

ICS 93.080.01
P63

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB32/T 3700-2019

江苏省城市轨道交通工程设计标准

Code for design of urban rail transit of Jiangsu Province

2019-12-16 发布

2020-03-01 实施

江苏省市场监督管理局
江苏省住房和城乡建设厅

发 布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	4
4 客流预测	9
5 交通接驳	11
6 运营组织	13
7 车辆	17
8 限 界	26
9 线路	30
10 轨道	37
11 路基	44
12 车站建筑	49
13 高架结构	58
14 地下结构	73
15 结构防水及耐久性	92
16 空调通风	97
17 给水与排水	104
18 供电	111
19 通信	136
20 信号	150
21 综合监控系统	161
22 环境与设备监控系统	169
23 火灾自动报警系统	174
24 自动售检票系统	178
25 门禁	185
26 站内客运设备	189
27 站台门	192
28 乘客信息系统	195
29 控制中心	198
30 车辆基地	202
31 防灾与安全	216
32 环境保护	231
33 节约能源	235

附录 A1（资料性附录） A1 型车限界	238
附录 A2（资料性附录） A2 型车限界	242
附录 B1（资料性附录） B1 型车限界.....	245
附录 B2（资料性附录） B2 型车限界.....	255
附录 C（规范性附录）曲线地段车辆限界和设备限界计算方法.....	258
附录 D（规范性附录）缓和曲线地段建筑限界的加宽计算公式	260

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中设设计集团股份有限公司提出。

本标准由江苏省住房和城乡建设厅归口。

本标准起草单位：中设设计集团股份有限公司、江苏省土木建筑学会城市轨道交通建设专业委员会、上海隧道工程轨道交通设计研究院、北京城建设计发展集团股份有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、广州地铁设计研究院有限公司、南京地铁集团有限公司、苏州市轨道交通集团有限公司、无锡地铁集团有限公司、常州市轨道交通发展有限公司、徐州市城市轨道交通有限责任公司、南通城市轨道交通有限公司、江苏省公安消防总队、中国铁路设计集团有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司。

本标准主要起草人：张大春、康文峰、王涛、郑晋丽、张杰、王鹏、王丹平、余才高、王占生、胡安兵、李浩、杜峰、夏永俊、朱明勇、罗跟东、刘祥勇、朱宁、蔡志军、王栋、赵小文、邓润飞、裴剑平、单宁、朱蓓玲、王锋、郑瑞武、赵晓华、管攀峰、向恒飞、宋毅、闫雪燕、赵进、李苍楠、陈振宁、潘清、胡导云、许巧详、黎庆、冒岩松、吴赞阳、王墩显、王猛、伍元忠、刘涛、龙丽姮、梁小斌、唐敏、杨慧红、饶美婉、林斌、许阳、卢红标、濮居一、马红兵、杨松龄、莫振泽、蔡岳峰、李卫华、万钟、刘建楼、方忠强、宋磊、李长春、孙宝、朱凯乾、金雪莲、王开材、李世辉。

江苏省城市轨道交通工程设计标准

1 范围

本标准规定了客流预测、交通一体化接驳、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、结构防水及耐久性、空调通风、给水与排水、供电、通信、信号、综合监控系统、环境与设备监控系统、火灾自动报警系统、自动售检票系统、门禁、站内客运设备、站台门、乘客信息系统、控制中心、车辆基地、防灾与安全、环境保护、节约能源等相关内容。

本标准适用于江苏省行政区域内，采用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。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的，凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 50157 地铁设计规范
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50015 建筑给水排水设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50028 城镇燃气设计规范
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50038 人民防空地下室设计规范
- GB 50045 高层民用建筑设计防火规范
- GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB/T 50062 电力装置的继电保护和自动装置设计规范
- GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
- GB 50084 自动喷水灭火系统设计规范
- GB 50098 人民防空工程设计防火规范
- GB 50111 铁路工程抗震设计规范

GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
GB 50139 内河通航标准
GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
GB 50156 汽车加油加气站设计与施工规范
GB 50009 建筑结构荷载规范
GB 50174 电子信息系统机房设计规范
GB 50189 公共建筑节能设计标准
GB 50217 电力工程电缆设计规范
GB 50222 建筑内部装修设计防火规范
GB 50229 火力发电厂与变电站设计防火规范
GB 50293 城市电力规划规范
GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB 50352 民用建筑设计通则
GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计规范
GB 50555 民用建筑节水设计标准
GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB 50763 无障碍设计规范
GB 50909 城市轨道交通结构抗震设计规范
GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范
GB 3096 声环境质量标准
GB 5749 生活饮用水卫生标准
GB 7588 电梯制造与安装安全规范
GB 8978 污水综合排放标准
GB 10070 城市区域环境振动标准
GB 12021.3 房间空气调节器能效限定值及能效等级
GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 14227 城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法
GB 14892 城市轨道交通列车噪声限值和测量方法
GB 16899 自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范
GB 17945 消防应急照明和疏散指示系统
GB 18306 中国地震动参数区划图
GB 19761 通风机能效限定值及能效等级
CJJ/T202 城市轨道交通接触轨供电系统技术规范
GB 21454 多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级
GB 24500 工业锅炉能效限定值及能效等级
GB/T 10001 标志用公用信息图形符号
GB/T 14549 电能质量公用电网谐波

GB/T 16275 城市轨道交通照明

GB/T 18920 城市污水再利用-城市杂用水水质

CJ 164 节水型生活用水器具标准》

CJJ 37 城市道路设计规范

CJJ 49 地铁杂散电流腐蚀防护技术规程

CJJ 69 城市人行天桥与人行地道技术规范

CJJ 139 城市桥梁桥面防水工程技术规程

CJJ 166 城市桥梁抗震设计规范

DG J08-11 地基基础设计规范

DG/T J08-901 城市轨道交通站台屏蔽门技术规程

HJ/T 90 声屏障声学设计和测量规范

JTG D20 公路路线设计规范

JTG D60 公路桥涵设计通用规范

JTG D62 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范

JGJ 16 民用建筑电气设计规范

JGJ 106 建筑基桩检测技术规范

JGJ 107 钢筋机械连接技术规程

JGJ 120 建筑基坑支护技术规程

JGJ/T 8 建筑变形测量规程

JGJ/T 170 城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准

TB 10001 铁路路基设计规范

TB 10002.1 铁路桥涵设计基本规范

TB 10002.3 铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范

TB 10003 铁路隧道设计规范

TB 10005 铁路混凝土结构耐久性设计规范

TB 10009 铁路电力牵引供电设计规范

TB 10025 铁路路基支挡结构设计规范

TB 10035 铁路特殊路基设计规范

TB 10091 铁路桥梁钢结构设计标准

TB 10092 铁路桥涵混凝土结构设计规范

TB 10093 铁路桥涵地基和基础设计规范

RFJ 02 轨道交通工程人民防空设计规范

DL/T 620 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合

GB 51298 地铁设计防火标准

CJJ/T198 城市轨道交通结构安全保护技术规范

DGJ32/J 195 江苏省城市轨道交通工程监测规程

DGJ32/TJ 206 城市轨道交通工程高性能混凝土质量控制技术规程

3 术语和定义

GB/T 50833 界定的以及下列术语和定义适用于本文件

3.1

城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统，包括地铁、轻轨和市域快速轨道交通等。

3.2

客流预测 ridership prediction

根据客流调查数据，对未来客流的变化趋势作出科学的估计与测算。

3.3

高峰小时单向最大断面客流量 peak hour one-way maximum section passenger flow

城市轨道交通线路在全日高峰时段最大客流量断面上，一小时内单方向通过的乘客数量，单位为人次/h。

3.4

负荷强度 load intensity

线路日客运量与线路长度之比，即单位线路长度所承担的日客运量。

3.5

旅行速度 operation speed

正常运营情况下，列车自起点站发车起，至终点站停车止的平均运行速度。

3.6

最高运行速度 maximum running speed

列车在正常运营状态下所达到的最高速度。

3.7

正线 main line

载客列车运营的线路，包含干线和支线。

3.8

配线 sidings

除正线外，根据运营需要设置的具有特定功能的线路。包括折返线、渡线、联络线、临时停车线、出入线、安全线等。

3.9

出入线 inbound-outbound siding

用于列车在车辆基地与正线之间出、入的线路。

3.10

联络线 tie lines

连接两条独立运行正线之间的线路。

3.11

限界 gauge

限定车辆运行及轨道周围构筑物超越的轮廓线。限界分车辆限界、设备限界和建筑限界三种，是工程建设、管线和设备安装位置等必须遵守的依据。

3.12

车辆限界 vehicle gauge

车辆在平直线上正常运行状态下所形成的最大动态包络线，用以控制车辆制造，以及制定站台和站台门的定位尺寸。

3.13**设备限界 equipment gauge**

车辆在故障运行状态下所形成的最大动态包络线，用以限制行车区的设备安装。

3.14**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，包括测量误差值、施工误差值及结构永久变形量均不得侵入此限界。

3.15**无缝线路 seamless track**

钢轨连续焊接或胶结超过两个伸缩区长度的轨道，区间无缝线路设计长度包括两端缓冲区的钢轨长度。

3.16**车站公共区 public zone of station**

车站公共区为车站站内供乘客进行售检票、通行和乘降的区域。

3.17**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、盖挖顺作和盖挖逆作等工法。

3.18**盖挖顺作法 cover and cut-bottom up method**

作业顺序为在地面修筑维持地面交通的临时路面及其竖向支撑结构后，自上而下开挖土方至坑底设计标高，再自下而上修筑结构。

3.19**盖挖逆作法 cover and cut-top down method**

作业顺序与传统的明挖法相反，方法是开挖地面修筑结构顶板及其竖向支撑结构后，在顶板的下面，自上而下分层开挖土方，分层修筑结构。

3.20**矿山法 mining method**

修筑隧道的暗挖施工方法。传统的矿山法是指用钻眼爆破的方法，又称钻爆法。现代矿山法还包括软土地层浅埋暗挖法及由其衍生的其它暗挖方法。

3.21**盾构法 shield method**

用盾构修筑隧道的暗挖施工方法，盾构是一种钢制壳体内配有开挖和拼装衬砌管片等的设备，在钢壳体的保护下进行开挖、推进、拼装衬砌和注浆等作业。

3.22**顶管法 pipe jacking method**

用顶管修筑隧道的暗挖施工方法。顶管施工借助于主顶油缸及管道间中继间等的推力，把工具管或掘进机从工作井内穿过土层一直推到接收井内吊出。

3. 23

防水等级 grade of waterproof

根据城市轨道交通工程对防水的要求确定的结构允许渗漏水量的等级标准。

3. 24

集中式供电 centralized power supply mode

由本线或其它线路专门设置的主变电所（或电源开闭所）为本线牵引变电所及降压变电所供电的外部供电方式。

3. 25

分散式供电 distribute power supply mode

由沿线引入的城市中压电源直接为牵引变电所及降压变电所供电的外部供电方式。

3. 26

混合式供电 combined power supply mode

以主变电所（或电源开闭所）为主，以在线路适当位置引入的城市中压电源为辅，为牵引变电所及降压变电所供电的外部供电方式。

3. 27

主变电所 main substation

从城市电网引入高压电源，降压后为轨道交通系统提供中压电源的专用高压变电所。

3. 28

牵引降压混合变电所 combined substation

既能为轨道交通提供直流牵引电源，又能提供交流低压电源的变电所。

3. 29

活塞通风 piston ventilation

利用列车在隧道内的高速运行所产生的活塞效应而形成的一种通风方式。

3. 30

临界风速 critical wind 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排烟流速。

3. 31

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与控制中心、车站、车辆基地等地之间信息传输的系统。

3. 32

列车自动控制 automatic train control (ATC)

城市轨道交通信号系统自动实现列车监控、安全防护和运行控制技术的总称。

3. 33

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。

3. 34

列车自动防护 automatic train protection (ATP)

自动实现列车运行安全间隔和超速防护、进路安全、车门等控制技术的总称。

3. 35

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。

3.36

全自动运行 fully automatic operation (FAO)

实现列车运行全过程自动化的技术的总称。

3.37

闭塞 block

用信号、凭证或授权，使运行列车之间保持必须的间隔距离的技术方法。

3.38

保护区段 protective section

为实现超速防护，保证安全停车而延伸的闭塞区段。

3.39

安全保护距离 safety protective distance

列车自动防护系统中，列车超速防护实施安全停车控制时，为防止停车位置离散性可能造成的危险，而设置的自预定停车位置至目标地点的安全距离。

3.40

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集成系统。

3.41

门禁系统 access control system (ACS)

人员出入口安全管理控制系统，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。

3.42

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

对城市轨道交通建筑物内的环境与空气调节、通风、给排水、照明、乘客导向、自动扶梯及电梯、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。

3.43

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设备总称。

3.44

自动售检票系统 automatic fare collection system (AFC)

基于计算机、通信网络、自动控制、自动识别、精密机械和传动等技术，实现城市轨道交通售票、检票、计费、收费、统计、清分、管理等全过程的机电一体化、自动化和信息化系统。

3.45

清分系统 central clearing system

用于发行和管理城市轨道交通车票，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。

3.46

站台门 platform edge door

安装在车站站台边缘，将行车的轨道区与站台候车区隔开，设有与列车门相对应、可控制滑动门开启与关闭的连续屏障。

3. 47

应急门 emergency escape door

站台门设施上的应急装置，紧急情况下，当乘客无法正常从滑动门进出时供乘客由车内向站台疏散的门。

3. 48

车辆基地 base for the vehicle

是城市轨道交通车辆停修和后勤保障基地，通常包括车辆段、综合维修中心、物资总库、培训中心等部分，以及相关的生活设施。

3. 49

车辆段 depot

具有停放车辆，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任务的基本生产单位。

3. 50

停车场 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。

3. 51

检修修程 examination and repair procedure

根据车辆技术状态和寿命周期所确定的车辆检查、修理的等级划分，我国现行轨道交通车辆检修修程分为大修、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。

3. 52

检修周期 examination and repair cycle

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。

3. 53

控制中心 operations control center

调度人员通过使用通信、信号、综合监控（电力监控、环境与设备监控、火灾自动报警）、自动售检票等中央级系统操作终端设备，对轨道交通全线（多线或全线网）列车、车站、区间、车辆基地及其他设备的运行情况进行集中监视、控制、协调、指挥、调度和管理的工作场所，简称控制中心。

3. 54

应急指挥中心 emergency command center

当轨道交通运营中发生故障事故、恐怖暴力、自然灾害以及人为破坏等重大突发事件时，ECC具备应急指挥中心的功能，实现应急响应和指挥，从而确保轨道交通运营的安全可靠，保护人民生命财产不受或少受损失。

3. 55

联络通道 connecting bypass

连接同一线路区间上下行的两个行车隧道的通道或门洞，在列车于区间遇火灾等灾害、事故停运时，供乘客由事故隧道向无事故隧道安全疏散使用。

3. 56

防淹门 flood gate

防止外部洪水涌入地下车站与区间隧道的密闭设施。

3.57

车辆基地上盖建筑 upper cover of base for the vehicle

是指利用车辆基地上部空间建设的建（构）筑物和与其配套的机电设备用房等建（构）筑物，统称为上盖建筑。

4 客流预测

4.1 一般规定

4.1.1 城市轨道交通工程可行性研究、初步设计阶段应进行专项客流预测并编制客流预测专题报告。

4.1.2 城市轨道交通客流预测的主要依据应包括：

- a) 国民经济和社会发展规划；
- b) 城市总体规划、土地利用规划（国土空间规划）；
- c) 城市综合交通体系规划；
- d) 城市轨道交通线网规划；
- e) 城市轨道交通建设规划；
- f) 城市近期建设规划；
- g) 沿线土地控制性详细规划（国土空间相关专项规划）；
- h) 综合交通调查、居民出行调查及相关交通调查；
- i) 市域（郊）铁路相关规划等；
- j) 相关专项规划等。

4.1.3 客流预测过程中，应对预测所需的影响因素进行必要的论证分析，作为预测的基本条件，同时应对基本条件选取的合理性进行论证分析。主要预测的基本条件应包括：

- a) 国民经济发展水平；
- b) 规划人口及就业岗位分布；
- c) 道路网络；常规公交、轨道等公共交通网络；
- d) 机动车发展水平；
- e) 重大的交通需求管理政策、公共交通的票制票价、轨道线路发车间隔等参数。

4.1.4 客流预测应以城市交通需求预测模型为主要技术手段进行，客流预测报告中应给出客流预测技术流程。

4.1.5 用于客流预测的城市综合交通调查的数据须是近 5 年内的，超过 5 年应重新进行调查；当交通调查的范围发生变化时，应进行补充调查或者重新调查。城市综合交通调查应至少包括居民出行调查、机动车流量调查、公共交通调查等主要内容。

4.1.6 居民出行调查通常采用抽样调查方式，抽样率需根据城市常住人口规模计算确定。一般情况下，100 万人口以上城市的最小抽样率不低于 1%，50~100 万人口城市不低于 2%，20~50 万人口城市不低于 3%，20 万人口以下城市不低于 5%。补充调查的抽样率应满足修正交通模型的精度要求。流动人口的抽样率可根据交通出行特征确定。

4.1.7 模型标定应采用居民出行调查和其他交通调查数据，标定过程应反复进行，标定结果应符合城市现状交通出行特征，并需要对模型标定的结果进行验证。模型验证要求基础年模型运算结果与

实际公共交通客运量、道路核查线流量的误差应控制在 15%以内，预测年模型运算结果应分析判断相对基础年结果变化趋势的合理性，模型敏感性验证应分析判断敏感性测试结果随预测年人口、社会经济数据、交通系统等输入数据的变化变化的合理性。

4.1.8 在工程可行性和初步设计阶段，如发生以下情形之一，宜进行客流预测修正：

- a) 线路方案中车站数量发生了变化；
- b) 沿线土地利用规划（国土空间相关专项规划）进行了修编调整；
- c) 与城市轨道交通其它线路换乘关系发生了变化；
- d) 客流预测线路计划开通时间与原拟定的开通时间相差 3 年及以上；
- e) 其他应重新进行专题客流预测的因素。

4.1.9 已有地铁运营线路的城市，应给出运营轨道交通主要客流指标及客流特征分析。

4.2 工程可行性研究阶段预测内容

4.2.1 工程可行性研究阶段客流预测应为比选线位与设站方案、确定系统制式、车辆选型和编组，确定车站规模、编制运营组织方案、进行经济评价分析等提供依据。

4.2.2 工程可行性研究阶段客流预测年限应包含初期、近期和远期：初期为建成通车后第 3 年，近期为第 10 年，远期为第 25 年。

4.2.3 工程可行性研究阶段客流预测应包括以下主要内容：

- a) 城市交通需求分析，应包含三期交通出行总量、出行时空分布分析、交通方式结构等；
- b) 线网客流分析，包括：远期线网客流量、负荷强度、平均乘距、换乘客流量和换乘系数，远期各线路客流量、负荷强度、平均运距、高峰小时单向最大断面客流量；
- c) 线路客流预测，包括：开通年至远景年客流成长曲线，初期、近期和远期全日及早、晚高峰小时的客流量、客流周转量、换乘客流量、平均运距、单向最大断面客流量和负荷强度，客流时段分布曲线，日各级运距的客流量；线路的客流高峰不出现在早、晚高峰时段时，应预测分析该线路高峰客流出现时段及线路客流指标；
- d) 车站客流预测，包括：三期全日及早、晚高峰小时各车站乘降客流、站间断面客流量、换乘站分方向换乘客流；车站的客流高峰不出现在早、晚高峰时段时，应预测分析该车站高峰客流出现时段及车站乘降客流；
- e) 站间 OD 预测，包括：初期、近期和远期各站点全日及高峰小时站间 OD 矩阵及分区域 OD；
- f) 换乘客流预测，应包含预测线路与其他线路之间全日及高峰小时换乘客流量、全日及站点高峰小时各换乘站点分线路、分上下行方向的换乘客流量；
- g) 敏感性分析，应包含预测线路沿线人口规模、票制票价、服务水平、交通衔接等因素，给出全日客流量及高峰小时单向最大断面客流量的波动范围。

4.2.4 对城市轨道交通延长线的客流预测应给出全线线路客流指标和本延长段的线路客流指标与车站客流指标。

4.3 初步设计阶段预测内容

4.3.1 初步设计阶段客流预测除满足工可阶段的要求外,还应根据设计需要为站点出入口、步行通道、检票闸机或闸门、楼扶梯等设施规模和布局提供依据。

4.3.2 初步设计阶段应进行站点出入口分方向客流预测。

4.3.3 初步设计阶段客流预测年限宜与工程可行性研究阶段一致。

4.3.4 初步设计阶段客流预测除应包括工可阶段的内容外,还应细化以下内容:出入口分向客流量、车站超高峰系数和换乘车站超高峰换乘量。在乘降客流预测的基础上,进一步确定客流在各个进出口方向上的分配关系,确定各方向的分担比例。

5 交通接驳

5.1 一般规定

5.1.1 交通接驳指多种接驳方式尽可能实现零距离换乘,围绕轨道站点打造一体化接驳系统。

5.1.2 交通接驳需要与城市交通策略、城市设计相匹配,遵循用地预控、同步建设原则。

5.1.3 交通接驳设施宜按照行人、非机动车、公交车、出租车、小汽车的优先顺序进行设计。

5.1.4 接驳设施设计应按照安全、便捷、环保、节能、节地、经济合理的原则进行设计。

5.1.5 接驳设施应具备必要的市政接入条件。

5.1.6 接驳设施应设置无障碍设施,并符合相关规范要求。

5.1.7 交通接驳应实现多层次、多目标的服务功能,在保证交通衔接、转换功能的前提下,与城市其他功能联合开发,鼓励结合商业设计无缝衔接的步行通道。

5.1.8 交通接驳应保证轨道交通接驳设施与各类外部交通流线的顺畅,减少各类交通流线交叉干扰,保证内部的交通流线连续性和便捷性。

5.1.9 交通接驳区域应合理设置人性化、合理化、清晰化的换乘指示标志系统,包括:轨道交通车站内、接驳区域、站外接驳设施区的指示标志系统。

5.1.10 交通接驳设施应针对不同乘客群体提供多样化、以人为本的信息服务,应利用定位系统、广播电视、互联网、移动通信等先进技术手段为乘客提供全面、及时、可靠的服务信息。

5.2 步行接驳设施

5.2.1 步行接驳设施包含站前集散空间和步行通道。

5.2.2 步行接驳设施应结合轨道交通车站的位置、相邻道路等级、客流量大小、周边建筑性质与规模等因素进行合理布设,并设置必要的交通安全设施。

5.2.3 步行接驳设施在布局时应充分考虑可达性、安全性、连续性和顺直性,设计时应考虑人车分流,尽可能减少行人与其他接驳方式的冲突,同时满足安全消防要求。

5.2.4 轨道交通站点尽可能兼顾行人过街功能,在非付费区设置包括人行道、人行横道、人行天桥和人行地道等在内的行人过街设施。结合相邻道路等级及轨道交通站点形式,选择平面过街或立体过街形式。

5.2.5 车站出入口设置应与衔接的步行人流相适应,并满足紧急疏散的要求。

5.2.6 与车站衔接的城市道路,应设步行通道,宽度不宜小于 3m,力求避免来往两个方向的客流冲

突，并应为行人提供顺直、安全的空间，避免过多绕行。

5.2.7 步行接驳设施应与轨道交通站点周边公共建筑的行人出入口顺畅衔接，并设置必要的交通引导标识和安全设施。

5.2.8 站前集散空间应紧邻轨道交通车站出入口布设，当无法直接衔接时应设置步行通道。站前集散空间面积应根据客流预测确定，并满足集散要求。

5.3 非机动车接驳设施

5.3.1 非机动车接驳设施包括私人非机动车和租赁非机动车停车场地。

5.3.2 非机动车接驳设施应根据轨道交通车站服务等级、周边道路交通条件、规划用地条件、客流需求等，进行合理设计，并设置必要的交通安全设施。

5.3.3 非机动车接驳设施设置不应干扰步行人流。

5.3.4 非机动车停车场距离地铁出入口不宜大于 50 米，条件受限情况不宜大于 100 米。

5.3.5 非机动车停车场宜结合轨道交通车站出入口分别布置，在用地允许的条件下应设置专用场地集中停放车辆。在用地条件困难时，可利用行道树、设施带、过街天桥、高架桥桥下闲置空间等区域分散布设。

5.3.6 非机动车路线要明确标识并提供指示信息。

5.4 公交接驳设施

5.4.1 公交接驳设施包括公交停靠站和公交场站。

5.4.2 公交接驳设施的设置应与公交线网规划相结合，并根据轨道交通线路、车站站位、客流特性等，对公交线路、公交车停靠站站位进行优化调整。

5.4.3 公交停靠站和公交场站的设计需要满足相应的设计规范。

5.4.4 公交停靠站距离轨道交通站点出入口距离不宜大于 50m，条件受限的情况下不宜大于 100m。

公交场站距离轨道交通站点出入口距离不宜大于 100m，条件受限的情况下不宜大于 200m。

5.4.5 公交停靠站宜尽量设置为港湾式车站，尽可能预留超车空间，对客流多、线路多的公交停靠站宜采用拆分站台等方式进行设置；有多条线路汇集需要设置多个港湾时，可配置独立公交场站进行换乘。

5.4.6 立交桥匝道出入口段禁止设置公交停靠站。

5.4.7 公交场站的设置应使得公交进出交通流线顺畅，内部尽量采用单向循环流线。

5.4.8 公交场站鼓励以配建为主，独立占地场站为辅，宜结合周边建筑或其他接驳设施，形成立体接驳场站，集约使用土地。

5.5 临时停车换乘设施

5.5.1 临时停车换乘设施包括私人小汽车临时接送以及出租车临时停靠站台。

5.5.2 临时停车换乘设施的设置应考虑输送能力、接驳换乘距离、设施服务水平等因素，在轨道交通车站出入口附近就近布设。

5.5.3 临时停车换乘设施按几何形状分为港湾式和直线式停靠站，道路交通条件允许情况下，宜设置为港湾式停靠站，减少对其他车辆的影响。

5.5.4 临时停车换乘设施距离地铁出入口步行距离不宜大于 100 米。

5.6 停车换乘设施

5.6.1 市区常住人口在 300 万以上的城市可在有需求站点周边设置停车换乘设施，城区常住人口在 300 万以下的城市根据实际情况选择设置。

5.6.2 停车换乘设施的设置应结合其他场站设施空间进行立体式布置或结合周边商办用地联合开发，且停车场出入口数量应符合相关规划及进出设计要求。

5.6.3 停车换乘设施与轨道交通站点出入口步行距离宜控制在 200m 以内，最远不大于 300m。

5.6.4 停车换乘设施停车规模大于 500 辆时，宜适当拆分，分散布置，减少交通集聚，避免影响景观。

5.6.5 停车换乘停车场内宜考虑设置一定比例的无障碍停车位，并设置无障碍通道。

6 运营组织

6.1 一般规定

6.1.1 运营组织设计应以服务乘客、确保安全为主要目标，以城市轨道交通线网规划、建设规划、预测客流为主要依据，明确系统的运营规模、运营方案和运营管理。

6.1.2 运营规模的确定，应在满足预测客流需求的基础上，适当为发展留有余地。

6.1.3 根据线路功能定位、客流特征与出行需求确定运营乘坐服务目标，即制定合理的座位比例与站立密度，运营乘坐服务目标的设定既要考虑提高系统的服务水平，又要兼顾工程经济性。在确定城市轨道交通系统运能时，车厢内有效空余地板面站立乘客标准宜按 5 人/m² 设计。长大线路可根据运营需求分析，适当增加座位比例，降低站立密度。

6.1.4 运营方案的研究应兼顾合理性、经济性与可行性，明确全线运行模式、列车交路、行车计划、旅行速度、车站配线等，运营方案应兼顾灵活性，为将来运营实施留有调整余地。

6.1.5 运营管理应明确列车运行、调度指挥、辅助系统、维修保障系统和组织机构等内容，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。

6.1.6 全自动运行系统应具有降级运营控制模式，在系统发生故障时，能够保持一定的自动控制功能。

6.2 系统运能

6.2.1 线路设计输送能力应在分析预测客流的基础上，根据沿线规划性质和乘客出行特征、客流断面分布特征综合确定，满足各设计年限单向高峰小时最大断面客流量的需要，并宜留有不小于 10% 的余量。

6.2.2 线路设计单向输送能力，应按照各设计年限高峰小时开行的列车对数、定员人数进行计算：

$$P = N_{\text{列}} \times q_{\text{列}} \text{ ----- (1)}$$

式中:

P ——线路单向输送能力(人/h);

$N_{\text{列}}$ ——高峰小时列车对数(列/h);

$q_{\text{列}}$ ——列车设计载客人数(人/列车)。

6.2.3 系统设计远期最大通过能力不应小于 30 对/h。折返站的折返能力、大客流集散车站、线路条件较差的区段的通过能力、车辆基地出入线能力以及主线与支线的接轨站通过能力等,均应与正线最大通过能力相匹配。

6.3 列车编组与运行间隔

6.3.1 列车车型与编组方案应根据线路在线网规划中的功能定位、各设计年限预测客流规模、设计通过能力及线网资源共享等综合研究确定。初、近期宜采用相同的列车编组方案;各设计年度采用不同编组方案时,应对编组过渡方案进行研究,确保可行、经济,具有可操作性。

6.3.2 列车运行间隔应根据各设计年限预测客流量、列车编组及列车定员、系统服务水平、系统运输效率等因素综合确定,各设计时期、各主要线路区段的行车间隔宜逐步缩短。初期高峰时段列车发车间隔中心城地段不宜大于 5min,在非高峰时段运行时,中心城地段最大行车间隔不应大于 10min。新建线路的运行间隔及运能需考虑与相关换乘线路的有效匹配。

6.4 列车运行速度

6.4.1 列车全程的设计旅行速度应与列车设计最高运行速度目标值、线路的功能定位、客流需求和线路条件相匹配。

6.4.2 列车牵引计算应根据线路平、纵断面设计、车站分布、车辆技术特性等进行,区间最高运行速度应为信号、车辆、设备控制速度留有空间。正常情况下计算起动加速度、制动减速度不宜大于最大常用加、减速度的 90%,并宜考虑节能运行模式。

6.4.3 城市轨道交通线路采用设计最高运行速度 80km/h 列车运营时,旅行速度不宜低于 35km/h。设计最高运行速度大于 80km/h 的系统,设计旅行速度应相应提高。

6.4.4 列车在平面曲线上的运行速度应按曲线半径大小进行计算确定,其未被平衡离心加速度一般不宜超过 0.4m/s^2 。列车通过曲线线路和道岔区宜按规定的设计速度运行。在保证安全的前提下,特殊情况下局部区域可根据车辆、轨道、维修、环境条件综合确定,并可适当提高列车通过平面曲线的运行速度。

6.4.5 进站列车进入有效站台时的运行速度不宜超过 65km/h;当站台计算长度范围内不设站台门时,越站列车实际运行速度不应大于 40km/h。

6.5 行车组织

6.5.1 每条运营线路的正线均应采用双线、右侧行车制。一般情况下南北向线路以由南向北运行为上行方向,反之为下行。东西向线路以由西向东运行为上行方向,反之为下行。环形线路应以列车

在外环的运行方向为上行方向，内环的运行方向为下行方向。分期建设的线路全线的上下行方向应该一致。

6.5.2 每条线路的基本运营状态应包含正常运营状态、非正常运营状态和紧急运营状态。系统的运营必须在能够保证所有使用该系统的人员和乘客以及系统设施安全的情况下实施。

6.5.3 列车运行应统一调度指挥。列车应在安全防护的监控下运行。

6.5.4 列车全日运行计划应按分时段客流预测进行安排，并满足规定的列车运行密度和服务水平，核算列车满载率，做好运营成本和效益分析。

6.5.5 每条线路宜独立运行，根据全线客流断面不均匀情况，可组织小交路运行；在线路运能有足够余量的区段可组织与其他线路共线运行。

6.5.6 列车运行交路应根据各设计年限高峰小时断面客流分布特征、线路长度和折返线设置条件确定。

6.5.7 长大线路或有延伸条件的线路的列车交路设计宜考虑灵活性，对车站配线进行合理设计，为以后线路变化或客流变化留有调整余地。

6.5.8 各中间站列车停站时间，应根据预测的车站客流量进行计算，包括乘客上下车时间、开关门时间。列车停站时间可按式计算：

$$t_{\text{停}} = [P_{\text{上下}} \times K / (N \times n)] T_1 + T_2 \quad (2)$$

式中：

$t_{\text{停}}$ ——列车停站时间(s)；

$P_{\text{上下}}$ ——预测的车站高峰小时上、下车人数之和（取大的方向）；

N ——高峰小时开行的列车对数；

n ——列车一侧车门总数量；

K ——超高峰系数，一般取 1.1~1.4；

T_1 ——平均上（或下）一名乘客的时间，一般取 0.6s/人；

T_2 ——列车开关门反应及动作时间(s)。

6.5.9 在正常运行状态下，列车应在车站停止后车门才能开启；应通过目视或技术手段确认车门关闭，列车才能启动。列车开关门作业时间不宜大于 15s（无站台门）。

6.5.10 设计停站时间的取值应留有余量，最小停站时间不应小于 25s。若停站时间大于 35s、行车密度大于 30 对/h 时，应按设计行车密度进行检算，不满足行车密度时应考虑采取有效措施。

6.5.11 中间折返站和折返终点站的停站时分应考虑折返列车的清客时间。

6.5.12 运用车辆数应按各设计年度高峰小时列车对数计算，设有长、短交路时应分别计算，并宜采用小数进位取整原则确定该交路运用车列的数量，计算公式如下：

$$M_{\text{辆}} = m \cdot M_{\text{列}} = m \left[\left(\frac{2l_{\text{交}} \times 60}{V_{\text{旅}}} + t_{\text{折1}} + t_{\text{折2}} \right) \div t_{\text{间隔}} \right] \quad (3)$$

式中：

$M_{\text{辆}}$ ——运用车辆数（辆）；

$M_{\text{列}}$ ——运用车列数（列）；

m ——列车编组辆数；

$l_{\text{交}}$ ——列车交路长度(km)；

$V_{\text{旅}}$ ——旅行速度(km/h)；

$t_{\text{折1}}$ 、 $t_{\text{折2}}$ ——列车在折返站的折返时间及停站时间(min)；站后折返站的作业时间包括列车进站停站时间、出入折返线时间、折返线停留时间和列车出站停站时间的总和；

$t_{\text{间隔}}$ ——一个交路的最小行车间隔时间(min)。

运用车计算中的旅行速度 $V_{\text{旅}}$ ，宜根据车辆性能、停站时分、线路条件、站间距等进行牵引计算，并参照既有线路旅行速度综合确定。

6.6 运营配线

6.6.1 配线应按全线正常运行状态、非正常运行状态和紧急运行状态的交路要求进行设置。折返站的设置应具有一定的适应性和灵活性。

6.6.2 折返站配线设置应满足系统设计最大通过能力需要，并留有 10%左右的储备能力。设置在主要客流集散点、市区线路与郊区线路的终端接轨站等客流较大的折返站配线，应对停站时间与折返能力进行核算，必要时采用增加站台面、增加折返线等措施提高折返能力。

6.6.3 为满足故障运行工况，每隔 5~6 座车站或 8~10km 应设置停车线，其间每相隔 2~3 座车站或 3~5km 应加设渡线，并应结合车辆基地出入线统筹合理分布。

6.6.4 停车线应具备故障车待避和临时折返功能。当停车线设在折返站时，应与折返线分开设置，在正常运营时段，不宜兼用。当停车线设在中间站时，停车线两端应与正线贯通。

6.6.5 车辆基地出入线应连通上下行正线，当与正线交叉时，应采用立体交叉。列车出入线的出入车能力应满足远期线路通过能力和运营需要。

6.6.6 车辆基地出入线接入正线的接轨点宜设在车站站端，与正线同方向顺接。列车从支线或车辆基地出入线进入正线前应具有一度停车条件，经过核算不能满足信号安全距离要求时，应设置安全线。

6.6.7 不同线路间的联络线，应根据线网规划及网络资源共享规划设置。

6.7 运营管理

6.7.1 运营管理宜遵循集中分级管理的模式，在设计时充分研究和考虑未来网络化运营管理的需求。

6.7.2 运营机构应满足系统运营管理任务的要求，通过科学的管理方式、合理的人员安排和组织机构设置，实现城市轨道交通系统的安全、可靠、高效。

6.7.3 运营机构应针对正常运营状态、非正常运营状态和紧急运营状态采取分级模式进行管理，并制定相应的管理规程和规章制度，包括工作流程和岗位职责，以实现对突发事件的快速反应和有效处置，降低突发事件的影响。

6.7.4 票务系统宜采用计程计时票价制、多种票种，并应具备对客流数据和票务收入的自动统计功

能。

6.7.5 列车乘务制度宜采用轮乘制，相关车站应设置轮值折返司机及相应的设施。

6.7.6 运营管理和维修保障的人员及设施配置，应根据线网规划和线路条件充分考虑资源共享。

6.8 客运服务

6.8.1 车站应设置客运服务中心，为乘客提供问讯、票务等服务。

6.8.2 运营机构应设置完善的服务标志、乘客信息系统等，为乘客提供规范、有效、及时的信息。

6.8.3 运营机构应向乘客明示其服务的内容、责任、义务、服务质量和乘车安全要求、乘车常识。

6.8.4 运营机构应对站台、楼扶梯、垂直电梯、检票口和出入口的客流状态和安全秩序实施监控，帮助残疾人乘降车，及时阻止事故发生，及时报警，正确疏导客流，保障车站及乘客安全。

6.8.5 在正常运营时间内，任何人不得进入轨行区，在站台两端应设有阻挡标志或设施。

6.9 维护管理

6.9.1 设备、设施的运行、保养、维修应符合国家、行业、地方、企业制定的相关技术规范和标准，保证各系统设备、设施的安全功能和使用功能完整有效，设备、设施始终处于良好工作状态，各项技术指标、技术参数保持在允许范围内。

6.9.2 为确保设备、设施维护的有效实施，应针对设备设施的特性确定维修组织模式，包括维修模式、人员设置和维修设施设备的设置。

6.9.3 设备设施维修模式的确立应注重各系统维修的协作性、维修资源的共享、接口的简洁高效。

6.10 运营安全

6.10.1 运营机构应设置安全管理组织，建立安全管理体系，负责运营安全管理。

6.10.2 网络对应应急抢修进行总体规划、统筹考虑。各线应根据网络应急抢修点的规划配置必要的设施设备，满足快速响应的要求。

6.11 组织定员

6.11.1 运营机构的设置和人员数量的安排应遵循统一管理、机构精简、分配合理、资源共享的原则。首条线路的运营管理定员宜控制在每公里不大于 80 人，后续线路宜控制在每公里不大于 60 人。

6.11.2 线路运营管理定员包括机关定员、车站管理定员、列车司机定员、车辆基地定员等。

6.11.3 运营维护管理应综合行车安全、社会资源、运营成本等因素，考虑专业化与社会化相结合的模式配置相应人员。

7 车辆

7.1 一般规定

7.1.1 地铁车辆技术要求除应符合本章规定外，尚应符合现行《地铁设计规范》GB 50157 及相关国

家标准的有关规定。

7.1.2 车辆结构设计寿命不小于 30 年。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实施救助的条件。

7.1.3 车辆应采取减振与防噪措施。

7.1.4 车辆应能满足如下使用要求：

- a) 可在隧道、高架和地面线路上运行，并能够经铁路、公路、水路被运送至江苏省轨道交通相关线路。
- b) 应能实现以下模式运行：
- c) ATO 驾驶模式；
- d) ATP 保护下的人工驾驶模式；
- e) 无 ATP 保护的人工驾驶模式。
- f) 列车人工折返和自动折返模式。

7.1.5 除因地区不同而存在使用条件差异需另行规定外，车辆使用条件应符合以下要求：

- a) 环境条件
 - 1) 海拔高度 $\leq 1200\text{m}$ ；
 - 2) 环境温度 $-15^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ ；
 - 3) 最湿月月平均最大相对湿度不大于 90%（月平均温度为 25°C 时）
 - 4) 车辆应能经受风、雨、雾、冰、霜、沙尘的侵袭，应能经受空气中的盐雾、酸雨、碳、铜、臭氧、硫化物、氧化物等化学物质的侵蚀，应能预防虫蛀，防止啮齿类动物的侵害，应能防止霉变并抗清洗剂腐蚀。
- b) 线路条件
 - 1) 轨距 1435mm ；
 - 2) 最小平面曲线半径应符合本标准“线路”章节相关条款规定；
 - 3) 最小竖曲线半径应符合本标准“线路”章节相关条款规定；
 - 4) 正线的最大坡度不大于 30‰，困难地段不宜大于 35‰；出入段线、联络线的最大坡度不大于 35‰，困难地段不宜大于 40‰；
 - 5) 站台尺寸应符合本标准“限界”章节相关条款规定。
- c) 供电条件
 - 1) 额定供电电压 DC 1500V，波动范围 DC1000V $\sim$ DC1800V；
 - 2) 授电方式为架空接触网或者接触轨（下部）授电。
 - 3) 接触轨授电时，接触轨轨面距走行轨轨面高 200mm_{-5}^{+5} ，接触轨中心线距离线路中心线 1444mm。

7.1.6 车辆限界应符合本标准“限界”章节相关条款规定，并符合《标准轨距铁路机车车辆限界》GB 146.1 的规定，能在中国标准轨距的干线铁路上运行。

7.1.7 车辆重量偏差要求应符合下列规定：

- a) 整备状态下的车辆重量不应大于合同中规定重量值的 3%；

b) 同一动车的每根轴上所测得的轴重与该车各动轴实际平均轴重之差,不应超过实际平均轴重的2%;

c) 每个车轮的实际轮重与该轴两轮平均轮重之差,不应超过该轴两轮平均轮重的 $\pm 4\%$ 。

7.1.8 车辆客室地板面距轨面高度应与车站站台面高度相协调,车辆高度调整装置应能保持车辆地板面高度不因载客量的变化而明显改变。

7.1.9 列车设计应考虑可靠性、可使用性、可维修性及安全性,宜采用模块化设计,形成系列化、标准化。

7.1.10 全自动运行线路的列车应设置障碍物检测、紧急呼叫装置,宜设置紧急手柄装置,提高系统的安全性及应急处置能力。列车宜采用开放式司机室,宜采用简易司机台方式并设置司机台防护盖。

7.2 车辆型式与列车编组

7.2.1 车辆型式应按下列规定分类:

a) 动车可细分为带司机室动车(Mc)、无司机室动车(M)、带受电弓动车(Mp)、既带司机室又带受电弓的动车(Mcp);

b) 拖车可细分为带司机室拖车(Tc)、无司机室拖车(T)、具有一个动力转向架的带司机室拖车(TcM、MTc)。

7.2.2 车辆主要技术规格应符合表1的规定。

表1 车辆的主要技术规格

名 称		B1 型车	B2 型车	A 型车
车辆轴数		4	4	4
车体基本长度 (mm)	无司机室车辆	19000	19000	22000
	单司机室车辆	19000+ Δ	19000+ Δ	23600
	无司机室车辆	19520	19520	22800
	单司机室车辆	19520+ Δ	19520+ Δ	24400
	基本宽度	2800	2800	3000
	鼓形车体	≈ 2900	≈ 2900	—
电弓工作高度		—	3980~5800	3980~5800
车内净高 (mm)		2100~2150	2100~2150	2100~2150
站立区净高度 (mm)		≥ 1900	≥ 1900	≥ 1900
地板面距轨面高 (mm)		1100	1100	1130
车钩水平中心线距轨面高度 (mm)		720 或 660 同一城市中所 采用车辆的车 钩高度宜相同	720 或 660 同一城市中所采用 车辆的车钩高度宜 相同	720 或 660 同一城市中所采用 车辆的车钩高度宜 相同
轮对内侧距 (mm)		1353 $^{+2}_{-2}$	1353 $^{+2}_{-2}$	1353 $^{+2}_{-2}$
车轮直径(mm)	新轮	840 $^{+4}_{-0}$	840 $^{+4}_{-0}$	840 $^{+4}_{-0}$
	半磨耗	805	805	805
	最大磨耗	770	770	770
轴重 (t)		≤ 14	≤ 14	≤ 16
车辆定距 (mm)		12600	12600	15700
固定轴距 (mm)		2200、2300	2200、2300	2500
每侧车门数 (对)		4	4	5
车门宽度 (mm)		1300~1400	1300~1400	1300~1400

名 称			B1 型车	B2 型车	A 型车
车门高度 (mm)			≥1860	≥1860	≥1860
载员(人)	座席	单司机室车辆	36	36	56
		无司机室车辆	46	46	56
	定员 (站立 人数 6 人 /m ²)	单司机室车辆	230	230	310
		无司机室车辆	250	250	310

表 1 (续)

名 称			B1 型车	B2 型车	A 型车
载员(人)	超员（站立 人数 6 人 /m²）	单司机室车辆	327	327	432
		无司机室车辆	352	352	432
车辆最高运行速度（km/h）			80、100	80、100	80、100

7.2.3 列车编组及动力配置应符合以下要求：

- 列车编组应根据客流预测、设计运输能力、线路条件、环境条件及运营组织、线网资源共享等要素确定。
- 列车的动拖比应根据起动加速度、制动减速度、平均速度、旅行速度、故障运行能力、维修费、耗电量、车辆的购置费等因素，以及充分发挥再生制动作用、减少摩擦制动材料消耗、减少发热量、节约电能、减少环境污染等因素综合分析确定。
- 在线路最大坡道上列车能起动的加速度不应小于 0.083m/s^2 。
- 列车编组及动力配置方案宜在表 2 中选择：

表 2 列车编组和动力配置

列车编组	动力配置 (动拖比)	编组型式
4 辆编组	1:1	+Tc*Mp*Mp*Tc+
4 辆编组	3:1	+TcM*Mp*Mp*MTc+
		+Mcp*M*T*Mcp+
5 辆编组	3:2	+Tc*Mp*M*Mp*Tc+
列车编组	动力配置 (动拖比)	编组型式
6 辆编组	2:1	+Tc*Mp*M=M*Mp*Tc+
8 辆编组	3:1	+Tc*Mp*M=M*Mp=M*Mp*Tc+

注：+：全自动车钩，=：半自动车钩，*：半永久牵引杆。

7.3 主要技术指标

7.3.1 车辆运行速度应符合以下要求：

- 最高持续运行速度为 80km/h、100km/h；车辆构造速度 90km/h、110km/h；
- 洗车速度 3~5km/h；
- 列车联挂速度≤5km/h；
- 列车退行速度限速 10 km/h。

7.3.2 牵引工况计算粘着系数为 0.16~0.18，制动工况计算粘着系数为 0.14~0.16。

7.3.3 列车纵向冲动极限不应大于 0.75 m/s^3 。

7.3.4 牵引性能应符合以下要求：

- a) 在平直干燥线路上，额定电压、额定载荷和车轮半磨耗状态下，动拖比 2:1、3:1、3:2 的列车加速度应符合下列规定：
 - 1) 最高运行速度为 80km/h 的列车，其起动平均加速度（0km/h ~ 36km/h） $\geq 1.0\text{m/s}^2$ 、平均加速度（0 km/h ~ 80km/h） $\geq 0.6\text{m/s}^2$ ；
 - 2) 最高运行速度为 100km/h 的列车，其起动平均加速度（0km/h ~ 40km/h） $\geq 1.0\text{m/s}^2$ 、平均加速度（0km/h ~ 100km/h） $\geq 0.6\text{m/s}^2$ 。
- b) 在平直干燥线路上，额定电压、额定载荷和车轮半磨耗状态下，动拖比 1:1 的列车加速度应符合下列规定：
 - 1) 最高运行速度为 80km/h 的列车，其起动平均加速度（0km/h ~ 36km/h） $\geq 0.83\text{m/s}^2$ 、平均加速度（0km/h ~ 80km/h） $\geq 0.5\text{m/s}^2$ ；
 - 2) 最高运行速度为 100 km/h 的列车，其起动平均加速度（0km/h ~ 40km/h） $\geq 0.83\text{m/s}^2$ 、平均加速度（0km/h ~ 100km/h） $\geq 0.5\text{m/s}^2$ 。

7.3.5 制动性能应符合以下要求：

- a) 在平直干燥线路上，包括响应时间在内，列车最大常用制动平均减速度 $\geq 1.0\text{m/s}^2$ 、紧急制动平均减速度 $\geq 1.3\text{m/s}^2$ 。
- b) AW3 载荷下，列车能安全、可靠地停放在 35‰的坡道上。

7.3.6 列车故障运营能力应符合以下要求：

- a) 动拖比为 1:1 时，超员列车在丧失 1/2 动力的情况时，应能在正线最大坡道上起动，运行到下一站，清客后空车运行至车辆段。
- b) 动拖比为 2:1 时，定员列车在丧失 1/4 动力的情况时，在正常网压下，可以正常往返一个全程后返回车辆段进行故障检修；超员列车在丧失 1/2 动力的情况时，应能在正线最大坡道上起动，运行到下一站，清客后空车运行至车辆段。
- c) 动拖比为 3:1 时，定员列车在丧失 1/3 动力的情况时，在正常网压下，可以正常往返一个全程后返回车辆段进行故障检修；超员列车在丧失 1/2 动力的情况时，应能在正线最大坡道上起动，运行到下一站，清客后空车能运行至车辆段。
- d) 动拖比为 3:2 时，超员列车在丧失 1/3 动力的情况时，应能在正线最大坡道上起动，运行到下一站，清客后空车运行至车辆段。

7.3.7 一列动力完好的空载列车应具有在正线线路的最大坡道上牵引或推送另一列超员载荷的无动力列车运行到下一车站的能力。**7.3.8 列车运行噪声应符合下列要求：**

- a) 司机室、客室内的允许噪声等级应符合现行国家标准《城市轨道交通列车噪声限值和测量方法》GB14892 的有关规定；
- b) 列车在露天地面、水平直线区段、自由场内、有砟道床无缝钢轨轨道上以 60km/h 速度运行时，在车外距轨道中心线 7.5m、距轨面高度 1.5m 处，测得的连续等效噪声值不应超过 80dB(A)。

7.3.9 列车运行平稳性指标应小于 2.5，运行 150000km 后不应大于 2.7。**7.3.10 车辆的脱轨系数应小于 0.8。**

7.3.11 车辆振动应符合下列要求:

- a) 车辆及设备应满足 IEC60077、IEC60322 标准的要求,能承受振动波形为正弦波。频率为 $1\text{Hz} \leq f \leq 10\text{Hz}$ 时振幅为 $25/f(\text{mm})$, 频率为 $10\text{Hz} \leq f \leq 50\text{Hz}$ 时振幅为 $250/f(\text{mm})$;
- b) 振动试验应符合国际标准 IEC 61373 中的有关规定;
- c) 车体与转向架的固有频率之差值应保证在整个运行速度范围内,不得引起车辆共振现象。

7.3.12 车体安装、转向架安装和车轴安装的设备(包括通信、信号等车载设备),以及车体和转向架之间连接部件抗冲击要求应符合 IEC 60077、IEC 60322 标准。

7.4 车体、车门与车钩

7.4.1 车体应符合以下要求:

- a) 车体应采用不锈钢或铝合金材料的整体式承载结构,应采取防寒、隔热、隔音的措施;车体设计寿命不少于 30 年。
- b) 用户和制造商在合同中无特殊规定时, A 型车车体的试验用纵向静载荷不低于 0.8MN、B 型车不低于 0.49MN。
- c) 车体结构在寿命期内承受设计载荷的作用时,不应产生永久变形和疲劳损伤;并应具有足够的刚度,能满足架车、起吊、救援、复轨、调车和列车联挂等要求。在最大垂直载荷作用下,车体静挠度不应超过两转向架支撑点之间距离的 1%。
- d) 列车两端设置能量吸收结构和防爬装置。

当两列 AW0 列车以不高于 15km/h 相对速度碰撞时,冲击能量由车钩(缓冲器、压溃管等)吸收,不造成车体结构的损坏;

当两列 AW2 列车以 15km/h 相对速度碰撞,或者两列 AW0 列车以 25km/h 相对速度相互碰撞时,车钩(缓冲器、压溃管等)和防爬器以及司机室碰撞吸能区域均参与能量吸收。

- a) 车体之间采用贯通道连接,贯通道应能满足 9 人/ m^2 的承载要求,其净宽不小于 1300mm、净高不低于 1900mm;贯通道应密封、防火、防水、隔热、隔声;贯通道渡板应耐磨、过渡平顺、防滑、防夹;贯通道折棚应耐老化、耐磨损、安全可靠。
- b) 列车至少设置一处供残疾人轮椅车停放的位置,该区域内应设置扶手或其他安全保护设施,其位置与站台区无障碍设施相对应。
- c) 客室内非乘客使用的重要设备或设施应设锁。
- d) 车体的内外墙板之间,以及底架与地板之间,应敷设吸湿性小、膨胀率低、性能稳定的隔热、隔声材料。
- e) 车辆应设置架车支座、车体吊装座,并标注允许架车、起吊的位置。

7.4.2 列车车门应符合以下要求:

- a) 每节车每侧设 4 对/5 对客室车门,有效开度不小于 1300mm,净高度不低于 1860mm;
- b) 司机室侧门有效开度不小于 560mm,净高度不低于 1860mm;
- c) 每辆车相邻客室车门中心距离相等,两辆车之间相邻客室门间距保持一致;

- d) 司机室与客室之间设通道门，其开门方向为向司机室侧开启，开/关状态在受控司机室显示和报警。

7.4.3 列车车钩应符合以下要求:

- a) 车钩包括全自动车钩、半自动车钩和半永久牵引杆三种类型;
- b) 车钩连挂性能应满足处于最差空气弹簧状态下的列车，在最不利轨道条件和最小曲线半径下运行时的曲线通过能力;
- c) 列车应能在正线最小半径曲线上自动联挂;
- d) 缓冲及能量吸收能力应与车体能量吸收能力相匹配;
- e) 应对车钩的连接状态进行监控，任一车钩意外脱钩时，分离列车两部分都应施加紧急制动。

7.5 转向架

7.5.1 转向架应采用无摇枕两系悬挂两轴转向架。

7.5.2 所有相同功能的转向架及其部件应能互换，零部件宜标准化。

7.5.3 转向架性能、主要尺寸应与车体、线路相匹配，其相关部件在允许磨耗限度内应能确保列车以最高允许速度安全平稳运行。在悬挂或减振系统损坏时，也能确保车辆在线路上安全地运行到终点。

7.5.4 在保证车辆安全性和稳定性、满足结构强度的前提下，应减轻转向架重量和簧下重量。

7.5.5 转向架应能保证在与车体连接的状态下安全起吊，并满足在隧道区间最小空间内的复轨要求。

7.5.6 车轮应为整体碾钢轮。

7.5.7 构架设计寿命不应低于 300 万公里。

7.6 电气系统

7.6.1 电传动系统应采用变频调压的交流传动系统，牵引电机宜采用矢量控制或直接转矩控制的方式。

7.6.2 电传动系统应具有牵引和再生制动的基本功能。

7.6.3 电传动系统应能充分利用轮轨粘着条件，并能按车辆载重量自动调整牵引力或电制动力的大小，应具有反应灵敏的防空转、防滑行控制和防冲动控制。

7.6.4 当多台电动机由一个变流器并联供电时，其额定功率应计及轮径差与电动机特性差异引起的负荷分配不均，以及在高粘着系数下运行时轴重转移的影响。

7.6.5 受电弓受流时，应对受电弓或供电设施均无损伤或异常磨耗。受电弓的静态压力应为 70N~140N。

7.6.6 接触网授电时，每列车应至少设置两个受电弓；接触轨授电时，应至少在每个动车转向架左、右两侧各配置一个受流器。受电弓（或受流器）与接触网（或接触轨）的接触压力应与列车最高运行速度匹配。

7.6.7 列车应设置避雷装置。

7.6.8 辅助电源系统应由辅助变流器、蓄电池等组成。辅助电源的交流输出电压波形应为正弦波，波形畸变率不应大于 5%，电压波动范围不应大于 $\pm 5\%$ ，相间不平衡系数不应大于 1%，频率应为

50HZ $\pm$ 5%,辅助逆变器的容量应能满足车辆各种工况的使用需求。

7.6.9 由浮充电蓄电池供电的设备,其标称电压应选用 110V 及 24V。蓄电池容量应能满足车辆在故障及紧急情况下车门控制、应急通风、应急照明、外部照明、车载安全设备、广播、通信等系统工作不低于 45min,以及 45min 后列车车门能开关门一次的要求。蓄电池箱应采用二级绝缘安装。蓄电池箱上应安装正极和负极短路保护用空气断路器。

7.6.10 列车控制诊断系统应符合下列要求:

- a) 应采用符合标准的列车通信网络,与运行及安全有关的控制除由列车通信网络进行控制外,还必须有冗余措施;
- b) 列车应具有两端操纵功能,但应仅有一端为可控状态;
- c) 列车诊断系统应对列车及各子系统的状态信息、故障信息进行分析评估、显示、储存,与运营相关的信息应有冗余的硬件显示;
- d) 列车应设模拟里程表计和能耗表计,应设数字事件记录仪和数据记录仪;
- e) 列车应设车地无线通信接口,预留在线数据通过车地无线通信上传的条件。

7.7 制动与风源系统

7.7.1 列车制动方式包括常用制动、快速制动和紧急制动,包括电制动(再生制动和电阻制动)和空气制动两种类型。

7.7.2 紧急制动应为纯空气制动;常用制动和快速制动应优先使用电制动(再生制动优先),电制动不足部分由空气制动在整列车范围内均衡补偿,并应具有冲击率限制。

7.7.3 列车空气制动应采用微机控制的模拟电—空制动系统,宜采用单元式踏面制动或盘形制动等基础制动装置。

7.7.4 停放制动系统应保证在线路最大坡道、列车最大载荷情况下施加停放制动不会发生溜车。

7.7.5 制动系统应具有完善的监控、保护和自诊断功能,应对空气制动和停放制动的状态进行监控,并在司机室显示。

7.7.6 在任何制动方式下,制动系统都应有防滑保护功能,空气制动和电制动应有各自独立的防滑控制。

7.7.7 应有轮径校正、负载检测和制动力负载补偿功能。

7.7.8 列车应具有两套或以上独立的电动空气压缩机组。当一台机组失效时,其余空气压缩机组的供气量、供气质量和总风缸容积,均应能满足整列车的供风要求,同时应维持空气压缩机必要的开动占空比。空气压缩机组应设有干燥机和自动排水装置以及压力调节器和安全阀。

7.7.9 供风系统应具有安全保护功能,总风缸应设过压安全阀,列车管空气压力低于设定值时应立刻触发紧急制动。

7.7.10 列车制动系统应具有保持制动功能。

7.8 空调系统

7.8.1 列车空调应为节能环保型,具有制冷、新风预加热、通风及紧急通风等功能,采用变频或分

级控制。

7.8.2 在额定载荷工况下，客室内人均新风量不低于 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，新风量至少为总风量的 $1/3$ ，新风量应能按实际载客量分级调整，紧急通风应为全新风。司机室人均新风量不低于 $30\text{m}^3/\text{h}$ 。

7.8.3 制冷能力应能满足额定载荷、环境温度为 35°C 时，车内平均温度不高于 27°C ，相对湿度不超过 65% 。

7.8.4 司机室应单独设置采暖装置或足部取暖器。在冬季，司机室内温度要求在外环境温度 -3°C 时内部温度不低于 14°C 。列车在环境温度 -3°C 、AW0 工况及 $3200\text{m}^3/\text{h}$ 新风的条件下，客室内温度达到 12°C ，客室采暖采用空调新风预加热与客室电加热装置。

7.8.5 送风管道应有隔热保护，应采用可以降噪的风道材料，车内风速、温度和湿度应分布均匀。

7.8.6 在列车丧失供电的情况下，应能提供客室和司机室紧急通风 45min 。

7.9 乘客信息系统

7.9.1 列车应具有司机对乘客广播、列车预录信息广播、司机室对司机室的通信和受控司机室广播监听功能。

7.9.2 每节车辆客室应至少设置两个紧急对讲装置。紧急对讲装置应具有乘客与司机间双向通信功能，并应对其触发状态进行监控和记录。

7.9.3 应在列车两端设 LED 目的地显示器，在客室两端设 LED 乘客信息显示器。

7.10 防火与安全

7.10.1 当利用轨道中心道床面作为应急疏散通道时，列车端部车辆应设置专用疏散门，并且组成列车的各车辆之间应贯通。端门和贯通道的宽度不应小于 600mm ，高度不应低于 1800mm 。

7.10.2 列车应设置紧急对讲装置。每节车辆客室应至少设置两个紧急对讲装置，该装置应具有司机与乘客间双向通信功能。

7.10.3 车辆应具有良好的防火性能，车辆及其内部设施应使用不燃材料或无卤、低烟的阻燃材料。

7.10.4 列车应装设 ATP 信号车载设备。

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

7.10.6 前照灯在列车前端紧急制停距离处照度不应小于 2lx ，列车尾端外壁应设置红色防护灯。

7.10.7 在每一个门区（相对的两个侧门为一个门区）设一个应急照明装置，其电源为 $\text{DC}110\text{V}$ 。当列车处于故障情况下，应急照明可以保持 45 分钟的工作时间。

7.10.8 客室和司机室内必须按相关标准配置一定数量的不一定要电气灭火的灭火器，司机室不少于 1 具，乘客室 2 具，安放位置应有明显标识并便于取用。

7.10.9 列车应设置火灾预警系统。

7.10.10 列车装载监控系统，是一个信息采集、记录和显示系统，用于对列车主要设备的运行状态和故障进行自动信息采集、记录和显示并兼有对列车辅助系统的控制功能，并可通过便携式测试单元 PTU 将数据读出和打印。

7.10.11 各电气设备金属外壳或箱体应采取保护性接地措施。

8 限界

8.1 一般规定

- 8.1.1 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。
- 8.1.2 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。
- 8.1.3 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。
- 8.1.4 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。
- 8.1.5 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。
- 8.1.6 设备限界按所处地段分为直线设备限界和曲线设备限界。直线车辆限界及设备限界应符合本标准附录 A1、A2 附录 B1、B2 的规定；曲线设备限界计算方法应按本标准附录 C 的规定执行；缓和曲线地段站台边缘、站台门及精度要求高地段的墙、柱的建筑限界加宽方法应按本标准附录 D 的规定执行。
- 8.1.7 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車輛限界。
- 8.1.8 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。

8.2 制定限界的基本参数

- 8.2.1 车辆基本参数应符合本标准第 7.2.2 条的规定。
- 8.2.2 制定限界的基本参数应符合下列规定：
- a) 接触导线距轨顶面安装高度应符合本标准第 18.8.23 条的规定；
 - b) 轨道结构高度应按本标准表 15 的规定采用；
 - c) 高架线或地面线风荷载应为 400N/m^2 ；
 - d) 过站限界列车计算速度应为 60km/h；
 - e) 区间限界列车计算速度应为 100km/h；
- 8.2.3 当区间设置纵向辅助疏散平台时，应满足下列要求：
- a) 地下区间，宜设置在行车方向左侧；
 - b) 高架区间，宜设置在上、下行线路之间；
 - c) 疏散平台设置，宜根据区间两端的站台形式确定；
 - d) 最小宽度应符合表 3 的规定：

表 3 纵向辅助疏散平台最小宽度取值表

单位为毫米

	隧道内		隧道外	
	一般情况	困难情况	一般情况	困难情况
单线（设于一侧）	700	550	700	550
双线（设于中央）	1000	800	1000	800

- e) 距轨顶面高度：A 型车宜不大于 900mm、B 型车宜不大于 850mm；疏散平台距轨顶面高度均不宜低于 800mm。
- f) 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；曲线地段应按曲线半径及轨道超高计算加宽，但距车辆轮廓线水平距离不宜大于 300mm。

8.3 建筑限界

8.3.1 矩形隧道建筑限界应符合下列规定：

- a) 直线地段单线矩形隧道建筑限界应符合表 4 的规定；

表 4 直线地段单线矩形隧道建筑限界

	单位为毫米		
	A 型车	B2 型车	B1 型车
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）	2400	2300	2300
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	4500	4200

- b) 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；
- c) 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。

8.3.2 单线圆形隧道建筑限界，A 型、B 型车的限界直径宜不小于 5300mm。

8.3.3 双线大盾构圆形隧道建筑限界，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。

8.3.4 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，单洞单线及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。

8.3.5 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。

8.3.6 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：

- a) 圆曲线地段的位移量应按下列公式计算：

$$\text{水平移动量: } Y = h_0 \sin \alpha \text{-----} \quad (4)$$

$$\text{垂直移动量: } Z = -h_0(1 - \cos \alpha) \text{-----} \quad (5)$$

式中：

$$\sin \alpha = h/1500;$$

h —轨道超高实设值 (mm)；

h_0 —隧道中心距轨顶面的垂向距离 (mm)。

- b) 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。

8.3.7 地上线、U形槽区间建筑限界确定应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 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；
- e) 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。

8.3.8 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。

8.3.9 直线车站建筑限界应符合下列规定：

- a) 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1080mm±5mm、B1及B2型车1050±5mm；
- b) 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^{+10}_0 mm、B型车 1500^{+10}_0 mm；
- c) 站台门与车站车辆限界之间应保持不小于25mm的安全间隙；站台门与车辆轮廓线之间的净距不应大于130mm。
- d) 站台计算长度外的站台边缘至轨道中心线距离宜为A型车1800mm、B型车1700mm；
- e) 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，困难情况下不得小于16m；
- f) 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。

8.3.10 曲线车站站台边缘与车厢地板面高度处车辆轮廓线的水平间隙不应大于180mm。

8.3.11 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：

- a) A型、B型车人防隔断门(或防淹门)门框内边缘距车辆轮廓线之间的间隙不宜小于550mm；
- b) 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；

8.3.12 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。

8.3.13 车辆综合基地内轨行区周边的建筑限界应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 当列车升弓进库时，车库大门高度按接触网安装高度限界确定；
- d) 线路直线地段信号设备至设备限界净距最小为 200mm。曲线段及道岔区限界适当加宽；
- e) 车辆段、停车场库外连续建筑物至设备限界净距，当有人行便道时取 1000mm；
- f) 车辆段、停车场库外长度不大于 2m 的非连续建筑物至设备限界净距，当有人行便道时，取 600mm；
- g) 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；
- h) 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，应符合国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定。

8.3.14 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。

8.4 轨行区管线设备布置原则

8.4.1 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。

8.4.2 强、弱电设备宜分别布置在线路两侧。各种管线的路由应保持顺畅，宜避免频繁过轨或交叉。

8.4.3 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。

8.4.4 区间隧道内管线设备布置应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 纵向辅助疏散平台面上方的净高不得小于 2000mm；
- c) 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；
- d) 隔断门门框外应预埋套管，每侧套管埋设宽度不宜大于 500mm；
- e) 当接触网（轨）隔离开关安装在轨行区时，应核查建筑限界是否需要加宽。
- f) 区间隧道内线路两侧电缆支架安装宽度一般不应大于 350mm，消防水管、信号灯等设备箱盒安装宽度不宜大于 400mm。区间隧道外路两侧管线安装宽度不宜大于 400mm。

8.4.5 高架区间管线设备布置应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 信号机宜安装在两线外侧。

8.4.6 车站范围内管线设备布置应符合下列规定：

- a) 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；

- b) 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。

9 线路

9.1 一般规定

9.1.1 城市轨道交通线路按其运营中的功能定位，分为正线、配线和车场线。配线应包括车辆基地出入线、联络线、折返线、停车线、渡线、安全线。

9.1.2 城市轨道交通选线应符合下列规定：

- a) 线路走向和站点位置选择应以支持城市总体规划，满足出行需求，保障运营效益为基本原则，与城市主要客流走廊及客流集散点的空间分布相吻合；
- b) 应根据轨道交通线网规划、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，并应考虑分段建设及建设时序对运营线路产生的影响；
- c) 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，并应考虑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，节约用地；
- d) 城市轨道交通线路应以快速、安全、独立运行为原则；当有条件时，也可根据需要在两条正线之间或一条线路的干线与支线之间，组织共线运行；支线在干线上的接轨点应设在车站，并按进站方向设置平行进路；接轨点不宜设在靠近客流大断面的车站；
- e) 城市轨道交通线路之间交叉，以及城市轨道交通线路与其他交通线路交叉时，须采用立体交叉方式；
- f) 位于规划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。

9.1.3 线路起、终点选择应符合下列规定：

- a) 车站应与城市用地规划和交通规划相结合，并宜预留今后延伸的条件；
- b) 线路起、终点不宜设在城区内客流大断面位置，也不宜设在高峰断面客流量小于全线高峰小时单向最大断面客流量 1/4 的位置；
- c) 对穿越城市中心的超长线路，应分析运营的经济性，并结合对全线不同地段客流断面和分区 OD 的特征、列车在各区间的满载率和拥挤度，以及建设时序的分析，合理确定线路运行的起、终点或运行的分段点；
- d) 通过城市中心的骨干线路长度不宜大于 35km，也可按每个交路运行不大于 1h 为线路长度目标；当分期建设时，初期建设线路长度不宜小于 15km。
- e) 支线与干线贯通共线运行时，其长度不宜过长。当支线长度大于 15km 时，宜按既能贯通、又能独立折返运行设计，且应核算正线对支线客流的承受能力。
- f) 线路的起、终点站和中间折返站应设置折返线或渡线，其折返能力应与该区段的通过能力相匹配。

9.1.4 车站分布应符合下列规定：

- a) 车站分布应以规划线网的换乘节点、城市交通枢纽节点为基本站点，结合城市道路布局和客流集散点分布确定；
- b) 车站间距应根据城市布局、线路功能定位、客流特征、旅行速度目标来确定；
- c) 城市轨道交通车站站位选择，应结合车站出入口、风亭设置条件确定，并应满足工程实施、用地规划、客流疏导、交通接驳和环境要求等；
- d) 纳入同期建设规划的换乘站，应同步实施，远期规划线路应预留换乘条件；除大型客运枢纽外，宜避免换乘车站汇集三线及以上于一站的换乘形式；
- e) 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研究，拟定规划线路的线位、站点、线间距、线路坡度和轨面高程等；
- f) 线路经过市域线车站时，应设站换乘，在制式兼容的前提下，宜预留接轨联运条件；
- g) 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；
- h) 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功能；

9.1.5 线路敷设方式应符合下列规定：

- a) 线路敷设方式应根据城市总体规划和地理环境条件，因地制宜选定，在城市中心区宜采用地下线；在中心城区以外地段，宜采用高架线；有条件地段也可采用地面线；
- b) 地下线路埋设深度，应结合工程地质和水文地质条件，以及隧道形式和施工方法确定；隧道顶部覆土厚度应满足地面绿化、地下管线布设和综合利用地下空间资源等要求；
- c) 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；
- d) 高架线路应注重结构造型和控制规模、体量，并应注意高度、跨度、宽度的比例协调，其结构外缘与建筑物的距离应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和《高层民用建筑设计防火规范》GB50045 的有关规定，高架线应减小对地面道路交通、周围环境和城市景观的影响。
- e) 当两线在区间相交时，先期实施线路应为后期线路预留安全下穿或上跨条件。
- f) 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。
- g) 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水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。

9.2 线路平面

9.2.1 平面曲线设计应符合下列规定：

- a) 线路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 5 规定；

表 5 圆曲线最小曲线半径

单位为米

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

表 5 （续）

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
出入线、联络线	250	150	200	150
车场线	150	-	150	-
注：除同心圆曲线外，曲线半径宜以 10m 的倍数取值。				

- b) 双线中两线线间距不变的并行地段的平面曲线，宜设计为同心圆，同心圆的曲线半径可为零数。
- c) 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 规定；
- d) 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，在考虑设置超高顺坡段的前提下可不设缓和曲线，但在车挡前宜保持不少于 20m 的直线段；

表 6 车站曲线最小半径

单位为米

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

- e) 圆曲线最小长度，在正线、联络线及车辆基地出入线上，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；车场线不应小于 3m；
- f) 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‰的要求。

9.2.2 缓和曲线设计应符合下列规定：

- a) 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三次抛物线型的缓和曲线，其长度按表 7 的规定选用；

表 7 线路曲线超高—缓和曲线长度表

R	V	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
3000	L	30	25	20	20	20	20	20							
	h	40	35	30	30	25	20	20	15	15	10	10	10	5	5
2500	L	35	30	25	20	20	20	20							
	h	50	45	40	35	30	25	25	20	15	15	10	10	10	5
2000	L	45	40*	35*	30	25	20	20	20	20	20				

R	V	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
	h	60	55	50	45	40	35	30	25	20	20	15	10	10	5
1500	L	55	50	45	35	30	25	20	20	20	20	20			
	h	80	70	65	60	50	45	40	35	30	25	20	15	15	10
1200	L	70	60	50	40	40	30	25	20	20	20	20			
	h	100	90	80	70	65	55	50	40	35	30	25	20	15	10
1000	L	85	70	60	50	45	35	30	25	20	20	20	20		
	h	120	105	95	85	75	65	60	50	45	35	30	25	20	15

表 7 （续）

R	V	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
800	L	85	80	75	65	55	45	35	30	25	20	20	20	20	20
	h	120	120	120	105	95	85	70	60	55	45	35	30	25	20
700	L	85	80	75	75	65	50	45	35	25	20	20	20	20	20
	h	120	120	120	120	110	95	85	70	60	50	40	35	25	20
600	L	—	80	75	75	70	60	50	40	30	25	20	20	20	20
	h	—	120	120	120	120	110	95	85	70	60	50	40	30	25
550	L	—	—	75	75	70	65	55	40	35	25	20	20	20	20
	h	—	—	120	120	120	120	105	90	75	65	55	45	35	25
500	L	—	—	—	75	70	65	60	45	35	30	25	20	20	20
	h	—	—	—	120	120	120	115	100	85	70	60	50	40	30
450	L	—	—	—	—	70	65	60	50	40	30	25	20	20	20
	h	—	—	—	—	120	120	120	110	95	80	65	55	40	30
400	L	—	—	—	—	—	65	60	55	45	35	30	20	20	20
	h	—	—	—	—	—	120	120	120	105	90	75	60	50	35
350	L	—	—	—	—	—	—	60	55	50	40	30	25	20	20
	h	—	—	—	—	—	—	120	120	120	100	85	70	55	40
300	L	—	—	—	—	—	—	—	55	50	50	35	30	25	20
	h	—	—	—	—	—	—	—	120	120	120	100	80	65	50
250	L	—	—	—	—	—	—	—	—	50	50	45	35	25	20
	h	—	—	—	—	—	—	—	—	120	120	120	95	75	60
200	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	45	40	35	25
	h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120	120	120	95	70
注：R 为曲线半径（m）；V 为设计速度（km/h）；L 为缓和曲线长度（m）；h 为超高值（mm）。															

- b) 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；
- c) 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递变；
- d) 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递变。

9.2.3 曲线间的夹直线设计应符合下列规定：

- a) 正线、联络线及车辆基地出入线上，两相邻曲线间，无超高的夹直线最小长度，应按表 8 确定；

表 8 夹直线最小长度

单位为米

正线、 联络线、 出入线	一般情况	$\lambda \geq 0.5V$	
	困难时最小长度 λ	A 型车	B 型车
		25	20

注：V 为列车通过夹直线的运行速度（km/h）。

b) 道岔缩短渡线，其曲线间夹直线可缩短为 10m。

9.2.4 道岔铺设应符合下列规定：

a) 正线道岔型号不应小于 9 号。单渡线和交叉渡线的线间距应符合表 9 的规定，特殊情况无法符合表 9 的规定时，应进行特殊设计；

表 9 单渡线和交叉渡线的线间距要求

线路类型	道岔				
	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

注：正线道岔为含折返线、出入线在正线接轨的道岔。

- b) 当 60kg/m-1/9 道岔侧向通过速度不能符合运行图设计速度时，可经过论证比较，选择大型号道岔，也可作特殊设计；
- c) 在车站端部接轨，宜采用 9 号道岔，其道岔前端，道岔中心至有效站台端部距离不宜小于 22m；其道岔后端，道岔警冲标或出站信号机至有效站台端部距离不应小于 5m。当采用大型号道岔时，其道岔位置应另行计算确定。
- d) 道岔应设在直线地段。道岔两端与平、竖曲线端部，应保持一定的直线距离，其值不应小于表 10 的规定。
- e) 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；
- f) 两组道岔之间应设置直线短钢轨连接，其钢轨长度不应小于表 11 的规定。

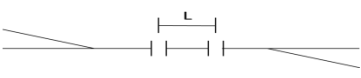
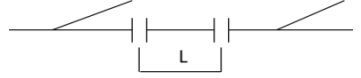
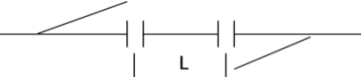
表 10 道岔两端与平、竖曲线端部的最小距离

项目	至平面曲线端或竖曲线端	
	正线	车场线
道岔型号	60kg/m-1/9	50kg/m-1/7
道岔前端/后端	5/5(m)	3/3(m)

注：道岔后端至站台端位置应按道岔警冲标位置控制。

表 11 道岔间插入钢轨长度

道岔布置相对位置	级别	插入钢轨长度 L (接轨缝中心)	
		单位为米	
		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
两组道岔根端 对向布置		正、配线	6.0	6.0
		车场线	4.5	3.0

9.2.5 正线平面其他规定：

- a) 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；
- b) 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站的需要，并应控制越行站规模。

9.3 线路纵断面

9.3.1 线路坡度设计应符合下列规定：

- a) 正线的最大坡度宜采用 30‰，困难地段最大坡度可采用 35‰。
- b) 联络线、出入线的最大坡度宜采用 40‰；
- c) 区间隧道的线路最小坡度宜采用 3‰，困难条件下可采用 2‰，区间地面线和高架线，当具有有效排水措施时，可采用平坡。

注：最大、最小坡度的规定，均不应计各种坡度折减值。

9.3.2 车站及其配线坡度设计应符合下列规定：

- a) 车站宜布置在纵断面的凸型部位上，可根据具体条件，靠近有效站台设置节能坡，并通过列车牵引计算设计合理的进出站坡度和坡段长度。
- b) 地下车站站台范围内的线路应设在一个坡道上，坡度宜采用 2‰。当具有有效排水措施或与相邻建筑物合建时，可采用平坡；地面及高架车站站台范围内线路坡度宜采用平坡。
- c) 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‰；
- d) 道岔宜设在不大于 5‰的坡道上。在困难地段应采用无砟道床，尖轨后端为固定接头的道岔，可设在不大于 10‰的坡道上。
- e) 车场内的库（棚）线宜设在平坡道上，库外停放车的线路坡度不应大于 1.5‰，咽喉区道岔坡度不宜大于 3.0‰。

9.3.3 坡段与竖曲线设计应符合下列规定：

- a) 线路坡段长度不宜小于远期或客流控制期列车长度，并应满足相邻竖曲线间的夹直线长度不小于 50m 的要求；
- b) 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，竖曲线的半径不应小于表 12 的规定；

表 12 竖曲线半径

单位为米

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、车场线		2000	

c) 车站站台有效长度内和道岔范围内不得设置竖曲线，竖曲线离开道岔端部的距离应符合表 10 的规定。越行车站前后的竖曲线半径宜按区间标准执行；

9.3.4 正线坡度大于 24‰，连续高差达 16m 以上的长大陡坡地段，应根据线路平纵断面和气候条件，核查车辆的编组及其牵引和制动的动力性能，以及故障运行能力。长大坡段不宜与平面小半径曲线重叠；同时应对道床排水沟断面进行校核。

9.3.5 区间纵断面设计的最低点位置，应兼顾与区间排水泵房和区间联络通道位置结合，当排水管采用竖井引出方式时，地面应具有竖井实施条件。

9.3.6 竖曲线与缓和曲线或超高顺坡段在有砟道床地段不得重叠。在无砟道床地段竖曲线与缓和曲线重叠时，每条钢轨的超高最大顺坡率不得大于 1.5‰。

9.4 配线

9.4.1 联络线设置应符合下列规定：

- 正线之间的联络线应根据线网规划、车辆基地资源共享设置；
- 凡设置在相邻线路间的联络线，承担车辆临时调度，运送大修、架修车辆，以及工程维修车辆、磨轨车等运行的线路，应设置单线；
- 相邻两段线路初期临时贯通且正式载客运行的联络线，应设置双线，其平面曲线半径应按正线困难条件选用；非载客运行的联络线，应设置单线；
- 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；
- 在两线同站台平行换乘站，宜设置渡线；
- 多线共址的车辆基地，宜设置联络线。

9.4.2 车辆基地出入线设置应符合下列规定：

- 出入线宜在车站端部接轨，并应具备一度停车再启动条件；
- 出入线应按双线双向运行设计，并应避免与正线平面交叉，也可根据车辆基地位置和接轨条件，设置八字形出入线，规模较小的停车场，其工程实施确因受条件限制时，在不影响功能前提下，可采用单线双向设计。贯通式车辆基地应在两端分别接入正线，主要方向端应为双线，另一端可为单线；
- 当出入线兼顾列车折返功能时，应满足正线、折返线、出入线的运行功能要求。
- 根据线网资源共享规划，对两线共址的车辆综合基地，出入线宜同步研究并做好预留。

9.4.3 折返线与停车线设置应符合下列规定：

- 折返线应根据行车组织交路设计确定，起、终点站和中间折返站应设置列车折返线。
- 折返线布置应结合车站站台形式确定，可采用站前折返或站后折返形式，并应满足列车折返能力要求；

- c) 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；
- d) 远离车辆段或停车场的尽端式车站配线，除应满足折返功能外，还应满足故障列车停车、夜间存车和工程维修车辆折返等功能要求；
- e) 在靠近隧道洞口以内或临近江河岸边的车站，应根据非正常运管模式和行车组织要求，研究和确定车站配线形式；
- f) 折返线、故障列车停车线有效长度（不含车挡长度）不应小于表 13 的规定。

表 13 折返线、故障列车停车线有效长度

单位为米

配线名称	有效长度+安全距离（不含车挡长度）
尽端式折返线、停车线	远期列车长度+50
贯通式折返线、停车线	远期列车长度+60

9.4.4 渡线的设置应符合下列规定：

- a) 单渡线应设在车站端部，一般中间站的单渡线道岔，宜按顺岔布置；
- b) 单渡线与其他配线的道岔组合布置时，根据功能需要，可按逆岔布置；
- c) 在采用站后折返的尽端站，宜增设站前单渡线，并宜按逆岔布置。

