通道应具有正常通过和紧急疏散能力。

10.3.5.4 站台上应设有足够数量的出站通道、楼梯和自动扶梯,并保证下车乘客在下一列车到达前,已撤离站台。

10.3.5.5 高架车站的设备用房,应因地制宜、灵活布置,有条件的地方可与邻近建筑物合建。

10.3.5.6 车站的楼梯(含自动扶梯)、检票口、出入口通道的通过能力均应按超高峰小时进出站客流及各口部的不平衡系数计算确定,并应满足在高峰小时发生事故灾害时的紧急疏散,能在 6min 的目标时间内,将一列进站列车所载的乘客(按远期高峰时段的进站客流断面流量计)及站台上候车人员全部撤离站台。

10.3.5.7 当采用全封闭式自动售检票方式时,车站站厅应分设付费区和非付费区。在非付费区,乘客阅读乘车信息,购买车票,然后进入付费区,通往站台层。应配备入闸机将非付费区和付费区隔离,乘客购票设施应设在前往入闸机的路线上,而出闸机则设置于另一边,避免客流交错。

10.3.5.8 非付费区应配备售票机、充值机和车票查询设备，这些设施应处于进入站厅的乘客视线范围内，应按规定的数量配备售票机以满足预期客流量。

10.3.5.9 车站的无障碍设计应当符合国家标准 GB 50763 中的相关要求。

10.3.5.10 车站的站台、站厅、楼梯、通道和出入口，应设置无障碍服务设施，同时为乘客通行提供良好的视线，避免隐蔽区、避免死胡同和视线障碍。为适应早高峰及晚高峰乘客到站和离站的比例变化，自动扶梯和检票机的设置可作出换向运作以配合乘客的流动方向。同时仍能够保持一般乘客流动的整体性。

10.3.6 车站出入口设置应满足以下要求。

10.3.6.1 出入口布置应根据车站站位、周边环境和人流方向而定，尽量分散、多向布置，或与人行过街设施相结合，在有条件的地方宜与公共建筑连通。

10.3.6.2 出入口外应有客流集散或停车的场地，并与其他城市公共交通接驳方便。

10.3.6.3 出入口总疏散能力应大于远期高峰小时紧急疏散客流量的 1.3 倍。

10.3.7 车站建筑与装修应满足以下要求：

10.3.7.1 车站建筑形式应简洁、明快、舒适、健康，服从交通功能为主，并与地面环境、结构型式和施工方法相协调。

10.3.7.2 车站内部建筑装修应经济、实用、安全、耐久，便于施工和维修。应采用防火、防潮、防腐、容易清洁、光反射系数小的环保型材料，站内地面应选用耐磨、防滑的材料，所用材料必须符合国家标准 GB 20286 的规定。

10.3.7.3 建筑装饰材料和构件应采用标准化、工厂化、施工装配化。

10.3.8 结构工程应满足以下要求：

10.3.8.1 结构型式应与线路敷设方式相协调，并根据工程地质、水文地质及周围环境条件选择安全可靠、经济合理结构型式。

10.3.8.2 结构设计应满足强度、刚度、稳定性、耐久性和抗震要求，并采取杂散电流防护措施。

10.3.8.3 结构工程抗震设防烈度必须符合国家规定的权限审批、颁发的文件规定，应根据当地政府主管部门批准的地震安全性评价结果确定。

10.3.8.4 车站主体和出入口结构不得渗水、表面无湿渍。

10.3.8.5 若有地下结构时满足国家标准 GB 50458-2008 中的相关规定要求。

10.3.9 车站的消防设计应当满足国家标准 GB 20286、GB 50016、GB 50045，以及 GA 579 等的相关规定。

10.3.10 车站应尽量减少立柱、屏障、电话、废物箱等障碍物，并使之不阻碍整体客流，以便为乘客提供站内通行的安全感，包括提供良好的视线、避免隐蔽区，避免死胡同和视线障碍。

10.3.11 为乘客上下楼层提供便利设施，包括提供自动扶梯、楼梯、坡道和电梯。

10.3.12 车站应当根据国家标准 GB 50458-2008 的要求设置公共厕所。

10.3.13 应参照国家标准 GB 50763 标配无障碍通道以方便伤残乘客出入车站，包括：为行动不便的乘客配备必要设施，为盲人或视力不良的乘客配备必要设施，为失聪乘客配备必要设施，为伤残乘客指引方向，在车站公众区配备卫生间设置伤残人士特殊设施。

10.3.14 站台须设有紧急停车装置。

10.3.15 如有区间隧道和地下车站，应参照国家标准 GB 50458-2008 执行。

10.4 供电

10.4.1 供电系统

10.4.1.1 高架中运量跨座式单轨交通系统供电系统的设计和设备选型，应当符合国家标准 GB 50458-2008 的相关要求。

10.4.1.2 外部电源方案可采用集中式、分散式或混合式。应根据区域电网构成的不同特点,经过技术、经济比较进行选择。对于中压网络电压等级选择采用 35kV、20kV、10kV。

10.4.1.3 主变电所应从城市电网取得两路独立电源,并做好电缆敷设路径选择,其中至少有一路应为专线电源。每座主变电所设两台主变压器,其容量接近、远期用电负荷设计,可分期实施,占用面积按远期设计控制。

10.4.1.4 牵引变电所的分布应满足远期高峰运营的需要,并有两路独立电源,整流机组容量接近、远期运量的牵引负荷计算。当系统中任何一座牵引变电所故障解列时,应靠其相邻牵引变电所的过负荷能力,保证列车正常运行。

10.4.1.5 接触网宜采用钢铝复合导电轨供电,列车采用集电靴受电,正负极均不应接地。接触网系统的标称电压应符合国家标准 GB/T 10411 规定,注入公用点的谐波电压、谐波电流应符合国家标准 GB/T 14549 的规定,系统绝缘满足现行标准要求。

10.4.1.6 供电系统应设置电力监控系统(PSCADA),对主变电所、牵引变电所、降压变电所、接触网等场所的设备、设施进行控制、监视和测量。

10.4.1.7 接触轨采用的钢铝复合导电轨应符合 CJ/T 414 的要求。

10.4.2 动力照明

10.4.2.1 动力照明系统包括降压变电所和动力照明配电系统。

10.4.2.2 照明应采用节能设施,其照度应符合国家标准 GB 50034 的规定。

10.4.2.3 动力照明等用电负荷按供电可靠性要求及失电影响程度分为一级负荷、二级负荷、三级负荷,负荷分类应符合 GB 50157 要求。

10.4.2.4 动力照明配电应符合:

- a) 消防及其他防灾用电设备采用专用的供电回路,消防配电设备采用红色文字标识;
- b) 配电变压器二次侧至用电设备之间的低压配电级数不宜超过三级;
- c) 各级配电开关设备宜预留备用回路;
- d) 动力照明配电设备宜集中布置。车站应设动力照明配电室,在通风设备容量较大且设备较集中场所及冷冻机房等处,宜设配电室。车辆基地的单体建筑物内用电设备容量较大且在该建筑物内没有降压变电所时,应设配电室;
- e) 负荷性质重要或用电负荷容量较大的集中设备应采用放射式配电;
- f) 中小容量动力设备宜采用树干式配电。用电点集中且容量较小的次要用电设备可采用链式配电,链接的设备不宜超过 5 台,其总容量不应超过 10kW;
- g) 用电设备端子处电压偏差允许值应符合国家标准 GB 50052 的有关规定;
- h) 电缆通道照明电压不超过 36V;
- i) 容量较大、负荷平稳且经常使用的用电设备,宜单独就地设置无功功率补偿装置;
- j) 动力设备及照明的控制可采用就地控制和远方控制;

10.4.2.5 车站照明种类可分为正常照明、应急照明、值班照明和过渡照明。

- a) 车站应按照国家标准 GB 50034、GB/T 16275 的要求提供充分的自然光和人工照明,并达到安全要求。应急照明由备用电源供电,确保符合国家标准 GB/T 16275 的要求;
- b) 车站提供外部人工照明,照明应确保便于乘客/员工在非日照时间内通行,且也便于车辆在非日照时间内通行;
- c) 应急照明包括备用照明和疏散照明,其设置应符合下列规定:
 - 1) 当正常照明失电后,对需要确保正常工作或活动继续进行的场所应设置备用照明;
 - 2) 当正常照明因故障熄灭或火灾情况下正常照明断电时,对需要确保人员安全疏散的场所应设置疏散照明;

- 3) 地上线路及建筑的应急照明供电时间,应符合现行国家标准 GB 50016 和 GB 50045 的有关规定。

10.4.2.6 景观照明应与周边环境风格相协调,同时应符合 JGJ/T 163 的有关规定。

10.4.2.7 照明照度标准应符合国家标准 GB/T 16275 和 GB 50034 的有关规定。

10.4.3 地上车站与区间、控制中心、车辆基地的建筑物及其他户外设施的防雷应符合国家标准 GB 50057 和 GB 50343 的有关规定。

10.4.4 动力照明的其他要求,应符合国家标准 GB 50054、GB 50055 和 JGJ 16 的有关规定。

10.4.5 电气设备及材料应选用体积小、噪声小、低损耗、防潮、防火、阻燃、低烟、无卤、不自爆、维护少、安全、节能的定型产品。对于电缆应选用阻燃型低烟产品,应急照明、消防设施的供电电缆,明敷时应选用低烟无卤耐火型电缆或矿物绝缘类不燃电缆,其中地面区段所采用的电缆阻燃性能不应低于 B 级;电缆在地面或高架桥上敷设时,其外护套还应具有防紫外线的功能。电缆的设计和选型应当符合国家标准 GB 50217 中的规定。

10.4.6 电气防护与接地应符合国家标准 GB/T 50065、GB/T 28026.1、GB 16895.3、GB 16895.21、GB/T 17045 中的规定,接地宜采用自然接地体和人工接地体组成的综合接地方式,设置接地导轨。为防止乘客在车站遭受电击,车站应设置良好的车体接地装置,并与区间接地装置贯通。

11 车站设施及机电设备

11.1 站台门

11.1.1 高架中运量跨座式单轨交通系统应设置站台门,站台门应符合行业标准 CJJ 183 的要求,宜在站台门和车门间装设安全监控系统。

11.1.2 站台门应保证在最小行车间隔条件下每天不少于 20h 的运行能力,保证在正常和非正常状态下的安全与可靠运行,在紧急状态下能保证乘客安全疏散。

11.1.3 站台门门体尺寸及布置,应考虑车门尺寸和部位、列车停车精度要求,以及列车停车位置等因素,并应具有厚度不大于 8mm 的最小障碍物检测能力。

11.1.4 站台门的开关应与列车车门的开关协调一致。在任何故障情况下,确保所有活动门处于闭锁状态,站台门的控制器应具备故障站台门与列车车门对位隔离功能。

11.1.5 站台门无故障使用次数、设计使用年限应符合行业标准 CJJ 183 的要求。

11.1.6 站台门系统使用的绝缘材料、密封材料和所用的电线电缆均应采用无毒、低烟、阻燃,且不含有放射性成分的产品,满足使用地区的气候环境要求,金属部件应可靠接地,其接地型式及安全技术要求满足国家标准 GB 14050 的规定。

11.2 电梯/扶梯

11.2.1 高架中运量跨座式单轨交通系统站台至站厅层,出入口均应设置上行扶梯,站台至站厅层宜设置下行扶梯,有条件的出入口应设置下行扶梯。

11.2.2 车站站台设置的自动扶梯数量和楼梯宽度的总量,应根据高峰小时客流量,按各口部提升高度及其客流不平衡系数计算确定,并满足乘客紧急疏散能力。电梯/扶梯的选择应符合国家标准 GB 7588 和 GB 16899 的规定。

11.2.3 作为事故疏散用的自动扶梯,其电源应按一级负荷供电,并具有逆向运转功能。

11.2.4 垂直电梯及其箱体结构材料符合相关标准要求,并设置电视监控、电话报警等安全防范设施,但不能作为紧急疏散用。垂直电梯在站台上的开门方向不宜面向站台边线,否则应采取防挡安全措施。

11.2.5 自动扶梯及电梯的金属部件应可靠接地,其接地型式及安全技术要求满足国家标准 GB 14050 的规定。

11.3 自动售检票

11.3.1 高架中运量跨座式单轨交通系统应设自动售检票(AFC)系统。

11.3.2 自动售检票系统的设计能力应满足远期超高峰客流量的需要。自动售检票设备的初期配置容量及数量应按近期超高峰客流量计算确定,并应按远期超高峰客流量预留位置与安装条件。自动售检票系统应符合国家标准《城市轨道交通自动售检票系统技术条件》GB/T 20907的规定。

11.3.3 自动售检票系统宜按封闭式多级计程计时票价方式设计,售票可采用自动和人工两种方式,检票应采用自动方式。自动售检票系统的设计应以可靠性、安全性、开放性、可维护性和扩展性为原则,并应考虑经济性。

