

中国土木工程学会标准

HB

P

HB

XXXXX-201X

中低速磁浮交通工程设计规范

Code for design of lower/medium maglev transportation

(征求意见稿)

2016-12 -31 发布

2017- 01-01 实施

中国土木工程学会
国家标准化管理委员会

XXXXX

中国土木工程学会标准

中低速磁浮交通工程设计规范

Code for design of lower/medium maglev transportation

HB XXXXX-201X

主编单位：中国土木工程学会

批准部门：国家标准化管理委员会

施行日期：201X年XX月XX日

中国××出版社

201× 北京

前 言

本规范是根据中国土木工程学会《关于发布 2015 年第一批学会标准编制计划的通知》（土标【2015】4 号）文件要求、由中铁第四勘察设计院集团有限公司主编完成。

本规范在编制过程中，针对中低速磁浮交通的技术特点，编制组经广泛调查研究，认真总结了我国长沙磁浮工程及北京 S1 磁浮交通工程设计、施工、运营等建设管理经验，参考了国内相关《城市轨道交通项目建设标准》（建标 104-2008）、《城市轨道交通技术规范》（GB50490-2009）、《地铁设计规范》（GB50157-2013）等相关标准，也发布了体现直线电机技术特点的《城市轨道交通直线电机牵引系统设计规范》（CJJ167-2012），体现跨座式单轨交通技术特点的《跨座式单轨交通设计规范》（GB50458-2008）等国家和行业标准，并在广泛征求意见的基础上，经反复研究讨论和修改，形成本征求意见稿。。

本规范共分 28 章和 4 个附录，主要技术内容包括：1 总则；2 术语；3 行车组织和运营管理；4 车辆；5 限界；6 线路；7 轨道；8 区间高架结构；9 低置结构；10 区间地下结构；11 车站结构；12 车站建筑；13 通风、空调与采暖；14 给水与排水；15 供电；16 通信；17 信号；18 自动售检票系统；19 火灾自动报警系统；20 综合监控系统；21 环境与设备监控系统；22 门禁系统（ACS）；23 运营控制中心；24 站内客运设备；25 站台门；26 车辆基地；27 防灾；28 环境保护。

本规范由中国土木工程学会负责管理，由中铁第四勘察设计院集团有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中如有建议和意见，请反馈至中铁第四勘察设计院集团有限公司（地址：湖北省武汉市武昌区和平大道 745 号，邮政编码：430063），以供修订参考。

本规范主编单位： 中铁第四勘察设计院集团有限公司

本规范参编单位： 中铁第三勘察设计院集团有限公司

湖南磁浮交通发张股份有限公司

同济大学（国家）磁浮交通工程技术研究中心

西南交通大学

中车株洲电力机车有限公司

本规范主要起草人员：

本规范主要审核人员：

目 次

1	总 则	1
2	术 语	3
3	行车组织和运营管理	5
	3.1 一般规定	5
	3.2 行车组织	5
	3.3 运营配线	5
	3.4 运营管理	5
4	车 辆	7
	4.1 一般规定	7
	4.2 车辆主要技术规格	7
	4.3 安全与应急设施	8
	4.4 车辆与相关系统	8
5	限 界	9
	5.1 一般规定	9
	5.2 制定限界的主要技术参数	9
	5.3 建筑限界的确定	10
	5.4 轨道区管线设备布置原则	13
6	线 路	14
	6.1 一般规定	14
	6.2 线路平面	14
	6.3 线路纵断面	17
	6.4 配线设置	17
7	轨 道	20
	7.1 一般规定	20
	7.2 轨排及组成	20
	7.3 轨道与轨道梁连接	21
	7.4 轨道结构精度要求	22
	7.5 轨道附属设施	22
	7.6 道岔	23
8	区间高架结构	25
	8.1 一般规定	25

8.2	荷载	25
8.3	结构刚度限值	28
8.4	结构设计	29
8.5	构造要求	29
8.6	接口工程	30
9	低置结构	31
9.1	一般规定	31
9.2	承轨梁结构	31
9.3	路基面及基床	33
9.4	路堤	36
9.5	路堑	37
9.6	路基支挡结构	38
9.7	路基排水及防护	39
9.8	防护栅栏	39
9.9	接口工程	40
10	区间地下结构	41
10.1	一般规定	41
10.2	荷载	42
10.3	工程材料	44
10.4	结构设计	45
10.5	抗震设计	46
10.6	洞内附属构筑物	47
10.7	洞口结构	48
10.8	防排水设计	48
10.9	防灾、救援设计	50
10.10	接口设计	51
11	车站结构	52
11.1	一般规定	52
11.2	荷载	53
11.3	工程材料	54
11.4	结构设计	54
11.5	防排水设计	56
12	车站建筑	58

12.1	一般规定.....	58
12.2	车站总体布置.....	58
12.3	车站平面.....	59
12.4	车站环境设计.....	62
12.5	车站出入口.....	62
12.6	风井与冷却塔.....	63
12.7	人行楼梯、自动扶梯、电梯、屏蔽门.....	63
12.8	车站无障碍设施.....	64
13	通风、空调与采暖.....	65
13.1	一般规定.....	65
13.2	地下线段的通风、空调与供暖.....	66
13.3	高架、地面线段的通风、空调与供暖.....	72
13.4	其 他.....	73
14	给水与排水.....	74
14.1	一般规定.....	74
14.2	给 水.....	74
14.3	排 水.....	76
15	供 电.....	80
15.1	一般规定.....	80
15.2	变电所.....	81
15.3	牵引网.....	84
15.4	电 缆.....	85
15.5	动力与照明.....	87
15.6	电力监控系统.....	89
15.7	接 地.....	91
16	通 信.....	93
16.1	一般规定.....	93
16.2	传输系统.....	93
16.3	无线通信系统.....	94
16.4	公务电话系统.....	95
16.5	专用电话系统.....	95
16.6	视频监视系统.....	96
16.7	广播系统.....	97

16.8	时钟系统.....	98
16.9	乘客信息系统.....	98
16.10	办公自动化系统.....	98
16.11	电源系统及接地.....	99
16.12	集中告警系统.....	99
16.13	公安通信系统.....	100
16.14	民用通信引入系统.....	100
16.15	通信用房.....	100
17	信 号	101
17.1	一般规定.....	101
17.2	系统要求.....	101
17.3	列车自动监控系统.....	102
17.4	列车自动防护系统.....	104
17.5	计算机联锁系统.....	106
17.6	列车自动运行系统.....	107
17.7	信号集中监测系统.....	107
17.8	车辆基地信号系统.....	108
17.9	其他.....	109
18	自动售检票系统	111
18.1	一般规定.....	111
18.2	系统构成.....	111
18.3	系统功能.....	112
18.4	票制、票务管理模式.....	113
18.5	设备选型、配置及布置原则.....	113
18.6	供电与接地.....	114
19	火灾自动报警系统	115
19.1	一般规定.....	115
19.2	系统组成及功能.....	115
19.3	消防联动控制.....	116
19.4	火灾探测器与报警装置的设置.....	116
19.5	消防控制室.....	116
19.6	供电、防雷与接地.....	117
19.7	布线.....	117

20	综合监控系统.....	118
20.1	一般规定.....	118
20.2	系统设置原则.....	118
20.3	系统基本功能.....	118
20.4	硬件基本要求.....	119
20.5	软件基本要求.....	119
20.6	系统性能指标.....	119
20.7	其他.....	119
21	环境与设备监控系统.....	120
21.1	一般规定.....	120
21.2	系统设置原则.....	120
21.3	系统基本功能.....	120
21.4	硬件设备配置.....	120
21.5	软件基本要求.....	121
21.6	系统网络结构与功能.....	122
21.7	布线与接地.....	123
22	门禁系统（ACS）.....	124
22.1	一般规定.....	124
22.2	安全等级和监控对象.....	124
22.3	系统构成.....	124
22.4	系统功能.....	125
22.5	设备安装要求.....	126
22.6	系统接口.....	126
23	运营控制中心.....	127
23.1	一般规定.....	127
23.2	功能分区与总体布置.....	127
23.3	建筑与装修.....	129
23.4	布线.....	129
23.5	供电、防雷与接地.....	130
23.6	照明与应急照明.....	130
23.7	通风、空调与采暖.....	131
23.8	消防与安全.....	131
24	站内客运设备.....	132

24.1	自动扶梯和自动人行道.....	132
24.2	电梯.....	133
24.3	轮椅升降机.....	134
25	站台门.....	135
25.1	一般规定.....	135
25.2	主要技术指标.....	135
25.3	布置与结构.....	136
25.4	运行与控制.....	137
25.5	供电与接地.....	137
26	车辆基地.....	139
26.1	一般规定.....	139
26.2	车辆段与停车场的功能、规模及总平面布置.....	140
26.3	车辆运用设施.....	140
26.4	车辆检修设施.....	143
26.5	车辆段设备维修与动力设施.....	144
26.6	综合维修中心.....	145
26.7	物资总库.....	146
26.8	培训中心.....	146
26.9	救援及其他.....	146
27	防灾.....	147
27.1	一般规定.....	147
27.2	建筑防火.....	147
27.3	消防给水与灭火.....	150
27.4	防烟、排烟及事故通风.....	152
27.5	防灾通信.....	154
27.6	防灾用电与疏散照明.....	154
27.7	其他灾害预防与报警.....	155
28	环境保护.....	156
28.1	一般规定.....	156
28.2	规划环境保护.....	157
28.3	工程环境保护.....	157
28.4	环境保护措施.....	159
附录 A	曲线地段设备限界计算方法.....	161

附录 B 直线地段限界图及限界坐标.....	164
本规范用词说明.....	166
引用标准名录	167

1 总 则

- 1.0.1** 为保障中低速磁浮交通工程建设和运营设计达到技术先进、功能合理、安全可靠、经济适用、节能环保，制定本规范。
- 1.0.2** 本规范适用于采用常导电磁浮技术实现悬浮导向，通过直线感应电机实现牵引和电制动，最高运行速度不超过 100km/h 的中低速磁浮交通工程的设计。
- 1.0.3** 本规范适用于 1860mm 和 2000mm 轨距的中低速磁浮交通工程设计。
- 1.0.4** 中低速磁浮交通工程设计年限分为初期、近期、远期，初期为建成通车后第 3 年，近期为第 10 年，远期为第 25 年。
- 1.0.5** 中低速磁浮交通工程的设计应近、远期结合，分期实施。建设规模、车辆编组、设备容量以及车辆段和停车场等的用地面积，应按预测的远期客流量和线路通过能力确定。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。
- 1.0.6** 中低速磁浮交通工程的主体结构工程,以及因结构损坏或大修对系统运营产生重大影响的其他结构工程，设计使用年限为 100 年,除此以外的结构工程设计使用年限应按相关规范的规定确定。
- 1.0.7** 中低速磁浮交通工程线路应为全封闭、双线右侧行车的线路，在安全防护系统的监控下保障列车运行安全。
- 1.0.8** 在确定中低速磁浮交通工程系统定员时，车厢有效空余地板面积宜按每平方米站立 4~6 名乘客计算。
- 1.0.9** 初期、近期和远期列车编组，应分别根据预测的初期、近期和远期客流量、车辆定员和设定的行车密度确定。
- 1.0.10** 中低速磁浮交通工程是城市轨道交通线网中的组成部分，线网中各线应换乘便捷，并与其他交通统一规划、有机衔接。
- 1.0.11** 中低速磁浮交通的工程设计应与周边环境的协调，并结合城市规划，综合考虑地下、地上空间的合理利用。
- 1.0.12** 中低速磁浮交通工程抗震设防烈度，应根据当地政府主管部门批准的地震安全性评价结果确定。
- 1.0.13** 中低速磁浮交通工程应配置对火灾及其他灾害的防范及救援设施。
- 1.0.14** 中低速磁浮交通工程应具有无障碍乘行和使用设施。
- 1.0.15** 中低速磁浮交通工程设计应逐步实现以行车指挥与列车运行为核心的机电设备综合自动化。
- 1.0.16** 中低速磁浮交通工程中的机电设备及车辆，应采用技术先进、经济合理的产品，并逐步实现标准化、系列化。

1.0.17 中低速磁浮交通工程设计应在保障安全可靠和满足功能的前提下，应严格控制建设规模，降低工程造价和为运营创造降低成本的条件。

1.0.18 中低速磁浮交通工程应符合国家现行的环境、卫生保护的有关规定，并应考虑节省能源和节约资源。

1.0.19 中低速磁浮交通工程设计除应遵守本规范的规定外，尚应符合国家现行相关标准和规范的规定。

2 术 语

2.0.1 中低速磁浮交通 medium and low speed maglev transit

采用直线异步电机驱动，定子设在车上的磁浮交通。

2.0.2 中低速磁浮车辆 medium and low speed maglev vehicle

采用常导电磁悬浮技术实现悬浮导向，通过直线感应电机实现牵引和电制动的轨道交通车辆。

2.0.3 设计年限 designed term

综合考虑满足运输需求和减少初期投资所确定的系统设计能力分期。

2.0.4 设计使用年限 designed lifetime

对构筑物由设计规定的在一般维护条件下不需大修仍可按其预定目的使用的时期。

2.0.5 运行交路 operation routing

设定列车在折返点之间往返运行的线路区段。

2.0.6 旅行速度 traveling speed

列车从起点站发车至终点站运行（包括停站时间）的平均运行速度。

2.0.7 单向客运能力 monotonous passenger transport capacity

单位时间内单方向通过线路断面的客位数上限，即列车额定载客量与行车频率上限值的乘积。

2.0.8 限界 gauge

限定车辆运行及轨道周围构筑物超越的轮廓线。分车辆限界、设备限界和建筑限界。

2.0.9 轨道结构 track structure

轨道设备或设施中用于车辆支撑和导向并将列车载荷传向下部结构的组合体。

2.0.10 低置结构 at-ground structure

轨道梁梁底接近地面线，介于高架线与地下线之间的线路结构。

2.0.11 F型导轨 F type steel rail

一种承受磁浮车辆悬浮力、导向力及牵引力的基础构件，由F型钢和感应板组成。与悬浮电磁铁两磁极板对应的F型钢内腿和F型钢外腿分别称为F型导轨的内磁极和外磁极。内磁极和外磁极的两个端面称为磁极面。F型钢腹板下表面称为悬浮检测面。

2.0.12 感应板 reaction plate

车辆牵引用直线感应电机次级的组成部分，是非磁性导电材料，安装在F型导轨

上。

2.0.13 轨距 track gauge

轨道梁两侧“F”轨磁极面中心线之间的距离。

2.0.14 轨排 transport rail

构成中低速磁浮线路的基本单元，具有支撑磁浮车辆、承受车辆的悬浮力和导向力及牵引力的功能。轨排由 F 型导轨、轨枕及紧固件等组成。可包括：

- a) 直线轨排，中线为直线的轨排；
- b) 圆曲线轨排，中线为圆曲线的轨排；
- c) 缓和曲线轨排，中线为缓和曲线的轨排。

注 1：轨排长度指轨排的中线长度。

注 2：轨排中线指轨排的两 F 型导轨对称中心线。

2.0.15 横坡 cross slope

为消除或减少中低速磁浮列车在曲线区段运行时产生的自由侧向加速度，需对轨面设置的横向坡度。以轨面与线路横向水平线的夹角角度表示。

2.0.16 中低速磁浮道岔 medium and low speed maglev turnout

中低速磁浮线路的换线设备，由主体结构、驱动、锁定、控制、信号等部分组成。按照结构组成和转辙后的线路状态分为单开道岔、三开道岔、对开道岔、单渡线道岔和交叉渡线道岔。

2.0.17 接触轨 contact rail

设在轨道梁侧面，通过受流器向中低速磁浮列车供给电能的导电轨。

2.0.18 轨道梁桥 rail beam bridge

由轨道梁、直接支撑轨道梁的桥墩、台及基础组成的轨道支撑结构。

3 行车组织和运营管理

3.1 一般规定

3.1.1 中低速磁浮交通应根据城市轨道交通规划和预测客流量，确定行车组织原则。

3.1.2 系统的设计输送能力应满足预测的远期单向高峰小时最大断面客流量的需求，并留有约 10% 的余量。

3.1.3 运营模式应包括正常状态、非正常运营状态和紧急运营状态。系统的运营必须在保证所有使用该系统的乘客、工作人员及系统设施安全的情况下实施。

3.1.4 行车组织设计应以远期为主，结合初、近期统筹考虑。

3.2 行车组织

3.2.1 列车编组辆数应分别根据预测的初期、近期和远期的客流量，结合车辆选型、考虑系统的技术经济合理性，近、远期相结合，经比选确定最小行车间隔。

3.2.2 列车运行交路应根据各设计年度客流断面的分布情况确定。

3.2.3 各设计年度的列车运行间隔，市区中心地段、初期高峰时段列车发车间隔不宜大于 5min（12 对/h），大交路两端地段不宜大于 10min（6 对/h）。平峰时段全线均不宜大于 10min（6 对/h）。

3.2.4 设定有折返功能的车站，应满足列车折返交路和正线通过的能力，并留有 10% 的储备能力。

3.2.5 车辆配属数量应根据运能与运量的匹配要求，以及检修车辆和备用车辆的数量要求，按初期需要量进行配置，并依据客运量的增长，分阶段按需增配。

3.3 运营配线

3.3.1 线路的终点站和区段折返站应设置专用折返线。特殊情况下不能设置时，应提出保证车站通过能力和运行可靠性的技术措施和技术经济论证意见。

3.3.2 每隔 5~6 座车站或 8~10km 应设置待避线，并在其中增设一处单渡线，任何配线车站间距不宜大于 5km。

3.3.3 车辆出入线应在车站端部与正线接轨，并避免与正线平面交叉。车辆段和停车场出入线应设置双线或八字形布置，并具有双向运行功能。当尽头式停车场规模较小，出入线设置条件困难，不影响早发车能力时，可采用单线。

3.4 运营管理

3.4.1 中低速磁浮交通线路必须为全封闭形式，同时列车须在安全防护系统的监控下

运行。

3.4.2 中低速磁浮交通线的营业时间应与城市的客流生成特征相适应，一般不宜小于 18h，并保证晚间养护维修作业有效时间不少于 3 小时。

3.4.3 控制中心应有对列车运行、供电、安全等系统进行集中监控和管理的能力。

3.4.4 运营管理机构 and 人员应本着依靠科技进步、提高管理效率的原则配置，满足系统运营管理的要求进行设置，机构定员首条线宜控制在 80 人/km 内，后续线宜控制在 60 人/km 内。

3.4.5 乘务制度宜采用轮乘制，在折返站配备折返司机及服务设施，并逐步实现无人驾驶。

4 车辆

4.1 一般规定

4.1.1 中低速磁浮交通车辆供电电压宜采用直流 1500V。

4.1.2 中低速磁浮交通车辆车体结构材料宜采用铝合金材料及复合材料。

4.1.3 中低速磁浮车辆种类可分为端车 (Mc) 和中车 (M)。

4.2 车辆主要技术规格

4.2.1 中低速磁浮交通车辆应采用按《中低速磁浮车辆通用技术条件》(CJ/T 325-2011) 要求生产的车辆, 车辆主要技术规格宜符合表 4.2.1。

表 4.2.1 车辆主要技术规格

序号	技术项点	车辆型式	
		端车	中车
1	车辆基本长度 ^a (mm)	16355	15600
3	车体基本宽度 (mm)	2800	
4	车辆最大高度 ^b (mm)	≤3700	
5	车内净高 (mm)	≥2100	
6	车体地板面高度 ^b (mm)	≤880	
7	整备状态 (AW ₀) 车辆重量 (t)	≤25	≤24
8	车辆悬浮能力 (t)	≥33	
9	悬浮架模块数量 (个)	5	
10	悬浮架模块长度 (mm)	≤2800	
11	轨距 (mm)	1860 或 2000	
12	额定悬浮间隙 (mm)	8	
13	车钩中心线高度 ^c (mm)	600±5	
14	车辆每侧车门数 (对)	2	
15	启动加速度 ^d	≥0.9m/s ²	
16	常用制动减速度	≥1.1m/s ²	
	紧急制动减速度	≥1.3m/s ²	

^a 两车钩连接面间的距离;

^b 相对于基准面的高度;

^c 要求车辆在悬浮和支撑轮支撑两种工况下车钩中心线的高度相同;

^d 速度从 0 到 35km/h 的加速度值。

4.3 安全与应急设施

4.3.1 组成列车的车辆之间必须贯通。

4.3.2 车辆应设置防漏电保护装置，车体上应装设与车站和车辆段内接地轨相匹配的接地电刷。车辆内电气设备应有可靠的保护接地，接地线应有足够的截面。

4.3.3 列车必须配备停放制动装置。停放制动装置的制动能力必须满足列车在超员（AW₃）条件下能在最大坡道上的可靠停放。

4.3.4 列车应设有报警系统，客室内应具有紧急时乘客报警装置。

4.3.5 客室车门系统应设置安全联锁，应确保车速大于 5km/h 时不能开启、车门未完全关闭时不能启动列车。

4.4 车辆与相关系统

4.4.1 车辆主保护系统与变电站保护系统应实现保护相协调，在所有故障情况下应保证车辆主保护安全分断。

4.4.2 中低速磁浮交通应采用再生制动能量吸收装置，再生制动能量吸收装置应采用地面设置。

4.4.3 列车应设有广播系统、无线通信系统、信息显示系统和乘客与司机应急对话装置。

4.4.4 列车应装设 ATC 或 ATP 车载设备。

4.4.5 应具有乘客通过车辆侧门进行疏散的疏散平台。

4.4.6 当列车悬浮失效时，释放支撑轮，可按 5~10km/h 运行至下一站。

4.4.7 列车丧失 1/3 牵引动力，适当降低列车运行速度，维持本趟运行后维修；列车丧失 2/3 及以上动力时，应能由一列空载（AW₀）列车牵引至下一车站。

5 限 界

5.1 一般规定

5.1.1 中低速磁浮交通限界应分为车辆限界、设备限界和建筑限界。

5.1.2 建筑限界是在设备限界基础上，考虑了设备和管线安装尺寸后的最小有效断面。在宽度方向上设备和设备限界之间应留出 30~50mm 的安全间隙。当建筑限界侧面和顶面没有设备或管线时，建筑限界和设备限界之间的间隙不宜小于 200mm；困难条件下不得小于 100mm。

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

5.1.4 车辆限界、设备限界、建筑限界应采用统一的坐标系。

5.2 制定限界的主要技术参数

5.2.1 制定限界的车辆基本参数宜符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 车 辆 基 本 参 数

序号	项 目 名 称	参 数 (mm)
1	计算车辆车体长度	15000
2	车辆宽度	2800
3	车顶距 F 轨滑橇支承面高度	3700
4	轨距	1860 或 2000
5	悬浮架 2、5 滑台中心纵向间距	8400
6	悬浮架模块有效长度	2720
7	受流器中心线至 F 轨滑橇支承面高度	-650 或 -700
8	接地轨中心线至 F 轨滑橇支承面高度	-450 或 500
9	客室地板面距轨道滑行面高度	880

5.2.2 制定限界的其它参数应符合下列规定：

- 1 水平曲线最小半径（车场）：75m；
- 2 最小竖曲线半径：1500m；
- 3 轨道横坡角：最大 6°（以轨道中心线旋转）；
- 4 线路缓和曲线扭转率：最大 0.06 %m；

5 高架线或地面线侧风载荷 400N/m^2 ;

6 疏散平台应符合下列要求:

1) 疏散平台最小宽度应符合表 5.2.2 要求

表 5.2.2 疏散平台最小宽度要求

设置位置	隧道内		隧道外	
	一般情况	困难情况	一般情况	困难情况
单线（设于一侧）	700	550	700	700
双线（线路中央）	1000	900	1000	900

2) 疏散平台高度（距轨道滑行面）应小于等于 680mm ，且大于 600mm 。

5.2.3 限界基准坐标系为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）与设计 F 轨滑橇支承面相切，纵坐标轴（Y 轴）垂直于 F 轨滑橇支承面，该基准坐标系的原点为轨距中心点。

5.3 建筑限界的确定

5.3.1 建筑限界宜分为矩形隧道建筑限界、圆形隧道限界、高架及地面线建筑限界、车站、车辆基地车场线建筑限界。

5.3.2 矩形隧道建筑限界应按下列规定计算:

1 直线地段矩形隧道建筑限界计算方法:

1) 建筑限界宽度:

$$B_S = B_R + B_L \quad (5.3.2-1)$$

线路中心线至隧道右侧墙净空距离:

$$B_R = X_{S\max} + b_1 + c \quad (5.3.2-2)$$

线路中心线至隧道左侧墙净空距离:

$$B_L = X_{S\max} + b_2 + c \quad (5.3.2-3)$$

式中: $X_{S\max}$ —直线地段设备限界最大宽度值 (mm);

b_1 、 b_2 —左侧、右侧设备、应急疏散平台或支架最大安装宽度值 (mm);

c —安全间隙, 取 100 (mm)。

2) 建筑限界高度: 在设备限界的基础上, 在上部宜加高 200mm , 最小加高不得小于 100mm ; 底部向下扩大至少 100mm 。

2 曲线地段矩形隧道建筑限界计算方法:

1) 曲线建筑限界外侧宽度

$$B_a = X_3 \cos \alpha - Y_3 \sin \alpha + b_2(\text{或}b_1) + c \quad (5.3.2-4)$$

2) 曲线建筑限界内侧宽度 (B_i):

$$B_i = X_2 \cos \alpha + Y_2 \sin \alpha + b_1(\text{或}b_2) + c \quad (5.3.2-5)$$

3) 曲线建筑限界高度:

$$H_u = X_1 \sin \alpha + Y_1 \cos \alpha + h' \quad (5.3.2-6)$$

式中: α —曲线地段横坡角 ($^\circ$)

X_3 —超高倾斜前曲线地段设备限界外侧最大宽度计算点的横坐标值(mm);

Y_3 —超高倾斜前曲线地段设备限界外侧最大宽度计算点的纵坐标值(mm);

X_2 —超高倾斜前曲线地段设备限界内侧最大宽度计算点的横坐标值(mm);

Y_2 —超高倾斜前曲线地段设备限界内侧最大宽度计算点的纵坐标值(mm);

X_1 —超高倾斜前曲线地段设备限界最大高度计算点的横坐标值 (mm);

Y_1 —超高倾斜前曲线地段设备限界最大高度计算点的纵坐标值 (mm);

h' —建筑限界与设备限界之间预留空间的高度 (mm)。

3 缓和曲线地段矩形隧道建筑限界按所在曲线位置的曲率半径和横坡角等因素计算确定。

5.3.3 圆形隧道应按全线采用盾构施工地段的最小平面曲线半径确定建筑限界。

5.3.4 圆形隧道在曲线超高段应采用隧道中心线向线路基准线内侧偏移的方法解决轨道超高造成的内外侧不均匀位移量。

1 采用绕中心旋转设置超高时:

$$x' = h_0 \cdot \sin \alpha \quad (5.3.4-1)$$

$$y' = -h_0(1 - \cos \alpha) \quad (5.3.4-2)$$

2 采用提高 F 轨一侧设置超高时:

x' 采用公式 (5.3.4-1) 计算方法;

$$y' = h_{ac}/2 - h_0(1 - \cos \alpha) \quad (5.3.4-3)$$

式中:

x' ——隧道中心线对于轨道基准线内侧的水平位移量 (mm);

y' ——隧道中心线竖向位移量 (mm);

h_0 ——隧道中心线至轨道 F 轨滑橇支承面的垂向距离 (mm);

h_{ac} ——超高值 (mm)。

5.3.5 建筑限界宜分为高架及地面线建筑限界,车站、车辆基地车场线建筑限界。

5.3.6 高架线或地面线建筑限界应符合下列规定:

1 高架线、地面线的区间和车站建筑限界,应按附录 A、附录 B 确定的设备限界及设备安装尺寸计算确定。

2 线路一侧无维护通道或人行通道时,建筑限界与设备限界之间的最小间隙不得小于 200mm。有维护通道或人行通道时,人行通道和设备限界之间的安全间隙应不小于 50mm。

3 线路一侧设置声屏障时,声屏障与设备限界之间的安全间隙应不小于 200mm。

4 建筑限界的高度应按矩形隧道建筑限界的高度计算确定。

5.3.7 道岔区段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分别按欠超高和曲线轨道参数计算后进行加宽。

5.3.8 车站直线地段建筑限界应满足下列要求:

1 1 车站站台板高度须低于车辆悬浮状态下地板面高度,且高差不大于 50mm。

2 站台计算长度内的站台边缘距线路中心线的距离应按车辆轮廓向外扩大 100mm 安全间隙确定。

3 站台计算长度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。

4 车站范围内其他部位建筑限界按区间建筑限界的規定执行。

5 车站内设置站台门时,站台门安装尺寸应使站台门最外突出点至设备限界之间留有不小于 25mm 的安全间隙。

5.3.9 曲线车站站台边缘与车辆轮廓线之间的间隙应计算确定,最大间隙不应大于 180mm。

5.3.10 车辆基地车场线、辅助线的平面曲线半径小于正线平面曲线最小半径时,其建筑限界应按附录 A 计算规定。

5.3.11 车辆基地库内检修高平台及安全栅栏与车辆轮廓线之间应经计算确定。

5.3.12 车辆基地建筑限界应满足的要求:

1 车辆基地库外限界应按区间限界规定执行;

2 车辆基地车库大门与设备限界的横向间隙不应小于 100mm;

3 车辆基地车库大门最小高度应按车辆高度加不小于 200mm 安全间隙;

4 库内检修线上部不得侵入车辆限界,横向及下部以满足车辆检修拆装设备所需工作空间为前提确定。

5.4 轨道区管线设备布置原则

5.4.1 轨道区内安装的设备和管线(含支架)与设备限界应保持不小于 50mm 的安全间隙(架空接触网和接触轨除外)。钢轨枕应保证在设备限界之外。

5.4.2 强、弱电设备宜分别布置在线路两侧,若必须布置在同侧时,其间隔距离应符合强、弱电干扰距离的规定。区间内的各种管线布置宜保持顺直。

5.4.3 高架区间管线设备布置应符合下列要求:

- 1 当采用车辆侧门疏散模式时,双线高架区间宜在两线间布置疏散平台。
- 2 信号机宜安装在两线之间。

5.4.4 车站范围内管线设备布置应符合下列要求:

1 岛式车站的广告灯箱、信号机和弱电电缆宜布置在站台对侧,强电电缆布置在站台板下的结构墙上;

2 侧式车站的广告灯箱宜布置在两线之间,信号机宜布置在站台侧,弱电电缆宜布置在站台内电缆通道中,强电电缆宜布置在站台板下的结构墙体外侧。

6 线路

6.1 一般规定

6.1.1 中低速磁浮交通线路分为正线、辅助线和车场线。

辅助线包括折返线、渡线、联络线、停车线、存车线及出入段线。

6.1.2 线路的基本走向应根据城市总体规划和轨道交通线网规划研究确定。线路平面位置和高程应综合考虑城市现状与规划的道路、地面建筑物、管线和其他构筑物、文物古迹和环境保护要求、地形地貌、工程地质和水文地质、采用的结构类型与施工方法以及运营要求等因素，经技术经济比较后确定。

6.1.3 线路敷设应选用高架线路或低置线路。在特殊地段，经技术经济比较后，可采用局部地下线路。线路在低置线路和高架线路过渡段、地下线路与低置线路过渡段应设置安全防护措施。

6.1.4 中低速磁浮交通线路之间及与其他轨道交通线路之间的交叉应采用立体交叉。

6.1.5 线路纵断面设计应结合线路平面、行车速度、自然条件、施工方法，桥、隧、站建（构）筑物，以及障碍物及管线等因素合理确定。

6.1.6 车站分布应以规划为前提，结合客流集散点、各类交通枢纽点及轨道交通换乘点分布合理确定。

6.1.7 车站间距应根据城市轨道交通线网布局、线路性质、客流吸引范围、道路布局来确定。市区中心的相邻站间距宜在 1.5km 左右，市区外围宜根据具体情况加大站间距离。

6.1.8 低置线路和高架线路距建筑物的距离，应根据行车安全、消防和景观灯相关要求，以及采取相关防范措施等因素，经综合比选确定。

6.2 线路平面

6.2.1 线路平面曲线半径应结合车辆类型、行车速度、周边地形、地质等条件，以及对工程、运营的影响确定，线路最小曲线半径正线和辅助线不得小于 100m，车辆基地内不得小于 50m；最高设计速度 100km/h 时最小曲线半径不得小于 550m，并宜优先选取大半径曲线。

6.2.2 小于 550m 的曲线半径为限速曲线半径，各限速曲线半径应结合计算行车速度、地形、地质等条件，以及对工程、运营的影响按表 6.2.2 合理选用。

表 6.2.2

各限速曲线半径限制速度表

曲线半径 (m)	限制速度 (km/h)
50	30
100	40
150	50
200	60
250	65
300	75
350	80
400	85
450	90
500	95

6.2.3 在双线并行地段中的平面曲线宜按同心圆设计。

6.2.4 正线上除道岔外，直线与圆曲线间应采用三次抛物线型缓和曲线连接。缓和曲线长度应根据设计速度、曲线半径按表 6.2.4 合理选用，大于 5500m 半径圆曲线采用 10m 长缓和曲线连接。

表 6.2.4

缓和曲线长度表

曲线半径	设计速度 (km/h)													
	100	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30
50														100
100												100	95	70
150										100	100	80	65	45
200								100	100	95	80	60	50	35
250							100	100	90	75	60	50	40	30
300					100	100	100	90	75	65	50	40	30	25
350				100	100	100	90	80	65	55	45	35	30	20
400			100	100	100	95	70	70	60	50	40	30	25	20
450		100	100	100	95	80	70	60	50	45	35	30	20	15
500		100	100	95	85	75	65	55	45	40	30	25	20	15
550	100	100	100	90	80	70	60	50	40	35	30	25	20	15
600	100	100	90	80	70	60	55	45	40	35	25	20	15	10
700	100	90	80	70	60	55	45	40	35	30	25	20	15	10
800	100	80	70	60	55	45	40	35	30	25	20	15	15	10
900	90	70	60	55	50	40	35	30	25	20	20	15	10	
1000	75	60	55	50	45	35	35	30	25	20	15	15	10	
1200	65	50	45	40	35	30	30	25	20	15	15	10		
1500	50	40	40	35	30	25	20	20	15	15	10			
2000	40	30	30	25	25	20	15	15	15	10				
2500	30	25	25	20	20	15	15	15	10					
3000	25	20	20	20	15	15	15	10						
3500	25	20	20	15	15	15	10							
4000	20	15	15	15	15	10								
4500	20	15	15	15	10									
5000	15	15	15	10										
5500	15	15	10											

6.2.5 线路平面应采用两端等长缓和曲线的单曲线线型，不应设计复曲线。

6.2.6 车站应设置在直线上。

6.2.7 正线及辅助线上圆曲线最小长度、两相邻曲线之间的夹直线长度不宜小于 20m，最小应不小于一节车辆长度；车场线上的夹直线长度不应小于一个悬浮架长度。

6.2.8 曲线横坡均应设置不大于 6°，允许的欠加速度不大于 0.4m/s^2 。

6.2.9 有道岔直线地段线间距 6.5m，非道岔区直线地段线间距不小于 4.4m。曲线地段不考虑线间距加宽。

6.3 线路纵断面

6.3.1 线路纵断面应结合线路平面、行车速度、自然条件、线路敷设方式、周边建筑物、道路、环境质量，以及工程条件进行设计。

6.3.2 并行地段上、下行线宜按等高设计。

6.3.3 区间正线、联络线和车场出入段线最大坡度一般不大于 40‰，困难地段不宜大于 60‰，特别困难地段不应大于 70‰（均不考虑各种坡度折减值）。

6.3.4 隧道内和路堑地段的正线最小坡度不宜小于 3‰，困难地段在确保排水的条件下，可采用小于 3‰的坡度。

6.3.5 地下车站站台计算长度宜采用 2‰，在困难条件下，可设在不大于 3‰的坡度上；地面及高架车站站台计算长度宜采用平坡，困难地段可采用小于 3‰的坡度。

6.3.6 车场线宜采用平坡，困难条件库外线可采用不大于 2.5‰的坡度。

6.3.7 道岔区宜采用平坡，困难条件不得大于 3‰的坡度。

6.3.8 竖曲线的设置应符合下列要求

1 相邻坡段的连接宜设计为较小的坡度代数差。当相邻坡度代数差大于或等于 2‰时，均应设置圆曲线型竖曲线；

2 正线竖曲线半径不宜小于 2000m，辅助线竖曲线半径不宜小于 1500m；

3 车站站台计算长度和道岔范围内不得设置竖曲线，竖曲线离开道岔端部的距离不应小于 5m；

4 相邻竖曲线间的夹直线长度不宜小于 40m，困难条件下不应小于 20m；

5 竖曲线与平面缓和曲线不得重叠。

6.3.9 线路坡段长度不应小于远期列车编组长度，并应保证两相邻竖曲线夹直线长度不小于 40m。

6.4 配线设置

6.4.1 联络线设置应符合下列规定：

1 正线之间的联络线应根据线网规划、车辆基地分布位置和承担任务范围设置；

2 凡设置在相邻线路间的联络线，承担车辆临时调度，运送大修、架修车辆，以

及工程维修车辆等运行的线路，应设置单线；

- 3 相邻两段线路初期临时贯通且正式载客运行的联络线，应设置双线；
- 4 联络线与正线的接轨点宜靠近车站；
- 5 在两线同站台平行换乘站，宜设置渡线。

6.4.2 车辆基地出入线设置应符合下列规定：

1 出入线宜在车站端部接轨，特殊困难情况下，可在区间接轨；出入线应具备一度停车再启动条件；

2 出入线应按双线双向运行设计，并应避免与正线平面交叉。规模较小的停车场或出入较少的车辆基地，其工程实施确因受条件限制时，在不影响功能前提下，可采用单线双向设计。贯通式车辆基地应在两端分别接入正线，主要方向端应为双线，另一端可为单线；

3 当出入线兼顾列车折返功能时，应对出入线与正线间的配线进行多方案比选，并应满足正线、折返线、出入线的运行功能要求。

6.4.3 折返线与停车线设置应符合下列规定：

1 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列车折返线。

2 折返线布置应结合车站站台形式确定，可采用站前折返或站后折返形式，并应满足列车折返能力要求；

3 正线应每隔 5 座~6 座车站或 15km~18km 设置停车线，其间每相隔 2 座~3 座车站或 6km~9km 应加设渡线；

4 停车线应具备故障车待避和临时折返功能。停车线设在中间折返站时，应与折返线分开设置，在正常运营时段，不宜兼用。停车线尾端应设置单渡线与正线贯通；

5 远离车辆段或停车场的尽端式车站配线，除应满足折返功能外，还应满足故障列车停车、夜间存车和工程维修车辆折返等功能要求；

6 在靠近隧道洞口以内或临近江河岸边的车站，应根据非正常运营模式和行车组织要求，研究和确定车站配线形式；

7 折返线、故障列车停车线有效长度（不含车挡长度）不应小于表 6.4.3 的规定。

表 6.4.3 折返线、故障列车停车线有效长度（m）

配线名称	有效长度+安全距离（不含车挡长度）
尽端式折返线、停车线	远期列车长度+40
贯通式折返线、停车线	远期列车长度+50

6.4.4 渡线的设置应符合下列规定：

- 1 单渡线应设在车站端部，一般中间站的单渡线道岔，宜按逆岔方向布置；
- 2 单渡线与其他配线的道岔组合布置时，根据功能需要可按顺向布置。

6.4.5 安全距离与安全线的设置应符合下列规定：

1 支线与干线接轨的车站应设置平行进路；在出站方向接轨点道岔处的警冲标至站台端部距离不应小于 50m，小于 50m 时应设安全线；

2 在车站接轨点前，车辆基地出入线不具备一度停车条件，且停车信号机至警冲标之间小于 50m 时，应设置安全线。采用八字型布置在区间与正线接轨时，应设置安全线；

3 列车折返线与停车线末端均应设置安全线，其长度应符合本规范第 6.4.3 条第 7 款的规定；

4 安全线自道岔前端垛梁端部（含道岔）至车挡前长度应为 50m（不含车挡）；安全线末端宜设置缓冲式车挡。

7 轨道

7.1 一般规定

7.1.1 轨道结构应具有足够的强度、稳定性、耐久性和适量弹性，确保列车安全、平稳、快速运行和乘客舒适。

7.1.2 轨道结构设计应根据车辆运行条件确定轨道结构的承载能力，并应符合质量均衡、弹性连续、结构等强、合理匹配的原则。

7.1.3 轨道结构部件选型应满足使用功能的前提下，实现少维修、标准化、系列化，且宜统一全线轨道部件。

7.1.4 轨道结构应采用成熟、先进的技术和施工工艺。

7.1.5 轨道结构设计应以运营维修中检测现代化、维修机械化为目标，配备必要的检测和维修设备。

7.2 轨排及组成

7.2.1 轨排应符合下列规定：

1 中低速磁浮交通轨道以轨排为单元铺装而成，具有支撑磁浮车辆、承受车辆的悬浮力和导向力及牵引力的功能。

2 轨排由感应板、F型钢、轨枕、伸缩接头及连接件等组成。

3 轨排宜铺设有缝线路。单元轨排长度应结合气温变化、线路条件、轨道梁梁长、车辆悬浮控制系统要求等因素综合确定。

4 轨排宜结合现场轨道铺设施工需要，预留轨排安装精调的基准面或基准点。

5 轨排组装应在厂内或工厂化的轨排基地进行组装。

6 轨排应进行静载、冲击等试验，以确保满足其性能要求。

7.2.2 F型导轨应符合下列规定：

1 F型导轨由F型钢和感应板组成，是一种承受磁浮车辆悬浮力、导向力及牵引力的基础构件。

2 F型钢宜采用耐候钢或碳素结构钢。

3 F型钢所选择钢种的饱和磁通密度不应小于1.4T。

4 感应板宜采用铝合金材质制造；特殊场合也可采用铜合金材质制造。

5 感应板电导率应不小于60%IACS。

6 曲线地段应采用相应线路设计线型的厂制曲线型F型钢。

7 感应板一般为直线形。在曲线地段，可采用分段的直线感应板拟合曲线，其分

段长度应根据线路平面曲线半径进行拟合选用。根据平面曲线半径的不同，感应板长度宜控制在 0.8m~3m 之间。

8 铺设感应板时，两感应板之间间隙可按 1~2mm 设置，以适应工作条件下的温度变化。感应板之间的接缝宜采用粘结胶进行密封。

9 F 型导轨的总高度应满足车辆悬浮控制系统的要求。

7.2.3 轨枕应符合下列规定：

1 轨枕宜采用碳素结构钢，断面形式为 H 型轨枕或矩形轨枕。

2 轨枕间距：一般地段优先采用 1200mm，轨排接头位置等特殊地段宜进行轨枕加密，但不小于 600mm。库内立柱地段，结合工艺要求设置轨枕间距，一般不大于 1400mm。

7.2.4 伸缩接头应符合下列规定：

1 轨排与轨排之间应设置轨缝，以适应工作条件下的温度变形。

2 轨缝位置应设置伸缩接头，以确保轨排的伸缩及搭接安装精度。

3 根据伸缩量的不同，应设置不同类型的伸缩接头。

4 设计预留轨缝宜按 15~20mm 取值。铺轨时，轨排的预留轨缝值应根据轨排实际长度和轨排温度，在设计预留轨缝值的基础上进行修正计算。

5 桥梁间接缝及桥梁与低置线路接缝处均设置伸缩接头。

7.2.5 轨排钢结构表面应进行防腐处理。

7.2.6 轨排连接件用高强度螺栓连接副标准件应符合 JGJ82 的规定。

7.2.7 轨排应设置接地装置。

7.3 轨道与轨道梁连接

7.3.1 轨排与承轨台之间采用扣件连接。扣件结构应力求简单，并应具备以下性能：

- 1 有足够的强度、扣压力、适量的弹性；
- 2 适量的纵向、横向、垂直三维可调功能；
- 3 良好的绝缘、防腐性能；
- 4 施工及养护简便。

7.3.2 承轨台应符合下列规定：

1 混凝土强度等级不应低于 C40，或采用相应类别的灌浆料结构；承轨台结构的耐久性应满足设计使用年限要求。

2 承轨台与轨道梁之间应采取加强措施。

3 承轨台结构高度应满足扣件安装条件。

7.3.3 曲线超高：

1 轨道曲线超高按一下公式计算：

$$h = \frac{D \cdot V_c^2}{12.96g \cdot R}$$

式中：h——超高值，mm；

D——轨距，mm；

V_c ——列车通过速度，km/h；

g——重力加速度， 9.81m/s^2 ；

R——曲线半径，m。

2 曲线超高宜采用内轨降低超高值的 1/2、外轨抬高超高值的 1/2 设置。

3 曲线最大超高对应的线路最大横坡允许值为 6°，一般可允许有 0.4m/s^2 的未平衡横向加速度（ $2^\circ 19'$ ）。

4 曲线超高值应在缓和曲线内递减，困难情况无缓和曲线时，应在直线段内递减；超高顺坡范围内的最大横坡变化率一般情况不宜大于 0.1‰。

7.4 轨道结构精度要求

7.4.1 中低速磁浮轨道的静态平顺度应符合表 7.4.1 的规定。

表 7.4.1 中低速磁浮轨道的静态平顺度

部位	允许偏差	备注
轨距	±1mm	两轨面中心距离；在锁定轨道温度条件下的数值。
水平	±3mm	
高低	1.5mm/4m	前后高低；测量弦长 4m 或 10m。
	3mm/10m	
方向	1.5mm/4m	轨道方向；测量弦长 4m 或 10m。
	3mm/10m	
轨缝	±2mm	在锁定轨道温度条件下的数值。
轨道接缝	±1mm	竖向/横向

7.5 轨道附属设施

7.5.1 在轨道尽端应设置车挡，并应符合下列要求：

1 正线及配线、试车线的终端宜采用缓冲滑动式车挡。车挡应能承受列车以不小于 15km/h 速度撞击的冲击荷载。特殊情况下，可根据车辆、信号等要求计算确定；

2 车场线终端宜采用固定式车挡。

7.5.2 轨道标志的设置应符合下列规定：

1 应设置百米标、坡度标、曲线要素表、平面曲线起终点标、竖曲线起终点标、

道岔编号标、站名标、桥号标、水位标等线路标志；

- 2 应设置限速标、停车位置标、一度停车标等信号标志；
- 3 各种标志应采用反光材料制作；
- 4 各种标志安装不得侵入设备限界。

7.5.3 轨排应设置铭牌。铭牌内容宜包括产品名称、规格型号、编号、轨排长度、铺设里程、生产厂家、生产日期等。

7.5.4 轨道上应设轨排编号，编号位置应便于观察。

7.6 道岔

7.6.1 道岔设备应符合以下要求：

- 1 道岔系统控制电路应符合故障—安全原则；
- 2 道岔控制系统及接口电路应符合《中低速磁浮交通工程道岔系统设备技术条件》(CJ/T 412) 的规定；
- 3 金属构件表面应进行防锈蚀处理，在寒冷地区使用的道岔应配置防冻加热设施；
- 4 道岔设备的结构形式应能便于操作，并具有较好的可维护性；
- 5 道岔设备的供电应采用一级负荷；
- 6 道岔设备接地电阻值应小于 1Ω ，防雷接地电阻值应小于 10Ω ；
- 7 道岔应由信号系统进行控制。同时应具有集中控制、现场控制、手动控制方式，并具有系统检测、故障诊断保护和报警功能；
- 8 道岔转辙时间应不大于 15 秒；
- 9 道岔处于侧向状态时应限速 25km/h，道岔处于直向状态时应满足列车最高行驶速度的要求；
- 10 道岔应取得第三方安全评估报告。

7.6.2 正线、辅助线和车辆基地内的线路上的道岔应根据转辙、折返运行及车辆基地内调车作业需要设置。

7.6.3 线路上使用的单开和三开道岔参数应符合表 7.6.3 要求。

表 7.6.3 道 岔 参 数

序号	类型	长度 (含垛梁) mm	道岔 F 型钢导轨 轨距 mm	道岔允许通过速度	相邻岔位转 换时间 s
1	单开道岔	32646	1860	侧线速度小于等于 25km/h，直线 时满足线路最高速度要求	≤ 15
2	三开道岔	32646	1860	侧线速度小于等于 25km/h，直线 时满足线路最高速度要求	≤ 15

7.6.4 道岔安装应符合以下规定：

- 1 道岔设备的安装必须符合本暂行规定第 5 章限界要求；
- 2 道岔应设置在坚实稳定的基础上,道岔设备在高架线路段应安装在道岔桥上，低置线路和隧道内应安装在道岔专用的平台上；
- 3 道岔桥或道岔平台上不应设伸缩缝或沉降缝；
- 4 道岔区应设置检修通道、安全隔离设施和供维修使用的电源设施。道岔区应有照明设施，其照度应不小于 50lx；
- 5 道岔桥及道岔平台上的供电电缆、通信及信号电缆、道岔控制电缆等应按电压等级分别布置在电缆槽或电缆沟内；
- 6 道岔区宜设视频监视设施；
- 7 道岔区宜设置专用电话。

8 区间高架结构

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于下列高架结构：

- 1 区间桥梁；
- 2 高架车站中的轨道梁及其支承结构。

8.1.2 区间桥梁应满足列车安全运行和乘客乘坐舒适的要求。桥梁结构在设计、制造、运输、安装和运营过程中，应具有规定的强度、刚度、稳定性和耐久性。

8.1.3 区间桥梁应按 100 年设计使用年限设计。

8.1.4 区间桥梁的建筑结构形式应满足城市景观和减振、降噪的要求。除节点桥特殊需要外，不宜采用钢结构。

8.1.5 区间一般地段宜采用等跨简支梁式桥跨结构。上部结构应优先采用预应力混凝土结构，宜采用预制架设等工厂化施工方法。

8.1.6 区间桥梁墩位布置应符合城市规划要求。跨越铁路、道路时桥下净空应满足铁路、道路限界要求，并应预留结构可能产生的沉降量、铁路抬道量或道路路面翻修高度；跨越排洪河流时，应按 1/100 洪水频率标准进行设计，技术复杂、修复困难的大桥、特大桥应按 1/300 洪水频率标准进行检算；跨越通航河流时，其桥下净空应根据航道等级，满足现行国家标准《内河通航标准》GB 50139 的有关规定。

8.1.7 道岔全长范围应设在连续的桥跨结构上，桥跨长度应满足道岔构造要求。

8.1.8 桥梁墩台基础沉降应按恒载计算，工后沉降量不应超过 40mm。对于外静定结构，相邻墩台工后沉降量之差不应超过 10mm；对于外超静定结构，其相邻墩台不均匀沉降量之差的容许值，应根据其对结构产生的附加影响确定。

8.1.9 区间桥梁设计除应符合本规范规定外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

8.2 荷载

8.2.1 区间桥梁结构设计，应根据结构的特性，按表 9.2.1 所列的荷载，就其可能的最不利组合情况进行计算。

表 8.2.1

区间桥梁荷载分类

荷载分类		荷载名称
主力	恒载	结构自重 附属设备和附属建筑自重 预加应力 混凝土收缩及徐变影响 基础变位的影响 土压力 静水压力及浮力
	活载	列车竖向静活载 列车竖向动力作用 列车离心力 列车横向导向力 小半径约束力 列车活载产生的土压力 人群荷载
附加力		列车制动力或牵引力 风力 温度影响力 流水压力
特殊荷载		船只或汽车的撞击力 地震力 施工临时荷载
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； 2 流水压力不与制动力或牵引力组合； 3 地震力与其他荷载的组合应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的有关规定执行； 4 计算中要求计入的其他荷载，可根据其性质，分别列入主力、附加力和特殊荷载等三类荷载中。		

8.2.2 区间桥梁设计时，应仅考虑主力与一个方向（顺桥或横桥方向）的附加力相组合。

8.2.3 计算结构自重时，一般材料重度应按现行行业标准《铁路桥涵设计基本规范》TB10002.1 的规定取用；对于附属设备和附属建筑的自重或材料容重，可按所属专业的设计值或所属专业现行国家标准中的规定取用。

8.2.4 列车竖向静活载确定应符合下列规定：

- 1 列车竖向静活载图式按列车自重、最大载重及近、远期中最长的列车编组确定；
- 2 单线和双线高架结构，应按列车活载作用于每一条线路确定；
- 3 影响线加载时，活载图式不可任意截取，但对影响线异符号区段，列车竖向静活载应按空车重计，还应计及本线初、近、远期中最不利的编组长度。

8.2.5 列车竖向活载应包括列车竖向静活载及列车动力作用，应为列车竖向静活载乘以动力系数 $(1+\varphi)$ 。 φ 按下列公式计算：

$$\varphi = 1.15 \times (\Delta\alpha_z + g) / g \quad (8.2.5-1)$$

$$\Delta\alpha_z = \frac{V^2}{R_h} \sin\alpha \cos^2\beta + (g \cos\beta - \frac{V^2}{R_v}) \cos\alpha - g \quad (8.2.5-2)$$

式中：V——设计速度（m/s）；

R_h ——平面曲线半径（m）；

R_v ——竖曲线半径（m）；

α ——横桥向轨面线与水平面的夹角；

β ——顺桥向轨面线与水平面的夹角；

g ——重力加速度（m/s²）；

$\Delta\alpha_z$ ——在上凸曲线时最小值为-0.6m/s²；在下凹曲线时最大值为+1.15 m/s²。

8.2.6 位于曲线上的区间桥梁应计入列车竖向静活载产生的离心力，其大小等于列车竖向静活载乘以离心力率C。C按下式计算：

$$C = V^2 / (127R) \quad (8.2.6)$$

式中：V——列车速度（km/h）；

R——曲线半径（m）。

离心力水平向外作用于车辆重心处。

8.2.7 列车横向导向力分悬浮磁铁横向导向力和动态横向导向力，作用点在设计轨面以下0.06m处。其中，悬浮磁铁横向导向力最大值为列车竖向静活载的20%，动态横向导向力按下式计算：

$$F = \pm (1 + V/500) \quad (8.2.7)$$

式中：F——动态横向导向力（kN/m）；

V——列车速度（km/h）。

8.2.8 位于缓和曲线范围内的区间桥梁，需考虑由于转向架之间的列车刚体与桥梁结构之间相互约束产生的小半径约束力，其单点数值不大于10kN。

8.2.9 列车制动力或牵引力应按列车竖向静活载的15%计算，当与离心力同时计算时，应按列车竖向静活载的10%计算。双线桥应采用一线的制动力或牵引力；三线或三线以上的桥应采用两线的制动力或牵引力。高架车站及与车站相邻两侧100m范围内的双线桥应按双线制动力或牵引力计，每线制动力或牵引力值为列车竖向静活载的10%。制动力或牵引力作用于车辆重心处，但计算墩台时移至支座中心处，计算刚架结构时移至横杆中线处，均不计移动作用点所产生的竖向力或力矩。

8.2.10 简支梁传到墩台上的纵向水平力数值计算应符合下列规定：

- 1 固定支座为全孔的 100%；
- 2 滑动支座为全孔的 50%；
- 3 滚动支座为全孔的 25%；

4 在一个桥墩上安设固定支座及活动支座时，应按上述数值相加。但对于不等跨梁，此相加值不应大于其中较大跨的固定支座的纵向水平力；对于等跨梁，不应大于其中一跨的固定支座的纵向水平力。

8.2.11 风荷载应按现行行业标准《铁路桥涵设计基本规范》TB10002.1 的有关规定计算。

8.2.12 温度变化的作用及混凝土收缩、徐变的影响，可按《铁路桥涵设计基本规范》TB10002.1 和《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB 10002.3 的有关规定计算。结构构件截面的不同侧面或内外面存在温差时，应考虑温度梯度产生的内部应力。

8.2.13 桥墩有可能受船只或汽车撞击时，应设防撞保护设施。当无法设置防撞保护设施时，船只撞击力可按现行行业标准《铁路桥涵设计基本规范》TB10002.1 的有关规定执行；汽车撞击力顺行车方向可采用 1000kN，横行车方向可采用 500kN，作用在路面以上 1.20m 高度处。

8.2.14 地震力的作用，应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB50111 的有关规定计算。

8.2.15 桥梁结构应按不同施工阶段的施工荷载及运营阶段的养护检修荷载加以检算。

8.3 结构刚度限值

8.3.1 梁体竖向挠度限值，应符合表 9.3.1 的规定。

表 8.3.1 梁体竖向挠度限值

列车静活载作用下的竖向挠度	梯度温度引起的竖向挠度
L/4600	L/5000

注：1 表中 L 为梁体计算跨度 (m)；

2 表中限值适用于 3 跨及以上的简支梁，对于单跨简支梁、2 跨简支梁或 3 跨及以上连续梁，可乘以 1.2 的系数。

8.3.2 在列车动态横向导向力、小半径约束力、离心力、风力和温度力作用下，梁体水平挠度应小于等于计算跨度的 1/2000。

8.3.3 列车静活载作用下，桥梁梁单端竖向转角不应大于 1‰。

8.3.4 梁体竖向一阶固有频率应符合下式要求：

$$n_0 > 90/L \quad (8.3.4)$$

式中： n_0 ——梁体竖向一阶固有频率（Hz）；

L ——梁体计算跨度（m）。

8.3.5 最不利荷载作用下，墩台顶的弹性水平位移应符合下列规定：

- 1 墩台顶顺桥方向的弹性水平位移应不大于 10mm。
- 2 由墩台顶横桥方向位移引起的相邻结构物桥面处轴线间的水平折角不应超过 1.5‰。

8.4 结构设计

8.4.1 区间桥梁结构设计，应符合现行行业标准《铁路桥梁钢结构设计规范》TB10002.2、《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB10002.3、《铁路桥涵混凝土与砌体结构设计规范》TB10002.4 以及《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的有关规定。

8.4.2 区间桥梁基础设计，应符合现行行业标准《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10002.5 的有关规定。

8.4.3 地震力工况下，区间桥梁结构和基础设计应符合现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的有关规定。

8.4.4 预应力混凝土梁的徐变上拱（下挠）度应严格控制，轨道铺设后，跨度小于 50m 梁的后期徐变上拱（下挠）值不宜大于 10mm；跨度大于 50m 时不宜大于 $L/5000$ 。

8.4.5 区间桥梁支座应满足线路纵坡及安装误差调整要求。

8.5 构造要求

8.5.1 区间桥梁梁体结构尺寸除应满足受力要求外，还应满足车辆限界要求以及桥上轨道、供电、疏散平台、通信、信号、给排水、声屏障等的工艺设计和预埋件设置要求。

8.5.2 区间桥梁桥面应设置性能良好的排水系统，防止桥面出现积水。排水设施应便于检查、维修和更换。

8.5.3 区间桥梁桥面应设防水层。梁缝处应设伸缩缝，伸缩缝除应保证梁端能自由伸缩外，还应有效防止桥面水渗漏。

8.5.4 桥下宜设养护、维修便道，满足升降式桥梁检修车检修作业要求；高度超过 20m、跨越河流或升降式检修车无法到达的桥梁，可设置专门检查设备进行日常维修。

8.5.5 箱内空间具备检修条件的箱形结构，应有进入箱内检查的孔洞。

8.5.6 箱梁腹板上应设置适当数量的直径为 100mm 的通风孔。

8.5.7 墩台顶面应预留更换支座时顶梁的位置和高度，并应设置 3% 的排水坡。

8.5.8 钢筋净保护层厚度、预应力筋或管道间的净距以及预应力筋或管道的保护层厚度，应符合现行行业标准《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB 10002.3 和《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的有关规定。

8.5.9 预应力混凝土梁的封锚及接缝处，应在构造上采取防水措施。预应力筋管道压浆材料和压浆工艺应严格控制，应优先采用真空压浆工艺，确保压浆密实。对于结构有可能产生裂缝的部位，应增设普通钢筋防止裂缝的发生。

8.6 接口工程

8.6.1 需在桥上安装的轨道、供电、疏散平台、通信、信号、给排水、声屏障等，应在梁体施工时设置安装所需的预埋钢筋或预埋件，不宜采取后锚固方式安装。

9 低置结构

9.1 一般规定

9.1.1 中低速磁浮交通工程低置结构是指低置线路结构，包括支承轨道结构的承轨梁与支承承轨梁的路基工程两部分，承轨梁底与路基面间设置厚不小于 10cm 的 C25 混凝土垫层。承轨梁下的路基工程应按土工结构物设计，确保其满足强度、稳定性和耐久性的要求，并符合环境保护、水土保持等相关规定。

9.1.2 低置线路结构承轨梁底高程应高出设计水位加壅水高加波浪侵袭高或斜水流局部冲高，再加 0.5m。其中波浪侵袭高与斜水流局部冲高应取二者中之大值。

9.1.3 地形地质复杂、地基条件差工后沉降难以控制、长期浸水、地下水位较高、路基易产生冻害等存在不稳定因素的地段，不宜采用低置线路结构。

9.1.4 路基工程应加强地质调绘和勘探、试验工作，查明基底、路堑边坡、支挡结构等基础的岩土结构及其物理力学性质，查明不良地质情况及其分布等，在取得可靠的地质资料基础上开展设计。

9.1.5 路基工程设计应符合环境保护的要求，重视沿线的绿化设计，结构设计应与周围环境景观相协调。同时路基设计应注意水土保持，保护环境，防止诱发地质灾害。

9.1.6 路基排水工程应全面系统地规划，具有足够的防、排水能力，并及时实施。

9.1.7 低置结构施工期间应进行沉降观测，路堤填筑完成或施加预压荷载后沉降观测时间不宜少于 6 个月。承轨梁施工及轨道铺设前应进行工后沉降评估，工后沉降评估满足要求方可进行承轨梁施工或轨道铺设。

9.2 承轨梁结构

9.2.1 承轨梁宜采用钢筋混凝土结构，其结构型式应符合下列规定：

1 低置结构承轨梁宜采用“凸”字型结构型式，由下部底板和上部梁体组成。下部底板埋置于路基上，上部梁体支承轨道结构，轨道结构与承轨梁之间采用承轨台相接，承轨台宜采用正方形或长方形截面。

2 承轨梁结构设计应构造简洁、美观，有利于减振、降噪，便于施工、养护和运营，满足车辆安全、舒适的运营要求。承轨梁结构上部梁体宜优先选用实心式，当采用箱型、门框式（框柱式）、支墩式等形式时，应加强刚度、温度效应等检算，必要时还应进行动力检算。

3 承轨梁的单节长度应根据其截面、地基条件、轨道要求并结合经济指标等因素确定，其长度宜为轨枕间距的整倍数。

9.2.2 实心承轨梁可按弹性地基梁设计，其他结构形式承轨梁可参照弹性地基梁，同时还应根据其上部梁体结构型式采用相应的模式进行计算。

9.2.3 承轨梁结构设计，应按表 9.2.3 所列的荷载，就其可能出现的最不利组合计算结构的横向、竖向受力和变形。

表 9.2.3 承轨梁结构荷载分类表

荷载分类		荷载名称
主力	恒载	结构自重 附属设备和附属建筑自重 混凝土收缩及徐变影响 地基下沉的影响 土压力
	活载	列车竖向静活载 列车竖向动力作用 列车离心力 列车横向导向力 小半径约束力
附加力		列车制动力或牵引力 风力 温度影响力
特殊荷载		地震力 施工临时荷载

