

ICS 03.220

CCS P51

团

体

标

准

T/CCTAS XX—2024

永磁磁浮悬挂式单轨交通设计规范

Code for design of permanent maglev suspended monorail transit

(本草案完成时间: 2024 年 7 月)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中国交通运输协会 发布

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本规定 4

5 运营组织 4

 5.1 一般规定 4

 5.2 运营规模 4

 5.3 运营模式 4

 5.4 运营配线 5

 5.5 运营管理 5

6 车辆 5

 6.1 一般规定 5

 6.2 车辆型式与列车编组 6

 6.3 车体 7

 6.4 悬浮架 7

 6.5 电气系统 7

 6.6 制动系统 8

 6.7 安全与应急设施 8

7 磁轨 9

 7.1 一般规定 9

 7.2 磁轨结构形式 9

 7.3 布置形式和连接方式 9

8 限界 9

 8.1 一般规定 9

 8.2 基本参数 10

 8.3 建筑限界 10

9 线路 10

 9.1 一般规定 10

 9.2 线路平面 11

 9.3 线路纵断面 12

 9.4 道岔及配线设置 12

10 轨道梁桥 12

 10.1 一般规定 12

 10.2 结构变形及沉降限制 13

 10.3 荷载 13

 10.4 构造要求 16

11 道岔 16

11.1	一般规定	16
11.2	道岔分类	17
11.3	道岔设计	17
12	车站及其他建筑	17
12.1	一般规定	17
12.2	车站平面	18
12.3	车站出入口	18
12.4	楼梯、自动扶梯与电梯	18
12.5	站台门	19
12.6	各部位参数要求	19
12.7	车场和控制中心	19
13	车站结构	20
13.1	一般规定	20
13.2	荷载	20
13.3	工程材料	20
13.4	结构设计	20
13.5	构造要求	21
14	通风空调及给排水	错误！未定义书签。
14.1	通风与空调	21
14.2	给水与排水	22
15	供电	23
15.1	一般规定	23
15.2	变电所	24
15.3	牵引网	24
15.4	电缆	26
15.5	动力与照明	26
15.6	电力监控	27
15.7	综合接地	27
16	通信	28
16.1	一般规定	28
16.2	传输系统	28
16.3	电话系统	29
16.4	无线通信系统	29
16.5	广播系统	30
16.6	时钟系统	30
16.7	视频监视系统	30
16.8	集中网管系统	31
16.9	乘客信息系统	31
16.10	电源及接地系统	31
17	信号	31
17.1	一般规定	31

17.2 系统要求	32
17.3 列车自动监控（ATS）系统	33
17.4 列车自动防护（ATP）系统	33
17.5 列车自动运行（ATO）系统	34
17.6 车场信号系统	35
17.7 信号系统供电	35
17.8 防雷、电磁兼容与防护	35
17.9 其他	36
18 综合监控及环境与设备监控系统	36
18.1 一般规定	36
18.2 综合监控系统	37
18.3 环境与设备监控系统	37
19 自动售检票系统	37
19.1 一般规定	37
19.2 系统构成	37
19.3 系统功能	38
19.4 票制、票务管理模式	38
20 运营控制中心	38
20.1 一般规定	38
20.2 功能分区与总体布置	38
20.3 布线	39
21 车场	39
21.1 一般规定	39
21.2 总平面布置	40
21.3 车辆运用整备设施	41
21.4 车辆检修设施	41
21.5 综合维修中心	42
21.6 物资库	42
21.7 其他	42
22 防灾及救援	42
22.1 一般规定	42
22.2 建筑防火	42
22.3 安全疏散与救援	43
22.4 消防给水与灭火	43
22.5 防烟排烟系统	44
22.6 防灾用电与疏散标志	44
22.7 防灾通信	45
22.8 火灾自动报警系统	45
22.9 风力监测系统	45
22.10 其他灾害预防	46
22.11 救援保障	46

附 录 A （规范性） 永磁磁浮悬挂式单轨交通车限界参考图 47

附 录 B （规范性） 曲线地段设备限界计算方法 50

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。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中铁第六勘察设计院集团有限公司、江西理工大学、中铁科工集团有限公司、中铁宝桥集团有限公司、北京全路通信信号研究设计院集团有限公司。

本文件主要起草人：李际胜、李黎、李晓飞、胡海林、杨牧南、崔俊锋、吉敏廷、陈旭阳、熊光华、王文波、刘涛、耿晓婷、李伟东、李利军、朱舟、李海霞、徐步算、柯友华、唐化程、范太兴、凌升旺、刘广欢、柳鑫、朱韬、郑伟、陈林宝、蒋永兵、蒋雅男、曹义斌、王帅、李鸣、石晶。

永磁磁浮悬挂式单轨交通设计规范

1 范围

本文件规定了永磁磁浮悬挂式单轨交通工程设计的基本规定，运营组织，车辆，磁轨，限界，线路，轨道梁桥，道岔，车站及其他建筑，车站结构，通风空调及给排水，供电，通信，信号，综合监控系统及环境与设备监控系统，自动售检票系统，运营控制中心，车场，防灾及救援等内容。

本文件适用于最高运行速度不超过60km/h、用于旅游交通的永磁磁浮悬挂式单轨交通新建工程的设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中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/T 714	桥梁用结构钢
GB/T 5599	机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范
GB/T 7588（所有部分）	电梯制造与安装安全规范
GB 13495.1	消防安全标识 第1部分：标志
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
GB/T 16275	城市轨道交通照明
GB 16899	自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范
GB 20286	公共场所阻燃制品及组件燃烧性能要求和标识
GB/T 22239	信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
GB/T 31523.1	安全信息识别系统 第1部分：标志
GB 50007	建筑地基基础设计规范
GB 50009	建筑结构荷载规范
GB 50010	混凝土结构设计规范
GB 50011	建筑抗震设计规范
GB 50015	建筑给水排水设计标准
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50017	钢结构设计规范
GB 50019	工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB 50034	建筑照明设计标准
GB 50052	供配电系统设计规范
GB 50053	20kV及以下变电所设计规范
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 50060	3~110kV 高压配电装置设计规范
GB/T 50062	电力装置的继电保护和自动装置设计规范
GB 50111	铁路工程抗震设计规范
GB 50116	火灾自动报警系统设计规范
GB 50140	建筑灭火器配置设计规范
GB 50156	汽车加油加气加氢站技术标准
GB 50157	地铁设计规范
GB 50217	电力工程电缆设计标准
GB 50222	建筑内部装修设计防火规范
GB 50325	民用建筑工程室内环境污染控制规范
GB 50343	建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB/T 50476	混凝土结构耐久性设计标准
GB 50736	民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB 50974	消防给水及消火栓系统技术规范
GB/T 51234	城市轨道交通桥梁设计规范
GB 51249	建筑钢结构防火技术规范
GB 51251	建筑防烟排烟系统技术标准
GB 51298	地铁设计防火标准
GB 51309	消防应急照明和疏散指示系统技术标准
GB 55001	工程结构通用规范
GB 55002	建筑与市政工程抗震通用规范
GB 55003	建筑与市政地基基础通用规范
GB 55037	建筑防火通用规范
JGJ/T 251	建筑钢结构防腐技术规程
TB/T 3034	机车车辆电气设备电磁兼容性试验及其限值
TB/T 3548	机车车辆强度设计及试验鉴定规范 总则
TB/T 3550.1	机车车辆强度设计及试验鉴定规范 车体 第1部分：客车车体
TB 10002	铁路桥涵设计规范
TB 10005	铁路混凝土结构耐久性设计规范
TB 10009	铁路电力牵引供电设计规范
TB 10091	铁路桥梁钢结构设计规范
YD 5076	固定电话交换网工程设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

永磁磁浮悬挂式单轨交通 permanent maglev suspended monorail transit

车体悬挂于轨道梁下方，车辆悬浮架位于轨道梁内，竖向采用永磁技术实现悬浮，横向采用导向轮导向，通过直线感应电机实现牵引和电制动的悬挂式单轨交通。

3.2

永磁磁浮 permanent magnetic levitation

利用永磁材料“同性相斥”的物理属性，由磁轨和车载磁体形成相互作用的垂向磁力场，实现车辆的“零功耗”悬浮。

3.3

磁轨 track-mounted permanent magnet

铺设于轨道梁内的连续磁组结构，与车载磁体构成永磁磁浮体系，实现车辆悬浮架在轨道梁内的悬浮。

3.4

车载磁体 vehicle-mounted permanent magnet

装配于车辆悬浮架上的磁组结构，与磁轨构成永磁磁浮体系，实现车辆悬浮架在轨道梁内的悬浮。

3.5

感应板 reaction plate

直线感应电机安装在轨道梁上的部分，由导电体、导磁体和连接装置组成。

[来源：CJJ 167-2012，2.0.4，有修改]

3.6

悬浮架 levitation bogie

支承车体并传递悬浮、导向、牵引与制动力的机械结构装置。

[来源：CJ/T 375-2011，3.5，有修改]

3.7

轨道基准 reference

控制线路空间位置的测量基准，取磁轨顶面的中点。

3.8

轨道梁 track beam

承载列车荷重和车辆运行导向的梁体结构，也是磁轨、供电、信号、通信等缆线和设备的载体。

3.9

轨道梁桥 rail beam bridge

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。

3.10

平移型道岔 translation type turnout

通过电力驱动两根轨道梁沿固定方向平行往返移动，与相邻轨道梁衔接形成通道，转换列车行驶线路的转辙设备。

3.11

回转替换梁式道岔 swing replacement beam turnout

通过电动驱动装置推(拉)动使轨道梁整体绕回转轴进行转动，转辙至对齐轨道梁的位置，实现与相邻线路的轨道梁连接。

4 基本规定

- 4.1 永磁磁浮悬挂式单轨交通工程的设计应遵循安全可靠、功能合理、经济适用、节能环保、技术先进的原则。
- 4.2 永磁磁浮悬挂式单轨交通工程的设计年限应分为初期、近期、远期。初期可按建成通车后第 3 年确定，近期可按建成通车后第 10 年确定，远期可按建成通车后第 25 年确定。
- 4.3 永磁磁浮悬挂式单轨交通工程的车辆应按初期需求配置，牵引变电所布点应按系统设计能力需求配置，容量应按近期需求配置，机电设备应按近期需求配置，车场的停车能力和检修规模应按近期需求配置，用地规模应按系统设计能力控制。
- 4.4 永磁磁浮悬挂式单轨交通地下或山岭隧道工程的设计应符合 GB/T 50157 的规定。
- 4.5 永磁磁浮悬挂式单轨交通应采取防火灾、水灾、地震、风暴、冰雪、雷击等自然灾害的措施。

5 运营组织

5.1 一般规定

- 5.1.1 运营组织设计应根据国土空间规划、预测客流量和乘客出行特征，分析线路功能定位及运营需求，确定工程的运营标准、运营规模、运营模式、运营配线和运营管理方式等。
- 5.1.2 线路正线上宜采用双线、右侧行车制。南北向线路应以由南向北为上行方向，反之为下行方向；东西向线路应以由西向东为上行方向，反之为下行方向；环形线路应以外侧线路为上行方向，内侧线路为下行方向。其他走向复杂的线路宜依据以上原则，按主要走向确定上下行方向。若线路为单线成环，同一时间只准一个方向运行。
- 5.1.3 运营规模应在保证运输效率和服务水平，合理降低建设成本和运营成本的原则下，根据线路运营需求和预测客流结果综合分析确定。
- 5.1.4 运营管理应以服务乘客、保障运营为目标，结合网络化及资源共享等因素设置岗位，建立精简、高效的组织机构。

5.2 运营规模

- 5.2.1 系统设计运能应满足各设计年限预测客流的需求，并宜留有 5%~10% 的裕量。旺季和节假日高峰可适当考虑乘客排队，对客流削峰处理。
- 5.2.2 车辆有效空余面积站立乘客数宜按 3 人/m²~4 人/m² 标准计算。
- 5.2.3 列车编组数应根据预测客流量，结合项目类别、车辆定员、行车组织方案、建设投资和运营成本、抗风险能力等综合比选确定。
- 5.2.4 系统设计能力应满足相应年限设计运输能力的需要，系统设计远期最大能力应满足行车密度不小于 20 对/h 的要求。

5.3 运营模式

- 5.3.1 系统最高运行速度的选择应结合线路功能定位、车辆及工程条件、技术经济性等综合研究确定。
- 5.3.2 列车运行交路应根据全线客流分布特征、乘客服务水平、运营经济性、工程可实施性、运营组织复杂性等因素综合确定。
- 5.3.3 列车停站时间应根据车站最大上下车客流量、列车的发车间隔、车门数量、开关门时间、列车运行特征等因素综合确定。一般情况下，列车停站时间不宜小于 30s。
- 5.3.4 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，在计算旅行速度的基础上应留有不小于 10% 的余量。
- 5.3.5 运用车数应根据交路运营长度、列车旅行速度、列车折返时间、高峰小时行车对数、列车编组数等综合确定。
- 5.3.6 全日行车计划应根据设计年限客流量、列车定员、系统服务水平、运输效率等因素综合确定，但应保证一定的服务水平。针对特征明显的时段，可采用固定间隔、固定时刻表或者满员即走的模式组织运营。

5.4 运营配线

- 5.4.1 在满足线路运营、管理和安全要求的前提下，结合工程条件综合确定配线设置，包括折返线、停车线、出入线、联络线、渡线、安全线等。
- 5.4.2 线路起讫点和中间折返站应设置折返线，可根据条件灵活采用站前或站后折返，起讫点站有条件可采用环形折返。
- 5.4.3 停车线设置应满足故障列车临时待避停放、临时交路折返等运营需求。停车线设置间距应满足列车故障救援要求，并根据故障运行和维修作业的要求，在其间加设渡线。
- 5.4.4 在线路与其他正线或支线共线运行的接轨站，宜设置进站共线运行方向的平行进路。
- 5.4.5 出入线的列车通过能力应满足系统设计能力要求。当条件困难时，可采用单线出入线。
- 5.4.6 出入线或支线在车站接轨点前应具备一度停车条件；当停车点至警冲标之间的距离不能满足信号安全距离要求时，应设置安全线；当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。
- 5.4.7 不同线路间的联络线应根据资源共享、跨线运营等需求确定。

5.5 运营管理

- 5.5.1 运营管理机构的设置，应满足线路运营管理任务的需要，并应通过科学的管理方式、合理的人员安排和组织机构设置，实现系统的安全、高效运营。运营人员定员不宜超过 20 人/km。
- 5.5.2 运营单位宜在项目规划、可研、设计、建设期间参与并提供意见，运营期间应针对不同的运营状态制定相应的列车装饰、行车计划、管理规程、规章制度。

6 车辆

6.1 一般规定

- 6.1.1 车辆应保证在寿命周期内正常运行时的行车安全和人身安全，同时应具备故障、事故和灾难情况下对人员和车辆救助的条件。
- 6.1.2 车辆类型应根据预测客流量、环境条件和线路条件等因素综合比选确定。
- 6.1.3 车辆及其内部设施应使用不燃材料或无卤、低烟的阻燃材料。
- 6.1.4 车辆的主要技术规格宜符合表 1 的规定。

表 1 永磁磁浮悬挂式单轨交通车辆的主要技术规格

项目名称		头车	中间车
车体长度（mm）		≤10000	≤8000
额定电压（V）		DC750或DC1500	
车辆最大宽度（mm）		≤2400	
车内净高（mm）		≥2100	
轨道梁内部导向面间净宽度（mm）		≤1200	
轨道梁内部轨面以上净高度（mm）		≤1250	
每侧车门数（对）		1~2	
车门宽度（mm）		≥1600	
车门高度（mm）		≥1820	
载员（人）	座席	16	16
	定员4人/m ²	44	44
	超员8人/m ²	72	72
车辆最高运行速度（km/h）		60	
最大爬坡能力（‰）		60	
可通过线路最小水平曲线半径（m）		50	

注1：每平方米有效空余地板面积站立的人数，定员按4人计，超员按8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，以及投影前250mm内的面积以外所含高度不小于1800mm的面积。

6.1.5 在平直轨道上、额定供电电压时，如无特殊要求，车辆的加减速性能要求宜符合表 2 的规定。

表 2 永磁磁浮悬挂式单轨交通车辆的加减速性能要求

加速度 (m/s^2)		制动减速度 (m/s^2)	
启动加速度 (0~30km/h)	平均加速度 (0~60km/h)	常用	紧急
≥ 1.0	≥ 0.5	≥ 1.0	≥ 1.2

6.1.6 车辆应满足线路最小曲线半径和最大坡道情况下的停放。

6.1.7 车辆使用条件应符合下列要求：

- a) 环境条件应符合下列要求：
 - 1) 正常工作海拔不超过 1400m；
 - 2) 环境温度在 -25°C 至 45°C 之间；
 - 3) 最大相对湿度不大于 90% (月平均温度为 25°C 时)；
 - 4) 车辆应能承受风、沙、雨、雪的侵袭，能耐强风、高温、高湿、振动、噪声，且防止虫蛀、啮齿类动物的侵害、霉变，以及不受洗车清洁剂的影响。
- b) 线路条件应符合下列要求：
 - 1) 最小平面曲线半径：50m；
 - 2) 最大坡道：60‰；
 - 3) 最小竖曲线半径：1000m。
- c) 可采用接触轨授电、接触网授电。
- d) 因地区不同而存在环境条件差异时，用户与制造商可在合同中另行规定环境条件。

6.1.8 整备状态下的车辆重量不应大于合同规定重量值的 3%。

6.1.9 车辆客室地板面高度应与车站站台面相协调，地板面高度在任何使用情况下均不应低于站台面，车辆在任何工况下（包括超员、去磁落轮等），车厢地板面高度与空车相比，下降高度不超过 60mm。

6.1.10 列车应能以规定的速度安全通过最小半径的平面曲线区段，并能在曲线上进行列车正常的摘挂作业。

6.1.11 列车纵向冲击率不应大于 0.75m/s^3 。

6.1.12 车辆运行的平稳性指标不应大于 2.75，并应符合 GB/T 5599 的规定。

6.1.13 当车辆以 60km/h 的速度运行时，客室内的容许噪声不应大于 75dB(A)。车辆内部噪声测量方法应符合 GB 14892 的规定。

6.1.14 当列车在露天地面水平直线区段自由声场内、钢制焊接箱梁轨道上以 60km/h 速度运行时，车外距轨道中心 7.5m、距轨面下方高度 7m 处，测得的连续等效噪声值不应大于 75dB(A)。

6.1.15 列车故障运行和对故障列车进行救援的能力应符合下列规定：

- a) 列车在超员载荷和丧失 1/2 动力情况下，应具有在正线最大坡道上起动并运行到邻近车站的能力；
- b) 一列空载救援列车应具有在正线最大坡道上牵引或顶推另一列超员载荷故障无动力列车运行到前方车站的能力，清客后返回车场。

6.2 车辆型式与列车编组

6.2.1 列车编组可采用动拖车混合编组或全动车编组型式。列车编组形式应根据满足牵引动力的要求和车上设备布置重量均衡的原则确定。

6.2.2 列车宜采用 2 辆~6 辆编组型式。

6.2.3 联结装置应符合下列规定：

- a) 固定编组的列车各车辆间的车钩型式可为半永久性牵引杆，列车两端可设密接式半自动车钩或密接式自动车钩；
- b) 联结装置中应有缓冲装置，其特性应能有效吸收撞击能量、缓和冲击。该装置应能承受并可完全复原的最大冲击速度应为 3km/h~5km/h；
- c) 车钩应具有手动解钩功能、设置车钩连挂到位标志及防脱钩的保护装置。