11.3.4 自动售检票系统应能满足跨座式单轨交通各种运营模式和票务模式的要求,具备抗电磁干扰的能力和适应车站环境条件。

11.3.5 自动售检票系统应由线网清分系统、线路中央计算机系统、车站计算机系统、车站售检票设备、各种车票和传输系统等组成,并宜与城市“一卡通”清算系统相连接。

11.3.6 设置在运营清分中心的线网清分系统应由通信服务器、系统服务器、数据库服务器、编码分拣机、网络设备、各种功能的工作站、不间断电源(UPS)和高速打印机等构成;设置在控制中心、车站或车辆基地的线路中央计算机系统应由通信服务器、系统服务器、数据库服务器、编码分拣机、网络设备、各种功能的工作站、不间断电源(UPS)和高速打印机等构成。

11.3.7 车站自动售检票系统设备应由半自动售票机、自动售票机、自动充值机、自动(进出站)检票机、验票机等组成,车票宜采用非接触式集成电路卡,主要有单程票和储值票两种基本类型。

11.3.8 高架中运量跨座式单轨交通系统线网清分系统、线路中央计算机系统及各车站自动售检票系统的供电应采用一级负荷,系统接地宜采用综合接地方式,接地电阻值不应大于 1Ω 。

11.4 环控(BAS)与火灾报警(FAS)

11.4.1 环控(BAS)的设置应遵循集中监控管理、分散检测控制、资源共享的基本原则,并满足运营管理和各设备系统的要求。

11.4.2 环控(BAS)的监控对象主要面向车站照明、电梯和自动扶梯、空调、给排水泵等,符合国家标准GB 50157、GB/T 50314等的有关规定。

11.4.3 火灾报警(FAS)实现对车站消防广播、警铃、消防水泵、防火卷帘等相关消防设备的自动控制,并由控制中心或车站及时发送火灾报警信息及控制命令,FAS与通信系统公用广播及闭路电视监视系统互联,并具有火灾事故广播的优先级。

11.4.4 火灾自动报警系统(FAS)与BAS独立设置时,系统之间应设置可靠的通信接口,防排烟系统与正常的通风系统合用的设备应由BAS统一监控,火灾工况应由FAS发布火灾模式指令,BAS优先执行相应的控制程序。

11.4.5 BAS、FAS系统网络应包括中央级监控局域网、车站级监控局域网、现场总线控制网络,以及连接中央级与车站级、车站级与现场级的传输网络,符合现行国家通信、网络标准要求并有相应的冗余设置和抗干扰能力。

11.5 车控室

11.5.1 根据运营使用功能的不同,车控室可划分为日常工作和观察区、监控操作区、系统设备区和维护工作区等。

11.5.2 车控室的净面积应满足设备安装、监控操作、维修、常用器具摆放的要求。

11.5.3 车控室宜全设置在车站站厅的一侧,应确保车站手动应急控制盘(IBP)的设置方向一致。

11.5.4 车控室强、弱综合管线宜分层敷设。

12 控制系统

12.1 通信系统

12.1.1 通信系统应满足高架中运量跨座式单轨交通系统对语音、数据和图像等信息传送的需要，宜设置独立的通信系统。

12.1.2 通信系统宜由专用通信系统、警用通信系统，以及应急通信系统组成。专用通信系统可由传输、无线通信、公务电话、专用电话、闭路电视监视、广播、时钟、电源、乘客信息、网络管理、电源等子系统组成。

12.1.3 传输子系统应由光纤介质，以及光传输设备为通信各子系统，以及信号、供电、防灾报警、环境与设备监控、自动售检票等专业的信息提供可靠的传输通道。

12.1.4 无线通信子系统包括正线无线通信和车辆段（场）无线通信，宜采用数字集群移动通信技术。

12.1.5 公务电话子系统宜采用程控自动电话交换机组网，其设备应符合国家规定制式系列。亦可利用公用电信网组建。

12.1.6 专用电话子系统应包括调度电话、站内专用电话、站间行车电话及轨旁电话。

12.1.7 闭路电视监视子系统应提供列车运行、防灾救援、设备安防及旅客疏导等方面的视频信息。

12.1.8 广播子系统包括车站广播和车辆段（场）广播系统。车站广播应向乘客提供列车运行、安全及向导等服务信息，同时向工作人员发布指令和通知。

12.1.9 乘客信息子系统宜由控制中心、车站及车载等设备组成，为站内和列车内的乘客提供列车运行、公告、紧急疏散指示等运营信息，以及新闻、商业广告等公共信息。

12.1.10 警用通信系统宜与专用通信系统同步建设、统筹实施、资源共享。

12.1.11 电源子系统应具有冗余可靠性。

12.1.12 乘客与运营控制中心的通讯设备应满足如下要求：各车门廊道应配备求助装置，各求助装置旁边应配备对讲机，便于乘客操作及与控制中心通话；控制中心可以实时得知可能的异常情况或紧急情况，已激活的求助装置在列车的位置应显示在控制中心的显示器及车辆的显示器上。

12.2 信号系统

12.2.1 信号系统配置应根据行车组织和运营要求、线路状态及车辆性能等条件采用 ATC 系统，并满足行车密度和列车运行安全的要求，满足故障运营或紧急状态下运行的需要。信号系统应具有高可靠性、高可用性、高维修性和高安全性，满足国家标准 GB/T 12758 的规定。

12.2.2 信号系统/安全相关子系统/设备应满足故障-安全原则，并经独立安全评估。

12.2.3 信号系统应具备如下功能：

- a) 控制列车安全运行；
- b) 状态监测；
- c) 故障报警；
- d) 提供人机界面；
- e) 道岔区联锁系统道岔控制电路功能；
- f) 主系统（CBTC）故障后的列车即时应急定位功能；
- g) 具有单轨跨座胶轮列车的辅助检测设备；
- h) 与风、震灾害监测系统的信号系统接口。

12.2.4 正线信号系统应设置列车自动防护系统(ATP)、列车自动监控系统(ATS)和数据通信系统(DCS)，宜设置自动驾驶运行系统（ATO）。

车辆段信号系统宜与正线信号系统等级相同，至少设置计算机联锁系统。当采用无人驾驶模式运行时，车辆段（场）的信号系统应全部纳入ATC管理控制。

12.2.5 信号系统宜采用计算机网络技术、数字通信技术，尤其是 CBTC (Communications-Based Train Control) 技术。

12.2.6 信号系统内部通信应符合国家标准 GB/T 24339 的规定，其构成的硬件和软件应符合国家标准 GB/T 28809 和 GB/T 28808 的规定。

12.2.7 车载信号设备不得超出车辆轮廓线，轨旁信号设备不得侵入设备限界，并遵循“故障-安全”原则。

12.2.8 信号系统设备应具有电磁兼容性，满足国家标准 GB/T 24338 的规定，并具备后备电源系统。

12.2.9 信号系统设备应满足行业标准 TB/T 3074 的防雷要求。

12.2.10 信号系统设备电源应具有冗余可靠性。

12.2.11 采用 CBTC 技术时应满足行业标准 CJ/T 407 的要求。

12.2.12 根据运营需求，可配置列车全自动运行（无人驾驶）系统。系统采用 UTO 模式时应满足国家标准 GB/T 32588.1 和 GB/T 32590.1 的规定。

12.2.13 采用分段建设、分段投入的初期运营线路，或改扩建线路，在线路较短、行车密度不大（15 对/h 以下）的情况下，可设置临时过渡信号，其涉及行车安全的设备，应遵循故障-安全原则。

12.2.14 UTO 运行模式

12.2.14.1 系统应具备满足国家标准 GB/T 32588.1 和 GB/T 32590.1 中的“城市轨道交通管理系统 (Urban guided transport management systems, UGTMS)”，城市轨道交通管理系统 (UGTMS) 的 RAMS 需求应与 GB/T 21562 的规定相一致，其安全需求应与 GB/T 28808、GB/T 28809 相一致，系统的电磁兼容性应与 GB/T 24338 系列中电磁兼容性相关部分一致，系统间的通信应满足国家标准 GB/T 24339 的规定，车辆具备自动应急处理功能。

12.2.14.2 车辆及信号系统应满足如下要求：

- a) 可确定前方线路行车是否安全；
- b) 可确定线上的其他车辆都在安全距离以外；
- c) 可确定本车安全行车速度；
- d) 可自动控制行车速度(包括加速及停车等)；
- e) 可防止与线路上障碍物，包括人员的碰撞；
- f) 可自动控制车门开关，并与站台门同步；
- g) 可确定车辆安全启动的行走条件；
- h) 车辆应配置乘客自救设施，运营相关系统应配合自救设施的处置。

12.2.14.3 其他运营相关系统应满足如下要求：

- a) 能够防止有乘客或人员卡在车门和站台门之间；
- b) 能够自动安排车辆投入或离开运营服务；
- c) 能够自动联系及监控车辆运营状况；
- d) 能够自动检测和处置运营线上的系统和车辆故障（包括紧急情况），并安排运营人员及时处理及判定所需救援安排；
- e) 能够自动安排降级运营，包括限速、路线调控、运营班次调控等。

12.3 机电设备综合监控

12.3.1 机电设备综合监控包括变电所自动监控 SCADA、环境与设备监控系统 BAS、火灾自动报警系统 FAS，以及综和监控系统 ISCS 等子系统，系统应建立统一的监控层硬、软件平台，实现相关各子系统之间的信息共享和协调联动功能，并应以功能需要、经济实用为原则配置相关设施。

12.3.2 综合监控系统面向的对象为控制中心的行调、电调、环调、维修调度及车站值班站长、值班员，系统采用两级管理、三级控制分层分布式结构，系统应由信息管理层、控制层及设备层构成。

12.3.3 车站、控制中心、车辆段、停车场、主变电所应设 FAS。FAS 按全线同一时间发生一次火灾的原则，系统按中央级和车站级两级监控方式设置。车站内每个防烟分区为一个报警区域。

12.3.4 FAS 实现对车站消防广播、警铃、消防水泵、防火卷帘等相关消防设备的自动控制，并由控制中心或车站及时发送火灾报警信息及控制命令，与通信系统公用广播及闭路电视监视系统互联，并具有火灾事故广播的优先级。

12.3.5 BAS 监控的对象包括：车站公共区及主要设备管理用房的环境参数，给排水泵、自动扶梯及电梯、照明、事故电源等设备。

12.3.6 集成后备盘 IBP (Integrated Backup Panel) 作为紧急情况下车站 BAS 系统的后备措施，可直接通过 BAS 控制器控制现场设备按规定的模式运行，并显示模式的运行状况，具有最高控制权。

12.3.7 综合监控系统应具备对监控对象的模式控制、群组控制及重要设备的点控功能，相关的安全连锁功能由控制层实现，控制层应具有相对独立工作的能力。

12.3.8 综合监控系统可采用工业以太网标准独立组网或共用通信骨干网通信级网络结构，并宜将变电所自动监控 SCADA、BAS、FAS 等子系统集成为综合监控系统，建立统一的监控层硬、软件平台，实现相关各子系统之间的信息共享和协调联动功能。

12.3.9 弱电控制系统宜考虑 UPS 电源系统合理整合，以实现资源共享，降低电源系统的投资。

12.4 安防

12.4.1 安防系统宜包括车站、区间、车辆段视频监控系统、门禁系统，以及车辆段/停车场视频监控系统和周界报警系统等组成。

12.4.2 车辆段/停车场视频监控系统宜由视频服务器、存储设备、摄像机、视频光端机、监视终端以及网络设备等组成，完成值班员对车辆段周界、段内重要大楼、大门出入口、出入段线的监视，系统宜与周界报警系统联动。

12.4.3 车辆段/停车场周界报警系统宜由周界报警控制主机、联动报警模块、前端传感器和终端显示设备组成。

12.4.4 安防系统应具备与通信、低压配电等系统及建筑专业等的接口功能，纳入线路的运营管理系统。

12.4.5 安防系统的用电负荷应为一级负荷。

12.5 乘客信息

12.5.1 全线各车站及车辆客室内应设置乘客信息系统。

12.5.2 乘客信息系统应具备控制中心调度员和车站值班员向乘客通告列车运行以及安全、向导等服务信息能力，乘客信息系统由语音、视频和引导显示牌等部分组成。

12.5.3 乘客信息内容包括列车到达动态信息、时间信息、乘客乘车须知、时事、新闻及其他内容，并在 FAS 系统报警时具有联动功能。

12.5.4 车站及车厢内所提供的信息应满足以下要求：

12.5.4.1 提供清楚流畅的客流路线，避免采用过多的标志。

12.5.4.2 乘客信息包括标志、信息牌、可变信息显示、播音通知、估计候车时间、下一班车终点站及车辆满载情况。

12.5.4.3 公众区营造良好的音响广播环境，在管理区和设备区提供适当的音响环境。正常运行和应急运行情况下，车站广播均须清晰可辨。

12.5.4.4 为视力、听力障碍人士提供适当的设施。

12.5.4.5 为满足服务要求,应根据当地环保法规的要求提供隔音屏作为缓解措施,以避免车站广播对邻近建筑物造成滋扰。

12.5.5 车站及车厢应设置咨询及求助点,并能及时与运营人员沟通。

12.6 控制中心

12.6.1 为确保跨座式单轨交通系统列车安全、可靠和高效地运行,对运营过程实施全面的集中监控和管理,应建立运营控制中心(OCC)。控制中心应具备通风和空调系统,并根据相应的设备要求进行室内环境控制。

