

北京市地方标准



编 号: DB11/995—2013

备案号: J12329—2013

城市轨道交通工程设计规范

Code for design of urban rail transit

2013-06-21 发布

2014-01-01 实施

北京市规划委员会
北京市质量技术监督局

联合发布

北京市地方标准

城市轨道交通工程设计规范

Code for design of urban rail transit

DB11/995—2013

主编单位：北京城建设计研究总院有限责任公司

批准部门：北京市规划委员会

北京市质量技术监督局

实施日期：2014年01月01日

2013 北京

前 言

为适应北京市城市轨道交通建设、运营和网络化发展需要,体现北京城市发展目标和北京地方特点,进一步促进城市轨道交通的可持续发展,按照北京市规划委员会标准化工作计划和北京市质量技术监督局《关于印发2011年北京市地方标准制修订项目计划的通知》(京质监标发(2011)74号)的要求,经北京城建设计研究总院有限责任公司会同有关单位共同编写、认真研究、反复讨论和修改,完成了本规范的编制工作。

本规范共分26章和7个附录。主要内容包括总则、术语、运营组织、车辆、限界、线路、轨道、路基、车站建筑、高架结构、地下结构、工程防水、通风空调与供暖、给水与排水、供电、通信、信号、车站运营设备、机电设备监控与火灾自动报警、乘客信息、自动售检票与门禁、车辆综合基地、控制中心、防灾、环境保护和节能等。

本规范中1.0.11、3.5.2、7.1.5、11.1.2(3)、11.7.2、13.1.3(2、3、4)、15.1.5、16.1.5、17.1.3、17.3.8(1)、17.3.10(1)、17.5.1、17.7.13(5)、18.2.1、19.3.16、21.1.9、21.1.41(3)、21.2.15、23.1.1、24.2.6、24.2.28(2)、24.2.30、24.2.31(4)、24.2.40、24.2.44(19)、24.2.73(1、2、3、4、5、6、7)、24.2.74(1)、24.4.1、24.5.7(1、2)、24.5.17(1、2、3)条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由北京市规划委员会、北京市交通委员会归口管理,北京城建设计研究总院有限责任公司负责具体解释,标准日常管理机构为北京市城乡规划标准化办公室。

在实施过程中如发现问题及需要修改和补充之处,请将意见和建议发至:北京城建设计研究总院有限责任公司(地址:北京市西城区阜成门北大街5号,邮编:100037,电话:88336666),以供修订参考。

北京市城乡规划标准化办公室电话:68017520,邮箱:bjbb3000@163.com。

本规范主编单位:北京城建设计研究总院有限责任公司

本规范参编单位:北京全路通信信号研究设计院有限公司

北京市市政工程设计研究总院有限公司

北京市地铁运营有限公司

北京市轨道交通建设管理有限公司

北京轨道交通路网管理有限公司

本规范主要起草人员:杨秀仁、董立新、宋毅、黄美群、阙孜、王奕然、杨兴山、毛励良、任静、徐成永、沈建文、喻智宏、娄永梅、马安泉、闫雪燕、雷黔湘、王锋、贺鹏、郑瑞武、赵晓华、曹宗豪、李光、张继菁、崔哲、叶飞、张宏杰、鲁卫东、郭婷、王臣、郭德友、江琴、孙名刚、韩连祥、吕馨、程鑫、潘皓、辛默、李晓刚、王道敏、高莉萍、汪鹏、徐文、李金龙、梁莉霞、邢爱东、周江天、卢桂英、延波、崔屹、韩斌、白唐瀛、马静芬、周岩

本规范参与编制人员:周楠森、张亚芹、马林涛、马先海、韩迪、祝京川、韩振梅、公维卿、张霖、文明、顾庆宜、黄悦、许艳华、丁树奎、陈曦、吴铀铀、路宗存、李泽慧、孙越、金淮

本规范主要审查人员:施仲衡、焦桐善、全永荣、沈景炎、罗玲、张弥、王元湘、申大川、赵克伟、崔志强、郑凤霞、包国兴、褚敬止

目 次

1	总则	1
2	术语	3
3	运营组织	8
3.1	一般规定	8
3.2	运营规模	8
3.3	行车组织	8
3.4	配线	9
3.5	列车运行管理	10
3.6	运营管理	10
4	车辆	11
4.1	一般规定	11
4.2	车辆使用条件	11
4.3	车辆主要技术规格及列车编组	11
4.4	车辆运行主要技术指标	13
4.5	车辆各主要部件及系统	14
4.6	安全与应急设施	15
5	限界	17
5.1	一般规定	17
5.2	制定限界的基本参数	17
5.3	建筑限界	17
5.4	轨行区管线设备布置原则	19
6	线路	21
6.1	一般规定	21
6.2	线路平面	22
6.3	线路纵断面	25
6.4	配线	26
7	轨道	27
7.1	一般规定	27
7.2	基本技术要求	27
7.3	轨道部件	28
7.4	道床结构	29
7.5	无缝线路	30
7.6	轨道减振	31
7.7	轨道安全设备及附属设备	31
8	路基	33
8.1	一般规定	33
8.2	路基断面	33

8.3	基床	33
8.4	路堤	34
8.5	路堑	35
8.6	工后沉降	35
8.7	地基处理	35
8.8	过渡段	36
8.9	路基支挡结构物	36
8.10	线路防护、路基防护	36
8.11	路基排水系统	36
8.12	路基变形观测	37
9	车站建筑	38
9.1	一般规定	38
9.2	车站分类、分级	38
9.3	车站设计标准	39
9.4	车站总平面布局	42
9.5	车站平面	43
9.6	车站垂直交通设施	47
9.7	车站出入口	49
9.8	风亭与冷却塔	50
9.9	车站无障碍设施	51
9.10	车站环境及导向标志	52
9.11	车站管线综合	53
9.12	换乘车站	54
10	高架结构	56
10.1	高架桥梁结构	56
10.2	车站高架结构	65
11	地下结构	69
11.1	一般规定	69
11.2	施工方法和结构型式	70
11.3	荷载	70
11.4	明挖法、盖挖逆作法结构设计	72
11.5	矿山法结构设计	77
11.6	盾构法结构设计	80
11.7	地下结构抗震设计	83
11.8	地下结构耐久性要求	86
11.9	构造设计	87
11.10	工程材料	87
11.11	安全风险工程设计	88
11.12	监控量测	90
12	工程防水	92
12.1	一般规定	92
12.2	混凝土结构自防水	92

12.3	防水层	93
12.4	高架结构防水	94
12.5	明挖法结构防水	94
12.6	矿山法结构防水	95
12.7	细部构造防水	95
12.8	盾构法结构防水	96
13	通风、空调与供暖	98
13.1	一般规定	98
13.2	地下线通风、空调与供暖	98
13.3	高架、地面线通风、空调与供暖	103
13.4	车辆综合基地、控制中心通风、空调与供暖	103
13.5	通风与空调系统控制	104
14	给水与排水	105
14.1	一般规定	105
14.2	给水	105
14.3	排水	106
14.4	车辆综合基地给水与排水	108
14.5	给排水设备的监控	109
15	供电	110
15.1	一般规定	110
15.2	外电源与中压网络	110
15.3	变电所	111
15.4	牵引网	113
15.5	继电保护、测量及自动装置	115
15.6	电力监控系统	117
15.7	动力与照明配电	118
15.8	供配电线路敷设	120
15.9	杂散电流腐蚀防护与接地	120
16	通信	122
16.1	一般规定	122
16.2	传输系统	123
16.3	无线通信系统	125
16.4	公务电话系统	126
16.5	专用电话系统	126
16.6	视频监视系统	127
16.7	广播系统	128
16.8	时钟系统	129
16.9	办公自动化系统	130
16.10	通信电源系统及接地	130
16.11	集中告警系统	130
16.12	民用通信系统	131
16.13	公安通信系统	131

16.14	政务通信系统	133
16.15	通信系统防雷要求	133
16.16	通信用房要求	134
17	信号	135
17.1	一般规定	135
17.2	列车自动监控子系统	137
17.3	列车自动防护子系统	138
17.4	列车自动运行子系统	140
17.5	计算机联锁子系统	140
17.6	车辆综合基地信号系统	142
17.7	其他	144
18	车站运营设备	148
18.1	站台门	148
18.2	自动扶梯和自动人行道	151
18.3	电梯	152
19	机电设备监控与火灾自动报警	154
19.1	综合监控系统	154
19.2	环境与设备监控系统	158
19.3	火灾自动报警系统	161
20	乘客信息	165
20.1	一般规定	165
20.2	系统构成	165
20.3	系统功能	165
20.4	系统接口	166
20.5	供电、接地及防雷	167
20.6	布线	167
20.7	系统设备布置	167
21	自动售检票与门禁	168
21.1	自动售检票系统	168
21.2	门禁系统	173
22	车辆综合基地	177
22.1	一般规定	177
22.2	车辆综合基地分类及功能	177
22.3	车辆定检标准及设施规模	178
22.4	车辆综合基地选址及总图设计	179
22.5	车辆运用、整备设施	179
22.6	车辆检修设施	181
22.7	车辆综合基地站场线路	184
22.8	设备维修与动力设施	185
22.9	综合维修基地	185
22.10	物资总库	186
22.11	培训中心	186

22.12	房屋建筑	186
22.13	资源共享	187
22.14	配套设施规模	188
23	控制中心	189
23.1	一般规定	189
23.2	控制中心设置	189
23.3	控制中心的管理	190
23.4	控制中心功能分区及要求	190
23.5	建筑与结构	191
23.6	附属设施	192
24	防灾	193
24.1	一般规定	193
24.2	建筑防火	193
24.3	消防给水和灭火设施	207
24.4	防烟、排烟与事故通风	209
24.5	电气	211
24.6	防灾通信	212
24.7	其他灾害预防和报警	212
25	环境保护	214
25.1	一般规定	214
25.2	环境保护标准	214
25.3	环境保护措施	215
26	节能	217
26.1	建筑节能	217
26.2	设备节能	217
附录 A	A 型车限界图	220
附录 B	B ₁ 型车限界图	226
附录 C	B ₂ 型车限界图	235
附录 D	曲线地段车辆限界和设备限界计算方法	240
附录 E	缓和曲线地段建筑限界的加宽计算公式	242
附录 F	车站功能评价指标计算公式	244
附录 G	工程安全风险分类和分级方法	247
本规范用词说明		250
引用标准名录		251
条文说明		255

1 总 则

1.0.1 为适应北京市城市轨道交通建设、运营和网络化发展需要，体现北京城市发展目标和北京地方特点，进一步促进城市轨道交通的可持续发展，制订本规范。

1.0.2 本规范适用于北京市行政区域内，钢轮钢轨系统和全封闭线路条件下，采用 A 型或 B 型车辆，设计最高运行速度不大于 100km/h 的新建城市轨道交通工程的设计。

1.0.3 城市轨道交通工程设计应贯彻安全可靠、以人为本、功能合理、经济适用、节能环保、技术先进、资源共享、可持续发展的建设方针。城市轨道交通工程设计应满足线路运营、管理和养护维修等功能的需要。

1.0.4 城市轨道交通工程设计，应符合国家政府主管部门批准的城市总体规划、城市轨道交通线网规划及近期建设规划。

1.0.5 为适应城市轨道交通网络化发展的需要和资源共享的需求，应在立足总结网络化运营经验和教训的基础上，不断提高网络化的整体效益，实现网络资源的合理配置。

1.0.6 对线网中的换乘节点，应遵循统一规划、同步设计的原则，近期线网的换乘节点宜同期建设，与远期线的换乘节点应预留工程实施条件。

1.0.7 城市轨道交通工程线路设计应依据轨道交通线网规划、建设时序、功能定位和客流特征，确定线路走向、起终点、线间换乘点和支线的接轨点，并处理好与城市和城际其他交通方式的一体化接轨关系。

1.0.8 城市轨道交通工程的设计年限分为初期、近期和远期。初期末为建成通车后第 3 年，近期末为建成通车后第 10 年，远期末为建成通车后第 25 年。客流预测年限应与设计年限相一致。

1.0.9 与列车运行有关的土建、线路及相关设备系统等应按行车对数不小于 30 对/h 的能力设计。对于可分期建设的工程和可分期配置的设备，可根据不同阶段的运营要求分期实施。

1.0.10 列车的设计载客量应根据线路高客流断面的分布特征、高峰时间客流的波动性、平均运距大小和高峰时间的乘车舒适度要求等因素确定，并预留一定的抗客流风险能力。车厢内有效空余地板面站立乘客标准宜按 4.5 人/m²~5 人/m² 设计。

1.0.11 城市轨道交通工程的主体结构工程、路基和道床结构以及损坏或大修会严重影响运营的其他结构工程的设计使用年限应为 100 年。

1.0.12 城市轨道交通工程的线路、结构及各系统设计应根据环评要求及沿线环境敏感点的情况，采取降低噪声、减少振动等措施。

1.0.13 城市轨道交通工程设计应贯彻国家和地方节能政策，采用有利于节约能源的设备、材料和运营模式。

1.0.14 车辆与机电设备应采用满足功能要求、技术先进、经济适用的成熟产品，并应遵循标准化、系列化的整体运用策略。应鼓励采用具有自主知识产权的国产车辆与机电设备，车辆与机电设备的国产化率应满足国家的要求。

1.0.15 城市轨道交通工程应具有针对火灾、水淹、风灾、地震、冰雪和雷击等灾害的安全措施。

1.0.16 城市轨道交通载客运营的区间应具备纵向应急疏散条件。

1.0.17 城市轨道交通工程建设应集约利用土地，并应少占耕地和基本农田。车辆综合基地、联络线、控制中心、主变电所、抢险救援设施及各设备系统资源的设置，应从全路网整体运营的角度，根据线网资源共享规划及建设时序，合理布局，统筹建设。

1.0.18 城市轨道交通工程设计应在确保安全可靠和不降低使用功能的前提下，采取降低工程造价和建成后运营成本的措施。工程设计宜在满足运营安全的前提下，为提供运营增值服务创造条件。

1.0.19 城市轨道交通工程的设计，除应符合本规范外，尚应符合国家和北京市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 城市轨道交通 urban rail transit

在不同型式固定轨道上运行的城市公共客运系统的统称，其中包括地铁、轻轨和市域快速轨道交通等。

2.0.2 设计使用年限 designed lifetime

在正常使用和一般维护条件下，保证所设计工程正常使用功能的最低时限。

2.0.3 客流预测 passenger volume forecasting

根据城市的社会经济、人口、土地使用及交通发展等条件，利用交通模型等技术手段，对城市轨道交通各目标年限的客流数据（包括全线日客运量、区间断面流量、车站乘降量、站间 OD、平均运距、客运强度等）进行的预测和分析。

2.0.4 系统运输能力 transportation capacity of system

单位时间内单方向能够运送的乘客数量。一般是指高峰时段一小时内开行的列车按定员能运送的乘客人次。

2.0.5 停站时间 train dwell time in station

运营列车在车站停留的时间。包括开、关车门，乘客上、下车及信号确认的时间。

2.0.6 旅行速度 operation speed

正常情况下一列车由起点站发车运行至终点站的平均运行速度。

2.0.7 运用列车 deployed trains

不同设计年限下，按设计最小行车间隔和最大载客能力要求，在线载客运营的列车数量。

2.0.8 列车运行交路 cross track for train movement

列车往返运行所经过的区段。

2.0.9 线路设计最高速度 (V_{\max}) maximum running speed of the line

设计全线能够达到的最高持续行驶速度值。

2.0.10 最高运行速度 (V_{\max}) maximum running speed

列车在各种不同运营状态和线路条件下允许达到的设计最高持续行驶速度。

2.0.11 限制速度 (V_{\lim}) limiting speed

为保证列车能够实际达到最高运行速度，确保列车运行安全且不影响设备设施性能而设定的短时大于最高运行速度的限制值，该速度值应结合车辆、道岔、曲线、特殊区段及列车控制系统的特点确定，在任何情况下信号系统均应控制列车运行小于该速度值。

2.0.12 限界 gauge

限界是限定车辆运行空间及轨行区周围构筑物不能向内侵入的轮廓线。限界分为车辆限界、设备限界、建筑限界。

2.0.13 车辆轮廓线 vehicle profile

车辆横断面外轮廓的包络线。

2.0.14 车辆限界 vehicle gauge

车辆在平直线上各种运行状态下所形成的最大动态包络线，在曲线上应加宽。任何设施和设备不准侵入该限界。

2.0.15 设备限界 equipment gauge

行车区设备安装接近的最小尺寸界限。

2.0.16 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有效断面。沿线建筑物横断面内轮廓还应在建筑限界的基础上考虑测量误差值、施工误差值及结构永久变形量等。

2.0.17 正线 main line

载客列车运营的线路。

2.0.18 配线 sidings

线路中除正线外，在运行过程中为列车提供收发车、折返、联络、安全保障、临时停车等功能服务的，通过道岔与正线相互联络的轨道线路。配线包括：折返线、渡线、联络线、临时停车线、出入线、安全线等。

2.0.19 试车线 testing line

专门用于车辆动态性能试验及信号系统车载设备测试的线路。

2.0.20 轨道结构 track structure

路基面或结构面以上的线路部分，由钢轨、扣件、轨枕和道床等组成。

2.0.21 伸缩调节器 expansion joint

调节钢轨伸缩量大于构造轨缝的装置

2.0.22 车站公共区 public zone of station

车站内供乘客售检票、通行和乘降的区域。分为站厅公共区和站台公共区。

2.0.23 安全出口 emergency exit

供乘客安全疏散能直通室内或室外安全区域的车站出口、楼扶梯、楼梯间，以及区间隧道内的联络通道、区间风井内直通地面的楼梯间和轨道区至站台层的楼梯。

2.0.24 消防专用通道 fire passage

地下车站供消防队员从室外地面亭楼梯间进入设备管理用房有人区的通道。

2.0.25 纵向辅助疏散平台 auxiliary longitudinal emergency walkway

地上和地下区间内设于线路一侧，供乘客作为辅助疏散用的纵向连续平台（走道）。

2.0.26 无缝线路纵向力 longitudinal force of CWR

指无缝线路伸缩和桥梁挠曲产生的纵向力。伸缩力是指因温度变化长钢轨伸缩引起的与桥梁相对位移而产生的纵向力；挠曲力是指在列车荷载作用下，桥梁挠曲引起的桥梁与长钢轨相对位移产生的纵向力。

2.0.27 无缝线路断轨力 rail broken force of CWR

因长钢轨折断引起桥梁与长钢轨相对位移而产生的纵向力。

2.0.28 主体结构 main structure

指地下工程承受外围水土荷载、地震荷载、人防荷载等作用，保障结构体系整体稳定的车站（含出入口、风道）和区间（含区间风道、联络通道）主要受力结构，包括顶板及顶板梁、底板及底板梁、中楼板及楼板梁、中间立柱、侧墙及侧墙梁柱、矿山法二次衬砌、盾构法管片等构件。

2.0.29 内部结构 internal structure

指地下工程主体结构内、独立承受内部荷载作用的构件，如站台板、楼梯及其他内部墙体、柱子、楼板、梁等构件。

2.0.30 基坑支护 foundation pit support

指地下结构基坑开挖过程中，用于保持周边水土稳定的支挡结构，包括围护结构（挡土桩、墙、喷锚、土钉及止水帷幕等）和撑锚结构（内支撑体系、锚索/杆体系等）。

2.0.31 初期支护 primary lining

指矿山法隧道开挖后施作的用于及时支挡外部地层作用的第一道支护结构。

2.0.32 明挖法 cut and cover method

由地面挖开的基坑中修筑地下结构的方法。包括明挖顺作法、临时路面铺盖顺作法等。

2.0.33 盖挖逆作法 cover and cut-top down method

首先开挖地面修筑竖向支撑和结构顶板，在顶板及竖向支撑结构的支护下，自上而下分层开挖土方、分层修筑结构的方法。

2.0.34 矿山法 mining method

除采用大型专用设备开挖隧道（如盾构法、TBM法和顶管法等）之外的暗挖修筑隧道的施工方法的统称。现代矿山法包括新奥法和浅埋暗挖法等施工方法。

2.0.35 浅埋暗挖法 shallow tunneling method

浅埋暗挖法是指在浅埋和具有一定自稳能力的土层中，采用分部开挖、钢拱架+喷射混凝土初期支护方式暗挖隧道的方法。

2.0.36 盾构法 shield method

用盾构机设备修筑隧道的暗挖施工方法，是在盾构机钢壳体的保护下进行开挖、推进、衬砌和注浆等作业的施工方法。

2.0.37 变形缝 deformation joint

沉降缝与伸缩缝的统称。

2.0.38 惯性力法 inertial force method

将地震动引起的结构及地层的惯性力作为主导因素，用以进行隧道抗震计算的方法。

2.0.39 反应位移法 response displacement method

考虑地震时表层地基的剪切变形的影响，用以进行地铁车站和隧道等地下结构抗震计算的方法。

2.0.40 时程分析法 time-history analysis method

由结构基本运动方程输入地震加速度记录，并沿时间历程进行积分，求解结构振动响应的方法。

2.0.41 开式运行 open mode operation

城市轨道交通通风与空调系统运行模式之一。开式运行时，城市轨道交通内部空气通过风机、风道、风亭等设施与外界大气进行空气交换。

2.0.42 闭式运行 close mode operation

城市轨道交通通风与空调系统运行模式之一。闭式运行时，城市轨道交通内部基本上与外界大气隔断，仅供给满足乘客所需新鲜空气量。

2.0.43 活塞通风 piston action ventilation

利用城市轨道交通列车在隧道内高速运行所产生的活塞效应而形成的一种通风方式。

2.0.44 迂回风道 bypass shaft

为了降低列车“活塞效应”给车站带来的气流冲击，设置于上下行隧道之间的联通风道。

2.0.45 集中式供电 centralized power supply mode

由本线路或其他线路的主变电所为本线路牵引变电所及降压变电所供电的外部供电方式。

2.0.46 分散式供电 distributed power supply mode

由沿线引入的城市中压电源为本线路牵引变电所及降压变电所供电的外部供电方式。

2.0.47 混合式供电 combined power supply mode

由主变电所和城市的中压电源共同为本线路牵引变电所及降压变电所供电的外部供电方式。

2.0.48 主变电所 main substation

由城市电网引入高压电源，降压后为本线路系统提供中压电源的高压变电所。

2.0.49 牵引降压混合变电所 combined substation

既为列车提供直流牵引电源，又为本线路提供交流低压电源的变电所。

2.0.50 大双边供电 over bi-traction power supply

牵引变电所故障运行模式之一。当某一牵引变电所退出运行，由两侧相邻牵引变电所对接触网构成双边供电的方式。

2.0.51 电力监控系统 power supervisory control and data acquisition system (SCADA)

电力数据采集与监视控制系统，包括遥控、遥测、遥信、遥调四种功能。

2.0.52 杂散电流 stray current

在非指定回路上流动的电流。

2.0.53 传输系统 transmission system

为专用通信系统中的各系统、信号、电力监控、防灾、环境与设备监控和自动售检票等系统提供控制中心、车站、车辆综合基地等地之间信息传输的系统。

2.0.54 视频监视系统 video monitoring system

为控制中心调度员、车站值班员、司机等提供有关列车运行、防灾、救灾及乘客疏导等方面视觉信息的设备系统总称。

2.0.55 列车自动控制 automatic train control (ATC)

自动实现列车监控、安全防护和运行控制技术的总称。

2.0.56 列车自动监控 automatic train supervision (ATS)

根据列车时刻表为列车运行自动设定进路，指挥行车，实施列车运行管理等技术的总称。

2.0.57 列车自动防护 automatic train protection (ATP)

自动实现列车运行安全间隔、超速防护、进路安全和车门等监控技术的总称。

2.0.58 列车自动运行 automatic train operation (ATO)

自动实行列车加速、调速、停车和车门开闭、提示等控制技术的总称。

2.0.59 计算机联锁 computer interlocking (CI)

以计算机技术为核心，自动实现进路、道岔、信号等联锁要求的实时控制技术的总称。

2.0.60 自动售检票 automatic fare collection (AFC)

基于计算机、通信、网络、自动控制等技术，实现售票、检票、计费、收费、统计、清算等全过程的自动化设备。

2.0.61 清分系统 central clearing system

用于发行和管理车票，对不同线路的票、款进行结算，并具有与城市其他公共交通卡进行清算功能的系统。

2.0.62 火灾自动报警系统 fire alarm system (FAS)

包含火灾报警、消防控制等监视火灾灾情及联动控制消防设备，为防火、救灾工作进行自动化管理的系统。

2.0.63 综合监控系统 integrated supervisory and control system (ISCS)

基于大型的监控软件平台，通过专用的接口设备与若干子系统接口，采集各子系统的数据，实现在同一监控工作站上监控多个专业，调度、协调和联动多系统的一个系统。

2.0.64 综合后备盘 integrated backup panel (IBP)

对多专业的重要监控对象，在紧急情况下仍可实现手动操作并显示其功能的装置。

2.0.65 门禁系统 access control system (ACS)

指出入口控制系统，它是集计算机、网络、自动识别、控制等技术和现代安全管理措施为一体的自动化安全管理控制系统。

2.0.66 环境与设备监控系统 building automatic system (BAS)

对建筑物内的空气调节、通风、给排水、照明、乘客导向、自动扶梯、自动人行道及电梯、站台门、防淹门等建筑设备和系统进行集中监视、控制和管理的系统。

2.0.67 乘客信息系统 passenger information system (PIS)

为站内和列车内的乘客提供有关安全、运营及服务等信息显示的系统总称。

2.0.68 站台门 platform edge doors (PED)

安装于车站站台边缘，将轨行区与站台候车区隔离，设有与列车客室门相对应、可多级控制开启与关闭的滑动门的连续屏障，称为站台门。包括全高站台门、半高站台门，全高站台门又包括封闭式、非封闭式和可调转换式等。

2.0.69 应急门 emergency escape door

站台门固定扇上设置的供乘客在紧急情况下由车内向站台的应急疏散门。

2.0.70 车辆综合基地 base for the vehicle

车辆停修和后勤保障基地，通常包括车辆段、停车场、综合维修中心、物资总库、培训中心等四大部分，以及相关的生活设施。

2.0.71 车辆段 depot

停放车辆，以及承担车辆的运用管理、整备保养、检查工作和承担定修或架修车辆检修的基本生产单位。

2.0.72 停车场 parking lot, stabling yard

停放配属车辆，以及承担车辆的运用管理、整备保养、检查工作的基本生产单位。

2.0.73 检修修程 examine and repair program

根据车辆技术状态和寿命周期所确定的车辆检查、修理的等级，包括大修、架修、定修、月检和列检五个等级，其中大修、架修和定修为定期检修，月检和列检为日常维修。

2.0.74 检修周期 examine and repair period

车辆各种检修修程中，两次检修的间隔，通常采用车辆走行公里或间隔时间作为规定。

2.0.75 联络通道 connecting bypass

上下行区间结构分离（或分隔）的线路上用于连接两个行车隧道的专用通道（或门洞）。列车在区间遇火灾等灾害停车时，供乘客由事故隧道向无事故隧道安全疏散使用。

2.0.76 临界风速 critical velocity

通过计算确定的可以防止区间隧道内烟气倒流的隧道断面最小空气流速。

2.0.77 声屏障插入损失 insertion loss of noise barriers

在保持噪声源、地形、地貌、地面和气象条件不变情况下安装声屏障前后在某特定位置上的声压级之差。

3 运营组织

3.1 一般规定

- 3.1.1 运营组织设计应以客流预测量和乘客出行特点为基础,以提高运营效率和轨道交通服务水平为目标,合理确定运营规模、运营管理模式、线路配线和各项运营指标。
- 3.1.2 运营组织设计应充分研究轨道交通网络化客流特点,处理好网络不同规模线路之间的衔接换乘关系。
- 3.1.3 车辆编组和行车交路的设计应满足线路特点和客运需求。系统运能和线路配线设计应有利于充分发挥轨道交通投资效益,确保系统的整体能力满足远期高密度运营的需要,并留有发展的空间。
- 3.1.4 在满足系统运能规模的同时,运营组织方案应有利于降低建设和运营成本。
- 3.1.5 运营组织设计应包括正常运营状态、非正常运营状态和紧急运营状态等三种不同的运营模式。系统运营必须保证使用者和系统设施的安全。线路配线设置应兼顾不同模式下的运营需要。
- 3.1.6 运营模式设计应明确列车运行、调度指挥、运营辅助系统、维修保障系统和人员组织等内容,使系统功能和运营需求紧密结合,明确在各种运营状态下的管理方式、各子系统之间以及系统与人员组织之间的相互关系。
- 3.1.7 运营组织设计应符合北京轨道交通指挥中心的统一规划,并满足与轨道交通指挥中心的接口要求。

3.2 运营规模

- 3.2.1 城市轨道交通系统运输能力,应在分析预测客流数据的基础上,根据沿线土地利用规划性质和乘客出行特征、客流断面分布特征、客流变化风险等多种因素综合确定,满足各设计年限预测单向高峰小时最大断面客流量的需要,并留有15%~20%的余量。
- 3.2.2 城市轨道交通运营系统设计能力应满足客流预测的需求,远期运营系统设计能力不应小于30对/h。
- 3.2.3 列车编组应根据客流预测结果、线网规划和线网运能匹配要求确定,采用A型车8辆编组、6辆编组或B型车6辆编组、4辆编组。

3.3 行车组织

- 3.3.1 列车运行采用双线线路,右侧行车制。南北向线路以由南向北运行为上行方向,由北向南运行为下行方向。东西向线路以由西向东运行为上行方向,由东向西运行为下行方向。环形线路以外环为上行方向;内环为下行方向。
- 3.3.2 每条线路宜独立运行。当与其他线路共线运行时,两线的交汇点应设在车站,在进站方向应设置平行进路。
- 3.3.3 超过20km长的线路,宜根据全线客流断面不均匀情况和乘客出行特征,在适当位置设置小交路折返的条件,小交路长度不宜小于15km。
- 3.3.4 正常运营状态下,列车运行速度应符合下列规定:
- 1 城区(四环以内)轨道交通线路的旅行速度远期不宜低于35km/h;郊区线应根据沿线规划需求、

服务水平需求，适当提高旅行速度；

2 载客列车进站停车时，列车进入有效站台范围的最高运行速度应以提高运行效率，满足乘客舒适度要求为前提。列车进入有效站台端部的运行速度宜参考表 3.3.4 的规定；

表 3.3.4 列车进入有效站台端部的运行速度

列车编组	B6	A6	A8
进站速度 (km/h)	50	55	60

3 列车在区间的最高运行速度，应根据线路条件和运营需求综合确定。站间距及线路条件允许时应能够达到或接近车辆设计允许的最高运行速度；

4 列车在曲线地段的限制速度按下式控制：

$$v_{\text{lim}} = [(h+h_0) R/11.8]^{1/2} \quad (3.3.4)$$

式中 R ——曲线半径 (m)；

$(h+h_0)$ ——曲线超高和欠超高 (mm)。

5 正常运营状态下，B6、A6 编组的列车在侧向通过道岔进入折返线时，最高运行速度不宜小于 30km/h；A8 编组的列车在侧向通过道岔进入折返线的最高运行速度宜适当提高。

3.3.5 列车牵引计算应根据线路条件、车辆牵引和制动特性，按照省时模式和节能模式分别绘制最高运行速度和正常运行速度的牵引曲线。正常情况下，计算起动加速度、制动减速度不宜大于常用加、减速度的 90%，且计算列车起、制动加速度均不宜大于 0.9m/s^2 。

3.3.6 城市轨道交通系统列车最小运行间隔规定为：高峰时段，初期不宜大于 4min，远期不大于 2.5min；初、近、远期平峰时段不大于 6min。

3.3.7 列车停站时间不宜小于 30s，换乘站的停站时间应在计算值的基础上适当增大。初期列车计算开关门时间为 19s，近远期为 17s。设计取值为 5 的倍数。

3.3.8 运用列车数量应根据行车密度的要求计算。计算公式：

$$N = T_{\text{列}} / t_{\text{间隔}} \quad (\text{列}) \quad (3.3.8)$$

式中 N ——运用列车数 (列)；

$T_{\text{列}}$ ——列车全周转时间 (min)，应包括运行交路两端列车折返时间；

$t_{\text{间隔}}$ ——列车最小间隔时间 (min)。

3.3.9 全日列车平均满载率按下式计算：

$$C = \frac{Q \times l_{\text{运}}}{L \times n_{\text{列}} \times \text{列车定员}} \quad (100\%) \quad (3.3.9)$$

式中 Q ——全日客运量 (人次)；

$l_{\text{运}}$ ——平均运距 (km)；

L ——交路长度 (km)；

$n_{\text{列}}$ ——全日开行列车数 (列)。

3.3.10 列车自动折返时驾驶方向转换操作时间不宜大于 15s。

3.4 配 线

3.4.1 城市轨道交通应根据全线正常运营和非正常运行的交路要求，在线路的起、终点站和中间站设置折返配线。

中间折返站宜设置站后折返线。当中间折返列车影响后续列车进站时，应设置三线车站，实施站前折返。

3.4.2 为满足故障运行工况，应每隔 5 座～6 座车站或 8km～10km 设置故障列车停车线，其间每相隔 2

座~3座车站或3km~5km加设渡线，并结合车辆段出入线统筹合理分布。

当线路长度大于40km，且车辆综合基地与停车场均设置在线路末端时，宜在全线中间地段的车站，根据线路条件，配置一线两列位的停车线或双线停车线。

3.4.3 车辆综合基地出入线与正线的接轨点宜设在车站站端，应设置两条出入线，并具备向双方向发车的条件。有条件时宜设计为“八”字线形式。当采用贯通式车辆综合基地或“八”字线出入线时，宜在主要方向采用两条出入线。

3.4.4 车辆综合基地出入线宜与正线上下行连通，当与正线交叉时，宜采用立体交叉。

3.4.5 列车从岔线或车辆综合基地出入线进入正线前应具有一度停车的条件。经过核算一度停车区域与正线距离不能满足信号安全距离要求时，应设置安全线。

3.4.6 不同线路之间的联络线应根据线网规划中联络线设置规划确定。

3.5 列车运行管理

3.5.1 正常情况下由控制中心对运行列车进行监控，特殊情况下控制权可下放到车站。车站应设置车站综合控制室，对列车运行情况和本站设备进行集中监控。

3.5.2 在正常运行状态下，列车必须在安全防护系统的监控下运行。

3.6 运营管理

3.6.1 城市轨道交通系统应由具备运营资格并经市政府批准的运营公司进行经营管理。乘务管理、客运管理、车辆及设备设施的维修保障管理由运营公司的相关部门负责。

3.6.2 运营公司应适应网络化系统的运营管理需求，设置完整的行政及技术管理机构，负责系统的安全运营。每条线路的定员总数宜控制在80人/km以下。

3.6.3 车站管理宜采用站区管理模式。中心站宜设在客流量较大或配线较多的车站。每个中心站负责管辖4座~6座车站。应为车站管理人员配备便携式联络设备。

3.6.4 中心站应增设站区长室、票务室、会议室等运营管理用房。折返站应设乘务管理用房。

3.6.5 车站的行车和机电设备由车站综合控制室的行车值班员和设备管理员进行监视和控制。

3.6.6 车站应设置乘客服务中心。乘客服务中心宜设在站厅层付费区与非付费区之间，具备票务、问讯、充值、信息等功能。

3.6.7 车站应设置便捷的自助购票、自助信息查询设施。在满足客流需要、确保疏散安全的情况下，宜设置银行ATM机、电话、小商铺等便民服务设施。

3.6.8 城市轨道交通系统应有完善的导向服务标志、乘客信息系统，为乘客提供及时、有效的乘车信息。

3.6.9 城市轨道交通宜采用计程和计时票制。车站应设置自动售检票系统，具备对客流数据和票务收入进行自动统计的能力。

4 车 辆

4.1 一 般 规 定

- 4.1.1 轨道交通车辆应采用钢轮钢轨，以轮廓尺寸分类的 A、B 型车为主要车型。
- 4.1.2 运量等级相同的轨道交通线路车辆选型应一致。同一条轨道交通线路的车辆选型应采用相同标准，宜做到车型统一。
- 4.1.3 车辆的技术条件应根据预测客流量、环境条件、线路条件、运输要求等因素综合比较确定。
- 4.1.4 车辆技术要求除应符合本章规定外，尚应符合现行《地铁车辆通用技术条件》GB/T 7928 的规定。

4.2 车辆使用条件

- 4.2.1 车辆使用条件为地下、地面及高架全封闭线路，运行的环境温度为-25℃~45℃。
- 4.2.2 车辆应适应经铁路运送至运营线路上的运输条件。
- 4.2.3 车辆使用的线路平面曲线、线路坡度和竖曲线标准按本规范第 6.2.1、6.3.1、6.3.3 条的规定执行。
- 4.2.4 车辆应采用接触轨或架空接触网受电方式。供电条件如下：
- 1 供电电压应符合表 4.2.4-1 规定；

表 4.2.4-1 供电电压

项目名称	A 型车、B 型车	B 型车
额定电压	DC 1500V	DC 750V
变化范围	DC 1000~1800V	DC 500~900V

- 2 接触轨安装位置应符合表 4.2.4-2 的规定。

表 4.2.4-2 接触轨安装位置

电压 距离	DC 750V 上部受电	DC 1500V 下部受电
接触轨面距走行轨轨面高	140mm	200mm
接触轨中心线距走行轨线路中心线距离	1417.5mm	1470mm

4.3 车辆主要技术规格及列车编组

- 4.3.1 车辆主要技术规格应符合下列规定：

表 4.3.1 轨道交通车辆的主要技术规格

序号	名 称		A 型车	B 型车
1	车辆轴数		4	4
2	车体基本长度 (mm)	无司机室车辆	22000	19000
		带司机室车辆	23600	19500
3	车钩连接中心点间距离 (mm)	无司机室车辆	22800	19520
		带司机室车辆	24400	20020
4	车体基本宽度 (mm)		3000	2800

表 4.3.1 轨道交通车辆的主要技术规格 (续)

序号	名 称		A 型车	B 型车	
5	车辆最大高度 (mm)	受流器车		3800 (B ₁)	
		受电弓车(落弓高度)	≤3810 (A、B ₂)		
		受电弓工作高度	3980~6370		
6	车内净高 (mm)		2100~2150		
7	地板面距轨面高 (mm)		1130	1100	
8	车钩高度 (mm)		720 ⁺⁸ ₀	660 ⁺¹⁰ ₀	
9	轴重 (t)		≤16 (铝合金车)、 ＜17 (不锈钢车)	≤14	
10	车辆定距 (mm)		15700	12600	
11	固定轴距 (mm)		2300~2500	2200~2300	
12	每侧车门数 (对)		5	4	
13	车门宽度 (mm)		1400	1300	
14	车门高度 (mm)		≥1800	≥1800	
15	载员 (人)	座席*	带司机室车辆	56	36
			无司机室车辆	56	42
		定员 (立席按 6 人/m ² 计)	带司机室车辆	310	230
			无司机室车辆	310	250
		超员 (立席按 9 人/m ² 计)	带司机室车辆	432	327
			无司机室车辆	432	354

注：*载员座席数根据车辆轮椅位的设置数量可做相应调整。

A—A 型车受电弓受电；B₁—B₁ 型车接触轨受电；B₂—B₂ 型车受电弓受电。

4.3.2 车辆结构强度应满足 9 人/m² 站立标准，乘客人均重量按 60kg/人计算。

4.3.3 车轮直径应为 840mm，最大磨耗时不小于 770mm。

4.3.4 轮对内侧距应为 (1353±2) mm。

4.3.5 车辆限界应符合本规范附录 A~附录 C 的限界标准。

4.3.6 列车编组应符合表 4.3.6-1~表 4.3.6-3 的规定：

表 4.3.6-1 A 型列车编组表

列车编组	动 力 配 置	
8辆/列	六动两拖	+Tc-Mp-M-Mp-M-M-Mp-Tc+
6辆/列	四动两拖	+Tc-Mp-M+M-Mp-Tc+

表 4.3.6-2 B 型受流器受电列车编组表

列车编组	动 力 配 置	
8辆/列	六动两拖	+Tc-M-M-M+M-M-M-Tc+
6辆/列	三动三拖	+Tc-M-T-M-M-Tc+
		+Mc-T-M-T-T-Mc+
	四动两拖	+Tc-M-M-M-M-Tc+
4辆/列	两动两拖	+Tc-M-M-Tc+

表 4.3.6-3 B 型受电弓受电列车编组表

列车编组	动 力 配 置	
8辆/列	六动两拖	+Tc-Mp-M-Mp+M-M-Mp-Tc+
6辆/列	三动三拖	+Tc-Mp-T-M-Mp-Tc+
	四动两拖	+Tc-Mp-M-M-Mp-Tc+
4辆/列	两动两拖	+Tc-Mp-Mp-Tc+

表中：

Tc——带司机室的拖车；

Mc——带司机室的动车；

Mp——带受电弓的动车；

M——动车；

T——拖车；

+——半自动车钩；

——半永久棒式车钩。

4.4 车辆运行主要技术指标

4.4.1 车辆运行速度应符合下列规定：

- 1 最高运行速度：80km/h（或 100km/h），并应满足瞬间超过最高运行速度条件下安全运营的要求；
- 2 通过洗车机的稳定运行速度：3km/h～5km/h；
- 3 列车联挂速度不大于 5km/h。

4.4.2 列车定员条件下，在干燥、清洁的平直线路上，车轮为半磨耗状态，且额定电压供电时，加速度为：

- 1 列车从 0 到 40km/h 的平均起动加速度，动拖比 1：1 的列车不低于 0.83m/s²；动拖比≥2：1 的列车不低于 1.0m/s²；
- 2 列车从 0 到 80km/h（或 100km/h）的平均加速度，不低于 0.5m/s²。

4.4.3 列车在定员条件下，在干燥、清洁的平直线路上，车轮为半磨耗状态，列车从最高运行速度到停车，如无特殊要求，制动平均减速度为：

- 1 最大常用制动时应不低于 1.0m/s²；
- 2 紧急制动时应不低于 1.2m/s²。

4.4.4 列车应满足 ATO 信号控制条件下的停车精度要求。

4.4.5 列车运行噪声应符合下列规定：

- 1 列车在地面线路碎石道床轨道上，水平直线轨道自由声场内停放，辅助设备正常工作时，在车外距轨道中心 7.5m，距轨面高度 1.5m 处，测得的连续噪声值不应大于 69dB（A）；
- 2 列车在地面线路碎石道床轨道上，以正常方式加速、惰行或减速运行时，或以 60km/h 的恒定速度运行时，在车外距离轨道中心 7.5m，距轨面高度 1.5m 处，测得的连续等效噪声值不大于 80dB（A）。

4.4.6 列车运行平稳性指标应小于 2.5，车辆的脱轨系数应小于 0.8，车辆轮重减载率应不大于 0.6。

4.4.7 车辆自身固有振动频率应避免与轨道产生共振。

4.4.8 列车纵向冲击率应不大于 0.75m/s³。

4.4.9 列车应具有故障运行能力：列车在超员载荷工况和在丧失 1/4 动力（四动两拖）或 1/3 动力（三动三拖、六动两拖）的情况下，应能维持运行到终点；在丧失 1/2 动力的情况下，应具有在正线最大坡道上起动和运行到最近车站的能力；一列空载列车应具有在正线线路的最大坡道上牵引另一列超员载

的无动力列车运行到下一车站的能力。

4.5 车辆各主要部件及系统

4.5.1 车体及内装设备应符合下列规定：

- 1 车体应采用高强度不涂装不锈钢或铝合金材料，应采用整体承载结构，满足受力要求；
- 2 车辆结构设计寿命应不低于 30 年；
- 3 车体之间应采用贯通通道，由渡板和风档组成，宽度 B 型车宜不小于 1300mm，A 型车宜不小于 1500mm；高度应不小于 1900mm；
- 4 车辆应设有架车支座、车体吊装座，并应标注允许架车、起吊的位置；
- 5 客室内应布置适量的客室座椅，座椅形状满足人体工程学要求；
- 6 客室内应设置数量足够，牢固美观的立柱、扶手杆，并加装适量的吊环；
- 7 客室应有足够的灯光照明，在距地板面高 800mm 处的照度平均值不应低于 200lx。在正常供电中断时，备有紧急照明，其照度不应低于 10lx；
- 8 每列车中至少应设置一处轮椅专用位置并应有乘轮椅者适用的抓握或固定装置。

4.5.2 转向架应符合下列规定：

- 1 采用无摇枕两系悬挂两轴转向架；
- 2 转向架应分为两种结构相似的动车转向架和拖车转向架，且均为钢板焊接结构的无摇枕转向架。两种转向架应采用相同的轴箱定位装置；
- 3 车轮采用整体碾钢轮，其踏面形状应符合现行《机车车辆用车轮踏面外形》TB/T 449 的要求。车轮的材质和硬度应与轨道的参数相匹配。
- 4 转向架构架设计寿命应不低于 30 年或不少于走行 300 万 km。

4.5.3 电气传动系统应符合下列规定：

- 1 应采用变压变频控制的交流传动系统，以及矢量控制或直接力矩控制方式，具有牵引、再生制动的功能；
- 2 应采用电制动与空气制动混合的控制方式。应优先采用电制动，当电制动力不足或失效时，由空气制动补足或替代。电制动与空气制动的混合与过渡应平滑，符合列车冲动极限的要求；
- 3 车上宜设制动电阻，离车设置的制动电阻或其他储能装置应确保电制动效果；
- 4 应采用不低于 32 位微机控制系统并具有自诊断功能以及完整的监控和保护功能；
- 5 应采用三相 4 极鼠笼式交流异步电动机，自通风冷却方式或强迫风冷方式，并具有良好的空气滤尘功能；
- 6 列车具有防空转/滑行控制功能；
- 7 应具有良好的电磁兼容性。

4.5.4 辅助电源系统应符合下列规定：

- 1 辅助电源应包括静止逆变器和蓄电池组，其输出能力应满足列车辅助系统各种负载工况的用电要求；
- 2 逆变器输出交流正弦波电压，三相 380V 和单相 220V，频率为 50Hz；充电器输出直流电压为 110V 和 24V；
- 3 系统应具有自诊断和故障记录功能，并能在司机室显示屏上显示系统状态及故障信息；
- 4 静止逆变器应具有冗余能力，当一台逆变器故障时，另一台静止逆变器应能承担列车减载后的负荷；
- 5 蓄电池容量应能满足列车任何工况时的需要，在紧急通风工况时，持续通风时间不小于 45min；

紧急疏散时，采用电动客室车门的车辆还应满足紧急开闭一次客室车门的电能需求。

4.5.5 列车控制及监控系统应符合下列规定：

- 1 系统应具有车辆运行和故障信息自动采集、记录和显示并兼有对列车及其辅助设备的控制功能。并可通过读出器将数据读出和打印。断电后数据存储期至少为 30 天；
- 2 系统应具有强抗干扰能力、高可靠性和冗余性；
- 3 列车宜采用总线控制方式。

4.5.6 空气制动和风源系统应符合下列规定：

- 1 应采用微机控制的数字或模拟式电—空制动系统，在司机控制器、ATO 或 ATP 的控制下对列车进行阶段或一次的制动与缓解；
- 2 列车制动应采用电制动与空气制动协调配合的混合制动方式，基础制动采用单元制动装置，并带有停放制动功能；
- 3 列车应具有事故导向安全的紧急制动系统，紧急制动完全由空气制动承担；
- 4 列车应有两台或两台以上独立的电动空气压缩机组，每台机组经列车总管相连接，总能力应满足列车各种工况的用风要求，并留有裕度。当一台机组失效时，其余的压缩机组应能满足整列车的供气要求；
- 5 停放制动应能保证超员列车安全地停放在正线的最大坡道上，每列 1/2 车单元制动应具有停车制动功能。

4.5.7 列车广播及乘客信息显示应符合下列规定：

- 1 列车广播应具有全自动播放、半自动播放、人工播放三种工作模式；具有两端司机对讲、广播的输出控制、客室紧急报警和对讲、客室广播音量自动调整功能；
- 2 司机室、客室和车头外侧宜设置 LED 运行信息显示；
- 3 客室应设置向导标志及到站显示。

4.5.8 车辆空调应符合下列规定：

- 1 车辆宜设置单冷型式空调机组。车内温度应不高于 $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 新鲜空气的最小供给量：制冷时司机室人均新风量应不少于 $30\text{m}^3/\text{h}$ ；客室内人均新风量应不少于 $12\text{m}^3/\text{h}$ ；紧急通风人均通风量应不少于 $20\text{m}^3/\text{h}$ ；
- 3 客室、司机室宜设采暖设备。

4.5.9 列车应装配无线电台通信设备。

4.6 安全与应急设施

4.6.1 车辆应确保在寿命周期内正常运行时的行车安全和人身安全，同时应具备故障、事故和灾难情况下对人员和车辆救助的条件。

4.6.2 车辆应具有良好的防火性能。车辆及内部设施的结构材料、零部件应采用不燃或高阻燃、难燃材料制造；车辆上的所有电线、电缆均应低烟、无卤、阻燃。

4.6.3 车辆应采取有效的减振与降噪措施，减小车辆噪声对环境的有害影响。

4.6.4 车辆应满足防雨水、冰雪要求，车厢、空调装置、电气设备箱、插销联结器等设备均应具备防水功能。洗车时不应有水渗入车厢及车辆各种设备内。

4.6.5 车体和安装车体外部的各种设备的外壳和所有开孔、门窗、孔盖均能防止雨雪侵入。

4.6.6 车辆客室及司机室内均应配置报警及灭火设施。安放位置应有明显标识并便于取用。

4.6.7 列车端部车辆应设置应急疏散专用端门和配置下车设施，端门的宽度应不小于 600mm，高度不小于 1800mm。

4.6.8 列车应设有报警系统，客室内应设有乘客紧急报警装置，该报警装置应具有乘务员与乘客间双向通信功能。

4.6.9 司机台上应设置紧急制动操纵装置，司机室内应设有两个以上紧急制动开关。

4.6.10 主控制器手柄上应设警惕按钮。

4.6.11 司机室内应设置客室侧门开闭状态显示灯。

4.6.12 客室车门系统应有安全联锁，确保车速大于 5km/h 时不能开启，车门未全关闭时不能起动列车。

4.6.13 司机室前端应装设可进行远近光变换的前照灯。前照灯在车辆前端紧急制停距离处照度不应小于 2lx。列车尾端外壁应设有红色防护灯。车辆侧壁可根据需要设置显示车门开闭、制动缸缓解等的指示灯。

4.6.14 列车应设置鸣笛装置。

4.6.15 车辆应有各种安全警告标识，包括车门防夹警示、车门防倚靠警示、紧急报警提示、车门紧急解锁操作提示、消防设备标识等。

4.6.16 各电气设备应有可靠的保护性接地措施。

5 限 界

5.1 一 般 规 定

5.1.1 限界坐标系应为正交于轨道所在平面的直角坐标，应以直线地段通过两钢轨轨顶中心连线的中点引出的水平坐标轴为水平轴，以 Y 表示；应以通过该中点垂直于水平轴的坐标轴为垂直轴，以 Z 表示。

5.1.2 车辆限界应按隧道内车辆限界和隧道外车辆限界分别计算，并区分区间车辆限界、站台计算长度内车辆限界和车辆综合基地内车辆限界。

5.1.3 建筑限界不应包括测量误差、施工误差、结构沉降和位移变形等因素。

5.1.4 区间直线地段，当相邻两线间无墙、柱、纵向辅助疏散平台或设备时，两相邻线路的最小线间距宜为 A 型车 3800mm、B 型车 3600mm。

5.1.5 当设置纵向辅助疏散平台时，建筑限界应包容该平台所必需的净空尺寸。载客运营轨道区的道床面应满足人员疏散行走的要求，道床面宜平整、连续、无障碍物。

5.1.6 设备限界按所处地段分为直线设备限界和曲线设备限界。直线设备限界应符合本规范附录 A、附录 B 和附录 C 的规定；曲线设备限界计算方法应按本规范附录 D 的规定执行；缓和曲线地段矩形隧道建筑限界加宽方法应按本规范附录 E 的规定执行。

进入线路运行的其他运营车辆及各种工程车辆，其车辆限界均不应突破正线运行车型的车辆限界。

5.1.7 列车最高运行速度为 80km/h~100km/h 的车辆限界及设备限界宜采用同一限界。

5.2 制定限界的基本参数

5.2.1 车辆基本参数应符合本规范第 4.2.4、4.3.1、4.3.3、4.3.4 条的规定。

5.2.2 区间纵向辅助疏散平台应满足下列要求：

- 1 地下区间，宜设置在行车方向左侧；
- 2 高架区间，宜设置在上、下行线路之间；
- 3 疏散平台设置，宜根据区间两端的站台形式确定；
- 4 最小宽度应符合表 5.2.2 的规定：

表 5.2.2 纵向辅助疏散平台最小宽度取值表 (mm)

	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）	800	600	800	600
双线（设于中央）	1000	800	1000	800

5 距轨顶面高度：A 型车不宜大于 900mm、B 型车不宜大于 850mm；

6 平台边缘与设备限界之间的间隙不应小于 50mm，直线地段平台边缘距离车辆轮廓线的水平距离不应大于 150mm、曲线地段应按偏移量计算加宽，但不宜大于 300mm。

5.3 建 筑 限 界

5.3.1 矩形隧道建筑限界应符合下列规定：

1 直线地段单线矩形隧道建筑限界应符合表 5.3.1 的规定；

表 5.3.1 直线地段单线矩形隧道建筑限界 (mm)

	A 型车	B 型车	
		B ₁	B ₂
行车方向右侧限界至线路中心线距离	2200	2100	2100
行车方向左侧限界至线路中心线距离 (设纵向辅助疏散平台)	2500	2400	2400
行车方向左侧限界至线路中心线距离 (无纵向辅助疏散平台)	2100	2000	2000
隧道顶部限界至走行轨轨顶面的高度	4500	4200	4500

2 平面曲线地段矩形隧道建筑限界，应在直线地段建筑限界基础上加宽；

3 区间矩形隧道缓和曲线地段建筑限界加宽范围及加宽值，自圆曲线至缓和曲线中点向直线方向延伸 11m (A 车) 或 10m (B 车) 范围内，应采用圆曲线加宽值；其余缓和曲线向直线方向延伸 19m (A 车) 或 16m (B 车) 范围内应采用圆曲线加宽值的 1/2。

5.3.2 单线圆形隧道建筑限界，A 型、B 型车的限界直径宜为 5200mm。

5.3.3 双线大盾构圆形隧道建筑限界，两线间不设置中隔墙工况下，B 型车的限界圆直径宜为 8800mm，A 型车的限界圆直径宜为 9200mm；两线间设置中隔墙工况下，B 型车的限界圆直径宜为 9400mm，A 型车的限界圆直径宜为 9800mm。

5.3.4 马蹄形隧道建筑限界应结合地质条件、管线设备布置位置综合确定。在距走行轨轨顶面 3600mm 高度处，建筑限界与设备限界最小间隙，当侧墙上有设备或管线时不宜小于 300mm，当侧墙上无设备或管线时不宜小于 200mm，困难地段不得小于 100mm；轨面高度以下在距线路中心 1100mm 范围内，单洞双线马蹄形隧道轨面至下部建筑限界高度值不应小于轨道结构高度规定值。

5.3.5 当建 (构) 筑物的侧墙或顶板上无设备或管线时，建筑限界与设备限界之间的最小间隙不宜小于 200mm，困难地段不得小于 100mm。

5.3.6 单线圆形、马蹄形隧道在曲线超高地段，应采用隧道中心向线路中心线内侧偏移的方法。位移量应符合下列规定：

1 圆曲线地段的位移量应按下列公式计算：

$$\text{水平移动量: } x = h_0 \sin \alpha \quad (5.3.6-1)$$

$$\text{垂直移动量: } y = -h_0 (1 - \cos \alpha) \quad (5.3.6-2)$$

式中 $\sin \alpha = h/1500$ ；

h ——轨道超高实设值 (mm)；

h_0 ——圆心距走行轨轨顶面高度 (mm)。

2 缓和曲线地段的偏移量在直缓 (缓直) 点应为零，在缓圆 (圆缓) 点应为圆曲线地段的偏移量，在缓和曲线范围内偏移量应线性渐变。

5.3.7 地上线、U 形槽区间建筑限界确定应符合下列规定：

1 高架线、U 形槽的区间建筑限界，应按高架或 U 形槽段设备限界及设备安装尺寸或疏散通道宽度计算确定；

2 地面线建筑限界应按路基宽度，两侧排水沟以及管线布置方式等确定；

3 地上线采用半封闭弧形声屏障时，其上部与设备限界的安全间隙不宜小于 200mm；

4 线路一侧设置接触网支柱时，接触网系统最大突出点与设备限界之间的安全间隙不应小于 100mm；

5 当采用顶部架空接触网授电时，建筑限界高度应按受电弓工作高度和接触网系统结构高度计算确定；当采用侧向接触轨授电时，建筑限界高度应按设备限界高度加不小于 200mm 的安全间隙计算确

定。

5.3.8 道岔区的建筑限界，应在直线地段建筑限界的基础上进行加宽或加高。

5.3.9 直线车站建筑限界应符合下列规定：

- 1 站台面不应高于车厢地板面，站台面距走行轨轨顶面高度应为，A 型车 $1080\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 、B₁ 及 B₂ 型车 $1050\text{mm} \pm 5\text{mm}$ ；
- 2 站台计算长度内的站台边缘至轨道中心线的距离应为，A 型车 $1600\text{mm}^{+10}_0\text{mm}$ 、B 型车 $1500\text{mm}^{+10}_0\text{mm}$ ；
- 3 站台门与车站车辆限界之间的安全间隙应不小于 25mm；
- 4 站台计算长度外的站台边缘至轨道中心线距离 A 型车宜为 1800mm、B 型车宜为 1700mm；
- 5 站端设有道岔的车站与盾构区间相接时，9 号道岔的岔心至盾构管片起点的最小距离不宜小于 18m，困难情况下不得小于 15m；12 号道岔的岔心至盾构管片起点的最小距离不宜小于 21m，困难情况下不宜小于 16m；
- 6 车站范围内其余部位建筑限界，应按区间建筑限界的規定执行。

5.3.10 曲线车站站台边缘与车辆轮廓线之间的间隙不应大于 180mm。

5.3.11 直线地段人防隔断门（或防淹门）门框建筑限界应符合下列规定：

- 1 A 型、B 型车人防隔断门（或防淹门）门框内边缘距线路中心线的限界应分别为 1900mm、1800mm；
- 2 人防隔断门（或防淹门）门框顶部距走行轨轨顶面的限界高度应与区间矩形隧道一致；
- 3 曲线地段的建筑限界应在直线地段建筑限界的基础上加宽。

5.3.12 在安装射流风机、风管、配电柜、控制箱、接触网隔离开关道岔转辙机等设备地段，应按设备安装位置及尺寸检算建筑限界，必要时应采取局部加宽、加高措施。

5.3.13 车辆综合基地内轨行区周边的建筑限界应符合下列规定：

- 1 库内车顶作业平台及安全栅栏与车辆轮廓线间的安全间隙应不小于 80mm，车顶安全防护栏与车辆轮廓线间的安全间隙应不小于 80mm；
- 2 库内作业平台的低平台及司机登车平台应采用车站站台限界；司机登车平台安全栅栏按设备限界确定；
- 3 当列车升弓进库时，车库大门高度应按接触网安装高度限界确定；
- 4 线路直线地段信号设备至设备限界的净距不得小于 200mm。曲线段及道岔区限界应加宽；
- 5 设有人行便道的连续建筑物至设备限界的净距不宜小于 1000mm；
- 6 设有人行便道的非连续建筑物长度不大于 2m 时，建筑物至设备限界净距不得小于 600mm；
- 7 线路直线地段库外接触网立柱边缘距离轨道中心线距离不应小于 1900mm，曲线段及道岔区应适当加宽；
- 8 车辆段、停车场库内各种建筑物至设备限界净距及库门限界，应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定；

5.3.14 道岔警冲标至相邻两线的垂直距离，应满足相邻两线设备限界的要求。

5.4 轨行区管线设备布置原则

5.4.1 除接触网和接触轨外，轨行区内安装的设备及管线（含支架）与设备限界的安全间隙不应小于 50mm。

5.4.2 强、弱电设备宜分别布置在线路两侧。各种管线的路由宜顺畅，不宜频繁过轨或交叉。

5.4.3 信号机宜安装在行车方向的右侧，道岔区信号机的安装位置应根据信号专业布置确定。

5.4.4 区间隧道内管线设备布置应符合下列规定：

1 行车方向右侧宜布置弱电设备（含各种箱、盒）、消防水管和管线，行车方向左侧宜布置强电设备（含各种箱、盒）和管线；

2 纵向辅助疏散平台面上方的净高不宜小于 2000mm，困难情况下不应小于 1900mm；

3 射流风机宜布置在隧道顶部，条件允许时射流风机可设置在行车方向右侧；

4 隔断门门框外应预埋套管，每侧套管埋设宽度不宜大于 500mm；

5 当接触网（轨）隔离开关安装在轨行区时，不得侵入设备限界。

5.4.5 高架区间管线设备布置应符合下列规定：

1 双线高架区间弱电和强电设备宜分开布置在两线之间或两线外侧；

2 信号机宜安装在两线外侧。

5.4.6 车站范围内管线设备布置应符合下列规定：

1 岛式车站的广告灯箱、信号机和弱电电缆宜布置在站台对侧，强电电缆宜布置在站台板下电缆通道中；

2 侧式车站的广告灯箱宜布置在两线之间，信号机宜布置在靠站台一侧，弱电电缆和强电电缆宜布置在站台内电缆通道中。

6 线 路

6.1 一 般 规 定

6.1.1 总体应符合下列规定：

1 线路的平面坐标应采用北京地方坐标系统，高程应采用北京地方高程系统，与铁路等其他工程衔接应进行联测转换；

2 新建线路在可行性研究阶段应依据北京市轨道交通线网规划、建设规划及其在线网中的功能定位和客流特征，确定线路走向，拟定车站分布和相交线路换乘关系，稳定线路起讫点、接轨点和换乘节点，明确线路性质、运量等级和速度目标，并应注意分段建设及建设时序对运营线路产生的影响；

3 线路走向和站点位置选择应以支持城市总体规划实施，满足出行需求，保障运营效益为基本原则，与城市客流走廊及主要客流集散点的空间分布相吻合；

4 线路应以快速、安全、独立运行为原则。在两条正线或主线与支线之间，可根据客流需求并经论证后组织共线运行，接轨站进站方向应设置平行进路；

5 线路选线应根据城市规划、地形、道路、地下管线、敏感建筑、文物保护、环境景观、工程地质及水文地质条件、施工方法与交通疏解等条件综合确定，并应注意减少振动及噪声对沿线环境的影响，减少房屋拆迁、管线改移，注意节约用地；

6 位于待建区的线路和车站，宜结合周边地区开发，实施一体化设计，进行同步规划、同步建设或预留土建接口条件；

7 线路分期建设时，初期建设长度不宜小于 15km；

8 支线与正线贯通共线运行时，其长度不宜过长。当支线长度大于 15km 时，宜按独立运行线路设计，并核算正线对支线客流的承受能力。

6.1.2 车站设置应符合下列规定：

1 车站分布应根据线网规划的换乘节点、城市交通枢纽点为基本站点，并结合城市道路布局和客流集散点分布确定；

2 车站宜与城市用地规划相结合，线路起、终点在中心城外围的车站应预留公交、小汽车等城市交通接驳配套用地，方便多种交通方式的接驳换乘；

3 车站间距应根据城市布局、线路功能定位、客流特征、旅行速度目标等要求确定，在中心城、近郊新城和外围重要功能区内宜为 1km~2km，在城市外围区宜为 2km~3km，对超长线路，宜加大车站间距；

4 站位选择应注意车站出入口、风亭位置，并满足结构施工、用地规划、客流疏导、交通接驳和环境要求；

5 纳入同期建设规划的换乘站，应同步实施或预留换乘节点，远期规划线路应预留换乘条件；换乘车站汇集三线以上于一站的换乘形式宜予以规避；

6 线网规划中的换乘车站，应对前后相邻一站一区间线路进行同步设计，拟定规划线的线位、站点、线间距、线路坡度和轨面高程等；

7 线路经过市郊铁路车站时，应设站换乘，在制式兼容的前提下，宜预留接轨联运条件；

8 两条平行线路采用同站台换乘方式时，应以主要换乘客流方向实现同站台换乘为原则确定线路相对位置；

9 快线设站应从线网规划整体分析,以枢纽站点为主,在保证主要客源和运营效益的基础上,加大站距,提高旅行速度,必要时可在部分站点设置越行站。

6.1.3 线路敷设应符合下列规定:

1 线路敷设方式应根据城市总体规划、地理条件和环境条件,因地制宜地选定;市区以地下为主,车站宜布置在浅层地下空间,市区外围宜采用地上方式;

2 地下线路纵断面选线应符合工程实施安全原则,结合北京市的地质条件、地下水位、施工方法、结构形式以及城市市政设施和构筑物的关系,规避不良地层;

3 地下线至高架线的过渡段应按全封闭设计,在地面应设置安全挡墙设施,并应具有防侵入、防淹、防洪功能,并应与周边环境协调,同时应处理好与城市道路红线及其道路断面的关系;

4 高架线路应注重结构造型,控制规模体量,注意高度、跨度、宽度的和谐比例,其结构外缘距建筑物的距离应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GBJ 50016 和《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的规定,同时应维护地面道路的交通功能,并应注意环境保护和景观效果,在机场空港区,应按相关限高设计。

6.1.4 选线控制应符合下列规定:

1 高架线桥下净空应满足铁路、道路限界要求并预留结构沉降量、铁路抬道量或公路路面翻修高度余量,对于铁路,应根据机车类型、设计速度等确定净空限值,对于公路和城市通行机动车的道路,桥下最小净空不宜小于 5.0m;

2 高架线跨越排洪河流时,桥下净空应根据计算水位或最高流冰水位加安全高度确定,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;

3 高架线桥墩与道路路侧的距离,应按现行行业标准《城市道路设计规范》CJJ 37 和《公路路线设计规范》JTG D20 相关要求确定;

4 高架线桥梁及车站建筑与架空电力管线之间的最小水平和垂直距离,应按现行行业标准《架空送电线路设计技术规程》DL/T 741 相关要求确定。

6.1.5 保护地界和征地范围应遵循下列规定:

1 建成线路地下车站与区间隧道周边外侧 50m 范围内,地上车站和区间轨道外边线外侧 30m 范围内,以及出入口、风亭、变电站等附属建筑周边外侧 10m 范围内,冷却塔、VRV 室外机 5m 范围内,为既有设施安全控制区保护地界;

2 规划线路应以北京市轨道交通线网用地控制规划为依据,以规划线路中线每侧 30m 为严控区保护地界,每侧 60m 范围为影响区保护地界;

3 规划有多条轨道交通线路平行通过,或线路偏离道路以外地段,或规划线路与其他铁路、水利、道路保护区发生重叠,该保护地界应由建设单位、运营单位、交通主管部门和规划管理部门协商确定;

4 在城市轨道交通保护地界内新建建筑或构筑物时,应采取必要的保护措施,并应预留轨道交通建设条件;

5 地面及高架线在市政道路红线以外的永久征地,地面线宜以路基外侧排水沟外 1m 为征地界;高架线宜按结构投影面外 2.5m 为准,设置维护便道的按便道外侧 1m 为征地界,且应注意按照保护地界范围设置隔离设施;

6 车辆综合基地的征地,应以基地建筑围栏外 1.5m 为征地地界,并根据现场具体情况协商确定。

6.2 线路平面

6.2.1 平面曲线设计应符合下列规定:

1 线路平面圆曲线半径应根据车辆类型、地形条件,运行速度、环境要求等综合因素比选确定。

最小曲线半径不应小于表 6.2.1-1 规定；

表 6.2.1-1 最小曲线半径 (m)

线 路 \ 车 型	A 型车		B 型车	
	一般地段	困难地段	一般地段	困难地段
正线	350	300	300	250
出入线	300	250	250	200
联络线 (单线)	250	200	200	150

2 圆曲线半径小于 400m 的地段, 应适当加大曲线半径, 并宜以 10m 的倍数取值;

3 车站站台宜设在直线上。若设在曲线上, 其站台有效长度范围的线路曲线最小半径应符合表 6.2.1-2 规定;

表 6.2.1-2 车站曲线最小半径 (m)

车 型	A 型车	B 型车
曲线半径		
无站台门	800	600
有站台门	1500	1000

4 折返线、停车线等宜设在直线上。困难情况下, 除道岔区外, 可设在曲线上, 并可设缓和曲线, 但在车挡前宜保持不少于 20m 的直线段;

5 圆曲线最小长度, 在正线、联络线及车辆综合基地出入线上, A 型车不宜小于 25m, B 型车不宜小于 20m, 在困难情况下不得小于一节车辆的全轴距;

6 新建线路不宜采用复曲线, 在困难地段应经技术经济比较后再采用, 复曲线间应设置中间缓和曲线, 其长度不应小于 20m, 并应满足超高顺坡率不大于 2‰。

6.2.2 缓和曲线设计应符合下列规定:

1 线路平面圆曲线与直线之间应根据曲线半径、超高设置及设计速度等因素设置缓和曲线, 其长度按表 6.2.2 的规定选用;

表 6.2.2 缓和曲线长度表

$\frac{V}{R}$	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
6000	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5000	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4000	25	25	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3500	30	30	25	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3000	35	30	30	25	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—
2500	45	40	35	30	25	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—
2000	55	50	45	40	35	30	25	20	20	20	20	20	—	—	—	—
1500	75	65	55	50	45	35	30	25	20	20	20	20	20	—	—	—
1200	90	80	70	60	50	40	40	30	25	20	20	20	20	20	—	—
1000	100	95	85	70	60	50	45	35	30	25	20	20	20	20	20	—
800	110	100	85	80	75	65	55	45	35	30	25	20	20	20	20	20
700	—	110	85	80	75	75	65	50	45	35	25	20	20	20	20	20
600	—	—	—	80	75	75	70	60	50	40	30	25	20	20	20	20
550	—	—	—	—	75	75	70	65	55	40	35	25	20	20	20	20
500	—	—	—	—	—	75	70	65	60	45	35	30	25	20	20	20

