

团体标准

T/CAMET XXXXX—XXXX

悬挂式单轨系统 工程设计要求

Suspended monorail system—Engineering design requirements

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国城市轨道交通协会 发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 总体要求 2

5 运营组织 3

6 车辆 3

7 限界 5

 7.1 一般要求 5

 7.2 建筑限界 5

8 线路与道岔 6

 8.1 线路平面 6

 8.2 线路纵断面 8

 8.3 线路配线 8

 8.4 道岔 9

9 土建工程 10

 9.1 车站建筑 10

 9.2 车站结构 10

 9.3 轨道梁桥 10

 9.4 地下区间结构 12

 9.5 边坡 12

10 机电工程 13

 10.1 通风空调与供暖 13

 10.2 给水与排水 13

 10.3 供电 13

 10.4 通信 14

 10.5 信号 14

 10.6 自动售检票 15

 10.7 综合调度指挥 15

 10.8 火灾自动报警 16

 10.9 环境与设备监控 16

 10.10 门禁 16

 10.11 自动扶梯与电梯、站台屏蔽门 错误！未定义书签。

 10.12 控制中心 16

11 车辆基地 17

 11.1 一般要求 17

 11.2 车辆运用整备设施 18

11.3 车辆检修设施 20

11.4 综合维修中心 21

11.5 物资总库 错误！未定义书签。

12 防灾与救援 21

13 环境保护 22

13.1 一般要求 22

13.2 噪声与振动污染防治 22

13.3 其他污染防治 22

参 考 文 献 23

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国城市轨道交通协会低运能系统分会提出。

本文件由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中铁第四勘察设计院集团有限公司、武汉光谷交通投资集团有限公司、中国铁路设计集团有限公司、北京城建设计发展集团股份有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、北京交通大学、中铁十一局集团有限公司、中铁宝桥集团有限公司、中铁电气化局集团有限公司、上海富欣智能交通控制有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司、上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司。

本文件主要起草人：赵强、曾敏、王洪刚、姚应峰、董俊、周小华、陈玉江、杨清梅、那艳玲、石波、梁立刚、陈园园、单瑛、青岚昊、朱尔玉、钱康、陈伟伟、吉敏廷、余锋、黎勇、吕斌、李国龙、季佳颖、李克雷、汪科成、黎冬平、姜钧文、程樱、刘静之。

悬挂式单轨系统 工程设计要求

1 范围

本文件规定了悬挂式单轨系统的总体要求、运营组织、车辆、限界、线路与道岔、土建工程、机电工程、车辆基地、防灾与救援、环境保护的设计要求。

本文件适用于最高运行速度不超过 80km/h 的悬挂式单轨新建工程的设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文件的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3096 声环境质量标准
GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)
GB/T 7588.1 电梯制造与安装安全规范 第1部分:乘客电梯和载货电梯
GB 8702 电磁环境控制限值
GB 8978 污水综合排放标准
GB 10070 城市区域环境振动标准
GB 10411 城市轨道交通直流牵引供电系统
GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 13271 锅炉大气污染物排放标准
GB/T 14227 城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法
GB 14554 恶臭污染物排放标准
GB 16297 大气污染物综合排放标准
GB 16899 自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范
GB 18483 饮食业油烟排放标准
GB/T 31962 污水排入城镇下水道水质标准
GB 50015 建筑给水排水设计标准
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50017 钢结构设计标准
GB/T 50062 电力装置的继电保护和自动装置设计规范
GB 50065 交流电气装置的接地设计规范
GB 50068 建筑结构可靠性设计统一标准
GB/T 50087 工业企业噪声控制设计规范
GB 50157 地铁设计规范
GB 50223 建筑工程抗震设防分类标准
GB 50229 火力发电厂与变电站设计防火标准
GB/T 50319 建设工程监理规范
GB 50330 建筑边坡工程技术规范
GB/T 50452 古建筑防工业振动技术规范

GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
 GB/T 51150 城市轨道交通客流预测规范
 GB 51151 城市轨道交通公共安全防范系统工程技术规范
 GB/T 51293 城市轨道交通给水排水系统技术标准
 GB 51348 民用建筑电气设计标准
 GB/T 51357 城市轨道交通通风空气调节与供暖设计标准
 GB 55024 建筑电气与智能化通用规范
 GB 55033 城市轨道交通工程项目规范
 GB 55037 建筑防火通用规范
 CJJ 37 城市道路工程设计规范
 CJJ/T 320 悬挂式单轨交通技术标准
 JTG B01 公路工程技术标准
 TJ/JW 127 机车、动车组用锂离子动力电池试验暂行技术规范第2部分：电池包和系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

悬挂式单轨系统 **suspended monorail system**

车辆悬挂于轨道梁下方行驶的单轨系统。

3.2

轨道梁 **guide beam**

既承受列车荷载又兼作车辆运行导向的结构，也可同时作为供电、信号、通信等缆线及设备的载体。

3.3

轨道梁桥 **guide beam bridge**

悬挂式单轨轨道梁与桥墩、基础及墩梁悬挂系统或支承系统组成的桥梁体系。

3.4

接触轨 **contact rail**

设在轨道梁侧面，通过受流器向列车供给电能的导电轨，按电压极性区分为正极接触轨和负极接触轨。

3.5

综合调度指挥系统 **integrated dispatch and command system**

对悬挂式单轨中机电设备进行集中监视、协同控制、高效调度、统一管理、智能运维的分布式计算机集成系统。

4 总体要求

4.1 悬挂式单轨系统应符合城市国土空间规划，线网、旅游相关专项规划，并与城市综合交通规划相协调。

4.2 悬挂式单轨系统的设计年度应分为初期、近期、远期。初期为建成通车后第3年，近期为建成通车后第10年，远期为建成通车后第20年。

4.3 客流预测应符合 GB/T 51150 的规定。

4.4 悬挂式单轨系统的车辆基地、联络线和控制中心，应根据线网规划及建设时序统筹布

设,实现资源共享。

4.5 在确定悬挂式单轨系统设计运输能力时,车厢有效空余地板面积上站立定员人数宜按 3 人/m²~5 人/m² 计算。悬挂式单轨系统作为旅游线路时,定员人数可降低。

4.6 悬挂式单轨系统应结合线路所经地区规划情况及地理环境条件,优先采用高架方式。在特殊地段,经技术经济比较后,局部区间可采用地下敷设。

4.7 悬挂式单轨系统的设计应全线统一规划,建设规模、设备容量应按预测的最大客流量和系统运输能力确定,对于可分期建设的工程和配置的设备,应预留分期建设和增容的条件。

4.8 用作公共交通设施的主体结构的设计使用年限应为 100 年,用作旅游设施的主体结构的设计使用年限应与旅游项目规划保持一致。

4.9 悬挂式单轨系统的设计宜提倡科技创新,贯彻节约资源和集约化建设的原则。

4.10 悬挂式单轨系统的设计应采取防火灾、水淹、地震、风暴、冰雪、雷击、滑坡的措施,并设置紧急疏散及相关救援设施。

5 运营组织

5.1 悬挂式单轨运输能力宜为 0.5 万人次/h~1.0 万人次/h。

5.2 列车编组应根据预测客流量、车辆定员、行车组织方案,经技术经济比选后确定,编组辆数不宜大于 4 辆。当各设计年度的列车编组不同时,不应降低服务水平。

5.3 悬挂式单轨系统最大行车密度可达 30 对/h,配线设置和道岔选型应满足系统最大行车密度的要求。

5.4 各设计年限的设计运能应满足相应的单向高峰小时最大断面客流量需求,并宜留有 10%~15%的裕量。

5.5 列车行车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、系统运输效率综合确定。初期高峰时段最小行车间隔不应大于 10 min,远期平峰时段最大行车间隔不宜大于 10 min,并宜与线网其他换乘线路发车频率匹配。

5.6 列车停站时间应根据车站上下车客流量、列车发车间隔、车门数量、车门宽度及开关门时间计算确定,停站时间不宜少于 20 s;换乘站和折返站停站时间不宜少于 30 s。