12.6.2 控制中心应具有对跨座式单轨交通全线的列车运行、电力供给、环境状况及车站设备、车辆、票务运行等全过程进行集中监控、统一调度指挥和管理的功能,设置信号、火(防)灾自动报警、环境与设备监控、电力监控、自动售检票和通信等系统中央级设备。

12.6.3 控制中心应具有高度的安全性和可靠性,宜单独修建。总体布置应考虑安全可靠,操作、维修及管理方便,运营成本低廉等;当与其他用房合建时,应满足其安全性和可靠性的要求。

12.6.4 控制中心按功能可划分为运营操作区、设备区、运营管理区、维修区及辅助设备区。室内总体布置应以行车指挥为核心进行各调度台和模拟显示屏的布置,应便于行车调度、电力调度、环控调度、防灾调度、维修调度和总调度之间的信息沟通,具备紧急事件指挥中心的功能。

12.6.5 强弱电设备应分别布置和安装,其相应的缆线也应分别布置和敷设,地面应装设防静电活动地板,电器设备房内不得有水管穿过,风管穿过时应安装防火阀,楼层、房间之间的管线孔洞应封堵。

12.6.6 控制中心宜设置综合接地装置,接地电阻值不应大于 1Ω 。通信、信号、防灾报警、环境与设备监控等弱电系统设备接地应从综合接地装置上单独接引,并与强电系统接地装置分开设置。

12.6.7 控制中心应设置一般照明与应急照明,照明的控制宜采用集中控制方式。照明灯具宜选择节能型、散射效果好、使用寿命长且维修、更换方便的灯具。灯具布置宜与建筑装饰和设备布置相协调。

12.6.8 中央控制室的照明应柔和均匀,无眩光,考虑模拟屏和操作台面最大照度的需要。设备房、维修用房、办公管理用房及其他各部位的照明其照度应符合国家标准 GB 50034 的规定。

12.6.9 应急照明包括安全疏散照明、事故照明和指示照明。应急照明的照度不应小于正常照度的10%,应急照明的备用电源容量应包括整个控制中心及远期预留房间不低于1h的使用容量。

12.6.10 控制中心应设置火灾自动报警、环境与设备监控、火灾事故广播、自动灭火、水消防、防排烟等消防系统。

12.6.11 控制中心应能对所有紧急状态下的应急预案和操作程序进行监控管理,发布相关消防设施的控制命令,负责全线防灾、救灾的指挥和协调控制中心负责灾害情况下的对外联络及协调工作,应能通过电话或网络通信快速地向本地区的消防、公安、医疗救护部门建立联系。控制中心应具备接收本地区气象预报部门、地震预报部门的电话报警或网络通信报警功能。

12.6.12 线路采用UTO模式运行时,控制中心应符合国家标准 GB/T 32588.1 和 GB/T 32590.1 的规定,建立UGTMS系统并配备相应的监控与通信系统。

12.6.13 控制中心所需要的行车信息系统包括以下内容:

12.6.13.1 提供综合监控系统,以统一人机接口。监视或控制机电系统包括:变电所自动化系统(PSCADA)、机电设备监控系统(EMCS)、火灾报警系统(FAS)、屏蔽门系统(PSD)、信号系统(SIG)、自动售检票系统(AFC)、闭路电视系统(CCTV)、广播系统(PA)、乘客信息系统(PIS)、无线电系统、时钟系统。

12.6.13.2 提供多层次及灵活的监控系统。操作员工作站应设在控制中心(OCC)、车站或维修办公室,系统设计应可支持独立车站监控或站群监控操作模式,并提供多系统联动功能。

12.6.13.3 提供车站综合后备盘作为重要功能的后备控制,使单点故障不影响正常系统操作。

12.6.13.4 控制中心应配备模拟屏供行调、电调、环调和总调等操作人员操作使用。

12.6.13.5 车辆段控制中心应提供(非综合的)监控系统以监控车辆段内行车调度、牵引系统和无线电系统状态。

12.6.13.6 消防控制中心应提供(非综合的)监控系统以监控车辆段内保安设备、消防设备和车辆段楼宇设备。

12.6.14 OCC与中心站的联系及监控应满足以下要求:

12.6.14.1 提供行车调度员/车辆段调度员与列车驾驶员之间的列车无线电通信系统,使中央控制中心的行车调度员与列车驾驶员可以直接及有效率地通话,且当列车进入车辆段时,列车驾驶员可改变频道,与车辆段调度员通话。

12.6.14.2 应为巡查人员,如维修及站务员提供便携无线电通信系统。

12.6.14.3 CCTV可将车站、车厢的视频图像传输到中央控制室,以便于中央控制室遥控车站/车辆情况。

12.6.15 中心站及一般站的联系及监控应满足以下要求:

12.6.15.1 车站控制室和车辆段应向公用电话用户提供音频通信,除了服务于系统内部作一般公务通信外,并可与市内电话或长途电话用户相互通信。

12.6.15.2 专用电话可分为调度电话、站内、站间及区间电话。专用电话应独立成系统并与公用电话系统分离,各车站入口及在预定的站内位置应设求援专线。如需要可提供视频功能,以明确通话人身份;

12.6.15.3 车站控制室配备通信、控制及紧急设施,为车站的通信中心和紧急指挥控制点。中央及车站值班员可对旅客播放音乐或广播,中央控制中心应可对每列车辆作集中广播;在站台,站厅及其他适当位置,中央控制室或本站控制室为旅客提供与列车运行有关的信息;在车厢内,车上驾驶室及中央控制室为乘客提供与列车运行有关的信息。

13 车辆基地

13.1 一般规定

13.1.1 高架中运量跨座式单轨交通系统车辆基地应包括车辆停放、检修设施、综合维修中心、物资总库、培训中心和必要的生产生活等设施。

13.1.2 车辆基地应统筹考虑初期、近期、远期,统一规划,分期实施。选址原则应当靠近正线、避开地质水文不良、良好自然排水、用地远期发展余地,车辆配备应按初期运营需要配置。站场线路、房屋建筑和机电设备等应按近期需要设计。用地范围应在站场线路和房屋规划布置的基础上按远期规模确定。

13.1.3 车辆基地应有完善的消防设施。

13.1.4 车辆基地应对所产生的废气、废液、废料和噪声等进行综合治理,并应符合国家现行有关规范的规定。

13.1.5 车辆基地内应有运输道路及消防道路,并应有不少于两个与外界道路相连通的出口。

13.2 车辆基地功能与规模

13.2.1 车辆基地的功能、规模根据其在线网中的地位和集中检修的原则合理确定,并符合下列要求:

13.2.1.1 当采用全面维修模式时,车辆基地作业范围为车辆全面检修及以下修程的车辆检修作业。

13.2.1.2 当采用重点维修模式时,车辆基地作业范围为车辆换轮及大部件的互换修作业。

13.2.1.3 停车场应主要承担列检和停车作业;必要时可承担换轮/三月检及临修作业。

13.2.2 车辆基地应包含以下作业范围:

a) 列车管理和编组工作;

b) 列车停放、日常维修、清扫洗刷及定期消毒等日常维护保养;

- c) 车辆的定期检修;
- d) 车辆的临修;
- e) 车辆段检修设备、机具的维修和牵引车、工作车等的整备及维修;
- f) 车辆动力电池组的日常维护、检查、更换和充电;
- g) 必要时负责列车的乘务作业。

13.2.3 车辆基地(停车场)规模,应根据车辆技术条件,配属列车编组和数量、检修周期和检修时间计算确定,其所需要的附属设施宜靠近相关的负荷中心布置。

13.2.4 产生噪声、冲击振动或易燃、易爆的车间宜单独设置。检修车间产生的有害气体、粉尘、废液等应按国家现行有关环境保护及卫生标准的规定处理达标后排放。

13.2.5 车辆基地的总平面布置应以车辆段或停车场为主体,并应根据车辆运用、检修的作业要求和段(场)址的地形条件、综合维修中心、物资总库和培训中心等设施的布局及道路、管线、绿化、消防、环保等要求,结合当地气象条件,按有利生产、方便管理和生活的原则进行统筹安排、合理布置。

13.3 车辆运用整备设施

13.3.1 车辆运用整备设施包括停车库(棚),列检、月检库和列车清洁洗刷设备及相应线路等设施,并根据生产需要配备办公、生活房屋。应根据不同自然条件下选择停车库、车棚及露天设置等停放方式。

13.3.2 停车库(棚)和列检、月检库宜合建成运用库;列检、月检库也可单独设置或与其他厂房合建。

13.3.3 运用库的规模应按近期需要确定,并预留远期发展条件。近、远期规模变化不大或厂房扩建困难时,可按远期规模一次建成。运用库设计时,停车列位数应按配属列车数在扣除每天在修车列数后计算确定(设有独立停车场的线路,还应扣除其停车场的停车列数)。列检、月检列位数应按列检、月检工作量计算确定,并适当留有余地。

13.3.4 运用库各库线的列位设置应根据车库型式确定。

13.3.5 运用库各种库线的供电钢铝复合导电轨在库内应分段设置并加装安全防护设施,库前应设置隔离开关或分段器,并应设有送电时的声响警示及醒目的信号灯显示。

13.3.6 月检库的线路应设车辆车顶作业平台,并设安全防护设施。作业平台面高度和结构尺寸应根据车辆结构和作业要求确定。根据作业需要,可设置起重设备

13.3.7 车辆段应设机械洗车设施,配属列车超过12列的独立停车场可设置机械洗车设施。

13.3.8 车辆段、停车场宜根据其布置和作业需要设牵出线,其数量应根据作业量确定。

13.3.9 车辆段、停车场内列车运转调度、检修调度与防灾调度宜合并设置为车辆段调度中心。

13.4 车辆检修设施

13.4.1 检修库规模应根据检修工作量和检修时间计算确定。

13.4.2 各种车库的库前宜有一段平直线路,其长度应保证车辆安全进出库。

13.4.3 换轮库应结合工艺流程和厂房组合情况合理布置,可单独设置,也可与检修厂房合并设置。

13.4.4 车辆段应设试车线。试车线应满足下列要求:

13.4.4.1 试车线应为平直线路,困难条件下允许在线路端部设曲线,试车线应有配套的信号和供电设备,试车线的其他技术标准宜与正线标准一致。

13.4.4.2 试车线的有效长度应根据车辆性能、技术参数以及试车综合作业要求计算确定,试车线两端应设车挡。

13.4.4.3 地面试车线应有一段不小于一列车长度的硬化地面,便于维修人员作业。

13.4.4.4 若车辆基地规模较小且条件无法满足时,车辆基地内可不设试车线,并考虑利用正线满足试车要求。

13.4.5 转向架间一般在检修库内设置，也可毗邻检修库。转向架间规模和检修台位应依据转向架检修任务量、作业方式和检修时间计算确定。转向架间应设有转向架检修及零部件的检修、清洗、试验及探伤设备和轮胎拆装、充气机存放设备。

13.4.6 应根据国家标准 GB/T 31486、GB/T 31485、GB/T 31467 中的相关规定和制造商的建议，确定车辆蓄能装置所使用的动力电池的检修项目和更换周期，配置车辆动力电池的检修和更换设施。

13.4.7 车辆段应设材料、备品间。当物资总库不设在基地内时，应设独立物资库，并配备必要的起重和运输设备。

13.5 综合维修中心

13.5.1 综合维修中心功能应满足全线轨道梁、房屋建筑和道路等设施的日常维修、保养工作，以及供电、通信、信号、道岔、机电设备和自动化设备的日常维修和检修工作的需要。对于轨道梁、机电设备及其他设施大修，宜委托专业队伍进行。

13.5.2 综合维修中心宜根据各专业的性质分设车间。

13.5.3 综合维修中心应根据生产的需要配备生产房屋、仓库和必要的办公、生活房屋。

13.5.4 设于车辆基地内的综合维修中心，其供电、供风、供热和供水设施宜与车辆段相关设备和设施统一设置。

13.5.5 综合维修中心应根据各专业的作业内容和工作量配备必要的设备，以及相应的工程车辆。

13.5.6 综合维修中心应设置工程车库，供工程车的存放和日常维修保养。工程车库的股道数量和面积应根据配属工程车的台数确定。

13.5.7 车辆检修周期可执行表 8 的规定。

表8 车辆检修维护周期表

类别	检修种类	里程(万km)	时间	检修时间
定期检修	全面检修(5级)	60	6年	40d/列
	重点检修(4级)	30	3年	30d/列
	年检(3级)(包括换胎)	12	1年	10d/列
日常维修	三月检(2级)	3	90d	3d/列
	列检(1级)	0.2	4d	4h