表 6.2.2 缓和曲线长度表（续）

$\begin{matrix} v \\ i \\ R \end{matrix}$	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
450	—	—	—	—	—	—	70	65	60	50	40	30	25	20	20	20
400	—	—	—	—	—	—	—	65	60	55	45	35	30	20	20	20
350	—	—	—	—	—	—	—	—	60	55	50	40	30	25	20	20
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55	50	50	35	30	25	20
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	50	45	35	25	20
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	45	40	35	25

注：R—曲线半径（m）；v—速度（km/h）；l—缓和曲线（m）。

- 2 一般情况下，圆曲线半径和缓和曲线长度的选择宜满足线路信号最高限制速度要求；
- 3 缓和曲线长度内应完成直线至圆曲线的曲率变化，包括轨距加宽过渡和超高渐变；
- 4 当圆曲线较短，计算超高值较小，可不设缓和曲线，但曲线超高应在圆曲线外的直线段内完成渐变。

6.2.3 正线、联络线及车辆综合基地出入线上，两相邻曲线间的夹直线长度（不含超高顺坡及轨距递减的长度），A 型车不宜小于 25m，B 型车不宜小于 20m，困难情况下不得小于一节车辆的全轴距。

6.2.4 道岔铺设应符合下列规定：

- 1 正线道岔型号不应小于 9 号，A、B 型车 8 辆编组折返线宜采用 12 号道岔。单渡线和交叉渡线的线间距应符合表 6.2.4-1 规定。

表 6.2.4-1 正线道岔型号及线间距

$\begin{matrix} \text{道 岔} \\ \text{线路类型} \end{matrix}$	道岔型号	导曲线半径（m）	侧向限速（km/h）	线间距（m）	
				单渡线	交叉渡线
正线道岔	60kg/m-1/9	200	35	≥4.2	4.6 或 5.0
正线道岔	60kg/m-1/12	350	50	≥5.0	4.6 或 5.0

注：1. 正线道岔：含折返线、出入线在正线接轨的道岔；

2. 对于单渡线、交叉渡线的线间距不符合标准规定的应予特殊设计。

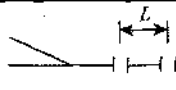
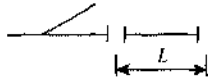
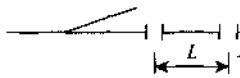
- 2 当道岔侧向通过速度不能符合设计速度时，经论证比较，可选择大型号道岔，或作特殊设计；
- 3 北京地区统一采用曲尖轨道岔，道岔的前长、后长和尖轨端部至岔心距离宜按表 6.2.4-2 采用；

表 6.2.4-2 道岔的前长、后长和尖轨端部至岔心距离

道岔类型	前长 a（m）	后长 b（m）	尖轨端部至岔心距离（m）
9 号道岔	13.011	16.043	10.391
12 号道岔	16.592	21.208	13.997

- 4 道岔宜靠近车站设置，其道岔前端，尖轨端部至有效站台端部距离宜采用 12m；
- 5 道岔应设在直线地段，道岔基本轨端部至曲线端部的距离不宜小于 5m；
- 6 道岔附带曲线可不设缓和曲线和超高，但其曲线半径不应小于道岔导曲线半径；
- 7 两组道岔之间应设置直线段钢轨连接，其钢轨长度不应小于表 6.2.4-3 规定。采用接触轨供电的线路，道岔间插入钢轨长度还应满足供电分段的要求；

表 6.2.4-3 道岔间插入钢轨长度 (m)

道岔布置相对位置		线别	插入钢轨长度 L (按轨缝中心)	
			一般地段	困难地段
两组道岔前端 对向布置		正、配线	12.5	6.0
		车场线	4.5	3.0
两组道岔前后 顺向布置		正、配线	6.0	4.5
		车场线	4.5	3.0
两组道岔后端 对向布置		正、配线	6.0	4.5
		车场线	4.5	3.0

6.2.5 正线平面其他规定:

1 线路平面设计应对平面曲线左偏和右偏情况进行统计分析,两者相差较大的线路,宜设置车辆掉头线或回转线;

2 采用快慢车混合运营的线路,越行站线路条件及其配线,应适应快车越行过站速度及慢车停车的需要,并应注意控制越行站规模。

6.3 线路纵断面

6.3.1 线路坡度设计应符合下列规定:

1 正线的最大坡度不宜大于 30%,困难地段最大坡度可采用 35%,联络线的最大坡度不宜大于 40%;

2 地下隧道及高架线区间线路最小坡度不宜小于 3%;困难条件下可采用 2%;区间地面线当采取有效排水措施时,可采用平坡。

6.3.2 车站及其配线坡度设计应符合下列规定:

1 车站端部宜采用节能坡,且宜靠近有效站台设置;

2 设置节能坡的区间,应通过列车牵引计算校验其合理性;

3 地下车站站台范围内线路坡度宜采用 2%,在困难地段车站可设在不大于 3%的坡道上,当采取有效排水措施时,可采用平坡;

4 地面及高架车站站台范围内线路坡度宜采用平坡;

5 停车线应布置在面向车挡或区间的下坡道上,隧道内的坡度宜为 2%,地面和高架桥上坡度不宜大于 1.5%;

6 整体道床道岔宜设在不大于 5%的坡道上,在困难地段可设在不大于 10%的坡道上;碎石道床道岔坡度不宜大于 1.5%。

6.3.3 坡段与竖曲线设计应符合下列规定:

1 线路坡段长度不宜小于远期列车长度,并应满足相邻竖曲线间的夹直线长度不小于 50m;

2 两相邻坡段的坡度代数差等于或大于 2‰时,应设圆曲线型的竖曲线连接,竖曲线的半径不宜小于表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 竖曲线半径 (m)

线 别		一般情况	困难情况
正线	区间	5000	2500
	车站端部	3000	2000
联络线、出入线		2000	

- 3 越行车站前后的竖曲线半径宜按区间标准执行；
- 4 车站站台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宜小于 5m。

6.3.4 正线纵断面其他规定：

- 1 长大坡段不宜与平面小半径曲线重叠；
- 2 区间纵断面设计的最低点位置，应与区间排水泵房和区间联络通道位置结合；
- 3 竖曲线与缓和曲线（或超高顺坡段）在碎石道床地段不得重叠。整体道床曲线半径 400m 以下地段，应避免竖缓重叠，当出现竖、缓两种曲线重叠时，轨道的超高顺坡率不得大于 2.0%；
- 4 双线单洞结构形式，左右线高程对应点的高差不应超过 20mm。

6.4 配 线

6.4.1 联络线设置应符合下列规定：

- 1 正线之间的联络线应根据线网规划、车辆综合基地分布位置和承担任务范围设置；并应根据工程维修车辆、磨轨车过轨的需要，设置不同车辆和供电制式的线路之间的联络线；
- 2 相邻两段线路初期临时贯通、并正式载客运行的联络线应设置双线，其平面曲线半径应按正线困难条件选用；而非载客运行的联络线，应设置单线；
- 3 联络线与正线的接轨点宜靠近车站，并应同步设计，做好接轨点的土建预留；
- 4 两线平行的换乘车站，宜设置渡线，实现联络线功能；
- 5 多线共址的车辆综合基地，宜设置联络线。

6.4.2 车辆综合基地出入线设置应符合下列规定：

- 1 当出入线兼顾列车折返功能时，出入线与正线间的配线应满足正线、折返、出入线的运行功能要求；
- 2 根据线网资源共享规划，对两线共址的车辆综合基地，出入线宜同步设计并做好预留。

6.4.3 折返线与停车线设置应符合下列规定：

- 1 停车线应具备故障车待避和临时折返功能，停车线设在中间折返站时，应与折返线分开设置，在正常运营时段不宜兼用，停车线尾端应设置单渡线与正线贯通；
- 2 远离车辆综合基地的尽端式车站配线，除应满足折返功能外，还应满足故障列车停车、夜间存车和工程维修车辆折返等功能要求；
- 3 在靠近隧道洞口以内或临近江河岸边的车站，应根据非正常运营模式和行车组织要求，研究确定车站配线形式；
- 4 折返线、故障列车停车线有效长度（不含车挡长度）应按照远期列车长度+安全距离+信号设备安装距离计算。

6.4.4 渡线的设置应符合下列规定：

- 1 单渡线设置宜结合运营需要、工程实施条件，综合确定设置方向；
- 2 在采用站后折返的尽端站，宜增设站前单渡线，并宜按逆向布置。

6.4.5 安全距离与安全线的设置应符合下列规定：

- 1 支线与正线接轨的车站应设置平行进路；在出站方向接轨点道岔处的警冲标至有效站台端部距离，不应小于 50m，无法满足时应设置安全线；
- 2 车辆综合基地出入线，在车站接轨点前，停车点至警冲标之间距离，不应小于 50m，无法满足时应设置安全线。采用“八”字型布置在区间与正线接轨时，应设置安全线；
- 3 列车折返线及停车线末端均应设置安全线，安全线自列车停车点至车挡前长度不宜小于 50m（不含车挡）。

7 轨 道

7.1 一 般 规 定

- 7.1.1 轨道结构应具有足够的强度、稳定性、耐久性、绝缘性和适量弹性。
- 7.1.2 轨道结构的承载能力应根据车辆运行条件确定。轨道结构应质量均衡、结构等强、弹性连续、合理匹配、维修方便。
- 7.1.3 轨道结构部件及工程材料应符合国家或行业的相关要求，全线轨道产品宜统一。对于使用寿命较低的如橡胶类材质的产品，应采用可更换的结构型式。
- 7.1.4 当线路按困难条件设计时，轨道结构应采取加强措施。
- 7.1.5 无砟轨道道床、轨枕的设计使用年限为 100 年。
- 7.1.6 检测和维修设备应以轨道检测现代化、维修机械化为目标配备。
- 7.1.7 轨道产品应安全可靠，宜选用北京地铁通用产品，新产品、新材料和新工艺应按相关程序选用。

7.2 基本技术要求

7.2.1 钢轨应根据轮轨匹配的要求设置轨底坡，宜为 1/40 或 1/30。在无轨底坡的两道岔间长度不足 50m 地段，不应设置轨底坡。

7.2.2 标准轨距为 1435mm，半径不大于 250m 曲线地段，应进行轨距加宽，加宽值应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 曲线地段轨距加宽值

曲线半径 R (m)	加 宽 值 (mm)	
	A 型车	B 型车
$250 \geq R > 200$	5	—
$200 \geq R > 150$	10	5
$150 \geq R > 100$	15	10

轨距加宽值应在缓和曲线范围内递减。无缓和曲线时，应在直线地段递减。递减率不宜大于 2‰，困难地段不应大于 3‰。

7.2.3 曲线超高应按列车运行速度计算，并按限制速度检算。曲线的最大超高为 120mm，欠超高允许值不宜大于 61mm。车站站台有效长度范围内曲线超高不应大于 15mm。曲线超高值应按下列公式计算：

$$h = \frac{11.8v_c^2}{R} \quad (7.2.3)$$

式中 h ——超高值 (mm)；

v_c ——列车通过曲线的平均运行速度 (km/h)；

R ——曲线半径 (m)。

7.2.4 曲线超高设置应符合下列规定：

- 1 地下线曲线超高宜按半超高设置；高架线、地面线宜按全超高设置；
- 2 曲线超高应在缓和曲线内递减。无缓和曲线时，应在直线段递减；
- 3 设置半超高的曲线超高顺坡率不宜大于 2‰，困难地段不应大于 2.5‰。设置全超高的曲线超高

顺坡率不应大于 2%。

7.2.5 轨道结构高度应根据轨下基础及道床型式确定。一般地段宜按表 7.2.5 取值，减振地段的轨道结构高度应根据采用的减振措施确定。B₁ 型车单线圆形隧道若采用两侧排水沟时，轨道结构高度应不小于 790mm。

表 7.2.5 轨道结构高度

轨下基础及道床型式		轨道结构高度 (mm)	
		正线、配线	车场线
矩形隧道无砟道床		560	—
单线马蹄形隧道无砟道床		650	—
单线圆形隧道无砟道床		740	—
高架桥无砟道床		500~520	—
有砟道床 (木枕/混凝土枕)	双层道砟	840~870	—
	单层道砟	690~720	625

7.2.6 轨枕及扣件铺设数量应符合表 7.2.6 的规定，减振轨道结构扣件铺设数量应经轮轨耦合动力学分析计算确定，不应低于表 7.2.6 标准的规定，且应按级加密。洗车线、立柱式检查坑的扣件间距分别不宜大于 1000mm、1250mm。

表 7.2.6 轨枕及扣件铺设数量 (对/km)

道床型式	正线、出入线		其他配线	车场线
	直线及 $R > 400\text{m}$ 、坡度 $i < 20\%$	$R \leq 400\text{m}$ 或坡度 $i \geq 20\%$		
无砟道床	1600~1680	1680~1760	1600	1440
混凝土枕有砟道床	1600~1680	1680~1760	1600~1680	1440
无缝线路混凝土枕有砟道床	1680~1760	1760~1840	—	—
木枕有砟道床	1680~1760	1760~1840	1680	1440

7.2.7 线路开通运营前，宜对正线钢轨预打磨。

7.3 轨道部件

7.3.1 钢轨应符合下列规定：

- 1 正线、配线钢轨应采用 60kg/m 钢轨，钢轨抗拉强度应大于 880MPa。正线半径小于 700m 曲线地段，宜采用全长热处理钢轨；
- 2 车场线宜采用 50kg/m 钢轨；
- 3 有缝线路的钢轨接头应采用对接，曲线内股应采用厂制缩短轨。半径不大于 200m 的曲线地段，钢轨接头应采用错接，错接距离不应小于 3m；
- 4 不同轨型的钢轨应采用异型钢轨连接；
- 5 连接于钢轨上的轨连线等，应连接到钢轨轨腰上，且不得造成钢轨损伤。

7.3.2 扣件应符合下列规定，扣件零部件的技术性能指标应符合扣件产品相关技术条件的规定：

- 1 无砟轨道应采用弹性分开式扣件；地下线应采用 DTⅥ型系列扣件，车场库内线宜采用 DJK 型系列扣件，高架线应采用 DTⅦ型系列小阻力扣件；
- 2 机械化施工地段有砟轨道宜采用弹性不分开式扣件；
- 3 无砟轨道和有砟轨道用扣件的垂直静刚度宜分别为 20kN/mm~40kN/mm 和 40kN/mm~

60kN/mm;

4 单个扣件节点绝缘部件的工作电阻应不小于 $10^8\Omega$;

5 正线扣件的螺母宜采用防松螺母。

7.3.3 轨枕应符合下列规定，技术性能应符合轨枕产品有关技术条件的规定：

1 无砟轨道应采用混凝土轨枕；有砟轨道宜采用预应力混凝土轨枕，个别地段经技术经济比较可采用其他类型的轨枕；

2 轨枕设计时，应设计接触轨等轨旁设备的安装预埋件。

7.3.4 道岔结构应符合下列规定：

1 9号、12号道岔应采用负割线型弹性可弯曲尖轨系列道岔，7号道岔应采用曲尖轨系列道岔，道岔技术性能应符合道岔产品相关技术条件的规定；

2 道岔钢轨类型应与正线的钢轨类型一致；

3 道岔钢轨宜采用全长热处理钢轨；

4 采用弹性分开式扣件，扣压件型式宜与相邻区间的扣压件一致；

5 采用配套的混凝土岔枕；

6 同一道岔区不可采用多种道床型式；

7 道岔转辙器和辙叉部位不应设在隧道沉降缝或梁缝上。

7.3.5 钢轨伸缩调节器设置应符合下列规定：

1 钢轨伸缩调节器的设置应根据桥上无缝线路计算确定，技术性能应符合钢轨伸缩调节器产品有关技术条件的规定；

2 钢轨伸缩调节器宜设置在直线地段，当位于曲线地段时，应满足伸缩调节器的铺设范围要求，且不应位于竖曲线与缓和曲线重叠地段或跨梁缝设置；

3 钢轨伸缩调节器基本轨应与相邻钢轨轨型和材质相同。

7.4 道床结构

7.4.1 道床结构型式应符合下列规定：

1 地下线、高架线及车场库内线应采用无砟道床。长度较短的单体桥且两端均为有砟道床时宜采用有砟道床；

2 地面线宜采用有砟道床，若采用无砟道床，应结合工程地质条件、环保要求、养护维修条件及其他特殊技术要求等进行技术经济比选后确定；

3 同一曲线宜采用一种道床结构型式。

7.4.2 无砟道床结构应符合下列规定：

1 道床表面应按区间疏散通道设计，应使道床表面平整。采用双侧水沟时，应保证道床中心轨枕顶面与道床面相同；

2 宜采用轨枕式钢筋混凝土道床结构，可采用板式道床或其他新型道床结构。道床内钢筋布置应结合杂散电流排流的技术要求。轨枕式道床宜采用短轨枕，经技术经济比选可采用预应力混凝土长轨枕或其他新型轨枕类型。接触轨供电制式时道床宜采用宽度为 700mm 的中心水沟。轨枕与道床、道床与结构底板或桥面间宜采取有效措施加强连接；

3 混凝土强度等级，隧道内和 U 形结构地段不应低于 C35，高架线和地面线地段不应低于 C40。钢筋、混凝土结构应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关要求；

4 轨枕式道床的枕下混凝土厚度不宜小于 100mm；

5 无砟轨道应设置道床伸缩缝，其间距在隧道内不宜大于 12.5m，其余地段不宜大于 6.25m。在结

构变形缝和高架桥梁缝处，应设置道床伸缩缝；

6 地下线道床排水沟的纵向坡度宜与线路坡度一致。线路平坡地段的排水沟应设纵向坡且不小于 2%；当相邻地段排水沟深度不同时，应进行排水沟顺坡；

7 道床面低于钢轨底面不宜小于 70mm，或低于轨枕承轨面宜为 20mm~40mm。道床面横向排水坡度不宜小于 2.5%；

8 在无砟轨道地段应设铺轨基标，应保留控制基标。

7.4.3 有砟道床结构应符合下列规定：

1 采用一级及以上道砟，道床材料应符合现行行业标准《铁路碎石道砟》TB/T 2140 和《铁路碎石道床底砟》TB/T 2897 的规定；

2 在无缝线路锁定前，有砟道床的密实度不得小于 17kN/m^3 ，道床纵向阻力不得小于 10kN/枕 ，道床横向阻力不得小于 9kN/枕 ；

3 有砟道床最小厚度不宜小于表 7.4.3 的规定；

表 7.4.3 有砟道床最小厚度

下部结构类型	道 床 厚 度 (mm)		
	正线、配线		车场线
非渗水土路基	双层	道砟 250	单层 250
		底砟 200	
岩石、渗水土路基、混凝土结构	单层道砟 300		

4 正线无缝线路地段有砟道床的道床肩宽不应小于 400mm，有缝线路地段道床肩宽不应小于 300mm。无缝线路曲线半径小于 800m、有缝线路曲线半径小于 600m 的地段，曲线外侧道床肩宽应加宽 100mm。无缝线路砟肩应堆高 150mm。道床边坡均应为 1:1.75；

5 车场线有砟道床的道床肩宽不应小于 200mm，曲线半径不大于 300m 的地段，曲线外侧道床肩宽应加宽 100mm，道床边坡均应为 1:1.5；

6 有砟道床顶面应与混凝土轨枕中部顶面平齐，应低于木枕顶面 30mm。

7.4.4 道床结构的过渡段设置应符合下列规定：

1 正线、出入线和试车线的无砟道床与有砟道床间应设过渡段，长度不宜小于车辆定距；

2 不同减振地段间宜设置过渡段。

7.5 无 缝 线 路

7.5.1 应采用温度应力式无缝线路。下列地段轨道宜按无缝线路设计，曲线半径小于以下限制值时，应进行特殊设计，并采取加强措施：

1 地下线的直线和曲线半径不小于 300m 地段；

2 高架线及地面线无砟道床的直线和曲线半径不小于 400m 地段；有砟道床的直线和曲线半径不小于 600m 地段。

7.5.2 正线有砟道床地段宜按一次铺设无缝线路设计。

7.5.3 应合理确定设计锁定轨温，一般地下线锁定轨温范围应为 $10^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，地面线和高架线宜为 $22^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ ，并对轨道结构强度、稳定性等进行计算。

7.5.4 道岔区不应与无缝线路长钢轨焊接。铺设跨区间无缝线路时，应进行无缝道岔中相对位移及部件强度等检算。

7.5.5 高架线无砟道床的无缝线路铺设应满足下列要求：

1 桥上无缝线路设计应计算钢轨伸缩力、挠曲力、断轨力等；并应进行钢轨断缝检算。无砟轨道、有砟轨道钢轨折断允许断缝值分别为 100mm 和 80mm；

2 温度跨度大于 100m 的钢梁或温度跨度大于 120m 的混凝土梁地段铺设无缝线路时，应根据计算确定钢轨伸缩调节器的设置方式；

3 联合接头距梁端的距离不应小于 4m。

7.5.6 无缝线路应按相关规定设置位移观测桩。钢轨伸缩调节器和道岔均应按一个单元轨节设置位移观测桩。

7.6 轨道减振

7.6.1 综合减振措施应依据工程环境影响评价报告书和补充工程环境影响评价报告书的要求确定。

7.6.2 减振级别宜划分为初级减振、中级减振、高级减振和特殊减振四级；按振动预测值 V_{Lz} 的超标量，初级减振为超标应小于 5dB，中级减振应为超标 [5dB, 10dB)，高级减振应为超标 [10dB, 15dB)，特殊减振应为超标 15dB 及以上。

7.6.3 减振地段长度应根据振动敏感点类型、线路条件、减振要求和减振段端部过渡段等因素综合确定，应至少在敏感点两端各延长 30m。

7.6.4 减振轨道结构的选择应符合下列规定：

1 宜选用已在北京地铁应用成熟的减振轨道结构；

2 减振轨道结构应结合减振级别确定，每种减振级别的产品宜只采用 1 种。

7.6.5 浮置板道床应采用预制轨枕式道床。

7.7 轨道安全设备及附属设备

7.7.1 高架线下列地段应采用防脱护轨或护轮矮墙等措施，防脱护轨应设置在钢轨内侧，护轮矮墙宜设置在两股钢轨外侧，设置位置应符合如下规定：

1 半径不大于 500m 曲线地段的缓圆（圆缓）点两侧，其缓和曲线部分不小于缓和曲线长的一半并不小于 20m、圆曲线部分 20m 范围内，应在曲线下股钢轨设置；

2 高架桥跨越城市干道、铁路及通航航道等重要地段，以及受列车意外撞击时易产生结构性破坏的高架桥地段及其两端以外各 20m 范围内，应设置在靠近双线高架桥中线侧的钢轨内侧；

3 竖曲线与缓和曲线重叠处，应设置在竖曲线范围内两股钢轨内侧。

7.7.2 在轨道尽头应设置车挡，并符合下列要求：

1 正线及配线、试车线、牵出线的终端应采用液压缓冲滑动式车挡。地面和地下线终端车挡允许最大冲撞速度应不小于 15km/h，高架线终端车挡允许最大冲撞速度应不小于 25km/h。特殊情况时根据车辆、信号等要求计算确定；

2 车场其他库外线终端宜采用固定式车挡，占用轨道长度不宜大于 2m；

3 车场库内线终端可采用月牙式车挡或滑移式车挡，占用轨道长度不宜大于 2.5m。

7.7.3 轨道应设置下列标志，标志面板应采用反光材料：

1 线路标志应包括百米标、坡度标、曲线要素标、平面曲线起终点标、竖曲线起终点标、道岔编号标、控制基标等；

2 有关信号标志应包括限速标、停车位置标、警冲标等。警冲标应设在两线交会的设备限界相交处，其余标志应设在行车方向右侧司机易见处。

7.7.4 半径不大于 400m 的正线曲线、半径不大于 600m 的减振轨道曲线宜设置地面钢轨涂油器。

7.7.5 平过道的轮缘槽宽度应为 70mm~100mm，深度应为 50mm。

3 基床厚度应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定，特别条件下，可根据布氏理论等计算确定；

4 基床表层宜采用半刚性二灰砂砾或水泥稳定级配碎石；

5 基床底层宜采用 A、B 组填料或级配碎石（砂砾石）填筑。

8.3.3 无砟轨道基床表层压实标准应符合表 8.3.3 的规定：

表 8.3.3 基床表层压实标准

层 位	填料类别	二灰砂砾	水泥稳定级配碎石
	压实指标		
基床表层	地基系数 K_{30} (MPa/m)	≥ 180	≥ 190
	压实系数 K	≥ 0.98	≥ 0.97
	动态变形模量 E_{VD} (MPa)	—	≥ 55

8.3.4 无砟轨道基床底层压实标准应符合表 8.3.4 的规定：

表 8.3.4 基床底层 A、B 组填料压实标准

层 位	填料类别	砂类土及细砾土	碎石类及粗砾土
	压实指标		
基床底层	地基系数 K_{30} (MPa/m)	≥ 130	≥ 150
	压实系数 K	≥ 0.95	≥ 0.95
	相对密度	0.8	/
	孔隙率	—	24
	动态变形模量 E_{VD} (MPa)	≥ 40	≥ 40

8.3.5 二灰砂砾、级配碎石、级配砂砾的技术要求应符合现行地方标准《北京市城市道路工程施工技术规程》DBJ 01—45 的有关规定执行。

8.4 路 堤

8.4.1 有砟轨道路堤应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定。

8.4.2 无砟轨道路堤应符合下列规定：

1 无砟轨道路堤基床以下部位采用 A、B 组填料和 C 组碎石、砾石类填料时，压实标准应符合表 8.4.2 的规定：

表 8.4.2 基床以下部位填料的压实标准

填料类别	砂类土及细砾土	碎石类及粗砾土
压实指标		
地基系数 K_{30} (MPa/m)	110	130
压实系数 K	0.92	0.92
相对密度	0.75	—
孔隙率	—	28

2 高度小于基床厚度的低路堤，基床表层厚度范围应全部换填基床表层填料，并满足表 8.3.3 压实标准的要求。基床底层厚度范围内天然地基的土质及其压实标准按表 8.3.4 要求执行。天然地基土质不满足要求时应采取换填或土质改良等措施；

3 地基表层天然地基的静力触探比贯入阻力 P_s 值不得小于 1.2MPa，或满足天然地基基本承载力 σ_0

不得小于 0.15MPa 要求。

8.4.3 路堤边坡坡脚外宜设置不小于 2m 的护道，用地受限的特殊困难地段，如能确保路基稳定，满足管线布置时，应设置不小于 1m 的护道。

8.4.4 路堤边坡坡率及高度按现行行业标准《铁路路基设计规范》TB 10001 的有关规定执行。

8.5 路 堑

8.5.1 路堑边坡高度不宜超过 20m。路堑边坡高度超过 20m 时，应采用隧道或明洞。

8.5.2 不良地质、软土地质及受地下水影响的地段，应避免采用路堑方式。

8.5.3 有砟轨道路堑地基表层天然地基的静力触探比贯入阻力 P_s 值不得小于 1.0MPa，或天然地基基本承载力 σ_0 不小于 0.12MPa。

8.5.4 无砟轨道路堑地基表层天然地基的静力触探比贯入阻力 P_s 值不得小于 1.2MPa，或天然地基基本承载力 σ_0 不小于 0.15MPa。

8.5.5 路堑基床厚度范围内的土质不满足本规范 8.3.1 条及表 8.3.3、表 8.3.4 要求时，应换填或土质改良。

8.6 工 后 沉 降

8.6.1 区间正线有砟轨道路基工后沉降量应满足轨道要求，一般应不大于 200mm，路桥过渡段不应大于 100mm，沉降速率均不应大于 50mm/年。

8.6.2 区间正线无砟轨道路基工后沉降量应满足轨道要求，一般应不大于 20mm，均匀沉降且调整轨面高程后的竖曲线半径满足舒适度要求时，工后沉降可为 30mm。路桥过渡段两侧工后不均匀沉降造成的折角不应大于 1.6‰。

8.6.3 路桥或路隧交界处的差异沉降不应大于 10mm，过渡段沉降造成的路基与桥、隧的折角不应大于 1.6‰。

8.7 地 基 处 理

8.7.1 地基处理应满足承载力、稳定性及工后沉降的要求，地基处理措施应根据线路条件、轨道结构、地质资料、路堤高度、填料、建设工期等因素综合确定。

8.7.2 稳定斜坡上地基表层处理应符合下列规定：

- 1 地面横坡小于 1:5 时，可清表后直接在天然地面上填筑路堤；
- 2 地面横坡为 1:5~1:2.5 时，原地面应挖台阶，台阶宽度不宜小于 2m，困难条件下不得小于 1m；
- 3 地面横坡大于 1:2.5 时，应检算路堤整体稳定性，必要时应采取设置支挡结构的防滑措施；
- 4 地基表层为天然密实度小于设计值的松散土层时，若松土厚度不大于 0.3m，可将原地面夯压密实，密实度应不小于重型击实标准的 95%。

8.7.3 当地下水影响路堤稳定时，应采取拦截、引排地下水或设置隔水层等措施。

8.7.4 农田、池塘等地段，应视具体情况采取排水、清淤、晾晒、换填、加筋、外掺无机结合料等处理措施。当为软土地基时，应采取相应的软土地基处理措施。

8.7.5 厚层软土及特殊基地段的路基应进行路基稳定性和沉降检算。各类特殊路基工程设计应符合现行行业标准《铁路特殊路基设计规范》TB 10035 的有关规定。

8.8 过渡段

8.8.1 路堤与桥台、路基与横向结构物、路堤与路堑连接处应设置刚度过渡段。

8.8.2 有砟轨道路基与桥台过渡段应符合下列规定：

- 1 在线路纵向，采用一正梯形结构时，过渡段长度不应小于 20m；
- 2 过渡段采用级配碎石加 5%水泥分层填筑，压实标准应满足地基系数 $K_{30} \geq 180\text{MPa/m}$ 、孔隙率 $n < 18\%$ 的要求；
- 3 在线路横向，桥台宽度应与路基面等宽。

8.8.3 无砟轨道路基与桥台过渡段应符合下列规定：

- 1 在线路纵向，当采用一正梯形加一倒梯形结构时，过渡段长度不宜小于 $4H$ （ H 为填方高度，单位以米计）且不得小于 20m；
- 2 过渡段材料及压实标准应符合本规范 8.8.2 条的规定；
- 3 在线路横向，桥台宽度应与路基面等宽；
- 4 桥台台背宜设置牛腿。

8.8.4 路基与横向结构物过渡段要求同本规范 8.8.2 及 8.8.3 条规定。

8.8.5 路基与路堑（或 U 型槽）过渡段应符合下列规定：

- 1 应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定；
- 2 受地下水位影响的路堑应以 U 型槽型式通过；
- 3 当路基与 U 型槽连接时，其平面宽度、轨道结构高度及排水条件应协调。

8.9 路基支挡结构物

8.9.1 路基在下列情况下应修筑支挡结构物：

- 1 路基位于陡坡地段或风化的路堑边坡地段；
- 2 为避免大量挖方及降低边坡高度的路堑地段；
- 3 为节约用地少占农田和城市用地的地段；
- 4 为保护重要的既有建筑物、其他特殊条件和生态环境等需要的地段。

8.9.2 路基支挡结构设计应符合现行行业标准《铁路路基支挡结构设计规范》TB 10025 的有关规定。

8.10 线路防护、路基防护

8.10.1 封闭线路的全线路基应设置隔离栅栏等进行线路防护，防护高度为 2.5m。邻近道路交通的路基或过渡段，必要时应进行防撞设计。

8.10.2 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。

8.11 路基排水系统

8.11.1 路基应有完善的排水系统，排水设施应布置合理，应与桥涵、隧道、站场、市政等排水设施衔接，应采取防、排、疏相结合措施。

8.11.2 地面横坡明显的地段，排水沟、天沟应在上方一侧设置。若地面横坡不明显，应在路基两侧设置。

8.11.3 路基排水纵坡不宜小于 2%；地面平坦地段或反坡排水的困难地段可减少至 1%。

8.11.4 受地下水影响的路基应根据地下水类型、含水层的埋藏深度、地层的渗透性等条件，设置暗沟（管）、渗沟、检查井等地下排水设施。

8.12 路基变形观测

8.12.1 轨道铺设前，应对路基变形进行观测、评估。

8.12.2 不良地质、软土地基地段的无砟轨道路基工后沉降值应控制在允许范围内，路基填筑完成或施加预压荷载后应有 3~6 个月的观测和调整期。路基沉降观测应以路基面沉降和地面沉降观测为主。

9 车 站 建 筑

9.1 一 般 规 定

- 9.1.1 车站总体布局应满足北京市城市总体规划、城市综合交通规划、环境保护、文物保护和城市景观的要求，并应处理好与地面建筑、地面道路、地下管线、地下构筑物及施工时交通组织等之间的关系，减少房屋拆迁和管线改移。
- 9.1.2 车站规模和通行、服务设施标准应根据预测客流、系统设计能力和车站分类、分级以及不同运营工况合理确定。
- 9.1.3 换乘车站应根据线网规划、线路敷设方式和建设时序，结合客流特征选择便捷合理的换乘方式，并按本规范第 9.12.5 条规定进行静态换乘功能评价。
- 9.1.4 下列重要、复杂的换乘车站应进行客流动态仿真模拟评价：
- 1 转乘特级、甲级城际交通客运站的换乘车站；
 - 2 线网中原非换乘车站改造成的换乘车站；
 - 3 三线换乘及三线以上的换乘车站；
 - 4 静态换乘功能评价有突出问题的换乘车站。
- 9.1.5 集会性质的大型体育场馆、会展中心以及大型社会活动中心等短时间会产生大规模突发性客流的 B 类乙级和乙级以上车站，应根据冲击规模和冲击强度，提供站外缓冲空间、进行有组织的限流。
- 9.1.6 具有清客功能的小交路折返站和故障停车功能的车站，应对远期（客流控制期）清客工况下站台滞留乘客的人流密度和紧急疏散时间进行校验。
- 9.1.7 具有潮汐客流特征的线路起终点站，宜采用岛式站台，其通行设施应能适应早晚高峰时段客流不均衡要求。
- 9.1.8 车站设计应满足客流需求，确保乘降安全、疏导迅速。功能布局应合理、分区明确、便于管理，并应具有良好的通风、照明、卫生、防灾等设施。
- 9.1.9 地上车站围护结构应综合采取防雨雪、遮阳、保温、隔热和防风措施，并应满足日常清洁维护要求。当车站临近住宅、医院、学校、图书馆等有环境保护要求的区域时，应满足本规范第 25 章及现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 和北京市日照间距的有关规定。
- 9.1.10 车站宜与周边地区规划结合，综合利用地上、地下空间进行一体化设计。出入口宜与周边物业开发、地下通道、过街天桥相结合。

9.2 车站分类、分级

- 9.2.1 车站分类标准应符合表 9.2.1 的规定。
- 9.2.2 根据主导客流对车站基本功能使用要求的差异性，各类性质车站的分级应符合表 9.2.2 的规定。

表 9.2.1 车站建筑分类体系

类别	A 类 (旅行)	B 类 (休闲、集会)		C 类 (通勤)
		休闲	集会	
主导客流	转乘城际交通客流	旅游观光及商业购物客流	瞬时大规模突发客流	上下班及日常商务客流

表 9.2.1 车站建筑分类体系（续）

类别	A类 (旅行)	B类(休闲、集会)		C类 (通勤)
		休闲	集会	
车站服务区域 环境功能定位	各级城际交通枢纽	1 大型特色商业区 2 风景名胜及观光点 3 其他大型游乐场所	1 体育场馆 2 会展中心 3 其他大型社会活动中心等短时间会产生突发性客流的场所	1 高密度就业区 2 以居住功能为主远地就业的社区 3 近郊客运中心 4 市郊铁路首末站 5 市域公交枢纽 6 市内公交枢纽 7 线路起终点

注：在特定的区域，出现功能定位交织时，应按照标准兼容的原则进行归类，对相互不兼容的，可根据主导客流行为特征参照执行。

表 9.2.2 车站建筑分类分级表

类别 等级	A类(旅行)	B类(休闲、集会)	C类(通勤)
	转乘城际交通客流	旅游观光及商业购物客流 瞬时大规模突发客流	上下班客流 日常商务客流
特级	大型城际客运交通枢纽站	世界文化遗产旅游观光区 举办国际性聚会活动的场所	—
甲级	发车距离 $\geq 300\text{km}$ 的城际客运站	国家级风景名胜区 著名商业区 举办国家级聚会活动的场所	近郊客运中心 市域公交枢纽 市郊铁路首末站 国家级商务中心 国家行政办公中心 大型居住区
乙级	发车距离 $< 300\text{km}$ 的城际客运站	市级休闲、商业购物中心 举办市级聚会活动的场所	市级办公中心 区级行政中心 市内公交枢纽 居住区
丙级普通车站	—	区级休闲、商业购物中心 举办市级以下聚会活动场所	线路起终点 居住小区 普通车站

9.3 车站设计标准

9.3.1 车站站厅、站台规模以及出入口通道、楼梯、自动扶梯、售检票口（机）等设施的能力应按该站超高峰设计客流量确定，超高峰设计客流量为该站预测远期高峰小时客流量或客流控制期的高峰小时客流量乘以 1.1~1.4 的超高峰系数。

9.3.2 车站各部位最小净宽和最小净高应符合表 9.3.2 的规定。

9.3.3 各级车站的站台宽度应通过计算确定，但最小站台宽度不应小于表 9.3.3 的规定。

9.3.4 换乘车站的站台宽度应通过计算确定，双柱岛式节点台、台换乘车站的最小站台宽度不应小于 14m，台、厅、台换乘或通道换乘的最小站台宽度不应小于 13m。

9.3.5 车站各种设施的最大通行能力应符合表 9.3.5 的规定。

表 9.3.2 车站各部位最小净宽和净高 (m)

名 称	最小净宽	最小净高
站台、站厅层管理用房 (地饰面至吊顶垂直高度)	—	2.5
地下车站出入口通道 (地饰面至吊顶垂直高度)	4.2	2.6
人行天桥 (地饰面至吊顶或雨棚垂直高度)	3.0	2.6
公共区单向人行楼梯	1.8	2.4
公共区双向人行楼梯	2.4	2.4
站台层与上下行自动扶梯并列设置的人行楼梯 (困难时)	1.5	2.4
设备管理用房楼梯、消防楼梯、区间风井内的疏散楼梯	1.2	2.2
地下车站消防专用通道 (地饰面至结构顶板底面的垂直高度)	1.2	2.4
站台至轨道区的工作楼梯 (兼疏散楼梯)	1.1	—
设备管理用房的房间门 (除管道间门外) 以及走道的疏散门	0.9	2.05
位于走道末端房间的疏散门	1.4	2.05
风道内的联系楼梯	0.9	2.2

表 9.3.3 车站站台最小宽度 (m)

车站分级	站 台 宽 度			
	岛 式 站 台		侧 式 站 台	
	双柱	单柱	长向范围内设楼梯或柱的侧站台乘降区宽度	长向范围内不设楼梯或柱的侧式站台宽度
特级	16	不宜采用	3.3	—
甲级	14	不宜采用	2.8	6.0
乙级	13	12	2.6	5.0
丙级	12	11	2.6	4.0

注：各级岛式站台侧站台的最小宽度同侧式站厅长向范围内设楼梯或结构柱的侧站台乘降区最小宽度。

表 9.3.5 车站各种设施最大通行能力

名 称			通 过 能 力	
			(人/h)	(人/min)
1m 宽通道	单向通行		5000	83.3
	双向混行		4000	66.7
1m 宽楼梯	单向下行		4200	70
	单向上行		3700	61.7
	双向混行		3200	53.3
1m 宽自动扶梯 (30°)	0.50m/s		6000	100
	0.65m/s		7300	121.7
0.60m 宽自动扶梯 (30°)	0.50m/s		3600	60
	0.65m/s		4400	73.3
人工售票口			1200	20
自动售票机			300	5
人工检票口			2600	43.3
自动检票机	门扉式	非接触 IC 卡	1500	25
	双向门扉式	非接触 IC 卡	1500	25

9.3.6 各类车站（含换乘车站）的自动扶梯、楼梯、检票机和出入口通道等站内通行设施能力折减系数宜符合表 9.3.6 的规定。

表 9.3.6 车站通行设施折减系数

车站类型	车站等级	通行设施折减系数			
		通道	自动扶梯	楼梯	检票机
A 类：转乘城际交通	特级、甲级	0.70	0.85	0.85	0.75
C 类：近郊客运中心	乙级				
B 类：体育场馆 会展中心 大型社会活动中心 商业购物中心 旅游观光	甲级	0.80	0.90	0.90	0.85
C 类：市域公交枢纽 市郊铁路首末站	乙级				
C 类：市内公交枢纽	丙级	0.90	1.00	1.00	1.00
C 类：线路起终点	丙级				
B 类、C 类：丙级普通车站 C 类：各级商务和行政、办公中心，居住区		0.90	1.00	1.00	1.00

9.3.7 地下车站站厅和站台公共区的吊顶最小高度不应低于表 9.3.7-1 的规定；出入口通道吊顶的最小高度不应低于表 9.3.7-2 的规定。

表 9.3.7-1 车站公共区吊顶的最小高度

站台宽度（m）	≤12	13	14	15	16	>16
站台吊顶高度（m）	3.00	3.00	3.15	3.15	3.30	3.30
站厅吊顶高度（m）	3.20	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60

表 9.3.7-2 车站出入口通道吊顶的最小高度

出入口净宽（m）	4.20	4.80	5.50	6.20	>6.20
吊顶高度（m）	2.60	2.60	2.70	2.80	3.00

9.3.8 地上车站站厅梁下至地饰面的最小高度不应低于 2.8m，吊顶至地饰面的最小高度不应低于 3.2m；侧式车站站台地饰面至风雨棚底面的最小高度不应低于 2.8m。

9.3.9 车站服务设施的分类配置标准宜符合表 9.3.9 的规定。

表 9.3.9 车站服务设施的分类配置标准

车站类型	需要配置的服务设施						
	公共厕所	信息咨询	自助零售	金融便利	客服中心	人工售票	无障碍设施
城际交通客运站、近郊客运中心	增加洁具数量	独立设置	应设	应设	应设	应设	符合规范要求
旅游观光	增加洁具数量	独立设置	应设	应设	应设	应设	符合规范要求
商业购物中心	增加洁具数量	独立设置	不设	不设	应设	应设	符合规范要求
体育场馆、会展中心、大型社会活动中心	增加洁具数量	宜兼用	不设	不设	应设	宜兼用	符合规范要求

表 9.3.9 车站服务设施的分类配置标准（续）

车 站 类 型	需要配置的服务设施						
	公共厕所	信息咨询	自助零售	金融便利	客服中心	人工售票	无障碍设施
其他类型车站	常规	宜兼用	不设	不设	应设	宜兼用	符合规范要求

注：1. 其他类型车站的公共厕所按常规设计，即男厕大便器数量不少于 2 个、小便器不少于 3 个，女厕大便器不少于 4 个。城际交通枢纽和近郊客运中心卫生洁具的数量宜在一般车站基础上各增加 2 个~3 个，旅游观光、商业购物中心和体育场馆、会展中心、展览馆卫生洁具的数量宜在一般车站基础上各增加 1 个~2 个；

2. 人工售票和信息咨询“宜兼容”是指和“客服中心”兼有售票和咨询功能。

9.4 车站总平面布局

9.4.1 地下车站总平面布局应根据线路特征、运营要求、车站周边环境和规划条件、城市道路、车站规模和形式，区间采用的施工方法等条件确定。合理选择车站站位和出入口、风亭、冷却塔等附属设施的位置，并应符合规划、消防、人防、环保和城市景观等要求。站台形式可采用岛式、分离岛式、侧式、侧岛混合式等形式，站厅形式可采用贯通式、端头厅式、地面厅等形式。

9.4.2 地下车站竖向布局应根据线路敷设方式、地下管线、地下构筑物 and 区间穿越条件等因素，采取地下多层、地下一层、路堑式等形式，车站埋置深度宜浅。

9.4.3 地上车站的总平面布局应根据区间线路条件、道路红线宽度、地面交通状况、周边环境及城市景观等因素确定，站位可采取路侧或路中，车站可采取地上一层、高架二层、高架多层等形式。

9.4.4 地上车站站位设置应符合下列规定：

1 设于道路红线外的地上车站应符合站址周边规划和环保要求，站前广场的地面标高不应低于周边场地的地面高程和衔接道路的人行道高程。确有困难时，应采取有效的排水措施。与开发建筑结合时应采取防止列车对结合建筑的震动和噪声干扰的措施；

2 设于道路中央的高架车站不应跨十字路口和丁字路口布设，必须跨路设置的高架车站，宜缩小体量，桥墩的设置应避免对路口视线和今后道路渠化的影响；偏路口设站时，车站站端建筑轮廓线离道路红线交叉点的最小距离不宜小于 30m；

3 高架车站应远离横穿线路的铁路和公路桥，以及公路隧道进出口和立交桥，并应满足道路交通要求。

9.4.5 线路穿越十字路口交通要道跨路口设置的地下车站，应结合规划条件在不同象限设置出入口。条件困难偏路口一侧设置的车站，宜在主客流方向设置跨十字路口的出入口或预留过街条件。

9.4.6 车站总平面控制标高应按北京市地方高程系统设计。

9.4.7 地下车站出入口地面亭的设置要求应符合本规范第 9.7 节的有关规定。

9.4.8 车站出入口、消防专用出入口与人员集中的体育场馆、影剧院、展览馆、游乐场以及居住小区、幼儿园、托儿所、中小学等场所的进出口最小距离不宜小于表 9.4.8 的规定。

表 9.4.8 出入口离建、构筑物的进出口边缘最小间距

建 筑 物	最小间距（m）
公园、学校、托幼	15
居住小区入口	10
体育馆	50
体育场	100
影剧院、展览馆、游乐场	25
公交车站边缘	15
非道路交叉口人行过街天桥或地道	10

9.4.9 地下、地上车站出入口不应设置在道路中央的绿化隔离带上，必须设置时应有连接入行的过街措施。设在机非隔离带上的出入口宜有人行过街措施。

9.4.10 位于绿地、广场或有特殊景观要求的风亭可采用顶面开口的敞口低风亭。风亭的设置要求应符合本规范第 9.8 节的有关规定。

9.4.11 风亭不应设在道路红线内的转角处，必须设置时，不得影响交通视线，并不应影响今后的道路渠化。

9.4.12 地上车站、附属建筑以及地下车站出入口、风亭、冷却塔不宜布置在城市高压线下方，与高压线的距离应符合现行国家标准《城市电力规划规范》GB 50293 及相关电力规范的有关规定。

9.4.13 出入口地面亭、风亭和冷却塔等附属建筑与相邻地块建设时序一致时，宜与地块建筑结合，并应同步设计、同步实施；建设时序不同或规划条件不成熟时，附属建筑应单独修建，并在出入口适当位置预留与开发地块的接口条件。预留出入口以及分期建设的换乘车站地面出入口和风亭，应统一规划、合理布局，并做好后期建设工程的预留和规划控制。

9.4.14 地下车站出入口通道和风道靠近时，宜利用出入口通道与风道间的围合空间布设设备或其他用房。

9.4.15 设配线的明挖车站，应充分利用配线上部的空间布设设备用房，缩短风道，少占地块。

9.4.16 车站出入口地面亭前应规划人流集散场地。出入口附近，应根据车站类别和交通接驳要求，结合周边环境设置自行车停车场地，应与出入口同步实施。

9.4.17 车站出入口应与其他交通方式有良好的衔接，与公交港湾衔接时，公交客流与进出站客流不宜交叉。

9.4.18 A 类各级转乘城际交通车站，C 类市郊铁路首末站、市域公交枢纽和线路起终点站，以及位于城市道路四环路以外的重要节点车站，应结合城市总体规划、综合交通规划做好交通衔接；车站周边应布置 P+R 停车场、自行车停车场和交通衔接设施；应与车站同步规划、同步设计和施工。

9.5 车站平面

I 车站站厅

9.5.1 站厅公共区平面应根据车站形式、客流流线、安检设施、售检票方式以及楼扶梯、无障碍电梯和其他乘客服务设施的布局综合确定。公共区应用检票机和栅栏隔开，划分为非付费区和付费区。栅栏的设置应符合下列规定：

1 栅栏的栏杆高度不应低于 1.1m；

2 栅栏上应设置向疏散方向开启的平开栅栏门，栅栏门的净宽不应小于 1.1m。供特种履带式消防车进入付费区的栅栏门数量不应少于一个，其净宽不应小于 1.55m。

9.5.2 站厅公共区两端非付费区的纵向长度应根据车站客流、主导客流行为特征和服务区域环境功能定位配置的通行、服务设施合理确定，其纵向长度不宜小于 16m。

9.5.3 站厅公共区连接两端非付费区的联络通道内设进站检票机时，检票机外侧的通道净宽度不应小于 4.0m。无售检票设备时，通道最小净宽不应小于 3.00m。

9.5.4 站厅自动售、检票机应结合出入口通道、楼梯、自动扶梯、电梯、票务等服务设施统一布置。售、检票机布置应符合下列规定：

1 售、检票机的布置应符合乘客进、出站流线，客流不宜交叉；

2 车站售、检票机的数量和布局应根据近、远期客流统一设计，远期预留条件、分期实施；

3 同种售检票终端设备宜相对集中布置。售检票设施应符合本规范第 21.1 和 9.9 节的有关规定；

4 自动售票机应结合设备检修要求进行布置，当设备检修采用后开门形式时，售票机后部离墙装

饰面净距不应小于 0.8m；对前开门的自动售票机宜采用嵌入式或靠墙安装布置方式；

5 售票机前应留有购票乘客的集聚空间，聚积空间不应侵入人流通行区；

6 自动检票机至车站各部位的最小净距不宜小于表 9.5.4 的规定。

7 对不同运营时段进出站客流差别较大以及有可能发生突发客流的车站，应在不同方向增设双向检票机；

8 临近火车站、机场、城际交通枢纽、近郊客运中心等对外交通设施的车站，应增加人工售票、双向宽通道检票机及乘客服务设施。

表 9.5.4 自动检票机至车站各部位的最小净距 (m)

名 称	最小距离 (m)
进站自动检票机内侧距步行楼梯第一级踏步距离	4
进站自动检票机内侧距自动扶梯扶手带转向处距离	5
进站自动检票机外侧距平行设置售票机的距离	5
出站自动检票机内侧距步行楼梯第一级踏步的距离	5
出站自动检票机内侧距自动扶梯扶手带转向处距离	6
相对布置的自动检票机之间的距离	10
出站检票机外侧离出入口通道边缘距离	5

9.5.5 站内安检设施布置应符合下列规定：

1 安检设施应根据乘客进站流线布置在非付费区内，设施前应留有足够的排队等候空间，并不得影响出站乘客和过街客流通行；

2 通厅式车站在两端非付费区的联络通道内设安检设施时，安检设施外侧前的通道净宽度不宜小于本规范第 9.5.3 条规定的进站检票机外缘前的最小通道宽度。

9.5.6 车站非付费区内的小商业和其他便民服务设施应符合下列规定：

1 车站站厅非付费区内设置的零售小商铺、ATM 机、公用电话、乘客信息设施和自助售货机等服务设施不应设置在影响乘客疏散的区域内；

2 零售小商铺的防火设计应符合本规范第 24 章的有关规定。

II 车 站 站 台

9.5.7 站台公共区应设站台门。站台门端门之间的计算长度应为列车最大编组数的首末两节车箱司机室外门内侧之间的长度减去（±停车误差+2 个站台门门框宽度），停车误差应根据采用的信号系统参数确定。

9.5.8 车站的站台宽度应按下列公式计算：

$$B_d = 2b_c + d + b_t \quad (9.5.8-1)$$

$$B_c = b_c + d + b_t \quad (9.5.8-2)$$

$$b_c = \frac{Q_{cs} \times \alpha}{[L - (c \times e)]n \times \rho} + M \quad (9.5.8-3)$$

式中 B_d ——岛式站台宽度 (m)；

B_c ——侧式站台宽度 (m)；

b_c ——侧站台宽度 (m)；

d ——纵梁或柱宽之和 (m)；

b_t ——每组楼梯和自动扶梯宽度之和（含扶梯之间、楼扶梯之间以及楼扶梯与纵梁间的装修层厚度和施工间隙）(m)；

Q_{cs} ——远期或客流控制期高峰小时单侧站台上车客流量，换乘车站含换乘客流量 (人/h)；

- α ——超高峰系数；
 ρ ——侧站台上的人流密度（1.33 人/m²~2.5 人/m²）；
 C ——列车车厢门的总数；
 e ——列车车厢门的宽度；
 L ——站台门端门之间的计算长度（m）；
 n ——高峰小时发车对数；
 M ——站台边缘至站台门立柱内侧的距离（m）。

9.5.9 岛式站台当跨中楼扶梯宽度满足客流控制期超高峰时段通行能力和紧急疏散要求时，应加大侧站台宽度。

9.5.10 站台公共区内的楼梯和自动扶梯宜均衡布设，楼扶梯和电梯前应有足够的缓冲空间，楼扶梯的设置要求应符合本规范第 9.6 节的有关规定。

9.5.11 地上车站站台至站厅的楼扶梯采用倒八字型布置时，自动扶梯扶手带转向处或楼梯第一级踏步离站台计算长度端部的距离不宜小于 1 节车厢的长度；侧站台应采取防止人员拥堵的措施。

9.5.12 地下车站站台层两端的设备管理用房可伸入站台计算长度内，但应符合下列规定：

- 1 伸入站台计算长度内的设备管理用房不应超过一节车厢长度，伸入部分的侧站台宽度不得小于本规范表 9.3.3 中规定的最小宽度；
- 2 设备管理用房端部外墙面距自动扶梯扶手带转向处或楼梯第一级踏步口的最小距离不应小于 8m；
- 3 当伸入长度超过半节车厢时，宜在伸入范围增设联通两侧站台的横向通道，通道最小净宽不得小于 2.40m。

9.5.13 地下车站站台门端门外应设置净宽不小于 1.2m 的人行通道和净宽不小于 1.1m 的楼梯，通道应设栏杆，栏杆高度不应小于 1.05m，并不得侵入限界。

9.5.14 地下车站站台层公共区不应设置阻碍乘客通行的电缆井等设施及有碍运营的吊装孔。

9.5.15 站台边缘与车体间距大于 70mm 时，应采取防踏空措施。

9.5.16 地下车站站台门端门外的设备管理用房外墙装饰面至线路中心线的距离不得侵入建筑限界，车站设有配线或线路进入曲线段时，站台板、结构墙、柱、底纵梁等构筑物以及轨道区的设备边缘离线路中心线的距离应满足限界的要求。

9.5.17 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震动、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。

III 设备管理用房

9.5.18 车站设备管理用房应根据各系统工艺和相互接口要求合理布置，并应满足工艺流程和管线敷设要求，主要设备管理用房宜集中布置在站厅一端（侧），并应符合下列规定：

- 1 车站通信、信号等设备用房应集中布置，并宜靠近车站综合控制室。弱电电缆间应靠近相关的设备用房；
- 2 站长室与车站综合控制室应相邻布置在走道的同一侧，门的设置应方便两者的联系；
- 3 环控电控室和通风空调机房应相邻布置；
- 4 会议、更衣、内部厕所、休息等用房宜集中布置；
- 5 车站警务室和安检休息室应紧靠站厅非付费区设置；
- 6 消防泵房设置要求应符合本规范第 24.2.5 条的规定。

9.5.19 设备管理用房区的通道宜顺直，通道宽度应满足上部设备管线的敷设和维修要求，主要设备管理用房区内，两侧开门的主通道宽度不宜小于 2.0m，一侧开门的走道宽度不应小于 1.5m。

9.5.20 变电所和通信、信号等电气设备用房不应布置在消防泵房、厕所、盥洗室以及冷冻机房等经常积水区的正下方。

9.5.21 地下车站变电所设置应符合下列规定：

1 变电所位置应设在设备用房负荷中心的一端，用房不宜跨越变形缝。设在站台层的牵引变电所，应设在线路纵坡的高端；

2 变电所内的设备应水平安装；

3 变电所宜在站台层集中布置，中、低压开关柜和配电变压器可布置在同一间用房内，牵引整流机组、直流开关柜应单独设置在靠近区间一端，控制室应布置在靠近站台公共区端部一侧。当条件受限分层布置时，牵引整流机组、直流开关柜应设在站台层，其他设备可设在楼层；

4 变电所电缆夹层板下净高不得小于 1700mm，条件困难时，应采取方便电缆敷设措施；

5 车辆再生制动能量吸收装置应单独设置房间；

6 变电所宜设置在车站主体结构内，条件受限时，可采用外挂方式，但电缆敷设不宜采用过轨通道方式；

7 变电所地面宜采用水磨石；

8 变电所电缆夹层应有排水措施，集水坑应设在人孔附近；

9 其他要求应符合本规范第 15.3 节的有关规定。

9.5.22 车站变、配电室各房间的门窗设置应符合下列规定：

1 长度大于 7m 的变配电室，应设 2 个出入口，并宜布置在变、配电室两端。长度大于 60m 时，宜在中部增加 1 个出口，条件困难时，地下车站可利用相邻房间的联通门作为安全出口；

2 变压器及配电装置的运输门尺寸应按最大运输部件加 0.3m 确定；

3 地下车站变电所各房间的联通门应设由高压部分向低压方向开启的常开甲级防火门，地上车站各房间的联通门可采用双向开启的钢板门；

4 变电所控制室朝向开关设备室的一侧宜设置观察窗。

9.5.23 地上车站变、配电室除应满足本规范第 9.5.22 条规定外，还应符合下列规定：

1 变、配电室宜靠近负荷中心；

2 配电室、变压器室不应朝西及西南，确有困难时，应采取有效的遮阳措施；

3 配电室、变压器室临街一侧不宜开设窗户；需设窗户时，宜设固定窗，窗台距室外地坪高度不宜低于 1.8m；

4 配电控制室的控制屏应避免阳光直射和眩光，可开启的外窗和通向室外的门应设纱窗、纱门；

5 变、配电室的外窗应加装护栏等保护措施，外门应为防盗门。

9.5.24 地上区间独立变电所应符合下列规定：

1 变电所不应设在地势低洼处，场地条件受限时应采取相应措施；

2 变电所内宜设置厕所；

3 变电所应与市政道路相接，满足设备运输、抢险抢修、消防扑救要求；

4 外门窗和通风口的设置要求应符合本规范第 9.5.23 条的有关规定。

9.5.25 车站电气设备用房应采取有效的防水、防潮、防鼠措施。

9.5.26 设于楼层上的有水房间地面应采取有效的防渗漏和排水措施，楼板开洞四周应设高出地饰面不小于 200mm 的防水挡台。

9.5.27 冷冻机房的设置要求应符合本规范第 13.2 节第 VI 部分的有关规定。

9.5.28 主要设备管理区内应设员工厕所。地下车站设于站厅层的员工厕所应设在站台层公共厕所的正

上方或靠近布置。

9.5.29 地下车站吊装孔应符合下列规定：

1 吊装孔宜布置在车站端部，并应满足设备起吊要求。采用架空接触网的车站，吊装孔应避开轨道区；

2 吊装孔不得使用钢盖板等易垂落制品，采用其他盖板封堵时，应有可靠的防垂落措施，并应满足本规范第 24.2.65 条的防火要求。

9.5.30 地下车站设备运输通道应符合下列规定：

1 运输路径上不宜布设大型设备和管线，路径上部管线下方的净空应满足设备运输的最小高度要求；

2 运输通道上遇墙体时应预留门洞，预留门洞处应设构造柱和过梁，门洞高度和宽度应满足设备通行要求，并用轻质墙封堵。

9.5.31 地下车站主排水泵房的集水池应布置在车站端部纵坡最低点处，集水池不应占用电缆通道。设有盾构井的车站，集水池底坑不宜低于盾构井底板。

IV 其 他

9.5.32 风道内应设维修门，门的开启方向应与风压匹配。

9.5.33 风道内的检修楼梯宜采用封闭楼梯，楼梯倾角不宜大于 45° ，最小净宽应符合本规范表 9.3.2 的有关规定。

9.5.34 电缆夹层、消防水池、各类集水池应设检修孔，并设检修爬梯。检修孔的盖板应设提手。

9.5.35 地下车站站台及设备层内的污水池和集水池的池壁、池底应采用混凝土整体浇筑。集水池应采取防水措施，污水池应采取防腐、防水措施。

9.5.36 车站站厅应沿主体结构外墙内侧设置排水设施，站厅与出入口交界处应设截水沟。

9.5.37 车站站台板下设备管线通道内的地面应设不小于 1% 的横坡坡向排水沟，纵向排水沟的沟宽不宜小于 200mm，沟深不得小于 60mm，纵坡不应小于 2%。

9.5.38 车站和各类建筑的墙体材料应符合下列规定：

1 不应采用粘土砖、页岩砖以及粘土、页岩为原料的空心砖和陶粒制品；

2 砌筑砂浆和抹灰砂浆应采用干拌砂浆；

3 非承重墙的高厚比应满足刚度和稳定性要求，墙体应设置构造柱和圈梁，并与主体结构有可靠的构造连接措施；

4 处于易受水侵和干湿交替的有水房间墙体，以及 ± 0.00 以下的外墙，不应采用加气混凝土砌块等吸湿性强的墙体材料；

5 室内非承重墙采用加气混凝土等吸湿性强的砌体材料时，墙体根部应用 C15 混凝土或吸湿性低的实体砌块做条带，并高出地饰面不小于 100mm；

6 非承重墙与结构墙、楼板顶部、框架梁、柱间的连接以及墙体开洞处应有可靠的防裂措施；

7 地上车站和地面建筑的外墙采用吸湿性强的砌体材料或在其外侧采用幕墙装修时，墙体材料应有防雨水侵入和防潮措施。

9.6 车站垂直交通设施

9.6.1 车站公共区内的楼梯应符合下列规定：

1 室内楼梯踏步宽度不得小于 280mm、高度不得大于 160mm；

2 楼梯应分段设置，每个梯段踏步不得小于 3 级，并不得大于 18 级，中间休息平台深度不宜小于 1.5m，条件困难时，最小宽度不得小于 1.2m；

3 楼梯最小净宽应符合本规范表 9.3.2 以及 9.6 节的有关规定;

4 楼梯净宽大于、等于 3.6m 时应设中间扶手;

5 地下车站出入口以及通过站厅进入站台供特种履带式消防车使用的楼梯应为直跑楼梯,其净宽不得小于 1.65m。条件困难采用折跑楼梯时,楼梯休息平台应满足特种履带式消防车拐弯要求。楼梯的结构承载力应满足特种履带式消防车通过要求。

9.6.2 车站公共区的自动扶梯倾角应采用 30° 或 27.3° ,扶梯名义速度可采用 0.5m/s 或 0.65m/s。暴露在室外环境下的自动扶梯和自动人行道宜加设顶棚和围护装置。自动扶梯的技术要求应符合本规范第 18.2 节的有关规定。

9.6.3 车站公共区站台至站厅、站厅至地面的电梯应为无障碍电梯,其他要求应符合本规范第 9.9 和 18.3 节的有关规定。

9.6.4 车站公共区站台至站厅的楼扶梯设置应符合下列规定:

1 地下 2 层车站以及站厅设于地下二层的三层车站,站台上的楼扶梯宜按 2 节车箱对应一组楼扶梯均衡布设,站台至站厅的楼梯数量不宜少于 2 部;

2 提升高度大于、等于 5.1m 时,应设上、下行自动扶梯;

3 与一部上行或下行扶梯并列设置的楼梯净宽不宜小于 2.4m;

4 站台、站厅不同层的车站,站厅应至少设一部供特种履带式消防车进入站台的楼梯。

9.6.5 车站出入口楼扶梯的设置应符合下列规定:

1 出入口提升高度大于、等于 6m 时应设上下行自动扶梯及 1 部净宽不小于 1.8m 的楼梯,当条件受限时,应设上行自动扶梯和净宽不小于 2.4m 的楼梯,楼扶梯的位置应符合进出站流线要求;

2 提升高度小于、等于 13m 的出入口,自动扶梯应一次提升。当自动扶梯提升高度大于 13m 时,宜同方向分段连续设置,但 2 段自动扶梯扶手带转向处之间的水平净距不得小于 5.0m,且水平梯级踏板数以及扶梯宽度应相同;

3 受条件限制的地面出入口,当出入口分向客流较小且自动扶梯疏散能力满足高峰时段和事故疏散要求时,可采用宽度 0.6m 的自动扶梯;

4 分期建设的自动扶梯应预留位置;

5 自动扶梯的维修空间应满足设备故障、维修、大修等作业时的运营要求。

9.6.6 除本规范另有规定外,自动扶梯扶手带转向端距前面障碍物的距离不应小于 6.0m;2 台相对布置的自动扶梯扶手带转向端之间的距离不应小于 12m。自动扶梯与楼梯相对布置时,扶梯扶手带转向端距楼梯第一级踏步的距离不应小于 10m。

9.6.7 自动扶梯和自动人行道穿越楼层时,扶手带外缘与楼板开口边缘装饰面的水平距离、以及相邻平行交叉设置的两梯(道)之间扶手带外缘间的水平距离不得小于 0.4m。当扶手带外缘与任何障碍物之间的水平距离小于 0.4m 时,应在扶手带上方设置一个无锐利边缘的垂直防护挡板,其高度不应小于 0.3m,且至少延伸至扶手带下缘 25mm 处。

9.6.8 自动扶梯或自动人行道沿封闭的垂直墙面布置时,其扶手带中心线离墙体装饰面的水平距离不得小于 0.2m。

9.6.9 乘客使用的自动扶梯的梯级前缘,以及自动人行步道胶带上空与任何障碍物的最小垂直距离不应小于 2.4m。

9.6.10 自动扶梯和自动人行道应避开建筑物变形缝设置。当自动扶梯和自动人行道跨越结构诱导缝设置时应采取相应的构造措施。

9.6.11 车站公共区的楼扶梯梯井、中庭回廊、室外楼梯、外廊、人行天桥等临空处应设防护栏杆,防护栏杆应符合下列规定:

1 防护栏杆应采用坚固、耐久的材料制作,并有可靠的构造连接措施;

2 防护栏杆宜采用栏板形式，当用玻璃制品做栏板时，应采用安全玻璃；

3 栏板（栏杆）离楼面 100mm 高度内应设挡台；

4 栏板（栏杆）的扶手高度不应低于 1100mm；

5 自动扶梯上端扶手带与梯井一侧栏杆之间的间隙，以及两台并列设置的自动扶梯扶手带之间的开口处应设置栏板（栏杆）围挡；

6 防护栏杆的其他要求应符合现行国家标准《民用建筑设计通则》GB 50352 的有关规定。

9.6.12 车站设备管理区的楼梯间应符合下列规定：

1 梯段改变方向时，楼梯扶手转向处的平台进深不得小于梯段净宽，并不得小于 1.2m；

2 进入楼梯间的门扇，当门扇开启方向垂直楼梯踏步时，门扇开足时与踏步之间的距离不宜小于 0.6m。当侧向平行楼梯踏步开启时，侧门距踏步的距离不宜小于 0.4m；

3 楼梯休息平台的下皮或梁下净高不应低于 2m，梯段下的净高应符合本规范表 9.3.2 的有关规定。

9.7 车站出入口

9.7.1 车站每个出入口通道的宽度应按远期分向设计客流量乘以 1.1~1.25 不均匀系数计算确定，但出入口水平通道装修墙面之间的最小净宽不得小于本规范表 9.3.2 的有关规定。

9.7.2 车站出入口兼作过街地道或天桥的通道宽度以及站厅非付费区的相应部位应计入过街客流量，并进行通过能力计算。出入口通道与过街地道、地下街或临近建筑连接时，应采取夜间停运时的隔离措施。

9.7.3 地下车站出入口地面亭的设置应符合下列规定：

1 出入口地面亭的位置应有利于吸引和疏散客流；

2 独立出入口地面亭应符合城市规划部门对景观要求，全线建筑形式应统一，并应有良好的标识性；

3 设于城市建成区以外的出入口地面亭应退出道路红线外不小于 3m，条件困难时，可压道路红线设置；

4 在城市建成区确有困难的地段，在满足人行通行的条件下，出入口地面亭可设在道路红线内，但应征得规划和道路行政主管部门的同意。当地面亭贴路缘石平行布置时，其围护结构距路缘石的距离不得小于 0.6m，且建筑檐口不得采用外挑式雨篷；

5 道路两侧的出入口地面亭宜平行道路红线设置，当地面亭的出口方向垂直主干道设置时，地面亭平台前的踏步前缘与路缘石边缘的最小距离不宜小于地面亭开口宽度的 1.2 倍，且不得小于 5.4m；

6 设在城市主干道交叉路口的出入口地面亭，其开口不宜朝向道路交叉口。条件困难必须设置时，应留有足够的距离，并不得侵入道路红线抹角范围。确有困难无法避免时，可进入道路红线，但不得侵入交叉路口的道路渠化规划范围，并应征得有关主管部门的同意。

9.7.4 地下车站出入口的防淹应符合下列规定：

1 出入口地面亭不得设置在地势低洼处，场地条件受限时应采取相应措施；

2 地面亭周围场地应进行竖向设计，入口平台高度应高于室外地坪 400mm，标高应根据规划道路标高确定，并应满足防淹要求；

3 出入口与地下过街道连通时，过街地道的防淹标准应与出入口一致；

4 出入口地面亭进出口平台标高低于防淹标高时，应设防淹挡板，并应在车站内设置存放防淹挡板的房间。

9.7.5 地下车站战时人员出入口应符合下列规定：

1 战时人员出入口宜设置在地面建筑倒塌范围以外，当条件受限不能设置在倒塌范围以外时，口部应采取防倒塌措施。出入口的设置要求和地面建（构）筑物的倒塌范围应符合现行国家标准《人民防

空工程设计规范》GB 50225 和人民防空行业标准《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ 02 的有关规定；

2 战时人员出入口与相邻建筑结合时，结合建筑不得采用砌体结构。当结合建筑采用钢筋混凝土结构或钢结构时，出入口的设置应符合现行国家标准《人民防空地下室设计规范》GB 50038 的有关规定。