6.2.4 形成固定编组的相邻两节车辆之间应设置贯通道，贯通道应密封、防火、防水、隔热、隔音，贯通道渡板应耐磨、平顺、防滑、防夹，贯通道采用的密封材料应有足够的抗拉强度、安全可靠、不易老化。

6.3 车体

6.3.1 车体结构材料应采用铝合金、不锈钢、碳纤维或轻钢复合等新型材料，并应采用整体承载结构。车体刚度需满足在最大垂直载荷作用下，车体静挠度不应超过两悬浮架支撑点之间距离的 1%。在使用期限内，车体强度应满足在极端条件下承受的动载荷、静载荷及冲击载荷要求，并应在架车、换轮胎、起吊和救援、调车、联挂作业等各种工况下，车体应力不应超过设计许用应力值，且不得产生永久变形及疲劳损伤。

6.3.2 车体的试验用纵向静载荷如用户和制造商在合同中没有特殊规定，压缩静载荷不应低于 200kN，拉伸载荷不应低于 150kN。车体静强度试验方法应符合 TB/T 3550.1 的规定。

6.3.3 车体结构设计使用年限不应低于 30 年。

6.3.4 车辆密封性能应符合 GB/T 14894 的规定。

6.3.5 车辆应设有架车支座、车体吊装座，并应标注容许架车、起吊的位置。

6.3.6 车辆客室座席可采用横向、纵向或横纵向结合的布置形式。

6.3.7 列车两端应设紧急疏散门；司机室与客室之间宜设连通门，其净开宽度不应小于 550mm，高度不应低于 1800mm。

6.3.8 客室侧门的开闭应采用电气控制方式，其传动和控制应安全可靠。侧门关闭时应具有缓冲动作，并应具备保护措施和单门再开闭装置。

6.3.9 车辆宜设置带有外部紧急解锁装置的客室侧门。

6.4 悬浮架

6.4.1 悬浮架的结构、性能和主要尺寸应与车体、磁轨、牵引电机相互匹配，其相关部件在允许磨耗限度内应具有足够的强度和刚度确保列车以最高允许速度安全平稳运行。

6.4.2 悬浮架结构应便于制造和检修，构架宜采用钢板焊接结构，焊后应做改善内应力处理。

6.4.3 悬浮架应设置安全轮，防止极端恶劣工况下车载磁体与磁轨、直线电机与感应板之间发生碰撞。

6.4.4 悬浮架宜采用二系悬挂。

6.4.5 悬浮架构架、吊挂系统等主要结构部件设计使用年限不应低于 30 年。

6.4.6 悬浮架吊挂系统应安全可靠并利于日常检查和维护，且应具备足够的安全余量。

6.4.7 悬浮架构架、吊挂系统应通过结构强度试验验证，试验方法应符合 TB/T 3548 的规定。

6.4.8 车载磁体的技术要求应符合第 7 章的规定。

6.5 电气系统

- 6.5.1 牵引电机宜采用直线电机，并宜采用低噪声冷却系统。
- 6.5.2 电气系统应有良好的绝缘保护。
- 6.5.3 电气设备的电磁兼容性应符合 TB/T 3034 的规定。
- 6.5.4 主电路、辅助电路、控制电路应有可靠的保护。主电路的过电流保护应与牵引变电所的过电流保护相协调，并应有故障显示和故障切除装置。
- 6.5.5 高压电路应设置避雷器。
- 6.5.6 牵引系统应能利用车辆载重量自动调整牵引力或电制动力的大小，并应具有反应灵敏的防冲动控制。
- 6.5.7 牵引系统控制单元应具有保护功能和自诊断功能。
- 6.5.8 车辆牵引系统故障时不应引起其他车辆部件及设备的故障和损坏。

6.6 制动系统

- 6.6.1 列车制动系统宜采用液压系统，系统应具备常用制动、紧急制动、安全制动、保持制动等功能，并宜包括指令装置、电气及液压控制装置、执行操作装置、自诊断装置等。
- 6.6.2 列车应具备保持制动功能，保持制动的能力应满足列车在超员条件下在最大坡道上的可靠停放。
- 6.6.3 制动系统应采用微机控制，并应能根据空、重车载荷自动调整制动力大小。
- 6.6.4 常用制动应优先使用电制动。电制动与液压制动应能协调配合，并应具有冲击率限制。液压制动应具有相对独立的制动能力，即使在电制动失效情况下，也能使列车安全停车。
- 6.6.5 列车实施再生制动时，制动能量应能被其他列车吸收，多余能量应回馈至电网或由再生制动能量吸收装置吸收，再生制动能量吸收装置宜设置在变电所。
- 6.6.6 紧急制动宜为液压制动，列车出现意外分离等严重故障影响列车安全时，应能立刻自动实施紧急制动。
- 6.6.7 采用液压制动的列车，每车应具有独立的液压控制系统。

6.7 安全与应急设施

- 6.7.1 操作台应配置紧急停车装置和警惕按钮。
- 6.7.2 驾驶台应设置客室侧门开闭状态显示和车载信号显示装置。
- 6.7.3 车辆可根据需求具备与列车自动防护系统或列车全自动运行系统对应接口的能力，并应配置通信联络装置。
- 6.7.4 车辆内外应有各种安全标志，包括设在驾驶台的安全制动装置、带电高压设备、消防设备及电器箱内的操作警示标志等。带有电容器的高压设备应标有断电后放电时间的警示标识。
- 6.7.5 列车应设置报警系统，系统应具有司机与乘客间双向通信功能。当采用全自动运行模式时，列车内应设置乘客与运营控制中心或控制室的通信联络装置。
- 6.7.6 车内应配置便携式灭火器具，安放位置应便于取用，其标志应符合 GB 13495.1 和 GB/T 31523.1 的规定。
- 6.7.7 列车应具备纵向和横向逃生能力，每列车车头应配置纵向逃生门，可与运营列车和救援列车纵向逃生门对接，并配置相应的逃生设备，车站或救援列车上应配备横向救援渡板，紧急情况下应能快速与列车车门可靠连接。在条件允许情况下，宜配置相应的逃生设备，逃生设备应满足实际线路高度下的有效逃生需求。

6.7.8 车体应设置接地或防漏电保护装置。当车体与回流轨集电装置不连通时，车体上应设置接地板电刷。车辆内各电气设备应有防止乘客及检修人员触电的保护措施，接地线截面应满足电气设备对接地电阻率的限值要求。

6.7.9 列车客室车门系统应设置安全联锁，其功能应满足列车在非零速信号情况下不能通过控制按钮开启车门，车门未关闭时不能启动列车。

7 磁轨

7.1 一般规定

7.1.1 磁轨应具有足够的强度、稳定性、耐候性和抗腐蚀性。

7.1.2 磁轨结构在满足使用功能的前提下，应实现少维修、易维护、标准化、系列化，如遇磁体意外破损等特殊情况，应能进行磁轨部件的更换。

7.1.3 磁轨结构应采取防尘、防砸措施，便于清理表面吸附磁性物质。

7.1.4 磁轨结构应满足车辆悬浮运行条件的要求，同时应考虑磁轨偏移对悬浮性能的折减。

7.1.5 磁轨设计应考虑与直线电机的匹配关系，在保证悬浮性能的同时，满足车辆牵引和制动要求，车载磁体和磁轨之间的静态悬浮高度保持在 12mm~28mm。

7.1.6 磁轨应具有适应温度变化的能力。在保证列车悬浮性能的同时，避免由于温度差异对列车悬浮高度造成过大影响，钕铁硼磁体性能应满足：剩磁 $\geq 13.3\text{kGs}$ ，矫顽力 $\geq 12\text{kOe}$ ，磁能积 $\geq 45\text{MGoe}$ ，最高工作温度 $\leq 80^\circ\text{C}$ ，剩磁温度系数 $\leq 0.115\%/^\circ\text{C}$ ，磁体使用年限 ≥ 30 年。

7.1.7 磁轨与轨道梁、车载磁体与车辆悬浮架之间均采用可靠的固定措施。

7.1.8 磁轨中心距应满足车载磁轨的要求，并根据轨道梁特性进行修正。

7.2 磁轨结构形式

7.2.1 磁轨结构应由不导磁基座及永磁体组成，基座与磁体之间采用胶粘时，冷热循环冲击（ $-20^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ ）不应小于 500 次。

7.2.2 磁轨结构尺寸应符合下列规定：

a) 梁载磁轨长度应结合磁轨对中要求、曲线半径等因素综合确定。

b) 磁轨的宽度和厚度应结合悬浮性能进行设计。

7.2.3 正线、配线与车场线的结构形式宜一致。

7.3 布置形式和连接方式

7.3.1 磁轨中心距的偏差，在直线段不应大于 6mm，曲线段不应大于 10mm。

7.3.2 磁轨在轨道梁缝、道岔区处应断开，断开长度不宜大于 40mm。

7.3.3 纵向相邻磁轨之间的高差不应大于 1mm。

7.3.4 磁轨与轨道梁的连接应满足抗拔力、横向力、纵向力的要求。

8 限界

8.1 一般规定

8.1.1 限界应分为车辆限界、设备限界和建筑限界。

8.1.2 建筑限界不应包括测量误差、施工误差、结构位移和变形等因素。

8.1.3 相邻区间线路，当两线间无墙、柱及设备时，两设备限界之间的安全间隙不应小于 100mm；当两线间有墙或柱时，应按建筑限界加上墙或柱的宽度及其施工误差确定。

8.1.4 区间内的各种管线宜保持顺直。当轨道区内安装的管线（含支架）布置在轨道梁内，不得侵入轨道梁内的转向架限界。

8.1.5 本文件适用的车辆主要技术规格应符合本文件第 6 章的规定，车辆限界和设备限界应符合本标准附录 A 的规定。当选用车辆的基本参数与本文件不同时，应重新核算车辆限界、设备限界和建筑限界。

8.2 基本参数

8.2.1 制定限界的车辆基本参数应符合表 3 的规定。

表 3 永磁磁浮悬挂式单轨车辆主要技术规格

项目名称	基本参数
计算车体长度 (mm)	9257
计算车体宽度 (mm)	2400
车体底部距轨道基准高度 (mm)	3550
车厢地板面距轨道基准高度 (mm)	3472
车厢地板面处车体宽度 (mm)	2277
车辆定距 (mm)	5600
悬浮架车载磁轨纵向间距 (mm)	1440
导向轮纵向轴距 (mm)	2220

注：本表仅供限界设计使用。

8.2.2 制定限界的参数宜符合下列规定：

- 高架线区间风荷载宜采用 400N/m^2 ，计算站台长度范围内风荷载宜采用 210N/m^2 ；
- 区间限界列车计算速度为 70km/h ，列车过站限界计算速度为 45km/h ；
- 区间车辆单侧最大摆角为 6.5° ，车站单侧导向间隙为 20mm 。

8.2.3 限界坐标系应为直角坐标系，以轨道基准为坐标原点，X 轴正方向向右，Y 轴正方向向下。

8.3 建筑限界

8.3.1 区间高架线建筑限界的确定，应符合下列规定：

- 高架线的区间建筑限界，应按高架线设备限界及设备安装尺寸计算确定；
- 设备和设备限界之间的安全间隙不应小于 50mm 。当建筑侧面和底面无设备和管线时，建筑限界和设备限界之间的安全间隙不宜小于 200mm 。

8.3.2 道岔区的建筑限界，应在直线地段建筑限界的基础上，根据不同类型的道岔和车辆技术参数，按曲线轨道参数计算后进行加宽。

8.3.3 车站直线地段建筑限界应符合下列规定：

- 站台面的高度不应高于车厢地板面，车站站台面与车辆客室地板面间的高差不应大于 50mm ；
- 计算站台长度范围内的站台边缘至线路中心线的横向距离，应按不侵入车站车辆限界确定。站台边缘与车厢地板面高度处车辆轮廓线的水平间隙，当车辆采用塞拉门时应采用 100mm ；当车辆采用滑动门时应采用 70mm ；
- 当车站设置站台门时，直线车站站台门至车辆轮廓线（未开门）之间的净距，当车辆采用塞拉门时应采用 $130^{+1.5}_{-5}\text{mm}$ ；当车辆采用滑动门时应采用 $100^{+1.5}_{-5}\text{mm}$ ；
- 计算站台长度范围外的站台边缘距线路中心线的距离，宜按设备限界另加不小于 50mm 的安全间隙确定；
- 车站范围内其余部位的建筑限界，应按区间建筑限界的規定确定；
- 车站范围内宜设置限界保证装置，保证车辆与站台之间的间隙满足要求。

8.3.4 曲线站台及其站台门限界，应按站台类型、车辆参数和曲线半径计算确定。曲线站台边缘与车厢地板面高度处车辆轮廓线的水平间隙相比直线站台的间隙增加量不应大于 80mm 。

8.3.5 车场内建筑或设备的限界均应符合下列规定：

- 库外限界应按区间限界规定执行；
- 库内检修平台及安全栅栏不得侵入车辆限界，高平台及安全栅栏与车辆轮廓线间的安全间距应限定在 $80\text{mm}\sim 120\text{mm}$ ，低平台应采用车站停站站台限界。

8.3.6 轨道梁下边缘与设备限界应保持不小于 20mm 的安全间隙。

9 线路

9.1 一般规定

- 9.1.1 线路应按其在运营中的作用，分为正线、配线和车场线。
- 9.1.2 高架线结构外缘与建筑物的距离应符合 GB 50016 的规定。高架线应减小对地面道路交通、周围环境和景观的影响。
- 9.1.3 线路与其他交通线路交叉时，必须采用立体交叉方式。
- 9.1.4 车站分布应以规划为前提，结合功能定位、客流集散点和道路布局合理确定。
- 9.1.5 全线车站、区间及车场应设置线路、信号机控制测量等标志、标线。

9.2 线路平面

- 9.2.1 平面曲线设计应符合下列规定：
 - a) 线路最小曲线半径不应小于 50m；
 - b) 车站宜设置在直线上。当设在曲线上时，其站台有效长度范围的曲线最小半径应根据车辆参数，结合限界要求计算确定；
 - c) 双线并行地段的平面曲线宜按同心圆设计；
 - d) 线路平面设计不应采用复曲线；
 - e) 正线和配线的圆曲线最小长度不宜小于一节车的长度，车场线的圆曲线最小长度不应小于 3m。
- 9.2.2 缓和曲线设计应符合下列规定：
 - a) 正线除道岔外，直线与半径小于等于 1400m 的圆曲线间应采用缓和曲线连接；
 - b) 载客运行的联络线应设置缓和曲线，其他线路可不设置缓和曲线；
 - c) 缓和曲线线型宜采用三次抛物线型；
 - d) 缓和曲线长度应根据曲线半径、行车速度等按不小于表 4 中规定值选用，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 4 缓和曲线长度表

曲线半径（m）	速度等级（km/h）							
	60	55	50	45	40	35	30	25
1400								
1200	15							
1000	15	15						
800	20	15	15					
700	25	20	15					
650	25	20	15					
600	25	20	15					
550	30	25	20	15				
500	30	25	20	15				
450	35	30	20	15				
400	40	30	25	20	15			
350	45	35	25	20	15			
300	55	40	30	25	20	15		
250	65	50	35	30	20	15		
200	80	60	45	35	25	15		
150		80	60	45	30	20	15	
100				65	45	30	20	15
90					50	35	25	15
80					60	40	25	15
70						45	30	15
60						55	35	20
50							40	25

- 9.2.3 曲线间的夹直线设计应符合下列规定：
 - a) 正线夹直线最小长度不宜小于一节车的长度，困难情况下，不应小于 8m；
 - b) 配线和道岔缩短渡线的夹直线最小长度不宜小于 8m；

c) 车场线的夹直线最小长度不应小于 3m。

9.2.4 采用 Y 形墩的双线并行地段，线间距不应小于建筑限界宽度、支柱宽度及安全间隙之和，线间距宜尽量统一，避免频繁变换。

9.3 线路纵断面

9.3.1 区间正线、出入线、联络线最大坡度不宜大于 60‰。

9.3.2 车站纵坡设计应符合下列规定：

- a) 车站站台范围内的线路应设置在一个坡道上，且两端竖曲线不得侵入站台范围；
- b) 车站站台宜设在平坡上。

9.3.3 坡段与竖曲线设计应符合下列规定：

- a) 坡段长度不应小于远期列车编组长度，且两相邻竖曲线间的夹直线长度不应小于 20m；
- b) 相邻坡段的连接宜设计为较小的坡度差，当相邻坡度代数差等于或大于 2‰时，应设置圆曲线型竖曲线，竖曲线半径不宜小于表 5 的规定；

表 5 竖曲线半径 (m)

线别		一般情况	困难情况
正线	区间	4000	2000
	车站端部	2000	1000
联络线、出入线、车场线		1000	

c) 车站站台和道岔梁范围内不得设置竖曲线；

d) 竖曲线和缓和曲线不宜重叠设置。

9.4 道岔及配线设置

9.4.1 道岔铺设应符合下列规定：

- a) 道岔应设在平直地段；
- b) 道岔端部至平、竖曲线端部的最小距离，在正线和配线上不宜小于 5m；车场线不宜小于 3m；
- c) 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；
- d) 道岔附带曲线可不设缓和曲线，但其曲线半径不应小于道岔导曲线半径。

9.4.2 折返线与停车线设置应符合下列规定：

- a) 尽端式折返线、停车线有效长度宜按远期列车长度加安全距离（不含车挡长度）；
- b) 贯通式折返线、停车线有效长度宜按远期列车长度加 10m 计（不含车挡长度）。

9.4.3 安全线的设置应符合下列规定：

- a) 折返线与停车线末端与正线接轨时均应设置安全线；
- b) 安全线自道岔前端或停车位置至车挡前长度为车辆制动距离。

10 轨道梁桥

10.1 一般规定

10.1.1 轨道梁桥主体结构的设计使用年限应为 50 年。

10.1.2 跨越河流时，洪水频率应符合 TB 10002 的规定。

10.1.3 轨道梁梁体线形应与线路的平面和纵断面线形吻合，并可兼做系统设备的通道。

10.1.4 轨道梁各部位尺寸应满足列车悬浮走行、导向轮（或稳定轮）走行要求，同时应满足通信、信号、供电及磁轨等系统在轨道梁体上的安装要求。

10.1.5 轨道梁桥应具有足够的竖向、横向和抗扭刚度，并保证结构的整体性和稳定性以及行车的舒适性和安全性。

10.1.6 轨道梁桥、组合桥及道岔桥应满足轨道梁安装要求，并应满足各种线缆、设备及避雷接地装置的安装要求；道岔桥和道岔平台还应满足道岔平面布置、道岔及其控制系统的安装要求。

10.1.7 轨道梁采用下部开口的钢箱梁结构，列车走行系统位于轨道梁内部，一般地段宜采用等跨简支结构，并宜采用工厂制造、现场架设的施工方法。

10.1.8 轨道梁跨径应通过技术经济比选确定，并应考虑运输条件和现场施工条件。跨径一般采用20m~30m，最大不宜超过50m；当采用更大跨径时，宜将轨道梁结合桥型进行组合设计。

10.1.9 轨道梁桥结构应构造简洁、力求标准化并满足耐久性要求，同时满足车辆安全运行和乘客乘坐舒适度的要求。

10.1.10 轨道梁下净空除满足自身建筑限界要求外，还应满足线路下方铁路、公路、城市道路、航道等净空的要求。

10.1.11 轨道梁和道岔梁应采用钢结构，轨道梁桥桥墩宜采用钢结构；组合桥可由预应力混凝土梁与钢轨道梁形成组合结构，组合桥桥墩可采用钢筋混凝土结构。除本章有明确规定外，钢筋混凝土、预应力混凝土和钢结构的结构与构造设计应符合 GB/T 51234 的规定。