13.5.8 车辆、设备设施的检修宜从定期（预防性）检修向状态修过渡，以降低车辆、设备设施的寿命周期成本（LCC），提高利用率。

13.6 车场

13.6.1 车场线路的配备应满足功能及工艺要求，车场内线间距、线路长度根据工艺及结构的要求具体确定。

13.6.2 车场道岔的选型和布置方式需进行技术经济比较后确定。

13.7 车场自动化运行

13.7.1 车场控制中心应配置合适的设备，以实时监控每列车辆状况。

13.7.2 车场应设置全自动运行区及非全自动运行区，使行调及车场调度可以有效进行安全管理，并提高车场的运行效率。

13.7.3 车场全自动运行区及非全自动运行区应得到有效分隔，并安装安全管理系统以便于控制和监测车辆，人员，设备等进出相关区域。

- 13.7.4 车场全自动运行区及非全自动运行区应设有合适的警告/联锁装置，以通知附近人员该轨道/区域的运行状况。
- 13.7.5 车场全自动运行区应可再细分特定区域，以满足设备维护，故障处理等事宜的特殊要求，并提高运行效率。
- 13.7.6 车场须设有紧急停车装置，以应对车场全自动运行区及非全自动运行区的紧急状况。
- 13.7.7 车辆应设有本地控制装置，以便于授权人员切除自动运行功能，并避免在车辆处于全自动运行区自行运行时对人员和设备安全的影响。

14 安全(应急)与防灾

14.1 高架中运量跨座式单轨交通系统的主体结构工程，以及因结构损坏或大修对运营安全有严重影响的其他结构工程，应具有针对火灾、水淹、地震、风暴、冰雪、雷击等灾害的安全措施，符合国家标准 GB 50009、GB 50909、GB 50016、GB 50045、GB 50057 等的相关规定。系统的车站、区间和停车站场等的消防设计，应当符合 GB 50157 标准要求。

14.2 高架中运量跨座式单轨交通系统应建立预防、报警、疏散、救援的安全系统。

14.2.1 乘客疏散有以下方式：

- a) 车站疏散——利用救援车辆或自身动力电池把故障列车连同乘客带至车站疏散；
- b) 架设逃生通道——乘客可以直接由车厢走到轨道梁旁边的逃生通道，并沿线路步行达到逃生楼梯或车站；
- c) 横向疏散——救援列车停于故障车辆对面轨道，两车并行，在侧门之间搭设踏板，进行乘客转移疏散；
- d) 纵向疏散——救援列车在同一条轨道线上，由故障车辆前方或后方接近故障列车，两车车头均能打开，中间铺设踏板，乘客由故障列车转移至救援列车；
- e) 消防梯或升降平台——利用地面派出的消防车辆提供消防梯和升降平台进行乘客救援；
- f) 逃生滑道槽（缓降绳）——一种安装在车上的设备。打开后，乘客利用滑槽（缓降绳）转移到地面上。

宜根据法律法规的要求按上述优先顺序选择或组合乘客疏散方式。

14.2.2 预防、阻止灾害、事故的发生和蔓延，并具备一定的预防设施和灭灾自救能力。对车辆和设备的事事故源头加强预防和防护，对人身安全保护采取防范措施。

14.2.3 系统宜设置自动报警和自动灭火装置，当灾害和事故发生时，能提供可靠的通信设施，及时启动自动报警和灭火系统设备，得到控制中心统一指挥，尽快得到外援。

14.2.4 具备无障碍的乘客逃生通道和应急照明，有紧急疏散导向标志。在车站内的楼梯、通道和出入口具有足够的疏散能力。

14.2.5 使外部救援人员快速进入现场，并具备营救设施和救援条件。

14.3 高架中运量跨座式单轨交通系统防灾、疏散应遵循以下原则：

14.3.1 全线防灾只考虑同一时间、只发生一处灾害、一种灾情，并以“自救为主，内外结合”为原则，设置独立的防灾、救灾安全系统。

14.3.2 轨道交通的土建工程和车辆（含部件、电缆）均应采用耐火、阻燃材料。

14.3.3 列车运行中发生火灾，只要动力系统未受破坏，不得在区间停车，列车应驾驶到车站，从站台疏散乘客。

14.3.4 列车在区间发生故障，应由另一列车（清客后）救援推送（牵引），或依靠故障列车自身动力电池至就近车站疏散，随后送入就近车站的待避线停放。

14.3.5 故障列车被迫区间停车，可采用就地疏散方案，车辆或高架桥上应备有下车设施，并按应急预案规定，有序地组织乘客从列车下车，向安全区疏散。采用无人干预列车运行（UTO）模式时，其下车设施可由乘客自车内启动。

14.4 系统安全工作应在系统规划/设计阶段实行，并在整个系统的建设和运行过程中继续实行。系统安全概念应通过符合包括管理问责、安全问题确认、员工选拔、培训、文件控制、进入控制和审核、演练等危险解决过程的系统化解决危险的方式强调事故预防的重要性，落实安全措施。

14.5 系统紧急状况的管理过程应当包括通知、响应、解决、恢复运行，以及报告等，并分配包括行政管理人员、紧急情况指挥人员、调度人员、运营人员、安全/执法人员、消防人员、医学人员、信息发布人员在系统紧急状况中的职责和义务，建立由最高管理者签署的程序性文件。

紧急状况包括但不限于以下几种情形：

- a) 火灾或电击；
- b) 车辆碰撞或出轨；
- c) 放射、危化品或其他环境危险；
- d) 基础设施的结构性破坏；
- e) 区域性自然灾害：水淹、地震、风暴、冰雪、雷击；
- f) 电力和通信设施失效或故障。

14.6 系统所采用的材料、组件，以及相应的系统安全管理，应符合 GB 20286、GB50016、CJ/T 416、GA 579 等的相关规定。

14.7 系统应按照相关法律法规和标准规范的要求及所采用的运营模式设置应急通道、应急通风和应急照明，以及必要的救援逃生设施；车辆应设置符合要求的紧急出口，或另行提供其他方法，允许旅客在授权员工的监督下在国家规定的时间内从紧急情况中撤离到安全区域。这些应急设施、程序、方法的设置应当得到有关部门的授权和批准。

14.8 系统应按照相关法律法规和标准规范的要求在必要的场所设置有关防爆、消防、通风器材，器材的质量和数量应满足法律法规和标准规范的要求。

14.9 系统自诊断及故障/事故记录功能应满足以下要求：

14.9.1 系统应提供自诊断功能，用以监控主要设备和基本设备的状态，并向运营控制中心提供设备故障、恢复提示（自诊断）等显示，以帮助运营控制中心进行恢复及救援工作，以便缩短运行中断时间。

14.9.2 系统应当提供故障/事故记录功能，用以记录/故障事故发生时的各种状态，包括牵引、制动、车速、车门、信号和其它设备状态，以及调度命令等。存储的记录应妥善保管，防止电源异常、火灾及机械冲击等影响，这些记录应当至少保留 48 小时。

14.10 高架中运量跨座式单轨交通系统的运营前应当参照《国家处置城市地铁事故灾难应急预案》（2006-1-23）编制事故灾难应急预案，确定救援参与单位，制定救援计划，建立与救援参与单位的联系并且定期演练。

14.11 高架中运量跨座式单轨交通系统应设置对高架线路或其上行驶的列车发生故障或遭遇灾害时实施救援所需的设备和设施。

14.12 当列车遭遇暴风雨、冰雪、雷电等气候灾害时，由控制中心根据本文件 9.1.8 条要求作出减速或停运的决定。当列车发生事故停车时，应由控制中心进行调度；当从车辆中撤离所有乘客时，列车驾驶员应按控制中心的统一安排，通过广播通知乘客实施撤离。

14.13 车站及车厢应设置咨询及求助点，并能及时与运营人员沟通。

14.14 紧急及救援通道应满足以下要求：

14.14.1 区间应急疏散通道的设置应符合现行国家标准《城市轨道交通技术规范》GB 50490 的规定。

14.14.2 宜配备安全逃生设施，便于乘客和员工（包括残疾和受伤人士）通过指定的逃生路线撤离车站。逃生路线应安全可靠，配备强制通风、防火卷帘门、保护等设施，以及足够的照明和标志。

14.14.3 应会同当地的应急响应部门制定救援计划和方案，并确定应急救援通道。应急救援通道的使用规则必须标示在适当及显著的地方。应急救援通道必须得到相关方的确认，并设有紧急照明装置。

14.14.4 应为所有公众安全疏散路线创造安全环境，提供紧急疏散照明；同时，指挥控制区和应急设施通道也应提供充分的照明。

15 环境保护

15.1 结构噪声/振动

高架中运量跨座式单轨运行时周围建筑物内应感觉不到系统引发的振动。结构噪声/振动评价的原则、内容、方法和要求参照GB 14892、HJ 453、HJ/T 403执行。

15.2 电磁辐射

15.2.1 系统应与周围环境电磁兼容。在系统运行开始时，无论是否传导、辐射或诱发，该系统应不会产生干扰现场和周围所使用电磁装置或设备正常运行的电磁辐射。车辆的电磁兼容性能应符合行业标准TB/T 3034中的规定，其它相关设备、子系统应符合其各自的行业标准要求，系统的电磁兼容性应符合国家标准GB/T 24338的规定。

15.2.2 确保系统运行产生的工频电场、磁场对人体健康不会构成影响及其产生的无线电将不会干扰工程四周电磁环境。轨道交通运营时产生的电磁辐射不会对沿线居民电视等讯息接收有影响，本系统在设计上应符合国家标准GB 8702的规定。

15.3 环境噪音及振动

运行衍生噪音的来源大致上可分为三大类：机电设备（含通风系统）、车辆运行时产生的固体噪音及振动、车站与相关物业的道路交通噪音。固定音源的运作噪音应符合国家标准GB 3096和GB 22337的规定。轨道梁的设计须保证列车于设计车速行驶时，车辆内部不会产生不能接受的噪声及振动。轨道梁的设计须减低线路旁的噪声及振动。有需要时，须增加其它消声措施以达到环保的要求。

15.4 空气质量及废弃物的回收

轨道交通运营对空气质量的影响将限于由车站、车辆段及附属建筑物的通风系统中释出的散发物，及于紧急状态下排放的烟气。由运营线沿线排放的空气污染物应符合国家有关法律及标准的规定。

系统应尽可能采用可回收的环保材料，正常运营时产生的废弃物（如轮胎，电池，易损零部件等）应当得到妥善回收和利用。

16 系统保证与试运营

16.1 系统保证

系统运营前应对系统构成所采用的最低标准是否符合本文件要求进行验证和展示，系统验证和展示可以单独进行，或与验收活动相结合。这些系统验证和展示内容为根据国家标准GB/T 21562所涉及系统的技术功能和安全管理项。

系统验证和展示包括：

16.1.1 系统适用性检查

当存在以下内容时，应当依据标准进行系统适用性检查：

- a) 影响功能的环境或工作条件下的相关变化；
- b) 有关工程的功能设计、材料、制造工艺和/或接口中相关的工程变化；
- c) 以前的应用中相同功能的经验；
- d) 以前的应用中相同功能的经验。

16.1.2 验证方法

宜通过以下方式验证是否符合本文件：

- a) 设计审查；
- b) 分析；
- c) 鉴定试验；
- d) 验收测试；
- e) 检验；
- f) 演示；
- g) 以前的经验或组合。

16.1.3 现场验证展示

主要子系统和系统集成的验证和展示应当依据图1所示流程进行：

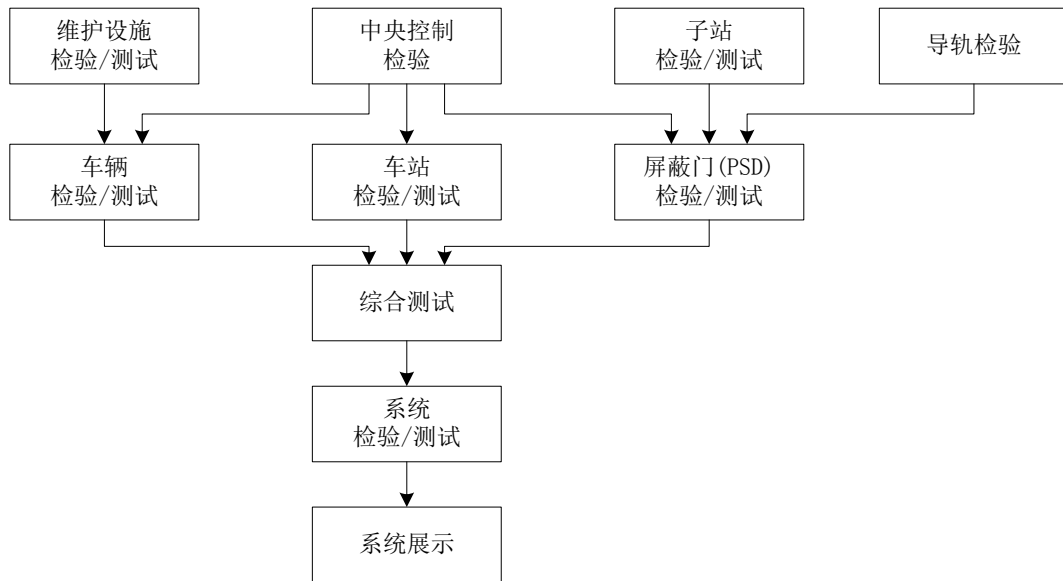


图1 主要子系统和系统集成的验证和展示流程

16.1.4 系统验证展示文件

系统验证展示文件应包括：

- a) 设计审查和分析报告；
- b) 制造商（承包商，包括分包商）系统安全/质量管理体系的认证、产品质量报告；
- c) 主要的子系统测试报告，系统集成测试报告；
- d) 安全相关系统的安全评估报告和安全认证证书。

