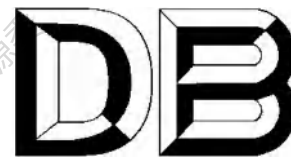


北京市地方标准



编号：DB11/T 995-2025

备案号：J12329-2025

城市轨道交通工程设计标准

Standards for design of urban rail transit

2025-06-25 发布

2026-01-01 实施

北京市规划和自然资源委员会
北京市市场监督管理局

联合发布

北京市地方标准

城市轨道交通工程设计标准 Standards for design of urban rail transit

DB11/T 995-2025

主编单位：北京城建设计发展集团股份有限公司

批准部门：北京市规划和自然资源委员会

北京市市场监督管理局

实施日期：2026年01月01日

2025 北京

北京市规划和自然资源委员会

关于实施北京市地方标准《城市轨道交通 工程设计标准》的通知

京规自发〔2025〕172号

各有关单位：

为推动第三期轨道交通建设规划实施，规范城市轨道交通工程设计，我委组织修订了北京市地方标准《城市轨道交通工程设计标准》（DB11/T 995-2025），并已与北京市市场监督管理局联合发布，现将有关事宜通知如下：

《城市轨道交通工程设计标准》（DB11/T 995-2025）自 2026 年 1 月 1 日起实施，自实施之日起，请各单位在开展北京市行政区域内，钢轮钢轨系统和全封闭线路条件下，最高运行速度不大于 120km/h 的地铁新建工程的设计按照本标准认真执行。

原《城市轨道交通工程设计规范》（DB11/995-2013）自本标准实施之日起废止。

本标准由北京市规划和自然资源委员会归口管理并组织实施。

特此通知。

附件：城市轨道交通工程设计标准（DB11/T 995-2025）

北京市规划和自然资源委员会

2025 年 7 月 16 日

北京市地方标准公告

2025年标字第8号（总第366号）

按照《北京市标准化办法》，以下5项北京市地方标准经北京市市场监督管理局批准，由北京市市场监督管理局、北京市规划和自然资源委员会共同发布，现予以公布（见附件）。

附件：批准发布的北京市地方标准目录 2025 年标字第 8 号
（总第 366 号）

北京市市场监督管理局

北京市规划和自然资源委员会

2025 年 6 月 25 日

附件

批准发布的北京市地方标准目录

2025 年标字第 8 号（总第 366 号）

序号	标准号	标准名称	被修订标准号	发布日期	实施日期
1.	DB11/T 689-2025	既有建筑抗震加固技术规程	DB11/ 689-2016	2025-6-25	2026-1-1
2.	DB11/T 995-2025	城市轨道交通工程设计标准	DB11/ 995-2013	2025-6-25	2026-1-1
3.	DB11/T 1455-2025	电动汽车充电基础设施规划设计标准	DB11/ 1455-2017	2025-6-25	2025-7-1
4.	DB11/T 1624-2025	电动自行车停放场所防火设计标准	DB11/ 1624-2019	2025-6-25	2025-10-1
5.	DB11/T 2463-2025	城市道路隧道设计标准		2025-6-25	2026-1-1

注：以上地方标准文本可登录北京市市场监督管理局网站（<https://scjgj.beijing.gov.cn>）查阅。

北京市市场监督管理局办公室

2025 年 6 月 25 日印发

前 言

为贯彻《首都标准化发展纲要 2035》，推动《北京城市总体规划（2016 年-2035 年）》实施，体现北京发展目标和地方特点，进一步促进城市轨道交通的可持续发展，按照《北京市“十四五”时期规划和自然资源标准化工作规划（2021 年-2025 年）》和北京市市场监督管理局关于印发《2023 年北京市地方标准修订项目计划（第三批）》的通知的要求，完成了本标准的修订工作。

本标准本标准本标准共分 31 章。主要内容包括总则、术语和定义、基本规定、运营组织、车辆、限界、线路、轨道、路基、车站建筑、高架结构、地下结构、工程防水、通风 空调与供暖、给水与排水、供电、通信、信号、车站运营设备、综合监控系统、环境与设备监控系统、火灾自动报警系统、乘客信息、自动售检票、门禁、周界与安检、信息化、车辆基地、控制中心、交通衔接、防灾、环保节能。

本标准修订的主要技术内容是：1、将最高运行速度提高至 120km/h，增加相关技术要求内容；2、系统能力配置提出削峰设计理念进一步减冗余，特定场景可按最大断面的 85%配置运能；3、新增互联互通、快慢车运行、灵活编组等灵活运营组织方式；4、新增上盖综合利用、全自动运行、网络安全、交流牵引、双流制牵引、云平台等新技术新应用；5、增加装配式预制板道床、装配式车站等内容；6、新增车辆段路基的工后沉降标准，调整路基压实控制指标的种类；7、修编了车站分级分类标准，补充多种运营组织模式下车站设计要求以及新增便民服务设施的设计要求；8、新增交通衔接章节，补充各类交通方式接驳设施要求；9、细化了地下工程各结构及工法的定义及适用范围，针对北京地下水上升的实际情况，强化了抗浮设计的相关内容；10、统一了车站疏散计算原则，细化了疏散计算及多场景下安全出口的消防设计要求，新增区间安全疏散的相关规定；11、新增防水淹设计的基本原则，对车站及区间的各个口部、车辆基地、控制中心、主变电所等主要类型建筑提出防水淹设计要求；12、更新了北京市暴雨强度公式，补充了海绵城市相关措施；13、信号章节调整架构，增加了数据通信子系统和维护监测子系统两个章节；14、更新了信号系统 RAMS、系统性能及能力、电磁兼容性与防护指标及要求。

本标准由北京市规划和自然资源委员会和北京市市场监督管理局共同负责管理，北京市规划和自然资源委员会归口、组织实施，并负责组织编制单位对具体技术内容进行解释，北京市规划和自然资源标准化中心负责标准日常管理。

本标准执行过程中如有意见和建议，请寄送至北京市规划和自然资源标准化中心，以供今后修订时参考。（地址：北京市通州区承安路 1 号院；电话：55595000；邮箱：bjbb@ghzrzyw.beijing.gov.cn）。

本标准主编单位：北京城建设计发展集团股份有限公司

本标准参编单位：北京全路通信信号研究设计院集团有限公司

北京市市政工程设计研究总院有限公司

北京市轨道交通设计研究院有限公司

北京市地铁运营有限公司

北京市基础设施投资有限公司

北京市轨道交通建设管理有限公司

北京轨道交通路网管理有限公司

北京市轨道交通运营管理有限公司

本标准主要起草人员：杨秀仁、王 臣、贺 鹏、鲁卫东、叶 轩、毛励良、鞠 昕、刘 皓
刘 畅、宋 毅、闫雪燕、张树艺、王 璐、周 洁、郝小亮、朱跃辰
李 妍、仲莹莹、王 锋、王 洋、任 静、刘衍峰、陈 鹏、郑瑞武
马晓华、赵晓华、叶少华、张 彦、彭彦彬、赵 荒、曹宗豪、张宏杰
叶 飞、申 昊、黄美群、夏瑞萌、闫天泽、肖 茜、张小伟、王 宁
胡显鹏、王奕然、郭光玲、穆育红、江 琴、孙名刚、孟俊威、樊建辉
刘晓波、张振宇、喻智宏、王道敏、周 颖、丰 磊、杨艳艳、李金峰
慈明洋、王继男、岳晓东、弓 剑、高莉萍、江锦涛、尹晓宏、王 怀
张 娜、刘文璐、杜京雨、施炳娴、薛 彬、许沫涵、李晨曦、张 映
崔 屹、秦洪雨、延 波、柳 源、李名淦、郭建平、申樟虹、徐 凌
陈明岳、牛子辰、高利华、檀鹏晶、申炜铭、龚晓进、张 金、秦东平
周竹青、马 强、蔡 爽、佟 鑫

本标准审查人员：仲建华、李凤军、李国香、崔志强、张金伟、方 薇、郝瑞庭、楚振宇
利 敏

目 次

1 总 则 1

2 术语和定义 2

3 基本规定 3

4 运营组织 5

 4.1 一般规定 5

 4.2 运营规模 5

 4.3 行车组织 6

 4.4 运营配线 7

 4.5 运营管理 8

5 车 辆 9

 5.1 一般规定 9

 5.2 车辆使用条件 9

 5.3 车辆主要技术规格 9

 5.4 车辆运行主要技术指标 10

 5.5 车辆各主要部件及系统 11

 5.6 安全与应急设施 13

 5.7 全自动运行车辆 13

6 限 界 14

 6.1 一般规定 14

 6.2 制定限界的基本参数 14

 6.3 建筑限界 14

 6.4 轨行区管线设备布置原则 16

7 线 路 18

 7.1 一般规定 18

 7.2 线路平面 19

 7.3 线路纵断面 21

 7.4 配线参数要求 22

8 轨 道 24

8.1 一般规定 24

8.2 基本技术要求 24

8.3 轨道部件 25

8.4 道床结构 26

8.5 无缝线路 27

8.6 轨道减振 28

8.7 轨道安全设备及附属设备 28

9 路 基 29

9.1 一般规定 29

9.2 路基断面 29

9.3 基 床 29

9.4 路 堤 30

9.5 路 堑 30

9.6 工后沉降 30

9.7 地基处理 31

9.8 过渡段 31

9.9 路基支挡结构物 31

9.10 路基防护 32

9.11 路基排水系统 32

9.12 路基变形观测 32

10 车站建筑 33

10.1 一般规定 33

10.2 车站设计标准 33

10.3 车站总体布局 34

10.4 车站平面布局 36

10.5 车站出入口 39

10.6 风亭（井）与冷却塔 40

10.7 车站内部交通设施 41

10.8 车站无障碍设施 42

10.9 车站环境设计 42

10.10	换乘车站	43
10.11	管线综合	44
11	高架结构	46
11.1	一般规定	46
11.2	设计荷载	47
11.3	高架桥梁结构	50
11.4	高架车站结构	53
11.5	高架结构抗震	54
11.6	工程材料	56
12	地下结构	57
12.1	一般规定	57
12.2	施工方法和结构选型	58
12.3	荷 载	58
12.4	明挖法、盖挖逆作法结构设计	60
12.5	矿山法结构设计	65
12.6	盾构法结构设计	67
12.7	顶管法结构设计	70
12.8	地下结构抗震设计	71
12.9	地下结构的耐久性要求	74
12.10	构造设计	75
12.11	工程材料	76
12.12	安全风险工程设计	77
12.13	监控量测	78
13	工程防水	80
13.1	一般规定	80
13.2	混凝土结构自防水	81
13.3	防 水 层	82
13.4	高架结构防水	82
13.5	明挖法、盖挖法结构防水	83
13.6	矿山法结构防水	84
13.7	盾构法结构防水	84

13.8	细部构造防水	86
14	通风空调与供暖	88
14.1	一般规定	88
14.2	地下线路	88
14.3	高架与地面线路	93
14.4	车辆基地与控制中心	93
14.5	系统控制	94
15	给水与排水	95
15.1	一般规定	95
15.2	车站与区间给水	95
15.3	车站与区间排水	96
15.4	车辆基地给水与排水	98
15.5	设备监控	100
16	供 电	101
16.1	一般规定	101
16.2	外部电源与中压供电网络	101
16.3	牵引供电系统	102
16.4	变 电 所	102
16.5	牵引网	104
16.6	继电保护、测量、计量及自动装置	107
16.7	电力监控系统	108
16.8	动力与照明配电	110
16.9	供配电线路敷设	112
16.10	杂散电流腐蚀防护与接地	113
17	通 信	115
17.1	一般规定	115
17.2	专用通信系统	116
17.3	公安通信系统	123
17.4	政务通信系统	124
17.5	民用通信系统	124
17.6	通信系统防雷要求	124

17.7	通信用房要求	125
17.8	办公自动化系统	125
18	信 号	126
18.1	一般规定	126
18.2	列车自动监控子系统	128
18.3	列车自动防护子系统	129
18.4	列车自动运行子系统	131
18.5	计算机联锁子系统	132
18.6	数据通信子系统	134
18.7	维护监测子系统	135
18.8	车辆基地信号系统	136
18.9	其 他	138
19	车站运营设备	143
19.1	站台屏蔽门	143
19.2	自动扶梯和自动人行道	146
19.3	电 梯	148
20	综合监控系统	149
20.1	一般规定	149
20.2	系统构成	149
20.3	系统功能	149
20.4	系统软件	151
20.5	供电、接地及防雷	152
20.6	布 线	152
20.7	系统设备布置	152
20.8	系统性能	152
21	环境与设备监控系统	154
21.1	一般规定	154
21.2	系统构成	154
21.3	系统功能	155
21.4	系统软件	156
21.5	供电、接地及防雷	156

21.6	布 线	156
21.7	系统设备布置	156
22	火灾自动报警系统	157
22.1	一般规定	157
22.2	系统构成	157
22.3	系统功能	157
22.4	消防联动控制	158
22.5	火灾探测器与报警装置的设置	159
22.6	消防控制室	159
22.7	供电、接地及防雷	160
22.8	布 线	160
23	乘客信息	161
23.1	一般规定	161
23.2	系统构成	161
23.3	系统功能	161
23.4	系统接口	162
23.5	供电、接地及防雷	162
24	自动售检票	163
24.1	一般规定	163
24.2	票务管理	163
24.3	系统构成	163
24.4	系统及设备主要功能	164
24.5	电源及接地	165
24.6	电缆电线	166
24.7	软 件	166
24.8	时 钟	166
24.9	车站售检票终端设备	166
24.10	线路设备用房	167
25	门禁、周界与安检	168
25.1	一般规定	168
25.2	门禁系统	168

25.3	周界防范	170
25.4	安全检查及探测系统	171
26	信息化	173
27	车辆基地	174
27.1	一般规定	174
27.2	车辆基地功能	174
27.3	车辆检修标准及设施规模	175
27.4	车辆基地选址及总图设计	176
27.5	车辆运用、整备设施	177
27.6	车辆检修设施	179
27.7	车辆基地站场线路	182
27.8	设备维修与动力设施	182
27.9	综合维修中心	183
27.10	物资总库	183
27.11	培训中心	183
27.12	房屋建筑	183
27.13	资源共享	184
27.14	配套设施规模	185
28	控制中心	186
28.1	一般规定	186
28.2	控制中心设置	186
28.3	控制中心的管理	186
28.4	控制中心布置分区及要求	187
28.5	建筑与结构	188
28.6	附属设施	188
29	交通衔接	190
29.1	一般规定	190
29.2	各类接驳设施设计要求	191
30	防 灾	192
30.1	一般规定	192
30.2	建筑防火	192

30.3	消防给水与灭火设施	203
30.4	防排烟与事故通风	206
30.5	电 气	207
30.6	防灾通信	209
30.7	区间安全疏散	209
30.8	防 水 淹	210
31	环保节能	212
31.1	一般规定	212
31.2	环境保护	212
31.3	节约能源	213
附录 A	A ₂ 型车限界图	215
附录 B	B ₁ 型车限界图	218
附录 C	B ₂ 型车限界图	226
附录 D	曲线地段设备限界计算方法	229
附录 E	缓和曲线地段建筑限界的加宽计算公式	231
附录 F	车站功能评价指标计算公式	233
附录 G	工程安全风险分类和分级方法	236
	本标准用词说明	239
	引用标准名录	240
	条文说明	245

CONTENTS

1	General provisions	1
2	Terms and definitions	2
3	Basic provisions	3
4	Operation organization	5
4.1	General requirements	5
4.2	Operation scale	5
4.3	Train dispatching	6
4.4	Operating sidings	7
4.5	Operating management	8
5	Vehicle	9
5.1	General requirements	9
5.2	Service conditions of vehicle	9
5.3	Main technical specifications of vehicle	9
5.4	Main operation technical indexes of vehicle	10
5.5	Main components and system of vehicle	11
5.6	Safety and emergency facilities	13
5.7	Fully automated vehicles	13
6	Gauge	14
6.1	General requirements	14
6.2	Basic parameters of gauge	14
6.3	Structure gauge	14
6.4	Layout principles for pipelines and equipments in track area	16
7	Line	18
7.1	General requirements	18
7.2	Plane of the line	19
7.3	Profile of the line	21

7.4	Sidings	22
8	Track	24
8.1	General requirements	24
8.2	Basic technical requirements	24
8.3	Ancillary components of track	25
8.4	Track-bed structure	26
8.5	Continuously welded rail track	27
8.6	Track vibration damping	28
8.7	Safety and ancillary equipments of track	28
9	Subgrade	29
9.1	General requirements	29
9.2	Cross section of the subgrade	29
9.3	Subgrade bed	29
9.4	Embankment	30
9.5	Cutting excavation	30
9.6	Settlement after construction	30
9.7	Foundation treatment	31
9.8	Transitional zone	31
9.9	Retaining structures of subgrade	31
9.10	Line protection and subgrade protection	32
9.11	Drainage system of subgrade	32
9.12	Deformation monitoring of subgrade	32
10	Station building	33
10.1	General requirements	33
10.2	Design standard of station	33
10.3	General layout of station	34
10.4	Plane of station	36
10.5	Accesses of station	39
10.6	Ventilation shaft building and cooling tower	40
10.7	Internal transportation facilities of stations	41

10.8	Facilities of station for the disabled	42
10.9	Station environmental design	42
10.10	Transfer station	43
10.11	Station pipeline collecting	44
10.12	Convenience services	46
11	Elevated structure	46
11.1	Elevated bridge structure	47
11.2	Elevated station structure	50
11.3	Design requirements for various transfer facilities	53
11.4	Elevated station structure	54
11.5	Seismic resistance of elevated structure	56
12	Underground structure	57
12.1	General requirements	57
12.2	Construction methods and structural form	58
12.3	Load	58
12.4	Structural design of open-cut method and covered top-down excavation	60
12.5	Structural design of mining method	65
12.6	Structural design of shield tunneling method	67
12.7	Structural design for pipe jacking method	70
12.8	Seismic design of underground structure	71
12.9	Durability requirements of underground structure	74
12.10	Construct design	75
12.11	Engineering material	76
12.12	Safety and risk design	77
12.13	Monitoring and measurement	78
13	Engineering waterproof	80
13.1	General requirements	80
13.2	Concrete structure self-waterproofing	81
13.3	Waterproofing layer	82
13.4	Waterproof of elevated structure	82
13.5	Waterproofing of cut-and-cover structures	83
13.6	Waterproof of mining method	84
13.7	Structural waterproof of shield tunneling method	84

13.8	Structural waterproof for detailed area	86
14	Ventilation, air-conditioning and heating	88
14.1	General requirements	88
14.2	Underground lines	88
14.3	Elevated and at-grade lines	93
14.4	Depot and operations control center	93
14.5	Ventilation and air-conditioning system control	94
15	Water supply and drainage	95
15.1	General requirements	95
15.2	Water supply for stations and tunnels	95
15.3	Drainage for stations and tunnels	96
15.4	Water supply and drainage of comprehensive depot	98
15.5	Monitoring and control of water supply and drainage equipments	99
16	Power supply	101
16.1	General requirements	101
16.2	Traction power supply system	101
16.3	External power and medium-voltage network	102
16.4	Substation	102
16.5	Traction power network	104
16.6	Relay protection, measurement and automatic devices	107
16.7	Power monitoring system and intelligent operation and maintenance system for power supply	108
16.8	Power and lighting distribution	110
16.9	Power supply and distribution line laying	112
16.10	Stray current corrosion protection, grounding, and electromagnetic interference protection	113
17	Communication	115
17.1	General requirements	115
17.2	Dedicated communication system	116
17.3	Police communication system	123
17.4	Government communication system	124
17.5	Public mobile communication system	124
17.6	Lightning protection requirements for communication system	124

17.7	Requirements of communication room	125
17.8	Office automation system	125
18	Signal	126
18.1	General requirements	126
18.2	Automatic train supervision system	128
18.3	Automatic train protection system	129
18.4	Automatic train operation system	131
18.5	Computer interlocking system	132
18.6	Data communication subsystem	134
18.7	Maintenance monitoring subsystem	135
18.8	Signal system of comprehensive depot	136
18.9	Others	138
19	Station equipments for operation	143
19.1	Platform screen door	143
19.2	Escalator	146
19.3	Elevator	148
20	Integrated supervisory and control system	149
20.1	General requirements	149
20.2	System composition	149
20.3	System function	149
20.4	System software	151
20.5	Power supply grounding and lightning protection	152
20.6	Cabling	152
20.7	System device arrangement	152
20.8	System performance	152
21	Building automatic system	154
21.1	General requirements	154
21.2	System composition	154
21.3	System function	155
21.4	System software	156
21.5	Power supply grounding and lightning protection	156
21.6	Cabling	156
21.7	System device arrangement	156
22	Automatic fire alarm system	157

22.1	General requirements	157
22.2	System composition	157
22.3	System function	157
22.4	Firefighting linkage control	158
22.5	Installation of fire detectors and alarm devices	159
22.6	Fire control room	159
22.7	Power supply, grounding and lightning protection	160
22.8	Cabling	160
23	Passenger information	161
23.1	General requirements	161
23.2	System composition	161
23.3	System function	161
23.4	System interface	162
23.5	Power supply, grounding and lightning protection	162
24	Automation fare collection	163
24.1	General requirements	163
24.2	Ticketing management	163
24.3	System composition	163
24.4	Main functions of the system and equipment	164
24.5	Power supply and grounding	165
24.6	Cables and wires	166
24.7	Software	166
24.8	Clock	166
24.9	Station ticketing and fare collection terminal equipment	166
24.10	Track equipment room	167
25	Access control, perimeter security, and security inspection	168
25.1	General requirements	168
25.2	Access control system	168
25.3	Perimeter security	170
25.4	Security inspection and detection systems	171
26	Cloud platform	173
27	Comprehensive depot	174
27.1	General requirements	174
27.2	Function of comprehensive depot	174

27.3	Scheduled inspection standard for vehicle and facility scale	175
27.4	Location and general layout of comprehensive depot	176
27.5	Facilities for running and service of train	177
27.6	Inspection and maintenance facilities of train	179
27.7	Line of comprehensive depot	182
27.8	Equipment maintenance and power facilities	182
27.9	Comprehensive maintenance base	183
27.10	Main storehouse	183
27.11	Training center	183
27.12	Building	183
27.13	Resources sharing	184
27.14	Ancillary facility scale	185
28	Control center	186
28.1	General requirements	186
28.2	Arrangement of control center	186
28.3	Management of control center	186
28.4	Zoning and its requirements of control center	187
28.5	Building and structure	188
28.6	Ancillary facilities	188
29	Transportation interconnection	190
29.1	General requirements	190
29.2	Design requirements for multimodal transport interchange facilities	191
30	Disaster prevention	192
30.1	General requirements	192
30.2	Fire prevention of building	192
30.3	Water supply for fire protection and fire extinguishing facilities	203
30.4	Smoke prevention, smoke evacuation and emergency ventilation	206
30.5	Electric	207
30.6	Communication for fire prevention	209
30.7	Inter-station emergency evacuation	209
30.8	Flood prevention	210
31	Building energy saving	212
31.1	General requirements	212
31.2	Environment protection	212

31.3 Energy conservation..... 213

Appendix A Gauge of type A vehicle..... 215

Appendix B Gauge of type B1 vehicle..... 218

Appendix C Gauge of type B2 vehicle..... 226

Appendix D Calculation method of vehicle gauge and equipment gauge for curve section..... 229

Appendix E Calculation method of structure gauge for transition curve section..... 231

Appendix F Calculation formula for station function evaluation indexes..... 233

Appendix G Category and classification method for engineering safety and risk..... 236

Explannation of wording in this code..... 239

List of quoted standards..... 240

Explanation of provisions..... 245

1 总 则

1.0.1 为满足北京市城市轨道交通网络化运营、绿色智慧发展及多网融合等需求，体现北京市新时期发展目标和地方特点，适应城市轨道交通建设与运营的新环境，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于北京市行政区域内，钢轮钢轨系统和全封闭线路条件下，最高运行速度不大于120km/h的地铁新建工程的设计。

1.0.3 城市轨道交通工程设计应贯彻以人为本、功能合理、安全可靠、技术先进、节能环保、自主可控、规模适度、资源共享、多元融合和可持续发展理念，体现高质量发展目标需求。

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

2 术语和定义

2.0.1 客流控制期 passenger flow control period

指初期、近期、远期中对系统设计规模要求最高的设计年限。

2.0.2 限制速度 limited speed

列车在各种不同运营状态和线路条件下不允许突破的速度。

2.0.3 互联互通 interoperability

两条及以上的线路，通过系统技术处理，实现载客列车跨线运行的运营效果。

2.0.4 跨线运行 cross line operation

运营列车由一条线路进入另一条线路运行的方式。

2.0.5 灵活编组 flexible train formation

根据客流需求变化，一条线路采用两种及以上列车编组型式的运营方式。

2.0.6 速度效率 speed efficiency ratio

列车旅行速度与线路设计最高运行速度之间的比率。

2.0.7 快速轨道交通 rapid rail transit

设计最高运行速度大于 100km/h 的城市轨道交通线路，亦称快线。

2.0.8 普速轨道交通 conventional rail transit

设计最高运行速度小于或等于 100km/h 的城市轨道交通线路，亦称普线。

2.0.9 装配式轨道 prefabricated track system

采用标准化设计、工厂化生产、机械化拼装理念，以实现轨道结构绿色建造为目的的轨道结构体系。

2.0.10 无缝线路纵向作用力 longitudinal force of seamless track

由桥梁和无缝轨道线路间相对位移引起的水平力，分为断轨力、伸缩力、挠曲力。

2.0.11 装配式结构 prefabricated structure

由预制构件或部件装配、连接而成的结构。

2.0.12 干式连接 dry connection

装配式结构拼装施工期间，通过榫槽接头、平板接头、多棱形接头、球形曲面接头等对接面直接接合，或通过钢结构直接连接，将预制混凝土构件装配在一起的一种接头连接工艺。

2.0.13 湿式连接 wet connection

装配式结构拼装施工期间，通过钢筋或钢结构的连接，并在现场浇筑混凝土或水泥基灌浆料，使接合部硬化，将预制混凝土构件连接成一体的一种接头连接工艺。

2.0.14 全自动运行 fully automatic operation (FAO)

基于计算机、通信、控制和系统集成等技术，由信号、车辆、综合监控、通信、站台屏蔽门等与列车运行相关的设备联动实现列车无司乘人员干预的全过程自动运行。

2.0.15 云平台 cloud platform

为各业务系统提供统一、弹性的计算、存储、网络、安全的基础平台以及数据和应用服务平台。

3 基本规定

3.0.1 城市轨道交通工程设计，应符合城市总体规划、城市轨道交通线网规划及近期建设规划等相关规划要求。线路的总体布局应以服务中心城区、总体规划规定的重要地区为主，注重客流效益。

3.0.2 应根据网络运营实际需求合理配置网络资源，实现资源共享，提高网络化整体效益。

3.0.3 线网中的换乘车站应遵循统一规划、同步设计的原则，同期批复的换乘车站宜同期建设，与远期线的换乘车站应预留工程实施条件。

3.0.4 线路走向、起终点、换乘车站和支线接轨点应根据轨道交通线网规划、建设时序、功能定位、客流特征并统筹城市发展需求确定，同时处理好与城市、城际其他交通方式的接驳关系。

3.0.5 线路敷设方式应根据城市总体规划、地质条件、环境条件、文物保护和工程经济性等因素，因地制宜选定，在有条件的地区应高架敷设。

3.0.6 城市轨道交通工程设计应以建成通车年为基准年，并按初期 3 年、近期 10 年和远期 25 年分别测定客流需求，各年限设计运能应分别满足客流需求，客流控制期应为初期、近期、远期客流需求最大者。

3.0.7 建设规模、系统能力、设备容量以及车辆基地用地规模应按客流控制期的预测客流量、列车通过能力和网络资源共享原则进行设计。可分期建设的工程和可分期配置的设备，宜根据不同阶段的需求分期实施。

3.0.8 车厢有效空余地板面站立乘客密度标准应根据线路性质、客群属性、平均乘车时间、高断面持续范围等因素综合确定，普线不宜超过 5 人/m²，快线可根据乘客具体需求情况进行调整。

3.0.9 车站总体布局应满足北京市城市总体规划、综合交通规划、环境保护、文物保护和城市景观的要求；应以保障乘客出行服务为准则，处理好与地面建筑、城市道路、地下管线、地下构筑物及施工时交通组织之间的关系，减少房屋拆迁和管线改移。

3.0.10 全网车辆宜统一标准，各线配属车可实现网络化共享，提升车辆利用效率。

3.0.11 车站设计应结合列车编组、行车运营组织模式，满足客流需求，确保乘降安全、疏导迅速。

3.0.12 车站的地下、地上空间宜综合利用。车站与周边建筑的一体化设计应根据两者的空间关系、建设时序合理确定，并应满足车站的运营管理和防灾等要求。位于待建区和城市更新片区的车站，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。

3.0.13 车站及区间主体结构、路基主要支撑结构和道床结构以及因结构损坏或大修对运营安全有严重影响的其他结构工程设计工作年限不应低于 100 年；因结构损坏或大修对运营安全没有严重影响且使用期间可更换的构件，设计工作年限不应低于 50 年。

3.0.14 地下结构抗浮稳定性验算所采用的地下水位标高应按论证后确定的抗浮设防水位标高和结构顶板顶标高的较大值取用。结构强度及变形验算应计及最不利水位条件下的受力影响。

3.0.15 地下结构及防水设计应综合确定结构施工工法，并采用施工方便、不易窜水、有利于增强整体防水性能的防水设计方案和构造措施。

3.0.16 车辆与机电设备应采用满足功能要求、技术先进、智能智慧、绿色低碳、经济适用的成熟产品，并应遵循标准化、系列化的整体运用策略。

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

3.0.18 载客运营的区间应具备纵向应急疏散条件，并符合下列要求：

1 固定编组列车各节车厢之间应贯通，车头、车尾应设置应急疏散门；

2 地下区间轨道道床面应兼作应急疏散通道，并应保证应急疏散通道、连接地下区间联络通道的路径不应设置影响疏散的障碍物；

3 载客运营地下区间内应设置纵向辅助疏散平台。高架区间有条件线路宜在两轨道中间设置纵向贯通的纵向辅助疏散平台，地下区间纵向辅助疏散平台宜设置在联络通道侧；

4 纵向辅助疏散平台应保障车站之间的疏散通道畅通，疏散平台中断时应设置通向道床面的楼梯或坡道。

3.0.19 城市轨道交通工程应进行防内涝和防洪水设计，设计重现期标准不应低于 100 年。

3.0.20 应合理利用市政道路消防给水设施。当市政道路与城市轨道交通工程同期规划建设时，应实现消防给水设施同步规划、同步设计和同步实施。

3.0.21 当地下区间下穿河流、湖泊等水域时，应按规划航道的要求和预测冲淤深度控制区间隧道埋深，并应在下穿水域的两端设置防淹门或采取其他防水淹措施。

3.0.22 城市轨道交通工程应设置控制中心（OCC）执行全线的列车运行指挥、设备运行监控、运营信息收发和应急响应与协调等职能。全自动运行线路，宜异地配置运营控制中心备用设备，在控制中心因故障或其他原因无法使用时进行全线运营调度指挥。

3.0.23 应集约利用土地。车辆基地、联络线、控制中心、主变电所、抢险救援设施及各设备系统资源等应根据规划及建设时序，从全路网角度合理布局，统筹建设，资源共享。

3.0.24 应在确保安全可靠和不降低使用功能的前提下，采取降低工程造价和运营成本的措施，并为提供运营增值服务创造条件。

3.0.25 应根据沿线环境敏感点的分布情况及环评报告、文物保护有关要求，采取减振降噪等保护措施。

4 运营组织

4.1 一般规定

4.1.1 运营组织设计应以预测客流量和乘客出行特点为基础，以实现运营功能和提高运营效率为目标，合理确定运营规模、行车组织、运营配线和运营管理模式。

4.1.2 运营组织设计应满足网络化客流对运输能力、行车组织、运营灵活性等需求。

4.1.3 城市轨道交通系统运输能力、系统设计能力、列车编组、旅行速度等运营设计规模应根据功能需求、服务质量、管理要求、工程规模、运营经济性等合理确定。

4.1.4 系统运输能力设计应符合预测客流需求，系统设计能力应充分发挥轨道交通综合经济社会效益，预留发展空间。

4.1.5 列车编组和行车交路设计应符合客流分布特征要求，并应与相邻线路良好衔接。

4.1.6 车站配线设置应满足行车组织、运营安全、应急救援、运营维护等运营要求，提高运营灵活应对能力，兼顾工程投资与建设实施条件。

4.1.7 城市轨道交通线路应根据运营需求选择站站停、快慢车、互联互通、灵活编组等运营模式，并应明确列车运行、调度指挥、运营辅助系统、维修保障系统的功能和人员组织。

4.1.8 行车组织应以快速、安全、高效为原则。根据客流需求不同线路之间或主线与支线之间可组织共线运行。

4.1.9 运营管理模式及架构宜与既有管理体系相适应，调度指挥及综合监控应满足指挥中心的接口要求，并应合理确定定员规模。

4.2 运营规模

4.2.1 线路设计运输能力应符合下列规定：

1 满足各设计年限预测单向高峰小时断面客流需求；

2 当超过高峰小时最大断面 85% 的区段列车旅行时间总长不超过 10 分钟时，宜进行削峰设计，按最大断面的 85% 进行运能配置；削峰后站席密度 5 人/ m² 以上区段列车旅行时间不应超过 10 分钟，且最大站席密度不应超过 6 人/ m²。

4.2.2 线路系统设计最大能力应符合下列规定：

1 应具备支持运输能力提升 10% 的条件；

2 当采用单一运行交路时，站站停线路不宜低于 30 对/h，快慢车线路不宜低于 20 对/h；

3 当采用 2 个及以上运行交路时，线路最高行车密度范围内不宜低于 30 对/h，最高行车密度范围外不宜低于 20 对/h；

4 支线不宜低于 15 对/h。

4.2.3 列车编组设计应符合下列规定：

1 当各设计年限客流需求差异较大时，宜采用差异化列车编组；

2 当同一线路各区段客流运输需求差异较大或不同编组线路跨线运行时，可采用不同编组列车混跑模式；以最长编组计，长、短编组列车单列运输能力差异不宜大于 50%，并宜采用不等间隔行车方式应对列车运力不等带来的拥挤度不均衡问题；

3 经技术经济比选后，可采用灵活编组运营模式，通过列车的解编、重联实现运输能力的灵活化配置。

4.2.4 城市轨道交通设计最高运行速度应根据线路功能定位、出行时间目标要求，结合车站分布、行车组织模式、工程实施难度、建设投资规模等经技术经济比选确定。

4.2.5 站站停运营线路速度效率不宜低于 45%，快慢车运营线路快车速度效率不宜低于 60%，慢车速度效率不宜低于 40%。

4.2.6 当车辆基地停车列位不足或远离起终点站时，可利用正线停车线夜间停车。在保证夜间维修作业进路的前提下，全自动运行线路可将正线停车线计入设计停车列位数。

4.3 行车组织

4.3.1 城市轨道交通列车运行应采用双线线路、右侧行车。南北向线路由南向北运行应为上行方向，由北向南运行应为下行方向。东西向线路由西向东运行应为上行方向，由东向西运行应为下行方向。环线线路外环应为上行方向；内环应为下行方向。

4.3.2 跨线运行线路的交汇点宜靠近车站设置，当条件困难无法实现并经研究满足运营安全及能力需求时，可选择在区间接轨，接轨前应设置安全线。

4.3.3 列车运行交路应根据全线客流断面分布和客流出行特征综合确定，快线宜组织多交路以适应客流需求，同一车站列车运行交路数不宜多于 3 个。

4.3.4 当上下行客流断面有差异时，宜结合车辆基地与停车线分布，组织不均衡运输。

4.3.5 列车牵引计算应根据线路条件、车辆牵引和制动特性，按省时模式和节能模式分别绘制牵引计算曲线。列车起动加速度、制动减速度不宜大于常用加、减速度的 90%，且计算列车起、制动加速度不宜大于 0.9m/s²。

4.3.6 列车运行速度应符合下列规定：

- 1 在满足乘客舒适度条件下，应根据牵引计算确定停站列车在车站范围的运行速度；
- 2 不停站列车宜实现不限速过站；临站台通过时限制速度应满足站台屏蔽门限界要求，宜不低于 80km/h、不高于 100km/h；
- 3 列车在区间的最高运行速度，应根据线路条件和运营需求综合确定。当站间距及线路条件允许时，应达到设计允许的最高运行速度；
- 4 列车在曲线地段的限制速度按下式控制：

$$v_{lim} = \sqrt{\frac{(h + h_0)R}{11.8}}$$
 (4.3.6)

式中：

R —曲线半径（m）；

$(h+h_0)$ —曲线超高和欠超高（mm）。

5 道岔选型应满足列车通过速度需求，折返道岔选型应根据线路条件经能力计算确定，可参考表 4.3.6。

表 4.3.6 折返道岔选型参考表

折返方式	能力需求（N，对/h）	列车长度（L，m）			
		L>140	120<L≤140	100<L≤120	L≤100
站前折返	N=30	18 号	18 号	12 号	9 号
	30>N≥27	12 号	12 号		
	27>N>24	12 号	9 号	9 号	
	N≤24	9 号			
站后折返	N=30	12 号	9 号	9 号	
	30>N≥27	12 号			
	N<27	9 号			

4.3.7 列车运行间隔应符合下列规定：

1 当采用单一交路运营时，普线高峰时段行车间隔不宜大于 4min、平峰时段不宜大于 10min；快线分别不宜大于 6min、12min；

2 当采用 2 个及以上交路运营时，普线高峰时段最大行车密度交路范围内行车间隔不宜大于 4min，范围外不宜大于 6min，平峰时段运行间隔分别不宜大于 6min、10min；快线高峰时段最大行车密度交路范围内行车间隔不宜大于 6min，范围外不宜大于 10min，平峰时段不宜大于 15min；

3 列车运行间隔应满足主要换乘客流车站的衔接需要。

4.3.8 站停时间设计应缩短上下客以外的附加时间，提高运营效率；非全自动运行线路开关门及附加时间不宜大于 17s，全自动运行线路宜在此标准之上减少 3s~5s。

4.3.9 当列车运行交路为两个及以上时，应分别计算运用车数量，快慢车运行线路应分别计算快车、慢车运用车数量。

4.3.10 列车自动折返时驾驶方向转换时间不宜大于 15s。

4.3.11 当采用快慢车运营模式时，应符合下列规定：

1 快车停站方案应根据客流特征、出行时间要求、越行配线设置条件等综合确定，并应预留灵活调整条件；

2 主要通勤起止点范围内慢车被快车越行的次数不宜大于两次，慢车待避不停站快车时的总停站时间不宜大于 2min；

3 当快车在越行站超过慢车时，慢车与快车的到通间隔不宜小于 1min，快车与慢车的通发间隔应根据通过能力计算确定。

4.3.12 当采用灵活编组运营模式时，应符合下列规定：

1 灵活编组可选择不同固定编组列车混跑运营，也可选择以小编组列车为基本单元，通过物理解编、重联实现大小编组灵活运营；

2 解编、重联作业区设置位置与数量应根据作业时间、作业量与列车运行交路等综合确定，作业线宜邻靠站台，并可兼作停车线；

3 当重联列车解编后去往不同的运行方向或站停方案不同时，宜固定候车区域，并向乘客提供相应信息。

4.3.13 当采用跨线运营模式时，应符合下列规定：

1 首尾相连的线路宜实现贯通运行，系统运营规模、行车组织、配线设置宜统筹考虑；

2 跨线运行线路技术标准、设计运输能力、系统设计能力应相互适应，列车运行计划应统一编制，实现一体化运营管理；

3 跨线列车高峰小时行车对数在客流高断面范围内不宜低于 6 对/h，低断面范围内不宜低于本线总行车量的 1/3。

4.4 运营配线

4.4.1 折返线设计应符合下列规定：

1 折返能力应满足系统设计能力要求；

2 中间折返线布置形式应满足折返列车与通过列车交替到发场景下的行车间隔要求，折返能力应满足大小交路组合运营状态下系统设计能力要求；

3 站后折返线宜靠近站端设置，困难条件下设于区间时折返线与相邻站之间应按区间追踪设计，区间折返道岔宜在临近位置设置方便应急检修的进出通道。

4.4.2 车辆基地出入线设计应符合下列规定：

1 出入线设计应满足收发车能力需求；

2 出入线宜与上下行正线连通，接轨点宜设在站端，与正线宜采用立体交叉方式。区间接轨时宜

在临近位置设置方便应急检修的进出通道；

3 当车辆基地停车规模大于 12 列位时，应设置两条出入线；出入线在线路中部接轨时宜具备向双方向收发车条件，有条件时宜设计为“八”字线形式。当停车规模在 12 列位及以下时，可设 1 条出入线；

4 出入线通过能力应满足系统设计能力需求，宜具备两条出入线同时收发车的条件。

4.4.3 停车线设计应符合下列规定：

1 停车线设置间距应满足故障列车处置时间要求，城市轨道交通普线停车线间距不宜大于 10km，快线停车线间距不宜大于 15km。停车线之间均衡分布单渡线，普线渡线间距宜控制在 3km~5km，快线渡线间距宜控制 5km~8km；

2 停车线宜提供备用交路折返功能，折返方向应面向大客流区段；

3 当线路终点与车辆基地之间、车辆基地相互之间区段距离大于 40km 时，宜在区段中部车站设置两列位停车线；

4 当工程实施条件困难时，折返线与停车线可兼用。

4.4.4 快慢车运行线路应根据车站通过能力与慢车避让需求设置越行站及避让线。避让线有效长度应根据停站列车长度、轨旁设备安装位置需求、安全保护距离等计算确定。

4.4.5 互联互通联络线宜设置在车站，并应设置为双线，通过能力应满足系统能力需求。承担线路之间临时联络调度的资源共享型联络线设置应满足线网规划要求，宜按单线设置。

4.4.6 安全线设计应符合下列规定：

1 主线与支线接轨，车辆基地出入线、折返线、越行线、停车线与正线接轨，当列车停车位置与接轨道岔处警冲标之间距离小于安全防护距离时，应设置安全线；

2 车辆基地出入线与正线在区间接轨时，应设置安全线。

4.4.7 全线配线功能及分布应统筹、协调，有条件时宜采用复合功能配线，宜减少非常用功能配线的冗余设置，降低工程投资。

4.5 运营管理

4.5.1 线路的定员指标宜控制在 40 人/km~50 人/km。

4.5.2 车站管理宜采用站区管理模式。中心站宜设在客流量较大或配线较多的车站，每个中心站宜负责管辖 4 座~6 座车站。

4.5.3 车站管理用房应按站区管理模式群组化设置，有条件时宜设置多功能用房方便运营范围灵活调配；中心站应设站区长室、站区办公室、票务室、会议室等运营管理用房，客流量较小的一般站可不设站务办公、会议用房。非全自动运行线路折返站应设乘务用房。

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

4.5.5 车站应设置便捷的自助购票、自助信息查询设施。

4.5.6 城市轨道交通系统应设置完善的导向服务标志、乘客信息系统。

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

5 车 辆

5.1 一般规定

5.1.1 城市轨道交通车辆应以采用钢轮钢轨、旋转电机牵引，以车辆静态轮廓尺寸分类的 A 型车、B 型车为主要车型。

5.1.2 运量等级相同的线路的车辆选型应一致。同一条线路和具备互联互通需求的线路的车辆选型宜车型统一。

5.1.3 车辆的技术条件应根据预测客流量、环境和线路条件、运输能力要求等因素综合比较确定。

5.1.4 车辆结构设计寿命不应低于 30 年。

5.1.5 车辆应采取有效的减振与降噪措施，减小车辆震动及噪声对环境、保护对象等的有害影响。

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

5.1.7 车辆密封性能应符合国家标准《城市轨道交通车辆组装后的检查和试验规则》GB/T 14894 的规定。车体和安装于车体外部的各种设备外壳和所有开孔、门窗、孔盖均应能防止雨雪侵入。车内电气设备外壳的 IP 防护等级应符合国家标准《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208 的规定。

5.1.8 车辆技术要求除应符合本章规定外，尚应符合国家标准《地铁车辆通用技术条件》GB/T 7928 的规定。

5.2 车辆使用条件

5.2.1 车辆使用条件为地下、地面及高架线路，运行的环境温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

5.2.2 车辆应适应经铁路运送至运行线路上的运输条件。

5.2.3 车辆使用的线路平面曲线、线路坡度和竖曲线标准应符合本标准第 7.2.1、7.3.1、7.3.3 条的规定。

5.2.4 车辆的受电方式宜采用受流器受电或受电弓受电。供电电压可有 DC1500V、DC750V 两种。

5.3 车辆主要技术规格

5.3.1 车辆主要技术规格宜符合下列规定：

表 5.3.1 主要技术规格

序号	名称	A型车	B型车
1	车轴数	4	4
2	车体基本长度 (mm)	无司机室车辆	21,880
		带司机室车辆	23,600/24,380 ¹
3	车钩连接中心点间距离 (mm)	无司机室车辆	22,800
		带司机室车辆	24,400/25,080 ¹
4	车体基本宽度 (mm)	3,000	2,800
5	车辆最大高度 (mm)	受流器车	3,850
		受电弓车（落弓高度）	3,850
		受电弓工作高度	3,980~5,800

表5.3.1 主要技术规格（续）

序号	名称		A型车	B型车
6	车内净高（mm）		≥2,100	
7	地板面距轨面高（mm）		1,130	1,100
8	车钩高度（mm）		720 ⁺⁸ ₀	660 ⁺¹⁰ ₀
9	轴重（t）		<16.5（铝合金车）、 <17（不锈钢车）	80km/h、100km/h: <14 120km/h: <14.5
10	车辆定距（mm）		15,700	12,600
11	固定轴距（mm）		2,500	2,200、2,300
12	每侧车门数（对）		2~5	2~4
13	车门宽度（mm）		1,400	1,300
14	车门高度（mm）		≥1,800	≥1,800
15	载员 ² （人）	座席	带司机室车辆	36
			无司机室车辆	42
		定员	带司机室车辆	226
			无司机室车辆	246
		超员	带司机室车辆	320
			无司机室车辆	348

注：1 车辆长度根据灵活编组站台屏蔽门对位要求可做相应选择。

2 载员座席数根据车辆轮椅位的设置数量可做相应调整，定员立席按 6 人/m² 计，超员立席按 9 人/m² 计。若采用横排或纵横结合座椅布置，载员数可相应调整。

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

5.3.3 车轮直径应为 840mm，最大磨耗时不应小于 770mm。

5.3.4 轮对内侧距应为 1,353mm±2mm。

5.3.5 车辆限界应符合本标准附录 A～附录 C 的规定。

5.4 车辆运行主要技术指标

5.4.1 车辆运行速度应符合下列规定：

1 最高运行速度可按系统设计要求采取 80km/h、100km/h、120km/h 等速度等级，列车应在设计最高运行速度条件下，具备瞬间超过最高运行速度安全运行的能力；

2 通过洗车机的稳定运行速度应为 3km/h~5km/h；

3 列车联挂速度不应大于 5km/h。

5.4.2 在定员载荷下、平直干燥轨道、车轮为半磨耗状态、额定供电电压时，如无特殊要求，列车平均加速度应符合如下规定：

1 当最高运行速度为 80km/h 时，列车速度从 0 达到 40km/h 的平均加速度不应低于 1.0m/s²，当动拖比为 1:1 时，不应低于 0.83m/s²；列车速度从 0 达到 80km/h 的平均加速度不应低于 0.6m/s²，当动拖比为 1:1 时，不应低于 0.5m/s²；

2 当最高运行速度为 100km/h 时，列车速度从 0 达到 45km/h 的平均加速度不应低于 1.0m/s²；列车速度从 0 达到 100km/h 的平均加速度不应低于 0.6m/s²；

3 当最高运行速度为 120km/h 时，列车速度从 0 达到 50km/h 的平均加速度不应低于 1.0m/s²；列车速度从 0 达到 120km/h 的平均加速度不应低于 0.5m/s²。

5.4.3 当在超员载荷下、平直干燥轨道上、车轮为半磨耗状态时，列车从最高运行速度到停车制动的平均减速度应符合下列规定：

- 1 常用制动平均减速度不应低于 1.0m/s^2 ;
 - 2 紧急制动平均减速度不应低于 1.2m/s^2 。
- 5.4.4** 列车内部、外部的噪声限值应符合国家标准《地铁车辆通用技术条件》GB/T 7928 的规定。
- 5.4.5** 列车运行平稳性指标应小于 2.5，车辆的脱轨系数应小于 0.8，车辆轮重减载率不应大于 0.6。
- 5.4.6** 车辆自身固有振动频率应避免与轨道产生共振。
- 5.4.7** 列车纵向冲击率不应大于 0.75m/s^3 。
- 5.4.8** 在黏着允许范围内，列车应具备下列故障运行及救援能力：
- 1 在超员载荷（AW3）工况下，当丧失 1/4 及以下动力时，动拖比大于 1:1 的列车应能维持全天运营，动拖比 1:1 的列车应能维持运行到终点；
 - 2 在超员载荷（AW3）工况下，当丧失 1/3 动力时，列车应能在正线最大坡道上启动，并维持运行到终点；
 - 3 在超员载荷（AW3）工况下，当丧失 1/2 动力时，列车应能在正线最大坡道上启动，并维持运行至下一车站清客后回库；
 - 4 一列空载列车应具有将另一列停在正线最大坡道上的同编组、无动力、超员载荷（AW3）工况的列车救援（推送或拖拽）到下一车站清客并回库的能力。
- 5.4.9** 列车气密性指标应分为密封性、非密封性两个等级，密封性列车应符合下列规定：
- 1 动态密封指数 τ 应大于 6s；
 - 2 120km/h 等级车辆在整备状态下，单节车辆关闭门窗及空调设备的对外开口时，车厢内空气压力由 2,100Pa 降至 1,000Pa 的时间不应小于 15s。

5.5 车辆各主要部件及系统

5.5.1 车体及内装设备应符合下列规定：

- 1 车体应采用整体承载结构，满足受力要求。最高运行速度小于 120km/h 的车体宜采用高强度免涂装不锈钢或环保涂装的铝合金材料；最高运行速度为 120km/h 的车体宜采用高强度环保涂装的铝合金材料；
- 2 车体之间应采用贯通通道，由渡板和风档组成。贯通道净宽度 B 型车不宜小于 1,300mm、A 型车不宜小于 1,500mm，贯通道净高度不应小于 1,900mm；
- 3 客室侧门的开闭宜采用电气控制方式，并宜以电力或压缩空气为动力，其传动和控制应安全可靠。客室侧门应具有车门闭锁装置，行驶中车门的锁闭应无误。单个侧门应具有系统隔离功能，在发生故障时应具有机械切除功能，且不应影响系统指令，还应具有在客室内/外手动操作解锁开闭车门的功能；
- 4 车辆应设有架车支座、车体吊装座、救援设备支座，并应标注允许架车、起吊、起复的位置；
- 5 客室内应布置适量的客室座椅，座椅形状应满足人体工程学要求；
- 6 客室内应设置数量足够、牢固美观的立柱、扶手杆，并加装适量的吊环；
- 7 客室应有足够的灯光照明，在距地板面高 800mm 处的照度平均值不应低于 200 lx。在正常供电中断时，应具备有紧急照明，其照度不应低于 60 lx；
- 8 每列车中宜至少设置两处轮椅专用位置，并应有乘轮椅者适用的抓握或固定装置。

5.5.2 转向架应符合下列规定：

- 1 应采用无摇枕两系悬挂两轴转向架；
- 2 转向架应分为两种结构相似的动车转向架和拖车转向架，且均为焊接结构的无摇枕转向架，两种转向架应采用相同的轴箱定位装置；
- 3 车轮应采用整体碾钢轮，其踏面形状应符合行业标准《机车车辆车轮轮缘踏面外形》TB/T 449 的规定，车轮的材质和硬度应与轨道的参数相匹配。

5.5.3 电气牵引系统应符合下列规定：

1 应采用变压变频（VVVF）控制的交流传动系统，以及矢量控制或直接力矩控制方式，具有牵引再生制动的功能；

2 应采用电制动与空气制动混合的控制方式。应优先采用电制动，当电制动力不足或失效时，由空气制动补足或替代。电制动与空气制动的过渡应平滑无冲动并满足列车纵向冲击率的要求；

3 应具备自诊断功能及完整的监控和保护功能；

4 宜采用三相交流异步电动机或永磁同步电机，自通风或强迫风冷方式，并具有良好的空气滤尘功能；

5 应具有防空转/滑行控制功能，并在司机室具备提示功能；

6 应具有良好的电磁兼容性，电磁兼容应满足国家标准《轨道交通 电磁兼容》GB/T 24338 的规定。

5.5.4 辅助电源系统应符合下列规定：

1 辅助电源应包括静止逆变器和蓄电池组，其输出能力应满足列车辅助系统各种负载工况的用电要求；

2 逆变器应输出交流正弦波电压，三相 380V 和单相 220V，频率为 50Hz；充电器输出直流电压应为 110V 和 24V；

3 系统应具有自诊断和故障记录功能，并能在司机室显示屏上显示系统状态及故障信息；

4 静止逆变器应具有冗余能力，当一台逆变器故障时，其余静止逆变器应能承担列车减载后的负荷；

5 车辆宜设置蓄电池在线管理系统，蓄电池容量应能满足列车任何工况时的需要，应能满足车辆在故障情况下的应急照明、外部照明、车载安全设备、广播、通讯、应急通风等工作不低于 45min；采用电动客室车门的车辆还应满足紧急开闭一次客室侧门的用电需求。

5.5.5 列车控制及监控系统应符合下列规定：

1 系统应具有对列车及其辅助设备的控制功能并兼有车辆运行和故障信息自动采集、记录和显示的功能，可通过读取器将数据读出和打印，断电后数据存储时间不宜小于 6 个月；

2 系统应具有强抗干扰能力、高可靠性和冗余性；

3 列车宜采用总线控制方式。

5.5.6 空气制动和风源系统应符合下列规定：

1 宜采用微机控制的数字或模拟式电—空制动系统，在司机控制器、ATO 或 ATP 的控制下对列车进行阶段或一次的制动与缓解；

2 列车制动应采用电制动与空气制动协调配合的混合制动方式，基础制动应采用单元制动装置，并带有停放制动功能；

3 列车应具有故障导向安全的紧急制动系统，紧急制动应完全由空气制动承担；

4 列车应有两台或两台以上独立的电动空气压缩机组，每台机组经列车总风管相连通，总能力应满足列车各种工况的用风要求，并留有裕量；当一台机组失效时，其余的空气压缩机组应能满足整列车的供气需求；

5 停放制动应能保证超员列车安全地停放在正线的最大坡道上，每列 1/2 车单元制动应具有停放制动功能。

5.5.7 列车广播及乘客信息显示应符合下列规定：

1 列车广播应具有全自动播放、半自动播放、人工播放三种工作模式；应具有两端司机对讲、广播的输出控制、客室紧急报警和对讲、客室广播音量自动调整功能；

2 列车两端的司机室前部宜设置运行区段显示装置；

3 列车应设置用于显示线路、站点、车站导向标志等信息的乘客服务设施。

5.5.8 车辆空调系统应符合下列规定：

1 车辆宜设置变频空调机组。当环境温度为33℃时，车辆空调制冷能力应满足客室温度不高于27℃±1℃；空调控制系统应具备集中控制功能，可在司机室对各车空调工作模式、目标温度等进行设置；独立司机室内空调可单独控制；

2 客室按定员载客人数计的人均新风量不应少于12m³/h；紧急通风人均通风量不应少于8m³/h；制冷时司机室人均新风量不应少于30m³/h；

3 客室、司机室宜设采暖设备，当车外环境温度为0℃时，运行时应维持司机室温度不低于18℃、客室温度不低于15℃（空车）。

5.5.9 列车应装配无线电台通信设备。

5.6 安全与应急设施

5.6.1 车辆应具有良好的防火性能。车辆结构材料、零部件应采用高阻燃或难燃材料制造；车辆上的所有电线、电缆均应低烟、无卤、阻燃。车辆材料的防火要求应符合国家标准《地铁车辆通用技术条件》GB/T 7928的规定。

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

5.6.3 列车端部车辆应设置疏散专用端门和配置下车设施，端门的宽度不应小于600mm，高度不应小于1,800mm。

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

5.6.5 司机台上应设置紧急制动操纵装置，司机室内应设有至少两个紧急制动操纵装置。

5.6.6 主控制器手柄上应设警惕按钮。

5.6.7 司机室内应设置客室侧门开闭状态显示灯。

5.6.8 客室车门系统应有安全联锁，确保运营时车速大于5km/h时不能开启客室车门、车门未全关闭时不能起动列车。安全联锁功能应符合国家标准《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033及《地铁设计规范》GB 50157的规定。

5.6.9 司机室前端应装设可远近光变换的前照灯。前照灯在车辆前端紧急制停距离处照度不应小于2lx。列车尾端应设有红色防护灯。车辆侧壁可设置显示车门开闭、制动缸缓解等指示灯。

5.6.10 列车应设置鸣笛装置及雨刷。

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

5.6.12 各电气设备应有可靠的保护性接地措施。

5.7 全自动运行车辆

5.7.1 列车应适应全自动运行需要，支持实现全自动运行模式（FAM）模式运行功能、唤醒功能、休眠功能、远程控制功能、站台屏蔽门车门对位隔离功能、障碍物检测功能、乘客服务功能等。

5.7.2 列车蓄电池容量除满足本标准第5.5.4条第5款的规定外，还应至少支持列车休眠5天后可唤醒。

5.7.3 应设置走行部在线检测装置、障碍物检测装置，宜配置脱轨检测装置，相关监控信息应上传至控制中心或车辆基地。

5.7.4 列车宜设置模式运行灯和动车提示灯。

5.7.5 当线路有灵活编组运营需求时，车辆应具备自动解编、重联功能。

6 限 界

6.1 一般规定

- 6.1.1** 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。
- 6.1.2** 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基地内车辆限界。
- 6.1.3** 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。
- 6.1.4** 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 A 型车宜为 3800mm、B 型车宜为 3600mm。
- 6.1.5** 设备限界按所处地段分为直线设备限界和曲线设备限界。直线设备限界应符合本标准附录 A、附录 B 和附录 C 的规定；曲线设备限界计算方法应按本标准附录 D 的规定执行；缓和曲线地段矩形隧道建筑限界加宽方法应按本标准附录 E 的规定执行。进入线路运行的其他运营车辆及各种工程车辆，其车辆限界均不应突破正线运行车型的车辆限界。
- 6.1.6** 列车最高运行速度为 80km/h~120km/h 的线路宜采用同一车辆限界及设备限界。

6.2 制定限界的基本参数

- 6.2.1** 车辆基本参数应符合本标准第 5.3.1 条的规定。
- 6.2.2** 区间纵向辅助疏散平台应符合下列规定：
- 1 区间纵向辅助疏散平台最小宽度应符合表 6.2.2 的规定：

表 6.2.2 纵向辅助疏散平台最小宽度取值表（mm）

	一般情况	困难情况
单线（设于一侧）	800	600
双线（设于中央）	1000	800

- 2 区间纵向辅助疏散平台顶面距轨面高度宜为 950mm；
 - 3 区间纵向辅助疏散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宜大于 150mm、曲线地段应按偏移量计算加宽，但不宜大于 300mm。
- 6.2.3** 隧道阻塞比应符合表 6.2.3 的规定：

表 6.2.3 隧道阻塞比表

列车运行速度	110km/h	120km/h
隧道阻塞比	≤ 0.45	≤ 0.4

6.3 建筑限界

- 6.3.1** 矩形隧道建筑限界宜符合下列规定：
- 1 直线地段单线矩形隧道建筑限界宽度应符合表 6.3.1 的规定；

表 6.3.1 直线地段单线矩形隧道建筑限界宽度取值表 (mm)

	A型车	B型车	
		B1	B2
行车方向右侧限界至线路中心线距离	2200	2100	2100
行车方向左侧限界至线路中心线距离 (设纵向辅助疏散平台)	2500	2400	2400
行车方向左侧限界至线路中心线距离 (无纵向辅助疏散平台)	2100	2000	2000

2 平面曲线地段矩形隧道建筑限界, 应在直线地段建筑限界基础上加宽。

6.3.2 圆形隧道建筑限界应符合下列规定:

表 6.3.2 单线圆形隧道建筑限界直径 (mm)