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；

2 列车横向导向力不与离心力、风力组合；

3 结构设计仅对主力与一个方向（纵向或横向）的附加力组合；

4 地震力与其他荷载的组合应按《铁路工程抗震设计规范》（GB 50111）的规定执行；

5 计算中要求考虑的其他荷载，可根据其性质，分别列入上述三类荷载中。

6 列车竖向动力作用、离心力、横向导向力、小半径约束力、制动力或牵引力可参照高架结构章节相关规定计算。

9.2.4 承轨梁结构在列车静活载及温度梯度作用下的竖向变形不应超过计算跨度的 1/7600；门框式承轨梁、支墩式承轨梁，其纵梁在列车静活载作用下的竖向挠度不应超过计算跨度的 1/4600。

9.2.5 承轨梁结构在列车横向导向力、小半径约束力、离心力、风力和温度的作用下，梁体水平挠度应小于或等于梁体计算跨度的 1/2000。

9.2.6 承轨梁结构的竖向一阶固有频率应满足下式要求：

$$n_0 > 64/L \quad (9.2.6)$$

式中：

n_0 —承轨梁结构的竖向一阶固有频率（Hz）；

L—承轨梁结构的计算跨度（m）。

9.2.7 承轨梁结构在列车荷载、横向导向力、离心力、风力和温度力的作用下，梁体

的弹性水平位移应符合下列规定：

- 1 顺线路方向位移应小于 10mm。
- 2 垂直线路方向梁端水平折角不得大于 1‰。

9.2.8 低置结构承轨梁，应检算在列车横向导向力、小半径约束力、离心力、风力、温度作用下的横向整体抗滑稳定性，及在列车冲击力、制动力、风力、温度作用下的纵向整体抗滑稳定性（尤其是下坡地段）；抗滑动稳定系数不小于 2.0。

9.2.9 承轨梁结构设计，应采用容许应力法，其材料、容许应力、结构安全系数、结构计算方法及构造要求应符合《铁路桥涵混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB10002.3、《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476 的规定。

9.2.10 特殊结构型式的承轨梁，其底板不能视为置于路基上弹性地基梁时，应作专门研究。

9.3 路基面及基床

9.3.1 承轨梁基底的土工基础面应做成水平面，承轨梁底两侧的土工基础面以及底板回填土顶面应做成外倾 4% 的排水坡，双线地段，应设置线间排水沟。

9.3.2 路基面宽度应满足承轨梁、界限、电缆槽等的布置要求，并根据线路数目、线间距等计算确定。承轨梁底距路肩的水平距离一般不小于 2.5m，当两侧路肩有信号灯或疏散平台时，路肩宽度应满足信号灯基础或疏散平台的设置要求。

9.3.3 直线地段路基面宽一般不小于表 9.3.3 中要求。

表 9.3.3 直线地段路基面宽度表（m）

时速（km/h）	单线路基面宽	双线		备注
		线间距	路基面宽	
100	7	4.4	11.4	

注：当路肩有信号灯或疏散平台，界限要求大于 2.25m 时，路基面宽度应相应增加。

9.3.4 承轨梁下路基由路基基床与路基本体组成，路基基床应由基床表层和基床底层构成；基床表层厚度为 0.3m，基床底层厚度为 1.7m。

9.3.5 基床表层应填筑级配碎石，级配碎石填筑压实后的渗透系数应大于 $5 \times 10^{-5} \text{m/s}$ ，压实标准应符合表 9.3.5-1 的规定。

表 9.3.5-1 级配碎石压实标准

压实标准	级配碎石
压实系数 K	≥ 0.97
地基系数 K_{30} （MPa/m）	≥ 190
动态变形模量 E_{vd} （MPa/m）	≥ 55

级配碎石规格应符合下列规定：

- 1 级配碎石材料由硬质岩块石、天然卵石或砂砾石经破碎筛选而成，且无膨胀性矿物质。
- 2 级配碎石的粒径级配应符合表 9.3.5-2 的规定。其不均匀系数 C_u 不应小于 15, 0.075mm 以下颗粒质量百分率不应大于 3%。
- 3 级配碎石与下部填土之间应符合 $D_{15} < 4d_{85}$ 的要求。当不符合要求时，级配碎石稳定层应采用颗粒级配不同的双层结构，或在基床底面铺设起反滤和隔离作用的土工合成材料。当下部填土为化学改良土时，可不受此规定限制。
- 4 在粒径大于 22.4mm 的粗颗粒中带有破碎面的颗粒所占的质量百分率不小于 30%。
- 5 级配碎石粒径大于 1.7mm 颗粒的洛杉矶磨耗率不大于 30%，硫酸钠溶液浸泡损失率不大于 6%。粒径小于 0.5mm 的细颗粒的液限不大于 25%，塑性指数小于 6。不应含有黏土及其他杂质。

表 9.3.5-2 级配碎石粒径级配

方孔筛孔边长 (mm)	0.1	0.5	1.7	7.1	22.4	31.5	45
过筛质量百分率 (%)	0~5	7~32	13~46	41~75	67~91	82~100	100

9.3.6 基床底层应采用 A、B 组填料或 C 组细粒土改良土，A、B 组填料粒径级配应符合压实性能要求，最大粒径不应大于 60mm。基床底层压实标准应符合表 9.3.6 的规定。

表 9.3.6 基床底层填料及压实标准

压实标准	化学改良土	砂类土及细砾土	砾石类及粗砾土
压实系数 K	≥ 0.95	≥ 0.95	≥ 0.95
地基系数 K_{30} (MPa/m)	-	≥ 130	≥ 150
动态变形模量 E_{vd} (MPa/m)	-	≥ 40	≥ 40
7d 饱和和无侧限抗压强度 (kPa)	≥ 350	-	-

9.3.7 承轨梁底板与下部路基基床之间宜铺设厚度不小于 0.1m 厚的混凝土垫层，垫层中部可夹铺一层钢筋网。

9.3.8 基床表层顶面至承轨梁底板顶面采用三合土或改良土回填，其压实标准应符合表 9.4.2 要求，顶面采用纤维混凝土或细石混凝土封闭，厚度不小于 5cm。

9.3.9 低置线路结构的标准横断面应符合图 9.3-9-1~图 9.3-9-6 的规定。

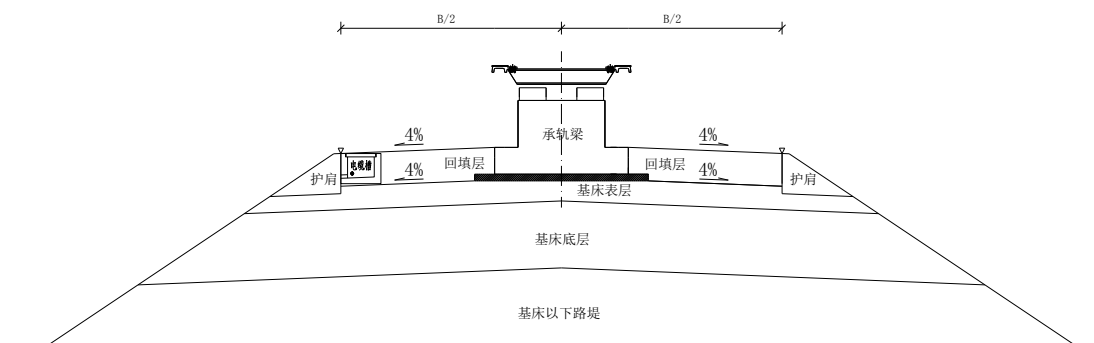


图 9.3.9-1 低置结构单线路堤标准横断面示意图

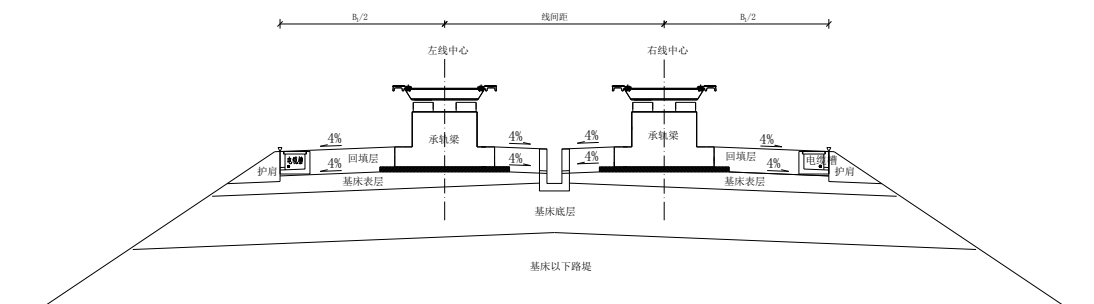


图 9.3.9-2 低置结构双线路堤标准横断面示意图

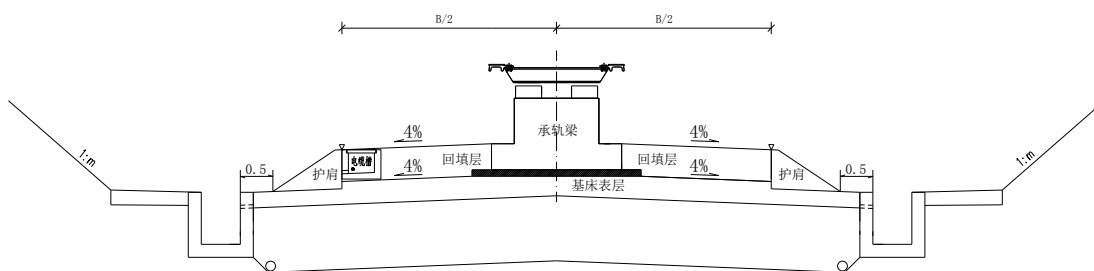


图 9.3.9-3 低置结构单线非硬质岩路堑标准横断面示意图

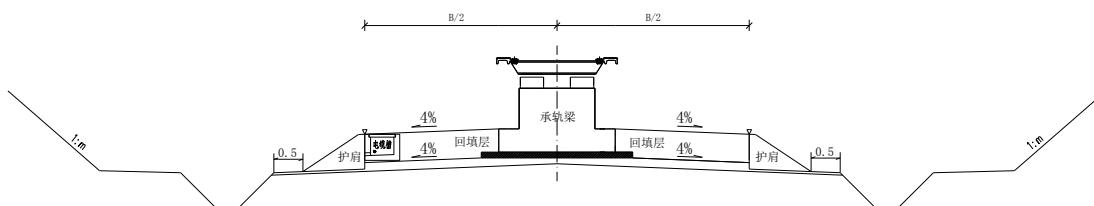


图 9.3.9-4 低置结构单线硬质岩路堑标准横断面示意图

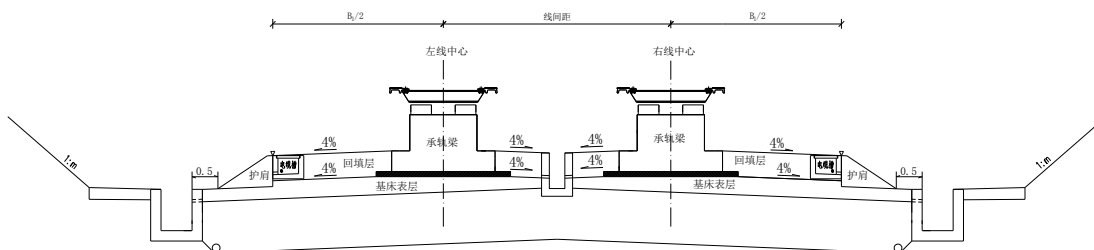


图 9.3.9-5 低置结构双线非硬质岩路堑标准横断面示意图

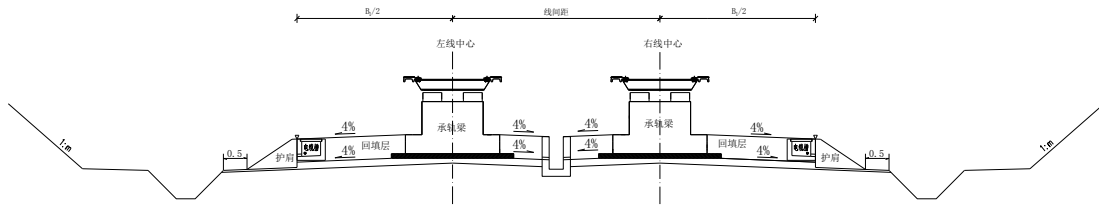


图 9.3.9-6 低置结构双线硬质岩路堑标准横断面示意图

9.4 路堤

9.4.1 低置线路结构以填方形式通过时，承轨梁下路基填筑高度原则上不宜超过 3m；地形地质条件良好、路基工后沉降易控制、不存在影响路基长期稳定的因素的地段，承轨梁下的路基填筑高度不应超过 5m。路基的边坡坡率不陡于 1: 1.5。

9.4.2 路堤基床以下部位填料宜采用 A、B 组填料和 C 组碎石、砾石类填料，其粒径级配应符合压实性能要求；当选用 C 组细粒土填料时，应根据填料性质进行改良。基床以下路堤填料最大粒径不应大于 75mm，压实标准应符合表 9.4.2 要求。

表 9.4.2 基床以下路堤压实标准

填筑部位	压实标准	化学改良土	砂类土及细砾土	碎石类及粗砾土
基床以下路堤	压实系数数 K	≥0.92	≥0.92	≥0.92
	地基系数 K ₃₀ (MPa/m)	/	≥110	≥130
	7d 饱和和无侧限抗压强度 (kPa)	≥250	/	/

9.4.3 路堤采用不同填料填筑应符合下列规定：

- 1 渗水性土填在非渗水土上时，非渗水土层顶面应向两侧设 4% 的人字排水横坡；
- 2 上下两层填料的颗粒不满足 $D_{15} < 4d_{85}$ 的要求时，应在分界面上铺设反滤层或采用其他措施；下层填料为化学改良土时，不受本条限制。

9.4.4 易受短时洪水冲刷地段路堤，设计水位以下部位应采用水稳性好的 A、B 组渗水土填料填筑，并加强边坡封闭、反滤与防冲刷措施。

9.4.5 路堤边坡稳定性应分别检算路堤施工期及铁路运营期的稳定系数，以运营期的稳定安全系数作为设计指标，以施工期的稳定安全系数作为验算指标。

9.4.6 铁路运营期路堤边坡最小稳定安全系数不小于 1.3；考虑运架梁车等施工临时荷载时，最小稳定安全系数不小于 1.15。

9.4.7 路堤应进行工后沉降分析，工后沉降不超过 30mm，其任意地段 20m 长度范围的不均匀沉降量、沉降差异造成的错台和路桥、路隧过渡段或任意两段路基沉降造成的折角应符合表 9.4.7 的规定。

表 9.4.7

工后沉降控制值

工后沉降	不均匀沉降	差异沉降错台	折角
≤30mm	≤25mm/20m	≤2mm	≤1/1000

9.4.8 承轨梁节间可采取设置防错台搭板等减小或消除差异沉降错台的措施。

9.4.9 低置结构与高架结构相接处宜设置过渡段，过渡段型式可参照《高速铁路设计规范》TB10621 进行设计。

9.4.10 软土和松软土地基上路堤的稳定性、工后沉降不满足要求时，应进行地基处理，并与基底处理相协调。

9.4.11 路堤两侧坡脚一般均应设置坡脚墙或坡脚护道，护道宽宜为 2m。

9.4.12 路堤两侧边坡应设置疏散行人踏步，踏步宽不宜小于 1m，间距不宜大于 100m。

9.5 路堑

9.5.1 低置线路结构以挖方形式通过时，宜采用堤堑式路基结构，基床表层顶面以上回填土部分应采取放坡形式。

9.5.2 硬质岩地段，应开挖至承轨梁底面以下 10cm，清除易松动的岩石，采用 C25 混凝土嵌补并找平，其基床不再换填，承轨梁底板厚度范围内采用 C15 混凝土回填。

9.5.3 非硬质岩地段，承轨梁下路基基床应符合本规范第 9.3.5 与 9.3.6 条的规定；基床范围内的天然地基基本承载力应无 $\sigma_0 < 0.18\text{MPa}$ 的土层，不能满足时，应进行换填或加固处理，并应符合下列规定：

1 基床表层范围内应全部挖除换填级配碎石，换填底面由路基中心向两侧设 4% 的横向排水坡，并符合第 8.3.5 条要求。

2 基床底层的原地基土土质符合第 8.3.6 条土质要求时，可采取翻挖夯填或加强碾压夯实措施。天然地基土质不符合基床底层土质要求时，可采取换填、地基改良或加固措施。

3 膨胀土、湿陷性黄土等特殊土路堑基床，应根据情况采取挖除换填、隔水防渗、加强排水等措施。

9.5.4 路堑边坡高度应根据地层岩性、岩体破碎程度、水文条件等综合确定，不宜超过 25m。

9.5.5 路堑边坡形式及坡率应根据工程地质、水文地质和气象条件、岩性、边坡高度、施工方法，并结合岩土结构、结构面产状、风化程度及自然稳定边坡和人工边坡的调查等因素综合确定。必要时可采用稳定分析方法检算确定，路堑最小稳定安全系数不小于 1.15~1.25。

9.5.6 路堑地段一般均应设置侧沟及侧沟平台，平台宽度宜为 1~2m。路堑边坡在土石分界、透水和不透水层交界面处宜设置边坡平台。

9.5.7 较高土质边坡和软弱松散岩石路堑，应根据工程地质条件、岩层风化及节理发育程度，结合施工工艺，宜采用分层开挖、分层稳定和坡脚预加固技术。

9.5.8 硬质岩路堑应根据岩体结构、结构面产状、岩性及施工影响范围内既有建筑物的安全性要求等，采用光面爆破、预裂爆破等控制爆破技术施工。

9.5.9 黄土、膨胀土、风沙等特殊岩土路堑设计应符合《铁路特殊路基设计规范》TB10035 的相关规定。

9.6 路基支挡结构

9.6.1 低置结构路基宜在下列地段设置支挡结构：

- 1 减少路堑边坡薄层开挖、路堤边坡薄层填方地段或加强路堤稳定地段的陡坡路基；
- 2 避免大量挖方、降低边坡高度或加强边坡稳定性的路堑地段；
- 3 不良地质条件下的地基、边坡、山体、危岩或落石地段；
- 4 受水流冲刷影响路堤稳定的沿河、滨海路堤地段；
- 5 节约用地、少占农田或保护重要既有建筑物地段；
- 6 保护生态环境地段；
- 7 其他特殊条件要求的地段。

9.6.2 支挡结构设计应符合下列要求：

- 1 在各种设计荷载组合下，应满足强度、稳定性和耐久性的要求，结构类型选择及设置位置的确定应安全可靠、经济合理、便于施工养护；
- 2 支挡结构设计时，必须查明山体和地基的工程地质、水文地质条件，合理确定岩土物理力学参数；
- 3 支挡结构抗震设计应符合《铁路工程抗震设计规范》GB50111 的规定；
- 4 支挡结构耐久性设计应符合《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB10005 的规定；
- 5 支挡结构与桥台、既有支挡结构连接时，应衔接平顺；
- 6 支挡结构地段的防排水设计，应与场地排水设施协调，形成完善的排水系统；
- 7 对需设置照明灯杆和声屏障支柱等设施的挡土墙地段，应预留上述设施的位置，并保证挡土墙的完整、稳定。

9.6.3 当支挡结构上有声屏障等附属设施时，还应该增加风荷载等附加荷载。采用装配式挡土墙时，尚应检算连接部分的连接强度。

9.6.4 位于软土、斜坡等地段的支挡结构，应进行整体稳定性检算。挡土墙整体稳定系数不得小于 1.3，沉降及水平变形应满足有关控制要求。

9.6.5 支挡结构设计，尚应符合《铁路路基支挡结构设计规范》TB10025 要求。

9.7 路基排水及防护

9.7.1 路基排水系统包括路基面、路基边坡及对路基工程有影响的表面水和地下水的引排。路基排水应与路基坡面支护工程相协调，与高架结构、地下结构、车站等排水设施衔接，形成完善、畅通的防排水系统。

9.7.2 路基排水设计应做到全面规划，合理布局，重视环境保护，减少占地，并与当地排灌系统和水土保持工程相协调，完善出水口处理，避免水土流失和水资源污染。

9.7.3 路堑地段应设置侧沟，堑顶外宜设置天沟；路堤地段两侧应设置坡脚排水沟以及边坡排水槽。天沟、侧沟、坡脚排水沟的横断面应有足够的过水能力，需按流量设计的天沟、侧沟其横断面应按 1/50 洪水频率的流量进行计算，沟顶应高出设计水位 0.2m。

9.7.4 地面横坡明显地段的天沟宜在横坡上方一侧设置。若地面横坡不明显，宜在场地两侧设置。

9.7.5 路堑顶部天沟内边缘至堑顶距离，土质和软质岩地段不宜小于 5m，当沟内采取加固防渗措施或为硬质岩地段时，距离不应小于 2m。

9.7.6 场地排水纵坡不宜小于 2‰，平坦地面或反坡排水地段，可减少至 1‰。

9.7.7 地下排水设施的类型、位置及尺寸应根据工程地质和水文地质条件确定。

9.7.8 路基边坡防护设计应遵循因地制宜、安全可靠、经济适用、易于管护、兼顾景观的原则。边坡防护应设置在稳定的边坡上，防护工程边坡坡率不应陡于岩土稳定边坡坡率。

9.7.9 路基边坡防护设计应结合边坡的岩土性质、地质构造、水文地质条件、气候环境、边坡坡率与高度、水土保持、环境保护及景观要求等，选用适宜的防护措施。当气候条件适宜时，宜采用植物防护或植物防护与工程防护相结合的措施。

9.7.10 路基排水与边坡防护工程设计，尚应符合《铁路路基设计规范》TB10001 的相关规定。

9.8 防护栅栏

9.8.1 低置线路应采用防护栅栏进行封闭。

9.8.2 防护栅栏选型应满足城市景观要求。

9.9 接口工程

9.9.1 低置结构接口工程指在低置结构范围内各种附属构筑物（包括电缆槽、信号机基础、通信天线基础、强电支架基础、接触轨、轨道、电缆过轨工程、线间排水沟及集水井等）与路基填筑同时施工或后期开挖（切割）施工的各工程。

9.9.2 路基上的各种预埋设备及基础应与路基填筑系统设计、合理规划、分步实施，避免因设备敷设开挖路基、破坏路基面排水系统、影响路基强度及稳定。

9.9.3 因接口工程引起的路基超挖，宜采用标号不低于 C15 混凝土回填。

9.9.4 接口工程位置、数量、施工精度、误差控制等应满足相关专业设计要求。

10 区间地下结构

10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于磁浮地下工程，含地下车站相邻的地下区间工程。

10.1.2 含地下车站的隧道宜修建两座单线隧道；受条件限制时可修建一座双线隧道。

1 两相邻矿山隧道（区间）的最小净距，应按围岩地质条件、隧道断面尺寸及施工方法等因素确定。一般情况可采用表 10.1.2 的数值。

表 10.1.2 两相邻单线隧道间的最小净距（m）

围岩级别	I	II—III	IV	V	VI
净距	(1.5~2.0) B	(2.0~2.5) B	(2.5~3.0) B	(3.0~5.0) B	>5.0B

注：B 为隧道开挖断面的宽度（m）。

2 盾构法施工隧道的最小覆土厚度及平行隧道间的净距一般不宜小于隧道外轮廓直径。

3 软弱地层、不良地质地段等应对单线隧道和双线隧道方案进行技术、安全、经济等综合比较确定。

4 隧道（区间）宜设单面坡或人字坡，必须设置 V 字坡时，应设区间泵房以及进出口雨水泵房。

10.1.3 隧道的设计应以地质勘察资料为依据，应根据现行有关规定按不同设计阶段的任务和目的确定工程勘察的内容和范围，以及按不同施工方法对地质勘探的特殊要求，通过施工中对地层的观察和监测反馈进行验证。

暗挖隧道结构的围岩分级应按现行行业标准《铁路隧道设计规范》TB 10003 的有关规定执行。

10.1.4 隧道设计应以“结构为功能服务”为原则，根据施工方法、结构或构件类型、使用条件及荷载特性等，选用与其特点相近的结构设计规范和设计方法。

10.1.5 隧道主体结构设计使用年限为 100 年，临时（临时围护）结构使用年限应不少于 1 年。

10.1.6 隧道结构的净空尺寸应满足建筑限界、空气动力学效应、使用功能及施工工艺等要求，并考虑施工误差、结构变形和区域沉降等影响。

10.1.7 隧道结构设计应根据国家及地方有关规定及标准，结合隧道结构类型、所处地质环境和周边环境等，合理确定隧道结构设计所采用的抗震设防标准。结构设计时采取相应的构造处理措施，以提高结构的整体抗震能力。当隧道结构与其它结构合建

时，应进行整体抗震检算。

10.1.8 防火应贯彻“以防为主，防消结合”的原则，健全防灾设施和消防系统，将灾害减少到最低程度。

10.1.9 隧道结构防水等级应满足现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108的二级标准，区间设备用房应满足现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108的一级标准。

10.1.10 隧道结构应采取有效措施满足结构的抗浮要求。

10.1.11 地下结构应按行政主管部门批准的人防设防等级进行设计。

10.1.12 隧道（区间）辅助坑道的设置应考虑施工、防灾疏散、救援和缓解空气动力学效应等功能的要求综合确定，尽量永临结合。

10.1.13 隧道工程设计中应提出应对和减小风险的有效措施，应遵循“分阶段、分等级、分对象”的基本原则开展安全风险设计和风险管理工作。

10.1.14 隧道结构设计，应减少施工中和建成后对环境造成的不利影响，以及城市规划引起周围环境的改变对结构的作用；对分期建设的线路，应根据线网规划，合理确定节点结构形式及是否同步实施或预留远期实施条件。

10.1.15 地下工程设计必须考虑列车进入隧道诱发的空气动力学效应对行车、旅客舒适度和环境等方面的不利影响。隧道空气动力学效应应满足单线隧道瞬变压力应不大于 0.8kPa/3s，双线隧道瞬变压力应不大于 1.25kPa/3s 的要求。

10.1.16 隧道工程应根据施工阶段监控量测和超前地质预报开展信息化动态设计。

10.1.17 地下车站及其相邻地下区间应一体化设计，防灾救援疏散应衔接顺畅。

10.1.18 隧道轨面以上净空横断面面积应满足《城际铁路设计规范》的要求，位于曲线上的隧道衬砌内轮廓应考虑曲线加宽，加宽办法应符合现行《铁路隧道设计规范》TB10003 的相关规定。

10.2 荷载

10.2.1 采用概率极限状态法设计时，结构的作用应根据不同的极限状态和设计状况进行组合；采用破损阶段法或容许应力法设计时，应按照可能最不利组合情况进行设计。作用（荷载）分类应符合表 10.2.1 的规定。

表 10.2.1

作用（荷载）分类

序号	荷载分类	结构受力及影响因素
1	永久荷载	结构自重
2		地层压力
3		结构上部和破坏棱体范围的设施及建筑物压力
4		水压力及浮力
5		混凝土收缩和徐变的影响
6		预加应力
7		设备荷载
8		地基下沉影响
9	可变荷载	地面车辆荷载及其动力作用
10		地面车辆荷载引起的侧向土压力
11		列车活载及其动力作用
12		人群荷载
13		渡槽流水压力（设计渡槽明洞时）
14		列车制动力
15		温度变化的影响（包含严寒及寒冷地区冻胀力）
16		灌浆压力
17		施工荷载（施工阶段的某些外加力）
18	偶然荷载	落石冲击力
19		地震力
20		人防荷载
21		沉船、抛锚或河道疏浚产生的撞击力等灾害性荷载

注：1 设计中要求考虑其它荷载，可根据其性质分别列入上述三类荷载中；

2 表中所列荷载本节未加说明者，可按国家有关规范或根据实际情况确定；

3 施工荷载包括：设备运输及吊装荷载，施工机具及人群荷载，施工堆载，相邻隧道施工的影响，盾构法或顶进法施工的千斤顶顶力及压浆荷载，沉管拖运、沉放和水力压接等荷载。

10.2.2 围岩（地层）压力应根据结构所处地形、水文地质、埋置深度、结构形式及其工作条件、施工方法及相邻隧道间距等因素，结合已有的试验、测试和研究资料确定。在施工中发现其与实际不符时，应及时修正，必要时应通过实地测量确定。

10.2.3 暗挖隧道围岩（地层）压力可根据围岩分级，按《铁路隧道设计规范》TB10003中相关公式计算，明、盖挖法隧道结构宜按照全土柱重量计算。

10.2.4 隧道结构上的水压力应根据设防水位以及施工和使用阶段可能发生的地下水位最不利情况考虑其对结构的作用，埋深不大时使用阶段宜按静水压力考虑，埋深较大时且采取限量排放措施时应考虑水头折减，当采用排水型衬砌时，宜考虑一定的排水管堵塞引起的水压力荷载。

10.2.5 隧道下穿铁路、公路时，列车活载及其冲击力、制动力等应按国家现行《铁路桥涵设计基本规范》TB10002.1 的规定进行计算，公路汽车活载应按国家现行《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 的规定计算。

10.2.6 冻胀力计算应视当地的自然条件、围岩冬季含冰量、衬砌防冻构造及排水条件等确定。当隧道所在区域最低月平均气温低于-15℃时，隧道结构设计应计入冻胀力。

10.2.7 隧道结构在规定需要考虑战时防护的部位，作用在结构上的等效荷载应按人防规范的有关规定计算。

10.2.8 混凝土收缩及徐变的影响可用降低温度的方法来计算。

10.2.9 应根据地下水位的情况，按照施工和使用两个阶段，按最不利地下水位计算浮力和水压力。

10.2.10 隧道结构温度变化影响应根据所处地区的气温条件、运营环境及施工条件确定。

10.3 工程材料

10.3.1 隧道结构的工程材料应根据结构类型、受力条件、使用要求和所处环境等选用，并考虑可靠性、耐久性和经济性。主要受力结构应采用钢筋混凝土材料，必要时也可采用钢管混凝土结构、钢骨混凝土结构、型钢混凝土组合结构和金属结构。

10.3.2 混凝土结构的耐久性应根据结构的使用年限、结构所处的环境类别及作用等级进行设计。化学腐蚀环境下混凝土结构的耐久性设计，应控制混凝土遭受化学腐蚀性物质长期侵蚀引起的损伤。

10.3.3 混凝土的原材料和配比、最低强度等级、最大水胶比和单方混凝土的胶凝材料最小用量等应符合耐久性要求，满足抗裂、抗渗、抗冻和抗侵蚀的需要。一般环境条件下的混凝土设计强度等级不得低于表 10.3.3-1~4 的规定。

表 10.3.3-1 明挖法、盾构法隧道结构混凝土的最低设计强度等级

明挖法	整体式钢筋混凝土结构	C35
	装配式钢筋混凝土结构	C35
	作为永久结构的地下连续墙和灌注桩	C35
盾构法	装配式钢筋混凝土管片	C50
	整体式钢筋混凝土衬砌	C35

表 10.3.3-2 沉管法、顶管法隧道结构混凝土的最低设计强度等级

沉管法	钢筋混凝土结构	C35
	预应力混凝土结构	C40
顶管法	钢筋混凝土结构	C35

表 10.3.3-3 矿山法隧道结构混凝土的最低设计强度等级

工程部位 \ 材料种类	混凝土	钢筋混凝土	喷锚支护
拱圈	C30	C35	C25
边墙	C30	C35	C25
仰拱	C30	C35	C25
底板	—	C35	—
仰拱填充	C20	—	—

表 10.3.3-4 其他部位结构混凝土的最低设计强度等级

工程部位 \ 材料种类	混凝土	钢筋混凝土
轨道梁		C40
水沟、电缆槽	C25	C30
水沟、电缆槽盖板	—	C35

10.3.4 喷射混凝土应采用湿喷混凝土，注浆材料应采用对地下环境无污染以及后期收缩小的材料。

10.3.5 其它材料如锚杆、防水材料等应满足材料性能、环境作用及耐久性等要求。

10.3.6 钢筋混凝土管片间的连接紧固件的连接形式及其机械性能等级，应满足构造和结构受力要求，且表面应进行防腐蚀处理。

10.4 结构设计

10.4.1 隧道结构设计，应根据沿线不同地段的工程地质和水文地质条件及城市总体规划要求，结合工期、周围地面既有建筑物、地下构筑物和管线及道路交通状况，通过对技术、经济、环境影响和使用效果等综合评价，合理选择施工方法和结构型式。在含水地层中，应采取可靠的地下水处理措施。

10.4.2 隧道衬砌类型选择应符合下列规定：

- 1 矿山法隧道应采用复合式衬砌。
- 2 明挖隧道应采用整体式结构。

3 盾构法暗挖隧道宜采用单层管片衬砌，当隧道处于特殊环境条件时，可加设内衬。

4 沉管法隧道宜采用钢筋混凝土整体式结构。

10.4.3 基坑工程设计应根据基坑安全等级、地面允许最大沉降量和围护结构的水平位移控制要求，选择可靠的支护形式、地下水处理方法和基坑保护措施等，并应进行抗滑移和抗倾覆的整体稳定性、基坑底部土体抗隆起和抗渗流稳定性以及抗坑底以下承压水的稳定性检算。

10.4.4 不具备自流水条件或者水环境要求高的隧道结构宜采用防水型衬砌型式，但条件许可或排水量较小时，也可采用排水型衬砌型式。具备自流水条件或水环境要求低的隧道结构可采用排水型衬砌型式。沉管法隧道及盾构法隧道均应采用防水型衬砌型式。

10.4.5 防水型矿山法隧道应采用曲墙有仰拱的衬砌型式；排水型矿山法隧道Ⅲ～Ⅵ级围岩地段应采用曲墙有仰拱的衬砌型式，其余地段可采用曲墙加底板的衬砌型式。

10.4.6 结构应按施工和正常使用阶段分别进行强度、刚度和稳定性计算。对于钢筋混凝土结构，尚应对使用阶段进行抗裂验算。

10.4.7 隧道下穿建（构）筑物应合理的设计及施工方案，对无法拆除的建（构）筑物下穿前应进行评估，下穿后进行鉴定，并根据鉴定结果确定处理方案。

10.4.8 隧道施工、运营期间应制定合理的保护区域及保护措施，应与规划建设管理部门做好沟通对接。

10.4.9 隧道设计应结合信息化、机械化施工的需要展开，将监控量测和超前地质预报纳入施工关键步骤。

10.5 抗震设计

10.5.1 设计位于设防烈度 6 度及以上地区的地下结构时，应根据设防要求、场地条件、结构类型和埋深等因素选用能反映其地震工作性状的计算分析方法，并应采取提高结构和接头处的整体抗震能力的构造措施。除应进行抗震设防等级条件下的结构抗震分析外，隧道主体结构尚应进行罕遇地震工况下的结构抗震验算。隧道结构施工阶段，可不计地震作用的影响。

10.5.2 隧道结构的抗震设防类别应为重点设防类（乙类），应根据隧道结构的特性、使用条件和重要性程度，确定结构的抗震等级。隧道结构的抗震等级应符合表 10.5.2 的规定；当围岩中包含有可液化土层或基底处于可产生震陷的软黏土地层中时，应采取提高地层的抗液化能力，且保证地震作用下结构物安全的措施。在隧道结构上部有整建的地面结构时，地下结构的抗震等级不应低于地面结构的抗震等级。

表 10.5.2

隧道结构的抗震等级

结构类别	设防烈度			
	6 度	7 度	8 度	9 度
结构型式				
隧道（区间）结构	四级	四级	三级	二级

10.5.3 隧道结构的抗震构造可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定执行。

10.5.4 普通山岭隧道洞口、浅埋和偏压地段以及断层破碎带地段应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB50111 有关规定进行抗震设防，其衬砌结构应加强。洞口设防段的长度可根据地形、地质条件及设防烈度确定，并不得小于 2.5 倍的隧道净空宽度。

10.5.5 地震区隧道洞口应避免洞口高边坡。边仰坡宜采用柔性防护措施，并适当接长明洞。

10.5.6 管片宜采用错缝拼装方式，在软弱地层或地震后易产生液化的地层，管片端面宜设置凹凸榫槽。

10.6 洞内附属构筑物

10.6.1 隧道设备专用洞室应根据相关专业要求设置，可不设置供维修人员使用的避车洞。盾构法隧道一般可不设置设备专用洞室，必要时可结合盾构工作井或联络横通道设置。

10.6.2 管线可采用挂墙或沟槽敷设方式。当管线采用沟槽敷设方式时，应综合考虑与轨道结构、排水沟槽的相互关系。

10.6.3 隧道内管线采用沟槽敷设方式时，宜设置双侧电缆槽，电缆槽盖板应平整，铺设稳固。

10.6.4 水沟或电缆槽结构靠近道床一侧的沟（槽）身应增设构造钢筋。

10.6.5 隧道内可根据接触网设计要求在洞内设置下锚区段，矿山法隧道的下锚地段宜布置在地质条件较好的位置。

10.6.6 隧道衬砌结构应按照有关专业要求预埋综合接地系统相关的设施。电缆过轨通道宜采用预埋过轨管方式。

10.6.7 隧道内附属构筑物设计应考虑列车通过隧道时所产生的压力变化和列车风对附属构筑物结构及安装件的附加受力影响，设计时应按照最不利情况组合考虑。

10.7 洞口结构

10.7.1 隧道洞口应结合地形、地质、环境条件、景观要求等因素设计。

10.7.2 隧道洞口位置应根据“早进晚出”的原则确定。

10.7.3 隧道洞口及辅助坑道出入口、风井等标高应满足隧道防洪、防淹要求。当隧道为凸形纵坡时，其洞口路肩高程应高出设计控制水位不小于 0.5 m；当隧道为凹型纵坡时，隧道洞口应设置挡水墙，墙顶及洞口处结构底板顶标高应高于设计控制水位不小于 0.5m。

10.7.4 隧道洞口上方有道路时，应设置防撞、人行护栏等安全防护设施。

10.7.5 隧道洞口上方存在崩塌、落石时，应有可靠的处理措施。

10.7.6 采用凹形纵坡的隧道，洞口 U 型槽宜设置雨棚。

10.7.7 洞口微气压波峰值应满足表 10.7.7 的要求，当不满足时应设置洞口缓冲结构。

表 10.7.7 洞口微气压波控制要求

建筑物至洞口距离	建筑物有无特殊环境要求	基准点	微气压波峰值
<50m	有	建筑物	按要求
	无		≤20Pa
≥50m	有	距洞口 20m 处	<50Pa

10.8 防排水设计

10.8.1 隧道防排水应符合下列规定：

1 隧道防排水设计方案应根据气候条件、工程地质和水文地质状况、结构特点、施工方法、使用要求等因素综合确定，以保证结构的安全、耐久性和使用要求，同时应考虑对地下水资源的保护。

2 防水型隧道防水应遵循“以防为主、刚柔结合、因地制宜、综合治理”的原则，采取与其相适应的防水措施。

3 排水型隧道防排水应采取“防、堵、截、排，因地制宜，综合治理”的原则。

4 应充分考虑地表水、地下水、毛细管水等的作用，或人为因素引起的附近水文地质改变的影响，特别是市政上下水管线渗漏对隧道工程的影响。

10.8.2 混凝土结构自防水应符合下列规定：

1 隧道结构宜采用高性能防水混凝土，充分利用混凝土结构自防水能力，其抗渗等级应根据需要和埋置深度进行确定，盾构管片的抗渗等级不得小于 P10，其他结构形式防水混凝土抗渗等级不得小于 P8。

2 防水混凝土结构厚度不应小于 300mm；防水混凝土结构最大裂缝宽度，钢筋

保护层最小厚度应符合国家相关规范。

10.8.3 隧道结构应设置附加防水层，附加防水层宜采用柔性防水材料，并应设在围护结构（或初期支护）和主体结构之间。防水层的种类和敷设方式应根据环境条件、结构形式、工程防水等级、施工方法等确定。防水层材料的物理力学性质指标及耐久性应满足国家有关标准的要求。

放坡开挖或复合墙明挖结构应在主体结构迎水面设置柔性全外包防水层，柔性防水层宜选用不易窜水的防水材料，并设置保护层。

10.8.4 隧道结构施工缝防水措施不应少于 2 种，后浇带和变形缝部位不应少于三种，变形缝处采取的防水措施应能满足接缝两端结构产生的差异沉降及纵向伸缩时的密封防水。

10.8.5 排水型隧道水沟断面应根据水量大小确定，水沟的设置应考虑清理和检查要求。排水型隧道内宜设置双侧水沟，双线隧道可加设中心水沟，中心排水沟宜与双侧排水沟相连通。干燥无水或排放量很小、地下水环境不会发生变化的短隧道及防水型隧道，可不设中心水沟。中心水沟宜采用盖板沟形式，若采用暗埋中心沟，应设置间距不大于 50m 的检查井。

10.8.6 排水型隧道衬砌背后，拱墙部位应设置防水板以及环、纵向排水盲管，环、纵向排水盲管应直接引水入侧沟，排水盲管纵向间距不宜大于 10m，侧沟与中心沟应设置排水盲管，间距不大于 20m，环向盲管直径不宜小于 50mm，纵向盲管直径不宜小于 100mm。

10.8.7 盾构法施工的隧道，管片至少应设置一道密封垫沟槽。接缝密封垫宜选择具有良好弹性或遇水膨胀性、耐久性、耐水性的橡胶类材料，其外形应与沟槽相匹配。管片接缝密封垫应能被完全压入密封垫沟槽内，密封垫沟槽的截面积应为密封垫截面积的 1.05~1.15 倍。

10.8.8 不能自然排水的隧道应设置集水池及机械排水设施，机械排水设施的排水能力应满足设计排水量要求，并配置备用泵。排水设施应配有控制、监控系统。集水池宜与正洞隔离，机械排水系统应设检修通道。当隧道洞口位于凹形纵坡时，应在隧道内靠近洞口位置设置横向截水沟，并引入洞口雨水泵房。在凹形纵坡坡底应设置废水泵房。

10.8.9 洞外排水设施应满足以下要求：

1 应避免不良、不稳定地质体，以较短途径引排到自然稳定的沟谷中；经路堑侧沟、涵洞排放时，应无缝顺接，并保证过水能力满足要求，防止雍水。

2 对洞口范围存在的威胁施工及运营安全的地表径流、坑洞、漏斗、陷穴、裂缝等，应采取封闭、引排、截流等工程措施消除安全隐患。

3 隧道外部的地表水丰富时，应有良好的地表和洞顶排水系统。地表沟谷、坑洼积水、鱼塘及居民储水井的渗水对隧道有影响时，宜采用疏导、铺砌、填平或堵漏等措施，防止洞外地表水渗流到隧道内。

10.8.10 新材料、新技术、新工艺的使用，应经过试验、检测和鉴定并经工程应用实际效果为依据确定，并应根据物理力学性能结合施工工艺等因素确定其厚度。

10.9 防灾、救援设计

10.9.1 地下工程防灾救援疏散工程设计应遵循“以人为本，应急有备，方便自救，安全疏散”的原则。当列车在区间隧道发生事故时，应优先考虑将列车拉出洞外或邻近车站进行救援。

10.9.2 平行的两条单洞双线隧道宜设置互为救援的横通道，横通道设计应符合下列规定：

- 1 横通道间距不宜大于 600m。
- 2 横通道应设便于开启的防护门，开启不得侵入限界。
- 3 横通道通行净宽不应小于 1.5m×2.0m（宽×高）。

10.9.3 单洞山岭隧道，当长度大于 5km 时，宜设置紧急出口。紧急出口应利用辅助坑道设置，其净空宽度不小于 3.0m，净空高度不小于 2.2m。

10.9.4 设置紧急出口的隧道，紧急出入口应符合下列规定：

- 1 竖井式紧急出口：垂直高度应小于 30m，楼梯总宽度应不小于 1.8m。
- 2 斜井式紧急出口：水平长度不宜大于 500m，坡度不宜大于 12%。
- 3 横洞式紧急出口：长度不宜大于 1000m。

4 紧急出口与正洞相连接处应设便于开启的防护门，防护门的通行净空尺寸宽×高不应小于 1.5m×2.0m。

10.9.5 隧道（区间）内应设置疏散通道，并应符合下列规定：

1 隧道（区间）内应设置贯通的疏散通道，单线隧道设置于相邻隧道侧，双线隧道应结合区段具体的防灾疏散方式确定。

2 疏散平台与设备限界水平净距不小于 50mm。

3 隧道内应设置贯通的救援通道，救援通道宽度不宜小于 1.0m，高度宜为 2.2m，内侧至线路中线距离不应小于 1.8m，走行面高度宜与轨面齐平。

4 对于疏散通道宽度不足 1.25m 时宜设置扶手，扶手高度不宜低于 0.8m。

10.9.6 设计防灾通风的隧道，防灾通风应与运营通风结合考虑。

10.9.7 隧道通风方式应根据技术、经济条件，考虑工务维修、防灾救援疏散等因素，综合比选确定。

10.9.8 隧道运营通风、防灾通风应结合盾构井、竖井、斜井等设施统筹考虑。

10.9.9 隧道通风应根据自然条件、气象条件、隧道长度、隧道平纵断面、洞口地形条件、道床类型、行车密度及地下车站等因素综合确定。

10.9.10 设置防灾疏散工程的隧道内应设置疏散导向标识，注明距隧道口、紧急出口的方向和距离。疏散通道应设置疏散指示系统及应急照明，防护门应有明显的开启标志。

10.9.11 隧道内通风、电力、通信、信号、监控等机电设备应能满足火灾条件下人员疏散、救援期间的正常使用。

10.10 接口设计

10.10.1 隧道设计应考虑相关工程在隧道内设施的布置，应满足设备运输、安装及检修等功能要求。各种设施在隧道内的布置应综合考虑，减少设备洞室数量。隧道与相关工程的接口应有良好的过渡和衔接。

10.10.2 隧道与路基、桥梁工程接口设计应符合下列规定：

- 1 隧道洞口边坡防护应与路基边坡协调设计。
- 2 隧道洞内排水沟与路基排水沟应顺畅衔接，保证隧道内地下水能顺利排出。
- 3 隧道内的电缆槽向路基、桥梁范围的电缆槽过渡时其转弯半径应满足电缆铺设要求。
- 4 隧道与桥梁相连时，隧道内的救援通道或疏散通道与桥梁人行道应平顺连接。

10.10.3 隧道与接触轨、通信、信号等工程的接口设计应符合下列规定：

- 1 隧道衬砌结构应考虑接触轨、综合接地等的安装要求。设备安装不应对隧道结构安全和防水效果产生不良影响。
- 2 隧道内过轨管应采用预埋方式，并应埋入隧道底部混凝土内足够深度。

10.10.4 隧道与轨道梁工程接口设计应符合下列规定：

- 1 隧道内仰拱填充面或底板面应满足轨道高度要求，隧道底部结构应与轨道梁结合设计。
- 2 隧道内铺设轨道梁时，按照低置线路结构要求设计。

11 车站结构

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于高架车站、地面车站及地下车站结构设计。

11.1.2 车站结构设计应以“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、防腐蚀及施工等要求，并应做到结构安全、耐久、技术先进、经济合理。

11.1.3 车站结构设计应考虑施工和运营对环境造成的不利影响，并应考虑城市规划和周围环境变化对车站结构的作用。

11.1.4 车站结构设计应根据车站所在地段的建设条件，通过技术、经济、工期、环境影响和使用效果等综合研究，在确保工程建设安全、可靠的条件下，合理选择结构型式和施工方法。

11.1.5 车站结构的净空尺寸应满足建筑限界、施工工艺及其它使用要求，并应考虑结构变形、施工误差、测量误差及后期沉降的影响。

11.1.6 车站结构构件安全等级应根据车站客流及规模确定，结构安全等级不宜低于二级。线间立柱的雨棚、天桥等跨线设施结构安全等级宜为一级。

11.1.7 车站主体结构和使用期间不可更换的结构构件，应根据使用环境类别，按设计使用年限为 100 年的要求进行耐久性设计；使用期间可更换且不影响营运的次要结构构件，可按设计使用年限为 50 年的要求进行耐久性设计。

11.1.8 车站结构中“行车调度、运转、通信、信号、供电、供水”等功能的部分抗震设防类别为重点设防类（乙类），车站其余部分为标准设防类（丙类）。线间立柱的雨棚、天桥等跨线设施抗震设防类别宜为重点设防类（乙类）。

11.1.9 车站结构处于恶劣环境下易受腐蚀或长期承受交变荷载作用的重要构件或关键节点，宜开展结构健康监测。

11.1.10 地下车站结构应根据现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ49 的有关规定采取防止杂散电流腐蚀的措施。钢结构及刚连接件应进行防锈处理。

11.1.11 地下车站结构应根据周围环境保护和施工安全的要求，按工程和水位地质条件、结构特征、支护类型和施工方法，结合施工监测进行信息化设计。

11.1.12 设计阶段除应分析工程建设期间的安全风险因素外，还应分析工程建设投入使用后可能面临的各种风险。

11.2 荷载

11.2.1 作用在结构上的荷载，可按表 11.2.1 进行分类。荷载取值时，应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 等有关规定，并应考虑施工和使用年限内可能发生的变化，按可能出现的最不利组合情况进行设计计算。

表 11.2.1 荷载分类表

荷载分类	荷载名称
永久荷载	结构自重 附属设备和附属建筑自重 土压力、结构上部和破坏棱体范围内的设施及建筑物压力 水压力及浮力 混凝土收缩及徐变影响 预加应力 地基下沉影响
可变荷载	地面车辆荷载及其动力作用 地面车辆荷载引起的侧向土压力 磁浮列车荷载及其动力作用 人群荷载 风、雪荷载 楼面、屋面活载 温度变化影响 施工荷载
偶然荷载	地震作用 人防荷载 爆炸力 撞击力

注：1 高架车站中轨道梁及其支承结构的荷载分类与组合应与本规范中区间桥梁相同。

2 设计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。

3 本表中所列荷载未加说明时，可按国家现行有关标准或根据实际情况确定。

11.2.2 磁浮列车荷载及其动力作用的确定与本规范中区间桥梁相同。

11.2.3 高架车站结构及临近线路建、构筑物风荷载的基本风压值宜取 100 年重现期的风压值。体型复杂车站高架结构宜由风洞试验确定设计风荷载。

11.2.4 临近线路的建、构筑物应考虑列车通过时的气动力影响。车站轻型金属围护结构宜进行抗风揭试验。

11.2.5 车站站台和站厅公共区楼板、楼梯、通道、出入口等部位的人群均布荷载的标准值应采用 4.0kN/m^2 。

11.2.6 设备用房楼板的计算荷载应根据设备重量、安装运输要求、检修和正常使用的实际情况（包括动力效应）确定，其标准值不得小于 8.0kN/m^2 。其它用房的计算荷载标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定确定。

11.3 工程材料

11.3.1 车站结构的工程材料应根据结构类型、受力条件、使用要求和所处环境，以及结合其可靠性、耐久性和经济性选用。主要受力结构应采用钢筋混凝土结构，必要时也可采用预应力钢筋混凝土、钢管混凝土结构、钢骨混凝土结构、型钢混凝土组合结构和金属结构等。

11.3.2 混凝土结构应根据结构设计使用年限、环境类别及作用等级进行耐久性设计，耐久性设计应包括以下内容：

- 1 确定结构所处的环境类别、作用等级；
- 2 提出对混凝土材料的耐久性基本要求；
- 3 确定构件中钢筋的混凝土保护层厚度；
- 4 不同环境条件下的耐久性技术措施；
- 5 提出结构使用阶段的监测与维护要求。

11.3.3 混凝土的原材料和配比、最低强度等级、最大水胶比和单方混凝土的胶凝材料最小用量等应符合耐久性要求，满足抗裂、抗渗、抗冻和抗侵蚀的需要。且应符合下列规定：

- 1 高架车站、地面车站主体结构的混凝土强度等级不应低于 C30；
- 2 地下车站主体结构的混凝土强度等级不应低于 C35；
- 3 车站主体结构的预应力混凝土强度等级不应低于 C40。

11.3.4 混凝土结构的钢筋应按下列规定选用：

- 1 梁、柱纵向受力普通钢筋应采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋，其他纵向受力普通钢筋也可采用 HPB300、RRB400 钢筋；
- 2 箍筋宜采用 HRB400、HRBF400、HPB300、HRB500、HRBF500 钢筋；
- 3 预应力筋宜采用预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋。

11.3.5 钢结构应根据结构的重要性、荷载特性、结构型式、应力状态、连接方法、钢材厚度和工作环境等因素综合考虑，选用合适的钢材牌号和材性。钢材宜选用 Q235 钢、Q345 钢、Q390 钢和 Q420 钢，其质量应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定。

11.4 结构设计

11.4.1 高架车站中，当轨道梁桥与车站结构完全分开布置，形成“桥-建”分离结构体系时，轨道梁桥的结构设计应与区间桥梁相同；与轨道梁桥分离的车站结构设计应按现行建筑结构设计规范进行。

11.4.2 高架车站中，当轨道梁支承或刚接于车站结构、站台梁等车站结构构件支承或刚接于轨道梁桥上，形成“桥-建”组合结构体系时，轨道梁及其支承结构的结构设计应与区间桥梁相同；轨道梁及其支承结构的刚度限值应与区间桥梁相同。其余构件的结构设计应按现行建筑结构设计规范进行。

11.4.3 高架、地面车站结构体系宜采用钢筋混凝土框架结构，横向框架宜采用三柱及以上多跨结构型式，也可采用双柱单跨双悬挑结构型式，不宜采用单柱双悬挑结构型式。

11.4.4 双悬挑“桥-建”组合结构体系，在恒载、列车荷载、人群荷载、预应力效应及风荷载最不利组合下，悬臂端计算挠度的限值应为 $L_0/600$ ， L_0 为悬臂构件的计算跨度。结构整体振动竖向质量参与系数最大的自振频率不宜小于 10Hz。

11.4.5 横向单柱或双柱的“桥-建”组合结构体系，应采用不少于两个不同力学模型的软件进行计算分析，并按现行国家标准《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909 和《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的相关要求，进行基于性能的抗震设计。

11.4.6 横向三柱及以上的高架、地面车站结构可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定进行抗震设计及设防。

11.4.7 “桥-建”组合结构体系的车站结构应进行振动舒适性及安全性评价。

11.4.8 地下车站结构宜采用整体式钢筋混凝土结构。主体结构与支护结构之间，根据结构型式、受力特点、地层状况、使用及防水要求等因素综合比较，可选用叠合式或复合式构造。

11.4.9 地下车站结构应按施工阶段和正常使用阶段分别进行结构强度、刚度和稳定性计算。对于钢筋混凝土结构，尚应对使用阶段进行裂缝宽度验算；偶然荷载参与组合时，不验算结构的裂缝宽度。

11.4.10 处于一般环境中的钢筋混凝土结构构件，按荷载准永久组合并计入长期作用影响计算时，最大计算裂缝宽度允许值不应大于 0.3mm。处于干湿交替、冻融环境或侵蚀环境等不利条件中的钢筋混凝土结构构件，最大计算裂缝宽度允许值应根据结构类型、使用要求、所处环境及防水措施等因素确定。

11.4.11 明挖施工的地下车站结构设计应符合下列规定：

1 施工阶段应进行下列计算和验算：

1) 基坑支护结构的强度和变形计算；
2) 基坑工程抗滑移和倾覆的整体稳定性、基坑底部土体抗隆起和抗渗流稳定性以及抗坑底以下承压水的稳定性验算。

2 当结构的荷载型式、受力体系随施工顺序、开挖方式和工程措施发生变化时，计算式宜按结构的实际受载过程，以及施工阶段和使用阶段受力和变形的连续性考虑；

3 结构分析宜按底板支承在弹性地基上的结构模型计算；对长条形的结构，可沿结构物纵向取单位长度按平面框架分析；对与地面建筑连成一体、结构型式变化负责、空间受力作用明显的地下结构，宜按空间结构分析；

4 结构应根据地质、埋深、施工方法、环境影响等条件，在必要时进行抗浮、整体滑移及地基温度性验算。

11.4.12 暗挖施工的地下车站结构设计详见本规范地下区间结构章节相关要求。

11.4.13 地下车站结构变形缝的设置应符合下列规定：

1 地下结构应根据围岩条件、施工工艺、气温变化、结构变形等情况设置温度伸缩缝：

2 当结构纵向刚度突变、荷载和地基发生变化，可能引起较大的差异沉降而在结构中设置变形缝时，应采取可靠措施，确保变形缝两侧的沉降差控制在允许变形范围内，并不影响正常的使用和行车安全；

3 在车站主体结构与出入口通道、风道等附属结构的结合部宜设置变形缝。

11.4.14 地下车站结构钢筋的混凝土保护层厚度应符合下列规定：

1 受力钢筋的混凝土保护层厚度不得小于钢筋的公称直径，且应符合表 12.4.14 的规定；

表 12.4.14 受力钢筋的混凝土保护层最小厚度（mm）

结构类别	地下连续墙		灌注桩	钻孔咬合桩	明挖施工的结构						
					顶板		楼板	侧墙		底板	
	外侧	内侧			外侧	内侧		外侧	内侧	外侧	内侧
保护层厚度	70	50	70	80	50	40	30	50	40	50	40

注：1) 车站内的楼梯及站台板等内部构件受力钢筋的保护层厚度可采用 25mm；

2) 侧墙采用叠合结构型式时，内衬墙受力钢筋的保护层厚度可采用 30mm。

2 钢筋的混凝土保护层厚度应符合混凝土结构的环境类别和耐久性设计所提出的要求。

11.4.15 地下车站结构中的梁、柱、板、墙等混凝土构件的构造应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。当按规定的人防抗力等级设防时，还应满足国家现行相关标准的规定。

11.5 防排水设计

11.5.1 工程防水应遵循“以防为主，刚柔结合，多道设防，因地制宜，综合治理”的原则，采取与其相适应的防水措施。防水设计应定级准确、方案可靠、施工简便、经济合理。

11.5.2 工程防水设计应根据结构构造特点、使用要求、环境类别、施工方法等，满足结构的安全、耐久和使用要求。

11.5.3 地下车站结构应以混凝土结构自防水为主，以接缝防水为重点，并辅以防水层加强防水，并应满足结构使用要求。

11.5.4 地下车的防水等级应符合下列规定：

1 地下车站、行人通道和机电设备集中区段的防水等级应为一级，不得渗水，结构表面应无湿渍；

2 车站风道、风井结构防水等级应为二级，结构不得漏水、表面可有少量湿渍，底部不应积水。

11.5.5 地下车站防水混凝土结构应符合下列规定：

1 结构厚度不应小于 250mm；

2 防水混凝土抗渗等级不应小于 P8。

11.5.6 地下连续墙、钻孔咬合桩等维护结构作为与内衬墙构成叠合结构时，应采用防水混凝土。

11.5.7 地下车站混凝土结构的顶板和底板不应设水平施工缝。

11.5.8 应根据结构构造特点、水文地质条件、施工环节条件等选择附加防水层的种类和设置方法。

11.5.9 地下车站当处于腐蚀性介质地层和地下水丰富的地层中，宜采用全包柔性附加防水层。附加防水层应设在迎水面，在结构构造限制的情况下（如叠合式结构）可设内防水层。

12 车站建筑

12.1 一般规定

12.1.1 车站建筑的总体布局应与城市规划、城市综合交通规划、环境保护和城市景观相协调，并处理好与地面建筑、城市道路、地下管线、地下构筑物及施工时交通组织之间的关系。

12.1.2 车站建筑的布局形式应根据线路形式、地形条件、城市规划、运营管理模式、换乘方式等特点综合确定，并结合车站的选址条件，充分利用线下和地下空间，集约利用土地资源。

12.1.3 车站设计必须满足客流需求，并应保证乘降安全、疏导迅速、布置紧凑、便于管理，同时应具有良好的通风、照明、卫生和防灾等设施。

12.1.4 中低速磁浮交通各线路之间及与其它轨道交通线路的换乘站，换乘设施的通过能力应满足预测的远期换乘客流最的需要。车站不能同步实施时，应预留接口。

12.1.5 车站的站厅、站台、出入口通道、楼梯、自动扶梯和售检票口（机）等部位的通过能力，应按该站超高峰设计客流量确定；出入口通道、楼梯、自动扶梯的通过能力应按本规范第 28.2.11 条的要求进行校核。超高峰设计客流量应为该站预测远期高峰小时客流量或客流控制期高峰小时客流量乘以 1.1~1.4 超高峰系数。

12.1.6 车站设计应满足系统功能要求，合理布置设备与管理用房，并宜采用标准化、模块化、集约化设计。

12.1.7 站房、雨棚、天桥、地道应易于检修和维护保养。

12.2 车站总体布置

12.2.1 车站总体布置应根据线路特征、运营要求、地上和地下周边环境等条件确定。站台可选用岛式、侧式或岛侧混合式等形式。

12.2.2 车站竖向布置应根据线路敷设方式、周边环境及城市景观等因素，可选取地下、地面、高架多层等形式。地下车站埋设宜浅，高架车站层数宜少，有条件的地面或高架车站宜将站厅及设备、管理用房设于地面。

12.2.3 换乘车站应根据中低速磁浮交通线网规划、线路敷设方式、周边环境、换乘量等因素，可选取同车站平行换乘、同站台平面换乘、站台上下平行换乘、站台间的“十”字形、“T”形、“L”形或“H”形等换乘及通道换乘形式，且应该在付费区内换乘。

12.2.4 车站出入口与风亭的位置，应根据周边的环境及城市规划要求进行布置。出

入口位置应有利于吸引和疏散客流；风亭位置在满足功能要求的前提下，还应满足规划、环保、消防和城市景观的要求。

12.2.5 车站出入口附近宜考虑停车场地与设施，有条件的应预留发展空间。

12.3 车站平面

12.3.1 站台计算长度应满足远期列车最大编组数的有效长度与停车误差的要求，并应考虑列车司机瞭望功能。

12.3.2 站台宽度应按下列公式计算，且应符合表 12.3.15-1 的规定：

$$\text{岛式站台宽度: } B_d = 2b + n \cdot z + t \quad (12.3.2-1)$$

$$B_c = b + z + t \quad (12.3.2-2)$$

$$b = \frac{Q_{\text{上}} \cdot \beta}{L} + b_a \quad (12.3.2-3)$$

$$b = \frac{Q_{\text{上、下}} \cdot \beta}{L} + M \quad (12.3.2-4)$$

式中：b—侧站台宽度（m），公式（（12.3.2-1）和公式（12.3.2-2）中 b，应取公式（12.3.2-3）和公式（（12.3.2-4）计算结果的较大值；

n—横向柱数；

纵梁宽度（含装饰层厚度）（m）；

t—每组楼梯与自动扶梯宽度之和（含与纵梁间所留空隙）（m）；

Q_上—远期或客流控制期每列车超高峰小时单侧上车设计客流量（人）；

Q_{上、下}—远期或客流控制期每列车超高峰小时单侧上、下车设计客流量（人）；

β—站台上人流密度，取 0.33 m²/人—0.75 m²/人；

L—站台计算长度（m）；

M—站台边缘至站台门立柱内侧距离，无站台门时，取 0（m）；

b_a—站台安全防护带宽度，取 0.4，采用站台门时用 M 替代 b_a 值（m）。

12.3.3 设置在站台层两端的设备与管理用房，必要时可伸入站台计算长度内，但伸入长度不应超过一节车辆的长度，与梯口或通道口的距离不应小于 8m，侵入处侧站台的计算宽度应符合表 12.3.15-1 的规定。

12.3.4 站台上的楼梯和自动扶梯宜纵向均匀设置，同时应满足站台计算长度内任一点距最近疏散出口距离不大于 50m。

12.3.5 当不设站台门时，距站台边缘 400mm 应设安全防护带，并应于安全带内侧设不小于 80mm 宽的纵向醒目的安全线。安全防护带范围内应设防滑地面。

12.3.6 售票机前应留有购票乘客的聚集空间，聚集空间不应侵入人流通行区。出站检票口与出入口通道边缘的间距不宜小于 5m，与楼梯的距离不宜小于 5m，与自动扶梯基点的距离不宜小于 8m。进站检票口与楼梯口的距离不宜小于 4m，与自动扶梯基点的距离不宜小于 7m。