5.7 列车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,旅行速度不宜小于 25 km/h。

5.8 进站列车进入有效站台端部时的运行速度限速应根据车辆性能、列车编组及车站有效站台长度计算确定。故障或事故列车在正线上的推进速度不宜大于 30km/h。

5.9 线路起点、终点站和中间折返站应设置折返线,中间折返站可采用站后折返形式。折返站的折返能力应满足系统设计能力要求。

5.10 停车线应根据运营需求和工程条件设置,具备故障车停车条件的车站间距可控制在 15km 以内,并可根据需要在其间加设渡线。

5.11 列车运行控制模式宜采用全自动运行模式,也可采用有列车自动防护(ATP)防护的人工驾驶模式或自动驾驶模式。

5.12 当采用有人驾驶或值守模式时,列车乘务制度宜采用单司机、轮乘制。

5.13 悬挂式单轨新线运营人员定员指标不宜大于 30 人/km,成网后可逐步降低定员指标。运营管理机构的设计和运营人员的安排宜采用专业化和社会化相结合的方式,并宜加大社会化力度,减少专业人员编制。

6 车辆

- 6.1 根据车辆运能差异，可将悬挂式单轨车辆分为 A 型车和 B 型车。
- 6.2 车辆的主要技术参数宜参考表 1。

表 1 车辆的主要技术参数

项目名称			A 型车		B 型车	
			头车	中间车	头车	中间车
车体长度（mm）			11000（可调）	9700	9500（可调）	8200～8600
车钩连接面间长度（mm）			11700（可调）	10500	10000（可调）	9100～9200
额定电压（V）			DC750 或 DC1500V			
车辆基本宽度（mm）			2400		2300	
车辆底部至轨面高度（mm）			≤3800		≤3400	
车内净高（mm）			≥2100			
客室地板面距轨面距离（mm）			3370		2850～3120	
轴重（t）			≤5. 5		≤4. 0	
轨道梁内部导向面间净宽度（mm）			≤1000		780	
轨道梁内部轨面以上净高度（mm）			≤1250		1100	
走行轮轴距（mm）			1200		1500～1700	
车辆定距（mm）			6800		5650～6000	
每侧车门数（对）			1 或 2			
车门宽度（mm）			≥1300			
车门高度（mm）			≥1820			
载员 （人）	坐席		16	22	16	20
	定员	4 人/㎡	62	70	58	66
		6 人/㎡	85	94	80	90
		超员	9 人/㎡	120	130	110
车辆最高运行速度（km/h）			80			
车辆构造速度（km/h）			90			
启动加速度（0～30km/h）（m/s ² ）			≥1. 0			
平均加速度（0～80km/h）（m/s ² ）			≥0. 5			
常用制动减速度（m/s ² ）			≥1. 0			
紧急制动减速度（m/s ² ）			≥1. 2			
冲击率极限（m/s ³ ）			0. 75			
最大爬坡能力（‰）			80			
可通过线路最小平面曲线半径（m）			30			
垂向摆角（°）			≤8			
注 1：每平方米有效空余地板面积站立的人数，定员按 4 人/㎡～6 人/㎡计，超员按 9 人/㎡计。						
注 2：有效站立面积，指客室地板总面积减去座椅总数垂向投影面积和投影面积前 250mm 内高度不小于 1800mm 的面积。						
注 3：轴重按乘客人均质量为 60kg 计算。						

- 6.3 当列车在露天地面水平直线区段自由声场内以 60km/h 速度运行时，车外距轨道中心 7.5m、测量仪器在距车厢地板面上方 1.2 m，测得的连续等效噪声值不应大于 75 dB（A），以 80km/h 速度运行时不应大于 80 dB（A）。
- 6.4 采用接触轨供电的股道，应设置车辆接地措施。
- 6.5 列车下部应设置导向轮或止摆装置，满足不同载荷状态下列车平稳进站及停车上下客时车辆的稳定性。
- 6.6 车辆吊挂系统应满足日常检查和维护的要求，且应具备满足车辆载荷的安全余量。
- 6.7 车辆其他相关要求应符合 CJJ/T 320 的规定。
- 6.8 列车如配置车载动力电池应符合 TJ/JW 127 的规定。

7 限界

7.1 一般要求

- 7.1.1 悬挂式单轨系统的限界应分为车辆限界、设备限界和建筑限界。
- 7.1.2 限界基准坐标系应采用垂直于直线轨道线路中心线的二维平面直角坐标。横坐标轴（X 轴）在相切于轨道梁走行面内与线路中心线垂直，纵坐标轴（Y 轴）垂直于设计走行面，该基准坐标系的坐标原点为走行面中心点。
- 7.1.3 车辆限界应为在平直线上按限界计算速度运行，并计及规定的车辆和轨道梁公差值、磨损量、弹性变形量、悬挂系统故障、车轮系统故障等各种因素而产生的车辆各部位横向和竖向动态偏移后的动态包络线。
- 7.1.4 车辆限界可按列车运行工况，分为高架车辆限界和隧道内车辆限界；也可按列车运行区域，分为区间车辆限界、站台计算长度内车辆限界和车辆基地内车辆限界；也可按所处地段分别直线车辆限界和曲线车辆限界。
- 7.1.5 设备限界按所处地段分为直线设备限界和曲线设备限界。
- 7.1.6 设备限界应符合下列规定：
- 直线地段设备限界为车辆限界外加安全余量而形成的动态包络线；
 - 曲线地段设备限界在直线地段设备限界基础上，根据曲线半径和车辆参数计算。
- 7.1.7 建筑限界应符合下列规定：
- 建筑限界在设备限界的基础上，计入设备和管线安装尺寸后的最小有效断面。当建筑限界中无设备和管线时，建筑限界与设备限界的间距不宜小于 200 mm，困难条件下不应小于 100 mm；
 - 曲线加宽范围包括圆曲线和缓和曲线，缓和曲线范围内的加宽量按线性渐变方法计算确定。
- 7.1.8 当相邻的两线间无桥墩、塔架或其他设备时，两设备限界之间的安全间隙不应小于 100mm。

7.2 建筑限界

- 7.2.1 建筑限界应分为区间建筑限界、车站建筑限界、车场建筑限界。
- 7.2.2 区间建筑限界应按公式（1）（2）计算确定：

$$B = X_{max} + b + c \cdots \cdots (1)$$

$$H = Y_{max} + h_1 + h_2 \cdots \cdots (2)$$

式中：

B ——线路中心线至桥墩内侧建筑限界宽度，单位为毫米（mm）；

H ——轨道梁顶面至车底建筑限界高度，单位为毫米（mm）；

- $X_{\max}$ ——设备限界最大宽度，单位为毫米（mm）；
 b ——墩柱侧的设备、支架等最大安装宽度，单位为毫米（mm）；
 c ——轨旁设备和管线与设备限界之间的安全间隙，单位为毫米（mm）；
 $Y_{\max}$ ——设备限界最大高度，单位为毫米（mm）；
 h_1 ——轨道梁的结构高度，单位为毫米（mm）；
 h_2 ——设备限界至建筑限界安全间隙，单位为毫米（mm）。

7.2.3 车站直线地段建筑限界符合下列规定：

- 站台计算长度内的站台面不应高于车辆地板面，有效站台面宜按低于车辆地板面 50 mm 设计；
- 站台计算长度内的站台边缘与车站车辆限界的水平间隙不应小于 10 mm。站台边缘与车辆轮廓线的间隙，当车辆采用塞拉门时采用 100_0^{+5} mm；当车辆采用内藏门或外挂门时采用 70_0^{+5} mm；
- 越行过站站台的站台边缘与线路中心线的距离，应按不侵入列车过站车辆限界确定，并应预留安全预留；
- 当车站设置站台屏蔽门时，站台门的滑动门体至车辆轮廓线（未开门）之间的净距，当车辆采用塞拉门时，应采用 130_{-5}^{+15} mm；当车辆采用内藏门时，应采用 100_{-5}^{+15} mm；
- 站台屏蔽门顶箱与车站车辆限界之间应保持不小于 25mm 的安全间隙；
- 站台计算长度外的站台边缘至轨道中心线距离，应按设备限界另加不小于 50 mm 安全间隙确定；
- 车站范围内其余部位的建筑限界应符合区间建筑限界的规定。