列车运行速度	A型车	B型车	
		B1	B2
≤110km/h	5400	5200	5400
120km/h	5900	----	5900

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

6.3.4 在无管线和设备等敷设的范围内, 建筑限界与设备限界之间的最小间距不宜小于 200mm, 困难条件下不应小于 100mm。

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

1 圆曲线地段的位移量应按下列公式计算:

$$x = h_0 \sin \alpha \quad (6.3.5-1)$$

$$\sin \alpha = h / 1500 \quad (6.3.5-2)$$

$$y = -h_0(1 - \cos \alpha) \quad (6.3.5-3)$$

式中:

x ——水平移动量 (mm);

y ——垂直移动量 (mm);

h ——轨道超高实设值 (mm);

h_0 ——圆心距走行轨轨顶面高度 (mm)。

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

6.3.6 地上线、U 形槽区间建筑限界确定应符合下列规定:

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

2 地面线建筑限界应按路基宽度、两侧排水沟以及管线布置方式等确定;

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

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

100mm;

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

6.3.7 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。

6.3.8 直线车站建筑限界应符合下列规定:

- 1 站台面距走行轨轨顶面高度应为, A 型车 1080mm、B₁ 及 B₂ 型车 1050mm;
- 2 站台计算长度内的站台边缘至轨道中心线的距离应为, A 型车 1600mm、B 型车 1500mm;
- 3 站台屏蔽门门体与车辆车体轮廓最宽处的间隙应按不大于 130mm 确定;
- 4 站台计算长度外的站台边缘至轨道中心线距离 A 型车宜为 1800mm、B 型车宜为 1700mm;
- 5 站端设有道岔的车站与盾构区间相接时, 9 号道岔的岔心至盾构管片起点的最小距离不宜小于 18m, 困难情况下不得小于 15m; 12 号道岔的岔心至盾构管片起点的最小距离不宜小于 21m, 困难情况下不宜小于 16m;

6 车站范围内其余部位建筑限界, 应按区间建筑限界的規定执行。

6.3.9 曲线车站站台限界在直线站台限界基础上进行加宽, 且站台边缘与车辆轮廓线之间的间隙不应大于 180mm。

6.3.10 直线地段人防隔断门(或防淹门)门框建筑限界应符合下列规定:

- 1 防隔断门、防淹门的建筑限界, 在车辆静止状态下应满足宽度方向的安全间隙, 且不应小于 600mm;
- 2 人防隔断门(或防淹门)门框顶部距走行轨轨顶面的限界高度应与区间矩形隧道一致;
- 3 曲线地段的建筑限界应在直线地段建筑限界的基础上加宽。

6.3.11 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。

6.3.12 车辆基地内轨行区周边的建筑限界应符合下列规定:

- 1 车辆基地库内检修高平台及安全栅栏距车辆轮廓之间的间隙应限定在 80mm~120mm;
- 2 库内作业平台的低平台及司机登车平台应采用车站站台限界, 司机登车平台安全栅栏按设备限界确定;
- 3 当列车升弓进库时, 车库大门高度应按接触网安装高度限界确定;
- 4 线路直线地段信号设备至设备限界的净距不得小于 200mm, 曲线段及道岔区限界应加宽。

6.3.13 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。

6.4 轨行区管线设备布置原则

6.4.1 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。

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

6.4.3 区间隧道内管线设备布置应符合下列规定:

- 1 行车方向右侧宜布置弱电设备、消防水管和管线, 行车方向左侧宜布置强电设备和管线;
- 2 纵向辅助疏散平台面上方的净高不应小于 2000mm;
- 3 射流风机宜设置在行车方向右侧, 条件允许时射流风机可设置在隧道顶部;
- 4 当接触网(轨)隔离开关安装在轨行区时, 不得侵入设备限界。

6.4.4 高架区间管线设备布置应符合下列规定:

- 1 双线高架区间弱电和强电设备宜分开布置在两线之间或两线外侧;
- 2 信号机宜安装在两线外侧。

6.4.5 车站范围内管线设备布置应符合下列规定：

- 1 岛式车站的广告灯箱、信号机和弱电电缆宜布置在站台对侧，强电电缆宜布置在站台板下电缆通道中；
- 2 侧式车站的广告灯箱宜布置在两线之间，弱电电缆和强电电缆宜布置在站台内电缆通道中。

7 线 路

7.1 一般规定

7.1.1 线路设计应符合下列规定：

- 1 当城市轨道交通线路之间，以及与其它交通线路交叉时，应采用立体交叉方式；
- 2 线路走向和车站选址应以支持城市总体规划实施、满足客流需求、保障运营效益、保护生态环境和文物为基本原则，与城市客流走廊及主要客流集散点的空间分布吻合；
- 3 线路选线应根据城市规划、地形、道路、地下管线、环境敏感建筑、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，并应避免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，尽可能避开不可移动文物、避免对高压燃气管线的改移；
- 4 线路和车站的布设位置宜结合周边土地资源、道路交通条件和文物保护等要求，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；
- 5 线路分期建设时，初期建设范围应综合考虑城市发展需求、客流效益、轨网衔接关系等因素确定线路长度。

7.1.2 车站设置应符合下列规定：

- 1 车站分布应根据线网规划的换乘车站、城市交通枢纽点为基本站点，并结合城市道路布局和客流集散点分布确定；
- 2 车站宜与城市用地规划相结合，线路起、终点在中心城区外围的车站应预留公交、小汽车等城市交通接驳配套用地；
- 3 车站间距应根据城市布局、线网规划、线路功能定位、客流需求、旅行速度目标、运营模式等要求确定。普线的车站间距在中心城区和城市副中心宜为1km~2km；快线的车站间距宜根据速度效率要求适当加大；
- 4 车站站位及出入口位置的选择宜根据分向客流靠近主客流区域设置，应满足现状与规划用地、环境保护、客流集散、道路交通条件和结构施工要求；
- 5 换乘车站应结合换乘方式拟定规划线的线位、站位、线间距、线路坡度和轨面高程等，应对相交线路邻近一站一区间同步设计；
- 6 当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。

7.1.3 线路敷设应符合下列规定：

- 1 线路敷设方式应根据城市总体规划、地质条件、环境条件、文物保护和工程经济性等因素，因地制宜地选定。在城市建设密集区宜采用地下线，在其他区域宜采用地上线。当地上线临近噪声敏感建筑物集中区域时，应采用低噪声敷设方式；
- 2 地下线路纵断面选线应符合工程实施安全原则，结合北京市的地质条件、地下水位、施工方法、结构形式以及城市市政设施和构筑物的关系，规避不良地层；
- 3 地面线应处理好与城市道路红线及其道路断面的关系，并应具备防侵入、防淹、防撞、防洪功能，并应设置防侵入和防偷盗设施；
- 4 高架线路的结构外缘与建筑物的距离应符合国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037和《建筑设计防火规范》GB 50016的规定。高架线应减小对地面道路交通、周边环境和城市景观的影响，并应满足相关区域的限高要求。

7.1.4 选线控制应符合下列规定：

1 高架线桥下净空应满足铁路、公（道）路通行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，桥下最小净空宜根据相交公（道）路等级及设计要求确定；

2 当高架线跨越排洪河流时，桥下净空应根据计算水位或最高流冰水位加安全高度确定，跨越通航河流时，其桥下净空应根据航道等级确定，应符合国家标准《内河通航标准》GB 50139 的规定；

3 高架线桥墩与道路路侧的距离，应符合行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ 37 和《公路路线设计规范》JTG D20 的规定；

4 高架线桥梁及车站建筑与架空电力管线之间的最小水平和垂直距离，应符合行业标准《架空输电线路运行规程》DL/T 741 的规定。

7.2 线路平面

7.2.1 平面曲线设计应符合下列规定：

1 线路平面圆曲线半径应根据车辆类型、地形条件、运行速度、环境要求等因素比选确定。最小曲线半径不应小于表 7.2.1 规定；

表 7.2.1 最小曲线半径（m）

线路	车型	A型车		B型车	
		一般地段	困难地段	一般地段	困难地段
正线		350	300	300	250
出入线、联络线（非载客）		250	200	200	—

2 线路平面曲线半径选择宜适应所在区段的列车运行速度要求。当条件不具备设置满足运行速度要求的曲线半径时，圆曲线半径应适当加大，并宜以 10m 的倍数取值。列车通过曲线时，应按限定的允许未被平衡横向加速度计算通过的最高运行速度；

3 车站站台宜设在直线上。当设在曲线上时，其站台有效长度范围的线路曲线最小半径根据车辆与站台屏蔽门间隙确定，A 型车不应小于 1500m，B 型车不应小于 1000m；

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

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

6 新建线路不应采用复曲线，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，并满足超高顺坡率不宜大于 2‰；

7 线路平面曲线最大半径不宜超过 12000m，在困难地段，应经多方案比较后确定；

8 采用快慢车运行的线路，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，并应注意控制越行站规模。

7.2.2 缓和曲线设计应符合下列规定：

1 线路平面圆曲线与直线之间应设置三次抛物线型的缓和曲线；

2 缓和曲线长度内应完成直线至圆曲线的曲率变化，应包括轨距加宽过渡和超高渐变；

3 缓和曲线长度应根据曲线半径、列车通过速度及曲线超高设置等因素，按表 7.2.2 的规定选用；

表 7.2.2 缓和曲线长度（m）

	130	125	120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
12000	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11500	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11000	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10500	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10000	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9500	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9000	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8500	20	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8000	20	25	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7500	25	20	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7000	25	25	20	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6500	40	30	25	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6000	30	30	25	25	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5500	35	30	30	25	20	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5000	35	35	30	25	20	20	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4500	40	35	30	25	25	20	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4000	45	40	35	30	30	25	20	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—
3500	55	45	40	35	35	30	25	20	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—
3000	60	55	50	45	35	30	30	25	20	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—
2500	70	65	55	50	45	40	35	30	25	20	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—
2000	90	80	70	65	55	50	45	40	35	30	25	20	20	20	20	20	—	—	—	—
1500	120	110	95	85	75	65	55	50	45	35	30	25	20	20	20	20	20	—	—	—
1200	140	135	120	105	90	80	70	60	50	40	40	30	25	20	20	20	20	20	—	—
1000	140	135	130	125	100	100	85	70	60	50	45	35	30	25	20	20	20	20	20	—
800	—	—	—	125	120	115	85	80	75	65	55	45	35	30	25	20	20	20	20	20
700	—	—	—	—	120	110	85	80	75	75	65	50	45	35	25	20	20	20	20	20
600	—	—	—	—	—	—	—	80	75	75	70	60	50	40	30	25	20	20	20	20
550	—	—	—	—	—	—	—	—	75	75	70	65	55	40	35	25	20	20	20	20
500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75	70	65	60	45	35	30	25	20	20	20
450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	65	60	50	40	30	25	20	20	20
400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65	60	55	45	35	30	20	20	20
350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60	55	50	40	30	25	20	20
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55	50	50	35	30	25	20
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	50	45	35	25	20
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	45	40	35	25

注： R 为曲线半径（m）；V 为最高运行速度（km/h）；L 为缓和曲线长度（m）；当最高运行速度为 100km/h 及以下时，最大超高为 120mm；当最高运行速度大于 100km/h 时，最大超高为 150mm；当计算超高值小于 10mm 时，可不设缓和曲线，但曲线超高应在圆曲线外的两端直线段内完成递变。

- 4 圆曲线半径和缓和曲线长度的选择宜满足每条线信号最高限制速度要求；
- 5 当圆曲线较短、计算超高值较小时，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。
- 7.2.3 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 7.2.3 确定。

表 7.2.3 夹直线最小长度 (m)

线路 \ 车型	正线		出入线、联络线 (非载客)
	一般情况	困难时最小长度	A型车25m, B型车20m
夹直线最小长度	$\geq 0.5V$	A型车25m, B型车20m	

注: 1 V 为列车通过夹直线的运行速度 (km/h);

2 非载客情况下, 道岔缩短渡线, 曲线间夹直线可缩短为 10m。

7.2.4 道岔铺设应符合下列规定:

- 1 单渡线和交叉渡线的线间距应符合表 7.2.4-1 的规定, 特殊情况, 应进行特殊设计;

表 7.2.4-1 正线单渡线和交叉渡线的线间距

道岔型号	导曲线半径 (m)	线间距 (m)	
		单渡线	交叉渡线
60kg/m-1/9	200	≥ 4.2	5.0
60kg/m-1/12	350	≥ 4.6	5.0

注: 正线道岔含折返线、出入线在正线接轨的道岔。

2 在车站端部接轨采用道岔时, 道岔轨缝距离有效站台不宜小于 8m, 道岔后警冲标至有效站台端部的距离不宜小于 12m;

3 道岔应设在直线地段, 道岔两端基本轨端部至平、竖曲线端部应保持一定的直线距离, 其值不应小于表 7.2.4-2 的规定;

表 7.2.4-2 道岔两端与平、竖曲线端部的最小距离 (m)

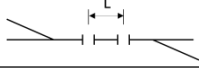
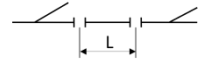
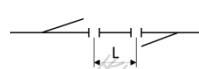
项 目	道岔两端至平、竖曲线端部的最小距离	
	正线 60kg/m	
道岔型号	1/9	1/12
$V \leq 100\text{km/h}$	5 (道岔前端) / 5 (道岔后端)	5 (道岔前端) / 7 (道岔后端)
$100 < V \leq 130\text{km/h}$	A型车25m, B型车20m	

注: V 为最高运行速度 (km/h); 困难情况下, 道岔轨枕不可分开的部分不得进入平、竖曲线。

4 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;

5 两组道岔之间应设置直线段钢轨连接, 其钢轨长度不应小于表 7.2.4-3 规定;

表 7.2.4-3 道岔间插入钢轨长度 (m)

道岔布置相对位置		线别	一般地段	困难地段
两组道岔前端 对向布置		正、配线	12.5	6.25
		车场线	4.5	3
两组道岔前后 顺向布置		正、配线	6.25	4.5
		车场线	4.5	3
两组道岔根端 对向布置		正、配线	6.25	4.5
		车场线	4.5	3

6 道岔设置位置宜避让环境敏感用地和环境保护建筑。当条件困难时, 应根据减振需求进一步采取有效措施降低岔区轮轨冲击振动影响。

7.3 线路纵断面

7.3.1 线路坡度设计应符合下列规定:

- 1 正线及联络线 (载客) 的最大坡度不宜大于 30‰, 困难地段最大坡度可采用 35‰, 联络线 (非

载客)、出入段线的最大坡度不宜超过 35‰, 困难地段不宜超过 40‰;

2 区间隧道的线路最小坡度不宜小于 3‰, 困难情况下不得小于 2‰; 当采取有效排水措施时, 区间地面线和高架线可采用平坡;

3 结合周边相邻现状、规划道路高程、环境景观要求及防洪、涝措施, 当地面或高架线进入地下时, 有条件情况下线路宜设置反坡, 且位于 U 型槽地段前的轨面最高点的设计高程按洪、涝水位控制。当 U 型槽地段邻近河道时, 按不低于 1/100 洪水频率标准水位控制; 当 U 型槽地段位于一般地区, 按内涝水位控制。当线路无设置反坡条件时, 应在 U 型槽及前后影响范围设置防洪、涝设施。

7.3.2 车站及其配线坡度设计应符合下列规定:

1 地下车站宜布置在纵断面的凸型部位上, 应根据具体条件, 按节能坡理念, 设计合理的进出站坡度和坡段长度;

2 地下车站站台范围内的线路应设在一个坡道上, 坡度宜为 2‰。在困难地段车站可设在不大于 3‰的坡道上。当采取有效排水措施时, 可采用平坡;

3 地面及高架车站站台范围内线路坡度宜采用平坡;

4 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‰;

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

7.3.3 坡段与竖曲线设计应符合下列规定:

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

2 两相邻坡段的坡度代数差等于或大于 2‰时, 应设圆曲线型的竖曲线连接, 竖曲线的半径不宜小于表 7.3.3 的规定;

表 7.3.3 竖曲线半径 (m)

线别		100<V≤130km/h		V≤100km/h	
		一般情况	困难情况	一般情况	困难情况
正线	区间	7000	4000	5000	2500
	站台端部	3000	2000	3000	2000
联络线、出入段线、车场线		2000			

注: V 为最高运行速度 (km/h)。

3 越行车站前后的竖曲线半径宜按区间标准执行;

4 车站站台和道岔范围内不得设置竖曲线, 竖曲线离开道岔端部的距离应符合前表 7.2.4-2 的规定。

7.3.4 大坡段不宜与平面小半径曲线重叠。既有线延伸或新建线与既有线贯通运营时, 应核查既有线车辆的牵引和制动的动力性能后确定新建线路的最大纵坡及长大陡坡。

7.3.5 区间纵断面设计的最低点位置宜与区间排水泵房和区间联络通道位置结合。

7.3.6 竖曲线与缓和曲线 (或超高顺坡段) 在碎石道床地段不得重叠。整体道床曲线半径 400m 以下地段, 宜避免竖缓重叠; 当出现竖、缓两种曲线重叠时, 轨道的超高顺坡率不得大于 2.0‰。

7.3.7 双线共结构形式, 左右线宜平行等高设计, 困难地段不宜超过 20mm。

7.4 配线参数要求

7.4.1 折返线、停车线的计算长度为远期列车最大编组长度、安全防护距离与信号设备安装距离之和。

7.4.2 安全防护距离和安全线长度应符合下列规定:

1 列车折返线末端安全防护距离不应小于 50m;

2 利用正线设置的停车线, 其末端安全防护距离不应小于 50m; 其余停车线末端安全防护距离不应小于 40m;

3 当支线与正线在车站接轨时，支线出站方向安全防护距离不应小于 50m，无法满足时应设置安全线；

4 快慢车越行站的越行线与正线汇合方向安全防护距离不应小于 50m，无法满足时应设置安全线；

5 当车辆基地出入线在车站站端与正线接轨时，停车点至警冲标之间距离不应小于 50m，无法满足时应设置安全线；当采用“八”字型布置在区间与正线接轨时，应设置安全线。

7.4.3 当安全防护距离和安全线长度不足时，可采取限速或增加阻尼措施等方式缩短安全线或安全防护距离。

8 轨道

8.1 一般规定

- 8.1.1** 轨道结构应具有足够的强度和适量弹性，满足安全性、稳定性、平顺性、耐久性、绝缘性及环保的要求。
- 8.1.2** 轨道结构类型应结合线网中各条线的使用条件、养护维修要求等，经技术经济比选后确定。
- 8.1.3** 轨道结构部件及工程材料应符合国家或行业的相关要求，北京宜选用北京地铁通用产品，新产品、新材料和新工艺应按相关程序选用，全线轨道产品宜统一。
- 8.1.4** 当线路按困难条件设计时，轨道结构应采取加密轨枕、安装绝缘轨距拉杆和防脱护轨等加强措施。
- 8.1.5** 轨道结构设计应结合智能化的要求，配备必要的监测、检测、维修设备。

8.2 基本技术要求

- 8.2.1** 钢轨轨底坡应为 1/40 或 1/30。两道岔间不足 50m 的区段，当道岔范围无轨底坡时，不应设置轨底坡。
- 8.2.2** 钢轨标准轨距应为 1435mm，半径小于 250m 曲线地段，应进行轨距加宽，加宽值应符合表 8.2.2 的规定。

表 8.2.2 曲线地段轨距加宽值

曲线半径R（m）	加宽值（mm）	
	A型车	B型车
250>R≥200	5	—
200>R≥150	10	5

- 8.2.3** 曲线轨距加宽值应在缓和曲线全长范围内递减。无缓和曲线时，应在直线地段递减。递减率不宜大于 2‰。
- 8.2.4** 曲线超高值应符合下列规定：
- 1 最高运行速度不大于 100km/h 时，设置的最大超高应为 120mm，未被平衡超高允许值不宜大于 61mm；
- 2 最高设计速度大于 100km/h 时，设置的最大超高应为 150mm，未被平衡超高允许值不宜大于 61mm；
- 3 车站计算站台长度范围内曲线超高不应大于 15mm。
- 曲线超高值应按下式计算：

$$h = \frac{11.8v_c^2}{R} \tag{8.2.4}$$

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）。

- 8.2.5** 曲线超高设置方式应符合下列规定：

- 1 地下线及 U 型槽整体道床地段曲线超高宜按半超高设置，其余地段按全超高设置；

2 曲线超高应在缓和曲线全长范围内递减，无缓和曲线时应在直线段递减；

3 最高运行速度不大于 100km/h 的线路，超高顺坡率一般条件下不应大于 2‰，困难条件下不应大于 2.5‰。最高运行速度大于 100km/h 的线路，超高顺坡率一般条件下不应大于 $1/(10V_{\max})$ ，困难条件下不应大于 $1/(8V_{\max})$ ， $V_{\max}$ 为列车通过曲线时的最高速度（单位为 km/h）。

8.2.6 无砟轨道地段的轨道结构高度宜按表 8.2.6 取值。

表 8.2.6 无砟轨道地段的轨道结构高度（mm）

结构型式	现浇式轨道道床		装配式轨道道床	
	一般或中等减振	高等或特殊减振	一般或中等减振	高等或特殊减振
矩形隧道、双线马蹄形隧道（仰拱回填）	560	750	560~650	750
单线马蹄形隧道（仰拱不回填时）	650	840	650	840
单线圆形隧道（盾构内径为5.4m）	760	850	800	850
高架桥	520	650	520~650	520~650

8.2.7 轨枕及扣件铺设数量不应低于表 8.2.7 的规定。

表 8.2.7 轨枕及扣件铺设数量（对/km）

道床型式	正线、出入线、试车线		配线	其他车场线
	直线及R>400m、坡度i<20‰	R≤400m或坡度≥20‰		
无砟道床	1600~1680	1680	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

8.3 轨道部件

8.3.1 钢轨应符合下列规定：

1 正线、配线钢轨应采用 60kg/m 钢轨或者 60N 钢轨，钢轨抗拉强度不应小于 980MPa。最高运行速度不大于 100km/h 的线路，正线及出入线半径小于或等于 400m 的曲线地段宜采用热处理钢轨。最高运行速度大于 100km/h 的线路，正线及出入线半径小于或等于 1200m 的曲线地段宜采用热处理钢轨；

2 车场线宜采用 50kg/m 钢轨；

3 有缝线路的钢轨接头应采用对接，曲线内股应采用厂制缩短轨。半径不大于 200m 的曲线地段，钢轨接头应采用错接，错接距离不应小于 3m；

4 不同轨型的钢轨应采用异型钢轨连接；

5 连接于钢轨上的轨连线等线缆，应连接到钢轨轨腰上，且不得造成钢轨损伤。

8.3.2 扣件应符合下列规定：

1 无砟轨道应采用弹性扣件；

2 无砟道床一般地段的扣件节点垂向静刚度宜为 20 kN/mm~ 40kN/mm，动静比不应大于 1.4；

3 单个扣件节点绝缘部件的工作电阻不应小于 $10^8\Omega$ ；

4 扣件金属件表面应进行防锈防腐处理，防腐层不应影响使用功能；

8.3.3 轨枕应符合下列规定：

1 宜采用混凝土轨枕；

2 轨枕宜预留接触轨等轨旁设备的安装接口；

3 道岔间不足 50m 地段，宜采用与道岔岔枕同类型的轨枕。

8.3.4 道岔结构应符合下列规定：

- 1 道岔号数应结合行车等相关专业需求综合确定，宜选用 7 号、9 号、12 号、18 号等道岔；
- 2 正常运行情况下，道岔通过速度应符合表 8.3.4 的规定；

表 8.3.4 道岔通过速度表 (km/h)

道岔型号		直向通过	侧向通过
50kg/m 钢轨 7 号道岔		≤60	≤25
60kg/m 钢轨 9 号道岔	固定辙叉	≤120	≤35
	可动心辙叉	≤140	≤35
60kg/m 钢轨 12 号道岔	固定辙叉	≤120	≤50
	可动心辙叉	≤160	≤50
60kg/m 钢轨 18 号道岔		≤160	≤80

3 道岔的钢轨类型宜与相邻钢轨类型一致，并不得低于相邻钢轨的强度等级及材质要求；

4 道岔的扣件应采用弹性分开式扣件，扣压件型式宜与相邻区间的扣压件一致；

5 高架线道岔不应跨越梁缝。速度不大于 100km/h 的线路，高架线道岔距离构筑物变形缝或梁缝不应小于 2m。速度大于 100km/h 的线路，道岔始端和末端距离变形缝或梁缝不应小于 18m。

8.3.5 钢轨伸缩调节器设置应符合下列规定：

1 钢轨伸缩调节器的设置应根据桥上无缝线路检算确定，并宜设置在直线地段。当必须设置在曲线地段时，应按伸缩调节器的适用范围选用，且不应设置在竖曲线范围内；

2 钢轨伸缩调节器不应跨越梁缝，且基本轨始端、尖轨跟端焊接接头距离梁缝、钢梁横梁、支座中心不应小于 2m。当大跨桥地段钢轨伸缩调节器和梁端伸缩装置进行一体化铺设时，应根据设计要求铺设钢轨伸缩调节器；

3 钢轨伸缩调节器的钢轨类型与相邻钢轨轨型和材质相同。

8.4 道床结构

8.4.1 道床结构型式应符合下列规定：

1 地下线、高架线及车场库内线宜采用无砟道床。长度较短的单体桥且两端道床类型相同，宜采用与两端一致的道床类型；

2 地面线宜采用有砟道床；

4 当采用基标铺轨时，应保留控制基标。当采用任意设站控制网铺轨时，应保留控制点；

5 道床结构应根据杂散电流和综合接地的防护要求，与相关专业统筹设计，共同采取防护措施；

6 道床面低于钢轨底面宜不小于 70mm。

8.4.2 现浇无砟道床结构宜符合下列规定：

1 隧道内和 U 型槽结构地段混凝土强度不应低于 C35，高架线及地面线混凝土强度不应低于 C40；

2 隧道内混凝土道床伸缩缝间距不宜大于 12m，U 型槽结构地段及其洞口内 50m 范围、隧道联络通道处、高架线、地面线和库内线不宜大于 6.25m。在结构变形缝和高架桥梁缝处应设置道床伸缩缝；

3 道床面横向排水坡不宜小于 2.5%，困难地段不宜小于 1%；

4 扣件下宜设置轨枕或支撑块。枕下混凝土厚度不宜小于 110mm。

8.4.3 装配式轨道应符合下列规定：

1 应满足设计标准化、生产工厂化、施工装配化、管理信息化的要求；

2 道床结构宜由预制板、隔离层、填充层、底座及限位结构等部分组成，地下线及高架线可不设

底座：

- 3 预制板混凝土强度等级不应低于 C50；
- 4 预制板下填充层应根据装配式预制板的要求采用匹配的灌注材料；
- 5 预制板与填充层之间，应采用柔性限位设计。有减振功能的隔离层，应通过构造设计避免减振失效；
- 6 排水设计宜避免预制板与填充层、填充层与底座等结合面长期浸水。结合面长期浸水时应采取防水抗渗措施；
- 7 曲线超高应在板下填充层或底座上设置；
- 8 填充层或底座的伸缩缝间距应符合本标准第 8.4.2 第 2 款的规定。

8.4.4 有砟道床结构应符合下列规定：

- 1 应采用一级或特级道砟；
- 2 无缝线路地段的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 ；
- 3 有砟道床最小厚度宜按表 8.4.4 取值；

表 8.4.4 有砟道床最小厚度

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

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

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

6 有砟道床顶面应与混凝土轨枕中部顶面平齐，应低于岔枕、木枕顶面 30mm ；

7 线间距不足 5m 地段应用道砟填平。

8.4.5 不同道床结构的过渡段设置应符合下列规定：

- 1 正线、出入线和试车线的无砟道床与有砟道床间应设过渡段，长度不宜短于车辆全轴距；
- 2 不同减振地段间的过渡方式和长度应根据计算确定。

8.5 无缝线路

8.5.1 无缝线路设计应根据气象及地下线温度条件确定设计锁定轨温，并应对轨道结构强度、稳定性、断缝安全性等进行检算。

8.5.2 下列地段宜按无缝线路设计，并宜扩大无缝线路铺设范围，曲线半径小于以下限制值铺设无缝线路时，应进行特殊设计，采取必要的加强措施：

- 1 地下线的直线和曲线半径不小于 300m 地段；
- 2 高架线及地面线无砟道床的直线和曲线半径不小于 400m 地段；
- 3 有砟道床的直线和曲线半径不小于 600m 地段；
- 4 试车线；
- 5 上盖开发的库内线；
- 6 当曲线半径小于本条第 1~3 款的限制值时，应进行相关检算后确定是否铺设无缝线路。

8.5.3 地下及地面道岔区不宜与两端长轨条焊接。

8.5.4 高架线的无缝线路铺设应满足下列要求：

- 1 桥上无缝线路设计应计算钢轨伸缩力、挠曲力、断轨力；并应进行钢轨断缝检算，钢轨断缝宽度宜为 80mm，困难情况下应为 100mm；
- 2 长大桥上铺设无缝线路时，应根据计算确定钢轨伸缩调节器的设置方式；
- 3 钢轨接头距梁端的距离不应小于 2m。

8.5.5 当采用无缝道岔时，应进行无缝道岔中相对位移、部件强度等检算。

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

8.6 轨道减振

8.6.1 采取的减振工程措施应满足轨道结构的强度、稳定性和平顺性的要求。

8.6.2 减振轨道结构应依据项目环境影响评价报告书、工程变化环境影响分析报告书及文物保护等评价分析结果要求及建议，确定实施减振措施的位置及方案。

8.6.3 减振级别宜划分为一般减振、中等减振、高等减振和特殊减振。

8.6.4 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。

8.6.5 减振轨道结构的选择应符合下列规定：

- 1 宜选用已在北京应用成熟的减振轨道结构；
- 2 减振轨道结构应结合减振级别确定，非岔区每种减振级别的产品宜采用一种类型。

8.7 轨道安全设备及附属设备

8.7.1 高架线应采用防脱护轨措施，防脱护轨应设置在钢轨内侧，设置位置应符合下列规定：

- 1 半径 $\leq 500\text{m}$ 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，曲线下股钢轨内侧；
- 2 高架桥跨越城市干道、铁路及通航航道等重要地段，以及受列车意外撞击时易产生结构性破坏的高架桥地段及其以外各 20m 范围内，应设置在靠近双线高架桥中线侧的钢轨内侧；
- 3 竖曲线与缓和曲线重叠处，应在竖曲线范围内两股钢轨内侧。

8.7.2 轨道尽端应设置车挡，并应符合下列规定：

- 1 正线、配线、试车线及牵出线车挡宜采用滑移式液压缓冲挡车器，允许撞击速度为 25km/h；
- 2 库内线终端宜采用固定液压或摩擦式车挡，库外线终端宜采用固定式液压车挡。库外线和库内线车挡应能承受列车不小于 5km/h 的撞击速度。

8.7.3 轨道应设置下列线路、信号标志，标志面板应采用反光材料：

- 1 线路标志应包括百米标、坡度标、曲线要素标、平面曲线起终点标、竖曲线起终点标、道岔编号标、控制基标等；
- 2 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。

8.7.4 半径不大于 400m 的正线曲线、半径不大于 600m 的减振轨道曲线宜设置钢轨润滑装置。

8.7.5 地面线及高架线的折返道岔、车场线咽喉区道岔宜设置融雪装置或防雪设施。

8.7.6 平交道口可采用橡胶道口或钢筋混凝土道口，轮缘槽宽度应为 70~100mm，深度不小于 50mm。

8.7.7 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。

9 路 基

9.1 一般规定

9.1.1 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，应符合强度、稳定性和耐久性要求，并满足防洪、防涝、防排地下水的要求。

9.1.2 路肩高程应根据路基所在区域的洪水频率、洪水位或地表积水水位及冻胀因素等综合确定，应满足水、温度稳定性的要求。

9.1.3 路基工程应设置完善、通畅的排水系统，并应与桥涵、隧道、站场及当地排水系统合理衔接。

9.1.4 路基工程荷载应根据结构特性、工程条件等因素确定，轨道及车辆荷载采用换算土柱条形荷载。

9.2 路基断面

9.2.1 地下水水位或地面积水水位较高地段的路基，其路肩高程应大于最高地下水水位或最高地面积水水位、毛细水强烈上升高度、安全高度等之和；当采取降低水位、设置毛细水隔断层、设计挡水构筑物等土工结构或封闭等措施时，路肩高程可不受本条规定限制。

9.2.2 路基面形状设计应符合下列规定：

- 1 有砟轨道路基面应为三角形路拱，路拱横坡不应小于 4%，曲线加宽时，路基面仍应保持三角形；
- 2 无砟轨道路基面宜为平面，轨道支承层外侧路基面宜设置 4% 的横向排水坡。

9.2.3 路基面宽度应满足线路、限界、轨道、设备布置等要求。软弱地基地段路基面宽度应根据沉落量预留沉降加宽值。

9.3 基 床

9.3.1 有砟轨道基床结构、厚度及压实标准等按《地铁设计规范》GB 50157 的规定执行。

9.3.2 无砟轨道路基基床结构应符合下列要求：

- 1 无砟轨道路基基床表层的厚度不应小于 0.3m，基床底层的厚度不应小于 1.5m；
- 2 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，支承层钢筋混凝土板应满足耐久性设计的要求；
- 3 基床表层宜采用半刚性石灰粉煤灰砂砾、水泥稳定级配碎石或级配碎石（砂砾石）；
- 4 基床底层宜采用 A、B 组填料填筑，在 A、B 组填料缺乏的地区，基床底层可采用化学改良土。

9.3.3 无砟轨道基床表层压实标准应符合表 9.3.3 的规定。

表 9.3.3 无砟轨道基床表层压实标准

层位	填料类别	压实标准			
		地基系数 K_{30} (MPa/m)	压实系数 K	动态变形模量 E_{vd} (MPa)	7d饱和和无侧限抗压强度 R_7 (kPa)
基床表层	石灰粉煤灰砂砾	≥ 180	≥ 0.97	—	≥ 700
	水泥稳定级配碎石	≥ 190	≥ 0.97	≥ 55	≥ 700
	级配碎石（砂砾石）	≥ 190	≥ 0.97	≥ 55	—

9.3.4 无砟轨道基床底层压实标准应符合表 9.3.4 的规定。

表 9.3.4 无砟轨道基床底层压实标准

层位	填料类别	压实标准			
		地基系数 K_{30} (MPa/m)	压实系数 K	动态变形模量 E_{vd} (MPa)	7d饱和和无侧限抗压强度 R_7 (kPa)
基床底层	砂类土及细砾土	≥ 130	≥ 0.95	≥ 40	—
	碎石类及粗砾土	≥ 150	≥ 0.95	≥ 40	—
	化学改良土	—	≥ 0.97	—	≥ 550 (750)

注： 括号内数值为严寒地区化学改良土考虑冻融循环作用所需强度值。

9.3.5 石灰粉煤灰砂砾中，石灰的 $\text{CaO}+\text{MgO}$ 含量应不小于 80%， CO_2 含量不应大于 9%，未消化残渣含量不应大于 15%；粉煤灰 $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$ 含量应不小于 70%，其质量应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 II 级粉煤灰的要求。

9.4 路 堤

9.4.1 路堤基床以下部位填料的压实标准应符合表 9.4.1 的规定。

表 9.4.1 基床以下部位填料的压实标准

道床 类型	填料类别	压实标准		
		地基系数 K_{30} (MPa/m)	压实系数 K	7d饱和和无侧限抗压强度 R_7 (kPa)
无砟轨道	砂类土及细砾土	≥ 110	≥ 0.92	—
	碎石类及粗砾土	≥ 130	≥ 0.92	—
	化学改良土	—	≥ 0.92	≥ 250
有砟轨道	砂类土及细砾土	≥ 80	≥ 0.90	—
	碎石类及粗砾土	≥ 110	≥ 0.90	—
	化学改良土	—	≥ 0.90	≥ 200

9.4.2 路堤边坡坡脚外应设置不小于 2m 的护道，用地受限、特殊困难地段，可设置不小于 1m 的护道，且应满足路基稳定、管线布置及排水要求。

9.4.3 路基边坡稳定性应按边坡安全等级在理论分析基础上计算确定，施工期、运营期稳定而经济的最小安全系数范围应符合下列规定：

1 永久边坡，一般工况边坡最小稳定安全系数范围应为 1.15~1.25；地震工况边坡最小稳定安全系数范围应为 1.10~1.15；

2 临时边坡，边坡稳定安全系数范围应为 1.05~1.10。

9.5 路 堑

9.5.1 路堑边坡高度一般不宜超过 20m。当超过 20m 时，宜与隧道或明洞方案进行技术经济比选。

9.5.2 有砟轨道路堑地基表层天然地基的静力触探比贯入阻力值不应小于 1.0MPa，或天然地基基本承载力不应小于 0.12MPa。

9.5.3 无砟轨道路堑地基表层天然地基的静力触探比贯入阻力值不应小于 1.2MPa，或天然地基基本承载力不应小于 0.15MPa。

9.5.4 路堑边坡形式及坡率应根据工程地质、水文地质和气象条件、边坡高度、防排水措施、施工方法等，结合自然稳定山坡和人工边坡的调查及力学分析综合确定。

9.6 工后沉降

9.6.1 区间正线有砟轨道路基工后沉降量应满足轨道要求，一般不应大于 200mm，路桥过渡段不应大于

100mm, 沉降速率均不应大于 50mm/年。

9.6.2 区间正线无砟轨道路基工后沉降量应满足轨道要求, 一般不应大于 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。区间正线无砟轨道路桥或路隧交界处的差异沉降不应大于 5mm, 过渡段两侧工后不均匀沉降造成的折角不应大于 1‰。

9.6.3 城市轨道交通车辆基地路基工后沉降设计要求应符合表 9.6.3 的规定。

表 9.6.3 车辆基地路基工后沉降设计要求

分区	分类	一般地段工后沉降(毫米)	与结构物过渡段工后沉降(差异沉降)(毫米)	沉降速率(毫米/年)	不均匀沉降折角
有砟轨道区	试车线有砟轨道区	≤200	≤100	≤50	—
	库外有砟轨道区	≤300	≤100	≤50	—
	库内有砟轨道区	≤200	≤100	≤50	—
无砟轨道区	库内无砟轨道区	≤30	≤10	—	≤1‰
	股道间室内地坪区	≤70	—	—	—
道路区	道路区	≤300	≤150	≤50	—

9.7 地基处理

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

9.7.2 当路基基底地面横坡陡于 1: 2.5, 不满足陡坡路堤抗滑稳定性要求时, 可采取原地面挖台阶、复合地基、钢筋混凝土桩网(筏)、桩板结构等地基处理措施。

9.7.3 若地基表层为软弱土层, 应进行地基稳定性检算并采取排水疏干、清除淤泥、换填砂砾石或码填片石、采用土工合成材料等方法进行地基处理。

9.7.4 深厚软土及特殊基地段的路基应进行路基稳定性和沉降检算。当稳定安全系数、工后沉降不符合规定时, 应进行地基处理。

9.8 过渡段

9.8.1 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。

9.8.2 路基与桥台过渡段应符合下列规定:

- 1 在线路纵向宜采用倒梯形过渡形式, 过渡段长度不宜小于 4H(H 为填方高度), 且不得小于 20m;
- 2 过渡段基床表层应符合本标准第 9.3.4 条的规定, 基床表层以下梯形部分应采用级配碎石加 3% 水泥分层填筑, 压实标准应满足压实系数 $K \geq 0.95$ 、地基系数 $K_{30} \geq 150 \text{ MPa/m}$, 动态变形模量 $E_{vd} \geq 50 \text{ MPa}$ 的要求;

3 桥台宽度应与路基面等宽;

4 桥台台背宜设置桥头搭板。

9.8.3 路基与 U 型槽过渡段, 其平面宽度、轨道结构高度及排水条件应协调一致。

9.9 路基支挡结构物

9.9.1 在下列情况下应设置支挡结构物:

- 1 路基位于陡坡地段或风化的路堑边坡地段;
- 2 避免大量挖方及降低边坡高度的路堑地段;
- 3 节约用地、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。

9.9.2 路基支挡结构设计应按《铁路路基支挡结构设计规范》TB 10025 的规定执行。

9.10 路基防护

9.10.1 路基应设置防护栏，防护高度一般不宜小于 2.5m。

9.10.2 轨道交通与公路、城市快速路的并行路段，应在邻近道路侧设置防撞设施。

9.10.3 路基边坡防护设计应结合边坡的岩土性质、地质构造、水文地质条件、气候环境、边坡朝向、边坡坡率和高度等采用植物防护或植物防护与工程防护相结合的措施。

9.11 路基排水系统

9.11.1 路基排水系统应包括路基面、路基边坡及对路基工程有影响的地面水、地下水排水系统。

9.11.2 路基排水纵坡不宜小于 2‰，单面排水坡段长度大于 400m 时宜在适当位置增设出水口。

9.11.3 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。

9.12 路基变形观测

9.12.1 无砟轨道路基及不良地质、软土地基地段的有砟轨道路基应进行路基沉降观测、评估。

9.12.2 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不少于 3~6 个月的沉降观测期。

9.12.3 路基变形观测应包括路基面沉降、地面沉降及坡脚水平位移观测。

10 车站建筑

10.1 一般规定

10.1.1 车站应与周边建筑、地下空间、市政管线、景观环境等城市功能相协调，做好与其他交通方式的换乘衔接和空间综合利用，加强一体化规划、设计。

10.1.2 车站规模和通行、服务设施标准应结合车站分级、客流特征、预测客流量、系统设计能力以及不同运营工况合理确定。

10.1.3 换乘车站应根据线网规划、线路敷设方式和建设时序，结合客流特征选择便捷合理的换乘方式，并按本标准第 10.10.3 条规定进行静态换乘功能评价。

10.1.4 下列重要、复杂的换乘车站应根据客流动态仿真模拟评价结果，修正通行设施及通行空间的规模及布局：

- 1 转乘特级、甲级城际交通客运站的换乘车站；
- 2 三线及三线以上线路换乘站；
- 3 线网中原非换乘车站改造成的换乘车站；
- 4 静态换乘功能评价有突出问题的换乘车站。

10.1.5 大型体育场馆、会展中心以及大型社会活动中心等短时间会产生大规模突发性客流的车站，宜根据冲击规模和冲击强度，提供站外缓冲空间。

10.1.6 对具有潮汐客流特征的线路起终点站，其通行设施应能适应早晚高峰时段客流不均衡要求，设施宜共享共用。

10.1.7 地上车站围护结构应综合采取防雨雪、防风、防火、防水以及遮阳、保温、隔热等措施，并应满足日常清洁维护要求。

10.2 车站设计标准

10.2.1 车站应根据线路一体化规划划定为枢纽级、城市级、区域级、街区级四个层级，确定与之需求相匹配的车站出入口数量、连通率和结建率，并应符合下列规定：

- 1 车站出入口数量宜根据分级确定；
- 2 车站与周边用地应连尽连，枢纽级、城市级车站的连通率宜 70%以上；
- 3 周边规划实施率未达到 80%的车站，附属结建率宜按照表 10.2.1 执行；达到 80%的车站，附属结建率可结合工程条件灵活确定。

表 10.2.1 车站附属的结建率建议值

附属结建率	枢纽级/城市级	区域级/街区级
周边规划实施率40%-80%的车站	70%	50%
周边规划实施率低于40%的车站	90%	70%

10.2.2 车站各部位的最大通过能力应符合表 10.2.2 的规定。

表 10.2.2 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
梯级宽1m的自动扶梯	名义速度0.5m/s		6000
	名义速度0.65m/s		7300
梯级宽0.6m的自动扶梯	名义速度0.5m/s		3600
	名义速度0.65m/s		4400
自动检票机	双向门扉式	非接触IC卡	进站1500，出站1200
	三杆式	非接触IC卡	900
1m宽栅栏门			5000

10.2.3 车站各部位最小净宽和最小净高应符合下列规定。

表 10.2.3-1 车站各部位的最小净宽要求

部位名称	最小净宽要求 (m)
乘客日常使用的通道及双向公共区人行楼梯	2.4
单向公共区人行楼梯及区间风井供乘客使用的疏散楼梯	1.8
与上下行自动扶梯并列设置的楼梯（困难条件下）	1.2
乘客及工作人员消防疏散楼梯	
轨行区与站台联系楼梯	1.1
风道内上下联系楼梯	0.9

表 10.2.3-2 车站各部位的最小净高要求

部位名称	最小净高要求 (m)
站厅、站台公共区域	3.0
出入口、换乘通道等通道型公共区域	2.4
工作人员专用通行区域	2.1

10.2.4 车站公共区应设置公共卫生间，公共卫生间宜设置在付费区。枢纽级、城市级车站应设置母婴室，区域级、街区级车站宜设置母婴室。

10.2.5 车站的站台宽度标准应在表 10.2.5 的规定基础上根据站型、预测高峰小时客流量、楼扶梯布局等因素综合确定。

表 10.2.5 车站站台宽度标准

岛式站台			侧式站台	
双柱	单柱	无柱	长向范围内平行侧站台设梯	垂直于侧站台开通道口设梯
12	11	8	2.5	4

10.3 车站总体布局

10.3.1 车站总平面布局和竖向布局应根据规划条件、线路特征、运营要求、城市道路和地面交通状况、地下管线和地下构筑物、周边景观环境、车站规模和形式，区间施工方法等条件确定，合理选择车站布局形式和出入口、风亭、冷却塔等附属设施的位置，并应符合规划、消防、人防、环保和城市景观等要

求。

10.3.2 站厅公共区及出入口宜与相邻建筑地下空间衔接，地面附属设施宜与相邻建筑结合设置，困难情况下可与地面景观或构筑物结合设置。不具备同步建设条件时，应预留结合条件。

10.3.3 地上车站应符合下列规定：

1 设置在道路红线外的地上车站站前广场的地面标高不应低于周边场地的地面高程和衔接道路的人行道高程。当确有困难时，应采取有效的排水措施。与开发建筑结合时应采取防止列车对结合建筑的振动和噪声干扰的措施；

2 设置在道路中央的高架车站不宜跨道路交叉口布设，必须跨路口设置的高架车站，应缩小体量，桥墩的设置应避免对路口视线和规划道路渠化的影响；临近道路交叉口设站时，车站站端建筑轮廓线应满足道路交叉口视距三角形区域要求。

10.3.4 地下车站跨路口设置时，应结合规划条件在不同象限设置出入口。条件困难偏路口一侧设置时，宜在主客流方向设置跨十字路口的出入口。

10.3.5 车站出入口与人员集中的体育场馆、影剧院、展览馆、游乐场以及居住小区、幼儿园、中小学等场所的进出口最小距离不宜小于表 10.3.5 的规定。

表 10.3.5 出入口离建、构筑物的进出口边缘最小间距

建 筑 物	最小间距 (m)
公园、学校、幼儿园	15
居住小区入口	10
体育馆	50
体育场	100
影剧院、展览馆、游乐场	25

10.3.6 地下、地上车站出入口、风亭不宜设置在道路中央的绿化隔离带上。困难情况下，设在机非隔离带上时，其地面围护结构距路缘石的距离不宜小于 0.5m，建筑檐口采用外挑式雨篷时不应侵入车行限界，并在出入口站前广场就近设置过街设施与人行道衔接。

10.3.7 出入口、风亭不宜设在道路红线内转角处。困难情况下，设在道路红线内的转角处且侵入视距三角形限界时，出入口或风亭顶面距离道路平面标高不应大于 1.2m，并满足《城市道路交叉口设计规程》CJJ 152 视距三角形限界的相关要求。

10.3.8 风亭、冷却塔的位置应避开城市环境敏感区，风亭风口不宜正对相邻敏感建筑，风口与建筑物的控制距离应符合国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定。当风亭、冷却塔与建筑物的控制距离不能满足要求时，应根据本标准第 31 章的规定采取相应措施。

10.3.9 出入口、风亭的设置，应符合下列规定：

1 地面新风亭风口不应设置在垃圾收集站或 3 类以下（含 3 类）的厕所周围 30m 范围内以及产生有毒、有害气体和恶臭气体的烟尘、粉尘、污水等工厂和排放点周围 100m 范围内；

2 排风亭、新风亭以及出入口的布置应符合城市主导风向，排风亭的风口宜避开西北方向，新风亭、出入口应避免设在污染源主导风向的下风向，新风亭的风口和出入口地面亭的门窗洞口宜设在排风亭的上风侧，出入口的朝向应避让冬季主导风向，当为了满足主要客流服务的需求导致无法避让时，应采取地面亭调整开口方向等措施。

10.3.10 地上车站以及地下车站的出入口、风亭等附属建筑不宜布置在城市架空高压线下方。当受条件限制临近架空高压线或其下方时，应按照架空电力线路的电压等级控制与其最小的垂直距离和水平距离，应执行《城市电力规划规范》GB/T 50293 及电力行业主管部门的规定。

10.3.11 地上车站以及地下车站出入口应远离高压燃气管线，水平净距应符合《城镇燃气设计规范》GB 50028 的相关规定。

10.3.12 车站应避免让用地范围内的古树名木，并符合《古树名木保护条例》相关要求。

10.3.13 车站地面附属环境宜进行立体绿化彩化，并应充分考虑景观融合性、植物特性、给排水、荷载安全等因素。

10.4 车站平面布局

I 公共区

10.4.1 初近远期采用不同编组的线路，车站服务设施宜按照初期或近期编组布局要求进行配置，并预留远期改扩建的条件。

10.4.2 提供快慢车通行的越行站应满足下列要求：

- 1 对于快慢车均停靠的车站，站台宽度和设施布局应满足客流快速选择不同车型的需要；
- 2 越行线相邻侧站台的屏蔽门、墙体、幕墙、门、窗、栏杆等设施 and 构件的性能及安装应满足越行列车通过时的风压计算强度要求；
- 3 地上站的越行线上方不宜封闭，并应组织好轨道排水和加强楼面防水；
- 4 地下站临近越行线的侧站台宜设全高站台屏蔽门；
- 5 越行车站应采用减振降噪措施，降低对周边环境的影响。

10.4.3 停靠灵活编组或多元化车厢列车的车站应符合下列规定：

- 1 车站站台楼扶梯等通行设施布局应适应不同编组列车乘客的便利进出站需要；
- 2 针对不同功能、不同等级车厢的停靠，站厅或站台应分区布置隔墙、栏杆、闸机、电梯等设施。

10.4.4 互联互通运行的跨线站、接轨站和贯通站应满足下列要求：

- 1 站台规模应按照运行组织方案对应的乘降客流量计算确定；
- 2 车站站型应满足跨线运行模式下不同列车乘客乘降的要求；
- 3 车站设备及管理用房宜按照多线共享的原则进行布局；
- 4 车站应按远期规划统一设计、按初期使用需求确定分期建设原则，预留互联互通运行的建设条件。

10.4.5 站厅公共区平面应根据车站形式、客流流线、安检设施、售检票方式以及楼扶梯、电梯和其他服务设施的布局综合确定。

10.4.6 站厅公共区两端非付费区的纵向长度应根据车站客流、主导客流行为特征和通行、服务设施合理确定。

10.4.7 站厅公共区连接两端非付费区的联络通道内设进站检票机时，检票机外侧的通道净宽不应小于4m。无售检票设备时，通道净宽不应小于3m。

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

- 1 售、检票机的布置应符合乘客进、出站流线，客流不宜交叉；
- 2 售、检票机的数量和布局应根据近、远期客流统一设计，预留远期条件、分期实施；
- 3 同种售、检票终端设备宜相对集中布置；
- 4 自动售票机应结合设备检修要求进行布置，当设备检修采用后开门形式时，自动售票机后部离墙体装饰面净距不应小于0.8m；当设备检修采用前开门形式时，自动售票机宜采用嵌入式或靠墙安装方式；
- 5 自动售票机前应留有购票乘客的集聚空间，集聚空间不应侵入人流通行区；
- 6 自动检票机至车站各部位的最小净距不宜小于表10.4.8的规定；
- 7 对不同运营时段进出站客流差别较大以及有可能发生突发客流的车站，应增设双向检票机；
- 8 服务对外交通枢纽的车站，应增加人工售票、双向宽通道检票机及乘客服务设施。

表 10.4.8 自动检票机至车站各部位的最小净距 (m)

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

10.4.9 站内安检设施布置应符合下列规定：

- 1 安检设施应根据乘客进站流线布置在非付费区内，设施前应留有足够的排队等候空间，并不应影响出站乘客和过街客流的通行；
- 2 通厅式车站在两端非付费区的联络通道内设置安检设施时，安检设施侧边通道净宽不宜小于 4m；
- 3 安检设施设置在出入口与站厅接口处时，安检机不应侵入出入口通道疏散宽度范围内，安检设施与非付费区的分隔措施不应采用硬质隔离栏杆。

10.4.10 车站便民服务设施应符合下列规定：

- 1 便民服务设施不应设置在楼扶梯、闸机口部、出入口等乘客疏散路径上；
- 2 车站非付费区应根据站址区位、客流规模及服务需求，配置对应的便民服务设施，可包括零售商铺、食物和饮料、自助服务区和展览场地等多类设施。旅游车站应增设旅游服务中心和行李寄存等专属服务设施；
- 3 站厅付费区可在非乘客疏散区设置自助售货机等小型服务设施，可设置在站厅层楼扶梯栏杆和电梯的侧面或背面、站厅层侧墙或端墙、付费区与非付费区之间栏杆侧边、自动售（补）票机、充值机、查询机两侧。

10.4.11 站厅公共区栅栏的设置应符合下列规定：

- 1 栅栏的栏杆高度不应低于 1.1m；
- 2 在付费区的不同方向应设置向疏散方向开启的平开栅栏门，栅栏门的净宽不应小于 1.1m。供特种履带式消防车进入付费区的栅栏门净宽不应小于 1.65m。

10.4.12 车站的站台宽度应按照 10.4.12-1～10.4.12-3 公式计算。当按照 10.4.12-3 公式计算 b_c 值大于 2.5m 时，应按照 10.4.12-4 公式计算 b_c 值。

$$B_d = 2b_c + d + b_t \quad (10.4.12-1)$$

$$B_c = b_c + d + b_t \quad (10.4.12-2)$$

$$b_c = \frac{Q_{\text{上下}}}{L \times \rho} + M \quad (10.4.12-3)$$

$$b_c = \frac{Q_{cs} \times \alpha}{[L - (c \times e)]n \times p} + M \quad (10.4.12-4)$$

式中：

B_d ——岛式站台宽度 (m)；

B_c ——侧式站台宽度 (m)；

b_c ——侧站台宽度 (m)；

d ——纵梁或柱宽之和 (m)；

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

- $Q_{\text{上下}}$ ——远期或客流控制期超高峰小时单侧站台上、下车设计客流量（人）；
 Q_{cs} ——远期或客流控制期高峰小时单侧站台上车客流量，换乘车站含换乘客流量（人/h）；
 α ——超高峰系数；
 ρ ——侧站台上的人流密度（1.33 人/m²~2.5 人/m²）；
 C ——列车车厢门的总数；
 e ——列车车厢门的宽度；
 L ——站台屏蔽门端门之间的计算长度，公共区一侧端门净距（m）；
 n ——高峰小时发车对数；
 M ——站台边缘至站台屏蔽门立柱内侧的距离（m）。

10.4.13 具有交路折返、存在清客需求的车站，可按下列公式计算远期或客流控制期清客工况下站台滞留乘客的人数，作为式 10.4.12-3 中的 Q_{cs} 值对乘降区宽度进行校验：

$$Q_{\text{hz}} = \frac{(Q_d - Q_{\text{qc}})}{n_1 + n_2} + \frac{Q_{\text{js1}}}{n_2} + \frac{Q_{\text{js2}}}{n_3} \quad (10.4.13)$$

式中：

- Q_{hz} ——清客工况下远期或客流控制期超高峰小时行车间隔内在站台上滞留乘客人数（人）；
 Q_d ——远期或客流控制期超高峰小时清客方向一侧进站断面客流量（人）；
 Q_{qc} ——远期或客流控制期超高峰小时清客方向一侧出站人数（人）；
 Q_{js1} ——远期或客流控制期超高峰小时清客方向一侧进站上车人数（人）；
 Q_{js2} ——远期或客流控制期超高峰小时非清客方向一侧线路进站上车人数（人）；
 n_1 ——远期或客流控制期小交路行车对数；
 n_2 ——远期或客流控制期大交路行车对数；
 n_3 ——远期或客流控制期非清客一侧交路行车对数；

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

- 1 伸入站台计算长度内的设备管理用房不应超过一节车厢长度，伸入部分的侧站台宽度不应小于 2.5m；
- 2 当伸入长度超过半节车厢时，宜在伸入范围内增设联通两侧站台的横向通道，通道最小净宽不应小于 2.4m；
- 3 设备管理用房端部外墙面距自动扶梯扶手带转向处或楼梯第一级踏步口的最小距离不应小于 8m。

10.4.15 地下车站站台屏蔽门端门外应设置净宽不小于 1.2m 的人行通道和净宽不小于 1.1m 的至轨行区楼梯。非全自动运行线路的车站，人行通道临近轨行区一侧应设置栏杆，栏杆高度不应小于 1.1m，且不应侵入限界。全自动运行线路的车站，人行通道临近轨行区一侧应采取安全隔离措施，且不应侵入限界。

10.4.16 地上车站的站台屋面应符合下列规定：

- 1 应满足防雨雪、防风等要求；
- 2 防水节点应满足列车振动、活塞风作用下的构造要求；
- 3 屋面应设置方便维修和高空保洁的设施。

II 设备管理用房

10.4.17 车站设备管理用房应根据各系统工艺和接口要求合理布置，并应满足工艺流程和管线敷设要求，应根据功能需求进行分区布置，设备用房和管理用房宜分别集中布置。

10.4.18 设备管理用房区的通道宜顺直，通道宽度应满足上部设备管线敷设和维修的要求，且房间门开启后疏散走道净宽不应小于 1.1m。

10.4.19 车站电气设备用房应采取有效的防水、防潮、防鼠措施，并应符合下列规定：

- 1 变电所以及通信、信号、环控电控室等电气设备用房，不应布置在消防泵房、卫生间、盥洗室

等有水房间及冷冻机组等地面经常积水的设备的正下方；

2 电气设备用房不宜与经常积水或有水的房间贴邻布置，困难情况下贴邻布置时，经常积水或有水房间应采取防水措施，电气设备用房的墙面应采取防潮措施；

3 电气设备房间、电缆间应配置防鼠板；房间墙角孔洞应做好封堵；

4 地上变、配电室的外窗应加装护栏等保护措施，外门应具有防盗功能。

10.4.20 车站长度大于 7m 的变、配电室应设 2 个出入口，出入口宜布置在房间的两端。

10.4.21 主要设备管理区应设员工厕所，并宜设置一处淋浴间及开水间。

10.4.22 车站站厅公共区应沿主体结构外墙内侧设置排水设施，站厅与出入口交界处应设置截水沟，变形缝处应设置接水盒等排水措施。

10.4.23 车站设备及管理用房区隔墙宜采用装配式墙体材料，与公共区相邻处的隔墙、风道、环控机房、车控室、照明配电室、电缆间等房间采用装配式墙体材料时应满足墙体、设备安装及承压要求。

10.4.24 临轨行区站台设备区的墙体以及两侧均承受隧道风压影响的墙体应采用钢筋混凝土墙体材料。

10.5 车站出入口

10.5.1 车站出入口应结合车站所在区域的用地规划、环境条件和分向客流数据确定通道宽度标准和提升段设施标准，并应符合下列规定：

1 出入口通道采用分段形式时，宜对提升段和通道段的宽度进行差异化设计；

2 受条件限制的地面出入口，可采用梯级宽度 0.6m 的自动扶梯或采用两部及以上电梯群；

3 当受工程条件限制主客流方向出入口无法设置时，宜通过调整其他出入口的位置及方向实现客流覆盖需求。

10.5.2 地下车站出入口地面亭的设置应符合下列规定：

1 设置于城市建成区以外的出入口地面亭应后退道路红线不小于 3m；

2 设置于城市建成区内的出入口地面亭宜设置在道路红线外；

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

4 设置于城市主干道交叉路口的出入口地面亭，其开口不宜朝向道路交叉口。当条件困难时，应留有足够的距离，并不应侵入道路红线抹角范围。

10.5.3 地下车站出入口通道形式和地面亭开口方式应符合下列要求：

1 出入口不宜采用无转折直通站厅的形式，困难情况下，宜采用侧出口地面亭形式或在通道内设置阻隔空气的措施；

2 当车站公共区与下沉广场连通时，连通位置宜设置门体进行封闭；未采取可封闭措施时，开口面积不宜大于 15m²；室内外采用玻璃幕墙分隔时应采取保温隔热措施。

10.5.4 车站出入口与建筑物地下室、下沉广场及过街地道或天桥连通时，出入口通道地面应向相邻区域找坡，并应在连接口部设置截水沟。

10.5.5 地下车站战时人员出入口应符合下列规定：

1 战时人员出入口宜设置在地面建筑倒塌范围以外，当条件受限不能设置在倒塌范围以外时，口部应采取防倒塌措施。出入口的设置要求和地面建（构）筑物的倒塌范围应符合现行国家标准《人民防空工程设计规范》GB 50225 和人民防空行业标准《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ 02 的规定；