9.7.6 地下车站出入口通道应便捷、顺直，通道弯折不宜超过 3 处，内折角不宜小于 90° ，小于 60° 时，应采取抹角等扩大空间措施。

9.7.7 出入口通道地面纵坡宜平缓，条件受限时，最大纵坡不得大于 5%，且水平连续长度不得超过 30m，超过时，应设长度不小于 3m 的平坡段。位于人防门开启范围的地坪宜为平坡或向门扇开启方向一侧找坡。

9.7.8 出入口通道内不宜设台阶，无法避免时，台阶数不得少于 3 级。

9.7.9 出入口楼扶梯下应设截水沟，通道地面应向截水沟方向找不小于 0.3% 纵坡。截水沟两端应设挡水墙，其长度宜超出截水沟 0.5m。

9.7.10 地下车站出入口地面亭不应采用敞口形式，条件所限必须采用敞口形式时，应采取有效的防淹和排水措施。

9.7.11 出入口地面亭的门口上方应设雨罩，室外平台深度不宜小于 1.8m，并应向室外地坪方向找不小于 1% 的坡度。台阶踏步高不宜大于 135mm，宽度不宜小于 350mm。

9.7.12 地下车站出入口通道与相邻地块地下室连接时，出入口通道地面应向相邻地下室找坡，并应在连接口部设截水沟截水。

9.7.13 地下车站横跨风道的出入口，其斜坡段侵入风道时，风道断面长宽比应满足通风专业相关要求。

9.7.14 地下车站出入口通道与站厅连接处的结构高度应高于站厅吊顶面 500mm 以上。

9.7.15 通厅式地下车站出入口通道不宜设在站厅非付费区联络通道的进站闸机处，无法避免时，应采取扩大节点等措施，满足功能需要。

9.7.16 长度小于 60m 的地下车站出入口通道，吊顶内的净空应满足设备管线和照明器的敷设要求。出入口通道长度大于 60m 时，通道吊顶内的净空应满足通风排烟设施安装要求。

9.7.17 地下车站出入口开口段出地面部分的结构墙体水平施工缝高度应高出室外地坪 0.5m，出地面的墙体厚度宜与地面亭构筑物的墙体厚度一致，不宜出现台阶和凸缘。

9.7.18 地下车站出入口通道受道路管线影响时，不宜采用先下后上方式。

9.8 风亭与冷却塔

9.8.1 地下车站设置的活塞风亭、进风亭、排风亭和冷却塔应符合通风、空调系统工艺要求。在满足功能的前提下，风亭可采用集中组合式或独立分散式布置。

9.8.2 地面进风亭应设在空气洁净的地方，风口周围 30m 范围内不得设置垃圾收集站或 3 类以下（含 3 类）的厕所；周围 100m 范围内不得设置产生有毒、有害气体和恶臭气体的烟尘、粉尘、污水等工厂和排放点。

9.8.3 下沉广场内不宜采用风口向上的敞口低风亭，应利用地坪高差在侧墙上设置风口，风口设置要求应符合本规范第 9.8.6 条的有关规定。

9.8.4 排风亭、进风亭以及出入口的布置应符合城市主导风向，进风亭的风口和出入口地面亭的门窗洞口宜设在排风亭的上风侧，排风亭的风口宜避开西北方向。

9.8.5 风亭的风口采用顶面开口的敞口低风亭时应符合下列规定：

- 1 排风亭、活塞风亭的风口与进风亭风口之间的水平距离不应小于 10m；
- 2 活塞风亭风口之间以及排风亭与活塞风亭风口之间的水平距离不得小于 5m；

3 风口下沿距地面最低高度应满足防淹要求且不得低于 1.1m;

4 风口应采取防坠落和防盗措施,风口四周应设不少于 3m 宽的绿化隔离带,风井底部应设排水设施;

5 风亭的风口位于车站主体结构上方时应采取有效的防、排水措施。

9.8.6 风亭的风口采用侧面开口时应符合下列规定:

1 进风、排风、活塞风口之间的水平净距不应小于 5m,且进风与排风、进风与活塞风口应错开布置,或排风、活塞风口高于进风口的垂直高度不宜小于 5m;当风亭的风口方向无法错开且高度相同时,风亭风口之间的距离应符合本规范第 9.8.5 条的有关规定;

2 距风亭风口 5m 范围内不应有障碍物阻挡风口;

3 风亭设于路边时,风口格栅底部距地面高度不应小于 2m,当布设在城市绿地内时,高度不应小于 1.1m,并应满足防淹要求。

9.8.7 当风亭在事故工况下用于排烟时,其风亭的排烟口与进风亭风口以及出入口地面亭门窗洞口的水平距离不宜小于 10 m;当水平距离不足 10m 时,排烟风亭的排烟口宜高于进风亭风口以及出入口地面亭门窗洞口 5m。

9.8.8 风亭与地块建筑结合时,风亭宜设置在建筑物的顶层或转角处,风亭的井道与结合建筑应用耐火极限不低于 2.00h 的实体墙分隔。建筑物外墙在车站风口四周 5m 以内不得开设门、窗洞口,必须开设窗户时,外窗应设乙级防火窗。

9.8.9 风亭的风口与出入口、消防专用出口地面亭的门窗洞口以及其他建筑物门窗洞口之间的水平距离除应满足本规范通风、空调系统工艺要求外,防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

9.8.10 冷却塔的设置应符合下列规定:

1 冷却塔应设在通风良好的地方,并不宜采用下沉式。当条件受限或有特殊景观要求时,可采用下沉式,但应满足通风、防水、排水和防止人员坠落要求;

2 安装在室外的冷却塔周围应设护栏,护栏与冷却塔之间的最小距离不应小于 1.0m;

3 安装在楼房屋顶上的冷却塔周围应有安全检修和维护空间,冷却塔的检修口不应朝向屋顶悬空处,塔体外侧与屋面边缘女儿墙或护栏的水平距离不宜小于 2m。

9.8.11 风亭、冷却塔的位置应避开城市环境敏感区,风亭风口不宜正对相邻敏感建筑,风口与建筑物的控制距离应符合本规范第 25 章的有关规定。当风亭、冷却塔与建筑物的控制距离不能满足要求时,应根据环评要求采取相应措施。

9.8.12 区间风亭应设置检修门及检修梯。

9.8.13 车站设置活塞风道时,活塞风道的长度不宜大于 40m。

9.9 车站无障碍设施

9.9.1 除本规范另有规定外,城市轨道交通的站前广场、停车设施、出入口和车站公共区为乘客服务的各类设施,以及列车车厢等无障碍设计应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 和北京市地方标准《城市轨道交通无障碍设施设计规程》DB11/T 690 的有关规定。

9.9.2 新建车站的站台至站厅、站厅至地面不得采用轮椅升降机,应设无障碍电梯。位于城市快速路和主、次干路上的车站,乙级以上的各类车站以及换乘车站的出入口,应至少在 2 个主客流方向设置无障碍电梯,当车站跨路口设置时,出入口无障碍电梯宜对角布置;位于城市支路上的车站以及各类乙、丙级车站出入口,应至少在 1 个主客流方向设置无障碍电梯。

9.9.3 新建线路的每列车均应设置无障碍车厢,无障碍车厢在列车编组中的位置宜各线统一。

9.9.4 站台至站厅的无障碍电梯，应符合下列规定：

- 1 无障碍电梯宜布置在付费区内。设在非付费区内的无障碍电梯，应布置在车站非付费区靠设备用房一侧，并应有检票措施；
- 2 全线各车站站厅至站台的无障碍电梯宜布置在相同位置；
- 3 站厅贯通的岛式车站，站台到站厅应设一部无障碍电梯；站厅分离的端头厅岛式车站，应在设有无障碍电梯出入口一端的站厅设置到达站台的无障碍电梯；
- 4 侧岛换乘车站以及站厅、站台不同层的侧式站台车站，应在每侧站台各设 1 部到达站厅的无障碍电梯；
- 5 站台、站厅同层的地下侧式站台车站，应在两侧站厅各设 1 部无障碍电梯直通地面；
- 6 无障碍电梯门前的等候空间深度不应小于 1.8m，并不得小于轿厢深度的 1.5 倍。电梯门不应朝向轨道区布置，当确有困难时，朝向轨道区梯门前的等候空间深度不得侵入侧站台乘降区内；
- 7 无障碍电梯可兼作车站内部工作电梯使用，但进入设备管理区的梯门前应设前室，并应采取防止乘客进入设备管理区的措施。

9.9.5 位于出入口通道内的无障碍电梯，应设在人防段以外，梯门前应留有足够的等候空间，并不得影响乘客通行。当出入口提升高度小于 10m 时，可与出入口合建；当提升高度大于 10m 时，宜独立修建。电梯底坑应有排水措施。

9.9.6 设在路中的高架车站宜在人行天桥两侧设置无障碍电梯；设在路侧的地上车站，除在车站一侧设置无障碍电梯外，宜在人行过街天桥另一侧设置无障碍电梯。

9.9.7 位于地上的电梯亭梯门前应设门斗，电梯门前应设防淹平台，平台高度应高于周边规划场地的暴雨积水标高，且最小高度不得低于室外地坪 400mm。平台与地面间应设无障碍坡道。

9.9.8 无障碍电梯井道不应跨结构变形缝和诱导缝设置。

9.9.9 车站内的盲道应与城市无障碍步行系统相衔接，盲道应采用埋入式，宽度为 0.3m~0.4m，并应符合地面装修材料模数。车站盲道的设置应方便视残者安全行走。

9.9.10 换乘车站内的换乘设施应满足无障碍通行的要求。

9.9.11 车站站台公共区应设无障碍专用厕所，其厕所门不得直接开向侧站台。当无障碍厕所门采用外开门时，不应影响相邻厕所入口的通行。

9.9.12 站厅非付费区内宜设低位售票口或低位自动售票机。

9.9.13 车站无障碍各类设施的构造设计，应满足无障碍通行和使用安全要求。

9.10 车站环境及导向标志

9.10.1 地下车站的环境设计应简洁、明快、大方，易于识别，装修适度，充分利用结构天然美，体现现代交通建筑特点，并兼顾北京市的人文环境和地域特色。地上车站应与周边环境相协调，并宜减小体量。

9.10.2 地下车站的装修设计，宜体现原有结构特点和空间形式。

9.10.3 装修材料应采用防火、防潮、防腐、无毒、耐久、易清洁且放射性指标满足国家标准规定的环保材料，装饰制品宜标准化、模数化和便于清洁维修。地面和楼梯踏步材料应防滑耐磨。

9.10.4 车站外 500m 范围，应有统一的导向标志、标识。

9.10.5 车站内的各种导向、消防安全疏散标志、服务乘客标志应符合下列规定：

- 1 标志应采用统一的标准和规格，并应符合现行国家标准《标志用公用信息图形符号》GB/T 10001 的有关规定；

- 2 导向标志应连续设置在车站公共区的站台、楼扶梯、站厅、换乘通道、出入口等处。其安装位

置、表达方式及内容应全线统一，尺度应适度，高、宽比例及色彩应符合乘客的视觉要求。各线列车车辆和站台上开行方向的指示牌色带标色应符合既定的色彩；

3 各类标志系统所显示的信息应简明。系统内所有标志的用语、含意、字型、符号、颜色、配置及间距应规范一致，并应提高各种标志的字型、符号颜色与背景色的对比度和分辨率；其大小、安装高度、颜色及显示内容应与车站空间及背景协调；

4 车站公共区可适度设置广告，其位置、色彩不得干扰导向标志、消防安全疏散标志和服务乘客标志，各类标志系统的设置应优先于广告。功能性提示标志装置应与广告看板及展示的艺术品适度区分；

5 标志的构造应牢固，并应方便维护和更换；

6 导向系统的布置应与照明灯具协调统一，其安装高度应避免眩光和视线遮挡；

7 地上车站的运营服务导向系统和公共服务导向系统可采用外置光源照明方式；

8 消防安全疏散标志应符合本规范第 24.2 节第 VII 部分的有关规定。

9.10.6 照明器宜采用深罩明露式，并应方便维修、清洁和保养，地下车站照度标准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。地上车站应选用防潮、防尘、抗风的灯具，线路轨道区上部不得设置照明器。

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

9.11 车站管线综合

9.11.1 车站管线综合应统筹各设备专业管线，结合建筑装修，充分利用结构空间。各管线之间应留有足够的安装和检修空间。

9.11.2 车站站厅、站台公共区吊顶内的设备管线应平行敷设，条件困难必须交叉敷设时，应满足管线维修和吊顶构造的最小高度要求。

9.11.3 车站管线集中处的布置应符合下列规定：

1 各种管线应按：风管——动照电缆桥架——弱电电缆线槽——各类水管从上至下顺序排列；

2 强、弱电线交叉时，管线应按：中压电缆——直流牵引电缆——低压电缆——通信、信号电缆或各种控制电缆从上到下依次排列。

9.11.4 设备管理用房区走道上空的综合管线宜采用综合支吊架方式，管线之间、管线与墙体之间以及叠落管线下应留有足够的安装和检修空间；各类管线宜靠向主要用户点一侧布置。

9.11.5 明挖侧式站台车站和暗挖分离岛式车站的侧站台上部应留有足够空间，并应满足管线最小安装和检修空间要求。

9.11.6 车行道上方的结构排热风道与站台结构纵梁之间的水平净距和楼板下净空应满足风管等设备管线的安装和检修空间要求。

9.11.7 管线布置应避开构造柱、圈梁、楼扶梯、设备吊装孔、竖井和大型设备预留运输门洞。

9.11.8 风阀、水阀、风机盘管及挡烟垂帘控制箱等设备设置在吊顶内时，应在设备下方的吊顶上开设检查口。检查口的尺寸不应小于 600mm×600mm，其他管线不得遮挡检查口。

9.11.9 地下车站变电所范围外的站台板下净空不应小于 1300mm，板下空间应满足排热风道、电梯张拉机房及其他电缆和管线敷设要求。

9.11.10 地下车站列车底部排热风道设置应符合下列规定：

1 排热风道风口位置应靠近列车底部发热体；

2 排热风道内不宜有阻挡气流的结构纵梁和立柱，局部困难地段无法避免时，结构底板纵梁可下翻，立柱处排热风道的横截面应满足通风排热要求；

3 设配线的车站，列车底部排热风道伸出站台计算长度外的长度不宜过长，条件困难时，应采取有效的措施满足通风专业要求。

9.11.11 站台板下电缆等管线通道的设置应符合下列规定：

- 1 自动扶梯、电梯等底坑宜设在同一侧，另一侧管线通道宜顺直、通畅；
- 2 并列设置上下行扶梯时，扶梯基坑侧面应留出不小于 0.80m 的管线通道；
- 3 站台板下电缆不应跨越污水、集水池敷设。污水、集水池外壁与结构底板纵梁间的水平净距不宜小于 1.0m，条件困难时应采取结构纵梁下翻等措施；
- 4 电缆等管线通道上方宜每隔 40m 设一处人孔。

9.11.12 车站内大型设备吊装孔上方以及区间风亭结构应预埋吊装设施。

9.11.13 出入口通道内的排烟风机不宜设在吊项内，无法避免时，应采取方便风机维修的措施。

9.11.14 综合管线应分类设置色环和标识。

9.12 换乘车站

9.12.1 车站的换乘形式应根据线网规划、客流特征、换乘线路的建设时序、线路敷设方式和工程实施条件等因素确定。换乘线属初期建设的车站，应一次建成；属近期建设的车站，换乘节点的土建工程宜一次建成；属远期建设的车站，应预留换乘条件和后期施工条件。

9.12.2 同步实施换乘节点的车站，应确保预留节点的有效性和可实施性，避免废弃工程，后建车站实施时不应影响既有线车站的运营。一次建成的车站，应统一利用两站的地下空间实现资源共享。

9.12.3 预留换乘节点的车站，应在预留节点两侧留出不小于 500mm 的裕量。

9.12.4 车站应采用付费区内换乘形式，公共区内的通行、服务设施以及导向标志应符合进出站和换乘客流流线要求。

9.12.5 换乘车站应进行车站通行设施能力适应性、站台短时冲击性、换乘便捷性以及运能匹配性功能验算，换乘功能各项评价指标标准应符合表 9.12.5 的规定。

表 9.12.5 换乘功能评价指标与标准

评价内容	指标	含 义	评价范围	指标标准	能力适应性评价
通行设施 能力适应性	设施利用的 均衡性	换乘路径上所有设施能力是否匹 配，设施布置与需求的协调性	楼扶梯	<1.2	良好
				1.2~1.5	一般
				>1.5	差
站台短时 冲击性	瓶颈设施最大等待人 数（人）	反映一批客流到达时的短时冲击 大小，反映了换乘的安全性	换乘路径端部设施（站 台楼扶梯）	<50	良好
				50~200	一般
				>200	差
	两端站台人流密度 （人/m ² ）	反映一批客流达到时，换乘路径 两端站台有效面积内的人流拥挤 程度（换乘的安全性和舒适度）	换乘路径的 两端站台	<1.0	良好
				1.0~1.2	一般
				>1.2	差
换乘 便捷性	平均换乘时间 （min）	反映换乘方式及通行设施的完善 程度对换乘行走时间的影响	所有换乘方向	<1	良好
				1~3	一般
				>3	差

表 9.12.5 换乘功能评价指标与标准（续）

评价内容	指标	含 义	评价范围	指标标准	能力适应性评价
运能 匹配性	站台 滞留人数 (人)	超高峰时, 考核一批换乘客流是 否会滞留在站台	相交线路上下行方向的 断面富余能力与换乘客 流之间的匹配性	<0	良好
				0~400	一般
				>400	差

注: 1. 换乘车站站台滞留人数评价标准中的 400 人是对应 6 节 B 型车的标准;

2. 换乘便捷性评价标准中, 换乘时间小于 1min 是针对同站台换乘车站, 小于、等于 3min 是指节点换乘车站。

9.12.6 换乘车站在换乘全路径上各部位的换乘设施通行能力应匹配, 通行设施的布置和组织应相互协调, 所有换乘设施的超高峰饱和度不得大于 1.0, 各换乘设施利用的均衡性指标不得超过 1.5。

9.12.7 换乘车站换乘路径的两端站台中跨区域的人流密度不应大于 $1.2 \text{ 人}/\text{m}^2$, 各组换乘设施端部前的最大拥堵人数不应超过 200 人。

9.12.8 换乘车站交通流线应便捷, 同站台换乘的行走时间不应超过 1.00min, 节点换乘的平均行走时间不宜超过 3.00min, 通道换乘的平均行走时间不宜超过 5min。

9.12.9 相交线路的运输能力应与换乘客流需求相匹配, 远期或客流控制期超高峰时段, 在站台上的换乘滞留人数不得超过列车超员数和定员数的差值。

9.12.10 节点换乘车站的端部交通设施前应加大客流集散空间, 并应符合下列规定:

1 站台宽度不大于 14m 的双柱岛式车站, 不宜采用十字型台、台双向换乘;

2 T 型、L 型岛式换乘车站节点处的台、台换乘楼梯总净宽不宜小于 5.6m, 楼梯下端距站台门端门的距离不应小于 6m;

3 无障碍电梯宜避开换乘节点人流集中处;

4 换乘设施应有台、厅、台单向换乘的能力和运营条件。

9.12.11 换乘通道的宽度应根据客流控制期超高峰小时换乘客流量计算确定, 单向换乘通道装修后的最小净宽不应小于 4.8m, 双向换乘通道装修后的最小净宽不应小于 8m。

9.12.12 同站台平行换乘车站, 应对远期超高峰小时或客流控制期发车间隔内 2 列车同时到达时的客流总量进行站台人流密度和紧急疏散时间验算。当站台两侧线路行车密度不等时, 应以行车密度低的列车间隔内的换乘客流量以及进、出站客流量之和进行验算。

9.12.13 接力型换乘车站, 应按编组小、发车间隔长的线路进行站台人流密度以及车站功能评价和紧急疏散时间校验。

9.12.14 与既有有线换乘时, 宜选择换乘客流冲击小的换乘方式。

10 高架结构

10.1 高架桥梁结构

I 一般规定

10.1.1 本节适用于轨道交通下列普通梁式高架桥结构的设计：

- 1 梁式高架区间结构；
- 2 建一桥分离的高架车站结构的轨道梁及其墩柱和基础；
- 3 建一桥合一的高架车站结构中直接承受列车荷载的轨道梁和其下的横盖梁、立柱和基础；
- 4 特殊结构及大跨度桥梁的设计可参考相关专用规范执行。

10.1.2 高架桥建筑结构形式应与周边环境和城市景观相协调。

10.1.3 高架桥梁宜选用噪声小和振动小的结构形式，除大跨度需要外，不宜采用钢结构。

10.1.4 高架结构应满足列车安全运行和乘客乘坐舒适的要求。结构除应满足规定的强度外，还应有足够的竖向刚度、横向刚度，并应保证结构的整体性和稳定性。

10.1.5 高架桥主体结构设计使用年限为 100 年。

10.1.6 桥跨布置应避免不可改移或拆迁的地下管线和地下构筑物。

10.1.7 跨越市政道路及其交叉路口的高架桥的跨径和墩台位置应根据线路位置、道路等级、路幅分布、路口渠化等因素确定。

10.1.8 桥梁跨越既有或规划的公路、铁路、市政道路和其他设施时，桥下净空应满足被跨越设施的限界及安全防护距离要求，同时应保证车辆视距满足相关规范要求。

10.1.9 区间一般地段宜采用等跨简支梁式桥跨结构，并宜推广采用预制架设等工厂化施工方法。

10.1.10 区间桥梁桥墩宜采用钢筋混凝土结构，桥墩类型宜分段统一。

10.1.11 道岔区应设在连续的桥跨结构上，当不能满足时，梁缝位置应避开道岔转辙器和辙岔范围。

10.1.12 高架桥设计应满足桥梁检查和检修的要求，对不具备常规地面检修条件的桥梁，宜设置从桥面到桥墩的检修爬梯或其他检修施。

10.1.13 高架桥及高架车站轨道梁支座设计应满足支座检修、更换要求。

10.1.14 下穿现状公路桥、市政桥、铁路桥的高架线，宜在现状桥范围内设置防抛网并将现状公路桥、市政桥的防撞护栏等级提高至 SS 级。

10.1.15 轨道铺设后，跨径不大于 30m 的无碴桥面梁的后期徐变变形值不宜大于 10mm，跨径大于 30m 的桥梁结构，其后期徐变拱度或挠度值应满足轨道专业的要求。

10.1.16 对于跨度不大于 40m 梁相邻桥墩的工后沉降，当为有碴桥面时不得大于 20mm，当为无碴桥面时不得大于 10mm。超静定结构还应验算差异沉降对结构内力产生的附加影响。当跨度大于 40m 时，除应满足桥梁结构受力要求外还应满足桥上轨道对竖向变形的要求。

10.1.17 跨越河流的桥跨布置应满足 1/100 设计洪水频率，技术复杂、修复困难的大桥、特大桥应按 1/300 洪水频率进行验算。当观测或调查洪水频率小于前述洪水频率时，应采用观测或调查洪水频率值，跨越有通航要求的河流，桥下净空应满足现行国家标准《内河通航标准》GB 50139 的要求。

10.1.18 桥面系布置应满足桥上线路轨道和其他设备系统使用要求，同时还应满足桥上设备维修、更换和乘客紧急疏散的要求。

II 设计荷载

10.1.19 区间桥梁结构应按表 10.1.19 所列的荷载，就其可能出现的最不利组合情况进行计算。

表 10.1.19 区间桥梁荷载分类表

荷载分类		荷载名称
主 力	恒 载	结构自重 附属设备和附属建筑自重 预加应力 混凝土收缩及徐变影响 基础变位的影响 土压力 静水压力及浮力
	活 载	列车竖向静活载 列车竖向动力作用 列车离心力 列车横向摇摆力 列车竖向静活载产生的土压力 人群荷载
	无缝线路纵向水平力	伸缩力 挠曲力
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		无缝线路断轨力 船只或汽车的撞击力 地震力 施工临时荷载 列车脱轨荷载

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. 无缝线路纵向水平力不与本线制动力或牵引力组合；

3. 无缝线路断轨力及船只或汽车撞击力，只计算其中一种荷载与主力相组合，不与其他附加力组合；

4. 当无缝线路为小半径时还应计入横向水平力，其荷载组合可参照纵向水平力执行；

5. 流水压力不与制动力或牵引力组合；

6. 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；

7. 计算中要求考虑的其他荷载，可根据其性质，分别列入上述三类荷载中；

8. 计算结构自重时，一般材料重度应按现行铁路桥涵设计相关规范规定取用；对于附属设备和附属建筑的自重或材料重度，可按所属专业的设计值或所属专业现行规范、标准取用。

10.1.20 列车竖向活载应包括列车竖向静活载及列车动力作用。

列车竖向静活载确定应符合下列规定：

1 列车竖向静活载按列车的最大轴重、轴距及近、远期中最长的编组确定。其中：

1) A 型车计算车辆长 22.8m，固定轴距 2.5m，车辆定距为 15.7m，载客轴重 160kN，空车轴重 85kN，列车荷载图示见图 10.1.20-1；

2) B 型车计算车辆长 19.52m，固定轴距 2.2m（或 2.3m），车辆定距为 12.6m，载客轴重 140kN，空车轴重 75kN 列车荷载图示见图 10.1.20-2。

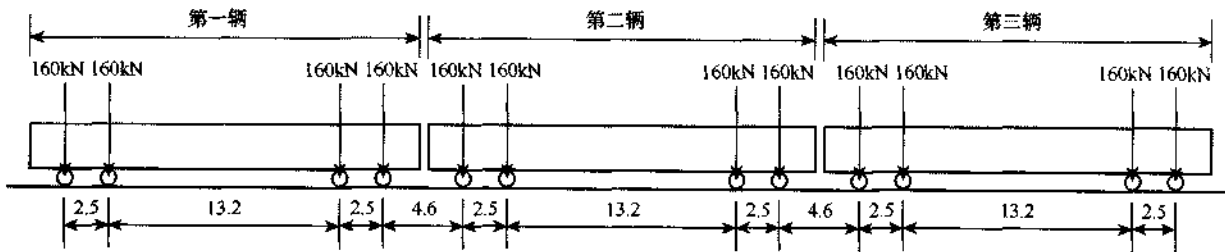


图 10.1.20-1 A 型车列车荷载图示

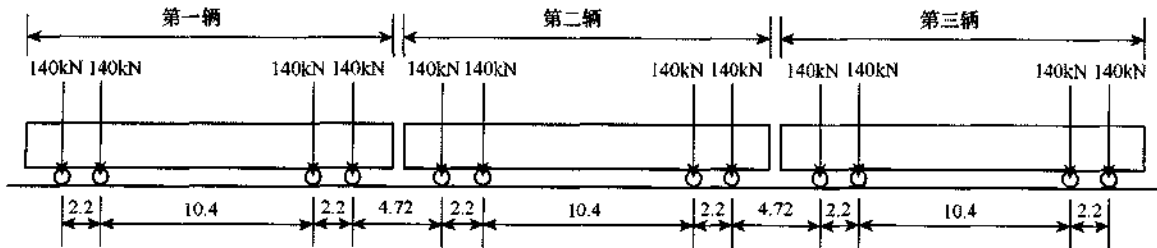


图 10.1.20-2 B 型车列车荷载图示

2 单线和双线高架结构，应按列车活载作用于每一条线路确定；

3 多于两线的高架结构，应按下列最不利情况确定：

1) 应按两条线路在最不利位置承受列车活载，其余线路不承受列车活载；

2) 所有线路在最不利位置承受 75% 的活载。

4 影响线加载时，活载图式不可任意截取，但对影响线异符号区段，轴重应按空车重计，还应计及本线初、近、远期中最不利的编组长度；

5 列车动力作用为列车竖向静活载乘以动力系数 $(1+\mu)$ 。 μ 应按现行行业标准《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1 规定的值乘以 0.8。

10.1.21 位于曲线上的桥梁应考虑列车产生的离心力，离心力应作用于轨顶以上车辆重心处，其大小应等于列车竖向静活载乘以离心力率 C 。 C 值可按式计算：

$$C = v^2 / 127R \quad (10.1.21)$$

式中 v ——设计列车速度 (km/h)；

R ——曲线半径 (m)。

10.1.22 列车横向摇摆力应按相邻两节车四个轴轴重的 15% 计，并应以横桥向集中力形式取最不利位置作用于轨顶面。多线桥只计算任一条线上的横向摇摆力。

10.1.23 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 10% 计算。

区间双线桥应采用一条线的制动力或牵引力；三线或三线以上的桥应采用二条线的制动力或牵引力。

高架车站及与车站相邻两侧 100m 范围内的区间双线桥应按双线制动力或牵引力计，每条线制动力或牵引力值应为竖向静活载的 10%。

制动力或牵引力作用于轨顶以上车辆重心处，但计算墩台时应移至支座中心处，计算刚架结构应移至横梁中线处，均不应计移动作用点所产生的力矩。

10.1.24 断轨力为特殊荷载，单线及多线桥应只计算一根钢轨的断轨力。

10.1.25 伸缩力、挠曲力、断轨力作用于墩台上的支座中心处，不计其实际作用点至支座中心的弯矩影响。需要计算对梁的影响时应做专门研究。

10.1.26 同一根钢轨作用于墩台顶的伸缩力、挠曲力、断轨力不应叠加。

10.1.27 风荷载应按现行行业标准《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1 的规定执行。

10.1.28 温度变化的作用,可按现行行业标准《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1 和现行《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB 10002.3 的规定执行。

10.1.29 混凝土收缩影响、混凝土徐变系数及徐变影响可按现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62 的规定执行。

10.1.30 桥墩承受的船只撞击力,可按现行行业标准《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1 的规定执行。

10.1.31 桥墩紧邻道路时应满足安全带宽度要求,对易受汽车撞击的相关部位应采用相应的防撞构造措施。净空低于 5.0m 的桥梁应设置限高设施。

10.1.32 地震力的作用,应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的相关规定计算。

10.1.33 不设护轮轨或防脱轨装置的区间桥梁应计算列车脱轨荷载作用,可按下列两种情形进行结构强度和稳定性检算。

1 车辆集中力直接作用于线路中线两侧 2.1m 以内的桥面板最不利位置处,应检算桥面板强度。检算时,集中力值为本线列车实际轴重的 1/2,不计列车动力系数,应力提高系数宜采用 1.4;

2 列车位于轨道外侧但未坠落桥下时,应检算结构的横向稳定性。检算时,可采用长度为 20.0m、位于线路中线外侧 1.4m、平行于线路的线荷载,其值应为本线列车一节车轴重之和除以 20.0m,不应计列车动力系数、离心力和另一线竖向荷载。倾覆稳定系数不得小于 1.3。

III 工程材料

10.1.34 预应力混凝土梁应采用 C50 或以上强度等级的混凝土。桥墩、基础的混凝土强度等级,应根据结构计算和结构耐久性要求确定。

10.1.35 钢结构桥应采用 Q345qD 及以上等级牌号钢材,防腐体系有效年限不得低于 20 年。

10.1.36 普通钢筋宜采用未经高压穿水处理过的 HPB 300、HRB 400 钢筋,其钢筋技术条件应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 1 部份:热轧光圆钢筋》GB 1499.1 及《钢筋混凝土用钢 第 2 部份:

热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的规定。HRB 400 钢筋的化学成分 $C + \frac{Mn}{6}$ 应小于或等于 0.5%。

10.1.37 桥涵结构的钢筋选用应经强度计算、裂纹宽度验算并经比选后确定,其相关要求按现行行业标准《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB 10002.3 执行。

10.1.38 钢筋主筋的接长可采用机械连接,接头应满足《铁路混凝土工程钢筋机械连接技术暂行规定》铁建设[2010]41 号和《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关要求。

10.1.39 桥梁附属结构应根据设计使用年限和环境等级规定选择材料。

10.1.40 预应力孔道后压浆材料指标及施工工艺应满足现行行业标准《铁路后张法预应力混凝土梁管道压浆技术条件》TB/T 3192 的各项规定。

IV 结构选型

10.1.41 高架桥梁的结构选型应符合下列规定:

- 1 一般高架区间宜采用预应力混凝土简支梁;
- 2 跨越既有城市主干道、快速路、铁路场站股道和较宽河面桥梁,宜采用大跨度结构形式;
- 3 有渡线、岔线和停车线的区间高架桥应采用连续结构。

10.1.42 高架桥墩台的结构选型应符合下列规定:

- 1 桥墩一般采用独柱墩;
- 2 预制单线梁墩柱的选择应充分考虑主梁的横向稳定性;
- 3 高架线路小角度穿越道路时,也可采用门式墩。

V 结构设计

10.1.43 预应力钢筋混凝土结构，应按破坏阶段检算构件强度、按弹性阶段检算应力和抗裂性；普通钢筋混凝土结构和钢结构应按容许应力法设计。其材料、容许应力、主力与附加力组合下的应力提高系数、结构计算方法应符合现行行业标准《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB 10002.3 和《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10002.2 的规定。

10.1.44 桥梁结构应进行刚度和变形检算。

1 桥跨结构竖向挠度的限值应符合下列规定：

1) 在列车静活载作用下，桥跨结构梁体竖向挠度不应大于表 10.1.44-1 的规定：

表 10.1.44-1 梁体竖向挠度的限值

跨度 L (m)	竖向挠度容许值
$L \leq 30$	$L/2000$
$30 < L \leq 60$	$L/1500$
$60 < L \leq 80$	$L/1200$
$L > 80$	$L/1000$

2) 跨度超过 100m 的桥梁，按实际运行列车进行车桥系统耦合振动分析后，梁体竖向挠度可低于表 10.1.44-1 的规定。分析得出的列车安全性及乘客乘坐舒适性指标应满足下列规定：

脱轨系数： $Q/P \leq 0.8$ (10.1.44-1)

轮重减载率： $\Delta P/P \leq 0.6$ (10.1.44-2)

式中 Q ——轮对一侧车轮的侧向压力；

P ——一侧车轮轴重；

ΔP ——一侧车轮减载量。

车体竖向加速度 $a_z \leq 0.13g$ (半峰值) (g 为重力加速度)；

车体横向加速度 $a_y \leq 0.10g$ (半峰值)。

2 在列车横向摇摆力、离心力、风力和温度力作用下，桥跨结构梁体水平横向挠度应小于或等于计算跨度的 1/4000；

3 铺设无缝线路及无砟轨道桥梁的桥墩纵向水平线刚度限值应按下列规定采用：

1) 桥墩线刚度限值应根据工程条件及扣件阻力经钢轨动弯应力、温度应力、制动应力和制动附加应力的计算确定；

2) 不作计算时，双线及多线简支梁桥墩墩顶纵向水平线刚度限值可按表 10.1.44-2 采用。单线桥梁桥墩纵向水平线刚度可取用表中值的 1/2；

表 10.1.44-2 桥墩墩顶纵向水平线刚度限值

跨度 L (m)	最小水平线刚度 (kN/cm)	附 注
$L \leq 20$	190	不设钢轨伸缩调节器
$20 < L \leq 30$	260	不设钢轨伸缩调节器
$30 < L \leq 40$	320	不设钢轨伸缩调节器

3) 梁跨大于 40m 的简支结构，其桥墩纵向水平线刚度可按跨度与 30m 相比增大的比例增大；

4) 不设钢轨伸缩调节器的连续梁，当联长小于列车编组长度时，可以联长为跨度，按跨度与 30m 相比增大的比例增大刚度；当联长大于列车长度时，可以列车长为跨度，按跨度长与 30m 相比增大的比例增大刚度。

4 区间桥梁墩顶弹性水平位移应符合下列规定：

顺桥方向: $\Delta \leq 5\sqrt{L}$

横桥方向: $\Delta \leq 4\sqrt{L}$

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

Δ ——墩顶顺桥或横桥方向水平位移 (mm), 包括由于墩身和基础的弹性变形及地基弹性变形的影响。

10.1.45 区间桥梁基础设计和地基的物理力学指标, 应符合现行行业标准《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10002.5 的规定。当特殊荷载 (地震力除外) 参与荷载组合时, 地基容许承载力 $[\sigma]$ 和单桩轴向容许承载力的提高可按上述规范的相关规定执行。

10.1.46 箱型梁应考虑纵向和横向温差应力, 应分别计算日照温差和降温温差产生的应力。

10.1.47 计算主力和温差应力组合时, 可不再与其他附加力组合。此时, 材料的容许应力可提高 20%。

10.1.48 主梁计算时宜充分考虑受压翼缘有效宽度的影响, 其取值应参照《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB 10002.3 的相关规定执行。

10.1.49 对于宽跨比较大的桥梁, 宜充分考虑其空间效应对受力的影响。

10.1.50 简支箱梁结构设计应符合下列要求:

- 1 顶、底板厚度不应小于 200mm;
- 2 宜根据检修需要在梁端附近底板上设置人孔;
- 3 底板较宽的简支箱梁, 应考虑剪力滞效应;
- 4 徐变变形要求比较严格时, 应分阶段按照相应混凝土的加载龄期计算混凝土结构的徐变变形;
- 5 箱梁底板低处宜设排水孔。

10.1.51 钢-混凝土组合结构设计应符合如下规定:

- 1 钢梁与混凝土桥面板连接处, 应按设计计算要求布置传剪器;
- 2 传剪器宜采用柔性构件, 并具有足够的强度和耐久性;
- 3 混凝土桥面板可现场浇筑或预制;
- 4 桥面板可采用预应力混凝土结构;
- 5 钢梁安装时, 应采取措施保证运输、吊装过程中结构的稳定性。

10.1.52 墩台基础设计应符合下列要求:

- 1 应进行裂缝宽度检算、强度检算和地基承载力检算;
- 2 基础应进行沉降验算;
- 3 墩台基础考虑土的抗力应按现行行业标准《铁路桥涵地基和基础设计规范》(TB 10002.5) 附录 D 的规定计算;

- 4 位于河道中的桥梁基础应进行基础冲刷计算, 结构计算应按冲刷前后不同工况进行包络设计。

VI 抗震设计

10.1.53 高架结构抗震设计应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的相关规定执行。

10.1.54 高架桥不宜跨越断裂带, 必须跨越时, 应有相应措施。

10.1.55 桥梁跨越断层时, 基础不应设置在破碎带上。

10.1.56 城市轨道交通桥梁在初步设计阶段应进行详尽、合理的抗震概念设计, 并进行综合比选。

对于梁式桥, 一联内桥墩的刚度比宜满足以下要求:

- 1 任意二桥墩刚度比:

- 1) 桥面等宽:

$$\frac{k_i^e}{k_j^e} \geq 0.5 \quad (10.1.56-1)$$

2) 桥面变宽:

$$\frac{k_i^e m_j}{k_j^e m_i} \geq 0.5 \quad (10.1.56-2)$$

2 相邻桥墩刚度比:

1) 桥面等宽:

$$\frac{k_i^e}{k_j^e} \geq 0.75 \quad (10.1.56-3)$$

2) 桥面变宽:

$$\frac{k_i^e m_j}{k_j^e m_i} \geq 0.75 \quad (10.1.56-4)$$

式中 k_i^e 、 k_j^e ——分别为考虑支座、挡块(剪力键)后采用截面有效刚度计算出的第*i*和第*j*桥墩的等效刚度(含纵、横向), $k_i^e \geq k_j^e$;

m_i 、 m_j ——分别为第*i*和第*j*桥墩顶等效的梁体质量。

梁式桥(多联桥)相邻联的基本周期比宜满足下式:

$$\frac{T_i}{T_j} \geq 0.7 \quad (10.1.56-5)$$

式中 T_i 、 T_j ——分别为第*i*和第*j*联的基本周期(含纵桥和横桥向), $T_j \geq T_i$ 。

10.1.57 对于抗震设计困难的桥梁结构,可采用减隔震设计,但应进行专题研究,并应对采取减隔震措施后结构的综合抗震性能及耐久性进行评估。

10.1.58 对于不采用减隔震设计的桥梁结构,当计算长度与矩形截面计算方向的尺寸之比小于2.5(或墩柱的计算长度与圆形截面直径之比小于2.5)的矮墩,罕遇地震作用效应和永久作用效应组合后,应按现行的铁路桥涵设计规范相关规定验算桥梁结构的强度;当计算长度与矩形截面计算方向的尺寸之比大于2.5(或墩柱的计算长度与圆形截面直径之比大于2.5)的墩柱,罕遇地震作用下部结构应进行延性设计。

10.1.59 钢筋混凝土桥墩在罕遇地震作用下的弹塑性变形分析,宜采用非线性时程反应分析法或采用截面有效刚度的反应谱法,延性验算应满足下式的要求:

$$\mu_u = \frac{\Delta_{\max}}{\Delta_y} < [\mu_u] \quad (10.1.59)$$

式中 μ_u ——非线性位移延性比;

$[\mu_u]$ ——允许位移延性比,取值为4.8;

Δ_{\max} ——桥墩的非线性响应最大位移;

Δ_y ——桥墩的屈服位移。

10.1.60 钢筋混凝土墩柱桥梁,抗震设计时,墩柱宜作为延性构件设计。桥梁基础、盖梁、梁体和节点宜作为能力保护构件。墩柱的抗剪强度宜按能力保护原则设计。

10.1.61 能力保护构件的计算可参照现行行业标准《公路桥梁抗震设计细则》JTG/T B02-01和《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166中的相关规定执行。

10.1.62 对于进行延性设计的桥梁下部结构,其下部结构设计可按图10.1.62所示设计流程进行。

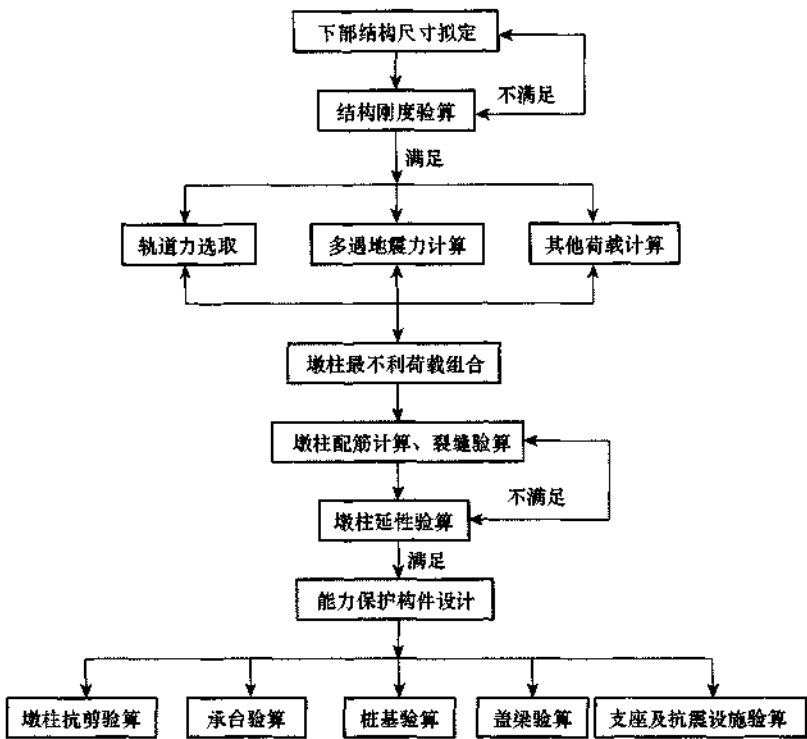


图 10.1.62 常规城市轨道交通高架桥延性抗震设计流程图

10.1.63 在进行桥梁延性构件设计时，可参照现行行业标准《公路桥梁抗震设计细则》JTG/T B02—01 和《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166 的相关规定执行。

10.1.64 地震加速度值超过 0.2g 时，桥梁灌注桩应沿全长布置竖向钢筋，桩上部 2/3 桩长范围内，配筋率不小于 0.75%，桩长下部 1/3 桩长范围内可按构造配筋。

10.1.65 高架桥抗震设计参数应根据场地地震安全评价报告选取。

VII 结构混凝土耐久性设计

10.1.66 轨道交通高架桥混凝土耐久性设计应遵循现行行业标准《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的相关规定。

10.1.67 轨道交通高架桥混凝土结构耐久性设计应遵循以下原则：

- 1 应以结构具有足够承载能力和良好的抗裂性为前提；耐久性设计应根据结构的设计使用年限、环境类别和作用等级进行；
- 2 应从方便施工和规避环境对结构的不利影响角度，合理布置结构构造；
- 3 对严重腐蚀环境下的混凝土结构应提出可靠的防腐蚀强化措施；
- 4 对结构在设计使用年限内的检查与维修应提前做出规划，并应明确跟踪检查内容；
- 5 应充分考虑混凝土的收缩和徐变对预应力混凝土结构预应力（度）的影响；
- 6 采用新材料、新工艺和新方法时，应按国家和行业有关规定进行试验验证并经审定通过后再使用。

10.1.68 轨道交通高架桥混凝土耐久性设计应包含以下内容：

- 1 混凝土结构及构件的设计使用年限；
- 2 混凝土结构的环境类别及环境作用等级；
- 3 混凝土结构用材料的性能及耐久性指标；
- 4 混凝土结构裂缝控制措施；

5 混凝土结构构造措施;

6 严重腐蚀环境下对混凝土结构采取的防腐蚀强化措施;

7 在设计使用年限内对混凝土结构采取的跟踪检查与维修要求;

10.1.69 高架桥混凝土耐久性设计要求宜全面、具体和可实施。

VII 构造要求

10.1.70 区间桥梁的构造要求应遵循现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 和现行行业标准《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB 10002.3、《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10002.5 的相关规定。

10.1.71 钢筋混凝土结构最外层钢筋的净保护层厚度不得小于 35mm, 并不得大于 50mm。对顶板有防水层及保护层最外层钢筋净保护层厚度不得小于 30mm。

10.1.72 箱形结构应有进入箱内检查的孔道。箱梁腹板上应设置适当数量的直径约为 80mm 的通风孔。

10.1.73 高架结构的截面尺寸应能保证混凝土灌注及振捣质量。预应力钢筋或管道表面与结构表面之间的保护厚度, 在结构的顶面和侧面不应小于 1 倍管道直径, 同时不应小于 50mm, 结构底面不应小于 60mm。

10.1.74 预应力混凝土梁的封锚及接缝处, 应在构造上采取防水措施。对于结构有可能产生裂缝的部位, 应适当增设普通钢筋防止裂缝的发生。

10.1.75 预应力混凝土梁管道压浆应采用真空压浆工艺。

10.1.76 预应力混凝土梁的预应力钢束张拉应分批或分次进行。

IX 抗震构造

10.1.77 结构抗震构造应符合现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的相关规定。

10.1.78 承台与桩的连接桩头 2.5 倍~3 倍桩径长度范围内应加密箍筋, 其间距不应大于 100mm, 直径不应小于 10mm。

10.1.79 桥墩圆形箍筋接头应采用焊接, 焊接长度不应小于 10 倍箍筋直径; 矩形桥墩箍筋端部应有 135° 弯钩, 弯钩伸入混凝土直线段长度不应小于 200mm。

10.1.80 桥墩顶和盖梁顶面应设置纵、横向支挡。

X 附属结构设计

10.1.81 区间高架桥栏杆、声屏障、泄水管及区间变电所上桥电缆支架等结构, 应进行景观设计。栏杆在满足安全基础上, 宜降低高度, 但不宜小于 1.2m; 泄水管外观颜色宜与主体结构协调;

10.1.82 区间疏散通道及护栏应与车站贯通, 桥上护栏在桥宽变化处应不留缺口。

10.1.83 高架桥排水管不宜直排到道路路面上, 排水管下应设散水或与市政管沟连接。

10.1.84 高架桥桥面防水等级应为 I 级, 防水层使用年限不得小于 15 年。

10.1.85 栏杆型式的选择应考虑功能性与景观影响。应考虑与接触网立柱、声屏障和设备管线布置的空间关系。

10.1.86 声屏障支撑立柱或框架结构设计计算, 应执行现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。

10.1.87 桥面附属结构如有接触网立柱或声屏障立柱的钢筋混凝土栏杆应按 60 年设计使用期设计, 无接触网立柱或声屏障立柱的栏杆, 设计使用年限等级可定为 30 年。

10.1.88 在伸缩缝处栏杆应设置伸缩节。

10.1.89 桥上设置声屏障时, 在伸缩缝处的声屏障结构应采取纵向封闭措施。

10.1.90 支座的选型应符合如下规定:

- 1 支座选型应保证使用耐久性，宜采用盆式橡胶支座，大跨度桥也可采用钢支座；
- 2 支座应分为固定支座和活动支座，活动支座可根据需要布置纵向活动支座、横向活动支座或多向活动支座；
- 3 简支梁的固定支座应布置在纵向下坡方向，纵向活动支座应设置横向限位装置；
- 4 宽桥横向布置支座数超过两个时，中间支座可布置横向固定支座，两侧支座可布置横向活动支座；
- 5 采用减隔震支座时，应进行专题论证。

10.2 车站高架结构

I 一般规定

10.2.1 当车站采用“桥-建”分离式结构时，轨道梁桥应按照本章第 10.1 节的有关要求设计，与轨道梁桥分离的车站结构应按照现行建筑结构设计规范进行设计。

10.2.2 车站的建筑结构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。高架车站轨道梁及其支承结构不宜采用钢结构。高架车站不宜采用独柱式带长悬臂“桥-建”组合结构体系，当必须采用时，应进行专门研究。岛式车站不宜采用独柱式带长悬臂“桥-建”组合结构体系。

10.2.3 车站框架柱平面布置应使结构受力合理，应与周边环境协调。跨越道路时车站下净空应满足道路限界要求并预留结构可能产生的沉降量及公路路面翻修高度。“桥-建”分离式车站的独立轨道梁（高架）桥孔跨布置宜与车站景观相协调。

10.2.4 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按 100 年，其他二次结构设计使用年限可采用 50 年，站台门等易更换构件的设计使用年限可不低于 30 年。

II 设计荷载

10.2.5 高架车站的荷载取值及荷载组合应满足现行《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关要求，并应满足本规范第 10.1 节的要求。

10.2.6 高架车站站台板活荷载标准值为 4.0kN/m^2 ；楼梯活荷载标准值为 5.0kN/m^2 ；设备用房及设备运输通道应按实际使用荷载取值。

10.2.7 高架车站连接地面的出入口，其单位面积的人群荷载宜按照国家现行行业标准《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ 69 的有关规定执行。

10.2.8 施工及设备安装中应根据具体情况，验算施工安装荷载对结构的影响。

III 结构设计

10.2.9 高架车站宜采用“桥-建”合一的框架结构体系，条件允许时可采用“桥-建”分离式结构。

10.2.10 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。横向框架宜采用三柱两跨形式，也可采用双柱单跨结构，但应满足本规范第 10.2.21 及 10.2.23 条的要求，不宜采用独柱结构。

10.2.11 当高架车站必须采用独柱结构形式时，除应满足本章有关条文外，还应符合下列规定：

1 独柱式“桥-建”组合结构体系，应验算柱顶横向（垂直线路方向）的位移，并应符合第 10.1.44 条的规定；

2 独柱式带长悬臂“桥-建”组合结构，在恒载、列车荷载、人群荷载及风荷载最不利组合作用下，悬臂端计算挠度不应大于悬臂构件计算跨度的 $1/600$ 。

10.2.12 “桥-建”合一式组合结构体系高架车站，当设置独立轨道梁，并设置支座与框架梁采用铰接方式连接时，轨道梁应按照本规范高架区间的要求进行设计，并应在车站整体计算中计入轨道梁的影响。

10.2.13 当框架梁或次梁兼作轨道梁时,除应参与框架结构整体计算外,还应按本章第 10.1 节荷载类型进行荷载最不利组合验算。

10.2.14 直接承受列车荷载的构件或关系密切的构件,其挠度要求以及裂缝控制等级应同时满足建筑结构及区间桥梁的要求。

10.2.15 高架车站沿纵向应设置结构缝将结构分成若干单元,各结构单元平面长度不宜过长,长宽比不应大于 5。结构缝间距应综合考虑混凝土收缩、温度、抗震等因素的影响,并不宜超过 50m;当有可靠措施时,可适当增加伸缩缝的间距。

10.2.16 当结构超长时,应考虑温度应力的影响,应按《建筑结构荷载规范》GB 50009 的相关要求考虑温度作用。

10.2.17 结构缝宽度尚应满足抗震缝宽度的要求,当高度不超过 15m 时不应小于 100mm;高度超过 15m 时,高度每增加 3m,应加宽缝宽 20mm。

IV 抗震设计

10.2.18 “桥-建”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。

10.2.19 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。

10.2.20 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 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。

10.2.21 钢筋混凝土车站结构应根据设防类别、烈度、结构高度等采用不同的抗震等级,并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中相应的要求。乙类现浇钢筋混凝土车站结构抗震等级应按表 10.2.21 确定。

表 10.2.21 乙类现浇钢筋混凝土车站结构抗震等级

结构类型		设防烈度					
		6		7		8	
框架结构	高度 (m)	≤24	>24	≤24	>24	≤24	
	框架	三	二	二	一	一	
	大跨框架	二	二	一	一	一	
框架-抗震墙结构	高度 (m)	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24
	框架	四	三	三	二	二	一
	抗震墙	三	二	二	一	一	一

注: 1. 表中抗震等级已按乙类建筑提高一度采取抗震措施采用,确定抗震等级时无需再提高设防烈度;

2. 当建筑场地为 I 类时,应允许按表内降低一度所对应的抗震等级采取抗震构造措施,但相应的计算要求不应降低;

3. 接近或等于高度分界时,应允许结合结构不规则程度及场地、地基条件确定抗震等级;

4. 大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架。

10.2.22 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 的相关要求,进行结构的抗震性能化设计。

10.2.23 长悬臂结构应考虑竖向地震的作用。

10.2.24 “桥-建”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满足框架结

构水平位移不大于 1/550 的要求外，尚应满足本规范第 10.1.44 条的要求。

10.2.25 高架车站结构的抗震措施除应满足本规范的要求外，还应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关要求。

V 构造要求

10.2.26 高架车站结构的构造规定及结构构件的基本规定除应满足本规范的要求外，还应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关要求。

10.2.27 独立轨道梁简支于车站结构横梁上时，应按本规范要求设置支座。

10.2.28 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，可按照本规范第 10.1.31 条要求进行防撞验算。

10.2.29 高架车站结构的防撞要求应符合本规范第 10.1.31 条的要求。

10.2.30 车站结构及其顶棚结构，应预留使用期间维修、保养及更换的条件。

10.2.31 车站端部与高架区间相连处宜采取在端部横向边框架托梁上设置牛腿的方式，高架区间最后一跨梁宜支承在设于牛腿的支座上。也可采用高架车站边框架与区间柱墩并排的方式，两者间应设变形缝，变形缝宽度应满足第 10.2.18 条及区间桥梁纵向变形的要求。

VI 高架车站结构材料要求

10.2.32 高架车站结构构件混凝土最低强度等级及所采用的混凝土材料应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 或《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的有关要求。

10.2.33 高架车站结构的混凝土应根据设计使用年限以及环境类别或环境作用等级分别提出抗冻耐久性指数、氯离子在混凝土中的扩散系数等耐久性指标。

10.2.34 高架车站的混凝土框架构件及斜撑构件中，其纵向钢筋采用普通钢筋时，钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25；钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.3，且钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。

10.2.35 高架车站所采用钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85；钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于 20%；钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性。

VII 非承重构件

10.2.36 高架车站结构上的非承重构件（包括车站建筑非承重构件和车站附属机电设备）应按照现行国家标准《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。

10.2.37 高架车站内的围护墙和隔墙等非结构构件应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的抗震要求。

10.2.38 车站结构中外露的现浇钢筋混凝土女儿墙、挂板、栏板、檐口等构件，当其水平直线长度超过 12m 时，应设置裂缝引导槽，裂缝引导槽间距不宜大于 12m。

VIII 车站顶棚及出入口结构

10.2.39 一般车站顶棚结构为站台层以上结构，按维护结构形式分有：开敞式、半封闭式和全封闭式三种。结构形式通长采用门式刚架、排架、框架等，结合建筑造型，屋面及侧墙可采用网架、网壳、管桁架、张弦结构、膜结构等。设计中应结合受力合理等因素进行综合比较选取方案。

10.2.40 车站顶棚结构宜采用钢结构，也可采用钢-混凝土组合结构。

10.2.41 当顶棚结构采用钢结构时，设计使用年限宜按 50 年，但当顶棚结构维修和更换困难时，设计使用年限应与其下部结构一致。

10.2.42 顶棚结构应考虑接触网、屏蔽门、信号设施、标志标识设施以及各类设备吊挂等传来的荷载，并应满足相关设施对结构变形的要求。

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

10.2.44 顶棚结构应与车站结构一起进行整体结构受力分析，并应考虑温度对顶棚结构的影响。

10.2.45 顶棚结构分段宜与下部结构一致，不宜跨缝设置顶棚结构，必须跨缝设置时，应有可靠措施。

10.2.46 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要跨越道路时，可采用梁、桁架等结构形式。当出入口结构必须直接支承与主体结构上时，应在主体结构边梁上设置支座，主体结构计算时应考虑出入口结构传来的荷载。

10.2.47 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考虑竖向地震的作用。

11 地下结构

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于围岩级别为Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ级地层采用明挖法、盖挖逆作法、矿山法和盾构法施工的地下结构的设计。位于Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级围岩中的地下结构设计应按现行《铁路隧道设计规范》TB 10003 及《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的相关规定执行。围岩级别的确定按《铁路隧道设计规范》TB 10003 的相关规定执行。

11.1.2 地下结构主要设计原则和技术标准应符合下列规定：

1 地下结构设计应贯彻理论计算和工程类比相结合的基本原则，运用和引进新技术、新工艺、新材料，并充分考虑结构设计的安全可靠性和经济合理性；

2 地下结构的设计方法应按下列原则执行，并采用信息化设计；

1) 地下结构应按以概率理论为基础的极限状态法设计，进行稳定性验算时，应采用总安全系数法；

2) 直接承受列车荷载的楼板等构件应按容许应力法设计，其设计计算及构造要求应满足现行《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB 10002.3 的相关要求。

3 地下结构应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计，并应根据施工和使用过程中在结构上可能同时出现的荷载，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合，并应取各自的最不利的荷载效应组合进行包络设计；

4 地下结构的主体结构 and 内部结构按永久构件进行设计，并应符合下列规定：

1) 设计使用年限应为 100 年，并应根据使用环境类别进行耐久性设计；

2) 应按荷载效应的基本组合或偶然组合进行承载能力极限状态计算，荷载效应的基本组合时结构重要性系数应取 $\gamma_0 = 1.1$ ，荷载效应的偶然组合时结构重要性系数应取 $\gamma_0 = 1.0$ ；

3) 应按荷载效应的准永久组合并考虑长期作用的影响进行正常使用极限状态裂缝宽度验算。一般环境（Ⅰ类）和冻融环境（Ⅱ类）中，结构构件正截面的受力裂缝控制等级应为三级，与地下水、土接触并有自防水要求的混凝土构件，其表面最大裂缝宽度限值应取 0.2mm，其他构件的最大裂缝宽度限值应取 0.3mm。在裂缝宽度验算时，当钢筋的混凝土保护层实际厚度超过 30mm 时，保护层厚度可取 30mm；

4) 应按荷载效应的准永久组合并考虑长期作用的影响进行正常使用极限状态变形验算。受弯构件的最大挠度限值不应超过 $L_0/400 \sim L_0/300$ ，悬臂构件的最大挠度限值不应超过 $2(L_0/400 \sim L_0/300)$ ， L_0 为构件的计算跨度。

5 地下结构的基坑支护结构及矿山法初期支护结构应按临时构件进行设计，并仅按荷载效应的基本组合进行极限状态承载能力计算，结构重要性系数应取 $\gamma_0 = 1.0$ ，同时不应考虑耐久性设计要求；

6 地下结构应按抗浮设防水位进行抗浮稳定性验算。抗浮安全系数当不计地层侧摩阻力时不应小于 1.05，当计及地层侧摩阻力时不应小于 1.15；

7 地下结构应按场区抗震设防要求进行抗震承载能力计算；

8 有战时防护要求的地下结构应在规定的设防部位根据批准的人防抗力标准按现行《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ 02 的要求进行结构验算。上跨、下穿及连通既有线路结构时，不应降低各自结构的防护能力；

9 地下结构防水设计应符合本规范第 12 章的相关规定；

10 地下结构设计应满足现行《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关要求，地下结构中承重构件

的耐火等级应为一級；

11 地下结构应根据现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49 采取防止杂散电流的措施。钢结构及钢连接件应进行防锈和防腐蚀处理。

11.2 施工方法和结构型式

11.2.1 地下结构施工方法的确定应遵循以下基本原则：

1 地下车站结构施工方法应根据环境情况、工程地质和水文地质条件，通过对工程安全、环境影响、工期、造价、工程质量、技术先进、实施性好等多方面的充分论证和综合比较后确定；

2 地下区间结构以矿山法或盾构法施工为主，在地面空旷且隧道埋深浅的地段可采用明挖法施工。矿山法或盾构法的选择应因地制宜，充分考虑地层条件的适应性以及环境保护的控制要求，通过比选后确定；

3 线路配线等结构断面变化段，宜结合车站施工方法采用明挖法或矿山法施工；

4 盾构区间联络通道，宜采用矿山法施工，应根据需要预先采取施工降水或地层加固等措施；

5 对于近距离穿越既有铁路、城市轨道交通、公路、桥梁以及其他重要和敏感性建（构）筑物，应结合被穿越工程的具体要求，比选确定适宜的施工方法及技术措施，必要时应进行专题论证。

11.2.2 地下结构选型应遵循以下基本原则：

1 地下结构型式应满足城市轨道交通使用功能的需求，并应根据工程地质及水文地质条件、施工方法及断面尺寸，从结构受力、施工工艺、环境保护及工程造价等方面通过综合比较后确定；

2 车站结构型式应与两端的区间结构施工方法相协调。当区间结构采用盾构法施工时，车站及端头井的梁柱布置以及净空尺寸应根据工程筹划安排满足相应的盾构始发、接收、调头或过站等施工工艺的要求；

3 一般的地下结构净空尺寸应满足建筑使用功能的要求、并考虑施工工艺的影响。对于行车隧道的净空尺寸，除应满足建筑限界、施工工艺等要求外，还应考虑施工误差、结构变形及后期沉降等因素给出必要的裕量，行车隧道各种结构型式建筑限界外的净空裕量可按表 11.2.2 取值。

表 11.2.2 行车隧道建筑限界外的净空裕量取值（mm）

结构型式	明挖、盖挖逆作法结构	矿山、盾构法结构	站台板构件	其他内部构件
净空裕量	50	100	0	50

注：站台板构件的净空裕量取值为 0，仅用于站台计算长度内的站台板结构；其他内部构件指除站台计算长度内的站台板构件外车站和区间行车隧道内的其他立柱、隔墙、梁、板、楼梯等构件。

11.3 荷 载

11.3.1 作用在地下结构上的荷载，可按表 11.3.1 进行分类。

表 11.3.1 荷载分类

荷载分类	荷载名称
永久荷载	结构自重
	地层压力
	结构上部和破坏棱体范围内的设施及建筑物压力
	水压力及浮力
	混凝土收缩及徐变影响
	预加应力

表 11.3.1 荷载分类 (续)

荷载分类		荷 载 名 称
永久荷载		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
		轨道交通车辆荷载及其动力作用
		特种消防车荷载
		人群荷载
	其他可变荷载	温度变化影响
		施工荷载
偶然荷载		地震荷载
		人防荷载

11.3.2 在确定荷载的数值时,应考虑施工期间和使用年限内预期可能发生的变化进行最不利荷载组合,荷载组合及不同组合工况下的荷载分项系数应按表 11.3.2 取值。

表 11.3.2 荷载组合及不同组合工况下的荷载分项系数

荷载组合	验算工况	永久荷载	可变荷载	偶然荷载	
				地震荷载	人防荷载
永久荷载+可变荷载	构件强度计算	1.35 (1.0)	1.4		
	构件裂缝宽度验算	1.0	0.8		
	构件变形验算	1.0	0.8		
永久荷载+可变荷载+地震荷载	构件强度计算	1.2 (1.0)	0.6	1.3	
永久荷载+人防荷载	构件强度计算	1.2 (1.0)			1.0

注:括号内的数字用于该荷载对结构作用有利时的分项系数取值。

11.3.3 地层压力应按下列原则进行计算:

1 竖向压力应按下列规定计算:

1) 采用明挖和盖挖逆作法施工的地下结构,以及采用矿山法施工的地下车站结构、大型双层风道结构和大断面折返线结构宜按计算截面以上全部土柱重量计算;

2) 采用矿山法和盾构法施工的区间、出入口通道、单层风道及施工通道等单洞隧道结构,浅埋情况下宜按全土柱重量计算,深埋情况下宜考虑土体卸载拱作用的影响。

2 水平压力应按下列规定计算:

1) 施工阶段的明挖法基坑支护及其主体结构、矿山法初期支护,作用在主动区的土压力宜按朗金土压力计算,在结构的非脱离区或给支护结构施加预应力时应考虑土体抗力的作用;

2) 施工阶段的盖挖逆作法、洞桩(柱)逆作法和一次扣拱法,结构承受的水平土压力宜按静止土压力计算;

3) 使用阶段地下结构的水平土压力宜按静止土压力计算;

4) 计算中应计及地面荷载和破坏棱体范围的建筑物以及施工机械等引起的附加水平侧压力。对主体结构,应考虑外侧土压力的变化以及与基坑支护或初期支护结构的共同作用而分担的土压力,分别按最大、最小侧压力两种情况,与其他荷载进行不利包络组合。

11.3.4 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,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和使用阶段可能发生的地下水位最不利情况，计算水压力对结构的作用；

2 砂性土地层的侧向水、土压力应采用水土分算；

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

11.3.5 土压力计算中，土体的抗剪强度指标应按表 11.3.5 的规定选取。

表 11.3.5 土体抗剪强度指标的选取

土 性		粘性土、粘质粉土		砂质粉土、砂土、碎石土
地下水位以上		采用三轴固结不排水抗剪强度指标 C_{cu} 、 ϕ_{cu} 或直剪固结快剪强度指标 C_{cq} 、 ϕ_{cq}		采用有效应力强度指标 C' 、 ϕ'
地下水位以下	水土分算	采用有效应力强度指标 C' 、 ϕ'		采用有效应力强度指标 C' 、 ϕ'
	水土合算	对正常固结和超固结土，采用三轴固结不排水抗剪强度指标 C_{cu} 、 ϕ_{cu} 或直剪固结快剪强度指标 C_{cq} 、 ϕ_{cq}	对欠固结土，宜采用有效自重压力下预固结的三轴不固结不排水抗剪强度指标 C_{uu} 、 ϕ_{uu}	—

注：1. 当粘性土、粘质粉土、砂质粉土缺少有效应力强度指标 C' 、 ϕ' 时，也可采用三轴固结不排水抗剪强度指标 C_{cu} 、 ϕ_{cu} 或直剪固结快剪强度指标 C_{cq} 、 ϕ_{cq} 代替；

2. 有可靠的地方经验时，土的抗剪强度指标尚可根椐室内、原位试验得到的其他物理力学指标，按经验方法确定。

11.3.6 直接承受轨道交通车辆荷载的楼板等构件，应按车辆的实际轴重和排列计算其产生的荷载作用，并应考虑车辆的动力作用。A、B 型车辆荷载轴重及排列应按本规范第 10.1.20 条的规定执行。

11.3.7 车站站台、楼板和楼梯等部位的人群荷载的标准值宜取 4.0kPa，并应按特种消防车荷载进行构件承载力验算。特种消防车应按路虎 60 型履带式车辆荷载取值，外形尺寸（长×宽×高）应为 2.3m×1.35m×2.0m，自重应为 19kN。

11.3.8 设备区的计算荷载应根据设备安装、检修和正常使用的实际情况（包括动力效应）确定，标准值可取 8.0kPa，重型设备尚应依据设备的实际重量、动力影响、安装运输途径等确定其荷载大小与范围。

11.3.9 在道路下方的结构，覆土厚度小于 1.5m 时，应根据道路通行要求，按现行《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 计及地面车辆荷载及其最不利排列布置；当覆土厚度不小于 1.5m 时，地面车辆荷载可按 20kPa 的均布荷载取值，且不宜计冲击力的影响。

11.3.10 地下结构设计应考虑施工荷载的作用，施工机具荷载不宜超过 10kPa；地面超载不宜超过 20kPa；盾构工作井周边地面超载应根据盾构机重量、分块吊装方式、起重机布置等因素确定，且不应小于 30kPa。

11.4 明挖法、盖挖逆作法结构设计

11.4.1 基坑工程设计应满足下列要求：

1 基坑工程设计应根据工程特点和周边环境保护要求按照表 11.4.1-1 确定基坑变形控制等级；

表 11.4.1-1 基坑变形控制等级

变形控制等级	地面最大沉降量及支护结构水平位移控制要求	周边环境条件
一级	1. 地面最大沉降量 $\leq 0.15\% H$ ； 2. 支护结构最大水平位移 $\leq 0.2\% H$ ，且 $\leq 30\text{mm}$	1. 基坑周围 0.7H 范围内有重要环境设施；或 2. 基坑开挖深度 $H \geq 16.0\text{m}$ ，且在 0.7H~1.0H 范围内有重要环境设施；或 3. 环境安全无特殊要求，基坑开挖深度 $H \geq 20.0\text{m}$

表 11.4.1-1 基坑变形控制等级（续）

变形控制等级	地面最大沉降量及支护结构水平位移控制要求	周边环境条件
二级	1. 地面最大沉降量 $\leq 0.3\% H$; 2. 支护结构最大水平位移 $\leq 0.4\% H$, 且 $\leq 50\text{mm}$	1. 基坑周围 $1.0H \sim 2.0H$ 范围内有重要环境设施; 或 2. 环境安全无特殊要求, 基坑开挖深度 $16.0\text{m} \leq H < 20.0\text{m}$
三级	1. 地面最大沉降量 $\leq 0.45\% H$; 2. 支护结构最大水平位移 $\leq 0.6\% H$, 且 $\leq 70\text{mm}$	环境安全无特殊要求, 且基坑开挖深度 $H < 16.0\text{m}$

注: 1. 表中 H 为基坑开挖深度;
2. 周边重要环境设施参见本规范附录 G 给出的相关定义;
3. 地面最大沉降量及支护结构水平位移控制值除了满足表中要求外, 还应与基坑周边环境安全控制标准相协调, 取两者较小值作为控制值。