12.3.7 地下车站的设备与管理用房布置应紧凑合理，主要管理用房应集中布置。

12.3.8 在站台计算长度内外的车站结构立柱、墙等与站台边缘的距离，必须满足限界要求。

12.3.9 付费区与非付费区的分隔宜采用不低于 1.1m 的可透视隔断，并应设置向疏散方向开启的平开隔断门。

12.3.10 车站设备夹层、管线铺设通道等设备区应考虑设置检修出入口。

12.3.11 车站设备区当与磁浮线路相邻布置时，在满足限界要求的前提下，将设备区（含检修通道）与轨行区采用物理隔断互相隔离。

12.3.12 车站给排水管应避免穿越强弱电设备用房。

12.3.13 车站楼面、屋顶检修孔设置应隐蔽、便于使用与管理。

12.3.14 车站各部位的最大通过能力宜符合表 12.3.14 的规定。

表 12.3.14 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	不大于 8190	
0.65m 宽自动扶梯	输送速度 0.5m/s	4320	
	输送速度 0.65m/s	5265	
人工售票口		1200	
自动售票机		300	
人工检票口		2600	
自动检票机	三杆式	非接触 IC 卡	1200
	门扉式	非接触 IC 卡	1800
	双向门扉式	非接触 IC 卡	1500

注：自动售票机最大通过能力根据采用设备实测确定。

12.3.15 车站各部位的最小宽度和最小高度,应符合表 12.3.15-1、表 12.3.15-2 的规定。

表 12.3.15-1 车站各部位的最小宽度 (m)

名称		最小宽度
岛式站台		8.0
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
侧式站台 (垂直于侧站台开通道口设梯) 的侧站台		3.5
站台计算长度不超过 100m 且楼、扶梯不伸入站台计算长度	岛式站台	6.0
	侧式站台	4.0
通道或天桥		2.4
单向楼梯		1.8
双向楼梯		2.4
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
站台至轨道区的工作梯 (兼疏散梯)		1.1

表 12.3.15-2 车站各部位的最小高度 (m)

名称	最小高度
地下站厅公共区 (地面装修层面至吊顶面)	3
高架车站站厅公共区 (地面装修层面至梁底面)	2.6
地下车站站台公共区 (地面装修层面至吊顶面)	3
地面、高架车站站台公共区 (地面装修层面至风雨棚底面)	2.6
站台、站厅管理用房 (地面装修层面至吊顶面)	2.4
通道或天桥 (地面装修层面至吊顶面)	2.4
公共区楼梯和自动扶梯 (踏步面沿口至吊顶面)	2.3

12.3.16 站房屋面设计应合理选用暴雨设计重现期、暴雨强度等参数,当采用金属屋面时应根据相关标准的要求设置溢流设施。

12.3.17 站房、雨棚、天桥位于线路上方的构件应形式简洁、连接固定安全可靠,防止醉落。

12.3.18 站房、雨棚、天桥应考虑设置屋面、外墙等部位的检修维护设施。

12.3.19 体型复杂的大型地面、高架站房宜风洞试验确定设计风荷载,站房轻型金属维护结构宜进行抗风揭试验。

12.4 车站环境设计

12.4.1 车站建筑设计应简洁、明快，充分体现结构空间形态。地面、高架车站设计应因地制宜，宜减小体量，并具有良好的通透性。

12.4.2 装修应采用防火、防潮、防腐、耐久、易清洁的材料，同时应便于施工与维修，并宜兼顾吸声要求。地面材料应防滑、耐磨。所有装修、广告灯箱、休息椅、售检票机等固定服务设施材料的火灾燃烧性能等级应满足《建筑内部装修设计防火规范》（GB50222-2001）相关要求。

12.4.3 照明灯具应采用节能、耐久灯具，并宜采用有罩明露式。敞开式风雨棚的地面、高架站的灯具应能防风、防水、防尘。

12.4.4 车站内应设置明确、清晰、醒目的静态标识。与地铁、国铁、机场等换乘的车站，其静态标识系统样式、色彩应考虑统一性与连贯性。公共区内广告牌、通信视频设施等位置、色彩不得干扰导向、事故疏散、服务乘客的标志。

12.4.5 设置站台门的车站，其屏蔽门应满足建筑保温节能相关规范要求。

12.4.6 地面、高架车站应采取噪声、振动的综合防治措施。当采用声屏障时，宜同时满足功能和城市景观的要求。

12.5 车站出入口

12.5.1 车站出入口的数量，应根据吸引与疏散客流的要求设置；每个公共区直通地面的出入口数量不得少于两个。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 1.1~1.25 不均匀系数计算确定。

12.5.2 车站出入口布置应与主客流的方向相一致，且宜与过街天桥、过街地道、地下街、邻近公共建筑物、换乘车站的主要人流通道相结合或连通，统一规划，可同步或分期实施，并应采取夜间停运时的隔断措施。

12.5.3 设于道路两侧的出入口，与道路红线的间距，应按当地规划部门要求确定。当出入口朝向城市主干道时，应有一定面积的集散场地。

12.5.4 地下车站出入口、消防专用出入口和无障碍电梯的地面标高应满足室外地面，并应满足当地防淹要求，当无法满足时，应设防淹设施。

12.5.5 地下车站地面出入口的建筑形式，应根据所处的具体位置和周边规划要求确定。地面出入口可为合建式或独立式，并宜采用与地面建筑合建式。

12.5.6 地下出入口通道应力求短、直，通道的弯折不宜超过三处，弯折角度不宜小于 90°。地下出入口通道长度不宜超过 100m，当超过时应采取能满足消防疏散要求的措施。

12.6 风井与冷却塔

12.6.1 地下车站应按通风、空调工艺要求设置进风亭、排风亭和活塞风亭。在满足功能的前提下，根据地面建筑的现状或规划要求，风亭可集中或分散布置，风亭宜与地面建筑结合设置，但被结合建筑应满足风亭的技术要求。

12.6.2 当采用侧面开设风口的风亭时，应符合下列规定：

1 进风、排风、活塞风口部之间的水平净距不应小于 5m，且进风与排风、进风与活塞风口部应错开方向布置或排风、活塞风口部高于进风口部 5m；当风亭口部方向无法错开且高度相同时，风亭口部之间的距离应符合本规范 11.6.3 条第 1、2 款的规定；

2 风亭口部 5m 范围内不应有阻挡通风气流的障碍物；

3 风亭口部底边缘距地面的高度应满足防淹要求；当风亭设于路边时，其高度不应小于 2m；当风亭设于绿地内时，其高度不应小于 1m。

12.6.3 当采用顶面开设风口的风亭时，应符合下列规定：

1 进风与排风、进风与活塞风亭口部之间的水平净距不应小于 10m；

2 活塞风亭口部之间、活塞风亭与排风亭口部之间水平净距不应小于 5m；

3 风亭四周应有宽度不小于 3m 宽的绿篱，风口最低高度应满足防淹要求，且不应小于 1m；

4 风亭开口处应有安全防护装置，风井底部应有排水设施。

12.6.4 当风亭在事故工况下用于排烟时，排烟风亭口部与进风亭口部、出入口口部的直线距离宜大于 10m；当直线距离不足 10m 时，排烟风亭口部宜高于进风亭口部、出入口口部 5m。

12.6.5 风亭口部与其他建筑物口部之间的距离应满足防火及环保要求。

12.6.6 地下车站设在地上的冷却塔，其造型、色彩、位置应符合城市规划、景观及环保要求。

12.6.7 对于有特殊要求的地段，冷却塔可采用下沉式或全地下式，但应满足工艺要求。

12.7 人行楼梯、自动扶梯、电梯、屏蔽门

12.7.1 乘客使用的人行楼梯宜采用 26°34' 倾角，当宽度大于 3.6m 时，应设置中间扶手。每个梯段不超过 18 步，且不应少于 3 级。休息平台长度宜为 1.2~1.8m。

12.7.2 车站出入口的升高度超过 6m 时，应设上行自动扶梯；超过 12m 时，上下行均应设自动扶梯。站厅与站台间应设上行自动扶梯，高差超过 6m 时，上下行均应设

自动扶梯。分期建设的自动扶梯应预留位置。

12.7.3 自动扶梯扶手带外缘与平行墙装饰面或楼板开口边缘装饰面的水平距离，不得小于 80mm，相邻交叉或平行设置的两梯（道）之间扶手带的外缘水平距离，不应小于 160mm。当扶手带外缘与任何障碍物的距离小于 400mm 时，则应设置防碰撞安全装置。

12.7.4 两台相对布置的自动扶梯工作点间距不得小于 16m，自动扶梯工作点至前面影响通行的障碍物间距不得小于 8m；自动扶梯与人行楼梯相对布置时，自动扶梯工作点至楼梯第一级踏步的间距不得小于 12m。

12.7.5 车站主要管理区的站厅与站台层间应设人行内部楼梯。

12.7.6 屏蔽门应相对于站台计算长度中心线对称纵向布置，滑动门、安全门设置应与列车门一一对应。首末两节车辆驾驶室门不应包在屏蔽门、安全门长度范围内。滑动门的开启净宽度不小于车辆门宽度加停车误差，其净高度不小于 2m。

12.7.7 对于呈坡度的站台，屏蔽门的设置应以同坡度垂直于站台面。安装屏蔽门的地面在站台全长上的平整度误差应不大于 15mm。

12.7.8 设置屏蔽门、安全门车站的站台端部，应设向站台内侧开启的端门，供司机、站台工作人员及区间事故疏散人员用。沿站台长度方向应设内侧开启的应急门，为特殊情况下乘客疏散用，站台每一侧应急门数量为远期列车编组数，应急门开启时应能满足人员疏散通行要求。

12.7.9 站台门应设置安全标志和使用标志。

12.8 车站无障碍设施

12.8.1 地铁车站为乘客服务的各类设施，均应满足无障碍通行要求，并应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB60763 的有关规定。

12.8.2 车站应设置无障碍电梯。

12.8.3 无障碍电梯宜设于付费区内，检票口应满足无障碍通行需要。

12.8.4 无障碍电梯门前等候区深度不宜小于 1.8m，当条件困难时等候区梯门可正对轨道区，但门前等候区不得侵占站台计算长度内的侧站台宽度。

12.8.5 无障碍电梯井出地面部分应采取防淹措施。电梯平台与室外地面高差处应设置坡道，并应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的有关规定。

12.8.6 车站内设置的无障碍通道应与城市无障碍通道衔接。

12.8.7 车站内应设置无障碍厕所。

13 通风、空调与采暖

13.1 一般规定

13.1.1 中低速磁浮交通工程的内部空气环境应采用通风、空调与供暖系统进行控制。

13.1.2 内部空气环境范围应包括地下车站（站厅、站台、设备与管理用房、出入口通道、换乘通道）、区间隧道（正线隧道、渡线、折返线、停车线、尽端线隧道等），以及地面车站及高架车站等。

13.1.3 通风、空调与供暖系统应保证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能满足人员的生理及心理条件要求和设备正常运转的需要。

13.1.4 通风、空调与供暖系统应具有下列功能：

- 1 当列车在正常运行时，应保证内部空气环境在规定标准范围内；
- 2 当列车阻塞在区间隧道内时，应保证对阻塞区间进行有效通风；
- 3 当列车在区间隧道发生火灾事故时，应具备排烟、通风功能；
- 4 当车站内发生火灾事故时，应具备排烟、通风功能。

13.1.5 通风与空调系统确定应符合下列规定：

- 1 通风与空调系统应分为列车活塞通风、自然通风和机械通风的通风系统和空调系统；
- 2 中低速磁浮交通工程应设置通风系统；
- 3 在夏季当地最热月的平均温度超过 25℃，全年平均温度超过 15℃时，应采用空调系统。

13.1.6 中低速磁浮交通工程地下线路通风与空调系统制式应结合线路的运力、当地的气候条件、人员舒适性要求和运行及维护费用等因素进行综合技术经济比较确定。

13.1.7 无地下车站的单体区间隧道设置运营通风应根据隧道长度、线路平纵断面、道床类型、行车速度和密度、气象条件及两端洞口地形条件等因素综合考虑确定。

13.1.8 车站的通风、空调与供暖系统应按预测的远期客流量和最大的通过能力设计，设备宜接近期和远期配置，且宜分期实施。

13.1.9 车站的通风、空调与供暖系统设计和设备配置应贯彻国家能源政策，践行运营节能原则，并宜利用自然冷、热源。

13.1.10 车辆基地、控制中心和主变电所等地面建筑，应在满足工艺要求的前提下，按本规范和国家现行有关建筑设计标准的规定设置通风、空调与供暖系统。

13.1.11 通风、空调与供暖系统的设备、管道及配件布置，应保证系统整体高效运行，

并应为安装、操作、测量、调试和维修预留空间位置。

13.1.12 工程设计应为大型通风、空调与供暖设备设有运输、安装通道及孔洞，并应能装设起吊设施。

13.1.13 通风、空调与供暖系统的机房应设置设备起吊和冲洗设施。

13.1.14 通风、空调与供暖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 A 级不燃材料有困难时，可以采用 B1 级难燃材料。管材及保温材料应具有防潮、防腐、防蛀、耐老化和无毒的性能。

13.2 地下线段的通风、空调与供暖

I 区间隧道通风系统

13.2.1 区间隧道正常通风应采用活塞通风，当活塞通风不能满足排除余热要求或布置活塞通风道有困难时，应设置机械通风系统。

13.2.2 区间隧道通风系统的进风应直接采自大气，排风应直接排出地面。

13.2.3 区间隧道内的 CO₂ 日平均浓度应小于 1.5‰。

13.2.4 区间隧道内每个乘客每小时需供应的新鲜空气量不应少于 12.6m³。

13.2.5 区间隧道内空气夏季的最高温度应符合下列规定：

- 1 列车车厢不设置空调时，不得高于 33℃；
- 2 列车车厢设置空调，车站不设置全封闭站台门时，不得高于 35℃；
- 3 列车车厢设置空调，车站设置全封闭站台门时，不得高于 40℃。

13.2.6 区间隧道内空气冬季的平均温度应低于当地地层的自然温度，但最低温度不应低于 5℃。

13.2.7 当隧道内空气总的压力变化值超过 700Pa 时，其压力变化率不得大于 415Pa/s。

13.2.8 在计算隧道通风风量时，室外空气计算温度应符合下列规定：

- 1 夏季为近 20 年最热月月平均温度的平均值；
- 2 冬季为近 20 年最冷月月平均温度的平均值。

13.2.9 当计算排除余热所需的风量时，应计算隧道内的散热量和传至地层周围土壤的传热量。

13.2.10 当需要设置区间通风道时，通风道应设于区间隧道长度的 1/2 处，在困难情况下，其距车站站台端部的距离可移至不小于该区间隧道长度的 1/3 处，但不宜小于 400m。

13.2.11 无地下车站的单体区间隧道运营通风设置应符合下列规定：

- 1 长度大于 15km 的单体区间隧道应设置机械通风。

- 2 有特殊要求的单体区间隧道应设置机械通风。

II 地下车站公共区通风与空调系统

13.2.12 地下车站公共区应设置通风系统，当条件符合 13.1.5 条第 3 规定时，应采用空调系统。

13.2.13 地下车站公共区的进风应直接采自大气，排风应直接排出地面。

13.2.14 地下车站公共区夏季室外空气计算温度应符合下列规定：

- 1 夏季通风室外空气计算温度，应采用近 20 年最热月月平均温度的平均值；
- 2 夏季空调室外空气计算干球温度，应采用近 20 年夏季地下车站晚高峰负荷时平均每年不保证 30h 的干球温度；
- 3 夏季空调室外空气计算湿球温度，应采用近 20 年夏季地下车站晚高峰负荷时平均每年不保证 30h 的湿球温度。

13.2.15 地下车站公共区夏季室内空气计算温度和相对湿度应符合下列规定：

- 1 当车站采用通风系统时，公共区夏季室内空气计算温度不宜高于室外空气计算温度 5℃，且不应超过 30℃；
- 2 当车站采用空调系统时，站厅中公共区的空气计算温度应低于空调室外空气计算干球温度 2~3℃，且不应超过 30℃；站台中公共区的空气计算温度应低于站厅的空气计算温度 1~2℃；相对湿度均应为 40%~70%。

13.2.16 地下车站公共区冬季室内空气计算温度，应低于当地地层的自然温度，但最低温度不宜低于 12℃。

13.2.17 地下车站公共区冬季室外空气计算温度，应采用当地近 20 年最冷月月平均温度的平均值。

13.2.18 当采用通风系统开式运行时，每个乘客每小时需供应的新鲜空气量不应少于 30m³；当采用闭式运行时，其新鲜空气量不应少于 12.6m³，且系统的新风量不应少于总送风量的 10%。

13.2.19 当采用空调系统时，每个乘客每小时需供应的新鲜空气量不应少于 12.6m³，且系统的新风量不应少于总送风量的 10%。

13.2.20 地下车站公共区内的 CO₂ 日平均浓度应小于 1.5‰。

13.2.21 地下车站公共区空气中可吸入颗粒物的日平均浓度应小于 0.25mg/m³。

13.2.22 当计算排除余热所需的风量时，应计算车站传至地层周围土壤的传热量。

13.2.23 地下车站公共区通风与空调系统应采取保证系统某一局部失效时站厅和站台的温度不高于 35℃的措施。

13.2.24 地下车站公共区通风与空调系统设备运转传至站厅、站台的噪声不得超过

70dB (A)。

13.2.25 地下车站宜在列车停靠在车站时的发热部位设置排风系统。

13.2.26 当活塞风对车站有明显影响时，应在车站的两端设置活塞风泄流风井或活塞风迂回风道。

13.2.27 站厅和站台厅的瞬时风速不宜大于 5m / s。

13.2.28 当地下车站公共区通风机或车站排热风机与区间隧道风机合用时，在正常工况下风机应实现节能运行，并应满足区间隧道各种工况下对风机的风量和风压的要求。

III 地下车站设备与管理用房通风、空调系统

13.2.29 地下车站的各类用房应根据其使用要求设置通风系统，必要时可设置空调系统；进风应直接采自大气，排风应直接排出地面。

13.2.30 地下牵引变电所、降压变电所应设置机械通风系统，排风宜直接排至地面；通风量应按排除余热量计算。当余热量很大，采用机械通风系统技术经济不合理时，可设置冷风系统。

13.2.31 厕所应设置独立的机械排风、自然进风系统，所排出的气体应直接排出地面。

13.2.32 设置气体灭火的房间应设置机械通风系统，所排除的气体必须直接排出地面。

13.2.33 设在尽端线、折返线内的设备与管理用房，应设置机械排风、自然进风系统。

13.2.34 地下车站设备与管理用房内每个工作人员每小时需供应的新鲜空气量不应少于 30m³。且空调系统新风量不应少于总风量的 10%。

13.2.35 地下车站设备与管理用房的室外空气计算温度，应符合下列规定：

- 1 夏季通风室外计算温度，应采用历年最热月 14 时的月平均温度的平均值；
- 2 冬季通风室外计算温度应采用累年最冷月平均温度；
- 3 夏季空调室外计算干球温度，应采用历年平均不保证 50h 的干球温度；
- 4 夏季空调室外计算湿球温度，应采用历年平均不保证 50h 的湿球温度。

13.2.36 当尽端线、折返线设备与管理用房通风系统需由隧道内吸风时，吸风口应设在列车进站一侧，排风口应设在列车出站一侧。吸风口应设置滤尘装置。

13.2.37 地下车站设备与管理用房内空气中的 CO₂ 日平均浓度应小于 1‰。

13.2.38 地下车站设备与管理用房内空气中可吸入颗粒物的日平均浓度应小于 0.25mg/m³。

13.2.39 地下车站设备与管理用房的通风系统、空调系统应采取消声和减振措施。通风、空调设备传至各房间内的噪声不得超过 60dB (A)。

13.2.40 通风与空调机房内的噪音不得超过 90dB (A)。

13.2.41 地下车站内的设备与管理用房的室内空气计算温度、相对湿度和换气次数应符合表 13.2.41 的规定。

表 13.2.41 车站设备及管理用房计算温度与换气次数

房间名称	冬季	夏季		小时换气次数	
	计算温度 (°C)	计算温度 (°C)	相对湿度 (%)	进风	排风
站长室、站务室、值班室、休息室	18	27	<65	6	6
车站控制室、广播室、控制室	18	27	40~60	6	5
售票室、票务室	18	27	40~60	6	5
车票分类/编码室、自动售检票机房	16	27	40~60	6	6
通信设备室、通信电源室、信号设备室、信号电源室、综合监控设备室	16	27	40~60	6	5
牵引变电所、降压变电所	—	36	—	按排除余热计算风量	
配电室、机械室	16	36	—	4	4
更衣室、修理间、清扫员室	18	27	<65	6	6
公共安全室、会议交接班室	18	27	<65	6	6
蓄电池室	16	30	—	6	6
茶水室	—	—	—	—	10
盥洗室、车站用品间	—	—	—	4	4
清扫工具间、气瓶室、储藏室	—	—	—	—	4
污水泵房、废水泵房、消防泵房	5	—	—	—	4
通风空调机房、冷冻机房	—	—	—	6	6
折返线维修用房	12	30	—	—	6
厕所	>5	—	—	—	排风

注：1、厕所排风量每坑位按 100m³/h 计算，且小时换气次数不宜少于 10 次。

2、小时换气次数指通风工况下房间的最少换气次数。

IV 空调冷源及水系统

13.2.42 空调冷源设计应符合下列规定：

- 1 空调系统的冷源宜采用自然冷源，无条件采用自然冷源时，可采用人工冷源；
- 2 冷源设备的选择应根据空调系统的负荷情况、运行时间、运行调节要求，结合制冷工质的种类、装机容量和节能效果等因素确定；
- 3 设于地下线路内的空调冷源设备宜采用电动压缩式制冷机组，不应采用直接燃烧型吸收式制冷机组。

4 在执行分时电价、峰谷电价差较大的地区，经过技术经济综合比较，可采用蓄冷系统。

13.2.43 冷冻机房设计应符合下列规定：

1 冷冻机房应设置在靠近空调负荷中心的位置，宜与空调机房综合布置，但应避免设置在变电所的正上方；

2 冷冻机房的顶部空间应在满足机房内各种风道、管道布置要求的前提下，保证制冷设备的安装、操作、维修、检测和测量的需要；

3 冷冻机房应保证良好的通风；

4 冷冻机房内仪表集中处宜设局部照明；

5 冷冻机房内冷水机组的选用不宜少于 2 台，可不设置备用机组，当只选用 1 台冷水机组时，宜选用多机头联控型机组；

6 冷负荷较小且分散时，可选用风冷式冷水机组；

7 水冷、风冷式机组的选型应选用制冷性能系数高的产品，冷水机组制冷性能系数选择与台数的配置应计及车站负荷变化的规律；

8 空调机组、表冷器等设备的凝结水管应接水封后再排至排水系统。

13.2.44 冷冻水系统设计应符合下列规定：

1 冷冻水系统应采用闭式水系统；

2 冷冻水的补水量应为水容量的 1%，补水点宜设在冷冻水泵的吸入口处附近；

3 冷冻水补水泵的扬程应高于补水点压力 3~5m，小时流量不应少于系统水容量的 4%~5%；

4 冷冻水泵宜与冷水机组匹配设置，可不设置备用泵；

5 冷冻水管应保温，保温层厚度应保证其外表不结露。

13.2.45 冷却水系统设计应符合下列规定：

1 冷却水应循环使用；

2 冷却水的水质应符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB50050 的有关规定；

3 冷却水的补水量应为系统循环水量的 1%~2%；

4 冷却水的水温低于冷水机组的允许水温时，应进行水温控制；

5 冷却水泵宜与冷水机组匹配设置，可不设置备用泵；

6 尾水排污水质应符合现行行业标准《污水排入城镇下水道水质标准》CJ343 的有关规定。

13.2.46 冷却塔的设置应符合下列规定：

1 冷却塔应设置在通风良好的地方，并应与周围环境相协调，其噪声应符合现行

国家标准《声环境质量标准》GB3096 及《环境影响评价》报告书的规定；

2 多塔布置时，宜采用相同型号产品，且其积水盘下应设连通管，进水管和出水管上均应设电动阀。

13.2.47 空调水系统附件设置应符合下列规定：

- 1 较大规模的空调水系统宜设置分水器和集水器；
- 2 冷水机组、水泵等设备的入口处，应安装过滤器或除污器；
- 3 空调水系统应设置压力表和温度计等附件。

V 通道、风亭、风道和风井

13.2.48 地下车站的出入口通道和长通道连续长度大于 60m 时，应采取通风或其他降温措施。

13.2.49 地下车站的出入口通道采取通风或其他降温措施时，其内部空气计算温度可高于站厅空气计算温度 2℃。

13.2.50 地下车站的长通道采取通风或其他降温措施时，与站厅衔接的长通道的内部空气计算温度宜与站厅空气计算温度相同，只与站台衔接的长通道的内部空气计算温度宜与站台空气计算温度相同；相对湿度均不应大于 70%。

13.2.51 地面进风风亭应设在空气洁净的位置，并宜设在排风亭的上风侧，排风亭口部的设置宜避开当地年最多的风向。

13.2.52 通风道和风井的风速不宜大于 8m/s，站台下排风风道和列车顶部排风风道的风速不宜大于 15m/s，风亭格栅的迎面风速不宜大于 4m/s，风亭出口为竖直向上时，通过其平面格栅的风速不宜大于 6m/s。

13.2.53 风亭出口的噪声应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB3096 及《环境影响评价》报告书的有关规定。

VI 通风与空调系统控制

13.2.54 地下区间隧道通风系统宜设就地控制、车站控制、中央控制的三级控制。

13.2.55 地下车站公共区通风与空调系统宜设就地控制、车站控制、中央控制的三级控制。

13.2.56 地下车站设备及管理用房通风与空调系统宜设就地控制、车站控制的两级控制。

VII 地下车站供暖

13.2.57 地下车站及区间隧道可不设供暖系统。

13.2.58 车站设备与管理用房根据使用要求需供暖时，可以采用局部供暖。

13.2.59 对于最冷月份室外平均温度低于 -10°C 的地区，车站的出入口宜采取冷风阻挡措施。

13.3 高架、地面线段的通风、空调与供暖

I 通风与空调

13.3.1 地上车站的公共区应采用自然通风。必要时，站厅中的公共区可设置机械通风或空调系统。

13.3.2 通风与空调的室外空气计算温度、相对湿度应采用当地现行的地面建筑设计指标。

13.3.3 站厅采用通风系统时，站厅内的夏季计算温度不应超过室外计算温度 3°C ，且最高不应超过 35°C 。

13.3.4 站厅层设置空调系统时应符合下列规定：

- 1 站厅内的夏季计算温度应为 $29^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不应大于70%；
- 2 站厅通向站台的楼梯口、扶梯口以及出入口等处宜设置风幕。

13.3.5 地面变电站宜采用自然通风降温，当自然通风不能达到设备对环境的要求时，可采用机械排风、自然进风的方式。

13.3.6 车站内的其他设备与管理用房的温湿度应按表 13.2.41 的规定执行。

13.3.7 高架和地面区间应采用自然通风。

13.3.8 高架和地面区间设置全封闭声屏障时，应采取措施实现自然通风。

13.3.9 高架线和地面线车站通风与空调系统宜设车站控制和就地控制的两级控制。

II 供暖

13.3.10 对于最冷月份室外平均温度低于 -10°C 的地区，车站的站台可不设置供暖装置，站厅宜设供暖系统。

13.3.11 站厅设供暖系统时，其厅内的设计温度应为 12°C 。

13.3.12 站厅设置供暖系统和站台不设供暖装置时，站厅的出入口和站厅通向站台的楼梯口、扶梯口应设热风幕。

13.3.13 供暖地区的车站管理用房应设供暖装置，室内设计温度宜为 18°C 。

13.3.14 车站设备用房应根据工艺要求设置供暖装置，设计温度应按工艺要求确定。

13.3.15 供暖室外计算温度及其他规定应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的有关规定。

13.3.16 热源应采用附近热网，无条件时可采用无污染的热源。

13.4 其 他

13.4.1 车站通风与空调系统应根据当地气候条件、运行的热负荷情况及变化规律，制定科学、合理的系统运行模式，并应实现通风与空调系统高效节能运行。

13.4.2 当通风、空调与供暖系统设备具有多项目标功能时，应保证其正常使用工况下的运转效率最高。

13.4.3 通风、空调与供暖系统应选用可靠性高、节能性好、低噪声、运转平稳、模块化、小型化、紧凑型的设备，并应便于安装、维护、维修。

14 给水与排水

14.1 一般规定

14.1.1 中低速磁浮交通工程给水系统设计应满足生产、生活和消防用水对水量、水压和水质的要求，并应坚持综合利用、节约用水的原则。

14.1.2 给水水源应采用城市自来水，当沿线无城市自来水时，应采取其他可靠的给水水源。

14.1.3 各类污、废水及雨水的排放应符合国家现行有关排水标准和排水体制的规定。

14.1.4 给水与排水设计应按现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB50555 的有关规定采取节水、节能措施。

14.1.5 给水设计应按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的有关规定采取防水质污染措施。

14.1.6 给水与排水系统宜按自动化管理设计。

14.1.7 给水与排水金属管道应采取有效的绝缘措施，满足防杂散电流腐蚀的要求。

14.1.8 管道不宜穿越变形缝、沉降缝和伸缩缝。如必须穿越时，应设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置。穿越地下结构外墙、屋面或钢筋混凝土水池（箱）的壁板或底板时，应设防水套管。

14.1.9 敷设在有可能结冻地方的给水管道应有防冻措施。

14.1.10 给水与排水系统管道保温材料应符合本规定 13.1.14 条的规定；

14.1.11 给水排水应采用节能、环保型设备，并应便于维修。

14.2 给 水

14.2.1 给水系统用水量定额应符合下列规定：

- 1 工作人员生活用水量应为 30L/人班~60L/人班，小时变化系数应为 2.5~2.0；
- 2 空调冷却水系统的补充水量应为冷却水循环水量的 1%~2%；
- 3 车站公共区及出入口通道冲洗水量应为 1L/m²次~2L/m²次，并应每天冲洗 1 次、每次用水量按冲洗 1h 计算；
- 4 生产用水量按工艺要求确定。

14.2.2 给水系统的水质应符合下列规定：

- 1 生活给水系统的水质，应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749 的有关规定；
- 2 生活杂用水系统的水质，应符合现行国家标准《城市污水再生利用城市杂用水

水质》GB/T18920 的有关规定；

3 生产用水的水质应满足工艺要求。

14.2.3 给水系统的水压应符合下列规定：

1 生活用水设备和卫生器具的水压，应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的有关规定；

2 生产用水的水压按工艺要求确定。

14.2.4 给水系统的选择应根据生产、生活和消防等各项用水对水质、水压和水量的要求，结合市政供水系统现状及规划等因素确定，并应符合按下列原则：

1 车站室内生产、生活给水系统应与消防给水系统分开设置，并应根据需要设置计量设施；

2 当车站周围有城市杂用水系统且水质满足冷却水或冲厕用水的使用要求时，宜采用分质给水系统，车站杂用水系统应与其他给水系统分设，并应采取防止误饮误用措施；

3 车站内不同使用性质和计费的给水系统，应采用各自独立的给水系统并单独计量；

4 换乘车站生产、生活给水系统宜采用一套系统；

5 车站生产、生活给水系统应利用市政水压直接供水，当水压或水量不满足要求时，应设置加压装置或贮水调节。

14.2.5 管道布置和敷设应符合下列规定：

1 车站生产、生活给水系统宜设计为枝状管网，并应由车站给水引入总管上引出一根给水管和车站内生产、生活给水管网连接；

2 地下车站的给水引入管宜通过风道或人行通道和车站给水系统相接；

3 给水引入管上应设置绝缘短管或采取其他绝缘措施；

4 给水系统引入管上应设置倒流防止器或其他防止倒流污染的装置，设置原则及位置应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的有关规定；

5 给水管不应穿过变电所、通信信号机房、控制室、配电室等电气房间；

6 给排水管应根据现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的有关规定采取防结露措施；

7 严寒和寒冷地区的给排水管道、消火栓及消防水池有可能结冻时，应采取防冻保护措施；

8 管道敷设应分析热膨胀的影响，必要时应设置伸缩补偿装置。当穿过结构变形缝时，应设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置；

9 给水干管应固定在主体结构或道床上；

10 车站站厅、站台公共区宜设置冲洗栓；

11 卫生器具及配件应符合现行行业标准《节水型生活用水器具》CJ 164 的有关规定，公共厕所应采用感应式或非接触式龙头和冲洗装置。

14.2.6 管材及附件的设置应符合下列规定：

1 室内生产、生活给水宜采用钢塑复合管、铜管或薄壁不锈钢管等符合国家有关规定及生活饮用水卫生标准的管材；

2 敷设在垫层内的给水管道宜采用钢塑复合管，给水管道的外壁应采取防腐措施；

3 给水管网上的阀门设置，应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的有关规定。

14.3 排 水

14.3.1 排水量定额应符合下列规定：

1 生活排水系统定额按生活用水量的 95% 计算，小时变化系数应为 2.5~2.0；

2 生产排水量应按工艺要求确定；

3 冲洗和消防废水量和用水量应相同；

4 地面车站、高架车站屋面排水管道的排水设计重现期应按当地 10 年一遇的暴雨强度计算，设计降雨历时应按 5min 计算；屋面雨水工程与溢流设施的总排水能力不应小于 50 年重现期的雨水量；

5 高架区间、敞开出入口、敞开风井及隧道洞口的雨水泵站、排水沟及排水管渠的排水能力，应按当地 50 年一遇的暴雨强度计算，设计降雨历时按计算确定。

14.3.2 车站除生活用水及粪便污水应单独排放外，生产废水、结构渗水、冲洗及消防废水和口部雨水可集中就近排放。

14.3.3 地面或高架车站的污水及废水、桥面雨水应按重力流排水方式设计，屋面雨水可按重力流或压力流设计；地下车站和区间的污水、废水和雨水不能按重力流排放时，应设排水泵提升排入城市排水系统。

14.3.4 地下车站和区间排水泵站（房）的设置应符合下列规定：

1 区间隧道主排水泵站应设在线路实际坡度最低点。

2 当区间排水沟的排水能力不能满足区间排水的要求时，应设辅助排水泵站。

3 地下车站排水泵房应设在车站线路下坡方向。

4 地下车站污水泵房宜设在厕所附近。

5 地下车站局部排水泵房宜设在地面至站厅层的自动扶梯基坑附近、站台板下、电梯井、风亭、折返线车辆检修坑端部及有砟道床区段等不能自流排水而又有可能集

水的低洼处。

6 洞口的雨水不能自流排放到洞口外时，应在洞口适当位置设排水泵站，并应在洞口道床的适当位置设横向截水沟。

7 洞口雨水泵站宜设 2 根~3 根压力排水管，其他泵站（房）宜设 1 根~2 根压力排水管。车站排水泵房的压力排水管宜通过风道或人行通道接入城市排水系统，区间排水泵站及洞口雨水泵站的压力排水管宜通过中间风井或穿过泵房顶部直接排出，无条件时，可通过车站接入城市排水系统。

8 区间排水泵站有条件时应与区间联络通道或中间风井合建，泵站地面标高宜与走行轨顶面齐平。

9 排水泵站（房）的布置，应按现行国家标准《室外排水设计规范》GB50014 的有关规定执行。

14.3.5 排水泵站（房）的排水泵的设置应符合下列规定：

1 区间主排水泵站、辅助排水泵站及车站排水泵房应设两台排水泵，平时应一台工作，必要时应两台同时工作；排水泵的总排水能力，应按消防时的排水量和结构渗水量之和确定；

2 车站敞开出入口及敞开风井雨水泵房应设两台排水泵，平时应一台工作，必要时应两台同时工作；每台排水泵的排水能力应大于最大小时排水量的 1/2；

3 洞口雨水泵站宜设三台排水泵，最大水量时三台泵应同时工作，每台泵的排水能力应大于最大小时排水量的 1/3；

4 车站污水泵房应设两台污水泵，一用一备，每台排水泵的排水能力不应小于生活排水设计秒流量；

5 车站局部排水泵房应设两台排水泵，一用一备，每台排水泵的排水能力不应小于最大小时的污水量；

6 排水泵站（房）的排水泵应设计为自灌式；

7 排水泵为自动控制启动时，设备每小时启动次数不宜超过 6 次；

8 污水提升装置应采用节能、环保型设备，并应便于维修；

9 与区间联络通道合建的区间泵站应采用潜污泵。

14.3.6 排水泵站（房）的集水池有效容积的确定，应符合下列要求：

1 雨水泵站（房）的集水池有效容积不应小于最大一台水泵 5min~10min 的出水量；

2 厕所污水泵房的集水池有效容积不宜小于最大一台污水泵 5min 的出水量，并应符合本规范第 14.3.5 条第 7 款的要求；

3 其他各类排水泵（房）的集水池有效容积不应小于最大一台排水泵 15min~

20min 的出水量。

14.3.7 其他排水设施应符合下列规定：

- 1 屋面排水天沟及排水明沟的纵向坡度不宜小于 3‰。
- 2 沿地下车站站厅、设备用房边墙，每隔 30m~50m 宜设一个 DN50~DN100 的地漏，排水立管应接入线路排水沟。在地面进入站厅的人行通道和站厅层相接部分应设横截沟并在沟内设排水立管，排水立管应接入站台层线路排水沟。
- 3 当地下及高架车站站台设有站台门时，站台每隔 50m 宜设一个 DN50~DN100 的地漏，排水立管应接入线路排水沟。
- 4 地下车站各类用房的生活废水，应通过管道排入污水泵房的集水池。
- 5 地下车站厕所污水泵房的污水池应设透气管，透气管应接至排风井处。
- 6 硬聚氯乙烯排水管道穿越楼板及不同的防火分区时应设阻火圈。
- 7 车站污水泵房、局部排水泵房的压力排水管和地面城市排水管道连接时，可设一般检查井；车站排水泵房、区间排水泵站及洞口雨水泵站的压力排水管和地面城市排水管道连接时，应设压力检查井。
- 8 车站和区间主排水泵站（房）、污水泵房、洞口雨水泵站的集水池应设冲洗管、人孔和爬梯，集水池应设集水坑，坡向集水坑的坡度不宜小于 10%。
- 9 车站污水泵房污水池的人孔、检修孔应采用密闭井盖。
- 10 排水检查井应有磁浮交通标志。

14.3.8 局部污水处理设施应符合下列规定：

- 1 当城市有污水排水系统而无污水处理厂时，车站厕所的污水应进过化粪池处理达到标准后排入城市污水排水系统；
- 2 当城市有污水排水系统又有污水处理厂时，车站厕所的污水是否设化粪池，应和城市市政管理部门商定；
- 3 当城市无污水排水系统时，应根据国家现行有关污水综合排水标准的规定，对车站排出的粪便污水进行处理，并应达到标准后再排入城市雨水管网或车站附近的河流；
- 4 地面化粪池或生活污水处理设施宜为埋地式，并宜设在人行道或绿地内，与建筑物的距离不宜小于 5m；
- 5 地面化粪池的设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的有关规定；
- 6 生活污水处理设施前应设调节池，调节池的有效容积应经过计算确定，也可取 4h~6h 的生活污水量。

14.3.9 管材的选型应符合下列规定：

- 1 重力流排水管宜采用阻燃型硬聚氯乙烯排水管及管件,或柔性接口机制排水铸铁管及管件;
- 2 压力排水管宜采用热镀锌钢管或钢塑复合管;
- 3 虹吸压力流排水管宜采用承压塑料管或不锈钢管;
- 4 室外埋地排水管宜采用埋地塑料管。

15 供 电

15.1 一般规定

15.1.1 供电系统应包括外部电源、电源开闭所（或主变电所）、中压供电网络、牵引供电系统、动力照明供电系统、电力监控系统和综合接地系统。其中牵引供电系统包括牵引变电所与接触轨，动力照明供电系统包括降压变电所与动力照明配电系统。

15.1.2 电源由城市公共电网提供，应满足一级负荷供电要求；外部电源供电方案应根据技术经济综合比较来确定，若能与轨道交通线网中其它线路实现主变电所资源共享，可采用集中式供电；若无法实现主变电所资源共享，宜采用分散式供电。

15.1.3 供电系统应满足供电安全可靠、节能环保、经济适用的要求，其规模和容量应按远期高峰小时的用电负荷要求进行设计，可一次建成或分期建设。

15.1.4 中压环网电压等级应与推荐的外部电源方案相适应，集中式供电方案电压等级宜采用 35kV，分散式供电方案电压等级应与向其供电的城市电网相一致。

15.1.5 牵引负荷为一级负荷；动力照明负荷按用电负荷性质分为一级负荷、二级负荷和三级负荷。

15.1.6 一级负荷应由两回独立电源供电，当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏。一级负荷中特别重要的负荷，除由两个电源供电外，尚应增设应急电源，并严禁将其它负荷接入应急供电系统。

15.1.7 二级负荷宜采用双电源单回线路专线供电。

15.1.8 三级负荷可采用单电源单回线路供电，当只有一个电源工作时可切除三级负荷。

15.1.9 应急电源采用蓄电池。

15.1.10 供电系统中的各类变电所均应有两路独立电源，其中电源开闭所或主变电所应至少有一路电源为专线。每路电源的容量应满足变电所所负担的全部一、二级负荷的供电需求。在正常运行方式下，两路电源同时运行，互为备用。

15.1.11 供电系统的中压供电网络接线应简单、统一，采用双回路环网接线，并采用牵引、动力照明混合网络。

15.1.12 中压网络应按列车运行的远期通过能力设计，两回线路互为备用，即当任一回路故障时，由另一回路负担其一、二级负荷的供电，中压网络末端的电压偏差应满足《电能质量供电电压允许偏差》GB12325 的有关规定。

15.1.13 牵引负荷应根据线路资料、运营高峰小时的列车运行交路、行车密度、车辆编组和车辆性能等计算确定；牵引变电所的分布、数量应满足远期线路的系统能力，

安装容量应满足远期高峰小时运营的需求。

15.1.14 牵引网供电方式应满足以下要求：

- 1 正常情况下正线接触轨应采用由相邻两座牵引变电所构成的双边供电方式。
- 2 车辆基地或停车场内的接触轨应由车辆基地或停车场牵引变电所单独供电。
- 3 车辆基地或停车场与正线接触轨之间的供电支援应视供电系统运行要求而定。

15.1.15 牵引网电压的标称值采用直流 1500V，其波动范围为 1000V~1800V。

15.1.16 直流牵引供电系统及非线性用电设备所产生的谐波引起的电网电压正弦波形畸变率应予以控制，并应满足国家相关标准要求。

15.1.17 供电系统中应设置再生制动能量回馈或吸收装置，设计方案应通过技术经济综合比较后确定。

15.1.18 无功补偿应按整体平衡的原则进行设计，具体方案应根据供电系统实际情况经技术经济比较后确定。

15.1.19 在车辆基地应设置供电车间，以对供电设备进行管理与维护。

15.1.20 在地下使用的材料应选用无卤、低烟的阻燃或耐火的產品。

15.1.21 电气设备应具有无自爆、低损耗、低噪声等特点。在地下使用时还应满足体积小及防潮要求。

15.1.22 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。

15.1.23 低压配电电压应采用 220V/380V。

15.2 变电所

15.2.1 变电所可分为主变电所、电源开闭所、牵引变电所、降压变电所，同一车站（车辆段）牵引变电所与降压变电所同时设置时，合建成牵引降压混合变电所。

15.2.2 牵引变电所的数量、容量及其在线路上的分布应经计算分析比选后确定。车辆基地应设牵引变电所。

15.2.3 牵引变电所应设在车站内。当不具备条件时，牵引变电所可设在车站附近或区间。车站降压变电所应设在重负荷端，可分层布置；当技术经济条件合理时可设置跟随式的降压变电所。

15.2.4 车站内部变电所不应设在冷冻机房等场所的经常积水区的正下方，且不宜与厕所、泵房等场所相贴邻。

15.2.5 区间变电所选址应符合下列要求：

- 1 应便于电缆引入、引出。
- 2 应便于设备运输。

3 场坪标高应高于历史最高内涝水位。

4 宜靠近磁浮线路，并应与城市规划相协调。

15.2.6 采用集中供电时，主变压器的数量与容量应根据近、远期负荷计算确定，并宜分期实施。当一台主变压器退出运行时，其余主变压器应能负担供电范围内的一、二级负荷。

15.2.7 牵引变电所应设置两套牵引整流机组，当一套牵引整流机组退出运行，另一套整流机组具备运行条件时宜继续运行。

15.2.8 正常运行方式下，两相邻牵引变电所对其同一供电分区采用双边供电方式。

15.2.9 当正线中间的牵引变电所退出运行时，应由相邻的两座牵引变电所实现大双边供电。

15.2.10 牵引整流机组的负荷特性应符合表 15.2.10 的要求

表 15.2.10 牵引整流机组的负荷特性

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

15.2.11 变电所内设置两台配电变压器，配电变压器的容量选择应满足一台配电变压器退出运行时另一台配电变压器能负担供电范围内的远期一、二级负荷。

15.2.12 变电所的一次接线应可靠、简单、灵活。变电所的中压侧、低压侧应采用分段单母线接线，两套牵引整流机组应接在同一段中压母线上，直流牵引母线采用单母线接线。

15.2.13 直流牵引配电装置的馈线回路，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。

15.2.14 变电所布置应符合现行国家标准《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB50060 或《20kV 及以下变电所设计规范》GB50053 的有关规定。直流牵引配电装置应满足中压开关设备的布置要求，非封闭式干式变压器应设于独立房间。

15.2.15 变电所的设备布置应设置操作通道、检修维护通道、设备运输通道等，并满足运营巡视维护方便和电缆敷设路径顺畅的要求。当变电所内设备不能由室外道路直接到达时，应设置设备运输通道和吊装孔，预留吊装设施。

15.2.16 控制室各屏间及通道最小距离，宜符合表 15.2.16 的规定。

表 15.2.16 控制室各屏间及通道最小距离（mm）

屏正面-屏背面	屏背面-墙	屏边-墙	屏正面-墙
1500	800	800	1500（3000）

注：括号内数值适用于有人值守情况。

- 15.2.17** 变电所的交流、直流电源屏的电源，应接自变电所的两台配电变压器的馈线侧。
- 15.2.18** 变电所直流操作电源采用成套装置，正常运行时蓄电池处于浮充状态，蓄电池容量应满足交流停电情况下连续供电 2h 的要求。
- 15.2.19** 变电所的中压继电保护设置应符合国家现行标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062 的有关规定。
- 15.2.20** 对牵引整流机组的下列故障及异常运行，应设相应的保护装置：
- 1 内部短路；
 - 2 元件故障；
 - 3 元件温升超过限定值；
 - 4 外部短路。
- 15.2.21** 对直流牵引馈线的短路故障及异常运行，应设置下列基本保护：
- 1 大电流短路断路器直接跳闸；
 - 2 过电流保护；
 - 3 电流变化率及其增量保护；
 - 4 双边联跳保护；
 - 5 直流接地漏电保护。
- 15.2.22** 变电所各级母线联络开关应设母联备自投装置。
- 15.2.23** 直流牵引供电设备应设置框架电流保护。
- 15.2.24** 直流牵引馈线开关应具有在线检测的自动重合闸功能。
- 15.2.25** 地上牵引变电所及与地上相邻的地下牵引变电所，每路直流馈线及负母线应设置雷电过电压吸收装置。
- 15.2.26** 地上变电所配电变压器高、低压侧应设置过电压吸收装置。
- 15.2.27** 过电压保护应符合现行行业标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 的有关规定。
- 15.2.28** 变电所设计应满足电力监控系统的要求。
- 15.2.29** 变电所综合自动化装置应具备下列基本功能：
- 1 保护、控制、信号、测量；
 - 2 电源自动转接；
 - 3 必要的安全联锁；
 - 4 程序操作；
 - 5 装置故障自检；
 - 6 开放的通信协议及接口。

15.3 牵引网

15.3.1 一般规定：

1 牵引网应由正极接触轨和负极接触轨组成，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相连；

2 牵引网应满足中低速磁浮交通车辆运行、线路、桥梁和车辆限界等技术条件的要求；

3 正负极接触轨的规格型号应保持一致。接触轨应采用侧部授流方式，轨形应满足车辆运行条件；

4 接触轨的材料及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要求。

5 在车站线路、车辆基地、故障停留线等有人员上下车区段的负极轨侧，应设置安全接地板。接地板应采取温度补偿措施。接地板应可靠接地，接地电阻不应大于 4Ω 。

15.3.2 接触轨安装应符合下列要求：

1 正负极接触轨应绝缘安装在轨道梁两侧。

2 接触轨的安装位置及安装误差应满足车辆设备限界的要求。

3 接触轨的支持部件应满足机械强度和绝缘耐压的要求，支持部件的结构宜可为多向调整结构。

4 接触轨应能在温度变化情况下自由伸缩。

15.3.3 接触轨的平面布置应符合下列要求：

1 接触轨的平面布置应以适应受流器的平顺通过和均匀磨耗为原则，与 F 型导轨保持固定的空间位置关系，其数值应根据接触轨安装形式及车辆技术条件确定。接触轨支点的跨距应根据接触轨参数，如惯性矩弹性模量、压力等计算确定。

2 接触轨的锚段长度应根据环境温度、最大载流温升、材料线胀系数、膨胀接头补偿量等因素确定。

锚段长度计算方法： $L = \text{膨胀接头补偿量} / [(40^\circ\text{C} + \text{最大载流温升} - \text{最低环境温度}) * \text{材料线胀系数}]$ 。

3 道岔处的接触轨应独立设置，正线和道岔接触轨通过机械分段实现过渡衔接。

4 每个锚段中部应设置中心锚结。

5 锚段间采用膨胀接头，接触轨末端宜设置端部弯头。

15.3.4 接触轨的电分段应在下列各处：

1 有牵引变电所的车站范围内，宜在进站侧。

2 正线与车辆基地之间。

- 3 正线上下行渡线之间。
 - 4 车辆维修基地内不同功能线路衔接处。
- 15.3.5** 接触轨电分段形式可采用分段绝缘器或断轨方式。
- 15.3.6** 牵引变电所直流快速断路器至正线接触轨之间应设置双极电动隔离开关柜。
- 15.3.7** 当终端车站后面的正线区段作折返线时，其接触轨宜单独分段，并通过双极电动隔离开关柜与正线连接。
- 15.3.8** 在折返线处接触轨供电应有主、备两路电源，并应分别接自上、下行的正线接触轨，并通过双极电动隔离开关柜连接。隔离开关柜之间设置闭锁，不应同时合闸。
- 15.3.9** 接触轨带电部分和轨道梁之间（含车体和结构体）的最小净距为 150mm，接触轨支撑点处最小净距为 100mm。
- 15.3.10** 在地面及高架区段每隔 500m 处、地面及高架区段馈线上网处、隧道口正负极接触轨上均应设置避雷器，避雷器的工频接地电阻不应大于 10Ω。
- 15.3.11** 接触轨受流面的硬度应大于低速磁浮列车受流器与接触轨接触部分的材料硬度。

15.4 电 缆

- 15.4.1** 系统采用的电力电缆应符合下列规定。
- 1 地下线路应采用无卤、低烟的阻燃电线和电缆。
 - 2 地上线路可采用低卤、低烟的阻燃电线和电缆。
- 15.4.2** 火灾时需要保证供电的配电线路应采用耐火铜芯电缆或矿物绝缘耐火铜芯电缆。
- 15.4.3** 供电系统中压网络采用 10kV 电压等级时，宜采用三芯电缆。
- 15.4.4** 供电系统电缆在车站、区间敷设时应满足限界要求。
- 15.4.5** 车站或区间的的接地干线应与每个金属支架、吊架、桥架进行可靠电气连接，其两端应与车站、变电所的接地网连接。
- 15.4.6** 电缆敷设应便于检修维护。电缆在区间及车站内敷设时，各相关尺寸及距离应符合表 15.4.6 的规定。电缆在车辆段及控制中心建筑物内敷设时，应符合国家现行标准《电力工程电缆设计规范》GB50217 和《民用建筑电气设计规范》JGJ16 的有关规定。

表 15.4.6

电缆敷设的各相关尺寸及距离 (mm)

名称		电缆通道		电缆沟	
		水平	垂直	水平	垂直
两侧设支架的通道净宽		≥1000	—	≥300	—
一侧设支架的通道净宽		≥900	—	≥300	—
电缆支架层间 距离	电力电缆	—	≥150 (200)	—	≥200 (250)
	控制电缆	—	≥100	—	120
电缆支架之间的 距离	电力电缆	1000	1500	1000	—
	控制电缆	800	1000	800	—
车站站台板下电缆通 道净高	人通行部分	—	≥1900	—	—
	电缆敷设部分	—	≥1300	—	—
变电所所内电缆通道净高		—	≥1900	—	—
电力电缆之间的净距		≥35	—	≥35	—

注：1 表中括号内数字为 35kV 电缆标准。
2 电力电缆与控制电缆混敷时，电缆支架之间的距离宜采用控制电缆标准。
3 当确有困难时，车站站台板下电缆通道人通行部分的净高可适当降低，但不得低于 1300mm。

15.4.7 交流单芯电力电缆的刚性固定，宜采用铝合金等不构成磁性闭合回路的夹具；其他固定方式，可采用尼龙扎带或绳索。

15.4.8 电缆敷设应符合下列规定：

1 同一回路的单芯中压电力电缆宜采用品字形布置，直流电力电缆宜采用一字形布置，控制、信号等弱电电缆可采取紧靠或多层叠置方式。

2 电缆位于同侧多层支架敷设时，排列顺序应全线统一；宜按电压等级由高至低的电力电缆、强电至弱电控制电缆“由上而下”的顺序排列。当条件受限时，也可按“自下而上”的顺序排列。

3 对同侧的多层支架敷设，当支架层数受空间大小限制时，1kV 以及下的电力电缆可与控制电缆敷设于同一层支架上。

4 同一重要回路的工作与备用电缆，应配置在不同层的支架上。

15.4.9 中压交流电力电缆金属层的接地方式及其要求应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB50217 的规定。

15.4.10 中压交流电力电缆金属护层的有效截面，应满足在可能的电缆故障时短路电流的要求。

15.4.11 电力电缆与控制电缆沿线路敷设时，应敷设在电缆支架上或电缆沟槽内。

15.4.12 电缆在地上线路采用电缆支架敷设时，宜采取罩、盖等遮阳措施。

15.4.13 电缆在房间内敷设时，宜沿电缆桥架敷设。

15.4.14 在车站等建筑物设施内，垂直走向的电缆数量较多时应采用电缆竖井。

15.4.15 中压电缆的中间接头不应设在车站范围内。

15.4.16 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，固定的间距应考虑满足短路电动力的要求。

15.4.17 电缆构筑物中电缆引至电气柜、盘或控制屏的开孔部位，电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处，均应实施阻燃封堵。

15.4.18 电缆构筑物及管槽的排水，应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB50217的有关规定。

15.5 动力与照明

15.5.1 动力与照明系统采用 220/380V 三相四线制系统。

15.5.2 动力与照明用电设备的负荷分级应符合下列规定：

1 一级负荷：变电所操作电源、应急照明、通信系统设备、信号系统设备、自动售检票系统设备、火灾自动报警系统及自动灭火系统设备、电力监控系统设备、环境与设备监控系统设备、门禁系统设备、站台门、消防系统设备、排烟系统用风机和电动阀门、消防电梯、排雨泵、用于疏散的自动扶梯等。其中变电所操作电源、应急照明、火灾自动报警系统设备、通信系统设备、信号系统设备为一级负荷中特别重要负荷。

2 二级负荷：地上站厅站台等公共区照明、乘客信息系统、附属房间照明、普通风机、排污泵、电梯、非消防疏散用自动扶梯等；

3 三级负荷：空调制冷及水系统设备、广告照明、清洁设备、电热设备、维修设备、附属房间插座等；

4 车辆基地、控制中心大楼内建筑电气设备的负荷等级，应符合行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ16的有关规定。

15.5.3 动力与照明负荷供电方式应符合下列规定：

1 一级负荷由两路独立电源供电，两路电源在设备端进行切换。对于特别重要负荷另外设置蓄电池作为第三电源，容量应满足防灾和设备故障处理的要求；

2 二级负荷由两路电源供电，两路电源在变电所 0.4kV 母线处进行切换；

3 三级负荷可由一路电源供电。

15.5.4 动力与照明配电应符合下列规定：

1 消防及其他防灾用电设备采用专用的供电回路，消防及其他防灾配电设备应具有明显标识；

- 2 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；
- 3 各级配电开关设备预留一定的备用回路；
- 4 动力与照明配电设备集中布置，车站设动力照明配电室，车辆基地的单体建筑内用设备容量较大且在该建筑物内没有降压变电所时，应设置配电室；
- 5 负荷性质重要或者用电负荷容量较大的集中设备采用放射式配电；
- 6 中小容量动力设备采用树干式配电，用电点集中且容量较小的次要用电设备可采用链式配电，链接的设备不超过 5 台，其总容量不超过 10kW；
- 7 电缆通道设置照明，其电压宜为交流 24V；
- 8 动力设备及照明的控制可采用就地控制和远方控制；
- 9 插座回路应具有漏电保护功能；
- 10 岔道区设置维修用移动电器的电源设施；车站站厅和站台设置清扫用移动电器的安全型电源插座；
- 11 当车站内设电炉、电热、分散式空调的电源时，采用单独回路供电。

15.5.5 动力照明用电设备的无功补偿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。根据供电系统无功功率的分布特点，设置于变电所内的无功补偿装置可以考虑位置预留，待需要时投入设备。

15.5.6 正常运行情况下，用电设备端子处电压偏差允许值（以额定电压的百分数表示）符合下列要求：

- 1 电动机：±5%；
- 2 照明：一般±5%。

15.5.7 车站照明种类可分为正常照明、应急照明、值班照明、广告照明。照明配电箱集中设置，车站站厅、站台公共区照明分组控制。

15.5.8 车站应急照明包括备用照明和疏散照明，其设置符合下列规定：

- 1 当正常照明失电后，对需要确保正常工作或活动继续进行的场所应设置备用照明；
- 2 火灾情况下正常照明断电时，对需要确保人员安全疏散的场所应设置疏散照明。

15.5.9 车站的站厅、站台照明光源宜采用节能型荧光灯或 LED 灯。

15.5.10 当正常交流电源全部退出，地面车站和车辆基地建筑物的应急照明供电时间符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定。

15.5.11 照明照度标准应符合现行国家标准《城市轨道交通照明》(GB/T16275)和《建筑照明设计标准》GB50034 的有关规定。

15.5.12 地面车站、车辆基地的建筑物及其他户外设施的防雷设计应符合现行国家标

准《建筑物防雷设计规范》GB50057 和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343 的有关规定。

15.5.13 车辆基地的场区和高架区间应采取防雷措施。

15.5.14 当电气装置采用接地故障保护时，车站，区间、控制中心、车辆基地内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。

15.5.15 动力与照明的其它设计符合国家现行标准《低压配电设计规范》GB50054、《通用用电设备配电设计规范》GB50055 和行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ16 的有关规定。

15.6 电力监控系统

15.6.1 供电系统应设置电力监控系统。其系统构成、监控对象、功能要求，应根据供电系统的特点、运营要求、通道条件确定。

15.6.2 电力监控系统的一般规定：

1 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）及联系主站、子站的专用数据传输通道和复示系统。

2 电力监控系统应满足实时性、可靠性、可维护性和可扩展性的要求。

15.6.3 电力监控系统的设备选型、系统容量和功能配置，应满足系统稳定与发展的需要。

15.6.4 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。

15.6.5 电力监控系统的传输通道设计，应包括通道的结构形式、主/备通道的配置方式、远动信息传输通道的接口形式和通道的性能要求等。

15.6.6 电力监控系统的功能应满足变电所无人值班的运行要求。

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 电力监控系统功能应包括遥控、遥信、遥测、遥调，并应具备数据传输及处理、报警处理及统计报表、用户画面、自检、维护和扩展、信息查询、安全管理、系统组态、在线检测、时钟同步、培训等功能。

15.6.9 遥控对象应包括下列基本内容：

7 变电所中压及以上电压等级的断路器、电动负荷开关及系统用电动隔离开关；

8 牵引供电系统直流快速断路器、电动隔离开关；

9 低压配电系统需要远方控制的断路器；

10 跳闸等动作的远动复归、保护及自动装置的投/退。

15.6.10 遥信对象应包括下列基本内容：

1 遥控对象的位置信号；

- 2 故障报警及断路器跳闸信号；
- 3 变电所中压进线电源带电显示信号；
- 4 所用交、直流设备的电源故障信号；
- 5 断路器手车信号；
- 6 控制转换开关位置信号。

15.6.11 遥测对象应包括下列基本内容：

- 1 电源进线电压、电流、有功电度、无功电度；
- 2 变电所中压母线电压；
- 3 变电所中压环网进、出线电流；
- 4 牵引直流母线电压；
- 5 变电所交流馈线电流、有功电度、无功电度、有功功率；
- 6 所用直流操作电源的母线电压；
- 7 各种保护动作的幅值；
- 8 直流进线电流、负极回流电流、馈线电流；
- 9 400V 进线电流、功率因数；
- 10 再生制动能量回馈装置吸收电流、牵引网网压。

15.6.12 遥调对象应包括下列基本内容：

- 1 有载调压变压器的调压开关；
- 2 中压和直流牵引继电保护整定值组。

15.6.13 电力监控系统应具备下列基本功能：

- 1 遥控可分为选点式、选站式、选线式控制；
- 2 对供电系统的设备运行状态的实时监视和故障报警；
- 3 对供电系统中主要运行参数的遥测；
- 4 采用中文的屏幕画面显示、模拟盘显示或其他方式显示；
- 5 对供电系统故障记录等的日报、月报制表打印；
- 6 系统自检及自动维护功能；
- 7 主/备通道的切换功能。

15.6.14 主站设备应按双冗余系统的原则进行配置，主站硬件应包括（但不限于）下列主要设备：

- 1 计算机设备（主机含磁盘阵列）与计算机网络；
- 2 人机接口设备；
- 3 打印记录设备和屏幕拷贝设备；
- 4 通信处理设备；

- 5 不停电电源设备（UPS）；
- 6 调试终端设备及打印设备。

15.6.15 子站设备应具备下列基本功能：

- 1 远动控制输出；
- 2 包括数字量、模拟量、脉冲量等现场数据采集量；
- 3 远动数据传输；
- 4 可脱离主站独立运行。

15.6.16 子站设备的通信规约应对用户完全开放。

15.6.17 远动数据通道宜采用通信系统的数据通道。

15.6.18 电力监控系统的主要技术指标应符合下列规定：

- 1 遥控命令传送时间不应大于 3s；
- 2 遥信变位传送时间不应大于 3s；
- 3 遥控正确率不应低于 99.9%；
- 4 遥信正确率不应低于 99.9%；
- 5 遥信分辨率（子站）不应大于 10ms；
- 6 遥测综合误差不应大于 1.5%；
- 7 站间 SOE 分辨率不应大于 15ms；
- 8 双机自动切换时间不应大于 30s；
- 9 画面调用响应时间不应大于 3s；
- 10 服务器负荷率不大于 50%；
- 11 网络负荷率不大于 30%；
- 12 数据传输通道通信传输速率不应低于 100Mbps；
- 13 设备平均无故障工作时间不应低于 20000h；
- 14 设备平均修复时间不应多于 1h。
- 15 可用率不小于 99.98%。