10.1.12 结构材料应符合下列规定：

- a) 钢结构用钢材其质量应符合 GB/T 714 的规定；
- b) 预应力混凝土结构用混凝土强度等级不应低于 C40；梁部钢筋混凝土结构，其混凝土强度等级不宜低于 C35；桥墩及基础用混凝土，其混凝土强度等级不宜低于 C30；
- c) 混凝土材料除应满足结构设计要求外，尚应符合 TB 10005 的规定。

10.1.13 钢结构保护涂装应符合 JGJ/T 251 的规定。

10.1.14 轨道梁及其与组合桥连接疲劳性能验算应符合 TB 10091 的规定。

10.2 结构变形及沉降限制

10.2.1 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，连续轨道梁的竖向挠度限值按相同跨度简支梁的 1.1 倍取用。道岔梁竖向挠度不应超过跨度的 1/1400。超过 50 米的大跨度或特殊结构的轨道梁桥，应按实际运营列车进行车桥耦合振动仿真分析，评估桥梁结构动力性能和乘车舒适性。

10.2.2 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‰rad，道岔梁梁端（单端）竖向转角不应大于 2‰rad。

10.2.3 桥梁的竖向振动加速度限值应为 0.5g。

10.2.4 轨道梁桥墩顶顺桥方向的弹性水平位移应满足下式要求。

$$\Delta \leq 5\sqrt{L} \quad (1)$$

式中：

Δ —桥墩顶面处水平位移（mm），包括墩身和基础的弹性变形，以及基底土弹性变形的影响；

L —桥梁跨度（m）；当为不等跨时，采用相邻跨中的较小跨度；当 $L < 25\text{m}$ 时， L 按 25m 计。

10.2.5 在列车荷载、横向摇摆力、离心力、风力和温度力的作用下，桥墩横向水平位移差引起的轨道梁端两侧水平折角不得大于 4‰rad。

10.2.6 轨道梁桥基础沉降应按恒载计算。

对于静定结构，其总沉降量与施工期间沉降量之差，不应超过下列容许值：

桥墩均匀沉降量：20mm；

相邻桥墩沉降量之差：10mm。

对于超静定结构，其相邻桥墩不均匀沉降量之差的容许值还应根据沉降对结构产生的附加应力影响来确定。

10.2.7 轨道梁、轨道梁桥、组合桥和道岔桥应设置预拱度，预拱度值取恒载与 1/2 列车竖向静荷载所产生的挠度之和，方向相反。由恒载和静活载所引起的竖向挠度不大于桥梁跨度的 1/1600 时，可不设置预拱度。

10.3 荷载

10.3.1 轨道梁桥结构设计应根据结构的特性按照表 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 轨道梁桥荷载分类表

荷载分类		荷载名称
主力	恒载	结构自重及附属设备自重 预加力 混凝土收缩和徐变的影响 土压力 静水压力及浮力 基础变位的影响
	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
附加力		列车制动力或牵引力 救援、检修列车荷载 风力 温度影响力 流水压力 冰（雪）荷载
特殊荷载		船只或汽车的撞击力 地震力 施工临时荷载 车挡冲击力

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：计算中要求计入的其他荷载，可根据其性质，分别列入上述三类荷载中。

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

10.3.3 根据不同的荷载组合，应将材料基本容许应力和地基容许承载力乘以不同的提高系数，提高系数按表 7 选取。

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+列车竖向静荷载+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	1.30
5	1+列车制动力及牵引力	1.20（1.00）
6	1+车挡的影响	1.4
7	1+船只或汽车的撞击力	1.4
8	轨道梁运输、架设工况组合荷载	1.2
9	恒载+列车竖向静荷载+列车竖向动力作用+地震力+温度影响	1.5

注1：曲线上离心力与列车横向荷载取不利者计算；

注2：组合3 还应考虑恒载+风荷载（无车）的情况；

注3：组合5 中括号内为高架车站及相邻孔跨轨道梁桥的提高系数；

注4：曲线上的荷载组合应考虑曲线停车状态的影响；

注5：高架车站考虑地震力时，可不计列车竖向动力作用；

注6：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。

10.3.4 计算结构自重时，一般材料重度应符合 TB 10002 的规定；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。

焊接钢结构焊缝的重量取钢结构自重的1.5%。

10.3.5 列车竖向静活载确定应符合下列规定：

- 列车竖向静活载图式应按采用列车的轴重（每对感应板承力之和）、轴距（每对感应板中心纵向间距）及近、远期中最长的列车编组确定；
- 轨道梁设计按照单线行驶列车竖向荷载布置；
- 轨道梁桥下部结构设计，单线、双线、多于两线的情况，按列车同时作用于每一条线路考虑，荷载不作折减；
- 影响线加载时，活载图式不可任意截取。

10.3.6 车辆荷载、列车竖向静荷载和列车计算重心位置应按照超员、定员和空车三种状态考虑，并应符合下列要求：

- 正线、出入线、试车线、折返线、停车线应按照超员状态荷载计算；
- 车场内其他库线按照定员状态计算；
- 考虑疲劳和地震力影响时，按照定员状态计算；
- 考虑车挡影响时，按照空车状态计算。

10.3.7 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（2）计算：

$$1+\mu=1+\frac{20}{45+L} \quad (2)$$

式中： L ——桥梁跨度（m）。

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 $(1+\mu_t)$ ，运营动力系数按公式（3）计算：

$$1+\mu_t=1+\frac{10}{45+L} \quad (3)$$

10.3.8 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 值按公式（4）计算：

$$C=\frac{V^2}{127R} \quad (4)$$

式中：

V ——列车通过曲线段的最大速度（km/h）；

R ——曲线半径（m）。

计算离心力时，按照曲线能通过的最大设计速度计算。

轨道梁不设超高，离心力作用于列车车辆的重心处。

10.3.9 列车横向摇摆力宜按列车设计荷载单轴重（每对感应板承力之和）的 25%计，在轨道梁车辆走行面位置以水平集中力的形式作用于垂直轨道梁轴线方向。

10.3.10 列车制动力或牵引力计算应符合下列规定：

- 区间桥梁的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。
- 区间双线桥宜仅计算一条线的制动力或牵引力，多线桥宜仅计算两条线的制动力或牵引力。
- 对高架车站及车站相邻两侧 100m 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%。
- 制动力或牵引力应作用于车辆重心处，但计算桥墩时应移至悬挂装置中心处，不计移动作用点所产生的力矩。
- 梁轨桥简支轨道梁的制动力或牵引力，悬挂装置固定支承和活动支承的分配应按公式（5）、（6）计算：

$$\text{固定端：} P_1 = T - \mu R \quad (5)$$

$$\text{活动端：} P_2 = \mu R \quad (6)$$

式中：

P_1 ——作用于固定支座端的水平荷载；

P_2 —作用于活动支座端的水平荷载；
 T —作用于梁跨内的水平荷载；
 R —作用于活动支座上的荷载反力；
 μ —支座摩擦系数。

10.3.11 轨道梁桥风荷载强度应符合 TB 10002 的规定。

梁下有车时，轨道梁风荷载按照80%计算。

轨道梁设计按单线计算轨道梁和列车风荷载。

轨道梁桥下部结构设计，双线轨道梁桥，线路等高时按照100%、50%分别计算两线的列车和轨道梁风荷载；不等高按照100%、100%分别计算两线的列车和轨道梁风荷载。

三线及以上轨道梁桥，线路等高时按照100%、50%、25%分别计算三线的列车和轨道梁风荷载；线路不等高时，按照100%、100%、50%分别计算三线的列车和轨道梁风荷载。

高架车站列车风荷载应按照区间列车风荷载的50%计算。

与列车车辆重叠的结构体不再计算风荷载。

10.3.12 温度变化的作用可按 TB 10002 和 TB 10091 的规定执行。

10.3.13 轨道梁桥桥墩承受船只撞击力时，应设防撞保护设施。当无法设置防撞保护设施时，船只撞击力可按 TB 10002 的规定计算。

10.3.14 轨道梁桥桥墩有可能受汽车撞击时，应设防撞保护设施。当无法设置防撞保护设施时，轨道梁桥墩柱设计必须考虑汽车对墩柱的撞击力。汽车撞击力顺汽车行驶方向时采用 1000kN，垂直于汽车行驶方向时采用 500kN，撞击力作用在行车道以上 1.20m 高度处。

10.3.15 地震作用应符合 GB 50111 的规定。

10.3.16 轨道梁桥应按不同施工阶段的施工荷载和运营养护检修荷载加以检算。

10.3.17 线路终端的轨道梁及轨道梁桥，应考虑车挡装置的影响。车挡装置对结构的冲击荷载，应根据车挡对列车冲撞荷载的吸收原理，考虑列车的速度及空车状态列车的荷载计算。

10.4 构造要求

10.4.1 轨道梁应根据需要，在其内部预留通信、信号等系统缆线通道和接触轨安装条件。

10.4.2 轨道梁内承载磁轨和感应板的功能面平顺度应满足安装精度要求。

10.4.3 轨道梁梁缝处应设伸缩装置和横向限位装置，伸缩装置除保证梁部能自由伸缩外，还应有保证轨道梁之间导向轮走行面的平顺连接。横向限位装置应能承受列车横向荷载。

10.4.4 组合桥梁部结构顶面应设置性能良好的排水设施，使其表面无积水。排水设施应便于检查、维修与更换。

10.4.5 轨道梁桥应设置有效的防、排杂散电流和避雷系统的接地措施。

11 道岔

11.1 一般规定

11.1.1 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。

11.1.2 道岔在到位锁定状态下，应能承受车辆运行荷载的扭曲力、冲击力及制动力等的反复作用，应具有抗倾覆的能力，同时应具有足够的刚度和强度，并能防止残余变形。

11.1.3 道岔设备接地阻值应小于 4Ω ，防雷接地阻值应小于 10Ω 。

11.1.4 道岔设备的结构设计形式应能便于操作、检查维护、修理和更换零部件及润滑设备。

11.1.5 道岔转辙时，各动作应符合时序、衔接平顺、定位准确、锁定牢靠。道岔的转辙时间应包括信号发出、解锁、转辙、锁定、位置状态信息反馈全过程。

11.1.6 道岔由信号系统控制时，控制装置应具有控制中心、车站、现场三级控制，并具有系统检测、故障诊断、系统保护和故障报警功能。当信号系统和（或）道岔控制电路发生故障时，道岔控制系统应具有安全保护功能，可由人工手动装置完成解锁、转辙和锁定。

11.1.7 当道岔处于直线状态时应满足列车最高行驶速度的要求；当道岔处于侧线状态时，列车通过的

- 最高行驶速度应符合设计要求。
- 11.1.8 道岔设备的设计、制造、安装、调试过程中，道岔系统接口应满足线路的接口及限界要求。
- 11.1.9 道岔系统主体结构的设计使用年限应为 50 年。

11.2 道岔分类

- 11.2.1 道岔按照转辙运行原理道岔分为平移式、回转替换梁式。
- 11.2.2 道岔的主要技术参数应符合表 8 的要求。

表 8 道岔主要技术参数表

道岔类型	道岔长（m）	侧线半径（m）	允许列车通行速度（km/h）	单侧转换时间（秒）
平移式道岔	20	≥50	≤20（侧线）	≤30
回转替换梁式道岔	17	≥50	≤20（侧线）	≤25

11.3 道岔设计

- 11.3.1 道岔控制装置设计应符合下列要求：
- a) 道岔控制装置应具有对道岔各机构进行控制和监测的功能，按照信号系统发出的指令，使道岔完成解锁、转辙、锁闭、位置状态信息反馈动作，将道岔位置状态信息传输给信号系统，应与信号系统之间设有授权、收权联锁电路；
 - b) 控制电路应具备系统检测、故障诊断、故障保护和报警功能；
 - c) 道岔应具备系统自检、自锁、互锁功能；
 - d) 道岔位置检测与信号系统联锁宜采用节点方式，道岔系统和（或）信号系统发生故障后，道岔指示的位置为实际位置状态；
 - e) 装置宜具备道岔状态信息记录功能，方便维保人员检修；
 - f) 电气设备的工作环境应能满足道岔设置地区的环境条件。
- 11.3.2 道岔电源应使用 AC380V±7%、50Hz±0.5Hz 的三相五线制电源，控制电源应使用 AC220V、50Hz 单相电源，信号控制应使用 DC24V 电源。
- 11.3.3 道岔在定位或反位及渡线时，应保障车辆运行通过时平稳、安全、可靠。
- 11.3.4 道岔梁应能安全、可靠安装在道岔悬挂吊点上，并应能承受列车通过的活载和附加力的作用。
- 11.3.5 道岔机械装置应灵活可靠，定位应准确、锁定应牢固，并应承受列车通过的活载和附加力的作用；应设置道岔位置信息检测装置，并与信号控制系统联锁，当自动控制故障时，各机械装置应能切换为人工操作方式。
- 11.3.6 道岔梁上，牵引网的安装应满足道岔的功能和要求，并确保车辆集电靴在道岔转辙时光滑顺利地取流，不应影响道岔控制信号和安全运行。
- 11.3.7 道岔梁上信号设施的敷设应满足信号系统技术要求，并不得影响道岔系统运行。
- 11.3.8 设备接地接口设置于控制柜，防雷接地应在所有防雷接地点汇合后设置于道岔梁与墩柱连接处。

12 车站及其他建筑

12.1 一般规定

- 12.1.1 车站总体布局应符合国土空间规划、环境保护和节约土地的要求。
- 12.1.2 车站总体布置应根据线路特征、道路红线宽度、地面交通状况、周边环境、景观等因素确定，站位可选择路侧或路中。站型宜选择高架、地面等型式，有条件时可与地面建筑等设施合建。
- 12.1.3 车站应结合景区设施设置。设在广场、步行街、开敞建筑物内的车站，空间上若能满足乘降区域高度、宽度、长度、无障碍等基本要求，可不设站台，但宜通过设置雨棚、车站设施、识别标志等对站台乘降区域予以界定。
- 12.1.4 设于路中的高架车站不宜跨十字路口或丁字路口设置。临近路口设站时，应进行交通视距分析，

减少对转弯车辆的视线影响。

12.1.5 车站设计应满足客流和设备运行的需求,保证乘客乘行安全、集散迅速、功能分区明确、布置紧凑、便于管理,并应具有良好的通风、照明、卫生、防灾等设施。

12.1.6 车站站台宜设站台门或其他安全隔离设施。高架车站车行区的底部应采用封闭结构。

12.1.7 高架车站应设置无障碍设施。

12.1.8 规模较大的车站宜根据客流情况设置公共厕所。

12.1.9 车站及出入口应远离加油站、加气站或其他危险品场地,其距离应符合 GB 50156 的规定。

12.1.10 车站内部建筑装修应采用防火、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 GB 20286 的规定。

12.2 车站平面

12.2.1 站台计算长度应为列车最大编组的有效使用长度加停车误差之和。有效使用长度和停车误差应符合下列规定:

a) 在无站台门的站台,有效使用长度应为列车首末两节车辆司机室外侧之间的长度;有站台门的站台应为列车首末两节车辆尽端客室门外侧之间的长度;

b) 停车误差宜采用 $\pm 30\text{cm}$ 。

12.2.2 站台宽度的计算可参照 GB 50157 的规定。

12.2.3 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,尚应按本标准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。消防专用梯及垂直电梯不应计入事故疏散用。

12.2.4 高架车站站台层,除无障碍设施及必要设备用房外,其他设备与管理用房不宜设于站台层。

12.2.5 售检票方式可根据具体情况采用人工式、半自动或自动式。当近远期分期实施时,应预留后期设置条件。

12.2.6 车站站台车行区应设置利于车辆进站停靠的限位设施。

12.2.7 车站内部人员通达部位采用落地玻璃时,应使用安全玻璃,并应设置防撞提示标识。

12.3 车站出入口

12.3.1 出入口布置应根据车站站位、周边环境和人流方向确定,尽量分散、多向布设,有条件时宜与周边建筑连通。

12.3.2 车站出入口的数量应根据分向客流和疏散要求设置,但每座车站不得少于 2 个,每个出入口宽度应按远期或客流控制期分向设计客流量乘以 1.11~1.25 不均匀系数计算确定。

12.3.3 出入口兼作过街通道时,出入口通道宽度、自动扶梯、楼梯的通过能力及其站厅相应部位应计入过街客流量,同时应设置夜间停运时的隔离措施。

12.3.4 出入口处应采取防止室外雨水侵入室内的措施,门不应采用推拉门和弹簧门。

12.3.5 设于道路两侧的出入口宜平行于或垂直于道路红线,后退道路红线应满足当地规划部门要求。

12.4 楼梯、自动扶梯与电梯

12.4.1 乘客使用的楼梯宽度单向通行净宽不应小于 1.3m,双向通行净宽不宜小于 1.8m。

12.4.2 车站出入口自动扶梯的倾斜角度不应大于 30°,站台至站厅自动扶梯的倾斜角度应为 30°。

12.4.3 自动扶梯的额定速度不应小于 0.5m/s,宜选用 0.65m/s。

12.4.4 自动扶梯及电梯的选择应符合 GB/T 7588 (所有部分)和 GB 16899 的规定。

12.4.5 车站应设置无障碍电梯,当无法满足无机房电梯布置要求时,宜选用轮椅升降台,且应满足使用轮椅者和盲人使用。

12.4.6 位于站台层上的电梯,其门不宜面对行车区,也不应侵入站台计算长度内的侧站台宽度。

12.4.7 电梯的提升速度不应小于 0.63m/s,载重量不应小于 0.8t,开门宽度不宜小于 1m,并宜选用双扇中分门。

12.4.8 电梯应设置视频监控、电话报警等安全防范设施。

12.5 站台门

- 12.5.1 当设置半高站台门时，其高度不应低于 1.5m。
- 12.5.2 站台门应具有障碍物探测功能，站台门滑动门宜在车辆侧设置推压杆进行解锁。
- 12.5.3 站台门门体结构在环境最不利载荷效应组合情况下，门体弹性变形应满足工程要求，且不得侵入车辆动态包络线。
- 12.5.4 站台门应有良好绝缘或接地措施。

12.6 各部位参数要求

- 12.6.1 车站各部位的最小宽度和最小高度，应符合表 9、表 10 的规定。

表 9 车站各部位的最小宽度（m）

名 称	最小宽度
岛式站台	8（5）
岛式站台的侧站台	2.5
侧式站台（长向范围内设梯）的侧站台	2.5（2）
侧式站台（垂直于侧站台开通道口设梯）的侧站台	3.5
通道或天桥	1.8
单向楼梯	1.3
双向楼梯	1.8
与上、下均设自动扶梯并列设置的楼梯（困难情况下）	1.2
消防专用楼梯	1.2

注：括号内的数值系指自动扶梯和人行楼梯设置在站台计算长度外时的站台最小宽度。

表 10 车站各部位的最小高度（m）

名 称	最小高度
站厅公共区（地面装饰层面至吊顶面）	3
站台公共区（地面装饰层面至顶棚底面）	2.6
站台、站厅管理用房（地面装饰层面至吊顶面）	2.4
通道或天桥（地面装饰层面至吊顶面）	2.4
公共区楼梯和自动扶梯（踏步面沿口至吊顶面）	2.3

- 12.6.2 车站各部位的最大通过能力，应符合表 11 的规定。

表 11 车站各部位的最大通过能力

部位名称		最大通过能力（人次/h）
1m宽楼梯	下行	4200
	上行	3700
	双向混行	3200
1m宽通道	单向	5000
	双向混行	4000
1m宽自动扶梯	输送速度0.5m/s	6720
	输送速度0.65m/s	≤8260