2 应根据基坑周边环境、开挖深度、工程地质与水文地质条件、施工场地情况等, 通过技术经济比较后选择合理的支护型式。一般情况下的基坑支护结构可按表 11.4.1-2 选择;

表 11.4.1-2 基坑支护结构选型表

支护结构型式	适用条件
放坡	1. 基坑变形控制等级宜为三级; 2. 基坑开挖深度不宜大于 8.0m ; 3. 地下水位低于基坑底面, 或当地下水位高于基坑底面时, 应采取降水措施
土钉墙	1. 基坑变形控制等级宜为三级; 2. 基坑开挖深度不宜大于 10.0m ; 3. 地下水位低于基坑底面, 或当地下水位高于基坑底面时, 应采取降水措施
倒挂井壁喷锚支护	1. 基坑变形控制等级宜为一级、二级、三级; 2. 适用于开挖平面尺寸较小的竖井等基坑; 3. 当地下水位高于基坑底面时, 应采用降水、截水或封底等措施
钻孔灌注桩、人工挖孔灌注桩、钻孔咬合桩、地下连续墙	1. 基坑变形控制等级宜为一级、二级、三级; 2. 当地下水位低于基坑底面时, 宜采用排桩; 3. 当地下水位高于基坑底面时, 宜采用排桩+降水、排桩+止水帷幕、钻孔咬合桩或地下连续墙

注: 采用人工挖孔灌注桩尚需执行北京市颁布的有关规定。

3 各类基坑工程应按表 11.4.1-3 的规定进行各种稳定性验算;

表 11.4.1-3 基坑工程稳定性验算内容及安全系数取值

支护型式	整体滑动稳定性	倾覆稳定性	墙底隆起稳定性	坑底隆起稳定性	抗承压水稳定性	地下水渗流
放坡	△	—	—	—	○	—
土钉墙	△	—	—	—	○	—
悬臂桩、墙支护	△	△	△	—	○	○
单支点桩、墙支护	△	△	△	△	○	○
多支点桩、墙支护 (内支撑)	—	—	△	△	○	○
多支点桩、墙支护 (锚杆)	△	—	△	△	○	○
安全系数 K	1.35 (1.3、1.2)	1.25	1.6	1.9	1.1	1.6

注: 1. △——应验算, ○——必要时验算;
2. 整体滑动稳定性括号中 1.3 为土钉墙安全系数取值, 1.2 为放坡安全系数取值。

4 基坑工程地下水处理方案应进行施工降水和帷幕止水方案的技术经济比选。

11.4.2 放坡支护设计应符合下列规定：

1 土质边坡坡度不宜陡于 1:0.5；坡高大于 5.0m 的土质边坡，每超过 5.0m 宜设宽 1.0m~1.5m 的过渡平台，并宜采用上陡下缓的放坡原则；

2 护坡面层宜采用钢筋网喷射混凝土，厚度不宜小于 50mm，混凝土强度等级不应低于 C20；钢筋网钢筋直径宜为 6mm~8mm，间距不宜大于 250mm；

3 当土质较差、坡高较大时，可在坡面设置插筋，垂直于坡面的插筋直径宜取 12mm~16mm、长度宜为 1.5m~2.0m、间距不宜大于 1.0m；

4 土质边坡施工应采取有效的地表排水和基坑内排水措施，坡顶应有截水设施且不宜设置排水沟，在基底距离坡脚 500mm 处宜设排水沟，在支护面层间隔一定距离应设置泄水孔。

11.4.3 土钉墙支护设计应符合下列规定：

1 单一土钉墙基坑深度不宜超过 10.0m。采用预应力锚杆复合土钉墙时，基坑深度可适当放宽，但不宜超过 15.0m；

2 土钉墙墙面坡度宜为 1:0.2~1:0.5，一般不宜大于 1:0.1；

3 土钉墙承载力计算、构造设计及施工和质量检测宜按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的相关规定执行；

4 土钉墙承载力计算时，单根土钉的极限抗拔承载力安全系数不应小于 1.6；单根土钉的极限抗拔承载力标准值应通过抗拔试验确定，也可按公式估算，但应通过土钉抗拔试验进行验证；

5 土钉质量检测时，单一土钉抗拔承载力检测值不应小于土钉轴向拉力标准值的 1.3 倍，复合土钉墙中的预应力锚杆抗拔承载力检测值与轴向拉力标准值的比值不应小于 1.3；

6 土钉墙对地表水的防、截、排处理措施按本章第 11.4.2 条土质边坡的相关要求执行。

11.4.4 桩墙支护结构设计应符合下列规定：

1 桩墙支护结构应根据设定的开挖工况和施工顺序按竖向弹性地基梁模型逐阶段计算其内力及变形，并按其中最不利作用效应进行设计。当计入支撑作用时，应考虑每层支撑设置时墙体已有的位移和支撑的弹性变形；

2 支护结构在进行截面承载力计算时，结构内力标准值转换为内力设计值的荷载综合分项系数不应小于 1.25；

3 桩墙支护结构的入土深度应根据支护结构的承载力、变形及基坑稳定性计算确定。当计算确定的悬臂式支护结构入土深度设计值小于 $0.8H$ 时（ H 为基坑开挖深度），宜取 $0.8H$ ；单支点支护结构入土深度设计值小于 $0.3H$ 时，宜取 $0.3H$ ；多支点支护结构入土深度设计值小于 $0.2H$ 时，宜取 $0.2H$ 。基底处于中风化岩时，入岩深度不宜小于 1.5m~2.0m；基底处于微风化岩时，入岩深度不宜小于 1.0m；

4 兼作主体结构抗浮作用的桩墙支护结构，应进行抗拔承载力、裂缝宽度验算，并满足耐久性及相关构造要求，构件最大裂缝宽度限值宜取 0.3mm；

5 桩墙支护与主体结构之间应考虑桩墙定位偏差、垂直度偏差、桩墙变形、防水层施作厚度等因素留有一定的空隙，其值不宜小于 50mm；

6 灌注桩设计应符合下列规定：

1) 灌注桩直径、间距应根据地质条件、施工方法、桩体受力及桩间土的稳定性等因素确定。钻孔灌注桩桩径宜取 600mm~1200mm，人工挖孔桩桩径不宜小于 1000mm，桩间净距宜为 150mm~1000mm；

2) 灌注桩纵向受力钢筋可均匀配置，纵筋直径宜为 20mm~28mm，净距不宜小于 60mm。箍筋宜采用螺旋箍，也可采用封闭焊接箍，箍筋直径及间距应按抗剪计算确定，直径宜为 8mm~14mm，间距宜为 100mm~200mm；钢筋笼纵向每隔 2.0m 设一道封闭加强箍筋，加强箍筋直径宜为 16mm~22mm；

3) 灌注桩桩间土应根据地质情况采用喷射混凝土护壁，喷射混凝土面层厚度宜为 50mm~100mm，

必要时可设钢筋网或钢筋钉。

7 钻孔咬合桩设计应符合下列规定：

1) 钻孔咬合桩宜为钢筋混凝土灌注桩+素混凝土灌注桩组合形式；

2) 钻孔咬合桩桩径宜取 600mm~1000mm，桩间咬合量宜为 150mm~300mm，桩垂直度偏差不应大于 0.3%；

3) 咬合桩施工前，应构筑平板式导墙；导墙宜采用现浇钢筋混凝土结构，厚度不宜小于 300mm，导墙上预留孔径应大于咬合桩设计直径 15mm~25mm，导墙预留孔两侧宽度不应小于 1.5m；导墙混凝土强度等级宜取 C25，配筋应满足构造要求。

8 地下连续墙设计应符合下列规定：

1) 地下连续墙单元槽段的平面形状可采用一字形、L 型、T 型和 Z 型等。单元槽段长度应根据墙段的受力特性、槽壁稳定性、施工工艺要求和环境条件等因素综合确定，一字形槽段的成槽长度宜为 4.0m~6.0m，墙厚宜为 600mm~1000mm；

2) 地下连续墙槽段之间的接头宜采用锁口管柔性接头形式，对地下连续墙槽段间防水或连接刚度有特殊要求时，也可采用防水接头或刚性接头；

3) 地下连续墙受力钢筋直径不宜小于 20mm，净距不宜小于 75mm；构造钢筋直径不宜小于 14mm，间距不应大于 300mm；

4) 单元槽段钢筋笼宜整幅成型，竖向必须分段时，宜采用焊接或机械连接，接头位置宜选在受力较小处，搭接钢筋相互错开。钢筋笼应采用保护层垫块、纵向钢筋桁架及主筋斜向拉条等构造措施，钢筋交叉点宜采用焊接连接；

5) 钢筋笼与接头管或相邻槽段混凝土接触面之间应留有间隙，宜不大于 150mm；钢筋笼下端 500mm 长度范围内宜按 1:10 的斜度向内收口；钢筋笼下端与槽底之间宜留有 500mm 的间隙；

6) 地下连续墙导墙宜采用现浇钢筋混凝土结构。导墙宜为倒 L 形，水平宽度宜取 0.5m、深度宜为 1.0m~1.2m、厚度宜为 300mm；邻近道路一侧的导墙深度可采用 1.5m 以上；对于成槽机设备有特殊要求的，导墙水平宽度和厚度应另行确定；邻近建（构）筑物侧的导墙宽度、深度和厚度应根据要求专门设计。两侧导墙之间的净距宜大于地下墙厚度 50mm，并宜设置适当的横撑。

9 冠梁设计应符合下列规定：

1) 桩墙顶部应设置钢筋混凝土冠梁。冠梁宽度不宜小于桩径或地下墙厚度；冠梁高度不宜小于桩径或地下墙厚度的 0.6 倍，且不宜小于 600mm；

2) 冠梁应按实际受力配筋，且两侧纵向钢筋最小配筋率不应小于构造配筋率。当冠梁兼做抗浮压顶梁时应进行强度验算，并应满足裂缝宽度及耐久性要求，构件最大裂缝宽度限值宜取 0.3mm。

10 桩墙支护结构支撑构件可选择钢支撑、钢筋混凝土支撑、预应力锚杆等。支撑的选择应做好技术经济方案论证，狭长形基坑宜采用钢支撑，对于形状复杂、基坑宽度较大的基坑，可采用预应力锚杆或钢筋混凝土支撑。

11.4.5 内支撑体系设计应满足下列要求：

1 钢支撑或钢筋混凝土支撑结构上的竖向荷载宜仅计结构自重，而不宜计及施工等其他荷载；

2 钢支撑或钢筋混凝土支撑应按偏心受压构件计算，截面的偏心弯矩除竖向荷载产生的弯矩外，尚应考虑轴力对构件初始偏心距的附加弯矩，初始偏心距不宜小于支撑计算长度的 0.2%，且钢支撑不宜小于 40mm，混凝土支撑不宜小于 20mm；

3 钢支撑长细比不宜大于 120，应根据中间立柱及联系梁与钢支撑的连接形式确定钢支撑竖向平面和水平面内的受压计算长度。当钢支撑计算长度大于 25.0m 时宜设置中间立柱。钢支撑预加轴力宜取设计轴力标准值的 30%~70%；

4 钢筋混凝土支撑长细比不宜大于 75；当混凝土支撑纵横向水平支撑相交处未设置立柱时，支撑

计算长度竖向平面内应取支撑全长，水平面内应取与支撑相交的相邻横向水平支撑中心距的 1.0 倍~1.2 倍；

5 腰梁可采用钢腰梁或现浇钢筋混凝土腰梁。腰梁在水平荷载作用下的内力和变形应根据受力条件按单跨简支梁或多跨连续梁计算；钢筋混凝土腰梁的支座弯矩，可乘以 0.8~0.9 的调幅系数，跨中弯矩应相应增加；

6 钢腰梁与支护结构之间宜采用不低于 C25 的细石混凝土填充；

7 临时立柱应按偏心受压构件计算，立柱截面上的弯矩应包括竖向荷载对立柱截面形心的偏心弯矩。立柱的受压计算长度应取各层支撑竖向间距，立柱与支撑的节点可为铰接，立柱下端伸入桩基础可为刚接。开挖过程中立柱的受压计算长度应取上一道支撑中心线至开挖面以下 5 倍立柱截面高度；

8 临时立柱的长细比不宜大于 25；

9 临时立柱柱列间宜设置剪刀撑等稳定构件；

10 临时立柱基础宜采用钻孔灌注桩，灌注桩桩径及桩长应满足承载力要求，且桩长不应小于 3.0m；立柱宜采用钢格构或型钢结构，插入桩基的长度应根据计算确定，且插入长度不宜小于 4 倍立柱截面高度。

11.4.6 锚杆设计应满足下列要求：

1 锚杆宜按临时承载构件设计，设计使用年限不宜大于 5 年；

2 锚杆设计、施工与检测宜按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的相关规定执行；

3 锚杆极限承载力计算时抗拔承载力安全系数不应小于 1.6，锚杆的极限抗拔承载力标准值应通过抗拔试验确定，也可按公式估算，但应通过抗拔试验进行验证；

4 锚杆抗拔承载力检测值与轴向拉力标准值的比值不应小于 1.3。

11.4.7 明挖法结构设计应符合下列规定：

1 明挖结构宜按底板支承在弹性地基上的结构计算，应根据不同支护形式、主体与支护结构的结合情况、底板下设置抗拔桩情况及施工要求确定相应的计算模型，并计入立柱和楼板的压缩变形、斜托和支座宽度的影响；

2 桩墙支护结构与主体侧墙之间宜按复合结构设计。在使用阶段，主体结构计算应考虑支护结构的作用，水压力应作用在主体结构上，土压力应由支护和主体结构共同承担，并应考虑侧墙承受最大、最小侧压力两种荷载组合，支护结构宜按 100%和 50%的刚度做包络设计；

3 顶板可按纯弯构件设计，底板、楼板及侧墙应按压弯构件设计，在内力计算中应考虑施工和使用期间竖向及水平向的最不利荷载工况进行包络设计；

4 明挖结构顶、底板宜避免设置反梁，反梁设计应按《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ 02—2009 附录 C 执行；

5 抗拔桩应根据地层情况、受力大小等进行直桩、扩底桩等多种形式的技术经济比选，并应进行抗拔承载力、裂缝宽度验算，同时应满足耐久性要求。应按现行《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的相关规定，进行现场原位单桩竖向抗拔静载试验及桩身完整性检测。

11.4.8 盖挖逆作法结构设计除应满足第 11.4.7 条的有关要求外，尚应符合下列规定：

1 盖挖逆作法结构及基坑支护结构应根据各施工步骤按增量法进行内力计算，基坑桩墙支护应按压弯构件设计；

2 宜采用永久结构柱作为中间竖向支撑构件，中间立柱可采用钢管混凝土柱或型钢柱；柱下基础宜采用桩基础，桩基础的形式应根据地质条件、受力大小进行技术经济比选后确定，可采用直桩、扩底桩等形式。确有技术、经济依据时，柱下基础也可采用条形基础；

3 应采取严格控制施工过程中基坑支护结构与中间桩基之间的相对升沉的措施。施作结构底板前，相对升沉的累计值不得大于 $0.003L$ (L 为边墙和立柱轴线间的距离)，同时也不宜大于 20mm，并在结构

分析中计入其影响:

4 作为永久结构使用的中间立柱的设计,应严格控制立柱的就位精度,允许定位偏差不应大于20mm,垂直度偏差不宜大于1/500;在立柱的设计中应根据施工允许偏差计入偏心对承载能力的影响。立柱定位宜采用施工安全快捷、技术成熟的机械定位方法。立柱就位后应及时将钻孔与柱子之间的孔隙填充;

5 钢管柱或型钢柱上柱脚与顶梁的连接宜采用端承式形式,立柱与顶梁之间的约束作用应为铰接,并应验算顶梁与立柱连接处的局部受压强度,必要时用钢筋网对局部受压区进行加固;

6 钢管柱或型钢柱下柱脚与桩基础的连接应采用插入式形式,立柱插入桩基的长度应根据计算确定,并应采取一定的构造措施,插入长度不宜小于2倍立柱截面高度或直径。立柱与桩基础之间的约束作用应为刚接;

7 端承式柱脚宜在钢管混凝土内配置竖向短钢筋笼,分别锚入钢管混凝土及纵梁结构内,锚固长度不宜小于 $35d$,并按配有竖向钢筋笼的钢管混凝土进行局部受压承载力计算,钢筋笼配筋率不宜小于构造配筋率;

8 钢管柱或型钢柱与中楼板梁的连接节点设计应满足梁端的剪力传递和弯矩传递要求,连接形式宜采用环形牛腿+双梁的结构形式;

9 立柱计算长度应根据施工过程和使用阶段各层结构对柱子的约束情况及柱身的实际工作状态确定,并应按无侧限框架及上、下柱脚的约束条件确定各项长度系数;

10 桩基础应按现行《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106的要求,进行现场原位单桩竖向抗压静载试验,并应对桩身完整性逐根进行检查。桩基础的垂直承载能力宜根据理论计算和现场原位静载试验结果按变形要求进行修正。

11.5 矿山法结构设计

11.5.1 矿山法结构选型应符合下列规定:

1 矿山法结构宜采用封闭的圆顺曲线形结构型式,侧墙可采用曲墙或直墙型式,底板可采用平底板或仰拱型式,在无条件起拱等特殊情况下也可采用平顶结构;

2 矿山法结构应采用复合式衬砌型式,并应在内外层衬砌之间铺设全包防水层。初期支护宜采用钢拱架喷射混凝土,二次衬砌宜采用模筑钢筋混凝土。

11.5.2 矿山法隧道施工方法的确定应遵循下列原则:

1 应根据工程地质及水文地质条件、断面大小、埋置深度、环境条件等,并考虑安全、工期、经济等因素选择合适的隧道施工方法,并遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”的基本原则;

2 单洞隧道宜采用全断面法、台阶法、预留核心土法、中隔壁法、交叉中隔壁法、双侧壁导坑法施工;单层多跨结构宜采用中洞法、侧洞法、柱洞法施工;多层结构宜采用洞桩(柱)逆作法或一次扣拱法施工,当周边环境对施工引起的地面沉降要求不高时也可采用中洞法、侧洞法、柱洞法施工;

3 矿山法隧道施工应在无地下水的条件下进行,当地下水位较高且缺少降水实施条件时,应采取对地层进行止水处理的措施;

4 矿山法隧道施工应根据具体情况采用一种或几种施工辅助措施,可选择的辅助措施有超前小导管支护、管棚支护、锁脚锚管、临时仰拱、掌子面喷射混凝土封闭、地层注浆加固等。

11.5.3 矿山法结构设计计算应遵循下列原则:

1 矿山法结构设计应以理论计算为基础,结合工程类比法确定结构设计参数,并采用信息化设计,根据现场监控量测反馈信息,经分析及时调整设计参数;

2 初期支护应按承受施工期间全部荷载的承载结构设计，有类似成熟经验或成功案例时，其设计参数以工程类比法为主确定；当无经验可以类比及超浅埋、大跨度、围岩或环境条件复杂、形式特殊的结构，宜通过理论计算进行检算；

3 二次衬砌应按承受使用期间全部荷载的承载结构设计，并按“荷载—结构”模型进行结构内力及变形计算分析，根据受力和构造要求配置钢筋，最小配筋率不得小于构造配筋率；

4 初期支护或二次衬砌在施工过程中受力体系、荷载形式等有变化时，应根据构件的施作顺序及受力条件，按结构的实际受载过程进行分析，考虑结构体系变形的连续性；

5 车站结构、复杂大断面区间或风道结构，宜进行必要的数值模拟分析。

11.5.4 初期支护的设计应符合下列规定：

1 初期支护厚度宜根据隧道分部开挖断面的大小控制在 250mm~350mm 之间；

2 初期支护中的钢拱架宜选用钢筋格栅，临时仰拱或中隔壁也可采用型钢拱架；钢拱架间距可采用 0.5m~1.0m，钢筋格栅的主筋直径不宜小于 18mm，附属钢筋直径宜采用 8mm~14mm；

3 初期支护厚度不大于 300mm 时，宜在其内侧（背土侧）设置单层钢筋网片；初期支护厚度大于 300mm 时，可在其内外侧设置双层钢筋网片；钢筋网应采用直径 6mm~8mm 的钢筋焊接而成，钢筋间距宜为 150mm~250mm，钢筋网搭接长度宜为 1 个~2 个网眼；

4 钢拱架之间内外应设置纵向钢拉杆，钢拉杆钢筋直径宜为 20mm~22mm，环向间距宜为 1.0m。考虑隧道纵向刚度和变形影响时，纵向钢拉杆宜适当加强；

5 初期支护各分段间应采用可靠的连接，连接节点的设置应遵循以下原则：

1) 节点位置应与施工开挖方法和步序相结合，先期施工的导洞钢架节点应考虑到与后期施工导洞钢架节点的衔接；

2) 节点位置宜避开受力较大的部位；

3) 每段钢架长度和重量应方便现场施工，其长度一般宜控制在 2.0m~4.0m；

4) 可将相邻环钢架的节点位置错开布置。

11.5.5 初期支护施作完毕后，应及时进行初期支护背后回填注浆，根据地层变形情况，必要时尚应进行二次补强注浆。二次衬砌混凝土达到设计强度的 75%后，应对防水层和二衬之间的空隙进行回填注浆。

11.5.6 施工辅助措施设计应符合下列规定：

1 超前小导管支护设计应符合下列规定：

1) 一般情况下隧道开挖时拱部宜设置单层超前小导管支护；

2) 小导管环向布设范围应根据地层和环境条件确定，一般宜为拱部 120° 范围，环向间距宜为 200mm~400mm；每一榀一打时，导管长度宜为 1.5m~2.0m；每两榀一打时，导管长度宜为 2.5m~3.0m；打设仰角宜为 10°~20°，搭接长度不小于 1.0m；

3) 小导管钢管直径应根据地层条件选择，宜为 $\phi 25\text{mm}$ ~ $\phi 42\text{mm}$ ；管头宜加工成 25°~35° 椎体，管壁应有注浆孔，孔径宜为 6mm~10mm，孔距宜为 100mm~200mm，梅花形布置；

4) 应根据隧道所处的地层条件确定小导管是否注浆、浆液种类、注浆压力等，并宜通过现场注浆试验验证。

2 超前管棚支护设计应符合下列规定：

1) 在隧道开挖断面较大、埋深浅，且所处地层软弱、自稳能力差；下穿重要环境设施；大断面暗挖转体进洞开挖等情况下，宜在隧道拱部设置超前管棚支护；

2) 管棚宜采用 $\phi 108\text{mm}$ ~ $\phi 159\text{mm}$ 的钢管，环向间距不宜大于 500mm，管内灌注水泥砂浆；

3) 超前管棚施作应采用非开挖技术，在设备精度、施工条件允许时，宜采用一次性打设技术。

3 锁脚锚管设计应符合下列规定：

1) 隧道开挖过程中，为控制初支钢拱架下沉，宜在钢拱架两侧各打设一根锁脚锚管，锚管构造可

与超前小导管一致；

2) 锁脚锚管长度宜为 2.0m~3.0m，打设水平夹角宜为 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。

4 位于卵砾石地层中的隧道，不宜设置超前管棚，超前小导管长度也不宜超过 2.0m。当超前小导管打设有困难时，宜减小隧道开挖步距，加密钢拱架间距。

11.5.7 洞桩（柱）逆作法结构设计及受力分析、施工技术要求等除应满足本规范第 11.4.8 条盖挖逆作法结构设计的基本原则和相关技术要求外，尚应符合下列基本规定：

1 洞桩（柱）逆作法的边桩宜为钻孔灌注桩或人工挖孔桩，中间立柱宜采用钢管混凝土柱，边桩和中间立柱基础可采用桩基础或条形基础；

2 上导洞净空尺寸应根据边桩、中间钢管柱和顶纵梁的作业空间要求确定；下导洞的净空尺寸应根据施工期间导洞内条形基础的承载力和竖向变形要求、通过计算确定，一般情况下导洞净宽不宜大于 5.0m；

3 在满足隧道开挖引起的地面沉降要求的情况下，洞桩（柱）逆作法结构宜浅埋；

4 中间立柱下采用桩基础时，桩基础的设计应按本规范第 11.4.8 条的相关规定执行；

5 桩、柱下条形基础设计应符合下列规定：

1) 下导洞内条形基础设计应按现行《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11—501 的相关规定进行地基承载力和变形计算，地基承载力深度修正时应考虑土体开挖的卸载影响，同时条形基础还应满足抗弯、抗剪和抗冲切等承载力设计要求；

2) 边桩下的条形基础除应进行竖向地基承载力和变形验算外，尚应进行抗侧移稳定性验算，可采用在底层边桩设置锚杆或增大基底与地层间的摩擦力等措施来提高其抗侧移稳定性；当边桩条基和中柱条基之间设置横向导洞、采用桩柱下十字条形基础时，应将桩下条基视为以横向条基作为水平支点、承受侧向荷载的连续梁进行承载能力计算；

3) 当条形基础作为永久结构的底纵梁及部分底板结构使用时，应与永久结构的整体框架结构进行包络设计。

6 边桩应按临时构件设计，满足施工过程的承载力和变形要求。当其直接嵌入土中时，尚应通过竖向承载力和稳定性计算确定其入土深度。稳定性验算内容及安全系数取值应按本章表 11.4.1-3 的规定执行；

7 应采取可靠措施控制边跨拱部初期支护架设过程中的稳定性，在不破坏小导洞初期支护的情况下，导洞内外初支的对接应连续且措施可靠，确保拱部初支一端稳定支承于边桩冠梁上、另一端稳定支承于中柱顶纵梁上；

8 应在各跨拱部初期支护架设完成后，方可破除上导洞初期支护及浇筑各跨拱部二次衬砌，并采取可靠措施确保拱部二次衬砌形成前结构体系整体的稳定性。

11.5.8 一次扣拱法结构设计应符合下列规定：

1 应根据框架结构边跨的形式和跨度确定上、下导洞的形式和大小，上导洞的拱部应与边跨结构的拱部相拟合，下导洞的底部应与边跨结构的底部相拟合，导洞高度应满足洞内施工作业的要求；

2 上、下导洞应根据地层条件、埋深、断面大小及地面沉降要求，结合一次扣拱法施工工艺等因素确定施工方法，宜采用中隔壁法或双侧壁导坑法施工；

3 边桩宜为人工挖孔桩，应按临时构件设计，满足施工过程的极限承载力要求；

4 边桩与顶拱和底板结构之间的连接宜采用铰接型式。

11.5.9 矿山法车站钢管混凝土柱设计应符合下列基本规定：

1 钢管柱上柱脚与顶纵梁的连接、下柱脚与底纵梁或条形基础的连接均宜采用端承式形式，柱与结构之间的约束作用应为铰接；钢管柱下柱脚与桩基础的连接应采用插入式形式，柱与桩基础之间的约束作用应为刚接；

2 钢管混凝土柱上、下柱脚及与中楼板梁的连接节点设计应符合本章第 11.4.8 条的相关规定；

3 应严格控制钢管柱的就位精度，允许偏差标准及设计计算应满足本章第 11.4.8 条第 4 款的要求；

4 矿山法车站钢管混凝土柱计算长度的确定应符合下列基本原则:

1) 中洞法、侧洞法、柱洞法钢管混凝土柱计算长度应根据施工过程楼板施作的情况,取施工过程中和使用期间最不利工况下的计算长度;

2) 洞桩(柱)逆作法钢管混凝土柱计算长度应取顶纵梁底至基础顶之间的距离;

3) 一次扣拱法钢管混凝土柱计算长度应取顶纵梁底至底纵梁顶之间的距离。

5 钢管柱的接长宜采用法兰连接,钢管混凝土内宜设置通长的构造钢筋,钢筋数量可取柱脚与纵梁结构连接钢筋的 1/2。

11.6 盾构法结构设计

11.6.1 盾构法隧道设计应遵循以下基本原则:

1 盾构法隧道应选择适宜盾构掘进的地层,应避免穿越含有较大漂石的卵砾石地层,当必须穿越时,应有充分的理由和可靠的工程措施。在连续分布的大漂石地层中不宜采用盾构法施工;

2 隧道覆土厚度及近距离隧道之间的距离等设计参数应综合考虑地质和环境条件等因素后确定,并应满足下列要求。当受条件限制不能满足时,应采取相应的措施减小不利影响;

1) 隧道覆土厚度不宜小于 $1.5D$ (D 为隧道的外径),困难情况下不宜小于 $1.0D$;

2) 下穿水域的盾构法隧道在考虑冲刷深度等不利因素后的最小覆土厚度不宜小于 $1.0D$;

3) 并行隧道间的净距以及隧道与地下建(构)筑物的净距不宜小于 $1.0D$ 。

3 盾构掘进时应应对管片背后进行同步注浆,并应及时填充管片结构与围岩之间的空隙。同步注浆材料宜选择缓凝无机材料,且注浆材料凝结固化时具有低收缩特性;

4 盾构区间联络通道的设计除应满足防灾安全疏散的要求外,还应根据工程地质和水文地质条件、周边环境情况合理确定通道的位置,并应选择适宜的地层加固措施和隧道开挖方法,必要时应采取地层降水、洞内支撑等辅助措施;联络通道两侧的正洞隧道应设置加强衬砌段。

11.6.2 隧道管片设计应符合以下规定:

1 在满足工程使用、结构受力及防水要求的前提下,隧道宜采用单层装配式钢筋混凝土衬砌,并应错缝拼装;

2 联络通道等区段的特殊环管片,宜采用钢筋混凝土管片,特殊环钢筋混凝土管片应进行专门的加强设计。特殊环管片也可采用钢管片或钢-钢筋混凝土复合管片,钢管片及钢-钢筋混凝土复合管片应采取防腐蚀和防火措施;

3 隧道管片衬砌可采用标准环与楔形环不同组合下的普通环衬砌形式,也可采用单一楔形环的通用环衬砌形式;

4 确定衬砌环楔形量时应考虑线路最小曲线半径、衬砌环类型、衬砌环排版方式、曲线拟合误差等因素,并留有一定的裕量;

5 管片衬砌环宜采用板式结构,其厚度应根据隧道的埋深情况、隧道直径、正常使用受力情况以及施工期间的荷载作用等因素确定,宜控制在 $0.05D \sim 0.06D$;

6 管片衬砌环宽度应根据隧道最小曲线半径、隧道直径、管片制作、运输、拼装工艺以及盾构推进千斤顶行程等因素综合确定,单线隧道环宽可采用 $1.2\text{m} \sim 1.5\text{m}$,双线隧道环宽可采用 $1.5\text{m} \sim 1.8\text{m}$;

7 衬砌环可由数块标准块、两块邻接块和一块封顶块组成,分块方式应根据管片制作、运输、盾构设备、施工方法和受力等要求确定。单线隧道宜采用 6 块,双线隧道宜采用 8 块或 9 块;

8 封顶块宜采用先环向顶入并搭接部分环宽、后纵向插入的拼装方式,纵向搭接长度应根据管片衬砌几何尺寸和分块、封顶块接头角度和插入角度、盾构机千斤顶行程等因素确定,宜取 $1/3 \sim 2/3$ 倍环宽尺寸。封顶块接头角度和插入角度应根据衬砌环受力、管片拼装方式、盾构设备及管片生产条件等因

素综合确定；

9 管片内弧面中心位置应预埋壁后注浆预埋件，注浆预埋件应带逆止阀装置，其迎土面应保留不小于 40mm 的素混凝土。注浆前凿穿注浆孔时不得影响邻近钢筋的保护层厚度；

10 管片上各种预留孔洞的形状、尺寸与角度应满足管片制作、后续施工作业的要求，应避免造成脱模时损坏管片或螺栓安装困难；

11 管片配筋应符合以下规定：

1) 管片主筋及分布筋最大间距不宜大于 200mm，管片内外层钢筋之间应设置拉筋，拉筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 300mm；

2) 在管片手孔周围应设置加强筋，在螺栓孔、预留孔洞、吊装孔预埋件等部位宜设置螺旋加强筋。吊装孔预埋件抗拔承载力应不小于 5 倍的管片自重。

12 钢筋混凝土管片应采用高精度钢模制作，管片制作和拼装精度应满足现行国家标准《盾构法隧道施工与验收规范》GB 50446 的相关要求。

11.6.3 管片接头设计应符合以下规定：

1 管片接头设计应满足结构受力、接头防水、耐久性及管片拼装施工工艺的要求；

2 管片接头应采用螺栓连接。螺栓宜采用弯螺栓型式，当管片厚度较大时亦可采用直螺栓或斜螺栓型式。螺栓、螺母和垫圈等钢构件应采取防腐蚀措施；

3 管片接头边缘应采取倒角、退缩等构造措施，应避免因应力集中造成损坏；

4 管片厚度不小于 350mm 时宜在接头面设置凹凸榫槽提高接头的抗剪强度及刚度。

11.6.4 盾构法隧道计算应符合以下规定：

1 结构计算时应分别选取隧道顶覆土最厚（薄）、水压力最大（小）、存在超载或偏压等不利工况进行横断面内力计算，并按各荷载工况的内力包络图或分区段进行截面设计；

2 盾构隧道的计算模型应根据地层情况，衬砌的构造特点以及施工工艺等确定，并应考虑管片与地层之间的共同作用以及管片接头刚度的影响；

3 横断面方向管片结构计算可采用等效匀质圆环模型和梁-弹簧模型。错缝拼装管片结构计算宜考虑衬砌环间剪力传递作用的影响；

4 采用等效匀质圆环模型进行管片结构计算时，应考虑管片接头的影响对衬砌环整体刚度进行适当折减；错缝拼装衬砌环应考虑管片接头弯矩向两侧管片的传递效应。根据管片接头数量及构造的不同，衬砌环整体刚度折减系数 η 和接头弯矩传递系数 ξ 可分别取 0.8~1.0 和 0.2~0.4；

5 采用梁-弹簧模型时，环向接头可采用回转弹簧模拟，环间接头可采用剪切弹簧模拟，弹簧的刚度一般由试验或经验确定；

6 管片结构与地层间的相互作用可采用假定抗力法或地基弹簧法进行模拟；

1) 假定抗力法：假定地层水平抗力在衬砌环水平直径处达到最大，并在上下 45° 中心角范围内呈三角形分布，地层水平抗力与衬砌向地层内的水平位移成正比；

2) 地基弹簧法：一般情况下宜采用局部弹簧模式，即在隧道拱顶 90° 范围以外设置地层弹簧，地层弹簧不允许受拉，弹簧刚度依据地层基床系数和弹簧所代表的地基面积确定。

7 遇下列情况时，还应对隧道纵向强度和变形进行计算；

1) 覆土厚度或地层沿隧道纵向有较大变化时；

2) 穿越重要建、构筑物或直接承受较大局部荷载时；

3) 地基沿纵向产生不均匀沉降时；

4) 位于不利地层中的隧道承受地震作用时。

8 盾构法隧道管片结构应按荷载效应准永久组合进行变形验算，其直径变形量应不大于 2‰D，接缝张开量应不大于管片接头密封垫允许张开值。

11.6.5 管片接头计算应符合下列规定：

- 1 管片接头计算应包括接头张开量计算及连接件强度检算等内容；
- 2 钢筋混凝土管片的环向螺栓应按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 矩形截面偏心受压构件的承载能力极限状态计算。钢管片的环向螺栓可采用以管片边缘为回转中心的模型计算螺栓应力；
- 3 钢筋混凝土管片应检算纵向螺栓的抗拉及抗剪强度；
- 4 在进行管片螺栓连接处手孔形式设计时，对螺栓连接处混凝土环肋、端肋结构，应按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行抗剪和抗冲切承载力计算。

11.6.6 钢管片设计应符合下列要求：

- 1 钢管片可用于隧道联络通道、地层变化、地面超载等结构荷载变化较大位置。钢管片应按永久钢结构构件进行设计，并应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的相关规定；
- 2 钢管片各钢构件厚度及焊缝高度等设计参数应通过计算确定；
- 3 钢管片接头宜采用高强度螺栓连接，设计应通过接头计算确定合适的螺栓、配套螺母和垫圈；
- 4 应对钢管片接头面板（包括环板和端板）的抗压强度、抗剪强度、局部稳定性进行检算；
- 5 钢管片表面应除锈并进行防腐蚀处理。施工完成前宜在钢管片格腔内灌注混凝土，钢管片外露部分应作加强防腐蚀及防火处理；
- 6 钢管片尺寸及加工精度应与混凝土管片相同。

11.6.7 盾构工作井设计应满足下列要求：

- 1 盾构隧道宜利用车站端头作为盾构工作井，工作井结构设计时应满足盾构始发、接收或调头的作业空间要求及工作井本身受力的要求。当受场地或其他条件限制时，盾构工作井也可在区间正线隧道之上或在区间隧道一侧设置；
- 2 盾构进出工作井洞口处，应设置洞口密封止水环，在管片与工作井井壁间应设置后浇钢筋混凝土环梁，在井壁应预埋与后浇环梁连接的钢筋或钢板；
- 3 盾构工作井结构尚应考虑盾构始发时的反力对井壁及内部构件的影响。

11.6.8 盾构始发、接收设计应符合下列规定：

- 1 盾构始发或接收前，应对洞门外土体进行加固，土体加固方法、加固范围和加固体物理力学参数等应根据工程地质和水文地质条件、盾构机类型、覆土厚度、周围环境等因素确定；
- 2 应通过技术经济分析，因地制宜的选择加固方法，可采用的地层加固方法有高压旋喷、深层搅拌、混凝土素桩、注浆等；
- 3 通常情况下，加固体宽度宜为隧道周围上、下、左、右各 3.0m；在含水地层，盾构始发区加固体长度宜为 1.0 倍的盾构机长度，接收区宜为 1.0 倍的盾构机长度加 2.0m；在无水地层（砂卵石地层除外），盾构始发和接收区加固体长度宜为 0.5 倍~1.0 倍的盾构机长度。加固体强度应到达 0.5MPa~0.8MPa，有止水要求时渗透系数应不大于 $1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 。在无水砂卵石地层，可采用素混凝土桩进行地层加固，加固体长度宜为 2.0m；

- 4 在地层无水情况下，基坑支护结构钢筋采用玻璃纤维筋时，土压平衡盾构的始发区和接收区均可不进行地层加固；但当地层强度较弱，在接收区的盾构机下方一定范围，地层可适当加固处理。

11.6.9 两条平行隧道之间净距小于 $1.0D$ 或上下叠落等小净距隧道设计应符合下列基本原则：

- 1 应综合考虑工程地质及水文地质条件、周围环境情况、隧道净距、施工顺序、工程造价等因素，对因近距离盾构掘进产生相互影响的隧道应采取适当的保护措施；
- 2 小净距隧道结构设计时，应对相邻隧道的施工影响进行计算分析，必要时可对管片配筋、接头螺栓等设计参数作适当加强；
- 3 当两条平行隧道为近距离上下叠落时，应对上下两条隧道的先后掘进顺序及相应的技术措施进

行专项论证。

11.6.10 盾构机选型应符合以下基本规定：

- 1 当盾构机掘进区段内不存在大漂石、高水压等不良地质时，应选用土压平衡盾构，可通过向开挖面添加泥浆或泡沫等措施改善碴土的流动性；
- 2 当盾构机掘进区段为厚度较大的砂、卵石层且地下水压力大或需要精确控制开挖面压力时，可采用泥水平衡盾构；
- 3 当盾构机掘进区段内地层强度或开挖面稳定性差异较大，如长距离的岩土混合地层时，宜采用复合式盾构；
- 4 盾构机刀盘或刀具应综合考虑隧道断面、地层岩性、地下水及掘进长度等因素后确定，并应允许掘进过程中进行刀盘或刀具的检修和更换。

11.7 地下结构抗震设计

11.7.1 本节适用于北京市（抗震设防烈度为 7 度和 8 度地区）城市轨道交通地下结构工程的抗震设计。

11.7.2 轨道交通工程地下结构应进行抗震设计。

11.7.3 轨道交通工程地下结构抗震设计应符合以下规定：

- 1 抗震设防类别的划分应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的规定，除个别重要工程外，轨道交通地下结构应划为重点设防类（乙类建筑）；
- 2 轨道交通地下结构抗震设计应达到以下抗震设防目标：
 - 1) 当遭受低于本工程抗震设防烈度的多遇地震 E1 影响时，地下结构不损坏，对周围环境和轨道交通运营无影响；
 - 2) 当遭受相当于本工程抗震设防烈度的设计地震 E2 影响时，地下结构不损坏或仅需对非重要结构部位进行一般修理，对周围环境影响轻微，不影响正常运营；
 - 3) 当遭受高于本工程抗震设防烈度的罕遇地震 E3（高于设防烈度 1 度）影响时，地下结构主要结构体系不发生严重破坏且便于修复，无重大人员伤亡，对周围环境不产生严重影响，修复后可正常运营。
- 3 地下结构应采用经北京市政府主管部门批准的工程地震安全性评价报告建议的地震动参数进行抗震设计。同时，地表水平峰值加速度应不小于表 11.7.3-1 中的数值，地表水平峰值位移应不小于表 11.7.3-2 的数值；

表 11.7.3-1 地表水平峰值加速度表（m/s²）

抗震设防烈度	7 度	8 度
设计地震 E2	0.15 g	0.20 g
罕遇地震 E3	0.32 g	0.40 g

表 11.7.3-2 地表水平峰值位移表（m）

抗震设防烈度	7 度	8 度
设计地震 E2	0.10	0.13
罕遇地震 E3	0.21	0.27

4 地下车站主体建筑结构的抗震等级，设防烈度 7 度时应为三级，设防烈度 8 度时应为二级；地下车站出入口通道、风道等附属建筑结构及区间隧道的抗震等级应为三级；当地下结构与地面建筑物合建时，其抗震等级应与上部建筑物的抗震等级一致，且应符合本条上述规定。

11.7.4 地下结构所处的场地和地基应符合下列规定：

1 选线时应结合工程的特点并根据地震安全性评价报告,对沿线场地做出对抗震有利、不利地段的划分和综合评价;

2 线位、站位的选择应避开抗震不利地段,当无法避开时应采取有效的抗震措施;

3 同一结构单元的基础不宜设置在性质截然不同或差异显著的地基上;

4 地基为软弱粘性土、液化土、新近填土或严重不均匀土时,应估计地震时地基不均匀变形产生的不利影响,并应采取相应的措施。

11.7.5 地下结构的结构体系应满足下列各项要求:

1 地下结构的体形及结构布置宜规则、对称,结构质量及刚度宜均匀分布、避免突变;

2 体形不规则的地下结构,宜结合使用功能要求合理设置结构变形缝,形成较规则的结构单元;

3 结构体系及结构构件应具备良好的延性和变形能力;

4 对重要的结构节点及可能出现的薄弱部位应采取针对性措施提高其抗震能力。

11.7.6 地下结构的抗震计算分析应符合下列规定:

1 地下结构应进行设计地震 E2 作用下的内力和变形分析,此时可假定结构与构件处于弹性工作状态,内力和变形分析可采用反应位移法、惯性力法或时程分析法。采用惯性力法计算地下结构地震反应时,应符合现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 中关于静力法的规定;

2 位于地层软硬显著变化区域或体形不规则且有明显薄弱部位的地下结构尚应进行罕遇地震 E3 作用下的变形分析,此时应假定结构与构件处于弹塑性工作状态;

3 地下结构的抗震计算模型应能较客观地反映结构的实际受力状况以及结构与周边地层的相互作用,计算方法应与地下结构的型式、体量和特点相适宜;

4 沿纵向结构型式连续、规则、横断面构造变化不大的地下结构应按平面荷载结构模型进行横向水平地震反应计算,计算方法可采用反应位移法或惯性力法;

5 遇到下列情况时,地下结构应按空间地层结构模型进行地震反应计算,计算方法应采用时程分析法:

1) 地下结构与地面建(构)筑物合建或结构上部局部有建(构)筑物;

2) 沿结构纵向土层分布有显著差异;

3) 结构体系复杂、体形不规则以及结构断面变化较大;

4) 地下结构紧贴既有轨道交通建筑物;

5) 地下结构与其他建(构)筑物结构相连且未设变形缝。

6 除小净距隧道、断面或地层条件复杂的隧道外,其他区间隧道宜采用反应位移法计算纵向地震反应;

7 地下车站除应进行水平地震作用计算外,设防烈度为 8 度且存在以下情形时尚宜计及竖向地震作用:

1) 体形不规则的大型车站;

2) 车站为大跨度结构或浅埋大断面隧道;

3) 在顶板、楼板上开有较大孔洞,形成大跨悬臂构件;

4) 车站横断面为显著不对称结构;

5) 竖向地震作用效应很重要的其他结构。

11.7.7 地下车站及区间隧道采用反应位移法计算横向地震反应时,应符合下列规定:

1 应采用荷载结构模型,地下车站或区间隧道结构采用梁单元模拟,周边地层对结构的支承及与结构的动态相互作用采用地层弹簧模拟;

2 计算时考虑的水平地震作用应包括地层反应变形、结构惯性力和周边地层剪力。

1) 地层反应变形可通过假定地层变位法(参见图 11.7.7)或一维地层反应分析法求得。已进行场地

地震安全性评价的，应采用评价报告得到的地层位移随深度的变化关系；

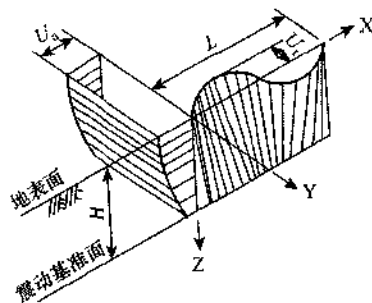


图 11.7.7 假定地层变位法地层沿深度方向及水平方向的变形模式

U_a —地表峰值水平位移； H —覆盖层厚度； U_1 —纵向地层水平位移； L —波长

2) 结构顶板相对于底板的相对位移可通过在计算模型中相应地层弹簧上施加强制位移的方式作用于结构上，也可将地层强制位移转化为等效荷载作用于结构上；

3) 结构惯性力可通过将结构构件的质量乘以最大水平加速度求得，惯性力的作用点为各构件的形心；

4) 周边地层剪力可通过假定地层变位法或一维地层反应分析法求得。

3 采用纵梁-柱体系的地下结构应按等代框架法进行地震反应分析，即中柱应按真实截面尺寸建模，其他构件截面宽度应取纵梁相邻跨度各一半之和；

4 竖向地震作用可通过将覆土产生的竖向惯性力作用于结构顶板考虑，竖向地震峰值加速度可取为水平峰值加速度的 2/3。

11.7.8 区间隧道采用反应位移法计算纵向地震反应时，应符合下列规定：

1 区间隧道结构宜简化为梁单元，周边地层对隧道的支承及与隧道的动态相互作用宜采用地层弹簧模拟，地层沿隧道纵向的反应变形可采用强制变形的方式施加于地层弹簧上；

2 可假定地层沿隧道纵向的反应变形按正弦规律变化，见图 11.7.7。

11.7.9 地下结构采用时程分析法计算地震反应时，应符合下列规定：

1 宜采用地层-结构模型按平面应变问题计算分析，当需要考虑地下结构空间动力效应时，宜采用三维模型计算分析；

2 计算模型上面边界宜取至地表，侧面人工边界距地下结构水平距离不宜小于 3 倍结构宽度，底面人工边界宜取至震动基准面。震动基准面可取基岩面；当基岩面较深时，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 4.1.4 条及本规范第 11.7.7 条的规定确定覆盖层厚度。震动基准面距地下结构底板竖向距离不宜小于结构高度；

3 侧面人工边界宜模拟为粘弹性边界或自由场边界，底面人工边界宜模拟为可输入地震波的固定边界；

4 地震动输入宜采用地震加速度时程输入。地震动输入时，应按场地类别和设计地震分组选用不少于两组实际强震记录和一组由地震安全性评价报告提供的加速度时程曲线。

11.7.10 地震作用效应与其他荷载效应的组合以及结构构件抗震承载力调整应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 5.4 节的规定执行。

11.7.11 地下结构的抗震构造应符合下列要求：

1 地下结构宜采用现浇钢筋混凝土结构。需要设置装配式构件时，应使其与周围构件有可靠的连接；

2 框架梁、框架柱应根据抗震等级的不同按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 采用抗震构造措施；

3 框架柱设计尚应满足下列要求：

- 1) 柱截面宜采用对称配筋型式, 柱主筋间距不宜大于 200mm;
- 2) 柱截面最小总配筋率, 抗震等级一级时不宜小于 1.2%, 二级时不宜小于 1.0%, 三级时不宜小于 0.8%;
- 3) 框架柱轴压比, 抗震等级一级时不宜大于 0.65, 二级时不宜大于 0.75, 三级时不宜大于 0.85;
- 4) 中墙与顶板、中间楼板及底板连接处的箍筋应加密, 加密范围和构造与框架柱相同;
- 5) 对于柱净高与截面短边长度 (或直径) 之比不大于 4 的柱, 柱全高范围内均应加密箍筋且箍筋间距不应大于 100mm。
- 4 框架梁宽度大于框架柱宽度时, 梁柱节点区柱宽以外部分应设梁箍筋;
- 5 当框架柱混凝土强度等级高于框架梁两级以上, 且梁柱节点区混凝土强度等级与框架梁相同时, 应对核心区承载力进行验算, 必要时应设芯柱加强;
- 6 当地下结构采用纵梁体系时, 结构板及侧墙端部应设箍筋加密区, 箍筋加密区构造要求应与框架梁相同;
- 7 车站楼板洞口的布置宜使结构质量和刚度的分布较均匀、对称, 宜避免局部突变, 较大孔洞周围应设置满足构造要求的边梁或暗梁;
- 8 内部结构的抗震构造可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定执行。

11.8 地下结构耐久性要求

11.8.1 地下结构耐久性设计应执行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的相关要求。

11.8.2 北京地区环境对地下钢筋混凝土构件的作用应包括混凝土碳化引起内部钢筋的锈蚀 (I: 一般环境)、寒冷环境对混凝土的冻融损伤 (II: 冻融环境)、氯离子引起的钢筋锈蚀 (IV: 除冰盐等其他氯化物环境) 及地下水、土对混凝土的化学腐蚀作用 (V: 化学侵蚀环境)。具体的环境类别和作用等级可按表 11.8.2 确定。

表 11.8.2 地下钢筋混凝土结构的环境类别及作用等级

环境类别	名称	作用等级	环境条件	结构构件示例
I	一般环境	I-A	洞内干燥环境	常年干燥、低湿度环境中室内构件, 包括中楼板、中间立柱、中间隔墙、站台板、内部楼梯等
		I-B	洞内潮湿环境	顶板、底板、侧墙等构件的背土侧
			长期湿润环境	长期与水或湿润土体接触的构件, 指顶板、底板、侧墙等构件的迎土侧
		I-C	干湿交替环境	处于地下水位变动区, 且壁厚小于 300mm 的构件。例如: 壁厚小于 300mm 的矿山法隧道, 出地面段顶板、侧墙、底板等构件
II	冻融环境	II-C	无盐环境, 混凝土中度饱水	处于 0.8m 冰冻线以上的顶板、侧墙、底板等构件
IV	氯化物环境	IV-C	四周浸没于含氯化物的水土	与地下水、土接触的构件
			接触较低浓度氯离子水体、且有干湿交替	处于地下水位变动区, 与地下水、土接触的构件
		IV-D	接触较高浓度氯离子水体、且有干湿交替	处于地下水位变动区, 与地下水、土接触的构件
		IV-E	接触高浓度氯离子水体、且有干湿交替	处于地下水位变动区, 与地下水、土接触的构件
V	化学侵蚀环境	V-C	与地下水、土接触的构件	
		V-D		
		V-E		

注: 1. 环境条件指混凝土表面的局部环境;

2. 干燥、低湿度环境指年平均湿度低于 60%;

3. 干湿交替指混凝土表面经常交替接触到大气和水的环境条件;

4. 地下车站出入口、风亭等主体结构的出地面段构件环境作用等级宜取与下部构件一致, 不宜单独考虑局部构件的其他环境作用。

11.9 构造设计

11.9.1 地下结构变形缝的设置应符合下列规定：

- 1 施工工法、结构型式、地基基础或荷载发生较大变化处的不同结构单元之间宜设变形缝；
- 2 在区间隧道、出入口通道、风道等结构与车站主体结构的结合部位应设变形缝；
- 3 结构顶板以上无覆土或覆土厚度小于 0.8m 时应设变形缝，变形缝最大间距不宜大于 40.0m；
- 4 在充分分析混凝土收缩及温度变化对结构纵向应力的影响，并采取合理的工程措施后，覆土厚度不小于 3.0m 的同一结构单元范围内可不设变形缝；
- 5 结构顶板以上覆土厚度介于 0.8m 和 3.0m 之间时，应综合考虑结构体量、结构型式、混凝土收缩及温度变化影响等因素确定变形缝的设计；
- 6 当因结构、地基、基础或荷载发生变化，可能产生较大的差异沉降时，应通过地基处理、结构加强等方法将结构的纵向沉降曲率和沉降差控制在道床和地下结构的允许变形范围内。无砟轨道路基后沉降量控制值应满足本规范第 8.6 节的相关规定；
- 7 变形缝处结构钢筋的处理应满足变形缝防水设施的设置要求。

11.9.2 施工缝或后浇带的设置应满足下列要求：

- 1 未设变形缝的明挖法和盖挖逆作法地下结构宜分段跳仓浇筑或设置后浇带，施工缝间距宜为 15.0m~20.0m，后浇带间距宜为 30.0m~40.0m；
- 2 施工缝或后浇带宜沿横向贯通设置在纵向跨度的 1/3 处附近，且后浇带宜避开结构孔洞、出入口、风道等部位；
- 3 后浇带应在两侧结构混凝土浇筑时间不短于 1 个月后、采用高于两侧结构混凝土强度等级一级的微膨胀混凝土浇筑。

11.9.3 地下结构的顶板、侧墙、底板及中楼板结构上下侧面分布钢筋的配筋率，当采用 HRB 335 钢筋时不宜低于 0.25%，采用 HRB 400 钢筋时不宜低于 0.2%，同时分布钢筋的间距不宜大于 150mm。

11.9.4 框架结构横向受力主筋间距不应小于 100mm，也不应大于 200mm。

11.9.5 钢筋的混凝土保护层厚度应根据结构类型、环境条件和耐久性要求等确定，一般环境下最外层钢筋的最小净保护层厚度应符合表 11.9.5 的规定。

表 11.9.5 一般环境下最外层钢筋最小净保护层厚度（mm）

结构类别	地下连续墙		灌注桩			明（盖）挖法结构		矿山法结构				盾构法结构		内部结构	
			钻孔灌注桩		人工挖孔桩	顶板、底板及外墙		初期支护		二次衬砌		钢筋混凝土管片		内部梁、柱	楼板、楼梯、内墙、站台板
	外侧	内侧	永久构件	临时构件		外侧	内侧	外侧	内侧	厚度≤500	厚度>500	外侧	内侧		
保护层厚度	70	70	70	50	50	45	35	30	30	35	40	35	25	30	25

注：受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径。

11.10 工程材料

11.10.1 地下结构的工程材料应根据结构类型、受力条件、使用要求和所处环境条件等选用，并考虑可靠性、耐久性和经济性。主要受力结构宜采用钢筋混凝土结构，必要时也可采用钢管混凝土结构、钢骨

混凝土结构、型钢混凝土组合结构和金属结构等。

11.10.2 混凝土材料应符合下列规定：

1 混凝土的原材料和配比、最低强度等级、最大水胶比和单方混凝土的胶凝材料最小用量等应符合结构耐久性的规定，并应满足抗裂、抗渗、抗冻和抗侵蚀的要求。一般环境下的地下结构混凝土强度等级不应低于表 11.10.2 的规定；

表 11.10.2 一般环境下的地下结构混凝土最低强度等级

作为永久构件的钢筋混凝土结构	C35
作为临时构件的钢筋混凝土结构	C25
装配式钢筋混凝土管片	C50
喷射混凝土结构	C20

2 大体积浇筑的混凝土应避免采用高水化热水泥，并应掺入高效减水剂、优质粉煤灰或磨细矿渣等，应严格控制水泥用量，限制水胶比，同时混凝土入模温度不宜高于 28°；

3 喷射混凝土应采用湿喷混凝土；

4 钢管混凝土应采用无收缩混凝土。

11.10.3 钢材及连接应符合下列规定：

1 混凝土结构构件的纵横向受力钢筋宜采用不低于 HRB400 的热轧钢筋；分布钢筋宜采用不低于 HRB400 的热轧钢筋，也可采用 HRB335 钢筋；箍筋宜采用 HRB400、HPB300 钢筋，也可采用 HRB335 钢筋；

2 土层锚杆可采用钢绞线或 HRB400 钢筋；

3 土钉宜采用 HRB400 钢筋；

4 钢筋在同一断面连接时，钢筋接驳器的性能等级应为 I 级，其他要求应符合现行《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定；

5 抗震结构钢筋应满足现行《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 3.9.2 条的相关要求；

6 钢结构宜采用 Q235、Q345 钢。

11.10.4 地层加固注浆材料宜根据地层条件、施工工艺要求选择，并宜采用对地下环境无污染以及后期收缩小的无机材料。

11.11 安全风险工程设计

11.11.1 一般规定：

1 轨道交通地下工程各设计阶段均应有针对性地开展安全风险工程设计工作。风险工程设计工作应遵循“分阶段、分等级、分对象”的基本原则，并面向不同设计阶段、不同安全风险等级、不同风险工程分别开展风险工程的设计工作；

2 风险工程设计应对新建轨道交通工程自身及受新建轨道交通工程影响的环境进行风险识别、风险分析、风险控制，并应通过分析提出合理的控制指标和具体技术措施；

3 设计阶段除应考虑轨道交通工程建设期间的安全风险因素外，还应考虑工程建成投入使用后可能面临的各种风险。

11.11.2 地下工程的安全风险应包括工程自身风险和环境安全风险两大类。

1 工程自身风险应指由于地下结构自身的技术难度导致工程实施过程中可能出现的安全风险，且应包括场地不良地质及水文地质风险。地下工程各工法自身风险的主要相关因素及北京地区常见的不良地质因素见附录 G 表 G.0.2-1 及表 G.0.2-2；

2 环境安全风险应指场地周边可能受地下工程施工影响出现风险或其存在使地下工程施工安全风

险增加的环境设施或条件，可能的环境安全风险源应包括城市道路、桥梁、地上（下）建（构）筑物、市政管线、地面（下）轨道运输系统、水体、绿化植物等。可能的各类常见环境风险源见附录 G 表 G.0.4。

11.11.3 各类风险分级应执行以下基本原则：

1 自身风险工程应根据工程地质和水文地质条件，基坑开挖深度，矿山法结构的层数、跨度、断面形式、覆土厚度、开挖方法等进行分级。地下工程各工法自身风险分级可参照附录 G 表 G.0.5 的规定执行；

2 环境风险工程应根据环境设施的重要性、环境设施状况、环境设施与轨道交通工程的接近程度等因素，并依据轨道交通建设对环境设施的影响程度等进行分级。环境风险分级结合环境设施的重要性和临近关系，可参考附录 G 表 G.0.9 进行风险分级。

11.11.4 设计阶段宜对工程的自身风险和環境风险进行独立分级、分别评价，并根据需要采取必要的工程措施。

11.11.5 风险控制应执行以下基本原则：

1 对特、一级环境风险工程应对车站站位、线路走向的布置方案进行分析比较，使重要环境风险源处在新建轨道交通工程显著影响区外；对工程自身，在工法选择、结构型式、基坑深度等方面应规避风险大、控制难的设计方案；

2 对于处在新建轨道交通工程强烈影响区内的环境风险源，应采取改移、拆除、补强等方式将风险降至最低；对工程自身，应针对工程的具体特点及所处的地质条件，选择安全适宜的施工工法；

3 对于处在新建轨道交通工程影响区内的无法规避的环境风险源或者无法降低风险等级的特、一级风险工程，应对新建轨道交通工程的施工方法及施工参数进行分析比较，确定对周边环境影响较小的设计方案，并应制定安全、经济、合理的周边环境保护措施和自身风险控制措施。

11.11.6 各不同设计阶段风险源设计工作应符合下列规定：

1 规划阶段应从工程沿线周边情况和远期城市规划的角度，合理确定建设项目的建设位置及与周边环境的相互关系，规避已知的和预期将要出现的工程风险；应充分注意轨道交通沿线的重要控制因素，明确规划控制和保护要求，防止因规划控制不力导致轨道交通工程实施风险的增加；

2 可行性研究阶段应从工程实施的角度出发，结合线路选线，研究确定与地质和环境条件相适应的地下结构主要施工工法和结构型式，确定合理埋深，合理安排地下结构与邻近环境设施的关系，并估计相互影响程度，识别和评价工程实施的风险；

本阶段应对全线地下结构工程自身风险和環境风险进行专门的定性分析和论述，并应从方案的角度提出下一步工作建议和风险工程设计优化方向；

对可行性研究阶段所建议的风险控制方案和措施，应考虑其对工程造价的影响，并在工程投资估算中有所体现；

3 初步设计阶段应分析和识别地下结构工程的自身风险和環境风险，进行安全风险分级，提出安全风险清单，并应给出初步的工程实施方案和风险控制措施；

特、一级环境风险工程应进行安全性专题设计，内容主要应包括初步的安全风险分析评价、工程环境监测控制标准、工程技术和环境安全保护措施、监控量测设计方案等，并应给出必要的断面设计和措施设计图；

对于地位特别重要、影响特别重大的高等级环境风险，可通过各种理论分析手段进一步验证其影响程度和范围；

4 施工图设计阶段应在查明环境风险源结构特征和使用现状的基础上进行，并应落实工程风险处置措施；

特、一级环境风险工程应进行安全性专项设计和评审，专项设计的深度应满足施工设计文件的深度要求。安全风险专项设计应进行施工附加影响分析，分析和预测工程实施可能对周围环境带来的相关影响。

响，并提出初步的环境控制指标。

11.12 监控量测

11.12.1 轨道交通工程在土建施工阶段应开展工程监测工作。初步设计阶段，监控量测设计应提出初步的监控量测项目和控制值指标；施工设计阶段，文件中应包含的监控量测设计主要内容如下：

- 1 监测范围、监测对象及监测项目；
- 2 监测项目的测点布置、监测精度、监测周期和频率及监测仪器；
- 3 监控量测值控制指标及预警值、报警值；
- 4 监测项目测点布置平面图和剖面图；
- 5 监控量测注意事项及其他要求。

11.12.2 监控量测设计应根据工程地质和水文地质条件、场地周边环境、重要建（构）筑物调查报告、风险源专项评估，以及工程的施工方法和结构型式等情况进行，同时应考虑监测工作的可实施性、经济性及新技术的应用。

11.12.3 监测范围应根据工程施工影响区域、影响强度及工程安全风险等级等因素确定。当在施工影响范围存在环境风险源时应根据监测对象的实际情况确定监测范围。

11.12.4 监测对象应包括结构受力体系及周边环境两大部分，其中周边环境监测对象主要应为地表、建（构）筑物、地下管线、城市道路、桥梁、既有地铁、铁路等。

11.12.5 监测项目应分为应测项目和选测项目，地下结构常用的明挖法、盖挖逆作法、矿山法、盾构法的监控量测项目应按表 11.12.5 选取。

表 11.12.5 监控量测项目汇总

类别	明挖、盖挖逆作法	矿山法	盾构法
应测项目	基坑及其周围环境描述	洞内及洞外观察	
	地面沉降		
	周边环境监测对象的沉降、差异沉降、倾斜、轨道几何形位等		
	地下水位		
	支护桩墙顶部及桩墙体水平位移	初期支护拱顶沉降	
	边坡顶部及坡面水平位移	初期支护结构净空收敛	管片衬砌净空收敛
	盖挖法支护桩墙、中间立柱顶部竖向位移	中柱竖向位移	
	支撑轴力		
	锚杆（锚索）拉力		
	竖井支护结构井壁净空收敛		
选测项目	土体分层沉降及水平位移		
	围岩压力		
	支护桩墙内力	钢架、钢筋格栅应力	管片衬砌竖向、水平位移
	主体结构梁、板、柱应力	二次衬砌结构应力	管片结构应力
	土钉拉力	中柱结构应力	
	基坑底部隆起		

11.12.6 监控量测测点布置、监测精度、监测周期和频率、监测仪器和元件等宜满足现行北京市地方标准《地铁工程监控量测技术规程》DB11/490 的相关要求。

11.12.7 监控量测控制值的确定应符合下列规定：

1 地下结构设计应确定监测项目的控制值，控制值应满足地下结构自身安全及周边环境保护的要求；

2 变形监测控制值应分为累计变化量和变化速率，结构内力控制值应为内力设计值；工序复杂的工程宜根据施工工序制定阶段控制值，总控制值应为各个阶段控制值之和。控制值的 70%应为预警值、85%应为报警值；

3 结构受力体系监测项目的监测控制值依据相关规范和工程安全等级，应在保证结构和周边环境安全的条件下，根据施工工法、周围岩土体特征、结构特点及设计计算结果，并结合北京市的工程经验综合确定；

4 周边环境监测项目的监测控制值应在现状普查的基础上，根据环境监测对象的具体情况和特点，依据相关规范、规程和监测对象标准，通过必要的计算分析，并结合产权单位的要求综合确定，必要时可通过环境安全分析评估予以确定；

5 地面沉降控制指标除了根据结构自身的安全控制标准确定外，还应与环境安全控制标准相协调，取两者的低值作为本工程的地面沉降控制标准；

6 无环境安全要求时，矿山法车站地面沉降控制值宜取 60mm、矿山法及盾构法区间隧道地面沉降控制值宜取 30mm；明挖法、盖挖逆作法地面沉降控制标准应符合本规范第 11.4.1 条的相关规定。

11.12.8 当地下结构处于特级和一级风险源地区时，尚应根据具体情况进行专项监控量测设计。

11.12.9 设计应及时跟踪和掌握监控量测成果，进行数据反馈分析，判断是否发生突变和预测可能出现的异常情况，对现状施工进行评价，必要时应提出优化设计和施工措施的建议。

12 工程防水

12.1 一般规定

12.1.1 地下工程防水设计应定级准确、方案可靠、施工简便、耐久适用、经济合理。

12.1.2 地下工程防水设计应符合下列规定：

1 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；

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

3 地下工程防水应遵循“以防为主，刚柔结合，多道设防，因地制宜，综合治理”的原则，采取与其相适应的防水措施。当结构处于贫水稳定地层，或位于地下潜水位以上时，在确保安全的条件下，可考虑限排；

4 地下工程防水设计应以结构自防水为主，并在结构迎水面设置柔性防水层加强防水；

5 地下工程的变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管（盒）、预埋件、预留通道接头、桩头等细部构造，应加强防水措施；

6 宜选用不易窜水的防水材料或防水构造措施；

7 处于侵蚀性介质中的工程，应采用耐侵蚀的防水混凝土、防水卷材或防水涂料等防水材料。

12.1.3 地下工程防水等级应符合下列规定：

1 地下车站、人行通道和机电设备集中区段的防水等级应为一级，不允许渗水，结构表面无湿渍；

2 区间隧道及连接通道等附属的隧道结构防水等级应为二级，顶部不允许滴漏，其他不允许漏水，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应超过 3 处，单个湿渍的最大面积不应大于 0.2m^2 ；隧道工程中漏水的平均渗漏量不应大于 $0.05\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，任意 100m^2 防水面积渗漏量不应大于 $0.15\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

12.1.4 高架结构防水应遵循“以防为主，防排结合”的原则，桥面应设柔性防水层，并应设置顺畅的排水系统。

12.1.5 屋面、车辆段上盖物业平台的防水应符合国家现行标准《屋面工程技术规范》GB 50345 和《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 等标准的规定。

12.1.6 轨道交通工程的防水，可采用经过试验、检测和鉴定并经实践检验质量可靠的新材料、新技术、新工艺，但应通过工程局部试验的效果确定其应用范围。

12.2 混凝土结构自防水

12.2.1 地下工程防水混凝土的抗渗等级应符合表 12.2.1 的规定。

表 12.2.1 防水混凝土的抗渗等级

结构埋置深度 h (m)	设计抗渗等级		
	一级防水等级	二级防水等级	
		现浇混凝土结构	装配式钢筋混凝土结构
$h < 20$	P10	P8	P10
$20 \leq h < 30$	P10	P10	P10

表 12.2.1 防水混凝土的抗渗等级（续）

结构埋置深度 h (m)	设计抗渗等级		
	一级防水等级	二级防水等级	
		现浇混凝土结构	装配式钢筋混凝土结构
$30 \leq h < 40$	P12	P12	P12

注：不同埋深情况下连续浇筑的防水混凝土的抗渗等级，应取埋深较大的抗渗等级。

12.2.2 防水混凝土的施工配合比应通过试验确定，试配混凝土的抗渗等级应比设计要求提高一级（0.2MPa）。

12.2.3 防水混凝土应满足抗渗等级要求，并应根据地下工程所处的环境和工作条件，满足抗压、抗冻和抗侵蚀性等耐久性要求。

12.2.4 对于可能处于严重锈蚀环境下的构件，浇筑在混凝土中并部分暴露在外的吊环、紧固件、连接件等应采取相应的防腐蚀措施。

12.2.5 防水混凝土的环境温度不得高于 80℃。

12.2.6 当结构处于侵蚀性地层中时，混凝土原材料性能指标应符合相关规范要求。防水混凝土的氯离子扩散系数不宜大于 $4 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ ，装配式钢筋混凝土结构的氯离子扩散系数不宜大于 $3 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 。防水混凝土 56d 电通量控制值不应大于 1000C，具体选值应通过试验确定。

12.2.7 防水混凝土结构底板的混凝土垫层，强度等级不应小于 C15，厚度不应小于 100mm，在软弱土层中不应小于 150mm。

12.2.8 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 裂缝宽度应符合表 11.1.2 的规定，并不得出现贯通裂缝；
- 3 钢筋保护层厚度除应符合表 11.9.5 的规定外，尚应根据结构的耐久性和工程环境合理确定。

12.3 防水层

12.3.1 防水工程应根据施工环境条件、结构构造型式、防水等级要求，可选用卷材防水层、涂料防水层、塑料防水板防水层、膨润土防水毯防水层等。防水层应设置在结构迎水面或复合式衬砌之间。