16.2 试运营

根据国家标准GB 30013的规定，系统试运营前应从工程竣工验收、文件资料归档、实体工程质量、规章制度的建立、人员培训和上岗、系统运行维护、客运服务组织、应急预案制定、试运营安全评估、政府相关部门审批等各方面完成相关工作，达到标准的规定，并根据GB/T 30012的规定落实管理职责。

系统试运行期不应少于3个月，其中连续20天应按照运营初期列车运行图组织行车。

高架中运量跨座式单轨交通系统的试运行，应按照国家标准GB 30013的规定组织评价。

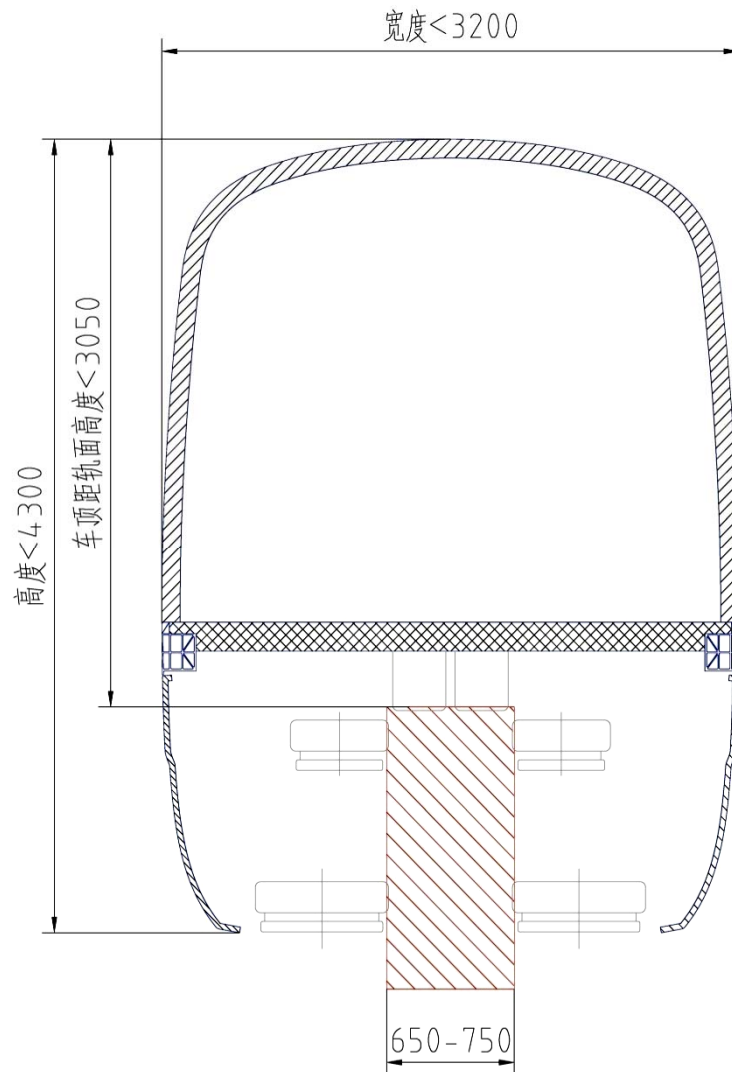
验收合格后系统方可允许投入商业运营，其商业运营应按照国家标准GB/T 30012的要求组织和进行。

附录 A

(规范性附录)

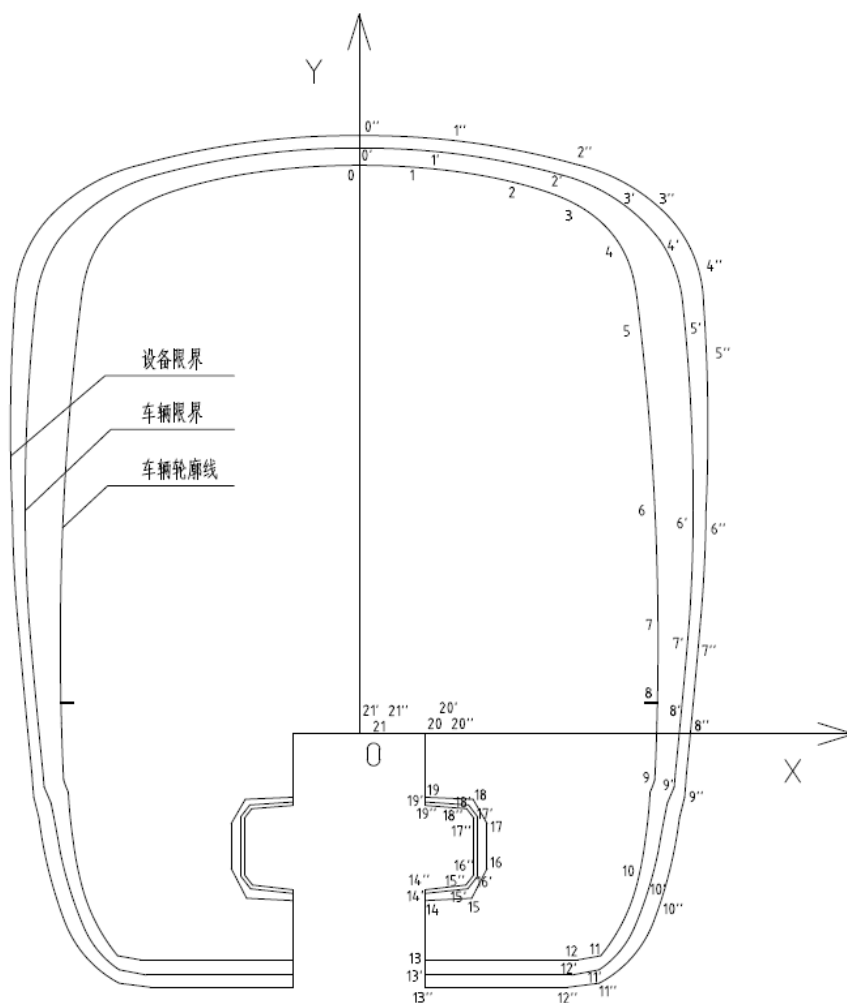
高架中运量跨座式单轨系统车辆限界图

A.1 高架中运量跨座式单轨系统车辆与导轨断面尺寸



A.2 高架中运量跨座式单轨系统限界坐标表

A.2.1 区间直线地段车辆轮廓线、车辆限界和设备限界



表A.1 车辆轮廓线坐标表 (单位 mm)

坐标点	0	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0	325	865	1170	1386	1490	1565	1582	1579
Y	3020	3006	2918	2800	2588	2165	1190	582	165
坐标点	9	10	11	12	13	14	15	16	17
X	1565	1482	1279	1157	350	350	596	677	677
Y	-242	-750	-1178	-1200	-1200	-885	-872	-714	-476
坐标点	18	19	20	21					
X	603	350	350	0					
Y	-347	-336	0	0					

表A.2 区间直线地段车辆限界坐标表 (单位 mm)

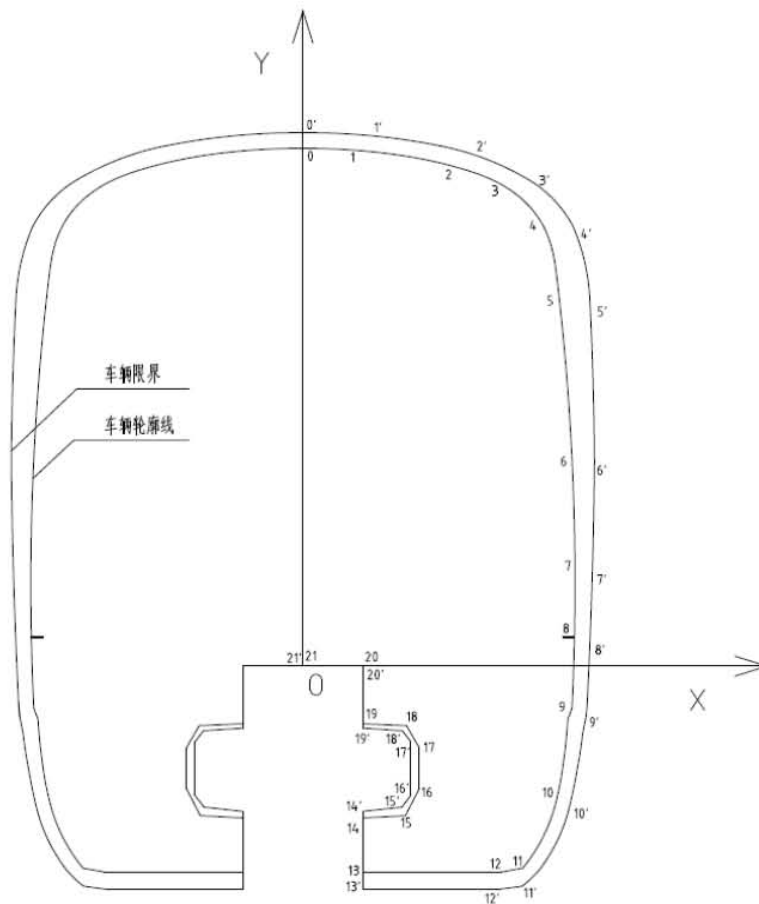
坐标点	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
X	0	400	995	1359	1640	1731	1770	1740	1705
Y	3111	3093	2989	2841	2542	2105	1125	508	113

坐标点	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'
X	1668	1528	1271	1127	350	350	575	627	627
Y	-281	-837	-1252	-1280	-1280	-847	-822	-754	-440
坐标点	18'	19'	20'	21'					
X	579	350	350	0					
Y	-377	-361	0	0					

表A.3 区间直线地段设备限界坐标表（单位 mm）

坐标点	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"
X	0	519	1142	1561	1800	1837	1835	1794	1756
Y	3178	3150	3027	2820	2450	2042	1075	440	29
坐标点	9"	10"	11"	12"	13"	14"	15"	16"	17"
X	1723	1581	1270	1106	350	350	565	607	607
Y	-336	-936	-1324	-1345	-1345	-827	-802	-747	-447
坐标点	18"	19"	20"	21"					
X	569	350	350	0					
Y	-397	-379	0	0					

A.2.2 车站直线地段车辆轮廓线、车辆限界



表A.4 车辆轮廓线坐标表（单位 mm）

坐标点	0	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0	325	865	1170	1386	1490	1565	1582	1579
Y	3020	3006	2918	2800	2588	2165	1190	582	165
坐标点	9	10	11	12	13	14	15	16	17
X	1565	1482	1279	1157	350	350	596	677	677
Y	-242	-750	-1178	-1200	-1200	-885	-872	-714	-476
坐标点	18	19	20	21					
X	603	350	350	0					
Y	-347	-336	0	0					

表A.5 车站直线地段车辆限界坐标表（单位 mm）

坐标点	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
X	0	400	995	1343	1588	1671	1695	1683	1668
Y	3111	3093	2983	2818	2523	2100	1060	531	113
坐标点	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'
X	1647	1544	1276	1130	350	350	575	627	627
Y	-291	-845	-1283	-1303	-1303	-847	-822	-754	-440
坐标点	18'	19'	20'	21'					
X	579	350	350	0					
Y	-377	-361	0	0					

附 录 B
(规范性附录)
车内乘客站立人员评价标准

站席密度	乘客拥挤情况	评价标准
0 人/m ² (AW ₀)	车辆空载	/
0 人/m ² (AW ₁)	乘客均在座位上	舒适
3 人/m ²	乘客可以自由流动, 十分宽松	舒适
4 人/m ²	平均每位乘客占有 0.5m×0.5m 的空间, 有较大的宽松度, 乘客可以看书报	良好
5 人/m ²	平均每位乘客占有 0.5m×0.4m 的空间, 有较大的宽松度, 部分乘客可以看书报	良好
6 人/m ² (AW ₂)	平均每位乘客占有 0.5m×0.33m 的空间, 感到不宽松、不用急、稍可活动, 是舒适度的临界状态	临界状态 (定员标准)
7 人/m ²	平均每位乘客占有 0.47m×0.3m 的空间, 感到有些拥挤, 站席范围有些突破	有些拥挤
8 人/m ²	平均每位乘客占有 0.42m×0.3m 的空间, 身体有接触, 需错位排列, 并突破站席范围, 感到比较拥挤	比较拥挤
9 人/m ² (AW ₃)	平均每人占有空间非常拥挤, 需突破站席范围, 挤入座区, 此情况偶尔有可能出现 (车辆制造强度必须满足)	非常拥挤 (超员标准)
10 人/m ²	乘客突破站席范围, 挤入座区, 极为拥挤, 难以忍受, 影响上、下车行为和总时间, 属极端情况	难以忍受