12.7 车场和控制中心

- 12.7.1 车场的建筑设计,在符合工艺要求、生产流程、操作规程和使用功能的前提下，建筑物、构筑物等设施宜整合布置。建筑物之间的防火间距应符合 GB 50016 的规定。
- 12.7.2 车场应根据生产和管理的需要，配备相应的辅助生产房屋和乘务员公寓、办公楼、食堂、浴室、职工更衣休息室及卫生设施，以及汽车停车场和自行车棚等配套设施。乘务员公寓宜靠近运用库附近设

置，与其他楼宇合设时，房屋应隔开，应设单独楼梯，并应作隔声处理。

12.7.3 车场应包括运用检修区和运营管理区。

12.7.4 控制中心的建筑布局应符合下列规定：

- a) 控制中心建筑分类为一类公共建筑，耐火等级为一级，屋面防水等级为一级；
- b) 控制中心与其他建筑合建时，应满足控制中心的要求，同时应设置独立的进出口通道，并满足紧急情况下的疏散要求。

12.7.5 控制中心中央控制室的建筑设计应符合下列规定：

- a) 中央控制室的建筑设计、装修与设备布置、安装应满足工艺要求；
- b) 室内净空高度应根据房间面积大小及视线要求进行设计，中央控制室吊顶净高不应小于 5m；
- c) 中央控制室应设置不少于两个出入口与外部相连，且应满足消防相关要求，疏散门的净宽应满足设备运输要求，且不应小于 1.2m；
- d) 室内应设置固定式双层密封、隔音和隔热窗；
- e) 室内采光和照明不应在模拟屏上产生眩光。

12.7.6 控制中心的建筑装修在满足设备工艺要求的同时，建筑装饰装修工程所使用材料应符合 GB 50222 和 GB 50325 的规定。

13 车站结构

13.1 一般规定

13.1.1 车站结构形式应满足车站的建筑功能和使用要求，应保证结构安全可靠、构造简洁、经济合理，且应具有良好的整体性、稳定性和耐久性。

13.1.2 车站结构设计应分别按施工阶段和使用阶段进行强度、变形、稳定性计算，钢筋混凝土结构尚应进行裂缝宽度验算。

13.1.3 车站结构宜采用“桥-建合一”结构体系。

13.2 荷载

13.2.1 车站站厅、站台、楼梯的活荷载标准值应采用 4.0kPa；天桥的活荷载标准值应采用 5.0kPa；设备用房的活荷载应根据设备的重量、安装运输要求及工作状态等确定，但不得小于 4.0kPa；其他荷载应符合 GB 55001、GB 50009 的规定。

13.2.2 车站结构计算时应考虑温度作用、风荷载、雪荷载和地震作用等的影响。

13.2.3 列车荷载应按本文件第 10 章的规定取值；采用“桥-建分离”结构时，主体结构设计不考虑列车活载，基础设计应根据实际基础布置情况确定是否需考虑列车荷载。

13.2.4 车站结构应按不同施工阶段的施工荷载进行检算。

13.2.5 直接承受列车荷载的大跨度结构及悬臂结构应考虑竖向地震作用的影响，地震作用的计算应符合 GB 50011 的规定。

13.3 工程材料

13.3.1 结构设计所用工程材料应根据结构类型、受力条件、使用要求等选用。

13.3.2 车站结构宜采用预制拼装钢结构体系。混凝土结构的混凝土强度等级应结合环境类别按 GB/T 50476 的规定确定，并不应低于 C30，预应力混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C40。

13.3.3 承受列车荷载的构件材料应符合本文件第 10 章的规定。

13.4 结构设计

13.4.1 车站结构设计应根据建筑物的特点及其所在场地的具体情况，综合考虑周边环境、景观、工程地质及水文地质条件、工期、造价等因素，合理确定结构形式和施工方法。

13.4.2 车站结构设计应根据轨道梁、供电、通信、信号、给水排水、空调等各系统设备及管线的设置，为其接口预留条件，并应采取防水、防雷击、防腐蚀等措施。

13.4.3 车站结构的净空尺寸除应满足建筑限界和建筑设计要求外，尚应计及测量误差、施工误差、结

构变形和结构沉降等影响，且考虑设备安装、管线敷设、施工工艺和运营维护的需求。设于道路中间的车站尚应满足道路建筑限界的要求。

13.4.4 车站抗震设防分类和结构安全等级应按符合 GB 55002 和 GB 50011 的规定。

13.4.5 当采用“桥-建合一”结构时，轨道梁、支承轨道梁的横梁、支承横梁的墩柱等构件及基础设计，应符合本文件第 10 章的规定。当轨道梁简支于横梁布置时，内力分析可按平面刚架假定进行；当轨道梁与横梁刚结布置时，内力分析宜按空间刚架假定进行，并应根据影响线加载计算由活载产生的内力。

13.4.6 站台层结构设计应考虑桥墩盖梁的竖向位移和相对纵横向水平位移的影响。当站台层设置列车进站缓冲限位装置时，应计入其荷载作用的影响。

13.4.7 车站基础设计应考虑临近拟建建筑物、填方路基等附加荷载的不利作用，并同时考虑基础不均匀沉降对结构受力的影响。当车站结构临近河流、泄洪渠道等水系时，基础设计尚应考虑冲刷的影响。

13.4.8 “桥-建分离”的车站结构，地基不均匀沉降应满足轨道梁桥独立设置时对站台标高的要求。

13.4.9 车站结构基础的不均匀沉降应符合 GB 55003、GB 50007 和 TB 10002 的规定。

13.4.10 车站结构设计应根据环评要求及沿线环境敏感部位情况，采取降低噪声、减少振动等措施。

13.4.11 车站结构耐久性设计应符合下列规定：

- a) 主体结构和使用期间更换影响运营的结构构件，应根据使用环境类别，按设计工作年限为 50 年的要求进行耐久性设计。
- b) 临时结构可根据其使用性质和结构特点，确定其设计工作年限；
- c) 车站结构部分混凝土结构的耐久性设计应符合 GB/T 50476 的规定；桥梁部分混凝土结构耐久性设计应符合 TB 10005 的规定。

13.5 构造要求

13.5.1 车站结构的变形缝可分为伸缩缝、沉降缝和抗震缝，变形缝的设置应符合下列规定：

- a) 在车站主体结构与通道、天桥等附属结构的结合部宜设置变形缝；
- b) 变形缝两边的结构不应产生影响安全和正常使用的差异沉降；
- c) 车站结构变形缝宽度不应小于抗震缝的要求；
- d) 混凝土结构伸缩缝的最大间距应符合 GB 50010 的规定；
- e) 屋面结构变形缝处应考虑防水设计，防止雨水渗漏进入车站内；
- f) 对分缝条件有限制的超长结构应采取相应的防裂措施。

13.5.2 现浇钢筋混凝土结构横向分段浇注的施工缝位置及间距，应结合结构形式、受力要求、施工方法、气象条件及变形缝的间距等因素确定。

13.5.3 承受列车荷载构件的构造要求应符合本文件第 10 章的规定。

13.5.4 高架车站的墩柱布置，应结合道路现状交通及远期道路规划要求确定，并应采取防撞措施。

13.5.5 车站站台与站厅层大跨度纵向框架梁在施工时应预先起拱，并按国家现行有关标准控制其挠度和裂缝宽度值。

13.5.6 车站站厅层、站台层不宜采用大悬臂结构，最大悬臂长度不宜大于 6m，设计时应按最不利荷载组合验算悬臂端的竖向位移。

13.5.7 车站结构的纵向柱距宜采用 10m~15m，最大柱距不宜超过 20m。

13.5.8 站台雨棚宜采用轻型钢结构，与站台结构应有可靠连接。

13.5.9 钢结构构件应做好防锈、防腐和防火处理，应符合 GB 50017、GB 51249 和 JGJ/T 251 的规定。

13.5.10 车站结构应设置防雷接地措施及基础沉降观测装置。。

14 通风空调及给排水

14.1 通风与空调

14.1.1 内部空气环境应采用通风或空调系统进行控制。

14.1.2 内部空气环境范围应包括车站（站厅、站台及设备管理用房）、列车、车场、运营控制中心等。

14.1.3 通风与空调系统应保证其内部空气环境的空气质量、温度、湿度、气流组织、气流速度、压力变化和噪声等均满足人员的生理及心理要求和设备正常运转的需要。

14.1.4 通风与空调系统的设备、管道及配件布置应为安装、操作、调试和检修预留空间位置。

14.1.5 通风与空调系统的管材及保温材料、消声材料应采用 A 级不燃材料，当局部部位采用不燃材料有困难时，可采用 B1 级难燃材料。管材及消声、保温材料应具有防潮、防腐、防蛀、耐老化和无毒的性能。

14.1.6 通风与空调系统设计和设备配置应考虑综合节能措施，充分利用自然冷、热源。

14.1.7 地面和高架车站的站台、站厅应采用自然通风，必要时可设置机械通风。

14.1.8 车站、车场、运营控制中心的设备用房应根据工艺要求设置通风、空调系统，设计温度按工艺要求确定。

14.1.9 通风与空调系统宜设控制中心控制和就地控制的两级控制。

14.1.10 通风空调系统设置应符合 GB 50736 和 GB 50019 的规定。

14.2 给水与排水

14.2.1 给水应符合下列规定：

- a) 给水应满足生产、生活和消防用水对水量、水压和水质的要求，并坚持综合利用、节约用水的原则；
- b) 给水水源优先采用城镇自来水，当无城镇自来水时，采取其他可靠的给水水源；
- c) 当自来水的供水量或供水压力不能满足生产、生活给水系统用水要求时，应设置给水加压设施，宜采用变频给水装置；
- d) 给水系统的用水定额，应符合 GB 50015 的规定。

14.2.2 给水管材应符合下列规定：

- a) 室外给水管宜采用球墨铸铁给水管或钢塑复合管；
- b) 室内生产、生活给水管道宜采用钢塑复合管、铜管或薄壁不锈钢管等符合国家有关规定及生活饮用水标准的管材；
- c) 敷设在垫层内的给水管道宜采用塑料管。

14.2.3 排水设计应符合下列规定：

- a) 屋面雨水排水系统迅速、及时地将屋面雨水排至室外雨水管渠或地面；
- b) 设计暴雨强度按当地或相邻地区暴雨强度公式计算确定；
- c) 地上车站、车场各单体建筑的屋面雨水排水管道的排水设计重现期不宜小于 10 年；设计降雨历时应按 5min 计算，排水工程与溢流设施的总排水能力不应小于 50 年暴雨重现期的雨水量；室外场地排水设计重现期宜 2 年~5 年，设计降雨历时宜按 15min~20min 计算；
- d) 屋面雨水排水宜优先采用重力流排水方式设计，不能按重力流排放时，可采用压力流排放；
- e) 车场的生产废水、含油废水等水质不满足排放标准时，经过处理达标后排放；
- f) 排水系统设置应满足环评等相关要求；
- g) 车场的生产废水、生活污水宜集中后采用重力流排入污水排水系统；当重力流无法排入时，应设置提升泵站。

14.2.4 排水管材的选型应符合下列规定：

- a) 室内重力流生活排水管道应采用建筑排水塑料管材、柔性接口机制排水铸铁管及相应管件；通气管材宜与排水管材一致。

- b) 室外生活排水管道系统，宜采用埋地排水塑料管和塑料污水排水检查井。室外埋地压力管采用钢管时，应进行防腐处理。
- c) 压力排水管道可采用耐压塑料管、金属管或钢塑复合管。

14.2.5 给水与排水系统设备宜考虑自动化管理；生产、生活给水设备应在综合监控系统显示设备运行手/自动及故障等状态信息；排水泵应采用液位自动控制、就地控制，宜具备远程控制功能；排水设备应在控制室或综合监控系统显示设备运行、手/自动、故障等状态及液位信息。

15 供电

15.1 一般规定

- 15.1.1 供电系统应安全、可靠、节能、环保和经济适用。
- 15.1.2 供电系统容量应满足行车运营组织最大通过能力的要求。
- 15.1.3 供电系统应包括电源系统、牵引供电系统、动力照明系统、电力监控系统和综合接地系统。电源系统应包括外部电源、主变电所或电源开闭所、中压供电网络；牵引供电系统应包括牵引变电所和接触网；动力照明系统应包括降压变电所和动力照明配电系统。
- 15.1.4 供电系统外部电源方案应根据电网现状和规划、城镇及景区规划进行设计，可采用分散式供电、集中式供电或混合式供电。
- 15.1.5 电源系统设计应根据建设要求，确定下列内容：
 - a) 外部电源供电方案和电源变电所设置；
 - b) 供电系统的一次接线方案；
 - c) 近、远期外部电源容量和电压偏差范围；
 - d) 电能计量要求；
 - e) 城市电网近、远期的规划资料和系统参数；
 - f) 城市电网变电所出线继电保护与供电系统进线继电保护的设置和时限配合；
 - g) 电力调度的要求和管理分工。
- 15.1.6 中压供电网络的电压等级可采用 35kV、20kV、10kV。当采用分散式供电方案时，中压供电网络的电压等级应与城市电网相一致，并应有专线电源引入；当采用集中式供电方案时，中压供电网络的电压等级应根据用电容量、供电距离、城市电网现状及发展规划等因素，经技术经济综合比较确定。
- 15.1.7 牵引用电负荷不应低于二级负荷。
- 15.1.8 中压供电网络构成方式可采用单环网或双环网方案。
- 15.1.9 供电系统的中压供电网络末端的电压损失不宜超过 5%。
- 15.1.10 牵引负荷应根据线路条件、车辆编组、车辆性能、运行交路和行车密度等计算确定。
- 15.1.11 直流牵引供电系统的电压宜采用 DC1500V，也可采用 DC750V。直流牵引供电系统电压及其波动范围应符合表 12 的规定。

表 12 直流牵引供电系统电压及其波动范围 (V)

标称值	最高值	最低值
1500	1800	1000
750	900	500

- 15.1.12 直流牵引系统及非线性用电设备所产生的谐波应符合 GB/T 14549 的规定。
- 15.1.13 当车辆再生制动能量吸收装置需在供电系统设计中考虑时，设计方案应通过经济技术比较确定。
- 15.1.14 无功补偿应保持整体平衡，可采用在各降压变电所 0.4kV 侧分散就地补偿或在主变电所/电源开闭所集中补偿的方案，并应根据供电系统外部电源供电方案经技术经济比较后确定。
- 15.1.15 供电系统及其设备的功能性接地、保护接地与防雷接地应采用综合接地系统。
- 15.1.16 有条件时可采用光伏发电等绿色能源作为补充电源。

15.2 变电所

15.2.1 牵引变电所的分布应考虑全线有一座牵引所解列时，相邻牵引所采用越区供电，并宜满足远期高峰小时运营的需要。

15.2.2 变电所可分为主变电所或电源开闭所、牵引变电所、降压变电所。当牵引变电所与降压变电所同时设置在同一车站时，宜合建成牵引降压混合变电所。

15.2.3 变电所的数量、容量及其在线路上的分布应在综合设计的基础上由计算确定。牵引变电所的间距选择应满足供电容量、供电电压、电气保护等要求。变电所的选址应符合下列规定：

- a) 应靠近负荷中心；
- b) 应便于电缆线路引入、引出；
- c) 应便于设备运输；
- d) 独立设置的变电所应靠近线路，并应和国土空间规划相协调。独立设置的变电所与线路间应设置专用电缆通道。变电所的进所道路应利用既有道路，新建进所道路宽度不应小于 4.0m。主要设备运输道路的宽度可根据运输要求确定，并应具备运输车辆回车条件。

15.2.4 变电所应按无人值班、无人值守设计，主变电所、车场内牵引变电所应预留有人值守的条件。

15.2.5 变电所的设备应选用小型化、无油化、自动化、免维护或少维护的产品，以及适合无人值守的运行条件。

15.2.6 牵引整流机组的数量和容量应根据远期负荷计算确定，并应在一座牵引变电所退出运行时，相邻的牵引变电所应能分担其供电分区的牵引负荷。当牵引变电所设置两台牵引整流机组，在一台牵引整流机组退出运行时，另一台牵引整流机组宜继续运行。牵引整流机组的负荷特性应符合下列规定：

- a) 100%额定负荷输出连续；
- b) 150%额定负荷输出 2h；
- c) 200%额定负荷输出 1min。

15.2.7 当降压变电所设置两台配电变压器时，配电变压器的容量应满足在一台变压器退出运行后，另一台变压器能负担其供电范围内的重要负荷。

15.2.8 变电所一次接线应在可靠的基础上力求简单。降压变电所宜采用分段单母线接线。牵引变电所的整流机组应接在同一段母线上；直流侧母线宜采用单母线接线。

15.2.9 牵引变电所的直流馈线回路应设置能分断最大短路电流和感性小电流的直流快速断路器。

15.2.10 中低压配电室内的各种通道最小宽度应符合 GB 50060 和 GB 50053 的规定。

15.2.11 变电所交流、直流操作电源屏的电源应分别接自变电所的两段低压母线。

15.2.12 变电所直流操作电源屏宜采用成套装置。正常运行时，蓄电池应处于浮充状态。蓄电池容量应满足交流停电时连续供电 2h 的要求。

15.2.13 变电所继电保护配置应力求简单，并应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

15.2.14 供电系统应在每座牵引变电所中设置接地保护装置。

15.2.15 对交流中压供电线路的故障或异常运行应设置保护装置，并应符合 GB/T 50062 的规定。

15.2.16 对交流 400V 配电线路保护的设置应符合 GB 50054 的规定。

15.2.17 变电所直流牵引馈线应设置具有在线检测故障功能的自动重合闸装置。

15.2.18 变电所综合自动化系统应具备下列基本功能：

- a) 保护、控制、信号、测量；
- b) 安全联锁；
- c) 程序操作控制；
- d) 开放的通信接口；
- e) 系统在线故障自检。

15.2.19 变电所应有计量功能装置。

15.2.20 变压器的中压配电回路宜设置操作过电压吸收装置。

15.2.21 牵引变电所每路直流馈线及负母线应设置雷电过电压吸收装置。

15.3 牵引网

- 15.3.1 牵引网应由正极接触网和负极回流网组成。正极接触网和负极回流网应分别通过上网电缆和回流电缆与牵引变电所连接。
- 15.3.2 接触网载流及授流部分可采用汇流排和接触线组合方式，也可采用钢铝复合轨方式，应经技术经济比较后确定。
- 15.3.3 接触网带电部分和轨道梁、车体之间的最小净距应符合表 13 的规定。

表 13 接触网带电部分和轨道梁、车体之间的最小净距

标称电压 (V)	接触网带电部分和轨道梁、车体			
	静态 (mm)		动态 (mm)	
	一般情况	困难情况	一般情况	困难情况
DC 1500	150	100	100	50
DC 750	100	50	50	25