12.3.2 防水层的设置方式应满足下列要求：

- 1 卷材防水层宜为 1 层或 2 层；
- 2 高聚物改性沥青防水卷材应采用双层做法，其总厚度不宜小于 7mm；
- 3 自粘聚合物改性沥青防水卷材宜采用双层做法，无胎基卷材的各层厚度不宜小于 1.5mm，聚酯胎基卷材的各层厚度不宜小于 3.0mm；
- 4 针刺覆膜法膨润土防水毯的天然钠基膨润土颗粒净含量不应小于 5.5kg/m^2 ；
- 5 沥青基聚酯胎预铺防水卷材的厚度，一级设防要求时不宜小于 5mm，二级设防要求时不宜小于 4mm；合成高分子预铺防水卷材的厚度，一级设防要求时不宜小于 1.5mm，二级设防要求时不宜小于 1.2mm；
- 6 塑料防水板的厚度不宜小于 1.5mm；
- 7 高分子增强复合防水片材应采用双层做法，各层防水片材的芯材厚度不得小于 0.5mm；
- 8 卷材及其胶粘剂应具有良好的耐水性、耐久性、耐穿刺性、耐侵蚀性和耐菌性，其胶粘剂的粘结质量应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的要求；
- 9 涂料防水层应根据工程环境、气候条件、施工方法、结构构造型式、工程防水等级要求选择防水涂料品种，并应符合下列规定：
 - 1) 结构迎水面宜选用有机防水涂料，结构背水面宜选用无机防水涂料；
 - 2) 潮湿基层宜选用与潮湿基面粘结力大的有机防水涂料或水泥基渗透结晶型防水涂料、聚合物改

性水泥基等无机防水涂料，或采用先涂无机防水涂料而后涂相容互补的有机防水涂料的复合涂层；

3) 有腐蚀性的地下环境宜选用耐腐蚀性好的反应型涂料，涂料防水层的保护层应根据结构具体部位确定；

4) 选用的涂料品种应具有良好的耐水性、耐久性、耐腐蚀性及耐菌性，并且无毒或低毒、难燃、低污染；无机防水涂料应具有良好的湿干粘结性、耐磨性，有机防水涂料应具有较好的延伸性及适应基层变形的能力；

5) 无机防水涂料厚度宜为 1mm~3mm，有机防水涂料厚度宜为 1.5mm~2.5mm。

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

12.4 高架结构防水

12.4.1 高架桥面应设置连续、整体密封、耐久的防水层。防水层材料可根据环境条件和不同的工程部位选定，应选用涂料型防水层。

12.4.2 桥面应设置畅通、不易堵塞的排水系统，排水设施应便于检查、维修。

12.4.3 伸缩缝应根据构造型式设置桥梁专用变形缝止水带及其金属固定装置，并宜嵌填密封材料形成多道防线。

12.4.4 地漏、落水管等疏排水装置与桥面混凝土结构的接口应加强密封防水，并应便于检查、修复。

12.5 明挖法结构防水

12.5.1 明挖法修建的地下结构防水，应采用钢筋混凝土结构自防水，并应在结构的迎水面设置柔性全包防水层。

12.5.2 明挖法修建的地下结构防水措施应符合表 12.5.2 的规定。

表 12.5.2 明挖法修建的地下结构防水措施

工程部位		主体					施工缝						后浇带					变形缝								
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材料	外涂防水涂料	外贴防水卷材	预埋注浆管	补偿收缩防水混凝土	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	预埋注浆管
防水等级	一级	必选	应选一至二种				应选二种						必选	应选二种				必选	应选二至三种							
	二级	必选	应选一种				应选一至二种						必选	应选一至二种				必选	应选一至二种							

12.5.3 明挖结构的防水应符合下列规定：

1 结构顶、底板迎水面防水层与侧墙防水层宜形成整体密封防水层，并根据不同部位设置与其相适应的保护层；

2 车站主体结构与人行通道、通风道以及区间隧道等结合部位应根据结构构造型式选择相匹配的防水措施；

3 车站与区间隧道所选用的不同防水层应能相互过渡粘结或焊接，并应使其形成连续整体密封的

防水体系。

12.6 矿山法结构防水

12.6.1 矿山法修建的隧道结构防水措施应符合表 12.6.1 的规定。

表 12.6.1 矿山法修建的隧道结构防水措施

工程部位		主体				内衬砌施工缝						内衬变形缝				
防水措施		防水混凝土	塑料防水板	防水卷材	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材料	防水涂料	预埋注浆管	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水嵌缝材料	预埋注浆管
防水等级	一级	必选	应选一至二种			应选二种						必选	应选二种			
	二级	必选	应选一种			应选一至二种						必选	应选一至二种			

12.6.2 矿山法施工的隧道结构防水，应根据含水地层的特性、围岩稳定情况和结构支护型式确定。在无侵蚀性介质、贫水的Ⅰ、Ⅱ级围岩地段的隧道结构拱、墙，宜采用复合式衬砌防水，有条件时底部可考虑限排。地下水较多的软弱围岩地段，应采用全封闭式的复合式衬砌全包防水层。

12.6.3 复合式衬砌夹层防水层选用塑料防水板时，其厚度不宜小于 1.5mm，并应在防水板表面设置注浆系统，变形缝部位宜设置分区系统。

12.6.4 塑料防水板注浆系统的设置应符合下列规定：

- 1 注浆系统的环、纵向设置间距，一级设防要求时宜为 3m~4m，二级设防要求时宜为 4m~5m，顶部宜适当加密；
- 2 注浆系统宜靠近施工缝和变形缝等特殊部位设置；
- 3 注浆材料宜采用添加适量膨胀剂的水泥浆。

12.6.5 塑料防水板与喷射混凝土基层之间应设置缓冲层；底板（或仰拱）铺设的防水板上表面应设置刚性或柔性永久保护层。

12.6.6 两拱相交节点处应采取防、截、堵等多道防水措施。

12.7 细部构造防水

12.7.1 施工缝防水应符合下列规定：

- 1 明挖法结构的环向施工缝设置间距不宜大于 24m；
- 2 墙体水平施工缝应留在高出底板表面不小于 300mm 的墙体上。拱（板）墙结合的水平施工缝宜留在拱（板）墙接缝线以下 150mm~300mm 处。施工缝距孔洞边缘不应小于 300mm；
- 3 水平施工缝浇灌混凝土前，应将其表面浮浆和杂物清除，先铺净浆或涂刷界面处理剂、水泥基渗透结晶型防水涂料，再铺 30mm~50mm 厚的 1：1 水泥砂浆，并应及时浇筑混凝土；垂直施工缝浇筑混凝土前，应将其表面凿毛并清理干净，涂刷混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料，并应及时浇筑混凝土；
- 4 逆作法结构墙体水平施工缝以及通道接头环向施工缝宜采用遇水膨胀止水条（胶）并配合预埋注浆管的方法加强防水；

5 楼板施工缝宜采用遇水膨胀止水条（胶）或密封胶嵌缝的方法加强防水。

12.7.2 变形缝防水应符合下列规定：

- 1 变形缝处的混凝土厚度不应小于 300mm，当遇有变截面时，接缝两侧各 500mm 范围内的结构应进行等厚等强处理；
- 2 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；
- 3 变形缝部位设置的止水带应为中孔型或Ω型，宽度不宜小于 300mm；
- 4 顶板与侧墙的预留排水凹槽应贯通；
- 5 楼板变形缝宜采用密封胶嵌缝的方法加强防水。

12.7.3 后浇带防水应符合下列规定：

- 1 后浇带应设在受力和变形较小的部位，宽度宜为 700mm~1000mm；
- 2 后浇带可做成平直缝、阶梯型或楔形缝；后浇带应采用补偿收缩防水混凝土浇筑，其强度等级不应低于两侧混凝土；后浇带应在两侧混凝土龄期达到 42d 后再施工；
- 3 后浇带两侧的接缝宜采用外贴式止水带、预埋注浆管、遇水膨胀止水条（胶）等方法加强防水。

12.7.4 桩头防水应符合下列规定：

- 1 桩头选用的防水材料应具有能够增加混凝土的密实性、与桩头混凝土和钢筋的良好粘结性、耐水性和湿固化性等性能；
- 2 桩头刚性防水层与底板柔性防水层应形成连续、封闭的防水体系。

12.8 盾构法结构防水

12.8.1 盾构法施工的隧道结构，宜采用钢筋混凝土管片、复合管片等装配式衬砌或现浇混凝土衬砌。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 $3 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 。当隧道处于侵蚀性介质的地层时，应采用耐侵蚀混凝土或在衬砌结构外表面涂刷耐侵蚀的防水涂层。

12.8.2 隧道衬砌结构防水措施应符合表 12.8.2 的规定。

表 12.8.2 盾构法修建的隧道防水措施

防水措施 措施选择 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

12.8.3 管片宜进行混凝土氯离子扩散系数检测及单块抗渗检漏，并应满足设计要求后再使用。

12.8.4 管片应至少设置一道密封垫沟槽。接缝密封垫宜选择具有良好弹性或遇水膨胀性、耐久性、耐水性的橡胶类材料，其外形应与沟槽相匹配。

12.8.5 管片接缝密封垫应能被完全压入密封垫沟槽内，密封垫沟槽的截面积应为密封垫截面积的 1 倍~1.15 倍。

12.8.6 管片接缝密封垫应满足在计算的接缝最大张开量和估算的错位量下、埋深水头的 3 倍水压下不

渗漏的技术要求；选用的接缝密封垫应进行一字缝或 T 字缝耐水压检测。

12.8.7 螺孔防水应符合下列规定：

- 1 管片螺孔口应设置锥形倒角的螺孔密封圈沟槽；
- 2 螺孔密封圈的外形应与沟槽相匹配，并有利于压密止水或膨胀止水；
- 3 螺孔密封圈应采用合成橡胶或遇水膨胀橡胶制品。

12.8.8 嵌缝防水应符合下列规定：

1 在管片内侧环向与纵向边沿应设置嵌缝槽，其深宽比应大于 2.5，槽深宜为 25mm～55mm，单面槽宽宜为 5mm～10mm；

2 嵌缝材料应具有良好的不透水性、潮湿基面粘结性、耐久性、弹性和抗下坠性；

3 应根据隧道使用功能及表 12.8.2 中的防水等级要求，确定嵌缝作业区范围，以及采取嵌缝堵水、引排水措施；

4 嵌缝防水施工应在盾构千斤顶顶力影响范围外进行，并应根据盾构施工方法、隧道的稳定性确定嵌缝作业开始的时间；

5 嵌缝作业应在接缝堵漏和无明显渗水后进行，嵌缝槽表面混凝土如有缺损，应采用环氧砂浆或特种水泥修补，强度应达到或超过混凝土本体的强度。采用嵌缝材料嵌缝时，应先刷涂基层处理剂。嵌缝应密实、平整。

12.8.9 复合式衬砌的内层衬砌混凝土浇筑前，应将外层管片的渗漏水引排或封堵。采用塑料防水板等夹层防水层的复合式衬砌，应根据隧道排水情况选用相应的缓冲层和防水板材料，并按本规范第 12.6 条的有关规定执行。

12.8.10 管片外防水涂层应符合下列规定：

1 涂层应具有良好的耐化学腐蚀性、抗微生物侵蚀性和耐水性，且无毒或低毒；

2 涂层应能在盾构密封用钢丝刷与钢板挤压条件下不损伤、不渗水；

3 在管片外弧面混凝土裂缝宽度达到 0.3mm 时，涂层应能在最大埋深处水压或 0.8MPa 水压下不渗漏；

4 涂层应涂刷在衬砌背面和环、纵缝橡胶密封垫外侧的混凝土上。

12.8.11 竖井与隧道结合处，可用刚性接头，但接缝宜采用柔性材料密封处理，并宜加固竖井洞圈周围土体。在软土地层距竖井结合处一定范围内的衬砌段，宜增设变形缝。变形缝环面应粘贴垫片，同时应采用适应变形量大的弹性密封垫。

13 通风、空调与供暖

13.1 一般规定

13.1.1 城市轨道交通内部空气环境应采用通风、空调与供暖系统进行控制。

13.1.2 通风、空调与供暖系统应保证城市轨道交通内部环境的空气质量、温度、湿度、气流组织、气流速度和噪声等满足人员的生理及心理条件要求和设备正常运转的需要。

13.1.3 通风、空调与供暖系统应具有下列功能：

- 1 正常运行时，内部空气环境应在规定标准范围内；
- 2 当列车阻塞在区间隧道内时，应确保对阻塞处进行有效通风；
- 3 当列车在区间隧道发生火灾事故时，应具备防烟、排烟及通风功能；
- 4 当车站发生火灾事故时，应具备防烟、排烟及通风功能。

13.1.4 通风与空调系统的确定应符合下列规定：

- 1 每列车车辆数小于 6 辆时，宜采用通风系统；
- 2 每列车车辆数大于或等于 6 辆时，应采用空调系统。

13.1.5 地下线路空调系统制式应结合线路的运力、气候条件、人员舒适性要求和建设、运行及维护费用等因素进行综合技术经济比较确定。

13.1.6 通风、空调与供暖系统应按城市轨道交通预测的远期或控制期客流量和最大通过能力设计。具备分期实施条件时，设备应接近期和远期分别配置，并应分期实施。

13.1.7 车辆综合基地、控制中心、主变电所等地面建筑在满足工艺要求的前提下，应符合地面建筑现行设计规范的有关规定。

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

13.1.9 土建工程应为大型通风与空调设备设置运输安装通道、孔洞及起吊设施。

13.1.10 通风与空调系统的机房应设置冲洗设施，空气处理设备及风系统管道内部应具备清洗、消毒的条件。

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

13.2 地下线通风、空调与供暖

I 室内外设计参数

13.2.1 在计算隧道通风风量时，室外空气计算温度应符合下列规定：

- 1 夏季室外空气计算温度应为 26.4℃；
- 2 冬季室外空气计算温度应为 -3.6℃。

13.2.2 地下车站公共区夏季室外空气计算温度应符合下列规定：

- 1 夏季通风室外空气计算温度应为 26.4℃；
- 2 夏季空调室外空气计算干球温度应为 32.0℃；
- 3 夏季空调室外空气计算湿球温度应为 26.4℃。

13.2.3 地下车站公共区冬季通风室外空气计算温度应为 -3.6℃。

13.2.4 地下车站设备及管理用房的室外空气计算温度应符合下列规定：

- 1 夏季通风室外空气计算温度应为 29.7℃；
- 2 冬季通风室外空气计算温度应为-3.6℃；
- 3 夏季空调室外空气计算干球温度应为 33.5℃；
- 4 夏季空调室外空气计算湿球温度应为 26.4℃。

13.2.5 区间隧道内部夏季的最高温度应符合下列规定：

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

13.2.6 区间隧道内部冬季的平均温度应低于 12℃，但最低温度不应低于 5℃。

13.2.7 地下车站公共区夏季室内空气计算温度和相对湿度应符合下列规定：

- 1 当车站采用通风系统时，站内夏季的空气计算温度不应超过 30℃；
- 2 当车站采用空调系统时，应按站厅的空气计算温度 29℃、站台的空气计算温度 27℃设计，相对湿度应控制在 40%~70%之间。

13.2.8 地下车站公共区冬季室内空气计算温度应按 12℃设计。

13.2.9 当地下车站公共区通风与空调系统某一局部失效时，站厅和站台的温度不应高于 35℃，且不宜低于 12℃。

13.2.10 地下车站设备及管理用房的室内计算温度、相对湿度和换气次数应符合表 13.2.10 的规定：

表 13.2.10 地下车站设备及管理用房计算温度、相对湿度与换气次数

房 间 名 称	冬季	夏季		小时换气次数	
	计算温度 (℃)	计算温度 (℃)	相对湿度 (%)	进风	排风
站长室、站务室、值班室、休息室	18	27	<65	6	6
车站综合控制室、广播室、变电所控制室、人防控制室	18	27	40~60	6	5
售票室、票务室	18	27	40~60	6	5
车票分类/编码室、自动售票设备室、配电室（设有电池）、 环控电控室	16	27	40~60	6	6
通信设备室、通信电源室、信号设备室、信号电源室、 公安通信设备室、民用通信设备室	12	27	40~60	6	5
站台门设备室、综合监控设备室	12	27	40~60	6	5
降压变电所、牵引变电所	—	36	—	按排除余热计算风量	
机械室、配电室（无电池）	16	36	—	4	4
更衣室、修理间、清扫员室	18	27	<65	6	6
公共安全室、会议交接室	18	27	<65	6	6
蓄电池室（UPS 设备室）	16	27	40~60	6	6
茶水室	—	—	—	—	10
盥洗室、车站用品间	—	—	—	4	4
清扫工具间、气瓶室、储藏室	—	—	—	—	4
污水泵房、废水泵房、消防泵房	>5	—	—	—	4
通风与空调机房、冷冻机房	—	—	—	6	6
折返线维修用房	12	30	—	—	6
厕所	>5	—	—	—	排风

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

2. 小时换气次数是指通风工况下房间的最小换气标准。

13.2.11 人员新风量应符合下列规定:

- 1 区间隧道内每个乘客每小时需供应的新鲜空气量不应少于 20m^3 ;
- 2 当地下车站公共区采用通风系统开式运行时,每个乘客每小时需供应的新鲜空气量不应少于 30m^3 ;当采用通风系统闭式运行时,其新鲜空气量不应少于 20m^3 ,且系统的新风量不应少于总送风量的 10%;
- 3 当地下车站公共区采用空调系统时,每个乘客每小时需供应的新鲜空气量不应少于 20m^3 ,且系统的新风量不应少于总送风量的 10%;
- 4 地下车站设备及管理用房内每个工作人员每小时需供应的新鲜空气量不应少于 30m^3 ,且新风量不应少于总风量的 10%。

13.2.12 通风与空调系统的噪声应符合下列规定:

- 1 通风与空调系统设备运转传至站厅、站台公共区的噪声不得超过 70dB (A) ;
- 2 通风与空调设备传至各设备及管理用房内的噪声不得超过 60dB (A) ;
- 3 通风与空调机房内的噪声不得超过 90dB (A) 。

13.2.13 地下区间隧道及车站公共区空气中的 CO_2 浓度应小于 1.5%,车站设备及管理用房空气中的 CO_2 浓度应小于 1.0%。

13.2.14 地下车站公共区空气中可吸入颗粒物的日平均浓度应小于 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$,车站设备及管理用房空气中可吸入颗粒物的日平均浓度应小于 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 。

II 区间隧道通风系统

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

13.2.16 区间隧道通风系统的进风应直接采自大气,排风应直接排出地面。

13.2.17 火灾情况下同时存在两列车的区间隧道,当采用纵向通风排烟时,应设置区间通风道、通风井和通风排烟设备。

13.2.18 当需要设置区间通风井时,通风井距车站站端的距离不宜小于该区间隧道长度的 $1/3$,且不宜小于 400m 。

13.2.19 地下车站站台设封闭站台门时,应在车站端部设置与室外连通的活塞风道;当车站每端只设置一条活塞风道时,活塞风道应连接出站隧道。

13.2.20 地下车站站台不设封闭站台门时,在单洞单线区间隧道的车站端部上、下行线路之间应设置活塞风迂回风道。

III 车站公共区通风与空调系统

13.2.21 地下车站公共区应设置通风系统,当条件符合 13.1.4 条的有关规定时,应采用空调系统。

13.2.22 地下车站公共区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。

13.2.23 地下车站宜在列车停靠在车站时的发热部位设置排风系统。

13.2.24 站厅和站台的瞬时风速不宜大于 5m/s 。

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

13.2.26 地下车站的出入口通道采取通风或其他降温措施时,其内部空气计算温度应小于 31°C 。

13.2.27 地下车站换乘通道应设置空调系统。与站厅衔接的换乘通道的内部空气计算温度宜采用 29°C ,只与站台衔接的换乘通道的内部空气计算温度宜采用 27°C ;相对湿度均不应大于 70%。

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

IV 地下车站设备及管理用房通风与空调系统

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

13.2.30 车站综合控制室、综合监控设备室、信号设备室、通信设备室、民用通信设备室、公安通信设备室、变电所控制室、站台门设备室、电源及蓄电池室应设置多联分体空调系统作为备用空调系统。

13.2.31 当受到条件限制，多联分体空调系统室外机无法设置在室外时，可设置在迂回风道或排风道靠近排风井处。

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

13.2.33 设备用房内的空调送风口、阀门及室内机应避开电气设备上方布置；风管宜避开电气设备上方布置。设备用房内的通风空调系统下排风管应避开设备运输通道及巡视检修通道，下排风管与变电所设备之间的最小水平距离应大于 900mm。

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

13.2.35 设置气体灭火的房间应符合下列规定：

- 1 火灾时房间内的通风、空调风道口部应能自动关闭；
- 2 房间应设置机械通风系统，所排除的气体应直接排出地面。

13.2.36 设在末端线、折返线内的局部设备及管理用房，应设置机械排风、自然进风系统。进风口应设在列车进站一侧，排风口应设在列车出站一侧，且进风口应设有滤尘装置。

V 空调冷源及水系统

13.2.37 空调冷源设计应符合下列规定：

- 1 空调系统的冷源宜采用自然冷源，无条件采用自然冷源时，可采用人工冷源；
- 2 设于地下线路内的空调冷源设备应采用电动压缩式冷水机组或电动压缩式直接蒸发空调机组，不应采用直接燃烧型吸收式冷水机组；
- 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 车站公共区与设备及管理用房的空调系统冷源宜独立分别设置；
- 5 同期建设、开通期相差 2 年以内的换乘车站空调水系统可共享设置，共享的冷冻机房应设置在先期开通的线路范围内。

13.2.38 冷水机组的选择应符合下列规定：

- 1 车站公共区冷水机组台数应与负荷的变化规律相匹配，不宜少于 2 台，可不设置备用机组；
- 2 车站公共区冷水机组应选用多机头联控型机组；
- 3 冷负荷量小且分散时，可选用风冷式冷水机组；
- 4 冷水机组应采用环保冷媒；
- 5 冷水机组宜选用制冷性能系数高的产品。

13.2.39 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，小时流量应不少于系统水容量的 4%~5%；
- 4 冷冻水泵宜与冷水机组匹配设置，可不设备用泵；
- 5 冷冻水管应有保温措施，保温层厚度应保证其外表面不结露。冷冻水管保温层外部宜设置金属保护层。

13.2.40 冷却水系统设计应符合下列规定:

- 1 冷却水应循环使用;
- 2 冷却水的水质应符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050 的有关规定;
- 3 冷却水的补水量宜采用系统循环水量的 2%;
- 4 冷却水泵宜与冷水机组匹配设置,可不设备用泵;
- 5 冷却水管可不采取保温措施。

13.2.41 冷却塔的設置应符合下列规定:

- 1 冷却塔应设置在通风良好的地方,并与周围环境相协调,其噪声应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的有关规定;
- 2 多塔布置时,宜采用相同型号产品,其积水盘下应设连通管,每台冷却塔的进、出水管上应设电动阀;
- 3 结合室外地面建筑设置冷却塔时,应设置安全防护措施,并符合本规范第 9.8 节的有关规定。

13.2.42 空调水系统附件设置应符合下列规定:

- 1 空调冷冻水系统宜设置分水器 and 集水器;
- 2 冷水机组、水泵等设备的入口处,应安装水过滤器或除污器;
- 3 空调水系统应设置压力表和温度计等附件。

VI 机房、风道及风亭

13.2.43 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。

13.2.44 当车站土建风道较长时,宜利用其内部空间布置通风与空调系统设备。

13.2.45 冷水机组四周应留有必要的操作和维修空间,冷冻机房内设备的布置间距应符合下列规定:

- 1 主要通道和操作通道的宽度应大于 1.5m;
- 2 冷水机组突缘部分与配电盘之间距离应大于 1.5m;
- 3 冷水机组突缘部分相互之间应大于 1.2m;
- 4 冷水机组与墙面之间距离应大于 1.0m;
- 5 非主要通道应大于 1.0m;
- 6 冷水机组前端应根据设备要求,留有蒸发器和冷凝器抽管空间。

13.2.46 冷冻机房及通风空调机房的内部空间应在满足机房内各种设备、管线布置的前提下,保证制冷空调设备的安装、维修、检修和测量的需要。

13.2.47 冷冻机房及通风空调机房内应设排水明沟和地漏。表冷器、空调机组凝结水管应接水封后再排至排水系统。空调设备的大流量泄水管宜直接引至废水泵房或设有防外溢措施的泄水槽。

13.2.48 通风空调机房应设置地面防水措施,管道穿越楼板处应设挡水措施。

13.2.49 土建风道及空调机组中的表冷器应设置冬季泄水保养及吹干防冻措施。

13.2.50 功率大于 30kW 的风机不宜采用吊挂方式安装。

13.2.51 大型轴流风机前后采用一体式消声器时,消声器应设抽出式活动组片,且风机与消声器的间距应大于 2m。

13.2.52 通风空调系统的风亭设计应符合本规范第 9.8 节的有关规定。

13.2.53 通风道和风井的风速不宜大于 8m/s;站台下排风风道和列车顶部排风风道的风速不宜大于 15m/s;风亭格栅的迎面风速不宜大于 4m/s。

13.2.54 风亭出口的噪声应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的有关规定。

VII 供 暖

13.2.55 地下车站公共区及区间隧道不宜设置供暖系统。

13.2.56 有工作人员的车站管理用房需供暖时,可采用局部电热供暖。

13.3 高架、地面线通风、空调与供暖

I 室内外设计参数

13.3.1 夏季室外空气计算温度应符合下列规定:

- 1 夏季通风室外空气计算温度应为 29.7°C ;
- 2 夏季空调室外空气计算干球温度应为 33.5°C ;
- 3 夏季空调室外空气计算湿球温度应为 26.4°C 。

13.3.2 冬季室外空气计算温度应符合下列规定:

- 1 冬季通风室外空气计算温度应为 -3.6°C ;
- 2 冬季供暖室外空气计算温度应为 -7.6°C 。

13.3.3 站厅采用通风系统时,站厅内的夏季空气计算温度应为 32°C 。

13.3.4 站厅采用空调系统时,站厅内的夏季空气计算温度应为 29°C ,相对湿度不应大于 70%。

13.3.5 车站设备及管理用房夏季通风与空调的温度、湿度标准应符合表 13.2.10 的规定。

13.3.6 车站厕所、盥洗室冬季供暖室内设计温度应为 12°C ,其他车站管理用房设计温度应为 18°C ,设备用房的设计温度应按工艺要求确定。

II 通风与空调

13.3.7 地上车站公共区应采用自然通风,设备及管理用房宜采用自然通风;当不具备自然通风条件时,可设置机械通风或空调系统。

13.3.8 站厅设置空调系统时,站厅通向站台的楼梯口、扶梯口处以及出入口宜设置风幕。

13.3.9 地上变电所宜采用机械排风、自然进风的通风方式。自然进风口应设置滤尘设施及调节阀门。

13.3.10 设备及管理用房宜采用多联分体空调系统,管理用房与发热量大的设备用房空调系统应分别设置。

13.3.11 对于未纳入多联分体空调系统的站台值班室、站厅售票亭、变电所控制室等房间可设置局部的分体空调器。

13.3.12 高架和地面区间应采用自然通风;区间设置全封闭声屏障时,应采取措施实现有效的自然通风。

III 供 暖

13.3.13 地上车站公共区不应设置供暖系统,车站管理用房应设置供暖系统。

13.3.14 车站设备用房应根据工艺要求设置供暖系统。

13.3.15 热源宜采用附近热网,无条件时可采用清洁能源供热设备。

13.3.16 设置在公共部位的局部电热供暖设备应设防盗及防护措施。

13.4 车辆综合基地、控制中心通风、空调与供暖

13.4.1 车辆综合基地的停车库、列检库、洗车库、月检库等运用和检修生产设施库室的冬季供暖室内设计温度应为 12°C 。夏季采用机械通风时,小时换气次数不宜小于 1 次;当房间高度大于 6m 时,机械通风量可按 $6\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ 计算。

13.4.2 车辆综合基地的室外供暖管线下穿厂区内的轨道时宜采用通行地沟的敷设方式。

13.4.3 控制中心内各条线路的设备机房应设置独立的空调系统,室内空调设计温度应为 $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$,相对湿度应为 40%~55%。

13.4.4 控制中心的调度大厅、网管室、电源室等设备及管理用房的室内空调设计温度应为 $18^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应为 $35\%\sim 65\%$ 。

13.5 通风与空调系统控制

13.5.1 区间隧道通风系统、地下车站公共区通风与空调系统宜设就地控制、车站控制、中心控制的三级控制。

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

14 给水与排水

14.1 一般规定

- 14.1.1 给水水源应采用城市自来水，并应充分利用城市自来水水压。当无城市自来水时，应采取其他可靠的给水水源。
- 14.1.2 各类污、废水的排放应符合现行北京市地方标准《水污染物排放标准》DB11/307的有关规定。
- 14.1.3 给排水设计应坚持综合利用、节约用水的原则，节水设计应符合现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB 50555的有关规定。
- 14.1.4 给水系统应采取可靠的防水质污染措施，并应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015的有关规定。
- 14.1.5 给排水管道不应穿过变电所、通信信号机房、控制室、配电室等电气房间。
- 14.1.6 给排水管道如必须穿越变形缝时，应采取相应技术措施。
- 14.1.7 给排水管道应采取防止杂散电流腐蚀的措施。
- 14.1.8 室外给排水管道宜敷设在冰冻线以下。
- 14.1.9 给排水管道应喷涂色环、符号及箭头等标记。
- 14.1.10 室外各类给水阀门井、排水检查井等井盖应有城市轨道交通专用标识并有防盗功能。
- 14.1.11 给排水管道保温设置应符合本规范第 24.3.7 条的规定，保温材料应符合本规范第 13.1 节的规定。
- 14.1.12 给排水系统宜按自动化管理设计。

14.2 给 水

14.2.1 用水量定额应采用下列标准：

- 1 工作人员生活用水量为 40L/人·班，小时变化系数为 1.2~1.5；
- 2 空调水系统的补充水量为冷却水循环水量的 2%；
- 3 车站公共区及出入口通道冲洗用水量为 $2\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{次}$ ，每天按冲洗 1 次，每次用水量按冲洗 1h 计算；
- 4 车站公共卫生间用水量按器具小时用水量计算；
- 5 生产用水量按工艺要求确定。

14.2.2 水质应符合下列规定：

- 1 生活给水系统的水质，应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的有关规定；
- 2 生活杂用水系统的水质，应符合现行国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 的有关规定；
- 3 生产用水的水质应满足工艺的要求。

14.2.3 水压应符合下列规定：

- 1 生活用水卫生器具的水压，应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 及《民用建筑节水设计标准》GB 50555 的有关规定；
- 2 生产用水的水压按工艺要求确定。

14.2.4 给水系统的选择应符合下列规定：

1 地下车站生产、生活给水系统应直接利用市政水压供水，地面或高架车站当水压或水量不满足要求时，应设置给水加压装置；

2 车站内生产、生活给水系统应与消防给水系统分开设置；

3 车站内不同使用性质和计费的给水系统，应采用独立的给水系统；

4 换乘车站内生产、生活给水系统宜共用给水水源。

14.2.5 管道布置、附件和管材应符合下列规定：

1 车站内生产、生活给水系统应从车站给水引入总管上接出一根给水管，给水引入管宜通过风道引入车站；

2 车站内生产、生活给水系统布置应成枝状；

3 给水引入管、冷却水系统补水管及卫生间给水管上宜设置电子远传水表；

4 车站内非轨道交通用水，换乘车站不同线路的给水系统均应单独设置计量设施；

5 男、女公共卫生间、残疾人卫生间给水支管上应分别设置阀门，其他管段上阀门的设置应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定；

6 车站站厅、站台公共区两端宜设置冲洗栓；

7 车站设备用房及风道内各用水点附近宜设置冲洗龙头和墩布池；

8 室外明装冷却水补水管应在最低点设置泄水阀；

9 室内生产、生活给水宜优先采用钢塑复合管、铜管或薄壁不锈钢管，室外埋地给水管宜采用球墨铸铁给水管，采用其他管材和相应配件应符合生活饮用水卫生标准及国家有关规定；

10 卫生间内暗装的钢塑复合管外壁应采取防腐措施。

14.2.6 给水管道最高点应设置排气装置，最低点应设置泄水阀。

14.3 排 水

14.3.1 排水量定额应符合下列规定：

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

2 生产排水量应按工艺要求确定；

3 冲洗和消防的废水排水量应与用水量相同；

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

5 高架区间、敞开出入口、敞开风井及隧道洞口的雨水泵房、排水沟及排水管渠的排水能力应按北京地区 50 年一遇的暴雨强度计算，设计降雨历时应按计算确定；

6 北京地区暴雨强度可按下列公式计算：

1) 重现期 $P < 20$ 年： $q = 2001(1 + 0.811 \lg P) / (t + 8)^{0.711}$

2) 重现期 $P = 20$ 年 ~ 100 年： $q = 1380(1 + 1.047 \lg P) / (t + 8)^{0.642}$

14.3.2 排水系统的选择应符合下列规定：

1 车站内生活污水及生活废水应单独排放；

2 地下车站生产废水、结构渗漏水、冲洗及消防废水和口部雨水可集中并就近排放；

3 地面和高架车站的屋面雨水应单独排放；

4 地下车站和区间的污水、废水和雨水应设排水泵提升排入城市排水系统；

5 地面及高架车站的污水及废水、桥面雨水应按重力流排水方式设计，屋面雨水可按重力流或压力流设计。

14.3.3 地下车站及区间泵房的设置应符合下列规定：

1 区间隧道主排水泵房应设在线路实际坡度最低点，当区间排水沟的排水能力不能满足区间排水的要求时，应设辅助排水泵房。区间排水泵房应和区间联络通道或中间风井合建；

2 车站主排水泵房应设在车站线路坡度下坡方向的一端；

3 车站污水泵房应设在厕所附近；

4 局部排水泵房应设在自动扶梯基坑附近、站台板下等不能自流排水而又有可能集水的低洼处；

5 雨水泵房应设在敞开式风亭、敞开式出入口底部及隧道出洞口附近，隧道出洞口附近应在洞口道床的适当位置设横向截水沟，保证雨水导流至泵房集水池；

6 出洞口处雨水泵房应设置防汛电话；

7 除局部排水泵房外，其他各类排水泵房内应设置起吊装置和电话。

14.3.4 排水泵房集水池的设计应符合以下规定：

1 雨水泵房集水池的有效容积，不应小于最大一台水泵 5min~10min 的出水量；

2 污水泵房集水池的有效容积不宜小于最大一台污水泵 5min 的出水量；

3 其他各类排水泵房的集水池有效容积，不应小于最大一台排水泵 15min~20min 的出水量；

4 区间隧道最低点线路排水沟沟底至集水池池底的深度不应大于 3m；

5 排水泵房各类排水泵每小时启动次数不宜超过 6 次；

6 集水池内应设置反冲洗管、人孔和爬梯，污水泵房集水池检修孔应采用密闭井盖；

7 除局部排水泵房外，其他各类排水泵房的集水池底应设集水坑，坡向集水坑的坡度不宜小于 10%。

14.3.5 排水泵的设计应符合以下规定：

1 车站、区间主排水泵房、辅助排水泵房应设两台排水泵，平时一台工作，必要时两台同时工作；排水泵的总排水能力，按消防时的排水量和结构渗漏水之和确定；

2 车站污水泵房应设两台排水泵，一台工作，一台备用，每台排水泵的排水能力，不应小于生活排水设计秒流量；

3 洞口雨水泵房应设三台排水泵，最大水量时三台泵同时工作，每台泵的排水能力应大于最大小时排水量的 1/3；

4 车站局部排水泵房应设两台排水泵，平时一台工作，必要时两台泵同时工作；每台排水泵的排水能力，应大于最大小时排水量的 1/2；

5 排水泵均应设计为自灌式；

6 与联络通道合建的区间主废水泵房和局部排水泵房的排水泵应采用潜水泵，其他排水泵房的排水泵应采用立式泵。

14.3.6 地下车站污水泵房排水泵宜采用密闭式污水提升装置等节能环保型设备或卧式污水泵。

14.3.7 管道布置、附件及管材应符合下列规定：

1 车站排水泵房的压力排水管宜通过风道或人行通道接入城市排水系统，区间排水泵房及洞口雨水泵房的压力排水管宜通过中间风井或通过车站接入城市排水系统；

2 洞口雨水泵房宜设 2 根压力排水管，其他泵房宜设 1 根压力排水管；

3 车站污水泵房集水池（污水箱）及排水管应设置透气管，透气管应接至室外；

4 局部排水泵房集水池内宜设置投入式液位传感器，其他排水泵房集水池内应设置超声波液位计，隧道出洞口雨水泵房宜增设浮球液位仪作为超高水位报警备用；

5 局部排水泵房排水管应设置泄水管；

6 通风空调机房排水宜就近接入车站主排水泵房；

7 地下车站的空调机房、有通风空调设备的风道、站台板下应设置排水沟，通风空调机房排水沟的能力应满足空调设备泄水的要求；

- 8 接车站各类废水泵房的排水管或排水沟的入口处应设置排水篦子或格栅；
- 9 沿车站站厅边墙，车站站台公共区每隔 50m 宜设一个 DN50~DN100 的地漏；
- 10 地下车站从地面进入站厅的人行通道和站厅层相接部位，应设横截沟并在沟内设 DN100 排水地漏；
- 11 当线路排水沟采取可靠防水措施时，车站生产废水及结构渗漏水可接入线路排水沟，接至线路排水沟的排水不应在道床上散水排放；
- 12 硬聚氯乙烯排水管道穿越楼板及不同的防火分区时应设阻火圈；
- 13 重力流排水管宜采用阻燃型硬聚氯乙烯或柔性接口机制排水铸铁管及管件；
- 14 压力排水管宜采用热镀锌钢管或钢塑复合管；
- 15 虹吸压力流排水管宜采用承压塑料管或不锈钢管；
- 16 室外重力流埋地排水管宜采用埋地塑料管。

14.3.8 局部污水处理设施应符合下列规定：

- 1 当车站周围有城市污水排水系统时，车站粪便污水应经过化粪池处理达到标准后排入城市污水排水系统；
- 2 当车站周围无城市污水排水系统时，应根据现行北京市地方标准《水污染物排放标准》DB11/307 的规定，对车站粪便污水进行处理，达到标准后排入城市雨水管网；
- 3 室外化粪池的设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定。

14.4 车辆综合基地给水与排水

14.4.1 用（排）水量定额应符合下列规定：

- 1 生产、生活给排水系统用（排）水量定额应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 及《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的有关规定；
- 2 生产工艺用（排）水量应按工艺要求确定；
- 3 大型厂（库）房、高层建筑屋面雨水应按照北京地区 10 年一遇暴雨强度进行计算，排水工程与溢流设施的总排水能力不应小于 50 年暴雨重现期的雨水量；其他建筑屋面雨水按照北京地区 2 年~5 年一遇暴雨强度进行计算，排水工程与溢流设施的总排水能力不应小于 10 年暴雨重现期的雨水量。

14.4.2 给水系统的选择应符合下列规定：

- 1 给水水源应采用城市自来水，当车辆综合基地周围无城市自来水时，应设置自备井或采取其他可靠的地面水源；
- 2 车辆综合基地内不同水质条件的生产、生活给水系统应采用分质供水系统，并单独设置计量设施；
- 3 当城市自来水的供水量和（或）供水压力不能满足车辆综合基地生产、生活给水系统的要求时，应设给水加压设备，给水加压设备宜采用叠压或变频调速供水设备；
- 4 当城市自来水提供两根给水引入管时，室外生产、生活系统宜与室外消防给水系统共用且布置成环状；当城市自来水提供一根给水引入管时，室外生产、生活和室外消防给水系统应分开布置，室内、外消防给水系统是否共用应经过技术经济比较确定；
- 5 室内生产、生活给水系统应与消防给水系统分设。

14.4.3 排水系统的选择应符合下列规定：

- 1 车辆综合基地的生产废水、生活污水宜集中后按重力流方式接入城市排水系统，如不能按重力流方式排放，则应设排水泵房提升并排入城市污水排水系统；
- 2 当车辆综合基地附近有城市污水处理厂时，其内部的生产废水、生活污水应根据现行北京市地

方标准《水污染物排放标准》DB11/307的规定经过处理达标后排入城市排水管网；

3 当车辆综合基地附近无城市污水处理厂时，其内部的生产废水、生活污水应经过处理达标后作为中水回用；

4 大型厂（库）房的屋面雨水排水宜采用满管压力流排水系统，其他屋面雨水排水宜采用重力流排水系统；

5 车辆综合基地内运用设施、检修设施、试车线、室外电缆沟等局部低洼处应设排水设施。

14.4.4 管道布置、附件及管材应符合下列规定：

1 室外洒水栓的间距不应大于 80m；

2 排水管道不宜在室外明敷；

3 室外给排水及消防管道穿越车辆综合基地轨道时，应设防护套管或综合管沟；

4 给水和排水系统管道及附件的布置应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定；

5 室内生产、生活给水管宜采用钢塑复合管；

6 室外给水管宜采用球墨铸铁给水管和胶圈接口，变坡最高点设排气阀，最低点设泄水阀；

7 室内重力流排水管道宜采用建筑排水塑料管或柔性接口机制排水铸铁管及相应管件，虹吸压力流排水管宜采用承压塑料管，室外排水管宜采用塑料管，室外检查井宜优先采用塑料检查井。

14.5 给排水设备的监控

14.5.1 车站生产、生活给水设备应在车站综合控制室显示运行、手/自动及故障状态信息。

14.5.2 排水泵应采用液位自动控制、就地控制两种控制方式；车站和区间主废水泵房排水泵，隧道出洞口雨水泵应能在车站综合控制室远程控制。

14.5.3 排水设备应在车站综合控制室显示设备运行、手/自动、故障状态及液位信息。

15 供 电

15.1 一 般 规 定

15.1.1 轨道交通供电设计应以安全、可靠、环保、节能及经济为原则。

15.1.2 供电系统应结合线网进行电力资源共享设计,电力资源共享形式宜包括轨道交通线网内部共享、轨道交通线路与地区用户共享。

15.1.3 供电系统应与线路最大运输及储备能力相匹配,且远期设计行车最大通过能力不应小于 30 对/h。

15.1.4 牵引用电负荷应为一级负荷;动力照明等用电负荷应分为一级负荷、二级负荷和三级负荷。

15.1.5 一级负荷应由双重电源供电。一级负荷中特别重要负荷,应增设应急电源,并严禁其他负荷接入。

15.1.6 二级负荷供电:

1 车站宜采用双电源单回线路供电;

2 车辆综合基地建筑物(变电所不在单体建筑内时)宜采用双回线路供电。

15.1.7 三级负荷应采用单电源单回路供电,当系统中一个电源失电时宜手动/自动切除。

15.1.8 供电系统中的各类变电所均应由双重电源供电,每个进线电源的容量应满足供电范围内全部一、二级负荷的用电要求。

15.1.9 中压网络应采用牵引、动力照明供电系统混合网络形式,并应为开环环网结构。

15.1.10 轮轨系统的直流牵引网应采用双导线制,正极、负极均不应接地。

15.1.11 通过系统设计和设备选型,直流牵引系统及其他非线性用电设备所产生的谐波引起的电网电压正弦波形畸变率应予以控制,并应符合现行国家标准《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549 的规定。

15.1.12 外部电源引入点处功率因数应满足城市电力部门要求。

15.1.13 杂散电流腐蚀防护措施应满足接地安全要求。

15.1.14 装备水平应与工程的功能要求和使用条件相适应。

15.1.15 车辆综合基地应设置供电车间,对供电设备进行管理与维护。3 座~5 座车站变电所设置一个供电工区,该工区应设于车站内,对该区域的车站变电所进行运营管理、维修、抢险。

15.1.16 除符合本规范外,其他内容尚应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157、《供配电系统设计规范》GB 50052 的有关规定。

15.1.17 供电系统节能设计应符合本规范第 26 章的有关规定。

15.2 外电源与中压网络

15.2.1 外部电源应根据城网电源条件和远期设计行车最大通过能力需求,可采用集中式、分散式或混合式供电。

15.2.2 采用集中式供电,高压电压等级宜采用 110kV,中压电压等级应为 35kV 或 20kV。采用分散式、混合式供电,中压网络的电压等级应为 10kV。对于已运营线路的延伸线,应采用与原线路相一致的电压等级。

15.2.3 主变电所、电源开闭所进线电源应为专线电源。

15.2.4 供电系统各类变电所的两个电源应来自两座不同的变电所,或来自具有两回及以上进线的同一座变电所的不同母线段。

- 15.2.5 采用分散式供电，相邻电源开闭所电源不应引自城市电网同一座变电所。
- 15.2.6 主变电所、电源开闭所应结合北京线网规划和建设时序进行共享设置。
- 15.2.7 主变电所、电源开闭所分布和容量应根据共享设置要求、负荷潮流、中压电压等级等条件计算确定。
- 15.2.8 主变电所宜设在本线路附近，并应方便向共享线路供电。主变电所的选址、一次接入方案、计量、调度和线路通道应会同城市规划和电力部门确定。
- 15.2.9 一座主变电所或电源开闭所退出，供电系统应满足以下要求：
- 1 本线路相邻主变电所应越区供电，并应具备向退出运行的主变电所供电范围提供电源支援能力；
 - 2 相邻电源开闭所应越区供电，并应满足相关供电范围内的一、二级负荷的用电需求。
- 15.2.10 除车站站内跟随式降压变电所外，其他变电所应接入中压网络。
- 15.2.11 中压网络应按远期设计行车最大通过能力不小于 30 对/h 设计，对互为备用线路，一路退出运行另一路应承担其供电范围内的一、二级负荷的供电，线路末端电压损失不宜超过 5%。
- 15.2.12 中压网络供电分区划分应发挥中压电压等级的供电能力，并应按照建设、运营综合经济的合理性统筹考虑。
- 15.2.13 供电系统继电保护配置应与中压供电网络一次接线以及运行方式协调配合。
- 15.2.14 中压网络电压等级相同时，相关联的不同线路间宜构成电源联络，构建线路之间电源紧急支援关系。
- 15.2.15 外电源引入点处功率因数不得低于 0.9，并避免过补偿。

15.3 变 电 所

- 15.3.1 变电所选址应符合下列原则：
- 1 靠近负荷中心；
 - 2 便于电缆线路引入、引出；
 - 3 便于设备运输；
 - 4 独立设置的变电所，宜靠近线路，并应和城市规划相协调。该变电所与线路间应设置电缆通道。
 - 5 其他要求执行本规范第 9.5 节的有关规定。
- 15.3.2 电源开闭所宜设在换乘站，牵引变电所宜设在车站内。当不具备条件时，牵引变电所可设在车站附近或区间。车站降压变电所应设在重负荷端，可分层布置；当技术经济合理时可设置跟随式降压变电所。
- 15.3.3 车站内各类变电所宜合建。
- 15.3.4 同站台换乘的车站降压变电所宜共享设置，并分别设置电度表计。
- 15.3.5 主变电所高压侧宜采用线路-变压器组接线。
- 15.3.6 主变电所中压侧应采用分段单母线接线，共享时后建线路应设电源开闭所。
- 15.3.7 主变电所应设置两台主变压器，并宜按照远期设计行车高峰小时运力需求配置。
- 15.3.8 当一台主变压器退出运行时，另一台主变压器应能负担供电范围内全部一、二级负荷的用电需求。
- 15.3.9 主变电所中压侧宜设动态无功补偿装置（SVG）。
- 15.3.10 牵引变电所的数量及其在线路上的分布应经计算分析比选后确定。车辆综合基地应设牵引变电所。
- 15.3.11 变电所中压侧、低压侧应采用分段单母线接线。牵引变电所应设置两套牵引机组且接在同一段中压母线，直流侧宜采用单母线接线。

15.3.12 牵引负荷应根据远期设计行车高峰小时运力（行车密度、车辆编组）、车辆类型及特性、线路等条件进行计算。

15.3.13 牵引整流机组容量应按照远期设计行车高峰小时运力确定。

15.3.14 牵引变电所的分布及容量应满足任一座牵引变电所退出时的远期设计行车高峰小时运力要求。

15.3.15 正常运行方式下，正线两座相邻牵引变电所对其同一供电分区应采用双边供电方式。

15.3.16 线路中间牵引变电所退出，应由两侧相邻牵引变电所实施大双边供电。牵引变电所实施大双边供电时，纵联开关可采用直流快速断路器。

15.3.17 线路端部牵引变电所退出，宜采用下列任何一种运行方式：

- 1 由正线相邻牵引变电所实施单边供电；
- 2 线路端部上下行接触网设置横联开关，由相邻牵引变电所实施单向大双边供电；
- 3 线路及车辆综合基地为地上形式并具备条件时，由车辆综合基地牵引变电所与线路端部牵引变电所相邻的牵引变电所实施大双边供电。

15.3.18 牵引机组的负荷特性应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定。

15.3.19 牵引变电所直流进线开关应采用直流快速断路器。

15.3.20 变电所直流负母线与整流器之间宜采用手动隔离开关。

15.3.21 跟随式降压变电所配电变压器电源侧应配置满足维护、测试和检修配电变压器时保障人身安全的隔离电器。

15.3.22 一台配电变压器退出运行时，另一台配电变压器能负担供电范围内远期的一、二级负荷的用电需求。

15.3.23 配电变压器土建基础宜按加大一级规格设计。

15.3.24 条件允许下，变电所低压开关柜宜双排面对面排列。

15.3.25 变电所低压侧宜设置母线隔离柜，并应设置满足维护、测试和检修低压母线分段开关室时保障人身安全的隔离电器。

15.3.26 变电所低压侧进线、母线分段开关宜采用三极开关。

15.3.27 变电所低压进线、母线分段开关应配置电动操作机构，三级负荷宜配置电动操作机构。

15.3.28 变电所低压侧三级负荷各配电回路应满足电力调度独立切除或投入的需求。

15.3.29 地下车站变电所低压侧每段母线应预留人防电源接入的条件。

15.3.30 变电所低压侧宜设置有源滤波装置。

15.3.31 变电所设备布置应满足设备运输、设备操作维护和电缆敷设的要求。

15.3.32 电源开闭所每段母线宜预留一面中压开关柜；低压开关柜宜预留总回路数 20%~25%备用回路，每段低压母线应预留一面低压开关柜安装条件。

15.3.33 变电所交直流电源屏的交流电源应引自变电所的两段低压母线，并应设双电源互投装置。

15.3.34 变电所直流操作电源应采用成套装置，正常运行时蓄电池宜处于浮充状态。蓄电池容量应满足交流停电情况下连续供电 120min 的要求。

15.3.35 变电所直流操作电源的电压宜采用 DC 110V。

15.3.36 过电压保护应符合现行行业标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》DL/T 620 及现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

15.3.37 低压配电设计应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 的规定。

15.3.38 牵引变电所牵引整流机组的布置及电缆敷设应利于并列运行。

15.3.39 箱式变电所宜设置电话、视频监控。

15.3.40 变电所设备房间布置及其他要求应符合本规范第 9.5 节的有关规定。变电所内设备布置应符合

现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定。

15.4 牵引网

15.4.1 牵引网应由接触网、回流网组成，接触网为正极，回流网为负极。以走行轨或专用回流轨作为牵引电流的回流通路，应通过回流电缆与牵引变电所连接。

15.4.2 接触网按安装位置的不同分为接触轨、架空接触网。

1 接触轨按授流接触位置的不同可分为上部授流方式、下部授流方式和侧部授流方式。接触轨应采用钢铝复合材料等低电阻率产品；

2 架空接触网按接触悬挂方式的不同分为柔性架空接触网、刚性架空接触网。接触线应采用铜合金接触线。

15.4.3 牵引网应满足牵引供电系统各种运行方式下的载流量要求。

15.4.4 牵引变电所直流馈线快速断路器至接触网间应设置电动隔离开关：

1 正线上行、下行电动隔离开关应分别位于车站站台层的两端；

2 正线电动隔离开关宜设置在独立的房间内，门应朝向站台外走道侧开启，电动隔离开关也可设置在车站盾构井处。

15.4.5 以下场所兼做回流的走行轨应设置绝缘结：

1 在正线与车辆综合基地的衔接处；

2 电气化库入口处；

3 一条正线与另一条正线的联络线处。

15.4.6 折返线的接触网供电应有主备两个电源，应通过就地设置的隔离开关与上、下行的正线接触网连接。

15.4.7 停车列检库、静调库、试车线的接触网，宜由牵引变电所直接供电。每条库线的接触网应设置带接地刀闸的手动隔离开关。

15.4.8 上网电缆、回流电缆的根数及截面应根据牵引供电计算确定。

1 在正常运行方式下，应满足一根电缆断线条件下继续运行要求；

2 在大双边供电方式下，应满足远期高峰小时牵引供电的运行要求。

15.4.9 与走行轨连接的回流电缆、均流电缆、道岔连接电缆应连接牢固可靠，接触面的过渡电阻值不应大于 1m 长度单根走行轨的电阻值。无牵引变电所的车站应设置均流线；地上线均流线间距不宜大于 300m；地下线均流线应结合联络通道位置设置，间距不宜大于 600m。

15.4.10 抑制大气过电压接地的冲击接地电阻值不应大于 10Ω。

15.4.11 接触网的电分段应设在下列各处：

1 对车站牵引变电所，应设在列车进站端；

2 对区间牵引变电所，应设在变电所直流电缆出口处；

3 正线与车辆综合基地的衔接处；

4 一条正线与另一条正线的联络线处；

5 车辆综合基地各电化库入口处。

15.4.12 当出、入段线较长时，宜由正线邻近牵引变电所单独供电。

15.4.13 车辆综合基地电化库线、场区电化线、试车线应设置独立供电分区，场区供电分区和库内供电分区宜相对应。每个供电分区应设置上网电动隔离开关。

15.4.14 场区供电分区的股道数宜为 4 个~6 个，对于规模较小的停车场供电分区的数量不应少于 2 个。

15.4.15 车辆综合基地各供电分区之间应设置联络隔离开关，车辆综合基地牵引用电不应受车辆综合基

地牵引变电所退出的影响。

15.4.16 架空接地线宜通过单向导通装置与牵引变电所负极母线连接；地上线路架空接地线进入牵引变电所前应采取防雷措施。

15.4.17 场区供电分区的直流配电柜宜集中布置在牵引变电所附近，应有防雨雪措施。

15.4.18 正线与车辆综合基地衔接处的电动隔离开关柜附近应设置调度电话。

15.4.19 车辆综合基地牵引网的设置要求应符合本规范第 22 章的有关规定。

I 接 触 轨

15.4.20 地下区间横向联络通道处的接触轨应设置机械分段，连接电缆及机械分段长度不得影响人员穿行横向联络通道。

15.4.21 接触轨的锚段长度，应根据环境温度、载流温升、材料线胀系数、伸缩要求确定。

15.4.22 接触轨的支架间距应根据支架结构型式、道床型式、轨枕间距、短路电力确定。

15.4.23 接触轨断轨处应设端部弯头。

15.4.24 场区各供电分区的接触轨布置和隔离开关设置应满足独立断电维修的安全要求。

15.4.25 车辆综合基地各供电分区接触轨应有带电警示标识，不同供电分区的接触轨防护罩应以不同标识区分。

15.4.26 接触轨隔离开关柜应具有观察窗和接触轨带电显示功能。

15.4.27 整体道床段隔离开关柜外壳应就地与结构钢筋电气连接。碎石道床段隔离开关柜外壳宜直接接地，或与牵引变电所的接地母排直接连接。

15.4.28 接触轨支架宜采用复合材料支架。当采用金属支架时，应设置贯通的架空接地线。

15.4.29 接触轨的支撑件应满足机械强度和绝缘耐压的要求，接触轨支撑件应满足人员短时踩踏的要求。

II 架空接触网

15.4.30 采用架空接触网的线路，地上线路宜采用柔性架空接触网，地下线路宜采用刚性架空接触网。接触网应保证列车在规定的行车速度内，可靠地向列车受电弓授电。

15.4.31 柔性架空接触网中的铜合金接触线的强度安全系数，当磨损面积小于或等于 15% 时，不应小于 2.5；当磨损面积大于 15% 且小于 25% 时，不应小于 2.2。刚性架空接触网中的铜合金接触线允许磨损面积不得大于 50%。

15.4.32 对于刚性架空接触网，宜采用“Π”型铝合金汇流排。

15.4.33 地上线路接触线距轨面的高度宜为 4600mm，困难地段不应低于 4400mm；车辆综合基地的地上线路接触线距轨面高度宜为 5000mm。隧道内接触线距轨面的高度不应小于 4040mm。特殊情况下，架空接触线距轨顶面的最低高度和最高高度应根据车辆受电弓工作范围确定。

15.4.34 架空接触网的接触导线悬挂高度应一致，高度变化时，其最大导线坡度及变化率值不应超过表 15.4.34 的规定，柔性接触网在高度变化的始端和终端应采用具有半个坡度的过渡跨距；刚性接触网应在坡度变化处设置过渡段。

表 15.4.34 柔性接触线最大坡度及变化率值

列车速度 (km/h)	接触线最大坡度 (%)	接触线最大坡度变化率 (%)
10	40	20
30	20	10
60	10	5

表 15.4.34 柔性接触线最大坡度及变化率值 (续)

列车速度 (km/h)	接触线最大坡度 (%)	接触线最大坡度变化率 (‰)
90	6	3
100	5	2

15.4.35 架空接触线的布置, 应保证受电弓磨损均匀, 并应满足以下要求:

1 在直线区段沿受电弓中心两侧, 柔性架空接触网接触线应呈“之”字形布置, 拉出值宜为 $\pm 200\text{mm}$; 刚性架空接触网一个锚段范围内的布置宜保持拉出值变化率的均衡性, 拉出值不宜大于 $\pm 250\text{mm}$, 锚段中部定位点拉出值宜为零。接触线相对受电弓中心线的最大偏移量应小于受电弓工作宽度的一半;

2 在曲线区段, 架空接触网应根据曲线半径、超高值、接触悬挂跨距选取拉出值, 拉出值方向宜向曲线外布置。

15.4.36 柔性架空接触网锚段长度应根据补偿的接触线和承力索的张力差确定, 锚段长度不宜大于 1500m 。刚性架空接触网的锚段长度, 应根据环境温度、载流温升、材料线胀系数、伸缩要求确定, 锚段长度不宜大于 250m 。

15.4.37 在柔性架空接触网与刚性架空接触网的衔接处, 应设置刚柔过渡设施。

15.4.38 接触网应满足限界要求。平交道口处应设置限界门, 对易受其他机动车辆损伤的接触网支柱, 应采取必要的防护措施。

15.4.39 地上线路架空接触网应设置避雷器, 其间距不应大于 300m 。在隧道入口和为地上线接触网供电的隔离开关处应设置避雷器。

15.4.40 地上线路架空接地线应兼作避雷线。

15.4.41 刚性接触网穿越人防门处宜采用贯通形式, 穿越防淹门处应采用独立短锚段形式。

15.4.42 洗车库内架空接触网应与正常带电接触网绝缘分段, 应设置带接地刀闸的手动隔离开关。

15.5 继电保护、测量及自动装置

15.5.1 正常运行方式下, 继电保护配置应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

15.5.2 中压网络主保护应采用线路差动保护或数字通信电流保护, 过电流保护为后备保护。

15.5.3 当中压配电系统采用小电阻接地时, 应设零序电流保护。

15.5.4 主变电所、电源开闭所进线开关继电保护配置应与城网变电所馈线协调、配合。

15.5.5 变电所中压母线分段开关应设过电流保护, 并应具备后加速功能。

15.5.6 变电所中压继电保护设置应符合现行国家标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062 的规定。

15.5.7 电源开闭所中压进线开关、母线分段开关应设合环选跳保护。

15.5.8 变电所中压、低压侧的进线开关、母线分段开关应有防止电源并列运行的措施。

15.5.9 牵引整流机组应设下列保护:

- 1 电流速断保护;
- 2 过电流保护;
- 3 过负荷保护;
- 4 零序电流保护;
- 5 温度保护;
- 6 一个整流元件故障报警;

- 7 同一桥臂两个整流元件故障跳闸;
- 8 外壳开门保护。
- 15.5.10 牵引变压器的过电流保护应满足低压侧一组线圈相间短路、直流开关柜直流母线侧短路的灵敏性。当主保护和后备保护的灵敏度难以满足时,可采用差动保护。
- 15.5.11 牵引变电所直流进线开关应设大电流短路速断保护。
- 15.5.12 直流牵引馈线应设下列基本保护:
 - 1 大电流短路速断保护;
 - 2 过电流保护;
 - 3 电流变化率及其增量保护;
 - 4 双边联跳保护;
 - 5 低电压报警。
- 15.5.13 牵引变电所直流馈线开关的保护配置应与车辆主电路电气保护协调配合。
- 15.5.14 直流牵引供电设备应设框架保护,整流器、直流配电装置、再生制动吸收装置宜单独设置。
- 15.5.15 框架保护应采用电流跳闸,电压报警功能。
- 15.5.16 直流牵引馈线开关应具有在线检测的自动重合闸功能。
- 15.5.17 牵引变电所直流进线开关与牵引变压器进线开关之间应有联跳功能。
- 15.5.18 牵引变电所直流进线开关对直流馈线开关应有联跳功能。
- 15.5.19 在大双边供电时,退出的牵引变电所应具有联跳转换功能。
- 15.5.20 当牵引变电所框架保护电流动作时,应在本牵引变电所就地复位。
- 15.5.21 用于保护直流开关柜的框架保护电流动作时,应联跳相邻牵引变电所对应的直流馈线开关,被联跳的直流馈线开关应具有远方复位功能。
- 15.5.22 纵联开关采用直流断路器时,可不设保护。
- 15.5.23 钢轨电位限制装置应具有远方复位功能。
- 15.5.24 变电所低压进线开关应设短路短延时保护、过载长延时保护和接地故障保护。
- 15.5.25 变电所低压母线分段开关应设短路短延时保护。
- 15.5.26 变电所低压侧馈线开关应设短路瞬动保护、过载长延时保护和接地故障保护。
- 15.5.27 变电所低压侧备用投应设置手投手复、自投自复和退出功能。
- 15.5.28 变电所中压侧应有下列测量和计量功能
 - 1 中压进线:电流、有功功率、有功电度、无功电度、功率因数;
 - 2 中压馈线:电流;
 - 3 母线分段开关:电流;
 - 4 中压母线:线电压、相电压;
 - 5 牵引变压器:电流、有功功率、有功电度、无功电度;
 - 6 配电变压器:电流、有功功率、有功电度、无功电度。
- 15.5.29 牵引变电所直流侧应有下列测量和计量功能:
 - 1 直流进线:电流;
 - 2 直流馈线:电流;
 - 3 直流母线:电压。
- 15.5.30 变电所低压侧应有下列测量和计量功能:
 - 1 低压进线:电流、电压、有功电度、无功电度、功率因数;
 - 2 母线分段开关:电流;
 - 3 馈线:电流、有功电度(防灾、人防回路、区间检修箱除外)。

15.5.31 车站商业用房的用电回路应具有独立的计量功能。

15.6 电力监控系统

15.6.1 电力监控（SCADA）系统应纳入综合监控系统。

15.6.2 电力监控系统应满足可靠性、快速响应性、稳定性等要求。

15.6.3 电力监控系统的基本功能应包括下列内容：

- 1 对遥控对象的遥控。遥控种类分选点式、选站式、选线式控制；
- 2 对供电系统设备运行状态的实时监视和故障报警；
- 3 对供电系统中主要运行参数的遥测；
- 4 中文的屏幕画面显示；
- 5 对供电系统故障记录等的日报月报制表打印；
- 6 系统自检和在线修改、维护功能；
- 7 友好的人机界面；
- 8 主/备通道的切换功能。

15.6.4 电力监控系统应采用车站通信系统二级母钟的标准时钟信号。

15.6.5 电力监控系统设备应满足轨道交通环境下电磁兼容要求。

15.6.6 车辆综合基地牵引变电所宜有人值班，其余变电所均宜无人值守。

15.6.7 变电所远方操作和就地操作功能应互斥。

15.6.8 电力监控系统中心级应包括下列基本硬件设备：

- 1 主、备服务器；
- 2 主、备磁盘阵列；
- 3 主、备调度员工作站；
- 4 维护工作站；
- 5 供电管理工作站；
- 6 模拟盘或其他显示设备；
- 7 不间断电源设备（UPS）；
- 8 打印机；
- 9 主、备以太网交换机。

15.6.9 变电所自动化系统应能够独立正常运行。

15.6.10 车站和车辆综合基地跟随式降压变电所宜采用单控制单元，其他类变电所应采用双冗余控制单元。

15.6.11 变电所自动化宜采用 10/100M 自适应以太网。

15.6.12 变电所自动化设备的通信规约应对用户完全开放。

15.6.13 站级控制单元与各类供电系统设备之间宜采用工业以太网通信方式或现场总线方式连接。

15.6.14 变电所自动化设备应具备下列基本功能：

- 1 远动控制输出；
- 2 现场数据采集（包括数字量、模拟量、脉冲量等）；
- 3 远动数据传输。

15.6.15 车辆综合基地供电车间应设置复示系统

15.6.16 遥控对象应包括下列基本内容：

- 1 中压断路器、电动负荷开关；
- 2 直流断路器、电动隔离开关；

- 3 低压进线开关、母线分段开关、三级负荷开关;
- 4 跳闸等动作的远动复归、保护及自动装置的投/退。

15.6.17 遥信对象应包括下列基本内容:

- 1 遥控对象的位置信号;
- 2 故障报警及断路器跳闸信号;
- 3 变电所中压进线电源带电显示信号;
- 4 所用交直流设备的电源故障信号;
- 5 钢轨电位限制装置的动作及自动恢复信号;
- 6 中压开关柜、直流开关柜手车信号;
- 7 控制转换开关位置信号;
- 8 电压互感器的位置信号。

15.6.18 遥测对象应包括下列基本内容:

- 1 变电所进线的电流、功率、功率因数、谐波、电能;
- 2 变电所中压母线的电压;
- 3 牵引直流母线电压;
- 4 牵引整流机组电流、谐波、电能;
- 5 直流馈线电流;
- 6 配电变压器电流、功率因数、电能;
- 7 低压母线侧电压;
- 8 所用直流操作电源的母线电压;
- 9 中压电流保护动作电流;
- 10 排流时极化电位及排流电流;
- 11 钢轨电位限制装置动作电压及通过的电流。

15.6.19 电力监控系统的主要技术指标应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定。

15.6.20 车辆综合基地宜设置架空接触网上网开关监视系统,宜接入变电所自动化系统。

15.7 动力与照明配电

15.7.1 动力照明配电系统应满足安全、可靠、环保、节能、经济的要求。

15.7.2 车站及车辆综合基地用电设备的负荷分级应符合下列规定:

一级负荷:专用通信系统设备、民用通信系统设备、政务通信系统设备、公安通信系统设备、信号系统设备、变电所操作电源、自动售检票系统设备、综合监控系统设备、电力监控系统设备、火灾自动报警系统设备、漏电火灾报警系统设备、环境与设备监控系统设备、消防系统设备及消防水管电保温设备、喷淋泵、气体自动灭火系统设备、防排烟风机及各类防火排烟阀、防火卷帘门、主排水泵(废水泵)、雨水泵、应急照明、消防疏散需继续使用的自动扶梯、防淹门、人防门、地下站厅站台公共区照明、地下区间照明、一级负荷设备机房的空调设备、变电所检修电源、站台门、办公自动化系统设备、安防系统设备、道岔融雪装置电源等。

其中火灾自动报警系统设备、专用通信系统设备、公安通信系统设备、信号系统设备、变电所操作电源、应急照明应为一级负荷中特别重要负荷。

二级负荷:地上站厅站台公共区正常照明、地上区间照明、附属房间正常照明、普通风机、排污泵、非消防疏散用自动扶梯、自动人行道和电梯、电能质量监测系统设备、乘客信息系统与标识系统设备、区间检修设备、杂散电流区间监测电源、锅炉房设备、非消防用电动窗、污水处理站。

三级负荷：空调制冷及水系统设备、广告照明、清洁设备、电开水设备、电采暖设备、各类系统培训中心设备、车辆综合基地电源插座、车辆综合基地检修设备。

15.7.3 控制中心用电设备的负荷分级应符合下列规定：

一级负荷：火灾自动报警系统设备、消防电梯、消防水泵、喷淋泵、排烟风机、加压风机；控制中心的各系统设备；调度大厅室、主要办公室、会议室、总值班室、档案室、主要通道等处的照明；应急照明系统；调度大厅室、重要设备机房空调设备等。

其中火灾自动报警系统设备、变电所操作电源、应急照明为一级负荷中特别重要负荷。

二级负荷：控制中心的普通风机、一般水泵、非消防电梯、一般场所的照明等。

三级负荷：其他场所制冷设备及空调设备，建筑物的室外照明、广告照明、清洁设备、电开水设备、各类系统培训中心设备等。

15.7.4 低压配电系统应简单可靠，配电级数不宜超过三级。

15.7.5 电压制式应符合下列规定：

1 低压配电电压应采用交流 220/380V；

2 在干燥场所安全特低电压照明不宜超过交流 36V，在潮湿场所安全特低电压照明应采用交流 24V。

15.7.6 各级配电箱宜预留为总回路数 25% 的备用回路。

15.7.7 动力照明配电设备宜集中布置，并应符合下列规定：

1 车站照明配电室宜按防火分区设置；

2 在通风设备容量较大且设备较集中场所及冷冻机房等处宜设环控电控室；

3 车辆综合基地的单体建筑物内用电设备容量较大且在该建筑物内没有降压变电所时应设配电室。

15.7.8 负荷性质重要或用电负荷容量较大的设备应采用放射式配电。

15.7.9 变电所内应设置检修电源箱，电源应取自变电所交流自用电屏。

15.7.10 地下区间照明电源宜在车站站台两端设置区间照明总配电箱，并宜在区间内设置照明分配电箱，区间照明灯宜为单回路配电。

15.7.11 动力设备及照明的控制根据需要可采用就地控制和远方控制。

15.7.12 电机启动方式应结合配电变压器容量、变电所低压母线电压损失允许值以及电机堵转等因素来确定。方案阶段，直接启动时的电机功率宜按不超过配电变压器额定容量的 10% 考虑。