注: 表中乘客占有面积是立席区分配的计算面积。

附 录 C
(资料性附录)
列车阻力

C.1 列车起动阻力

在无试验数据的情况下，可采用以下公式计算：

$$R_s = 15k_g f / t$$

式中：

R_s ：列车起动阻力 ($k_g f / t$)。

C.2 列车通过曲线的阻力 (R_r)

$$R_r = 800W/R$$

式中：

R_r ：曲线阻力 ($k_g f$)

W ：列车重量 (t)

R ：曲线半径 (m)。

C.3 列车基本阻力

在无试验数据的情况下，可采用以下公式计算：

$$R_e = [(13 + 0.0425V)W + 0.0022V^2] \times a$$

式中：

R_e ：列车基本阻力 ($k_g f$)

V ：列车速度 (km/h)

W ：列车重 (t)；

a ：阻力系数。计算加速度时 a 取1.0，计算减速度 a 取0.8。

附录 D (规范性附录) 制动系统要求

D.1 制动系统性能

D.1.1 对于橡胶轮车辆的特性

橡胶轮车辆在车轮和轨道的接触中要求一个高水平的粘着。在外面的区间，具体的措施可能是必要的，以在这种不利条件下实现这一点。这种高水平的粘着使得高减速度得到实现。

D.1.2 典型参数

典型参数如下：

- 车站距离为 0.3 到 1.5km；
- 最大有效荷载是 EL E 的 60%到 70%；
- 每次制动应用大约是 2 分钟；
- 地下区间的比例大约是 15%到 45%，但可能高达 100%；
- 列车运行在与道路和行人交通隔离的轨道上。

D.1.3 制动设备

D.1.3.1 没有必要提供所有不同类型的紧急和安全制动。

D.1.3.2 列车控制系统(功能是来自列车中控制装置到列车中所有车辆的需求信号的产生和传递)应当得到设计，以便于没有单一故障将会阻止所有制动系统的运行(功能是在每一处适当的制动位置上需求信号到制动应用需求的转换，并且生成要求的制动力)。

D.1.3.3 充分的列车制动控制系统应当得到提供，以满足系统所要求的完整性水平。

D.1.3.4 每一列车，以及每一单元，都应当至少装备有两个独立的，其可能会是相似的或不同类型的制动应用系统，以便于这些中的任何一个故障时其他的应当保持完全有效。

D.1.4 制动性能值

以下性能被定义为最低要求。

D.1.4.1 加载准则

对于制动系统规定的性能中的达到其性能上的有效荷载。若有特殊要求，则政府主管部门应当提出具体的规定。应用的荷载情况如在表D.1中所示。

表D.1 荷载情况

荷载	描述
EL E	完全装备了运营服务设施的列车，但车上没有乘客
EL S	EL E+所有固定座椅被占用
EL T	EL E+所有座椅（固定的，高位的，倾斜的）被占用

EL X	<p>EL E+在X/m²密度上站立的乘客，如：</p> <p>EL6——每平米6位站立的乘客</p> <p>EL6.67——相当于500kg/m²的荷载</p> <p>注意1：站立乘客密度通常远高于长途列车，并且在不同的交通系统间可以显著变化。</p> <p>因此，所陈述的所有荷载水平被认为是计算的最小推荐水平。</p> <p>注意2：EL=欧洲荷载</p> <p>E=空车</p> <p>S=座椅（固定的）</p> <p>T=倾斜座椅</p> <p>X=在X/m²密度上站立的乘客数量</p> <p>注意3：EL E质量包括所有满载的容器和司机。</p>
------	---

注：这些荷载情况是基于每位乘客（包括行李）75 kg 的平均质量或由政府主管部门确定。

D.1.4.2 停车距离

按照性能要求，对于任何列车，以及任何初始速度，可以得到预测的标称停车距离如下面所定义：参考条件是：

- 水平轨道；
- 直线线路；
- 在干燥洁净的钢轨上的粘着系数；
- 在一个时间被称为等效响应时间（ t_e ）中，没有减速被传递到列车；
- 这段时间 t_e 后，减速度是一个常数（ a_e ），直到列车停车。

随着这个理论的制动，对于每一个初始速度（ v_0 ），停车距离（ s ）应当由下式计算：

$$s = v_0 \times t_e + \frac{v_0^2}{2a_e}$$

式中：

- s ：以米计的停车距离
- v_0 ：以m/s计的初始速度
- t_e ：以秒计的等效响应时间
- a_e ：以m/s²计的等效减速度

D.1.5 运行性能

常规条件下的最大停车距离，即所有制动有效，应当是那些随着以下准则的计算。紧急，安全，常用和停放制动系统故障条件下的性能应当得到设计和评估。

表D.2 理论运行性能

	常用	紧急1	紧急2	紧急3	紧急4	安全
以m/s ² 计的等效减速度 a_e	0到1.5可变	1.5	1.7	1.7	1.7	1.2
以秒计最大 t_e	1.7	1.7	1.2	1.2	1.2	1.2

D.1.6 舒适性性能

在停车期间减速度值是瞬态值。在表3中引用的加速度变化率是一个平均值，来自测量的建立时间的计算（响应时间对应于延迟时间和建立时间，当在制动需求中的改变（正极的或负极的）得到发起时开始，并且当实现90%确定的减速时结束的时段）。在制动需求最大可接受瞬时加速度变化率的变化期，以及其评价的方法，可以由政府主管部门定义。表D.3中给定的值可以在例如当车辆变得停滞不前时的情况中被超过。

表D.3 减速度和加速度变化率水平

	常用	紧急1	紧急2	紧急3	紧急4	安全
以 m/s^2 计的最大瞬时减速度	2.5	2.5	3.5	3.5	3.5	3.5
以 m/s^2 计的最大（平均）加速度变化率	2	4	6	6	6	6

注：瞬时减速度是对于时间的速度一阶导数的绝对值（制动期间）。

D.1.7 静态性能

D.1.7.1 保持制动（holding brake）

作为最低要求，保持制动应当在以下的条件下保持列车的位置：

- EL 6；
- 坡度：8%；
- 1 小时。

D.1.7.2 停放制动（parking brake）

作为最低要求，停放制动应当在以下的条件下保持列车的位置：

- ELE；
- 坡度：8%；
- 无限期的。

D.1.8 荷载水平

以下荷载情况应当被认为是使用的最低要求。

表D.4 荷载水平

功能	荷载准则
紧急制动（紧急1, 2, 3和4）	ELE到EL 6
常用制动	ELE到EL 6
停放制动	ELE
保持制动	ELE到EL 6
安全制动性能	ELE到EL 4

D.1.9 实施

根据舒适性性能，高水平的粘着使得它有必要限制制动的应用。

以下的技术是实现对于这种车辆类别要求的制动性能公认的手段。表中的术语“选项”应由交通当局决定是否应当得到实现。

表D.5 主要制动方法/制动系统

	动力制动器	摩擦制动器	侧滑保护	荷载加权	撒砂	磁轨制动器
常用	是	选项	选项	选项	选项	否
紧急1	是	选项	选项	选项	否	否
紧急2	选项	是	选项	选项	否	否
紧急3	选项	是	选项	选项	否	否
紧急4	选项	是	选项	选项	否	否
安全	否	是	否	选项	否	否
保持	否	是	否	选项	否	否
停放	否	是	否	选项	否	否

D.2 测试要求

本附录涵盖制动系统的单元或列车测试，但不涵盖组件，设备或个体车辆的测试。

本附录定义了制动系统的型式试验和常规（出厂）测试要求。

D.2.1 型式试验要求

D.2.1.1 静态型式试验

静态型式试验在的系统集成和结构测试完成后进行。

静态型式试验的范围应当包括，但不限于以下（当适用或等同取决于制动设备的类型时）：

- 制动缸压力（或等同的）；
- 荷载-重量信号（如压力）；
- 摩擦副荷载（块压力或衬垫夹紧力）；
- 制动执行机构操作和行程；
- 调速器整定（如压力开关）；
- 制动应用时间；
- 制动释放时间；
- 监控装置精确度；
- 功能，如在列车/车辆上的所有控制和隔离装置而正确运行，组件层面；
- 联锁操作（如在紧急制动中的牵引禁止）；
- 制动储能容量（如制动罐容积）；
- 漏泄测试；
- 合适的防护装置以最小化故障的影响（如堵塞，止回阀）；
- WSP（wheel slide protection，侧滑保护）应用/释放时间。

D.2.1.2 动态测试

动态测试在静态测试完成后进行。

D.2.1.2.1 紧急制动（emergency braking）

紧急制动测试应当在定义的荷载和速度组合上得到进行。在每种荷载条件上的型式试验的最低数量应当是两者中的任一个：

- 在三种不同速度上的三次测试（总共 9 次测试）。在整个速度范围中，测试速度应当被均匀分布，除非交通当局另有定义，或
- 在整个速度范围中均匀分布的 9 次测试（在 9 个不同的速度上的每一个都测试一次）。

D. 2. 1. 2. 2 安全制动（security braking）

安全制动的荷载条件应当是ELE和EL4。安全制动测试应当在先前对于紧急制动测试所定义的速度上得到进行。

D. 2. 1. 2. 3 常用制动（service braking）

常用制动应当在定义的荷载和速度组合上得到进行。数量的规定同上。
在整个速度范围中速度应当均匀分布，被选择的速度应当是最大速度的1/3，2/3和3/3。
荷载条件应当是EL6。

D. 2. 1. 2. 4 粘着条件下降的型式试验

这些测试可能形成或者是紧急制动，或者是常用制动的一部分。在粘着条件下降环境下进行的测试是那些将要得到展示的WSP（wheel slide protection，侧滑保护）性能。

D. 2. 1. 2. 5 数据测试

在动态测试期间，以下的参数应当得到记录：

- 初始的速度
- 持续的速度
- 减速度
- 时间
- 停车距离
- 制动要求

此外，还应当记录以下数据：

- | | |
|---------------|------------------|
| — 轮组或车轮速度 | 以确定是否发生侧滑； |
| — 压力或相同的 | 监控摩擦制动器响应； |
| — 温度（设备） | 检查达到的最大温度； |
| — 线电压 | 如果在再生模式中电制动得到使用； |
| — 接口信号（如调配信号） | 如果电制动得到使用； |
| — 电池电压 | 如果轨道制动得到使用。 |

D. 2. 1. 2. 6 保持制动

测试在要求的荷载上，对于在规定的条件下规定的时间在定义的坡度上保持列车的能力。

D. 2. 1. 2. 7 停放制动

停放制动在要求的荷载上，在定义的条件定义的坡度上保持列车的能力。

D. 2. 2 常规（出厂）测试要求

D. 2. 2. 1 静态常规（出厂）测试

静态型式试验在的系统集成和结构测试完成后进行。

静态常规（出厂）测试应当包括，但不限于以下：

- 制动缸压力（或相同的）；
- 荷载-重量信号（如压力）；
- 调速器整定（如压力开关）；
- 制动应用时间；
- 制动释放时间；
- 监控装置功能；
- 功能，如在列车/车辆组件层所有控制的当前运行。

D. 2. 2. 2 动态常规（出厂）测试

动态常规（出厂）测试之前，上面规定的静态测试应当得到完成。

D. 2. 2. 2. 1 紧急制动

在ELE荷载水平上来自两个不同速度至少应当安排两次停车。

D. 2. 2. 2. 2 安全制动

在ELE荷载水平上来自两个不同速度至少应当安排两次停车。

D. 2. 2. 2. 3 常用制动

在ELE荷载水平上来自两个不同速度至少应当安排两次停车。

D. 2. 2. 2. 4 数据测量

在动态测试期间，以下的参数应当得到记录：

- 速度—初始的；
- 停车距离；
- 制动要求。

D. 2. 2. 2. 5 停放制动

在停放制动使用专用设备（如单独的停放制动执行器）的情况下，此项测试在ELE条件上得到进行。

D. 2. 3 测试文件

对于每项测试的文件应当包括：

- 测试程序；
- 测试报告。

D. 2. 3. 1 测试程序包括以下内容：

- 测试目的；
- 相关性能计算的参考和问题；
- 这些测试前车辆上得到执行的型式和常规（出厂）测试；
- 对任何相关测试程序的引用；
- 列车配置，即在测试生长中的车辆类型和安排；
- 在得到执行的测试下的荷载条件；
- 在得到执行的测试下的环境条件；