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

10.5.6 地下车站出入口通道应符合下列规定：

1 通道应便捷、顺直，不宜超过 3 处弯折，内折角不宜小于 90°，小于 60° 时，应采取抹角等扩大空间措施；

2 通道除受道路管线影响外,不宜采用先下后上方式;

3 通道地面纵坡宜平缓。当通道作为轮椅通道时,通道应符合《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019 的要求。当通道作为一般乘客通行通道时,最大纵坡不宜大于 1:8,且水平连续长度超过 15m 时,宜设置休息平台。位于人防门开启范围的地坪宜为平坡。

4 出入口楼扶梯下应设截水沟,通道地面应向截水沟方向找不小于 1%纵坡。

10.5.7 地下车站出入口地面亭因周边条件需求采用敞口形式时,应采取有效的防淹和排水措施。

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

10.6 风亭(井)与冷却塔

10.6.1 地下车站应按通风、空调工艺要求设置新风亭(井)、排风亭(井)和活塞风亭(井)。在满足功能的前提下,根据地面建筑的现状和规划要求,风亭(井)可采用集中组合式或独立分散式布局,当风亭(井)与地面建筑合建时,被结合建筑应满足本标准 10.6.2、10.6.3、10.6.4 相关技术要求。

10.6.2 当风亭(井)的风口采用侧面开口时,应符合下列规定:

1 进风、排风、活塞风亭口部之间的水平净距不应小于 5m,且进风与排风、进风与活塞风亭口部应错开方向布置;当无法满足上述要求时,排风、活塞风亭口部应高于进风亭口部 5m;

2 当风亭口部方向无法错开布置且高度相同时,进风与排风、进风与活塞风亭口部之间的水平净距不应小于 10m;

3 风亭风口 5m 范围内不应有阻挡通风气流的障碍物;

4 风亭风口下沿应高出地面不小于 1.1m,当排风亭、活塞风亭的风口邻近人行区域或新风亭、活塞风亭的风口邻近机动车道时,其风口的底部边缘距地面高度不应小于 2.0m 或设置宽度不小于 3m 的绿化隔离带;

5 当排风、活塞风亭口部高于出入口的口部 5m 时,出入口口部与排风、活塞风亭之间的水平净距不应小于 5m。当风亭口部与出入口口部方向无法错开且高度相同时,出入口口部与排风、活塞风亭之间的水平净距不应小于 10m,出入口口部与进风亭之间的水平净距应满足防火要求。

10.6.3 当风亭(井)的风口采用顶面开口时,应符合下列规定:

1 进风与排风、进风与活塞风亭口部之间的水平净距不应小于 10m;

2 活塞风亭口部之间、活塞风亭与排风亭口部之间的水平净距不应小于 5m;

3 敞口风井挡墙上沿应高出地面不小于 1.1m,当排风亭、活塞风亭的风口邻近人行区域或新风亭、活塞风亭的风口邻近机动车道时,其风口的底部边缘距地面高度不应小于 2.0m 或设置宽度不小于 3m 的绿化隔离带;

4 风亭风口处应采取防盗和防坠落等安全防护设施,风井底部应有排水设施;

5 出入口口部与排风、活塞风亭之间的水平净距不应小于 10m。风亭与车站出入口、安全疏散口结合设置时,各个口部之间的距离应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关要求。

10.6.4 风亭的风口位于车站主体结构上方时应采取有效的防、排水措施。风亭与地块建筑结合时,风亭宜设置在建筑物的顶层或转角处。

10.6.5 冷却塔的设置应符合下列规定:

1 冷却塔应设在通风良好的地方,当条件受限或有特殊景观要求时,宜采用下沉式或风道内置式冷却塔,但应满足通风、防水、排水、防霉、防潮和防止人员摔落要求;

2 安装在室外的冷却塔周围应设护栏,护栏与冷却塔之间的检修通道不宜小于 1.0m;

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

10.6.6 通过轨行区进入的通风机房应在地面风亭处设置检修门及检修梯。

10.7 车站内部交通设施

10.7.1 车站公共区内的楼梯应符合下列规定：

- 1 室内楼梯踏步宽度不应小于 0.28m、高度不应大于 0.16m；
- 2 楼梯中间休息平台深度不宜小于 1.5m，条件困难时，最小宽度不得小于 1.2m；
- 3 楼梯应至少于一侧设扶手，梯段净宽达三股人流时应两侧设扶手，达四股人流时宜加设中间扶手；
- 4 地下车站出入口以及通过站厅进入站台供特种履带式消防车使用的楼梯应为直跑楼梯，其净宽不应小于 1.65m。条件困难采用折跑楼梯时，楼梯休息平台应满足特种履带式消防车拐弯要求。楼梯的结构承载力应满足特种履带式消防车通过要求。

10.7.2 车站公共区站台至站厅层高大于、等于 5.1m 时，应设上、下行自动扶梯，站台至站厅提升高度是三层及三层以上时，根据车站客流和公共区布局情况可采用两部及以上电梯群替代下行扶梯。

10.7.3 车站出入口楼扶梯的设置应符合下列规定：

- 1 出入口提升高度大于、等于 6m 时应设上下行自动扶梯及 1 部净宽不小于 1.8m 的楼梯，当条件受限时，应设上行自动扶梯和净宽不小于 2.4m 的楼梯，楼扶梯的位置应符合进出站流线要求；
- 2 提升高度小于、等于 13m 的出入口，自动扶梯应一次提升。当自动扶梯提升高度大于 13m 时，宜同方向分段连续设置，但两段自动扶梯扶手带转向处之间的水平净距不应小于 5.0m，且水平梯级数量以及梯级宽度应相同。

10.7.4 车站公共区自动扶梯之间、自动人行道之间，及其与各类设施之间的间距，应符合下列规定：

- 1 当两台自动扶梯或自动人行道相对设置时，扶手带端部之间的净距不应小于 12m；
- 2 当多台自动扶梯或自动人行道同方向、分段接力式连续设置，且无中间出入口时，上下自动扶梯或自动人行道的扶手带端部的水平净距不应小于 5m；
- 3 当多台自动扶梯或自动人行道同方向、分段接力式连续设置，有中间出入口时，扶手带端部的水平净距不应小于 8m，扶手带端部与中间出入口通道洞口边缘的水平净距不宜小于 1.5m；
- 4 当自动扶梯或自动人行道与楼梯相对设置时，扶梯扶手带端部与楼梯第一级踏步的净距不应小于 10m；
- 5 当自动扶梯或自动人行道与无障碍电梯相对设置时，扶梯扶手带端部与电梯入口门洞的净距不宜小于 10m，困难时不应小于 8m。当与电梯群相对设置时，应根据电梯数量合理确定距离；
- 6 除站台公共区外，自动扶梯扶手带端部距前面障碍物的距离不宜小于 8m，困难时不应小于 6m。

10.7.5 自动扶梯和自动人行道穿越楼层时，扶手带中心线与平行墙面或楼板开口边缘间的距离，以及相邻平行交叉设置的两梯（道）之间扶手带中心线间的水平距离不应小于 0.5m，无法满足时应采取防止建筑障碍物伤害人员的措施。

10.7.6 自动扶梯和自动人行道宜避开建筑物变形缝设置，困难情况下跨越变形缝时，应采用相应的构造措施。

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

- 1 防护栏杆宜采用栏板形式，当用玻璃制品做栏板时，应采用安全玻璃；
- 2 栏板（栏杆）离楼面 0.1m 高度内应设挡台；
- 3 栏板（栏杆）的扶手高度不应低于 1.1m；
- 4 自动扶梯上端扶手带与梯井一侧栏杆之间的间隙，以及两台并列设置的自动扶梯扶手带之间的开口处应设置栏板（栏杆）围挡。

10.8 车站无障碍设施

10.8.1 除本标准另有规定外，城市轨道交通的站前广场、停车设施、出入口和车站公共区为乘客服务的各类设施，以及列车车厢等无障碍设计应符合国家标准《无障碍设计规范》GB 50763、《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019 和北京市地方标准《城市轨道交通无障碍设施设计规程》DB11/ 690 的规定。

10.8.2 新建车站的站台至站厅、站厅至地面、换乘节点及换乘通道不应采用轮椅升降机，应设置电梯。位于城市快速路和主、次干路上的车站，区域级及以上的各类车站以及换乘车站的出入口，应至少在两个主客流方向设置电梯，当车站跨路口设置时，出入口电梯宜对角布置；位于城市支路上的车站以及街区级的车站出入口，应至少在一个主客流方向设置电梯。

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

10.8.4 站台至站厅的电梯，应符合下列规定：

- 1 电梯宜布置在付费区内；
- 2 全线各车站站厅至站台的电梯宜布置在相同位置；
- 3 站厅贯通的岛式车站，站台到站厅应设一部电梯；站厅分离的端头厅岛式车站，应在设置有电梯出入口一端的站厅设置到达站台的电梯；
- 4 侧岛换乘车站以及站厅、站台不同层的侧式站台车站，应在每侧站台各设置一部到达站厅的电梯；
- 5 站台、站厅同层的地下侧式站台车站，应在两侧站厅各设一部电梯直通地面；
- 6 电梯门前的等候空间深度不应小于 1.8m，并不应小于轿厢深度的 1.5 倍。电梯门不应朝向轨道区布置，当确有困难时，朝向轨道区梯门前的等候空间深度不应侵入侧站台升降区内；
- 7 电梯可兼作车站内部工作电梯使用，但进入设备管理区的梯门前应设前室，并应采取防止乘客进入设备管理区的措施。

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

10.8.6 位于地上的电梯亭梯门前宜设门斗，电梯门前应设防淹平台，平台与地面间应设无障碍坡道。

10.8.7 电梯井道不应跨结构变形缝和诱导缝设置。

10.8.8 车站内的盲道应与城市无障碍步行系统相衔接，车站盲道的设置应方便视觉障碍者安全行走，宜采用中黄色或与地面颜色反差大的颜色。

10.8.9 换乘车站内的换乘设施应满足无障碍通行的要求。

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

10.8.11 站厅非付费区内宜设低位售票口或低位自动售票机。

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

10.9 车站环境设计

10.9.1 车站站厅、站台及出入口、换乘通道等乘客使用的公共区域，与围护结构相邻的顶板、底板及墙体应加强排水措施，并符合下列规定：

- 1 墙体内侧应设置排水沟；
- 2 顶板宜在变形缝处设置接水盒引至侧墙排水沟；
- 3 地面垫层内宜设置疏水层，排水至侧墙排水沟。

10.9.2 车站的环境设计宜装修适度，充分利用结构天然美，体现现代交通建筑特点，并兼顾北京市的人文环境和地域特色。地上车站应与周边环境相协调，并宜减小体量。

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

10.9.4 车站内的各种导向、消防安全疏散标志、服务乘客标志应符合国家标准《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的规定。

10.9.5 地下车站照度标准应符合国家标准《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的规定。地上车站应选用防潮、防尘、抗风的灯具，线路轨道区上部不应设置照明器。

10.9.6 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。

10.9.7 城市轨道交通系统应设置完善的导向标志，站内及地面无障碍电梯均应设置明显的无障碍标识，并应在站内设置地铁出口信息牌，标注出入口周边公交线路、重要建筑物等，为乘客提供更加清晰的地铁标识及方向引导。

10.10 换乘车站

10.10.1 车站的换乘形式应根据线网规划、客流特征、换乘线路的建设时序、线路敷设方式和工程实施条件等因素确定。换乘线路属于同期建设的车站，应一次建成；属于近期建设的车站，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。

10.10.2 同步实施换乘节点的车站，应统一利用两站的地下空间实现资源共享。

10.10.3 换乘车站应进行车站通行设施能力适应性、站台短时冲击性、换乘便捷性以及运能匹配性功能验算，静态换乘功能评价各项指标与标准应符合表 10.10.3 的规定。

表 10.10.3 静态换乘功能评价指标与标准

评价内容	指标	含 义	评价范围	指标标准	能力适应性评价
通行设施能力适应性	设施利用的均衡性	换乘路径上所有设施能力是否匹配，设施布置与需求的协调性	楼扶梯	<1.2	良好
				1.2~1.5	一般
				>1.5	差
站台短时冲击性	瓶颈设施最大等待人数（人）	反映一批客流到达时的短时冲击大小，反映了换乘的安全性	换乘路径端部设施（站台楼扶梯）	≤50	良好
				50~200	一般
				>200	差
	两端站台人流密度（人/m ² ）	反映一批客流达到时，换乘路径两端站台有效面积内的人流拥挤程度（换乘的安全性和舒适度）	换乘路径的两端站台	<1.0	良好
				1.0~1.2	一般
				>1.2	差
换乘便捷性	平均换乘时间（min）	反映换乘方式及通行设施的完善程度对换乘行走时间的影响	所有换乘方向	<1	良好
				1~3	一般
				>3	差
运能匹配性	站台滞留人数（人）	超高峰时，考核一批换乘客流是否会滞留在站台	相交线路上下行方向的断面富余能力与换乘客流之间的匹配性	<0	良好
				0~400	一般
				>400	差

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

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

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

10.10.5 换乘车站换乘路径的两端站台中跨区域的人流密度不应大于 1.2 人/m²，各组换乘设施端部前的最大拥堵人数不应超过 200 人。

10.10.6 换乘车站交通流线应便捷，同站台换乘的行走时间不宜超过 1min，节点换乘的平均行走时间不宜超过 3min，通道换乘的平均行走时间不宜超过 5min。

10.10.7 节点换乘车站的端部交通设施前宜设置客流集散空间，并宜符合下列规定：

1 节点相交区域的一端站台端部距离另一条线的站台边距离不宜小于 10m，换乘楼梯下端与站台屏蔽门端门的距离不宜小于 6m；

2 两线站厅垂直交点处的结构宜局部外扩。

10.10.8 采用通道换乘的车站应根据两线换乘接口部位和长距离换乘的空间尺度，合理采用换乘路径的服务设施，当换乘通道的长度超过 120m 时，宜在通道内设置自动步道。

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

10.11 管线综合

10.11.1 车站管线综合应统筹各设备专业管线，结合建筑装修，充分利用结构空间。管线布置应避开构造柱、圈梁、楼扶梯、设备吊装孔、竖井和大型设备预留运输门洞。管线与墙体、结构梁柱、吊顶之间以及各管线之间应留有足够的安装和检修空间。

10.11.2 车站管线布置应符合下列规定：

1 各类管线优先水平紧凑排布；

2 多专业管线分层排布时，宜采用综合支吊架分层固定管线，并按照风管—动照及电力电缆线槽—弱电电缆线槽—各类水管，从上至下依次排布；

3 当管线交叉时避让原则为：小管径避让大管径、弱电避让强电、压力管避让重力管；应急电力及消防系统管线优先按最短及最优路径布置，管道交叉时，最小净距应按照表 10.11.2 执行。

表 10.11.2 地铁车站综合管线敷设最小净距表

	水管			风管		自动灭 火系统	强电 桥架	弱电 线槽
水管	平行	无阀	有阀					
	垂直交叉	100mm	满足阀门检修要求					
风管	平行	100mm	满足阀门检修要求	100mm	风管带保 温层时 200mm			
	垂直交叉	50mm（风管带保温层时 200mm）						
自动灭火 系统	平行	100mm	满足阀门检修要求	100mm		100mm		
	垂直交叉	50mm		50mm		50mm		
强电桥架 （电缆）	平行	150mm （200mm）	满足阀门检修要求	150mm （200mm）		150mm （200mm）	150mm （200mm）	
	垂直交叉	50mm		100mm		50mm	50mm	
弱电线槽 （线缆）	平行	150mm	满足阀门检修要求	100mm		150mm	150mm （200mm）	50mm
	垂直交叉	50mm		100mm		50mm	50mm	50mm

10.11.3 风阀、水阀、风机盘管及挡烟垂帘控制箱等设备设置在吊顶内时，宜在设备下方预留不小于 600mm×600mm 的检修空间，其他管线或设备不应遮挡检查口。

10.11.4 地下车站列车底部排热风道内不宜有阻挡气流的结构纵梁和立柱，局部困难地段无法避免时，立柱处排热风道的横截面应满足通风排热要求。

10.11.5 站台板下电缆等管线通道的设置应符合下列规定：

1 自动扶梯、电梯等底坑宜设在同一侧，另一侧管线通道宜顺直、通畅；

2 并列设置上下行扶梯时，扶梯基坑侧面应留出不小于 0.8m 的管线通道；

- 3 站台板下电缆不应跨越污水、集水池敷设；
- 4 电缆等管线通道上方宜每隔 40m 设置一处人孔。

10.11.6 综合管线应分类设置色环和标识。

11 高架结构

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于轨道交通桥梁结构和高架车站结构的设计。特殊结构及大跨度桥梁的设计可参考相关规范和标准执行。

11.1.2 高架车站建筑结构形式应与周边环境和城市景观相协调。区间标准跨桥梁宜选用噪声小、振动小的结构形式。当经过规划噪声敏感建筑物集中区域时，应按照环评批复文件预留声屏障设置条件。

11.1.3 高架桥梁应满足列车安全运行和乘客乘坐舒适的要求。高架桥梁结构除应满足规定的强度外，还应有足够的竖向刚度、横向刚度，并应满足结构的整体性和稳定性要求。

11.1.4 高架桥梁主体结构设计工作年限应为 100 年；吊杆索、斜拉索、伸缩缝设计工作年限不应低于 30 年；不可更换栏板设计工作年限不应低于 60 年；排水系统设计工作年限不应低于 15 年；球形钢支座设计工作年限不应低于 60 年；钢结构防腐涂装设计工作年限不宜低于 15 年。高架车站主体结构以及因结构损坏或大修对运营安全有严重影响的其他结构工程，设计工作年限不应低于 100 年；车站顶棚、天桥、附属用房等设计工作年限不应低于 50 年。

11.1.5 高架桥梁混凝土耐久性设计应符合行业标准《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的规定。

11.1.6 桥墩布置应避免不可改移或拆迁的地下管线和地下构筑物。

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

11.1.8 桥梁跨越既有或规划的公路、铁路、市政道路和其他设施时，桥下净空应满足被跨越设施的限界及安全防护距离要求，同时应满足车辆视距要求。

11.1.9 高架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。

11.1.10 高架桥梁桥墩宜采用钢筋混凝土结构，桥墩类型宜分段统一。

11.1.11 单组道岔宜设置在连续的桥跨结构上。梁缝的位置应避开道岔的转辙器及辙叉部位 2m 以上并应满足轨道专业要求。

11.1.12 高架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。

11.1.13 高架桥梁支座设计应满足支座检修、更换要求。在墩台帽顶面与主梁梁底之间应预留顶升主梁更换支座的空间，并应设置坡度不小于 3% 的排水坡。

11.1.14 下穿现状公路桥、市政桥、铁路桥的高架桥梁，宜在现状桥范围内设置防抛网，并应将现状公路桥、市政桥的防撞护栏等级提高至不低于 SS 级。

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

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

11.1.17 高架车站结构形式应满足使用功能要求，并应与城市景观协调，同时应满足减振、降噪的要求。高架车站不应采用独柱带长悬臂“桥—建”结构体系。

11.1.18 高架车站框架柱平面布置结构受力应合理，应与周边环境协调。跨越道路的高架车站净空应满

足道路限界要求并预留结构可能产生的沉降量、公路路面翻修高度。“桥-建”分离式车站的独立轨道梁（高架）桥孔跨布置宜与车站景观相协调。

11.1.19 当采用轨道梁支撑或刚接于车站结构，形成“桥-建”合一结构时，混凝土车站结构耐久性设计应符合国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的规定。

11.1.20 当高架结构墩柱存在外力撞击风险时，应设置防止墩柱受撞击的保护措施。

11.1.21 当高架上部结构可能受机动车撞击且桥下净空小于等于 5.0m 时，应设置防撞门架和警示设施。

11.2 设计荷载

11.2.1 应按表 11.2.1 所列的高架桥梁结构荷载分类，就其可能出现的最不利组合情况进行计算。

表 11.2.1 高架桥梁结构荷载分类表

荷载分类		荷载名称
主力	恒载	结构自重 附属设备和附属建筑自重 预加力 混凝土收缩及徐变影响 基础变位的影响 土压力 静水压力及浮力
	活载	列车竖向静活载 列车竖向动力作用 列车离心力 列车横向摇摆力 活载土压力 人群荷载
荷载分类		荷载名称
附加力		列车制动力或牵引力 支座摩擦阻力 风力 温度变化的作用 流水压力 冰压力 冻胀力 救援列车荷载、检修列车荷载 顶梁荷载
特殊荷载		无缝线路纵向作用力 船只撞击力 汽车撞击力 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；

2 流水压力不与冰压力、制动力或牵引力组合；

3 船只或汽车撞击力，只计算其中一种荷载与主力相组合，不与其他附加力组合；

4 地震力与其他荷载的组合应符合国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的规定；

5 当主力加特殊荷载组合时，列车脱轨荷载应与主力中恒载组合；

6 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。

11.2.2 列车竖向活载应包括列车竖向静活载及列车动力作用。列车竖向静活载确定应符合下列规定：

1 列车竖向静活载应根据列车的最大设计轴重、轴距，以及近、远期列车编组最不利情况按图 11.2.2 确定；

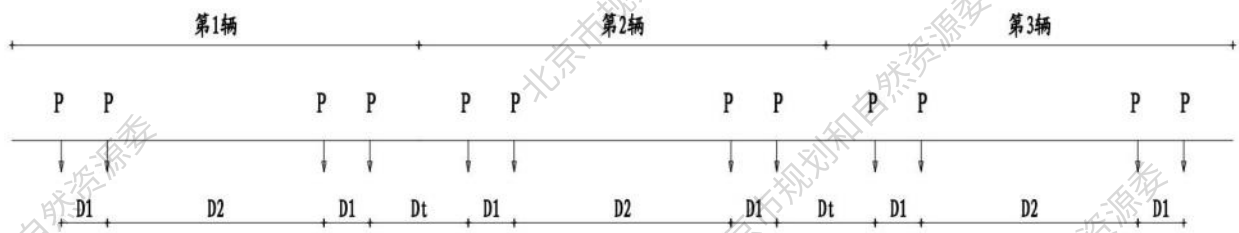


图 11.2.2 列车荷载图示

2 单线和双线高架桥梁，应按列车活载作用于每一条线路确定；

3 多于两线的高架桥梁，应按下列最不利情况确定：1) 应按两条线路在最不利位置承受列车活载，其余线路不承受列车活载；2) 所有线路在最不利位置应承受 75% 的活载；

4 当影响线加载时，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，还应计及本线初期、近期、远期中最不利的编组长度；

5 列车的竖向动力作用应按列车竖向静活载乘以动力系数 $(1+\xi\cdot\mu)$ 进行计算。其中 μ 为列车冲击系数，按下列公式计算：

1) 简支或连续的钢桥跨结构和钢墩台动力系数应按下列公式计算：

$$\mu = \frac{28}{40+L} \quad (11.2.2-1)$$

2) 钢与钢筋混凝土板的结合梁动力系数应按下列公式计算：

$$\mu = \frac{22}{40+L} \quad (11.2.2-2)$$

3) 钢筋混凝土、素混凝土的桥跨结构，其顶上填土厚度 h 大于等于 3m (从轨底算起) 时不计列车竖向动力作用。当 h 小于 3m 时，动力系数应按下列公式计算：

$$\mu = \alpha \times \left(\frac{6}{30+L} \right) \quad (11.2.2-3)$$

上式中 $\alpha = 0.32 \times (3-h)^2$ ， $h < 0.5\text{m}$ 时 h 取 0.5m。式 (11.2.2-1) ~ (11.2.2-3) 中的 L 以 m 计，除承受局部活载杆件为影响线加载长度外，其余均为桥梁跨度。

ξ 为与列车最高运行速度 V 相关的冲击力折减系数，可按下列公式计算：

1) 当列车最高运行速度等于 120km/h 时， $\xi=1.0$ ；

2) 当列车最高运行速度小于等于 80km/h 时， $\xi=0.8$ ；

3) 当列车最高运行速度大于 80km/h 且小于 120km/h 时， ξ 应按列车最高运行速度进行线性插值确定。

6 单线 U 形梁桥道板的动力系数 μ 宜取 1+0.4，双线 U 形梁桥道板的动力系数宜取 1+0.3。

11.2.3 位于曲线上的桥梁应计及列车产生的离心力，离心力作用点位于轨面以上 1.8m 处，其大小应等于列车竖向静活载乘以离心率，可按下列公式计算：

$$C = \frac{v^2}{127R} \quad (11.2.3)$$

式中：

C ——离心率

v ——本线设计最高列车速度 (km/h)；

R ——曲线半径 (m)。

11.2.4 列车横向摇摆力应按 60kN 计，并应以横桥向集中力形式取最不利位置作用于轨面。多线桥可只计算任一条线上的横向摇摆力。

11.2.5 列车制动力或牵引力取值应符合下列规定：

- 1 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；
- 2 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；
- 3 高架车站及与车站相邻两侧 100m 范围内的高架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%；
- 4 制动力或牵引力应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，且均不应计移动作用点所产生的力矩。

11.2.6 检算墩台时，无缝线路纵向力作用点应为墩台支座铰中心，检算支座时应为支座顶中心。桥台顶断轨力作用点应为台顶。需要计算对梁的影响时应做专项研究。

11.2.7 无缝线路纵向水平力，应根据轨道结构及梁、轨共同作用的原理计算确定。桥梁位于无缝线路区段时，墩台设计无缝线路纵向力组合应符合下列规定：

- 1 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；
- 2 单线及多线桥应只计算一根钢轨的断轨力；
- 3 伸缩力、挠曲力、断轨力不得与同线列车活载引起的作用力组合；
- 4 无缝线路纵向力荷载组合应符合行业标准《铁路无缝线路设计规范》TB 10015 的规定。

11.2.8 高架桥梁风荷载应符合行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的规定。

11.2.9 高架桥梁温度变化作用，可按国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 的规定执行。

11.2.10 高架桥梁混凝土收缩影响、混凝土徐变系数及徐变影响可按行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 的规定执行。

11.2.11 高架桥梁桥墩承受的流水压力、冰压力、冻胀力、船只的撞击力等，可按行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的规定执行。

11.2.12 高架桥梁地震力的作用应按国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的规定计算。

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

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

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

11.2.14 高架区间救援列车荷载和检修列车荷载应符合下列规定：

1 救援列车荷载应根据运营救援模式确定。当无详细资料时，救援列车荷载宜取一列满载列车，并应与运营列车进行最不利组合；

2 检修列车荷载应根据检修列车的实际情况确定。

11.2.15 高架区间顶梁荷载宜按照 1.3 倍最大顶力计。

11.2.16 高架桥梁结构桥面人行道和疏散平台的竖向静活载应采用 4.0kN/m^2 ，人行道板还应按竖向集中荷载 1.5kN 检算，主梁设计时此竖向静活载可不与列车荷载同时计算。

11.2.17 高架桥梁栏板结构的横向水平推力和竖向压力应分别按 0.75kN/m 和 0.36kN/m 计算，水平推力应作用于桥面以上 1.2m 处。

11.2.18 高架车站的荷载取值及荷载组合应符合国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068、《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定。

11.2.19 高架车站站台板、站厅层活荷载标准值应取 4.0kN/m^2 ；楼梯活荷载标准值应取 4.0kN/m^2 ；设备用房及设备运输通道应按实际使用荷载取值，且不应小于 8kN/m^2 。

11.2.20 高架车站天桥人群荷载应按照国家标准《城市道路交通工程项目规范》GB 55011 的规定取值，且不应小于 5 kN/m^2 。

11.2.21 高架车站的列车及梁轨相互作用荷载组合值系数、频遇值系数、准永久值系数取值应符合表 11.2.21 的要求。

表 11.2.21 列车及梁轨相互作用荷载组合值系数、频遇值系数、准永久值系数

类别	组合值系数	频遇值系数	准永久值系数
列车及梁轨相互作用荷载	0.7	0.7	0.6

注：1 列车荷载应在最不利位置处进行验算；

2 列车动力系数不小于 1.3。

11.2.22 车站顶棚、天桥等采用轻质屋面的基本风压、基本雪压重现期应取 100 年。

11.2.23 当车站不设置变形缝时，车站使用阶段整体升降温作用应按照式 11.2.23-1、11.2.23-2 计算。整体浇筑构件的混凝土收缩作用，不做计算时，可等效降低温度 15°C 计算。

1 整体最大升温工况：

$$\Delta T_k = T_{s,\max} - T_{0,\min} \quad (11.2.23-1)$$

2 整体最大降温工况：

$$\Delta T_k = T_{s,\min} - T_{0,\max} \quad (11.2.23-2)$$

式中：

$T_{0,\min}$ 、 $T_{0,\max}$ ——结构合拢时平均最低温度、平均最高温度；

$T_{s,\max}$ 、 $T_{s,\min}$ ——结构使用阶段最高平均温度、最低平均温度；

11.2.24 车站顶棚、围护结构风荷载宜根据行业标准《屋盖结构风荷载标准》JGJ/T 481 确定。

11.2.25 高架车站体型复杂时宜计及风荷载对其的不利影响。

11.2.26 高架结构墩柱承受的汽车撞击力顺行车方向宜采用 1000 kN ，横行车方向宜采用 500 kN ，切赢作用在路面以上 1.2 m 处。

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

11.3 高架桥梁结构

I 刚度要求

11.3.1 梁体的竖向变形、变位限值应符合下列规定：

1 梁式桥跨在列车静活载作用下，梁体竖向挠度不应大于表 11.3.1 的规定：

表 11.3.1 梁体竖向挠度的限值

设计速度 \ 跨度范围	$L \leq 40 \text{ m}$	$40 \text{ m} < L \leq 80 \text{ m}$	$L > 80 \text{ m}$
$V \leq 120 \text{ km}$	$L/2000$	$L/1500$	$L/1000$

注：1 表中限值适用于 3 跨及以上的双线简支梁；对于 3 跨及以上一联的连续梁，梁体竖向挠度限值应按表中数值的 1.1 倍取用；对于 2 跨一联的连续梁、2 跨及以下的双线简支梁，梁体竖向挠度限值应按表中数值的 1.4 倍取用；对于单线简支或连续梁，梁体竖向挠度限值应按相应双线桥限值的 0.6 倍取用；

2 L 为简支梁或连续梁计算跨度。

2 拱桥、刚架及连续梁桥等超静定结构的竖向挠度应计入温度的影响。竖向挠度应按下列最不利情况取值，并应满足表 11.3.1 限值要求：

1) 列车竖向静活载作用下产生的挠度值与 0.5 倍温度引起的挠度值之和；

2) 0.63 倍列车竖向静活载作用下产生的挠度值与全部温度引起的挠度值之和。

3 跨度 150 m 及以下铺设无砟轨道的预应力混凝土梁的后期徐变变形量控制，应符合下列规定：

1) 当桥梁跨度 L 小于 50m 时, 徐变变形量不宜大于 10mm;

2) 当桥梁跨度 L 大于或等于 50m 时, 徐变变形量不宜大于 $L/5000$ 。

11.3.2 在列车横向摇摆力、离心力、风力和温度力作用下, 桥跨结构梁体水平横向挠度应小于或等于计算跨度的 $1/4000$ 。当有车风荷载与温度作用组合时, 计 0.75 倍的风荷载与 0.6 倍的温度作用进行组合;

11.3.3 在列车静活载作用下, 有砟轨道桥梁梁体单端竖向转角不应大于 5‰; 无砟轨道桥梁梁体单端竖向转角不应大于 3‰。当无砟轨道梁梁体单端竖向转角大于 2‰时, 应对梁端轨道结构和扣件系统受力进行检算。

11.3.4 跨度大于 100m 的桥梁宜按实际运营列车进行车-桥系统或风-车-桥系统耦合振动分析检算, 最大检算速度应采用 1.2 倍的本线最高运行速度, 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:

$$\text{脱轨系数: } Q/P \leq 0.8 \quad (11.3.4-1)$$

$$\text{轮重减载率: } \Delta P / \bar{P} \leq 0.6 \quad (11.3.4-2)$$

$$\text{车体竖向加速度: } a_z \leq 0.13g \text{ (半峰值)} \quad (11.3.4-3)$$

$$\text{车体横向加速度: } a_y \leq 0.10g \text{ (半峰值)} \quad (11.3.4-4)$$

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);

$\bar{P}$ ——车轮的平均轮重 (kN);

g ——为重力加速度, $g=9.8\text{m/s}^2$ 。

11.3.5 铺设无缝线路桥梁的桥墩纵向水平线刚度限值应按下列规定采用:

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

2 不作计算时, 双线及多线简支梁桥墩墩顶纵向水平线刚度限值可按表 11.3.5 采用。单线桥梁桥墩纵向水平线刚度可取用表中值的 0.6 倍;

表 11.3.5 桥墩墩顶纵向水平线刚度限值

桥墩	跨度 (m)	最小水平线刚度 (kN/cm)
		双线
桥墩	$L \leq 20$	190
	$20 < L \leq 30$	240
	$30 < L \leq 40$	320
桥台		3000

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

4 对于连续刚构桥或设置多个固定支座的连续梁桥, 可取刚构桥的纵向合成刚度;

5 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。

11.3.6 墩台顶水平位移应符合下列规定:

1 横桥向弹性水平位移不应大于 $4\sqrt{L}$;

2 简支梁桥顺桥向弹性水平位移不应大于 $5\sqrt{L}$;

3 水平位移计算应计入以下荷载作用: 竖向静活载; 曲线上列车离心力; 列车横向摇摆力; 列车、

梁及墩身风荷载或 0.4 倍的风荷载与 0.5 倍的桥墩温差组合作用，取较大值；水中墩的水流压力的作用；地基基础弹性变形引起的墩顶水平位移。 L 为桥梁跨度（m），当为不等跨时，采用相邻跨中的较小跨度，当 $L < 24\text{m}$ 时， L 按 24m 计。

II 结构设计

11.3.7 预应力钢筋混凝土高架桥梁，应按破坏阶段检算构件强度、按弹性阶段检算应力和抗裂性；普通钢筋混凝土高架桥梁和钢结构桥梁应按容许应力法设计。其材料容许应力、主力与附加力组合下的应力提高系数、结构计算方法应符合行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092、《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091 的规定。

11.3.8 高架桥梁基础设计和地基的物理力学指标，应符合行业标准《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093 的规定。当地震力除外的特殊荷载参与荷载组合时，地基容许承载力 $[\sigma]$ 和单桩轴向容许承载力的提高可按行业标准《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093 的规定执行。

11.3.9 高架桥梁墩台基础的沉降应按恒载计算，桥梁墩台容许沉降差应符合表 11.3.9 的规定。对外部超静定结构，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。

表 11.3.9 桥梁墩台容许沉降差

桥上轨道类型	沉降类型	限值（mm）
有砟轨道	相邻沉降差	20
无砟轨道	相邻沉降差	10

11.3.9 当结构自重（包括附加建筑自重）、预加力、前期收缩徐变及静活载引起的竖向挠度大于 15mm 或跨度的 1/1600 时，应设置预拱度；预拱度曲线应与结构自重（包括附加建筑自重）、预加力、前期收缩徐变及 1/2 静活载所产生的挠度曲线基本相同，但方向应相反。

11.3.10 简支箱梁结构设计应符合下列规定：

- 1 顶、底板厚度不应小于 200mm；
- 2 箱梁端部宜设置横隔板；
- 3 宜根据检修需要在梁端或支点附近底板上设置人孔；
- 4 箱梁底板低处应设排水孔，腹板上宜设置适当数量的直径约为 80mm 的通风孔。

11.3.11 墩台基础设计应符合下列要求：

- 1 应进行裂缝宽度检算、强度检算和地基承载力检算；
- 2 基础应进行沉降验算；
- 3 墩台基础考虑土的抗力应按行业标准《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093 的规定计算；
- 4 位于河道中的桥梁基础应进行基础冲刷计算，结构计算应按冲刷前后不同工况进行包络设计。

11.3.12 U 形梁宜符合下列设计规定：

- 1 单线梁桥面板、腹板厚度不宜小于 0.26m；双线梁桥面板厚度不宜小于 0.32m；
- 2 梁端部应设置与桥面板构成整体的端横梁，其设置长度应满足支座安装、临时吊装、限位挡块、斜交梁施工的需求；
- 3 U 形梁桥道板横桥向宜按照偏心受拉钢筋混凝土构件进行计算，其计算裂缝宽度不宜大于 0.14mm；
- 4 在不考虑混凝土抗拉强度时，U 形梁正截面抗裂安全系数不宜小于 1.2；
- 5 U 型梁混凝土宜添加高强、高模量纤维。

11.3.13 高架桥梁的构造要求应符合国家标准《地铁设计规范》GB 50157、《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 和行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092、《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093 的规定。

III 附属结构设计

11.3.14 区间高架桥栏杆、声屏障、泄水管及区间变电所上桥电缆支架等结构,宜考虑与轨道、接触网立柱、声屏障和设备管线布置的空间关系,并宜进行景观设计。栏杆在满足安全基础上,人行道踏板上栏杆高度不宜小于 1.1m;泄水管外观颜色宜与主体结构协调。

11.3.15 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。

11.3.16 声屏障设计应符合下列规定:

1 声屏障支撑立柱或框架结构设计,应符合国家标准《声屏障结构技术标准》GB/T 51335、行业标准《铁路声屏障工程设计规范》TB 10505 的规定;

2 在伸缩缝处的声屏障结构应采取纵向封闭措施。

11.3.17 区间桥梁救援疏散通道应根据工程需要并结合地面道路条件设置,救援疏散通道设计应符合下列规定:

1 桥长超过 2km 时,每不大于 2km (单侧 4km),在线路两侧交错设置一处可上下桥的救援疏散通道;

2 桥梁救援疏散通道应满足抗震设防的要求;

3 桥上应设置疏散导向标志,救援疏散通道侧对应的桥上栏杆或声屏障位置应预留出口。

11.4 高架车站结构

I 结构设计

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

11.4.2 当高架车站采用“桥-建”分离式结构时,轨道梁桥应按照本标准第 11.3 节的要求进行设计,与轨道梁桥分离的车站结构应按照建筑结构设计规范进行设计。

11.4.3 当采用轨道梁支撑或刚接于车站结构,形成“桥-建”合一结构时,车站结构应按建筑结构设计规范进行设计;直接承受列车荷载的框架梁、兼做轨道梁的楼面梁等结构设计尚应满足“11.3 高架桥梁结构”的规定。

11.4.4 高架车站结构可采用钢筋混凝土(预应力混凝土)或钢混组合结构,并满足如下要求:

1 轨道梁竖向活载静挠度、梁端转角应符合 11.3.1 条的要求;

2 铺轨后轨行区墩柱顶纵横向弹性位移应符合 11.3.6 条的要求;

3 悬臂端计算挠度不应大于悬臂构件计算跨度的 1/600;

4 车站基础沉降应符合 11.3.9 条的要求。

11.4.5 “桥-建”合一车站结构及不直接承受列车荷载的独立结构的基础等级不宜低于乙级。

11.4.6 车站主体结构、顶棚、天桥安全等级为一级,不直接承受列车荷载的独立结构安全等级宜为二级。

11.4.7 当车站不设置变形缝时,应考虑整体温度升降效应、混凝土收缩效应等不利情况。并宜对混凝土原材料、混凝土、后浇带、构造配筋、施工等进行明确要求。

11.4.8 当高架车站设置变形缝时,变形缝宽度尚应满足抗震缝宽度的要求,当高度不超过 15m 时不应小于 100mm;高度超过 15m 时,高度每增加 3m,应加宽缝宽 20mm。

11.4.9 高架车站在保证节点连接构造安全可靠的前提下,可采用装配式结构。

II 构造要求

11.4.10 高架车站结构构件的基本规定及构造规定除应满足本标准的要求外,还应符合国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的规定。

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

11.4.12 高架车站端部与高架区间相连处宜采取在端部横向边框架托梁上设置牛腿的方式，高架区间最后一跨梁宜支承在设于牛腿的支座上。也可采用高架车站边框架与区间柱墩并排的方式，两者间应设变形缝，变形缝宽度应满足 11.4.8 条及区间桥梁纵向变形的要求。

11.4.13 天桥与车站、附属用房牛腿搭接长度不应小于 $(700+0.005L)$ mm，其中 L 为天桥梁的计算跨径（单位 mm）。

III 非承重构件

11.4.14 高架车站结构上的非承重构件（包括车站建筑非承重构件和车站机电设备）应按照国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 进行抗震设计。非承重构件与车站主体结构应有可靠连接或锚固。

11.4.15 高架车站内的围护墙和隔墙与主体结构之间的间隙应满足车站结构抗震要求。

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

IV 顶棚及天桥结构

11.4.17 顶棚结构设计应符合下列规定：

- 1 结构形式可采用门式刚架、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、经济、景观、维护等因素进行综合比较选取方案；
- 2 车站顶棚结构宜采用钢结构，也可采用钢-混凝土组合结构；
- 3 顶棚结构应考虑接触网、站台屏蔽门、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；
- 4 顶棚结构应与车站结构一起进行整体结构受力分析。结构受力分析中还应考虑温度对顶棚结构的影响；
- 5 顶棚结构分段宜与下部结构一致，不宜跨缝设置顶棚结构，必须跨缝设置时，应有可靠措施；
- 6 顶棚钢结构防腐涂装设计工作年限不应少于 15 年；
- 7 顶棚钢结构耐火等级为二级，防火涂料宜根据耐火性能、景观需求等方面选取。

11.4.18 天桥结构设计应符合下列规定：

- 1 可采用钢筋混凝土结构或钢结构；
- 2 出入口结构应满足竖向振动舒适度的要求。

11.5 高架结构抗震

I 高架桥梁结构

11.5.1 高架桥梁抗震设计应符合国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的规定。

11.5.2 进行过工程场地地震安全性评价的工程，地震动参数应根据地震安全性评价结果确定。

11.5.3 高架桥梁的抗震设防分类应符合表 11.5.3 的规定。

表 11.5.3 桥梁抗震设防分类

抗震设防分类	结构类型
甲类	单跨跨度大于或等于 150m 的桥梁
乙类	除甲类以外的其他桥梁

11.5.4 高架桥梁不宜跨越断裂带。必须跨越时，基础不应设置在严重破碎带上，并采取相应措施。

11.5.5 对于抗震设计困难或抗震经济性较差的高架桥梁结构，可采用减隔震设计。当减隔震装置无规

模应用案例时，应进行专题研究、论证。下列条件下，不宜采用减隔震设计：

- 1 地震作用下，场地可能产生失效；
- 2 下部结构刚度较小，桥梁的固有周期比较长；
- 3 位于软弱场地，延长周期也不能避开地震动能量集中频段；
- 4 支座中可能出现负反力。

11.5.6 减隔震抗震分析时应考虑抗震措施与主要构件的相互影响。

11.5.7 不采用减隔震设计的桥梁结构，抗震计算应符合下列规定：

1 当计算长度与截面计算方向的尺寸之比小于 2.5 的矮墩，罕遇地震作用效应和永久作用效应组合后，应按铁路桥涵设计规范验算桥梁结构的抗弯和抗剪强度，在验算矮墩下部结构强度时，材料容许应力可采用材料强度标准值；

2 当计算长度与截面计算方向的尺寸之比大于 2.5 的墩柱，墩柱应进行罕遇地震作用下的延性设计。

11.5.8 桥梁钢筋混凝土墩柱作为延性构件设计时，其基础、盖梁、结点、支座应作为能力保护构件，墩柱的抗剪强度宜按能力保护原则设计。

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

11.5.10 对于液化场地上的桥梁，桩基础竖向承载力验算时应按规范予以折减；纵向钢筋、箍筋至少加强至液化土层底面以下 1m；并宜适当增加桩基础直径。

II 高架车站结构

11.5.11 “桥-建”分离式高架车站，高架桥梁应按照国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111、高架车站结构应按照国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909 进行抗震设计。

11.5.12 “桥-建”合一高架车站抗震性能目标应符合表 11.5.12-1 的规定，抗震设防目标不应低于表 11.5.12-2 的规定。

表 11.5.12-1 高架车站抗震性能目标

性能等级	抗震性能目标
性能要求I	地震后不破坏或轻微破坏，应能保持其正常使用功能。结构处于弹性工作阶段；不应结构的变形导致轨道的过大变形而影响行车安全。
性能要求II	地震后可破坏，经维修，短期内应能恢复其正常使用功能；结构局部进入弹塑性工作阶段。
性能要求III	地震后可产生较大破坏，但不应出现局部或整体倒塌，结构处于弹塑性工作阶段。

表 11.5.12-2 高架车站抗震设防目标

地震动水准		抗震设防目标
等级	重现期（年）	
多遇地震	100	性能要求I
设计地震	475	性能要求II
罕遇地震	2450	性能要求III

11.5.13 车站主体结构抗震设防类别为重点设防类，不直接承受列车荷载的独立结构抗震设防类别宜为标准设防类。

11.5.14 “桥-建”合一横向三柱及以上的高架车站结构应按国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909 的规定进行抗震设计。

11.5.15 “桥-建”合一横向双柱高架车站应按国家标准《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909 或

《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的规定进行抗震设计。

11.5.16 车站抗震设计时，宜计入两线各 85%列车静活载和 50%站台层人群荷载。

11.5.17 钢筋混凝土车站结构应根据设防类别、烈度、结构高度等采用不同的抗震等级，并应符合国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 中相应的计算和构造要求。抗震等级应按表 11.5.17 确定。

表 11.5.17 重点设防类钢筋混凝土车站结构抗震等级

结构类型		设防烈度		
		7		8
框架结构	高度 (m)	≤24	>24	≤24
	框架	二	一	一
	大跨框架	一	一	一

注：1 表中抗震等级已按重点设防类建筑提高一度采取抗震措施采用。标准设防类可按国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 确定；

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

3 大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架。

11.5.18 悬臂长度大于等于 2.0m 的车站结构、跨度大于 8m 的转换结构、跨度大于等于 24m 的天桥，应计算竖向地震作用。

11.6 工程材料

11.6.1 高架结构混凝土性能应根据结构类型、受力条件、使用要求、所处环境条件等确定。预应力混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 50Mpa。

11.6.2 钢筋及钢材应符合下列规定；

1 普通钢筋宜采用 HPB300、HRB400E、HRB500E。直接承受列车荷载的构件钢筋化学成分 C+Mn/6 含量 HRBE400E 不应大于 0.5%、HRBE500E 不应大于 0.52%；

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

3 高架钢结构桥梁主体结构用钢应根据最低设计温度选取满足桥梁设计要求的力学性能、工艺性能及焊接性能。

11.6.3 预应力钢筋及锚具应符合下列规定：

1 纵向预应力钢筋宜选用钢绞线。竖向预应力钢筋宜根据受力情况、张拉质量、材料性能等综合选取；

2 预应力锚具材料及性能应符合国家、行业标准的规定；

3 预应力管道应采用真空灌浆工艺，灌浆料 28 天强度不小于 50MPa，水胶比不应大于 0.33。

11.6.4 桥梁支座宜采用球形钢支座或盆式橡胶支座。

11.6.5 桥梁附属结构应根据设计工作年限和环境等级规定选择材料。

12 地下结构

12.1 一般规定

12.1.1 本章适用于采用明挖法、盖挖逆作法、矿山法、盾构法及顶管法等施工方法修建的城市轨道交通工程地下结构的设计。

12.1.2 地下结构主要设计原则和技术标准应符合下列规定：

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

2 地下结构的设计方法应按下列原则执行，并采用信息化设计；

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

2) 直接承受列车荷载的楼板等构件应按容许应力法设计，其计算及构造要求应符合标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的规定；

3 地下结构应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计，并应根据施工和使用过程中在结构上可能同时出现的作用，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荷载效应组合进行包络设计；

4 主体结构和内部结构按永久结构进行设计，并应符合下列规定：

1) 主体结构工程以及结构损坏会对运营安全有严重影响的结构工程设计工作年限不应小于 100 年，其他结构工程的设计工作年限不应小于 50 年，以上结构应根据使用环境类别进行耐久性设计；

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

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

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

5 矿山法初期支护结构应按临时结构进行设计，并仅按荷载效应的基本组合进行极限状态承载力计算，结构重要性系数应取 $\gamma_0=1.0$ ；

6 地下结构应按抗浮设防水位进行抗浮稳定性验算。施工期间抗浮安全系数不应小于 1.05，使用期间抗浮安全系数不应小于 1.1。其中，盾构隧道结构抗浮安全系数施工期间不应小于 1.1，使用期间不应小于 1.2；

7 地下结构应按场区抗震设防要求进行抗震设计；

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

9 地下结构设计应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定，地下结构中承重构件的耐火等级应为一級；

10 采用直流牵引的地下结构应根据行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术标准》CJJ/T 49 采取防止杂散电流的措施。钢结构及钢连接件应进行防锈和防腐蚀处理。

12.2 施工方法和结构选型

12.2.1 地下结构施工方法的确定应遵循以下基本原则：

1 地下结构施工方法的选择，应根据周边环境、工程地质及水文地质条件，从工程安全、质量、防水性能、环境影响、造价、工期和技术先进性等方面进行技术经济评价，且应遵循安全可靠、经济合理的原则；

2 地下车站结构以明挖法、盖挖逆作法或矿山法为主，也可采用顶管法等工法施工；

3 地下区间结构应以盾构法或矿山法施工为主，在地面空旷且隧道埋深浅的地段可采用明挖法施工；

4 与车站相邻的线路配线段，宜结合车站施工方法采用明挖法、矿山法或顶管法施工；

5 盾构区间联络通道，可采用矿山法、盾构法或顶管法施工；

6 地下结构近距离穿越或邻近既有铁路、城市轨道交通、公路、桥梁以及其他重要和敏感性建（构）筑物时，应结合上述工程的特点及其管理方要求，比选后确定适宜的施工方法及对应技术措施，必要时应进行专题论证。

12.2.2 地下结构选型应遵循以下基本原则：

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

2 车站结构型式应与相邻区间结构施工方法相适应。当区间结构采用盾构法或顶管法施工时，车站及端头井的梁柱布置以及净空尺寸应根据工程筹划安排满足相应的始发、接收、调头或过站等施工工艺的要求；

3 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。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 12.2.2 取值。

表 12.2.2 行车隧道建筑限界外的净空裕量取值（mm）

结构型式	明挖、盖挖逆作法主体结构	矿山、盾构法主体结构	顶管法主体结构	站台板构件	其他内部构件
净空裕量	50	100~150	100	0	50

注： 站台板构件的净空裕量取值为 0，仅用于站台计算长度内的站台板结构；其他内部构件指除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。

12.3 荷 载

12.3.1 作用在地下结构上的荷载或作用，可按表 12.3.1 进行分类。

表 12.3.1 荷载、作用分类

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

表 12.3.1 荷载、作用分类 (续)

分类		荷载或作用名称
永久		设备重量荷载
		地基因沉影响作用
可变	基本可变荷载或作用	地面车辆荷载及其动力作用
		轨道交通车辆荷载及其动力作用
		特种施工装备车辆及特种消防车荷载
	其他可变荷载或作用	人群荷载
		温度变化影响作用
		施工荷载
偶然		地震作用
		人防荷载

12.3.2 在确定荷载或作用的数值时,应考虑施工期间和设计工作年限内预期可能发生的变化进行最不利组合,组合及不同组合工况下的分项系数应按表 12.3.2 取值。

表 12.3.2 荷载、作用组合及不同组合工况下的荷载分项系数

组合	验算工况	永久	可变	偶然	
				地震	人防
永久+可变	构件强度计算	1.3 (1.0)	1.5 (0)		
	构件裂缝宽度验算	1.0	0.8		
	构件变形验算	1.0	0.8		
永久+可变+地震	构件强度计算	1.3 (1.0)	0.65	1.4	
永久+人防	构件强度计算	1.3 (1.0)			1.0

注: 1. 括号内的数字用于该荷载对结构作用有利时的分项系数取值;

2. 对设计使用年限为 100 年和 5 年的结构构件,构件强度计算中可变荷载分项系数,应根据《建筑结构荷载规范》GB 50009 通过结构设计使用年限的荷载调整系数对其进行调整。

12.3.3 地层压力应按下列原则进行计算:

1 竖向压力应按下列规定计算:

1) 明挖法和盖挖逆作法结构,以及矿山法车站结构、大跨度风道结构和大断面折返线等结构宜按计算截面以上全部土柱重量计算;

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

2 水平压力应按下列规定计算:

1) 施工阶段的明挖顺作法基坑支护、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在支护结构的非脱离区或给支护结构施加预应力时,应计及土体抗力的作用;

2) 施工阶段的盖挖逆作法基坑支护、暗挖逆作法边桩支护结构承受的水平土压力宜按静止土压力计算;

3) 使用阶段地下结构的水平土压力宜按静止土压力计算;

4) 主体结构应根据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;

5) 荷载计算中应计及地面荷载和破坏棱体范围的建筑物及施工机械等引起的附加水平侧压力。

12.3.4 作用在地下结构上的水压力,应根据不同的围岩条件分别按下列规定计算:

1 水压力可按静水压力计算,并应根据设防水位以及施工和使用阶段可能发生的地下水位最不利

情况，计算水压力对结构的作用；

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

12.3.5 土压力计算中，土体的抗剪强度指标应按表 12.3.5 的规定选取。

表 12.3.5 土体抗剪强度指标的选取

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

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

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

12.3.6 直接承受轨道交通车辆荷载的楼板等构件，应按车辆的实际轴重和排列计算其产生的荷载作用，并应考虑车辆的动力作用。A、B 型车辆荷载轴重及排列应按本标准第 11.2.2 条的规定执行。

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

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

12.3.9 在道路下方的结构，覆土厚度小于 1.5m 时，应根据道路通行要求，按《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；当覆土厚度大于 1.5m 时，地面车辆荷载可按 20kPa 的均布荷载取值，且不宜计冲击力的影响。

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

12.4 明挖法、盖挖逆作法结构设计

12.4.1 基坑工程设计应符合下列规定：

- 1 基坑工程设计应根据工程特点和周边环境保护要求按照表 12.4.1-1 确定基坑变形控制等级；

表 12.4.1-1 基坑变形控制等级

变形控制等级	地面最大沉降量及支护结构水平位移控制要求	周边环境条件
一级	1.地面最大沉降量 $\leq 0.15\% H$ ； 2.支护结构最大水平位移 $\leq 0.2\% H$ ，且 $\leq 30mm$	1.基坑周围0.7H范围内有重要建（构）筑物；或 2.基坑开挖深度 $\geq 16.0m$ ，且在0.7~1.0H范围内有重要建（构）筑物； 或 3.基坑开挖深度 $H \geq 20.0m$
二级	1.地面最大沉降量 $\leq 0.3\% H$ 2.支护结构最大水平位移 $\leq 0.4\% H$ ，且 $\leq 50mm$	1.基坑周围1.0~2.0H范围内有重要建（构）筑物；或 2.基坑开挖深度 $16.0m \leq H < 20.0m$
三级	1.地面最大沉降量 $\leq 0.45\% H$ ； 2.支护结构最大水平位移 $\leq 0.6\% H$ ，且 $\leq 70mm$	环境安全无特殊要求，且基坑开挖深度 $H < 16.0m$

注：1 表中 H 为基坑开挖深度；

2 周边环境重要建（构）筑物参见本标准附录 G 第 G.0.5 节给出的相关定义；

3 地面最大沉降量及支护结构水平位移控制值除了满足表中要求外，还应与基坑周边环境安全控制指标相协调，取两者较小值作为控制指标。

2 应根据基坑周边环境、开挖深度、工程地质与水文地质条件、施工场地情况等，通过技术经济比较后选择合理的支护型式。一般情况下的基坑支护结构可按表 12.4.1-2 选择；

表 12.4.1-2 基坑支护结构选型表

支护结构型式	适用条件
放坡	1. 基坑变形控制等级宜为三级； 2. 基坑开挖深度不宜大于 8.0m； 3. 地下水位低于基坑底面，或当 groundwater 高于基坑底面时，应采取降水措施
土钉墙	1. 基坑变形控制等级宜为三级； 2. 单一土钉墙基坑开挖深度不宜大于 10.0m，复合土钉墙基坑开挖深度不宜大于 15.0m； 3. 地下水位低于基坑底面，或当 groundwater 高于基坑底面时，应采取降水措施
倒挂井壁喷锚支护	1. 基坑变形控制等级宜为一级、二级、三级； 2. 适用于开挖平面尺寸较小的竖井等基坑支护； 3. 当 groundwater 高于基坑底面时，应采用降水、截水或封底等措施
SMW 工法桩	1. 基坑变形控制等级宜为三级； 2. 基坑开挖深度不宜大于 13m；
钻孔灌注桩、灌注桩、钻孔咬合桩、地下连续墙	1. 基坑变形控制等级宜为一级、二级、三级； 2. 当地下水位低于基坑底面时，宜采用排桩； 3. 当地下水位高于基坑底面时，宜采用排桩+降水、排桩+止水帷幕、钻孔咬合桩或地下连续墙

3 基坑工程应按《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 等规范确定安全等级并进行稳定性验算；

4 基坑工程地下水处理方案应进行帷幕止水和施工降水方案的技术经济及环境影响比选，当具备帷幕止水条件时宜优先选用帷幕止水方案。

12.4.2 放坡支护设计应符合下列规定：

1 土质边坡应根据周边环境情况、地质条件确定坡度和高度，坡度不宜陡于 1:0.5；坡高大于 5.0m 的土质边坡，每超过 5.0m 宜设宽 1.0m~1.5m 的过渡平台，并宜采用上陡下缓的放坡原则；

2 护坡面层宜采用钢筋网喷射混凝土，厚度不宜小于 5.0mm，混凝土强度等级不应低于 C20；钢筋网钢筋直径宜为 6mm~8mm，间距不宜大于 250mm；

3 当土质差、坡高大时，在坡面可设置插筋，垂直于坡面的插筋直径宜为 12mm~16mm，长度宜为 1.5m~2.0m，间距不宜大于 1.0m；

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

12.4.3 土钉墙支护设计应符合下列规定：

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

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

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

4 土钉墙墙面坡度宜为 1:0.2~1:0.5，一般不宜大于 1:0.1；

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

6 土钉墙对地表水的防、截、排处理措施按本章第 12.4.2 条土质边坡的相关要求执行。

12.4.4 桩墙支护结构设计应符合下列规定：

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

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

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

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

5 灌注桩设计应符合下列规定:

1) 灌注桩直径、间距应根据地质条件、施工方法、桩体受力及桩间土的稳定条件等因素确定。钻孔灌注桩桩径宜为 $600\text{ mm}\sim 1200\text{ mm}$,桩间净距宜取 $150\text{ mm}\sim 1000\text{ mm}$;

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

3) 灌注桩桩间土应根据地质情况采用喷射混凝土护壁,喷射混凝土面层厚度宜取 $50\text{ mm}\sim 100\text{ mm}$,必要时可设钢筋网或钢筋钉;

4) 设置防渗帷幕时,应根据地质条件选择合适的帷幕形式和施工工艺,防渗帷幕进入不透水层深度通过计算确定,且不小于 1.5 m 。

6 钻孔咬合桩设计应符合下列规定:

1) 钻孔咬合桩宜为钢筋混凝土灌注桩+素混凝土灌注桩组合形式;

2) 钻孔咬合桩桩径宜为 $600\text{ mm}\sim 1000\text{ mm}$,桩间咬合量宜为 $150\text{ mm}\sim 300\text{ mm}$,桩垂直度偏差应小于 0.3% ;

3) 咬合桩施工前,应沿咬合桩两侧构筑平板式导墙。导墙宜采用现浇钢筋混凝土结构,厚度不宜小于 300 mm ,导墙上预留孔径应大于咬合桩设计直径 $15\text{ mm}\sim 25\text{ mm}$,导墙预留孔两侧宽度不应小于 1.5 m ;导墙混凝土强度等级宜为 $\text{C}25$,配筋应满足构造要求。

7 地下连续墙设计应符合下列规定:

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

2) 地下连续墙槽段之间的接头宜采用锁口管柔性接头、防水接头或刚性接头;

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

4) 地下连续墙横向配筋在设置支撑处应加强,其与支撑接触部位应满足抗冲切要求;

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

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

7) 地下连续墙导墙宜采用现浇钢筋混凝土结构。导墙宜为倒L形,水平宽度宜为 0.5 m 、深度宜为 $1.0\text{ m}\sim 1.2\text{ m}$ 、厚度宜为 300 mm ;邻近道路一侧的导墙深度可采用 1.5 m 以上;对于成槽机设备有特殊要