15.7 接 地

15.7.1 接地装置包含车站综合接地装置以及单体变电所接地装置，每座车站设置一套综合接地装置，每个单体变电所设置一套接地装置。

15.7.2 供电系统中电气装置与设施的外露可导电部分，除有特殊规定外均应接地。

15.7.3 当供电系统与其他系统共用接地装置时，其接地电阻不应大于接入设备中的要求的最小值。

15.7.4 接地装置应能降低接触电位差和跨步电位差，并应符合现行国家标准《交流

电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的有关规定。

15.7.5 接地装置应利用车站结构钢筋或变电所结构基础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网。自然接地装置与人工接地网间应采用不少于两根导体在不同地点相连接。自然接地极与人工接地网的接地电阻值应能分别测量。

15.7.6 接地装置至变电所的接地线的截面，不应小于系统中保护地线截面的最大值。

15.7.7 配电变压器低压侧中性点应直接接地。

15.7.8 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必须绝缘安装。

15.7.9 接触轨不设置独立的接地线。

15.7.10 F 轨应考虑防雷接地，防雷接地的接地引下线在接地体上的接地点与其他接地的接地点之间的间距宜大于 15 米，且不宜与综合接地装置连接。

16 通 信

16.1 一般规定

16.1.1 中低速磁浮通信系统应适应中低速磁浮运输效率、保证行车安全、提高现代化管理水平和传递语音、数据和图像等各类信息的需要，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 中低速磁浮通信系统不仅应满足新建线路运营和管理的要求，还应考虑与已建线路通信系统实现必要的互联互通，并应为后期其他线路的接入预留条件；确定中低速磁浮通信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。

16.1.3 中低速磁浮通信系统宜由专用通信系统、公安通信系统、民用通信引入系统组成。

16.1.4 中低速磁浮专用通信系统宜由传输系统、无线通信系统、公务电话系统、专用电话系统、视频监视系统、广播系统、时钟系统、办公自动化系统、电源系统及接地、集中告警系统等子系统组成，各系统的建设应结合通信技术发展和运营需要。

16.1.5 专用通信系统应满足正常运营方式和灾害运营方式的通信需求。在正常运营方式时，应为运营管理提供信息；在灾害运营方式时，应为防灾、救援和事故处理的指挥提供保证。

16.1.6 公安通信系统应满足公安部门在磁浮范围内的通信需求，并应在突发事件发生时，为公安部门在磁浮范围内的应急调度指挥提供保证。

16.1.7 民用通信引入系统应满足磁浮工程范围内的公众通信服务，将电信运营商的移动通信系统延伸至磁浮工程的地下空间里。

16.1.8 通信系统设备应符合电磁兼容性的要求，并应具有抗电气干扰性能。

16.1.9 通信系统各子系统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。

16.1.10 中低速磁浮区间和车站轨行区内托板托架、线缆和设备的设置严禁侵入设备限界；车载台无线天线的设置严禁超出车辆限界。

16.1.11 通信系统工程设计选用的电气装置、电子设备应满足国家现行有关过电压、过电流指标及端口抗扰度试验标准的规定。通信系统设备应采取防雷措施。

16.2 传输系统

16.2.1 传输系统应建立以光纤通信为主的传输系统网络，并应满足中低速磁浮通信各子系统和信号、综合监控（或电力监控、环境与设备监控）、防灾和自动售检票等系

统信息传输的要求。

16.2.2 传输系统宜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 为保证各种行车安全信息及控制信息的可靠传送，传输系统宜根据需要尽可能利用不同径路的两条光缆构成自愈保护环。

16.2.4 干线光缆容量应满足中低速磁浮通信、信号等系统对光纤容量的需求，并结合远期发展预留余量；光缆网的建设宜根据线网规划和建设要求，统筹光缆数量、容量和光缆径路。

16.2.5 通信电缆、光缆在区间隧道内宜采用沿隧道壁架设方式，进入车站宜采用隐蔽敷设方式；高架区段电缆、光缆宜敷设在高架区间通信槽道内或托板托架上；地面电缆、光缆宜采用管道或槽道敷设方式；通信电缆、光缆应与强电电缆分开敷设；光缆宜采用非金属加强芯。

16.2.6 地下线路的通信主干光缆和电缆应采用无卤、低烟的阻燃材料，并应具有抗电气化干扰的防护层。

16.2.7 地上车站站内宜采用无卤、低烟的阻燃线缆；地上区间的通信主干光缆和电缆还应具有抗阳光辐射和防雨淋能力。

16.2.8 在中低速磁浮沿线敷设的光缆、电缆等管线结构，应选择符合杂散电流腐蚀防护及抗电气化干扰的材质、结构设计和施工方法。

16.2.9 干线光缆的光纤应采用单模光纤。

16.3 无线通信系统

16.3.1 中低速磁浮应设置无线通信系统，无线通信系统为控制中心调度员、车辆基地调度员、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。

16.3.2 中低速磁浮无线通信系统采用的制式应符合国家有关技术标准，所采用的工作频段及频点应由当地无线电管理部门批准。中低速磁浮无线通信系统宜采用数字集群移动通信系统。

16.3.3 中低速磁浮无线通信系统应采用有线、无线相结合的传输方式。中心无线设备通过数字传输系统或光纤与车站、车辆基地的无线基站连接，各基站通过天线空间波传播或经漏缆的辐射构成与车载台、移动台的通信。

16.3.4 中低速磁浮无线通信系统可根据运营需要设置行车调度、防灾环控调度、综合维修、车辆基地调度等系统。

16.3.5 系统覆盖地点应包括控制中心、车站、区间线路、联络线和车辆基地等。区间线路宜采用漏缆完成无线信号的覆盖。

16.3.6 中低速磁浮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，并应具有存储功能、录音及回放功能、监测监听功能等。

16.3.7 无线通信系统空间波覆盖的时间地点概率不应小于 90%，漏泄同轴电缆辐射电波的时间地点概率不应小于 95%。

16.3.8 无线通信系统车载台应防撞击、耐震动，并应在司机室进行合理布置。

16.4 公务电话系统

16.4.1 中低速磁浮公务电话系统用于中低速磁浮各部门间进行公务通话及业务联系。公务电话系统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。

16.4.2 中低速磁浮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。中继线的数量，应根据话务量大小和国家的有关规定确定。

16.4.3 公务电话交换设备应具备综合业务数字网络功能，并宜预留数据信息业务功能等。

16.4.4 公务电话交换网宜设置计费管理系统。

16.4.5 公务电话交换设备的容量应根据机构设置、新增定员、通信业务等因素确定，并应为发展预留余量。

16.4.6 中低速磁浮公务电话交换机至所管辖范围内的地区用户线传输衰耗不宜大于 7dB。

16.4.7 中低速磁浮公务电话应采用统一用户编号，在交换网中宜采用。

“0”或“9”为呼叫市内电话的号码；

“1”为特种业务，新业务首位号码；

“2~8”为中低速磁浮用户的首位号码。

16.5 专用电话系统

16.5.1 专用电话系统是为控制中心调度员、车站、车辆基地值班员组织指挥行车、运营管理及确保行车安全而设置的电话系统设备。

16.5.2 专用电话系统应包括调度电话、站间行车电话、车站以及车辆基地专用直通电话。

16.5.3 调度电话系统是供控制中心调度员与各车站（车辆基地）值班员，以及与办理行车业务直接有关的工作人员进行调度通信，主要应包括行车、电力、防灾环控、

维修等调度电话组。

16.5.4 控制中心调度台宜设置在控制中心调度大厅内。行车调度电话分机应设置在车站行车值班员、车辆基地信号楼行车值班员等处所。

16.5.5 电力调度电话分机应设置电力值班人员所在的处所。

16.5.6 防灾环控调度电话分机应设置在防灾环控值班人员所在的处所。

16.5.7 中低速磁浮调度电话应能满足如下要求：

- 1 调度电话终端可选呼、组呼和全呼分机，任何情况下均不应发生阻塞；
- 2 调度电话分机对调度值班台应可实现一般呼叫和紧急呼叫；
- 3 控制中心调度电话终端之间应有台间联络等功能；
- 4 应具有召集固定成员电话会议和实时召集不同成员的临时会议的能力。

16.5.8 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车站值班员所在的处所。

16.5.9 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。站区管辖内的道岔处可设置与车站值班员间的直通电话。车辆基地专用直通电话可根据作业性质设置行车指挥电话、乘务运转电话、段内调度指挥电话、车辆检修电话等。

16.5.10 公务电话系统和专用电话系统可采用合设方式，但应保证调度专用功能。

16.6 视频监视系统

16.6.1 中低速磁浮视频监视系统应为控制中心调度员、车站值班员、列车司机等提供有关列车运行、防灾、救灾及乘客疏导等方面的视觉信息。

16.6.2 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、录制及视频信号传输等设备组成；视频监视系统宜采用高清制式。

16.6.3 视频监视系统可按运营需求分为中心级和车站级两级监视，并应符合下列规定：

1 中心级监视应在控制中心行车调度员、电力调度员、防灾环控调度员等处所设置控制、监视装置。各调度员应能任意地选择全线摄像机的图像，并应能切换至相应的监视终端上；

2 车站级监视应在车站行车值班员、防灾环控值班员等处所设置控制、监视设备。车站值班员应能任意地选择本车站中任一组或任一个摄像机的图像，并应切换至相应的监视终端。

16.6.4 中低速磁浮视频监视系统应在车站售检票大厅、乘客集散厅、上下行站台、自动扶梯等公共场所设置监视摄像机；在变电设备用房及票务室、售票处等场所也宜

设置。

16.6.5 中低速磁浮区间道岔区、区间机房室内外、隧道口、低路基地段、区间重点治安防范区段以及桥梁疏散通道宜设置监视摄像机；重点监视目标和重点治安防范区域等处，应具有图像内容分析功能。

16.6.6 中低速磁浮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。室外摄像机应设全天候防护罩，并应适应最低 0.2lx 的照度；室内摄像机应适应最低 1lx 的照度或应急照度要求。

16.6.7 中低速磁浮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。

16.6.8 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 广播系统

16.7.1 中低速磁浮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。

16.7.2 广播系统应由正线运营广播系统、车辆基地广播系统组成。

16.7.3 正线运营广播系统在控制中心和车站均应设置行车和防灾广播控制台，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选路广播。

16.7.4 正线运营广播系统行车和防灾广播的区域应统一设置。防灾广播应优先于行车广播。

16.7.5 正线运营广播系统在车站站台宜设置供客运服务人员随时加入本站广播系统作定向广播的装置或宜具有无线广播功能。列车进站时车站可自动广播乘客导乘信息。

16.7.6 正线运营广播系统分区宜按站台层、站厅层、出入口通道、与行车直接有关的办公区域、区间等划分，广播区各点的声场均匀度及混响指标应保证广播声音清晰、稳定。

16.7.7 车辆基地广播系统供车辆基地调度指挥人员向与行车直接有关的车辆基地内生产人员发布作业命令及有关安全信息等。

16.7.8 广播系统功放设备总容量应按所有广播负荷区额定功率总和及线路的衰耗确定。功率放大器应按照 N+1 的方式进行热备用，系统应有功放自动检测倒换功能。

16.7.9 列车广播设备应与车辆配套设置。列车广播设备应兼有自动和人工两种播音方式，同时可接受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。

16.8 时钟系统

16.8.1 中低速磁浮时钟系统磁浮运营提供统一的标准时间信息，为其他各系统提供统一的时间信号。时钟系统由中心母钟（简称一级母钟）、车站和车辆基地母钟（简称二级母钟）、时间显示单元（简称子钟）组成。

16.8.2 控制中心宜设置一级母钟设置，车站和车辆基地设置二级母钟，中心调度室、车站综合控制室、牵引变电所值班室、站厅、站台层及其他与行车直接有关的办公室等处所应设置子钟。

16.8.3 一级母钟应能接收外部全球卫星定位系统基准信号和同步系统提供的标准时间信号；一级母钟定时向二级母钟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。

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

16.8.5 一级母钟、二级母钟应配置数字式及指针式多路输出接口，一级母钟应配置数据接口。

16.9 乘客信息系统

16.9.1 乘客信息系统宜具有乘客被动式多媒体导乘信息获取和主动式多媒体咨询、查询的服务功能。

16.9.2 乘客信息系统宜分为控制中心子系统、车站子系统、车载子系统、网络子系统。乘客信息系统控制功能宜分为信息源、中心播出控制层、车站/车载播出控制层和车站/车载播出设备等层次。

16.9.3 中心子系统宜配备中心服务器、视频流服务器、资讯服务器、操作员工作站、网管工作站、播出控制工作站、音视频切换矩阵、视频编码器/解码器、播出版式预览装置等设备。

16.9.4 车站子系统宜配备数据服务器、操作员工作站及各类终端显示等设备。

16.9.5 车载子系统宜配备车载控制器、车载无线客户端、图像存储设备、网络设备和客室终端显示屏等设备。

16.9.6 乘客信息系统的传输网络宜利用通信传输网络；无线网络应满足列车高速运行时的无缝切换。

16.10 办公自动化系统

16.10.1 办公自动化系统应为磁浮运营和管理提供电子办公、信息发布、日常运作和管理、资源管理、人员交流的信息平台。

16.10.2 办公自动化软件平台建设宜根据运营单位的需求，统一规划和实施。

16.10.3 办公自动化系统可在控制中心、车站、车辆基地设置数据网络设备，在中低速磁浮运营相关办公场所应设置用户终端设备。

16.10.4 办公自动化系统宜利用传输系统作为主干传输网络，用户终端设备可通过综合布线系统接入网络设备。

16.10.5 办公自动化系统应设置完善的网络安全措施。

16.11 电源系统及接地

16.11.1 电源系统应保证对通信设备不间断、无瞬变地供电。通信电源设备应满足通信设备对电源的要求。

16.11.2 通信电源系统可按独立的电源设备设置，也可纳入综合电源系统。通信电源设备应具有集中监控管理功能。

16.11.3 中低速磁浮通信设备应按一级负荷供电。

16.11.4 直流供电的通信设备，宜采用高频开关电源方式集中供电。直流电源基础电压应为-48V，其他种类的直流电源电压可通过直流变换器供电。

16.11.5 交流供电的通信设备，宜采用交流不间断电源方式集中供电。

16.11.6 电源设备容量满足期限应符合下列要求：

- 1 直流、交流配电设备的容量应按远期负荷配置；
- 2 高频开关电源、交流不间断电源设备的容量应按近期配置；
- 3 蓄电池组的容量应按近期负荷配置，并应保证连续供电不少于 2h。

16.11.7 通信设备的接地系统设计，应满足人身安全要求和通信设备安全的正常工作。

16.11.8 中低速磁浮控制中心、车站、车辆基地宜采用综合接地方式，综合接地体电阻值不应大于 1 欧姆。

16.12 集中告警系统

16.12.1 专用通信系统宜设置集中告警系统。

16.12.2 集中告警系统设备宜设置于控制中心或维护中心，并可实现故障监测、安全管理等功能。

16.12.3 集中告警系统与通信各子系统的网络管理系统间应采用标准、通用的硬件接口和通信协议。

16.12.4 集中告警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故障信息，并应进行记录和告警。

16.13 公安通信系统

16.13.1 中低速磁浮公安通信系统应结合磁浮轨道公安分局、派出所的设置统一考虑资源共享，有条件时宜与专用通信系统共用设备，资源共享节约投资。

16.13.2 中低速磁浮公安通信系统宜由公安视频监视系统、公安无线通信引入系统、公安数据网络、公安电源系统等组成。

16.13.3 公安视频监视系统应满足公安部门对车站范围监视的需要，可在磁浮公安分局、派出所及车站公安值班室进行监视。当有条件时，公安视频监视系统可与专用通信视频监视系统宜合设。

16.13.4 公安无线引入系统无线信号应覆盖中低速磁浮范围内地下车站及隧道空间。

16.13.5 公安无线引入系统应实现与城市既有公安无线通信系统的兼容及互联互通。

16.13.6 公安数据网络应能满足公安分局、派出所及车站公安值班室间的数据传输需求，并可接入城市公安数据网络。

16.13.7 公安电源系统应满足公安视频监视系统、公安无线通信引入系统、公安数据网络等设备的供电需求。

16.14 民用通信引入系统

16.14.1 民用通信引入系统宜由运营商自行建设，磁浮工程为其提供房屋及设备电源。房屋面积、电源容量应考虑运营商的要求并结合远期预留。

16.14.2 中低速磁浮工程应考虑民用通信管线通道的预留。

16.15 通信用房

16.15.1 中低速磁浮通信设备用房，应根据设备合理布置的原则确定机房及生产辅助用房的面积。

16.15.2 中低速磁浮通信设备用房的面积应按远期容量确定，并应根据需要提供公安通信系统、民用通信引入系统设备设置的用房。

16.15.3 中低速磁浮内通信机房的位置安排，除应做到经济合理、运转安全外，尚应考虑引入方便、配线最短、楼层的承载能力和便于维修等方面的因素。

16.15.4 通信机房宜靠近车控室，不应与电力变电所相邻。

16.15.5 应根据通信设备及布线的要求合理预留沟、槽、管、孔。

16.15.6 通信系统机房的设计应满足国家现行《地铁设计规范》GB50157 及《电子信息系统机房设计规范》GB50174 的相关要求

17 信号

17.1 一般规定

- 17.1.1** 信号系统应满足中低速磁浮行车组织和运营管理的需要，保证列车运行安全，提高行车效率，改善运营人员的工作条件。
- 17.1.2** 双线区段正方向按系统闭塞制式追踪运行，反向可按移动闭塞、进路闭塞或者站间闭塞运行。单线区段应按双方向运行设计。信号系统应为双方向运行提供安全防护功能。
- 17.1.3** 中低速磁浮信号系统应由行车指挥和列车运行控制设备组成，并应设监测和报警设备。
- 17.1.4** 信号系统应具有高可靠性、高可用性和高安全性。
- 17.1.5** 凡涉及行车安全的系统、设备及电路必须符合故障导向安全原则，采用的安全系统、设备应经过安全认证。
- 17.1.6** 信号系统应能适应中低速磁浮电磁兼容环境。
- 17.1.7** 信号系统应满足现代化维护管理的需求，信号设备应便于维护、测试与更换。
- 17.1.8** 信号系统的车载设备严禁超出车辆限界；地面设备严禁侵入设备限界。
- 17.1.9** 计算机、电子类控制设备原则上应尽可能在室内集中设置。
- 17.1.10** 设于高架或者低置线路的信号设备应与城市景观相协调。

17.2 系统要求

- 17.2.1** 信号系统应包括 ATC 系统及车辆基地信号系统。
- 17.2.2** ATC 系统应包括下列子系统：
- 1 列车自动监控（ATS）子系统；
 - 2 列车自动防护（ATP）子系统；
 - 3 列车自动运行（ATO）子系统；
 - 4 计算机联锁（CI）子系统；
 - 5 信号集中子系统。
- 17.2.3** 信号集中监测子系统、ATO 子系统可根据工程情况和运营需求选择配置。
- 17.2.4** 车辆基地信号系统包括下列子系统：
- 1 计算机联锁子系统；
 - 2 列车自动监控（ATS）子系统；
 - 3 列车自动防护（ATP）子系统；

- 4 信号集中监测子系统；
- 5 试车线子系统；
- 6 信号培训子系统。

17.2.5 ATC 系统控制模式应包括控制中心自动控制、控制中心人工控制、车站自动控制及车站人工控制。各种控制的优先级顺序为：车站人工控制优先于控制中心人工控制，控制中心人工控制优先于控制中心自动控制或车站自动控制。

17.2.6 列车驾驶模式应符合下列规定：

1 列车驾驶模式可包括列车自动运行（配置 ATO 系统条件下）、列车自动防护、限制人工驾驶和非限制人工驾驶模式。

2 ATC 系统控制区域与非 ATC 系统控制区域的分界处设驾驶模式转换区，转换区长度宜大于最大编组列车长度，并宜尽量设置在平坡或者缓坡区段；转换区配置与正线信号设备一致的相关设备。转换区的设置应根据 ATC 系统的特点确定。

3 驾驶模式转换可采用人工方式或者自动方式，并应予以记录。在 ATC 控制区域内使用非限速模式时应有破铅封、记录或授权指令等技术措施。

17.2.7 ATC 系统应能降级运用，并应实现故障弱化处理，同时应具有故障复原的能力。

17.2.8 ATC 系统的设计能力应符合下列规定：

1 ATC 系统能力应与线路规模、运行能力相适应。

2 信号专业应与行车等专业配合，并应通过列车运行仿真分析计算通过能力、折返能力及出入段/场能力。

3 出入段/场列车应不影响正线列车的行车能力。

4 ATC 系统监控和管理的列车数量应按最小追踪间隔能力所需列车数量设计，并应留有不小于 30% 的余量。新线设计车载信号设备配备数量，宜按初期配属列车数量计列。

17.2.9 ATC 系统应能与通信、电力监控、防灾报警和环境监控等系统接口。当工程配置综合监控系统时，ATC 系统应能与其接口。

17.2.10 ATC 系统采用区域控制方式应符合下列要求：

1 控制区域的划分应根据车站配线、区域范围内线路长度、行车管理区域、系统设备控制能力、系统性能指标、故障影响范围及维修管理体制等因素确定。

2 折返站、与车辆基地的衔接站等车站宜设置为区域控制站。

17.3 列车自动监控系统

17.3.1 ATS 系统构成应符合下列要求：

1 ATS 系统包括控制中心、车站和车辆基地设备。

2 控制中心 ATS 主要应包括服务器、工作站、网络设备、接口设备、打印机等设备，工作站应包括调度员工作站、调度长工作站、时刻表编辑工作站、维护工作站和培训工作站等。

3 设备集中站 ATS 主要应包括服务器、现地工作站、网络设备、发车计时器等设备；非设备集中站 ATS 主要包括现地工作站、网络设备、发车计时器等设备；车控室 ATS 现地工作站可与联锁系统终端合设。

4 车辆基地设备 ATS 主要包括服务器、现地工作站、派班工作站、网络设备等设备。

5 ATS 系统构架和配置应符合下列要求：

1) 网络拓扑结构采用冗余方式。

2) 主要服务器采用双机热备方式；当主机故障时，主备机切换应确保系统功能完整、各种显示连续、正确。

3) 调度工作站的数量，根据在线列车对数、线路长度和车站数量等因素合理配置；各调度工作站应互为备用，调度工作站的多个显示器输出控制应相对独立。

17.3.2 ATS 系统应符合下列要求：

1 运营线路上的车站、站间、折返线等应全部纳入 ATS 系统监控范围，涉及行车安全的应急控制宜由车站办理。

2 自动化车辆段、停车场宜纳入 ATS 监控范围。

3 ATS 系统应满足列车运行交路的需要,凡具有折返条件的车站均应按具有折返作业处理。

4 系统故障或车站作业需要时，经控制中心调度员与车站值班员办理手续后，可实现站控与遥控转换；车站值班员也可强行办理站控作业；站控与遥控转换过程中，不应影响列车运行。

5 道岔集中控制和现地操纵模式转换时，不改变 ATS 控制模式。

6 列车进路控制应以联锁表为依据，并应根据运行时刻表和列车识别号等条件实现控制。

17.3.3 ATS 系统接口应符合下列要求：

1 ATS 系统应与联锁、ATP、ATO 设备接口。

2 ATS 系统应与无线通信、广播、乘客信息等系统接口。

3 ATS 系统应与时钟系统接口，接收时间校准信号。

4 ATS 系统可与电力监控、防灾报警和环境监控或综合监控等系统接口。

5 ATS 系统可提供与城市轨道交通线网指挥中心系统的接口。

17.4 列车自动防护系统

17.4.1 ATP 系统应由地面设备及车载设备组成。

17.4.2 ATP 地面设备包括列控设备、车地通信设备、轨道区段占用检查设备及相关接口等设备。

17.4.3 ATP 车载设备包括车载计算机设备、测速定位设备、操作显示设备、车地通信设备及相关接口等设备。

17.4.4 ATP 核心计算机设备应采用二乘二取二或三取二硬件冗余结构。

17.4.5 ATP 及联锁设备站间通信应采用独立冗余通道。

17.4.6 运营列车首尾两端宜各设一套 ATP 车载设备，ATP 车载设备宜采用热备冗余结构。

17.4.7 ATP 系统应符合下列要求：

1 中低速磁浮交通必须配置 ATP 系统，其系统安全性应满足安全完整性等级（SIL）4 级标准；ATP 系统内部设备之间的信息传输也应符合故障导向安全原则。

2 在安全防护预定停车地点的外方应设置安全防护距离或防护区段，安全防护距离应通过计算确定。

3 ATP 系统可采用连续式通信控制级别、点式通信控制级别，或者点式和局部连续式通信级别相结合的控制方式，宜采用一次速度——目标距离控制模式。

4 ATP 地面设备向车载设备传送的允许速度指令或线路状态、目标速度、目标距离、临时限速、站台门状态、道岔状态等信息，应满足 ATP 车载设备控制方式和控制精度的需要。

17.4.8 轨道区段占用检查、车载测速定位及信息传递应符合下列规定：

1 轨道区段占用检查可采用模拟计轴器或 TD 环线等方式。

2 车载 ATP 测速定位可采用感应环线、钢轨枕涡流传感器等方式，并辅以应答器、加速度传感器、多普勒雷达等方式，测速精度和零速检测应满足系统控制要求。

3 车地信息传递可采用电缆环线、应答器、无线通信等传输方式。

17.4.9 ATP 车载设备应符合下列要求：

1 ATP 系统导致列车停车应为最高安全准则。连续通信区域内车地连续通信中断、列车完整性电路断路、列车超速、列车的非预期移动、车载设备重要故障等均应导致列车强迫制动。

2 ATP 车载设备信号应为行车的主体信号。车载信号应至少包括列车允许速度、列车实际运行速度、列车运行前方的目标距离。

3 ATP 速度控制曲线计算应满足平稳驾驶的需求，避免列车频繁加、减速运行。

4 在不超过车辆构造速度和道岔构造速度的前提下,正线上 ATP 紧急制动触发速度宜不低于最高线路速度,通过道岔侧向时 ATP 紧急制动触发速度宜不低于道岔侧向允许速度。

5 ATP 执行紧急制动控制时应切断列车牵引,列车停车过程不得中途缓解。

6 车载信号设备与车辆接口电路的布线应与其主回路等环节的高压布线分开敷设并实施防护。与车辆电器的接口应有隔离措施。

7 列车处于停车且开门的状态下,车载设备应防止列车错误启动和非预期的移动。

8 列车在站间运行过程中如车门错误开启,ATP 车载设备应采取报警、停车等防护措施。

17.4.10 基于连续通信的 ATP 地面设备应符合下列要求:

1 车地通信系统宜采用无线通信方式,也可采用交叉感应缆环线方式。

2 基于无线通信方式的车地通信系统应符合下列要求:

1) 车地无线通信系统宜采用标准的通信设备,其无线场强覆盖可采用天线、漏缆和裂缝波导管等方式,也可根据现场条件混合使用。

2) 车地通信系统应保证在列车高速移动时的漫游切换,不应影响列车控制的连续性。

3) 车地无线通信系统应采用冗余场强覆盖设计,当一套网络故障时,应确保信号系统车地信息传输的连续性。

4) 信号系统应确保车地传输信息的安全,并应具备网络加密、认证、识别和防火墙等信息的安全防护功能。

5) 信号系统的车地无线通信应与其他系统、其他相关线路所用无线通信统一规划无线频点。

6) 车地无线通信设备的安装设计和测试应便于运营维护和检修。

7) 车辆段、停车场的停车列检库宜实现无线覆盖。

8) 对于采用局部连续式通信的系统,连续通信覆盖范围应包括站台区、道岔区和转换轨区域,覆盖区域的范围应根据车载系统、无线系统特性参数、ATP 防护原则经计算确定。

3 基于轨旁电缆环线方式的车地通信系统应符合下列要求:

1) 轨旁电缆环线的安装方式宜不影响工务维护,不应影响乘客的紧急疏散。

2) 系统应能实现电缆环线完整性检测和断线报警功能,并提供相关的安全防护措施。

17.4.11 基于点式通信的 ATP 地面设备应符合下列要求:

- 1 点式通信设备可采用有源应答器或点式环线设备。
- 2 点式 ATP 系统列车追踪运行可采用进路闭塞或者自动闭塞。点式车地通信信息与闭塞制式相匹配。
- 3 采用点式应答器时，在距离信号机前方一定距离应设置预告应答器。预告应答器距信号机的距离应大于列车制动距离。采用点式环线时，点式环线应覆盖进路接近区段，或者设置预告环线。

17.5 计算机联锁系统

- 17.5.1 计算机联锁应采用二乘二取二或三取二冗余结构。
- 17.5.2 计算机联锁系统应确保进路上道岔、信号机和区段的联锁，在联锁条件不符合时，严禁进路开通。敌对进路必须相互照查和锁闭，不得同时开通。
- 17.5.3 应能办理列车和调车进路，根据需要设置相应的防护进路。
- 17.5.4 进路解锁宜采用分段解锁方式。锁闭的进路应能随列车正常运行自动解锁、人工办理取消进路和限时解锁，并应防止错误解锁。具有折返性质的进路应能进行折返解锁。
- 17.5.5 限时解锁时间应确保行车安全。特别在点式 ATP 模式下，当延时计时完成后，必须保证已通过预告应答器授权的列车能够在前方信号机外方停车或者已经进入取消的进路。
- 17.5.6 联锁系统应实现对道岔位置转换控制和状态监视，通过与道岔控制系统接口，应能单独操纵和按进路操纵道岔。
- 17.5.7 磁浮道岔可由联锁系统集中控制或在轨旁现地操纵。当处于现地操纵模式时，联锁系统不能操纵道岔和使用该道岔办理进路。
- 17.5.8 宜在车站 IBP 盘上设置各道岔应急控制按钮，以备特殊情况下对道岔应急操作。
- 17.5.9 车站站台及车站控制室应设站台紧急关闭按钮。站台紧急关闭按钮电路应符合故障导向安全原则。
- 17.5.10 车站联锁控制功能应主要包括：列车进路、引导进路、进路的解锁和取消、信号机关闭和开放、道岔操纵及锁闭、遥控和站控，以及站台紧急关闭和取消、道岔失表示紧急停车、站台门控制信息及状态信息传递。
- 17.5.11 一套联锁系统可以控制一个以上的车站，部署计算机联锁系统的车站为设备集中站，其他为非设备集中站。应根据线路配线、站间距、车站性质、设备控制距离综合考虑设备集中设置。
- 17.5.12 正线信号机的设置应符合下列要求：

1 在 ATC 控制区域的线路上应设置道岔防护信号机、出站信号机和折返阻挡信号机。可根据运营需要设置其他类型的信号机。

2 具有道岔防护性质信号机应设引导信号，其他信号机根据需要设置。

3 信号机原则上设置在列车运行方向的右侧。在条件限制时也可设于列车运行方向的左侧，但全线宜采用统一的设置标准。个别需要特殊设置的信号机应征得建设、运营部门的同意。

4 行车信号和道岔防护信号机显示距离不宜小于 400m，调车信号机显示距离不应小于 200m。

17.5.13 计算机联锁系统应具有自诊断能力。

17.5.14 计算机联锁系统除与 ATS、ATP、ATO 等信号子系统接口外，还应具备与道岔控制系统、站台门控制系统和综合后备盘（IBP）等其他非信号系统的安全接口。

17.6 列车自动运行系统

17.6.1 ATO 系统应由地面设备和车载设备组成。

17.6.2 ATO 地面设备应主要包括轨旁定位设备、ATO 接口等设备。ATO 可利用 ATP 系统的轨旁设备，但不应影响 ATP 系统的安全性。

17.6.3 ATO 车载设备应主要包括 ATO 车载计算机及相关接口等设备。

17.6.4 ATO 系统应符合下列要求：

1 ATO 系统可具有司机监控下 ATO、无人驾驶等水平等级。

2 ATO 定点停车精度应根据站台计算长度、列车性能和站台门的设置等因素选定。定点停车精度宜为 $\pm 0.3\text{m}$ 。

3 ATO 应满足舒适度、快捷及正点的要求。

4 ATO 应能控制列车实现车站通过作业。

5 ATO 应根据 ATP、ATS 等系统提供的线路条件、道岔状态、列车位置等信息及速度调整命令，实现列车的速度控制。

17.7 信号集中监测系统

17.7.1 正线车站、车辆段、停车场应设置信号集中监测系统。

17.7.2 信号集中监测系统主要由车站采集机、车站工作站、采集传感器、中央服务器、监测终端等构成。根据运营需求，在相关位置设置监控终端。

17.7.3 集中监测系统网络应与信号其他子系统网络采取安全隔离措施。

17.7.4 信号集中监测系统，应符合下列要求：

1 实现联锁系统开关量和运行状态监测。

- 2 实现信号机状态、主灯丝断丝、断路器报警等监测。
- 3 实现信号与其他系统接口关键开关量采集。
- 4 实现电缆绝缘状态监测。
- 5 实现电源漏流检测。
- 6 实现电源屏、UPS 关键信息监测。
- 7 实现 ATS、ATP 关键运行状态检测。
- 8 相关数据应能进行存储、回放和分析。

17.7.5 集中监测系统应与道岔控制系统接口，将道岔控制系统监测信息纳入信号集中监测范围。

17.8 车辆基地信号系统

17.8.1 车辆基地信号系统应包括车辆段和停车场的信号系统。应设置车辆段及停车场 ATS 设备、计算机联锁设备、信号集中监测设备、试车线信号设备、培训设备、日常维修和检测设备等设备。

17.8.2 车辆基地信号系统应符合下列要求：

- 1 车辆段、停车场设进、出段/场信号机，根据需要设调车信号机。进、出段/场信号机、调车信号机应以显示禁止信号为定位。
- 2 非自动化车辆段、停车场联锁系统宜单独控制，ATS 系统可监视车辆段、停车场作业情况。自动化车辆段、停车场联锁系统宜纳入 ATS 监控范围。
- 3 列车在段/场内宜按调车进路控制，联锁设备可根据段内运营作业特点实现联锁条件检查。列车出入段宜为列车信号，根据需要也可采用调车信号。
- 4 车辆段/场具有道岔防护性质的信号机应实现冒进信号防护功能。

17.8.3 试车线信号系统应符合下列要求：

- 1 试车作业时，试车线操作员应与车辆段值班员交接控制权。车辆段与试车线的接口设计应保证试车作业与车辆段作业互不影响。
- 2 试车线信号地面设备的配置，应能完成信号系统车载设备功能的动态测试和双向试车的需要。
- 3 试车线配置的车地无线通信设备，不应干扰正线列车的运行。

17.8.4 培训设备符合下列要求：

- 1 培训设备应能提供运行环境模拟、故障设定及仿真功能。
- 2 培训设备应基本包含 ATC 系统各种类型的实物设备，可以适当简化为非冗余结构配置。
- 3 配置的车地无线通信设备不应干扰或影响运营设备的运行。

4 培训设备的配置应基于线网范围内资源共享的原则。

17.9 其他

17.9.1 信号系统的基本信号显示，应符合现行国家标准《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758 的有关规定。

17.9.2 信号系统供电应符合下列要求：

1 供电负荷等级应为一级负荷，设两路独立电源。交流电源电压的波动超过交流用电设备正常工作范围时，应设稳压设备。

2 车载设备应由车辆提供直流电源。

信号设备可由专用电源屏供电，应选用不间断电源（UPS）和免维护蓄电池设备。控制中心和车站信号设备的 UPS 电池后备时间不宜小于 30min。

输出至室外的设备供电回路应采用隔离供电方式。

6 电源屏、UPS 应纳入计算机集中监测。

17.9.3 信号系统电线路应符合下列要求：

1 地下区间和车站、控制中心和车辆段/停车场综合楼内采用无卤、低烟、阻燃电线和电缆。

2 电缆敷设宜采用下列方式：

1) 地面电缆采用直埋、电缆槽或管道方式；

2) 车站宜用隐蔽方式敷设；

3) 高架线路的电缆宜用隐蔽方式敷设或与疏散设施相结合铺设。

3 高架区间若电缆采用托架明铺方式，电缆外护套应具有抗紫外线老化特性。

4 信号电线路应与电力线路分开敷设。交叉敷设时信号系统的电线路应采取防护措施，敷设间距符合相关规范。

5 电缆芯线或芯对应有备用量，其中普通信号电缆的备用芯线数应符合下列规定：

1) 9 芯以下电缆备用 1 芯；

2) 12 芯~21 芯电缆备用 2 芯；

3) 24 芯~30 芯电缆备用 3 芯；

4) 33 芯~48 芯电缆备用 4 芯。

6 音频电缆应成对备用芯线；当电缆芯线被完全使用时，应根据电缆使用数量和特点备用整根同类型电缆。

7 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应实施防火封堵。

17.9.4 信号系统设备用房应符合下列要求：

- 1 信号机房面积应留有适当余量。
- 2 信号机房环境应满足设备运用的要求。
- 3 信号设备室内布置间距应符合表 17.9.4 的规定。

表 17.9-1 信号设备室内布置距离

名称	设备间隔对象	静距离要求 (m)
机柜间	走道	≥ 1.0
控制台、机柜与墙	主走道	≥ 1.2
	次走道	≥ 1.0
	尽头架	≥ 0.8
电源屏与电源屏或者机柜		≥ 1.5
电源屏与墙		≥ 1.2

17.9.5 信号设备的接地系统应符合下列要求：

1 中低速磁浮系统宜采用综合接地，信号设备室内应设综合接地箱，接入综合接地系统弱电母排，接地电阻不应大于 1Ω 。

2 信号室外设备应通过线缆接地。

3 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一端接地，并应在引入口设金属护套。

4 车辆段/场内若未设综合接地系统或局部未设时，信号设备可设工作地、保护地、防雷地分散接地，其中工作地、保护地接地电阻不应大于 4Ω ，防雷地接地电阻不应大于 10Ω 。

5 车载信号设备的地线应经车辆接地装置接地。

6 防雷与接地应按现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB 50343 的有关规定执行。

17.9.6 信号设备防雷装置应符合下列要求：

1 高架和地面线的室外信号设备应具有雷电防护措施。轨旁防雷地线与保护地线应分开设置、连接。

2 室外信号设备的金属箱、盒壳体应接地。

3 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。

4 防雷元器件的设置不应影响被防护设备的正常工作。

5 防雷元器件与被防护设备之间的连接线应最短，防护电路的配线应与其他配线分开，其他设备不应借用防雷元器件的端子。

18 自动售检票系统

18.1 一般规定

- 18.1.1 磁浮宜根据建设和经济发展状况设置不同水平的自动售检票系统。
- 18.1.2 自动售检票系统应建立密钥系统和车票制式标准，系统设备应能处理城市“一卡通”车票，票务清分宜由城市“一卡通”清分中心完成。
- 18.1.3 自动售检票系统的设计能力应满足磁浮超高峰客流量的需要。自动售检票设备的数量应按近期超高峰客流量计算确定，并按远期超高峰客流量预留位置与安装条件。
- 18.1.4 自动售检票系统的设计应以可靠性、安全性、可维护性和可扩展性为原则，保证数据的完整性、保密性、真实性和一致性。
- 18.1.5 自动售检票系统应具备用户权限管理的功能。
- 18.1.6 自动售检票系统应实现与相关系统的接口。
- 18.1.7 自动售检票系统应满足磁浮各种运营模式的要求。
- 18.1.8 车站控制室应设置紧急控制按钮，并应与火灾自动报警系统实现联动；当车站处于紧急状态或设备失电时，自动检票机阻挡装置应处于释放状态。
- 18.1.9 自动售检票系统应适应车站环境的要求，车站计算机系统和车站终端设备控制器应按工业级标准进行设计。
- 18.1.10 自动售检票系统应选用操作简单、方便快速的设备，并应有清晰的信息提示。
- 18.1.11 自动售检票系统设备应具有连续 24h 不间断工作的能力。
- 18.1.12 自动售检票系统应按多层架构进行设计，并应遵循集中管理、分级控制、资源共享的基本原则。各层级应具有独立运行的能力。

18.2 系统构成

- 18.2.1 自动售检票系统宜由中央计算机系统、车站计算机系统、车站终端设备和车票构成。
- 18.2.2 中央计算机系统宜设置在控制中心，应由中央服务器、应用服务器、操作员工作站、存储设备、打印机、网络设备和不间断电源等构成。
- 18.2.3 车站计算机系统宜设置在车站设备房，应由车站服务器、操作员工作站、紧急按钮、打印机、网络设备和不间断电源等构成。
- 18.2.4 车站终端设备宜由半自动售票机、自动售票机、自动充值机、自动检票机、自动验票机和便携式验票机等组成。

- 18.2.5 车票宜分为单程车票、储值车票，以及需要时设置的其他票种。
- 18.2.6 自动售检票系统宜设置维修测系统和培训系统。
- 18.2.7 自动售检票系统网络宜由中心级网络及车站级网络组成。
- 18.2.8 中心级网络及车站级网络之间互连宜采用专用通信传输网或设置自动售检票系统专用传输通道进行数据通信。
- 18.2.9 中央计算机系统与“一卡通”系统之间的网络通信接口应采用标准开放的通信协议。

18.3 系统功能

18.3.1 中央计算机系统应具备下列主要功能：

- 1 设置和下发运行参数、票价表、运营模式安全认证数据、黑名单及车票调配信息；
- 2 对运营模式进行管理；
- 3 向城市公共交通卡清算系统上传“一卡通”车票的原始数据、接受和处理“一卡通”系统下发的黑名单、对账等数据；
- 4 具备客流统计、交易结算、收益对账、对系统设备状态进行监视等功能；
- 5 对采集的数据进行处理，定期完成各种统计和对账报表；
- 6 管理系统时钟同步和系统密钥；
- 7 车票编码分拣设备对系统发行的车票进行初始化、编码、分拣、赋值、校验及注销等；
- 8 接收和处理各车站计算机系统上传的各种交易数据和终端设备数据；
- 9 对系统中运行参数的设置和更新进行管理。

18.3.2 车站计算机系统应具备下列主要功能：

- 1 接受中央计算机系统下发的运行参数、运营模式安全认证数据及黑名单等，并下发给车站终端设备；
- 2 采集车站终端设备的原始交易数据和设备状态数据，并上传给中央计算机系统；
- 3 监视和控制车站终端设备；
- 4 完成车站票务管理工作和自动处理当天的所有数据和文件，并生成定期的统计报告。

18.3.3 维修测试系统和培训系统应具备下列主要功能：

- 1 为运营人员提供有效的维修和培训条件；
- 2 所有设备与正线上使用设备的功能一致。

18.3.4 自动检票机应具备下列主要功能：

- 1 检验车票的有效性，控制阻挡装置的动作，引导乘客进出站；
- 2 控制设备置于正常运行、故障停用、测试、检修、停止服务及特殊运行模式；
- 3 接受车站计算机系统的数据和控制指令，向车站计算机系统发送设备状态和交易数据。

18.3.5 半自动售票机应具备下列主要功能：

- 1 通过人工收费和操作设备出售车票，以及为乘客办理退票、补票、充值、验票和更换车票等手续；
- 2 控制设备置于正常运行、故障停用、服务及特殊运行模式；
- 3 接受车站计算机系统的数据和指令，向车站计算机系统发送设备状态和交易数据。

18.3.6 自动售票机应具备下列主要功能：

- 1 根据乘客所选到站地点或票价自动计费、收费、发售车票；
- 2 控制设备置于正常运行、故障停用、测试、检修、停止服务及特殊运行模式；
- 3 接受车站计算机系统的数据和指令，向车站计算机系统发送设备状态和交易数据；
- 4 具备相应的安全防范措施和非法使用报警装置。

18.3.7 自动充值机应能根据乘客所选定的充值金额，为乘客的储值票充值。

18.3.8 自动验票机和便携式验票机应能对车票的相关信息进行检查。

18.4 票制、票务管理模式

18.4.1 自动售检票系统应采用集中监控和统一的票务管理模式，统一的票务政策、各种运营模式和票务运作方式，以及统一的车票发行。

18.4.2 票制可采用一票制、区域制（分区制）、计程计时制、计程限时制、计次制等。

18.5 设备选型、配置及布置原则

18.5.1 自动检票机的设置宜满足每组不少于 3 通道要求。

18.5.2 在时段客流方向明显的车站，宜多设置标准通道双向自动检票机。

18.5.3 每个独立的付费区应至少设置一个双向宽通道自动检票机，宽通道自动检票机通道净距宜为 900mm。

18.5.4 自动售票机的设置应在满足乘客通行的基础上，保证乘客排队购票的空间。

18.6 供电与接地

18.6.1 中央计算机系统、车站计算机系统、车站终端设备的用电负荷应为一级负荷。维修测试系统的用电负荷宜为二级负荷。

18.6.2 自动售检票系统车站终端设备电源箱馈出回路宜带漏电保护。

18.6.3 自动售检票系统应采用综合接地，接地电阻不应大于 1 欧姆。

18.6.4 车站终端设备、金属管、槽、接线盒、分线盒等应进行电气连接，并应可靠接地。

18.6.5 通信电缆应与电源电缆分管或分槽敷设，预埋管、槽、盒应防水、防尘，并应避开围栏立柱设置的位置。

19 火灾自动报警系统

19.1 一般规定

19.1.1 车站、区间隧道、区间变电所及系统设备用房、主变电所或开闭所、控制中心、车辆基地应设置火灾自动报警系统。

19.1.2 火灾自动报警系统的设计除满足本规范的规定外，还应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116的有关规定。

19.1.3 正常运行工况需要控制的设备，应由环境与设备监控系统直接监控；火灾工况专用的设备，应由火灾自动报警系统直接监控；正常运行与火灾工控均需控制的设备，平时可由环境与设备监控系统直接监控，火灾时应能接收火灾自动报警系统指令，并应优先执行火灾自动报警系统确定的火灾工况。

19.1.4 车辆基地上部设置其他功能的建筑时，两者火灾自动报警系统应相互连通，并保证火灾时能实现信息互通。

19.1.5 车站、控制中心、车辆基地的火灾自动报警控制器，应通过骨干信息网络传输相连，骨干信息传输网络宜采用独立的光纤环网或公共传输网络通道。

19.2 系统组成及功能

19.2.1 火灾自动报警系统应由设置在控制中心的中央级监控管理系统、车站和车辆基地的车站级监控管理系统、现场级监控管理设备及相关的通信网络等组成。

19.2.2 火灾自动报警系统的中央级监控管理系统宜由服务器、操作员工作站、打印机、通信网络、UPS和显示屏等设备组成，并应具备显示全线火灾报警信息，对全线消防设备实行消防控制、信息显示、查询打印等功能。

19.2.3 火灾自动报警系统的车站级监控管理系统由火灾自动报警控制器、消防控制室图形显示装置、打印机、UPS和消防联动控制器手动控制盘等组成，并应具备对所管辖范围独立执行消防监控管理、显示整个车站火灾报警信息、对本站实行消防控制、本站设备故障报警、信息显示、查询打印及信息上传控制中心等功能。主变电所或开闭所宜设置区域报警控制盘并纳入临近车站统一管理。

19.2.4 火灾自动报警系统现场级监控管理设备由火灾探测器、输入输出模块、手动报警按钮、消防电话、声光警报器等组成，并应具备采集火灾信息、监视消防救灾设备的工作状态等功能。

19.3 消防联动控制

19.3.1 消防联动控制系统应实现消火栓系统、自动灭火系统、防烟排烟系统，以及应急照明、疏散指示、防火卷帘、电动挡烟垂壁、消防广播、自动售检票机、站台门、门禁、自动扶梯和电梯等系统在火灾工况下的消防联动控制。

19.3.2 由环境与设备监控系统直接监控的设备，在环境与设备监控系统接收到火灾控制指令后，应优先进行火灾模式转换，并应反馈指令执行信号。

19.3.3 换乘车站，当分线路设置各线火灾自动报警系统时，应通过互设信息模块、信息复示屏和消防电话分机的型式实现信息互通及消防联动。

19.4 火灾探测器与报警装置的设置

19.4.1 下列场所需设置火灾探测器：

- 1 地上车站不具备自然通风排烟条件的公共区；
- 2 车站各种设备用房、管理用房、机房、库房、值班室、办公室、走廊、茶水间、电缆隧道及夹层；
- 3 长度大于 60 米的封闭疏散通道；
- 4 主变电所、开闭所、区间变电所的设备、管理用房；
- 5 控制中心及车辆基地的综合楼、变配电所、运用库、联合车库、危险品库、材料库，以及火灾危险性较大的场所。

19.4.2 站台下电缆通道、变电所电缆夹层宜设置线性感温火灾探测器。

19.4.3 乘客活动的站厅、站台公共区宜设置火灾光警报器，设备和办公区走廊应设置火灾声光警报器。

19.5 消防控制室

19.5.1 火灾自动报警系统中央级监控管理系统应靠近行车调度设置在控制中心的中央控制室内。

19.5.2 车站消防控制室应与车站综合控制室结合设置。车辆基地消防控制室宜设置在综合楼或运用库等重要办公区域。

19.5.3 换乘车站的消防控制室宜集中设置。按线路设置的消防控制室之间应能相互传输、显示状态信息，但不宜相互控制。

19.5.4 消防控制室应能监控保护区内的火灾探测器及联动控制系统、消火栓系统、自动灭火系统、防烟排烟系统、防火卷帘系统、应急照明和疏散指示系统等各类消防系统和系统中的各类消防设置，并应显示各类消防设施的动态信息和消防管理信息。

19.6 供电、防雷与接地

19.6.1 火灾自动报警系统应设置交流电源和蓄电池备用电源。

19.6.2 火灾自动报警系统的交流电源为消防电源，消防控制室（或车控室）内的图形显示装置、消防通信设备等的电源，宜由 UPS 电源装置或消防设备应急电源供电；火灾自动报警系统主电源不应设置剩余电流动作保护和过负荷保护装置。

19.6.3 消防设备应急电源输出功率应大于火灾自动报警及联动控制系统全负荷功率的 120%，蓄电池组的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 3h 以上。

19.6.4 火灾自动报警系统宜采用综合接地装置，接地电阻值不大于 1Ω ；当采用专用接地装置时，接地电阻值不大于 4Ω 。

19.6.5 火灾自动报警系统设备应设置等电位连接网络。电气与电子设备的金属外壳、机柜、机架、金属管、槽、浪涌保护器（SPD）接地端、防静电地板的金属骨架等，均应以最短的距离与等电位连接网络的接地端子连接。

19.7 布线

19.7.1 火灾自动报警系统传输线路的电压等级、阻燃性能及线芯截面不小于《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 中的相关要求。

19.7.2 火灾自动报警系统用的电缆竖井，宜与动力、照明用的低压配电线路电缆竖井分别设置。受条件限制必须合用时，应将火灾自动报警系统用的电缆和电力、照明用的低压配电线路电缆分别布置在竖井的两侧。

20 综合监控系统

20.1 一般规定

20.1.1 中低速磁浮交通可设置综合监控系统，综合监控系统应满足行车指挥、防灾安全和乘客服务等现代运营管理需要。

20.1.2 综合监控系统应采用集成和互联的方式构成，并应将电力监控、环境与设备监控和站台门等系统集成到综合监控系统，同时宜将广播、视频监控、乘客信息、通信集中告警、时钟、自动售检票、门禁等系统互联，也可集成或互联火灾自动报警、防淹门（如有）等系统。

20.1.3 综合监控系统可集成或互联列车自动监控系统，当集成列车自动监控系统时，可建成以行车指挥系统为核心的综合监控系统。

20.2 系统设置原则

20.2.1 综合监控系统的构建应以运营管理需求为基础。

20.2.2 综合监控系统宜设置中央级综合监控系统和车站/车辆基地级综合监控系统，并应通过网络设备将全线各车站/车辆基地级综合监控系统与中央级综合监控系统连接，构成完整的综合监控系统；现场级应由被集成或互联的子系统现场设备完成。

20.2.3 综合监控系统的主干网络宜利用通信系统传输网络组网或组建专用传输网络。

20.3 系统基本功能

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

20.3.2 综合监控系统应具备下列主要基本功能：

- 1 控制功能；
- 2 监视功能；
- 3 报警管理；
- 4 趋势分析；
- 5 报表生成；
- 6 权限管理；
- 7 系统组态；
- 8 档案管理；

9 系统维护和诊断。

20.3.3 电力监控子系统、环境与设备监控子系统、火灾报警子系统的系统功能应满足本规范中上述系统规范章节的描述，在满足要求的基础上可增加其它功能。

20.3.4 综合监控系统应具备正常工况、火灾工况、阻塞工况、紧急工况情况下的联动功能。

20.3.5 综合后备盘应支持在设备故障或火灾等情况下，车站的关键手动控制功能。

20.4 硬件基本要求

20.4.1 综合监控系统设备应选择可靠、可维护、易扩展的工业级网络及控制产品。

20.4.2 综合监控系统的主要设备应采用冗余配置。

20.5 软件基本要求

20.5.1 综合监控系统软件应采用分布式的架构和模块化结构。

20.5.2 综合监控系统软件应具有标准化、实用化、可复用和易扩展的特性。

20.6 系统性能指标

20.6.1 遥控命令在综合监控系统中的传送时间应小于 2s。

20.6.2 设备状态变化信息在综合监控系统中的传送时间应小于 2s。

20.6.3 冗余服务器切换时间应不大于 2s，网络切换时间不应大于 0.5s，通信处理机切换时间应不大于 1s。

20.6.4 综合监控系统的平均无故障时间应不小于 10000h。

20.6.5 综合监控系统可用性指标应大于 99.98%。

20.6.6 综合监控系统服务器、工作站的平均负荷率应不大于 30%。

20.7 其他

20.7.1 综合监控系统应提供对各种系统的信息接入机制，应以标准的、可扩展的方式通过接口进行访问。

20.7.2 综合监控系统的供电负荷应为一级负荷，综合监控系统应采用不间断电源设备和免维护蓄电池设备。

20.7.3 综合监控系统应采用综合接地方式，接地电阻应不大于 1 欧姆。

20.7.4 中低速磁浮交通综合监控系统应满足《地铁设计规范》(GB 50157-2013)内综合监控系统的相关要求。

21 环境与设备监控系统

21.1 一般规定

21.1.1 中低速磁浮交通工程应针对其特点、城市的气候环境和其他相关条件，设置不同规模、水平的环境与设备监控系统（BAS）。

21.1.2 环境与设备监控系统的设置应遵循分散控制、集中管理、资源共享的基本原则。

21.1.3 环境与设备监控系统应满足运营管理和各设备系统的要求。

21.2 系统设置原则

21.2.1 环境与设备监控系统应采用分层、分布式计算机控制系统，并应由中央监控管理级、车站监控级、现场控制级及相关通信网络组成。

21.2.2 当全线设置综合监控系统时，环境与设备监控系统应在车站级由综合监控系统集成，环境与设备监控系统车站及中央级监控功能由综合监控系统实现。

21.2.3 车站环境与设备监控系统 and 火灾自动报警系统之间应设置通信接口，火灾工况下应由火灾自动报警系统发布火灾指令，环境与设备监控系统执行相关的火灾模式。

21.2.4 环境与设备监控系统的监控范围宜包括车站、控制中心和车辆基地。被监控对象包括通风空调设备、给排水设备、自动扶梯及电梯、站台门、照明系统、导向标识系统、EPS、UPS 等。

21.3 系统基本功能

21.3.1 环境与设备监控系统应能监控设备运行状态，并将有关数据集中存储、分析，实现设备运行管理自动化。

21.3.2 环境与设备监控系统监控内容应满足运营需要，并应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 和《智能建筑设计标准》GB/T50314 的相关规定。

21.4 硬件设备配置

21.4.1 环境与设备监控系统设备应选择具备高可靠性、容错性、可维护性的工业级控制设备。

21.4.2 中央级硬件设备应按下列要求配置：

- 1 可配置两台操作工作站，并列运行或采用冗余热备技术；
- 2 可配置一台维护工作站，应能监视全线环境与设备监控系统运行情况；

- 3 可配置两台冗余服务器；
- 4 宜配置一台事件信息打印机及一台报表打印机；
- 5 应配置在线式不间断电源，后备时间不应小于 1h；
- 6 应与通信系统母时钟同步；
- 7 当环境与设备监控系统被综合监控系统集成时，中央级硬件设备应由综合监控系统设置。

21.4.3 车站级硬件设备应按下列要求配置：

- 1 应配置工业控制计算机作为车站级操作工作站；
- 2 应配置在线式不间断电源，后备时间不应小于 1h；
- 3 宜配置一台打印机兼作历史和报表打印机；
- 4 应在车站控制室配置综合后备盘，作为环境与设备监控系统火灾工况自动控制的后备措施，其操作权限应高于车站和中央操作工作站，盘面应以火灾工况操作为主，操作程序应力求简便、直接；根据需要也可增加其他系统的紧急手动控制按钮；
- 5 当环境与设备监控系统被综合监控系统集成时，车站级硬件设备及综合后备盘应由综合监控系统设置，环境与设备监控系统应提供功能需求和技术支持。

21.4.4 现场设备应按下列要求配置：

- 1 宜选用工业级标准的可编程逻辑控制器（PLC）或分布式控制系统（DCS）作为环境与设备监控系统控制设备；
- 2 PLC 应支持多任务，应至少包括循环扫描型基本任务、事件触发任务和周期型中断任务；
- 3 控制器应支持故障自诊断及自恢复功能，以及提供用于模块运行监视的状态数据，并应具有远程编程功能；
- 4 PLC 应采用可扩展、易维修模块化结构，通信、输入输出（I/O）等主要模块组件应具有带电拔插功能及必要的隔离措施；
- 5 可配置单台 PLC；
- 6 系统应具有良好的电磁兼容性。

21.5 软件基本要求

21.5.1 环境与设备监控系统软件系统应在成熟、可靠、开放的监控系统软件平台的基础上，按功能需求和运营需求开发应用软件。

21.5.2 系统软件应提供良好、通用的开放性接口。

21.5.3 系统软件应符合当前计算机软件、通信、自动化等技术发展趋势。

21.5.4 软件系统应基于模块化、组件化结构，采用层次性模型，并应具有良好的开

放性、扩展性和可移植性。

21.5.5 软件体系应具备完整的系统维护和诊断功能，并应具有良好的人机界面。

21.6 系统网络结构与功能

21.6.1 网络结构应符合下列规定：

- 1 中央级与车站级之间的传输网络可由通信传输系统提供，或独立组建工业以太网；
- 2 应满足中央级和车站监控的实时性要求；
- 3 应具备减少故障波及面，单点故障不应影响网路正常通信的功能；
- 4 系统应具有良好的可靠性、开放性和可扩展性。

21.6.2 环境与设备监控系统网络结构应采用分层结构，并应由全线传输网、中央级和车站级局域网及现场总线组成。当环境与设备监控系统被综合监控系统集成时，中央级和车站级局域网应由综合监控系统组建。

21.6.3 中央级网络应具有以下功能：

- 1 中央级局域网连接服务器，操作工作站和通信等设备，应保证数据传输实时可靠，并应具备良好的可扩展性；
- 2 中央级局域网宜采用冗余结构；
- 3 中央级监控网络应通过通信传输网和车站级监控网相连，任一车站工作站与中央级工作站的退出，均不造成网络中断；
- 4 中央级网络为环境与设备监控系统数据传输提供的通信速率不低于 100Mbps。

21.6.4 车站级网络应具有以下功能：

- 1 车站级局域网连接控制器、操作工作站和通信设备，应保证数据传输的实时可靠，并应具备良好的开放性、扩展性并采用标准通信协议；
- 2 车站级局域网应具备良好的抗电磁干扰能力。

21.6.5 现场级总线网络应具备下列功能：

- 1 符合相关现场总线标准；
- 2 实现系统的分散控制；
- 3 可连接智能仪表；
- 4 连接远程 I/O 和控制器；
- 5 适应现场环境及具有抗电磁干扰能力。

21.6.6 系统的技术指标应符合下列要求：

- 1 各级监控网络冗余热备的切换时间不应大于 2s；
- 2 实时数据上行、下行响应时间不应大于 2s；

- 3 系统平均无故障时间应大于 10000h;
- 4 系统平均修复时间不应大于 0.5h。

21.7 布线与接地

- 21.7.1** 环境与设备监控系统管线布置应具有安全可靠、开放性、灵活性及可扩展性。
- 21.7.2** 环境与设备监控系统传输线路的线芯截面选择，除应满足环境与设备监控系统设备技术条件的要求外，尚应满足机械强度要求。
- 21.7.3** 环境与设备监控系统布线应避免周围环境电磁干扰的影响。
- 21.7.4** 环境与设备监控系统的信号线与电源线不应共用电缆，并不应敷设在同一根金属套管内。
- 21.7.5** 采用屏蔽布线系统时，应保持系统中屏蔽层的连续性。
- 21.7.6** 环境与设备监控系统的电缆屏蔽层宜采用一点接地。
- 21.7.7** 环境与设备监控系统现场机柜均应可靠接地。
- 21.7.8** 环境与设备监控系统的控制器和计算机设备宜根据相应产品或系统要求，设置功能性接地和保护性接地。
- 21.7.9** 接地电阻值不应大于 1Ω 。

22 门禁系统（ACS）

22.1 一般规定

22.1.1 中低速磁浮交通工程中涉及安全的重要设施的通道门、系统和设备用房门及管理用房门应设置门禁。

22.1.2 门禁系统应具有出入口监控和安全管理等功能，也可根据运营管理的需要增加巡更或考勤的功能。

22.1.3 门禁系统应按集中管理、分级控制的方式设在线网计。应统一管理合法持卡人的访问权限，可根据需要设置线网中央级系统、线路中央级系统和车站级系统三级监控管理系统，或线路中央级和车站级系统两级监控管理系统，并宜根据运营管理的需要设置集中授权工作点。

22.1.4 门禁系统应实现与火灾自动报警系统的联动控制。车站控制室综合后备盘上应设置门禁紧急开门控制按钮，并应具备手动、自动切换功能。

22.1.5 门禁系统设备应具备良好的抗电磁干扰能力，满足磁浮车站环境的要求。

22.1.6 门禁卡宜采用员工卡作为授权卡。

22.2 安全等级和监控对象

22.2.1 门禁系统的安全等级和监控对象应满足运营需要，并应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 的相关规定。

22.2.2 门套门的房间可只在一个门上设置门禁；当一个房间既有双开门又有单开门时，宜在单开门处设门禁。

22.3 系统构成

22.3.1 门禁系统宜由线网中央级系统、线路中央级系统、车站级系统、现场级系统、终端设备、传输网络和电源、门禁卡等组成。

22.3.2 线网中央级系统和线路中央级系统宜由服务器、监控管理工作站、授权工作站、授权读卡器、打印机、局域网设备及不间断电源等组成。

22.3.3 车站级系统宜由车站工作站、授权读卡器、打印机、局域网设备及不间断电源等组成。

22.3.4 现场级系统和终端设备宜由网络控制器、就地控制器、读卡器、电子锁、门磁、紧急破玻按钮、出门按钮及门禁卡等组成。

22.3.5 门禁系统监控管理层系统可自成系统或与综合监控（或安防）系统实现集成

或互联。

22.3.6 门禁系统宜采用通信传输网络。当门禁系统与综合监控（或安防）系统实现集成或互联时，宜采用综合监控（或安防）系统的传输网络。

22.3.7 门禁系统和设备应具备不间断工作的能力；系统应采用不间断电源供电，后备时间不低于 1h。

22.4 系统功能

22.4.1 门禁系统的功能应满足运营的需要。

22.4.2 线网中央级系统功能应符合下列要求：

- 1 具有门禁系统授权管理、数据库管理、黑名单管理、设备监视与控制功能；
- 2 向线路中央级系统下达系统工作参数、授权参数、黑名单等信息；
- 3 接收线路中央级系统上传的线路数据，并实现数据的统计、报表、分类存储和打印；
- 4 查询线网系统信息；
- 5 统一管理线网内合法持卡人的访问权限；
- 6 具有换乘车站的跨线授权管理功能；
- 7 具有登录、修改、操作、报警等信息的系统日志功能。

