

UDC

中华人民共和国行业标准



P

CJJ/T 262 – 2017

备案号 J 2373 – 2017

中低速磁浮交通设计规范

Code for design of medium and low speed maglev transit

高清完整版 | 海量资源库

最新标准官方首发群 : 141160466

2017 – 05 – 18 发布

2017 – 11 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部

发布

中华人民共和国行业标准

中低速磁浮交通设计规范

Code for design of medium and low speed maglev transit

CJJ/T 262 - 2017

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 7 年 1 1 月 1 日

中国建筑工业出版社

2017 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1557 号

住房和城乡建设部关于发布行业标准 《中低速磁浮交通设计规范》的公告

现批准《中低速磁浮交通设计规范》为行业标准，编号为 CJJ/T 262-2017，自 2017 年 11 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
2017 年 5 月 18 日

前 言

根据建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）的通知〉》（建标〔2006〕77 号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规范。

本规范的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 车辆；4 行车组织和运营管理；5 限界；6 线路；7 轨道；8 轨道支承结构；9 车站建筑；10 低置结构；11 车站高架结构；12 地下结构；13 结构防水；14 通风、空调与供暖；15 给水和排水；16 供电；17 通信；18 运行控制系统；19 电梯、自动扶梯与自动人行道；20 自动售检票系统；21 火灾自动报警系统（FAS）；22 环境与设备监控系统（BAS）；23 综合监控系统；24 运营控制中心；25 车辆基地；26 防灾；27 环境保护。

本规范由住房和城乡建设部负责管理，由同济大学负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请寄同济大学（地址：上海市嘉定区曹安公路 4800 号同心楼 513 室，邮编：201804）。

本规范主编单位：同济大学

北京控股磁悬浮科技发展有限公司

本规范参编单位：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

铁道第三勘察设计院集团有限公司

国防科学技术大学

西南交通大学

中铁二院工程集团有限责任公司

北京全路通信信号研究设计院有限
公司

上海市隧道工程轨道交通设计研究院

上海磁浮交通发展有限公司

广州地铁设计研究院有限公司

中铁上海设计院集团有限公司

中铁六局集团有限公司

中铁电气化勘测设计研究院有限公司

中铁宝桥集团有限公司

唐山轨道客车有限责任公司

莱芜钢铁集团有限公司

本规范主要起草人员：吴祥明 王 平 陈小鸿 孙吉良

王洪宇 张佩竹 林国斌 窦仲赞

刘万明 严肇良 龙正强 李爱东

潘光熙 朱 颖 罗湘潭 王志荣

唐 敏 杨志豪 张兴昭 夏 冷

赵东亮 吉敏廷 高燕平 袁淑清

邵 臻 祁玉华 曾国锋 张昆仑

王金艳 朱守钧 王永刚 方 华

王之龙 王亚彬 王凯杰 王明昇

王粉线 王 军 田 琨 代继龙

田连生 田苗盛 井司南 兰淑桂

冯 云 刘 炜 孙先锋 朱鸿欣

姚生军 何大海 吴 松 宋振华

邹明辉 张 挺 张学山 张华英

张春光 张海波 宋 伟 张 鹏

李 杰 李江锁 李美玲 李德修

杨 桢 杨 洁 杨慧俐 杨彩霞

陆继诚 陈克坚 陈 浩 周 华

易思蓉 林宗良 罗 昆 罗世辉

高清完整版海量资源库
最新标准官方首发群：141160466

洪少枝	赵晓梅	索晓明	郭公安
徐银光	盛雄伟	黄 剑	黄靖宇
曾国保	董德存	虞 翊	窦广占
靳守杰	滕一陞	颜志华	刘海建
侯桂敏	刘 强	张亚雷	
施仲衡	严陆光	钱清泉	沈景炎
申大川	高建强	周 建	黄桂兴
王曰凡	边晓春	毛宇丰	苏秀宇
辜小安	沈 平	陈 伟	

本 规 范 审 查 人 员：

目 次

1	总则	1
2	术语	3
3	车辆	6
3.1	一般规定	6
3.2	相关设施	6
3.3	电气防护和保护	6
4	行车组织和运营管理	7
4.1	一般规定	7
4.2	行车组织	7
4.3	线路配线	7
4.4	运营管理	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
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	18
7	轨道	20
7.1	一般规定	20
7.2	轨排	20
7.3	承轨台及扣件	21
7.4	轨道结构构造及精度要求	21
7.5	轨道附属设施	22

7.6	轨排接头	22
7.7	道岔	22
7.8	线路标志及有关信号标志	24
8	轨道支承结构	25
8.1	一般规定	25
8.2	荷载	27
8.3	结构设计	30
8.4	构造及预留、预埋要求	31
9	车站建筑	33
9.1	一般规定	33
9.2	车站总体布置	33
9.3	车站平面	34
9.4	车站环境设计	38
9.5	车站出入口	38
9.6	风井与冷却塔	39
9.7	人行楼梯、自动扶梯、电梯、站台屏蔽门	40
9.8	无障碍设施	42
9.9	换乘车站	42
9.10	建筑节能	43
10	低置结构	44
10.1	一般规定	44
10.2	支墩结构及路基设计	44
10.3	支挡结构	45
10.4	场地排水及防护	46
11	车站高架结构	48
11.1	一般规定	48
11.2	荷载	48
11.3	结构设计	49
11.4	抗震设计	49
11.5	构造要求	50

11.6	车站顶棚及出入口结构	50
12	地下结构	52
12.1	一般规定	52
12.2	荷载	53
12.3	工程材料	55
12.4	结构形式及衬砌	56
12.5	结构设计	57
12.6	构造要求	63
13	结构防水	65
13.1	一般规定	65
13.2	混凝土结构自防水	65
13.3	地下车站结构防水	66
13.4	区间隧道结构防水	68
14	通风、空调与供暖	71
14.1	一般规定	71
14.2	设计标准	71
14.3	地下车站和区间	75
14.4	地面和高架车站	76
14.5	空调冷源和水系统及采暖热源	77
14.6	系统控制	79
14.7	风道、风井和风亭	79
14.8	设备管理用房及其他	80
15	给水和排水	81
15.1	一般规定	81
15.2	给水	81
15.3	排水	83
15.4	给水排水监控	85
16	供电	87
16.1	一般规定	87
16.2	变电所	89

16.3	牵引网	92
16.4	电缆	93
16.5	动力与照明	96
16.6	电力监控系统	99
16.7	接地	102
17	通信	103
17.1	一般规定	103
17.2	传输系统	104
17.3	公务电话系统	106
17.4	专用电话系统	106
17.5	广播系统	107
17.6	时钟系统	108
17.7	视频监视系统	109
17.8	无线通信系统	109
17.9	乘客信息系统	110
17.10	民用通信引入系统	111
17.11	公安通信系统	112
17.12	办公自动化系统	112
17.13	电源及接地系统	113
18	运行控制系统	115
18.1	一般规定	115
18.2	运行控制 (MATC) 系统	115
18.3	列车自动监控 (ATS) 系统	117
18.4	列车自动防护 (ATP) 系统	117
18.5	列车自动运行 (ATO) 系统	118
18.6	计算机联锁 (CI) 系统	119
18.7	车辆段及停车场	120
18.8	其他	120
19	电梯、自动扶梯与自动人行道	122
19.1	电梯	122

19.2	自动扶梯与自动人行道	123
20	自动售检票系统	125
20.1	一般规定	125
20.2	管理模式和票制	125
20.3	系统构成	126
20.4	系统功能	126
20.5	车站终端设备的配置	128
20.6	其他	129
21	火灾自动报警系统 (FAS)	130
21.1	一般规定	130
21.2	火灾自动报警系统的组成与功能	130
21.3	消防联动控制	132
21.4	火灾探测器的设置	133
21.5	消防控制室	134
21.6	供电与布线	134
22	环境与设备监控系统 (BAS)	136
22.1	一般规定	136
22.2	系统设计原则	136
22.3	系统的基本功能	137
22.4	硬件设备配置	138
22.5	软件基本要求	139
22.6	系统网络结构及功能	140
22.7	布线及接地	140
23	综合监控系统	142
23.1	一般规定	142
23.2	系统设置要求	142
23.3	系统基本功能	143
23.4	硬件要求	144
23.5	软件基本要求	145
23.6	系统性能指标	145

23.7	电源、防雷及接地	145
23.8	设备用房及布置	146
23.9	管线敷设	146
24	运营控制中心	147
24.1	一般规定	147
24.2	功能分区与总体布置	147
24.3	建筑与装修	149
24.4	结构	150
24.5	布线	150
24.6	供电、防雷与接地	151
24.7	通风、空调与采暖	151
24.8	照明与应急照明	151
24.9	消防与安全	152
25	车辆基地	153
25.1	一般规定	153
25.2	车辆基地的功能、规模及总平面设计	153
25.3	车辆运用整备设施	156
25.4	车辆检修设施	158
25.5	车辆段设备维修与动力设施	159
25.6	综合维修中心	160
25.7	物资总库	160
25.8	培训中心	161
25.9	其他	161
26	防灾	162
26.1	一般规定	162
26.2	建筑防火	162
26.3	消防给水与灭火装置	165
26.4	防烟、排烟与事故通风	167
26.5	防灾通信	169
26.6	防灾用电与疏散指示标志	169

26.7	纵向疏散平台	170
26.8	其他灾害预防	171
26.9	其他灾害报警	171
27	环境保护	172
27.1	一般规定	172
27.2	噪声	172
27.3	振动	174
27.4	空气	174
27.5	废水	175
27.6	电磁环境	175
附录 A	直线地段车辆限界和设备限界计算方法	176
附录 B	曲线地段设备限界计算方法	185
	本规范用词说明	187
	引用标准名录	188
	附：条文说明	191

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	3
3	Vehicle	6
3.1	General Requirements	6
3.2	Related Facilities	6
3.3	Electrical Hazards and Equipment Protection	6
4	Operational Organization and Operating Management	7
4.1	General Requirements	7
4.2	Operational Organization	7
4.3	Operational Sidings	7
4.4	Operating Management	8
5	Gauge	9
5.1	General Requirements	9
5.2	Basic Parameters	9
5.3	Structure Gauge	10
6	Line	14
6.1	General Requirements	14
6.2	Plane of Line	14
6.3	Profile of Line	18
7	Track	20
7.1	General Requirements	20
7.2	Track Panel and Composition	20
7.3	Substructure and Fastening	21
7.4	Tectonic of Track Construction and Precision Requirements ...	21
7.5	Accessory Facilities of Track	22

7.6	Joint	22
7.7	Turnout	22
7.8	Signs of Line and Signal	24
8	Track Support Structure	25
8.1	General Requirements	25
8.2	Loads	27
8.3	Structure Design	30
8.4	Tectonic and Requirements of System Preinstall or Embedded Parts	31
9	Station Building	33
9.1	General Requirements	33
9.2	General Layout of Station	33
9.3	Station Plane	34
9.4	Station Environment Design	38
9.5	Station Entrances and Exits	38
9.6	Ventilation Shaft and Cooling Tower	39
9.7	Stair, Escalator, Elevator, Platform Screen Door	40
9.8	Accessible Facilities	42
9.9	Transfer Station	42
9.10	Economize Energy of Building	43
10	At-ground Structure	44
10.1	General Requirements	44
10.2	Design of Support Structure and Subgrade	44
10.3	Structure of Side Slope Retainer	45
10.4	Drainage and Protection	46
11	Elevated Station Structure	48
11.1	General Requirements	48
11.2	Loads	48
11.3	Structure Design	49
11.4	Seismic Design	49

11.5	Tectonic Requirements	50
11.6	Structure of Platfond, Entrances and Exits	50
12	Underground Structure	52
12.1	General Requirements	52
12.2	Loads	53
12.3	Engineering Material	55
12.4	Structure Type and Inner Wall	56
12.5	Structure Design	57
12.6	Tectonic Requirements	63
13	Structure Waterproof	65
13.1	General Requirements	65
13.2	Self-waterproof of Concrete Structure	65
13.3	Waterproof for Underground Station Structure	66
13.4	Waterproof for Tunnel Structure	68
14	Ventilationing, Air Conditioning and Heating	71
14.1	General Requirements	71
14.2	Design Standards	71
14.3	Underground Station and Tunnel	75
14.4	Ground and Elevated Station	76
14.5	Cooling Source, Water System and Heating Source	77
14.6	System Control	79
14.7	Air Duct, Air Shaft and Air Pavilion	79
14.8	Room for Equipment Management and Others	80
15	Water Supply and Drainage	81
15.1	General Requirements	81
15.2	Water Supply	81
15.3	Drainage	83
15.4	Monitoring of Water Supply and Drainage	85
16	Power Supply	87
16.1	General Requirements	87

16.2	Substation	89
16.3	Traction Power Network	92
16.4	Cable	93
16.5	Power and Lighting	96
16.6	Power Monitoring	99
16.7	Grounding	102
17	Communication	103
17.1	General Requirements	103
17.2	Transmission System	104
17.3	Public Service Telephone System	106
17.4	Dedicated Telephone System	106
17.5	Broadcasting System	107
17.6	Clock System	108
17.7	Image Monitoring System	109
17.8	Radio Communication System	109
17.9	Passenger Information System	110
17.10	Public Mobile Communication Access System	111
17.11	Police Communication System	112
17.12	Office Automation System	112
17.13	Power Supply System and Grounding	113
18	Operating Control System	115
18.1	General Requirements	115
18.2	Maglev Automatic Train Control (MATC) System	115
18.3	Automatic Train Supervision (ATS) System	117
18.4	Automatic Train Protection (ATP) System	117
18.5	Automatic Train Operation (ATO) System	118
18.6	Computer—based Interlocking (CI) System	119
18.7	Base of Vehicle and Stabling Yard	120
18.8	Others	120
19	Elevator, Escalator and Autowalk	122

19.1	Elevator	122
19.2	Escalator and Autowalk	123
20	Automatic Fare Collection System	125
20.1	General Requirements	125
20.2	Management Model and Type of Ticket	125
20.3	System Composition	126
20.4	System Function	126
20.5	Terminal Equipments Allocation Rules	128
20.6	Others	129
21	Fire Alarm System (FAS)	130
21.1	General Requirements	130
21.2	System Composition and Function	130
21.3	Automatic Control System for Fire Protection	132
21.4	Layout of Fire Detector	133
21.5	Fire Protection Control Room	134
21.6	Power Supply and Cabling	134
22	Building Automatic System (BAS)	136
22.1	General Requirements	136
22.2	Principle of System Design	136
22.3	Basic Function of System	137
22.4	Basic Requirement for Hardware	138
22.5	Basic Requirement for Software	139
22.6	Network Structure of System and Functions	140
22.7	Cabling and Grounding	140
23	Integrated Supervisory and Control System	142
23.1	General Requirements	142
23.2	System Setting Requirements	142
23.3	Basic Function of System	143
23.4	Requirements of Hardware	144
23.5	Basic Requirement of Software	145

23. 6	System Performance Index	145
23. 7	Power Supply, Protection Against Lightning and Grounding	145
23. 8	Equipment Room and Arrangement	146
23. 9	Laying of Cable and Conduit	146
24	Operation Control Center	147
24. 1	General Requirements	147
24. 2	Function Section and General Layout	147
24. 3	Building and Decoration	149
24. 4	Structure	150
24. 5	Cabling	150
24. 6	Power Supply, Protection Against Lightning and Grounding	151
24. 7	Ventilationing, Air Conditioning and Heating	151
24. 8	Lighting and Emergency Lighting	151
24. 9	Fire Protection and Security	152
25	Vehicle Base	153
25. 1	General Requirements	153
25. 2	Fucntion, Scale and General Layout of Depot	153
25. 3	Facilities for Vehicle Running and Service	156
25. 4	Facilities for Vehicle Repaire and Maintenance	158
25. 5	Power and Maintenance Facilities of Depot	159
25. 6	Integrated Maintenance Center	160
25. 7	Storehouse	160
25. 8	Training Center	161
25. 9	Others	161
26	Disaster Prevention	162
26. 1	General Requirements	162
26. 2	Building Fire Prevention	162
26. 3	Water Supply for Fire Protection and Extinguish Fire	165

26.4	Smoke Prevention, Smoke Exclude and Emergency Ventilation	167
26.5	Communication for Disaster	169
26.6	Disaster Prevention Power Supply and Evacuation Indicator Sign	169
26.7	Evacuation Platform	170
26.8	Other Disaster Prevention	171
26.9	Other Disaster Alarm	171
27	Environment Protection	172
27.1	General Requirements	172
27.2	Noise	172
27.3	Vibration	174
27.4	Air Pollution	174
27.5	Effluent	175
27.6	Electromagnetic Environment	175
Appendix A	Calculation Methods of Dynamic Vehicle Envelope and Equipment Gauge for Beeline Section	176
Appendix B	Calculation Methods of Equipment Gauge for Curve Section	185
	Explanation of Wording in This Code	187
	List of Quoted Standards	188
	Addition: Explanation of Provisions	191

1 总 则

1.0.1 为使中低速磁浮交通达到安全可靠、功能合理、经济适用、节能环保、技术先进，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于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，最高运行速度不超过120km/h的新建中低速磁浮交通工程的设计。

1.0.3 中低速磁浮交通工程设计，应符合城市总体规划和城市轨道交通线网规划要求，线路选择应以客流预测为依据，并应最大限度地吸引客流。

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统一规划、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，应分期扩建和增设。

1.0.6 中低速磁浮交通工程的主体结构工程设计使用年限为100年。

1.0.7 中低速磁浮交通线路应为全封闭形式。

1.0.8 初期、近期和远期列车编组数，应分别根据预测的初期、近期和远期客流量、车辆定员数和设定的行车密度确定。

1.0.9 中低速磁浮交通的各运营线之间，以及中低速磁浮交通与其他交通方式之间，应采用便捷换乘方式。

1.0.10 中低速磁浮交通线路的敷设方式应以地面、高架敷设方式为主。在有特殊要求的地段，也可采用地下敷设方式。

1.0.11 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。

1.0.12 跨河流和临近河流的中低速磁浮交通的地面与高架工程，应按 1/100 的洪水频率标准进行设计，并考虑桥墩防撞措施。

1.0.13 中低速磁浮交通中的机电设备及车辆，应采用满足功能要求、技术先进、经济合理的产品，并逐步实现标准化、系列化。

1.0.14 中低速磁浮交通工程设计应在不影响安全可靠和不降低使用功能的前提下，严格控制建设规模和系统标准，合理控制工程造价及建成后的运营成本。

1.0.15 中低速磁浮交通应设置对火灾及其他各类灾害、事故、故障的防范设施，并设置区间逃生和救援通道以及相关设施。

1.0.16 中低速磁浮交通工程设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

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，定子设在车辆上的常导磁浮轨道交通。

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 设计使用年限 designed lifetime

构筑物在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。

2.0.4 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。

2.0.5 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。

2.0.6 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。

2.0.7 限界 gauge

保障城市轨道交通运行安全、限制车辆断面尺寸、限制沿线设备安装尺寸及确定建筑结构有效净尺寸的图形及相应定位坐标参数称为限界。分为车辆限界、设备限界和建筑限界三类。

2.0.8 车辆轮廓线 vehicle profile

设定车辆所有横断面的包络线。

2.0.9 车辆限界 vehicle gauge

车辆在平直线上正常运行状态下所形成的最大动态包络线，

用以控制车辆制造，以及制定站台和站台门的定位尺寸。

2.0.10 设备限界 equipment gauge

车辆在故障运行状态下所形成的最大动态包络线，用以限制行车区的设备安装。

2.0.11 建筑限界 structure gauge

在设备限界基础上，满足设备和管线安装尺寸后的最小断面。

2.0.12 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。

2.0.13 低置结构 at-ground structure

中低速磁浮交通低置结构是指设于地面的路基结构工程。

2.0.14 F 型导轨 F type 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。

2.0.15 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 型钢上。

2.0.16 基准 reference

基准是控制车辆各部件尺寸和车辆与轨道相对位置关系的测量参考点。理论上应取车辆与 F 轨之间的悬浮界面。实际工作中，均将基点几何转换到其他便于测量的位置，如 F 轨的支撑面或轨枕顶面。基准面的中点为基准点。

2.0.17 轨距 track gauge

轨道梁两侧“F”轨磁极中心线之间的距离。

2.0.18 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：

- 1 直线轨排，中线为直线的轨排；
- 2 圆曲线轨排，中线为圆曲线的轨排；
- 3 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；

2 轨排中线指轨排的两 F 型导轨对称中心线。

2.0.19 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。

2.0.20 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，可分为单开道岔、三开道岔、对开道岔、单渡线道岔和交叉渡线道岔。

2.0.21 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。

2.0.22 测速定位系统 location and speed measuring system

列车所处位置、运行方向和速度的检测系统。

3 车 辆

3.1 一 般 规 定

3.1.1 中低速磁浮交通车辆供电电压宜采用直流 1500V，可采用直流 750V。

3.1.2 中低速磁浮车辆种类应为端车和中车，车辆技术要求应符合现行行业标准《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》CJ/T 375 的规定。

3.2 相 关 设 施

3.2.1 中低速磁浮交通应采用侧门疏散的安全疏散模式，组成列车的车辆之间应贯通。

3.2.2 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在供电系统设置。

3.2.3 列车的通信设施和功能应符合现行国家标准《城市轨道交通技术规范》GB 50490 的规定。

3.3 电 气 防 护 和 保 护

3.3.1 车辆应设置与车站、车辆段内接地装置相匹配的接地电刷。

3.3.2 车辆的电气隐患防护应符合现行国家标准《铁路应用机车车辆 电气隐患防护的规定》GB/T 21414 的规定。

3.3.3 车辆主保护系统与变电站保护系统应协调，并应保证车辆故障情况下的安全分断。

4 行车组织和运营管理

4.1 一般规定

4.1.1 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。

4.1.2 运营状态应包括正常运营状态、非正常运营状态和紧急运营状态。系统的运营必须在保证所有使用该系统的人员和乘客，以及系统设施安全的情况下实施。

4.2 行车组织

4.2.1 设计运能应根据折返方式、列车编组和载客定员，采用合理的发车密度，满足预测客流量为原则，实现满足远期高峰小时单向最大断面客流量的需求。

4.2.2 列车编组以及列车运行交路应根据各设计年度的客流预测结果及客流断面的分布情况确定。

4.2.3 各设计年度的列车运行间隔应根据各设计年度的预测客流量、列车编组及列车定员确定，远期高峰时段列车最小运行间隔不宜大于 2.5min (24 对/h)，市郊线路可根据客流预测结果适当增加列车运行间隔。

4.2.4 列车数量应按初期运营需求进行配置，近期、远期根据客流的增长情况按需求增配。

4.3 线路配线

4.3.1 沿线宜每隔 3 座~5 座车站或 8km~10km 设置停车线或渡线。

4.3.2 车辆基地出入线应连通上、下行正线，其列车通过能力应根据远期线路的通过能力和运营要求计算核定。车辆基地出入

线宜采用与正线立交的方式。当停车场规模较小、出入线设置条件困难时，可采用单出入线。

4.4 运营 管理

4.4.1 中低速磁浮交通线路应采用全封闭形式，列车必须在安全防护系统的监控下运行。

4.4.2 中低速磁浮交通线的营业时间不宜小于 18h，晚间养护维修作业有效时间不应少于 3h。

4.4.3 中低速磁浮交通运营定员宜控制在 60 人/km～80 人/km。

4.4.4 乘务制度宜采用轮乘制，在折返站宜配备折返司机及服务设施。

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 建筑限界和设备限界的间隙应满足设备管线安装要求，并不应小于 200mm，局部困难地段，不得小于 100mm。安装设备和设备限界之间，宜留出 50mm 的安全间隙。

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

5.1.4 直线地段车辆限界和设备限界的计算方法宜按本规范附录 A 进行，曲线地段设备限界的计算方法宜按本规范附录 B

最新标准官方首发群：141160466

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根据现行行业标准《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》CJ/T 375 中车辆参数确定。

5.2.2 制定限界参数应符合下列规定：

- 1 水平曲线最小半径（车场）应为 50m；
- 2 最小竖曲线半径应为 1000m；
- 3 轨道横坡最大坡角应为 6° （以轨道中心线旋转）；
- 4 线路缓和曲线扭转率应为：正常 $0.12^{\circ}/\text{m}$ ，最大 $0.15^{\circ}/\text{m}$ ；
- 5 高架线或地面线侧风载荷应为 $400\text{N}/\text{m}^2$ ；
- 6 过站计算速度应为 $60\text{km}/\text{h}$ 。

5.2.3 限界坐标系应为直角坐标，以基准点为坐标原点，Y 轴

正方向向上，X 轴正方向向右。

5.3 建筑限界的确定

5.3.1 建筑限界应分为矩形隧道建筑限界、圆形隧道建筑限界、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 直线段矩形隧道建筑限界计算方法：

1) 建筑限界宽度：

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

线路中心线至隧道左侧墙净空距离：

$$B_L = X_S + b_L + c \quad (5.3.2-2)$$

线路中心线至隧道右侧墙净空距离：

$$B_R = X_S + b_R + c \quad (5.3.2-3)$$

式中： B_S ——矩形单线隧道直线建筑限界宽度（mm）；

B_L ——矩形隧道线路中心线至隧道建筑限界左侧面的距离（mm）；

B_R ——矩形隧道线路中心线至隧道建筑限界右侧面的距离（mm）；

X_S ——直线段设备限界最大宽度值（mm）；

b_L ——隧道左侧设备或支架最大宽度值（mm）；

b_R ——隧道右侧设备或支架最大宽度值（mm）；

c ——安全间隙，包含设备安装误差值、测量误差值（mm）。

2) 建筑限界高度：在设备限界的基础上，在上部应加高 200mm，最小加高不得小于 100mm；底部向下扩大不应小于 200mm。

2 曲线段矩形隧道建筑限界计算方法：

1) 曲线建筑限界外侧宽度：

$$B_a = X_{Ka} \cos \alpha - Y_{Ka} \sin \alpha + b_R (\text{或 } b_L) + c \quad (5.3.2-4)$$

2) 曲线建筑限界内侧宽度：

$$B_i = X_{Ki} \cos \alpha + Y_{Ki} \sin \alpha + b_L (\text{或 } b_R) + c \quad (5.3.2-5)$$

3) 曲线建筑限界高度:

$$B_u = X_{Kh} \sin \alpha + Y_{Kh} \cos \alpha + h_3 + 200 \quad (5.3.2-6)$$

式中: B_a ——建筑限界曲线外侧宽度 (mm);

B_i ——建筑限界曲线内侧宽度 (mm);

B_u ——曲线地段矩形隧道建筑限界高度 (mm);

α ——曲线段横坡角 ($^\circ$);

h_3 ——轨道结构高度 (mm);

X_{Ka} ——横坡倾斜前曲线地段设备限界曲线外侧控制点的横坐标值 (mm);

Y_{Ka} ——横坡倾斜前曲线地段设备限界曲线外侧控制点的纵坐标值 (mm);

X_{Ki} ——横坡倾斜前曲线地段设备限界曲线内侧控制点的横坐标值 (mm);

Y_{Ki} ——横坡倾斜前曲线地段设备限界曲线内侧控制点的纵坐标值 (mm);

X_{Kh} ——横坡倾斜前曲线地段设备限界最大高度点的横坐标值 (mm);

Y_{Kh} ——横坡倾斜前曲线地段设备限界最大高度点的纵坐标值 (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。

4 全线矩形隧道建筑限界高度宜统一采用曲线地段最大高度。

5.3.3 单线圆形隧道的建筑限界应按全线采用盾构施工地段的最小平面曲线半径和最大横坡角确定。

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。位移量应按下列公式计算:

1 采用绕中心旋转设置超高时:

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

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

2 采用提高 F 轨一侧设置超高时:

x' 应按公式 (5.3.4-1) 计算, y' 应按式 (5.3.4-3) 计算。

$$y' = (G \cdot \sin \alpha) / 2 - h_0(1 - \cos \alpha) \quad (5.3.4-3)$$

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 轨滑行面的高度 (mm);

α ——曲线段横坡角 ($^\circ$);

G ——轨距 (mm)。

5.3.5 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, 应按本规范附录 A 和附录 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不应小于 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不应小于 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。

5.3.6 道岔区段的建筑限界应在直线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。

5.3.7 隧道内安装风机、道岔驱动设备时, 应满足各种限界要求, 必要时建筑限界应采取局部加宽、加高措施。

5.3.8 车站直线段建筑限界应符合下列规定:

1 站台面不应高于非悬浮状态且车辆空气弹簧无气时的客室地板面。

2 站台计算长度内的站台边缘距线路中心线的距离, 应按不侵入车辆限界确定。站台边缘与车辆轮廓线的间隙应符合下列

规定:

1) 当车辆采用塞拉门时站台边缘距车辆轮廓的横向间隙不得大 100^{+5}_{-0} mm;

2) 当车辆采用内藏门或外挂门时, 应采用 70^{+5}_{-0} mm。

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应按区间建筑限界执行。

5 车站内设置站台屏蔽门时, 站台屏蔽门安装尺寸应使站台屏蔽门最外突出点至车辆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不应大于 150mm。

5.3.10 防淹门及人防隔断门建筑限界, 其门框高度上内边缘至设备限界应留有不小于 100mm 的安全间隙, 其门框的宽度上, 内边缘至设备限界的最外凸出点也应留出不少于 100mm 的安全间隙。

5.3.11 车辆基地建筑限界应符合下列规定:

1 车辆基地库外建筑限界应按区间建筑限界执行;

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应小于 200mm 安全间隙;

4 车辆基地库内检修高平台与车辆轮廓线之间应留有 80mm 的安全间隙, 低平台安全间隙应按站台限界执行。

6 线 路

6.1 一 般 规 定

6.1.1 中低速磁浮交通线路应采用双线，并按右侧行车，上下行独立运行。

6.1.2 中低速磁浮交通线路应按其在运营中地位和作用，分为正线（含支线）、配线和车场线。

6.1.3 中低速磁浮交通线路的走向应根据城市总体规划、地理环境、地形条件、线路所经区域特征等情况以及行车安全、消防、减振、降噪、景观、节能减排和居民隐私等相关要求，经综合比较后确定。

6.1.4 中低速磁浮交通线路正线宜采用架空、全封闭敷设方式。线路的平面位置和高程及敷设方式应根据城市现状与规划的道路、地面建筑物、管线和其他构筑物、文物古迹保护要求、环境与景观、地形与地貌、工程地质与水文地质条件、采用的结构类型与施工方法，以及运营要求等因素，经技术经济综合比较后确定。

6.1.5 车站应设置在主要客流集散点、各类交通枢纽及轨道交通的换乘点等。

6.1.6 全线车站、区间及车场应设置线路、信号及控制测量等标志、标线。

6.2 线 路 平 面

6.2.1 线路平面曲线半径应根据线路性质、行车速度、工程难易程度，并结合周边环境因地制宜地合理选用。线路平面的曲线半径不得小于表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 最小平面曲线半径 (m)

线路	一般情况	困难情况
正线	150	100
出入线、联络线	100 (最大总重量状态)	75 (整备状态重量)
车场线	75	50

6.2.2 线路宜结合轨排模数 1.2m 的倍数设计。

6.2.3 线路不宜采用复曲线。

6.2.4 在曲线路段应根据列车通过速度和曲线半径大小设置横坡，并应符合下列规定：

1 横坡值应按下式计算：

$$\alpha = \frac{0.45V^2}{R} \quad (6.2.4)$$

式中： α ——横坡值 (°)；

V ——列车通过速度 (km/h)；

R ——曲线半径 (m)。

2 线路最大横坡角不应大于 6°。

3 最大允许欠超高时的横坡角不应大于 23°。

4 道岔区不应设置横坡。

5 横坡应在缓和曲线范围内渐变，横坡扭转率不宜大于 5'/m，困难情况不应大于 7'12''/m。

6.2.5 线路平面圆曲线与直线之间应根据曲线半径、横坡设置及设计速度等因素设置缓和曲线，缓和曲线线形宜采用三次抛物线形，其长度宜不小于表 6.2.5 的值。

6.2.6 道岔附带曲线可不设缓和曲线，但其曲线半径不得小于道岔导曲线半径。

6.2.7 正线、联络线及车辆基地出入线上的圆曲线最小长度不宜小于 18m；困难情况下，不得小于 14.4m，车场线不应小于 3.6m；正线、联络线及车辆基地出入线上，两相邻曲线间，无超高的夹直线最小长度，应按表 6.2.7 确定。

表 6.2.5 缓和曲线长度 (m)

$\begin{matrix} L \\ V \\ R \end{matrix}$	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30
	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难	一 般 困 难
3000	30	18	24	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2500	36	18	30	18	24	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2000	42	18	36	18	30	18	24	18	18	18	18	18	18	18	18
1500	54	18	48	18	42	18	36	18	24	18	18	18	18	18	18
1200	72	30	60	18	54	18	42	18	36	18	24	18	18	18	18
1000	84	42	72	30	60	24	54	18	42	18	36	18	18	18	18
800	108	60	90	48	78	36	66	30	54	18	42	18	36	18	18
700	114	78	102	60	90	48	72	36	60	30	54	18	36	18	18
650	114	84	108	72	96	54	78	42	66	30	54	24	36	18	18
600	114	96	108	78	102	66	84	48	72	36	60	30	48	18	18
550	114	108	108	90	102	72	96	60	78	42	66	30	54	24	18

表 6.2.7 夹直线最小长度（m）

正线、联络线、出入线	一般情况（ $V \geq 36$ 时）	$0.5 V$
	困难时最小长度	18
车场线	同向曲线	3.6
	反向曲线	14.4

注：V 为列车通过夹直线的运行速度（km/h）。

6.2.8 车站站台计算长度段的线路宜设在直线上。需设在曲线上时，其曲线半径不宜小于 600m。

6.2.9 道岔宜靠近车站设置，道岔垛梁端部距站台计算长度端部的距离不得小于一辆车长，困难时不得小于 5m（应考虑消减站台宽度）。

6.2.10 道岔应设在直线上，道岔垛梁端部距平曲线起点距离，正线不宜小于 20m，车场线不宜小于 5m。

6.2.11 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 6.2.11 的规定。

表 6.2.11 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+50
贯通式折返线、停车线	远期列车长度+64.8

6.3 线路纵断面

6.3.1 线路坡度设计应符合下列规定：

1 正线的最大纵坡不宜大于 60‰，困难地段最大纵坡可采用 65‰。在山地城市的特殊地形地区，经技术经济比较，有充分依据时，最大坡度可采用 70‰。

2 联络线和出入线的最大坡度不得大于 70‰（均不计各种坡度折减）。车场线的最大坡度：库外线不应大于 3‰，库内线应为平坡。

6.3.2 隧道内和路堑地段的正线最小坡度宜采用 3‰，困难条件下可采用 2‰。

6.3.3 地下车站站台计算长度段线路坡度宜采用 2‰。

6.3.4 地面和高架桥上的车站站台计算长度段线路宜设在平坡上，需设置在坡道上时，其坡度不应大于 3‰。

6.3.5 折返线和停车线宜布置在平坡道上，困难情况下可设在面向车挡不大于 10‰的坡道上。

6.3.6 车站站台计算长度段线路应设在一个坡道上。有条件时车站宜布置在纵断面的凸形部位上，并设置合理的进、出站节能坡。

6.3.7 道岔宜设置在平坡上，需设置在坡道上时，坡度不得大于 3‰。

6.3.8 纵断面最小坡段长度不应小于远期列车编组长度，且两相邻竖曲线夹直线长度不应小于 40m。

6.3.9 两相邻坡段的坡度代数差大于或等于 2‰时，应设圆曲线形的竖曲线连接，竖曲线半径不得小于表 6.3.9 的规定，竖曲线设置与平面缓和曲线不宜重叠。

表 6.3.9 最小竖曲线半径 (m)

线 别		一般情况	困难情况
正线	区间	5000	2000
	车站端部	3000	1500
联络线、出入线		1500	
车场线		1000	

6.3.10 车站站台计算长度内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 6m。

6.3.11 正线双线直线并行地段，轨面高程宜设计为等高。

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 轨道结构应采用成熟、先进的技术和施工工艺。

7.1.3 全线轨道结构形式宜统一，在满足轨道功能前提下，结构应简单、便于养护维修。

7.1.4 轨道和道岔在高架线及地面线地段应设置防雷接地，接地电阻值不应大于 10Ω 。

7.1.5 轨道主体结构及支撑块的设计使用年限不应小于 100 年。

7.2 轨 排

7.2.1 标准轨排长度宜为 12m。小于 12m 的轨排长度宜为轨排模数 1.2m 的倍数，长度不应小于 3.6m。

7.2.2 轨枕铺设间距宜为 1.2m，轨排连接处轨枕间距宜为 0.8m。特殊情况下铺设间距可为 0.6m~1.2m。

7.2.3 曲线超高设置应符合下列规定：

1 轨道曲线超高应按下式计算：

$$h = \frac{D \cdot V_c^2}{12.96g \cdot R} \quad (7.2.3)$$

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 曲线最大超高地段左右轨面与水平面夹角不应大于 6° 。

3 曲线超高值应在缓和曲线内递减,困难情况无缓和曲线时,应在直线地段递减。

4 轨道曲线超高应采取外轨抬高一半,内轨降低一半的方法设置。

5 超高顺坡率不宜大于 2‰,困难地段不应大于 3‰。

7.2.4 轨排的防腐涂装应符合现行行业标准《中低速磁浮交通轨排通用技术条件》CJ/T 413 的规定。

7.3 承轨台及扣件

7.3.1 承轨台设计应符合下列规定:

1 承轨台宜采用钢筋混凝土结构,混凝土强度等级宜为 C40;

2 承轨台与路基支墩及桥面连接应采取加强措施;

3 承轨台结构高度应满足扣件安装条件。

7.3.2 轨道扣件应符合下列规定:

1 扣件结构应力求简单;

2 扣件应具有足够的强度、扣压力、适量的弹性;

3 扣件应具有良好的绝缘、防腐性能。

7.3.3 轨道与承轨台连接构造应便于维护和检修。

7.4 轨道结构构造及精度要求

7.4.1 道床结构形式应符合下列规定:

1 区间正线宜采用轨道梁形式,特殊地段可采用承轨梁形式;

2 车场库外宜采用轨道梁形式;

3 车场库内宜采用支墩承轨台形式。

7.4.2 轨道结构高度应根据轨道结构形式、车辆结构参数、道岔结构参数及限界,经计算后确定。

7.4.3 轨道结构构造应符合下列规定:

1 承轨梁应采用钢筋混凝土结构,混凝土强度等级宜

为 C40；

2 承轨台可采用钢筋混凝土结构，混凝土强度等级宜为 C40，也可采用钢结构；

3 承轨台与路基支墩及桥面连接应采取加强措施；

4 承轨台结构高度应满足支承块安装条件。

7.4.4 轨道结构几何精度应符合表 7.4.4 要求。

表 7.4.4 轨道结构几何精度要求

项目	偏差值
轨距（两轨面中心距离）	±3mm
轨排磁极面平面度	±1.5mm/3m
前后高低（10m 弦矢高）	±3mm/10m
轨向（10m 弦矢高）	±3mm/10m
轨道接缝允许偏差（竖向/横向）	±1mm/±1mm

7.5 轨道附属设施

7.5.1 正线、辅助线和试车线的末端宜采用缓冲滑动式车挡，地下线路终端应采用液压式车挡，库内线宜采用液压式车挡。

7.5.2 轨道上应设轨排编号，编号位置应便于观察。

7.6 轨排接头

7.6.1 对连续布置的桥梁，当其固定支座间距大于 12m 时，梁缝处的导轨连接处应采用轨排接头，轨排接头的伸缩预留量应满足桥梁温度跨度伸缩要求。

7.6.2 设计时导轨接头轨缝宜按 16mm 取值。轨排铺设时的预留轨缝值应根据轨排长度与钢轨温度计算确定。

7.6.3 桥梁间接缝及桥梁与桥台接缝处应设置轨缝。

7.7 道 岔

7.7.1 道岔设备应符合下列规定：

- 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现行行业标准《中低速磁浮交通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，当采用综合接地时，电阻值不应大于 1Ω ；当采用分散接地时不应大于 4Ω ；防雷接地电阻值不应大于 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 道岔转辙时间不应大于 $15s$ ；
 - 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。
- 7.7.2 道岔安装应符合下列规定：**
- 1 道岔设备的安装应符合本规范第 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 道岔的装配偏差应符合现行行业标准《中低速磁浮交通道岔系统设备技术条件》CJ/T 412 的规定；
 - 5 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，其照度不应小于 $50lx$ ；
 - 6 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；
 - 7 道岔区宜设视频监视设施；

8 道岔区宜设置专用电话。

7.8 线路标志及有关信号标志

7.8.1 磁浮交通线路应设置线路标志及有关信号标志。

7.8.2 线路标志应包括百米标、坡度标、曲线要素标、曲线始终点标、竖曲线始终点标、道岔编号标、伸缩节编号标、水准基点标等。

7.8.3 有关信号标志应包括限速标、取消限速标、停车位置标等。

7.8.4 百米标、坡度标、限速标、停车位置标、警冲标等标志，宜采用反光材料制作。

8 轨道支承结构

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于区间轨道支承结构、车站轨道支承结构以及支承道岔系统的高架道岔桥结构设计。

8.1.2 轨道支承结构应构造简洁、美观，宜标准化、系列化，选用的结构形式和材料应有利于减振、降噪，并便于施工、养护和运营。满足车辆安全运行和乘客乘坐舒适度的要求，其建筑形式、结构体量应与城市景观相协调。轨道梁应优先采用预应力混凝土结构。

8.1.3 轨道梁桥跨径应根据其截面构造、桥梁高度及地基深度结合经济指标等因素选择，宜采用中等跨径组合（ $20\text{m} \leq L \leq 30\text{m}$ ）或小跨径组合（ $L < 20\text{m}$ ）；跨越道路、河流采用 30m 以上的跨径时，宜采用连续梁、连续刚构、系杆拱结构或其他组合桥梁结构。

8.1.4 采用中等跨径组合（ $20\text{m} \leq L \leq 30\text{m}$ ）或小跨径组合（ $L < 20\text{m}$ ）的轨道梁桥跨在条件允许时，应优先采用简支梁结构。

8.1.5 轨道支承结构桥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、修复困难大的大桥、特大桥应按 1/300 洪水频率进行验算；跨越通航河流时，其桥下净空应根据航道等级，并应符合现行国家标准《内河通航标准》GB 50139 的规定。

8.1.6 轨道支承结构钢筋混凝土与预应力混凝土梁式桥跨结构在列车静活载及温度荷载作用下，其变形限值不应超过表 8.1.6 的容许值。

表 8.1.6 轨道梁变形容许值

	竖向挠度	温度引起变形
简支梁	$L/3800$	$L/6200$
连续梁	$L/4600$	$L/7600$

8.1.7 在列车侧向导向力、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 $1/2000$ 。

8.1.8 轨道梁的竖向一阶固有频率应满足下式要求：

$$n_0 > 64/L \quad (8.1.8)$$

式中： n_0 ——轨道梁的竖向一阶固有频率（Hz）；

L ——桥梁支点距离（m）。

8.1.9 在列车荷载、横向导向力、离心力、风力和温度力的作用下，轨道梁桥墩顶的弹性水平位移应符合下列规定：

1 顺桥向位移应小于 10mm；

2 由桥墩横向水平位移差引起的轨道梁梁端水平折角不得大于 1.5‰。

8.1.10 轨道梁桥墩台基础的沉降应按恒载计算，且应符合下列规定：

1 对于外静定结构，其总沉降量与施工期间沉降量之差，不应超过下列容许值：

1) 墩台均匀沉降量 30mm；

2) 相邻墩台沉降量之差 5mm。

2 对于外静不定结构，其相邻墩台不均匀沉降量之差的容许值还应根据沉降对结构产生的附加影响来确定。

8.1.11 桥梁交点距宜按轨排模数 5 倍设计，即 6m 的倍数，困难时可按轨排模数 1.2m 的倍数。

8.1.12 中低速磁浮在桥梁梁缝处导轨接头宜采用带伸缩节的轨排接头，轨排接头伸缩缝的伸缩量应根据温度变化、混凝土收缩徐变、列车制动力产生的支座剪切变形、安装温度等确定。

8.2 荷 载

8.2.1 中低速磁浮交通轨道支承梁桥结构设计应按表 8.2.1 所列的荷载, 根据可能出现的最不利组合情况进行计算。

表 8.2.1 轨道梁桥荷载分类表

荷载分类		荷载名称
主力	恒载	结构自重; 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; 列车侧向导向力; 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		紧急制动力; 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 列车侧向导向力不与离心力、风力组合;
- 3 流水压力不与制动力或牵引力组合;
- 4 地震力与其他荷载的组合应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的规定执行;
- 5 计算中要求考虑的其他荷载, 可根据其性质, 分别列入相应类别的荷载中。

8.2.2 轨道梁桥设计时,主力与附加力应按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的规定组合。

8.2.3 根据不同的荷载组合,应将材料基本容许应力和地基容许承载力乘以不同的提高系数。对预应力混凝土结构中的强度和抗裂性计算,应按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 采用不同的安全系数。

8.2.4 计算结构自重时,常用材料重度应符合现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的规定;对于附属设备和附属建筑的自重或材料重度,可按所属专业的国家现行标准取用。

8.2.5 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应按列车自重、最大载重及近、远期中最长的列车编组确定;

2 轨道梁桥下部结构设计,对于单线、双线和多于两线的情况,应按列车作用于每一条线路考虑,荷载不作折减;

3 影响线加载时,活载图式可任意截取。

8.2.6 列车竖向活载包括列车动力作用时,应为列车竖向静活载乘以动力系数 φ ,动力系数应按下列公式计算:

$$\varphi = 1 + \Delta\alpha_z/g \quad (8.2.6-1)$$

$$\Delta\alpha_z = \frac{V^2}{R_H} \sin\alpha \cos^2\beta + (g\cos\beta + \frac{V^2}{-R_V})\cos\alpha - g \quad (8.2.6-2)$$

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),上凸取正,下凹取负;

α ——横坡角 ($^\circ$);

β ——纵坡角 ($^\circ$);

g ——重力加速度。

8.2.7 位于曲线上的轨道梁桥的列车离心力应等于列车静活载乘以离心力率 C ,离心力应按水平向外作用于车辆重心处。离

心力率 C 值应按下式计算：

$$C = V^2 / (127R) \quad (8.2.7)$$

式中： V ——线路设计最高列车速度 (km/h)；

R ——曲线半径 (m)。

8.2.8 列车侧向导向力应按下列规定计算，作用位置同离心力：

- 1 列车的最大侧向导向力宜按静荷载的 20% 计算；
- 2 列车的动态侧向导向力宜按下式计算：

$$P_y = \pm (1 + V/500) \quad (8.2.8)$$

式中： P_y ——动态侧向力 (kN/m)；

V ——设计速度 (km/h)。

8.2.9 发生于缓和曲线范围内的小半径约束力数值不宜大于 10kN。

8.2.10 列车制动力或牵引力计算应符合下列规定：

- 1 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，可按竖向静活载的 10% 计算；
- 2 紧急制动力应按列车竖向静活载的 20% 计算；
- 3 区间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二线的制动力或牵引力；
- 4 高架车站及与车站相邻两侧 100m 范围内的区间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应按竖向静活载的 10% 计算；
- 5 制动力或牵引力应作用于轨道梁以上车辆重心处，但计算墩台时应移至支座中心处，计算刚架结构时应移至横梁中线处，均不计移动作用点所产生的力矩。

8.2.11 轨道梁桥风荷载强度应符合现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的规定。

8.2.12 温度变化的作用及混凝土收缩的影响，可按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 执行。结构构件截面的不同侧面或内外面存在温差时，应计及温度梯度产生的内部应力。

8.2.13 轨道梁桥桥墩承受船只撞击力时，应设防撞保护设施。当无法设置防撞保护设施时，船只撞击力可按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的规定计算。

8.2.14 轨道梁桥墩柱有可能受汽车撞击时，应设防撞保护设施。当无法设置防撞保护设施时，轨道梁桥墩柱设计应计及汽车对墩柱的撞击力。汽车撞击力在顺汽车行驶方向采用 1000kN，垂直于汽车行驶方向采用 500kN，作用在路面以上 1.20m 高度处。

8.2.15 地震作用应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的规定计算。

8.2.16 轨道梁桥应按不同施工阶段的施工荷载和运营养护检修荷载加以验算。采用架桥机架设的轨道梁，应按架桥工况对轨道梁和桥墩分别进行验算。

8.3 结构设计

8.3.1 钢筋混凝土、预应力混凝土和钢结构，应按容许应力法设计。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现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092、《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091 和《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的相关规定。

8.3.2 预应力及钢筋混凝土轨道梁设计应满足梁体内或梁顶面安装系统设备缆线布置的要求。

8.3.3 预应力混凝土结构进行使用阶段各项应力、裂缝验算时，各项应力限值的采用应按现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的规定执行。

8.3.4 轨道梁桥混凝土和砌体结构的设计应按现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的规定执行。

8.3.5 简支梁传到墩台上的纵向水平力数值应按下列规定计算：

- 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；

5 对于等跨梁，不应大于其中一跨的固定支座的纵向水平力。

8.3.6 混凝土桥梁结构的保护层及配筋除应符合现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的有关规定外，还应符合下列规定：

1 预应力钢筋或管道表面与结构表面之间的保护层厚度，在结构的顶面和侧面，不应小于 1.0 倍的管道直径，并不应小于 50mm；

2 结构底面不应小于 60mm。

8.3.7 混凝土结构的收缩、徐变、变形应符合现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的规定。

8.3.8 预应力混凝土的徐变上拱值应符合限值要求。轨道铺设后，轨道梁的徐变上拱值不宜大于 5mm。

8.3.9 轨道梁支座宜采用具有高度调节功能的球形钢支座，当计算需要时可采用抗拉型支座。

8.3.10 轨道梁桥基础设计及地基物理力学指标应符合现行行业标准《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093 的规定。

8.4 构造及预留、预埋要求

8.4.1 轨道梁桥桥墩和组合桥下部的梁式结构、道岔桥和道岔平台应设置排水系统。

8.4.2 钢筋混凝土、预应力混凝土轨道梁应预留信号、供电环网电缆和接触轨等系统安装所需的预埋管道和预埋件。

8.4.3 道岔桥和道岔平台平面应满足道岔及其控制系统布置要求。

8.4.4 预应力混凝土梁锚固端防护应符合现行行业标准《铁路

混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的规定。

8.4.5 寒冷地区设于路面的桥墩受雨水侵蚀的混凝土部位、酸雨地区的高架结构应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的规定。

9 车站建筑

9.1 一般规定

9.1.1 车站的总体布局，应符合城市规划、城市交通规划、城市轨道交通线网规划、环境保护和城市景观的要求，妥善处理好与地面建筑、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，减少房屋拆迁和管线改移。

9.1.2 车站设计应满足高峰小时客流量要求，保证乘客乘降安全、疏导迅速、布局紧凑、便于管理，并应具有良好的通风、照明、卫生、防灾等设施，为乘客提供安全、舒适的乘车环境。

9.1.3 中低速磁浮交通各线路之间及与其他轨道交通线路交会处的换乘站，换乘设施的通过能力应满足预测的远期换乘客流量的要求。地下车站的土建工程宜一次建成，地面、高架车站及相关地面建筑可分期建设。

9.1.4 车站的站厅、站台、出入口通道、楼扶梯、售检票口等部位的通过能力，应按远期超高峰客流量确定。超高峰设计客流量应为该站预测远期高峰小时客流量乘以 1.1~1.4 超高峰系数。

9.1.5 车站设计应满足系统功能要求，应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。

9.1.6 车站设计宜考虑地下、地上空间的综合利用。

9.1.7 车站无障碍设施的设计应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的规定。

9.1.8 车站节能设计应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

9.2 车站总体布置

9.2.1 车站平面形式应根据线路特征、营运要求、地面和地下

环境及车站与区间采用的施工方法等条件，确定采用岛式、侧式或岛侧混合形式。

9.2.2 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，选取同车站平行换乘、同站台平面换乘、站台上上下下平行换乘、站台间的十字形、T形、L形或H形等换乘及通道换乘形式，并宜在付费区内换乘。

9.2.3 车站出入口与风井的位置，应根据周边的环境及城市规划要求进行合理布置。出入口位置应有利于客流吸引和疏散；风井位置在满足功能要求的前提下，应满足规划、环保和景观的要求。

9.2.4 车站设计应考虑出入口的空间要求，宜设置非机动车停车场。地处郊区及市郊结合地区的车站可设置停车换乘的P+R停车场。

9.3 车 站 平 面

9.3.1 站台计算长度应采用列车最大编组数的有效长度与停车误差之和，有效长度和停车误差应符合下列规定：

1 有效长度在无站台屏蔽门的站台应为列车首末两节车辆驾驶室门外侧之间的长度；在有站台屏蔽门的站台应为列车首末两节车辆尽端客室门外侧之间的长度。

2 在无站台屏蔽门时停车误差宜取1m~2m；有站台屏蔽门时停车误差不应大于±0.3m。

9.3.2 站台宽度应按现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157计算，但不得小于本规范第9.3.11条的规定。

9.3.3 设置在站台层两端的设备和管理用房可伸入站台计算长度内，但不宜超过1节车厢长度，且不得侵入侧站台计算宽度，并应满足距扶梯工作点的距离不小于8m。侵入处侧站台的计算宽度不应小于本规范第9.3.11条规定。

9.3.4 高架车站站台层，可设置配电、值班、清扫及空调候车室，其他设备管理用房不宜设在站台层。

9.3.5 敞开式车站应根据气候条件，在站台上设置雨雪篷，其体量、造型应考虑城市景观要求。

9.3.6 站台上的人行楼梯和自动扶梯宜沿纵向均匀设置，同时应满足站台计算长度内任一点距最近梯口或通道口的距离不大于 50m。

9.3.7 人行楼梯和自动扶梯的总量布置除应满足上下乘客的要求外，还应按站台事故疏散时间不大于 6min 进行验算。消防专用梯及垂直电梯不应计入事故疏散用设施。

9.3.8 站台层事故疏散时间应按下式计算：

$$T = 1 + \frac{Q_1 + Q_2}{0.9[A_1(N - 1) + A_2B]} \tag{9.3.8}$$

式中：Q₁ ——列车乘客数（人）；

Q₂ ——站台上候车乘客（人）；

A₁ ——自动扶梯通过能力[人/（min·台）]；

A₂ ——人行楼梯通过能力[人/（min·m）]；

N ——自动扶梯台数；

B ——人行楼梯总宽度（m）。

9.3.9 售检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。

9.3.10 车站各部位的最大通过能力宜符合表 9.3.10 的规定。

表 9.3.10 车站各部位的最大通过能力

部位名称		每小时通过人数 (人)
1m 宽楼梯	上行	3700
	下行	4200
	双向混行	3200
1m 宽通道	单向	5000
	双向混行	4000

续表 9.3.10

部位名称			每小时通过人数 (人)
自动扶梯	1m 宽	输送速度 0.5m/s	6720
		输送速度 0.65m/s	不大于 8190
	0.65m 宽	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

9.3.11 车站及站台各部位的最小尺寸，应符合表 9.3.11-1、表 9.3.11-2 的规定。

表 9.3.11-1 车站站台各部位的最小宽度

名 称		最小宽度（m）
岛式站台		8
岛式站台的侧站台		2.5
侧式站台（楼梯顺站台长向布置）的侧站台		2.5
侧式站台（垂直于侧站台开通道口）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
单向公共区人行楼梯		1.8
双向公共区人行楼梯		2.4
与上、下均设自动扶梯并列设置的人行楼梯（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 9.3.11-2 车站各部位的最小高度

名 称	最小高度 (m)
地下站厅公共区 (地面装饰面至吊顶面)	3.0
高架车站站厅公共区 (地面装饰面至梁地面)	2.6
地下车站站台公共区 (地面装饰面至吊顶面)	3.0
地面、高架车站站台公共区 (地面装饰面至风雨棚)	2.6
站台、站厅管理用房 (地面装饰面至吊顶面)	2.4
通道或天桥 (地面装饰面至吊顶面)	2.4
人行楼梯和自动扶梯 (踏步面沿口至吊顶面)	2.3

9.3.12 站台上的楼梯和自动扶梯宜纵向均匀设置。

9.3.13 当不设站台屏蔽门时,距站台边缘 400mm 安全防护带内侧应设不小于 80mm 宽的纵向醒目的安全线。安全防护带范围内地面的防滑性能应符合现行行业标准《建筑地面工程防滑技术规程》JGJ/T 331 的规定。

9.3.14 站台边缘与车辆轮廓线之间的间隙应符合本规范第 5.3.8 条的规定。

9.3.15 出站检票口与出入口通道边缘的间距不宜小于 5m,与楼梯口的距离不宜小于 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。

9.3.16 售检票方式可采用人工式、半自动或自动式。近远期分期实施时应预留设置条件。

9.3.17 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。消防泵房宜设于设备与管理用房有人区内的主通道或设备区疏散出口通道旁。

9.3.18 在站台计算长度以外的车站结构立柱、墙等与站台边缘距离必须满足限界要求。

9.3.19 道岔区及自动扶梯的设置位置应避开结构诱导缝和变形缝。

9.3.20 地上车站站台雨篷应符合下列规定：

- 1 雨篷应有防止雨雪飘入站台措施；
- 2 雨篷防水节点应满足列车振动、活塞风作用下的构造要求；
- 3 屋面应设置方便维修和高空保洁设施。

9.4 车站环境设计

9.4.1 车站建筑设计应简洁，应利用结构和空间形态。地面站、高架站设计应因地制宜，并宜减小体量和具有良好的通透性。

9.4.2 车站内的顶棚、墙面、地坪的装饰应采用 A 级材料；当使用架空地板时，不应小于 B1 级材料；车站公共区内的广告灯箱、休息椅、电话亭、售（检）票机等固定服务设施的材料应采用低烟、无卤的阻燃材料。地面材料应防滑耐磨；当使用玻璃材料时，应采用安全玻璃。

9.4.3 车站导向、事故疏散、服务标志的设置应符合现行国家标准《城市轨道交通客运服务标志》GB/T 18574 的规定。

9.4.4 车站不同区域照明要求及照明灯具的选择应符合现行国家标准《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的规定。