7.2.4 限界其他相关要求应符合 CJJ/T 320 的规定。

8 线路与道岔

8.1 线路平面

8.1.1 每条线路长度不宜大于 20 km，对超长线路全线旅行时间不宜超过 1 小时。

8.1.2 线路最小平面曲线半径应符合表 2 的规定。

表 2 最小平面曲线半径

单位为米

项 目	一般地段	困难地段
正 线	200	50
配线、车场线	50	—

8.1.3 双线线间距不变并行地段的平面曲线，宜设计为同心圆。

8.1.4 缓和曲线设置符合下列规定：

- 正线除道岔区外，直线与半径小于 2000 m 的圆曲线间应采用缓和曲线连接；
- 缓和曲线线型宜采用三次抛物线；
- 缓和曲线长度内应完成直线至圆曲线的曲率变化；
- 圆曲线两端宜采用等长的缓和曲线；
- 缓和曲线长度应符合表 3 的规定。特殊困难条件下，可采用不小于 1m 整数倍的缓和曲线长度计算值。

表 3 缓和曲线长度表

设计速度 km/h	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20
圆曲线半径 m	缓和曲线长度 m												
2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1500	30	25	20	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1200	35	30	25	20	15	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	45	35	30	25	20	15	—	—	—	—	—	—	—
950	45	40	30	25	20	15	—	—	—	—	—	—	—
900	50	40	35	25	20	15	15	—	—	—	—	—	—
850	50	40	35	30	20	20	15	—	—	—	—	—	—
800	55	45	35	30	25	20	15	—	—	—	—	—	—
750	60	50	40	30	25	20	15	15	—	—	—	—	—
700	60	50	40	35	25	20	15	15	—	—	—	—	—
650	65	55	45	35	30	20	15	15	—	—	—	—	—
600	70	60	50	40	30	25	20	15	—	—	—	—	—
550	80	65	55	40	35	25	20	15	15	—	—	—	—
500	85	70	60	45	35	30	20	15	15	—	—	—	—
450	95	80	65	50	40	30	25	20	15	15	—	—	—
400	105	90	70	60	45	35	25	20	15	15	—	—	—
350	120	100	80	65	50	40	30	25	15	15	—	—	—
300	—	—	95	75	60	45	35	25	20	15	15	—	—
250	—	—	—	90	70	55	40	30	25	15	15	—	—
200	—	—	—	—	90	70	55	40	30	20	15	15	—
150	—	—	—	—	—	—	70	50	35	25	15	15	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	55	35	25	15	15
90	—	—	—	—	—	—	—	—	60	40	25	15	15
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	30	20	15
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	35	20	15
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	25	15
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	25	15

8.1.5 车站站台宜设置在直线上，当设于曲线上时，站台有效长度范围平面曲线最小半径不应小于 300 m。

8.1.6 在正线、联络线及车辆基地出入线上，线路圆曲线最小长度不宜小于 20 m，困难条

件下不应小于一节车的长度；夹直线最小长度不宜小于 $0.5V$ （ V 为列车通过速度 km/h），困难条件下不应小于一节车的长度，缩短渡线曲线间夹直线可采用 10m。车场线圆曲线长度不应小于 3 m，可不设缓和曲线。

8.1.7 道岔设置符合下列规定：

- a) 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 10 m，道岔附带曲线半径不应小于道岔导曲线半径；
- b) 道岔宜靠近车站设置，道岔端部至车站有效站台端部距离不宜小于 5 m；
- c) 两组道岔导曲线间夹直线长度不宜小于 10 m。

8.1.8 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。但在车挡前宜保持不小于 10 m 的直线段。

8.2 线路纵断面

8.2.1 区间正线最大坡度不宜大于 60%，困难条件下不应大于 80%。出入线和联络线最大坡度不应大于 80%。

8.2.2 相邻竖曲线间的夹直线长度不宜小于远期列车长度，困难条件下不应小于 20 m，并应满足线路坡段长度不小于远期列车长度。

8.2.3 车站站台范围内的线路宜设置为平坡，可根据具体条件，按节能坡理念，设计合理的进出站坡度和坡段长度。当车站范围需设置纵坡时，应设置在坡度不大于 3‰单一坡道上，且竖曲线不应侵入车站站台有效长度内。

8.2.4 具有夜间停放车辆功能的配线，若布置在坡道上，应布置在面向车挡或区间的下坡道上，隧道内的坡度宜为 2‰，高架桥上的坡度不应大于 1.5‰。

8.2.5 道岔宜设在平坡道上，在困难地段，可设在不大于 3‰的坡道上。

8.2.6 当相邻坡度代数差等于或大于 5‰时应设置圆曲线型竖曲线，竖曲线半径宜满足表 4 的要求。

表 4 竖曲线半径

单位为米

线 别		一般情况	困难情况
正线	区间	3000	2000
	车站端部	1000	
联络线、出入线、车场线		1000	

8.2.7 车站站台有效长度和道岔范围内不应设置竖曲线，道岔端部至竖曲线的距离不宜小于 10 m；

8.3 线路配线

8.3.1 车辆基地出入线设置符合下列规定：

- a) 出入线宜在车站端部接轨；
- b) 出入线数目及与正线接驳方式应在满足运营需求的基础上，结合工程条件确定。

8.3.2 联络线设置符合下列规定：

- a) 联络线应满足资源共享要求；
- b) 联络线与正线的接轨点宜靠近车站设置。

8.3.3 折返线与停车线设置符合下列规定：

- a) 折返线应根据行车组织交路设计确定，起、终点站和中间折返站应设置折返线；

- b) 中间折返站宜采用站后折返形式，永久折返站的折返能力应满足系统设计能力要求；
 - c) 尽头式折返线、停车线有效长度宜按远期列车长度加 40 m 计（不含车挡长度）；
 - d) 贯通式折返线、停车线有效长度宜按远期列车长度加 10 m 计。
- 8.3.4 安全线设置及安全距离符合下列规定：
- a) 支线与干线接轨的车站宜设置平行进路；在出站方向接轨点道岔最外端距站台端部距离不宜小于 40 m，小于 40 m 时应设安全线。当支线与干线接轨的车站不具备设置平行进路条件时，在车站接轨点前应具有一度停车条件，当停车点至接轨点道岔最外端小于信号安全防护距离时，应设置安全线；
 - b) 车场出入线，在车站接轨点前，线路应具备一度停车条件且停车点至接轨点道岔最外端之间距离不应小于 40 m，当不满足上述条件时，应设置安全线。出入线采用八字形布置在区间与正线接轨时，应设置安全线。

8.4 道岔

- 8.4.1 道岔根据其换轨原理分为可动芯型、换梁型和枢轴型。
- 8.4.2 当道岔处于曲线或折线侧接通状态下车辆通过时应限速行驶。当道岔处于直线侧接通状态下应满足线路最高运行速度的要求。
- 8.4.3 道岔控制装置应具有集中控制、现场控制、手动控制三种控制方式。
- 8.4.4 各类型道岔的主要技术参数应符合表 5 的规定。

表 5 道岔主要技术参数

类型	侧向允许通过最高速度 km/h	相邻位转换时间 s	最小曲线半径 m
可动芯型道岔	20	≤15	50
换梁型道岔	20		50
枢轴型道岔	15		——
注：道岔的转换时间包括信号发出、解锁、转辙、锁定、信号回馈全过程。			