22.4.3 线路中央级系统功能应符合下列要求：

- 1 具有门禁系统授权管理、数据库管理、黑名单管理、设备监视与控制功能；
- 2 接收线网中央级系统下达的工作参数、授权参数、黑名单等信息；
- 3 向线网中央级系统上传线路系统的数据和系统状态信息；
- 4 向车站级系统下达系统工作参数、授权参数、黑名单等信息；
- 5 接收车站级系统上传的数据，并应实现数据的统计、报表、分类存储和打印；
- 6 查询线路系统信息；
- 7 统一管理线路内合法持卡人的访问权限；
- 8 具有登录、修改、操作、报警等信息的系统日志功能。

22.4.4 车站级系统功能应符合下列要求：

- 1 接收线路中央级系统下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，并下传至现场级系统和终端设备；
- 2 监控现场级系统和终端设备的运行状态，并应将数据上传至线路中央级系统；
- 3 进行实时状态监控、报警及打印；
- 4 授权人员可通过系统设定，临时设置本车站管理区域内的进出权限，并实现人员权限、区域管理、时间控制和联动控制及人工控制等功能；

5 线路中央级系统发生故障或传输网络中断时，车站级系统能独立运行。

22.4.5 现场级系统和终端设备功能应符合下列要求：

1 网络控制器接收车站级系统下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，并下传至就地控制器；

2 网络控制器监控就地控制器、读卡器等运行状态，向车站级系统上传卡识别、控制动作、设备运行及门开闭状态等信息；

3 网络控制器具备在线、离线、灾害及维修等运行模式；

4 网络控制器具有本地书记存储和保护功能；

5 就地控制器接收网络控制器下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，并下传至读卡器；

6 就地控制器监控读卡器等运行状态，向网络控制器上传卡识别、控制动作、设备运行及门开闭状态等信息；

7 就地控制器根据指令或权限向读卡器发出动作信号，读卡器向电子锁发出动作信号，控制电子锁执行门的开启与锁闭动作；

8 就地控制器具备在线、离线、灾害及维修等运行模式；

9 就地控制器具有本地数据存储和保护功能。

22.4.6 开门应采用出门按钮，当出门按钮失效时，可采用紧急破玻按钮。

22.4.7 电子锁应具有断电释放的功能。

22.4.8 车站控制室应设通用授权卡，可持卡打开任意受控房间。

22.5 设备安装要求

22.5.1 系统设备及管线应安装和敷设在安全区域。

22.5.2 门禁车站级系统设备宜设在车站控制室，具体位置应与运营管理模式相适应。

22.5.3 读卡器在公共区可根据需要明装或暗装，安装方式应与建筑装修协调配合；控制按钮的安装应便于识别和操作。

22.5.4 读卡器、出门按钮、紧急破玻按钮的安装高度应与照明开关、FAS 手报等底边平齐，读卡器安装的门口宜有照明开关。

22.6 系统接口

22.6.1 门禁系统应具有与通信（或综合监控）、火灾自动报警、动力与照明等系统及建筑专业的接口功能。

22.6.2 门禁系统和设备应按一级负荷供电，系统接地电阻不应大于 1Ω 。

23 运营控制中心

23.1 一般规定

23.1.1 为确保中低速磁浮交通列车安全、可靠和高效地运行，对运营过程实施全面的集中监控和管理，应建立运营控制中心（OCC）。

23.1.2 控制中心应具有对中低速磁浮交通全线的列车运行、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。

23.1.3 控制中心应设置信号、火灾自动报警、环境与设备监控、电力监控、自动售检票和通信等系统中央级设备，也可根据需要配备其他与中低速磁浮交通运营、管理和安全有关的系统和设备。

23.1.4 控制中心由中央控制室、上述各系统中央级设备用房及其维修管理用房、附属设备用房、运营管理及生活用房等组成。

23.1.5 控制中心可单条线路建设，也可多条线路合建或与城市其他的轨道交通线路合建。

23.1.6 控制中心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，并应根据运营管理模式、控制线路的数量及线路长度、系统配置、设备类型及设备数量等，经济合理地确定控制中心的规模及装修标准、且应适当预留未来发展的余地。

23.1.7 控制中心的位置宜选择在靠近城市道路干线、磁浮交通车站附近和接近监控对象的中心地带，以方便运营管理及各系统的连接。当与其他轨道交通系统合建时，宜选择在能兼顾多条线路的地方。

23.1.8 控制中心应具有高度的安全性和可靠性，宜单独修建，当与其他用房合建时，应满足其安全性和可靠性的要求。

23.1.9 控制中心的建筑、装修及辅助设备应满足各系统设备的工艺要求，为上述系统和设备、调度和运营管理人员提供良好的运行环境和工作环境。

23.2 功能分区与总体布置

23.2.1 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营模式相适应。

23.2.2 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。

23.2.3 中央控制室和设备区不宜设在建筑物的顶层和地下。

23.2.4 根据运营需要可设置参观室，参观室应与中央控制室相邻设置，宜设在中央

控制室后方，后上方夹层或楼层上。参观室与中央控制室之间宜用玻璃隔断。

23.2.5 运营控制区设中央控制室，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：

1 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，并不得安装大功率的电器设备及其他动力设备；

2 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；

3 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；

4 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；调度台距模拟屏的通道宽度宜大于 2.5m，模拟屏后侧与墙壁之间的距离宜大于 1.2m；

5 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，将每条线路的行车调度、电力调度和环控调度台集中布置；

6 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。

23.2.6 设备区各系统设备用房的布置和设备房内设备的布置及设计应满足下列要求：

1 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式开放布置；

2 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；

3 设备布置应便设备之间的连线短，外部管线进出方便；

4 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，风管穿过应安装防火阀。

23.2.7 维修区设置系统维修、测试、备品备件及工器具等用房，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。

23.2.8 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：

1 辅助设备区宜设置供电及低压配电、通风和空调、水消防和自动灭火系统、给排水等系统设备用房；

2 供电和低压配电、空调、水消防及给排水等辅助系统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。

23.3 建筑与装修

23.3.1 控制中心应根据监控管理线路数量、运营管理架构和管理模式、各系统中央级设备的数量及控制中心其他辅助设施等因素，经济合理地确定控制中心的规模及装修标准，并宜适当预留发展余地。

23.3.2 中央控制室应符合下列要求：

- 1 中央控制室应满足工艺设计要求；
- 2 中央控制室的室内净空高度应根据房间面积大小及视线的要求进行设计，不宜低于 4m；
- 3 中央控制室各调度台之间宜设通道。中央控制室应设不少于两个出入口与外部相连，且应至少有一个门的宽度为 1.2m,高度为 2.3m，并应满足相关专业要求；
- 4 中央控制室内应设固定式双层密封、隔声和隔热窗；有防火、防爆等特殊要求时，应按特殊要求进行设计；阳光不应直射设备，受阳光直射时应采取遮光措施；
- 5 室内地面应装设防静电活动地板，并应布设各调度台的系统管线接口及电源插座。设备不应直接安装在活动地板上；
- 6 室内宜设吊顶，并应满足敷设通风管道和管线的要求。吊顶宜采用轻质、耐火材料；
- 7 室内装修与照明综合效果不应在模拟屏上产生眩光。

23.3.3 设备区系统设备房净空不宜低于 3m；地面宜根据各系统具体的工艺要求设计，采用下部进线时应设架空活动地板，并应根据设备的安装要求，设置设备的承重、固定和起吊装置。

23.3.4 建筑设计除应满足各系统设备的工艺要求外，还应满足结构、消防等专业的要求。

23.4 布线

23.4.1 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。

23.4.2 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。

23.4.3 竖向布线宜采用电缆井敷设方式。

23.4.4 水平布线宜采用电缆夹层敷设方式（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。

23.4.5 中央控制室和设备房内不宜外漏电线、电缆和管线；无关管线不宜穿过中央控制室和设备房。

23.4.6 控制中心楼房间、房间之间的各种管线孔洞设计应便于严密封堵。

23.5 供电、防雷与接地

23.5.1 控制中心宜单独设置降压变电所，降压变电所应设两台动力照明变压器，分别引入两路相对独立的电源供电，满足控制中心一、二、三级负荷的需要。当一台变压器退出运行时，另一台变压器至少可满足全部一、二级负荷的需要。

23.5.2 需要不间断电源供电的系统设备，宜根据各系统设备的供电要求集中设置。

23.5.3 控制中心应根据电气等现行规范的规定设置防雷接地。

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

23.6 照明与应急照明

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

23.6.2 中央控制室的照明设计应满足下列要求：

1 中央控制室的照明应柔和均匀，无眩光；灯具布置要美观、合理，并应考虑模拟屏和操作台面最大照度的需要。灯具应嵌入吊顶内，组成光带；操作台面上应无阴影、室内照明均匀度不宜低于 0.7，照明应采用调光控制及分区控制；

2 当中央控制室采用马赛克式模拟屏时，模拟屏前区和操作台面距地面 0.8m 处的照度宜为 150~200lx；

3 当中央控制室采用投影式模拟屏时，模拟屏前区和操作台面距地面 0.8m 处的照度宜为 150lx，并应考虑局部照明。

23.6.3 设备房、维修用房、办公管理用房及其他各部位的照明照度应执行国家现行建筑电气规范的规定。

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

23.7 通风、空调与采暖

23.7.1 控制中心应采用通风和空调系统进行室内环境控制。中央控制室及有温、湿度控制要求的工艺设备房均应设置通风和空调系统，对环境温度、湿度及空气的洁净度与新鲜度进行调节和控制，为各系统设备和工作人员提供适宜的运行环境和工作环境。

23.7.2 通风和空调系统应按控制中心远期的要求设计，并考虑分期实施。

23.7.3 当与其他建筑合建时，控制中心通风和空调系统应独立设置。

23.7.4 使用要求不同的空气调节区，不宜划分在同一个空气调节系统中。

23.7.5 与设备用房无关的管道不宜穿过设备用房，设备上方不宜敷设任何水管。

23.7.6 控制中心、中央控制室及重要机房在正常情况下应保持正压。

23.8 消防与安全

23.8.1 控制中心应设置火灾自动报警系统、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。

23.8.2 控制中心应设置消防控制室。

23.8.3 控制中心宜根据需要设置闭路电视监控系统和安保门禁系统等安保系统。对各分区出入口、房间和主要通道应进行监视和自动录像。

23.8.4 控制中心宜设置保安值班室。保安值班室宜与消防控制室合并设置。

23.8.5 控制中心给排水系统和消防设施，由给水、排水、水消防、以及配置的灭火器与自动灭火等系统组成。给排水系统宜利用城市既有设施。各系统的设计应符合国家现行有关规范的规定。

24 站内客运设备

24.1 自动扶梯和自动人行道

I 一般规定

- 24.1.1 自动扶梯及自动人行道应采用公共交通型重载扶梯。
- 24.1.2 自动扶梯及自动人行道应具备变频调速的节电功能。
- 24.1.3 设置于室外的自动扶梯及自动人行道应选用室外型产品，上下平台应配有防滑措施。严寒地区应配有防止冰雪积聚设施。
- 24.1.4 自动扶梯及自动人行道应接受车站 BAS 系统的监控。
- 24.1.5 自动扶梯及自动人行道布置处应实现摄像全覆盖监视。
- 24.1.6 事故疏散用自动扶梯，应按一级负荷供电。
- 24.1.7 自动扶梯及自动人行道机坑内应采用重力流排水。无重力流排水条件时，应在机坑外设集水坑和配备排水设施。自动扶梯应配置油水分离设备。

II 主要技术要求及参数

- 24.1.8 自动扶梯及自动人行道连续运行时间，每天不应少于 20h，每周不应少于 140h，每 3h 应能以 100%制动载荷连续运行 1h。
- 24.1.9 自动扶梯及自动人行道应设就地级和车站级控制装置。
- 24.1.10 自动扶梯及自动人行道的传输设备应采用阻燃材料。
- 24.1.11 自动扶梯及自动人行道的电线、电缆的采用应符合本规范《电缆》篇章的相关规定。
- 24.1.12 自动扶梯及自动人行道的额定速度不应小于 0.5m/s，根据客流情况可选用 0.65 m/s。
- 24.1.13 自动扶梯的倾斜角度不应大于 30°，自动人行道的倾斜角度不应大于 12°。
- 24.1.14 自动人行道的梯级净宽度不宜小于 1m。
- 24.1.15 当自动扶梯额定速度为 0.5m/s，上、下水平梯级数量不得少于 3 块；当额定速度大于等于 0.65m/s 时，上、下水平梯级数量不得少于 4 块。
- 24.1.16 自动扶梯从倾斜区段到上水平段过渡的曲率半径不宜小于 2m，从倾斜区段到下水平段过渡的曲率半径不宜小于 1.5m。

III 主要土建技术要求

24.1.17 自动扶梯及自动人行道应根据产品要求在土建工程中设置预埋件和预留吊装条件。

24.1.18 自动扶梯及自动人行道安装位置，宜避开结构诱导缝和变形缝，跨越时应采用相应的构造措施。

24.1.19 在自动扶梯两台之间和靠桁架外部周围有连续建筑物或其他障碍物时，宜设宽度不小于 500mm 的检修通道。

24.1.20 自动扶梯及自动人行道的踏步面至顶部洞口处的建筑物底面垂直净空高度不应小于 2300mm。

24.2 电梯

I 一般规定

24.2.1 车站应选用无机房电梯。

24.2.2 电梯应接受车站 BAS 的监控。

24.2.3 电梯应能实现车站控制室、轿厢、控制柜或机房、轿厢顶、底坑等五处之间的对讲功能。

24.2.4 电梯的井道壁、底面、顶板应使用不燃、坚固、无粉尘的材料建造。

24.2.5 电梯的底坑内应设置排水设施，并不应漏水、渗水。

24.2.6 电梯的各项设施应符合现行行业标准《无障碍设计规范》GB 50763 的有关规定。

24.2.7 当电梯兼做消防梯时，其设施应符合消防电梯的功能，供电应采用一级负荷。

24.2.8 电梯内部应安设视频监控装置。

II 主要技术要求及参数

24.2.9 电梯额定载重不应小于 1000kg。

24.2.10 电梯的额定速度不应小于 1.0m/s。

24.2.11 电梯的开门宽度不宜小于 1m，并宜选用双扇中分门。

24.2.12 电梯采用的电线、电缆应符合本规范《电缆》篇章的相关规定。

III 主要土建技术要求

24.2.13 电梯的井道可采用钢筋混凝土结构或采用其他结构类型。

- 24.2.14 当采用无机房电梯且井道顶部暴露于室外时，该部分井道不宜采用透明结构形式。
- 24.2.15 电梯井道应根据产品要求在土建工程中设置预埋件、预留孔、预留槽和起重吊环。
- 24.2.16 电梯的安装位置应避开土建结构的诱导缝和变形缝。

24.3 轮椅升降机

I 一般规定

- 24.3.1 露天出入口应选用室外型轮椅升降机。
- 24.3.2 轮椅升降机设置处宜设置摄像监视装置。
- 24.3.3 轮椅升降机应接受 BAS 的监视。
- 24.3.4 轮椅升降机应具备乘客自行操作条件，并应设置与车站控制室的可视对讲装置。

II 主要技术要求及参数

- 24.3.5 轮椅升降机平台面应采用防滑材料，平台四周应设护栏。
- 24.3.6 轮椅升降机的额定速度宜为 0.15m/s。
- 24.3.7 轮椅升降机的额定载重不应小于 250kg。
- 24.3.8 轮椅升降机运行时所占用宽度不宜大于 1.2m，上下停靠位置可根据具体土建情况采用直线、90°或 180°等停靠方式。
- 24.3.9 轮椅升降机采用的电线、电缆应符合本规范《电缆》篇章的相关规定。

25 站台门

25.1 一般规定

- 25.1.1 车站宜设站台门，并应具备安装站台门系统的接口条件。
- 25.1.2 站台门系统应由门体、门机、电源及控制四部分组成。
- 25.1.3 站台门的类型应根据气候环境条件、车站建筑形式、服务水平、通风与空调制式等因素综合选定。
- 25.1.4 站台门系统的设计应遵循安全、可靠、可维护、可扩展的原则。
- 25.1.5 站台门在设计荷载作用下应符合本规范限界篇章的有关规定。
- 25.1.6 站台门系统主要装置应便于在站台侧进行维护、维修。
- 25.1.7 站台门不得作为防火隔离装置。
- 25.1.8 地下车站站台门系统的绝缘材料、密封材料和电线电缆等应采用无卤、低烟的阻燃材料；地面和高架车站站台门系统的绝缘材料、密封材料和电线电缆等应采用低卤、低烟的阻燃材料。
- 25.1.9 站台门系统的配置及控制模式宜与车站其他系统相结合，并应满足各种运营模式的要求。
- 25.1.10 站台门设置区域不宜有变形缝；站台门跨越变形缝时其门体结构应采取相应的构造措施。
- 25.1.11 站台门电气控制设备的防护等级应与环境条件相适应。
- 25.1.12 站台门的整体钢结构使用寿命不应少于 30 年。
- 25.1.13 站台门系统应满足电磁兼容性要求。
- 25.1.14 站台门系统应具备与信号、BAS、车辆、低压配电等系统的接口条件。

25.2 主要技术指标

- 25.2.1 滑动门开、关过程时间应与列车门的开关过程时间相匹配，且在一定范围内可调节，重复精度不应大于 0.1s。
- 25.2.2 站台门噪声峰值不应超过 70dBA。
- 25.2.3 滑动门、应急门、端门的手动解锁力不应大于 67N。
- 25.2.4 手动开启单边滑动门的动作力不应大于 150N。
- 25.2.5 系统的平均无故障运行周期不应小于 60 万个周期。
- 25.2.6 运行强度应符合每天运行 20h、每 90s 开/关 1 次，且全年连续运行的要求。
- 25.2.7 站台门门体结构在车站环境的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，且结构不应出现永久变形。各种荷载的取值应符合下列规定：

- 1 站台门站台设备自重应按实际重量取值；
- 2 地面车站或高架车站的站台门，所承受风荷载应按工程所在地风荷载标准值计算；地下车站的站台门风荷载应根据工程设计荷载取值；
- 3 站台门人群挤压力应按在其 1.1m~1.2m 高度处，垂直施加于门体结构 1000N/m 的挤压力取值；
- 4 站台门门体应进行冲击力测试，可按现行国家标准《建筑用安全玻璃》GB 15763.2 的有关规定执行；
- 5 地震作用的烈度应按当地抗震设防烈度取值。

25.2.8 站台门动力学参数应符合下列要求：

- 1 体的加、减速度值应能达到 1m/s^2 ；
- 2 阻止滑动门关闭的力不应大于 150N（匀速运动区间）；
- 3 每扇滑动门的最大动能不应大于 10J；
- 4 每扇滑动门关门的最后 100mm 行程最大动能不应大于 1J。

25.3 布置与结构

25.3.1 站台门应包括固定门、滑动门、应急门，每侧站台门的两端宜各设一樘端门。

25.3.2 站台门的滑动门与列车客室门在位置、数量上均应对应。

25.3.3 每樘滑动门净开度应计算信号系统的停车精度，且不应小于列车门的净开度。单扇端门的最小开度不应小于 0.9m，单扇应急门净开度不应小于 1.1m。

25.3.4 站台门门体的高度不应低于 1.2m。

25.3.5 在站台门范围内的适当位置应设置应急门，站台每侧应急门的数量宜为远期列车编组数。

25.3.6 滑动门、应急门、端门应能可靠锁闭，在站台侧可用专用钥匙开启，在轨道侧应能手动开启。

25.3.7 站台门门体外观宜与车站建筑风格相适应。门体应由金属框架、安全玻璃等组成，框架外露宜采用铝合金或不锈钢等金属材料制成；玻璃应选用通透性好、低自爆率的安全玻璃。

25.3.8 站台门与车站结构的连接部分应具有三维调节功能，强度、刚度应满足设计要求。

25.3.9 在正常的列车停车精度范围内，站台门在开、关门状态下不应影响列车司机出入。

25.3.10 驱动电机宜选用直流永磁电机，其功率应保证最不利条件下站台门可正常开

关。

25.4 运行与控制

25.4.1 站台门控制系统应主要由中央控制盘、就地控制盘、门控单元、就地控制盒、控制局域网和接口模块组成。

25.4.2 整列站台门的控制优先权应从低到高排列，可分为下列等级：

- 1 信号系统对站台门进行开关控制；
- 2 就地控制盘对站台门进行开关控制；
- 3 通过紧急控制盘对站台门进行开关控制。

25.4.3 站台门监控系统应以车站为单位独立设置，并应采用开放的通信协议。

25.4.4 站台门的重要状态及故障信息应上传至本站车站控制室和控制中心。

25.4.5 中央控制盘和接口模块宜布置在站台门设备室，就地控制盘宜布置在每侧站台出站端。

25.4.6 站台门的控制及监视应分别设置，关键命令及响应应通过硬线传输。监视系统应能实现监视站台门系统的状态。

25.4.7 站台门应具有障碍物探测功能，应探测到厚度为 5mm~10mm，且最小宽度为 40mm 的硬障碍物。

25.4.8 在中央控制盘和门控单元上可进行参数的下载及修改。

25.4.9 应用软件应能调整电机速度曲线、门体夹紧力阈值、重复开关门延迟时间和重复开关门次数等参数，并应具有故障自动诊断、自动报警的功能。

25.5 供电与接地

25.5.1 站台门系统应按一级负荷供电。驱动电源和控制电源供电回路宜相互独立。

25.5.2 站台门驱动后备电源储能，应能满足在 30min，内至少完成开、关滑动门 3 次循环的需要。

25.5.3 站台门系统控制电源模块宜采用冗余配置。

25.5.4 驱动电源、控制电源与外电源的隔离阻抗不应小于 5MΩ。

25.5.5 站台门配电电缆、控制电缆的线槽应相互独立。

25.5.6 站台门设备室设备应采用综合接地，接地电阻不应大于 1Ω。

25.5.7 站台门与列车车厢宜保持等电位，当与钢轨有联接需求时，等电位要求应符合下列规定：

- 1 站台门与钢轨应采用单点等电位连接，门体与钢轨连接等电位电阻值不应大于 0.4Ω；

2 正常情况下人体可触及的站台门金属构件应与车站结构绝缘,门体与车站结构之间的绝缘电阻不应小于 $0.5M\Omega$ 。每侧站台门应保持整体等电位。

25.5.8 当站台门与列车车厢无等电位要求时,站台门应通过接地端子接地,接地电阻不应大于 1Ω 。

26 车辆基地

26.1 一般规定

26.1.1 中低速磁浮交通车辆基地应包括车辆段（停车场）、综合维修中心、物资总库、培训中心和其它生产、生活、办公等配套设施。

26.1.2 车辆基地的功能、布局和各项设施的配置，应根据工程的运营需要、磁浮交通线网车辆基地的规划布置和既有车辆基地的功能及分布情况，实现线网车辆基地的资源共享。

26.1.3 车辆基地的设计，应结合初、近、远期，统一规划，分期实施。车辆应按初期运营需要配置；站场股道、房屋建筑和机电设备等按近期需要设计；用地范围应按远期规模确定。

26.1.4 车辆基地选址应满足下列要求：

- 1 用地应符合城市总体规划，与周边环境、景观相协调；
- 2 有良好的与车站接轨条件，减少空车走行的距离；
- 3 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；
- 4 具有良好的自然排水条件；
- 5 具有良好的市政接驳条件，便于城市电力、自来水、燃气等管线引入，便于雨污水管线接驳，便于市政道路连接。

- 6 宜避开工程地质和水文地质不良的地段。

26.1.5 车辆基地设计应有完善的消防设施。总平面布置、房屋设计和材料、设备的选用等应符合现行有关防火规范的规定。

26.1.6 车辆基地内应有运输道路及消防道路，并应有不少于两个与外界道路相连通的出口。运输道路设计应充分考虑磁浮车辆新车入段或厂修回送的运输要求。

26.1.7 车辆基地设计应对所产生的废气、废液、固废、噪声和电磁辐射等进行综合治理，并符合现行国家和地方有关规范的规定。

环境保护设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

26.1.8 车辆基地设计，应贯彻节约用地、节约能源和资源的方针。

26.1.9 车辆基地应设围蔽设施，其设计宜结合当地的环境和要求，选用安全、实用、美观的结构形式和材料。出入段线、咽喉区股道线群外侧及试车线均应设置通透隔离栅栏。

26.1.10 车辆基地应具有外来物资、设备及新车进入的运输条件；车辆基地内应有运输、消防道路，并有不少于两个与外界道路相连通的出入口。段内道路与磁浮轨道相

交时，宜采取立交方式。

26.2 车辆段与停车场的功能、规模及总平面布置

26.2.1 车辆段与停车场的功能与设置应符合下列要求：

1 车辆段可根据其作业范围分为大、架修段和定修段，大、架修段应为承担车辆的大修和架修及其以下修程作业；定修段应为承担车辆的定修及其以下修程作业以及临时性故障修理；

2 停车场应主要承担列检和停车作业，必要时可承担周月检及临修作业。

26.2.2 车辆基地设计规模应根据配属列车数量和车辆检修制度、车辆基地的分布等基础资料，经计算综合确定。

26.2.3 车辆基地的设计应以磁浮车辆的技术参数为依据。车辆应采用日常维修和定期检修相结合的检修制度。修程和检修周期应由车辆制造商提供。

26.2.4 车辆基地总平面设计应符合以下要求：

1 应根据车辆运用和检修的作业要求，并综合考虑停车列检库、检修库、材料库、测试设备及其他设施设备的布局及道路、管线、绿化、消防、环保等要求，以及考虑当地气象条件等，合理安排。

2 生产房屋布置应以运用库和检修库为核心，各辅助生产房屋应根据生产性质按系统分区布置。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附跨内或邻近地点，性质相同或相近的房屋宜合并设置。

3 空气压缩机间、变配电所、给水所和锅炉房等动力房屋，应设置在相关的负荷中心附近。

4 产生噪声、冲击振动或易燃、易爆的车间宜单独设置。

26.2.5 车辆基地的股道区应设置通透的隔离栅栏。

26.2.6 车辆基地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。

26.2.7 车辆基地应设围蔽设施，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。

26.3 车辆运用设施

26.3.1 运用整备车间应配置停车列检库、周月检库和列车清洁及洗刷设备等设施，并根据生产需要配备办公、生活房屋。

1 停车、列检库的规模应按近期需要确定，并考虑远期发展的需要。近、远期规模变化不大或厂房扩建困难时，其厂房可按远期规模一次建成。

2 停车、列检库应根据当地气象条件和运营要求设计，具备条件的地区，停车、列检设施可考虑设棚。

3 停车、列检库各线的列位设置应根据车库形式确定。当库形为尽端式时，每条库线宜按远期编组辆数两列位布置。当库形为贯通式时，每条线宜按远期编组辆数三列位布置。

26.3.2 车库内地面供电应分段设置并加装安全防护或采用滑触线方式供电，采用接触轨方式供电时库内列位之间和库前均应设置分段供电装置，并均应设有送电时的信号显示或音响。

26.3.3 各车库的主要设计要求：

1 车库的长度应分别按下列公式计算，并结合厂房组合情况和建筑、结构设计要求作适当调整，不宜小于下列公式计算值。

1) 停车列检库（棚）计算长度

$$L_{tk} = N_t \times (L_c + 2) + (N_t - 1) \times 8 + 15 \quad (26.3.3-1)$$

式中， L_{tk} ——车库计算长度（m）；

N_t ——每条线停车列位数；

L_c ——列车长度（m）；

2——停车误差；

8——停车列位间通道宽度；

15——附加长度（前端距端墙 3m，后端至车挡安全距离 5m，车挡距端墙 7m）

2) 月检库计算长度

$$L_{yl} = N_{yl} \times (L_c + 2) + (N_{yl} - 1) \times 8 + 20 \quad (26.3.3-2)$$

式中， L_{yl} ——月检库计算长度（m）；

N_{yl} ——月检列位数；

L_c ——列车长度（m）；

2——停车误差；

8——停车列位间距离；

20——附加长度（前端距端墙 3m，后端至车挡距离 10m，车挡距端墙 7m）

2 车库大门净高须符合车辆的设备限界要求。

3 车库的梁底标高根据库内轨面高度、车辆高度、作业高度、安全距离要求等综合考虑。

4 库内地坪面需光洁、平整，适合高精度停车作业要求和满足库内作业的承载力要求。

5 库内各线路结构形式宜设计为柱式轨道形式，轨面标高应结合作业需求设置。

6 轨道梁下均设有固定照明、动力插座等设施。

26.3.4 车辆基地内应设洗车设施，根据作业需求设人工清洗平台或机械洗车设施。

机械洗车设施应包括洗车机、洗车线和辅助生产房屋，其设计应满足下列要求：

1 洗车机功能宜满足车辆两侧和端部（驾驶室）清洗及化学洗涤剂的洗刷要求；

2 洗车线宜贯通式布置，当地形受限制式，可按尽端式布置。

3 洗车线的直线段长度应大于洗车机设备的布置长度，洗车设备两端需保证各留有一节车辆的长度。

4 洗车线有效长度应按列车最大编组时用下列公式计算：

1) 尽端式洗车线有效长度：

$$L_{xj}=L_a+2L_c+10 \quad (26.3.4-1)$$

式中， L_{xj} ——洗车线有效长度（m）；

L_a ——洗车机所需的安全长度（包括联锁设备）（m）；

$2L_c$ ——洗车机前后各一列车长度（m）；

10——洗车线终端安全距离（m）。

2) 贯通式洗车线有效长度：

$$L_{xg}=L_a+2L_c+12 \quad (26.3.4-2)$$

式中， L_{xg} ——洗车线有效长度（m）；

L_a ——洗车机所需的安全长度（包括联锁设备）（m）；

$2L_c$ ——洗车机前后两列车总长度（m）；

12——信号设备设置附加长度（m）。

5 洗车线应根据洗车设备的要求配备辅助生产房屋。

26.3.5 车辆基地内应根据站场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下列公式的计算值：

$$L_q=L_a+L_c+10 \quad (26.3.5)$$

式中， L_q ——牵出线有效长度（m）；

L_a ——牵引工程车长度（m）；

L_c ——牵出列车总长度（m）；

10——牵出线终端安全距离（m）。

26.3.6 车辆段、停车场应根据列车日常维修作业的需要，配备车辆车载通信信号设备的维修、车辆内部清扫、工具存放。备品存放和工作人员更衣休息等生产、办公、生活房屋。生产、办公、生活房屋宜设于运用库的附跨内或临近地点。

26.3.7 车辆段、停车场内列车运用调度、检修调度和电力调度等宜合并设置为车辆

段调度中心（DCC）。调度中心应设置有站场信号和正线行车调度作业的显示装置。

26.3.8 车辆段、停车场内应设置乘务员公寓，其规模应根据早晚运行列车乘务员人数确定。

26.4 车辆检修设施

26.4.1 车辆检修设施应包括厂架修库、定修库、临修库、吹扫库、静调库和辅助生产房屋及设施，并应根据其功能和检修工艺要求设置，同时应符合下列规定：

1 定修段应设置定修库、临修库，并应根据需要设置相应其他线路和辅助生产房屋。

2 厂架修段除应设置定修段各种生产房屋之外，应根据车辆检修要求设厂架修库、静调库、悬浮架等部件检修库，并应根据需要设置油漆库。

26.4.2 定修库规模应根据定修工作量和检修时间计算确定，其设计应符合下列规定：

1 车辆定修宜采用定位作业，列位的长度可接单节车解钩的作业设计；

2 定修线应采用车底大部件检修设备，可根据车辆情况多处设置。

3 定修库的长度不应小于下式的计算值：

$$Ldk=Lc+(Nj-1)+20 \quad (26.4.2)$$

式中， Ldk ——定修库计算长度（m）；

Lc ——每列车长度（m）；

Nj ——检修列车编组数；

20——定修库设计附加长度

26.4.3 临修库的设计应符合下列规定

1 临修库应设置起重设备，满足车体吊装需求。

2 临修库应设置悬浮架拆装设备，并满足悬浮架拆装设备安装位置前后均可停放一列车长度。

3 临修库长度不应小于下式的计算值：

$$Llk=Lc+(Nj-1)+20 \quad (26.4.3)$$

式中， Llk ——检修库计算长度（m）；

Lc ——每列车长度（m）；

Nj ——检修列车编组数；

20——临修库设计附加长度

26.4.4 静调库设计应符合下列规定

1 静调库的长度、宽度的设计可按定修库设计；

2 库内应设调试用的外接电源设备；

- 3 静调库应设单侧车顶作业平台及安全防护措施；
- 4 宜在静调线上设车辆限界检测装置，线路应均为标准零轨。

26.4.5 车辆段应配置调车机车和调机库。

26.4.6 车辆段应设试车线，其设计应符合下列要求：

- 1 试车线的有效长度应根据车辆性能和技术参数及试车综合要求计算确定。试车线两端应设置缓冲滑动式车档。

- 2 试车线应为平直线路，困难时线路端部可根据改线段的试车速度设置适当曲线。试车线的其他技术标准应与正线标准一致。

- 3 试车线应设置单独隔离开关和试车设备用房。

26.4.7 车辆段应设吹扫设施，设计应符合下列要求：

- 1 吹扫设施宜包括吹扫线、吹扫作业平台和吹扫设备；吹扫作业平台应设有防护栏。

- 2 吹扫设备应根据吹扫作业的要求选用成熟可靠产品，并应根据作业和设备的要求配备辅助生产房屋；

26.4.8 油漆库应设置通风设备，并应采取消防和环保措施，库内电器设备应符合防爆要求。

26.4.9 大架修段的悬浮架检修间的设计应符合下列要求：

- 1 悬浮架检修间应毗邻大架修库设置，并应设置悬浮架、直线电机、电磁铁等零部件的检修、清洗、试验和探伤设备；

- 2 悬浮架检修间的规模和检修台位应根据悬浮架检修任务量、作业方式和检修时间计算确定。

- 3 悬浮架检修间应设置相应吨位天车；

- 4 悬浮架检修间内或附近应设置悬浮架存放间，备用悬浮架的数量不应小于同时检修车辆所需悬浮架的 2 倍。

26.4.10 车辆维护的测试间主要有悬浮控制、直线电机检修、测量单元测试间等。测试间宜设于停车列检库的辅跨内，车间内各房屋根据工艺要求设空调通风、动力、照明、给排水及消防设施。

26.4.11 蓄电池间宜独立设置，蓄电池间的规模应满足磁浮车辆蓄电池检修和充电需要。并综合考虑车辆基地内配置的其它运输车辆、特种工程车车载蓄电池维护需要。

26.5 车辆段设备维修与动力设施

26.5.1 车辆段设备车间包括设备维修车间和相应管理部门，其工作范围应包括下列内容：

- 1 承担全段机电设备的管理和中、小修程的检修工作；
- 2 承担全段各种生产工具的维修和管理工作；
- 3 开展并实施段内技术更新改造和小型非标准设备的制作及检修。

26.5.2 车辆段生产设备应采用统一管理、集中检修的原则。有条件时，设备的大修宜外委或外协进行。

26.5.3 车辆段设备维修车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、加工设备、电焊气焊设备、电器检测设备、管道维修设备和起重运输设备等。车辆段检修车间的通用机加工设备与设备车间的通用机加工设备宜合并设置。有条件的地区可考虑社会化协作，精简设备布置。

26.5.4 空压机房间的空压机应选择低噪声、节能型产品，其压力和容量应根据用风设备的要求确定。空压机数量不应少于两台。

26.5.5 车辆段应根据工艺的要求和当地的具体情况设置采暖、通风和空调设施，采暖地区宜采用集中供热方式。

26.5.6 车辆段各种室外管线应根据管线的性质和走向，结合总平面的布置综合设置，力求安全、经济、合理，便于管理和维修。

26.6 综合维修中心

26.6.1 综合维修中心应能满足全线线路轨道、道岔、桥梁、涵洞、隧道、建筑、道路、牵引供电、运行控制、基础通信和机电等设备的维修、保养工作所需设备的运行管理、维修和检修需要。

26.6.2 各系统根据运营需要设置运行管理、日常巡检和检修工班和工区，并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。房屋的布置应根据作业性质结合具体情况合理布局。

牵引供电系统维护工区宜与牵引变电站合建；线路/道岔维护系统可与车站合建，亦可在牵引变电站与牵引供电系统维护工区和抢修器材存放点合建；其它子系统维护工区可在车辆基地内合建维修中心；机电设备专业、信号、轨道等其它系统可根据抢修需要在正线车站派驻工区和抢修器材存放点。

26.6.3 应根据各系统的工作内容和工作量配置必要的检修和试验设备。

26.6.4 根据作业需求，并考虑网络中配备的情况以及联络条件，可配置轨道检查车、轨道维护车、临时施工特种车等工程车辆，应设置独立的工程车辆停放线，并根据需求设置检修工程车辆用的工程车库。车库宜设置在停放线的末端。

26.6.5 除与运营密切相关的系统外，其余可采取社会化的维修方式。

26.7 物资总库

26.7.1 为保证磁浮系统的正常运转和材料设备供应，应设有物资总库，担负整个系统的材料、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。

26.7.2 应设有各种仓库、材料棚和必要的办公、生活房屋，以及材料堆放场地。

26.7.3 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。材料堆放场地应采用硬化地面。

不同性质的材料、设备宜分库存放，其中存放易燃品的仓库宜单独设置，并应符合现行《建筑设计防火规范》的有关规定。

26.7.4 物资总库应配备材料、配件和设备的装卸起重设备和汽车、蓄电池车等运输车辆。

26.7.5 物资总库应考虑对外运输条件，应有道路连接基地内主要道路及外界道路。

26.7.6 物资总库生活设施宜利用基地的设施。

26.8 培训中心

26.8.1 培训中心负责组织和管理工作，应根据当地实际需要设置，当系统内已设有培训中心时宜考虑共用。

26.8.2 培训中心宜设于综合基地范围内的适当地点，必要时也可设于其他地区。

26.8.3 培训中心应设教室、实验室、图书室、阅览室和教职员工办公和生活用房，以及必要的教学设备和配套设施。

26.9 救援及其他

26.9.1 应设有救援办公室，由运营控制中心指挥。救援办公室应设置值班室。值班室应设电钟、自动电话和无线通信设备以及直通运营控制中心的防灾调度电话。并根据救援需要设置专用的地面工程车和指挥车。

26.9.2 基地场坪标高根据地下水位和内涝水位、邻近河道 1/100 潮水位、场地排水、周围道路标高以及土石方工程等因素综合考虑。

26.9.3 基地内应根据磁浮供电系统的要求、基地的规模和布置，以及生产工艺需要设置高低压配电及动力、照明设施。

27 防灾

27.1 一般规定

27.1.1 中低速磁浮交通应具有针对火灾、水淹、风灾、地震、冰雪和雷击等灾害的预防措施，并应以预防火灾为主。

27.1.2 中低速磁浮交通控制中心应具有所辖线路的防灾调度指挥功能。

27.1.3 中低速磁浮车站应配备防火设施；车辆基地应配备防灾与救援设施。

27.1.4 中低速磁浮交通对火灾应贯彻“预防为主，防消结合”的方针，一条线路、一座换乘车站及其相邻区间的防火设计应按同一时间发生一次火灾计。

27.1.5 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、服务设备外，也不得设置妨碍乘客疏散的设备、设施及其他物体。

27.1.6 当开发地下商业时，商业区与站厅间应划分成不同的防火分区，防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》（GB50016）的有关规定。

27.2 建筑防火

27.2.1 磁浮各建（构）筑物的耐火等级应符合下列规定：

1 地下的车站、区间、变电站等主体工程及出入口通道、风道的耐火等级应为一级。

2 地面出入口、风亭等附属建筑，地面车站、高架车站及高架区间的建、构筑物，耐火等级不得低于二级；

3 控制中心建筑耐火等级应为一级；

4 车辆基地内建筑的耐火等级应根据其使用功能确定，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 的有关规定。

27.2.2 防火分区的划分应符合下列规定：

1 地下车站站台和站厅公共区应划为一个防火分区，设备与管理用房区每个防火分区的最大允许使用面积不应大于 1500 m²；

2 地下换乘车站当共用一个站厅时，站厅公共区面积不应大于 5000 m²；

3 地上的车站站厅公共区采用机械排烟时，防火分区的最大允许建筑面积不应大于 5000 m²，其他部位每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 2500 m²；

4 车辆基地、控制中心的防火分区的划分，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 的有关规定。

27.2.3 车站安全出口设置应符合下列规定：

1 车站每个站厅公共区安全出口数应经计算确定,且应设置不少于 2 个直通地面的安全出口;

2 地下单层侧式站台车站,每侧站台安全出口数应经计算确定,且不应少于 2 个直通地面的安全出口;

3 地下车站的设备与管理用房区域安全出口的数不应少于 2 个,其中有人值守的防火分区应有 1 个安全出口直通地面;

4 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 ;

5 竖井、爬梯、电梯、消防专用通道,以及设在两侧式站台之间的过轨地道不应作为安全出口;

6 地下换乘车站的换乘通道不应作为安全出口。

27.2.4 两个防火分区之间应采用耐火极限不低于 3h 的防火墙和甲级防火门分隔,在防火墙设有观察窗时,应采用甲级防火窗;防火分区的楼板应采用耐火极限不低于 1.5h 的楼板。

27.2.5 消防泵房、污水泵房、废水泵房、厕所、盥洗室等面积可不计入防火分区面积。

27.2.6 站台和站厅公共区内任一点,与安全出口疏散的距离不得大于 50m。

27.2.7 公共区内设于付费区与非付费区之间的栏栅应设栏栅门,检票口和栅栏门的总通行能力应与站台至站厅疏散能力相匹配。

27.2.8 车站的装修材料应符合下列规定:

1 地下车站公共区和设备与管理用房的顶棚、墙面、地面装修材料及垃圾箱,应采用燃烧性能等级为 A 级不燃材料;

2 地上车站公共区的墙面、顶棚的装修材料及垃圾箱.应采用 A 级不燃材料。地面应采用不低于 Bi 级难燃材料。设备与管理用房区内的装修材料.应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB50222 的有关规定;

3 地上、地下车站公共区的广告灯箱、导向标志、休息椅、电话亭、售检票机等固定服务设施的材料,应采用不低于 B 级难燃材料。装修材料不得采用石棉、玻璃纤维、塑料类等制品。

27.2.9 安全出口、楼梯和疏散通道的宽度和长度,应符合下列规定:

1 供人员疏散的出口楼梯和疏散通道的宽度,应按本规范第 11 章的有关规定计算确定;

2 设备与管理用房区房间单面布置时,疏散通道宽度不得小于 1.2m,双面布置时不得小于 1.5m;

3 设备与管理用房直接通向疏散走道的疏散门至安全出口的距离,当房间疏散门位于两个安全出口之间时,疏散门与最近安全出口的距离不应大于 40m;当房间位于袋形走道两侧或尽端时,其疏散门与最近安全出口的距离不应大于 22m;

4 地下出入口通道的长度不宜超过 100m,当超过时应采取满足人员消防疏散要求的措施。

27.2.10 车站站台公共区的楼梯、自动扶梯、出入口通道。应满足当发生火灾时在 6min 内将远期或客流控制期超高峰小时一列进站列车所载的乘客及站台上的候车人员全部撤离站台到达安全区的要求。

27.2.11 提升高度不超过三层的车站,乘客从站台层疏散至站厅公共区或其他安全区域的时间,应按下式计算:

$$T = 1 + \frac{Q_1 + Q_2}{0.9[A_1(N-1) + A_2B]} \leq 6\text{min} \quad (27.2.11)$$

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 ——一台自动扶梯通过能力 [人/(min m)];

A_2 ——疏散楼梯通过能力 [人/(min m)];

N ——自动扶梯台数;

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。

27.2.12 地下车站消防专用通道及楼梯间应设置在有车站控制室等主要管理用房的防火分区内,并应方便到达地下各层。地下超过三层(含三层)时,应设防烟楼梯间。

27.2.13 地下车站的地面出入口、风亭等附属建筑,车辆基地出人线敞口段,以及地上车站、区间和附属建筑与相邻建筑的防火间距和消防车道的设置,应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的有关规定执行。与汽车加油加气站的防火间距应符合现行国家标准《汽车加油加气站设计与施工规范》GB 50156 的有关规定。

27.2.14 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。

27.2.15 重要设备用房应以耐火极限不低于 2h 的隔墙和耐火极限不低于 1.5h 的楼板与其他部位隔开。

27.3 消防给水与灭火

27.3.1 消防给水水源应采用城市自来水，当沿线无城市自来水时，可采用其他消防给水水源。

27.3.2 消防给水系统的设计，应符合本规范 14.1 节的有关规定。

27.3.3 消防栓给水系统用水量定额应符合下列规定：

- 1 地下车站（含换乘站）应为 20L/s；
- 2 地下车站出入口通道，折返线及地下区间隧道应为 10L/s；
- 3 地面及高架车站应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》（GB50016）的有关规定。

27.3.4 中低速磁浮交通消防给水系统，应结合给水水源等因素确定，宜按下列要求确定：

- 1 当城市自来水的供水量能满足消防用水的要求，而供水压力不能满足消防用水压力的要求时，应设消防增压、稳压设施，当地消防和市政部门许可时，可不设消防水池，从市政管网直接引水；

- 2 当城市自来水的供水量不能满足消防用水量要求或城市自来水管网为枝状管网时，地下车站及地下区间应设消防增压、稳压设施和消防水池。地面和高架车站应设消防设施和消防水池的设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定；

- 3 换乘车站消防给水系统宜采用一套系统；

- 4 地面车站、高架车站消防栓给水系统采用消防泵加压供水时，应设置稳压装置及气压罐，可不设高位水箱。

27.3.5 地下车站及其相连的地下区间、长度大于 20m 的出入口通道、长度大于 500m 的独立地下空间，应设室内消火栓给水系统。

27.3.6 地下车站设置的商铺总面积超过 500m² 时，应按现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084 的有关规定设置自动喷水灭火系统。

27.3.7 消防给水管道的设置应符合下列要求：

- 1 地下车站及地下区间的室内消火栓给水系统应设计为环状管网，地下区间上、下行线应各设置 1 根消防给水管，在地下车站端部和车站环状管网应衔接；

- 2 地下区间两条给水干管之间是否设置连通管应经过技术经济比较确定；

- 3 地面和高架车站室内消防栓超过 10 个，且室外消防用水量大于 15L/s 时，应设计为环状管网；

- 4 车站室内消火栓环状管网应有两根进水管与城市自来水环状管网或消防泵连

接；

5 消防枝状管道上设置的消防栓数量不应超过 4 个。

27.3.8 室内消防栓的设置应符合下列要求：

1 消防栓的口径应为 DN65，水枪喷嘴直径应为 19mm，每根水龙带长度应为 25m，栓口距地面、楼板或轨面高度应为 1.1m；

2 车站的消防栓，宜设单口单阀消防栓，困难地段可设双口双阀消防栓箱；

3 地下隧道的消防栓，宜设消防栓口，可不设消防栓箱，但水龙带和水枪应放在邻近车站站台端部专用消防栓箱内；

4 消防栓的布置应保证每个防火分区同层有两只水枪的充实水柱同时到达室内任何部位；

5 地下车站水枪充实水柱长度不应小于 10m，地面、高架车站水枪充实水柱长度应负荷现行家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定；

6 消防栓的间距应按计算确定，但单口单阀消防栓不应超过 30m，双口双阀消防栓不应超过 50m，地下区间隧道（单洞）的消防栓的间距不应超过 10m，人行通道内消防栓间距不应超过 30m；

7 消防栓口的静水压力和出水压力应符合现行家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定；

8 车站、车辆基地的消防栓与灭火器应共箱设置，箱内应配备衬胶水龙带和水枪，自救式消防软管卷盘和灭火器；

9 当消防栓系统由消防水泵加压供给时，消防栓处应设水泵自动按钮。

27.3.9 设置在地下的通信及信号机房（含电源室）、变电所（含控制室）、综合监控设备室、蓄电池室和主变电所，应设置自动灭火系统。地上运营控制中心通信、信号机房、综合监控设备室、自动售检票机房、计算机数据中心应设置自动灭火系统，地面、高架车站、车辆基地自动灭火系统的设置，应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 及《高层民用建筑设计防火规范》GB50045 的有关规定执行。

27.3.10 中低速磁浮交通工程应按现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB50140 的有关规定配置灭火器。

27.3.11 管材及附件的设置应符合下列规定：

1 消防给水管宜采用球墨铸铁给水管、热镀锌钢管或经国家固定灭火系统质量监督检验测试中心检测合格的其他管材；

2 室外埋地给水管道宜采用球墨铸铁给水管；

3 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或采用法兰接口。

27.3.12 消防设备的监控应符合下列规定：

- 1 消火栓泵组应在车站控制室显示消火栓泵的运行状态、手/自动状态、故障状态，在车站控制室应能消防泵的启停，消防泵应采用启动按钮启动及车站控制室远程启动的启动方式；
- 2 自动灭火系统应具备自动控制、手动控制及紧急机械操作三种启动功能。

27.4 防烟、排烟及事故通风

27.4.1 地下车站及区间隧道内必须设置防烟、排烟及事故通风系统。

27.4.2 下列场所应设置机械防烟、排烟设施：

- 1 地下车站的站厅和站台；
- 2 连续长度大于 300m 的区间隧道和全封闭车道；
- 3 防烟楼梯间和前室。

27.4.3 下列场所应设置机械排烟设施：

- 1 同一个防火分区的地下车站设备与管理用房的总面积超过 200m²，或面积超过 50m²且经常有人停留的单个房间；
- 2 最远点到车站公共区的直线距离超过 20m 的内走道；连续长度大于 60m 的地下通道和出入口通道。

27.4.4 连续长度大于 60m 但不大于 300m 的区间隧道和全封闭车道宜采用自然排烟；当无条件采用自然排烟时，应设置机械排烟。

27.4.5 地面和高架车站应采用自然排烟；当确有困难时，应设置机械排烟。

27.4.6 当防烟、排烟和事故通风与正常通风空调系统合用时，通风空调系统应采取防烟措施，且应符合防烟、排烟系统的要求，并应具备事故工况下的快速转移功能。

27.4.7 防烟、排烟系统与事故通风应具备下列功能：

- 1 当区间隧道发生火灾时，应背着乘客主要疏散方向排烟，迎着乘客疏散方向送新风；
- 2 当地下车站站厅、站台发生火灾时，应具备防烟、排烟、通风功能；
- 3 当列车阻塞在区间隧道时，应对阻塞区间进行有效通风；
- 4 当地面或高架车站发生火灾时，应具备排烟功能；
- 5 当设备或管理用房发生火灾时，应具备防烟、排烟、通风功能。

27.4.8 地下车站的公共区，以及设备与管理用房，应划分防烟分区，且防烟分区不得跨越防火分区。站厅与站台的公共区每个防烟分区的建筑面积不宜超过 2000m²，设备与管理用房每个防烟分区的建筑面积不宜超过 750m²。

27.4.9 防烟分区可采取挡烟垂壁等措施，挡烟垂壁等设施的下垂高度不应小于

500mm。

27.4.10 地下车站站台、站厅火灾时的排烟量，应根据一个防火分区的建筑面积按 $1\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ min}$ 计算。当排烟设备需要同时排除两个及两个以上防烟分区的烟量时，其设备能力应按排除所负责的防烟分区中最大的两个防烟分区的烟量配置。当车站站台发生火灾时，应保证站厅到站台的楼梯和扶梯口处具有能够有效阻止烟气向上蔓延的气流，且向下气流速度不应小于 1.5m/s 。

27.4.11 地下车站的设备与管理用房、内走道、长通道和出入口通道等设置机械排烟时，其排烟量应根据一个防火分区的建筑面积按 $1\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ min}$ 计算，排烟区域的排风量不应小于排烟量的 50%。当排烟设备负责两个及两个以上防烟分区时，其设备能力应根据最大防烟分区的建筑面积按 $2\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ min}$ 计算的排烟量配置。

27.4.12 区间隧道火灾的排烟量，应按单洞区间隧道断面的排烟速度不小于 2m/s 且高于计算的临界风速计算，但排烟流速不得大于 11m/s 。

27.4.13 区间隧道事故、排烟风机、地下车站公共区和车站设备与管理用房排烟风机，应保证在 250°C 时能连续有效工作 1h；烟气流经的风阀及消声器等辅助设备应与风机耐高温等级相同。

27.4.14 地面及高架车站公共区和设备与管理用房排烟风机，应保证在 280°C 时能连续有效工作 0.5h；烟气流经的风阀及消声器等辅助设备应与风机耐高温等级相同。

27.4.15 列车阻塞在区间隧道时的送排风量，应按区间隧道断面风速不小于 2m/s 计算，并应按控制列车顶部最不利点的隧道温度低于 45°C 校核确定，但风速不得大于 11m/s 。

27.4.16 地面及高架车站公共区和设备与管理用房采用自然排烟时，排烟口应设置在上部，其可开启的有效排烟面积不应小于该场所建筑面积的 2%，排烟口的位置与最远排烟点的水平距离不应超过 30m。

27.4.17 区间隧道及全封闭车道采用自然排烟时，排烟口应设置在上部，其有效排烟面积不应小于顶部投影面积的 5%，排烟口的位置与最远排烟点的水平距离不应超过 30m。

27.4.18 在事故工况下参与运转的设备，从静止状态转换为事故工况状态所需的时间不应超过 30s，从运转状态转换为事故工况状态所需的时间不应超过 60s。

27.4.19 在事故工况下需要开启或关闭的设备，启、闭所需的时间不应超过 30s。

27.4.20 排烟口的风速不宜大于 10m/s 。

27.4.21 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 ，

27.4.22 通风空调系统下列部位应设置防火阀：

- 1 风道穿越防火分区的防火墙及楼板处；
- 2 每层水平干管与垂直总管的交接处；
- 3 穿越变形缝且有隔墙处。

27.5 防灾通信

27.5.1 中低速磁浮交通公务电话交换机应具备火警时能自动转换到市话网“119”的功能；同时，应配备在发生灾害时供救援人员进行地上、地下联络的无线通信设施。

27.5.2 控制中心应设置防灾无线控制台，列车司机室应设置防灾无线通信台，车站控制室、站长室、保安室及车连基地值班室应设置无线通信设备。

27.5.3 控制中心应设置防灾广播控制台，车站控制室、车辆基地值班室应设置广播控制台。

27.5.4 控制中心和车站控制室应设置监视器和控制键盘。

27.5.5 中低速磁浮交通应设置消防专用调度电话，防灾调度电话系统应在控制中心设调度电话总机，并应在车站及车辆基地设分机。

27.5.6 中低速磁浮交通通信系统的设计，应具备火灾时能迅速转换为防灾通信的功能。

27.6 防灾用电与疏散照明

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

27.6.2 地下线路应急照明的连续工作时间不应小于 60min。

27.6.3 防灾用电设备的配电设备应有明显标志。

27.6.4 照明器标明的高温部位靠近可燃物时，应采取隔热、散热等防灾保护措施。可燃物品库房不应设置卤钨灯等高温照明器。

27.6.5 下列部位应设置应急疏散照明：

- 1 车站站厅、站台、自动扶梯、自动人行道及楼梯；
- 2 车站附属用房内走道等疏散通道；
- 3 区间隧道；
- 4 车辆基地内的单体建筑物及控制中心大楼的疏散楼梯间、疏散通道、消防电梯间（含前室）。

27.6.6 下列部位应设置疏散指示标志：

- 1 车站站厅、站台、自动扶梯、自动人行道及楼梯口；
- 2 车站附属用房内走道等疏散通道及安全出口；

3 区间隧道；

4 车辆基地内的单体建筑物及控制中心大楼的疏散楼梯间、疏散通道及安全出口。

27.6.7 为防止设备、应急照明和疏散指示灯供电采用的电缆或电线，应符合本规范 15.4.1 条的规定。

27.6.8 疏散指示标志的设置应符合下列要求：

1 疏散通道拐弯处、交叉口、沿通道长向每隔不大于 10m 处，应设置灯光疏散指示标志，指示标志距地面应小于 1m；

2 疏散门、安全出口应设置灯光疏散指示标志，并宜设置在门洞正上方；

3 车站公共区的站台、站厅乘客疏散路线和疏散通道等人员密集部位的地面上，以及疏散楼梯台阶侧立面，应设置光疏散指示标志，并应保持视觉连续。

27.7 其他灾害预防与报警

27.7.1 中低速磁浮交通车站出入口及敞口低风井等口部的防淹措施，应满足当地防洪排涝要求。

27.7.2 洞口及露天出入口的防淹措施，应按本规范第 14.3 节的有关规定执行。

27.7.3 中低速磁浮交通下穿河流、琥珀等水域时应设置防淹门等防淹措施。

28 环境保护

28.1 一般规定

28.1.1 环保工程设计应达到国家和地方污染物排放标准的规定，符合城市环境功能区划及相关环境质量标准的要求，并应落实环境影响报告书及审批意见确定的环保措施和要求。

28.1.2 噪声应符合下列规定：

1 建设经过已有或规划的噪声敏感建筑物集中区域的高架线路，有可能造成环境噪声污染的，应当按照环境影响报告书要求间隔一定距离；

2 列车及设备运行噪声影响应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB3096的有关规定。车辆基地及停车场厂界噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348的有关规定；

3 车站站台内列车进、出站噪声应符合现行国家标准《城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法》GB14227的有关规定。车站在无列车的情况下，其站台、站厅环境噪声不得超过70dBA；

4 各类管理用房的环境噪声应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87的有关规定。

28.1.3 振动应符合下列规定：

1 列车运行振动影响应符合现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070的有关规定；

2 沿线建筑物内二次辐射噪声应符合现行行业标准《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》JGJ/T 170的有关规定；

3 沿线文物建筑的振动速度应符合现行国家标准《古建筑防工业振动技术规范》GB/T 50452，优秀历史建筑应符合《建筑工程容许振动标准》GB50868的有关规定。

28.1.4 110kV及以上电压等级的变电所工频电场、工频磁场电磁环境，应符合现行行业标准《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24）要求，综合场强符合《电磁辐射防护规定》GB8702的有关规定。

28.1.5 车辆基地及停车场废水、废气排放应符合下列规定：

1 车辆基地、停车场的生产废水、生活污水，以及沿线车站的生活污水排放，应达到现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978和地方水污染物排放标准的有关规定。

2 车辆冲洗用水应符合现行国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》

GB/T 18920 的有关规定。

3 车辆基地废气排放应符合现行国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 的有关规定。

28.2 规划环境保护

28.2.1 磁浮交通规划应符合城市与区域环境保护等相关规划，并应按环境保护要求，合理规划线路走向和线位布局。

28.2.2 磁浮交通规划设计应根据规划环境影响报告书的结论及审查意见，其线路、车站、车辆基地与停车场的选线、选址，应避免自然保护区、饮用水水源保护区、生态功能保护区、风景名胜区、基本农田保护区，以及文物保护建筑等需要特殊保护的地区。结构主体宜远离文教区、医院、敬老院等特别敏感的社会关注区域，地下线路宜避免下穿环境敏感建筑。规划设计未能采纳规划环境影响报告书结论及其审查意见时，设计中应说明原因。

28.2.3 规划线路穿越已建、拟建居住、医疗、文教区时，线路宜沿城市既有道路或规划道路中间布置。

28.2.4 规划设计应按沿线土地利用规划，并应根据工程环境影响报告书确认的环境噪声、振动、电磁等标准的规定，其线位、站点、风亭、冷却塔和变电所与环境敏感点建筑之间的距离，应满足噪声、电磁防护的要求。

28.2.5 已建成的线路两侧进行城市规划时，其噪声、电磁防护距离内不宜规划建设居住、文教、医疗、科研等环境敏感建筑。需要规划建设居住、文教、医疗、科研等环境敏感建筑时，应由建设单位按噪声、电磁防护要求间隔相应距离，必要时应采取减轻和避免环境影响的措施。

28.3 工程环境保护

28.3.1 磁浮工程的线位、站位、风亭、冷却塔和变电所的选线选址，应结合工程项目特点及沿线环境条件，根据工程环境影响报告书及其批复意见，按环境保护要求，确定工程选址位置和预留环境保护距离。

28.3.2 当线路以地上线路穿越环境敏感区时，应使线路两侧敏感点环境噪声达到表 28.3.2 轨道的环境噪声限值标准。当不能满足标准要求时，应采取相应的降噪措施。

表 28.3.2

地上敏感点的环境噪声限值

声环境功能区类别	各环境功能区敏感点	噪声限值 (dBA)	
		昼间	夜间
0类	康复疗养区等特别需要安静的区域的敏感点	50	40
1类	居住、文教、医疗、科研区的敏感点	55	45
2类	居住、商业、工业混合区的敏感点	60	50
3类	工业区的敏感点	65	55
4a类	城市轨道交通两侧区域(地上线)的敏感点	70	55

28.3.3 当线路以隧道形式穿越环境敏感区时,应使线路上方及两侧敏感点环境振动达到表 28.3.3-1 规定的环境振动限值标准;敏感点室内二次辐射噪声应符合表 28.3.3-2 的规定。

表 28.3.3-1

地下线敏感点的环境振动限值

各环境功能区敏感点	建筑物类型	振动限值 (dB)	
		昼间	夜间
居民、文教区、机关的敏感点	I、II、III类	70	67
商业与居民混合区、商业集中区、交通干线两侧的敏感点	I、II、III类	75	72

表 28.3.3-2

地下线敏感点室内二次辐射噪声限值

区域	昼间 (dBA)	夜间 (dBA)
0类	38	35
1类	38	35
2类	41	38
3类	45	42
4类	45	42

28.3.4 地上风亭、冷却塔与敏感建筑之间的噪声防护距离应符合表 29.3.4 的规定。当防护距离不能满足要求时,应在常规消声、降噪设计的基础上强化噪声防护措施。

表 28.3.4

风亭、冷却塔距敏感建筑物的噪声防护距离

声环境功能区类别	各环境功能区敏感点	风亭、冷却塔边界与敏感建筑物的水平间距 (m)	噪声限值 (dBA)	
			昼间	昼间
1 类	居住、医疗、文教、科研区的敏感点	≥ 30	55	45
2 类	居住、商业、工业混合区的敏感点	≥ 20	60	50
3 类	工业区的敏感点	≥ 10	65	55
4a 类	交通干线两侧区域的敏感点	$\geq 10^*$	70	55

注：*在有条件的新区，宜不小于 15m。

28.3.5 地面设置的 110kV 及以上电压等级的变电所宜远离居民区等敏感建筑，其边界与敏感建筑的水平间距宜大于 30m，且不应小于 15m。

28.3.6 车辆基地应合理布局，其试车线的布置应避免居民区等敏感建筑，对周边环境的影响应符合噪声、电磁限值标准的规定。

28.4 环境保护措施

28.4.1 磁浮工程环境保护措施应包括噪声控制、电磁防护、污水处理、生态保护措施等。

28.4.2 磁浮环境保护措施设计应遵循统一规划、合理布局、综合治理、防治结合的原则。

28.4.3 磁浮环境保护措施应根据建设项目环境影响报告书，以及环境保护主管部门批复意见所确认的环境保护目标及其污染防治要求确定。当磁浮线路走向、敷设方式或沿线敏感目标等发生重大变动时，应按相关规定重新报批的建设项目环境影响评价文件开展设计。