9.4.5 当站内设置广告时，不得干扰导向、疏散和服务乘客的标志。

9.4.6 有噪声源的房间，应采用隔声、吸声措施，房间门应采用隔声门。当有防火要求时，应采用防火隔声门。

9.5 车站出入口

9.5.1 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。

9.5.2 车站出入口应与主客流的方向一致，宜与过街天桥、过街地道、地下街、邻近公共建筑物相结合或连通，统一规划，同

步或分期实施。当兼有人行过街功能时，其通道宽度及站厅相应部位应计入过街客流量，并应设置可用于夜间停运时的隔离设施。

9.5.3 设于道路两侧的出入口宜平行或垂直于道路红线，距道路红线的距离应满足当地规划部门的规定。当出入口开向城市主干道时，宜设置集散场地。

9.5.4 地下车站出入口的地面标高应高出室外地面，并应满足防淹要求。

9.5.5 出入口的地面建筑形式，应根据所处的具体位置和规划要求确定。地面出入口宜优先采用与地面建筑或风井合建的形式，也可独立建造。

9.5.6 出入口通道宜短直，通道的弯折不宜超过 3 处，转弯角不应小于 90° 。地下出入口通道长度不宜超过 100m，超过时应采取能满足消防疏散要求的措施并设置通风设施，并宜设自动人行道。

9.6 风井与冷却塔

9.6.1 地下车站应按工艺要求设置风亭和冷却塔，其布置应与地面环境和规划相协调。

9.6.2 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第 9.6.3 条第 1 款、第 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。

9.6.3 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、进风与活塞风亭口之间的水平净距不应小于 10m;

2 活塞风亭口之间、活塞风与排风井之间水平净距离不应小于 5m;

3 风亭四周应有宽度不小于 3m 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。

9.6.4 当风亭在事故工况下用于事故排烟时, 排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。

9.6.5 风亭口部与其他建筑的距离应满足防火及环保要求。

9.6.6 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。

9.6.7 条件受限时, 冷却塔可采用下沉式或全地下式, 但应满足工艺要求。

9.7 人行楼梯、自动扶梯、电梯、站台屏蔽门

9.7.1 乘客使用的人行楼梯宜采用 $26^{\circ}34'$ 倾角, 其宽度单向通行不宜小于 1.8m, 双向通行不宜小于 2.4m, 当宽度大于 3.6m 时, 应设置中间扶手。每个梯段不超过 18 步, 休息平台长度宜采用 1.2m~1.8m。

9.7.2 车站出入口、站台至站厅应设上、下行自动扶梯, 在不具备设置双向自动扶梯条件且提升高度不大于 10m 处, 可仅设上行自动扶梯。每座车站至少有一个出入口和站台至站厅至少有一处必须设上、下行自动扶梯。分期建设的自动扶梯应预留位置。

9.7.3 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。

9.7.4 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。

9.7.5 事故疏散用自动扶梯应采用一级负荷供电。

9.7.6 自动扶梯和自动人行道安装位置，宜避开建筑物变形缝设置，跨越时应采取相应的构造措施。

9.7.7 地下车站作为事故疏散用的自动扶梯，应采用一级负荷供电，并应能在火灾时自动停运或经人工确认后反向运行。

9.7.8 车站主要管理区的站厅与站台层间应设人行楼梯。

9.7.9 电梯应选用无机房电梯。

9.7.10 电梯的安装位置应避开土建结构的诱导缝和变形缝。

9.7.11 中低速磁浮车站宜设置站台屏蔽门。站台屏蔽门应相对于站台计算长度中心线对称纵向布置，滑动门设置应与列车门一一对应。滑动门的开启净宽度不应小于车辆门宽度加停车误差。高站台屏蔽门高度不应小于 2.0m，低站台屏蔽门高度不应小于 1.2m。

9.7.12 站台屏蔽门的强度和刚度应符合现行行业标准《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》CJJ 183 的规定。

9.7.13 站台屏蔽门的设置应符合本规范第 5 章限界的规定。

9.7.14 站台屏蔽门供电应采用一级负荷，且驱动电源的备用电源的容量应符合 30min 内全部滑动门开关 3 次的要求，控制电源的后备电源容量应符合系统满负荷持续工作 30min 的要求。

9.7.15 站台屏蔽门应具有在站台侧或轨道侧手动打开或关闭的每一扇滑动门的功能。

9.7.16 站台屏蔽门的端部应设向站台内侧开启的端门。沿站台长度方向应设应急门，每一侧应急门数量不应少于 2 处。

9.7.17 站台屏蔽门的门体材料应符合现行行业标准《城市轨道交通站台屏蔽门》CJ/T 236 的规定。站台屏蔽门不应作为车站

防火分隔措施。

9.7.18 站台屏蔽门在土建的变形缝处应采取相应的构造措施。

9.7.19 站台屏蔽门应有明显的安全标志和使用标志。

9.7.20 站台屏蔽门系统的绝缘和接地性能应符合现行行业标准《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》CJJ 183 的规定。

9.7.21 站台屏蔽门应具有障碍物探测功能，并应符合现行行业标准《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》CJJ 183 的规定。

9.8 无障碍设施

9.8.1 车站为乘客服务的设施应按无障碍设计，并应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的规定。

9.8.2 车站应设无障碍电梯，无障碍电梯应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的规定。

9.8.3 无障碍电梯应设于付费区内。

9.8.4 无障碍电梯门前等候区深度不宜小于轿厢深度的 1.8m。

9.8.5 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 要求。

9.8.6 车站内设置的无障碍通道设施应与城市无障碍系统衔接。

9.8.7 车站内应设无障碍专用厕所。

9.9 换乘车站

9.9.1 换乘形式的确定应符合规划路网的走向及线路敷设方式。

9.9.2 换乘设施的通过能力应符合超高峰设计换乘客流量的要求。

9.9.3 换乘车站应优先采用付费区内换乘的形式。

9.9.4 对预留的换乘节点，相邻车站及相应区间的线位应稳定，预留换乘节点两侧应留出不小于 500mm 的放大量。

9.9.5 对于同步实施的换乘车站，其站房、设备和设施宜资源

共享。

9.10 建筑节能

9.10.1 地上车站应利用自然通风和天然采光。

9.10.2 地上车站不宜采用中央空调，但站台层宜根据气候条件可设置空调候车室。

9.10.3 地上车站的设备与管理用房，其建筑围护结构热工设计应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

9.10.4 地上车站站台层雨篷应采取隔热措施。

9.10.5 地下车站根据客流需求，在满足功能前提下应控制其规模和层数。

9.10.6 位于严寒地区的地下车站出入口，应在通道口设置热风幕。

9.10.7 地下车站降压变电所位置应接近车站负荷中心设置。

9.10.8 设于地面的控制中心楼和车辆基地内的办公楼、培训中心、公寓、食堂等公共建筑其围护结构的热工设计应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

10 低置结构

10.1 一般规定

10.1.1 对地质复杂、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路基区段，不宜采用低置路基结构。中低速磁浮交通低置结构工程不宜采用高路堤形式。

10.1.2 低置结构工程应加强地质调绘和勘探、试验工作，查明路基基底、边坡、支挡等结构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。

10.1.3 低置结构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。

10.1.4 路基防排水工程应系统规划，应满足防排水要求。路基排水设备应与桥涵、隧道、轨道、车站等排水设施衔接，与水土保持及水利设施的综合利用相结合。

10.1.5 路基支挡及承载结构的设计使用年限应为 100 年。混凝土结构耐久性设计应符合现行行业标准《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的规定。

10.2 支墩结构及路基设计

10.2.1 路基路肩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 1.0m。其中波浪侵袭高与斜水流局部冲高应取两者中之大值。

10.2.2 低置结构与轨道的衔接宜设置底板，底板应按弹性地基梁设计。

10.2.3 低置路基结构均应进行工后沉降分析。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 10.2.3 的规定。

表 10.2.3 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	≤20mm/20m	≤5mm	≤1/1000

10.2.4 混凝土底板下的碎石垫层应采用级配碎石，材料规格应符合表 10.2.4-1 规定，碎石垫层的压实标准应符合表 10.2.4-2 规定。

表 10.2.4-1 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

表 10.2.4-2 级配碎石压实标准

填料	压实标准			
	地基系数 K_{30} (MPa/m)	变形模量 E_{v2} (MPa)	动态变形模量 E_{vd} (MPa)	压实系数
级配碎石	≥190	≥120	≥50	≥0.97

注： K_{30} 、 E_{v2} 、 E_{vd} 中有两项同时满足要求。

10.2.5 路堑设计应减少对天然植被和山体的破坏，防止诱发地质灾害。

10.2.6 路堑边坡形式和坡率应根据地层的工程地质、水文地质、气象条件、防排水措施及施工方法等因素通过力学分析确定。

10.3 支 挡 结 构

10.3.1 低置结构应在下列情况下修筑边坡支挡结构：

- 1 陡坡地段或风化的路堑边坡地段；

- 2 避免大量挖方及降低边坡高度的路堑地段；
- 3 不良地质条件下的边坡、山体、危岩加固或拦挡落石地段；
- 4 节约用地，少占农田和城市用地的地段；
- 5 保护重要的既有建筑物及其他特殊条件要求的地段。

10.3.2 支挡结构应符合下列规定：

1 在各种设计荷载组合下，应满足稳定性、坚固性和耐久性的要求，结构类型及设置位置应安全可靠、经济合理、便于施工及养护，使用的材料应保证耐久、耐腐蚀；

2 支挡结构设计时，应查明山体和地基的工程地质、水文地质条件；

3 支挡结构的抗震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；

4 支挡结构与桥台、隧道洞门、既有支挡结构连接应平顺；

5 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；

6 对需设置照明灯杆和声屏障支柱等设施的挡土墙地段，应预留位置。

10.3.3 支挡结构设计时，所采用的荷载力系、荷载组合、验算要求、构造及材料要求宜按现行行业标准《铁路路基支挡结构设计规范》TB 10025 规定执行，列车荷载应按磁浮车辆产生的竖向荷载作用计算。

10.3.4 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。

10.3.5 城市及风景区周边宜采用与周围景观相协调的悬臂式、扶壁式、桩板式及加筋土挡墙等轻型支挡结构。

10.4 场地排水及防护

10.4.1 场地排水设施的布置应符合下列规定：

- 1 路堤天然护道外可设置单侧或双侧排水沟；

2 路堑应于路肩两侧设置侧沟；

3 堑顶外应设置单侧或双侧天沟。

10.4.2 天沟、侧沟的横断面应有足够的过水能力，对按流量设计的天沟、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不小于 0.2m。

10.4.3 路堑顶部天沟内边缘至堑顶距离不宜小于 5m，当沟内采取加固防渗措施时，距离不应小于 2m。

10.4.4 场地排水纵坡不应小于 2‰；平坦地面或反坡排水地段可为 1‰。

10.4.5 路堑侧沟的水不得流经隧道排出。

10.4.6 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。地下水位较高或无固定含水层时，宜采用明沟、排水槽、渗水暗沟、边坡渗沟、支撑渗沟等设施排除地下水；当埋藏较深的地下水或固定含水层危害路基时，宜采用渗水隧洞、渗井、渗管或仰斜式钻孔等设施排除地下水。

10.4.7 对受自然因素作用易产生破坏的边坡坡面，应根据边坡的土质、岩性、水文地质条件、边坡坡率与高度、环境保护、水土保持要求等，选用适宜的防护措施，宜优先采用植物防护。

11 车站高架结构

11.1 一般规定

11.1.1 车站高架结构应分别按施工阶段和使用阶段进行强度、刚度和稳定性计算。

11.1.2 车站高架结构的抗震设计应符合现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的规定。

11.1.3 对建桥合一的高架车站结构设计除应符合本章规定外，尚应符合本规范第 8 章的规定。

11.1.4 车站的建筑物形式应满足使用功能要求，并与城市景观协调，同时满足减振、降噪的要求。

11.1.5 车站主体结构、不可更换的构件以及维修和更换困难的二次结构构件设计使用年限应为 100 年，其他二次结构设计使用年限可为 50 年。

11.2 荷 载

11.2.1 材料重度应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定取值。

11.2.2 高架车站结构活荷载应按下列规定取值：

1 列车荷载应按本规范第 8 章取值；

2 车站站厅、楼梯、站台、天桥的活荷载标准值应采用 4kN/m^2 ；

3 设备用房的活荷载应根据设备的实际重量、动力影响、安装运输途径等因素确定，但不得小于 5.5kN/m^2 ；

4 其他用房的活荷载标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定取值。

11.3 结构设计

11.3.1 高架车站结构安全等级应为一级。

11.3.2 轨道梁与车站结构完全分开布置形成独立轨道梁桥时，其孔跨布置及结构设计应与区间高架结构相同；车站高架结构设计应按国家现行建筑结构设计规范进行。

11.3.3 对于建桥合一结构体系，对直接承受列车荷载的轨道梁，应按铁路桥涵设计规范进行设计，其下的框架横梁、立柱及基础除应按国家现行建筑结构设计规范计算外，还应按铁路桥涵设计规范进行截面验算；其余部分的梁板均应按国家现行建筑结构设计规范进行设计。该框架的抗震设计及构造应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 执行。

11.3.4 车站结构宜采用钢筋混凝土或预应力混凝土框架结构体系。高架车站轨道梁及其支承结构不宜采用钢结构。

11.3.5 直接承受列车荷载的构件，其挠度要求及裂缝控制等级应同时满足建筑结构及区间桥梁的要求。

11.3.6 当结构超长时，温度作用应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定计算。

11.4 抗震设计

11.4.1 建桥分离式高架车站，轨道梁桥和车站结构应分别按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 进行抗震设计。

11.4.2 横向三柱及以上的高架车站结构应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 进行抗震设计，其抗震设防类别应为重点设防类。

11.4.3 横向双柱的高架车站支撑轨道梁的结构应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的规定进行抗震设计，抗震设防类别应为 B 类；当轨道梁以及支撑轨道梁的结构为整体框架结构时，亦可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB

50011 进行抗震设计，抗震设防类别应为重点设防类。

11.4.4 对于横向双柱单跨的框架结构高架车站，应采用不少于两个不同力学模型的软件进行计算，并按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 进行结构的抗震性能化设计。

11.4.5 长悬臂结构应计及竖向地震的作用。

11.4.6 建桥合一式组合结构体系高架车站中，轨道梁所在楼层的弹性水平位移除应符合框架结构水平位移不大于 $1/550$ 的规定外，尚应符合本规范第 8.1.9 条的规定。

11.4.7 高架车站结构的抗震措施应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

11.4.8 高架车站结构上的非承重构件应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 进行抗震设计。非承重构件与车站主体结构应有可靠连接或锚固。

11.5 构造要求

11.5.1 高架车站结构的构造除应符合本规范要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

11.5.2 当独立轨道梁简支于车站结构横梁上时，应设置支座。支座宜优先选用可调高式抗震球型钢支座。

11.5.3 当高架结构柱（墩）有可能受机动车等撞击时，应设置防撞墩等有效保护措施。当无法设置防护设施时，轨道梁桥墩柱设计应计及汽车对墩柱的撞击力。汽车撞击力应按在顺汽车行驶方向 1000kN ，垂直于汽车行驶方向 500kN 计算，作用在路面以上 1.20m 高度处。

11.5.4 车站结构及顶棚结构，应预留使用期间维修、保养及更换的条件。

11.6 车站顶棚及出入口结构

11.6.1 车站顶棚结构宜采用钢结构，也可采用钢—混凝土组合结构。

11.6.2 顶棚维护结构应进行抗风设计，对于开敞的、半封闭的以及体形复杂的顶棚结构，当风荷载取值无可靠依据时，宜进行风洞试验确定风荷载。

11.6.3 顶棚结构应与车站结构一起进行整体结构受力分析，并应计及温度对顶棚结构的影响。

11.6.4 顶棚结构分段宜与下部结构一致，不宜跨缝设置顶棚结构。

11.6.5 车站出入口高架结构可采用钢筋混凝土结构或钢结构。出入口结构与车站主体结构之间宜相互独立。当出入口结构跨度较大或需跨越道路时，可采用梁和桁架等结构形式。当出入口结构需直接支承于主体结构时，应在主体结构边梁上设置支座，主体结构计算时应计及出入口结构传来的荷载。

11.6.6 出入口结构应满足竖向振动舒适度的要求。大跨出入口结构还应计及竖向地震的作用。

12 地下结构

12.1 一般规定

12.1.1 本章适用于下列地下结构设计：

- 1 用放坡开挖或护壁施工的明挖结构；
- 2 用盾构法或矿山法施工的暗挖结构；
- 3 用沉管法等特殊方法施工的结构。

12.1.2 地下结构的设计应根据现行国家标准《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307 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。暗挖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 确定。

12.1.3 地下结构的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。

12.1.4 地下结构的设计应根据沿线不同地段的具体条件，通过对技术经济、环境影响和使用效果等综合评价，选择施工方法和结构形式。在含水地层中，应采取地下水处理和防治措施。

12.1.5 地下结构的耐久性设计应符合下列规定：

1 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；

2 使用期间可更换且不影响运营的次要结构构件，宜按设计使用年限 50 年的要求进行耐久性设计；

3 临时结构宜根据使用性质和结构特点确定其使用年限。

12.1.6 地下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 的规定执行。

12.1.7 地下结构的设计应根据施工方法、结构或构件类型、使用条件及荷载特性等，选用与其特点相近的结构设计规范和设计方法。

12.1.8 地下结构的净空尺寸应满足中低速磁浮建筑限界和其他使用及施工工艺等要求，同时应计入施工误差、结构变形和位移的影响等因素。

12.1.9 软土地区的隧道，宜进行磁浮车辆—隧道结构—土体耦合作用的整体动力分析。

12.1.10 隧道内轨道支承结构形式、长度、安装方式的选择，应与隧道内实施条件相结合。并结合隧道沉降、纵向不均匀沉降等因素确定。

12.1.11 地下结构应结合施工方法、结构形式、断面大小、工程地质、水文地质及环境条件等因素，合理确定其埋置深度及与相邻隧道的距离，并应符合下列规定：

1 盾构法施工的区间隧道覆土厚度不宜小于隧道外轮廓直径；

2 盾构法施工的并行隧道间的净距不宜小于隧道外轮廓直径；

3 矿山法区间隧道最小覆土厚度不宜小于隧道开挖宽度的1倍；

4 矿山法车站隧道的最小覆土厚度宜为6m~8m。

12.1.12 沉管隧道的覆土厚度应根据抗浮稳定和河道通行要求、预防河床冲刷及抵御沉船、抛锚等条件确定。

12.2 荷 载

12.2.1 作用在地下结构上的荷载应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 及相关规范，并根据施工和使用年限内可能发生的变化等因素确定，可按表 12.2.1 进行分类。

表 12.2.1 地下结构荷载分类

荷载分类	荷载名称
永久荷载	结构自重
	地层压力

续表 12.2.1

荷载分类		荷载名称
永久荷载		结构上部和破坏棱体范围的设施及建筑物压力
		静水压力及浮力
		混凝土收缩及徐变影响
		预加应力
		固定设备重量
		地基下沉影响
可变荷载	基本可变荷载	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
		隧道内部车辆荷载及其动力作用
	其他可变荷载	人群荷载
		温度变化影响
		施工荷载
偶然荷载		地震荷载
		人防荷载
		沉船、爆炸、锚击等灾害性荷载

注：1 设计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；

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 隧道荷载包括：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。

12.2.2 地层压力应根据结构所处工程地质和水文地质条件、埋置深度、结构形式等，按有关公式计算或依据类似工程比较确定。

12.2.3 作用在地下结构上的水压力，应根据施工阶段和长期使用过程中地下水位的变化，以及不同的围岩条件，分别按下列规定计算：

1 水压力可按静水压力计算，并应根据设防水位以及施工阶段和使用阶段可能发生的地下水最高水位和最低水位两种情

况，计算水压力和浮力对结构的作用；

2 砂性土地层的侧向水、土压力应采用水土分算；

3 黏性土地层的侧向水、土压力，在施工阶段应采用水土合算，使用阶段应采用水土分算。

12.3 工 程 材 料

12.3.1 地下结构的工程材料应根据结构类型、受力条件、使用要求、所处环境以及结合其可靠性、耐久性和经济性选用。主要受力结构可采用钢筋混凝土结构，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。

12.3.2 一般环境条件下的混凝土设计强度等级不得小于表 12.3.2 的规定，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中材料选用的规定。

表 12.3.2 地下结构混凝土的最低设计强度等级

结构形式		混凝土强度
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	整体式钢筋混凝土衬砌	C35
	装配式钢筋混凝土管片	C50
矿山法	喷射混凝土衬砌	C25
	现浇混凝土或钢筋混凝土衬砌	C35
沉管法	钢筋混凝土结构	C35
	预应力混凝土结构	C40

注：一般环境条件指现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 环境类别中的一类和二 a 类。

12.3.3 普通钢筋混凝土和喷锚支护结构中的钢筋及预应力混凝土结构中的非预应力钢筋宜采用 HRB400 级钢筋，也可采用 HRB500 或 HPB300 级钢筋；预应力混凝土结构中的预应力钢

筋，宜采用预应力钢绞线、钢丝，也可采用热处理钢筋。

12.3.4 钢筋混凝土管片间的螺纹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，表面应进行防腐蚀处理。

12.3.5 喷射混凝土宜采用高性能湿喷混凝土。

12.3.6 钢结构及钢连接件应进行防腐蚀处理。

12.4 结构形式及衬砌

12.4.1 衬砌结构宜设计为封闭式。在无地下水的Ⅰ级、Ⅱ级围岩中可不设底板，并应铺设厚度不小于200mm的混凝土垫层。

12.4.2 明挖结构的衬砌应符合下列规定：

1 宜采用整体式现浇钢筋混凝土衬砌，也可采用或局部采用装配式钢筋混凝土衬砌。

2 主体结构衬砌宜考虑与围护结构共同受力，也可采用分离式结构。地下连续墙及钻孔灌注桩围护宜作为主体结构侧墙的一部分与主体结构侧墙共同受力。墙体的结合方式根据使用及防水等要求确定，可采用叠合式或复合式双层衬砌形式。

12.4.3 盾构隧道衬砌应符合下列规定：

1 宜优先选用在其内现浇钢筋混凝土内衬的双层衬砌；

2 在联络通道等特殊地段的装配式衬砌，可采用钢管片、铸铁管片或钢与混凝土的复合管片。

12.4.4 矿山法施工的结构衬砌应符合下列规定：

1 结构的断面形状和衬砌形式，应根据围岩条件、使用要求、施工方法及断面尺度等，从受力、围岩稳定 and 环境保护等方面综合分析确定；

2 Ⅲ级～Ⅵ级围岩中的区间隧道或相当断面尺度的隧道，宜采用封闭的曲线形衬砌结构，衬砌断面周边外轮廓宜圆顺；在稳定围岩中或受其他条件限制时，也可采用直墙拱衬砌结构；特殊情况下也可采用矩形框架结构；

3 Ⅲ级～Ⅵ级围岩中的车站隧道或断面尺度接近的隧道，宜采用多跨结构形式，衬砌周边轮廓宜采用曲线形，并宜圆顺；

在稳定围岩中或受其他条件限制时，可采用直墙拱衬砌结构；特殊情况下也可采用矩形框架结构；

- 4 Ⅲ级～Ⅵ级围岩中的隧道宜设置仰拱；
- 5 衬砌形式的确定应符合下列规定：
 - 1) 矿山法隧道应采用复合式衬砌。在无水的Ⅰ级～Ⅱ级围岩中的单线区间隧道和Ⅰ级围岩中的双线区间隧道，也可采用单层整体现浇的混凝土衬砌；
 - 2) 复合式衬砌的初期支护宜根据围岩条件确定，主要类型和适用条件应符合表 12.4.4 的规定；

表 12.4.4 复合式衬砌初期支护类型和适用条件

初期支护类型	适用条件
锚杆+喷射混凝土支护	具有自稳能力的岩石类地层
锚杆+钢拱架+喷射混凝土支护	不能长期自稳的岩石地层
超前支护+钢拱架+喷射混凝土支护	土质地层

- 3) 复合式衬砌的二次衬砌应采用钢筋混凝土，并应在内外层衬砌之间铺设防水层或隔离层。复合式衬砌的二次衬砌也可采用装配式衬砌；
- 4) 在围岩完整、稳定、无地下水和不受冻害影响的地段的非行车及乘客不使用的隧道，也可采用单层喷锚衬砌结构，喷锚衬砌的内部净空应满足后期施作结构的尺寸要求。

12.4.5 沉管隧道结构应符合下列规定：

- 1 沉管隧道的结构形式应根据隧道使用功能和工程条件等因素确定，宜采用多孔的矩形断面，管段断面宜左右对称；
- 2 管段长度和分段数应根据管段制作、浮运、沉放、隧道纵坡等要求，并结合航道规划、地质条件、河床形态等因素综合确定，管段长度不宜大于 130m。

12.5 结 构 设 计

12.5.1 结构设计应符合下列规定：

1 地下结构应在施工和正常使用阶段，进行结构强度、刚度和稳定性计算。对于混凝土结构，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。

2 普通钢筋混凝土结构的最大计算裂缝宽度允许值应根据结构类型、使用要求、所处环境和防水措施等因素确定。

3 处于一般环境中的结构，当按荷载效应准永久组合并考虑长期作用影响时，最大计算裂缝宽度允许值宜按表 12.5.1 中的数值进行控制。

表 12.5.1 最大计算裂缝宽度允许值

结构类型		允许值 (mm)	备注
钢筋混凝土管片		0.2	
其他结构	水中环境、土中缺氧环境	0.3	
	洞内干燥环境或洞内潮湿环境	0.3	环境相对湿度为 45%~80%
	干湿交替环境	0.2	

注：1 当设计采用的最大裂缝宽度的计算式中保护层实际厚度超过 30mm 时，可将保护层厚度的计算值取为 30mm；

2 处于冻融环境或侵蚀环境等不利条件下的结构，其最大计算裂缝宽度允许值应根据具体情况确定；

3 厚度不小于 300mm 的钢筋混凝土结构可不计干湿交替作用。

4 计算简图应符合结构的实际工作条件，能反映围岩与结构的相互作用。结构采用双层衬砌时，应根据两层衬砌之间的构造形式和结合情况选用与其传力特征相符的计算模型。

5 地下结构应进行横断面方向的受力计算，遇下列情况之一时，应对其纵向强度和变形进行分析：

- 1) 覆土荷载沿隧道纵向有较大变化时；
- 2) 结构上方有地面建（构）筑物等较大局部荷载时；
- 3) 地基或基础有显著差异时；
- 4) 地基沿纵向产生不均匀沉降时；
- 5) 采用沉管隧道结构时；

6) 结构形式有较大变化时;

7) 考虑地震作用时。

6 空间受力作用明显的区段,宜按空间结构进行分析。

7 设计地震区的结构时,应根据设防要求、场地条件、结构类型和埋深等因素选用能较好反映其地震工作性状的分析方法采取构造措施。当地层中包含有可液化土层时,必须采取提高地层的抗液化能力对策。

8 暗挖法施工的结构,在二次衬砌达到设计强度后,应及时向其衬砌背后压注结硬性浆液。

12.5.2 明挖结构设计应符合下列规定:

1 明挖结构应根据安全、经济的施工方法选定结构形式。地下车站宜采用多层多跨框架结构,明挖地下区间宜采用单跨箱涵或敞开结构。车站结构布置除应满足建筑功能要求外,尚应符合区间施工的要求。对于盾构法区间,车站的两端应设端头井。

2 明挖结构的设计宜采用将轨道梁和墩台结构完全分开布置形式,形成独立的轨道梁桥及独立的车站结构或区间结构;也可采用将轨道梁直接支承于明挖结构上形成整体式车站结构或地下区间结构。

3 独立式结构的轨道梁桥设计宜与区间高架结构相同;在含水地层中,明挖结构与轨道梁桥墩台的连接处应有可靠的防水措施,之间的缝隙宽度和沉降差应满足防水构造设置的要求。

4 整体式结构体系中,轨道梁及明挖车站、区间的相关构件设计应满足列车长期运营对结构的受力和变形控制的要求。车站的整体变形应满足轨道梁对沉降控制的要求。

5 结构设计应考虑地基不均匀沉降对车站结构的影响。轨道梁独立布置时应考虑不均匀沉降对站台标高的影响。

6 明挖结构宜按底板支承在弹性地基上的结构物计算。对于长条形的钢筋混凝土结构可沿纵向取单位长度按底板支承在弹性地基上的平面框架计算,计算时宜考虑柱和楼板的压缩影响,当梁设有斜托时宜计入斜托的影响。

7 明挖结构计算宜按使用条件、施工工艺要求及工程地质、水文地质条件确定相应的计算工况，分不同工况进行计算。并根据地质、埋深、施工方法等条件对抗浮、整体滑移及地基稳定性的影响进行分析。

8 明挖结构侧墙采用双层叠合衬砌形式时，围护结构与内衬墙的结合面应进行处理，叠合面的受剪承载力应满足剪应力的允许值控制的要求。

9 明挖结构的基坑工程设计应符合国家现行基坑设计规范的要求，并应符合下列规定：

- 1) 应根据工程特点、工程地质、水文地质条件、施工条件和环境保护要求确定基坑的安全等级和环境保护等级，明确地面最大允许沉降量和围护墙的水平位移控制要求，并通过技术与经济的综合比较，确定基坑开挖方式、地下水处理方式及基坑保护措施等。
- 2) 基坑工程应进行抗倾覆和抗滑移的整体稳定性、基坑底部土体的抗隆起稳定性、抗渗流稳定性以及基坑内地基土的抗承压水稳定性验算。
- 3) 围护墙的人土深度的确定应确保基坑稳定和支护体系的安全，并应满足抗隆起、抗渗流、抗倾覆等稳定性的要求。
- 4) 基坑支护结构应按承载能力极限状态对所有构件进行承载能力计算。当支护结构兼作主体地下结构一部分时，应同时验算和满足支护结构在基坑开挖期和地下结构使用期的要求。在主体工程使用期有抗震设防要求时，尚应按主体工程地下结构的设计规定进行抗震承载能力计算。
- 5) 基坑支护结构应按正常使用极限状态进行支护结构和基坑变形的验算，并应满足支护结构和环境条件所规定的容许变形值。当支护结构有耐久性要求时，应对结构构件的抗裂性或裂缝控制进行验算。

- 6) 桩、墙式围护结构的设计应根据设定的开挖工况和施工顺序按弹性地基梁模型逐阶段计算其内力及变形。当计入支撑作用时,应计及每层支撑设置时墙体的已有位移和支撑的弹性变形。
- 7) 当计算基坑围护墙侧面的土压力作用时,应结合围护墙的平面形状、支撑方式、受力条件、基坑变形控制要求以及所采取的施工措施等因素,确定土压力的计算状态,分别按主动土压力、被动土压力或静止土压力计算。
- 8) 结构计算应计及基坑开挖过程中分段、加撑及施加预压力、各工序的时限等因素,合理的确定施工参数。软土地层中的水平基床系数宜根据结构形式、地层特性及其加固方法、施工方法、施工参数和其在各施工工况、荷载作用下的变形等因素确定。
- 9) 盖挖顺筑法施工时的中间桩的承载力应计算确定。施作结构底板前,围护结构与中间桩的相对升沉的累积值不得大于 $0.003L$ (L 为边墙和立柱轴线的距离),且不宜大于 20mm ,并应在结构分析中计及其影响。

12.5.3 盾构法隧道结构设计应符合下列规定:

- 1 施工、运营阶段的结构抗浮安全系数应大于或等于 1.1。
- 2 隧道结构宜采用接头具有一定刚度的柔性结构,应限制荷载作用下变形和接头张开量,应满足其结构受力和防水的要求,结构计算的直径变形量不宜大于 $3\%_0D$ (D 为隧道外径)。
- 3 隧道结构的计算简图应根据地层情况、衬砌构造特点及施工工艺等确定。
- 4 装配式衬砌的构造应符合下列规定:
 - 1) 衬砌块与块、环与环间宜采用螺栓连接;
 - 2) 衬砌环宽宜大于或等于 1000mm ;
 - 3) 楔形环环面锥度应由隧道的直径、衬砌环宽度和隧道的曲线半径确定,环面锥度宜采用 $1:100\sim 1:300$;

- 4) 衬砌厚度应根据隧道直径、埋深、工程地质及水文地质条件,使用阶段及施工阶段的荷载情况等确定,宜取隧道外轮廓直径的 0.04 倍~0.06 倍(大直径隧道宜取较小的倍率);
- 5) 衬砌环的分块,应根据管片制作、运输、盾构设备、施工方法和受力要求确定,宜分为 6 块~12 块;
- 6) 封顶块形式宜结合计算模式、施工工艺等进行选择;
- 7) 衬砌环拼装可根据设计要求、盾构设备、实践经验等选用全纵向插入、半纵向插入和径向插入等方式;
- 8) 管片的端肋及环肋宽度应满足螺栓受力条件下的强度和抗裂的要求。

5 装配式衬砌制作、拼装、施工精度应符合下列规定:

- 1) 单块管片制作的允许误差为:宽度 $\pm 0.5\text{mm}$ (错缝拼装时取 $\pm 0.4\text{mm}$);厚度 $\pm 1.0\text{mm}$;弧长和弦长 $\pm 1.0\text{mm}$;纵向和环向螺栓孔孔径及孔位 $\pm 1.0\text{mm}$;
- 2) 整环拼装的允许误差为:相邻环的环面间隙小于或等于 1.0mm ;纵缝相邻块间隙为小于或等于 1.5mm ;对应的环向螺栓孔不同轴度小于 1mm ;衬砌环外径 $^{+3}_{-0}\text{mm}$ 、内半径 $^{+0}_{-3}\text{mm}$;
- 3) 隧道施工轴线与设计轴线误差应小于 100mm 。

6 隧道与工作井宜采用刚性连接,并在工作井外侧地基加固范围外从密到疏(正常间距)设置变形缝。对设有联络通道的位置前后也应设置变形缝。

7 隧道进洞段衬砌环间应采取防止环间压应力释放的措施。

8 在隧道范围内,应采用低置线路方式,支承梁应固定在隧道结构内的初级支承结构上。

12.5.4 矿山法施工的结构设计应符合下列规定:

1 矿山法施工的结构,在预设计和施工阶段,应对初期支护的稳定性进行判别。

2 喷锚衬砌和复合式衬砌的初期支护应按主要承载结构设

计。其设计参数可采用工程类比法确定，施工中通过监控量测进行修正。浅埋、大跨度、围岩或环境条件复杂、形式特殊的结构，应通过理论计算进行结构验算。

3 复合式衬砌中的二次衬砌，应根据其施工时间、施工后荷载的变化情况、工程地质和水文地质条件、埋深和耐久性要求等因素，并应符合下列规定：

- 1) 第四纪土层中的浅埋结构及通过流变性或膨胀性围岩中的结构，初期支护应具有较大的刚度和强度，且宜提前施做二次衬砌，由二者共同承受外部荷载；
- 2) 长期使用过程中外部荷载因初期支护材料性能退化和刚度下降向二次衬砌的转移；
- 3) 作用在不排水型结构上的水压力由二次衬砌承担；
- 4) 浅埋和Ⅴ级～Ⅵ级围岩中的结构宜采用钢筋混凝土衬砌。

12.5.5 沉管法施工的隧道结构设计应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定。

12.6 构造要求

12.6.1 变形缝的设置应符合下列规定：

1 地下结构的变形缝可分为伸缩缝和沉降缝。

2 地下结构温度变形缝的间距可根据结构特点、岩土条件、施工工艺、施工条件、内部结构与围护结构结合形式、使用条件以及运营期间的内部温度变化等因素确定。

3 在区间隧道和车站结构中不宜设置沉降变形缝。当因结构、地基或荷载发生变化，可能产生较大的差异沉降时，宜通过地基处理、结构措施、设置施工缝或后浇带等方法控制沉降。

4 车站与出入口通道等附属建筑的连接处宜设置变形缝。

5 应采取措施确保变形缝两边的结构不产生影响行车安全和正常使用的差异沉降。

12.6.2 现浇混凝土及钢筋混凝土结构的横向施工缝的设置应根

据结构形式、受力要求、施工方法、气象条件及变形缝的设置等情况确定，宜设置在侧墙上。

12.6.3 钢筋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应小于钢筋的公称直径，在一般环境下最外层钢筋最小保护层厚度应符合表 12.6.3 的规定；

2 混凝土保护层厚度尚应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的规定。

表 12.6.3 一般环境下最外层钢筋最小保护层厚度（mm）

结构类别	明挖结构													钢筋 混凝土 管片		矿山法 施工的结构		
	围护结构			主体结构										立柱	外 侧	内 侧	初期支 护或喷 锚衬砌	二次衬 砌
	地下 连续墙		灌 注 桩	顶板		楼 板	底板		内衬墙		侧墙							
				外 侧	内 侧		外 侧	内 侧	外 侧	内 侧								
											外 侧	内 侧	外 侧					
保护层厚度	70	70	70	45	35	30	45	35	40	30	45	35	35	25	35	40		

- 注：1 顶进法和沉管法施工的隧道主筋的保护层厚度可采用明挖结构的数值；
- 2 矿山法施工的结构当二次衬砌的厚度大于 500mm 时，钢筋的保护层厚度应采用 40mm；
- 3 表中内衬墙是指地下连续墙与内衬墙组成的叠合墙情况，地下连续墙内侧钢筋保护层厚度可采用 50mm。

12.6.4 明挖法施工的地下结构周边构件和中楼板每侧暴露面上分布钢筋的配筋率不宜小于 0.2%，分布钢筋的间距不宜大于 150mm。当混凝土强度等级大于 C60 时，分布钢筋的最小配筋率宜增加 0.1%。

13 结 构 防 水

13.1 一 般 规 定

13.1.1 本章适用于中低速磁浮交通中用放坡开挖法或护壁施工的明挖结构、用盾构法或矿山法施工的暗挖结构以及用沉管法等特殊方法施工的结构防水的设计。

13.1.2 地下工程的防水设计应根据气候条件、工程地质和水文地质状况、环保要求、结构特点、施工方法、使用要求等因素进行。

13.1.3 地下结构防水等级应符合下列规定：

1 地下车站及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 区间隧道等附属的隧道结构防水等级应为二级，不得漏水，结构表面可有少量湿渍。总湿渍面积不应大于总防水面积的 $2/1000$ ；任意 100m^2 防水面积上的湿渍不超过3处，单个湿渍的最大面积不应大于 0.2m^2 ；隧道工程平均渗漏量不应大于 $0.05\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ，任意 100m^2 防水面积上的渗漏量不应大于 $0.15\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。

13.2 混凝土结构自防水

13.2.1 防水混凝土结构应符合与其埋深相对应的抗渗等级，且抗渗等级不得小于P8。

13.2.2 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 裂缝宽度应符合本规范表12.5.1的规定，并不得出现贯通裂缝。

13.2.3 防水混凝土的防水、抗裂相关的主要技术措施应符合国

家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定。

13.3 地下车站结构防水

13.3.1 地下车站结构的防水应采用钢筋混凝土结构自防水，并应根据结构形式局部或全部增设附加防水层。

13.3.2 附加防水层可选用卷材防水层、涂料防水层、塑料防水板防水层、膨润土防水层等，并应设置在结构迎水面或复合式衬砌之间。

13.3.3 明挖法修建的地下车站结构防水措施应按表 13.3.3 中的一级防水要求选用。

表 13.3.3 明挖法修建的地下结构防水措施

工程部位	主体结构				施工缝				后浇带				变形缝（诱导缝）												
	防水措施	防水混凝土	防水砂浆	防水卷材	防水涂料	膨润土防水材料	遇水膨胀止水条（胶）	外贴式止水带	中埋式止水带	水泥基渗透结晶型防水涂料	外抹防水砂浆	外涂防水涂料	预埋注浆管	补偿收缩混凝土	外贴式止水带	预埋注浆管	防水涂料	遇水膨胀止水条（胶）	防水密封材料	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水密封材料	外贴防水卷材	外涂防水涂料
防水等级	一级	必选	应选一至两种				应选两种				必选	应选两种				必选	应选两种				必选	应选两至三种			
	二级	必选	应选一种				应选一至两种				必选	应选一至两种				必选	应选一至两种				必选	应选一至两种			

注：遇水膨胀止水条（胶）应选用缓胀型的产品。

13.3.4 明挖敞口放坡施工的地下车站结构和侧墙为复合墙的地下车站结构应采用防水混凝土和全外包柔性防水层组成双道防线。

13.3.5 地下连续墙作为单层墙主体结构的防水设计应符合下列规定：

- 1 单层地下连续墙不应直接用于防水等级为一级的地下工

程墙体；

2 单墙用于地下工程墙体时，应使用高分子聚合物泥浆护壁材料和水下抗分散混凝土浇筑；

3 连续墙墙体幅间接缝不应渗水；

4 支撑的预埋件应设置止水片或遇水膨胀止水条，支撑部位及墙体的裂缝、孔洞等缺陷应采用防水砂浆及时修补；墙体幅间接缝如有渗漏，应采用注浆、嵌填弹性密封材料等进行防水处理；

5 连续墙墙体应施做内防水层；

6 墙体与顶板、底板、中楼板的连接处均应凿毛，清洗干净，并设置1道~2道遇水膨胀止水条（胶），接驳器处宜采用水泥基渗透结晶型防水材料或高渗透性改性环氧涂料加强密封；

7 车站顶板迎水面应设置柔性防水层，刚柔连接过渡区应密封。

13.3.6 当地下连续墙或钻孔咬合桩作为围护并与内衬墙构成叠合结构时，其抗渗等级要求可比内衬墙混凝土的抗渗等级降低一级，但不应小于P8；地下连续墙或钻孔咬合桩内衬墙构成分离式结构时，对抗渗等级可不作要求。

13.3.7 当围护结构与内衬墙结合成共同受力的叠合墙结构时，防水设计应符合下列规定：

1 围护结构为地下连续墙时，其支撑部位及墙体的裂缝、孔洞等缺陷应采用防水砂浆及时修补；墙体幅间接缝如有渗漏，应采用注浆、嵌填弹性密封材料进行防水处理；

2 车站顶板迎水面宜设置柔性防水层，并应处理好柔、刚连接过渡区的密封；

3 地下连续墙墙面应进行凿毛、清洗，必要时局部应进行防水处理后，再浇筑内衬防水混凝土。

13.3.8 复合墙结构防水设计应符合下列规定：

1 车站顶、底板迎水面防水层与侧墙支护结构和内衬墙之间的夹层防水层宜形成整体密封防水层，并根据不同部位设置与

其适应的保护层。

2 地下车站与区间隧道的结合部位可采用刚性接头，但接缝宜采用柔性材料密封处理，并宜加固洞圈周围土体。

3 地下车站与区间隧道所选用的不同材料应能相互过渡粘结或焊接。

13.3.9 矿山法修建的地下车站结构防水措施应按表 13.3.9 中的一级防水要求选用。

表 13.3.9 矿山法修建的地下结构防水措施

工程部位	防水措施	防水等级	
		一级	二级
主体	防水混凝土	必选	必选
	塑料防水板	应选一至两种	应选一种
	防水卷材		
	膨润土防水材料		
内衬砌 施工缝	外贴式止水带	应选两种	应选一至两种
	遇水膨胀止水条（胶）		
	防水嵌缝材料		
	中埋式止水带		
	预埋注浆管		
内衬砌 变形缝	中埋式止水带	应选	应选
	外贴式止水带	应选两种	应选一至两种
	可卸式止水带		
	防水嵌缝材料		
	预埋注浆管		

13.3.10 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要求。

13.4 区间隧道结构防水

13.4.1 明挖法修建的地下区间隧道结构防水措施应按本规范表

13.3.3 中的二级防水要求选用。

13.4.2 当采用地下连续墙作为区间隧道结构的单层墙时，防水设计应符合本规范第 13.3.5 条的规定。

13.4.3 叠合墙结构防水方法应符合本规范第 13.3.7 条的规定。

13.4.4 复合墙结构防水方法应符合本规范第 13.3.8 条的规定。

13.4.5 矿山法修建的区间隧道及隧道附属结构防水措施应按本规范表 13.3.9 中的二级防水要求选用。

13.4.6 盾构法施工的隧道结构防水应符合下列规定：

1 盾构法施工的隧道衬砌管片应采用防水混凝土制作，其抗渗等级不得小于 P10，氯离子扩散系数不宜大于 $3 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ （采用 RCM 法检测，56d 试件），若检测不通过宜在衬砌结构外表面涂刷防水涂料。

2 当隧道处于中等及以上程度的侵蚀性介质中时，宜在衬砌结构外表面涂刷耐侵蚀的防水涂层。

3 盾构隧道衬砌结构防水措施应符合表 13.4.6 的规定。

表 13.4.6 盾构法施工的隧道防水措施

措施 选用 防水措施	防水等级	高精度管片	接缝防水				混凝土内衬或其他内衬	外防水涂料
			密封垫	嵌缝	注入密封剂	螺孔密封圈		
一级		必选	必选	全隧道或部分区段应选	可选	必选	宜选	宜选
二级		必选	必选	部分区段宜选	可选	必选	局部宜选	对混凝土有中等以上腐蚀的地层宜选

4 管片接缝必须设置至少一道密封垫沟槽。防水材料的规格、技术性能和螺孔、嵌缝槽等部位的防水措施除应符合设计要求外，还应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。

5 管片接缝密封垫应满足在设计水压和接缝最大张开、错位值下不渗漏的要求。管片接缝防水密封垫应进行“一”字缝或“T”字缝耐水压检测，并应达到管片接缝在计算最大张开量、估测最大错位量及相当于圆隧道最大埋深处水压的 3 倍压力值下不渗漏的要求。

14 通风、空调与供暖

14.1 一般规定

14.1.1 中低速磁浮交通的内部空气环境范围应包括车站站厅、站台、出入口通道、车站内的设备及管理用房、区间隧道和其他辅助建筑。

14.1.2 地下线路的通风与空调系统的功能应符合现行国家标准《城市轨道交通技术规范》GB 50490 的规定。

14.1.3 高架和地面线路的通风与空调系统宜优先采用自然通风方式。当采用自然通风方式不能满足空气环境要求时，可采用机械通风或空调系统。

14.1.4 通风与空调系统应按预测的最大客流量和最大通过能力设计，但设备应接近期和远期配置，分期实施。

14.1.5 通风与空调系统的节能设计应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

14.1.6 通风与空调系统的设备、管道及配件的布置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》GB 50736 的规定。轨道上方不宜设置暖通、排烟系统设备。当需在轨道上方设置时，应采取可靠的防脱落措施。

14.1.7 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、耐老化和无毒性能。

14.2 设计标准

14.2.1 车站公共区的设计标准应符合下列规定：

- 1 室外空气计算参数应符合下列规定：

- 1) 地面和高架车站, 通风、空调与采暖室外空气计算温度、相对湿度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》GB 50736 的规定;
 - 2) 地下车站, 夏季空调室外空气计算干球温度, 应采用近 20 年夏季轨道交通晚高峰时平均每年不保证 30h 的干球温度;
 - 3) 地下车站, 夏季空调室外空气计算湿球温度, 应采用近 20 年夏季轨道交通晚高峰时平均每年不保证 30h 的湿球温度;
 - 4) 地下车站, 夏季通风室外计算温度, 应采用近 20 年最热月月平均温度的平均值;
 - 5) 冬季通风室外计算温度, 应采用近 20 年最冷月月平均温度的平均值。
- 2 室内空气计算参数应符合下列规定:
- 1) 地面和高架车站, 当站厅采用通风时, 站厅内的夏季计算温度不应超过室外计算温度 3°C , 但最高不应超过 35°C ;
 - 2) 地面和高架车站, 当站厅需设置空调系统时, 站厅内的夏季设计温度应为 $29^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$, 相对湿度不应大于 70%;
 - 3) 地下车站, 当车站采用通风系统时, 站内夏季的空气计算温度不宜大于室外计算温度 5°C , 且不应超过 30°C ;
 - 4) 地下车站, 当车站采用空调系统时, 夏季站厅空调设计温度比室外计算干球温度低 $2^{\circ}\text{C} \sim 3^{\circ}\text{C}$, 且不应超过 30°C , 相对湿度宜为 40%~70%;
 - 5) 地下车站, 当车站采用空调系统时, 夏季站台空调设计温度比站厅设计温度低 $1^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$, 相对湿度宜为 40%~70%;
 - 6) 地面和高架车站, 当站内设采暖系统时, 设计温度应

为 12℃；

- 7) 地下车站，冬季站内设计温度不应大于当地地层自然温度，但最低温度不应小于 12℃。

3 新风量应符合下列规定：

- 1) 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小于 30m³；当采用闭式运行时，其新鲜空气量不应小于 12.6m³，且系统的新风量不应小于总送风量的 10%；
- 2) 当车站采用空调系统时，车站公共区每位乘客每小时需供应的新风量不应小于 12.6m³，且系统的新风量不应小于总送风量的 10%。

4 空气质量应符合下列规定：

- 1) 车站内的 CO₂ 日平均浓度应小于 1.5‰；
- 2) 车站空气中可吸入颗粒物的日平均浓度应小于 0.25mg/m³。

5 站厅、站台的瞬时风速宜小于 5m/s。

14.2.2 地下车站设备、管理用房的设计标准应符合下列规定：

1 室外空气计算参数应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 执行。

2 主要设备管理用房室内设计参数应符合表 14.2.2 的规定；其他设备用房根据工艺要求设通风、空调及采暖装置，设计温度按工艺要求确定。

表 14.2.2 地下车站主要设备及管理用房室内空气计算参数

序号	房间名称	冬季	夏季		小时换气次数 (次/h)	
		设计温度 (℃)	设计温度 (℃)	相对湿度 (%)	进风	排风
1	站长室、站务室、值班室、休息室	18	27	<65	6	6

续表 14.2.2

序号	房间名称	冬季	夏季		小时换气次数 (次/h)	
		设计温度 (℃)	设计温度 (℃)	相对湿度 (%)	进风	排风
2	车站综合控制室、广播室、控制室	18	27	40~60	6	5
3	售票室、票务室	18	27	40~60	6	5
4	自动售检票机房	16	27	40~60	6	6
5	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
6	牵引变电所、降压变电所、主变电站	—	36	—	按排除余热 计算风量	
7	配电室、机械室	16	36	—	4	4
8	蓄电池室	16	30		6	6
9	更衣室、修理间、清扫员室	18	27	<65	6	6
10	公共安全室、会议交接班室	18	27	<65	6	6
11	通信电缆室、信号电缆室	—	—	—	4	4
12	茶水间	—	—	—	—	10
13	盥洗室、车站用品间	—	—	—	4	4
14	清扫工具间、气瓶室、储藏室	—	—	—	—	4
15	污水泵房、废水泵房、消防泵房	5	—	—	—	4
16	折返线维修用房	12	30	—	—	6
17	环控机房	—	—	—	6	6
18	厕所	>5	—	—	—	排风

注：1 厕所排风每坑位 100m³/h 计算，且每小时排气次数不宜小于 10 次；

2 小时换气次数指通风工况下房间的最小换气次数。

3 每个工作人员每小时需供应的新风量不应小于 30m^3 ，且空调系统新风量不应小于总送风量的 10%。

4 车站设备及管理用房内空气质量应符合下列规定：

- 1) CO_2 日平均浓度应小于 1‰；
- 2) 空气中可吸入颗粒物的日平均浓度应小于 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ 。

14.2.3 地下区间的设计标准应符合下列规定：

1 室外空气计算参数应符合下列规定：

- 1) 夏季通风室外计算温度应采用近 20 年最热月平均温度；
- 2) 冬季通风室外计算温度应采用近 20 年最冷月平均温度。

2 地下区间内空气计算参数应符合下列规定：

- 1) 列车车厢不设置空调时，最高温度不得大于 33°C ；
- 2) 列车车厢设置空调，车站不设全封闭站台屏蔽门时，最高平均温度不得大于 35°C ；
- 3) 列车车厢设置空调，车站设全封闭站台屏蔽门时，最高温度不得大于 40°C ；
- 4) 区间隧道冬季的平均温度不应大于当地地层的自然温度，但最低不应小于 5°C 。

14.2.4 空调通风设备传至各区域噪声应符合下列规定：

- 1 传至站厅、站台噪声不应大于 70dB (A)；
- 2 传至工作、休息室噪声不应大于 60dB (A)；
- 3 空调通风机房内噪声值不应大于 90dB (A)；
- 4 通过通风井传至地面风井外噪声应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的规定。

14.3 地下车站和区间

14.3.1 地下车站通风与空调系统的进风应直接采自大气，排风应直接排出地面。

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

14.3.3 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。

14.3.4 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。

14.3.5 地下车站连续长度大于 60m 的出入口通道或长通道应采取通风或其他降温措施。

14.3.6 当需设置中间风井时，通风井宜设于区间隧道长度的 1/2 处；困难情况下，可移至不小于该区间隧道长度的 1/3 处，但不宜小于 400m。

14.3.7 地下车站公共区和区间隧道可不设采暖系统，地下车站设备管理用房根据使用要求需采暖时，可采用局部采暖。

14.3.8 地下变电所应设置机械通风系统，通风量应按排除余热计算；当余热量很大、采用机械通风不能满足要求时，可设置冷风系统。

14.3.9 设置气体灭火的房间应设置机械通风系统，所排除的气体应直接排出地面。

14.3.10 厕所应设置独立的机械排风、自然进风系统，排风应直接排出地面。

14.3.11 当尽端线、折返线设备及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，经过滤尘装置净化后的空气，可吸入颗粒物的日平均浓度应小于 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ 。

14.4 地面和高架车站

14.4.1 地面和高架车站的站厅和站台宜采用自然通风，站厅可设置机械通风或空调系统。通信、信号、变电室、AFC 机房宜设置独立机械通风系统及独立空调系统。

14.4.2 地面变电所宜采用自然通风降温；当自然通风不能达到

设备对环境要求时,可采用机械排风、自然进风的方式。

14.4.3 车站内的其他设备与管理用房温度、湿度及空气质量应符合本规范第 14.2.2 条要求。

14.4.4 供暖地区的地面及高架车站管理用房,可采用局部供暖,室内供暖设计温度宜为 18℃。

14.4.5 当站厅采用空调时,站厅通向站台的楼梯口、自动扶梯口以及出入口处宜设置风幕。

14.4.6 对于最冷月份室外平均温度高于-10℃的地区,地面车站和高架车站的站厅、站台可不设置供暖系统。

14.4.7 对于最冷月份室外平均温度低于-10℃的严寒地区,车站的站厅宜设供暖系统,站台不宜设供暖系统。

14.4.8 当站厅设置供暖系统时,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。

14.5 空调冷源和水系统及采暖热源

14.5.1 空调冷源设计应符合下列规定:

1 空调系统的冷源宜为自然冷源;当无条件采用自然冷源时,可采用人工冷源;

2 设于地下线路内的空调冷源设备,应采用电动压缩式,不应采用吸收式冷水机组;

3 冷水机组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;

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

14.5.2 冷冻机房设计应符合下列规定:

1 每座车站宜设置一座冷冻机房,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;

2 冷冻机房应在考虑机房内各种风道、管道布置的前提下,应预留制冷设备的运输、安装、维修、检修和测量所需空间,并

应设排水设施；

3 冷冻机房的通风设施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》GB 50736 的规定；

4 制冷剂安全阀泄压管应接至室外安全处；

5 冷冻机房内仪表集中处应设局部照明；

6 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。

14.5.3 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系统水容量的 1%，补水点宜设在冷冻水泵的入口处；

3 冷冻水补水泵的扬程应比补水点压力高 3m~5m，小时流量宜为系统水容量的 4%~5%；

4 冷冻水泵宜与冷水机组匹配；

5 冷冻水管的保冷层厚度应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 中防止表面结露的保冷层厚度方法计算确定。

14.5.4 冷却水系统设计应符合下列规定：

1 冷却水应循环利用；

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》GB 50050 的规定；

3 冷却水的补水量应为系统循环水量的 1%~2%；

4 当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；

6 冷却水管应根据当地的气候条件保温处理。

14.5.5 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》GB 3096 的规定；

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

14.5.6 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;
- 4 表冷器处于负压端时应设置水封。

14.5.7 热源应采用附近热网;当无条件时,可采用无污染的
热源。

14.6 系 统 控 制

14.6.1 地面和高架车站空调通风设备宜设就地控制、车站控制
两级控制。

14.6.2 地下区间隧道通风系统宜设就地控制、车站控制和中央
控制三级控制。

14.6.3 地下车站公共区通风系统宜设就地控制、车站控制和中央
控制三级控制。

14.6.4 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。

14.7 风道、风井和风亭

14.7.1 风道和风管设计风速应符合下列规定:

- 1 通风道、风井不宜大于 8m/s ;
- 2 站台下排风风道及列车顶部排风风道不宜大于 15 m/s ;
- 3 风亭格栅不宜大于 4 m/s 。

14.7.2 风井和风亭设计应符合下列规定:

- 1 地面进风风亭应设置在空气洁净的位置,并宜设置在排风亭的上风侧;
- 2 排风亭口部的设置宜避开当地年最多风向。

14.8 设备管理用房及其他

14.8.1 设备管理用房的温度、湿度及空气质量应符合本规范第 14.2.2 条的规定。

14.8.2 牵引变电所、降压变电所和主变电站应设置机械通风系统，通风量按排除余热计算；当余热很大、采用机械通风不能满足要求时，可设置冷风系统。

14.8.3 厕所应设置独立的机械排风、自然进风系统，排风应直接排出地面。

14.8.4 控制中心的通风、空调与采暖应符合本规范第 24.7 节的规定；综合基地维修库房及工艺设备用房的通风、空调及采暖系统应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的规定。

14.8.5 地下设备管理用房空调通风系统宜兼容火灾排烟。

15 给水和排水

15.1 一般规定

15.1.1 给水工程设计应满足生产、生活和消防用水对水量、水压、水质的要求。

15.1.2 排水工程设计应满足收集和排除生活污水、生产废水、结构渗漏水、冲洗废水、消防废水和雨水，废水、污水排放应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 的规定。