求的,导墙水平宽度和厚度应另行确定;邻近建(构)筑物侧的导墙厚度、宽度和深度应根据要求专门设计。两侧导墙之间的净距宜大于地下连续墙墙厚度 50mm,并宜设置适当的横撑。

8 SMW 工法桩设计应符合下列规定:

- 1) 工法桩中三轴水泥土搅拌桩的直径宜采用 650mm、850mm、1000mm;内插的型钢宜采用 H 型钢;
- 2) 内插型钢的间距和平面布置形式应根据计算确定,常用的内插型钢布置形式可采用密插型、插二跳一型或插一跳一型;
- 3) 搅拌桩的入土深度宜比型钢的插入深度深 0.5m~1.0m;搅拌桩体的垂直度不应大于 1/200;
- 4) 除环境条件有特殊要求外,内插型钢宜预先采取减摩措施,并拔除回收;型钢拔出后的空隙应注浆填充。

9 冠梁设计应符合下列规定:

- 1) 桩墙顶部应设置钢筋混凝土冠梁。冠梁宽度不宜小于桩径或地下墙厚度;冠梁高度不宜小于桩径或地下墙厚度的 0.6 倍,且不宜小于 600mm;
- 2) 冠梁应按实际受力配筋,且两侧纵向钢筋最小配筋率不应小于构造配筋率。当冠梁兼做抗浮压顶梁时应进行强度验算,并应满足裂缝宽度及耐久性要求,构件最大裂缝宽度限值宜取 0.3mm。

12.4.5 支撑体系设计应满足下列要求:

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

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

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

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

5 钢筋混凝土支撑长细比不宜大于 75;当混凝土支撑纵横向水平支撑相交处未设置立柱时,支撑计算长度竖向平面内应取支撑全长,水平面内应取与支撑相交的相邻横向水平支撑中心距的 1.0 倍~1.2 倍;

6 腰梁可采用钢腰梁或现浇钢筋混凝土腰梁。腰梁在水平荷载作用下的内力和变形可根据受力条件按单跨简支梁或多跨连续梁计算;钢筋混凝土腰梁的支座弯矩,可乘以 0.8~0.9 的调幅系数,跨中弯矩应相应增加;

7 钢腰梁与支护结构应密贴,其间空隙宜采用不低于 C25 的细石混凝土填充;

8 临时立柱应按偏心受压构件计算,立柱截面上的弯矩应包括竖向荷载对立柱截面形心的偏心弯矩。立柱的受压计算长度应取各层支撑竖向间距,立柱与支撑的节点可为铰接,立柱下端伸入桩基础可为刚接。开挖过程中立柱的受压计算长度应取上一道支撑中心线至开挖面以下 5 倍立柱截面高度;

9 临时立柱的长细比不宜大于 25;

10 临时立柱柱列间宜设置剪刀撑等稳定构件;

11 临时立柱基础宜采用钻孔灌注桩,灌注桩桩径及桩长应满足承载力要求,且桩长不应小于 3.0m;

12 临时立柱宜采用钢格构或型钢结构,插入桩基的长度应根据计算确定,插入长度不宜小于 4 倍立柱截面高度。

12.4.6 锚杆设计应满足下列要求:

1 锚杆设计、施工与检测应按行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的相关规定执行;

2 锚杆的极限抗拔承载力标准值应通过抗拔试验确定，也可按公式估算，但应通过抗拔试验进行验证。

12.4.7 明挖法结构设计应符合下列规定：

1 明挖结构宜按底板支承在弹性地基上的结构计算，应根据不同支护形式、主体与支护结构的结合情况、底板下设置抗拔桩情况及施工要求确定相应的计算模型，并计入立柱和楼板的压缩变形、斜托和支座宽度的影响；

2 桩墙支护结构与主体侧墙之间宜按复合结构设计。在使用阶段，主体结构计算应考虑支护结构的作用，水压力应作用在主体结构上，土压力应由支护和主体结构共同承担，并应考虑侧墙承受最大、最小侧压力两种荷载组合，支护结构应按 100%和 50%的刚度做包络设计；

3 顶板可按纯弯构件设计，底板、楼板及侧墙应按压弯构件设计，在内力计算中应考虑施工和使用期间竖向及水平向的最不利荷载工况进行包络设计；

4 明挖结构顶、底板宜避免设置反梁，反梁设计应按《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ 02—2009 附录 C 执行；

5 抗拔桩应根据地层情况、受力大小等进行直桩、扩底桩等多种形式的技术经济比选，并应进行抗拔承载力、裂缝宽度验算，同时应满足耐久性要求。应符合行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的相关规定，进行现场原位单桩竖向抗拔静载试验及桩身完整性检测。

12.4.8 装配式结构设计应符合下列规定：

1 装配式结构设计应遵循通用化、模数化及标准化原则；

2 装配式衬砌结构宜采用钢筋混凝土结构，内部结构可采用钢筋混凝土结构、型钢混凝土组合结构及钢结构；

3 装配式衬砌结构不宜采用叠合结构；

4 装配式结构分块尺寸及接头位置应结合结构受力特性、构件生产、运输、吊运及拼装等要求确定。接头可采用柔性接头或刚性接头，接头工艺可采用干式连接或湿式连接，满足结构承载力、变形、防水性能和耐久性要求；

5 装配式结构的受力分析应满足全过程施工和使用期间各工况作用下的承载能力极限状态和正常使用极限状态计算，并根据实际受力状况及接头刚度确定合理的计算模型；

6 装配式结构施工工艺与基坑内净空尺寸及支撑体系应相互适应。

12.4.9 盖挖逆作法结构设计除应满足第 12.4.7 条的有关要求外，尚应符合下列规定：

1 盖挖逆作法结构及基坑支护结构应根据各施工步骤按增量法进行内力计算，基坑桩墙支护应按压弯构件设计；

2 宜采用永久结构柱作为中间竖向支撑构件，中间立柱可采用钢管混凝土柱或型钢柱；柱下基础宜采用桩基础，桩基础的形式应根据地层特性、受力大小进行技术经济比选后确定，可采用直桩、扩底桩等形式，桩基础宜采用后注浆技术，扩底桩优先采用全液压可视可控技术；

3 应采取严格控制施工过程中基坑支护结构与中间桩基的相对升沉的措施。施作结构底板前，相对升沉的累计值不得大于 $0.003L$ （ L 为边墙和立柱轴线间的距离），且不大于 20mm，并在结构分析中计入其影响；

4 永久结构的中间柱，平面定位允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ ，垂直度偏差宜为 $1/500$ ；在立柱的设计中应根据施工允许偏差计入偏心对承载能力的影响。立柱定位应采用施工安全快捷、技术成熟的机械定位方法。立柱就位后应及时将钻孔与柱子之间的孔隙填实；

5 钢管柱或型钢柱上柱脚与顶梁的连接宜采用端承式形式，立柱与顶梁之间的约束作用应为铰接，并应验算顶梁与立柱连接处的局部受压强度，必要时用钢筋网对局部受压区进行加固；

6 钢管柱或型钢柱下柱脚与桩基础的连接应采用插入式形式，立柱插入桩基的长度应根据计算确定，并应采取一定的构造措施，插入长度不宜小于 2 倍立柱截面高度或直径。立柱与桩基础之间的约束

作用应为刚接；

7 端承式柱脚宜在钢管混凝土内配置竖向短钢筋笼，分别锚入钢管混凝土及纵梁结构内，锚固长度不宜小于 $35d$ ，并按配有竖向钢筋笼的钢管混凝土进行局部受压承载力计算，钢筋笼配筋率不宜小于构造配筋率；

8 钢管柱或型钢柱与中楼板梁的连接节点设计应满足梁端的剪力传递和弯矩传递要求，连接形式宜采用环形牛腿+双梁的结构形式；

9 立柱计算长度应根据施工过程和使用阶段各层结构对柱子的约束情况及柱身的实际工作状态确定，并按无侧限框架及上、下柱脚的约束条件确定各项长度系数；

10 中间立柱桩基础应符合行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的规定，进行现场原位单桩竖向抗压静载试验，并应对桩身完整性逐根进行检查。桩基础的垂直承载能力宜根据理论计算和现场原位静载试验结果按变形要求进行修正。

12.5 矿山法结构设计

12.5.1 矿山法结构选型应符合下列规定：

1 矿山法结构宜采用封闭的圆顺曲线形结构型式，侧墙可采用曲墙或直墙型式，底板可采用平底板或仰拱型式，在无条件起拱等特殊情况下也可采用平顶结构；

2 矿山法结构应采用复合式衬砌型式，并应在内外层衬砌之间铺设全包防水层。初期支护宜采用钢拱架喷射混凝土，二次衬砌宜采用模筑钢筋混凝土。

12.5.2 矿山法隧道施工方法的确定应符合下列规定：

1 应根据工程地质及水文地质条件、断面大小、埋置深度、环境条件等，并考虑安全、工期、经济等因素选择合适的隧道施工方法，遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”的基本原则；

2 应根据场地的工程地质条件、环境情况及结构断面大小，采用全断面法、台阶法、中隔壁法、交叉中隔壁法、双侧壁导坑法、中洞法、侧洞法、柱洞法施工、洞桩（柱）逆作法、一次扣拱法或棚盖暗作法施工；

3 矿山法隧道施工应在无地下水的条件下进行，当地下水位较高且降水实施困难时，应采取止水或降水结合等有效地下水处理措施；

4 矿山法隧道施工应根据具体情况采用一种或几种施工辅助措施，可选择的辅助措施有超前小导管支护、管棚支护、锁脚锚管、临时仰拱、掌子面喷射混凝土封闭、地层注浆加固等。

12.5.3 矿山法结构设计计算应符合下列规定：

1 矿山法结构设计应以理论计算为基础，结合工程类比法确定结构设计参数，并采用信息化设计，根据现场监控量测反馈信息，经分析及时调整设计参数；

2 初期支护应按承受施工期间全部荷载的承载结构设计，有类似成熟经验或成功案例时，其设计参数以工程类比法为主确定；当无经验可以类比及超浅埋、大跨度、围岩或环境条件复杂、形式特殊的结构，宜通过理论计算进行检算；

3 二次衬砌应按承受使用期间全部荷载的承载结构设计，并按“荷载—结构”模型进行结构内力和变形计算分析，根据受力和构造要求配置钢筋，最小配筋率不得小于构造配筋率；

4 初期支护或二次衬砌在施工过程中受力体系、荷载形式等有变化时，应根据构件的施作顺序及受力条件，按结构的实际受载过程进行分析，考虑结构体系变形的连续性；

5 车站结构、复杂大断面区间或风道结构，宜进行必要的数值模拟分析。

12.5.4 初期支护的设计应符合下列规定：

1 初期支护厚度宜根据隧道分部开挖断面的大小控制在 $250\text{mm} \sim 350\text{mm}$ 之间；

2 初期支护中的钢拱架宜选用钢筋格栅，临时仰拱或中隔壁也可采用型钢拱架；钢拱架间距可采

用 0.5m~1.0m, 钢筋格栅的主筋直径不宜小于 18mm, 附属钢筋直径宜采用 8mm~14mm;

3 初期支护厚度不大于 300mm 时, 宜在其迎土侧设置单层钢筋网片; 初期支护厚度大于 300mm 时, 可在其内外侧设置双层钢筋网片; 钢筋网应采用直径 6mm~8mm 的钢筋焊接而成, 钢筋间距宜为 150mm~250mm, 钢筋网搭接长度宜为 1~2 个网眼;

4 钢拱架之间内外应设置纵向钢拉杆, 钢拉杆钢筋直径宜为 20mm~22mm, 环向间距宜为 1.0m; 考虑隧道纵向刚度和变形影响时, 纵向钢拉杆宜适当加强;

5 初期支护各分段间应采用可靠的连接, 连接节点的设置应符合下列规定:

1) 节点位置应与施工开挖方法和步序相结合, 先期施工的导洞钢架节点应考虑到与后期施工导洞钢架节点的衔接;

2) 节点位置宜避开受力较大的部位;

3) 每段钢架长度和重量应方便现场施工, 其长度一般宜控制在 2.0m~4.0m;

4) 具备施工条件时, 宜将相邻环钢架的节点位置错开布置。

12.5.5 初期支护施作完毕后, 应及时进行初期支护背后回填注浆, 根据地层变形情况, 必要时尚应进行二次补强注浆。二次衬砌混凝土达到设计强度的 75%后, 应对防水层和二衬之间的空隙进行回填注浆。

12.5.6 施工辅助措施设计应符合下列规定:

1 超前小导管支护设计应符合下列规定:

1) 一般情况下隧道开挖时拱部宜设置单层超前小导管支护;

2) 小导管环向布设范围应根据地层和环境条件确定, 一般宜为拱部 120°范围, 环向间距宜为 200mm~400mm; 每一榀一打时, 导管长度宜为 1.5m~2.0m; 每两榀一打时, 导管长度宜为 2.5m~3.0m; 打设仰角宜为 10°~20°, 搭接长度不小于 1.0m;

3) 小导管钢管直径应根据地层条件选择, 宜为 $\phi 25\text{mm} \sim \phi 42\text{mm}$; 管头宜加工成 25°~35°椎体, 管壁应有注浆孔, 孔径宜为 6mm~10mm, 孔距宜为 100mm~200mm, 梅花形布置;

4) 应根据隧道所处的地层条件确定小导管是否注浆、浆液种类、注浆压力等, 并宜通过现场注浆试验验证。

2 超前管棚支护设计应符合下列规定:

1) 在隧道开挖断面较大、埋深浅, 且所处地层软弱、自稳能力差; 下穿重要环境设施; 大断面暗挖转体进洞开挖等情况下, 宜在隧道拱部设置超前管棚支护;

2) 管棚宜采用 $\phi 108\text{mm} \sim \phi 159\text{mm}$ 的钢管, 环向间距不宜大于 500mm, 管内灌注水泥砂浆;

3) 超前管棚施作应采用非开挖技术, 在设备精度、施工条件允许时, 宜采用一次性打设技术。

3 锁脚锚管设计应符合下列规定:

1) 隧道开挖过程中, 为控制初支钢拱架下沉, 应在钢拱架两侧打设锁脚锚管;

2) 锁脚锚管长度宜为 2.0m~3.0m, 打设水平夹角宜为 40°~50°。

4 位于卵砾石地层中的隧道, 不宜设置超前管棚, 超前小导管长度也不宜超过 2.0m。当超前小导管打设有困难时, 宜减小隧道开挖步距, 加密格栅间距;

5 超前深孔注浆设计应符合下列规定:

1) 注浆材料应根据地层特性进行选择, 优先选用无收缩、低污染的环保材料;

2) 注浆设计应区分地层加固注浆和止水注浆, 加固注浆加固厚度不宜小于 2.0m, 开挖轮廓线外部止水注浆帷幕的厚度不宜小于 3.0m;

3) 注浆设计应遵循“因地制宜、动态调整”的原则, 施工前应进行现场注浆材料、压力、工艺等试验, 确定设计参数的合理性。

12.5.7 洞桩(柱)逆作法结构设计及受力分析、施工技术要求等除应满足本标准第 12.4.9 条盖挖逆作法结构设计的基本原则和相关技术要求外, 尚应符合下列基本规定:

1 洞桩（柱）逆作法的边桩宜为钻孔灌注桩，中间立柱宜采用钢管混凝土柱，边桩和中间立柱基础宜采用桩基础；

2 上导洞净空尺寸应根据边桩、中间钢管柱和顶纵梁的作业空间要求确定，一般情况下导洞净宽不宜大于 5.0m；

3 在满足隧道开挖引起的地面沉降要求的情况下，洞桩（柱）逆作法结构宜浅埋；

4 中间立柱下采用桩基础时，桩基础的设计应按本标准第 12.4.9 条的相关规定执行；

5 边桩应按临时构件设计，满足施工过程的承载力和变形要求。当其直接嵌入土中时，尚应通过竖向承载力和稳定性计算确定其入土深度；

6 应采取可靠措施控制边跨拱部初期支护架设过程中的稳定性，在不破坏小导洞初期支护的情况下，导洞内外初支的对接应连续且措施可靠，确保拱部初支一端稳定支承于边桩冠梁上、另一端稳定支承于中柱顶纵梁上；

7 应在各跨拱部初期支护架设完成后，方可破除上导洞初期支护及浇筑各跨拱部二次衬砌，并采取可靠措施确保拱部二次衬砌形成前结构体系整体的稳定性。

12.5.8 一次扣拱法结构设计应符合下列规定：

1 应根据框架结构边跨的形式和跨度确定上、下导洞的形式和大小，上导洞的拱部应与边跨结构的拱部相拟合，下导洞的底部应与边跨结构的底部相拟合，导洞高度应满足洞内施工作业的要求；

2 上、下导洞应根据地层条件、埋深、断面大小及地面沉降要求，结合一次扣拱法施工工艺等因素确定施工方法，宜采用中隔壁法或双侧壁导坑法施工；

3 边桩应按临时构件设计，满足施工过程的极限承载力要求；

4 边桩与顶拱和底板结构之间的连接宜采用铰接型式。

12.5.9 矿山法车站钢管混凝土柱设计应符合下列规定：

1 钢管柱上柱脚与顶纵梁的连接、下柱脚与底纵梁或条形基础的连接均宜采用端承式形式，柱与结构之间的约束作用应为铰接；钢管柱下柱脚与桩基础的连接应采用插入式形式，柱与桩基础之间的约束作用应为刚接；

2 钢管混凝土柱上、下柱脚及与中楼板梁的连接节点设计应符合本章第 12.4.9 条的相关规定；

3 应严格控制钢管柱的就位精度，允许偏差标准及设计计算应满足本章第 12.4.9 条第 4 款的要求；

4 矿山法车站钢管混凝土柱计算长度的确定应符合下列基本原则：

1) 中洞法、侧洞法、柱洞法钢管混凝土柱计算长度应根据施工过程楼板施作的情况，取施工过程中和使用期间最不利工况下的计算长度；

2) 洞桩（柱）逆作法、一次扣拱法当钢管混凝土柱无水平约束措施时，其计算长度应取顶纵梁底至基础顶之间的距离。

5 钢管柱的接长宜采用法兰连接，钢管混凝土内宜设置通长的构造钢筋，钢筋数量可取柱脚与纵梁结构连接钢筋的 1/2。

12.6 盾构法结构设计

12.6.1 盾构法隧道设计应符合以下基本原则：

1 隧道应选择适宜盾构掘进的地层，应避免穿越含有较大漂石的卵砾石地层，当必须穿越时，应有充分的理由和可靠的工程措施。在连续分布的大漂石地层中不宜采用盾构法施工；

2 隧道覆土厚度及近距离隧道之间的间距等设计参数应综合考虑地质和环境条件等因素后确定，并应符合下列规定。当受条件限制不能满足时，应采取相应的措施减小不利影响：

1) 隧道覆土厚度不宜小于 1.5D（D 为隧道的外径），困难情况下单线隧道不宜小于 1.0D，双线隧道不宜小于 10 m；

2) 下穿水域的盾构法隧道在考虑冲刷深度等不利因素后的最小覆土厚度不宜小于 1.0D；

3) 并行隧道间的净距以及隧道与地下障碍物的净距不宜小于 $1.0D$;

4) 叠落隧道净距应根据工程地质、盾构重量、推力及施工顺序进行专项分析后确定。

3 盾构掘进时应对管片背后进行同步注浆, 并应及时填充管片结构与围岩之间的空隙。同步注浆材料宜选择缓凝无机材料, 且注浆材料凝结固化时具有低收缩特性;

4 盾构区间联络通道的设计除应满足防灾安全疏散的要求外, 还应根据工程地质和水位地质条件、周边环境情况合理确定通道的位置, 并应选择适宜的地层加固措施和隧道开挖方法, 必要时应采取地层降水、洞内支撑等辅助措施; 联络通道两侧的正洞隧道应设置加强衬砌段。

12.6.2 隧道管片设计应符合下列规定:

1 在满足工程使用、结构受力及防水要求的前提下, 隧道宜采用单层装配式钢筋混凝土衬砌, 并宜错缝拼装;

2 联络通道等区段的特殊环管片, 宜采用钢筋混凝土管片, 特殊环钢筋混凝土管片应进行专门的加强设计。特殊环管片也可采用钢管片或钢-钢筋混凝土复合管片, 钢管片及钢-钢筋混凝土复合管片应采取防腐蚀和防火措施;

3 隧道管片衬砌可采用标准环与楔形环不同组合下的普通环衬砌形式, 也可采用单一楔形环的通用环衬砌形式;

4 确定衬砌环楔形量时应考虑线路最小曲线半径、衬砌环类型、衬砌环排版方式、曲线拟合误差等因素, 并留有一定的裕量;

5 管片衬砌环宜采用板式结构, 其厚度应根据隧道的埋深情况、隧道直径、正常使用受力情况以及施工期间的荷载作用等因素确定, 宜控制在 $0.05D \sim 0.06D$;

6 管片衬砌环宽度应根据隧道最小曲线半径、隧道直径、管片制作、运输、拼装工艺以及盾构推进千斤顶行程等因素综合确定, 单线隧道环宽可采用 $1.2\text{m} \sim 1.5\text{m}$, 双线隧道环宽可采用 $1.5\text{m} \sim 2.0\text{m}$;

7 衬砌环可由数块标准块、两块邻接块和一块封顶块组成, 分块方式应根据管片制作、运输、盾构设备、施工方法和受力等要求确定;

8 封顶块宜采用先环向顶入并搭接部分环宽、后纵向插入的拼装方式, 纵向搭接长度应根据管片衬砌几何尺寸和分块、封顶块接头角度和插入角度、盾构千斤顶行程等因素确定, 宜取 $1/3 \sim 2/3$ 倍环宽尺寸。封顶块接头角度和插入角度应根据衬砌环受力、管片拼装方式、盾构设备及管片生产条件等因素综合确定;

9 管片内弧面中心位置应预埋壁后注浆预埋件, 注浆预埋件应带逆止阀装置, 其迎土面应保留不小于 40mm 的素混凝土。注浆前凿穿注浆孔时不得影响邻近钢筋的保护层厚度;

10 管片上各种预留孔洞的形状、尺寸与角度应满足制作、后续施工作业的要求, 应避免造成脱模时损坏管片或螺栓安装困难;

11 管片配筋应符合以下规定:

1) 管片主筋及分布筋最大间距不宜大于 200mm , 管片内外层钢筋之间应设置拉筋, 拉筋直径不宜小于 8mm , 间距不宜大于 300mm ;

2) 在管片手孔周围应设置加强筋, 在螺栓孔、预留孔洞、吊装孔预埋件等部位宜设置螺旋加强筋。吊装孔预埋件抗拔承载力不应小于 5 倍的管片自重。

12 钢筋混凝土管片应采用高精度钢模制作, 管片制作和拼装精度应符合国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 的相关规定。

12.6.3 管片接头设计应符合下列规定:

1 管片接头设计应满足结构受力、接头防水、耐久性及管片拼装施工工艺的要求;

2 管片接头可选用斜螺栓、弯螺栓、直螺栓或新型连接件连接。螺栓、螺母和垫圈等钢构件应采取防腐蚀措施;

3 管片接头边缘应采取倒角、退缩等构造措施, 应避免因应力集中造成损坏;

4 管片厚度不小于 350mm 时,可在接头设置凹凸榫。

12.6.4 盾构法隧道计算应符合下列规定:

1 结构计算时应分别选取隧道顶覆土最厚(薄)、水压力最大(小)、存在超载或偏压等不利工况进行横断面内力计算,并按各荷载工况的内力包络图或分区段进行截面设计;

2 盾构隧道的计算模型应根据地层情况,衬砌的构造特点以及施工工艺等确定,并应考虑管片与地层之间的共同作用以及管片接头刚度的影响;

3 横断面方向管片结构计算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;

4 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;

5 采用梁-弹簧模型时,环向接头可采用回转弹簧模拟,环间接头可采用剪切弹簧模拟,弹簧的刚度一般由试验或经验确定;

6 管片结构与地层间的相互作用可采用假定抗力法或地基弹簧法进行模拟;

1) 假定抗力法:假定地层水平抗力在衬砌环水平直径处达到最大,并在上下 45°中心角范围内呈三角形分布,地层水平抗力与衬砌向地层内的水平位移成正比;

2) 地基弹簧法:一般情况下宜采用局部弹簧模式,即在隧道拱顶 90°范围以外设置地层弹簧,地层弹簧不允许受拉,弹簧刚度依据地层基床系数和弹簧所代表的地基面积确定。

7 遇下列情况时,还应对隧道纵向强度和变形进行计算;

1) 覆土厚度或地层沿隧道纵向有较大变化时;

2) 穿越重要建、构筑物或直接承受较大局部荷载时;

3) 地基沿纵向产生不均匀沉降时;

4) 位于不利地层中的隧道承受地震作用时。

8 盾构法隧道衬砌结构应按荷载效应准永久组合进行变形验算,其直径变形量错缝拼装不应大于 2%D、通缝拼装不应大于 3%D,接缝张开量不应大于 4mm,且小于管片接头密封垫允许张开值。

12.6.5 管片接头计算应符合下列规定:

1 管片接头计算内容应包括接头张开量计算及连接件强度检算等内容;

2 钢筋混凝土管片的环向螺栓应按照国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 矩形截面偏心受压构件的承载能力极限状态计算。管片的环向螺栓可采用以管片边缘为回转中心的模型计算螺栓应力;

3 钢筋混凝土管片应检算纵向螺栓的抗拉及抗剪强度;

4 在进行管片螺栓连接处手孔形式设计时,对螺栓连接处混凝土环肋、端肋结构,应按照国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 进行抗剪和抗冲切承载力计算。

12.6.6 钢管片设计应符合下列规定:

1 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,并符合国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的相关规定;

2 钢管片各钢构件厚度及焊缝高度等参数应通过计算确定;

3 钢管片接头宜采用高强度螺栓连接,设计应通过接头计算确定合适的螺栓、配套螺母和垫圈;

4 应对钢管片接头面板(包括环板和端板)的抗压强度、抗剪强度、局部稳定性进行检算;

5 钢管片表面应除锈并进行防腐蚀处理。施工完成前宜在钢管片格腔内灌注混凝土,钢管片外露部分应作加强防腐蚀及防火处理;

6 钢管片尺寸及加工精度应与混凝土管片相同。

12.6.7 盾构工作井(竖井)设计应满足下列规定:

1 盾构隧道宜利用车站端头作为盾构工作井,工作井结构设计时应满足盾构始发、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;

2 盾构进出工作井洞口处,应设置洞口密封止水环,在管片与工作井井壁间应设置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;

3 盾构工作井结构尚应考虑盾构始发时的反力对井壁及内部构件的影响。

12.6.8 盾构始发、接收设计应符合下列规定:

1 盾构始发或接收前,应对洞门外土体进行预加固,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、盾构类型、覆土厚度、周围环境等因素确定;

2 应通过技术经济分析,因地制宜的选择加固方法,可采用的地层加固方法有高压旋喷、深层搅拌、混凝土素桩、注浆等;

3 通常情况下,加固体宽度宜为隧道周围上、下、左、右各 3.0m;在含水地层,盾构始发区加固体长度宜为 1.0 倍的盾构长度,接收区宜为 1.0 倍的盾构主机长度加 2.0m;在无水地层(砂卵石地层除外),盾构始发和接收区加固体长度宜为 0.5~1.0 倍的盾构长度;高水压地层宜采用钢套筒始发接收,土体纵向加固长度 3m。加固体强度应到达 0.5 MPa~0.8MPa,有止水要求时渗透系数不应大于 $1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 。

12.6.9 两条平行隧道之间净距小于 1.0D 或上下叠落等小净距隧道设计应符合下列基本原则:

1 应综合考虑工程地质及水文地质条件、周围环境情况、隧道净距、施工顺序、工程造价等因素,对因近距离盾构掘进产生的相互影响应采取适当的保护措施;

2 小净距隧道结构设计时,应对相邻隧道的施工影响进行计算分析,必要时可对管片配筋、接头螺栓等设计参数作适当加强;

3 当隧道近距离上下平行叠落时,应通过技术经济对比,确定隧道的先后掘进顺序及对应的措施。

12.6.10 盾构选型应符合下列规定:

1 当盾构掘进区段内不存在大漂石、高水压等不良地质时,应选用土压平衡盾构,可通过向开挖面添加泥浆或泡沫等措施改善碴土的流动性;

2 当盾构掘进区段为厚度较大的砂、卵石层且地下水压力大或需要精确控制开挖面压力时,可采用泥水平衡盾构;

3 当盾构掘进区段内地层强度或开挖面稳定性差异较大,如长距离的岩土混合地层时,宜采用复合式盾构;

4 盾构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。

12.7 顶管法结构设计

12.7.1 顶管法隧道设计应符合以下基本原则:

1 顶管法隧道可在淤泥质黏土、粉土及砂土中顶进,不宜在土层软硬明显的界面上长距离顶进;

2 隧道覆土厚度及邻近隧道间距参数应综合考虑结构尺寸、工程地质和环境条件等因素后确定;

3 隧道结构与既有地下管线等地下建(构)筑物的净距应通过受力及沉降分析确定;

4 钢筋混凝土顶管结构的混凝土强度等级不宜低于 C50,抗渗等级不应低于 P8。

12.7.2 顶管法隧道管节结构设计应符合下列规定:

1 管节结构宜采用预制的钢筋混凝土单层衬砌结构,结构断面型式采用矩形、类矩形或圆形;

2 管节结构应分节顶进,分节长度应根据结构断面尺寸、地层情况、顶进要求、吊装及运输能力等因素确定。

12.7.3 顶管法隧道结构计算应符合下列规定:

1 应根据结构所处工程地质、水文地质、埋深和环境等条件,对结构横断面进行承载能力极限状

态和正常使用极限状态计算，并根据实际受力状况及接头刚度确定合理的计算模型；

- 2 应对管节传力面最大允许顶力进行验算；
- 3 应根据顶管施工阶段最大顶力要求，对顶管工作井后靠结构的承载力和土体稳定进行计算分析；
- 4 管节结构采用分块预制拼装型式时，应进行包含接头张开量及连接件强度等在内的接头计算；
- 5 隧道覆土、地层情况及局部受力有较大变化时，还应应对隧道纵向强度和变形进行计算；

12.7.4 顶管法隧道结构构造应符合下列规定：

- 1 管节结构间宜采用柔性接头，并应满足接缝防水和纵向力的传递要求；
- 2 管节结构应根据施工工艺和沉降控制要求预留注浆孔和吊装孔；
- 3 顶进施工期间结构外壁应注入减阻泥浆，顶进结束后应置换减阻泥浆，置换泥浆可选用水泥单液浆或双液浆。

12.7.5 应根据施工工艺设置顶管法结构始发和接收工作井，并根据地层情况及受力要求采取端头及后背土体加固措施。

12.8 地下结构抗震设计

12.8.1 本节适用于北京市城市轨道交通地下结构工程的抗震设计。

12.8.2 地下结构抗震设计应符合下列规定：

1 抗震设防类别的划分应符合《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的规定，除个别重要工程外，地下结构应划为重点设防类（乙类建筑）；

2 地下结构抗震设计应达到以下抗震设防目标：

1) 当遭受低于本工程抗震设防烈度的多遇地震 E1 影响时，地下结构不损坏，对周围环境和轨道交通运营无影响；

2) 当遭受相当于本工程抗震设防烈度的设计地震 E2 影响时，地下结构不损坏或仅需对非重要结构部位进行一般修理，对周围环境影响轻微，不影响正常运营；

3) 当遭受高于本工程抗震设防烈度的罕遇地震 E3（高于设防烈度 1 度）影响时，地下结构主要结构体系不发生严重破坏且便于修复，无重大人员伤亡，对周围环境不产生严重影响，修复后可正常运营。

3 地下结构应采用工程地震安全性评价报告建议的地震动参数和中国地震动参数区划图规定的地震动参数两者取大值进行抗震设计。同时，地表水平峰值加速度不应小于表 12.8.2-1 中的数值，地表水平峰值位移不应小于表 12.8.2-2 的数值；

表 12.8.2-1 地表水平峰值加速度表 (m/s^2)

设防烈度	7 度	8 度
设计地震 E2	0.10 (0.15) g	0.20 (0.30) g
罕遇地震 E3	0.22 (0.31) g	0.40 (0.51) g

表 12.8.2-2 地表水平峰值位移表 (m)

设防烈度	7 度	8 度
设计地震 E2	0.07 (0.10)	0.13 (0.20)
罕遇地震 E3	0.15 (0.21)	0.27 (0.35)

4 地下结构的抗震等级应符合下列规定：

- 1) 地下车站主体建筑结构设防烈度 7 度时应为三级，设防烈度 8 度时应为二级；
- 2) 地下车站出入口通道、风道等附属建筑结构及区间隧道的抗震等级应为三级；
- 3) 当地下结构与地面建筑物合建时，其抗震等级不应小于上部建筑物的抗震等级。

12.8.3 地下结构所处的场地和地基的选择应符合下列规定：

- 1 选线时应结合工程的特点并根据地震安全性评价报告，对沿线场地做出对抗震有利、不利地段的划分和综合评价；
- 2 线位、站位的选择应避开抗震不利地段，当无法避开时应采取有效的抗震措施；
- 3 同一结构单元的基础不宜设置在性质截然不同或差异显著的地基上；
- 4 地基为软弱粘性土、新近填土或严重不均匀土时，应估计地震时地基不均匀变形产生的不利影响，并应采取相应的措施；
- 5 地基为液化土时，需估计地震时地基承载力变化和地基变形产生的不利影响，核实结构内力及抗浮稳定性，并应采取相应的处理措施。

12.8.4 地下结构的结构体系应符合下列规定：

- 1 地下结构的体形及结构布置宜规则、对称，结构质量及刚度宜均匀分布、避免突变；
- 2 体形不规则的地下结构，宜结合使用功能要求合理设置结构变形缝，形成较规则的结构单元；
- 3 结构体系及结构构件应具备良好的延性和变形能力；
- 4 对重要的结构节点及可能出现的薄弱部位应采取针对性措施提高其抗震能力。

12.8.5 地下结构的抗震计算分析应符合以下规定：

1 地下结构应进行设计地震 E2 作用下的内力和变形分析，此时可假定结构与构件处于弹性工作状态，内力和变形分析可采用反应位移法、反应加速度法、惯性力法或时程分析法。采用惯性力法计算地下结构地震反应时，应符合国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 中关于静力法的规定；对于变形分析，矩形断面结构应采用层间位移角作为指标，对钢筋混凝土结构层间位移角限值宜取 $1/550$ ；圆形断面结构应采用直径变形率作为指标，地震作用产生的直径变形率应小于规定的限值；

2 地下结构应进行罕遇地震 E3 作用下的变形分析，此时应假定结构与构件处于弹塑性工作状态；矩形断面结构应采用层间位移角作为指标，对钢筋混凝土结构层间位移角限值宜取 $1/250$ ；圆形断面结构应采用直径变形率作为指标，地震作用产生的直径变形率应小于规定的限值；

3 地下结构的抗震计算模型应能较客观地反映结构的实际受力状况以及结构与周边地层的相互作用，计算方法应与地下结构的型式、体量和特点相适宜；

4 沿纵向结构型式连续、规则、横断面构造变化不大的地下结构应按平面荷载结构模型进行横向水平地震反应计算，计算方法可采用反应位移法或反应加速度法；

5 遇到下列情况时，地下结构应按空间地层结构模型进行地震反应计算，计算方法应采用时程分析法：

- 1) 地下结构与地面建（构）筑物合建或结构上部局部有建（构）筑物；
- 2) 沿结构纵向土层分布有显著差异；
- 3) 结构体系复杂、体形不规则以及结构断面变化较大；
- 4) 地下结构紧贴或近距离下穿既有轨道交通建筑物；
- 5) 地下结构与其他建（构）筑物结构相连且未设变形缝。

6 地下车站除应进行水平地震作用计算外，设防烈度为 8 度且存在以下情形时尚宜计及竖向地震作用：

- 1) 体形不规则的车站；
- 2) 大跨度结构或浅埋大断面隧道；
- 3) 在顶板、楼板上开有较大孔洞，形成大跨悬臂构件；
- 4) 横断面显著不对称结构；
- 5) 竖向地震作用效应显著的结构；
- 6) 邻近发震断裂。

12.8.6 地下车站及区间隧道采用反应位移法计算横向地震反应时，应符合以下规定：

1 应采用荷载结构模型,地下车站或区间隧道结构采用梁单元模拟,周边地层对结构的支承及与结构的动态相互作用采用地层弹簧模拟;

2 计算时应考虑的水平地震作用包括地层反应变形、结构惯性力和周边地层剪力。

1) 地层反应变形可通过假定地层变位法(参见图 12.8.6)或一维地层反应分析法求得。已进行场地地震安全性评价的,应采用评价报告得到的地层位移随深度的变化关系;

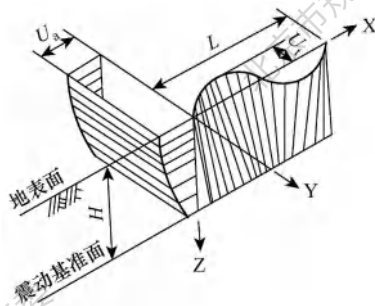


图 12.8.6 假定地层变位法地层沿深度及水平方向的变形模式

U_0 —地表峰值水平位移; H —覆盖层厚度; U_1 —纵向地层水平位移; L —波长

2) 结构顶板相对于底板的相对位移可通过在计算模型中相应地层弹簧上施加强制位移的方式作用于结构上,也可将地层强制位移转化为等效荷载作用于结构上;

3) 结构惯性力可通过将结构构件的质量乘以最大水平加速度求得,惯性力的作用点为各构件的形心;

4) 周边地层剪力可通过假定地层变位法或一维地层反应分析法求得。

3 采用纵梁-柱体系的地下结构应按等代框架法进行地震反应分析,即中柱应按真实截面尺寸建模,其他构件截面宽度应取纵梁相邻跨度各一半之和;

4 竖向地震作用可通过将覆土产生的竖向惯性力作用于结构顶板考虑,竖向地震峰值加速度可取为水平峰值加速度的 2/3。

12.8.7 区间隧道采用反应位移法计算纵向地震反应时,应符合规定:

1 区间隧道结构宜简化为梁单元,周边地层对隧道的支承及与隧道的动态相互作用宜采用地层弹簧模拟,地层沿隧道纵向的反应变形可采用强制变形的方式施加于地层弹簧上;

2 可假定地层沿隧道纵向的反应变形按正弦规律变化,见图 12.8.6。

12.8.8 地下结构采用反应加速度法计算横向地震反应时,应符合以下规定:

1 土体采用平面应变单元、结构采用梁单元进行有限元建模;

2 土层和地下结构根据其所在位置施加相应的水平加速度,水平加速度应取地下结构顶底板位置处土层发生最大相对位移时刻土层土单元水平加速度;当土层复杂,结构深度位置土层性质和土层的刚度参数差别较大时,土层和地下结构宜根据其所在位置施加相应的水平有效惯性加速度。

3 土体单元的剪切模量可取对应地震动水准的一维土层地震反应分析得到的等效剪切模量。

12.8.9 地下结构采用时程分析法计算地震反应时,应符合以下规定:

1 宜采用地层-结构模型按平面应变问题计算分析,当需要考虑地下结构空间动力效应及地层条件的空间差异时,宜采用三维模型计算分析;

2 计算模型上面边界取至地表,侧面人工边界距地下结构水平距离不宜小于 3 倍结构宽度,底面人工边界宜取至震动基准面。震动基准面可取基岩面;当基岩面较深时,应按《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 及本标准第 12.8.6 条的规定确定覆盖层厚度。震动基准面距地下结构底板竖向距离不宜小于结构高度;

3 侧面人工边界宜模拟为粘弹性边界或自由场边界,底面人工边界宜模拟为可输入地震波的固定边界;

4 地震动输入宜采用地震加速度时程输入。地震动输入时,应按场地类别和设计地震分组选用不少于两组实际强震记录和一组由地震安全性评价报告提供的加速度时程曲线。

12.8.10 地震作用效应与其他荷载效应的组合,结构构件抗震承载力调整应符合国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 第 5.4 节的规定。

12.8.11 地下结构的抗震构造应符合下列要求:

1 地下结构宜采用现浇钢筋混凝土结构。预制装配式结构构件应采用可靠连接;

2 框架梁、框架柱应根据抗震等级的不同按国际标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 采用抗震构造措施;

3 框架柱设计尚应符合下列要求:

1) 柱截面宜采用对称配筋型式,柱主筋间距不宜大于 200mm;

2) 柱截面最小总配筋率,抗震等级一级时不宜小于 1.2%,二级时不宜小于 1.0%,三级时不宜小于 0.8%;

3) 框架柱轴压比,抗震等级一级时不宜大于 0.65,二级时不宜大于 0.75,三级时不宜大于 0.85;对于单柱车站,轴压比宜分别减小 0.05;

4) 中墙与顶板、中间楼板及底板连接处的箍筋应加密,其范围和构造与框架柱相同;

5) 对于柱净高与截面短边长度(或直径)之比不大于 4 的柱,柱全高范围内均应加密箍筋且箍筋间距不应大于 100mm。

4 框架梁宽度大于框架柱宽度时,梁柱节点区柱宽以外部分应设梁箍筋;

5 梁柱节点区混凝土强度等级宜优先采用梁、柱混凝土等级中较高的,当框架柱混凝土强度等级高于框架梁两级以上,且梁柱节点区混凝土强度等级与框架梁相同时,应对核心区承载力进行验算,必要时应设芯柱加强;

6 当地下结构采用纵梁体系时,结构板及侧墙端部应设箍筋加密区,箍筋加密区构造要求应与框架梁相同;

7 车站楼板洞口的布置宜使结构质量和刚度的分布较均匀、对称,宜避免局部突变,较大孔洞周围应设置满足构造要求的边梁或暗梁;

8 内部结构的抗震构造可按国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的规定执行。

12.9 地下结构的耐久性要求

12.9.1 地下结构耐久性设计应执行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的相关要求。

12.9.2 北京地区环境对地下钢筋混凝土构件的作用应包括混凝土碳化引起内部钢筋的锈蚀(I:一般环境)、寒冷环境对混凝土的冻融损伤(II:冻融环境)、氯离子引起的钢筋锈蚀(IV:除冰盐等其他氯化物环境)及地下水、土对混凝土的化学腐蚀作用(V:化学侵蚀环境)。具体的环境类别和作用等级可按表 12.9.2 确定。

表 12.9.2 地下钢筋混凝土结构的环境分类及作用等级

环境类别	名称	作用等级	环境条件	结构构件示例
I	一般环境	I-A	洞内干燥环境	常年干燥、低湿度环境中室内构件，包括中楼板、中间立柱、中间隔墙、站台板、内部楼梯等
		I-B	洞内潮湿环境	顶板、底板、侧墙等构件的背土侧
			长期湿润环境	长期与水或湿润土体接触的构件，指顶板、底板、侧墙等构件的迎土侧
		I-C	干湿交替环境	处于地下水位变动区，且壁厚小于 300mm 的构件。例如：壁厚小于 300mm 的矿山法隧道，出地面段顶板、侧墙、底板等构件
II	冻融环境	II-C	无盐环境，混凝土中度饱水	处于 0.8m 冰冻线以上的顶板、侧墙、底板等构件
IV	氯化物环境	IV-C	四周浸没于含氯化物的水土	与地下水、土接触的构件
			接触较低浓度氯离子水体、且有干湿交替	处于地下水位变动区，与地下水、土接触的构件
		IV-D	接触较高浓度氯离子水体、且有干湿交替	处于地下水位变动区，与地下水、土接触的构件
		IV-E	接触高浓度氯离子水体、且有干湿交替	处于地下水位变动区，与地下水、土接触的构件
V	化学侵蚀环境	V-C	与地下水、土接触的构件	
		V-D		
		V-E		

注：1 环境条件指混凝土表面的局部环境；

2 干燥、低湿度环境指年平均湿度低于 60%；

3 干湿交替指混凝土表面经常交替接触到大气和水的的环境条件；

4 地下车站出入口、风亭等附属结构的出地面段构件环境作用等级宜取与下部构件一致，不宜单独考虑局部构件的其他环境作用。

12.10 构造设计

12.10.1 地下结构变形缝的设置应符合下列规定：

- 1 施工工法、结构型式、地基基础或荷载发生较大变化处的不同结构单元之间宜设变形缝；
- 2 在区间隧道、出入口通道、风道等结构与车站主体结构的结合部位应设变形缝；
- 3 结构顶板以上无覆土或覆土厚度小于 0.8m 时应设变形缝，变形缝最大间距不宜大于 40.0m；
- 4 在充分分析混凝土收缩及温度变化对结构纵向应力的影响，并采取合理的工程措施后，覆土厚度不小于 3.0m 的同一结构单元范围内可不设变形缝；
- 5 结构顶板以上覆土厚度介于 0.8m 和 3.0m 之间时，应综合考虑结构体量、结构型式、混凝土收缩及温度变化影响等因素确定变形缝的设计；
- 6 当因结构、地基、基础或荷载发生变化，可能产生较大的差异沉降时，应通过地基处理、结构加强等方法将结构的纵向沉降曲率和沉降差控制在道床和地下结构的允许变形范围内。无砟轨道路基后沉降量控制值应满足本标准第 9.6 节的相关规定；
- 7 变形缝处结构钢筋的处理应满足变形缝防水设施的设置要求。

12.10.2 施工缝或后浇带的设置应满足以下要求：

- 1 未设变形缝的明挖法和盖挖逆作法地下结构宜分段跳仓浇筑或设置后浇带，施工缝间距宜为 20.0m，后浇带间距宜为 40.0m；

2 施工缝或后浇带宜沿横向贯通设置在纵向跨度的1/3处附近,且后浇带应避开结构孔洞、出入口、风道等部位;

3 后浇带应在两侧结构混凝土浇注时间不短于1个月后、采用高于两侧结构混凝土强度等级一级的微膨胀混凝土浇注。

12.10.3 盖挖逆作法结构墙体水平施工缝应倾斜一定角度,倾斜角宜取20°~30°,斜面应朝向基坑内侧并应在钢筋绑扎时预留注浆管。应采用超灌和注浆相组合的处理方式,超灌时施工缝处混凝土宜采用高流态低收缩混凝土,且强度应高于其两侧混凝土一个等级。

12.10.4 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,当采用HRB400钢筋时不宜低于0.2%,同时分布钢筋的间距不宜大于150mm。

12.10.5 框架结构横向受力主筋间距不应小于100mm,也不应大于200mm。

12.10.6 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12.10.6的规定。

表 12.10.6 一般环境条件下最外层钢筋最小净保护层厚度 (mm)

结构类别	地下连续墙		灌注桩		明（盖）挖法结构	矿山法结构				盾构法、顶管法结构		内部结构			
			钻孔灌注桩			人工挖孔桩	顶板、底板及外墙		初期支护		二次衬砌		钢筋混凝土管片（节）		内部梁、柱
	外侧	内侧	永久构件	临时构件			外侧	内侧	外侧	内侧	厚度≤500	厚度>500	外侧	内侧	
保护层厚度	70	70	70	50	50	45	35	30	30	35	40	35	25	30	25

注: 受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径。

12.11 工程材料

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

12.11.2 混凝土材料应符合下列规定:

1 混凝土的原材料和配比、最低强度等级、最大水胶比和单方混凝土的胶凝材料最小用量等应符合结构耐久性的规定,并应满足抗裂、抗渗、抗冻和抗侵蚀的要求。一般环境下的地下结构混凝土设计强度等级不得低于表12.11.2的规定;

表 12.11.2 一般环境下的地下结构混凝土最低强度等级

作为永久构件的钢筋混凝土结构	C35
作为临时构件的钢筋混凝土结构	C25
预制装配式钢筋混凝土结构	C50
喷射混凝土结构	C20

2 大体积浇筑的混凝土应避免采用高水化热水泥,并应掺入高效减水剂、优质粉煤灰或磨细矿渣等,应严格控制水泥用量,限制水胶比,同时混凝土入模温度不宜高于30°;

- 3 喷射混凝土应采用湿喷混凝土；
- 4 钢管混凝土应采用无收缩混凝土。

12.11.3 钢材及连接应符合下列规定：

- 1 混凝土结构构件的纵横向受力钢筋宜采用不低于 HRB400 的热轧钢筋；分布钢筋宜采用不低于 HRB400 的热轧钢筋；箍筋宜采用 HRB400、HPB300 钢筋；
- 2 土层锚杆可采用钢绞线或 HRB400 级钢筋；
- 3 土钉钢筋宜采用 HRB400 级钢筋；
- 4 钢筋在同一断面连接时，钢筋接驳器的性能等级应为 I 级，其他要求应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的相关规定；
- 5 抗震结构钢筋的性能指标应符合《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的相关规定；
- 6 钢结构宜采用 Q235、Q355 钢。

12.11.4 地层加固注浆材料宜根据地层条件、施工工艺要求选择，并宜采用对地下环境无污染以及后期收缩小的无机材料。

12.12 安全风险工程设计

12.12.1 一般规定。

1 轨道交通地下工程各设计阶段均应有针对性地开展安全风险工程设计工作。风险工程设计工作应遵循“分阶段、分等级、分对象”的基本原则，并面向不同设计阶段、不同安全风险等级、不同风险工程分别开展风险工程的设计工作；

2 风险工程设计应对新建轨道交通工程自身及受新建轨道交通工程影响的环境进行风险识别、风险分析、风险控制，并应通过分析提出合理的控制指标和具体技术措施；

3 设计阶段除应考虑轨道交通工程建设期间的安全风险因素外，还应考虑工程建成投入使用后可能面临的各种风险。

12.12.2 地下工程的安全风险应包括工程自身风险和环境安全风险两大类。

1 工程自身风险应指由于地下结构自身的技术难度导致工程实施过程中可能出现的安全风险，且应包括场地不良地质及水文地质风险。地下工程各工法自身风险的主要相关因素及北京地区常见的不良地质因素见附录 G 表 G.0.2-1 及表 G.0.2-2；

2 环境安全风险应指场地周边可能受地下工程施工影响出现风险或其存在使地下工程施工安全风险增加的环境设施或条件，可能的环境安全风险源应包括城市道路、桥梁、地上（下）建（构）筑物、市政管线、地面（下）轨道运输系统、水体、绿化植物等。可能的各类常见环境风险源见附录 G 表 G.0.4。

12.12.3 各类风险分级应执行以下基本原则：

1 自身风险工程应根据工程地质和水文地质条件，基坑开挖深度，矿山法结构的层数、跨度、断面形式、覆土厚度、开挖方法等进行分级。地下工程各工法自身风险分级可参照附录 G 表 G.0.5 的规定执行；

2 环境风险工程应根据环境设施的重要性、环境设施状况、环境设施与轨道交通工程的接近程度等因素，并依据轨道交通建设对环境设施的影响程度大小等进行分级。环境风险分级结合环境设施的重要性和临近关系，可参考附录 G 表 G.0.9 进行风险分级。

12.12.4 设计阶段宜对工程的自身风险和环境风险进行独立分级、分别评价，并根据需要采取必要的工程措施。

12.12.5 风险控制应执行以下基本原则：

1 对特、一级环境风险工程应对车站站位、线路走向的布置方案进行分析比较，使重要环境风险源处在新建轨道交通工程显著影响区外；对工程自身，在工法选择、结构型式、基坑深度等方面应规避风险大、控制难的设计方案；

2 对于处在新建轨道交通工程强烈影响区内的环境风险源,应采取改移、拆除、补强等方式将风险降至最低;对工程自身,应针对工程的具体特点及所处的地质条件,选择安全适宜的施工工法;

3 对于处在新建轨道交通工程影响区内的无法规避的环境风险源或者无法降低风险等级的特、一级风险工程,应对新建轨道交通工程的施工方法及施工参数进行分析比较,确定对周边环境影响较小的设计方案,并应制定安全、经济、合理的周边环境保护措施和自身风险控制措施。

12.12.6 各不同设计阶段风险源设计工作应符合下列规定:

1 规划阶段应从工程沿线周边情况和远期城市规划的角度,合理确定建设项目的建设位置及与周边环境的相互关系,规避已知的和预期将要出现的工程风险;应充分注意轨道交通沿线的重要控制因素,明确规划控制和保护要求;

2 可行性研究阶段应从工程实施的角度出发,结合线路选线,研究确定与地质和环境条件相适应的地下结构主要施工工法和结构型式,确定合理埋深,合理安排地下结构与邻近环境设施的关系,并估计相互影响程度,识别和评价工程实施的风险;

本阶段应对全线地下结构工程自身风险和环境风险进行专门的定性分析和论述,并应从方案的角度提出下一步工作建议和风险工程设计优化方向;

对可行性研究阶段所建议的风险控制方案和措施,应考虑其对工程造价的影响,并在工程投资估算中有所体现。

3 初步设计阶段应分析和识别地下结构工程的自身风险和环境风险,进行安全风险分级,提出安全风险清单,并应给出初步的工程实施方案和风险控制措施;

特、一级环境风险工程应进行安全性专题设计,内容主要应包括初步的安全风险分析评价、工程环境监测控制标准、工程技术和环境安全保护措施、监控量测设计方案等,并应给出必要的断面设计和措施设计图;

对于特别重要、影响特别重大的高等级环境风险,宜通过数值模拟、工程类比等分析手段进一步验证对其影响。

4 施工图设计阶段应在查明环境风险源结构特征和使用现状的基础上进行,并应落实工程风险处置措施;

特、一级环境风险工程应进行安全性专项设计和评审,专项设计的深度应满足施工设计文件的深度要求。安全风险专项设计应进行施工附加影响分析,分析和预测工程实施可能对周围环境带来的相关影响,并提出初步的环境控制指标。

12.13 监控量测

12.13.1 轨道交通工程在土建施工阶段应开展工程监测工作。初步设计阶段,监控量测设计应提出初步的监控量测项目和控制值指标;施工设计阶段,文件中应包含的监控量测设计主要内容如下:

- 1 监测范围、监测对象及监测项目;
- 2 监测项目的测点布置、监测精度、监测周期和频率及监测仪器;
- 3 监控量测值控制指标及预警值、报警值;
- 4 监测项目测点布置平面图和剖面图;
- 5 监控量测注意事项及其他要求。

12.13.2 监控量测设计应根据工程地质和水文地质条件、场地周边环境、重要建(构)筑物调查报告、风险源专项评估,以及工程的施工方法和结构型式等情况进行,同时应考虑监测工作的可实施性、经济性及新技术的应用。

12.13.3 监测范围应根据工程施工影响区域、影响强度及工程安全风险等级等因素确定。当在施工影响范围存在环境风险源时应根据监测对象的实际情况确定监测范围。

12.13.4 监测对象应包括结构受力体系及周边环境两大部分,其中周边环境监测对象主要应为地表、建

(构) 筑物、地下管线、城市道路、桥梁、既有地铁、铁路等。

12.13.5 监测项目应分为应测项目和选测项目，地下结构常用的明挖法、盖挖逆作法、矿山法、盾构法及顶管法的监控量测项目应按表 12.13.5 选取。

表 12.13.5 监控量测项目汇总

类别	明挖、盖挖逆作法	矿山法	盾构法、顶管法
应测项目	基坑及其周围环境描述	洞内及洞外观察	
	地面沉降		
	周边环境监测对象的沉降、差异沉降、倾斜、轨道几何形位等		
	地下水位		
	支护桩墙顶部及桩墙体水平位移	初期支护拱顶沉降	
	边坡顶部及坡面水平位移	初期支护结构净空收敛	管片（节）衬砌净空收敛
	盖挖法支护桩墙、中间立柱顶部竖向位移	中柱竖向位移	
	支撑轴力		
	锚杆（锚索）拉力		
	竖井支护结构井壁净空收敛		
选测项目	土体分层沉降及水平位移		
	围岩压力		
	支护桩墙内力	钢架、钢筋格栅应力	管片（节）衬砌竖向、水平位移
	主体结构梁、板、柱应力	二次衬砌结构应力	管片（节）结构应力
	土钉拉力	中柱结构应力	
	基坑底部隆起		

12.13.6 监控量测测点布置、监测精度、监测周期和频率、监测仪器和元件等宜满足北京市地方标准《地铁工程监控量测技术规程》DB11/T 490 的相关要求。

12.13.7 监控量测控制值的确定应符合下列规定：

1 地下结构设计应确定监测项目的控制值，控制值应满足地下结构自身安全及周边环境保护的要求；

2 变形监测控制值应分为累计变化量和变化速率，结构内力控制值应为内力设计值；工序复杂的工程宜根据施工工序制定阶段控制值，总控制值应为各个阶段控制值之和。控制值的 70% 应为预警值、85% 应为报警值；

3 结构受力体系监测项目的监测控制值依据相关规范和工程安全等级，应在保证结构和周边环境安全的条件下，根据施工工法、周围岩土体特征、结构特点及设计计算结果，并结合北京市的工程经验综合确定；

4 周边环境监测项目的监测控制值应在现状普查的基础上，根据环境监测对象的具体情况和特点，依据相关规范、规程和监测对象标准，通过必要的计算分析，并结合产权单位的要求综合确定，必要时可通过环境安全分析评估予以确定；

5 地面沉降控制指标除了根据结构自身的安全控制标准确定外，还应与环境安全控制标准相协调，取两者的低值作为本工程的地面沉降控制标准；

6 无环境安全要求时，矿山法车站地面沉降控制值宜取 60mm、矿山法及盾构法区间隧道地面沉降控制值宜取 30mm、顶管法隧道地面沉降控制值宜取 30mm；明挖法、盖挖逆作法地面沉降控制标准应符合本标准第 12.4.1 节的相关规定。

12.13.8 设计应及时跟踪和掌握监控量测成果，进行数据反馈分析，判断是否发生突变和预测可能出现的异常情况，对现状施工进行评价，必要时应提出优化设计和施工措施的建议。

13 工程防水

13.1 一般规定

13.1.1 地下工程防水设计应符合下列规定：

- 1 应根据气候条件、工程地质和水文地质状况、环保要求、结构特点、施工方法、使用要求等因素进行；
- 2 应充分考虑地表水、地下水、毛细管水等的作用，或人为因素引起的附近水文地质改变的影响，特别是市政上下水管线渗漏对防水工程的影响；
- 3 地下工程防水应遵循“以防为主，刚柔结合，多道设防，因地制宜，综合治理”的原则，采取与其相适应的防水措施。当结构处于贫水稳定地层，或位于地下潜水位以上时，在确保安全的条件下，可考虑限排；
- 4 地下工程防水设计应以结构自防水为主，并在结构迎水面设置柔性防水层加强防水；
- 5 地下工程的变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管（盒、构件）、预埋件、预留通道接头、桩头等细部构造，应加强防水措施；
- 6 宜选用不易窜水的防水材料或防水构造措施；
- 7 处于侵蚀性介质中的工程，应采用耐侵蚀的防水混凝土、防水材料。

13.1.2 防水材料选用应符合下列规定：

- 1 材料性能应与工程使用环境条件相适应；
- 2 相邻设置的防水材料间应相容，不应发生有害的影响，材料的施工方式不应造成防水层的损害；
- 3 每道防水层应满足最小防水层厚度要求；
- 4 防水材料环保和有害物质限量应满足工程应用场合及国家或行业材料标准的要求。外露使用的防水材料的燃烧性能等级不应低于 B2 级。

13.1.3 工程防水设计工作年限应符合下列规定：

- 1 地下工程防水设计工作年限不应低于工程结构设计工作年限；
- 2 桥面防水设计工作年限不应低于 15 年；
- 3 建筑屋面工程防水设计工作年限不应低于 20 年；
- 4 室内工程防水设计工作年限不应低于 25 年；
- 5 非侵蚀性介质蓄水类工程内壁防水层设计工作年限不应低于 10 年。

13.1.4 地下工程防水等级应符合下列规定：

- 1 地下工程的工程防水类别、工程防水使用环境类别划分应符合国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 的相关规定；
- 2 车站、人行通道和机电设备集中区段的防水等级应为一类；区间隧道及联络通道、风道等结构的防水等级，当位于 I 类防水使用环境时应为一类，位于 II 类防水使用环境时应为二类。

13.1.5 地下工程防水标准应符合下列规定：

- 1 车站、人行通道和机电设备集中区段，不允许渗水，结构表面无湿渍；
- 2 区间隧道及联络通道、风道等结构，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应超过 3 处，单个湿渍的最大面积不应大于 0.2m²。区间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。

13.1.6 高架结构防水应遵循“以防为主，防排结合”的原则，桥面应设柔性防水层，并应设置顺畅的排水系统。高架车站防水等级为一级。不得渗水，结构背水面无湿渍。

13.1.7 屋面、车辆段上盖物业平台的防水应符合国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030、《屋面工程技术规范》GB 50345 和《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 等标准的规定。