9.4.5 安全距离与安全线的设置应符合下列规定：

- a) 支线与干线接轨的车站应设置平行进路，在出站方向接轨点道岔处的警冲标至站台端部距离，不应小于 50m，小于 50m 时应设安全线；
- b) 车辆基地出入线，在车站接轨点前，线路不具备一度停车条件，或停车信号机至警冲标之间小于 50m 时，应设置安全线。采用八字形布置在区间与正线接轨时，应设置安全线；
- c) 列车折返线与停车线末端均应设置安全线，其长度应符合本标准第 9.4.3 条第 6 项的规定；
- d) 安全线自道岔前端基本轨缝（含道岔）至车挡前长度应为 50m（不含车挡）。困难条件下，缩短长度应采取限速和增加阻尼措施。

10 轨道

10.1 一般规定

- 10.1.1 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。
- 10.1.2 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。
- 10.1.3 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产品，应采用可更换的结构型式。
- 10.1.4 当线路按困难条件设计时，轨道结构应采取加强措施。
- 10.1.5 无砟轨道道床、轨枕的设计使用年限为 100 年。
- 10.1.6 轨道结构应根据环境影响评价要求，结合工程实施条件，采用适宜的轨道减振降噪措施。

- 10.1.7 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。
- 10.1.8 轨道产品应安全可靠，新产品、新材料和新工艺应按相关程序选用。

10.2 基本技术要求

- 10.2.1 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。
- 10.2.2 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 14 的规定。

表 14 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>R≥200	5	——
200>R≥150	10	5
150>R≥100	15	10
注：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‰。		

- 10.2.3 曲线超高应按列车运行速度计算，并按限制速度检算。曲线超高值应按下列公式计算：

$$h = \frac{11.8V_c^2}{R}$$

-----（6）

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）

- 10.2.4 曲线超高设置应符合下列规定：
- a) 曲线的最大超高为 120mm（设计最高速度 V 不大于 100km/h 时）；车站站台有效长度范围内曲线超高不应大于 15mm；
 - b) 为避免反超高，曲线应设置不小于 5mm 的超高；
 - c) 未被平衡超高值一般不大于 61mm，困难条件下不应大于 75mm；
 - d) 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；
 - e) 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；
 - f) 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‰。

- 10.2.5 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 15 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 15 轨道结构高度

单位为毫米

轨下基础及道床型式		轨道结构高度	
		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	625
	单层道砟	690~720	

10.2.6 轨枕及扣件铺设数量应符合表 16 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 16 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 16 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>400m、坡度 i<20‰	R≤400m 或坡度 i≥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

10.3 钢轨

10.3.1 钢轨应符合下列规定：

- 正线、配线钢轨应采用 60kg/m 钢轨，钢轨抗拉强度应大于 880Mpa；
- 车场线宜采用 50kg/m 钢轨；
- 不同轨型的钢轨应采用异型钢轨连接。
- 60kg/m 钢轨材质宜采用 U75V；
- 车场线用 50kg/m 钢轨材质宜采用 U71Mn；
- 60kg/m、50kg/m 钢轨宜采用标准长度为 25m 的钢轨，异型钢轨宜采用标准长度为 12.5m 或 6.25m 的钢轨。

10.3.2 钢轨接头

- 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；
- 60kg/m 钢轨钢轨接头螺栓应采用 10.9 级高强度接头螺栓，螺母应采用 10 级高强度螺母，垫圈应采用防松垫圈；
- 车场线用 50kg/m 钢轨接头螺栓应采用 8.8 级及以上高强度接头螺栓，螺母应采用 10 级高强度螺母，垫圈应采用防松垫圈；
- 无缝线路地段钢轨绝缘接头应采用胶接绝缘接头。

10.3.3 下列位置不宜设置钢轨接头，如不可避免时应将其焊接或胶接：

- a) 道口范围内;
- b) 桥梁端部前后 2m 范围内;
- c) 经检算, 不能设置钢轨接头的其他位置。

10.3.4 线路开通运营前, 宜对正线钢轨预打磨。

10.3.5 连接于钢轨上的轨连线等, 应连接到钢轨轨腰中和轴上, 且不得造成钢轨损伤, 优先考虑栓接方式。

10.4 扣件

10.4.1 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:

- a) 无砟轨道应采用弹性分开式扣件; 高架线应采用小阻力扣件;
- b) 机械化施工地段有砟轨道宜采用弹性不分开式扣件;
- c) 无砟轨道和有砟轨道用扣件的垂直静刚度宜分别为 20~40kN/mm 和 40~60kN/mm;
- d) 单个扣件节点各绝缘部件的工作电阻不应小于 $10^8\Omega$;

10.4.2 扣件防腐处理措施:

- a) 弹条、T 型螺栓、螺母、平垫圈、锚固螺栓和扣板等铁件应进行防锈处理, 经 300h 中性盐雾试验 (NSS 试验) 保护级不得低于 9 级, 处理层应有足够的强度, 在正常运输和安装不应出现脱落现象。
- b) 铁垫板宜采用封闭层处理。
- c) 防腐蚀处理技术应符合环境保护要求。

10.5 道岔及钢轨伸缩调节器

10.5.1 道岔结构应符合下列规定:

- a) 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;
- b) 道岔钢轨类型应与正线的钢轨类型一致;
- c) 道岔钢轨宜采用全长热处理钢轨;
- d) 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;
- e) 采用配套的混凝土长岔枕或其他类型岔枕; 困难条件下, 应在道岔的转辙部门采用砣长岔枕
- f) 道岔区不宜采用多种道床型式;
- g) 道岔转辙器和辙叉部位不应设在隧道沉降缝或梁缝上;
- h) 道岔不宜设置在路基与桥台联结处;
- i) 道岔不应与竖曲线重叠, 也不应设置在变坡点上。

10.5.2 相邻道岔间插入短钢轨的长度应符合规范要求。

10.5.3 钢轨伸缩调节器设置应符合下列规定:

- a) 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;

- b) 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，且不应位于竖缓重叠地段或跨梁缝设置，尖轨尖端距梁端不应小于 2m；
- c) 钢轨伸缩调节器基本轨应与相邻钢轨轨型和材质相同；
- d) 单向钢轨伸缩调节器的尖轨应顺列车运行方向布置。

10.5.4 道岔轨道绝缘的设置应满足信号要求。道岔区的排水设计应结合线路纵坡、车站集水井位置等综合考虑，应保证道岔区排水顺畅，不积水。

10.6 轨枕及道床结构

10.6.1 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：

- a) 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它类型的轨枕；
- b) 轨枕设计时，应设计接触轨等轨旁设备的安装预埋件。

10.6.2 道床结构型式应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 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、养护维修条件及其它特殊技术要求等进行技术经济比选后确定；
- c) 同一曲线宜采用一种道床结构型式。

10.6.3 无砟道床结构应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 宜采用轨枕式钢筋混凝土道床结构，可采用板式道床或其它新型道床结构。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或预应力混凝土长轨枕，经技术经济比选可采用其它新型轨枕类型。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；
- c) 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；
- d) 轨枕式道床的枕下混凝土厚度不宜小于 100mm；
- e) 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；
- f) 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；
- g) 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%；
- h) 在无砟轨道地段应设铺轨基标，应保留控制基标。

10.6.4 有砟道床结构应符合下列规定：

- a) 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；

- b) 在无缝线路锁定前，有砟道床的密实度不得小于 1.7t/m^3 ，纵向阻力不得小于 10kN/枕 ，横向阻力不得小于 9kN/枕 ；
- c) 有砟道床最小厚度不宜小于表 17 的规定；

表 17 有砟道床最小厚度

单位为毫米

下部结构类型	道 床 厚 度		
	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		

- d) 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 $1:1.75$ ；
- e) 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 的曲线地段，曲线外侧道床肩宽应加宽 100mm ，道床边坡均应为 $1:1.5$ ；
- f) 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 。

10.6.5 道床结构的过渡段设置应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 不同减振地段间宜设置过渡段。

10.7 无缝线路

10.7.1 可采用温度应力式或跨区间无缝线路。

10.7.2 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，采取加强措施：

- a) 地下线的直线和曲线半径不小于 300m 地段；
- b) 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。

10.7.3 正线有砟道床地段宜按一次铺设无缝线路设计。

10.7.4 应合理确定设计锁定轨温，并对轨道结构强度、稳定性等进行计算。

10.7.5 道岔区直向钢轨宜采用冻结接头，与无缝线路之间优先考虑设置缓冲轨。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。

10.7.6 高架线无砟道床的无缝线路铺设应满足下列要求：

- a) 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 ；
- b) 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；

c) 联合接头距梁端的距离不应小于 4m。

10.7.7 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。

10.8 轨道减振

10.8.1 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。

10.8.2 减振级别宜划分为中级减振、高级减振和特殊减振三级。

10.8.3 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。

10.8.4 距线路中心线 15m 以内的环境敏感点应考虑二次结构噪声的影响，满足室内二次结构噪声控制标准。

10.8.5 高架线和地面线应结合桥面（包括路面、道床面）吸音、声屏障设置、车辆降噪等综合措施进行轨道结构的减振降噪设计。

10.8.6 减振道床设计应考虑运营维护的可更换性。

10.9 轨道安全设备及附属设备

10.9.1 高架线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：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 竖曲线与缓和曲线重叠处，应在竖曲线范围内两股钢轨内侧。

10.9.2 在轨道尽头应设置车挡，并符合下列要求：

- a) 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为 15km/h，高架线、试车线终端车挡允许最大冲撞速度应为 25km/h。特殊情况根据车辆、信号等要求计算确定；
- b) 车场其它库外线终端宜采用固定式车挡，占用轨道长度不宜大于 2m；
- c) 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。

10.9.3 轨道应设置下列标志，标志面板应采用反光材料：

- a) 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；
- b) 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。

10.9.4 半径不大于 400m 的正线曲线、半径不大于 600m 的减振轨道曲线应设置地面钢轨涂油器或摩擦控制装置。

10.9.5 橡胶道口或钢筋混凝土道口应根据平交道口的位置选用。平过道的轮缘槽宽度应为

70mm~100mm，深度应为 50mm。

10.9.6 轨道养护维修用房、设备及各类设备的备品备件应根据运营维修的需要合理配备。

10.9.7 车辆段、停车场应设置工务料场。

10.9.8 正线及配线工务定员宜按 2.0~3.0 人/km（双线公里）配置，车场线工务定员宜按 1 人/km（单线公里）配置（单开道岔按 0.13 人/组、交叉渡线按 0.65 人/组）。

10.9.9 检测及养护设备

- a) 线路大型检测及养护设备如轨检车、钢轨探伤车、钢轨打磨车等应按线网需求统一规划、合理配置；
- b) 中小型检测及养护设备如平板车、轨道车、叉车、轨距尺、测量设备、起道设备等根据运营维护管理机构设置情况及工务需求合理配置。

11 路基

11.1 一般规定

11.1.1 路基主体工程应以地质、水文勘察资料为依据按土工结构物进行设计，应具有足够的强度、稳定性和耐久性，并应满足防洪、防涝、防排地下水要求。

11.1.2 路肩高程应根据路基所在区域的洪水频率、地表积水等情况合理选择，并应重视路基排水设计。

11.1.3 路基工程设计应重视水土保持和环境保护。取、弃土场地不应影响场地边坡稳定，应重视沿线绿化，并应与沿线景观相协调。

11.1.4 路基工程荷载应根据结构特性、工程条件等因素确定，轨道及车辆荷载应根据采用的轨道结构及车辆的轴重、轴距等参数计算，并用换算土柱高度来代替，换算土柱高度宜按照现行行业规范《铁路路基设计规范》中城际铁路的相关规定。在无相关资料时，荷载分布可参照下图。

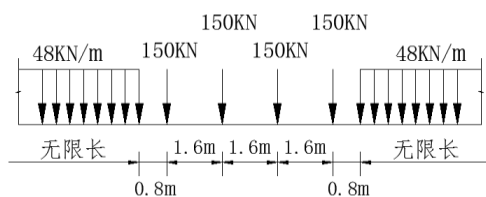


图 1 荷载图示参考

11.1.5 路基工程应推广采用安全可靠的新技术、新结构、新材料和新工艺。

11.2 路基断面

11.2.1 路肩高程设计应符合下列要求：

- a) 受洪水位影响地段的路肩高程应按 1/100 洪水频率标准进行设计；
- b) 受地下水位或地表积水水位影响地段的路肩高程应按其控制水位标准进行设计；
- c) 路肩高程应同时满足毛细水上升高度和蒸发影响深度等的要求，并在此基础上再加 0.5m；
- d) 必要时可采取降低水位、设置毛细水隔断层、设计挡水构筑物等水工结构或封闭等措施。

11.2.2 路基面宽度设计应符合下列要求：

- a) 路基面宽度应根据限界、线路、轨道、设备布置等计算确定；
- b) 有砟轨道路基，一般情况下其路肩宽度应符合现行国家标准《地铁设计规范》 GB 50157 的有关规定，当路肩埋有设备时，路堤及路堑的路肩宽度不得小于 0.6m，无埋设设备时路肩宽度不得小于 0.4m；U 型结构等地段采用特殊形式路基时可根据限界、设备管线布置等综合确定；
- c) 软弱地基地段有砟轨道路基面宽度应根据沉落量预留沉降加宽值；
- d) 有砟轨道路基曲线地段加宽应符合现行国家标准《地铁设计规范》 GB 50157 的有关规定；区间曲线地段的路基面宽度，单线应在曲线外侧，双线应在外股曲线外侧按表 18 的数值加宽。加宽值在缓和曲线范围内线性递减。

表 18 曲线地段路基面加宽值

单位为米

曲线半径 R	路基面外侧加宽值
$R\leq 600$	0.5
$600<R\leq 800$	0.4
$800<R\leq 1000$	0.3
$1000<R\leq 2000$	0.2
$2000<R\leq 5000$	0.1

- e) 无砟轨道路基面宽度应满足限界要求。

11.3 基床

11.3.1 有砟轨道基床结构、厚度及压实标准应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定。

11.3.2 无砟轨道路基基床结构应符合下列要求：

- a) 无砟轨道路基基床结构分为基床表层、基床底层；
- b) 根据上部轨道结构要求，基床表层以上可设置无砟轨道支承层、垫层。无砟轨道支承层钢筋混凝土板应满足耐久性设计的要求。无砟轨道支承层、垫层应与轨道道床分块长度相匹配；
- c) 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，表层厚度不应小于 0.5m，底层厚度不应小于 1.5m，基床厚度应以路肩施工高程为计算起点。特别条件下，可根据布氏理论以及现场试验数据等综合确定；
- d) 基床表层宜采用水泥稳定级配碎石；
- e) 基床底层宜采用 A、B 组填料或级配碎石（砂砾石）填筑。

11.3.3 无砟轨道基床表层压实标准应符合表 19 的规定：

11.3.4 无砟轨道基床底层压实标准应符合表 20 的规定：

表 19 基床表层压实标准

层 位	压实指标	填料类别	
		二灰砂砾	水泥稳定级配碎石

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
注：无砟轨道线路采用的级配碎石、砾石类、碎石类及砂类土应采用压实系数、地基系数、动态变形模量作为控制指标；其余线路采用的级配碎石、砾石类、碎石类及砂类土应采用压实系数、地基系数作为控制指标。			

表 20 基床底层 A、B 组填料压实标准

层 位	压实指标	填料类别	
		砂类土及细砾土	碎石类及粗砾土
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

11.4 路堤

11.4.1 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。

11.4.2 无砟轨道路堤应符合下列规定：

- a) 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 21 的规定；

表 21 基床以下部位填料的压实标准

压实指标	填料类别	
	砂类土及细砾土	碎石类及粗砾土
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

- b) 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 20 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 21 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；

- c) 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。

11.4.3 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。

11.4.4 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。

11.5 路堑

11.5.1 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。

11.5.2 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。

11.5.3 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。

11.5.4 无砟轨道路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，或天然地基本承载力 σ_0 不小于 0.15MPa。

11.5.5 路堑基床厚度范围内的土质不满足现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 中对路堤基床以下部分压实度要求时，应换填或土质改良。

11.6 工后沉降

11.6.1 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。

11.6.2 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。

11.6.3 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‰。

11.7 地基处理

11.7.1 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。

11.7.2 稳定斜坡上地基表层处理应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 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%。

11.7.3 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。

11.7.4 农田、湖塘等地段，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。

11.7.5 厚层软土及特殊地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。

11.7.6 地基处理常用措施可参照现行行业标准《铁路工程地基处理技术规程》TB 10106 中的相关规定，针对江苏省普遍存在的杂填土及淤泥质土的情况，宜优先采用 CFG 桩、预应力管桩及旋喷桩等技术成熟的处理措施。

11.8 过渡段

11.8.1 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。

11.8.2 有砟轨道路基与桥台过渡段应符合下列规定：

- a) 在线路纵向，采用一正梯形结构时，过渡段长度不应小于 20m；

b) 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;

c) 在线路横向, 桥台宽度应与路基面等宽。

11.8.3 无砟轨道路基与桥台过渡段应符合下列规定:

a) 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;

b) 过渡段材料及压实标准应符合本标准 11.8.2 条的规定;

c) 在线路横向, 桥台宽度应与路基面等宽;

11.8.4 路基与横向结构物过渡段要求同本标准 11.8.2 及 11.8.3 条规定。

11.8.5 路基与路堑(或 U 型槽)过渡段应符合下列规定:

a) 应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定;

b) 受地下水影响的路堑应以 U 型槽型式通过;

c) 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。

11.9 路基支挡结构物

11.9.1 路基在下列情况下应修筑支挡结构物:

a) 路基位于陡坡地段或风化的路堑边坡地段;

b) 为避免大量挖方及降低边坡高度的路堑地段;

c) 为节约用地少占农田和城市用地的地段;

d) 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。

11.9.2 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。

11.10 线路防护、路基防护

11.10.1 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。

11.10.2 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。

11.11 路基排水系统

11.11.1 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。

11.11.2 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。

11.11.3 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‰。

11.11.4 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。

11.12 路基变形观测

11.12.1 轨道铺设前，应对路基变形进行观测、评估。

11.12.2 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。

11.13 路基用地

11.13.1 路基设计应减少占地，并考虑环境保护的要求，结合沿线具体情况在路基范围内进行绿化或硬化。

11.13.2 路基用地指标可根据线路的具体情况，参照现行建标《新建铁路工程项目建设用地指标》中对于城际铁路的相关规定。

12 车站建筑

12.1 一般规定

12.1.1 车站的总体布局应符合城市规划、综合交通规划、环境保护、文物保护、城市景观的要求，并应处理好与地面建筑、城市道路、市政管线、地下构筑物及施工期间交通组织等之间的关系，减少房屋拆迁和管线改移。

12.1.2 车站设计应满足客流需求，确保乘降安全、集散迅速。平面布置应做到功能合理、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。

12.1.3 车站规模及各部位通行能力应按超高峰设计客流量确定。超高峰设计客流量应为该站预测远期高峰小时客流量或客流控制期高峰小时客流量乘以1.1~1.4超高峰系数。

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

12.1.5 换乘车站应根据线网规划、线路敷设方式、换乘型式、建设时序和工程实施条件，采用同步实施或分期实施。换乘线路属于同一期建设规划内的换乘车站应同步实施；分期实施的换乘车站宜同步设计，并应预留好土建接口条件。

12.1.6 车站应设置公共卫生间和无障碍设施。重要车站、换乘车站和综合交通枢纽内的车站应设置母婴室。

12.1.7 车站宜与周边地区规划结合，综合利用地上、地下空间进行开发。出入口宜与周边物业开发、地下通道、过街天桥相结合。

12.1.8 地面、高架车站的外墙和屋面应采取防雨雪、遮阳、保温、隔热和防风措施，并应满足日常清洁、维护要求。

12.2 车站总平面布局

12.2.1 车站总平面布局应根据线路特征、运营要求、规划条件、周边环境、城市道路、市政管线、区间工法等条件确定，合理选择站位和出入口、风亭、冷却塔及空调室外机组等附属设施的位置，

并应符合规划、消防、人防、环保和城市景观等要求。

12.2.2 车站型式应根据线路敷设方式、区间工法、市政管线、地下构筑物及区间穿越条件等因素确定，可采用地下、半地下、地面和高架等型式；站台可采用岛式、侧式和岛侧混合等型式。换乘车站根据线网规划、建设时序及换乘要求，可采用左右平行换乘、上下平行换乘、“十”形换乘、“T”形换乘、“L”形换乘、“H”形换乘和通道换乘等形式。

12.2.3 地下车站宜跨路口设置，并宜在路口各个象限设置出入口。偏路口一侧设置的车站，宜设置跨路口的出入口。

12.2.4 高架车站不应跨主要道路路口设置。路中高架车站主体距路口的距离应根据区间桥梁的柱跨确定，但不宜小于 30m，桥墩的设置应避免遮挡机动车驾驶员的视线。

12.2.5 出入口（含安全出口）、风亭、电梯、冷却塔及空调室外机组应根据周边环境及城市规划要求进行布置，并应满足功能、规划、消防、环保和城市景观的要求，且不宜设置于道路红线内，同时出入口的位置应有利于吸引和疏散客流。

12.2.6 出入口前应设置集散场地。客流量较大或有突发客流的车站，集散场地的规模应根据客流需求确定。

12.2.7 出入口地面亭、电梯地面亭和风亭，宜与同期建设的相邻建筑结合，同步设计、同步实施，当建设时序不同或规划条件不成熟时，应在出入口通道适当位置预留与开发地块连接的接口条件。

12.2.8 地下车站的出入口地面亭、电梯、冷却塔及空调室外机组、设备管理用房区安全出口，以及地上车站(含附属建筑)，不应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。

12.3 车站平面

12.3.1 车站站台

12.3.1.1 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与 2 个站台门门框宽度之和，停车误差应根据采用的信号系统参数确定。

12.3.1.2 站台宽度应按下列公式计算，并不得小于表 25 所规定的数值：

$$B_d = 2bc + d + bt \text{-----} (7)$$

$$B_c = bc + d + bt \text{-----} (8)$$

$$bc = \frac{Q_{cs} \times \alpha}{[L - (c \times e)]n \times \rho} + M \text{-----} (9)$$

式中：

B_d ——岛式站台宽度（m）；

B_c ——侧式站台宽度（m）；

bc ——侧站台宽度（m）；

d ——纵梁或柱宽之和（m）；

bt ——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 ——站台门滑动门的总数；

e ——站台门滑动门的宽度；

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）。

12.3.1.3 换乘车站的站台宽度应根据客流和换乘型式确定，站台之间直接换乘的岛式车站，站台宽度不应小于 13m；当换乘客流较大时，下层车站站台宽度不宜小于 14m；站厅或通道换乘的车站，站台宽度应根据客流通过计算确定，但不宜小于 12m。

12.3.1.4 小交路折返站和设置故障停车线的车站，站台宽度应根据远期（或客流控制期）清客工况下站台滞留客流量计算确定。

12.3.1.5 站台层两端的设备与管理用房可伸入站台计算长度内，但伸入部分的长度不应超过一节车辆的长度，且伸入部分不得侵占侧站台计算宽度。当伸入部分超过半节车厢长度时，宜在左右侧站台间设置净宽不小于 2.4m 的横向联络通道。伸入部分的设备管理用房端部外墙面与楼梯第一级踏步或最近通道口的距离不应小于 8m，与自动扶梯工作点的距离不应小于 12m。

12.3.1.6 站台公共区的楼梯和自动扶梯应均匀设置，楼梯、自动扶梯和电梯前应有足够的缓冲空间。楼梯、自动扶梯的设置应符合下列要求：

- a) 地下二层车站（含站厅设于地下二层的地下三层车站），站台至站厅的楼扶梯数量不宜少于 3 组，楼扶梯宜按 2 节车厢对应一组楼扶梯设置。
- b) 站台至站厅应至少设置两部上行自动扶梯和一部下行自动扶梯，当提升高度超过 6m 时，应增加一部下行自动扶梯。
- c) 地下三层车站，当站厅设于地下一层时，可设置两组楼扶梯，但每组楼扶梯应有上、下行自动扶梯和一部楼梯。

12.3.1.7 自站台边缘向内至少 1m 范围的站台地面装饰层下以及站台门与地面之间应进行绝缘处理。在绝缘地坪范围内，不宜设置地漏，如必须设置，应采用非金属材料。

12.3.1.8 地下车站两端端头井的平面尺寸、净空尺寸、结构立柱位置等应满足相邻区间施工工艺的要求。

12.3.1.9 高架车站站台层不宜设置设备管理用房。

12.3.1.10 地上车站站台雨棚应符合下列规定：

- a) 雨棚应采取防止雨雪飘入站台的措施。
- b) 雨棚防水节点应满足长期列车振动作用下的构造要求。
- c) 屋面应设置方便维修和高空保洁设施。

12.3.1.11 站台计算长度以外的车站结构立柱、墙与站台边缘的距离应满足限界要求。设备区通道临空侧应设不小于 1.05m 的防护栏杆。

12.3.2 车站站厅

12.3.2.1 站厅公共区平面应根据车站型式、乘客流线，合理布置安检设施、售检票机、楼扶梯、电梯和其他乘客服务设施。公共区应用检票机和栅栏划分为付费区和非付费区。栅栏的高度不应低于 1.1m。

12.3.2.2 站厅公共区连接两端非付费区的联络通道宽度，当设置检票机时，检票机外侧的通道净宽不应小于 4m；无检票机时，通道最小净宽不应小于 3m。

12.3.2.3 当售、检票设施分期实施时，应预留位置和后期安装条件。

12.3.2.4 客服中心的位置，应满足问讯、补票、监票等功能要求。

12.3.2.5 站内安检设施的布置应符合下列规定：

- a) 安检设施应布置在非付费区内的乘客进站流线上，设施前应有足够的排队等候空间，该空间不得影响出站乘客和过街客流通行。
- b) 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进站检票机外缘前的最小通道宽度。

12.3.2.6 车站非付费区内的小商铺和其它便民服务设施应符合下列规定：

- a) 小商铺、ATM 机、自动售货机、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。
- b) 地下车站小商铺的总建筑面积不应大于 100m²，每处小商铺的建筑面积不应大于 30m²。
- c) 小商铺的防火设计应符合 31 章的有关规定。

12.3.3 设备管理用房

12.3.3.1 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，并应满足管线敷设和运营管理的要求，主要设备管理用房应集中布置。

12.3.3.2 主要设备管理用房区一端站台层至站厅层应设置内部楼梯，站厅层应设置直通地面的安全出口。

12.3.3.3 地上车站的消防泵房宜设在首层，地下车站的消防泵房应设在站厅层及以上楼层，相关要求应符合本标准第 31 章的规定。

12.3.3.4 当公共卫生间设于站台层时，工作人员卫生间与公共卫生间宜上下对齐；当公共卫生间设于站厅非付费区或出入口通道内时，工作人员卫生间宜靠近公共卫生间设置。

12.3.3.5 设备管理用房区内的走道宜顺直，走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 2m，单侧开门的次通道宽度不应小于 1.5m。

12.3.3.6 变电所、通信、信号等电气设备用房不宜布置在消防泵房、卫生间、盥洗室以及冷冻机房等有水房间的下方。设在站台层的牵引变电所不宜与废水泵房布置在车站的同一端。

12.3.3.7 车站电气设备用房应采取有效的防水、防潮、防鼠等措施。

12.3.3.8 地下车站设备运输通道应符合下列规定：

- a) 运输路径上不宜布设大型设备管线，管线下净空应满足设备运输的最小高度要求。

- b) 运输路径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运输要求，并用可拆除的轻质墙体材料封堵，且应满足防火要求。

12.4 车站出入口

12.4.1 车站出入口的数量应根据分向客流和疏散要求确定，每个车站直通地面的出入口数量不应少于 2 个；换乘车站共用一个站厅公共区时，每线车站出入口的数量不应少于 2 个；地下一层侧式站台车站每侧站台的出入口数量不应少于 2 个。端头厅型式的车站，每端站厅直通地面的出入口不应少于 2 个。

12.4.2 每个出入口的宽度应按远期或客流控制期的分向客流量乘以 1.1~1.25 的不均匀系数计算确定。特殊情况下，当某一出入口的宽度不能满足要求时，应加大其它出入口的宽度，以满足总设计客流量的疏散要求。

12.4.3 车站出入口布置应与主客流的方向一致，并宜与过街天桥、地下街过通道、地下步行街、相邻公共建筑物结合或连通。如结合或联通时，应采取轨道交通夜间停运时的隔断措施。

12.4.4 设于道路两侧的出入口宜平行于道路红线布置，并宜后退道路红线 3m，条件困难时，出入口可压道路红线布置或设于人行道上，但不应影响道路交通。

12.4.5 地下车站出入口、设备管理用房安全出口和电梯等的地面亭地坪标高应高出该处室外地面 300mm~450mm 以上，并应满足防淹要求。当无法满足时，开口处应设防淹闸槽或自动防淹闸，其高度应高于当地最高积水位。

12.4.6 地下车站出入口地面亭不应设置在地势低洼处，如场地条件受限制时应采取防洪、防淹措施。

12.4.7 地下车站出入口与地下过街通道、地下步行街、相邻建筑物、下沉式广场等连通时，连通口处应采取可靠的防洪、防淹措施。

12.4.8 出入口与相邻建筑合建时应进行防火分隔，独立设置时宜采用有屋盖形式。

12.4.9 地下车站出入口通道应力求短、直，通道的弯折不宜超过 3 处，弯折角度不宜小于 90°。出入口通道的长度不宜超过 100m，当超过时应满足本标准第 31 章的要求。

12.4.10 出入口通道内高差小于 450mm（3 级踏步）时，宜采用坡道，但坡度不宜大于 5%，最大坡度不应大于 8%。供残疾人轮椅通行时，坡道的最大高度和水平长度还应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的相关规定。当通道坡度大于 4%时，地坪装饰面应采取防滑措施。人防门开启范围内的地坪应无坡度。

12.4.11 出入口应设置上行自动扶梯；重要车站、换乘站和大客流车站的出入口应设置下行自动扶梯；一般车站的出入口，下行自动扶梯的设置应根据实际需求确定。

12.4.12 地下车站出入口楼扶梯底部应采取排水措施。高架车站出入口自动扶梯地面平台距室外地面高度不应小于 300mm，底部基坑应采取排水措施。

12.4.13 两个汇入同一条疏散通道的出入口，应视为一个出入口。

12.4.14 出入口口部应设卷帘门，有屋盖出入口的卷帘门应设在地面出口处，敞开式出入口的卷帘门应设在楼扶梯下端的通道处。

12.5 风井与冷却塔

12.5.1 地下车站应按通风、空调工艺要求设置进风井、排风井和活塞风井。风井可集中或分散布置，风井地面亭宜与相邻建筑结合设置，但相邻建筑应满足轨道交通车站风亭的技术要求。风亭的位置应符合城市规划、环境保护、消防和城市景观的要求。

12.5.2 当采用顶面开设风口的风亭时，应符合下列规定：

- a) 进风与排风、活塞风口部之间的水平净距不应小于 10m。
- b) 两活塞风口部之间、活塞风与排风口部之间水平净距不应小于 5m。
- c) 风亭四周应有宽度不小于 3m 宽的绿篱，风口最低高度应满足防淹要求，且不应小于 1m。当受环境限制，风亭四周无法设置绿篱时，风口至地面净距不应小于 2m，且应符合城市规划和景观的要求。
- d) 风亭开口处应有安全防护装置，风井底部应有排水设施。

12.5.3 采用侧面开设风口的风亭应符合下列规定：

- a) 进风、排风、活塞风口部之间的水平净距不应小于 5m，且进风与排风、进风与活塞风口部应错开方向布置，或排风、活塞风口部高于进风口部 5m 以上；当风亭口部方向无法错开且高度相同时，风亭口部之间的距离应按本标准 12.5.2 条第 1、2 项的规定执行。
- b) 风亭口部 5m 范围内不得有阻挡通风气流的障碍物，且应满足防火及环境保护要求。
- c) 风亭口部底边缘距地面的高度应满足防淹要求；当风亭设于路边时，其高度不应小于 2m；当风亭设于绿地内时，其高度不应小于 1m。

12.5.4 当风亭在事故工况下用于排烟时，排烟风亭口部与设备管理用房区安全出口之间的直线距离不应小于 5m，与进风亭口部、乘客出入口口部的直线距离不应小于 10m，当直线距离不足 10m 时，排烟风亭口部应高于进风亭口、乘客出入口口部 5m 以上。

12.5.5 风亭、冷却塔的造型、色彩、位置应符合城市规划、环境保护和城市景观要求。

12.5.6 冷却塔宜设置在地面以上，有特殊要求的地段，冷却塔可采用下沉式或全地下式，但应满足工艺要求，并应采取防水、排水和防止人员的措施。

12.6 楼梯、自动扶梯和站台门

12.6.1 乘客使用的人行楼梯宜采用 26°34' 倾角，其宽度单向通行不应小于 1.8m，双向通行不应小于 2.4m，当宽度大于 3.6m 时，应设置中间扶手。楼梯宽度应符合人流股数和建筑模数。每个梯段不应超过 18 级，且不应少于 3 级。踏步宽度不应小于 280mm，高度不应大于 160mm。休息平台长度宜为 1.2m~1.8m。

12.6.2 工作人员使用的楼梯宽度不应小于 1.2m。休息平台宽度不得小于梯段净宽。

12.6.3 站台至站厅自动扶梯的倾角应为 30°，出入口自动扶梯的倾角不应大于 30°。

12.6.4 出入口只设置上行自动扶梯和楼梯时，自动扶梯和楼梯的相对位置宜与进、出站流线一致。

12.6.5 自动扶梯扶手带外缘与平行墙装饰面或楼板开口边缘装饰面的水平距离不得小于 80mm，相邻交叉或平行设置的两梯（道）之间扶手带的外缘水平距离不应小于 160mm。当扶手带外缘与任

何障碍物之间的水平距离小于 400mm 时，应设置防碰撞安全装置。

12.6.6 两台相对布置的自动扶梯工作点间距不应小于 16m；自动扶梯工作点与前方影响通行的障碍物间距不应小于 8m；自动扶梯与人行楼梯相对布置时，自动扶梯工作点至楼梯第一级踏步的间距不应小于 12m。

12.6.7 电梯井道内不应穿越与电梯无关的管线和孔洞，电梯底坑应设置排水设施。

12.6.8 地下车站站台至站厅宜采用观光电梯。

12.6.9 站台门应相对于站台计算长度中心线对称纵向布置，滑动门应与列车客室门一一对应。滑动门的开启净宽度不应小于车辆门宽度加停车误差。

12.6.10 对于呈坡度的站台，站台门应以同坡度垂直于站台面设置。安装站台门的地面在站台有效长度范围内的平整度误差不得大于 15mm。

12.6.11 沿站台长度方向设置的向站台侧开启的应急门，每一侧数量宜采用远期列车编组数，应急门开启时应能满足人员疏散通行要求。

12.6.12 站台门应在土建结构的诱导缝、变形缝等部位采取相应的构造措施。

12.6.13 站台门应设置安全标志和使用标志。

12.7 车站无障碍设施

12.7.1 站前广场、非机动车停车场、出入口、公共区、卫生间等乘客使用的各种设施和场所应进行无障碍设计，并应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的有关规定。

12.7.2 车站应设置无障碍电梯。

12.7.3 地面至站厅的无障碍电梯宜设于出入口通道内。位于城市快速路和城市主干道上的车站，应在道路两侧各设置一部无障碍电梯。

12.7.4 站厅至站台的无障碍电梯应设置在付费区内。当设在非付费区时，宜布置在主要设备管理用房一端，并应有满足无障碍通行的检票机。全线各车站站厅至站台的无障碍电梯宜布置在相同位置。

12.7.5 出入口至站厅的无障碍电梯宜设置在分向客流量较大或有特殊需求的出入口，当无特殊需求时宜设置在无下行自动扶梯的出入口。

12.7.6 无障碍电梯地面亭地坪标高应高出该处室外地面 300~450mm 以上，并应满足防洪、防淹要求。

12.7.7 电梯平台与室外地面高差处应设置坡道，并应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的有关规定。

12.7.8 无障碍电梯门前候梯空间深度不宜小于 1.8m。电梯门不宜朝向轨道区布置，当确有困难时，电梯门可正对轨道区，但候梯空间不得侵入侧站台宽度内。

12.7.9 进、出站检票口应设置满足无障碍通行的检票机。

12.7.10 车站公共区应设置独立的无障碍卫生间。当无障碍卫生间设置在站台层时，卫生间门不宜直接开向侧站台。当无障碍卫生间门采用外开门时，不应影响相邻卫生间的通行。

12.7.11 车站内的无障碍通道应与城市无障碍通道衔接。

12.8 换乘车站

12.8.1 换乘车站应根据线网规划、线路敷设方式、换乘型式、建设时序和工程实施条件，采用同步实施或分期实施。换乘线属于同一建设规划内的车站，应同步设计、一次建成；属于近期建设的车站，宜同步设计，换乘节点的土建工程宜一次建成；属于远期建设的车站，应预留换乘条件和后期施工条件。

12.8.2 换乘应采用付费区内换乘，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。

12.8.3 换乘设施的通过能力应满足远期或客流控制期超高峰设计换乘客流量的需要。

12.8.4 “T”形、“L”形换乘车站，换乘节点处的换乘楼梯宽度不宜小于 4.8m；楼梯下端至站台端门的距离不宜小于 6m；换乘通道口（站台门端部）至前面的障碍物（楼扶梯下三角区墙面）不宜小于 16m。当换乘通道与站台楼扶梯相对布置时，换乘通道口至自动扶梯下工作点（或楼梯第一级踏步）的距离不宜小于 24m。

12.8.5 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。

12.8.6 同步实施的换乘车站，应对两站统筹考虑，统一布局，车站内的用房、设备和设施等应资源共享。

12.8.7 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。

12.8.8 采用节点换乘的车站，换乘节点处不宜布置无障碍电梯。

12.9 车站环境及导向标志

12.9.1 车站环境设计应简洁、明快、大方，易于识别，装修适度，充分体现现代交通建筑的特点。地上车站的造型及色彩应与周边环境协调，并宜采用体量小、通透性良好的建筑形式。

12.9.2 装饰制品及装饰构件宜采用标准化、工厂化制品，并应便于清洁。

12.9.3 装修材料应采用防火、防潮、防腐、耐久、易清洁的环保材料，地面材料应防滑、耐磨。室内的装修材料应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB50222 的有关规定，并不得采用石棉和塑料类制品。

12.9.4 照明应选用节能、耐久的灯具，并宜采用深罩明露式、便于维修、更换、清洁和保养的灯具。半敞开式风雨棚的地上车站应选用防风、防潮、防尘的灯具。

12.9.5 车站外 500m 范围应设置统一的导向标志。

12.9.6 车站出入口及站内应设置导向、事故疏散、乘客服务等标志。

12.9.7 导向标志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。

12.9.8 车站公共区内可适度设置广告，其位置、色彩不得干扰导向、事故疏散、乘客服务等标志。

12.9.9 车站公共区使用的玻璃应采用安全玻璃。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。

12.9.10 地上车站应采取噪声、振动的综合防治措施。当采用声屏障时，应同时满足功能和城市景观要求。

12.10 车站设计标准

12.10.1 车站各部位地坪装修厚度应采用表 22 的规定。

表 22 车站各部位地坪装修厚度

单位为毫米

名称	装修厚度
站台公共区	100
站厅公共区	150 (当装饰层内不铺设管线时, 其厚度可适当减小)
地下出入口通道	100 (当装饰层内铺设管线时, 其厚度可适当增加)
管理用房	站台层 100、站厅层 150
一般设备用房	站台层 100、站厅层 150
有防静电要求的设备用房	300~450 (结合相关系统专业要求设置)
通风机房、风道	50

12.10.2 检票机、出入口通道、楼梯及自动扶梯之间的距离不应小于表 23 的规定。

12.10.3 车站各部位的最大通过能力应符合表 24 的规定。

12.10.4 车站各部位的最小宽度应符合表 25 的规定。

表 23 自动检票机与车站各部位的最小距离

单位为米

名 称	最小距离
进站检票机内侧与楼梯第一级踏步的距离	4
进站检票机内侧与自动扶梯工作点的距离	7
进站检票机外侧与平行设置售票机的距离	5
出站检票机外侧与出入口通道边缘的距离	5
出站检票机内侧与楼梯第一级踏步的距离	5
出站检票机内侧与自动扶梯工作点的距离	8
相对布置的检票机之间的距离	10

表 24 车站各部位的最大通过能力

部 位 名 称		最大通过能力（人次/h）
1m 宽楼梯	下行	4200
	上行	3700
	双向混行	3200
1m 宽通道	单向	5000
	双向混行	4000
1m宽自动扶梯	输送速度0.65m/s	不大于 8190
0.65m宽自动扶梯	输送速度 0.65m/s	5265
人工售票口		1200
自动售票机		300
人工检票口		2600

部 位 名 称			最大通过能力（人次/h）
	门扉式	非接触 IC 卡	1800
	双向门扉式	非接触 IC 卡	1500
注 1：0.65m 宽自动扶梯系指在空间困难条件下采用； 注 2：自动售票机最大通过能力根据采用设备实测确定。			

表 25 车站各部位的最小宽度

名 称		最小宽度
岛式站台		8.0
岛式站台的侧站台		2.5
侧式站台（长向范围内设梯）的侧站台		2.5
侧式站台（垂直于侧站台开道口设梯）的侧站台		3.5
站台计算长度不超过 100m 且楼、扶梯不伸入站台计算长度	岛式站台	6.0
	侧式站台	4.0
通道或天桥		2.4
单向公共区人行楼梯		1.8
双向公共区人行楼梯		2.4

表 25（续）

名 称	最小宽度
与上、下行均设自行扶梯并列设置的人行楼梯（困难情况下）	1.5
消防专用楼梯	1.2
站台至轨道区的工作梯（兼疏散梯）	1.1

12.10.5 车站各部位的最小宽度应符合表 26 的规定。

表 26 车站各部位的最小高度

名 称	最小高度
地下车站站厅公共区（地坪装饰完成面至吊顶面）	3.2
地上车站站厅公共区（地坪装饰完成面至梁底面）	3.0
地下车站站台公共区（地坪装饰完成面至吊顶面）	3.0
地上车站站台公共区（地坪装饰完成面至风雨棚底面）	2.8
站台、站厅管理用房（地坪装饰完成面至吊顶面）	2.4
通道或天桥（地坪装饰完成面至吊顶面）	2.4
公共区楼梯和自动扶梯（踏步面沿口至吊顶面）	2.3

13 高架结构

13.1 一般规定

13.1.1 本章适用于下列高架结构：

- a) 区间桥梁;
- b) 高架车站。

13.1.2 高架结构应满足列车安全运行和乘客乘坐舒适的要求。区间桥梁除应满足规定的强度外,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。高架车站结构应满足车站的功能和使用要求,结合站址所处的周边环境、城市规划要求、工程地质和水文地质条件确定结构形式。

13.1.3 高架结构的设计使用年限为 100 年。高架车站结构的安全等级应为一级。

13.1.4 高架结构的结构形式应满足城市景观和减振、降噪的要求,区间桥梁景观设计应满足现行国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 的相关规定。

13.1.5 高架结构应满足供电、通信、信号、轨道、给排水、防迷流、声屏障、防火、防雷、防腐蚀和乘客紧急疏散等相关专业设计及埋件设置要求,区间桥梁设备系统接口设计应满足现行国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 的相关规定。

13.1.6 区间桥梁一般地段宜采用等跨简支梁式桥跨结构,并宜采用预制架设等工厂化施工方法。

13.1.7 区间桥梁宜采用钢筋混凝土桥墩。桥墩类型宜分段统一。

13.1.8 区间桥梁墩位布置应符合城市规划要求。跨越铁路、道路时桥下净空应满足铁路、道路限界要求,并应预留结构可能产生的沉降量、铁路抬道量或公路路面翻修高度,具体量化指标应满足现行国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 的相关规定。跨越道路的桥梁应设桥下限高的交通标志,净空不大于 5m 时,桥梁梁底迎车面应设置限高防护架。

13.1.9 区间桥梁跨越排洪河流时,应按 1/100 洪水频率标准进行设计,技术复杂、修复困难的大桥、特大桥应按 1/300 洪水频率标准进行检算;跨越通航河道时,其桥下净空应根据航道等级,满足现行国家标准《内河通航标准》GB 50139 的有关规定。

13.1.10 道岔全长范围宜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叉部位 2m 以上。

13.1.11 区间桥梁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设施。

13.1.12 区间桥梁支座设计应满足支座检修、更换的要求。

13.1.13 区间桥梁梁底距离地面的高度不宜小于 1.5m。

13.1.14 曲线上及反向曲线上均不宜设置大跨度桥梁。

13.1.15 对于铺设无砟轨道结构的区间桥梁,应设立沉降观察基准点。其测点布置、观测频次、观测周期,应按无砟轨道铺设要求确定。

13.1.16 高架车站基础应进行沉降观测,宜在每个墩柱上设置永久性的沉降观测点,沉降观测应严格按照现行行业标准《建筑变形测量规程》JGJ/T8 中二等变形测量的规定进行。

13.1.17 高架结构基础宜优先选用钻孔灌注桩;在上部为软土,下部持力层为坚硬土或岩层时,高架车站可以考虑采用扩底桩。

13.1.18 高架结构承台应尽可能布置在地面道路分隔带、分隔岛或路侧绿化带范围内,避免伸入地面道路的机动车行范围,如受条件限制无法避免时,应采取相应过渡措施,并保证承台顶面至路面的埋深不宜小于 1.5m;基础设计时应考虑车辆荷载的附加作用。

13.1.19 高架车站柱距的选择应根据车站建筑、结构形式、周边环境等因素综合确定。

13.1.20 高架车站中的非结构构件应按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和现行行业标准《非结构构件抗震设计规范》JGJ 339 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。楼梯间和人流通道的填充墙，尚应采用钢丝网砂浆面层加强。列车通道围护结构设计时，应考虑车辆行驶带来的风压作用。

13.2 荷载

13.2.1 区间桥梁设计，应根据结构的特性，按表 27 所列的荷载，及其可能出现的最不利组合情况进行计算。

表27 区间桥梁荷载分类

荷载分类		荷载名称
主力	恒载	结构自重
		附属设备和附属建筑自重
		预加应力
		混凝土收缩及徐变影响
		基础变位的影响
		土压力
		静水压力及浮力

表 27 （续）

荷载分类		荷载名称
主力	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	
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，在计算此杆件时，该附加力应按主力计；		
注 2：无缝线路纵向水平力不与本线制动力或牵引力组合；		
注 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；		

荷载分类	荷载名称
注 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;	
注 5: 流水压力不与制动力或牵引力组合;	
注 6: 地震力与其他荷载的组合应按本章抗震设计相关条款的有关规定执行;	
注 7: 计算中要求计入的其他荷载, 可根据其性质, 分别列入主力、附加力和特殊荷载三类荷载中。	

13.2.2 计算结构自重时, 一般材料重度应按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的规定取用; 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国家现行标准中的规定取用。

13.2.3 列车竖向静活载确定应符合下列规定:

- a) 列车竖向静活载图式应按本线列车的最大轴重、轴距及近、远期中最长的编组确定;
- b) 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;
- c) 多于两线的高架结构, 应按下列最不利情况确定:
 - 1) 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。
- d) 影响线加载时, 活载图式不得任意截取, 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。
- e) 对承受局部荷载的构件, 均应为该活荷载 100%。

13.2.4 列车竖向活载应包括列车竖向静活载及列车动力作用, 应为列车竖向静活载乘以动力系数 $(1 + \mu)$ 。 μ 应按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 规定的值乘以 0.8。

13.2.5 位于曲线上的桥梁应计入列车产生的离心力, 离心力应作用于车辆重心处。离心力的大小应等于列车竖向静活载乘以离心力率 C 。离心力率 C 值可按式计算:

$$C = V^2 / 127R \text{ ----- (10)}$$

式中:

V ——本线设计最高列车速度 (km/h);

R ——曲线半径 (m)。

13.2.6 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。

13.2.7 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。

- a) 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;
- b) 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%;
- c) 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。

13.2.8 列车竖向静活载在桥台后破坏棱体上引起的侧向土压力, 应将活载换算成当量均布土层厚度计算。

13.2.9 无缝线路的纵向水平力（伸缩力、挠曲力）和无缝线路的断轨力，应根据轨道结构及梁、轨共同作用的原理计算确定，并应符合下列规定：

- a) 单线及多线桥应只计算一根钢轨的断轨力；
- b) 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；
- c) 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。

13.2.10 作用在区间桥梁上的风荷载应按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的有关规定执行。

13.2.11 区间桥梁温度变化的作用及混凝土收缩的影响，可按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 和《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的有关规定执行。

13.2.12 区间桥梁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 的有关规定执行。

13.2.13 桥墩承受的船只撞击力，可按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的有关规定执行。

13.2.14 区间桥梁的桥墩及车站结构底层柱位于道路一侧或交叉口时，应有安全距离或设置防撞措施；当无防撞措施时，应计入汽车对桥墩的撞击力。撞击力顺行车方向可采用 1000kN，横行车方向可采用 500kN，作用在路面以上 1.20m 高度处。

13.2.15 地震作用应按本章的相关规定执行。

13.2.16 区间桥梁挡板结构，除计算其自重及风荷载外，还应计算 0.75kN/m 的水平推力和 0.36kN/m 的竖向压力，该项荷载作为附加力应与风力组合。水平推力作用在桥面以上 1.2m 高度处。

13.2.17 区间桥梁应按不同施工阶段的施工荷载加以检算。

13.2.18 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，可按下列情形进行结构强度和稳定性检算：

- a) 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；
- b) 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 20m、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 20m，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。

13.2.19 区间桥梁更换支座时应按实际情况对结构进行检算。

13.2.20 区间桥梁设计时，应考虑施工及运营养护过程中可能出现的特种机具设备载重。

13.2.21 高架车站中恒载及轨道梁上的列车荷载取值同区间桥梁，除轨道梁上列车荷载以外的民用建筑活载标准值见表 28。

表28 民用建筑活荷载标准值

项次	类别	标准值（kN/m ² ）	备注
1	基本雪压	按《建筑结构荷载规范》GB 50009取值	100年一遇
2	基本风压	按《建筑结构荷载规范》GB 50009取值	100年一遇
3	站厅公共区、楼梯、站台	4	

4	出入口天桥	按《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ69取值	不得小于 4kN/m ²
5	厕所、盥洗室	有分隔的蹲厕按 8	不得小于 2.5 kN/m ²
6	不上人屋面	0.5	
7	设备用房	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	不得小于 4kN/m ²
注 1: 对自动扶梯等需要吊装的设备荷载, 在结构计算时还应考虑设备吊点所设置的位置及起吊点的荷载值, 楼板(梁)设计时尚应考虑重型设备的运输荷载; 注 2: 对设有触网支柱, 尚应计入接触网支柱荷载值。			

13.3 工程材料

13.3.1 选择工程材料应考虑结构重要性、环境保护和耐久性的要求, 应选用高强材料。

13.3.2 混凝土材料强度等级除满足耐久性要求外, 还应符合下列规定:

- 预应力混凝土梁混凝土强度等级不应低于 C40;
- 钢筋混凝土梁混凝土强度等级不应低于 C30;
- 灌注桩混凝土设计强度等级不应低于 C30;
- 素混凝土垫层强度等级不应低于 C15。
- 车站结构中位于干湿交替区的电缆夹层, 其钢筋混凝土板、梁、侧墙混凝土强度等级不宜低于 C35, 抗渗等级不宜低于 P6。

13.3.3 预应力管道压浆材料和压浆工艺应严格控制, 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。宜优先采用真空压浆工艺, 确保压浆密实。

13.3.4 钢结构区间桥梁应采用 Q345qD 及以上等级钢材, 其质量应符合现行国家标准《桥梁用结构钢》GB/T 714 标准的规定; 钢梁涂装体系的防腐周期不应低于 20 年, 可采用高性能的防腐涂料。

13.3.5 车站结构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。

13.3.6 高架结构纵向受力钢筋宜采用 HRB 400 级、HRB 500 级钢筋, 箍筋宜采用 HRB 400 级、HPB 300 级钢筋。高架车站结构中框架和斜撑构件(含梯段), 其纵向受力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%。

13.3.7 高架结构钢筋连接应满足现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092、《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)、《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 以及《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的相关要求。

13.3.8 预应力钢绞线应采用高强度低松弛钢绞线, 应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T5224 的规定。

13.3.9 预应力钢丝应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223 的规定。

13.3.10 预应力锚具应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 的规定。

13.3.11 高架车站砌体填充墙材料需符合下列规定:

- a) 需要悬挂设备的墙体在其悬挂高度范围内宜采用混凝土实心砖；电梯井道如为砌体砌筑，宜为混凝土实心砖，其强度等级可为 MU15；其他处隔墙可采用强度等级不低于 MU7.5 的混凝土空心砖、蒸压硅酸盐空心砖、轻骨料混凝土普通砖，也可采用强度等级不低于 A5 的蒸压加气混凝土砌块，以及强度等级不低于 MU5 的其他砌块；
- b) 地面以下或防潮层以下与土壤长期接触的砌体以及长期处于水和化学侵蚀环境的砌体，应采用混凝土实心砖；
- c) 砂浆强度等级不宜低于 M5.0，室内地坪以下及潮湿环境砌体的砂浆强度等级不宜低于 M10，且应为水泥砂浆；
- d) 砂浆应为预拌砂浆。

13.4 结构刚度

13.4.1 区间桥梁结构竖向挠度的限值应符合下列规定：

- a) 在列车静活载作用下，桥跨结构梁体竖向挠度不应大于表 29 的规定。

表29 梁体竖向挠度的限值

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

- a) 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 29 的规定。分析得出的列车安全性及乘客乘坐舒适性指标应符合下列规定：

- 1) 脱轨系数： $Q / P \leq 0.8$
- 2) 轮重减载率： $\Delta P / \overline{P} \leq 0.6$
- 3) 车体竖向加速度： $az \leq 0.13g$ (半峰值)
- 4) 车体横向加速度： $ay \leq 0.10g$ (半峰值)

式中：

- Q——轮对一侧车轮的横向力（kN）；
- P——轮对一侧车轮的垂直力（kN）；
- ΔP ——一侧车轮轮重减载量（kN）；
- $\overline{P}$ ——车轮的平均轮重（kN）；
- G——为重力加速度， $g=9.8m/s^2$ 。

13.4.2 在列车静活载作用下，有砟轨道区间桥梁单端竖向转角不应大于 5‰，无砟轨道区间桥梁单端竖向转角不应大于 3‰。无砟轨道梁单端竖向转角大于 2‰时，应检算梁端处轨道扣件的上拔力。

13.4.3 在列车横向摇摆力、离心力、风力和温差应力作用下，区间桥梁梁体水平挠度应小于等于计算跨度的 1/4000。

13.4.4 在列车活载作用下,区间桥梁梁体同一横断面一条线上两根钢轨的竖向变形差形成的两轨动态不平顺度不应大于 6mm,计算时列车活载应计动力系数。不能满足时,应进行车桥或风车桥系统耦合振动分析。

13.4.5 铺设无缝线路及无砟轨道桥梁的区间桥梁桥墩纵向水平线刚度限值,应符合下列规定:

- a) 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。
- b) 不作计算时,可按下列规定取值:
 - 1) 双线及多线简支梁桥墩墩顶纵向水平线刚度限值可按表 30 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30 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)
$L \leq 20$	190
$20 < L \leq 30$	240
$30 < L \leq 40$	320

- 2) 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。
- 3) 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) 连续刚构桥可采用结构的合成纵向刚度。

13.4.6 区间桥梁墩顶弹性水平位移应符合下列规定:

- a) 顺桥方向: $\Delta \leq 5\sqrt{L}$
- b) 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。

13.4.7 预应力混凝土简支区间桥梁的徐变上拱度应严格控制, 轨道铺设后, 无砟桥面梁的后期徐变上拱值不宜大于 10mm。无砟桥面预应力混凝土连续区间桥梁轨道铺设后的后期徐变量, 应根据轨道专业的要求控制。

13.4.8 区间桥梁中, 跨度小于等于 40m 的简支梁和跨度小于等于 40m 的连续梁相邻桥墩, 其工后沉降量之差应符合下列规定:

- a) 有砟桥面不应超过 20mm, 无砟桥面不应超过 10mm。
- b) 对于超静定结构, 其相邻墩台不均匀沉降量之差的容许值还应根据沉降对结构产生的附加影响确定。

13.4.9 高架车站中相邻框架柱之间的沉降差应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的相关规定。

13.4.10 高架车站中的悬臂盖梁, 在正常使用极限状态下, 悬臂端计算挠度的限值应为 $L_0/600$, L_0 为悬臂构件的计算跨度。

13.5 总体设计

13.5.1 高架结构中轨道梁的钢筋混凝土结构和钢结构，宜采用容许应力法设计。其材料、容许应力、主力与附加力组合下的应力提高系数、结构计算方法及构造要求，以及特殊荷载（地震作用除外）参与组合时，容许应力提高系数应符合现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 和《铁路桥梁钢结构设计标准》TB 10091 的有关规定。

13.5.2 高架结构中轨道梁的预应力混凝土结构设计和构造要求，应符合现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的有关规定，应按破坏阶段验算构件强度，弹性阶段验算应力和抗裂性。

13.5.3 区间桥梁和承担列车荷载的高架车站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 10093 的有关规定；当特殊荷载（地震作用除外）参与荷载组合时，地基容许承载力 $[\sigma_0]$ 和单桩轴向容许承载力的提高可按现行行业标准《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093 的有关规定执行。

13.5.4 区间桥梁中箱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。

13.5.5 计算区间桥梁主力和温差应力组合时，可不再与其他附加力组合。

13.5.6 区间桥梁计算时应充分考虑受压翼缘有效宽度的影响，其取值应参照现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的相关规定执行。底板较宽的简支箱梁，应考虑剪力滞效应。

13.5.7 车站结构中承担列车荷载的部分，设计要求同区间桥梁；除单独设置的轨道梁外的车站结构还应满足现行的建筑结构相关设计规范的要求。其余不承担列车荷载的车站结构部分，应执行现行的建筑结构相关设计规范。

13.5.8 岛式车站不宜采用独柱式带悬臂的结构体系。

13.6 抗震设计

13.6.1 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、《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909、《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 及《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定执行；承担列车荷载的横（盖）梁、结点、支座及基础等能力保护构件的计算原则应参照现行行业标准《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166 的相关规定执行。

13.6.2 高架结构抗震计算分析所用地震动参数（地震波选取）宜符合下列要求：

- a) 多遇地震（E1 地震作用）是重现周期为 100 年，设计基准期为 100 年，超越概率为 63% 的地震动；
- b) 设防地震（E2 地震作用）是重现周期为 475 年，设计基准期为 50 年，超越概率为 10% 的地震动；
- c) 罕遇地震（E3 地震作用）是重现周期为 2475 年，设计基准期为 50 年，超越概率为 2% 的地震动；

13.6.3 跨越大江、大河且技术复杂、修复困难的特殊结构区间桥梁，或单跨跨度不小于 150m 的区间桥梁，应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的规定，划分为 A 类工程。除 A 类工程外的区间桥梁均划分为 B 类工程。

13.6.4 高架结构必须跨越断裂带布置时，应有相应抗震措施。

13.6.5 高架结构在地震作用组合工况下，材料、地基容许应力和单桩轴向容许承载力的提高，应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 及《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 的有关规定执行。

13.6.6 对于抗震设计困难且条件允许的区间桥梁，可考虑采用减隔震设计，并满足正常使用性能要求。

13.6.7 采用减隔震设计的区间桥梁应进行专题研究，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。

13.6.8 对于不采用减隔震设计的区间桥梁，当墩柱计算长度与矩形截面计算方向的尺寸（或圆形截面直径）之比小于 2.5 的矮墩（混凝土墩），罕遇地震作用下可不验算桥墩的延性，罕遇地震作用效应和永久作用效应组合后，应按现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB10092 的相关规定，验算桥墩的抗弯和抗剪强度。

13.6.9 对于墩柱计算长度与矩形截面计算方向的尺寸（或圆形截面直径）之比大于 2.5 的墩柱，罕遇地震作用下，钢筋混凝土墩柱应进行延性设计；墩柱抗剪强度应按能力保护原则设计，计算方法可按现行行业标准《城市桥梁抗震设计规范》CJJ166 的有关规定执行。

13.6.10 区间桥梁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，延性验算应满足下式的要求：

$$\mu_u = \frac{\Delta_{\max}}{\Delta_y} < [\mu_u] \text{-----} (11)$$

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；

$\Delta_{\max}$ ——桥墩的非线性响应最大位移；

Δ_y ——桥墩的屈服位移。

对于简支梁桥墩的延性设计，可按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 附录 F 的简化方法进行计算。

13.6.11 “站桥分离”型车站中轨道梁及其支承结构，抗震设计要求同区间桥梁；其余车站结构按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定进行抗震设计。

13.6.12 “站桥合一”型车站中单独设置的轨道梁，抗震设计要求同区间桥梁。

13.6.13 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 的有关规定进行抗震设计及设防，抗震设防类别应划为重点设防类。计算时应计入一条线 100% 竖向静活载和 50% 站台人群荷载。

13.6.14 横向单柱或双柱的高架车站梁柱结构，应采用不少于两种不同力学模型的软件进行车站整体结构计算分析。一方面应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的有关规定进行抗震设计，抗震设防类别应划为 B 类；另一方面应按现行国家标准《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，抗震设防类别应划分为重点设防类。

13.6.15 抗震设防烈度为 8 度的地区（简称 8 度区），当采用带长悬臂结构高架车站时，应考虑竖向地震的作用。

13.6.16 抗震设防烈度为 8 度的地区，可以考虑地基-基础的共同作用。

13.7 抗震措施

13.7.1 高架结构中承担列车荷载的结构，抗震措施应遵循现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157、《铁路工程抗震设计规范》GB 50111、《城市轨道交通抗震设计规范》GB 50909 和现行行业标准《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166 的相关规定。

13.7.2 车站结构（不含单独设置的轨道梁）抗震措施应遵循现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定。

13.7.3 承担列车荷载的结构抗震构造措施需符合下列要求：

- a) 简支梁梁端至墩、台帽或盖梁边缘应有一定的距离，其最小值应按现行行业标准《城市桥梁抗震设计规范》CJJ166 的相关规定执行；
- b) 桥墩顶和盖梁顶面应设置纵、横向抗震挡块，挡块内侧宜加设橡胶缓冲块；
- c) 墩柱的纵向配筋宜对称配置，纵向钢筋直径不应小于 16，间距不应大于 200mm，主筋全截面配筋率不应小于 0.6%，并不应大于 5%；

13.7.4 区间桥梁墩柱及单柱、双柱车站框架柱潜在塑性铰区域内应设箍筋加密区，并需符合下列要求：

- a) 加密区高度不应小于墩柱弯曲方向截面边长的 2 倍或墩柱上弯矩超过最大弯矩 80% 的范围；当墩柱的高度与弯曲方向截面边长之比小于 2.5 时，墩柱加密区高度应取墩柱全高；
- b) 加密箍筋的最大竖向间距，抗震设防烈度为 7 度的地区（简称 7 度区）及以下抗震设防烈度区不应大于 100mm，8 度区不应大于 50mm，非加密区箍筋间距不应大于 150mm；
- c) 加密区箍筋肢距或拉筋间距不宜大于 250mm，箍筋或拉筋间的主筋根数不宜多于三根，箍筋加密区体积配筋率不应小于纵筋配筋率的 1/4，且不应小于 0.4%；
- d) 塑性铰加密区域配置的箍筋应延伸到盖梁和承台内，延伸到盖梁和承台的距离不应小于墩柱长边的 1/2，不应小于盖梁或承台高度的 1/3，并不应小于 500mm，箍筋间距不应大于 200mm，箍筋直径 7 度时不应小于 10mm，8 度时不应小于 12mm；
- e) 加密区圆形箍筋的接头必须采用焊接，焊接长度不应小于 10 倍的箍筋直径；矩形箍筋端部应有 135°弯钩，弯钩直段长度不应小于 200mm 且不小于 10 倍箍筋直径。

13.7.5 纵向钢筋的接头应符合下列规定：

- a) 从桥墩底部至墩柱截面高度的 1.5 倍范围内不宜设纵向钢筋焊接接头，当接头不可避免时，应确保纵筋在反复交变应力下发生屈服时，接头仍具有预定的性能；
- b) 从桥墩底部至墩柱截面高度的 1.5 倍范围内不应设置绑扎钢筋接头；
- c) 在同一截面内所设的钢筋接头数不应大于总钢筋数的 50%；
- d) 不应在塑性铰区域进行纵筋的连接。

13.7.6 防落梁措施与限位装置

- a) 防落梁措施的采用，不应影响支座的正常移动；
- b) 防落梁措施可根据经验确定，当需进行定量计算时，计算模型应合理。

13.7.7 抗震设防烈度为 7 度及以下的地区钻孔灌注桩桩顶 3 倍桩径长度范围内应加密箍筋，其间距不应大于 100mm，箍筋直径不应小于 10mm，桩身纵筋的配筋率不宜小于 0.5%。

13.7.8 抗震设防烈度为 8 度的地区，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%，桩下部 1/3 桩长范围内可按构造配筋。

13.7.9 高架结构基础承台应采用六面配筋，底面钢筋的设置应根据受力计算确定，顶面钢筋的直径不应小于 16mm，间距不应大于 150mm，承台底面的配筋率不宜小于 0.2%，其余五个面的配筋率均不应小于 0.15%。

13.7.10 高架车站中不承担列车荷载的部分，抗震措施按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定执行。

13.7.11 除“站桥分离”型车站轨道梁下基础外，其余高架车站桩基承台之间的连接应符合下列要求：

- a) 单桩承台宜在两个相互垂直的方向上设置连系梁；
- b) 两桩承台宜在其短向设置连系梁；
- c) 多桩承台宜在两个方向设置连系梁。

13.8 构造要求

13.8.1 轨道宜采用无砟轨道结构。当采用有砟道床时，轨道下枕底道砟厚度不应小于 0.3m，当设置砟下胶垫层时应含胶垫层的厚度。

13.8.2 采用直流电力牵引和走行轨回流的高架结构，应根据现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ49 的有关规定采取防止杂散电流腐蚀的措施，即从桩基钢筋、承台钢筋、墩柱钢筋、梁部钢筋、接触网柱形成连通的钢筋笼。在承台钢筋绑扎完毕后进行接地电阻测试，实测接地电阻应小于 10Ω。钢结构及钢连接件应进行防锈处理。

13.8.3 钢筋混凝土和预应力混凝土结构的截面尺寸应能保证混凝土灌注及振捣质量。截面最小尺寸应符合现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的有关规定。

13.8.4 区间桥梁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不小于 80mm 的通风孔。现浇预应力混凝土箱型梁内净空高度不宜低于 1.0m，顶板厚度不应小于 200mm，底板厚度不宜小于 220mm。箱梁底板低处宜设排水孔。

13.8.5 预应力混凝土梁腹板厚度宜考虑如下构造要求：

- a) 当腹板内设置一排束预应力筋时，腹板厚度不宜小于 250mm；
- b) 当设二排束预应力筋时，腹板厚度不宜小于 350mm。

13.8.6 预应力钢筋管道表面与结构表面之间的保护层厚度，在结构的顶面和侧面不应小于 1 倍管道直径，并不小于 50mm，结构底面不应小于 60mm。其他构造要求应符合现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的有关规定。

13.8.7 钢筋混凝土结构中的钢筋保护层厚度应根据不同的环境，符合表 31～表 33 的规定。

表31 一般环境中混凝土材料与钢筋的保护层厚度

环 境	混凝土强度等级	最大水胶比	钢筋保护层厚度 C (mm)
非干湿交替和 长期湿润环境	C35	0.5	35
	≥ C40	0.45	30
干湿交替环境	C40	0.45	45
	C45	0.4	40
	≥ C50	0.36	35
注 1：直接接触土体浇注的构件，其混凝土保护层厚度不应小于 70mm；			

环 境	混凝土强度等级	最大水胶比	钢筋保护层厚度 C (mm)
注 2： 年平均气温大于 20℃且年平均湿度大于 75%的环境，混凝土最低强度等级应比表中提高一级，或保护层最小厚度增大 5mm；			
注 3： 处于流动水中或受水中泥沙冲刷的构件，其保护层厚度宜增加 10mm～20mm；			
注 4： 预制构件的保护层厚度可比表中规定值减少 5mm。			

表32 氯化物环境中混凝土材料与钢筋的保护层厚度

环 境	混凝土强度等级	最大水胶比	钢筋保护层厚度 C(mm)
受除冰盐水溶液轻度溅射作用	C45	0.4	60
接触较高浓度氯离子水体，且有干湿交替	≥ C50	0.36	55
注： 预制构件的保护层厚度可比表中规定值减少 5mm。			

表33 冻融环境中混凝土材料与钢筋的保护层厚度

环 境	混凝土强度等级	最大水胶比	钢筋保护层厚度 C(mm)
夏热冬冷和寒冷地区的无盐环境	C45	0.4	40
	≥ C50	0.36	35
夏热冬冷和寒冷地区的有盐环境	C45	0.4	60
	≥ C50	0.36	55
注 1： 最冷月平均气温高于 2.5℃的地区，混凝土结构可不计冻融环境作用；			
注 2： 预制构件的保护层厚度可比表中规定值减少 5mm；			
注 3： 夏热冬冷和寒冷地区的划分依据现行国家标准《民用建筑设计通则》GB50352 的规定。			

13.8.8 对外形呈曲线形且布置有曲线预应力钢筋的构件，其曲线平面内、外管道的最小混凝土保护层厚度，应按下列公式计算：

a) 曲线平面内

$$C_{in} \geq \frac{P_d}{0.266r\sqrt{f'_{cu}}} - \frac{d_s}{2} \quad (12)$$

式中：

C_{in} ——曲线平面内最小混凝土保护层厚度 (mm)；

P_d ——预应力钢筋的张拉力设计值 (N)，可取扣除锚圈口摩擦、钢筋回缩及计算截面处管道摩擦损失后的张拉力乘以 1.2；

r ——管道曲线半径 (mm)，可按下式计算；

f'_{cu} ——预应力钢筋张拉时，边长 150mm 立方体混凝土抗压强度 (MPa)；

d_s ——管道外缘直径。

当按公式 12 式计算的保护层厚度较大时，也可按直线管道设置最小保护层厚度，但应在管道曲线段弯曲平面内设置箍筋。箍筋单肢的截面面积可按下列公式计算：

$$A_{sv1} \geq \frac{P_d s_v}{2r f_{sv}} \quad (13)$$

式中：

A_{sv1} ——箍筋单肢截面面积 (mm^2);

s_v ——箍筋间距 (mm);

f_{sv} ——箍筋抗拉强度设计值 (MPa), 可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 采用。

b) 曲线平面外

$$C_{\text{out}} \geq \frac{P_d}{0.266\pi r \sqrt{f'_{cu}}} - \frac{d_s}{2} \quad (14)$$

式中:

C_{out} ——曲线平面外最小混凝土保护层厚度 (mm)。

c) 当按上述公式计算的保护层厚度小于本条内各类环境的直线管道的保护层厚度时, 应取相应环境条件的直线管道保护层厚度。

13.8.9 预应力混凝土梁的封锚及接缝处, 应按照现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB10092 的规定采取防水措施。对于结构有可能产生裂缝的部位, 应增设普通钢筋防止裂缝的发生。

13.8.10 区间桥梁墩柱顶面应预留更换支座时顶梁的位置, 并应设置 3% 的排水坡。

13.8.11 后张法预应力混凝土梁张拉时间应按强度和龄期双控的原则进行。

13.8.12 长度为 140m 及以上的车站, 纵向宜设置伸缩缝。

13.8.13 抗震缝、伸缩缝的设置应结合考虑, 缝宽度应同时满足抗震缝及伸缩缝的要求。

13.8.14 车站基础中预留的底层柱插筋, 应弯折后落在承台底面钢筋上; 承台面以上的插筋长度应取柱截面高度 (圆柱直径)、底层柱净高的 1/3 和 500mm 三者的最大值, 且应考虑柱底塑性铰区纵筋连接的要求。

13.9 耐久性设计

13.9.1 高架结构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、现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 及《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的相关规定。

13.9.2 高架结构混凝土耐久性设计, 应满足下列要求:

- 应以结构具有足够的承载力和良好的抗裂性为前提;
- 应根据结构的设计使用年限、环境类别及作用等级进行;
- 应从方便施工和规避环境对结构的不利影响角度, 合理布置结构的构造;
- 应对处于严重腐蚀环境下的混凝土结构提出可靠的防腐蚀强化措施;
- 应对结构在设计使用年限内的检查与维修提前做出规划, 明确跟踪检查内容;
- 应充分考虑混凝土的收缩徐变对预应力混凝土结构预应力度度的影响;
- 采用新材料、新工艺及新方法时, 应按国家有关规定进行试验验证并审定通过后方可使用。

13.9.3 高架结构混凝土耐久性设计, 包括以下内容:

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

- e) 混凝土结构构造措施;
- f) 严重腐蚀环境下对混凝土结构采取的防腐蚀强化措施;
- g) 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。

13.10 附属结构设计

13.10.1 区间桥梁梁端处应设伸缩缝,伸缩缝除保证梁部能自由伸缩、转动外,还应有效防止桥面水渗漏。伸缩缝宜采用耐腐合金伸缩缝,橡胶止水带应有良好的水密性、排水性和耐久性,并方便更换。伸缩缝处栏杆应设置伸缩节。

13.10.2 区间桥梁栏杆、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。桥梁栏杆在满足安全的基础上,高度不应小于 1.2m。泄水管外观颜色应与主体结构协调。

13.10.3 桥梁栏板应满足电缆桥架、声屏障等安装的功能要求,下部应考虑设滴水槽(檐)。桥梁栏板应在桥梁变形缝处断缝。桥梁栏板材质应可靠、经久耐用、不易碎裂,形状应方便运输安装,应确保运营期间栏板不脱落。

13.10.4 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 50 年设计使用年限设计,无接触网立柱或声屏障立柱的栏杆,设计使用年限可按 25 年。

13.10.5 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《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。

13.10.6 桥上设置声屏障处,声屏障底部和桥面结构、各块声屏之间不应留有缝隙,在伸缩缝处的声屏障结构也应采取纵向封闭措施。声屏障的高度和构造形式,应根据环评报告及通过声学设计确定,使列车产生的噪声降至环境允许的标准之内。

13.10.7 区间桥梁支座设计应符合下列规定:

- c) 支座的选取应符合现行行业标准《城市轨道交通桥梁球型钢支座》 CJ/T482、《城市轨道交通桥梁盆式支座》 CJ/T464 及《铁路桥梁盆式支座》 TB/T2331 的相关规定;
- d) 支座计算应符合现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的有关规定;
- e) 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;
- f) 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;
- g) 采用减隔震支座时,应进行专项设计。

13.10.8 轨道梁简支于高架车站横盖梁上时,支座的设置要求同区间桥梁。

13.10.9 区间及车站轨行区应设置性能良好的排水系统,排水设施应便于检查、维修与更换。双线桥桥面横向宜采用双侧排水坡,单线桥可设单向排水横坡,坡度不应小于 2%。纵向宜设不小于 3‰的排水坡。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。

13.10.10 区间及车站轨行区应铺设密闭有效的防水层。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。防水层的技术指标及施工工艺应符合现行行业标准《铁路混凝土桥面防水层技术条件》TB/T 2965 的相关规定。

13.10.11 车站雨棚结构,按围护形式分为:开敞式、半封闭式和全封闭式三种。结构形式通常采用门

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。

13.10.12 车站雨棚宜采用钢结构，也可采用钢-混凝土组合结构。

13.10.13 当雨棚采用钢结构时，安全等级宜为一级，设计使用年限宜按 50 年，钢结构防护层使用年限不宜低于 20 年。但当雨棚结构维修和更换困难时，设计使用年限应与其下部混凝土结构一致。

13.10.14 车站雨棚应考虑接触网、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。

13.10.15 车站雨棚围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。顶棚设计时，风压值、雪压值宜按 100 年重现期取值。

13.10.16 雨棚结构可以单独进行结构受力分析，并宜考虑温度对雨棚结构的影响。

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

13.10.18 高架车站出入口可采用钢筋混凝土结构或钢结构。出入口与车站主体结构之间宜相互独立。当出入口跨度较大或需要跨越道路时，可采用箱梁、桁架等结构形式。当出入口必须直接支承于主体结构上时，应在主体结构边梁上设置牛腿及支座，主体结构计算时应考虑出入口结构传来的荷载。

13.10.19 出入口结构应满足竖向振动舒适度的要求，其竖向自振频率不应小于 3Hz。抗震设防烈度为 8 度的地区，当出入口天桥跨度大于 24m 时，结构还应考虑竖向地震的作用。

13.10.20 出入口天桥结构其他要求可参照现行行业标准《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ69 的相关条文执行。

13.10.21 当车站附属设备用房独立布置在车站主体之外时，附房设备用房的抗震设防类别应划分为重点设防类，安全等级宜为一级，设计使用年限宜为 100 年，荷载取值宜参照主体结构的相关规定执行。

14 地下结构

14.1 一般规定

14.1.1 本章适用于采用明挖法、盖挖法、矿山法、盾构法、顶进法等施工方法的地下结构的设计。

14.1.2 地下结构设计应贯彻理论计算与工程实践类比相结合的原则，根据工程与水文地质、使用条件、荷载特性、施工工艺、工程筹划等条件，并结合规划、周边环境及交通组织，选择结构形式及施工方法。

14.1.3 地下结构设计除应满足城市规划、行车运营、环境保护、施工要求外，尚应满足抗震、人防、防水、防腐、防杂散电流等要求，并确保结构具有足够的耐久性。

14.1.4 地下结构的净空尺寸除应满足建筑限界和建筑设计、施工工艺及其他使用要求外，还应考虑施工误差、测量误差、结构变形及后期沉降影响。

14.1.5 地下结构设计应考虑尽可能减小施工过程中以及建成后对周边环境造成的不利影响，并应考虑城市规划引起周围环境改变对结构的影响。

14.1.6 地下结构设计，应根据施工方法、结构或构件类型、使用条件及荷载特性等，选用与其特点相近的现行结构设计规范和设计方法，结合施工监测和风险源分析进行信息化和风险管控设计。

14.1.7 地下结构设计应分别按施工阶段和正常使用阶段进行强度、刚度、稳定性计算和耐久性设计。地下结构应满足长期运营条件下结构纵向不出现危及安全运行的差异沉降。

14.1.8 处于一般环境中的结构，按荷载准永久组合并计及长期作用影响计算时，构件的最大计算裂缝宽度允许值，可按表 34 中的数值进行控制；处于冻融环境或侵蚀环境等不利条件下的结构，其最大计算裂缝宽度允许值应根据具体情况另行确定。

表 34 一般环境下钢筋混凝土构件的最大计算裂缝宽度允许值

单位为毫米

结构类型		允许值 (mm)
盾构隧道管片		0.2
其他结构	水中环境、土中缺氧环境	0.3
	洞内干燥环境或洞内潮湿环境	0.3
	干湿交替环境	0.2
注 1：当设计采用的最大裂缝宽度的计算式中保护层实际厚度超过 30mm 时，可将保护层厚度的计算值取为 30mm；		
注 2：厚度不小于 300mm 的钢筋混凝土结构可不计干湿交替作用；		
注 3：洞内潮湿环境指环境相对湿度为 45%~80%。		

14.1.9 地下主体结构和使用期间不可更换的结构构件的整体设计使用年限不应小于 100 年，使用期间可以更换且不影响运营的次要结构构件和一般的地面附属建筑结构整体设计使用年限不应小于 50 年。

14.1.10 地下结构采用极限状态法进行承载能力计算时，地下结构设计使用年限为 100 年的构件，按荷载效应的基本组合进行使用阶段的承载能力计算时，取结构重要性系数 $\gamma_0=1.1$ ；进行施工阶段的承载能力计算时，取 $\gamma_0=1.0$ ；按荷载效应的偶然组合进行承载能力计算时，取 $\gamma_0=1.0$ 。

14.1.11 地下结构应按场区抗震设防要求进行抗震承载能力验算，抗震构造措施应满足相应抗震设防烈度的相关设计要求，提高结构和接头处的整体抗震能力。

14.1.12 地下结构设计应满足《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关要求，地下结构中的承重构件的耐火等级为一级。

14.1.13 地下结构应根据现行标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ49，采取防止杂散电流腐蚀的措施，钢结构及钢连接件应进行防锈处理。

14.1.14 基坑工程设计应结合相关规范、规程，并结合具体的工程条件，分段确定基坑的安全等级和基于环境保护的变形控制等级，选择合理的支护方式，分段进行结构设计。

14.1.15 盾构法施工的区间隧道覆土厚度不宜小于隧道外轮廓直径。确有技术依据时，允许在局部困难地段适当减少。盾构法施工的平行或立体交叉隧道间的净距，应根据工程地质条件、埋置深度、盾构类型等因素确定，平行隧道净距不宜小于 $1.0D$ (D 为隧道外径)，特殊区段不宜小于 $0.6D$ ；交叉隧道最小垂直净距不宜小于较大直径隧道的 $0.4D$ 。

14.2 荷载

14.2.1 作用在地下结构上的荷载，可按表 35 分类。

表 35 荷载分类

荷载类型	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
	静水压力和浮力
	混凝土收缩和徐变影响
	预加应力
	设备重量
	地基下沉影响力
基本可变荷载	地面车辆荷载及其动力作用
	地面车辆荷载引起的侧向土压力

表 35 (续)

荷载类型	荷载名称
基本可变荷载	地面车辆荷载及其动力作用
	地面车辆荷载引起的侧向土压力
	轨道交通车辆荷载及其动力作用
	人群荷载
其它可变荷载	温度变化影响
	施工荷载
偶然荷载	地震作用
	沉船、抛锚或河道疏浚产生的撞击力等灾害性荷载
	人防荷载
注 1: 设计中要求考虑的其它荷载, 可根据其性质分别列入上述三类荷载中; 注 2: 表中所列荷载本节未加说明者, 可按国家有关规范或根据实际情况确定; 注 3: 施工荷载: 设备运输及吊装荷载, 施工机具及人群荷载, 相邻地下工程施工的影响; 注 4: 混凝土收缩可按降低温度模拟; 注 5: 地下结构温度变化影响应根据所处地区的气温条件、运营环境及施工条件综合确定。	

14.2.2 在确定荷载的数值时, 应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 等的有关规定, 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按表 36 取值。

表 36 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	1.5	—	—
	构件裂缝宽度验算	1.0	0.8	—	—
	构件变形计算	1.0	0.8	—	—
	倾覆、滑移或漂浮验算	1.0	—	—	—
永久荷载+部分可变荷载	构件强度计算	1.2(1.0)	0.5	1.3	—