15.1.3 给水排水工程设计应为施工安装、操作管理、维修检测以及劳动保护等提供便利条件。

15.1.4 给水排水工程设计应采用信息技术，对系统工作状态进行监控，选用可靠的自动化设备，实现生产过程自动控制，减少人工操作和提高系统性能。

15.1.5 给水排水工程设计尚应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的规定。

15.2 给 水

15.2.1 中低速磁浮交通应优先采用市政自来水；当沿线无城市自来水时，应采用其他可靠的供水水源。

15.2.2 给水系统应根据生产、生活和消防用水对水质、水压和用水量的要求，按下列规定选择：

1 车站生产、生活给水系统应利用市政自来水系统供水；当水压或水量不满足要求时，应设置加压装置或蓄水池；

2 车站室内生产、生活给水系统应与消防给水系统分开设置，并应根据当地自来水公司的要求设置计量设施；

3 当车站周围有城市杂用水系统且水质满足冷却水或冲厕

用水要求时，宜采用分质给水系统，车站杂用水应与其他给水系统分段，并应采取防止误饮用措施；

4 车辆基地给水水源宜引入两路市政给水管，生产、生活给水系统和室外消防给水管宜采取共用的环状管网给水系统；当城市自来水提供一根给水引入管时，生产、生活和室外消防给水应分开布置，室内外消防供水系统的共用，应经过技术经济比较确定。

15.2.3 给水设计用水量定额应符合下列规定：

1 工作人员生活用水量应为 $30\text{L}/\text{人}\cdot\text{班}\sim 60\text{L}/\text{人}\cdot\text{班}$ ，小时变化系数应为 $2.5\sim 2.0$ ；

2 车站公共区域冲洗用水量应为 $1\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{次}\sim 2\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{次}$ ，并按每日冲洗 1 次且冲洗时间 1h 计算；车辆段、停车场及综合维修基地车辆的洗刷用水量应为 $1\text{m}^3/\text{辆}\sim 1.5\text{m}^3/\text{辆}$ ，变化系数应为 $1.5\sim 1.2$ ；

3 车站公共厕所用水量应按器具小时用水量计算；

4 冷却循环系统的补充水量应按循环水量的 $1\%\sim 2\%$ 确定；

5 生产用水量及其变化系数应按生产工艺要求确定；

6 消防用水量应符合本规范第 21 章的规定；

7 公共建筑、浇洒道路和绿化等其他用水量及其变化系数应按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 执行；

8 管网漏损及未预见用水量应为各项用水量的 $10\%\sim 15\%$ 。

15.2.4 生活用水的水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定。

15.2.5 生活用水的水压应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定，生产用水的水压按生产工艺要求确定，消防用水的水压应符合本规范 21 章规定。

15.2.6 给水管道布置和敷设应符合下列规定：

1 车站生产、生活用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生产、生活给水管连接。

2 地下车站的生产、生活和消防给水管道宜由风道或人行通道引入。

3 车站或隧道区间沿轨道敷设的给水管道，宜设在电气设备较少的一侧，且管道阀门和消火栓的设置不得侵入建筑限界。

4 给水管穿越主体结构时应设防水套管。

5 隧道区间设置冲洗水栓的间距不宜超过 100m，车站、停车场及综合维修基地等场所设置冲洗水栓的间距不宜超过 60m。

6 由市政自来水管网引入的消防给水管上应设倒流防止器。

7 给水管不得穿过变电所、通信信号机房、车站控制室和配电室。

8 给水管设在有可能结冻或结露的场所时，应设计防冻或防结露保温设施；室外明敷的塑料给水管应有避免阳光直射的措施。

9 管道的伸缩补偿器应按环境温度和管内水温变化计算确定，但管道穿过结构伸缩缝、变形缝、沉降缝时，应设置管道伸缩器和剪切变形装置。

10 室内生产、生活给水管道宜采用钢塑复合管、铜管或薄壁不锈钢管等符合国家有关规定的管材；室外给水管道管材可采用塑料水管、有衬里的铸铁给水管、经可靠防护处理的钢管。生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的规定。

15.3 排 水

15.3.1 污废水和雨水排放的接纳体应优先选用市政排水管道系统。污废水应经处理并达到现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 要求。

15.3.2 排水系统设计应符合下列规定：

1 排水系统应采用分流制，污水和雨废水应分质收集和处理；

2 地面或高架车站的排水应按重力流方式排放；地下车站的排水宜分类集中，当不能按重力流方式排放时，应设提升泵站；

3 缺水城市和缺水地区符合建设中水设施的工程项目，应设置中水设施；

4 当采用雨水作为中水水源或水源补充时，应有可靠的调储容量和溢流排放设施。

15.3.3 设计排水量标准应符合下列规定：

1 生活污水排水量应按生活用水量的 95% 计算，小时变化系数应为 2.5~2.0；

2 生产排水量及变化系数应按工艺要求确定；

3 冲洗及消防废水排水量和用水量应相同；

4 地下结构渗水量宜按 $0.5\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{d} \sim 1\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 计算；

5 高架区间、敞开出入口、敞开风井及隧道出入口的雨水泵站、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，设计降雨历时应按计算确定；

6 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。

15.3.4 排水泵站（房）的设置应符合下列规定：

1 隧道区间主排水泵站应设在线路实际坡度最低点，每座泵站所负担的区间长度，单线不宜大于 3km，双线不宜大于 1.5km，主要排除结构渗水、冲洗及消防废水，当主排水泵站所负担的区间长度超过规定，而排水量又较大时，宜设辅助排水泵站或采取其他有效措施。

2 地下车站排水泵房宜设在车站线路坡度的下坡方向的一端。

3 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、折返线车辆检修坑端部、地下车站站台板下及电梯井等不能自流排水而又有可能积水的低洼处。

4 隧道洞口的雨水如不能自流排放时，应在洞口适当位置设排水泵站。

5 排水泵站应配备 2 台~3 台水泵，其中 1 台应为备用水泵，排水泵宜设计为自灌式启动或选用潜污泵，潜污泵宜选用自带反冲洗装置。自动控制启动的排水泵每小时启动次数不宜超过 6 次。

6 排水泵站的压力出水管设置不应少于 2 条，压力出水管连接地面管道系统处宜设置压力消能井。

7 当排水中包含雨水或消防废水时，宜按最大水泵流量的 5min~10min 排水量设计，其余情况宜按最大水泵流量的 10min~20min 排水量设计。

15.3.5 排水管渠的布置和敷设应符合下列规定：

1 沿地下车站站厅、设备用房边墙，每隔 50m 宜设一个 DN75~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位，宜设横截沟并在沟内设排水立管，接入站台层线路排水沟。

2 隧道内应设排水明沟，每隔 20m 设一个检查坑，明沟的纵向坡度不宜小于 3‰。

3 地面车站、停车场、列检库、检修库、试车线的低洼处应设置排水设施。

15.3.6 管材选型应符合下列规定：

- 1 重力流排水管道宜采用阻燃型硬聚氯乙烯排水管及管件；
- 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 室外排水管宜采用塑料管。

15.4 给水排水监控

15.4.1 生产、生活给水设备及排水设备的运行、手/自动及故

障状态信息应在车站控制室显示。

15.4.2 排水泵应采用液位自动控制、就地控制方式，车站和区间的主体排水泵、洞口雨水泵应在车站控制室远程控制。

15.4.3 生产、生活用水加压设备宜采用自动调速或稳压装置，其他泵站（房）的机组启停均应采用自动控制，并应兼备手动控制和远程监控功能。

15.4.4 给水排水的监控应集中到环境与设备监控系统（BAS），消防给水系统的监控应集中到火灾自动报警系统（FAS）。

16 供 电

16.1 一 般 规 定

16.1.1 供电系统应包括电源系统、牵引供电系统、动力照明供电系统、电力监控系统（SCADA）和综合接地系统。电源系统应包括外部电源、主变电所（或电源开闭所）及中压供电网络；牵引供电系统应包括牵引变电所和牵引网；动力照明供电系统应包括降压变电所和动力照明配电系统。

16.1.2 电源应满足一级负荷供电要求；外部电源供电方案应结合轨道交通线网规划和城市电网规划进行设计，宜采用建设主变电所的集中供电方式，也可采用建设电源开闭所的相对分散供电方式。具备条件的区域应实现外部电源的资源共享。

16.1.3 供电系统应满足供电安全、可靠、经济的基本要求，供电系统的规模和供电设施容量应按远期运输高峰小时的用电负荷需求进行设计，可一次建成或分期建设。

16.1.4 采用集中式供电方案的中压供电网络电压等级宜取35kV，采用分散式供电方案的中压网络的电压等级应与向其供电的城市电网电压等级一致。

16.1.5 牵引负荷应为一级负荷；动力照明负荷按用电负荷性质应分为一级负荷、二级负荷和三级负荷。

16.1.6 一级负荷应由两个独立电源供电，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，并严禁将其他负荷接入应急供电系统。

16.1.7 当供电系统中只有一个电源工作或供电容量不足时，可允许自动切除三级负荷。

16.1.8 下列电源宜作为应急电源：

- 1 独立于正常电源的发电机组；
- 2 供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路；
- 3 蓄电池。

16.1.9 供电系统中的各类变电所均应有两路可靠电源，其中主变电所和电源开闭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级、二级负荷的供电的要求。在正常运行方式下，两路电源同时运行，互为备用。

16.1.10 供电系统的中压供电网络接线应统一，宜采用双回路环网接线，并应采用牵引、动力、照明混合网络。中压网络的容量应按远期列车通过能力设计，两回线路互为备用，即当任一回路故障时，应由另一回进线负担其一、二级负荷的供电，中压网络末端的电压偏差不宜超过 5%。

16.1.11 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、数量和容量应满足远期高峰运营的要求。

16.1.12 牵引网供电方式应符合下列规定：

- 1 正常情况下正线牵引网应采用由与供电区域相邻的两座牵引变电所共同向这一区域供电的双边供电方式；
- 2 车辆维修基地或停车场内的牵引网宜单独供电；
- 3 车辆维修基地或停车场与正线牵引网之间的供电支援方式应根据供电需求和供电能力而定。

16.1.13 牵引网电压的标称值宜为直流 1500V。

16.1.14 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进行控制，并应符合现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549 的规定。

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

16.1.16 对于在各降压变电所 0.4kV 侧分散就地补偿或在主变电所集中补偿的无功补偿方案，应根据供电系统实际情况经技术经济比较后确定。

16.1.17 在车辆基地应设置用于对供电设备进行管理与维护的供电车间。

16.2 变 电 所

16.2.1 变电所应分为主变电所（或电源开闭所）、牵引变电所、降压变电所。同一车站（车辆基地或停车场）内设置的牵引变电所与降压变电所宜合建成牵引降压混合变电所。降压变电所的设置应设在车站重负荷端。

16.2.2 沿线变电所的数量及位置应结合线网规划、变电所所址环境等因素并经供电计算确定。

16.2.3 主变电所和车辆基地牵引变电所宜按无人值班有人值守设计，其余变电所应按无人值班无人值守设计。

16.2.4 主变电所宜采用有载调压主变压器。主变压器的数量与容量应根据近、远期负荷计算确定，宜分期实施，并在一台主变压器退出运行时，其他变压器能负担其供电范围内的一级、二级负荷。

16.2.5 主变电所电源侧宜设置谐波监测装置和预留谐波治理装置位置。谐波治理装置宜分散设置在牵引变电所和降压变电所内。

16.2.6 牵引整流机组容量应根据近、远期负荷计算确定，其供电能力应满足在一座牵引变电所退出运行时，相邻牵引变电所能分担其供电区域的牵引负荷的要求。

16.2.7 牵引整流机组的负荷特性应符合表 16.2.7 的要求。

表 16.2.7 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

注：300%额定电流 1min 是在 150%额定电流 2h 基础上。

16.2.8 降压变电所配电变压器的容量，当一台变压器退出运行时，另一台变压器应能负担其供电范围内的一级、二级负荷。

16.2.9 变电所场址的选择，应符合下列规定：

- 1 应靠近负荷中心；
- 2 应便于电缆线路引入、引出；
- 3 交通运输应方便；
- 4 独立设置的变电所应靠近中低速磁浮交通线路，并应与城市规划相协调。

16.2.10 变电所与中低速磁浮交通线路间宜设置专用电缆通道。

16.2.11 变电所的一次接线应可靠。主变电所、牵引变电所、降压变电所内的中压交流侧母线宜采用单母线分段接线；牵引变电所的整流机组交流侧应接在同一段中压交流母线上，直流侧母线宜采用单母线接线。

16.2.12 35kV~110kV 配电装置在室内布置的各种通道最小宽度，应符合现行国家标准《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060 的有关规定；20kV 及以下配电装置在室内布置的各种通道最小宽度，应符合现行国家标准《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 的有关规定。

16.2.13 变电所的各生产房屋应集中设置。

16.2.14 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，并应满足运营巡视维护方便和电缆敷设径路顺畅的要求。当变电所内设备不能由室外道路直接达到时，应设置设备运输通道和吊装孔，预留吊装设施。

16.2.15 变电所的交流、直流操作电源屏宜采用成套装置，其电源应接自变电所的两段低压母线。电源屏的蓄电池容量应满足变电所 2h 停电的要求。

16.2.16 变电所应采用综合自动化系统，并采用分层、分布式系统结构；继电保护装置应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

16.2.17 变电所综合自动化系统应具备下列基本功能：

- 1 保护、控制、信号、测量；
- 2 与电力监控系统良好的接口；

- 3 程序操作控制；
- 4 标准接口和开放协议；
- 5 系统在线故障自检。

16.2.18 对中压交流供电线路的相间短路和单相接地的故障或异常运行方式，应设置相应的保护装置。

16.2.19 对于干式变压器的下列故障或异常运行方式，应设置相应保护：

- 1 绕组及其引出线的相间短路和在中性点直接接地侧（或小电阻接地）的单相接地短路；
- 2 绕组的匝间短路；
- 3 外部相间短路引起的过电流；
- 4 过负荷；
- 5 变压器温度升高超过限值。

16.2.20 对于牵引整流器的下列故障或异常运行方式，应设置相应保护：

- 1 外部相间短路引起的过电流；
- 2 内部短路；
- 3 元件故障；
- 4 元件温度升高超过限值。

16.2.21 对于直流牵引进线的故障或异常运行方式，当进线开关采用断路器时，应设置大电流脱扣保护和过电流保护装置。

16.2.22 对于直流牵引馈线的故障或异常运行方式，应设置下列保护装置：

- 1 大电流脱扣保护；
- 2 过电流保护；
- 3 电流变化率及电流增量保护；
- 4 双边联跳保护。

16.2.23 直流牵引供电设备应设置框架保护。列车再生制动能量回馈或吸收装置宜单独设置框架保护。

16.2.24 牵引变电所直流负极母线与地网之间应设置接地漏电

保护。

16.2.25 变电所各级母线联络开关应设置备用电源自动投入装置。

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

16.3 牵 引 网

16.3.1 中低速磁浮交通牵引网应符合下列规定：

1 牵引网应由正极接触轨和负极接触轨组成。正极轨和负极轨应分别通过上网电缆和回流电缆与牵引变电所直流母线连接。

2 牵引网应满足远期高峰小时车辆运行载流量及最低网压要求。

3 接触轨应能持续地向车辆供电，并保证在规定的运行速度内，可靠地向车辆受流器馈电。

4 对于采用回转线折返的中低速磁浮交通线路接触轨敷设应满足折返车辆供电极性转换要求。

5 正极、负极接触轨的规格型号应保持一致。接触轨的受流方式和轨型应经技术经济比较论证后确定。

16.3.2 接触轨安装应符合下列规定：

1 正极、负极接触轨应安装在轨道梁两侧；

2 接触轨的支持部件应满足机械强度和绝缘耐压的要求；

3 接触轨应保证在温度变化情况下自由伸缩；

4 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。

16.3.3 接触轨的平面布置应符合下列规定：

1 接触轨自由伸缩段的长度应根据自身在最大温差下的伸缩量并结合轨道梁的伸缩情况共同确定；

2 活动道岔处的接触轨应独立布置，正线和侧线间接触轨通过机械分段实现转辙接合；

- 3 在每个独立的自由伸缩段中部应设置中心锚结；
- 4 自由伸缩段之间应采用膨胀元件构成的接触轨机械分段，道岔的接触轨机械分段处和接触轨端部应设置终端弯头。

16.3.4 接触轨电气分段的设置应符合下列规定：

- 1 牵引变电所所在车站的进站端（即列车惰行端）应设置接触轨电分段；
- 2 在正线和车辆维修基地之间的接触轨上应设置电分段；
- 3 在正线上下行接触轨间应设置电分段。

16.3.5 接触轨电气分段形式宜采用分段绝缘器或绝缘材料的断口。

16.3.6 车辆维修基地应设置若干接触轨供电分区。

16.3.7 接触轨带电部分和结构体、车体之间的最小净距，应符合表 16.3.7 的规定。

表 16.3.7 接触轨带电部分和结构体、车体之间的最小净距（mm）

标称电压	静态	动态	绝对最小动态
DC750V	25	25	25
DC1500V	150	100	60

16.3.8 在下列位置的接触轨上应设置避雷器：

- 1 地面及高架区段每隔 300m 处；
- 2 地面及高架区段馈线上网处；
- 3 隧道口处。

16.3.9 避雷器的工频接地电阻值不应大于 10Ω 。

16.3.10 接触轨受流面材料的硬度应大于磁浮列车受流器与接触轨接触部分的材料硬度。

16.4 电 缆

16.4.1 供电系统采用的电力电缆与控制电缆，应采用无卤、低烟的阻燃电缆。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电缆。

16.4.2 供电系统中压网络供电电力电缆当采用大于 150mm² 的截面时，宜采用单芯形式。

16.4.3 电缆在隧道或高架区间敷设时，宜布置在线路一侧或轨道下的电缆专用通道内。

16.4.4 电缆敷设应满足车站、区间等建筑限界对供电电缆的限界要求。

16.4.5 车站或区间的接地干线应与每个金属电缆支架或吊架、桥架进行可靠电气连接，其两端应与变电所的接地网连接。

16.4.6 当电缆敷设采用电缆桥架时，电缆桥架的直线段在超过 15m（对钢制）或 30m（对铝合金或玻璃钢制）时宜预留不少于 20mm 的间隙作为桥架伸缩补偿用，电缆桥架的补偿处可同时设置接地干线的伸缩补偿，接地干线的补偿宜采用半径为 100mm 的半圆补偿环形式。电缆在区间及车站内敷设时，各相关尺寸及距离应符合表 16.4.6 的规定。

表 16.4.6 电缆敷设的各相关尺寸及距离（mm）

电缆支架配置及其通道情况		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	—	≥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	地上车站	—	≥1900	—	—
	地下车站	—	≥1300	—	—
变电所内电缆通道净高		—	≥1900	—	—
电力电缆之间的净距		≥35	—	≥35	—

注：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。

16.4.7 交流单芯电力电缆的吊架、刚性固定夹具应采用铝合金等不构成磁性回路的产品。电缆支架、吊架、桥架以及电缆刚性固定夹具应具有防腐性能或经防腐处理。

16.4.8 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取“品”字形布置，直流电力电缆宜采取“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 对同侧多层支架敷设，应按电压等级由高至低的电力电缆、强电至弱电的控制电缆和信号电缆、通讯电缆的顺序排列。

3 对同侧多层支架敷设，当支架层数受空间大小限制时，35kV 及以下相邻电压等级的电力电缆，可排列于同一层支架上，1kV 及以下的电力电缆可与弱电电缆敷设在同一层支架上。

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。

16.4.9 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》GB 50217 的规定。

16.4.10 中压交流电力电缆金属护层的有效截面，应满足在可能的短路电流作用下温升值不超过绝缘与外护层的短路允许最高温度平均值的要求。

16.4.11 在车站等建筑物设施内，垂直走向的电缆数量较多时宜采用电缆竖井敷设。

16.4.12 电力电缆在敷设时，应按现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217 要求设置固定部位。

16.4.13 中压电力电缆的终端、中间接头与电缆相连接的部位，宜设伸缩节。未设伸缩节的接头两侧，宜进行刚性固定或在适当长度范围内实施蛇形敷设。

16.4.14 直埋敷设的电缆，严禁位于地下管道的正上方或正下方。电缆与电缆、管道、道路、构筑物等之间的容许最小距离，应符合表 16.4.14 的规定。

**表 16.4.14 直埋电缆与电缆、管道、道路、
构筑物等之间的容许最小距离（mm）**

电缆直埋敷设时的配置情况		平行	交叉
控制电缆之间		—	500 ^①
电力电缆之间或与控制电缆之间	10kV 及以下电力电缆	100	500 ^①
	10kV 以上电力电缆	250 ^②	500 ^①
通信管线		150	50
不同部门使用的电缆		500 ^②	500 ^①
电缆与地下管沟	热力管沟	2000 ^③	500 ^①
	油管或易燃气管道	1000	500 ^①
	其他管道	500	500 ^①
电缆与建筑物基础		600 ^③	—
电缆与公路边		1000 ^③	—
电缆与排水沟		1000 ^③	—
电缆与树木的主干		700	—
电缆与 1kV 以下架空线电杆		1000 ^③	—
电缆与 1kV 以上架空线杆塔基础		4000 ^③	—

注：① 用隔板分隔或电缆穿管时可为 250mm；

② 用隔板分隔或电缆穿管时可为 100mm；

③ 特殊情况可酌减但其值不应少于一半。

16.4.15 供电系统的电缆从室外进入室内的入口处、电缆竖井的出入口处、电缆穿越建筑物隔墙楼板的孔洞处以及各供电设备与电缆夹层之间的电缆开孔处，均应实施阻燃封堵。

16.5 动力与照明

16.5.1 中低速磁浮交通动力与照明用电设备的负荷分级应符合

下列规定：

1 应急照明、变电所操作电源、火灾自动报警系统设备、消防系统设备、消防电梯、地下站厅站台照明、地下区间照明、排烟系统用风机及电动阀门、通信系统设备、信号系统设备、道岔系统设备、电力监控系统设备、环境与设备监控系统设备、自动售检票系统设备、兼作疏散用的自动扶梯、站台门、防护门、防淹门、排雨泵、地下车站及区间排水泵等应为一级负荷，其中应急照明、变电所操作电源、火灾自动报警系统设备、专用通信系统设备、信号系统设备为特别重要负荷；

2 地上站厅站台照明、附属房间照明、乘客信息系统、变电所检修电源、普通风机、排污泵、电梯、自动扶梯等应为二级负荷；

3 空调制冷及水系统设备、附属房间电源插座、广告照明、清洁设备、电热设备、维修设备等应为三级负荷。

16.5.2 动力与照明负荷供电方式应符合下列规定：

1 一级负荷必须由两回独立电源供电，两回电源应在设备端进行切换；对于特别重要负荷可另外设置蓄电池或其他独立电源作为第三电源；

2 二级负荷宜由两回电源供电，两回电源可在变电所0.4kV母线处进行切换；

3 三级负荷可由一回电源供电。

16.5.3 消防及其他防灾用电设备应采用专用的供电回路，消防配电设备应采用红色文字标识。

16.5.4 动力与照明的负荷计算应采用需要系数法。

16.5.5 大容量设备或负荷性质重要的用电设备宜采用放射式配电。中小容量动力设备宜采用树干式配电。用电点集中且容量较小的次要用电设备可采用链式配电，链接设备不宜超过5台，其总容量不应超过10kW。

16.5.6 动力与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。无功补偿装置可于建设时先预留位置。

16.5.7 区间照明电压偏差允许值应为 $-10\%\sim+5\%$ ，其他用电设备端子处电压偏差允许值应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的规定。

16.5.8 电缆通道应设照明，其电压不应超过 36V。

16.5.9 动力设备的控制根据需要可采用下列方式：

- 1 就地控制，包括手动与自动；
- 2 车站控制；
- 3 中央控制。

16.5.10 车站照明按功能可划分为正常照明、应急照明、值班照明、安全照明、标志照明、广告照明。其中正常照明应包括公共区一般照明和附属房间照明，应急照明应包括备用照明和疏散照明，安全照明应包括变电所电缆夹层照明、站台板下照明及扶梯下检修通道照明。照明配电箱宜集中设置。车站照明应分组控制。

16.5.11 应急照明的供电时间应符合现行国家标准《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的规定。

16.5.12 地下区间和道岔区应设置专用固定照明和维修用移动电器的电源设施；车站站厅和站台应设清扫用移动电器的电源插座。

16.5.13 动力与照明的插座回路应具有漏电保护功能。

16.5.14 当车站内设电炉、电热、分散式空调的电源时，宜采用单独回路供电。

16.5.15 车站出入口、站厅、站台、车站控制室、值班室、公安用房、变电所、配电室、信号机械室、消防泵房、地下区间应设应急照明。

16.5.16 车站的站厅、站台照明光源宜采用节能型灯具；地上区间照明和高大隧道区间宜采用显色性较好的高光强气体放电灯。

16.5.17 各类场所的照度、统一炫光限值及显色指数应符合现

行国家标准《城市轨道交通照明》GB/T 16275 和《建筑照明设计标准》GB 50034 的规定。

16.6 电力监控系统

16.6.1 电力监控系统设计应符合下列规定：

1 电力监控系统应能满足调度人员在控制中心对主变电所（或电源开闭所）、牵引供电系统及动力照明供电系统的主要设备运行状态进行监视、控制和测量的要求，使供电系统安全、可靠地经济运行；

2 电力监控系统应由控制中心的主站、各变电所子站和信息通道组成；

3 电力监控系统主站的设计应包括：主站的位置，主站系统设备的配置方案，各种设备的功能、形式和要求，系统容量、远动信息记录格式和人机界面形式要求；

4 电力监控系统通道的设计应包括通道的结构形式、主/备通道的配置方式、远动信息传输通道的接口形式和通道的性能要求；

5 电力监控系统主站的结构方式宜采用以太网通信方式；

6 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；

7 电力监控系统的通信通道、系统服务器、调度员操作工作站应按冗余配置。

16.6.2 电力监控系统应具备下列功能：

1 对遥控、遥调对象的远程操作功能；

2 对供电系统设备运行状态的实时监视和故障报警功能；

3 对供电系统中主要运行参数的实时监测功能；

4 事故追忆功能；

5 自动检测和巡检功能；

6 报表打印功能；

7 口令管理功能；

- 8 系统维护功能；
- 9 主/备通道切换功能；
- 10 系统时钟同步功能；
- 11 培训功能。

16.6.3 电力监控系统监控的范围应包括主变电所（或电源开闭所）、牵引变电所、降压变电所、牵引网设备的遥控、遥信、遥测。

16.6.4 遥控对象应包括下列开关设备：

- 1 变电所内 10kV 及以上电压等级的断路器、负荷开关及电动隔离开关；
- 2 降压变电所低压进线断路器、母联断路器、三级负荷总开关及大容量的三级负荷开关；
- 3 牵引变电所的直流快速断路器、电动隔离开关；
- 4 接触轨电动隔离开关。

16.6.5 遥信对象应包括下列信号：

- 1 遥控对象的位置信号；
- 2 高中压断路器、直流快速断路器的各种故障跳闸信号；
- 3 变压器、整流机组的故障信号；
- 4 所用交直流电源系统的故障信号；
- 5 降压变电所低压进线断路器、母联断路器的故障跳闸信号；
- 6 开关控制回路断线信号；
- 7 自动装置动作信号；
- 8 保护及测量回路的 PT 及 CT 故障信号；
- 9 所内预告信号；
- 10 控制方式。

16.6.6 遥测对象应包括下列基本内容：

- 1 开闭所进线电压、电流、有功电度、无功电度；
- 2 变电所交流母线电流、电压；
- 3 变电所交流环网进、出线电流；

- 4 变电所交流馈线电流、有功电度、无功电度、有功功率；
- 5 变电所交直流辅助电源系统的母线电压；
- 6 直流牵引供电系统母线电压；
- 7 直流进线电流、负极回流电流、馈线电流；
- 8 400V 进线电流、功率因数；
- 9 400V 母线电流、电压；
- 10 接地回路电流。

16.6.7 主站硬件应包括下列设备：

- 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 模拟盘或其他显示设备；
- 6 不停电电源设备（UPS）；
- 7 调试终端设备及打印设备。

16.6.8 维修调度管理系统硬件应包括下列设备：

- 1 计算机设备（主机）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。

16.6.9 系统主要技术指标应符合下列规定：

- 1 遥信正确率不应小于 99.99%；
- 2 遥控命令传送时间不应大于 3s；
- 3 遥信变位传送时间不应大于 3s；
- 4 双机自动切换时间不应大于 30s；
- 5 画面响应时间不应大于 3s；
- 6 遥测误差不应大于 1.5%；
- 7 服务器负荷率不应大于 50%；

- 8 网络负荷率不宜大于 30%；
- 9 主站网络通信速率不应小于 100Mbps；
- 10 平均无故障工作时间 (MBTF) 不应小于 20000h；
- 11 设备的平均修复时间不应大于 1h。

16.7 接 地

16.7.1 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。

16.7.2 供电系统宜采用共用接地系统，其接地电阻不应大于接入设备要求的最小值。

16.7.3 电气装置接地电阻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 的规定。

16.7.4 主变电所中主变压器的二次侧中性点宜采用小电阻接地方式，降压变电所中动力变压器的二次侧中性点应直接接地，低压动力照明系统宜采用 TN-S 系统接地形式。

16.7.5 直流牵引供电系统正负极接触轨和牵引变电所中的直流设备均应绝缘安装。

16.7.6 在车站及车辆基地应设置车体安全接地装置。在人员出入车辆处，车辆应通过车体安全接地装置接地，车体接地装置接地电阻不应大于 4Ω 。

16.7.7 对车辆维修基地检修作业线路上的接触轨，应设置检修时所需的安全接地装置。

17 通 信

17.1 一 般 规 定

17.1.1 通信系统应满足提高运输效率、保证行车安全、提高现代化管理水平和传递各种语音、数据、图像和文字等信息的要求，并应做到系统可靠、功能合理、设备成熟、技术先进、经济实用。

17.1.2 通信系统应满足灾害或事故的情况下应急处理、抢险救灾的通信要求。

17.1.3 通信系统宜由专用通信系统、民用通信引入系统、公安通信系统构成。

17.1.4 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、无线通信系统、广播系统、时钟系统、视频监视系统、办公自动化系统、乘客信息系统等子系统组成。

17.1.5 专用通信系统应符合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，应为运营管理提供通信；在灾害运营方式时，应为防灾、救援和事故处理的指挥提供通信。

17.1.6 民用通信引入系统应满足公众通信服务的要求，宜将电信运营商移动通信系统引入地下空间。

17.1.7 公安通信系统应满足公安部门在中低速磁浮交通范围内的通信要求，并应在突发事件发生时，为公安部门应急调度指挥提供通信。

17.1.8 专用通信、民用通信和公安通信系统宜实现资源共享。

17.1.9 通信系统主要设备和模块应具有自检功能，故障时自动切换并报警，控制中心可监测和采集车站设备运行和检测的结果。

17.1.10 沿线通信设施严禁侵入设备限界；车载无线天线的设置严禁超出车辆限界。

17.1.11 通信系统设备的电磁兼容性应符合现行国家标准《轨道交通 电磁兼容 第4部分：信号和通信设备的发射与抗扰度》GB/T 24338.5 的规定。

17.2 传输系统

17.2.1 传输系统应满足通信各子系统和信号、综合监控、电力监控、防灾、环境与设备监控和自动售检票系统信息传输的要求，并结合远期需要预留不少于 30% 的余量。

17.2.2 传输系统应利用不同路径的两条通道构成自愈保护环。

17.2.3 传输设备应采用基于光同步数字传输制式或其他宽带光数字传输制式，并应满足各系统接入带宽需求。

17.2.4 通信电缆、光缆在区间隧道内宜采用沿墙架设方式，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轨道梁下的电缆桥架上或在设有疏散通道的电缆槽道内；地面电缆、光缆宜采用管道或直埋方式。采用直埋方式时，管道顶部的埋深不宜小于 0.8m，特殊地段不应小于表 17.2.4-1 要求，且与其他地下管道及建筑物的净距不应小于表 17.2.4-2 要求。采用沿墙架设时与其他管道的净距不应小于表 17.2.4-3 要求。

表 17.2.4-1 特殊地段管道顶部至路面的埋深（m）

管道种类	路面至管顶的最小深度		路面（基面）至管顶的最小深度	
	人行道下	车行道下	电车轨道下	铁路下
混凝土管 或塑料管	0.5	0.7	1.0	1.3
钢管	0.2	0.4	0.7(加 绝缘层)	0.8

表 17.2.4-2 管道和其他地下管线及建筑物间的最小净距 (m)

设施名称		最小净距	
		平行时	交叉时
电力电缆	电压 $<35\text{kV}$	0.5	0.5
	电压 $\geq 35\text{kV}$	2.0	0.5
其他通信电缆		0.75	0.25
给水管	管径 $<0.3\text{m}$	0.5	0.15
	管径 $\geq 0.3\text{m}$	1.0	0.15
燃气管	压力 $\leq 300\text{kPa}$	1.0	0.3
	$300\text{kPa} < \text{压力} < 800\text{kPa}$	2.0	0.3
市外大树		2.0	—
市内大树		0.75	—
热力管、排水管		1.0	0.15
排水沟		0.8	0.5
房屋建筑红线 (或基础)		1.0	—

表 17.2.4-3 沿墙架设电缆与其他管线的最小净距 (m)

管线种类	最小净距	
	平行	垂直交叉
电力线	0.15	0.05
避雷引入线	1.00	0.30
保护地线	0.05	0.02
热力管 (不包封)	0.50	0.50
热力管 (包封)	0.30	0.30
给水管	0.15	0.02
燃气管	0.30	0.02

17.2.5 通信主干电缆、光缆应采用无卤、低烟、阻燃、抗电气化干扰的材料。在高架区间电缆的外护层应具有防阳光辐射的功能。站内配线电缆应采用无卤、低烟、阻燃性并带有屏蔽层的塑料护套电缆。

17.2.6 光缆不宜设屏蔽地线，但接头两侧的金属护套及金属加强件应相互绝缘，光缆引入室内应采用绝缘接头。

17.3 公务电话系统

17.3.1 公务电话系统应符合中低速磁浮交通公务及业务联系语音交换与通信需求。

17.3.2 公务电话交换网与公用网本地电话局的连接方式宜采用全自动呼出、呼入中继方式，并应纳入本地公用网的统一编号。

17.3.3 公务电话系统应具备综合业务数字网络（ISDN）功能，并宜预留数据信息业务功能。

17.3.4 公务电话应采用统一用户编号，在交换网中宜采用下列号码：

- 1 “0”或“9”为呼叫市内电话的号码；
- 2 “1”为特种业务、新业务首位号码；
- 3 “2~8”为中低速磁浮交通用户的首位号码。

17.4 专用电话系统

17.4.1 专用电话系统应满足控制中心调度员、车站、车辆段、停车场的值班员组织指挥行车、运营管理的要求。

17.4.2 专用电话系统应包括调度电话，站间行车电话，车站、车辆段、停车场内直通电话以及区间电话。

17.4.3 调度电话系统应包括行车、电力、防灾、环境与设备监控系统调度电话。

17.4.4 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各车站行车值班员、车辆基地信号楼行车值班员处所。

17.4.5 各变电所的主控制室和低压配电室应设置电力调度电话分机。

17.4.6 各车站、车辆段综合控制室以及车辆段消防控制室应设置防灾、环境与设备监控系统调度电话分机。

17.4.7 调度电话应符合下列规定：

1 调度电话终端应能选呼、组呼和全呼分机，任何情况下均不应发生阻塞；

2 调度电话分机可对调度电话终端进行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 调度电话系统应具有录音功能。

17.4.8 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络。站区管辖内的道岔处可设置与车站值班员的直通电话。车辆基地专用电话可设置行车指挥电话、乘务运转电话、段内调度指挥电话、车辆检修电话。

17.4.9 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。站间行车电话应设在车站值班员所在处所。

17.4.10 可根据运营需求设置供司机和区间维修人员与邻站值班员及相关部门联系的区间电话。区间电话宜每隔 150m~200m 设一处。

17.5 广播系统

17.5.1 广播系统应由正线运营广播系统、车辆基地广播系统组成。

17.5.2 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。

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

17.5.4 列车进站时，车站可自动广播乘客导乘信息，列车进站信息宜由运控系统提供。

17.5.5 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做定向广播的装置。正线运营广播系统车站负荷区宜按站台层、站厅层、出入口通道、与行车直接有关的办

公区域、区间等进行划分。负荷区各点的广播声音应清晰、稳定。

17.5.6 车辆基地广播系统应能提供车辆基地内行车调度人员向与行车直接有关生产人员发布作业命令及有关安全信息。车辆基地广播系统可接入运营广播系统。

17.5.7 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衰耗确定。功率放大器应按 $N+1$ 的方式热备用，系统应有功放自动检测倒换功能。

17.5.8 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的乘客的语音广播。

17.6 时钟系统

17.6.1 时钟系统应能为运营提供统一的标准时间信息，为其他各系统提供统一的定时信号。时钟系统应由中心母钟（简称一级母钟）、车站和车辆段母钟（简称二级母钟）、时间显示单元（简称子钟）组成。

17.6.2 一级母钟应设置在控制中心，二级母钟应设置在各车站和车辆段，子钟应设置在中心调度室、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。

17.6.3 一级母钟应能接收外部全球卫星定位系统（GPS）基准信号校准，也可接收北斗卫星定位系统基准信号校准；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。

17.6.4 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。

17.6.5 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，并可向其他各系统提供定时信号。

17.7 视频监视系统

17.7.1 视频监视系统应能为控制中心调度员、各车站值班员、列车司机提供有关列车运行、防灾、救灾及乘客疏导的视觉信息。

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

17.7.3 视频监视系统在下列场所应设监视摄像机：

- 售检票大厅；
- 乘客集散厅；
- 上下行站台；
- 自动扶梯等公共场所；
- 设置消防设备、道岔设备及变电设备的地方。

17.7.4 视频监视系统应在控制中心行车调度员、防灾调度员、车站行车值班员、车站防灾值班员等所在场所设置控制、监视装置。在站台停车位或司机室配置司机监视装置。

17.7.5 室外摄像机应设全天候防护罩，并应适应最低 0.2 lx 的照度；室内摄像机应适应最低 1 lx 的照度。

17.7.6 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、随时录像、摄像范围控制、字符叠加、远程电源控制等功能。

17.7.7 所有摄像机摄取的实时录像应能保存，保存时间应符合现行国家标准《城市轨道交通安全防范系统技术要求》GB/T 26718 的规定。中心和车站可调取录像。

17.7.8 视频监视系统视频信号的远距离传输可采用模拟或数字传输方式。本地视频信号传输宜采用视频同轴电缆传输。

17.7.9 有公安监控要求的城市或地区，应根据公安部门的要求为公安监控中心提供车站公共区域的监视图像。

17.8 无线通信系统

17.8.1 无线通信系统应满足行车安全、应急抢险的要求，并应

具有选呼、组呼、全呼、紧急呼叫、呼叫优先级权限等调度通信、存储及监测功能。

17.8.2 无线通信系统宜采用数值集群移动通信系统。

17.8.3 无线通信系统应采用有线和无线相结合的传输方式。中心无线设备通过光数字传输系统或光纤与车站、车辆段、停车场的无线基站连接，各基站通过天线空间波传播或经漏缆的辐射构成与移动台的通信。

17.8.4 无线通信系统可根据运营需要设置行车调度、防灾调度、综合维修、公安、车辆段调度等系统。

17.8.5 无线通信系统应具有选呼、组呼、全呼、紧急呼叫、呼叫优先级权限等调度通信功能，并应具有存储功能、监测功能等。

17.9 乘客信息系统

17.9.1 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媒体查询的服务功能。

17.9.2 乘客信息系统除应提供与运营相关信息外，尚宜提供新闻、天气预报、道路交通等公共信息及公益广告等信息。

17.9.3 乘客信息系统应具备全数字传输功能，信息采集、传播、显示宜采用全数字方式。

17.9.4 乘客信息系统应支持数据传送及数据显示的优先级别定义功能，对定义级别高的数据应优先处理。

17.9.5 对需同时显示多类信息的终端显示器设备，应具有每个区域可独立控制的多区域屏幕分割功能，并应具备单独播出列表功能。

17.9.6 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、广告管理子系统。

17.9.7 中心子系统宜配置中心服务器、视频服务器、咨询服务器、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。

17.9.8 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设备。终端显示配置应符合下列规定：

- 1 车站站台每侧应配置终端显示设备；
- 2 车站站厅宜配置终端显示器，终端显示器不宜少于4块；
- 3 出入口通道及换乘通道宜配置终端显示器；
- 4 车站进站口、出站口宜设置终端显示设备；
- 5 车站站厅和站台宜设置多媒体触摸查询设备。

17.9.9 车载子系统宜配置车载控制器、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。

17.9.10 乘客信息系统的传输网宜由通信系统构建；车站局域网及区间无线网络宜由乘客信息系统独自组建，无线网络应满足列车运行时无缝切换的要求。

17.9.11 乘客信息系统宜设置与时钟系统、信号系统、综合监控系统等内部专业的接口，并宜设置与数字电视、无线电视、有线电视等外部信息的接口。

17.9.12 乘客信息系统的数据线应采用无卤、低烟的阻燃电缆。

17.9.13 乘客信息系统的数据线应与电源线不应共用电缆，并不应敷设在同一金属管内。

17.10 民用通信引入系统

17.10.1 民用通信引入系统宜由民用通信传输系统、移动通信引入系统、集中监测告警系统、民用通信电源系统等组成。

17.10.2 传输系统应为移动通信引入、集中监测告警系统提供传输通道。当有条件时，民用传输系统可与专用通信传输系统合设。

17.10.3 移动通信引入系统应为多种民用无线信号合路及分配网络，可提供和预留不同制式的射频信号合路，通过天馈方式和漏缆方式将信号覆盖于地下车站和隧道空间。

17.10.4 集中监测告警系统宜由监测中心设备、被控端站监测设备组成。

17.10.5 民用通信电源系统应满足民用通信传输系统、移动通信引入系统、集中监测告警系统等设备供电的要求。

17.10.6 民用通信系统应预留站外光电缆引入到站内机房的条件，并应预留站内线缆和设备的布设条件。

17.11 公安通信系统

17.11.1 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、电源系统等组成。

17.11.2 公安视频监视系统应满足公安部门对车站范围监视的要求，可在公安轨道交通分局、轨道交通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合设。

17.11.3 公安无线通信引入系统应覆盖中低速磁浮交通范围内地下车站及隧道空间。

17.11.4 公安无线通信引入系统应实现与既有城市公安无线通信系统的兼容及互连互通。

17.11.5 公安数据网络应满足城市轨道交通公安分局、派出所及车站公安值班室间的数据传输的要求，并可接入城市公安数据网络。

17.11.6 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要求，宜独立设置。

17.12 办公自动化系统

17.12.1 办公自动化系统应为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。

17.12.2 办公自动化软件平台建设宜根据运营单位需求，统一规划和实施。

17.12.3 办公自动化系统可在各线路控制中心、车站、车辆基地设置数据网络设备，与中低速磁浮交通运营办公相关场所应设置用户终端设备。

17.12.4 办公自动化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。

17.12.5 办公自动化系统应设置网络安全措施。

17.13 电源及接地系统

17.13.1 通信电源系统宜采用独立的供电设备或纳入综合电源系统，应具有集中监控管理功能，应保证通信设备不间断、无瞬变地供电；通信电源的后备供电时间不应少于 2h。

17.13.2 通信设备应按一级负荷供电。由变电所引接双电源双回线路的交流电源至通信机房交流配电屏，当使用中的一路出现故障时，应能自动切换至另一路。

17.13.3 对要求直流供电的通信设备，宜采用高频开关电源集中方式供电，并符合下列规定：

1 直流供电系统应由直流配电盘、高频开关型整流模块、直流变换器、逆变器、阀控式密闭铅酸蓄电池组组合机架组成，并应具有遥信、遥测、遥控性能和标准的接口及通信协议；

2 直流电源基础电压应为一 48V，其他种类的直流电源电压应通过直流变换器供电。

17.13.4 对交流不间断供电的通信设备，可根据负荷容量确定采用逆变器供电或交流不间断电源（UPS）供电方式。

17.13.5 电源设备容量满足期限应符合下列规定：

1 直流配电设备的容量应按远期负荷配置；

2 整流器、直流变换器、逆变器、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，并宜符合下列规定：

1) 蓄电池宜设置两组并联；每组容量应为总容量的 1/2；

2) 交流不间断电源设备的蓄电池宜设一组。

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

17.13.7 通信设备宜采用综合接地，接地电阻不应大于 1Ω。

17.13.8 分设接地方式应由接地体、接地引入线、地线盘及室内接地配线组成。

17.13.9 按分设接地方式设置的不同接地体间的距离均应大于 20m。

18 运行控制系统

18.1 一般规定

18.1.1 运行控制 (MATC) 系统宜采用基于通信的列车运行自动控制 (CBTC) 系统。

18.1.2 MATC 系统应由行车指挥设备和列车运行控制设备组成, 应设故障监测和报警设备。

18.1.3 MATC 系统应具有高可靠性、高可用性和高安全性。

18.1.4 MATC 系统涉及行车安全的设备、电路、接口应符合故障—安全原则, 采用的安全系统、设备应通过安全认证。

18.1.5 MATC 系统应满足磁浮交通行车组织和运营管理的要求, 保证列车运行安全、提高行车效率。

18.1.6 MATC 系统应按行车最大能力要求设计, 系统应满足最高运行速度 120km/h、大运量、高密度、不同列车编组的运营要求。

18.1.7 MATC 系统应具有电磁兼容性。

18.1.8 磁浮列车的正常运行应由 MATC 系统自动控制。

18.1.9 ATP 子系统和联锁子系统的安全完整性等级 (SIL) 应为 4 级。

18.1.10 MATC 系统车载设备设置严禁超出车辆限界, 地面设备设置严禁侵入设备限界。

18.1.11 MATC 系统设备应集成化、模块化、智能化, 易于系统扩展和升级。

18.1.12 设于高架或地面线路的 MATC 系统设备应与城市景观相协调。

18.2 运行控制 (MATC) 系统

18.2.1 MATC 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。

18.2.2 MATC 系统按闭塞方式, 可划分为移动闭塞和准移动闭塞制式。

18.2.3 MATC 系统车地信息的传输可采用无线自由波、波导管、漏泄电缆或感应环线等方式。

18.2.4 MATC 系统应包括下列控制等级:

- 1 控制中心自动控制;
- 2 控制中心自动控制时的人工介入控制;
- 3 车站自动控制;
- 4 车站人工控制。

18.2.5 MATC 系统可采用无人驾驶模式、ATO 自动运行模式、ATP 自动防护驾驶模式、限制人工驾驶模式、非限制人工驾驶模式。

18.2.6 MATC 系统设备应满足与通信、供电等相关系统设备故障条件下的安全行车要求。MATC 系统应能降级运用, 应实现故障弱化处理, 并应满足故障复原的要求。

18.2.7 MATC 系统的设计能力应符合下列规定:

1 MATC 系统对车站、车辆段、停车场等的监控范围应符合线路确定的建设规模, 系统监控能力应与线路远期条件相适应;

2 MATC 系统监控和管理的最少列车数量应按远期配属列车数量计, 并应预留不小于 30% 的余量; 当新线设计时, 车载运行控制设备实际配备数量, 宜按初期或近期配属列车数量计;

3 列车通过能力宜按远期设计, 折返能力应适应远期运营要求;

4 MATC 系统应能与通信、电力监控、防灾报警、环境监控、车辆和道岔等其他系统接口。

18.3 列车自动监控 (ATS) 系统

18.3.1 ATS 系统应具有下列功能:

- 1 列车自动识别、追踪、车次号显示;
- 2 运行图编制及管理;
- 3 进路自动或人工控制;
- 4 列车运行自动调整;
- 5 列车运行和设备状态自动监视;
- 6 操作与数据记录、回放、输出及统计处理;
- 7 车辆修程及乘务员管理;
- 8 系统故障复原处理;
- 9 列车运行模拟及培训。

18.3.2 ATS 系统的计算机及网络应采用冗余技术,可设置调度员工作站、调度长工作站、运行图编辑工作站、系统维护工作站。

18.3.3 ATS 系统的监控范围应包括运营线路上的车站、区间和折返线。

18.3.4 出入车辆段、停车场的列车不应影响正线列车的运行。

18.3.5 列车进路控制应以联锁表为依据,并根据运行时刻表和列车识别号等条件实现控制。

18.4 列车自动防护 (ATP) 系统

18.4.1 ATP 系统应具有下列功能:

- 1 检测列车位置,实现列车间隔控制;
- 2 监督列车运行速度实现列车超速防护控制;
- 3 防止列车误退行等非预期的移动;
- 4 为列车车门、站台屏蔽门等的开闭提供安全监控信息;
- 5 实现车载运行控制设备的日检;
- 6 记录司机操作。

18.4.2 ATP 系统的基本要求应符合下列规定:

- 1 ATP 系统应由地面设备和车载设备组成；
 - 2 ATP 系统内部设备之间的信息传输通道应符合故障—安全原则；
 - 3 列车运行安全间隔，应通过列车运行模拟确定；
 - 4 ATP 系统应采用连续式控制方式，宜采用速度—距离制动模式；
 - 5 ATP 系统宜与列车共用测速设备；
 - 6 ATP 系统宜具有多种列车位置检测能力。列车定位技术可采用感应环线、应答器等，并辅以速度传感器、多普勒雷达、加速度计。
- 18.4.3** ATP 系统应以导致列车停车为最高的安全准则。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。
- 18.4.4** ATP 执行强迫制动控制时，应切断列车牵引，列车停车过程中不得中途缓解。
- 18.4.5** ATP 车载设备应包括 ATP 车载计算机设备、测速设备、人机显示设备、车地通信设备及相关接口设备等。
- 18.4.6** ATP 车载人机显示设备的显示信息至少包括列车实际运行速度、列车运行前方的目标速度、目标距离等。
- 18.4.7** ATP 车载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，与车辆电器接口应有隔离措施。

18.5 列车自动运行 (ATO) 系统

18.5.1 ATO 系统应具有下列主要功能：

- 1 站间自动运行；
- 2 车站定点停车；
- 3 ATO 或无人驾驶自动折返；
- 4 车门、站台屏蔽门监控；
- 5 列车运行自动调整；

6 列车节能控制。

18.5.2 ATO 系统应能提供多种区间运行模式，应满足不同行车间隔的运行要求，应能适应列车运行调整的要求。

18.5.3 ATO 系统定点停车精度应根据站台长度、列车性能和站台屏蔽门的设置因素确定。站台定点停车精度宜为 $\pm 0.30\text{m}$ 。

18.5.4 ATO 系统的控制过程应满足列车运行的舒适性和准时性的要求。

18.5.5 ATO 系统应能控制列车实现车站通过作业。

18.6 计算机联锁 (CI) 系统

18.6.1 联锁系统宜采用计算机联锁系统及设备，计算机联锁系统应采用二乘二取二或三取二冗余结构。

18.6.2 计算机联锁系统应确保进路上道岔、信号机和区段的联锁，在联锁条件不符时，严禁进路开通。敌对进路必须相互照查，不得同时开通。

18.6.3 计算机联锁系统应能办理列车和调车进路，根据需要设置相应的防护进路。

18.6.4 进路解锁宜采用分段解锁方式。

18.6.5 联锁道岔应具备单独操纵和进路选动功能。

18.6.6 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—安全原则。

18.6.7 计算机联锁系统及设备可通过自动站间闭塞、进路式闭塞实现 MATC 系统降级运用。

18.6.8 车站计算机联锁系统主要控制项目应包括：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、区间临时限速、扣车和取消、遥控和站控、站台紧急关闭和取消。

18.6.9 计算机联锁系统应具有对室内外联锁设备规定的检测、音响或语音报警功能及自诊断能力。

18.6.10 计算机联锁系统应操作简便，一次单一操作不应形成

有效操作命令。

18.7 车辆段及停车场

18.7.1 车辆段和停车场的运行控制系统应包括下列主要设备：

- 1 ATS 设备；
- 2 计算机联锁设备；
- 3 试车线设备；
- 4 微机监测设备；
- 5 培训设备、日常维护和检测设备等。

18.7.2 车辆段和停车场的运行控制系统应符合下列规定：

1 在车辆段、停车场与正线相接的转换轨上应设进出场/段信号机，在车辆段、停车场内应根据需要设调车信号机；进出场/段信号机、调车信号机应以显示禁止信号为定位；

2 进段信号机宜由车辆段控制，出段信号机宜由车站或控制中心监控；

3 根据车辆段、停车场的规模和作业特点，车辆段、停车场可部分或全部纳入 MATC 控制范围；其各种信号机的设置应根据运营要求和控制方式等确定；

4 列车在段内宜按调车进路控制，联锁设备应能根据段内运营作业特点实现联锁条件检查。

18.8 其 他

18.8.1 运行控制系统的供电应符合下列规定：

1 供电负荷等级为一级负荷，应设两路独立电源；车载设备应由车载直流电源直接供电；

2 运行控制系统电源设备应设置稳压设备；

3 运行控制设备宜由智能电源屏供电，宜选用不间断电源（UPS）设备和免维护蓄电池设备；控制中心、信号机在内的车站、车辆段、停车场运行控制设备等的 UPS 电池后备时间应相同，供电时间不宜小于 30min；

4 运行控制设备专用交流、直流电源应对地绝缘。

18.8.2 运行控制设备应设工作地线、保护地线、屏蔽地线和防雷地线等；运行控制系统设备应接入综合接地系统，接地电阻值不应大于 1Ω 。

18.8.3 运行控制系统设备防雷应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的有关规定。

18.8.4 运行控制系统设备电磁兼容应符合现行国家标准《轨道交通 电磁兼容 第4部分：信号和通信设备的发射与抗扰度》GB/T 24338.5 的有关规定。

18.8.5 运行控制系统设备房屋应满足设备正常工作的要求，并应留有适当余量。机房应设空调及防静电地板。

18.8.6 运行控制系统室内配线宜采用阻燃型电线、电缆，电子设备易受干扰部分的配线应采用屏蔽电线。

18.8.7 对设于潮湿地区、寒冷地区、蚁害地区的设备及器材，应采取相应的防护措施。

18.8.8 运行控制电线路应与电力线路分开敷设。交叉敷设时运行控制系统的电线路应采取防护措施。

19 电梯、自动扶梯与自动人行道

19.1 电 梯

19.1.1 电梯应选用客货两用无机房曳引电梯；当不满足无机房电梯布置要求时，宜选用液压电梯。

19.1.2 电梯应受车站 BAS 监控。

19.1.3 电梯应能实现车站控制室、轿厢、控制柜或机房之间的三方通话功能。

19.1.4 电梯的井道壁、地面、顶板应使用不燃、坚固、无粉尘的材料建造。

19.1.5 电梯的底坑应设置排水设施，并不应漏水、渗水；当采用液压电梯时，底坑应具有集油装置。

19.1.6 当选用液压电梯时，机房宜设在井道的侧面，并应符合现行行业标准《液压电梯》JG 5071 的规定。当液压电梯在室外设置时应设置液压部分的冬季防冻保温装置。

19.1.7 电梯的各项设施应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的规定。

19.1.8 当电梯兼做消防电梯时，其设施应符合消防电梯的功能，并按一级负荷供电。

19.1.9 电梯内部应设置视频监控装置。

19.1.10 电梯的额定载重不应小于 800kg。

19.1.11 电梯的额定速度不应小于 0.63m/s。

19.1.12 电梯的开门宽度不宜小于 1m，并宜选用双扇中分门。

19.1.13 电梯采用的电线、电缆应符合本规范第 16.4.1 条的规定。

19.1.14 电梯的井道宜采用钢筋混凝土结构或采用其他结构类型。

19.1.15 当采用无机房电梯且井道顶部暴露于室外时,该部分的井道不宜采用透明结构形式。

19.1.16 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。

19.1.17 电梯的安装位置应避开土建结构的诱导缝和变形缝。

19.2 自动扶梯与自动人行道

19.2.1 自动扶梯和自动人行道应采用公共交通型。

19.2.2 自动扶梯及自动人行道应具备变频调速的节电功能。

19.2.3 设置在室外的自动扶梯应选用室外型产品,上下平台应配有防滑措施;严寒地区应配有防止冰雪积聚措施。

19.2.4 自动扶梯和自动人行道应接受环境与设备监控系统的监控。

19.2.5 自动扶梯和自动人行道布置处应设置摄像监控装置。

19.2.6 事故疏散用自动扶梯,应按一级负荷供电。

19.2.7 自动扶梯和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并配备排水设施。自动扶梯应配置油水分离设备。

19.2.8 自动扶梯和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。

19.2.9 自动扶梯和自动人行道应设就地级和车站级控制装置。

19.2.10 自动扶梯和自动人行道的传动设备、结构及装饰件材料应符合现行国家标准《城市轨道交通技术规范》GB 50490的规定。

19.2.11 自动扶梯和自动人行道的电线、电缆应采用阻燃材料。

19.2.12 自动扶梯和自动人行道的额定速度不应小于0.5m/s,宜选用0.65m/s。

19.2.13 自动扶梯的倾斜角度不应大于30°;自动人行道的倾斜角不应大于12°。

19.2.14 自动人行道的梯级净宽度不宜小于 1m。

19.2.15 当自动扶梯额定运行速度为 0.5 m/s，且提升高度不大于 6m 时，上下两端水平梯级数量不得少于 2 块；当额定速度为 0.5 m/s，且提升高度大于 6m 时，上下两端水平梯级数量不得少于 3 块；当额定速度等于 0.65m/s 时，上下两端水平梯级数量不得少于 3 块；当额定速度大于 0.65m/s 时，上下两端水平梯级数量不得少于 4 块。

19.2.16 自动扶梯和自动人行道应设置预埋件和预留吊装条件。

19.2.17 自动扶梯和自动人行道安装的位置，宜避开结构诱导缝和变形缝。

20 自动售检票系统

20.1 一般规定

20.1.1 自动售检票系统的设计能力应满足远期超高峰客流的要求，车站终端设备的配置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设备位置及安装条件。

20.1.2 系统的设计应具有可用性、可靠性、安全性、可维护性和可扩展性。

20.1.3 车站控制室应设置紧急控制按钮，并与火灾自动报警系统联动；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放行状态。