28.4.4 磁浮环境保护措施设计目标值应根据环境影响报告书，以及当地环境保护主管部门确认的环境功能区标准或污染物排放标准确定。

28.4.5 磁浮环境保护设施应根据工程设计年限，按预测的运营远期客流量和列车最大通过能力设计，应按远期实施，或接近期和远期分期实施并为远期预留实施条件。

28.4.6 磁浮建设项目中防治污染的设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施应当符合经批准的环境影响评价文件的要求，不得擅自拆除或者闲置。

I 声环境保护措施

28.4.7 磁浮噪声防护措施除高架线路外，尚应对地下车站风机、冷却塔采取消声等措施。

1 车辆选型是从源头控制磁浮列车噪声环境影响的关键,工程设计应选择低噪声车辆。

2 线路穿越已建、拟建居住、医疗、文教区时,线路宜沿城市既有道路或规划道路中间布置,其线位、站点、风亭、冷却塔和变电所与环境敏感点建筑之间的距离。必要是也可以采取设置通风隔声窗、降低运行速度,以及声屏障等措施来降低列车运行噪声对沿线环境的影响。

3 设备选型应选用符合国家现行标准《工业通风机 噪声限值》JB/T 8690 和《玻璃纤维增强塑料冷却塔》GB 7190 的有关噪声限值的风机和冷却塔的规定;

4 当风亭噪声防护距离不能满足要求时,应采取加长消声器等措施;

5 当冷却塔噪声防护距离不能满足要求时,应采取消声、隔声等综合降噪措施。

II 水环境保护措施

28.4.8 当沿线设有城市污水排水系统,且有城市污水处理厂时,车站、车辆基地与停车场的生活污水应排入市政污水管道。

28.4.9 当车辆基地与停车场周围无城市污水排水系统时,应对生活污水进行处理,并应达到国家和地方污水排放标准后排放。

28.4.10 车辆基地与停车场含油废水必须进行厂区内污水处理,并应达到国家和地方污水排放标准后排放。

28.4.11 车辆基地洗车废水经处理后应做到循环利用,循环利用的冲洗用水水质应符合城市污水再生利用水质标准。

III 其他

28.4.12 电磁防护措施应根据环境影响报告书及其环境保护主管部门的批复意见,进行电磁防护措施的设计。

28.4.13 110kV 及以上电压等级的变电所宜采用户内或地下建筑形式。

28.4.14 地面及高架线区间、车站、车辆基地与停车场,以及变电所周围,宜采取植树绿化等生态保护措施。

附录 A 曲线地段设备限界计算方法

A.1 曲线地段设备限界应在直线地段设备限界的基础上考虑曲线几何因素、超高及欠超高所引起偏移量的加宽、加高或降低，曲线超高区段设备限界的基准坐标系应随超高角而旋转。

A.2 曲线几何偏移引起设备限界的偏移量按下列公式计算：

1 车体部分横向加宽量

$$(1) \text{曲线外侧: } T_a = \frac{n(a+n)}{2R} + \frac{L_m^2 - p^2}{8R} \quad (\text{A.2-1})$$

$$(2) \text{曲线内侧: } T_i = \frac{n(a-n)}{2R} + \frac{p^2}{8R} \quad (\text{A.2-2})$$

2 车体部分竖向加高或降低量

(1) 凸曲线

$$1) \text{加高量: } T_a' = \frac{n(a+n)}{2R_v} + \frac{L_m^2 - (p')^2}{8R_v} \quad (\text{B.2-3})$$

$$2) \text{降低量: } T_i' = \frac{n(a-n)}{2R_v} + \frac{(p')^2}{8R_v} \quad (\text{A.2-4})$$

(2) 凹曲线

$$1) \text{加高量: } T_a' = \frac{n(a-n)}{2R_v} + \frac{(p')^2}{8R_v} \quad (\text{A.2-5})$$

$$2) \text{降低量: } T_i' = \frac{n(a+n)}{2R_v} + \frac{L_m^2 - (p')^2}{8R_v} \quad (\text{A.2-6})$$

注：1) 2、5 位滑台由于空气弹簧高度调节阀的作用，通过竖曲线时此两点高度不变；

2) 悬浮传感器中间探头位置的悬浮间隙为额定值；

3) 由于竖曲线几何参数引起竖向的加高或降低量很小，如果在直线地段设备限界中已考虑，车体部分竖向加高或降低量可不计算。

3 悬浮架部分横向加宽

$$(1) \text{曲线外侧: } T_a = \frac{m(p+m)}{2R} \quad (\text{A.2-7})$$

$$(2) \text{曲线内侧: } T_i = \frac{m(p-m)}{2R} \quad (\text{A.2-8})$$

4 悬浮架部分竖向加高或降低量

由于竖曲线半径很大，由竖曲线几何参数引起悬浮架部分竖向的加高或降低量很小，而且在直线地段设备限界中已考虑，可不考虑。

A.3 超高与欠超高引起设备限界的偏移量按下列公式计算：

1 车体横向加宽量

$$(1) \text{曲线内侧: } \Delta X_{Qi} = \frac{h_{ac}}{L} \cdot m_B \cdot g \cdot \frac{h_{sc} - h_{cs}}{k_{\phi s}} \cdot (1+s) \cdot (y - h_{cs}) \quad (\text{A.3-1})$$

$$(2) \text{曲线外侧: } \Delta X_{Qa} = \frac{h_{dc}}{L} \cdot m_B \cdot g \cdot \frac{h_{sc} - h_{cs}}{k_{\phi s}} \cdot (1+s) \cdot (y - h_{cs}) \quad (\text{A.3-2})$$

$$h_{dc} = L \cdot \frac{a_q}{g} \quad (\text{A.3-3})$$

$$a_q = \frac{(v/3.6)^2}{R} - g \cdot \frac{h_{ac}}{L} \quad (\text{A.3-4})$$

注：1) h_{ac} 为超高值。 h_{dc} 为欠超高值， a_q 为未平衡离心加速度。

2 车体竖向加高或降低量

(1) 由超高引起车体的加高或降低量：

$$\Delta Y_{Qi} = -\frac{h_{ac}}{L} \cdot m_B g \cdot \frac{h_{sc} - h_{cs}}{k_{\phi s}} \cdot (1+s) \cdot X + h_{ac}' \quad (\text{A.3-5})$$

注：1) 曲线内侧车体降低，此时 X 取正值，曲线外侧车体加高，此时 X 取负值。

2) h_{ac}' 为超高设置系数，当超高由提高外轨和降低内轨各半实现时 $h_{ac}' = 0$ ，当超高单独由提高外轨实现时 $h_{ac}' = h_{ac}/2$ 。

(2) 由欠超高引起车体的加高或降低量：

$$\Delta Y_{Qa} = \frac{h_{dc}}{L} \cdot m_B g \cdot \frac{h_{sc} - h_{cs}}{k_{\phi s}} \cdot (1+s) \cdot X \quad (\text{A.3-6})$$

注：1) 曲线内侧车体加高，此时 X 取正值，曲线外侧车体降低，此时 X 取负值。

A.4 曲线地段设备限界总的加宽、加高及降低量按下列公式计算：

1 车体横向加宽量

$$(1) \text{曲线外侧: } \Delta X_a = T_a + \Delta X_{Qa} \quad (\text{A.4-1})$$

$$(2) \text{曲线内侧: } \Delta X_i = T_i + \Delta X_{Qi} \quad (\text{A.4-2})$$

2 车体竖向加高或降低量

$$(1) \text{由超高引起: } \Delta Y_i = \Delta Y_{Qi} + T_a' (\text{或} T_i') \quad (\text{A.4-3})$$

$$(2) \text{由欠超高引起: } \Delta Y_a = \Delta Y_{Qa} + T'_a \text{ (或 } T'_i \text{)} \quad (\text{A.4-5})$$

注: 1) 当竖曲线偏移量已经在直线地段设备限界中考虑时, 取 $T'_a \text{ (或 } T'_i) = 0$

3 悬浮架横向加宽量

$$(1) \text{曲线外侧: } \Delta X_a = T_a \quad (\text{A.4-6})$$

$$(2) \text{曲线内侧: } \Delta X_i = T_i \quad (\text{A.4-7})$$

4 当设备限界左右对称时

(1) 曲线超高 (有横坡角) 区段:

$$\Delta X_a = \Delta X_i = T_a + \Delta X_{Qa} \text{ 或 } T_i + \Delta X_{Qi} \text{ 中取较大值} \quad (\text{A.4-8})$$

$$\Delta Y_a = \Delta Y_i = \Delta Y_{Qa} + T'_a \text{ (或 } T'_i \text{)} \text{ 或 } \Delta Y_{Qi} + T'_a \text{ (或 } T'_i \text{)} \text{ 中较大值} \quad (\text{A.4-9})$$

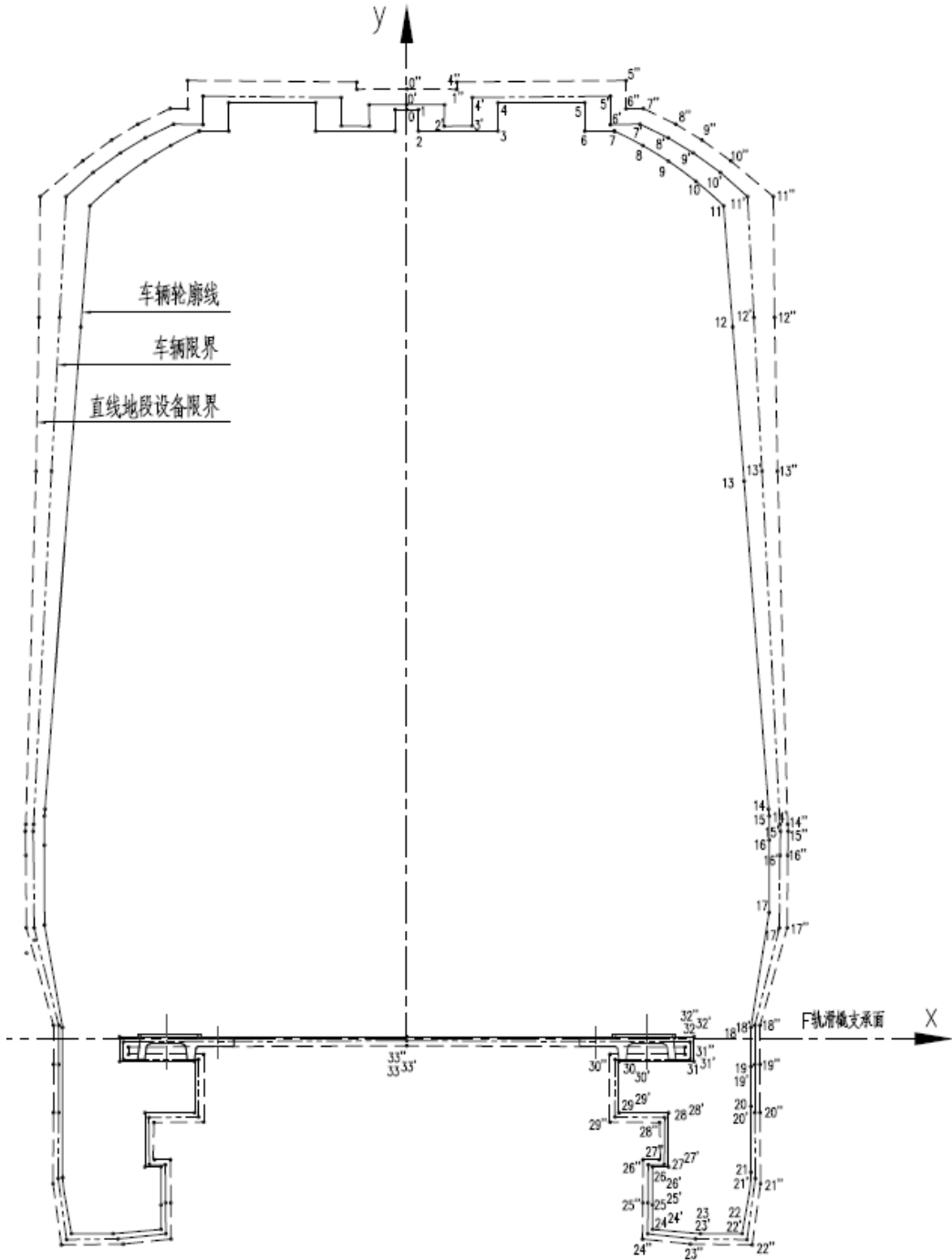
(2) 曲线无超高 (无横坡角) 区段:

$$\Delta X_a = \Delta X_i = T_a + \Delta X_{Qa} \quad (\text{A.4-10})$$

$$\Delta Y_a = \Delta Y_i = \Delta Y_{Qa} + T'_a \text{ (或 } T'_i \text{)} \quad (\text{A.4-11})$$

附录 B 直线地段限界图及限界坐标

B.1 直线地段限界图



B.2 车辆轮廓线坐标

控制点	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X坐标	0	45	45	352	352	688	688	802	912	1011	1117	1225
Y坐标	3591	3591	3508	3508	3618	3618	3508	3508	3452	3392	3314	3220
控制点	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
X坐标	1260	1304	1398	1400	1400	1400	1330	1330	1330	1330	1296	1135
Y坐标	2751	2156	888	861	768	488	44	-107	-261	-516	-754	-754
控制点	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
X坐标	950	950	950	1012	1012	820	820	1110	1110	0		
Y坐标	-737	-642	-495	-495	-286	-286	-88	-88	8	8		

注：车辆坐标取值为车辆悬浮状态下的坐标位置

B.3 直线地段车辆限界坐标

控制点	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'
X坐标	101	146	144	451	451	787	787	901	1010	1107	1212	1317
Y坐标	3611	3610	3527	3528	3638	3643	3533	3535	3482	3424	3348	3256
控制点	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	21'	22'	23'
X坐标	1342	1373	1442	1444	1442	1440	1345	1345	1345	1347	1315	1116
Y坐标	2788	2194	829	802	709	429	52	-99	-285	-540	-777	-774
控制点	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'	31'	32'	33'		
X坐标	931	932	933	995	997	805	805	1095	1095	0		
Y坐标	-754	-634	-487	-487	-304	-302	-80	-80	-12	-7		

B.4 直线地段设备限界坐标

控制点	0''	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''	10''	11''
X坐标	101	193			511	847	847	915	1039	1140	1252	1417
Y坐标	3671	3670			3698	3703	3593	3595	3536	3474	3393	3256
控制点	12''	13''	14''	15''	16''	17''	18''	19''	20''	21''	22''	23''
X坐标	1422	1433	1472	1474	1472	1470	1365	1365	1365	1367	1335	1096
Y坐标	2788	2194	829	802	709	429	52	-99	-285	-560	-797	-794
控制点	24''	25''	26''	27''	28''	29''	30''	31''	32''	33''		
X坐标	911	912	913	975	977	785	785	1075	1075	0		
Y坐标	-774	-614	-467	-467	-324	-322	-60	-60	-32	-27		

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《城市轨道交通工程基本术语标准》 GB/T50833-2012
- 2 《城市公共交通分类标准》 CJJ/T114-2007
- 3 《地铁设计规范》 GB 50157-2013
- 4 《高速铁路设计规范》 TB10621
- 5 《中低速磁浮交通工程道岔系统设备技术条件》 (CJ/T 412)
- 6 《内河通航标准》 GB 50139
- 7 《铁路桥涵设计基本规范》 TB10002.1
- 8 《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》 TB 10002.3
- 9 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 10 《铁路桥梁钢结构设计规范》 TB10002.2
- 11 《铁路桥涵混凝土与砌体结构设计规范》 TB10002.4
- 12 《铁路混凝土结构耐久性设计规范》 TB 10005
- 13 《铁路桥涵地基和基础设计规范》 TB 10002.5
- 14 《铁路特殊路基设计规范》 TB10035
- 15 《铁路工程抗震设计规范》 GB50111
- 16 《城市轨道交通结构抗震设计规范》 GB 50909
- 17 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 18 《铁路路基设计规范》 TB10001
- 19 《铁路路基支挡结构设计规范》 TB10025
- 20 《铁路隧道设计规范》 TB 10003
- 21 《地下工程防水技术规范》 GB50108
- 22 《公路桥涵设计通用规范》 JTG D60
- 23 《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》 CJJ49
- 24 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 25 《碳素结构钢》 GB/T 700
- 26 《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591
- 27 《火灾自动报警系统设计规范》 GB50116
- 28 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB 50343
- 29 《低压配电设计规范》 GB50054
- 30 《电能质量供电电压允许偏差》 GB12325
- 31 《3~110kV 高压配电装置设计规范》 GB50060

- 32 《20kV 及以下变电所设计规范》 GB50053
- 33 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 GB/T50062
- 34 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》 GB/T 50064
- 35 《城市轨道交通照明》（GB/T16275）
- 36 《建筑照明设计标准》 GB50034
- 37 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB50343
- 38 《低压配电设计规范》 GB50054
- 39 《通用用电设备配电设计规范》 GB50055
- 40 《民用建筑电气设计规范》 JGJ16 的有关规定。
- 41 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T 50065
- 42 《城市轨道交通信号系统通用技术条件》 GB/T 12758
- 43 《智能建筑设计标准》 GB/T50314
- 44 《建筑设计防火规范》 GB50016
- 45 《建筑内部装修设计防火规范》 GB50222
- 46 《高层民用建筑设计防火规范》 GB 50045
- 47 《汽车加油加气站设计与施工规范》 GB 50156
- 48 《自动喷水灭火系统设计规范》 GB50084
- 49 《建筑灭火器配置设计规范》 GB50140
- 50 《无障碍设计规范》 GB50763
- 51 《人民防空工程设计防火规范》 GB 50098
- 52 《城市轨道交通无障碍设施设计规程》 DB11/T 690—2009
- 53 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB50736
- 54 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB50019
- 55 《电子信息系统机房设计规范》 GB50174
- 56 《建筑给水排水设计规范》 GB50015
- 57 《室外给水设计规范》 GB50013
- 58 《室外排水设计规范》 GB50014
- 59 《污水综合排放标准》 GB8978
- 60 《污水排入城镇下水道水质标准》 CJ343
- 61 《城市污水再生利用城市杂用水水质》 GB/T18920
- 62 《生活饮用水卫生标准》 GB5749
- 63 《民用建筑节水设计标准》 GB50555
- 64 《工业循环冷却水处理设计规范》 GB50050

- 65 《气体灭火系统设计规范》 GB50370
- 66 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB50974
- 67 《供配电系统设计规范》 GB50052
- 68 《城市轨道交通照明》 GB/T16275
- 69 《电力工程电缆设计规范》 GB50217
- 70 《建筑物防雷设计规范》 GB50057
- 71 《建筑机电工程抗震设计规范》（GB50981-2014）
- 72 《声环境质量标准》 GB3096
- 73 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 GB 12348
- 74 《工业企业噪声控制设计规范》 GBJ 87
- 75 《城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法》 GB14227
- 76 《城市区域环境振动标准》 GB 10070
- 77 《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》 JGJ/T

170

- 78 《古建筑防工业振动技术规范》 GB/T 50452
- 79 《建筑工程容许振动标准》 GB50868
- 80 《电磁辐射防护规定》 GB8702
- 81 《城市污水再生利用城市杂用水水质》 GB/T 18920
- 82 《锅炉大气污染物排放标准》 GB 13271
- 83 《工业通风机噪声限值》 JB/T 8690
- 84 《玻璃纤维增强塑料冷却塔》 GB 7190
- 85 《中低速磁浮车辆通用技术条件》（CJ/T 325-2011）

条文说明

1 总则

1.0.2 由于中低速磁浮交通采用第三轨（接触轨）受流方式，其最高运行速度为100km/h，长沙磁浮工程最高运营速度也为100km/h。

1.0.3 目前我国基本形成1860mm和2000mm两种轨距的中低速磁浮交通体系，长沙磁浮交通工程采用1860mm轨距，北京S1线采用2000mm轨距。

1.0.4 本规范规定设计年限分期是基于投资的经济性、系统设备产品的寿命与更新周期、土建结构的使用年限特点和改造的难易程度等因素，分为初期、近期、远期三期。

1.0.5 中低速磁浮交通的建设规模和设备容量是按远期设计年限的预测客运量和列车通过的运输能力确定的。为节省初期投资，除后期实施难度很大或再次施工时对运营和周边环境会带来很大不利影响的土建工程应一次建成外，对于可分期建设的工程和配套的设备，应考虑分期建设和增容。

1.0.6 本条文设计使用年限100年是指在一般维护条件下，能保证主体结构及因无法更换或因更换严重影响运营的土建工程正常使用的最低时段。如地下车站、地下区间隧道、高架桥及运营控制中心等。

1.0.7 为保证高通过能力及安全行车，线路应采用上、下分行的双线和全封闭线路。

1.0.8 对于车厢内除座位及其前缘250mm以外有效空余地板面积上站立旅客标准，地铁规范采用5人/m²至6人/m²的标准，本规范考虑到各城市的实际情况（如长沙磁浮工程为长沙南站至黄花机场点到点旅客乘车距离长），对标准有所放宽，采用4人/m²至6人/m²的标准，具体采用标准应结合城市经济水平、线路客运规模、客流风险及舒适度要求等因素综合权衡后确定。

1.0.9 由于客流随着城市发展逐步增加的特点，中低速磁浮交通的客流量也在逐步增加，配置的列车数量和编组方式相应采用初期、近期、远期的不同方式与客流量相适应。列车编组车辆数，根据预测的各期的高峰小时单向最大断面客流量和车辆的定员数及设定的行车密度确定。

1.0.11 对建设工程的抗震设防烈度的确认涉及到工程在地震烈度下的安全性，以确保地震设防烈度下的工程不至于遭受不可恢复的破坏。根据《中华人民共和国防震减灾法》和2002年1月国务院公布的《地震安全性评价管理条例》，对国家或省、自治区、直辖市重大建设工程或地震后引发严重次生灾害的工程必须进行地震安全性的评价。

《地震安全性评价管理条例》第十六条规定：“国务院地震工作主管部门负责下列地震安全性评价报告的审定：

- (一) 国家重大建设工程；
- (二) 跨省、自治区、直辖市行政区域的建设工程；
- (三) 核电站和核设施建设工程。

省、自治区、直辖市人民政府负责管理地震工作的部门或者机构负责除前款规定以外的建设工程地震安全性评价报告的审定”。

中低速磁浮交通工程属城市重大工程，必须经过工程实施所在地省、自治区、直辖市政府主管部门组织进行工程地震安全性评价并对其地震安全性评价结果进行确定，由此确定工程的抗震设防烈度。

1.0.13 由于中低速磁浮列车在区间发生火灾及其他灾害时，相对于轮轨形式的城市轨道交通而言，救援难度较大，因此中低速磁浮交通工程设计中必须具有适合项目具体条件的火灾及其他各类灾害、事故、故障的防范和救援设施。

《城市轨道交通技术规范》GB 50490-2009 的 7.3.24 条第 2 款明确规定“对跨座式单轨及磁浮系统的高架区间，应设置纵向应急疏散平台”。

2 术 语

本章收编的主要是中低速磁浮交通系统特有的专用术语，一般轨道交通的术语不再收编。中低速磁浮交通专用术语的表达和解释，参考了国内和国外类似常用的说明和中英文词汇，同时，各技术专业术语在编写中注意了与相关专业类似术语表达的一致性。

3 行车组织和运营管理

3.1 一般规定

3.1.1 概念设计为具体的设计确定目标，是最终合理地完成工程设计和建设的重要前提。对于中低速磁浮交通系统，在各个分系统功能和规模确定之前，应根据各种前提条件对整个系统进行一种整体性、在一个总体目标基础上以需求为基点的、具有良好匹配性的、系统性的研究和设计，其内容应以运营管理需求为基点，包括设计标准、管理模式、功能匹配、工程方案等。

3.1.2 设计输送能力是工程建设规模和运营管理规模的基础，合理确定运营规模，不仅能够满足线路运输功能的需要，还能降低工程建设投资和将来长期的运营管理成本。

3.1.3 中低速磁浮交通不仅要考虑正常的运营状态，还要考虑系统故障状态时的非正常运营状态以及遇到突发事件时的紧急运营状态。

非正常运营状态是指超出正常范围，但又不至于直接危及乘客生命安全，对车辆和设备不会造成大范围的严重破坏，整个系统能够维持降低标准运行的系统运行状态，主要包括列车晚点、区间短时间堵塞、车站乘客过度拥挤、线路设备故障、列车故障、沿线系统设备故障等。

紧急运营状态是指发生了直接危及乘客生命安全、严重自然灾害或系统内部重大事故，造成系统不能维持运行的情况，不要包括火灾、地震、列车运行事故、设备重大事故等。

3.2 行车组织

3.2.1 列车编组数关系到列车载客能力和系统的运输能力，同时关系到工程的土建规模，考虑到初、近期年限系统运行的间隔时间不长，差异化车辆编组对节省运营成本没有太大作用，反而会增加改变费用及干扰正常运营。但如果远期的运营规模与初近期差别较大，则可以考虑远期车辆编组与初近期不同。为确保车辆在远期改造的可实施性，初近期车辆应预留相应的技术条件。

3.3 运营配线

3.3.1 线路的终点站或区段折返站的配线在正常运营时主要用于折返列车，其折返配线根据车站位置和折返能力的不同有着不同的形式。一般情况下终点站所采用的折返形式比较灵活，以站前或站后两种形式的折返配线为主。中间折返站位于线路中间，列车的合理运行顺序和间隔，折返配线的形式多种多样，在具体工程中应根据运营需

求和工程实施的可行性综合考虑，既要满足基本运营需求，又要保持一定的灵活性。

3.3.2 中低速磁浮交通由于道岔设置的特殊性以及道岔造价高等因素，造成了辅助配线的设置密度低于轮轨交通系统，对运营的影响是列车发生故障时救援时间的增长。根据现有经验，正线上两相邻事故列车待避线的距离不大于较为经济合理。

3.4 运营管理

3.4.4 根据长沙磁浮工程及北京、上海、广州等城市轨道交通运营管理经验，运营管理人员一般为 50 人/公里~80 人/公里，考虑到首条线位后续线培养骨干人才，因此提出首条线管理人员宜控制在 80 人/公里内。

4 车 辆

4.2 车辆主要技术规格

4.2.1 表 3.2.1 根据南车株洲电力机车有限公司生产的中低速磁浮车辆参数确定。

4.3 安全与应急设施

4.3.2 为确保乘客安全及库内维护人员安全，在车站或基地应具有接地板，中低速磁浮交通车辆车体应具有防漏电保护装置，且车体上应装设与接地板相匹配的接地电刷。

4.4 车辆与相关系统

4.4.2 为了减轻中低速磁浮列车车辆自重，减少车载设备，降低牵引功耗，中低速磁浮列车再生制动所需的能量吸收装置应采用地面能量吸收装置。

4.4.5 本规定是指在紧急状况下把停在高架轨道梁上的车辆中的乘客缓缓撤退到地面的通道。

5 限 界

5.1 一般规定

5.1.1 由于中低速磁浮交通的限界计算方法尚无独立的行业标准，为满足开展中低速磁浮交通限界设计工作的需要，本暂行规定针对中低速磁浮交通系统特点，研究并给出中低速磁浮交通车辆限界和设备限界计算方法（附录 A）。

5.1.2 建筑限界和设备限界的间隙要求根据《地铁设计规范》GB 50157-2003 的 4.1.5 条及《跨座式单轨交通设计规范》GB 50458-2008 的 5.1.5 条的规定提出。

在设备和设备限界之间，宜留出 50mm 安全间隙，其原因有二，一为设备安装误差；二为限界检测车检测误差。

5.1.3 建筑限界是在设备限界的基础上，考虑设备和管线安装尺寸后的最小有效断面，优化布局将有助于减小建筑限界尺寸。

5.1.4 相邻两线（之间无墙、柱及其它设备时）的线间距由两设备限界之间加 100mm 安全间隙确定。因此直线线间距和曲线线间距一般是不同的。但实际工程设计时，为简化施工，可以设计成若干个线间距值，不必与曲线半径完全对应。如直线线间距可与某一上限半径的曲线线间距相同。

5.2 制定限界的主要技术参数

5.2.1 参数根据中车生产的中低速磁浮车辆参数确定。

5.2.2 第 1 款~4 款：参数是按中低速磁浮交通车辆可以适应的线路参数确定；

第 5 款：根据《地铁设计规范》GB 50157-2013 的 5.2.2 条第 5 款确定；

第 6 款：

第 1) 项，根据《地铁设计规范》GB 50157-2013 的 5.2.2 条第 6 款第 1) 项提出；

第 2) 项，根据《地铁设计规范》GB 50157-2013 的 5.2.2 条第 6 款第 2) 项，地铁 A 型车疏散平台高度为小于等于 900mm（低于 A 型车地板面高度 $1130-900=230\text{mm}$ ），B 型车疏散平台小于等于 850mm（低于 B 型车地板面高度 $1100-850=250\text{mm}$ ），且均不宜小于 800mm。中低速磁浮车辆地板面高度为 880mm，其疏散平台高度（距 F 轨滑行面）按小于等于 $880-200=680\text{mm}$ ，且不宜小于 600mm。

5.3 建筑限界的确定

5.3.8 车站直线段建筑限界

1 站台面与车辆客室地板面存在的垂直高差等于空气弹簧无气时车体的下降量。

2 站台边缘距车辆轮廓的横向间隙 70mm 是以车辆限界为依据确定，并参考《地铁设计规范》5.3.8 条第 2 款站台计算长度范围内的站台边缘至轨道中心线的距离应按不侵入车站车辆限界确定。站台边缘与车辆轮廓线之间的间隙应符合下列规定：

- 1) 当车辆采用塞拉门采用 100^{+5}_{-0} mm；
- 2) 当车辆采用内藏门或外挂门时采用 70^{+5}_{-0} mm。

5.3.9 从乘客上下车安全性考虑，曲线站台边缘距车辆轮廓的最大横向间隙控制在 150mm 内。

5.4 轨道区管线设备布置原则

5.4.1 本条确保列车在带故障运行时不会与轨道区的管线、设备擦碰，并确保限界检测车顺利检测。

5.4.2 强电主要指 10kv 或 35kv 环网电缆，弱电主要指通信、信号电缆。按照车站往区间的电缆走向，强电电缆宜布置在轨道区行车方向的左侧，弱电电缆宜布置在轨道区行车方向的右侧。动力照明电缆一般也布置在轨道区行车方向左侧，但如果轨道区左侧设置疏散平台，则区间内维修插座箱及其电缆宜布置在弱电电缆侧。区间的各种管线应排列有序，保持顺直。

6 线路

6.1 一般规定

6.1.1 主要根据其在运营中的地位和作用划分的。正线为载客运营的线路，行车速度高、密度大，且要保证行车安全和舒适，因此线路标准较高；辅助线是为保证正线运营而配置的线路，一般不行驶载客车辆，速度要求较低，所以线路标准也较低；车场线是场区作业的线路，行车速度低，所以线路标准只要满足场区作业即可。本暂行规定按不同类别线路制定相应的技术标准，以达到既能保证运营要求又能降低工程造价的目的。

6.1.2 线路走向应根据城市总体规划在轨道交通线网规划的基础上进行研究，应符合城市主客流流向，串联主要客流集散点，方便与其他交通线路的换乘。

线路平面位置和高程应综合考虑城市现状和规划的道路、地面构筑物、管线和其他构筑物，文物古迹和环境保护要求，使其相互影响降至最低程度，并争取得到良好的结合。中低速磁浮交通应以高架线路为主，对环境和景观、地形地貌的要求较高，影响较大；工程地质和水文地质、采用的结构类型对施工方法的确定有重要的影响，而施工方法又会影响到线路平面的布置和地下线路埋置深度；并需考虑运营管理的要求。因此，线路设计时应综合考虑诸多方面因素，使确定的方案既经济合理又有利于使用和运营管理。

6.1.3 由于中低速磁浮交通的特殊性，即使在地下线或地面线地段，仍然需架设轨道梁及轨道作为列车走行轨道，所以采用地下线不经济；而地面线对道路、地块等有分割性，在城区不宜选择，故一般宜选择高架线。只有在特殊地段经技术经济比较后，方宜采用地下线或地面线。

中低速磁浮交通牵引供电接触轨布置于轨道梁腰部，地面线地段必须设置防护栅栏。

6.1.6 车站应设置在交通枢纽、中低速磁浮线路之间及与其他轨道线路交会处、商业、居住、体育、文化中心等大的客流集散点。车站之间的距离应根据城市轨道交通路网布局、现状及规划的城市道路布局和客流实际需要确定。一般在城市中心区和居民稠密地区宜为 1.5km 左右，在城市外围区应根据具体情况适当加大车站间的距离。

6.2 线路平面

6.2.1~6.2.2 线路最小曲线半径与线路类别、车辆性能、行车速度、地形地物等条件有关，是中低速磁浮交通工程的主要技术标准之一。其选定是否合理，对工程的可实

施性、工程造价、运行速度、养护维修产生很大的影响。

1 最小曲线半径的理论分析计算

(1) 车辆的平曲线构造半径无载重状态为 50m，定员状态为 70m，考虑到正线及辅助线运营列车有超员状态，故正线及辅助线最小平面曲线半径不得小于 100m，车辆基地最小平面曲线半径不得小于 50m。

(2) 满足舒适度要求的平曲线最小半径理论计算公式：

各种速度最小曲线半径应该为超高横坡度不大于 6°，离心加速度不大于 0.4m/s² 时的半径。公式如下：

$$V = 3.6\sqrt{(a_L + g * \sin(\pi/180 * \alpha)) * R}$$

a_L -离心加速度，最大取 0.4m/s²；

α — 横坡值 (°),最大取 6°；

V — 列车通过速度 (km/h)；

R — 曲线半径 (m)。

根据以上公式计算各种速度最小曲线半径如下：

曲线半径	限制速度 (km/h)	
	$a_L=0$	$a_L=0.4m/s^2$
50	25	30
100	35	40
150	40	50
200	50	60
250	55	65
300	60	75
350	65	80
400	70	85
450	75	90
500	80	95
550	85	100

6.2.4 中低速磁浮左右轨面高低差允许 ±3mm，因此,按照转向架四角平整度不超过 ±3mm，横坡扭转率为 0.06 (‰)。各种半径速度曲线平衡横坡值为：

$$\alpha = 0.451 * \frac{V^2}{R}$$

缓和曲线长度为：

$$l = \alpha / 0.06 \quad \alpha \leq 6$$

6.2.7 正线及辅助线的圆曲线和两相邻曲线之间的夹直线长度主要是考虑行车平稳性和乘客舒适度要求，最小长度按不小于一节车辆的长度考虑。计算车辆长度最长为 16.5m，所以正线及辅助线的圆曲线和两相邻曲线之间的夹直线最小长度按取整后暂按 20m 考虑。车场线考虑夹直线长度不小于一个磁浮转向架的长度。

6.3 线路纵断面

6.3.3 中低速磁浮交通每节牵引系统驱动 10 台直线电机牵引，无牵引故障时，40%坡度可以满足列车运行速度 100km/h 要求；60%坡度能充分发挥列车最大牵引力，且满足列车运行速度 40km/h；70%坡度可以满足列车运行速度 30km/h；

由于中低速磁浮交通车辆悬浮导向电磁铁只允许在其平衡位置作极微小的动态调整，所以直线电机定子与反应板的横向偏离也很小，对磁阻力影响就小，故中低速磁浮列车的曲线附加阻力可以忽略。

6.3.4 隧道内和路堑地段的正线宜为 3‰，主要是满足排水要求，困难地段在确保排水的条件下，可采用 2‰。

6.3.5 车辆在车站时仍需保持悬浮启动，地下车站坡度应尽量平缓，同时又要满足地下车站的排水要求，所以站台计算长度段线路坡度宜采用 2‰，困难条件下可设在不大于 3‰的坡道上。

6.3.7 由于中低速磁浮道岔本身为机械装置，且道岔的养护维修工作量大，为了便于道岔的养护维修，应设在平坡上或不大于 3‰较缓的坡道上。

6.3.8 为缓和变坡点坡度的急剧变化，使列车通过变坡点时产生的附加加速度不超过允许值，应在变坡点处设置竖曲线。

车辆是通过气隙传感器实时监控悬浮高度，并由悬浮控制器控制电磁铁调整悬浮力大小。为减缓和控制车辆在变坡点由于坡度变化而产生竖向加速度造成的电流突变和车辆振动。中低速磁浮列车的悬浮控制器可在变坡点坡度代数差小于 2‰保证悬浮控制的平稳，因此本暂行规定要求在变坡点坡度代数差大于或等于 2‰时应设置圆曲线形竖曲线进行连接。竖曲线长度应保证同一个悬浮转向架不跨在三段不同的纵断面线形上，本次规范取 5m。

虽然中低速磁浮交通车辆允许的最小竖曲线半径为 1000m，而在中低速磁浮交通工程中竖曲线半径的确定尚与舒适度、运营效率相关。

列车通过变坡点时产生的附加加速度即竖向加速度为 α_v 与竖曲线半径 R_v (m) 与行车速度 V (km/h) 的关系为：

$$R_v = \frac{V^2}{3.6^2 \cdot \alpha_v}$$

根据国外资料显示， α_v 值采用的范围为 $0.07 \sim 0.3 \text{ m/s}^2$ 。但多数国家采用 $R_v = V^2$ ，即 α 值为 0.08 m/s^2 ；困难条件下采用 $R_v = V^2 / 2$ ，即 α_v 值为 0.15 m/s^2 。

参照地铁设计规范并结合中低速磁浮交通技术特点，在正线上 α_v 取 $0.1 \sim 0.154 \text{ m/s}^2$ ，困难条件下 $0.17 \sim 0.26 \text{ m/s}^2$ 。考虑到区间正线与站端的运行速度不同，按上式验算取整数，区间线路最小竖曲线半径为 2000 m ，辅助线和车场线最小竖曲线半径为 1500 m 。

考虑到轨道制作工艺难度，竖曲线设置与平面缓和曲线不宜重合。

6.3.9 磁浮车辆通过变坡点时要产生附加力和附加加速度，从行车平稳考虑，宜设计较长的坡段；但为了控制工程量，降低施工难度，应综合两方面的影响确定最短坡段长度。

一般情况下线路纵向最小坡段长度不小于远期列车长度可以使列车全长范围内只有一个变坡点，避免变坡点附加力的叠加影响和附加力频繁变化，保证行车的平稳。坡段长度应满足竖曲线不互相重叠，且相隔一定距离，有利于列车运行和线路养护维修。从车辆结构和行车平稳性考虑，两竖曲线间应满足 $2 \sim 3$ 节列车的长度，因此确定该距离不宜小于 40 m 。

6.4 配线设置

6.4.1 第一款 阐述联络线位置选择：是依据线网规划阶段，确定车辆基地分布位置和承担任务范围时，结合线路建设时序和工程实施条件，同时确定的。每条线路设计时，对全线设置联络线位置必须服从线网规划的位置。若有工程实施困难，或需要调整，必须从线网规划中全面考虑。

第二款 阐述联络线任务：承担车辆临时调度，运送厂、架修车辆，以及根据工程维修计划，对大型工程维修车辆等。

第三款 联络线的配置：仅为非载客车辆运行，并在客运低峰或停运后时间使用的线路应设置单线；若在相邻两段线路之间，初期临时贯通、并正式载客运行的联络线应设置双线，运行方式是当作一条线的贯通独立运行，而不是两条线混合运行，以后不予废弃，仍应保留其余联络线功能。

第四款 联络线接轨点规定：与正线的接轨点宜靠近车站，这是基本要求。在实际设计中，往往是联络线一端靠近车站接轨，另一端若如车站，联络线线路过长，不尽合理，只能在区间接轨，这是根据上述联络线运行条件确定的。

第五款 在两线同站台平行换乘站，仅需相邻线路之间宜设置单渡线，即可实现

联络线功能，工程简单，管理方便，是对线网资源利用经济性原则。

6.4.2 第一款 出入线接轨点应在车站端部，不可在区间接轨，这是运营安全管理原则。但考虑到出入线进站与正线无平行进路，为保证安全，对出入线在接轨道岔区之前，应具备一度停车再启动条件。

对于一度停车条件，不是每列车必须停车，而是可能停车条件，即距离正线道岔警冲标之前，留有列车临时停车和再启动的地段，不小于一列车长度+安全距离。

第二款 出入线应按双线双向运行设计，并避免与正线平面交叉，这是设置出入段线在功能上保持灵活性和安全性的基本原则。因此出入线尽量设置于两条正线之间为宜，出入线在运行时，既保持较大灵活性，并对正线干扰最小。

出入线设置为八字形，条件首先是车辆段位于两车站之间，有利在两座相邻车站分别接轨，距离适当。二是属于功能要求，1) 车辆调头换边运行需要；2) 车辆段位置居于线路中段，为提高早发车效率需要。

出入段为单线、双向设计，是对小型车辆场，功能受到极大限制。在工程条件受到限制时，经过论证，但能满足该停车场功能要求时，可以设置单线出入线。

第三款 出入线兼顾列车折返功能是可行的，时经常遇到的事实，配线形式是会有多种形式。关键是折返能力和出入线进出能力需要，需要进行合理的运行组织，能力分配。同时通过合理配线形式，泽需要经过多方案的配线设计，选择工程量不大，配线简单，满足功能、运行安全的配线方案。

6.4.3 第一款 阐述折返线位置选择，应满足行车组织-交路设计的功能要求。

第二款 阐述折返线形式应满足列车折返能力要求，也是折返线配线原则。不仅折返线位置与折返方向需要一致，还应注意受到列车停站时间控制。

第三款 停车线设置密度：正线应间隔 5~6 座车站（或 6~10km）设置停车线，其间每间隔 2~3 座车站（约 3~5km）应加设渡线；其理由：

停车线的基本功能是为故障车临时待避，也应兼作临时折返和停放线的功能。一般在车站一端单独设置，使故障车及时下线，退出运营，维持正线正常运行。因此待避线设置密度与运行方便性和灵活性关系密切相关，当然也涉及工程规模和造价，为此需在运营方便与工程造价之间寻找到中间的平衡点。根据当前的车辆和地铁运营经验，结合车站施工方法，车站分布的站间距大小不一的情况，拟定“间隔 5~6 座车站（或 6~10km）设置停车线，其间每间隔 2~3 座车站（约 3~5km）应加设渡线”的要求。其中设渡线的车站相间于两座设待避线的车站之间，作为避车线布置间距较大时的弥补作用。上述布局目的是为列车在正常运行中出现故障时，能及时引导故障车离开正线，进入待避线，保障正线其他列车正常畅通运行，尽最大可能减少对正常运行的干扰。为了设置待避线。必将造成车站土建工程规模加大，增加投资，因此应适

度控制其分布密度和数量。

待避线的间隔距离宜按故障车按 25km/h~30km/h 的运行速度计，走行时间不大于 20min 为控制目标，故限制设有故障车待避线的车站间距约 8km~10km,预计一列故障车处理下线退出运行的总时间可控制在 30min 以内，在这段时间内，对其他列车的运行状态需作动态调整，速度减缓，尽量减少停车时间，使对正常运营秩序的影响降低到最低程度。

第四款 停车线设置与功能：

1) 应具备故障车待避和临时折返功能；

2) 在正常运营时段，停车线与折返线不宜同时兼用，因此在折返站宜设两条配线，一条为折返线，一条为停车线。

3) 作为停车线，尽量选择为折返功能一致的方位上，为适应故障车能及时被推进停车线，故在配线尽端需设置单渡线与正线连接，有利作业。

第七款 折返线、股站列车停车线铺设长度，根据功能要求分别确定。

6.4.4 一般中间站单渡线道岔，宜按顺岔方向布置。所谓顺岔方向是指道岔由固定端堦梁向主动梁方向，车辆通过是顺向运行，偏于安全。

6.4.5 安全距离是指车站范围，两线交汇点前的安全缓冲距离。一种是支线，接轨点在过站台之后，一种是车辆出入线，接轨点在进站之前，由于均有一度停车要求，在车站调度和信号 ATP 系统保护下，可按停车的保护距离考虑。一般不会增加工程量，如果不满足上述条件，则需要设置安全线。

7 轨道

7.1 一般规定

7.1.1 轨道是中低速磁浮交通的主要设备，它除引导列车运行方向外，还直接承受列车的竖向、横向及纵向力，因此轨道结构应具有足够的强度、稳定性，保证列车快速、安全、稳定运行。同时，中低速磁浮交通作为公共客运交通工具，轨道结构应有适量的弹性，使乘客乘坐舒适。

7.1.3 隧道及 U 形结构地段、高架地段、低置线路地段的轨道结构分别采用同一型式，采用通用定型的零部件，既能减少设计和施工麻烦、减少订货和维修备用料种类，又能使轨道结构外观整齐。

7.1.4 列车直接运行在轨道上，轨道结构必须采用先进、成熟并经过试验和鉴定的部件，使轨道结构技术先进、适用。还要充分考虑采用先进的施工方法和技术，以保证施工质量并有利于缩短施工工期。主要体现在轨排制造及组装、轨道铺设等方面。

7.1.5 中低速磁浮交通运营时间长，列车运行间隔短，造成各系统天窗维修时间短。结合国内中低速磁浮交通尚处于起步阶段，拥有运营里程不长，轨道养护维修体系还不健全。因此，轨道设计还应充分考虑采用现代化检测手段、机械化养护维修设备等，以适应中低速磁浮交通高密度运营的要求。

7.2 轨排及组成

7.2.1 轨道结构指基础结构（轨道梁、立柱等）以上的、承载列车的结构部分，主要以中低速磁浮轨排（包括感应板、F 型钢、轨枕、伸缩接头及相应连接件和紧固件）为单元整体铺装而成。磁浮轨排除了具备承受和传递列车重力、导向力、驱动力与制动力的功能外，还应具备配合车上安装的电磁铁、直线感应电机和传感器构成电磁及控制回路，实现悬浮、导向、驱动和制动等功能。

随着气温的变化，钢结构轨排、混凝土梁会产生相应的伸缩量。混凝土梁过长时，冬季轨缝过大，会影响列车通过轨缝时的稳定性；夏季轨缝容易顶死，会影响轨排的稳定。另外，由于机械设备的限制，小半径曲线轨排的矢高将影响 F 型钢加工的长度。因此，轨排设计时应根据当地气温情况、线路条件、桥梁的跨度及车辆在轨缝处的悬浮控制系统要求确定单元轨排的长度，且应尽量标准化。

轨排设计时，宜结合现场轨道铺设施工所采用的测量技术及测量工装需要，预留轨排安装精调的基准面或基准点。

轨排以成榀形式供货到施工现场。为了保证轨排的组装质量，轨排组装应在厂内

或工厂化的轨排基地，在高精度的组装平台上进行。

为了检测组装后的轨排能满足相关性能要求，必须进行静载、冲击试验。

7.2.2 F型导轨由F型钢和感应板组成，可采用胶粘或螺钉紧固进行连接，应确保具有足够的连接强度。

F型钢和感应板的材质、尺寸、截面面积、重量、极限偏差等可参照《中低速磁浮交通轨排通用技术条件》(CJ/T 413)的相关要求执行。F型钢的磁通量影响车辆悬浮控制系统，感应板的导电率影响车辆的驱动系统，设计必须要重点考虑。

曲线地段的F型钢需要在工厂内按线路曲线要素要求加工成曲线F型钢；而感应板则结合曲线要素，以直代曲，分段拟合，安装在F型钢上。组装后的F型导轨应满足强度、刚度、疲劳和磁通量的要求。

7.2.3 轨枕间距设置除了考虑轨排自身工作强度及刚度外，还需结合信号测速技术要求、车辆段维修工艺要求等。

因轨端的竖向刚度较小，影响列车运行的平稳性，减小轨排接头处及前后轨枕间距，有利于列车平稳通过轨缝，因此轨排接头处需加密轨枕间距，一般按800mm考虑。其他特殊位置同理。

7.2.4 轨排与轨排之间设置轨缝，以适应工作条件下的温度变形。轨排间预留轨缝的大小，应满足锁定后，轨排有足够的空间来释放温度应力，使锁定后的轨排在达到历史最高温度时，轨缝不为零以确保轨排间不顶紧受力，在达到历史最低温度时，轨缝不超过构造轨缝以确保列车平稳行车。

前后轨排的轨缝位置应设置伸缩接头。锁定后的伸缩接头，不但能满足轨排的伸缩要求，还能保证前后轨排的错缝、高低、轨向等几何尺寸，满足安装精度要求。

伸缩接头的类型应根据桥梁长度和型式、轨排长度、桥梁温度与F型导轨温度计算确定，应满足锁定后的轨排在纵向阻力的控制下，轨排有足够的空间来释放温度应力。根据不同的伸缩量，伸缩接头可分为I型接头、II型接头和III型接头，以适应轨排的伸缩要求。

轨排设计时，应确定设计锁定轨温下的预留轨缝值。铺轨施工时，轨排的预留轨缝值应根据轨排实际长度和钢轨温度，在设计预留轨缝的基础上进行修正计算。

桥梁、路基地段的轨道承轨梁结构接缝处均宜设置轨缝。

7.2.5 为保证轨道结构耐久性，防止轨道钢结构的腐蚀失效，结合中低速磁浮轨道的工况环境、双金属腐蚀和环境腐蚀状况，中低速磁浮轨排各组成构件及其零部件均应根据规范要求及技术方案进行防腐涂装。

根据轨排各构件或各构件各截面的作用不同，结合轨排组装精度要求、车辆运行要求，宜采取相应的防腐处理及相应的防腐层厚度。如F型钢与轨枕连接处防腐层宜

较薄，避免防腐层厚度影响组装精度；如 F 型钢刹车面的防腐层厚度应与车辆的刹车系统相适应等。

7.3 轨道与轨道梁连接

7.3.1 扣件是轨道结构的重要部件，将轨排与承轨台牢固连接，能保持轨排在下部基础上的正确位置。扣件需具备三维可调功能，以便于下部基础不均匀沉降造成的轨道几何状态维护。扣件应力求结构简单、造价低，不仅具有足够的强度和扣压力，还应具有良好的弹性、适量三维调整量，良好的绝缘性能和防腐性能。

高架桥梁面窄，施工及养护维修作业面小，扣件的结构应充分考虑施工及养护的便利性。

7.3.2 承轨台为轨排与轨道梁之间连接的二次浇筑钢筋混凝土结构。结构形式简单且体量小，

施工方便，施工精度容易保证，施工进度快，可减少轨道梁的二期恒载。承轨台结构的耐久性应满足设计使用年限规定。

根据耐久性设计要求，结合承轨台的材料及用量，结合施工工艺、设备、方法，结合施工工期，结合浇筑成形外观效果等，综合性价比分析，可选择采用相应类别的灌浆料结构。

为使承轨台与下部基础牢固连接，应采取下部基础施工时顶面预留连接钢筋、承轨台下部基础凿毛等措施。

承轨台的高度应满足扣件零部件安装空间的要求。

7.3.3 曲线超高是根据列车通过曲线时平衡离心力等条件计算确定的。

最大超高值是根据国内外相关实验资料及中低速磁浮列车最高行车速度、车辆性能、轨道结构的稳定性和乘客舒适度确定的。设置的超高不足时，未平衡的横向加速度值 α ，国内实验资料表明，当 $\alpha=0.4\text{m/s}^2$ 时，乘客稍有感觉，不影响舒适度，所以规定计算列车在曲线运行时允许有 0.4m/s^2 未平衡离心加速度。

曲线超高设置方式应与桥梁、接触轨的施工相结合。

7.4 轨道结构精度要求

7.4.1 本条文是根据日本运营的中低速磁浮线路轨道结构竣工验收几何精度，上海临港中低速磁浮试验线及长沙磁浮工程实践确定。考虑轨排、悬浮架的热胀冷缩因素，轨距偏差为锁定轨道温度条件下的数值。

7.5 轨道附属设施

7.5.1 缓冲滑动式车挡具有结构简单，安全可靠的优点，车挡占用轨道长度一般 12~15m，列车撞击速度不小于 15km/h。在被列车撞击后，车挡能滑动一段距离，有效地消耗列车的动能，迫使列车停住，一般能保障人身和磁浮车辆的安全。地铁同类型的缓冲滑动式车挡，经过撞击试验证明，效果好。固定式车挡结构简单，造价低，可满足车场线的安全要求。

7.5.2 视线路实际情况，可增减标志类型。为了司机瞭望清晰，与行车有关的标志如百米标、限速标、停车位置标等，应采用反光材料制作，并安装在司机易见的位置上。所有标志应不侵入设备限界，安装位置应便于瞭望，不得相互遮挡。

7.5.3 铭牌为轨排的信息记录牌。

7.5.4 为了便于后期养护维修方便，轨道相应位置应设置轨排编号，如采用喷漆方式将轨排编号喷涂在轨枕上。

8 高架结构

8.1 一般规定

8.1.1 高架车站中的轨道梁及其支承结构，包括支承轨道梁的横梁、支承横梁的柱以及柱下基础等，受列车荷载影响较大。由于列车荷载与建筑荷载有较大不同，鉴于目前我国规范的分类及研究水平状况，将高架车站中的轨道梁及其支承结构与区间桥梁归在一起，按本章的规定进行结构设计。

8.1.4 作为城市建筑物，高架结构景观效果和噪声、振动防治是必须考虑的问题。已建的工程表明，列车通过时钢结构桥梁振动噪声远大于混凝土结构桥梁，因此，除节点桥特殊需要外，不宜采用钢结构桥梁，包括钢混组合梁。磁浮列车运行对线路平顺性要求高，钢结构对环境温度变化较为敏感，温度力作用下易产生较大变形，影响线路平顺性，故不宜采用。

8.1.5 简支体系梁桥，对地质不良、地基承载力低等地段适应性好，适宜工厂化预制，施工质量易于保证，且能显著提高施工速度。

各国已建成的磁浮线路中，预应力混凝土桥梁占有绝对优势，与其他建筑材料相比，预应力混凝土结构，具有结构刚度大、噪音低、受环境温度变化影响小、运营期间养护工作量小等优点，造价也比较经济。

8.1.8 控制墩台基础的工后沉降量及工后沉降量差值，对确保线路平顺性和行车安全很重要。严格控制相邻墩台工后沉降量差值，运营期间线路平顺性不满足要求，需要进行线路高程调整时，其调整工作量不会太大，避免引起桥梁结构改建或加固。

8.2 荷载

8.2.5 本规范中的动力系数计算方法系参考上海高速磁浮工程确定。中铁第四勘察设计院集团有限公司对长沙中低速磁浮交通工程 25m 跨度多跨简支梁，在车速 10km/h~100km/h 分别模拟车辆空车、车辆定员、车辆超员等三种工况进行了车桥耦合动力仿真分析，结果表明，不同桥梁阻尼比（0.05~0.20）所得动力系数最大值为 1.069，远小于按本规范公式（8.2.5-1）、（8.2.5-2）的计算值。

8.2.7 为保证磁浮车辆沿轨道无接触运行，线路两侧的磁铁除提供竖向悬浮力外，还提供水平向的导向力，每侧导向力均指向线路内侧，车辆直线运行时，两侧导向力数值相等，方向相反，该导向力即为悬浮磁铁横向导向力，其单侧最大值为列车竖向静活载的 20%。

由于列车蛇形运动、车辆振动作用及轨道不平顺的影响，致使列车在行进中发生

左右摇摆，此时，线路两侧磁铁的横向导向力一侧增加，另一侧减小，对列车进行反向调整，两侧磁铁横向导向力的差值即为动态横向导向力。本规范中的动态横向导向力计算方法系参考上海高速磁浮工程确定。

8.2.8 本规范中的小半径约束力参考上海高速磁浮工程计算方法确定。

8.3 结构刚度限值

8.3.1 对梁式桥跨结构容许挠度的规定，主要是为了适应列车高速安全平稳运行的要求，并考虑挠度对结构本身的影响。当挠度较大时，支座转角亦大，线路形成突变，不能维持连续平顺的曲线，致使此处受到冲击力，影响车辆安全、平稳运行，也不利于轨道养护。

本规范梁体竖向挠度限值是在分析总结国内外磁浮交通及传统轮轨轨道交通相关规定基础上，结合动力仿真分析和动载试验验证结果确定的。

1 上海高速磁浮

上海高速磁浮梁体竖向挠度容许值如说明表 8.3.1-1 所示。

说明表 8.3.1-1 上海高速磁浮梁体竖向挠度容许值

项目		最大挠度	备注	
竖向挠度	列车引起	单跨梁	L/4000	
		等跨度双跨连续梁	L/4800	
	温度引起	单跨梁	-L/6500	梁顶面温度高于梁底面温度
			L/5400	梁顶面温度低于梁底面温度
		等跨度双跨连续梁	-L/8000	梁顶面温度高于梁底面温度
			L/6500	梁顶面温度低于梁底面温度
横向挠度	列车引起	单跨梁	L/15000	
		等跨度双跨连续梁	L/18000	
	温度引起	单跨梁	L/5800	
		等跨度双跨连续梁	L/6960	

注：表中 L 为梁体计算跨度（m）。

2 日本 HSST 磁浮系统

日本在横滨国际博览会上展示的 HSST-05 型磁浮列车线，动荷载下梁体竖向挠度容许值为计算跨度的 1/3800；东部丘陵线对用于 HSST-TKL 型磁浮列车运行的桥梁梁体竖向挠度容许值为计算跨度的 1/1500。

3 韩国 UTM 磁浮系统

韩国机械和材料研究院（KIMM）在该院建设的用于试验 UTM-01 城轨磁浮列车

的 1.1 公里试验线，其桥梁梁体竖向挠度容许值为计算跨度的 1/4000。

4 上海临港中低速磁浮交通试验线

上海临港中低速磁浮交通试验线梁体竖向挠度容许值如说明表 8.3.1-2 所示。

说明表 8.3.1-2 上海临港中低速磁浮交通试验线梁体竖向挠度容许值

项目	竖向挠度
简支梁	L/3800
连续梁	L/4000

注：表中 L 为梁体计算跨度（m）。

上海临港中低速磁浮交通试验基地对 25m 梁在列车荷载作用下梁体竖向挠度进行了测试，重车作用下梁体跨中的竖向挠度为 3.1mm，空车作用下梁体跨中的竖向挠度为 2.6mm。

5 唐山中低速磁浮交通试验线

北京控股磁悬浮发展有限公司、国防科技大学、铁道第三勘测设计院集团有限公司等单位在对控制中低速磁浮交通轨道系统误差，保证轨道稳定性、平顺性，满足磁浮车辆运行等方面进行综合研究基础上，确定的唐山中低速磁浮交通试验线梁体竖向挠度容许值如说明表 8.3.1-3 所示。

说明表 8.3.1-3 唐山中低速磁浮交通试验线梁体竖向挠度容许值

项目	静活载引起的挠度	温度引起的挠度
单跨	L/3800	L/6200
多跨	L/4600	L/7600

注：表中 L 为梁体计算跨度（m）。

唐山试验线动载试验测试结果：各车速下梁体最大横向振幅值为 2.50mm，最大竖向振幅值为 3.20mm，列车最大横向加速度值为 0.85m/s^2 ，列车最大竖向加速度值为 0.91m/s^2 。测试数据表明，按照上述刚度控制指标，能够满足结构安全性、轨道平顺性和乘客的乘坐舒适性要求。

6 地铁设计规范

按现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157，地铁桥梁梁体竖向挠度容许值如说明表 8.3.1-4 所示。

说明表 8.3.1-4

地铁桥梁梁体竖向挠度容许值

跨度 (m)	挠度容许值
$L \leq 30$	$L/2000$
$30 < L \leq 60$	$L/1500$
$60 < L \leq 80$	$L/1200$
$L > 80$	$L/1000$

7 长沙中低速磁浮线

长沙高铁南站至黄花机场中低速磁浮线梁体竖向挠度容许值如说明表 9.3.1-5 所示。

说明表 8.3.1-5

长沙中低速磁浮线梁体竖向挠度限值

列车静活载作用下的竖向挠度	梯度温度引起的竖向挠度
$L/4600$	$L/7600$

注：表中 L 为梁体计算跨度 (m)。

中铁第四勘察设计院集团有限公司对长沙中低速磁浮线 25m 跨多跨简支梁，在车速 50km/h~100km/h 分别模拟车辆空车、定员、超员等工况进行车桥耦合动力仿真分析，结果表明，梁体跨中竖向挠度值最大值 2.419 mm，梁体跨中最大竖向加速度值为 0.607 m/s²，列车最大竖向加速度值为 0.217 m/s²，满足结构安全和车辆安全、平稳运行需要。

长沙中低速磁浮线动载试验测试结果：各车速下梁体跨中竖向加速度最大值 0.792 m/s²，梁体跨中最大横向加速度值 0.423 m/s²，列车最大竖向加速度值为 0.796 m/s²，列车最大竖向加速度值为 0.585 m/s²，满足结构安全性、轨道平顺性和乘客的乘坐舒适性要求。

8.3.4 列车以一定速度通过简支梁桥时，对桥梁的作用类似于频率固定的激振源。列车速度改变时，相应的激振频率就会发生变化。当结构固有频率与激振频率接近时，将会发生较大的振动或者共振现象，进而可能引发轨道损伤、混凝土梁开裂，甚至危及桥梁安全。

本规范梁体固有频率限值借鉴了国内外有关规范或研究成果。

1 高速铁路设计规范

按现行行业标准《高速铁路设计规范（试行）》TB 10621 的规定，高速铁路桥梁梁体竖向自振频率限值要求如下列公式：

$$4\text{m} \leq L \leq 20\text{m} \text{ 时 } n_0 \geq 80/L \quad (\text{说明 } 8.3.4-1)$$

$$20\text{m} < L < 96\text{m} \text{ 时 } n_0 \geq 23.58L^{-0.592} \quad (\text{说明 } 8.3.4-2)$$

式中： n_0 ——梁体竖向自振频率；

L ——梁体计算跨度。

2 德国高速磁浮

德国高速磁浮设计规范中，梁体竖向自振频率限值限值要求如下式：

$$n_0 \geq 1.1 \cdot V / L \quad (\text{说明 8.3.4-3})$$

式中： n_0 ——梁体竖向自振频率；

V ——列车最高运行速度 (m/s)；

L ——梁体计算跨度 (m)。

中低速磁浮最高设计速度按 160km/h 计算，相当于 $n_0 \geq 49/L$ 。

3 长沙中低速磁浮线

长沙高铁南站至黄花机场中低速磁浮线梁体竖向一节固有频率要求如下式：

$$n_0 \geq 90/L \quad (\text{说明 8.3.4-4})$$

式中： n_0 ——梁体竖向自振频率；

L ——梁体计算跨度 (m)。

中铁第四勘察设计院集团有限公司对长沙中低速磁浮线 25m 跨度简支梁进行车桥耦合动力仿真分析，结果表明，梁体竖向自振频率小于 $90/L$ (L 为梁体计算跨度) 时，梁体动力响应、桥梁跨中加速度和车辆加速度均急剧增大，且跨中加速度出现发散趋势。

9 低置结构

9.1 一般规定

9.1.1、9.1.3 中低速磁浮交通工程低置结构是指低置线路结构，其可分为支承轨道结构的承轨梁与支承承轨梁的路基工程两部分。高速铁路无砟轨道路基面上支承的是无砟轨道，事实上，高速铁路无砟轨道路基是无砟轨道的基础，中低速磁浮交通工程低置结构承轨梁下路基是承轨梁的基础，两者均必须满足轨道的平顺性要求以及车辆长期运营安全和旅客舒适性要求。因此，中低速磁浮交通工程低置结构承轨梁下路基必须按土工构筑物设计，必须具有足够的强度、抗变形的能力和长期稳定性。