15.7.13 公共区插座、票亭内设备应单独配电，且不应接入公共区照明配电系统。

15.7.14 区间及道岔附近应设动力检修电源箱，使用容量应按 15kW 考虑。

15.7.15 架空接触网线路：区间配电箱安装在纵向辅助疏散平台一侧时，宜设置在纵向辅助疏散平台下方，且不得侵入设备限界。

15.7.16 接触轨线路：区间配电箱宜安装在行车方向右侧；当条件允许时，区间配电箱也可安装在疏散平台侧上方，但不得影响人员疏散。

15.7.17 在站台两端的照明配电室宜分别设置容量 15kW 动力检修箱，宜与区间动力检修电源箱共用同一电源。

15.7.18 双电源自动切换设备应具有自投自复功能。

15.7.19 当符合下列条件之一的用电设备应就地设置负荷隔离开关：

1 动力用电设备与配电设备不在同一机房安装；

2 动力用电设备与配电设备在同一机房安装，观察视线被遮挡或无法保障维护人员的安全。

15.7.20 车站公共区的照明负荷应交叉配电、分组控制。

15.7.21 照明配电支路开关不宜选用两极或四极。带回路控制功能的照明配电支路开关宜采用三极，且三相负荷尽量平衡。

15.7.22 控制中心中央控制室、设备维修用房工作面平均照度应为 200lx。

15.7.23 调度大厅室内照明的不均匀度不宜小于 0.7，宜采用调光及分区控制；在采用马塞克显示屏时，屏面及控制台面距离地面 0.8m 处照度宜为 150lx~200lx；在采用投影显示屏时，屏面及控制台面距离地面 0.8m 处照度宜为 100lx~150lx。

15.7.24 正线道岔区域宜设置固定式维修用照明灯具，应能单独控制，道岔区域轨面照度宜为 100lx。

15.7.25 冷冻机房及通风空调机房内仪表集中处宜设置局部照明，测控点高度处照度宜为 50lx~75lx。

15.7.26 灯具安装位置应便于维修。

15.7.27 建筑净高小于 1.8m 的电缆通道、电缆夹层，应设置安全特低电压照明。电缆通道、电缆夹层地面照度宜为 50lx。

15.7.28 除本规范另有规定外，照度标准应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034、《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的有关规定。

15.7.29 具备保护功能的电器不宜设在排烟风道、锅炉机房等超过 60℃的场所。

15.8 供配电线路敷设

15.8.1 电缆敷设位置应具备可维护性。中压电缆中接头不应设在车站站台板下。

15.8.2 直流电力电缆不得设中接头。

15.8.3 同一重要回路的工作与备用电缆应配置在不同电缆桥架上，当确有困难时可采用下列方式之一：

1 工作与备用电缆之间用防火板隔开；

2 敷设在不同层的桥架上。

15.8.4 电力电缆与控制电缆在地下和高架区间敷设时，宜分别敷设在电缆支架上；在地面敷设时，宜敷设在电缆沟槽内。

15.8.5 电缆穿越轨道时，宜采用刚性固定方式沿隧道顶部敷设，也可采用硬质非金属管材下穿轨道敷设方式。

15.8.6 金属电缆支架应进行防腐处理，并应接地。

15.8.7 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 的有关规定。

15.8.8 车站电缆竖井宜多处布置，并宜为长条形状。

15.8.9 变电所电缆夹层及其他要求应执行本规范第 9.5 节的有关规定。

15.9 杂散电流腐蚀防护与接地

15.9.1 杂散电流腐蚀防护应以抑制杂散电流产生为根本原则，并应避免杂散电流向城市轨道交通系统外部扩散。

15.9.2 直流牵引供电系统应为不接地系统，牵引变电所内整流装置、直流开关柜、再生制动吸收装置应与金属构件绝缘，金属构件不得接地。

15.9.3 兼做回流的走行轨与线路主体结构之间的过渡电阻值应符合现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49 的有关规定。

15.9.4 走行轨底面距整体道床面及穿越道床管线顶面的距离不宜低于 70mm。

15.9.5 直流牵引供电系统设备对地绝缘电阻不应小于 0.5MΩ。

15.9.6 车站出入口、风井结构与车站主体结构之间有变形缝时，出入口、风井主体钢筋不得与车站主体结构钢筋电气连接。

15.9.7 整体道床宜设置排流网。线路为碎石道床时，可利用线路排水沟结构钢筋作为排流网。

15.9.8 排流网不得与结构钢筋、金属管线、接地装置及设备金属外壳电气连接。

15.9.9 排流网极化电位不大于 0.5V 应作为排流网有效截面确定条件之一。当排流网极化电位超过 0.5V 时，排流设施应投入运行。

15.9.10 不得利用车站、区间隧道和高架桥主体结构钢筋或金属管线、接地装置作为排流网。

15.9.11 道床及隧道的测防端子宜设置在行车方向左侧，道床测防端子距离道床面高度不宜高于 50mm，隧道测防端子距离道床面高度不宜高于 1000mm。

15.9.12 正常运行方式下，正线兼做回流的走行轨对地电位不得超过 DC 120V，车辆综合基地库内兼做回流的走行轨对地电位不得超过 DC 60V。

15.9.13 车站有站台门时，钢轨电位限制装置的启停工况宜与车站内列车停留实施联动。

15.9.14 以下场所主体结构钢筋应纵向焊接，并应实现电气连通：

- 1 地上车站、地下车站及地下区间道床面以上 1800mm 范围内；
- 2 高架车站结构；
- 3 高架区间桥面系。

15.9.15 供电系统与其他系统共用接地装置时，其工频接地电阻不得大于 1Ω ，并不得大于接入设备中要求的最小值。

15.9.16 变电所应利用车站主体结构钢筋或变电所结构基础钢筋等自然接地体作为接地装置，并宜敷设人工接地网。两者间宜采用不少于两根导体在不同点相连接。

15.9.17 独立于车站主体的变电所，当人工接地体超出变电所建筑物范围或变电所为素混凝土结构底板时，应采取降低接触电位差和跨步电位差措施。

15.9.18 如无特殊要求，TN 系统重复接地的工频接地电阻不得大于 10Ω 。

15.9.19 接地故障保护时应采用总等电位联结。

15.9.20 低压配电系统的接地型式应符合下列规定：

- 1 车站、控制中心、地下区间灯具应采用 TN—S 系统接地型式；
- 2 车辆综合基地的建筑物内有变电所时，建筑物应采用 TN—S 系统接地型式；无变电所时，建筑物宜采用 TN—C—S 系统接地型式；
- 3 地上区间和车辆综合基地的路灯宜采用 TT 系统接地型式。

15.9.21 安全特低电压配电系统设备金属外壳及金属管线不得接地。

15.9.22 变电所内接地线宜安装于变电所电缆夹层周边墙体上，并宜呈闭合形态。设备背面应设置设备检修及测试用的接地端子。

15.9.23 检修车间应设置接地母排。

15.9.24 冷冻机房、消防泵房、污水泵房、废水泵房和雨水泵房等潮湿场所应设置局部等电位端子箱。

15.9.25 I 类灯具的外露可导电部分应可靠接地。

15.9.26 杂散电流腐蚀防护与接地的其他要求应执行现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 以及《轨道交通地面装置 第 2 部分：直流牵引系统杂散电流防护措施》GB/T 28026.2 的有关规定。

16 通 信

16.1 一 般 规 定

16.1.1 城市轨道交通通信应适应运输效率、保证行车安全、提高现代化管理水平和传递语音、数据、图像等各种信息的需要，做到系统可靠、功能合理、设备成熟、技术先进、经济实用。

16.1.2 通信系统应满足新建线路运营的通信需求，满足轨道交通各线路间、各线路与北京市轨道交通指挥中心、各线路与北京市轨道交通清分中心之间以及轨道交通与政府相关管理部门之间的通信要求，并应满足乘客在地下空间内的民用通信需求，满足公安通信需求，并为后续线路的接入预留条件。

16.1.3 通信系统应由专用通信系统、民用通信引入系统、公安通信系统、政务通信系统组成。

16.1.4 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、视频监视系统、广播系统、时钟系统、办公自动化系统、电源系统及接地、集中告警系统等子系统组成。

16.1.5 专用通信系统应满足北京轨道交通运营调度在正常运营方式和灾害运营方式的通信需求。在正常运营方式时，应为运营管理提供信息；在灾害运行方式时，应为防灾、救援和事故处理的指挥提供保证。

16.1.6 民用通信引入系统将移动通信运营商的地面信号引入轨道交通地下空间，满足乘客在地下空间内享受与地面同等的通信需求，满足轨道交通地下区域内的公众移动通信服务。

16.1.7 公安通信系统应满足公安部门在城市轨道交通范围内的通信需求，并在突发事件发生时，为公安部门在城市轨道交通内的应急调度指挥提供保证。

16.1.8 政务通信系统应满足北京市政务通信系统在地下空间内的各项调度联络需求。

16.1.9 政务通信系统的建设应实现与公安通信网的资源共享，宜共用机房、无线覆盖系统和相关配套设施。

16.1.10 根据运营需要，可设置应急通信系统，利用现场通信音视频采集设备和通信网络形成应急通信系统，提高轨道交通应急抢险的效率和智能化。

16.1.11 通信系统设备应符合电磁兼容性的要求。通信系统各子系统均应具有网络管理功能。主要通信设备和模块应具有自检和报警功能，中心网管设备可采集和监测系统设备运行状态和故障信息。

16.1.12 通信系统应对中心有线及无线调度、中心广播等重要语音进行录音，录音设备宜集中设置。

16.1.13 广播及视频监视系统应在支持综合监控系统操作和联动工作的同时，保证系统本身的完整性和独立性。

16.1.14 通信系统的关键设备宜考虑供电冗余和关键板卡冗余设置。

16.1.15 区间隧道内托板托架、线缆及隧道内设备的设置严禁侵入设备限界；车载台无线天线的设置严禁超出车辆限界。

16.1.16 通信系统的设备应便于安装、操作和维护。

16.1.17 通信设备使用环境条件应符合表 16.1.17 的要求。

16.1.18 通信系统工程设计中选用的电气装置、电子设备应满足国家及行业有关过电压、过电流指标及端口抗扰度试验标准的规定。通信系统设备应有防雷措施。

16.1.19 城市轨道交通车站和区间的缆线均应采用无卤、阻燃、低烟、防腐蚀的光/电缆。

16.1.20 城市轨道交通车站内的通信管路和桥架应适当预留。

16.1.21 电信运营商、公安等设置在城市轨道交通内的设备、线缆等应满足本规范相关要求。

表 16.1.17 通信设备使用环境

项 目		控制中心	设备室	轨旁	车上
温度	工作	5℃~45℃ 0℃~50℃	5℃~45℃ 0℃~50℃	-25℃~70℃	-20℃~50℃
	存储	-20℃~55℃	-20℃~55℃	-20℃~70℃	-20℃~70℃
湿度	工作	5%~90%	5%~90%	0%~100%	0%~90%
	存储	5%~100%	5%~100%	0%~100%	0%~100%
机械冲击		4G	4G	10G	10G
振动		5Hz~20Hz	5Hz~20Hz	5Hz~20Hz	5Hz~20Hz
		0.07PP	0.2PP	0.2PP	0.25PP
		20Hz~100Hz	12Hz~100Hz	12Hz~100Hz	20Hz~100Hz
		1.4PP	1.4PP	4.2PP	5.9PP

16.1.22 通信系统应支持符合国际标准、国家标准及行业标准的相关接口，与其他相关系统或业务部门实现互联互通。

16.2 传 输 系 统

16.2.1 传输系统除满足各线路内部业务传输要求外，还应满足各线路控制中心及北京市轨道交通指挥中心之间的传输需求。

16.2.2 传输系统分两层结构，即上层传输网络和各线路层传输网络。北京市轨道交通指挥中心之间的信息传输由上层传输系统提供。各线路传输系统宜独立组建，为本线路通信子系统和其他相关专业提供传输通道，并为本线路与北京市轨道交通指挥中心之间提供传输通道。

16.2.3 传输系统应采用光纤数字通信设备。光传输系统使用的光纤应设于不同路径的光缆中，从物理和逻辑上构成自愈环并能自动切换，切换时不应影响正常使用，确保传输系统可靠性。

16.2.4 传输系统容量应满足所建线路的需求，并宜预留不少于 30%的余量。

16.2.5 传输系统应具有扩展功能，网络可根据需要增加传输节点，并应适当预留接口条件。传输网络应具有兼容性能。传输网应对网内传输的信息进行保护，确保信息传输的安全可靠。

16.2.6 传输系统应具有网络管理功能，可进行故障管理、性能监视、系统管理、配置管理、安全管理。网络管理终端应采用图形化人机界面，监视主要模块和用户接口模块的工作状态，具有告警显示，宜提供声光报警的功能，能对节点、传输通道进行配置、管理，可输出维护管理数据。

16.2.7 采用基于光同步数字传输制式的专用通信传输系统宜利用网同步设备作为外同步时钟源，采用主从同步方式实现系统同步。

16.2.8 传输系统的光缆宜沿左、右侧区间线路各敷设一条，光缆在区间隧道内沿墙架设于电缆托架，进入车站宜采用隐蔽方式，采用电缆管墙防护方式或采用电缆托架敷设，地面可采用电缆托架敷设方式或采用电缆槽、管道敷设方式，也可根据实际情况在满足防护要求的前提下采用其他敷设方式；高架区段电缆、光缆宜敷设在高架区间通信槽道内或托板托架。

16.2.9 新建线光缆网络应预留与北京市已规划的其他轨道交通线路光缆的互连条件，应符合北京市轨道交通指挥中心光缆网络的统一规划要求，为北京市轨道交通建成完善的光缆网提供条件。光缆容量除应满足本线路的各专业需要外，还应满足远期发展的需求，并应同时预留互连条件。

16.2.10 在隧道环境中，光缆、电缆应采用阻燃、低烟、无卤、防蚀的产品；并应防鼠害、白蚁以及防杂散电流腐蚀。高架桥上明敷的光、电缆，还应具有防雨淋及抗阳光辐射能力；应具有抗电气化干扰的防护层。

16.2.11 在城市轨道交通沿线敷设的光缆、电缆等管线结构,应选择符合杂散电流腐蚀防护的材质、结构设计和施工方法。

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

16.2.13 通信光、电缆管道埋深(管顶至路面)不宜小于0.8m,特殊地段不应小于表16.2.13规定。

表 16.2.13 特殊地段管道顶部至路面的最小埋深(m)

管道种类	路面至管顶的最小深度		路面(或基面)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

16.2.14 通信光、电缆管道和其他地下管线及建筑物间的最小净距(指管道外壁之间的距离)应符合表16.2.14-1的规定。沿墙架设电缆、光缆与其他管线的最小净距应符合表16.2.14-2的规定。

表 16.2.14-1 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	
		平时时	交叉时
电力电缆	电压<35kV	0.5	0.5
	电压≥35kV	2.0	0.5
其他通信电缆		0.75	0.25
给水管	管径<0.3m	0.5	0.15
	管径≥0.3m	1.0	0.15
煤气管	压力≤300kPa	1.0	0.3
	300kPa<压力≤800kPa	2.0	0.3
市外树木		2.0	—
市内树木		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 16.2.14-2 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
煤气管	0.30	0.02

16.2.15 光缆敷设不宜设屏蔽地线,但接头两侧的金属护套及金属加强件应相互绝缘,光缆引入设备室

应做绝缘处理，并应做光缆终端，终端后利用尾纤终端于光纤配线架。

16.2.16 光纤应采用单模光纤，光纤有关的几何尺寸、光学、传输特性应满足 ITU-T 相关建议及现行国家标准的有关规定。

16.3 无线通信系统

16.3.1 无线通信系统应提供城市轨道交通控制中心调度员、车辆调度员、车站值班员等固定用户与列车司机、防灾、维修等移动用户之间的通信手段，满足行车、应急抢险的需要。

16.3.2 无线通信系统宜满足国家现行标准《数字集群移动通信系统体制》SJ/T 11228—2000 要求的 TETRA 数字集群系统，上行由移动台发工作频段为 806MHz~821MHz，下行由基站发工作频段 851MHz~866MHz，或者申报市无线电管理部门批准新的频率确定。

16.3.3 无线通信系统的设备配置和组网方案应综合考虑线路的具体情况。无线通信系统建设应满足北京市轨道交通无线通信系统网络规划方案，无线集群交换机的设置原则是若干条线路共用一套集群交换机，宜实现北京城市轨道交通线网内 TETRA 系统的互联互通及资源共享。

16.3.4 无线通信系统应至少包括 4 个子系统：行车调度、防灾环控调度、综合维修调度、车辆综合基地调度。

16.3.5 无线通信系统应具备下列功能：

- 1 虚拟专网：系统为各调度群用户提供专用调度台，组成虚拟专用网；
- 2 调度通话：单呼、组呼、全呼、紧急呼叫、强拆、组呼的动态重组、调度监听、优先级设置及呼叫；
- 3 通过与列车广播系统互联，中心调度员可实现列车车厢的选呼广播和全呼广播；
- 4 完成调度区域选择、越基站无隙切换、电话互联呼叫、派接、多选等功能；车载台自动转组：列车在进出车辆综合基地时，系统可通过信号系统提供的信息，进行行车调度通话组与车辆综合基地通话组的自动转换；
- 5 对所有调度通话进行自动录音，录音时长不少于 720h，车载设备的录音回放时间不少于 60min；系统应具备的主要提示信号：接通音、呼叫失败音（或显示）、忙音、弱场区提示音；
- 6 网管设备应具有系统配置、用户管理、故障监测报警及管理、统计报告功能；
- 7 降级使用：当交换中心故障时，在基站单站集群功能的支持下，可由设置在车辆段/停车场的降级调度系统完成与在线列车之间的通信。

16.3.6 无线场强覆盖范围应包括：运营线路和沿线车站（站台、站厅、办公区、轨行区、设备机房、出入口、换乘通道等）及整个车辆段/停车场区域。

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

16.3.8 同站台、同站厅换乘站共同换乘区域的专用无线天馈设备应共享，且两线无线通信系统应提供互联条件。

16.3.9 区间漏缆敷设时，需要考虑漏缆与接触网回流线不得同侧设置，必须同侧时，宜设不少于 1m 的间距。无线室外铁塔的设计应符合国家规范要求。

16.3.10 车载台应防撞击、耐震动，并在司机室进行合理布置，减少由牵引/制动设备及其他车载设备引起的电磁干扰。

16.3.11 无线调度台通话组设置可上线资源数量宜不少于开通时需求，并有适当预留，以便于管理。

16.4 公务电话系统

16.4.1 公务电话系统应是为城市轨道交通工作人员之间提供内部通话及与外部公务通信的重要手段。公务电话系统宜独立设置。

16.4.2 各线路建设应满足北京市城市轨道交通公务电话系统的网络规划。宜在车辆综合基地或用户量相对集中的区域设置汇接交换设备，各线路的汇接交换设备应与北京市轨道交通指挥中心设置中继相连。公务电话交换设备间可通过数字中继线或 IP 网络相连。各线路应按照全市轨道交通公务电话号码网内统一编号的规定编号。

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

16.4.4 公务电话系统应具备下列功能：

1 基本电话业务：

内部呼叫及出入局呼叫；

对市话局的呼入、呼出，国内、国际长途人工、自动呼入、呼出，以及话费立即通知性能；

将“119”（火警）、“110”（匪警）、“120”（救护）等特种业务呼叫自动转移至市话局的“119”、“110”和“120”。

2 计费功能：可对网内用户计费，并能对国内、国际长途有权用户的长话计费采用用户自动计费方式；

3 系统具有识别用户数据、用户传真等非话业务的能力，并能保证该类业务的接续不被其他呼叫插入或中断；

4 公务电话系统应具备综合业务数字网络功能，可具有数字业务信息管理功能及视频会议电视功能等；

5 系统具有多方会议电话能力；

6 系统具有集中维护和管理功能。

16.4.5 交换机容量应按下列原则确定：

1 近期容量应根据机构设置、新增定员、有关的基础数据及经济技术比较等因素确定；

2 远期容量应考虑发展的需要，适当预留。

16.4.6 公务电话交换网传输衰耗应满足下列要求：

1 4 线链路：地区呼叫 3.5dB；长途呼叫 7.0dB；

2 用户线衰耗：网内任一用户至市话局交换机之间，其衰耗不大于 7.0dB。

16.4.7 从市话局提取时钟信号，接收同步控制，并控制网内其他交换局的同步信号。当与市话局局间中继线发生故障时，则本网以与市话连接的交换设备为主局，其他的交换设备为从局。

16.5 专用电话系统

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

16.5.2 专用电话系统应包括调度电话，站间行车电话，车站、车辆综合基地专用直通电话以及区间电话。专用电话系统宜独立设置。

16.5.3 专用电话系统应由中心交换设备、车站（车辆综合基地）交换设备、终端设备、录音装置及网管设备等组成。

16.5.4 调度电话是为控制中心调度员与各车站（车辆综合基地）值班员以及与办理行车业务直接有关

的工作人员提供调度通信，主要包括行车、电力、防灾环控、AFC 调度等调度电话组。

16.5.5 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、车辆综合基地信号楼行车值班员等处所。

16.5.6 电力调度电话分机应设置电力值班人员所在的处所。

16.5.7 防灾环控调度电话分机应设置防灾环控值班人员所在的处所。

16.5.8 调度电话应具备下列功能：

1 控制中心行车调度员、电力调度员、防灾环控调度员、AFC 调度员与各站、车辆综合基地相关值班员之间的直接通话；

2 控制中心各调度员之间的通话；

3 控制中心调度台应能对下属分机进行个别选择呼叫、分组呼叫、全部呼叫并显示呼叫对象；

4 下属分机可对调度台进行一般呼叫和紧急呼叫；

5 调度台与分机之间的通话，在控制中心应能自动录音；调度电话录音资料的保存时限不小于 720h；

6 具有召集固定成员电话会议和实时召集不同成员的临时会议的能力；

7 系统维护管理功能。

16.5.9 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。站间行车电话终端应设在车站值班员所在的处所。

16.5.10 车站专用直通电话应提供行车值班员或站长与本站内运营业务有关人员进行通话联系。站区管辖内的道岔处可设置与车站值班员间的直通电话。车辆综合基地专用直通电话可根据作业性质设置行车指挥电话、乘务运转电话、段内调度指挥电话、车辆检修电话等。

16.5.11 在各车站内残疾人电梯各层前室设置电梯招援电话，应外壳坚固、可靠性高、免手持听筒、双扬声通话、上入线、具有 2 个按键分别对应一般人士和残障人士、支持热线呼叫与交换机配合可实现被叫自动挂机、可提供开关量输出与视频监视系统联动。

16.5.12 在两条或多条相邻线换乘站的综控室及有联络线的相邻线路两端的综控室，应安装相邻线的调度电话及直通电话分机，实现本线路与其他线路之间的调度电话及直通电话通话功能。

16.5.13 区间电话的设置应符合下列要求：区间每隔 150m~200m 应设置 1 个轨旁电话或轨旁电话插销，在道岔处应设置与车站值班员间的直通电话。区间电话应密闭、防水、防潮、防震。区间电话宜纳入公务电话系统。

16.6 视频监视系统

16.6.1 视频监视系统应为控制中心的调度员、各车站值班员等提供有关列车运行、防灾、救灾、乘客情况以及变电站设备运行情况等方面的图像，并为司机提供乘客上下车的图像。

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

16.6.3 视频监视系统应实现下列监视功能：

1 中心级：中心级的用户包括行车调度员、电力调度员、防灾环控调度员、AFC 调度员等，各调度员应能任意地选择全线摄像机的图像，可通过切换将其显示于相应的监视器；列车图像可上传中心，供中心人员监视；

2 车站级：车站级的用户包括车站值班员、防灾环控值班员；车站值班员应能任意地选择本车站中任一组或任一摄像机的图像，并可通过切换将其显示于相应的监视器。司机可利用站台或司机室内的监视器监视乘客上下车情况。

- 16.6.4 监控图像质量应满足北京市相关规定对图像质量标准的要求。
- 16.6.5 车站的监视区域按上、下行站台区及站厅区（售检票及出入口等）、变电所等相关区域划分。
- 16.6.6 车站摄像机应实现对自动/人工售票处、检票口、乘客集散厅、上下行站台、自动扶梯、重要设备机房、区间雨水泵、换乘通道房、安检区域及其他重要场所的监视。对楼梯、电梯应进行全覆盖监视。摄像机的安装位置应方便维护。
- 16.6.7 同站台、同站厅、通道换乘站的公共换乘区域的摄像机设备应共享，并应满足换乘线各自的接入需求。
- 16.6.8 视频监视系统宜与公安视频系统合并建设。同时公安视频的技术要求和功能需求应符合本规范第 16.13 节的有关规定。
- 16.6.9 视频监视系统在车站应具有录像的功能，存储时间不少于 7d。与公安视频系统合并建设时，应满足公安视频通信系统的要求；中心应具有录像回放功能。
- 16.6.10 视频监视系统采用的彩色摄像机应具备在事故照明下摄像的功能。
- 16.6.11 各监视终端显示的图像应伴有监视区域名称、车站名称。
- 16.6.12 监视换乘通道、电扶梯的摄像机应预留视频分析功能。
- 16.6.13 对于设置综合监控系统的线路，如果由综合监控系统统一提供图像监视控制操作工作站，视频监视系统应能与综合监控系统连接，提供图像控制数据，共同完成图像监视控制操作功能。
- 16.6.14 各线路视频监视系统应根据北京市轨道交通指挥中心相关规定提供北京市轨道交通指挥中心所需的视频图像。
- 16.6.15 不同线路换乘站间宜具有相互调看相关图像的功能，并能上传控制中心。
- 16.6.16 视频监视系统的摄像机、监视终端应采用符合国家广电标准的制式。室外摄像机应设全天候防护罩，并应适应最低 0.2lx 的照度；室内摄像机应适应最低 1lx 的照度或应急照度要求。
- 16.6.17 视频监视系统应具备监视、控制优先级、循环显示、任意定格与锁闭、图像选择、不间断实时录像、摄像范围控制、字符叠加、远程电源控制等功能。
- 16.6.18 视频监控系统的网管系统应对设备的运行情况、故障情况、录像内容完整性等内容进行监控，并应具有切换中断以便故障确认的功能。
- 16.6.19 图像数字化编解码技术应采用标准通用的数字编码格式。

16.7 广播系统

- 16.7.1 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、防灾等服务信息，向工作人员发布作业命令和通知，发生灾害时可兼做救灾广播。
- 16.7.2 广播系统应由正线运营广播系统、车辆综合基地广播系统组成。
- 16.7.3 广播系统设备由中心广播控制设备和车站、车辆综合基地广播设备组成，通过传输系统传送车站至中心的广播语音及数据信号。
- 16.7.4 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终端。控制中心的广播用户包括行车调度员、防灾环控调度员，中心广播用户可通过行调广播控制终端、防灾环控广播控制终端对全线选站、选区广播。车班值班员可通过相应的广播控制终端进行选区广播，并能对任一广播区进行监听。
- 16.7.5 正线运营广播系统的行车和防灾广播的区域应统一设置。防灾广播应优先于行车广播。
- 16.7.6 车站广播区宜按以下区域划分：上行站台区、下行站台区、站厅集散区、办公区、隧道广播区，地面及高架线路不宜设沿线区间广播。
- 16.7.7 车站应具备列车进站时自动语音广播的功能，列车进站广播控制信息宜由信号系统提供。

- 16.7.8 在车站应能提供站台值班员的广播装置，实现站台客运值班员对上、下行站台的广播。
- 16.7.9 广播系统用户应设置不同的优先权顺序，防灾调度指挥的优先级应高于行车调度指挥。
- 16.7.10 广播系统应具有负载均衡、平行广播、多信源广播、预录音存储、广播编组和设定、录音、语音段循环播放等功能。
- 16.7.11 对于设置综合监控系统的线路，如果由综合监控系统统一提供广播操作工作站，广播系统应与综合监控系统连接，进行数据交换，完成广播控制操作功能。
- 16.7.12 各广播区扬声器的设置应采用分散布设方式，应保证扬声器输出声压级与环境噪声声压级之比不低于 10dB。在环境嘈杂区应设置噪声监测器，并自动控制音量。
- 16.7.13 广播系统功放设备总容量应按照所有广播负荷区额定功率总和及线路的衰耗确定。功率放大器应按照 $N+1$ 的方式热备用，系统应有功放自动检测倒换功能。广播功放宜采用数字技术。
- 16.7.14 车辆综合基地广播系统应能提供车辆段/停车场行车值班员和停车列检库运转值班员对停车列检库、架修库等播音区的行车广播系统和防灾广播。实现车辆综合基地内行车调度指挥人员向与行车直接有关的生产人员发布作业命令及有关安全信息等。车辆综合基地广播系统可接入运营广播系统。
- 16.7.15 同站台、十字型同厅换乘站共用换乘区域的广播扬声器设备应共享，且两线广播系统之间应提供互联条件。

16.8 时钟系统

- 16.8.1 时钟系统应能为全线各站、控制中心、车辆综合基地提供统一的标准时间信号，能为通信各系统和其他各系统提供统一的校时信号。
- 16.8.2 各线路时钟系统可采用控制中心与车站、车辆综合基地两级组网方式。由中心母钟（以下简称一级母钟）、车站和车辆综合基地的二级母钟、时间显示单元（以下简称子钟）组成。
- 16.8.3 北京市轨道交通指挥中心设置中心母钟，统一向各线路提供时间信号，并向北京市轨道交通清分中心提供时间信号。各线路在在控制中心设置一级母钟，应能接收北京市轨道交通指挥中心母钟提供的标准时间信号或全球卫星定位系统的标准时间信号。
- 16.8.4 二级母钟设在车站、车辆综合基地，一级母钟定时向二级母钟发送时间编码信号校准信号，二级母钟产生时间信号提供给本地子钟。
- 16.8.5 子钟应设置在控制中心、车站、车辆综合基地与行车、运营管理有关的区域和房间内，一般包括中心调度室、站台、站厅、车站综合控制室、交接班室等处。子钟可采用数字式和指针式，采用双面或单面显示。在设置乘客信息系统显示终端的站台、站厅等处，宜由乘客信息系统显示终端的时钟显示替代子钟功能。在车站上、下行站台发车位置车辆综合基地相关位置设置发车钟，宜与信号系统的发车计时器整合设置。
- 16.8.6 一级母钟自走时精度应在 10^{-7} 以上，二级母钟自走时精度应在 10^{-6} 以上。
- 16.8.7 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，用于向其他系统提供定时信号。
- 16.8.8 一级母钟应能监测二级母钟的运行状态，并能显示处于故障状态下的二级母钟位置及主要故障内容。在一级母钟故障或传输通道中断时，二级母钟应能正常工作。其产生的标准时间信号，通过各输出信道驱动本地区子钟；二级母钟故障时，子钟可脱网独立运行，子钟未接到校时信息应有明显的提示或告警。

16.9 办公自动化系统

16.9.1 办公自动化系统应为运营单位的运营和管理提供电子办公、信息发布、日常运作和管理、资源管理、人员交流的信息平台。

16.9.2 办公自动化软件平台建设宜根据运营单位的需求，统一规划和实施。

16.9.3 办公自动化系统可在各线路控制中心、车站、车辆综合基地设置数据网络设备，在与地铁运营相关办公场所应设置用户终端设备。

16.9.4 办公自动化系统的网络建设，宜根据数据流向和业务分部分层设置，包括核心层、汇聚层和接入层。

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

16.9.6 办公自动化系统应设置完善的网络安全措施。

16.10 通信电源系统及接地

16.10.1 通信电源系统应保证对通信设备不间断、无瞬变的供电，满足通信设备对电源的要求。

16.10.2 通信电源系统可按照独立的电源设备设置，也可纳入综合电源系统。

16.10.3 通信设备应为一级负荷供电，引接双电源双回路的交流电源至通信电源室交流配电屏，当使用中的一路出现故障时，应能自动切换至另一路。

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

16.10.5 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或交流不间断电源供电方式。

16.10.6 电源设备容量的配置应符合下列要求：

- 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、不间断电源设备的容量应按近期配置；
- 3 蓄电池的容量应按近期负荷配置，保证连续供电不少于 2h；
- 4 直流供电设备蓄电池一般设置两组并联，每组容量应为总容量的 1/2。交流不间断电源设备的蓄电池宜设一组。

16.10.7 通信电源主要设备应具有集中监控管理功能，即具有性能管理、配置管理、安全管理、故障管理等功能，并能检测到每节蓄电池工作状态。

16.10.8 通信设备的接地系统设计，应满足人身安全要求和通信设备的正常运行。

16.10.9 地铁车站、控制中心与车辆综合基地宜采用综合接地方式，车辆综合基地也可采用分设接地方式。室外综合接地体电阻值不应大于 1Ω 。

16.11 集中告警系统

16.11.1 专用通信系统应设置集中告警系统，以保证维护人员能及时、准确地了解通信各子系统设备运行状况和故障信息，提高维护和管理效率。

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

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

16.11.4 集中告警系统应利用通信各子系统具有的自诊断功能，采集通信各子系统的设备故障信息，进行记录和告警。

16.12 民用通信系统

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

16.12.2 民用传输系统应提供移动通信引入、集中监测告警系统等提供传输通道，其容量应满足扩展的需要，宜预留不少于 30% 的余量。

16.12.3 民用传输系统采用光纤传输技术，以环形方式组网，并构成自愈环，保护时不应影响正常使用。

16.12.4 民用传输系统应具有网管功能，可进行故障管理、性能监视、系统管理、配置管理。

16.12.5 移动通信引入系统应是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。

16.12.6 移动通信引入系统覆盖区域为：站厅、设备层（除设备机房内）、站台区域，办公区域，车站人流换乘层及通道，正线隧道区域及出入口通道。新线与既有线路的换乘通道建设中，保证新线民用通信信号与既有民用通信信号的切换平滑，确保无信号盲区。

16.12.7 移动通信引入系统应满足公众移动通信运营商使用的多种移动通信制式的需求。

16.12.8 GSM、GPRS、CDMA 等移动通信系统，在无线覆盖区域内 98% 的范围，95% 的时间内移动台可接入网络。

16.12.9 移动通信引入系统应符合现行国际标准《环境电磁波卫生标准》GB 9175 的规定；办公区域应按一级标准（ $10\text{mW}/\text{cm}^2$ ）设计；站台、站厅、商场及隧道内，应按二级标准（ $40\text{mW}/\text{cm}^2$ ）设计。

16.12.10 越区切换成功率、掉话率、误码率（RxQual）应符合国家和行业的相关规定。

16.12.11 应避免移动通信引入系统的无线信号和专用无线通信系统的无线信号相互干扰。站台、站厅、隧道的天线设置或漏缆布设，应保证民用系统和专用无线系统具有足够的隔离度，在频率选择时应避免三阶互调干扰。

16.12.12 应控制无线信号自地下空间向外辐射，避免对室外运营商信号造成干扰。

16.12.13 移动通信引入系统应具有网管监控功能。

16.12.14 民用电源系统应满足民用传输系统、移动通信引入系统等设备的供电需求。可根据具体要求划定供电范围及质量要求。

16.12.15 民用电源系统应由外供交流电源切换屏、交流配电盘、不间断电源和接地系统组成，民用传输系统、集中监测告警系统的供电应配置不间断电源电源，不间断电源的后备供电时间不少于 2h。其他设备的供电应配置电量计量设备。

16.12.16 民用电源系统设备的技术指标与通信系统的电源系统要求应一致。

16.12.17 民用通信引入系统的接地设计应符合本规范第 16.10.8 条和第 16.10.9 条的有关规定。

16.12.18 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。

16.12.19 在车站站厅、站台、商业区等公共区域，宜预留设置 ATM 机等公众通信终端设备的条件，包括预埋管路及预留安装配线条件。

16.12.20 应预留从民用通信机房至民用通信终端设备的电缆桥架、沟槽管洞，安装必要的配线、分线设备等。

16.12.21 民用通信引入系统应在车站出入口侧墙外设人孔，站外引入的光电缆可通过人孔引入车站内部。

16.12.22 民用通信引入系统应预留从民用通信机房至出入口的径路，以供光电缆从出入口敷设至机房。

16.13 公安通信系统

16.13.1 公安通信系统应根据北京市公安局轨道交通公安管理部门的需求进行设置。

16.13.2 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、公安数据网络和公安电源系统等组成。

16.13.3 公安通信系统的建设可利用通信系统的部分设施，如：共享缆线架设通道等。

16.13.4 公安视频监视系统应满足公安部门对车站范围监视的需要，可在地铁公安分局、地铁派出所及车站公安值班室进行监视。

16.13.5 公安视频监视系统宜与视频监视系统合设，公安部门作为一级用户，由视频监视系统为其在公安值班室、派出所等处设置监控终端。

16.13.6 公安视频监视系统应监控车站站台、站厅及自动扶梯、自动售检票、出入口、换乘通道及通道拐弯处、厕所通道及车站内较僻静区域等处。

16.13.7 轨道交通公安管理部门可通过监控终端调看各个车站的图像信息；

16.13.8 公安视频监视系统应具有可扩展的实时视频分析功能；

16.13.9 公安视频监视系统应设置数字录像设备，录像功能应包括：定时录像、报警联动录像、图像检索等。图像可在派出所及中心进行网络回放、刻录。录像存储时间应不少于 30d。

16.13.10 公安无线通信系统为中心公安调度员和车站值班民警、民警和民警等之间建立通信手段，是市局公安无线系统的一部分，该系统应与市局公安无线系统在系统制式、功能等方面保持一致，并根据公安部门需求将 800MHz 数字集群系统引入城市轨道交通或预留引入的条件。

16.13.11 公安无线通信引入系统应实现与市公安既有无线通信系统的兼容及互联互通。

16.13.12 公安无线通信引入系统应覆盖地铁范围内地下车站及隧道空间。系统覆盖区域宜包括：隧道区间、地下车站站厅、地下车站站台、地下车站出入口通道、办公区走廊。

16.13.13 站厅层、出入口及换乘通道的无线信号宜采用天线覆盖方式，隧道和站台应采用漏缆覆盖方式；高架站站台根据装修情况，可采用天线覆盖方式。

16.13.14 公安无线通信系统在城市轨道交通内集群分基站的频点配置，应避免与相关地面集群主基站相互干扰。

16.13.15 公安 350MHz 模拟集群通信系统的信道机宜为独立模块，并应具有系统扩展能力，话音信道应满足公安部 200 对频点范围内可以任意自适应工作。

16.13.16 公安 350MHz 模拟集群通信系统在城市轨道交通无线通信系统的服务区域是以频率复用为基础的链状区域，服务要求在无线调度网内的通话，话音质量达到三级标准（音频带内信噪比不小于 20dB）；在保证话音质量的条件下，边缘可通概率为系统空间波覆盖的时间地点概率应不小于 90%，漏泄同轴电缆辐射电波覆盖的时间地点概率应不小于 95%。

16.13.17 公安 350MHz 模拟集群通信系统应具备通话功能、调度功能，应满足城市轨道交通内值班民警之间、值班民警与派出所之间、值班民警与市局公交总队之间的正常通话和紧急情况下的通信需求。

16.13.18 公安 350MHz 模拟集群系统可通过无线调度统一指挥系统设备，引入 800MHz 数字集群系统的通话语音，实现两套无线系统之间的公安语音互通。

16.13.19 公安集群通信统一调度指挥系统应具备下列功能：

1 350MHz 系统和 800MHz 系统应互联互通，实现统一调度和联动指挥；

2 常规通信与集群通信的应能互联互通，集群设备将常规终端发出的 DTMF 呼叫信号转变成 MPT1327 格式的信令转发到集群系统，实现常规终端呼叫集群终端。

16.13.20 公安数据网络应能满足轨道交通公安管理部门、本线路轨道交通派出所及车站公安安全室之间的视频监视、视频信号控制、不间断电源电源网管以及其他公安通信等信息的数据传输需求，并可预留接入与市应急指挥中心和市公安网络互联条件。

16.13.21 公安数据网络宜采用 IP 数据网络，宜在轨道交通公安管理部门、各派出所和车站设置数据交换设备，网络可根据信息流向分层设置。

16.13.22 公安数据网络所需的光纤可利用专用通信系统光缆，也可以单独敷设。应采用 G.652 单模光缆，光缆敷设可利用专用通信系统的托架、管道或线槽，光缆的性能要求同专用通信系统的光缆。

16.13.23 公安通信电源系统应满足公安视频监控系统、公安无线通信引入系统、公安数据网络等设备的供电需求。

16.13.24 公安通信电源系统应为一级负荷并设置不间断电源系统，备用时长宜为 2h。

16.13.25 公安通信系统的接地设计应符合本规范第 16.10.8 条和第 16.10.9 条的有关规定。

16.14 政务通信系统

16.14.1 政务通信系统建设应将正通 800MHz 集群信号引入地下。引入方式宜采用有线链路集中引入方式。轨道交通建设只考虑地下区域内的传输链路和无线建设，地面部分由正通公司自行规划建设。

16.14.2 政务通信系统包括政务无线通信系统、传输系统、电源与接地等子系统。

16.14.3 政务无线通信系统应提供与北京市政务通信系统相同的系统功能。主要包括下列功能：

1 通话功能：

主要有单呼、组呼、通播组呼叫和紧急呼叫；

2 数据承载功能：

提供电路方式数据、短数据和分组数据三种不同方式数据应用；

3 辅助功能：

提供虚拟专网、端到端加密、自动录音、故障弱化、直通工作方式、越基站无缝切换；

4 网络管理功能：

提供性能管理、配置管理、用户管理、安全管理等网管功能。

16.14.4 政务通信系统的交换机设置可利用地面政务无线通信交换机进行扩容的方式或新设方式。

16.14.5 政务无线通信系统的频率配置应避免信道机之间产生互调干扰。应避免和既有无线换乘站的同频、邻频干扰；应避免使用地铁专用无线系统的频点，并与之保持一定的隔离度。

16.14.6 政务无线通信系统的天馈宜与公安 350M 模拟集群天馈共用。

16.14.7 政务传输系统主要为轨道交通政务无线集群基站、网管及直放站网管提供链路通道。

16.14.8 政务传输系统可利用公安通信系统敷设光缆中的两芯光纤构成可靠的传送平台，提供各基站间、基站与政务专网集群交换机间的 2M 通道以及网管所需的以太网通道，并在政务通信控制中心设置相应网管设备。

16.14.9 政务通信系统电源及接地应满足政务通信系统的用电及接地要求，宜与公安通信系统合并设置。

16.14.10 政务通信系统机房宜与公安通信共用通信机房。

16.15 通信系统防雷要求

16.15.1 通信设备防雷应结合设备所处空间的雷电电磁环境，保证设备和线路在空间的合理布置。通信设备防雷应按地面区域雷电活动和设备安装环境进行分区分级防护。

16.15.2 光缆、电缆引入室内应做绝缘接头，安装地点为通号电缆引入室，光、电缆金属外护套和光缆金属加强芯均接地。引入设备室的电缆芯线在设备室终端时均接浪涌保护器。

16.15.3 控制中心、车辆综合基地、车站的音频配线单元均应配置保安器，同时车辆综合基地、地面站和高架站的电话音频线应加装浪涌保护器进行保护。

16.15.4 无线通信系统地面基站天线应采用防雷措施，基站天线杆和固定电台天线杆加装避雷针。基站天线及固定台地面天线应加装天馈线浪涌保护器；在地面、高架区段和地下线路的出入段部分区间的漏

缆及馈线，应加装浪涌保护器。

16.15.5 高架及地面车站站台及出入口摄像机、地下站出入口地面亭内摄像机、地面区间摄像机、车辆综合基地室外摄像机及高架站站台监视器的视频、电源及控制电缆的两侧（机房侧和摄像机侧）应分别加装相应的浪涌保护器。室外摄像头立杆应安装避雷针并可靠接地。

16.15.6 车辆综合基地室内摄像机、停车列检库、检修库内的摄像机应采取防雷电感应措施，在摄像机的视频、电源及控制电缆的机房侧应加装浪涌保护器。

16.15.7 车辆综合基地、地面站和高架站的广播系统信号线、控制线、电源线均在机柜侧或终端设备侧加装浪涌保护器；车辆综合基地、地面站和高架站的功率放大器的出线应加装浪涌保护器。

16.15.8 地面站、高架站和车辆综合基地的二级母钟的信号输出线和电源输出线需要采取防雷电感应措施；地面站、高架站发车钟及车辆综合基地室外子钟的信号输入线和电源输入线需要加装浪涌保护器。全球卫星定位系统天线馈线应加装高频信号浪涌保护器。

16.15.9 通信电源设备的配电单元、设备输入输出处等均应设置浪涌保护器。

16.16 通信用房要求

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

16.16.2 通信设备用房的面积应按远期容量确定，并应根据需要提供民用通信引入系统、公安通信系统的设备用房。

当通信设备尚未确定规格时，可按下式计算：

$$A=FN$$
 (16.16.2)

式中 F ——单台设备占用面积，可取 3.5~5.5 (m²/台)；

N ——主机房内所有设备（机柜）的总台数。

16.16.3 通信设备用房的位置安排，除应做到经济合理，运转安全外，尚应考虑缆线引入方便，配线最短和便于维修等方面的因素。

16.16.4 通信设备机房不应与电力变电所相邻。

16.16.5 通信设备机房的内装修应满足通信设备的要求，并应做到能够防尘、防潮及防止静电。

16.16.6 在通信设备用房的设计中，应根据通信设备及布线的要求合理预留沟、槽、管、孔。

16.16.7 通信设备机房的工艺要求应符合表 16.16.7 的规定，其他辅助用房按一般办公用房工艺要求设计。

表 16.16.7 通信设备机房工艺要求

内 容	要 求
室内最小净高 (m)	2.8 (不含架空地板和吊顶的高度)
地面均布荷载 (kg/m ²)	通信专业提供机架重量和平面布置，建筑和结构专业计算荷载值

17 信 号

17.1 一 般 规 定

17.1.1 信号系统应满足城市轨道交通行车组织和运营管理的需要,保证列车运行安全,提高行车效率。实现运营指挥管理的自动化、科学化,城市轨道交通服务的现代化、人性化。

17.1.2 信号系统应具有高可靠性、高可用性和高安全性。

17.1.3 涉及行车安全的系统、设备及电路应符合故障导向安全的原则。采用的安全系统、设备应经过安全认证。

17.1.4 信号系统应按最大行车能力要求设计。满足大运量、高密度行车、不同列车编组和运行交路的要求。

17.1.5 单线区段应按双方向运行设计,双线区段根据运营组织的需要可按双方向运行设计。折返线、渡线、存车线、出入场/段线、试车线及与其他线路的联络线均应按双方向运行设计。

17.1.6 信号系统应具有良好的电磁兼容性。

17.1.7 信号系统的车载设备严禁超出车辆限界,信号系统的地面设备严禁侵入设备限界。

17.1.8 信号系统应由行车指挥和列车运行控制设备组成,并应设置故障监测和报警设备。

17.1.9 信号系统应包括正线列车自动控制 ATC 系统和车辆综合基地信号系统。列车自动控制 ATC 系统包括以下子系统:

- 1 列车自动监控 (ATS);
- 2 列车自动防护 (ATP);
- 3 列车自动运行 (ATO);
- 4 计算机联锁 (CI)。

17.1.10 信号系统按所处地域划分应包括以下子系统:

- 1 控制中心系统;
- 2 地面系统;
- 3 车载设备系统;
- 4 车辆综合基地。

17.1.11 信号系统按闭塞方式划分可包括以下制式:

- 1 移动闭塞;
- 2 准移动闭塞;
- 3 固定闭塞。

17.1.12 根据城市轨道交通系统行车密度等运营需求,宜采用移动闭塞或准移动闭塞制式的 ATC 系统。

17.1.13 ATC 系统控制模式应包括控制中心自动控制、控制中心人工控制、车站自动控制及车站人工控制。其控制等级应遵循车站人工控制优先于控制中心人工控制,控制中心人工控制优先于控制中心的自动控制。

17.1.14 ATC 系统应采用连续式列车控制方式。ATC 系统应以确定的系统最大规模为最高配置水平等级,并作为正常运用模式。

17.1.15 列车驾驶模式应符合下列要求:

- 1 驾驶模式可包括无人驾驶、列车自动驾驶、列车自动防护、限制人工、非限制人工等模式;

2 列车驾驶模式转换应符合下列要求:

1) ATC 系统控制区域与非 ATC 系统控制区域的分界处设驾驶模式转换区,转换区的信号设备应与正线的信号设备相一致;

2) 驾驶模式转换可采用自动或人工方式,并应予以记录。转换区域的设置应根据 ATC 系统的性能特点确定。

3 转换区域的长度宜大于最大编组列车的长度;

4 在 ATC 控制区域内使用非限制模式应有破铅封、记录或授权指令要求等技术措施;

5 ATC 系统控制区域内的列车折返作业采用 ATP 监控、ATO 或无人驾驶模式,折返作业过程应保持列车定位和驾驶模式处理功能的完整性。

17.1.16 ATC 系统应能降级运用,实现故障弱化处理,并具有故障复原能力。

17.1.17 ATC 系统的设计能力应符合下列要求:

1 ATC 系统的监控范围应结合线路和站场规模设计。系统能力应与线路规模、运行能力相适应;

2 ATC 系统监控和管理的列车数量按最小追踪间隔能力所需列车数量设计,并留有不小于 30%余量。新线设计时,车载信号设备配备数量,宜按初期配属列车数量计;

3 信号专业应与行车等专业配合,通过列车运行仿真计算通过能力、折返能力以及出入车辆综合基地的能力;

4 出入车辆综合基地的列车不应影响正线列车的行车能力。

17.1.18 ATC 系统应能与通信、电力监控、防灾报警和环境监控等系统接口。当城市轨道交通配置综合监控系统时,ATC 系统应能与其接口或部分纳入综合监控系统,并可建设以行车指挥系统为核心的综合自动化系统。

17.1.19 系统采用区域控制方式应符合下列要求:

1 控制区域的划分应根据车站配线、区域范围内线路长度、系统设备控制能力、系统性能指标、故障影响范围及维护维修管理设置等因素确定;

2 联锁控制区域所辖车站数目宜不超过 3 座,特殊情况下不应超过 4 座;

3 ATP 控制区域所辖车站数目宜不超过 6 座;

4 有岔车站宜设置为联锁区域控制站;

5 区域控制站可与所辖非区域控制站间进行操作权转换,非区域控制站接收操作权后可对本站所辖信号设备进行控制。

17.1.20 系统网络应符合下列要求:

1 信号系统网络包括有线网络和无线网络,传输信息包括安全信息和非安全信息。信号系统的信息传输应保持相对的独立性和透明性,安全信息和非安全信息间的传输应保证非安全信息不得影响安全信息传输的有效性和实时性,应采取有效隔离措施;

2 信号系统的网络必须保证信息传输速率和信息传输质量,降低信息传输的损耗、噪声、丢包率、误码率,满足信号系统安全性、可靠性、可用性的要求;

3 系统网络应具备网络管理功能;

4 安全信息的传输应采用独立组网方式。

17.1.21 信号系统采用的设备和器材应符合有关现行国家标准或有关行业标准的规定。

17.1.22 信号系统所采用的设备、器材应满足北京地区使用的环境条件要求。信号设备应便于维修并减少维修频度,便于测试、更换和降低运营成本。

17.1.23 设于高架线路或地面线路的信号设备宜与城市景观相协调。

17.1.24 信号系统与其他专业或系统接口时,相关设备应具有信息收发的记录功能。

17.2 列车自动监控子系统

17.2.1 ATS 系统构成应满足下列要求：

- 1 ATS 系统设备主要应包括控制中心、车站和车辆综合基地等 ATS 设备；
- 2 控制中心 ATS 设备主要应包括服务器、工作站、网络、接口、打印机等设备。工作站应包括调度员工作站、调度长工作站、时刻表编辑工作站、维护工作站和培训工作站等；
- 3 车站 ATS 设备主要应包括服务器、工作站、网络、发车计时器等设备；ATS 工作站宜与联锁系统工作站合设；
- 4 ATS 系统构架和配置应满足下列要求：
 - 1) 网络拓扑结构采用冗余方式；
 - 2) 主要服务器采用双机热备方式；当主机故障时，主备机切换应确保系统功能完整、各种显示连续、正确；
 - 3) 调度员工作站的数量，根据在线列车数量、线路长度和车站数量等因素合理配置；各调度工作站应互为备用，调度工作站的多个显示器输出控制应相对独立；
 - 4) 轮乘室、车辆段控制室及折返端站综控室设置 ATS 显示工作站；
 - 5) 车辆段司机派班室应设置司机派班 ATS 工作站；
 - 6) 控制中心网管室设置 ATS 维修工作站；

17.2.2 ATS 系统应具有下列主要功能：

- 1 列车自动识别、跟踪、车次号显示；
- 2 时刻表编制及管理；
- 3 进路自动/人工控制；
- 4 列车运行调整；
- 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。

17.2.3 ATS 系统应符合下列要求：

- 1 同一 ATS 系统可监控一条或多条运营线路。监控多条运营线路时，应保证各条线路具有独立运营或混合运营的能力；
- 2 运营线路上的车站、站间、折返线等均应纳入正线 ATS 系统监控范围；
- 3 ATS 系统应满足列车运行交路的要求，凡具有折返条件的车站均应按具有折返作业处理；
- 4 系统故障或车站作业需要时，经控制中心调度员与车站值班员办理手续后，可实现站控与遥控转换；车站值班员也可强行办理站控作业；站控与遥控转换过程中，不应影响列车运行；
- 5 列车进路控制应以联锁表为依据，根据运行时刻表和列车识别号等条件实现控制；
- 6 根据车辆综合基地的信号系统控制方式、规模和作业特点，确定 ATS 系统对车辆段或停车场的监督/监控方式和范围。

17.2.4 ATS 系统接口应满足下列要求：

- 1 ATS 系统与 CI、ATP、ATO 等系统接口，实现 ATC 系统的完整功能；
- 2 ATS 系统与无线通信、广播、乘客信息等系统接口，主要提供时刻表/运行图、列车位置等信息；
- 3 ATS 系统应接收时钟系统的时间信号，实现信号系统的时间同步；
- 4 ATS 系统可与电力监控、防灾报警和环境监控或综合监控等系统接口，实现信息交换；

5 ATS 系统应具有与北京市轨道交通指挥中心系统的接口功能,ATS 系统接口设计应满足北京市轨道交通指挥中心系统的统一接口要求;

6 ATS 系统与相关系统的接口应有可靠的隔离措施。

17.3 列车自动防护子系统

17.3.1 ATP 系统构成应由地面设备和车载设备组成。

17.3.2 地面设备主要应包括 ATP 计算机设备、通信传输设备、维护设备及相关接口等设备。

17.3.3 ATP 车载设备主要包括车载 ATP 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等设备。

17.3.4 地面 ATP 计算机设备应采用二乘二取二或三取二的安全冗余结构。

17.3.5 ATP 设备的站间通道及安全信息的传输通道,应采用独立的热备冗余物理通信通道。

17.3.6 列车首尾两端宜各设一套车载 ATP 设备,两端车载设备宜自成系统。

17.3.7 ATP 系统应具有下列主要功能:

- 1 检测列车位置,实现列车管理和列车间隔控制;
- 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、站台门的开闭提供安全监督信息;
- 5 记录司机操作。

17.3.8 ATP 系统应满足下列要求:

1 城市轨道交通信号系统必须配置 ATP 系统,其系统安全完整性等级应满足 SIL4 级要求;ATP 系统内部设备之间的信息传输应符合故障导向安全原则;

2 为保证行车安全,在预定安全防护地点的外方应设安全防护距离,安全防护距离应通过计算确定;

3 ATP 系统应采用连续式控制方式,宜采用一次性速度-距离控制模式;

4 地面 ATP 设备向 ATP 车载设备传送的允许速度指令或线路状态、目标速度、目标距离、站台门状态等信息,应满足 ATP 车载设备控制方式和控制精度的要求;

5 轨旁信号机的显示含义应与地面 ATP 设备生成的移动授权位置含义相符。室外信号机采取定位灭灯方式时,值班员工作站上的信号复示器显示应与 ATP 生成的移动授权位置含义相符。

17.3.9 列车定位及信息传递符合下列规定:

1 ATP 系统应具有多种列车位置检测能力。列车位置检测可采用轨道电路、计轴、轨旁电缆环线、应答器和/或辅以速度传感器等方式,根据需要可采用多普勒雷达、加速度计等设备;

2 车地信息传递可采用轨道电路、轨旁电缆环线、应答器、无线通信等传输方式。

17.3.10 ATP 车载设备应满足下列要求:

1 ATP 系统导致列车停车为最高安全准则。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强迫性制动;

2 ATP 车载设备的车内信号应是行车的主体信号。车内信号应至少包括列车允许速度、列车实际运行速度、列车运行前方的目标距离等内容;在两端司机室内均应装设速度显示、报警等装置;

3 ATP 执行强迫停车控制时,应切断列车牵引,列车停车过程不得中途缓解;

4 车载信号设备与车辆接口电路的布线应与其主回路等环节的高压布线分开敷设并实施防护,与车辆电器的接口应有隔离措施;

5 列车处于停车且开门的状态下,车载设备应防止列车的错误启动和非预期的移动;

6 当列车在站间运行过程中发生车门错误开启, ATP 车载设备应采取报警、停车等防护措施;

7 列车在进站过程中接收到 ATS 系统的扣车命令时, 不应产生紧急制动; 当列车在车站停车时, 车载 ATP 移动授权指令的生成, 不应受列车停站时间的制约;

8 ATP 输出开车门允许信号, 不应与列车的停站时间发生关联;

9 应配置车载数据存储单元, 记录车载 ATP 与 ATO 系统与车辆系统、ATS 系统、轨旁 ATP 系统的通信数据, 并记录司机对信号设备相关操作。保存记录数据时间应不少于 7d, 移动闭塞系统宜具备在地面维护工作站远程下载车载数据功能。

17.3.11 基于轨道电路的 ATP 系统应满足下列要求:

1 ATP 地面设备宜采用报文式无绝缘轨道电路或适用于其他闭塞制式 ATC 系统的地面设备;

2 ATC 控制区域的道岔区段、车辆综合基地线路可采用有绝缘轨道电路。区间轨道电路应为双轨条回流方式; 道岔区段、车辆综合基地轨道电路可采用单轨条回流方式;

3 相邻轨道电路应采取干扰防护措施;

4 轨道电路的参数可采用下列数据:

1) 整体道床电阻宜为 $2\Omega \cdot \text{km}$;

碎石道床电阻宜为 $1\Omega \cdot \text{km}$;

2) 分路电阻宜为 0.15Ω ;

5 轨道电路利用兼作牵引回流轨时, 所设牵引均流线和回流线、站台门的等电位连接线等, 不应影响轨道电路的正常工作。

17.3.12 基于通信的地面 ATP 设备应满足下列要求:

1 车地通信系统宜采用无线通信方式, 也可采用轨旁电缆环线方式;

2 基于无线通信方式的车地通信系统尚需满足下列要求:

1) 车地无线通信系统宜采用标准的通信设备, 其无线场强覆盖可采用天线、漏缆和裂缝波导管等方式, 也可根据现场条件混合使用;

2) 车地通信系统应保证列车高速移动时的漫游切换, 不应影响地面 ATP 设备对列车控制的连续性和实时性;

3) 车地无线通信系统应采用冗余覆盖设计, 保证无线场强覆盖; 当一套网络故障, 应确保车地信息传输的连续性、可用性;

4) 信号系统应确保车地传输信息的安全, 防范非法入侵, 具备网络加密、认证、识别和防火墙等信息的安全防护功能;

5) 信号系统的车地无线通信应与其他系统、其他相邻运营线路所用无线通信统一规划无线频点, 防止系统的相互影响。

3 基于轨旁电缆环线方式的车地通信系统应符合下列要求:

1) 轨旁电缆环线的安装方式宜不影响工务维护, 不应影响乘客的紧急疏散;

2) 车地通信系统应能实现电缆环线完整性检测和断线报警功能, 并能提供相关的安全防护措施。

17.3.13 ATP 系统降级运行模式应满足下列要求:

1 降级运行模式的设计运行能力不宜低于线路运营初期行车间隔的要求;

2 降级运行模式建立和退出应自动或人工操作完成, 并应有明确表示;

3 基于无线通信的 ATP 系统可具有点式降级模式;

4 点式降级模式应实现车门与站台门的联动功能;

5 点式降级模式具备在站台轨、折返轨处信号机显示红灯时, 禁止列车启动功能。

17.3.14 ATP 系统应具有以下安全接口:

1 与 ATS 系统的接口;

- 2 与计算机联锁系统的接口;
- 3 与车辆系统接口;
- 4 采用无人驾驶方式时,与列车障碍物检测系统的接口。

17.4 列车自动运行子系统

17.4.1 ATO 系统构成由地面设备和车载设备组成。

17.4.2 地面 ATO 设备应主要包括轨旁定位设备、ATO 地面接口等设备。ATO 可利用 ATP 系统的轨旁设备,但不应影响 ATP 系统的安全性。

17.4.3 车载 ATO 设备主要包括 ATO 车载计算机及相关接口等设备。

17.4.4 ATO 系统可分为司机监控下的自动驾驶模式和无人驾驶模式。

17.4.5 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 有司机或无司机监督下的自动折返;
- 4 列车车门、站台门的控制;
- 5 列车运行自动调整;
- 6 列车节能控制。

17.4.6 在 ATO 模式下应具备以下三种开关门模式:

- 1 自动开车门,人工关闭车门;
- 2 人工开车门,人工关闭车门;
- 3 自动开、关车门。

17.4.7 ATO 系统应满足下列要求:

- 1 ATO 系统应能提供多种区间运行模式,适应列车运行调整的需要,满足行车间隔控制的要求;
- 2 ATO 系统定点停车精度应根据站台计算长度、列车性能和站台门的设置等因素选定。定点停车精度宜在 $\pm 0.3\text{m}$ 范围内;
- 3 ATO 系统控制应满足舒适度、快捷及准时的要求;
- 4 ATO 系统应能控制列车实现车站通过作业;
- 5 司机监控的 ATO 系统应根据线路条件、道岔状态、前方列车位置等,实现列车速度自动控制。

列车区间停车后,在允许信号的条件应能自动启动。车站发车时,列车启动由司机控制;

- 6 系统发生故障时,应能转为司机控制。

17.4.8 无人驾驶系统应符合下列要求:

- 1 根据线路条件、道岔状态、前方列车位置等,实现列车速度自动控制。列车在区间停车应接近前方目的地,列车区间停车后,在允许信号的条件应能自动启动。车站发车时,列车启动由系统自动控制;
- 2 信号车载设备应能将故障诊断与报警信息实时传送至 ATS 系统;
- 3 系统应能接收控制中心或车站值班室的停车、临时限速等控制。

17.5 计算机联锁子系统

17.5.1 城市轨道交通信号系统必须配置计算机联锁子系统,其系统安全完整性等级应满足 SIL4 级标准;计算机联锁子系统内部设备之间的信息传输也应符合故障导向安全原则。

17.5.2 计算机联锁子系统主要由车站及轨旁设备构成,主要应包括计算机联锁设备、列车位置检测设

备、信号机、转辙机及相关接口等设备。

17.5.3 计算机联锁设备应采用二乘二取二的冗余结构。

17.5.4 联锁设备的站间通道，应采用独立的热备冗余物理通信通道。

17.5.5 计算机联锁子系统应具有下列主要功能：

1 确保进路上的道岔、信号机和区段的联锁，当联锁条件不符时，禁止进路开通，敌对进路应相互照查，不得同时开通；

2 根据需要可自动选出带保护区段的进路并锁闭。可自动排列通过进路及折返进路；

3 道岔具有进路操纵及锁闭、也能单独操纵、单独锁闭；

4 具有进路式开放引导信号的功能；

5 根据需要应能实现进路式闭塞等行车方式；

6 实现车辆段对试车线的联锁（非进路调车）功能；

7 根据城市轨道交通运营作业特殊需要，设备集中站应设置区间临时限速、区间（轨道）封锁、信号机封锁、道岔封锁、站台紧急关闭（每个车站设置）等功能，各项功能应有相应的状态表示；

8 向 ATP/ATS 提供信号机的显示状态、列车进路设置状态、保护区段的建立、区间（或股道）封锁、站台紧急关闭、区间运行方向等信息；

9 应具有较完善的自诊断功能，能对包括联锁设备以及不间断电源系统等工作状况实施监督，并能根据需要在控制中心和维修中心实施远程故障诊断；

10 实现与其他线路联锁设备的接口，为对方联锁设备提供监督、控制的条件；

11 车辆综合基地计算机联锁，通过车辆综合基地 ATS 向控制中心发送设备状态表示信息，实现 ATS 系统对车辆综合基地的监视。

17.5.6 计算机联锁设备应满足下列要求：

1 联锁是保证列车运行安全的核心设备，必须满足故障-安全原则；

2 进路解锁宜采用分段解锁方式。锁闭的进路应能随列车正常运行自动解锁、人工办理取消进路和延时解锁并应防止错误解锁。延时解锁时间应确保行车安全；

3 影响行车效率的进路上的多组道岔应采用同时动作方式；

4 车站站台及车站综合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；

5 信号机采用定位亮灯方式时，防护信号机显示允许信号因故未能显示时，应自动点亮禁止信号。信号机显示禁止信号因故未能点亮时，该信号应视为禁止信号，并宜实现灯光转移；

6 装设引导信号的信号机因故不能正常开放时，应能通过引导信号实现列车的引导作业；

7 联锁设备的操纵采用显示器加键盘鼠标，车辆综合基地可根据运营需要设置单元控制台。

17.5.7 正线信号机的设置应满足下列要求：

1 在 ATC 控制区域的线路上应设道岔防护信号机和出站信号机。根据运营需要可设置其他类型的信号机；

2 具有出站性质以外的道岔防护信号机应设引导信号；

3 装设站台门的侧式站台的出站信号机可设置在线路左侧；其他信号机应设在列车运行方向的右侧，遇条件限制设于其他位置时，需经建设、运营主管部门批准；

4 信号机应采用 LED 或其他光源构成的色灯信号机。

17.5.8 道岔防护信号机、出站信号机兼做道岔防护信号机采用黄、绿、红三灯位信号机构，红灯显示为定位。其显示及意义如下：

1 绿色灯光——表示道岔已锁闭，并开通直向，准许列车按规定的速度越过该信号机；

2 黄色灯光——表示道岔已锁闭，并开通侧向，准许列车按规定的限制速度越过该信号机；

3 红色灯光——不准列车越过该信号机；

4 红色灯光+黄色灯光——表示开放引导信号，准许列车以不大于规定的速度（如 25km/h）越过该信号机并随时准备停车。

17.5.9 出站信号机、区间分界点信号机及折返进路终端设置的阻挡信号机为绿、红二显示机构，红灯为定位显示。其显示及含义如下：

1 绿色灯光——准许列车规定的速度越过该信号机；

2 红色灯光——不准列车越过信号机。

17.5.10 出段信号机采用绿、红二灯位信号机构，红灯显示为定位。显示及意义如下：

1 绿色灯光——正线的进路准备就绪，准许列车进入正线运行；

2 红色灯光——不准列车越过该信号机。

17.5.11 线路尽头设阻挡信号机，尽头阻挡信号机采用绿、红两灯位信号机构，绿灯封闭，显示红色灯光，不准列车越过该信号机。

17.5.12 按地面信号显示行车时，信号机的显示距离应根据该信号机前方线路条件、列车性能等要素进行计算，确保司机瞭望到该信号机显示红灯时，控制列车以常用制动在该信号机前方停车。

17.5.13 尽头式阻挡信号机、出段场信号机在 CBTC 模式和降级模式下常态亮灯；其他信号机在 CBTC 模式下常态灭灯，降级模式下点灯。

17.5.14 计算机联锁子系统应具有以下安全接口：

1 与 ATP 系统的接口；

2 与车辆综合基地计算机联锁系统的接口；

3 与站台门的接口；

4 与综合后备盘的接口；

5 与其他联络线的接口。

17.6 车辆综合基地信号系统

17.6.1 车辆综合基地信号系统构成应满足下列要求：

1 车辆综合基地信号系统包括车辆段和停车场的信号系统，应包括车辆段和停车场 ATS 设备、计算机联锁设备、计算机监测设备、试车线信号设备、培训设备、日常维修和检测设备、应急盘等设备；

2 试车线信号系统设备的配置，应满足 ATP/ATO 等系统双向试车的需要；

3 用于培训的主要设备应与实际运用的信号设备一致，可设置信号机、转辙机等室外培训设备。

17.6.2 车辆综合基地信号系统应满足下列要求：

1 车辆段/场设进段/场信号机、出库信号机、根据需要设车辆综合基地分界点信号机、调车信号机。各种信号机常态点亮，并以显示禁止信号为定位；

2 根据停车场的规模和作业特点，停车场可部分或全部纳入 ATC 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；

3 进段信号机宜由车辆段控制，出段信号机宜由车站、控制中心监控；车辆段宜不全部纳入 ATS 监控。

17.6.3 进段信号机采用高柱黄、绿、红三灯位信号机构，红灯为定位。其显示及意义如下：

1 绿色灯光——表示进段的列车进路开通，准许列车规定的速度越过该信号机进段；

2 红色灯光——不准列车越过该信号机；

3 红色灯光+黄色灯光——表示开放引导信号，准许列车以不大于规定的速度（如 25km/h）越过该信号机并随时准备停车。

17.6.4 停车列检库前设置的出库信号机，采用矮型黄、白、红三显示信号机，红灯为定位。其显示及意义如下：

- 1 黄色灯光——表示出库列车进路开通，准许按规定的速度越过该信号机进行列车出库作业；
- 2 白色灯光——表示出库调车进路开通，准许按规定的速度越过该信号机进行调车作业；
- 3 红色灯光——不准列车越过该信号机。

17.6.5 若进、出段能力不能满足要求，在出入段场适当地点设置车辆综合基地分界点信号机，采用矮型黄、白、红三显示信号机，红灯为定位。其显示及意义如下：

- 1 黄色灯光——表示列车进路开通，准许按规定的速度越过该信号机进行列车作业；
- 2 白色灯光——表示调车进路开通，准许按规定的速度越过该信号机进行调车作业；
- 3 红色灯光——不准列车越过该信号机。