20.1.4 系统应满足中低速磁浮交通各种运行模式的要求。

20.1.5 系统终端设备应具有良好的操作界面、清晰的信息提示、乘客能方便快捷地使用。

20.1.6 中央计算机系统发生故障或传输网络中断时，车站计算机系统及车站终端设备能独立运行，并具有数据导出功能。

20.1.7 系统设备应具备 24h 不间断工作的能力。

20.1.8 系统的电磁兼容性应符合现行国家标准《城市轨道交通自动售检票系统技术条件》GB/T 20907 的规定。

20.1.9 自动售检票系统应设置与相关系统的接口。

20.2 管理模式和票制

20.2.1 自动售检票系统宜采用线网票务中心、线路票务中心和车站三级管理模式。

20.2.2 票务清分系统宜归入当地城市轨道交通票务清分系统。

20.2.3 自动售检票系统应采用集中监控和统一的票务管理模式。

20.2.4 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。

20.3 系统构成

20.3.1 自动售检票系统应由票务清分系统、线路中央计算机系统、车站计算机系统和车站终端设备等组成。

20.3.2 票务清分系统宜设置于轨道交通清分中心，轨道交通清分中心的构建应遵循相关地方标准建设，并预留相关设计接口及构建必要的灾备体系。

20.3.3 线路中央计算机系统应由冗余配置的中央服务器、通信服务器、数据存储设备、通信加密机、各种功能的工作站、车票分拣编解码机、网络设备、不间断电源（UPS）和打印设备组成。

20.3.4 车站计算机系统宜设置于车站控制室。应由车站服务器、操作工作站、网络设备、紧急按钮、不间断电源（UPS）和打印设备等组成。

20.3.5 车站终端设备应由自动售票机、半自动售票机、自动检票机、自动充值机及便携式验票机组成。

20.3.6 线路中央计算机系统不间断电源的电池备用时间不宜小于 2h；车站计算机系统、车站终端设备不间断电源的电池备用时间不宜小于 0.5h。

20.4 系统功能

20.4.1 票务清分系统应具备下列功能：

1 票务清分系统应能完成中低速磁浮交通间、中低速磁浮交通与轨道交通线间以及中低速磁浮交通与当地城市交通卡清算系统间的票务清分工作；

2 票务清分系统的核心功能应包括：票卡发行、信息管理、安全管理、账务管理和提供有关统计信息；

3 票务清分系统的基本功能应包括票卡使用管理、票务数据管理、参数管理、模式管理、运营监督、报表统计、系统维护

和接入测试。

20.4.2 线路中央计算机系统应具备下列功能：

- 1 向车站计算机系统和车站终端设备下发指令信息；
- 2 接受车站计算机系统上传的车票原始交易、设备运行状态和设备维修信息；
- 3 具有数据分类处理、客流统计分析、报表打印和对重要数据自动备份和恢复功能；
- 4 具有车票跟踪、管理、分拣编码赋值和黑名单管理功能；
- 5 具有系统管理功能，包括用户管理、权限管理、通信监测、时钟管理和设备维护和网络管理功能。

20.4.3 车站计算机系统应具备下列功能：

- 1 接受线路中央计算机系统下发的系统运行参数、运行模式及黑名单等指令信息，并下传至车站终端设备；
- 2 采集车站终端设备的交易、运行状态及设备维修数据，并上传给线路中央计算机系统；
- 3 实时监控车站终端设备，直观显示设备的通信、运行状态及故障等信息，并可通过车站计算机或紧急按钮启动紧急运行模式；
- 4 完成车站级系统各类票务管理工作，自动处理当天的所有数据和文件，并提供各类统计分析报表。

20.4.4 车站终端设备应具有下列主要功能：

- 1 车站终端设备应具有下列通用功能：
 - 1) 接受车站计算机系统下发的系统运行参数、运行模式及黑名单等；
 - 2) 自动存储设备原始交易、运行状态及设备维修数据，并上传给车站计算机系统；
 - 3) 具有在各种运行模式下的工作能力，在与车站计算机通信中断时，具有单机工作和数据保存能力；
 - 4) 具有良好的人机界面、防范措施及错误提示功能，操作方法快捷、方便；

- 5) 各类终端设备应采用便于周转使用和维护的模块化、通用化部件;
- 6) 车站终端设备金属外壳均应可靠接地。
- 2 自动售票机安装在车站非付费区内,由乘客使用纸、硬币自助操作,机器能一次自动发售多张同一目的地的单程票,并具备纸、硬币找零功能。
- 3 半自动售票机由工作人员通过键盘或鼠标操作,自动发售车票,同时兼有补票和查验车票的功能。
- 4 自动检票机安装在车站付费区与非付费区的交界处,能自动检验车票的有效性,控制通道阻挡装置的动作,引导乘客进、出车站。可通过车站计算机和紧急按钮启动紧急运行模式。
- 5 自动充值机安装在车站非付费区内,由乘客使用纸币自助操作、对储值票进行充值,但不设找零功能。并能对各种车票进行查验。
- 6 便携式验票机能随身携带,用于对乘客所持车票的真伪及有效性进行核查,与车站计算机联接后能进行数据交换。并具有验票功能。

20.5 车站终端设备的配置

20.5.1 车站终端设备应根据车站客流组织和建筑布局相对集中布置。

20.5.2 车站终端设备配置应根据近期客流量及各种设备的票务处理能力计算。

20.5.3 车站终端设备应根据客流不可中断的原则进行冗余配置。

1 每个付费区应配置 1 台~2 台半自动售票机,作为出站补票用;

2 每个检票口进、出站检票机的配置均不宜少于 3 台;

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宽宜为 900mm;

4 每个非付费区至少应分别配置 2 台自动售票机及 1 台自动充值机。

20.5.4 对于不同时段进、出站客流变化较大的车站宜设置一定数量的双向检票机。

20.6 其 他

20.6.1 所有车票的交易信息应上传到票务清分系统进行交易清分，并通过清分系统实现与当地城市交通卡清算系统的交易清分。

20.6.2 应根据客流组织的要求，合理布置车站终端设备的位置，并提供预埋管槽。

20.6.3 各车站、控制中心及车辆段维修基地应合理配置设备用房和管理用房。

20.6.4 清分系统、灾备系统、线路中央计算机、车站计算机系统、车站终端设备的用电负荷应为一級负荷，维修测试系统的用电负荷宜为二级负荷。

20.6.5 系统接地应采用综合接地方式，接地电阻不应大于 1Ω 。

20.6.6 系统时间应与票务清分系统同步。

21 火灾自动报警系统 (FAS)

21.1 一般规定

21.1.1 中低速磁浮交通车站、区间隧道、控制中心、停车场、主变电所、车辆基地应设火灾自动报警系统 (FAS)。FAS 设计应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的规定。

21.1.2 FAS 应直接控制消防专用设备,并可通过 BAS、综合监控系统联动控制正常及火灾工况下均需运转的设备。

21.1.3 地下工程、出入口通道、风井的耐火等级应为一级;出入口地面建筑、地面车站、高架车站及高架区间的结构耐火等级不应低于二级。

21.1.4 控制中心建筑的耐火等级应为一级;当控制中心与其他建筑合建时,应设置独立的进出通道。

21.2 火灾自动报警系统的组成与功能

21.2.1 FAS 应由中央级监控管理层、车站级(车站、车辆基地、控制中心大楼、停车场)监控管理层、现场控制层以及相关通信网络组成。监控管理层宜与综合监控系统合并设置。FAS 现场控制层应独立配置。

21.2.2 FAS 的中央监控管理层应由中央管理计算机、维修计算机、通信网络、打印机、不间断电源和显示屏设备组成,并应具备下列功能:

- 1 与各站级 FAS 及操作员工作站、通信网络进行通信联络;
- 2 接收、显示、存储全线火灾灾情信息;
- 3 确认火灾灾情,发布消防、疏散、救灾控制命令,并通

过消防通信系统、消防广播系统向乘客发布疏散信息；

4 火灾事件历史资料存档管理；

5 接收、显示、储存、统计、查询、打印全线主要火灾报警设备、消防设备的状态信息。

21.2.3 有人值班的建筑宜设 FAS 车站级监控管理层。FAS 车站级监控管理层宜设置于各车站的车控室或车辆基地、控制中心大楼的消防控制室；FAS 车站级监控管理层应由火灾报警控制器、图形显示装置、打印机、不间断电源及消防联动控制器、手动控制盘构成，应具有下列功能：

1 与火灾自动报警系统中央监控管理层及本站现场控制层间进行通信联络；

2 接收、显示、存储、并向控制中心转发辖区火灾报警信息；

3 确认火灾灾情、发布对辖区与防火救灾有关的消防设备的控制命令、通过消防通信系统、消防广播系统对辖区发布救灾指令和安全疏散命令；

4 接收、显示、存储、转发辖区主要消防设备运行状态信息；

5 实施对辖区重要消防联动设备的手动控制；

6 存储、打印事件记录和操作人员的各项操作记录。

21.2.4 现场控制层应由输入输出模块、火灾探测器、手动报警按钮、消防电话及现场网络组成，并应具备下列功能：

1 监视管辖内火灾灾情，采集火灾信息；

2 消防泵的低频巡检信号、运行状态、设备故障、管压力信号；

3 监视消防电源的运行状态；

4 监视车站所有消防救灾设备的工作状态。

21.2.5 全线火灾报警与联动控制的信息传输宜利用通信传输网络；FAS 现场级网络应独立配置。

21.2.6 消防通信设施的设置应符合本规范第 26.5 节要求。

21.3 消防联动控制

21.3.1 车站控制室、消防控制室中的消防控制设备应具有下列功能：

- 1 能控制消防设备的启停，并显示其工作状态；
- 2 车站级 FAS 能控制消防给水干管电动阀门的开关并显示其工作状态；
- 3 车站 FAS 能显示气体自动灭火系统保护区的报警、确认报警、故障、放气、风机和风阀、手动/自动所处位置等状态。

21.3.2 对防烟、排烟系统的控制应符合下列规定：

- 1 应由 FAS 确认火灾，发布预定防烟、排烟模式指令；
- 2 应由 FAS 直接控制，也可由 BAS 或综合监控系统接收指令执行联动控制；
- 3 BAS 或综合监控系统接受火灾控制指令后，应优先进行模式转换，并反馈指令执行信号；
- 4 运行模式状态应在火灾报警显示器装置上显示。

21.3.3 火灾时车站 FAS（或 BAS）应能根据火灾涉及区域，按供电配电范围，在配电室或变电所切断相关区域非消防电源，接通应急照明灯和疏散标志灯电源，监视工作状态。

21.3.4 车站 FAS 应联动自动检票机、门禁系统门锁处于开启状态。

21.3.5 车站 FAS 对消火栓泵除设自动控制外，还应在车站控制室设手动控制；对防烟、排烟设备除设置通过 BAS 的自动控制外，还应设手动和自动模式控制装置。

21.3.6 火灾时车站 FAS 应能联动广播系统强制转入火灾应急广播状态。

21.3.7 火灾时车站 FAS 应能自动控制防火卷帘的降落，并显示其工作状态。

21.3.8 火灾时车站 FAS（或 BAS）应能按疏散要求控制电梯运行，显示其工作状态，并应符合下列规定：

1 消防联动控制器应具有发出联动控制信号强制所有电梯停于首层或电梯转换层的功能；

2 电梯运行状态信息和停于首层或转换层的反馈信号，应传送给消防控制室显示，轿厢内应设置能直接与消防控制室通话的专用电话。

21.3.9 对消火栓系统的控制应符合下列规定：

1 应能控制消火栓泵的启停；

2 设消火栓泵的建筑应在消火栓处设消火栓按钮；

3 消防控制室应能显示消防泵的工作和故障状态和手动/自动开关位置、消火栓按钮工作位置。

21.4 火灾探测器的设置

21.4.1 报警区域应根据防火分区和设备配置划分。

21.4.2 车站站厅、站台等大空间部位应按防烟分区划分火灾探测区域。

21.4.3 火灾探测器设置应符合下列规定：

1 火灾探测器设置应与保护对象等级相适应；

2 地下站的站厅、站台、各种设备机房、库房、值班室、办公室、走廊、配电室、电缆隧道或夹层、长度超过 60m 的出入口通道应设火灾探测器；

3 控制中心和车辆基地的车辆停放和维修车库、重要设备用房、存放和使用可燃气体用房、可燃物品仓库、变配电室及火灾危险性较大的场所应设火灾探测器；

4 设气体自动灭火的房间应设两种火灾探测器；

5 地面车站及高架车站封闭式的站厅、各类设备用房、管理用房、配电室、电缆隧道或夹层，应设置火灾探测器。

21.4.4 地下区间隧道、长度超过 30m 的出入口通道应设手动报警按钮。区间手动报警按钮的设置位置宜与区间消火栓的位置结合设置。

21.4.5 设置火灾探测器的场所应设置手动报警按钮。

21.4.6 乘客活动的公共区不宜设置警报音响，办公区走廊应设置警铃。

21.5 消防控制室

21.5.1 火灾自动报警系统中央级控制管理系统应设置在控制中心调度大厅内。

21.5.2 车站消防控制室应与车站综合控制室结合设置。消防控制室应设置火灾报警控制器、消防联动控制器、消防图形显示装置。

21.5.3 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。

21.5.4 消防控制室应能监控保护区域内的火灾报警及联动控制系统、消火栓系统、自动灭火系统、防烟排烟系统、防火门与卷帘系统、消防电源、消防应急照明与疏散指示系统、消防通信等各类消防系统和系统中的各类消防设施，并应显示各类消防设施的动态信息和消防管理信息。

21.5.5 消防控制室应能控制火灾声或光警报器的工作状态。

21.6 供电与布线

21.6.1 FAS应设有主电源和直流备用电源；主电源的负荷等级应为一级。

21.6.2 FAS直流备用电源宜采用专用蓄电池或集中设置的蓄电池组供电，其容量应保证火灾自动报警系统在主电源断电后连续供电3h。采用集中设置蓄电池时，消防报警控制器供电回路应单独设置。

21.6.3 FAS主电源的保护不应采用漏电保护开关。

21.6.4 FAS的信息传输线路、供电线路、控制线路应符合下列规定：

1 FAS的信息传输线路、供电线路、控制线路在地下敷设时应采用无卤、低烟的绝缘层及护套，线路在地上敷设时宜采用

低卤、低烟的绝缘层及护套；

2 FAS 的供电线路、消防联动控制线路应采用耐火铜芯电线电缆，报警总线、消防应急广播和消防专用电话等传输线路应采用阻燃或阻燃耐火电线电缆；

3 不同电压等级的线缆不应穿入同一根保护管内，当合用同一线槽时，线槽应有隔板分隔；

4 FAS 线路暗敷时，应穿管并应敷设在非燃烧体结构内且保护层厚度不应小于 30mm；明敷时（包括敷设在吊顶内），应穿金属管或封闭式金属线槽，并应采取防火保护措施；

5 FAS 线路当采用阻燃或耐火电缆时，敷设在电缆井、电缆沟内可不采取防火保护措施。

21.6.5 FAS 线路采用的电缆竖井，宜与电力、照明用的低压配电线路电缆竖井分别设置。如受条件限制需合用时，两种电缆应分别布置在竖井的两侧。

22 环境与设备监控系统（BAS）

22.1 一般规定

22.1.1 中低速磁浮交通应设置环境与设备监控系统（BAS）。

22.1.2 被监控专业和环境与设备监控系统的设计应统一设计标准，并应协调各系统设计接口关系。

22.2 系统设计原则

22.2.1 环境与设备监控系统应采用分层、分布式计算机控制系统，并应由中央管理级设备、车站监控级设备、现场控制级设备及相关通信网络设备组成。

22.2.2 火灾自动报警系统、环境与设备监控系统独立设置时，系统之间应设置高可靠性通信接口。火灾工况应由 FAS 发布火灾模式指令，环境与设备监控系统优先执行相应的火灾控制程序。

22.2.3 防烟、排烟系统与正常通风系统合用的设备，在火灾情况下应由环境与设备监控系统统一监控。

22.2.4 环境与设备监控系统的监控对象应包括下列系统：

- 1 通风、空调与采暖系统；
- 2 给水排水系统；
- 3 照明系统；
- 4 应急电源（EPS）及不间断电源（UPS）系统；
- 5 乘客导向标识系统；
- 6 自动扶梯、电梯；
- 7 站台屏蔽门、人防门；
- 8 温、湿度等环境参数的监测。

22.2.5 对被监控设备操作的优先级应遵循人工高于自动的

原则。

22.3 系统的基本功能

22.3.1 环境与设备监控系统应具有下列基本功能：

- 1 对机电设备的监控；**
- 2 执行防灾和阻塞模式；**
- 3 车站环境监测；**
- 4 系统用能计量；**
- 5 设备节能运行管理与控制；**
- 6 车站环境和设备的管理；**
- 7 系统维护。**

22.3.2 对机电设备的监控应具有下列功能：

- 1 具有中央和车站二级监控的功能；**
- 2 环境与设备监控系统控制命令能分别从中央工作站、车站工作站和车站综合后备盘（IBP）人工发布或由程序自动判定执行，并具有越级控制功能；**
- 3 具备注册和权限设定功能。**

22.3.3 执行防灾和阻塞模式应具有下列功能：

- 1 接收车站自动或手动火灾模式指令，执行车站防烟、排烟模式；**
- 2 接收列车区间停车位置信号，根据列车火灾部位信息，执行隧道防排烟模式；**
- 3 能接收列车区间阻塞信息，执行阻塞通风模式；**
- 4 监控车站逃生指示系统和应急照明系统；**
- 5 监视各排水泵房危险水位。**

22.3.4 环境和设备监控系统应具有下列管理功能：

- 1 能对车站环境等参数进行统计；**
- 2 能对能耗数据进行统计和分析；**
- 3 能对设备的运行状况进行统计，优化设备的运行，实施维护管理趋势预告。**

22.3.5 系统维修应具有下列功能：

1 能监视全线环境与设备监控系统的设备运行情况，对系统设备进行集中监控和管理；

2 必要时，能作为全线的后备操作和全局报警确认消音；

3 对全线环境与设备监控系统软件进行维护、组态、运行参数的定义、系统数据库的形成及用户、操作画面的修改、增加等，同时具有操作记录；

4 通过对硬件设备故障进行判断，及时通知维修人员处理，保证系统工程师在维修车间能对系统进行实时监控及维护。

22.3.6 环境与设备监控系统监控内容应满足运营实际的要求，监控内容配置应符合现行国家标准《智能建筑设计标准》GB 50314 的规定。

22.4 硬件设备配置

22.4.1 环境与设备监控系统的设备应选择工业级产品；对事故通风与排烟系统的监控应采取冗余措施。

22.4.2 中央级硬件的配置应符合下列规定：

1 应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，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 应至少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，后备时间不应少于 1h；

6 可配置模拟屏或大屏幕投影系统，其设计应与周围系统协调；

7 应与通信时钟系统同步；

8 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。

22.4.3 车站级硬件的配置应符合下列规定：

1 宜配置工控计算机作为车站级操作工作站，也可由综合

监控系统统一进行配置。

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，也可综合监控系统统一进行配置。

4 应配置车站控制室综合后备控制盘（IBP 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，其操作权限高于车站和中央工作站，盘面应以火灾工况操作为主，操作程序应简便。当环境与设备监控系统被综合监控系统集成时，IBP 盘可由综合监控系统进行配置。

5 操作工作站不应兼有网关功能。

22.4.4 现场级硬件的配置应符合下列规定：

1 宜采用可编程序逻辑控制器（PLC）作为环境与设备监控系统的现场控制设备；

2 控制器宜采用可扩展、易维修的模块化结构，并具有远程编程功能；

3 输入输出（I/O）模块宜具有带电插拔功能；

4 传感器、变送器、执行器应选用标准电信号输出或支持开放总线协议的产品；

5 系统应具有抑制变频器谐波及防噪声干扰的措施。

22.5 软件基本要求

22.5.1 软件系统应与硬件系统配置相适应，应在成熟、可靠、开放的监控系统软件平台的基础上，按中低速磁浮交通 BAS 功能需求开发应用软件。

22.5.2 软件系统应采用模块化结构，并应具有良好的开放性和可扩展性。

22.5.3 应用软件应按中央级、车站级、现场控制级三层次编制。

22.5.4 软件体系应具备完整的系统维护和诊断功能，以及良好的人机界面。

22.6 系统网络结构及功能

22.6.1 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系统提供，或独立组建工业以太网；

2 应满足中央级和车站级监控的功能要求；

3 应满足集中管理、分散控制的要求；

4 系统应具有良好的可靠性、开放性和可扩展性。

22.6.2 环境与设备监控系统网络应由通信传输网、中央级和车站级监控网（局域网）及现场级控制网络组成。

22.6.3 中央级网络应具有下列功能：

1 中央级监控网应通过通信传输网与车站级监控网相连。任一车站工作站和中央工作站的退出，均不应造成网络通信中断；

2 环境与设备监控系统的数据传输网的通信速率不宜小于100Mbps。

22.6.4 车站级网络应采用标准通信协议。

22.6.5 环境与设备监控系统的现场级控制网络应具有下列功能：

1 可实现系统的分散控制；

2 可连接智能化仪表；

3 可连接远程 I/O 和控制器。

22.7 布线及接地

22.7.1 地下车站及区间所采用的电缆应符合本规范第 16.4.1 条要求。

22.7.2 环境与设备监控系统的管线布置应便于维护、检修，具备防止外部机械损伤能力。

22.7.3 环境与设备监控系统的信号线与电源线不应共用一条电

缆，并不应敷设在同一根金属管内。

22.7.4 所有环境与设备监控系统现场箱、柜宜采取下进线方式，当采用上进线方式时，必须严格做好封堵措施。

22.7.5 采用屏蔽布线系统时，应保持系统中屏蔽层的连续性。

22.7.6 环境与设备监控系统的电缆屏蔽层宜采用同一点接地。

22.7.7 所有环境与设备监控系统现场机柜均应接地。

22.7.8 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的要求采用一点接地或浮空地。

22.7.9 综合接地电阻不应大于 1Ω 。

23 综合监控系统

23.1 一般规定

23.1.1 中低速磁浮交通宜设置综合监控系统（ISCS）。

23.1.2 综合监控系统应为实时监控与事务数据管理相结合的系统。

23.1.3 综合监控系统应采用集成和互联方式构建，集成和互联的范围应符合下列规定：

1 应将电力监控系统、环境与设备监控系统集成到综合监控系统中；

2 宜将火灾自动报警系统集成到综合监控系统中；

3 宜将信号系统、闭路电视系统、广播系统、乘客信息系统、自动售检票系统、门禁系统、站台门系统、时钟系统互联到综合监控系统；

4 信号系统的列车自动监控系统宜根据技术发展和运营管理的需要集成到综合监控系统中。

23.1.4 综合监控系统应具有为线网运营指挥中心提供信息、实现线网运营管理协调功能。

23.2 系统设置要求

23.2.1 综合监控系统应设置中央级综合监控系统、车站级综合监控系统。

23.2.2 综合监控系统应通过骨干网将中央级监控网、车站级监控网连接构成整个系统的网络。

23.2.3 骨干网宜利用通信系统传输网络，也可独立成网。独立成网时宜采用冗余环形工业以太网。

23.2.4 综合监控系统监控的现场设备宜采用以太网或现场总线

接入综合监控系统的车站网络设备或通信处理机。

23.2.5 中央级综合监控网络、车站级综合监控系统网络应采用冗余的工业以太网。

23.2.6 综合监控系统应设置网络管理系统，宜设置设备维护管理系统。

23.2.7 综合监控系统应设置培训管理系统和软件测试平台，且宜合用。

23.2.8 控制中心建筑、车辆基地、停车场可设综合监控系统，并宜按车站级标准配置。

23.2.9 接口设计应符合现行国家标准《城市轨道交通综合监控系统工程设计规范》GB 50636 对综合监控系统接口的要求。

23.3 系统基本功能

23.3.1 综合监控系统应具备对被集成系统的监控和管理，以及对互联系统的信息采集和联动控制功能。

23.3.2 综合监控系统应实现所集成系统的中央级和车站级的全部运营管理、设备监控功能。

23.3.3 综合监控系统应具备下列功能：

- 1 控制功能；
- 2 监视功能；
- 3 报警管理；
- 4 趋势记录；
- 5 报表生成；
- 6 权限管理；
- 7 系统组态；
- 8 档案管理；
- 9 应具有网络功能；
- 10 系统维护和诊断；
- 11 应具有培训管理系统功能；

12 应具有系统备份和恢复功能。

23.3.4 综合监控系统应具有下列联动功能：

- 1 正常工况，开站/关站和列车进站自动广播等联动功能；
- 2 火灾工况，区间火灾防排烟模式控制、车站火灾防排烟模式控制、消防应急广播、车站火灾场景的视频监控和乘客信息系统的火灾、疏散信息发布等联动功能；
- 3 阻塞工况，启动相关车站及区间隧道通风设备联动功能；
- 4 紧急工况，启动相关系统及被控设备的联动功能。

23.3.5 综合后备盘（IBP）宜具有下列功能：

- 1 站台紧急停车功能；
- 2 站台扣车与放行功能；
- 3 通风排烟系统的紧急模式控制功能；
- 4 自动检票机释放控制功能；
- 5 门禁释放控制功能；
- 6 电扶梯停止控制功能；
- 7 站台门开门控制功能；
- 8 其他需要控制的功能。

23.4 硬件要求

23.4.1 中央综合监控系统应由网络设备、实时服务器、历史服务器、数据存储设备、调度工作站、综合显示屏、打印机、不间断电源、通信处理机等组成。网络设备、实时服务器、历史服务器、通信处理机应采用冗余配置。

23.4.2 车站级综合监控系统应由网络设备、服务器、工作站、通信处理机、不间断电源、综合后备盘和打印机等组成。网络设备、服务器、通信处理机应采用冗余配置。

23.4.3 环境与设备监控子系统现场级设备应符合本规范第 22 章规定；电力监控子系统的现场级设备配置应符合本规范第 16 章规定；火灾自动报警子系统的现场级设备配置应符合本规范第 21 章规定。

23.5 软件基本要求

23.5.1 综合监控系统软件应符合下列规定：

- 1 应采用分层分布式软件架构；
- 2 应采用模块化结构；
- 3 应为开放系统，应采用标准的编程语言和编译器，支持多种硬件构成，具有对不同制造商产品的集成能力（包括接口协议、数据、工作模式等）。

23.5.2 综合监控系统软件应便于扩展，并应具有接入上层信息管理系统功能。

23.6 系统性能指标

23.6.1 系统监控应符合下列规定：

- 1 实时数据上行响应时间不应大于 2s；
- 2 实时数据下行控制时间不应大于 2s。

23.6.2 冗余设备切换时间应符合下列规定：

- 1 冗余服务器切换时间不应大于 2s；
- 2 网络切换时间不应大于 0.5s；
- 3 通信处理机切换时间不应大于 1s。

23.6.3 系统的平均失效时间间隔（MTBF）不应小于 10000h。

23.6.4 系统的平均恢复前时间（MTTR）不应大于 1h。

23.6.5 系统可用性指标应大于 99.98%。

23.7 电源、防雷及接地

23.7.1 综合监控系统设备应采用一级负荷供电。

23.7.2 应急电源应采用在线式不间断电源供电方式，电池组容量应保证连续供电不少于 1h。

23.7.3 综合监控系统设备应对雷电感应进行过电压防护设计。电子设备与室外线路连接的端子应设置雷电防护。

23.7.4 综合监控系统设备接地应设置工作地线、保护地线、屏

蔽地线和防雷地线。

23.7.5 综合接地系统接地电阻不应大于 1Ω ，单独接地电阻不应大于 4Ω 。

23.8 设备用房及布置

23.8.1 设备用房应与车站控制室相邻设置，并宜靠近其他弱电设备房。

23.8.2 设备用房面积应满足远期设备容量的要求，并应便于设备的更新改造。

23.8.3 设备用房室内净高不应小于 2.8m 。

23.8.4 设备用房环境应达到防尘、防潮、隔声，并应采取防静电措施。温湿度应符合现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的 B 级规定。

23.8.5 综合监控系统设备布置应符合下列规定：

- 1 两相对机柜正面之间距离不应小于 1.5m 。
- 2 机柜前面、后面和侧面与墙距离不应小于 0.8m 。

23.9 管线敷设

23.9.1 综合监控系统所采用的电缆应符合本规范第 16.4.1 条的规定。

23.9.2 管线敷设应采取抗电磁干扰措施。

23.9.3 信号线与电源线不应共用一条电缆，也不应敷设在同一根金属管内。

23.9.4 采用屏蔽线缆时，应保持屏蔽层的连续性，屏蔽层宜一点接地。

23.9.5 中央控制室、车站设备房的管线应集中敷设。

24 运营控制中心

24.1 一般规定

24.1.1 中低速磁浮交通系统应设置运营控制中心（OCC）。

24.1.2 控制中心的位置宜选择在中低速磁浮线路、车站附近和接近监控对象的中心场所。当与其他线路合建时，宜选择能兼顾多条线路的场所。

24.1.3 控制中心应具有行车调度、电力调度、环境与设备调度、防灾调度、客运管理、乘客信息管理、设备维修及信息管理等运营调度和指挥功能。并应对中低速磁浮交通运行的全过程进行集中监控和管理功能。

24.1.4 控制中心应兼作防灾和应急指挥中心，并应具有防灾和应急指挥的功能。

24.1.5 控制中心的总体布置应安全、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、控制线路的数量及长度、系统配置要求、设备类型和数量，经济合理地确定控制中心的规模、水平、运作管理模式及装修标准，并适当预留发展余地。

24.1.6 多线路控制中心应防范同时失效的风险隐患，当风险防范、控制和隔离困难时，宜采取异地灾难备份措施，灾备中心系统设备和用房及相关措施可按满足行车指挥的最小需求配置。

24.2 功能分区与总体布置

24.2.1 控制中心按功能宜划分为运营监控区、运营管理区、设备区、维修区及辅助设备区。各功能区的划分应结合实际的运行模式和管理模式设置。运营监控区和运营管理区应相邻设置；设备区应集中设置，在楼层布置上应靠近运营操作区，且不应与运

营管理区混合布置；维修区在楼层布置上宜靠近设备区。

24.2.2 运营监控（操作）区应设中央控制室和紧急事件指挥室等。运营操作区应作为独立的安全分隔区；进入中央控制室前应设缓冲区，并宜配置安防设施；在运营操作区内宜配置交接班室、打印室及必要的值班和管理用房等，以及生活和卫生设施。

24.2.3 中央控制室各系统设备布置及设计应符合下列规定：

1 中央控制室内设备和调度台的布置应整齐、紧凑和美观，同时应便于调度人员行动和疏散；

2 中央控制室内总体布置应以行车指挥为核心进行模拟屏和各调度台的布置，应便于行车调度、电力调度、环境与设备调度（兼防灾调度）、维修调度和总调度之间的信息沟通；

3 模拟屏和调度台宜呈弧形布置，模拟屏显示专业信息的位置应与各专业系统调度台的设置位置相对应；

4 各系统模拟屏宜统一配置，模拟屏的屏前和屏后应留有足够的视觉空间及维修空间；

5 调度台距模拟屏的通道宽度宜大于 2.0m，调度台前后之间的距离宜大于 1.6m；

6 当调度台按扇形方式分层展开布置设备时，以在扇形的中间位置观察模拟屏为基准，竖向视线仰角宜小于 15° ，水平展开角度宜小于 120° ；

7 当中央控制室的规模按多条线路设计时，宜按调度岗位划分功能区，也可按线路划分功能区；

8 调度台的设计应满足人机工程学和调度台面、台下设备布置及散热的要求；

9 中央控制室应具有紧急事件指挥中心的功能；

10 中央控制室内应设置与运营有关的监控系统和操作终端设备。

24.2.4 设备区各系统设备的布置及设计应符合下列规定：

1 设备房的布置，可按系统划分或按线路划分，采用封闭式布置或通透开放式布置（用玻璃幕墙相隔）。

2 大功率的强电设备不得与弱电设备混合安装和布置。各电气系统设备用房不得有水管穿过。风管穿过时应安装防火阀。

24.2.5 运营管理区可根据生产和生活的需要设置办公、管理和生活设施。

24.2.6 维修区宜设置系统测试、维修测试、备品备件室及工器具室。系统测试和维修测试室应符合更换性维修或小修以下修程的维修要求，各系统可以分设或共用维修用房及工器具用房。

24.2.7 辅助设备区各系统设备用房的布置及设计应符合下列规定：

1 辅助设备区宜设置供电和低压配电系统、通风和空调系统、火灾报警、灭火系统以及给水排水所需的辅助设备用房；

2 供电和低压配电系统、空调系统、给水等设施和设备用房应远离中央控制室，宜设置在地下室室内。

24.3 建筑与装修

24.3.1 控制中心应具有高度的安全性和可靠性，宜设置为独立建筑；当与其他建筑合建时，应设独立的进出口通道（包括电梯和消防安全通道），并应满足紧急情况下的疏散要求。

24.3.2 中央控制室和设备区不宜设在建筑的顶层或地下。

24.3.3 中央控制室应符合下列规定：

1 中央控制室应满足工艺设计要求；

2 中央控制室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，不宜小于 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，并应满足相关专业的要求；

4 室内应设固定式双层窗户，进行密封、隔声和隔热；如有防火、防爆等特殊要求，应按特殊要求进行设计；对遭受阳光直射的设备应采取遮光措施；

5 室内地面应装设防静电活动地板，并应考虑各调度台的

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。

24.3.4 设备区系统设备房净空不宜小于 3.0m；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。

24.4 结 构

24.4.1 控制中心结构设计应符合下列规定：

- 1 主体结构的使用年限应为 100 年；
- 2 结构设计应分别按施工阶段和使用阶段进行强度、变形等计算，并应满足环保、防火、防水、防锈蚀、防雷的要求；
- 3 控制中心荷载取值应根据用房性质不同而分别确定，并应符合表 24.4.1 的规定；
- 4 施工荷载标准值应取 2kPa，并应符合运输、安装时最不利布置工况的要求。

表 24.4.1 控制中心荷载取值

类别	活荷载标准值
调度大厅	6.0kN/m ²
系统设备机房、电源室	8.0kN/m ² ~10.0kN/m ²
电源电池室	16.0kN/m ²
其他系统用房	4.0kN/m ²
工区、备品备用房	2.0kN/m ²
办公室、会议	2.0kN/m ²
其他设备用房楼面	根据设备实际重及工作状态决定

24.5 布 线

24.5.1 控制中心宜采用综合布线和综合管线敷设方式。

24.5.2 竖向布线宜采用电缆井敷线方式，并应符合强电、弱电

和消防等专业要求。

24.5.3 水平布线宜采用电缆夹层敷设方式，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。动力电缆和弱电电缆应分开敷设。

24.5.4 中央控制室内的电线、电缆和管线宜隐蔽敷设。

24.6 供电、防雷与接地

24.6.1 控制中心宜单独设置降压变电所，降压所内应设两台动力变压器，分别引入两路相对独立的电源供电，应符合控制中心一级、二级、三级负荷的要求，当一台变压器退出运行时，另一台变压器应符合全部一级、二级负荷的要求。

24.6.2 控制中心防雷接地应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的相关规定，其防护类别不应低于第二类防雷建筑物。

24.6.3 控制中心应设统一的强、弱电系统综合接地极，总接地电阻不应大于 1Ω ，并应符合各弱电系统总的散流要求。

24.7 通风、空调与采暖

24.7.1 中央控制室内的环境温度宜控制为 $16^{\circ}\text{C} \sim 27^{\circ}\text{C}$ ，中央控制室和各系统设备房每小时内的温度变化不宜超过 3°C ，各系统设备房应按现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的有关规定设置，并宜按不低于 B 级要求设计。

24.7.2 中央控制室及设备房应维持正压。

24.7.3 中央控制室、运营管理区、设备区的空调系统应分开设置。

24.7.4 通风与空调系统宜由环境与设备监控系统进行监控。

24.8 照明与应急照明

24.8.1 控制中心应设置一般照明与应急照明。所采用的照明灯具应符合现行国家标准《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的有

关规定；灯具的布置宜与建筑装修和设备布置相协调。

24.8.2 中央控制室的照明设计应符合下列规定：

1 中央控制室照明应柔和均匀，不能有眩光；灯具布置要美观、合理，应符合模拟屏和操作台面最大照度的要求。灯具应嵌入吊顶内，组成光带；在操作台面上没有阴影，室内照明均匀度不宜小于 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 lx~200 lx；

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 100 lx~150 lx，并宜设置局部照明。

24.8.3 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符合现行国家标准《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的有关规定。

24.8.4 控制中心应急照明的照度不应小于正常照明照度的 10%，中央控制室的应急工作照明照度不应小于正常照明的 50%；应急照明的持续供电时间不应小于 1h。

24.9 消防与安全

24.9.1 控制中心应设置火灾自动报警、环境与设备监控、火灾事故广播、自动灭火、水消防、防排烟等系统。多线路中央控制室应设自动灭火系统。

24.9.2 控制中心应设置消防控制室。

24.9.3 控制中心宜设置闭路电视监视系统和安保门禁系统等保安系统，并宜对各分区出入口、房间和主要通道进行监视和自动录像。

24.9.4 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。

25 车 辆 基 地

25.1 一 般 规 定

25.1.1 车辆基地应包括车辆段（停车场）、综合维修中心、物资总库、培训中心和其他生产、生活、办公配套设施。

25.1.2 车辆基地的设计，应结合初期、近期和远期统一规划，分期实施。车辆应按初期配置；站场股道、房屋建筑和机电设备等应按近期设计；用地范围应按远期确定。

25.1.3 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、城市轨道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确定。

25.1.4 车辆基地选址应符合下列规定：

- 1 用地应符合城市总体规划，与周边环境、景观相协调；
- 2 应具有良好的与车站接轨条件，减少空车走行的距离；
- 3 宜避开工程地质和水文地质不良的地段；
- 4 应具有良好的排水条件；
- 5 应具有良好的市政接驳条件，便于城市电力、自来水、燃气、有线电视等管线引入，便于雨污水管线接驳，便于市政道路连接；
- 6 应具有足够的有效用地面积及远期发展余地。

25.1.5 车辆基地总平面布置、房屋设计和材料、设备的选用等应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

25.1.6 车辆基地内应设有运输、消防道路，并应有不少于两个与外界道路相连通的出入口。运输道路设计应符合磁浮车辆新车入段或厂修回送的运输要求。

25.2 车辆基地的功能、规模及总平面设计

25.2.1 车辆基地应按下列作业范围设计：

1 列车停放、编组和日常检查、故障处理、清扫洗刷及定期消毒的日常维护保养；

2 车辆的定修、架（厂）修的定期修理；

3 车辆的临时性故障检修；

4 基地内设备、机具的维修和特种车辆的整备及维修；

5 司机乘务管理和作业。

25.2.2 停车场应按本规范第 25.2.1 条中第 1 款、第 3 款、第 5 款的规定作业范围设计。

25.2.3 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。

25.2.4 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。

25.2.5 车辆基地总平面设计应符合下列规定：

1 应根据车辆运用和检修的作业要求，综合材料及备品的存放、维修设施及设备的布置、道路管线布置及绿化、消防、环保要求，合理布局。

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车库的侧跨内或邻近地点，使用功能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，应设置在负荷中心附近。

4 空气压缩机间、蓄电池间、锅炉房宜单独设置。

25.2.6 车辆基地出入线的设计应符合下列规定：

1 车辆基地出入线的最小平面曲线半径不宜小于 100m，困难情况不宜小于 75m。最短圆曲线长度不得小于 1 节车体长度。

2 出入线路的最大坡度不应大于 70‰。

3 当两相邻坡段的坡度代数差大于或等于 2‰时，应采用竖曲线连接，竖曲线半径不应小于 1500m。竖曲线应避免与平曲

线重叠，道岔范围内不应设置竖曲线。

4 出入线应在车站接轨。

25.2.7 车辆段内应设试车线，试车线的设计应符合下列规定：

1 试车线宜设置在平直道上，困难条件下平面曲线可根据线路长度、理论试车速度、地形条件等因素选择适当的曲线；

2 试车线的圆曲线最小长度不宜小于 18m，困难条件下不得小于一节车体长度；

3 两相邻曲线间的夹直线长度（不含超高顺坡）不宜小于 18m，困难情况下不得小于一节车体长度。

25.2.8 车辆基地内线路的设计应符合下列规定：

1 车辆基地内线路的最小曲线半径不宜小于 75m，困难条件下不得小于 50m。库内线应设在平坡上，困难条件下库外线可设在不大于 1.5‰的坡度上；

2 车场线上的夹直线长度在困难条件下顺向曲线不得小于 3.6m，反向曲线不得小于车体长度；

3 道岔应设在直线地段，道岔前端垛梁端部至曲线端部的距离不得小于一节车体长度，道岔后端垛梁端部至顺向曲线端部的距离不得小于 3.6m（单转向架长度及模数要求，不含超高顺坡段的长度）；道岔后端垛梁端部至反向曲线端部的距离不得小于一节车体长度；

4 两相邻道岔垛梁之间的距离不得小于一节车体长度；

5 道岔范围内不得设置竖曲线，竖曲线离开道岔垛梁端部的距离不应小于 6m；

6 检修库线路宜采用尽端式布置；

7 运用、检修库线路应按平坡、直线设计，库前直线段不应小于 1 节车体长度；

8 库内线间距宜为 9.0m～10.5m，库内外侧股道距离侧墙轴线宜为 6.0m～7.5m。

25.3 车辆运用整备设施

25.3.1 车辆运用设施应配置停车日检库（棚）、月检库、列车清洁及洗刷设备等设施，根据生产需要配备办公、生活房屋。停车日检库的规模和形式应符合下列规定：

1 停车日检库（棚）的规模应按近期确定，并预留远期发展的需要。当近期和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 停车日检库（棚）应根据当地气象条件和运营要求设计。炎热多雨地区宜设棚，寒冷地区或风沙地区宜设库，当露天停车对运营作业无影响时可按露天设计。

3 停车日检库（棚）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。

25.3.2 车库内接触轨应分段设置，并应加装安全防护措施以及送电时的声光报警装置和带电状态显示装置，库内轨道横向有人员和设备、车辆通行要求的区段不应设接触轨。

25.3.3 停车库、日检库、月检库的设置应符合下列规定：

1 车库的长度不宜小于下列公式计算值，库内轨道长度设计宜基于 12m 的模数：

1) 停车库（棚）计算长度：

$$L_{tk} = N_t \times (L_c + 2) + (N_t - 1) \times 6 + 18 \quad (25.3.3-1)$$

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；

6——停车列位间通道宽度；

18——附加长度（前端列车至端墙距离 6m，后端列车至车挡距离 6m（含车挡及结构），车挡至端墙距离 6m）。

2) 日检库、月检库计算长度:

$$L_{ry} = N_{yl} \times (L_c + 2) + (N_{yl} - 1) \times 6 + 18 \quad (25.3.3-2)$$

式中: L_{ry} ——日检、月检库计算长度 (m);

N_{yl} ——日检、月检列位数;

L_c ——列车长度 (m);

2 ——停车误差;

6 ——停车列位间通道宽度;

18 ——附加长度 (前端列车距端墙 6m, 后端列车至车挡距离 6m (含车挡和结构), 车挡距端墙 6m)。

2 车库大门净高应符合车辆的设备限界要求。

3 库内各线路轨道支撑结构形式宜设计为柱式, 轨面及内外侧地坪标高应结合作业需求确定。

4 库内线路柱式轨道支撑结构应设有固定照明、辅助插座等设施。

25.3.4 车辆基地内应设洗车设施, 并根据作业需求设人工清洗平台或机械洗车设施。机械洗车设施应包括洗车机、洗车线和辅助生产房屋, 其设计应符合下列规定:

1 洗车机功能宜符合车辆两侧和端部 (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, 当地形受限制时, 可按尽端式布置。

3 洗车设施应按洗车设备的洗车工艺要求进行设计。

4 洗车线有效长度宜基于 12m 模数, 并应按下列公式计算:

1) 尽端式、洗车机械固定的洗车线有效长度:

$$L_{xj} = L_a + 2L_c + 10 \quad (25.3.4-1)$$

式中: L_{xj} ——洗车线有效长度 (m);

L_a ——洗车机所需的安全长度 (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、洗车机械固定的洗车线有效长度:

$$L_{\text{yg}} = L_{\text{a}} + 2L_{\text{c}} + 12 \quad (25.3.4-2)$$

式中: L_{yg} ——洗车线有效长度 (m);

L_{a} ——洗车机所需的安全长度 (m);

$2L_{\text{c}}$ ——洗车机前后两列车总长度 (m);

12 ——信号设备设置附加长度 (m)。

3) 尽头式、洗车机械移动洗车线、人工洗车线有效长度:

$$L_{\text{xy}} = L_{\text{c}} + 12 \quad (25.3.4-3)$$

式中: L_{xy} ——洗车线有效长度 (m);

L_{c} ——列车长度 (m);

12 ——洗车线两端安全距离+辅助作业长度。

5 洗车线应根据洗车设备的要求配备辅助生产房屋。

25.3.5 车辆基地应设牵出线, 牵出线的有效长度不应小于下列公式的计算值:

$$L_{\text{q}} = L_{\text{a}} + L_{\text{c}} + 10 \quad (25.3.5)$$

式中: L_{q} ——牵出线有效长度 (m);

L_{a} ——列车停车点至道岔的安全长度 (m);

L_{c} ——牵出列车总长度 (m);

10 ——牵出线终端安全距离 (m)。

25.4 车辆检修设施

25.4.1 车辆基地应根据检修工艺要求设置检修库和辅助生产房屋, 检修库的规模应根据检修作业量和检修时间确定。

25.4.2 检修库的设计宜符合下列规定:

1 检修库长度宜按下列公式计算, 并可结合厂房组合情况、工艺方案和建筑、结构设计、检修工艺要求作适当调整:

$$L_{\text{jk}} = L_{\text{c}} + (N_{\text{b}} - 2) \times 1 + (N_{\text{d}} - 1) \times 6 + 18 \quad (25.4.2)$$

式中: L_{jk} ——检修库计算长度 (m);

L_c ——每列车长度 (m);

N_b ——检修列车编组数;

N_d ——检修列车单元数;

1 ——列车全部分解时每节车之间最小的检查检修间隙 (1m);

6 ——分解组装线每单元车组之间用于转向架批量拆装作业空间的长度 (以提高拆装效率, 并能提供单元车组调试时必要的安全距离);

2 ——计算公式中 6m 间隙长度与单元车组间的 1m 间隙重合, 需对 1m 间隙总数核减 2 个;

18 ——附加长度 (前端列车至端墙距离 6m; 后端列车至车挡距离 6m, 含车挡及结构; 车挡至端墙距离 6m)。

2 检修库的高度应符合车辆总装及更换大部件的要求。

3 库内各线路轨道结构在每两节列车联接处均宜设置一处可拆卸轨道结构, 该可拆卸轨道结构长度应根据悬浮架长度综合确定。

4 检修库应配置起重运输设备, 其起重吨位应符合吊装车体要求。

25.4.3 车辆检修辅助用房应设有零部件的检修、清洗、试验和探伤设备。

25.4.4 各检修作业区及检修测试间应根据具体工艺要求设计配套空调通风、动力、照明、给排水及消防设施。

25.4.5 蓄电池间宜独立设置, 蓄电池间的规模应符合磁浮车辆蓄电池检修和充电要求, 并应符合车辆基地内配置的其他运输车辆、特种工程车车载蓄电池维护要求。

25.5 车辆段设备维修与动力设施

25.5.1 车辆段设备维修与动力设施的设置应符合下列规定:

1 全段机电设备的中、小修;

- 2 全段各种生产工具的维修；
- 3 段内技术更新改造和小型非标准设备的制作及检修。

25.5.2 压缩空气站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2台。

25.5.3 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、检修要求，配备金属切削、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。

25.6 综合维修中心

25.6.1 综合维修中心应符合全线线路轨道（含道岔）、低置结构、桥梁、隧道、房屋建筑、道路等设施的维修保养，以及供电、通信、运行控制机电设备和自动化设备的维修、保养工作所需设备维修工作的要求。

25.6.2 综合维修中心应根据运营需要，设置生产房屋、仓库和办公、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。

25.6.3 抢修器材存放点及工区宜按下列规定设置：

- 1 机电设备专业、信号、轨道、供电系统可根据检修和抢修需要，在车站设置抢修器材存放点；

- 2 轨道（道岔）维护工区宜与设道岔的车站和设置抢修器材存放点的车站合建；

- 3 牵引供电系统维护工区宜与牵引变电站合建；

- 4 其他维护工区可在车辆基地内合建维修中心。

25.6.4 维修中心应根据作业需求，配置磁浮轨道、接触轨检查、维护、抢修、清障等在线（轨）式运行的特种用途工程车辆，并应设置工程车辆停放线和工程车库。

25.7 物资总库

25.7.1 车辆基地应设有物资总库，并应符合整个系统的材料、

配件、设备和机具及劳保用品等的采购、存放、发放和管理要求。

25.7.2 物资总库、物资分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。

25.7.3 不同性质的材料、设备宜分库存放。存放易燃品的仓库宜单独设置，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

25.7.4 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。

25.7.5 物资总库应具有对外运输条件，应有连接基地内主要道路及外界的道路。

25.8 培 训 中 心

25.8.1 当所在城市既有轨道交通网络中已建有培训中心或具有良好社会教育资源时，培训中心宜共享资源。

25.8.2 培训中心宜设于车辆基地。

25.8.3 培训中心应设教室、实验室、图书室、阅览室和教员工工办公和生活用房，并应配备教学设备和配套设施。

25.9 其 他

25.9.1 车辆基地应设有救援办公室，并应配备相应的救援设备和设施。救援办公室应由运营控制中心指挥。

25.9.2 救援办公室应设置值班室。值班室应设电钟、自动电话、无线通信设备以及直通运营控制中心的防灾调度电话。

25.9.3 车辆基地应设置专用的地面工程车和指挥车。

25.9.4 车辆基地场坪标高应根据地下水位和地面积水水位、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确定。

26 防 灾

26.1 一 般 规 定

26.1.1 中低速磁浮交通应具有防火灾、水淹、风灾、冰雪、雷击、地震和非正常停车事故等灾害的设施，并以防火灾为主。

26.1.2 防火设计应按同一条线路同一时间发生一次火灾考虑。

26.1.3 车站站厅乘客疏散区、站台及疏散通道内不得设置商业场所。

26.1.4 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》GB 50016 的规定。

26.1.5 车站及区间应配备防灾、疏散和救护设施，车辆段和综合基地应配备防灾救援设施。

26.1.6 运营控制中心应负责全线的防灾调度指挥、疏散及救援事宜。

26.2 建 筑 防 火

26.2.1 地下车站、区间、变电所等主体工程及出入口通道、风道的耐火等级应为一级；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结构的耐火等级不得低于二级。

26.2.2 控制中心建筑的耐火等级应为一级；当控制中心与其他建筑合建时，应设置独立的进出通道。

26.2.3 中低速磁浮交通与地上或地下商场等建筑物相连接时，必须采取防火分隔设施。

26.2.4 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域应划分为一个防火分区，其他部位每个防火分区的最大允许使用面积不应大于 1500m²；

2 地下换乘站当共用一个站厅时，站厅公共面积不应大于单线标准车站的 2.5 倍；

3 地上车站不应大于 2500m²；

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 的有关规定。

26.2.5 两个防火分区之间应采用耐火极限 3h 的防火墙和甲级防火门，在防火墙上设有观察窗时，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。

26.2.6 地下车站的行车值班室或车站控制室、变电所、配电室、通信及信号机房、通风和空调机房、消防泵房、灭火剂钢瓶室等重要设备用房，应采用耐火极限不低于 3h 的隔墙和耐火极限不低于 2h 的楼板与其他部位隔开，建筑吊顶应采用不燃材料。隔墙上的门及窗应采用甲级防火门及甲级防火窗。

26.2.7 站厅与站台间的楼扶梯口处应设挡烟垂壁。挡烟垂壁下缘至楼扶梯踏步面的垂直距离不应小于 2.3m，挡烟垂壁的高度不应小于 0.5m。

26.2.8 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、地面装修材料以及垃圾箱，应采用燃烧性能等级为 A 级的不燃材料；

2 地上车站公共区的墙面、顶棚的装修材料以及垃圾箱，应采用 A 级不燃材料，地面应采用不低于 B1 级难燃材料。设备管理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》GB 50222 的规定；

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 B1 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。

26.2.9 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封堵密实。

26.2.10 车站安全出入口的设置应符合下列规定：

1 车站每个站厅公共区安全出口数量应经计算确定,且应设置不少于2个直通地面的出入口;

2 地下单层侧式站台车站,每侧站台安全出口数量应经计算确定,且不应少于2个直通地面的安全出口;

3 地下车站的设备和管理用房区域,安全出口数量不应少于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 安全出入口应分散设置,当同方向设置时,两个出入口间的净距不应小于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通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。

26.2.11 站台和站厅公共区的任一点,距疏散楼梯口或通道口不得大于50m。站台每端均应设置到达区间的楼梯。

26.2.12 设于公共区的付费区与非付费区的栅栏应设疏散门,应配置灾害时可自动释放开启装置,疏散门的总宽度应按下式计算:

$$L \geq \frac{0.9[A_1(N-1)+A_2B]-A_3}{A_4} \quad (26.2.12)$$

式中: A_1 ——自动扶梯通过能力(人/min·台);

A_2 ——人行楼梯通过能力(人/min·m);

A_3 ——自动检票机总通行能力(人/min);

A_4 ——疏散门通行能力(人/min·m),可按80人/min·m计算;

B ——人行楼梯总宽度(m);

L ——疏散门的总宽度(m)。

26.2.13 供人员疏散时使用的楼梯及自动扶梯,其疏散能力均应按正常情况下的90%计算。

26.2.14 安全出口、楼梯和疏散通道的设置应符合下列规定:

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9章的规定计算。

2 车站的设备及管理用房区域的安全出口、楼梯、疏散通道的最小净宽应符合下列规定:

- 1) 车站设备、管理用房区安全出口及楼梯宽度不应小于 1.2m;
- 2) 单面布置房间的疏散通道不应小于 1.2m;
- 3) 双面布置房间的疏散通道不应小于 1.5m。

3 设备及管理用房直接通向疏散走道的疏散门至最近安全出口的距离不应超过 40m; 位于尽端封闭的通道两侧或尽端的房间, 其疏散门与最近安全出口的距离不应超过 22m。

26.2.15 地下出入通道长度不宜超过 100m, 如超过时应采取措施满足人员疏散的消防要求。

26.2.16 地下区间两条单线区间隧道之间应设联络通道, 相邻两联络通道距离不应大于 600m, 联络通道内应设并列反向开启的甲级防火门, 门扇的开启不得侵入限界。

26.3 消防给水与灭火装置

26.3.1 消防给水水源应优先采用城市自来水。

26.3.2 消防给水系统应符合下列规定:

1 地下车站及地下区间隧道的消防给水系统应由城市两路自来水管各引一根消防给水管和车站或区间环状管网相接, 每一路自来水管均应满足全部消防用水量的要求; 当城市自来水为枝状管网时, 应设消防泵和消防水池;

2 地面或高架车站的消防给水系统应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定;

3 当城市自来水的供水量能满足消防用水量要求, 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。

26.3.3 地下车站及相连的地下区间、长度大于 20m 的各出入口通道、长度大于 200m 的区间隧道, 应设室内消火栓给水系统。地面或高架车站室内消火栓的设置应符合现行国家标准《建

筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

26.3.4 消火栓用水量应符合下列规定：

- 1 地下车站（含换乘车站）不应小于 20L/s；
- 2 地下折返线及地下区间隧道不应小于 10L/s；
- 3 地面车站及高架车站应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

26.3.5 消防给水管道的设置应符合下列规定：

- 1 地下车站和区间的消防给水应设计为环状管网；
- 2 每座地下车站应由城市两路自来水管各引一根消防给水管和车站环状管网相接。地下区间上下行线应各设置一根消防给水管，在车站端部和车站环状管网相接；
- 3 地下区间两条给水干管之间连通管的设置，应经过技术经济比较确定；
- 4 地面及高架车站的室内消火栓超过 10 个，且室外消防用水量大于 15L/s 时，应设计成环状管网；
- 5 消防枝状管上设置的消火栓不应超过 4 个。

26.3.6 室内消火栓的设置应符合下列规定：

- 1 消火栓口径应为 DN65，水枪喷嘴直径应为 19mm，每根水龙带长度应为 25m，栓口距地面或楼板高度应为 1.1m。
- 2 在车站的站厅、站台等公共场所内，宜将消火栓与灭火器共箱设置，箱内配备水龙带和水枪、自救式消防软管卷盘和灭火器。车站其他部位的消火栓箱可不设自救式消防软管卷盘。设双口双阀消火栓箱时，箱内可配一根 25m 的水龙带。
- 3 消火栓的布置应保证有两只水枪的充实水柱同时到达室内任何部位。水枪充实水柱不应小于 10m。消火栓的间距应按计算确定，但单口单阀消火栓不应超过 30m，双口双阀消火栓不应超过 50m。地下区间隧道（单洞）内消火栓的间距不应超过 50m。人行通道内消火栓间距不应超过 30m。
- 4 消火栓口的静水压力不超过 0.8MPa，消火栓口处出水压力不超过 0.5MPa。

5 地下区间隧道的消火栓，可以不设消火栓箱、不配水龙带，但应将水龙带放在邻近车站端部专用消防箱内。

6 当车站设有消防泵房时，消火栓处应设水泵启动按钮。

26.3.7 在地下车站出入口或通风亭的口部等处明显位置应设水泵接合器，并应在 15m~40m 范围内设置室外消火栓。地面或高架车站水泵接合器的设置应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定。

26.3.8 当车站需设消防泵和消防水池时，消防水池的有效容积应满足消防用水量的要求。消火栓系统的用水量火灾延续时间应按 2h 计算，当补水有保证时可减去火灾延续时间内连续补充的水量。

26.3.9 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、车辆基地的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》GB 50016 规定执行。

26.3.10 灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的规定。

26.4 防烟、排烟与事故通风

26.4.1 地下车站及区间隧道内必须设置防烟、排烟与事故通风系统。

26.4.2 中低速磁浮交通的下列场所应设置机械排烟设施：

1 同一个防火分区内的地下车站设备及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 最远点到地下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。

26.4.3 当防烟、排烟系统与事故通风和正常通风与空调系统合用时，通风与空调系统应采取防火措施，并应具有事故工况下能

快速转换至防烟、排烟功能。

26.4.4 防烟、排烟系统与事故通风应具有下列功能：

1 当区间隧道发生火灾时，能背着乘客疏散方向排烟，迎着乘客疏散方向送新风；

2 当地下车站的站厅、站台发生火灾时，具有防烟、排烟和通风功能；

3 当列车阻塞在区间隧道时，能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，具有排烟功能；

5 当设备与管理用房发生火灾时，具有防烟、排烟、通风。

26.4.5 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、站台公共区每个防烟分区的建筑面积不宜大于 2000m^2 ，设备和管理用房的每个防烟分区的建筑面积不宜大于 750m^2 。