+地震力					
永久荷载+人防荷载	构件强度计算	1.2(1.0)	—	—	1.0

14.2.3 位于岩层中的地下结构的围岩压力可根据围岩分级,按现行行业标准《铁路隧道设计规范》TB 10003 的有关规定确定。位于土层中的地下结构的土层压力应按下列原则进行计算:

a) 竖向压力应按下列规定计算:

- 1) 采用明挖和盖挖法施工的地下结构,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、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;
- 3) 竖向荷载应结合地面及临近的任何其他荷载对竖向压力的影响进行计算。

b) 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) 逆作法结构承受的水平土压力宜按静止土压力计算;
- 3) 使用阶段的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。对内衬永久结构,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。

14.2.4 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,应分别按下列规定计算:

- a) 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,计算水压力和浮力对结构的作用;
- b) 砂性土地层的侧向水、土压力应采用水土分算;
- c) 黏性土地层的侧向水、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。

14.2.5 直接承受轨道交通车辆荷载的结构构件,应按轨道交通车辆的实际轴重和排列计算其产生的竖向荷载,并应计入车辆的动力作用,同时尚应按线路通过的重型设备运输车辆荷载进行验算。

14.2.6 站台、站厅、楼梯、车站管理用房等部位的人群荷载按 4.0kPa 的活荷载标准值计,当管理用房有集中荷载时按实际荷载选用;设备区一般可按标准值 8.0kPa 进行设计,重型设备区需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。对于自动扶梯等需要吊装的设备,还应考虑其吊点的荷载值。

14.2.7 地下结构设计应考虑下列施工荷载之一或可能发生的组合设计:

- a) 设备运输及吊装荷载;
- b) 施工机具荷载;
- c) 地面超载按 20kPa 考虑,临时车道盖板荷载应根据相应的地面道路等级或施工车辆荷载考虑,临时堆料场地盖板荷载应根据实际施工堆料及施工机械荷载确定;盾构工作井周边地面超载应

根据盾构重量、分块吊装方式、起重机布置的等因素确定，并不得小于 30kPa；轨排井区域地面堆载应根据轨排施工要求确定；

- d) 邻近地下结构开挖影响，注浆引起的附加荷载等；
- e) 盾构法施工时的千斤顶推力；
- f) 盾构机及其配套设备的重量。

14.2.8 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，且不计冲击力的影响。

14.3 工程材料

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

14.3.2 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，应符合相关材料标准及耐久性要求，满足抗裂、抗渗、抗冻和抗侵蚀的需要。一般环境条件下的混凝土设计强度等级不应低于表 37 的规定。

表 37 地下结构混凝土的最低设计强度等级

明挖法结构	整体式钢筋混凝土结构	C35
	作为永久结构的地下连续墙和灌注桩	C35
盾构法、顶管法	装配式钢筋混凝土管片	C50
	整体式钢筋混凝土衬砌	C35
矿山法	喷射混凝土衬砌	C25
	现浇混凝土或钢筋混凝土衬砌	C35

14.3.3 大体积浇筑的混凝土应避免采用高水化热水泥，并宜掺入高效减水剂、优质粉煤灰或磨细矿渣等。同时应严格控制水泥用量，限制水胶比和控制混凝土入模温度。

14.3.4 钢材及连接应符合下列规定：

- a) 受力钢筋宜采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋；
- b) 箍筋宜采用 HRB400、HRBF400、HPB300、HRB500、HRBF500 钢筋；
- c) 锚索宜采用高强低松弛钢绞线，锚杆宜采用 HRB400 级钢筋，土钉钢筋宜采用 HRB400 级钢筋；
- d) 钢筋接驳器的性能等级应满足国家现行标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的相关规定；
- e) 盾构法区间隧道预制管片间的连接紧固件、预埋件的连接形式、锚固形式及其机械性能等级，应满足构造和受力要求，并有耐腐蚀性和抗冲击韧性，且表面应进行防腐处理；
- f) 钢结构宜采用 Q235、Q355 钢，球墨铸铁管片宜选用 QT400 材料。

14.3.5 喷射混凝土应采用湿喷混凝土。

14.3.6 地层注浆材料宜根据地层条件、施工工艺要求等选择，并应采用对地下环境无污染以及后期收缩小，在列车振动和设防地震下不液化的无机材料。

14.4 施工方法

14.4.1 地下结构的施工方法应结合场地的工程地质、水文地质、环境条件、交通条件、施工安全、投资和工期等因素，进行技术经济比较后确定。

14.4.2 确定地下车站主体结构施工方法应符合下列规定：

- a) 位于土层中的地下车站宜选择明挖法施工；
- b) 当受环境或其它因素制约，如车站位于交通繁忙、路面狭窄地段，且不允许长期封闭交通等时段时，宜铺设临时路面采用盖挖顺作法施工；环境保护或施工场地要求较高时，可选择盖挖逆作法施工；
- c) 位于岩石地层中的车站，当围岩稳定性好和覆盖层厚度适宜时，可选择暗挖法或明暗挖结合的方法施工。

14.4.3 确定地下区间结构施工方法应遵循以下原则：

- a) 位于土层中的地下区间隧道采用暗挖法施工时，宜优先选择盾构法；在地面空旷且隧道埋深浅的地段可采用明挖法施工；
- b) 位于岩石地层中的区间，当围岩稳定性好或覆盖层厚度适宜时，可选择矿山法施工；
- c) 区间联络通道宜结合所处地层条件采用矿山法施工，并根据需要预先采取地层加固等措施；
- d) 当近距离穿越既有轨道交通、铁路、公路、桥梁以及其他重要和敏感性建构筑物时，应结合被穿越工程的具体要求进行方案比选，并确定适用的施工方法及技术措施，必要时应进行专题论证。

14.5 结构型式及衬砌

14.5.1 地下结构选型应遵循以下基本原则：

- a) 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；
- b) 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盾构始发、接收、调头或过站等施工工艺的要求；
- c) 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的建筑限界外的净空裕量可按表 38 取值。

表 38 行车隧道建筑限界外的净空裕量取值

单位为毫米

结构型式	明（盖）挖法结构	矿山法结构	盾构法结构	站台板构件	其他内部构件
净空裕量	50	100	150	0	50
注 1：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；其他内部构件指除了站台计算长度以内的站台板构件外，车站和区间行车隧道内的立柱、隔墙、梁、板、楼梯等构件。					

注 2: 江苏部分软弱土地区修建的盾构隧道面临较大的工后沉降, 其净空裕量可适当增加或考虑预留后期施做二次衬砌的空间。

14.5.2 明挖法及盖挖法地下车站侧墙应根据土质条件、周围环境、造价等综合比较确定围护结构与主体侧墙的结合方式。围护与主体侧墙结合为双墙, 可选用复合墙和叠合墙构造。考虑增强车站整体刚度, 提高结构的耐久性, 当围护结构为地下连续墙或灌注桩时, 宜作为主体结构侧墙的一部分参与永久结构共同受力, 侧墙按双墙设计。

14.5.3 盾构法施工的隧道衬砌应符合下列规定:

- a) 在满足工程使用、受力和防水要求的前提下, 宜采用装配式钢筋混凝土单层衬砌; 对于将来可能发生严重病害且修复困难的盾构隧道, 可预留二次衬砌或加固空间; 一般选择单洞单线型式, 采用圆型断面; 在过江段或地下空间狭窄的困难地段, 也可采用单洞双线断面型式;
- b) 在确有技术保证的前提下, 区间隧道断面也可采用双圆、类矩形或其它断面型式。在联络通道或废水泵房等连接区段的装配式衬砌, 宜采用钢管片、铸铁管片或钢与钢筋混凝土的复合管片。

14.5.4 矿山法施工的隧道衬砌应符合下列规定:

- a) 结构的断面形状和衬砌形式, 应根据工程地质和水文地质条件、使用要求、埋置深度、施工方法及断面尺度等, 从受力、围岩稳定 and 环境保护等方面综合考虑, 合理确定;
- b) III-VI 级围岩中的隧道或相当断面尺度的隧道, 宜采用封闭的曲线形衬砌结构, 衬砌断面周边外轮廓宜圆顺; 在稳定围岩中或受其他条件限制时, 也可采用直墙拱衬砌结构; 特殊情况下也可采用矩形框架结构;
- c) III-VI 级围岩中的车站隧道或断面尺度接近的隧道, 宜采用多跨结构形式, 衬砌周边轮廓宜采用曲线形, 并宜圆顺, 拱与拱之间一般以纵梁和立柱、或以横通道连接; 在稳定围岩中或受其他条件限制时, 可采用直墙拱衬砌结构; 特殊情况下也可采用矩形框架结构;
- d) III-VI 级围岩中的隧道宜设置仰拱;
- e) 矿山法隧道应采用复合式衬砌; 在无水的 I~II 级围岩中的单线区间隧道和 I 级围岩中的双线隧道, 可采用单层整体现浇的混凝土衬砌。复合式衬砌的初期支护可根据围岩条件确定, 主要类型和适用条件应符合表 39 的规定。复合式衬砌的二次衬砌应采用钢筋混凝土, 并应在内外层衬砌之间铺设防水层, 有条件时也可采用装配式衬砌。

表 39 复合式衬砌初期支护类型和适用条件

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

14.5.5 顶进法施工的结构, 当长度较大时应分节顶进。分节长度应根据地基土质、结构断面大小及控制顶进方向的要求确定, 首节长度宜为中间各节长度的 1/2。节间接口应能适应容许的变形量并满足防水要求。

14.6 基坑工程

14.6.1 基坑工程应根据工程地质及水文地质条件、基坑深度、周边环境、沉降和变形控制要求通过技术经济比较选择支护形式、地下水处理方法和基坑保护措施等。

14.6.2 基坑工程设计应根据工程特点和工程环境保护要求等确定基坑工程影响分区、基坑支护结构安全等级、环境保护等级和变形控制指标。

14.6.3 基坑支护结构安全等级应综合考虑基坑周边环境、地质条件和开挖深度等因素，基坑支护结构安全等级及重要性系数可按表 40 进行划分和选取。

表 40 基坑支护结构安全等级及重要性系数

支护结构安全等级	基坑工程类型	γ_0
一级	1. 环境条件及地质条件复杂地区、软弱土地区开挖深度大于等于 12m 的基坑工程； 2. 开挖深度大于等于 15m 的基坑工程； 3. 采用支护结构与主体结构相结合的基坑工程； 4. 基坑开挖深度影响范围内存在需严格保护的建（构）筑物及重要市政管线的基坑工程； 5. 支挡结构失效、土体过大变形对基坑周边环境及主体结构施工安全影响严重的其它基坑工程	1.1
二级	除一级、三级以外的基坑工程	1.0
三级	场地地质条件简单、基坑周边环境条件简单、环境保护要求不高且开挖深度小于 5.0m，且支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境及主体结构施工安全影响不严重的基坑工程	0.9
注 1：软弱土指淤泥、淤泥质土、松散粉、细砂层或新近沉积的黏性土和粉土， $f_{ak} \leq 130 \text{kPa}$ 的填土； 注 2：对同一基坑的不同部位，可采用不同的安全等级，但关联部位应按高的安全等级进行设计； 注 3：采用新技术、新材料、新方法的基坑工程，支护结构安全等级宜提高一级。		

14.6.4 根据基坑工程周边环境的重要性程度及其与基坑的距离，基坑工程环境保护等级按表 41 进行划分。

表 41 基坑工程环境保护等级

环境保护对象	保护对象与基坑的距离关系	环境保护等级
重要设施：既有铁路、轨道交通设施，优秀历史建筑，高度超过 15 层（含）的建筑，年代久远、基础条件较差的重点保护建筑和古树，重要的广播电视塔、烟囱、水塔、油库、加油站、气罐，有精密仪器与设备的厂房，重要桥梁、隧道，重要地下空间和民防工程，防洪堤，综合管廊等重要建（构）筑物，重要的给水、燃气、排水、电力、军事等设施	$s \leq H$	一级
	$H < s \leq 2H$	二级
	$s > 2H$	三级
一般设施：一般建筑物，一般厂房、车库、高压铁塔等构筑物，一般地下过街通道，一般市政桥梁、隧道，小直径给水、燃气、排水管，一般电信、通信电力管沟，一般水塘、小河沟，一般树木等。	$s \leq H$	二级
	$s > H$	三级

表 41 （续）

注 1：H 为基坑开挖深度（m），s 为保护对象与基坑开挖边线的净距（m）； 注 2：环境保护对象中对于重要设施与一般设施的详细划分标准可参见条文说明； 注 3：位于轨道交通设施、优秀历史建筑、重要管线等保护对象周边的基坑工程，应遵照政府有关文件和规定执行； 注 4：基坑工程的环境保护等级可依据基坑各边的不同环境情况分别确定； 注 5：针对软弱土地区的基坑工程环境保护等级可根据工程实践经验拟定针对性标准。
--

14.6.5 基坑变形控制标准应综合考虑地质条件、周边设施使用现状及变形限值合理确定。当基坑周边环境没有明确的变形控制标准时,可根据基坑的环境保护等级按表 42 确定基坑变形控制指标。

表 42 基坑变形控制指标

基坑环境保护等级	土的类型	支护结构最大水平位移允许值	地表最大沉降允许值
一级	坚硬~中硬土	0.15%H, 且 $\leq 30\text{mm}$	0.15%H, 且 $\leq 30\text{mm}$
	中软~软弱土	0.20%H, 且 $\leq 35\text{mm}$	0.20%H, 且 $\leq 40\text{mm}$
二级	坚硬~中硬土	0.30%H, 且 $\leq 40\text{mm}$	0.25%H, 且 $\leq 35\text{mm}$
	中软~软弱土	0.40%H, 且 $\leq 50\text{mm}$	0.30%H, 且 $\leq 50\text{mm}$
三级	坚硬~中硬土	0.40%H, 且 $\leq 50\text{mm}$	0.50%H, 且 $\leq 40\text{mm}$
	中软~软弱土	0.70%H, 且 $\leq 60\text{mm}$	0.60%H, 且 $\leq 60\text{mm}$
注 1: 土的分类参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的工程场地土类型划分标准。 注 2: 针对周边环境特别敏感的基坑工程,其变形控制项目和指标应进行专项论证。 注 3: 岩石基坑应结合岩体特性,另行确定变形控制项目和指标。			

14.6.6 各类基坑工程应按表 43 的规定进行各种稳定性验算。

表 43 基坑工程稳定性验算内容

支护类型	整体稳定性	抗滑移	抗倾覆	内部失稳	抗墙底隆起	抗坑底隆起	抗管涌或渗流	抗承压水突涌
放坡	Δ	—	—	○	—	—	—	○
土钉支护	Δ	Δ	○	Δ	—	○	—	○
重力式围护结构	Δ	Δ	Δ	—	Δ	—	Δ	○
桩、墙式围护结构	○	—	○	—	Δ	○	Δ	○
注 1: Δ 为应验算,○为必要时验算。 注 2: 以上各项稳定性验算公式及式中的参数可按《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 中的相关公式计算。其中抗坑底隆起稳定性验算为以最下层支点为轴心的圆弧滑动稳定验算,当坑底以下为软土时需进行验算。								

14.6.7 基坑工程设计计算原则应符合以下要求:

- 围护结构的设计,宜考虑基坑开挖过程中土方开挖方式、加(拆)撑及施加预压力、各工序的时限等时空效应因素的影响,合理确定计算参数;
- 围护结构开挖面以上按弹性支承板或梁,以下按弹性地基板或梁计算;无围檩支撑体系中,宜按空间受力板计算,有经验时可按竖向梁设计,横向按经验配筋;
- 在确定计算作用在围护结构上的土压力时,应综合考虑围护墙的平面形状、支撑方式、受力条件及基坑变形控制要求等因素。长条形基坑中受力对称的内撑式结构,可假定开挖阶段中作用在墙背的土压力为定值,按变形控制要求的不同,通过工程类比,选取主动土压力至静止土压力之间的适宜值;受力不对称的内撑式结构或矩形竖井结构,宜按墙背土压力随开挖过程变化的方法分析;
- 地层抗力可根据结构型式、地层特性及其加固方法、施工参数和其在各施工工况、荷载作用下的变形等因素确定,抗力系数(即基床系数)根据地勘报告并参照基坑变形实测经验取值,宜计入时限的影响;

- e) 围护结构的墙体、支撑系统等构件及其连接点应满足承载力、变形及稳定性的设计要求。当围护结构墙体作为主体结构时，应进行裂缝宽度验算；
- f) 当围护结构兼作上部建筑物的基础时，应进行垂直承载能力、地基变形和稳定性计算；盖挖法的围护结构应按路面活荷载验算竖向承载力和纵向制动力时的水平力；
- g) 当围护结构兼做使用阶段抗浮结构时，应进行抗拔承载力验算，并满足耐久性及相关构造要求；
- h) 逆作法施工的中间竖向立柱桩作为永久结构柱时，桩基的承载能力可根据现场原位静力试验或计算结果按变形要求控制。

14.6.8 围护桩（墙）进入基坑底面以下的深度应确保基坑稳定和环境变形控制要求，并满足整体稳定、抗隆起、抗倾覆、抗渗流等稳定性验算的要求。除满足基坑稳定性和环境变形控制要求外，尚应参照类比工程的设计、施工经验综合确定。

14.6.9 地下连续墙单元槽段宽度和接头型式应根据结构特点、基坑深度、工程地质和水文地质条件、施工方法、设备能力和施工环境、防水要求等因素确定，并参考类似工程的实际经验，必要时进行现场成槽试验。当地层条件较差、保护要求较高、地面荷载较大时，可采取成槽加固、降水、高导墙、加大泥浆比重或减小槽段宽度等措施。

14.6.10 围护结构内支撑可选择钢支撑、钢筋混凝土支撑。支撑长度较长时，根据支撑稳定性计算的需要，可设置中间竖向支撑体系；支撑设计应满足下列要求：

- a) 支撑布置应结合基坑平面形状、开挖方法并满足施工空间的要求，符合设计对施工参数的要求；环境保护要求较高的围护结构第一道支撑宜采用钢筋混凝土支撑形式；
- b) 钢支撑应施加预应力，其值一般取支撑轴力标准值的 50%~80%；钢支撑两端与围护墙间需有可靠连接构造措施；
- c) 围檩与围护墙之间应设置可靠的连接；钢围檩在集中力作用处焊接腹板加劲肋，在钢围檩与围护墙间的空隙应采用细石混凝土充填密实；
- d) 支撑的拆除应和内部结构的分层回筑相适应，分层拆撑；当支撑拆除后影响侧墙承载力及变形时，应设置换撑或考虑后拆撑；后拆支撑在侧墙上连接点应采取措施，防止补孔混凝土的渗漏水；
- e) 计算混凝土支撑和钢支撑承载力设计值时，应考虑制作误差、钢支撑拼装误差、钢支撑支撑点安装偏差等产生的偏心力矩和施工偶然撞击及温度应力的影响，并验算细长杆件的稳定性；混凝土支撑设计计算中宜考虑立柱差异沉降所引起的附加内力影响；
- f) 当基坑变形有非常严格的控制要求时，可采用具有轴力自动补偿功能的钢支撑体系。

14.6.11 基坑土体加固设计应综合考虑土质条件、基坑变形控制与环境保护要求、基坑稳定性、基坑支护形式、施工要求等因素，合理选择加固方法和确定加固范围。加固方式可采用坑底土体加固为主，辅以降水加固。

14.6.12 基底以下有（微）承压水含水层时，应按最不利情况进行抗承压稳定验算，其稳定性安全系数不得小于 1.10。当基坑抗承压水稳定不能满足要求时，应进行降水或采取隔水等有效的地下水控制措施。

14.6.13 地下水控制包括基坑开挖影响深度内的潜水、微承压水与承压水控制，采用的方法包括隔水、集水明排、基坑降水以及地下水回灌等，并满足下列要求：

- a) 止水帷幕在平面范围内宜封闭，自身强度应满足设计要求，抗渗性能应满足自防渗要求；
- b) 基坑开挖前应进行基坑开挖影响范围内的疏干降水，预抽水时间应根据基坑面积、开挖深度确定，不宜少于 15 天，降水后的基坑内自由水位应降至开挖面以下 0.5m~1.0m；
- c) 承压水降水应由专业单位根据现场抽水试验及渗流场计算分析结果确定具体降水方案，要求随挖随抽，“按需抽水”，尽量减小对周围环境的影响；
- d) 当基坑周围存在需要保护的建（构）筑物或地下管线，且基坑外地下水位降幅较大时，可采用地下水人工回灌措施。浅层潜水回灌宜采用回灌砂井和回灌砂沟，微承压水与承压水回灌宜采用回灌井，同时应设置水位观测井，根据水位动态变化调节回灌水量。

14.7 明挖法、盖挖逆作法结构设计

14.7.1 明挖法、盖挖逆作法结构设计计算原则应符合以下要求：

- a) 结构设计应根据施工阶段和正常使用阶段在结构上可能出现的荷载，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载效应组合，并应取各自的最不利的效应组合进行设计；当计入地震力或其它偶然荷载时，仅验算结构的承载能力；
- b) 对长条形钢筋混凝土框架结构，可沿结构纵向取单位长度按底板支承在弹性地基上的平面框架分析，计算时宜考虑柱和楼板的压缩变形以及斜腋的影响；逆作法施工时，应考虑立柱施工误差造成的偏心影响和立柱与外侧围护墙的差异沉降的影响；
- c) 下列情况时，地下结构宜按空间分析：
 - 1) 地下结构上部局部建有建筑物或构筑物时；
 - 2) 沿地下结构纵向土层有显著差异时；
 - 3) 覆土厚度沿地下结构纵向有较大变化时；
 - 4) 地下结构型式有较大变化处（如局部开中庭或天窗、轨排孔等）；
 - 5) 大跨度无柱地下结构；
 - 6) 地下结构在回筑阶段临时开有较大孔洞时；
 - 7) 地下结构空间受力作用明显处。
- d) 地下结构应按最不利情况进行抗浮验算。抗浮安全系数当不考虑侧墙与土体摩阻力时不小于 1.05，当考虑侧壁摩阻力时不小于 1.15。
- e) 当地下结构抗浮不能满足要求时，应采取相应的工程措施；一般采用抗浮压顶梁、增设抗拔桩或将围护墙（桩）锚入地下内部结构中；
- f) 地下结构回筑施工阶段需考虑临时抗浮，底板上设置泄水孔，待顶板覆土完成后封闭；
- g) 直接承受列车荷载的楼板等构件，其计算及构造应满足现行标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB10092 的相关要求。

14.7.2 板墙截面钢筋配置应按强度计算和裂缝宽度验算确定：

- a) 地下结构的侧墙和顶、底板一般较厚，计算时转角节点宜模拟为刚域，当假设为一般梁单元交点，配筋计算时可考虑取用杆件边缘弯矩及剪力值。地下结构底板、中板断面配筋计算时宜适当考虑轴力的作用；当地下结构梁的负弯矩计算配筋较多时，可考虑“T”梁作用；

- b) 叠合墙结构的顶、中、底板横向主筋应与地下连续墙内预埋的等强度直螺纹钢筋连接器相连，内力计算时可按刚接点处理；考虑连接器的制作误差和埋设偏差等因素，跨中截面可增加约10%配筋。

14.7.3 地下结构纵向框架宜按如下方法计算：

- a) 框架计算荷载：以横向平面框架计算中柱子的最大轴力除以纵向框架的跨长作为纵向框架的均布荷载；
- b) 计算模式：纵向框架可根据诱导缝布置按多跨连续框架计算；纵梁截面配筋时，梁支座处的负弯矩可取柱边弯矩，按下式计算：

$$M_1 = M_0 - \frac{1}{3} Q_0 b \quad \text{-----} \quad (15)$$

式中： M_1 —柱边弯矩（KN.m）；

M_0 —柱中心弯矩（KN.m）；

Q_0 —柱中心剪力（KN）；

b —柱宽（m）。

- c) 梁的支座处的剪力可取柱边剪力；
- d) 当柱子较宽时，纵向框架节点宜模拟为刚域。

14.7.4 地下结构顶、底纵梁受净空限制时可采用十字梁或反梁，必须采用扁宽梁时，应根据各层板与梁的刚度比，考虑板在纵向、横向内力分配的不均匀性，同时应核算深受弯构件的抗弯抗剪承载力。反梁斜截面受剪承载能力的计算和箍筋的配置可按现行国家行业标准《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ 02 的有关规定执行。

14.7.5 盖挖逆作法结构设计尚应符合下列规定：

- a) 当楼板和梁等构件作为水平支撑体系时，应满足施工和使用阶段的承载力和刚度要求；
- b) 中间竖向支撑系统的设计，其形式和纵向间距应结合建筑、受力、地层条件和工期等要求，通过技术经济比较确定，并宜采用临时支撑柱与永久柱合一的结构方案。支撑柱可采用钢管混凝土柱或型钢柱，柱下基础宜采用桩基；
- c) 应采取措施控制施工过程中基坑支护结构与中间竖向支撑及其下桩基的相对竖向位移，施作结构底板前，相对位移不得大于 $0.003L$ （ L 为边墙和中间立柱轴线间的距离），同时也不宜大于 20mm，并在结构分析中计入其影响；
- d) 作为永久结构使用的中间竖向支撑系统的设计，应控制支撑柱的就位精度，允许定位偏差不大于 20mm，同时其垂直度偏差不宜大于 $1/500$ 。在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；
- e) 桩基的垂直承载能力宜根据计算或现场原位静力试验结果按变形要求进行修正。桩基应按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的有关规定，对桩身完整性逐根进行检验；
- f) 节点的构造应符合结构预期的工作状态，保证不同步施工的构件之间连接简便、传力可靠，在逆作法特定的施工条件下可操作，并不应影响后续作业的进行；
- g) 应保证下部后浇墙、柱与先期施作的混凝土之间的整体性、水密性和耐久性。

14.8 盾构法结构设计

14.8.1 盾构法隧道结构设计应符合以下规定：

隧道宜采用接头具有一定刚度的柔性结构，应限制荷载作用下变形和接头张开量，并应满足其受力和防水要求；

- a) 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；
- b) 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，单洞单线隧道环宽可采用 1.0~1.5m，单洞双线隧道环宽可采用 1.5~1.8m；
- c) 衬砌厚度应根据隧道的埋深、直径、工程地质与水文地质条件、施工阶段及运营阶段的荷载情况确定，衬砌厚度宜为隧道外轮廓直径的 0.04~0.06 倍；
- d) 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；单洞单线隧道衬砌环宜分为 6 块，单洞双线隧道衬砌环宜分为 8~10 块；
- e) 衬砌环的封顶块宜采用小封顶块形式，封顶块的拼装方式宜采用半纵向插入式；
- f) 管片宜采用预埋滑槽，预埋滑槽应满足防腐、绝缘、耐火及承载力要求。

14.8.2 盾构管片接头设计应符合以下规定：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 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。

14.8.3 盾构法隧道计算应符合以下规定：

- a) 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、偏压或地层突变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；
- b) 隧道结构在施工和使用阶段应满足抗浮验算要求；
- c) 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；
- d) 横断面方向管片结构计算模型可采用等效匀质圆环模型和梁-弹簧模型。错缝拼装管片衬砌计算，宜考虑衬砌环间剪力传递作用的影响；
- e) 当采用等效匀质圆环模型进行管片衬砌计算时，应考虑管片接头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；
- f) 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；
- g) 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。
- h) 遇下列情况时，还应对隧道纵向强度和变形进行计算：
- 1) 覆土荷载沿区间隧道纵向有较大变化时；
 - 2) 区间隧道直接承受建、构筑物等较大局部荷载时；
 - 3) 地基或基础有显著差异，沿区间隧道纵向产生不均匀沉降时；
 - 4) 地震作用下的小曲线半径区间隧道、刚度突变的区间隧道和液化对稳定有影响的区间隧道；
 - 5) 空间受力作用明显的区段，宜按空间结构进行分析。
- i) 盾构法隧道衬砌结构应按荷载效应准永久组合进行变形计算，其直径变形和接缝变形应符合表 50 的规定。

表 44 衬砌环直径变形、接缝变形限值

类别		限值
直径变形		3‰~4‰D
接缝变形	最大张开	2~4mm
	最大错位	4~6mm
注 1: D 为隧道外径；		
注 2: 错位指相邻管片间内弧面的高差。		

14.8.4 盾构管片接头计算应符合下列规定：

- a) 管片接头计算内容应包括接头张开量计算及连接件强度验算等内容；
- b) 钢筋混凝土管片的环向螺栓应按照现行《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；
- c) 钢筋混凝土管片应验算纵向螺栓的抗拉及抗剪强度；
- d) 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《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行抗剪和抗冲切承载力计算。

14.8.5 钢管片设计应符合下列要求：

- a) 钢管片可用于隧道联络通道、地层变化、上部荷载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，并符合《钢结构设计标准》GB 50017 的相关规定；
- b) 钢管片各钢构件厚度及焊缝高度等参数应通过计算确定；
- c) 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；
- d) 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、局部稳定性进行验算；
- e) 钢管片表面应除锈并涂刷防腐涂料；
- f) 钢管片尺寸及加工精度应与混凝土管片相同。

14.8.6 盾构工作井设计应满足下列要求：

- a) 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、到达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；

- b) 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现浇钢筋混凝土环梁，在井壁应预埋与后浇环梁连接的钢筋或钢板；
- c) 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。

14.8.7 盾构始发或接收前，应对洞门外土体进行预加固，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。

14.8.8 盾构机选型应符合以下基本规定：

- a) 当盾构机掘进区段内不存在大漂石、高水压等不良地质时，宜选用土压平衡盾构，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；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 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。

14.9 矿山法结构设计

14.9.1 矿山法施工的暗挖隧道按照《铁路隧道设计规范》TB 1003 进行设计，结构选型应采用复合式衬砌，初期支护和二次衬砌之间应施作附加防水层，二次衬砌采用防水混凝土浇筑。

14.9.2 矿山法结构设计计算应遵循以下原则：

- a) 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的信息，及时调整设计参数；
- b) 矿山法结构计算简图应根据工程地质和水文地质条件，衬砌构造特点及施工工艺加以确定，计算中应考虑衬砌与地层共同作用或考虑地层抗力对衬砌变形的约束作用，并可考虑将支护结构作为永久结构的一部分。
- c) 初期支护应按承受施工期间全部荷载的承载结构设计，有类似地区成熟经验时，其设计参数以工程类似法为主确定；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验算；
- d) 对采用浅埋暗挖法结构的二次衬砌，应按承受使用期间全部荷载的承载结构设计；
- e) 二次衬砌宜采用荷载—结构模型或空间板壳单元模型、平面框架模型计算其内力和变形。
- f) 初期支护或二次衬砌在施工过程中受力体系、荷载形式等发生变化时，应根据构件的施作顺序及受力工况，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；
- g) 矿山法车站、复杂大断面区间或风道结构，宜进行三维空间计算分析。

14.9.3 初期支护宜采用喷锚支护，应以喷射混凝土、钢筋网、钢格栅或钢拱架和锚杆（管）为主要支护手段，辅助工程措施主要采用小导管注浆、大管棚等；位于土层中浅埋隧道及通过软弱围岩中的隧道，初期支护应具有足够的刚度和强度，必要时应采取对围岩进行加固，保证围岩和支护结构的稳定。

14.9.4 二次衬砌应根据其施工时间、施工后荷载的变化情况、工程地质和水文地质条件、埋深和耐久性要求等因素按下列原则设计：

- a) 土层中的浅埋结构及位于流变性和膨胀性围岩中的结构，应及时施作二次衬砌，根据受力转化过程确定承载体；
- b) 应考虑长期使用过程中，外部荷载因初期支护材料性能退化和刚度降低向二次衬砌的转移，转移量值应结合隧道所处具体地质情况进行确定；
- c) 作用在不排水型结构上的水压力由二次衬砌承担；隧道埋深大于 50m，结构计算时考虑水压力折减，系数按现行《铁路隧道设计规范》TB 1003 以及类似工程经验综合取值。

14.9.5 矿山法隧道在施工过程中宜根据地层位移监测结果及时进行跟踪注浆；铺设防水板前宜对初期支护背后进行注浆，在二次衬砌施工时应预埋注浆管，填充初期支护与二次衬砌之间的空隙；隧道设计应计入注浆引起的附加荷载。

14.9.6 矿山法施工应尽量消除地下水影响，可适当采用辅助性地面降水或注浆堵水措施。

14.9.7 隧道穿越硬岩段，可减少初期支护厚度并取消格栅钢架，适当增加二次衬砌厚度以满足抗水压要求；当山体较高，根据水压计算的二次衬砌较厚时，宜考虑采取防排结合的措施降低水压。

14.9.8 施工竖井和横通道数量、位置和断面尺寸应根据围岩条件、环境保护和施工工期综合分析确定。施工竖井和施工横通道设计宜结合永久联络横通道一并实施，支护结构需结合具体地质情况确定。

14.9.9 二次衬砌和内部结构构件根据承载力极限状态及正常使用极限状态的要求，并取各自的最不利组合分别进行承载能力的计算和稳定性、变形及裂缝宽度验算。

14.10 构造要求

14.10.1 地下结构变形缝的设置应符合下列规定：

- a) 车站主体结构一般不设置沉降缝；在结构、工程地质或荷载发生显著变化处，为避免差异沉降引起的纵向变形，宜通过地基处理、结构措施等方法，将结构的纵向沉降曲率和沉降差控制在整体道床和地下结构的允许变形范围内，确保结构不产生影响行车安全的差异沉降；
- b) 车站沿纵向间隔一定距离可设置诱导缝，诱导缝应避开楼板开大孔、侧墙上有通道口、风道口等处。诱导缝间距过大或当施工环境温度较高时，两诱导缝中间宜加设施工缝；
- c) 车站结构的施工缝结合施工分段等情况确定，应与诱导缝统一考虑使二者兼用。施工缝的位置应留在结构受力较小且便于施工的部位；
- d) 在车站结构与出入口通道、风道等附属结构的结合部位设置变形缝时，应采取可靠措施，确保变形缝两侧的结构不产生影响正常使用的差异沉降。

14.10.2 施工缝和后浇带的设置应符合下列规定：

- a) 未设置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 15~20m，后浇带间距宜为 30~40m；
- b) 施工缝或后浇带宜沿横向贯通，并设置在纵向跨度的 1/3 处附近，且后浇带宜避开结构孔洞、出入口、风道等部位；

c) 后浇带混凝土宜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。

14.10.3 地下结构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，一般环境条件下最外层钢筋的最小净保护层厚度应符合表 45 的规定。

14.10.4 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不宜低于 0.2%，同时分布钢筋的间距不宜大于 150mm。

14.10.5 后砌的内部承重墙和隔墙等应与主体结构可靠拉结，轻质隔墙应与主体结构连接；紧邻轨行区的后砌墙体宜采用钢筋混凝土结构形式。

表 45 一般环境条件下最外层钢筋最小净保护层厚度

单位为毫米

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		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	45	35	35	35	35	40	35	25	30	25
注 1：受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径；														
注 2：连续墙与内衬组成叠合墙时，其内侧钢筋的保护层厚度可采用 50mm。														

14.11 地下结构抗震设计

14.11.1 轨道交通工程地下结构抗震设计应符合下列规定：

- a) 抗震设防类别的划分应符合国家现行标准《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909 的规定，抗震设计采用的地震动参数应符合国家现行标准《中国地震动参数区划图》GB 18306 的规定。
- b) 轨道交通地下结构设计应达到下列抗震设防目标：
 - 1) 当遭受低于本工程抗震设防烈度的多遇地震影响时，地下结构不损坏，对周围环境及轨道交通的正常运营无影响；
 - 2) 当遭受相当于本工程抗震设防烈度的地震影响时，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，不影响轨道交通正常运营；
 - 3) 当遭受高于本工程抗震设防烈度的罕遇地震（高于设防烈度 1 度）影响时，地下结构主要结构支撑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，修复后的轨道交通应能正常运营。
- c) 应根据地下结构的特性、使用条件和重要性程度，按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909 确定结构的抗震等级。特殊设防类、重点设防类结构的抗震等级宜取二级，标准设防类结构的抗震等级宜取三级；断面大小接近车站

断面的地下结构应按车站的抗震等级设计；在地下结构上部有整建的地面结构时，地下结构的抗震等级不应低于地面结构的抗震等级。

- d) 当围岩中包含有可液化土层或基底处于可产生震陷的软黏土地层中时，应采取提高地层的抗液化能力，且保证地震作用下结构物安全的措施；
- e) 地下结构抗震设计时，应根据设防要求、场地条件、结构类型和埋深等因素选用能反映其地震工作性状的计算分析方法，并应采取提高结构和接头处的整体抗震能力的构造措施。除应进行抗震设防等级条件下的结构抗震分析外，地下主体结构尚应进行罕遇地震工况下的结构抗震验算；
- f) 地下结构施工阶段，可不计地震作用的影响。

14.11.2 地下结构应计入下列地震作用：

- a) 地震时随地层变形而发生的结构整体变形；
- b) 地震时的土压力，包括地震时水平方向和铅垂方向的土体压力；
- c) 地下结构本身和地层的惯性力；
- d) 地层液化的影响。

14.11.3 地下车站结构可采用下列抗震分析方法：

- a) 沿纵向结构形式连续、规则、横向断面构造不变的地下车站结构，可只沿横向计算水平地震作用并进行抗震验算，抗震分析时可近似按平面应变问题处理，采用反应位移法或反应加速度法进行抗震计算；
- b) 遇到下列情况之一时，地下车站结构宜按空间问题进行地震反应计算：
 - 1) 结构上部局部建有建筑物或构筑物时；
 - 2) 沿结构纵向土层分布有显著差异时；
 - 3) 沿纵向结构型式有较大变化时；
 - 4) 同时在平面和竖向两个方向结构变化较多或复杂时。
- c) 抗震设防地震动分档为 0.20 (0.30) g 及以上的形状不规则的地下车站、枢纽站、采用多层框架结构的地下换乘站等宜计入地震动竖向分量。

14.11.4 隧道结构可采用下列抗震分析方法：

- a) 地质条件及结构形式简单的隧道结构横向抗震计算可采用反应位移法或反应加速度法；
- b) 周围地层均匀、断面形状标准、规则且无突变的隧道结构纵向抗震计算宜采用反应位移法；
- c) 在地质条件复杂或遇有液化地层或结构形式复杂或小半径曲线的情况下，隧道结构宜考虑地基和结构的相互作用以及地基和结构的非线性动力特性，应采用时程分析法进行抗震计算。

14.11.5 地下结构的抗震构造，应符合下列规定：

- a) 地下车站与隧道结构的抗震构造措施应符合国家现行标准《地铁设计规范》GB 50157 和《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909 中的相关规定；
- b) 明挖法和矿山法隧道、地下车站宜采用现浇钢筋混凝土结构；
- c) 地下结构中柱式构件的设计应符合下列规定：
 - 1) 轴压比不宜超过表46的规定；对于深度超过20m的地下结构，其轴压比限制宜适当放宽；

表 46 柱式构件设计轴压比限制值

地下结构深度 (m)	抗震等级	
	二级	三级
≤ 20	0.75	0.85
> 20	0.80	0.90

注1: 轴压比指柱组合的轴向压力设计值与柱的全截面面积和混凝土轴心抗压强度设计值乘积之比值;
注2: 表中限值适用于剪跨比大于 2、混凝土强度等级不高于 C60 的柱; 剪跨比不大于 2 的柱, 轴压比限值应降低 0.05; 剪跨比小于 1.5 的柱, 轴压比限值应专门研究并采取特殊构造措施;
注3: 采取特殊构造措施后的轴压比增加值, 见国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010;
注4: 调整后的柱轴压比不应大于 1.05。

d) 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。

14.11.6 盾构隧道的抗震构造措施应符合下列规定:

- 盾构隧道的接头构造, 应有利于减小地震时防止管片接头的错动和管片因地震位移的磕碰破坏;
- 管片接头的防水应能保证地震后接缝不漏水;
- 盾构管片间的连接螺栓, 在满足常规受力要求的前提下, 宜采用小的刚度;
- 管片宜采用错缝拼装方式。

14.11.7 对于跨越断层的隧道, 宜采用柔性接头设计。

14.12 安全风险工程设计

14.12.1 地下工程安全风险设计应符合下列规定:

- 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。风险工程设计应遵循“分阶段、分等级、分对象”的基本原则, 并应满足轨道交通工程建设风险控制和管理实际需要;
- 安全风险设计应对轨道交通工程自身及受工程影响的环境进行风险识别、风险分析、风险控制, 通过分析提出合理的控制指标和具体技术措施, 保证工程建设的自身安全及受影响的周边环境的正常使用。

14.12.2 地下工程的安全风险设计应包含工程自身风险设计和环境安全风险设计, 并符合国家现行标准《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652 的规定, 具体包括下列内容:

- 工程自身风险是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, 且包括场地不良地质及水文地质风险。工程自身风险与所采用的施工方法、工程地质和水文地质条件、结构特性等因素密切相关;
- 环境安全风险是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地上、地下设施或条件, 可能的环境安全风险源应包括铁路、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。

14.12.3 风险工程分级应按下列要求执行:

- 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、暗挖工法、暗挖结构层数、跨度、断面形式、覆土厚度、开挖方法等进行分级;
- 环境风险工程应根据周边环境与新建轨道交通工程的接近度, 周边环境所处的工程影响区, 周边环境的重要性及自身特点, 新建轨道交通工程的工法特点等进行分级。

15 结构防水及耐久性

15.1 一般规定

15.1.1 城市轨道交通的防水设计，应根据气候条件、工程地质和水文地质状况、结构特点、施工方法、使用要求等因素进行，以保证结构的安全、耐久性和使用要求。

15.1.2 结构防水设计应遵循“以防为主、刚柔相济、多道防线、因地制宜、综合治理”的原则。只有在漏水量小于设计要求，且疏排水不会引起周围地面沉降和影响结构耐久性时，方可对主体结构内的极少量渗水进行疏排。

15.1.3 确立钢筋混凝土自防水体系，以结构自防水为根本，以诱导缝、施工缝、变形缝等各类接缝防水为重点，加强钢筋混凝土结构的抗裂、防渗能力，同时辅以防水层加强防水。

15.1.4 地下结构混凝土在满足结构设计要求的前提下，根据底板、侧墙、中板和顶板等具体结构形式，分别进行抗裂性能专项设计。

15.1.5 城市轨道交通应充分考虑地表水、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。

15.1.6 处于侵蚀性介质中的混凝土，应采用耐侵蚀的防水混凝土、防水卷材或防水涂料。

15.1.7 轨道交通工程防水，可采用经过试验、检测和鉴定并实践检验质量可靠的新材料、新技术、新工艺。

15.1.8 地下结构防水等级应符合下列规定：

- a) 地下车站、行人通道和机电设备集中区段的防水等级应为一级，不允许渗水，结构表面无湿渍；
- b) 区间隧道及连接通道等附属的结构防水等级应为二级，顶部不得滴漏，其他部位不得漏水，结构表面可有少量湿渍，总湿渍面积不应大于总防水面积的 2/1000；任意 100m² 防水面积上的湿渍不超过 3 处，单个湿渍的最大面积不大于 0.2m²；
- c) 隧道工程中漏水的平均渗漏量不应大于 0.05L/m²·d，任意 100m² 防水面积渗漏量不应大于 0.15L/m²·d。

15.2 混凝土结构自防水

15.2.1 混凝土结构自防水应根据所处的环境条件，选用相适宜的材料，以满足混凝土自身的抗渗性、耐久性要求。

15.2.2 地下工程防水混凝土应通过调整配合比，掺加外加剂、掺合料配制而成，抗渗等级应根据混凝土结构的强度、结构埋深等因素确定，并符合表 47 的规定。

表 47 防水混凝土的抗渗等级

结构埋置深度 h（m）	设计抗渗等级
h<20	P8（装配式结构应提高至 P10）

表 47 （续）

结构埋置深度 h（m）	设计抗渗等级
-------------	--------

结构埋置深度 h (m)	设计抗渗等级
$20 \leq h < 30$	P10
$30 \leq h$	P12

15.2.3 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。

15.2.4 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。

15.2.5 防水混凝土结构厚度应不小于 250mm。

15.3 明挖结构防水

15.3.1 明挖法施工的地下结构防水，应采用钢筋混凝土结构自防水，并应根据结构形式局部或全部增设防水层或采取其他防水措施。

15.3.2 明挖敞口放坡施工的地下结构和侧墙为复合墙的地下结构防水应符合下列规定：

- 迎水面应设置柔性全包防水层，顶板迎水面宜采用防水涂料，底板及侧墙迎水面宜采用预铺防水卷材，侧墙防水层应与顶、底板防水层连成一体，形成全包防水层；
- 在人行通道、风道以及区间等结构与车站主体结构结合部位应根据结构构造形式，选择相匹配的防水措施；
- 地下车站与区间隧道所选用的不同防水材料应能相互过渡粘结或焊接，形成连续整体密封的防水体系。

15.3.3 叠合墙地下结构防水应符合下列规定：

- 围护结构为地下连续墙时，其支撑部位及墙体的裂缝、空洞等缺陷应采用防水砂浆或细石混凝土进行修补。地连墙幅间接缝的渗漏，应采用注浆、嵌填聚合物防水砂浆等措施进行防水处理；
- 地连墙墙面应凿毛、清洗，涂刷用量不小于 1.5kg/m^2 水泥基渗透结晶型防水涂料，地连墙幅间接缝、空洞、钢筋连接器部位应适当增强，再浇筑内衬墙防水混凝土。
- 车站顶、底板迎水面柔性防水层应处理好与侧墙刚、柔连接过渡区的密封措施。

15.3.4 防水材料选择应符合下列要求：

- 顶板宜采用防水涂料与防水卷材组成的复合防水系统，也可采用单道防水涂料，并符合下列规定：
 - 涂料防水层品种应具有良好的耐水性、耐久性、耐蚀性以及较好的延伸性及适应基面变形的能力。单组份聚氨酯防水涂料的厚度在一级防水要求时不小于 2.5mm，二级防水要求时不小于 2.0mm；喷涂聚脲防水涂料的厚度在一级防水要求时不小于 1.5mm，二级防水要求时不小于 1.0mm；非固化橡胶沥青防水涂料的厚度在一级防水要求时不小于 2.5mm，二级防水要求时不小于 2.0mm；
 - 复合防水系统应确保防水涂料和卷材的相容性、粘结性和密贴性。
- 预铺防水卷材 P 类厚度不小于 1.5mm；预铺防水卷材 PY 类厚度不小于 4mm。

15.4 矿山法结构防水

15.4.1 矿山法施工的隧道结构防水措施,应根据含水地层的特性、围岩稳定情况和结构支护形式确定。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,有条件时底部可采用限排。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。

15.4.2 围岩破碎、富水、易坍塌地段及地下水、岩溶发育,存在突水、突泥、瓦斯可能的特殊地质地段,应采用注浆加固围岩和防水的措施,减小地下水渗漏,避免防水板施工时带水作业,降低防水质量。

15.4.3 有侵蚀性地下水时,应针对侵蚀类型,压注抗侵蚀浆液,铺设防水、防蚀层等,采用抗侵蚀性混凝土等措施。

15.4.4 隧道注浆防水时,注浆方案应根据水文地质、工程地质条件及环境允许排水量,选择注浆方式。在隧道开挖前,预计涌水量大的软弱地层地段,宜采用超前预注浆;当支护后有大量渗漏水或大股涌水时,宜采用围岩注浆。超前预注浆一般采用袖阀管注浆,围岩径向注浆一般采用钢花管注浆。

15.4.5 隧道复合式衬砌夹层防水层一般选用塑料防水板,厚度不宜小于 1.5mm,应具有良好的耐穿刺性、耐久性、耐水性、耐腐蚀性,同时应在防水板表面设置注浆系统,并结合变形缝部位外贴止水带设置分区系统。

15.4.6 防水板与喷射混凝土基层之间应设置缓冲层,缓冲层一般采用无纺布;缓冲层采用暗钉圈固定在基面上,仰拱或底板防水板上表面应设置刚性或柔性永久保护层。

15.4.7 防水板注浆系统的设置应符合下列规定:

- a) 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;
- b) 注浆系统宜靠近施工缝和变形缝等特殊部位设置;
- c) 注浆材料宜采用添加适量膨胀剂的水泥浆。

15.4.8 在高水压地段的矿山法隧道,仰拱底部宜设置疏排水措施,以减小可能出现的高水头对仰拱部位的影响。

15.5 地下结构细部构造防水

15.5.1 施工缝防水应符合下列规定:

- a) 施工缝位置及间距,应结合结构形式、受力要求、施工方法、气象条件及变形缝的间距等因素,按类似工程经验确定。
- b) 环向施工缝浇筑混凝土前,应将施工缝表面混凝土凿毛并清理干净,并涂刷界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料,同时及时浇筑混凝土。
- c) 水平施工缝应留在高出底板表面(或加腋上边)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(或加腋下边)以下 150~300mm 处。施工缝距孔洞边缘不应小于 300mm。
- d) 水平施工缝浇灌混凝土前,应先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,并及时浇筑混凝土。
- e) 中埋式止水带可采用钢边橡胶止水带、钢板止水带或自粘丁基橡胶钢板止水带,应重点做好纵横缝交接处止水带搭接处理。

- f) 盖挖逆作法施工的结构板下墙体水平施工缝以及主体与附属或区间相接处的特殊施工缝，宜采用两道遇水膨胀止水条（胶），并配合预埋注浆管的方法加强防水。

15.5.2 诱导缝防水应符合下列规定：

- a) 应能满足接缝两侧结构产生纵向伸缩时的密封防水要求；
- b) 应采用中埋式止水带、外贴式止水带、密封胶嵌缝等方法进行多道设防；
- c) 中埋式止水带、外贴式止水带均应采用中孔型；
- d) 顶板诱导缝内表面横向设置排水槽，且在排水槽覆盖范围内设置滴水线。

15.5.3 变形缝防水应符合下列规定：

- a) 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度等强处理；
- b) 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；
- c) 变形缝应采用中埋式止水带、外贴式止水带、密封胶嵌缝等多道防水措施设防；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；
- d) 顶板和侧墙宜预留排水凹槽，安装接水盒，且互相之间应贯通。

15.5.4 后浇带的防水设计应符合下列规定：

- a) 后浇带应设在受力和变形较小的部位，间距宜为 30m~60m，宽度宜为 700~1000mm。
- b) 后浇带可做成平直缝、阶梯形或楔形缝；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。
- c) 后浇带两侧的接缝宜采用中埋式止水带、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。

15.5.5 桩头防水应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 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。

15.6 盾构法隧道防水

15.6.1 盾构法施工的隧道，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。

15.6.2 管片抗渗检漏检测应符合《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299 相关条文要求。

15.6.3 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、耐水性的三元乙丙橡胶类材料，其外形应与沟槽相匹配。

15.6.4 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。

15.6.5 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。

15.6.6 螺孔防水应符合下列规定：

- a) 管片肋腔的螺孔口应设置锥形倒角的螺孔密封圈沟槽；
- b) 螺孔密封圈的外形应与沟槽相匹配，并应有利于压密止水或膨胀止水；
- c) 螺孔密封圈应为合成橡胶、遇水膨胀橡胶制品。

15.6.7 嵌缝防水应符合下列规定：

- a) 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。
- b) 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。
- c) 应根据隧道使用功能及防水等级要求，确定嵌缝作业区范围，采取嵌填堵水、引排水措施。
- d) 嵌缝防水施工应在盾构千斤顶顶力影响范围外进行。同时，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。
- e) 嵌缝作业应在接缝堵漏和无明显渗水后进行，嵌缝槽表面混凝土有缺损时，应采用聚合物水泥砂浆或特种水泥修补，强度应不小于混凝土本体的强度。嵌缝材料嵌填时，应先刷涂基层处理剂。嵌填应密实、平整。

15.6.8 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。

15.6.9 管片外防水涂层应符合下列规定：

- a) 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，并应无毒或低毒；
- b) 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；
- c) 在管片外弧面混凝土裂缝宽度达到 0.2mm 时，涂层应能在最大埋深处水压或 0.8MPa 水压下不渗漏；
- d) 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；可采用环氧类改性防水材料或水泥基渗透结晶型防水材料。

15.6.10 盾构洞门圈一般采用现浇钢筋混凝土结构刚性接头，但接缝宜采用柔性材料密封处理，缝内设置遇水膨胀止水条并预埋注浆管。

15.6.11 在软土地层距盾构井结合处一定范围内的衬砌段宜增设变形缝。变形缝环面应贴设垫片，并在顶面粘贴遇水膨胀薄片。

15.7 高架结构防水

15.7.1 高架桥面主体结构混凝土应抗裂、耐久、表面平整。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。

15.7.2 桥面应设置畅通的排水系统，排水设施应便于检查、维修。

15.7.3 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。

15.7.4 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。

15.8 结构耐久性

- 15.8.1 轨道交通工程的主体结构和使用期间不可更换的结构构件，根据使用环境类别，按设计使用年限为 100 年的要求进行耐久性设计。使用期间可以更换且不影响运营的次要结构构件，可按设计使用年限 50 年的要求进行耐久性设计。
- 15.8.2 环境类别与作用等级参照《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50746 的规定执行。
- 15.8.3 结构选型、布置和构造应有利于减轻环境作用。
- 15.8.4 混凝土中水溶性氯离子含量不应大于 0.06%，三氧化硫含量应不大于胶凝材料重量的 4%，碱含量应不大于 3.0kg/m³。
- 15.8.5 混凝土的配合比及配制，应按高性能混凝土的要求配制，在满足施工和易性要求、强度等级要求等基本要求外，应以混凝土密实性、抗渗透性、抗裂性能和抗碳化性能为主要控制指标，且宜遵循低用水量、低水泥用量、适当水胶比、最大堆积密度、活性掺合料和高性能减水剂双掺的原则。
- 15.8.6 一般环境下混凝土的最大水胶比和胶凝材料用量宜符合表 48 的规定。

表 48 混凝土的最大水胶比和胶凝材料用量

混凝土强度设计等级	最大水胶比	胶凝材料用量范围 (kg/m ³)
C30	0.50	300~400
C35	0.45	350~400
C40	0.43	380~440
C45	0.40	400~460
C50	0.36	420~480
≥C55	0.34	430~500

注：表中数据适用于最大骨料粒径为 20mm 的情况，骨料粒径较大时宜适当降低胶凝材料用量，骨料粒径较小时可适当增加。

- 15.8.7 采用膨胀剂配置抗裂防渗混凝土时，应根据使用环境和结构部位，通过试验确定其掺量，并应符合《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的规定。
- 15.8.8 对高强混凝土，应考虑减少自干燥收缩的技术措施；对预应力混凝土，应考虑减少徐变收缩的技术措施。
- 15.8.9 混凝土结构应进行耐久性检测，检测内容包括氯离子扩散系数、电通量、抗碳化性能、抗裂性能等，试验方法应符合《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T50082 的规定。

16 空调通风

16.1 一般规定

- 16.1.1 城市轨道交通空调通风范围应包括地下车站（站厅站台公共区、设备与管理用房、出入口通道、换乘通道）、区间隧道（含渡线、折返线、停车线等配线）和地面及高架车站，以及车辆基地、控制中心、主变电所等。
- 16.1.2 空调通风应具有以下功能：

- a) 正常运行时,排除余热和余湿、降低空气含尘量,保证车站、区间隧道和附属建筑设施内部的空气质量、温度、湿度、气流速度、压力变化和噪声等均能符合相关规范相关规定;
- b) 列车阻塞在区间隧道内时,应向阻塞区间提供一定的送、排风量,维持列车内部乘客能接受的热环境条件;
- c) 当车站、区间隧道或附属建筑设施内发生火灾时,应能有效防排烟,并补充必要的新风量。

16.1.3 城市轨道交通位于地下时,应结合地理环境、气象条件、轨道交通运量、土建结构,通过模拟计算、技术和经济综合比选,确定空调通风系统制式。

16.1.4 空调通风应按预测的最大客流量和最大通过能力进行设计。

16.1.5 空调通风方案应符合国家能源政策,宜充分利用自然冷源,系统设计和设备选型应采取节能措施,并符合相关规范要求。

16.1.6 车站、区间的进风应直接采自大气,排风应直接排出地面。

16.1.7 空调通风设备应采取消声减振措施,满足有关规范及环评报告的要求。

16.1.8 空调通风设备应选用技术先进、工艺成熟、运行可靠的设备。设备安装可考虑分期实施。

16.1.9 空调通风系统应根据气候条件制定运行模式,并具备适应负荷变化的能力,实现空调通风系统的高效节能。

16.2 设计标准

16.2.1 地下车站公共区和长通道的设计标准应符合下列规定:

- a) 室外空气计算参数
 - 1) 夏季室外空调计算干球温度采用近 20 年夏季轨道交通晚高峰小时平均每年不保证 30h 的干球温度;
 - 2) 夏季室外空调计算湿球温度采用近 20 年夏季轨道交通晚高峰小时平均每年不保证 30h 的湿球温度;
 - 3) 夏季通风室外计算温度应采用近 20 年最热月月平均温度的平均值;
 - 4) 冬季室外计算温度应采用当地近 20 年最冷月月平均温度的平均值。
- b) 公共区室内空气设计参数
 - 1) 夏季站厅空调设计干球温度应低于空调室外空气计算干球温度 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$,但最高不应超过 30°C 、最低不应低于 28°C ,相对湿度为 40%~70%;
 - 2) 夏季站台空调设计干球温度应低于站厅空调计算干球温度 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$,且最低不应低于 27°C ,相对湿度 40%~70%;
 - 3) 冬季站厅、台设计温度不应高于当地地层自然温度,但最低不应低于 12°C 。
- c) 当长通道采用降温措施时,通道内空气设计参数宜符合下列规定:
 - 1) 与站厅相连的长通道夏季空调设计参数应与站厅相同;
 - 2) 与站台相连的长通道夏季空调设计参数应与站台相同。
- d) 新风量
 - 1) 当采用空调系统时,车站公共区人员新风量不应小于 $20\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{人}$,且不小于总送风量的 10%;

2) 当采用通风系统时, 车站公共区人员新风量不应小于 $30\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{人}$, 且车站换气次数不应小于 5 次/h。

e) 空气质量

1) 地下车站内 CO_2 的日平均浓度不应大于 1.5‰;

2) 车站空气中可吸入颗粒物的日平均浓度不应大于 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ 。

f) 站厅、站台的风速宜小于 $5\text{m}/\text{s}$ 。

16.2.2 地下区间的设计标准应符合下列规定:

a) 室外空气计算参数

1) 夏季通风室外计算温度应采用近 20 年最热月月平均温度的平均值;

2) 冬季通风室外计算温度应采用近 20 年最冷月月平均温度的平均值。

b) 隧道内空气参数

1) 列车车厢不设置空调时, 区间隧道夏季最高小时平均温度不得高于 33°C ;

2) 列车车厢设置空调、车站不设全封闭站台门时, 区间隧道夏季最高小时平均温度不得高于 35°C ;

3) 列车车厢设置空调、车站设全封闭站台门时, 区间隧道夏季最高小时平均温度不得高于 40°C ;

4) 区间隧道冬季的平均温度不应高于当地地层自然温度, 但最低不应低于 5°C 。

c) 空气质量和通风量

1) 区间隧道新风量应保证隧道内 CO_2 日平均浓度不大于 1.0‰;

2) 区间隧道通风量应保证隧道内换气次数每小时不小于 3 次。

d) 当列车因非火灾事故滞留在区间隧道内时, 各停车区间隧道机械通风的风速不应小于 $2\text{m}/\text{s}$ 、且不应大于 $11\text{m}/\text{s}$, 并控制列车顶部最不利点的隧道温度不高于 45°C ;

e) 当隧道内空气总压力变化值高于 700Pa 时, 其压力变化率不得大于 $415\text{Pa}/\text{s}$ 。

16.2.3 地下设备管理用房的设计标准应符合下列规定:

a) 室外空气计算参数应按现行国家规范《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 取用。

b) 主要设备管理用房室内设计参数应符合表 49 规定:

c) 新风量不小于 $30\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{人}$ 。

d) 空气质量:

1) 空气中 CO_2 日平均浓度不大于 1.0‰;

2) 空气中可吸入颗粒物的日平均浓度不大于 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 。

表 49 主要设备管理用房室内设计标准

房间名称	冬季	夏季		小时换气次数	
	计算温度 ($^\circ\text{C}$)	计算温度 ($^\circ\text{C}$)	相对湿度 (%)	进风	排风
站长室、站务室、值班室、休息室	18	27	< 65	6	6
车站控制室、广播室、控制室	18	27	40~60	6	5
售票室、票务室	18	27	40~60	6	5
车票分类/编码室、自动售检票机房	16	27	40~60	6	6

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
通信设备室、通信电源室、信号设备室、信号电源室、综合监控设备室	16	24	40~60	6	5
降压变电所、牵引降压混合变电所	——	36	——	按排除余热 计算风量	

表 49 (续)

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
配电室、机械室	16	36	——	4	4
更衣室、修理间、清扫员室	18	27	< 65	6	6
公共安全室、会议交接班室	18	27	< 65	6	6
蓄电池室	16	30	——	6	6
茶水室	——	——	——	——	10
盥洗室、车站用品间	——	——	——	4	4
清扫工具间、气瓶室、储藏室	——	——	——	——	4
污水泵房、废水泵房、消防泵房	5	——	——	——	4
通风与空调机房、冷冻机房	——	——	——	6	6
折返线维修用房	12	30	——	——	6
厕所	>5	——	——	——	排风

注：厕所排风按每坑位 100m³/h 计算，且小时换气次数不宜小于 20 次。

16.2.4 空调通风设备传至各区域噪声应符合以下规定：

- 传至站厅、站台公共区噪声不大于 70dB(A)；
- 传至工作、休息室噪声不大于 60dB(A)；
- 空调通风机房内噪声值不大于 90dB(A)；
- 通过通风井传至地面风井外噪声符合现行国家标准《声环境质量标准》GB3096 和《环境影响报告书》的要求。

16.2.5 地面、高架车站和附属建筑设施的设计标准应符合下列规定：

- 空调通风室外空气计算参数应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的规定取用；
- 当站厅采用通风时，夏季室内设计温度不应超过室外通风计算温度 3℃，且最高不应高于 35℃；
- 当站厅层设置空调系统时，站厅内的夏季设计温度应为 29~30℃,相对湿度为 40%~70%；
- 运用库、停车库、检修库等高大厂房采用机械通风时，其小时换气次数宜为 1~2 次。

16.3 地下车站和区间

16.3.1 当车站设置全封闭站台门时，空调通风应符合下列要求：

- 车站公共区宜采用集中式全空气系统；
- 活塞/机械通风井宜设置在车站端部，每条隧道宜分设隧道风机，并能互为备用；
- 正常工况应充分利用列车行驶活塞风进行通风，排除区间余热、余湿；
- 车站应设置车行区排热通风系统，排除列车停站时主要设备散热。

16.3.2 当车站不设全封闭站台门时，空调通风应符合下列要求：

- a) 车站公共区应采用集中式全空气系统；
- b) 活塞风对车站有明显影响时，应在车站站台端部设置上、下行线间迂回风道、集中送冷措施；
- c) 活塞/机械通风井宜设置在车站端部，每条隧道宜分设隧道风机，并能互为备用；
- d) 地面与地下区间隧道接口处宜设置洞口风幕。

16.3.3 地下车站出入口通道、地下换乘通道或连接车站公共区与物业开发的地下通道连续长度大于60m时应采取通风或降温措施，且宜独立设置。

16.3.4 车站公共区空调通风系统应采取有效措施，保证系统某一局部失效时，站厅和站台的温度不高于35℃。

16.3.5 隧道通风系统应能满足同时多段隧道同时发生列车阻塞的通风要求。

16.3.6 当区间隧道需要设置中间通风井时，通风井宜设于区间隧道等分长度处。

16.4 地面和高架车站

16.4.1 地面和高架车站的站厅和站台宜采用自然通风。必要时，站厅可设置机械通风或空调；

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

16.4.3 高架和地面区间应采用自然通风。

16.5 设备管理用房及其他

16.5.1 管理用房应满足人员舒适性要求；电气用房应满足设备工艺要求，且不应采用水系统。

16.5.2 牵引变电所、降压变电所和主变电所应设置机械通风系统，通风量按排除余热量计算，且送风应设置初效空气过滤装置（器）；当余热量很大、采用机械通风不能满足要求时，可设置空调冷风系统。

16.5.3 当设备管理用房采用全空气空调系统时，应符合下列要求：

- a) 管理用房、弱电机房和强电机房（牵引变电所、降压变电所及混合变电所等）应分设系统；
- b) 弱电机房空调系统的送风应设初效、中效（亚高效）空气过滤装置（器），强电机房空调系统的送风应设置初效空气过滤装置（器）；
- c) 电气机房宜采用下送、上回的气流组织方式。

16.5.4 当设备、管理用房采用多联空调系统时，应符合下列要求：

- a) 室内、外机之间以及室内机之间的最大管长和最大高差应符合产品技术要求；
- b) 系统的制冷剂连接管等效长度应满足对应制冷工况下满负荷时的能效比（EER）不低于2.8的要求。

16.5.5 当站台层的个别设备用房采用集中空调或通风系统有困难时，可采用局部通风或分体式空调，开向隧道的自然通风口应设过滤装置（器）。

16.5.6 设备、管理用房根据使用要求，可以采用局部采暖。

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

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

16.5.9 地下设备、管理用房空调通风系统可兼容火灾排烟。

16.5.10 车辆基地的高大厂房宜采用自然通风；当采用自然通风有困难时，可采用机械通风。停车列检库等厂房机械通风换气量按 1~2 次/h 取值；定修库、临修库、双周/三月检库、静调库、不落轮镟库等厂房机械通风换气量按 3~4 次/h 取值。

16.5.11 控制中心、车辆基地及其他地面附属建筑应在满足工艺要求的前提下，并参照地面建筑现行有关设计规范的规定执行。

16.6 空调冷源和水系统

16.6.1 各地下车站宜独立设置冷源，为本站公共区及设备区提供冷冻水；换乘车站可共设冷源，宜根据建设时差分期安装。

16.6.2 空调冷源设计应符合下列要求：

- a) 地下车站空调冷源应采用电动压缩式制冷机组，不应采用直接燃烧型吸收式制冷机组；
- b) 制冷机组的选择应根据空调系统的负荷大小、运行时间和运行调节的要求和节能效果等因素确定；
- c) 每座地下车站宜选用不少于 2 台制冷机组，应优先选用高性能系数的制冷机组，且机组冷量应可调节；
- d) 当设备、管理用房夜间用冷量占单台冷机冷量的 30% 以上时，设备、管理用房冷源可与车站公共区冷源合用；
- e) 冷负荷量小且分散时，可采用风冷式制冷机组或多联机、分体式空调系统。

16.6.3 冷冻水系统设计应符合下列要求：

- a) 冷冻水系统应采用闭式水系统；
- b) 冷冻水泵应与制冷机组一一匹配，不设备用泵；
- c) 冷冻水的补水量为系统水容量的 1%，补水点宜设在冷冻水泵的吸入口处；
- d) 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%。

16.6.4 水系统附件设置应符合下列要求：

- a) 地下车站空调水系统应设置分水器和集水器；
- b) 制冷机组、水泵等设备的入口处应安装过滤器或除污器；
- c) 应设置必要的压力表、温度计、放气阀和泄水阀等附件。

16.6.5 车站通信设备室（含电源）、信号设备室（含电源）等重要电气机房宜设置备用空调系统。

16.7 风井、风道和风管系统

16.7.1 风道和风管设计风速宜满足以下要求：

- a) 混凝土风道小于 6m/s；
- b) 通风井为 3~5m/s；
- c) 站台下风道不大于 10m/s；
- d) 车道顶风道不大于 10m/s；
- e) 风亭格栅不大于 4m/s；

- f) 钢制风管主风管不大于 10m/s;
- g) 钢制风管支风管为 5m/s~7m/s (无送、回风口)、3m/s~5m/s (有送、回风口);
- h) 消声器片间不大于 12m/s;
- i) 风口为 2m/s~5m/s。

16.7.2 风井根据环境条件可采用与地面建筑相结合、单建或组合高风亭、敞口低风井等形式,其布置应满足本标准建筑章节相关要求。

16.7.3 空调通风系统的管材、管道设计应符合下列要求:

- a) 管材的绝热、保温范围及要求应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的相关规定;
- b) 空调风管应避免电气柜正上方布置,当实施困难时应采取安全措施;
- c) 新风道、排风道、活塞/机械风道、排热风室、站台层车轨区、空调通风与冷冻机房内的保温风管需采取有效措施避免铝箔受风吹袭而破损;
- d) 管材及保温材料、消声材料应采用 A 级不燃材料,当局部有困难时可采用 B1 级难燃材料;
- e) 管材及保温材料、消声材料应具有防潮、防腐、防蛀、耐老化和无毒的性能。

16.8 机房布置

16.8.1 空调机房布置应符合以下要求:

- a) 宜在车站两端分设空调机房,对不大于 4 节列车编组的车站可一端设置;
- b) 空气处理机宜采用落地安装,操作面侧应留有操作检修空间,其他面应留有安装空间;
- c) 空气处理机周围地面应设排水明沟和地漏,表冷器处于负压端时应设置水封;
- d) 机房内应设置清洗水池。

16.8.2 冷冻机房布置应符合下列要求:

- a) 每座车站宜设置 1 座冷冻机房,并靠近空调负荷中心位置;
- b) 制冷机组、水泵周围应留出维修和安装空间;
- c) 制冷剂安全阀泄压管应接至排风井内;
- d) 机房应设排水明沟和地漏。

16.8.3 机房内应考虑空调通风设备运输、安装通道及吊装孔,并应考虑安装起吊设施。

16.8.4 空调通风系统的设备、管道及附件布置应为安装、操作、测量、调试和维修预留必要的位置。

16.9 系统控制

16.9.1 空调通风系统应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的要求设置检测与监控系统,并能实现季节性工况转换和适应负荷变化的运行调节功能。

16.9.2 隧道通风系统应设就地控制、车站控制和中央控制。

16.9.3 地下车站公共区通风与空调系统宜设就地控制、车站控制和中央控制。

16.9.4 地面、高架车站空调通风设备及地下车站设备管理用房的空调通风设备宜设就地控制、车站控制。

16.9.5 车辆设施与综合基地、主变电所、控制中心及其他地面附属设施的空调通风设备应设就地控制和距离控制。

17 给水与排水

17.1 一般规定

17.1.1 给水系统设计应满足生产、生活和消防用水对水量、水压和水质的要求，并应坚持综合利用，节约用水的原则。

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

17.1.3 排水系统设计应满足安全可靠、防治污染、保护环境的要求，并积极响应国家推进海绵城市建设的要求。

17.1.4 排水系统对结构渗漏水、消防及冲洗废水、生活及粪便污水、敞口出入口、敞口风井及隧道洞口的雨水，应分类集中，就近排至城市排水系统；接入城市排水系统的雨、污水，其主要水质指标应符合国家和地方现行有关排水标准和排水体制的规定。

17.1.5 给水与排水设计应按现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB 50555 和《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定采取可靠的节水、节能措施。

17.1.6 给水设计应按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定采取防水质污染的措施。

17.1.7 给水与排水管道不应穿过变电所、通信机房、信号机房、控制室、配电室等电气房间，并应避免在生产设备、配电柜上方通过。

17.1.8 给水与排水管道的敷设应考虑热胀冷缩的影响，必要时应设置伸缩补偿装置。

17.1.9 给水与排水管道穿过结构变形缝时，应设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置；管道穿过地下结构外墙、屋面或钢筋混凝土水池（箱）的壁板或底板时，应设防水套管。

17.1.10 给水与排水金属管道应采取防止杂散电流腐蚀的措施。

17.1.11 给水与排水设计应考虑平战结合，并满足战时人防的给水与排水的要求。所有管道穿过人防结构时，应按现行国家标准《人民防空地下室设计规范》GB 50038 的规定设置人防密闭套管和防护阀门。

17.1.12 给水与排水管道应根据现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定采取防冻、防结露措施；风道内及室外明设的给水与排水管道应采取防冻保温措施，吊顶内或穿越走道及管理用房的给水与排水管道应采取防结露保温措施。

17.1.13 给水与排水系统宜按自动化管理设计，设计中应为施工安装、操作管理、维修检测以及安全保护等提供便利条件。

17.1.14 给水与排水设备的选型应符合技术先进、工艺成熟、安全可靠、经济合理的原则，规格宜统一。

17.1.15 给水与排水系统管材及保温材料应具有不燃、防潮、防腐、防蛀、耐老化和无毒的性能。

17.2 给 水

17.2.1 给水系统的选择,应根据生产、生活和消防等各项用水对水质、水温、水压和水量的要求,并结合城市给水管网的供水条件,经技术、经济综合论证而确定;

- a) 车站内应采用生产、生活和消防分开的给水系统,并应根据当地自来水公司的要求设置计量设施;
- b) 当车站周围有城市中水系统且水质满足冷却水或冲厕用水的使用要求时,宜采用分质给水系统,车站杂用水系统应与其他给水系统分设,并应采取防止误饮误用措施;
- c) 卫生间用水单独设水表计量;
- d) 生产给水系统应优先采用循环或重复利用的给水系统,并应利用其余压。车站冷却塔补水管应单独设水表计量,当补水管在给水总管的倒流防止器前接出时,应单独增设倒流防止器;
- e) 换乘车站(不含通道换乘型式车站)生产、生活给水系统宜采用一套系统;
- f) 车站的生产、生活给水系统应利用市政水压直接供水;当水量或水压不满足要求时,应设置加压装置或贮水调节。

17.2.2 用水量标准应符合下列规定:

- a) 工作人员生活用水定额为 50L/人·班,小时变化系数为 2.5;
- b) 空调水系统的补充水量应为冷却水循环水量的 2%;
- c) 车站公共区及出入口通道冲洗用水量为 2L/m²·次,车站每天冲洗一次,每次按冲洗 1h 计算;
- d) 生产用水量按生产工艺确定;
- e) 各附属建筑物用水定额按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 确定;
- f) 结合轨道交通设置的公共厕所用水量按器具小时用水量及每天使用 18 小时确定,器具小时用水量标准参照国家现行相关标准制定。

17.2.3 给水的水质、水压应符合下列规定:

- a) 生活用水的水质,应符合国家现行标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定;
- b) 生活杂用水的水质,应符合国家现行标准《城市污水再利用-城市杂用水水质》GB/T 18920 的规定。
- c) 生活用水设备和卫生器具的水压应符合国家现行标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定;
- d) 生产用水的水质、水压应按工艺要求确定。

17.2.4 给水系统布置应符合下列规定:

- a) 车站生产、生活给水系统的进水管应从车站给水引入总管上接出,并单独设置水表计量,水表井宜靠近车站,表后应设阀门,便于检修;
- b) 地下车站的给水引入管宜通过风道或出入口通道处进入车站;
- c) 给水引入管为金属管时,在进入车站前应设一段约 2m 长的符合饮用水标准的非金属管;
- d) 给水系统引入管上应设置倒流防止器或其他防止倒流污染的装置,设置原则及位置应符合国家现行标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定;
- e) 车站内生产、生活给水系统宜采用枝状布置;
- f) 车站的冷却用水应采用循环系统,冷却塔及冷却循环水泵均可不设备用设备,冷却水系统的水处理设备应具备过滤、阻垢、除垢、杀菌、灭藻和排污的功能,冷却循环系统的排水应接入城

市污水管网；

- g) 车站的冷水机组和冷却塔宜布置在车站同一端，放置在室外的冷却塔、膨胀水箱等设备应采取防雷接地措施；
- h) 地下区间、地面区间及高架区间均不考虑生产、生活给水系统；
- i) 给水干管应固定在主体结构或道床上，站厅层、站台层的给水管宜设置在吊顶内；
- j) 车站站厅、站台公共区应设置冲洗栓，车站的各类泵房及环控机房等应考虑用水设施；
- k) 地铁工程卫生器具及配件应符合现行国家标准《节水型生活用水器具》CJ/T 164 的规定，宜采用感应式或非接触式龙头、感应式小便器冲洗阀、脚踩式蹲便器冲洗阀。

17.3 排水

17.3.1 排水系统的选择应符合下列规定：

- a) 排水系统的选择应根据污（废）水性质、污染程度，并结合室外排水体制和有利于综合利用与处理要求确定；
- b) 当城区已实现雨、污水分流排水体制，且污水接入污水处理厂时，经市政管理部门同意后，可不设化粪池，直接排入市政污水管道；否则污水需经化粪池处理达到标准后接入市政污水管道或合流管道；
- c) 车站内冲洗废水、结构渗漏水 and 消防废水应排入市政污水管道；
- d) 地下车站的敞口、隧道洞口及高架车站和区间的雨水经收集后宜就近排入市政雨水管道、合流管道或附近允许接纳的水体。

17.3.2 排水量标准应符合下列规定：

- a) 工作人员生活排水量、公共卫生间排水量按其用水量的 95% 计，小时变化系数为 2.5；
- b) 生产排水量按工艺要求确定；
- c) 冲洗和消防废水量与用水量相同；
- d) 地下车站及区间隧道的结构渗漏水排水量按 $0.05\text{L}/\text{m}^2 \text{ d}$ 计算；
- e) 地面车站、高架车站屋面排水管道的排水设计重现期应按当地 10 年一遇的暴雨强度计算，设计降雨历时应按 5min 计算；屋面雨水工程与溢流设施的总排水能力不应小于 50 年重现期的雨水量；
- f) 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，应按当地 50 年一遇的暴雨强度计算，设计降雨历时应按计算确定，雨水泵房按 100 年一遇的暴雨强度校核设备参数；
- g) 区间隧道敞开引道段雨水集流时间根据坡度和长度按以下公式计算确定：

$$t = 1.445 \left[\frac{m_i L_s}{\sqrt{i_s}} \right]^{0.467} \quad \text{-----} \quad (16)$$

式中：

t——坡面集水时间(min)；

Ls——坡面流的长度(m)；

i_s ——坡面流的坡度；

m_1 ——地表粗度系数，取 0.013。

17.3.3 排水系统的布置应符合下列规定：

- a) 沿地下车站站厅、设备用房边墙设置 DN50~DN100 的地漏；设有站台门系统的站台层设置 DN75 的地漏，地漏间隔均不应大于 50m；站台层地漏设置位置宜尽量避开盲道，地漏中心线与站台门的距离应根据车站绝缘带宽度和结构梁、柱位置等确定；出入口与站厅层连接处应设置横截沟及地漏收集废水，通过排水立管接入线路明沟至主排水泵房集水池，经泵提升排至室外；
- b) 各类泵房及环控机房等应设排水设施；
- c) 在地下车站结构诱导缝、变形缝及施工缝附近应设置地漏，进行有组织排水；
- d) 地下区间的废水应通过区间排水沟汇至主排水泵房集水池，经水泵提升后排至市政排水管道；地下区间主废水泵房的排水管宜通过邻近的车站或中间风井接至室外，当采用从区间泵房顶板直接接至地面的方案时，应设置防水措施完善的检修竖井，且竖井在地面的出口不应影响建筑或道路的正常使用的；
- e) 地下车站的厕所、盥洗室内卫生设施的污水，应经水泵提升后排至市政排水管道；
- f) 地下车站雨水经收集进入集水池，经水泵提升后排至市政排水管道；
- g) 地下车站、地下区间的局部排水泵排出的废水和采用临时排水泵排出的废水，应直接接入市政管道；当确有困难时，宜经过水泵提升排至主排水泵房集水池；
- h) 道岔区转辙机基坑应设排水措施；
- i) 地面车站及高架车站生活污水宜采用重力流接入市政排水管道；
- j) 高架车站屋面雨水宜优先采用虹吸雨水系统收集，接入市政排水管道；
- k) 高架区间通过线路明沟收集雨水，沿高架桥墩设雨水收集口及排水立管至检查井，并应与市政排水系统接通。雨水收集口间隔不宜大于 30m；
- l) 地下车站敞口出入口和敞口风亭应设排水泵房，水泵参数等应根据计算确定。设有自动扶梯的非敞口出入口，结合自动扶梯设备基坑设置局部排水泵房；非敞口风井底部宜设置集水坑并安装排水泵；垂直电梯基坑底部设集水坑并安装排水泵；
- m) 压力排水在接入市政排水系统前应设压力检查井；
- n) 硬聚氯乙烯等塑料排水管道穿过楼板时应采取设置阻火圈或防火套管等防止火灾贯穿的措施；硬聚氯乙烯排水管穿排热风道时应外包钢套管保护；穿过不同防火分区的管道应采用金属管材；
- o) 地铁排水检查井应有地铁标志。

17.3.4 排水泵房设置应符合下列规定：

- a) 地下车站主排水泵房应设置在车站沿坡度方向最低点；
- b) 区间隧道主排水泵房应设置在线路实际坡度的最低点，长度较短的单向坡度区间，可不设排水泵房；区间主排水泵房担负双线长度一般不超过 1.5Km；当区间排水沟的排水能力不能满足区间排水要求时应设辅助排水泵房；
- c) 区间排水泵房的室内地坪应高出轨面 0.3m 以上；
- d) 主排水泵房集水池的有效容积不宜小于最大一台排水泵 15min 的出水量；当采用盾构法施工

的区间排水泵房的集水池有效容积不能符合上述规定时，则必须满足水泵的安装要求；

- e) 车站的生活污水、废水无法自流接入市政排水管道时，应设置污水泵房，且应符合下列规定：
 - 1) 地下车站污水泵房应紧邻卫生间或在其对应下层；
 - 2) 当污水泵房采用集水池和潜污泵组合的提升方式时，污水池的有效容积不宜大于 6h 的平均小时污水量，且不宜小于最大一台泵 5min 的污水量，并应满足水泵的安装要求；
 - 3) 当污水泵房采用密闭污水提升装置时，泵房内应设置集水坑，坑内设置排水泵排除冲洗废水和结构渗漏水；
 - 4) 污水池应设密闭人孔，污水池和密闭污水提升装置的储水箱均应设置透气管，透气管宜与卫生设备的通气管一并按至车站排风井的出口处。
- f) 雨水泵房设置应符合下列要求：
 - 1) 地下区间隧道敞开引道段的雨水泵房宜设在区间隧道距洞口约 10m 处，雨水通过横截沟收集汇入集水池，横截沟的数量应通过计算确定，但不得小于 2 条；集水池的有效容积不应小于最大一台泵 5min 的出水量；
 - 2) 出入口雨水泵房宜设在扶梯下方附近，在有自动扶梯的出入口，可结合自动扶梯下的电梯设备坑综合考虑；敞口出入口集水池有效容积不小于最大一台泵 5min 的出水量，非敞口出入口集水池有效容积不小于最大一台泵 15min 的出水量；
 - 3) 敞口风井的雨水泵房应设在风井底部；集水池的有效容积除不小于最大一台泵 5min 的出水量外，必须满足水泵的安装及维修要求；非敞口风井底部宜设置集水坑并安装排水泵；
 - 4) 车站新风井、排风井、活塞风井应单独设置集水坑，不得连通；相邻活塞风井可合用集水坑，采用排水沟连通；
- g) 局部排水泵房宜设在折返线车辆检修坑端部、落低的电缆夹层、车站端头井、过轨电缆通道等不能自流排水而又有可能积水的低洼处。局部排水泵房的集水池容积不应小于最大一台泵 15min 的出水量，并应满足水泵的安装要求；
- h) 临时排水泵房，应设在分期建设的轨道交通线路中先行实施隧道的最低处或临时需要排水的地方，宜结合近远期建设统筹考虑；
- i) 区间排水泵房有条件时应与区间联络通道或中间风井合建；
- j) 车站和区间主排水泵房、污水泵房、洞口雨水泵房的集水池应设冲洗管、人孔和爬梯，集水池底应设集水坑，坡向集水坑的坡度不宜小于 10%；