13.1.8 地上结构的种植屋面和地下结构的种植顶板工程，防水等级应为一级，并应符合下列规定：

1 地上结构的种植屋面应至少设置一道具有耐根穿刺性能的防水层，并应按照园林绿化相关规定设置其它辅助设置，如排滤水层及种植土等；

2 新建地下结构顶板覆土厚度小于 2m，且顶板上方规划为种植区域时，应至少设置一道耐根穿刺层；

3 耐根穿刺层上方应设置保护层。

13.1.9 轨道交通工程的防水，可采用经过试验、检测和鉴定并经实践检验质量可靠的新材料、新技术、新工艺，但应通过工程局部试验的效果确定其应用范围。

13.2 混凝土结构自防水

13.2.1 地下工程防水混凝土的抗渗等级应符合表 13.2.1 的规定。

表 13.2.1 防水混凝土的抗渗等级

结构埋置深度 h (m)	设计抗渗等级			
	现浇结构		预制结构	
	地下车站及附属	其它地下结构	盾构法 装配式车站结构	顶管法结构
$h < 20$	P10	P8	P10	P10
$20 \leq h < 30$	P10	P10	P10	P10
$30 \leq h < 40$	P12	P12	P12	P12

注：1 不同埋深情况下连续浇筑的防水混凝土的抗渗等级，应取埋深较大的抗渗等级。

2 埋深大于 40m 的地下工程结构，防水混凝土的抗渗等级应根据工程具体情况以及结构强度等级和结构耐久性设计要求确定。

13.2.2 防水混凝土的施工配合比应通过试验确定，试配混凝土的抗渗等级应比设计要求提高一级（0.2MPa）。

13.2.3 防水混凝土应满足抗渗等级要求，并应根据地下工程所处的环境和工作条件，满足抗压、抗冻和抗侵蚀性等耐久性要求。

13.2.4 对于可能处于严重锈蚀环境下的构件，浇筑在混凝土中并部分暴露在外的吊环、紧固件、连接件等应采取相应的防腐蚀措施。

13.2.5 防水混凝土的环境温度不得高于 80℃。

13.2.6 当结构处于侵蚀性地层中时，混凝土原材料性能指标应符合相关规范要求。防水混凝土的氯离子扩散系数不宜大于 $4 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ ，装配式钢筋混凝土结构的氯离子扩散系数不宜大于 $3 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 。防水混凝土 56d 电通量控制值不应大于 1000C，具体选值应通过试验确定。

13.2.7 防水混凝土结构底板的混凝土垫层，强度等级不应小于 C20，厚度不应小于 100mm，在软弱土层中不应小于 150mm。

13.2.8 防水混凝土结构，应符合下列规定：

1 结构厚度不应小于 250mm；

2 裂缝宽度应符合本标准 12.1.2 条的规定，并不得出现贯通裂缝；

3 钢筋保护层厚度除应符合本标准 12.10.6 的规定外，尚应根据结构的耐久性和工程环境合理确定。

13.3 防水层

13.3.1 防水工程根据施工环境条件、结构构造型式、防水等级要求,可选用卷材防水层、涂料防水层、塑料防水板、水泥基防水材料等。防水层应设置在结构迎水面或复合式衬砌之间。

13.3.2 防水层设置应符合下列规定:

- 1 当不同种类的防水材料复合使用时,应具备相容性;
- 2 同一部位不同防水材料的施工工艺应具备相容性;
- 3 直接施作于主体结构基面的防水卷材或防水涂料应与结构满粘密实。

13.3.3 防水层的设置方式应满足下列要求:

- 1 卷材防水层宜为 1 层或 2 层;
- 2 高聚物改性沥青防水卷材应采用双层做法,其总厚度不宜小于 7mm;
- 3 自粘聚合物改性沥青防水卷材,无胎基卷材的厚度不应小于 1.5mm,聚酯胎基卷材的厚度不应小于 3.0mm;
- 4 预铺式防水卷材应单层设置于复合式结构墙和底板;与其他卷材复合使用时,两层卷材之间应满粘。其中沥青基聚酯胎防水卷材的厚度不应小于 4mm;高分子防水卷材(含自粘胶膜防水卷材)的厚度不应小于 1.2mm;橡胶防水卷材(R 类)的厚度不应小于 1.5mm;
- 5 塑料防水板的厚度不宜小于 1.5mm;
- 6 高分子增强复合防水片材应采用双层做法,各层防水片材的芯材厚度不得小于 0.5mm;
- 7 卷材及其胶粘剂应具有良好的耐水性、耐久性、耐穿刺性、耐侵蚀性和耐菌性,其胶粘剂的粘结质量应符合国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的要求;
- 8 涂料防水层应根据工程环境、气候条件、施工方法、结构型式、工程防水等级要求选择防水涂料品种,并应符合下列规定:
 - 1) 涂层防水设计应规定成膜后涂层厚度并应注明单位面积使用重量;
 - 2) 潮湿基层宜选用与潮湿基面粘结力大的有机防水涂料或水泥基渗透结晶型防水涂料、聚合物改性水泥基等无机防水涂料,或采用先涂无机防水涂料而后涂相容互补的有机防水涂料的复合涂层;
 - 3) 有腐蚀性的地下环境宜选用耐腐蚀性好的反应型涂料,涂料防水层的保护层应根据结构具体部位确定;
 - 4) 选用的涂料品种应具有良好的耐水性、耐久性、耐腐蚀性及耐菌性,并且无毒或低毒、难燃、低污染;无机防水涂料应具有良好的湿干粘结性、耐磨性,有机防水涂料应具有较好的延伸性及适应基层变形的能力;
 - 5) 反应型高分子类防水涂料、聚合物乳液类防水涂料和水性聚合物沥青类防水涂料等涂料防水层最小厚度不应小于 1.5mm,热熔施工橡胶沥青类防水涂料防水层最小厚度不应小于 2.0mm;
 - 6) 当热熔施工橡胶沥青类防水涂料与防水卷材配套使用作为一道防水层时,其厚度不应小于 1.5mm;
 - 7) 外涂型水泥基渗透结晶型防水材料的性能应符合国家标准《水泥基渗透结晶型防水材料》GB 18445 的规定,防水层的厚度不应小于 1.0mm,用量不应小于 1.5kg/m²;
 - 8) 地下工程使用时,聚合物水泥防水砂浆防水层的厚度不应小于 6.0mm,掺外加剂、防水剂的砂浆防水层的厚度不应小于 18.0mm。

13.3.4 防水材料的耐水性、耐老化、接缝剥离强度、防水卷材搭接缝不透水性应符合国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 的规定。

13.4 高架结构防水

13.4.1 高架桥面应设置连续、整体密封、耐久的防水层。防水层材料可根据环境条件和不同的工程部位选定,应选用涂料型防水层。

13.4.2 桥面应设置畅通、不易堵塞的排水系统，排水设施应便于检查、维修。

13.4.3 伸缩缝应根据构造型式设置桥梁专用变形缝止水带及其金属固定装置，并宜嵌填密封材料形成多道防线。

13.4.4 地漏、落水管等疏排水装置与桥面混凝土结构的接口应加强密封防水，并应便于检查、修复。

13.5 明挖法、盖挖法结构防水

13.5.1 明挖法、盖挖法修建的地下结构防水，应采用钢筋混凝土结构自防水，并应在结构的迎水面设置全包防水层。

13.5.2 明挖法、盖挖法修建的地下结构防水措施应符合表 13.5.2 的规定。

表 13.5.2 明挖法、盖挖法修建的地下结构防水措施

工程部位		主体				施工缝				后浇带				变形缝			
防水措施		防水混凝土	水泥基防水材料	防水卷材	防水涂料	水泥基渗透结晶防水涂料或混凝土界面剂	外贴式止水带	中埋式止水带	遇水膨胀止水条（胶）	预埋注浆管	补偿收缩防水混凝土	混凝土界面剂	水泥基渗透结晶防水涂料或混凝土	外贴式止水带	中埋式止水带	遇水膨胀止水条（胶）	预埋注浆管
防水等级	一级	必选	不少于 2 种，其中防水卷材或有机防水涂料不应少于 1 道			必选	不少于 2 种			必选	必选	不少于 1 种			必选	不少于 2 种	
	二级	必选	不少于 1 种			必选	不少于 1 种			必选	必选	不少于 1 种			必选	不少于 2 种	

13.5.3 明挖、盖挖结构的防水应符合下列规定：

1 结构顶、底板迎水面防水层与侧墙防水层宜形成整体密封防水层，并根据不同部位设置与其相适应的保护层；

2 车站主体结构与人行通道、通风道以及区间隧道等结合部位应根据结构型式选择相匹配的防水措施；

3 车站与区间隧道所选用的不同防水层应能相互过渡粘结或焊接，并应使其形成连续整体密封的防水体系。

13.5.4 预制装配式地下结构防水应符合下列规定：

1 预制装配式衬砌结构应采用防水混凝土，其抗渗等级不应小于 P10，氯离子扩散系数不宜大于 $3 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ ；

2 预制装配式衬砌结构干式连接接缝应采用双道三元乙丙橡胶密封垫防水；

3 衬砌结构干式接缝的双道密封垫之间宜采用注浆措施；

4 衬砌预制构件干式连接沟槽内侧宜采取密封胶嵌缝措施；

5 采用干式连接的预制装配式衬砌结构可不设置外包防水层；当地下结构处于中等及以上侵蚀性介质的地层时，应采用耐侵蚀防水混凝土或在衬砌结构外表面涂刷耐侵蚀的防水涂层；

6 采用湿式连接的预制装配式衬砌结构应设置外包防水层，且湿式连接的接缝应按后浇带要求采取防水措施；

7 预制装配式结构段与现浇混凝土结构段相接处应设置止水带、注浆管、止水胶等防水加强措施。

13.6 矿山法结构防水

13.6.1 矿山法修建的地下结构防水措施应符合表 13.6.1 的规定。

表 13.6.1 矿山法修建的地下结构防水措施

工程部位		二衬				二衬砌施工缝				二衬变形缝					
防水措施		防水混凝土	塑料防水板	预铺高分子防水卷材	喷涂防水涂料	水泥基渗透结晶防水涂料或混凝土界面剂	外贴式止水带	中埋式止水带	遇水膨胀止水条（胶）	预埋注浆管	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水嵌缝材料	预埋注浆管
防水等级	一级	必选	塑料防水板或预铺高分子防水卷材不应少于 1 道，且厚度不应小于 1.5mm			必选	不少于 1 种			必选	不少于 2 种				
	二级	必选	不少于 1 种			必选	不少于 1 种			必选	应选 1~2 种				

13.6.2 矿山法施工的地下结构防水，应根据含水地层的特性、围岩稳定情况和结构支护型式确定。在无侵蚀性介质、贫水的 I、II 级围岩地段的隧道结构拱、墙，宜采用复合式衬砌防水，有条件时底部可考虑限排。地下水较多的软弱围岩地段，应采用全封闭式的复合式衬砌全包防水层。

13.6.3 复合式衬砌夹层防水层选用塑料防水板时，其厚度不宜小于 1.5mm，并应在防水板表面设置注浆系统，变形缝部位宜设置分区系统。

13.6.4 塑料防水板注浆系统的设置应符合下列规定：

- 1 注浆系统的环、纵向设置间距，一级设防要求时宜为 3m~4m，二级设防要求时宜为 4m~5m，顶部宜适当加密；
- 2 注浆系统宜靠近施工缝和变形缝等特殊部位设置；
- 3 注浆材料宜采用添加适量膨胀剂的水泥浆。

13.6.5 塑料防水板与喷射混凝土基层之间应设置缓冲层；底板（或仰拱）铺设的防水板上表面应设置刚性或柔性永久保护层。

13.6.6 复合式衬砌夹层防水层选用预铺高分子防水卷材时，其厚度不应小于 1.5mm，卷材接缝宜选用焊接施工工艺。

13.6.7 复合式衬砌夹层防水层选用喷涂防水涂料时，其厚度不应小于 2mm，与防水卷材配套使用时其厚度不宜小于 1.5mm；宜选用速凝型防水涂料。

13.6.8 两拱相交节点处应采取防、截、堵等多道防水措施。

13.6.9 格栅或临时支撑穿过外设防水层处应采取可靠措施做好外设防水层的过渡和密封处理；同时宜在该部位二衬内表面采取涂料内防水进行加强。

13.7 盾构法结构防水

13.7.1 盾构法施工的隧道结构，宜采用钢筋混凝土管片、复合管片等装配式衬砌或现浇混凝土衬砌。衬砌管片应采用防水混凝土制作，其抗渗等级不应小于 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。

13.7.2 隧道衬砌结构防水措施应符合表 13.7.2 的规定。

表 13.7.2 盾构法修建的隧道防水措施

措施选择 选择等级	防水措施	高精度管片	接缝防水				混凝土内衬或其他内衬	外防水涂料
			密封垫	嵌缝	注入密封剂	螺孔密封圈		
一级		必选	必选	可选	可选	必选	宜选	宜选
二级		必选	必选	可选	可选	必选	——	对混凝土有中等及以上腐蚀的地层宜选

13.7.3 管片宜进行混凝土氯离子扩散系数检测及单块抗渗检漏，并应满足设计要求后再使用。

13.7.4 管片应至少设置一道密封垫沟槽。接缝密封垫宜选择具有良好弹性或遇水膨胀性、耐久性、耐水性的橡胶类材料，其外形应与沟槽相匹配。

13.7.5 管片接缝密封垫应能被完全压入密封垫沟槽内，密封垫沟槽的截面积应为密封垫截面积的 1 倍～1.15 倍。

13.7.6 管片接缝密封垫应满足在计算的接缝最大张开量和估算的错位量下、埋深水头的 3 倍水压下不渗漏的技术要求；选用的接缝密封垫应进行一字缝或 T 字缝耐水压检测。

13.7.7 螺孔防水应符合下列规定：

- 1 管片螺孔口应设置锥形倒角的螺孔密封圈沟槽；
- 2 螺孔密封圈的外形应与沟槽相匹配，并有利于压密止水或膨胀止水；
- 3 螺孔密封圈应采用合成橡胶或遇水膨胀橡胶制品。

13.7.8 嵌缝防水应符合下列规定：

- 1 在管片内侧环向与纵向边沿应设置嵌缝槽，其深宽比应大于 2.5，槽深宜为 25mm～55mm，单面槽宽宜为 5mm～10mm；
- 2 嵌缝材料应具有良好的不透水性、潮湿基面粘结性、耐久性、弹性和抗下坠性；
- 3 应根据隧道使用功能及表 13.7.2 中的防水等级要求，确定嵌缝作业区范围，以及采取嵌缝堵水、引排水措施；
- 4 嵌缝防水施工应在盾构千斤顶顶力影响范围外进行，并应根据盾构施工方法、隧道的稳定性确定嵌缝作业开始的时间；
- 5 嵌缝作业应在接缝堵漏和无明显渗水后进行，嵌缝槽表面混凝土如有缺损，应采用环氧砂浆或特种水泥修补，强度应达到或超过混凝土本体的强度。采用嵌缝材料嵌缝时，应先刷涂基层处理剂。嵌缝应密实、平整。

13.7.9 复合式衬砌的内层衬砌混凝土浇筑前，应将外层管片的渗漏水引排或封堵。采用塑料防水板等夹层防水层的复合式衬砌，应根据隧道排水情况选用相应的缓冲层和防水板材料，并应符合本标准第 13.6 条的规定。

13.7.10 管片外防水涂层应符合下列规定：

- 1 涂层应具有良好的耐化学腐蚀性、抗微生物侵蚀性和耐水性，且无毒或低毒；
- 2 涂层应能在盾构密封用钢丝刷与钢板挤压条件下不损伤、不渗水；
- 3 在管片外弧面混凝土裂缝宽度达到 0.3mm 时，涂层应能在最大埋深处水压或 0.8MPa 水压下不渗漏；

4 涂层应涂刷在衬砌背面和环、纵缝橡胶密封垫外侧的混凝土上。

13.7.11 竖井与隧道结合处,可用刚性接头,但接缝宜采用柔性材料密封处理,并宜加固竖井洞圈周围土体。在软土地层距竖井结合处一定范围内的衬砌段,宜增设变形缝。变形缝环面应粘贴垫片,同时应采用适应变形量大的弹性密封垫。

13.7.12 顶管法结构防水应符合下列规定:

1 顶管法隧道应采用抗裂性和耐久性好的防水混凝土,防水混凝土的抗渗等级不应小于 P10,氯离子扩散系数不宜大于 $3 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 。当结构处于中等及以上侵蚀性介质中,应采取相适应的防腐措施;

2 管节接头应设置弹性橡胶密封圈。密封圈的材料、规格应符合行业标准《橡胶密封件给、排水管及污水管道用接口密封圈材料规范》HG/T 3091 的规定;

3 管节接头应满足结构的最大允许变形要求,且在长期的设计水压作用下保持不渗漏;

4 接头部位钢承口应采取防腐措施。

13.8 细部构造防水

13.8.1 施工缝防水应符合下列规定:

1 明挖法结构的环向施工缝设置间距不宜大于 24m;

2 墙体水平施工缝应留在高出底板表面不小于 300mm 的墙体上。拱(板)墙结合的水平施工缝宜留在拱(板)墙接缝线以下 150mm~300mm 处。施工缝距孔洞边缘不应小于 300mm;

3 水平施工缝浇灌混凝土前,应先将其表面浮浆和杂物清除,先铺净浆再涂刷界面处理剂或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;垂直施工缝浇筑混凝土前,应将其表面凿毛并清理干净,涂刷混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料,并及时浇筑混凝土;

4 施工缝防水选用的中埋式止水构件应与混凝土具有较强的粘结性能且便于现场施工;

5 逆作法结构墙体水平施工缝以及通道接头环向施工缝宜采用中埋式止水带或遇水膨胀止水条(胶)并配合预埋注浆管的方法加强防水;

6 楼板施工缝宜采用中埋式止水带、遇水膨胀止水条(胶)等加强防水。施工缝采取的防水措施应连续并与两侧侧墙施工缝的止水带可靠连接。

13.8.2 变形缝防水应符合下列规定:

1 变形缝处的混凝土厚度不应小于 300mm,当遇有变截面时,接缝两侧各 500mm 范围内的结构应进行等厚等强处理;

2 变形缝处采取的防水措施应能满足接缝两端结构产生的差异沉降及纵向伸缩时的密封防水要求;

3 变形缝部位设置的止水带应为中孔型、Ω 型或其他能适应变形缝沉降及伸缩变形的止水带,宽度不宜小于 300mm;

4 顶板与侧墙的预留排水凹槽应贯通;

5 楼板变形缝宜采用密封胶嵌缝的方法加强防水。

13.8.3 后浇带防水应符合下列规定:

1 后浇带应设在受力和变形较小的部位,宽度宜为 700mm~1000mm;

2 后浇带可做成平直缝、阶梯型或楔形缝;后浇带应采用补偿收缩防水混凝土浇筑,其强度等级不应低于两侧混凝土;后浇带应在两侧混凝土龄期达到 42d 后再施工;

3 后浇带两侧的接缝宜采用外贴式止水带、预埋注浆管、遇水膨胀止水条(胶)等方法加强防水。

13.8.4 桩头防水应符合下列规定:

1 桩头选用的防水材料应具有能够增加混凝土的密实性、与桩头混凝土和钢筋的良好粘结性、耐水性和湿固化性等性能;

2 桩头刚性防水层与底板柔性防水层应形成连续、封闭的防水体系。

13.8.5 穿墙管防水应符合下列规定：

- 1 穿墙管（盒）应在浇筑混凝土前预埋；
- 2 穿墙管（盒）应采取可靠的防腐措施；
- 3 穿墙管（盒）穿过外设防水层处应采取可靠措施做好密封处理；
- 4 穿墙管线较多时，宜相对集中，并应采用穿墙盒方法。穿墙盒的封口钢板应与墙上的预埋角钢焊严，并应从钢板上的预留浇注孔注入柔性密封材料或细石混凝土；
- 5 结构变形或管道伸缩量较小时，穿墙管可采用主管直接埋入混凝土内的固定式防水法，主管应加焊止水环或环绕遇水膨胀止水圈，并应在迎水面预留凹槽，槽内应采用密封材料嵌填密实；
- 6 穿墙管与内墙角、凹凸部位的距离应大于 250mm。相邻穿墙管间的间距应大于 300mm；
- 7 穿墙管伸出外墙的部位，应采取防止回填时将管体损坏的措施。

14 通风空调与供暖

14.1 一般规定

14.1.1 城市轨道交通内部空气环境应采用通风空调与供暖系统进行控制。

14.1.2 通风空调与供暖系统应保证城市轨道交通内部环境的空气质量、温度、湿度、气流组织、气流速度和噪声等满足人员的生理及心理条件要求和设备正常运转的需要。

14.1.3 通风空调与供暖系统应具有下列功能：

- 1 正常运行时，内部空气环境应在规定标准范围内；
- 2 当列车阻塞在区间隧道内时，应对阻塞处进行有效通风；
- 3 当列车在区间隧道发生火灾事故时，应具备防烟排烟及通风功能；
- 4 当车站内发生火灾事故时，应具备防烟排烟及通风功能。

14.1.4 地下线路空调系统制式应结合线路的运力、气候条件、人员舒适性要求、运行及维护费用等因素，进行综合技术经济比较确定。

14.1.5 通风空调与供暖系统应按城市轨道交通预测的远期或控制期客流量和最大通过能力设计。具备分期实施条件时，设备应接近期和远期分别配置，并应分期实施。

14.1.6 车辆基地、控制中心、主变电所、区间变电所等地面建筑在满足工艺要求的前提下，应符合地面建筑现行设计规范的规定。

14.1.7 通风空调与供暖系统的设备、管道及配件布置应为安装、操作、测量、调试和运营维修预留空间位置。

14.1.8 土建工程应为大型通风空调与供暖设备设置运输、安装通道和预留管线孔洞、安装起吊设施。

14.1.9 通风与空调系统的空气处理设备及风系统管道内部应具备清洗、消毒的条件，空气过滤装置宜自动清洗。

14.1.10 通风空调系统的新风吸入口应设防护网和初效过滤器，土建新风道应做防尘处理。

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

14.2 地下线路

I 室内外设计参数

14.2.1 在计算隧道通风风量时，室外空气计算温度应符合下列规定：

- 1 夏季室外空气计算温度应为 26.4℃；
- 2 冬季室外空气计算温度应为-3.6℃。

14.2.2 地下车站公共区夏季室外空气计算温度应符合下列规定：

- 1 夏季通风室外空气计算温度应为 26.4℃；
- 2 地下车站公共区夏季空气调节室外空气计算温度应采用国家标准 GB/T 51357-2019 附录 B 中数据。

14.2.3 地下车站公共区冬季通风室外空气计算温度应为-3.6℃。

14.2.4 地下车站设备及管理用房的室外空气计算温度应符合下列规定：

- 1 夏季通风室外空气计算温度应为 29.7℃；

- 2 冬季通风室外空气计算温度应为 -3.6°C ;
- 3 夏季空调室外空气计算干球温度应为 33.5°C ;
- 4 夏季空调室外计算湿球温度应为 26.4°C 。
- 14.2.5** 区间隧道内部夏季的最高温度应符合下列规定:
- 1 车站设置非封闭型站台屏蔽门时,不得高于 35°C ;
- 2 车站设置封闭站台屏蔽门时,不得高于 40°C 。
- 14.2.6** 区间隧道内部冬季的平均温度应低于 12°C ,但最低温度不应低于 5°C 。
- 14.2.7** 地下车站公共区夏季空调室内空气设计温度和相对湿度应符合下列规定:
- 1 站厅公共区夏季空调室内空气设计温度应为 30°C ,相对湿度应控制在 $40\%\sim 70\%$ 之间;
- 2 站台公共区夏季空调室内空气设计温度应为 28°C ,相对湿度应控制在 $40\%\sim 70\%$ 之间。
- 14.2.8** 地下车站公共区冬季室内空气设计温度应为 12°C 。
- 14.2.9** 当地下车站公共区通风与空调系统任一设备失效时,整个公共区系统能力损失不宜超过 50% 。
- 14.2.10** 地下车站设备及管理用房的室内设计温度、相对湿度和换气次数应符合表 14.2.10 的规定:

表 14.2.10 地下车站设备及管理用房设计温度、相对湿度与换气次数

房间名称	冬季	夏季		最小通风换气次数
	计算温度 ($^{\circ}\text{C}$)	计算温度 ($^{\circ}\text{C}$)	相对湿度 (%)	(次/h)
站长室、站务室、值班室、休息室、更衣室、修理间、清扫员室、公共安全室、会议交接班室	18	27	<65	6
车站综合控制室、广播室、变电所控制室、人防集中信号显示室、售票室、票务室	18	27	$40\sim 60$	6
通信设备室、通信电源室、信号设备室、信号电源室、公安通信设备室、民用通信设备室、弱电整合房间、站台屏蔽门设备室、综合监控设备室、车票分类/编码室、自动售检票设备室、配电室(内设蓄电池)、通风空调(环控)电控室	16	27	$40\sim 60$	6
蓄电池室、UPS 设备室	16	27	—	6
机械室、配电室(内无蓄电池)	16	36	—	4
降压变电所、牵引变电所	—	36	—	按排除余热计算风量
盥洗室	12	—	—	4(排风)
厕所	12	—	—	15(排风)
污水泵房	>5	—	—	10(排风)
制冷机房	>5	—	—	6
消防泵房、废水泵房	>5	—	—	6(排风)
通风空调机房	—	—	—	6
清扫工具间、储藏室、车站用品间	—	—	—	4(排风)
气瓶室	—	—	—	6(排风)

注: 1 表中换气次数为通风工况下房间的最小换气标准;

2 厕所排风量按每坑位不小于 $100\text{m}^3/\text{h}$ 核算,其他房间设计通风量尚应按排除余热进行核算;

3 括号中注明排风的为机械排风换气次数,未注明排风的为机械送风与机械排风的换气次数。

14.2.11 人员新风量应符合下列规定：

- 1 区间隧道内每个乘客每小时需供应的新鲜空气量不应少于 20m^3 ；
- 2 地下车站公共区空调系统每个乘客每小时需供应的新鲜空气量不应少于 20m^3 ；
- 3 地下车站设备及管理用房内每个工作人员每小时需供应的新鲜空气量不应少于 30m^3 。

14.2.12 通风与空调系统的噪声应符合下列规定：

- 1 通风与空调系统设备运转传至站厅、站台公共区的噪声不应超过 $70\text{dB}(\text{A})$ ；
- 2 通风与空调设备传至各设备及管理用房内的噪声不应超过 $60\text{dB}(\text{A})$ ；
- 3 通风与空调机房内的噪声不应超过 $90\text{dB}(\text{A})$ 。

14.2.13 地下区间隧道及车站公共区空气中的 CO_2 浓度应小于 1.5% ，车站设备及管理用房空气中的 CO_2 浓度应小于 1.0% 。

14.2.14 地下车站公共区空气中可吸入颗粒物 (PM_{10}) 的日平均浓度应小于 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ ，总悬浮颗粒物 (TSP) 的日平均浓度应小于 $0.50\text{mg}/\text{m}^3$ ；车站设备及管理用房空气中可吸入颗粒物 (PM_{10}) 的日平均浓度应小于 $0.10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

II 区间隧道通风系统

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

14.2.16 区间隧道通风系统的进风应直接采自大气，排风应直接排出地面。

14.2.17 当地下车站站台设封闭站台屏蔽门时，应在车站每端设置 2 条与室外连通的活塞风道；当列车行驶速度小于 $100\text{km}/\text{h}$ 且地面条件受限时，地下车站每端可只设置 1 条与出站隧道连接的活塞风道。

14.2.18 当地下车站站台设非封闭站台屏蔽门时，在单洞单线区间隧道的车站端部上、下行线路之间应设置活塞风迂回风道。

14.2.19 当地下车站设置活塞风道时，活塞风道的长度不宜大于 40m 。

III 车站公共区通风与空调系统

14.2.20 地下车站应设置空调系统，且宜具备不小于 5 次/h 的通风换气能力。

14.2.21 地下车站的进风应直接采自大气，排风应直接排出地面。

14.2.22 地下车站宜在列车停靠在车站时的发热部位设置排风系统。

14.2.23 站厅和站台的瞬时风速不宜大于 $5\text{m}/\text{s}$ 。

14.2.24 地下车站连续长度大于 100m 的出入口通道应设置空调降温措施。

14.2.25 当地下车站的出入口通道采取空调降温措施时，其内部空气设计温度应小于 32°C 。

14.2.26 地下车站连续长度大于 40m 的换乘通道、连接通道宜设置独立的空调系统；与站厅衔接的换乘通道的内部空气计算温度宜采用 29°C ，只与站台衔接的换乘通道的内部空气计算温度宜采用 27°C ；相对湿度均不应大于 70% 。

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

IV 设备及管理用房通风空调与供暖系统

14.2.28 设备及管理用房应根据其使用要求设置通风系统，必要时可设置空调系统；进风应直接采自大气，排风宜直接排出地面。

14.2.29 车站综合控制室、综合监控设备室、信号设备室、通信设备室、民用通信设备室、公安通信设备室、站台屏蔽门设备室、电源及蓄电池室应设置备用空调系统。

14.2.30 多联分体空调系统室外机应设置在地面；当受条件限制，多联分体空调系统室外机无法设置在

室外时，宜设置在排风井下，室外机进风口处设置防尘装置，在附近设置清洗及排水设施。

14.2.31 地下牵引变电所、降压变电所应设置机械通风系统，排风宜直接排至地面；通风量按排除余热计算。当余热量大，采用机械通风系统技术经济不合理时，可设置空调系统。

14.2.32 设备用房内的空调送风口、阀门及室内机应避开电气设备上方布置；风管宜避开电气设备上方布置。设备用房内的通风空调系统下排风管应避开设备运输通道及巡视检修通道，下排风管安装完成面与变电所设备之间的最小水平距离应大于 800mm。

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

14.2.34 设置气体灭火的房间的通风空调系统应符合下列规定：

- 1 火灾时，为本房间服务的通风空调风道应能自动关闭；
- 2 房间应设置机械通风系统，所排除的气体应直接排出地面。

14.2.35 设在尽端线、折返线内的局部设备及管理用房，应设置机械排风、自然进风系统。进风口应设在列车进站一侧，排风口应设在列车出站一侧，且进风口应设有滤尘装置。

V 空调冷源及水系统

14.2.36 空调冷源设计应符合下列规定：

- 1 空调系统的冷源宜采用自然冷源，无条件采用自然冷源时，可采用人工冷源；
- 2 设于地下线路内的空调冷源设备应采用电动压缩式冷水机组或电动压缩式直接蒸发空调机组，不应采用直接燃烧型吸收式冷水机组；
- 3 冷水机组的选择应根据空调系统的负荷情况、运行时间、运行调节要求，结合制冷工质的种类、装机容量和节能效果等因素确定；
- 4 车站公共区与设备管理用房的空调系统冷源宜独立分别设置；
- 5 同期建设、开通期相差 2 年以内的换乘车站空调水系统可共享设置，共享的冷冻机房应设置在先期开通的线路范围内。

14.2.37 冷水机组的选择应符合下列规定：

- 1 车站公共区冷水机组台数应与负荷的变化规律相匹配，不宜少于 2 台，可不设置备用机组；
- 2 车站公共区冷水机组宜选用多机头联控型机组；
- 3 冷负荷量小且分散时，可选用风冷式冷水机组；
- 4 冷水机组应采用环保冷媒；
- 5 冷水机组宜选用制冷性能系数高的产品。

14.2.38 冷冻水系统设计应符合下列规定：

- 1 冷冻水系统应采用闭式水系统；
- 2 冷冻水的补水量应为系统水容量的 1%，补水点宜设在冷冻水泵的入口处；
- 3 冷冻水补水泵的扬程应比补水点压力高 3m~5m，小时流量不应小于系统水容量的 4%~5%；
- 4 冷冻水泵宜与冷水机组匹配设置，可不设备用泵；
- 5 冷冻水管应有保温措施，保温层厚度应保证其外表不结露。冷冻水管保温层外部宜设置金属保护层。

14.2.39 冷却水系统设计应符合下列规定：

- 1 冷却水应循环使用；
- 2 冷却水的水质应符合国家标准《采暖空调系统水质》GB/T 29044 的规定；
- 3 冷却水补水量宜为系统循环水量的 1%-1.5%；
- 4 冷却水泵宜与冷水机组匹配设置，可不设备用泵；
- 5 冷却水管可不采取保温措施。

14.2.40 冷却塔的设置应符合下列规定：

- 1 冷却塔应设置在通风良好的地方，并应与周围环境相协调，其噪声应符合国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的规定；
- 2 多塔布置时，宜采用相同型号产品，其积水盘下应设连通管，每台冷却塔的进、出水管上应设电动阀；
- 3 结合室外地面建筑设置冷却塔时，应设置安全防护措施，并应符合本标准第 10.6 节的规定。

14.2.41 风道内置式冷却塔的设置应符合下列规定：

- 1 冷却塔与冷却泵的高差应满足冷却水泵不发生汽蚀的要求；
- 2 冷却塔选型应与新排风井位置相适应，保障冷却塔进出风通畅、避免气流短路；
- 3 当冷却塔并联设置时，冷却塔前后应设置与强排风机联动的风阀。

14.2.42 空调水系统附件设置应符合下列规定：

- 1 空调冷冻水系统宜设置分水器 and 集水器；
- 2 冷水机组、水泵等设备的入口处，应安装水过滤器或除污器；
- 3 空调水系统应设置压力表和温度计等附件。

VI 机房、风道及风亭**14.2.43 冷冻机房应设置在靠近空调负荷中心的位置，宜与空调机房综合布置，并符合本标准第 10.4 节的规定。****14.2.44 当车站土建风道较长时，宜利用其内部空间布置通风空调系统设备。****14.2.45 冷水机组四周应留有必要的操作和维修空间，冷冻机房内设备的布置间距应符合下列规定：**

- 1 主要通道和操作通道的宽度宜大于等于 1.5m；
- 2 冷水机组突缘部分与配电盘之间距离应大于等于 1.5m；
- 3 冷水机组突缘部分相互之间宜大于 1.2m；
- 4 冷水机组与墙面之间距离宜大于等于 1.0m；
- 5 非主要通道应大于 0.8m；
- 6 冷水机组前端应根据设备要求，留有蒸发器和冷凝器抽管空间。

14.2.46 冷冻机房及通风空调机房的内部空间应在满足机房内各种设备、管线布置的前提下，保证制冷空调设备的安装、维修、检修和测量的需要。**14.2.47 冷冻机房及通风空调机房内应设排水明沟和地漏。表冷器、空调机组凝结水管应接水封后再排至排水系统。空调设备的大流量泄水管宜直接引至废水泵房或设有防外溢措施的泄水槽。****14.2.48 通风空调机房应设置地面防、排水措施，管道穿越楼板处应设挡水措施。****14.2.49 土建风道及空调机组中的表冷器应设置冬季泄水保养及吹干防冻措施。****14.2.50 结构式消声器内宜设置活动式消声模块作为检修通道，且大型轴流风机扩散筒与消声器的间距不宜小于 2m。****14.2.51 通风空调系统的风亭设计应符合本标准第 10.6 节的规定。****14.2.52 通风道和风井的风速不宜大于 8m/s；站台下排风风道和列车顶部排风风道的风速不宜大于 15m/s；风亭格栅的迎面风速不宜大于 4m/s。****14.2.53 风亭出口的噪声应符合国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的规定。****VII 供 暖****14.2.54 地下车站公共区及区间隧道不宜设置供暖系统。****14.2.55 当有工作人员的车站管理用房需供暖时，宜采用空调热泵系统或局部电热供暖。**

14.3 高架与地面线路

I 室内外设计参数

14.3.1 夏季室外空气计算温度应符合下列规定：

- 1 夏季通风室外空气计算温度应为 29.7°C ；
- 2 夏季空调室外空气计算干球温度应为 33.5°C ；
- 3 夏季空调室外空气计算湿球温度应为 26.4°C 。

14.3.2 冬季室外空气计算温度应符合下列规定：

- 1 冬季通风室外空气计算温度应为 -3.6°C ；
- 2 冬季供暖室外空气计算温度应为 -7.6°C 。

14.3.3 站厅采用通风系统时，站厅内的夏季空气设计温度应为 32°C 。

14.3.4 站厅采用空调系统时，站厅内的夏季空气设计温度应为 30°C ，相对湿度不应大于 70%。

14.3.5 车站设备及管理用房夏季通风与空调的温度、湿度标准应符合表 14.2.10 的规定。

II 通风与空调

14.3.6 地上车站公共区应采用自然通风，设备及管理用房宜采用自然通风；当不具备自然通风条件时，可设置机械通风或空调系统。

14.3.7 站厅设置空调系统时，站厅通向站台的楼梯口、扶梯口处以及出入口宜设置风幕。

14.3.8 地上变电所宜采用机械排风，自然进风的通风方式。自然进风口应设置滤尘设施及调节阀门。

14.3.9 设备及管理用房宜采用多联分体空调系统，管理用房与发热量大的设备用房的空调系统应分别设置。

14.3.10 对于未纳入多联分体空调系统的站台值班室、站厅检票亭、变电所控制室等房间可设置局部的分体空调器。

14.3.11 高架和地面区间应采用自然通风；当区间设置全封闭声屏障时，应采取措施实现有效的自然通风。

III 供 暖

14.3.12 地上车站公共区可不设置供暖系统，公共区厕所应设置供暖装置。

14.3.13 车站管理用房应设供暖装置，车站设备用房应根据工艺要求设供暖系统。

14.3.14 热源宜采用空气源热泵，无条件时可采用局部电热设备。

14.3.15 在公共部位设置的局部电热供暖设备应设置防盗及防护措施。

14.4 车辆基地与控制中心

14.4.1 车辆基地的停车库、列检库、洗车库、月检库等运用和检修生产设施库室的冬季供暖室内设计温度应为 12°C 。夏季采用机械通风时，换气次数不宜小于 1 次/h；当房间高度大于 6m 时，机械通风量可按 $6\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ 计算。

14.4.2 车辆基地供暖热源应采用可再生能源或可再生能源耦合常规能源，常规能源应优先采用市政热力。

14.4.3 车辆基地的室外供暖管线下穿厂区内的轨道时宜采用通行地沟的敷设方式。

14.4.4 控制中心内各条线路的设备机房应设置独立的空调系统，室内空调设计参数应符合国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的相关规定。

14.4.5 控制中心的调度大厅、网管室、电源室等设备及管理用房的室内空调设计温度应为 $18^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应为 35%~65%。

14.4.6 蓄电池检修间温度宜为 $16^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。

14.4.7 洗车库应计入冷风侵入热负荷。

14.5 系统控制

14.5.1 区间隧道通风系统、地下车站公共区通风空调与供暖系统宜设就地控制、车站控制、中心控制的三级控制。

14.5.2 地下车站设备管理用房通风空调与供暖系统、地上车站通风空调与供暖系统宜设就地控制、车站控制的两级控制。

15 给水与排水

15.1 一般规定

15.1.1 给水水源应采用城市自来水，并应充分利用城市自来水水压。当无城市自来水时，应采取其他可靠的给水水源。

15.1.2 各类污、废水的排放应符合北京市地方标准《水污染物综合排放标准》DB11/307的规定。

15.1.3 给排水设计应坚持综合利用、节约用水的原则，节水设计应符合国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015、《民用建筑节能设计标准》DB11/2076的规定。

15.1.4 给水系统应采取可靠的防水质污染措施，并应符合国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015的规定。

15.1.5 给排水管道应符合下列规定：

- 1 不应穿过变电所、通信信号机房、控制室、配电室等电气房间；
- 2 不宜穿越变形缝；当必须穿越变形缝时，应采取变形补偿措施；
- 3 室外给排水管道宜敷设在冰冻线以下；
- 4 应采取防止杂散电流腐蚀的措施；
- 5 应喷涂色环、符号及箭头等标记；
- 6 管道保温设置应符合本标准第30.3.7条的规定，保温材料应符合本标准第14.1节的相关规定。

15.1.6 室外各类给水阀门井、排水检查井等井盖应有城市轨道交通专用标识并有防盗功能。

15.1.7 给排水系统宜按自动化管理实现智慧运维设计。

15.2 车站与区间给水

15.2.1 用水量定额应采用下列标准：

- 1 工作人员生活用水量为40L/人·班，小时变化系数为1.2~1.5；
- 2 车站公共区及出入口通道冲洗用水量为2L/m²·次，每天按冲洗1次，每次用水量按冲洗1h计算；
- 3 车站公共卫生间用水量按器具小时用水量计算；
- 4 生产用水量按工艺要求确定。

15.2.2 水质应符合下列规定：

- 1 生活给水系统的水质应符合国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749的规定；
- 2 生活杂用水系统的水质应符合国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920的规定；
- 3 生产用水的水质应满足工艺的要求。

15.2.3 水压应符合下列规定：

- 1 生活用水卫生器具的水压应符合国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015、《民用建筑节能设计标准》DB11/2076的规定；
- 2 生产用水的水压按工艺要求确定，其他用水点处水压大于0.2MPa的配水支管应采取减压措施，并应满足用水器具工作压力要求。

15.2.4 给水系统设计应符合下列规定：

- 1 地下车站、地上车站生产、生活给水系统应充分利用市政水压供水，当市政水压或水量不满足

要求时,应设置二次供水设施,并应符合《建筑给水排水设计标准》GB 50015 及《二次供水工程技术规程》CJJ 140 的要求;

- 2 车站内生产、生活给水系统应与消防给水系统分开设置;
- 3 车站内不同使用性质和计费的给水系统,应采用独立的给水系统;
- 4 换乘车站内生产、生活给水系统宜共用给水水源。

15.2.5 管道布置、附件和管材应符合下列规定:

- 1 车站内生产、生活给水系统应从车站给水引入总管上接出一根给水管,给水引入管宜通过风道引入车站;
- 2 车站内生产、生活给水系统布置应成枝状;
- 3 消防水源引入管、生产生活给水引入管、冷冻机房给水管、冷却水系统补水管、卫生间给水管及便民用房给水管上宜设置电子远传水表;
- 4 车站内非轨道交通用水,换乘车站不同线路的给水系统均应单独设置计量设施;
- 5 公共场所的洗手盆水嘴应采用非接触式或延时自闭式水嘴。小便器宜采用感应式或延时自闭式冲洗阀。大便器宜采用脚踏式和感应式等非接触类水嘴,并应符合《节水型生活用水器具》CJT 164 的要求。
- 6 男、女公共卫生间、残疾人卫生间给水支管上应设置阀门,其他管段上阀门的设置应符合国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定;
- 7 车站站台公共区两端宜设置冲洗水栓;
- 8 车站设备用房及土建风道内各用水点附近宜设置冲洗龙头和拖布池;多联机分体空调室外机附近宜设置清洗给水点、排水点;
- 9 室外明装冷却水补水管应在最低点设置泄水阀;
- 10 室内生产、生活给水宜采用薄壁不锈钢管、钢塑复合管或铜管,室外埋地给水管宜采用球墨铸铁给水管,采用其他管材和相应配件时应符合国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749 的规定;
- 11 卫生间内暗装的不锈钢管、钢塑复合管外壁应采取防腐措施;
- 12 给水管道最高点应设置排气装置,最低点应设置泄水阀。

15.3 车站与区间排水

15.3.1 排水量定额应符合下列规定:

- 1 生活排水系统定额应按生活用水量的 95% 计算;
- 2 生产排水量应按工艺要求确定;
- 3 冲洗和消防的废水排水量应与用水量相同;
- 4 地上车站屋面排水管道的排水设计重现期应按北京地区 10 年一遇的暴雨强度计算,设计降雨历时应按 5min 计算,屋面雨水工程与溢流设施的总排水能力不应小于 50 年重现期的雨水量;
- 5 地下车站敞开出入口、敞开风井及隧道洞口的雨水泵房、排水沟及排水管渠的雨水排水能力按照不应小于北京地区 100 年一遇的暴雨强度计算,高架区间的雨水排水系统设计重现期按照不应小于 50 年一遇的暴雨强度计算,设计降雨历时应按计算确定;
- 6 北京地区暴雨强度公式应按北京市地方标准《海绵城市雨水控制与利用工程设计规范》DB11/685 附录 B 计算。

15.3.2 排水系统设计应符合下列规定:

- 1 当地下车站设有离壁墙时,离壁墙内的排水地漏或排水管宜避开电气用房设置,并宜设置不小于 600mmx600mm 的检修门,车站或区间的结构渗漏水较大时,可提高主排水泵房排水能力;
- 2 生活污水及生活废水应单独排放,地下车站内的便民用房应预留压力排水管接至室外,车站冷却塔排水应接入市政污水管网;

- 3 地下车站生产废水、结构渗漏水、冲洗及消防废水和口部雨水可集中并就近排放；
- 4 地面和高架车站的屋面雨水应单独排放；
- 5 地下车站和区间的污水、废水和雨水应设排水泵提升排入城市排水系统；
- 6 地面及高架车站的污水及废水、桥面雨水应按重力流排水方式设计，屋面雨水可按重力流或压力流设计。

15.3.3 地下车站及区间泵房的设置应符合下列规定：

1 区间隧道主排水泵房应设在线路实际坡度最低点，当区间排水沟的排水能力不能满足区间排水的要求时，应设辅助排水泵房，区间排水泵房宜和区间联络通道或中间风井合建，当区间联络通道结构施工风险大时，可采取其他排水泵房形式；

- 2 车站主排水泵房应设在车站线路坡度下坡方向的一端；
- 3 车站污水泵房应设在厕所附近；
- 4 局部排水泵房应设在自动扶梯基坑附近、站台板下等不能自流排水而又有可能集水的低洼处；
- 5 雨水泵房应设在敞开式风亭、敞开式出入口底部及隧道出洞口附近，隧道出洞口附近应在洞口道床的适当位置设横向截水沟，雨水横截沟不宜少于三道，横截沟排水能力不应小于隧道洞口计算雨水排水量，保证雨水导流至泵房集水池；

- 6 出洞口处雨水泵房应设置对外直拨电话；
- 7 除局部排水泵房外，其他各类排水泵房内应设置起吊装置和电话；
- 8 车站下沉广场和相对低洼、无法重力排除的站前广场，应设雨水泵房；
- 9 车站和区间主排水泵房、洞口雨水泵房、下沉广场雨水泵房的排水扬水管上宜预留快速接口，出水管末端宜设拍门等防倒灌设施。

15.3.4 排水泵房集水池的设计应符合以下规定：

- 1 雨水泵房集水池的有效容积不应小于最大一台水泵 5min~10min 的出水量；
- 2 污水泵房集水池的有效容积不宜小于最大一台污水泵 5min 的出水量；采用密闭污水提升装置时总容积不宜小于 1.20m³，总有效容积不宜小于 0.65m³；
- 3 消防泵房集水池的有效容积不应小于最大一台排水泵 5min 的出水量，其他各类排水泵房的集水池有效容积不应小于最大一台排水泵 15min~20min 的出水量；
- 4 区间隧道最低点线路排水沟沟底至集水池池底的高差不应大于 3m；
- 5 立式排水泵每小时启动次数不宜超过 6 次，密闭污水提升装置、潜水泵、卧式污水泵不宜超过 20 次；
- 6 除局部排水泵房外，其他各类排水泵房的集水池底应设集水坑，坡向集水坑的坡度不宜小于 10%。

15.3.5 排水泵的设计应符合以下规定：

- 1 车站、区间主排水泵房、辅助排水泵房应设不小于两台排水泵，平时一台工作，必要时两台同时工作；排水泵的总排水能力应按消防时的排水量和结构渗漏水之和确定；
- 2 车站污水泵房应设两台排水泵，一台工作，一台备用，每台排水泵的排水能力不应小于生活排水设计秒流量；
- 3 隧道洞口雨水泵房应设不小于三台排水泵，最大水量时三台泵同时工作，每台泵的排水能力应大于最大小时排水量的 1/3；
- 4 车站局部排水泵房设两台排水泵时，平时一台工作，必要时两台泵同时工作；每台排水泵的排水能力应大于最大小时排水量的 1/2；
- 5 消防泵房内集水坑排水泵应设两台排水泵，每台排水泵的排水能力不应小于最大消防水源补水管流量；
- 6 排水泵均应设计为自灌式或自吸功能的排水泵；

7 与联络通道合建的区间主排水泵房及局部排水泵房应采用潜水泵，其他排水泵房宜采用立式泵或其他便于检修的水泵形式；

8 地下车站污水泵房排水泵宜采用密闭式污水提升装置等节能环保型设备或卧式污水泵。

15.3.6 管道布置、附件及管材应符合下列规定：

1 车站排水泵房的压力排水管宜通过风道或人行通道接入城市排水系统，区间排水泵房及洞口雨水泵房的压力排水管宜通过中间风井或通过车站接入城市排水系统；

2 洞口雨水泵房宜设 2 根压力排水管，其他泵房宜设 1 根压力排水管；

3 车站污水泵房集水池（污水箱）及卫生间排水管应设置通气管，通气管应接至室外；

4 车站及区间主排水泵房、局部排水泵房集水池、污水泵房集水池、密闭污水提升装置宜设置投入式液位传感器，隧道洞口雨水泵房、车站及区间主排水泵房宜增设不同原理液位计作为超高水位报警备用；

5 局部排水泵房排水管应设置泄水管；

6 通风空调机房排水宜就近接入车站主排水泵房；

7 地下车站的空调机房、有通风空调设备的风道、站台板下应设置排水沟，通风空调机房排水沟的能力应满足空调设备泄水的要求；

8 接车站各类废水泵房的排水管或排水沟的入口处应设置排水篦子或格栅；

9 沿车站站厅边墙、站台公共区每隔 50m 宜设一个 DN50~DN100 的地漏；

10 地下车站从地面进入站厅的人行通道和站厅层相接部位应设横截沟，并应在沟内设 DN100 排水地漏；

11 当线路排水沟采取可靠防水措施时，车站生产废水及结构渗漏水可接入线路排水沟，接至线路排水沟的排水不应在道床上散水排放，线路排水沟应采取防水措施；

12 硬聚氯乙烯排水管道穿越楼板及不同的防火分区时应设阻火圈；

13 重力流排水管宜采用柔性接口机制排水铸铁管或阻燃型硬聚氯乙烯管及管件；

14 压力排水管宜采用热镀锌钢管或钢塑复合管，区间轨行区压力废水管宜与区间消防管同管材，区间线路排水沟接入废水池的重力排水管宜采用球墨铸铁管，且每侧接入废水池的预埋管不少于 2 根；

15 虹吸压力流排水管宜采用承压塑料管或不锈钢管；

16 室外重力流埋地排水管宜采用埋地塑料管或钢筋混凝土管。

15.3.7 局部污水处理设施应符合下列规定：

1 当车站周围有城市污水排水系统，且下游有市政污水处理厂时，征得当地市政排水管理部门同意后，车站粪便污水应直接排入城市污水排水系统，不应设化粪池；

2 当车站周围无城市污水排水系统时，应根据北京市地方标准《水污染物综合排放标准》DB11/307 的规定，对车站粪便污水进行处理，其排放不应接入雨水管网，且应满足环评要求并经市政排水管理部门同意；

3 室外化粪池的设计应符合国家标准《室外排水设计标准》GB 50014 的规定。

15.4 车辆基地给水与排水

15.4.1 用（排）水量定额应符合下列规定：

1 生产、生活给排水系统用（排）水量定额应符合国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 及《民用建筑节能设计标准》DB11/2076 的规定；

2 生产工艺用（排）水量应按工艺要求确定。

15.4.2 屋面雨水排水设计标准应符合下列规定：

1 一般性地面建筑屋面雨水量应按不小于北京地区 5 年一遇暴雨强度计算；

2 大型厂（库）房、高层建筑屋面雨水应按照不小于北京地区 10 年一遇暴雨强度进行计算，设计降雨历时不小于 5min；

3 当运用库、检修库、物资总库及综合楼屋面设置外天沟时，屋面雨水工程和溢流设施总排水能力应满足当地不小于 50 年一遇暴雨重现期的排水量；

4 当运用库、检修库及物资总库屋面设置内天沟时，屋面雨水工程和溢流设施总排水能力应满足当地不小于 100 年一遇暴雨重现期的排水量。

15.4.3 给水系统设计应符合下列规定：

1 给水水源应采用城市自来水，当车辆基地周围无城市自来水时，应有其他可靠的水源；当有市政中水管网时，车辆基地应引入市政中水进行冲厕、绿化、浇洒道路；

2 车辆基地内不同水质条件的生产、生活给水系统应采用分质供水系统，单独设置计量设施；

3 车辆基地生产生活低区给水系统应充分利用市政水压；城市自来水的供水量或供水压力不能满足车辆基地生产、生活给水系统的部分，应设给水加压设备，加压设备宜采用叠压或变频调速供水设备；

4 当城市自来水提供两根给水引入管时，室外生产、生活系统宜与室外消防给水系统共用且布置成环状；当城市自来水提供一根给水引入管时，室外生产、生活和室外消防给水系统应分开布置，室内、外消防给水系统是否共用应经过技术经济比较确定；

5 室内生产、生活给水系统应与消防给水系统分设。

6 车辆基地室外生产、生活给水系统应布置成环。

7 车辆基地室外绿化用水、非亲水性景观用水和冲洗路面用水，应使用雨水或再生水。

15.4.4 排水系统设计应符合下列规定：

1 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，则应设排水泵房提升并排入城市污水排水系统；

2 当车辆基地附近有城市污水处理厂时，其内部的生产废水、生活污水应处理达到北京市地方标准《水污染物综合排放标准》DB11/ 307 规定的标准后排入城市排水管网；

3 当车辆基地附近无城市污水处理厂时，其内部的生产废水、生活污水应经过处理达标后作为中水回用；

4 运用库、检修库等大型厂（库）房的屋面雨水排水宜采用满管压力流排水系统，其他屋面雨水排水宜采用重力流排水系统；

5 车辆基地内运用设施、检修设施、试车线、室外电缆沟等局部低洼处应设排水设施；

6 车辆基地有上盖开发时，车辆基地排水系统应独立设置，上盖雨水与盖下车辆基地雨水应分开独立设置，上盖雨水应独立排放至场外，不应进入盖下车辆基地，不应在基地内设置上盖雨水调蓄池或与基地共用雨水调蓄池。

15.4.5 管道布置、附件及管材应符合下列规定：

1 室外给排水及消防管道穿越车辆基地轨道时，应设防护套管或综合管沟；

2 给水和排水系统管道及附件的布置应符合国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定；

3 室内生产、生活给水管宜采用薄壁不锈钢管、钢塑复合管；

4 室外给水管宜采用球墨铸铁给水管和胶圈接口，变坡最高点设排气阀，最低点设泄水阀；

5 室内重力流排水管道宜采用柔性接口机制排水铸铁管或建筑排水塑料管及相应管件，虹吸压力流排水管宜采用承压塑料管、不锈钢管等，室外排水管宜采用钢筋混凝土管、塑料管，室外检查井不宜采用塑料检查井。

15.5 设备监控

15.5.1 车站生产、生活给水设备应在车站综合控制室显示运行、手/自动及故障状态信息。

15.5.2 排水泵应采用液位自动控制、就地控制两种控制方式；车站和区间主废水泵房排水泵，隧道洞口雨水泵应能在车站综合控制室远程控制；车站主废水泵站、区间主废水泵站、洞口雨水泵站的水位报警信号应接至控制中心。

15.5.3 排水设备应在车站综合控制室显示设备运行、手/自动、故障状态及液位信息。

16 供 电

16.1 一般规定

- 16.1.1** 城市轨道交通供电设计应以安全、可靠、环保、节能、经济及便于维修为原则。
- 16.1.2** 供电系统宜结合线网进行电力资源共享设计，电力资源共享形式宜包括城市轨道交通线网内部共享、城市轨道交通线路与地区用户共享。
- 16.1.3** 供电系统规模应与城市轨道交通系统设计能力相匹配。供电系统的设计能力应满足客流控制期列车编组和行车交路下的用电需求。
- 16.1.4** 牵引用电负荷应为一级负荷；动力照明等用电负荷应分为一级负荷、二级负荷和三级负荷。
- 16.1.5** 一级负荷应由双重电源供电，当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏。
- 16.1.6** 二级负荷供电应符合下列规定：
- 1 车站宜采用双电源单回路供电；
 - 2 车辆基地建筑物（变电所不在单体建筑内时）宜采用双电源、双回路供电。
- 16.1.7** 三级负荷应采用单电源单回路供电，当系统中一个电源失电时宜手动/自动切除。
- 16.1.8** 列车再生制动能量利用方案应纳入供电系统设计，设计方案应通过经济技术综合比较确定。
- 16.1.9** 车辆基地应设置供电车间。沿线路每 3~5 座车站变电所设置一个维修中心，该工区应设于车站内。
- 16.1.10** 具备条件时可采用光伏发电等绿色能源作为补充电源。供电系统节能设计应符合本标准第 31 章的相关规定。

16.2 外部电源与中压供电网络

- 16.2.1** 外部电源应根据城网电源条件和客流控制期的列车编组及行车交路需求确定，可采用集中式、分散式或混合式供电。
- 16.2.2** 采用集中式供电，高压电压等级应为 110 kV，中压供电网络电压等级应为 35kV；采用分散式供电，中压供电网络的电压等级应与北京电力部门的电网电压等级保持一致。
- 16.2.3** 主变电所、电源开闭所进线电源应为专线电源。
- 16.2.4** 供电系统各类变电所的两个电源应来自两座不同的变电所，或来自具有两路及以上进线的同一座变电所的不同母线段。
- 16.2.5** 采用分散式供电时，相邻电源开闭所的电源不宜引自城市电网同一座变电所。
- 16.2.6** 主变电所、电源开闭所的分布应结合北京线网规划和建设时序进行共享设置。
- 16.2.7** 主变电所、电源开闭所容量应根据共享设置要求、负荷潮流、中压供电网络电压等级等条件根据计算确定。
- 16.2.8** 主变电所宜设在本线路附近，并应就近向共享线路供电。主变电所的选址、一次接入方案、计量、调度和线路通道应会同城市规划和电力部门确定。
- 16.2.9** 一座主变电所或电源开闭所退出，供电系统应符合下列规定：
- 1 本线路相邻主变电所应越区供电，并应具备向退出运行的主变电所供电范围提供电源支援能力；
 - 2 相邻电源开闭所应越区供电，并应满足相关供电范围内的一、二级负荷的用电需求。
- 16.2.10** 中压供电网络应按客流控制期的列车编组及行车交路设计，对互为备用线路，当一路退出运行时，另一路应承担供电范围内的一、二级负荷供电，线路末端电压损失应符合现行国家标准《电能质量

供电电压偏差》GB/T 12325 的规定。

16.2.11 中压供电网络供电分区划分应发挥中压电压等级的供电能力，并应按照建设、运营综合经济的合理性统筹考虑。

16.2.12 中压供电网络电压等级相同时，相关联的不同线路的中压供电系统宜设置电源联络用开关。

16.2.13 中压供电网络应采用牵引、动力照明供电系统混合网络形式，并应为开环环网结构。

16.2.14 除车站及车辆基地内设置的跟随式降压变电所外，其他变电所应接入中压供电网络。

16.2.15 外部电源引入点处功率因数不应低于 0.9，并避免过补偿。

16.3 牵引供电系统

16.3.1 牵引供电系统标称电压及波动范围应符合表 16.3.1 的规定。

表 16.3.1 直流牵引供电系统电压及其波动范围（V）

标称值	最高值（长期）	最高值（5min）	最低值
750	900	1000	500
1500	1800	1950	1000

16.3.2 牵引网应采用直流双导线制，正极、负极均不应接地。

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

16.3.4 最大牵引负荷应根据客流控制期高峰小时的列车编组、行车交路、旅行速度、车辆特性及线路条件等进行计算确定。

16.3.5 牵引整流机组或双向变流装置的容量应按照最大牵引负荷确定。

16.3.6 牵引变电所的分布应满足客流控制期高峰小时牵引负荷及系统规模的需要。

16.3.7 在正常运行方式下，正线两座相邻牵引变电所对其同一供电分区应采用双边供电方式。

16.3.8 正线线路中间牵引变电所退出，应由两侧相邻牵引变电所实施大双边供电，纵联开关可采用直流快速断路器。

16.3.9 正线线路端部牵引变电所退出，宜采用下列任何一种运行方式：

- 1 线路端部上下行牵引网设置横联开关，由相邻牵引变电所实施单向大双边供电；
- 2 线路及车辆基地为地上形式并具备条件时，由车辆基地牵引变电所与线路端部牵引变电所相邻的牵引变电所实施大双边供电；
- 3 当全线采用专用回流轨回流方案并具备条件时，由车辆基地牵引变电所与正线相邻牵引变电所实施大双边供电。