中低速磁浮交通工程低置结构路基面上作用的单线荷载（包括车辆、轨道、承轨梁等）约 73.8kN/m，低于 350km/h 高速铁路无砟轨道路基面上作用的荷载 192.4kN/m。中低速磁浮车辆的自重低于高速铁路车辆自重，且运营速度最高为 120km/h，因此，中低速磁浮交通工程低置结构路基中的动应力，也要小于高速铁路无砟轨道路基。目前，我国已建成运营的 350km/h 无砟轨道高速铁路已超过 1 万公里，大量的无砟轨道线路设置在由土工构筑物构成的路堤上，这些线路目前均运行良好。因此，在填筑的路堤上设置中低速磁浮交通工程低置结构，完全可实现“满足强度、稳定性和耐久性的要求”，且目前已具有成熟的设计与建造技术。但考虑到磁浮交通工程对减振、降噪要求高，目前缺乏较多的应用经验，现阶段有必要控制低置结构的路堤高度，而且设置低置结构地段必须是稳定场地、无环境影响地段，有水位影响、强度与变形的长期稳定性难满足地段不宜设置低置结构，如：地质复杂、工后沉降难以控制或地下水位较高、路基易产生冻害和存在其他不稳定因素的区段，不宜采用低置线路结构。

9.1.2 由土工构筑物组成的低置结构，当长期浸泡在水中时，其强度易降低，承轨梁下路基工程易发生新的变形，尤其是承轨底与路基面结构部有水时，很容易发生累计塑性变形，对结构安全和线路运营安全产生隐患。因此，承轨梁底以下一定范围内不能被水浸泡。因此，本条规定承轨梁底高程应高出设计水位加壅水高加波浪侵袭高或斜水流局部冲高（滨河、河滩地段），再加 0.5m，使承轨梁下一定厚度的土工基础不被水浸泡。

9.1.7 工后沉降的控制是路基工程的关键，在铺设轨道之前，为保证路基的工后沉降和变形符合设计要求，应对路基变形作系统的评估。

路基工后沉降的计算精度有一定的局限性，通过观测可以较好地预测今后的沉降，但建立预测需要一定的观测时间，根据高速铁路建设经验，一般不少于 6 个月。当观测数据不足以评估或工后沉降评估不能满足设计要求时，应继续观测或采取必要的加

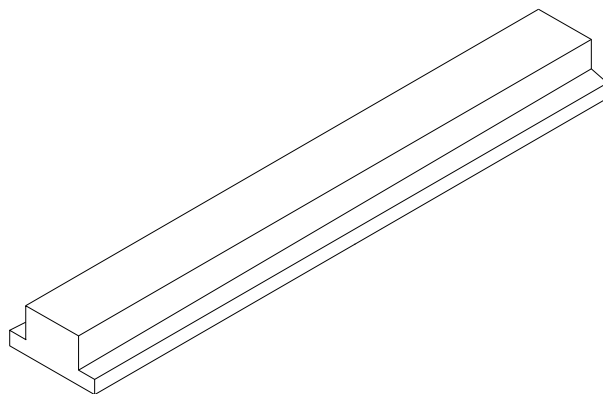
速或控制沉降的措施，如超载预压等。

我国已建成的高速铁路在路堤填筑完成后的放置期内一般采用了堆载预压的措施，也有在放置期仅利用路基本体进行静置预压，没有进行堆载预压。对于强降雨和多雨地区，通过雨季放置可以消除填土和地基土因含水量和水位变化引起的附加沉降，有利于工后沉降控制。

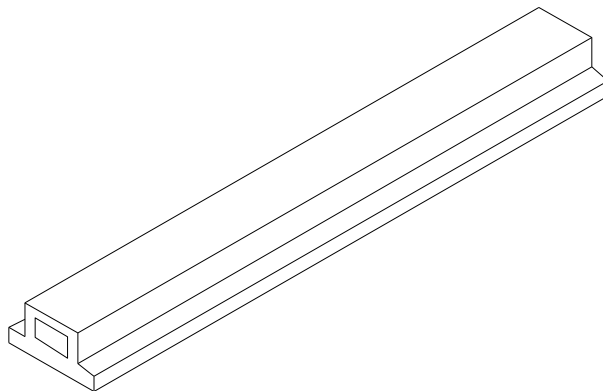
中低速磁浮交通工程低置结构，分为支承轨道结构的承轨梁与支承承轨梁的路基工程两部分，承轨梁及轨道结构均为刚性结构物，其在施工前均应进行沉降评估。结合我国高铁路堤填筑的工程实践，特殊条件下，路堤填筑完成后的放置期无法满足本规定时，通过采取有效的工程措施等手段，经过专家论证后可以适当缩短。

9.2 低置结构承轨梁设计

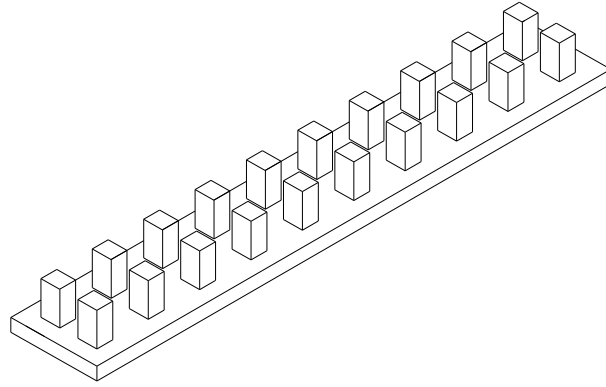
9.2.1 低置结构承轨梁的结构形式多种多样，其结构形式在满足车辆、轨道要求及结构安全的前提下，应综合考虑环境美化、有利于减振、降噪，便于施工、运营养护、线间排水等因素综合比选确定。常见的承轨梁结构型式有实心式、箱型、支墩式、门框式、框柱式等，见说明图 9.2.1-1~9.2.1-7。



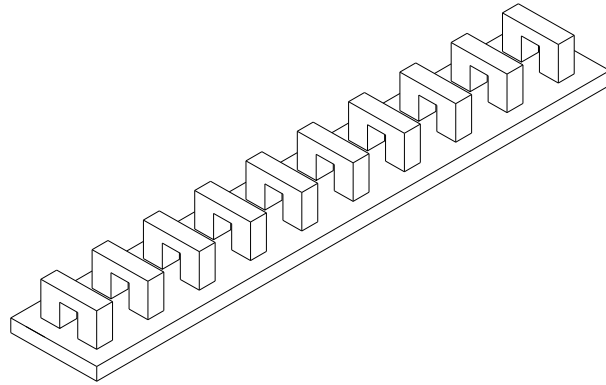
说明图 9.2.1-1 实心式承轨梁三维示意图



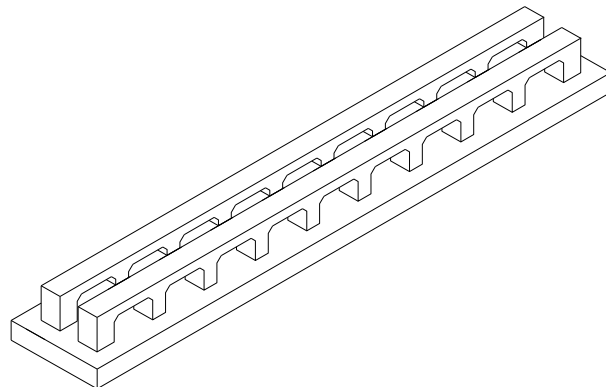
说明图 9.2.1-2 箱型承轨梁三维示意图



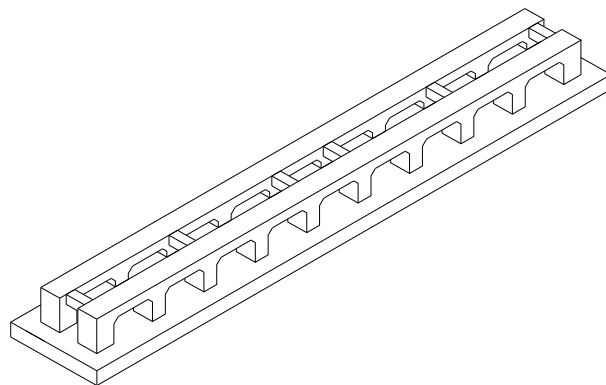
说明图 9.2.1-3 支墩式承轨梁三维示意图



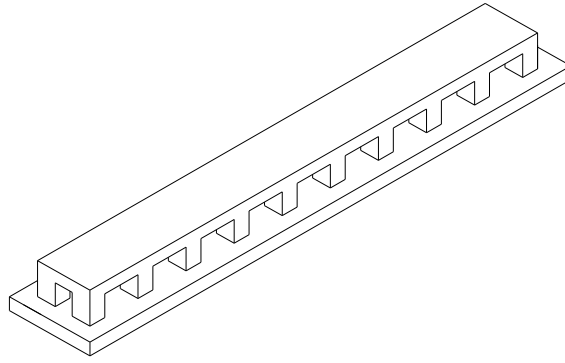
说明图 9.2.1-4 门框式（横向框架）承轨梁三维示意图



说明图 9.2.1-5 框柱（纵向连续框架）式承轨梁三维示意图



说明图 9.2.1-6 框柱（纵向连续框架+横向支撑）式承轨梁三维示意图



说明图 9.2.1-7 框柱（支墩+盖板）式承轨梁三维示意图

铁四院在长沙中低速磁浮项目中，针对低置结构承轨梁结构选型开展了大量的研究工作，对实心式、箱型及框柱（纵向连续框架+横向支撑）式承轨梁从结构安全性、经济性、施工工艺与质量控制、实用性与运营维护、美观等方面进行了多目标的对比分析，比较结果见下表：

说明表 9.2.1

不同梁型综合对比汇总表

项目		结构一	结构二	结构三	结构四	结构五	结构六	
名称		箱梁式承轨梁	2.4 连续门框式承轨梁-对中	2.4m 连续门框式承轨梁（对称框柱两侧）	1.2m 连续框架式承轨梁（高 90cm）	2.4m 连续框架式承轨梁（对中）	2.4m 连续框架式承轨梁（对称框柱两侧）	
静力计算	竖向变形	列车静活载	0.159mm	0.216mm	0.206mm	0.162mm	0.237mm	0.216mm
		均匀温升	0.286mm	0.263mm	0.265mm	0.28mm	0.263mm	0.265mm
		均匀温降	0.286mm	0.263mm	0.265mm	0.28mm	0.263mm	0.265mm
		基本组合	0.657mm	0.694mm	0.687mm	0.632mm	0.7mm	0.682mm
	横向变形	基+横+温	0.426mm	0.437mm	0.42mm	0.518mm	0.462mm	0.445mm
		基+纵+温	1.976mm	2.008mm	1.983mm	2.05mm	2.019mm	1.994mm
		全组合	2.008mm	2.040mm	2.013mm	2.08mm	2.050mm	2.022mm
	竖向频率（Hz）		51.233	47.18	44.349	49.891	46.914	46.914
最大等效力		2.11Mpa	3.086Mpa	2.732Mpa	2.05Mpa	4.194Mpa	2.927Mpa	
稳定系数	抗滑 Kc	4.38	4.16	4.33	4.16	4.01	4.17	
动力计算	自振频率					43.896Hz/0.0228s	40.74Hz/0.0245s	
	动力响应	列车				100km / 0.1243m ² /s	100km / 0.13 m ² /s	
		悬浮架				100km / 2.105m ² /s	100km / 2.372 m ² /s	
		承轨梁				100km / 0.184mm /	100km / 0.29mm /	
					0.133 m ² /s	0.194 m ² /s		
悬浮间隙					100km / 10.23mm	100km / 10.01mm		
每延米混凝土体积		0.95 m ³	0.812 m ³	0.812m ³	0.759m ³	0.732 m ³	0.732 m ³	

通过比较分析，认为实心式承轨梁具有野外环境中抵抗温度变形的能力最强、结构安全性最佳、造价最低、实用性强、施工工艺简单和施工质量最易控制的优点，框柱式承轨梁具有纵、横向中空便于各类管线穿越的优点。因此，长沙磁浮项目中推荐野外环境条件下的区间低置线路采用实心式承轨梁方案，管线穿插较多的车辆段低置线路采用连续框架式承轨梁为主、实心式承轨梁为辅的方案，并对实心式承轨梁进行了外观美化设计。

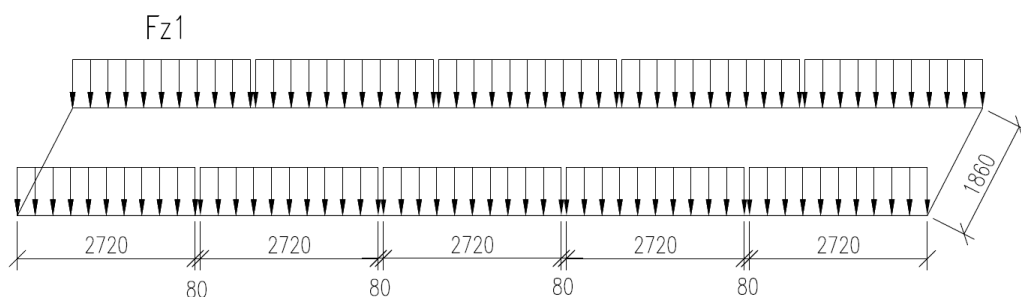
9.2.2 低置结构承轨梁底板可视为埋置于路基之上的弹性地基梁，其上部梁体根据结构型式不同，分别按弹性地基梁、柱体、框架梁、三维框架楼盖等模式进行计算。

9.2.3 磁浮列车存在三种工作状态，分别为悬浮状态、静止滑撬支撑、支撑轮支撑状态。低置结构承轨梁应结合承轨梁结构型式，选择不同列车状态对应的列车荷载进行结构内力计算，取最不利状态参与可能出现的荷载组合。以长沙中低速磁浮项目中采用的中国南车（株洲）中低速磁浮车辆为例，其荷载计算过程如下：

1) 列车竖向静活载（悬浮状态）

这里列车竖向静活载也称为列车悬浮状态荷载。该荷载是指列车正常悬浮时，轨道所承受的荷载。由多个单位长度为 2.72m（磁铁模块长度）的连续分布荷载组成，一节低速磁浮车辆通常有 5 个磁浮模块，磁铁模块之间的纵向间隙 0.08m，基本上可以认为磁浮轨道承受均布的线荷载作用，左、右两侧相距 1.86m。

列车竖向静活载来源于车辆的自重，考虑磁浮存在一定的间隙，其作用形式与量值大小如下图所示，此荷载作用在 F 导梁上，方向竖直向下。空车状态下（25.084t）， $Fz1=8.83\text{kN/m}$ ；超员状态下（36.646t）， $Fz1=12.9\text{kN/m}$ 。



说明图 9.2.3-1 悬浮状态车辆实际运行情况荷载图式（mm）

2) 列车竖向动活载

源于移动列车对 F 导轨的作用，在列车竖向静活载基础上，考虑惯性效应，按 115% 对静活载放大，其作用形式与静活载相同，此荷载作用在 F 导梁上，方向竖直向下。其作用形式与列车竖向静活载类似，此荷载作用在 F 型钢轨上，方向竖直向下。

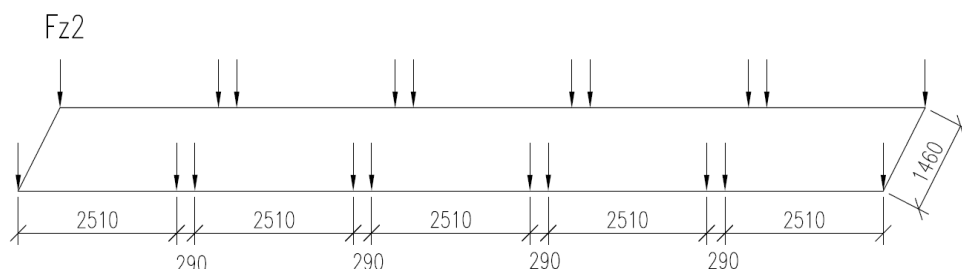
3) 滑撬支撑载荷（静态）

考虑车辆静止状态滑撬荷载，该荷载是指磁浮车辆静止在轨道上方时，车辆通过

滑撬作用于轨排结构上的竖向力，此时不考虑动力放大系数，其合力等于车辆自重。

中国南车（株洲）中低速磁浮车辆同一转向架前后滑撬之间的距离为 2.51m；相邻转向架的滑撬之间的间距为 0.29m，左右两侧荷载相距 1.46m。

每个滑撬支撑力：空车状态下（24.489t）， $F_{z2}=12.0\text{kN}$ ；超员状态下（35.714t）， $F_{z2}=17.5\text{kN}$ ，整节车重量约为 350kN。

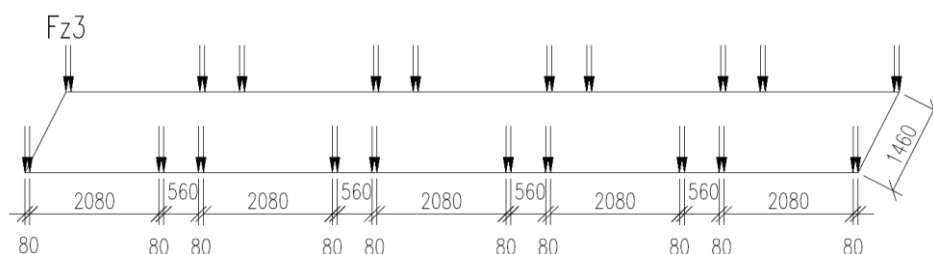


说明图 9.2.3-2 静止状态滑撬支撑载荷分布图式 (mm)

4) 滑轮支撑载荷（静态）

考虑磁浮车辆由滑轮支承时作用于轨排结构上，电磁铁不提供悬浮和导向力，但车辆可被牵引滑行，此时不考虑动力放大系数，表示车辆滑轮支撑状态荷载。

同一转向架前后滑轮间距为 2.08m；相邻转向架的滑轮之间间距为 0.56m，左右两侧荷载相距 1.460m。空车状态下（24.489t）， $F_{z3}=6.0\text{kN}$ ；超员状态下（35.714t）， $F_{z3}=8.75\text{kN}$ ，即静轴重为 17.5kN。



说明图 9.2.3-3 支撑轮支撑载荷分布图式 (mm)

列车竖向荷载的动力作用采用竖向静活载乘以动力系数 φ （也成为冲击系数），和低置结构整体刚度、轨面平顺度、列车荷载的大小、列车编组、作用形式及车速等因素有关，可参照高速磁浮高架结构动力系数的计算方法按下式计算。

$$\varphi = 1.15 \times (\Delta\alpha_z + g) / g \quad (\text{说明 } 9.2.3-1)$$

$$\Delta\alpha_z = \frac{v^2}{R_h} \sin\alpha \cos^2\beta + \left(g \cos\beta - \frac{v^2}{R_v} \right) \cos\alpha - g \quad (\text{说明 } 9.2.3-2)$$

式中：

V ——设计速度 (m/s);

R_h ——平面曲线半径 (m);

R_v ——竖曲线半径 (m);

α ——横坡角 ($^\circ$);

β ——纵坡角 ($^\circ$);

g ——重力加速度 (m/s^2);

$\Delta\alpha_z$ ——由于线路竖曲线引起的附加离心加速度 (m/s^2)。

承轨梁底板埋置于路基上, 可视为弹性地基梁, 应根据可能出现的底板与路基脱空情况对弹性地基梁的边界条件进行模拟, 将其列入恒载, 按“基础下沉的影响”考虑。

9.2.4~9.2.7 低置结构承轨梁类似于设置在土工基础上的弹性地基梁, 其工作特点与高架结构轨道梁不完全一致, 如: 设置在地面的弹性地基梁所受的风荷载应小于架空线路的轨道梁所受风荷载; 另外, 低置结构承轨梁设置在地基上, 其结构受力相比由桥墩支承的轨道梁更有利一些。由于目前针对低置结构承轨梁的研究还很少, 也缺少工程应用经验, 因此, 目前低置结构承轨梁结构设计, 结合地基梁的特点, 参照由桥墩支承的轨道梁的荷载体系与荷载组合、变形控制要求等等进行设计应是偏于安全的。

工程实践表明, 一般实心式承轨梁结构的竖向变形、挠度及一阶固有频率等均能满足要求, 门框式、框柱式等非等截面承轨梁宜结合承轨台座的布置特点进行各项控制指标验算。

9.3 路基面及基床

9.3.2 低置结构路面宽度应满足承轨梁、限界、电缆槽等附属构筑物的布设要求, 同时应考虑路基稳定、养护维修、安全、线间距等影响因素, 必要时还应满足信号灯基础及疏散平台的设置要求。

(1) 路基稳定的需要: 特别是南方多雨地区路堤边坡的稳定性。高速铁路运营实践经验表明, 在降雨量大的地区, 加宽路基宽度对于保证线路畅通有重要作用。一般

路堤浸水后边坡部分土质软化，在自重与列车产生的震动加速度的共同作用下，容易发生边坡浅层坍塌，路肩较宽时，即使边坡发生坍塌，也不影响路堤的承载部分，从而可使因边坡坍塌而影响列车正常运行事故大幅度减少。

(2) 在线路维修时，搁置或通行小型养路机械及维修作业，都需要有一定的宽度。

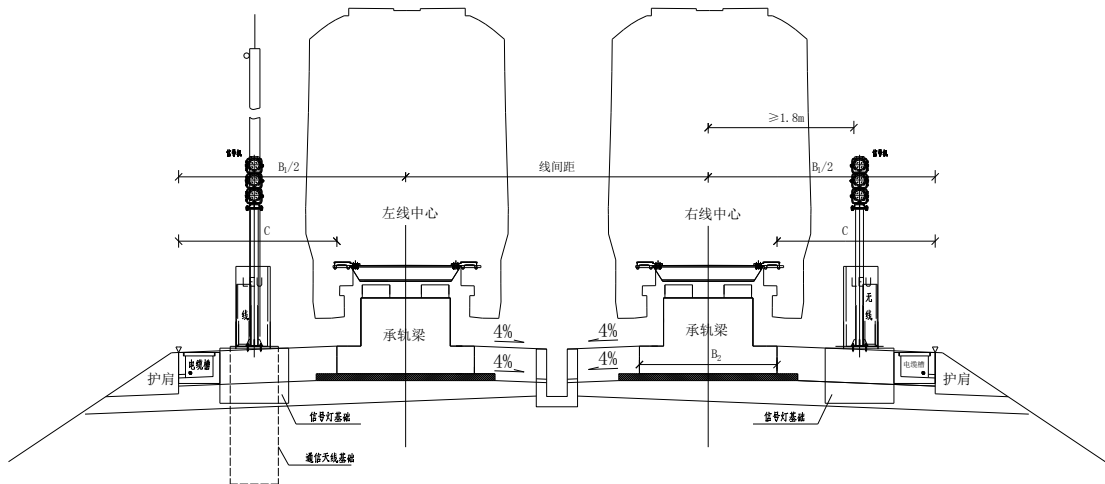
(3) 确保人员安全避让距离的需要。尽管一般铁路是全封闭的，运行期间人员不能进入线路范围，但世界各国依然考虑人行的安全问题，德国轮轨高速铁路在线路设计规范中把离线路中心 3.5m 以外作为安全区。

(4) 路基面设备敷设的需要。电缆槽、信号灯基础、疏散平台等设置于路肩上，路基面宽度需满足敷设要求。

轮轨铁路中，路肩宽度是指路基面两侧无道床覆盖部分的宽度，路肩宽度应根据设计速度、边坡稳定、养护维修、路肩上设备设置要求等条件综合确定。当轨道类型为刚性基础的无砟轨道时，由于路基半宽为 4.3m，无砟轨道板支撑层宽度一般为 3.4m，则支撑层外侧边缘距离路肩约 2.6m，该距离与《铁路路基支挡结构设计规范》TB10025-2006 第 3.4.3 条对挡墙位于稳定斜坡底面时挡墙趾部距地面的水平距离不小于 2.5m 的要求较为接近。

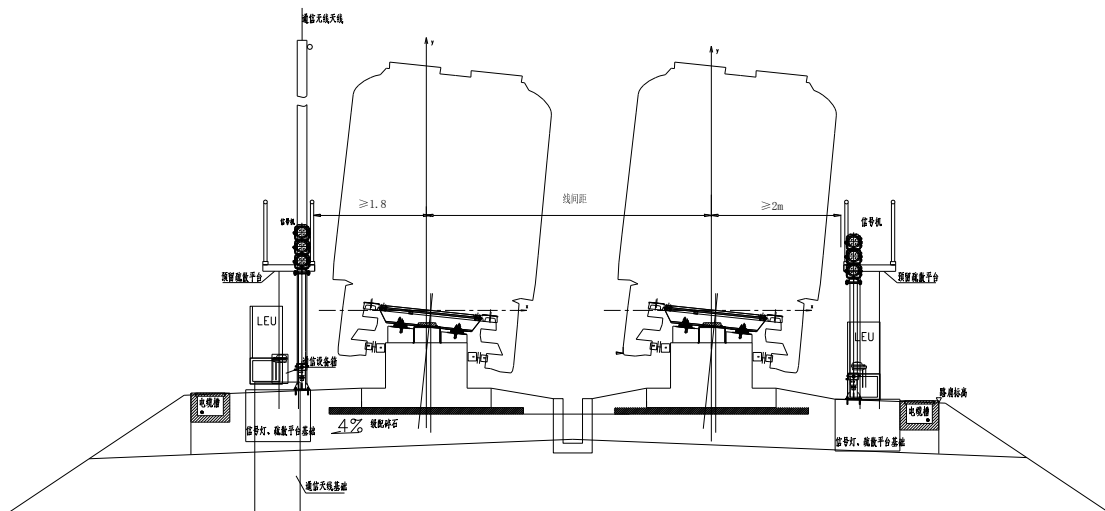
与轮轨铁路不同，低置结构承轨梁埋置于路基上，低置结构路肩宽度指承轨梁底板外侧边缘至护肩内侧的距离。其路肩宽度除应满足路肩上各类附属构筑物、运营维护、人员安全避让距离的需要外，必须应保证承轨梁横向稳定。数值分析研究及现场测试表明，低置结构承轨梁及梁下路基的稳定不受路肩宽度控制，路肩宽度范围内基本无静、动应力传递，路肩宽度设置也不由静荷载和动应力决定。参照无砟轨道板支撑层外侧边缘距离路肩的宽度要求及《铁路路基支挡结构设计规范》TB10025-2006 的相关规定，本条规定低置结构路肩宽度一般不小于 2.5m，一般该宽度范围可满足信号灯基础、疏散平台及电缆槽等附属设施的布设。

9.3.3 直线地段路基面宽度一般可参照说明图 9.3.3-1 所示计算。以长沙磁浮项目为例，承轨梁底板宽度为 2m，则路基半宽 $B_1 = \text{限界要求} + \text{信号灯立柱宽度}/2 + \text{信号灯基础宽度}/2 + \text{电缆槽宽度} = 1.8 + 0.3/2 + 1/2 + 0.6 = 3.05\text{m}$ ，且路基半宽应同时满足 $B_1 = B_2/2 + C = 2/2 + 2.5 = 3.5\text{m}$ 的要求，则可得单线地段路基面宽为 $2 \times 3.5 = 7\text{m}$ ，双线地段，线间距 4.4m，路基面宽度为 $3.5 + 4.4 + 3.5 = 11.4\text{m}$ 。



说明图 9.3.3-1 直线地段路基面宽度计算示意图

曲线地段路基面宽度一般可参照说明图 9.3.3-2 所示计算，曲线内侧加宽应在信号灯立柱或疏散平台与承轨梁之间。以长沙磁浮项目为例，承轨梁底板宽度为 2m，则曲线内侧加宽处路基半宽 $B_1 = \text{限界要求} + \text{信号灯立柱宽度}/2 + \text{信号灯基础宽度}/2 + \text{电缆槽宽度} = 2.0 + 0.3/2 + 1/2 + 0.6 = 3.25\text{m}$ ，曲线内侧在不加宽的情况下路基半宽 3.5m 仍然满足限界要求，仅当限界要求超过 2.25m 时，曲线地段曲线内侧需要加宽。曲线加宽值应满足不同速度、不同曲线半径及限界的要求。



说明图 9.3.3-2 曲线地段路基面宽度计算示意图

9.3.4~9.3.6 当前，一些国家采取的铁路路基基床结构设计原则，主要有强度、变形和刚度三方面的指标。各国采取的不同技术控制条件和路基结构，都经受了较长时期的运行考验，均可以作为我国磁浮线路低置结构路基技术条件的借鉴。

磁浮线路低置结构对路基变形控制特别严格，任意地段 20m 长度范围内的不均匀沉降量不超过 30mm、错台造成沉降差异不超过 2mm，折角小于 1/1000。参照高铁设计规范对基床结构的计算方法，对磁浮线路低置结构基床进行分析。

(1) 基床厚度

路基基床厚度的确定主要依据动应力与自重应力的关系，列车动应力由承轨梁底传递至下部路基内，沿深度逐渐衰减。在路基某一深度处，磁浮列车荷载引起的动应力只占路基自重荷载的一小部分，在此深度以下，动荷载对路基的影响很小。参考高速铁路路基基床厚度按列车荷载产生的动应力与路基自重应力之比为 0.2 的原则确定，中低速磁浮低置线路基床厚度采用类似方法确定。

动应力沿路基深度的分布，采用布氏（Boussinesq）理论计算。在长方形均布荷载作用下，荷载中心下深度为 z 处的垂直应力可用下式计算：

$$\sigma_z = \frac{2p_0}{\pi} \left[\arctan \frac{m}{n\sqrt{1+m^2+n^2}} + \frac{mn}{\sqrt{1+m^2+n^2}} \frac{1+m^2+2n^2}{(1+n^2)(m^2+n^2)} \right] \quad (\text{说明式 9.3.4})$$

式中

$$m = \frac{a}{b}, \quad n = \frac{z}{b};$$

P_0 为荷载强度（kPa）；

a ， b 为长方形荷载的边长之半（m）；

z 为深度（m）。

低置结构路堤自重应力与承轨梁梁型具有一定相关性，当路堤中的动应力与自重应力之比为 0.2 时，实心梁、箱型梁、支墩梁等低置结构的基床厚度分别为 1.92m、1.96m、2.05m。统一取基床厚度为 2.5m 可满足各类型承轨梁计算要求。

对比高速铁路基床厚度 3m，无砟轨道基床表层 70cm 厚度实际包含了轨道板下 30cm 厚的支撑层，其路基面计算动应力为 100kPa，实测动应力一般不超过 15.0kPa，实测值约为计算值的 15%。长沙磁浮项目中低置结构承轨梁底理论动应力为 30kPa，实测动应力小于 1.5kPa，仅为无砟轨道高速铁路实测动应力值的 1/10，为低置结构承轨梁底动应力理论计算值的 5%。因此，基床厚度按 2.0m 设计其长期稳定性能得到充分保障。

(2) 基床表层厚度

参考高速铁路基床表层厚度确定原则，取变形控制（动变形不大于 3.5mm）和强度控制（基床地层顶面动应力不大于填土允许应力）双控指标进行计算。在国内外所作的大量测试中，包括普通土质基床表层在内，有砟轨道路基面的动变形一般仅为 1.0mm 左右，无砟轨道路基面的动变形仅为 0.1mm 左右，在采用级配碎石等强化基床表层时动变形更小。若要求基床表层面上的动变形小于 3.5mm，实际上是很容易满足

的。

磁浮交通低置结构基床表层厚度确定控制指标取为：（1）变形控制——不大于 0.4mm 为控制条件；（2）强度控制——作用在基床底层顶面的动应力（30.0kPa）不大于填土允许应力为控制条件。

铁四院在长沙中低速磁浮项目中开展了大量的测试工作，实测结果表明，各类轨道梁最大竖向均动变形 $\leq 0.015\text{mm}$ 、动应力 $\leq 1.5\text{kPa}$ ，动力系数 $(1+\mu) \leq 1.1$ 。考虑到不平顺的极端工况，乘以扩大系数，动变形最大值约为 $2*0.015=0.03\text{mm}$ ，动应力最大值约为 $2*1.5=3.0\text{kPa}$ 。考虑到不可预知的其它恶劣工况和填土层安全储备，乘以 2.0 的安全系数，得到低置轨道结构-路基面的设计动强度值 6.0kPa，路基面动变形值为 $0.03*2.0\approx 0.06\text{mm}$ 。

当基床表层压实度 $K_h=0.97$ ，基床底层压实度 $K_h=0.95$ ，路基本体压实度 $K_h=0.92$ ，基床表层厚度 0.3m 能够满足变形限值及强度限值的控制要求。

综合以上计算结果，建议基床表层厚度 0.3m，基床底层厚度 1.7m，分别采用级配碎石与 A、B 组填料或改良土填筑。

9.3.7 根据铁四院在长沙中低速磁浮项目的研究成果，混凝土垫层厚度在一定范围内影响动应力在基床内的分布规律。混凝土垫层厚度在 0.05~0.15m 范围内增加，基床表层底部与下部路堤交界处动应力迅速减小，而厚度超过 0.15m 后基本保持不变。综合考虑技术、经济及施工难度情况等因素，建议混凝土垫层厚度不小于 0.1m。

9.4 路堤

9.4.1 路堤边坡高度应结合地基条件、填料来源、环境因素等确定。路堤填方较高时，地基加固工程庞大，且地基加固及路堤填筑施工质量控制难度大，导致路堤工后沉降控制困难，因此填方地段宜以较矮的路堤型式通过，困难时应采取可靠措施保证低置结构路基的稳定性与沉降控制满足控制要求。

《铁路路基设计规范》TB10001-2005 第 7.3.3 条规定，路堤沉降的原因除与地基条件有关外，还与路堤高度、填料种类、压实标准等有密切关系，对于边坡高度超过 15m 的高路堤应考虑填料沉落加宽。采用漂石土、卵石土、碎石土、粗粒土作为填料的路堤沉降比约为 0.005~0.015，路堤高度为 3m、5m 时其对应的填料沉落值约为 15~45mm、25~75mm。我国已建成高速铁路在路堤填筑完成后的放置期一般采用了堆载预压措施，或仅利用路基本体进行静置预压，强降雨及多雨地区通过雨季放置消除填土和地基土因含水量和水位变化引起的附加沉降。通过预压、静置及雨季放置等手段，放置期填料沉落完成比例按 90% 考虑，则铺轨后 3m、5m 高填方路堤由于环境变化等外部因素引起的路基沉降值分别约 1.5~4.5mm、2.5~7.5mm。目前，轮轨高速铁路在

地形地质条件良好、不存在影响路基长期稳定因素及地基处理施工质量控制较好的地段运营情况良好，基本未发现路基填料沉降，路基工后沉降均能满足规范要求。

中低速磁浮低置结构对差异沉降错台和不均匀沉降更为敏感，填方高度在 3m 以内时，填料沉降值基本上在差异沉降错台允许值附近；填方高度在 5m 左右时，根据既有轮轨高速铁路建设经验，地形地质条件良好地段工后沉降仍处于可控范围内。因此，本条规定，低置线路结构以填方形式通过时，承轨梁下路基填筑高度原则上不宜超过 3m；地形地质条件良好、路基工后沉降易控制、不存在影响路基长期稳定的因素的地段，承轨梁下的路基填筑高度不应超过 5m。

9.4.7 限于我国中低速磁浮低置结构研究应用偏少的现状，现阶段低置结构的工后沉降、不均匀沉降的控制要求系参照高速铁路无砟轨道的标准制定。由于沿线地形和地质条件千差万别、土的变形理论不完善、现有的沉降计算方法不健全，且计算精度远不能满足 30mm 工后沉降的控制要求。因此，要实现路基变形控制的要求，除有准确的地质资料以及正确的土工参数、路基施工质量的控制外，还必须建立沉降监测系统，通过现场实测沉降，分析评估工后沉降满足要求后方可进行承轨梁与轨道施工。

9.4.8 由于低置结构承轨梁是由多节组成，且设置在土工结构物上，当承轨梁下土工基础发生不均匀沉降时，易导致承轨梁节间发生错台，当节间发生的错台时，在线路循环荷载以及水的作用下，易产生累计塑性变形，严重时将影响磁浮轨的平顺性。铁四院在长沙中低速磁浮项目低置结构的建设中，在承轨梁节间缝位置下部设置钢筋混凝土搭板，以防止承轨梁节间产生过大的错台。

9.4.12 低置结构地段，两侧轨面高于路基面约 1.2m，在线间设置人员紧急状态下的疏散平台，人员无法翻越两侧的承轨梁，需纵向通过桥梁上的疏散通道下到地表。从人员疏散目的分析，发生紧急状态需疏散人员时，人员应尽快远离线路。因此，当桥与桥间低置线路长度过大时，紧急状态下的人员疏散应从两侧路肩疏散，这样人员可从路肩位置进入路堑侧沟平台或路堤坡脚，比从线间疏散更有利一些。

9.6 路基支挡结构

9.6.1 由于磁浮交通工程对变形的控制标准高，且控制难度大，路堤填方地段的低置结构，应尽量避免设置路堤支挡结构，当必须设置时，支挡结构高度不宜超过 6m，且应检算横向水平变形。

9.7 排水及防护

9.7.2 由于中低速磁浮交通工程大多属市域交通的一种，线路大多沿市域道路设置。因此，低置结构排水工程的设置必须与道路排水系统协调一致，且要结合城市规划进

行合理布置。

9.9 接口工程

9.9.2 承轨梁及梁下路基上的各种预埋设备及基础应与路基填筑系统设计、合理规划施工步骤，设计时除考虑相关接口工程荷载作用外，尚应注意避免因接口工程施工影响路基强度及稳定。

10 隧道

10.1 一般规定

10.1.1 隧道一般采用某隧道命名，地下车站及区间仅为磁浮工程的一部分，含地下车站的地下工程也宜命名为某隧道。

10.1.3 目前铁路隧道采用《铁路工程地质勘察规范》TB10012，地铁采用《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307，对于埋深较浅隧道宜采用后者进行勘察，埋深较大的隧道可采用前者。

10.1.4 功能包括满足城市规划、行车运营、环境保护、抗震、防水、防火、防护、防腐蚀及施工等要求，并应做到结构安全、耐久、技术先进、经济合理。结构设计方法有概率极限状态法、破损阶段法和容许应力法等，其中极限状态法是设计趋势。

10.1.5 隧道主体结构的耐久性设计宜按现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 以及《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB10005 的有关规定执行，临时（临时围护）结构使用年限不少于 1 年系参照《建筑基坑支护技术规程》JGJ120 的规定。

10.1.6 隧道净空尺寸（内轮廓）应考虑下列因素：建筑限界、使用空间、股道数及线间距、设备空间、结构受力与施工方法、轨行区空气动力学效应、紧急疏散与救援方式、轨道结构形式、运营维护方式、车辆密封性能、水文地质条件，位于曲线上的隧道应考虑曲线加宽，加宽办法应符合现行《铁路隧道设计规范》TB10003 的相关规定。

10.1.8 地铁工程的耐火标准在《地铁设计规范》GB 50157 有规定，但耐火极限标准与《建筑设计防火规范》GB 50016 中隧道耐火极限不一致，而截止目前铁路隧道对耐火极限标准没有规定。磁浮隧道宜采用《建筑设计防火规范》GB 50016 中隧道耐火极限。

10.1.13 可参照《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》（铁建设[2007]200号）和《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》（GB 50652）执行。

10.1.15 空气动力学标准各国标准差异较大，列表如下：

国家	标准	说明
日本	$P < 2500\text{Pa}$; $P_t < 200\text{Pa/s}$	可放宽到 300-500Pa/s, 密封车辆, 双线隧道
英国	$P < 4000\text{Pa}/4\text{s}$	非密封车辆, 双线隧道
	$P < 2000\text{Pa}/4\text{s}$	海峡联络线, 非密封车辆, 单线隧道
	$P < 3500\text{Pa}/4\text{s}$	海峡联络线, 非密封车辆, 双线隧道
美国	$P < 700\text{Pa}/1.7\text{s}$; $P_t < 410\text{Pa/s}$	低速通勤列车, 非密封车辆 《地铁设计规范》采用此标准
德国	$P < 500\text{Pa/s}$, $800\text{Pa}/3\text{s}$, $1000\text{Pa}/10\text{s}$	密封车辆, 单线隧道
法国	$P < 3000\text{Pa}/3\text{s}$	通过泄压管道时有个别压力脉冲
	$P < 450\text{Pa}$	通过泄压管道时有频繁重复的压力脉冲
意大利	$P < 1500\text{Pa}$; $P_t < 500\text{Pa/s}$	适用于密封车辆
中国 高铁	$P < 3000\text{Pa}/3\text{s}$	京沪高速铁路南京长江隧道
	$P < 2000\text{Pa}/3\text{s}$	单线隧道长度占线路比例 < 10%
	$P < 3000\text{Pa}/3\text{s}$	双线隧道长度占线路比例 < 10%
	$P < 800\text{Pa}/3\text{s}$	单线隧道长度占线路比例 > 25%
	$P < 1250\text{Pa}/3\text{s}$	双线隧道长度占线路比例 > 25%

注：P—压力变化值， P_t —压力变化率，[P]—瞬变压力。

各国舒适性标准由高到低的排列为：日本、中国、美国、英国和法国，本次沿用中国高铁标准。

10.1.17 地下车站和区间应一体化设计是常识，在城市轨道交通地下工程设计中已非常成熟，但磁浮工程因功能等方面的不同，通风、防灾、消防等应整体设计，主体结构、围护结构以及防排水设计等应有效衔接。

10.1.18 为方便使用，摘抄《城际铁路设计规范》(TB 10623-2014) 对于隧道轨面以上净空横断面面积如表 10.1.18。表 10.1.18 仅适用于列车动态密封指数不应小于 6s 的列车应具体研究。

表 10.1.18 隧道轨面以上净空横断面面积

隧道类型	设计速度 (km/h)	断面面积 (m ²)	附注
双洞单线	120	35	1.考虑大型养路机械通过条件, 不考虑大型养路机械隧道内清筛作业。 2.列车动态密封指数不应小于 6s。
	160	35	
	200	48	
单洞双线	120	64	
	160	64	
	200	72	

设计时速 100 公里及以下时,城市轨道交通一般认为空气动力学不控制隧道断面。已开通运营时速 120 公里广州地铁三号线采用内径 5.4m 外径 6.0m 的隧道断面,旅客常常反映舒适度问题,即将开通运营的东莞 R2 线以及深圳地铁 11 号线吸取此经验,进行了空气空力学研究,采用内径 6.0m 外径 6.7m 的隧道断面,轨面以上断面面积 28m²,车辆密封性要求 3~5s,客室乘客舒适度指标采用单一时间气压变化值不超过 800pa/3s,此标准小于城际铁路标准,但由于没有开通运营,故本次维持城际铁路对于空气动力学的要求,后续可根据运营经验优化调整。

10.2 荷载

10.2.4 水压力对于隧道结构至关重要,《地铁设计规范》(GB 50016)要求按照静水压力设计对于埋深不大的隧道是合适的,但对于深埋隧道是不经济的。

10.3 工程材料

10.3.2 隧道结构的耐久性设计应满足《混凝土结构设计规范》(GB 50010)要求,同时还需符合现行《铁路混凝土耐久性设计规范》(TB 10005)和《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB 50046)的规定。

10.4 结构设计

10.4.8 相关规定可以参照《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJT202。

10.8 防排水设计

10.8.3 本条文主要针对常见的复合式衬砌以及围护桩与主体结构分离的情况,对于叠合结构宜采用《地下工程防水技术规范》GB50108。

10.9 防灾、救援设计

10.9.3 鉴于磁浮工程站间距应较密的特点,10 公里以上单洞双线隧道本规范不考虑,若出现可参照相关规范进行专题研究。

11 高架结构

11.1 一般规定

11.1.4 地下车站应优先采用常规的明挖法施工；需要减少施工队地面交通影响时，可采用盖挖法施工，并宜铺设临时路面，采用盖挖顺作法施工；对环境保护要求高或平面尺寸大的地下车站，宜采用盖挖逆作法施工；必要时也可采用暗挖法或明暗挖结合的方法施工。

11.1.5 结构的净空尺寸，在满足磁浮建筑限界或其他使用及施工工艺要求的前提下，应考虑结构变形、施工误差、测量误差和后期沉降等影响而预留必要的余量。

11.1.7 主体结构是指直接和间接承受运营车辆荷载，保证车站结构体稳定的结构构件；使用期间不可更换的结构构件是指直接承受设备和人群荷载，在使用期间无法更换或更换会影响运营的结构构件。上述结构应严格按照 100 年的设计使用年限进行耐久性设计。

使用期间可更换的次要构件是指在车站结构内部处于次要部位且更换不影响使用功能和正常运营的结构构件。此类构件原则上可按照 50 年的设计使用年限进行耐久性设计。

11.1.8 根据《建筑工程抗震设防分类标准》5.3.3 条：“行车调度、运转、通信、信号、供电、供水建筑，抗震设防类别应划为重点设防类。”地下车站、高架车站（“桥-建”组合结构体系）抗震设防类别应为重点设防类（乙类）。

11.1.9 结构健康监测主要是监测工程结构的累积损伤。环境作用等级为中度及以上的冻融环境、海洋氯化物环境、除冰盐等其他氯化物环境、化学腐环境可认为是易受腐蚀的恶劣环境。

11.1.11 施工监测是确保地下结构工程施工安全和环境安全的重要手段，也是进行信息化设计和优化调整的重要依据。

11.2 荷载

11.2.5 在《建筑结构荷载规范》GB 5009-2012 中，可能出现人员密集情况的均布活荷载标准值为 3.5kN/m^2 。在《地铁设计规范》GB 50157-2013 中，地下车站的人群均布活荷载标准值为 4.0kN/m^2 。在《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ 69-95 中，天桥桥面的人群均布活荷载标准值为 5.0kN/m^2 。本规范参考《地铁设计规范》GB 50157-2013，将地上车站站台和站厅公共区楼板、楼梯、通道、出入口等部位的人群均布活荷载标准值取为 4.0kN/m^2 。

11.3 工程材料

11.3.2 混凝土结构的耐久性按正常使用极限状态控制,车站结构的耐久性设计应满足现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的规定,同时还需符合《铁路混凝土耐久性设计规范》(TB 10005)和《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB 50046)的相关规定。

11.3.4 钢筋的选用主要参照《混凝土结构设计规范》GB 50010 第 4.2 条,结合《关于加快应用高强钢筋的指导意见》(建标[2012]1号)的文件精神,本规范不推荐使用 HRB335 钢筋。

根据《建筑抗震设计规范》GB 50011 第 3.9.2 条,对抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件(含梯段)中的纵向受力钢筋应使用符合抗震性能指标的带“E”编号钢筋。其抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25;屈服强度实测值与屈服强度标准值不应大于 1.3,且钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。

11.3.5 承重结构采用的钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度和硫、磷含量的合格保证,对焊接结构尚应具有碳含量的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材还应具有冷弯试验的合格保证。

根据《建筑抗震设计规范》GB 50011 第 3.9.2 条,钢结构的钢材应符合下列规定: 1) 钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85; 2) 钢材应由明显的屈服台阶,且伸长率不应小于 20%; 3) 钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性。

11.4 结构设计

11.4.3~11.4.5 为了减少列车运行对车站结构引起的振动与噪声,满足旅客乘车的舒适度,车站高架结构不宜采用钢结构。同时从抗震性能的角度出发,推荐使用三柱及以上多跨框架结构型式,其抗震性能较好。然而实际工程中,受限于道路通行、规划等路中高架车站不可避免的采用横向双柱单跨双悬挑或单柱双悬挑结构型式,鉴于此,本规范建议横向单柱或双柱的“桥-建”组合结构体系宜进行基于性能的抗震设计,同时对双悬挑结构悬臂端的挠度及竖向自振频率的限值进行从严控制。

11.4.7 参考《建筑工程容许振动标准》(GB50868-2013),对于站台区,工作人员及乘客舒适性评价采用建筑物内人体舒适性的容许振动计权加速度级(dB)中办公室昼间标准;对于轨行区,工作人员的舒适性评价采用生产操作区容许振动计权加速度级(dB)中暴露时间 24h 对应的舒适性降低界限。对于建筑结构的安全性评价,采用交通振动对建筑结构影响在时域范围内的容许振动值中公共建筑的顶层楼面处容许振动速度峰值(mm/s)。各限值详表 11.4.7-1 所示。

表 11.4.7

站房结构振动舒适性及安全性评价控制指标

评价对象		评价指标	控制指标
舒适性评价	站台区	加速度振级 (dB)	83
	轨行区	加速度振级 (dB)	95
安全性评价		振动速度峰值 (mm/s)	10.0

12 车站建筑

12.1 一般规定

12.1.2 车站建筑根据站房与站场线路的相互关系，一般分为线侧、线下、高架、地下等布局形式；从集约利用土地资源的角度出发，线下式车站应充分利用线路下方的空间进行布局 and 综合开发，地下站及其他形式车站宜充分利用地下空间。

12.1.5 超高峰设计客流量是指该站高峰小时客流量乘以 1.1 — 1.4 的系数，主要考虑高峰小时内进出站客流量存在不均匀性。本规定是假定高峰 20min 内通过 37%~47% 的高峰小时客流量，故取超高峰系数为 1.1~1.4。

本条中的“或客流控制时期的高峰小时客流量”，是指建设中的磁浮线近期的预测高峰小时客流量会出现大于全线网建成后的远期预测高峰小时客流量的情况，在设计中应考虑这一因素。

12.1.7 一般民用建筑进行检修和维护保养时，可以暂停对功能的使用，利用移动设施进行，但磁浮铁路站房的站房、雨棚、天桥、地道不能因检修和维护保养而随意中断运营，有些部位在作业条件下进行检修和维护保养时安全风险较大，因此要求设置便于检修和维护保养的设施，检修和维护保养设施指检修通道、马道、爬梯、安全绳挂钩、登高车等。

12.2 车站总体布置

12.2.5 机动车一般是指本身具有动力装置，可以单独在公路及城市道路行驶，并完成运载任务的车辆。本规范中“机动车”主要是指私人机动车、出租汽车、公交车等日常使用的机动车辆。

12.3 车站平面

12.3.2 站台宽度计算公式（12.3.2-3）、公式（12.3.2-4）两者取大者的含义是：

公式（12.3.2-3）是指列车未到站时，上车等候乘客只能站立在安全带之内，此时侧站台计算宽度是上车乘客站立候车所需要的宽度加上安全带宽度。

公式（12.3.2-4）是指列车进站停靠后，上、下客进行交换中安全带宽度已被利用。

当站台采用站台门时公式（12.3.2-3）的 ba 值用站台边缘至站台门立柱内侧距离 M 替代，当不采用站台门时公式（12.3.2-4）的 M 值为零。

最终侧站台计算宽度应按上者二种不同工况下取其大者。采用上述两种不同工况

下算式对于客流潮汐现象比较大的车站，其结果差距明显。

在计算岛式站台宽度时的 b 值，应分别按上、下行线的上、下客计算，其值 h 一般不会相等，为了建筑布置适宜，宜按大值对称布置。

公式中的 $Q_{上}$ 、 $Q_{下}$ 为远期或客流控制期每列车高峰小时单侧上车设计客流量和远期或客流控制期每列车高峰小时单侧上、下设计客流量。在计算中均应换算成远期或客流控制期高峰时段发车间隔内的设计客流量。

12.3.3 “连续长度不超过一节车厢长”对车站规模的控制可起到一定作用。

12.3.12 常规情况检修出入口设计检修爬梯，在条件允许的情况，应尽量设置检修楼梯，以方便维修人员进出。

12.3.13 磁浮交通在正常运营状态下，其轨道为带电工作状态，因此，不应借用轨行区作为设备检修通道进入设备区，设备布置区应尽量不与轨行区相邻布置，若无法避免，则应采用物理隔断进行隔离，对维修人员起到安全保护作用。

12.3.17 “与上、下行均设自动扶梯并列设置的楼梯宽度可取 1.2m”，是指在设计中所设的上、下行自动扶梯数量的通过能力均分别能满足上行客流和下行客流的前提下，所考虑的最小允许楼梯宽度。

12.4 车站环境设计

12.4.4 为了方便乘客乘坐磁浮列车，保证车站正常运营秩序，车站内应设置导向和服务乘客的标志；事故疏散标志是在灾害情况下保证乘客安全疏散的必要设施。

12.5 车站出入口

12.5.1 每个出入口宽度应按远期分向设计客流量乘以 1.1--1.25 不均匀系数来设计，此系数与出入口数量有关，出入口多者应取上限值，出入口少宜取下限值。

12.5.4 地下车站出入口的地坪标高一般应取高出该处室外地坪 300mm---450mm，建议取三踏步 450mm 为宜。当此高程未满足当地防淹高度时，应加设防淹闸槽，槽高可根据当地最高积水位而定。出地面的电梯等部位也应作同样考虑。

12.6 风井与冷却塔

12.6.2 第 1 款 规定风亭风口间距的主要目的是：在正常运行时，防止进、排风气流短路，影响进风品质；在火灾情况下，防止火灾排烟与进风短路，形成烟气倒灌。组合风亭、分散设置的高风亭以及与地面建筑结合设置的风亭通常在侧面开设风口。侧面开设风口是上述类型风亭区别于顶面开设风口的敞口低风亭的主要特征。侧面开设风口与顶面开设风口的风亭在外部气流流场分布特征方面有明显的区别，因此风口间

距应分别进行规定。12.6.2, 12.6.3 两条规定适用于在非火灾情况下使用的风亭, 12.6.4 条则对排烟风亭进行规定。

风亭口部方向无法错开指风亭口部朝向同一方向或对向布置。当风亭口部方向无法错开且高度相同时, 与顶面开设风口的风亭情形类似, 因此需执行相同的规定。

第 2 款 为避免其他建筑物或构筑物对风亭风口遮挡, 影响通风效果, 规定风亭口部 5m 范围内不应有阻挡通风气流的障碍物, 如冷却塔、电梯、其他建筑物等。

12.6.3 第 1 款 面开设风口的风亭通常为敞口低风亭。这类风亭的不同性质风口朝向相同, 与侧面开设风口的风亭相比较, 更容易产生气流短路的现象。因此, 规定加大了进风亭口部与其他风亭口部的距离。

第 3 款 面开设风口的风亭无上盖, 风亭内部容易受到外部污染物的影响, 既影响空气品质, 又增加了运营维护难度。因此, 不建议大量采用顶面开设风口的风亭。当地面条件受限而采用顶面开设风口的风亭时, 应使其处于绿地中, 并满足风口距地面最低的高度要求。

12.6.4 排烟风亭口部与进风亭口部距离的规定。参考《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 的有关规定, 考虑地铁火灾机械排烟量大的特点, 口部之间的高差距离由 3m 增加到 5m。本条款中的进风亭指火灾时需投入使用的进风亭, 若火灾时不需投入使用, 则可不执行本条款规定。

火灾发生时, 出入口既是人员疏散的路径, 也是机械排烟的补风路径。如果与排烟风亭口部距离过近, 会影响人员疏散或发生烟气倒灌进车站的情况。因此, 出入口口部与排烟风亭口部的距离应执行与进风亭口部相同的标准。

12.7 人行楼梯、自动扶梯、电梯、屏蔽门

12.7.8 需要特别说明的是, 当站台门的应急门设于楼扶梯区段和设备管理用房伸入站台计算长度段等站台上障碍物的部位时, 应核实当应急门开启时侧站台宽度是否满足计算要求。

13 通风、空调与采暖

13.1.5 磁浮工程运输能力不如地铁，且随着人民生活水平的提高，对空调系统的需求也越来越高，不能完全按照气候和运力条件确定是否采用空调系统，因此本条款对《地铁设计规范》进行了修改。

13.1.7、13.2.11 无地下车站的单体区间隧道参考现行《铁路隧道运营通风设计规范》TB10068、《铁路隧道防灾救援疏散工程设计规范》TB10020 设计，并且根据各种不同因素综合考虑确定隧道运营通风设置。有特殊要求的铁路隧道是指含瓦斯等有害气体隧道、高低温隧道和有异味隧道等。

13.2.14 由于本条气象参数内容需要从当地的气象部门申请获取，若确有困难时，可采用清华大学编制的《中国建筑热环境分析专用数据集》。

14 给水与排水

14.1 一般规定

14.1.1 磁浮交通工程给水设计必须满足生产、生活和消防用水对水量、水压和水质的要求。我国现有水资源严重缺乏，人均水资源是世界平均水平的 1/4，用水形势很严峻，各项用水必须厉行节约，对不符合排放标准的污水及废水必须处理，可利用的应尽量重复利用。

14.1.2 为降低工程造价、供水可靠、保证水质，各城市修建时应优先选用城市自来水，但有的工程延长到郊区时可能无城市自来水，故应和当地规划部门协商，可以打井自备水源，也可以新增设自来水或采取可靠的地面水源，但水质必须符合要求。

14.1.4 给水排水设计应根据各地的气候条件及市政供水等实际情况采用利用市政水压直接供水、太阳能热水技术、分质供水、中水回用、雨水综合利用、采用节水型卫生器具及五金配件等节能减排的措施，以降低磁浮交通工程的综合能耗。

14.1.6 为保障磁浮交通工程给排水水质达标和运行安全，提高运行效率，降低能耗，改善劳动条件，促进科学管理，给排水设施应按自动化管理设计，以实现给水、排水工艺流程中水质、水量参数和设备运行状态的可监、可控、可调。

在穿越磁浮交通工程地下结构的外墙、屋面或钢筋混凝土水池（箱）的壁板和底板时，应设置防水套管，防水套管应根据各地及管道安装的实际情况按照国家建筑标准设计图集 02S404 的要求选用柔性或刚性防水套管。当管道穿越屋面已采取可靠的防水措施——如屋面雨水斗的安装采取了可靠的防水处理方案时，此类管道穿越屋面可不设置防水套管。

14.4 车辆基地给水与排水

I 给水

14.4.1 第 6 款 本条依据现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的要求确定，规定了不可预见水量和管网漏水量之和的计算要求。

14.4.2 车辆基地给水水源应尽量利用市政给水水源。当城市自来水提供两根给水引入管且市政供水压力满足最不利点室外消火栓的压力要求时，为减少车辆基地内给水管网的敷设数量，生产、生活给水系统与室外消防给水系统宜共用。但我国部分城市如上海自来水公司则要求室外生产、生活给水系统与室外消防给水系统必须分设，由于各地自来水公司的要求均不同，因此室外生产生活与消防给水方案仍应征询当地市

政供水部门的意见。

14.4.3 因屋顶水箱和水塔容易造成生活给水系统二次污染，故不宜在车辆基地生产、生活给水系统中使用。生产、生活给水泵需要长期工作，为了降低水泵的能耗，给水加压设备宜采用变频调速或叠压供水等节能设备，但叠压供水设计方案应经当地市政供水行政主管部门或供水部门批准认可。

14.4.4、14.4.5 本条为节能环保要求。车辆基地周围的城市杂用水系统且水质满足使用要求时，直接利用城市杂用水应作为车辆基地内冲厕、绿化及地面冲洗水等非接触用水的首选方案。

太阳能作为一种新能源，是一种清洁无污染的可再生能源。我国幅员辽阔，大部分地区太阳能年日照时数大于 1400h，水平面上年太阳辐照量大于 4200MJ/m² a，在这类地区，车辆基地内集中热水供应系统宜选用太阳能热水系统，太阳能热水系统辅助加热系统的选型应在经过技术经济比较的基础上确定。

II 排水

14.4.9 车辆基地内多处设有轨道，给排水及消防系统管道在穿越轨道时，应设置防护套管或综合管沟以满足管道及时检修或更换的要求。

14.4.10 第 4 款 车辆基地地面建筑暴雨强度重现期取值参照了现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的有关规定。车辆基地及停车场内的运用库、检修库屋面面积较大，库内停放有地铁列车，担负着线路地铁列车的停放和检修功能，地位重要，因此，屋面雨水暴雨重现期按照重要建筑屋面进行取值，库内除高层建筑外的其他建筑屋面雨水暴雨重现期可按照一般性建筑物屋面取值。

第 5 款在参考《室外排水设计规范》GB50014 第 3.2.4 条，其城市雨水管渠设计重现期见下表：

表 1 雨水管渠设计重现期 (a)

城区类型 城镇类型	中心城区	非中心城区	中心城区重要地区	下立交、地道和下沉广场等
特大城市	3~5	2~3	5~10	30~50
大城市	2-5	2~3	5~10	20~30
中等城市和小城市	2~3	2~3	3~5	10~20

结合《建筑给水排水设计规范》GB50015 第 4.9.5 条和《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB50400 第 4.2.6 条，各种汇水区域的设计重现期量如下表：

表 2

各种汇水区域的设计重现期量

汇水区域名称	设计重现期 (a)	
	GB50015 第 4.9.5 条	GB50400 第 4.2.6 条
小区	1~3	
车站、码头、机场基地	2~5	2~5
下沉式广场、地下车库坡道出入口	5~50	
民用公共建筑、居住区和工业区		1~3

车辆基地场地雨水管渠的设计重现期宜按 5a 设计。

14.4.15 车辆基地内检修库等部分库房面积较大，若采用重力流排水系统，排水管道较多且敷设较困难。采用压力流排水系统可减少管道敷设数量和坡降，该系统已在国内地铁车辆基地大型库房中得到广泛应用。

14.4.17 根据原建设部 2007 年第 659 号公告《建设事业“十一五”推广应用和限制禁止使用技术（第一批）》中限制使用第 18 项“小于等于 DN500mm 排水管道限制使用混凝土管”的规定，车辆基地及停车场内生产、生活污水管推荐采用塑料管。

15 供电

15.1 一般规定

15.1.1 供电系统是通过沿线各变电所对所有负荷供电的一个完整的供电网络。

15.1.2 供电系统的外部电源供电方案可采用集中供电方式、分散供电方式。

集中供电方式是由专门设置的主变电所（或电源开闭所）集中为牵引变电所和降压变电所供电的外部供电方式；分散供电方式是由分散引入的城市中压电源直接为牵引变电所和降压变电所供电的外部供电方式。

15.1.4 根据牵引变电所及降压变电所的容量，其合理的供电电压在 10kV~35kV，10kV 供电设备较经济，但线路损耗大，35kV 供电线路损耗小，设备投资大，10kV 和 35kV 是我国标准且常用的输配电电压等级，20kV 是目前国内部分地区推行的电压等级，在一定容量范围内具有设备经济、线路损耗小的特点。

15.1.5 电力负荷应根据对供电可靠性的要求及中断供电在政治、经济上所造成的损失或影响的程度进行分级。根据现行《供配电系统设计规范》（GB 50052）的规定，“重要交通枢纽、重要通信枢纽、重要宾馆、大型体育场馆、经常用于重要活动的大量人员集中的公共场所等由于电源突然中断造成正常秩序严重混乱的用电负荷为一级负荷”。因牵引、通信、信号和消防等用电的中断将直接影响列车运行和安全，故将牵引、消防等用电负荷规定为一级负荷；而动力照明等用电负荷可根据其重要性不同分为一级负荷、二级负荷和三级负荷。

15.1.6 一级负荷供电中断将影响磁浮线路的正常运行和安全运营，因此一级负荷供电既应考虑电源的可靠性也应考虑配电线路的可靠性，即电源和线路均应考虑冗余。同一降压变电所的两台非并列运行配电变压器的两段低压母线，可以作为动力照明一级负荷。

一级负荷中特别重要负荷按照现行国家标准《供配电设计规范》GB50052 的规定进行。在一级负荷中，当中断供电将造成人员伤亡或重大设备损坏或发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷，以及特别重要场所不允许中断供电的负荷，应视为一级负荷中特别重要负荷。