17.3.5 排水泵房的水泵台数应符合下列规定：

- a) 主排水泵房和临时排水泵房，应设两台排水泵，平时互为备用，必要时能同时工作；在大型水域下区间两端的车站主排水泵房内应增加一台同型号的排水泵，事故时三台泵能同时工作；
- b) 车站敞口出入口及敞口风井雨水泵房应设两台排水泵，平时互为备用，必要时能同时工作；
- c) 污水泵房和局部排水泵房应设两台泵，互为备用；
- d) 隧道洞口的雨水泵房应设设备用泵，且水泵总数不少于三台，必要时三台泵能同时工作。

17.4 车辆基地给水与排水

17.4.1 给水系统选择与布置应符合下列规定：

- a) 给水水源应采用城市自来水，宜从两路城市给水管道上分别引入给水管和车辆基地内的室外给水管网相接；
- b) 车辆基地室外生产、生活给水系统宜与室外消防给水系统分开设置，消防给水管道应环网布置；生产生活给水管道一般按枝状布置，在供水负荷特别集中的区域宜按环网布置；
- c) 当城市给水管网的供水量和供水压力不能满足车辆基地生产、生活给水系统的要求时，应设蓄水池和给水泵房；
- d) 当车辆基地设有中水给水系统时，其内部冲厕、绿化及地面冲洗水可利用该系统供水；
- e) 车辆基地内公共浴室、食堂、司机公寓等热水系统应按集中热水供应系统设计，并宜采用太阳能热水系统；
- f) 车辆基地室外消火栓间距不应大于 120m，洒水栓的间距不应大于 80m；
- g) 室外给水管道变坡最高点应设放气阀，最低点应设泄水阀；
- h) 室外给排水及消防管道穿越车辆基地内轨道时，应设防护套管或综合管沟。

17.4.2 给水用水量定额应符合下列规定：

- a) 办公人员生活用水为 50L/班·人，小时变化系数为 2.0；
- b) 职工淋浴用水定额取 60L/人·次；
- c) 生产用水按其工艺要求确定；
- d) 路面洒水、绿化及草地用水、汽车冲洗用水应符合国家现行标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的规定；
- e) 消防用水应符合国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定；
- f) 不可预见水量及渗漏水按车辆基地内最高日用水量的 15% 计算。

17.4.3 排水系统选择与布置应符合下列规定：

- a) 车辆基地建筑的室内排水系统采用污、废水分流，室外排水系统采用雨、污水分流；
- b) 洗车库的废水应经过处理后重复利用；其他含油废水及蓄电池检修间废水等，应经过处理，达到标准后排放；
- c) 车辆基地附近无城市污水排水系统时，其内部的生产废水、生活污水应经过处理，达到排放标准后排放，污水处理产生的污泥定期外运至制定地方处理；
- d) 车辆基地的生产废水、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，则应设污水泵房提升并排入城市污水排水系统；
- e) 车辆基地大型库房的屋面雨水宜采用虹吸雨水系统收集；
- f) 车辆基地应经过技术经济比较采用渗透地面、屋顶绿化等海绵城市技术措施削减雨水洪峰流量、控制径流总量以及设置雨水集蓄设施等技术措施对雨水进行重复利用；
- g) 车辆基地停车列检库、定修库、试车线、电缆沟等局部低洼处应设排水设施。

17.4.4 排水量定额应符合下列规定：

- a) 生活排水量标准按用水量的 95% 确定；
- b) 生产废水排水量按生产工艺确定；

- c) 冲洗和消防废水排水量与用水量相同；
- d) 车辆基地运用库、检修库、高层建筑屋面雨水应按 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；其他建筑屋面雨水应按 2~5 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；
- e) 车辆基地地面雨水应按 5 年一遇暴雨强度、10min~15min 集流时间进行计算。

17.4.5 车辆基地设置上盖物业开发或位于地下时应遵守以下原则：

- a) 上盖建筑内部各系统管线与车辆基地内的管线宜各自预留维修通道，并分别管理、计量和维修；
- b) 上盖建筑的管道、设备的布置不应影响车辆基地的使用功能和运行要求；
- c) 当上盖建筑与车辆基地不同期实施时，应考虑雨水排放的临时措施。

17.5 主要设备、设备监控与管材

17.5.1 主要设备的选用应符合下列规定：

- a) 冷却循环泵宜选用单级离心泵；
- b) 车辆基地及高架车站的生产、生活用水加压泵宜选用恒压变频调速装置的泵组；
- c) 主排水泵、洞口雨水泵、污水泵及局部排水泵宜选用带自耦装置的潜水泵，并优先考虑自带反冲洗装置的潜水泵；
- d) 临时排水泵宜选用不带自耦装置的潜水泵；
- e) 冷却塔宜选用阻燃型超低噪声，高效节能及外观可结合景观要求的冷却塔（集水盘型）；
- f) 车站空调冷却循环水系统应设置水处理设备，实现具有过滤、缓蚀、阻垢、杀菌、灭藻等水处理功能。

17.5.2 设备控制与安装应符合下列规定：

- a) 生产、生活给水泵应设自动控制、就地控制，并在控制室显示其运行、手/自动及故障状态；
- b) 主排水泵、洞口雨水泵应采用手动控制、水位自动控制及车站控制室集中控制，并在控制室内设置显示排水泵工作状态和水位报警信号的装置；区间主排水泵宜在站台层端头增设手动控制；区间主排水泵房宜增设一套备用液位控制设备；
- c) 主排水泵、洞口雨水泵在控制室显示泵房的高报警水位（紧急启）、1#开泵水位、2#开泵水位、3#开泵水位（有 3#泵时）、停泵水位、低报警水位（紧急停），潜水泵的启、停、故障状态信号及手/自动状态信号。所有水位信号以模拟量形式输出；
- d) 局部排水泵、污水泵应设有水位自动控制和就地控制，并在车站控制室内设置显示水泵工作状态和水位报警信号的装置；
- e) 局部排水泵、污水泵在控制室显示高报警水位、开泵水位、停泵水位、低报警水位，潜水泵的启、停、故障状态信号及手/自动状态信号；
- f) 冷却循环泵和冷却塔的控制方式应与冷冻机同步，由环控电控室控制、就地控制并在车站控制室显示设备的工作状态；冷却塔的进、出水管上应设置电动蝶阀，其启闭控制与冷却塔同步。

17.5.3 管材的选用应符合下列规定：

- a) 同一条轨道交通线路的同一类管材，全线应采用统一标准；

- b) 车辆基地室外给水管和车站外的给水引入管，管径大于或等于 DN100，宜采用球墨铸铁给水管，管径小于 DN100 时，可采用给水塑料管或其他符合生活饮用水卫生标准的管材；
- c) 敷设在地下区间隧道内的消防管、车站站台板下的消防管宜采用球墨铸铁给水管、内外涂塑钢管或其他符合条件的管材；车辆基地建筑室内、车站站厅、站台吊顶内的消防管宜采用热镀锌钢管；冷却循环水管宜采用内涂塑镀锌钢管或热镀锌钢管；车辆基地建筑室内、车站内的生产、生活给水管宜采用衬塑钢管或其它符合生活饮用水卫生标准的管材；
- d) 车辆基地建筑室内、车站室内的重力流排水管宜采用阻燃型硬聚氯乙烯排水塑料管或球墨铸铁排水管，排水泵房压力管宜采用内涂塑镀锌钢管或热镀锌钢管；室外重力流排水管明敷安装时宜采用承压塑料管或球墨铸铁排水管，埋地安装时宜采用埋地塑料管、钢筋混凝土管或机制离心铸铁管；室外压力排水管宜采用球墨铸铁排水管；
- e) 虹吸压力流排水管宜采用承压塑料管、钢塑复合管或不锈钢管。

18 供电

18.1 一般规定

18.1.1 城市轨道交通供电系统包括：外部电源、主变电所（或电源开闭所）、中压网络、牵引供电系统、动力照明供电系统、电力监控系统、能源管理系统、杂散电流腐蚀防护及综合接地系统。

18.1.2 供电系统中压网络包括主变电所 35kV（10kV）出线电缆、变电所间的 35kV（10kV）联络电缆和变电所间线路差动保护光缆。

18.1.3 牵引供电系统包括牵引变电所与牵引网（含接触网、上网电缆、回流电缆）。

18.1.4 动力照明供电系统包括降压变电所与动力照明配电系统。

18.1.5 外部电源方案应根据轨道交通线网规划、城市电网现状及规划进行设计，可采用集中式供电、分散式供电方式或混合式供电方式。

18.1.6 集中式供电中压网络等级应采用 35kV，110kV/35kV 二级供电方式。

18.1.7 中压供电网络构成方式应安全、可靠、简单、灵活。宜采用牵引动力照明混合网络形式。

18.1.8 中压供电网络电压偏差不宜超过 5%。

18.1.9 供电系统设计应根据建设要求，结合轨道交通线网规划，从可行性研究阶段开始会同规划部门和电力部门协商确定下列内容：

- a) 主变电所设置位置及外电源方案；
- b) 主变电所一次接线方案；
- c) 城市电网近、远期的规划资料及系统参数；
- d) 近、远期外部电源容量及电压偏差范围；
- e) 外部电源的电能计量要求；
- f) 城市电网变电站出线继电保护与轨道交通供电系统进线继电保护的设置和时限配合；
- g) 电力调度要求及管理分工。

18.1.10 直流牵引供电系统电压及波动范围应符合表 50 的规定。

表 50 直流牵引供电系统电压及波动范围

系统标称值	系统最高值	系统最低值
1500V	1800V	1000V

18.1.11 直流牵引网应采用双导线制，正极、负极均采用不接地系统。

18.1.12 动力照明配电系统标称电压采用 380V/220V。

18.1.13 列车牵引用电负荷应为一级负荷；动力照明等用电负荷应按供电可靠性要求及失电影响程度分为一级负荷、二级负荷和三级负荷，内容如下：

- a) 一级负荷必须采用双电源双回线路供电，当有一个电源发生故障时，另一个电源应能向负荷正常供电；一级负荷中特别重要的负荷，除由双电源供电外，应增设蓄电池作为应急电源，并严禁其他负荷接入。
- b) 二级负荷宜采用双电源单回线路专线供电；
- c) 三级负荷可采用单电源单回线路供电，当系统中只有一个电源工作时可切除三级负荷。

18.1.14 供电系统构成和设备配置应满足列车牵引和动力照明用电需求。供电系统设计应根据远期运营高峰小时各类负荷的用电需求一次完成。经综合比较后，供电设备配置可以接近、远期分期实施，也可以按远期需求一次建成；土建规模应按远期预留，同时供电系统应预留线路延伸和与相邻线路资源共享的接口条件。

18.1.15 供电工程建设应体现以人为本、安全可靠、便于管理、节能环保、投资合理、资源共享的总体思路。

18.2 系统设置

18.2.1 每条轨道交通线路设两座或两座以上主变电所（含 35kV 开闭所），当两条轨道交通线路相交或相邻时，应考虑主变电所资源共享。

18.2.2 每座主变电所应从城市电网引入两回相对独立的电源，至少有一回电源为专用电源。两回电源应引自不同的城网变电站，也可以引自同一城网变电站的不同母线。

18.2.3 不考虑一座主变电所全部解列、同时其 35kV 侧母线（包括环网电缆）故障的情况。

18.2.4 中压供电网络必须采用双回路互为备用的电源线路向牵引变电所、降压变电所供电，两回电源应直接或间接引自主变电所的不同母线段。正常情况下，两回电源线路分列运行。

18.2.5 正线牵引变电所的数量、容量及其在线路上的分布应按照远期高峰小时行车密度、车辆编组、车辆型式、车辆牵引特性、线路等资料经计算后确定。

18.2.6 车辆基地内应设置独立的牵引变电所，负责向车辆基地内的牵引网供电。

18.2.7 牵引变电所上网电缆、回流电缆的根数及截面，应根据大双边馈电方式下的远期负荷计算确定，但每个回路的电缆根数不得少于两根。

18.2.8 正常运行时，正线牵引网应采用由相邻牵引变电所构成的双边供电方式；除线路末端牵引变电所外，某中间牵引变电所退出运行时，应由相邻牵引变电所通过大双边供电方式越区供电；末端牵引变电所退出运行时，应由相邻牵引变电所单边供电。不考虑相邻二座牵引变电所同时故障情况。

18.2.9 牵引供电系统应跟踪车辆再生能量利用技术的发展,结合车辆、线路、运营间隔情况,经技术经济、环保、节能方面综合比较确定车辆再生能量利用设置方案。

18.2.10 供电系统注入城市电网的谐波应符合现行国家标准《电能质量公用电网谐波》GB/T14549的规定。

18.2.11 供电系统继电保护应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

18.2.12 继电保护设置应满足现行国家标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062的有关规定,继电保护装置设置应简单,供电系统各级保护应相互协调配合。

18.2.13 自动装置应满足供电系统安全、可靠、灵活的运行要求。各级母线分段断路器自投装置应具有选择性。

18.2.14 应采用变电所自动化系统,主变电所按有人值守设计;车站/区间牵引变电所、降压变电所应按无人值守设计,但应从房间、通信、消防、给排水等方面考虑调试和运营初期有人值守的条件;车辆段、停车场牵引变电所按有人值班设计。

18.2.15 变电所应根据需要安装视频监视系统、门禁系统,并将信息送至相关管理部门。

18.2.16 设在控制中心的电力调度系统通过变电所自动化系统实现对主变电所、牵引变电所、降压变电所主要电气设备的遥测、遥信、遥控及遥调,以及接触网上网电动隔离开关,接触网纵向联络电动隔离开关的遥信、遥控。

18.2.17 在满足电力调度功能要求的前提下,电力监控系统构成应具有高度的可靠性、灵活的扩展性、完备的自检性及良好的可维护性。

18.2.18 各级变电所主要用电回路应设置智能监测表计及能源管理系统。

18.2.19 110kV 系统接地按电力部门要求设置;35kV 系统为小电阻接地系统,单相接地短路电流按1000A(10秒)设计;0.4/0.23kV 低压配电系统采用 TN-S 接地保护系统。

18.2.20 全线接地按综合接地系统进行设计,使全线形成统一的高低压兼容、强弱电合一的接地系统,满足人身安全及各类设备的工作接地、安全接地及防雷接地的要求。

18.2.21 作为牵引回流的走行轨,应采取杂散电流腐蚀防护和监测措施。

18.2.22 杂散电流腐蚀防护与接地要求应统一考虑,当杂散电流腐蚀防护与安全接地发生矛盾时,应优先考虑安全接地。

18.2.23 在车辆基地、正线每隔 8~10 座车站宜设置一处供电维修工区,对供电设备进行管理与维护。

18.2.24 供电系统的电气设备应选用质量可靠、技术先进、经济、节能的成套设备和定型产品,采用小型化、无油化、自动化、免维护或少维护的设备并满足国家电磁兼容相关标准要求。

18.2.25 在地下使用的电气设备及材料,应选用防潮、低烟、无卤、阻燃或耐火的定型产品。

18.2.26 供电系统设备及电缆的敷设均不得侵入设备限界。

18.3 系统容量

18.3.1 正常运行方式下,满足牵引及动力照明所有负荷用电要求。

18.3.2 当主变电所的一回进线电源退出运行时,另一回进线电源应能承担该变电所供电范围内的一、二级用电负荷。当车站变电所的一回进线电源退出运行时,另一回进线电源应能承担该变电所

供电范围内的全部用电负荷

18.3.3 主变压器的数量与容量宜根据远期负荷计算确定，并在一台主变压器退出运行时其它主变压器应能承担供电范围内的一、二级负荷。

18.3.4 一座主变电所退出运行时，由相邻主变电所承担退出主变电所供电范围内的用电负荷，此时相邻主变电所应满足供电范围内牵引和动力照明一、二级负荷用电要求。

18.3.5 牵引变电所内一套整流机组退出运行时，另一套整流机组可在允许过负荷条件下继续运行，承担该所供电范围内牵引负荷。

18.3.6 降压变电所的任一配电变压器退出运行时，另一台配电变压器应能承担该所供电范围的一、二级负荷供电。

18.3.7 当场段内的牵引变电所解列时，应由正线牵引变电所就近向场段内的牵引网支援供电。

18.3.8 供电设备及供电电缆截面的选择应满足各种运行方式下供电负荷、供电质量的要求。

18.4 主变电所

18.4.1 结合轨道交通网络建设的规划，对主变电所的选址不仅要考虑到本工程上的经济合理，还要从轨道交通网络建设发展上考虑主变电所及 110kV 电源的资源共享。

18.4.2 主变电所应就近设置在轨道交通沿线靠近负荷中心，且便于设备运输。

18.4.3 城区内主变电所应按室内变电所建设。

18.4.4 从城市变电站引至主变电所的电源线路宜采用电缆线路，郊区电源线路可采用架空线路引入。

18.4.5 引至同一主变电所的两回电缆线路应敷设在不同的电缆通路或同一通路的不同支架和管道内。

18.4.6 110kV 主变电所一次侧电压为 110kV，二次侧电压为 35kV。

18.4.7 主变电所 110kV 侧宜采用线路变压器组接线，35kV 侧应采用单母线分段，并设置带自投装置的分段断路器接线。

18.4.8 110kV 线路电压互感器宜加装隔离开关。

18.4.9 主变电所 35kV 馈出线数量应根据供电系统的要求确定。

18.4.10 轨道交通线路中每座主变电所应设置不少于 2 台有载调压主变压器。

18.4.11 主变电所内向无功补偿装置回路供电的 35kV GIS 开关柜、共享主变电所内向其他线路供电的 35kV GIS 开关柜在主变电所建设时期应同步实施。

18.4.12 主变电所及需要长期有人值守的变电所 GIS 开关室应设置 SF6 泄漏监测、报警装置，变电所应安装下部排风装置。

18.4.13 继电保护设置应符合下列规定：

- a) 主变电所内的继电保护设置，应满足电力系统上级变电所对继电保护的要求；
- b) 主变压器保护：变压器差动保护、定时限过电流保护、零序过电流保护、重瓦斯保护、过负荷、轻瓦斯、油位异常、气压释放等保护，有载调压瓦斯保护；
- c) 35kV 馈线保护：线路差动保护、过电流保护、零序过电流保护等；

- d) 接地变压器保护：过电流保护、零序过电流保护；
- e) 所用变压器保护：过电流保护、零序过电流保护、过负荷保护；
- f) 其他保护等。

18.4.14 自动装置设置要求如下：

- a) 35kV 母线分段断路器应设置自投装置，自投功能可在当地投入/撤除，也可在远方投入/撤除；35kV 母线分段断路器的自投应具有过流、零流闭锁条件；
- b) 交直流所用电系统应设置双电源自动切换装置。

18.4.15 低压交流所用电系统设置要求如下：

- a) 交流所用电系统宜采用单母线分段接线，并设置母线分段断路器，向全所交流所用电负荷供电。交流所用电系统进线电源接自两台所用电变压器 0.4kV 侧，两路电源互为备用；
- b) 交流所用电系统的重要信号通过直流所用电系统的智能监控管理单元送至控制信号屏。

18.4.16 直流所用电系统设置要求如下：

- a) 直流所用电系统采用单母线接线方式。从交流所用电系统引入两回进线电源，作为直流所用电系统的进线电源；
- b) 直流所用电系统由充电装置、蓄电池和馈线开关组成，输出电压为 DC220V 或 DC110V；
- c) 蓄电池组容量应满足交流停电 2h 变电所内经常性负荷、冲击负荷、应急照明负荷的放电容量及事故放电末期最大冲击负荷容量的要求；
- d) 直流所用电系统采用智能监控管理单元，并将相关信息送至控制信号屏。

18.4.17 主变电所的电气测量仪表设置应符合现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T50063 的有关规定，并能通过电力监控系统实现控制中心遥测。

18.4.18 主变电所 35kV 进线侧应配置具有谐波检测及最大需量(MD)功能的智能化计量表计。

18.4.19 应采用变电所综合自动化系统，完成主变电所内的电气设备的控制、信号显示、传输功能，并通过电力监控系统进行控制中心电力调度系统的遥控、遥调、遥信和遥测。

18.4.20 主变电所内所有信息均宜由专用通道送至轨道交通控制中心，由控制中心转发地区调度所需信息。

18.5 牵引、降压变电所

18.5.1 一般规定如下：

- a) 牵引整流机组高压侧额定电压为 35kV，直流侧额定电压为 DC1500V；
- b) 每座牵引变电所设置两套 12 脉波牵引整流机组，并联运行构成等效 24 脉波整流。在条件允许的情况下，全线整流机组安装容量宜统一配置；
- c) 牵引整流机组的负荷等级应满足下列要求：100%额定负荷——连续；150%额定负荷——2h；300%额定负荷——1min；
- d) 根据每座车站、车辆基地规模的大小和设备负荷分布情况，宜设置 1~2 座降压变电所。当设置 2 座及以上降压变电所时，一座为主降压变电所，其余为跟随式降压变电所；
- e) 较长区间隧道风井内可根据需要增设一座 35/0.4kV 区间跟随式降压变电所，负责风井内动力和照明设备的供电；

- f) 每座降压变电所内设置二台配电变压器，配电变压器一次侧额定电压为 35kV，二次侧额定电压为 0.4kV；
- g) 配电变压器宜采用 D，Yn11 接线组别的三相干式变压器；
- h) 换乘车站可按一座车站统一设计，降压变电所的设置具体情况可考虑在 35kV 或 0.4kV 侧进行资源共享；
- i) 对于多线合建的车辆基地，应根据资源共享的原则，对车辆基地内的降压变电所（或跟随所）的位置、类型、主接线、规模及容量进行统筹考虑。

18.5.2 主接线设置要求如下：

- a) 35kV 侧应采用单母线分段接线方式，设置母线分段断路器。每段母线设置一回进线，并根据供电系统要求设置向相邻变电所供电的出线回路；
- b) 两套牵引整流机组应接于同一段 35kV 母线，两台配电变压器分别接于两段 35kV 母线；
- c) DC1500V 母线应采用单母线接线方式；
- d) 整流器与 DC1500V 正母线的连接应采用直流快速断路器；整流器负极宜通过手动隔离开关与 DC1500V 负母线连接，且与高压断路器电气联锁；
- e) DC1500V 馈线数量应根据供电系统要求设置，每回 DC1500V 馈线应设置一台小车式直流快速断路器；
- f) 跟随式降压变电所 35kV 进线侧宜采用线路变压器组接线方式；
- g) 跟随式降压变电所的配电变压器受电端宜采取隔离措施，并采取误操作防止措施；
- h) 高压与低压分层布置时，低压配电变压器受电端宜采取隔离措施，并采取误操作防止措施；
- i) 降压变电所（含车站、区间及车辆基地内的跟随所）0.4kV 侧宜采用单母线分段接线方式，设置母联断路器；
- j) 地下车站降压变电所每段母线应预留有人防专业所需容量的馈出回路。

18.5.3 正常情况下，变电所的两台配电变压器分列运行，每台变压器的负载率不大于 70%；故障情况下，变压器的负载率应小于 100%。

18.5.4 同一线路两座主变电所之间的 35kV 联络供电链路上的每台断路器应设置电气闭锁条件。

18.5.5 牵引变电所电流型框架保护动作后，该所直流快速断路器跳闸后应闭锁，同时联跳邻站直流快速断路器。

18.5.6 牵引变电所电压型框架保护动作后，该所直流快速断路器应跳闸，邻站仅作报警。钢轨电位限制装置与电压型框架保护的整定值应合理匹配。

18.5.7 牵引变电所馈线直流快速断路器发生自动重合闸闭锁后，在上网隔离开关已断开的条件下应具备远动复位合闸检测功能。

18.5.8 接触网电动隔离开关应具备远方、站控及就地三级操作功能。隔离开关电动操作控制箱应就近安装在线路附近，并有相应闭锁功能。

18.5.9 降压变电所 0.4kV 进线断路器在满足判断条件下应具有来电自恢复功能。

18.5.10 降压变电所 0.4kV 馈线断路器的容量与现场配电断路器的容量不应出现倒置，上下级继电保护级差应合理配置。

18.5.11 变电所内应专设照明配电箱和检修配电箱。

18.5.12 向车站重要负荷（通信、信号、屏蔽门、FAS、BAS、AFC、综合监控等）供电的降压变电所 0.4kV 馈线断路器应具有线路故障失电报警功能，报警信息宜在 SCADA 系统中实现，并在复示系统中显示。

18.5.13 车站同一套冷水机组及其辅助设备电源应成套接入同一段 0.4kV 母线。

18.5.14 继电保护设置应符合下列规定：

- a) 35kV 进线、出线：线路纵差保护、过电流保护、零序电流保护；
- b) 35kV 母联：限时电流速断保护、零序电流保护；
- c) 35kV 馈线（整流机组）：电流速断保护、过电流保护、过负荷保护、零序电流保护、整流变压器内部保护、整流器内部保护；
- d) 35kV 馈线（35/0.4kV 配电变压器）：电流速断保护、过电流保护、零序电流保护、过负荷保护、变压器内部保护；
- e) DC1500V 进线直流快速断路器，宜设置过电流保护、逆流保护；
- f) 直流 1500V 馈线：大电流脱扣保护、电流速断保护、电流增量(ΔI)保护、电流上升率(di/dt)保护、定时限过电流保护、接触网过热保护、双边联跳保护；
- g) 0.4kV 进线：电流速断保护、短延时过电流保护、长延时过电流保护、接地保护；
- h) 0.4kV 母联：带时限电流速断保护、短延时过电流保护；
- i) 0.4kV 三级负荷总开关：电流速断保护、短延时过电流保护、长延时过电流保护、设置本段进线过负荷延时脱扣功能（并联跳另一段母线三级负荷总开关）；
- j) 0.4kV 馈线开关：250A 以上大容量馈线回路应设置电流速断保护、短延时过电流保护、长延时过电流保护并配置电子脱扣器；
- k) 当变电所设有多组继电保护定值时，应能通过 SCADA 系统实现继电保护定值组的远程自动切换。

18.5.15 自动装置设置要求如下：

- a) 变电所 35kV 母线分段断路器应设置自动投入装置，自投功能可在当地/远方投入/撤除；
- b) DC1500V 馈线应设置具有能判断故障性质的自动重合闸装置；
- c) 变电所 0.4kV 侧母联应设置自动投入装置，自投功能可在当地投入/撤除，也可在远方投入/撤除；
- d) 交流所用电系统进线应设置双电源自动切换装置。

18.5.16 控制与信号设置要求如下：

- a) 应采用变电所综合自动化系统完成所内的控制、信号显示、传输功能，并通过电力监控系统进行控制中心电力调度系统的遥控和遥信；
- b) 变电所内主要电气设备宜采用三级控制方式：就地控制（设备本地控制）、变电所综合自动化控制信号屏控制、控制中心电力调度系统远方控制；
- c) 变电所内需要监控的设备对象应包括：35kV 开关柜、DC1500V 开关柜、所内及上网电动隔离开关、轨电位限制装置、0.4kV 进线、母联及三级负荷总开关等；
- d) 变电所综合自动化管理系统应具备下列功能：
 - 1) 保护、控制、信号、监视、测量功能；

- 2) 电源自动转换功能、自动装置的投入/撤除、必要的电气闭锁安全功能；
 - 3) 开放的通信接口功能、通信规约转换功能；
 - 4) 与电力监控系统对时功能、程序操作功能；
 - 5) 装置故障自检功能、事件序列记录、故障录波；
 - 6) 保护定值组显示、定值的修改以及保护定值组的切换；
 - 7) 变电所与控制中心显示的现场故障信息报文内容、名称应统一。
- e) 变电所自动化系统的所内通信网络宜采用光纤通信介质线缆；
 - f) 所有信号应能在开关柜当地显示，也能在控制信号屏上显示，并能通过电力监控系统将数据送往控制中心；
 - g) 断路器故障跳闸时，故障电流值应由 SCADA 系统上传至控制中心和复示系统；
 - h) 变电所远动终端故障信号应进行分类处理，继电保护类故障信号应设单独的存储单元保存。

18.5.17 测量与计量应符合下列规定：

变电所的电气测量仪表设置应符合现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T50063 的有关规定，所有测量和计量均应能在开关柜当地显示并通过变电所综合自动化系统及能源管理系统将数据送往控制中心。变电所电气测量仪表设置应满足表 51 要求。

具体要求如下：

- a) 35kV 侧整流变压器馈线应配置具有谐波检测功能的智能化计量表计；
- b) 35kV 侧配电变压器馈线和引至跟随所的 35kV 馈线宜配置智能化计量表计；
- c) 变电所 0.4kV 侧进线应配置具有谐波检测功能的智能化计量表计，三级负荷总开关应配置智能化计量表计；
- d) 车站降压变电所（含跟随所）0.4kV 开关柜馈线回路表计配置参见《城市轨道交通能源管理系统技术规程》DGJ32 / TJ132-2011。
- e) 车辆基地内单个建筑实体应设置计量，车辆基地内需要监测的馈线回路，宜集中设置在降压变电所及跟随所内 0.4kV 馈出回路上；
- f) 智能计量表计的主要监测内容：电流、电压、有功功率、无功功率、有功及无功电度、功率因数等相关的参数；

表 51 变电所的电气测量仪表设置要求

序号	测量对象	电流	电压	有功功率	有功电度	无功功率	无功电度	谐波	最大需量 MD	频率	功率因数
1	35kV 进、出线	√	√	—	—	—	—	—	—	—	—
2	35kV 母线	—	√	—	—	—	—	—	—	—	—
3	35kV 馈线	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
4	DC 1500V 进线	√	√	—	—	—	—	—	—	—	—
5	DC 1500V 母线	—	√	—	—	—	—	—	—	—	—
6	DC 1500V 馈线	√	—	—	—	—	—	—	—	—	—

序号	测量对象	电流	电压	有功功率	有功电度	无功功率	无功电度	谐波	最大需量MD	频率	功率因数
7	回流线	√	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	直流屏母线	—	√	—	—	—	—	—	—	—	—
9	钢轨电位限制装置	—	√	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.4kV 进线	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
11	0.4kV 母线	√	√	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.4kV 馈线	√	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	0.4kV 三级负荷总开关	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—
14	有源滤波柜	√	√	—	—	—	—	√	—	√	√

g) 各回路设置的智能化计量表计均采用带有通讯接口的多功能数字仪表,并可通过监测网络将测量数据上传至能源管理系统。

18.5.18 无功功率补偿与谐波治理应符合下列规定:

- 为减少由于低压侧非线性负载设备产生的谐波对其它设备系统的干扰,地下车站降压变电所 0.4kV 侧应设置有源滤波装置;
- 无功补偿装置和有源滤波装置的安装,按照先滤波后补偿的原则进行。

18.5.19 交流所用电系统设置要求如下:

- 交流所用电系统采用单母线接线方式,从降压变电所 0.4kV 两段母线分别引入一回电源,作为交流所用电系统的进线电源,并设置双电源自动切换装置,向全所交流所用电负荷提供电源;
- 牵引变电所及与其合建的降压变电所合用一套交流所用电系统;
- 交流所用电系统的重要信号通过直流所用电系统的智能监控管理单元送往控制信号屏。

18.5.20 直流所用电系统设置要求如下:

- 直流所用电系统由充电装置、蓄电池、电压调整装置、馈线开关、测量仪表及智能监控管理单元等成套装置构成;
- 直流所用电系统的充电装置应从交流屏引入一路电源,馈出母线宜采用单母线接线方式,输出电压为 DC220V;
- 正常运行时,充电装置应负责全所直流负荷用电,蓄电池处于浮充状态;交流电源失电后,由蓄电池供电,供电对象为开关操作电源;
- 蓄电池组容量应保证停电 2h 变电所内经常性负荷(含车站及相邻区间的应急照明负荷)、冲击负荷的放电容量及事故放电末期最大冲击负荷容量的要求;
- 交直流所用电系统的重要信号通过直流所用电系统的智能监控管理单元送至控制信号屏;
- 直流所用电系统应采用智能监控管理单元,支持网络连接,可通过与变电所综合自动化系统的通信网络完成控制中心对直流所用电系统的监控功能。

18.5.21 变电所设备用房设置要求如下:

- 地下车站变电所宜设置在站台层;地面和高架车站变电所宜设置在地面层;
- 独立设置的变电所应靠近线路,该所与轨道交通线路之间应设置专用的电缆通道;

- c) 变电所设置宜靠近车站负荷中心，便于设备运输、电缆线路引入、引出；地下车站应保留吊装孔洞；
- d) 降压变电所均应与同址的牵引变电所合建为牵引降压混合变电所；
- e) 为便于运营维护管理，各设备用房应集中设置；
- f) 设备房屋不宜靠近积水场所，不应设置在有给排水管房间（如卫生间、冷水机组设备房）的下方；设备房内禁止水管穿过，并应避免与变电所无关的管线存在；变电所室内顶部装修不应做吊顶；
- g) 设备房下方应设置电缆夹层，电缆夹层高度不应小于 1.9m，其地面应有一定的斜度（不小于 3‰）；
- h) 变电所电缆夹层应设置人孔和爬梯，并安装盖板、简易拉手，便于电缆敷设和检修；
- i) 电缆沟穿越道床时，应采取封闭措施，以免电缆浸水；
- j) 变电所电缆夹层、电缆沟、电缆通道应采取防水排水措施；集水坑不宜设置在变电所电缆夹层内；变电所电缆夹层附近及电缆隧道的集水坑应设置固定的自动潜污排水系统；
- k) 变电所房间的高度应满足电气设备带电安全距离及检修维护操作空间的要求；
- l) 变电所开门的位置及尺寸应满足设备运输、安装、运营巡视的要求；长度大于 7m 的设备室应设置两个出口，并宜布置在设备室两端；
- m) 变压器室、配电室、控制室的门应向外开启，变电所相邻设备房之间应设置双向开启或向疏散方向开启的门；
- n) 变电所的门窗应采用阻燃材料，并应满足其房间防火等级要求；
- o) 变电所门窗应防灰尘、防雨水及防止小动物进入；
- p) 变电所附近应具备上下水条件（跟随式降压变电所除外）；
- q) 车辆基地内的变电所应设有配套的厕所；
- r) 牵引变电所、降压变电所等设备房内的地坪应采用地砖或水泥基自流平；
- s) 变电所房间的设置应满足表 52 的要求。

表 52 变电所房间设置要求

设备房屋种类	房间数量（间）	设备的布置
整流器变压器室	2	整流变压器
低压开关柜室	1	0.4kV 低压开关柜、配电变压器
控制室	1	控制屏、变电所交直流电源屏
变电所检修备品间	1	——

18.5.22 房屋及设备平面布置要求如下：

- a) 变电所设备布置应满足现行国家标准《3～110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060 或《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 的规定；
- b) 设备房屋应满足不同种类设备分类布置的要求，并应充分考虑各设备间的电气联系，工艺流向合理，电缆敷设路径顺畅；
- c) 设备用房面积及设备布置应根据工艺要求进行设置；

- d) 配电装置及裸露导体上方不应布置灯具和明敷线路;
- e) 通风与空调系统总风管的进口不应从变电所的屋内进入;
- f) 设备房内送、排风管及风口的设置均应避开设备的正上方;
- g) 变电所内的设备布置应满足方便设备安装、运营巡视、操作、搬运、故障抢修、试验和监测的要求;
- h) 变电所内应预留牵引、动力变压器故障时进行更换的运输通道;
- i) 区间隧道风井内降压变电所应设置进出的便利通道;
- j) 整流变压器与整流器宜就近对称布置,两套整流变压器与整流器间的连接电缆长度宜一致;
- k) 整流器柜宜采用下进下出的接线方式。排流柜、钢轨电位限制装置宜布置在直流开关设备附近;
- l) 牵引系统 DC1500V 正、负极设备应采用对地绝缘安装,整体对地绝缘电阻不应小于 1MΩ;
- m) 地面变电所整流变压器室应考虑良好的通风散热措施,高低压开关柜室及控制室应安装通风空调设施,满足防尘和温湿度要求;
- n) 地下变电所整流变压器室、高低压开关柜室及控制室应安装通风空调设施,满足防尘和温湿度要求;
- o) 设备布置应考虑设备预留孔洞与支撑梁的位置关系,并根据需要设置必要的吊装孔。同时应考虑设备运输路径的尺寸及设备荷载的要求;
- p) 变电所内或附近应设置电缆竖井,供楼层间电缆的穿越联系。电缆敷设完毕后,在电缆穿越隔墙、楼板的孔洞处,实施防火封堵;
- q) 地面变电所室内地面应高出室外地坪 0.3m 以上;
- r) 地面变电所门窗、空调室外机等应有防盗设施;
- s) 开关柜类设备的基础预埋件的水平度应满足 1‰的要求。

18.5.23 变压器巡视维护通道要求应满足表 53 的要求。

18.5.24 配电装置室内布置的通道应符合下列规定:

- a) 室内布置的配电装置应设置通道,其通道宽度应满足运输部件的需要,但不宜小于 1.5m;
- b) 配电装置室内各种通道的最小宽度(净距)应符合表 54 的规定;

表 53 变压器巡视维护通道要求

设备名称	通道名称	数值 (mm)
整流变压器	巡视维护通道	1000
	距墙面及侧面物体净距	不小于 1000
	变压器带电体距其上方构建物的净距	不小于 400
配电变压器	巡视维护通道	1500
	外壳距墙净距	不小于 800

表 54 配电装置室内各种通道的最小宽度

单位为毫米

布置方式	通道种类
------	------

	维护通道	操作通道	
		固定式	可抽出式
设备单列布置	1000	1500	单车长+1200
注 1: 通道宽度在建筑物的墙柱个别突出处, 可缩小 200mm; 注 2: 抽出式开关柜不需要就地检修且配电室的检修空间满足抽出式设备方便抽出和检修时, 可不再考虑车长; 注 2: 固定式开关柜靠墙布置时, 或一端侧面靠墙布置时, 与墙的距离宜取 50mm;			

18.5.25 电气设备选择应符合下列规定:

- a) 设备型式应优先选用工艺成熟、技术先进、质量可靠、无维修或少维修、节能环保、有成功运行经验的国产化设备;
- b) 变电所同类设备选择力求一致, 以便于运营维护、管理。所选设备应具备适当的后期扩展性; 设备满足江苏省的环境条件;
- c) 在地下使用的电气设备及材料, 必须选用无自爆、低损耗、低烟、无卤、阻燃或耐火的定型产品。具有体积小、低噪音、防潮等特点;
- d) 应选用具有防尘、防腐蚀、防潮、防霉、防震、抗电磁干扰和静电能力的设备, 以保证在轨道交通环境中安全、可靠运行;
- e) 35kV 交流开关柜采用户内气体绝缘金属封闭式开关柜(GIS);
- f) 牵引整流变压器、配电变压器宜选用环氧树脂浇注干式自然风冷变压器, 并预留配置强迫风冷的条件;
- g) 引入整流器的二次回路电源应采取有效的电隔离措施, 防止整流器内部短路故障时, 造成二次回路直流保护/控制电源失电;
- h) 直流馈线断路器应选用能分断系统设计要求的短路电流和感性小电流的小车式快速断路器;
- i) 每座牵引变电所内宜备用一台直流快速断路器;
- j) 变压器温度保护跳闸应选用继电器得电驱动的方式;
- k) 0.4kV 开关柜宜选用抽屉式与固定分隔式相结合的混装式开关柜。0.4kV 进线及母联断路器为框架式;
- l) 交直流电源屏选用技术成熟、工艺先进、运行可靠、维护方便、智能化程度高的产品;
- m) 对于设置在线路区间的牵引变电所应考虑适当的防盗措施。

18.6 动力照明配电

18.6.1 城市轨道交通用电设备的负荷分级应符合下列规定:

- a) 一级负荷: 地下站厅/站台公共区照明、应急照明、地下区间照明、消防系统设备、综合监控系统设备、通信系统设备、信号系统设备、火灾自动报警系统设备、环境与设备监控系统设备、自动售检票系统设备、站台门、安防设施、防淹门、变电所操作电源、废水泵、雨水泵、事故风机及与其相对应的风阀、兼作疏散用的自动扶梯等及其它紧急情况(包括火灾)时仍需运行的设备。

- b) 其中通信系统设备、信号系统设备、火灾自动报警系统设备、综合监控系统设备、应急照明、变电所操作电源为特别重要负荷。
- c) 二级负荷：地上站厅站台照明、设备区和管理区照明、普通风机、组合空调器、非事故风机及其风阀、污水泵、电梯、非消防疏散用自动扶梯等
- d) 三级负荷：区间检修电源、公共区及管理用房空调制冷系统（包括冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔及相关电动阀门）、广告照明、电开水器、站内小商铺电源、清扫电源、电热设备等。
- e) 车辆基地、停车场用电设备的负荷分级应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定；
- f) 控制中心附属用电设备的负荷等级应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和现行行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 的规定。

18.6.2 动力照明配电应符合下列规定：

- a) 低压动力照明用电设备的配电、消防及其他防灾用电负荷的配电应分别自成系统；
- b) 配电变压器二次侧至用电设备之间的低压配电级数不宜超过三级；
- c) 各级配电箱宜预留备用回路；
- d) 动力照明配电设备宜集中布置。车站应设动力照明配电室，在通风和空调设备容量较大、设备较集中场所宜设通风空调电控室，车辆基地、停车场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宜设低压配电室；
- e) 负荷性质重要且用电负荷容量较大的设备应采用放射式配电；
- f) 中小容量动力设备宜采用树干式配电。对负荷性质相同、作用相同、性质相同且用电点集中而容量较小的设备可采用链式配电，链接的设备不宜超过 5 台，总计容量不应超过 10kW；
- g) 区间照明电压偏差允许值应为+5%~-10%，其他用电设备端子处电压偏差允许值应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的规定；
- h) 建筑净高小于 2.5m 的电缆通道/夹层，其照明设施应采用安全电压作为防护措施，宜采用 24V 安全电压；
- i) 容量较大、负荷平稳且经常使用的用电设备的无功功率宜单独就地补偿；
- j) 动力设备及照明的控制根据需要可采用就地控制和远程控制；
- k) 区间和道岔附近应设维修用移动电器的电源设施；车站站厅和站台宜设清扫用移动电器的安全型电源插座；
- l) 插座回路应具有漏电保护功能；
- m) 动力照明的其他设计要求应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 和《通用用电设备配电设计规范》GB 50055 的规定。

18.6.3 根据车站不同场所的照明要求，车站照明分为正常照明与应急照明。

18.6.4 应急照明包括备用照明和疏散照明，其设置应符合下列规定：

- a) 消防控制室（车站控制室）、变电所、配电室、通信机房、信号机房、消防水泵房、防排烟机房、自备电源室等在正常照明因故失电后需要保证正常工作的场所应设置备用照明，其工作面最低照度不应低于正常照明的照度；

b) 在车站站厅、站台，地下区间，车站出入口、自动扶梯、自动人行道、附属用房走道，车辆基地、停车场内的单体建筑物及控制中心的疏散楼梯间、疏散通道、长度超过 20m 的内走道、消防电梯间及其前室、安全出口等在正常照明因故失电后需确保人员疏散、撤离的场所应设置疏散通道照明及疏散指示标志；

c) 备用照明和疏散照明不应由同一分支回路供电。

18.6.5 当正常交流电源全部退出，地下部分应急照明时间应满足 90 分钟使用要求，地上部分应急照明时间应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和现行行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ16 的相关规定。

18.6.6 车站公共区的照明负荷应多路交叉配电、分组控制。车站出入口照明、室外标识及广告照明应与公共区照明分回路配电，高架车站的照明设计应考虑对周边居民生活的影响。

18.6.7 地下车站、隧道照明照度标准应符合国家现行标准《地下铁道照明标准》GB/T 16275 的规定。

18.6.8 地上车站、控制中心、车辆基地、停车场内的单体建筑的动力照明设计应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 和现行行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ16 的相关规定。

18.6.9 当电气装置采用接地故障保护时，车站、区间、控制中心、车辆基地、停车场内的单体建筑等应设置等电位联结。

18.6.10 地上车站、控制中心、车辆基地、停车场的建筑物及其他户外设施的防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的规定。其中，设置于地面或建筑物顶面的冷却塔等设备、出入口金属构筑物顶棚等应考虑防雷击及防雷电磁感应的措施。

18.6.11 车辆基地、停车场场区应考虑防雷措施。

18.7 电缆

18.7.1 城市轨道交通电力电缆的选型及敷设应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157、《电力工程电缆设计规范》GB50217 以及现行建设部标准《民用建筑电气设计规范》JGJ16 的要求。

18.7.2 地下区段的电力电缆宜采用低烟、无卤、A 类阻燃铜芯电缆；高架及地面区段的电缆宜采用低烟、低卤、B 类阻燃铜芯电缆，应具有防紫外线的性能。

18.7.3 地下区段的电线电缆宜采用铜芯、低烟、无卤、A 类阻燃、低毒、铠装电缆。

18.7.4 控制电缆选用低烟、无卤、A 类阻燃、屏蔽、铠装电缆。

18.7.5 在火灾时仍需供电的电缆应采用铜芯、低烟、无卤、阻燃交联聚乙烯耐火电缆或矿物绝缘电缆。

18.7.6 中压供电网络必须采用电缆线路，35kV 电缆宜采用交联聚乙烯绝缘非磁性铠装单芯铜电力电缆。

18.7.7 中压环网两回电缆线路应分设在不同的电缆路径上或敷设在同一电缆路径的不同支架和管道内。

18.7.8 环网电缆宜利用轨道交通既有土建结构敷设；无既有土建结构的地段，宜单独设置电缆敷

设构筑物。中压电缆中间接头不应设在车站站台板下。

18.7.9 电缆在同一通道中位于同侧的多层支架上敷设时，宜按电压等级由高至低的电力电缆、强电控制电缆的顺序排列。当条件受限时，1kV 及以下电力电缆可与强电控制电缆敷设在同一层电缆支架上。

18.7.10 单洞单线隧道内的电力电缆和强电控制电缆，应敷设在沿行车方向的左侧。单洞双线隧道内的电力电缆和强电控制电缆，宜布置在隧道壁两侧。

18.7.11 高架或地面区段的电力电缆与强电控制电缆，应敷设在电缆支架上或电缆沟槽内。当采用电缆沟槽内敷设电缆时，应设置排水设施，防止电缆沟槽内积水。

18.7.12 电缆敷设应留有裕量，中间接头应放置在托架上、终端头应放置在固定支架上。

18.7.13 电力电缆和控制电缆的布置应满足限界要求。

18.7.14 电缆穿越地下隧道轨道时，可采用刚性固定方式沿隧道顶部敷设；也可采用轨道下穿管敷设，必须做好排水措施。

18.7.15 电力电缆与通信信号电缆并行明敷时，两者间距不应小于 150mm；两者垂直交叉时，其间距不应小于 50mm。

18.7.16 站内所有电缆应沿电缆井、吊顶内桥架以及站台板下电缆托架敷设，所有电线应穿金属保护管或线槽敷设。在吊顶内明敷的电线管路应采用焊接钢管，若采用套接紧定式钢导管，壁厚不小于 2mm。应急照明电线管路应涂防火涂料。

18.7.17 电缆井应分别设在车站两端的站厅、站台及站台板下电缆较集中处，上下贯通。

18.7.18 区间内所有穿越人防护密闭门、防护隔断门的电线、电缆均按人防要求做防护密闭处理。

18.7.19 双电源自切箱引至消防设备控制箱及由消防设备控制箱引至消防设备等分支线路可采取下列方式之一：

- a) 电线穿管敷设时，应采用耐火电线，但明敷时应采用金属管；
- b) 电线在金属线槽内敷设时，应采用阻燃耐火电线；
- c) 电线在电缆桥架内或支架敷设时，应采用阻燃耐火电缆或矿物绝缘电缆。

18.7.20 车辆基地室外电缆敷设宜采用电缆沟方式进行，并应设置固定的自动排水措施。

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

18.7.22 金属电缆支架，应有可靠的电气连接并单点接地。

18.7.23 中压交流单相电力电缆的金属护层，必须直接接地，且在金属护层上任一点非接地处的正常感应电压，符合下列规定：

- a) 未采取不能任意接触金属护层的安全措施时，不应大于 50V；
- b) 采取不能任意接触金属护层的安全措施时，不应大于 100V。

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

18.7.25 各类电缆应按规定在适当位置安装阻燃电缆的标示牌，以标明该电缆的编号、规格、型号、起止点。

18.8 接 触 网

18.8.1 牵引网由接触网与回流网构成。

18.8.2 接触网馈电形式可按安装位置和接触导线的不同分为接触轨和架空接触网，接触轨和架空接触网应符合下列规定：

- a) 接触轨可按接触授流位置的不同分为上部授流方式、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；
- b) 架空接触网可按接触悬挂方式的不同分为柔性架空接触网和刚性架空接触网。接触线应采用铜或铜合金接触线。

18.8.3 回流网宜利用走行轨回流，在杂散电流防护无法满足沿线管线或结构体防护要求时，可设置专设回流轨。

18.8.4 接触轨可应用于地下线路及地上线路；柔性架空接触网可应用于有足够净空高度的短距离隧内线路和地上线路；刚性架空接触网主要适用于地下线路。新建轨道交通线路，应根据线路实际情况，经过经济、技术、可靠性和安全防护的综合比较，确定接触网授流制式。

18.8.5 接触线、承力索的张力应采用 12kN。

18.8.6 接触网带电部分和混凝土结构体、轨旁设备、车体之间的最小净距，应符合表 55 的规定。

表 55 最小净距

标准电压	静态	动态	绝对最小动态
直流 1500V	150mm	100mm	60mm

18.8.7 绝缘等级一般按重污区标准，绝缘泄漏距离应不小于 250mm。

18.8.8 接触网的电分段应设在下列各处：

- a) 对车站牵引变电所，采用接触轨的线路，应设在列车进站端；采用架空接触网的线路，可根据工程情况，在征得主管部门同意的情况下，设在列车进站端或牵引变电所所在端；
- b) 对区间牵引变电所，设在变电所直流电缆出口处；
- c) 配线与正线的衔接处；
- d) 车辆段、停车场出入线与正线的衔接处；
- e) 车辆段、停车场各电化库入口处；
- f) 场段各供电分区之间；
- g) 与其他线路的联络线处。

当采用柔性架空接触网时，1~2中电分段宜采用绝缘锚段关节形式，3~7中电分段宜采用分段绝缘器形式。车库内端部或中部接触网分段绝缘器与检查坑间应留出挂地线的操作空间。

18.8.9 牵引变电所直流快速断路器至接触网间应设置电动隔离开关。

18.8.10 终端车站后面的折返线有停车检修作业时，其相应部分的接触网宜单独分段，并设置手动隔离开关。

18.8.11 设车辆检查坑并有检修作业的折返线，其接触网应通过就地的手动隔离开关供电。接触网应有主备两个电源，主电源来自邻近牵引变电所的直流快速断路器，备用电源来自一条正线接触网。

18.8.12 与上、下行连接的不设车辆检查坑的折返线，其接触网供电应有主备两路电源。主备两路

电源分别通过电动隔离开关接自上、下行的正线接触网。

18.8.13 车辆段、停车场中的接触网，应具有来自牵引变电所的主电源及来自正线的备用电源。出入段（场）线路较长时宜由正线变电所馈线供电。

18.8.14 停车列检库、静调库、试车线的接触网，宜由牵引变电所直接馈电。每条库线的接触网应设置带接地刀闸的手动隔离开关（柜）。

18.8.15 兼做回流的走行轨应在正线与车辆段或停车场的衔接处及电气化库入口处设置绝缘结。

18.8.16 上网电缆、回流电缆的根数及截面，应根据大双边供电方式下的远期负荷计算确定，每个回路的电缆根数不得少于两根。

18.8.17 接触轨的安装位置及其安装误差应根据车辆受流器与接触轨在相对运动中能可靠接触确定。

18.8.18 接触轨断轨处应设端部弯头。

18.8.19 接触轨应设防护罩，防护罩的电气性能与物理性能应满足技术要求。

18.8.20 架空接触网设计的气象条件的确定，地下部分的气温取值应根据环境条件确定，其余应符合现行行业标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 及《铁路电力牵引供电隧道内接触网设计规范》TB 10075 的有关规定。隧道内腕臂、吊弦、定位器正常位置时的温度宜按最高计算温度和最低设计气温的平均值计算。

18.8.21 接触网设计的强度安全系数，不应低于现行行业标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB10009 的有关规定。

18.8.22 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、短路电动力确定；柔性架空接触网的支柱跨距、应根据悬挂类型、曲线半径、导线最大受风偏移值和运营条件确定；刚性架空接触网的悬挂点间距，应满足汇流排的驰度要求。

18.8.23 地上线路架空接触网接触线距轨面的最高高度应小于受电弓的最大工作高度，悬挂点接触线对轨面的最低高度应符合如下规定：

- a) 地上线路宜为 4600mm，困难地段不应低于 4400mm；
- b) 车辆基地内地上线路接触线导高宜为 5000，库内导线高度应满足车辆检修工艺要求；
- c) 地下线路应为 4040mm。

18.8.24 柔性接触线导线高度变化时，其坡度及变化率应符合表 56 的规定。

18.8.25 刚性架空接触网导高变化时，其坡度不宜大于 1‰，且变坡点起始 2~3 跨的坡度不应大于 0.5‰。

表 56 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
90	6	3
100	5	2

18.8.26 对于柔性架空接触网，在车站、区间、车辆基地出入线及试车线处宜采用全补偿简单链形悬挂；在车辆基地内的其他线路处，宜采用补偿简单悬挂。

18.8.27 架空接触线的布置，应保证受电弓磨耗均匀，并应符合下列要求：

- a) 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；刚性架空接触网一个锚段的布置宜呈正弦波形态或 V 型。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 1/2；
- b) 在曲线区段，柔性架空接触网应根据曲线半径、超高值、风偏量、接触悬挂跨距等选取拉出值，拉出值方向宜向曲线外布置。

18.8.28 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、补偿器的补偿位移等综合因素确定。接触线、承力索的张力差均不得大于其额定张力的 $\pm 10\%$ ，最大锚段长度不宜大于 $2 \times 750\text{m}$ 。单边补偿的锚段长度应为上述值的 50%。

18.8.29 刚性架空接触网和接触轨的锚段长度，应根据环境温度、载流温升、材料线胀系数、伸缩要求确定。

18.8.30 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。

18.8.31 接触网应满足限界要求。车辆基地内，架空接触网应设置限界门。

18.8.32 对易受其他机动车辆损伤的支柱，应采取必要的防护措施。

18.8.33 正线、停车场、车辆段需与信号专业配合，确定合理的钢轨短连线以保证回流网的畅通。

18.8.34 接触网安装形式应满足人防门、防淹门等使用要求。

18.8.35 车辆基地库内电化股道上方应设置接触网带电显示器。

18.8.36 架空接触网电连接设置

- a) 柔性架空接触网电连接设置：
 - 1) 正线接触网接触线、承力索、辅助馈线间，每隔 60~100m 间距应设置一处横向电连接；
 - 2) 非绝缘锚段关节的机械分段处应设置电连接；
 - 3) 道岔处应设置电连接；
 - 4) 车辆基地同一供电分区的股道间应设置电连接；
 - 5) 车辆基地柔性架空接触网上网隔离开关与每股道的接触网连接应采用并联方式实现。
- b) 刚性架空接触网电连接设置：
 - 1) 接触网道岔处应设置电连接；
 - 2) 接触网机械分段处应设置电连接。

18.8.37 跨越接触网的跨线桥、人行天桥两侧需设置防护栅网。

18.8.38 接触网零部件应耐腐蚀、耐疲劳、强度高，紧固件应采取有效地防松措施。承力类零部件宜采用钢材质，导流类零部件宜采用铜或铜合金材质。

18.8.39 支柱位置应与高柱信号机相互配合，不得影响信号显示。直线区段，在进站信号机和区间信号机的显示前方，同侧接触网支柱应按规定加大其侧面限界值；曲线区段，应按信号机和支柱的不同相对位置进行处理。单线区段地形允许时，支柱宜设在信号机的对侧。

18.8.40 终端柱距车档不宜小于 10m。因地形限制不能满足上述要求时，支柱可设于线路的一侧。

18.8.41 接触线工作部分改变方向时，该线与原方向的水平夹角，正线不宜大于 6° ；站线及接触线在非工作支部分改变方向时，不宜大于 10° 。

18.8.42 在易受异物侵入的场所，应对接触网采取有效的防护措施。

18.8.43 支柱容量应根据其工作条件，包括接触网悬挂类型、跨距、所在线路状况及气象条件等组合产生的最大效应确定。划分支柱容量等级，应从技术可靠、经济合理、使用方便等综合考虑。

18.8.44 支持结构应计算接触网的正常运行情况、安装检修情况下的荷载组合，需要时尚应验算台风等非运行情况。

18.8.45 支持结构荷载分类：

- a) 永久荷载：承力索接触线及附加导线、腕臂、绝缘子及其附件、结构构件及支柱横梁上的各种固定设备等的重力荷载；线索的张力；土压力及预应力等荷载；
- b) 可变荷载：风荷载；覆冰（雪）荷载；安装检修时的各种附加荷载。

18.8.46 正常运行状态，在接触网风偏设计风速时，支柱及硬横梁的挠度应满足下列要求：

- a) 在风荷载（标准值）和悬挂荷载（标准值）作用下，柱顶处垂直线路方向的水平挠度不应超过支柱高度的 $1.5/100$ ；
- b) 仅在风荷载（标准值）作用下，支柱在接触线高度处垂直线路方向的水平挠度不应超过 50mm；

18.8.47 接触网支持结构与线索的风荷载应按使其产生最大风载的方向计算，具体计算方法可参照《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 中的相关公式。

18.8.48 钢材的材质应根据结构的重要性、连接方式和结构所处的环境及气温条件进行合理选择。

18.8.49 接触网下锚斜拉线与地面的夹角不得大于 60° 。

18.8.50 混凝土中的锚栓设计，应综合考虑埋置深度、混凝土基材厚度、混凝土强度等级、锚栓间距、边距、荷载组合等的影响。用于接触网悬挂及下锚的化学锚栓，宜选用力矩控制式胶粘型锚栓。

18.8.51 架空地线、辅助馈线等接触网附加导线宜采用铜绞线。

18.8.52 附加导线锚段长度不宜大于 2000m，在曲线区段、高度或跨距相差悬殊的地区和重冰区可适当缩小。

18.8.53 架空接触网应预留与后续工程接触网衔接的条件。

18.9 电力监控系统

18.9.1 供电系统应配置电力监控(SCADA)系统。电力监控系统的设备选型、容量和功能配置应能满足运营管理的需要，并考虑线路延伸、并网的扩展可能。

18.9.2 电力监控系统的构成、监控对象、功能要求，应根据轨道交通供电系统的特点、运营要求、通道条件确定。

18.9.3 电力监控系统由主站、变电所子站和传输通道三部分组成。主站应设在运营调度控制中心内。

- a) 主站设计应包括：主站系统功能、设备配置方案、设备型式和要求、系统容量、信息记录格式及存储方式、人机界面组态等；
- b) 变电所子站设计应包括：子站系统功能、设备容量、型式和要求等；
- c) 传输通道应采用双环网的拓扑结构。设计应包括：网络结构形式、主/备通道的配置形式、传输通道的接口形式和通道的性能要求等。

18.9.4 电力监控系统针对监控对象应具有遥控、遥信、遥测和遥调功能，符合以下规定：

- a) 遥控对象应包括下列基本内容：
 - 1) 主变电所、开闭所、牵引变电所、降压变电所（包括跟随所）内 35kV 及以上电压等级的断路器、负荷开关及电动隔离开关；
 - 2) 牵引变电所的直流快速断路器、正极电动隔离开关（柜）；
 - 3) 降压变电所（包括跟随所）低压进线断路器、母联断路器、三级负荷总开关及大容量的三级负荷开关；
 - 4) 接触网电动隔离开关（柜）、接触网纵向联络开关（柜）。
- b) 遥信对象应包括下列基本内容：
 - 1) 遥控对象的位置信号；
 - 2) 各变电所 35kV 及以上断路器、直流快速断路器、降压变电所（包括跟随所）低压进线断路器、母联断路器的故障跳闸信号；
 - 3) 变压器、整流机组、所用交直流电源系统的故障信号；
 - 4) 各电压等级断路器控制回路、保护及测量回路的 PT 及 CT 故障信号；
 - 5) 钢轨电位限制装置的动作信号；
 - 6) 开关控制回路断线信号、自动装置动作信号；预告信号；
 - 7) 断路器手车（或抽屉）的位置信号；
 - 8) 当地/远方信号、控制方式信号、跳闸回路断线信号。
- c) 遥测对象应包括下列基本内容：
 - 1) 主变电所、开闭所进线电压、电流、功率及电度；
 - 2) 变电所中各级电压的母线电压、各级回路的电流、变压器回路的功率、电度；
 - 3) 变电所交直流操作电源的母线电压；
 - 4) 牵引变电所直流母线电压；
 - 5) 牵引整流机组电流、牵引馈线电流、负极回流电流；
 - 6) 钢轨对地电位。
- d) 遥调对象：有载调压变压器的调压开关装置。

18.9.5 电力监控系统应具备下列功能：

- a) 遥控功能：对遥控对象可以进行单独单控、程序控制、主要控制闭锁、定时控制模式等；遥控种类有选站式、选点式、选线式控制；
- b) 遥信功能：实现对轨道交通供电系统设备运行状态的实时监视和故障报警；
- c) 遥测功能：实现对轨道交通供电系统中主要运行参数的遥测；
- d) 显示功能：汉化的人机界面动态显示内容应包括交流供电系统图、直流供电系统图、变电所主接线图、电力监控系统图、电流电压曲线、正线及车辆基地接触网（含电分段、隔离开关）示意图、（程控、操作、事故、报警）各种记录、各种统计报表等；
- e) 事故报告功能：事故时可自动调用事故画面、事件打印、声光报警等，保存事故信息，并具备完善的报警信息人工确认机制；

- f) 事故追忆功能;
- g) 数据处理功能: 处理数据应包括(开关动作、故障、操作、报警以及预告等)各种记录、各种统计报表、各种参数变化曲线、极限值检测、过负荷记录、电流和电压的最大值与最小值、电度量统计、历史数据分析等;
- h) 事件顺序记录(SOE)功能: 应以毫秒级时标记录各开关装置及自动装置的变位状态和事件顺序;
- i) 打印功能: 自动时序打印、召唤打印、报警和统计数据及屏幕画面打印、故障信息的打印; 实现电能统计等的日报、月报制表打印;
- j) 汉字功能: 所有显示画面、曲线、记录及其它文字描述应用汉字显示;
- k) 口令功能: 提供不同级别的口令, 口令密码应可修改, 以保证操作安全;
- l) 具有友好的人机界面和系统维护功能, 开放式操作平台和多级别系统维护功能;
- m) 系统自检功能和报警功能: 自身故障检测和巡检功能、报警功能;
- n) 系统宜为调度员及操作人员提供培训功能;
- o) 维护功能: 显示设备的通讯、运行状态的设备工况报告、显示网上工作站配置及运行状态的网络配置信息;
- p) 主/备通道的切换功能;
- q) 具有系统时钟同步功能, 子站系统能与控制中心通讯并进行同步对时;
- r) 根据工程实际情况, 在满足上述要求的基础上可以选配其他功能;
- s) 电力监控系统各类报文信息格式应统一、报文内容应准确、明了。

18.9.6 电力监控系统的结构方式宜采用 1 对 N 的网络拓扑集中监控方式, 即 1 个主站监控 N 个子站的方式。

18.9.7 除控制中心外, 电力监控系统应预留至少 3 套复示系统的接口, 并具有声光报警功能。

18.9.8 电力监控系统主要设备按照冗余原则配置。包括控制中心网络、系统服务器、调度工作站及通信通道等。

18.9.9 电力监控系统的软、硬件的设计应满足实时性、先进性、可靠性、可维护性和可扩展性的要求, 并具有故障诊断、在线修改等功能。

18.9.10 供电系统应设置维修管理系统, 通过与电力监控调度系统联网, 完成对全线供电设备的维修调度管理工作和供电复示功能。

18.9.11 主站硬件应包括下列主要设备:

- a) 计算机设备(主机含磁盘阵列)与计算机网络;
- b) 人机接口设备;
- c) 打印记录设备和数据存储设备;
- d) 通信处理设备;
- e) 不停电电源设备(UPS);
- f) 调试终端设备及打印设备;
- g) 主站模拟盘显示或其他显示设备。

18.9.12 子站设备(远动终端)应具备下列基本功能:

- a) 远动控制输出;

- b) 现场数据采集（包括数字量、模拟量、脉冲量等）、处理及显示；
- c) 运动数据传输；
- d) 可脱离主站独立运行；
- e) 能够实现现场维护、设计定值修改及调试。

18.9.13 子站设备（远动终端）的通信规约应对用户完全开放。

18.9.14 系统主要技术指标应符合下列规定：

- a) 平均无故障时间要求如下：
 - 1) 系统应大于 20000h；
 - 2) 主机、前置机、被控子站应大于 100000h；
- b) 系统可用率不小于 99.98%；
- c) 遥信、遥控正确率不小于 99.99%；
- d) 遥测综合误差不大于 $\pm 0.5\%$ ；
- e) 网络传输速率要求如下：
 - 1) 主站网络传输速率不小于 100Mbps；
 - 2) 远动数据通道传输速率不小于 1Mbps；
 - 3) 站内监控网络速率不小于 19.2Kbps。
- f) 系统响应要求如下：
 - 1) 遥控命令传送时间不大于 1s；
 - 2) 遥信变位传送时间不大于 2s；
 - 3) 遥测数据传输时间不大于 3s；
 - 4) 遥信（子站）分辨率不大于 10ms；
 - 5) 站间事件顺序记录时间分辨率不大于 15ms；
 - 6) 实时数据扫描周期不大于 3s；
 - 7) 双机自动切换时间不大于 5s；
 - 8) 画面调用响应时间不大于 1s。
- g) 被控子站要求如下：
 - 1) 站内事件顺序记录时间分辨率不大于 5ms；
 - 2) A/D、D/A 转换误差不应大于 0.5%；
 - 3) 遥信输出：无源接点方式/通信接口方式；
 - 4) 遥控输入：无源接点方式/通信接口方式；
 - 5) 装置应具有防尘、防腐蚀、防潮、防霉及防电磁干扰能力。
- h) 服务器负荷率不大于 30%；
- i) 网络负荷率不大于 30%。

18.10 杂散电流腐蚀防护

18.10.1 杂散电流腐蚀防护应采取“以防为主、以排为辅、防排结合、回流畅通、加强监测”的综合防护措施。

18.10.2 杂散电流腐蚀防护的应满足《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ49、《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》GBT28026.2的要求，并应符合国家相关的规定。

18.10.3 电气回路连接应符合下列规定：

- a) 牵引回流系统中应采取减少牵引回流通路电阻等措施，确保回流畅通；
- b) 牵引变电所的回流电缆应与钢轨可靠连接；
- c) 正线回流走行轨应采用无缝钢轨，并应全线电气连续。如有鱼尾板连接处，在鱼尾板连接的钢轨间连接不小于 120mm^2 铜当量截面电缆；
- d) 线路的道岔中，辙叉的连接部位应设置铜质引接线，其截面积不应小于 120mm^2 ，铜质引接线与钢轨之间应焊接，接头电阻不应超过 1m 长钢轨的电阻值。

18.10.4 均流电缆的设置应符合下列规定：

- a) 正线车站两端上、下行轨道间应设置均流电缆（有回流电缆的一端，不再设置均流电缆）；
- b) 正线地下线路区间上、下行轨道间有条件时，应增设均流电缆；
- c) 正线地上线路区间上、下行轨道间宜每隔 500m 左右设置一处均流电缆；
- d) 车辆基地内应适当设置回流点和均流电缆；停车库内单列位停车时，均流电缆设置不应少于 2 处；停车库内双列位停车时，均流电缆设置不应少于 3 处。

18.10.5 绝缘防护措施应符合下列规定：

- a) 高架桥梁与桥墩内部结构钢筋之间应采取绝缘措施；
- b) 正线回流钢轨、扣件与混凝土轨枕之间应采取绝缘措施，加强对道床绝缘；钢轨与道床间泄漏电阻应大于 $15\Omega\cdot\text{km}$ ；
- c) 正线回流钢轨底部与道床之间的间隙不少于 30mm；
- d) 沿车站站台应设置 2m 宽的有效绝缘层，绝缘阻值应大于 $0.5\text{M}\Omega$ ；
- e) 沿线信号设备如道岔控制箱、信号箱、信号机应采取绝缘安装，与上述设备或走行轨连接的连接线应采用绝缘护套电缆；
- f) 由外界引入轨道交通内、由轨道交通内引至外界、以及由地下引至地面、地面引入地下的金属管线均应进行绝缘处理后（加装绝缘法兰或绝缘短管）方可引入或引出；
- g) 金属给水管、排水管道与回流走行轨间不应有直接的电气连接。与地面轨道平行铺设的金属管道除进行绝缘涂复外，应与道床有 3m~5m 距离；
- h) 对平行于回流钢轨敷设的金属管道、电缆，在出入地下隧道区间、车站时应与隧道、车站的主体结构钢筋在电气上进行绝缘处理，在隧道和车站内部电气上应连成一体，并单点接地；
- i) 回流轨下方穿越的管道，宜采用非金属材料，否则应具有加强的绝缘层并在穿越部位两侧装设绝缘法兰；
- j) 电化股道和非电化股道钢轨间、电化股道尽头线钢轨与车挡设备之间应设置绝缘轨缝；
- k) 车辆基地与正线的衔接处和车辆基地各电化线路的库内线路与库外线路钢轨间应设置绝缘轨缝并装设单向导通装置；
- l) 车辆基地出入段线单向导通装置的安装位置应与进段/场信号机的绝缘节位置相对应；

- m) 单向导通装置及排流柜应能承受可能出现的最大故障电流,在直流馈线快速断路器开断时限内,装置中的二极管不应受损伤;
- n) 车站、隧道内、高架桥面应有良好的排水措施,不应有积水;
- o) 隧道、地下车站主体结构必须采取良好的防水措施,以保持隧道的干燥。

18.10.6 杂散电流收集网及排流应符合下列规定:

- a) 正线回流钢轨下,利用整体道床内部结构钢筋的电气连接,建立杂散电流收集网;
- b) 整体道床内部收集网的钢筋应均匀分布,其横向总截面应满足在远期高峰小时排流网极化电位不大于 0.5V 的要求;
- c) 牵引变电所内设置杂散电流排流柜。每一排流回路应能控制排流电流大小,并具有超限报警功能。排流柜一端接至整流器负母排,另一端通过排流电缆与杂散电流收集网的排流端子连接。

18.10.7 杂散电流监测应符合下列规定:

- a) 建立完善的杂散电流监测系统。杂散电流监测系统由参比电极、排流网电位测试引出点、结构钢筋电位测试引出点、走行钢轨电位测试引出点、测量用电线、电缆、测试端子箱及测量仪器等装置组成;
- b) 轨下基础排流网和地下结构极化电位监测点应根据牵引回流大小及分布特点设置;
- c) 结构钢筋电位用参考电极应采用适合于混凝土介质、稳定性高、寿命长、体积小、便于安装的非液体电极;
- d) 杂散电流监测系统宜采用集中的计算机自动监测模式,并具有下列监测和统计数据的功能:
 - 1) 轨下基础排流网极化电位;
 - 2) 地下沿线结构钢筋极化电位;
 - 3) 各排流支路电流。
- e) 监测数据宜送至供电维修工区,监测中心宜设置在车辆基地供电维修工区内。

18.11 防雷、过电压防护及综合接地

18.11.1 供电系统应根据轨道交通沿线的气候情况和工程特点采取完善的防雷措施。

18.11.2 变电所 35kV 侧每段母线宜设置一组氧化锌避雷器。

18.11.3 牵引变电所正母线对地间应设置直流氧化锌避雷器。

18.11.4 设置在变电所内交流氧化锌避雷器宜设置计数器,监视避雷器动作情况。

18.11.5 整流变压器网侧宜设置带间隙的组合式过电压吸收装置。

18.11.6 地上牵引变电所及与地上相邻的地下牵引变电所,每路直流馈线及负母线应设置雷电过电压吸收装置。

18.11.7 整流器中二极管反向峰值电压储备系数(二极管最大允许重复反向峰值电压与其整流工况下重复承受到的反向峰值电压之比)不应小于 2.5。

18.11.8 在隧道口、地上线路上网隔离开关及其它防雷能力薄弱位置,应设置具有故障脱扣功能的硅橡胶无间隙氧化锌避雷器。避雷器的安装高度应便于运营维修。

18.11.9 当采用避雷线措施后,雷击跳闸率的计算值仍高于 6 次(100km.a),则应采用腕臂绝缘子

和下锚绝缘子两侧串接间隙型避雷装置。

18.11.10 正线上、下行接触轨宜分别设置贯通接地线。

18.11.11 正线上、下行架空接触网应分别设置贯通架空接地线。

18.11.12 车辆基地内成排的架空接触网支柱应设置贯通的架空地线、零散支柱应通过跳线或电缆与架空地线相连。

18.11.13 接触网系统的所有不带电金属部分均应连接至接地线，接地线应与牵引变电所的防雷接地母排连接。

18.11.14 地上线路接触网的避雷器、雷电冲击接地装置等设备应设置接地极，接地极的接地电阻不大于 10Ω 。

18.11.15 高架桥区段架空接触网的架空地线，应每隔 200m 通过串接有雷电冲击接地装置的接地引下线与 $\leq 10\Omega$ 的接地极相连；在满足条件时，接触网架空地线也可升高兼作避雷线，避雷线宜比承力索高 1~1.5m。

18.11.16 对采用接触轨系统的高架线路两侧宜利用设置在桥挡板或电缆支架上贯通的防雷带保护接触轨系统，防雷带高度应使其防雷范围覆盖接触轨和回流轨，防雷带每隔 200m 左右经放电间隙接地。

18.11.17 当利用高架区间检修平台的金属扶手作为防雷接地带时，若其防雷范围不能涵盖接触轨和回流轨处，则应设置避雷器。

18.11.18 地面及高架车站建筑物的防雷，应根据现行《建筑物防雷设计规范》GB 50057 中的有关规定，确定防雷类别并采取防直击雷和防雷电波侵入的设施。

18.11.19 车站建筑物内电子信息系统应根据所在地区雷暴等级、设备设施在不同的雷电防护区，以及系统对雷电电磁脉冲的抗干扰度，采取不同防护系统。

18.11.20 地面及高架站建筑物防雷宜优先采取利用车站本身的结构钢筋或钢结构等自然金属物作为防雷装置的一部分。

18.11.21 全线应按综合接地系统设计，综合接地装置由人工接地体和自然接地体组成，接地电阻应小于 1Ω ，接触电位差和跨步电位差应符合《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的要求。

18.11.22 每座车站应设置一个综合接地网，当车站设有跟随所时，两个变电所应共用一个接地网。车站内变电所应与其它各类强弱电设备系统共用接地装置。

18.11.23 换乘车站接地网间应采用电气导体相互联通，连接位置不应少于两处。

18.11.24 变电所的设备工作接地、安全接地与防雷接地均利用其所在车站的综合接地网，防雷接地引下线、设备接地导体与接地网连接点之间沿接地极的长度不应小于 20m。

18.11.25 变电所应利用车站结构钢筋或变电所结构基础钢筋等自然接地极作为接地装置，并宜敷设以水平接地极为主的人工接地网。

18.11.26 交流供电设备的金属外壳均应可靠接地。

18.11.27 沿线电缆支架上应敷设一贯通的接地金属体，供沿线区间电气、通信、信号等设备安全接地用。

18.11.28 每座车站应设置一台钢轨电位限制装置。车辆基地宜根据具体情况设置钢轨电位限制装置的数量。

18.11.29 应在车站变电所内进行建筑物的总等电位联结。在车站照明配电室、电控室、污水泵房、废水泵房、冷冻机房以及区间的水泵房，风机房内做局部等电位联结。

19 通信

19.1 一般规定

19.1.1 城市轨道交通通信系统应适应行车效率、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，并应做到系统可靠、功能合理、设备成熟、技术先进、经济实用。

19.1.2 通信系统应满足新建线路运营和管理通信需求，满足轨道交通各线路间、各线路与线网指挥中心及应急指挥中心、各线路与清分中心之间、各线路与信息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；还应满足公安通信需求，满足乘客在地下空间内的民用通信需求，并为后续线路的接入预留条件。

19.1.3 确定城市轨道交通通信系统总体方案及系统容量时，应将近期建设规模和远期发展规划相结合。当形成轨道交通网络时，应建立服务于网络化运营的通信系统，实现通信系统的互联互通、资源共享与整合，为线网级的各职能部门间、各线路间提供可靠的信息互通、传输及通信手段。

19.1.4 城市轨道交通通信系统宜由专用通信系统、公安通信系统、民用通信引入系统组成。

- a) 专用通信系统应满足城市轨道交通运营调度在正常运营方式下和灾害运营方式下的通信需求。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；
- b) 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，并应在突发事件发生时，为公安部门在城市轨道交通内的应急调度指挥提供保证；
- c) 民用通信引入系统应满足轨道交通公众通信服务，可将电信运营商移动通信信号覆盖至城市轨道交通地下空间，也可引入公用电话、公用网络等其他公众电信服务。

19.1.5 城市轨道交通建设应结合通信技术发展和运营需要，建设不同水平的通信系统，在可靠性、可用性、可维护性及安全性满足的条件下，新建线路在条件允许时可实现在光缆、传输设备、视频监视系统、电源设备及设备用房等方面的资源共享。

19.1.6 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。

19.1.7 通信系统架构及设备配置应确保其安全性和可靠性，通信系统应实现 24 小时不间断地运行，关键设备应考虑关键板件的冗余配置。

19.1.8 通信各子系统应具有安全防范机制，防止计算机病毒侵入。

19.1.9 通信系统设备应符合电磁兼容性的要求，并应充分考虑电力牵引的特性，具有抗电气干扰性能。

19.1.10 通信系统各子系统均应具有网络管理功能，包括性能管理、故障管理、配置管理和安全管理等功能。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。

19.1.11 通信系统应对有线和无线调度电话、中心和车站的现场广播等重要语音进行录音，录音设

备宜集中设置。

19.1.12 区间及车站轨行区托板托架、线缆、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。

19.1.13 通信设备选型及安装应满足轨道交通使用环境需要。

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

19.1.15 城市轨道交通控制中心、车站、车辆基地内的通信管路和桥架容量应有适当预留。

19.1.16 通信系统在地下空间光缆、电缆应采用无卤、低烟的阻燃材料；在地上车站站内宜采用无卤、低烟的阻燃线缆；地上区间的通信光缆、电缆还应具有抗阳光辐射、防雨淋的能力；主干光缆、电缆还应具有抗电气化干扰的防护层。

19.1.17 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，并应与线网指挥中心、信息中心（数据中心）实现接口。

19.1.18 采用全自动运行的线路，通信系统还应满足全自动运行的功能需求，尤其是应满足系统可靠性、可用性的需求。

19.1.19 通信系统应满足换乘站各线路间的通信需求。

19.1.20 电信运营商、公安等设置在城市轨道交通范围内的设备、线缆等应满足本标准相关要求。

19.2 传输系统

19.2.1 城市轨道交通传输系统应采用基于光同步数字传输制式或其他宽带光数字传输制式的传输系统，并应满足专用通信各子系统、乘客信息、信号、综合监控、电力监控、防灾、环境与设备监控、门禁、自动售检票等系统的信息传输要求及接口需求。

19.2.2 传输系统应采用成熟、合理的制式解决不同业务的承载需求，容量应根据各系统对传输通道的需求确定，并应留有余量。传输设备采用的架构体制应满足多业务接入的要求。

19.2.3 传输系统宜分层构建，即线网层和线路层。其中，城市轨道交通指挥中心、清分中心、信息中心与各线控制中心之间的信息传输宜由线网层传输系统提供。线路层传输系统应独立组建，为本线路通信子系统和其他相关专业提供传输通道。

19.2.4 采用基于光同步数字传输制式的传输系统应采用主从同步方式，宜利用网同步设备作为系统外同步时钟源。

19.2.5 传输系统应采用光纤数字通信设备。传输系统应利用不同径路的两条光缆构成自愈保护环，系统在传输设备节点或光缆故障的情况下自愈时间应小于 50ms。

19.2.6 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。传输网应有对网内传输的信息进行保护的措施，确保信息传输的安全可靠。

19.2.7 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型化人机界面，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。

19.2.8 系统应采用性能稳定、可靠性高的光纤数字通信设备，关键部件应冗余配置以备故障时自动切换。系统为各承载业务提供的主、备用通道宜分配在不同的板卡上。

19.2.9 城市轨道交通光缆网的建设宜根据线网规划和建设需求，统筹规划光缆数量、容量和光缆径路。干线光缆容量应满足城市轨道交通通信、信号、综合监控、火灾自动报警等系统对光纤容量的需求，并结合远期发展预留余量。

- a) 在各区域（线路）控制中心、线网指挥中心宜敷设不少于 72 芯的线网主干光缆，并应形成迂回环网保护；
- b) 在线路控制中心、各车站、车辆基地之间的上、下行区间应分别敷设不少于 48 芯的主干光缆；
- c) 在车辆基地内重要建筑物间宜敷设不少于 24 芯的地区通信光缆，并宜形成一定容量的迂回环网保护；
- d) 在换乘站各线的通信机房之间宜敷设不少于 24 芯联络通信光缆；
- e) 在主变电所与邻近车站通信机房之间宜敷设不少于 24 芯联络通信光缆；
- f) 除因长大区间造成区间内光缆接续外，区间内不应设光纤接续装置；
- g) 干线光缆应采用 1310nm 和 1550nm 双窗口的单模光纤，光纤有关的几何尺寸、光学、传输特性应满足 ITU-T 有关建议。