26.4.6 防烟分区宜采用挡烟垂壁等设施实现。挡烟垂壁等设施的下垂高度不宜小于 500mm 。

26.4.7 地下车站站台、站厅火灾时的排烟量，应根据一个防烟分区的建筑面积按 $1\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 计算。当排烟设备负担两个或两个以上防烟分区时，其设备能力应按同时排除所负责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，站厅到站台的楼梯和扶梯口处应具有不小于 1.5m/s 的向下气流。

26.4.8 区间隧道火灾的排烟量，按单洞区间隧道断面的排烟流速不应小于 2m/s ，且应大于计算的临界风速计算，但排烟流速不得大于 11m/s 。

26.4.9 区间隧道排烟风机及烟气流经的辅助设备如风阀及消声器等，应保证在 150°C 时能连续有效工作 1h 。

26.4.10 地下车站站厅、站台和设备及管理用房排烟风机及烟气流经的辅助设备如风阀及消声器等，应在 250°C 时能连续有效工作 1h 。

26.4.11 列车阻塞在区间隧道时的送风量，应按区间隧道断面风速不小于 2m/s 计算，并按控制列车顶部最不利点的隧道温

度低于 45℃校核确定，但风速不得大于 11m/s。

26.4.12 排烟口的风速不宜大于 10m/s。

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

26.4.14 通风与空调系统下列部位风管应设置防火阀：

- 1 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。

26.4.15 地面、高架车站的防排烟设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

26.5 防 灾 通 信

26.5.1 公用通信的程控电话应具有火警时能自动转换到市话网的“119”的功能。并应配备在发生灾害时供救援人员进行联络的无线通信设备。

26.5.2 控制中心应设置防灾无线控制台，列车司机室应设防灾无线通话台，车站控制室、站长室、保安室及车辆段值班室应设置无线通信设备。

26.5.3 防灾调度电话系统应在控制中心设调度电话总机，在车站、停车场、车辆基地设分机。

26.5.4 控制中心、各车站、停车场、车辆基地均应设置消防专用电话。

控制中心应设置防灾广播控制台，各车站、停车场、车辆基地消防控制室应设防灾广播控制台。

26.6 防灾用电与疏散指示标志

26.6.1 防灾用电设备应按一级负荷供电，并应在末级配电箱处设置自动切换装置，切换时间应符合现行国家标准《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945 的规定。

- 26.6.2** 应急照明的连续供电时间不应少于 60min。
- 26.6.3** 防灾用电设备的配电设备应有明显标志。
- 26.6.4** 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高温照明器。
- 26.6.5** 下列部位应设置灯光型疏散指示标志：
- 1 车站站厅、站台、自动扶梯、自动人行道、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。
- 26.6.6** 下列部位应设置应急照明：
- 1 车站站厅、站台、自动扶梯、自动人行道、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）。
- 26.6.7** 防灾用电系统的供电电缆及控制电缆应符合本规范第 16.4.1 条的规定。

26.7 纵向疏散平台

- 26.7.1** 中低速磁浮交通的高架区间应设置纵向疏散平台。
- 26.7.2** 纵向疏散平台最小宽度应符合表 26.7.2 的规定。

表 26.7.2 纵向疏散平台最小宽度（mm）

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	550
双线	1000	800	1000	800

- 26.7.3** 纵向疏散平台高度不应大于磁浮列车非悬浮状态且车辆空气弹簧无气时的客室地板面。

26.7.4 纵向疏散平台的设置应符合本规范第 5 章限界的要求。

26.8 其他灾害预防

26.8.1 车站出入口及敞口低风井等口部的防淹措施，应符合防洪要求。

26.8.2 洞口及露天出入口的防淹措施，应按本规范第 15.3 节的规定执行。

26.8.3 结构抗震设计应符合现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的规定。

26.9 其他灾害报警

26.9.1 车站及沿线的各排水泵站、排雨泵站、排污水泵站应设危险水位报警装置。

26.9.2 中低速磁浮交通应具有接收当地气象部门气象预报的功能。

26.9.3 中低速磁浮交通应具有接收本地区地震预报部门的电话报警或网络通信报警功能。

27 环 境 保 护

27.1 一 般 规 定

27.1.1 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。

27.1.2 选线选址应避开环境敏感区、文物保护单位、自然保护区、风景名胜区、水源保护区、生态功能区等敏感区和其他需要特殊保护地区。

27.1.3 环境保护措施应包括设施和设备的减振、降噪、大气污染防治、废水处理以及电磁影响防护等。

27.1.4 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进行设计，可按远期实施或按近期和远期分期实施并为远期预留实施条件。

27.1.5 环境保护措施应采用清洁生产工艺和技术、高效节能、易于维护和使用的设备，严禁使用对环境产生严重污染的设备与材料。

27.2 噪 声

27.2.1 中低速磁浮交通噪声污染防治设计应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 和《声环境功能区划分技术规范》GB/T 15190 的规定。

27.2.2 线路选线及车站选址应结合城市环境规划以及城市环境功能区划，避绕既有、在建或规划的噪声敏感集中区域和重要敏感建筑。

27.2.3 车站设备噪声控制应符合下列规定：

1 地下车站通风与空调系统、局部通风与空调系统及区间

隧道通风系统，应优先选用符合国家现行相关标准的低噪声设备，同时应根据现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 中规定的相应区域噪声限值的要求，分别在风机的进风口和出风口设置消声器；

2 产生噪声污染的动力设备，应设计于专用机房内，并与车站站厅、站台层公共区有效分隔；

3 风机、水泵等动力设备应根据其噪声特点，在设备机座或基础下设置橡胶隔振垫或减振器等，并在与设备直接连接的进出管道上设置柔性接头，弹性支吊架。

27.2.4 车站站台、站厅及管理用房噪声控制应符合下列规定：

1 在没有列车的条件下，车站站台、站厅环境噪声等效声级不得超过 70dB(A)，管理用房环境噪声等效声级不得超过 60dB(A)；

2 站台列车进、出站平均等效声级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》GB 14227 的规定。

27.2.5 线路环境噪声控制应符合下列规定：

1 沿线两侧分布有噪声敏感建筑的，列车运行噪声级应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 中相应区域噪声限值的规定；

2 高架、地面线路邻近噪声敏感区域，主体工程应具有声屏障、隔声墙设置条件；

3 声屏障的设置位置应接近线路，并应符合线路限界要求；

4 线路出入洞口、风井、冷却塔设置位置应避让或背向噪声敏感建筑；风亭、冷却塔噪声应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 中相应区域噪声限值要求。

27.2.6 车辆段与停车场的设置位置应选择在非噪声敏感区域，其边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》GB 12348 中相应区域噪声限值要求。

27.3 振 动

27.3.1 列车运行所引起的环境振动污染防治设计应符合现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070 的规定。

27.3.2 列车运行振动的控制应符合下列规定：

1 地下线路的平面位置和埋设深度，应根据地面建筑物的结构、类型及环境功能区划对环境保护的要求确定。对于建成区，地下线路应远离振动敏感区域和重要敏感建筑等环境保护目标。列车运行时所引起地面环境振动应符合现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070 的规定；

2 当列车运行振动导致沿线敏感区域环境振动超过现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070 时，应调整线路平面位置或采取减振措施。

27.3.3 车站通风与空调系统、局部通风与空调系统和区间隧道通风系统的风机等设备的减振措施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》GB 50736 的有关规定。

27.4 空 气

27.4.1 大气污染防治设计应符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB 14554、《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 和《饮食业油烟排放标准》GB 18483 的规定。

27.4.2 车站内部建筑装饰材料，有害物质的释放量，应符合国家现行有关标准的规定。

27.4.3 地下车站内的 CO_2 浓度应小于 1.5‰，可吸入颗粒物的日平均浓度应小于 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ 。

27.4.4 风亭周围宜种植对 CO_2 、 NO_x 、CO 等有害气体及颗粒物吸收能力强的灌木植物。

27.4.5 车辆段大气污染防治应符合下列规定：

1 采暖地区的车辆基地冬季采暖应纳入城市集中供热系统，当不具备集中供热的条件时，应采用清洁能源供热设备；

2 采用的燃煤锅炉应安装除尘设备和脱硫装置。锅炉大气主要污染物的排放浓度应符合现行国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 的规定；

3 车辆基地食堂操作间应安装油烟净化设施。油烟排放浓度应符合现行国家标准《饮食业油烟排放标准》GB 18483 的规定。

27.5 废 水

27.5.1 废水污染防治设计应遵循水污染防治法的规定。污水排放应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 的规定。

27.5.2 当车站和车辆基地附近无市政污水排水系统时，应对生活污水、生产废水进行处理，并应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 的规定。

27.5.3 车辆基地的生产废水宜经处理后回收循环利用。

27.6 电 磁 环 境

27.6.1 中低速磁浮交通电磁环境应主要包括主变电站的电磁环境和列车运行中所产生的电磁环境。

27.6.2 主变电站及列车运行中所产生的电磁环境应符合现行国家标准《电磁环境控制限值》GB 8702 的规定。

27.6.3 当电视信号接收场强达到规定值时，信噪比不应小于 35dB ($\mu\text{V}/\text{m}$)。

附录 A 直线地段车辆限界和设备限界计算方法

A.1 一般规定

A.1.1 直线地段车辆限界应为中低速磁浮车辆在平直线上正常运行状态下，计及线路几何偏差、车辆制造误差、磁极间隙、车辆振动、横向加速度、偏载、侧风及悬浮下降等因素而形成的最大动态包络线。

A.1.2 直线地段设备限界应为在车辆限界基础上向外扩大一定安全间隙后形成的一条控制线。该安全间隙应包含中低速磁浮车辆在故障发生瞬间引起偏移量超过正常运行时的部分和未计及因素的安全余量。

A.1.3 故障失效应包括下列两种工况：

1 空气弹簧一侧过充并另一侧失气+悬浮间隙失控+磁极横向几何极限位移；

2 前后任一端空气弹簧平行过充或失气+悬浮间隙失控+磁极横向几何极限位移。

A.2 限界计算参数定义

A.2.1 限界计算参数应按表 A.2.1 进行定义。

表 A.2.1 限界计算参数定义

序号	符号	说明
1	ΔX_{cj}	悬浮架相对于 F 轨的磁极动态横移量 (mm)
2	ΔM_{BX}	车体部分横向制造误差 (mm)
3	ΔM_{BY}	车体部分垂向制造误差 (mm)

续表 A. 2. 1

序号	符号	说明
4	Δw	2、5 位承台位置车体相对悬浮架在直线上正常横向变形量 (mm)
5	δ_w	滑橇垂直磨耗 (mm)
6	f_{1dx}	悬浮架空重车结构弹性挠度变化 (mm)
7	f_2	空气弹簧高度调整误差 (mm)
8	Δf_{pj}	磁极悬浮气隙动态变化量 (mm)
9	Δf_{smax}	空气弹簧侧滚挠度 (正常运行时各种因素形成的最大值), (mm)
10	$\Delta f'_{smax}$	空气弹簧浮沉挠度 (mm)
11	ΔM_{qc}	车体销外上翘/下垂 (mm)
12	Δ_c	F 轨中心线横向偏差 (mm)
13	δ_c	F 轨中心线垂向偏差 (mm)
14	Δh_1	F 轨左右高差 (mm)
15	Δ_e	F 轨横向弹性变形 (mm)
16	δ_e	F 轨垂向弹性变形 (mm)
17	Δh_2	F 轨左右弹性高差 (mm)
18	a	悬浮架 2、5 承台纵向间距 (mm)
19	n	计算断面距相邻悬浮架 2 或 5 承台中心距离 (mm)
20	h_{es}	空气弹簧上支承面距轨面高 (mm)
21	ΔM_{ix}	悬浮架部分横向制造误差 (mm)
22	ΔM_{iy}	悬浮架垂向制造误差 (mm)
23	R	水平曲线半径 (车场线) (m)
24	R_v	竖曲线半径 (最小) (m)
25	θ_{ac}	F 轨最大横坡角 (°)
26	θ_{dc}	欠超高率
27	V	车辆最高运行速度 (km/h)
28	f_{XF}	悬浮提升量 (mm)

续表 A. 2. 1

序号	符号	说明
29	Δf_{SD}	空气簧失气下降或过充上升高度 (mm)
30	Δf_{sk}	单侧悬浮间隙失控极限 (mm)
31	$\Delta X'_{cj}$	磁极横向几何极限位移 (mm)
32	L	轨距 (mm)
33	Δf_{hq}	滑橇垂直动挠度 (mm)
34	h_{cp}	F 轨作用面距滑行轨面高 (mm)
35	b_s	空气弹簧横向间距 (mm)
36	θ_{px}	载客不对称引起车体偏斜角 (最大) (rad)
37	Δw_{max}	2、5 位承台位置车体相对悬浮架最大横向变形量 (mm)
38	a'	悬浮架 1、6 承台纵向间距 (mm)
39	n'	计算断面距相邻悬浮架 1 或 6 承台中心距离 (mm)
40	L_{xfj}	悬浮架有效长度 (mm)

A. 2. 2 空气弹簧侧滚动挠度 (正常运行时各种因素形成的最大值) 应按下式计算:

$$\Delta f_{smax} = 0.5b_s \times \sqrt{\frac{[A_w \cdot P_w(1+S_2)(h_{sw} - h_{cs})/k_{\Phi s}]^2}{+[m_j \cdot a_B(1+S_2)(h_{sc} - h_{cs})/k_{\Phi s}]^2}} \quad (A. 2. 2)$$

式中: $A_w \cdot P_w$ —— 风荷载 (N);

A_w —— 受风面积 (m^2);

P_w —— 风压强 (N/m^2);

m_j —— 计算车体重量 (AW_3) (kg);

a_B —— 横向加速度 (m/s^2);

h_{sw} —— 受风面积形心高 (mm);

h_{sc} —— 车体重心高 (mm);

$k_{\Phi s}$ —— 整车二系弹簧侧滚刚度 ($N \cdot mm/rad$);

S_2 —— 重力倾角附加系数 $= m_j g [(h_{sc} - h_{cs})/k_{\Phi s}]$ (rad)。

A. 2. 3 载客不对称引起车体偏斜角应按下式计算:

$$\theta_{px} = [100m_z g(1 + S_2)/k_{\Phi s}] \leq 2f_2/b_s \quad (\text{A. 2. 3})$$

式中: m_z ——2/3 载客重量 (AW₂) (kg)。

A. 3 车辆限界计算

A. 3. 1 车体及安装部件的偏移量应根据车体横向偏移和车体侧滚同向时和车体横向偏移和车体侧滚反向时的两种情况, 宜按下列公式计算:

1 当车体横向偏移和车体侧滚同向时:

1) 横向

$$\begin{aligned} \Delta X_{BP} = & \sqrt{\Delta X_{\text{q}}^2 + \Delta w^2} \times \frac{2n+a}{a} + \Delta_e + \theta_{px} |Y - h_{cs}| + \Delta M_{BX} \\ & + \sqrt{\Delta_{\text{c}}^2 + \left[\frac{\Delta h_1}{L} \cdot Y\right]^2 + \left[\frac{\Delta h_2}{L} \cdot Y\right]^2 + \left[2 \times \frac{\Delta f_{\text{pcj}}}{L} (Y - h_{\text{cp}})\right]^2} \\ & + \sqrt{\left[2 \times \frac{\Delta f_{\text{smax}}}{b_s} (Y - h_{cs})\right]^2} \end{aligned} \quad (\text{A. 3. 1-1})$$

2) 垂直向上

$$\begin{aligned} \Delta Y_{BPu} = & \Delta M_{BY} + \Delta M_{qc} + f_2 + f_{XF} + \delta_c - X\theta_{px} \\ & - \sqrt{\left[2 \times \Delta f_{\text{pcj}} \times X/L\right]^2 + \left[2 \times \Delta f_{\text{smax}} \times X/b_s\right]^2} \\ & + \sqrt{\left[\frac{\Delta h_1}{L} X\right]^2 + \left[\frac{\Delta h_2}{L} X\right]^2} \end{aligned}$$

(如果小于 0, 则取 0)

(A. 3. 1-2)

3) 垂直向下

$$\begin{aligned} \Delta Y_{BPd} = & \Delta M_{BY} + \Delta M_{qc} + f_{1dx} + f_2 + \delta_e + X\theta_{px} - f_{XF} \\ & + \sqrt{\left[\frac{\Delta_{\text{c}}}{L}\right]^2 + \left[2 \times \Delta f_{\text{smax}} \times X/b_s\right]^2 + \left[2 \times \Delta f_{\text{pcj}} \times X/L\right]^2} \\ & + \sqrt{\left[\Delta h_1 \times X/L\right]^2 + \left[\Delta h_2 \times X/L\right]^2} \end{aligned} \quad (\text{A. 3. 1-3})$$

2 车体横向偏移和车体侧滚反向时:

1) 横向

$$\begin{aligned} \Delta X_{BP} = & \sqrt{\Delta X_{\text{q}}^2 + \Delta w^2} \times \frac{2n+a}{a} + \Delta_e + \Delta_c - \theta_{px} |Y - h_{cs}| + \Delta M_{BX} \\ & - \sqrt{\left[\frac{\Delta h_1}{L} \cdot Y/L\right]^2 + \left[\frac{\Delta h_2}{L} \cdot Y/L\right]^2 + \left[2 \times \Delta f_{\text{pcj}} (Y - h_{\text{cp}})/L\right]^2} \\ & + \sqrt{\left[2 \times \Delta f_{\text{smax}} (Y - h_{cs})/b_s\right]^2} \end{aligned} \quad (\text{A. 3. 1-4})$$

2) 垂直向上

$$\begin{aligned}\Delta Y_{\text{BPu}} = & \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_2 + f_{\text{XF}} + X\theta_{\text{px}} \\ & + \sqrt{\delta_{\text{c}}^2 + [2 \times \Delta f_{\text{pcj}} \times X/L]^2 + [2 \times \Delta f_{\text{smax}} \times X/b_s]^2} \\ & + \sqrt{\Delta h_1 \times X/L]^2 + [\Delta h_2 \times X/L]^2}\end{aligned}\quad (\text{A. 3. 1-5})$$

3) 垂直向下

$$\begin{aligned}\Delta Y_{\text{BPd}} = & \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_{1\text{dx}} + f_2 + \delta_{\text{e}} - X\theta_{\text{px}} - f_{\text{XF}} \\ & - \sqrt{\delta_{\text{c}}^2 + [2 \times \Delta f_{\text{smax}} \times X/b_s]^2 + [2 \times \Delta f_{\text{pcj}} \times X/L]^2} \\ & - \sqrt{[\Delta h_1 \times X/L]^2 + [\Delta h_2 \times X/L]^2}\end{aligned}$$

(如果小于 0, 则取 0) (\text{A. 3. 1-6})

3 车体横向偏移和车体浮沉:

1) 横向

$$\Delta X_{\text{BP}} = \sqrt{\Delta X_{\text{cj}}^2 + \Delta w^2} \times \frac{2n+a}{a} + \Delta_{\text{e}} + \Delta M_{\text{BX}} + \Delta_{\text{c}} \quad (\text{A. 3. 1-7})$$

2) 垂直向上

$$\begin{aligned}\Delta Y_{\text{BPu}} = & \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_2 + f_{\text{XF}} \\ & + \sqrt{\delta_{\text{c}}^2 + \left[\Delta f_{\text{pcj}} \times \frac{2n'+a'}{a'}\right]^2 + \left[\Delta f'_{\text{smax}} \times \frac{2n'+a'}{a'}\right]^2}\end{aligned}\quad (\text{A. 3. 1-8})$$

3) 垂直向下

$$\begin{aligned}\Delta Y_{\text{BPd}} = & \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_{1\text{dx}} + f_2 + \delta_{\text{e}} - f_{\text{XF}} + \\ & \sqrt{\delta_{\text{c}}^2 + \left[\Delta f'_{\text{smax}} \times \frac{2n'+a'}{a'}\right]^2 + \left[\Delta f_{\text{pcj}} \times \frac{2n'+a'}{a'}\right]^2}\end{aligned}\quad (\text{A. 3. 1-9})$$

4) 悬浮下降

$$\begin{aligned}\Delta Y_{\text{BPdx}} = & \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_{1\text{dx}} + f_2 + \delta_{\text{e}} + \delta_{\text{w}} \\ & + \sqrt{\delta_{\text{c}}^2 + \left[\Delta f'_{\text{smax}} \times \frac{2n'+a'}{a'}\right]^2 + \left[\Delta f_{\text{hq}} \times \frac{2n'+a'}{a'}\right]^2}\end{aligned}\quad (\text{A. 3. 1-10})$$

A. 3.2 悬浮架及安装部件偏移量宜按下列公式计算：

1 横向

$$\begin{aligned}\Delta X_t &= \Delta X_{cj} + \Delta e + \Delta M_{tX} \\ &+ \sqrt{\Delta e_c^2 + [\Delta h_1 \times Y/L]^2 + [\Delta h_2 \times Y/L]^2 + [2 \times \frac{\Delta f_{pcj}}{L} (Y - h_{cp})]^2}\end{aligned}$$

(A. 3.2-1)

2 垂直向上

$$\begin{aligned}\Delta Y_{tu} &= \Delta M_{tY} + f_{XF} \\ &+ \sqrt{[2 \times \Delta f_{pcj} \times X/L]_{\geq \Delta f_{pcj}}^2 + \delta_c^2 + [\Delta h_1 \times X/L]^2 + [\Delta h_2 \times X/L]^2}\end{aligned}$$

(A. 3.2-2)

3 垂直向下

$$\begin{aligned}\Delta Y_{td} &= \delta_e + \Delta M_{tY} - f_{XF} \\ &+ \sqrt{[2 \times \Delta f_{pcj} \times X/L]_{\geq \Delta f_{pcj}}^2 + \delta_c^2 + [\Delta h_1 \times X/L]^2 + [\Delta h_2 \times X/L]^2}\end{aligned}$$

(A. 3.2-3)

4 悬浮下降

$$\begin{aligned}\Delta Y_{tdx} &= \delta_e + \Delta M_{tY} + \delta_w \\ &+ \sqrt{[\Delta f_{hq}]^2 + \delta_c^2 + [\Delta h_1 \times X/L]^2 + [\Delta h_2 \times X/L]^2}\end{aligned}$$

(A. 3.2-4)

A. 4 直线地段设备限界计算

A. 4.1 设备限界计算应按本规范第 A. 1.3 条的两种故障工况分别计算动态偏移量，取包容的最大者，再加上裕量，形成设备限界。

A. 4.2 在故障工况 1 工况下的车体及安装部件的偏移量宜按下

列公式计算：

1 当车体横向偏移和车体侧滚同向时：

1) 横向

$$\begin{aligned}\Delta X_{\text{BPS}} = & (\Delta X'_{\text{cj}} + \Delta w_{\text{max}}) \times \frac{2n+a}{a} + \Delta_e + \Delta M_{\text{BX}} \\ & + 2 \times \frac{\Delta f_{\text{SD}}}{b_s} |Y - h_{\text{cs}}| + \frac{(2 \times \Delta f_{\text{sk}} + \delta_w)}{L} |Y - h_{\text{cp}}| \\ & + \sqrt{\Delta_c^2 + \left[\frac{\Delta h_1}{L} \cdot Y \right]^2 + \left[\frac{\Delta h_2}{L} \cdot Y \right]^2}\end{aligned}\quad (\text{A. 4. 2-1})$$

2) 垂直向上

$$\begin{aligned}\Delta Y_{\text{BPUS}} = & \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_{\text{XF}} + \delta_c \\ & - 2 \times \Delta f_{\text{SD}} \times X/b_s - (2 \times \Delta f_{\text{sk}} + \delta_w) \times X/L \\ & - \sqrt{\left[\frac{\Delta h_1}{L} X \right]^2 + \left[\frac{\Delta h_2}{L} X \right]^2}\end{aligned}\quad (\text{如果小于 0, 则取 0}) \quad (\text{A. 4. 2-2})$$

3) 垂直向下

$$\begin{aligned}\Delta Y_{\text{BPdS}} = & \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_{\text{1dx}} + \delta_e - f_{\text{XF}} \\ & + 2 \times \Delta f_{\text{SD}} \times X/b_s + (2 \times \Delta f_{\text{sk}} + \delta_w) \times X/L \\ & + \sqrt{\delta_c^2 + [\Delta h_1 \times X/L]^2 + [\Delta h_2 \times X/L]^2}\end{aligned}\quad (\text{A. 4. 2-3})$$

2 当车体横向偏移和车体侧滚反向时：

1) 横向

$$\begin{aligned}\Delta X_{\text{BPS}} = & (\Delta X'_{\text{cj}} + \Delta w_{\text{max}}) \times \frac{2n+a}{a} + \Delta_e + \Delta_c + \Delta M_{\text{BX}} \\ & - 2 \times \Delta f_{\text{SD}} |Y - h_{\text{cs}}|/b_s - (2 \times \Delta f_{\text{sk}} + \delta_w) |Y - h_{\text{cp}}|/L \\ & - \sqrt{[\Delta h_1 \cdot Y/L]^2 + [\Delta h_2 \cdot Y/L]^2}\end{aligned}\quad (\text{A. 4. 2-4})$$

2) 垂直向上

$$\begin{aligned}
\Delta Y_{\text{BPdS}} &= \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_{\text{XF}} \\
&\quad + 2 \times \Delta f_{\text{SD}} \times X/b_s + (2 \times \Delta f_{\text{sk}} + \delta_w) \times X/L \\
&\quad + \sqrt{\delta_c^2 + [\Delta h_1 \times X/L]^2 + [\Delta h_2 \times X/L]^2}
\end{aligned}
\tag{A. 4. 2-5}$$

3) 垂直向下

$$\begin{aligned}
\Delta Y_{\text{BPdS}} &= \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_{\text{ldx}} + \delta_e + \delta_c - f_{\text{XF}} \\
&\quad - 2 \times \Delta f_{\text{SD}} \times X/b_s - (2 \times \Delta f_{\text{sk}} + \delta_w) \times X/L \\
&\quad - \sqrt{[\Delta h_1 \times X/L]^2 + [\Delta h_2 \times X/L]^2} \\
&\quad (\text{如果小于 } 0, \text{ 则取 } 0)
\end{aligned}
\tag{A. 4. 2-6}$$

A. 4. 3 故障工况 1 下的悬浮架及安装部件偏移量宜按下列公式计算:

1 横向

$$\begin{aligned}
\Delta X_{\text{ts}} &= \Delta X'_{\text{cj}} + \Delta_e + \Delta M_{\text{tx}} + \frac{(2 \times \Delta f_{\text{sk}} + \delta_w)}{L} |Y - h_{\text{cp}}| \\
&\quad + \sqrt{\delta_c^2 + [\Delta h_1 \times Y/L]^2 + [\Delta h_2 \times Y/L]^2}
\end{aligned}
\tag{A. 4. 3-1}$$

2 垂直向上

$$\begin{aligned}
\Delta Y_{\text{tus}} &= \Delta M_{\text{tY}} + f_{\text{XF}} + [(2 \times \Delta f_{\text{sk}} + \delta_w) \times X/L]_{\geq \Delta f_{\text{sk}}} \\
&\quad + \sqrt{\delta_c^2 + [\Delta h_1 \times X/L]^2 + [\Delta h_2 \times X/L]^2}
\end{aligned}
\tag{A. 4. 3-2}$$

3 垂直向下

$$\begin{aligned}
\Delta Y_{\text{tdS}} &= \delta_e + \Delta M_{\text{tY}} + [(2 \times \Delta f_{\text{sk}} + \delta_w) \times X/L]_{\geq (\Delta f_{\text{sk}} + \delta_w)} - f_{\text{XF}} \\
&\quad + \sqrt{\delta_c^2 + [\Delta h_1 \times X/L]^2 + [\Delta h_2 \times X/L]^2}
\end{aligned}
\tag{A. 4. 3-3}$$

A. 4. 4 故障工况 2 下车体横向平移和车体浮沉时的横向、垂向偏移宜按下列公式计算:

1 横向

$$\Delta X_{\text{BPS}} = (\Delta X_{\text{cj}} + \Delta w_{\text{max}}) \times \frac{2n+a}{a} + \Delta_e + \Delta M_{\text{BX}} + \Delta_c
\tag{A. 4. 4-1}$$

2 垂直向上

$$\begin{aligned}\Delta Y_{\text{BPdS}} = & \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_{\text{XF}} + \Delta f_{\text{SD}} \times \frac{n' + a'}{a'} + \Delta f_{\text{sk}} \times \frac{n' + a'}{a'} \\ & + \sqrt{\delta_{\text{c}}^2 + \left[\Delta f_{\text{pcj}} \times \frac{n'}{a'} \right]^2 + \left[\Delta f'_{\text{smax}} \times \frac{n'}{a'} \right]^2}\end{aligned}\quad (\text{A. 4. 4-2})$$

3 垂直向下

$$\begin{aligned}\Delta Y_{\text{BPdS}} = & \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_{\text{ldx}} + \delta_{\text{e}} - f_{\text{XF}} \\ & + \Delta f_{\text{SD}} \times \frac{n' + a'}{a'} + (\Delta f_{\text{sk}} + \delta_{\text{w}}) \times \frac{n' + a'}{a'} \\ & + \sqrt{\delta_{\text{c}}^2 + \left[\Delta f_{\text{pcj}} \times \frac{n'}{a'} \right]^2 + \left[\Delta f'_{\text{smax}} \times \frac{n'}{a'} \right]^2 + \left[\Delta f_{\text{hq}} \times \frac{n'}{a'} \right]^2}\end{aligned}\quad (\text{A. 4. 4-3})$$

4 悬浮下降偏移量

$$\begin{aligned}\Delta Y_{\text{BPdS}} = & \Delta M_{\text{BY}} + \Delta M_{\text{qc}} + f_{\text{ldx}} + \delta_{\text{e}} + \delta_{\text{w}} + \Delta f_{\text{SD}} \times \frac{n' + a'}{a'} \\ & + \sqrt{\delta_{\text{c}}^2 + \left[\Delta f'_{\text{smax}} \times \frac{n'}{a'} \right]^2 + \left[\Delta f_{\text{hq}} \times \frac{2n' + a'}{a'} \right]^2}\end{aligned}\quad (\text{A. 4. 4-4})$$

附录 B 曲线地段设备限界计算方法

B. 0. 1 曲线地段设备限界应在直线地段设备限界的基础上按曲线几何偏移量加宽或加高。

B. 0. 2 曲线几何偏移量宜按下列公式计算：

1 车体横向部分限界加宽：

1) 曲线外侧：

$$T_a = 1000[4n(n+a) + 4m(m+p)]/8R \quad (\text{B. 0. 2-1})$$

2) 曲线内侧：

$$T_i = 1000[4n(a-n) - 4m(m+p)]/8R \quad (\text{B. 0. 2-2})$$

2 车体垂向部分限界加高或降低：

1) 2、5 位承台外：

$$T'_a = 1000[4n(n+a) + 4m'(m'+p')]/8R_v \quad (\text{B. 0. 2-3})$$

2) 2、5 位承台内：

$$T'_i = 1000[4n(a-n) - 4m'(m'+p')]/8R_v \quad (\text{B. 0. 2-4})$$

以 2、5 位承台布置高度调整阀控制空气弹簧高度为前提。

3 悬浮架横向部分限界加宽：

1) 曲线外侧：

$$T_{ba} = 1000m''(m''+p)/2R \quad (\text{B. 0. 2-5})$$

2) 曲线内侧：

$$T_{bi} = 1000m'(p-m')/2R \quad (\text{B. 0. 2-6})$$

式中： a ——悬浮架 2、5 承台纵向间距 (m)；

m ——2、5 位承台中心线距相邻悬浮磁铁横向限位装置纵向距离 (m)， $m = \left(\frac{a}{3} - p\right)/2$ (m)；

m' ——2、5 位承台中心线距相邻悬浮磁铁垂向气隙传感器纵向距离 (m);

m'' ——计算断面至相邻悬浮磁铁横向限位装置纵向距离 (m);

n ——计算断面距相邻悬浮架 2 或 5 承台中心距离 (m);

p ——悬浮磁铁横向限位装置纵向间距 (m), $p = \frac{3}{5} \times$

L_{xj} ;

p' ——悬浮磁铁垂向气隙传感器纵向间距 (m);

R ——水平曲线半径 (m);

R_v ——竖曲线半径 (m)。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对于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：

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：

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：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他标准、规范执行的写法为“按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 2 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 3 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 4 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 5 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 6 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
- 7 《建筑照明设计标准》GB 50034
- 8 《供配电系统设计规范》GB 50052
- 9 《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053
- 10 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 11 《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060
- 12 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065
- 13 《地下工程防水技术规范》GB 50108
- 14 《铁路工程抗震设计规范》GB 50111
- 15 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
- 16 《内河通航标准》GB 50139
- 17 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
- 18 《地铁设计规范》GB 50157
- 19 《数据中心设计规范》GB 50174
- 20 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 21 《电力工程电缆设计规范》GB 50217
- 22 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 23 《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307
- 24 《智能建筑设计标准》GB 50314
- 25 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343

- 26 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
- 27 《城市轨道交通技术规范》GB 50490
- 28 《民用建筑节能设计标准》GB 50555
- 29 《城市轨道交通综合监控系统工程设计规范》GB 50636
- 30 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 31 《无障碍设计规范》GB 50763
- 32 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974
- 33 《声环境质量标准》GB 3096
- 34 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 35 《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175
- 36 《电磁环境控制限值》GB 8702
- 37 《污水综合排放标准》GB 8978
- 38 《城市区域环境振动标准》GB 10070
- 39 《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271
- 40 《城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法》
GB 14227
- 41 《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549
- 42 《恶臭污染物排放标准》GB 14554
- 43 《声环境功能区划分技术规范》GB/T 15190
- 44 《城市轨道交通照明》GB/T 16275
- 45 《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》
GB/T 17219
- 46 《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945
- 47 《饮食业油烟排放标准》GB 18483
- 48 《城市轨道交通客运服务标志》GB/T 18574
- 49 《城市轨道交通自动售检票系统技术条件》GB/T 20907
- 50 《铁路应用 机车车辆 电气隐患防护的规定》GB/
T 21414
- 51 《轨道交通 电磁兼容 第 4 部分：信号和通信设备的
发射与抗扰度》GB/T 24338.5

- 52 《城市轨道交通安全防范系统技术要求》GB/T 26718
- 53 《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》CJJ 183
- 54 《建筑地面工程防滑技术规程》JGJ/T 331
- 55 《铁路桥涵设计规范》TB 10002
- 56 《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091
- 57 《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092
- 58 《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093
- 59 《铁路隧道设计规范》TB 10003
- 60 《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005
- 61 《铁路路基支挡结构设计规范》TB 10025
- 62 《城市轨道交通站台屏蔽门》CJ/T 236
- 63 《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》CJ/T 375
- 64 《中低速磁浮交通道岔系统设备技术条件》CJ/T 412
- 65 《中低速磁浮交通轨排通用技术条件》CJ/T 413
- 66 《液压电梯》JG 5071

中华人民共和国行业标准

中低速磁浮交通设计规范

CJJ/T 262 - 2017

条文说明

编 制 说 明

《中低速磁浮交通设计规范》CJJ/T 262-2017，经住房和城乡建设部 2017 年 5 月 18 日以第 1557 号公告批准、发布。

本规范编制过程中，编制组对中低速磁浮交通系统技术进行了调查研究，总结了我国中低速磁浮交通系统工程化研究成果和工程实践经验，通过试验研究，取得了线路、轨道、轨道支撑结构等重要参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《中低速磁浮交通设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总则	199
3	车辆	201
3.1	一般规定	201
3.2	相关设施	202
3.3	电气防护和保护	203
4	行车组织和运营管理	204
4.1	一般规定	204
4.2	行车组织	204
4.3	线路配线	206
4.4	运营管理	206
5	限界	207
5.1	一般规定	207
5.2	制定限界的主要技术参数	210
5.3	建筑限界的确定	211
6	线路	212
6.1	一般规定	212
6.2	线路平面	213
6.3	线路纵断面	221
7	轨道	224
7.1	一般规定	224
7.2	轨排	224
7.3	承轨台及扣件	225
7.4	轨道结构构造及精度要求	225
7.5	轨道附属设施	225
7.6	轨排接头	226

7.7	道岔	226
8	轨道支承结构	227
8.1	一般规定	227
8.2	荷载	231
8.3	结构设计	233
9	车站建筑	234
9.1	一般规定	234
9.2	车站总体布置	234
9.3	车站平面	235
9.4	车站环境设计	239
9.5	车站出入口	239
9.6	风井与冷却塔	240
9.7	人行楼梯、自动扶梯、电梯、站台屏蔽门	240
9.8	无障碍设施	241
9.9	换乘车站	241
9.10	建筑节能	242
10	低置结构	243
10.1	一般规定	243
10.2	支墩结构及路基设计	243
10.3	支挡结构	244
10.4	场地排水及防护	245
11	车站高架结构	247
11.1	一般规定	247
11.2	荷载	247
11.3	结构设计	248
11.4	抗震设计	248
11.5	构造要求	249
11.6	车站顶棚及出入口结构	249
12	地下结构	250
12.1	一般规定	250

12.2	荷载	252
12.3	工程材料	253
12.4	结构形式及衬砌	253
12.5	结构设计	256
12.6	构造要求	261
13	结构防水	262
13.1	一般规定	262
13.2	混凝土结构自防水	262
13.3	地下车站结构防水	262
13.4	区间隧道结构防水	263
14	通风、空调与供暖	265
14.1	一般规定	265
14.2	设计标准	265
14.3	地下车站和区间	266
14.4	地面和高架车站	267
14.5	空调冷源和水系统及采暖热源	267
14.7	风道、风井和风亭	267
15	给水和排水	268
15.1	一般规定	268
15.2	给水	268
15.3	排水	270
16	供电	271
16.1	一般规定	271
16.2	变电所	273
16.3	牵引网	275
16.4	电缆	276
16.5	动力与照明	277
16.6	电力监控系统	277
16.7	接地	278
17	通信	280

17.1	一般规定	280
17.2	传输系统	280
17.5	广播系统	281
17.6	时钟系统	281
17.7	视频监视系统	281
17.8	无线通信系统	281
17.10	民用通信引入系统	282
17.11	公安通信系统	282
17.12	办公自动化系统	282
17.13	电源及接地系统	282
18	运行控制系统	283
18.1	一般规定	283
18.2	运行控制 (MATC) 系统	284
18.3	列车自动监控 (ATS) 系统	285
18.4	列车自动防护 (ATP) 系统	286
18.5	列车自动运行 (ATO) 系统	287
18.6	计算机联锁 (CI) 系统	288
18.7	车辆段及停车场	288
18.8	其他	289
19	电梯、自动扶梯与自动人行道	290
19.1	电梯	290
19.2	自动扶梯与自动人行道	290
20	自动售检票系统	292
20.1	一般规定	292
20.2	管理模式和票制	293
20.3	系统构成	294
20.4	系统功能	294
20.5	车站终端设备的配置	294
20.6	其他	294
21	火灾自动报警系统 (FAS)	295

21.1	一般规定	295
21.2	火灾自动报警系统的组成与功能	295
21.4	火灾探测器的设置	296
21.6	供电与布线	296
22	环境与设备监控系统 (BAS)	297
22.1	一般规定	297
22.2	系统设计原则	297
22.3	系统的基本功能	297
22.4	硬件设备配置	298
22.5	软件基本要求	298
22.7	布线及接地	298
23	综合监控系统	299
23.1	一般规定	299
23.2	系统设置要求	299
23.3	系统基本功能	299
23.4	硬件要求	300
23.6	系统性能指标	300
23.7	电源、防雷及接地	301
23.8	设备用房及布置	301
23.9	管线敷设	301
24	运营控制中心	302
24.1	一般规定	302
24.2	功能分区与总体布置	303
24.3	建筑与装修	306
24.5	布线	308
24.6	供电、防雷与接地	308
24.7	通风、空调与采暖	309
24.8	照明与应急照明	309
24.9	消防与安全	309
25	车辆基地	311

25.1	一般规定	311
25.2	车辆基地的功能、规模及总平面设计	312
25.3	车辆运用整备设施	314
25.4	车辆检修设施	315
26	防灾	316
26.1	一般规定	316
26.2	建筑防火	316
26.3	消防给水与灭火装置	318
26.4	防烟、排烟与事故通风	319
26.5	防灾通信	321
26.6	防灾用电与疏散指示标志	321
26.7	纵向疏散平台	321
26.9	其他灾害报警	322
27	环境保护	323
27.1	一般规定	323
27.2	噪声	323
27.3	振动	324
27.4	空气	325
27.5	废水	326
27.6	电磁环境	326
附录 A	直线地段车辆限界和设备限界计算方法	327

1 总 则

1.0.2 本条根据《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》CJ/T 375-2011 规定的中低速磁浮交通车辆最高运行速度为 120km/h 确定。

对于最高时速超过 120km 的其他轨道交通线，由于其技术要求与本规范制定的基础有所不同，可参照执行。

1.0.3 城市总体规划是指导城市发展及建设的纲领性且政府批准具有法律效力的文件，城市轨道交通线网规划是结合城市总体规划编制的轨道交通发展及建设纲领性且政府批准具有法律效力的文件，中低速磁浮交通工程作为城市轨道交通线网规划中的线路，必须符合城市总体规划和城市轨道交通线网规划要求。在具体线路选择中应以客流预测为依据，并应做到最大限度地吸引客流。从而起到城市轨道交通线路作为城市骨干交通系统的作用，创造最大的社会效益及经济效益。

1.0.4 轨道交通的客运量随着城市发展逐步增长。城市轨道交通建设项目的年限按项目建成通车年为基准年，可分为初期、近期和远期。初期为建成后的第 3 年；近期为第 10 年；远期为第 25 年。设计年限划分为初期、近期、远期，其目的为经济合理地分阶段进行投资建设。

1.0.5 对于后期扩建困难很大或再次施工时对周边环境会带来很大不利的工程应一次建成。如地下车站、地下区间隧道、存车线、折返线的设置、高架桥梁等。

对于可分期建设的工程及可分期配备的设备应考虑分期实施，以节约初投资，但必须留有可加设的条件。如停车场、车辆、供电、行车自动化系统、自动售检票机等增设。

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。

1.0.10 中低速磁浮交通具有噪声低、转弯半径小（50m～75m）、爬坡能力强（65‰～70‰）的特点，其选线应充分发挥其优势，主要采用高架、地面形式，有利于提高线路适应性，减少征地和拆迁数量，降低工程造价。

对不宜采用高架、地面形式的地段（如建筑群）或因净空受限无法采用高架或地面敷设的地段以及需要与设在地下的其他轨道交通实现同站换乘等有特殊要求的地段，可以采用地下敷设方式。

在大跨度地段当简支梁结构不能满足要求时，也可采用其他桥梁结构形式。

1.0.11 根据《中华人民共和国防震减灾法》及《地震安全性评价管理条例》及《城市轨道交通技术规范》GB 50490 - 2009 第 7.4.7 条，中低速磁浮交通建设工程必须进行地震安全性评价。经审定的地震安全性评价结果，应作为建设工程抗震设防依据。

1.0.12 中低速磁浮交通工程系城市骨干交通系统组成部分，且其遭受洪水的侵蚀、冲刷以及漂流物、船只对桥墩撞击将对整个工程运营带来不安全乃至破坏，影响正常的运营。同时维修工作时间长，费用大，因此要求跨河流和临近河流的中低速磁浮交通的地面与高架工程，应按 1/100 的洪水频率标准进行设计，并考虑桥墩防撞措施。

3 车 辆

3.1 一 般 规 定

3.1.1 直流 1500V 和 750V 供电电压是国内城市轨道交通成熟的供电方式，同样也适用于中低速磁浮交通车辆。

3.1.2 行业标准《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》CJ/T 375 - 2011 给出的车辆主要参数见表 1。由于中低速磁浮交通技术尚处在发展初期，随着中低速磁浮交通技术的发展，中低速磁浮交通的车辆类型及参数将进一步优化。

**表 1 《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》CJ/T 375 - 2011
给出的车辆主要参数**

序号	名 称	车辆型式	
		端车	中车
1	车辆基本长度(mm) ^a	15600	14600
2	车体基本长度(mm)	15000	14000
3	车体基本宽度(mm)	3000	
4	车辆最大高度(mm) ^b	≤3700	
5	车内净高(mm)	≥2100	
6	地板面高度(mm)	≤950	
7	座席占用总面积(m ²)	10.8	12.3
8	站席占用总面积(m ²)	20.4	21.8
9	车内有效面积(m ²) ^c	31.2	34.1
10	座席数(人)	24	28
11	定员(人/车) ^d	146	159
12	超员(人/车) ^e	208	224
13	车辆整备状态重量(t)	22.5	21.5

续表 1

序号	名 称	车辆型式	
		端车	中车
14	车辆最大载重量(t)	12.5	13.5
15	车辆最大总重量(t)	35	35
16	车门数(对)	2~3	
17	启动加速度	$\geq 0.9\text{m/s}^2$	
18	常用制动减速度	$\geq 1.1\text{m/s}^2$	
19	紧急制动减速度	$\geq 1.3\text{m/s}^2$	

注：^a两车钩连接面间的距离；

^b从轨面至车顶；

^c车内有效面积=座席占用总面积+站席占用总面积；

^d座席数+6人/m²时的站席区站席数；

^e座席数+9人/m²时的站席区站席数。

3.2 相 关 设 施

3.2.1 本条阐述了中低速磁浮交通工程侧向安全疏散模式。

由于中低速磁浮交通的高架线路形式，在线路上面行走较为危险，疏散效率较低。因此采用侧门疏散、铺设纵向疏散平台的安全疏散模式较为安全、实用。目前，北京 S1 线专用技术设计要求规定，沿线应设有疏散平台。

3.2.2 本条规定了中低速磁浮交通应采用再生制动能量吸收装置及其位置。

再生制动能量吸收装置在供电系统设置，是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。该装置是在地面的供电系统上设置一个柜子，柜子里装有消耗电能的电器元件。车辆再生制动时会产生电能，通过牵引轨与柜子连接吸收所产生的电能。

3.2.3 列车旅客信息系统由广播系统、无线通信系统、信息显示系统和乘客与司机应急对话装置等组成。其中无线通信系统、

信息显示系统与工程设计相关。

3.3 电气防护和保护

3.3.1 本条规定了车站或基地应设置接地板。

车站或基地的接地板和车辆的接地保护装置共同作用，保证乘员和库内维护人员在上下车时不会受到危险电位的侵害。

3.3.3 根据电力系统保护及设备保护基本要求及城市轨道交通设计运营经验，中低速磁浮交通车辆主保护与直流牵引馈线保护配合基本原则为：

1 车辆应设置主保护，中低速磁浮车辆在任何地点发生内部短路故障时，车辆自身的主保护应能可靠动作；

2 直流牵引馈线保护应当延伸至车辆上，作为车辆主保护的后备保护。当车辆主保护失效时，直流牵引馈线保护作为车辆主保护的后备保护动作。

为实现车辆主保护系统与牵引变电所保护系统的“保护协调”，车辆主保护系统的保护参数需根据供电系统设计部门提供的短路参数和牵引变电所的保护方案选择，并与供电系统设计部门协商并结合试验进行必要的调整。

4 行车组织和运营管理

4.1 一般规定

4.1.2 中低速磁浮交通的运营状态可分为正常运营模式、非正常运营模式和紧急运营模式。

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营的系统运营状态，主要包括列车晚点、区间短时间堵塞、车站乘客过渡拥挤、线路设备故障、列车故障、沿线系统设备故障。

紧急运营状态是指发生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，造成不能维持运行的情况，主要包括火灾、地震、列车运行事故、设备重大事故等。

中低速磁浮交通系统作为一种公共交通系统，不但要确保系统设备及环境正常情况下的安全运营，而且需要确保系统设备故障或其他突发情况下的安全运营。不同运营模式应以保证所有使用该系统的乘客、工作人员以及系统设施安全为基本原则。

4.2 行车组织

4.2.1 设计运能，取决于车辆、线路条件及信号系统等设备的技术性能，以及行车组织管理水平等多种因素。目前国内城市轨道交通一般信号设计追踪间隔为 100s，行车设计列车间隔为 120s，而香港地铁行车间隔为 95s，莫斯科为 90s，巴黎则达 85s。

中低速磁浮列车的行车控制与地铁列车无太大区别，主要区别在于道岔的动作时间。根据《中低速磁浮交通道岔系统设备技术条件》CJ/T 412 - 2012，中低速磁浮交通道岔动作时间不大于

15s。上下客时间 15s~20s,采用道岔折返模式最小行车间隔为 2.5min 时的最大输送能力 24 对/h;采用回转线折返模式时最小行车间隔为 2min,行车最大通过能力不小于 30 对/h。随着机电及控制设备的技术进步和运营管理水平的提高,其通过能力还可以提高。

根据《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》CJ/T 375 - 2011,采用 2000mm 轨距、3000mm 车宽的中低速磁浮交通车辆载客量(定员状态,座席+站立区 6 人/m²)为:端车 146 人,中车 159 人。

4.2.3 列车运行间隔与客流量的大小、列车编组及定员、系统运输效率都有关系,也是体现服务水平的重要指标。参照地铁、跨座式单轨等城市轨道交通系统对远期高峰时段列车最小运行间隔的设计要求,并结合中低速磁浮交通技术特点,中低速磁浮交通系统的远期高峰时段列车最小运行间隔宜不大于 2.5min。市郊线路客流可适当延长间隔。

4.2.4 设计年限分为初、近、远期三个阶段,初期为建成通车后第三年。

以初期运营要求配置列车,是为了满足通车后运营和节省初期工程投资的需要,同时也考虑了在通车后的最初几年客流量增长较快的需要。在初期以后至远期的时段内,可以根据客流量的变化情况考虑车辆的增配。

运营车辆数按下列公式计算,设有长、短交路时应分别计算:

$$M_{\text{辆}} = m \cdot \left[\left(\frac{2L_{\text{交}} \cdot 60}{V_{\text{旅}}} + t_{\text{折1}} + t_{\text{折2}} \right) / t_{\text{间隔}} \right] \quad (1)$$

式中: $M_{\text{辆}}$ ——运营车辆数(辆);

$L_{\text{交}}$ ——列车交路长度(km);

$V_{\text{旅}}$ ——旅行速度(km/h);

$t_{\text{折1}}$ 、 $t_{\text{折2}}$ ——列车在两端折返站的折返(含停站)时间;

$t_{\text{间隔}}$ ——一个交路的最小行车间隔时间(min);

m ——列车编组辆数。

4.3 线路配线

4.3.1 中低速磁浮车辆的动力系统更加分散，每辆车有 5 对悬浮架，10 个直线电机，因而运行故障的几率应小于轮轨系统，且故障运行能力也较高。因此，停车线设置较城市轨道交通的要求适当减少。

停车线能及时引导故障列车离开正线，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。但设置停车线，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及数量。

4.3.2 根据地铁经验当停车场停车规模较小（小于 30% 配属列车），出入线设置条件困难时，可采用单出入线。

4.4 运营管理

4.4.1 中低速磁浮交通系统运行速度适中、运输能力大、发车密度高，因此线路敷设方式应以高架为主，并采用全封闭方式运行。

为保证列车安全，列车必须在安全防护系统的监控下运行。

4.4.3 《城市轨道交通工程项目建设标准》（建标 [104] 2008）第八十二条第三款，城市轨道交通机构定员可按运营线路长度 80 人/km~100 人/km 来测算；《城市轨道交通直线电机牵引系统设计规范》CJJ 167-2012 第 6.6.3 条，第一条线远期的运营管理和维修人员宜按 60 人/km~80 人/km 进行控制；《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 3.5.4 条：“首条地铁运营线路的系统运营人员定员不宜超过 80 人/km。后建的每条线路运营定员指标不宜大于 60 人/km”。从中低速磁浮交通技术特点来看，维护工作量应较传统城市轨道交通有所减少，但考虑中低速交通尚缺乏运营维护经验，故暂按 60 人/km~80 人/km 控制。

5 限 界

5.1 一 般 规 定

5.1.2 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。设备和设备限界之间留出的 50mm 安全间隙仅是用于测量环节误差,随着测量技术提高,该安全间隙应逐步减小。

5.1.3 相邻两线(之间无墙、柱及其他设备时)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。

5.1.4 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,本规范针对中低速磁浮交通系统特点开展了专题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。

基于中低速磁浮车辆走行系统的特点,动态偏移量计算考虑的关键特征因素如下(符号定义说明参见附录 A、附录 B):

1) 悬浮导向

左右悬浮气隙动态变化构成悬浮刚度效应的当量垂向浮沉或侧滚。

① 垂向浮沉动挠度 $= \pm \Delta f_{pj}$;

② 侧滚角 $= 2\Delta f_{pj}/L$, 滚动中心高 $h = h_{cp}$ (F 轨作用面距滑行轨面高);

③ 悬浮磁铁(悬浮架)相对于 F 轨的被动导向动态横移量 ΔX_{cj} , 最大值受控于横向限位装置;

④ 限界计算垂直坐标 Y 轴原点定义在滑行轨面,因而由悬

浮提升整体抬升车辆垂直向上量 f_{xf} 。悬浮下降时无悬浮提升量。

2) 车体多支承悬挂

中低速磁浮车辆由 6 个承台悬挂 (5 个悬浮架) 多点支承车体。

① 2、5 位承台与车体受横向约束, 1、3、4、6 位承台与车体不受约束 (可横向滑移), 能够产生较大的横移量以利于通过曲线, 故车体相对悬浮架的水平横移或水平偏转受控于 2、5 承台位悬挂特性参数;

② 2、5 位承台外计算断面 (距相邻悬浮架 2 或 5 位承台中心距离为 n) 按最不利偏斜位 (考虑车体摇头) 计算车体动态偏移量, 即存在偏斜放大系数 $\frac{2n+a}{a}$;

③ 2、5 位承台内计算断面按最不利横移位 (考虑车体横移) 计算车体动态偏移量, 即偏斜放大系数为 $1\left(\frac{2n+a}{a}\text{式中 } n \text{ 取 } 0\right)$;

④ 通过平面曲线时, 按 2、5 位承台中心与线路中心重合计算水平曲线几何偏移量进行水平曲线限界加宽;

⑤ 高度调整阀布置在 2、5 位承台处控制空气弹簧高度, 因而按 2、5 位承台中心与线路中心重合计算竖曲线几何偏移量进行竖曲线限界加高或降低。

3) 随机与非随机因素合成

随机因素按均方根合成, 单体型非随机因素 (或组合型非随机因素) 线性合成。例如: 2 或 5 位承台中心位置处车体断面由悬浮架导向动态横移量 ΔX_g 和承台悬挂动态横移量 Δw 构成的综合横向偏移量按均方根合成, 即 $\sqrt{\Delta X_g^2 + \Delta w^2}$ 。一旦故障发生, 因具有时延性, 按非随机因素处理 (设备限界计算中涉及)。

4) 载客不对称引起车体偏斜角 θ_{px}

载客不对称引起车体在空气弹簧悬挂上相对悬浮架产生偏斜

为准静态因素（非随机）。其实质由载客偏心力矩（参照地铁限界标准以 2/3 额定载客重量偏心 100mm 计）引起，但最大偏斜角不超过高度调整阀不感带误差构成的角度 $2f_2/b_s$ ，因此载客不对称引起的车体偏斜角：

$$\theta_{px} = [100m_z g(1 + S_2)/k_{\Phi s}] \leq \frac{2f_2}{b_s} \quad (2)$$

5) 车体在空气弹簧悬挂上的侧滚

① 车体在空气弹簧悬挂上受横向振动加速度和侧风作用将产生侧滚振动，与其他走行系统车辆具有相似性，如地铁车辆。

② 参照地铁限界标准计算空气弹簧侧滚动挠度（正常运行时各种因素形成的最大值）为：

$$\Delta f_{\max} = 0.5b_s \times \sqrt{[A_w \cdot P_w(1 + S_2)(h_{sw} - h_{cs})/k_{\Phi s}]^2 + [m_j \cdot a_B(1 + S_2)(h_{sc} - h_{cs})/k_{\Phi s}]^2} \quad (3)$$

式中： $A_w \cdot P_w$ ——风载荷（N）；

A_w ——受风面积（ m^2 ）；

P_w ——风压强（N/ m^2 ）；

m_j ——计算车体重量（ AW_3 ）（kg）；

a_B ——横向加速度（ m/s^2 ）；

h_{sw} ——受风面积形心高（mm）；

h_{sc} ——车体重心高（mm）；

$k_{\Phi s}$ ——整车二系弹簧侧滚刚度（N·mm/rad）；

S_2 ——重力倾角附加系数 = $m_j g [(h_{sc} - h_{cs})/k_{\Phi s}]$ （rad）。

车辆限界、设备限界计算方法以解析式表达，见附录 A、附录 B。

车辆限界定义的范畴仅指平直线和正常运行状态。故障运行状态因素不在车辆限界中体现，本规范是由设备限界来适应车辆的故障运行。而曲线因素对限界的影响是通过对平直线设备限界加宽得到反映。

5.2 制定限界的主要技术参数

5.2.1 根据《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》CJ/T 375 - 2011 中车辆主要参数及北京控股磁悬浮技术发展有限公司研发的工程化样车, 限界计算的基本参数见表 2。

表 2 车辆基本参数

序号	项 目 名 称	参数 (mm)
1	计算车辆车厢端部长度	15000
2	车辆最大宽度	3000
3	车顶距基准面高度	3814
4	轨距	2000
5	轨道两侧接触轨间距	2100
6	悬浮架 2、5 承台纵向间距	8220
7	悬浮架有效长度	2650
8	受流器中心线至基准面高度	700
9	客室地板面距基准面高度	950

中低速磁浮车辆基准的定义为“基准是控制车辆各部件尺寸和车辆与轨道相对位置关系的测量参考点”, 国内不同中低速磁浮交通技术研发体系所采用的基准有所不同, 有以滑行面为基准面的, 也有以轨枕顶面为基准面的, 表 2 参数是以滑行面为基准。

5.2.2 各项参数是按中低速磁浮交通车辆可以适应的线路参数确定。

5.2.3 国内中低速磁浮交通限界坐标系 Y 轴方向 (垂向) 的原点基准有两种方式, 一种是与传统轨道交通相类似的以滑行面中心线位置为原点, 另一种是以轨枕顶面中心线为原点。本规范中的限界坐标 Y 轴方向是以轨道滑行面为原点, 如采用以轨枕顶面中心线为原点则需要进行坐标换算。