工程设计中，对于各专业提出的特别重要负荷，应仔细研究，凡能采取非电气保安措施者，应尽可能减少特别重要负荷的负荷量。

禁止应急电源与工作电源并列运行，以防止电源故障时影响应急电源。

15.1.7 对二级负荷的供电，因其停电影响范围还是比较大，现行国家标准《供配电系统设计规范》GB50052 规定宜由双回线路供电。

15.1.8 磁浮供电系统中只有一个电源时，可切除三级负荷。三级负荷的切

除可视具体的线路设计容量和变压器负荷率而定，并具有手动/自动两种切除方式。

15.1.9 实际运行经验表明，电气故障是无法限制在某个范围内的；因此应急电源应采用与电网在电气上独立的蓄电池。

15.1.12 供电系统的中压供电网络一般采用电缆，为保证供电可靠性，中压电缆线路平时采用互为备用的方案，以确保第一次线路故障后的用电需要。中压电缆线路在正常运行时属轻载，绝缘老化慢、使用寿命长，而分阶段敷设既不经济也不方便。

15.1.13 在每天上下班高峰期间，行车密度最大，牵引用电负荷最大，因而牵引负荷计算应以此高峰小时的运行情况为依据。由于客流预测一般存在不确定性，为应对可能出现的客流快速增长现象，因此建议牵引整流机组容量按照远期负荷确定。

15.1.14 结合供电系统设计方案，必要时可考虑车辆基地或停车场牵引变电所支援正线供电。

15.1.15 牵引网电压的标称值根据《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》CJ/T 375-2011 的 4.3.2 条确定。采用 DC1500V 电压等级，有利于提高供电质量，减少牵引所布点。中低速磁浮运营线路 DC1500V 接触轨系统采用侧部安装方式，人员不易触碰，安全性大大提高。

15.1.16 谐波对电力系统的危害一般包括：

1. 谐波使公用电网中的元件（感应电机、同步电机）产生了附加的谐波损耗，降低了发电、输电及用电设备的效率。

2. 谐波影响各种电气设备的正常工作。谐波对电机的影响除引起附加损耗外，还会产生机械振动、噪声和过电压，使变压器局部严重过热，使电容器、电缆等设备过热、绝缘老化、寿命缩短，以至损坏。

3. 谐波会引起公用电网中局部的并联谐振和串联谐振，从而使谐波放大，这就使上述 1 和 2 的危害大大增加，甚至引起严重事故。

4. 谐波会导致继电保护和自动装置的误动作或拒动，并会使电气测量仪表计量不准确。

5. 谐波会对邻近的通信系统产生干扰，轻者产生噪声，降低通信质量；重者导致信息丢失，使通信系统无法正常工作。

为了减少谐波的上述危害，对直流牵引系统及非线性用电设备所产生的谐波引起的电网电压正弦波形畸变率应予以控制，具体指标按现行国家标准《电能质量公用电网谐波》GB/T14549 执行。

15.1.18 对于地下线路，可采用在各降压变电所 0.4kV 侧分散就地补偿以及在电源开

闭所(主变电所)集中补偿的方案。对于地面及高架线路,可采用在各降压变电所 0.4kV 侧分散就地补偿方案。具体方案应满足当地电力部门相关要求。

15.1.20 本规定的目的是火灾时减少有害烟气对人身伤害,并保证重要负荷(如消防设备等)的供电。

15.1.22 综合接地系统是由接地装置和等电位连接网络组成。当建筑物设有防雷时,防雷装置与各种金属物体之间的安全距离不可能得到保证,防雷装置与各种金属物体之间的安全距离不可能得到保证。为防止防雷装置与邻近金属物体之间出现高电位反击,减小其间的电位差,除了将建筑物内的金属物体做好等电位连接外,应将供电系统及其设备的其他接地共用一组接地装置。但防雷接地在接地体上的接地点与其他接地的接地点之间的间距宜大于 15m。

15.2 变电所

15.2.1 变电所合建减少辅助设施,降低建设费用,方便维护管理。

15.2.2 中低速磁浮交通中变电所的分布是综合各项因素的体现,应结合磁浮线路的各种实际工况进行模拟仿真,既要满足各项技术要求,注意经济合理性,又要考虑供电系统的远期需要,同时重视运营管理、环境协调和交通便利等因素。

15.2.3 牵引变电所的占地面积,在磁浮线路设备用房中占有较大的比重,当车站中不具备设置条件时,可将牵引变电所设在车站附近的地面;当按照车站设置牵引变电所,牵引供电能力不满足要求时,可在区间设置牵引所。

为减少低压配电线路损耗,降低建设投资与运营费用,降压变电所应设在动力照明负荷集中、容量较大的车站一端。

15.2.6 为节省工程初期投资及降低运营成本,主变电所的主变压器台数与容量可接近期负荷确定,但主变电所的相关土建设计应按根据远期负荷确定的主变压器数量与容量进行。

15.2.7 运行条件包括:机组过负荷满足要求;谐波含量满足要求;不影响故障机组的检修。如果这些条件能满足,那么一套整流机组维持运行,将有利于提高牵引网电压水平、减少能耗。

15.2.8 双边供电有利于提高牵引网电压水平,有利于减少牵引能耗。除车辆基地及线路末端外,正线正常运行方式均应采用双边供电方式。

15.2.11 该规定针对不同负荷的供电要求,既能满足磁浮线路重要设备的供电可靠性,确保磁浮运行安全,又可降低一次性投资,并提高了平时配电变压器的负荷率,运营更为经济。该规定是对配电变压器供电能力的基本要求。若不能满足本要求,将造成二级负荷甚至一部分一级负荷停电,或者会引起配电变压器过载而导致全部用电负荷

供电停电，磁浮线路运营瘫痪。

15.2.13 直流牵引配电装置包括直流开关柜和上网开关柜，直流开关柜馈线回路的直流快速断路器要求切断回路中可能出现的任何电流。

15.2.16 当变电所控制室设备布置确有困难时，有人值守情况下的距离要求可适当减小。

15.2.18 电力行业标准《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T5044 按照值班条件的不同，对直流操作电源的供电时间提出了不同的要求，为结合磁浮变电所多采用无人值班方式，直流操作电源供电时间为 2h。

15.2.23 为避免直流牵引供电设备绝缘能力降低而造成杂散电流腐蚀，牵引变电所内直流牵引供电设备（整流器、直流牵引配电装置、再生制动吸收装置等）采用绝缘安装。为解决设备漏电对人身造成伤害以及避免杂散电流的泄露，要求设置框架电流保护，并与直流接地漏电保护互相配合。

15.2.24 牵引网的非永久性故障和牵引负荷特性引起的短时过负荷情况，在保护启动中所占概率较大，采用自动重合闸装置能减少不必要的停电。

15.4 电 缆

15.4.1 为防止地下线路的电线、电缆燃烧危及系统正常工作，以及燃烧时产生的有害气体危害人身健康、危及安全，电线电缆应采用无卤、低烟的阻燃材料。

15.4.4 本条文主要是为保证车辆和设备安全而制定的。

15.4.8 电缆采用顺序排列，主要是考虑到便于运营维护管理，有利于降低弱电电缆回路的电气干扰强度。

15.4.10 本条文的规定是为了防止在电缆发生短路故障时产生的短路电流流经电缆金属护层对其造成损伤。

15.4.15 电缆接头的故障概率较电缆本身大，将中接头放在区间有利于巡检，也更为安全。

15.5 动力与照明

15.5.4 第七款根据最新的《标准电压》规范，交流 24V 为优选值，36V 为备选值，因此电缆通道照明电压推荐采用交流 24V。

第十款中低速磁浮交通道岔结构复杂，在道岔区需设置维修电源。

15.5.5 磁浮供、配电系统大量使用电缆，工程开通初期负荷较小，系统高压侧表现为容性负载，因此设置于变电所内的容性无功补偿装置可以不投入。

15.5.7 公共区照明分组控制，有利于节能，同时也使运营控制更加灵活。

15.6 电力监控系统

15.6.1 目前，自动化系统发展很快，为适应这种发展，电力监控系统在设计时，在设备选型、系统融合功能配置方面应充分考虑发展的需要。

15.6.18 主要技术指标为基本要求，设计可在设备招标时根据产品发展情况具体确定。

15.7 接 地

15.7.1 “变电所”包含主变电所、电源开闭所、牵引变电所、降压变电所。

15.7.5 由于人身安全需要，车站及变电所结构主体钢筋应作为等电位联结内容，而在满足相关条件的情况下，利用车站及变电所结构钢筋等自然接地极作为接地装置能够减少工程投资并有利于保持接地电阻的稳定性。

15.7.8 为减少直流泄露，并防止结构主体钢筋因杂散电流腐蚀而产生安全隐患，作此规定。直流牵引供电系统采用不接地系统，变电所直流牵引供电设备采用绝缘安装，有利于结构主体钢筋腐蚀防护，同时保障磁浮沿线其他市政金属管线的安全。

15.7.9 本条文的规定是为了避免检修作业时对检修人员造成人身伤害等安全事故，因此接触轨应有可靠地的接地装置并安全接地。

16 通 信

16.1 一般规定

16.1.1 通信系统在满足工程基本需求的同时，需积极开展新技术运用，做到设备成熟、技术先进、经济实用。

16.1.5 本条规定专用通信系统应兼顾两种功能，若在常规通信系统之外再设置防灾救护通信系统，则浪费投资而且长期处于不使用状态。

16.1.8 通信系统应能满足磁浮环境的电磁兼容性要求，能具有抗电气干扰的性能，确保系统安全可靠地运行。

16.1.11 通信系统使用的设备应严格选择，满足国家及行业有关要求，确保通信系统的可靠性和可用性。通信系统的设备必须全面考虑各个环节的防雷措施，确保系统安全。

16.2 传输系统

16.2.1 结合目前通信技术的发展，满足各种信息传输的要求，应建立以光纤通信为主的传输网络，传输制式的选定根据项目特点及通信技术的发展合理选择。

16.2.3 及 16.2.4 光缆作为通信网建设的物理层基础设施，具有一次建设、长期使用、不易扩容的特点，光缆容量除了满足现阶段的需求外，应考虑容量的预留以适应远期发展需要。

16.3 无线通信系统

16.3.1 本条是对无线通信系统的基本功能和定位作了规定。

16.3.8 由于无线通信系统车载台安装在车辆上，环境较为复杂，因此本条对其提出明确的设备要求和安装要求。

16.4 公务电话系统

16.4.1 公务电话系统可考虑与专用电话系统合设。

16.5 专用电话系统

16.5.1~16.5.2 区间电话可根据项目具体情况及运营的需求选择设置，也可利用无线手持台替代。

16.6 视频监视系统

16.6.4 区间视频监控作为运营管理的辅助技术手段，结合运营的具体需求选择监控覆盖范围。

16.12 集中告警系统

16.12.1 由于通信子系统较多，并都配置了网络管理系统，运营人员面对多台网管终端，不太方便对告警和设备状态改变的统一监视，利用集中告警系统可进行集中监视，提高维护效率。

17 信号

17.1 一般规定

17.1.2 考虑中低速磁浮交通运营的灵活性，信号系统按双方向运行设计。对于采用 CBTC 的系统，反向运行可采用与正向运行同样的移动闭塞方式；而对于非 CBTC 系统，反向运行可采用自动站间闭塞方式或者进路闭塞方式。CBTC 系统和非 CBTC 系统反向运行均应提供 ATP 功能。

17.1.6 中低速磁浮列车由于采用悬浮架控制悬浮，采用直线电机推动牵引，列车车底及周围电磁环境远较常规轮轨系统系统复杂。信号车载和轨旁设备应适应中低速磁浮的电磁兼容环境，避免受到干扰。

17.1.8 列车运行控制系统的车载设备遵循车辆限界，列车运行控制系统的车站及轨旁设备遵循设备限界，是保证列车安全运行的需求，是保证乘客人身安全、运行设备安全的需求。

17.2 系统要求

17.2.2 中低速磁浮信号系统以立足于全国产系统为主，计算机联锁系统和集中监测系统均应为独立配置的系统设备，本文将计算机联锁系统和信号集中监测系统作为单独的子系统进行描述。

17.2.3 中低速磁浮项目线路性质、行车能力需求具有多样性，与建设在城市中心的干线轨道交通有着较大区别。中低速磁浮的测速方法、测速精度也区别于传统轮轨系统。项目实施时应根据投资控制、技术条件、运营需求综合考虑 ATO 子系统配置，有条件应尽量配置 ATO 系统。

17.2.6 驾驶模式转换区域（转换轨）可纳入车辆段/停车场监控范围，也可纳入正线监控范围，需要根据系统制式、接口方案来确定，转换轨的设置方案不同的系统会有所区别。

17.2.8 折返能力通常是正线行车能力的关键点，折返能力满足远期行车能力需求，整个系统才能满足能力需求。出入段能力通常应不大于正线远期最小行车间隔的两倍，如远期行车间隔为 2min，则出入段能力应不小于 4min，以满足远期高峰时段加、减车需求。

17.3 列车自动监控系统

17.3.1 ATS 子系统功能与一般城市轨道交通没有区别，具体要求可参考现行《地铁

设计规范》GB50157。

17.3.2 目前自动化车辆段及停车场项目日益增多，其出入段/场作业模式尚无统一的规范。在出入段进路需要自动进路时，宜将车辆段和停车场纳入 ATS 监控范围。

17.4 列车自动防护系统

17.4.1 ATP 子系统功能与一般城市轨道交通没有区别，具体要求可参考现行《地铁设计规范》GB50157。

17.4.7 ATP 系统应符合下列规定：

1) 预定停车点外方设置物理保护区段的方式源自欧标计算机联锁系统设计原则，除为 ATP 提供最不利条件制动安全防护外，在联锁条件下，可为冒进红灯的列车提供缓冲防护。而车站接车进路采用进路外方设置物理保护区段，在区间运行进路采用进路内方设置防护距离的方式，可减少计轴设备的数量，一定程度上降低造价。但在进路内方设置保护距离的方式仅在 ATP 模式下有效，在联锁模式下没有防护作用。

2) 对于大运量、高密度行车的城市轨道交通项目（如 120s 行车间隔），采用连续式列控方式是必要的，如 CBTC 系统和基于数字轨道电路的准移动闭塞系统。但对于运量不大、行车密度较低的项目（如大于 180s），采用点式列控方式也是可以保证行车安全的。对于点式 ATP 系统，由于非连续获得列控信息，原始信息变化后修正能力较差，系统设计时应考虑信息发生变化后可能的不安全因素，对司机的要求也高于连续式控制系统。为实现站台区的安全防护、道岔区安全防护、以及列车门与站台门的联动功能，对于站间距较大、能力要求不高的项目，也可在站台附近区域、道岔接近区域等采用连续式控制模式，以相对较少的费用完善系统功能，满足运营需求。

17.4.8 在中低速磁浮交通系统中，测速和定位是其区别于传统轮轨系统的关键技术，也是保证行车安全的重要因素，必须保证定位设备能实时、准确、安全的工作。由于测速方案的不同，测速精度也会有所区别，但测速精度应满足 ATP、ATO 控制需求。中低速磁浮的零速检测的可靠性、稳定性也与测速方案息息相关。

17.4.9 基于 ATP 安全制动模型，列车超速防护需经过速度上升、牵引力切除、紧急制动加载、列车制动至停止的过程，列车减速前达到的最高速度要高于列车正常运行指导速度，可达到的最高速度取决于超速前列车运行速度、车载 ATP 响应时间、牵引制动系统响应时间、加速度特性等参数。如将线路设计速度作为 ATP 防护过程可达到的最高速度（顶棚速度），根据安全制动模型和各项参数计算得出列车运行允许速度（指导速度）会远低于线路速度，如线路设计速度为 100km/h 时，列车允许速度可能只有 92km/h，很大程度上降低了线路整体能力。如将列车允许速度贴近线路设计速度，当 ATP 防护时，列车可达到的最高速度必然会超过线路速度，但此超过线路速度的过程

只是瞬时、短暂的（约 3 秒以内）。瞬间超速对于线路直线段，并不影响列车运行安全；对于曲线段和道岔段，由于中低速磁浮系统采用抱轨运行方式，不会产生出现脱轨危险，仅会引起瞬间未被平衡横向加速度增加，影响乘客舒适性，但未被平衡横向加速度标准不同国家差别较大，即使超过标准但短时间内是可以接受的。文中规定 ATP 紧急制动触发速度宜不低于最高线路速度或道岔侧向允许速度，主要是为了提高列车运行速度，提高线路能力，减少因信号系统对整条线路能力的影响。通常实际列车运行速度还是会低于紧急制动触发速度 2~3km/h，而理想情况是列车运行允许速度与线路设计速度保持一致。

17.4.10 车辆段、停车场的停车列检库宜实现无线覆盖，主要是为了满足车载设备上电自检、以及运营检修维护需要。对于点-连式 ATP 系统的局部连续式通信覆盖，主要是为了实现站台区安全防护（包括屏蔽门状态检测、紧急停车、闯红灯防护）、道岔区安全防护功能。

17.5 计算机联锁系统

17.5.6 中低速磁浮系统的道岔自成系统，信号系统与道岔系统为接口关系，实现联锁对道岔的控制以及模式转换，接口信息包括：道岔动作命令、道岔位置信息、道岔故障信息、道岔现地操作请求、道岔现地操作允许信息等。

17.5.8 中低速磁浮道岔控制过程较为复杂，一旦发生故障，对行车影响较大，故应根据需要在车控室设置道岔应急控制盘，道岔应急控制盘可与 IBP 合设。

17.5.9 车站站台及车站控制室应设站台紧急关闭按钮，适用于全线或者站台区采用连续车地通信控制模式。

17.5.12 正线信号机的设置应符合下列要求：

- 1) 折返阻挡信号设置，主要是考虑联锁系统折返解锁需求。
- 2) 引导信号设置应根据运营需求设置，通常道岔防护信号机（包括车站站台端的道岔防护信号机）具有接车、折返功能，配置引导信号，有利于对于故障情况下的运营应急处理。
- 3) 城市轨道交通采用右侧行车原则，信号机通常设置在行车方向的右侧。但中低速磁浮系统多数以高架线路为主，信号机设置方向还需结合高架线路条件、安装条件、维修条件综合考虑。

17.6 列车自动运行系统

17.6.1 AT0 子系统功能与一般城市轨道交通没有区别，具体要求可参考现行《地铁设计规范》GB50157。

17.7 信号集中监测系统

17.7.5 道岔控制系统为了便于诊断和维护，通常在轨旁道岔控制柜内设有 PLC 单元，对道岔控制的关键开关量和模拟量进行监测。但此监测一般未配置独立的上位机，将道岔监测信息统一纳入信号集中监测系统，一是便于联锁与道岔接口故障处理，二是也与多数的运营管理模式相匹配。

17.8 车辆基地信号系统

17.8.2 对于中低速磁悬浮系统道岔为轨道梁整体移动方式，非开通侧轨道会形成断轨形式，如列车冒进信号，存在列车掉道危险可能。所以，车辆基地具有道岔防护性质的信号机应实现冒进信号防护功能，通常在车载 ATP 系统 RM 模式上进行扩展，地面配置设置相应应答器设备。

17.9 其他

17.9.4 信号系统设备用房面积的设计应依据运行控制系统的结构、配置等因素来确定。运行控制设备的布置应尽量做到合理紧凑，设备房面积须留有适当余量，以备设备增加、更新倒换。

18 自动售检票系统

19.1 一般规定

19.1.3 根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》规定，工程施工质量控制的要点是两个方面的：一是对材料、构配件和设备质量的进场验收；二是对各工序操作质量的自检、交接检验。

19.2 管槽安装

19.2.1 金属线槽、金属导管、接线盒、分向盒必须接地或接零可靠。金属线槽不作设备的接地导体，当设计无要求时，金属线槽全长不少于 2 处与接地或接零干线接连。

19.3 线缆敷设

19.4.2 线缆在管槽内应无接头，主要是便于穿线，且线路发生故障时，利于检查和修理；线槽敷设截面利用率不宜大于 50%，保护管敷设截面利用率不宜大于 40%。

19 火灾自动报警系统（FAS）

19.1 一般规定

19.1.3 磁浮部分通风、空调系统设备与防烟系统设备合用，为避免同一设备监控设施重复设置，减少投资、方便管理，制定本条。

19.1.4 由于城市用地紧张，越来越多的车辆基地采用上盖开发，车辆基地与上盖开发的 FAS 系统必须进行信息互通。

19.2 系统组成及功能

19.2.2 全线的火灾自动报警系统独立组网时，中央级监控管理系统由 FAS 系统自行设置；当全线设置了综合监控系统，FAS 可以与综合监控系统集成，此时中央级由综合监控系统设置。

19.3 消防联动控制

19.3.2 部分设备由 BAS 系统直接监控，当发生火灾时，BAS 系统应优先执行火灾模式指令。

19.4 火灾探测器与报警装置的设置

19.4.1 茶水间建议设置感温探测器。

19.4.3 考虑到公共区设置声光报警器可能会引起恐慌，因此站厅、站台公共区设置火灾光报警器，设备和办公区走廊应设置火灾声光报警器。

19.5 消防控制室

19.5.1 FAS 系统中央级监控管理系统应靠近行车调度，有利多专业联合完成救灾工作。

19.5.2 车站综合控制室是车站运行、调度指挥的设施集中和人员值守场所，消控室与之合并，才能实现车站各系统的协调运作，方便救灾指挥。

19.6 供电、防雷与接地

19.6.3 FAS 系统的应急电源和蓄电池容量应满足《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的要求。

19.7 布线

19.7.1 火灾自动报警系统传输线路的电压等级、阻燃性能及线芯截面不小于《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 中的相关要求。

19.7.2 火灾自动报警系统为弱电，原则不应与动力、照明共用电缆竖井。

20 综合监控系统

20.1 一般规定

20.1.2 所谓对子系统集成是指将接入子系统的全部信息都由综合监控系统传输，子系统车站级和中央级功能由综合监控系统实现，子系统没有自己的单独的信息传输网络。

所谓对子系统互联则是被联子系统具有自己单独的信息传输网络，是独立系统。但综合监控系统与它在不同的网络级别接口，接入综合监控系统所需的信息，实现对这些子系统的监控功能。

20.2 系统设置原则

20.2.1 综合监控系统应充分考虑运营管理需求构建系统，既要满足对车站设备的监控和控制要求，同时也要满足基本的维修维护要求。

21 环境与设备监控系统（BAS）

21.2 系统设置原则

21.2.3 火灾自动报警系统控制盘与 BAS 的主控制器间设置通信接口，发生火灾时 FAS 系统探测火灾并发出火灾模式指令，BAS 系统按事先预设的模式优先执行火灾模式指令。

21.2.4 BAS 系统监控点表可以参照《地铁设计规范》GB50157 执行。

21.4 硬件设备配置

21.4.4 第五款 考虑到磁浮车站结构相对简单，监控设备较少，现场配置单台 PLC 即可满足使用要求。

21.7 布线与接地

21.7.3 磁浮车站的磁场环境恶劣，BAS 系统要能稳定运行，必须从设备、布线及接地方面电磁干扰的影响。

21.7.4 BAS 的信号线与电源线分别隔离设置，可以避免相互间的干扰。

22 门禁系统（ACS）

22.1 一般规定

22.1.2 门禁系统实现考勤和巡更功能比较容易，但要结合运营的特点及要求进行设计。

22.1.4 门禁系统控制器通过干接点的型式与 FAS 模块箱通信，发生火灾时，按区域释放门禁系统，车站控制综合后备盘上实现全站门禁统一释放。

22.2 安全等级和监控对象

22.2.1 《地铁设计规范》GB50157 中已对门禁系统的分级和设备配置做了详细要求，可参照执行。

22.2.2 对于有对个房门的房间，一般单开门用于人员进出，双开门用于设备运输，因此，在有单开门的情况下，门禁应安装在单开门的位置。

22.4 系统功能

22.4.6 当采用紧急破玻按钮出门时，信息应实时反映到车站及以上的系统。

22.5 设备安装要求

22.5.1 门禁系统就地控制器不宜安装在公共区，有条件的情况下，应集中或分散安装在设备房内。

22.5.4 为防止刷卡进门之后，无法开灯，因此读卡器安装的门口原则上应有照明开关。

23 运营控制中心

23.1 一般规定

23.1.1 随着中低速磁浮交通现代化和自动化技术的发展，运营管理水平的不断提高，运营过程中被监控对象之间的关系越来越复杂，运营过程中的监视、控制、操作和管理渐趋集中，运营的安全性、可靠性越来越受到重视。为了确保列车和各系统安全、可靠和高效的运行，方便运营操作人员对运营过程实施全面的集中监控和管理，在建设时需要建立一个具有适当环境、条件及规模的运营指挥、调度和控制的运营控制中心。

23.1.3 为实现控制中心的功能，控制中心应设置信号、火灾自动报警、环境与设备监控、电力监控、自动售检票和通信等系统中央级设备。为了提高服务质量和管理水平，也可配置综合监控系统、门禁系统、交通信息管理系统等与运营、管理和安全有关的系统和设备。为便于控制中心的管理，提高控制中心的安全性、可靠性，与运营、管理和安全无关的系统和设备不宜纳入控制中心。

23.1.5 随着城市轨道交通向网络化建设的发展，为方便轨道交通网的运营管理，节约城市土地资源，在满足控制中心功能要求的前提下，根据城市轨道交通线网规划，控制中心可单条中低速磁浮交通线路单独建造，也可多条线路合建或中低速磁浮交通线路与地铁、轻轨等其他城市轨道交通线路合建。

23.1.6 中低速磁浮交通控制中心的设计与工程条件和运营需求相适应，总体布置应考虑安全可靠、操作方便、维修方便、管理方便及运营成本低廉等。在工程实施时应从工程的实际出发，根据运营管理体制、控制线路的数量及线路长度、系统配置、设备类型及设备数量等，经济合理地确定控制中心的规模及装修标准。考虑到线路延伸、投入运营后可能出现新的运营需求以及新系统、新设备的推广应用等，控制中心宜适当预留将来发展的余地，以适应可能的发展和变化。

23.1.7 控制中心的位置宜选择在靠近城市道路干线、离线路较近、靠近车站、接近监控管理对象的中心地带，方便全线运营管理及各系统的连接，方便与城市其他线网连接，并能兼顾多条线路的场所，缩短与线路的距离，降低工程和管线投资及运营管理费用，便于在紧急状况下组织事故抢修及事件的处理。

23.1.8 控制中心是中低速磁浮交通运营管理最为重要的生产用房，必须具有高度的安全性和可靠性，考虑到控制中心的整体安全，宜将其设置为独立专用建筑，不宜与其他功能的建筑合用，以保证其安全；当确实需要与其他功能的房屋合建时，应保证控制中心相关用房及管理上的独立性，满足其安全性和可靠性的要求。

23.2 功能分区与总体布置

23.2.2 运营操作区应靠近设备区，以便设备间的电气连接，减少管线敷设的距离，便于运营管理；设备区和维修区宜相邻设置，以便设备的维修管理。

23.2.3 考虑到防止雷电干扰等，中央控制室和设备区不宜设在建筑物的最顶层，也不宜设在地下。

23.2.5 运营操作区应具有全线运营监视、操作、控制、指挥、调度、管理及值班等功能，宜设中央控制室、紧急事件指挥室、总调度长室、值班主任室、值班休息室及男女卫生间，其中总调度长室、值班主任室、值班休息室为一般的办公室；运营操作区应作为独立的安全分隔区，已考虑配置保安设施；在安全分隔区内，已考虑单独设置男女卫生间，减少调度员中途离岗时间；进入中央控制室应设缓冲区。

23.2.6 第一款 设备区设备房有多种布置方式，可按系统划分或按线路划分，可采用封闭式布置或通透开放式布置，集中式布置或分散式布置，也可上述各种方式的混合式布置，具体布置方式需根据管理体制、运营模式等情况确定。

第二款 设备区各系统设备房的布置楼层或位置宜以方便运营管理、体现安全性和重要性为原则，即直接为行车指挥服务的信号系统设备房，包括 ATS 设备室、运行图编辑室和打印室应靠近中央控制室，其次为通信系统设备室、电力将控系统设备室、火灾自动报警系统及环境与设备监控系统房，最后是通信电缆引入室和其他系统设备房。

23.2.7 运营管理区应具有运营技术管理和声场管理等功能，已设置主任室、运营管理技术室、运行图编辑室、运营生产管理室等管理功能房间，配置必要的办公、管理和生活设施，上述用房可根据实际需要设置或合并设置。

23.2.8 第一款 辅助设备区应具有供电、通风、空调、消防自动灭火、给排水等辅助设施及相应功能，宜设置管理、办公、操作、工器具、维修及值班用房等管理和办公用房，这些用房可以根据需要分开设备或合并设置。

第二款 辅助设备区宜设置供电系统、通风系统和空调系统、水消防系统和自动灭火系统、给排水等辅助设备用房，供电系统、低压配电系统、空调系统、水消防系统及给排水等辅助设施宜设置在地下一层或地下二层；通风系统和自动灭火系统等宜设置在各层距用户最近的场所，供电系统和低压配电系统用房不得有通风管和水管穿过，各系统应根据实际需要设置用房，水系统应设置独立的管道井。

23.3 建筑与装修

23.3.1 控制中心的设计应与监控管理的线路数量和规模、工程条件、运营管理体制、

组织架构和岗位设置及功能需求相适应，总体布置应考虑安全、可靠、操作方便、维修方便、管理方便及运营成本低廉等。由于地铁线路工程所处的地理位置、气候条件、具体线路规划、监控管理的范围、系统设备装备的数量及水平的不同，以及运营总体功能需求的不同，控制中心设置的内容差异较大；实际实施应从具体工程的实际情况出发，根据具体设备的数量，经济合理的确定控制中心的规模、水平、运作管理模式及装修标准。考虑到新技术、新设备、新工艺的推广而增加的系统设备，控制中心宜适当预留将来发展的余地。

23.3.2 考虑到火灾风险和防止雷电干扰等，中央控制室和设备房不宜设在高层建筑的最顶层，宜放在高层建筑的裙房内，为防止水淹也不宜设置在地下；考虑到工作人员紧急情况下的安全疏散，中央控制室不宜设在太高的楼层。

23.3.3 第 1 款 中央控制室应满足工艺设计要求，室内的总体布置应考虑操作、维修和管理方便，房间面积大小应根据具体线路规划的规模、监控管理的范围、系统设备装备的数量及装备水平的不同、从具体工程的实际出发，经济合理地确定建设规模和工艺要求。室内装修色调直接关系到操作人员的情绪、工作环境和采光效果，室内地坪、墙壁和吊顶的颜色应与室内设备的颜色相协调，室内整个色调应以柔和、明快、舒适为宜。

第 3 款 室内各调度台之间设有通道，中央控制室应设不少于两个出入口与外部相连。门的大小应考虑操作人员和室内设备及维修设备的进出搬运方便，一般至少有一个门的宽度为 1.2m，高度为 2.3m，门扇应向外开，不应设门槛，要严密防尘和防鼠，并符合现行消防规范、规定的要求。

第 5 款 室内地面应装设架空活动地板，活动地板固定要牢靠、便于拆卸，地面应严密、平整、洁净、不起灰、易于清扫和避免眩光，地板与楼板地面之间应留有不小于 0.45m 的空间，在这个空间内可以用来敷设电缆及风管，电缆应采用电缆桥架有序敷设，至少应满足两层电缆桥架敷设空间的要求，此空间四壁应选用不起灰的材料装修；并应考虑各调度台的系统管线接口、系统电源插座及非系统的电源插座；设备安装位置要在地面上做设备基础或预埋件，不应将设备直接安装在活动地板上，防止设备不稳定，引起事故和故障。

第 6 款 室内宜设吊顶，吊顶上面的夹层可以敷设通风管道和管线，并应方便照明设备的安装及维修人员的进入；吊顶宜采用轻质、防火、防潮、吸声、不起灰、不吸尘的材料；吊顶应严密，防止虫、鼠进入。吊顶的设计应统筹考虑通风口、照明灯具、火灾自动报警烟感探头、自动灭火系统喷头等的协调布置；模拟屏的上部可以封顶，与吊顶统一协调处理，保持室内整齐美观。

23.3.4 结构设计应满足设备运输、吊装和安装的荷载要求，设备区设备运输通道、

设备吊点所在位置及吊点、设备安装区域属于重荷载区域，设备较重时，应根据设备的安装要求，设置设备的承重、固定和起吊装置。

23.4 布线

23.4.2 建筑物常用的布线方式和敷设方式有明管布线、汇线槽布线、墙体和地面埋线、电缆井布线、电缆走廊或电缆通道布线、架空布线、夹层布线、电缆沟布线等敷线方式，采用何种敷线方式，应视具体情况而定。电缆的选择和管线的敷设过程应符合消防规范和防火要求，管线敷设应尽量做到线路短、交叉少，辐射整齐美观，便于调试、查找和补线，方便维修管理，管线敷设应把不同用途种类的电缆应分开敷设，防止强电和弱电的干扰或相互干扰。

23.4.3 控制中心不同楼层之间采用竖向布线，竖向布线宜采用电缆井敷设方式，强电与弱电电缆宜分别使用不同的电缆井分开敷设，并相隔一定的距离。每层的电缆井都应满足人员进入、工程施工、维修检查、防火隔离及火灾自动报警系统探头安装、维护工作的要求。

23.4.4 控制中心同层之间采用水平布线，水平布线宜采用电缆夹层敷设方式（电缆楼层夹层、吊顶夹层、活动地板夹层），应根据夹层的具体情况，分层分区设置电缆桥架或汇线槽，将强电动力电缆和弱电电缆分开敷设，并相隔一定距离。当采用电缆（楼层）夹层布线时，宜将通风系统、自动灭火系统等辅助系统设备设置在电缆夹层内。

23.4.6 控制中心楼层间、房间之间的各种管线孔洞，在电缆敷设完工后，应采用防火封堵材料或产品进行防火封堵，以确保防火分区的完整性，防止火灾时火势和烟雾经电缆孔洞蔓延。各种管线孔洞的设计应便于严密封堵，采用的防火封堵材料或产品应符合国家相关标准。

23.5 供电、防雷与接地

23.5.1 控制中心内信号、电力监控、火（防）灾自动报警、环境与设备监控、自动售检票、自动灭火等系统用电以及中央控制室和重要设备房屋照明、应急照明、防排烟设备、消防电梯用电应纳入一级负荷；一般房屋照明、货物电梯为二级负荷；其他为三级负荷。

23.5.2 需要不间断电源供电的系统设备，应根据各系统设备的供电要求确定。也可设置综合的 UPS 供电系统，其输出功率应大于所采用电设备总和的 1.5 倍，并确保不低于 2h 后备用电；综合 UPS 电源室的位置应尽量接近用电负荷设备和中央控制室，并有利于进出线。

23.6 照明与应急照明

21.6.1 控制中心应设置一般照明与应急照明，宜采用集中控制方式控制。中央控制室、设备房屋及管理用房应多设电源插座，以解决检修、检修局部照明等临时用电；照明灯具宜选择节能型、散射效果较好、使用寿命长及维修更换方便的灯具；灯具的布置宜与建筑装饰和设备布置相协调。

23.7 通风、空调与采暖

23.7.3 主要考虑到运营控制中心与物业合建时两者的建设周期往往不一致，且以后两者的运行的时间也不相同，将空调冷热源和管路系统分开设置便于今后维修和管理。

23.7.4 控制中心各类设备和管理用房性质不一，室内环境要求不同，为减少调节和运行管理的困难，同时为减少空调能耗，强调应根据使用要求来划分空调系统。

23.8 消防与安全

23.8.1 控制中心应设置火（防）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；已根据需要设置自动水喷淋灭火系统；防排烟自动联动宜由环境与设备监控系统实现。

23.8.2 控制中心应设置消防控制室，将火（防）灾自动报警系统、环境与设备监控、火灾事故广播系统等的操作台或工作站设置在消防控制室，24小时值班，对大楼消防安全进行监控管理。消防控制室宜设置在控制中心首层主要出入口，并与中央控制室设专用的消防电话。

23.8.3 控制中心作为城市轨道交通的重要场所，宜根据需要设置闭路电视监控系统和安保门禁系统等保安系统；对各分区出入口、房间和主要通道进行监视和自动录像；宜设置不同形式的自动门，通过身份钥匙或密码开启；重要房间宜设置报警检测装置，以防非法闯入。

23.8.4 控制中心宜根据需要设置保安值班室，将闭路电视监视系统和安保门禁系统的操作台或工作站设置在保安值班室，24小时值班，对大楼安全进行监控管理。保安值班室宜与消防控制室合并设置。

24 站内客运设备

24.1 自动扶梯和自动人行道

I 一般规定

24.1.2 从低碳、环保及节能等方面出发，自动扶梯及自动人行道应选用变频调速的设备，自动扶梯及自动人行道的变频控制主要有两种方式：旁路变频和全变频，在工程设计时，应针对具体工程的特点进行充分的分析，最后确定设备的选型。

25.1.6 为保障在灾害情况下消防疏散自动扶梯及自动人行道的正常工作，供电必须采用一级负荷。

II 主要技术要求及参数

24.1.9 为了确保运营安全，推荐自动扶梯及自动人行道优先选择就地级控制。当采用车站级控制时，应满足《自动扶梯及自动人行道和自动人行道的制造与安装安全规范》（GB 16899）相关规定。

24.2 电梯

I 一般规定

24.2.7 在发生火灾时，为保障消防梯疏散等作用，供电必须采用一级负荷。

24.3 轮椅升降机

I 一般规定

24.3.2 从运营管理、人性化及工程技术等角度出发，应设置可视对讲装置。

II 主要技术要求及参数

24.3.9 轮椅升降机运行时所占用宽度，指轮椅升降台打开后平台运行所占用的空间。

25 站台门

25.1 一般规定

25.1.5 本条款规定站台门的安装应满足限界的要求，并在设计荷载作用的最不利条件下不得侵入车辆限界。

25.1.7 “站台门不得作为防火隔离装置”的原因是，传统站台门门体材质采用普通安全玻璃和钢材，门扇采用隐框结构，门框和玻璃之间采用密封胶粘接，并设置有橡胶和毛刷，因此不具备作为防火隔离设施的条件。

25.1.8 站台门系统中的绝缘地板、滑动门上的防夹胶条、站台门上下部的绝缘材料、门体上的密封胶条或密封胶、电缆及其他非金属材料应采用无卤、低烟且不含放射性的阻燃材料，以避免在火灾情况下产生有害气体，对乘客造成更大的伤害。

25.2 主要技术指标

25.2.2 “站台门噪声峰值不应超过 70dB（A）”测试条件和标准：离开站台门门体 1m，高度 1.5m（低站台门在距离地面 0.5m）处，高站台门门体顶箱 / 低站台门固定侧盒盖板面板关闭情况下，在运行中测试的噪音目标值应 \leq 70dB（A）快速响应。

25.3 布置与结构

25.3.5 应急门的设置数量可依据目前国内轨道交通线路站台门系统的设置情况考虑确定。从安全性和快速疏散角度考虑，应急门的设置数量宜对应每辆车各设置一道，以便乘客在需要通过应急门进出列车车厢的时候可以更加便捷，可以减少在车内行走的距离从而快速离开车厢。

25.4 运行与控制

25.4.4 站台门的重要状态及故障信息应通过站台门与 BAS 系统的接口上传至本站车站控制室，由本站上传至控制中心的功能则由 BAS 实现。

25.5 供电与接地

25.5.1 站台门为到站列车提供乘客进出站台的通道，其电源应为一级负荷，以提高站台门系统运行的可靠性。站台门驱动电源为门控单元和门机供电，控制电源为 PSC、IBP、接口继电器等供电，分开设置便于减小相互间的干扰和影响，比如驱动电源故障后，控制电源还可保证 PSC 等设备继续运行，进行监视系统数据查询等。采用“宜”

是考虑从整个站台门系统的运营属性来说，驱动电源故障后，站台门停止运行，控制电源有无作用不大，因此根据工程考虑也可将驱动电源、控制电源合并设置。

25.5.2 为保证站台门的状态在失电情况下能够监控，保证控制系统后备电源的独立性，控制系统及驱动系统后备电源应分开设置。实际建设时结合工程 and 实际运营隋况，也可考虑在确保后备电源容量足够且相互无干扰的情况下将控制系统及驱动系统后备电源合并设置。

26 车辆基地

26.1 一般规定

26.1.1 本条明确了“车辆基地”的统一名称，规定了车辆基地的设计范围。

26.1.2 本条规定车辆基地的功能、布局和各项设施的配置，应根据城市轨道交通线网规划、既有车辆基地状况和设计的工程具体情况分析确定，其根本的目的是避免功能过剩或不足，力求布局和设施的合理配置，避免重复建设以造成浪费。

26.1.3 车辆基地属于大型建设工程，投资大，且大都是地面工程，因此条文强调在总规划前提下可实行分期实施。一般站场股道、房屋建筑和机电设备等应接近期需要设计，用地范围应接近期规模确定。由于基地近、远期工程联系密切，因此要求确定远期用地范围时应将其股道和主要房屋进行规划和布置，保证工程建设可持续发展。此外，由于工程近期设计年限长达 10 年，因此对某些设施如车辆段的停车、列检库和相应设备，根据检修工艺的实际情况。当今后扩建或增建不影响正常生产和周围环境时，可在完成总体设计的基础上实行分期实施，以避免该部分设施搁置多年不用而造成浪费。

26.2 车辆段和停车场的功能、规模及总平面布置

26.2.1 本条文为车辆段、停车场统一名称。车辆段应承担车辆定期检修和车辆运用整备及日常维修任务。根据车辆定期检修等级的不同，车辆段分为大、架修车辆段和定修车辆段；停车场只承担车辆的运用整备和日常维修保养工作，必要时还承担周月检和临修任务，有时还配备临修设备和设施。

车辆基地将主要完成以下主要任务：

- 1、对车辆的检修、运用、存放、整备清洗等任务；
- 2、对牵引供电系统的全面检测以及对其中关键设备的检测和维护；
- 3、对线路、道岔系统进行定期的检查与维护，包括道岔、线路附属设备等的检查、维护；
- 4、对运行控制系统进行全面检测并对电子器件进行检测与更换；
- 5、对基础设施通信系统的检测、维护，包括对主干传输网、电视监控系统、广播及旅客信息系统、电话系统、时钟系统、通信电源、办公计算机网络、消防报警系统、自动售检票系统等的测试、维护。

26.2.3 车辆基地配属磁浮列车数可按下列公式计算： $N_{\text{配属}}=N_{\text{运用}}+N_{\text{在修}}+N_{\text{备用}}$

式中：N 配属——基地配属磁浮列车数；

N 运用——运用磁浮列车数；

N 在修——检修磁浮列车数；

N 备用——备用磁浮列车数，可暂按 0.1N 运用考虑。

车辆配置数量可按初期设计年度的用车数配置，主要是考虑车辆的价格较高，一次性采购将增加初期工程投资。

26.2.4 计划内维护是指所有的为维护磁浮系统既定的功能而做的所有工作。主要包括定期检查、防护维护保养工作、状态监测、定期更换部件（及零件）等，主要内容为巡检、保养、修理三大类。巡检工作主要有巡视、诊断、功能检查。发现系统缺陷后确认是否需要维护。保养工作主要包括测量比较、检验调整、清理润滑以及在发现系统缺陷后确认是否需要维护。维修工作主要包括部件更换和具体维修（如大修、小修、部件修理等），还处理计划外非紧急维修，工作计划内维护工作一般都是周期性进行。在运行期间，计划内维护应根据需要进行优化，这样运行中的不良影响可以减到最小。

计划外维护主要包括故障紧急维修与故障非紧急维修，其性质判别由在线诊断系统确定，通过在线诊断系统进行运行状态信息的监视，对突发故障信息判断是否需要紧急处理，并生成故障报告。中低速磁浮交通车辆的修程分为日检、周检、月检、定修、架修、厂修。检修周期可暂按下表执行。

修程	说 明	检修时间 (天)
日检	每天进行的一般性检查	-
周检	走行 2000km 或每周进行的检查和维护	0.5
月检	运行 1 万 km 或不足 1 万 km 但距上次月检以上修程超过 1 月者	2
定修	运行 12 万 km 或不足 12 万 km 但距上次定修以上修程超过 1 年者	10
架修	运行 60 万 km 或不足 60 万 km 但距上次架修以上修程超过 6 年者	20
厂修	运行 120 万 km 或不足 120 万 km 但距上次厂修以上修程超过 12 年者	35

不同修程的主要内容及维护周期可参考下表，具体情况必须以车辆供货商提供的车辆维修手册为准。

维护 类型	维护内容	维护周期
日常维护	运行前后检查（包括裙板、安全制动、受流器、磁铁模块等）	日检
	日检车厢内部的清洁	日检
	日检车体外部的清洁	周检
	周检对车门、车底夹层结构做仔细目检	月检
	月检对悬浮/导向模块及其连接件、空气弹簧及其摇杆、空调等进行精细目检	定修（约 12 万 km）
保养 测试	对蓄电池保养	每 3 个月（约 3 万 km）
	对气路系统保养	每 6 个月（约 6 万 km）
	对间隙测量单元、定位传感器、磁铁控制单元、直流斩波器、逆变器、电池风 扇、受流器垂直定位等作功能测试	定修（约 12 万 km）
	对逃生管、车厢过道门、磁铁模块支撑件等做机械或电气上的调整	定修（约 12 万 km）
换件 维修	车辆上大部分机械及电气设备（如间隙测量单元、磁铁控制件、车载控制单元、诊断设备、线性电机整流器、受流器等）更换	架修或根据故障情况临修时更换
	更换车钩	定修（约 24 万 km 或 36 万 km）
	更换烟雾报警系统、空气弹簧、橡胶缓冲器等	架修
	对故障部件进行修理工作	不定期临修
	对车体结构件以及悬浮架等重要位置的焊缝进行仔细检查	定修（或 12 万 km）
大修	整个车辆分体检修，更换重要的已出现疲劳的机械结构件，全面清洁车辆并进行车体补漆	厂修

26.3 车辆运用设施

26.3.2 磁浮车辆的受电形式为侧部受流，为保证作业人员的人身安全，本条规定库内接触轨需分段设置并加装安全防护装置；也可在库内设置安全滑触线，但需与车辆做好相关接口对接。

26.3.3 因磁浮库内车档为固定式混凝土高基础车档，车档本身长度约 2m，考虑 5m 的通道需求，因此库长设计中车档距端墙距离为 7m。

26.3.5 牵出线有效长度安全距离 10m，是参照《铁路技术管理规程》的规定确定的。在尽头线上调车作业时，终端应有 10m 的安全距离；

26.3.8 乘务员公寓是为早晚班司机提供夜间休息的场所。根据磁浮运营的特点，为保证司机有足够的休息时间，宜设置乘务员公寓，其规模可按照每天早晨最初一小时和晚上最后一小时运行列车对数和每列车配备的司机人数确定。公寓应配有必要的生活设施。

26.4 车辆检修设施

26.4.1 磁浮车辆检修包括车辆的定修、架修和大修等定期检修，以及临时性故障的临修。

如果库内采用滑触线方式供电，可在列检库、定修库等库内进行静调作业，可不设置静调库。

26.4.4 静调库内作业需设置相应的车辆限界检测设备，以进行相应的车辆外形轮廓尺寸检查。因此要求，相应的轨道为零轨。

零轨线路的主要技术要求如下：

- 1) 安装后磁极面平面度 $\leq 0.5\text{mm}/4000\text{mm}$ ；
- 2) 单节车全长范围内平面度 $\leq 1\text{mm}$ ；

26.4.5 调车机车平时用于车辆段内的调车作业，当列车在沿线发生故障时，有条件时可利用调车机车进行救援，故调车机车的牵引能力应满足牵引一列空车在空载状态下通过全线最大坡度地段的要求。

26.5 车辆段设备维修与动力设施

26.5.1 车辆段设备维修与动力设施的工作范围及内容的确定是根据目前国内城市轨道交通车辆段普遍采用的运营管理模式制定的，个别城市可能不同，而且根据生产的发展会有变化，在执行中可根据业主提供的运营管理模式进行适当调整。

26.5.2 设备的大修，特别是大型设备的大修要求较高，需要较高的技术水平和高精度的设备。车辆段的能力有限，其本身设备的配备主要为修车服务，为充分利用地方的设备能力，保证设备大修质量，设备的大修宜外委或外协进行。

26.5.3 车辆段设备维修车间是全段机电设备和动力设施维护、检修主要生产基地，应配备相应金属切割与加工设备、电焊与气焊设备、电气检测设备、管道维修设备和起重运输设备等。其中金属切割与加工设备类型较多，设备利用率较低，为加强管理，提高设备利用率，在设计中全段通用加工设备宜合并设计。

26.6 综合维修中心

26.6.2 轨道、道岔、桥梁、房屋建筑和机电设备的大修工作专业性较强，需要工程配套齐全的专业队伍完成，而相对来说其工作量不大，综合维修中心配备齐全的专业队伍难度大。因此综合维修中心设计时，该部分任务应优先考虑外委，以节省投资。

26.7 物资总库

26.7.6 物资总库规模小又在车辆段内，食堂、浴室等生活设施应利用车辆段设施，不单独配置。

26.8 培训中心

26.8.1 本条主要强调集中管理、避免重复建设。一般一座城市中低速磁浮交通系统只宜建立一处培训中心，当地铁或其他城市轨道交通已有培训中心，为节省投资，可以利用。

26.8.2 培训中心宜设于车辆基地内，主要原因有二：一是培训中心一般规模不大，在车辆基地内，便与利用车辆段的生活设施，减少管理机构，节约投资；二是靠近现场可以利用现场设备、设施，实现现场直观教育。

26.9 救援设施

26.9.1 设置救援办公室是为了便于全线集中管理、确保及时准确地处理事故。

27 防 灾

27.1 一般规定

27.1.1 根据国内外有关资料统计，城市轨道交通可能发生的灾害事故有火灾、水淹、地震、冰雪、风灾、雷击、停电、停车事故及人为事故等灾害，但发生火灾事故最多，而且人员伤亡和经济损失最严重。所以城市轨道交通防灾把防止火灾事故放在主要地位，采用比较全面、先进和可靠的防火灾设施。

27.1.4 “预防为主，防消结合”是主动积极的消防工作方针，要求中低速城市轨道交通设计、建设和消防监督部门的人员密切配合，在工程建设过程中积极采用先进的灭火技术，正确处理好运营与安全的关系，合理设计与建立科学的防火管理体制，做到防患于未然，从积极的方面预防火灾的发生及其蔓延扩大，这对减少火灾损失，保障人员的生命安全、保证安全运营，具有极其重要的作用。对于“一条线路、换乘车站及其相邻区间的防火设计按同一时间发生一次火灾考虑，是根据我国 40 多年来城市轨道交通建设及运营经验，并考虑国外有关资料确定的。随着从单线建设进入网络化建设，提出了换乘车站及其相邻区间按同一时间发生一次火灾考虑。三线、四线换乘也类似同样考虑。

27.1.5 车站站台、站厅和出入口通道是供旅客平时进出车站及事故状况下紧急疏散的重要通道，为保证事故状态下乘客疏散的顺利进行，特作本条规定，车站站台、站厅内不影响乘客疏散的区域不受此条限制。

27.1.6 地下商业一般存放的可燃物较多，火灾危险性较大，且消防设施标准与本规范相比有较大差异，必须保证在事故状态下的有效分隔，方可根据各组不同的火灾工况采取相应的消防措施。

27.2 建筑防火

27.2.1 第 1 款 地下工程是人流密集的封闭空间，出入口是安全疏散通道，通风亭是火灾时组织通风排烟的咽喉。本条规定是参照下列规范规定的：

《建筑设计防火规范》GS 50015 规定：建筑物地下室，其耐火等级应为一級；

《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 的规定：人防工程的耐火等级应为一級。

第 3 款 控制中心是负责一条或若干条轨道交通线路平时运营和应对灾害的调度指挥中枢，属城市重要生命线工程，因此建筑耐火等级应为一級。

27.2.2 随着各城市从单线建设到网络化建设，换乘车站越来越多，甚至到达 5 线换乘车站的出现，站厅与站台的公共区少则几千平方米，多则几万平方米，甚至更大，

显然是不利于防火安全的，无论从阻止火灾蔓延、安全疏散上看均难以满足消防要求。

《城市轨道交通技术规范》GB 50490 提出“多线换乘车站共用一个站厅公共区，且面积超过单线标准车站站厅公共面积的 2.5 倍时，应通过消防性能化安全设计分析，采取必要的消防措施”，本规范在此规定基础上，量化为共用站厅公共区面积不应超过 5000 m²。

地下车站防火分区面积按使用面积计，即外墙和围护结构的面积可扣除，地上车站仍按建筑面积计。

27.2.3 第 1 款、第 2 款 当一座车站设置分离式的 2 个或多个站厅时，每个站厅应分别设置 2 个直通地面的出口，是因为如果仅设 1 个出口，一旦出口在火灾中被烟火封住易造成严重的伤亡事故。

第 3 款 地下车站的设备与管理用房，设置 2 个安全出口，是因为如果仅设 1 个出口，一旦出口在火灾中被烟火封住易造成严重的伤亡事故；另外有人防火分区应设置一处直通地面的安全出口，可以兼顾救援；无人值守的防火分区，2 个安全出口通向另一个防火分区即可。

第 4 款 出入口当同方向设置时，若两个出人通道口部之间净距太近，将造成疏散人员拥堵现象，从而易造成严重的伤亡事故，故作了距离的规定。

第 5 款 竖井、爬梯、电梯、消防专用通道，在火灾状态下，供火灾时疏散使用时疏散能力过低，易发生阻塞和踩踏等安全事故，故不能作为安全疏散出口使用；消防专用通道火灾时需供消防人员进入车站进行火灾扑救，故也不能作为安全出口；设在两侧式站台之间的过轨地道，由于处于同一个防火分区内，故

不能作为安全出口；

第 6 款 地下车站的换乘通道一般不设置直通室外的安全出口，且通过换乘通道疏散对通道另一侧的乘客疏散会造成较大冲击，故作此规定。

27.2.4 本条参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 第 5.1.1 条的规定编制，耐火等级为一级的建筑防火墙耐火极限为 3h，防火分区楼板耐火极限不低于 1.5h。

27.2.6 现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 等相关规范规定其他类型公共建筑公共区域房间门到最近安全出口距离不应大于 40m。考虑地铁车站站厅公共区内已经采取了限制装饰材料燃烧性能等级、设置明确的事事故疏散导向标志、事故通风、应急照明和火灾自动报警系统等防灾安全措施的前提下，结合地铁车站出入口设置的实际情况，规定站台公共区内任一点到梯口或通道口和站厅公共区内任一点到通道出口距离不得大于 50m。

27.2.7 考虑到事故工况下，乘客从付费区内疏散到地面，依靠打开进、出站检票机门难于应付事故客流的疏散，在栅栏上设栅栏门以补充不足的疏散能力。栅栏门的总

宽度数量按加上打开所有进、出站检票机共同承担从站台上疏散上来的乘客不滞留在付费区内确定。

27.2.8 本规定的目的是将车站内部使用可燃或难燃材料的范围尽可能降低，最大限度地避免火灾发生和蔓延。

27.2.10 本条是关于疏散能力的强制规定，以避免灾害发生造成重大人员伤亡。一般情况下均按远期预测客流作为计算疏散设施的通过能力，但对某些建成运营线路，当路网未建成时，会出现近期客流不小于远期预测客流，此时，应选择近期客流作为计算依据，故形成条文中按近期或客流控制期的客流。

安全区，一般情况下指地下封闭车站配备了事故通风系统，能为站台或轨行区列车火灾工况下乘客疏散提供保护的场所，即为安全区。当站台上部为敞开空间或能形成自然排烟的空间亦为安全区（站台层根据需要仍配置事故通风系统）。

疏散公式 6min 是指反应时间 t_{min} ，余下时间按最不利情况下，指站台轨道区列车上最后一名乘客能疏散到安全区的时间。目前地下三层车站能满足此要求，至于超过地下三层时，应根据情况详细分段计算而定，亦必须满足 6min 内疏散到安全区。

根据当火灾发生时，车站员工应按照驻留在车站各岗位上以指挥、协助、引导乘客疏散和进行初期灭火自救的原则，车站站台服务人员改成不计在内。

计算中最大客流应按超高峰小时一列进站列车所载客流（非一列车满载客流）来取值。

27.2.11 地下车站消防专用通道应设于主要设备管理区一侧的防火分区内，且能到达地下各层和轨道区。根据《城市轨道交通技术规范》，当地下车站超过三层（含三层）时，消防专用楼梯间应设置为防烟楼梯间。

27.3 消防给水与灭火装置

27.3.4 第 4 款《地铁设计规范》GB50157-2013 中已规定地面或高架车站设置了稳压装置及气压罐后可不设高位水箱，且目前地铁地下车站设置了稳压装置及气压罐后，也未设高位水箱。故此条明确了车站消火栓给水系统采用消防泵加压供水时，设置了稳压装置及气压罐后可不设高位水箱。

27.3.8 第 9 款《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 已对消火栓系统控制与操作有明确的相关规定，因此修改原《地铁设计规范》GB50157 相关条款。

27.4 防烟、排烟与事故通风

27.4.2 无地下车站的单体区间隧道参考《铁路隧道运营通风设计规范》TB10068、《铁路隧道防灾救援疏散工程设计规范》TB10020 设计，连接地下车站的区间隧道应参考

《地铁设计规范》GB50157 设计。

27.5 防灾通信

27.5.1 轨道交通一旦发生火灾，最关键的是采取及时的灾害救援，尽量确保人身财产的安全，这时候，顺畅的通信工具成为灾害报警、灾害救援的必要手段。公务电话系统由于本身具有与市话网的联通功能，灾害情况必须确保与报警电话 119 的快速畅通联络。及时报告和处理灾害，而专用无线通信系统、公安和消防无线通信系统可以提供救援人员流动情况下的通信工具，确保救灾现场人员之间和灾害现场与后台指挥之间的通信。

27.5.5 根据火灾报警设计规范，消防应设置专用调度电话。另外，专用通信系统的专用电话系统中，设置了防灾调度电话，正常时作为环控调度使用，在还是作为防灾调度使用，可为中心调度员和车站值班员之间提供防灾调度通信手段，确保中心、车站、车辆基地之间的防灾调度通畅。

27.6 防灾用电与疏散照明

27.6.1 鉴于轨道交通消防安全的重要性，消防设备应按照一级负荷供电，为避免配电干线故障对消防设备供电的影响，末级配电箱应设置自动切换装置。火灾时，为避免事故过大，需要切换非消防设备电源；为保证补救工作的正常进行，消防设备不能停电。

27.6.2 应急照明的供电时间依据现行国家标准《城市轨道交通照明》GB/T16275 确定。

27.6.3 为了避免误操作，影响灾情扑救，防灾用电设备的配电设备应有紧急情况下方便操作的明显标志。

27.6.4 据多个城市调查，由于照明器设计、安装位置不当而引起过许多火灾事故。本条规定了照明器表面的高温部位靠近可燃物时，应采取防火保护措施。

27.6.5、27.6.6 为有利于人员安全，有序地疏散，应设置疏散通道照明，疏散指示标志。因上述位置直接影响人员疏散工作的进行，故作此规定。对于本规范未明确规定的场所或部位，设计人员应根据实际情况，从有利于人员安全疏散出发，考虑设置。

27.7 其他灾害预防与报警

27.7.1 防治水流入地下隧道造成安全事故。

28 环境保护

28.1 一般规定

磁浮的建设期和运营期应贯彻环境保护法、建设项目环境保护条例等相关国家法律法规，依照环境影响评价法开展环境影响评价，并按照环评文件确定的环境标准，明确环境保护目标，进行环保设计，环保设计应落实环境影响报告书及其批复意见提出的环保措施和要求。考虑到新的环境影响评价法在 2016 年 9 月 1 日起实施，项目的环境影响报告书可以在开工前完成，环保设计应在环评文件批复后及时落实确定的环保措施，必要时应按相关规定开展变更设计。

28.2 规划环境保护

28.2.1、28.2.2 新的环境影响评价法于 2016 年 9 月 1 日起实施，其中第八条规定：国务院有关部门、设区的市级以上地方人民政府及其有关部门，对其组织编制的工业、农业、畜牧业、林业、能源、水利、交通、城市建设、旅游、自然资源开发的有关专项规划（以下简称专项规划），应当在该专项规划草案上报审批前，组织进行环境影响评价，并向审批该专项规划的机关提出环境影响报告书。第十四条明确专项规划的编制机关应当根据环境影响报告书结论和审查意见对规划草案进行修改完善，并对环境影响报告书结论和审查意见的采纳情况作出说明；不采纳的，应当说明理由。因此磁浮工程的规划应开展规划环境影响评价，规划环评的审查意见应作为磁浮工程的规划重要依据。其线路、车站、车辆基地与停车场的选线、选址，应避开自然保护区、饮用水水源保护区、生态功能保护区、风景名胜区、基本农田保护区，以及文物保护建筑等需要特殊保护的地区。结构主体宜远离文教区、医院、敬老院等特别敏感的社会关注区域。

28.2.3、28.2.5 磁浮工程主要是高架线路的敷设方式，为了降低噪声、电磁、景观及日照对沿线环境的影响，规划线路穿越已建、拟建居住、医疗、文教区时，线路宜沿城市既有道路或规划道路中间布置，其线位、站点、风亭、冷却塔和变电所与环境敏感点建筑之间的距离，应满足噪声、电磁防护的要求。

28.3 工程环境保护

28.3.1、28.3.6 磁浮工程的环保工程设计应根据建设项目环境保护条例要求，落实工程环境影响报告书及其批复意见提出的环保措施和要求。鉴于目前国内还没有关于磁浮项目专门的环境标准，同时考虑到磁浮项目对沿线环境的影响与地铁项目存在一定

的相似性，关于环保设计标准参照地铁项目给出，但应与环境影响报告书的环境评价标准保持一致。当磁浮线路走向、敷设方式或沿线敏感目标等发生重大变动时，应按重新报批的建设项目环境影响评价文件开展设计。

28.4 环境保护措施

28.4.1、28.4.4 磁浮工程环境保护措施是指运营期的环保措施，针对高架线、地下线及地面线的区间、车站、变电站、车辆基地、停车场，其中包括列车及设备，以及附属设施所产生的噪声、振动、电磁、水污染、生态保护等工程治理措施，以降噪、污水处理措施为主。磁浮环境保护措施设计应遵循统一规划、合理布局、综合治理、防治结合的原则。

28.4.5、28.4.6 磁浮环境保护措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，其环境保护设施设计年度应磁浮的土建工程保持一致。

I 声环境保护措施

28.4.7 声环境保护措施分为主动噪声控制措施和被动噪声控制措施，从列车选型、轨道优化设计、合理选择区间车速等源头采取的噪声防治措施是主动噪声控制措施，是从根本上降低磁浮工程对沿线环境影响的关键，应作为设计的首选措施。当主动措施不能满足要求的情况下，还可以采取从声音的传播途径上阻挡噪声的传播的被动噪声控制措施，比如设置通风隔声窗、声屏障等。

测量表明磁浮工程高架线路的噪声远小于地铁高架线，同时也小于跨骑式单轨交通线路，基本与道路交通噪声相当，考虑到磁浮高架线路的桥梁及轨道的特点，噪声防护宜首先采取合理选择线位、低噪声车辆等措施，线路穿越已建、拟建居住、医疗、文教区时，线路宜沿城市既有道路或规划道路中间布置，其风亭、冷却塔和变电所与环境敏感点建筑之间保持适当的防护距离。必要是也可以采取设置通风隔声窗、降低运行速度，以及声屏障等措施来降低列车运行噪声对沿线环境的影响。另测量表明磁浮列车运行振动很小，远小于规定的环境标准，故不再要求采取减振措施。

II 水环境保护措施

28.4.8、28.4.11 车辆基地与停车场含油废水，以及生活废水必须达到国家和地方污水排放标准后排放。

III 其他

29.4.12、29.4.14 电磁防护措施应根据环境影响报告书及其环境保护主管部门的批复意见，进行电磁防护措施的设计。