19.2.10 通信电缆、光缆在区间隧道内宜采用沿隧道壁架设方式；高架区段电缆、光缆宜敷设在高架区间通信槽道内或托板托架上；地面电缆、光缆宜采用管道、槽道或托板托架敷设方式。

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

19.2.12 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、抗电气化干扰的材质、结构设计和施工方法。

19.2.13 城市轨道交通敷设光缆不宜设屏蔽地线，但接头两侧的金属护套及金属加强件应相互绝缘，光缆引入室内应做绝缘处理，并应做光缆终端。

19.2.14 通信光、电缆管道埋深，管道顶部至路面不宜小于 0.8m，特殊地段不应小于表 57 的规定。

19.2.15 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 58 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 59 的规定。

表 57 特殊地段管道顶部至路面的埋深

单位为米

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

表 58 管道和其他地下管线及建筑物间的最小净距

单位为米

设 施 名 称		最小净距	
		平行时	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

设 施 名 称		最小净距	
		平行时	交叉时
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
市外大树		2.0	—
市内大树		0.75	—
热力管、排水管		1.0	0.15
排水沟		0.8	0.5
房屋建筑红线(或基础)		1.0	—

表 59 沿墙架设电缆、光缆与其他管线的最小净距

单位为米

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

19.3 无线通信系统

19.3.1 无线通信系统应提供城市轨道交通控制中心调度员、车站值班员、车辆基地调度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。

19.3.2 城市轨道交通无线通信系统宜采用数字集群移动通信系统，数字集群移动通信系统应满足国家现行标准《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，也可采用基于 LTE 技术的无线通信系统；采用的工作频段及频点应向无线电管理部门申请并得到批准。

19.3.3 城市轨道交通线网无线通信系统应结合城市轨道交通线网规划方案，统一规划、分期实施，线网无线通信系统宜实现网络互联互通及资源共享。

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

19.3.5 无线通信系统应至少包括总调、行车调度、防灾环控调度、综合维修调度、车辆基地调度等用户群。

19.3.6 无线通信系统应具备下列功能：

- 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；
- 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；

- c) 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；
- d) 完成调度区域选择、越基站无缝切换、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基地通话组的自动转换；
- e) 应对所有调度通话、司机通话进行自动录音，调度通话自动录音功能宜纳入专用通信集中录音设备中，录音能实现查询及回放功能；
- f) 网管设备应具有系统配置、用户管理、故障报警监测及管理、统计报告等功能；
- g) 当交换机与基站之间的通信链路发生故障时，系统应支持自动和手动进入降级模式，为该基站覆盖区域内的用户提供单站集群功能；
- h) 提供分组数据传输功能；
- i) 无线调度台可添加的通话组数量应考虑远期使用需求，并留有一定比例的余量。

19.3.7 无线场强覆盖范围应包括：区间线路、沿线车站（站台、站厅、办公区、轨行区、设备机房、出入口通道、换乘通道等）、区间风井及整个车辆基地区域。在隧道内、地面及高架区间、地下车站站台层宜采用漏泄同轴电缆进行场强覆盖。在车站站厅层、出入口通道、办公区、设备机房、地面及高架车站站台层、换乘通道等区域一般宜采用天线的方式进行场强覆盖。在车辆基地采用架设室外天线的方式进行场强覆盖。

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

19.3.9 无线通信系统车载台应防撞击、耐震动，并应在司机室进行合理布置，减少由牵引/制动设备及其他车载设备引起的电磁干扰。

19.3.10 无线调度台通话组设置可上线资源数量应不少于开通时需求，并有适当预留，以便于管理。

19.3.11 移动终端应能在换乘站范围实现通话。

19.4 公务电话系统

19.4.1 公务电话系统应提供城市轨道交通工作人员之间的内部通话以及城市轨道交通工作人员与外部的公务通信。

19.4.2 公务电话系统应由公务电话交换设备（或交换平台）、自动电话及其附属设备组成。公务电话交换设备宜设置在负荷集中、便于管理的地点。公务电话交换设备间可通过数字中继线或 IP 网络相连。

19.4.3 城市轨道交通公务电话交换网络应统一规划、分期实施，宜结合线网指挥中心、线路控制中心的设置情况对线网公务交换中心进行统一规划。

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

19.4.5 公务电话系统应具备下列功能，并宜设置计费管理系统：

- a) 基本电话业务：
 - 1) 轨道交通网络内部呼叫；

- 2) 对市话的呼入、呼出;
- 3) 国内、国际长途人工/自动呼入、呼出;
- 4) 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”上;
- 5) 服务功能,包括热线服务、延时热线服务、呼叫限制、转移呼叫、遇忙回叫、无应答转移、呼叫等待、缩位拨号、用户会议电话、免打扰服务、追查恶意呼叫、语音信箱等。
- b) 计费功能,包括对网内用户进行计费,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计费;
- c) 通信记录查询功能,包括轨道交通内部呼叫,对市话的呼入、呼出,国内、国际长途人工/自动呼入、呼出;
- d) 系统具有识别用户数据的能力,能提供用户传真、视频会议等非话业务,并能保证这类业务的接续不被其他呼叫插入或中断;
- e) 系统具有数字用户接口;
- f) 系统具有多方会议电话能力;
- g) 具有与中心时间同步的功能;
- h) 系统具有集中维护和管理功能。

19.4.6 公务电话交换设备的近期容量应根据管理模式、机构设置、定员配置、有关的基础数据及通信业务等因素确定,并应为发展预留容量。

19.4.7 公务电话交换机至所管辖范围内的地区用户线传输衰耗不应大于 7dB。

19.4.8 系统宜具备与 2B+D、30B+D、H.323、SIP 等互通的功能;当实现多媒体、信息业务通信时,宜支持通过 API 提供的第三方业务应用的开发。

19.4.9 公务电话系统宜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。

19.4.10 公务电话应采用统一用户编号,在交换网中宜采用下列方式:

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

19.5 专用电话系统

19.5.1 专用电话系统应为控制中心调度员、车站、车辆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。

19.5.2 专用电话系统应包括调度电话、站间行车电话、车站及车辆基地专用直通电话、区间电话。

19.5.3 专用电话系统应由中心交换设备、车站(车辆基地)交换设备、终端设备、录音装置及网管设备等组成。专用电话系统可采用主备冗余的双中心交换设备进行组网。

19.5.4 调度电话应为控制中心调度员与各车站(车辆基地)值班员,以及与办理行车业务直接有关的工作人员提供调度通信,主要应包括行车、电力、防灾环控等调度电话组。

19.5.5 控制中心调度大厅内应设置总调度台、行车调度台、电力调度台、防灾环控调度台等，并在以下位置设置相关调度电话分机：

- a) 车站车控室、车辆基地信号楼运转室、车场调度室和车库派班室应设置行车调度电话分机；
- b) 各主变电所、牵引变电所、降压变电所、跟随变电所的控制（值班）室应设置电力调度分机；
- c) 车站车控室、车辆基地的消防控制（值班）室应设置防灾环控调度分机。

19.5.6 调度电话应符合下列要求：

- a) 各调度台之间、调度台与各调度电话分机的直接通话；
- b) 调度台应能对调度电话分机进行选呼、组呼、全呼，任何情况下均不应发生阻塞；
- c) 调度电话分机可对调度台进行一般呼叫和紧急呼叫；
- d) 调度电话分机呼叫调度台时，调度台应能按顺序显示呼叫分机号码及用户名，并具有回叫功能，调度台应能区分一般呼叫和紧急呼叫，应具备强插/强拆功能并可显示用户闲忙状态；
- e) 调度台具有召集固定成员电话会议和实时召集不同成员临时电话会议的能力；
- f) 拨出、已接、未接的调度电话均应具备记录和可查询功能。

19.5.7 线路控制中心各线总调度员与线网指挥中心指挥调度员之间应设置具有热线功能的调度电话系统。

19.5.8 站间行车电话应提供相邻车站值班员间办理有关行车业务联系。站间行车电话终端应设在车站值班员所在的处所，并宜在车站值班台上实现。

19.5.9 车站专用直通电话应提供车站值班员或站长与乘客服务中心、票务室、变电所控制（值班）室、等本站内运营业务有关人员之间的通话联系。车辆基地专用直通电话可根据作业性质设置行车指挥电话、乘务运转电话、段内调度指挥电话、车辆检修电话等。

19.5.10 在各车站站台两侧、垂直电梯外等宜设置与车站值班员直通的紧急电话或乘客求助电话，并宜提供开关量输出信号与视频监视系统联动。

19.5.11 城市轨道交通通信系统可根据运营需求设置区间电话，供司机和区间维修人员与邻站值班员及相关部门进行联系。

19.5.12 在控制中心、各车站、车辆基地应设置集中录音系统设备，实现对专用电话调度台、值班台的通话录音，并应将无线通信、公务电话、广播系统的录音功能统一纳入。集中录音设备应进行联网，实现控制中心的远程录音查询播放及网管功能。各站点集中录音设备应采用双机热备方式。

19.5.13 换乘站不同线路间值班员应实现专用直通电话功能。

19.6 视频监视系统

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

19.6.2 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、图像存储及视频信号传输等设备组成。

19.6.3 视频监视系统宜按运营需求分为线网中心级、线路中心级和车站级三级监视，并应符合下列规定：

- a) 线网中心级监视：应能调看线网内任意线路内规定数量的摄像机图像，并应切换至相应的监视终端上；
- b) 线路中心级监视：应在控制中心行车调度员、电力调度员、防灾环控调度员等处所设置控制、监视装置。各调度员应能任意地选择本线摄像机的图像，并应切换至相应的监视终端上；
- c) 车站级监视：应在车站行车值班员、防灾环控值班员等处所设置控制、监视装置。车站值班员应能任意地选择本车站中任一组或任一个摄像机的图像，并应切换至相应的监视终端；司机可利用站台或驾驶室内的监视终端监视乘客上下车。

19.6.4 车站摄像机应实现对变电设备用房、自动/人工售票处、检票口、乘客集散厅、上下行站台、垂直电梯、自动扶梯、票务室、车站控制室、换乘通道、安检区域、设备区走廊入口、紧急疏散通道入口、隧道洞口、区间风井入口及其他重要场所的监视。换乘站的共用站台、共用站厅及共用换乘通道的摄像机设备应共享，并应满足换乘线路各自的接入需求。摄像机的安装位置应方便维护。

19.6.5 视频监视系统应进行 24h 不间断图像记录，涉及公共安全的视频记录时间应不少于 90 天，其他视频记录时间应不少于 30 天。在与公安视频监视系统合并设置时，还应满足公安部门对视频记录时间的需求。应具备存储图像回放功能。

19.6.6 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。室外摄像机应设防护标准不低于 IP66 的全天候防护罩，并应适应最低 0.21lx 的照度；室内摄像机应适应最低 11lx 的照度或应急照度要求。

19.6.7 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。

19.6.8 图像数字化编解码技术应采用标准通用的数字编码格式，新建线路应采用不低于 1080P 的全高清视频制式。系统的信息传输、交换、控制应满足《安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》GB/T 28181 的要求。

19.6.9 设有综合监控系统时，控制中心各调度员和车站各值班员的视频监视控制宜通过综合监控工作站实现。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。

19.6.10 视频监控系统的图像质量不应低于《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB 50198 的相关要求，回放图像质量不应低于《视频安防监控数字录像设备》GB 20815 规定的 A 级。

19.6.11 前端摄像机的设置不应与乘客导向指示牌等各类设备相互影响，且应实现在事故照明条件下的摄像功能。

19.6.12 视频监视系统图像信息应包括站名、区域名、日期和时间等内容，并应在监视器上显示。

19.6.13 换乘站的不同线路间应具有相互调看相关图像的功能。

19.6.14 列车视频监视设备应由车辆配套设置。列车视频监视图像应能实时传送至控制中心。

19.6.15 视频监视系统线网中心级监视功能应通过视频监视系统与线网指挥中心接口实现，视频监视系统应满足线网指挥中心对视频监视系统的相关要求。

19.6.16 视频监视系统可与公安视频系统合并建设，视频的技术要求和功能需求应符合本标准第 19.12 节的有关规定。

19.7 广播系统

19.7.1 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及安全、向导、防灾等服务信息，并应向工作人员发布作业命令和通知，发生灾害时可兼作救灾广播。

19.7.2 广播系统应由正线运营广播系统、车辆基地广播系统、列车广播系统组成。

19.7.3 正线运营广播系统在控制中心和车站均应设置行车和防灾广播控制台。控制中心广播控制台可对全线进行全选、单选、选路广播。车站广播控制台可对本站管区进行全区、选区广播，并能对任一广播区进行监听。

19.7.4 正线运营广播系统行车和防灾广播的区域应统一设置。广播系统用户应设置不同的优先权顺序，防灾广播应优先于行车广播。

19.7.5 设有综合监控系统时，控制中心和车站的行车和防灾广播控制宜通过综合监控工作站实现。广播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。

19.7.6 列车进站时车站可自动广播乘客导乘信息，列车进站信息宜由信号系统或综合监控系统提供。

19.7.7 正线运营广播系统在车站站台宜设置供客运服务人员随时加入本站广播系统作定向广播的装置。

19.7.8 正线运营广播系统的负荷区宜按站台层上行、站台层下行、站厅层、出入口通道、办公及设备区、换乘通道等进行划分。在上行站台和下行站台等环境嘈杂区域应设置噪声探测器并自动控制音量；负荷区各点的声场均匀度及混响指标应保证广播声音清晰、稳定，各项电声性能指标应符合 GB50526 要求。

19.7.9 换乘车站共用换乘区域及换乘通道的广播扬声器设备应共享，且换乘车站各线广播系统之间应互联互通。

19.7.10 车辆基地广播系统应能提供车辆基地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。车辆基地广播系统应纳入正线运营广播系统统一网管。

19.7.11 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。

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

19.7.13 列车广播设备应由车辆配套设置。列车广播设备应兼有自动和人工播音方式，同时可接受控制中心调度员通过专用无线通信系统对运行列车中乘客的语音广播。

19.8 时钟系统

19.8.1 时钟系统应为城市轨道交通运营提供统一的标准时间信息，并应与其他各系统提供统一的时间信号。

19.8.2 城市轨道交通宜建立线网统一的时间同步系统，系统宜由线网层、线路层两层组成。

a) 线网层时钟系统由线网级中心母钟构成，统一向各线路提供时间信号；

- b) 线路层时钟系统采用控制中心、车站(车辆基地)两级组网方式。由控制中心母钟(一级母钟)、车站和车辆基地母钟(二级母钟)、时间显示单元(子钟)组成;
- c) 线网级中心母钟与线路级一级母钟间可采用 RS422 或 NTP 协议进行时间同步。

19.8.3 城市轨道交通线网指挥中心应设置线网级中心母钟, 中心母钟应设置全球卫星定位系统(GPS)和北斗卫星定位系统(BDS)双模接收装置。中心母钟应定时向一级母钟发送时间编码用以校时。

19.8.4 控制中心应设置一级母钟, 应能接收线网级中心母钟提供的标准时间信号, 也可接收全球卫星定位系统及北斗卫星定位系统的标准时间信号。一级母钟的设置宜满足同一区域控制中心管辖的多条线路的共享。一级母钟应定时向二级母钟定时发送时间编码用以校时。

19.8.5 车站、车辆基地应设置二级母钟, 二级母钟产生的时间信号应能提供给本站/车辆基地的子钟。

19.8.6 子钟应设置在控制中心、车站、车辆基地与行车、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、车站控制室、交接班室、变电所控制(值班)室、车辆基地的信号楼运转室、车库派班室、车场调度室、车库等处。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, 应由乘客信息系统显示终端的时钟显示替代子钟功能。

19.8.7 线网级中心母钟应能监测一级母钟的运行状态, 在线网中心母钟故障或传输通道中断时, 一级母钟应能正常工作; 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。

19.8.8 线网级中心母钟自走时精度应在 10^{-7} 以上, 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。

19.8.9 线网级中心母钟、一级母钟、二级母钟应配置数字式及指针式多路输出接口, 线网级中心母钟和一级母钟应配置数据接口, 用于向其他系统提供定时信号。

19.9 办公自动化系统

19.9.1 办公自动化系统应为城市轨道交通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。

19.9.2 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。

19.9.3 办公自动化系统可在线网指挥中心、各线路控制中心、车站、车辆基地、主变电所等处设置数据网络设备, 在与城市轨道交通运营相关的办公场所应设置用户终端设备。

19.9.4 办公自动化系统应统一接入信息中心(数据中心), 并应满足信息中心对办公自动化系统接入的相关要求。

19.9.5 办公自动化系统的网络建设, 宜根据数据流向和业务分布分层设置, 包括核心层、汇聚层和接入层。

19.9.6 办公自动化系统宜利用传输系统作为主干传输网络, 也可利用通信干线光缆纤芯自行构建

主干传输网络，用户终端设备宜通过综合布线系统接入网络设备。设备运行所需的 IP 地址资源，应按城市轨道交通办公自动化系统规划的相关规定统一配给。

19.9.7 办公自动化系统应设置完善的网络安全措施，并应符合城市轨道交通办公自动化系统规划中网络安全规划的相应规定。系统应具有完备的权限管理功能和设备管理功能。

19.10 电源系统及接地

19.10.1 通信电源系统可按独立的电源设备设置，也可在满足《地铁设计规范》GB 50157 第 15.1.7 条要求的前提下，纳入综合电源系统。

19.10.2 通信电源系统应保证对通信设备不间断、无瞬变地供电。通信电源系统设备应满足通信系统设备对电源的要求。通信电源系统应具有集中监控管理功能。

19.10.3 通信设备应按一级负荷供电。

19.10.4 交流供电的通信设备，应采用交流不间断电源方式集中供电。直流供电的通信设备宜采用 -48V 高频开关电源方式集中供电。

19.10.5 通信电源设备容量配置应符合下列要求：

- a) 交流、直流配电设备的容量应按远期负荷配置；
- b) 不间断电源、高频开关电源的容量应按近期负荷配置；
- c) 蓄电池组的容量应按近期负荷配置，并应能保证在两路交流进线电源全失电时，后备电源为通信设备供电时间不小于 2 h；
- d) 直流供电设备蓄电池宜设置两组并联，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。

19.10.6 电源设备宜根据设备的设置位置和重要性进行冗余配置。

19.10.7 采用综合电源供电时，综合电源系统可纳入通信系统建设，也可纳入其他系统建设。纳入通信系统建设时，综合电源系统应满足各系统后备供电时间要求，同时设置智能交流输出配电屏，在两路交流进线电源全失电时，由蓄电池向各弱电系统提供后备电源，并根据各个系统所需后备供电时间的不同，实现分时供电。

19.10.8 交流和直流配电设备当具有两路输入需进行切换时，应具有人工和自动倒换功能；蓄电池应免维护、无有毒气体析出。

19.10.9 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。

19.10.10 城市轨道交通车站、控制中心与车辆基地宜采用综合接地方式；车辆基地内未设综合接地系统或局部未设时，通信设备也可采用分散接地方式。

19.10.11 应在通信机房内设地线盘，采用铜质母排及端子，室外综合接地电阻不应大于 1Ω。

19.11 集中告警系统

19.11.1 专用通信系统宜设置集中告警系统，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。

19.11.2 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。

19.11.3 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。

19.11.4 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,并应进行记录和告警。

19.12 公安通信系统

19.12.1 公安通信系统应根据城市轨道交通公安管理部门的需求进行设置,公安通信系统宜由公安数据网络、公安有线电话系统、公安/消防无线通信引入系统、公安视频监视系统、公安电源系统等组成。

19.12.2 公安数据网络应能满足城市轨道交通公安分局、城市轨道交通派出所及车站警务站间的 IP 数据、IP 语音、公安无线通信中继、公安视频监视、不间断电源网管以及其他公安通信等信息的数据传输需求,并可接入城市公安数据网络。

19.12.3 公安数据网络宜采用 IP 数据网络,宜在城市轨道交通公安分局、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。

19.12.4 公安数据网络所需的光纤宜单独敷设,各线路至城市轨道交通公安分局的光缆径路应统一规划统一预留。公安光缆应采用 G.652 单模光纤,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。

19.12.5 公安有线电话系统是城市轨道交通公安各管理部门之间以及与市公安各管理部门之间提供公务联络的专用工具,电话交换设备应设在城市轨道交通公安分局,在派出所、警务站设置公安电话。公安有线电话系统宜采用 VoIP 方式实现。

19.12.6 公安/消防无线通信引入系统是公安、消防无线通信系统在轨道交通范围内的延伸,其设备制式应与公安、消防地面既有系统保持一致。

19.12.7 公安/消防无线通信引入系统为城市轨道交通公安分局指挥中心调度员、派出所指挥中心值班员、车站值班民警、巡逻民警之间建立通信手段,在应急救援时还应为城市轨道交通内消防官兵间以及消防指挥与城市轨道交通内的消防官兵间建立通信手段。

19.12.8 公安/消防无线通信引入系统应覆盖城市轨道交通范围内地下车站及隧道空间,高架车站及高架区间应根据场强测试情况确定是否由城市轨道交通建设无线覆盖。

19.12.9 公安/消防无线通信引入系统在站厅层、出入口及换乘通道的无线信号宜采用天线覆盖方式;区间和地下站台宜采用漏泄同轴电缆覆盖方式;地面及高架站站台可采用天线覆盖方式。

19.12.10 公安/消防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。具体频点应由公安及消防有关部门指定。

19.12.11 公安/消防 350MHz 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。

19.12.12 公安/消防 350MHz 集群通信系统在城市轨道交通的服务区域是以频率复用为基础的链状区域,无线调度网内通话的话音质量应达到三级标准(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%。

19.12.13 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,可在城市轨道交通公安分局、城市轨道交通派出所及车站警务站进行监视。公安视频监视系统宜与专用通信视频监视系统合设。

19.12.14 公安视频监视系统应监控车站站台、站厅、垂直电梯、自动扶梯、自动售检票、出入口通道、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。公安视频监视系统应与专用通信视频监视系统共享前端摄像机。

19.12.15 公安视频监视系统应设置图像存储设备，图像存储功能应包括：定时图像存储、报警联动图像存储、图像检索等。图像可在警务站、派出所及公安分局进行网络回放、刻录。系统应进行24h不间断图像记录，视频记录时间应不少于90天，视频记录时间还应满足公安部门对视频记录时间的其他需求。

19.12.16 公安电源系统应满足公安数据网络、公安有线电话系统、公安无线通信引入系统、公安视频监视系统等设备的供电需求。

19.12.17 公安通信电源系统应为一级负荷并设置不间断电源系统，蓄电池后备时间应不少于2h。

19.12.18 公安通信系统的接地设计应符合本标准第19.10.9条、第19.10.10条和第19.10.11条的有关规定。

19.13 民用通信引入系统

19.13.1 城市轨道交通民用通信引入系统宜由电信运营商自建，城市轨道交通应配合民用通信引入系统预留设备用房、电源及干线管线径路，应为民用通信引入系统预留站外光电缆引入到站内机房的条件，并应预留站内线缆和设备的布设条件。

19.13.2 可根据城市轨道交通运营和开发的需求，独立建设民用通信系统，包括民用传输系统、民用电源系统及便民设施通信管线。

- a) 民用传输系统应为便民设施等提供传输通道；
- b) 民用电源系统应满足民用传输系统及便民设施的供电需求；
- c) 便民设施通信管线应满足车站小商业、银行等便民设备对网络和电话的需求。

19.13.3 民用通信系统的接地设计应符合本标准第19.10.9条、第19.10.10条和第19.10.11条的有关规定。

19.14 通信用房要求

19.14.1 城市轨道交通通信设备用房，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。城市轨道交通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用房和公安通信系统设备用房。

19.14.2 通信设备用房可单独设置，也可与其他弱电系统合并设置。

19.14.3 城市轨道交通通信设备用房的位置安排，除应做到经济合理、运转安全外，尚应做到缆线引入方便、配线最短和便于维修等方面的因素。

- a) 控制中心通信设备用房应尽量靠近中央控制室和其他弱电系统设备用房，方便各设备用房之间管线敷设；
- b) 车站专用通信设备用房应尽量靠近车站控制室和其他弱电系统设备用房，方便各设备用房之间管线敷设；

- c) 民用通信设备室、公安通信设备室宜与专用通信设备用房设置在车站同一端，便于电缆通道的统筹考虑和系统间线缆的连接；
- d) 专用通信设备用房在地下线路时宜在站厅层通信设备机房的区域靠两侧隧道壁分别设置通信电缆引入间；
- e) 车站两端宜分别设置弱电井，其中一端弱电井的位置应靠近通信系统设备机房，方便弱电系统各类线缆贯通穿越站厅层、站台层和站台板下；
- f) 城市轨道交通通信设备机房不应与电力变电所相邻。

19.14.4 通信设备机房应满足以下要求：

- a) 城市轨道交通通信设备机房内的装修应满足通信设备的要求，并应做到能够防尘、防潮及防静电；
- b) 机房的净高不应小于 2.8m（不含架空地板和吊顶的高度），防静电地板垂直高度不应小于 300mm；
- c) 机房内环境温度、环境相对湿度、灰尘粒子浓度等应满足《通信建筑工程设计规范》YD5003 通信机房的要求，应满足通信设备使用的要求；
- d) 环控通风的出风口应避免冷凝水直接滴落在通信机柜的柜顶；
- e) 机房内不应有各类水管穿过和各类储水装置；
- f) 机房内不应设置变形缝；
- g) 机房地面均布荷载要求：专用通信设备室、公安通信设备室、民用通信设备室 $\geq 6\text{kN/m}^2$ ；通信电源室 $\geq 10\text{kN/m}^2$ 。

19.14.5 城市轨道交通通信设备用房的设计，应根据通信设备及布线的合理要求预留沟、槽、管、孔。进入通信设备用房的各个沟槽孔洞、竖井须采用防火封堵。

19.14.6 城市轨道交通通信其他辅助用房应按一般办公用房工艺要求设计。

19.15 通信系统防雷

19.15.1 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级别和设备安装环境进行分区分级防护。

19.15.2 光缆、电缆金属外护套从室外引入室内应做绝缘处理，光、电缆金属外护套和光缆金属加强芯均应接地。从室外引入室内的电缆芯线在室内终端时应加装相应的浪涌保护器。所有经室外敷设的电缆在设备侧和终端侧均应加装相应的浪涌保护器。

19.15.3 控制中心、地面站和高架站、车辆基地等地面以上建筑内的电缆应采取防雷电感应措施。

19.15.4 室外引入的电话电缆芯线应加装相应的浪涌保护器。

19.15.5 无线通信系统地面基站天线应采取防雷措施，地面基站天线杆和固定电台地面天线杆加装避雷针并可靠接地。地面基站天线及固定台地面天线应加装相应的浪涌保护器；在地面、高架区段和地下线路与地面、高架区段相接的隧道区间的漏缆及馈线，应加装相应的浪涌保护器。

19.15.6 高架及地面车站站台及出入口摄像机、地下站出入口摄像机、地面及高架区间摄像机、车辆基地室外摄像机、主变电所室外摄像机、高架站站台监视器的电源电缆的两侧（机房侧和摄像机侧）应分别加装相应的浪涌保护器，其视频和控制信号如不采用光缆而采用电缆直接传输时，则其

两侧（机房侧和摄像机侧）应分别加装相应的浪涌保护器。室外摄像机立杆应安装避雷针并可靠接地。

19.15.7 广播系统经由室外的广播线缆在机房侧应加装相应的浪涌保护器。

19.15.8 时钟系统经由室外的子钟信号线和电源线在机房侧和子钟侧应加装相应的浪涌保护器；时钟系统卫星接收天线馈线应加装相应的浪涌保护器。

19.15.9 通信电源设备的配电单元、设备输入输出处等均应设置相应的浪涌保护器。

19.15.10 通信系统设备的防雷除应符合本标准外，尚应符合国家现行《通信局站防雷与接地设计规范》GB 50689 和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 等标准和规范的规定。

20 信号

20.1 一般规定

20.1.1 信号系统是实现行车指挥、列车运行监控与管理所需技术措施及配套装备的集合体。信号系统应确保行车安全、提高行车效率、实现运营指挥的自动化和地铁服务的现代化。

20.1.2 信号系统应满足城市轨道交通不同行车密度和不同列车编组的运营需要。系统应采用计算机技术、网络技术、数据传输技术。设备结构及软件功能模块化，便于系统功能的扩展和升级。

20.1.3 信号系统制式的选择既要满足单一线路的运营需要，也应兼顾城市轨道交通线网规划，实现信号系统资源共享，共线运营线路的信号系统应相互兼容，必要时适应多条线路互联互通的技术要求。

20.1.4 信号列车自动控制（Automatic Train Control 简称 ATC）系统应包括下列子系统：

- a) 列车自动监控（Automatic Train Supervision 简称 ATS）子系统；
- b) 列车自动防护（Automatic Train Protection 简称 ATP）子系统；
- c) 列车自动运行（Automatic Train Operation 简称 ATO）子系统；
- d) 计算机联锁（Computer Interlocking 简称 CI）子系统。

20.1.5 双线区段宜按双方向运行设计；单线区段应按双方向运行设计。

20.1.6 信号系统应采用安全、可靠、成熟、具有较高的性能价格比，符合国产化要求，满足运用需求的技术装备。

20.1.7 信号系统可根据列车最高运行速度、旅行速度、行车密度等运营需求选择适宜的信号系统制式，宜采用基于通信的移动闭塞列车控制系统（Communication Based Train Control System 简称 CBTC）。

20.1.8 信号系统宜采用连续式地面信息采集和连续曲线速度-距离制动模式。

20.1.9 根据运营需求，封闭的运营线路可采用列车全自动运行（无人驾驶）系统。

20.1.10 信号系统应具有高可靠性和可用性，保证连续不间断的工作。凡涉及行车安全的子系统、设备或器材必须满足相应的安全完整度等级的要求，并符合故障-安全的原则，采用的安全子系统、设备应经过第三方安全认证。

20.1.11 主要行车设备的计算机系统及网络应采用有效冗余技术，系统切换不应影响系统的实时监控。

- 20.1.12** 信号系统应满足现代化维护管理的需求,各子系统应具有检测、故障诊断定位和报警功能。
- 20.1.13** 信号系统设计必须满足安全、可靠、技术先进实用和经济合理的要求。
- 20.1.14** 信号系统应能与其他管理信息系统交换信息,并满足与各机电自动化系统以及与其它衔接线路信号系统的接口要求。与其它线路联络线衔接时,两线信号系统接口应至少实现联锁功能。
- 20.1.15** 信号系统在自身系统或相关系统故障以及灾害发生时,应具有降级或后备模式。
- 20.1.16** 信号系统的设备应符合环保要求;所采用的设备、器材应满足江苏地区使用的环境条件和运用要求,并便于安装和维护。
- 20.1.17** 信号系统室外设备的安装必须满足线路设备限界的要求,设置于站台区域的设备在满足运营要求的前提下宜与车站的装修布置相协调。设于高架线路或地面线路的信号设备应与城市景观相协调。
- 20.1.18** 信号系统设备应满足在轨道交通电磁环境中可靠工作的要求,设备的电磁辐射应符合国家电磁兼容相关标准的要求;设于地面、高架线路及与地面或高架相邻的地下车站的信号系统设备必须设雷电防护装置。信号系统所使用的无线设备应遵循当地及国家无线电管理部门的相关规定。
- 20.1.19** 信号系统采用的器材、设备和技术指标,信号系统的设计、建设及运营管理,除应执行本标准外,还应符合国家标准、相关行业标准和本市现行相关标准的规定。

20.2 系统基本要求

- 20.2.1** 信号系统应满足城市轨道交通行车组织、运营管理与列车运行安全的需求。系统控制与监督能力应与线路最大通过能力相适应;对车站、车辆段(场)等的监控范围应按线路和站场所确定的建设规模设计。系统监控和管理的列车数量应根据线路最大在线列车数量计算。
- 20.2.2** ATC 系统监控和管理的容量应留有不小于 30%余量。
- 20.2.3** 新建线路车载信号设备实际配置数量,按初期配属列车数量计,根据需要可适当增加。
- 20.2.4** 列车通过能力宜根据线路最大高峰小时客流量设计,满足行车组织要求。列车出入段(场)作业不应影响正线列车的运营;运营线路折返站的折返能力应与正线列车行车密度相适应,并宜预留 10%的余量。
- 20.2.5** 信号系统应满足列车运行交路的需要,凡具备折返作业条件的车站均应考虑折返作业处理。出入车辆段(场)的列车不应影响正线列车的运行。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。
- 20.2.6** 当行车组织需要不同编组列车混跑时,信号系统应具备适应不同列车编组混跑的能力,能按不同编组信息控制相应编组的站台门开/关,并应在 ATS 工作站和控制中心综合显示屏上显示列车编组信息。
- 20.2.7** 信号系统控制方式采用中心、车站自动控制和人工控制相结合的方式,车辆段/停车场信号系统可采用人工控制方式。
- 20.2.8** 列车驾驶模式应包括:列车自动运行、列车自动防护、限制人工、非限制人工等驾驶模式。
- 20.2.9** 系统应能与通信、电力监控、乘客信息系统、防灾报警和机电及环境监控等其它专业系统接口。当配置综合监控系统时,信号系统应能与其接口或构成以行车指挥与列车运行为核心的综合自动化系统。

20.2.10 应在车辆段（场）设置车载日检设备，实现列车投入运营前的车载 ATP、ATO 设备的全功能静态检测。

20.3 子系统要求

20.3.1 ATS 子系统应满足以下要求：

- a) 同一 ATS 可实时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。系统应充分考虑监控范围和功能等的可扩展性、兼容性；
- b) 运营线路上的车站应纳入 ATS 监控范围，涉及行车安全的应急直接控制应由车站办理。车辆段（场）应纳入系统监控范围，停车场可部分或全部纳入系统的监控范围；
- c) 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必要的手续后，可实现车站控制和中心控制转换；在紧急情况下，车站值班员也可强行办理站控作业。站控与中心控转换过程中，不应影响列车运行；
- d) ATS 应从通信时钟获取标准时钟信号；
- e) ATS 的计算机及网络设备须采用主流产品，其通信规程应符合国家或国际有关标准；
- f) ATS 中所有计算机均应保证每天 24 小时连续工作。系统应具有良好的实时控制性能，系统正常运行时硬盘空间和内存空间不应少于 50%的空闲，其中 ATS 服务器内存占用率最大不超过 30%；
- g) 服务器操作系统应采用稳定、安全、可靠、不易受到外界攻击的系统，系统不宜频繁升级，并应具有一定的兼容性；
- h) 对安全相关的功能和因误操作可能对运营导致不利影响的功能，ATS 系统应提供操作控制的确认。

20.3.2 ATP 子系统应满足以下要求：

- a) ATP 系统应至少在正线、辅助线范围内，实现列车运行的安全防护；
- b) ATP 车载设备和轨旁设备须符合故障-安全的原则，主体逻辑计算机应采用二乘二取二、三取二的安全冗余结构或具备安全算法体系的双机热备系统；
- c) ATP 系统应采用连续式控制方式，采用一次速度-制动距离控制模式，并宜采用计轴设备作为辅助的列车位置检测设备；
- d) ATP 传输通道应热备冗余，传输通道切换时不应影响 ATP 子系统的正常工作；
- e) ATP 地面设备向 ATP 车载设备传送的允许速度指令或线路状态、目标速度、目标距离等信息，应满足 ATP 车载设备控制方式和控制精度的需要；
- f) 闭塞分区的划分或列车运行安全间隔，应通过列车运行模拟确定。在安全防护地点的外方应设安全防护距离或防护区段，安全防护距离应通过计算确定；
- g) 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；在车辆电器的接口应有隔离措施；
- h) 在两端司机室内均应装设速度显示、报警装置和必要的切换装置。速度显示至少应包括列车运行最大允许速度、实际速度、目标速度等内容；

- i) 列车实际车速的表示应由 ATP 的车载设备驱动。采用车轮转速测定列车速度时, 应具有轮径磨损补偿的功能, 也可有车轮空转打滑的检测能力;
- j) ATP 车上设备应具有必要的显示、音响报警和故障记录装置, 并应具有必要的自检测能力, 车载信号设备的日检宜通过自检完成。

20.3.3 ATO 子系统应满足以下要求:

- a) ATO 应在 ATP 的安全防护下, 实施列车的自动驾驶, 并可根据 ATS 的指令, 实现列车运行的自动调整;
- b) 列车区间正常停车后, 在允许信号的条件下列车自动启动。车站发车时, 列车启动由司机控制;
- c) 列车启动、区间运行和停车控制过程应满足舒适度、快捷性和节能的要求;
- d) 定点停车精度应满足表 61 所规定的指标要求;
- e) ATO 发生故障时, 应能转为 ATP 模式;
- f) 列车运行状态和车载设备故障信息应能传送至中央 ATS;
- g) ATO 应满足列车运行调整和节能的要求。

20.3.4 联锁子系统应满足以下要求:

- a) 联锁必须满足故障-安全原则。联锁计算机应采用二乘二取二、三取二的安全冗余结构系统;
- b) 确保进路上道岔、信号机和区段的联锁, 联锁条件不符时, 禁止进路开通。敌对进路必须相互照查, 不得同时开通;
- c) 装设引导信号的信号机因故不能开放时, 应通过引导信号实现列车的引导作业;
- d) 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。根据需要联锁设备可实现车站有关进路、端站折返进路的自动排列;
- e) 所有进路应具有侧面防护功能, 并根据需要设置防护进路, 已建立的防护进路, 必须在具备列车停稳条件后, 或在一定条件下经延时后方可自动解锁;
- f) 进路解锁宜采用分段解锁方式。锁闭的进路应能随列车运行自动解锁、人工办理取消进路和限时解锁并应防止错误解锁。限时解锁时间应确保行车安全;
- g) 联锁道岔应能单独操纵和进路选动。影响行车效率的联动道岔宜采用同时启动方式;
- h) 车站站台及车站控制室应设站台紧急关闭按钮。站台紧急关闭按钮电路应符合故障-安全原则;
- i) 联锁设备的操纵宜采用显示器加键盘鼠标。联锁工作站上应设有意义明确的各种表示, 用以监督线路及道岔区段占用、进路锁闭及开通、信号开放和挤岔、中心控和站控等;
- j) 车站联锁主要控制项目应包括: 列车进路、引导进路、进路的解锁和取消、信号机关闭和开放、道岔操纵及锁闭、站台紧急关闭和取消;
- k) ATC 系统控制区域内的道岔宜采用交流动力型转辙机, 车辆段等其它线路可采用直流转辙机。
- l) 计算机联锁应提供相应的测试接口。

20.3.5 车地通信系统应满足以下要求:

- a) 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。
- b) 基于无线通信方式的车地通信系统尚应符合下列要求:
 - 5) 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;

- 6) 车地通信系统应保证列车高速移动时的漫游切换, 不应影响列车控制的连续性;
 - 7) 车地无线通信系统应采用冗余场强覆盖设计; 当一套网络故障时, 应确保信号系统车地信息传输的连续性;
 - 8) 信号系统应确保车地传输信息的安全, 并应具备网络加密、认证、识别和防火墙等信息的安全防护功能;
 - 9) 信号系统的车地无线通信应与其他系统、其他相关线路所用无线通信统一规划无线频点;
 - 10) 车地无线通信设备的安装设计和测试应便于运营维护和检修。
- c) 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不应影响工务维护, 不应影响乘客的紧急疏散;
 - 2) 系统应能实现电缆环线完整性监测和断线报警功能, 并提供相应的安全防护措施。

20.3.6 列车全自动运行系统应满足以下要求:

- a) 采用全自动无人驾驶时, 正线、车辆段(场)宜采用一致的系统和配置, 由 ATC 统一调度、控制, 实现全线路无人驾驶;
- b) 系统应具备控制列车休眠和唤醒功能, 自动控制车辆设备的关闭与开启;
- c) 应能由控制中心取消或赋予线路或列车的全自动运行模式。全自动运行时, 地面应具备对指定列车、全线列车紧急制动的能力;
- d) 当列车未达到站台停站精度时, 在安全区域内应能自动启动列车前进或后退, 直到列车在规定位置停车;
- e) 应设置轨行区分段作业防护按钮;
- f) ATC 宜冗余热备, 单套 ATC 故障不影响列车正常运行;
- g) 应具备紧急运行模式, 当 ATC 故障时, 由控制中心启动紧急运行模式, 由 ATP 驾驶列车驶入前方车站;
- h) 车门能由 ATC 自动开关外, 也能由地面设备人工开启、关闭;
- i) 系统应具备车门与站台门对位隔离功能;
- j) 系统应收集车辆运行的关键信息, 根据行车指挥的需要, 集成在 ATC 人机界面中;
- k) 停车列检库的库门宜采用电动门, 启闭应与无人驾驶信号系统联锁, 具有确认通行、故障反馈、禁止列车通行等功能; 停车列检库前横向道路宜采用电动伸缩隔断门, 启闭应与无人驾驶信号系统联锁, 具有确认通行、禁止通行、故障反馈、终止通行等功能。

20.4 系统功能要求

20.4.1 ATC 子系统的主要功能

- a) 实现列车自动识别、自动追踪、车次号显示、进路自动控制或人工控制;
- b) 实现列车运行自动调整, 包括运行等级的选择和扣车、跳停功能;
- c) 设置区间临时限速功能;
- d) 列车运行图或时刻表的编制与管理, 描绘列车计划和实际运行图;
- e) 列车运行监视及系统设备状态的自动监视、监测和报警, 事件及故障记录;

- f) 系统故障时,维护人员应能看到具体的错误信息,并应显示相关的维护引导指令。系统维护应包括用户权限的管理、系统的远程诊断功能、系统的网络管理、服务器切换等;
- g) 实现车辆基地内列车运行监视、进出段/场列车信号机状态的监视,实现控制中心、相关站、段(场)交换列车运行、车辆运用等信息;
- h) 系统具有系统调试模拟功能,并通过列车运行模拟或实际列车运行监视及操作的动态模拟对调度员进行培训;
- i) 列车运行统计、报表的生成;实现各种状态信息、数据和操作信息的记录及回放,数据保留不应小于一个月;
- j) 行车调度人员身份识别及记录管理功能,防止非法登录操作;
- k) 与通信系统、SCADA 系统、BAS 系统、FAS 系统交换信息,或与综合监控交换信息;
- l) ATS 应能在多台调度员工作站间对信号控制区域进行动态划分。

20.4.2 ATP 子系统的主要功能:

- a) 自动检测列车位置,实现列车间隔控制;
- b) 监督列车运行速度,实现列车超速防护控制;
- c) 通过地面设备向车载 ATP 设备传送列车安全运行控制所需信息;
- d) 防止列车误退行等非预期的移动;
- e) 为列车车门、车站站台门的开闭提供安全监控信息;
- f) 实现列车自动折返的监督;
- g) 任何地对车连续通信中断、列车的非预期退行、列车超速、车载设备重要故障等应产生报警及安全性制动(如常有制动或紧急制动);
- h) 实现与 ATS、ATO、CI 子系统的接口及信息交换。通过司机人工或自动实现列车驾驶模式转换,实现与车辆的接口及信息交换;
- i) 列车运行状态、设备状态、驾驶模式等信息的显示及记录,具有自检和自诊断的能力。

20.4.3 ATO 子系统的主要功能:

- a) 根据 ATS 区间运行时分的要求,完成列车区间运行自动控制(包括区间停车后再启动),完成列车的加速、巡航、惰行和制动的控制,确保列车达到设计运行间隔和旅行速度;
- b) 车站站台定点停车控制;
- c) 实现列车车站通过控制;
- d) 实现有司机或无司机监督下的折返作业控制;
- e) 车门开、关控制;
- f) 列车到达停稳、停准后,控制站台门打开;
- g) 根据不同的条件选择最佳运行工况,确保列车按运行图运行;达到列车运行的自动调整和节能的控制;
- h) 实现与 ATS、ATP 子系统的接口及信息交换。

20.4.4 联锁子系统的主要功能:

- a) 实现进路上的道岔、信号机和轨道区段的联锁功能,保证联锁关系正确;
- b) 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自动折返进路;

- c) 道岔具有进路操纵及锁闭，也能单独操纵、单独锁闭；
- d) 具有进路式开放引导信号的功能；
- e) 根据需要应能实现自动站间或进路闭塞行车方式；
- f) 实现车辆段对试车线的联锁（非进路调车）功能；
- g) 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、区间运行方向以及其它相关信息；
- h) 可根据运营要求完成与车辆基地以及其它线路的接口功能，完成必要的逻辑判断以对其接口对象进行正确的控制和监督；
- i) 车辆段（场）计算机联锁应与 ATS 分机接口，交换各种所需信息。

20.5 系统构成要求

20.5.1 信号系统按地域划分为控制中心、正线车站及轨旁、车辆段（场）及试车线、车载部分、维修及培训中心五部分。

20.5.2 控制中心应包括：计算机系统、调度员工作站和调度长工作站、运行图工作站、培训/模拟工作站、绘图仪和打印机、维护工作站和电源等设备；调度员工作站的数量，根据在线列车对数、线路长度和车站数量等因素合理配置。

20.5.3 正线车站及轨旁子系统宜分为设备集中站和非设备集中站。设备集中站包括 ATS 车站分机、联锁设备、现地控制工作站、维护工作站、ATP/ATO 地面、车地通信等系统设备；非设备集中站应设置必要的 ATS 本地工作站。各车站设置发车计时器、站台紧急关闭按钮等设备。室外设备包括道岔转辙机、信号机、列车位置检测设备、车地通信设备等。

20.5.4 列车的头、尾车宜分设车载 ATP/ATO 设备，包括主机柜、ATP/ATO 操作和显示单元、测速脉冲发生器、雷达、加速度计及车地通信天线等。

20.5.5 车辆段及停车场子系统应满足下列要求：

- a) 车辆段（场）设置 ATS 车站分机、联锁设备、操作工作站、维护工作站、进出段（场）信号机和调车信号机、道岔转辙设备、列车位置检测设备、车地通信设备、电源等设备；
- b) 车辆段试车线地面信号设备的配置，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，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。

20.5.6 维护及培训子系统应满足下列要求：

- a) 信号设备维护系统应设置维修网络系统，包括维护总机、正线维护工作站、控制中心维护工作站、车辆段（场）维护工作站等。
- b) ATC 系统培训设备可包括车站 ATS 分机、轨旁 ATP/ATO 及其室内外车地通信配套设备、联锁及其必要的室内外配套设备、车载 ATP/ATO 主机及其操作和显示单元、测速脉冲发生器、各种天线、电源等配套设备。

20.6 系统性能要求

20.6.1 信号系统的可靠性、可用性、可维护性应符合表 61 的规定。

20.6.2 信号系统的所有安全关键系统和安全相关系统的设计、开发、制造、调试和维护的全寿命周期安全保证体系，须满足欧洲 EN50126/EN50128/EN50129 系列标准，并根据这些标准的要求，进行独立的安全评估，并具有独立安全认证机构出具的安全评估报告和安全认证证书。

20.6.3 信号系统中涉及安全的设备的安全完整性等级(SIL)应达到 4 级，各子系统要求应符合表 60 的规定。

表 60 子系统的安全完整性等级

子系统	安全完整性等级
列车自动监控子系统（ATS）	2 级
列车自动防护子系统（ATP）	4 级
列车自动运行子系统（ATO）	2 级
计算机联锁系统（CI）	4 级
计轴设备	4 级

20.6.4 系统主要性能指标应符合表 61 的规定。

表 61 系统主要性能指标

信号系统	可用性		≥99.98%
ATS 子系统	可靠性 MTBF		≥3.5×10 ³ h
	可维护性 MTTR		≤0.5h
	表示响应时间		≤1s
	控制响应时间		≤1s
	ATS 现场信息采集及处理周期		≤1s
	工作站及显示终端的操作响应时间		≤2s
	车站和控制中心通信传输速率		≥19.2kbps
ATP 子系统	可靠性 MTBF	车载设备	≥10 ⁵ h
		地面设备	≥10 ⁵ h
	可维护性 MTTR	车载设备	≤0.5h
		地面设备	≤0.5h
	列车占用与空闲检测的应变时间		≤3s
	车载信号设备自接收地面信息至完成处理的时间		≤0.75s
	ATP 站台停车窗		±0.5m

表 61 （续）

信号系统	可用性		≥99.98%
ATP 子系统	非期望列车紧急制动发生率		≤7.5 次/万组公里
	ATP 系统响应时间		≤2s
联锁子系统	可靠性 MTBF		≥10 ⁵
	可维护性 MTTR		≤0.5h
轨道电路	50Hz 单轨条相敏轨道电路分路灵敏度		≥0.15Ω
	数字轨道电路分路灵敏度		≥0.25Ω
	道床电阻	整体道床	2Ω.km
		碎石道床	1Ω.km

信号系统	可用性	≥99.98%
ATO 子系统	可靠性 MTBF	≥10 ⁵
	时刻表兑现率	≥99.5%
	ATO 站间实际走行时间与预定走行时间的相对误差	≤5%
	列车到达折返站能可靠实现自动折返的正确率	≥99.95%
	信号系统引起的大于 15 秒的晚点率	≤0.01%
	定点停车精度	±0.3m 的兑现率为 99.99%
		±0.5m 的兑现率为 99.9998%
记录时间	车站及轨旁、控制中心设备	≥30 天
	车载设备	≥8 天

20.7 信号设置及显示

20.7.1 正常情况下,连续式 ATP 车载设备的车内信号为行车的主体信号,连续式 ATP 车载设备故障、未装备连续式 ATP 车载设备的列车及地面连续式 ATP 设备故障情况下降级运行的列车等应按地面信号机的指示或行车规则人工驾驶运行。

20.7.2 正线信号机设置应满足下列要求:

- 信号机应设置在列车运行方向的右侧。特殊情况可设于列车运行方向的左侧或其它位置;
- 道岔区段设防护信号机,防护信号机需设引导信号;
- 根据需要,车站正向出站方向列车停车位置前方适当地点可设出站信号机,出站信号机外方若有道岔,则出站信号机兼做道岔防护信号机;
- 正线的线路终端应设阻挡信号机;
- 信号机应采用白炽灯或其它光源构成的色灯信号机。出站和道岔防护信号机采用黄、绿、红三显示机构,尽头阻挡信号机采用红色单显示机构。

20.7.3 正线信号显示应满足下列要求:

- 绿色灯光——表明进路开通道岔直向,准许列车按规定速度越过该架信号机;
- 黄色灯光——表明进路开通道岔侧向,准许列车按规定速度越过该架信号机;
- 红色灯光——不准列车越过该架信号机;
- 红色灯光+黄色灯光——表明开放引导信号,准许列车以不大于规定的速度(如 25km/h)越过该架信号机并随时准备停车。

20.7.4 车辆段/停车场信号机设置应满足下列要求:

- 车辆段/停车场设进、出段/场信号机,应根据需要设调车信号机,进、出段/场信号机,调车信号机应以禁止信号为定位;
- 车辆段/停车场信号机的设置,应根据运营要求和控制方式等确定。

20.7.5 车辆段/停车场进段信号显示应满足下列要求:

- 绿色灯光——表明已办理接车进路并锁闭,准许列车按规定速度(如 25km/h)越过该架信号

机；

- b) 红色灯光——不准列车越过该架信号机；
- c) 红色灯光+黄色灯光——表明开放引导信号，准许列车以不大于规定的速度（如 25km/h）越过该架信号机并随时准备停车。

20.8 集中监测

20.8.1 正线和车辆基地均宜设集中监测设备，并构成统一的监测网络。

20.8.2 集中监测应能与轨旁 ATP/ATO、联锁、ATS、电源设备接口，收集各子系统的运行和报警、故障信息。集中监测设备应具有良好的隔离措施，任何情况下不得影响被监测设备的正常工作。

20.8.3 集中监测宜监测下列设备的开关量和模拟量：

- a) 关键继电器状态；
- b) 计轴设备状态；
- c) 电源漏泄；
- d) 熔丝报警状态；
- e) 信号机点灯状态；
- f) 道岔位置及转辙机动作电流曲线；
- g) 轨道电路；
- h) 电缆绝缘；
- i) 设备机房环境温度。

20.8.4 集中监测应根据设备故障性质分类报警。

20.9 系统供电

20.9.1 信号系统供电负荷等级应为一级供电负荷，当交流电源电压的波动超过交流用电设备正常工作范围时，应设稳压设备。其供电品质应符合国家有关标准。

20.9.2 车载设备应由列车直流电源直接供电或经变流设备供电。

20.9.3 信号设备（除车载设备外）应由专用电源屏供电，应具有两路独立电源自动切换功能，应选用不间断电源（UPS）设备和免维护蓄电池设备，其蓄电池后备供电时间不宜小于 30min。UPS 设备可与其它专业系统设备合设。电源系统对负载应具有抗冲击电流的能力。

20.9.4 信号设备专用交、直流电源应对地绝缘，各类电源间应相互隔离。

20.9.5 输出至室外的设备供电回路应采用隔离供电方式。

20.9.6 电源屏应具有远程监测功能，或纳入集中监测网络。

20.10 接地与防雷

20.10.1 接地应符合下列要求：

- a) 应设工作地线、保护地线、屏蔽地线和防雷地线等；
- b) 信号系统地线宜接入各系统共用的综合接地系统，也可采用分设接地方式。采用综合接地系统

时，其接地电阻值不应大于 1Ω 。

- c) 车辆段（场）内若未设综合接地系统或局部未设时，信号设备可分散接地；分散接地电阻不应大于 4Ω 。
- d) 区间设备接地采用区间电缆支架 PE 线接地。
- e) 车载信号设备的地线应经车辆的接地装置接地。

20.10.2 防雷设施的设置应符合下列要求：

- a) 高架和地面线的室外信号设备及与隧道以外线连接的室内信号设备应采取防雷措施；
- b) 室外信号设备的金属箱、盒壳体应接地；
- c) 信号机房电力线引入处应单独设置电源防雷箱；
- d) 出入信号机房的电缆应采用屏蔽电缆，并在室内一端接地；
- e) 防雷元器件的选择应将雷电感应过电压抑制在被防护设备的冲击耐压水平之下；
- f) 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；
- g) 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它配线分开。其它设备不应借用防雷元器件的端子。

20.11 电缆敷设

20.11.1 地下区段电缆应采用无卤、阻燃、低烟、防腐蚀信号电缆；地面及高架区段宜采用低卤、阻燃、低烟、抗老化综合护套电缆。电缆电气性能指标应符合相关规定。

20.11.2 电缆敷设方式应符合下列要求：

- a) 地面线路电缆宜采用管道（电缆槽）防护埋设方式；
- b) 隧道内电缆宜采用托架方式挂设，托架间距不宜大于 1m ；车站内宜用隐蔽方式敷设。
- c) 高架线路电缆宜采用隐蔽方式敷设于土建预制电缆槽或电缆托架内，电缆槽应具有排水措施。
- d) 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，平行敷设时其间距宜大于 0.5m 。

20.11.3 电缆芯数或芯对应有备用量。其中普通信号电缆的备用芯数应符合下列要求：

- a) 9 芯以下电缆备用 1 芯；
- b) 12 芯~21 芯电缆备用 2 芯；
- c) 24 芯~30 芯电缆备用 3 芯；
- d) 33 芯~48 芯电缆备用 4 芯；
- e) 52 芯~61 芯电缆备用 5 芯。

20.11.4 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。

20.11.5 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应实施防火封堵。

20.12 设备用房

20.12.1 信号系统设备用房应符合下列要求：

- a) 信号机房面积应留有适当余量；
- b) 信号机房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 的有关规定；
- c) 信号设备室内布置间距宜符合表 62 的规定。

表 62 信号设备室内布置间距

单位为米

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	≥1.2
	次走道	≥1.0
	尽端架	≥0.8
电源屏与其他机柜	—	≥1.5
电源屏与墙	—	≥1.2

21 综合监控系统

21.1 一般规定

21.1.1 综合监控系统（ISCS）是利用统一的监控层硬件平台和软件平台，实现对各被控对象的集中监控和管理功能的综合自动化监控系统。

21.1.2 综合监控系统应围绕行车指挥、电力监控、设备监控、节能管理、防灾与安全、乘客服务等目的进行设置，为安全行车和调度指挥提供应急处理方案及丰富的信息，以进一步提高城市轨道交通服务质量和行车运营管理的水平。

21.1.3 综合监控系统不仅应满足本线路工程自身运营和管理的要求，还应为远期线路及线网级系统的接入预留一定条件。延伸线路综合监控系统应该与既有开通部分线路的相兼容，满足运营部门全线统一调度指挥的需要。

21.1.4 综合监控系统应满足控制中心的行调、电调、环调、总调（值班主任）、维调和车站的值班站长、值班员等岗位的功能要求，在全自动运行线路应配置列车调度和乘客服务调度。

21.1.5 综合监控系统采用分层分布式体系结构，线路级采用两级管理、三级控制运行方式，系统应能全天候运行；当建设线网级系统时应按照三级管理、三级控制构建系统。

21.1.6 综合监控系统宜向各集成系统开放网络资源，并确保实现相关系统具有全线逻辑上独立的传输通道。

21.1.7 综合监控系统宜采用模块化开放式架构设计，并应在换乘站预留一定的扩展条件，满足邻线数据交换和相关联动控制的要求。综合监控系统具备与上级控制指挥中心接口的条件。

21.1.8 综合监控系统应能采集和处理各集成系统的设备故障信息，方便维修管理，能在控制中心和维修车间实现相应的管理和维修功能。

21.1.9 综合监控系统宜选用符合国家技术标准设备，要求可靠性高、技术先进、组网简单灵活、易扩容、便于安装、维护及使用。

21.1.10 综合监控系统与各集成互联系统的接口应功能明确，接口界面清晰，减少接口配合难度。

21.1.11 综合监控系统应符合计算机信息系统安全等级保护规定。

21.1.12 综合监控系统应预留运营数据上传数据中心接口。

21.2 集成与互联

21.2.1 集成与互联范围应与线路整体技术标准相适宜，结合线路特点和接入系统特征确定最终集成与互联系统范围，并应在同期建设线路维持相同的集成与互联范围。

21.2.2 集成系统应包括但不限于以下系统：

- a) 变电所综合自动化系统（SCADA）。
- b) 环境与设备监控系统（BAS）
- c) 火灾自动报警系统（FAS）
- d) 站台门（PSD）
- e) 防淹门（FG）
- f) 周界安防系统（AF）
- g) 能源管理系统（EMS）
- h) 隧道测温系统（DTS）

21.2.3 互联系统宜包括但不限于以下系统：

- a) 信号系统（SIG）
- b) 自动售检票系统（AFC）
- c) 门禁系统（ACS）
- d) 广播系统（PA）
- e) 闭路电视监视系统（CCTV）
- f) 乘客信息系统（PIS）
- g) 车载信息系统（TIMS）
- h) 通信集中告警系统（TEL\ALARM）
- i) 时钟系统（CLK）

21.2.4 主变电站所集成的系统宜就近接入相邻车站的车站综合监控系统。

21.2.5 延伸线路综合监控系统集成互联范围应与既有开通部分的集成互联范围保持一致。

21.3 系统功能

21.3.1 通用功能主要包括以下内容：

- a) 统一的图形人机界面。
- b) 集中统一的用户注册和操作权限管理功能。
- c) 具备报警功能和报警机制，可实现报警信息进行分类、筛选、重组等功能。
- d) 历史数据记录进行分析、统计和查询等处理功能。
- e) 报表管理、生成和打印功能。
- f) 在线帮助功能。

- g) 时间同步功能。
- h) 大屏幕统一以行车、CCTV 为核心, 兼顾供电、环控、客流等信息显示功能。

21.3.2 监控功能主要包括以下内容:

a) SCADA 功能应满足以下要求:

- 1) 中央级应能对变电所设备、接触网设备运行状态和运行参数进行实时监控, 具备遥控、遥信、遥测和遥调等功能。
- 2) 站级对本站相关变电所设备、接触网设备运行状态监视, 降级工况下可实现对站级变电所设备的控制功能。

b) BAS 功能应满足以下要求:

- 1) 中央级监视各车站通风与空调系统、空调水系统、给排水系统、电扶梯、照明系统、导向标志、车站事故照明电源等系统的运行状态。监视公共区及管理设备用房的温度和湿度等环境参数。对通风空调系统设备进行时间表控制、模式控制和点动控制的功能。
- 2) 站级对本站及所辖区间的设备监控和环境参数的监视。

c) FAS 功能应满足以下要求:

- 1) 中央级综合监控系统监视全线 FAS 主要设备的主要运行状态, 火灾报警并显示具体报警部位。
- 2) 站级对本站及所辖区间的火灾报警和 DTS 报警信息进行监视。

d) PSD 功能应满足以下要求:

- 1) 中央级监视各站站台门的工作状态(包括开、关和故障等)。
- 2) 站级综合监控系统实现对本站站台门状态监视。

e) FG 功能应满足以下要求:

- 1) 中央级监视各站防淹门的工作状态(包括水位、开、关和故障等)。
- 2) 站级综合监控系统实现对本站防淹门状态监视。

f) AF 功能应满足以下要求:

- 1) 中央级监视周界报警情况。
- 2) 站级监视所辖范围内的周界报警监视。

g) DTS 功能应满足以下要求:

- 1) 中央级监视全线 DTS 温度信息。
- 2) 站级监视所辖范围内的 DTS 温度信息。

h) EMS 功能应满足以下要求:

- 1) 中央级监视全线 EMS 能量管理信息。
- 2) 站级监视所辖范围内的 EMS 能量管理信息。

i) SIG 功能应满足以下要求:

接受信号系统发送的列车实时位置信息, 实现自动广播和车站信息显示等功能。信号系统接收综合监控系统发送的牵引供电状态信息。

j) AFC 功能应满足以下要求:

- 1) 中央级监视 AFC 系统提供的客流信息和 AFC 主要设备故障信息, 可提醒调度员注意车站

的运营组织。

2) 车站可实现对 AFC 设备状态监视及联动功能。

k) ACS 功能应满足以下要求:

1) 门禁设备状态的监视, 可实现门禁的远程开门控制操作。

2) 站级综合监控系统实现对本站门禁的监控。

l) PA 功能应满足以下要求:

1) 中央级对全线广播设备运行状态、广播区的占用状态监视, 广播设备故障报警, 可以通过站选、区域及全线等进行广播控制。

2) 车站实现本站内的广播设备运行状态、广播区的占用状态监视, 广播设备故障报警, 可以通过选区进行广播控制。

3) 利用行车等相关信息进行自动广播播放, 正常、阻塞、火灾等各种工况下广播的联动控制。

m) CCTV 功能应满足以下要求:

1) 中央级对全线 CCTV 设备运行状态监视, CCTV 设备故障报警, 可以通过单站、区域及全线等进行 CCTV 控制, 画面组合控制, CCTV 画面显示。

2) 在车站实现本站 CCTV 设备运行状态监视, CCTV 设备故障报警, 可以进行画面组合控制, CCTV 画面显示。

3) 正常、阻塞、火灾等工况的 CCTV 切换的联动控制。

n) PIS 功能应满足以下要求:

1) 中央级负责实现与信号系统的联动, 如将 ATS 信息发送给 PIS 系统进行显示, 并能编辑文本发给 PIS 系统, 实现对 PIS 设备状态监视和车载视频监视。

2) 车站可对 PIS 设备状态监视及联动功能。

3) PIS 可为车辆重要信息提供数据传输通道。

o) TIMS 功能应满足以下要求:

接收和存储在线车辆上传的重要故障状态信息, 并在综合监控系统的工作站的用户界面实现状态显示、故障报警和报表统计等功能。

p) TEL\ALARM 功能应满足以下要求:

接收通信各子系统维护管理终端输出的故障报警信息, 将通信系统上传的故障信息进行汇集和存储, 并显示在综合监控系统的相关维护工作站的人机界面上。

q) CLK 功能应满足以下要求:

接收时钟系统信息完成系统同步, 并可向各相关系统提供时钟信息。

21.3.3 联动功能主要包括以下内容:

综合监控系统应实现被集成系统原有的主要功能, 并按照系统工作模式实现必要的联动功能。主要包括:

a) 正常工况下的功能应满足以下要求:

综合监控系统正常情况下的工作模式, 即综合监控系统的日常监控管理模式, OCC 监管着全线各车站、各有关系统的运作情况。

b) 紧急情况下的功能应满足以下要求:

综合监控系统紧急情况下的工作模式，即发生火灾、阻塞和突发事件等紧急情况下的信息共享、协调互动功能。

c) 故障情况下的功能应满足以下要求：

当监控设备故障，联动相关系统进行应急处理。

d) 列车全自动运行（无人驾驶）系统的综合监控系统联动功能：

根据运营需求，采用列车全自动运行（无人驾驶）系统，其联动功能应能满足全自动运行要求，并与调度管理组织相匹配。

21.3.4 后备功能主要包括以下内容：

在紧急情况下，车站值班人员可通过设置在车站控制室的紧急后备盘（IBP）实现必要的车站紧急后备控制功能。

IBP 盘宜包括以下后备控制功能：

- a) 信号系统的紧急停车、扣车和放行控制；
- b) 环控通风排烟系统的紧急控制（模式控制）和消防联动控制；
- c) 自动售检票系统的检票机解锁控制；
- d) 门禁门锁的解锁控制；
- e) 站台门系统的开门控制；
- f) 防淹门系统的关门控制；
- g) 自动扶梯停机控制；
- h) 区间水泵紧急控制；
- i) 时钟显示功能。

21.3.5 辅助系统功能主要包括以下内容：

a) 网络管理功能应满足以下要求：

应能对综合监控系统的所有网络设备进行配置、监视和控制。

b) 培训管理功能应满足以下要求：

应能实现对学员培训，模拟仿真的 ISCS 操作环境，对学员进行各种 ISCS 的培训操作，包括仿真单点的设置、遥控、组控、模式控制等功能。

c) 软件测试功能应满足以下要求：

应能在综合监控系统软件功能进行升级、修改测试时，与各相关系统的接口测试，包括仿真单点的设置、遥控、组控、模式控制等功能，应能方便运营维护人员配置软件，添加和修改监控对象。

d) 维护管理功能应满足以下要求：

应能采集、汇总和处理综合监控系统所监控的主要设备的故障信息，此类信息主要采用单体设备故障报警的方式，从而以方便车辆段各相关专业的维护管理人员的日常设备维护管理工作。

21.4 系统性能指标

21.4.1 系统可靠性、可用性、可维护性应满足以下要求：

a) $MTBF \geq 10.000$ 小时。

21.4.2 系统响应性应满足以下要求：

- a) 遥控命令在综合监控系统中的传送时间应小于 2 秒。
- b) 设备状态变化信息在综合监控系统中的传送时间应小于 2 秒。
- c) 实时数据画面在操作员工作站屏幕上整幅调出响应时间应小于 1 秒。
- d) 冗余服务器切换时间不应大于 2 秒；
- e) 网络切换时间不应大于 0.5 秒；
- f) 冗余通信处理机切换时间不应大于 1 秒。

21.4.3 设备负载要求应满足以下要求：

- a) 服务器中央处理器平均负荷率不应大于 30%；
- b) 工作站中央处理器平均负荷率不应大于 30%；
- c) 前置处理机平均负荷率不应大于 20%；
- d) 局域网的平均负荷率不应大于 20%；
- e) 系统平均动态内存占用率不应大于 30%。

21.5 系统构成

21.5.1 城市轨道交通综合监控系统的构成层次应与线网管理要求相一致。线路综合监控系统采用两级管理三级控制的分层分布式结构。两级管理分别是中央级和车站级，三级控制分别是中央级、车站级和现场级。现场级控制是指在被控对象附近的就地控制，现场级控制功能由各相关系统来完成。

21.5.2 综合监控系统主要由位于控制中心的中央级综合监控系统（CISCS）、网管系统（NMS）和软件测试平台（STP），位于车站的车站级综合监控系统（SISCS），位于车辆段\停车场的车辆段\停车场综合监控系统（DISCS）和培训管理系统（TMS）及维护管理系统（DMS）等几部分组成。

21.5.3 在控制中心、车站和车辆段\停车场各配置冗余的网络通信设备，通过综合监控系统独立组建的全线骨干网（MBN）把车站、车辆段\停车场的车站级综合监控系统与控制中心的中央级综合监控系统联接到一起，形成一个有机的整体。

21.5.4 线路综合监控系统接入线网指挥系统应满足以下要求：

线路综合监控系统将全线行车信息、牵引供电信息、客流信息、火灾报警信息、主要设备故障等重要信息进行汇总、处理后上传至线网指挥系统。

21.5.5 中央级综合监控系统（CISCS）构成应满足以下要求：

- a) 中央级综合监控系统在控制中心设置中央级局域网络，通过全线网络将各车站监控网的监控信息汇集到控制中心，并在控制中心与 SIG、AFC、ACS、PA、CCTV、PIS、RCS、TEL/ALARM、CLK 等系统进行互联。
- b) 中央级综合监控系统配置应包括以下内容：实时服务器、历史服务器、调度员工作站、中央前置处理机（FEP）、中央局域网的网络设备，网管工作站，打印机，大屏幕显示系统等。其中关键设备，如服务器、网络设备、FEP 等应采用双机热备冗余配置。

21.5.6 站级监控系统（SISCS）构成应满足以下要求：

- a) 站级综合监控系统包括各车站、车辆段/停车场（可作为一个特殊站点）等站级综合监控系统。

主变电站所集成的系统就近接入相邻车站的车站综合监控系统。

- b) 车站综合监控系统通过分布在车站范围内的站级局域网络，将车站各有关机电系统（例如 SCADA、BAS、FAS、PSD、FG 等）予以集成，并与 PA、CCTV、ACS 等系统互联。在车站控制室设置综合后备盘（IBP），实现紧急情况下的手动应急控制功能。位于车站的站级综合监控系统配置应包含以下内容：车站服务器、操作员工作站、前置处理机（FEP）、车站局域网网络设备、打印机及综合后备盘（IBP 盘）。其中关键设备，如服务器、网络设备、FEP 等应采用主备冗余配置。
- c) 车辆段、停车场综合监控系统设置服务器、操作员工作站、FEP、局域网网络设备、打印机。其中，服务器、网络设备、FEP 等应采用主备冗余配置。车辆段、停车场综合监控系统仅接入 SCADA、BAS、FAS、ACS、AF 等系统，在行车控制室设置操作员工作站。其中的关键设备，如服务器、网络设备、FEP 等应采用主备冗余配置。
- d) 独立设置的控制中心大楼 SCADA、BAS、FAS、ACS 等系统宜就近接入中央级综合监控系统。
- e) 换乘车站综合监控系统宜按照两条线路独立设置，并结合集成与互联系统设置情况确定各系统接入方式。

21.5.7 辅助系统应满足以下要求：

- a) 网络管理系统应满足以下要求：
设置网管系统，配置相应的网管服务器、网管终端等设备。
- b) 培训管理功能应满足以下要求：
设置培训管理系统，配置相应的培训服务器、学员工作站、培训教师工作站、打印机、培训系统模拟器等设备。
- c) 软件测试功能应满足以下要求：
设置软件测试平台，配置相应的测试服务器、测试工作站、打印机、测试模拟器等设备。
- d) 维护管理功能应满足以下要求：
设置维护管理系统，配置相应的交换机、服务器、磁盘阵列、工作站、报表打印机等设备。

21.6 接口要求

21.6.1 综合监控系统应提供对各种系统的信息接入机制，应以标准的、可扩展的方式通过接口进行访问。

21.6.2 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：

- a) 接口位置；
- b) 通信介质；
- c) 链路数量；
- d) 连接型式；
- e) 物理接口界面。

21.6.3 综合监控系统接口设计应包括下列内容：

- a) 接口软件通信协议；
- b) 冗余要求；

- c) 监控信息点表;
- d) 采用结构化形式组织;
- e) 电磁兼容性要求。

21.6.4 接口信息传输速率应满足专业应用功能要求。

21.6.5 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。

21.6.6 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。

21.6.7 综合监控系统与相关系统接口直接应设置必要的隔离措施。

21.7 电源、接地及防雷

21.7.1 综合监控系统设备电源负荷等级为一级负荷, 采用 UPS 电源, 在设备满载情况下 UPS 后备时间不小于 1 小时。

21.7.2 综合监控系统应对雷电感应过电压进行防护, 在高架车站、地面车站、控制中心大楼、车辆综合基地、停车场室外线缆引入处需具有雷电防护措施。

21.7.3 综合监控系统接地应满足下列要求:

- a) 采用综合接地, 接地电阻不应大于 1Ω ;
- b) 接地干线采用截面不应小于 25mm^2 的绝缘铜芯电线(电缆), 接地支线采用截面不应小于 6mm^2 的绝缘铜芯电线;
- c) 综合监控系统设备宜根据相应产品或系统的要求设置一点工作接地或浮空, 设备机柜应设置可靠的保护接地。

21.8 用房要求

21.8.1 城市轨道交通综合监控设备用房, 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; 城市轨道交通综合监控设备用房的面积应按远期容量确定。

21.8.2 综合监控设备用房可单独设置, 也可与其他弱电系统合并设置。

21.8.3 城市轨道交通综合监控设备用房的位置安排, 除应做到经济合理、运转安全外, 尚应做到缆线引入方便、配线简洁和便于维修等方面的因素。

21.8.4 控制中心综合监控设备用房应尽量靠近中央控制室和其他弱电系统设备用房, 方便各设备用房之间管线敷设;

21.8.5 车站综合监控设备用房应尽量靠近车站控制室和其他弱电系统设备用房, 方便各设备用房之间管线敷设;

21.8.6 城市轨道交通综合监控设备机房不应与电力变电所相邻。

21.8.7 综合监控设备机房应满足以下要求:

21.8.8 机房的内装修应满足设备的要求, 并应做到能够防尘、防潮及防静电;

21.8.9 机房的净高不应小于 2.8m (不含架空地板和吊顶的高度), 防静电地板净高度不应小于 400mm ;

21.8.10 机房内环境温度、环境相对湿度、灰尘粒子浓度等应满足《电子信息系统机房设计规范》C级机房的要求，应满足综合监控设备使用的要求；

21.8.11 环控通风的出风口应避免冷凝水直接滴落在机柜的柜顶；

21.8.12 机房内不应有各类水管穿过和各类储水装置；

21.8.13 城市轨道交通综合监控设备用房的设计，应根据通信设备及布线的合理要求预留沟、槽、管、孔。进入通信设备用房的各个沟槽孔洞、竖井须采用防火封堵；

21.8.14 城市轨道交通综合监控其他辅助用房应按一般办公用房工艺要求设计。

22 环境与设备监控系统

22.1 一般规定

22.1.1 环境与设备监控系统（BAS）应按线路特点和江苏省的气候环境设置，并确保系统的实用性、经济性、可靠性、扩展性和先进性。

22.1.2 地铁车站、区间隧道应设置环境与设备监控系统，控制中心大楼、车辆综合基地宜按实际需要设置。

22.1.3 全线车站及区间应按同一时间只发生一次火灾的原则设定救灾模式，换乘站也应按同一时间发生一次火灾的原则设定救灾模式。

22.1.4 环境与设备监控系统应遵循分散控制、集中管理、资源共享的基本原则。

22.1.5 当设置综合监控系统时，环境与设备监控系统应在车站级由综合监控系统集成；设备监控系统的车站级及中央级监控功能应由综合监控系统实现。

22.1.6 环境与设备监控系统应满足运营管理的需要，并应通过对设备的可监、可控、可调，满足车站环境舒适、节约能源、降低运营成本、提高管理水平的要求。

22.2 系统设置原则

22.2.1 环境与设备监控系统应与火灾自动报警系统之间应设置可靠的通信接口；火灾工况应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应优先执行相应的控制程序。

22.2.2 防烟、排烟系统与正常的通风系统合用的设备应由环境与设备监控系统统一监控。

22.2.3 换乘车站的环境与设备监控系统应根据车站换乘方式、土建及机电设备的建设时期综合考虑，按系统共享及便于运营管理原则设置相应的系统。

22.2.4 环境与设备监控系统监控对象应包括下列设备系统：

- a) 通风空调系统；
- b) 给排水系统；
- c) 应急电源（EPS）及不间断电源（UPS）；
- d) 动力照明系统；
- e) 乘客导向系统；
- f) 自动扶梯、电梯系统；
- g) 区间人防门；

h) 温度、湿度、二氧化碳浓度等环境参数。

22.2.5 车站及车辆综合基地水、燃气等能耗计量信息宜纳入环境与设备监控系统监视。

22.3 系统构成

22.3.1 环境与设备监控系统应采用分层、分布式计算机控制系统，由中央监控管理级、车站监控管理级、现场控制级及相关通信网络组成。

22.3.2 环境与设备监控系统应在车站级由综合监控系统集成，环境与设备监控系统中央级、传输通道与车站级设备应由综合监控系统设置，并应符合综合监控系统相关要求。

22.3.3 当不设置综合监控系统时，环境与设备监控系统中央级设备配置应满足以下要求：

- a) 两台冗余服务器；
- b) 两台操作工作站；
- c) 一台维护工作站；
- d) 系统电源为在线式不间断电源，后备时间不应小于 1 小时。

22.3.4 当不设置综合监控系统时，中央级系统与车站级系统间的通信传输通道应满足以下要求：

- a) 应满足中央级和车站级监控的实时性要求；
- b) 应具备减少故障波及面，单点故障不应影响网络正常通信的功能；
- c) 为环境与设备监控系统提供数据传输能力不宜低于 100Mbps。

22.3.5 当不设置综合监控系统时，环境与设备监控系统车站级设备配置应满足以下要求：

- a) 至少选用工业控制级操作工作站；
- b) 系统电源为在线式不间断电源，后备时间不应小于 1 小时；
- c) 车控室设置紧急控制综合后备盘，其操作权限高于车站级和中央级工作站，盘面应以火灾工况操作为主，操作程序应力求简便、直接。

22.3.6 环境与设备监控系统现场控制级应独立设置。

22.3.7 环境与设备监控系统应选择具备高可靠性、容错性、可维护性的工业级控制设备。

22.3.8 现场设备配置应符合下列要求：

- a) 应选用工业级可编程逻辑控制器（PLC）作为环境与设备监控系统控制设备，PLC 控制器应冗余配置，主备 PLC 应能实现自动切换；
- b) PLC 控制器应支持多任务，应至少包括循环扫描型基本任务、故障触发任务和周期型中断任务。
- c) PLC 控制器应支持故障自诊断及自恢复功能，以及提供用于模块运行监视的状态数据，并应具有远程编程功能；
- d) 系统采用可扩展、易维修的模块化结构，输入输出（I/O）模块应具有带电插拔功能及必要的隔离措施；
- e) 传感器的输出应选用标准电信号；
- f) 系统应具有抑制变频器谐波及防噪声干扰的措施。

22.3.9 控制设备的设置应符合下列要求：

- a) 冗余热备的可编程逻辑控制器宜设置在环控电控室；
- b) 现场控制箱应配置在车站设备集中处，宜设置在环控电控室、环控机房或配电间等处；
- c) 现场应配置室内外环境及机组参数检测元件。

22.3.10 系统主控制器与远程控制器或远程 I/O 模块通过冗余工业以太网或冗余现场总线连接，冗余工业以太网或冗余现场总线应具有以下功能：

- a) 实现系统的分散控制；
- b) 可连接智能化仪表；
- c) 连接远程 I/O 和控制器；
- d) 适应轨道交通现场环境及具有抗电磁干扰能力。

22.3.11 环境与设备监控系统宜在车辆综合基地设置维修系统、培训及测试开发系统；维修系统设置的维修工作站，通过综合监控系统全线传输网络划分的独立逻辑通道，可实现对 PLC 控制器及远程 I/O 模块的远程故障诊断、编程、组态维护等功能。

22.4 系统功能

22.4.1 环境与设备监控系统应具有中央和车站两级管理、三级控制的功能。

22.4.2 系统控制命令应能分别从中央工作站、车站工作站和车站紧急控制盘人工发布或由程序自动判定执行。

22.4.3 环境与设备监控系统应具有下列基本功能：

- a) 车站及区间机电设备监控功能；
- b) 执行防灾及阻塞模式功能；
- c) 车站环境监测和设备管理；
- d) 设备节能运行管理与控制功能；
- e) 系统维护；
- f) 系统用户权限管理。

22.4.4 中央级功能应符合下列规定：

- a) 显示管理：宜采用彩色动态图形方式、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、故障状态和各种工况及环境状况；
- b) 点动控制：对全线重要设备进行点动控制；
- c) 模式控制：对区间隧道通风系统、车站通风空调系统设备进行正常模式控制及事故灾害模式控制；
- d) 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；
- e) 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；
- f) 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；
- g) 设备维护管理：设备的日常保养管理和维修管理；
- h) 数据查询管理：设备的运行记录、运行时间、故障记录、维修保养记录进行查询；
- i) 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；
- j) 时钟管理：中央级综合监控系统与时钟系统进行对时，并应将正确的时间统一下达至车站级系

统及现场 PLC 控制器。

22.4.5 车站级功能应符合下列要求：

- a) 中央级系统与车站级系统的通信传输通道故障时，车站级应具备离网独立工作能力，能在车站级数据库暂存历史数据和监控信息；当全线通信网络贯通后，应能将暂存数据信息传送至中央；
- b) 应能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；
- c) 应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；
- d) 应能监测车站环境质量，对参数采样点与调控点进行巡回检测，并应将数据实时报送中心；
- e) 应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；
- f) 应具有对各种模式进行切换的功能；
- g) 应能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，环境和设备监控系统向火灾自动报警系统返回指令的执行信号；
- h) 应具有对监控设备的运行状况、运行时间进行统计的功能；
- i) 应具有对重要设备进行能耗统计分析的功能；
- j) 应具备利用能耗统计分析数据，运用现代控制技术对车站通风空调水系统、风系统进行节能控制的功能。

22.4.6 执行防灾及阻塞模式应具有下列功能：

- a) 接收车站火灾自动报警系统或手动火灾模式指令，执行车站消防联动模式；
- b) 接收列车区间停车位置、区间火灾自动报警系统信息，执行区间消防联动模式；
- c) 接收区间阻塞信息，执行阻塞联动模式；
- d) 监控车站应急照明系统；
- e) 监视各排水泵房的危险水位。

22.4.7 现场控制级应具备下列功能：

- a) 直接采集本站及管辖范围内设备的状态信息，传输给车站级，并具有就地监控功能。
- b) 执行车站控制级的指令，按不同工况模式运行。
- c) 能对单台设备进行就地控制，满足设备的现场检修调试要求。
- d) 实现状态信息的采集、信号的转换和控制信号的输出。
- e) 各相关通信接口，主要实现不同通信要求的转换，保证通信数据的实时采集和安全传输。

22.4.8 系统维护应具备下列功能：

- a) 监视全线环境与设备监控系统被控对象的运行状态，形成维护管理趋势预告等；
- b) 环境与设备监控系统软件维护、组态、运行参数设置及操作界面修改等；
- c) 环境与设备监控系统硬件设备故障判断及维护管理。