5.3 建筑限界的确定

5.3.2 第3款 缓和曲线地段的建筑限界加宽的计算方法可参照《铁路隧道设计规范》TB 10003-2016 进行,并根据中低速磁浮车辆参数修正其延伸长度。

5.3.3 用盾构机进行机械化施工的圆形隧道,全线是统一孔径的,所以,需按规定运行速度用最小曲线半径和最大超高计算的车辆设备限界设计隧道建筑限界。

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参照《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 5.3.8 条第 2 款确定。

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线的最大横向间隙控制在 150mm (由直线站台横向间隙 70mm 加上曲线站台横向最大加宽 80mm) 内。

6 线 路

6.1 一 般 规 定

6.1.2 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；配线包括折返线、渡线、联络线、存车线、车场出入线等，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。本规范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。

6.1.4 中低速磁浮交通具有噪声低、转弯半径小（50m～75m）、爬坡能力强（65%～70%）的优势，提高了线路的适应性，减少征地和拆迁数量，降低工程造价，宜采用高架形式；为保证中低速磁浮高效、安全运行，中低速磁浮交通的每条线路应按独立运行设计，线路之间以及与其他交通线路之间的交叉处应采用立体交叉。中低速磁浮交通线路的平面位置和纵断面位置的确定，应充分考虑道路、地面建筑、地下管线、其他构筑物以及文物古迹的现状和城市规划，使其相互影响减至最低程度，并取得良好结合。环境与景观、地形与地貌对高架线和地面线路的要求较高，影响较大；工程地质与水文地质条件及结构的类型对施工方法的确定有重要影响，而施工方法又会影响线路的平面设置和地下线路的埋置深度；此外尚应考虑运营管理需要。因此，进行中低速磁浮交通线路平面和纵断面设计时，应综合考虑本条提出的诸方面因素的影响，使确定的方案既经济合理又有利于使用和运营管理。

6.1.5 车站应设置在交通枢纽、中低速磁浮线路交会处、中低速磁浮线路与其他轨道线路交会处以及商业、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 1km 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。

6.1.6 为确保中低速磁浮交通列车安全运行,便于司机操作、运营管理、维护,应在全线、车站及车场等处设置必要的线路、信号等标志。包括公里标、半公里标、坡度标、曲线标、闭塞分区分界标、限速标、限速解除标、站内标、出发标、停车位置标、列车停车标、折返线停车位置标、警冲标、车挡标、平面及高程控制标等。

6.2 线路平面

6.2.1 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、工程与运营的经济性有很大影响,将对中低速磁浮交通的工程造价、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为 50m。

2) 满足舒适度要求的平曲线最小半径理论计算公式:

$$R_{Hmin} = \left| \frac{(V/3.6)^2 \times \cos\alpha \times \cos^2\beta}{a_y + \left[g \times \cos\beta + \frac{(V/3.6)^2}{-R_v} \right] \times \sin\alpha} \right| \quad (4)$$

式中: R_{Hmin} ——满足舒适度要求的最小平曲线半径 (m);

V ——运行速度 (km/h);

a_y ——未被平衡离心加速度 (m/s^2);

α ——横坡角 ($^\circ$);

β ——纵坡角 ($^\circ$);

R_v ——竖曲线半径 (m)。

根据我国地铁线路设计经验,未被平衡离心加速度最大取值

为 0.4 m/s^2 。

按最小曲线半径计算的列车运行速度，不同未被平衡离心加速度取值对应的不同曲线半径下的列车运行速度如表 3 所示。

表 3 不同曲线半径的列车运行速度表 (km/h)

未被平衡离心加速度 曲线半径 R (m)	a_y (m/s ²)	
	0	0.4
550	85.4≈85	100.7≈100
500	81.5≈80	96.0≈95
450	77.3≈80	91.0≈90
400	72.9≈75	85.8≈85
350	68.1≈70	80.35≈80
300	63.1≈65	74.4≈75
250	57.6≈60	67.9≈65
200	51.5≈50	60.7≈60
150	44.6≈45	52.6≈50
100	36.4≈35	42.9≈40

2 影响最小曲线半径的其他因素

1) 列车运行安全

当列车运行在小半径曲线上时，由于视距短，瞭望条件差，对行车安全不利。

2) “F” 轨与车辆悬浮关系

在小半径曲线位置，车辆悬浮架为直线构件，“F” 为曲线，两者之间产生的悬浮力、牵引力、导向力由于接触面积发生变化，而均会发生变化，进而直接影响车辆的正常运行。

3) 养护维修

小半径曲线地段因横向力大，轨距、水平不易保持，曲线的几何形状不易固定，养护维修工作量增大。

3 结论意见

线路平面曲线半径应根据线路性质、路段设计运行速度、工

程难易程度,并结合周边环境因地制宜地合理选用。最小曲线半径的确定是否合理,对工程的可实施性、工程与运营的经济性有很大影响,将对中低速磁浮交通工程的应用、造价、运行速度、养护维修等产生很大的影响。

6.2.2 由于中低速磁浮交通的轨排采用机械加工的方式生产,为减少加工成本,适于大规模生产,所以设置 1.2m 为轨排模数。线路应结合轨排模数 1.2m 的倍数设计,可采用 0.4m 的整数倍数值。

6.2.3 复曲线会增加勘测设计、施工及养护维修的困难。在复曲线上行驶的列车,其受力情况及产生的横向加速度将在短时间内发生较大变化,会降低列车的稳定性和乘客的舒适性,故一般不宜采用。如果困难情况下采用复曲线时,不同半径的两个圆曲线之间必须设置中间缓和曲线,使平面曲率半径及轨道超高圆顺变化。复曲线设置中间缓和曲线时,应具有相同的曲线半径变更率 C :

$$C = R_1 \times l_1 = R_2 \times l_2 \quad (5)$$

中间缓和曲线长度应按下式计算:

$$l_z = l_1 - \frac{R_1 \times l_1}{R_2} = l_1 - l_2 \quad (6)$$

6.2.4 横坡设置

1 横坡值理论计算

$$\tan \alpha = \frac{\left(\frac{V}{3.6}\right)^2}{gR} \quad (7)$$

在 $0^\circ \leq \alpha \leq 6^\circ$ 时:

$$\alpha \approx \frac{0.445V^2}{R} \quad (8)$$

式中: R ——平曲线半径 (m);

V ——运行速度 (km/h);

α ——横坡角 ($^\circ$)。

2 允许欠超高分析

列车在曲线上运行产生离心力影响乘客舒适度,设置横坡产生向心力,以达到平衡离心力的目的。当曲线半径一定时,运行速度越高,要求设置的横坡越大,当要求设置的横坡超过允许的最大横坡(6°)时,就会产生未被平衡离心加速度。

本规范未被平衡离心加速度最大取值参考我国地铁设计规范的规定,取 0.4m/s^2 。则最大允许欠超高为 2.3° 。

6.2.5 设置缓和曲线主要满足线路平面曲率、轨道平顺过渡的需要,并满足乘客对舒适度的要求。

1 缓和曲线线形。

正弦曲线的线形复杂,制造、测设、养护维修难度较大。根据正弦型缓和曲线的特征,正弦缓和曲线平均超高顺坡率是同等长度三次抛物线型缓和曲线的一半,因此如果要达到同样的超高值正弦型缓和曲线的长度是三次抛物线型缓和曲线长度的 2 倍。

三次抛物线型缓和曲线的线型便于测设、养护维修,平曲线长度较短,设计适应性和灵活性更高;且中低速磁浮车辆的行驶速度不大于 120km/h ,在此速度下由三次抛物线型缓和曲线引起的影响较小,并可以通过悬浮控制及其他手段解决,因此本规范平面缓和曲线线型采用三次抛物线。

2 缓和曲线长度主要受以下两方面的影响。

1) 超高顺坡率

我国地铁设计规范中规定超高顺坡率不宜大于 2‰ ,困难地段不应大于 3‰ 。中低速磁浮交通的超高顺坡率是受车辆车体结构、转向架机械解耦的能力控制。根据中低速磁浮交通的特殊性,本规范以轨道超高顺坡率来限定超高变化。本规范根据北京控股磁悬浮技术有限公司唐山试验线经验,规定超高顺变率不宜大于 $5'00'' \approx 2.9\text{‰}$,困难情况不宜大于 $7'12'' \approx 4.1\text{‰}$ 。则缓和曲线的最小长度为:

$$l = \frac{H}{2.9} \sim \frac{H}{4.1} \quad (9)$$

式中: l ——缓和曲线长度 (m);

H ——圆曲线实设超高 (mm)。

2) 超高时变率

$$l \geq \frac{H \cdot V}{3.6 f_c} \quad (10)$$

式中: l ——缓和曲线长度 (m);

V ——设计速度 (km/h);

H ——圆曲线实设超高 (mm);

f_c ——允许的超高时变率 (mm/s)。

允许的超高时变率 f_c 值是乘客舒适度的一个标准。参考《地铁设计规范》，本规范采用 53mm/s。

$$l \geq \frac{H \cdot V}{3.6 f_c} = 0.0053 H \cdot V \quad (11)$$

3 缓和曲线长度

1) 考虑上述分析, 缓和曲线长度设置方式如下:

① 当 $V \leq 50 \text{ km/h}$ 时:

超高为:

$$H = \frac{15.73V^2}{R} \quad (12)$$

缓和曲线长度:

$$l = \frac{H}{4.1} \geq 18(\text{m}) \quad (13)$$

② 当 $50 \text{ km/h} < V \leq 70 \text{ km/h}$ 时:

超高为:

$$H = \frac{15.73V^2}{R} \quad (14)$$

缓和曲线长度:

$$l = \frac{H}{2.9} \geq 18(\text{m}) \quad (15)$$

③ $70 \text{ km/h} < V < 4.3 \sqrt{R}$ 时:

超高为:

$$H = \frac{15.73V^2}{R} \quad (16)$$

缓和曲线长度:

$$l = 0.0053 H \cdot V \geq 18(\text{m}) \quad (17)$$

2) 缓和曲线长度按以上公式计算时, 当 $l = \frac{H}{4.1}$ 时, 计算

值只进不舍, 其他按 2 舍 3 进, 取 6m 的整数倍。

3) 缓和曲线最小长度取 18m, 是从不短于一节车辆的全长确定的。为便于钢轨加工, 取 18m。

6.2.6 列车侧向通过道岔时要限速, 道岔后的连接曲线距道岔很近, 列车速度不可能很快提高, 所以道岔后的连接曲线可不设缓和曲线和超高。要求其半径不小于道岔导曲线半径, 主要是考虑保证列车通过附带曲线时速度不低于过岔速度。

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 18m, 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 18m 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。

6.2.8 困难地段的最小曲线半径的计算说明如下:

站台曲线半径大小影响曲线上的几何加宽量, 站台横向最大加宽 80mm 决定站台最小曲线半径。由附录 B 中式 (B. 0.2-1)、式 (B. 0.2-2) 可计算曲线几何加宽量。

曲线外侧:

$$T_a = 1000[4n(n+a) + 4m(m+p)]/8R \quad (18)$$

曲线内侧:

$$T_i = 1000[4n(a-n) - 4m(m+p)]/8R \quad (19)$$

式中: $a=8.220\text{m}$;

$n=3.390\text{m}$ (端部) / 4.110m (中部);

$p=1.590\text{m}$;

$m=0.575\text{m}$ 。

端部几何加宽:

$$\begin{aligned} T_a &= 1000[4 \times 3.390(3.390 + 8.220) + 4 \times 0.575 \\ &\quad (0.575 + 1.590)]/8R \\ &= 20301/R(\text{mm}) \end{aligned}$$

中部几何加宽:

$$T_i = 1000[4 \times 4.110(8.220 - 4.110) - 4 \times 0.575 \\ (0.575 + 1.590)]/8R \\ = 7824/R(\text{mm})$$

凹形站台 (图 1):

车端受限界控制最小曲线半径 $= 20301/80 = 254\text{m}$

中部门区横向间隙 $= 70 + 7824/254 = 101\text{mm} < 150\text{mm}$

站台最小曲线半径受限界控制为 254m 。

凸形站台 (图 2):

中部受限界控制最小曲线半径 $= 7824/80 = 98\text{m}$

端部门区横向间隙 $= 70 + 20301/R < 150\text{mm}$

因此, 站台最小曲线半径受端部门区横向间隙控制, 根据计算得出的曲线站台最小半径为 300m 。横坡角小于 0.01rad 。

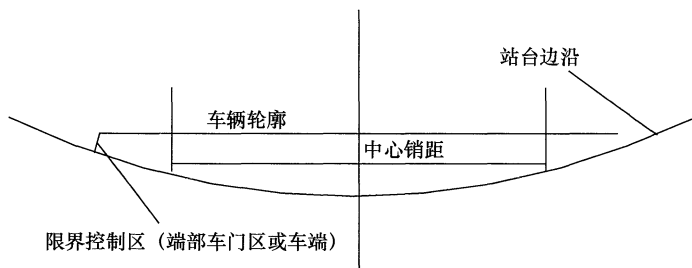


图 1 凹形站台

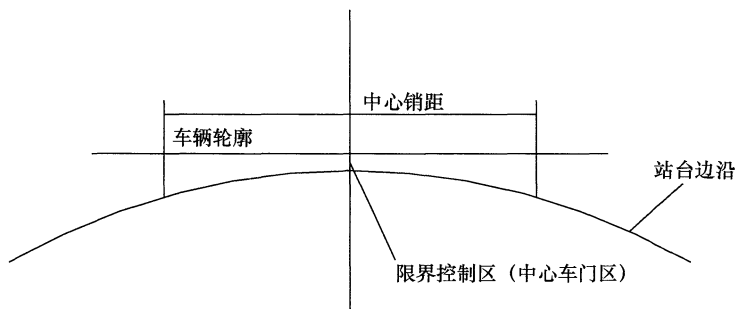


图 2 凸形站台

车站站台段线路设在曲线上时，司机和车站管理人员瞭望条件差，增加管理上的难度，对行车安全不利。另外曲线半径太小，列车停靠曲线站台时车辆与站台间的间隙过大，对乘客安全不利。因此，车站应尽可能设在直线上或较大的曲线半径上，本规范规定车站计算长度内的最小曲线半径不宜小于 600m。

6.2.9 要求道岔尽量靠近车站设置，主要为便于运营管理，保证行车安全，有利于发挥线路的效能，但道岔距站台也不能太近，否则影响其他设备的铺设和安装。本规范规定道岔距站台端部不小于 5m，是从列车通过能力及满足轨道电路的技术要求考虑的。

6.2.10 道岔轨道构造比较复杂，如果设在曲线上，会增加设计、施工和养护维修的困难，因此规定道岔应设在直线上。

为保证曲线或曲线超高顺坡及轨距递减不侵入道岔范围并便于施工和养护，要求距曲线头（尾）的最短距离为：正线 20m，车场线 5m。

6.2.11 折返线、故障列车停车线铺设长度，根据功能要求分别确定：

- 1) 尽端式折返线、停车线铺设长度 = 列车长度 + 安全距离，是前道岔梁端部至车挡的距离。安全距离包含停车误差和信号瞭望距离（图 3）。

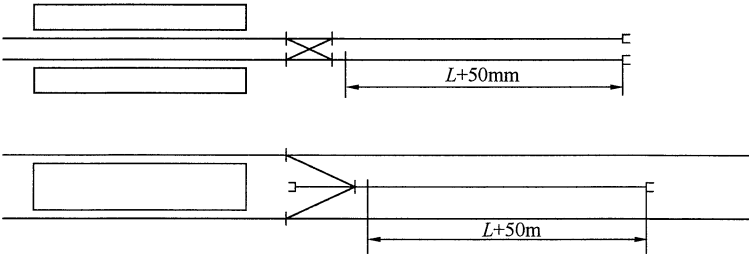


图 3 尽端式折返线形式

- 2) 贯通式折返线、停车线铺设长度 = （列车长度 + 停车误差和信号瞭望距离） + 安全距离，是前道岔梁端

部至车挡的距离。安全距离包含停车误差和信号瞭望距离（图 4）。

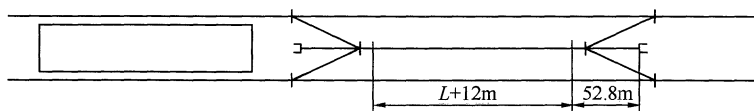


图 4 贯通式停车线形式

6.3 线路纵断面

6.3.1 最大坡度不考虑各种坡度折减。

中低速磁浮车辆具备较强的爬坡能力，选线适应性较强。制约线路最大坡度的主要因素是超员载客情况下列车在大坡度上的启动问题。日本爱知县中低速磁浮线商业运行线的最大坡度为 60‰，国内上海临港中低速磁浮试验线、唐山中低速磁浮试验线均设有 70‰的坡度，且均能正常试验运行。因此本规范规定正线、辅助线和车场线的最大坡度一般 60‰，困难 65‰，最大不超过 70‰。

6.3.2 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‰。

6.3.3 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。

6.3.6 将车站站台段线路布置在一个坡道上，对设计、施工均较简单，而且有利于排水的处理。车站在有条件时要尽量布置在纵断面的凸形部位上，即进站上坡、出站下坡，有利于节省列车启动和制动时的能耗。

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 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 节~3 节列车的长度,因此确定该距离不宜小于 40m。

6.3.9 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。

车辆是通过间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,因此本规范规定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 a_v 与竖曲线半径 R_v (m) 及行车速度 V (km/h) 的关系为:

$$R_v = \frac{V^2}{3.6^2 \cdot a_v} \quad (20)$$

根据国外资料显示, a_v 值采用的范围为 $0.07\text{m/s}^2 \sim 0.31\text{m/s}^2$ 。但多数国家采用 $R_v = V^2$, 即 a_v 值为 0.08m/s^2 ; 困难条件下采用 $R_v = V^2/2$, 即 a_v 值为 0.15m/s^2 。

参照地铁工程经验并结合中低速磁浮交通情况,在正线上 a_v 取 $0.1\text{m/s}^2 \sim 0.154\text{m/s}^2$, 困难条件下 $0.17\text{m/s}^2 \sim 0.26\text{m/s}^2$ 。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：竖曲线最小半径一般情况采用 5000m，困难地段采用 2000m；

车站端部：竖曲线最小半径一般情况采用 3000m，困难地段采用 1500m；

联络线、出入库线：竖曲线最小半径采用 1500m，车场线采用值为 1000m。

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。

6.3.10 竖曲线不得侵入车站站台范围，是为了保证站台平整和乘客安全，并有利于车站的设计和施工。

道岔范围内受其结构控制应保持平顺和严密状态，因此竖曲线不应侵入道岔范围，并保持一定距离，以保证行车安全及便于线路养护维修。

7 轨 道

7.1 一 般 规 定

7.1.1 轨道结构是中低速磁浮工程的主要设备，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，保证列车快速、安全和平稳地运行。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，使乘客舒适。

7.1.2 轨道结构应采用成熟、先进并经过试验和鉴定的部件，使轨道结构技术适用、先进。同时还应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。

7.1.3 采用通用定型的零部件，既能减少设计和施工麻烦，又能方便轨道的养护维修。同时减少订货和维修备品备件种类，并可使轨道结构外观整齐。

轨道交通运营时间长，列车运行间隔短，只能在夜间停运后的较短时间内进行轨道维修，所以轨道结构的设计，应考虑施工方便和减少维修工作量。

7.1.4 根据《建筑物防雷设计规范》GB 50057 - 2010 第 4.2.4 条规定，防雷接地电阻不应大于 10Ω 。

7.2 轨 排

7.2.1 轨排长度引入机械制造和建筑中普遍应用的标准模数的概念有利于标准化设计、大批量生产、减少安装复杂性和降低成本。

7.2.3 第 2 款 最大超高地段左右轨平面与水平面夹角（横坡角）根据国内外相关试验资料及中低速磁浮列车曲线停车起降要求确定。

第4款 轨道曲线超高采取外轨抬高一半、内轨降低一半的方法，列车通过曲线运行平稳，曲线测设方便，并便于接触轨的设计安装。

7.3 承轨台及扣件

7.3.1 轨排与下部基础连接采用二次浇筑钢筋混凝土承轨台，施工简便，施工精度容易保证，施工进度快。

为使承轨台下部基础牢固连接，应采取下部基础施工时，顶部预留钢筋、承轨台下部基础凿毛等措施。

根据目前扣件采用的锚固形式，承轨台厚度不宜小于130mm。

7.3.3 由于中低速磁浮交通轨道与轨道梁连接构造的特殊性，在运营天窗时间更换维修具有一定的难度。因此，应考虑为维护 and 检修工作中的螺栓等外露件的更换提供条件，对于隐蔽构件，则应考虑其长寿命要求，应与轨排等寿命。

7.4 轨道结构构造及精度要求

7.4.3 第3款 承轨台与轨道梁及路基支墩连接时，应按计算结果在结构中预埋连接钢筋。

第4款 承轨台与支承块以现浇混凝土的方式连接。因此支承块安装条件为：承轨台在浇筑混凝土的过程中，既要方便混凝土的浇筑又要保证支承块与承轨台的有效连接，承轨台的高度应保证支承块底距离结构顶面50mm~100mm的要求。

7.4.4 本条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及上海临港中低速磁浮试验线、唐山中低速磁浮试验线的实践确定。

7.5 轨道附属设施

7.5.1 正线、辅助线及试车线在线路末端宜采用缓冲滑动式车挡，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，可保障人身和车辆的安全，有效减少人身及车辆设备事故

损失。

地下线路因有强大的土体及土建结构支挡，同时为减少土建工作量，宜采用液压式车挡，可有效地消耗列车的动能，可保障人身和车辆的安全，有效减少人身及车辆设备事故损失。

车场库内线宜采用库内固定式车挡。固定式车挡结构简单、长度小、造价低，同时在车场库内线车辆速度较低，采用固定式车挡可有效地消耗列车的动能，可保障人身和车辆的安全，有效减少人身及车辆设备事故损失。

7.6 轨排接头

7.6.2 根据唐山中低速磁浮试验线工程经验，设计轨道接头轨缝取值 16mm。铺轨时预留轨缝大小，应满足锁定后的轨排，在纵向阻力控制下，轨排有足够的伸缩空间以释放温度应力，以使锁定后的轨道，在钢轨达到历史最高温度时，轨缝为零，而轨端不顶紧受力，当轨温降至最低时，轨缝不超过构造轨缝，符合列车平稳行驶对轨排接头结构的基本要求。

7.6.3 桥梁间接缝及桥梁与桥台接缝处设置轨缝，可简化桥梁与轨排间相互作用力，从而简化轨排、桥梁的设计、施工及养护维修。

7.7 道 岔

7.7.1 道岔主要技术要求根据《中低速磁浮交通道岔系统设备技术条件》CJ/T 412-2012 提出。

7.7.2 第 4 款 《中低速磁浮交通道岔系统设备技术条件》CJ/T 412-2012 第 5.15 节对道岔部件的装配偏差提出了要求。

8 轨道支承结构

8.1 一般规定

8.1.3 工程经济性包括工程量指标、施工运输、安装费等因素。一般 20m~30m 跨径综合经济指标较优。

8.1.4 跨径不大时,简支梁结构梁端转角、变形等可满足系统要求。考虑到简支梁经济性好、施工方便,工期短,对地面交通影响小,宜优先采用简支梁结构。

8.1.5 中低速磁浮工程建设,不能影响城市规划的实施及铁路、道路、航道的正常运营,因此轨道支承结构桥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、道路限界要求并预留结构沉降量、铁路抬道量或道路路面翻修高度;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 的要求。

中低速磁浮工程系城市骨干交通系统组成部分,为避免洪水冲刷桥墩基础、冲垮轨道结构,从而对整个工程运营带来不安全乃至破坏,影响正常的运营,同时维修工作时间长,费用大,因此要求跨越排洪河流时,应按 1/100 洪水频率标准进行设计,技术复杂、修复难度大的大桥、特大桥应按 1/300 洪水频率进行验算。

8.1.6、8.1.7

轨道梁挠度要求直接影响到列车运行的平稳性及乘坐舒适性,并且影响中低速磁浮交通工程建设的造价。中低速磁浮交通轨道梁挠度要求是在分析总结国内外磁浮交通及传统轮轨轨道交通桥梁刚度要求基础上,根据中低速磁浮交通技术特点,经试验验证后确定。

1 有关规范或试验线对轨道梁挠度的要求:

1) 德国高速磁浮设计规范

德国高速磁浮设计规范对轨道梁竖向挠度要求见表 4。

表 4 德国高速磁浮设计规范对轨道梁挠度要求

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	$L/6960$	

2) 日本 HSST、韩国 UTM

日本在横滨国际博览会上 HSST-05 型磁浮车展示线路动载荷下梁的挠跨比为 $1/3800$ ；东部丘陵线对用于 HSST-TKL 型磁浮车运行的轨道梁的挠度要求不大于 $1/1500$ 。

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 1.1km 试验线的轨道梁竖向挠度要求不大于 $1/4000$ 。

3) 新建时速 200 公里客货共线铁路设计暂行规定

《新建时速 200 公里客货共线铁路设计暂行规定》（铁建设函〔2005〕285 号）规定梁体竖向挠度见表 5。

表 5 《新建时速 200 公里客货共线铁路设计暂行规定》
对梁体竖向挠度要求

跨度 L (m)		$L \leq 20$	$20 < L \leq 50$	$50 < L \leq 70$	$70 < L \leq 96$
挠度限值	单跨	$L/1000$		$L/900$	
	多跨	$L/1400$	$L/1200$	$L/1000$	$L/900$

在列车横向摇摆力、离心力、风力和温度的作用下，梁体的水平挠度不应大于计算跨度的 $1/4000$ 。

4) 地铁设计规范

《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 表 10.2.1 中对梁式桥跨结构的竖向挠度要求见表 6。

表 6 《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 对
梁体竖向挠度要求

跨度 (m)	挠度容许值
$L \leq 30$	$L/2000$
$30 < L \leq 60$	$L/1500$
$60 < L \leq 80$	$L/1200$
> 80	$L/1000$

2 国内有关试验线的刚度要求：

1) 上海临港中低速磁浮交通试验基地对轨道梁的挠度要求见表 7。

表 7 上海临港中低速磁浮交通试验基地对轨道梁的挠度要求

项目	竖向挠度	横向挠度	梁端最大挠转角
简支梁	$L/3800$	$L/1300$	$1/1000$
连续梁	$L/4000$	$L/1800$	

2) 北京控股磁悬浮科技发展有限公司、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，要求中低速磁浮列车唐山试验线的梁体竖向挠度限值见表 8。

表 8 中低速磁浮列车唐山试验线的梁体竖向挠度限值

项目	静活载引起的变形	温度引起的变形
单跨	$L/3800$	$L/6200$
多跨	$L/4600$	$L/7600$

在列车侧向导向力、小半径约束力、离心力、风力和温度的作用下，梁体的水平挠度应小于或等于梁体计算跨度的 1/2000。轨道梁在活载静力作用下，梁端竖向转角不应大于 1/1000。

本规范综合上述情况，竖向挠度按表 9 确定，在列车侧向导向力、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。

表 9 轨道梁变形容许值

项目	竖向挠度	温度引起变形
简支梁	$L/3800$	$L/6200$
连续梁	$L/4600$	$L/7600$

由于轨道梁刚度指标与车辆设计、悬浮控制技术、车/桥耦合动力学紧密相关，有部分学者研究结论认为该指标偏保守。鉴于目前国内外商业运营线的工程实践有限，该指标有待通过今后的研究进一步优化。

8.1.8 为使列车运行安全、舒适，需对桥梁的最小自振频率加以限制。桥梁的竖向固有频率（自振频率）是促使桥梁动力系数出现峰值的根本原因。桥梁动力系数出现峰值，就意味着共振的发生，意味着激烈的振动，就会影响轨道结构的正常工作，也会引起混凝土开裂、结构疲劳、承载力降低，甚至危及桥梁的安全。对于一定跨度的桥梁，可以采用不同的结构形式和不同的材料，并具有不同的固有频率，但都要满足强度和刚度的要求。

1 有关规范或研究成果对竖向自振频率最低限值或建议

1) 《高速铁路设计规范（试行）》TB 10621 - 2014 第 7.3.5 条规定：

① 简支梁竖向自振频率不应小于表 10 的规定。

表 10 高速铁路简支梁竖向自振频率限值

跨度 (m)	$L \leq 20$	$20 \leq L \leq 96$
限值	$80/L$	$23.58L^{-0.592}$

② 运行车长 24m~26m 动车组、跨度不大于 32m 的混凝土双线简支箱梁，当梁体自振频率不低于表 11 规定的限值要求时，梁部结构设计可不再进行车桥耦合动力响应分析。

表 11 高速铁路常用跨度双线简支箱梁不需进行动力学检验的竖向自振频率

设计速度 (km/h) 跨度 (m)	250	300	350
20	100/L	100/L	120/L
24	100/L	120/L	140/L
32	120/L	130/L	150/L

2) 德国高速磁浮设计规范规定的竖向自振频率最低限值如下：

$$f \geq 1.1 \cdot V/L \tag{21}$$

式中：V——列车通过轨道梁的最高速度（m/s）；

L——轨道梁跨度（m）。

2 中低速磁浮试验线情况

唐山中低速磁浮试验线桥梁竖向自振频率按照 64/L 控制。简支梁实测最低自振频率为 4.49Hz，连续梁实测最低自振频率为 4.69Hz。

因此，本规范规定竖向自振频率最低限值规定为 64/L。

8.1.10 对墩台基础的工后沉降及工后沉降差给予一定限制是为了保证墩台发生沉降后不致影响列车的正常运行，即使需要进行线路高程调整，其调整工作量不会太大，不会引起桥面改建和桥梁结构加固。

8.1.11 为保证轨排的标准化，减少非标准轨排数量，桥梁应结合轨排模数进行设计，一般情况下为 6m 的整数倍，困难时为 1.2m 的整数倍。

8.2 荷 载

8.2.2 《铁路桥涵设计规范》TB 10002 - 2017 第 4.1.2 条规

定：“桥梁设计时，应仅考虑主力与一个方向（顺桥或横桥方向）的附加力相结合”。

8.2.3 本条根据《铁路桥涵设计规范》TB 10002 - 2017 第 4.1.3 条提出。考虑到不同荷载同时发生的几率不同，因此，不同荷载组合时结构物应有不同的安全储备，采用的安全系数应该有所区别，反映在设计上的材料容许应力也应不同。对于主力作用下的安全系数要求高一些；对于附加力和特殊荷载则可以低一些。以主力时的容许应力或安全系数为基数，对其他荷载组合可以将容许应力分别乘以不同系数，或采用不同安全系数。这些系数还与材料特性和结构类型有关。

8.2.4 《铁路桥涵设计规范》TB 10002 - 2017 第 4.2.1 条给出了桥涵一般常用的钢、铸铁、铅、钢筋混凝土（配筋率 3% 以内）、混凝土和片石混凝土、浆砌粗石料、浆砌块石、浆砌片石、干砌片石、填土、填石（利用弃砬）、碎石道砬、浇筑的沥青、压实的沥青、不注油的木材、注油的木材等材料的重度。

8.2.5 第 1 款 列车的竖向荷载应根据实际车辆荷载确定，根据目前已在运营的车辆荷载取高值确定。

根据《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》CJ/T 375 - 2011，中低速磁浮交通车辆的最大总重为 35t，端车基本长度 15.6m，中车基本长度 14.6m，因此车辆静荷载为 23.5kN/m。

8.2.6 车辆竖向荷载的动力作用采用竖向静荷载乘以动力系数（也称为冲击系数）。桥梁的动力系数与桥梁的刚度，轨面平顺度，车辆的荷载大小、列车编组、作用形式以及车速因素有关，本规范中的动力系数参考高速磁浮计算方法确定。

8.2.8 第 1 款 根据国防科学技术大学对 CMS-03 型磁浮列车独立悬浮架侧向导向力测试，侧向导向力大小随悬浮架侧向位移增加而增大。在悬浮间隙为 8mm，悬浮质量 6.8t，侧向位移为 14mm 时，侧向导向力为 13.6kN，侧向位移 19.5mm，侧向导向力 18.36 kN。考虑悬浮架相对 F 轨磁极的动态横移量一般为 14mm 左右，本规范侧向导向力取静载荷的 20%。

第2款 动态侧向导向力由线路几何偏差产生，其取值公式参照了高速磁浮动态侧向力计算方法。

8.3 结构设计

8.3.9 根据目前桥梁设计情况，推荐采用可调高球形钢支座，并根据需要选择抗拉型支座或非抗拉型支座。

1 在相邻墩台不均匀沉降超过规定时，为保证线路精度要求，采取调高支座满足线路平顺度要求；

2 根据中低速磁浮轨道梁受力及构造特点，在各种横向荷载及曲线梁的恒、活载作用下，轨道梁可能承受较大的扭转荷载，而支座可能出现较大拉力，此时轨道梁需采用拉力支座。

9 车站建筑

9.1 一般规定

9.1.2 车站建筑作为轨道交通集、疏、运体系中的关键建筑，其设计必须根据客流控制时期的高峰小时客流量和设备运行要求进行，保证乘客乘降安全、疏导迅速、布局紧凑、便于管理，并具有良好的通风、照明、卫生、防灾等设施。

9.1.4 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。各国情况不同，超高峰系数采用也不同，如匈牙利规定在高峰 15min 内要加上高峰小时预测客流量 20% 的增加值，即 1.2 系数，而法国规定最大系数为 1.6。

9.1.6 车站周边地上、地下空间综合利用，是近年来轨道交通建设出现的新趋势，结合车站站点建设统一考虑周边交通接驳及地上、地下商业和其他设计配套建设，成为车站设计者考虑的重要因素。如车站的出入口可考虑与周边商业建筑结合设置、车站与地下商业的互联互通等方式都是可能存在的，本条对此仅作一般性规定，实际操作中应根据车站所在城市和地域条件综合加以考虑。

9.1.8 车站建筑的节能设计应符合《公共建筑节能设计标准》GB 50189 要求，车站的采暖、通风和空气调节节能设计应符合本规范第 14 章规定。

9.2 车站总体布置

9.2.3 出入口、风井位置设置前应调查车站周边规划情况，应尽量设于道路红线外，如因受外界控制条件影响，只能设于道路

红线内的，需征得相关规划部门的许可。同时风井应根据环评报告要求满足对敏感建筑物的距离要求。

9.2.4 车站是人流密集的建筑物，与地面其他交通组织的关系极为密切，因此，车站出入口前应有供人流集散用的广场，并与周围其他交通形式相衔接，其面积和长宽尺寸根据具体情况确定。P+R 停车场作为轨道交通与市政道路交通的重要接驳设施，在地处郊区及市郊结合地区的车站设置可有效地减少城市中心的道路交通压力。

9.3 车 站 平 面

9.3.1 停车误差的确定与人工驾驶时司机操作的熟练程度或自动停车设备的先进程度有关。一般采用停车不准确距离为 1m～2m，当采用站台屏蔽门时停车误差必须控制在±0.3m 之内。

9.3.2 《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 9.3.2 条给出计算公式为：

岛式站台宽度：

$$B_d = 2b + n \cdot z + t \quad (22)$$

侧式站台宽度：

$$B_c = b + z + t \quad (23)$$

$$b = \frac{Q_{\pm} \cdot \rho}{L} + b_a \quad (24)$$

$$b = \frac{Q_{\pm, \text{下}} \cdot \rho}{L} + M \quad (25)$$

式中： b ——侧站台宽度（m），在公式（22）和公式（23）中应取公式（24）和公式（25）计算结果的较大者；

n ——横向柱数；

z ——纵梁（含装饰层）厚度（m）；

t ——每组楼梯与自动扶梯宽度之和（含纵梁间所留空间）（m）；

$Q_{\text{上}}$ ——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);

$Q_{\text{上、下}}$ ——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);

ρ ——站台人流密度, $0.33 \text{ m}^2/\text{人} \sim 0.75 \text{ m}^2/\text{人}$;

L ——站台计算长度 (m);

M ——站台边缘至站台门内侧距离, 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 (m)。

公式 (24)、公式 (25) 取大者的含义是:

公式 (24) 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 (25) 是指列车进站停靠后, 上、下客进行交换, 安全带已被利用。

当站台采用站台门时公式 (24) 中的 b_a 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, M 取值为零。

最终站台计算宽度按以上两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 b 值, 应分别按上、下行的上、下客计算, 其 b 值一般不会相等, 为了建筑布置适宜, 宜取大值对称布置。

公式中的 $Q_{\text{上}}$ 和 $Q_{\text{上、下}}$ 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、下车设计客流量。在计算中均应换算成远期或客流控制期高峰小时发车间隔内的设计客流量。

由于各城市情况有差异, 且同一城市的不同线路情况不同, ρ 的取值可不同, 但同一条线 ρ 的取值应一致。

9.3.4 高架车站的设计应尽量简洁、通透,且中低速磁浮车站具有站台层至道床面较高的特点,可充分利用站台板下空间进行建筑设计。除满足乘客上、下车及候车、运营管理所需要的设施外,其余房间应避免设于站台层公共区。

考虑到高架车站通透,对一些特殊乘客(老弱病残、孕妇、婴儿等)可设置空调候车室。

9.3.5 敞开式车站应根据气候条件,在车站站台两端设置遮挡雨雪措施,其体量、造型应考虑城市景观要求同时考虑夏季通风。北方地区,路中高架车站应考虑防止冰凌坠落影响车站下方车辆行驶安全措施。

9.3.8 《城市轨道交通技术规范》GB 50490-2009 第 7.3.2 条规定“车站的站厅、站台、出入口通道、人行楼梯、自动扶梯、售检票口(机)等部位的规模应与通过能力相互匹配。当发生事故或灾难时,应保证将一列进站列车的预测最大载客量以及站台上的候车乘客在 6min 内全部撤离到安全区”。

事故疏散时间:

$$T = 1 + \frac{Q_1 + Q_2}{0.9[A_1(N-1) + A_2B]} \leq 6(\text{min}) \quad (26)$$

式中: Q_1 ——一列车乘客数(人);

Q_2 ——站台上候车乘客(人);

A_1 ——自动扶梯通过能力 [人/min·台];

A_2 ——人行楼梯通过能力 [人/min·m];

N ——自动扶梯台数;

B ——人行楼梯总宽度(m)。

为体现以人为本的思想,站台层至站厅层采用自动扶梯的越来越多,故必须考虑自动扶梯计入事故疏散用,单靠人行楼梯来作事故疏散,则车站规模需要扩大很多。故自动扶梯的供电必须由原来的二级提升到一级负荷。同时下行自动扶梯能改为上行(高架车站上行改为下行)的功能。

计算中应考虑 1 台自动扶梯损坏不能运行的几率, $(N-1)$

台自动扶梯和人行楼梯通行能力按 9 折折减。式 (26) 中 “1” 为人的反应时间。

9.3.9 本条参照《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 的第 9.3.7 条制定。

售票机的布置应符合乘客进站流线，售票机前应留有乘客购票的集聚空间。当售票排队方向与出入口进出站客流行进方向垂直且售票机设在设备管理用房区靠外墙中跨布置时，售票机外侧 2.0m 范围不宜侵入出入口通道投影线内；当售票机设在设备管理用房区靠外墙边跨布置时，其外侧 3.0m 范围不宜侵入出入口通道投影线内。当售票排队方向与客流行进方向平行且售票机设在设备管理用房区靠外墙边跨布置时，售票机外侧与出入口通道的距离不得小于 1.2m。

9.3.17 本条参照《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 9.3.9 条及《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 8.3.15 条制定。合理紧凑地布置地下车站的设备、管理用房，目的是减少空间浪费，节省工程投资。主要管理用房应集中布置是为了便于采用有效的消防措施。

本条中“消防泵房宜设于设备与管理用房有人区内的主通道或设备区疏散出口通道旁”，是为了进出消防泵房人员不需要经过其他房间或空间就可以到达建筑外。

9.3.20 本条说明如下：

1 高架车站运营当中常发生因雨雪从车站两端飘入而发生乘客摔倒的事件，因此车站两端需采取有效措施进行遮挡；

2 因车站进出站造成的振动和活塞风常会引起装修部件的掉落，而导致行车运营中断或安全事故，设计过程中应给予充分考虑；

3 高架车站屋面设计时还应考虑运营部门对屋面检修时，检修人员的安全措施，以避免造成不必要的安全事故。

9.4 车站环境设计

9.4.2 车站是乘车和集散的场所，特别是地下车站呈封闭的狭长空间，燃烧生成的烟雾将对乘客疏散造成极大危害。除结构要求有较高耐火等级外，对车站内的装修材料规定必须采用不燃材料（A级），对于体量较小总量不多的设于公共区的固定服务设施的材料，在实际应用中难以达到A级材料，也必须采用阻燃材料。

由于目前车站地坪装饰材料大量采用花岗岩、玻化砖等耐磨材料，应注意防滑，特别对高架车站，采用半敞开式雨篷的站台，更要注意地坪材料的防滑性能。对于不装站台屏蔽门的高架站台，敞开式楼梯、走道、台阶更应引起注意，站台边的安全防护带尤其不宜采用花岗岩、釉面地砖等材料。

车站内的站台屏蔽门、广告灯箱、客服中心等处采用玻璃材料，应采用安全玻璃，如钢化玻璃、嵌丝玻璃等，以免破碎时伤及乘客。

9.4.3 《城市轨道交通技术规范》GB 50490 - 2009 第 7.3.27 条规定：“车站的站台、站厅公共区、自动扶梯、疏散通道、安全出口、楼梯转角处等应设置灯光或蓄光型疏散指示标志；区间隧道应设置可控制指示方向的疏散指示标志”。

《城市轨道交通客运服务标志》GB/T 18574 - 2008 对城市轨道交通的安全标志、导向标志、位置标志、综合信息标志和无障碍标志进行了规定。

中低速磁浮交通车站为公共建筑，必须设置安全标志、导向标志、位置标志、综合信息标志、无障碍标志。

9.5 车站出入口

9.5.1 本条按《城市轨道交通工程项目建设标准》（建标 [104] 2008）第五十六条及《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 9.5.1 条对车站出入口、疏散能力要求提出。

9.5.4 地下交通建筑对于防洪的要求较普通地面建筑物更高，但过高的出入口室内外高差不利于乘客使用，也提高了工程造价。地下车站出入口的地面标高一般应高出该处室外地面300mm~450mm，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水位确定。

9.6 风井与冷却塔

9.6.2 本条根据《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 9.6.2 条制定。

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、排气风气流短路，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风亭的敞口低风亭在外部气流流畅场分布特征方面有明显区别，因此风口间距应分别进行规定。

9.6.4 本条参考《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 9.6.4 条制定。本条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，则可不执行本条规定。

火灾时，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太近，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口口部相同的标准。

9.7 人行楼梯、自动扶梯、电梯、站台屏蔽门

9.7.3 本条根据《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 9.7.6 条“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”要求制定。

9.7.15 在站台应可以由站务员手动打开或关闭每一扇滑动门；在轨道侧应可以由乘客手动打开每一扇滑动门。

9.7.16 针对列车因故不能停靠到位，并导致所有双扇滑动门与列车客室门不能对应并提供上下车通道的情况，必须考虑设置应急门，以满足乘客疏散需求。

9.7.19 为保证旅客安全，屏蔽门需设置安全标志；为确保站务人员的快速操作，应设置使用标志。

9.7.21 根据《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》CJJ 183-2012 第 4.3.6 条，滑动门应有障碍物探测功能，宜探测到大于 5mm（厚度）×40mm（宽度）的钢板障碍物。

9.8 无障碍设施

9.8.3 《无障碍设计规范》GB 50763-2012 第 3.7.1 条、第 3.7.2 条对无障碍电梯候梯厅、无障碍电梯的轿厢提出了具体要求。

9.8.4 本条参照《无障碍设计规范》GB 50763-2012 第 3.7.1 条对无障碍电梯的候梯厅要求的第 1 款规定“候梯厅深度不宜小于 1.5m，公共建筑及设置病床梯的候梯厅深度不宜小于 1.8m”及《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 9.8.4 条“无障碍电梯门前的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”制定。

9.9 换乘车站

9.9.3 换乘车站客流较大，为避免换乘客流与进出站客流交叉及进出站闸机前拥堵，故优先采用付费区换乘，乘客无需出站之后再进站，节省出行时间和成本，提高效率使换乘更加方便快捷，也是“以人为本”的体现。

9.9.4 本条根据地铁建设经验及《地铁设计规范》GB 50157-

2013 第 9.9.4 条提出。对预留节点两侧留出放大量，是为了换乘线实施时对线路、站位可有微调余量。

9.10 建筑节能

9.10.4 由于围护结构的传热系数是衡量建筑热工特性的一个重要指标，它与围护结构采用的建筑材料相关。地上车站大多采用玻璃幕及铝单板等传热系数较大的围护结构，阳光直射屋面导致站台闷热，故应采取隔热措施。

9.10.5 由于地下车站工程造价较高，一般设计为两层车站，条件受控情况下三层车站设计应控制车站长度，降低造价。

10 低置结构

10.1 一般规定

10.1.1 中低速磁浮交通工程受车辆结构形式及受电方式、轨面平整度要求等条件的限制,地质复杂、工后沉降难以控制或地下水位较高、路基易产生冻害和其他不稳定因素的区段,不宜采用低置路基结构,日本中低速磁浮工程及国内试验线工程均采用了低置线路结构(支墩结构形式)。

10.1.2 低置线路结构设置成败的关键在于沉降的控制,其主要的风险源于地基的不确定性和所选填料性质的好坏和变异性。因此应加强地质勘察工作。要求地质勘察工作应能准确查明地基地质条件和填料工程性质,提供评价地基和路基结构物变形状态的必要地质资料。由于低置线路结构设置的基础和相应的技术要求更接近建筑基础,参照建筑地基勘察和国外磁浮工程的做法,规定地质勘察横断面的间距不大于 50m,勘察横断面上的地质点不应少于 3 个。有沉降过渡要求的过渡段和复杂地段应适当加密,并应在地质断面间作物探检查,发现问题,及时补勘。在勘察手段上应采取综合勘探技术,相互验证与对比。

10.2 支墩结构及路基设计

10.2.3 低置线路结构对沉降变形,特别是不均匀沉降要求严格。一般局部的沉降应在扣件的可调整范围,大范围的均匀沉降应该满足线路竖曲线圆顺的要求。对于调高量为 30mm 的扣件,扣除施工误差 +6mm 和 -4mm,仅有 20mm 可调整,再考虑列车运行时轨道结构需要预留 5mm 的变形,实际留给运营期间路基的允许沉降量仅为 15mm,这是局部调整的极限。对于 20m 范围内的情况,根据德国的经验,允许沉降量为 20mm;对于更

大范围的均匀沉降，德国资料认为允许剩余沉降量为扣件留给路基沉降的可调整范围的 3 倍，其规范规定为 2 倍，也就是 30mm。

低置线路结构本体不均匀沉降 $\leq 20\text{mm}/20\text{m}$ 。

低置线路结构与桥或隧（墩台或底板）的差异沉降错台 $\leq 5\text{mm}$ 。

对于低置线路结构与桥或隧等过渡段范围的沉降差异造成的折角，日本新干线板式轨道线路规定不大于 1/1000，德国高速铁路无砟轨道技术标准中规定不大于 1/500，因此低置线路结构宜将折角控制采用不大于 1/1000。过渡段沉降的逐渐过渡和折角的要求也在于控制不均匀沉降。

10.2.4 本规范主要借鉴国内无砟轨道的经验和国外相关规定。由于国外的控制指标与我国的传统指标不同，不利于引进国外成熟的技术，从理论上讲， K_{30} 、 E_{v2} 和 E_{vd} 有一定的关系，但由于土的非线性性质和各种试验方法在操作程序和误差影响因素上的不同，还缺乏可靠的对应关系。因此，采用多指标控制，这一方面有利于引进和消化吸收国外的经验，另一方面，也有利于实际操作。在这些参数中，变形模量 E_{v2} 和动态变形模量 E_{vd} 的规定主要参考德国铁路的技术要求。

10.2.6 我国幅员辽阔，气候、地质及自然因素差异较大，现行行业标准《铁路路基设计规范》TB 10001 对路堑边坡的坡率列出了上、下界限值，具体设计应根据现场调查分析的结果，结合边坡高度，在上、下界范围内选用。低边坡、设置防护边坡或岩体结构有利于稳定的边坡可选用较陡的数值，否则选用较缓的数值。

10.3 支挡结构

10.3.2 本条根据铁路、地铁路基支挡工程实践经验，参照《地铁设计规范》GB 50157-2013 及《铁路路基支挡结构设计规范》TB 10025-2006 提出。

第 1 款 支挡类型除了选择重力式挡土墙外，可根据现场的地形、地质、水文等具体情况结合工程技术条件，从各种支挡类型中选择最合适的形式。不论选择哪种类型，应符合经济合理、便于施工和养护的要求。

支挡结构建筑材料的选用可视类型而定，重力式挡土墙一般应考虑采用混凝土或片石混凝土灌筑。其他支挡结构除了采用钢筋混凝土外，由于结构类型不同需用其他材料，如加筋土挡土墙的拉筋采用土工格栅、钢筋、混凝土拉带或其他材料的拉带，锚杆挡土墙、锚定板挡土墙的拉杆则宜选用可焊性和延伸性良好的钢材。由于上述材料埋在填料中，因此强调应保证有耐久、耐腐蚀的要求。

第 2 款 本款强调支挡结构设计时应探明山体 and 地基的工程地质条件、水文地质情况，使设计符合实际。对地基土的物理、力学性质的确认，主要是避免将同一基础置于物理、力学性质和压缩性差异悬殊的地基上，防止基础不均匀下沉。

第 5 款 雨水下渗会降低墙背填土的力学指标或软化地基，大大降低支挡结构的稳定性，切实做好排水、隔水措施，对保证支挡结构的稳定十分重要。另外，路肩墙也应采取措施，避免雨水在墙面漫流。因此设置支挡结构地段，应与路基排水设施协调，形成完善的排水系统。

10.4 场地排水及防护

10.4.2 根据《铁路路基设计规范》TB 10001-2016 第 13.1.8 条、13.1.9 条，路基排水水文计算应根据各段落的汇水面积、表面形状、周边地形、地质条件、气候特点，结合当地的地区经验选取合理的参数和方法，参照该标准的附录 F 进行计算。

排水设施的结构尺寸应通过计算并结合地区经验确定。

10.4.3 根据《铁路路基设计规范》TB 10001-2016 第 13.2.10 条第 9 款，路堑顶部天沟内边缘至堑顶距离不宜小于 5m。当沟内采取加固防渗措施，距离不应小于 2m。

10.4.5 根据《铁路路基设计规范》TB 10001-2016 第 13.2.10 条第 4 款，侧沟的水不应流经隧道排出。当排水困难且隧道长度小于 300m，洞外路堑排水沟的水量较小、含泥量少时，经研究比较确定。

11 车站高架结构

11.1 一般规定

11.1.1 为满足建筑方案并从根本上保证结构安全,设计应包含结构施工和使用阶段的强度、刚度及稳定性验算。

11.1.2 当行车道结构与车站其他部分结构相互独立时,形成“桥—建”分离式车站结构,此时行车道结构可作为区间高架结构的一部分来考虑,执行现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 进行抗震设防;而车站其余部分结构则可执行现行建筑结构设计规范。

11.1.5 高架车站的构件可以分成两大类,一类是受列车荷载影响较大的构件,如轨道梁、支承轨道梁的横梁、支承横梁的柱等构件及柱下基础;另一类是受列车荷载影响小甚至不受影响的一般建筑结构构件,如站台梁板、一般纵梁等。由于列车荷载与一般建筑荷载有较大不同,因此将高架车站中的第二类构件按本章的规定进行结构设计。

对“建桥合一”结构形式车站,一方面,车站站房等结构属房屋建筑,应采用现行建筑结构设计规范进行设计;另一方面,支承轨道梁的横梁、支撑横梁的立柱及柱下基础受到列车动荷载影响很大,除应采用现行建筑结构设计规范进行设计外,还应按现行铁路桥涵设计规范进行验算。

11.2 荷 载

11.2.2 本条参考《跨座式单轨交通设计规范》GB 50458—2008 第 9.2.2 条,车站站厅、站台、楼梯、天桥的活荷载标准值应采用 4.0kN 。设备用房的活荷载应根据设备的重量、安装运输要求及工作状态等确定,但不得小于 5.5kN 。其他用房的

活荷载标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定取值。

11.3 结构设计

11.3.1 根据《城市轨道交通工程项目建设标准》(建标 [104] 2008) 第五十八条, 主体结构及其相连的重要构件, 其安全等级应为一級。

11.3.2 当轨道梁支承或刚接于车站结构、站台梁等车站结构构件或刚接于轨道梁桥, 形成“桥—建”组合结构体系时, 轨道梁及其支承结构同区间桥梁, 其他构件的计算与构造要求应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和有关建筑结构设计标准的规定执行。

11.4 抗震设计

11.4.1~11.4.7 根据现行国家《地铁设计规范》GB 50157 相关条文的要求, 对横向双柱的高架车站结构应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 进行抗震设计。但从目前高架车站结构设计的实际情况来看, 现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 主要是针对铁路桥梁、隧道等结构, 并不适用于现浇钢筋混凝土框架结构, 故根据实际情况, 可以按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 进行抗震设计, 使得设计工作能够推进。同时, 由于两种规范体系不同, 难以同时兼顾, 实际设计中还是以现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 为主, 只是对某些指标如: 结构位移、挠度、裂缝控制等级等, 要求按两者中更严的指标控制。

针对“桥—建组合”结构, 《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 6.1.5 条规定“乙类建筑不应采用单跨框架结构”, 因此, 条件允许时应尽量采用横向三柱两跨结构。由于目前横向双柱单跨结构形式较普遍, 因此, 在采用时应按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的要求, 对结构进行抗震性能化

设计，并满足本章第 11.4 节的要求。对于独柱车站结构，虽然目前国内已经有一些工程实例，但对此种结构形式的研究尚不充分，因此，不建议采用这种形式，尤其在高烈度地区，在没有充分论证及专门研究的情况下，不应采用。

11.5 构造要求

11.5.2 中低速磁悬浮对沉降要求高，因此优先选用具有可调高的球型钢支座。

11.5.4 根据目前高架车站的使用情况，普遍反映结构维护、清洁、构件更换等施工困难，特别对于曲面及复杂形式的屋顶无法进行日常维护，主要是没有预留人员进行这些操作所必要的条件，因此设计时应考虑在适当位置增加锚钉等设施，便于维修时进行安全设施的绑定，也可根据需要对高架结构、顶棚结构设置易于维修人员通行的钢爬梯、滑行爬梯、临时锚固件等设施。

11.6 车站顶棚及出入口结构

11.6.1 车站顶棚结构一般要求大跨度，也是建筑专业变化较多的地方，建筑形式多样，相应的结构变化也多，因此，结构设计应尽量与建筑专业配合，采取对结构受力更有利的方案。

11.6.6 出入口跨路天桥一般采用钢结构，因此进行舒适度验算；按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的要求对大跨度结构应考虑竖向地震作用。

12 地下结构

12.1 一般规定

12.1.1 明挖基坑可分为放坡开挖和护壁施工两类。基坑护壁有喷锚支护、土钉墙、重力式挡墙和桩、地下连续墙等围护结构形式。

12.1.3 地下工程建设将不可避免地对周围环境产生不利影响，会与既有建（构）筑物处于接近或超接近的状态，个别情况还需要下穿建筑物、构筑物或既有轨道交通结构物，同时还需考虑规划城市建筑物（包括规划的城市轨道交通）实施时对它的影响。因此，中低速磁浮交通地下结构设计应减少施工中和建成后对环境造成的不利影响，同时应考虑城市规划引起周边环境的改变对结构的作用。

12.1.4 区间隧道根据线路埋深、环境条件等情况可采用明挖法或暗挖法施工。地下车站应优先考虑明挖法施工，当不允许场地占用既有道路施工时，可采用盖挖顺筑法；当需要缓解施工对地面交通的影响或需尽早满足地面建筑施工要求时，可采用盖挖逆筑法；当不具备明挖施工条件且地层条件允许时，在地面交通无法中断的情况下可采用暗挖法施工。

12.1.5 本条参照《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 11.1.6 条要求确定。

第 1 款 中低速磁浮交通地下结构的主体结构是指直接或间接承担地层荷载和运行车辆荷载，保证中低速磁浮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中低速磁浮设备和人群荷载，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 年的设计使用年限设计，以保证在设计使用年限内的使用安全。

第2款 使用期间可以更换的次要构件主要指在地下结构内部的、位于次要部位且更换不影响使用功能的正常运营的结构构件。这些构件原则上按照 50 年设计使用年限进行设计。

不作为使用期间的主要受力结构的围护结构，主要指基坑围护结构中的围护桩、围护墙和其他挡土结构，可不考虑耐久性要求，仅满足施工期间的使用即可。但对于可能在设计中部分考虑其承载作用的围护结构（如灌注桩和连续墙等）来讲，应满足本规范耐久性规定中对材料和构造的要求。

矿山法隧道的喷射混凝土初期支护（包括单纯锚杆喷射混凝土和带有钢拱架的喷射混凝土支护）由于截面厚度小，抗渗性能差以及施工质量和稳定性不易控制等，可按照临时支护考虑。

第3款 临时结构主要指基坑围护结构中的围护桩、围护墙和其他挡土结构，不作为使用期间的主要受力结构，满足施工期间的使用即可。

12.1.6 地下结构的耐久性，主要与使用环境、材料、构造、混凝土的裂缝、施工质量和使用阶段的维护有关。耐久性设计的内容包括：

1 确定结构和构件的设计使用年限，环境作用类别和作用等级；

2 进行有利于减轻环境作用的概念设计，包括结构选型、布置和构造；

3 选用混凝土材料和钢筋，提出材料耐久性质量要求；

4 根据耐久性要求确定混凝土保护层厚度；

5 设置防水、排水等构造措施；

6 提出混凝土裂缝控制要求；

7 必要时提出针对严重环境作用的多重防护措施与防腐蚀附加措施；

8 提出针对耐久性要求的施工工艺与质量验收要求；

9 提出使用阶段的维护与检测要求。

12.1.7 根据地铁建设设计经验，由于部分地下结构的荷载作用

尚有一定的不确定性，目前尚不具备全部按以概率理论为基础的极限状态法进行设计的条件。根据《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 11.1.8 条有关地下结构设计规范、设计方法选择的条文及条文说明，地下结构设计可视其使用条件和荷载特性等，选用与其特点相近的国家、行业或地方颁发的土木工程结构设计规范进行设计。受力明确并具备条件的，宜按极限状态法；荷载不甚明确或尚不具备条件的，可按破损阶段或按容许应力法设计；使用条件、荷载、结构形式、结构尺度、埋深和地质等条件相近，且有成熟的工程案例可参照时，可采用工程类比法设计。所选用的规范应在设计文件中予以说明。