- 在应当得到执行的测试下的设置条件，如轨道（最小曲线半径和最大坡度），隧道或开放的空间；
- 测试设备。执行测试所要求的设备应当得到定义，如测量装置，制动触发。仪器的设置参数，如响应时间，滤波，缩放，应当得到定义；
- 测试人员的技能。执行测试所要求的人员技能应当得到定义；
- 测试的描述；
- 接受准则；
- 测试程序文件识别，即编号，版本，日期，批准人，……。

D. 2. 3. 2 测试报告

测试报告应当包括所有由测试程序连同测试结果所要求的信息。任何偏离测试程序应当得到识别。报告应当包括一个明确的陈述作为测试是否成功地得到通过。

报告应当包括在测试中使用的车辆，以及影响列车制动性能组件的状态和软件的特定参考文献，如软件问题，组件修改水平等。

对于每项测试或系列测试，作为最低限度，报告应当记录以下：

- 车辆编号；
- 参考标准名称及编号；
- （测试）日期；
- 位置（测试现场）；
- 天气条件；
- 结果；
- 符合标准所要求的所有相关图形；
- 接受准则；
- 测试期间在场的人员姓名和职能。

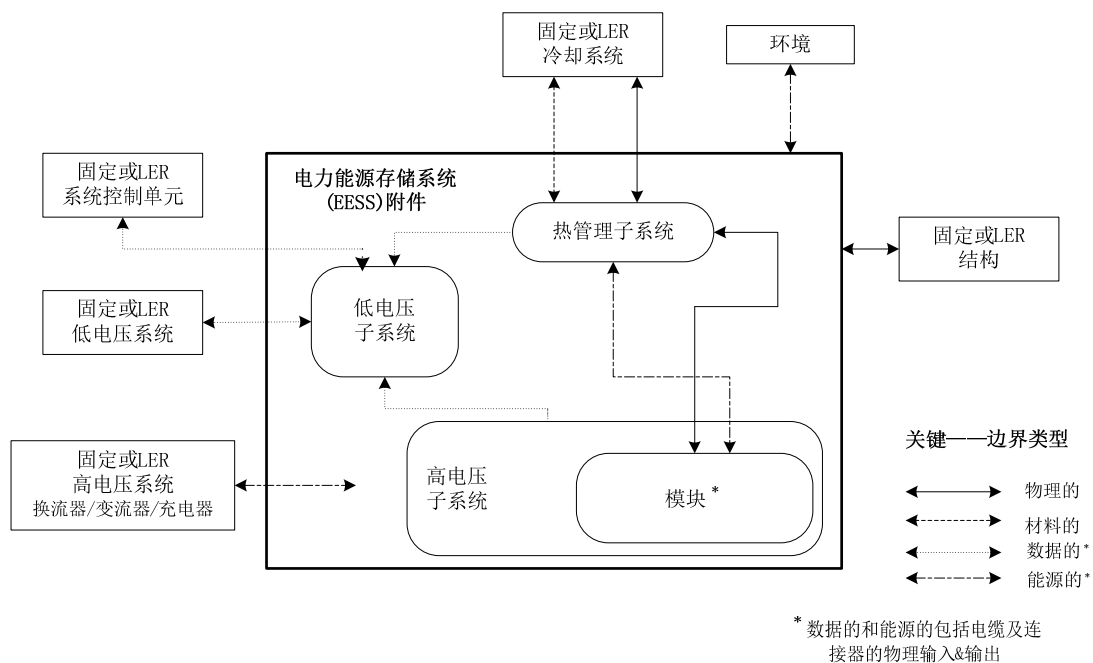
附录 E (规范性附录)

单轨列车应用的电能存储系统附加测试要求

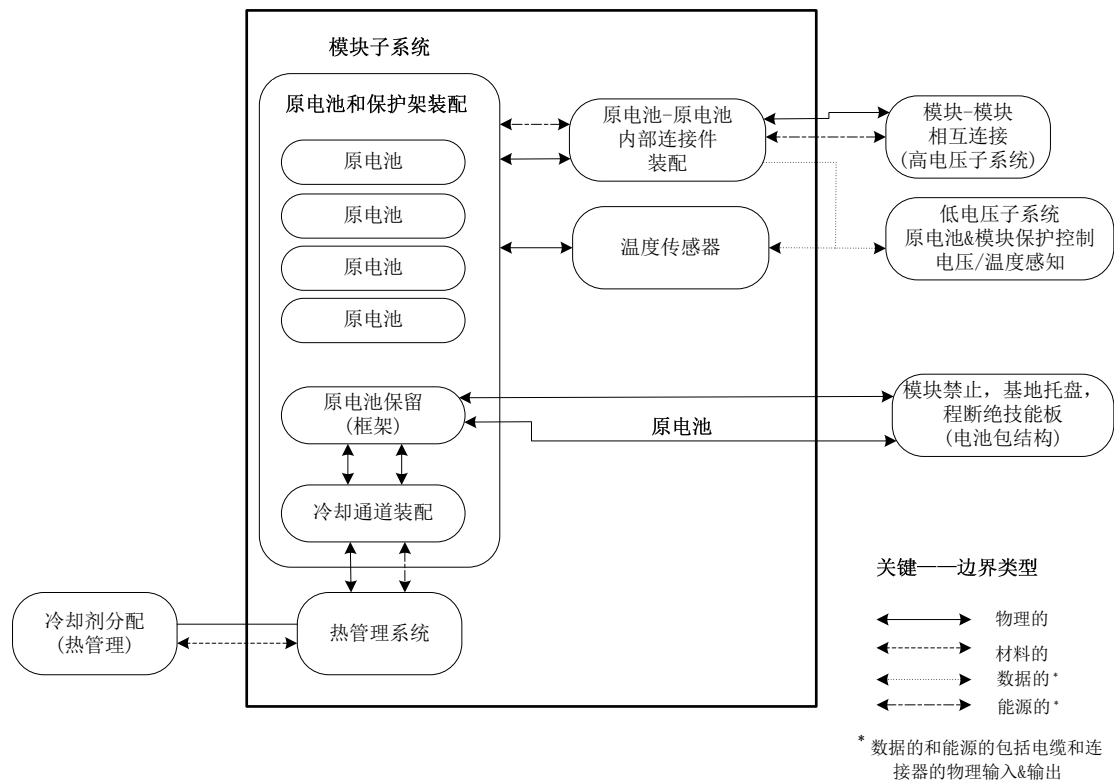
本测试是单轨车辆蓄能装置使用的动力电池按照国家标准GB/T 31486、GB/T 31485和GB/T 31467完成测试后的附加测试。

E.1 电力能源储存系统（EES）的边界框图

图E.1是一个对于这种应用的电力能源储存系统的边界框图示例，图E.2是一个对于这种应用的模块的边界框图示例。单轨列车应用的电能存储系统的边界框图应当符合图E.1和图E.2。



图E.1 电力能源储存系统的组件



图E. 2 模块-边界框图

E. 2 除非另有表明，(DUT) 测试下的装置应当是在充电 (MOSOC) 的最大运行状态上，根据制造商的技术规范进行在本标准中的测试。测试前和充电后，样本应当被允许在室温环境中休息 8h 周期。

E. 3 除非特别指出，否则在个别测量方法中的测试应当遵循进行测试前 1 小时观察时间，并且温度将依据 E. 3 得到监控。

E. 4 作为附加的预防措施，在 DUT 的表面上的温度在测试期间将根据 E. 2 得到监控。参加电能存储系统测试的所有人员将得到指示，绝不接近 DUT，直到温度下降并处于安全水平。

E. 5 运行在不同电位上的电路导体应当彼此得到可靠隔离，除非它们每一个都被提供具有对于所涉及的最高电位可接受的绝缘。

E. 6 对于火灾危害可能性的确定

E. 6.1 除了可见的火灾迹象，对于火灾的非符合性测试结果还应当包括对于在测试中的潜在可燃气体浓度的评价，如果基于 EESS 的技术和设计存在潜在的可燃气体浓度的话。对于在测试中可能得到排放的潜在可燃气体浓度的检测，适用检测 25% 的正在被测量的逸出气体较低可燃性限制的气体监测仪。最少两个浓度可能发生的抽样位置，例如排气孔或通风道应当被用来安排测量。

例外：作为一种对使用气体监测仪确定是否存在可燃浓度的替代，对于火灾的非符合性测试结果可能包括随着最少两个连续的火花源的使用对于蒸汽的潜在可燃气体浓度的评价。连续的火花源将提供每秒两个火花，具有足以点燃天然气的能量，并且将被位于预期的蒸汽源附近，例如排气孔或通风道。

E. 6.2 在测试中附加的防范措施应当得到采取，要求分析由于可能发生在测试间或内部空间中的可燃气体浓度的可能性。

E. 7 有毒排放的确定

E. 7.1 对于那些从原电池或电容器可能会导致如由排出物质的分析确定的有毒气体的排放的系统，在E. 8.1中的表E.1注释的破坏性测试中有毒气体的浓度应当得到使用下面注释的和例如在E. 7.2中所阐述的抽样方法之一的监控。排出物质的分析可以通过MSDS工作表和/或排出物质分析的审查获得。作为一项测试结果，如果通过原电池的检查可以确定测试后它们并未排放，系统符合这些准则。

- a) GBZ 159 工作场所空气中有害物质监测的采样规范；
- b) GBZ Z/T 160 工作场所空气有毒物质测定；
- c) GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素。

E. 7.2 确定有毒排放的浓度，测试必须在一个已知体积大到足以包含DUT的密闭测试室中进行。从测试中排放持续采样获得的结果应当得到测量，以估计预期的或者是在轻型电气化轨道交通（LER）的乘客舱室，或者在预期系统可能被安装的最小空间中的有毒物质的浓度和暴露。对于进去的空间，在系统外壳内部持续的监控也应当得到进行。对于固定应用的结果应当被进一步的测量，以考虑每小时0.5次空气交换（ACH）的通风率。0.5ACH代表对于施工允许的低通风率。

例外：对于预期仅户外安装和无法进去的空间的固定系统免除这项监控。对于固定系统和LER应用的系统还免除了这些设备，如果随着通风系统或相反的设计提供的防止暴露于有毒蒸汽释放和排放蒸汽到一个安全的位置的话。

E. 8 测试结果及允许偏差

E. 8.1 不符合测试结果

本表E.1宜将动力电池系统先前按照国家标准GB/T 31486、GB/T 31485和GB/T 31467所进行的测试结果，以及按照本附件所进行的测试结果一并计入，并根据本表判断动力电池系统是否符合使用要求。

表E.1 不符合测试结果

测试 ^a	不符合结果
过充电	E, F, C, V, S, L, R, P
短路	E, F, C, V, S, L, R, P
过放电保护	E, F, C, V, S, L, R, P
温度和运行限制检查	E, F, S, L, R
不平衡充电	E, F, C, V, S, L, R, P
冷却/热稳定系统失效	E, F, C, V, S, L, R, P
振动	E, F, C, V, S, L, R, P
冲击	E, F, C, V, S, L, R, P
压溃	E, F, C, V
静态力	E, F, C, V, S, L, R, P
撞击	E, F, C, V, S, L, R, P

跌落冲击	E, F, C, S, L, R, P
热循环	E, F, C, V, S, L, R, P
耐潮湿性能	E, F, C, V, S, L, R, P
盐雾	E, F, C, V, S, L, R, P
外部火灾暴露	E
内部火灾暴露 ^b	E, F
<p>非符合结果关键字：</p> <p>E——暴露</p> <p>F——火灾</p> <p>C——可燃气体浓度</p> <p>V——有毒气体排放^c（在建筑物或 LER 乘客舱中）</p> <p>S——电击危害（介电击穿）</p> <p>L——泄漏（在 DUT 外壳之外）</p> <p>R——破裂（如由 5.3.3 确定的 DUT 外壳暴露出危险部件）</p> <p>P——保护控制的丧失^d</p>	
<p>^a 对于评价特定的 DUT 部件的测试，例如外壳应力，连续性，电介质耐压，工作电压测量，壁挂固定，压力释放，启动放电，以及相关标准在电气组件上的测试；只有那些在测试方法中注释的符合性准则需要得到应用。还参见对于附加结果准则细节的个别测试。</p> <p>^b 在内部火灾暴露测试中，内部火灾不得蔓延到 DUT 外壳之外。</p> <p>^c 有毒蒸气释放是一种危害，如果存在人员暴露其中的可能性的话。对于 LER 应用中的压溃测试，有毒蒸气释放被认为随着蒸汽的释放已经发生，在浓度上超过应急响应计划指南 ERPG 水平 2 (Emergency Response Planning Guidelines ERPG Level 2)。ERPG-2 定义这一点为：“下面的最大空气传播浓度，其被认为几乎所有个人被暴露长达一小时，没有经历或发展到不可逆的，或其他严重影响健康或可能会损害个人采取保护行动的能力的症状”。参见章节 E.6。</p> <p>^d 保护控制的丧失——对于安全所依赖的软件和/或电子控制，离散控制或其他内置的电气保护组件的失效，并且在测试，如预期的运行中驻留在电路中。</p>	