- 15.3.4 正常工作状态下，正线接触网应采用由两个相邻牵引变电所构成双边供电方式；当某个中间牵引变电所退出运行时，相关正线接触网应由与该牵引变电所相邻的两个牵引变电所通过越区开关构成大双边供电。
- 15.3.5 接触网上网电缆、回流电缆的根数及截面，应根据大双边供电方式下的远期负荷计算确定。除道岔区和车场外，每个回路的电缆数不应少于两根。
- 15.3.6 接触网材料及载流截面的选择应满足远期高峰小时牵引所故障运行模式下载流量和最低网压的要求。
- 15.3.7 接触网的电分段应设在下列位置：
- 有牵引变电所车站设在列车进站侧；
 - 区间牵引变电所设在变电所直流电缆出口处；
 - 配线与正线的衔接处；
 - 出入线与正线衔接处；
 - 车场各电化库入口处及不同功能线路衔接处。
- 15.3.8 牵引变电所直流快速断路器、负极柜至接触网间应设置隔离开关。
- 15.3.9 折返线处接触网应有主、备两路电源。主、备两路电源应通过电动隔离开关接自上、下行的正线接触网进行供电。
- 15.3.10 车场中的接触网应具有来自车场牵引变电所的主电源及来自正线的备用电源。
- 15.3.11 接触网设计的气象条件应符合 TB 10009 的规定。
- 15.3.12 接触网的锚段长度应根据环境温度、载流温升、材料线胀系数、锚段关节或膨胀接头补偿量、线路条件等因素确定。
- 15.3.13 接触网的支持点间距应根据载流元件自重、结构特性、集中荷载、接触压力等因素确定。
- 15.3.14 当采用汇流排和接触线组合的授流方式时，应符合下列规定：
- 接触网应按“之”字形布置，拉出值范围应根据车辆限界及受电弓尺寸参数确定；
 - 接触网锚段间应采用锚段关节形式进行衔接；
 - 电分段应采用分段绝缘器。
- 15.3.15 当采用侧接触式钢铝复合轨的授流方式时，应符合下列规定：
- 接触网应按“一”字形布置；
 - 接触网锚段间应采用膨胀元件进行衔接；
 - 电分段采用自然断口或分段绝缘器。
- 15.3.16 接触网的坡度应符合表 14 的规定：

表 14 接触网的坡度

项目	汇流排+接触线	钢铝复合轨
拉出值方向	$\leq 7\%$	—
导高方向	$\leq 1\%$	

- 15.3.17 接触网末端应设端部弯头。
- 15.3.18 支撑绝缘子及其配套接触网零件的强度安全系数不应低于 TB 10009 的规定。
- 15.3.19 在馈线上网处正、负极接触网应设置避雷器。
- 15.3.20 防雷设计应符合 GB 50057 的规定，避雷器冲击接地电阻不大于 $10\ \Omega$ 。
- 15.3.21 在道岔梁范围内，应根据车辆前后受流器间距和道岔梁长度确定是否需要设置接触网，并确保车辆在行进过程中至少有一对受流器正常取、回流。

15.4 电缆

- 15.4.1 供电系统所采用的电缆应具有低卤、低烟、阻燃等性能，在高架梁上露天敷设时，其外护套还应具有防紫外线的功能。
- 15.4.2 电缆在地上线路采用支架明敷时，宜采取罩、盖等遮阳措施。
- 15.4.3 用于消防供电的配电线路应采用耐火铜芯电缆或矿物绝缘类不燃性铜芯电缆。
- 15.4.4 当中压环网电力电缆采用单芯电缆时，宜采用“品”字形布置。低压直流电力电缆宜采用“一”字形布置。
- 15.4.5 当电缆在沿线区间敷设时，宜布置在轨道梁内或线路旁的电缆专用通道内。
- 15.4.6 电缆在车站及轨道梁内敷设时应满足限界要求。
- 15.4.7 每个金属电缆支架或吊架、桥架必须通过接地干线接地，接地干线两端应与变电所的接地网连接。
- 15.4.8 当电缆在同一通道中的同侧多层支架上敷设时，应符合下列规定：
 - a) 应按电压等级由高至低的电力电缆、强电至弱电的控制电缆和信号电缆、通信电缆的顺序排列。当电缆敷设需要满足电缆引入或引出弯曲半径的要求时，也可按电压等级由低到高的顺序排列；
 - b) 当支架层数受空间大小限制时，35kV 及以下相邻电压等级的电力电缆可排列于同一层支架上，1kV 及以下的电力电缆可与弱电电缆敷设在同一层支架上。
- 15.4.9 中压交流单相电力电缆的金属护层应直接接地，且在金属护层上任一点非接地处的正常感应电压应符合下列规定：
 - a) 当未采取能有效防止人员任意接触金属护层的安全措施时，不得大于 50V；
 - b) 除本条第 a 款规定的情况外，不应大于 100V。
- 15.4.10 中压电力电缆金属护层的有效截面应满足在电缆故障下流经金属护层短路电流的载流要求。
- 15.4.11 在车站等建筑物设施内数量较多的电缆垂直敷设时应采用电缆竖井。
- 15.4.12 电力电缆在敷设时，应在电缆中接头两侧、电缆进出支（桥）架端部、拐弯处等紧邻部位的电缆上采用经防腐处理的电缆卡子进行刚性固定。对于交流单相电力电缆，固定的间距尚应满足短路电动力的要求。
- 15.4.13 交流单相电力电缆的刚性固定宜采用不构成磁性闭合回路的夹具。
- 15.4.14 电缆从室外进入室内的入口处、电缆竖井的出入口处、电缆穿越建筑物隔墙楼板的孔洞处及各供电设备与电缆夹层之间的电缆开孔处，均应实施阻火封堵。
- 15.4.15 电力电缆敷设的其他设计内容应符合 GB 50217 的规定。

15.5 动力与照明

- 15.5.1 车站及车场用电负荷可分为重要负荷和一般负荷：
 - a) 重要负荷应包括应急照明、火灾或其他灾害仍需使用的用电设备、通信系统设备、控制系统设备、综合监控系统设备、电力监控系统设备、道岔设备、乘客信息及服务系统、门禁系统设备、安防设施、自动售检票设备、站台门设备、变电所操作电源等；
 - b) 一般负荷宜包括变电所检修电源、正常照明、普通风机、电扶梯、区间检修设备、电源插座、空调制冷设备、广告照明、清洁设备、电热设备等。其中，消防负荷应符合 GB 55037 的规定。
- 15.5.2 动力与照明配电应符合下列规定：
 - a) 电缆夹层、电缆通道应设照明，其电压不应超过 36V；
 - 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) 动力照明配电设备宜集中布置，车站有条件时应设动力照明配电室或与变电所合设。当车场的单体建筑物内没有降压变电所时应设配电室；
 - d) 大容量设备或负荷性质重要的用电设备应采用放射式配电。无特殊要求时，中小容量设备，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；
 - e) 动力与照明用电设备的无功补偿及滤波设备宜在变电所内集中设置，对于容量较大、负荷平稳且经常使用的用电设备宜单独就地补偿。设置于变电所内的无功补偿及滤波设备可以考虑位置预留，待需要时投入设备；
 - f) 用电设备端子处电压偏差允许值应符合 GB 50052 的规定；
 - g) 动力设备及照明的控制可采用就地控制和远方控制；
 - h) 车站站厅和站台应设清扫用移动电器的安全型电源插座；
 - i) 插座回路应具有漏电保护功能；
 - j) 消防设备的配电设备应有明显标志。
- 15.5.3 应急照明可包括备用照明和疏散照明，其设置应符合下列规定：
- a) 当正常照明失电时，对需要保证正常工作或活动继续进行的场所应设置备用照明；
 - b) 当正常照明因故障熄灭或火灾情况下正常照明断电时，对需要保证人员安全疏散的场所应设置疏散照明。
- 15.5.4 当电气装置采用接地故障保护时，车站、车场、运营控制中心的单体建筑等应设置包括建筑物或构筑物结构钢筋在内的总等电位联结。
- 15.5.5 照明照度应符合 GB 50034 和 GB/T 16275 的规定。
- 15.5.6 车站与区间、车场、运营控制中心等建筑物及其他户外设施的防雷设计，应符合 GB 50057 和 GB 50343 的规定。
- 15.5.7 动力照明的其他设计应符合 GB 50054 和 GB 50055 的规定。
- 15.5.8 消防用电及应急照明均应符合 GB 55037 和 GB 51309 的规定。

15.6 电力监控

- 15.6.1 永磁磁浮悬挂式单轨交通系统应设置电力监控系统。电力监控系统的系统构成、设备选型、系统容量和功能配置应满足运营管理的需要，并预留一定的扩展能力。
- 15.6.2 电力监控系统应包括电力调度系统（主站）、变电所综合自动化系统（子站）及联系两者的专用数据传输通道。
- 15.6.3 当设有综合监控系统时，电力调度系统应集成到综合监控系统中。
- 15.6.4 电力监控系统主站的设计，应包括主站的位置、系统构成、设备的选型，以及系统功能、容量、监控范围等。
- 15.6.5 电力监控系统子站的设计，应包括子站设备的位置、容量、功能、选型等。
- 15.6.6 电力监控系统通道的设计，应包括通道的结构形式、主/备通道的配置方式、通道的接口形式和性能要求等。
- 15.6.7 电力监控系统宜采用通信系统的标准时钟信号。
- 15.6.8 主站设备应按照双冗余系统的原则进行配置。

15.7 综合接地

- 15.7.1 综合接地装置应包括人工接地装置、自然接地装置等。
- 15.7.2 除有特殊规定外，供电系统中电气装置与设施的外露可导电部分均应接地。
- 15.7.3 综合接地系统接地端子处的接地电阻值不应大于 1Ω 。
- 15.7.4 综合接地应利用车站结构钢筋或变电所结构钢筋等自然接地极作为接地装置，并宜敷设以水平接地极为主的人工接地装置。自然接地装置与人工接地装置间应采用不少于两根导体在不同地点相连接。自然接地装置与人工接地装置的接地电阻值应能分别测量。
- 15.7.5 接地装置至变电所接地线的截面不应小于系统中保护地线截面的最大值。
- 15.7.6 配电变压器低压侧中性点应直接接地。

15.7.7 牵引变电所中的直流牵引供电设备应绝缘安装。

15.7.8 沿线建筑物与构筑物独立接地装置的接地电阻宜先符合自身接地要求后,再与综合接地系统进行等电位连接。

15.7.9 防雷引下线与接地网的连接点至设备接地线与接地网连接点之间,沿接地极的长度不应小于20m。

15.7.10 轨道梁应保持电气贯通,并通过桥墩接地。

16 通信

16.1 一般规定

16.1.1 通信系统应为运营管理提供稳定、可靠、畅通的语音、数据和图像等通信业务,做到系统可靠、功能合理、设备成熟、技术先进、经济实用。

16.1.2 通信系统宜由传输系统、电话系统、无线通信系统、广播系统、时钟系统、视频监视系统、集中网管系统、乘客信息系统、电源及接地系统等子系统组成。

16.1.3 确定通信系统的总体方案及系统容量时,应将近期建设规模和远期发展规划相结合,宜为其它线路的接入预留条件。

16.1.4 通信系统中的无线通信系统宜采用无线综合承载,同时实现无线语音调度和永磁磁浮悬挂式单轨交通各子系统车地无线数据传输。

16.1.5 在紧急情况下,通信系统应能提供应急救援通信手段。

16.1.6 通信系统的车载设备严禁超出车辆限界,地面设备、线缆、安装装置的设置严禁侵入设备限界。

16.1.7 通信设备应采用符合电磁兼容性要求、具有抗电气干扰性能的产品,要求符合国家现行有关过电压、过电流指标及端口抗干扰度试验标准的规定。通信系统设备应采取防雷措施。

16.1.8 通信系统必要时可设公安通信系统。公安无线通信系统可采用补充覆盖或网络延伸方式进行建设。

16.1.9 通信系统必要时可设民用通信系统。

16.2 传输系统

16.2.1 永磁磁浮悬挂式单轨交通应建立以光纤为主的通信传输系统网络,并应满足通信各子系统和信号、电力监控、防灾、环境与设备监控系统等系统信息传输的要求。

16.2.2 传输系统应采用基于光同步数字传输制式或其他宽带光数字传输制式,并应满足各系统接口的需求。传输系统容量应根据各系统对传输通道的需求确定,并应留有余量。

16.2.3 传输系统宜采用光纤数字环路网络结构,具备自愈保护倒换功能。

16.2.4 干线光缆容量应满足通信、信号等系统对光纤容量的需求,并结合远期发展预留余量。干线光缆网宜根据规划和建设需求统筹规划光缆数量、容量和光缆径路。

16.2.5 通信主干电缆、光缆宜采用低烟、无卤的阻燃材料,并应具有防电磁干扰的防护层。室外裸露电缆、光缆的外防护层应具有防阳光辐射、防雨淋等功能。站内配线电缆应采用带有屏蔽层的塑料护套电缆。

16.2.6 通信电缆、光缆应与强电电缆分开敷设。光缆与电力电缆同径路敷设时,宜采用非金属加强芯。

16.2.7 通信电缆、光缆宜采用通信槽道或管道的敷设方式,进入车站宜采用隐蔽敷设方式。

16.2.8 通信光缆的敷设不宜设屏蔽地线,但接头两侧的金属护套及金属加强件应相互绝缘,光缆引入室内应做绝缘处理,并应做光缆终端。

16.2.9 通信光电缆的埋深、与其他管线及建筑物间的最小净距应符合 GB 50157 的规定。

16.3 电话系统

16.3.1 电话系统应能为管理、运营、维修等部门提供内部通话与外部公务通信联络。

16.3.2 根据建设和运营管理模式需求,可采用独立的公务电话系统,也可纳入城市公用电话网或与专用电话系统合设。

16.3.3 公务电话系统应由公务电话交换设备、自动电话及其附属设备组成。公务电话交换设备宜设置在负荷集中、便于管理的地点。

16.3.4 公务电话交换网与公用网本地电话局的连接方式宜采用全自动呼出、呼入中继方式,并纳入本地公用网的统一编号。中继线的数量,应根据话务量大小和国家有关规定确定。

16.3.5 公务电话系统独立设置时宜设置计费管理系统,应采用统一用户编号,在交换网中宜采用下列方式:

- a) “0”或“9”为呼叫公用网的首位号码;
- b) “1”为特种业务、新业务首位号码;
- c) “2~8”为用户的首位号码。

16.3.6 公务电话系统对特种业务呼叫应能自动接到市话网“110”、“119”、“120”等。

16.3.7 公务电话基本功能、交换网传输衰耗及网络同步应符合 YD 5076 的规定。

16.3.8 专用电话系统是为控制中心调度员、车站、车场的值班员组织指挥行车、运营管理及确保行车安全而设置的专用电话系统设备。

16.3.9 专用电话系统主要包括调度电话、站间行车电话、车站和车场内直通电话。

16.3.10 专用电话系统应由中心交换设备、车站、车场交换设备、终端设备、录音装置及网管设备等组成。有条件时,专用电话系统与公务电话系统可采用合设方式,但应保证调度专用功能。

16.3.11 调度电话可为行车、电力、防灾及维修等提供调度电话组。

16.3.12 站间行车电话应提供相邻车站值班员间办理有关行车业务联系。站间行车电话终端应设在各车站行车值班室,在其回线上不得连接其他电话。

16.3.13 车站专用直通电话应提供行车值班员或站长与本站内运营业务有关人员进行通话联系。车场专用直通电话可根据作业性质设置车场内行车指挥电话、车辆检修电话等。

16.4 无线通信系统

16.4.1 永磁磁浮悬挂式单轨交通宜设置无线通信系统为控制中心调度员、车场调度员、车站值班员等固定用户与列车司机、防灾、维修等移动用户之间提供通信手段。无线通信系统必须满足行车安全、应急抢险的需要。

16.4.2 无线通信系统采用的制式应符合现行国家有关技术标准的规定,所采用的工作频段及频点应由当地无线电管理部门批准。无线通信系统根据业务需求可采用专用频道方式,宜采用技术先进、功能齐全的数字集群移动通信方式。

16.4.3 无线通信系统应采用有线、无线相结合的传输方式。中心设备应通过光数字传输系统或光纤与无线基站连接,各基站通过天线空间波传播与移动台通信。

16.4.4 无线通信系统可根据建设和运营需要设置行车调度、防灾环控调度、综合维修调度、车场调度等系统。

16.4.5 无线通信系统应具有选呼、组呼、全呼、紧急呼叫、呼叫优先级权限等调度通信功能,并应具

有语音存储、监测功能等。

16.4.6 无线通信系统的车载设备宜设置与车辆相关的广播系统接口,在紧急状态下控制中心可直接向车辆内的乘客进行广播。

16.4.7 应按国家有关要求考虑地方公安、消防无线通信系统的设置。

16.5 广播系统

16.5.1 广播系统应保证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,向工作人员发布作业命令和通知,发生火灾时可兼作救灾广播。

16.5.2 广播系统由控制中心设备、车站广播设备和车场广播设备组成。控制中心应设置行车和防灾广播控制台,车站行车和防灾广播控制台可合设。控制中心广播控制台可以对全线选站、选路广播;车站广播控制台可对本站管区内广播。广播设备兼有自动和人工两种播音方式。

16.5.3 广播系统宜与无线系统移动终端设置接口,以供运营人员在站台等公共区域可随时加入本站广播系统作定向广播。

16.5.4 列车广播设备宜与车辆配套设置。列车广播设备应兼有自动和人工两种播音方式,同时可接收控制中心调度员通过无线通信系统对运行列车中乘客的语音广播。

16.5.5 车场广播系统供车场行车调度指挥人员向与行车直接有关的车场内生产人员发布作业命令及有关安全信息等。车场广播系统可接入正线运营广播系统。

16.5.6 列车进站时车站可自动广播乘客导乘信息,列车进站信息宜由信号系统提供。

16.5.7 正线运营广播系统负荷区各点的声场均匀度及混响指标满足现行有关规范要求,保证广播声音清晰、稳定。

16.5.8 广播系统功放设备总容量应按照所有广播负荷区额定功率总和及线路的衰耗确定。

16.6 时钟系统

16.6.1 时钟系统为车站、车场提供统一的标准时间信息,为通信各子系统及其他系统提供统一的时间信号。

16.6.2 一级母钟应能接收外部全球卫星定位系统(GPS)基准信号和北斗卫星导航系统(BDS)基准信号并自动进行校准,一级母钟定时向二级母钟、连接的子钟及其他需提供统一的时间信息的各系统发送时间编码信号用以校准;二级母钟产生时间信号提供给本站的子钟。

16.6.3 一级母钟自走时精度应在 10^{-7} s 以上,二级母钟自走时精度应在 10^{-5} s 以上。

16.6.4 一级母钟应配置数据接口与其他需要时间信息的系统连接。

16.6.5 一级母钟宜设置于控制中心且宜满足多条线路的共享。各车站、车场可设置二级母钟;中心调度室、车站值班控制室、变电所值班室及其他与行车直接有关的办公室等处所应设置子钟。