16.3.10 牵引整流机组的负荷特性应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定，牵引整流机组的布置及电缆敷设应利于并列运行。

16.3.11 牵引供电系统及非线性用电设备所产生的谐波引起的电网电压正弦波形畸变率应予以控制，应符合现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549 的规定。

16.4 变 电 所

16.4.1 变电所选址应符合下列要求：

- 1 靠近负荷中心；
- 2 便于电缆线路引入、引出；
- 3 便于设备运输；
- 4 独立设置的变电所，宜靠近线路，并应和城市规划相协调。该变电所与线路间应设置专用电缆通道。
- 5 其他要求应符合本标准第 10.4 节的规定。

- 16.4.2** 主变电所高压侧宜采用线路-变压器组接线。
- 16.4.3** 主变电所中压侧应采用分段单母线接线，共享时后建线路宜设电源开闭所。
- 16.4.4** 主变电所应设置两台主变压器，并宜按照客流控制期高峰小时负荷需求配置，当近、远期负荷相差较大时，应按照近期容量装机。
- 16.4.5** 当一台主变压器退出运行时，另一台主变压器应能负担供电范围内全部一、二级负荷的用电需求。
- 16.4.6** 主变电所中压侧宜设动态无功补偿装置（SVG）。
- 16.4.7** 电源开闭所宜设在换乘站，牵引变电所宜设在车站内。当不具备条件时，牵引变电所可设在车站附近或区间。车站降压变电所应设在重负荷端，可分层布置；当技术经济合理时可设置跟随式降压变电所。
- 16.4.8** 牵引变电所应与同址的降压变电所合建为牵引降压混合变电所。电源开闭所应与同址的牵引降压混合变电所或降压变电所合建。
- 16.4.9** 同站台换乘的车站降压变电所宜共享设置，并对共用机电设备的配电回路设置计量表计。
- 16.4.10** 变电所的中压侧、低压侧应采用分段单母线接线。牵引变电所直流侧宜采用单母线接线；当采用两套牵引整流机组时，两套机组应接在同一段中压母线。
- 16.4.11** 电源开闭所中压母线的每一段宜预留 1 面中压开关柜；变电所低压母线的每一段应预留 1 面低压开关柜安装条件，低压开关柜宜预留总回路数 20%~25%备用回路。
- 16.4.12** 牵引变电所直流进线开关应采用直流快速断路器。
- 16.4.13** 变电所直流负母线与整流器之间宜采用手动隔离开关。
- 16.4.14** 跟随式降压变电所配电变压器电源侧应配置满足维护、测试和检修配电变压器时保障人身安全的隔离电器。
- 16.4.15** 配电变压器的容量选择应满足一台配电变压器退出运行时，另一台配电变压器能负担供电范围内的一、二级负荷的用电需求。
- 16.4.16** 条件允许时，变电所低压开关柜宜双排面对面排列。
- 16.4.17** 变电所低压侧宜设置低压母线隔离柜，并应设置满足维护、测试和检修低压母线分段开关室时保障人身安全的隔离电器。
- 16.4.18** 变电所低压进线、母线分段开关应配置电动操作机构，三级负荷宜配置电动操作机构。
- 16.4.19** 变电所低压侧各三级负荷配电回路应满足电力调度独立切除或投入的需求。
- 16.4.20** 地下车站变电所低压侧每段母线应预留人防电源接入的条件。
- 16.4.21** 变电所低压侧应设置有源滤波装置。
- 16.4.22** 变电所交直流电源屏的交流电源应引自变电所的两段低压母线，并应设双电源互投装置。
- 16.4.23** 变电所直流操作电源应采用成套装置，正常运行时蓄电池宜处于浮充状态。蓄电池容量应满足交流停电情况下连续供电 120min 的要求。
- 16.4.24** 车站及车辆基地宜设置 UPS 电源整合系统，整合范围宜包括专用通信系统、信号系统、环境与设备监控系统、综合监控系统、门禁系统、自动售检票系统、乘客信息系统、公安通信系统等。
- 16.4.25** 过电压保护应符合现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064、《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定。
- 16.4.26** 低压配电设计应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 的规定。
- 16.4.27** 变电所设备布置应满足设备运输、设备操作维护和电缆敷设的要求。
- 16.4.28** 变电所应设置调度电话和公务电话，其中调度电话应有不能被人控制的自动录音功能；变电所应设置视频监视并纳视频监控系统。
- 16.4.29** 地下车站变电所设置应符合下列规定：
- 1 变电所位置应设在设备用房负荷中心的一端，用房不应跨越变形缝。设在站台层的牵引变电所，

应设在线路纵坡的高端；

2 变电所内的设备应水平安装；

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

4 车辆再生制动能量吸收装置应单独设置房间；

5 变电所宜设置在车站主体结构内，条件受限时，可设置在主体结构外；

6 变电所地面宜采用水磨石；

7 其他要求应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定。

16.5 牵引网

I 通用要求

16.5.1 牵引网应由接触网、回流网组成，接触网为正极，回流网为负极。以走行轨或专用回流轨作为牵引电流的回流通路，应通过回流电缆与牵引变电所连接。

16.5.2 接触网按安装位置的不同分为接触轨、架空接触网。

1 接触轨按授流接触位置的不同可分为上部授流方式、下部授流方式和侧部授流方式。接触轨应采用钢铝复合材料等低电阻率材质；

2 架空接触网按接触悬挂方式的不同分为柔性架空接触网、刚性架空接触网。接触线应采用铜合金接触线。

16.5.3 牵引网应满足牵引供电系统各种运行方式下的载流量要求，并应满足列车最高运行速度的要求。

16.5.4 牵引变电所直流馈线快速断路器至接触网间应设置电动隔离开关：

1 正线上行、下行电动隔离开关分别位于车站站台层的两端；

2 位于车站的电动隔离开关宜设置在独立的房间内，门应朝向站台外走道侧开启，电动隔离开关也可设置在车站盾构井处。

3 位于车辆基地架空接触网电动隔离开关可采用在结构侧墙、架空接触网立柱上或落地安装。

16.5.5 以下场所兼做回流的走行轨应设置钢轨绝缘接头：

1 在正线与车辆基地的衔接处；

2 电气化库入口处；

3 不同线路的联络线处；

4 正线牵引变电所电分段处；

5 电气化与非电气化区段衔接处。

16.5.6 当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，并应设置检修用、带接地功能的隔离开关。设车辆检查坑并有夜间检修作业的折返线，其接触网应通过检修用隔离开关供电。接触网应有主备两路电源，主电源应直接来自邻近牵引变电所，备用电源应来自一条正线接触网。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联络用隔离开关接自上、下行的正线接触网。

16.5.7 停车列检库、静调库、试车线的接触网宜由牵引变电所直接供电。每条库线的接触网应设置隔离开关及接地装置。

16.5.8 上网电缆、回流电缆的根数及截面应根据牵引供电计算确定。

1 在正常运行方式下，应满足一根电缆断线条件下继续运行要求；

2 在大双边供电方式下，应满足远期高峰小时牵引供电的运行要求。

16.5.9 当利用走行轨回流时应符合下列规定：

1 与走行轨连接的回流电缆、均流电缆、道岔连接电缆应连接牢固可靠，接触面的过渡电阻值不应大于 1m 长度单根走行轨的电阻值；

2 上、下行走行轨间应设置均流线，均流线间距不宜大于 600m，地下区段应结合区间联络通道进行设置；

3 回流电缆和均流电缆设置的具体位置应与信号、轨道专业共同确定，且每处不应少于 2 根电缆。

4 走行轨应按牵引区间设置回流分断点。

16.5.10 接触网的电分段应设在下列各处：

1 对车站牵引变电所，应设在列车进站端；

2 对区间牵引变电所，应设在变电所直流电缆出口处；

3 正线与车辆基地的衔接处；

4 一条正线与另一条正线的联络线处；

5 车辆基地各电化库入口处。

16.5.11 当车辆基地出、入线较长时，出、入线的接触网宜由正线邻近牵引变电所单独供电。

16.5.12 车辆基地停车列检库、检修线、场区、试车线应设置独立供电分区。每个供电分区应设置上网电动隔离开关。停车列检库内供电分区不应少于 2 个。

16.5.13 场区供电分区的股道数宜为 4 个~6 个，对于规模较小的停车场供电分区的数量不应少于 2 个。

16.5.14 车辆基地各直流牵引供电分区之间应设置联络隔离开关；车辆基地牵引变电所退出时，应由邻近的牵引变电所或正线接触网对车辆基地的牵引供电进行支援。

16.5.15 牵引网的架空地线应与牵引变电所接地装置连接，地上线路架空地线进入牵引变电所前应采取防雷措施。

16.5.16 当采用接触轨供电时，场区供电分区的直流配电柜宜集中布置在牵引变电所附近，应有防雨雪措施。

16.5.17 正线与车辆基地衔接处的电动隔离开关柜附近应设置调度电话。

16.5.18 车辆基地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；接触轨应分段设置并加装安全防护罩；当停车列检库和周、月检库线采用架空接触网时，每条线库前均应设置电分段和隔离开关；有单独停电需求的列位之间应设置电分段和隔离开关；当隔离开关为手动形式时，应具备接地位。每列位前、后及库外应设置带电显示设施，带电信号采集供电回路的一次侧电压。

16.5.19 车辆基地牵引网的其他设置要求应符合本标准第 27 章的规定。

II 接 触 轨

16.5.20 地下区间横向联络通道处的接触轨应设置机械分段，连接电缆及机械分段长度不得影响人员横向穿行联络通道。

16.5.21 接触轨的锚段长度，应根据环境温度、载流温升、材料线胀系数、伸缩要求确定。

16.5.22 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。

16.5.23 接触轨断轨处应设端部弯头。

16.5.24 场区各供电分区的接触轨布置和隔离开关设置应满足独立断电维修的安全要求。

16.5.25 车辆基地各供电分区接触轨应有带电警示标识，不同供电分区的接触轨防护罩应以不同标识区分。

16.5.26 接触轨电动隔离开关柜应具有观察窗和接触轨带电显示功能。

16.5.27 整体道床段接触轨隔离开关柜外壳宜等电位接地。碎石道床段接触轨隔离开关柜外壳宜直接接地，或与牵引变电所的接地母排直接连接。

16.5.28 接触轨支架宜采用复合材料支架。当采用金属支架时，应设置贯通的接地线。

16.5.29 接触轨的支撑件应满足机械强度和绝缘耐压的要求，接触轨支撑件应满足人员短时踩踏的要求。

III 架空接触网

16.5.30 采用架空接触网的线路，地上线路宜采用柔性架空接触网，地下线路宜采用刚性架空接触网。接触网应保证列车在规定的行车速度内，可靠地向列车受电弓授电。

16.5.31 柔性架空接触网的各类线材的安全系统应符合现行行业标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 的规定。

16.5.32 刚性架空接触网宜采用“Π”型铝合金汇流排。

16.5.33 地上线路接触线距轨面的高度宜为 4600mm，困难地段不应低于 4400mm；车辆基地的地上线路接触线距轨面的高度宜为 5000mm。隧道内接触线距轨面的高度不应小于 4040mm。电气化库内接触线距轨面的高度根据工艺电化要求确定。

16.5.34 柔性架空接触网的接触线高度变化时，最大坡度和最大坡度变化量应符合表 16.5.34 的规定。正线刚性架空接触网接触线最大坡度不应大于 1‰，最大坡度变化不应大于 0.5‰。

表 16.5.34 柔性接触线最大坡度及坡度变化

列车速度 (km/h)	接触线最大坡度 (‰)	接触线最大坡度变化 (‰)
10	40	20
30	20	10
60	10	5
90	6	3
100	5	2
120	4	2

16.5.35 架空接触线的布置，应保证受电弓磨耗均匀，并应符合下列规定：

1 在直线区段沿受电弓中心两侧，柔性架空接触网接触线应呈“之”字形布置，拉出值宜为±200mm；刚性架空接触网宜结合线路条件采用折线布置方式，拉出值不宜大于±250mm。接触线相对受电弓中心线的最大偏移量应小于受电弓工作宽度的一半；

2 在曲线区段，架空接触网应根据曲线半径、超高值、接触悬挂跨距选取拉出值，柔性架空接触网拉出值方向宜向曲线外布置。

16.5.36 柔性架空接触网锚段长度应根据补偿的接触线和承力索的张力差确定，锚段长度不宜大于 1500m。刚性架空接触网的锚段长度，应根据环境温度、载流温升、材料线胀系数、伸缩要求确定，垂直悬挂锚段长度不宜大于 250m，水平悬挂锚段长度不宜大于 500m。

16.5.37 在柔性架空接触网与刚性架空接触网的衔接处，应设置刚柔过渡设施。

16.5.38 接触网应满足限界要求。在车辆基地内机动车辆过平交道口处，架空接触网应设置限界门，对存在被机动车辆损伤风险的接触网支柱，应采取必要的防护措施。

16.5.39 架空接触网地上线路应设置避雷器，其间距不应大于 300m。在隧道入口和为地上线接触网供电的隔离开关处应设置避雷器。地上线路架空接触网的架空地线应每隔 200m 设置火花间隙或电压均衡器，架空地线应兼作避雷线。接触网支柱及接触网带电体邻近的金属结构接地应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定。

16.5.40 洗车库内架空接触网应与正常带电接触网绝缘分段，并应设置隔离开关及接地装置。。

16.5.41 柔性架空接触网绝缘锚段关节等列车禁停区域应设置禁停标，条件具备时还可将该区域纳入信号系统移动授权禁停区。

16.6 继电保护、测量、计量及自动装置

16.6.1 正常运行方式下，继电保护配置应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

16.6.2 供电系统继电保护配置应与中压供电网络一次接线以及运行方式协调配合。中压供电网络主保护宜采用线路差动保护或数字通信电流保护，过电流保护为后备保护。

16.6.3 当中压系统采用小电阻接地方式时，应设零序过电流保护。

16.6.4 主变电所、电源开闭所进线开关继电保护配置应与城网变电所馈线协调、配合。

16.6.5 变电所中压母线分段开关应设过电流保护，并应具备后加速功能。

16.6.6 变电所中压继电保护设置应符合现行国家标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062 及《继电保护及安全自动装置技术规程》GB/T 14285 的规定。

16.6.7 电源开闭所中压进线开关、母线分段开关应设合环保护。

16.6.8 变电所中压、低压侧的进线开关、母线分段开关应有防止电源并列运行的措施。

16.6.9 牵引整流机组应设下列保护：

- 1 电流速断保护；
- 2 过电流保护；
- 3 过负荷保护；
- 4 零序电流保护；
- 5 温度保护；
- 6 一个整流元件故障报警；
- 7 同一桥臂两个整流元件故障跳闸；
- 8 外壳开门保护。

16.6.10 双向变流装置及中压能馈装置应设下列保护：

- 1 中压侧过/欠压保护；
- 2 直流侧过/欠压保护；
- 3 中压侧过电流保护；
- 4 直流侧过电流保护；
- 5 IGBT 故障保护；
- 6 变压器温度保护；
- 7 功率模块温度保护；
- 8 零序电流保护；
- 9 外壳开门保护。

16.6.11 牵引变压器的过电流保护应满足低压侧一组线圈相间短路、直流开关柜直流母线侧短路的灵敏性。当主保护和后备保护的灵敏度难以满足时，可采用差动保护。

16.6.12 牵引变电所直流进线开关应设大电流短路断路器直接跳闸。

16.6.13 直流馈线应设下列基本保护：

- 1 大电流短路断路器直接跳闸；
- 2 过电流保护；
- 3 电流变化率及其增量保护；
- 4 双边联跳保护；
- 5 低电压报警。

16.6.14 牵引变电所内的直流牵引供电设备应设框架保护，整流器、双向变流装置、直流配电装置、再生制动吸收装置宜单独设置。

16.6.15 采用专用回流轨回流的直流牵引供电系统中各牵引变电所内设备，应符合以下规定：

1 接地母排与负极之间应设置地对负极单向导通装置,装置应具有实时监测牵引网正/负-地泄漏电流的功能;

2 专用回流轨与接地母排之间应设置检修用的接地柜。

16.6.16 框架保护应采用电流跳闸,电压报警功能。

16.6.17 直流牵引馈线开关应具有在线检测的自动重合闸功能。

16.6.18 牵引变电所直流进线开关与牵引变压器进线开关之间应有联跳功能。

16.6.19 牵引变电所直流进线开关对直流馈线开关应有联跳功能。

16.6.20 在直流大双边供电时,退出的牵引变电所应具有联跳转换功能。

16.6.21 当直流牵引变电所框架保护电流动作时,应具备就地/远方复位功能,并宜在本牵引变电所就地复位。

16.6.22 用于保护直流开关柜的框架保护电流动作时,应联跳相邻牵引变电所对应的直流馈线开关,被联跳的直流馈线开关应具有就地/远方复位功能。

16.6.23 纵联开关采用直流断路器时,可不设保护。

16.6.24 钢轨电位限制装置宜具有远方复位功能。

16.6.25 变电所低压进线开关应设短路短延时保护、过载长延时保护。当短路短延时的灵敏性不足时,应设置接地故障保护。

16.6.26 变电所低压母线分段开关应设短路短延时保护。

16.6.27 变电所低压侧馈线开关应设短路瞬动保护、短路短延时保护、过载长延时保护。当短路短延时的灵敏性不足时,应设置接地故障保护。对于因过负荷引起断电而造成更大损失的回路,过载长延时保护应作用于信号报警,不应切断电源。

16.6.28 变电所低压侧备自投应设置手投手复、自投自复和退出功能。

16.6.29 主变电所、电源开闭所与城市电网变电站在计量关口处应设置电能计量表计,计量精度应满足电力部门要求。资源共享主变电所至共享线路电源开闭所的馈线应设电能计量装置。

16.6.30 变电所中压侧应有下列测量和计量功能:

1 中压进线:电流、有功功率、有功电度、无功电度、功率因数;

2 中压馈线:电流;

3 母线分段开关:电流;

4 中压母线:线电压、相电压;

5 牵引变压器:电流、有功功率、有功电度、无功电度;

6 中压能馈装置/双向变流装置:电流、有功功率、有功电度、无功电度;

7 配电变压器:电流、有功功率、有功电度、无功电度。

16.6.31 牵引变电所直流侧应有下列测量和计量功能:

1 直流进线:电流;

2 直流馈线:电流;

3 直流母线:电压。

16.6.32 变电所低压侧应有下列测量和计量功能:

1 低压进线:电流、电压、有功电度、无功电度、功率因数;

2 母线分段开关:电流;

3 馈线:电流、有功电度(防灾、人防回路、区间检修箱除外)。

16.6.33 车站商业用房的用电回路应具有独立的计量功能。

16.7 电力监控系统

16.7.1 电力监控(SCADA)系统宜纳入综合监控系统。

16.7.2 电力监控系统应满足可靠性、快速响应性、稳定性等要求。

16.7.3 电力监控系统的基本功能应包括下列内容：

- 1 对遥控对象的遥控。遥控种类分选点式、选站式、选线式控制；
- 2 对供电系统设备运行状态的实时监视和故障报警；
- 3 对供电系统中主要运行参数的遥测；
- 4 中文的屏幕画面显示；
- 5 对供电系统故障记录等的日报月报制表打印；
- 6 系统自检和在线修改、维护功能；
- 7 友好的人机界面；
- 8 主/备通道的切换功能。

16.7.4 电力监控系统应采用车站通信系统二级母钟的标准时钟信号。

16.7.5 电力监控系统设备应满足城市轨道交通环境下电磁兼容要求。

16.7.6 车辆基地牵引变电所宜有人值班，其余变电所均宜无人值守。

16.7.7 变电所远方操作和就地操作功能应互斥。

16.7.8 电力监控系统中心级应包括下列基本硬件设备：

- 1 主、备服务器；
- 2 主、备磁盘阵列；
- 3 主、备调度员工作站；
- 4 维护工作站；
- 5 供电管理工作站；
- 6 模拟盘或其他显示设备；
- 7 不间断电源设备（UPS）；
- 8 打印机；
- 9 主、备以太网交换机。

16.7.9 电力监控系统软件应与硬件系统配置相适应，应采用分层分布式软件架构及模块化结构。电力监控系统中心级与其他系统进行通信时，其软件应采取安全措施。

16.7.10 变电所自动化系统应能够脱离电力调度系统独立正常运行。

16.7.11 跟随式降压变电所自动化可采用单控制单元，其他类变电所应采用双冗余控制单元。

16.7.12 变电所自动化系统应具备下列基本功能：

- 1 远动控制输出；
- 2 现场数据采集（包括数字量、模拟量、脉冲量等）；
- 3 远动数据传输。

16.7.13 车辆基地供电车间应设置复示系统。

16.7.14 遥控对象应包括下列基本内容：

- 1 高压断路器、电动隔离开关（供电系统含 110kV 系统时）；
- 2 中压断路器、电动隔离开关；
- 3 直流断路器、电动隔离开关；
- 4 低压进线开关、母线分段开关、三级负荷开关；
- 5 跳闸等动作的远动复归、保护及自动装置的投/退。

16.7.15 遥信对象应包括下列基本内容：

- 1 遥控对象的位置信号；
- 2 故障报警及断路器跳闸信号；
- 3 变电所高压进线电源带电显示信号（供电系统含 110kV 系统时）；

- 4 变电所中压进线电源带电显示信号;
- 5 所用交直流设备的电源故障信号;
- 6 钢轨电位限制装置的动作及自动恢复信号;
- 7 开关柜手车信号;
- 8 控制转换开关位置信号;
- 9 电压互感器的位置信号。

16.7.16 遥测对象应包括下列基本内容:

- 1 变电所进线的电流、功率、功率因数、谐波、电能;
- 2 变电所高压母线的电压(供电系统含 110kV 系统时);
- 3 变电所中压母线的电压;
- 4 中压电流保护动作电流;
- 5 牵引整流机组/中压能馈装置/双向变流装置的中压馈线电流、谐波、电能;
- 6 牵引系统母线电压;
- 7 牵引馈线电流;
- 8 配电变压器的中压馈线电流、功率因数、电能;
- 9 低压母线侧电压;
- 10 所用直流操作电源的母线电压;
- 11 排流时极化电位及排流电流;
- 12 牵引网正/负极对地泄漏电流(采用专用回流轨时);
- 13 钢轨电位限制装置动作电压及通过的电流。

16.7.17 遥调对象宜包括下列基本内容:

- 1 有载调压变压器的调压开关;
- 2 中压和直流继电保护整定值组。

16.7.18 电力监控系统中心级与其他网络或计算机系统连接时,应充分考虑网络安全问题,设置必要的安全防护措施。

16.7.19 当设置能源管理系统时,变电所综合自动化系统应具备与能源管理系统连接的接口,并能通过该接口将本系统采集的相关电能数据发送给能源管理系统。

16.7.20 电力监控系统的主要技术指标应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 的规定。

16.8 动力与照明配电

16.8.1 车站及车辆基地用电设备的负荷分级应符合下列规定:

一级负荷:

1 火灾或其他灾害仍需使用的用电设备:火灾自动报警系统设备、专用通信系统设备、公安通信系统设备、环境与设备监控系统设备、综合监控系统设备、电气火灾监控系统设备、消防电源监控系统设备、消防水泵及相关设备、消防水管电保温设备、自动灭火系统设备、与防排烟及事故通风有关的用电设备、防火(卷帘)门、活动挡烟垂壁、消防疏散用自动扶梯、消防电梯、乘客信息系统、车站及区间应急照明、主排水泵(废水泵)、雨水泵、防淹门等;

2 其他保障地铁正常运行的用电设备:信号设备系统、民用通信系统设备、电力监控系统设备、门禁系统设备、安防系统设备、自动售检票系统设备、办公自动化系统设备、站台屏蔽门设备、变电所操作电源、地下站厅/站台等公共区照明、地下区间照明、变电所检修电源、锅炉房设备等。

其中,专用通信系统设备、信号设备系统、火灾自动报警系统设备、环境与设备监控系统设备及地下车站和区间的应急照明应具备应急电源。

二级负荷:地上站厅/站台公共区正常照明、地上区间照明、附属房间正常照明、普通风机、排

污泵、非消防疏散用自动扶梯、自动人行道和电梯、导向标识系统设备、车站及区间检修设备、杂散电流区间监测电源、钢轨涂油器电源、道岔融雪用电设备、非消防用电动窗及电动门、污水处理站、对行车安全有直接影响的车辆段工艺检修设备等。

三级负荷：空调制冷及水系统设备、广告照明、站内商业服务设施、清洁设备、电开水设备、电采暖设备、各类系统培训中心设备、对行车安全无直接影响的车辆段工艺检修设备等。

其他未提及负荷按照现行国家标准《民用建筑电气设计标准》GB 51348、《供配电系统设计规范》GB 50052 相关要求确定。

16.8.2 控制中心用电设备的负荷分级应符合下列规定：

1 一级负荷：火灾自动报警系统设备、消防电梯、消防水泵、喷淋泵、排烟风机、加压风机；调度大厅正常照明、应急照明；调度大厅、重要设备机房空调设备等；

2 二级负荷：控制中心的普通风机、一般水泵、一般场所正常照明等；

3 三级负荷：其他场所制冷设备及空调设备，建筑物的室外照明、广告照明、清洁设备、电开水设备、各类系统培训中心设备等；

4 其他：弱电工艺设备负荷等级按照机房等级，根据现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 相关要求确定；其他控制中心内未提及负荷按照现行国家标准《民用建筑电气设计标准》GB 51348、《供配电系统设计规范》GB 50052 的规定确定。

16.8.3 电压制式的选择应符合以下规定：

1 低压配电系统电压当采用交流制式时宜采用 220/380V；

2 低压配电系统电压当采用直流制式时宜采用 220V 或 375V；

3 在干燥场所安全特低电压照明不宜超过交流 36V 或直流 120V，在潮湿场所安全特低电压照明应采用交流 24V 或直流 60V。

16.8.4 各级配电箱、柜宜预留为总回路数 25% 的备用回路。

16.8.5 低压配电系统应简单可靠，配电变压器二次侧至用电设备之间的配电级数不宜超过三级。

16.8.6 负荷性质重要或用电负荷容量较大的设备应采用放射式配电。

16.8.7 动力照明配电设备宜集中布置，并应符合下列规定：

1 车站应按防火分区设置照明配电室或配电小间；

2 在通风设备容量较大且设备较集中场所及冷冻机房等处宜设环控电控室；

3 车辆基地根据单体建筑规模宜在每个防火分区设置配电室或配电小间。

16.8.8 变电所内应设置检修电源箱，宜设置在中压开关柜室或变压器室内，电源可取自变电所交流屏或由低压柜两段母线切换后供电。

16.8.9 动力设备及照明设备的控制根据需要可采用就地控制和远方控制。

16.8.10 电动机负荷无专业需求时，宜采用直接启动，多台电机同时启动时，应考虑错峰启动措施；电机启动方式应结合配电变压器容量、电动机启动时变电所低压母线、电动机端子电压降落允许值等因素确定。

16.8.11 公共区插座、票亭内非 AFC 设备应单独配电，且不应接入公共区照明配电系统。

16.8.12 地下区间照明电源宜在车站站台两端设置区间照明总配电箱，在区间内设置照明分配电箱，单回路配电。

16.8.13 区间每隔 100m 设一处检修电源箱，道岔区等区间设备附近宜设置检修电源箱，使用容量宜按 15kW 考虑。同一回路有多个检修箱时仅按一台工作考虑。

16.8.14 架空接触网线路：区间配电箱安装在纵向辅助疏散平台一侧时，宜设置在纵向辅助疏散平台下方，且不应侵入设备限界。

16.8.15 接触轨线路：区间配电箱宜安装在行车方向右侧，当条件允许时，区间配电箱也可安装在疏散平台侧下方，不应影响人员疏散，且不得侵入设备限界。

16.8.16 当符合下列条件之一的用电设备应就地设置负荷隔离开关：

- 1 低压动力用电设备与配电设备不在同一机房安装；
- 2 低压动力用电设备与配电设备在同一机房安装，观察视线被遮挡或无法保障维护人员的安全。

16.8.17 具备保护功能电器的配电箱安装在排热（烟）风道时，应设置防高温外壳。

16.8.18 地下车站公共区的正常照明负荷应采用来自变电所不同低压母线的两个低压回路末端交叉供电。高架车站公共区的正常照明负荷宜采用双路交叉供电。

16.8.19 安装高度在 2.5m 及以下的正常照明灯具回路，插座回路，额定电流不超过 32A 的室内移动电气设备、人员可触及的室外电气设备回路应装设剩余电流动作保护电器，额定剩余电流动作值不应大于 30mA。

16.8.20 建筑净高小于 1.9 米的电缆通道、电缆夹层、风道夹层应设置安全特低电压照明，地面照度宜为 50lx。

16.8.21 灯具安装位置应便于维修，楼扶梯等上方灯具当采用 LED 光源时，宜将电源驱动装置集中设置于便于维修的位置。

16.8.22 除本标准另有规定外，照度标准应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB/T 50034、《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的规定。

16.8.23 车辆基地路灯及高杆灯宜兼顾防雷功能。高杆灯基础周围应有防止跨步电压危害的措施。

16.9 供配电线路敷设

16.9.1 电缆敷设位置应具备可维护性。中压电缆中间接头不应设在车站站台板下。

16.9.2 直流电力电缆不应设中间接头。

16.9.3 同一重要回路的工作与备用电缆应配置在不同电缆支架上，当确有困难时可采用下列方式之一：

- 1 工作与备用电缆之间用防火板隔开；
- 2 敷设在不同层的支架上。

16.9.4 电力电缆与控制电缆沿地下和高架线路敷设时，宜分别敷设在电缆支架上；沿地上线路敷设时，宜敷设在电缆沟槽内。

16.9.5 电缆穿越轨道时，可采用轨道下穿管敷设或刚性固定方式沿隧道顶部敷设。当牵引供电为走行轨回流时，轨道下管的材质应选用硬质非金属管材。

16.9.6 金属电缆支架应进行防腐处理，并应有可靠的电气连接与接地。

16.9.7 中压交流电力电缆金属层的接地方式及其要求应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 的规定。

16.9.8 车站电缆竖井宜多处布置，并宜为长条形状，竖井中电缆检修宽度不宜小于 0.8m。

16.9.9 地下车站变电所电缆夹层板下净高不应小于 1700mm，条件困难时，应采取方便电缆敷设的措施；地上车站、车辆基地变电所电缆夹层板下净高不应小于 1900mm。变电所电缆夹层应有排水措施，集水坑应设置在人孔附近。

16.9.10 消防和非消防配电回路的桥架应分开敷设。

16.9.11 电线电缆的选择应符合下列规定：

1 电力电缆应采用无卤、阻燃、低烟、铜芯电力电线电缆。车站、车辆基地及控制中心与民用建筑合建时除满足上述要求外，尚应符合民用建筑电线电缆选择规定；

2 地下车站、地下区间、有上盖开发车辆基地电缆及光缆的燃烧性能不应低于 B1 级，地上车站、地上区间、无上盖开发车辆基地电缆的燃烧性能宜为 B1 级；

3 地下车站、地下区间、有上盖开发车辆基地电缆及光缆的烟气毒性宜为 t0 级，燃烧滴落物/微粒等级宜为 d0 级，腐蚀性等级宜为 a2；

4 地上车站、地上区间、无上盖开发车辆基地电缆及光缆的烟气毒性宜为 t1 级，燃烧滴落物/

微粒等级宜为 d1 级，腐蚀性等级宜为 a2。

16.9.12 车站控制室/消防控制室、应急照明、消防水泵和防排烟系统的供电干线，其电能传输质量在火灾延续时间内应保证对消防设备可靠供电。

16.9.13 室内干燥场所的线缆采用金属导管布线时，其壁厚不应小于 1.5mm；室内潮湿场所的金属导管或电缆桥架明敷时，应采取防潮防腐措施，且金属导管壁厚不应小于 2.0mm。

16.9.14 室外、泵房、风机房、风道、出入口通道结构外墙等处安装的配电箱、柜宜采用下进线下出线方式。

16.9.15 当电力电缆在地面或高架段敷设时宜设置在电缆沟、槽内。

16.9.16 当采用电力电缆支架室外明敷时，电缆应具有耐候性和抗紫外线等性能，且应设置盖板或防护罩等遮阳措施。

16.10 杂散电流腐蚀防护与接地

16.10.1 直流牵引供电系统的杂散电流腐蚀防护应以抑制杂散电流产生为根本原则，并应减少杂散电流向城市轨道交通系统外部扩散。

16.10.2 采用专用回流轨回流的直流牵引供电系统可不设置杂散电流排流系统、杂散电流监测系统及钢轨电位限制装置。

16.10.3 直流牵引供电系统应为不接地系统，牵引变电所中的直流牵引供电设备应绝缘安装，其对地绝缘电阻不应小于 $2M\Omega$ 。

16.10.4 直流牵引供电系统中兼做回流的走行轨与线路主体结构之间的过渡电阻值应符合现行国家标准《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033 的规定。

16.10.5 采用走行轨回流的工程中走行轨底面距整体道床面及穿越道床管线顶面的距离不宜低于 70mm。

16.10.6 采用走行轨回流的工程中车站出入口、风井结构与车站主体结构之间有变形缝时，出入口、风井主体钢筋不应与车站主体结构钢筋电气连接。

16.10.7 采用走行轨回流的工程整体道床应设置排流网。线路为碎石道床时，可利用线路排水沟结构钢筋作为排流网。

16.10.8 排流网不得与结构钢筋、金属管线、接地装置及设备电气连接。

16.10.9 远期高峰小时正常供电方式下任一个供电区间结构钢筋纵向电压平均值小于 0.1V 应作为排流网有效截面确定条件之一。当排流网极化电位超过 0.5V 时，排流设施应投入运行。

16.10.10 不得利用车站、区间隧道和高架桥主体结构钢筋或金属管线、接地装置作为排流网。

16.10.11 道床及隧道的测防端子宜设置在行车方向左侧，道床测防端子距离道床面高度不宜高于 50mm，隧道测防端子距离道床面高度不宜高于 1000mm。

16.10.12 采用走行轨回流的工程在正常运行方式下，正线兼做回流的走行轨对地电位不应超过 DC120V，车辆基地库内兼做回流的走行轨对地电位不应超过 DC60V。

16.10.13 车站有站台屏蔽门时，钢轨电位限制装置的启停工况宜与车站内列车停留实施联动。

16.10.14 采用走行轨回流的工程中以下场所主体结构钢筋应纵向焊接，并应实现电气连通：

- 1 地上车站、地下车站及地下区间道床面以上 1800mm 范围内；
- 2 高架车站结构；
- 3 高架区间桥面系。

16.10.15 供电系统与其他系统共用接地装置时，其工频接地电阻不应大于接入设备中要求的最小值。

16.10.16 变电所应利用车站主体结构钢筋或变电所结构基础钢筋等自然接地体作为接地装置，并宜敷设以水平接地极为主要的人工接地网。两者间宜采用不少于两根导体在不同点相联接。自然接地体与人工接地网的接地电阻值应能分别测量。

16.10.17 如无特殊要求，TN 系统重复接地的工频接地电阻不应大于 10Ω 。

16.10.18 接地故障保护时应采用总等电位联结。

16.10.19 穿过地下结构底板的接地引上装置应能承受与其安装处混凝土的抗渗等级相对应的水压而不渗水。

16.10.20 低压配电系统的接地型式应符合下列规定：

- 1 车站、控制中心、地下区间路灯应采用 TN—S 系统接地型式；
- 2 车辆基地的建筑物宜采用 TN—S 系统接地型式；
- 3 车辆基地的路灯宜采用局部 TT 系统接地型式。

16.10.21 安全特低电压配电系统设备金属外壳及金属管线不应接地。

16.10.22 变电所内接地线宜安装于变电所电缆夹层周边墙体上，并宜呈闭合形态。设备背面应设置设备检修及测试用的接地端子。

16.10.23 检修车间应设置接地母排。

16.10.24 冷冻机房、消防泵房、污水泵房、废水泵房和雨水泵房等潮湿场所、人员可触及的室外电气设备、公共厨房用电设备、电辅助加热的太阳能热水器应设置辅助等电位联结。

16.10.25 I 类灯具的外露可导电部分应可靠接地。

16.10.26 杂散电流腐蚀防护与接地的其他要求应符合现行国家标准《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033 以及《地铁设计规范》GB 50157 的规定。

16.10.27 设在建筑物内、外的配电变压器，高、低压侧各相应安装避雷器或浪涌保护器（SPD）。

16.10.28 设在地上及相邻洞口地下的牵引变电所，上网开关下口、直流馈出开关下口及负极母线应设置直流避雷器。

16.10.29 高架区间应采取防雷措施。采用接触轨的线路，宜利用桥面上金属构筑物（如栏杆、路灯、声屏障）做接闪器，兼做回流的走行轨通过放电间隙与防雷引下线电气连接，桥墩内结构钢筋宜兼做防雷引下线，桥墩桩基结构钢筋宜兼做自然接地体，防雷引下线间距不宜大于 300m。

17 通 信

17.1 一般规定

17.1.1 城市轨道交通通信应适应运输效率、保证行车安全、提高现代化管理水平和传递语音、数据、图像等各种信息的需要，做到系统可靠、功能合理、设备成熟、技术先进、经济实用。

17.1.2 通信系统应满足运营、公安、政务以及与其他制式轨道交通互联互通的通信要求。

17.1.3 通信系统宜为后续线路的接入预留条件，实现通信系统互联互通。

17.1.4 通信系统应由专用通信系统、公安通信系统、政务通信系统组成，宜包括民用通信系统。

17.1.5 专用通信系统应满足北京轨道交通运营调度在正常运营方式和灾害运营方式的通信需求。在正常运营方式时，应为运营管理提供信息；在灾害运行方式时，应为防灾、救援和事故处理的指挥提供保证。

17.1.6 公安通信系统应满足公安部门在城市轨道交通范围内的通信需求，并在突发事件发生时，为公安部门在城市轨道交通内的应急调度指挥提供保证。

17.1.7 政务通信系统应满足北京市政务通信系统在地下空间内的联络需求。

17.1.8 政务通信系统的建设应实现与公安通信系统的资源共享，宜共用机房、无线覆盖系统和相关配套设施。

17.1.9 民用通信系统应将移动通信运营商的地面信号引入轨道交通地下空间，满足乘客在地下空间内享受与地面同等的通信需求，满足轨道交通地下区域内的公众移动通信服务，民用通信系统应与城市轨道交通同步开通。

17.1.10 轨道交通应为民用通信系统引入提供条件，包括设备机房、供电、接地及管槽安装所需空间等。

17.1.11 通信系统应符合电磁兼容性的要求。

17.1.12 通信系统各子系统均应具有网络管理功能。主要通信设备和模块应具有自检和报警功能，中心网管设备可采集和监测系统设备运行状态和故障信息。

17.1.13 通信系统的关键设备宜考虑供电冗余和关键板卡冗余设置。

17.1.14 区间内托板托架、线缆及隧道内设备的设置严禁侵入设备限界；车载台无线天线的设置严禁超出车辆限界。

17.1.15 通信设备使用环境条件应符合表 17.1.15 的要求。

表 17.1.15 通信设备使用环境

项目		控制中心	设备室	轨旁	车上
温度	工作	5℃~45℃ 0℃~50℃	5℃~45℃ 0℃~50℃	-27℃~70℃	-20℃~50℃
	存储	-20℃~55℃	-20℃~55℃	-20℃~70℃	-20℃~70℃
湿度	工作	5%~90%	5%~90%	0%~100%	0%~90%
	存储	5%~100%	5%~100%	0%~100%	0%~100%
机械冲击		4G	4G	10G	10G
振动		5~20Hz	5~20Hz	5~20Hz	5~20Hz
		0.07PP	0.2PP	0.2PP	0.25PP
		20~100Hz	12~100Hz	12~100Hz	20~100Hz
		1.4PP	1.4PP	4.2PP	5.9PP

17.1.16 城市轨道交通通信系统工程设计中选用的电气装置、电子设备应满足国家标准《通信设备过电

压过电流保护导则》GB/T 21545 有关过电压、过电流的规定，且应符合国家标准《信息技术设备 抗扰度限值和测量办法》GB/T 17618 有关抗扰度试验标准的规定。通信系统设备应有防雷措施。

17.1.17 城市轨道交通车站和区间的缆线均应采用无卤、阻燃、低烟、防腐蚀、防鼠咬的防护层，并应符合杂散电流腐蚀防护要求；高架区间明敷的缆线，还应符合防雨淋及抗阳光辐射的防护要求。

17.1.18 地下电力电缆和数据通信线缆应采用燃烧性能不低于 B1 级的电缆或阻燃型电线。

17.1.19 城市轨道交通车站内通信配电电线的总截面积不超过到导管或桥架内截面面积的 40%；桥架内控制线缆的总截面积不超过桥架截面面积的 50%。

17.1.20 通信系统应依据国家标准《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239、《信息安全技术网络安全等级保护测评要求》GB/T 28448、《信息安全技术网络安全等级保护安全技术要求》GB/T 25070 等的要求确定各系统的网络安全保护等级，并应实现对应等级的安全配置。

17.2 专用通信系统

17.2.1 一般规定

1 专用通信系统宜由传输系统、无线通信系统、宽带无线通信系统、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、电源系统及接地、集中告警系统等子系统组成；

2 全自动运行模式下，无线通信系统、专用电话系统、视频监视系统等与行车指挥直接相关的系统，应适应全自动运行不同场景需求；

3 灵活编组模式下，无线通信系统、广播系统等应适应灵活编组需求，为行车指挥、乘客出行提供服务；

4 视频监视系统、广播系统、无线通信系统除应满足本章规定外，尚应符合地方标准《城市轨道交通视频监视系统技术规范》DB11/T 1681、《城市轨道交通视频监视系统测试规范》DB11/T 1682、《城市轨道交通广播系统技术规范》DB11/T 1897、《城市轨道交通综合无线通信系统技术规范》DB11/T 2009 的规定；

5 无线通信、专用电话等系统宜在异地设置备用设备，在控制中心因故障或其他原因无法使用时供全线的运营调度指挥使用。

17.2.2 传输系统

1 北京市轨道交通传输网除满足各线路内部业务传输要求外，还应满足各线路控制中心及北京市轨道交通指挥中心、运营单位之间的传输需求；

2 传输系统为专用通信各子系统和其他相关专业提供传输通道，并满足与其他制式轨道交通互联互通的传输要求；

3 传输系统应采用光数字通信设备，容量应满足承载业务的需求，并宜预留不少于 30% 的余量；

4 传输系统应利用不同径路的光缆构成自愈保护网络，确保传输系统可靠性；

5 传输网络应具有扩展功能，网络可根据需要增加传输节点，并应适当预留接口条件。传输网络应具有兼容性能。传输网应对网内传输的信息进行保护，确保信息传输的安全可靠；

6 传输系统应具有网络管理功能，可进行故障管理、性能监视、系统管理、配置管理、安全管理。网络管理终端应采用图型化人机界面，具有告警显示，宜提供声光报警的功能，可输出维护管理数据；

7 传输系统宜由线网控制中心的同步设备提取同步时钟信号作为主用时钟源，采用主从同步方式实现系统同步；

8 传输系统的光缆宜沿左、右侧区间线路敷设，地下区间隧道内宜沿墙架设于托板托架上；进入车站宜采用隐蔽方式敷设；地面可采用托板托架或电缆槽、管道敷设方式，也可根据实际情况在满足防护要求的前提下采用其他敷设方式；高架区段宜敷设于区间通信槽道内或托板托架上；

9 新建线光缆网络应预留与北京市已规划的其他轨道交通线路光缆的互连条件，应符合北京市轨道交通指挥中心光缆网络的统一规划要求，为北京市轨道交通建成完善的光缆网提供条件。光缆容量除

应满足本线路的各专业需要外，预留不宜少于总容量的 50%；

10 在轨道交通沿线敷设的光缆、电缆等管线结构，应选择符合杂散电流腐蚀防护的材质、结构设计和施工方法；

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

12 通信管道埋深不宜小于 0.8m，特殊地段不宜小于表 17.2.2-1 规定：

表 17.2.2-1 特殊地段管道顶部至路面的最小埋深（m）

类别	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/绿化带	机动车道	与电车轨道交越 （从轨道底部算起）	与铁道交越 （从轨道底部算起）
塑料管、水泥管	0.7	0.8	1.0	1.5
钢管	0.5	0.6	0.8	1.2

13 通信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 17.2.2-2 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 17.2.2-3 的规定。

表 17.2.2-2 管道和其他地下管线及建筑物间的最小净距（m）

设 施 名 称		最小净距	
		平行	交叉
电力电缆	电压<35kV	0.5	0.5
	电压≥35kV	2.0	0.5
其他通信电缆（或通信管道）		0.5	0.25
给水管	管径≤0.3m	0.5	0.15
	0.3m<管径≤0.5m	1.0	
	管径>0.5m	1.5	
燃气管	压力≤0.4MPa	1.0	0.3
	0.4MPa<压力≤1.6MPa	2.0	0.3
绿化	乔木	1.5	—
	灌木	1	—
热力管		1.0	0.25
排水管		1.0	0.15
沟渠基础底		—	0.5
涵洞基础底		—	0.25
已有建筑物		2.0	—
规划建筑红线		1.5	—

注：1 在燃气管有接合装置机械接口和附属设备的 2m 范围内，通信管道不宜与燃气管交叉；

2 电力电缆加保护管时，通信管道与电力电缆的交叉净距不宜小于 0.25m。

表 17.2.2-3 沿墙架设电缆与其他管线的最小净距 (m)

管 线 种 类		最小净距	
		平行	交叉
电力线		0.15	0.05
电力电缆	电压<35kV	0.5	0.5
	电压≥35kV	2.0	0.5
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

14 干线光缆的光纤应采用单模光纤。

17.2.3 无线通信系统

1 无线通信系统应提供城市轨道交通控制中心调度员、车辆基地调度员、车站值班员等固定用户与列车司机、防灾、维修等移动用户之间的通信手段，满足行车、应急抢险的需要；

2 无线通信系统宜采用数字集群制式，制式选择、设备配置和组网方案应综合考虑线路具体情况；

3 无线通信系统工作频段及频点应由无线电管理部门批准。无线通信系统应与公务电话系统联网，实现有线无线调度间通话功能；

4 无线通信系统宜由中心设备、接入设备、天馈设备、终端设备等组成；

5 无线通信系统建设应满足北京市轨道交通无线通信系统网络规划方案，宜实现北京城市轨道交通线网内无线通信系统的互联互通及资源共享；

6 无线通信系统宜设置：行车调度、防灾环控调度、综合维修调度、车辆基地调度，全自动运行相关调度等用户群；

7 无线通信系统应具备下列功能：

1) 虚拟专网：系统为各调度群用户提供专用调度台，组成虚拟专用网；

2) 调度通话：单呼、组呼、全呼、紧急呼叫、强拆、组呼的动态重组、调度监听、优先级设置及呼叫；

3) 通过与列车广播系统互联，中心调度员可实现列车的选呼广播和全呼广播；

4) 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；

5) 对所有调度通话进行自动录音，录音时长不少于 365d，车载设备的录音回放时间不少于 120min；系统应具备的主要提示信号：接通音、呼叫失败音（或显示）、忙音、弱场区提示音；

6) 网管设备应具有系统配置、用户管理、故障监测报警及管理、统计报告功能。

8 无线通信系统覆盖范围应包括：正线、折返线、存车线、联络线、避让线等轨行区，运用库、检修库、洗车线/库、工程车库、综合楼、咽喉区、试车线、出入段/场线等车辆基地区域，站台、站厅、出入口、换乘通道等车站公共区域，区间风井、疏散通道，运营生产办公用房区域以及通信、信号、变电所/站等重要设备机房和设备区通道；宜覆盖控制中心调度和运营维护人员所在区域。

9 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%；

10 车载终端天线处输入信号参考信号接收功率 (RSRP) 不应小于-95dBm, 且信号与干扰加噪声比 (SINR) 不应小于 3dB。手持终端天线处输入信号 RSRP 不应小于-105dBm。

11 同站台、同站厅换乘站共同换乘区域的专用无线天馈设备宜预留共享条件, 且两线无线通信系统宜预留互联互通条件;

12 跨线运行的线路, 应实现无线终端跨线切换;

13 区间漏缆敷设时, 需要考虑漏缆与接触网回流线不同侧设置, 必须同侧时, 宜设不少于 1m 的间距。无线室外铁塔的设计应符合国家规范要求。

14 车载台应防撞击、耐震动, 并在司机室进行合理布置, 减少由牵引/制动设备及其他车载设备引起的电磁干扰;

15 无线调度台通话组设置可上线资源数量不宜少于开通时需求, 并有适当预留, 以便于管理。

17.2.4 宽带无线通信系统

1 宽带无线通信系统应提供城市轨道交通车地之间宽带无线通信, 车地之间承载业务应包括: 列车乘客信息视频业务、列车视频监视业务等, 可包括列车运行控制业务、集群调度业务、列车运行状态监测业务等;

2 宽带无线通信系统制式应符合国家有关技术标准, 工作频段及频点应由无线电管理部门批准。共线、同站换乘线路、车辆基地等环境下的无线覆盖和频率配置应统一规划。

3 当宽带无线通信系统承载列车运行控制信息时, 宜采用专用频点, 应与列车控制系统组网方案统一设计, 应设置两个独立运行的网络, 分别与列车控制系统的双网连接, 满足列车运行控制系统冗余覆盖组网要求;

4 宽带无线通信系统由中心设备、接入设备、天馈设备、终端设备等构成;

5 宽带无线通信系统宜设置北斗卫星导航系统作为主用时钟源, 设置 1588V2 时钟服务器作为备用时钟源;

6 当宽带无线通信系统承载无线集群业务时, 应满足无线通信系统的相关要求。

17.2.5 公务电话系统

1 公务电话系统应是为城市轨道交通工作人员之间提供内部通话及与外部公务通信的重要手段;

2 公务电话系统应由公务电话交换设备、电话终端及其附属设备组成;

3 各线路公务电话系统的建设应满足:

1) 北京市城市轨道交通公务电话系统网络规划;

2) 宜在车辆基地或用户量相对集中的区域设置电话交换设备, 交换设备应与北京市轨道交通指挥中心设置中继相连;

3) 应按照全市轨道交通公务电话号码网内统一编号的规定编号。

4 公务电话交换网与公用网本地电话局的连接方式宜采用全自动呼出、呼入中继方式, 并纳入本地公用网统一编号。中继线的数量, 应根据话务量大小和国家有关规定确定。公务电话系统宜设置计费管理系统;

5 公务电话系统应具备基本电话业务、特服电话业务、计费、多方电话会议及视频会议、集中维护和管理等功能;

6 公务电话交换设备近期容量应根据机构设置、新增定员、有关的基础数据及经济技术比较等因素确定; 远期容量应考虑发展的需要;

7 公务电话系统应从时钟系统获取标准时间信号。采用 E1 数字中继对接时, 时钟同步采用主从同步方式;

8 公务电话系统宜在出入口地面亭、无障碍电梯各层外、智能客服中心、站台公共区端墙等处设置乘客求助终端 (音视频求助终端), 并为车辆配置的车载乘客求助终端提供接入容量, 宜在车站控制室、调度大厅设置接听终端。

17.2.6 专用电话系统

1 专用电话系统是为控制中心调度员、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有线电话系统设备；

2 专用电话系统应包括调度电话，站间行车电话，车站、车辆基地专用直通电话以及区间电话；

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、录音录像装置及网管设备等组成；

4 调度电话是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，主要包括行车、电力、防灾环控等调度电话组。全自动运行模式下宜增加乘客调度、车辆检修调度等调度电话组。调度电话组可根据运营需要整合设置；

5 控制中心调度台宜设置在控制中心调度大厅内；

6 行车调度电话分机应设置在各车站控制室、乘务派班室以及车辆基地信号楼控制室等行车值班员所在处所；

7 电力调度电话分机应设置在各车站控制室、变电所控制室，车辆基地信号楼控制室、变电所控制室等电力值班人员所在处所；

8 防灾环控调度电话分机应设置在各车站控制室，车辆基地信号楼控制室、消防控制室等防灾环控值班人员所在处所；

9 全自动运行相关的乘客、车辆检修调度分机等，设置在各车站控制室相关值班员所在处所；

10 调度台具备与各车站、车辆基地相关值班员的单呼、组呼、全呼、选呼的直通通话功能，电话会议功能，一般呼叫和紧急呼叫功能；

11 录音录像装置应对有线及无线调度、乘客求助全部语音、视频进行录音录像，对公务电话、专用直通电话、广播等重要语音进行录音，乘客求助录音录像保存时间不少于 90d，其他保存时间不少于 365d；

12 站间行车电话应提供相邻车站值班员间办理有关行车业务联系。站间行车电话终端应设在车站值班员所在的处所；

13 车站专用直通电话应提供行车值班员或站长与本站内运营业务有关人员进行通话联系。站区管辖内的道岔处可设置与车站值班员间的直通电话。车辆基地专用直通电话可根据作业性质设置行车指挥电话、乘务运转电话、段内调度指挥电话、车辆检修电话等；

14 专用电话宜具备站间模拟中继备份；

15 两条或多条相邻线换乘站的车站控制室及有联络线的相邻线路两端的车站控制室，应安装相邻线的行调分机及专用直通电话分机，实现本线路与其他线路之间的调度电话及直通电话通话功能；

16 在区间道岔处应设置与辖区车站值班员间的直通电话。道岔电话应密闭、防水、防潮、防震。

17.2.7 视频监视系统

1 视频监视系统应为控制中心的调度员、各车站值班员、车辆基地值班员、列车司机等提供有关列车运行、防灾、救灾、乘客情况等方面的音视频信息；

2 视频监视系统应由控制设备、图像摄取、音频采集、音视频信息显示、录像及视频信号传输等设备组成；

3 车站站厅、站台、自动扶梯、垂直电梯、售票处、出入口和换乘通道等公共区域，通信信号设备机房、变电所、车站控制室、票务室、风亭、区间风井、轨行区人防门、防淹门、地下至地面的开口过渡段、隧道出入口等非公共区域；车辆基地的出入线洞口、咽喉区、运用库、检修库等区域及相关设备机房内应布置摄像机；

4 车站、车辆基地摄像机应采用清晰度不低于 1080P 的高清制式；

5 视频编解码应支持标准通用格式，支持多码流输出，车站、车辆基地码流不低于 2Mbps；

6 车站公共区域、车控室以及 AFC 票务室等处设置的摄像机附近宜设置拾音装置；

7 视频监视系统应具备监视、控制优先级、循环显示、图像选择、不间断实时录像、摄像范围控制、字符叠加、图像质量诊断、视频分析、网管等功能；

8 车站控制室、车辆基地信号楼控制室、控制中心调度大厅内视频控制终端可与其他系统终端整合设置。全自动运行模式下可根据需求在中心等处增设视频控制及显示设备；

9 换乘站的车站、控制中心、公安值班员应能调看本站其他线路的站台、换乘通道、出入口等车站公共区域的摄像机实时视频；

10 视频监视系统宜与公安视频系统合并建设，在车站公安值班室、派出所等处设置监视终端，并将线路各车站、车辆基地、列车视频监视系统接入公安分局视频平台；

11 公安视频监视系统应具有人像抓拍功能，应与视频监视系统共享监视摄像机；

12 重点目标采集的视频图像信息存储时间不得少于 90d。

17.2.8 广播系统

1 广播系统应保证控制中心调度员和车站值班员向乘客通告列车运行以及安全、向导、防灾等服务信息，向工作人员发布作业命令和通知，发生灾害时可兼做救灾广播；

2 广播系统由路网广播系统、正线运营广播系统、车辆基地广播系统、列车广播系统组成；

3 车站、车辆基地、控制中心广播控制终端可与其他系统终端整合设置，广播系统配置话筒设备。全自动运行模式下可根据需求在中心等处增设广播控制终端及话筒设备。

4 广播系统应具备与火灾自动报警系统的联动，优先级处理，列车进站时自动语音广播，平行广播，多信源广播，预录制广播，录音等功能；

5 正线运营广播系统行车和防灾广播区域应统一设置，防灾广播应优先于行车广播；

6 车站广播区宜按以下区域划分：上行站台区、下行站台区、站厅集散区、办公区、隧道广播区、出入口通道、换乘通道等，地面及高架线路不宜设沿线区间广播；安检区、站前广场等特定区域宜设置可变广播分区；

7 车站内各广播区应保证扬声器输出声压级与环境噪声声压级之比不低于 10dB。在环境嘈杂区应设置噪声监测器，并自动控制音量；

8 广播系统功放设备总容量应按照所有广播负荷区额定功率总和及线路的衰耗确定。功率放大器应按照 N+1 的方式热备用，系统应有功放自动检测切换功能。广播功放宜采用数字技术；

9 车辆基地广播区宜包括：车场、运用库、联合检修库等，库内广播宜具备定向广播功能；

10 列车广播设备应与车辆配套设置。列车广播设备应兼有自动和人工播音方式，同时可接受控制中心调度员对运行列车中乘客进行语音广播；

11 同站台、同站厅换乘站共用换乘区域的广播扬声器设备宜共享，条件具备时应采用广播系统接口互连方式实现；

12 防灾广播的功率传输线路不应与通信线缆或数据线缆共管或共槽；

13 车站公共区扬声器应采用奇偶串接或其他方式，避免因单路扬声器网失效导致该广播区广播功能完全丢失。

17.2.9 时钟系统

1 时钟系统应为全线各站、控制中心、车辆基地提供统一的标准时间信号，为通信各系统和其他各系统提供统一的校时信号，可提供同步功能；

2 各线路时钟系统可采用控制中心与车站、车辆基地两级组网方式。由中心母钟（以下简称一级母钟）、车站和车辆基地的二级母钟、时间显示单元（以下简称子钟）组成；

3 北京市轨道交通指挥中心设置中心母钟，统一向各线路提供时间信号。各线路在控制中心设置一级母钟，应能接收北京市轨道交通指挥中心母钟提供的标准时间信号或北斗卫星导航系统的标准时间信号；

4 二级母钟设在车站、车辆基地，一级母钟定时向二级母钟发送时间编码信号校准信号，二级母

钟产生时间信号提供给本地子钟；

5 子钟满足：

1) 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、车站综合控制室、交接班室等处，在设置乘客信息系统显示终端的站台、站厅等处，宜由乘客信息系统显示终端的时钟显示替代子钟功能；

2) 在车站上、下行站台发车位置及车辆基地相关位置设置发车钟；

3) 子钟可采用数字式和指针式，采用双面或单面显示。

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

7 一级母钟、二级母钟应配置多路输出接口，一级、二级母钟应配置多种数据接口，用于向其他系统提供时间或同步信号；

8 一级母钟应能监测二级母钟的运行状态，并能显示处于故障状态下的二级母钟位置及主要故障内容。在一级母钟故障或传输通道中断时，二级母钟应能正常工作。其产生的标准时间信号，通过各输出信道驱动本地区子钟；二级母钟故障时，子钟可脱网独立运行，子钟未接到校时信息应有明显的提示或告警。

17.2.10 通信电源系统及接地

1 通信电源系统应保证对通信设备不间断、无瞬变的供电，满足通信设备对电源的要求；

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

3 通信设备应为一级负荷供电。通信电源不纳入综合电源系统时，双电源的切换宜由通信电源设备完成，切换信息应纳入集中监控；

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

5 交流供电的通信设备，宜采用交流不间断电源供电方式；

6 电源设备容量的配置应符合下列要求：

1) 直流配电设备的容量应按远期负荷配置；

2) 整流器、直流变换器、逆变器、不间断电源设备的容量应按近期配置；

3) 蓄电池的容量应按近期负荷配置，保证连续供电不少于 2h；

4) 高频开关电源蓄电池一般设置两组并联，每组容量应为总容量的 1/2。交流不间断电源设备的蓄电池宜设一组。当容量不足时可并联，蓄电池组的并联组数不应超过四组。

5) 当蓄电池组并联使用时，并联蓄电池组的型号、容量应相同，生产时期应相近。

7 通信电源主要设备应具有集中监控管理功能，即具有性能管理、配置管理、安全管理、故障管理等功能，并能检测到每节蓄电池工作状态；

8 通信设备的接地系统设计，应满足人身安全要求和通信设备的正常运行；

9 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，车辆基地也可采用分设接地方式。室外综合接地体电阻值不应大于 1Ω ；