12.1.8 地下结构设计时需考虑中低速磁浮交通的限界、构件以及构件之间的净空尺寸因为施工误差、结构变形、后期沉降等因素而产生的变化。

12.1.9 进行磁浮车辆—隧道结构—土体耦合作用的整体动力分析，主要目的是确定在软土条件下磁浮车辆、轨道、隧道的各项性能是否符合要求，例如磁浮车辆动力荷载的影响范围、引起的动力沉降，车辆运行的安全性、舒适性等。

12.1.10 中低速磁浮系统要求轨道梁基础的均匀沉降量为 30mm，不均匀沉降 $\leq 20\text{mm}/20\text{m}$ ，差异沉降错台 $\leq 5\text{mm}$ ，折角 $\leq 1/1000$ 。因此需根据相关条件确定轨道支承结构。

12.1.11 本条根据地铁设计经验，参照《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 11.1.12 条提出。

当无法满足本条要求时，应结合隧道所处的工程地质、水文地质和环境条件进行分析，并根据分析结果确定是否需要采取相应的工程措施。

12.1.12 沉管隧道运营阶段的抗浮安全系数不小于 1.20。

12.2 荷 载

12.2.1 由于地下工程的复杂性和多变性，设计时必须根据实际情况，根据所选规范中有关荷载分类和组合的规定，对结构整体

或局部作用可能出现的最不利组合进行设计计算。

12.2.2 地层压力、水压力等荷载是地下结构承受的主要荷载，影响因素还需考虑工作条件、施工方法及相邻地下工程间距等，可结合类似工程已有的试验、测试和研究资料来确定。

12.3 工 程 材 料

12.3.1 根据地铁工程实践，地下结构采用钢筋混凝土结构有利于提高耐久性。地下结构的主要受力构件，尤其是直接与地层接触的结构应采用钢筋混凝土。位于隧道内的构件（包括主要受力构件和次要受力构件）根据需要可采用其他结构材料和形式，包括钢与混凝土共同组合形成的结构（如钢管混凝土结构、钢骨混凝土结构和组合构件）、单纯的金属结构以及其他材料等。所选用的材料应满足耐久性要求。

12.3.2 表 12.3.2 中混凝土的最低强度等级是从满足结构设计要求确定的。从满足工程的耐久性要求出发，还应根据《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 进行修正。根据地铁设计经验，为了减少地下超长结构混凝土的收缩应力和温度应力，除立柱或纵梁等构件外，现浇混凝土结构混凝土的设计强度也不宜采用更高等级。

12.3.6 防腐蚀处理方法有电镀锌、热浸锌、锌基铬酸盐涂层处理等。

12.4 结构形式及衬砌

12.4.2 明挖法衬砌。

1 装配式衬砌具有工业化程度高、施工速度快等优点，在苏联地铁的车站及区间隧道中已被广泛采用。装配式结构的构件在现场应连接成整体，以利于防水、抗震，并提高隧道抵抗纵向不均匀沉降的能力。

2 把地下连续墙和灌注桩等基坑支护作为主体结构的一部分加以利用，既可以节约工程投资，又减少了资源的消耗，符合

可持续发展的要求。我国大多数明挖地铁车站都是按照这一原则设计的。此时，主体结构的侧墙可有单一墙、叠合墙和复合墙三种形式。

- 1) 单一墙：围护结构直接作为主体结构的侧墙，不另作参与结构受力的内衬墙，多采用现浇地下连续墙，且槽段之间的接头需作特殊处理。一般顺筑法施工时可采用柔性防水接头；逆筑法施工时采用能传递竖向剪力的刚性防水接头或整体接头。由于灌注桩各柱列之间无构造上的联系，整体性差，防水性能也不可靠，故不宜单独作为主体结构的侧墙使用。
- 2) 叠合墙：围护结构作为主体结构侧墙的一部分，与内衬墙组合成叠合式结构，通过结构和施工措施，保证叠合面的剪力传递，叠合后可把二者视为整体墙。此种形式的围护结构也多采用地下连续墙。
- 3) 复合墙：围护结构作为主体结构侧墙的一部分，与内衬墙组成复合式结构，墙面之间不能传递剪力和弯矩，只能传递法向压力。围护结构可采用地下连续墙、钻孔灌注桩或人工挖孔桩等。在围护墙和内衬墙之间可敷设隔离层或封闭的防水层。用分离式灌注桩作为基坑支护时，虽然其与内衬墙之间有时也通过设置拉接钢筋传递一定的拉力，但由于连接较弱，也应视为复合墙。在含水地层中，灌注桩的外侧一般须设止水帷幕，因此施工阶段的水土压力由围护墙承受。长期使用阶段需考虑止水帷幕失效和地下水绕流等因素，水压力作用在内衬墙上。

侧墙形式对工程投资、结构受力、施工和使用等有较大影响，应结合使用要求、围护结构的形式、工程地质与水文地质条件及场地条件等通过技术经济比较确定。采用单一墙时，对泥浆中浇筑的地下墙混凝土的耐久性应有论证依据，否则，在设计叠合墙或复合墙时，应考虑在长期使用过程中外部荷载因地下墙材

料性能退化和刚度下降向内衬的转移。

12.4.3 盾构法施工的隧道衬砌结构。

1 盾构法施工的隧道衬砌的选型,应根据工程地质和水文地质条件、功能要求、衬砌成型方式等因素确定。为防水、防腐蚀、增加衬砌的强度和刚度、修正施工误差或减少竣工后的噪声和振动,装配式结构可采用双层衬砌。但双层衬砌施工周期长、造价高,在满足工程使用和受力要求的前提下,应优先采用单层衬砌。

2 装配式衬砌使用的材料有钢筋混凝土、钢、铸铁或这几种材料的组合。目前大量使用的为钢筋混凝土衬砌,该方法具有制作方便、强度大、耐久性和耐压性好、有较高的经济效益等优点,而且使用高精度钢模板也可保证其尺寸的精度。仅在受力复杂的缺口圆环等部位才使用钢管片、铸铁管片或钢与钢筋混凝土的复合管片。

3 为了适应侧式车站之间的区间隧道施工的需要,近年来出现了一种双圆盾构,相应的衬砌形式是一种带中柱的双圆结构。与传统的双线大直径盾构相比,双圆盾构具有空间利用充分、地面沉降较小等优点,特别适用于在较狭窄的街区下通过的区间隧道。

12.4.4 矿山法施工的结构衬砌

1 从充分利用衬砌材料的抗压强度、提高结构的承载能力、减少施工难度、简化工程措施、保证围岩稳定和保护环境等方面考虑,矿山法施工的地铁结构应优先选用马蹄形断面,在地质条件差的Ⅳ级~Ⅵ级围岩中尤为必要。

但在实际工程中,由于施工工艺要求或受施工条件的限制,即使在Ⅴ级~Ⅵ级围岩中,有时也采用直墙拱结构或平顶直墙结构。

在Ⅰ级~Ⅲ级围岩中的车站,为了充分利用地下空间,也有采用直墙拱结构的。

2 整体式衬砌是矿山法施工的隧道广泛采用的一种衬砌形

式，有长期的实践经验。复合式衬砌在矿山法施工的地铁隧道中应用前景广阔，具有能抑制围岩变形、充分发挥围岩自承能力、能适应隧道建成后衬砌受力状态变化等突出优点，尤其适合在地质条件较差的地段或浅埋条件下使用，一般可用于Ⅱ级～Ⅳ级围岩中。

3 鉴于施工质量较难控制，且耐久性难以保证，锚喷衬砌目前不宜在通行列车和人员、设备集中的区间隧道和地下车站中采用。

12.5 结构设计

12.5.1 第1款 地下结构的施工阶段和正常使用阶段的设计标准、结构体系、荷载情况等均会有所不同。

第4款 本款根据《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第11.6.1条第5款提出。

结构的计算简图需考虑因素有：

- 1) 为了反映双层衬砌的实际受力情况，结构分析时，应选用与其传力特征相符的计算模型和截面计算参数；
- 2) 按结构实际受载过程分析的必要性：

除了放坡施工的明挖结构或用全断面法开挖的矿山隧道以及单圆盾构隧道外，城市轨道交通地下结构受力大多有以下特点：

① 结构的主要受力构件常兼有临时与永久结构的双重功能，其结构形式、构件组成、刚度、支撑条件和荷载情况在结构形成过程中不断变化；

② 结构受力与施工方法、开挖步序和工程措施关系密切。尤其是矿山法施工的大型地下车站，开挖、初衬、二衬、临时隔墙的解体交替进行，结构体系应力转换频繁而复杂；

③ 新施做的构件是在既有结构体系已产生变形和应力的背景下设置的，荷载效应有连续性。

上述特点决定了结构体系中某些关键部位受力的最不利情况，往往不是在结构完成后的使用阶段。所以传统的不考虑施工

过程影响、结构完成后一次加载的计算模式，或虽考虑施工阶段和荷载变化的影响，却忽略结构受力连续性的分析方法，都不能反映结构的实际受力情况，按此进行的设计也不一定是安全的。所以本款要求按结构实际受载过程进行结构内力和变形分析。

12.5.2 第7款 明挖结构使用阶段的受力分析，目前有两种方法，即考虑施工过程影响的分析方法和不考虑施工过程影响的分析方法。前者以结构使用阶段的受力为施工阶段受力的继续，这种分析方法可以考虑结构从施工开始到长期使用的整个受力过程中应力和变形的发展过程；后者则将结构施工阶段的受力与使用阶段的受力截然分开，分别进行分析计算，两者间的应力和变形不存在任何联系。计算经验表明，是否考虑施工过程对框架结构使用阶段的受力的影响，对计算结果有较大的影响，考虑施工过程影响的分析方法虽然计算较繁杂，但能较好地反映使用阶段的结构受力对施工阶段受力的继承关系，以及结构实际的受力过程，且配筋较经济，一般在施工图设计阶段宜采用第二种分析方法，不考虑施工过程的影响的分析方法可作为初步设计阶段选择结构断面的参数。

第8款 根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 关于叠合板的叠合面构造要求，表面应做成凹凸不小于 4mm 的粗糙面；承受较大荷载的叠合板，宜设置伸入叠合层的构造钢筋。早期上海市轨道交通工程曾在地下墙内预设构造剪切筋，但增加了施工难度。根据上海市《城市轨道交通设计规范》DGJ 08-109，综合计算理论与实践经验，地下墙结合面凿毛清洗后，不设置构造剪切筋，结合面允许剪应力取为 0.7MPa。

第9款 第1)项 我国各城市基坑工程安全等级标准因地域差别有所不同，地面最大沉降量、围护墙水平位移控制要求及环境保护要求也不尽相同，可参照国内各城市或地区颁发的基坑工程地方性规范、规程的规定办理。

第9款 第2)项 基坑工程稳定性验算的内容应根据围护结构的类型、场区工程地质和水文地质条件确定，见表 12。

表 12 基坑工程稳定性验算内容表

支护类型	整体失稳	抗滑移	抗倾覆	内部失稳	抗隆起 (一)(围护墙以下土体上涌)	抗隆起 (二)(围护墙以上土体上涌)	抗管涌或渗流	抗承压水突涌
放坡	△	△	—	—	—	—	—	○
土钉支护	△	△	△	△	—	—	—	○
重力式围护结构	△	△	△	—	△	—	△	○
桩、墙式围护结构	○	△	△	—	△	△	△	○

注：1 △应验算，○必要时验算；
2 桩、墙式围护结构当设置一道支撑（或锚索）时，应进行整体失稳验算。

各类稳定安全系数的取值应注意：

1 由于现有基坑稳定验算的各种公式，大多建立在浅基础的基底稳定概念的基础上，这与深大基坑或用围护结构护壁的情况不完全相同。加之由于试验工段的局限，验算中一些直接影响基坑开挖过程中土体真实的应力状态，尤其难以反映不同部位土体卸载或降水等情况对土性的影响。此外，各城市地质条件不同，对基坑稳定考虑的侧重点不同，即使公式的形式相同，一些系数的取值和所选用的土层的抗剪强度也不尽相同，因此各类基坑稳定安全系数的取值必须参照地区经验确定。

2 基坑开挖过程中出现的坑底土体的隆起等现象，将引起坑外土体的变形和地表沉降。所以在基坑稳定性验算中，有些验算项目的安全系数与基坑的保护等级是关联的。

例如在上海市标准《基坑工程技术规范》DG/T J08 - 61 中对坑底抗隆起和围护结构抗倾覆稳定的安全系数按照基坑安全等级分别取不同的值，上海市标准《城市轨道交通设计规范》DGJ 08 - 109 中抗隆起安全系数 K 。则按基坑环境保护等级确定不同

取值。

第 9 款 第 4) 项 将支护作为主体结构的一部分加以利用,既可以节约工程投资,又减少了资源的消耗。几种方法比较:

单一墙:围护结构直接作为主体结构的侧墙,不另设参与结构受力的内衬墙,多采用地下连续墙。结构防水效果难以保证,结构耐久性较差。

叠合墙:围护结构作为主体结构侧墙的一部分,与内衬墙组合成叠合式结构,通过结构施工措施,保证叠合面的剪力传递,叠合后可将二者视为整体墙,围护结构也多采用地下连续墙。结构防水效果差、易开裂。

复合墙:围护结构作为主体结构侧墙的一部分,与内衬墙组合成叠合式结构,墙面之间不能传递剪力和弯矩,只能传递法向压力。围护结构只需要满足基坑支护要求即可。结构防水效果好、刚度大、经济性差、耐久性好。

第 9 款 第 5) 项 根据耐久性要求及结构环境类别,确定最大裂缝宽度限值。

12.5.3 第 5 款 第 3) 项 隧道施工轴线与设计轴线误差包括施工误差、测量误差、结构变形及线路轴线拟合误差等。

12.5.4 本条参照《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 11.6.6 条制定。

第 1 款 初期支护的稳定性判别。

开挖宽度小于 10m 的单、双线区间隧道初期支护稳定性判别可采用《铁路隧道设计规范》TB 10003-2016 附录 F 的方法。大跨度渡线隧道及车站结构初期支护的稳定性判别通过专门研究确定。

第 2 款 锚喷初衬和复合式衬砌初期支护设计参数。

对单、双线区间隧道,一般可参考有关规范及工程实例,按工程类比法决定其设计参数。某些特殊地形、地质条件下(如浅埋、偏压、膨胀性围岩、原始地应力过大的围岩)及大跨度线隧

道或车站结构的初期支护,应通过理论计算,按主要承载结构确定其设计参数。

土质隧道的初期支护包括超前支护、格栅钢架或钢拱架、钢筋网片和喷射混凝土等组合支护方式,其设计要求为:

1 初期支护厚度为 200mm~350mm;

2 初期支护中的钢拱架优先选用钢筋格栅,钢拱架间距采用 500mm~1000mm,钢筋格栅的主筋直径不宜小于 18mm;

3 初期支护厚度不大于 300mm 时,宜在其内侧设置单层钢筋网片;初期支护厚度大于 300mm,可考虑在其内侧设置双层钢筋网片;

4 初期支护各分节间采用可靠连接。

第 3 款 二次衬砌的设计。

1 第四纪土层中的浅埋结构、流变性或膨胀性围岩中的结构、提前施作二次衬砌的结构,以及施作二次衬砌后外部荷载增大的结构,除满足本条第 2 款的要求外,尚需考虑由初期支护和二次衬砌共同承受的外部荷载,采用荷载—结构模型,根据已有的结构复合衬砌的现场实测资料整理归纳的压力值作为二次衬砌的计算荷载。

2 对于初期支护和二次衬砌交替施作的大跨度车站结构或联拱结构,根据初期支护和二次衬砌之间的构造特点和应力传递特点,采用地层—结构模型或荷载—结构模型,按施工过程分析确定二次衬砌的受力情况。

3 由于喷射混凝土难以满足磁浮地下工程耐久性要求,需通过加强二次衬砌的方法来保证矿山法结构的耐久性要求。因此,长期使用阶段复合衬砌的受力分析,需考虑初期支护刚度下降后外部荷载向二次衬砌的转移。

4 考虑到浅埋条件下及 V 级~VI 级围岩中外部荷载数值及分部的不确定性,以及城市地下水位变动的可能性,从安全角度考虑,二次衬砌宜采用钢筋混凝土结构。

12.6 构造要求

12.6.1 第1款 我国地域广阔，地质条件差异较大，气候条件也各不相同，各地可根据实际情况灵活制定变形缝设置标准。如地铁车站一般以设置诱导缝形式来考虑温度变形影响。

12.6.3 表 12.6.3 “一般环境下最外层钢筋最小保护层厚度”参照地铁工程实践经验给出。

13 结 构 防 水

13.1 一 般 规 定

13.1.2 中低速磁浮交通工程防水设计应遵循“以防为主，刚柔结合，多道设防，因地制宜，综合治理”的原则。

13.1.3 地下车站及机电设备集中区段为人员或机电设备较为集中的区域，渗水量较大将影响乘客安全及设备正常运行。根据地铁建设、运营经验，中低速磁浮地下车站结构的防水等级应为一級，地下区间隧道及联络通道等隧道结构防水等级应为二级，基本上满足使用要求。

13.2 混凝土结构自防水

13.2.1 由于防水混凝土的抗渗等级是根据素混凝土试件试验测得，而地下结构车站隧道结构的主体钢筋密布，对混凝土的抗渗性有不利影响。为确保地下工程结构主体的防水效果，将抗渗等级定为最低不得小于 P8。

13.3 地下车站结构防水

13.3.3 本条参照《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 12.5.2 条表 12.5.2 提出。明挖法施工的地下结构防水设防分结构主体防水和细部构造防水两部分。对于结构主体，其防水以目前普遍应用的防水混凝土自防水为主，当工程的防水等级为一級时，应再增设一至两道其他防水层；当工程防水等级为二级时，可根据工程所处的地质条件、环境条件等不同情况，考虑增设一道其他防水层。之所以作这样的规定，是地下结构长期受地下水侵蚀、碳化等作用，而防水混凝土并不是绝对不透水的材料。如果在设计时就注意到能将有害物质与地下结构隔离开，则结构的耐久性就会

提高。而全外包防水层或在主体结构外侧涂刷水泥基渗透结晶型涂料能有效地阻止地下水的腐蚀性介质对地下结构的入侵,可延缓炭化过程,提高其耐久性。对于施工缝、后浇带、变形缝,应根据不同的防水等级选用不同的防水措施,防水等级越高,拟设防道数越多,一方面为了解决目前缝隙渗漏率高的状况,另一方面是由于缝的工程量相对于结构主体来说要小得多,采用多道做法也能做到精心施工,薄弱环节能得以加强,工程质量有保证。

13.3.9 本条参照《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 12.6.1 条表 12.6.1 提出。矿山法施工的隧道的防水措施,通常采用复合衬砌全面防水的构造。复合式衬砌除采用自身密实性防水之外,还需做夹层柔性防水层。一般由喷锚防水混凝土初期支护、敷设夹层柔性防水层和二次模筑防水混凝土衬砌三部分组成。

在喷锚支护结构内掺入一种性能可靠、使用方便的复合膨胀剂,通过严格的湿喷施工工艺,使混凝土喷层具有可控制的膨胀率,用以补偿在凝结硬化过程中所产生的体积减缩,从而减少乃至防止各种收缩裂缝,堵塞渗漏水通道,达到喷射混凝土自防水的目的。

夹层防水层通常在防水隔离层背后加设起缓冲和导水作用的衬垫层,并采用无钉孔铺设法以保护防水隔离层免遭破坏,提高防水效果。

防水层施作之前铺设的缓冲层,应用暗钉将塑料圆垫固定在基层上。塑料圆垫圈间距:拱顶 500mm~800mm,侧墙 800mm~1500mm,按梅花形布设,底板可少设甚至可不设。

防水板实行无钉铺设,边铺边将其与塑料圆垫焊接牢固。卷材间用自动行走式热合机进行焊接。双焊缝之间充气压应达到 0.15MPa 保持 5min 不漏气为合格。

二次模筑宜采用补偿收缩防水混凝土,抗渗标号大于等于 P8。

13.4 区间隧道结构防水

13.4.6 本条参照《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 12.8.2

条表 12.8.2 提出。对盾构隧道的衬砌防水，采用多道设防是必要的。所谓多道设防，是指采用地层处理、衬砌结构自身防水处理、接缝沟槽密封、螺栓孔的密封以及内嵌槽等防水措施。

地层处理是通过灌浆来降低隧道周围地层的透水性，使流向隧道的地下水的压力降低，流量大为减少。

管片制作应严格按质量标准进行检查，进入施工现场的管片应抽样进行防水抗渗检查。

沟槽内粘贴的防水密封垫是接缝的首道防线，也是接缝的主要防线。其材料因反复承受千斤顶压力，会有较大的拉压变形，要求所选用的材料必须是弹性复原力强、适应变形量大、耐老化性能好、在一定水压（设计值）下能承受环向、纵肋面出现的相对位移与张开值（设计规定值），并仍然满足不渗漏的防水密封材料，如三元乙丙橡胶、氯丁橡胶、遇水膨胀橡胶等。

嵌缝是接缝防水的辅助防线。嵌缝槽的形式与尺寸应根据工程具体情况与选用的嵌缝材质而定。嵌缝材料应收缩性小、耐久性好、能长期保持不透水性和气密性、能适应结构因各种原因产生的变形。常用的嵌缝材料有弹性水泥类、改性环氧类、聚硫橡胶类、聚氨酯类等。

管片拼装完成后，常有螺孔渗漏水现象，因此应对接缝纵、环向肋面螺栓孔进行处理。其方法是将腔肋一侧的螺栓孔口加工成锥形，并设置材质为氯丁橡胶或遇水膨胀橡胶类密封垫圈（螺孔密封垫圈应与设置的螺孔口的形式相匹配），靠纵、环向肋面螺栓在成环后拧紧压实以达到止水的目的。密封圈应具有耐油、耐水、耐老化等性能。

14 通风、空调与供暖

14.1 一般规定

14.1.2 《城市轨道交通技术规范》GB 50490 - 2009 第 8.4.1 条规定：城市轨道交通的内部空气环境应采用通风、空调和采暖方式进行控制，并应符合以下规定：

1 当列车在正常运行时，应保证内部的空气环境的温度、湿度、气流速度和空气质量均应满足人员生理要求和设备正常运转需要；

2 当列车阻塞在区间隧道内时，应保证阻塞处的有效通风；

3 当列车在区间隧道内发生火灾时，应对事故发生处进行有效通风；

4 当车站公共区及设备及管理用房内发生火灾事故时，应进行有效的排烟、通风。

14.1.3 中低速磁浮交通系统大多在高架或地面，宜优先采用自然通风。当自然通风不能满足要求时可采用机械通风或空调系统。

14.1.4 中低速磁浮交通的通风与空调系统的通风量、制冷量大小取决于客流量和列车通过能力，客流量和列车通过能力远期大于近期，通风与空调设备的能力应与之相匹配。若按远期能力设计实施，将造成初期投资增加。因此，中低速磁浮交通系统的通风、空调系统应按最大客流和通过能力设计，但设备安装应按不同时期的实际需要配置，并分期实施。

14.1.6 为确保行车安全，应避免在轨道上方设置暖通、排烟系统设备，必须设置时应采取有效防脱落措施。

14.2 设计标准

14.2.1 高架线路和地面线路的车站，在站厅设置空调系统时，

站厅内的温度应比室外空气温度低一些，从而使乘客由外部进入站厅时有较凉爽的暂时舒适感。故本条规定站厅内的夏季计算温度应为 $29^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

隧道通风的室外计算温度，夏季采用近 20 年最热月月平均温度，而不采用地面建筑的夏季通风室外计算温度，是考虑地下结构与地面建筑的不同。地下线路围护结构与周围土壤的热容大、热惰性大，因此，以最热月月平均温度的平均值作为隧道通风的室外计算温度更能反映实际情况。

对地下车站采用通风系统时站内夏季的空气计算温度不宜高于室外计算温度 5°C 的规定，是参照《工业企业设计卫生标准》及地铁运营经验制定的。地下线路车站散热量较大，乘客进出车站都在匆忙走动，与散热量大的车间、轻度作业的条件类似。

地下车站站内最低温度的规定参照了地面建筑有关规范的规定：不应低于 12°C 。

14.3 地下车站和区间

14.3.1 由于地下线路与外界之间的相对隔绝性，为保证内部具有较好的空气质量，应使隧道内部与外界直接进行空气交换，保证隧道内部污浊气体顺利有效地排出和外界新鲜空气的输入。

14.3.4 根据地铁工程设计及运营实践，当车站不设置站台门或设置半高站台门时，活塞风对车站的空气环境影响较大，在车站两端设置活塞风泄流风井或活塞风迂回风道可明显降低活塞风对车站空气环境的影响。

14.3.9 设置气体灭火的房间在正常使用时需要通风换气，而发生火灾事故时，会喷散灭火气体来扑灭火灾，因此，应设置机械通风系统来实现通风换气，并负责排除火灾后混杂灭火气体和燃烧产生的各种有害室内气体，所排除的气体必须直接排出地面。

14.3.11 本条规定了地下尽端线、折返线内的设备用房需由隧道内吸风时，进风口应设在列车进站一侧，此侧进风空气相对较为新鲜。排风口应设在列车出站一侧，这样列车出站时就将排出

的空气带至区间隧道，由区间通风道或下站的活塞泄风井排出，减少对车站空气环境的影响。

14.4 地面和高架车站

14.4.1 高架线路和地面线路的站厅、站台设置在地面以上，应在建筑形式上考虑与外界增加相通性，这样有利于利用自然通风消除余热和余湿，从而达到简化通风与空调系统、降低造价、节省能源的目的。

14.4.5 本条规范的制定，目的是防止冷空气由于活塞效应大量进入车站。

14.5 空调冷源和水系统及采暖热源

14.5.2 第3款 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 第 6.3.7 条第 2 款对制冷机房的通风提出了具体要求。

第4款 根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 第 8.10.1 条第 5 款提出。

14.5.7 中低速磁浮交通系统高架线路和地面线路的车站一般独立于地面其他建筑，如需设置采暖，则应尽可能地利用城市热力网，以便于车站采暖系统简化，采暖效果可靠，运行维护和管理工作量少。若自设热源，则会带来一系列运行、管理和维护方面的问题，同时会增加造价。

14.7 风道、风井和风亭

14.7.2 为了防止排风亭口部将进风口附近的灰尘、碎屑等物扬起，并被进风口吸入地下线路内，要求进风口宜处于排风口的上风侧；为便于排风，排风亭口部的设置宜避开当地年最多风向。

15 给水和排水

15.1 一般规定

15.1.2 根据《水污染防治法》，省、自治区、直辖市人民政府对国家水污染物排放标准中未作规定的项目，可以制定地方水污染物排放标准；对国家水污染物排放标准中已作规定的项目，可以制定严于国家水污染物排放标准的地方水污染物排放标准。凡是向已有地方污染物排放标准的水体排放污染物的，应当执行地方污染物排放标准。

15.2 给 水

15.2.1 为降低工程造价、供水可靠、保证水质、供水水源，中低速磁浮交通系统应优先采用城市自来水，如城市郊区或城乡接合部可能无城市自来水，应和当地规划部门协商，可打井自备水源，也可新增设自来水或采取可靠的地面水源。

15.2.2 第3款 为缓解我国很多地区缺水的现状，国内部分城市设置了市政污水处理厂，并沿城市道路敷设了市政中水（杂用水）管网，主要作为冲厕、绿化、园林景观用水、道路喷洒等非人体接触用水使用，由于其处理成本较自来水低，每吨中水（杂用水）水价远远低于自来水水价，且市政中水（杂用水）由市政污水处理厂统一处理，其中水水质标准有保证，是一种可靠、价格低廉、节能环保的非饮用水水源。若中低速磁浮工程附近有可直接利用的市政中水（杂用水），且其水质标准满足使用要求时，中低速磁浮工程内部冲厕、绿化、冷却水补水、道路冲洗等非饮用水应尽量采用市政中水（杂用水）。中低速自来水与杂用水系统必须采用分质供水系统，并单独设置水表计量。

为了保证杂用水系统的使用安全，防止人员误饮误用，杂用

水系统严禁与生活饮用水管道连接。当杂用水系统从其管道上接出短管或水嘴时，应在用水点处挂牌配中文和英文标志。显示“非饮用水”等字样提示工作人员或乘客不得直接饮用，以保证用水的安全可靠。

第4款 车辆基地和停车场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。但我国部分城市自来水公司要求室外生产、生活给水系统与室外消防系统必须分设，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。

15.2.3 冲洗用水量参照现行《地铁设计规范》GB 50157 以及国内地铁设计、运营经验确定。

15.2.6 第1款 车站生产、生活及消防给水系统一般从城市自来水管网上接出1根~2根引水总管，生产、生活给水系统应从车站给水总管引入管上单独接出1根给水管使用。

第5款 为了站厅、站台及区间隧道的冲洗，设置的冲洗水栓（区间隧道冲洗水栓可设在消火栓支管上）平时并不经常使用，所以设置数量较少。根据国内地铁运营情况，站厅及站台平时拖地保持清洁很少用水冲洗，区间隧道相隔一定时期，可以用水冲洗。

第7款 给水管穿过变电所、通信信号机房、车站控制室和配电室等可能因漏水而导致设备故障或损坏。

第8款 管道需考虑保温及防结露措施，金属管道应考虑热胀冷缩，长距离管道要考虑稳定性，转弯变化处应按计算设计，必要的设支墩，地面、高架站管道尽量埋设。

第10款 生活用水管安全性应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的要求。

15.3 排 水

15.3.2 局部及临时排水泵房的废水如有可能宜排入线路排水沟，主要目的是减少管道长度，节省工程造价。应注意选用排水泵不能过大，且扬水管出口水流方向应和线路排水沟流水方向相同，保证不使出口压力水冲出排水沟。

15.3.3 第5款 高架区间、敞开出入口、敞开风井及隧道口易遭受雨水倾入，应根据当地的暴雨强度计算排水量，合理确定排水泵站规模和排水设备性能及排水管道的管径。排雨水量按当地50年一遇的暴雨强度计算，设计降雨历时按计算确定。

16 供 电

16.1 一 般 规 定

16.1.1 中低速磁浮交通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。

16.1.2 中低速磁浮交通供电系统的外部电源供电方案可采用集中供电方式、分散供电方式或混合供电方式。

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；混合供电方式是以主变电所（或电源开闭所）为主，以在线路适当位置引入的城市中压电源为辅，为牵引变电所和降压变电所供电的外部供电方式。

16.1.4 根据中低速磁浮交通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。

16.1.5 电力负荷应根据对供电可靠性的要求及中断供电在政治、经济上所造成损失或影响的程度进行分级。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。

16.1.6 同一降压变电所的两个非并列运行变压器的两段低压母线可以作为一级负荷的双电源。

16.1.8 实际运行经验表明，电气故障是无法限制在某个范围内

部的。因此应急电源应是和电网在电气上独立的各式电源，例如蓄电池、柴油发电机等。供电网络中有效地独立于正常电源的专用馈电线路，是指与正常电源不可能同时中断供电的线路。

16.1.9 根据交通工程的重要性，中低速磁浮交通的各变电所均有一级、二级负荷，因此需按此标准设计。

16.1.10 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。

16.1.11 在每天上、下班运营高峰期间，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。由于在工程建设初期客流预测存在不确定性，为应对可能出现的客流快速增长情况，建议牵引变电所整流机组容量按照远期负荷配置。

16.1.12 第3款 当车辆维修基地或停车场牵引变电所出现故障退出运行时，应通过正线的牵引变电所或正线牵引网对车辆维修基地或停车场牵引网支援供电。车辆维修基地或停车场牵引变电所是否支援正线，应根据供电需求和车辆维修基地或停车场牵引所供电能力而定。当车辆维修基地或停车场牵引变电所具有支援正线的供电能力时，可以考虑对正线牵引网进行支援。

16.1.13 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 第4.3.2条确定。但直流750V电压制式在我国城市轨道交通尚有采用，设计可根据具体情况予以采用，但在车辆订货时明确该要求。

对于旅游景区的距离较短的磁浮交通线路，亦可采用牵引网电压的标称值直流750V。

在有特殊需求的条件下采用直流3000V时，应研究确定牵引供电系统的参数和技术条件，并经过深化研究与试验并和磁浮车辆一起通过考核鉴定。

16.1.14 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/T 14549 执行。

16.1.15 列车再生制动能量吸收方式有电阻吸收、电阻+逆变混合吸收、逆变至中压网络吸收、电容储能吸收等多种方式，工程中采用哪种吸收方案，应通过技术经济综合比较后确定。

16.1.16 无功补偿应按整体平衡的原则进行设计，在降压变电所 0.4kV 侧设置自动投切的电容补偿装置进行分散就地补偿或在主变电所设置无功补偿装置（SVC 或 SVG）进行集中补偿，都可以使系统的总功率因数达到 0.9 以上，满足系统无功补偿要求；但两种方案一次性投资不同，工程中采用哪种方案，应根据供电系统实际情况经技术经济比较后确定。

16.2 变 电 所

16.2.1 变电所合建减少辅助设施，降低建设费用，方便维护管理。

16.2.2 沿线主变电所（或电源开闭所）、牵引变电所、降压变电所的数量及在线路上的分布，应结合线路的各种实际工况进行计算确定，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。

16.2.3 随着科学技术的迅猛发展和我国减员增效改革的需要，自动化技术和通信技术的不断进步和日益完善，无人值班方式已成为电力系统和轨道交通变电所运行管理日益采用的一种模式。

16.2.4 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。

16.2.5 为考核中低速磁浮交通牵引供电系统产生的谐波情况，主变电所电源侧宜设置谐波监测装置，并可根据具体情况决定是否加设谐波治理装置。

16.2.6 如果根据近、远期计算负荷确定的牵引整流机组的数量与容量相差较大，则牵引机组可接近远期分期实施；反之，牵引机组数量与容量可按远期实施。

为确保牵引变电所因故退出运行情况下的列车正常运行，相邻牵引变电所应能分担其供电负荷。

16.2.8 根据我国地铁运营经验，降压变电所配电变压器的容量满足在一台变压器退出运行时，另一台变压器能负担其供电范围内的一级、二级负荷既能满足供电系统可靠性的要求，又可降低投资，提高配电变压器平时运行的负荷率，使运营更为经济。

16.2.13 为便于运营维护管理，变电所的各生产房屋应集中设置，可分层布置。

16.2.15 变电所值班方式的不同，对交流失电后直流操作电源供电时间的要求也不同，结合中低速磁浮交通变电所多采用无人值守方式，直流操作电源供电时间按 2h 选取。

16.2.17 第 1 款 变电所综合自动化系统分为站级管理层、网络通信层和设备间隔层。设备间隔层为集控制、保护、测量、通

信为一体的综合保护测控装置，具备远动终端功能。

第2款 变电所综合自动化系统一般经过通信系统提供的通道与位于控制中心的电力调度系统通信，与电力调度一起共同实现电力监控的功能。

第3款 变电所综合自动化系统通过所内控制，或执行远程控制命令，实现控制范围内的断路器合分闸、电动隔离开关合分闸、有载调压装置控制、保护功能投退、保护定值组的切换、闭锁解除、自动装置投退等功能。

第4款 变电所综合自动化系统应采用标准化接口和开放协议，以易于接入电力监控系统。

第5款 系统在线故障自检包括对自身软、硬件的巡检和故障诊断，硬件故障诊断应至板级。

16.2.21 当直流进线采用隔离开关时，应设置逆流保护作为直流进线及整流机组内部短路保护

16.2.26 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。

16.3 牵 引 网

16.3.1 中低速磁浮交通牵引网系统是向磁浮车辆提供电能的直流供电系统，是无备用的供电设施，应具备良好的电气和机械性能，满足系统技术条件的要求。

接触轨系统主要由接触轨、支撑部件、绝缘部件、连接部件、电连接部件等构成。各部件应具备良好的电气和机械性能，主要功能如下：

1 接触轨：承载电流的主要载体，基本功能是确保动力供电系统提供的电能通过受流器给磁浮车辆提供电能；

2 支撑部件：支撑接触轨的部件；

3 绝缘部件：电气分段和电气绝缘的部件；

4 连接部件：连接相邻两段接触轨的部件；

5 电连接部件：由供电系统通过电缆向接触轨系统供电的连接部件。

第4款 车辆采用回转线折返时，接触轨正、负极性能应进行转换，以满足中间折返车辆受流器供电极性转换要求。

第5款 接触轨的受流方式包括侧面受流、上部受流和下部受流方式，工程中采用哪种受流方式应结合磁浮车辆受流器构造和受流要求，经技术经济比较论证后确定。宜采用侧面受流方式。

16.3.10 牵引网受流面与磁浮车辆受流器组成摩擦副，受流器的材质应根据牵引网受流面的材质进行配套选取，保证系统的取流效果和寿命。

16.4 电 缆

16.4.1 电力电缆和控制电缆在地下敷设时应采用低烟、无卤阻燃电缆，其目的是减少火灾时有害气体对人体的侵害。为确保火灾时的应急照明及消防设施的供电，应急照明、消防设施供电的电缆，明敷时应采用低烟、无卤耐火铜芯电缆或矿物绝缘耐火电缆。

16.4.2 由于中低速磁浮交通工程使用大量的电缆，而电缆敷设时有各种各样的情况，例如有很多电缆需穿管敷设，当电缆截面较大并采用三芯电缆时，很多工程实践证明施工难度较大，且易损伤电缆。根据经验，三芯及以上的电缆大于 150mm^2 截面，一般敷设比较困难，因此建议采用单芯电缆。

16.4.4 本条主要是为保证车辆和设备安全而制定的。

16.4.8 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。

16.4.10 本条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。

16.4.13 本条的制定主要是考虑到减少电缆热胀冷缩时产生的轴向力。

16.5 动力与照明

16.5.1 应急照明包括疏散照明与备用照明。疏散照明由出口标志灯、指向标志灯、疏散照明灯等组成。

16.5.3 专用的供电线路是指从变电所低压开关柜至消防（防灾）设备或消防（防灾）设备室的最末级配电箱的配电回路。根据消防实战需要，消防人员到达火场进行灭火时，要切断非消防电源，防止火势沿配电线路蔓延扩大和避免触电事故。配电线路混合敷设时，消防人员不得不全部切断电源，致使消防用电设备不能正常运行。因此，应将消防用电设备的配电线路和其他动力照明配电线路分开敷设。同时，为避免误操作、便于灭火工作，消防配电设备应设置便于紧急情况下辨别的红色文字标识。

16.5.4 利用一个需要系数乘以设备容量即可求得动力照明设备组的有功计算负荷，计算十分简便，它是最早提出也是至今最为通用的一种确定计算负荷的方法。按需要系数法计算有功负荷的公式为：

$$P_{30} = K_d P_e \quad (27)$$

式中： P_{30} ——计算有功负荷；

K_d ——需要系数；

P_e ——动力照明设备组总容量。

16.5.10 照明的分组控制，为地下车站的站厅、站台照明控制提供了灵活性，运营过程中可根据需要只开部分照明，以节约电能。

16.5.11 根据《城市轨道交通照明》GB/T 16275 - 2008 第 6.1 节“应急照明”中的规定，疏散照明和备用照明的供电时间不少于 60min。

16.6 电力监控系统

16.6.1 目前，自动化技术发展很快，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。

16.6.2 第1款 遥控种类可分为选点式、选站式和选线式控制。

第2款 电力监控系统应能通过数据通道，实施对供电系统设备运行状态的实时监视，包括开关动作、故障、操作、报警以及预告记录、各种统计报表、各种参数变化曲线、极限值检测、过负荷记录、电流电压最大最小值等；诊断结果可召测或周期性地送往变电所后台主机和调度中心；调度中心能及时掌握和处理供电系统的各种事故、报警事件，准确实施调度指挥和故障处理。

第3款 监测的范围包括对供电系统主变电所（或电源开闭所）、牵引变电所、降压变电所、牵引网设备和开关的各种运行参数的监测及电能质量参数的监测。

第4款 事故追忆是指为了分析事故发生的原因，把事故发生前后一段时间内与事故相关的数据保存下来，并可提取数据对事故原因进行综合分析判断。系统可设定事故追忆的相关信息，如事故名称、触发条件、事前时间、事后时间等信息，系统运行时可根据设定的信息对相关参数实时跟踪，一旦符合条件，系统启动事故追忆功能，并可通过事故分析工具查看相关数据，并以曲线形式重现事故发生时各个有关参数的变化趋势，重现“事故现场”，为事故分析提供重要的数据资料。

第6款 能进行报表自动时序打印、召唤打印、报警和统计数据及屏幕画面打印，实现电能统计等的日报月报制表打印。

第7款 应能提供不同级别的口令，口令密码应能修改，以保证操作安全。

第8款 具有系统自身故障检测和自动维护功能。

16.7 接 地

16.7.1 特殊规定是指直流开关柜、整流柜、接触轨隔离开关柜、制动能量吸收装置及附属设备需绝缘安装，这些设备的外露

可导电部分需经保护装置接地，不能直接接地。

16.7.6 为保证出入列车人员的安全，车站及车辆基地需设置车体安全接地装置，接地电阻不大于 4Ω 。

16.7.7 为避免检修作业时对检修人员造成人身伤害等安全事故，维修基地检修作业线路上的接触轨应有可靠的接地装置并安全接地。

17 通 信

17.1 一 般 规 定

17.1.2 在发生事故和灾害时需要迅速及时的通信联系，但如果在常规通信系统之外再设置一套防灾救护通信系统，势必要增加很多投资，而且长期不使用的设备难以保持良好状态。所以，通信系统设计应在正常情况下为运营管理、指挥、监控提供迅速及时的联系，为乘客提供周密的服务；在突发灾害或事故的情况下应作为应急处理、抢险救灾的手段。

17.1.8 专用通信系统、民用通信引入系统和公安通信系统有部分设备和材料的功能是相同的。如传输系统、视频监控系统、光缆，在建设、使用和运营等因素允许的情况下，可以合并建设，减少系统投资和运营成本。

17.1.9 混合型由共线型与星型组合构成。

17.1.10 为确保车辆行驶安全和沿线设备设施的安全，沿线通信设备设施及车载天线设备均应满足相应的限界要求。

17.2 传 输 系 统

17.2.1 光缆作为通信网建设的基础设施，具有一次建设、长期使用、不易扩展的特点，且随着机电系统的技术发展和建设需要，对光缆的需求速度增长很快，因此，光缆容量除了满足现阶段的需求外，还应充分考虑容量预留，以适应远期需要。

17.2.2 为从根本上提高光缆通信的可靠性，防止由于一条光缆因故中断而造成通信完全中断，利用中低速磁浮自身建设条件，利用不同路径分别敷设光缆，通过信息传输构成自愈保护环，提高网络的安全性。

17.2.6 为保证金属加强及金属护套上纵向感应电势不积累，故

要求光缆接头两侧的金属护套和金属加强件应相互绝缘。为保证感应电流不进入车站影响设备及人身安全，当用光缆引入时，应做绝缘接头。

17.5 广播系统

17.5.3 根据《城市轨道交通技术规范》GB 50490 - 2009 第 8.2.2 条第 6 款，“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。防灾广播优先于行车广播。”

17.5.7 广播系统的功放与负荷之间通过切换控制柜连接，负荷与功放不固定连接，根据实际工程情况，可按每 N 台功放设置 1 台备用机（ N 小于等于 4）、自动切换方式设计。功放 N 备 1 是指一台标准 19 英寸机架上，设置 N 台主用功放、1 台备用功放及自动检测切换装置。自动检测切换装置实时检测机架上功放设备的工作状态，发现故障自动切换主、备功放。

17.6 时钟系统

17.6.3 如条件具备，应优先采用北斗卫星授时系统。

17.7 视频监视系统

17.7.1 在下列地点应设监视摄像机：售检票大厅、乘客集散厅、上下行站台、自动扶梯等公共场所，以及设置道岔、消防设备、变电设备等地方。

17.8 无线通信系统

17.8.3 无线通信系统对于地面线路、高架线路、车辆基地和停车场，电波传播宜采用空间波方式；而对于隧道，电波传播宜采用泄露同轴电缆或隧道定向天线的辐射方式。

17.8.5 无线通信系统应具备调度所需的各项呼叫功能和存储、监测等功能，满足无线调度的需求。

17.10 民用通信引入系统

17.10.1 根据地铁工程民用通信工程建设经验,民用通信引入系统的建设方式由建设方与电信运营商协商后确定。民用通信引入系统主要负责提供电信运营商网络的无线覆盖、配套设施、电信运营设备设施的引入条件及使用条件,无线基站等设备由电信运营商提供。

17.11 公安通信系统

17.11.1 由于公安通信系统建设的目的是满足公安部门在中低速磁浮交通中的通信要求,并与城市公安联网,各城市公安部门的要求会有所不同,建设时应本着实用原则,结合经济技术多方面因素统筹考虑。

17.12 办公自动化系统

17.12.1~17.12.5 本节参照《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 16.9 节。设计时应尽量与运营单位或部门进行沟通,综合考虑建设规模。

17.13 电源及接地系统

17.13.1 通信设备应按一级负荷供电,当使用中的一路故障时,应能自动切换到另一路。目前,各机电系统一般均通过 UPS 供电,通信系统电源也有与其他弱电系统设备电源整合的案例。整合后的通信电源,除应满足本条要求外,尚应保证整合电源的可靠性和可用性,确保供电质量和不间断供电的要求。根据《城市轨道交通技术规范》GB 50490-2009 第 8.2.3 条“通信电源的后备供电时间不小于 2h”。

18 运行控制系统

18.1 一般规定

18.1.2 本条从地面控制和列车控制两个方面说明运行控制系统的组成，并为了提高运行控制系统的完整度，运行控制系统应设必要的故障监测和报警设备，并宜根据需求配置维护监测子系统。

18.1.3 运行控制系统为磁浮交通的重要控制系统，为保证安全行车、提升磁浮交通的服务质量，需要系统及设备在可靠性、可用性及安全性设计方面重点要求。可靠性、可用性及安全性相关指标的确定应能与运行控制系统技术发展相匹配。

18.1.4 MATC 系统涉及行车安全的设备、电路、接口必须符合故障—安全的原则，系统的研发、生产过程应遵循安全检测、安全认证，并经批准后方可载客运用的原则。目前国内 ATP 系统、联锁系统有关设备的研发、运用过程虽也遵循这一原则，但多是通过国际有关安全认证机构实现。国内认证手段和权威的组织机构尚待完善。

故障导向安全，是运行控制安全技术孜孜追求的目标。运行控制系统/设备故障不能导向安全，属极小概率事件。或是说，运行控制系统/设备发生故障时，可能发生不安全事件。故障导向安全的原则贯穿于运行控制系统/设备的全生命周期之中，与产品的研究、设计、制造及运用的全过程相关。

18.1.5 本条体现了运行控制系统作为行车指挥与列车运行控制系统的作用。运行控制技术的发展是在不断改进行车指挥水平、参与运营管理、提高行车效率及保证行车安全的过程中发展的。运行控制系统所包括的 ATS、ATO、ATP、CI 各子系统功能，充分体现了本条规定的内容。

18.1.6 MATC 系统是与运营效率直接相关的系统，目前已运营的地铁最高车速达到 120km/h，最小运行间隔 90s，高峰小时行车密度 30 对以上。中低速磁浮交通虽然尚处在起步阶段，但 MATC 系统设计之初应确定较高的起点，适应远期运输的要求，适应不同时期不同编组列车、高密度的运营要求。

18.1.7 MATC 系统设备应充分考虑工作环境的电磁影响并经过安全测试，满足系统安全可靠工作的要求。

18.1.9 ATP 及联锁系统作为运行控制系统的安全核心，属于安全产品，是磁浮运行控制系统必须配置的设备。运行控制系统 ATP 及联锁系统的安全完整性等级（SIL）按欧标定义取 $10^{-8}/h \sim 10^{-9}/h$ 。

18.1.10 运行控制系统的车载设备遵循车辆限界，运行控制系统的车站及轨旁设备遵循设备限界，是保证列车运行安全的需求，是保证乘客人身安全、运行设备安全的需求。

18.1.12 运行控制系统设备包括在高架线路上保证维护人员安全的防护设施，其设备、设施考虑与城市景观相协调。

18.2 运行控制（MATC）系统

18.2.1 中低速磁浮交通具有列车运行速度相对较高、站间距短、线路坡度与曲线变化大的特点，造成列车起停频繁，致使司机劳动强度高且极易疲劳。同时，考虑到列车的节能运转、规范运行秩序、实现运行调整、提高运行效率、减少司机和调度员的劳动强度等的实际需求，中低速磁浮正线列车运行控制系统（MATC）应包括 ATS、ATP、ATO 及 CI 各子系统，满足列车运行控制实际需求，起到了提高行车效率、保证行车安全的作用。

18.2.2 采用准移动闭塞式和移动闭塞式 MATC 系统，可以实现较大的通过能力，对于客运量变化具有较强的适应性，可以提高线路利用率，具有高效运行、节能等作用。并且，列车的控制模式与列车运行的非线性特性相近，能较好地适应不同列车的技

术状态。其技术水平较高，具有较大的发展前景。

18.2.5 ATO 自动运行模式和无人驾驶模式可提高行车效率，实现列车运行自动调整，维持列车运行秩序，减少司乘人员劳动强度和人员配备的数量。然而，由于无人驾驶涉及站线配置、车辆、行车组织、车辆段配置等多种因素，我国又缺乏运用经验，故无人驾驶系统宜在探索经验后，根据用户需要逐渐采用。

18.2.6 运行控制系统降级运用系指系统由自动控制降级为人工控制，由中心控制变为车站控制，由实现全部功能至仅完成部分功能等等降级运用模式；在当前技术状态下，MATC 系统/设备故障可导致较大运营混乱，尤其是采用 CBTC 系统时，若系统无降级模式，将不利于系统故障时的安全行车和故障后运营的恢复。因此系统应考虑深层次的系统后退运行方式及完善的系统故障恢复功能。降级及其具体要求应根据用户需要，系统设备的可靠性、可用性和安全性等因素确定。降级模式的行车效率较低，根据降级模式水平等级的不同，行车间隔一般可达 3min~6min。故障复原系指系统发生不同层次的故障，经修复后，系统能尽快恢复列车追踪及控制的能力，以提升系统全功能的利用率，并保证行车的安全。

18.3 列车自动监控 (ATS) 系统

18.3.1 ATS 的功能主要包括：

- 1 提供人机接口；
- 2 监控和显示列车位置以及 ATC 各部分的通信状况；
- 3 调整列车运营，以便保持运行图或来自列车控制中心调度员指令的响应，修改系统运营参数；
- 4 停站时间控制；
- 5 合理调度列车运行，并达到节能运行的目标；
- 6 收集数据形成管理报表；
- 7 自动生成旅客向导信息报文；
- 8 自动故障管理；

- 9 区间封锁及区间封锁解除；
- 10 运行图（即时刻表）编制及管理；
- 11 列车运行自动调整及调度员介入调整；
- 12 操作与数据记录及统计处理；
- 13 自动描绘或复制列车运行实迹；
- 14 监视列车运行和设备状态；
- 15 系统或设备故障显示及故障复原处理。

18.3.5 ATs 系统的列车进路控制功能是 ATs 的主要功能之一。联锁表以进路为主体，表中列出与列车运行相关的全部进路及进路与进路、进路与道岔、进路与信号机之间的关系。该表的生成应满足运营要求，也是联锁设备设计的重要依据。而运行时刻表和列车识别号是正确处理列车经路、实现正确列车进路控制的依据。

18.4 列车自动防护（ATP）系统

18.4.1 ATP 包括了安全功能及列车完整性检查功能，并负责列车安全运行，ATP 设备的主要功能包括：

- 1 防止列车敌对运行造成的冲突；
- 2 防止道岔错误转动/设置而造成的冲突；
- 3 防止因车门意外打开、列车倒溜等造成的乘客伤害；
- 4 防止因列车超过线路限速或指令速度而造成的列车或线路的损害；
- 5 监察超速；
- 6 通过车地双向通信系统连续不断地监测列车在整个系统中的位置；
- 7 列车间保持所需最短的安全停车距离即安全间隔；
- 8 道岔联锁确保当列车通过道岔时该道岔不会转动，只有当确认道岔已排列好并锁闭在正确位置时，列车才可以进入该道岔区段；
- 9 排列、锁闭进路并监测列车在进路汇合或分歧处运行；

- 10 按照安全行车和线路限速要求，对列车限速；
 - 11 控制列车运行方向；
 - 12 监测整个系统内的列车运行方向；
 - 13 监测列车无人驾驶折返；
 - 14 溜逸保护；
 - 15 提供车门控制安全联锁；
 - 16 对系统管理中心和车站紧急停车按钮监测；
 - 17 列车完整性检查。
- 18.4.3** ATP 系统的超速防护或 ATP 系统故障造成列车停车属安全行为。列车超速、车地连续通信中断、列车完整性电路断路、列车的非预期移动等故障是涉及行车安全的重要故障，通过强迫制动实现安全停车，属列车运行中的安全举措。
- 18.4.4** ATP 执行的强迫停车控制，包括全常用制动或紧急制动控制等不同方式，但最终控制模式应为紧急制动控制。考虑到行车安全，要求停车过程不得中途缓解。并应在列车停车后，司机履行一定的操作手续后，列车方能缓解。
- 18.4.6** ATP 系统是以设备为安全防护主体的控制系统，车载设备的车内信息是 ATP 车载设备的重要组成部分。ATP 模式是司机操控下的运行安全防护模式，由于车内信息为司机提供正确、可靠且符合故障导向安全的信息显示，是司机行车的凭证。
- 18.4.7** ATP 车载设备与车辆电器接口一般采用继电器接口，通过继电器可实现物理隔离。若采用其他方式接口，需综合考虑增加相应隔离措施，以防止因接口故障影响各自设备的正常工作。

18.5 列车自动运行 (ATO) 系统

18.5.4 ATO 控制过程满足舒适度的要求主要是指牵引、惰行和制动控制及各种工况之间转换过程的加、减速度的变化率。快捷性主要是指控制过程的时间宜短，在 ATO 系统控制下，以最接近 ATP 推荐速度的方式驾驶列车运行，最大限度地缩短列车

运行时间、提高运行质量。准时性的要求则是为了考虑稳定的行车间隔、准确的乘车时间而提出。

18.6 计算机联锁 (CI) 系统

18.6.1 作为保证列车行车安全的主要系统,计算机联锁系统技术的不断发展和完善要求其安全冗余段在不断提高,二乘二取二或三取二冗余结构从安全性及可用性方面考虑,适合计算机联锁系统的要求。

18.6.2 本条为依据联锁表办理进路的基本原则,也是保证进路安全的基本原则。可参见相关联锁技术规范。

18.6.4 进路正常解锁方式包括分段解锁和一次性解锁,为缩短列车追踪间隔,运行控制系统宜采用分段解锁方式。

18.6.6 站台紧急关闭按钮主要用于防止站内轨道及其上方出现影响行车安全或危及人员安全状况时,进行应急操作,以尽可能地阻止列车进站,防止危险事件发生,属安全概念与行为。

18.6.7 自动站间闭塞是通过 ATP 地面设备自动检查站间空闲,人工办理站间闭塞手续。在规定的人工驾驶模式下列车根据地面信号指示离站后,若站间闭塞手续不取消,即可自动构成站间闭塞的行车方式为自动站间闭塞。其闭塞范围宜包括运行前方车站的站台区域。

18.6.10 计算机联锁系统是保证行车安全的主要系统,为避免错误操作危及行车安全,要求计算机联锁系统的操作需要进行二次确认。

18.7 车辆段及停车场

18.7.2 第3款 停车场部分或全部纳入 MATC 控制范围,应根据停车场的规模和作业性质而定。根据需要停车场也可仅纳入 ATS 系统的监控范围。

18.8 其 他

18.8.1 第1款、第2款 运行控制系统是保证行车安全，提升运营效率，与行车指挥关系密切的系统，运行控制系统设备的供电应持续、稳定、可靠。

18.8.2 我国客运专线综合接地技术要求中接地电阻值不大于 1Ω 。接地电阻值的取值直接影响系统设备在遭受雷击等情况下能否得到有效保护，从磁浮运行控制系统设备的高安全性、高可靠性出发，中央控制机房、分区控制室等应设置固定的接地母排，接地母排与综合接地体连接；设备内部接地、机柜外壳、电缆的屏蔽和铠装层、金属结构物等均引至室内接地母排处连接。接地电阻值不大于 1Ω 。

18.8.3 外电源引入、设备电源、室外联系光电缆、室外电气设备等均应采取可靠雷电防护措施。防雷地线应沿尽可能短的路径与接地体连接。

18.8.4 运行控制系统设备应适应中低速磁浮电磁环境，并采取相应的防电磁干扰措施。利用设备机柜的金属外壳、墙内、天花板和地板内的金属网组合成一个电磁屏蔽网，防止外部电磁信号干扰，同时防止室内电磁信号向外辐射。

18.8.7 此条要求对于特殊环境，设备及器材的设计及生产应满足现场实际环境条件的要求，设备的防尘、防水、防腐蚀、温湿度适应范围均应满足工程现场条件。虫害、鼠害地区需要对设备及线缆进行防护，对设备房进行孔洞封堵等。

18.8.8 作为原则，运行控制系统电线路应与电力线路分开敷设，但鉴于磁浮线路条件，运行控制系统电线路与电力线路无论是交叉敷设或是平行敷设，很难保证较大的间距；由于运行控制系统技术水平、安全防护技术的不断提高和强化，抗干扰能力也有大幅提升，运行控制系统电线路与电力线路分开敷设的间距可参照现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定执行。

19 电梯、自动扶梯与自动人行道

19.1 电 梯

19.1.3 电梯能满足车站控制室、轿厢、控制柜或机房之间的三方通话功能可满足运营需求。是否按“五方通话”功能来进行设计可视具体工程的特点而定。

19.1.8 在发生火灾时，为保证消防疏散等作用，供电必须采用一级负荷。

19.1.9 本条根据《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 25.2.9 条提出。

19.1.10 根据地铁工程建设实践，部分电梯难以按额定载重大于 800kg 进行设计。参照《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 25.2.10 条，中低速磁浮交通的电梯额定载重定为不小于 800kg。