16.6.6 在设置乘客信息系统显示终端的站台、站厅等处,宜由乘客信息系统显示终端的时间代替子钟功能。

16.7 视频监视系统

16.7.1 视频监视系统应为控制中心调度员、各车站值班员、公安等提供有关列车运行、防灾、救灾及乘客疏导等方面的视觉信息。

16.7.2 视频监视系统应由中心控制设备、车站控制设备、图像摄取、图像显示、录像及视频信号传输等部分组成。

16.7.3 视频监视系统的摄像机、监视终端应采用符合国家广电标准的制式。

16.7.4 视频监视系统应具备监视、控制优先级、循环显示、任意定格与锁闭、图像选择、不间断实时录像、摄像范围控制、字符叠加、远程电源控制等功能。

16.7.5 图像数字化编解码技术应采用标准通用的数字编码格式。

16.7.6 公安视频监控系统的建设，应按国家主管部门有关要求实施，宜与专用电视监控系统合设。

16.7.7 视频存储时间应符合国家标准、公安安全行业标准的有关规定。

16.8 集中网管系统

16.8.1 专用通信系统宜设置集中网管系统。当永磁磁浮悬挂式单轨交通设置综合运维管理系统时，集中网管系统宜与综合运维管理系统合设。

16.8.2 集中网管系统可实现故障监测、安全管理等功能，与通信各子系统的网络管理设备应采用标准、通用的硬件接口和通信协议。

16.8.3 集中网管系统应利用通信各子系统具有的自诊断功能，采集通信各子系统的设备运行、故障信息，并进行网管和记录。

16.9 乘客信息系统

16.9.1 乘客信息系统应具有安全性、可靠性、可扩充性和使用灵活性，并应做到技术先进、经济合理、简洁实用。

16.9.2 乘客信息系统应具有完备的信息处理能力，并应通过系统外部接口进行数据交换及将获得的数据经系统处理后，向乘客提供信息服务。

16.9.3 乘客信息系统除应提供运营相关信息外，可提供新闻、天气预报、道路交通等公共信息及公益广告等信息，应支持文字、图片、视频信息等媒体格式。

16.9.4 终端显示设备宜具有每个区域可独立控制的多区域屏幕分隔功能。

16.9.5 车站终端显示设备宜设置于站台等区域。

16.9.6 乘客信息系统的传输网络宜由通信系统构建。车地无线网络可由乘客信息系统独自构建或利用无线通信系统综合承载。

16.10 电源及接地系统

16.10.1 通信系统宜采用综合电源系统，综合电源系统应配置 UPS 设备和蓄电池组，蓄电池组应保证连续供电时间满足各系统需求。

16.10.2 通信系统接地宜采用综合接地方式，室外综合接地体电阻值不应大于 1Ω 。车场也可采用分设接地方式。

16.10.3 通信设备的接地系统设计，应做到确保人身、通信设备安全和通信设备的正常工作。

17 信号

17.1 一般规定

17.1.1 信号系统结构及设备配置应满足运营管理模式和行车组织方式的要求。

17.1.2 信号系统应由行车指挥和列车运行控制设备组成，并应设置必要的故障监测、报警设备及维护支持设备。

17.1.3 信号系统宜采用模块化，轨旁设备较少的列车自动控制系统，其中所采用的轨旁设备和车载设备宜尽可能小型化、轻型化，并适合于在悬挂轨道梁以及永磁磁浮系统环境下的安装和维护。

17.1.4 涉及行车安全的系统、设备及电路应符合故障导向安全的原则，采用的安全系统、设备应经过安全认证。联锁子系统应与 ATP 子系统合并设置。

17.1.5 双线区段宜按双方向运行设计；单线区段应按双方向运行设计。

17.1.6 信号系统应具有高可靠性、高可用性和良好的电磁兼容性。

17.1.7 信号车载设备严禁超出车辆轮廓线，信号轨旁设备严禁侵入设备限界。

17.1.8 信号工程设计应满足现代化维护管理的需求。信号设备应便于维修、测试及更换。

17.1.9 在轨旁及公共视野安装的信号设备应与城市或周边景观相协调。

17.1.10 信号系统应按远期设计年限设计，应配置 ATP 子系统。

17.1.11 信号系统宜与列车悬浮高度监测系统进行接口，将列车悬浮高度信息纳入行车控制系统。

17.1.12 信号系统宜与主动防撞系统接口，主动防撞系统应能提供障碍物预警提示，在信号系统故障情况下宜可实施安全制动措施。

17.2 系统要求

17.2.1 信号系统应包括 ATC 系统及车场信号系统，ATC 系统应包括下列主要系统：

- a) 列车自动监控（ATS）系统；
- b) 列车自动防护（ATP）系统；
- c) 列车自动运行（ATO）系统。

17.2.2 信号系统应包括下列列车控制等级：

- a) 连续式列车控制等级，为系统正常情况下的运行控制等级；
- b) 联锁级列车控制等级，为连续式列车控制降级下的运行控制等级。

17.2.3 ATC 系统应采用连续式列车控制方式，宜选用移动闭塞制式。

17.2.4 ATC 系统的选择应符合下列规定：

- a) ATC 系统应采用安全、可靠、成熟、先进的技术装备，具有较高的性价比；
- b) ATC 系统应满足运行能力要求，能实现故障弱化处理，满足不中断运营的需要。

17.2.5 信号系统设计能力应符合下列要求：

- a) 信号系统监控范围应按线路和站场所确定的建设规模设计，系统监控能力应与线路远期条件相适应；
- b) 列车通过能力应按最大客流设计，折返能力应适应各阶段最高运营能力的要求；
- c) 信号系统应能与车辆、通信、电力监控、防灾报警、环境监控、乘客向导、站台门、道岔和车场设备等系统接口。

17.2.6 信号系统应采用中心远程监控方式实现运行管理控制功能，根据运营管理需要可实现车站级现地控制。

17.2.7 信号系统控制等级应遵循人工控制优先于自动控制原则，控制中心人工控制优先于控制中心自动控制。

17.2.8 列车运行应具备以下驾驶模式：

- a) 在 ATP 子系统的安全防护下司机监控的列车自动运行；
- b) 在 ATP 子系统的安全防护下司机人工驾驶列车运行；
- c) 限制人工驾驶模式；
- d) 非限制人工驾驶模式。

e) 根据运营管理要求, 可具备无人驾驶模式。

17.2.9 车场的控制方式宜采用控制中心只监视、不控制, 由车场独自控制方式。当采用部分或全部纳入 ATC 监控范围的方式, 其纳入部分的系统和设备应与信号系统正线设备相同。

17.3 列车自动监控 (ATS) 系统

17.3.1 列车自动监控 (ATS) 系统应具有以下主要功能:

- a) 列车自动识别、跟踪、车次号显示;
- b) 列车运行和设备状态自动监视;
- c) 自动进路和自动信号的控制;
- d) 运行图编制及管理;
- e) 列车运行自动调整;
- f) 操作与数据记录、回访、输出及统计处理;
- g) 车辆修程及乘务员管理;
- h) 系统故障时降级使用及故障复原处理;
- i) 列车运行模拟及培训。

17.3.2 列车自动监控 (ATS) 系统应符合以下基本要求:

- a) ATS 系统可监控一条或多条运营线路。监控多条运营线路时, 应保证各条线路具有独立运营和混合运营的监控能力;
- b) ATS 计算机系统及网络系统应采用冗余技术, 控制中心应设调度员工作站、调度长工作站、运行图编辑工作站以及其他必要的设备; 调度员工作站的设置数量, 应根据在线列车对数、线路长度和车站数量等因素合理配置;
- c) 为满足列车临时交路的需要, 凡具备折返条件的有岔车站, 均应按具有折返作业处理;
- d) 列车出入车场的能力应与正线行车能力相适应;
- e) 列车进路控制应以联锁表为依据, 根据运行图和列车车次号等条件实现自动控制;
- f) 列车信号车载显示屏上宜提供车站发车时刻的提示信息;
- g) ATS 系统数据传输应满足下列要求:
 - 1) 系统容量、传输速率和传输距离应满足系统实时监控的需要、满足行车指挥的运用要求;
 - 2) 数据传输应具有差错控制能力;
 - 3) 数据传输网络应具有冗余措施, 主备通道应能实现自动和人工切换。
- h) ATS 系统应能够从通信时钟系统获取标准时间同步信号。

17.4 列车自动防护 (ATP) 系统

17.4.1 列车自动防护 (ATP) 系统应具有以下基本功能:

- a) 检测列车位置, 实现列车间隔控制和进路控制;
- b) 监督列车运行速度, 实现列车超速防护控制;
- c) 防止列车误退行等非预期的移动;
- d) 为列车车门、站台门的开闭提供安全监控信息;
- e) 记录司机的操作和设备运行状况;
- f) 实现车载信号设备的日检。

17.4.2 列车自动防护 (ATP) 系统应具有以下基本要求:

- a) ATP 系统安全完整度等级应满足 SIL4 级要求, ATP 系统内部电路及设备之间的信息传输通道也应符合故障导向安全的原则;
- b) ATP 系统应由地面轨旁设备 (含联锁设备) 和车载设备组成, ATP 地面/车载计算机设备应采用冗余结构;
- c) ATP 系统应按双方向运行设计;

- d) 闭塞分区的划分或列车运行安全间隔应通过列车运行模拟确定。为保证行车安全，在安全防护地点运行方向的后方应设安全防护距离并留有余量；
- e) 列车自动防护系统宜采用连续式速度控制方式；
- f) 采用基于通信技术的 ATP 系统时，车地无线通信网络应按照冗余方式进行设计；
- g) 根据线路运行和维护的需要，可在特定范围设置临时限速；
- h) 在车站站台上及车站控制室应设置紧急停车按钮；当按下该按钮时，应取消该车站对应范围内的全部移动授权命令；如有地面信号机还应切断信号开放电路，以确保该范围内禁止列车进入或迫使已接近或已进入的列车紧急制动停车。

17.4.3 车载设备应符合下列规定：

- a) 应以导致列车停车为最高的安全准则，任何地对车超时限通信中断、列车超速、列车的非预期移动等均应导致安全性制动；
- b) 执行紧急制动时，应切断列车牵引，列车停车过程中不得中途缓解；
- c) 车门控制应在满足列车精确对位停车后才允许发出对应站台侧车门的开门命令。

17.4.4 ATP 系统内联锁单元（或独立联锁设备）应符合以下基本要求：

- a) 车站、车场应采用计算机联锁，计算机联锁设备应能实现站控；
- b) 联锁设备必须符合故障导向安全的原则，应采用必要的冗余和安全技术，并具备必要的故障诊断和报警能力；
- c) 确保进路上的道岔、信号机和区段的联锁，联锁条件不满足时，禁止进路开通。敌对进路必须相互照查，不得同时开通；
- d) 联锁设备应能实现进路锁闭、接近锁闭、区段锁闭及人工锁闭，并应能实现单独操纵和进路选动。影响行车效率的联动道岔宜采用同时启动方式；
- e) 装设引导信号的信号机因故不能正常开放时，应通过引导总锁闭方式实现列车的引导作业；
- f) 进路控制通常采用进路的始末端控制方式，根据需要联锁设备可实现车站有关进路、端站折返进路的自动排列；
- g) 联锁设备的操纵宜选用显示器加键盘鼠标方式。

17.4.5 轨旁信号机应符合以下原则：

- a) 轨旁信号机应设置在列车运行方向的右侧，若右侧安装困难或瞭望条件受限或易引起邻线司机误认或不具备安装条件时，则可设在左侧；
- b) 正线轨旁信号机宜设置出站信号机、道岔防护信号机、出场信号机和终端阻挡信号机。

17.4.6 ATP 系统内联锁单元（或独立联锁设备）与道岔的接口

- a) 联锁设备通过与道岔手动控制柜的接口实现对道岔的集中控制和信息采集；
- b) 联锁与道岔的接口分界点位于道岔手动控制柜的外线端子；
- c) 联锁设备提供驱动道岔至定位、驱动道岔至反位控制命令信息及其他现场手动操作所需的接口信息；
- d) 道岔手动控制柜提供与道岔位置相符的表示信息及道岔故障信息；
- e) 联锁设备与道岔的接口电路应满足双方接口需求，并符合故障导向安全的原则。

17.5 列车自动运行（ATO）系统

17.5.1 列车自动运行（ATO）系统应具有以下主要功能：

- a) 站间自动运行；
- b) 车站自动精确对位停车；
- c) 有人或无人驾驶自动折返；
- d) 列车运行自动调整；
- e) 列车运行节能控制；

- f) 列车车门开关的自动监控；
- g) 站台门开关的自动监控。

17.5.2 列车自动运行（ATO）系统应具有以下基本要求：

- a) ATO 系统必须在已装备有 ATP 系统、确保行车安全的条件下安装使用；
- b) 根据线路条件、道岔状态、前方列车位置等实现列车速度自动控制；区间停车后，在条件具备的情况下实现列车的自动启动；车站发车时，列车可自动启动或由司机操作启动；
- c) ATO 可根据运营需要提供多种区间运行模式，满足不同列车运营时分要求，适应列车运行自动调整的需要；
- d) ATO 应能自动精确对位停车，停车精度应满足停站、折返和存车作业的要求；安装有站台门的车站列车停车精度误差宜为 ± 0.3 米；
- e) ATO 控制过程应满足舒适度、快捷性以及节能的要求；
- f) ATO 应能控制列车实现车站通过作业。

17.6 车场信号系统

17.6.1 车场信号系统可包括下列主要设备：

- a) 车场 ATS 分机；
- b) 计算机联锁设备或 ATP 地面设备和无线信号覆盖设备；
- c) 试车线信号设备；
- d) 信号培训设备；
- e) 日常维修和检查设备。

17.6.2 车场信号系统应满足以下基本要求：

- a) 车场应设置进场信号机，并根据需要设置调车信号机、终端阻挡信号机等。各类信号机以显示禁止信号为定位；
- b) 根据车场的运行模式和作业特点，可部分或全部纳入 ATC 的控制范围，可实现在控制中心监控下，列车自动出入该区域。

17.7 信号系统供电

17.7.1 信号系统采用集中电源和分路馈电的方式，其专用交、直流电源应对地绝缘，输出至室外设备的供电回路应采用隔离供电方式。

17.7.2 电源电压波动超过用电设备正常工作范围时，应采取稳压和滤波等措施。

17.7.3 车载设备电源应由车辆提供，并应采取过压和过流保护措施。

17.7.4 信号系统应采用专用的电源屏和配电屏供电，并应具有主、副电源自动和手动切换装置，切换时不得影响用电设备正常工作。

17.7.5 信号电源屏宜选用不间断电源（UPS）设备和免维护电池设备，控制中心、车站及轨旁信号设备的 UPS 电池后备时间应相同。

17.7.6 电源容量除满足最大负荷需要外，还要考虑必要的备用容量。

17.8 防雷、电磁兼容与防护

17.8.1 电磁兼容应满足下列要求：

- a) 在设计、制造信号设备时，应保证电磁干扰不影响其安全性和可靠性，并采用屏蔽、滤波、接地、隔离、平衡以及其他技术措施，保证设备具有良好的电磁兼容性能；
- b) 消除电磁辐射、感应、传导和静电释放等干扰因素对信号设备的正常工作产生影响；信号设备、部件也应防止对其他系统、运营范围内以及附近系统的正常工作产生电磁干扰；

- c) 信号设备在正常工作时间向设备外部可能发射的电磁干扰，应符合电源和机箱端口试验项目有关规定的电磁发射限值要求。

17.8.2 信号系统防护应符合下列规定：

- a) 信号设备与供电接触轨（网）之间应留有安全距离；
- b) 信号电缆线路与强电线路应分开敷设，交叉跨越敷设时，宜采用相互垂直交叉方式，必要时可采取防护措施；动力电缆与信号电缆的最小平行间距离宜大于 0.5 米；
- c) 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防护措施，并应保证设备受雷电干扰时不得错误动作；
- d) 防雷元器件的选择应将雷电感应过电压抑制在被防护设备的冲击耐压水平之下，且防雷元器件的设置不应影响被防护设备的正常工作；
- e) 信号设备应设工作地线、保护地线、屏蔽地线和防雷地线，并宜采用接地线接入到综合接地系统，其接地电阻不应大于 $1\ \Omega$ ；车场内当未设或局部未设综合接地体时也可分散接地，分散接地电阻值不应大于 $4\ \Omega$ ；
- f) 出入信号设备室的电缆应采用屏蔽电缆，应在室内对电缆屏蔽层采用单端接地，并应在引入口设金属护套；
- g) 室外轨旁信号设备的金属箱、盒壳体应接地；
- h) 车载信号设备的接地应接入到车辆的接地装置并最终接地；
- i) 防雷与接地应符合 GB 50343 的规定。

17.9 其他

17.9.1 信号系统在区间的光、电缆路由可根据轨道箱梁、道岔箱梁、桥墩柱结构设计中事先考虑、规划、预留。

17.9.2 信号系统电缆及敷设应满足下列要求：

- a) 在区间轨道梁内部、道岔梁内部以及车站内敷设的电缆应采用无卤、低烟、阻燃型电缆；在室外直接暴露在阳光下的区间、车站电缆应采取遮蔽防护措施或采用低烟、低卤、难燃、抗太阳辐射、抗老化型电缆；
- b) 电缆芯线或芯对应有一定的备用量，其中普通信号电缆的备用芯线数：
 - 1) 9 芯以下电缆备用 1 芯；
 - 2) 12~21 芯电缆备用 2 芯；
 - 3) 24~30 芯电缆备用 3 芯；
 - 4) 33~48 芯电缆备用 4 芯；
 - 5) 52 芯~61 芯电缆备用 5 芯。
- c) 音频电缆的备用芯线最少 2 芯，并成对备用芯线；
- d) 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应实施防火封堵。

18 综合监控及环境与设备监控系统

18.1 一般规定

18.1.1 永磁磁浮悬挂式单轨交通宜设置综合监控系统，并应满足行车指挥、机电设备监控、防灾安全和乘客服务等运营管理需要。

18.1.2 综合监控系统宜为监控与管理相结合的系统，具备设备监控、应急处置和救援指挥等功能。

18.1.3 综合监控系统应采用集成和互联方式构建，并应将电力监控、环境与设备监控、火灾自动报警、站台门、门禁系统集成到综合监控系统，同时宜将列车自动监控、广播、视频监控、乘客信息、自动售检票、时钟、设备智能运维等系统集成或互联到综合监控系统。

18.1.4 综合监控系统集成列车自动监控系统时，应构建以行车指挥为核心的综合监控系统。

18.1.5 综合监控系统软件应采用分层分布式软件架构、模块化结构，可扩展，具备优良的实时处理能

力。

18.1.6 综合监控系统应满足 GB/T 22239 中安全等级保护的要求。

18.1.7 环境与设备监控系统应遵循集中监控管理、分散控制、资源共享的基本原则。

18.1.8 环境与设备监控系统应按全线车站及区间或换乘站同一时间只发生一次火灾的原则设定救灾模式。

18.2 综合监控系统

18.2.1 综合监控系统架构应满足运营维护管理需求，宜由中央级系统、车站级系统和骨干网络组成。

18.2.2 综合监控系统车站级系统宜按区域中心站设置。

18.2.3 综合监控系统骨干网络可利用通信传输系统网络或使用光纤独立组网。

18.2.4 综合监控系统应具备对被集成系统的监控和管理，以及互联系统的监视和联动控制功能。

18.2.5 综合监控系统应具备下列主要联动功能：

- a) 正常工况，启动日常广播和列车预到站、到站广播功能、文字和视频信息发布功能等；
- b) 火灾工况，启动火灾防排烟模式控制、火灾消防应急广播、火灾场景的视频监控和乘客信息系统的火灾信息发布等功能，联动其他防灾设备；
- c) 阻塞工况，启动区间阻塞模式；
- d) 紧急工况，启动信息共享和发布、应急联动等功能。

18.2.6 综合监控系统应满足应急处置和救援指挥要求，具备应急预案及应急资源管理、紧急事件辅助决策等功能。

18.2.7 综合监控系统用电负荷等级应与牵引用电负荷等级一致，综合监控系统不间断电源宜由整合 UPS 统一提供，蓄电池后备时间不小于 1 小时。

18.3 环境与设备监控系统

18.3.1 环境与设备监控系统宜采用区域中心站形式，多个车站设置一套非冗余控制设备。

18.3.2 环境与设备监控系统应具备下列功能：

- a) 实现对现场信号的采集、信号的转换和控制信号的输出；
- b) 具备机电设备监控功能，含单控及模式控制、时间表控制等，并接收设备运行状态、故障状态、统计设备运行时长等；
- c) 接收火灾自动报警系统发布的火灾模式指令，并优先执行相应的控制程序；
- d) 车站和车场环境监测；
- e) 设备节能运行管理与控制。