10 当通信室外设备独立设置接地装置时，接地电阻值不应大于 4Ω ，困难时不应大于 10Ω 。

17.2.11 集中告警系统

1 专用通信系统应设置集中告警系统，以保证维护人员能及时、准确地了解通信各子系统设备运行状况和故障信息，提高维护和管理效率；

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；

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；

4 集中告警系统应利用通信各子系统具有的自诊断功能，采集通信各子系统的设备故障信息，进行记录和告警；

5 集中告警系统可利用信息化技术进行智能分析和决策，宜有能力通过接口将设备故障信息提供给其他综合运维系统、综合监控系统等。

17.3 公安通信系统

17.3.1 公安通信系统宜由公安视频监视系统、公安无线通信引入系统、公安数据网络和公安电源系统等组成。

17.3.2 公安通信系统的建设宜与专用通信系统共享桥架、线槽等设施。

17.3.3 公安视频监视系统应满足公安部门对车站、车辆综合接地以及列车范围监视的需要，可在城市轨道交通公安分局、城市轨道交通派出所及车站公安值班室进行监视。

17.3.4 公安视频监视系统宜单独建设执法办案视频监视系统，线路各车站公安安全室、派出所六室等处设置音视频采集设备，派出所及公安分局设置控制终端及显示设备，音视频信息保存时间不少于 90 天。

17.3.5 公安无线通信系统为中心公安调度员和车站值班民警、民警和民警等之间建立通信手段，是市局公安无线系统的一部分，该系统应与市局公安无线系统在系统制式、功能等方面保持一致，并根据公安部门需求将 800MHz 数字集群系统引入城市轨道交通或预留引入的条件。

17.3.6 公安无线通信引入系统应实现与市公安既有无线通信系统的兼容及互联互通。

17.3.7 公安无线通信引入系统应覆盖城市轨道交通范围内车站及地下隧道空间。系统覆盖区域宜包括：车站站厅、站台、出入口通道、办公区走廊以及地下隧道区间。

17.3.8 站厅层、出入口及换乘通道的无线信号宜采用天线覆盖方式，隧道和站台应采用漏缆覆盖方式；高架站站台根据装修情况，可采用天线覆盖方式。

17.3.9 公安无线通信系统在城市轨道交通内集群分基站的频点配置，应避免与相关地面集群主基站相互干扰。

17.3.10 公安 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，话音信道应满足公安频点范围内自适应工作要求。

17.3.11 公安 350MHz 集群通信系统在城市轨道交通无线通信系统的服务区域是以频率复用为基础的链状区域，服务要求在无线调度网内的通话，话音质量达到三级标准（音频带内信噪比不小于 20dB）；在保证话音质量的条件下，边缘可通概率为系统空间波覆盖的时间地点概率不应小于 90%，漏泄同轴电缆辐射电波覆盖的时间地点概率不应小于 95%。

17.3.12 公安 350MHz 集群通信系统应具备通话功能、调度功能，应满足城市轨道交通内值班民警之间、值班民警与派出所之间、值班民警与市局公交总队之间的正常通话和紧急情况下的通信需求。

17.3.13 公安 350MHz 集群系统可通过无线调度统一指挥系统设备，引入 800MHz 数字集群系统的通话语音，实现两套无线系统之间的公安语音互通。

17.3.14 公安集群通信统一调度指挥系统应具备下列功能：

1 350MHz 系统和 800MHz 系统应互联互通，实现统一调度和联动指挥；

2 常规通信与集群通信应能互联互通，实现常规终端呼叫集群终端。

17.3.15 公安数据网应能满足轨道交通公安管理部门、城市轨道交通派出所及车站公安安全室间的数据传输需求，并可接入城市公安数据网络。公安数据网络宜采用 IP 数据网络，宜在轨道交通公安管理部门、各派出所和车站设置数据交换设备，网络可根据信息流向分层设置。

17.3.16 公安数据网所需的光纤宜单独敷设，采用 G.652 单模光缆，光缆敷设可利用专用通信系统的托架、管道或线槽，光缆的性能要求同专用通信系统的光缆。

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

17.3.18 公安通信电源系统应为一级负荷，宜纳入 UPS 整合系统，备用时长不宜低于 0.5h。

17.3.19 公安通信系统的接地设计要求应符合本标准第 17.2.10 条 8 款、9 款、10 款的规定。

17.4 政务通信系统

17.4.1 政务通信系统建设应将地面集群信号引入地下和控制中心，地下区域引入方式宜采用有线链路集中引入。

17.4.2 政务通信系统包括政务无线通信系统、传输系统、电源与接地等子系统。

17.4.3 政务无线通信系统应提供的主要功能包括：语音通话承载、数据承载、故障弱化、网管功能。

17.4.4 政务通信系统的交换机设置可利用地面政务无线通信交换机进行扩容的方式或新设方式。

17.4.5 政务无线通信系统的频率配置应避免信道机之间产生互调干扰。应避免和既有有线换乘站的同频、邻频干扰；应避免使用城市轨道交通专用无线系统的频点，并与之保持一定的隔离度，避免同频、邻频干扰。

17.4.6 政务无线通信系统的天馈宜与公安 350M 集群天馈共用。政务传输系统主要为轨道交通政务无线集群基站、网管及直放站网管提供链路通道。

17.4.7 政务传输系统可利用通信系统光缆中的光纤资源自建传输系统，提供各基站间、基站与政务专网集群交换机间以及网管所需的以太网通道，并在政务通信控制中心设置相应网管设备。政务通信系统电源及接地应满足政务通信系统的用电及接地要求，宜与公安通信系统合并设置。

17.4.8 政务通信系统机房宜与公安通信共用通信机房合并设置。

17.5 民用通信系统

17.5.1 民用通信系统应符合国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定。

17.5.2 民用通信系统宜由民用传输系统、民用通信引入系统、民用电源系统等组成。

17.5.3 民用传输系统宜由为民用通信引入系统、民用电源系统等提供传输通道，其容量应满足扩展的需要，宜预留不少于 30% 的余量。

17.5.4 民用通信引入系统宜覆盖地下车站的站厅公共区、站台公共区、设备区、办公区、出入口通道、换乘通道、正线隧道区间；宜引入 5G 网络。

17.5.5 民用电源系统应满足民用传输系统、民用通信引入系统等设备的供电需求。可根据具体要求划定供电范围及质量要求。

17.5.6 民用电源系统宜由交流电源切换屏、交流配电盘、不间断电源和接地系统组成，民用传输系统的供电宜配置不间断电源，不间断电源的后备供电时间不少于 2h。为民用通信引入设备的供电配置电量计量设备。

17.5.7 民用通信系统的接地设计要求应符合本标准第 17.2.10 条 8 款、9 款、10 款的规定。

17.6 通信系统防雷要求

17.6.1 通信设备防雷应结合设备所处空间的雷电电磁环境，保证设备和线路在空间的合理布置。通信设备防雷应按地面区域雷电活动和设备安装环境进行分区分级防护。

17.6.2 光缆、电缆引入室内时应做绝缘接头，室内外金属护层及金属加强芯应断开，并应彼此绝缘。并应做光缆终端、电缆终端。

17.6.3 控制中心、车辆基地、车站室外配线电缆宜穿放钢管敷设，钢管两端应接地；其音频配线单元均应配置保安器。

17.6.4 无线通信系统满足：

- 1) 基站室外天线应设置防直击雷的接闪装置，使天线处于 LPZ0B 保护区内；
- 2) 基站室外天线应加装天馈线浪涌保护器；馈线金属外护层应分别在天线处及房屋入口处外侧就近接地，当室外馈线长度大于 60m 时，宜增加一个接地点；

3) 在地面、高架区段和地下线路的出入段部分区间的漏缆及馈线, 应加装浪涌保护器。

17.6.5 室外摄像机应在视频、电源及控制电缆的两侧(机房侧和摄像机侧)应分别加装相应的浪涌保护器, 室外摄像机立杆安装接闪杆, 均可靠接地。

17.6.6 车辆基地、地面站和高架站的广播系统信号线、控制线、电源线均在机柜侧或终端设备侧加装浪涌保护器; 车辆基地、地面站和高架站的功率放大器的出线应加装浪涌保护器。

17.6.7 地面站、高架站和车辆基地的二级母钟的信号输出线和电源输出线需要采取防雷电感应措施; 地面站、高架站发车钟及车辆基地室外子钟的信号输入线和电源输入线需要加装浪涌保护器。

17.6.8 北斗卫星导航系统天线馈线应加装高频信号浪涌保护器。

17.6.9 通信电源设备的配电单元、设备输入输出处等均应设置浪涌保护器。

17.7 通信用房要求

17.7.1 专用通信设备用房可与信号设备用房、综合监控设备用房等弱电设备用房整合设置, 用房面积应考虑设备更新改造需求。民用通信引入宜设立单独的设备用房。根据需要提供公安通信系统的设备用房。

17.7.2 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。

17.7.3 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。通信设备用房内设备布置间距应符合国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的规定。

17.7.4 城市轨道交通通信设备机房不宜与电力变电所相邻, 与变电所相邻时, 应采取电磁屏蔽措施。

17.7.5 城市轨道交通通信设备机房的环境应满足通信设备的要求, 并应做到能够防尘、防潮及防止静电, 满足电磁防护要求。

17.7.6 在城市轨道交通通信设备用房的设计中, 应根据通信设备及布线的要求合理预留沟、槽、管、孔, 电源线缆和其他线缆宜分槽敷设。通信管、槽贯穿隔墙、楼板的孔洞处应进行防火封堵。

17.7.7 城市轨道交通通信设备用房应采取防鼠害措施。

17.7.8 城市轨道交通通信设备机房的工艺要求应符合表 17.7.8 的规定, 其他辅助用房按一般办公用房工艺要求设计。

表 17.7.8 通信设备机房工艺要求

内容	要求
室内最小净高 (m)	2.8 (不含架空地板和吊顶的高度)
地面均布荷载 (kg/m ²)	通信专业提供机架重量和平面布置, 建筑和结构专业计算荷载值

17.8 办公自动化系统

17.8.1 办公自动化系统应为运营单位的运营和管理提供电子办公、信息发布、日常运作和管理、资源管理、人员交流的信息平台。

17.8.2 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。

17.8.3 办公自动化系统可在各线路控制中心、车站、车辆基地设置数据网络设备, 在与城市轨道交通运营相关办公场所应设置用户终端设备。

17.8.4 办公自动化系统的网络建设, 宜根据数据流向和业务分部分层设置, 包括核心层、汇聚层和接入层。

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

17.8.6 办公自动化系统应设置完善的网络安全措施。

18 信 号

18.1 一般规定

18.1.1 信号系统应满足城市轨道交通行车组织和运营管理的需要，保证列车运行安全，提高行车效率，适应北京城市轨道交通技术发展需求。实现运营指挥管理的自动化、科学化、智慧化，城市轨道交通服务的现代化、人性化。

18.1.2 信号系统宜满足网络化运营的需求。

18.1.3 信号系统应具有高可靠性、高可用性和高安全性。

18.1.4 涉及行车安全的系统、设备及电路应符合“故障—安全”原则。采用的安全系统、设备应经过安全认证。

18.1.5 信号系统应按最大行车能力要求设计。满足大运量、高密度行车、灵活编组、不同运行交路和快慢车运行的要求。

18.1.6 单线区段应按双方向运行设计，双线区段根据运营组织的需要可按双方向运行设计。折返线、渡线、停车线、出入场/段线、试车线及与其他线路的联络线均应按双方向运行设计。

18.1.7 信号系统应包括正线列车自动控制 ATC 系统和车辆基地信号系统。信号系统应包括以下子系统：

- 1 列车自动监控（ATS）子系统；
- 2 列车自动防护（ATP）子系统；
- 3 列车自动运行（ATO）子系统；
- 4 计算机联锁（CI）子系统；
- 5 数据通信（DCS）子系统；
- 6 维护监测（MSS）子系统。

18.1.8 信号系统按所处地域划分应包括：

- 1 控制中心设备；
- 2 车站及轨旁设备；
- 3 车载设备；
- 4 车辆基地设备。

18.1.9 信号系统按闭塞方式划分可包括以下制式：

- 1 移动闭塞；
- 2 准移动闭塞；
- 3 固定闭塞。

18.1.10 根据城市轨道交通系统行车密度等运营需求和技术发展方向，宜采用移动闭塞制式的信号系统。

18.1.11 信号系统控制模式应包括控制中心自动控制、控制中心人工控制、车站自动控制及车站人工控制。其控制等级应遵循车站人工控制优先于控制中心人工控制，控制中心人工控制优先于控制中心的自动控制。

18.1.12 信号系统应采用连续式列车控制方式。信号系统应以确定的系统最大规模为最高配置水平等级，并作为正常运用模式。

18.1.13 列车驾驶模式应符合下列要求：

1 驾驶模式可包括自动驾驶模式（AM）、受控人工驾驶模式（CM）、限制人工驾驶模式（RM）和非限制人工驾驶模式（EUM）。全自动运行线路的驾驶模式还应包括全自动运行模式（FAM）、蠕动模式（CAM），宜包括远程限速运行模式（RRM）；

2 列车驾驶模式转换应符合下列要求：

1) ATC系统控制区域与非ATC系统控制区域的分界处设驾驶模式转换区，转换区的信号设备应与ATC系统控制区域的信号设备相一致；

2) 驾驶模式转换可采用自动或人工方式，并应予以记录。转换区域的设置应根据ATC系统的性能特点确定。

3 转换区域的长度宜大于最大编组列车的长度；

4 在ATC系统控制区域内使用非限制人工驾驶模式应有破铅封、记录或授权指令要求等技术措施；

5 ATC系统控制区域内的列车折返作业应采用CM、AM或FAM驾驶模式，折返作业过程应保持列车定位和驾驶模式处理功能的完整性。

18.1.14 信号系统应能降级运用，实现故障弱化处理，并具有故障复原能力。

18.1.15 信号系统的设计能力应符合下列要求：

1 信号系统的监控范围应结合线路和站场规模设计。系统能力应与线路规模、运行能力相适应；

2 信号系统监控和管理的列车数量应按最小追踪间隔能力所需列车数量设计，并留有不小于30%余量。新线设计时，车载信号设备配备数量，宜按初期配属列车数量计；

3 信号专业应与行车等专业配合，通过列车运行仿真计算通过能力、折返能力以及出入车辆基地的能力；

4 交路折返站的折返能力、出入车辆基地能力应与最小行车间隔相适应，并宜留有不小于10%余量；

5 出入车辆基地的列车不应影响正线列车的行车能力。

18.1.16 对于装备不同信号车载设备列车共线运行或跨线运行的线路，信号系统应满足互联互通运营需求且应符合下列要求：

1 相同闭塞制式信号系统与互联互通需求相关的系统设计原则、防护策略应统一，功能分配应兼容；

2 不同闭塞制式信号系统的跨线运行宜采用兼容型设备实现。

18.1.17 对于具备灵活编组功能线路，信号系统应适应不同编组长度列车的混合运行。对于具备机械编组功能的线路，信号系统还应具备人工或自动控制列车联挂和解编的功能。

18.1.18 信号系统应能与通信、电力监控、火灾自动报警和环境监控等系统接口。当城市轨道交通配置综合监控系统时，信号系统应能与其接口或部分纳入综合监控系统，并可建设以行车指挥系统为核心的综合自动化系统。

18.1.19 信号系统采用区域控制方式应符合下列要求：

1 控制区域的划分应根据车站配线、区域范围内线路长度、系统设备控制能力、系统性能指标、故障影响范围及维护维修管理设置等因素确定；

2 联锁控制区域所辖车站数目不应超过4座且控制距离不宜超过6km；

3 ATP控制区域所辖车站数目不宜超过6座或控制距离不宜超过10km；

4 区域控制站可与所辖非区域控制站间进行操作权转换，非区域控制站接收操作权后可对本站所辖信号设备进行控制。

18.1.20 在雨、雪、霜、雾、露等恶劣天气导致轨面湿滑情况下，信号系统应采取自动扣车、限制列车运行速度、降低牵引力、降低制动力等方式辅助列车运行。

18.1.21 信号系统应具备故障监测和报警功能。信号系统与其他专业或系统接口时，相关设备应具有信息收发的记录功能，宜具有信息收发的监测功能。

18.1.22 信号系统应具有良好的电磁兼容性。

18.1.23 信号系统的车载设备不应超出车辆限界，信号系统的地面设备不应侵入设备限界。

18.1.24 信号系统应符合国家和北京市对信号系统网络安全等级保护要求，网络安全保护等级应满足三级要求。

18.1.25 信号系统所采用的设备、器材应符合现行国家标准或有关行业标准的规定，并应满足北京地区使用的环境条件要求。信号设备应便于维修并减少维修频度，便于测试、更换和降低运营成本。

18.1.26 设于高架线路或地面线路的信号设备宜与城市景观相协调。

18.2 列车自动监控子系统

18.2.1 ATS 系统构成应满足下列要求：

1 ATS 系统设备按地域划分为控制中心、车站和车辆基地 ATS 设备；

2 控制中心 ATS 设备应包括服务器、工作站、网络设备、接口设备、培训设备、打印机等；工作站应包括行车调度工作站、时刻表编辑工作站、运行图显示工作站和培训工作站等。全自动运行线路还应配置车辆调度工作站，车辆调度工作站宜与行车调度工作站合设；

3 车站和车辆基地 ATS 设备应包括服务器、工作站、网络等设备；

4 ATS 系统构架和配置应满足下列要求：

1) 网络拓扑结构采用冗余方式；

2) 主要服务器采用双机热备方式；当主机故障时，主备机切换应确保系统功能完整、各种显示连续、正确；

3) 调度工作站的数量，根据在线列车数量、线路长度和车站数量等因素合理配置；各调度工作站应互为备用，调度工作站的多个显示器输出控制应相对独立；

4) 区域控制站及车辆基地设置 ATS 控制工作站，宜与联锁系统工作站合设为现地控制工作站，ATS 控制工作站的多个显示器输出控制应相对独立，非区域控制站设置 ATS 显示工作站；

5) 轮乘室、车辆基地控制室、交路折返站和与车辆基地衔接站车站控制室应设置 ATS 显示工作站，站台监察亭宜设置 ATS 显示工作站；

6) 车辆基地司机派班室应设置 ATS 派班工作站；

7) ATS 系统中心级设备宜异地配置 ATS 热备设备；全自动运行线路的备用设备应与控制中心设备热备冗余配置，工作站宜简配。

18.2.2 ATS 系统应具备下列主要功能：

1 列车自动识别、跟踪、车次号显示；

2 运行图/时刻表编制及管理；

3 进路自动/人工控制；

4 列车运行调整；

5 站台发车计时；

6 列车运行和设备状态自动监视；

7 操作与数据记录、回放、输出及统计处理；

8 列车运用计划和车辆管理；

9 系统故障复原处理；

10 临时限速设置和取消功能；

11 设置进入区间的列车数量；

12 可具备运行图的实时编制及动态调整功能；

13 车辆基地内列车车组号跟踪；

14 列车运行模拟及培训；

15 对于有固定不同编组列车共线运行的线路,ATS系统还应具备编组信息显示功能;

16 具备机械编组功能的线路,ATS系统还应具有以下主要功能:

- 1) 与列车联挂、解编作业相关的状态显示、故障报警;
- 2) 灵活编组的运行图/时刻表编制及管理。

17 对于具有互联互通共线运行和跨线运行需求的线路,ATS系统还应具备在线列车所属线路号信息显示功能、对跨线列车的监控功能。

18.2.3 全自动运行线路ATS系统除满足本标准第18.2.2条的功能外,还应具备下列主要功能:

- 1 自动控制区域、非自动控制区域分区显示功能;
- 2 应具有通过人工操作实现对列车设置全自动运行授权的功能;
- 3 应与其他系统联动控制实现全自动运行正常、故障及应急场景的管理和控制功能。

18.2.4 ATS系统应符合下列要求:

1 ATS系统的安全完整性等级应满足SIL2级的要求;采用以行车指挥为核心的综合自动化系统时,综合自动化系统的安全完整性等级应满足SIL2级的要求;

2 同一ATS系统可监控一条或多条运营线路。监控多条运营线路时,应保证各条线路具有独立运营和混合运营的能力;

3 运营线路上的车站、站间、折返线等均应纳入正线ATS系统监控范围;

4 ATS系统应满足列车运行交路的要求,凡具有折返条件的车站均应按具有折返作业处理;

5 系统故障或车站作业需要时,经控制中心调度员与车站值班员办理手续后,通过ATS系统可实现站控与遥控转换;车站值班员也可强行办理站控作业;站控与遥控转换过程中,不应影响列车运行;

6 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。

18.2.5 ATS系统接口应满足下列要求:

1 ATS系统应与CI、ATP、ATO等系统接口,实现ATC系统的完整功能;

2 ATS系统应与无线通信、广播、乘客信息等系统接口,主要提供时刻表/运行图、列车位置等信息;

3 ATS系统应接收时钟系统的时间信号,实现信号系统的时间同步;

4 ATS系统可与电力监控、火灾自动报警和环境监控或综合监控等系统接口,实现信息交换;

5 ATS系统应具有与北京市轨道交通指挥中心系统的接口功能,ATS系统接口设计应满足北京市轨道交通指挥中心系统的统一接口要求;

6 全自动运行线路,车门与站台屏蔽门对位隔离功能宜通过ATS系统与站台屏蔽门系统接口实现;

7 ATS系统与相关系统的接口应有可靠的隔离措施。

18.3 列车自动防护子系统

18.3.1 ATP系统构成应由车站及轨旁设备和车载设备组成。若车辆基地具有ATP防护功能,车辆基地应配置ATP设备。

18.3.2 车站及轨旁、车辆基地ATP设备主要应包括ATP计算机设备、轨旁定位设备、通信传输设备、维护设备及相关接口设备等。

18.3.3 车载ATP设备主要包括车载ATP计算机设备、测速设备、人机显示设备、车地通信设备及相关接口设备等,测速设备、人机显示设备可与车辆专业合设。

18.3.4 车站、车辆基地ATP计算机设备应采用二乘二取二或三取二的安全冗余结构。

18.3.5 ATP设备的站间通道及安全信息的传输通道,应采用独立的热备冗余通信通道。

18.3.6 车载ATP计算机设备应采用三取二或二乘二取二冗余结构,列车首尾两端宜各设一套车载ATP计算机设备,两端车载设备宜自成系统。单端车载ATP计算机设备未采用三取二或二乘二取二结构时,

头尾两端车载设备应满足热备冗余的要求。

18.3.7 ATP 系统应具备下列主要功能：

- 1 检测列车位置，实现列车管理和列车间隔控制；
- 2 监督列车运行速度，实现列车超速防护控制；
- 3 列车退行和非预期移动防护；
- 4 为列车车门的开闭提供安全监督信息；
- 5 记录司机操作及设备状态；
- 6 实现车载信号设备的日检，宜通过上电自检完成；
- 7 车门状态、列车停稳状态和列车完整性监督功能；
- 8 具备车地通信功能时，实现临时限速防护、区域防护和站台屏蔽门状态监督和防护功能；
- 9 具备机械编组功能的线路，ATP 系统应对 CBTC 级别 AM、CM 模式下的联挂、解编过程进行安全防护；
- 10 对于具有互联互通共线运行和跨线运行需求的线路，ATP 系统应具备互联互通列车在本线运行的安全防护功能。

18.3.8 全自动运行线路 ATP 系统除满足本标准第 18.3.7 条的功能外，还应具备下列功能：

- 1 远程及本地休眠、唤醒功能；
- 2 自动化区域的人员防护；
- 3 被动障碍物防护联动功能；
- 4 发车安全防护功能；
- 5 冗余测速及定位功能；
- 6 对跳跃、蠕动模式及远程限速模式运行的安全防护功能；
- 7 库门监督及防护；
- 8 车门与站台屏蔽门间的对位隔离接口联动功能；
- 9 执行并反馈远程控制命令；
- 10 洗车防护；
- 11 具备机械编组功能的线路，ATP 系统应对 FAM 模式下的联挂、解编过程进行安全防护。

18.3.9 ATP 系统应满足下列要求：

- 1 城市轨道交通取消信号系统应配备 ATP 系统，其系统安全完整性等级应满足 SIL4 级要求；ATP 系统内部设备之间的信息传输应符合“故障—安全”原则；
- 2 为保证行车安全，在预定安全防护停车点的外方应设安全防护距离，安全防护距离应通过计算确定；
- 3 ATP 系统应采用连续式控制方式，宜采用一次性速度—距离控制模式；
- 4 ATP 系统应支持多种运行等级和驾驶模式，应具有多种运行等级列车混合运行能力；
- 5 车站 ATP 设备向车载 ATP 设备传送的移动授权信息、站台紧急关闭状态、站台屏蔽门状态、临时限速等信息以及全自动运行线路传送的人员防护开关状态等信息，应满足 ATP 车载设备控制方式和控制精度的要求；
- 6 轨旁信号机的显示含义应与车站 ATP 设备生成的移动授权位置含义相符。室外信号机采取定位灭灯方式时，值班员工作站上的信号复示器显示应与 ATP 生成的移动授权位置含义相符。

18.3.10 列车定位及信息传递应符合下列规定：

- 1 ATP 系统应具有多种列车位置检测能力。列车位置检测可采用轨道电路、计轴、轨旁电缆环线、应答器和/或辅以速度传感器等方式，根据需要可采用多普勒雷达、加速度计等设备；
- 2 车地信息传递可采用轨道电路、轨旁电缆环线、应答器、无线通信等传输方式。

18.3.11 车载 ATP 设备应满足下列要求：

1 ATP 系统导致列车停车为最高安全准则。车地连续通信中断或地面信息严重丢失、列车完整性电路断路、列车超速、列车的非预期移动、车载设备重度故障等均应导致强迫制动；

2 车载 ATP 设备的车载信号应是行车的主体信号。车载信号应至少包括列车允许速度、列车实际运行速度、列车运行前方的目标距离等内容；在两端司机室内均应装设速度显示、报警等装置；

3 ATP 执行强迫停车控制时，应切断列车牵引。当施加紧急制动时，列车停车过程不得中途缓解；

4 车载信号设备与车辆接口电路的布线应与其主回路等环节的高压布线分开敷设并实施防护，与车辆电器的接口应有隔离措施；

5 列车处于停车且开门的状态下，车载设备应防止列车的错误启动和非预期的移动；

6 当列车在站间运行过程中发生车门错误开启，车载 ATP 设备应采取报警、停车等防护措施；

7 列车在进站过程中接收到 ATS 系统的扣车命令时，不应产生紧急制动；当列车在车站停车时，车载 ATP 移动授权指令的生成，不应受列车停站时间的制约；

8 ATP 输出开车门允许信号，不应与列车的停站时间发生关联；

9 应配置车载数据存储单元，记录车载 ATP 与 ATO 系统与车辆系统、ATS 系统、车站 ATP 系统的通信数据，并记录司机对信号设备相关操作。保存记录数据时间不应少于 7d，移动闭塞系统宜具备在地面维护工作站远程下载车载数据功能。

18.3.12 ATP 系统降级运行模式应满足下列要求：

1 降级运行模式建立和退出应自动或人工操作完成，并应有明确表示；

2 基于无线通信的 ATP 系统可具有点式降级模式；

3 车地无线通信正常情况下，点式降级模式应实现车门与站台屏蔽门的联动功能；

4 车地无线通信正常情况下，点式降级模式应具备在站台轨、折返轨处信号机显示红灯时，禁止列车启动功能。

18.3.13 ATP 系统应具有以下安全接口：

1 与 ATS 系统的接口；

2 与计算机联锁系统或具有联锁功能的设备的接口；

3 与车辆系统接口；

4 全自动运行线路还应具有以下安全接口：

1) 与被动列车障碍物探测系统的接口；

2) 若采用信号系统与间隙探测系统直接接口方式，应与间隙探测系统接口。

18.4 列车自动运行子系统

18.4.1 ATO 系统应由车站及轨旁设备和车载设备组成，若车辆基地具有 ATP 防护功能，车辆基地宜配置 ATO 设备。

18.4.2 车站及轨旁和车辆基地 ATO 设备应主要包括轨旁定位设备、ATO 地面接口等设备。ATO 宜利用 ATP 系统的轨旁设备，但不应影响 ATP 系统的安全性。

18.4.3 车载 ATO 设备主要包括 ATO 车载计算机及相关接口等设备，全自动运行线路车载 ATO 设备应采用冗余结构。

18.4.4 ATO 系统应具备下列主要功能：

1 站间自动运行；

2 车站定点停车；

3 有司机或无司机监督下的自动折返；

4 列车车门、站台屏蔽门的控制；

5 列车运行自动调整；

6 列车运行节能控制；

7 具备机械编组功能的线路，ATO系统应具备AM-CBTC模式下控制列车进行自动联挂、解编的功能。

18.4.5 全自动运行线路除满足本标准第 18.4.4 条的功能外，还应满足下列要求：

- 1 远程和本地休眠、唤醒功能；
- 2 跳跃、自动对位调整功能；
- 3 蠕动运行模式、远程限速运行功能；
- 4 配合车门与站台屏蔽门实现故障对位隔离功能；
- 5 站台自动发车功能；
- 6 清客功能；
- 7 全自动折返功能；
- 8 全自动进出车辆基地功能；
- 9 全自动洗车功能；
- 10 具备机械编组功能的线路，ATO系统应具备FAM模式下控制列车进行自动联挂、解编的功能。

18.4.6 在 ATO 模式下应具备以下三种开关门模式：

- 1 自动开车门，人工关闭车门；
- 2 人工开车门，人工关闭车门；
- 3 自动开、关车门。

18.4.7 ATO 系统应满足下列要求：

- 1 ATO系统的安全完整性等级应满足SIL2级的要求；
- 2 ATO系统应能提供多种区间运行模式，适应列车运行调整的需要，满足行车间隔控制的要求；
- 3 ATO系统定点停车精度应根据站台计算长度、列车性能和站台屏蔽门的设置等因素选定。定点停车精度宜在 $\pm 0.3\text{m}$ 范围内；
- 4 ATO系统控制应满足舒适度、快捷及准时的要求；
- 5 ATO系统应能控制列车实现车站通过作业；
- 6 司机监控的ATO系统应根据线路条件、道岔状态、前方列车位置等信息及速度调整指令，实现列车速度自动控制。列车在区间停车应接近前方目的地。列车区间停车后，在允许信号的条件应能自动启动。车站发车时，列车启动由司机控制；
- 7 系统发生故障时，应能转为司机控制；
- 8 ATO系统不应同时输出制动指令和牵引指令；
- 9 信号车载设备应能将故障诊断与报警信息实时传送至ATS及维护支持系统；
- 10 系统应能接收ATS系统发送的停车、临时限速等控制指令。

18.5 计算机联锁子系统

18.5.1 城市轨道交通信号系统应配置计算机联锁子系统，计算机联锁子系统设备可与 ATP 子系统设备合设并由 ATP 子系统设备实现联锁逻辑控制功能，其系统安全完整性等级应满足 SIL4 级标准；计算机联锁子系统内部设备之间的信息传输应符合“故障—安全”原则。

18.5.2 计算机联锁子系统主要由车站及轨旁和车辆基地设备构成，应包括计算机联锁设备、列车位置检测设备、信号机、转辙机及相关接口等设备。

18.5.3 计算机联锁设备应采用二乘二取二的冗余结构。

18.5.4 计算机联锁设备的站间通道，应采用独立的热备冗余通信通道。

18.5.5 计算机联锁子系统应具备下列主要功能：

- 1 确保进路上的道岔、信号机和区段的联锁，当联锁条件不符时，禁止进路开通，敌对进路应相互照查，不应同时开通；

- 2 根据需要可自动选出带保护区段的进路并锁闭。可自动排列通过进路及折返进路；
- 3 联锁道岔应能通过单独操纵和进路选动，实现进路锁闭、区段锁闭及人工锁闭；
- 4 具有进路式开放引导信号的功能；
- 5 根据需要应能实现进路式闭塞或站间闭塞的行车方式；
- 6 根据城市轨道交通运营作业特殊需要，设备集中站应具备设置区间临时限速、区间（或股道）封锁、信号机封锁、道岔封锁、站台紧急关闭（每个车站设置）等功能，各项功能应有相应的状态表示；
- 7 向ATP/ATS提供信号机的显示状态、列车进路设置状态、保护区段的建立、区间（或股道）封锁、站台紧急关闭、区间运行方向等信息；
- 8 应具有较完善的自诊断功能，能对包括联锁设备等工作状况实施监督，并能根据需要在控制中心和维修中心实施远程故障诊断；
- 9 实现与其他线路联锁设备的接口，为对方联锁设备提供监督、控制的条件；
- 10 车辆基地联锁应实现调车进路控制并具备与试车线间的非进路调车功能；
- 11 对于不同编组数的固定编组列车、机械编组列车共线运行的线路，进路的保护区段长度、接近区段长度、自动触发区段长度、延时解锁时间等系统配置参数应按照线路上共线运行的所有编组类型列车中最不利的车辆参数计算确定；
- 12 具备机械编组功能的线路，联锁系统应实现对列车联挂或解编作业的进路控制功能；
- 13 对于具有互联互通共线运行和跨线运行需求的线路，进路的保护区段长度、接近区段长度、自动触发区段长度、延时解锁时间等系统配置参数应按照线路上共线运行的所有列车中最不利的车辆参数计算确定。

18.5.6 计算机联锁设备应满足下列要求：

- 1 计算机联锁是保证列车运行安全的核心设备，应满足“故障—安全”原则；涉及行车安全的、与计算机联锁结合的控制电路均应符合“故障—安全”原则；
- 2 进路解锁宜采用分段解锁方式。进路锁闭应分为预先锁闭和接近锁闭。锁闭的进路应能随列车正常运行自动解锁、人工办理取消进路和延时解锁，并应防止错误解锁。当接近锁闭时，取消进路应延时解锁或收到停车保证信息后立即解锁。延时解锁时间应保证列车能在进路解锁前安全停车；
- 3 影响行车效率的进路上的多组道岔应采用同时动作方式；
- 4 车站站台及车站综合控制室应设站台紧急关闭按钮。站台紧急关闭按钮电路应符合“故障—安全”原则；
- 5 交路折返站站台可设置自动折返按钮；
- 6 信号机采用常态点灯方式时，防护信号机显示允许信号因故未能显示时，应自动点亮禁止信号。信号机显示禁止信号因故未能点亮时，该信号应视为禁止信号；
- 7 当装设引导信号的信号机因故不能正常开放时，可使用引导进路锁闭方式开放引导信号。

18.5.7 全自动运行线路除满足本标准第 18.5.6 条的要求外，还应满足下列要求：

- 1 在车站应设置人员防护开关（SPKS）、人员防护旁路按钮/开关，对进入正线的人员进行安全防护、对人员全部撤出防护区域后发生故障的人员防护开关进行旁路；
- 2 正线车站宜对应每侧站台的两端区间进入点分别设置1个SPKS，宜每侧站台对应设置1个人员防护旁路按钮/开关。在IBP盘上应设置人员防护开关、人员防护旁路按钮/开关，在轨旁可设置人员防护开关；
- 3 车站站台应设置站台门控箱，站台门控箱内应设置站台关门按钮、站台开门按钮和清客确认按钮，实现车门与站台屏蔽门的开门、关门、再开门、再关门功能和清客确认功能；
- 4 车辆基地SPKS的设置及防护要求应满足本标准第18.8.8条第3款的要求。

18.5.8 正线信号机的设置应满足下列要求：

1 在 ATC 控制区域的线路上宜设置道岔防护信号机、出站信号机、阻挡信号机、出段/场信号机和线路尽头阻挡信号机。根据运营需要可设置区间分隔信号机。信号机处的计轴宜与信号机同坐标布置；

2 具有出站性质以外的道岔防护信号机应设引导信号；

3 信号机宜采用LED光源的色灯信号机；

4 车辆基地内信号机的设置要求应满足本标准第18.8节的要求。

18.5.9 道岔防护信号机、出站信号机兼做道岔防护信号机应采用黄、绿、红三灯位信号机构，红灯显示为定位。其显示及含义如下：

1 绿色灯光——表示道岔已锁闭，并开通直向，准许列车按规定速度运行；

2 黄色灯光——表示道岔已锁闭，并开通侧向，准许列车按规定的限制速度运行；

3 红色灯光——不准列车越过信号机；

4 红色灯光+黄色灯光——表示开放引导信号，准许列车以不大于规定的速度（如25km/h）越过该架信号机并随时准备停车。

18.5.10 出站信号机、区间分隔信号机及折返进路终端设置的阻挡信号机应采用绿、红二显示机构，红灯为定位显示。其显示及含义如下：

1 绿色灯光——准许列车按规定的速度越过该架信号机；

2 红色灯光——不准列车越过信号机。

18.5.11 出段/场信号机应采用绿、红二灯位信号机构，红灯显示为定位。其显示及含义如下：

1 绿色灯光——正线的进路准备就绪，允许列车进入正线运行；

2 红色灯光——不准列车越过信号机。

18.5.12 线路尽头应设阻挡信号机，尽头阻挡信号机应采用绿、红两灯位信号机构，绿灯封闭，显示红色灯光，不准列车越过信号机。

18.5.13 按地面信号显示行车时，信号机的显示距离应根据该架信号机前方线路条件、列车性能等要素进行计算，满足列车以常用制动在信号机前方停车的距离要求。

18.5.14 尽头式阻挡信号机、非互联互通联络线上的道岔防护信号机在 CBTC 模式和降级模式下均应常态亮灯；出段/场信号机、互联互通联络线上的道岔防护信号机应常态亮灯，有 CBTC 列车接近时灭灯；其他信号机应在 CBTC 模式下常态灭灯，降级模式下点灯。

18.5.15 计算机联锁子系统应具有以下接口：

1 与ATP、ATS系统的接口；

2 与站台屏蔽门的接口；

3 与综合后备盘的接口；

4 与其他联络线的接口。

18.5.16 全自动运行线路除具备本标准第 18.5.15 条的接口外，计算机联锁子系统还应具有与车库门、自动洗车机的接口；若采用信号系统与间隙探测系统直接接口方式，计算机联锁子系统应与间隙探测接口。

18.6 数据通信子系统

18.6.1 数据通信子系统应由有线网络、无线通信网络、网络管理和网络安全设备组成。

18.6.2 数据通信子系统容量、传输速率和传输距离应满足控制列车运行实时监控的需要和行车指挥的运用要求。

18.6.3 数据通信子系统应具有自愈、自诊断、网络维护及配置管理等功能。

18.6.4 有线网络、无线通信网络应采用冗余设计，单点故障不应影响信息传输的实时性和连续性。

18.6.5 地面有线网络可采用独立的通信网络，与其他系统的接口应有隔离措施。信号系统各子系统应采用相互独立的传输通道，传输通道的划分可采用物理通道方式或者逻辑通道方式，单个传输通道的故

障不应影响其他传输通道的正常工作。车载网络可与车辆网络融合设置，融合网络应能满足信号系统的安全完整性等级要求。

18.6.6 有线网络设计应符合下列规定：

- 1 信号系统有线网络应包括ATP/ATO/CI网络、ATS网络和MSS网络；
- 2 ATP/ATO/CI网络、ATS网络均应按双网冗余设计，MSS网络可按单网设计；
- 3 各子系统网络均应采用双向自愈的环形拓扑结构，当单点网络设备故障时，不应影响数据通信。

18.6.7 无线通信网络或车地信息传输的轨旁设备可利用无线通信、轨旁电缆环线、轨道电路等信息传输方式。

18.6.8 基于无线通信方式的无线通信系统应符合下列规定：

1 宜采用标准的通信设备，其无线场强覆盖可采用天线、漏缆和裂缝波导管等方式，也可根据现场条件混合使用；

2 应保证列车高速移动时的漫游切换，不应影响车站及车辆基地ATP设备对列车控制的连续性和实时性；

3 应采用冗余覆盖设计，保证无线场强覆盖；当一套网络故障，应确保车地信息传输的连续性、可用性；

4 宜采用专用频段组网，应与其他系统、其他相邻运营线路所用无线通信统一规划无线频点，防止系统的相互影响。

18.6.9 基于轨旁电缆环线方式的车地通信设备应符合下列规定：

- 1 安装方式不宜影响工务维护，不应影响乘客的安全疏散；
- 2 应能实现电缆环线完整性检测和断线报警功能，并能提供相关的安全防护措施。

18.6.10 基于轨道电路的车地通信设备应符合下列规定：

- 1 正线地面设备宜采用报文式无绝缘轨道电路；
- 2 正线区间轨道电路应为双轨条回流方式，道岔区段、车辆基地轨道电路可采用单轨条回流方式；
- 3 相邻轨道电路应采取干扰防护措施；
- 4 轨道电路的参数可采用下列数据：

- 1) 无砟道床电阻率可采用 $2\ \Omega \cdot \text{km}$ ；有砟道床电阻率可采用 $1\ \Omega \cdot \text{km}$ ；
- 2) 分路电阻可采用 $0.15\ \Omega$ 。

5 当轨道电路利用兼作牵引回流的走行轨时，装设的牵引均流线和回流线、站台屏蔽门的等电位连接线等不应影响轨道电路的正常工作。

18.6.11 数据通信子系统应配置网络安全设备，并与管理手段相结合实现国家标准《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239 中的第三级安全要求，并应符合下列规定：

1 信号系统网络安全等级保护应采取的安全设置和部署的安全产品，不应影响信号系统自身的可靠性和安全性；

2 网络安全等级保护设计不应改变信号系统架构，不应影响信号系统数据传输实时性、丢包率；

3 应具备信号系统边界的隔离防护功能，宜具备安全审计、身份鉴别、漏洞扫描、主机防护、防范非法入侵、网络加密认证与识别功能。

18.6.12 具有灵活编组功能的线路，数据通信子系统应支持联挂列车各列车单元车载设备与轨旁ATP/ATO及ATS之间的通信，车载设备应提供列车位置及状态信息，并接收轨旁ATP/ATO及ATS的相关指令。

18.7 维护监测系统

18.7.1 信号系统应设置维护监测系统，维护监测子系统的构成应符合下列规定：

- 1 维护监测系统按地域划分为维修中心、控制中心、车站及车辆基地维护监测设备；

- 2 维修中心设备应包括：维修中心服务器、维护工作站和网络设备；
- 3 控制中心维护监测设备应包括：维护工作站和网络设备；
- 4 车站及车辆基地维护监测设备应包括：信号集中监测设备、道岔缺口监测设备、维护工作站和网络设备；车辆基地维护监测设备还应包括日检设备或具备日检功能的设备；
- 5 维修中心服务器应冗余配置；
- 6 信号系统各子系统的维护工作站宜合设，应设置在正线及车辆基地维护部、维修中心、控制中心等维修部门，可根据运营需求确定设置地点；
- 7 应结合维修管理体制进行维修机构的设置，并配备专用维修工器具、测试工具及仪器仪表。

18.7.2 维护监测子系统在线采集信息时不应影响被监测信号设备的正常工作。

18.7.3 维护监测子系统应具有下列主要功能：

- 1 能实时对信号系统各子系统关键设备及其板卡状态、信号基础设备状态、与站台屏蔽门等外部系统的接口状态进行采集、存储、分析、预警和报警，应具备回放和打印的功能；
- 2 应实现故障信息分类分级报警和中心级集中监测告警功能；
- 3 综合设备运行状态、动作次数、使用寿命、温湿度、振动等关键信息，宜具备自动分析各子系统的健康状况、设备健康状态趋势诊断及提供维护策略、处置建议的功能。

18.7.4 维护监测子系统对信号基础设备的状态监测应符合下列规定：

- 1 实现信号机灯丝断丝报警、点灯回路电流等监测；
- 2 实现每台转辙机动作电流、表示电压、转辙机功率、道岔缺口等监测；
- 3 实现轨道电路状态监测；
- 4 实现计轴状态监测；
- 5 实现关键继电器状态监测；
- 6 实现电缆绝缘状态监测；
- 7 实现电源漏泄电流监测；
- 8 实现电源屏输入、输出电压、电流的监测、外电输入切换状态监测。信号系统电源未纳入 UPS 电源整合的线路还应实现蓄电池投入状态、不间断电源（UPS）旁路、UPS 输出状态、稳压器输出状态和外电网综合质量监测。

18.8 车辆基地信号系统

18.8.1 车辆基地信号系统应包括车辆段和停车场的信号系统，应配置车辆段和停车场 ATS 设备、计算机联锁设备、维护监测设备、日常维修和检测设备等，宜配置 ATP 设备、ATO 设备。设有试车线的车辆基地应配置试车线信号设备，宜在车辆基地内设置信号培训中心并配置培训设备。

18.8.2 车辆基地信号系统应满足下列要求：

- 1 根据车辆段/停车场的规模和作业特点，可部分或全部纳入 ATC 控制范围；车辆段不宜全部纳入 ATS 监控。其各种信号机的设置，应根据运营要求和控制方式等确定；
- 2 列车出库投入正线运营前应完成信号系统自检；
- 3 车辆基地应设置进段/场信号机、调车信号机。自动化车辆基地停车列检库前应设置出库信号机，并根据需要在车辆基地咽喉区设置进、出库信号机。信号机处的计轴（或轨道电路绝缘节）宜与信号机同坐标布置。各种信号机常态点亮，并以显示禁止信号为定位；
- 4 进段/场信号机应具备引导功能；根据运营要求，进库信号机可具备引导功能；
- 5 进段/场信号机宜由车辆段/停车场控制，出段/场信号机宜由车站、控制中心监控。

18.8.3 进段/场信号机应采用高柱黄、绿、红三灯位信号机构，红灯为定位。其显示及含义如下：

- 1 绿色灯光——表示进段/场的列车进路开通，准许列车按规定的速度越过该信号机进段/场；
- 2 黄色灯光——表示进段/场的列车进路开通，进路内有道岔锁闭在反位，准许列车按规定的速度

越过该信号机进段/场；

3 红色灯光——不准列车越过该架信号机；

4 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。

18.8.4 列车兼调车出库信号机应采用矮型黄、白、红三显示信号机，红灯为定位。其显示及含义如下：

1 黄色灯光——表明出库列车进路开通，准许按规定的速度越过该架信号机进行列车出库作业；

2 白色灯光——表明调车进路开通，准许按规定的速度越过该架信号机进行调车作业；

3 红色灯光——不准列车越过该架信号机。

18.8.5 列车兼调车进库信号机应采用矮型黄、白、红三显示信号机构，红灯为定位。其显示及含义如下：

1 黄色灯光——表示列车进路开通，准许按规定的速度越过该信号机进行列车作业；

2 白色灯光——表示调车进路开通，准许按规定的速度越过该信号机进行调车作业；

3 红色灯光——不准列车越过该信号机；

4 红色灯光+黄色灯光——表示开放引导信号，准许列车以不大于规定的速度（如 25km/h）越过该信号机并随时准备停车。

18.8.6 调车信号机宜采用矮型蓝、白两灯位信号机构，蓝灯为定位。也可采用矮型红、白两灯位信号机构，红灯为定位。其显示及含义如下：

1 白色灯光——准许按规定的速度越过该信号机进行调车作业；

2 红色灯光——不准列车越过该信号机；

3 蓝色灯光——不准列车越过该信号机进行调车作业。

18.8.7 具备 ATP 防护的自动化车辆基地信号系统除应满足本标准第 18.8.1~18.8.6 条的要求外，还应符合下列要求：

1 根据车辆段/停车场的规模和作业特点，车辆段内应分为自动化区域和非自动化区域，停车场可全部纳入自动化区域，自动化区域与非自动化区域之间应设置驾驶模式转换区；

2 车辆基地内的自动化区域应至少包括正线与车辆基地之间的转换轨至停车列检库、停车列检库与牵出线之间的范围；

3 在自动化区域内应具备 ATP 功能，宜具备 ATO 功能。

18.8.8 全自动车辆基地信号系统除应满足本标准第 18.8.7 条的要求外，还应满足下列要求：

1 应在自动化区域内实现列车出入车辆基地的全自动运行功能；

2 正线与车辆基地之间的转换轨至洗车库线、洗车库线至停车列检库之间的范围应纳入自动化区域；

3 自动化区域内应按防护区域分别设置人员防护开关及人员防护旁路开关，对进入自动化区域的作业人员进行防护；洗车库线和车辆基地咽喉区应分别设置为单独人员防护区域，停车列检库内宜结合车辆基地工艺专业的防护分区划分设置库内人员防护区域；

4 在进出洗车库前设置出库/入库信号机，采用矮型黄、白、红三显示信号机构，红灯为定位；

5 车辆基地内的自动作业宜包括唤醒、出库、自动化区域内全自动运行、自动转线、回库、洗车、清扫、休眠等。

18.8.9 试车线信号系统应符合下列要求：

1 试车作业前和试车作业结束后，试车线操作员与车辆基地值班员进行试车线控制权的交接。车辆基地与试车线的接口设计应保证试车作业与车辆基地作业互不影响；

2 试车线信号地面设备的配置和轨旁布置应满足信号系统车载设备功能的动态测试和双向试车需要；

3 试车线配置的车地无线通信设备不应干扰正线、车辆基地内列车的正常运行。

18.8.10 培训设备应满足下列要求:

- 1 培训设备应包括模拟仿真设备和实物培训设备,用于调度员培训的培训设备宜设置在控制中心;
- 2 培训设备应能提供一定的运行环境模拟、故障设定、仿真及网络安全测试功能;
- 3 配置的车地无线通信设备不应干扰或影响运营设备的运行;
- 4 用于实物培训的主要设备应与实际运用的信号设备一致,宜设置信号机、转辙机等实物培训设备;
- 5 培训设备的配置应满足线网范围内资源共享的要求。

18.9 其 他

18.9.1 正线道岔宜采用交流电动转辙机,车辆基地道岔可采用直流电动转辙机。采用交流电动转辙机的工程应设置断相保护和相序检测装置。

18.9.2 信号系统供电、电源应符合下列要求:

- 1 信号设备应为一级负荷供电,引接双电源双回路的交流电源至信号电源设备,当使用中的一路出现故障时,应能自动切换至另一路;
- 2 车载设备应由车辆专业提供直流电源或经变流设备供电,并应设过压和过流保护;
- 3 信号设备可由专用电源屏供电,并应配置不间断电源设备和免维护蓄电池设备。当信号系统电源未纳入UPS电源整合范围时,信号电源屏应具备两路外部电源自动转换、人工转换功能,转换时不应影响信号系统设备正常工作;
- 4 控制中心、车站及轨旁、车辆基地信号设备包括转辙机和信号机等室外设备在内的不间断电源供电时间不应小于30min;区间内无维护人员值守处所的不间断电源供电时间不宜小于2h。采用整合UPS供电时,信号系统的下电时间不应小于1h;
- 5 控制中心、正线集中站、车辆段/停车场、维修中心信号电源设备应采用双UPS双母线配置;控制中心电源系统电源应纳入UPS电源整合范围,其他地点信号系统电源可纳入UPS电源整合范围;
- 6 电源容量除应满足最大负荷要求外,应留有备用容量,备用容量不宜小于30%;
- 7 信号设备专用交、直流电源应对地绝缘;
- 8 输出至室外的设备供电回路应采用隔离供电方式;
- 9 电源屏应具有远程实时在线监测功能,宜纳入维护监测子系统。

18.9.3 道岔采用双机或多机牵引时,维护工作站或信号集中监测上的道岔表示状态应按单台转辙机进行独立表示。

18.9.4 信号系统与站台屏蔽门接口应满足下列要求:

- 1 信号系统应向站台屏蔽门发送开门命令、关门命令;站台屏蔽门应向信号系统反馈门关且锁闭信息、互锁解除信息;信号系统与站台屏蔽门的接口方式宜采用硬线连接方式;与站台屏蔽门接口采用网络接口方式时,应采用安全协议;
- 2 对于固定不同编组工程,与站台屏蔽门的接口信息还应包含固定不同编组的开门命令;对于在站台有自动解编作业需求的机械编组工程,与站台屏蔽门的接口信息还应包含解编后前车、后车各自独立的关门命令、门关且锁闭信息、互锁解除信息;
- 3 站台屏蔽门向信号系统提供的信息应采用保持信号,信号系统向站台屏蔽门提供的信息宜采用脉冲信号;
- 4 在CBTC模式下,联锁系统未收到站台屏蔽门发出的门关且锁闭或互锁解除信息,联锁系统应将该状态信息实时发送至ATP/ATO设备,并由信号车载设备完成列车的控制;在降级模式下,联锁系统未收到站台屏蔽门的门关且锁闭信息或互锁解除信息,离该站台最近的前一架顺向信号机不应开放;
- 5 出站信号机的信号开放应检查本站站台屏蔽门处于门关且锁闭状态;
- 6 引导信号不检查站台屏蔽门状态;

7 列车站前折返作业,列车以ATO自动驾驶或ATP防护下的人工驾驶模式进站时,列车停稳后自动或手动开启车门和站台屏蔽门,并由司机在列车上触发站前折返按钮,进行司机室换端操作,换端操作过程中车门和站台屏蔽门应保持开启状态;

8 全自动运行线路中,信号系统与站台屏蔽门应具备通过网络接口实现对位隔离的功能。

18.9.5 当全自动运行线路采用信号系统与间隙探测系统直接接口方式时,信号系统与间隙探测系统接口应满足下列要求:

1 信号系统应向间隙探测系统发送启动探测命令、停止探测命令;间隙探测系统应向信号系统反馈障碍物状态信息、间隙探测旁路状态信息;信号系统与间隙探测系统的接口方式宜采用硬线连接方式;

2 对于在站台有自动解编作业需求的工程,与间隙探测系统的接口信息还应包含解编后前车、后车各自独立的启动探测命令、停止探测命令、障碍物状态信息、间隙探测旁路状态信息;

3 间隙探测系统向信号系统提供的信息应采用保持信号,信号系统向间隙探测系统提供的信息宜采用脉冲信号;

4 在CBTC模式下,车载ATP/ATO系统未收到间隙探测系统发出的无障碍物状态信息不允许发车。

18.9.6 全自动运行线路中,信号系统与车辆基地自动车库门之间的接口应满足下列要求:

1 信号系统应向自动车库门发送开门命令、关门命令;自动车库门应向信号系统反馈车库门打开到位且锁闭状态、车库门故障状态、车库门旁路状态、车库门模式、车库门关闭且锁紧状态;信号系统与自动车库门的接口方式应采用硬线连接方式;

2 自动车库门系统向信号系统提供的状态信息应采用保持信号,信号系统向自动车库门系统提供的命令信息宜采用脉冲信号;

3 当联锁系统收到的车库门状态不满足车库门打开到位且锁闭状态或旁路状态时,联锁系统不允许开放进出库进路的始端信号机。

18.9.7 全自动运行线路中,信号系统与自动洗车机之间的接口应满足下列要求:

1 与自动洗车机的接口方式应采用硬线连接方式,信号系统向自动洗车机发送的信息应包含洗车请求命令、头端停稳状态、尾端停稳状态、通过请求命令;自动洗车机向信号系统发送的信息应包括洗车机就绪状态、洗车允许命令、头端移动允许命令、尾端移动允许命令、洗车机急停/故障状态、通过允许指令;

2 对于有联挂列车洗车需求的工程,信号系统向自动洗车机发送的信息还应包含联挂端停稳状态;自动洗车机向信号系统发送的信息还应包括联挂端移动允许命令;

3 信号系统向自动洗车机发送的洗车请求命令、自动洗车机向信号系统提供的洗车允许命令信息应采用保持信号,两个系统之间互相发送的信息宜采用脉冲信号。

18.9.8 信号系统电线路应满足下列要求:

1 地下区段及室内缆线应采用低烟、无卤、阻燃、防腐蚀综合护套电缆;地面及高架区段可采用低烟、低卤、阻燃、抗紫外线辐射综合护套电缆;站内及区间电缆阻燃等级应不低于B类;地下车站及区间电缆燃烧性能应符合国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247的规定,燃烧性能应为B1级;

2 缆线敷设应采用下列方式:

1) 地面电缆应采用直埋、电缆槽或管道方式;

2) 区间隧道内电缆宜采用明敷方式,车站宜用隐蔽方式敷设;

3) 高架线路的电缆宜采用隐蔽方式敷设;

4) 区间隧道内电缆横向过轨宜采用预埋管方式敷设;

5) 地面或高架地段电缆横向过轨可采用预埋管方式敷设;

6) 电缆接续宜采用免维护接续方式。

3 信号电线路应与电力线路分开敷设。交叉敷设或敷设间距不满足要求时,信号系统的电线路应采取防护措施,敷设间距应符合本标准第17.2.2条13款的规定;

4 电缆芯线或芯对应应有备用量。电缆备用应符合下列规定：

1) 普通信号电缆和用于非音频信号设备的综合扭绞信号电缆的芯线备用量应符合表18.9.8-1规定：

表 18.9.8-1 普通信号电缆和用于非音频信号设备的综合扭绞信号电缆的芯线备用量

芯 数	最少备用芯线
9 芯以下	1 芯
12 芯~21 芯	2 芯
24 芯~30 芯	3 芯
33 芯~48 芯	4 芯
52 芯~61 芯	5 芯

2) 用于音频信号设备的综合扭绞信号电缆的芯线备用量应符合表18.9.8-2规定：

表 18.9.8-2 用于音频信号设备的综合扭绞信号电缆的芯线备用量

芯 数	最少备用芯线
4 芯~16 芯	1 对
19 芯~44 芯	2 对
48 芯~56 芯	3 对
61 芯	3 对+2 芯

3) 电缆中的音频芯线应备用成对芯线，宜备用星绞组/对绞组线对；

4) 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。

5 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应实施防火封堵。

18.9.9 信号系统设备用房应满足下列要求：

1 信号设备室面积应留有适当余量，以备设备增加、更新改造倒接；

2 信号设备室应远离变电所、环控电控室、气瓶间、有水房间和有振动源的房间；

3 信号设备室（含电源室）环境应满足设备运用的要求，并应符合国家标准《数据中心设计规范》

GB 50174的规定；

4 信号设备室内布置间距，宜符合表 18.9.9 的规定：

表 18.9.9 信号设备室内布置距离（m）

名称	设备间隔对象	净距离要求
机柜间	走道	≥1.0
控制台、机柜与墙	主走道	≥1.2
	次走道	≥1.0
	尽端架	≥1.0
电源屏与机柜	净距	≥1.5
电源屏与墙	净距	≥1.2

18.9.10 信号设备的接地系统应符合下列要求：

1 信号设备室内应设综合接地箱，高架、地面车站及与隧道以外区间连接的车站信号设备室内宜

设置独立的防雷综合接地箱；室内机柜的防雷地应单独引接至室内综合接地箱；

2 当室内采用综合接地时，室内综合接地箱（含工作地、屏蔽地）应接入综合接地系统弱电接地母排，防雷接地箱应单独接入综合接地系统弱电接地母排，接地电阻应小于 1Ω ；

3 出入信号设备室的电缆应采用屏蔽电缆，室外电缆引入室内应在室内进行成端处理，采用室内单端接地方式，将电缆屏蔽层（含钢带铠装、铝护套）就近接至防雷综合接地端子箱；

4 室内一排连续布置机柜采用星型接地方式分别接地时，应确保相邻机柜之间、机柜与底座之间、机柜与其下方金属线槽/其上方走线架之间应绝缘、无电气连接；

5 金属线槽、走线架布置均不应构成闭合回路，若成环布置时应加装绝缘进行隔断；

6 室外设置综合接地系统时，信号室外设备、防雷器和未引入室内的分段电缆屏蔽层（含钢带铠装、铝护套）宜通过电缆与其连接进行接地，并保持距离最短；

7 车辆基地或正线区间若未设综合接地系统或局部未设时，信号设备可分散接地；分散接地电阻值应小于 4Ω ；

8 除转辙机外的室外信号设备金属箱、盒壳体、金属支架应接地；

9 车载信号设备的地线应经车辆接地装置接地。

18.9.11 信号设备防雷装置应满足下列要求：

1 高架线和地面线的室外信号设备（除转辙机外）、电缆及与高架线和地面线的室外信号设备连接的室内信号设备应具有雷电防护措施；

2 当信号设备室电力线引入处未提供雷电防护时，信号设备室应单独设置电源防雷箱；

3 防雷元器件的选择应将雷电感应过电压抑制在被防护设备的冲击耐压水平之下；

4 防雷元器件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；

5 防雷元器件与被防护设备之间的连接线应最短，防护电路的配线应与其他配线分开，其他设备不应借用防雷元器件的端子；

6 防雷装置应集中设置，防雷器件的外壳必须采用阻燃材料。

18.9.12 信号系统的防雷与接地应符合国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的规定。

18.9.13 信号室外设备的安装应符合下列要求：

1 设置于碎石道床范围内的信号设备、箱盒基础应设硬化地面；

2 轨旁信号设备的安装设计应与声屏障、供电、轨道、疏散平台、区间人防、给排水等专业配合；

3 装设全高站台屏蔽门的侧式站台的出站信号机宜设置在正常运行方向的左侧，其他信号机应安装在列车运行方向的右侧；遇条件限制信号机设于其他位置时，需经建设、运营主管部门批准；