- 8.4.5 道岔梁竖向挠度不应超过跨度的 1/1400。道岔梁梁端（单端）竖向转角不应大于 2‰ rad。
- 8.4.6 道岔梁和轨道梁应根据车辆走行需要设置接缝板，并采取防雨雪措施。
- 8.4.7 驱动装置应能使道岔在规定时间内完成解锁、转辙、锁定的动作过程。
- 8.4.8 锁定装置应能承受车辆通过时产生的各种载荷。在各种环境条件下，锁定装置应能准确锁定。
- 8.4.9 道岔控制装置符合下列规定：
- a) 应具备对道岔的各机构进行控制和检测的功能，并按信号系统发出的指令使道岔完成解锁、转辙、锁闭和信号回馈的动作，同时应将道岔位置表示传给信号系统，并应与信号系统之间设置授权、收权联锁电路；
 - b) 应具有集中控制、现场控制、手动控制功能，并具有系统检测、故障诊断、故障保护和报警功能；
 - c) 电机应有容量裕度，其绝缘等级、防护等级应适合道岔的使用环境；
 - d) 使用的电缆应采用无卤、低烟、阻燃、防蚀、防潮和无放射性成分的产品；

e) 控制柜应采取隔热、防寒、防雨雪、防潮、防鼠害、防虫进入措施。

8.4.10 车挡类型分为液压缓冲滑移式车挡和固定式车挡。车辆基地列检库内的车挡宜独立安装。

8.4.11 道岔系统宜设置道岔健康监测系统。

9 土建工程

9.1 车站建筑

9.1.1 车站建筑工程设计应符合 CJJ/T 320 的规定。

9.1.2 车站宜设置为高架与地面车站，车站的设置应与既有或规划中的公共交通有便捷换乘功能。

9.1.3 设于站台层楼梯和自动扶梯的总量布置，除应满足上、下乘客的需要外，尚应按本文件 12 章站台层的乘客事故疏散至站厅层或其他安全区域时间的规定进行验算。垂直电梯不应计入事故疏散用。

9.1.4 提升高度超过 6 m 时，宜设上行旅客提升设备，超过 12 m 时宜增设下行旅客提升设备。

9.1.5 车站各部位的最小宽度应符合 GB 55033 的规定。

9.2 车站结构

9.2.1 车站结构设计应为土建和系统专业预留接口条件。

9.2.2 车站主体结构可采用钢筋混凝土结构、钢结构、钢-混组合结构等结构形式，并宜与站内桥梁墩柱之间设置结构缝断开。

9.2.3 主体结构和使用期间不可更换或更换影响运营的结构构件，设计工作年限应为 100 年；使用期间可更换且不影响运营的次要结构构件，设计工作年限应为 50 年。

9.2.4 主体结构抗震设防类别应为重点设防类，安全等级应为一类，并应符合 GB 50223 和 GB 50068 的规定。

9.2.5 车站宜采用预制装配式结构，践行绿色环保、节能减排的设计理念。

9.2.6 站台层导向轨装置应进行耐久性设计；导向轨的定位宜考虑测量误差、施工误差的影响，预留一定调节空间。

9.3 轨道梁桥

9.3.1 桥梁主体结构的设计使用年限应为 100 年。

9.3.2 轨道梁跨径应通过经济技术比选，并结合运输条件和现场施工条件综合确定。一般地段宜采用常规简支梁或连续梁，简支梁常用跨径采用 20 m~30 m；当跨越等级道路、铁路、河流、航道等需要采用更大跨度时，可采用其它特殊结构形式。

9.3.3 桥下净空满足车辆建筑限界高度的要求；

- a) 跨越通航河流、城市道路和公路时，车辆建筑限界最低点及桥下净空应符合 GB/T 50319、JTG B01、CJJ 37 的规定；
- b) 当车辆建筑限界最低点控制净空时，在满足 a) 条的基础上应增加 1 m 气动力影响高度，跨越城市快速路或高速公路时净空宜论证确定。

9.3.4 新建工程上跨悬挂式单轨桥梁时，交叉上跨结构与悬挂式单轨桥梁顶面竖向净距不宜小于 1m，平行上跨结构与悬挂式单轨桥梁顶面竖向净距不宜小于 2m。

9.3.5 列车竖向活载包括列车动力作用时，为列车竖向静活载乘以动力系数 $(1 + \mu)$ ，动力系数按公式 (3) 计算：

$$1 + \mu = 1 + 20/(50 + L) \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

L ——桥梁跨度，单位为米 (m)；

$1 + \mu$ ——列车竖向静活载动力系数。

疲劳计算时的列车竖向活载为定员列车竖向静活载乘以运营动力系数 $(1 + \mu_f)$ ，运营动力系数按公式 (4) 计算：

$$1 + \mu_f = 1 + 0.75 \times \mu \quad (4)$$

式中：

$1 + \mu$ ——列车竖向静活载动力系数；

$1 + \mu_f$ ——列车竖向静活载运营动力系数。

9.3.6 列车制动力或牵引力计算符合下列规定：

- a) 区间桥梁进行强度计算时：制动力或牵引力应按竖向静活载的 15% 计算，当制动力或牵引力与离心力同时计算时，宜按竖向静活载的 10% 计算；区间桥梁进行疲劳计算时：制动力或牵引力应按竖向静活载的 10% 计算，当制动力或牵引力与离心力同时计算时，宜按竖向静活载的 7% 计算；
- b) 高架车站及车站相邻两侧 100 m 范围内的区间双线桥应计算双线制动力或牵引力，每条线制动力或牵引力值应为竖向静活载的 10%；
- c) 区间双线桥应按一线的制动力或牵引力计算，三线或三线以上时应按双线的制动力或牵引力计算；
- d) 制动力或牵引力应作用于车辆重心处，计算桥墩时应移至销轴中心处或支座中心处，不计移动作用点所产生的力矩。

9.3.7 轨道梁可不设超高。

9.3.8 轨道梁竖向及横向温度差应与实际截面型式匹配，并结合地理环境因素及涂装等综合确定，可采用 15° 。

9.3.9 主力应与纵向及横向可能同时出现的附加力一起组合。

9.3.10 列车静活载作用下，简支轨道梁的竖向挠度不应超过其跨度的 $1/1000$ ，连续梁的竖向挠度限值按相同跨度简支梁的 1.1 倍取用。

9.3.11 在列车静活载作用下，轨道梁桥由于挠度产生的梁端(单端)竖向折角不应大于 $3\% \text{ rad}$ 。

9.3.12 在列车荷载、横向摇摆力、离心力、风力和温度力的作用下，轨道梁变形及桥墩横向水平位移差引起相邻两孔梁之间的水平折角不应大于 $4\% \text{ rad}$ 。

9.3.13 轨道梁走行面平顺度应小于 1.5 mm/m ，接缝处两孔梁之间的上下错位及左右错位不应大于 1 mm 。

9.3.14 轨道梁应设置预拱度，预拱度取恒载与 $1/2$ 静活载所产生的挠度之和，方向相反。

9.3.15 混凝土桥墩应检算强度、抗裂、整体纵向弯曲稳定。

9.3.16 钢结构桥墩应采用刚接柱脚，柱脚连接件应检算强度，并应根据实际累计损伤检算疲劳性能。

9.3.17 大跨度轨道梁桥应采用空间结构分析模型进行静、动力计算，80m 及其以上跨度的大跨桥梁宜进行车-桥耦合仿真分析。

9.3.18 轨道梁位于曲线段时可不设超高，轨道梁底板开口应设曲线加宽。

- 9.3.19 轨道梁内腔尺寸及公差应满足车辆走行系统的要求，走行面、导向面（稳定面）表面粗糙度不高于 Ra25。
- 9.3.20 隧道内轨道梁支点处结构，应满足由轨道传递至支点处荷载的设计要求。相邻的两支点不均匀沉降差应小于 20 mm。
- 9.3.21 墩梁连接除保证梁部的自由伸缩外，还应具备标高调整、安装和拆除的功能。标准跨度轨道梁桥可采用销轴和支座连接，大跨轨道梁桥宜采用支座连接。
- 9.3.22 道岔设备的桥墩设计应满足道岔设备的荷载、变形、安装和检修的要求。
- 9.3.23 轨道梁宜采用梳齿式伸缩装置。伸缩缝连接螺栓强度及疲劳应满足 GB 50017 的要求，并设置防松脱措施。伸缩缝构造应能适应桥梁多向变形需要。
- 9.3.24 强、弱电电缆安装位置和方式应满足四电专业要求，宜安装于轨道梁顶部的电缆槽盒内。
- 9.3.25 轨道梁内应预留接触轨安装空间及相关预留孔道。
- 9.3.26 信号系统线缆敷设及设备安装应结合轨道梁、车辆、限界等外部实施环境及设备工作条件确定，并在轨道梁、道岔梁、墩柱结构设计中统一规划和预留。
- 9.3.27 本文件轨道梁桥章节未作规定的内容应满足 CJJ/T 320 的设计要求。