22.5 系统软件

22.5.1 系统软件应与硬件系统配置相适应，应在成熟、可靠、开放的监控系统软件平台的基础上，

按轨道交通功能需求开发应用软件。

22.5.2 系统软件应采用模块化结构，应具有良好的开放性和扩展性。

22.5.3 系统软件应符合当前计算机软件、通信、自动化等技术发展趋势。

22.5.4 软件体系应具备完整的系统维护和诊断功能及良好的人机界面。

22.5.5 系统软件应能有效支持工程分阶段现场调试过程需求，单站的调试不应影响已运行的系统运行。

22.5.6 系统软件应采用冗余、容错、自恢复等技术。

22.6 系统性能指标要求

22.6.1 系统可靠性、可用性、可维护性应满足以下要求：

MTBF $\geq$ 10,000小时；MTTR $\leq$ 0.5小时。

22.6.2 冗余热备设备的切换时间应小于 1 秒。

22.6.3 车站级控制命令下发至 BAS 系统现场 I/O 输出响应时间应小于 2 秒。

22.6.4 现场机电设备状态变化至车站监控工作站监控响应时间应小于 2 秒。

22.7 系统电源、防雷及接地

22.7.1 环境与设备监控系统电源负荷等级为一级负荷，采用 UPS 电源，在设备满载情况下 UPS 后备时间不小于 1 小时。

22.7.2 环境与设备监控系统应对雷电感应过电压进行防护，在高架车站、地面车站、控制中心大楼、车辆综合基地室外线缆引入处需具有雷电防护措施。

22.7.3 系统接地应满足下列要求：

- a) 采用综合接地，接地电阻不应大于 1 Ω ；
- b) 接地干线采用截面不应小于 25mm² 的绝缘铜芯电线(电缆)，接地支线采用截面不应小于 6mm² 的绝缘铜芯电线；
- c) 环境与设备监控系统设备宜根据相应产品或系统的要求设置一点工作接地或浮空，现场机柜（含模块箱）应设置可靠的保护接地。

22.8 系统布线

22.8.1 系统布线应对周围环境电磁干扰的影响采取措施。

22.8.2 线缆应选用无卤、低烟、阻燃电缆。

22.8.3 系统的信号线与电源线不应共用一条电缆，也不应敷设在同一根金属套管内。

22.8.4 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。

22.8.5 电源线缆及控制电缆应采用耐火型电缆。

22.8.6 模拟信号线宜屏蔽电缆，屏蔽层单端接地。

22.8.7 通讯电缆宜采用光缆、同轴或双绞屏蔽电缆，屏蔽层连续并单端接地。

22.8.8 控制电缆截面积应不小于 1.0mm²。

22.8.9 信号电缆截面积应不小于 0.75mm^2 。

22.8.10 参与消防控制的电源、控制、信号线路采用暗敷设时，应采用金属管保护；当采用明敷设时，应采用金属管或封闭式金属线槽保护，并应在金属管或封闭式金属线槽上采取防火保护措施。

23 火灾自动报警系统

23.1 一般规定

23.1.1 轨道交通车站、区间隧道、变电所、控制中心、车辆基地、停车场等重要场所应设置火灾自动报警系统（FAS）。

23.1.2 火灾自动报警系统应具备火灾的自动报警、手动报警、通信和网络信息报警，并应实现火灾救灾设备的控制和与相关系统的联动控制。

23.1.3 控制中心应兼作全线防灾指挥中心。

23.1.4 火灾自动报警系统在车站及车辆基地、停车场以子系统的形式集成于综合监控系统。

23.1.5 火灾自动报警系统应在总线回路上设置总线短路隔离器，每只总线短路隔离器保护的消防设备总数不应超过 32 点；总线穿越防火分区时，应在穿越处设置总线短路隔离器。

23.1.6 火灾自动报警设备设置在有防爆要求的场所时，设备应符合周围环境化学、机械、热等环境条件对设备的要求。

23.1.7 火灾自动报警系统的设计除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的有关规定，以及江苏省公安消防部门颁布实行的相关规定。

23.2 系统的组成与功能

23.2.1 火灾自动报警系统应由设置在控制中心的中央级监控管理系统，车站、车辆基地及停车场的车站级监控管理系统，现场级监控设备及相关通信网络等组成。

23.2.2 火灾自动报警系统的中央级监控管理系统应由操作员工作站、打印机、通信网络、不间断电源和显示屏等设备组成，并应具备下列功能：

- a) 与各车站级（车站、车辆基地、停车场等）火灾自动报警系统进行通讯联络；
- b) 接收全线火灾灾情信息，并应对全线系统实施监控管理；
- c) 发布火灾涉及有关车站消防设备的控制命令；
- d) 接收并储存全线消防报警设备主要的运行状态；
- e) 对火灾事件历史资料存档管理。

23.2.3 火灾自动报警系统的车站级监控管理系统应由火灾报警控制器、消防控制室图形显示装置、打印机、不间断电源和消防设备手动控制盘等组成，并应具备下列功能：

- a) 与火灾自动报警系统中央级监控管理系统及本车站现场级监控系统间进行通讯联络；
- b) 与本车站级环境与设备监控系统（BAS）设置可靠的通信接口；
- c) 接受中央级火灾自动报警系统指令或独立组织、管理、指挥管辖区内防救灾工作，并发布火灾联动控制指令；
- d) 监视管辖内火灾灾情，管理防烟及排烟、自动灭火、疏散救灾等设备，实现自动化管理；

- e) 采集、记录火灾信息，并应能报送至火灾自动报警系统中央监控管理级；
- f) 控制轨道交通消防救灾设备的启、停，并显示运行状态；
- g) 显示火灾报警点，防、救灾设施运行状态及所在位置画面；
- h) 发布火灾联动控制指令。

23.2.4 火灾自动报警系统现场控制级应由输入模块、输出模块、火灾探测器、手动报警按钮、消防电话、声光报警器及现场网络等组成，并应具备下列功能：

- a) 监视车站管辖范围内灾情，采集火灾信息；
- b) 消防泵的运行状态、手自动状态、故障状态；
- c) 监视车站所有消防专用救灾设备的工作状态。

23.2.5 全线火灾自动报警系统的信息传输网络利用综合监控系统传输网络，系统的现场级网络应独立配置。

23.2.6 消防通信的组成与功能应具备下列内容：

- a) 车站控制室内应具有消防广播控制功能；
- b) 车站不单独设置紧急广播，与车站通信系统设置的公共广播合用，火灾情况下公共广播可自动切换为消防广播；
- c) 控制中心应设置与市消防局直连的市内直线电话。通信专业应在控制中心设调度电话总机，在车站、车辆基地及停车场设分机，应具有向消防直播报警的设备；
- d) 车站、车辆基地及停车场应由 FAS 专业设消防对讲电话；在消防泵房、送排风机房等重要机房以及气体灭火区域门外设置消防专用电话分机。

23.3 消防联动控制

23.3.1 消防联动控制系统应实现消火栓系统、自动灭火系统、防烟排烟系统，消防电源及应急照明、疏散指示、防火门及防火卷帘、电动挡烟垂帘、消防广播、售检票机、门禁、电梯等系统在火灾情况下的消防联动控制。

23.3.2 消火栓系统的控制应满足下列要求：

- a) 联动控制方式，应由消火栓系统出水干管上设置的低压压力开关、高位消防水箱出水管上设置的流量开关或报警阀压力开关等信号作为触发信号，直接控制启动消火栓泵，联动控制不应受消防联动控制器处于自动或手动状态影响；
- b) 设消防泵的消火栓处应设消火栓按钮，消火栓按钮的动作信号应作为报警信号及启动消火栓泵的联动触发信号发送至消防控制室或车站控制室，并联动控制消火栓泵的启动；
- c) 消防控制室应能显示消防泵的工作、故障状态、手动/自动开关位置、消火栓按钮工作位置，并应实现消火栓泵的直接手动启动、停止。

23.3.3 火灾情况下动作的消防给水干管电动阀门应由车站级火灾自动报警系统控制并应显示其工作状态。

23.3.4 车站级火灾自动报警系统应显示自动灭火系统保护区的报警、释放、风机和风阀状态、手动/自动开关状态、关键设备故障信息。

23.3.5 防烟、排烟系统的控制应符合下列规定：

- a) 应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；
- b) 应由火灾自动报警系统直接联动控制或由环境与设备监控系统接收指令执行联动控制；
- c) 环境与设备监控系统接受火灾控制指令后，应优先进行模式转换，并应反馈指令执行信号；
- d) 运行模式状态应在火灾自动报警显示器上显示。

23.3.6 火灾自动报警系统确认火灾后，消防控制设备应按消防分区在配电室或变电所切断相关区域的非消防电源，并应接通火灾应急照明灯和疏散标志灯，监视工作状态。

23.3.7 车站级火灾自动报警系统对消防泵、加压送风机和专用防烟、排烟风机的启、停除应设自动控制外，还应设手动控制；对防烟、排烟设备，也应设手动和自动模式控制装置。

23.3.8 消防联动对其他系统的控制应符合下列要求：

- a) 应自动将广播转换为火灾应急广播状态；
- b) 应自动打开检票机，并显示其工作状态；
- c) 应自动解锁火灾区域疏散通道上的门禁，并可在消防控制室手动解锁全部疏散通道上的门禁；
- d) 应自动降落防火卷帘门、电动挡烟垂帘，并应显示工作状态；
- e) 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或关闭，并应显示其工作状态；
- f) 应自动迫降电梯至疏散层，并应接收电梯的状态反馈信息。

23.3.9 换乘车站分线路设置的各线路火灾自动报警系统之间，应通过互设信息模块、信息复示屏和消防电话分机（或插孔）的形式实现信息互通及消防联动。

23.3.10 与轨道交通结合的商业、物业开发部分火灾自动报警系统独立设置，两个火灾自动报警系统之间应互联互通。

23.3.11 火灾自动报警系统设备的控制电源及信号回路电压宜采用直流 24V 电源。

23.4 火灾探测器与报警装置的设置

23.4.1 火灾探测器应具备对环境自适应性、灵敏度自动调整功能。

23.4.2 报警区域应按照防火分区和设备配置划分。

23.4.3 轨道交通站厅、站台等大空间部位每个防烟分区应划分为独立的火灾探测区域。

23.4.4 火灾探测器的设置和选择应符合下列要求：

- a) 火灾探测器设置应与保护对象的保护等级相适应；
- b) 火灾探测器的选择应根据探测区域内建筑特点、环境条件、火灾特点等，选用其所适宜类型的探测器或几种探测器的组合形式；
- c) 地下车站火灾探测器设置应满足下列要求：
 - 1) 站厅、站台、站台下夹层、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、电缆井、楼梯间、防烟楼梯间前室、消防电梯前室、自动扶梯下封闭三角间，以及长度超过 60m 的出入口通道，应设火灾探测器；
 - 2) 有人活动的公共场所、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；
 - 3) 设气体自动灭火的房间、疏散通道的防火卷帘两侧应设感烟和感温两种类型的火灾探测器；
 - 4) 地下区间隧道及长大山岭隧道应设置手动火灾报警按钮，手动火灾报警按钮应按间隔不超

过 50m 设置,按钮设置位置宜与隧道内消火栓的位置结合,若隧道内设置有乘客疏散平台,手动火灾报警按钮应设置在乘客疏散平台一侧;

5) 地下区间隧道及长大山岭隧道应设置线型光纤感温火灾探测器。

d) 车辆停放和维修车库、重要设备用房、存放和使用可燃气体用房、可燃气体仓库、变配电室及火灾危险性较大的场所应设火灾探测器;

e) 电缆隧道、电缆夹层宜选择缆式线型感温火灾探测器。

23.4.5 设置火灾探测器的场所应设置手动火灾报警按钮,且每个防火分区至少应设置一个。

23.4.6 车辆基地、停车场各建筑、控制中心大楼、各车站范围内均应设置声光报警器。

23.5 消防控制室

23.5.1 火灾自动报警系统中央监控管理级宜与环境与设备监控系统中央监控管理级结合,应设置在轨道交通线路控制中心内。

23.5.2 车站级火灾自动报警系统宜与车站级环境与设备监控系统、行车值班结合,应设置车站综合控制室。消防控制室应设置火灾报警控制器、消防联动控制器、消防电话总机、消防控制室图形显示装置。

23.5.3 换乘车站的消防控制室宜集中设置。按线路设置的消防控制室之间应能相互传输、显示状态信息,但不宜相互控制。

23.5.4 车辆段、停车场的消防控制室宜集中设置。

23.6 供电、防雷与接地

23.6.1 火灾自动报警系统应设主电源和直流备用电源。

23.6.2 火灾自动报警系统主电源应按一级负荷供电;火灾自动报警系统直流备用电源应保证主电源断电后供电 3 小时。

23.6.3 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(UPS)供电。

23.6.4 火灾自动报警系统应对雷电感应过电压进行防护,在高架车站、地面车站、控制中心大楼、车辆综合基地、停车场室外线缆引入处需具有雷电防护措施。

23.6.5 火灾自动报警系统主电源的保护不应采用漏电保护开关。

23.6.6 火灾自动报警系统系统接地应满足下列要求:

- a) 采用综合接地,接地电阻不应大于 1Ω ;
- b) 接地干线应采用截面不小于 25mm^2 的绝缘铜芯电线(电缆),接地支线应采用截面不小于 4mm^2 的绝缘铜芯电线;
- c) 火灾自动报警系统宜根据相应产品或系统的要求设置一点工作接地或浮空,现场机柜(含模块箱)应设置可靠的保护接地。

23.7 布线

23.7.1 电缆电线配置

- a) FAS 系统线缆应选用无卤、低烟、阻燃线缆，其中信息传输线缆、供电线缆、控制线缆应选用耐火线缆；
- b) FAS 系统的布线设计，除符合本规定外尚应符合《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的有关规定；
- c) 电话电缆宜采用屏蔽电缆，屏蔽层应连续并单端接地；
- d) 控制电缆截面积宜不小于 1.5mm^2 ；
- e) 信号电缆截面积宜不小于 1.0mm^2 。

23.7.2 消防控制、通信和警报线路采用暗敷设时，宜采用金属管保护。当采用明敷设时，应采用金属管或封闭式金属线槽保护，并应在金属管或封闭式金属线槽上采取防火保护措施。

23.7.3 不同防火分区的线缆不应敷设在同一保护管内。

23.7.4 轨道交通线路的长大区间线缆的截面选择应满足信号衰减的要求。

24 自动售检票系统

24.1 一般规定

24.1.1 城市轨道交通应设置自动售检票（AFC）系统，实现售票、检票、计费、收费、统计、收入管理和结算等全过程的自动化管理。

24.1.2 系统设计应满足线网各种运营模式和管理需要，各线路系统技术条件应一致或兼容，应实现互联互通。

24.1.3 系统应建立统一的密钥系统和车票制式标准，系统设备应能处理轨道交通专用车票和城市“一卡通”卡，满足互联网移动支付的应用需求。

24.1.4 系统设计能力应满足城市轨道交通超高峰客流量的处理需要。车站终端设备应按近期超高峰小时客流量进行配置，按远期超高峰小时客流量预留安装和接入条件。

24.1.5 系统设计应以可靠性、安全性、可维护性和可扩展性为原则，应保证系统内数据的完整性、保密性、真实性和一致性。

24.1.6 系统应采用多层架构进行设计。系统可实现清分中心、线路中央计算机系统、车站计算机系统三级管理；系统设备可实现线路中央计算机系统、车站计算机系统、就地三级控制。各层级系统和设备应具有独立运行能力。

24.1.7 系统应做到操作简便、管理严密、设备可靠，具有良好的人机界面，有清晰的信息和语音提示，方便乘客操作和运营维护。

24.1.8 车站终端设备的布置充分考虑车站建筑条件、客流量、客流走向、列车行车密度、乘客使用频率及使用习惯等，实现合理组织疏导客流。

24.1.9 系统应具备用户权限设置和管理功能，具有安全防范机制，符合信息安全技术、信息系统安全等级保护要求，确保物理安全、网络安全、主机安全、应用安全、数据安全及防止计算机病毒入侵等。

24.1.10 系统设备应具有 24 小时不间断连续运行能力，应具备抗电磁干扰能力，适应城市自然环境条件和车站环境条件要求，车站终端设备控制器按工业级标准进行设计。

24.1.11 车站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；当车站处于火灾等紧急状态或设备失电时，自动检票机的扇门阻挡装置应处于释放状态。

24.2 票务管理及运营模式

24.2.1 采用封闭式计程、计次、限时票价制，同时应预留今后增加其它计费方式的条件。

24.2.2 系统应采用以无人售票方式为主，并辅以客运服务中心内设置半自动售票机的票务处理方式，采用进/出站自动检票方式。

24.2.3 采用单程票和储值票两种基本类型的票种，根据运营管理需求，应可设置多日票、计次票、应急票、优惠票、纪念票、出站票、员工票、测试票等其它预留票种。车票种类和具体应用方式应满足城市自动售检票票务管理的需求。

24.2.4 轨道交通专用车票应采用非接触式 IC 卡，其中单程票宜采用逻辑加密卡，储值票、员工票宜采用 CPU 卡。

24.2.5 城市“一卡通”、银行卡及手机电子钱包等在城市轨道交通领域可作为储值类车票使用。

24.2.6 票务管理模式宜采用线网票务中心和车站票务室两级管理（或采用线网票务中心、线路票务中心和车站票务室三级管理）。轨道交通线网票务中心负责轨道交通专用车票的采购、库存管理、初始化编码、预赋值、调配、回收、清洗、注销、销毁及账户管理等工作；线路票务中心负责本线车票的库存监控、调配及上缴等工作；车站票务室负责本站车票的库存监控、调配及上缴等工作。

24.2.7 系统运营模式包括：正常运行模式、降级运行模式和紧急放行模式。紧急放行模式具有最高级的模式执行优先权。

a) 正常运行模式

正常运行模式是系统默认模式，该模式处理正常状态下的售补票及检票等处理。系统正常运行模式包括：正常服务模式、关闭服务模式等。

b) 降级运行模式

当系统运行过程中出现一些特殊情况，在不影响人员安全的前提下，系统又不能正常运行对乘客提供完全服务时，经设定后进入降级运行模式。降级运行模式包括：列车故障、进站免检、出站免检、时间免检、日期免检、车费免检等运行模式。

c) 紧急放行模式

当发生紧急情况需要乘客紧急撤离车站时，车站启用“紧急放行模式”。进入紧急放行模式后，自动检票机的扇门阻挡装置应处于释放状态，乘客出站不检票。

24.3 系统构成

24.3.1 自动售检票系统宜由清分中心系统、线路中央计算机系统（或多线路计算机系统）、车站计算机系统、车站终端设备、车票、模拟测试、维修系统及培训系统以及运营附属设备等构成。

24.3.2 清分中心系统设置于轨道交通清分中心，应由服务器、存储设备、网络设备、工作站、加密机、密钥管理设备、SAM 卡制作设备、个性化车票发行设备、车票编码/分拣机、车票清洗设备、打印机和 UPS 电源等构成，同时宜根据需要设置灾备系统。应结合线网规划、建设时序等确定系统

方案。

24.3.3 线路中央计算机系统设置于线路控制中心，应由服务器、存储设备、网络设备、工作站、打印机和 UPS 电源等构成，应结合线路规划、建设时序等确定系统方案。

24.3.4 车站计算机系统设置于线路各车站，应由服务器、工作站、网络设备、紧急按钮控制器、打印机和 UPS 电源等构成。

24.3.5 车站终端设备宜包括自动售票机、半自动售票机、自动检票机（含进站检票机、出站检票机、双向检票机及宽通道检票机）和自动验票机等。

24.3.6 车票应包括轨道交通专用车票、城市“一卡通”、银行卡及手机电子钱包等。

24.3.7 模拟测试系统应包括模拟清分中心系统、模拟线路中央计算机系统、模拟车站计算机系统、模拟车站终端设备、票卡检测设备、专用检测工具、网络设备和配电设备等。

24.3.8 维修系统宜由维修服务器、维修管理工作站、便携式维修工作站、网络打印机、网络设备、车站终端设备维修平台及配电设备等组成。

24.3.9 培训系统（可与模拟测试系统合设）宜由培训服务器、培训管理工作站、培训操作工作站、车站终端设备、打印机、网络设备及配电设备等组成。

24.3.10 车站辅助运营设施主要包括：纸币清点机、硬币清点机、票卡清点机、车票清洗设备、装运手推车等。

24.4 系统基本功能

24.4.1 清分中心系统应具备以下主要功能：

- a) 制定线网自动售检票系统技术规程，主要包括：车票发行、收费制度、清分对账、车票使用及调配、运营模式控制及管理、参数编码规则、安全管理与授权、统一终端设备乘客服务界面、系统接口等；
- b) 统一对轨道交通专用车票进行采购、初始化、发放、调配、跟踪、回收及销毁等；
- c) 与城市“一卡通”、银行、手机电子钱包等管理系统、线路中央计算机清分对账；
- d) 建立安全管理体系，生成系统密钥并进行安全管理；
- e) 制作、发行系统内使用的 SAM 卡，完成交易数据 TAC 码认证；
- f) 设备入网注册、认证及授权；
- g) 设置用户权限；
- h) 设置并下发票价表、费率表、车票种类、运营模式、联乘优惠率、黑名单等参数；
- i) 监控各设备运行状态、运营模式、客流等；
- j) 采集、处理、统计、分析和查询各线路的运营数据，定期完成各类报表。为城市轨道交通网络的客运组织和票务管理等提供技术支撑；
- k) 数据归档、备份及恢复，具备异地灾难备份功能；
- l) 提供系统标准时钟。

24.4.2 线路中央计算机系统应具备以下主要功能：

- a) 接收 ACC 下达的各类参数及指令，能独立实现所辖线路自动售检票系统的运营管理、票务管

理及设备管理；

- b) 向清分中心上传轨道交通专用车票的原始交易数据，完成与清分中心之间的清算对帐；
- c) 线路内系统和设备的运营管理和收益管理，生成各类统计报表；
- d) 线路内系统和设备的安全管理，包括权限管理、数据审核、数据备份及恢复、系统间安全访问控制等；
- e) 接受清分中心系统提供的时间同步信号，实现线路内自动售检票系统设备的时间同步；
- f) 当与清分中心系统通信中断时，线路中央计算机系统应可离线运行。当通信恢复后应自动上传离线状态下未及时上传的相关数据；
- g) 向车站计算机系统和车站终端下发系统参数、运营模式、安全认证数据及黑名单等。

24.4.3 车站计算机系统应具备以下主要功能：

- a) 接受线路中央计算机系统下发的运行参数和命令，并下发给车站终端设备；
- b) 采集和存储车站终端设备的交易数据和寄存器数据，并上传给线路中央计算机系统；
- c) 实时监控车站终端设备；
- d) 完成车站级票务管理，自动处理当天的所有数据和文件，并生成各类统计报表；
- e) 具备车站级运行模式控制功能，在紧急情况下，可通过操作员工作站、IBP 盘紧急按钮或与 FAS 系统联动启用紧急放行模式，控制所有进、出站检票机呈自由通行状态，便于乘客快速疏散；
- f) 车站计算机系统应具备车站终端设备及内部关键模块的软件远程下载及更新功能；
- g) 接受线路中央计算机系统提供的时间同步信号，实现车站级系统和设备的时间同步；
- h) 当与线路中央计算机系统通信中断时，车站计算机系统应可离线运行。当通信恢复后应自动上传离线状态下未及时上传的相关数据。

24.4.4 车站终端设备应具备以下通用功能：

- a) 接受车站计算机系统下发的参数和指令，完成规定操作及信息提示；
- b) 向车站计算机系统上传原始交易数据和设备状态信息；
- c) 实行操作授权管理，具备相应的安全防范措施和非法使用报警装置；
- d) 具有正常运行、降级运行、故障停用、测试、检修以及停止服务等工作模式；
- e) 终端设备外形、功能布置、操作面板、服务界面等须满足人体工程学的要求，乘客操作简单、快速、方便；
- f) 设备具有自检、测试及故障自诊断和故障信息提示功能；
- g) 内部应设置维修盘，便于操作/维修人员操作/维修；
- h) 在任一模式下，均可显示设备的当前状态、基本情况、系统时钟等信息；
- i) 读写器与车票应具有良好匹配的天线品质因数和工作频率，保证车票读写的可靠性、高效性和安全性。当两张或两张以上车票同时使用时，读写器应能正确区分和操作；
- j) 车站终端设备内部接插件应带卡座和锁扣，确保连接可靠、牢固。所有元器件必须为工业级产品；
- k) 在发生通信故障时应可离线运行，并具备数据导出功能；通信故障恢复后应自动上传离线状态下未及时上传的相关数据。

24.4.5 自动售票机基本功能：

- a) 自动售票机应可接受纸币和硬币发售单程票，具有硬币和纸币找零及原币原退功能；
- b) 可对储值票充值，可具备用储值票购买单程票的功能；
- c) 预留银行卡、手机电子钱包付费的接口及物理空间；
- d) 自动售票机具有票务审计的功能；
- e) 在每日运营结束后，操作员可以进行盘点结帐。

24.4.6 半自动售票机基本功能：

- a) 应能处理轨道交通专用车票、城市“一卡通”车票等，工作人员应可通过半自动售票机对车票进行发售、分析、交易查询、补票、更新、替换、充值、退款、车票挂失及票据打印等处理；
- b) 应能进行收益管理，记录及统计不同类型车票处理所涉及到的数量、金额和各类收款、支款数据等；
- c) 应具有审核功能，应能记录操作员的交易次数记录，且不可归零。

24.4.7 自动检票机基本功能：

- a) 按使用功能可划分为进站检票机、出站检票机和双向检票机；
- b) 自动检票机的通道阻挡装置应采用门式；
- c) 自动检票机对进站车票应自动验票，对出站车票应扣除与乘距（或乘次）相对应的车费，同时回收指定类型的单程票；
- d) 当车站启用紧急放行模式或设备失电时，自动检票机的扇门应自动打开，便于乘客快速疏散；当车站撤销紧急放行模式时，自动检票机的扇门应自动复位；
- e) 具有数据审计功能。

24.4.8 自动验票机基本功能：

自动验票机（含便携式验票机）应能对车票的相关信息进行检查。

24.4.9 车票应具备以下主要功能：

- a) 轨道交通专用车票宜为非接触式 IC 车票，主要类型包括员工票、储值票、单程票及测试票等。
- b) 车票是记录乘客乘车信息的媒介和载体，根据车票种类的不同应能分别记录车票的编号、车票种类、有效期、金额、状态、历史交易记录等信息，与车站终端设备共同完成自动售票和检票功能；
- c) 城市“一卡通”车票、银行卡、手机电子钱包等在轨道交通内可作为储值类车票使用。

24.4.10 模拟测试系统应具备以下主要功能：

- a) 清分中心系统、线路中央计算机系统及车站计算机系统的功能性测试；
- b) 车站终端设备的单机测试及关键模块的测试；
- c) 轨道交通专用车票测试；
- d) 清分中心系统、线路中央计算机系统、车站计算机系统、车站终端设备及票卡之间的接口测试；
- e) 清分中心系统与城市“一卡通”、银行卡及手机电子钱包等外部结算系统之间的接口测试；
- f) 具备软件开发功能，提供系统测试平台。

24.4.11 培训系统和维修系统应具备以下主要功能：

- a) 管理人员、操作人员和维修人员的岗位业务培训；

- b) 系统和设备的维修管理，包括维修调度、维修数据的采集与统计、维修计划的制定和执行、设备和部件的维修以及设备、部件（含易耗品）及备品备件的管理等工作。

24.5 系统设备配置与布置

24.5.1 车站公共区设备布置应与车站建筑布局相匹配，并注意与安检设备出入口、楼扶梯位置相协调，充分考虑客流分布，最大程度避免客流交叉，应符合下列规定：

- a) 自动售票机应设置在站厅层非付费区，应以方便乘客使用、不影响交通和安全疏散为原则，应与车站出入口、进站检票机的布置位置相协调；当自动售票机采用后开门维护时，其后部应预留不小于 900mm 宽的维修通道；相邻设备之间距离宜为 400mm；
- b) 自动检票机应安装在站厅层付费区和非付费区的分隔带上，其布置位置应与车站出入口、扶梯及自动售票机的位置相协调；宽通道检票机宜靠近客运服务中心布置；进、出站检票机的通道净距为 550mm；标准通道双向检票机的通道净距为 550mm；宽通道检票机的通道净距为 900mm；
- c) 客运服务中心应设在站厅层付费区与非付费区的分隔带上，方便乘客问询和票务处理；
- d) 半自动售票机设置在客运服务中心内；
- e) 车站设备布置方案应预留远期设备的安装条件，包括安装位置、预埋线槽及线缆等。

24.5.2 车站服务器、紧急按钮控制器应设置在车站系统设备室内；紧急按钮应设置在车站控制室的综合后备盘（IBP）盘上；系统监控工作站宜设置在车站控制室；票务管理工作站等票务系统设施宜设置在车站系统票务室内；维修工作站等维修设施应设置在车站及车辆基地的系统维修工区和车间内。

24.5.3 车站终端设备计算参数应符合下列规定：

- a) 自动售票机发售速度宜为：5 人/分钟·台；
- b) 进站检票机通行能力宜为：25 人/分钟·通道，出站检票机通行能力宜为：20 人/分钟·通道；
- c) 双向检票机通行能力宜为：20 人/分钟·通道；
- d) 单程票与储值票的使用比例应根据城市“一卡通”的实际使用情况确定；
- e) 客流超高峰系数应根据各线路客流预测报告和实际情况确定。

24.5.4 车站终端设备配置数量应符合下列规定：

- a) 自动检票机数量应按照高峰小时客流进行计算，同时应综合考虑客流超高峰系数、列车行车密度和乘客出站时间等因素；
- b) 自动售票机的近期配置数量宜满足每个集散厅不少于 3 台的要求；
- c) 进站检票机数量不宜少于 6 个通道，出站检票机数量不宜少于 8 个通道；每组进/出站检票机数量不宜少于 3 个通道；
- d) 在潮汐客流明显或易发生突发客流的车站，可设置一定数量的双向检票机；
- e) 每个付费区宜设置 1 台宽通道检票机，方便残疾人或携带大件行李的乘客通行；
- f) 每个车站宜配置 2 台便携式验票机；
- g) 每个车站应设置 1~2 座客运服务中心，客运服务中心的设置数量应与车站建设规模相匹配；客运服务中心内应预留 2 台半自动售票机的安装条件；
- h) 车站终端设备配置数量除需满足设备计算和布置原则外，还应考虑乘客的使用习惯、车站的建筑布局、客流特征、安检设施配置以及运营部门的管理需求；

- i) 系统除在车站提出系统设备布置及用房需求外还应在清分中心、控制中心和车辆基地等提出设备布置及用房需求。

24.6 系统网络

24.6.1 系统网络宜采用清分中心、线路控制中心和车站三级组网。

24.6.2 三级网络之间互联宜采用专用通信传输网或设置系统专用传输通道。

24.6.3 清分中心、线路控制中心宜采用 100/1000M 以太网局域网；车站宜采用 10/100M 以太网局域网。

24.6.4 清分中心系统通过以太网专用通道与线路中央计算机系统进行通讯；线路中央计算机系统通过线路内通信传输系统提供的以太网通道与车站计算机系统通讯；车站计算机系统通过自建的以太网局域网与车站终端设备进行通讯。

24.6.5 车站局域网应采用工业级、具备自愈功能的环型网络，应由三层交换机与通信传输系统连接，各站采用不同的 VLAN，以阻断车站广播风暴。

24.6.6 网络基本要求：

- a) 网络应具备高可靠性和抗干扰能力，保证业务处理的稳定运行；
- b) 网络传输应基于交换式，核心部分应采用冗余设计；
- c) 网络应具有开放性、可扩展性、可管理性和可测试性；
- d) 网络应具有自诊断及高度数据传输安全功能；
- e) 网络协议应符合通用国际标准。

24.7 电源及接地

24.7.1 自动售检票系统配电设计应符合《低压配电设计规范》GB50054 的要求以及本标准中供电系统章节的相关要求。

24.7.2 清分中心、灾备系统、线路中央计算机系统、车站计算机系统、车站终端设备、模拟测试系统应按一级负荷标准配电，并设置 UPS 电源系统。维修系统、培训系统等可按二级负荷标准配电。

24.7.3 清分中心系统 UPS 电源后备时间不宜小于 4 小时；线路中央计算机系统 UPS 电源后备时间不宜小于 2 小时；车站计算机系统 UPS 电源后备时间不宜小于 0.5 小时；车站终端设备 UPS 电源后备时间不宜小于 10 分钟。

24.7.4 系统接地应接入综合接地网，接地电阻值不大于 1 欧姆。所有系统设备的金属外壳和金属管槽均应可靠接地。接地干线采用截面不应小于 25mm^2 的绝缘铜芯电线(电缆)，接地支线采用截面不应小于 6mm^2 的绝缘铜芯电线。

24.7.5 系统数据线与电源线不应敷设在同一金属管路内；预埋管、槽、盒应防水、防尘、并应避开围栏立柱的位置。

24.8 软件基本要求

- 24.8.1 软件系统应与硬件设备配置相适应，应满足本系统各类功能的实现及系统管理的需要。
- 24.8.2 软件系统应标准化、模块化、参数化、可移植、可重用，应具有良好的开放性、可扩展性和兼容性。
- 24.8.3 软件系统应按照系统架构进行编制，各层面的系统和设备应可独立运行。
- 24.8.4 软件系统应采取必要的容错和避错设计策略，符合系统的故障-安全要求。
- 24.8.5 软件系统应具有完整的系统维护、诊断、测试及开发功能。
- 24.8.6 软件系统应具有良好的人机操作界面和在线帮助功能。
- 24.8.7 软件系统应提供良好、通用的开放性接口。

24.9 系统接口

- 24.9.1 轨道交通清分中心系统应具有与城市“一卡通”、银行卡及手机电子钱包等外部结算系统的通信接口，其接口形式应符合相关标准或规定。
- 24.9.2 与综合监控系统宜进行互联，向综合监控系统提供客流、系统运行模式、设备故障及设备状态等信息。
- 24.9.3 应在车站综合控制盘（IBP）设置自动售检票紧急放行模式按钮。
- 24.9.4 车站计算机系统接到车站火灾报警信息后，应联动控制车站终端设备进入紧急放行模式。
- 24.9.5 系统设计时应向相关专业提供设备用房、设备布置、荷载、电源、接地、传输通道、时钟、环境条件、预留孔洞和管线预埋等接口技术要求。

25 门禁

25.1 一般规定

- 25.1.1 城市轨道交通中涉及安全及管理的重要设施的通道门、设备用房门及管理用房门等处应设置门禁。通过门禁系统可实现自动识别员工身份、自动根据系统设定开启门锁，并可通过系统设定实现人员权限、区域管理和时间控制、员工考勤及巡更等功能。
- 25.1.2 系统设计规模应与规划相适应，应安全可靠、技术先进、方便管理、易于维护、可扩展、经济合理。
- 25.1.3 门禁系统应按集中管理、分级控制的方式设计。应统一管理合法持卡人的访问权限，可根据需要设置线网中央级系统、线路中央级系统和车站级系统三级监控管理系统，或线网（含线路）中央级和车站级两级监管系统，并宜根据运营管理的需要设置授权工作站。
- 25.1.4 门禁系统应确保自身安全，系统具备防破坏、防技术开启的能力，宜采用加密认证等技术措施。
- 25.1.5 门禁系统车站及现场设备宜采用工业级设备，系统设计、配置设备应充分考虑电磁兼容性、满足轨道交通特殊环境下正常使用的设备，同时考虑防尘、防潮等要求，确保运行可靠。
- 25.1.6 系统的设置必须满足消防规定的紧急逃生时人员疏散的相关要求。
- 25.1.7 系统的任何部分、任何动作以及对系统的任何操作不应应对出入目标及现场管理、操作人员的安全造成危害。

25.1.8 与计费及目标引导（车库）等一卡通联合设置时，必须满足安全性要求。

25.2 系统构成

25.2.1 门禁系统宜由密钥管理系统、线网中央级系统、线路中央级系统、车站级系统、现场级系统设备、门禁卡以及网络设备和智能钥匙管理系统等组成。

25.2.2 线网中央级门禁系统宜由服务器、管理工作站、授权工作站、授权读卡器、网络设备和打印机等组成。系统主要设备宜设置在线网控制中心。

25.2.3 线路中央级门禁系统宜由服务器、管理工作站、授权工作站、授权读卡器、网络设备和打印机等组成。系统主要设备宜设置在线路控制中心，其中授权工作站应根据运营需求设置，方便授权管理。

25.2.4 车站级宜由管理工作站、授权工作站、站级门禁主控制器、授权读卡器及网络设备等组成。

25.2.5 就地级系统宜由就地控制器、电子锁、读卡器、出门按钮、紧急开门按钮等终端设备组成。

25.2.6 智能钥匙管理系统宜由智能钥匙机柜、智能控制模块、智能控制终端、智能钥匙栓及管理软件等组成。

25.2.7 门禁系统监控管理层可自成系统或与综合监控系统（安防）实现集成。

25.2.8 系统网络由线网授权中心、线路中央级和车站级三级网络组成。三级网络之间的互联可采用专用通信传输网或综合监控系统通信传输网。

25.2.9 系统应具备 7×24 小时不间断工作能力。

25.3 系统功能

25.3.1 门禁线网安防中心系统功能：

- a) 可实现线网系统密钥集中管理、统一发卡、授权、挂失、修改、删除等功能；
- b) 可实现线网内所有门禁系统设备的集中监控，可实时监控各设备的刷卡事件、报警事件、运行状态等；
- c) 可实现线网门禁系统数据库管理、黑名单管理；
- d) 应向各线路中央级系统下达工作参数、授权参数、黑名单等；
- e) 应接收线路中央级系统上传的线路数据，并实现数据的统计、报表、分类储存和打印。

25.3.2 线路中央级系统功能：

- a) 接收门禁线网安防中心系统的授权管理、参数命令等，上传线路门禁刷卡信息及门禁设备状态信息；
- b) 在上级系统失效的情况下，可实现线路门禁系统的统一发卡、授权、挂失、修改、删除等功能；
- c) 可实现线路内所有门禁系统设备的集中监控，可实时监控各设备的刷卡事件、报警事件、运行状态等；
- d) 可实现线路门禁系统数据库管理、黑名单管理；
- e) 应向各车站级门禁系统下达工作参数、授权参数、黑名单等；
- f) 应接收车站级系统上传的线路数据，并实现数据的统计、报表、分类储存和打印。

25.3.3 车站级系统功能：

- a) 接收线路中央计算机下达的系统参数，将相关参数下传至就地控制器和读卡器等设备；
- b) 当与中央级传输信息中断时，车站级系统应能独立运行，可实现在线、离线、火灾及维护等运行模式；
- c) 监控就地控制器和读卡器等设备的运行状态、报警信息；
- d) 可实现车站门禁系统数据的统计、报表、分类储存和打印。

25.3.4 就地级设备功能：

- a) 门禁就地控制器接收车站主控制器下达的系统参数等信息，并下传至读卡器；
- b) 当与车站级传输信息中断时，就地控制器应能独立运行，可实现在线、离线、火灾及维护等运行模式；
- c) 就地控制器具备本地数据存储和保护功能；
- d) 就地控制器监控读卡器的工作状态，并向车站主控制器上传卡识别、控制动作、设备运行以及门开闭状态等信息；
- e) 就地控制器向读卡器发出指令，读卡器向电子锁发出动作信号，由电子锁执行门的开启和锁闭操作；
- f) 开门采用出门按钮及紧急开门按钮，当出门按钮失效时，采用紧急开门按钮；
- g) 当供电电源中断，电源恢复供应后，所有设备应即时自动根据相应程序重新启动；
- h) 供电电源断电时系统闭锁装置的启闭状态应满足管理要求。

25.3.5 智能钥匙系统功能：

为方便运营及维护管理，宜在车站设置智能钥匙系统。钥匙管理系统可作为门禁系统的一部分功能，作为门禁系统的补充，实现对因无法用门禁所替代而又很重要的钥匙的管理。钥匙管理系统可以兼容门禁读卡器作为钥匙管理系统的身份识别器，共享门禁卡。

25.4 安全等级及监控对象**25.4.1 系统设计应明确监控管理的对象和安全等级。****25.4.2 各安全等级系统的配置应符合下列规定：**

- a) 一级系统应设双向读卡器，进门侧应设密码键盘或其他识别装置，并应与闭路电视监控系统相互配合，实现安全联动监控；
- b) 二级系统应设双向读卡器，进门侧应设密码键盘或其他识别装置；
- c) 三级系统应设双向读卡器；
- d) 四级系统只设单向读卡器。

25.4.3 控制中心门禁设置应符合下列规定：

- a) 进入中央控制室的通道门安全等级不应低于一级；
- b) 重要管理用房的安全等级不应低于二级；
- c) 管理用房及内部通道门的安全等级不应低于四级。

25.4.4 车站门禁设置符合下列规定：

- a) 设备管理区直通公共区的通道门、设备管理区直通地面的紧急疏散门、设备管理区直通隧道区

间的通道门、区间联络通道门其安全等级不应低于三级。付费区与非付费区的员工通道其安全等级宜不低于四级；

- b) 车站控制室、站长室、站务室等管理用房其安全等级不应低于四级；
- c) 自动售检票系统（AFC）票务室，其安全等级不应低于二级，且电源断电时系统闭锁装置的启闭状态满足管理要求；
- d) 通信设备室、信号设备室、供电及低压配电设备室、综合监控设备室、自动售检票设备室、站台门设备室、应急照明电源室、自动灭火设备室、通风空调机房和消防泵房等设备用房其安全等级不应低于四级；

25.4.5 车辆基地门禁设置符合下列规定：

通信设备室、信号设备室、供电及低压配电设备室、综合监控设备室、自动售检票设备室、消防泵房等设备用房及消防控制室等重要管理用房其安全等级不应低于四级。

25.4.6 主变电所门禁设置符合下列规定：

无人值班的主变电所的通道门安全等级不应低于二级。

25.4.7 门套门可只在一个门上设置门禁，当一个房间有多个门时，可只在一个常用门处设置门禁。

25.4.8 车站主要设备用房、管理用房、通道门宜采用电磁锁；自动售检票系统票务室等断电情况下不宜自动开启的管理用房宜采用机电一体锁。

25.5 设备安装

25.5.1 系统设备及管线应安装和敷设在安全区域。

25.5.2 车站级系统主要设备宜设置在车站控制室或站长室，具体位置应与运营管理模式相适应。

25.5.3 车站智能钥匙系统宜设置在车站控制室外方便维修人员操作点。

25.5.4 电磁锁、读卡器、开门按钮等终端设备安装方式应与建筑装修协调配合并便于识别和操作。

25.5.5 门禁系统数据线与电源线不应敷设在同一金属管路内。

25.6 系统接口

25.6.1 门禁系统可与综合监控系统在车站级实现集成或互联，根据运营需求向综合监控系统提供门禁系统相关设备状态信息；

25.6.2 门禁系统应实现与火灾自动报警系统的联动控制。车站控制室综合后备盘（IBP）上应设置门禁紧急开门控制按钮，并应具备手动、自动切换功能。

25.6.3 系统可对门禁点设置范围内的防火门的开启、关闭及故障信息进行采集，并上传至消防控制室。

25.6.4 通信系统向门禁系统提供时钟信息；

25.6.5 门禁系统宜使用地铁员工票作为进入门禁系统授权区域的门禁卡；

25.6.6 门禁系统按一级负荷标准配电，系统应设置不间断电源，后备时间应不低于 1 小时。系统接地应接入综合接地网，接地电阻值不应大于 1Ω 。接地干线采用截面不应小于 25mm^2 的绝缘铜芯电线(电缆)，接地支线采用截面不应小于 6mm^2 的绝缘铜芯电线；所有系统设备的金属外壳和金属

管槽均应可靠接地。

26 站内客运设备

26.1 自动扶梯和自动人行道

26.1.1 一般规定

- 26.1.1.1 自动扶梯和自动人行道应采用重载荷公共交通型自动扶梯和自动人行道，设备应满足大客流情况下高强度使用。
- 26.1.1.2 自动扶梯及自动人行道应具备变频调速的节电功能。
- 26.1.1.3 设置于室外的自动扶梯应选用室外型产品，梯级和踏板踏面、梳齿支撑板和楼层板表面应配有防滑措施，防滑等级不应低于 R10；严寒地区应配有防止冰雪积聚设施。
- 26.1.1.4 自动扶梯和自动人行道的周围应具有方便自身的安装、拆卸和维修保养的空间。
- 26.1.1.5 自动扶梯和自动人行道采用就地控制方式，并且具备车站级监控功能。
- 26.1.1.6 自动扶梯和自动人行道应有明确的运行方向指示。
- 26.1.1.7 自动扶梯和自动人行道应全程纳入视频监控范围。
- 26.1.1.8 事故疏散用的自动扶梯，应按一级负荷供电。
- 26.1.1.9 自动扶梯和自动人行道应符合本章设计基本要求及参数。对于本标准未涉及的安全要求和(或)保护措施，应符合《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》(GB16899)的规定。

26.1.2 主要技术要求及参数

- 26.1.2.1 自动扶梯和自动人行道运行强度应满足连续运行时间每天不应少于 20h，每周不应少于 140h，每年 365 天连续运行。在任何 3 小时间隔内，其载荷达 100%制动载荷的持续运行时间不应少于 1 小时，其余 2 小时的平均载荷不应小于 60%制动载荷。
- 26.1.2.2 自动扶梯和自动人行道名义速度不应小于 0.5m/s，宜采用 0.65m/s。
- 26.1.2.3 自动扶梯的倾斜角度不应大于 30°；自动人行道的倾斜角度不应大于 12°。
- 26.1.2.4 自动扶梯梯级名义宽度不应小于 1m，自动人行道梯级名义宽度不宜小于 1.4m。
- 26.1.2.5 当自动扶梯名义速度为 0.5m/s 时，上、下水平梯级数量不得少于 3 块；当自动扶梯名义速度为 0.65m/s 时，上、下水平梯级数量不得少于 4 块。
- 26.1.2.6 自动扶梯从倾斜区段到上水平区段过渡的曲率半径应符合表 63：

表 63 自动扶梯区段过渡曲率半径

提升高度 (H)	上导轨转弯半径	下导轨转弯半径
H≤10m	2600mm	2000mm
H>10m	3600mm	2000mm

- 26.1.2.7 自动扶梯和自动人行道空载运行时，在梯级及地板上方 1m 处噪音值不应大于 70dB (A)。
- 26.1.2.8 自动扶梯及自动人行道桁架应根据 5000N/m² 的载荷计算或实测的最大挠度不应大于支承水平

距离的 1/1500。

26.1.2.9 自动扶梯的桁架应采用整体热浸镀锌，锌层厚度不应小于 80 μm 。

26.1.2.10 自动扶梯及自动人行道主驱动链、梯级链、扶手带驱动链在《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》（GB16899）中 5.4.1.3 载荷要求下，安全系数不应小于 8。

26.1.2.11 自动扶梯和自动人行道电动机应采用连续工作型电动机，绝缘等级为 F 级；电动机外壳防护等级应与使用环境相适应。

26.1.2.12 自动扶梯和自动人行道电动机功率应满足第 26.1.2.1 条规定的载荷要求。

26.1.2.13 自动扶梯及自动人行道减速机应结构紧凑，效率不应小于 0.92，减速机的规格应与电动机功率相匹配，允许的输入扭矩应大于电动机的输出扭矩。

26.1.2.14 自动扶梯扶手带驱动宜采用端部驱动轮配 V 型扶手带方式或采用水平驱动方式。

26.1.2.15 自动扶梯和自动人行道梯级链应采用套筒滚子链，梯级链滚轮在梯级链外侧；梯级链在 4000N/ m^2 载荷要求下销轴比压不应大于 23N/ mm^2 。

26.1.2.16 梯级链滚轮直径不应小于 100mm，轮毂宜采用金属材料。

26.1.2.17 自动扶梯和自动人行道导轨应对梯级具有横向限位的作用。导轨的强度应满足下列要求：在 5000N/ m^2 的负载下两支架间的导轨变形量不应大于 1mm。

26.1.2.18 自动扶梯上端应设卸荷导轨，提升高度大于 10m 时，上部返回处也应设卸荷导轨，卸荷导轨宜采用非金属材料，且应便于调节。

26.1.2.19 围裙板名义厚度不宜小于 3mm，在 667N 的力作用下，围裙板的变形不应大于 1.6mm；与梯级相邻的围裙板可见面应光滑。

26.1.2.20 变频器宜与控制柜分开设置，变频器或变频器柜的外壳保护等级应与使用环境相适应。

26.1.2.21 自动扶梯和自动人行道外盖板和内盖板、桁架、梯级和踏板、导轨系统的材料应至少达到《建筑材料及制品燃烧性能分级》（GB8624）中规定的 B1 级难燃材料要求。

26.1.2.22 自动扶梯和自动人行道电磁兼容性应符合《电磁兼容 电梯、自动扶梯和自动人行道的产品系列标准 发射》（GB/T 24807）和《电磁兼容 电梯、自动扶梯和自动人行道的产品系列标准 抗扰度》（GB/T24808）的规定。

26.1.2.23 自动扶梯和自动人行道超速保护装置应满足在自动扶梯和自动人行道速度超过名义速度 1.15 倍之前，工作制动器动作，制停自动扶梯和自动人行道；当自动扶梯和自动人行道速度超过名义速度 1.3 倍之前，附加制动器动作，制停自动扶梯和自动人行道。

26.1.2.24 自动扶梯和自动人行道非操纵逆转保护装置应满足当扶梯在运行中改变规定的方向时，应使扶梯停止：

- a) 检测位置：对逆转的检测应在梯级主轴的旋转件上进行，或 directly 对梯级进行。一旦检测到逆转已发生，附加制动器应即投入工作，以制动主驱动轴的方式强制扶梯停止。
- b) 保护点的设定：扶梯在发生逆转前，先是速度下降，当速度为 0 后就开始逆转。当速度检测装置检测到扶梯速度降低到名义速度的 20% 时，应使工作制动器动作。

26.1.2.25 自动扶梯和自动人行道均应装设附加制动器附加制动器应是机械磨擦式的，安装在主驱动轴上，直接对主驱动轴实行制动。除 GB16899 规定的工作制动器和附加制动器必须同时动作的情况外，其余情况附加制动器均应延时动作，延时时间可调。

26.1.2.26 自动扶梯和自动人行道应设置梳齿板安全开关应能在水平和垂直两个方向进行保护。梳齿板安全开关应在以下情况下切断自动扶梯和自动人行道驱动主机和制动器电源：

- a) 沿运行方向上在梳齿板任一侧施加了不大于 1780N 的水平力；
- b) 在梳齿板前部的中心向上施加了不大于 670N 的垂直力。

26.2 垂直电梯

26.2.1 一般规定

26.2.1.1 车站应采用电梯实现无障碍通道，宜采用无机房电梯，配置数量须满足车站无障碍设计要求。

26.2.1.2 电梯设置不应跨付费区与非付费区。站台至站厅电梯原则上应配置在付费区，出入口电梯配置在非付费区，采用无人值班方式，乘客能自行操作电梯升降。

26.2.1.3 电梯内部应设置视频监视装置。

26.2.1.4 当电梯兼做消防梯时，其设置应符合消防电梯的功能，供电应采用一级负荷。

26.2.1.5 电梯应能实现车站控制室、轿厢、控制柜、轿顶和底坑五方通话功能。

26.2.1.6 电梯应具备停电紧急救援功能。

26.2.1.7 电梯应符合本章设计基本要求及参数。对于本标准未涉及的安全要求和（或）保护措施，应符合《电梯制造与安装安全规范》（GB7588）、《无障碍设计规范》（GB50763）的规定。

26.2.2 主要技术要求及参数

26.2.2.1 电梯运行强度应满足运行时间每天不应少于 20h，每周不应少于 140h，每年 365 天连续运行。每小时平均起动次数应不小于 150 次。

26.2.2.2 电梯额定载重宜选用 1350kg（18 人）或 1600kg（21 人），困难情况下可选用 1000kg（13 人），大型枢纽站/换乘站电梯吨位优先采用 1600kg（21 人）。

26.2.2.3 电梯额定速度不应小于 0.63m/s，宜选用 1m/s。

26.2.2.4 电梯轿厢内风机的运转噪声不应导致轿内噪声超出限制值，风机新风量应设计为人均新风量不小于 30m³/h。

26.2.2.5 电梯在行驶过程中发生故障，电源被切断或中途停电时，轿厢内应急照明应及通风能够自动启动，照明及通风时间不小于 1 小时。

26.2.2.6 电梯曳引机应是以交流永磁同步电动机为动力的无齿曳引机，采用变频变压调速，安装在井道上部。

26.2.2.7 电梯变频器额定效率不应低于 95%；应有输入端、输出端的谐波影响防止措施。变频器或变频器柜 IP 防护等级不应小于 IP43。

26.2.2.8 电梯层门检修柜柜内的布置应维修方便，故障显示装置设置于检修柜内。检修柜 IP 防护等级应与使用环境相适应，检修柜内应有手动松闸装置。

26.2.2.9 电梯对重导轨及轿厢导轨均应采用相同材质的实心“T 型”导轨。

26.2.2.10 电梯底坑内各电气接线箱和开关的防护等级应与使用环境相适应。

26.2.2.11 电梯电磁兼容性应符合《电磁兼容 电梯、自动扶梯和自动人行道的产品系列标准 发射》GB/T

24807 和《电磁兼容 电梯、自动扶梯和自动人行道的产品系列标准 抗扰度》 GB/T 24808 的规定。

26.2.2.12 电梯电线与电缆应采用低烟、无卤、阻燃型，任何电缆和连接线均不得有中间接头。

26.2.2.13 当相邻两层门地坎间的距离大于 11m 时，其间应设置井道安全门，以确保相邻地坎间的距离不大于 11m。在同一井道内两相邻轿厢都装有符合规范要求的轿厢安全门的情况下，则不需要执行本条要求。

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

26.3 轮椅升降机

26.3.1 一般规定

26.3.1.1 地铁车站无法采用垂直电梯实现无障碍通道时，宜采用轮椅升降机或其他具备相同功能的设备。

26.3.1.2 露天的出入口应选用室外型轮椅升降机。

26.3.1.3 轮椅升降机设置处应设置摄像监视装置。

26.3.1.4 轮椅升降机处应设置与车控室通话设备。

26.3.1.5 轮椅升降机应符合本章设计基本要求及参数。对于本标准未涉及的安全要求和（或）保护措施，应符合《行动不便人员使用的楼道升降机》 GB 24806 的规定。

26.3.2 主要技术要求及参数

26.3.2.1 轮椅升降机平台面应采用防滑材料，平台四周应设护栏。

26.3.2.2 轮椅升降机的额定速度宜为 0.15m/s。

26.3.2.3 轮椅升降机的额定载重不应小于 250Kg。

26.3.2.4 轮椅升降机运行时所占用宽度不宜大于 1.2m，上下停靠位置可根据具体土建情况采用直线、90°或 180°等停靠方式。

26.3.2.5 轮椅升降机的电线、电缆应采用无卤、低烟的阻燃电线和电缆。

27 站台门

27.1 一般规定

27.1.1 站台门的类型应根据气候环境条件、车站建筑形式、服务水平、通风与空调制式等因素综合选定。

27.1.2 站台门应满足列车编组及运营组织模式的需要，确保正常运营时乘客能方便上下车，故障或灾害时乘客能安全疏散。

27.1.3 站台门门体结构应能满足当地抗震设防烈度要求。

27.1.4 站台门采用的绝缘材料、密封材料和电线电缆等应采用无卤、低烟的阻燃材料。

27.1.5 站台门不得作为防火隔离装置。

27.1.6 站台门系统设备的防护等级应与使用环境相适应。

27.1.7 站台门系统应采用 RAMS 设计，应遵循模块化和冗余的设计原则。

27.1.8 站台门系统应满足电磁兼容性要求。

27.1.9 站台门和车门之间的间隙应保证乘客上、下车安全，必要时应设置安全防护措施。

27.2 设计基本要求及参数

27.2.1 运行强度应符合每天运行 20h、每 90s 开/关 1 次，且全年连续运行的要求。

27.2.2 站台门门体结构在风载荷、人群载荷、撞击载荷等最不利载荷效应组合的情况下，门体弹性变形应满足限界要求，且结构不应出现永久变形。高站台门的门体结构最大变形量不宜大于 12mm；低站台门在滑动门中部最大变形量不宜大于 20mm，其余部位的最大变形量不宜大于 12mm。各种载荷取值应满足下列规定：

- a) 站台门站台设备自重应按实际重量取值；
- b) 地下车站站台门的结构荷载应根据列车的活塞风压进行取值；
- c) 地面或高架车站的站台门的风荷载取值不应小于 1000Pa 的风压；
- d) 乘客挤压荷载不应小于 1,000N/m（1.20m 的高度位置垂直作用于门体）；
- e) 乘客冲击力不应小于 1,500N（作用在 1.2m 高处,作用面积为 100×100mm，作用时间 0.08s；结构无永久变形）。

27.2.3 开门行程应在 2.50s 范围内完成，并在 2.50s-3.50s 范围内可调，重复精度不应大于 0.1s。

27.2.4 关门行程应在 3.00s 范围内完成，并在 3.00s-4.00s 范围内可调，重复精度不应大于 0.1s。

27.2.5 滑动门门已关闭信号反馈到 PSC 的时间不应大于 0.15s。

27.2.6 PSC 接收命令至站台门动作时间不应大于 0.30s。

27.2.7 机械性能应满足下列要求：

- a) 阻止滑动门关闭的力不应大于 150N（匀速运动区间）；
- b) 滑动门/应急门/端门的解锁力不应大于 67N；
- c) 滑动门解锁后手动开启单边滑动门的动作力不应大于 133N；
- d) 每扇滑动门关门时最大动能不应大于 10J；
- e) 每扇滑动门关门的最后 100 mm 行程最大动能不应大于 1J。

27.2.8 站台门运行噪音的峰值不应大于 70dB(A)。

27.2.9 系统运行平均无故障周期不应小于 60 万个周期。

27.3 主要部件要求

27.3.1 门体

- a) 站台门门体布置应结合车辆选型，站台门总长应为列车编组司机门内侧减两倍列车停车精度的绝对值；滑动门开度应为列车客室门开度加两倍列车停车精度的绝对值。
- b) 站台门两端与站台边缘垂直方向设置端门，端门单元包括活动门及固定门，端门宜统一规格，活动门净开度应不小于 1100mm。
- c) 在站台门范围内的适当位置应设置应急门，站台每侧应急门的数量宜为远期列车编组数。

- d) 门体可由金属框架和玻璃面板等组成；玻璃面板应选用安全玻璃，并进行均质处理。
- e) 门体与车站土建结构的连接部分应具有三维调节功能。
- f) 门体应在站台侧方便更换及维修，门体最大尺寸不宜大于 2500mm（宽）×2150mm（高）。
- g) 滑动门与固定门之间的间隙不应大于 6mm，在关闭状态下应可靠密封。
- h) 端门活动门宜设置把手，方便工作人员开/关端门活动门。

27.3.2 门机

- a) 驱动电机宜采用直流无刷电机，绝缘等级不应小于 E 级。
- b) 高站台门宜采用一控一驱的驱动方式；低站台门宜采用一控两驱的驱动方式。
- c) 高站台门的驱动电机功率不宜小于 200W；低站台门的驱动电机功率不宜小于 100W。
- d) 门机内零部件的安装应有防松和减振措施，且应能在站台侧方便更换、调整及维修。
- e) 滑动门、应急门、端门应能可靠关闭且锁紧，在站台侧应能用专用钥匙开启，在非站台侧应能手动开启。

27.3.3 电源设备

- a) 站台门系统应按照一级负荷供电，应设置后备电源。
- b) 站台门系统电源分为驱动电源和监控电源，驱动电源和监控电源的供电回路应相互独立设置。
- c) 驱动电源的输出回路数应保证对应一节车厢的其中一个回路电源故障时，该节车厢其余滑动门能够正常工作。
- d) 电源系统应配置专门的监视单元，对电源装置的输入、输出电压和输入、输出电流、运行状态、故障状态等进行监视，并配置显示装置。
- e) 电源系统的监视单元应把相关状态信息和故障信息上传至站台门系统。
- f) 站台门驱动后备电源容量应满足在 30min 内至少完成开、关滑动门三次循环的需要。
- g) 站台门系统的配电应对中央控制盘（PSC）、门控单元（DCU）、就地控制盘（PSL）、综合后备盘（IBP）采用互为独立的回路，相互之间不能干扰。
- h) 配电电缆、监控电缆应采用不同线槽或同槽分室敷设。

27.3.4 监控系统

- a) 监控系统的控制功能及监视功能宜分开设置，关键命令和信号应通过继电器回路传输，状态及故障信息宜采用总线传输。
- b) 控制模式分为正常运营模式和故障及维修模式。正常运营模式按照控制级别从高到低分别为 IBP 盘控制、就地级控制和系统级控制三种模式；故障及维修模式分为手动操作和维修控制盒控制。
- c) 门控单元是门机的监控设备，具有参数修改、调速、障碍物探测的功能，滑动门应探测到不小于 5mm（厚度）×40mm（宽度）障碍物。
- d) 监控系统的硬件配置应符合下列规定：
 - 1) 中央控制盘应包括每侧站台的逻辑控制单元及车站监视终端；
 - 2) 中央控制盘应显示重要状态及报警信息；
 - 3) 中央控制盘存储不应少于 30 天的信息数据；
 - 4) 每侧站台应设就地控制盘（PSL），其防护等级应不小于 IP54；

- 5) 每个门单元应设置门控单元和维修控制盒 (LCB)。维修控制盒应设置自动、隔离、手动开和手动关四个档位;
- 6) 每侧站台应配置一套独立的逻辑控制单元, 每个车站多套逻辑控制单元间应互不干扰;
- 7) 逻辑控制单元发生故障时, 应不影响就地控制盘 (PSL) 对站台门的开、关控制。
- e) 监控系统网络拓扑结构宜为总线型。
- f) 中央控制盘及门控单元的应用软件对关键参数应可调, 应包括电机速度曲线、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。
- g) 监控系统应采用通用的、开放的和标准的通信协议。

27.3.5 接地要求

- a) 站台门与列车车厢宜保持等电位, 当与钢轨有联接需求时, 等电位要求应符合下列规定:
 - 1) 站台门与钢轨应采用单点等电位连接, 门体与钢轨连接等电位电阻不应大于 0.4Ω ;
 - 2) 正常情况下人体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 $0.5M\Omega$;
 - 3) 在站台门站台侧、端门外侧的地面不小于 $1m$ 范围内应设置绝缘区域, 绝缘值不应小于 $0.5M\Omega$ 。
- b) 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 。
- c) 站台门设备房设备外壳接地应符合现行国家标准《系统接地的型式及安全技术要求》GB14050 的规定。

28 乘客信息系统

28.1 一般规定

28.1.1 地铁应设置乘客信息系统 (PIS), 并应保证乘客在乘车过程中能够及时获取相关信息。

28.1.2 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。

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

28.1.4 乘客信息系统终端显示设备宜采用平板显示器、多媒体触摸屏等向乘客提供信息服务。

28.1.5 乘客信息系统终端显示设备宜设置于车站的站厅、站台、出站口、进站口、换乘通道以及车辆的客室内等公共区域。

28.1.6 设有综合监控系统时, 控制中心和车站的操作工程站功能宜通过综合监控工作站实现。乘客信息系统与综合监控系统互联时应在支持综合监控系统操作和联动工作的同时, 保证本身的完整性和独立性。

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

28.2 系统功能

28.2.1 乘客信息系统应具有乘客被动式多媒体导乘信息获取的服务功能，同时宜具有主动式多媒体咨询、查询的服务功能。

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

28.2.3 乘客信息系统应能够发布下列类型的信息：

- a) 列车时刻表、列车异常通告、下班列车到站时间等列车服务信息；
- b) 服务通告、换乘指示、动态指示等乘客引导信息；
- c) 火灾、自然灾害、事故灾害、人身意外等紧急灾害信息；
- d) 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，时钟的时间显示方式可为数字式或模拟指针式；
- e) 视频、图片、文字广告等商业信息。

28.2.4 乘客信息系统应具备信息实时显示功能；对于预制信息应具备根据节目列表定时自动或人工触发播出功能；对于来自外部接口直播的视频信息，应具备自动延时缓存播出的功能。

28.2.5 乘客信息系统应支持数据传送及数据显示的优先级别定义功能，对定义级别高的数据应优先处理，紧急灾害信息应具有最高优先级别。

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

28.2.7 乘客信息系统应支持即时信息编辑发布功能，终端显示设备应至少支持中英文双语显示功能。

28.2.8 乘客信息系统线网编播中心应具有获取外部信息、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。

28.2.9 乘客信息系统控制中心子系统应具有接收线网编播中心或外部信息、处理系统内各类数据、控制系统设备、编辑生成播出版式、播出信息的统计分析、提供系统安全机制的功能；由控制中心操作员编辑生成的即时信息及播放版式，应上传线网编播中心。

28.2.10 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。

28.2.11 乘客信息系统车站及车载显示终端设备，应支持全高清 1080P 分辨率视频图像，并应兼容标清视频图像。

28.2.12 乘客信息系统网络子系统应满足车-地间无线实时数据传输带宽需求，包括列车视频监视图像上传至控制中心的带宽需求。采用全自动运行的线路，还应满足全自动运行对车-地间无线实时数据的传输带宽需求以及对系统可靠性、可用性的需求。

28.3 系统构成及设备配置

28.3.1 乘客信息系统宜按线网编播中心（PCC）、控制中心（OCC）、车站及车载控制显示的三层网络架构设置。

28.3.2 线网编播中心宜配置核心服务器、视频流服务器、资讯服务器、接口服务器、操作员工作

站、网管工作站、播出控制工作站、音视频切换矩阵、视频编码器/解码器、播出版式预览装置等设备。

28.3.3 线路乘客信息系统宜分控制中心子系统、车站子系统、车载子系统、网络子系统、广告管理子系统等子系统。乘客信息系统控制功能宜分为信息源、中心播出控制层、车站/车载播出控制层和车站/车载播出设备等层次。在建有线网编播中心时，广告管理子系统应纳入线网编播中心。

28.3.4 控制中心子系统宜配备中心服务器、视频流服务器、资讯服务器、接口服务器、操作员工作站、网管工作站、播出控制工作站、音视频切换矩阵、视频编码器/解码器、播出版式预览装置等设备。在建有线网编播中心时，控制中心子系统应简化设置。控制中心子系统应通过接口服务器接入线网编播中心。

28.3.5 车站子系统宜配备数据服务器、操作员工作站及各类终端显示设备。终端显示设备应符合下列规定：

- a) 车站站台应设置终端显示设备，每侧站台终端显示设备数量不宜少于 6 块；
- b) 车站站厅宜设置终端显示设备，终端显示设备数量不宜少于 4 块；
- c) 换乘通道宜设置终端显示设备；
- d) 车站进站口、出站口宜设置终端显示设备；
- e) 车站站厅宜设置多媒体触摸查询设备。

28.3.6 车载子系统宜配备车载控制器、车载无线客户端、图像存储设备、网络设备和客室终端显示屏，每车厢客室终端显示屏数量不宜少于 4 块。

28.3.7 乘客信息系统的传输网络应由通信系统构建；车站局域网及区间无线网络宜由乘客信息系统独自构建，无线网络应满足列车高速运行时的无缝切换。具备条件时，可与信号系统、专用无线通信系统合建车地无线综合承载网。

28.3.8 网络子系统宜在控制中心配置冗余的以太网核心交换机、中心无线设备、防火墙、路由器等设备；在车站宜配置以太网交换机、车站无线设备、区间无线设备等设备。

28.3.9 广告管理子系统宜配备非线性编辑器、编辑录像机和屏幕编辑预览装置等设备。

28.4 系统接口

28.4.1 乘客信息系统宜设置与时钟系统、信号系统、综合监控系统、广播系统、车辆等地铁内部专业接口，并宜设置与数字电视、无线电视、有线电视等外部信息源接口。

28.4.2 乘客信息系统与时钟系统接口，接收时钟信息用于本系统的时钟与时钟系统同步，以便为乘客提供标准时间信息。

28.4.3 乘客信息系统与信号系统接口，应具备接收 ATS 或综合监控系统所提供的列车到站时间，以及列车调停、折返、回库等信息功能，以便为乘客提供列车到站时间信息。

28.4.4 乘客信息系统与综合监控系统接口，应能接受综合监控信息在指定的时间、地点、区域显示，并应将本系统设备工作状态和故障报警信息上传给综合监控系统。

28.4.5 乘客信息系统与广播系统接口，应能在广播播音时，自动降低视频播出的音量，以尽量减小对广播的影响。

28.4.6 乘客信息系统与车辆专业接口，应能提供车地无线通信数据通道，可将列车运行状态监测

信息传送至控制中心或车辆基地。

28.4.7 乘客信息系统与外部信息源接口，应能接受外部信息源的信号，并应向乘客提供全面的、实时的信息。

28.5 供电、防雷与接地

28.5.1 乘客信息系统负荷等级宜为二级负荷。

28.5.2 控制中心和车站乘客信息系统应采用综合接地，接地电阻不应大于 1Ω 。

28.5.3 所有乘客信息系统现场机柜及终端设备均应接地。正线区间系统设备接地应利用专用通信系统设置的贯通接地体；地面区间系统设备防雷接地应与专用通信系统合用防雷接地。

28.5.4 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。

28.6 布线

28.6.1 乘客信息系统布线应考虑周围环境电磁干扰的影响。数据线应采用带屏蔽层的电缆，并保持系统中屏蔽层的连续性，其电缆屏蔽层宜采用一点接地。

28.6.2 地下空间的光缆、电缆应采用无卤、低烟的阻燃材料。

28.6.3 地上车站站内宜采用无卤、低烟的阻燃线缆；地上区间的线缆应具有抗阳光辐射、防雨淋的能力。

29 控制中心

29.1 一般规定

29.1.1 城市轨道交通线路应进行集中监控和管理，并应设置控制中心（OCC）。

29.1.2 控制中心应满足日常运营管理及灾害事故时的功能需求。负责对线路客运组织、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。

29.1.3 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、能源管理、客流组织管理、信息管理等中心级的功能。

29.1.4 控制中心的布局应安全可靠，操作、维修及管理方便。并应根据运营管理模式、控制线路的数量及线路长度、系统配置、设备配备等，经济合理地确定控制中心的规模及标准，并宜预留未来发展的条件。

29.1.5 控制中心应接受轨道交通线网级指挥中心的指挥、协调和管理。应为上一级轨道交通指挥中心提供必要的线路信息、数据，并应遵循其相关规定。

29.1.6 控制中心应具备防灾和应急指挥的功能，应做为线路的防灾和应急指挥中心。也可根据需要，兼做全线安全防范中心。

29.1.7 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。

29.2 规划及设置

29.2.1 控制中心建设模式和规模应依据城市轨道交通线网的总体规划、管理需求，宜按多条线路集中为区域或线网集中的方式设置控制中心。

29.2.2 控制中心的位置宜靠近轨道交通线路、城市道路干线，当为多条轨道交通线路控制中心合建时，宜选择在能兼顾多条线路的地方。并应避开易燃、易爆、噪声和振动源及强电磁干扰源等。

29.2.3 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。

29.2.4 控制中心应遵循资源共享的原则，控制中心中每条线路各专业系统的设备、电源、网管设施宜集中设置，控制中心土建和配套系统应满足控制中心的相关要求。

29.2.5 全自动运行线路宜设置备用控制中心，备用控制中心应与主用控制中心实现冗余热备和无缝切换，其核心设备的冗余配置程度宜与主用控制中心一致。

29.3 控制中心管理

29.3.1 控制中心应结合设置规模、功能和运营组织的要求，设立管理运营机构和设施。

29.3.2 多线路控制中心所辖线路可按单线路独立管理，多条线路集中统一管理、多线路分功能、业务管理的模式进行管理。

29.3.3 运行管理模式应符合下列规定：

- a) 有利于列车运行的集中调度、统一指挥，保证行车指挥顺畅，行车安全，提高服务水平；
- b) 有利于控制中心对突发事件的决策分析和应变处理能力；
- c) 适应运营调度指挥发展的需求。

29.4 工艺设计

29.4.1 控制中心的功能分区及房屋设置应满足调度控制、运营管理、设备布置、扩充改造以及参观接待方面的要求。

29.4.2 控制中心应划分为运营控制区、运营管理区和设备区。各功能区的设置应符合下列规定：

- a) 运营控制区应包括调度大厅及附属设施用房，以及必要的值班、管理等用房；
- b) 运营管理区应包括运营管理办公、日常事务办公、会议等用房；
- c) 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。

29.4.3 控制中心各功能区用房宜相对集中设置，并根据运营要求、功能关系进行合理布置。

29.4.4 控制中心各线路系统设备用房可按专业独立、线路各专业集中或多线路同专业集中不同方式设置。

29.4.5 控制中心建筑物内轨道交通系统线缆与楼宇设备线缆应分开布设。建筑物各层之间应设贯

通电缆井。强电缆井与弱电缆井应分开设置。供电电缆井应与低压配电室相邻，弱电缆井应与通信系统设备用房相邻。

29.4.6 控制中心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、夹层等引入系统设备房和调度大厅。

29.4.7 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；

29.4.8 各线路控制中心运营调度控制宜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：

- a) 应按控制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；
- b) 各线路在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、输出设备等选择应符合功能需求，并应满足控制中心的统一要求；
- c) 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，并符合控制中心的统一要求；
- d) 调度台的台前和台后应留有足够的操作空间及维修空间，调度台距大屏幕显示屏的距离宜大于 2.5m；两调度台前后之间的净距离宜不小于 1.5m；
- e) 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。

29.4.9 调度大厅调度室设备的设置应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 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；
- e) 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。

29.4.10 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°。

29.4.11 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。

29.4.12 调度大厅大屏幕显示屏幕后部的净空尺寸宜不小于 1.8m。

29.5 建筑与结构

29.5.1 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：

- a) 建筑防火设计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。调度大厅吊顶的净空高度不宜小于 5.8m；系统设备用房净空高度不应小于 2.8m。
- b) 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。

- c) 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《电子信息系统机房设计规范》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。
 - d) 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江苏省地方标准的有关规定。
- 29.5.2** 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：
- a) 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；
 - b) 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 64 规定，如另有特殊设备，应根据要求单独计算。
 - c) 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 64 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	8kN/m ² ~10kN/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	
注：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		

29.6 供电、防雷与接地

29.6.1 控制中心宜单独设置降压变电所，降压所内应设两台动力变压器，应分别引入两路相对独立的电源供电，并应满足控制中心一、二、三级负荷的需要；当一台变压器退出运行时，另一台变压器可至少满足全部一、二级负荷的需要。

29.6.2 控制中心防雷接地应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定，其防护类别不应低于第二类防雷建筑物。

29.6.3 控制中心应设统一的强、弱电系统综合接地系统，总的接地电阻不应大于 1Ω，并应满足各系统总的散流要求。系统设备接地应从综合接地装置上单独接引，并与强电系统接地装置分开设置。

29.7 楼宇设备

29.7.1 控制中心应根据其设置规模、功能需求设置通风、空调、照明及应急照明等机电设备。各系统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 级或 C 级标准的有关规定。

29.7.2 通风与空调应满足下列要求：

- a) 调度大厅内环境温度宜控制在 16℃~27℃之间，中央控制室和各系统设备房每小时内的温度变化不宜超过 3℃；

- b) 大屏幕显示屏前后温差不宜超过 3℃；
- c) 调度大厅及系统设备房应维持正压；
- d) 系统设计应满足分期实施需求，并应预留接口和安装场地和条件；并宜采取相应的节能措施；
- e) 火灾时通风系统应满足排烟及保证工作人员安全疏散的通风要求；

29.7.3 照明和应急照明应满足下列要求：

- a) 控制中心应设置正常照明与应急照明。照明灯具宜选择节能型、散射效果良好、使用寿命长及维修更换方便的灯具；灯具的布置宜与建筑装饰和设备布置相协调；
- b) 调度大厅的照明应柔和均匀、无眩光，并应满足大屏幕显示屏和操作台面照度的要求，并宜具备分区、分级调光功能；
- c) 控制中心应急照明的照度不应低于正常照明的 10%，调度大厅的应急工作照明不应低于正常照明的 30%，应急照明的持续供电时间不应低于 1h；
- d) 系统设备房、维修用房、办公管理用房及其他各部位照明应符合国家现行规范的规定。

29.7.4 弱电工程设计应符合下列规定：

- a) 控制中心大楼弱电系统功能应以建筑实体为平台，宜兼顾通信、办公、建筑设备自动化等；
- b) 控制中心建筑宜按智能建筑进行设计，应实现办公自动化系统、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；
- c) 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，并应实现集中监控和管理；
- d) 控制中心宜采用结构化综合布线系统。

29.7.5 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。

29.8 防灾与安全

29.8.1 控制中心应设置火灾自动报警、环境与设备监控、火灾事故广播、自动灭火、水消防、防排烟等系统；多线路集中调度大厅应设自动灭火系统。

29.8.2 控制中心各分区出入口、主要通道和重要房间应设置闭路电视监视系统和门禁系统等安防设施。

29.8.3 控制中心应设置消防控制室、保安值班室，保安值班室宜与消防控制室合设。

30 车辆基地

30.1 一般规定

30.1.1 车辆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。

30.1.2 车辆基地的功能和各项设施的配置，应根据城市轨道交通线网规划、线网车辆基地布局规划、既有轨道交通车辆基地的配置状况，以及选址条件、车辆和运营条件等因素综合确定。

30.1.3 车辆基地的设计应初、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。

30.1.4 配属列车数应为运用车、检修车和备用车数量的总和。备用车按备用系数取值，检修车按检修周期和检修时间计算取值。

30.1.5 车辆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当地相关规范的规定。

30.1.6 车辆基地应有完善的消防设施。防灾和建筑防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

30.1.7 车辆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。

30.1.8 车辆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、规定的要求和当地现行的治理、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。

30.1.9 车辆基地设计，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，并需取得城市航运和水利部门的意见。

30.1.10 车辆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。

30.1.11 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。

30.1.12 当车辆基地进行上盖物业开发时，车辆基地和上盖物业开发应统筹规划、同步设计、分步实施，应明确开发内容、性质和规模，应在保证车辆基地功能和规模的前提下，对总平面布置、房屋建筑、结构设计以及相关设施予以统筹规划和综合考虑，避免相互干扰，应综合考虑车辆基地内外道路的合理衔接以及相关市政配套设施的规划。车辆基地与物业开发的投资应分开计列。

30.2 车辆基地分类及功能

30.2.1 车辆基地的功能、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。

30.2.2 根据承担的功能、任务范围不同，车辆基地应划分为辅助停车场、停车场、定修车辆段和大、架修车辆段。

30.2.3 定修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。当停车规模不超过 12 列，仅承担列车的停放、运用、整备、日常检查和乘务工作的停车场为辅助停车场。停车场应隶属于本线车辆段管理。

30.2.4 停车场功能及设施应包括下列内容：

- a) 承担本场配属列车的停放、运用、整备、日常检查任务和乘务工作；必要时可承担车辆的双周/三月检、临修等任务；
- b) 根据功能需要，应配备停车列检库、洗车库、双周/三月检库、临修库等运用、检修设施；

- c) 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；
- d) 停车场可根据本线需要承担综合维修、物资存储等任务，并设置相应设施。

30.2.5 定修车辆段功能及设施应包括下列内容：

- a) 承担车辆定修及其以下各修程的检修任务以及配属列车的停放、运用、整备、日常检查任务和乘务工作；
- b) 应配备定修库、临修库、双周/三月检库、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；
- c) 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；
- d) 定修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。

30.2.6 大、架修车辆段功能及设施应包括下列内容：

- a) 承担车辆大、架修、定修及其以下各修程的检修任务以及配属列车的停放、运用、整备、日常检查任务和乘务工作；
- b) 根据线网资源共享要求，承担轨道交通线网车辆的大、架修及车辆部件的集中检修任务；
- c) 大、架修车辆段的设置应具备方便各线车辆送修的联络条件，并尽量设置在车辆维修任务量较大的线路上；
- d) 承担车辆大、架修的能力，应根据线网资源共享的规模要求设置，宜至少满足 2 条线路配属车辆的检修需要，且线路长度合计宜为 100~200km；
- e) 大、架修车辆段应配备大架修库、定临修库、双周/三月检库、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；可根据需要配备车辆大部件专业检修车间；
- f) 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。
- g) 大、架修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。

30.3 车辆检修指标及规模

30.3.1 车辆基地的规模应满足车辆运营、维修功能要求，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、车辆技术参数等资料计算确定。

30.3.2 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。

30.3.3 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。

30.3.4 车辆日常维修和定期检修的修程和周期应根据车辆技术条件、车辆的质量和既有车辆基地的检修经验制定。新建轨道交通工程的车辆检修修程和检修周期、检修/库停时间可参照表 65 确定。

30.3.5 车辆基地各检修列位数，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双周检、三月检、定修 1.2，架修、大修 1.1 计取。

30.3.6 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。

表 65 车辆定检标准

类别	检修修程	日常维修和定期检修周期指标		检修/库停时间(d)
		走行里程(万 km)	时间间隔	
定期检修	大修	120	10 年	35/30
	架修	60	5 年	20/18
	定修	15	1.25 年	7/5
日常维修	三月检	3	3 月	2
	双周检	0.5	0.5 月	0.5
	列检	—	每天或两天	—

30.3.7 车辆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。

30.3.8 车辆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。

30.4 选址及总图

30.4.1 车辆基地选址应符合如下要求：

- 用地性质应符合城市总体规划要求，应具有远期发展余地；
- 车辆段、停车场应有良好的车站接轨条件，便于运营和管理；
- 车辆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；
- 便于城市电力线路、给/排水等市政管线的引入和道路的连接。

30.4.2 车辆基地的选址，应遵循方便运营、减少列车空走距离、少占用土地的原则。当车辆基地至终点站的长度大于 20km 时，可增设停车场。

30.4.3 车辆基地总平面布置，应符合下列要求：

- 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或规划路面高程；
- 车辆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；
- 功能分区内各项设施的布置应紧凑、合理。

30.4.4 车辆基地内道路设计应符合下列规定：

- 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；
- 库、线的平交道口封闭管理时不宜影响正常交通运输功能；
- 消防车道设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定；
- 主运输道路的圆曲线半径不应小于 12m；新车运输路径上的道路转弯半径应满足新车运输方案的要求，一般宜采用 18m。道路直线段纵坡不应大于 8%，曲线段纵坡不应大于 6%；
- 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°；
- 应结合道路设室外停车场。