E.8.2 对于以下的测试，如果 DUT 在测试后仍然运行（用户可置换保险丝可能被置换，或用户可复位装置，例如断路器等复位），它应当根据制造商的技术规范经受最低的单次充电/放电循环。在仍然运行的 DUT 的充电/放电循环期间，不应当发生在 E.8.1 中表 E.1 所阐述的不符合结果。

- a) 过充电；
- b) 短路；
- c) 过放电保护；
- d) 不平衡充电；
- e) 冷却/热稳定系统失效；
- f) 振动；
- g) 冲击；
- h) 撞击或跌落冲击；
- i) 静态力；
- j) 热循环；
- k) 盐雾；以及
- l) 耐潮湿性能。

E.8.3 允许偏差

E.8.3.1 除非在测试方法中另有注释，当依据本附录进行测试时控制或测量值的总体精度，应当在以下允许偏差中：

- a) 对于电压为 $\pm 1\%$ ；
- b) 对于电流为 $\pm 3\%$ ；
- c) 对于功率为 $\pm 4\%$ ；

- d) 对于温度，在 200℃（392°F）以下时为±2℃（±3.6°F），以及在 200℃（392°F）以上时为±3℃（±5.4°F）；
- e) 对于时间为±0.1%；
- f) 对于尺寸为±1%；
- g) 对于安时（Ah）为±3.1%；
- h) 对于瓦时（Wh）为±4.1%。

E. 8. 3. 2 这些允许偏差包括在测试过程中的测量仪器，使用的测量技术，以及所有其他来源的错误的组合精度（测量不确定性）。

E. 9 电介质耐压测试

E. 9. 1 本测试是在电能存储系统中的危险电压电路上电气间隙和绝缘的评价。

E. 9. 2 超过交流峰值42.4V或直流60V的电路应当依据GB 4943.1（IEC 60950-1，MOD）第5.2条款经受电气强度测试。

例外：容易由测试电压的应用被损坏的半导体或类似的电子组件可能被旁路或断开。

E. 9. 3 测试电压必须施加于DUT的危险电压电路和可能被接近的非载流导体部件之间。

E. 9. 4 测试电压还必须施加于DUT的危险电压充电电路和外壳/可接近的非载流导体部件之间。

E. 9. 5 如果可接近的DUT部件随着在绝缘故障中可能成为带电事件的绝缘材料得到覆盖，那么测试电压施加于每一个带电部件和与可接近部件接触的金属箔之间。

E. 9. 6 测试电压应当随着原电池/模块断开最小1分钟施加，以防止电压应用期间的充电。

E. 9. 7 如由一个来自绝缘耐压测试设备作为施加测试电压结果的适当信号所证明的，不得存在介电击穿的证据（绝缘击穿起因于通过绝缘的短路/电气间隙上的电弧）。电晕放电或单一瞬时放电不应被视为介质击穿（即绝缘击穿）。

E. 9. 8 本测试随着DUT经受GB 4943.1（IEC 60950-1，MOD）第2.9.2条款的湿度条件得到重复。作为本测试的结果，不得存在如在E. 9. 7中所列出的介质击穿。

E. 10 振动测试

E. 10. 1 本测试的目的在于确定电能存储系统为在轻轨电动车辆目的安装中耐受预期的振动，并且仅适用于那些被预期安装在这样的应用中的那些系统。

E. 10. 2 样本将要借助于刚性支座测试机械得到保护，其支持样本的所有安装表面。

例外：样本可能被安装在一个代表预期的最终使用应用的固定夹具中。

E. 10. 3 作为由预期的轨道交通安装所确定的设备的适当分类和类别，完全充电样本（根据E. 1的MOSO C）应当受到依据GB/T 21563（IEC 61373，IDT）的在增强的随机振动水平测试上的模拟长寿命测试的振动测试（设备的类别和分类在GB/T 21563（IEC 61373，IDT）中得到定义）。

E. 10.4 DUT应当受到三个相互垂直方向上的振动。在测试DUT的OCV和在中心原电池/模块上的温度期间，应当出于信息目的得到监控。

E. 10.5 在测试期间，在章节F. 5中所阐述的检测方法之一应当被用于检测可燃物浓度的存在。如果要求的基于系统设计和安装，有毒排气的释放应当在根据章节E. 7的测试中得到持续地监控。

E. 10.6 如果DUT测试后运行，它应当根据制造商的技术规范经受一个充电和放电的周期。参见E. 8. 2对于关于用户的可重复装置的详述。然后，根据E. 3的观察周期得到进行。

E. 10.7 在观察周期结束上，DUT应当根据章节E. 8经受一个“验收态”的电介质耐压测试。DUT应当得到对于破裂的标记和泄漏证据的检查。

E. 10.8 作为振动测试的结果，以下(a) – (h)被认为是不符合的结果。对于在不符合结果上的附加信息，参见表E. 1。

- a) E——爆炸；
- b) F——火灾；
- c) C——可燃蒸汽浓度；
- d) V——有毒蒸汽释放；
- e) S——电击危害（介电击穿）；
- f) L——泄漏（在DUT外壳之外）；
- g) R——破裂（DUT外壳的破裂暴露了技术规范所确认的带电或化学接触危险部件）；
- h) P——保护控制的损失。

E. 11 冲击测试

E. 11.1 本测试的目的在于确定电能存储系统为在轻轨电动车辆目的安装中预期的冲击的抵抗，并且仅适用于那些被预期安装在这样的应用中的那些系统。

E. 11.2 样本将要借助于刚性支座测试机械得到保护，其支持样本的所有安装表面。在测试期间，中心模块上的温度出于信息目的得到监控。

例外：这个样本可能被安装在一个代表预期的最终使用的轨道交通应用的固定夹具中。

E. 11.3 作为由预期的轨道交通安装所确定的设备的适当分类和类别，完全充电样本（根据E. 1的MOSOC）应当受到依据GB/T 21563（IEC 61373，IDT）的冲击测试（设备的类别和分类在GB/T 21563（IEC 61373，IDT）中得到定义）。

例外：本测试可能在模块层得到进行，如果它可以得到表明，测试应当是代表电能存储系统的。

E. 11.4 正向和负向冲击都应当被应用在每一个三个相互垂直方向上，共计18次冲击。

E. 11.5 在测试期间，在章节E. 5中所阐述的检测方法之一应当被用于检测可燃物浓度的存在。如果要求的基于系统设计和安装，有毒排气的释放应当在根据章节E. 6的测试中得到持续地监控。

E. 11.6 如果DUT测试后运行，它应当根据制造商的技术规范经受一个充电和放电的周期。然后，根据E. 2的观察周期得到进行。

E. 11.7 在观察周期结束上，DUT应当根据章节E. 9经受一个“验收态”的电介质耐压测试。DUT应当得到对于破裂的标记和泄漏证据的检查。

E. 11.8 作为振动测试的结果，以下 (a) – (h) 被认为是不符合的结果。对于在不符合结果上的附加信息，参见表E. 1。

- a) E——爆炸；
- b) F——火灾；
- c) C——可燃蒸汽浓度；
- d) V——有毒蒸汽释放；
- e) S——电击危害（介电击穿）；
- f) L——泄漏（在 DUT 外壳之外）；
- g) R——破裂（DUT 外壳的破裂暴露了如由 E. 6 确定的危险部件）；
- h) P——保护控制的损失。

E. 12 压溃测试

E. 12.1 本测试在预期为在轻轨电动车辆目的应用的完全充电的电能存储系统上得到进行，以确定其经受过在事故期间可能发生的压溃的能力，并且仅适用于预期在这样的应用中得到安装的那些系统。

E. 12.2 样本应当依据在电动和混动车辆可充电的电能存储系统（EESS）安全性和滥用测试，SAE J2464中描述的测试夹具固定表面和楞状测试滚筒之间得到压溃，具有以下的如下面的注释所示的例外。具有3个对称轴的包经受过三个相互垂直方向的压力。DUT的不同样本可能被用于每一次的压溃。

例外1：施加到DUT上的最大力是 $100 \pm 6\text{kN}$ 。

例外2：仅仅具有2个对称轴的EESSs，例如圆柱型设计，经受过两个相互垂直方向的压力。

例外3：DUT可能被安装在代表在最终使用应用中提供了什么的保护框架中。

例外4：子配件可能得到替代完整的EESS的测试，如果它可以被展示为与一个完整的EESS测试相当的话。

E. 12.3 在章节F. 5中所阐述的检测方法应当被用于检测在样本中易燃物气体浓度的存在。气体的排放可能发生，但使用章节E. 7中所阐述的测量方法不得超过ERPG-2水平。样本应当经受过一个观察周期和检查。

E. 12.4 作为压溃测试的结果，以下 (a) – (d) 被认为是不符合的结果。对于在不符合结果上的附加信息，参见表E. 1。

- a) E——爆炸；
- b) F——火灾；
- c) C——可燃蒸汽浓度；
- d) V——有毒蒸汽释放。

E. 13 对于电能存储系统（EESS）中电池管理系统（BMS）或保护系统的要求

E. 13.1 作为主要的安全保护，取决于固态电路和软件控制。因此，系统所使用的涉及安全保护的固态电路和软件控制应得到国家标准《电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全》GB/T 20438作为适用于以控制的硬件和软件复杂性和设计为基础的功能安全评价。

E. 13.2 除装置的硬件外，EESS系统功能安全评估文件还包括：

- a) 风险评估方法和结果 (Risk Analysis Approach and Results) ;
- b) 软件开发计划 (Software Development Plan) ;
- c) 系统架构 (System Architecture) ;
- d) 可编程组件和软件需求规格书 (Programmable Component and Software Requirements Specification) ;
- e) 软件设计文件 (Software Design) ;
- f) 软件设计和代码分析 (Software Design and Code Analysis) ;
- g) 工具文件 (Tool Documentation) , 包括验证&确认, 校准, 故障清单和错误修复, 或第三方认证 (V & V, Calibration, Bug List and Bug Fixes, or Third Party Certification);
- h) OTS 软件文件 (Off-The-Shell Software Documentation) , 包括描述, 版本, 使用, 接口; 验证和确认, 或认证; 故障清单 (Description, Version, Usage, Interface; Verification & Validation, or Certification; Bug List);
- i) 测试文件 (Test Documentation) , 包括测试计划, 测试方法, 测试程序, 以及测试结果 (Test Plan, Test Methods, Test Procedures, and Test Results);
- j) 软件开发和发布测试 (Software Development and Post-Release Tests) ;
- k) 运行试验 (Operational Tests) , 包括故障模式和应力 (Failure Mode and Stress);
- l) 用户文件 (User Documentation) ;
- m) 配置管理计划 (Configuration Management Plan) ;
- n) 软件变更和文件控制 (Software Change and Document Control) , 以及;
- o) 软件识别 (Software Identification) 。

E. 14 本附录中的缩略语注释

BMS——电池管理系统 (Battery Management System)

DUT——被测装置 (Device Under Test)

EESS——电能存储系统 (ELECTRIC ENERGY STORAGE SYSTEM)

ERPG——应急响应计划指南 (Emergency Response Planning Guidelines) , 美国劳动卫生协会 (American Industrial Hygiene Association) 编制。在F. 8. 1的表F. 1中给出了ERPG-2的值。

IEC——国际电工委员会 (International Electrotechnical Commission)

LER——轻型电气化轨道交通 (LIGHT ELECTRIC RAIL)

MOSOC——最大充电运行状态 (Maximum Operational State Of Charge)

MSDS——化学安全性技术说明书 (Material Safety Data Sheet) , 为一份化学品生产商和进口商用来阐明化学品的理化特性 (如PH值, 闪点, 易燃度, 反应活性等) 以及对使用者的健康 (如致癌, 致畸等) 可能产生的危害的文件。

OCV——开路电压 (Open Circuit Voltage)

UL——美国保险商实验室 (Underwriters Laboratories)

参 考 文 献

- [1] 建标104-2008 城市轨道交通工程项目建设标准
 - [2] 中国城市轨道交通协会标准《轻型跨座式单轨交通设计导则》，2016.10
 - [3] ACI 358.1R-92 ANALYSIS AND DESIGN OF REINFORCED AND PRESTRESSED-CONCRETE GUIDEWAY STRUCTURES
 - [4] ANSI/ASCE/T&DI 21 Automated People Mover Standards
 - [5] International Monorail Association: Specification For a Mass-Transit Monorail System (Sample)
 - [6] Technical Regulatory Standards on Japanese Railways, Railway Bureau Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
 - [7] BS-EN-13452-1 Railway applications-Braking- Mass transit brake system-Part 1: Performance requirements
 - [8] BS-EN-13452-2 Railway applications-Braking- Mass transit brake system- Part 2: Methods of test
 - [9] UL1973-2013 Standard for Safety Batteries for Use in Light Electric Rail (LER) Applications and Stationary Applications
 - [10] UL (Underwriters Laboratories) : Safety Issues for Lithium-Ion Batteries
-