9.4 地下区间结构

- 9.4.1 悬挂式单轨系统不宜采用地下敷设，在特殊地段，经技术经济比较后，局部区间可采用地下敷设。
- 9.4.2 地下区间结构设计使用年限不应低于 100 年。
- 9.4.3 地下区间结构设计应以“结构为功能服务”为原则，满足城市规划、行车运营、环境保护、抗震、防水、防火、防护、防腐蚀及施工要求。
- 9.4.4 地下区间结构净空尺寸应满足建筑限界及施工工艺的要求，应计入施工误差、结构变形及后期沉降的影响。
- 9.4.5 地下区间结构设计应根据施工方法、结构或构件类型、使用条件及荷载特性选用相应的结构设计规范和设计方法。

9.5 边坡

- 9.5.1 边坡工程所形成的建设廊道空间尺寸应满足限界的要求。
- 9.5.2 边坡工程设计应依据工程地质与水文地质、边坡高度、环境条件、各种作用、邻近的建（构）筑物、市政设施、施工条件和工期，减少对天然植被和山体的破坏，防止诱发地质灾害；并应重视景观设计，满足环境保护的要求；边坡工程设计除应满足本节的要求外，尚应符合 GB 50330 的规定。
- 9.5.3 边坡形式及坡率应根据工程地质、水文地质、气象条件、施工方法、边坡高度，自然山坡和人工边坡状况，结合力学分析综合确定；边坡高度较大时，宜在边坡中部设置边坡平台。
- 9.5.4 边坡支挡结构的设置应结合地形、地质、用地、环境条件综合确定，下列地段宜设置支挡结构：
- a) 节约用地、少占农田或保护重要的既有建筑物地段；
 - b) 车站、景区等有生态保护需求的地段；
 - c) 避免大量挖方、降低边坡高度或加强边坡稳定性的挖方地段；
 - d) 受水流冲刷影响填方稳定的沿河、滨海地段。
- 9.5.5 边坡坡面防护应根据边坡的工程地质、水文地质、气象条件、边坡坡率与高度，结合环境保护和水土保持要求，采用工程防护或植物防护相结合的综合处理措施。

9.5.6 边坡工程排水应系统规划，形成设施完整、通畅的防排水系统。

10 机电工程

10.1 通风空调与供暖

10.1.1 车站、车辆综合基地、运营控制中心的通风、空调与供暖设计应符合 GB/T 51357 和 CJJ/T 320 的规定。

10.1.2 地下区间隧道通风设计的通风设计应符合 GB/T 51357 的规定。

10.1.3 辅助生产房屋、办公生活房屋的通风、空调与供暖设计应符合 GB 50736 的规定。

10.2 给水与排水

10.2.1 车站、车辆综合基地、运营控制中心、地下区间的给水、排水系统设计应符合 GB/T 51293 和 CJJ/T 320 的有关规定。

10.2.2 路面洒水、绿化及草地用水、汽车冲洗用水，应符合 GB 50015 的规定。

10.3 供电

10.3.1 供电系统应包括外部电源、电源开闭所、中压供电网络、变电所、牵引网、动力照明和电力监控。

10.3.2 供电系统宜从直接城市电网引入不少于两回外部电源。外部电源的数量和接入容量应满足远期牵引负荷和动力照明负荷的需求。

10.3.3 外部电源宜直接从城市公共电网接入，接入方案应根据线网规划和公共电网现状及规划进行设计，宜采用分散式供电。

10.3.4 供电系统电源接入侧的电能质量应符合国家的电能质量标准，注入电网的谐波含量应符合 GB/T 14549 的有关规定。

10.3.5 中压供电网络的电压等级宜选用交流 10 kV 和 20 kV，中压供电网络宜采用牵引动力照明混合网络方案。

10.3.6 中压供电网络线路末端电压偏差应符合 GB/T 12325 的相关规定。

10.3.7 牵引负荷不应低于二级负荷；动力照明等用电负荷应按供电可靠性要求及失电影响程度分为一级负荷、二级负荷和三级负荷。

10.3.8 牵引供电系统的供电制式应根据车辆的受电需求、线路条件和运营组织需求确定。

10.3.9 牵引供电电压等级应与车辆选型匹配。直流牵引供电系统的电压及其波动范围应符合 GB 10411 的规定。

10.3.10 当列车再生制动能量采用地面装置吸收时，宜采用储能型再生制动能量吸收装置。

10.3.11 当车辆外壳与负极回流轨等电位连接，负极回流轨对地电压超标时，应采取短时接地措施；当车辆外壳与负极回流轨绝缘，车站应设置接地轨，同时牵引变电所应设置直流接地漏电保护装置，该装置应能有选择性切除故障。

10.3.12 无功补偿应结合系统需求和负荷特征选择集中式或分散式补偿方式，当采用集中补偿时，宜在电源开闭所配置可调电抗器。

10.3.13 变电所的中压继电保护设置应符合 GB/T 50062 的相关规定。当中压供电网络采用单环网接线时，宜配置故障自愈功能。

10.3.14 变电所类型可分为房屋式和箱式。与车站同址的变电所宜与车站合建，车辆基地变电所宜采用房屋式；车站建筑体量受到严格控制和需要设置区间变电所时，宜采用与周边环境协调的箱式变电所。

10.3.15 区间中压环网电缆宜沿轨道梁采用线槽布置，线槽应采用阻燃、低卤、低烟的材

料，同时线槽应具备通风散热特性和检修便利性。当采用金属线槽时，线槽应进行接地。

10.3.16 中压环网电缆在桥梁结构变形缝处应进行长度预留。

10.3.17 牵引网应包括接触轨、开关设备及电缆等。其中，接触轨按电压极性应区分为正极接触轨和负极接触轨，应分别通过上网电缆和回流电缆与牵引变电所连接。

10.3.18 正极接触轨与负极接触轨的技术参数、规格型号、安装方式应一致。

10.3.19 接触轨宜采用 C 型钢铝复合轨，接触轨钢带硬度应大于与集电靴接触部分的材料硬度。

10.3.20 轨道梁内接触轨运维宜采用自动巡检设备。

10.3.21 供电设施防火设计应符合 GB 50229、GB 50016 的有关规定。

10.3.22 车辆基地内应设置供电车间。

10.3.23 有条件时可采用光伏发电等绿色能源作为补充电源。

10.3.24 为保障供电可靠性，宜设置全线贯通的中压供电网络作为动力与照明供电系统的电源进线。

10.3.25 动力与照明系统宜采用 220 V/380V 三相四线制系统, TN-S 接地方式。

10.3.26 动力与照明系统设计应符合 GB 55024、GB 51348 的规定。

10.3.27 车站及车辆基地设置综合接地系统，接地装置应利用建筑结构钢筋作为自然接地体，其接地电阻不应大于接入设备中要求的最小值，接触电位差和跨步电位差应符合 GB 50065 的相关规定。

10.3.28 直流牵引供电系统应为不接地系统，牵引变电所中的直流牵引供电设备应绝缘安装。

10.3.29 当轨道梁采用金属结构时，应将金属梁作为贯通接地体，轨道梁之间应可靠电气连接。

10.3.30 应将桥墩作为自然接地体，并与轨道梁的贯通接地线电气连接。

10.4 通信

10.4.1 通信系统宜由传输系统、电话系统、无线通信系统、广播系统、视频监视系统、乘客信息系统、时钟系统、集中录音系统、集中告警系统、电源系统及接地等组成。

10.4.2 当出现异常情况转至灾害运行方式时，通信系统应能提供应急通信服务，为救援和事故处理指挥提供保障。

10.4.3 通信各子系统均应具有网络管理功能，主要通信设备和模块应具有自检和报警功能，中心网管设备可采集和监测系统设备运行状态和故障信息。

10.4.4 通信系统应符合国家网络安全等级保护制度。

10.4.5 电话系统包括公务电话和专用电话，可采用公专合一方式，但应保证调度专用功能。

10.4.6 无线通信系统可采用 LTE-M 综合承载方式或租用运营商网络方式。其中 LTE-M 综合承载系统的工作频段及频点应由当地无线电管理部门批准。

10.4.7 悬挂式单轨宜在控制中心、车站、车辆基地等处设置集中录音系统。录音对象宜包括广播、电话、无线通信等调度通信相关系统。

10.4.8 通信系统工程设计除应符合本文件外，还应符合 CJJ/T 320 的规定。

10.5 信号

10.5.1 信号系统应满足悬挂式单轨系统行车组织和运营管理的需要。

10.5.2 信号系统设备配置和安装应方便运营维护。涉及行车安全的信号设备及电路应符合“故障—安全”原则，采用的安全系统、设备应经过安全认证。

10.5.3 信号系统宜采用体现高度集成一体化的控制模式，行车指挥宜采用以行调为核心的综合调度管理系统，设备配置宜采用集成化、智能化控制方式。

10.5.4 信号系统应具备控制中心自动控制和控制中心调度员人工控制功能。正线长度不超过 10km 或运营组织需要时，宜采用控制中心设备集中控制方式实现全线列车运行控制。