17.6.6 调车信号机采用矮柱蓝、白两灯位信号机构，蓝灯为定位。也可采用矮柱红、白两灯位信号机构，红灯为定位。其显示及意义如下：

- 1 白色灯光——准许按规定的速度越过该信号机进行调车作业；
- 2 红色灯光——不准列车越过该信号机。
- 3 蓝色灯光——不准列车越过该信号机进行调车作业。

17.6.7 调车信号显示距离不应小于 200m。

注：因线路曲线或其他建筑物遮挡影响司机瞭望距离时，应采取其他措施，并满足显示距离不小于 200m 的要求。

17.6.8 车辆综合基地信号系统采用无人驾驶方式时宜满足下列要求：

- 1 实现列车出入车辆综合基地作业的无人自动驾驶；
- 2 车辆段内应根据作业性质可分为无人驾驶区域和有人驾驶区域；
- 3 停车场可全部设定为无人自动驾驶区域；
- 4 车辆段及停车场内自动作业包括：唤醒列车启动自检、启动列车、列车运行至正线、列车运行至预先分配的停车线、列车休眠等作业。

17.6.9 车辆综合基地宜设计计算机监测系统，并宜满足下列要求：

- 1 实现信号机状态、主灯丝断丝报警等监测；
- 2 实现转辙机动作电流及表示监测；
- 3 实现轨道区段状态监测；
- 4 实现电缆绝缘状态监测；
- 5 实现电源漏流检测；
- 6 相关数据进行存储、回放和分析。

17.6.10 试车线信号系统应满足下列要求：

- 1 试车作业时，试车线操作员应与车辆综合基地值班员交接控制权。车辆综合基地与试车线的接口设计应保证试车作业与车辆综合基地作业互不影响；
- 2 试车线信号地面设备的配置，应能完成信号系统车载设备功能的动态测试和双向试车的需要；
- 3 试车线配置的车地无线通信设备，不应干扰正线列车的运行。

17.6.11 培训设备应满足下列要求：

- 1 培训设备应能提供一定的运行环境模拟、故障设定等仿真功能；
- 2 配置的车地无线通信设备不应干扰或影响运营设备的运行；
- 3 培训设备的配置应满足线网范围内资源共享的要求。

17.6.12 车辆综合基地维修及检修设备应满足下列要求：

- 1 停车列检库内应设置日检设备，保证列车在投入运营前完成自检；
- 2 信号系统应设置维修网络，并应在维修中心内设置维修计算机工作站，实时远程监测信号系统

的设备运行状态;

3 维修中心应配备专用维修器具、测试工具及仪器仪表。

17.6.13 车辆段/场控制室内可设置应急盘,在计算机联锁设备故障时,值班员启用应急盘上的相关按钮,单操道岔至规定位置,开放引导信号。

17.7 其 他

17.7.1 正线道岔宜采用交流转辙机,车辆综合基地等其他线路可采用直流转辙机。采用三相交流电源控制的电动转辙机应设置断相保护和相序检测装置。

17.7.2 信号系统供电应满足下列要求:

1 信号设备应为一级负荷供电,引接双电源双回路的交流电源至信号电源屏,当使用中的一路出现故障时,应能自动切换至另一路;

2 车载设备由车辆专业提供直流电源或经变流设备供电;

3 信号设备可由专用电源屏供电,宜选用不间断电源设备和免维护蓄电池设备。控制中心、车站信号设备包括电动转辙机和信号机等室外设备在内的不间断电源电池后备时间应相同,其供电时间不宜小于 30min;

4 信号设备专用交、直流电源应对地绝缘;

5 输出至室外的设备供电回路应采用隔离供电方式;

6 电源屏应具有远程监测功能。

17.7.3 正线车站维修部门、车载维修部门、车辆段维修部门、生产管理部门、维修中心及控制中心网管室设置整个信号系统的维修工作站。

17.7.4 道岔采用双机或多机牵引时,维护工作站或微机监测道岔表示继电器应按单台转辙机独立表示设置。

17.7.5 计轴设备的微机监测可只监测电压和频率。

17.7.6 信号系统与站台门接口满足下列要求:

1 与站台门的接口方式应采用硬线连接方式,并应包含开/关门命令、关门且锁闭信息、互锁解除信息;

2 站台门向信号系统提供的信息应采用保持信号,信号系统向站台门提供的信息可采用脉冲信号;

3 在 CBTC 模式下,计算机联锁系统未收到站台门的关闭且锁闭或互锁解除信息,计算机联锁系统应将该信息状态实时发送至轨旁 ATP/ATO 设备,并由信号车载设备完成列车的控制;在降级模式下,计算机联锁系统未收到站台门的关闭且锁闭信息或互锁解除信息,离该站台最近的前一闭塞分界点处信号机将不能开放;

4 出站信号机信号开放应检查本站站台门处于关闭状态;

5 引导信号不检查站台门状态;

6 列车站前折返作业,列车以 ATO 自动驾驶或 ATP 防护下的人工驾驶模式进站,列车停稳后自动或手动开启车门和站台门,并由司机在列车上触发站前折返按钮,进行司机室换端操作,换端操作过程中车门和站台门保持开启状态。

17.7.7 信号系统电线路应满足下列要求:

1 地下区段及室内缆线应采用无卤、阻燃、低烟、防腐蚀综合护套电缆;地面及高架区段可采用低卤、阻燃、低烟、抗老化综合护套电缆;

2 缆线敷设采用下列方式:

1) 地面电缆采用直埋、电缆槽或管道方式;

2) 区间隧道内电缆宜采用明敷方式, 车站宜用隐蔽方式敷设;

3) 高架线路的电缆宜用隐蔽方式敷设;

4) 区间隧道或高架地段电缆横向过道宜采用预埋管方式敷设。

3 信号电线路应与电力线路分开敷设。交叉敷设时信号系统的电线路应采取防护措施, 敷设间距应符合本规范第 16.2.14 条的规定;

4 电缆芯线或芯对应有备用量。其中普通信号电缆的备用芯线数应符合下列规定:

1) 9 芯以下电缆备用 1 芯;

2) 12 芯~21 芯电缆备用 2 芯;

3) 24 芯~30 芯电缆备用 3 芯;

4) 33 芯~48 芯电缆备用 4 芯;

5) 52 芯~61 芯电缆备用 5 芯。

5 音频电缆应成对备用芯线; 当电缆芯线被完全使用时, 应根据电缆使用数量和特点备用整根同类型电缆;

6 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应实施防火封堵。

17.7.8 信号系统设备用房应满足下列要求:

1 信号设备室面积应留有适当余量, 以备设备增加、更新改造倒接;

2 信号设备室(含电源间)环境应满足设备运用的要求, 并应符合现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 的规定;

3 信号设备室内布置距离应符合表 17.7.8 的规定:

表 17.7.8 信号设备室内布置距离 (m)

名 称	设备间隔对象	净距离要求
机柜间	走道	≥ 1.0
控制台、机柜与墙	主走道次走道尽端架	$\geq 1.2 \geq 1.0 \geq 1.0$
电源屏与机柜	净距	≥ 1.5
电源屏与墙	净距	≥ 1.2

17.7.9 信号设备的接地系统应符合下列要求:

1 信号设备室内应设综合接地箱; 当采用综合接地时, 应接入综合接地系统弱电母排, 接地电阻不应大于 1Ω ;

2 室外设置综合接地系统时, 信号室外设备、电缆屏蔽层和防雷器宜通过电缆与其连接接地, 并保持距离最短;

3 车辆综合基地未设综合接地系统或局部未设时, 信号设备可分散接地; 分散接地工作地线电阻值应小于 4Ω ; 分散接地防雷地线电阻值应小于 10Ω ;

4 防雷与接地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;

5 车载信号设备的地线应经车辆接地装置接地。

17.7.10 信号设备防雷装置应满足下列要求:

1 高架线和地面线的室外信号设备及与高架线和地面线的室外信号设备连接的室内信号设备应具有雷电防护措施; 室外信号设备的金属箱、盒壳体应接地;

2 信号设备室电力线引入处应单独设置电源防雷箱;

3 出入信号设备室的电缆应采用屏蔽电缆, 并应在室内对电缆屏蔽层一端接地及在引入口设金属护套;

4 防雷元器件的选择应将雷电感过电压抑制在被保护设备的冲击耐压水平之下;

5 防雷元器件不应影响被防护设备的正常工作；防雷元器件应满足信号设备受雷电电磁脉冲干扰时不得导致危险状态；

6 防雷元器件与被防护设备之间的连接线应最短，防护电路的配线应与其他配线分开，其他设备不应借用防雷元器件的端子；

7 防雷装置应集中设置，防雷器件的外壳必须采用阻燃材料。

17.7.11 信号室外设备的安装应符合下列要求：

- 1 设置于碎石道床范围内的信号设备基础应设硬化地面；
- 2 无线通信设备的安装设计应与声屏障、供电、轨道等专业配合；
- 3 转辙机与接触轨的安全距离应大于 1.2m。

17.7.12 信号关键设备防水、防尘防护等级应满足下列要求：

- 1 车载各种天线应能防水、防尘并满足 GB/T 4208 外壳防护等级为 IP66 级的规定；
- 2 测速电机应能防水、防尘并满足 GB/T 4208 外壳防护等级为 IP67 级的规定；
- 3 计轴磁头及地面应答器应能防水、防尘并满足 GB/T 4208 外壳防护等级为 IP67 级的规定；
- 4 人机界面屏幕前面板应能防水、防尘并满足 GB/T 4208 外壳防护等级为 IP65 级的规定；
- 5 轨旁 AP 应能防水、防尘并满足 GB/T 4208 外壳防护等级为 IP65 级的规定；
- 6 转辙机应能防水、防尘并满足 GB 4942.2（低压电气外壳）防护等级为 IP54 级的规定；
- 7 信号机构应能防水、防尘，并满足 GB/T 4208 外壳防护等级为 IP53 级的规定；
- 8 箱、盒应能防水、防尘，并满足 GB/T 4208 外壳防护等级为 IP54 级的规定。

17.7.13 可靠性、可用性、可维护性和安全性（RAMS）应符合下列要求：

1 信号系统的 RAMS 要求应符合现行国家标准《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758 的有关规定；

2 可靠性：

- 1) ATS 设备的平均无故障时间： $MTBF \geq 3.5 \times 10^3 h$ ；
- 2) 计算机外围设备的平均无故障时间： $MTBF \geq 5 \times 10^4 h$ ；
- 3) 电源设备的平均无故障时间： $MTBF \geq 10^5 h$ ；
- 4) ATP/ATO 地面设备平均无故障时间： $MTBF \geq 10^5 h$ ；
- 5) ATP/ATO 车载设备平均无故障时间： $MTBF \geq 1.5 \times 10^5 h$ ；
- 6) 数据通信系统设备平均无故障时间： $MTBF > 2 \times 10^4 h$ 。

3 可维护性：

- 1) 车载设备的平均故障修复时间： $MTTR \leq 30 min$ ；
- 2) 控制中心设备的平均故障修复时间： $MTTR \leq 45 min$ ；
- 3) 车站设备的平均故障修复时间： $MTTR \leq 45 min$ ；
- 4) 轨旁设备的平均故障修复时间： $MTTR \leq 4 h$ ；
- 5) 数据通信系统设备的平均故障修复时间： $MTTR < 30 min$ 。

4 信号系统中涉及安全的设备的安全完整性等级须达到 SIL4 级或由相关国家权威部门出具等级相当的认证报告以证明其符合或兼容安全完整性等级 SIL4 级的要求。应符合表 17.7.13 的规定：

表 17.7.13 安全完整性等级

子系统或设备	安全完整性等级
列车超速防护系统（ATP）	4 级
计算机联锁系统（CI）	4 级
列车位置检测装置（Train detection device）	4 级

5 整个信号系统安全设备导向危险侧的概率指标应不大于 $10^{-9}/h$ （h 为行车小时）。

17.7.14 道岔失去表示并产生挤岔报警的时间宜为 15s，但不应小于 13s。

17.7.15 列车在车站站台的停车精度为 $\pm 0.3\text{m}$ 时，应保证列车停在该停车精度范围内的概率为 99.99%。

列车在车站站台的停车精度为 $\pm 0.5\text{m}$ 时，应保证列车停车在该停车精度范围内的概率为 99.998%。

17.7.16 列车到达折返站能可靠实现无人自动折返的正确率宜大于 99.99%。

17.7.17 列车因信号系统的原因产生的非期望（不正常）紧急制动发生率应小于 1.5 次/万组公里。

17.7.18 列车自动控制系统的主要响应性能指标应包括下列内容：

- 1 控制命令的反应时间，即命令发出至被控系统开始执行的时间应小于或等于 1s；
- 2 列车占用与空闲检测的应变响应时间应小于或等于 2s；
- 3 车载信号设备自接收地面信息至完成处理的时间应小于或等于 1s；
- 4 当车载信号设备识别到系统故障时，应立即发出紧急制动命令，且延时应小于或等于 1s；
- 5 采用连续式车地通信的信号系统车地通信的更新率应小于或等于 1s；
- 6 车地间采用基于通信技术的传输方式，其主要控制指标应符合下列要求：
 - 1) 单次报文有效传输时间小于或等于 500ms；
 - 2) 误码率小于或等于 10^{-6} ；
 - 3) 移动切换单套车载设备工作时切换时间应小于或等于 100ms。

18 车站运营设备

18.1 站 台 门

I 一般规定

- 18.1.1 轨道交通线路应设置站台门。
- 18.1.2 站台门的类型应根据气候条件、车站建筑形式、通风空调系统制式和服务水平等因素确定；地下车站宜采用全高站台门，地上车站宜采用半高站台门。
- 18.1.3 当一条线路的地下或地上车站数量少于2座时，全线站台门的选型宜保持一致。
- 18.1.4 站台门的工作环境应满足车站站台及轨行区的温度、湿度及北京地区抗震设防的要求。
- 18.1.5 站台门的总体布置应满足列车运营模式的要求，保证正常运营时乘客能方便地上下车，故障或灾害时乘客能安全地疏散。
- 18.1.6 站台门在设计荷载作用下必须满足第5.3.9条线路限界对站台门的相关要求。
- 18.1.7 站台门应设置必要的安全装置。其锁紧和解锁装置应具备对障碍物的探测功能。
- 18.1.8 站台门与列车车体之间的间隙应保证乘客的安全，必要时应采取安全防护措施。
- 18.1.9 站台门的控制应具有系统级、站台级和手动操作三级控制方式。优先权为手动操作最高，系统级最低。
- 18.1.10 单个站台门的故障不应引发整侧站台门的故障。正常运营条件下，站台门任何故障都不应造成滑动门的自动开启。
- 18.1.11 站台门电气控制设备的防护等级应与环境条件相适应。地上车站站台门的门体结构和电气控制设备应采取防雨水和防尘措施。
- 18.1.12 站台门的配置及控制模式宜与车站其他系统相结合，并满足各种运营模式要求。
- 18.1.13 站台门的重要状态信息和故障信息应能在车站综合控制室和控制中心进行显示和报警。
- 18.1.14 站台门的设计应遵循安全性、可靠性、可维护性、可扩展性的原则。火灾时站台门不得作为防火分隔设施。其绝缘、密封材料和电线电缆等应采用低烟、无卤（地上车站为低卤）、阻燃以及不含有放射性的材料。
- 18.1.15 站台门主要装置的设置应便于在站台侧进行维护、维修。
- 18.1.16 站台门应满足电磁兼容性要求。
- 18.1.17 站台门应具备与信号、综合监控、供电等系统的接口条件。

II 主要技术参数

- 18.1.18 滑动门开、关过程时间应与列车门的开关过程时间相匹配，且在一定范围内可调节，重复精度不应大于0.1s。
- 18.1.19 运行强度应符合每天运行20h，每90s开/关1次，常年连续运行的条件。
- 18.1.20 站台门门体结构在轨道交通环境的最不利荷载效应组合情况下，门体弹性变形后应满足限界要求，且结构不应出现永久变形。各种荷载的取值应符合下列规定：
 - 1 站台门站台设备自重应按实际重量取值；
 - 2 地上车站的站台门所承受风荷载应按北京市风荷载标准值计算；地下车站的站台门风荷载应依据站台门结构特点和工程所采用车型和列车最大过站速度以及通风空调系统设置情况综合确定；

- 3 站台门的人群挤压力应按在其 1.1m 高度处,垂直施加于门体结构 1500N/m 的挤压力取值;
- 4 站台门的人群冲击力应按在其 1.1m 高度处,垂直施加 1500N 作用在 100cm² 上的冲击力取值;
- 5 站台门门体冲击力测试应符合现行国家标准《建筑用安全玻璃》GB 15763.2 中有关规定;
- 6 地震作用的烈度按 8 度取值。

18.1.21 站台门动力学参数应满足下列要求:

- 1 门体的加、减速度值应能达到 1m/s²;
- 2 阻止滑动门关闭的力不应大于 150N (匀速运动区间);
- 3 每扇滑动门的最大动能不应大于 10J;
- 4 每扇滑动门关闭的最后 100mm 行程最大动能不应大于 1J;
- 5 手动开启单边滑动门的动作力不应大于 133N。

18.1.22 滑动门、应急门、端门的手动解锁力不应大于 67N。

18.1.23 中央控制盘接收到开关门命令至滑动门动作时间应不小于 0.3s。

18.1.24 站台门的整体钢结构使用寿命不应小于 30 年。

18.1.25 平均无故障运行周期不应小于 60 万个周期。

18.1.26 站台门噪声峰值不应超过 70dB (A)。

18.1.27 在正常使用和保养条件下,5 年内应无须更换重大零部件。

III 系统基本构成

18.1.28 站台门应由门体结构、门机、电源及控制四部分组成。

18.1.29 门体结构应符合下列规定:

- 1 站台门应至少包括固定门、滑动门、应急门,每侧站台站台门的两端应各设一道端门;全高站台门含顶箱结构,半高站台门含固定侧盒;
- 2 滑动门的位置、数量应与列车客室门相对应;
- 3 在正常的列车停车精度范围内,站台门在开、关门状态下不应影响列车司机出入;
- 4 在站台门范围内的适当位置应设置应急门。每侧站台应急门的数量不应少于远期列车编组车辆数的二分之一,宜与远期列车编组车辆数一致;
- 5 滑动门的净开度不应小于车辆客室门的净开度,标准滑动门的净开度应为车辆客室门净开度加两倍列车停车精度的绝对值;首末滑动门的净开度的取值应满足打开后不影响列车司机上下车;
- 6 端门的最小净开度不宜小于 1200mm;
- 7 单扇应急门的最小净开度不宜小于 1100mm;全高站台门的应急门宜采用双扇对开方式;
- 8 全高站台门滑动门、应急门、端门的开门净高度不应小于 2000mm;半高站台门滑动门、应急门、端门的门体总高度不应小于 1400mm;
- 9 应急门、端门应向站台侧旋转 90° 平打开,打开过程应顺畅,不受地面及其他障碍物(含盲道)的影响;
- 10 全高站台门的门体高度不应小于 2500mm,半高站台门的门体高度宜为 1500mm;
- 11 滑动门、应急门、端门应能可靠锁闭,在站台侧可用专用钥匙开启,在轨道侧应能手动开启;
- 12 站台门的门体外观和颜色应与车站建筑风格相适应;门体应由金属框架、玻璃等组成,框架外露面宜采用铝合金或不锈钢等金属材料制成;玻璃应选用通透性好的安全玻璃;
- 13 站台门与车站结构的连接部分应具有三维调节功能,强度、刚度应满足设计要求。

18.1.30 门机应符合下列规定:

- 1 驱动电机宜选用直流电机,其功率应保证最不利条件下站台门可正常开关;
- 2 门机应采用门控器控制方式;

3 全高站台门应采用一控一驱方式，半高站台门宜采用一控两驱方式。

18.1.31 运行与控制应符合下列规定：

1 站台门控制系统宜由中央控制盘、就地控制盘、门控器、局域网和接口模块组成；

2 站台门的控制优先权从低到高，应分为下列三级：

1) 信号系统对站台门进行开关控制；

2) 就地控制盘对站台门进行开关控制；

3) 通过综合后备盘对站台门进行开门控制。

3 站台门的控制及监视应分别设置，关键命令及响应应通过硬线传输；

4 站台门监视系统应以车站为单位独立设置，并应采用开放的通信协议；

5 站台门中央控制盘应能记录并存储运行状态及故障信息，且重要的状态及故障信息应上传至本站的车站综合控制室，再由监控系统上传控制中心；

6 站台门应在车站综合控制室综合后备盘上设置紧急开门装置；

7 站台门与信号系统的接口方式应采用硬线连接方式；

8 中央控制盘和接口模块宜布置在站台门设备室；就地控制盘宜布置在每侧站台出站端，对于行车组织有双向运行需求的站台，应在站台两端均设置就地控制盘；

9 每道滑动门应设置一套门控器，并在其附近设置就地控制盒，具备自动、隔离和手动开、手动关功能；全高站台门就地控制盒宜位于滑动门门楣下方，半高站台门就地控制盒宜位于固定侧盒内；

10 站台门应具有障碍物探测功能，应能探测到厚度为 5mm、最小宽度为 40mm 的硬障碍物；

11 在中央控制盘和门控单元上可进行参数的下载及修改；

12 应用软件应能够调整电机速度曲线、门体夹紧力阈值、重复开关门延迟时间和重复开关门次数等参数，并应具有故障自动诊断、自动报警的功能；

13 系统软件应具有友好直观的人机界面和报表形式，简明的操作指导信息及故障统计分析功能；

14 系统软件的数据响应时间应不超过 300ms；

15 系统软件接口协议应采用开放式国际标准协议。

18.1.32 供电与接地应符合下列规定：

1 站台门系统为一级负荷；驱动电源和控制电源供电回路宜相互独立；

2 门机驱动备用电源宜采用不间断电源，不间断电源应能满足在 60min 内至少完成开、关滑动门 5 次循环的供电需要；

3 驱动电源、控制电源与外电源的隔离阻抗不应小于 $5M\Omega$ ；

4 配电电缆、控制电缆的线槽、线缆应独立设置；

5 站台门设备室的设备应采用综合接地，接地电阻不应大于 1Ω ；

6 站台门与列车车厢宜保持等电位。当与钢轨有连接需求时，等电位要求应符合下列规定：

1) 站台门与走行轨应采用单点等电位连接，门体与走行连接等电位电阻值不应大于 0.4Ω ；

2) 人体可触及的站台门金属构件应与土建结构绝缘，门体与车站结构之间的绝缘电阻不应小于 $0.5M\Omega$ （用 500V 兆欧表）。每侧站台应保持整体等电位；

3) 距离站台门不小于 900mm 范围内应设置站台绝缘层；站台绝缘层与车站结构之间的绝缘电阻不应小于 $0.5M\Omega$ 。

7 当站台门与列车车厢无等电位要求时，站台门应通过接地端子接地，接地电阻不应大于 1Ω ；

8 站台门的控制电源模块宜采用冗余配置；

9 全高站台门的门体上不宜设置导向标识照明灯带。如需设置，灯带电源应与系统电源分开配置，且上下级配电开关应匹配，线槽应独立设置。

18.1.33 设备布置应满足下列要求：

- 1 站台门应布置在列车正常停车范围内，相对于车站有效站台中心线向站台两端对称纵向布置，以站台同坡度垂直于站台面平整安装。首末两节车辆的驾驶室门不宜包括在站台门长度范围内；
- 2 站台门宜安装在直线站台上；当位于曲线站台时，门体结构应采取相应措施；
- 3 安装站台门的地面在站台全长上的平整度误差不宜大于 10mm；
- 4 在设置站台门的站台范围内不宜设置土建结构变形缝。若必须设置，则变形缝的位置应配合站台门的布置设置。同时站台门在跨越变形缝处应采取相应措施；
- 5 站台门的安装方式宜结合车站土建结构型式确定；
- 6 站台门设备室宜设置在站台层，靠近站台门端部，并与信号设备室和车站综合控制室位于车站的同一端，有效使用面积不宜小于 20m²。

18.2 自动扶梯和自动人行道

I 一般规定

- 18.2.1 自动扶梯和自动人行道应能满足高强度的使用，即每周运行不应少于 140h，且在任何 3h 间隔内，其荷载达到 100%制动载荷的持续时间不少于 1h。
- 18.2.2 在紧急情况下，停止后的自动扶梯和自动人行道可作为楼梯使用。
- 18.2.3 自动扶梯和自动人行道应具备变频调速的节能措施，当变频器故障并被隔离后，自动扶梯和自动人行道应在工频下正常运行。
- 18.2.4 室外自动扶梯和自动人行道应选用室外型产品。根据北京市气候特点，应配有防滑、防止冰雪积聚设施和油水分离装置，底槽地沟需全长设置排水系统。
- 18.2.5 自动扶梯和自动人行道应接受环境与设备监控系统的远程监视和车站视频监视系统的视频全覆盖监视。
- 18.2.6 除本规范另有规定外，自动扶梯和自动人行道应符合现行北京市地方标准《重型自动扶梯、自动人行道技术要求》DB11/T 705 及其他相关标准中的有关规定。

II 主要技术参数

- 18.2.7 自动扶梯和自动人行道的名义运行速度不应小于 0.5m/s，宜采用 0.65m/s。
- 18.2.8 自动扶梯和自动人行道节能运行速度不应大于名义速度的 20%。
- 18.2.9 自动扶梯的倾斜角不应大于 30°，自动人行道的倾斜角不应大于 12°。
- 18.2.10 自动扶梯水平梯级数量应根据扶梯的名义速度确定。名义速度为 0.5m/s 时，上、下水平梯级数不得少于三块。名义速度为 0.65m/s 时，上、下水平梯级数不得少于四块。
- 18.2.11 自动扶梯载荷分支弯曲导轨，其曲率半径应符合表 18.2.11 的规定。

表 18.2.11 自动扶梯载荷分支弯曲导轨曲率半径表

提升高度 (H)	上导轨转弯半径	下导轨转弯半径
$H \leq 10\text{m}$	$\geq 2600\text{mm}$	$\geq 2000\text{mm}$
$H > 10\text{m}$	$\geq 3600\text{mm}$	$\geq 2000\text{mm}$

III 主要部件要求

- 18.2.12 驱动主机应符合下列规定：
 - 1 驱动主机包括电动机、减速机、工作制动器、联轴器等，上述部件应安装在桁架上端部；
 - 2 电动机应自带风扇冷却，应能在 55℃ 的环境下连续工作。正常情况下采用变频启动，变频器故障时能以工频启动；
 - 3 减速机宜采用斜齿轮传动；

4 工作制动器应符合现行国家标准《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899 的有关规定。

18.2.13 驱动主机与主驱动轴之间应采用链条传动，链条至少为双排，安全系数应 ≥ 8 。

18.2.14 梯级滚轮宜采用外置方式，当提升高度大于 13m 时梯级滚轮应采用外置方式。

18.2.15 附加制动器除符合现行国家标准《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899 所规定的两种动作条件外，还应满足在安全回路断开、急停按钮动作、钥匙开关停梯后延时动作的要求。

18.2.16 主驱动轴的轴承宜采用免维护轴承或配备方便的加油系统。

18.2.17 扶手带驱动宜采用上端部驱动方式。

18.2.18 桁架挠度应符合现行国家标准《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899 中关于载荷的有关规定，实测的最大挠度不应超过支承水平距离的 1/1500。

18.2.19 出入口自动扶梯上下盖板应设防盗报警开关，当盖板被打开时，自动扶梯停止运行并报警。

18.2.20 自动扶梯和自动人行道内的电线、电缆及柔性套管为低烟、无卤、阻燃型。

IV 其他要求

18.2.21 自动扶梯和自动人行道机坑内应无积水和渗水。

18.2.22 用于消防疏散的自动扶梯，其电源应采用一级负荷，其他应采用二级负荷。

18.2.23 自动扶梯和自动人行道应采用就地控制方式，由环境与设备监控系统实现远程监视。自动扶梯和自动人行道与环境与设备监控系统的接口，宜采用硬线方式。

18.2.24 车站应设置自动扶梯、电梯维修工区用房。设置标准宜按每 4 站~6 站设一处，每处不宜少于 40m²。

18.3 电 梯

I 一般规定

18.3.1 电梯应选用无机房电梯。

18.3.2 电梯应接受环境与设备监控系统的远程监视和车站视频监视系统的视频监视；火灾时，电梯应接受火灾自动报警系统的紧急指令。

18.3.3 电梯应能实现车站综合控制室、轿箱内、轿箱顶、井道底坑、控制柜之间的五方对讲功能。

18.3.4 电梯轿厢内应设置视频监视装置。

18.3.5 电梯呼叫装置、轿箱内扶手等服务设施应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的有关规定。

II 主要技术参数

18.3.6 电梯额定载重量应符合无障碍电梯设置标准。车站、换乘站，站台至站厅的电梯额定载重量应不小于 1000kg。

18.3.7 电梯名义速度不应小于 0.63m/s，宜采用 1m/s。

18.3.8 电梯开门宽度不应小于 1m（1000kg 梯）或 1.1m（1600kg 梯），且宜采用双扇中分门。

III 主要部件要求

18.3.9 曳引机应采用交流永磁同步电动机为动力的无齿曳引机，曳引机应采用变频调速，并宜安装在井道上部。

18.3.10 电梯轿厢应符合下列规定：

- 1 电梯轿箱宜采用不锈钢轿壁；

- 2 轿箱内面向轿门侧的轿壁高 0.9m 处至顶部宜采用镜面不锈钢；
- 3 轿厢内三面应设扶栏；
- 4 轿厢内应设主、副操纵箱。副操纵箱供轮椅者使用，按钮中心距轿厢内地板高 0.9m；

18.3.11 电梯内的电线、电缆及柔性套管应采用低烟、无卤、阻燃型。

IV 其他要求

18.3.12 电梯井道底坑应无渗水和积水；应在底坑内设置集水坑并配备排水设施。

18.3.13 电梯应采用就地控制方式，可由环境与设备监控系统实现远程监视。火灾时可接受火灾自动报警系统的联动控制。电梯与环境与设备监控系统/火灾自动报警系统接口，宜采用硬线方式。

19 机电设备监控与火灾自动报警

19.1 综合监控系统

I 一般规定

19.1.1 轨道交通工程宜设置综合监控系统。

19.1.2 综合监控系统应为实时监控系统，可与事务数据管理相结合。

19.1.3 综合监控系统应采用集成和互联方式构成，应将电力监控、环境与设备监控系统集成到综合监控系统，宜将广播、视频监控、乘客信息、时钟、通信系统集中告警、自动售检票、门禁、站台门等系统与综合监控系统互联。

19.1.4 综合监控系统可集成或互联列车自动监控和火灾自动报警系统。

19.1.5 综合监控系统应为北京轨道交通指挥中心提供有关信息。

19.1.6 换乘车站的不同线路间的综合监控系统宜根据车站换乘形式和运营管理的需求相互提供信息。

II 系统构成

19.1.7 综合监控系统的构建应以运营管理需求为基础，应满足安全性、可靠性、可维护性、可扩展性的要求。

19.1.8 综合监控系统应设置中央级、车站级及车辆综合基地级。车站级可根据运营管理的需求设置区域集中站综合监控系统。

19.1.9 综合监控系统应设置网络管理系统，宜设置培训管理系统、设备维护管理系统。

19.1.10 综合监控系统应设置冗余主干网，用于中心级综合监控系统与车站（车辆综合基地）级综合监控系统的网络连接。主干网宜利用通信传输系统提供的专用通道组建，当系统独立组建专用传输网络时宜采用冗余环形工业以太网。

III 系统功能

19.1.11 综合监控系统应具有以下功能：

- 1 数据库管理功能；
- 2 系统权限管理功能；
- 3 冗余设备自动切换功能；
- 4 对集成与互联系统设备进行单点控制、序列控制功能；
- 5 对集成与互联系统设备的监视功能；
- 6 历史数据存储与查询功能；
- 7 对供电系统设备的监控功能；
- 8 对机电系统设备的监控功能；
- 9 报表功能；
- 10 打印功能；
- 11 时钟同步功能；
- 12 趋势显示功能；
- 13 帮助功能等。

19.1.12 系统报警宜通过人机界面以图形、声效、报警条、报警列表等方式示警。

19.1.13 联动功能应符合下列规定：

- 1 综合监控系统宜设置正常模式、应急模式联动；
- 2 联动宜分全自动联动、半自动联动、手动联动。

19.1.14 广播系统功能应符合下列规定：

- 1 应具备对广播系统的广播区编组、广播区单选、广播区多选、音源选择、即时广播、定时广播、广播监听、自动时间表广播、广播控制状态显示等监控功能；
- 2 应具备对广播系统广播分区状态信息监视的功能。

19.1.15 视频监视系统功能应符合下列规定：

- 1 应具备视频监视系统画面选择、P/T/Z 调节、预设位存储、序列自定义、序列控制功能；
- 2 应具备视频监视系统固定摄像机、球型摄像机等主要设备状态信息的监视功能。

19.1.16 乘客信息系统功能应符合下列规定：

- 1 应具备乘客信息系统的信息编辑、信息保存、信息模板修改、预定义信息、信息人工审核、信息发布管理功能，信息应区分紧急信息与正常信息；
- 2 宜具备对乘客信息系统显示终端控制器等主要设备状态信息的监视功能。

19.1.17 门禁系统功能应符合下列规定：

- 1 应具备对门禁系统的火灾运行模式、紧急模式、正常运行模式的运行信息监视功能；
- 2 应具备对门禁系统控制器等主要设备状态信息的监视功能；
- 3 车站综合控制室内的综合后备盘上应设置门禁系统紧急释放按钮。

19.1.18 列车自动监控系统功能应符合下列规定：

- 1 宜具备对信号系统的列车基本信息、列车位置信息、列车状态信息、信号机状态信息、锁闭信息、道岔状态信息的监视功能；
- 2 应具备接收信号系统阻塞信息的功能；
- 3 车站综合控制室内的综合后备盘上应设置列车自动监控系统的紧急停车、扣车和放行按钮。

19.1.19 自动售检票系统功能应符合下列规定：

- 1 应具备对自动售检票系统的进站检票机、出站检票机、双向检票机、宽通道检票机、半自动售票机、全自动售票机等主要设备状态信息监视功能；
- 2 宜具备监视客流信息功能；
- 3 车站综合控制室内的综合后备盘上应设置自动售检票系统的闸机紧急释放按钮。

19.1.20 火灾自动报警系统功能应符合下列规定：

- 1 应具备对火灾自动报警系统全站报警、防烟分区报警信息的监视功能；
- 2 应具备对车站管理范围内的专用排烟风机、消防泵或喷淋泵、气体灭火系统主机、防火卷帘门、火灾自动报警主机等主要设备状态信息的监视功能；
- 3 车站综合控制室内的综合后备盘上应设置消防专用设备的紧急启停按钮、气体灭火系统延时释放按钮。

19.1.21 站台门功能应符合下列规定：

- 1 应具备对站台门的应急门、滑动门、端门等主要设备状态信息监视功能；
- 2 车站综合控制室内的综合后备盘上应设置站台门系统的紧急开门按钮。

19.1.22 通信集中告警系统功能应符合下列规定：

宜监视通信相关系统的工作状态，显示视频监视系统、广播系统车站设备的告警信息。

19.1.23 复示工作站显示功能应符合下列规定：

宜根据运营管理的需求在适当地点设置系统复示工作站，具备监视功能。

IV 系统软件

19.1.24 综合监控系统软件平台应采用成熟产品，应为适用于城市轨道交通综合监控系统的软件平台。

19.1.25 综合监控系统的软件应符合下列规定：

- 1 应为其他应用软件提供开发平台；
- 2 应采用分层分布式软件架构，部署应灵活，并应易于扩展；
- 3 宜采用层次结构，工程应用层与软件系统平台层应解耦，并应便于工程应用和灵活修改；
- 4 应在服务器上实现大容量数据的集中处理和统一管理，并应实现数据的完整性与一致性；
- 5 应能支持综合监控系统项目分期实施；
- 6 应提供方便的监视、管理和维护工具；
- 7 应提供一种基于标准中间件的分布式架构；
- 8 应采用标准的编程语言和编译器。

19.1.26 综合监控系统的应用软件应符合下列规定：

- 1 应全面支持系统功能的实现和扩展；
- 2 应提供一个集成开发环境，应通过模板、向导等方式提供友好的开发界面；
- 3 应支持多人协同开发，并应保证配置数据的完整性与一致性。

19.1.27 综合监控系统软件的数据库管理应符合以下规定：

- 1 宜采用分布式面向对象的实时数据库；
- 2 应提供标准数据接口；
- 3 应具备数据备份、灾难恢复、系统错误恢复、人为操作错误恢复等功能。

19.1.28 应具备用户标识与鉴别、存取控制、视图机制、审计、数据加密等安全控制机制。

V 系统接口

19.1.29 综合监控系统应提供对各种系统的信息接入机制，应以标准的、可扩展的方式通过接口进行访问。

19.1.30 综合监控系统设计应通过内部接口将被集成子系统无缝接入系统中构成系统主体。通过内部接口所传输的信息应在接口双方具有一致的表达形式，应无须经过转换而直接使用。

19.1.31 综合监控系统设计应通过外部接口实现与互联系统的信息互通与交互。

19.1.32 综合监控系统接口设计应对接口的物理特性进行描述，宜包括下列内容：

- 1 接口位置；
- 2 通信介质；
- 3 链路数量；
- 4 连接型式；
- 5 物理接口界面。

19.1.33 综合监控系统接口设计应包括下列内容：

- 1 接口软件通信协议；
- 2 冗余要求；
- 3 监控信息点表；
- 4 采用结构化形式组织；
- 5 电磁兼容性要求。

19.1.34 接口信息传输速率应满足专业应用功能要求。

19.1.35 接口应能处理各类接口异常，关键环节应满足适应多点故障处理的要求和具有最大限度连通支持。

19.1.36 接口应具有故障诊断能力，关键环节应具有故障自修复能力，并应保证接口功能正常。

19.1.37 当综合监控系统与安全系统接口时，应建立与安全系统相适应的通信通道和采用安全通信协议。

19.1.38 综合监控系统接口设计与管理应提供下列接口文件：

- 1 接口规格书；
- 2 接口测试计划；
- 3 接口测试规格书；
- 4 监控信息点表。

19.1.39 接口设计中的监控信息点表应采用结构化形式进行描述，宜选用 XML 文档形式。

VI 供电、接地及防雷

19.1.40 综合监控系统设备应为一级负荷，采用不间断电源供电。

19.1.41 综合监控系统设备可与城市轨道交通其他一级负荷合用一套不间断电源设备，也可单独设置不间断电源设备。

19.1.42 不间断电源应采用在线式不间断电源，蓄电池的后备时间宜为 60min。

19.1.43 综合监控系统接地应符合下列要求：

- 1 应与其他系统共用接地装置，接地电阻不应大于 1Ω ；
- 2 接地干线应采用两根截面不小于 25mm^2 的塑料绝缘铜芯电线，接地支线截面应不小于 6mm^2 的塑料绝缘铜芯电线；
- 3 现场机柜均应可靠接地。

19.1.44 综合监控系统防雷应满足现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 及其他国家相关标准、规范的有关规定。

VII 布 线

19.1.45 综合监控系统信号线与电源线不应共用一条电缆，不应敷设在同一金属管路内。

19.1.46 综合监控系统布线应考虑周围环境电磁干扰的影响。

19.1.47 采用屏蔽布线系统时，应保持屏蔽层的连续性，满足系统接地的可靠性。

19.1.48 综合监控系统的线缆屏蔽层采用单端屏蔽接地，接地点宜选择信源端。

19.1.49 冗余线路宜采用不同路径。

19.1.50 模拟信号线应采用低烟、无卤、阻燃屏蔽电缆，屏蔽层单端接地，信号电缆截面宜选用 1.0mm^2 。

19.1.51 通讯电缆宜采用低烟、无卤、阻燃光缆、同轴或双绞屏蔽电缆，屏蔽层单端接地。

IX 系统设备布置

19.1.52 设备用房宜与车站综合控制室相邻设置，并宜靠近其他弱电设备房。

19.1.53 设备用房面积应满足远期设备容量需求，并应便于设备的更新改造。

19.1.54 设备用房室内净高不应小于 2.8m。

19.1.55 车站设备用房环境应达到防尘、防潮、隔音，并应采取防静电措施。温湿度不应低于现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 中 C 级的标准。

19.1.56 综合监控系统设备布置应符合下列规定：

- 1 单列机柜正面与墙的距离不应小于 1.2m，后面和侧面与墙距离不应小于 1.0m；
- 2 两相对机柜正面之间距离不应小于 1.2m，后面和侧面与墙距离不应小于 1.0m。

X 系统性能

19.1.57 遥信性能应满足下列要求：

- 1 所有数据变化刷新时间应： $\leq 3s$ ；
- 2 重要数据变化刷新时间应： $\leq 2s$ ；
- 3 模拟及脉冲量信息更新时间： $\leq 3s$ ；
- 4 操作站上画面刷新时间： $\leq 2s$ 。

19.1.58 遥控性能应满足下列要求：

从控制命令发出，到现场设备开始动作的时间： $\leq 2s$ 。

19.1.59 系统可靠性应满足下列要求：

- 1 实时服务器、前端处理器的主机、备机的切换时间： $\leq 3s$ ；
- 2 历史服务器的主机、备机的切换时间： $\leq 15s$ 。

19.2 环境与设备监控系统

I 一般规定

19.2.1 轨道交通应设置环境与设备监控系统。

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

19.2.3 地下车站、区间隧道应设置环境与设备监控系统，地上车站、车辆综合基地应结合实际情况设置。

19.2.4 环境与设备监控系统宜采用分布式系统结构。

19.2.5 环境与设备监控系统宜按组网灵活、技术先进、便于扩展、运营可靠、管理方便、节约投资进行设计。

19.2.6 防排烟系统与通风系统共用的设备应由环境与设备监控系统统一监控，火灾工况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控制程序。

19.2.7 环境与设备监控系统换乘站根据车站换乘方式，宜按系统共享原则设置。

19.2.8 环境与设备监控系统监控对象应至少包括以下系统设备：

- 1 通风空调系统；
- 2 给排水系统；
- 3 动力照明系统；
- 4 自动扶梯、电梯系统。

II 系统构成

19.2.9 中央级系统网络应符合下列规定：

- 1 传输速率为 $\geq 100Mbps$ ；
- 2 传输信道纳入综合监控系统（或传输系统），不另行设置。

19.2.10 车站级系统网络应符合下列规定：

- 1 传输距离以车站管范围为限不应少于 $2.5km$ ；
- 2 传输速率为 $\geq 10Mbps$ 。

III 系统功能

19.2.11 环境与设备监控系统应具有车站和中心二级管理，就地、车站、中心三级控制的功能。

19.2.12 环境与设备监控系统应具有以下基本功能：

- 1 机电设备监控功能；
- 2 执行应急模式功能；
- 3 环境监控与节能运行管理功能；

4 设备管理及维护功能等。

19.2.13 中央级功能应符合下列规定：

- 1 显示管理：宜采用动态图形方式、趋势图方式、文本方式分级分画面显示全线机电设备的运行状态、故障状态的功能；
- 2 工艺模式管理：可修改和添加环境与设备监控系统运行模式功能；
- 3 时间表管理：可修改和添加环境与设备监控系统运行时间表功能；
- 4 节能管理：中央级可预设多组运行模式，控制模式的定时切换功能；
- 5 设备维护管理：设备的日常保养管理和维修管理功能；
- 6 数据查询管理：设备的运行记录、故障记录、维修保养记录进行查询功能；
- 7 报表及打印管理：对故障、维护报表等的班报、日报、月报和年报存储或打印功能；
- 8 时钟管理：具有与时钟系统进行对时的功能；

19.2.14 车站级功能应符合下列规定：

- 1 车站级正常运行受控于中央级，系统网络故障时应具备离网独立工作功能；
- 2 接收综合监控系统或环境与设备监控系统中央级的监控指令与运行模式指令，更改运行参数，调整运行工况功能；
- 3 对车站管辖范围内设备进行点动或自动等控制，车站环境与设备监控系统应具备选择中央级或车站级两种控制模式转换功能；
- 4 监测车站环境质量，对参数采样点与调控点进行巡回检测，并将数据实时报送中心功能；
- 5 具有设备动态图形显示、故障报警、数据查询和报表打印等功能；
- 6 车站级具有对各种模式进行切换的功能；
- 7 接收本站火灾自动报警系统发送的报警指令，优先执行灾害模式，环境与设备监控系统向火灾自动报警系统返回指令的执行信号功能。

IV 系统软件

19.2.15 软件平台应与硬件系统配置相适应，宜采用成熟、可靠、开放的监控系统软件平台，可按功能需求开发应用软件。

19.2.16 应采用模块化结构，应具有良好的开放性和扩展性。

V 系统接口

19.2.17 环境与设备监控系统应提供对各种系统与设备的信息接入机制，应以标准的、可扩展的方式通过接口进行访问。

19.2.18 环境与设备监控系统接口设计应对接口的物理特性进行描述，宜包括下列内容：

- 1 接口位置；
- 2 通信介质；
- 3 链路数量；
- 4 连接型式；
- 5 物理接口界面。

19.2.19 环境与设备监控系统接口设计应包括下列内容：

- 1 接口软件通信协议；
- 2 冗余要求；
- 3 监控信息点表；
- 4 采用结构化形式组织；
- 5 电磁兼容性要求。

19.2.20 接口信息传输速率应满足专业应用功能要求。

19.2.21 接口应能处理各类接口异常,关键环节应满足适应多点故障处理的要求和具有最大限度连通支持。

19.2.22 接口应具有故障诊断能力,关键环节应具有故障自修复能力,并应保证接口功能正常。

19.2.23 环境与设备监控系统接口设计与管理应提供下列接口文件:

- 1 接口规格书;
- 2 接口测试计划;
- 3 接口测试规格书;
- 4 监控信息点表。

19.2.24 接口设计中的监控信息点表应采用结构化形式进行描述,宜选用 XML 文档形式。

VI 供电、接地及防雷

19.2.25 环境与设备监控系统负荷等级应为一级负荷,宜设置不间断电源系统,后备供电时间宜为 60min。

19.2.26 系统接地应满足下列要求:

- 1 应与其他系统共用接地装置,接地电阻不应大于 1Ω ;
- 2 接地干线采用两根截面不小于 25mm^2 的塑料绝缘铜芯电线,接地支线截面不小于 6mm^2 的塑料绝缘铜芯电线;
- 3 所有环境与设备监控系统现场机柜(模块箱)及现场设备均应接地。

19.2.27 环境与设备监控系统防雷应满足现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 及其他国家相关标准、规范的有关规定。

VII 布 线

19.2.28 系统布线应考虑周围环境电磁干扰的影响。

19.2.29 系统的信号线与电源线不应共用一条电缆,不应敷设在同一根金属套管内。

19.2.30 采用屏蔽布线系统时,应保持系统中屏蔽层的连续性,以满足系统接地的可靠性。

19.2.31 控制电缆应采用低烟、无卤、阻燃或低烟、无卤、耐火型软电缆。

19.2.32 模拟信号线应采用低烟、无卤、阻燃屏蔽电缆,屏蔽层单端接地。

19.2.33 通讯电缆宜采用光缆、同轴或双绞屏蔽电缆,屏蔽层单端接地。

19.2.34 控制电缆截面宜选用 1.5mm^2 。

19.2.35 信号电缆截面宜选用 1.0mm^2 。

VIII 系统设备布置

19.2.36 设备用房宜与环控电控室合用设置,并宜靠近其他弱电设备房。

19.2.37 设备用房面积应满足远期设备容量需求,并应便于设备的更新改造。

19.2.38 设备用房室内净高不应小于 2.8m。

19.2.39 车站设备用房环境应达到防尘、防潮、隔音,并应采取防静电措施。温湿度不应低于现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 中 C 级的标准。

19.2.40 环境与设备监控系统设备布置应符合下列规定:

- 1 单列机柜正面与墙的距离不应小于 1.2m,后面和侧面与墙距离不应小于 1.0m。
- 2 两相对机柜正面之间距离不应小于 1.2m,后面和侧面与墙距离不应小于 1.0m。

19.3 火灾自动报警系统

I 一般规定

19.3.1 车站、区间隧道、区间变电所及系统设备用房、主变电所、车辆综合基地应设置火灾自动报警系统。

19.3.2 火灾自动报警系统保护对象分级应根据其使用性质、火灾危险性、疏散和扑救难度等综合确定，并应符合下列规定：

1 地下车站、区间隧道和控制中心，保护等级为一级；

2 设有集中空调系统或每层封闭的建筑面积超过 2000m²，但不超过 3000m²的地上车站，保护等级为二级，超过 3000m²的保护等级为一级。

19.3.3 火灾自动报警系统的时钟应与通信系统中心母钟的信号保持同步。

19.3.4 换乘车站火灾自动报警系统根据车站换乘方式，宜按系统共享原则设置。

19.3.5 火灾自动报警系统的设计除满足本规范的规定外，尚应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 及有关强制性国家标准、规范的有关规定。

II 系统构成

19.3.6 火灾自动报警系统应由报警系统和联动系统构成，并应实现火灾救灾设备的控制及与相关系统的联动控制。

19.3.7 火灾自动报警系统由中央级监控管理系统、车站级监控管理系统、现场级监控设备及相关通信网络等构成。

19.3.8 全线火灾自动报警与联动控制的信息传输网络宜利用轨道交通公共通信网络，火灾自动报警系统现场级网络应独立配置。

III 系统功能

19.3.9 中央级功能应符合下列规定：

- 1 接收全线火灾灾情信息，对线路消防系统、设施监控管理功能；
- 2 发布火灾涉及有关车站消防设备的控制命令功能；
- 3 接收并储存全线消防报警设备主要的运行状态功能；
- 4 与各车站及车辆综合基地等火灾自动报警系统进行通讯联络功能；
- 5 火灾事件历史资料存档管理功能；
- 6 接收换乘线路的火灾信息功能。

19.3.10 车站级功能应符合下列规定：

- 1 与中央级系统以及本车站现场级监控系统间进行通讯联络功能；
- 2 管辖范围内实时火灾的预期报警，监视车站管辖内火灾灾情功能；
- 3 采集、记录火灾信息，并报送中央系统功能；
- 4 显示火灾报警点，防、救灾设施运行状态及所在位置画面功能；
- 5 控制消防救灾设备的启、停，并显示运行状态功能；
- 6 能够正确提示、显示火灾报警系统的设备故障信息；
- 7 接受中央级火灾自动报警系统指令或独立组织、管理、指挥管辖范围内的救灾功能；
- 8 发布相关区域火灾联动控制指令功能；
- 9 接收漏电报警系统信息功能；
- 10 向相关换乘车站发送火灾指令，并接受其火灾信息功能。必要时可接收与轨道交通结合的建筑

物火灾信息。

19.3.11 现场级功能应符合下列规定：

- 1 采集现场火灾信息功能；
- 2 监视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功能；
- 4 监视车站所有消防救灾设备的工作状态功能。

IV 消防联动控制

19.3.12 消防联动控制系统应实现消火栓系统、水喷淋系统、自动灭火系统、防烟排烟系统、消防电源及应急照明系统、疏散指示系统、消防广播系统、自动售检票系统、门禁系统、站台门及防火卷帘、电动挡烟垂帘、电梯等设备系统在火灾情况下的消防联动控制。

19.3.13 消火栓系统的控制应符合下列规定：

- 1 控制消防泵的启、停；
- 2 车站综合控制室应能显示消防泵的工作、故障和手/自动开关状态、消火栓按钮工作位置；
- 3 车站级火灾自动报警系统应控制消防给水干管电动阀门的开关，并显示其工作状态；
- 4 设消防泵的消火栓处应设消火栓按钮，并可向消防控制室发送启动消防泵的信号。

19.3.14 车站火灾自动报警系统应显示自动灭火系统保护区的报警、喷放、风阀状态、手/自动开关所处位置；宜与自动灭火控制系统设置通信接口。

19.3.15 防烟、排烟系统的控制应符合下列规定：

- 1 由火灾自动报警系统确认火灾，发布预定防烟、排烟模式指令；
- 2 由火灾自动报警系统直接联动控制；也可由环境与设备监控系统或综合监控系统接收指令对参与防、排烟的非消防专用设备执行联动控制并保证火灾优先；
- 3 火灾自动报警系统直接联动的设备应在火灾报警显示器上显示运行模式状态。

19.3.16 车站火灾自动报警系统消防泵和专用防烟、排烟风机，除应设自动控制外，尚应设手动控制；对防烟、排烟设备还应设手动和自动的模式控制装置。

19.3.17 消防电源、应急照明及疏散指示系统的控制应符合下列规定：

- 1 确认火灾后，消防控制设备应按防火分区在配电室或变电所切断相关区域的非消防电源；
- 2 确认火灾后，应接通应急照明灯和疏散标志灯电源，并监视其工作状态。

19.3.18 防火卷帘门、电动挡烟垂帘的控制应符合下列规定：

- 1 确认火灾后，应控制相关防火卷帘门、电动挡烟垂帘降落，并显示工作状态；
- 2 应具有二级控制和信息反馈功能。

19.3.19 火灾自动报警系统对电梯、自动扶梯的联动控制应符合下列规定：

- 1 确认火灾后，将电梯运行至疏散层，接收电梯的状态反馈信息；
- 2 不应在运行状态下自动切断自动扶梯的电源；
- 3 不应自动控制自动扶梯的反向运行。

19.3.20 消防联动对其他系统的控制可通过火灾自动报警系统或综合监控系统实现，并应符合下列规定：

- 1 自动或手动将广播转换为火灾应急广播状态；
- 2 自动或手动将视频监视系统切换至相关画面；
- 3 自动或手动将自动检票机开启。

19.3.21 应根据火灾运行模式或工况自动或手动控制车站站台门开启。

19.3.22 应自动解锁火灾区域门禁，手动解锁全部门禁。

19.3.23 消防联动控制器控制每一总线回路的地址码总数，宜留有 10%~20%的余量。

V 火灾探测器与报警装置的设置

19.3.24 火灾自动报警系统应设有自动和手动两种触发装置。

19.3.25 报警区域应根据防火分区和设备配置划分，每个防烟分区应划分为独立的火灾探测区域。

19.3.26 火灾探测器的设置部位应与保护对象的等级相适应。

19.3.27 地下车站的站厅层公共区、站台层公共区、换乘公共区、各种设备机房、库房、值班室、办公室、走廊、配电室、电缆隧道或夹层以及长度超过 60m 的出入口通道应设火灾探测器；

19.3.28 地上车站封闭式的站厅、站台、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。

19.3.29 车辆综合基地的停车列检库、维修车间、重要设备用房、可燃物品仓库、变配电室，以及火灾危险性较大的场所应设火灾探测器。

19.3.30 设气体自动灭火的房间应设两种火灾自动报警探测器。

19.3.31 设置火灾探测器的场所应设置手动报警按钮。

19.3.32 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。区间手动报警按钮设置位置宜与区间消火栓的位置结合设置。

19.3.33 乘客活动的公共区域不宜设置警报音响，办公区走廊应设置警铃。

19.3.34 地下区间宜设置感温光纤系统。

VI 消防控制室

19.3.35 车站消防控制室应与车站综合控制室合建。消防控制室应设火灾报警控制器、消防联动控制器、消防控制室图形显示装置。

19.3.36 消防控制室应能监控保护区域内的火灾探测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、消防通讯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。

19.3.37 消防控制室应能控制火灾声或光警报器的工作状态。

19.3.38 消防控制室应具备紧急广播功能。

VII 系统接口

19.3.39 火灾自动报警系统接口设计应对接口的物理特性进行描述，宜包括下列内容：

- 1 接口位置；
- 2 通信介质；
- 3 链路数量；
- 4 连接型式；
- 5 物理接口界面。

19.3.40 火灾自动报警系统接口设计应包括下列内容：

- 1 接口软件通信协议；
- 2 冗余要求；
- 3 监控信息点表；
- 4 采用结构化形式组织；
- 5 电磁兼容性要求。

19.3.41 接口信息传输速率应满足专业应用功能要求。

19.3.42 接口应能处理各类接口异常，关键环节应满足适应多点故障处理的要求和具有最大限度连通支

持。

19.3.43 接口应具有故障诊断能力，关键环节应具有故障自修复能力，并应保证接口功能正常。

19.3.44 火灾自动报警系统接口设计与管理应提供下列接口文件：

- 1 接口规格书；
- 2 接口测试计划；
- 3 接口测试规格书；
- 4 监控信息点表。

19.3.45 接口设计中的监控信息点表应采用结构化形式进行描述，宜选用 XML 文档形式。

VII 供电、接地及防雷

19.3.46 火灾自动报警系统应为一級負荷中特別重要負荷，設有主電源和直流備用電源。

19.3.47 火灾自动报警系统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，其容量应保证主电源断电后连续供电 60min。采用集中设置蓄电池时，火灾报警控制器供电回路应单独设置。

19.3.48 火灾自动报警系统图形显示装置、消防通信设备等的电源，宜由不间断电源装置或蓄电池型应急控制电源系统供电。

19.3.49 火灾自动报警系统接地装置的接地电阻值应符合下列规定：

- 1 与其他系统共用接地装置时，接地电阻值不应大于 1Ω 。
- 2 采用专用接地装置时，接地电阻值不应大于 4Ω 。

19.3.50 火灾自动报警系统防雷应满足现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 及其他国家相关标准、规范的有关规定。

IX 布 线

19.3.51 火灾自动报警系统传输线路的线芯截面选择，除应满足自动报警装置技术条件的要求外，尚应满足机械强度的要求。铜芯绝缘导线、铜芯电缆线芯的最小截面面积不应小于下表的相关规定。

表 19.3.51 铜芯绝缘导线和铜芯电缆的线芯最小截面积 (mm^2)

序号	类别	线芯的最小截面面积
1	穿管敷设的绝缘导线	1.00
2	线槽内敷设的绝缘导线	0.75
3	多芯电缆	0.50

19.3.52 火灾自动报警系统传输线路应采用穿金属管或封闭式线槽保护方式布线。

19.3.53 水平敷设火灾自动报警系统传输线路当采用穿管布线时，不同防火分区的线路不应穿入同一根管内。

19.3.54 火灾自动报警系统应采用无卤、低烟、耐火电缆。

20 乘客信息

20.1 一般规定

20.1.1 轨道交通工程宜设置乘客信息系统。

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

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

20.1.4 乘客信息系统宜采用平板显示器、多媒体触摸屏等终端显示设备向乘客提供信息服务。

20.1.5 乘客信息系统终端显示设备应设置于车站的站厅、站台、出入口、换乘通道以及车辆的客室内等公共区域。

20.1.6 换乘车站乘客信息系统根据车站换乘方式，宜按系统共享原则设置相应的系统。

20.1.7 乘客信息系统应接受北京轨道交通指挥中心下发有关信息的要求。

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

20.2 系统构成

20.2.1 乘客信息系统结构宜包含控制中心子系统、车站子系统、车载子系统、网络子系统、广告管理子系统。

20.2.2 乘客信息系统控制功能宜分为信息源、中心播出控制层、车站载播出控制层、车载播出控制层。

20.2.3 车站子系统终端显示屏设置宜符合下列规定：

- 1 车站站厅层应配置终端显示屏，每侧站厅终端显示屏数量不宜少于6块；
- 2 车站站厅层宜配置终端显示屏，终端显示屏数量不宜少于4块；
- 3 出入口及换乘通道宜配置终端显示屏，终端显示屏数量不宜少于1块；
- 4 车站进出站口应设置终端显示屏，终端显示屏数量不宜少于1块；
- 5 车站付费区与非付费区均应设置触摸查询设备。

20.2.4 车厢客室应配置终端显示屏，终端显示屏数量不宜少于4块。

20.2.5 乘客信息系统的传输网络宜由通信系统构建；车站子系统局域网及无线子系统网络宜由乘客信息系统独自构建，无线网络应满足列车高速运行时的无缝切换。

20.2.6 区间宜设置无线接入设备。

20.3 系统功能

20.3.1 乘客信息系统运行应具备正常服务、关闭、故障、维修、离线服务。

20.3.2 乘客信息系统应支持下列信息类型：

- 1 列车时刻表、列车异常通告、下班列车到站等列车服务信息；
- 2 服务通告、换乘指示、疏散指示、动态指示、地面交通指示等乘客引导信息；
- 3 火灾、自然灾害、事故灾害、人身意外等紧急灾害辅助信息；

4 日期时钟、安全防范提示、票务信息、天气预报、新闻、其他公共交通信息等站务及公共服务信息；

5 视频、图片、文字广告等商业信息。

20.3.3 乘客信息系统信息显示的优先级应遵循下列规则：

1 信息类型宜按紧急灾害辅助信息、列车服务信息、乘客引导信息、站务及公共信息、商业信息顺序递减，紧急灾害辅助信息应具有最高优先级别；

2 信息级别应由高至低，高优先级别的信息应优先发送，同等优先级别的信息应采用先到先发的原则，高优先级别的信息可打断低优先级别的信息。

20.3.4 乘客信息系统应满足下列功能要求：

1 优先播出控制功能；

2 预先设定信息自动或人工触发播放功能；

3 定时自动播出功能；

4 即时信息编辑发布功能；

5 列车服务信息显示功能；

6 信息实时显示功能；

7 终端设备具有多区域屏幕分割功能；

8 时钟显示功能；

9 简体中文与英文显示功能；

10 时钟同步功能；

11 全数字传输功能；

12 集中网管维护功能；

13 系统功能在满足功能的前提下，可以根据运营需求进行二次开发。

20.3.5 乘客信息系统宜支持多种文字、图片、视频的实现方式，并宜支持同屏多区域的信息显示方式。在进行视频显示时，声音不应干扰正常运营广播，在终端显示屏 5m 范围内声音不宜超过 40dB。

20.3.6 乘客信息系统中心子系统应具有处理系统内各类数据、控制系统设备、编辑生成播出版式、制定播放优先等级、播出信息的统计分析、提供系统安全机制的功能。

20.3.7 乘客信息系统车站子系统应能接受控制中心子系统的控制命令，转发至车站内的显示终端控制器上并执行，车站子系统可在控制中心信息基础上叠加车站个性化信息；车站应集中管理控制整个车站的所有终端设备。

20.4 系统接口

20.4.1 乘客信息系统设计应通过外部接口实现系统的信息互通与交互。

20.4.2 乘客信息系统接口设计应对接口的物理特性进行描述，宜包括下列内容：

1 接口位置；

2 通信介质；

3 链路数量；

4 连接型式；

5 物理接口界面。

20.4.3 乘客信息系统接口设计应包括下列内容：

1 接口软件通信协议；

2 冗余要求；

- 3 监控信息点表;
- 4 采用结构化形式组织;
- 5 电磁兼容性要求。

20.4.4 接口信息传输速率应满足专业应用功能要求。

20.4.5 接口应能处理各类接口异常, 关键环节应满足适应多点故障处理的要求和具有最大限度连通支持。

20.4.6 接口应具有故障诊断能力, 关键环节应具有故障自修复能力, 并应保证接口功能正常。

20.4.7 乘客信息系统接口设计与管理应提供下列接口文件:

- 1 接口规格书;
- 2 接口测试计划;
- 3 接口测试规格书;
- 4 监控信息点表。

20.4.8 接口设计中的监控信息点表应采用结构化形式进行描述, 宜选用 XML 文档形式。

20.5 供电、接地及防雷

20.5.1 乘客信息系统负荷等级应为二级负荷。

20.5.2 乘客信息系统接地应与其他系统共用接地装置, 接地电阻不应大于 1Ω 。

1 接地干线应采用两根截面不小于 25mm^2 的塑料绝缘铜芯电线, 接地支线截面应不小于 6mm^2 的塑料绝缘铜芯电线;

2 所有乘客信息系统现场机柜及终端设备均应接地。

20.5.3 乘客信息系统防雷应满足现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 及其他国家相关标准、规范的有关规定。

20.6 布 线

20.6.1 乘客信息系统的数据线与电源线不应共用一条电缆, 不应敷设在同一金属管路内。

20.6.2 乘客信息系统布线应考虑对周围环境电磁干扰的影响。采用屏蔽布线系统时, 应保持系统中屏蔽层的连续性, 以满足系统接地的可靠性, 其电缆屏蔽层宜采用一点接地。

20.6.3 数据线宜采用低烟、无卤、阻燃、屏蔽电缆。

20.7 系统设备布置

20.7.1 设备用房宜与通信设备合并设置, 并宜靠近其他弱电设备房。

20.7.2 设备用房面积应满足远期设备容量需求, 并应便于设备的更新改造。

20.7.3 设备用房室内净高不应小于 2.8m 。

20.7.4 设备用房环境应达到防尘、防潮、隔音, 并应采取防静电措施。温湿度不应低于现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 的 C 级的标准。

21 自动售检票与门禁

21.1 自动售检票系统

I 一般规定

- 21.1.1 轨道交通应设置非接触式 IC 卡 AFC 系统,实现自动和半自动售票、检票、计费、收费、统计、结算全过程的自动化管理。
- 21.1.2 各线路的 AFC 系统应联网运行,实现乘客在线网内无障碍一票换乘,满足一卡通在线网内各线路的统一使用,实现不同运营商经营线路间的互联互通。
- 21.1.3 AFC 系统应统一线网内各线路的业务规则、业务流程和系统各业务层之间的接口。
- 21.1.4 应根据线路建设时序采用多线路共享的方式设置线路中心系统。多个共享的线路中心系统宜采用统一的应用平台,实现数据资源共享和统一管理。
- 21.1.5 不同线路间同站厅、同站台换乘站宜采用共享的方式设置车站计算机系统及设备,通道换乘站宜分别设置车站计算机系统及设备。同站厅、同站台换乘站紧急按钮应互联。
- 21.1.6 系统设计能力应满足远期超高峰小时客流量的需要。系统设备应按近期超高峰小时客流量进行配置,并按远期超高峰小时客流量预留安装和接入条件。
- 21.1.7 系统应实现轨道交通线网 AFC 系统清算管理中心、线路中心和车站三级管理及线路中心、车站和设备本地三级控制。
- 21.1.8 系统应满足轨道交通各种运营模式的要求。
- 21.1.9 车站综合控制室应设置紧急控制按钮,并与火灾自动报警系统实现联动。
- 21.1.10 系统设计应满足安全性、可靠性、可扩展性和可维护性的设计原则。
- 21.1.11 各线路车站售检票终端设备应具有统一的乘客服务界面,工作站应具有统一的工作界面。
- 21.1.12 系统设备应能满足连续 24 小时不间断工作的要求。
- 21.1.13 系统平均故障修复时间应不大于 30 分钟。
- 21.1.14 系统设备应满足自然环境条件、车站环境条件和抗电磁干扰的要求。售检票终端设备应具备耐高低温特性,设置于地上车站的售检票终端设备还应具备耐阳光直射和防尘措施。
- 21.1.15 车站设备应按工业级标准设计。
- 21.1.16 系统设计除应符合本规范规定外,还应符合相关国家规范和北京市地方规范的要求。

II 票务管理

- 21.1.17 系统应采用计程计时制,全封闭式的票务收费管理模式,既能快速处理客流信息,为运营管理提供有关数据,又具有严密的制票、售票和验票程序,以保证票务安全。
- 21.1.18 系统应接受轨道交通专用车票和市政交通一卡通车票。专用车票主要包括单程票、往返票、一日票、福利票、出站票、区段票、纪念票、员工票、车站工作票、测试票和储值票等,并可根据运营需要设置其他票种。
- 21.1.19 线网票务管理应实现线网、线路、车站三级管理。
- 21.1.20 售票宜采用自动为主、半自动为辅的方式,检票应采用自动方式。
- 21.1.21 所有车票均应进行车票初始化并赋值后方可在系统中流通使用。轨道交通专用车票应由清算管理中心进行初始化,市政交通一卡通车票应由市政交通一卡通系统进行初始化。

21.1.22 单程类车票应在自动售票机或半自动售票机上出售,其他车票应在半自动售票机或其他售票点出售,储值类车票应在半自动售票机或自动售票机上进行充值。

21.1.23 除特殊设置的车票外,普通车票应匹配进出站次序。

21.1.24 单程类车票应由出站检票机回收,回收的车票应在车站内循环使用。

III 系统构成

21.1.25 线网 AFC 系统应由清算管理中心系统、多线路共用线路中心系统、车站计算系统、维修系统、培训系统、车站售检票终端设备、车票处理单元和车票等构成。

21.1.26 多线路共用线路中心系统应包括线路运营中心系统、线路票务中心系统和线路票务分中心系统,设备主要由服务器、存储设备、管理工作站、编码/分拣机、车票清点打包设备、打印设备和后备系统等构成。其中线路票务管理分中心系统应根据线网规划、建设时序在部分换乘站设置。

21.1.27 车站计算系统应包括车站运营系统和车站票务系统,设备应由车站服务器、监控工作站、票务工作站、车票清点设备、票钱箱标识读写设备、紧急按钮控制装置和打印设备等构成,其中站区站应设置独立的站区票务工作站。

21.1.28 维修系统应包括维修中心系统和维修工区系统,设备应由服务器、管理工作站、打印设备、维修工具和仪器仪表等构成。

21.1.29 培训系统宜包括模拟多线路共用线路中心系统、模拟车站计算系统和车站售检票终端设备。

21.1.30 车站售检票终端设备宜由自动售票机、半自动售票机、自动检票机、自动查询和便携式检验票机等构成。

21.1.31 车票处理单元应包括读写器和车票交易处理软件。

21.1.32 车票应包括非回收类车票和回收类车票等。

IV 系统及设备主要功能

21.1.33 多线路共用线路中心系统应具备下列功能:

1 当通信故障等必须由线路独立运行时,多线路共用线路中心系统应具备独立管理所辖线路 AFC 系统运行;

2 实现与自动售检票系统清分管理中心系统清算、对帐功能;

3 监视系统运行状态,包括设备、网络、数据传输,收集、统计、分析、查询运营数据,实现线路内运营、票务、收益和维修的管理功能;

4 对 SAM 卡进行监控、管理;

5 接受自动售检票系统清分管理中心系统的车票调配指令,完成所辖线路流通的车票调配;