30.4.5 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。

30.4.6 车辆基地的变配电所、给水泵房、空压机站和锅炉房等动力房屋，应靠近负荷中心设置；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。

30.4.7 全自动运行线路的车辆基地内应根据作业需求划分自动控制区和非自动控制区，自动控制区与非自动控制区之间应设置驾驶模式转换区。

30.5 车辆运用、整备设施

30.5.1 车辆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。

30.5.2 运用整备设施宜包括停车库、列检库、洗车库、双周/三月检库及辅助生产房屋。

30.5.3 停车库、列检库设置应符合下列要求：

- a) 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；
 - b) 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车列数计算确定，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%；
 - c) 当停车列检库为尽端式时，每条库线宜按远期编组车辆数两列位或一列位布置；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或三列位布置；
 - d) 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；
 - e) 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；
 - f) 停车库地坪标高±0.00 与轨面等高。列检线应设中间检查坑，坑深宜为轨面下 1.4m～1.5m，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 1.0m～1.1m；
 - g) 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：

$$L_{tk} = (L+1) \times N_1 + (N_1-1) \times 8 + 9 + S \text{ ----- (17)}$$

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）；

1——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);

S——尽端式车库列车与车挡的安全距离 (包括信号瞭望距离)。

列检库计算长度:

$$L_{jk} = (L+4) \times N_2 + (N_2-1) \times 8 + 9 + S \text{-----} \quad (18)$$

式中:

L_{jk} ——列检库长度 (m);

N_2 ——每条线列检列位数;

4——为停车不准确距离 1m 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);

S——尽端式车库列车与车挡的安全距离 (包括信号瞭望距离)。

注: 式中未计两端斜坡道长度。

h) 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 66 的规定。

30.5.4 双周/三月检库设置应符合下列规定:

- a) 当双周/三月检库为贯通式时, 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;
- b) 双周/三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;
- c) 双周/三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;
- d) 采用接触轨供电时, 接触轨不应进入双周/三月检库库线;
- e) 双周/三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;
- f) 采用架空接触网供电时, 进出车顶作业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; 兼做两线作业的车顶作业平台中间应设隔离护栏;
- g) 双周/三月检线均应设中间检查坑, 坑深宜为轨面下 1.4m~1.5m, 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。为便于双周/三月检作业, 股道两侧面地坪宜采用下沉方式, 下沉范围宜为轨面下 1.0m~1.1m;
- h) 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;
- i) 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。双周/三月检库计算长度:

$$L_{yk} = (L+1) \times N_3 + (N_3-1) \times 8 + 25 \text{-----} \quad (19)$$

式中:

L_{yk} ——双周/三月检库计算长度 (m);

N_3 ——每条线双周/三月检列位数;

1——为停车不准确距离（m）；

8——为双周/三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）。

j) 车库的宽度应符合表 66 的相关规定；

k) 双周/三月检库可单独设置或与停车列检库合建。

30.5.5 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：

a) 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。当地形受限制时，洗车线可按尽端式布置；

b) 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；

c) 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；

d) 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：

$$L_{ts}=2L+L_S+12 \text{-----} \quad (20)$$

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：

$$L_{js}=2L+L_S+10 \text{-----} \quad (21)$$

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）。

e) 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。

30.6 车辆检修设施

30.6.1 检修设施宜包括大、架修库、定、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。车辆段应根据其功能和检修工艺要求设置相应的生产设施。

30.6.2 承担定修任务的车辆段应设定、临修库、静调库、吹扫库、不落轮镟库、调车机车库及相应的辅助生产房屋，同时设置试车线和试车设备房屋。

30.6.3 承担大、架修任务的车辆段除设置上述功能设施外，尚需增设大、架修库及车体、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。

30.6.4 多线路共享的大、架修基地的检修主库、主要检修设施、车间宜共享使用。

30.6.5 大、架修库设置应符合下列规定：

- a) 其规模应根据大、架修工作量和检修时间计算确定。厂房的布置和尺寸应满足工艺流程和检修作业的要求;
- b) 架空接触网或接触轨不应进入大、架修库;
- c) 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、车顶吊运作业要求及起重机规格、型号等因素确定;
- d) 转向架检修间应毗邻大、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;
- e) 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;

30.6.6 定修库设置应符合下列规定:

- a) 其规模应根据定修工作量和检修时间计算确定。
- b) 定修宜采用定位作业,列位的长度可按单元车解钩的作业设计;
- c) 定修列位宜设通长宽型检查坑,股道内侧坑深宜为 1.4m~1.5m,坑内应有排水设施。股道外侧检查坑宽宜按车辆宽度加 1.0m 设计,坑深宜为 1.0m~1.1m;
- d) 定修库长度不应小于下列公式的计算值:

$$L_{dk} = L + N_d \times 1 + 16 \text{ ----- (22)}$$

式中:

L_{dk} ——定修库计算长度 (m);

N_d ——列车单元数;

1 ——列车单元解钩后车钩检修作业所需距离 (m);

16 ——定修库设计附加长度 (m)。

- e) 定修库宽度应符合本标准表 66 的有关规定;

30.6.7 临修库设置应符合下列规定:

- a) 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;
- b) 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;
- c) 临修线不应设架空接触网或接触轨;
- d) 临修线应设中间检查坑(设全列位固定式架车机库线除外),坑深宜为轨面下 1.4m~1.5m,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;
- e) 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;股道两侧根据架车作业需要设置块状或条状架车基础;
- f) 临修库的长度应不小于下列公式的计算值:

$$L_{lk} = L + L_z + 20 \text{ ----- (23)}$$

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。

g) 车库的宽度应符合表 66 的相关规定。

30.6.8 静调库设置应符合下列规定：

- a) 静调列位应满足单元车组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；
- b) 静调列位应设置车辆外接调试电源设备；
- c) 采用接触网供电的静调线，库前应设隔离开关；
- d) 静调线应设中间检查坑，坑深宜为轨面下 1.4m~1.5m，坑内应有良好的照明和排水设施；
- e) 根据车辆调试需要，在车顶空调和受电弓对应部位位置宜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；
- f) 宜在静调线设置车辆轮廓检测装置。线路应为零轨；
- g) 车库的长度应不小于下列公式计算值：

$$L_{jt}=L+16 \text{ ----- (24)}$$

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)。

h) 车库的宽度应符合表 66 的相关规定。

30.6.9 吹扫库设置应符合下列规定：

- a) 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，应以实体隔墙隔开；
- b) 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 $\pm 0.00\text{m}$ ；
- c) 吹扫库长度宜与静调库长度一致；
- d) 吹扫设备的选型应避免对工作环境的污染，宜选用高压水冲洗、大功率吸尘设备。

30.6.10 不落轮镟库设置应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 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 3t 悬挂起重机，库内环境满足机床使用要求；
- d) 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。

30.6.11 调车机车库设置应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 调车机车库的规模应按远期配备台数确定，库内应设检查坑，坑深宜为轨面下 1.4m~1.5m，坑内应有良好的照明和排水设施；

c) 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：

$$L_{nk}=(L_n+2) \times N_4+(N_4-1) \times 4+7----- (25)$$

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。

- d) 车库的宽度应符合表 66 的相关规定；
- e) 根据作业性质应设置必要的附属用房和检修设施。

30.6.12 油漆库设置应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 宜布置在常年主导风向的下风位置；
- c) 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；
- d) 库内所有电气设备均应采取防爆措施。

30.6.13 车辆基地各车库的通道宽度和车库大门等部位的最小尺寸宜符合表 66 的规定。

表 66 车辆基地各车库有关部位最小尺寸

单位为米

车库种类项目名称	停车库	列检库	周月检库	定临修库	大架修库	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。							
注 2： 车库大门净高未考虑受电弓升弓进库的高度。							
注 3： 静调库、吹扫库各部分尺寸参照月检库设计。							
注 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。							

30.7 车辆基地站场线路

30.7.1 车辆基地应设出入线、洗车线、镟轮线、试车线和各种库线（包括停车、列检、月检、静调和定临修、大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。

30.7.2 车辆基地站场线路设置应符合下列要求：

- a) 出入线最小曲线半径：A 型车 250m，B 型车 200m；最大坡度：40‰（不含坡度折减）；
- b) 车场线最小曲线半径：150m；库外停放车的线路坡度不大于 1.5‰；

c) 车场线宜采用 7 号道岔。

30.7.3 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。

30.7.4 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它列车调头设施。

30.7.5 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。

30.7.6 镟轮线的设置应符合下列要求：

- a) 镟轮线宜采用尽端式布置；
- b) 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。

30.7.7 试车线的设置应符合下列要求：

- a) 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。试车线的其它技术标准应与正线标准一致；
- b) 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、惰行时间不超过 10S 的试验要求；
- c) 试车线应采取封闭隔离安全措施，线路的两端应设缓冲滑动式车档。
- d) 全自动运行线路的试车线设备配置需满足全自动运行/静态测试的需要。

30.7.8 车辆基地应设牵出线。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。

30.7.9 材料线的设置应符合下列要求：

- a) 材料线在材料堆场一侧宜设置硬化地面，有条件时可加设材料棚；
- b) 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。

30.7.10 平板车线的设置应符合下列要求：

- a) 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；
- b) 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。

30.7.11 车辆基地为贯通式布置时，应设联络车场两端咽喉区的走行线。

30.7.12 车辆基地内应设置调车机车停放库线，有条件的宜对向布置。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。

30.7.13 车辆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。

30.7.14 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：

- a) 尽端式列检线的有效长度应不小于（列车长度+24m）的计算值；
- b) 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；
- c) 列检线就近车站应设列检必要的生产、生活、办公房屋。

30.8 设备维修与动力设施

30.8.1 车辆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。

30.8.2 设备维修间设置应符合下列要求：

- a) 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；
- b) 车辆基地检修车间与设备车间的通用机加工设备应合并设置。

30.8.3 大、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。

30.8.4 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。

30.8.5 车辆基地应设备品配件库，并配备必要的起重和运输设备。根据需要设置易燃品库。

30.8.6 车辆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。

30.8.7 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。

30.9 综合维修基地

30.9.1 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：

- a) 全线轨道、道岔、路基等建筑及设备的日常维护和定期检修；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 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；
- e) 全线通信、信号系统的运营管理、日常维护和定期检修；
- f) 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。

30.9.2 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。

30.9.3 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。

30.9.4 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。

30.9.5 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。

30.9.6 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。

30.10 物资总库

30.10.1 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。

30.10.2 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。存放易燃品的仓库应单独设置，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

30.10.3 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。

30.10.4 物资总库应有足够面积的露天存放场地。

30.11 培训中心

30.11.1 培训中心负责组织和管理工作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。培训中心应考虑线网资源共享。

30.11.2 单独设置轨道交通线路培训中心时，宜结合车辆基地设置，必要时也可单独设置。

30.11.3 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。

30.11.4 首条线路应在车辆基地建设专业练兵线。

30.12 房屋建筑

30.12.1 房屋建筑设计使用年限和防水等级应符合下列规定：

- a) 主要建筑的设计使用年限不应低于 3 类，50 年；
- b) 建筑物屋面和地下室的防水等级不应低于二级。

30.12.2 建筑设计应符合下列规定：

- a) 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。
- b) 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。
- c) 停车列检库每股道停放两列车并设有可贯通的中通道时，中通道的宽度和两端的门洞净宽、净高不应小于 4m。
- d) 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。
- e) 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。
- f) 五层及五层以上办公建筑应设电梯。
- g) 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。

- h) 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。
- i) 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。
- j) 围墙至建筑物、道路和铁路的最小间距，应符合表 67 规定。

表 67 间距表

单位为米

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

30.12.3 车辆基地内厂（库）房建筑的火灾危险性分类应符合下列规定：

- a) 易燃品库、酸性蓄电池充电间为甲类；
- b) 油漆库为乙类；
- c) 停放调车机车的车库为丙类；
- d) 大架修库、定临修库和附属车间、静调库、吹扫库和不落轮镟库以及综合维修基地的维修厂房为丁类；
- e) 停车库、列检库、周月检库和洗车库以及碱性蓄电池室为戊类。

30.12.4 绿化布置应符合下列原则：

- a) 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；
- b) 股道区绿化不得采用灌木或乔木。

30.13 资源共享

30.13.1 线网车辆大、架修资源共享应遵循下列原则：

- a) 车辆大、架修基地应按轨道交通线网统一规划实施；
- b) 线网中相同车型线路的车辆大、架修应相对集中设置；
- c) 车辆段的大、架修规模，应以承担线网资源共享线路的远期最大工作量加以控制。

30.13.2 线网综合维修资源共享应遵循下列原则：

- a) 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；
- b) 多条线路车辆基地共址合建时，相关线路的综合维修设施宜统筹集中设置于一处。
- c) 当线网形成一定规模时，可考虑结合车辆基地集中设置一处焊轨基地。

30.13.3 线网物资仓储系统宜全网统筹设置，并统一管理。

30.13.4 线网车辆基地共址资源共享应遵循下列原则：

- a) 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；
- b) 不同线路的镟轮库和洗车库应根据作业量计算确定，可分别设置或合用；
- c) 在车辆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；

- d) 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；
- e) 食堂应集中设置，设计规模应根据总定员计算确定；
- f) 共址车辆基地的出入口、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。

30.13.5 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。

30.13.6 全网应统筹设置培训资源，新建车辆基地需要增加的培训设备、设施宜在既有培训资源中增加。

30.14 配套设施规模

30.14.1 车辆基地的办公、管理用房建筑面积宜按每定员 2.4m^2 计算确定。

30.14.2 食堂餐厅座位数宜按车辆基地定员的 50% 确定，使用面积宜为 $1.2\text{m}^2/\text{座}$ 。食堂餐厨比例宜为 1:1。

30.14.3 车辆基地宜设司机公寓，面积指标参照 $50\text{m}^2/\text{列车}$ 配置。

31 防灾与安全

31.1 一般规定

31.1.1 城市轨道交通工程应具有防火灾、水淹、风灾、地震、冰雪、雷击和停车事故等灾害的设施，并以防火灾为主。

31.1.2 城市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，采取可靠的防火措施，做到安全实用、技术先进、经济合理，并按一条线路、一座换乘车站及其相邻区间在同一时间内发生一处火灾考虑。

31.1.3 地下车站的设防等级、出入口的设置原则以及防倒塌等要求应符合现行行业标准《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ02 以及当地主管部门的有关规定。

31.1.4 车站联合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、《地铁设计防火标准》GB 51298 及《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 有关规定，且不应布置火灾危险性大的歌舞、娱乐、放映和游艺场所。

31.1.5 地上车辆基地的物资仓库、运用库和停车列检库内设置办公区、材料库等附属用房时，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 以及《地铁设计防火标准》GB 51298 的有关规定。

31.2 建筑防火

31.2.1 地下车站的出入口、风亭、电梯地面亭和冷却塔等附属建筑，地上车站、区间、附属建筑、控制中心、主变电所、车辆基地的各类建筑和出入段线敞口段等构筑物应根据城市规划、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。

31.2.2 地下车站的出入口、风亭、电梯地面亭和冷却塔等附属建筑，地上车站、区间和附属建筑、控制中心、主变电所、车辆基地的各类建筑和出入段线敞口段等构筑物，与相邻建筑物、各类厂房仓库、各类液体及储罐（区）、可燃材料堆放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、混气站和城市液化石油气供应站瓶库的防火间距，应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。

31.2.3 位于道路红线外的地上车站周围宜设置环形消防车道。当设置环形消防车道确有困难时，可沿两个长边设置消防车道。位于道路中央分隔带内的高架车站，宜在车站两端附近设置横穿中央分隔带的消防车道。

31.2.4 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洞口的距离应符合本标准第 12.5.4 条的规定。风亭与相邻建筑结合时，风亭宜设置在建筑物的顶层或转角处，建筑物外墙在风口四周 5m 内不得开设门、窗洞口，必须开设窗户时，外窗应采用乙级防火窗。

31.2.5 车辆基地内的车辆运用、检修、综合维修等厂（库）房以及办公楼、物资总库、培训中心、信号楼等主要建筑应设置环形消防车道，消防车道与外界城市道路的连接口应不少于 2 个。

31.2.6 车辆基地内的消防车道不宜与线路咽喉区及咽喉区前的出入段线平面相交，当确有困难必须相交时，应设置备用车道，且两车道之间的距离不应小于一列车车的长度。

31.2.7 车辆基地内的车辆运用、整备设施（停车库、列检库、洗车库、月检库及附属用房）位于地下时，应设环形消防车道。当设环形消防车道确有困难时，可沿建筑长边设置消防车道。

31.2.8 地上车站的消防泵房宜布置在首层，当布置在其他楼层时，应靠近安全出口。地下车站的消防泵房应布置在站厅层及以上楼层，并宜布置在站厅层设备管理区内的消防专用通道附近。

31.2.9 车站、车辆基地、控制中心等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、《地铁设计防火标准》GB 51298 的有关规定。

31.2.10 车辆基地内厂（库）房建筑的火灾危险性分类应符合以下规定：

- a) 易燃品库、酸性蓄电池充电间为甲类；
- b) 油漆库为乙类；
- c) 停放内燃机车的车库为丙类；
- d) 厂修库、架修库、临修库和附属车间、静调库、吹扫库和不落轮镗库以及综合维修基地的维修厂房为丁类；
- e) 停车库、列检库、月检库和洗车库以及碱性蓄电池室为戊类；
- f) 车辆基地内同一座厂房或厂房的任一防火分区内有不同火灾危险性生产，以及同一座仓库或仓库的任一防火分区内储存不同火灾危险性物品时，该厂房（仓库）或防火分区内的火灾危险性分类应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

31.2.11 防火分区的划分应符合以下规定：

- a) 车站的站台和站厅公共区应划分为一个防火分区;车站设备管理用房区应与公共区划分成不同的防火分区;
- b) 地下换乘车站共用一个站厅公共区时,站厅公共区的面积不宜大于 5000m^2 ,当大于 5000m^2 时,站厅用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙或防火卷帘进行分隔;
- c) 站台和站厅两端的设备管理用房应划分为独立的防火分区。地下车站设备管理用房每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 1500m^2 ,没有安装设备的风道、风井可不计入防火分区面积;建筑高度不大于 24m 的地上车站,设备管理用房每个防火分区最大允许建筑面积不应大于 2500m^2 ;建筑高度大于 24m 的地上车站,设备管理用房每个防火分区最大允许建筑面积不应大于 1500m^2 ;
- d) 地下车站风道等部位应用防火隔墙与其它设备房间分隔;
- e) 消防泵房、污水和废水泵房、卫生间、盥洗间、茶水间等房间可不计入防火分区面积;
- f) 两个防火分区之间应采用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙和甲级防火门分隔,当防火墙设有观察窗时,应采用甲级防火窗。防火分区的楼板耐火极限不应低于 2.00h 。

31.2.12 车站公共区下列部位应进行防火分隔:

- a) 通道换乘的地下车站,应在换乘通道两侧用耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘进行分隔,分隔后每个区域内任意一点至安全出口的距离不应大于 50m ;
- b) 节点换乘的地下车站,应在下层车站换乘楼梯四周用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙或 3.00h 的防火卷帘进行分隔;
- c) 上下平行换乘或站台采取上下重叠的地下车站,下层站台穿越上层站台至站厅的楼扶梯,应在上层站台的楼扶梯四周用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙与其它部位隔开;上、下层站台之间的联系楼扶梯,应在下层站台的楼扶梯四周用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙进行分隔;
- d) 左右平行换乘的地下车站,线路之间应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙进行分隔,并延伸至站台计算长度以外 10m ;
- e) 端头厅型式的地下车站,除公共楼扶梯开口处外,站厅与站台、轨道区的连通处应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙进行分隔;
- f) 地下一层侧式站台与同层站厅公共区可划为同一个防火分区,但站台上任一点至车站直通地面的疏散通道口的最大距离不应大于 50m ;当大于 50m 时,应在与同层站厅的邻接面处或站厅的适当位置采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙或防火卷帘进行分隔;
- g) 地下三层以上(含三层)的车站,公共区疏散楼梯穿越设备层或设备用房时,应在所穿越层楼梯四周用耐火极限不低于 3.00h 的防火隔墙与其它部位隔开;
- h) 站台至站厅自动扶梯下部空间应作防火分隔,设不低于乙级的防火门,该空间不得用作工务用房、工具间、垃圾间、备用间等;
- i) 车站公共区内电梯井道采用安全玻璃并穿越设备层时,设备层应采用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙及防火门进行分隔;
- j) 自动扶梯设备穿过结构楼板的下底坑应用耐火极限不低于 1.50h 的楼板或不燃烧材料与车站其他部位分隔;
- k) 在站厅的上层或下层设置商业等非轨道交通功能的场所时,站厅严禁采用中庭与商业等场所连

通；在站厅非付费区连通商业等场所的楼梯或扶梯的开口部位应设置耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘，防火卷帘应分别由轨道交通、商业等场所控制，楼梯或扶梯周围的其他临界面应设置防火墙。在站厅层与站台层之间设置商业等非轨道交通功能的场所时，站台至站厅的楼梯或扶梯不应与商业等场所连通，楼梯或扶梯穿越商业场所的部位周围应设置无门窗洞口的防火墙；

- l) 在站厅公共区同层布置的商业等非轨道交通功能的场所，应采用防火墙与站厅公共区进行分隔，相互间宜采用下沉广场或连接通道等方式连通，不应直接连通。下沉广场的宽度不应小于 13m；连接通道的长度不应小于 10m、宽度不应大于 8m，连接通道内应设置 2 道分别由轨道交通和商业等场所控制且耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘。

31.2.13 各建（构）筑物的耐火等级应符合以下规定：

- a) 地下和半地下车站的主体结构、出入口通道、风道，地下区间、区间风井和风道、区间联络通道，耐火等级应为一级；
- b) 控制中心（含联建的建筑）、主变电所、车辆基地内的易燃品库、油漆库，耐火等级应为一级；
- c) 车辆基地内上部进行物业开发结合的厂（库）房，地下停车库、列检库、停车列检库、运用库、联合检修库及其他检修用房，耐火等级应为一级；
- d) 地下和半地下车站的地面出入口、风亭、电梯地面亭等地面构筑物，地面车站、高架车站、高架区间等建、构筑物，耐火等级不应低于二级；
- e) 车辆基地内的车辆运用、检修、综合维修等地上厂（库）房，物资总库、混合变电所、水泵房、办公楼、培训中心、信号楼、公寓、食堂等建筑，耐火等级不应低于二级；
- f) 地上车站与相邻建筑物合建时，相邻建筑的耐火等级不应低于二级。地下、半地下车站的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级，地上部分的耐火等级不宜低于二级。

31.2.14 地下车站站台端部和配线区的设备用房及外挂设备用房应用防火墙与站台公共区或轨道区进行分隔，防火墙上的开门应为常闭的甲级防火门。

31.2.15 站厅非付费区面积较大时，在不影响乘客疏散的部位，可设置小商铺，小商铺前的集散空间不得侵入乘客疏散区域。小商铺总建筑面积不应大于 100m²，每处小商铺的建筑面积不应大于 30m²。小商铺与设备管理用房应用防火墙分隔，并用耐火极限不低于 2.00h 的隔墙与非付费区隔开，铺面开口处防火卷帘的耐火极限不应低于 3.00h。

31.2.16 综合控制室、消防控制室、通风空调机房、排烟机房、变电所、配电室、通信设备室、信号设备室、固定灭火装备室、消防泵房、蓄电池室等火灾时需要运行的设备房间，应用耐火极限不低于 2.00h 的防火墙和不低于 1.50h 的楼板与其它部位隔开。地下车站上述房间隔墙上的门、窗应采用常闭的甲级防火门和不可开启的甲级防火窗。地上车站、控制中心和车辆基地内各建筑的上述用房，除符合本标准规定外，还应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

31.2.17 电缆井、管道井等竖向井道应独立设置。地下车站井道的井壁耐火极限不应低于 1.50h，井壁上的检查门应为乙级防火门；地上车站、控制中心和车辆基地各建筑内的电缆井、管道井的井壁的耐火极限不应低于 1.00h，井壁上检查门应为不低于丙级的防火门。

31.2.18 车站安全出口的设置应符合以下规定：

- a) 站台公共区任意一点至疏散楼梯口的距离不应大于 50m；站厅公共区任意一点到安全出口的距

离不应大于 50m;

- b) 站厅公共区直通地面的安全出口不应少于 2 个; 换乘车站共用一个站厅公共区时, 每线车站直通地面的安全出口不应少于 2 个; 当站厅公共区的面积大于 5000m^2 而采取防火分隔时, 分隔后每个区域内直通地面的安全出口不应少于 2 个, 且公共区任意一点至安全出口的距离不应大于 50m;
- c) 站台和站厅同层的地下一层侧式站台车站, 当站台与站厅公共区临界面上采取防火分隔时, 每侧站厅公共区直通地面的安全出口不应少于 2 个。当站台与站厅公共区之间不设防火分隔时, 每侧站台公共区任意一点到站厅公共区安全出口的距离不应大于 50m, 且疏散到室外的时间不应超过 6min;
- d) 端头厅型式的车站, 每端站厅直通地面的安全出口不应少于 2 个;
- e) 每个站台公共区通向站厅层的疏散楼梯不应少于 2 个;
- f) 地下车站有人值守的设备管理用房区内, 每个防火分区的安全出口不应少于 2 个, 其中 1 个安全出口应直通地面。当两个或两个以上防火分区相邻布置时, 每个防火分区可利用防火墙上通向相邻防火分区的甲级防火门作为第二个安全出口, 但每个防火分区应有直通地面一个安全出口;
- g) 地下车站无人值守或经常停留人数不超过 3 人的设备管理用房区, 每个防火分区的安全出口不应少于 2 个, 通向相邻防火分区的甲级防火门或其它防火分区的楼梯间可作为安全出口;
- h) 建筑高度不超过 24m 的地上车站, 有人值守的设备管理用房区内, 每个防火分区、一个防火分区的每个楼层, 安全出口的不应少于 2 个。当防火分区建筑面积小于 1500m^2 时, 可只设一个直通地面的安全出口, 相邻防火分区防火墙上的甲级防火门可作为第 2 个安全出口;
- i) 建筑高度不超过 24m 的地上车站, 当车站层数不超过三层, 经常停留人数不超过 3 人的设备管理用房区, 且每层防火分区的建筑面积不大于 500m^2 时, 可只设一个与相邻公共区防火墙上甲级防火门的作为安全出口;
- j) 建筑高度超过 24m 且相连区间未设置纵向疏散平台的高架车站, 应在站台增设直达地面的疏散楼梯;
- k) 站台层无人值守或经常停留人数不超过 3 人的设备管理用房开向轨道区走道的门可视为安全出口; 站台层设备管理用房区内经常有人的管理用房数量超过 2 间、且每间使用面积大于 15m^2 时, 应采用内走道与通向另一个防火分区的楼梯间连通;
- l) 竖井、爬梯、电梯以及设在两侧式站台之间的过轨通道不应作为安全出口;
- m) 设在站台层和站厅层之间的设备管理用房区不应利用公共区疏散楼梯的休息平台作为安全出口;
- n) 节点换乘的地下车站站台之间的换乘楼扶梯和上下重叠或含上下平行换乘站台之间的联系楼扶梯不应作为站台公共区的安全出口; 地上车站的换乘通道, 当内部采用不燃材料装修, 并具有自然通风、排烟条件时, 可作为车站公共区的安全出口;
- o) 地下车站公共区通向避难走道或下沉广场的疏散口可作为安全出口, 但避难走道或下沉广场的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定;
- p) 站厅公共区与商业等非轨道交通功能的场所的安全出口应各自独立设置。两者的连通口和上、

下联系楼梯或者扶梯不应作为相互间的安全出口；

q) 安全出口应分散设置，当同方向设置时，两个安全出口通道口部之间的距离不应小于 10m。

31.2.19 地下车站消防救援通道及楼梯间可与有人值守设备管理用房区直通地面的安全出口及楼梯间合并设置，并应设置在有车站控制室等主要管理用房的防火分区内。

31.2.20 地下车站超过三层（含三层）时，设备管理用房区的楼梯间应设防烟楼梯间。地下两层车站、地下一层车站和建筑高度小于 24m 的地上车站，设备管理用房区的楼梯间应设封闭楼梯间。

31.2.21 车站出入口通道长度不宜超过 100m，超过时应采取满足人员安全疏散的措施。

31.2.22 车站设备管理用房区的房间疏散门位于两个安全出口之间时，其疏散门至最近安全出口的最大距离不应大于 40m。当房间位于袋形走道两侧或尽端时，其疏散门至安全出口的最大距离不应大于 22m。

31.2.23 站台门端门之外的设备管理区通向端门的外走道，可作为该设备管理区的疏散通道，通道最小净宽不应小于 1.2m，站台至轨道区的楼梯最小净宽不应小于 1.1m，通道临空侧应设高度不小于 1.05m 的防护栏杆。

31.2.24 载客运营区间的安全疏散应符合以下规定：

- a) 道床面应平整、连续、无障碍物，并应满足人员疏散行走的要求；
- b) 两条单线载客运营地下区间隧道长度超过 600m 时应设横向联络通道。相邻两个联络通道之间的水平距离不应大于 600m。通道内应设置一道并列两樘且反向开启的甲级防火门，门扇开启后不得侵入限界，并不得阻挡人员疏散；
- c) 单洞双线区间隧道，宜在两线路间设置耐火极限不小于 3.00h 的防火墙。防火墙上每隔 300m 应设置一道并列两樘且反向开启的甲级防火门，门扇开启后不得侵入限界，并不得阻挡人员疏散；
- d) 长大区间隧道内设区间风井时，风井内应设直通地面的防烟楼梯间作为安全出口。

31.2.25 车站公共区站台至站厅、站台至其他安全区的疏散楼、扶梯和疏散通道的通过能力，应保证在远期或客流控制期超高峰小时最大客流量时，一列进站列车所载乘客及站台上的候车乘客能在 4min 内全部撤离站台，并应能在 6min 内全部疏散至站厅公共区或其他安全区域。

31.2.26 乘客全部撤离站台的时间应按下式计算：

$$T = \frac{Q_1 + Q_2}{0.9[A_1(N - 1) + A_2B]} \leq 4 \text{ min} \quad (26)$$

式中： Q_1 ——远期或客流控制期中超高峰小时最大客流量时一列进站列车的载客人数（人）；

Q_2 ——远期或客流控制期中超高峰小时站台上的最大候车乘客人数（人）；

A_1 ——一台自动扶梯的通过能力(人/min·台)；

A_2 ——单位宽度疏散楼梯的通过能力(人/min·m)；

N ——用做疏散的自动扶梯数量（台）；

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

31.2.27 在公共区付费区与非付费区之间的栅栏上应设置平开疏散门。自动检票机和疏散门的通过能力应满足下式要求：

$$A_3 + LA_4 \geq 0.9[A_1(N - 1) + A_2B] \quad (27)$$

式中： A_3 ——自动检票机门常开时的通过能力（人/min）；

A_4 ——单位宽度疏散门的通过能力（人/min m）

L ——疏散门的净宽度（m），按 0.55m 的整倍数计算

31.2.28 下列部位的顶棚、墙面、地面装修应采用 A 级不燃材料：

- a) 地下车站公共区（包括站台、站厅、疏散楼梯、出入口通道及地面亭）、避难间、避难走道、区间联络通道、区间风井内的疏散楼梯间等乘客疏散部位；设备与管理用房区内的走道及楼梯间；
- b) 综合控制室、变电所、配电室、消防泵房、通风和空调机房、排烟机房、固定灭火系统设备间、通信和信号设备间、环控电控室、站台门控制室、蓄电池室等设备房间；
- c) 地下车站的垃圾储存间、小商铺；
- d) 车辆基地内的易燃品库、油漆库、酸性蓄电池充电间等火灾危险性大的房间。

31.2.29 下列部位的顶棚、墙面装修应采用 A 级不燃材料，地面应采用不低于 B₁ 级的难燃材料：

- a) 地上车站公共区（包括站台、站厅、疏散楼梯、出入口通道及地面亭）；
- b) 地上车站的小商铺；
- c) 车辆基地内的地上车辆运用、检修、综合维修等厂（库）房；地下停车库、列检库、月检库、洗车库和辅助用房等厂（库）房。

31.2.30 车站内的值班室、休息室、更衣室、会议交接班室等有人房间的顶棚应采用 A 级不燃材料，墙面和地面应采用不低于 B₁ 级的难燃材料。

31.2.31 车站公共区的客服中心、售检票机、导向标识、广告灯箱、休息椅等固定服务设施应采用不低于 B₁ 级难燃材料；垃圾箱应采用 A 级不燃材料。

31.3 消防给水与灭火设施

31.3.1 除高架区间外，轨道交通工程应设置室内外消防给水系统。

31.3.2 消防用水宜由市政给水管网供给，也可采用消防水池或天然水源供给。利用天然水源时，应保证枯水期最低水位的消防用水要求，并应设置可靠的取水设施。

31.3.3 室内消防给水应采用与生产、生活分开的给水系统。消防给水应采用高压或临时高压给水系统。当室内消防用水量达到最大流量时，其水压应满足室内最不利点灭火系统的要求，消防给水管网应设置防超压设施。

31.3.4 消防用水量应按车站或地下区间在同一时间内发生一次火灾时的室内外消防用水量之和计算，并应符合下列规定：

- a) 轨道交通建筑内设置消火栓系统、自动喷水灭火系统等灭火设施时，其室内消防用水量应按同时开启的灭火系统用水量之和计算；
- b) 控制中心和车辆基地的消防用水量应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定。

31.3.5 轨道交通工程地下部分室内外消火栓系统的设计火灾延续时间不应小于 2.00h，地上建筑室内外消火栓系统的设计火灾延续时间应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB

50974 的规定，自动喷水灭火系统的设计火灾延续时间应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的规定。

31.3.6 地下车站和设置室内消火栓系统的地上建筑应设置消防水泵接合器，并应符合下列规定：

- a) 消防水泵接合器的数量应按室内消防用水量经计算确定，每个消防水泵接合器的流量应按 10L/s~15L/s 计算；
- b) 消防水泵接合器应设置在室外便于消防车取用处，地下车站宜设置在出入口或风亭附近的明显位置，距离室外消火栓或消防水池取水口宜为 15m~40m；
- c) 消防水泵接合器宜采用地上式，并应设置相应的永久性固定标识和防冻措施。

31.3.7 室外消火栓系统的设置应符合下列规定：

- a) 除地上区间外，车站及其附属建筑、车辆基地应设置室外消火栓系统；
- b) 地下车站的室外消火栓设置数量应满足灭火救援要求，且不应少于 2 个，其室外消火栓给水设计流量不应小于 20L/s；
- c) 地上车站、控制中心等地上建筑和地上、地下车辆基地的室外消火栓设计用水量，应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定；
- d) 主变电所的室外消火栓设计流量不应小于表 68 的规定：

表 68 主变电所的室外消火栓设计流量

主变电所体积 (m ³)	≤1500	1501~3000	3001~5000	5001~20000	20001~50000
设计流量 (L/s)	10	15	20	25	30

- e) 车站消防给水系统的进水管不应少于 2 条，并宜从两条市政给水管道引入，当其中一条进水管发生故障时，另一条进水管应仍能保证全部消防用水量；当车站周边仅有一条市政枝状给水管道时，应设置消防水池；
- f) 车辆基地的室外消防给水系统宜与生产、生活给水管道合并，当生产、生活用水量达到最大小时用水量时，合并的给水管道系统仍应能保证全部消防用水量；
- g) 室外消火栓宜采用地上式。室外消火栓应设置相应的永久性固定标识和防冻措施；
- h) 室外消火栓的布置间距不应大于 120m，每个消火栓的保护半径不应大于 150m。检修阀之间的消火栓数量不应大于 5 个。

31.3.8 室内消火栓系统的设置应符合下列规定：

- a) 车站的站厅层、站台层、设备层、地下区间及长度大于 30m 的人行通道等处均应设置室内消火栓；
- b) 地下车站的室内消火栓设计流量不应小于 20L/s。地下车站出入口通道、地下折返线及地下区间的室内消火栓设计流量不应小于 10L/s；
- c) 地上车站、控制中心等地上建筑和地上、地下车辆基地的室内消火栓用水量，应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定；
- d) 主变电所的室内消火栓设计流量不应小于表 69 的规定：

表 69 主变电所的室内消火栓设计流量

主变电所高度、体积	消火栓用水量 (L/s)	同时使用水枪数量 (支)	每支水枪最小流量 (L/s)	每根竖管最小流量 (L/s)
高度≤24m, 体积≤10000m ³	5	2	2.5	5
高度≤24m, 体积>10000m ³	10	2	5	10
高度 24~50m	25	5	5	15

e) 室内消火栓的布置应符合下列规定:

- 1) 消火栓的布置应保证每个防火分区同层有两支水枪的充实水柱同时到达任何部位, 水枪的充实水柱不应小于 10m;
- 2) 消火栓的间距应经计算确定, 且单口单阀消火栓的间距不应大于 30m, 两只单口单阀为一组的消火栓间距不应大于 50m, 地下区间及配线区内消火栓的间距不应大于 50m, 人行通道内消火栓的间距不应大于 20m;
- 3) 站厅层、侧式站台层和车站设备管理区宜设置单口单阀消火栓, 岛式站台层宜设置两只单口单阀为一组的消火栓;
- 4) 除地下区间外, 消火栓箱内应对应配备水带、水枪和消防软管卷盘;
- 5) 地下区间可不设置消火栓箱, 但应将水带、水枪等配套消防设施设置在车站站台层端部的专用消防箱内, 并应有明显标志;
- 6) 消火栓口距离地面或操作基本面宜为 1.1m;
- 7) 消火栓口处的出水动压力大于 0.7MPa 时, 应设置减压措施。

f) 室内消防给水管道的布置应符合下列规定:

- 1) 车站和地下区间的消火栓给水管道应连成环状;
- 2) 地下区间上、下行线应各从地下车站引入一根消防给水管, 并宜在区间中部连通, 且在车站端部应与车站环状管网相接;
- 3) 室内消防给水管道应采用阀门分成若干独立管段, 阀门的布置应保证检修管道时关闭停用消火栓的数量不大于 5 个;
- 4) 消防给水管道上的阀门应保持常开状态, 并应有明显的启闭标志;
- 5) 当采用临时高压给水系统时, 车站控制室及消火栓处应设置消火栓的水泵启动按钮。

31.3.9 自动灭火系统与其他灭火设施

- a) 下列场所应设置自动喷水灭火系统:
- b) 建筑面积大于 6000m² 的地下、半地下和上盖设置了其他功能建筑的停车库、列检库、停车列检库、运用库、联合检修库;
- c) 可燃物品的仓库和难燃物品的高架仓库或高层仓库。
- d) 下列场所应设置自动灭火系统:
- e) 地下车站的环控电控室、通信设备室(含电源室)、信号设备室(含电源室)、公网机房、降压变电所、牵引变电所、站台门控制室、蓄电池室、自动售检票设备室;
- f) 地下主变电所的变压器室、控制室、补偿装置室、配电装置室、蓄电池室、接地电阻室、站用变电室等;
- g) 控制中心的综合监控设备室、通信机房、信号机房、自动售检票机房、计算机数据中心、电源

室等无人值守的重要电气设备用房。

- h) 除区间外,轨道交通工程内应配置灭火器。车站内的公共区、设备管理区、主变电所和其他有人值守的设备用房设置的灭火器,应按现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140规定的严重危险级配置。
- i) 消防水泵与消防水池的设置应符合下列规定:
- j) 当市政给水管网能满足消防用水量要求,但供水压力不能满足设计消防供水压力要求时,应设置消防水泵。消防水泵宜从市政给水管网取水加压,并应在消防进水管的起端设置倒流防止器或其它能防止倒流污染的装置;
- k) 当市政给水管网的供水量不能满足设计消防用水量要求时,应设置消防水池、消防水泵及增压装置;
- l) 地面车站、高架车站采用消防水泵加压供水的消火栓给水系统,应设置稳压装置及气压设备,可不设置高位水箱;
- m) 从给水管网直接吸水的消防水泵,其扬程计算应按市政给水管网的最低水压计,并以室外给水管网的最高水压校核管网压力;
- n) 当市政供水压力不能保证自动喷水灭火系统最不利点的工作压力或不能满足消火栓给水系统最不利点的静水压力时,车站及附属建筑的消防给水系统应设置增压装置。对于无法利用市政给水管网的压力进行稳压的临时高压系统,应设置稳压泵和稳压罐。室内消火栓给水系统和自动喷水灭火系统的稳压罐的有效容积均不应小于 150L;
- o) 消火栓系统和自动喷水灭火系统的消防水泵均应设置备用泵,其工作能力不应小于其中最大一台消防水泵的要求;
- p) 符合下列情况之一时,车辆基地应设置消防水池:
- q) 当生产、生活用水量达到最大时,市政给水管网的进水管或天然水源不能满足室内外消防用水量;
- r) 市政给水管网为枝状或只有 1 条进水管,且室内外消防用水量之和大于 20L/s 或建筑高度大于 50m;
- s) 市政给水管网的流量小于车辆基地内一次火灾需要的室内外消防给水设计流量。

31.4 防烟、排烟与事故通风

31.4.1 下列场所应设置防烟、排烟设施:

- a) 地下或封闭车站的站厅、站台公共区;
- b) 同一个防火分区内总建筑面积大于 200m² 的地下车站设备管理区;地下单个建筑面积大于 50m² 且经常有人停留或可燃物较多的房间;
- c) 连续长度大于一列车长度的地下区间和全封闭车道;
- d) 车站设备管理区内长度大于 20m 的内走道;长度大于 60m 的地下换乘通道、连接通道和出入口通道;

31.4.2 防烟楼梯间及其前室、避难走道及其前室应设置防烟设施。地下车站设置机械加压送风系统的封闭楼梯间、防烟楼梯间宜在其顶部设置固定窗,但公共区供乘客疏散、设置机械加压送风系

统的封闭楼梯间、防烟楼梯间顶部应设置固定窗。

31.4.3 防烟、排烟系统的设计应符合下列规定：

- a) 当对站厅公共区进行排烟时，应防止烟气进入出入口通道、换乘通道、站台、连接通道等邻近区域；
- b) 当对站台公共区进行排烟时，应防止烟气进入站厅、地下区间、换乘通道等邻近区域；
- c) 当对地下区间进行纵向控烟时，应控制烟流方向与乘客疏散方向相反，并应防止烟气逆流和进入相邻车站、相邻区间；
- d) 对于设置自动灭火系统的设备用房，其防烟或排烟系统的控制应满足自动灭火系统有效灭火的需要。

31.4.4 机械防烟系统和机械排烟系统可与正常通风系统合用，但合用的通风系统应符合防烟、排烟系统的要求，且该系统由正常运转模式转为防烟或排烟运转模式的时间不应大于 180s。

31.4.5 站厅公共区和设备管理区应采用挡烟垂壁或建筑结构划分防烟分区，防烟分区不应跨越防火分区。站厅公共区内每个防烟分区的最大允许建筑面积不应大于 2000m²，设备管理区内每个防烟分区的最大允许建筑面积不应大于 750m²。

31.4.6 公共区楼梯穿越楼板的开口部位、公共区吊顶与其他场所连接处的顶棚或吊顶面高差不足 0.5m 的部位应设置挡烟垂壁。

31.4.7 挡烟垂壁或划分防烟分区的建筑结构应为不燃材料且耐火极限不应低于 0.50h，凸出顶棚或封闭吊顶不应小于 0.5m。挡烟垂壁的下缘至地面、楼梯或扶梯踏步面的垂直距离不应小于 2.3m。

31.4.8 地上车站宜采用自然排烟方式，其中不符合自然排烟要求的场所应设置机械排烟设施。

31.4.9 采用自然排烟的车站或路堑式车站，外墙上方或顶盖上可开启排烟口的有效面积不应小于所在场所地面面积的 2%，且区域内任一点至最近自然排烟口的水平距离不应大于 30m。常闭的自然排烟口(窗)应设置自动和手动开启的装置。

31.4.10 地下车站公共区的排烟应符合下列规定：

- a) 当站厅发生火灾时，应对着火防烟分区排烟，可由出入口自然补风，补风通路的空气总阻力应符合本规范第 31.4.11 条的规定；当不符合本规范第 31.4.11 条的规定时，应设置机械补风系统；
- b) 当站台发生火灾时，应对站台区域排烟，并宜由出入口、站厅补风；

31.4.11 排烟风机及风管的风量应符合下列规定：

- a) 排烟量应按各防烟分区的建筑面积不小于 60m³/m²·h 分别计算；
- b) 当防烟分区中包含轨道区时，应按列车设计火灾规模计算排烟量；
- c) 地下站台的排烟量同时还应保证站厅到站台的楼梯或扶梯口处具有不小于 1.5m/s 的向下气流；
- d) 排烟风机的风量应按所负担的防烟分区中最大一个防烟分区的排烟量、风管(道)的漏风量及其他防烟分区的排烟口或排烟阀的漏风量之和计算；
- e) 排烟风机的风量不应低于 7200m³/h。

31.4.12 机械排烟系统中的排烟口和排烟阀的设置应符合下列规定：

- a) 排烟口和排烟阀应按防烟分区设置；
- b) 防烟分区内任一点至最近排烟口的水平距离不应大于 30m，当室内净高大于 6m 时，该距离可增加至 37.5m；

- c) 排烟口底边距挡烟垂壁下沿的垂直距离不应小于 0.5m, 水平距离安全出口不应小于 3.0m;
- d) 排烟口风速不宜大于 7m/s;
- e) 正常为关闭状态的排烟口和排烟阀, 应能在火灾时联动自动开启;
- f) 建筑面积小于等于 50m² 且需要机械排烟的房间, 其排烟口可设置在相邻走道内。

31.4.13 排烟区应采取补风措施, 并应符合下列规定:

- a) 当补风通路的空气总阻力不大于 50Pa 时, 可采用自然补风方式, 但应保证火灾时补风通道畅通;
- b) 当补风通路的空气总阻力大于 50Pa 时, 应采用机械补风方式, 且机械补风的风量不应小于排烟风量的 50%, 不应大于排烟量;
- c) 补风口宜设置在与排烟空间相通的相邻防烟分区内; 当补风口与排烟口设置在同一防烟分区内时, 补风口应设置在室内净高 1/2 以下, 水平距离排烟口不应小于 10m。

31.4.14 车辆基地的地下停车库、列检库、停车列检库、运用库、联合检修库、镟轮库、工程车库等场所应设置排烟系统。

31.4.15 设置自动灭火系统的设备房应符合下列规定:

- a) 在穿越该房间开设风口的通风管上, 应设置动作温度为 70℃ 的防火阀;
- b) 防火阀应能与自动灭火系统的启动联动关闭;
- c) 当灭火介质的相对密度大于 1 时, 排风口应设置在该房间的下部。

31.4.16 排烟风机应与排烟口(阀)联动, 当任何一个排烟口(阀)开启或排风口转为排烟口时, 系统应能自动转为排烟状态; 当烟气温度大于 280℃ 时, 排烟风机应与风机入口处或干管上的防火阀关闭联动关闭。

31.4.17 地下区间的排烟宜采用纵向通风控制方式, 采用纵向通风方式确有困难的区段, 可采用排烟道(管)进行排烟。地下区间的排烟尚应符合下列规定:

- a) 采用纵向通风时, 区间断面的排烟风速不应小于 2m/s, 不得大于 11m/s;
- b) 正线区间的通风方向应与乘客疏散方向相反, 列车出入线、停车线等无载客轨道区间的通风方向应能使烟气尽快排至室外。

31.4.18 设置隔声罩的地上区间和路堑式地下区间的排烟应采用自然排烟方式。自然排烟口的设置应符合下列规定:

- a) 排烟口应设于区间外墙上方或顶板上, 有效面积不应小于该区间水平投影面积的 5%;
- b) 常闭的自然排烟口应设置自动和手动开启装置。

31.4.19 排烟风机宜设置在排烟区的同层或上层, 并宜与补风机、加压送风机分别设置在不同的机房内, 排烟管道宜顺气流方向向上或水平敷设。地下车站的排烟风机确需与补风机、加压送风机共用机房时, 设置在机房内的排烟管道及其连接件的耐火极限不应低于 1.50h。

31.4.20 地下车站的排烟风机在 280℃ 时应能连续工作不小于 1.00h, 地上车站和控制中心及其他附属建筑的排烟风机在 280℃ 时应能连续工作不小于 0.50h。

31.4.21 地下区间的排烟风机的运转时间不应小于区间乘客疏散所需的最长时间, 且在 280℃ 时应能连续工作不小于 1.00h。

31.4.22 火灾时需要运行的风机, 从静态转换为事故状态所需时间不应大于 30s, 从运转状态转换

为事故状态所需时间不应大于 60s。

31.4.23 火灾时用于风机的保护装置不应影响风机的排烟功能。

31.4.24 用于防烟与排烟的管道、风口与阀门应符合下列规定：

- a) 管道、风口与阀门等应采用不燃材料制作；
- b) 排烟管道不应穿越前室或楼梯间，必须穿越时，管道的耐火极限不应低于 2.00h。

31.4.25 除承担轨行区域的防排烟系统外，其他区域的防排烟系统的管道应采用金属或其他非土建井道。金属防烟或排烟风管道内的风速不应大于 20m/s，非金属防烟或排烟管道内的风速不应大于 15m/s。

31.4.26 除隧道通风系统外，下列部位应设置防火阀，防火阀的动作温度应根据风管的用途确定：

- a) 垂直风管与每层水平风管相接处的水平管段上；
- b) 排烟风机的入口处；
- c) 风管穿越防火分区的防火墙和楼板处；
- d) 风管穿越有隔墙的变形缝处。

31.5 防灾通信

31.5.1 消防通信应包括消防专用电话、防灾调度电话、消防无线通信、视频监视及消防应急广播。

31.5.2 控制中心应具有全线防灾救援、调度指挥以及和上一级防灾指挥中心联网的功能。

31.5.3 控制中心防灾调度应设置 119 专用直拨电话、广播系统操作终端和视频监控系统独立的监视器及操作终端，车站和车辆基地的消防控制室或值班室等处应设置可直接报警的直拨电话。

31.5.4 轨道交通全线应设置独立的消防专用电话系统，其设置应符合下列规定：

- a) 控制中心的消防值班室、车站控制室、车辆基地的消防控制（值班）室，应设置消防专用电话总机；
- b) 消防水泵房、变配电室、通风和排烟机房及其他与消防联动控制有关的机房、自动灭火系统手动操作装置及区域报警控制器或显示器处，应设置消防专用电话分机；
- c) 手动火灾报警按钮和消火栓按钮等部位应设置电话插孔，电话插孔应按区域采用共线方式接入消防专用电话总机。

31.5.5 轨道交通全线应设置防灾调度电话系统和防灾无线通信系统，其设置应符合下列规定：

- a) 防灾调度电话、无线通信总机（台）应设置在控制中心防灾调度；
- b) 各车站、主变电所、车辆基地防灾值班室应设置防灾调度分机和无线手持台；
- c) 防灾无线通信系统应满足消防救援需要，且其无线信号应覆盖轨道交通全线范围。

31.5.6 地下线应设置消防无线引入系统，其设置应符合下列规定：

- a) 消防无线引入信号应覆盖轨道交通全线范围；
- b) 消防无线引入系统的制式应与地面消防无线通信系统保持一致，并应符合当地消防部门的要求；
- c) 消防无线引入系统应至少提供 3 个信道，并应提供集中网管界面。

31.5.7 车站、主变电所、车辆基地应设置消防应急广播系统，并宜与运营广播合用。站厅、站台、通道等公共区和设备管理区用房应设置消防应急广播扬声器。

31.5.8 与运营广播合用的消防应急广播系统应符合下列规定：

- a) 广播系统应具有优先级处理，且消防应急广播应具有最高优先级；
- b) 控制中心防灾调度台可对全线各车站进行遥控开关机、选站、选区广播或全线统一广播，并应具有接收各车站工作状态的反馈信息和同步录音功能；
- c) 车站防灾值班员可同时对本车站或分区、分路进行广播，并应设置自动、手动和紧急三种广播模式；
- d) 广播系统的功率放大器应每台对应一路负载，并应进行 $n+1$ 配置，备机可自动或手动切换。

31.5.9 车辆客室应设置供乘客与司机或控制中心紧急对讲的装置，并应设置明显的告示牌。

31.6 防灾供电与应急照明

31.6.1 轨道交通的消防用电负荷应为一级负荷。其中火灾自动报警系统、环境与设备监控系统、变电所操作电源和地下车站及区间的应急照明用电负荷应为特别重要负荷。

31.6.2 火灾自动报警系统、环境与设备监控系统、消防泵及消防水管电保温设备、通信、信号、变电所操作电源、站台门、防火卷帘、活动挡烟垂壁、自动灭火系统、事故疏散兼用的自动扶梯、地下车站及区间的废水泵等应采用双重电源供电，并应在最末一级配电箱处进行自动切换。其中，火灾自动报警系统、环境与设备监控系统、变电所操作电源和地下车站及区间的应急照明电源应增设应急电源。

31.6.3 车站内设置在同一侧（端）的火灾事故风机、防排烟风机及相关风阀等一级负荷，其供电电源应由该侧（端）双重电源自切柜单回路放射式供电；当供电距离较长时，宜采用由变电所双重电源直接供电，并应在最末一级配电箱处自动切换。

31.6.4 防火卷帘、活动挡烟垂壁、自动灭火系统等用电负荷较小的消防用电设备，宜就近共用双重电源自切箱采用放射式供电。

31.6.5 应急照明应由应急电源提供专用回路供电，并按公共区与设备管理区分回路供电。备用照明和疏散照明不应由同一分支回路供电。

31.6.6 消防用电设备作用于火灾时的控制回路，不得设置作用于跳闸的过载保护或采用变频调速器作为控制装置。

31.6.7 变电所、配电室、环控电控室、通信机房、信号机房、消防水泵房、事故风机房、防排烟机房、车站控制室、站长室以及火灾时仍需坚持工作的其他房间，应设置备用照明。

31.6.8 车站公共区、楼梯或扶梯处、疏散通道、避难走道（含前室）、安全出口、长度大于 20m 的内走道、消防楼梯间、防烟楼梯间（含前室）、地下区间、联络通道应设置疏散照明。

31.6.9 应急照明灯具宜设置在墙面或顶棚处。

31.6.10 应急照明的照度应符合下列规定：

- a) 车站疏散照明的地面最低水平照度不应小于 3.0 lx，楼梯或扶梯、疏散通道转角处的照度不应低于 5.0 lx；
- b) 地下区间道床面疏散照明的最低水平照度不应小于 3.0 lx；
- c) 变电所、配电室、环控电控室、通信机房、信号机房、消防水泵房、车站控制室、站长室等应急指挥和应急设备设置场所的备用照明，其照度不应低于正常照明照度的 50%；

d) 其他场所的备用照明，其照度不应低于正常照明照度的 10%。

31.6.11 地下车站及区间应急照明的持续供电时间不应小于 60min，由正常照明转换为应急照明的切换时间不应大于 5s。

31.6.12 消防用电设备的电线电缆选择和敷设，应满足火灾时连续供电的需要，所有电线电缆均应为铜芯。

31.6.13 地下线路敷设的电线电缆应采用低烟无卤阻燃电线电缆，地上线路敷设的电线电缆宜采用低烟无卤阻燃电线电缆。

31.6.14 消防用电设备的配电线路应采用耐火电线电缆，由变电所引至重要消防用电设备的电源主干线及分支干线，宜采用矿物绝缘类不燃性电缆。

31.6.15 当电缆成束敷设时，应采用阻燃电缆，且电缆的阻燃级别不应低于 B 级，敷设在同一建筑内的电缆的阻燃级别宜相同。

31.7 车辆基地上盖建筑防灾

31.7.1 车辆基地的上盖建筑应按照使用要求和性质进行防火设计、抗震设计和减振设计。

31.7.2 当上盖建筑的消防车道及登高场地均设置在盖板或上盖平台范围内时，其消防建筑高度可将盖板或上盖平台标高作为室外地坪标高起算。当盖板作为室外安全疏散场地时，应露天且满足消防车通行和灭火救援要求。

31.7.3 盖板上下部建筑与周边建筑物的防火间距应选取盖板上下方各类建筑与周边建筑物防火间距的最大值。

31.7.4 盖板上下部均不应设置甲、乙类火灾危险性的生产区域及存储甲、乙类物品的库房。

31.7.5 上盖建筑与车辆基地之间应由盖板完全分隔，盖板自身的承重柱和承重墙的耐火极限不应低于 4.00h，梁和板的耐火极限不应低于 3.00h。其余部位的耐火等级应不低于一级。

31.7.6 车辆基地的采光窗井、风井确有困难需设置在盖板上方时，应符合下列要求：

- a) 采光井、风井的井壁耐火极限不应低于 2.00h；
- b) 采光井、风井口部与上盖建筑的间距应满足《建筑设计防火规范》GB 50016 中一、二级的多层、高层民用建筑的防火间距相关要求。

31.7.7 盖板下方车辆基地内的工程车库、混合变电所等丙类生产区域应采用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙、甲级防火门等防火分隔措施与其它部位进行分隔。

31.7.8 盖板下方车辆基地内的丙 2 类仓储区域的防火分区面积不应大于 600m²；其余厂库房的防火分区面积应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中的相关规定。

31.7.9 上盖建筑与车辆基地应按各自相应的规范要求独立设置人员疏散通道和安全出口，不得相互借用。两者的出入口口部间距不应小于 5m；两者间的连通口和上、下联系楼梯或扶梯不得作为相互间的安全出口。

31.7.10 车辆基地与上盖建筑的消防设施应独立设置。上盖建筑的消防控制室宜设置在建筑物的首层，其与车辆基地的消防控制室应实现信息互通。

31.7.11 盖板下部各区域均应设置室内消火栓系统，盖板下部车辆基地设置机械排烟设施的区域均

应设置火灾自动报警系统。

31.7.12 上盖建筑与车辆基地竖向构件宜尽量上下连续贯通；当上部竖向构件无法贯通落地时，可利用盖板或上盖平台设置结构转换层，转换构件可采用转换梁、转换桁架、转换厚板或箱型结构。

31.7.13 上盖建筑应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定，宜采用框架结构、框架—抗震墙结构、框架—支撑结构、抗震墙结构，并可采用隔震和消能减震技术。

31.7.14 车辆基地内车辆行驶、检修作业及附属设施设备对上盖建筑的影响应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的规定和现行行业标准《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》JGJ/T 170 的规定。

31.7.15 针对车辆基地上盖建筑可采取以下减振降噪措施：

- a) 停车库、检修库、镟轮库、洗车库等生产设施宜全部采取上盖，避免噪声、废气及电磁辐射对环境产生影响。上盖敏感建筑物宜布置在与盖板下方的列车振动源（如试车线、咽喉区、出入段和列检库等）水平距离较远的位置；
- b) 宜在敏感建筑物与车辆基地所在楼层之间采用不同功能的隔层分隔，降低振动的传播和二次结构噪声的影响；
- c) 车辆基地基础立柱宜进行减振设计，对列车振动源主要部位应采取减震措施，对车辆基地两侧宜采取封闭设计，阻挡或衰减噪声和振动的影响。

31.8 其他灾害预防

31.8.1 地下车站出入口及敞口低风井等口部的防淹措施应满足当地防洪排涝要求。

31.8.2 地面及高架有关建筑工程的防雷措施及其他电气要求，应按本标准第 18 章的有关规定执行。

31.8.3 地面及高架线路的架空线路与架空接触网应满足防风要求。

31.8.4 地下、高架及地面结构的抗震设计，除应符合本标准规定外，尚应符合地面建筑现行国家抗震设计规范的有关规定。

31.8.5 车站出入口应考虑防滑要求。

31.8.6 车站及沿线的各排水泵站、排雨泵站、排污水泵站应设危险水位报警装置。

31.8.7 轨道交通应具备接收当地气象部门气象预报的功能。

31.8.8 轨道交通应具备接收本地区地震预报部门电话报警或网络通信报警的功能。

32 环境保护

32.1 一般规定

32.1.1 城市轨道交通设计应贯彻国家和江苏省环境保护法律、法规和技术规范，采取必要的环境保护措施，符合国家及江苏省各项环境保护标准的要求。

32.1.2 环境保护工程设计应遵循保护优先、预防为主、统一规划、合理布局、综合治理、防治结合的原则。线路走向及车站、车辆基地、主变电所的选址宜绕避《建设项目环境影响评价分类管理名录》中规定的各类环境敏感区。如无法避开时，应采取措施，降低影响。

32.1.3 轨道交通设计应根据建设项目环境影响报告书以及环境保护主管部门批复文件，落实环境保护目标及其污染防治要求。对于规划待建的保护目标应结合工程技术条件预留环境保护措施的实施条件。

32.1.4 环境保护设施应根据工程设计年限，按远期预测的客流量和最大通过能力设计，可按近期和远期分期实施。

32.1.5 环境保护措施应包括噪声和振动控制、污水处理、废气和粉尘治理、固体废物储运、电磁环境防治、生态保护等工程设备与设施。

32.1.6 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，并应符合环境保护设施竣工验收的要求。

32.2 噪声振动污染防治

32.2.1 环境噪声控制基本要求

- a) 城市轨道交通噪声污染防治应遵循《中华人民共和国环境噪声污染防治法》、《江苏省环境噪声污染防治条例》的规定，并符合《声环境质量标准》GB 3096、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348、《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 以及江苏省各地环境噪声标准适用区划的规定。
- b) 线路穿越中心城区以及已建、拟建大型居住区、文教区等环境敏感目标集中的区域时，原则上应采取地下敷设方式。地面、高架线应远离噪声敏感区和敏感建筑物。根据沿线声环境功能区划及其噪声标准要求，确定噪声防护距离。当工程条件不能满足标准的规定时，应从降低噪声源强、阻隔传播途径和受声点防护等方面采取声屏障等治理措施。
- c) 通风空调系统降噪应从声源降噪入手，各类通风空调系统设备应选择低噪声产品。根据风机风量设定合理的风道、风阀及风亭百叶尺寸，合理控制风亭百叶风速，减少气流噪声。冷却塔宜采用低噪声冷却塔或超低噪声冷却塔。根据沿线声环境功能区划及其噪声标准要求，确定风亭、冷却塔等声源的噪声防护距离。风亭、冷却塔与既有敏感建筑的间距至少大于 15m，排风口不应正对噪声敏感建筑。当风亭、冷却塔噪声影响不满足标准要求时，应采取低噪声产品、加长消声器、设置隔声罩等措施。
- d) 轨道交通工程应选用符合环保要求的桥梁、轨道、车辆及设备。轨道交通应优先选用低噪声车辆，降低各车载设备的噪声等级。司机室、客室噪声应符合现行国家标准《城市轨道交通列车噪声限值和测量方法》GB 14892 的要求。
- e) 车站站台列车进出站噪声应符合现行国家标准《城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法》GB 14227 的规定。不采用屏蔽门系统的车站，站台层轨行区墙面及站台下部宜采用吸声处理。
- f) 车辆基地及主变电所的位置应选在非环境敏感区域。车辆基地及主变电所厂界噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 中相应区域噪声限值的规定。

32.2.2 声屏障设计基本要求

- a) 对于地上线沿线预测超标的既有声环境敏感目标，应根据运营近期的噪声预测结果设计声屏障，并考虑远期实施条件；高架线全线预留声屏障实施条件。

- b) 声屏障设计应符合《声屏障声学设计和测量规范》HJ/T90、《铁路声屏障声学构件技术要求及测试方法》TB/T 3122 的规定，兼顾声学性、安全性、稳定性、耐候性及与景观协调等要求。
- c) 根据轨道交通噪声源强特征、声环境敏感目标噪声控制要求进行声学设计，合理确定声屏障型式、长度、高度。合理选择声屏障的材料与厚度并采取防漏声措施以满足吸隔声性能要求，并不应对外产生眩光或反射光。声屏障结构设计应有利于声屏障的维修、养护。
- d) 声屏障长度为敏感建筑物沿线路的分布长度加两端附加长度，每端附加长度按下列公式计算确定，且不宜小于 50m。

$$b = 0.15d\Delta L \text{ ----- (28)}$$

式中：b —— 声屏障附加长度，m；

ΔL —— 声屏障插入损失，dB (A)；

d —— 声源与受声点之间的直线距离，m。

- e) 声屏障的高度应满足设计降噪目标值，并结合声屏障位置、敏感区域、声源三者之间的相对距离、相对高差，经计算确定；若设计高度超过 5m，可改变声屏障顶端型式或采取半封闭或全封闭式声屏障；声屏障上部设计成弯折形时，应满足限界条件保证行车安全。

32.2.3 轨道交通的振动和结构二次噪声控制基本要求：

- a) 城市轨道交通的振动污染防治应符合国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070 的规定。古建筑类文物的振动速度应符合现行国家标准《古建筑防工业振动技术规范》GB/T 50452 的相关规定；历史保护建筑的振动速度应符合现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868 的相关规定。对城市轨道交通（地下段）沿线，还应满足《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》JGJ/T 170 的相关规定。
- b) 地下线路应远离环境敏感区和敏感建筑。根据沿线环境功能区划及其振动标准要求，并考虑建筑物的结构、类型，确定振动防护距离。
- c) 当轨道交通振动超过相应区域的振动和二次结构噪声限值时，应采取线路优化、加大埋深、轨道减振等振动控制措施。
- d) 对于环境要求较高的线路高架路段，应同时采取桥梁及轨道等综合减振措施。

32.3 水环境保护措施

32.3.1 水污染防治设计应遵循《中华人民共和国水污染防治法》、《江苏省长江水污染防治条例》、《江苏省湖泊保护条例》和《江苏省太湖水污染防治条例》等规定。

32.3.2 水环境保护措施、污水处理深度和排放去向应根据批复的环境影响报告书核准的环境保护措施以及确认的接纳水体确定。车站、车辆基地的生活污水、生产废水排入地表水体的，应符合国家标准《污水综合排放标准》GB 8978；对于纳管排入城镇污水处理厂的，应符合国家标准《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962 的有关规定。

32.3.3 水环境保护措施应符合有关设计技术规范的要求与规定。

32.3.4 车辆基地生产废水宜经处理后回收循环利用。

32.4 大气环境保护措施

32.4.1 大气污染防治措施设计应遵循《中华人民共和国大气污染防治法》和《江苏省大气污染防治条例》，应符合现行国家和地方标准等大气污染防治的有关规定。

32.4.2 车辆基地应采用清洁能源供热设备，禁止采用燃煤锅炉。车辆基地的食堂操作间应安装油烟净化设施，其污染物排放应符合《饮食业油烟排放标准》GB 18483 的规定。

32.4.3 风亭周围宜种植对有害气体及颗粒物吸收能力强的灌木植物。排风亭、活塞风亭的排风口朝向不宜正对敏感建筑。风亭与敏感建筑的间距宜大于 15m。

32.5 电磁环境保护措施

32.5.1 主变电站运行所产生的工频电场、工频磁场应符合现行《电磁环境控制限值》GB 8702 的相关要求。

32.5.2 列车在地面及高架线行驶时所产生的电磁干扰对收听收看电视的影响，可参照国际无线电咨询委员会推荐的评价标准，当电视信号接收场强达到规定值时，信噪比不低于 35dB(μ V/m)。

32.5.3 电磁防护应根据环境影响报告书及环境保护主管部门的批复意见，采取电磁防护措施。

32.6 施工期对环境保护的要求

32.6.1 严格控制施工影响范围，各类临时用地不得侵入生态红线区、文物保护单位和历史文化保护区范围。对文物所在地振动、地面沉降进行监测，发现异常立即采取补救措施。施工过程中发现文物应立即加以保护并及时上报文物主管部门。对永久占地和临时占地进行合理规划，保护古树名木，尽量少占绿地。对占用的绿地进行必要的恢复补偿。

32.6.2 采用低噪声、低振动的施工工艺，合理布置施工场地、控制作业时间，必要时在周围设立隔声围挡，高噪声设备应采取隔声降噪处理。施工场界噪声应执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523。

32.6.3 施工废水应经处理后达标排放或回用。

32.6.4 选用符合标准的施工机械，合理选择装卸堆放拌合等施工场地，采取运输车辆密闭、优化运输路线、施工场地洒水等抑尘措施。

32.7 其他

32.7.1 轨道交通的线路走向，敷设方式的选择，车站、车辆基地、主变电所等选址应满足生态红线管控要求，并考虑自然保护区、饮用水水源保护区、风景名胜区、世界文化遗产保护地及文物保护单位、居民文教区和其他需要特殊保护地区的保护。

32.7.2 高架区间、车站的设置不应影响线路两侧建筑物的日照环境。高架车站外墙面材料的选择应避免对线路两侧建筑造成光污染。

32.7.3 轨道交通的风亭、出入口等地面建筑的设置应与城市景观、历史风貌相协调。

32.7.4 地面及高架线沿线、车站、车辆基地应采取植树绿化等生态保护措施。

33 节约能源

33.1 一般规定

33.1.1 城市轨道交通工程采取的节能技术措施应满足轨道交通运营安全、高效运行、客运服务发展的要求，并应满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 中的规定。

33.1.2 城市轨道交通工程应设能源管理系统。

33.1.3 机电设备系统应合理配置系统设备，选择结构简单，设备配置少的系统。

33.1.4 在满足设计要求和质量可靠的前提下，机电设备系统均应选用高效、节能的设备与器材。

33.1.5 应合理选择城市轨道交通工程所采用的电缆截面，使电缆电流密度经济合理，减少损耗。

33.1.6 弱电系统宜减少使用铜芯缆线，尽量采用光缆，减少传输损耗。

33.2 线路与行车组织节能

33.2.1 线路纵坡设计宜根据车辆特性因地制宜，宜采用“高车站、低区间”的节能坡设计，条件困难不具备节能坡设计条件时，坡度宜尽量平缓。

33.2.2 节能坡坡长与坡度应与行车牵引计算匹配。

33.2.3 应根据线路的客流特点，制定合理的列车运行交路，减少配车数量。

33.2.4 应合理安排全日各时段列车开行对数和列车编组，提高列车满载率，减少列车空驶距离。

33.2.5 在满足旅行速度的条件下，宜增加列车区间“惰行”时间，减少列车停站时间。

33.2.6 在满足服务水平和轨道交通系统运营要求的前提下，宜结合信号系统的要求，降低最高运行速度，加大旅行时间。

33.3 供电

33.3.1 中压供电网络设置应符合下列规定：

- a) 采用牵引供电和动力照明供电共用方式；
- b) 减少环网电缆长度及设备数量，并降低设备和线路损耗；
- c) 在满足可靠性、电能质量的前提下，宜合理设置供电分区、各分区功率分配均衡。

33.3.2 牵引变电所的一套牵引整流机组退出时，另一套牵引整流机组与相邻牵引变电所两套牵引整流机组应满足双边供电的要求。

33.3.3 配电变压器的台数和容量应根据负荷性质、季节负荷特征、用电容量、运行方式和用户发展等因素综合考虑确定，宜留有 15%~25% 的裕量。

33.3.4 再生制动吸收装置的选择，应满足节能、环保、供电系统设备安全可靠运行及检修要求。

33.3.5 动力设备宜采用变频调压调速控制技术。

33.3.6 提高自然功率因数时，宜采取就地无功自动补偿措施；大型风机采用调压调速变频控制技术时，应就地采取滤波措施；变电所低压母线宜采用有源滤波技术。

33.3.7 照明应采用节能型光源，照明灯具功率因数应不低于 0.9。

33.3.8 地上车站站台站厅公共区正常照明、车辆综合基地及地上区间路灯宜随室外天然光的变化自动调节人工照明的照度。地下车站公共区正常照明宜采用智能照明控制技术。

33.3.9 照明照度取值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 及本标准相关章节的规定。

33.3.10 车辆基地正常照明电源宜采用光伏发电技术。

33.4 通风空调系统

33.4.1 通风空调系统应根据车站公共区、控制中心、车辆基地、设备及管理用房等各功能区不同的室内环境要求，以“个性化空调，按需通风”的原则进行系统和运行模式的设计，合理确定通风空调系统设计参数、计算负荷、设备选型和运行模式。

33.4.2 车站公共区空调系统应具备最小新风运行、全新风运行及变风量运行的条件。

33.4.3 车站冷水机组宜采用机组群控方式，通过优化组合确定设备运行台数。

33.4.4 通风空调与供暖系统宜采用自然冷、热源。

33.4.5 通风、空调与供暖系统的风机、水泵等设备宜采用变频调速等节能控制技术。

33.4.6 空调系统采用土建风道作为空调送风道时，应采取可靠的防漏风和绝热措施。

33.4.7 通风空调系统应根据经济流速，合理确定风管尺寸，使输送能耗保持在经济合理的范围内。

33.4.8 通风空调与供暖系统的主要设备能效等级应符合下列规定：

- a) 通风空调系统风机的能源效率不应低于现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB19761 中 2 级的标准；
- b) 多联分体空调机组的能源效率等级不应低于现行国家标准《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级》GB 21454 中 2 级的标准；
- c) 空调与供暖系统水泵的能源效率不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB19762 中的节能评价；
- d) 车辆基地采用燃油、燃气锅炉供热时，锅炉热效率不应低于现行国家标准《工业锅炉能效限定值及能效等级》GB 24500 中 2 级的标准；
- e) 分体空调的能源效率不应低于现行国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 12021.3 中 2 级的标准。

33.5 给排水及消防

33.5.1 各车站生产、生活供水系统的设置在保证水压的前提下，应利用市政水压直接供给；如果必须加压供给的，宜采用叠压或变频调速水泵等节能设备。消防管应利用市政自来水压力直接加压供给。

33.5.2 排水系统应充分利用地形高差，尽量采用重力流直接排放，避免或减少提升排放。

33.5.3 公共卫生间的卫生器具及配件应采用节水型卫生器具并符合现行行业标准《节水型生活卫生器具标准》CJ164 的有关规定，卫生洁具应采用非接触式或感应式冲洗装置。

33.6 建筑节能

33.6.1 地上车站及其设备与管理用房及设于地面的控制中心楼和车辆基地内的办公楼、培训中心、公寓、食堂等公共建筑设计，应满足国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 及江苏省地方标准《公共建筑节能设计标准》DGJ32/J 的有关规定。

33.6.2 地上车站应采用日光利用技术，公共区和管理用房应采用天然采光和自然通风，设备用房宜采用自然通风。

33.6.3 地上车站站厅公共区每个朝向外窗（包括透明幕墙）的窗墙面积比不应大于 0.70，设备管理用房区不宜大于 0.50，应对西向和东向外窗采取遮阳措施。

33.6.4 地上车站站厅公共区单一朝向外窗的实际可开启面积，不应小于本层公共区同朝向外墙总面积的 5%，单一朝向透明幕墙的实际可开启面积不应小于本层公共区同朝向透明幕墙总面积的 5%。设备管理用房区的有人房间单一朝向外窗或透明幕墙的实际可开启面积，不宜小于所在房间外墙面积或透明幕墙面积的 5%。无人值守的设备用房外窗宜设置可开启窗。

33.6.5 地上车站宜采用自然通风，站台层可根据气候条件设置空调候车室。

33.6.6 地上车站站台层雨篷应采取隔热措施，屋顶透明部分的面积不应大于屋顶总面积的 15%。

33.6.7 地下车站降压变电所位置应接近车站负荷中心设置。

33.6.8 应减少不可再生能源的消耗，提高能源的使用效率；减少建筑围护结构的能量损失；降低建筑设施运行的能耗。

33.6.9 在工程材料的选用中，地上单体建筑宜采用墙体节能、门窗节能、屋面节能等新技术。

33.7 车辆基地

33.7.1 在车辆基地内宜采用雨水、废水的综合回收利用技术，节约水资源。

33.7.2 车辆基地内部冲厕、绿化及地面冲洗水给水水源宜采用城市再生水。当车辆基地周围无城市再生水时，基地内生产废水或生活污水宜经过处理达标后作为中水回用。

33.7.3 洗车库的废水应就地经过处理后重复利用。

33.7.4 车辆基地绿化浇洒应采用喷灌、微灌等高效节水方式。

33.7.5 车辆基地内公共浴室、食堂、司机公寓等热水系统宜采用太阳能热水系统。

33.7.6 车辆基地空调宜采用变频系列，库房宜采用以自然通风为主的通风方式。

33.7.7 在车辆基地内宜利用太阳能光伏发电并网、太阳能热水、采暖、制冷综合热利用技术，发展绿色能源。

附录 A1
(资料性附录)
A1 型车限界

A1.1 A1 型车车辆限界和直线地段设备限界坐标见表 A1.1～A1.2，附图见图 A1.1。

A1.2 A1 型车站台计算长度范围内附加车辆限界、直线站台及屏蔽门限界、检修库高低平台限界坐标见表 A1.3～A1.4，附图见图 A1.2。

表 A1-1 A₁ 型车车辆限界坐标值

单位为毫米

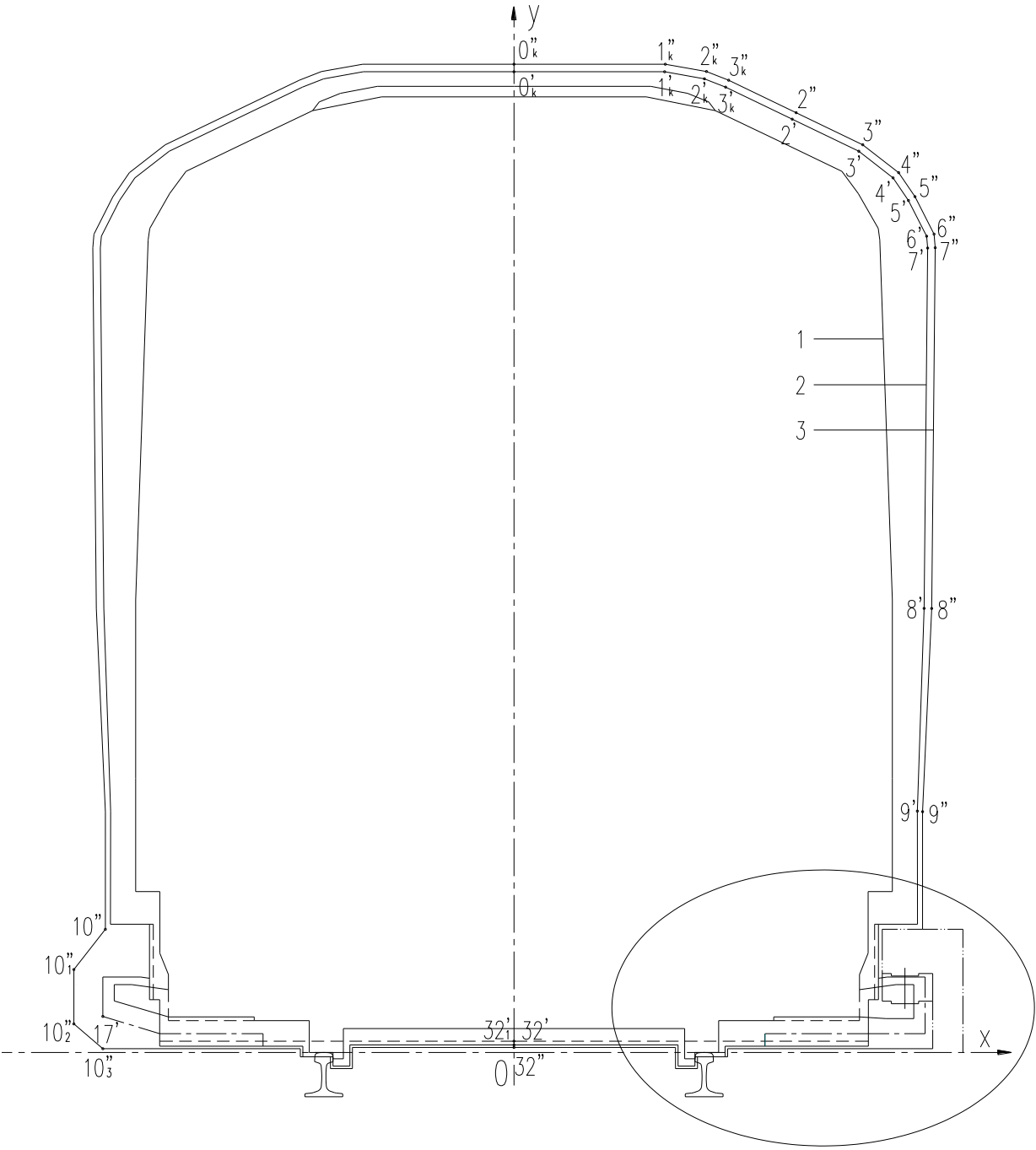
控制点	0' _K	1' _K	2' _K	3' _K	2'	3'	4'	5'	6'	7'
X'	0	597	755	839	1,103	1,367	1,503	1,564	1,636	1,640
Y'	3,900	3,900	3,872	3,839	3,712	3,584	3,478	3,388	3,246	3,199
控制点	8'	9'	10'	11'	11' ₁	12'	13'	13' ₁	14'	15'
X'	1,626	1,599	1,600	1,445	1,430	1,445	1,445	1,430	1,405	1,480
Y'	1,766	960	510	510	510	295	210	210	210	300
控制点	16'	17'/17' ₁	18'	18' ₁	18' ₂	18' ₃	18' ₄	26'	27'	28'
X'	1,630	1,630	1,405	1,405	1,405	995	995	837	837	717.5
Y'	300	143.5/75	25	45	75	75	25	25	-17	-17
控制点	29'	30'	31'	32'	32' ₁	F' _{1gz}	F' _{2gz}	F' _{3gz}	F' _{4gz}	—
X'	717.5	650.5	650.5	0	0	1,565	1,565	1,600	1,615	—
Y'	-54	-54	30	30	45	1,080	—	1,800	3,192	—
控制点	F' _{1yz}	F' _{2yz}	F' _{3yz}	F' _{4yz}	F' _{1slm}	F' _{2slm}	F' _{3slm}	F' _{4slm}	F' _{5slm}	—
X'	1,595	1,595	1,616	1,625	1,615	1,615	1,596.5	1,596.5	1,565	—
Y'	1,080	—	1,800	3,192	3,192	1,800	1,080	1,032	1,027	—