10.5.5 正线车站信号设备的控制可采用轨旁就近设置控制机柜进行集中控制方式，机柜应防水、防尘，并满足 GB/T 4208 中外壳防护等级为 IP66 级的规定。

10.5.6 ATC 系统应能降级运用，信号系统降级设备配置应具备故障列车运行至前方运营停车点的能力。

10.5.7 信号系统宜减少或取消信号机、计轴等设备配置数量，采用新技术、新设备实现有序行车组织和保证列车运行安全。

10.5.8 信号系统采用的轨旁设备和车载设备应适应悬挂式单轨设备的安装空间要求。

10.5.9 信号系统设备应满足车辆限界和设备限界要求，车载设备不应超出车辆限界，计轴磁头、应答器、信号机等室外轨旁设备不应侵入设备限界。计轴磁头安装困难时，其与设备限界之间距离不应小于 20 mm。

10.5.10 室外轨旁设备布置宜避开悬挂式单轨跨越公路、河流、公园等位置，减小检修维护难度。

10.5.11 轨旁信号机设置应结合墩柱位置布置，轨道梁墩柱设计应预留信号机安装条件。

10.5.12 应答器宜采用小型化设备，应能满足悬挂式单轨物理安装空间和安装位置的金属结构环境条件。

10.5.13 信号系统可与风速检测装置接口，根据风速等级规定采取告警、限速或停车等安全防护措施。

10.5.14 ATP 系统联锁设备与道岔系统应在道岔控制柜接口，实现对道岔的状态、故障信息采集和命令控制。

10.5.15 列车自动运行（ATO）系统应根据列车供电系统模式调整列车牵引制动策略，当列车采用储能供电模式时，ATO 宜根据电池管理系统状态信息调整控车策略。

10.5.16 信号设备应分别设工作地线、保护地线、屏蔽地线和防雷地线，并宜接入综合接地系统，接地电阻不应大于 1 Ω ；当未设或局部未设综合接地体时也可分散接地，接地电阻值不应大于 4 Ω 。

10.5.17 室外轨旁信号设备、与外线连接的室内信号设备应具有雷电和浪涌防护措施，设备受雷电干扰时不应错误动作。信号设备电力线引入处宜单独设置电源防雷箱。

10.5.18 信号系统在区间轨道梁、道岔梁内部以及车站内敷设的线缆应采用无卤、低烟、阻燃型电缆；在室外暴露的线缆应采取遮蔽防护措施或采用低烟、低卤、阻燃、抗太阳辐射、抗老化型电缆。

10.5.19 悬挂式单轨信号系统工程设计除应符合本文件外，尚应符合 CJJ/T 320 的规定。

10.6 自动售检票

10.6.1 悬挂式单轨系统宜根据运营和管理需求设置自动售检票系统。

10.6.2 售检票系统应建立统一的密钥系统和车票制式标准，宜采用互联网+虚拟电子票，具备关联城市的“一卡通”车票使用条件。

10.6.3 售检票系统应采用集中监控和统一的票务政策、票务管理模式。

10.6.4 检票设备可实现多元过闸应用，可预留票检合一的设置条件，其功能和数量配置应满足实际运营的需要。

10.7 综合调度指挥

10.7.1 悬挂式单轨系统在电力监控、火灾自动报警、站台门等机电系统配置完善时宜设置综合调度指挥系统，作为线路的自动化监控和数字信息共享平台。

10.7.2 综合调度指挥系统应实现行车调度、电力调度、机电设备监控、运营模式工况监控功能；宜实现乘客服务、辅助决策等功能。

10.7.3 综合调度指挥系统应采用集成和互联方式构建，宜采用基于云平台技术的系统架构，可采用基于行车调度为核心的集成方案。综合调度指挥系统宜集成电力监控、火灾自动报警、站台门等系统，宜互联列车自动监控、广播、乘客信息、视频监控、自动售检票、时钟、通信集中告警等系统。

10.8 火灾自动报警

10.8.1 火灾自动报警系统宜采用中央和车站两级监控管理模式，控制中心应监控和管理全线的火灾报警信息。

10.8.2 火灾自动报警系统应直接联动控制消防设备。

10.8.3 车站、车辆基地应采用集中报警系统，全线应采用控制中心报警系统。

10.8.4 列车火灾信息应上传至控制中心且应在中央控制室显示。

10.9 环境与设备监控

10.9.1 悬挂式单轨系统工程可设置环境与设备监控系统。

10.9.2 当全线设置环境与设备监控系统时，环境与设备监控系统应集成于综合调度指挥系统。

10.10 门禁

10.10.1 悬挂式单轨系统工程可设置门禁系统。

10.10.2 当设置门禁系统时，门禁系统构成、功能设置应符合 GB 50157 的规定。

10.11 自动扶梯与电梯、站台屏蔽门

10.11.1 悬挂式单轨系统宜采用公共交通型自动扶梯。

10.11.2 自动扶梯的额定速度不应小于 0.5 m/s。自动扶梯倾斜角度不应大于 30°，自动扶梯的梯级名义宽度不应小于 1.0 m。

10.11.3 车站宜采用无机房电梯，以满足车站无障碍功能要求。

10.11.4 电梯额定载重不宜小于 800 kg，在枢纽站或换乘站可适当提高电梯额定载重。

10.11.5 自动扶梯的设备选型应符合 GB 16899 的规定。电梯的设备选型应符合 GB/T 7588.1 的规定。

10.11.6 车站宜设置站台屏蔽门，并应具备安装站台屏蔽门系统的接口条件。

10.11.7 站台屏蔽门系统应具有障碍物探测功能。

10.11.8 站台屏蔽门系统所采用的绝缘材料、密封材料和电线电缆应为无卤、低烟的阻燃材料，且不应含有放射性成分。

10.11.9 全自动运行线路，站台屏蔽门系统应具备“对位隔离”功能。

10.12 控制中心

10.12.1 悬挂式单轨系统控制中心应对全线的列车运行、电力供给、环境状况及车站设备、票务运行全过程进行集中监控、统一调度指挥和管理。

10.12.2 控制中心应具备行车调度、车辆管理、乘客服务、电力调度、机电设备监控、票务管理、防灾指挥调度和管理功能，对运营全过程进行集中监控、统一指挥和管理。

10.12.3 控制中心的设计应符合 CJJ/T 320 的规定。

11 车辆基地

11.1 一般要求

11.1.1 根据承担的功能、任务范围不同，车辆基地应划分为车辆段和停车场。

11.1.2 车辆检修宜采用日常维修和定期检修相结合的检修制度。车辆日常维修和定期检修的修程和周期应根据车辆技术条件、车辆的质量以及车辆制造商的建议制定。悬挂式单轨车辆检修修程和检修周期应符合表 6 的规定。

表 6 悬挂式单轨车辆检修修程和检修周期

类别	检修修程	检修周期		检修时间
		走行里程（万公里）	时间间隔	
定期检修	全面检修	60	6 年	35 天
	重点检修	30	3 年	20 天
	换 轮	10	1 年	10 天
日常维修	三月检	2.5	3 月	3 天
	双周检	—	15 天	4 小时
	列 检	—	每天或两天	2 小时

11.1.3 车辆段应按下列作业范围设计：

- 列车管理和编组工作；
- 列车停放、列检、双周检、三月检、换轮及清扫洗刷、定期消毒工作；
- 段内配属列车的乘务工作；
- 车辆的全面检修、重点检修及检修后的列车试验；
- 段内设备、机具的维修和工程车的整备及维修。