18.3.3 环境与设备监控系统用电负荷等级应与牵引用电负荷等级一致，环境与设备监控系统不间断电源宜由整合 UPS 统一提供，蓄电池后备时间不小于 1 小时。

19 自动售检票系统

19.1 一般规定

19.1.1 永磁磁浮悬挂式单轨交通宜根据规划、建设规模和运营需求设置不同水平的自动售检票系统。

19.1.2 自动售检票系统应根据车站客流大小、建筑规模及运营管理等条件设置为封闭式或开敞式的车站售检票运营模式。

19.1.3 自动售检票系统的终端设备应根据运营需求设置自动售票和自动检票设备。采用开敞式售检票模式的車站，宜在乘客上下车集中地设置自助票务处理机和检票设备。

19.1.4 当永磁磁浮悬挂式单轨交通线路与不同的公交系统有换乘联系时，售检票系统应满足互联互通要求，并应制定技术接口标准，实现清算功能，同时宜与城市“一卡通”互联。

19.2 系统构成

19.2.1 自动售检票系统宜由中央计算机系统、车站终端设备、车载终端设备、车票等组成。

19.2.2 自动售票机宜支持现金、移动支付、银联卡等方式购买车票。

19.2.3 自动检票设备可根据实际情况采用闸机或检票读卡器读取实体单程票、二维码车票、银联卡、身份证等介质，并可采用人脸识别系统。

19.2.4 中央计算机系统、车站终端设备的用电负荷等级应与牵引用电负荷等级一致。

19.2.5 自动售检票系统不间断电源宜由整合 UPS 统一提供，中央计算机系统蓄电池后备时间不小于 1 小时，车站终端设备应确保停电后完成最后一笔交易。

19.3 系统功能

19.3.1 自动售检票系统可根据需要与城市“一卡通”清算系统互联，实现清分结算功能。

19.3.2 中央计算机系统具备对车站终端设备下发系统参数、运营模式安全认证数据及黑名单等功能。

19.3.3 自动检票机应具备紧急状况下自动开启闸机功能，并与火灾自动报警系统实现联动。

19.4 票制、票务管理模式

19.4.1 票制应以单一票制为主，也可根据运营需求采用计时制、计程制、计次制等其他辅助票制相结合的方式。

19.4.2 封闭式车站自动售检票系统应采用非付费区售票和进入付费区检票的运营模式。

19.4.3 开敞式车站自动售检票系统应符合下列规定：

- a) 开敞式车站售票可采用旅游区门口售票或车站售票，上车检票的运营模式；
- b) 开敞式车站售票采用车站售票与车内检票结合方式时，车站售票设备宜设置在上车客流的流动方向或进站客流垂直方向或方便乘客购票的区域，售票、取票可采用人工或自助方式；车内检票设备宜设置在上下车门处，采用乘务人员监督下的自助检票模式，在满足乘客紧急疏散的前提下，应设置适合车内环境的自助检票设备。

20 运营控制中心

20.1 一般规定

20.1.1 永磁磁浮悬挂式单轨交通应建立运营控制中心，车场调度中心可与控制中心合设。

20.1.2 控制中心应具有对全线的列车运行、电力供给、环境状况及车站设备、票务运行等全过程进行集中监控、统一调度指挥和管理的功能。

20.1.3 控制中心应设置信号、火（防）灾自动报警、环境与设备监控、电力监控和通信等系统中央级设备。

20.1.4 控制中心的总体布置应考虑安全可靠，操作、维修及管理方便，运营成本低廉等因素，并根据运营管理模式、控制线路的数量及其最终的线路长度、系统配置、设备类型及设备数量等要求，经济合理地确定控制中心的规模及装修标准，同时应适当预留未来发展的余地。

20.1.5 控制中心的位置宜选择在车站或车场附近、接近监控管理对象的中心地带。

20.1.6 运营控制中心各系统应坚持创新、智慧、绿色、开放、共享发展理念，按照统筹规划、整体设计、资源整合、信息共享、安全可控、运营高效的原则建设信息系统。

20.2 功能分区与总体布置

20.2.1 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。各功能区的设置应与运营管理体制和运行模式相适应。

20.2.2 运营操作区应靠近设备区和运营管理区，设备区和维修区宜相邻设置。

20.2.3 运营操作区设中央控制室，并应作为独立的安全分隔区，进入中央控制室前应设缓冲区，并宜配置保安设施；中央控制室各系统设备的布置及设计应满足下列要求：

- a) 室内只设置与运营有关的系统和设备，与运营、管理和安全无关的系统和设备不宜进入，不得安装大功率的电器设备及其他动力设备；
- b) 室内设备布置应整齐、紧凑，便于观察、操作和维修，并便于调度人员行动和疏散。调度台的布置不能遮挡住正常观察模拟屏的视线；

- c) 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;
 - d) 中央控制室应具备紧急事件指挥中心的功能,宜在中央控制室设置运营决策和应急处理工作区域或在中央控制室邻近设置应急事件指挥室;
 - e) 各系统模拟屏宜统一考虑,调度台和模拟屏宜呈弧形布置,模拟屏的屏前和屏后、调度台的台前和台后应留有足够的操作和维护作业空间,并预留近期和远期发展位置。
 - f) 当中央控制室的规模按多条线路设计时,可按线路进行划分,将每条线的行车调度、电力调度和环控调度台等集中布置;
 - g) 当按扇形方式分层展开布置设备时,在扇形的中间位置,向上展开的角度按 15° 考虑,向左右展开的角度按 120° 考虑。
- 20.2.4 中央控制室和设备区不宜设在建筑物的顶楼和地下楼层。
- 20.2.5 设备区各系统设备用房的布置及设备房室内设备的布置及设计应满足下列要求:
- a) 设备区设备房的布置,根据运营管理模式,可按系统划分或按线路划分,采用封闭式布置或通透开放式布置;
 - b) 设备区各系统设备房的布置楼层宜以方便运营管理、体现安全性和重要性为原则;
 - c) 设备区设备房的室内布置应力求整齐、紧凑,便于观察、操作和维修;
 - d) 设备布置应使设备之间的连线短,外部管线进出方便;
 - e) 大功率的强电设备不得与弱电设备混合安装和布置。各电气系统设备用房不得有水管穿过,风管穿过时应安装防火阀。
- 20.2.6 运营管理区宜根据运营管理的需要配置相应的运营管理用房,设置必要的办公、管理和生活设施。
- 20.2.7 维修区宜设置系统维修、测试、备品备件、工器具等用房,以及系统维修机构办公、值班室等。维修区上述用房各系统可共用或分设。
- 20.2.8 辅助设备区各系统设备用房的布置及设计应满足下列要求:
- a) 辅助设备区宜设置供电和低压配电、通风和空调、水消防和自动灭火、给排水等系统的设施和用房;
 - b) 供电和低压配电、空调、水消防及给排水等辅助设施宜设置在地下层;通风系统和自动灭火系统等宜设置在各层距用户较近的场所。
- 20.2.9 独立设置的控制中心应设置消防控制室,宜根据需要设置保安值班室,应设置火灾自动报警装置、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,宜根据需要设置闭路电视监控系统和安保门禁系统等。

20.3 布线

- 20.3.1 电缆通道、电缆间宜靠近相关的设备用房,且强、弱电系统应分别设置。
- 20.3.2 电缆的选择和管线的敷设除应满足各自系统的要求外,还应符合消防和电气等现行规范的规定,管线敷设应尽量做到线路短、交叉少。
- 20.3.3 竖向布线宜采用电缆井或电缆柜的敷线方式。
- 20.3.4 水平布线宜采用电缆夹层敷线方式(电缆楼层夹层、吊顶夹层、活动地板夹层),并应根据夹层的具体情况,分层分区设置电缆桥架或汇线槽,将动力电缆和弱电电缆分开敷设。
- 20.3.5 中央控制室和设备房内不宜外露电线、电缆和管线,无关管线不宜穿过中央控制室和设备房。
- 20.3.6 控制中心楼层间、房间之间的各种管线孔洞设计应便于严密封堵。

21 车场

21.1 一般规定

- 21.1.1 车场的功能、布局 and 各项设施的配置,应根据运营需要、车场规划布置和既有车场的功能及分布情况,实现车场的资源共享。

- 21.1.2 车场的设计应初、近、远期结合，分期实施。用地范围应按远期规模确定。
- 21.1.3 车场的选址应符合下列要求：
- a) 用地应与国土空间规划协调一致；
 - b) 应有良好的接轨条件；
 - c) 用地面积应满足功能和布置的要求，并应具有远期发展余地；
 - d) 应具有良好的自然排水条件；
 - e) 应便于电力、给排水及各种管线的引入和道路的连接；
 - f) 宜避开工程地质和水文地质不良的地段。
- 21.1.4 车场设计应贯彻节约用地、节约能源和资源的方针。
- 21.1.5 车场设计应有完善的消防设施。总平面布置、房屋设计和材料、设备的选用应符合 GB 50016 的规定。
- 21.1.6 车场设计应对所产生的废气、废液、废渣、噪声和电磁辐射等进行综合治理，并符合国家现行有关标准的规定。环境保护设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。
- 21.1.7 车场设计涉及既有河道、水利设施、既有道路、规划道路及重要管线迁改时，应取得水利、水务及市政相关部门的认可，相关迁改设施应与本工程同时施工。
- 21.1.8 车场应具有外来物资、设备及新车进入的运输条件。车场内应具有运输、消防道路，并应有不少于两个与外界道路相连通的出入口。

21.2 总平面布置

- 21.2.1 若线网规划线路数量较少，或工程规模较小，车辆检修可采用社会化合作维修方式。
- 21.2.2 车辆检修宜采用日常维修和定期检修相结合的预防检修制度，修程和检修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。设计时可按表 15 的规定确定。

表 15 车辆检修修程和检修周期

修 程		日常维修和定期检修周期指标		检修时间（天/列）
		里程（万km）	时间间隔	
定期检修	大修	120~150	12~15年	40
	架修	60~80	6~8年	30
	定修	30~40	3~4年	20
	换轮	15~20	1.5~2年	3
日常维修	三月检	3	3月	2
	月检	1	1月	1
	列检	—	3天	4h

注1：表中检修时间是按每列车6辆编组，并按部件换件修确定。

注2：修程修制不是一成不变的，应根据技术的发展在运营实践中逐步完善优化。

注3：随着运营检修经验的增加，可逐步提高检修里程，缩短检修库停时间。

- 21.2.3 车场出入线的设计，应符合下列规定：
- a) 出入线可根据通过能力需要设计为双线或单线；
 - b) 出入线应根据行车和信号的要求，留有必要的信号转换作业长度。
- 21.2.4 车场的设计应满足功能和能力的要求，设计规模应根据车辆技术条件、配属列车编组和数量、检修周期和检修时间计算确定。
- 21.2.5 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：
- a) 三月检取 1.2；
 - b) 定期检修取 1.1。

21.2.6 车场线包括运用和检修库线、工程车库线、试车线、洗车线、待修车和修竣车存放线、走行线及牵出线等，应根据作业需要设置。车场线的配备和布置应满足功能需要、工艺要求，并应做到安全、方便、经济合理。

21.2.7 车场生产房屋应以运用及检修库为核心，各辅助生产房屋应根据生产性质按系统布置；与运用和检修作业关系密切的辅助生产房屋宜分别布置在相关车库的侧跨内或邻近地点；性质相同或相近的房屋宜合并设置。

21.2.8 车场的生产机构应根据运营管理模式确定，可设运用车间、检修车间和设备车间。

21.2.9 车场应设围蔽设施，其设计宜结合当地的环境要求，选用安全、实用、美观的材料和结构形式。

21.3 车辆运用整备设施

21.3.1 车辆运用整备设施应包括停车、列检、月检库（棚）和洗车设备等及相应线路设施，并应依据生产需要配备办公、生活房屋。

21.3.2 停车、列检库（棚）应根据当地气象条件和运营要求设计，当露天停车对运营作业无影响时可按露天设计。停车股道按露天设计时，应设司机上下车的道路和遮雨设施。

21.3.3 停车、列检、月检库（棚）的设计应符合下列规定：

- a) 库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、结构设计要求等因素确定。
- b) 库的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；
- c) 库的宽度应根据库线数量、线间距、作业场地、设备尺寸、人行及运输通道等计算确定；
- d) 库前直线段长度不宜小于1节车长。

21.3.4 当停车、列检、月检库（棚）库线采用接触轨（网）供电时，每线列位之间和库前均应设置隔离开关或分段器，并应设置送电时的信号显示或音响设施。

21.3.5 列检、月检库（棚）内设备设计应符合下列规定：

- 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，车顶层作业平台应与轨道梁桥结合，并应便于检查悬浮架；
- b) 库内宜设给水排水管、电源线等管线，管线布置应整齐、美观、标识清楚、便于维护；
- c) 库内应设置安全联锁门禁系统。

21.3.6 车场应设洗车设施，并根据作业需求设人工清洗平台或机械洗车设施。

21.4 车辆检修设施

21.4.1 车辆检修根据技术经济比选后，可选择采用车场检修和委托检修的检修模式；车场检修应设置车辆检修设施，委托检修可在车场设置作业场地。

21.4.2 车辆检修设施根据检修范围、规模、检修模式确定。

21.4.3 车场检修库应符合下列规定：

- a) 检修库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、结构设计要求等因素确定；
- b) 检修库宽度应根据库线数量、线间距、作业场地、设备尺寸、人行及运输通道及起重设备跨度等计算确定；
- c) 检修库高度应根据检修工艺、车辆限界、车顶作业、起重机结构尺寸等因素综合确定；
- d) 库内管线应布置应整齐、美观、标识清楚、便于维护；

21.4.4 检修库内主要设备应符合下列规定：

- a) 库内应根据检修需要设置检修作业平台，平台上应设车辆走行轨，车辆走行轨及部分平台可移动，平台上宜设置简易起重设备；
- b) 库内应设置辅助检修车辆分解、组装工作的车体地面支撑装置；
- c) 库内应根据作业要求设车辆横移装置；
- d) 库内应设地面电源。

21.4.5 依据检修需求及用地条件，设置试车线。试车线的设计应符合下列规定：

- a) 试车线的有效长度应根据车辆性能和技术参数以及试车综合作业要求计算确定，试车线两端应设车挡；
- b) 试车线应为平直线路，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应与正线标准一致；
- c) 试车线应在适当位置设置试车设备房屋；
- d) 对于规模较小的车场，为节约工程量，在满足需求的前提下可采用正线试车。

21.4.6 车场生产设备应实行统一管理、集中检修。有条件时，设备的大修宜对外委托或与外部协作进行。

21.4.7 车场设备维修间应根据段内机电设备和动力设施维护、检修的需要，配备必要的金属切削与加工设备、电焊与气焊设备，电器检测设备，管道维修设备和起重运输设备等。车场通用设备宜合并设置。

21.4.8 车场应根据工艺的要求和当地的具体情况设通风和空调设施。

21.5 综合维修中心

21.5.1 综合维修中心应满足全线轨道梁、道岔梁、房屋建筑和道路等设施的维修、保养工作以及供电、通信、信号、机电设备和自动化设备的维修和检修工作的需要，同时应结合所在城市的具体情况，逐步实行社会化服务，最大限度地实现资源共享。

21.5.2 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，并根据作业内容和工作量配备设备和设施。

21.6 物资库

21.6.1 车场宜设物资库，承担材料、配件、设备和机具及劳保用品等的采购、存放、发放和管理工作的。

21.6.2 各种仓库的规模应根据所需存放材料、配件和设备的种类和数量确定。

21.6.3 物资库应根据需要配备起重设备和汽车、蓄电池车等运输车辆。

21.6.4 物资总库应考虑对外运输条件。

21.7 其他

21.7.1 车场可根据需要设置培训机构负责组织和管理职工进行车辆运用检修的管理培训工作，并配备必要的培训设备和配套设施。

21.7.2 车场内宜设救援办公室，并应配备相应的救援设备和设施。

21.7.3 车场场坪高程应根据基地附近内涝水位和周边道路高程设计，沿海或江河附近地区车场场坪高程应按不低于 1/100 洪水频率设计。

21.7.4 车场应根据供电系统的要求、车场的规模和布置及生产工艺需要等设置牵引变电所和降压变电所及动力、照明设施。

22 防灾及救援

22.1 一般规定

22.1.1 永磁磁浮悬挂式单轨交通应具有防火灾、冰雪、风灾、地震、雷击和事故停车等灾害的设施。

22.1.2 永磁磁浮悬挂式单轨交通防火灾应贯彻“预防为主，防消结合”的方针。同一条线路按同一时间内发生一次火灾考虑。

22.1.3 车站站台、站厅和出入口通道的乘客疏散区内不得设置商业场所，除运营、服务设备、设施外，也不得设置妨碍乘客疏散的设备、设施及其他物体。

22.1.4 与悬挂式单轨交通相连接的商业建筑物等，必须采取防火分隔设施。

22.1.5 控制中心应具备全线防灾及救援的调度指挥，以及和上一级防灾指挥中心联网通信的功能。

22.2 建筑防火

22.2.1 各建（构）筑物的耐火等级应符合下列规定：

- a) 高架和地面车站及高架区间的建、构筑物，耐火等级不得低于二级；

- b) 控制中心耐火等级应为一级；
- c) 车场内建筑的耐火等级应根据其使用功能确定，并应符合 GB 50016 的规定。
- 22.2.2 车站、车场、控制中心的防火分区的划分应符合 GB 51298 的规定。
- 22.2.3 换乘车站内的站台层和站厅层公共区宜按一个防火分区考虑，但换乘通道和楼梯应作防火分隔，门洞处设防火卷帘。
- 22.2.4 高架和地面车站及其地面附属建筑，以及车场和各类附属建筑等，与相邻建筑的防火间距和消防车道设置应符合 GB 50016 的规定。与汽车加油加气站的防火间距应符合 GB 50156 的规定。
- 22.2.5 防火卷帘与建筑物之间的缝隙，以及管道、电缆、风管等穿过防火墙、楼板及防火分隔物时，应采用防火封堵材料将空隙填塞密实。

22.3 安全疏散与救援

- 22.3.1 车站安全出口设置应符合下列规定：
 - a) 车站每个站厅公共区安全出口数量应经计算确定，且应设置不少于 2 个直达地面的安全出口；
 - b) 安全出口应分散设置，当同方向设置时，两个安全出口通道口部之间净距不应小于 10m；
 - c) 换乘车站的换乘通道不应作为安全出口。
- 22.3.2 事故疏散时间应按公式 (7) 计算，并不应大于 6 分钟，通行能力应符合本文件第 12 章的规定。

$$T = 1 + \frac{Q_1 + Q_2}{0.9[A_1(N - 1) + A_2B]} \leq 6 \text{ min} \quad (7)$$

式中：

Q_1 —远期或客流控制期中超高峰小时 1 列进站列车的最大客流断面流量（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）；

A_1 —一台自动扶梯的通过能力（人/min·m）；

A_2 —疏散楼梯的通过能力（人/min·m）；

N —自动扶梯数量；

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

- 22.3.3 永磁磁浮悬挂式单轨交通系统应采用自身救援和社会化救援相结合的救援模式。自身救援应包括列车之间的纵向和横向救援，并宜包括垂向救援。

- 22.3.4 列车应具备纵向和横向逃生能力，每列车车头应配置纵向逃生门，可与运营列车或救援列车纵向逃生门对接，并配置相应的逃生设备，车站或救援列车上应配备横向救援渡板，紧急情况下应能快速与列车车门可靠连接。在条件允许情况下，宜配置相应的逃生设备，逃生设备应满足实际线路高度下的有效逃生需求。