19.2 自动扶梯与自动人行道

19.2.1 自动扶梯及自动人行道按其结构特点分为标准型和公共交通型，中低速交通应选用公共交通型自动扶梯和自动人行道。

根据《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 25.1.8 条的条文说明，重荷载公共交通型自动扶梯和自动人行道的定义是：自动扶梯和自动人行道每天连续运行不少于 20h，每周不少于 140h，每 3h 能以 100%制动载荷连续运行 1h。

19.2.2 从低碳、环保及节能出发，自动扶梯及自动人行道应选用变频调速的设备。

为保证灾害情况下，消防疏散自动扶梯的正常工作，供电必须采用一级负荷。

19.2.9 为确保运营安全，推荐自动扶梯和自动人行道的控制，

优先选择就地控制。当采用车站级控制时，应在确保安全的情况下才能允许操作。

19.2.10 《城市轨道交通技术规范》GB 50490—2009 第 8.9.2 条第 2 款规定“自动扶梯应采用公共交通型重载扶梯，其传动设备、结构及装饰件应采用不燃材料或低烟、无卤、阻燃材料”。

20 自动售检票系统

20.1 一般规定

20.1.1 近、远期超高峰小时客流即为该车站预测的近、远期高峰小时客流量乘以 1.1~1.4 超高峰系数。

20.1.2 可用性通常包括支持计划内停机（指系统升级、日常维护、灾备演练等预先安排的事项）和计划外停机（指一些意外的外界原因导致系统中的某些设备或整个系统的不可使用）。

可靠性通常是指系统的可靠性，即硬件设备内部部件发生故障时，设备能继续工作的概率以及应用软件应具备故障报警、自诊断、自恢复能力。

可维护性即系统容易维护、运行维护成本低。可维护性是保证系统正常、安全、稳定运行的技术基础。

可扩展性包括了系统的纵向扩展，具备通过增加设备数量、提高处理性能或通过软件修改升级、增加新的应用软件模块来扩展业务的功能。

安全性即具有一个集成的安全体系，包括硬件与软件安全性，是系统安全运行的保证。

20.1.3 当车站处于紧急状态时，自动售检票系统可手动或自动与火灾自动报警（FAS）系统实现联动，自动检票机阻挡装置应处于释放状态。如不严格执行此条文，不与火灾报警（FAS）系统联动，一旦车站发生火灾，将因自动检票机阻挡人群疏散、售票机继续售票等，造成客流积聚、拥堵，从而引发危及乘客生命财产安全的严重后果。

20.1.4 “各种运行模式”主要是指：在正常情况下乘客能快速购票和进出站；列车堵塞时，对站内乘客全部放行；未进站使用的单程票可延期使用；紧急疏散时，通过车站值班员的控制，使

站内所有进出站检票机处于开放状态，疏导乘客快速疏散。

运行模式主要包括正常运行模式和降级运行模式。

正常运行模式即本系统在该模式下自动运行的方式。主要包括：正常服务模式、结束运行模式、暂停服务模式、设备故障模式、测试模式以及离线运行模式。

降级运行模式是指在运营过程中遇到各种非正常情况本系统采取的降级运行方式。主要包括：列车故障模式、进/出站免检模式、时间免检模式、日期免检模式、超程免检模式及紧急模式等。

20.1.6 当与中央计算机系统通信中断时，车站计算机系统可以离线运行，应至少保存 30d 的数据量，并可采用备份介质与中央计算机系统交换信息；而且在通信恢复后应能立即将所有数据自动上传给中央计算机系统。

车站终端设备在与车站计算机系统通信中断的情况下，具有单机工作和数据保存能力。终端设备应能至少保存最近的 50000 条交易数据及 7d 的设备数据；而且在通信恢复后，应能立即将保存的数据上传给车站计算机系统。

20.1.7 系统设备应具备 24h 不间断工作的能力，线路中央计算机系统及车站计算机系统不间断电源的电池备用时间不宜小于 1h 及 0.5h。在两路供电电源自动切换、瞬时断电期间系统设备应能正常运行，同时在电源中断期间系统终端设备应具有完成最后一个当前操作、保证事件完整性的能力。

20.1.9 自动售检票系统应能实现与相关系统的接口，主要是指与通信专业的接口、与防灾报警系统的接口、与监控系统的接口、与清算中心的接口等。

20.2 管理模式和票制

20.2.2 根据中低速磁浮交通的建设规划，也可以采用由多条中低速磁浮线中央计算机系统先汇集到区域性的中低速磁浮票务清分系统，然后接入当地城市轨道交通票务清分系统的方法。

20.3 系统构成

20.3.3 各种功能的工作站主要是指安全工作站、清算工作站、审计工作站、维修工作站、统计工作站等。其中维修工作站宜设置在维修基地自动售检票系统维修工区内，其余则设置在控制中心相对应的职能部门内。

20.3.5 纸币处理模块应具有激光、磁性、紫外光、颜色透射及反射光等传感器，能检测磁性钞票编号、磁性安全线、荧光暗记纸张、图案；能接受第四版、第五版及以后新发行版本的人民币，具有机读识别人民币防伪特征的功能；能接受主要国际通用纸币；纸币处理模块应具备暂存功能。

20.4 系统功能

20.4.4 第1款第6)项 为确保工作人员及乘客的人身安全，车站终端设备金属外壳应可靠接地。

第4款 当车站发生紧急情况时，通过车站计算机系统或紧急按钮、检票机就地控制等方式将所有检票机开启并保持开放状态，保证乘客无障碍快速离开付费区。

20.5 车站终端设备的配置

20.5.2 考虑到设备处理能力和实际使用因素，车站终端设备的计算参数推荐取值如下：自动售票机为：4张/min～6张/min；半自动售票机为：6张/min～10张/min；自动检票机为：门式25人/min～30人/min。

20.6 其他

20.6.1 票务清分系统与各线路中央计算机系统的以太网传输通道宜由连接各线控制中心的上层通信传输网提供。

21 火灾自动报警系统 (FAS)

21.1 一般规定

21.1.2 火灾自动报警系统确认火灾后应直接联动控制相应的消防救灾设备,但中低速磁浮交通系统有相当部分日常运行使用的通风、空调系统设备与防烟、排烟系统设备合用,同一设备在火灾或正常工况中均发挥应有的作用,且BAS监控内容设置完全满足FAS联动控制的需要。为避免对同一设备监控设施重复设置、减少投资、方便管理,本条规定中低速磁浮防烟、排烟系统设备合用时,可由BAS执行联动控制,执行联动控制的BAS系统设备配置应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116的相关规定。

21.1.3、21.1.4 根据《城市轨道交通技术规范》GB 50490—2009第7.3.14条、第7.3.15条给出。

21.2 火灾自动报警系统的组成与功能

21.2.1 随着计算机和通信网络技术的发展和计算机软件技术在现代消防技术中的大量应用,FAS的结构形式已呈多样化趋势,火灾自动报警技术的发展趋向智能化,结合城市轨道交通特点,FAS系统宜按控制中心集中管理—车站分散控制的报警管理形式组建,即由中央监控管理级、车站/车辆段/停车场监控管理级、现场火灾探测及消防联动控制设备和相关的网络、通信接口等组成,使管辖区内任意点的火灾信息和全线管理中心下达的所有指令均在全线范围内迅速无阻的传输,以实现火灾早期发现、及时救援。

在线路设置了综合监控系统的情况下,为了节省投资方便运营操作,火灾自动报警系统的监控管理层可与综合监控系统合并

设置。火灾自动报警系统的监控管理层与综合监控系统合并设置的方案需得到当地消防管理部门的认可。

21.4 火灾探测器的设置

21.4.3 第2款 本款参照《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 19.4.5 条规定。

第3款 该款根据《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 19.4.7 条规定。该款明确了控制中心、车辆基地设置火灾探测器的场所。

21.4.5 本条参照《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 19.4.9 条规定。本条实际规定了设计火灾报警系统时，自动和手动两套触发装置应同时设置，也就是在火灾自动报警系统中设置火灾探测器的时候，还应设置一定数量的手动火灾报警装置。目的是进一步提高火灾自动报警系统的可靠性和报警的准确性。

21.4.6 本条参考《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 19.4.11 条制定。考虑城市轨道交通特点，规定在乘客活动的公共区域不建议设置警报音响装置，避免造成秩序混乱，产生次生灾害，便于火灾情况下站务人员有序疏导乘客。

21.6 供电与布线

21.6.2 FAS 系统中低速磁浮火灾监测、报警、灭火过程中起着关键作用，一旦停电，将失去火灾监控、报警和灭火作用。其供电必须按一级电力负荷要求配置，并应配备应急电源。

21.6.4 第1款 由于地下区间及线路发生火灾时，烟雾难以排出，容易造成人员窒息，因此，为保障生命安全，地下区间及线路 FAS 系统所采用的线缆应选用低烟、无卤型线缆。

22 环境与设备监控系统 (BAS)

22.1 一般规定

22.1.1 为营造良好舒适乘车环境,保障乘客人身安全、降低能源消耗、提高运营管理水平,中低速磁浮交通应设置环境与设备监控系统。环境与设备监控系统的设计应遵循分散控制、集中管理、资源共享的原则。

22.2 系统设计原则

22.2.2 在地下线路为四站三区间及以上时,区间列车火灾需由中央级计算机控制相邻两站的隧道排烟设备执行相应排烟模式;在地下线路为三站二区间或以下时,区间列车火灾可由车站级工作站控制相邻两站的隧道排烟设备执行相应排烟模式。

22.2.3 《城市轨道交通技术规范》GB 50490-2009 第 8.7.7 条规定“防排烟系统与正常通风系统合用的车站设备,应由环境与设备监控系统统一监控。环境与设备监控系统 and 火灾监控报警系统之间应设置可靠的通信接口,由火灾自动报警系统发布火灾模式指令,环境与设备监控系统优先执行相应的火灾控制程序”。

22.3 系统的基本功能

22.3.1 正常情况下,BAS 系统对机电设备进行监控;对环境参数进行检测及统计分析;控制通风、空调设备,提高环境的舒适度,并节能运行;统计设备的运行状况,优化设备运行,完成对设备统计管理、报警管理、趋势管理及事件管理等执行正常运行模式;火灾情况下,BAS 系统执行防灾及阻塞模式。

22.3.3 本条参照《城市轨道交通技术规范》GB 50490-2009 第 8.7.3 条、《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 21.3.3 条

提出。

列车在区间发生火灾时，应优先选择驶往前方车站实施救灾的模式。仅当列车失去动力而被迫停留在地下区间时，根据司机利用无线通信方式向 OCC 报告列车发生火灾部位及 ATS 提供的列车区间位置信息，由 BAS 中央级工作站发布火灾控制模式，由发生火灾区间相邻车站的 BAS 执行相应防排烟模式。

列车区间阻塞工况，由相邻车站级 BAS 系统执行相应阻塞通风模式，气流方向应与列车运行方向一致。

22.4 硬件设备配置

22.4.1 BAS 采用工业控制系统，满足中低速磁浮交通环境条件下的正常使用。现场设备应考虑设备防尘、防腐蚀、防潮、防霉、防振等适合工业环境控制设备。对事故通风与排烟系统的监控，采用冗余配置的 PLC 及冗余现场工业总线结构，以提高系统可靠性。主要环节冗余配置亦提高系统的容错性。

22.5 软件基本要求

22.5.1 除操作系统软件外，BAS 应用软件主要包括中央级应用软件、车站级应用软件、DCS 或 PLC 应用软件、通信接口软件、数据库生成与管理软件、人机接口软件、系统组态软件、系统维护及诊断软件、通信管理和网管软件等。

22.7 布线及接地

22.7.3 BAS 的电源线与信号线分别进行隔离设置，以避免电源线与信号线间相互干扰。

23 综合监控系统

23.1 一般规定

23.1.3 集成与互联系统的定义可参考《城市轨道交通综合监控系统工程设计规范》GB 50636 - 2010。综合监控系统集成的电力监控专业和环境与设备监控专业是综合监控系统的主体。火灾自动报警系统是否集成到综合监控系统主要由当地消防管理部门确定，本规范推荐宜采用集成接入方式。

23.2 系统设置要求

23.2.1 由于线路的运营管理体制不同，所以运营管理的功能需求也不同，在综合监控系统设计时应根据不同的功能需求确定系统的构建方式。

23.2.5 集成子系统宜接入综合监控系统车站网络设备，互联系统接入综合监控系统通信处理机。

23.3 系统基本功能

23.3.4 第2款 中低速磁浮列车、隧道和车站都有可能发生火灾，当区间隧道内发生火灾时，将根据发生火灾的位置及列车位置，由综合监控系统中央级下达命令到相邻两两车站的综合监控系统并发送到车站机电设备监控系统，启动车站两端隧道风机工作，确定排烟方向，引导乘客安全撤离，同时启动车站消防广播及乘客信息系统发布火灾信息，在运营控制中心大屏幕上可联动相关视频画面。当车站发生火灾时，火灾自动报警系统（FAS）同时把火灾警报信息传送到车站机电设备监控系统（BAS）和车站综合监控系统；车站机电设备监控系统将启动车站排风机工作，同时车站综合监控系统启动车站消防广播以及乘客信息系统

发布火灾信息，在运营控制中心大屏幕上可联动相关视频画面。

23.4 硬件要求

23.4.1 综合监控系统主要是对机电系统设备的监控，与运营行车安全密切相关，车站内系统设备环境复杂，因此，对系统的安全性、可靠性、可维护性要求高，故提出此要求。

23.4.2 网络设备、实时服务器、历史服务器、通信前置机是综合监控系统的主要设备，如单台配置，发生故障时会导致系统无法正常工作，因此要求冗余配置，一般采用1加1冗余配置。

23.4.3 《城市轨道交通综合监控系统工程设计规范》GB 50636-2010第6.0.3条规定“车站级综合监控系统应由网络设备、服务器、工作站、通信处理机、不间断电源、综合后备盘和打印机等组成。网络设备、服务器、通信处理机应冗余配置。车辆基地的服务器与工作站可作为综合监控系统的备用中心使用”。

23.6 系统性能指标

23.6.1 上行实时响应数据是指设备状态变化数据，包括数字量的变化以及模拟量的变化。状态变化响应指从综合监控系统与外部接入系统的接口收到数据开始，到综合监控人机界面更新完该数据为止所经历的时间。状态变化时间不包括数据在综合监控以外系统或设备中的处理时间。下行实时控制数据是指综合监控系统下发的控制命令，包括综合监控系统对现场设备进行的远程遥控以及其他控制操作。控制命令响应时间是指从操作员在工作站上发出控制执行命令开始、到该控制命令发到被控设备的外部接口为止所经历的时间。控制命令响应时间不包括综合监控系统之外的处理时间，如设备的机构执行时间等。

23.6.2 第1款 实时服务器切换时间是指从值班的实时服务器发生故障开始，到备用的实时服务器完全替代且综合监控系统所有功能恢复正常为止所经历的时间。对于历史服务器允许的切换时间还应考虑商用数据库本身切换所需要的时间。对于任务模块

切换的冗余方式，指值班的任务模块和备用的任务模块之间的切换。

第3款 通信处理机的切换时间是指从值班的通信处理机发生故障开始，到备用的通信处理机完全替代，通信处理机的所有功能恢复正常为止所经历的时间。对于任务模块切换的冗余方式，指值班的任务模块和备用的任务模块之间的切换。对于没有配置专门通信处理机的情况，该项响应指标不适用。

23.7 电源、防雷及接地

23.7.2 综合监控系统可与其他弱电系统合用在线式不间断电源(UPS)，但应保证本系统的后备时间不少于1 h。

23.8 设备用房及布置

23.8.3~23.8.5 根据《城市轨道交通综合监控系统工程设计规范》GB 50636-2010 第9.3条提出。

23.9 管线敷设

23.9.2 由于车站、控制中心的电磁环境比较复杂，因此在管线敷设时应考虑抗干扰措施，如线槽、防护钢管接地，采用屏蔽线缆等措施。

24 运营控制中心

24.1 一般规定

24.1.1 中低速磁浮轨道交通监控对象之间的关系复杂，运营过程中的监视、控制、操作和管理集中及运营的安全性、可靠性必须重视。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，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，简称控制中心。

24.1.2 控制中心的位置，宜选择在靠近中低速磁浮交通线路、车站，接近监控管理对象的中心地带，方便全线运营管理，方便与城市其他线网连接，并能兼顾多条线路的场所，缩短与中低速磁浮交通线路的距离，降低工程和管线投资及运营管理费用，便于在紧急情况下组织事故抢修及事件的处理。

中低速磁浮交通控制中心可以是单条中低速磁浮交通线路的控制中心，也可以是多条中低速磁浮交通线路或是与城市其他轨道交通线路共用的控制中心。

24.1.3 为确保控制中心对中低速磁浮交通全线所有运行车辆、车站和区间进行总的监视、控制、协调、指挥、调度和管理，控制中心应具有调度人员通过使用信号、火（防）灾自动报警、环境与设备监控、电力监控、自动售检票和通信等系统中央级设备对中低速磁浮交通运行的全过程进行集中监控和管理的基本功能。

24.1.4 控制中心应兼作全线路（或多线路）防灾和应急指挥中心，并应具备防灾和应急指挥的功能。多线路的防灾和应急指挥中心应实现信息的互联互通和信息共享。并应统筹规划线网运营协调、防灾和应急指挥中心的职能和构成方案。

24.1.5 控制中心的设计应与工程条件和运营管理体制相适应，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。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，实际实施时应从具体工程的实际情况出发，根据具体设备的数量，经济合理地确定控制中心的规模、水平、运作管理模式及装修标准。考虑到今后新技术、新设备、新工艺的推广及可能增加新的系统设备，宜适当预留将来发展的余地。

24.2 功能分区与总体布置

24.2.1 控制中心按功能可划分为运营操作区、设备区、运营管理区、维修区等功能区。运营操作区即为负责运营监控、操作、调度和指挥的区域，是围绕着中央控制室设置的配套功能区；运营管理区是负责运营调度管理、技术管理、生产和作业管理的区域；设备区是指各系统中央级设备安置的区域；维修区是指负责各系统中央级设备维护和维修的工作人员区。运营操作区应靠近设备区，以便减少管线敷设的距离；设备区和维修区应相邻设置。各功能区的划分应结合实际运作模式和管理模式设置。

24.2.2 运营操作区应具有全线（或多线路）运营监视、操作、控制、协调、指挥、调度、管理及值班等功能；运营操作区应设中央控制室和紧急事件指挥室等。运营操作区应作为独立的安全分隔区；进入中央控制室前应设缓冲区，并宜配置安防设施（设置可视对讲门禁、控制非授权人员进入）；在运营操作区内宜配置交接班室、打印室及必要的值班和管理用房等，以及生活和卫生设施，以减少调度人员中间离岗时间。

24.2.3 中央控制室各系统设备的布置及设计。

第1款 室内布置和造型应整齐、紧凑、美观、大方，便于观察、操作和维修，有利于通风，为调度人员和运行设备创造良好的工作环境，并便于调度人员行动和疏散。

第2款 室内总体布置应以行车调度指挥为核心进行模拟屏和各调度台的布置，应便于行车调度、电力调度、环境和设备调度（兼防灾调度）、维修调度（兼信息调度和客运调度时也称值班助理，也可根据需要分别设置）和总调度（或值班主任）之间的信息沟通。

第4款 各系统模拟屏宜统一设置，模拟屏的屏前和屏后、调度台的台前和台后必须留有足够的操作空间及维修空间，并预留近期和远期发展位置。通道宽度应满足人员进出、联络、维修设备进出的需要。模拟屏后的通道宽度，当通道长度小于10m时，通道宽度宜大于1.5m；当通道长度大于10m小于20m时，通道宽度宜大于1.8m；当通道长度大于20m时，通道宽度宜大于2.0m；模拟屏两侧进入模拟屏后的通道宽度宜大于1.5m，确保人员和设备的进出方便；模拟屏后面也可以作为独立分区进行设置。

第6款 当按扇形方式分层展开布置设备时，在扇形的中间位置，向上下展开的角度按 15° 考虑，向左右展开的角度按 120° 考虑，以便适应人的观察视角及人体工程。

第7款 当中央控制室的规模按多条线路设计时，可按线路进行划分，将每条线的行车调度、电力调度和环控调度台等集中布置。当中央控制室的规模是按多条线路设计，且各线路之间的相互关联及影响较大时，在功能区的划分上，应按系统进行划分，即每条线的行车调度台、电力调度台和环控调度台应分别集中布置。

第8款 调度台的设计应符合人机工程和人体工程，便于操作人员观察，降低操作人员的工作强度，提高反应速度，减少误操作，顶部不能遮挡住正常观察模拟屏的视线。

24.2.4 设备区各系统设备的布置及设计。

第1款 设备区应具有方便各系统中央级设备的安装、运行及维修等功能，设备房的室内布置应力求整齐、紧凑、美观、大方，便于观察、操作和维修，有利于通风采光，为设备创造一个

良好的运行环境。

第2款 设备区设备房有多种布置方式，按系统划分或按线路划分，可采用封闭式布置或开放式布置（通透式布置），集中式布置或分散式布置，也可以是上述各种方式的混合式布置，具体方式需要根据各自的情况确定。

1) 当控制中心的规模是按一条线路设计、设备区按分散式布置时，应分散设置各系统布置的设备室、各分散系统布置的UPS电源室；

2) 当控制中心的规模是按一条线路设计、设备区各系统设备按集中式布置时，应设置各系统集中布置的设备室、各系统集中布置的UPS电源室等，辅助系统设备应根据实际情况进行布置；

3) 当控制中心的规模是按多条线路设计、各系统中央监控级按相互独立的方式设计、设备区按分散方式布置时，不同线路的同一系统设备房应布置在同一层内，以方便专业运营维护和管理；

4) 当控制中心的规模是按多条线路设计、中央级设置综合集成自动化系统时，设备区应按集中方式布置，同一线路的不同系统应布置在同一层的同一个设备房内，以方便运营维护和管理；设备与通道之间宜采用玻璃幕墙相隔，便于观察和管理；

5) 按系统划分可方便专业管理，但不便于分期实施和节能运作；按线路划分便于分期实施和节能运作，但不便于专业管理；封闭式布置设备房间单元划分相对较小，防火隔离安全性高，但不便于管理；开放式布置设备房间单元划分相对较大，设备与通道之间用玻璃幕墙相隔，便于观察和管理，灾害处理较为迅速，但防火隔离安全性较差；集中布置设备房间单元划分相对较大，便于观察和管理，灾害处理较为迅速，但防火隔离安全性较差；分散布置设备房间单元划分相对较小，防火隔离安全性高，但不便于管理。

24.2.5 运营管理区应具有中低速磁浮交通中央级运营技术管理

和生产管理等功能，宜设置主任室、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。当中央控制室的层高较高时，宜在中央控制室总调度台的后上方夹层设置参观室，并用玻璃幕墙相隔；参观室宜配置一些教学讲解设施。上述用房可根据实际需要进行设置或合并设置。

24.2.6 维修区应具有系统调试、维修测试、备品备件保管存放、工器具保管存放等功能，宜设置系统调试室、维修测试室、备品备件室及工器具室；系统调试室和维修测试室应满足更换式维修或小修以下修程的维修要求，可以是各系统公用的用房，不需要每个系统都设；备品备件室和工器具室可以各系统公用，也可以根据实际情况分设。

24.2.7 辅助设备区各系统设备的设计及布置。

第1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。

第2款 辅助设备区的供电系统、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面一层、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较近的场所。供电系统和低压配电系统用房不得有通风风管和水管穿过，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。

辅助设备区还应结合通信、网络及公安等非中低速磁浮交通使用的设备房和办公管理用房等特点，并适当超前预留房间、电源、消防、防排烟及防火分隔等设施。

24.3 建筑与装修

24.3.1 控制中心是中低速磁浮交通运营管理最为重要的建筑之一，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有建筑，不宜与其他功能的建筑合用，以保证其安全；当确实需要合建时，控制中心应设独立的进出口

通道（包括电梯等）和消防安全通道。中央控制室和各系统设备房不宜与不明使用功能的建筑用房直接相邻，中间要有隔离缓冲房或隔离带，必须设置可靠的防火防爆隔离设施。

24.3.2 考虑到防止雷电干扰等，中央控制室和设备房不宜设在建筑的最顶层，也不宜设置在地下。

24.3.3 对中央控制室的要求。

第1款 中央控制室应满足工艺设计要求，房间面积大小应根据具体线路规划、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，经济合理地确定规模、水平及装修标准。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，室内地面、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，一般应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 室内地面应装设防静电活动地板，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少于0.45m的空间，在这个空间可以相对自由地敷设电缆，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，不能把设备直接安装在活动地板上。

第6款 室内宜设吊顶，吊顶上面的夹层应可以敷设通风管道和管线，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。吊顶的设计应考虑通风口、照明灯具、火灾自动报警烟感探头等统一协调布置；模拟显示屏的上部可以封顶，与吊顶统一协调处理，保持室内整齐美观。

24.3.4 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载荷区域，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。

24.5 布 线

24.5.2 控制中心不同楼层之间使用竖向布线，竖向布线宜采用电缆井敷线方式，强电和弱电电缆宜分别使用不同的电缆井分开敷设，并拉开一定的距离。每层的电缆井都应该满足人员进入、工程实施、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。

24.5.3 控制中心同层之间使用水平布线，水平布线宜采用电缆夹层敷线方式（电缆楼层夹层、吊顶夹层、活动地板夹层），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，并拉开一定的距离。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。运营控制中心与中低速磁浮交通线路之间的敷线宜采用电缆隧道方式，便于维修、维护和扩展。

24.6 供电、防雷与接地

24.6.1 控制中心单独设置降压变电所，可提供可靠的动力用电。降压所内应设置两台动力变压器，分别引入两路相对独立的电源供电，满足控制中心一级、二级、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级、二级负荷的需要。控制中心内运行控制、电力监控、火（防）灾自动报警、环境与设备监控、自动售检票、通信、自动灭火等系统设备用电以及中央控制室和重要设备房照明、应急照明、防排烟设备用电应纳入一类负荷；空调系统为二类负荷；其他为三类负荷。

24.7 通风、空调与采暖

24.7.1 为降低各系统设备的故障率，各系统设备房宜长年控制在 24°C 左右；也可根据各自的情况控制温、湿度，但总体应控制在温度为 $15^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度 $45\%\sim 85\%$ 范围之内；各系统设备房每小时内温度变化不宜超过 3°C ，并避免结露。当中央控制室室内温度控制在 $18^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，操作人员劳动效率高，差错率低，因此推荐使用。

24.7.4 通风与空调系统宜由环境与设备监控系统进行监控，便于实现模式控制和参数控制，并明确与火（防）灾自动报警系统的分工。

24.8 照明与应急照明

24.8.1 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进行控制；照明灯具宜选择节能型、散射效果良好、使用寿命长及维修更换方便的灯具，并应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 及《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的相关要求；灯具的布置宜与建筑装饰和设备布置相协调。

24.8.2 中央控制室的照明设计。

第3款 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 $100\text{ lx}\sim 150\text{ lx}$ ，并考虑局部照明；投影式模拟显示屏区尽量暗，但整个控制室的明暗反差不能太大。

24.8.3 《城市轨道交通照明》GB/T 16275-2008 中表4给出了城市轨道交通各类场所正常照明的标准值。设备房个别需要增加照度的地方，可采用局部临时照明。

24.9 消防与安全

24.9.1 控制中心为一级保护对象，应设置自动报警、环境与设备监控、火灾事故广播、自动灭火、水消防、防排烟等消防系

统；重要的电气设备房应设置自动灭火系统；与通风空调系统合用的防排烟系统，其联动控制应由环境与设备监控系统实现。当控制中心按多线路规模进行设计，其规模较大时，中央控制室应设置水喷淋、细水雾或其他适宜的自动灭火系统，具体设置方式应参照相关消防规范，并于当地消防部门协商确定。

24.9.2 控制中心应设置消防控制室，火（防）灾自动报警系统、环境与设备监控系统及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，24h 值班，对大楼消防安全进行监控管理。

消防控制室宜设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。

24.9.3 控制中心宜设置闭路电视监视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。

24.9.4 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等的操作台或工作站设置在保安值班室，24h 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。

25 车 辆 基 地

25.1 一 般 规 定

25.1.1 车辆基地完成以下主要任务：

- 1 车辆运用、检修任务；
- 2 全线土建设施、机电设备系统的日常巡检、定期维护和抢修任务；
- 3 职工的培训和岗位操作考核任务；
- 4 救援日常管理、训练、值班、现场指挥和救援任务；
- 5 办公、生活后勤保障任务。

25.1.2 车辆基地属大型建设工程，投资大，且大都是地面工程。因此本条强调在总规划的前提下实行分期实施，其站场股道、房屋建筑和机电设备应按近期需要设计，用地范围应按远期规模确定。由于车辆段与综合基地近、远期工艺联系较为密切，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。此外，某些设施如车辆厂修厂房和设备，根据工艺布置情况在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。

关于车辆配置数量，主要是考虑车辆的价格较高，按初期设计年限的用车数配置可提高车辆利用率。

25.1.6 为满足消防的要求，车辆段与综合基地应有不少于两个与外界道路相连通的出口，以保证发生火灾时消防车能从不同方向进入现场。

中低速磁浮线路相对独立，无法通过联络线转运，单独新建国铁接轨工程引入车辆基地，也要看具体的项目条件，综合技术经济比较。宜首选段内范围公路运输，且要结合露天或库内装卸

需求,进行运输路径内的道路特殊设计。

25.2 车辆基地的功能、规模及总平面设计

25.2.2 根据城市轨道交通运营的经验和教训,结合中低速磁浮车辆特点,停车场即便不设置专用的临修线,也至少能够处理车顶空调设备、车门和部分车下设备等的临修更换条件,有条件的可以考虑转向架模块的临修更换。

25.2.3 根据地铁运营经验,磁浮列车配属数可按下列公式计算:

$$N_{\text{配属}} = N_{\text{运用}} + N_{\text{在修}} + N_{\text{备用}} \quad (28)$$

式中: $N_{\text{配属}}$ ——基地配属磁浮列车数;

$N_{\text{运用}}$ ——运用磁浮列车数;

$N_{\text{在修}}$ ——检修磁浮列车数;

$N_{\text{备用}}$ ——备用磁浮列车数,可按 $0.1N_{\text{运用}} \sim 0.06N_{\text{运用}}$ 考虑。

建议工程化应用的早期阶段,备用率按照 10%,远期可按照 6%。而且目前国内城轨项目建设运营的现状经常是初期配属车辆较少,开通运营后由于初期实际客流爆发式增长,实际运营车辆往往备用率为零,运营压力较大,安全运营风险较大。减少初期投资和减少安全运营风险,二者有冲突时,应考虑后者。

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。

25.2.4 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进行维护。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进行维护。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可分为日检、周检、月检、定修、架修、大修（表 13）。检修周期可暂按表 14 执行。

表 13 中低速磁浮交通车辆修程

修程	说 明	检修时间 (d)
日检	每天进行的一般性检查	—
周检	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 但距上次架修超过 5 年者	20
大修	运行 120 万 km 或不足 120 万 km 但距上次厂修超过 10 年者	35

不同修程的主要内容及维护周期可参考表 14，具体情况必须以车辆供货商提供的车辆维修手册为准。

表 14 中低速磁浮交通车辆各修程维护范围

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）

续表 14

维护类型	维护内容	维护周期
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）
	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	大修

25.3 车辆运用整备设施

25.3.2 因运用库内轨道梁两侧均有接触轨，高度在人可接触到的范围内，为保证库内作业人员安全，必须加装安全防护设施，库前均应设置隔离开关或分段器，并均应设有送电时的信号显示或音响。

25.3.4 第 4 款 第 1) 项 尽端式洗车线安全距离 10m，是参照《铁路技术管理规程》确定的。在尽头线上调车作业时，终端应有 10m 安全距离。

第 4 款 第 2) 项 贯通式洗车线信号设备设置附加长度

12m，包括停车误差和信号机安装位置所需附加长度。其中停车误差为 2m，信号机安装位置要求两端各 5m。

25.4 车辆检修设施

25.4.2 18m 附加长度中：前端列车至端墙距离 6m；后端列车至车挡距离 6m，含车挡及结构；车挡至端墙距离 6m，充分考虑了库线不同区段作业安全防护距离和人员、设备进出、通行的需要。若需要在车挡后端存放部分配件、工具及从车上卸下的部件等，可结合工艺方案需求增加车库长度。车库长度应结合房屋建筑模数的柱距要求和检修工艺要求一并考虑。中低速磁浮列车的检修方式及配套工装设备将随着技术的发展不断完善，其工艺布置存在多样性。

26 防 灾

26.1 一 般 规 定

26.1.1 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、风灾、冰雪、雷击、地震、停电、停车事故及人为事故等十几种灾害，但发生火灾事故最多，且人员伤亡和经济损失最严重。所以中低速磁浮交通防灾需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。

26.1.2 同一条线路按同一时间内发生一次火灾考虑。两条及两条以上线路的换乘站应按同一时间内发生一次火灾考虑，是根据我国 40 多年城市轨道交通的建设及运营经验，并参照国外有关资料确定的。

26.1.3 考虑地下车站一旦发生火灾事故时灭火的难度，规定地下车站站厅的乘客疏散区域、站台层及乘客疏散通道内不得设置商业场所，这样一旦发生火灾事故，乘客可以迅速地疏散到安全区域。

26.1.4 地下商业一般存有可燃物较多，火灾危险性大，消防设施标准与本规范相比存在较大差别，必须保证两者在事故状态下的有效分隔，可根据各自不同的火灾工况采取相应的消防措施。

26.2 建 筑 防 火

26.2.1 根据《城市轨道交通技术规范》GB 50490 - 2009 第 7.3.14 条，地下工程、出入口通道、风井的耐火等级应为一級；出入口地面建筑、地面车站、高架车站及高架区间结构的耐火等级不应低于二级。

26.2.2 控制中心是负责一条或若干条轨道交通线路正常运营和应对灾害的调度指挥中心。根据《城市轨道交通技术规范》GB

50490-2009 第 7.3.15 条,控制中心建筑的耐火等级应为一級;当控制中心与其他建筑合建时,应设置独立的进出通道。

26.2.4 第 1 款 其他部位主要是指设于车站内的设备、管理用房区的面积。但消防泵房、污、废水泵房、厕所、盥洗室、茶水室、纯风道等面积可不计入防火分区面积内。

第 2 款 随着城市轨道交通从单线建设到网络化建设的发展,换乘车站越来越多。根据《城市轨道交通技术规范》GB 50490-2009 第 7.3.18 条,“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,应通过消防性能化设计分析,采取必要的消防措施”。条文中不应大于单线标准车站的 2.5 倍是指:当 A 线为 2000m^2 , B 线为 1800m^2 ,则取 A 线的 2.5 倍,即 5000m^2 。

第 3 款 本款参照《城市轨道交通技术规范》GB 50490-2009 第 7.3.16 条制定。

26.2.10 本条参考《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 28.2.3 条制定。

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;另外有人值守的防火分区应设置 1 个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 出入口同方向设置时,若两个出入口通道口部之间的净距太近,将造成疏散人员拥堵现象,从而造成严重的伤亡事故,故作此规定。

第 5 款 竖井、爬梯、电梯、消防专用通道,在火灾状态下,供火灾时疏散使用的疏散能力过低,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通道，由于处于同一防火分区内，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。

26.2.11 本条参考《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 28.2.7 条制定。

26.2.16 列车有可能在地下区间隧道发生火灾而又不能牵引到车站时，乘客可从列车侧门疏散，此时可利用两条区间隧道之间的联络通道将乘客疏散到另一个区间隧道，使乘客疏散迅速、安全。

26.3 消防给水与灭火装置

26.3.2 第 1 款 本款根据《城市轨道交通技术规范》GB 50490-2009 第 8.5.2 条提出。当城市自来水管网为枝状管网时，其消防供水可靠性差，若在火灾时供水中断，将不利于消防队员及时施救，此时，在地下车站内设置消防水池储存足够的消防用水是十分必要的。

第 2 款 根据《跨座式单轨交通设计规范》GB 50458-2008 第 23.4.7 条，“地面或高架车站，消防给水系统应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定执行”。因修订后的《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 已不再包含消防给水内容，改由新发布的《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014 给出消防给水要求。因此，地面或高架车站的消防给水应按现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 执行。

26.3.3 根据《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 28.3.5 条，与地下车站相连的地下区间（含联络线、出入段线）均应设置消火栓系统。根据《城市轨道交通技术规范》GB 50490-2009 第

8.5.3 条,超过 200m 的区间隧道,应设置消火栓系统。

26.3.5 本条参照《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 28.3.7 条制定。

第 1 款、第 2 款 地下区间消火栓给水水源由相邻地下车站供给,地下车站和地下区间消火栓给水系统应形成环状供水管网。

每个地下车站宜从城市环状管网上引入两根给水管,其供水区段可为一个车站加相邻各半个区间,或是一个车站加一个区间长度,采取哪一种方案视消防水泵扬程和两个相邻车站的地面高差等因素确定。当城市自来水只能为地下车站提供一路进水管,若车站设置消防水池,则供水区段划分与两路进水车站相同;若采用邻站消防水源备用的方案,则两个车站供水区段的划分应相同。

第 3 款 区间是否设置消火栓管道连通管应根据供水的安全性、消防水泵扬程、区间管道长度、管道承受的压力及安全性,以及过轨管敷设方案等因素综合确定。

26.4 防烟、排烟与事故通风

26.4.1 根据国外资料统计,火灾时人员伤亡绝大多数是被烟气熏倒、中毒、窒息所致。《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 28.4.1 条及《跨座式单轨交通设计规范》GB 50458-2008 第 23.7.1 条均对地下线路的防烟、排烟和事故通风系统作了规定。因此,中低速磁浮交通地下线路,需设置防烟、排烟和事故通风系统。

26.4.3 地下车站和区间隧道可提供给通风与空调系统利用的空间有限,正常通风与空调系统的管道断面尺寸一般较大,本身布置难度就很大,而且通风机房面积很大,若另单独设置一套防烟、排烟和事故通风系统,需要再增加防烟、排烟与事故通风机房,面积就更大,有时难以实现。因此,实际工程中,往往将防烟、排烟系统与事故通风和正常的通风与空调系统合用。此种情

况下，为安全起见，确保火灾发生时能及时有效地满足防烟、排烟和事故通风的要求，就需要通风与空调系统采取可靠的防火措施，且应符合防烟、排烟系统所需达到的各项要求，必须设计一套可靠的控制系统，确保发生火警时能从正常通风与空调模式快速转换为防烟、排烟运行模式。

26.4.4 地下车站及区间隧道可能发生火灾的三个主要地域分别为区间隧道、车站的站厅和站台、车站设备及管理用房。根据其情况不同，分别作了规定：

1 区间隧道发生火灾时，应组织背着乘客疏散方向排烟，迎着乘客疏散方向正压送风，形成推拉式的防烟排烟系统；

2 当站厅或站台发生火灾时，应能组织机械排烟，并保证出入口为正压进新风，乘客向地面疏散；

5 设备及管理用房发生火灾时，应能组织机械排烟。对用气体灭火的房间设排风及送风系统。

事故通风主要是指列车因非火灾的其他故障不能正常行驶而停在区间内，列车阻塞在区间隧道。乘客困在车内等候修理或有组织地向安全地点疏散，均需要一定的时间才能完成，但在這段时间内，列车和乘客仍在散发大量的热，由于列车停止行驶而失去了活塞效应的通风，车辆的空调器也难以运行，从而使空气温度上升，乘客难以忍受。必须通过机械通风方法对事故地点送排风，以降低隧道内空气温度，保证车辆的空调器正常运行，因此本条确定了事故通风功能是向事故地点送排风。

26.4.5 本条根据《城市轨道交通技术规范》GB 50490 - 2009 第 8.4.7 条及《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 28.4.8 条制定。根据地铁建设经验，为将烟气控制在一个合理区域内，将有效的排烟功能、减少设备系统占用的土建面积与空间要求、简化设备系统的构成，以及降低设备的体量等方面加以综合考虑，将站厅与站台的公共区每个防烟分区的建筑面积定为不宜超过 2000m^2 。

26.5 防 灾 通 信

26.5.1 为确保火情发生时在最短时间内向消防部门发出火警，中低速磁浮交通公用通信的程控电话应具有火警时能自动转换到市话网“119”的功能。同时为确保救灾工作的有效组织，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备。

26.6 防灾用电与疏散指示标志

26.6.1 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，为避免事故扩大，需要切断非消防设备电源；为保证扑救工作的正常进行，消防设备不能停电。

26.6.2 根据《城市轨道交通照明》GB/T 16275 - 2008 第 6.1.2 条，应急照明连续供电时间为不少于 60min。

26.6.3 为避免因误操作而影响灾情的施救，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。

26.6.4 根据多个城市调查，由于照明器设计、安装不当引起过多次火灾事故。因此，根据《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 28.6.4 条，要求照明器高温部位靠近可燃物时，应采取防火保护措施。

26.6.5 本条参考《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 28.6.5 条制定。

26.6.6 本条参考《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 28.6.6 条制定。

26.7 纵向疏散平台

26.7.1 根据《城市轨道交通技术规范》GB 50490 - 2009 第 7.3.24 条第 2 款规定：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。

26.7.2 纵向疏散平台最小宽度参考《地铁设计规范》GB 50157-2013 表 5.2.2 提出。

26.7.3 纵向疏散平台高度应低于车辆地板面高度，且应考虑车辆非悬浮（落车）状态和空气弹簧无气时的最不利情况。曲线地段应根据曲线半径及超高设置调整。

26.9 其他灾害报警

26.9.2 中低速磁浮交通系统除火灾外还可能遭遇地震、风、雨、雪等灾害天气带来的灾害，为了贯彻以预防为主的原则，系统应具备报警功能。

26.9.3 国家与全国各地设有地震监测中心，提供地震预报信息，磁浮交通系统应具备接收本地区地震预报部门的预防报警功能，以提前进行预防；若当地地震预报已组成地区网络，磁浮交通系统应采用联网方式接收地震灾害信息，磁浮交通系统不另设地震报警装置。

27 环 境 保 护

27.1 一 般 规 定

27.1.1 根据《建设项目环境保护管理条例》〔国务院（1998年）第253号令〕相关规定，建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。环境保护设施必须经原审批环境影响报告书的环境保护行政主管部门进行竣工验收，验收合格后方可投产使用。分期建设、分期投入使用的建设项目，其相应的环境保护设施应当分期验收。

27.1.3 中低速磁浮交通环境保护措施指运营期的环保措施。针对地面线路和高架线路的区间、车站、变电所、车辆段、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、水污染、生态破坏等工程治理措施，以降噪、污水处理设施为主，降噪主要措施有：不同形式的声屏障、隔声窗等。

27.1.4 环境保护设施应根据远期设计年限设计，并根据沿线土地利用规划预留环境保护设施实施条件。环境保护工程设计年限应与土建主体工程设计年限一致，即按远期设计，但可分期实施。

27.2 噪 声

27.2.2 工程选线一般利用既有交通走廊，与铁路、公路工程并行，尽量不开辟新的交通廊道。对既有、在建或规划的噪声敏感集中区域和重要敏感建筑进行绕避，无法绕避的保持一定的距离、充分利用临街商铺、绿化带的天然降噪作用。

27.2.4 第1款 本条根据《公共交通等候室卫生标准》GB 9672-1996第3.1条，“公共交通等候室卫生标准值”中的公共交通候车室噪声限值为70dB(A)；《地铁设计规范》GB 50157-

2013 第 29.1.2 条第 3 款规定，在没有列车的条件下，车站站台、站厅环境噪声等效声级不得超过 70dB (A)；《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087 - 2013 表 3.0.1（各类工作场所噪声限值）中主控室、集中控制室、通信室、电话总机室、消防值班室、一般办公室、会议室、设计室、试验室内的背景噪声限值为 60dB (A)。

第 2 款 根据《城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法》GB 14227 - 2006，车站站台进、出站最大容许噪声为 80dB (A)。

27.2.5 第 2 款 可采用的降噪措施有：不同形式的声屏障、隔声围墙、隔声走廊，隔声窗等，需根据敏感建筑与工程的位置关系、敏感建筑的结构特点、类型考虑实施。

27.2.6 第 1 款《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 - 2008 规定工业企业厂界环境噪声不得超过表 15 排放限值。

表 15 工业企业厂界噪声排放标准

类别	适用范围	等效声级 L_{eq} [dB(A)]	
		昼 间	夜 间
0	疗养、高级宾馆、别墅区	50	40
1	居住、文教区	55	45
2	居住、商业、工业混杂区及商业中心区	60	50
3	工业区	65	55
4	交通干线道路两侧区域	70	55

车辆段与停车场范围内各维修车间可设置的噪声防治措施有：设备减振垫、隔声罩、消声百叶、隔声窗等。

27.3 振 动

27.3.1 《城市区域环境振动标准》GB 10070 - 88 规定的城市各类区域铅垂向 Z 振级标准值 [dB] 见表 16。

**表 16 《城市区域环境振动标准》GB 10070 - 88 规定的
城市各类区域铅垂向 Z 振级标准值**

适用地带范围	限值	
	昼间	夜间
特殊住宅区	65	65
居民、文教区	70	67
混合区、商业中心区	75	72
工业集中区	75	72
交通干线道路两侧	75	72
铁路干线两侧	80	80

27.4 空 气

27.4.1 《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 - 2001 规定的锅炉大气污染物最高允许排放浓度和排气黑度限值见表 17。

**表 17 《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 - 2001 规定的锅炉大气污染物
最高允许排放浓度和排气黑度限值**

锅炉类别		适用区域	烟尘 (mg/m³)	SO ₂ (mg/m³)	NO _x (mg/m³)	烟气黑度 (格林曼黑度, 级)
燃煤锅炉	自然通风	一类区	80	900	—	I
		二、三类区	120			
	其他锅炉	一类区	80			I
		二类区	200			
		三类区	250			
燃油锅炉	轻柴油、煤油	一类区	80	500	400	I
		二、三类区	100			
	其他燃料油	一类区	180	900	400	I
		二、三类区	150			
燃气锅炉		全部区域	50	100	400	I

注：本表适用于 2001 年 1 月 1 日起建成使用的锅炉。

《饮食业油烟排放标准》GB 18483－2001 规定的油烟最高允许排放浓度和油烟净化设施最低去除效率见表 18。

表 18 《饮食业油烟排放标准》GB 18483－2001 规定的
油烟排放浓度和油烟净化设施最低去除效率

规 模	小 型	中 型	大 型
最高允许排放浓度 (mg/m ³)	2.0		
净化设施最低去除效率 (%)	60	75	85

根据《大气污染防治法》，省、自治区、直辖市人民政府对国家大气污染物排放标准中未作规定的项目，可以制定地方排放标准；对国家大气污染物排放标准中已作规定的项目，可以制定严于国家排放标准的地方排放标准。凡是向已有地方排放标准的区域排放大气污染物的，应当执行地方排放标准。

27.4.2 国家发布的对装修材料有害物质释放限量的标准有：《室内装饰装修材料》GB 18580～GB 18587 及《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 等 9 项国家标准，中低速磁浮交通车站装修材料应遵照执行。

27.4.3 本条参照国家标准《公共交通等候室卫生标准》GB 9672－1996 给出。

27.5 废 水

27.5.1 根据《水污染防治法》，省、自治区、直辖市人民政府对国家水污染物排放标准中未作规定的项目，可以制定地方水污染物排放标准；对国家水污染物排放标准中已作规定的项目，可以制定严于国家水污染物排放标准的地方水污染物排放标准。凡是向已有地方污染物排放标准的水体排放污染物的，应当优先执行地方污染物排放标准。

27.6 电 磁 环 境

27.6.2 国家标准《电磁环境控制限值》GB 8702－2014 规定了 1Hz～3GHz 不同频段的电场、磁场、电磁场公众暴露限值。

附录 A 直线地段车辆限界和设备限界计算方法

中低速磁浮交通车辆限界计算参数取值示例见表 19。

表 19 中低速磁浮交通车辆限界计算参数及取值示例

序号	符号	说 明	取 值
1	ΔX_{cj}	悬浮架相对于 F 轨的磁极动态横移量 (mm)	$\pm 14\text{mm}$
2	ΔM_{BX}	车体部分横向制造误差 (mm)	$\pm 5\text{mm}$
3	ΔM_{BY}	车体部分垂向制造误差 (mm)	$\pm 10\text{mm}$
4	Δw	2、5 位承台位置车体相对悬浮架在直线上正常横向变形量 (mm)	$\pm 15\text{mm}$
5	δ_w	滑橇垂直磨损 (mm)	2mm
6	f_{1dx}	悬浮架空重车结构弹性挠度变化 (mm)	2mm
7	f_2	空气弹簧高度调整误差 (mm)	$\pm 3\text{mm}$
8	Δf_{pcj}	磁极悬浮间隙动态变化量 (mm)	$\pm 3\text{mm}$
9	Δf_{smax}	空气弹簧侧滚挠度 (正常运行时各种因素形成的最大值) (mm) ①	$\pm 20\text{mm}$
10	$\Delta f'_{smax}$	空气弹簧浮沉动挠度 (mm)	$\pm 30\text{mm}$
11	ΔM_{qc}	车体销外上翘/下垂 (mm)	3mm
12	Δ_c	F 轨中心线横向偏差 (mm)	$\pm 3\text{mm}$
13	δ_c	F 轨中心线垂向偏差 (mm)	$\pm 2\text{mm}$
14	Δh_1	F 轨左右高差 (mm)	1.5mm
15	Δ_e	F 轨横向弹性变形 (mm)	1mm
16	δ_e	F 轨垂向弹性变形 (mm)	2mm
17	Δh_2	F 轨左右弹性高差 (mm)	1mm
18	a	悬浮架 2、5 承台纵向间距 (mm)	8220mm
19	n	计算断面距相邻悬浮架 2 或 5 承台中心距离 (mm)	3390mm
20	h_{cs}	空气弹簧上支承面距轨面高 (mm)	335mm
21	ΔM_{ix}	悬浮架部分横向制造误差 (mm)	$\pm 2\text{mm}$
22	ΔM_{iy}	悬浮架垂向制造误差 (mm)	$\pm 1.5\text{mm}$
23	R	水平曲线半径 (车场线) (m)	50m

续表 19

序号	符号	说 明	取 值
24	R_V	竖曲线半径 (最小) (m)	1000m
25	θ_{ac}	F 轨最大横坡角 ($^{\circ}$)	8°
26	θ_{dc}	欠超高率	0.04
27	V	车辆最高运行速度 (km/h)	120km/h
28	f_{XF}	悬浮提升量 (mm)	8mm
29	Δf_{SD}	空气簧失气下降或过充上升高度 (mm)	45mm
30	Δf_{sk}	单侧悬浮间隙失控极限 (mm)	11mm
31	$\Delta X'_{cj}$	磁极横向几何极限位移 (mm)	14mm
32	L	轨距 (mm)	2000mm
33	Δf_{hq}	滑撬垂直动挠度 (mm)	0mm
34	h_{cp}	F 轨作用面距滑行轨面高 (mm)	78.5mm
35	b_s	空气弹簧横向间距 (mm)	2020mm
36	θ_{px}	载客不对称引起车体偏斜角 (最大) (rad) ^②	$2 f_2 / b_s$
37	Δw_{\max}	2、5 位承台位置车体相对悬浮架最大横向变形量 (mm)	$\pm 25\text{mm}$
38	a'	悬浮架 1、6 承台纵向间距 (mm)	13700mm
39	n'	计算断面距相邻悬浮架 1 或 6 承台中心距离 (mm)	650mm
40	L_{xfj}	悬浮架有效长度 (mm)	2650mm

注：①空气弹簧侧滚挠度 (正常运行时各种因素形成的最大值)：

$$\Delta f_{\text{侧滚}} = 0.5b_s \times \sqrt{[A_w \cdot P_w(1+S_2)(h_{sw} - h_{cs})/k_{\Phi s}]^2 + [m_j \cdot a_B(1+S_2)(h_{sc} - h_{cs})/k_{\Phi s}]^2}$$

式中： $A_w \cdot P_w$ ——风荷载 (N)；

A_w ——受风面积 (m^2)；

P_w ——风压强 (N/m^2)；

m_j ——计算车体重量 (AW_3) (kg)；

a_B ——横向加速度 (m/s^2)；

h_{sw} ——受风面积形心高 (mm)；

h_{sc} ——车体重心高 (mm)；

$k_{\Phi s}$ ——整车二系弹簧侧滚刚度 ($\text{N} \cdot \text{mm}/\text{rad}$)；

S_2 ——重力倾角附加系数= $m_j g [(h_{sc} - h_{cs})/k_{\Phi s}]$ (rad)。

② 载客不对称引起车体偏斜角：

$$\theta_{px} = [100m_z g(1+S_2)/k_{\Phi s}] \leq 2f_2/b_s$$

式中： m_z ——2/3 载客重量 (AW_2) (kg)。

按表 19 取值及附录 A 给出的计算方法可得到直线段限界控制坐标示例见表 20，限界图见图 5。

表 20 直线段限界控制点坐标

车辆轮廓控制点							
控制点	0	1	2	3	4	5	6
X	0	620	800	800	890	890	1133
Y	3814	3782	3760	3724	3688	3551	3432
控制点	7	8	9	10	11	12	13
X	1274	1354	1399	1483	1495	1500	1500
Y	3216	2932	2732	2132	1832	1532	967
控制点	14	15	16	17	18	19	20
X	1500	1494	1470	1391	1480	1480	1236
Y	438	338	338	−308	−344	−853	−853
控制点	21	22	23	24	25	26	27
X	1236	1050	1050	1130	1130	1080	1080
Y	−796	−796	−585	−585	−322	−322	−302
控制点	28	29	30	31	32	33	34
X	917	917	1140	1140	720	720	0
Y	−302	−102	−102	24	24	−5	−5
车辆限界控制点							
控制点	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′
X	0	666	846	925	1013	1010	1230
Y	3871	3839	3817	3767	3693	3572	3464
控制点	7′	8′	9′	10′	11′	12′	13′
X	1386	1460	1500	1570	1575	1573	1560
Y	3216	2932	2732	2132	1832	1532	967
控制点	14′	15′	16′	17′	18′	19′	20′
X	1548	1541	1517	1411	1500	1502	1214
Y	438	291	291	−293	−329	−863	−863

续表 20

控制点	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'
X	1214	1050	1050	1109	1109	1059	1059
Y	-806	-806	-571	-571	-332	-332	-312
控制点	28'	29'	30'	31'	32'	33'	34'
X	896	897	1120	1120	740	740	0
Y	-312	-88	-88	22	22	-15	-15
设备限界控制点							
控制点	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"
X	0	700	880	1078	1164	1157	1393
Y	3896	3864	3842	3760	3688	3551	3432
控制点	7"	8"	9"	10"	11"	12"	13"
X	1521	1585	1619	1668	1663	1651	1619
Y	3216	2932	2732	2132	1832	1532	967
控制点	14"	15"	16"	17"	18"	19"	20"
X	1589	1577	1553	1421	1510	1515	1200
Y	438	242	243	-279	-314	-873	-873
控制点	21"	22"	23"	24"	25"	26"	27"
X	1200	1050	1050	1100	1100	1050	1050
Y	-816	-816	-560	-560	-342	-342	-322
控制点	28"	29"	30"	31"	32"	32 ₁ "	32 ₂ "
X	887	887	1110	1110	865	865	750
Y	-322	-80	-80	20	20	0	0
控制点	33"	34"					
X	750	0					
Y	-30	-30					

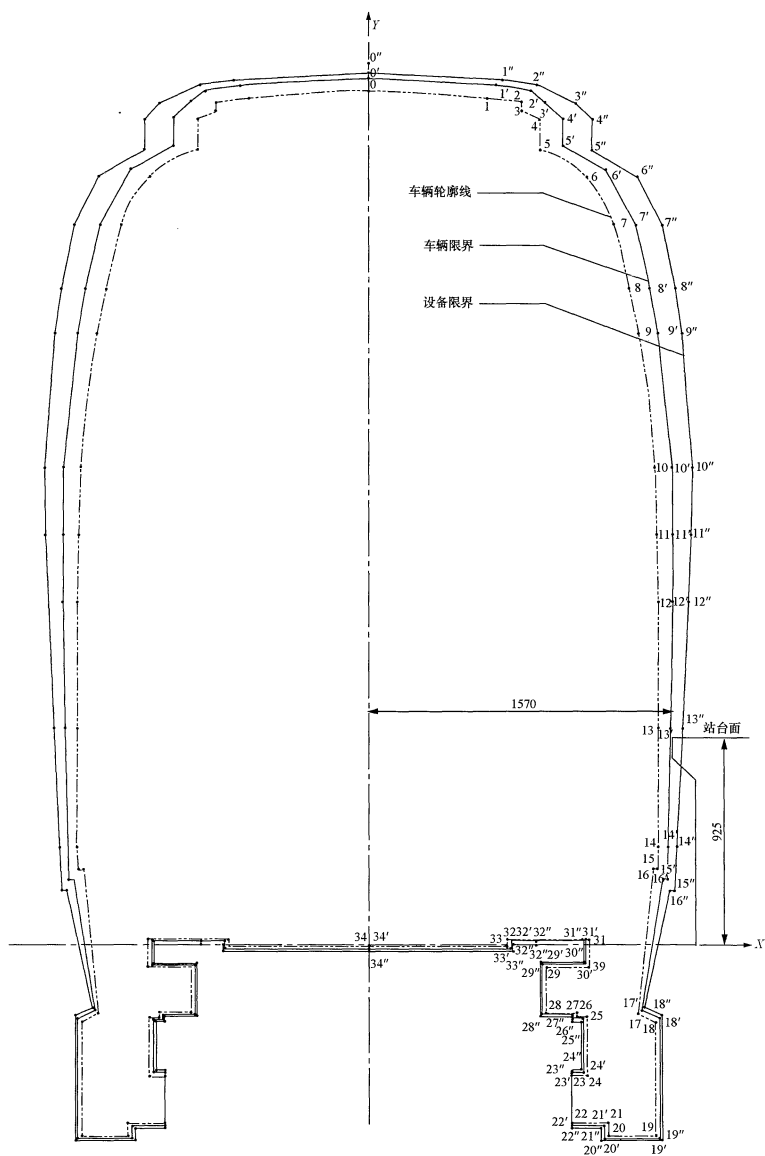


图 5 直线段限界图