11.1.4 停车场应按下列作业范围设计：

- 列车管理工作；
- 列车停放、列检、清扫洗刷、定期消毒工作，可包括双周检、三月检工作；
- 场内配属列车的乘务工作。

11.1.5 车辆段宜按照车辆换件修的模式进行设计，车辆段内设备的大修宜就近外委专业工厂承担。有条件时，车辆的全面、重点检修也可委托车辆制造厂或修理厂承担。

11.1.6 车辆段与停车场出入线的设计符合下列规定：

- 出入线宜在车站端部接轨；
- 出入线数目及与正线接驳方式应在满足运营需求的基础上，结合工程条件确定；
- 出入线应满足行车和信号的要求。

11.1.7 车辆段、停车场的设计规模应根据车辆技术条件、配属列车编组和数量、检修周期和检修时间计算确定。

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

- 双周检、三月检、换轮取 1.2；
- 全面、重点检修取 1.1。

11.1.9 车场线是车辆段、停车场内线路的统称，包括运用和检修库线、调机及工程车库线、试车线、洗车线、走行线、牵出线，具体线路应根据作业需要设置。

11.1.10 车场线的线路平面及纵断面设计符合下列规定。

- a) 出入线符合下列规定：
 - 1) 最小曲线半径不宜小于 50 m，困难情况下不应小于道岔导曲线半径；
 - 2) 最大坡度不应大于 80‰；
 - 3) 竖曲线半径不宜小于 1000 m。
- b) 试车线应为平直线路，困难时，在满足试车速度要求条件下可设适当曲线；
- c) 车场其他线路符合下列规定：
 - 1) 最小曲线半径不应小于 50 m；
 - 2) 曲线间夹直线最小长度可为 3 m；
 - 3) 线路宜设于平道上，困难时库外线路的坡度可按不大于 1.5‰设计。

11.1.11 车辆基地其他相关要求应符合 CJJ/T 320 的规定。

11.2 车辆运用整备设施

11.2.1 车辆运用整备设施应包括停车、列检、双周检、三月检、洗车设备及相应线路设施，并应依据生产需要配备办公、生活房屋。

11.2.2 停车线应根据当地气象条件和运营要求设计。一般情况下采用露天停放的方式，多雨地区宜设棚，寒冷地区或风沙地区宜设库。

11.2.3 运用库各库每线的列位数符合下列规定：

- a) 库型为尽端式布置时，停车、列检线每股道不应大于四列位；双周三月检库宜按每股道一列位设计，困难时可按二列位设计；
- b) 库型为贯通式布置时，停车、列检线每股道不应大于六列位；双周三月检线宜按每股道二列位设计，困难时可按三列位设计。

11.2.4 停车、列检、双周三月检库（棚）的长度应根据列车长度、检修工艺流程、运输通道宽度、厂房组合情况和建筑、结构设计要求综合确定；高度应根据检修作业人员在车顶作业高度加安全距离及检修工艺要求综合确定；宽度应根据库线数量、线间距、作业场地、设备尺寸、人行及运输通道综合确定。各车库的长度不应小于下列公式的计算值：

- a) 列检库（棚）计算长度，可按公式（5）计算：

$$L_{tk} = (L + 1) \times N_t + (N_t - 1) \times W + T + 9 \quad (5)$$

式中：

L_{tk} ——列检库（棚）长度，单位为米（m）；

$(L + 1)$ ——列车长度加停车误差 1，单位为米（m）；

N_t ——每条线停车列位数；

W ——列检列位之间通道宽度，单位为米（m）；

T ——列车端部至车挡距离，单位为米（m），贯通式布置时， $T=0$ ；

- b) 双周/三月检库长度计算，可按公式（6）计算：

$$L_{yk} = (L + 1) \times N_y + (N_y - 1) \times W + T + 9 \quad (6)$$

式中：

L_{yk} ——月检库长度，单位为米（m）；

$(L + 1)$ ——列车长度加停车误差 1，单位为米（m）；

N_y ——每条线停车列位数；

W ——双周/三月检列位之间通道宽度，单位为米（m）；

T ——列车端部至车挡距离，单位为米（m），贯通式布置时， $T=0$ 。

11.2.5 车辆段、停车场各种车库有关部位的最小尺寸，宜参考表 7。

表 7 车辆段、停车场各种车库有关部位最小尺寸

单位为米

项目名称	车库种类							
	停车库（线）	列检库	双周/三月检库	换轮库	调机工程车库	检修库	油漆库	车体检修库
车体之间通道宽度（无柱或轨道梁）	1.5	2.5	3.5	3.5	2.5	3.5	2.5	2.5
车体与侧墙间的通道宽度	1.5	3.0	3.0	3.0	2.0	6.5	2.5	2.5
车体与柱边或轨道梁通道宽度	1.3	3.0	3.0	3.0	2.0	6.5	2.2	2.2

11.2.6 车辆段应设洗车设施，包括洗车机、洗车线路和生产房屋，其设计应符合下列规定：

- a) 洗车机采用通过式；在不影响出入段能力的条件下，设置在入段线上；
- b) 洗车线在洗车库前后一辆车长度范围内为直线；
- c) 根据洗车设备的要求配备辅助生产房屋；
- d) 洗车线有效长度按公式（7）、公式（8）计算确定：

1) 尽端式洗车线有效长度

$$L_{sj} = 2L + L_s + 10 + W \cdots \cdots \cdots (7)$$

式中：

 L_{sj} ——尽端式洗车线有效长度，单位为米（m）； $2L$ ——洗车机设备前后各一列车长度，单位为米（m）； L_s ——洗车机长度（包括连锁设备），单位为米（m）； W ——信号安全距离，单位为米（m）。

2) 贯通式洗车线有效长度

$$L_{st} = 2L + L_s + 12 + W \cdots \cdots \cdots (8)$$

式中：

 L_{st} ——贯通式洗车线有效长度，单位为米（m）； $2L$ ——洗车机设备前后各一列车长度，单位为米（m）； L_s ——洗车机长度（包括连锁设备），单位为米（m）； D ——信号设备设置附加长度，单位为米（m）。 W ——信号安全距离，单位为米（m）。

11.2.7 列检、双周/三月检库（棚）内设备设计符合下列规定：

- a) 库内应设立体检查作业平台及作业人员安全防护设施，平台下应设照明设备，作业平台长度应按列车长度加停车误差确定，作业平台应与轨道梁桥结合，作业平台高度应满足检查转向架和车顶设备的要求；
- b) 库内各作业点应设信息化系统终端设备和接口；
- c) 库内宜设给水排水管、电源线等管线；
- d) 库内顶层作业平台应设置安全联锁门禁系统，其数据应纳入车辆运用检修作业管理系统；
- e) 库内宜结合转向架走行轮的形式设置充气工装设备。

11.2.8 列检、双周/三月检库（棚）内不宜设接触轨。

11.2.9 车辆段、停车场应根据车场线路布置和作业需要设牵出线，其数量应根据作业量确定。

牵出线的有效长度不应小于公式（9）的计算值：

$$L_q = L_{qc} + L_n + 10 + W \cdots \cdots \cdots (9)$$

式中：

L_q ——牵出线有效长度，单位为米（m）；

L_{qc} ——通过牵出线列车总长度，单位为米（m）；

L_n ——调车机车长度，单位为米（m）；

W ——信号安全距离，单位为米（m），有人驾驶时， $W=0$ 。

11.3 车辆检修设施

11.3.1 车辆检修设施应包括全面/重点检修库、换轮库、静调库和辅助生产房屋及设施，并根据其功能和检修工艺要求设置，同时符合下列规定：

- a) 车辆基地除应设置全面/重点检修库、换轮库、静调库，尚应根据车辆检修要求设转向架检修间、钩缓检修间、电子电器检修间、集电装置检修间、制动检修间、空调检修间、电机检修间、蓄电池检修间、车体检修间、部件检修间及设备维修间及相应的辅助生产房屋；
- b) 根据实际需要可独立设置油漆库。

11.3.2 全面/重点检修库应符合下列规定：

- a) 全面/重点检修库长度根据车辆长度、检修工艺流程、新车装卸流程、运输通道宽度、厂房组合情况和建筑、结构设计要求综合确定；
- b) 全面/重点检修库宽度根据库线数量、线间距、车辆限界、作业场地、设备尺寸、人行及运输通道及起重设备跨度综合确定；
- c) 全面/重点检修库高度根据检修工艺、车顶作业、起重机结构尺寸综合确定；
- d) 库内设开闭式检修作业平台、起重设备、车体地面支撑装置。