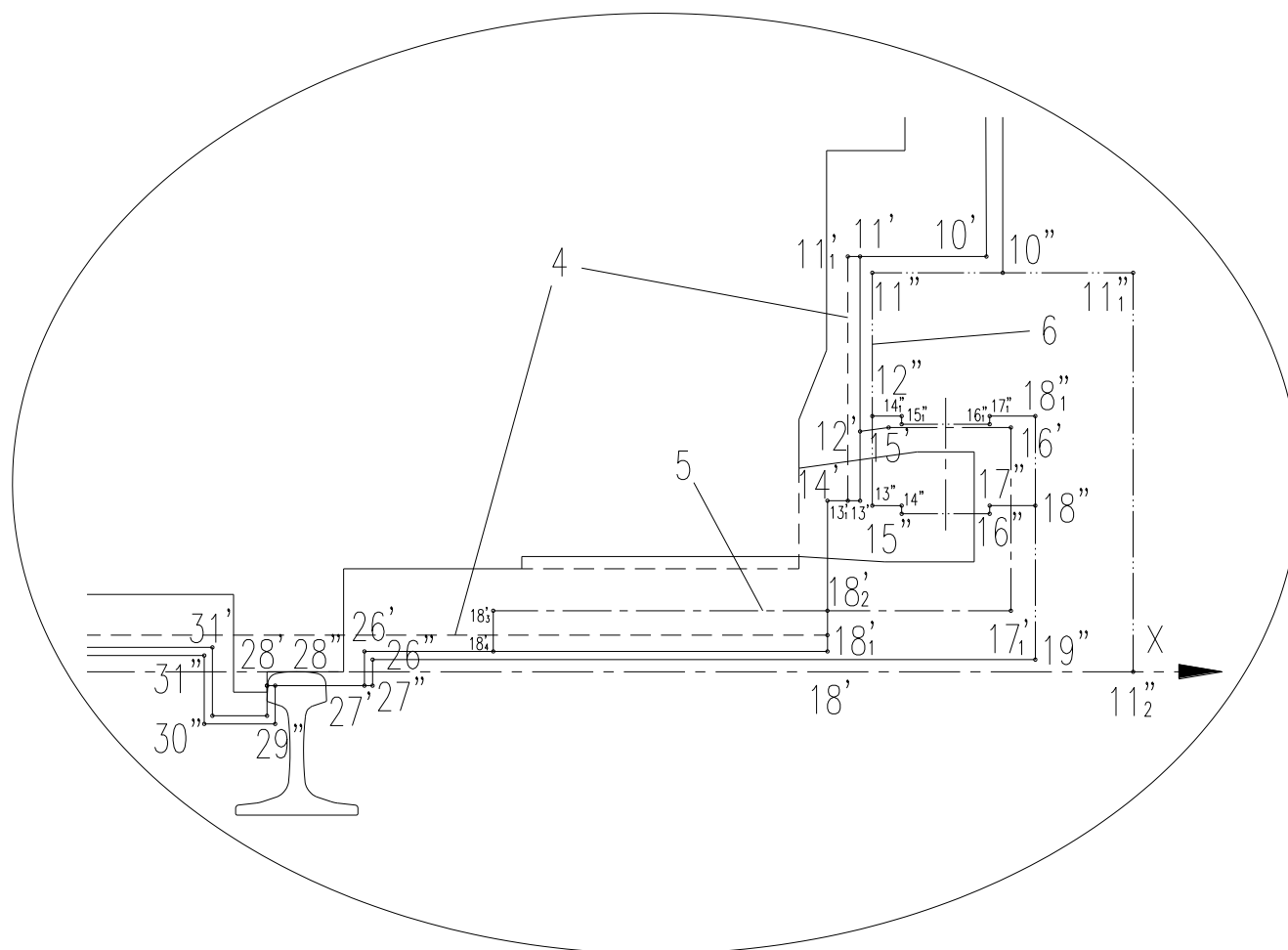
注：0'_K～3'_K为空调部分车辆限界，F'_{1gz}～F'_{4gz}为停站进出站附加车辆限界，F'_{1yz}～F'_{4yz}为越行附加车辆限界，F'_{1slm}～F'_{5slm}为塞拉门停站开门附加车辆限界。

表 A1-2 A₁ 型车直线地段设备限界坐标值

单位为毫米

控制点	0'' _K	1'' _K	2'' _K	3'' _K	2''	3''	4''	5''	6''	7''
X''	0	600	763	851	1,117	1,383	1,525	1,590	1,665	1,670
Y''	3,930	3,930	3,901	3,867	3,738	3,610	3,499	3,403	3,254	3,200
控制点	8''	9''	10''	10'' ₁	10'' ₂	10'' ₃	11''	11'' ₁	11'' ₂	12''
X''	1,656	1,620	1,620	1,745	1,745	1,630	1,460	1,780	1,780	1,460
Y''	1,766	957.5	490	330	113.5	15	490	490	0	314
控制点	13''	14''	14'' ₁	15''	15'' ₁	16	16'' ₁	17''	17'' ₁	18''
X''	1,460	1,496	1,496	1,496	1,496	1,604	1,604	1,604	1,604	1,660
Y''	204	204	314	194	304	194	304	204	314	204
控制点	18'' ₁	19''	26''	27''	28''	29''	30''	31''	32''	—
X''	1,660	1,660	847	847	727.5	727.5	640.5	640.5	0	—
Y''	314	15	15	-17	-17	-64	-64	20	20	—
控制点	F'' _{1zt}	F'' _{2zt}	F'' _{1szt}	F'' _{2szt}	F'' _{3szt}	F'' _{4szt}	F'' _{1pm}	F'' _{2pm}	F'' _{1ypm}	F'' _{2ypm}
X''	1,570	1,570	1,600	1,600	1,570	1,570	1,630	1,615	1,640	1,631
Y''	1,080	—	1,080	1,030	1,025	980	3,260	1,800	3,200	1,800
控制点	F'' _{1spm}	F'' _{2spm}	F'' _{1jg}	F'' _{2jg}	F'' _{3jg}	F'' _{4jg}	F'' _{5jg}	F'' _{6jg}	F'' _{1vzt}	F'' _{2vzt}
X''	1,630	1,630	1,102	898	1,144	1,390	1,451	1,524	1,600	1,600
Y''	3,260	1,800	3,745	3,745	3,625	3,504	3,416	3,277	1,080	—

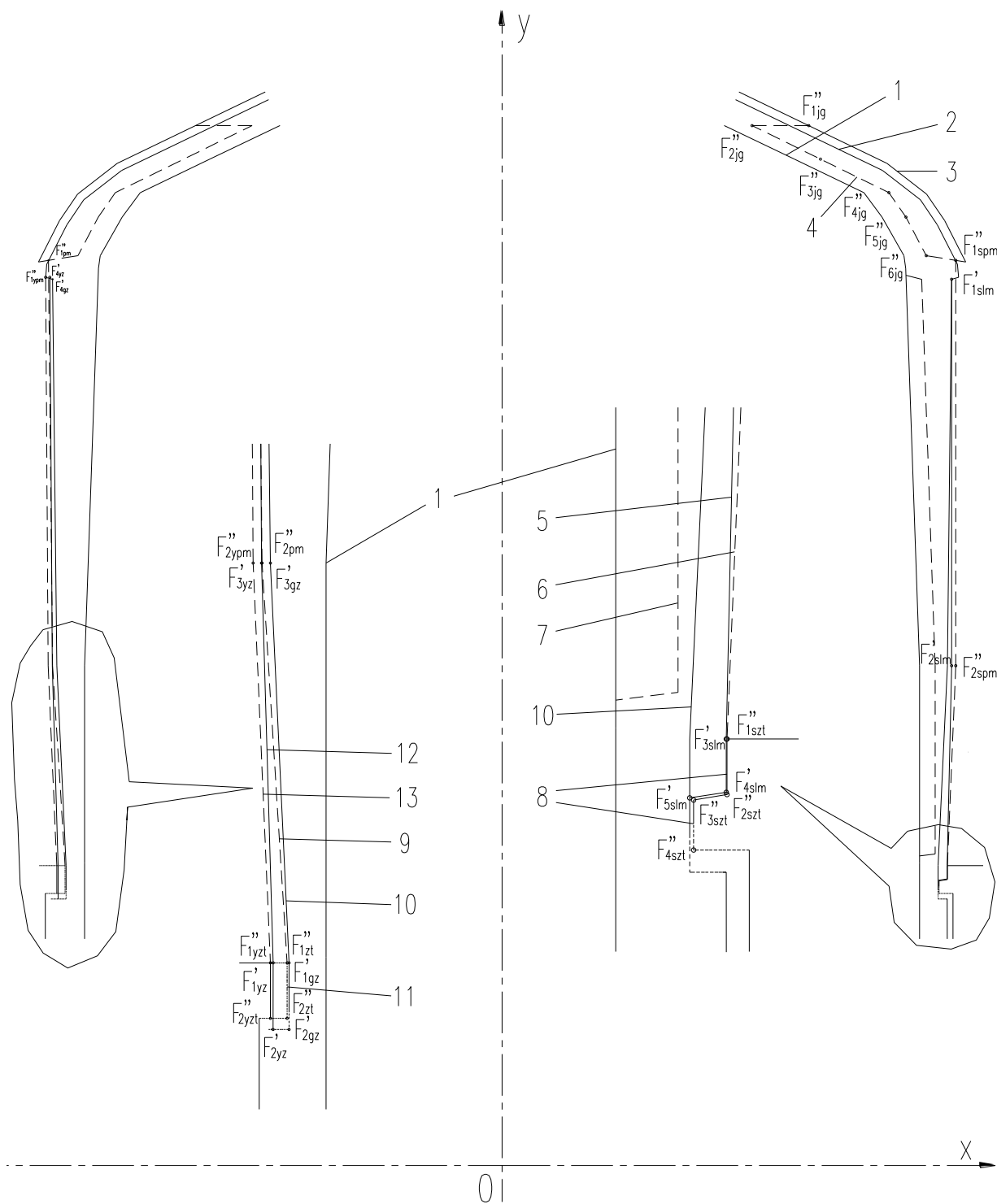




b)

说明：1—计算车辆轮廓线；2—区间车辆限界；3—直线设备限界；4—车下吊挂物车辆限界；5—受流器带电体车辆限界；6—接触轨限界

图 A1.1 A1 型车车辆限界和直线地段设备限界



说明：1—计算车辆轮廓线；2—区间车辆限界；3—直线设备限界；4—检修库高平台限界；5—塞拉门车停站开门附加车辆限界；6—塞拉门车屏蔽门限界；7—塞拉门车开门计算车辆轮廓线；8—塞拉门车站台和检修库低平台限界；9—非塞拉门车屏蔽门限界；10—停站进出站附加车辆限界；11—非塞拉门车站台和检修库低平台限界；12—越行附加车辆限界；13—越行站台及屏蔽门限界

图 A1.2 A1 型车站台计算长度范围内附加车辆限界、直线站台及屏蔽门限界、检修库高低平台限界

附录 A2
(资料性附录)
A2 型车限界

A2.1 A2 型车车辆限界和直线地段设备限界坐标见表 A2.1~A2.2，附图见图 A2.1。
A2.2 A2 型车站台计算长度范围内附加车辆限界、直线站台及屏蔽门限界、检修库高低平台限界坐标见表 A2.3~A2.4，附图见图 A2.2。

表 A2.1 A2 型车车辆限界坐标值 (mm)

单位为毫米

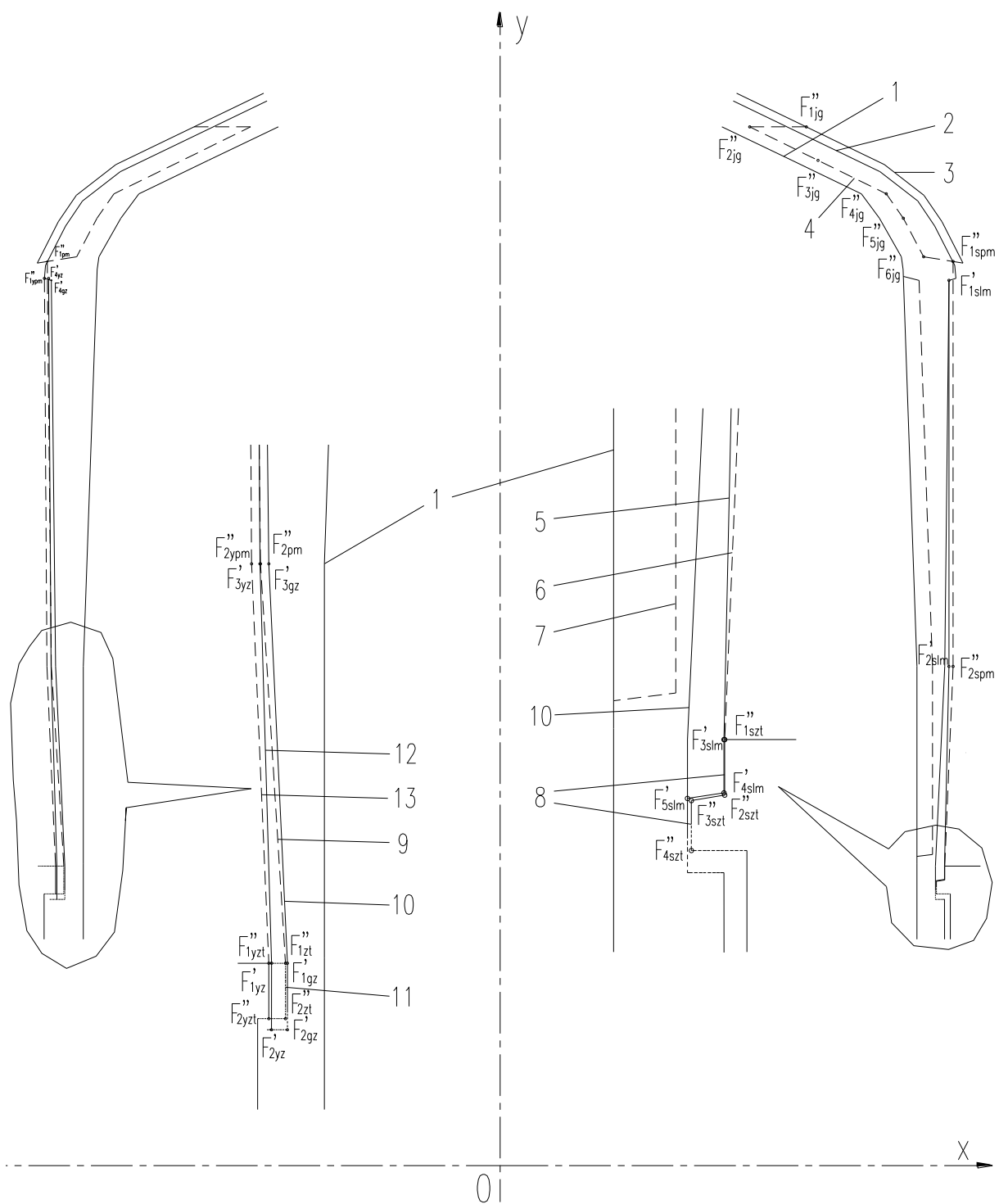
控制点	0'K	1'K	2'K	3'K	2'	3'	4'	5'	6'	7'
X'	0	597	755	839	1,103	1,367	1,503	1,564	1,636	1,640
Y'	3,900	3,900	3,872	3,839	3,712	3,584	3,478	3,388	3,246	3,199
控制点	8'	9'	10'	11'	12'	12'1	26'	27'	28'	29'
X'	1,626	1,599	1,600	1,560	1,345	1,330	837	837	717.5	717.5
Y'	1,766	960	390	390	25	45	25	-17	-17	-54
控制点	30'	31'	32'	32'1	F'1gz	F'2gz	F'3gz	F'4gz	F'1yz	F'2yz
X'	650.5	650.5	0	0	1,565	1,565	1,600	1,615	1,595	1,595
Y'	-54	30	30	45	1,080	—	1,800	3,192	1,080	—
控制点	F'3yz	F'4yz	F'1slm	F'2slm	F'3slm	F'4slm	F'5slm	0's	1's	2's
X'	1,616	1,625	1,615	1,615	1,596.5	1,596.5	1,565	0	776	889
Y'	1,800	3,192	3,192	1,800	1,080	1,032	1,027	4,084	4,084	4,036
控制点	3's	0'b	1'b	2'b	3'b	0'a	1'a	2'a	3'a	—
X'	1,046	0	792	905	1,062	0	820	932	1,090	—
Y'	3,909	4,444	4,444	4,396	4,269	5,044	5,044	4,996	4,869	—

注：0'K~3'K 为空调部分车辆限界，F'1gz~F'4gz 为进站出站附加车辆限界，F'1yz~F'4yz 为越行附加车辆限界，F'1slm~F'5slm 为塞拉门进站开门附加车辆限界，0's~3's、0'b~3'b、0'a~3'a 为受电弓车辆限界。

表 A2.2 A2 型车直线地段设备限界坐标值

单位为毫米

控制点	0''K	1''K	2''K	3''K	2''	3''	4''	5''	6''	7''
X''	0	600	763	851	1,117	1,383	1,525	1,590	1,665	1,670
Y''	3,930	3,930	3,901	3,867	3,738	3,610	3,499	3,403	3,254	3,200
控制点	8''	9''	10''	11''	12''	26''	27''	28''	29''	30''
X''	1,656	1,620	1,620	1,580	1,360	847	847	727.5	727.5	640.5
Y''	1,766	957.5	370	370	15	15	-17	-17	-64	-64
控制点	31''	32''	F''1zt	F''2zt	F''1szt	F''2szt	F''3szt	F''4szt	F''1pm	F''2pm
X''	640.5	0	1,570	1,570	1,600	1,600	1,570	1,570	1,630	1,615
Y''	20	20	1,080	—	1,080	1,030	1,025	980	3,260	1,800
控制点	F''1ypm	F''2ypm	F''1spm	F''2spm	F''1jg	F''2jg	F''3jg	F''4jg	F''5jg	F''6jg
X''	1,640	1,631	1,630	1,630	1,102	898	1,144	1,390	1,451	1,524
Y''	3,200	1,800	3,260	1,800	3,745	3,745	3,625	3,504	3,416	3,277
控制点	0''s	1''s	2''s	3''s	0''b	1''b	2''b	3''b	F''1yzt	F''2yzt
X''	0	782	905	1,077	0	798	921	1,100	1,600	1,600
Y''	4,114	4,114	4,062	3,923	4,474	4,474	4,422	4,277	1,080	—
控制点	0''a	1''a	2''a	3''a	—	—	—	—	—	—
X''	0	826	948	1,140	—	—	—	—	—	—
Y''	5,074	5,074	5,022	4,867	—	—	—	—	—	—



说明: 1—计算车辆轮廓线; 2—区间车辆限界; 3—直线设备限界; 4—检修库高平台限界; 5—塞拉门车停站开门附加车辆限界; 6—塞拉门车屏蔽门限界; 7—塞拉门车开门计算车辆轮廓线; 8—塞拉门车站台和检修库低平台限界; 9—非塞拉门车屏蔽门限界; 10—停站进出站附加车辆限界; 11—非塞拉门车站台和检修库低平台限界; 12—越行附加车辆限界; 13—越行站台及屏蔽门限

图 A2.2 A2 型车站台计算长度范围内附加车辆限界、直线站台及屏蔽门限界、检修库高低平台限界

附录 B1
(资料性附录)
B1 型车限界

B1.1 B1 型车车辆限界和直线地段设备限界坐标见表 B1.1～B1.6，附图见图 B1.1～B1.4。

表 B1.1 B1 型 DC750V 上部受流车车辆限界坐标值

单位为毫米

控制点	0'K	1'K	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
X'	0	542	850	1,091	1,188	1,283	1,361	1,456	1,519	1,534
Y'	3,900	3,900	3,875	3,800	3,750	3,688	3,636	3,538	3,406	3,315
控制点	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
X'	1,551	1,541	1,499	1,500	1,312.5	1,297.5	1,312.5	1,316	1,357	1,379.5
Y'	3,173	1,860	930	375	375	375	280	270	270	279.5
控制点	20'	21'	22'	22'1	22'2	23'	26'	27'	28'	29'
X'	1,498	1,498	1,312.5	1,297.5	1,130	1,105	837	837	717.5	717.5
Y'	279.5	40	25	45	40	25	25	-17	-17	-54
控制点	30'	31'	32'	32'1	F'1gz	F'2gz	F'3gz	F'4gz	F'1yz	F'2yz
X'	650.5	650.5	0	0	1,465	1,465	1,500	1,515	1,495	1,495
Y'	-54	30	30	45	1,050	—	1,860	3,163	1,050	—
控制点	F'3yz	F'4yz	F'1slm	F'2slm	F'3slm	F'4slm	F'5slm	—	—	—
X'	1,525	1,525	1,515	1,515	1,496.5	1,496.5	1,465	—	—	—
Y'	1,860	3,200	3,163	1,860	1,050	1,002	997	—	—	—
注：0'K、1'K 为空调部分车辆限界，F'1gz～F'4gz 为停站进出站附加车辆限界，F'1yz～F'4yz 为越行附加车辆限界，F'1slm～F'5slm 为塞拉门停站开门附加车辆限界。										

表 B1.2 B1 型 DC750V 下部受流车车辆限界坐标值

单位为毫米

控制点	0'K	1'K	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
X'	0	542	850	1,091	1,188	1,283	1,361	1,456	1,519	1,534
Y'	3,900	3,900	3,875	3,800	3,750	3,688	3,636	3,538	3,406	3,315
控制点	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
X'	1,551	1,541	1,499	1,500	1,312.5	1,297.5	1,312.5	1,347	1,498	1,498
Y'	3,173	1,860	930	470	470	470	247.5	262	262.5	40
控制点	20'	21'	21'1	21'2	21'3	22'	26'	27'	28'	29'
X'	1,498	1,312.5	1,312.5	1,030	1,030	1,297.5	837	837	717.5	717.5
Y'	120	25	40	40	25	45	25	-17	-17	-54
控制点	30'	31'	32'	32'1	F'1gz	F'2gz	F'3gz	F'4gz	F'1yz	F'2yz
X'	650.5	650.5	0	0	1,465	1,465	1,500	1,515	1,495	1,495
Y'	-54	30	30	45	1,050	—	1,860	3,163	1,050	—
控制点	F'3yz	F'4yz	F'1slm	F'2slm	F'3slm	F'4slm	F'5slm	—	—	—
X'	1,525	1,525	1,515	1,515	1,496.5	1,496.5	1,465	—	—	—
Y'	1,860	3,200	3,163	1,860	1,050	1,002	997	—	—	—
注：0'K、1'K 为空调部分车辆限界，F'1gz～F'4gz 为停站进出站附加车辆限界，F'1yz～F'4yz 为越行附加车辆限界，F'1slm～F'5slm 为塞拉门停站开门附加车辆限界。										

表 B1.3 B1 型 DC1500V 下部受流车车辆限界坐标值

单位为毫米

控制点	0'K	1'K	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
X'	0	542	850	1,091	1,188	1,283	1,361	1,456	1,519	1,534
Y'	3,900	3,900	3,875	3,800	3,750	3,688	3,636	3,538	3,406	3,315
控制点	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
X'	1,551	1,541	1,499	1,500	1,365	1,350	1,365	1,399.5	1,550.5	1,550.5
Y'	3,173	1,860	930	510	510	510	292	302	302.5	75
控制点	20'	21'	21' ₁	21' ₂	21' ₃	22'	22' ₁	22' ₂	23'	26'
X'	1,550.5	1,325	1,325	1,125	1,125	1,325	1,350	1,365	1,325	837
Y'	160	25	75	75	25	210	210	210	45	25
控制点	27'	28'	29'	30'	31'	32'	32' ₁	F' _{1gz}	F' _{2gz}	F' _{3gz}
X'	837	717.5	717.5	650.5	650.5	0	0	1,465	1,465	1,500
Y'	-17	-17	-54	-54	30	30	45	1,050	—	1,860
控制点	F' _{4gz}	F' _{1yz}	F' _{2yz}	F' _{3yz}	F' _{4yz}	F' _{1slm}	F' _{2slm}	F' _{3slm}	F' _{4slm}	F' _{5slm}
X'	1,515	1,495	1,495	1,525	1,525	1,515	1,515	1,496.5	1,496.5	1,465
Y'	3,163	1,050	—	1,860	3,200	3,163	1,860	1,050	1,002	997

注：0'K、1'K 为空调部分车辆限界，F'_{1gz}~F'_{4gz} 为停站进出站附加车辆限界，F'_{1yz}~F'_{4yz} 为越行附加车辆限界，F'_{1slm}~F'_{5slm} 为塞拉门停站开门附加车辆限界。

表 B1.4 B1 型 DC750V 上部受流车直线地段设备限界坐标值

单位为毫米

控制点	0''K	1''K	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
X''	0	544	854.5	1,101.5	1,203	1,299.5	1,380	1,481	1,548	1,564
Y''	3,930	3,930	3,905	3,828	3,776	3,713	3,659	3,555	3,415	3,317.5
控制点	10''	11''	12''	13''	14''	15''	16''	16'' ₁	16'' ₂	16'' ₃
X''	1,581	1,571	1,520	1,520	1,548	1,548	1,326	1,630	1,630	1,348
Y''	3,193	1,860.5	927.5	355	300	15	355	355	0	0
控制点	16'' ₄	17''	18''	19''	20''	21''	22''	23''	23'' ₁	23'' ₂
X''	1,322	1,326	1,358.5	1,417.5	1,480	1,533	1,555	1,555	1,471.5	1,471.5
Y''	15	275	275	300	300	275	225	136	136	146
控制点	23'' ₃	23'' ₄	23'' ₅	24''	25''	25'' ₁	25'' ₂	25'' ₃	25'' ₄	26''
X''	1,363.5	1,363.5	1,322	1,555	1,550	1,471.5	1,471.5	1,363.5	1,363.5	847
Y''	146	136	66	48.5	26	26	36	36	26	15
控制点	27''	28''	29''	30''	31''	32''	F'' _{1zt}	F'' _{2zt}	F'' _{1yzt}	F'' _{2yzt}
X''	847	727.5	727.5	640.5	640.5	0	1,470	1,470	1,500	1,500
Y''	-17	-17	-64	-64	20	20	1,050	—	1,050	—
控制点	F'' _{1szt}	F'' _{2szt}	F'' _{3szt}	F'' _{4szt}	F'' _{1pm}	F'' _{2pm}	F'' _{1ypm}	F'' _{2ypm}	F'' _{1spm}	F'' _{2spm}
X''	1,500	1,500	1,470	1,470	1,530	1,515	1,540	1,540	1,530	1,530
Y''	1,050	1,000	995	950	3,317	1,860	3,200	1,860	3,317	1,860
控制点	F'' _{1jg}	F'' _{2jg}	F'' _{3jg}	F'' _{4jg}	F'' _{5jg}	F'' _{6jg}	F'' _{7jg}	F'' _{8jg}	—	—
X''	1,156.5	950	1,048	1,144	1,222	1,318	1,383	1,398	—	—
Y''	3,800	3,800	3,750	3,688	3,636	3,538	3,406	3,315	—	—

表 B1.5 B1 型 DC750V 下部受流车直线地段设备限界坐标值

单位为毫米

控制点	0''K	1''K	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
X''	0	544	854.5	1,101.5	1,203	1,299.5	1,380	1,481	1,548	1,564
Y''	3,930	3,930	3,905	3,828	3,776	3,713	3,659	3,555	3,415	3,317.5
控制点	10''	11''	12''	13''	14''	15''	15'' ₁	16''	16'' ₁	16'' ₂
X''	1,581	1,571	1,520	1,520	1,548	1,548	1,380	1,327.5	1,647.5	1,647.5
Y''	3,193	1,860.5	927.5	450	268	88	15	450	450	0
控制点	17''	18''	19''	19'' ₁	20''	20'' ₁	21''	21'' ₁	22''	22'' ₁
X''	1,327.5	1,327.5	1,363.5	1,363.5	1,363.5	1,363.5	1,471.5	1,471.5	1,471.5	1,471.5
Y''	274	164	164	274	154	264	154	264	164	274

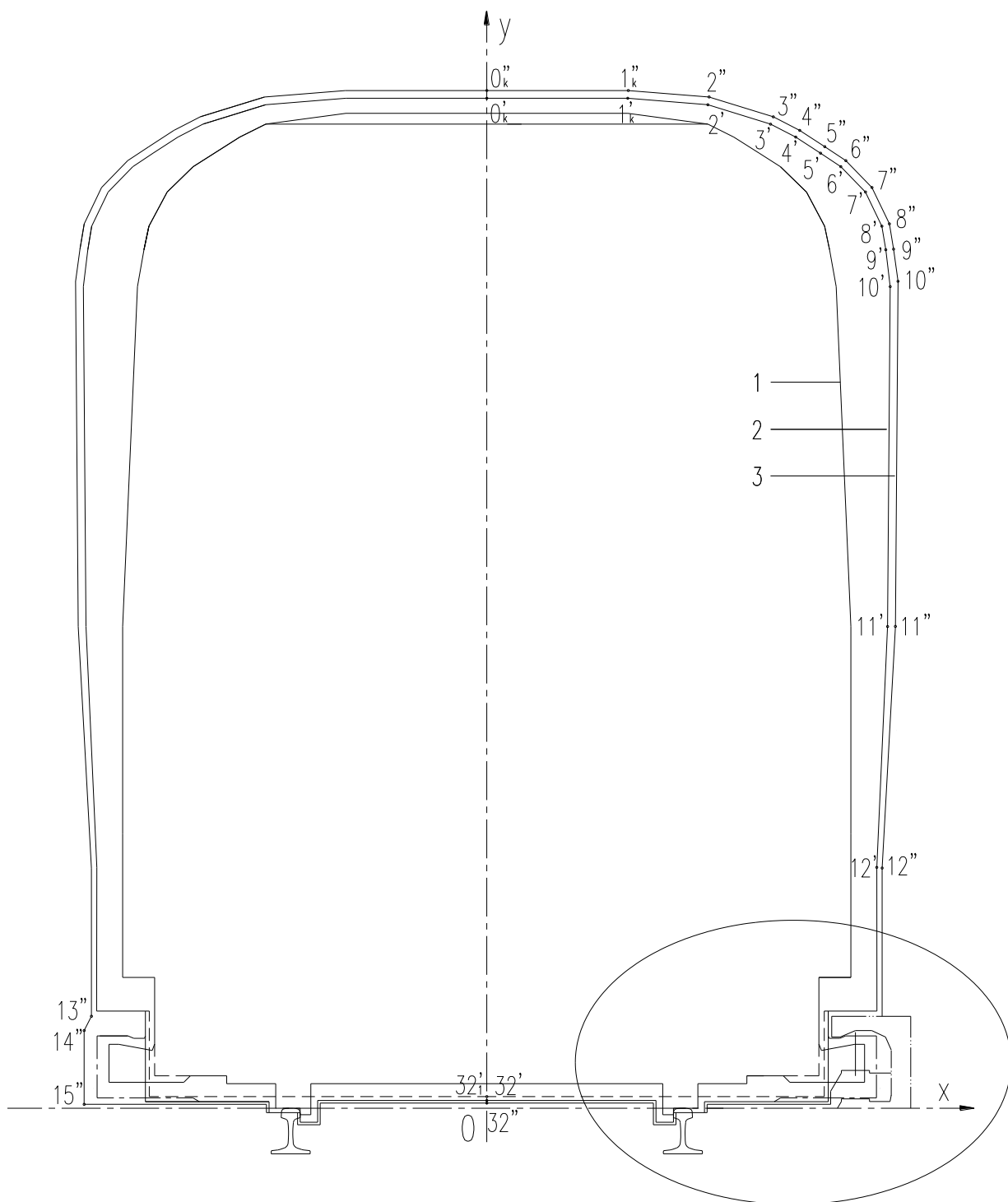
表 B1.5（续）

控制点	23″	23″ ₁	24″	26″	27″	28″	29″	30″	31″	32″
X″	1,527.5	1,527.5	1,527.5	847	847	727.5	727.5	640.5	640.5	0
Y″	164	274	15	15	-17	-17	-64	-64	20	20
控制点	F″ _{1zt}	F″ _{2zt}	F″ _{1yzt}	F″ _{2yzt}	F″ _{1szt}	F″ _{2szt}	F″ _{3szt}	F″ _{4szt}	F″ _{1pm}	F″ _{2pm}
X″	1,470	1,470	1,500	1,500	1,500	1,500	1,470	1,470	1,530	1,515
Y″	1,050	—	1,050	—	1,050	1,000	995	950	3,317	1,860
控制点	F″ _{1ypm}	F″ _{2ypm}	F″ _{1spm}	F″ _{2spm}	F″ _{1jg}	F″ _{2jg}	F″ _{3jg}	F″ _{4jg}	F″ _{5jg}	F″ _{6jg}
X″	1,540	1,540	1,530	1,530	1,156.5	950	1,048	1,144	1,222	1,318
Y″	3,200	1,860	3,317	1,860	3,800	3,800	3,750	3,688	3,636	3,538
控制点	F″ _{7jg}	F″ _{8jg}	—	—	—	—	—	—	—	—
X″	1,383	1,398	—	—	—	—	—	—	—	—
Y″	3,406	3,315	—	—	—	—	—	—	—	—

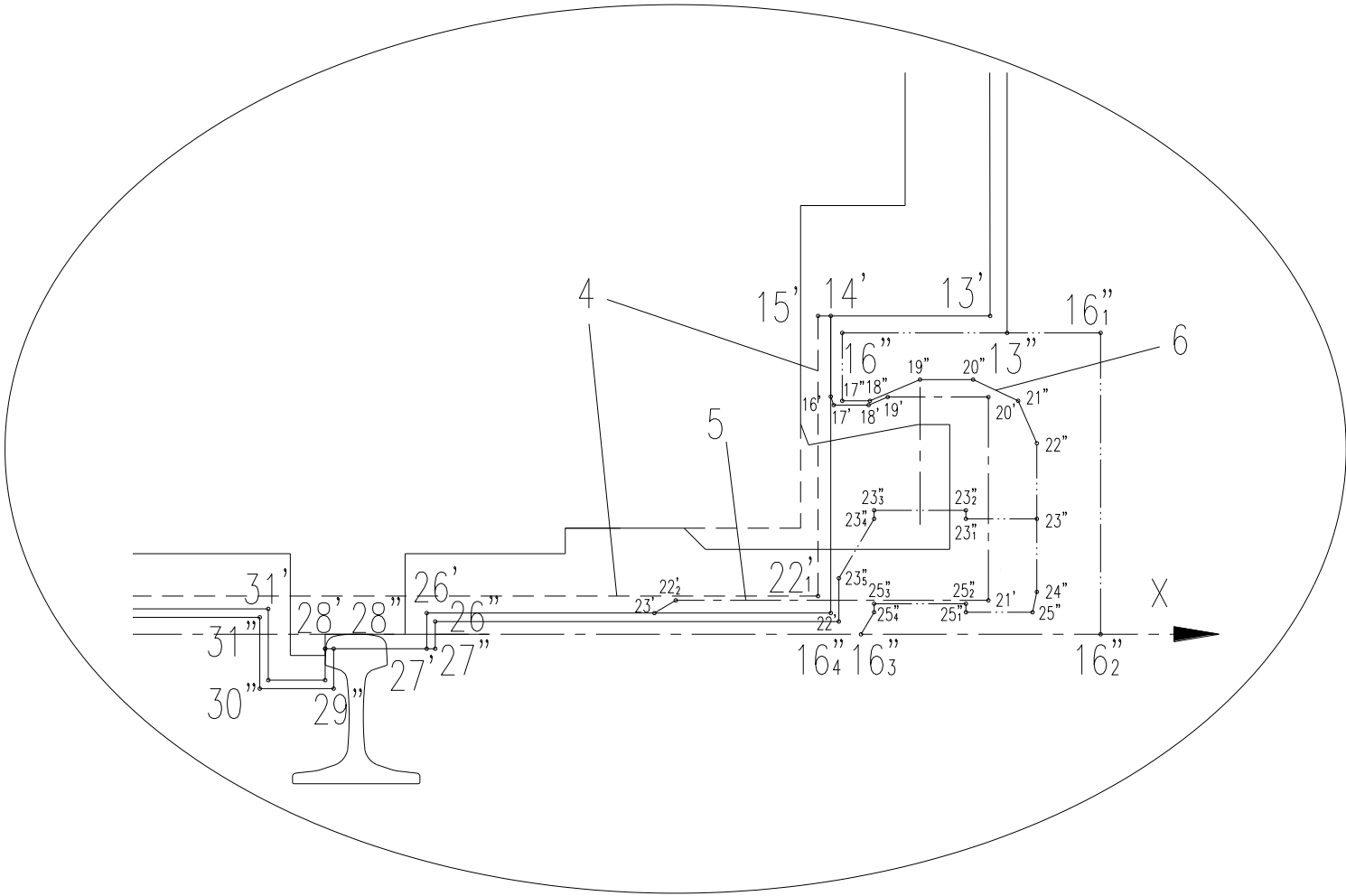
表 B1.6 B1 型 DC1500V 下部受流车直线地段设备限界坐标值

单位为毫米

控制点	0″ _K	1″ _K	2″	3″	4″	5″	6″	7″	8″	9″
X″	0	544	854.5	1,101.5	1,203	1,299.5	1,380	1,481	1,548	1,564
Y″	3,930	3,930	3,905	3,828	3,776	3,713	3,659	3,555	3,415	3,317.5
控制点	10″	11″	12″	13″	14″	15″	15″ ₁	15″ ₂	16″	16″ ₁
X″	1,581	1,571	1,520	1,520	1,665	1,665	1,597	1,450	1,380	1,700
Y″	3,193	1,860.5	927.5	490	333	135	74	15	490	490
控制点	16″ ₂	17″	18″	19″	19″ ₁	20″	20″ ₁	21″	21″ ₁	22″
X″	1,700	1,380	1,380	1,416	1,416	1,416	1,416	1,524	1,524	1,524
Y″	0	314	204	204	314	194	304	194	304	204
控制点	22″ ₁	23″	23″ ₁	24″	26″	27″	28″	29″	30″	31″
X″	1,524	1,580	1,580	1,580	847	847	727.5	727.5	640.5	640.5
Y″	314	204	314	15	15	-17	-17	-64	-64	20
控制点	32″	F″ _{1zt}	F″ _{2zt}	F″ _{1yzt}	F″ _{2yzt}	F″ _{1szt}	F″ _{2szt}	F″ _{3szt}	F″ _{4szt}	F″ _{1pm}
X″	0	1,470	1,470	1,500	1,500	1,500	1,500	1,470	1,470	1,530
Y″	20	1,050	—	1,050	—	1,050	1,000	995	950	3,317
控制点	F″ _{2pm}	F″ _{1ypm}	F″ _{2ypm}	F″ _{1spm}	F″ _{2spm}	F″ _{1jg}	F″ _{2jg}	F″ _{3jg}	F″ _{4jg}	F″ _{5jg}
X″	1,515	1,540	1,540	1,530	1,530	1,156.5	950	1,048	1,144	1,222
Y″	1,860	3,200	1,860	3,317	1,860	3,800	3,800	3,750	3,688	3,636
控制点	F″ _{6jg}	F″ _{7jg}	F″ _{8jg}	—	—	—	—	—	—	—
X″	1,318	1,383	1,398	—	—	—	—	—	—	—
Y″	3,538	3,406	3,315	—	—	—	—	—	—	—



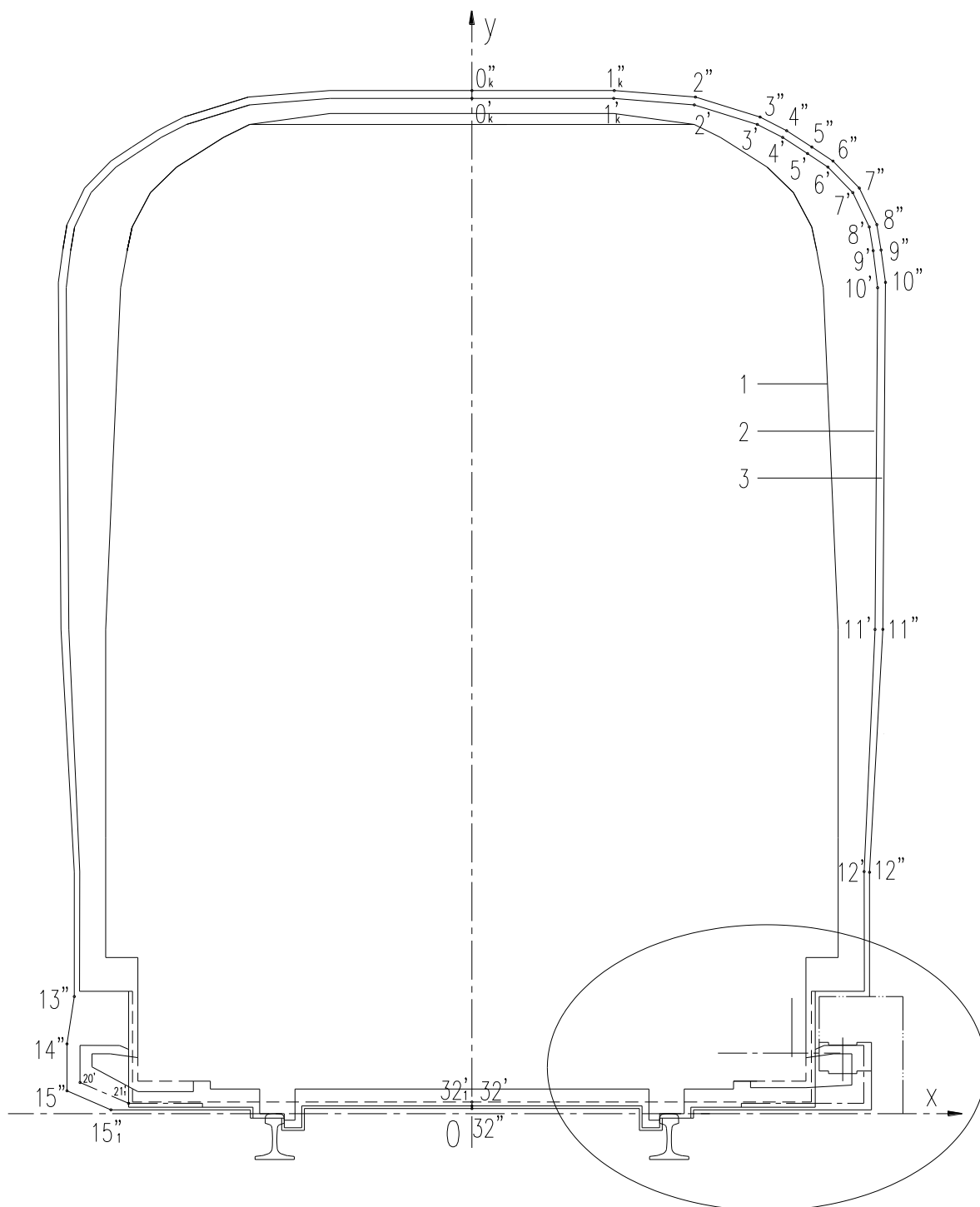
a)



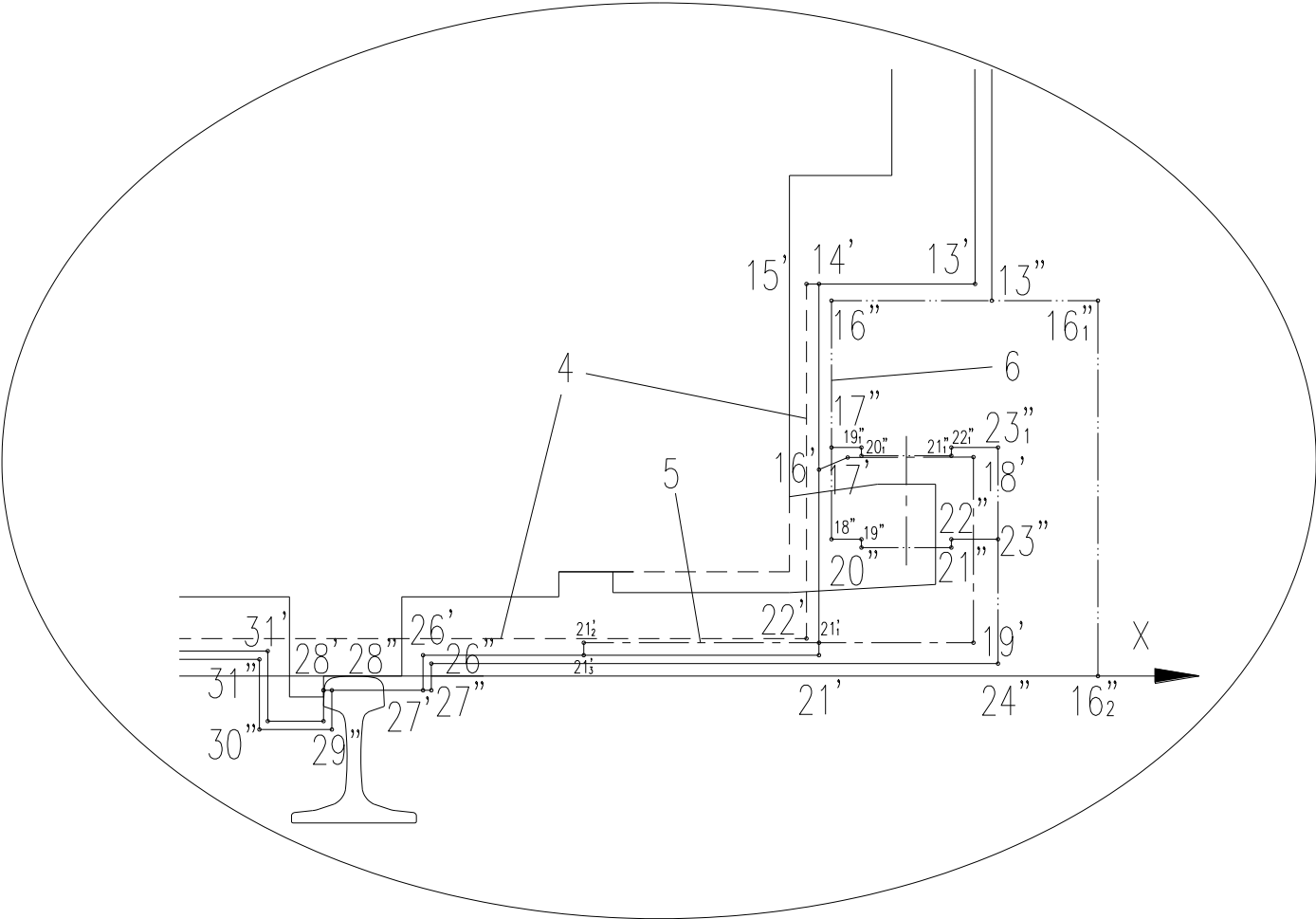
b)

说明：1—计算车辆轮廓线；2—区间车辆限界；3—直线设备限界；4—车下吊挂物车辆限界；5—受流器带电体车辆限界；6—接触轨限界

图 B1.1 B1 型 DC750V 上部受流车区间车辆限界、区间直线地段设备限界



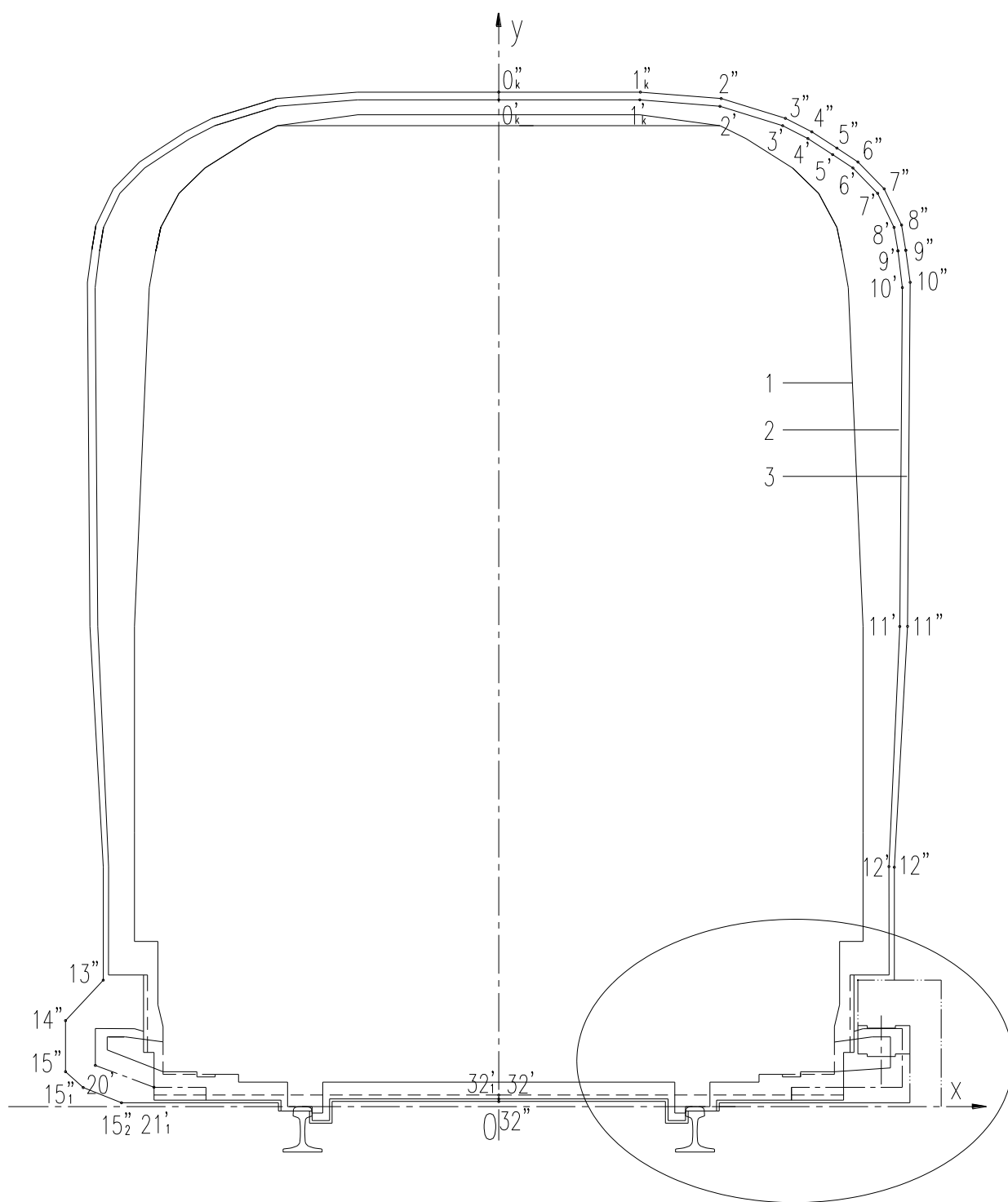
a)



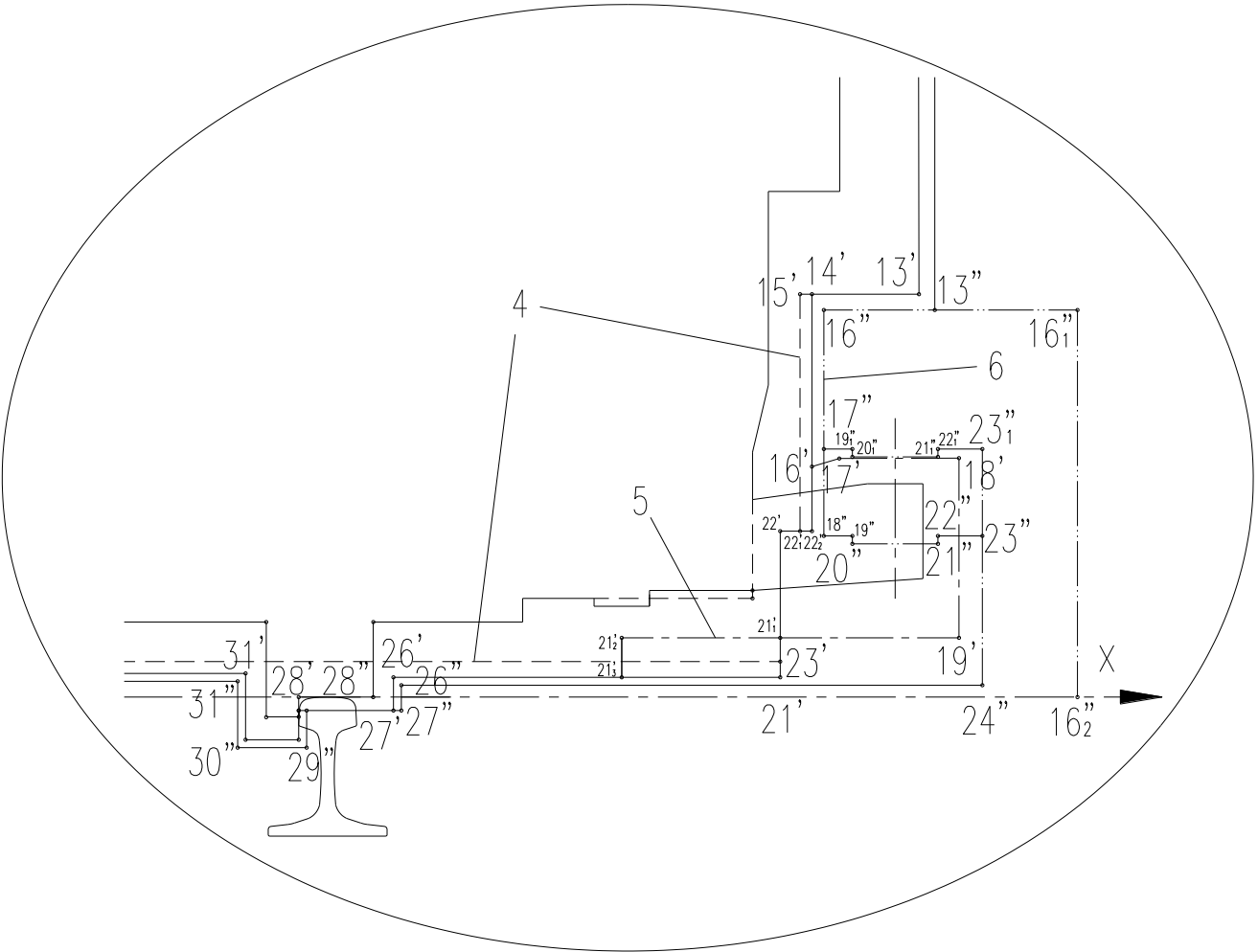
b)

说明：1—计算车辆轮廓线；2—区间车辆限界；3—直线设备限界；4—车下吊挂物车辆限界；5—受流器带电体车辆限界；6—接触轨限界

图 B1.2 B1 型 DC750V 下部受流车区间车辆限界、区间直线地段设备限界



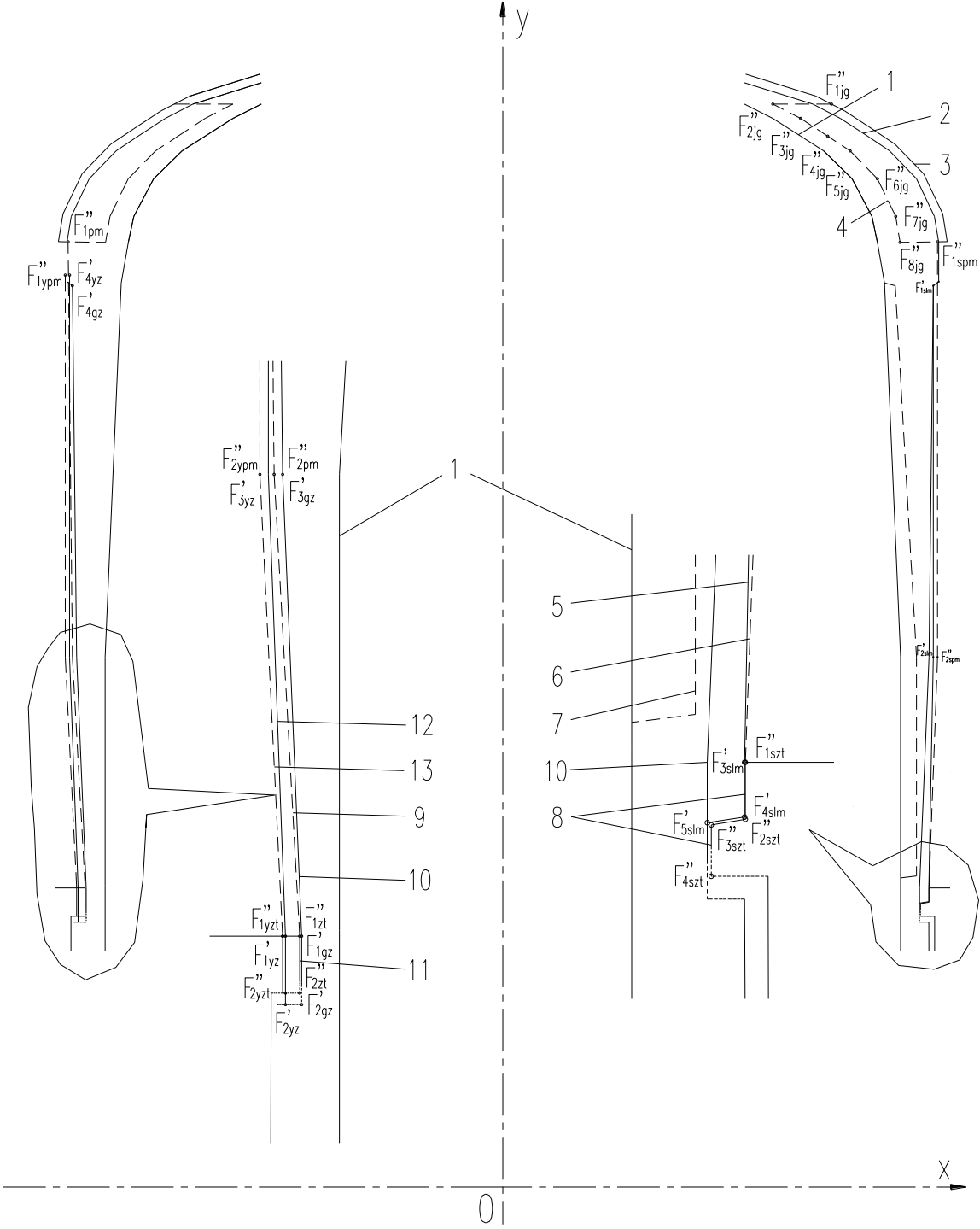
a)



b)

说明：1—计算车辆轮廓线；2—区间车辆限界；3—直线设备限界；4—车下吊挂物车辆限界；5—受流器带电体车辆限界；6—接触轨限界

图 B1.3 B₁ 型 DC1500V 下部受流车区间车辆限界、区间直线地段设备限界局部



说明：1—计算车辆轮廓线；2—区间车辆限界；3—直线设备限界；4—检修库高平台限界；5—塞拉门车停站开门附加车辆限界；6—塞拉门车屏蔽门限界；7—塞拉门车开门计算车辆轮廓线；8—塞拉门车站台和检修库低平台限界；9—非塞拉门车屏蔽门限界；10—停站进出站附加车辆限界；11—非塞拉门车站台和检修库低平台限界；12—越行附加车辆限界；13—越行站台及屏蔽门限界

图 B1.4 B1 型车站台计算长度范围内附加车辆限界、直线站台及屏蔽门限界、检修库高低平台限界

附录 B2
(资料性附录)
B2 型车限界

B1.1 B2 型车车辆限界和直线地段设备限界坐标见表 B2.1~B2.2，附图见图 B2.1。

表 B2.1 B2 型车车辆限界坐标值

单位为毫米

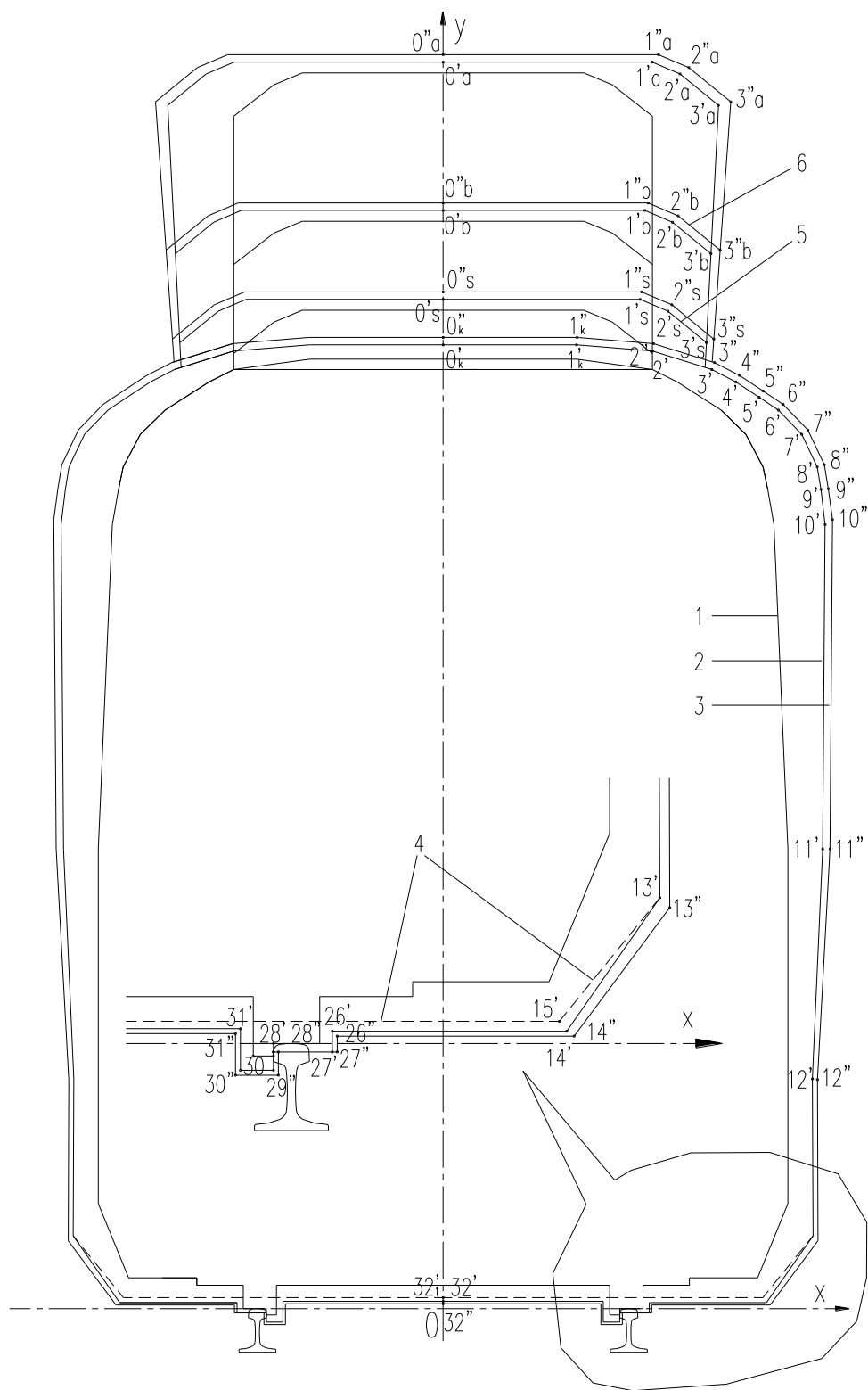
控制点	0'K	1'K	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
X'	0	542	850	1,091	1,188	1,283	1,361	1,456	1,519	1,534
Y'	3,900	3,900	3,875	3,800	3,750	3,688	3,636	3,538	3,406	3,315
控制点	10'	11'	12'	13'	14'	15'	26'	27'	28'	29'
X'	1,551	1,541	1,499	1,502	1,313	1,298	837	837	717.5	717.5
Y'	3,173	1,860	930	295	25	45	25	-17	-17	-54
控制点	30'	31'	32'	32' ₁	F' _{1gz}	F' _{2gz}	F' _{3gz}	F' _{4gz}	F' _{1yz}	F' _{2yz}
X'	650.5	650.5	0	0	1,465	1,465	1,500	1,515	1,495	1,495
Y'	-54	30	30	45	1,050	—	1,860	3,163	1,050	—
控制点	F' _{3yz}	F' _{4yz}	F' _{1slm}	F' _{2slm}	F' _{3slm}	F' _{4slm}	F' _{5slm}	—	—	—
X'	1,525	1,525	1,515	1,515	1,496.5	1,496.5	1,465	—	—	—
Y'	1,860	3,200	3,163	1,860	1,050	1,002	997	—	—	—
控制点	0's	1's	2's	3's	0'b	1'b	2'b	3'b	—	—
X'	0	800	913	1,069	0	819	931	1,087	—	—
Y'	4,084	4,084	4,036	3,909	4,444	4,444	4,396	4,269	—	—
控制点	0'a	1'a	2'a	3'a	—	—	—	—	—	—
X'	0	849	962	1,118	—	—	—	—	—	—
Y'	5,044	5,044	4,996	4,869	—	—	—	—	—	—

注：0'K、1'K 为空调部分车辆限界，F'_{1gz}~F'_{4gz} 为进站出站附加车辆限界，F'_{1yz}~F'_{4yz} 为越行附加车辆限界，F'_{1slm}~F'_{5slm} 为塞拉门进站开门附加车辆限界，0's~3's、0'b~3'b、0'a~3'a 为受电弓车辆限界。

表 B2.2 B2 型车直线地段设备限界坐标值

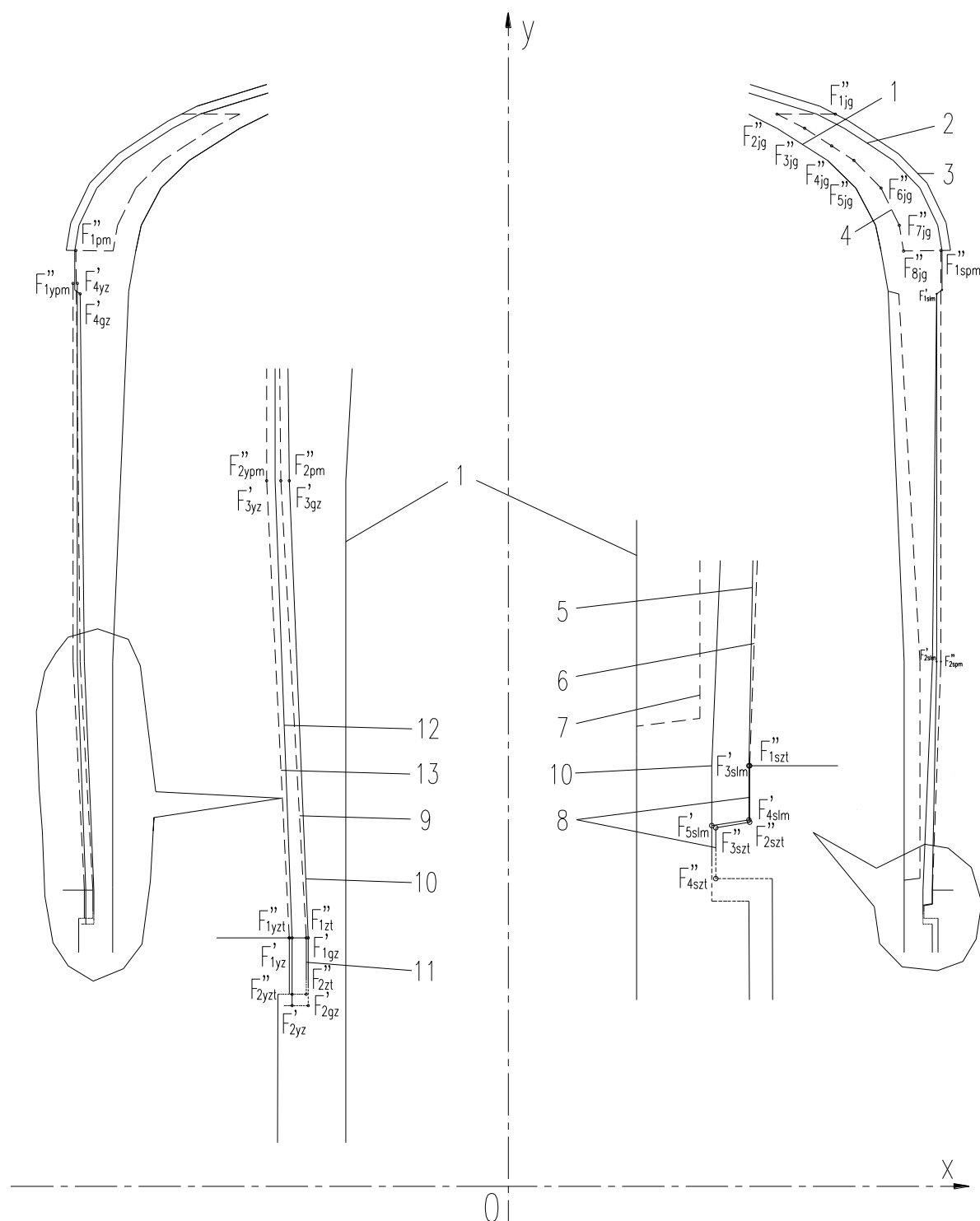
单位为毫米

控制点	0''K	1''K	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
X''	0	544	854.5	1,101.5	1,203	1,299.5	1,380	1,481	1,548	1,564
Y''	3,930	3,930	3,905	3,828	3,776	3,713	3,659	3,555	3,415	3,317.5
控制点	10''	11''	12''	13''	14''	26''	27''	28''	29''	30''
X''	1,581	1,571	1,520	1,522	1,328	847	847	727.5	727.5	640.5
Y''	3,193	1,860.5	927.5	275	15	15	-17	-17	-64	-64
控制点	31''	32''	F'' _{1zt}	F'' _{2zt}	F'' _{1yzt}	F'' _{2yzt}	F'' _{1szt}	F'' _{2szt}	F'' _{3szt}	F'' _{4szt}
X''	640.5	0	1,470	1,470	1,500	1,500	1,500	1,500	1,470	1,470
Y''	20	20	1050	—	1,050	—	1,050	1,000	995	950
控制点	F'' _{1pm}	F'' _{2pm}	F'' _{1ypm}	F'' _{2ypm}	F'' _{1spm}	F'' _{2spm}	F'' _{1jg}	F'' _{2jg}	F'' _{3jg}	F'' _{4jg}
X''	1,530	1,515	1,540	1,540	1,530	1,530	1,156.5	950	1,048	1,144
Y''	3,317	1,860	3,200	1,860	3,317	1,860	3,800	3,800	3,750	3,688
控制点	F'' _{5jg}	F'' _{6jg}	F'' _{7jg}	F'' _{8jg}	0''s	1''s	2''s	3''s	0''b	1''b
X''	1,222	1,318	1,383	1,398	0	806	929	1,099	0	832
Y''	3,636	3,538	3,406	3,315	4,114	4,114	4,062	3,923	4,474	4,474
控制点	2''b	3''b	0''a	1''a	2''a	3''a	—	—	—	—
X''	954	1,125	0	875	998	1,168	—	—	—	—
Y''	4,422	4,283	5,074	5,074	5,022	4,883	—	—	—	—



说明：1—计算车辆轮廓线；2—区间车辆限界；3—直线设备限界 4—车下吊挂物车辆限界；5—受电弓车辆限界；6—受电弓设备限界

图 B2.1 B2 型车区间车辆限界、区间直线地段设备限界



说明: 1—计算车辆轮廓线; 2—区间车辆限界; 3—直线设备限界; 4—检修库高平台限界; 5—塞拉门车停站开门附加车辆限界; 6—塞拉门车屏蔽门限界; 7—塞拉门车开门计算车辆轮廓线; 8—塞拉门车站台和检修库低平台限界; 9—非塞拉门车屏蔽门限界; 10—停站进出站附加车辆限界; 11—非塞拉门车站台和检修库低平台限界; 12—越行附加车辆限界; 13—越行站台及屏蔽门限界

图 B2.2 B2 型车站台计算长度范围内附加车辆限界、直线站台及屏蔽门限界、检修库高低平台限界

附录 C
(规范性附录)
曲线地段车辆限界和设备限界计算方法

- C.1** 曲线地段车辆限界或设备限界应在直线地段车辆限界或设备限界基础上加宽和加高。
- C.2** 曲线地段车辆限界或曲线地段设备限界应按平面曲线或竖曲线引起的几何偏移量、过超高或欠超高引起的限界加宽和加高量、曲线轨道参数及车辆参数变化引起的限界加宽量计算确定，并应符合下列规定：
- C.2.1** 平面曲线或竖曲线引起的车体几何偏移量可按表 C.1～表 C.2 选取；

表 C.1 A 型车车体几何偏移量

符号	定 义	R100	R150	R200	R250	R300	R350	R400	R500
Ta	曲线外侧 (mm)	295	196	147	118	98	84	74	59
Ti	曲线内侧 (mm)	316	211	158	126	105	90	79	63
符号	定 义	R600	R700	R800	R1000	R1200	R1500	R2000	R3000
Ta	曲线外侧 (mm)	49	42	37	29	25	20	15	10
Ti	曲线内侧 (mm)	53	45	39	32	26	21	16	11

表 C.2 B 型车车体几何偏移量

符号	定 义	R100	R150	R200	R250	R300	R350	R400	R500
Ta	曲线外侧 (mm)	247	165	123	99	82	71	62	49
Ti	曲线内侧 (mm)	205	136	102	82	68	58	51	41
符号	定 义	R600	R700	R800	R1000	R1200	R1500	R2000	R3000
Ta	曲线外侧 (mm)	41	35	31	25	21	17	12	8
Ti	曲线内侧 (mm)	34	29	26	20	17	14	10	7

- C.2.2** 过超高或欠超高引起的车辆限界加宽或加高量可按表 C.0.2-3 确定；

表 C.3 过超高或欠超高引起的车辆限界加宽或加高量

过超高或欠超高值 (mm)	横向偏移量 (mm) ΔY_{Qa} 或 ΔY_{Qi}						竖向偏移量 (mm) ΔZ_{Qa} 或 ΔZ_{Qi}					
	A 型车		B 型车				A 型车		B 型车			
	A_{w0}	A_{w3}	无扭杆		有扭杆		A_{w0}	A_{w3}	无扭杆		有扭杆	
			A_{w0}	A_{w3}	A_{w0}	A_{w3}			A_{w0}	A_{w3}	A_{w0}	A_{w3}
13	2	4	8	7	2	3	± 0.8	± 1.6	± 3	± 3	± 1	± 1
21	3	6	12	11	3	5	± 1.3	± 2.7	± 5	± 5	± 1	± 2
28	4	8	16	15	4	7	± 1.7	± 3.5	± 7	± 7	± 2	± 3
38	5	10	22	20	5	9	± 2.4	± 4.8	± 10	± 9	± 2	± 4
注 1：横向偏移量计算值，按车顶处 $Z=3800\text{mm}$ 计算，车底架下边梁处加宽量为 0，其余各控制点的偏移量采用插入法计算；												
注 2：竖向偏移量计算值，按车体肩部处的横坐标值计算：A 型车取 1450mm，B 型车取 1318mm；当采用过超高时，曲线内侧求得的竖向偏移量为负值，曲线外侧求得的竖向偏移量为正值；当采用欠超高时，曲线外侧求得的竖向偏移量为负值，曲线内侧求得的竖向偏移量为正值。												
注 3：本表只适用于计算站台计算长度内的曲线车辆限界值。												

- C.2.3** 过超高或欠超高引起的设备限界加宽或加高量可按表 C.4 确定；

表 C.4 过超高或欠超高引起的设备限界加宽或加高量

过超高 或欠超 高值 (mm)	横向偏移量 (mm) ΔY_{Qa} 或 ΔY_{Qi}						竖向偏移量 (mm) ΔZ_{Qa} 或 ΔZ_{Qi}					
	A 型车		B 型车				A 型车		B 型车			
	A_{w0}	A_{w3}	无扭杆		有扭杆		A_{w0}	A_{w3}	无扭杆		有扭杆	
			A_{w0}	A_{w3}	A_{w0}	A_{w3}			A_{w0}	A_{w3}	A_{w0}	A_{w3}
13	0.8	1.1	2.6	3.9	1.0	1.2	± 0.4	± 0.5	± 1.2	± 1.8	± 0.5	± 0.5
21	1.3	1.8	7.1	6.3	1.7	2	± 0.65	± 0.9	± 1.9	± 2.8	± 0.7	± 0.9
28	1.7	2.4	5.6	8.4	2.2	2.6	± 0.9	± 1.2	± 2.5	± 3.8	± 1.0	± 1.2
38	2.3	3.2	7.6	11.4	3	3.6	± 1.2	± 1.6	± 3.4	± 5.1	± 1.4	± 1.6
45	2.8	3.8	9	13.5	3.6	7.1	± 1.4	± 1.9	± 4.0	± 6.0	± 1.6	± 1.9
52	3.2	4.4	10.4	15.7	4.1	4.9	± 1.6	± 2.2	± 4.7	± 7.0	± 1.9	± 2.2
61	3.8	5.1	12.2	18.4	4.9	5.7	± 1.9	± 2.6	± 5.5	± 8.2	± 2.2	± 2.6

C.2.4 曲线轨道参数及车辆参数变化引起车体及转向架车辆限界或设备限界加宽量,可按下列公式计算:

C.2.4.1 曲线外侧:

整体道床: $\Delta Y_{ca}=3+300/R+\Delta_{de}+\Delta_w+\Delta_q$ ----- (1)

碎石道床: $\Delta Y_{ca}=1000/R+3+300/R+\Delta_{de}+\Delta_w+\Delta_q$ ----- (2)

C.2.4.2 曲线内侧:

整体道床: $\Delta Y_{ci}=300/R+\Delta_{de}+\Delta_w+\Delta_q$ ----- (3)

碎石道床: $\Delta Y_{ci}=1000/R+300/R+\Delta_{de}+\Delta_w+\Delta_q$ ----- (4)

式中:

Δ_{de} ——钢轨横向弹性变形量,曲线与直线差值 (mm) 取 1.4 (mm);

Δ_w ——车辆二系弹簧的横向位移,在曲线与直线的差值取 15 (mm);

Δ_q ——车辆一系弹簧的横向位移,在曲线与直线的差值取 4 (mm);

R ——平面曲线半径 (m)。

C.2.5 车辆限界和设备限界偏移量总和,可按下列规定计算:

C.2.5.1 车体横向加宽和过超高 (或欠超高) 偏移方向相同时,可按下列公式计算:

曲线外侧: $\Delta Y_a=T_a+\Delta Y_{Qa}+\Delta Y_{ca}$ ----- (5)

$\Delta Z_a=-\Delta Z_{Qa}$ ----- (6)

曲线内侧: $\Delta Y_i=T_i+\Delta Y_{Qi}+\Delta Y_{ci}$ ----- (7)

$\Delta Z_i=-\Delta Z_{Qi}$ ----- (8)

C.2.5.2 车体横向加宽和过超高 (或欠超高) 偏移方向相反时,可按下列公式计算:

曲线外侧: $\Delta Y_a=T_a-\Delta Y_{Qa}+\Delta Y_{ca}$ ----- (9)

$\Delta Z_a=\Delta Z_{Qa}$ ----- (10)

曲线内侧: $\Delta Y_i=T_i-\Delta Y_{Qi}+\Delta Y_{ci}$ ----- (11)

$\Delta Z_i=\Delta Z_{Qi}$ ----- (12)

C.3 曲线地段车辆限界或设备限界各点坐标值应由相应的直线地段车辆限界或设备限界各点坐标值加上 ΔY_a (ΔY_i) 和 ΔZ_a (ΔZ_i) 值后得到。

附录 D

(规范性附录)

缓和曲线地段建筑限界的加宽计算公式

D.1 缓和曲线引起的几何加宽量，可按下列规定计算：

D.1.1 缓和曲线内侧加宽量可按下列公式计算：

$$A \text{ 型车} \quad e_{p\text{内}} = 31592 \frac{x}{C} \text{ ----- (13)}$$

$$B \text{ 型车} \quad e_{p\text{内}} = 20450 \frac{x}{C} \text{ ----- (14)}$$

D.1.2 缓和曲线外侧加宽量可按下列公式计算：

$$A \text{ 型车} \quad e_{p\text{外}} = \frac{1}{C}(30240x + 222768) \text{ ----- (15)}$$

$$B \text{ 型车} \quad e_{p\text{外}} = \frac{1}{C}(25280x + 160107) \text{ ----- (16)}$$

式中：

$e_{p\text{内}}$ ， $e_{p\text{外}}$ ——缓和曲线引起的曲线内、外侧限界加宽量 (mm)。

D.2 轨道超高引起的加宽量可按下列公式计算：

$$h_{\text{缓}} = h \times \frac{x}{L} \text{ ----- (17)}$$

$$e_{h\text{内}} = Y_1 \cos \alpha + Z_1 \sin \alpha - Y_1 \text{ ----- (18)}$$

$$e_{h\text{外}} = Y_2 \cos \alpha - Z_2 \sin \alpha - Y_2 \text{ ----- (19)}$$

$$\sin \alpha = \frac{h_{\text{缓}}}{1500} \text{ ----- (20)}$$

$$C = L \times R \text{ ----- (21)}$$

式中：

$e_{h\text{内}}$ ， $e_{h\text{外}}$ ——轨道超高引起的曲线内、外侧限界加宽量 (mm)；

x ——为计算点距离缓和曲线起点的距离 (m)；

L ——缓和曲线长度 (m)；

R ——圆曲线半径 (m)；

h ——圆曲线段轨道超高值 (mm)；

$h_{\text{缓}}$ ——缓和曲线上计算点处的超高值 (mm)；

(Y_1, Z_1) 及 (Y_2, Z_2) ——计算曲线内、外侧限界加宽的设备限界控制点坐标 (mm)。

D.3 引起加宽量的其他因素可包括欠超高或过超高引起的加宽量和曲线轨道参数及车辆参数变化引起的建筑限界加宽量。其他因素引起的加宽量值，车站地段应取 10mm，区间地段

应取 30mm。

D.4 缓和曲线上限界加宽总量可按下列公式计算：

D.4.1 曲线内侧：

$$E_{\text{内}} = e_{\text{p内}} + e_{\text{h内}} + e_{\text{其他}} \quad (22)$$

D.4.2 曲线外侧：

$$E_{\text{外}} = e_{\text{p外}} + e_{\text{h外}} + e_{\text{其他}} \quad (23)$$

式中：

$e_{\text{其他}}$ ——其他因素引起的加宽量值（mm），应按本标准第 D.3 取值。

D.5 缓和曲线段建筑限界（见图 D.5）应分为内侧加宽和外侧加宽。

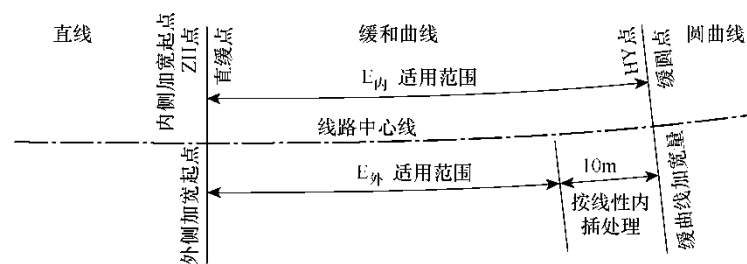


图 D.5 缓和曲线段建筑限界