22.4 消防给水与灭火

- 22.4.1 消防给水系统的设置应符合 GB 50016 的规定。
- 22.4.2 室内消火栓、室外消火栓设计用水量标准应符合 GB 50974 的规定。
- 22.4.3 消防给水水源应采用城市自来水，当沿线无城市自来水时，应采用其他消防给水水源。
- 22.4.4 车站消防给水系统采用临时高压供水系统时，可不设高位水箱，但应设置气压给水装置。车场宜设置高位水箱。
- 22.4.5 消防水泵接合器的设置应符合 GB 50974 的规定。
- 22.4.6 自动灭火系统的设置应符合 GB 50016 的规定。
- 22.4.7 灭火器的配置应符合 GB 50140 的规定。
- 22.4.8 消防给水的管材及附件的设置应符合下列规定：
 - a) 消防给水管宜采用球墨铸铁给水管、热浸镀锌钢管或其他经测试中心检测合格的管材；
 - b) 室外埋地给水管道宜采用球墨铸铁给水管、钢丝骨架塑料复合管或加强防腐的钢管；

- c) 当消防给水管道接口采用柔性连接方式明装敷设时,应在转弯处设置固定设施。

22.4.9 消防设备的监控应符合 GB 50974 的规定。

22.5 防烟排烟系统

22.5.1 永磁磁悬浮挂式单轨交通必须设置有效的防烟排烟系统。

22.5.2 防烟排烟系统应符合 GB 50016 和 GB 51251 的规定。

22.5.3 建筑中有排烟要求的场所应优先采用自然排烟方式,当自然排烟不能满足要求时,设置机械排烟系统。

22.5.4 当防烟排烟系统与正常通风空调系统合用时,通风空调系统应符合防烟排烟系统的要求,并应在发生火灾时能够快速转换至防烟排烟功能。

22.5.5 当设备与管理用房发生火灾时,应具备防烟排烟功能。

22.5.6 车站公共区和设备管理用房采用自然排烟时,排烟口应设置在上部,且其净面积不应小于顶部投影面积的 2%,且排烟口的位置与防烟分区内最远排烟点的水平距离不应超过 30m;当车站公共区空间净高不小于 6m 时,自然排烟口的水平距离不应大于 37.5m。常闭的自然排烟口(窗)应设置自动和手动开启装置。

22.5.7 车站公共区和设备及管理用房需设置机械排烟时,其排烟量应根据一个防烟分区的建筑面积按 $1\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 计算,排烟房间的补风量不宜小于排烟量的 50%。当排烟设备负担多个防烟分区时,其设备能力应根据最大防烟分区的建筑面积按 $2\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 计算的排烟量配置。

22.5.8 地面建筑排烟风机应保证在 280°C 时能连续有效工作 0.5h,烟气流经的辅助设备如风阀及消声器等应与风机耐高温等级相同。

22.5.9 排烟口的风速不宜大于 10m/s 。

22.5.10 当排烟干管采用金属管道时,管道内的风速不应大于 20m/s ,采用非金属管道时不应大于 15m/s 。

22.5.11 通风空调系统下列部位应设置防火阀,防火阀的动作温度应根据风管的用途确定:

- a) 风管穿越防火分区的防火墙及楼板处;
- b) 穿越通风、空气调节机房的房间隔墙和楼板处;
- c) 穿越重要或火灾危险性大的场所的房间隔墙和楼板处;
- d) 穿越防火分隔处的变形缝两侧;
- e) 竖向风管与每层水平风管交接处的水平管段上。

22.6 防灾用电与疏散标志

22.6.1 消防用电设备应按一级负荷供电,并应在末级配电箱处设置自动切换装置,当发生火灾切断生产、生活用电时,应能保证消防设备正常工作。

22.6.2 防灾用电设备的配电设备应有明显标志。

22.6.3 应急照明的连续供电时间不应少于 1h,且其最低照度不应低于 0.5l x 。

22.6.4 下列部位应设置疏散应急照明:

- a) 站厅、站台、自动扶梯、自动人行道及楼梯口;
- b) 疏散通道及安全出口。

22.6.5 应急照明和疏散指示灯用的电缆应采用耐火型或矿物绝缘类电缆。

22.6.6 应急照明以及疏散指示标志的供电电源采用 EPS 方式供电时,EPS 的工作状态应由火灾报警系统(FAS)或设备监控系统(BAS)对其进行远程监视。

22.6.7 下列部位应设置醒目的疏散指示标志:

- a) 站厅、站台、自动扶梯、自动人行道及楼梯口；
- b) 人行疏散通道拐弯处、交叉口及安全出口；沿通道长向每隔不大于 20m 处；
- c) 疏散通道和疏散门均应设置灯光疏散指示标志，并设有玻璃或其他不燃烧材料制作的保护罩；
- d) 指示标志距地面应小于 1m。

22.7 防灾通信

- 22.7.1 公务电话交换机应具有火警时能自动转换到市话网“119”的功能。
- 22.7.2 控制中心应设置防灾无线控制台，列车司机室应设置无线通话台，车站控制室、站长室、保安室及车场值班室应设置无线通信设备。
- 22.7.3 控制中心应设置防灾广播控制台，车站控制室、车场值班室应设置广播控制台。
- 22.7.4 控制中心和车站控制室应设置监视器和控制键盘，供防灾调度员监视。
- 22.7.5 永磁磁浮悬挂式单轨交通应设消防专用调度电话，防灾调度电话系统应在控制中心设调度电话总机，在车站控制室及车场设分机。
- 22.7.6 车站应设消防对讲电话。
- 22.7.7 通信系统的设计，应具备火灾时能迅速转换为防灾通信的功能。

22.8 火灾自动报警系统

- 22.8.1 火灾自动报警系统应根据线路规模、车站形式等设置集中报警系统或控制中心报警系统。
- 22.8.2 控制中心兼做全线防灾控制中心，控制中心、车场应设消防控制室，区域中心站可根据需要设置消防控制室。
- 22.8.3 火灾自动报警系统应集成于综合监控系统，由综合监控系统实现全线火警和火灾报警设备的集中监控、管理和调度指挥功能；现场火灾报警设备实现火灾报警、火灾救灾设备的控制，并与综合监控系统共同完成相关系统的联动控制功能。
- 22.8.4 列车上设置的火灾自动报警系统，应能通过无线网络等方式将列车上发生火灾的部位信息传送至防灾控制中心。
- 22.8.5 下列场所应设置火灾自动报警装置：
 - a) 控制中心大楼的各种设备机房、变配电室、电缆通道、电缆竖井、电缆夹层、走廊、会议室、办公室、控制室等重要设备及管理用房；
 - b) 车场的停车库、检修库、变电所、信号楼及火灾危险性较大的场所；
 - c) 车站封闭式的站厅层公共区、站台层公共区、车站各种设备机房、变配电室、电缆通道、电缆竖井、电缆夹层、控制室等重要设备及管理用房。
- 22.8.6 设置自动灭火系统的房间应设置感温和感烟两种火灾探测器。
- 22.8.7 设置火灾探测器的场所应设置火灾声光报警器。
- 22.8.8 火灾自动报警系统消防应急广播应与公共广播系统合设，并应在火灾时自动或手动将广播转换为火灾应急广播状态。
- 22.8.9 消防控制室在确认火灾后应具备下列功能：
 - a) 启动消防广播，接通警报装置，接通应急照明和疏散指示灯，将电梯全部停于首层；
 - b) 手动或自动开启所有自动检票机闸机，切断相关区域非消防电源；
 - c) 消防水泵、防排烟风机的启、停，除自动控制外，还应能手动直接控制。
- 22.8.10 消防联动控制系统应实现消火栓系统、自动灭火系统、防烟及排烟系统、消防电源及应急照明、疏散指示、防火卷帘、消防广播、售检票系统、站台门、门禁、自动扶梯及电梯等系统在火灾情况下的消防联动控制。
- 22.8.11 火灾自动报警系统交流电源负荷等级应与牵引用电负荷等级一致，备用电源宜采用火灾报警控制器的专用蓄电池供电，其容量应保证火灾自动报警及联动控制系统在火灾状态同时工作负荷条件下连续工作 3 小时以上。
- 22.8.12 火灾自动报警系统的设计尚应符合 GB 50116 的规定。

22.9 风力监测系统

- 22.9.1 永磁磁浮悬挂式单轨交通应配置风力监测系统,风力监测装置应设置在出站口和沿线的风力特征点处。
- 22.9.2 风力监测系统应实时检测风力数据,并将实时数据传输给信号等系统。
- 22.9.3 风力监测系统应满足气象行业标准要求 and 永磁磁浮悬挂式单轨交通的运行环境。
- 22.9.4 风力监测系统的传感器应测量风速和风向,保证实时传出平均风速和风向信号。
- 22.9.5 风力监测系统应满足测量精度和分辨率、数据处理、数据输出及显示报警等功能要求。
- 22.9.6 风力监测系统的供电电源电压波动超过用电设备正常工作范围时,应采取稳压和滤波等措施。
- 22.9.7 风力监测系统的供电应配置不间断电源(UPS)设备和免维护电池设备,其供电时间应不小于30分钟。
- 22.9.8 风力监测系统的防护应符合下列规定
- a) 风力监测系统的IP防护等级不得低于IP66;
 - b) 风力监测系统的设备应具有雷电防护措施;
 - c) 风力监测系统应具有电磁兼容性;
 - d) 风力监测系统设备严禁侵入设备限界。
- 22.9.9 风力监测系统的安装位置应代表测量区域的一般性,应满足下列要求:
- a) 风力监测传感器周围(半径5m内)不能有遮挡,或者遮挡物不影响被测区域的风速风向;
 - b) 风力监测系统主机的安装位置应无强电磁场影响;
 - c) 安装位置应避开容易遭受直接雷击的位置;
 - d) 风力监测系统线缆与高压线缆的距离应保持一定的安全距离;
 - e) 风力监测系统主机安装要充分考虑安全防盗和日常维护的便利性,并应便于测试和更换;
 - f) 风力监测系统主机安装位置应考虑通信接入点;
 - g) 风力监测系统传感器及主机安装位置对永磁磁浮悬挂式单轨交通运营不造成影响。
- 22.9.10 风力监测系统的线缆采用防腐、抗拉铠装带屏蔽线缆。
- 22.10 其他灾害预防**
- 22.10.1 高架及地面有关建筑工程应有可靠的防风、防雷及接地措施。
- 22.10.2 高架及地面有关建筑工程的结构抗震设计,尚应符合GB 50011的规定。
- 22.10.3 寒冷地区的地面及高架线路和暴露于室外的自动扶梯上下平台应采取防冰雪措施
- 22.11 救援保障**
- 22.11.1 永磁磁浮悬挂式单轨交通应设置线路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。
- 22.11.2 控制中心应能对所有紧急状态下的应急预案和操作流程进行监控管理。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同本地区的消防、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。
- 22.11.3 当列车发生事故停车时,应由控制中心进行调度。
- 22.11.4 当列车遭遇狂风、暴风雨、冰雪、雷电等气候灾害时,控制中心应能做出减速或者停运的决定。
- 22.11.5 在综合后备盘上能够执行监控系统的关键控制功能并采用手动按键操作实现。

附录 A
(规范性)
永磁磁浮悬挂式单轨交通车限界参考图

A.1 区间直线地段车辆轮廓线、车辆限界、设备限界（图 A.1）的坐标值应按表 A.1～A.3 选取。

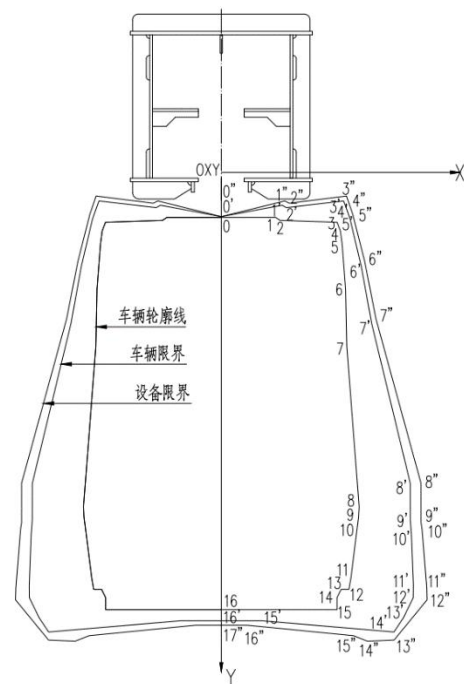


图 A.1 区间直线地段车辆轮廓线、车辆限界和设备限界

表 A.1 车辆轮廓线坐标值

单位为毫米						
点号	0	1	2	3	4	5
X	0	475	512.5	1010	1039	1054
Y	393	393	418.3	435	511	623
点号	6	7	8	9	10	11
X	1084.5	1094.7	1202	1198	1188	1132
Y	1018	1520	2915	3004	3083	3530
点号	12	13	14	15	16	
X	1113	1045	1009	1009	0	
Y	3640	3640	3711	3817	3817	

表 A.2 区间直线地段车辆限界坐标值

单位为毫米						
点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'
X	0	531	568	1067	1094	1124
Y	386	286	307	249	322	410
点号	6'	7'	8'	9'	10'	11'
X	1221	1312	1649	1649	1659	1676
Y	820	1321	2716	3032	3166	3604

点号	12'	13'	14'	15'	16'	
X	1675	1588	1506	355	0	
Y	3711	3889	4012	3914	3914	

表 A.3 区间直线地段设备限界坐标值

单位为毫米

点号	0"	1"	2"	3"	4"	5"
X	0	544	593	1092	1116	1147
Y	386	249	269	206	277	367
点号	6"	7"	8"	9"	10"	11"
X	1251	1349	1742	1742	1751	1792
Y	777	1277	2713	3055	3112	3625
点号	12"	13"	14"	15"	16"	17"
X	1795	1507	1275	1154	224	0
Y	3731	4082	4092	4044	3952	3952

A.2 车站直线地段停站车辆轮廓线、车辆限界（图 A.2）的坐标值应按表 A.4～A.5 选取。

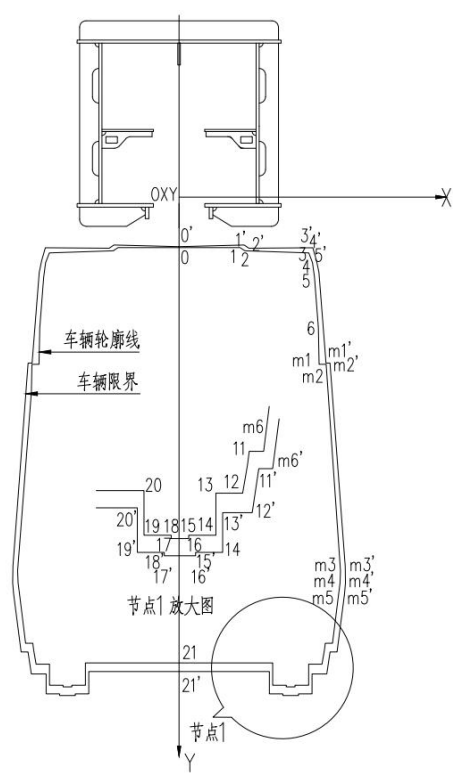


图 A.2 停站直线地段车辆轮廓线和车辆限界

表 A.4 车辆轮廓线坐标值（停站开门）

单位为毫米

点号	0	1	2	3	4	5	6	m1
X	0	475	512.5	1010	1039	1054	1084.5	1090.3
Y	393	393	418.3	435	511	623	1018	1303

点号	m2	m3	m4	m5	m6	11	12	13
X	1145.4	1257.1	1252.9	1242.6	1194.7	1138.7	1113	1009
Y	1303	2914.1	3008.7	3089.9	3477	3477	3640	3640
点号	14	15	16	17	18	19	20	21
X	1009	903	903	835	835	729	729	0
Y	3804	3804	3817	3817	3804	3804	3630	3630

表 A.5 停站直线地段车辆限界坐标值

单位为毫米

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	m1'
X	0	506.7	544.1	1041.1	1069.8	1088.7	—	1144
Y	386	373	398.3	394.8	495.4	586.4	—	1293
点号	m2'	m3'	m4'	m5'	m6'	11'	12'	13'
X	1175.1	1293.4	1295.6	1288.5	1229.8	1175.8	1150.3	1035
Y	1293	2873.4	3005.5	3089.5	3544.5	3544.5	3716.1	3716.1
点号	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	21'
X	1035	929.9	929.9	808	808	702.9	702.9	0
Y	3870.9	3870.9	3883.9	3883.9	3870.9	3870.9	3697.2	3697.2

附 录 B
(规范性)
曲线地段设备限界计算方法

- B.1 曲线地段设备限界应在直线地段设备限界的基础上加宽和加高。
B.2 曲线地段设备限界应按平面曲线或竖曲线的几何偏移量、离心力及车辆参数变化引起设备限界加宽量计算确定。
B.3 平面曲线的设备限界几何偏移量按下列公式确定：

a) 车体

$$\text{曲线外侧: } T_a = [4n(n+a) - p^2]/8R \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

$$\text{曲线内侧: } T_i = [4n(a-n) + p^2]/8R \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

b) 转向架

$$\text{曲线外侧: } T_{ab} = m(m+p)/2R \dots\dots\dots (\text{B.3})$$

$$\text{曲线内侧: } T_{bi} = m(p-m)/2R \dots\dots\dots (\text{B.4})$$

式中：

n ——车体计算断面至相邻中心销距离，单位为毫米（mm）；

a ——转向架中心距，单位为毫米（mm）；

p ——导向轮纵向轴距，单位为毫米（mm）；

m ——转向架计算断面至相邻轴距离，单位为毫米（mm）；

R ——曲线半径，单位为米（m）。

- B.4 离心力引起的设备限界加宽量：

a) 车体横向加宽量

$$\Delta X_{la} = \frac{V^2}{3.6^2 \cdot R \cdot g} \cdot (Y - h_{ac}) \dots\dots\dots (\text{B.5})$$

式中：

V ——水平曲线通过速度，单位为毫米（mm）；

Y ——计算点的纵坐标值，单位为毫米（mm）；

h_{ac} ——走行轨面与车体转动中心的竖向距离，单位为毫米（mm）。

b) 车体竖向加高量

$$\Delta Y_{la} = \frac{V^2}{3.6^2 \cdot R \cdot g} \cdot X \dots\dots\dots (\text{B.6})$$

式中： X ——计算点的横坐标值，单位为毫米（mm）。

- B.5 车辆参数变化引起的设备限界加宽量：

$$\text{曲线外侧: } \Delta X_{ca} = \Delta_{wq} \dots\dots\dots (\text{B.7})$$

$$\text{曲线内侧: } \Delta X_{ci} = \Delta_{wq} \dots\dots\dots (\text{B.8})$$

式中： Δ_{wq} ——车辆二系弹簧的横移量在曲线与直线上的差值，单位为毫米（mm）。

B.6 设备限界加宽和加高量总和：

$$\text{曲线外侧： } \Delta X_a = T_a + \Delta X_{la} + \Delta X_{ca} \dots\dots\dots (\text{B.9})$$

$$\Delta Y_a = \Delta Y_{la} \dots\dots\dots (\text{B.10})$$

$$\text{曲线内侧： } \Delta X_i = T_i + \Delta X_{ci} \dots\dots\dots (\text{B.11})$$

$$\Delta Y_i = \Delta Y_{la} \dots\dots\dots (\text{B.12})$$

直线地段设备限界各点坐标值加上 ΔX_a （或 ΔX_i ）和 ΔY_a （或 ΔY_i ）和值后，形成曲线地段设备限界。