11.3.3 换轮库设计符合下列规定：

- a) 换轮库的宽度和高度应根据车辆限界、检修工艺流程、设备尺寸、人行及运输通道及起重设备跨度综合确定；
- b) 库内应设开闭式检修作业平台、起重设备、车体地面支撑装置；
- c) 换轮库的长度不应小于公式（10）的计算值：

$$L_{jk} = L + N_d \times 1 + T + 16 \cdots \cdots \cdots (10)$$

式中：

L_{jk} ——换轮库长度，单位为米（m）；

N_d ——列车单元数；

T ——列车端部至车挡距离，单位为米（m）。

11.3.4 静调库设计应符合下列规定：

- a) 静调库的长度、宽度和高度根据车辆限界、检修工艺流程、设备尺寸、人行及运输通道综合确定；
- b) 库内设调试用的外接电源设备以及检修作业平台。

11.3.5 车辆段内宜设置试车线。试车线的设计应符合下列规定：

- a) 试车线的长度根据车辆性能和技术参数及试车综合作业要求计算确定。试车线两端设车挡；
- b) 试车线为平直线路，困难时线路端部可根据该线段的试车速度设置适当的曲线，试车线的其他技术标准与正线标准一致；
- c) 试车线设置试车设备房屋。

11.3.6 各种检修库的库前股道宜设有一辆车长度的平直线路。

11.3.7 车辆段应设材料、备品仓库，并应配置起重和运输设备。

11.3.8 蓄电池间宜独立设置，蓄电池间的规模应满足悬挂式单轨车辆蓄电池检修和充电需要，并宜根据需要兼顾调车机车、工程车和蓄电池搬运车的检修和充电。酸性蓄电池充电室应采取防爆措施。

11.3.9 油漆库应设置通风设备，并采取消防和环保措施。

11.4 综合维修中心

11.4.1 综合维修中心宜与车辆基地合址设置；综合维修工区宜与停车场合址设置。

11.4.2 房屋建筑、道路等设施 and 机电通用设备的维修宜利用社会资源。

11.4.3 综合维修中心和综合维修工区应根据生产的需要配置生产用房、仓库和办公、生活用房。

11.4.4 综合维修中心和综合维修工区宜配置养护维修设备及工程车辆，并应配置相应的停放线和工程车库。

11.5 物资总库

11.5.1 悬挂式单轨系统可设物资总库，担负材料、配件、设备和机具，以及劳保用品等的采购、存放、发放和管理工作。

11.5.2 物资总库宜设置在车辆段内。

12 防灾与救援

12.1 悬挂式单轨系统应具有对火灾、风灾、地震、冰雪、水淹和雷击的预防设施，并应以预防火灾和风灾为主。

12.2 防火灾应贯彻“预防为主、防消结合”的方针。一条线路、一座换乘车站及相邻区间应按同一时间内发生一次火灾设计。

12.3 建筑防火应符合 GB 55037、GB 50016 和 CJJ/T 320 的规定。

12.4 消防给水水源应采用城市自来水。当沿线无城市自来水时，可采用其他可靠的消防给水水源。

12.5 通信系统应具备在火灾时能迅速转换为防灾通信的功能。

12.6 车站站台至站厅或其它安全区域的疏散楼梯、自动扶梯和疏散通道的通过能力，应保证在远期或客流控制期中超高峰小时最大客流量时，一列进站列车所载的乘客及站台上的候车乘客能在 4 min 内安全撤离，站台可按公式（11）计算，并应能在 6 min 内全部疏散至站厅公共区或其它安全区域。

$$T = (Q_1 + Q_2)/0.9[A_1(N - 1) + A_2B] \leq 4\text{min} \quad (11)$$

式中：

T ——高架车站乘客从站台层疏散至站厅公共区或其他安全区域的时间，单位为分钟（min）；

Q_1 ——远期或客流控制期中超高峰小时最大客流量时一列进站列车的载客人数，单位为人；

Q_2 ——远期或客流控制期中超高峰小时站台上的最大候车乘客人数，单位为人；

A_1 ——一台自动扶梯通过能力，单位为人/分钟·台（人/min·台）；

A_2 ——单位宽度疏散楼梯的通过能力，单位为人/分钟·米（人/min·m）；

N ——用做疏散的自动扶梯的数量，单位为台；

B ——疏散楼梯总宽度，单位为米（m），每组楼梯的宽度应按 0.55 m 的整倍数计算。

12.7 悬挂式单轨系统应具备以下乘客紧急疏散方式：

- a) 纵向救援：两列车同在上/下行线路，两列车自动连挂，乘客通过应急门从事故车辆转移到救援车辆；
- b) 垂直救援：车辆具备通过车辆自带的垂直逃生设备直接疏散乘客到地面的功能。

12.8 悬挂式单轨系统应具备以下救援方式：

- a) 正线车辆救援：一列空载列车应具有在正线最大坡道上牵引另一列超员载荷的无动力列车运行到下一站的能力；
- b) 专用工程机械救援：可使用云梯车、特殊吊车等专用工程机械设备进行救援。

12.9 悬挂式单轨系统宜具备横向疏散的乘客紧急疏散方式。

注：横向救援：救援列车将车站上备用的横向渡板带至事故现场停至故障列车一侧，渡板通过侧门构成带扶手的救援通道，乘务人员指挥乘客通过救援通道疏散至救援列车。

12.10 悬挂式单轨系统不宜采用地下敷设，若采用地下敷设，地下区间疏散要求应符合 GB 55037 的规定。

12.11 悬挂式单轨系统宜在线路一侧设置应急救援道路，可利用既有地面道路，无法利用段宜新建应急救援道路。

13 环境保护

13.1 一般要求

13.1.1 工程建设应满足国土空间规划和环境功能区划的要求。

13.1.2 环境保护措施应遵循保护优先、预防为主、综合治理的原则，应满足环境影响报告、水土保持方案报告及相应批复意见的要求。

13.1.3 环境保护设施的设计标准、规模、服务范围应满足近期客流和最大通过能力要求。环境保护设施的主体部位或不易改、扩建的土建工程应按远期需要实施。

13.1.4 工程的建（构）筑物的景观设计应与区域景观环境相协调。

13.2 噪声与振动污染防治

13.2.1 保护目标的声环境因工程的声源影响超过 GB 3096 的规定时，应从降低噪声源强、阻隔传播途径和受声点防护方面采取防治措施。

13.2.2 车场的厂界噪声应符合 GB 12348 的规定。

13.2.3 车站内的平均等效声级及混响时间应符合 GB/T 14227 的规定，设备与管理用房的噪声应符合 GB/T 50087 的规定。

13.2.4 运行产生的振动和振动速度影响应符合 GB 10070 和 GB/T 50452 的规定。

13.3 其他污染防治

13.3.1 水污染防治设计应符合 GB 8978、GB/T 31962 以及地方污水排放标准的规定。车站和车场的生活污水、生产废水应经处理后回用或达标排放。

13.3.2 大气污染防治设计应符合 GB 13271、GB 14554、GB 16297 和 GB 18483 的规定。

13.3.3 主变电所、移动通信基站和列车运行产生的电磁环境影响应符合 GB 8702 的规定。

13.3.4 生产作业产生的一般固体废物应有资源化和无害化预处理措施。车站应设置垃圾收集设施，车场应设置垃圾收集、转运设施和危险废物贮存设施。

参 考 文 献

- [1] GB/T 5599 机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范
 - [2] GB/T 12758 城市轨道交通信号系统通用技术条件
 - [3] GB/T 44413 城市轨道交通分类
 - [4] GB 50055 通用用电设备配电设计规范
 - [5] GB 50157 地铁设计规范
 - [6] GB 50348 安全防范工程技术标准
 - [7] GB 50458 跨座式单轨交通设计标准
 - [8] GB/T 51234 城市轨道交通桥梁设计规范
 - [9] GB 55033 城市轨道交通工程项目规范
 - [10] CJJ/T 96 地铁限界标准
-