6 跟踪检查系统车票,接受自动售检票系统清分管理中心系统下载的“黑名单”及所辖线路产生的黑名单,及时将黑名单下载到车站计算机系统。

7 收集、处理线路系统的数据,并将必要的数据上传自动售检票系统清分管理中心系统;制定、维护线路系统的参数,并接收自动售检票系统清分管理中心系统下传的车票种类、票价表、费率表等路网全局性参数和系统运营模式,并通过车站计算机系统下载到终端设备;下达线路系统指令,并接受自动售检票系统清分管理中心系统下达的运营模式;

8 实现系统内安全访问控制、系统内权限管理、设备入网注册、系统间安全访问控制等;

9 实现数据审核、数据备份及恢复功能;

10 接收时钟信号完成时钟同步;

11 设置线路站区和站区站;

12 实现本地集群后备功能。

21.1.34 初始化编码/分拣机应具备对轨道交通专用车票进行初始化编码、分拣、预赋值、再编码、变

更、注销等功能。

21.1.35 车站计算机系统应具备下列功能：

- 1 实时监控车站设备、网络状态、数据传输情况，实现车站系统运营、票务、收益及维修的管理功能；
- 2 对 SAM 卡进行监控、管理；
- 3 接受多线路共用线路中心系统车票调配指令，管理车站内车票流通；
- 4 采集、处理车站内各类数据，并上传多线路共用线路中心系统；接收多线路共用线路中心系统下传的各类系统参数和系统运营模式，并下传至车站售检票终端设备；接受多线路共用线路中心下达的系统指令，并下传至车站售检票终端设备；
- 5 接收时钟信号完成时钟同步；
- 6 应能保留至少 30 天的运营数据。应具备数据恢复功能，在恢复通信后上传或转发相应的数据；
- 7 向车站售检票终端设备下达紧急模式等控制命令，并将操作信息上传多线路共用线路中心系统；紧急模式的触发应采取抗干扰设计；
- 8 当车站为站区站时，可监视所辖车站的客流、票务等与运营相关的数据并能根据统计生成相关报表；可接受多线路共用线路中心系统的车票调配指令，并对站区内的车票做调配管理。

21.1.36 维修系统应具备下列功能：

- 1 对系统设备的故障及运行状态进行监控，根据所收集的设备状态、故障记录及维修记录等信息，生成相应的维修报表；制定维修计划；进行维修调度；维修工区系统可监视所辖车站设备的故障及运行状态，并对相关维修信息进行管理；
- 2 通过每台设备的使用次数，计算设备部件的磨损情况，在部件寿命将结束时应提供必要提示；
- 3 对设备部件及备品备件进行管理，跟踪设备内关键部件的使用情况及安装位置；跟踪设备部件的添加及替换等记录；
- 4 管理故障代码和维修代码，可将修改或新增的故障代码和维修代码下载到系统设备中；
- 5 对设备进行维护、维修及测试。

21.1.37 培训系统应具备下列功能：

- 1 实现系统对接、软件更新、系统重要参数的修改、新增设备的模拟测试和维修后设备的模拟测试；
- 2 对员工进行业务培训。

21.1.38 车站售检票终端设备应具备下列基本功能：

- 1 接受系统参数及指令，完成规定操作及信息提示，生成并上传全部交易数据、状态数据、审计数据，生成中文日志数据；
- 2 采用冗余存储介质，按要求存储数据；数据可导出及恢复；
- 3 可实现设备故障自诊断，设备故障提示；
- 4 可实现远程开关机功能；
- 5 具备漏电和防雷保护措施；
- 6 票箱、钱箱具备电子标识；具备特殊锁具，操作员登陆并锁闭票箱、钱箱后才可移出设备；钱箱设置于隔离的需使用钥匙开启的安全区域内；对钱箱的操作应在设备进行登录方可进行操作，并对操作进行记录。
- 7 当通信故障等条件下独立运行时，可保存 7 天的运营数据，数据可通过外部数据载体导出，故障恢复后数据自动上传。

21.1.39 自动售票机应具备下列功能：

- 1 可根据乘客的选择自动计费、收费、发售单程票类车票，并对储值票进行充值；

2 可发售参数设置的两种车票，能一次发售多张车票。应具有对出售的单程类车票进行检测，对不符合要求的车票自动回收，重新发行的功能；

3 可接受硬币、纸币等支付方式购买单程类车票，并具备纸币、硬币找零功能。应可接受纸币等支付方式对储值票进行充值；

4 应具有故障和不规范操作的自动报警功能，并实时上传；

5 应具备数据审计功能；

6 应具备不少于 800 张/票箱，2 票箱/台的储票能力；

7 应具备不少于 300 张/票箱的废票存储能力；

8 设计通过能力应不小于 5 人/分·台。

21.1.40 半自动售票机应具备下列功能：

1 售票、补票、充值、更新、替换、退款、挂失、记名车票申请、车票分析、车票查询等；

2 自动出票；

3 应具备数据审计功能；

4 应具备不少于 800 张/票箱，2 票箱/台的储票能力；

5 应具备不少于 300 张/票箱的废票存储能力；

6 设计通过能力应不小于 10 人/分·台。

21.1.41 自动检票机应具备下列功能：

1 检验车票的有效性，控制阻挡装置的动作，引导乘客进出站；

2 出站检票机应根据票价表扣除车费并回收单程类车票；

3 当车站处于紧急情况或设备供电中断时，自动检票机应能自动或手动控制，使闸门处于开放状态；

4 应具备数据审计功能；

5 应具备不少于 800 张/票箱，2 票箱/台的储票能力；

6 应具备不少于 300 张/票箱的废票存储能力；

7 设计通过能力应不小于 25 人/分·通道。

21.1.42 自动查询机应具备车票信息自助查询功能和票务信息服务功能。

21.1.43 便携式检验票机应具备对乘客使用的车票进行检票和验票功能。

21.1.44 车票处理单元应对车票进行读写，处理车票交易；应支持多安全存取模块（SAM）同时工作，具备 4 个 ISO 7816—1/2/3 标准的安全存取模块（SAM）插槽；应满足互联互通要求。

21.1.45 顶棚导向标志应设置于自动检票机上方，并为双面显示。显示内容应与自动检票机两端方向指示器同步。

V 网络系统

21.1.46 网络应采用清算管理中心、多线路共用线路中心、线路汇聚点、车站（含综合维修基地和票务分中心）四级组网。

21.1.47 清算管理中心与多线路共用线路中心之间网络、线路汇聚点与车站之间网络的互联应采用通信传输网，为主备传输通道。多线路共用线路中心与线路汇聚点之间网络的互联宜采用计算机网络。车站网络宜采用工业以太网。重要网络应采用冗余设计。

VI 电源及接地

21.1.48 AFC 系统应为一级负荷，备用电源宜采用不间断电源。线路中心不间断电源供电时间应为 120min，车站不间断电源供电时间应为 60min。

21.1.49 配电设计应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 的要求；应保证各相负载均衡，

并应考虑设备在开机、关机时对电源的冲击；应方便维修。

21.1.50 AFC 配电箱宜单独设置，地上车站配电箱应设置防雷保护模块。

21.1.51 地上车站设备应设置加热回路。

21.1.52 单独配置的不间断电源应具备电源网络管理功能。

21.1.53 系统应与其他系统共用接地装置，接地电阻不大于 1Ω 。

21.1.54 车站终端设备、金属管、槽、盒等应进行电气连接，并可靠接地。

VII 电 缆 电 线

21.1.55 电力电缆、电线和网络电缆、光缆的敷设应分别符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 和《综合布线系统工程设计规范》GB 50311 的有关规定。

21.1.56 电力电缆、电线和网络电缆、光缆应采用低烟、无卤、阻燃材料。

21.1.57 车站网络的铜芯电缆应采用屏蔽型。

21.1.58 电力电缆、电线和网络电缆、光缆应分管或分槽敷设，预埋管、槽、盒应防腐、防水。

21.1.59 埋设于地面装修层内的线槽尺寸应结合所敷电力电缆、电线或网络电缆、光缆截面积、占空比、装修层厚度、结构正误差等数据计算确定。

VIII 软 件

21.1.60 软件应包括操作系统、数据库系统、网络管理软件、防病毒软件和系统应用软件等。

21.1.61 系统的信息安全等级应达到现行国家标准《计算机信息系统安全保护等级划分准则》GB 17859 中所规定的二级。

IX 时 钟

21.1.62 AFC 系统时钟应取自自动售检票系统清分管理中心系统，并下传到各线路。

21.1.63 AFC 系统应具备时钟同步功能，超过参数设置的差异应修正并记录。

X 车站售检票终端设备

21.1.64 设备配置应符合下列规定：

- 1 在付费区与非付费区交界处应至少设置 1 台半自动售票机用于补票；
- 2 每组自动售票机和每组自动检票机，其数量不应少于 2 台和 3 通道；
- 3 在每组自动检票机中应设置有双向检票机；应根据客流数据及车站周边环境特点综合确定双向检票机数量；
- 4 在每组自动检票机中应设置有宽通道检票机；当车站周边与交通枢纽、大型场馆、大型商业区邻近时，应结合客流特点确定宽通道检票机数量；
- 5 半自动售票机的设置应结合客流数据和车站售补票区域的分布综合确定，每售补票区域内的半自动售票机应考虑备用；
- 6 便携式验票机宜按每站不少于自动检票机组数量及 5 台配置；
- 7 在指挥中心应设置 2 套车站系统和设备。

21.1.65 设备布置应符合本规范第 9.5 节的有关规定，并应避免阳光直射。

21.1.66 设备与周边墙、柱的距离应考虑设备使用要求、维修要求和土建施工误差。

XI 线路设备用房

21.1.67 线路 AFC 系统设备用房应包括线路中心用房、车站用房和综合维修基地用房等。

21.1.68 线路中心用房应包括机房、网管室、运行控制室、票务管理室、清算对账室、资料室及相关办公用房等，其中机房、网管室可由多线路共用线路中心系统统一设置。

21.1.69 车站用房应包括 AFC 的设备室、票务室、车票分拣室、配线间、维修工区和售票亭等，其中设备室、维修工区可与相关弱电专业统一设置。设备室和配线间的用房面积应考虑系统升级改造期间的旧设备同时运行所需的安装空间。

21.1.70 AFC 设备室应设置在站厅，并靠近公共区。AFC 票务室应与车站综合控制室相邻近，并位于同一走廊。AFC 配线间应设置在站厅非车站综合控制室端，并应靠近公共区。

21.1.71 AFC 车票分拣室应根据线路车站数量和车票调配量在 1 座~2 座车站设置。AFC 维修工区宜每 6 座车站设置 1 处。

21.1.72 售票亭应兼顾售票和补票。售票亭的净深不宜小于 1800mm，操作面宽不宜小于 2000mm/售票工位，售票窗台高度宜不高于 1100mm，低位售票窗台高度宜不高于 800mm。售票亭每个售票窗口宜设置语音对讲设施。

21.1.73 同站台换乘站设备用房宜合设，同站厅换乘站 AFC 票务室应根据具体车站类型确定。通道换乘站设备用房应分设。

21.1.74 综合维修基地用房应包括维修管理室、电子维修间、机械维修间、仪器间、备品间、技术室、班组用房、资料室、模拟测试室、培训室、电源室等。其中电子维修间、机械维修间、备品间应设置在首层。

21.2 门禁系统

I 一般规定

21.2.1 轨道交通工程宜设置门禁系统。

21.2.2 门禁系统应具有出入口监控和安全管理等功能，可根据工程需要设置其他功能。

21.2.3 门禁系统应按集中管理，分级控制的方式设计。

21.2.4 设有门禁装置的通道门、系统设备用房门、管理用房门应满足消防疏散和防冲撞的要求。

21.2.5 门禁系统应实现与火灾自动报警系统的联动控制，车站综合控制室紧急后备盘上应设紧急释放控制按钮。

21.2.6 门禁系统设备宜按工业级标准进行设计，满足轨道交通环境的使用要求。

21.2.7 门禁系统宜采用轨道交通员工卡作为授权卡。

21.2.8 换乘车站门禁系统应根据车站换乘方式确定，宜按系统共享原则设置相应的系统。

II 系统构成

21.2.9 门禁系统宜由中央级系统、车站级系统、现场级系统和终端设备、传输网络、电源及门禁卡等组成。

21.2.10 门禁系统传输网络监控管理层系统宜自成系统或与其他系统合用。

III 系统功能

21.2.11 中央级系统应具备下列功能：

- 1 具有门禁授权管理、数据库管理、设备监视与控制功能；
- 2 具有向车站级系统下达系统工作参数、授权参数、黑名单等信息功能；
- 3 具有系统设备数据统计、报表、分类存储和打印功能；
- 4 具有查询系统设备信息功能；
- 5 统一管理合法持卡人的访问权限功能；
- 6 具有登录、修改、操作、报警等信息的系统日志功能。

21.2.12 车站级系统应具备下列功能：

1 具有接收中央级系统下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，并下传至现场级系统和终端设备功能；

2 具有监控现场级系统和终端设备的运行状态，并将数据上传至中央级系统功能；

3 具有对设备终端实时状态监控、报警及打印功能；

4 具有中央级系统发生故障或传输网络中断时，车站级系统应能独立运行的功能。

21.2.13 现场级系统和终端设备应具备下列功能：

1 具有车站控制器接收车站级系统下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，并下传至本地控制器的功能；

2 具有车站控制器监控本地控制器、读卡器等的运行状态，向车站级系统上传卡识别、控制动作、设备运行及门开闭状态等信息功能；

3 车站控制器应具备在线、离线、灾害及维修等运行模式功能；

4 车站控制器应具有本地数据存储和保护功能；

5 本地控制器接收车站控制器下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，并下传至读卡器功能；

6 本地控制器监控读卡器等的运行状态，向车站控制器上传卡识别、控制动作、设备运行及门开闭状态等信息功能；

7 本地控制器根据指令或权限向读卡器发出动作信号，读卡器向电子锁发出动作信号，控制电子锁执行门的开启和锁闭操作功能；

8 本地控制器应具备在线、离线、灾害及维修等运行模式功能；

9 本地控制器应具有本地数据存储和保护功能。

21.2.14 设置门禁的房门应在出门侧设置出门按钮。

21.2.15 电子锁应具有断电释放的功能。

IV 安全等级和监控对象

21.2.16 系统设计应明确监控管理的对象和安全等级。

21.2.17 安全等级应分为四级，各安全等级的配置应符合下列规定：

1 一级应设双向读卡器，进门侧设密码键盘或其他识别装置，并与视频监控系统相互配合，实现安全联动监控；

2 二级应设双向读卡器，进门侧设密码键盘或其他识别装置；

3 三级应设双向读卡器；

4 四级只设单向读卡器。

21.2.18 控制中心监控对象：

1 调度大厅的安全等级不应低于二级；

2 重要设备用房的安全等级不应低于三级；

3 管理用房及内部通道门的安全等级不应低于四级。

21.2.19 车站监控对象：

1 设备用房：通信设备室、信号设备室、变电所控制室及设备室、综合监控系统设备室、自动售检票设备室、站台门设备室、应急照明设备室、自动灭火设备室、环控电控室、通风空调机房、消防泵房等，设置的安全等级不宜低于三级；

2 通道门：设备管理区直通地面的紧急疏散通道门、设备管理区直通公共区的通道门等，设置的安全等级宜为四级。

3 管理用房：车站综合控制室、站长室、站务室、设备维修工区等，设置等级不宜低于三级安全等级，票务管理室设置的安全等级不宜低于二级。

21.2.20 车辆综合基地监控对象：

1 设备用房：通信设备室、信号设备室、变电所控制室及设备室、综合监控设备室、消防控制室、自动售检票维修及重要管理用房等，设置的安全等级不宜低于三级；

2 管理用房：档案库房、财务室（库房）、材料库房、培训设备室、重要维修和测试设备用房，设置的安全等级宜为四级；

3 主变电所监控对象：通道门、设备房和控制室等，设置的安全等级不宜低于三级；无人值班的主变电所的通道门宜为二级。

21.2.21 设套间的房间可只在通向走道的门上设置门禁；当一个房间有多个门时，可只在一个常用门处设置门禁。

V 系统接口

21.2.22 门禁系统接口设计应对接口的物理特性进行描述，宜包括下列内容：

- 1 接口位置；
- 2 通信介质；
- 3 链路数量；
- 4 连接型式；
- 5 物理接口界面。

21.2.23 门禁系统接口设计应包括下列内容：

- 1 接口软件通信协议；
- 2 冗余要求；
- 3 监控信息点表；
- 4 采用结构化形式组织；
- 5 电磁兼容性要求。

21.2.24 接口信息传输速率应满足专业应用功能要求。

21.2.25 接口应能处理各类接口异常，关键环节应满足适应多点故障处理的要求和具有最大限度连通支持。

21.2.26 接口应具有故障诊断能力，关键环节应具有故障自修复能力，并应保证接口功能正常。

21.2.27 门禁系统接口设计与管理应提供下列接口文件：

- 1 接口规格书；
- 2 接口测试计划；
- 3 接口测试规格书；
- 4 监控信息点表。

21.2.28 接口设计中的监控信息点表应采用结构化形式进行描述，宜选用 XML 文档形式。

VI 供电、接地及防雷

21.2.29 门禁系统的负荷等级应为一级负荷；宜设置不间断电源系统，后备供电时间宜为 60min。

21.2.30 门禁系统接地应与其他系统共用接地装置，接地电阻应不大于 1Ω 。

1 接地干线应采用两根截面不小于 25mm^2 的塑料绝缘铜芯电线，接地支线截面应不小于 6mm^2 的塑料绝缘铜芯电线；

2 所有门禁系统现场机柜及终端设备均应接地。

21.2.31 门禁系统防雷应满足现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 及其他国家相关标准、规范的有关规定。

VII 布 线

21.2.32 门禁系统的数据线与电源线不应共用一条电缆，不应敷设在同一金属管路内。

21.2.33 门禁系统布线应考虑对周围环境电磁干扰的影响。采用屏蔽布线系统时，应保持系统中屏蔽层的连续性，以满足系统接地的可靠性，其电缆屏蔽层宜采用一点接地。

21.2.34 数据线宜采用低烟、无卤、阻燃、屏蔽电缆。

VII 系统设备布置

21.2.35 设备用房宜与通信设备合并设置，并宜靠近其他弱电设备房。

21.2.36 设备用房面积应满足远期设备容量需求，并应便于设备的更新改造。

21.2.37 设备用房室内净高不应小于 2.8m。

21.2.38 设备用房环境应达到防尘、防潮、隔音，并应采取防静电措施。温湿度不应低于现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 中 C 级标准。

22 车辆综合基地

22.1 一般规定

22.1.1 车辆综合基地应包括车辆运用、检修、综合维修和必要的办公、生活等设施；根据需要可设置物资总库、培训设施。

22.1.2 车辆综合基地的功能和各项设施的配置，应根据北京市轨道交通线网规划、线网车辆综合基地布局规划、既有轨道交通车辆综合基地的配置状况，以及选址条件、车辆和运营条件等因素综合确定。

22.1.3 车辆综合基地的设计应初、近、远期相结合。其站场线路、房屋建筑和机电设备等设施应按近期需要设计；用地范围应按远期最大运营规模控制。初期配属列车数应满足3分钟行车间隔的需要。检修车和备用车的数量之和，初期不宜低于总配属列车的20%，远期不宜低于15%。

22.1.4 车辆综合基地的建筑设计应贯彻节约能源的方针。办公楼、培训中心、公寓、食堂等公共建筑的围护结构热工设计应符合本规范第26.1.10条的规定。

22.1.5 车辆综合基地应有完善的消防设施。防灾和建筑防火设计应符合本规范第24章的有关规定。

22.1.6 车辆综合基地的设计应积极推广新技术、新工艺、新材料和新设备；机具、设备应采用国家（或行业）的标准系列产品；部分专业设备无标准产品时，宜选用成熟的非标准设备。

22.1.7 车辆综合基地的设计应对所产生的废气、废液、废渣和噪声等进行综合治理，并符合国家有关规范、规定的要求和北京市现行的治理、排放标准。环境保护设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

22.1.8 车辆综合基地设计，应坚持水土保持原则，涉及河道及既有水利设施改变时，应根据当地的地形条件和水文资料合理布置排水、防洪设施，并需取得北京市航运和水利部门的意见。

22.1.9 车辆综合基地总平面布置应以车辆运用、检修设施为主体，根据地形条件及综合维修、物资总库和其他设备、设施的功能要求和工作性质，按有利生产、方便管理的原则进行统筹安排，分区布置，并应满足远期发展的需要。

22.1.10 综合维修、物资总库、培训中心的辅助生产设施及配套生活设施宜与车辆运用、检修同类设施合建。

22.2 车辆综合基地分类及功能

22.2.1 车辆综合基地的功能、布局 and 各项设施的配置应充分利用线网资源，在满足功能的前提下，实现资源共享，减少工程投资。

22.2.2 根据承担的功能、任务范围不同，车辆综合基地应划分为停车场、车辆段和车辆厂。

22.2.3 车辆段是车辆检修的基本单位，每条轨道交通线路应设置车辆段，并根据线路情况、用地条件或其他运营需要增设停车场，停车场应隶属于本线车辆段管理。

22.2.4 停车场功能及设施应包括下列内容：

- 1 承担本场配属车辆的停放、运用、整备和日常检查任务，并负责本场配属列车的乘务工作；
- 2 应配备停车列检库等主要运用设施。当停放规模超过12列时，宜设置洗车库；
- 3 场内宜设行政、技术管理办公楼及食堂、浴室、乘务员公寓等后勤保障设施；
- 4 停放规模超过12列的停车场可增设月检或临修等检修配套设施；
- 5 停车场可根据本线路需要承担综合维修、物资总库任务，并设置相应设施。

22.2.5 车辆段功能及设施应包括下列内容：

- 1 承担车辆架修及其以下各修程的检修任务以及配属车辆的停放、运用、整备和日常检查任务；
- 2 承担架修功能的车辆段应配备架修库、临修库、月检库、停车列检库、静调库、洗车库、不落轮镟库、吹扫库、调车机车库、试车线等主要运用和检修生产设施；
- 3 不承担架修功能的车辆段应配备临修库、月检库、停车列检库、静调库、洗车库、不落轮镟库、吹扫库、调车机车库、试车线等主要运用和检修生产设施；
- 4 应设行政、技术管理办公楼及食堂、浴室、乘务员公寓等后勤保障设施；
- 5 承担架修功能的车辆段的架修能力，应根据线网资源共享的有关要求设置，宜至少满足 2 条线路配属车辆的检修需要，并尽量设置在车辆维修量较大的线路上；
- 6 车辆段宜承担综合维修、物资存储和培训功能，并设置相应设施。

22.2.6 车辆厂功能及设施应包括下列内容：

- 1 承担轨道交通线网车辆的厂修及车辆部件的集中检修任务；
- 2 应根据需要配备厂修库、静调库、吹扫库、调车机车库、试车线等主要检修生产设施；
- 3 应设行政、技术管理办公楼及食堂、浴室等后勤保障设施；
- 4 车辆厂选址应具备方便各线车辆送修的联络条件；
- 5 车辆厂的功能、规模和设置地点应符合北京市轨道交通线网规划的要求。

22.3 车辆定检标准及设施规模

22.3.1 车辆综合基地的规模应满足车辆运营、维修功能要求，并根据线路长度、行车交路、运行对数、运营计划、列车编组、车辆检修周期和检修时间、车辆技术参数综合计算确定，并应按最不利情况进行校验。

22.3.2 车辆宜采用预防性计划维修制度，并宜采用状态修与计划修相结合的维修制度，以及社会化委托与专业化检修相结合的维修模式。

22.3.3 车辆检修宜采用日常维修和定期检修相结合的检修体制，积极推行换件修。

22.3.4 车辆检修修程和检修周期应由车辆制造商提供，未能提供时，可按厂修、架修、月检和列检四个等级维修模式进行设计，检修周期、检修时间可参照表 22.3.4 确定。

表 22.3.4 车辆定检标准

检修种类	检 修 周 期		检修时间（天） （停修/库停）	备 注
	里程（万公里）	时间（年）		
厂修	150~160	15~16	70/60	车辆厂
架修	37.5~40	3~4	24/17	架修车辆段
月检	2	2 个月	1/1	车辆段、停车场
列检	—	每天或双日	—	车辆段、停车场

22.3.5 车辆综合基地各检修列位数，应根据运用车辆全年走行公里、检修周期、检修时间和各修程的检修不平衡系数计算确定。检修不平衡系数宜按月检 1.2、厂架修 1.1 计取。

22.3.6 车辆检修宜采用定位作业方式，部件检修可根据需要采用流水作业方式。

22.3.7 车辆综合基地的组织机构应根据运营管理模式确定，以便于组织生产为原则，宜设运用车间、检修车间和设备车间。

22.3.8 车辆综合基地车辆列检应采用综合计算工时制；车辆维修采用标准工时制。

22.4 车辆综合基地选址及总图设计

22.4.1 车辆综合基地选址应符合如下要求：

- 1 用地性质应符合城市总体规划要求，应具有远期发展余地；
- 2 车辆段、停车场应有良好的车站接轨条件，便于运营和管理；
- 3 车辆厂宜与国家或地方铁路接轨；
- 4 车辆综合基地应具有良好的自然排水条件，宜避开工程地质和水文地质的不良地段，应避免让保护建筑、自然保护区、风景区、高压走廊、铁路、城市主干道等；
- 5 便于城市电力线路、给/排水管道的引入和道路的连接。

22.4.2 车辆综合基地的选址，应遵循方便运营、减少列车空走距离、少占用土地的原则。当车辆综合基地至终点站的长度大于 20km 时，可增设停车场。

22.4.3 车辆综合基地总平面布置，应符合下列要求：

- 1 站场线路路肩设计高程应根据附近内涝水位和周边道路高程综合确定。沿河道附近地区的站场线路路肩设计高程不应小于 1/100 潮水位、波浪爬高值和安全高之和；场坪高程应高于相临道路最低高程；
- 2 车辆综合基地宜按功能进行分区布置，各功能区应相对集中，且便于相互联系；
- 3 功能分区内各项设施的布置应紧凑、合理；
- 4 车辆综合基地距离最近的车站较远时，段内可设置小站台。

22.4.4 车辆综合基地内道路设计应符合下列规定：

- 1 道路应采用混凝土路面或沥青路面。单车道宽度不应小于 4m，双车道宽度不应小于 7m；单车道长度大于 200m 时应增加停靠区；
- 2 库、线的平交道口封闭管理时不宜影响正常交通运输功能；
- 3 消防车道设置要求应符合本规范第 24.2.3 条的有关规定；
- 4 主运输道路的圆曲线半径应为 12m。道路直线段纵坡不应大于 8%，曲线段纵坡不应大于 6%；
- 5 当道路平面交叉时，节点上相交道路的条数不得超过 4 条。交叉节点宜为正交，当需要斜交时，交叉角不宜小于 45°；
- 6 应结合道路设室外停车场，停车数量不少于 6 辆/万建筑平米。

22.4.5 应设围蔽设施和门卫室，围蔽设施的设计应结合区域环境，选用美观、具有安全防护作用的结构型式和材料。

22.4.6 生产房屋的布置，应以车辆运用、检修设施为核心，各辅助生产房屋应根据生产性质、按系统布置；与车辆运用和检修作业关系密切的辅助生产房屋宜分别布置在相关车库的侧跨内或邻近设置；性质相同或相近的房屋宜合并设置。

22.4.7 车辆综合基地的空压机站、变配电所、给水泵房和锅炉房等动力房屋，应靠近负荷中心设置，其中空压机站、锅炉房宜单独设置。

22.4.8 产生噪声、冲击振动或易燃、易爆的车间应单独设置；产生粉尘、有毒或有害气体的车间宜布置在常年主导风向的下风侧，并宜远离生活、办公区。

22.5 车辆运用、整备设施

22.5.1 车辆综合基地根据其功能应设置车辆运用、整备和检修设施，包括运用整备、检修、配套及辅助设施。

22.5.2 运用整备设施宜包括停车库、列检库、洗车库、月检库及辅助生产房屋。

22.5.3 停车库、列检库设置应符合下列要求：

1 停车库、列检库宜合并设置为停车列检库。其规模应按近期需要建设，远期规模预留。近、远期规模变化不大或厂房扩建困难时，其厂房可按远期规模一次建成；

2 停车列检库设计总列位数应按本段（场）配属列车数扣除每天在修列车数计算确定，其中列检列位数按列检任务量计算确定，并应不少于总停车列位数的 50%；

3 当停车列检库为尽端式时，每条库线宜按远期编组车辆数一列位布置，最多不应大于两列位；当停车列检库为贯通式时，每条库线宜按远期编组车辆数两列位布置，最多不应大于三列位；

4 停车列检库所有库线应根据车辆的受电方式设置接触轨或架空接触网。停车列检库列位端部应设置接触轨或架空接触网隔离的启闭设备、带电显示设施、出入库声光警示设施等；架空接触网绝缘段应靠近车库大门设置；接触轨应分段设置并加装安全防护罩；

5 当采用架空接触网供电时，停车列检库架空接触网导线标高宜为+5.0m。靠墙、柱侧应设置车顶受电弓、空调检查平台、安全防护栏、安全带挂钩和上下步梯，并设置相应的安全防护设施。架空接触网隔离开关应与车顶检查平台的出入门进行联锁；

6 停车库库内地坪标高宜低于钢轨面 220mm。列检线应设中间检查坑，坑深宜为轨面下 1.4m~1.6m，坑内应有良好的照明和排水设施，股道两侧面地坪在有条件部位宜适当下沉，下沉深度宜为轨面下 0.6m~1.0m；

7 车库长度应不小于下列公式计算值，并结合厂房组合情况和土建设计要求适当调整；

——停车库计算长度：

$$L_{tk} = (L+2) \times N_1 + (N_1-1) \times 8+9 \quad (22.5.3-1)$$

式中 L_{tk} ——停车库长度（m）；

N_1 ——每条线停车列位数；

L ——列车长度（m）；

2——停车不准确距离（m）；

8——停车列位之间通道宽度（m）；

9——停车库两端横向通道的宽度（m）。

——列检库计算长度：

$$L_{jk} = (L+5) \times N_2 + (N_2-1) \times 8+9 \quad (22.5.3-2)$$

式中 L_{jk} ——列检库长度（m）；

N_2 ——每条线列检列位数；

5——为停车不准确距离 2m 和检查坑前后阶梯踏步长度各 1.5m 之和（m）；

8——为列检列位之间通道宽度（m）；

9——为列检库两端横向通道的宽度（m）。

8 车库宽度应按铺设股道数量、股道间作业、运输通道等因素确定，并应符合表 22.6.14 的规定。

22.5.4 月检库设置应符合下列规定：

1 当月检库为贯通式时，可按每股道 2 列位设置；当车库为尽端式时，宜按每股道 1 列位设置；

2 月检库股道应采用架空形式，库两端和列位间横向通道、辅助生产房屋门前通道标高应为±0.00，并连成库内通道；

3 月检库设置架空接触网时，架空接触网导线标高宜为+5.7m，列车端部应设置供电隔离的启闭设备、带电显示设施、出入库列位外声光警示设施等，接触网绝缘段应靠近车库大门设置；

4 采用接触轨供电时，接触轨不应进入月检库库线；

5 月检库应设置车顶作业平台，并应安装动力插座和安全防护设施。平台标高宜为+3.6m；需要设

置中层作业平台时，平台标高应与车辆地板面持平。平台与车辆之间的间隙应满足车辆限界要求。工作平台宜设置给排水设施；

6 采用架空接触网供电时，进出平台的门与该列位的架空接触网隔离开关应设置安全联锁装置；

7 月检线均应设中间检查坑，坑深宜为轨面下 1.2m~1.4m，坑内应有良好的照明和排水设施，并设置动力插座和安全照明插座。为便于月检作业，股道两侧面地坪宜采用下沉方式，下沉范围宜为轨面下 0.6m~1.0m；

8 应根据检修作业需要设置工业吸尘装置和静态调试电源设备；

9 车库长度应不小于下列公式计算值，并结合厂房组合情况和土建设计要求适当调整。月检库计算长度：

$$L_{yk} = (L+2) \times N_3 + (N_3-1) \times 8 + 25 \quad (22.5.4)$$

式中 L_{yk} ——月检库计算长度 (m)；

N_3 ——每条线月检列位数；

2——为停车不准确距离 (m)；

8——为月检列位之间通道宽度 (m)；

25——为车库前后横向通道宽度 9m 与列位两端斜坡道各长 8m 之和 (m)。

10 月检库可单独设置或与停车列检库合建。

22.5.5 洗车库应包括机械洗车机、洗车线和生产房屋，其设计应符合下列要求：

1 洗车机宜采用通过式，洗车线宜布置在入段线端停车列检库库前咽喉区前部，并与入段线并联。当地形受限时，洗车线可按尽端式布置；

2 当采用架空接触网供电时，洗车线架空接触网应满足列车洗车作业连续供电的要求；洗车库内的架空接触网应具有局部切断电源的功能，确保设备检修时检修人员的安全；当采用接触轨供电时，洗车设备作业范围内的线路不应设置接触轨；

3 洗车库的长度、宽度和高度应根据洗车设备的要求确定；洗车线在洗车机前后一辆车长度范围应为直线；库内应有采暖设施，库大门需设空气风幕阻隔设施；

4 洗车线有效长度应不小于下列公式计算值：

——贯通式洗车线有效长度为：

$$L_{ts} = 2L + L_s + 12 \quad (22.5.5-1)$$

式中 L_{ts} ——贯通式洗车线有效长度 (m)；

L_s ——洗车机或洗车库长度 (包括连锁设备) (m)；

12——信号安装附加距离 (m)。

——尽端式洗车线有效长度为：

$$L_{js} = 2L + L_s + 10 \quad (22.5.5-2)$$

式中 L_{js} ——尽端式洗车线有效长度 (m)；

10——线路终端安全距离 (m)。

5 洗车线应根据洗车设备的要求配备辅助生产房屋，洗车库内设施应采取防水、防腐蚀措施。

22.6 车辆检修设施

22.6.1 检修设施宜包括厂修库、架修库、临修库及附属车间、静调库、吹扫库、不落轮镟库、调车机车库等，并应设置试车线。车辆厂、车辆段应根据其功能和检修工艺要求设置相应的生产设施。

22.6.2 仅具备临修功能的车辆段应设临修库、静调库及相应的辅助生产房屋，静调库宜结合月检库

设置。

22.6.3 承担架修任务的车辆段除设置上述功能设施外，尚需增设架修库及转向架、电机、电器、空调等部件检修间和设备维修间，并根据车体检修作业需要设置油漆库。

22.6.4 多线路共享架修段的架修主库、主要检修设施、车间宜共享使用。

22.6.5 车辆厂应设车体整修及车辆组装厂房，相关配套设施的技术标准可参照本规范执行。

22.6.6 车辆段应设置不落轮镟库。

22.6.7 架修库设置应符合下列规定：

1 其规模应根据检修作业量、检修时间计算确定。厂房的布置和尺寸应满足工艺流程和检修作业的要求；

2 架空接触网或接触轨不应进入架修库；

3 库内应设起重运输设备，起重机走行轨面高度应根据架车高度、车项吊运作业要求及起重机规格、型号等因素确定；

4 转向架检修间应毗邻架修库设置。其规模应根据转向架检修任务量、作业流程和停修时间计算确定，车间内配备必要的起重设备；

5 电机检修间应邻近转向架检修间设置，配备必要的起重设备；电机试验间、电源间应毗邻设置，并采取有效的降噪、隔声措施；

6 蓄电池检修间宜独立设置，并布置在常年主导风向的下风位置。其规模应满足车辆蓄电池检修和充电的需要，并宜满足调车机车、工程车、蓄电池叉车、搬运车和汽车蓄电池的检修和充电要求。

22.6.8 临修库设置应符合下列规定：

1 临修宜采用定位作业，并宜以列位为计算单位，列位的长度应按单元车解钩的作业需要设计；

2 临修库宜按停放一列车长度设计，库内应设置一个单元车架车作业设施以及更换空调的设备；

3 临修线不应设架空接触网或接触轨；

4 临修线应设中间检查坑，坑深宜为轨面下 1.2m~1.4m，检查坑内两侧应设固定照明及动力和安全照明插座，并有良好的排水设施；

5 临修库内应设起重设备，起重设备的类型及起重吨位应根据检修工艺确定；

6 临修库的长度应不小于下列公式的计算值：

$$L_{lk}=L+L_z+20 \quad (22.6.8)$$

式中 L_{lk} ——临修库的长度 (m)；

L_z ——转向架长度 (m)；

20——车库前后通道距离 11m、临修作业推出一个转向架进行换轮作业的长度 6m 与检查坑两端阶梯踏步长度各 1.5m 之和。

7 车库的宽度应符合表 22.6.14 的相关规定。

22.6.9 静调库设置应符合下列规定：

1 静调列位应满足单辆车及整列车调试的要求。静调列位宜单独设于静调库，当静调线与月检库线共用时，应设静调安全防护设施；

2 静调列位应设置车辆外接调试电源设备；

3 静调线应设中间检查坑，坑深宜为轨面下 1.2m~1.4m，坑内应有良好的照明和排水设施；

4 根据车辆调试需要，在车顶空调和受电弓对应部位位置宜局部设置高作业平台和护栏，平台标高宜为 3.6m，平台宽度应满足车辆限界要求；

5 车库的长度应不小于下列公式计算值：

$$L_{jt}=L+16 \quad (22.6.9)$$

式中 L_{jt} ——静调库长度 (m);

16——车库前后通道距离 11m、列车首尾距阶梯踏步长度各 1m 与检查坑两端阶梯踏步长度各 1.5m 之和 (m)。

6 车库的宽度应符合表 22.6.14 的相关规定。

22.6.10 吹扫库设置应符合下列规定:

1 吹扫库应根据工艺流程和厂房组合情况合理布置,可单独设置,亦可与检修库合并设置,并以实体隔墙隔开;

2 吹扫线宜设置柱式检查坑,检查坑深度和两侧低位工作面标高应根据吹扫作业方式确定。车库两端地坪标高应为±0.00m;

3 吹扫库长度宜与静调库长度一致;

4 吹扫设备的选型应避免对工作环境的污染,宜选用高压冲洗、大功率吸尘设备。

22.6.11 不落轮镟库设置应符合下列规定:

1 不落轮镟库应结合车辆段总平面、工艺流程和厂房组合情况合理布置,可单独设置,也可与其他厂房合并设置;

2 车辆段总平面布置应考虑不落轮镟修作业时,列车长时间占用平交道口对道路的阻隔影响;

3 不落轮镟库的长度和库宽应满足设备安装和镟轮作业的需要,设备基坑应有良好的排水设施,库内宜设置 2t 悬挂起重机,库内环境满足机床使用要求;

4 不落轮镟库内不宜设置架空接触网或接触轨,列车出入库和轮对加工定位应配备专用牵引设备;库内轨道应绝缘,机床应设置可靠接地装置,并防止该接地与列车牵引回流轨的电流交汇,以确保机床安全使用。

22.6.12 调车机车库设置应符合下列规定:

1 车辆段应配备调车机车和停放车库。调车机车应有一台备用;

2 调车机车库的规模应按远期配备台数确定,库内应至少有一股道设检查坑,坑深宜为轨面下 1.2m~1.4m,坑内应有良好的照明和排水设施;

3 车库的长度应考虑大型养护车辆的存放,应不小于下列公式的计算值:

$$L_{nk}=(L_n+2) \times N_4+(N_4-1) \times 4+7 \quad (22.6.12)$$

式中 L_{nk} ——调车机车库长度 (m);

L_n ——调车机车长度 (m);

N_4 ——每一条线上停放调车机车台数;

2——机车停车误差 (m);

4——两机车之间通道宽度 (m);

7——车库前后横向通道宽度之和 (m)。

注:有检修作业时,其库长宜增加 7m。

4 根据作业性质应设置必要的附属用房和检修设施。

22.6.13 油漆库设置应符合下列规定:

1 宜根据停修作业时间按台位设置,车库尺寸应根据工艺要求确定;

2 宜独立设置,并布置在常年主导风向的下风位置;

3 库内应设通风、给排水设施和压缩空气管路,漆雾处理应满足环保要求;

4 库内所有电气设备均应采取防爆措施。

22.6.14 车辆综合基地各车库的通道宽度和车库大门等部位的最小尺寸应符合表 22.6.14 的规定。

表 22.6.14 车辆综合基地各车库有关部位最小尺寸 (m)

车库种类项目名称	停车库	列检库	月检库	临修库静调库	架修库	油漆库	调车机车库
车体之间通道宽度 (无柱)	1.6 (1.4)	2.0 (1.8)	3.0	4.0	4.5	2.5	2.0
车体与侧墙之间的通道宽度	1.5 (1.4)	2.0 (1.6)	3.0	3.5	4.0	2.5	1.7
车体与柱边通道宽度	1.3 (1.2)	1.8 (1.4)	2.2	3.0	3.2	2.2	1.5
库内前、后通道净宽	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	3.0	3.0
车库大门净宽	$B+0.6$						
车库大门净高	$H+0.4$						

注：1. B —电动车辆或调车机车的宽度； H —电动车辆（受电弓电动车辆按受电弓落弓高度计算）或调车机车的高度。

2. 车库大门净高未考虑受电弓升弓进库的高度。

3. 静调库、吹扫库各部分尺寸参照月检库设计。

4. 车辆为架空接触网受电时，停车库、列检库通道宽度可采用括号内尺寸；其余车库尺寸均与接触轨制式车辆车库的相同。

22.7 车辆综合基地站场线路

22.7.1 车辆综合基地应设出入线、洗车线、镟轮线、试车线和各种库线（包括停车、列检、月检、静调和临修、架修等库线及调车机车和特种车辆停放库线），并根据需要设材料线、平板车线、牵出线、回转线、存车线及机车走行线等。

22.7.2 车辆综合基地站场线路设置应符合下列要求：

- 1 出入线最小曲线半径：A 型车 200m，B 型车 150m；最大纵坡：35%（不含坡度折减）。
- 2 车场线最小曲线半径：150m；库外线路纵坡不大于 1.5%。
- 3 车场线宜采用 7 号道岔。

22.7.3 出入线具有双向运行功能，并应根据行车、信号和车辆的要求设置信号转换轨，长度不小于 1 列车长，宜设在缓坡上。

22.7.4 不具备条件设置八字形出入线的线路，宜在所辖车辆段考虑其他列车调头设施。

22.7.5 洗车线宜贯通式设置。洗刷设备前后线路的有效长度均应不小于 1 列车的长度。

22.7.6 镟轮线的设置应符合下列要求：

- 1 镟轮线宜采用尽端式布置；
- 2 镟轮线的有效长度应满足列车所有轮对镟修作业的要求，设备前后应有一辆车长度的直线段。

22.7.7 试车线的设置应符合下列要求：

- 1 试车线应为平直线路，条件困难时，在满足试车速度前提下，线路两端可适当设置曲线；
- 2 试车线应设于车辆段的边缘地带。试车线的长度应满足车辆、信号车载设备检修后的试验要求，并应满足列车最高运行速度、惰行时间 15s~20s 的试验要求；

- 3 试车线应采取隔离等安全措施。

22.7.8 车辆综合基地应设牵出线。其数量应根据调车作业方式、工作量确定，其有效长度应不小于（列车总长度+调车机车长度+安全距离 10m）的计算值。

22.7.9 材料线的设置应符合下列要求：

- 1 材料线在材料堆场一侧宜设置硬化地面；
- 2 材料线有效长度应不小于（调车机车长度+平板车辆联挂长度+安全距离 10m）的计算值。

22.7.10 平板车线的设置应符合下列要求：

- 1 平板车线的设置宜方便调车机车的联挂、进出出入线进行正线巡检、检修、抢修、救援等作业要求；
- 2 平板车线的有效长度应不小于（2 台调车机车长度+平板车辆联挂长度+安全距离 10m）的计算

值。

22.7.11 车辆综合基地为贯通式布置时，应设联络车场两端咽喉区的走行线。

22.7.12 车辆综合基地内应设置调车机车停放库线，有条件的宜倒装设置。调车机车停放库线的数量应根据调车机车台数确定，并宜按每线停放2台调车机车设计。

22.7.13 车辆综合基地各种检修库线应根据工艺要求和作业内容合理布置，库前应有宽度不小于10m的平直线路，库门外均应设置截水沟。

22.7.14 正线沿线列检线应根据列车作业要求设置相关设施，并满足下列要求：

- 1 尽端式列检线的有效长度应不小于（列车长度+车挡长度+24m）的计算值；
- 2 列检线宜设检查坑，检查坑长度应不小于（列车长度+5m）的计算值。检查坑内应设排水设施和交流220V插座及固定照明；
- 3 列检线就近车站应设列检必要的生产、生活、办公房屋。

22.8 设备维修与动力设施

22.8.1 车辆综合基地生产设备应采用统一管理、集中检修的原则。有条件时，设备的大修宜外委或外协进行。

22.8.2 设备维修间设置应符合下列要求：

- 1 设备维修间应根据基地内机电设备和动力设施维护、检修的需要配备必要的机加工设备、焊接设备、检测设备、管道维修设备和起重运输设备等；
- 2 车辆综合基地检修车间与设备车间的通用机加工设备应合并设置。

22.8.3 架修车辆段宜集中设置空气压缩机站，空气压缩机数量应不少于两台。空气压缩机应选择低噪音、节能型产品，其压力和容量应根据用风量确定。

22.8.4 车辆综合基地应设设备配件库，并配备必要的起重和运输设备。根据需要设置易燃品库。

22.8.5 车辆综合基地宜配置检修综合楼（含仪表、计量、化验室）、锅炉房、给水泵站、水处理间以及变配电所、信号楼等配套生产设施。

22.8.6 辅助设施宜包括综合办公楼、司机公寓、食堂、浴室、门卫等办公生活设施。

22.9 综合维修基地

22.9.1 综合维修基地是轨道交通工程范围内的工务、建筑、供电、机电、通信、信号以及自动化系统设备和设施的运用、维修和管理的机构，应具备下列基本功能：

- 1 全线轨道、道岔、路基等建筑及设备的日常维护和定期检修；
- 2 全线车站建筑、站内装饰、导向标志、出入口设施、风厅、隧道、桥梁建筑等的日常维护和定期检修；
- 3 全线供电系统，包括变电所设备以及高中压电气线路的运营管理、日常维护和定期检修；
- 4 全线各种机电系统及设备，包括通风空调系统、给排水系统、自动扶梯、电梯及自动售检票机、站台门等的运营管理、日常维护和定期检修；
- 5 全线通信、信号系统的运营管理、日常维护和定期检修；
- 6 全线环境与设备监控系统、火灾自动报警系统、电力监控等自动化系统的日常维护和定期检修。

22.9.2 综合维修设施可按综合维修中心或专业维修段两种模式设置。当线路形成网络规模时，宜采用专业维修段模式，实现资源共享。

22.9.3 综合维修基地应以巡检、现场检修、零部件更换为主，修理为辅，机电设备大、中修宜委外，并根据专业特点分设维修车间、巡检工区。集中设置轨道车库、材料库（棚）等。

22.9.4 综合维修基地的机构宜根据各专业的性质分设工务、建筑、供电、机电、通信信号和自动化等车间。车间有条件时宜采用组合式建筑。

22.9.5 综合维修基地应根据生产需要配备生产房屋，仓库和必要的办公生活房屋。房屋的布置宜根据作业要求并结合总平面布置合理布局。生活房屋宜与车辆段同类房屋合并设置。

22.9.6 综合维修基地应根据各专业的工作内容和工作量配备必要的设备。机械设备的配备应力求一机多能，常规设备可共用。

22.9.7 综合维修基地应配备隧道冲洗车和轨道探伤、检测车（或设备）、磨轨车、轨道车、平板车及其他专用车辆。隧道冲洗车、轨道检测车、磨轨车等大型工程车均应结合线网规划，统一配置，并应配备停放车库和必要的检修设施。

22.10 物资总库

22.10.1 物资总库宜结合线网情况统筹设置。各条线路应视具体情况自建物资仓库。

22.10.2 各库房的规模应根据存放的材料、配件和设备的种类、数量计算确定，不同性质的材料、物资宜分库存放。对存储环境、温湿度有较高要求的备品备件，应单独设立房间保管。

22.10.3 各库房应配备必要的装卸、起重设备和运输车辆，并应有汽车运输道路与外界公路连通。

22.10.4 根据用地条件，物资总库宜单设出入口，以围墙分隔。

22.10.5 物资总库应有足够面积的露天存放场地。

22.10.6 应在总库附近铺设运输货物及加油的专用线。

22.11 培训中心

22.11.1 培训中心负责组织和管理职工的技术教育和定期培训工作，应根据系统的实际需要设置。培训中心的资源共享应符合本规范 22.13.6 条规定。

22.11.2 单独设置轨道交通线路培训中心时，宜结合车辆综合基地设置，必要时也可单独设置。

22.11.3 培训中心应设教室、实验室、模拟驾驶室、专业系统操作培训室、图书室、阅览室和教职员工办公、生活用房，并配备必要的教学设备。

22.11.4 接触网线路应在车辆维修基地建设接触网专业练兵线，练兵线应体现出所辖线路接触网的所有结构形式，并能实现接触网不同的工作形式。

22.12 房屋建筑

22.12.1 房屋建筑设计使用年限和防水等级应符合下列规定：

- 1 主要建筑的设计使用年限不应低于 3 类，50 年；
- 2 建筑物屋面和地下室的防水等级不应低于二级。

22.12.2 建筑设计应符合下列规定：

1 在符合生产流程、操作要求和使用功能的前提下，建筑物、构筑物等设施，宜联合布置。各建筑物之间的间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

2 建筑物的室内地坪，应高于室外场地地面设计标高，且不应小于 0.15m；在库内前平过道处，应向库外设 0.5%~1% 的坡度，并在门洞口上方设雨罩。

3 停车列检库每股道停放两列车并设有可贯通的中通道时，其中通道的宽度和两端的门洞净宽、净高不应小于 4m。

4 仓库与堆场，应根据贮存物料的性质、货流出入方向、供应对象、贮存面积、运输方式等因素，

按不同类别相对集中布置,并为运输、装卸、管理创造有利条件,其防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

5 信号楼宜布置在便于瞭望以及通信、电力线路引入便捷的位置。信号楼凸出部分的外墙边缘至最近铁路中心线的间距不宜小于 5.0m。

6 五层及五层以上办公建筑应设电梯。

7 办公室的室内净高不应低于 2.60m,空调房间可不低于 2.50m;走道净高不应低于 2.20m,贮藏间净高不应低于 2.00m,其余停车及工艺设备用房高度可由相关专业确定。

8 普通办公室每人使用面积不应小于 5m²,单间办公室净面积不宜小于 10m²。

9 基地四周应设围墙,围墙高度不应小于 2.5m,围墙基础不得突出用地红线。

10 围墙至建筑物、道路和铁路的最小间距,应符合表 22.12.2 规定。

表 22.12.2 间距表 (m)

名 称	至围墙最小间距
建筑物	不宜小于 5.0
道 路	不小于 1.0
铁路中心线	不宜小于 3.0

22.12.3 建筑单体火灾危险性分类应符合本规范 24.2.16 条要求。

22.12.4 绿化布置应符合下列原则:

- 1 基地绿化率应不低于 30%;
- 2 厂前区及办公、生活区应重点绿化,厂区非建筑地段及零星空地宜绿化;
- 3 股道区绿化不得采用灌木或乔木。

22.13 资 源 共 享

22.13.1 线网车辆厂修、架修资源共享应遵循下列原则:

- 1 车辆厂修应按轨道交通线网统一规划实施;
- 2 线网中相同车型线路的车辆架修应相对集中设置;
- 3 车辆段的架修规模,应以承担线网资源共享线路的远期最大架修任务量加以控制。

22.13.2 线网综合维修资源共享应遵循下列原则:

- 1 每条线路只设置 1 处综合维修基地,并根据需要增设综合维修工区;
- 2 多条线路车辆综合基地共址合建时,相关线路的综合维修设施宜统筹集中设置于一处。

22.13.3 线网物资仓储系统宜全网统筹设置,并统一管理。

22.13.4 线网车辆综合基地共址资源共享应遵循下列原则:

- 1 采用相同车型的不同线路共址设置时,检修设施和相同功能的设施宜合并设置;
- 2 不同线路的轮库宜多线合设;洗车库应根据作业量计算确定,可分别设置或合用;
- 3 在车辆综合基地内不同线路之间应设置联络线,使列车在基地内实现线路之间便捷的转线,达到或增强线网车辆通道的功能;
- 4 不同线路的列车救援、抢险设备宜按照多线合用原则配备,包括列车救援、架空接触网抢修、工务抢修设施等。段内调车、正线巡检和抢修、列车救援等用途的调车机车、平板车宜统筹配置,并满足多机重联和互为备用的需要;
- 5 不同线路车场的站场应统一设置信号楼,信号楼的位置应便于瞭望整个车场;
- 6 生活办公用房宜集中布置;

7 食堂应集中设置，设计规模应根据总定员计算确定；

8 共址车辆综合基地的出入口、道路、市政管网连接、消防设计等应按一个整体工程进行统筹规划、设计。

22.13.5 线网维护检测设备、轨道检测车、钢轨探伤车、钢轨打磨车、钢轨焊接车、隧道清洗车等专用设备宜全网统一配置；专用设备的相关接口条件应根据线网既有线路及规划线路的条件进行选型。

22.13.6 全网应统筹设置培训资源，新建车辆综合基地需要增加的培训设备、设施宜在既有培训资源中增加。

22.14 配套设施规模

22.14.1 车辆综合基地的办公、管理用房建筑面积宜按每定员 2.4m^2 计算确定。

22.14.2 食堂餐厅座位数宜按车辆综合基地定员的 50% 确定，使用面积宜为 $1.2\text{m}^2/\text{座}$ 。食堂餐厨比宜为 1.5 : 1。

22.14.3 车辆综合基地宜设司机公寓，面积指标宜按 $72\text{m}^2/\text{列车}$ 配置。

23 控制中心

23.1 一般规定

- 23.1.1 控制中心（OCC）应具备日常运营管理及灾害事故时的应急救援指挥功能。负责对运行列车、车站、车辆综合基地实施统一指挥、调度、协调和管理，对各类机电设备系统实施监视、控制。
- 23.1.2 控制中心应具备行车调度、电力调度、环控调度、防灾调度、维修调度以及票务管理、电能质量管理、乘客动态管理、信息管理等中心级的功能。
- 23.1.3 控制中心的行车调度应实现对运行列车的集中调度，并实时完成列车运行与车站客运作业过程的协调、列车运行与车辆综合基地有关作业的协调等工作；编制运营计划和列车运行图，实现计划运行。
- 23.1.4 控制中心的电力调度应实现线路电力系统远程集中监视与控制，并完成电力调度管理工作。
- 23.1.5 控制中心的环控调度应对全线的车站环境状况及相关设备的运行状态实现监视和控制。
- 23.1.6 控制中心的防灾调度应接收全线火灾等灾情信息，实现全线火灾报警系统的监控管理。
- 23.1.7 控制中心的乘客动态管理应对客流进行动态分析和预测，为运营管理提供依据。
- 23.1.8 控制中心的票务管理应实现所管辖线路的车票票务进行统计和收益集中核算等业务；并对自动售检票系统设备进行监控。
- 23.1.9 控制中心内的维修调度应具有日常维修和应急处理的能力，以及组织线路抢险和救援。
- 23.1.10 控制中心的信息管理应能实现所管辖线路的信息汇集、处理、交换和转发，支持各系统现场与中心的通讯服务；实现内部及与外界系统的信息联系。
- 23.1.11 控制中心应接受北京市轨道交通指挥中心的指挥、协调和管理。
- 23.1.12 控制中心应为北京市轨道交通指挥中心提供必要的线路信息、数据，并应遵循《北京市轨道交通指挥中心（TCC）系统技术管理规定（暂行）》、《北京市轨道交通指挥中心（TCC）系统技术管理规定（暂行）—技术规则》和《北京市轨道交通指挥中心（TCC）系统技术管理规定（暂行）—实施细则》等相关规定。
- 23.1.13 控制中心应具备施工作业计划编制、调度、在轨行区施工车辆的运行控制或监督、停/送电指挥及施工作业申请办理的功能。

23.2 控制中心设置

- 23.2.1 各线路控制中心设置应遵照城市轨道交通线网控制中心的统一规划，集中设置于北京轨道交通指挥中心内。
- 23.2.2 控制中心应具有高度的安全性和可靠性，应保证控制中心的相关用房及管理上的独立性；其他部门及设施不得影响控制中心的日常运营管理工作；与城市轨道交通线路运营、管理和安全无关的系统、设备不应纳入控制中心。
- 23.2.3 控制中心应遵循资源共享的原则，每条线路控制中心各专业系统的设备、电源、网管设施宜集中设置，并应符合指挥中心所规定的土建和系统接入条件要求。
- 23.2.4 各线路应选择两条不同物理路由以自愈光环网的方式接入北京轨道交通指挥中心，并符合接入指挥中心骨干光缆环网的统一规划。

23.3 控制中心的管理

23.3.1 控制中心应结合功能和运营组织的要求，设立统一的领导和组织机构。

23.3.2 控制中心所辖线路可接单线路独立运行指挥管理，多条线路集中统一管理、多线路分功能及分业务管理的模式进行管理。

23.3.3 控制中心的运行管理模式应符合下列规定：

- 1 实现列车运行的统一指挥，集中调度，保证行车安全，促进行车指挥与服务水平的现代化；
- 2 运行模式体现系统的集成，加强控制中心对突发事件的决策分析和应变能力；
- 3 按运行模式决定控制中心运营管理组织及定员。

23.4 控制中心功能分区及要求

23.4.1 控制中心的功能分区及房屋设置应满足运营管理、系统控制、设备布置、扩充改造以及参观接待方面的要求。

23.4.2 控制中心应划分为运营控制区、设备区和运营管理区。各功能区的设置应符合下列规定：

- 1 运营控制区应包括调度大厅、自动售检票系统数据中心以及必要的值班、管理等用房；
- 2 运营管理区应包括运营管理办公、票务管理办公、日常事务办公、会议、票务处理、票务储藏发放等用房；
- 3 设备区应包括系统设备机房、电源电池室、电缆间及通道、相关专业设备维修工区、工区备件室等用房。

23.4.3 控制中心各功能区用房宜相对集中设置，并根据工艺要求、功能关系进行合理布置；并满足北京轨道交通指挥中心的统一规划；自动售检票系统用房也应集中布置。

23.4.4 控制中心各系统主要设备和辅助设备用房宜分开布置。其主要控制设备用房，宜采用大开间结构；设备宜按不同线路划分区域集中设置。各系统辅助设备可采用小房间设置。

23.4.5 控制中心建筑各层之间应设贯通电缆井。供电线缆井与弱电线缆井应分开设置。供电线缆井应靠近低压配电室。

23.4.6 控制中心建筑应设置系统线缆引入室，室外系统线缆应集中引入，并经系统线缆井、夹层等引入设备房和调度大厅。

23.4.7 系统设备用房内设备布置应整齐、紧凑、便于观察、操作和维修；外部管线进出方便；大功率强电设备不得与弱电设备混合安装和布置；

23.4.8 各线路控制中心运营调度控制应集中设置于统一的调度大厅内。各线路在调度大厅内的设计应符合下列规定：

- 1 应按指挥中心统一规定的区域进行布置，并应符合统一规划布局的要求；
- 2 调度大厅所设置大屏幕显示系统、操作控制台、运行操作工作站及输入、输出设备等的选择应符合指挥中心的相关规定；
- 3 调度大厅内大屏幕显示系统应按线路设置，其日常显示内容应以行车、视频监视画面为主，供电、环境、防灾等信息可根据需要在本线路显示区域切换显示，并符合指挥中心的统一要求；
- 4 与调度作业无关的设备或系统不应设置在调度大厅内，且不得安装大功率的电器设备或其他动力设备。

23.4.9 调度大厅调度室设备的设置应符合下列规定：

- 1 控制台应结合管理人员的工作方式，设置有线和无线通信相结合的辅助通信设施；
- 2 控制台设计应符合人体工程学要求，并满足系统操作和控制功能的要求；各部分尺寸比例应恰当，造型宜美观、大方，布局应合理；

3 控制台桌面宽度扣除计算机显示器所占宽度后,操作宽度不得小于 400mm;

4 工作站主机置于控制台内部时,应具有散热、防电磁干扰的能力。控制台内部结构尺寸符合现行国家标准《面板、架和柜的基本尺寸系列:第二部分》GB 3047.1 的要求;

5 控制台及综合显示屏架的电线(缆)应设槽隐蔽安装;信号线(缆)和电源线(缆)槽应分开设置;控制台接地排应安全、可靠。

23.4.10 调度大厅的大屏幕显示设备与调度台的布置,应符合单个操作人员正面坐位的视野范围,水平视角不宜大于 120° 、垂直视角不宜大于 30° 。

23.4.11 调度大厅的装修应简洁;控制台色调、式样应统一,且与室内装修色彩协调。

23.4.12 调度大厅显示设备的屏幕后部的净空尺寸宜大于 1.8m。

23.5 建筑与结构

23.5.1 控制中心的建筑布局应能满足工艺要求,并充分体现城市轨道交通控制中心的功能特点。建筑立面的处理宜与周围环境融合,并符合下列规定:

1 防火设计建筑分类应为一类公共建筑,建筑工程设计等级、耐火等级和屋面防水等级应为一级。调度大厅吊顶的净高不宜小于 5.8m;其他设备用房净高不应小于 2.8m。

2 应具有独立性、安全性和可靠性;建筑布局宜预留发展余地,在与其他建筑合建时,应设置独立的进出口通道。

3 电缆通道、电缆间宜靠近设备用房。

4 调度大厅和线路系统设备用房不宜有电线、电缆外露及无关管线穿越,并应符合现行国家标准《电子信息机房设计规范》GB 50174 的有关规定。设备不应直接安装在架空地板上,风管穿过时应安装防火阀。

5 建筑设计除应满足各系统设备的工艺要求外,还应符合建筑防火、节能、环保等现行国家规范或北京市地方标准的有关规定。

23.5.2 控制中心结构设计在符合现行相关国家标准、规范的规定外,还应符合下列规定:

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、防雷等要求;

3 结构抗震设计设防烈度应为 8 度、抗震等级应为一级;

4 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 23.5.2 规定,如另有特殊设备,应根据要求单独计算。

5 施工荷载标准值应取 2.0kPa,并满足运输、安装时最不利布置工况。

表 23.5.2 控制中心荷载取值表

类 别	活荷载标准值	备 注
调度大厅	6.0kN/m^2	
系统设备机房、电源室	$8\text{kN/m}^2 \sim 10\text{kN/m}^2$	
电源电池室	16.0kN/m^2	
其他系统用房	4.0kN/m^2	
工区、备品备件用房	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	宜小于 6.0kN/m^2

23.6 附属设施

23.6.1 各系统设备用房技术要求应符合现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 中 B 级标准的有关规定。

23.6.2 控制中心的变电所、动力照明的设计应符合本规范有关章节规定。

23.6.3 控制中心的给水、排水及消防的设计应符合本规范有关章节规定。

23.6.4 控制中心的通风、空调的设计应符合本规范有关章节规定。

23.6.5 弱电工程设计在符合国家现行规范的规定外，还应符合下列规定：

1 控制中心大楼弱电系统功能的实现，应以建筑实体为平台，宜兼顾通信、办公、建筑设备自动化等；

2 控制中心建筑宜按智能建筑进行设计，宜包括通信自动化系统、办公自动化系统、建筑设备自动化系统。系统设计除应满足各系统设备的工艺要求外，还应符合建筑、结构、防火等有关现行国家规范的规定；

3 办公自动化系统宜包括共用信息处理系统和用户专用信息处理系统等，共用信息处理系统宜包括公用数据库、主计算机系统及会议电视系统等；

4 建筑设备自动化系统应包括楼宇设备监控系统、变电所自动化系统、火灾自动报警系统、机房监控系统、综合安全防范系统等；

5 控制中心宜采用结构化综合布线系统。

23.6.6 控制中心建筑设备自动化系统应设有与城市轨道交通相关系统的接口，并宜纳入控制中心楼宇综合监控室的监控和管理。

24 防 灾

24.1 一 般 规 定

24.1.1 轨道交通工程的防火设计，应遵循国家的有关方针、政策，针对轨道交通工程发生火灾时的特点，采用可靠的防火措施，做到安全适用、技术先进、经济合理，并按一条线路、一座车站、一座换乘车站及其相邻区间在同一时间内发生一次火灾设计。

24.1.2 车站应配备防灾设施；车辆综合基地应配备防灾救援设施。

24.1.3 机电设备网络和通信安全保障，应采用质量可靠、技术合理的设备，并应符合现行国家有关标准的规定。对有可能危及人身安全的电器设备，应采取安全防护措施。

24.1.4 控制中心应具有所辖线路的防灾调度指挥以及与上一级防灾指挥中心联网的功能。

24.1.5 车站结构的抗震设计，应符合本规范第 10 和 11 章的有关规定。

24.1.6 地下车站的设防等级、出入口的设置原则及防倒塌等要求应符合现行人民防空行业标准《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ 02 以及现行北京市相关规范和主管部门的有关规定。

24.1.7 车站、区间隧道、区间变电所和系统设备用房，以及车辆综合基地、控制中心、主变电所等建筑的火灾自动报警系统应符合本规范第 19.3 节的有关规定。

24.1.8 车站应满足特种履带式消防车从出入口进入站内扑救的要求。公共区的疏散楼梯形式和净宽、结构承载力，以及分隔站厅付费区与非付费区栅栏上的栅栏门净宽应符合本规范第 9.6.1 条、9.6.4 条和第 9.5.1 条的有关规定。

24.1.9 除本规范另有规定外，与车站联体开发或利用地下车站配线上层进行商业等物业开发的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 的有关规定。

24.2 建 筑 防 火

I 总平面布局和平面布置

24.2.1 地下车站的出入口、风亭、冷却塔等附属建筑，地上车站、区间和附属建筑以及控制中心建筑、主变电所、车辆综合基地内的各建筑和出入段线敞口段等构筑物应根据城市规划、线路敷设方式、周边环境等因素，合理确定其位置、防火间距、消防车道和消防水源等。上述建（构）筑物与周围建筑物、各类厂房和仓库，以及甲、乙、丙类液体、气体储罐（区）和可燃材料堆场的防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。与汽车加油加气站的防火间距应符合现行国家标准《汽车加油加气站设计与施工规范》GB 50156 的有关规定。与燃气调压站、液化石油气气化站或混气站、城市液化石油气供应站瓶库等的防火间距应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。

24.2.2 车辆综合基地内的各建筑之间的防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。主变电所内各建（构）筑物及设备的防火间距应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关规定。

24.2.3 地上车站、车辆综合基地内的厂（库）房和其他建筑物，以及主变电所和控制中心等建筑物的消防车道应符合下列规定：

- 1 设于道路红线外的地上车站周围应设环形消防车道，确有困难时，可沿车站的两个长边方向设

置消防车道；

2 设置在道路中央连续绿化隔离带上的高架车站，宜在车站附近设置穿越绿化隔离带的消防车道。高架区间线路两侧无道路时，宜每隔 800m 设置横穿线路的消防通道。与铁路和河道平行设置的高架车站，当车站与铁路、河道之间设置消防车道有困难时，可沿车站另一边设置消防车道；

3 车辆综合基地应分别围绕车辆运用、检修、综合维修等厂（库）房以及办公楼、物资总库、培训中心、信号楼等主要建筑物设置环形消防车道并相互连通，消防车道与外界城市道路的连接口不应少于两个；

4 车辆综合基地内的消防车道不宜与线路咽喉区及列车进入咽喉区前的出入段线平面相交，当确有困难必须平交时，应设置备用车道，且两车道之间的距离不应小于一列车的长度；

5 车辆综合基地内的运用、整备设施（停车库、列检库、洗车库、月检库和辅助用房）设在地下时，应设环形消防车道。确有困难时，可沿车库的两个长边方向设置消防车道；

6 控制中心建筑的消防车道设置要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定；主变电所的消防车道设置要求应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关规定；

7 除上述规定外，消防车道以及救援场地和入口的设置要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.4 消防控制室应和车站综合控制室合设。车站综合控制室的外开门扇开足时，走道净宽不应小于 1.1m。

24.2.5 地下车站的消防泵房应设在站厅层设备管理用房有人区内的消防专用通道附近。地上车站的消防泵房设置要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.6 地下车站配线上层空间严禁布设火灾危险性大的歌舞娱乐放映游艺场所。

24.2.7 当风亭在事故工况下用于排烟时，排烟风口与进风亭风口以及排烟风口与出入口地面亭门窗洞口的距离应符合本规范第 9.8.7 条的规定。风亭与相邻建筑结合时，风井与相邻建筑的防火分隔以及风口与相邻建筑门窗洞口的防火间距等应符合本规范第 9.8.8 条的规定。

24.2.8 控制中心建筑宜独立修建，不得与商业、娱乐等人员密集的建筑混建，并应避开易燃、易爆场所。与其他建筑合建时，应设置独立的安全出口，各层平面与合建的建筑应用防火墙分隔成独立的防火分区，防火墙上不得开设门窗洞口。

II 耐火等级

24.2.9 除本规范另有规定外，地下、地上车站以及车辆综合基地、控制中心等不同耐火等级建筑物相应构件的燃烧性能和耐火极限不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.10 地下和半地下车站的主体结构、出入口通道、风道，地下区间、联络通道及区间风井和风道，控制中心及与其联建的建筑，地下主变电所建（构）筑物，车辆综合基地内的易燃品库、油漆库以及与其上部物业开发结合的厂（库）房，地下停车库、列检库、洗车库、月检库和辅助用房的耐火等级应为一类。地上主变电所建（构）筑物的耐火等级应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关规定。

24.2.11 地上车站和区间，地下车站出入口地面亭、风亭等地面建（构）筑物，车辆综合基地内的车辆运用、检修、综合维修等地上厂（库）房和物资总库、变电所、水泵房等建筑以及办公楼、培训中心、信号楼、公寓、食堂等公共建筑的耐火等级不应低于二类。

24.2.12 地上车站与相邻建筑物结合时，相邻建筑的耐火等级不应低于二类。地下、半地下车站出入口与相邻建筑合建时，相邻建筑地下室的耐火等级不应低于一类，地上部分的耐火等级不应低于二类。

24.2.13 站台设于站厅上部、建筑高度不大于 24m 的地上车站，屋面可采用耐燃性轻质复合屋面板，