4 当信号显示距离不满足时，除以固定闭塞制式为主系统的正线线路外，其他制式线路不应设置复示信号机，可设置信号机接近预告牌；

5 转辙机与接触轨的安全距离应大于 1.2m 。

18.9.14 信号关键设备防水、防尘防护等级应满足国家标准《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208 中的外壳防护等级要求，具体要求如下：

1 车载各种天线应能防水、防尘并满足外壳防护等级 IP66 级的规定；

2 测速电机应能防水、防尘并满足外壳防护等级 IP67 级的规定；

3 计轴磁头及地面应答器应能防水、防尘并满足外壳防护等级 IP67 级的规定；

4 车载人机界面屏幕前面板应能防水、防尘并满足外壳防护等级 IP65 级的规定；

5 轨旁 AP 应能防水、防尘并满足外壳防护等级 IP65 级的规定；

6 转辙机应能防水、防尘并满足外壳防护等级 IP54 级的规定，采用无维护密封型转辙机时其防水、防尘等级不应低于 IP67 级；

7 信号机机构应能防水、防尘并满足外壳防护等级 IP53 级的规定；

8 箱、盒应能防水、防尘并满足外壳防护等级 IP54 级的规定。

18.9.15 信号系统的可靠性、可用性、可维护性和安全性（RAMS）应符合下列要求：

1 信号系统的可靠性、可用性、可维护性、安全性应符合国家标准《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758 的规定。

2 全自动运行线路中信号系统的可靠性应符合下列要求：

1) ATS 设备的平均无故障时间： $MTBF \geq 2.5 \times 10^4 h$ ；

2) ATP/ATO 地面设备的平均无故障时间： $MTBF \geq 2.5 \times 10^5 h$ ；

3) ATP/ATO 车载设备的平均无故障时间： $MTBF \geq 1.5 \times 10^5 h$ ；

4) 联锁设备的平均无故障时间： $MTBF \geq 1.5 \times 10^5 h$ ；

5) 车地无线通信系统的平均无故障时间： $MTBF \geq 8 \times 10^4 h$ 。

18.9.16 信号系统的系统性能及能力、电磁兼容性与防护应符合国家标准《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758 的规定。

18.9.17 道岔失去表示并产生挤岔报警的时间宜为 15s，但不应小于 13s。

19 车站运营设备

19.1 站台屏蔽门

I 一般规定

19.1.1 城市轨道交通线路应设置站台屏蔽门。

19.1.2 站台屏蔽门的类型应根据气候条件、车站建筑形式、通风空调系统制式和服务水平等因素确定；地下车站宜采用全高封闭型站台屏蔽门，地上车站宜采用半高站台屏蔽门。

19.1.3 当一条线路的地下或地上车站数量少于 2 座时，全线站台屏蔽门的选型宜保持一致。

19.1.4 站台屏蔽门的工作环境应满足车站站台及轨行区的温度、湿度要求。

19.1.5 站台屏蔽门的总体布置及控制模式应满足列车运营模式的要求，保证正常运营时乘客能方便地上下车，故障或灾害时乘客能安全地疏散到站台。

19.1.6 站台屏蔽门的安装位置应满足在设计荷载作用下符合本标准第 6.3.8 条的规定，与列车之间的间隙必要时应采取安全防护措施。

19.1.7 站台屏蔽门应设置必要的安全装置，关门时应具备对障碍物的探测功能。

19.1.8 站台屏蔽门的控制应具有系统级、站台级和手动操作三级控制方式，手动操作优先权最高，系统级最低。

19.1.9 单个站台屏蔽门的故障不应引发整侧站台屏蔽门的故障。正常运营条件下，站台屏蔽门任何故障都不应造成滑动门的自动开启。

19.1.10 站台屏蔽门电气控制设备的防护等级应与车站环境条件相适应，地上车站站台设备的防护等级不宜小于 IP54。

19.1.11 站台屏蔽门的重要状态和故障信息应能在车站综合控制室和控制中心进行显示和报警。

19.1.12 站台屏蔽门的设计应遵循安全性、可靠性、可维护性、可扩展性的原则。

19.1.13 火灾时站台屏蔽门不应作为防火分隔设施，其绝缘、密封材料和电线、电缆等应采用低烟、无卤、阻燃材料，电线、电缆的燃烧性能应符合本标准第 16.9.11 条的规定。

19.1.14 站台屏蔽门的主要装置应便于在站台侧进行维护、维修。

19.1.15 站台屏蔽门应满足电磁兼容性要求。

19.1.16 站台屏蔽门应能接收时钟信号，实现时钟同步。

19.1.17 全自动运行线路的站台屏蔽门应具备滑动门与列车车门故障时的对位隔离功能。

19.1.18 站台屏蔽门与列车之间宜设置间隙探测装置，并宜采用与信号系统直接接口方式。

II 主要技术参数

19.1.19 滑动门开、关过程时间应与列车门的开关过程时间相匹配，且在一定范围内可调节，重复精度不应大于 0.1s。

19.1.20 运行强度应符合每天运行 20h，每 90s 开/关 1 次，常年连续运行的条件。

19.1.21 站台屏蔽门门体结构在轨道交通环境的最不利载荷效应组合情况下，门体弹性变形后应满足限界要求，且结构不应出现永久变形。各种荷载的取值应符合下列规定：

- 1 站台屏蔽门站台设备自重应按实际重量取值；
- 2 站台屏蔽门所承受的风压荷载应结合工程条件按设计荷载或风荷载标准值计算取值；
- 3 站台屏蔽门的人群挤压力应按在其 1.1m 高度处，垂直施加于门体结构 1500N/m 的挤压力取值；

4 站台屏蔽门的人群冲击力应按在其 1.1m 高度处, 垂直施加 1500N 作用在 100cm² 上的冲击力取值;

5 地震作用的烈度按 8 度取值。

19.1.22 站台屏蔽门动力学参数应符合下列要求:

1 滑动门的加、减速度值应能达到 1m/s²;

2 阻止滑动门关闭的力不应大于 150N (匀速运动区间);

3 每扇滑动门的最大动能不应大于 10J;

4 每扇滑动门关门的最后 100mm 行程最大动能不应大于 1J;

5 手动开启单边滑动门的动作力不应大于 133N。

19.1.23 滑动门、应急门、端门的手动解锁力不应大于 67N。

19.1.24 中央控制盘接收到开关门命令至滑动门动作时间不应大于 0.3s。

19.1.25 站台屏蔽门的整体钢结构设计工作年限不应小于 30 年。

19.1.26 平均无故障运行周期不应小于 60 万个周期。

19.1.27 站台屏蔽门运行噪声峰值不应超过 70dB (A)。

19.1.28 在正常使用和维护保养条件下, 重要零部件 5 年内应无须更换。

19.1.29 全自动运行线路的站台屏蔽门安全相关功能的完整性等级不应低于 SIL2 级要求。

19.1.30 全自动运行线路的间隙探测系统安全相关功能的完整性等级不应低于 SIL2 级要求。

III 系统基本构成

19.1.31 站台屏蔽门应由门体结构、门机系统、电源及监控四部分组成。

19.1.32 门体结构应符合下列规定:

1 站台屏蔽门应至少包括固定门、滑动门、应急门, 每侧站台两端结合车站建筑布局设置端门; 全高站台屏蔽门含顶箱结构, 半高站台屏蔽门含固定侧盒;

2 滑动门的位置、数量应与列车客室门相对应;

3 在正常的列车停车精度范围内, 站台屏蔽门在开、关门状态下不应影响列车司机乘降;

4 在站台屏蔽门范围内的适当位置应设置应急门。每侧站台应急门的数量不应少于远期列车编组车辆数的二分之一, 宜与远期列车编组车辆数一致;

5 滑动门的净开度不应小于车辆客室门的净开度, 标准滑动门的净开度应为车辆客室门净开度加两倍列车停车精度的绝对值; 首末滑动门的净开度的取值应满足打开后不影响列车司机上下车;

6 端门的最小净开度不应小于 1100mm;

7 单扇应急门的最小净开度不宜小于 1100mm; 全高站台屏蔽门的应急门宜采用双扇对开方式;

8 全高站台屏蔽门滑动门、应急门、端门的开门净高度不应小于 2000mm; 半高站台屏蔽门滑动门、应急门、端门的门体总高度不宜小于 1500mm;

9 应急门、端门应向站台侧旋转 90° 平开, 打开过程应顺畅, 不应受地面及其他障碍物 (含盲道) 的影响;

10 全高站台屏蔽门的门体高度不应小于 2500mm, 半高站台屏蔽门的门体高度不宜小于 1550mm;

11 滑动门、应急门、端门应能可靠锁闭, 在站台侧应能用专用钥匙开启, 在轨道侧应能手动开启;

12 站台屏蔽门的门体外观和颜色应与车站建筑风格相适应; 门体宜由金属框架、玻璃等组成, 框架外露宜采用铝合金或不锈钢等金属材料制成; 玻璃应选用通透性好的安全玻璃, 并应符合国家标准《建筑用安全玻璃 第 4 部分: 均质钢化玻璃》GB 15763.4 的规定;

13 站台屏蔽门与车站结构的连接部分应具有三维调节功能, 强度、刚度应满足设计要求。

19.1.33 门机系统应符合下列规定:

1 驱动电机宜选用永磁无刷直流电机, 由门控器控制, 其功率应保证最不利条件下站台屏蔽门可

正常开关；

2 全高站台屏蔽门应采用一控一驱方式，半高站台屏蔽门宜采用一控两驱方式。

19.1.34 运行与控制应符合下列规定：

1 站台屏蔽门控制系统宜由中央控制盘、就地控制盘、门控器、局域网和接口模块组成；

2 站台屏蔽门的控制优先权从低到高，应分为下列三级，各级控制应相互独立，相互间没有影响；

1) 信号系统对站台屏蔽门进行开关控制；

2) 就地控制盘对站台屏蔽门进行开关控制；

3) 综合后备盘对站台屏蔽门进行开门控制。

3 站台屏蔽门的控制及监视应分别设置，关键命令及响应应通过硬线传输；

4 站台屏蔽门监视系统应以车站为单位独立设置，并应采用开放的通信协议；

5 站台屏蔽门中央控制盘应能记录并存储运行状态及故障信息，且重要的状态及故障信息应上传至车站综合控制室和控制中心进行显示和报警；

6 站台屏蔽门应在车站控制室综合后备盘上设置紧急开门装置，并能显示站台屏蔽门的开、关门状态；

7 站台屏蔽门与信号系统的开门、关门、关闭且锁紧及互锁解除的接口方式宜采用硬线连接方式，当采用网络连接方式时应采用安全协议；对位隔离的接口方式应采用网络连接方式；

8 间隙探测系统与信号系统的启动探测、停止探测及反馈障碍物、旁路的接口方式宜采用硬线连接方式；

9 站台屏蔽门与信号系统的接口应能实现对应不同编组列车分别控制的功能。当列车在站台有自动解编作业需求时，间隙探测系统与信号系统的接口宜能实现分区域分别控制的功能；

10 站台屏蔽门、间隙探测系统应具有对与信号系统的接口信息收发状态的监测和记录功能；

11 中央控制盘和接口模块宜布置在站台屏蔽门设备室；就地控制盘宜布置在每侧站台出站端，对于行车组织有双向运行需求的站台，应在站台两端均设置就地控制盘，对于全自动运行线路，宜在站台端部及中部均设置就地控制盘；

12 每道滑动门应设置一套门控器，并在其附近设置就地控制盒，具备自动、隔离和手动开、手动关功能；全高站台屏蔽门就地控制盒宜位于滑动门门楣下方，半高站台屏蔽门就地控制盒宜位于固定侧盒内；

13 滑动门关门过程中应具有障碍物探测功能，能探测到厚度为 5mm、最小宽度为 40mm 的硬质障碍物；

14 在中央控制盘和门控器上应能进行参数的下载及修改；

15 应用软件应能够调整电机速度曲线、门体夹紧力阈值、重复开关门延迟时间和重复开关门次数等参数，并应具有故障自动诊断、自动报警的功能；

16 系统软件应具有有人机界面和报表形式、操作指导信息及故障统计分析等功能；

17 系统软件的数据响应时间不应超过 300ms；

18 系统软件接口协议应采用开放式国际标准协议。

19.1.35 供电、防雷与接地应符合下列规定：

1 站台屏蔽门系统应采用一级负荷供电；驱动电源和控制电源供电回路宜相互独立；

2 驱动电源的后备电源容量应满足 60min 内全部滑动门至少完成开、关 5 次循环的供电需要，控制电源的后备电源容量应满足系统满负载持续工作 60min 的需要；

3 驱动电源、控制电源与外部电源的隔离阻抗不应小于 $5M\Omega$ ；

4 驱动电源模块、控制电源模块应采用冗余配置；

5 驱动电源的输出回路数应满足任一节车厢对应的滑动门中有一个回路电源故障时，该节车厢对应的其余滑动门应能正常工作；

- 6 配电电缆、控制电缆的线槽、线缆应独立设置；
- 7 站台屏蔽门系统防雷应符合国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的规定；
- 8 站台屏蔽门设备室的设备应采用综合接地，接地电阻不应大于 1Ω ；
- 8 每侧站台屏蔽门的金属构件应保持整体等电位，等电位电阻值不应大于 0.4Ω ；
- 9 当牵引供电系统采用钢轨回流时，站台屏蔽门的接地与绝缘应采取下列措施之一，同时在站台屏蔽门站台侧、端门内外侧的地面设置宽度不小于 1200mm 的绝缘区域，其与车站结构的绝缘电阻值不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ；
 - 1) 站台屏蔽门金属构件应与车站结构绝缘，绝缘电阻值不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ，站台屏蔽门应与钢轨采用等电位连接；
 - 2) 正常情况下人体可接触的站台屏蔽门金属构件表面应进行绝缘处理，满足经绝缘处理后的金属构件表面与车站结构的绝缘电阻值不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ，站台屏蔽门应通过接地端子连接车站接地网，接地电阻值不应大于 1Ω 。
- 10 当牵引供电系统采用专用轨回流时，站台屏蔽门金属构件应通过接地端子连接车站接地网，接地电阻值不应大于 1Ω ；
- 11 全高站台屏蔽门的门体上不应设置导向标识照明灯带。

19.1.36 设备布置应符合下列规定：

- 1 站台屏蔽门应布置在列车正常停车范围内，相对于车站有效站台中心线向站台两端对称纵向布置，以站台同坡度垂直于站台面平整安装。列车司机室侧门不宜包括在站台屏蔽门长度范围内；
- 2 站台屏蔽门宜安装在直线站台上；当位于曲线站台时，门体结构应采取相应措施；
- 3 安装站台屏蔽门的地面在站台全长上的平整度误差不宜大于 10mm ；
- 4 在设置站台屏蔽门的站台范围内不宜设置土建结构变形缝。若必须设置，则变形缝的位置应配合站台屏蔽门的布置设置。同时站台屏蔽门在跨越变形缝处应采取相应措施；
- 5 站台屏蔽门的安装方式宜结合车站土建结构型式确定；
- 6 站台屏蔽门设备室宜设置在站台层，靠近站台屏蔽门端部，并与信号设备室和车站综合控制室位于车站的同一端，有效使用面积不宜小于 20m^2 。

19.2 自动扶梯和自动人行道

I 一般规定

- 19.2.1 自动扶梯和自动人行道应采用公共交通重载型。
- 19.2.2 自动扶梯和自动人行道应具备变频调速的节电功能，当变频器故障后，自动扶梯和自动人行道应能在工频下正常运行。
- 19.2.3 自动扶梯和自动人行道的楼层板、梯级或踏板应采取防滑措施。室外自动扶梯和自动人行道应选用室外型产品，并配有加热装置和油水分离装置。
- 19.2.4 自动扶梯和自动人行道应采用就地控制方式，并接受环境与设备监控系统的远程监视。
- 19.2.5 自动扶梯和自动人行道应纳入视频监视范围。
- 19.2.6 除另有规定外，自动扶梯和自动人行道应符合北京市地方标准《重型自动扶梯和重型自动人行道技术要求》DB11/T 705 的规定。

II 主要技术参数

- 19.2.7 自动扶梯和自动人行道应能每天运行不小于 20h ，每周 7 天连续运行，且在任何 3h 间隔内，其荷载达到 100% 制动载荷的持续时间不少于 1h ，其余时间内的制动载荷不应低于 60% 。
- 19.2.8 自动扶梯和自动人行道的名义速度宜采用 0.65m/s ，在建筑疏散能力满足要求的前提下运行速度

宜采用 0.65m/s、0.5m/s 两档可调。

19.2.9 自动扶梯和自动人行道的节能运行速度不应大于名义速度的 20%。

19.2.10 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宜大于 6° 。

19.2.11 自动扶梯梯级的名义宽度不宜小于 1m，自动人行道踏板的名义宽度不应小于 1m。

19.2.12 自动扶梯的水平梯级数量应根据名义速度确定。名义速度为 0.5m/s 时，上、下水平梯级数量不应少于 3 块。名义速度为 0.65m/s 时，上、下水平梯级数量不应少于 4 块。

19.2.13 自动扶梯的弯曲导轨曲率半径应符合表 19.2.13 的规定。

表 19.2.13 自动扶梯弯曲导轨曲率半径表

提升高度 (H)	上导轨转弯半径	下导轨转弯半径
$H < 10\text{m}$	$\geq 2600\text{mm}$	$\geq 2000\text{mm}$
$H \geq 10\text{m}$	$\geq 3600\text{mm}$	$\geq 2000\text{mm}$

III 主要部件要求

19.2.14 驱动主机应符合下列规定：

- 1 驱动主机应包括电动机、减速机、工作制动器、联轴器等，安装在桁架上端部；
- 2 电动机应自带风扇冷却，能在 55°C 的环境下连续工作；
- 3 减速机宜采用斜齿轮传动；
- 4 工作制动器应符合国家标准《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899 的规定。

19.2.15 驱动主机与主驱动轴之间应采用链条传动，链条至少为双排，安全系数应 ≥ 8 。

19.2.16 梯级链滚轮应采用外置方式。

19.2.17 附加制动器除符合国家标准《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899 所规定的两种动作条件外，还应满足在安全回路断开、急停按钮动作、钥匙开关停梯后延时动作的要求。

19.2.18 主驱动轴的轴承宜采用免维护轴承或配备方便的加油系统。

19.2.19 自动扶梯的扶手带驱动应采用上端部驱动方式，并配置 V 型扶手带。

19.2.20 桁架应符合国家标准《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899 的规定，其实测的最大挠度不应超过支承水平距离的 $1/1500$ 。

19.2.21 出入口自动扶梯的楼层板应设防盗报警开关，当楼层板被打开时，自动扶梯应停止运行并报警。

19.2.22 自动扶梯和自动人行道的传输设备、柔性套管及电线、电缆等应采用低烟、无卤、阻燃材料，电线、电缆的燃烧性能应符合本标准第 16.9.11 条的规定。

IV 其他要求

19.2.23 自动扶梯和自动人行道机坑内应设置排水措施，无渗水和积水。

19.2.24 参与车站安全疏散的自动扶梯的供电应采用一级负荷，其余自动扶梯的供电可采用二级负荷。

19.2.25 在无中间出口通道内连续设置的自动扶梯或自动人行道应符合下列要求：

- 1 具有相同的输送能力并且同方向运行；
- 2 在梯级或踏板到达梳齿与踏面相交线之前 2m~3m 处应设有附加紧急停止开关；
- 3 当其中一台自动扶梯或自动人行道停止运行时，其他同向运行的自动扶梯或自动人行道应停止运行。

19.2.26 自动扶梯和自动人行道与环境及设备监控系统状态监视的接口宜采用硬线连接方式，接口数据量较大时可采用通讯接口连接方式，通过环境及设备监控系统实现消防控制时应采用硬线连接方式。

19.2.27 车站应设置自动扶梯、电梯维修工区用房。设置标准宜按每 4 站~6 站设一处，每处建筑面积不宜少于 40m^2 。在车站设备用房面积紧张时，可与其他机电系统的维修工区用房合并设置。

19.3 电 梯

I 一般规定

- 19.3.1** 车站电梯宜采用无机房电梯，车辆基地、控制中心的电梯宜采用有机房电梯。
- 19.3.2** 电梯应采用就地控制方式，应接受环境与设备监控系统的远程监视和车站视频监视系统的视频监视；火灾时，电梯应接受火灾自动报警系统的紧急指令联动控制。
- 19.3.3** 电梯应能实现车站控制室或车辆基地、控制中心消防值班室等与电梯轿箱内、轿箱顶、控制柜或机房、井道底坑之间的五方对讲功能。
- 19.3.4** 电梯轿厢内应设置视频监视装置，纳入视频监视范围。
- 19.3.5** 无障碍电梯的呼叫装置、轿箱内扶手等服务设施应符合国家标准《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB55019、《无障碍设计规范》GB 50763 的规定。

II 主要技术参数

- 19.3.6** 无障碍电梯的额定载重量不应小于 1000kg，其余电梯的额定载重根据相关专业需求确定。
- 19.3.7** 电梯额定速度不宜小于 1m/s。
- 19.3.8** 电梯开门宽度不宜小于 1m，且宜采用双扇中分门。

III 主要部件要求

- 19.3.9** 电梯应采用变频调速的无齿轮曳引机，并宜安装在井道上部或机房内。
- 19.3.10** 无障碍电梯的轿厢应符合下列规定：
- 1 电梯轿箱宜采用不锈钢轿壁；
 - 2 轿箱内面向轿门侧的轿壁高 0.9m 处至顶部宜采用镜面不锈钢；
 - 3 轿厢内未开门面应设置扶栏，高度应为 0.85m~0.9m；
 - 4 轿厢内应设主、副操纵箱，副操纵箱供轮椅乘客使用，按钮中心距轿厢内地板高 0.85m~1.1m；
 - 5 轿厢内应设电梯运行显示装置和报层音响，选层按钮应设置盲文。
- 19.3.11** 电线、电缆及柔性套管应采用低烟、无卤、阻燃材料，电线、电缆的燃烧性能应符合本标准第 16.9.11 条的规定。

IV 其他要求

- 19.3.12** 电梯井道应无渗水，底坑设置排水措施、无积水。
- 19.3.13** 电梯与环境与设备监控系统的接口宜采用硬线连接方式，接口数据量较大时可采用通讯接口连接方式。电梯与火灾自动报警系统的接口应采用硬线连接方式。

20 综合监控系统

20.1 一般规定

- 20.1.1** 城市轨道交通工程宜设置综合监控系统，并应采集行车、设备、客流等信息以满足行车指挥、设备监控、防灾安全、能源管理和乘客服务等运营管理需求。
- 20.1.2** 综合监控系统应为实时监控系统，可与事务数据管理相结合。
- 20.1.3** 综合监控系统应采用集成和互联方式构成，应将电力监控、环境与设备监控系统、站台屏蔽门系统集成到综合监控系统，宜将广播、视频监视、乘客信息、时钟、通信系统集中告警、自动售检票、门禁等系统与综合监控系统互联，宜将火灾自动报警系统、列车自动监控系统集成或互联到综合监控系统。
- 20.1.4** 综合监控系统应为北京市轨道交通指挥中心提供有关信息。
- 20.1.5** 换乘车站的不同线路间的综合监控系统可根据车站换乘形式和运营管理的需求相互提供信息。
- 20.1.6** 采用全自动运行线路，综合监控系统宜异地配置运营控制中心备用设备。
- 20.1.7** 综合监控系统应符合国家标准《信息安全技术工业控制系统信息安全分级规范》GB/T 36324 对工业控制系统的信息安全等级保护要求，按照信息安全等级保护三级要求进行设计。

20.2 系统构成

- 20.2.1** 综合监控系统的构建应以运营管理需求为基础，应满足安全性、可靠性、可维护性、可扩展性的要求。
- 20.2.2** 综合监控系统应设置中心级、车站级（车辆基地级）综合监控系统。车站级可根据运营管理的需求设置区域集中站综合监控系统。
- 20.2.3** 综合监控系统应设置网络管理系统、设备维护管理系统、培训及仿真测试管理系统。
- 20.2.4** 综合监控系统应设置冗余主干网，用于中心级综合监控系统与车站（车辆基地）级综合监控系统的网络连接。主干网宜利用通信传输系统的专用通道组建，当系统独立组建专用传输网络时宜采用冗余环形工业以太网。

20.3 系统功能

- 20.3.1** 综合监控系统应具备以下功能：

- 1 数据库管理功能；
- 2 系统权限管理功能；
- 3 冗余设备自动切换功能；
- 4 设备单点控制、序列控制功能；
- 5 设备的监视报警功能；
- 6 历史数据存储与查询功能；
- 7 对供电系统对设备的监控功能；
- 8 对机电系统对设备的监控功能；
- 9 能源管理功能；
- 10 系统维护和诊断功能；
- 11 网络管理功能；

12 设备维护管理功能；

13 培训仿真功能；

14 时间表编辑和下载功能；

15 报表功能；

16 打印功能；

17 时钟同步功能；

18 趋势显示功能；

19 帮助功能；

20 根据运营管理需要，综合监控系统宜具备扩展智慧乘客服务、智慧运营管理等应用的条件。

20.3.2 系统应具有综合报警和报警管理功能，发生报警宜通过人机界面以图形、声效、报警条、报警列表等方式显示。报警应能分级，一级报警宜具有推图功能，报警信息应能分类按时序显示。

20.3.3 综合监控系统应具备下列联动功能：

1 综合监控系统宜设置正常模式、应急模式联动；

2 联动宜分全自动联动、半自动联动、手动联动。

20.3.4 电力监控功能应具备下列基本功能：

1 对供电系统设备的遥信、遥控、遥测及遥调功能；

2 遥控种类宜分选点式、选站式、选线式控制；

3 系统自检和在线修改、维护功能等；

4 用电统计功能；

5 符合本标准第 16.7 条电力监控系统功能的规定。

20.3.5 环境与设备监控功能应具备下列基本功能：

1 机电设备监控功能；

2 执行应急模式功能；

3 环境监视与节能运行管理功能；

4 用水统计功能；

5 符合本标准第 21 条环境与设备监控系统功能的规定。

20.3.6 广播功能应具备下列基本功能：

1 应具备对广播系统的广播区编组、广播区单选、广播区多选、音源选择、即时广播、定时广播、广播监听、自动时间表广播、广播控制状态显示等监控功能；

2 应具备对广播系统广播分区状态信息监视的功能；

3 符合本标准第 17.2 条广播系统功能的规定。

20.3.7 视频监视系统功能应具备下列基本功能：

1 应具备视频监视系统画面选择、P/T/Z 调节、预设位存储、序列自定义、序列控制功能；

2 应具备视频监视系统固定摄像机、球型摄像机等主要设备状态信息的监视功能；

3 符合本标准第 17.2 条视频监视系统功能的规定。

20.3.8 乘客信息系统功能应具备下列基本功能：

1 应具备乘客信息系统的信息编辑、信息保存、信息模板修改、预定义信息、信息人工审核、信息发布管理、显示屏远程开启/关闭功能，信息应区分紧急信息与正常信息；

2 宜具备对乘客信息系统显示终端控制器等主要设备状态信息的监视功能；

3 符合本标准第 23 条乘客信息系统功能的规定。

20.3.9 门禁系统功能应具备下列基本功能：

1 应具备对门禁系统的火灾运行模式、紧急模式、正常运行模式的运行信息监视功能；

2 应具备对门禁系统控制器等主要设备状态信息的监视功能；

3 车站控制室内的综合后备盘上应设置门禁系统紧急释放按钮。

20.3.10 列车自动监控系统功能应具备下列基本功能：

1 宜具备对信号系统的列车基本信息、列车位置信息、列车状态信息、信号机状态信息、锁闭信息、道岔状态信息的监视功能；

2 应具备接收信号系统阻塞信息的功能；

3 车站控制室内的综合后备盘上应设置列车自动监控系统的紧急停车、扣车和放行按钮。

20.3.11 当全自动运行时，综合监控系统应实现下列功能：

1) 应集成列车自动监控系统；

2) 应实现车辆设备、车站设备和区间设备的联动；

3) 应实现对车载广播系统、车载闭路电视系统、车载乘客信息系统和乘客紧急对讲的监控；

4) 应实现对车辆运行状态的监控；

5) 应实现对车载信号系统运行状态的监视。

20.3.12 自动售检票系统功能应具备下列基本功能：

1 应具备对自动售检票系统的进站检票机、出站检票机、双向检票机、宽通道检票机、半自动售票机、全自动售票机等主要设备状态信息监视功能；

2 宜具备监视客流信息功能；

3 车站控制室内的综合后备盘上应设置自动售检票系统的闸机紧急释放按钮。

20.3.13 火灾自动报警系统功能应具备下列基本功能：

1 应具备对火灾自动报警系统全站报警、防烟分区报警信息的监视功能；

2 当综合监控系统集成火灾自动报警系统人机界面时，应具备对车站管理范围内的专用排烟风机、消防泵或喷淋泵、气体灭火系统主机、防火卷帘门、火灾报警控制器等主要设备状态信息的监视功能；

3 车站控制室内的综合后备盘上应设置消防专用设备的紧急启停按钮、气体灭火系统延时释放按钮。

20.3.14 站台屏蔽门功能应具备下列基本功能：

1 应具备对站台屏蔽门的应急门、滑动门、端门等主要设备状态信息监视功能；

2 车站控制室内的综合后备盘上应设置站台屏蔽门系统的紧急开门按钮。

20.3.15 通信集中告警系统功能应具备下列基本功能：

宜监视通信相关系统的工作状态，显示视频监视系统、广播系统车站设备的告警信息。

20.3.16 复示工作站宜根据运营管理的需求在适当地点设置系统复示工作站，具备监视功能。

20.3.17 综合后备盘应对关键功能设有防止误操作的开启/闭锁转换开关装置，并宜具备下列功能：

1 站台紧急停车、扣车功能；

2 通风排烟系统的火灾与阻塞模式控制功能；

3 自动检票机释放、票亭报警功能；

4 门禁释放功能；

5 站台屏蔽门开门控制功能；

6 在满足本条第 1~5 款要求的基础上可根据其他专业规范要求及运营规程设置其他功能。

20.4 系统软件

20.4.1 综合监控系统软件平台应采用成熟产品，应为适用于城市轨道交通综合监控系统的软件平台，具备接入更高一级管理系统功能。

20.4.2 综合监控系统的软件应符合下列规定：

1 应为其他应用软件提供开发平台；

2 应采用分层分布式软件架构，部署应灵活，并应易于扩展；

- 3 宜采用层次结构，工程应用层与软件系统平台层应解耦，并应便于工程应用和灵活修改；
- 4 应在服务器上实现大容量数据的集中处理和统一管理，并应实现数据的完整性与一致性；
- 5 应能支持综合监控系统项目分期实施；
- 6 应提供方便的监视、管理和维护工具；
- 7 应提供一种基于标准中间件的分布式架构；
- 8 应采用标准的编程语言和编译器。

20.4.3 综合监控系统的应用软件应符合下列规定：

- 1 应全面支持系统功能的实现和扩展；
- 2 应提供一个集成开发环境，应通过模板、向导等方式提供友好的开发界面；
- 3 应支持多人协同开发，并应保证配置数据的完整性与一致性。

20.4.4 综合监控系统软件的数据库管理应符合以下规定：

- 1 宜采用分布式面向对象的实时数据库；
- 2 应提供标准数据接口；
- 3 应具备数据备份、灾难恢复、系统错误恢复、人为操作错误恢复等功能。

20.4.5 应具备用户标识与鉴别、存取控制、视图机制、审计、数据加密等安全控制机制。

20.5 供电、接地及防雷

20.5.1 综合监控系统供电负荷等级应为一级负荷，采用不间断电源供电。

20.5.2 综合监控系统设备可与城市轨道交通其他一级负荷合用一套不间断电源设备，也可单独设置不间断电源设备。

20.5.3 不间断电源应采用在线式不间断电源，蓄电池的后备时间不应小于 1h。

20.5.4 综合监控系统与其他系统共用接地装置，接地电阻不应大于 1Ω ，现场机柜、机架、钢管、金属线槽、综合后备盘均应可靠接地。

20.5.5 综合监控系统防雷应符合国家标准《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、规范的规定。

20.6 布 线

20.6.1 信号线与电源线不应共用一条电缆，不应敷设在同一金属管路内。

20.6.2 综合监控系统布线应考虑周围环境电磁干扰的影响。采用屏蔽布线时，应保持屏蔽层的连续性，满足系统接地的可靠性，屏蔽层采用单端屏蔽接地。

20.6.3 线缆均应采用低烟、无卤、阻燃或低烟、无卤、阻燃耐火型电缆。各类线缆的燃烧性能应符合国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 的规定，燃烧性能等级应为 B1 级。信号线和通讯线应采用屏蔽线缆。

20.7 系统设备布置

20.7.1 设备用房宜与车站控制室相邻设置，并宜与其他弱电设备用房合并设置。

20.7.2 设备用房面积应满足远期设备容量需求，并应便于设备的更新改造。

20.7.3 设备用房室内净高不应低于 2.8m。

20.7.4 车站设备用房环境应达到防尘、防潮、隔音，并应采取防静电措施。温湿度不应低于国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的标准，采取防鼠措施。

20.8 系统性能

20.8.1 设备状态变化信息在综合监控系统中的响应时间应小于 2s。

20.8.2 控制命令在综合监控系统中的响应时间应小于 2s。

20.8.3 冗余设备切换时间应符合下列规定：

- 1 冗余实时服务器切换时间不应大于 2s；
- 2 冗余前端处理器切换时间不应大于 1s；
- 3 冗余网络切换时间不应大于 0.5s；
- 4 冗余历史服务器切换时间不应大于 15s。

20.8.4 系统平均无故障时间（MTBF）不应小于 10000h。

21 环境与设备监控系统

21.1 一般规定

21.1.1 城市轨道交通应设置环境与设备监控系统。环境与设备监控系统应遵循集中管理、分散控制、资源共享的基本原则。

21.1.2 环境与设备监控系统的监控范围应包括车站、区间风井、区间变电所、区间隧道，车辆基地、控制中心大楼环境与设备监控系统根据运营需求可独立管理，不纳入正线系统。

21.1.3 环境与设备监控系统宜按组网灵活、技术先进、便于扩展、运行可靠、管理方便、节约投资进行设计，宜采用分布式系统结构。

21.1.4 防排烟系统与通风系统共用的设备应由环境与设备监控系统统一监控，火灾工况由火灾自动报警系统发布火灾模式指令，由环境与设备监控系统优先执行火灾控制程序。

21.1.5 换乘站环境与设备监控系统根据车站换乘方式、管理需求和被监控机电系统方案，宜考虑共享设置原则。

21.1.6 环境与设备监控系统应至少包括以下系统设备的监控：

- 1 通风、空调与供暖系统；
- 2 给水与排水系统；
- 3 动力照明系统；
- 4 自动扶梯、电梯设备；
- 5 应急电源及不间断电源系统；
- 6 轨行区人防门、防淹门。

21.1.7 环境与设备监控系统信息安全等级保护不应低于二级。

21.2 系统构成

21.2.1 环境与设备监控系统设备应选择高可靠性、容错性、可维护性的工业级控制设备。

21.2.2 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，车站级、中心级监控功能应由综合监控系统实现。综合监控系统中心级实时服务器、历史服务器容量，应满足全线环境与设备的 I/O 量、模拟量监控、存储需求，历史服务器存储时间应满足一年以上。综合监控系统车站级实时服务器，应满足本站及所管辖区间环境与设备的 I/O 量、模拟量监控、存储需求，实时服务器存储时间应满足 90 天以上。

21.2.3 当未设置综合监控系统时，环境与设备监控系统应独立设置中心级、车站级的设备。环境与设备监控系统独立设置中心级、车站级服务器要求与 21.2.2 一致。

21.2.4 环境与设备监控系统就地级控制器宜选用可编程逻辑控制器（PLC），为满足智慧化业务部署需求，可选用工业级边缘智能控制器，边缘智能控制器应支持泛在物联接入、算力综合承载和内生安全等功能；控制器应冗余配置，主备控制器应具备自动切换功能。

21.2.5 环境与设备监控系统网络应采用分层结构，宜由全线传输网、中心级局域网、车站级局域网及就地级控制层网络组成。

21.2.6 全线传输网应由通信传输系统或综合监控系统提供。

21.2.7 中心级系统网络应符合下列规定：

- 1 传输速率为 $\geq 1000\text{Mbps}$ ；

- 2 传输信道纳入综合监控系统（或传输系统），不另行设置。

21.2.8 车站级系统网络应符合下列规定：

- 1 传输距离以车站管辖范围为限；
- 2 传输速率为 $\geq 100\text{Mbps}$ 。

21.3 系统功能

21.3.1 环境与设备监控系统应具备车站和中心两级管理，就地、车站、中心三级控制的功能。

21.3.2 环境与设备监控系统应具备以下基本功能：

- 1 机电设备监控；
- 2 执行防灾及阻塞模式；
- 3 环境监控与节能运行管理；
- 4 设备管理及维护；
- 5 环境监测。

21.3.3 机电设备监控应具备下列功能：

- 1 设备状态信息采集；
- 2 设备状态信息显示、数据查询；
- 3 设备故障报警、设备异常状态报警；
- 4 设备单点控制、模式控制、时间表控制；
- 5 按累计运行时间进行设备轮换使用控制；
- 6 运行参数更改、运行工况调整。

21.3.4 执行防灾和阻塞模式应具备下列功能：

- 1 接收车站自动或手动火灾模式指令，执行车站防排烟模式；
- 2 接收列车区间停车位置、火灾部位信息，执行隧道防排烟模式；
- 3 接收列车区间阻塞信息，执行阻塞通风模式；
- 4 监控车站疏散指示系统和应急照明系统；
- 5 监视各排水泵房危险水位；
- 6 监视易倒灌通道和低洼位置的积水位。

21.3.5 环境监控与节能运行管理应具备下列功能：

- 1 对通风、空调系统的相关设备进行自动调节与控制；
- 2 根据监测传感器的环境参数自动切换通风和空调模式；
- 3 应能控制通风、空调系统设备优化运行，实现节能控制；
- 4 实现能耗统计分析，并在中心及车站工作站显示能耗统计分析结果；
- 5 根据车站运营时间，可在中心及车站工作站预设公共区空调系统启停时间、照明系统的开关时间及车站其他机电设备自动运行时间，实现时间表的编辑、下载。

21.3.6 设备管理及维护应具备下列功能：

- 1 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；
- 2 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；
- 3 环境与设备监控系统硬件设备故障判断、设备故障报警及维护管理；
- 4 用户权限管理；
- 5 事件信息及报表打印。

21.3.7 环境监测应具备下列功能：

- 1 温度、湿度、二氧化碳、可吸入颗粒物等环境参数信息采集；
- 2 环境监测数据显示、数据查询；

3 环境异常状态报警。

21.4 系统软件

21.4.1 软件平台应与硬件系统配置相适应，宜采用成熟、可靠、开放的监控系统软件平台，可按功能需求开发应用软件。

21.4.2 应采用模块化结构，应具有良好的开放性和扩展性。

21.5 供电、接地及防雷

21.5.1 环境与设备监控系统供电负荷等级应为一级负荷，采用不间断电源供电，不间断电源后备电源的供电时间不应小于 3h。

21.5.2 系统接地应满足下列要求：

- 1 应与其他系统共用接地装置，接地电阻不应大于 1Ω ；
- 2 接地干线采用截面不小于 25mm^2 的绝缘铜芯电线，接地支线截面不小于 6mm^2 的绝缘铜芯电线；
- 3 所有环境与设备监控系统现场机柜、模块箱、金属线槽、钢管等应可靠接地，控制器、计算机设备、监控模块等设备宜根据相应产品或系统的要求，设置功能性接地或浮空及保护性接地。

21.5.3 环境与设备监控系统防雷应符合国家标准《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、规范的规定。

21.6 布 线

21.6.1 系统布线应考虑周围环境电磁干扰的影响。

21.6.2 系统的信号线与电源线不应共用一条电缆，应敷设在不同的金属套管或线槽内。

21.6.3 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。

21.6.4 通讯电缆宜采用光缆、同轴或双绞屏蔽电缆，屏蔽层单端接地。

21.6.5 控制电缆、信号线缆、光缆、通讯电缆、模拟信号线缆、电源线缆、接地线缆均应采用低烟、无卤、阻燃或低烟、无卤、阻燃耐火型电缆，带屏蔽层的线缆应单端接地。

21.6.6 各类线缆的燃烧性能应符合国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 的规定，燃烧性能等级应为 B1 级。

21.6.7 控制电缆截面宜选用 1.5mm^2 ，信号电缆截面宜选用 1.0mm^2 。

21.7 系统设备布置

21.7.1 地下车站设备用房宜与环控电控室合用设置，并宜靠近其他弱电设备房；车辆基地、高架、地面车站设备用房宜与其他弱电系统统筹整合机房，也可独立设置机房。

21.7.2 设备用房面积应满足远期设备容量需求，并应便于设备的更新改造。

21.7.3 设备用房室内净高不应小于 2.8m。

21.7.4 设备用房环境应达到防尘、防潮、隔音，并应采取防静电措施。温湿度不应低于国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 中 C 级的标准。

21.7.5 环境与设备监控系统设备布置应符合下列规定：

- 1 单列机柜正面与墙的距离不应小于 1.2m，后面和侧面与墙距离不应小于 1.0m；
- 2 两相对机柜正面之间距离不应小于 1.2m，后面和侧面与墙距离不应小于 1.0m。

22 火灾自动报警系统

22.1 一般规定

22.1.1 车站、地下区间隧道、区间变电所、区间风井及系统设备用房、主变电所、车辆基地等场所应设置火灾自动报警系统。

22.1.2 火灾自动报警系统应通过时钟系统授时，并应保持全网时间同步。

22.1.3 换乘车站火灾自动报警系统根据车站换乘方式、管理需求和机电系统方案，宜考虑共享设置原则，对于换乘车站分设火灾自动报警系统的，各方火灾自动报警系统应实现火灾自动报警信息的交互。

22.1.4 车辆基地火灾自动报警系统可独立设置，不纳入正线中心级系统，实现独立的消防管理，独立设置时应与正线火灾自动报警系统实现信息互联互通。

22.1.5 火灾自动报警系统信息安全等级保护不应低于二级。

22.1.6 火灾自动报警系统的设计除满足本标准的规定外，尚应符合国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 及有关强制性国家标准、规范的规定。

22.2 系统构成

22.2.1 火灾自动报警系统应由报警系统和联动系统构成，并应实现火灾救灾设备的控制及与相关系统的联动控制。

22.2.2 火灾自动报警系统由中心级监控管理系统、车站级监控管理系统、现场级监控设备及相关通信网络等构成。

22.2.3 全线火灾自动报警与联动控制的信息传输网络宜采用独立组网或城市轨道交通公共传输网络，当采用公共传输网络时应采用专用信道，火灾自动报警系统现场级网络应独立配置。

22.3 系统功能

22.3.1 中心级火灾自动报警系统应具备下列功能：

- 1 与 TCC 系统实现信息交互；
- 2 与车站级火灾自动报警系统进行通信联络；
- 3 发布火灾报警信息及与火灾有关车站消防设备的控制指令；
- 4 显示全线火灾报警信息、消防设备设施的工作状态信息等；
- 5 系统信息、状态的存储、查询、打印等。

22.3.2 车站级火灾自动报警系统应具备下列功能：

- 1 与中心级火灾自动报警系统进行通信联络；
- 2 与就地级自动报警系统进行通信联络；
- 3 发布消防控制指令，控制消防设备的启、停，联动控制相关系统进入火灾运行模式；
- 4 显示火灾报警信息、消防设备设施的工作状态信息等；
- 5 系统信息、状态的存储、查询、打印等。

22.3.3 就地级火灾自动报警系统应具备下列功能：

- 1 采集火灾信息，上传车站级火灾自动报警系统；
- 2 监视消防设备的工作状态。

22.3.4 列车车厢应设火灾自动报警系统，采用全自动运行线路的列车，列车火灾报警信息应作为行车

重要信息实时传至运营控制中心。

22.4 消防联动控制

22.4.1 消防联动控制系统应实现消火栓系统、水喷淋系统、自动灭火系统、防烟排烟系统、消防电源、集中电源集中控制型消防应急照明和疏散指示系统、消防广播系统、自动售检票系统、门禁系统、站台屏蔽门及防火卷帘、防火门、电动挡烟垂帘、自动扶梯、电梯等设备系统在火灾情况下的消防联动控制。

22.4.2 消火栓系统的控制应符合下列规定：

- 1 控制消防泵的启、停；
- 2 车站控制室应能显示消防泵的工作、故障和手/自动开关状态、消火栓按钮工作位置；
- 3 车站级火灾自动报警系统应控制消防给水干管电动阀门的开关，并显示其工作状态；
- 4 设消防泵的消火栓处应设消火栓按钮，消火栓按钮的动作信号应作为消火栓开启的报警信号及联动控制消火栓泵启动的触发信号。

22.4.3 气体灭火系统的控制应符合下列规定：

- 1 消防控制室应显示气体灭火系统保护区的报警、喷气、风阀状态、手/自动状态；
- 2 应关闭防护区的送（排）风机、空调机组、送（排）风阀门、电动风口/防火阀；
- 3 应开启防护区域的选择阀，启动气体喷洒指示灯，并显示选择阀、压力开关的动作状态；
- 4 当设置气体灭火系统监测装置时，消防控制室应显示气瓶压力监测、过高或过低报警和气瓶检修隔离等状态。

22.4.4 防烟、排烟系统的控制应符合下列规定：

- 1 由火灾自动报警系统确认火灾，发布预定防烟、排烟模式指令；
- 2 应直接控制消防专用的防烟、排烟设备，并发出指令给其他监控系统联动控制其他参与防烟、排烟的非消防专用设备；
- 3 火灾自动报警系统直接联动的设备应在火灾报警控制器上显示运行模式状态。

22.4.5 车站火灾自动报警系统除消防泵和专用防烟、排烟风机设自动控制外，应设手动控制；对防烟、排烟设备尚应设手动和自动的模式控制装置。

22.4.6 消防电源、集中电源集中控制型消防应急照明和疏散指示系统的控制应符合下列规定：

- 1 确认火灾后，消防控制设备应按防火分区在配电室或变电所切断相关区域的非消防电源；
- 2 确认火灾后，应接通应急照明灯和疏散标志灯电源，并监视其工作状态。

22.4.7 防火门、防火卷帘门、电动挡烟垂帘的控制应符合下列规定：

- 1 疏散通道、区间联络通道上的防火门应设防火门监控装置；
- 2 应控制疏散通道上的常开防火门关闭；
- 3 疏散通道、区间联络通道上各防火门的开启、关闭及故障信号应反馈至消防控制室；
- 4 应控制防火卷帘门、电动挡烟垂帘降落，并显示工作状态；
- 5 疏散通道、区间联络通道上的防火门的门状态监控可由门禁系统实现，并应符合消防要求。

22.4.8 火灾自动报警系统对电梯、自动扶梯的联动控制应符合下列规定：

- 1 应发送火灾指令，联动电梯运行至疏散层；
- 2 消防控制室在收到电梯完成消防动作信号后，应切断非消防电梯电源；在确认非疏散自动扶梯完成消防动作后，应切断自动扶梯电源；
- 3 不应直接控制自动扶梯的启停。

22.4.9 消防联动对其他系统的控制可通过火灾自动报警系统或综合监控系统实现，并应符合下列规定：

- 1 自动或手动将广播转换为火灾应急广播状态；
- 2 自动或手动将视频监视系统切换至相关画面；
- 3 自动或手动将自动检票机开启。

22.4.10 根据火灾运行模式或工况自动或手动控制车站站台屏蔽门开启。

22.4.11 门禁的联动控制应符合下列规定：

- 1 火灾自动报警系统应能将火灾信息发送至门禁系统，由门禁系统控制门解禁；
- 2 门禁系统应能在车站控制室或消防控制室内手动控制。

22.4.12 消防联动控制器控制每一总线回路的地址码总数，宜留有 10%~20%的余量。

22.5 火灾探测器与报警装置的设置

22.5.1 火灾自动报警系统应设有自动和手动两种触发装置。

22.5.2 报警区域应根据防火分区和设备配置划分，每个防烟分区应划分为独立的火灾探测区域。

22.5.3 地下车站的站厅层公共区、站台层公共区、换乘公共区、各种设备机房、库房、值班室、办公室、走廊、配电室、电缆隧道或夹层以及长度超过 60m 的出入口通道应设火灾探测器。

22.5.4 地上车站封闭式的站厅、站台、长度超过 60m 的出入口通道、各类设备用房、管理用房、配电室、电缆隧道或夹层应设置火灾探测器。

22.5.5 车辆基地的停车列检库、维修车间、重要设备用房、可燃物品仓库、变配电室，以及火灾危险性较大的场所应设火灾探测器。

22.5.6 设气体自动灭火的房间应设两种火灾自动报警探测器。

22.5.7 设置火灾探测器的场所应设置手动报警按钮。

22.5.8 地下区间隧道、长度超过 30m 的出入口通道应设手动报警按钮。区间手动报警按钮设置在疏散平台一侧，宜与区间消火栓的里程位置结合设置。

22.5.9 车站公共区、出入口及通道、设备区走廊应设置火灾声光警报装置，在确认火灾后启动建筑内的所有火灾声光警报器。

22.5.10 地下区间宜设置感温光纤系统。

22.5.11 城市轨道交通线路应设置消防专用电话系统，消防专用电话网络应为独立的消防通信系统。消防专用电话系统的设置应符合下列规定：

- 1 消防控制室应设置消防专用电话总机；
- 2 消防水泵房、配变电室、防排烟机房、灭火控制盘处、消防电梯机房、区域火灾报警控制器处及其他与消防联动控制有关的且经常有人值班的机房应设置消防专用电话分机；
- 3 设置手动报警按钮和消火栓按钮等处应设置电话插孔，接入消防专用电话总机；
- 4 消防应急广播系统宜与正线运营广播系统、车辆基地广播系统合用。

22.5.12 城市轨道交通沿线车站、车辆基地等处的消防控制室或兼做消防控制室功能的车站控制室，应设置可直接报警的外线电话。

22.6 消防控制室

22.6.1 车站消防控制室应与车站控制室合建。消防控制室应设火灾报警控制器、消防联动控制器、消防电话主机、消防控制室图形显示装置。

22.6.2 主变电所、车辆基地应设置消防控制室，车辆基地消防控制室宜与车辆基地调度中心合建。

22.6.3 消防控制室应能监控保护区内的火灾探测报警及联动控制系统、消火栓系统、自动灭火系统、防烟排烟系统、防火门与卷帘系统、消防电源、集中电源集中控制型消防应急照明和疏散指示系统、消防通讯等各类消防系统和系统中的各类消防设施，并应显示各类消防设施的动态信息和消防管理信息。

22.6.4 消防控制室应能控制火灾声或光警报器的工作状态。

22.6.5 消防控制室应具备紧急广播功能。

22.7 供电、接地及防雷

- 22.7.1 火灾自动报警系统应为一级、消防负荷，设有主电源和直流备用电源。
- 22.7.2 火灾自动报警系统直流备用电源宜采用专用蓄电池或集中设置的蓄电池组供电，其容量应保证主电源断电后，系统在火灾状态同时工作负荷条件下连续供电 3h，采用集中设置蓄电池时，火灾报警控制器供电回路应单独设置。
- 22.7.3 火灾自动报警系统图形显示装置、消防通信设备等的电源，宜由不间断电源装置或蓄电池型应急控制电源系统供电，后备时间不小于 3h。
- 22.7.4 火灾自动报警系统接地装置的接地电阻值应符合下列规定：
- 1 与其他系统共用接地装置时，接地电阻值不应大于 1Ω；
 - 2 采用专用接地装置时，接地电阻值不应大于 4Ω。
- 22.7.5 火灾自动报警系统防雷应符合国家标准《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、规范的规定。

22.8 布 线

22.8.1 火灾自动报警系统传输线路的线芯截面选择，除应满足自动报警装置技术条件的要求外，尚应满足机械强度的要求。铜芯绝缘导线、铜芯电缆线芯的最小截面面积不应小于下表的相关规定。

表 22.8.1 铜芯绝缘导线和铜芯电缆的线芯最小截面面积（mm²）

序号	类别	线芯的最小截面面积
1	穿管敷设的绝缘导线	1.00
2	线槽内敷设的绝缘导线	0.75
3	多芯电缆	0.50

- 22.8.2 火灾自动报警系统传输线路应采用穿金属管或封闭式线槽保护方式布线。
- 22.8.3 火灾自动报警系统应单独布线。供电线路为交流 220V 电压等级时，其线缆应独立穿导管或在槽盒内敷设；当系统内消防电话系统弱电线电缆电压或电流等级类别与直流 24V 电源、报警、控制线缆不同时，消防电话系统应独立穿导管或在同一线槽的不同槽孔内敷设。
- 22.8.4 火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路应采用具有阻燃性能的耐火铜芯电线电缆，报警总线、消防应急广播和消防专用电话等传输线路应采用阻燃电线电缆或具有阻燃性能的耐火电线电缆。
- 22.8.5 火灾自动报警系统采用的电线电缆，应符合国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 的规定，燃烧性能等级应为 B1 级。
- 22.8.6 吸气式感烟火灾探测器的采样管路应采用燃烧性能不低于 B1 级的难燃型 PC 管、ABS 管或其他金属管材。

23 乘客信息

23.1 一般规定

- 23.1.1** 轨道交通工程应设置乘客信息系统，应为乘客提供列车到达预告、换乘信息及时间等与乘车有关的信息，还应能播放重要新闻、天气预报、公益广告等资讯信息。
- 23.1.2** 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。
- 23.1.3** 乘客信息系统应具有完备的信息处理能力。通过系统外部接口进行数据交换，并将获得的数据经系统处理后，向乘客提供信息服务。
- 23.1.4** 乘客信息系统宜采用多样化终端显示设备向乘客提供信息服务。
- 23.1.5** 换乘车站乘客信息系统根据车站换乘方式，宜按系统共享原则设置相应的系统。
- 23.1.6** 乘客信息系统信息安全等级保护不应低于二级。
- 23.1.7** 乘客信息系统各类线缆的燃烧性能应符合国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 的规定，燃烧性能等级应为 B1 级。

23.2 系统构成

- 23.2.1** 乘客信息系统结构宜包含线网层、线路中心层、车站层。
- 23.2.2** 乘客信息系统车站终端应考虑设置在站厅付费区、站厅非付费区、上行站台、下行站台以及车辆客室内，宜在出入口及通道、换乘通道内设置。
- 23.2.3** 乘客信息系统车地无线网络宜由通信系统构建。

23.3 系统功能

- 23.3.1** 乘客信息系统运行模式应包括正常服务、关闭、故障、维修、离线服务等模式。
- 23.3.2** 乘客信息系统信息类型应符合下列要求：
- 1 列车时刻表、列车异常通告、下班列车到站等列车服务信息；
 - 2 服务通告、换乘指示、疏散指示、动态指示、地面交通指示等乘客引导信息；
 - 3 火灾、自然灾害、事故灾害、人身意外等紧急灾害辅助信息；
 - 4 日期时钟、安全防范提示、票务信息、天气预报、新闻、其他公共交通信息等站务及公共服务信息；
 - 5 视频、图片、文字等公益信息。
- 23.3.3** 乘客信息系统信息显示的优先级应符合下列规定：
- 1 信息类型宜按紧急灾害辅助信息、列车服务信息、乘客引导信息、站务及公共信息、公益信息顺序递减，紧急灾害辅助信息应具有最高优先级；
 - 2 信息级别应由高至低，高优先级别的信息应优先发送显示，同等优先级别的信息应采用先到先发的原则，高优先级别的信息可打断低优先级别的信息。
- 23.3.4** 线网层能收集、编辑线网内外信息，实现对全线网信息的适时发布、解除，具备对全线网信息发布，并能监视线网级设备运行状态。
- 23.3.5** 线路中心层应能接收线网层控制命令，具备对所辖线路管理权限，并能监视线路中心层设备运行状态。

23.3.6 车站层应包括车站乘客信息系统和列车乘客信息系统，应符合下列要求：

1 车站乘客信息系统应能接收线网层、线路中心层的指令，完成信息发布，并可在接受信息基础上叠加车站个性化信息，并能监视车站设备运行状态；

2 列车乘客信息系统应能接收线网层、线路中心层的指令，完成信息发布，并能将设备状态信息上传至线网层和线路中心层。

23.3.7 车站乘客信息控制终端可与其他系统终端集约化设置。

23.3.8 乘客信息系统功能应符合地方标准《城市轨道交通乘客信息系统技术规范》DB11/T 1683 的规定。

23.4 系统接口

23.4.1 乘客信息系统宜设置与时钟、传输、电源、集中告警、ATS、综合监控等城市轨道交通内部系统接口，并宜设置与数字电视、有线电视等外部信息源接口。

23.4.2 乘客信息系统接口应符合地方标准《城市轨道交通乘客信息系统技术规范》DB11/T 1683 的规定。

23.5 供电、接地及防雷

23.5.1 乘客信息系统负荷等级宜为二级，并应配置 UPS 电源，后备时间不应少于 1h。

23.5.2 乘客信息系统应采用综合接地，接地电阻不应大于 1Ω 。

23.5.3 乘客信息系统防雷应符合国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的规定。

24 自动售检票

24.1 一般规定

- 24.1.1** 城市轨道交通应设置自动售检票系统,实现自动和半自动售票、检票、计费、收费、统计、结算全过程的自动化管理。
- 24.1.2** 自动售检票系统应满足实体乘车凭证和虚拟乘车凭证等多元化支付体系应用。
- 24.1.3** 各线路的自动售检票系统应联网运行,实现乘客在线网内无障碍一票换乘,满足一卡通在线网内各线路的统一使用,实现线路间的互联互通。
- 24.1.4** 自动售检票系统应统一线网的业务规则、业务流程和系统各业务层之间的接口。
- 24.1.5** 应采用统一的 AFC 中心系统,实现设备管理、客流监视、参数管理、交易管理、运维管理等功能。
- 24.1.6** 不同线路间同站厅、同站台换乘站宜采用共享的方式设置车站计算机系统 and 设备,通道换乘站宜分别设置车站计算机系统 and 设备。
- 24.1.7** 系统设计能力应满足远期超高峰小时客流量的需要。系统设备应按近期超高峰小时客流量进行配置,并按远期超高峰小时客流量预留安装和接入条件。
- 24.1.8** 系统应满足城市轨道交通各种运营模式的要求。
- 24.1.9** 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。
- 24.1.10** 系统设计应满足安全性、可靠性、可扩展性和可维护性的设计原则。
- 24.1.11** 线网车站售检票终端设备应具有统一的乘客服务界面,工作站宜具有统一的工作界面。
- 24.1.12** 系统设备应能满足连续 24h 不间断工作的要求。
- 24.1.13** 系统设备应满足自然环境条件、车站环境条件和抗电磁干扰的要求。售检票终端设备应具备耐高低温特性,设置于地上车站的售检票终端设备尚应具备耐阳光直射和防尘措施。
- 24.1.14** 车站设备应按工业级标准设计。
- 24.1.15** 系统设计除应符合本标准规定外,尚应符合相关国家规范和北京市地方规范的要求。
- 24.1.16** 自动售检票车站系统的网络安全等级保护宜为二级。

24.2 票务管理

- 24.2.1** 系统应采用计程计时制,全封闭式的票务收费管理模式,既能快速地处理客流信息,为运营管理提供有关数据,又具有严密的制票、售票和验票程序,以确保票务安全。
- 24.2.2** 系统应能接受城市轨道交通专用实体车票、一卡通实体车票和多元化支付虚拟乘车凭证。专用实体车票主要包括单程票、福利票、出站票、定值纪念票、车站工作票等,并可根据运营需要设置其他票种。
- 24.2.3** 线网票务管理应实现线网、线路、车站三级管理。
- 24.2.4** 售票宜采用自动为主、半自动为辅的方式,检票应采用自动方式。
- 24.2.5** 所有实体乘车凭证均应进行初始化并赋值后方可在系统中流通使用。
- 24.2.6** 单程类实体车票应由出站检票机回收,回收的车票应在车站内循环使用。

24.3 系统构成

- 24.3.1** 自动售检票系统主要由 AFC 中心系统、车站系统、维修系统、培训系统、车站售检票终端设备、

车票处理单元和乘车凭证等构成。

24.3.2 车站系统主要由服务器、工作站、打印机、网络设备、紧急按钮控制装置及运营辅助设备等构成，其中站区站应设置独立的站区票务工作站。

24.3.3 维修培训系统主要由服务器、工作站、车站售检票终端设备、打印设备、维修工具和仪器仪表等构成。

24.3.4 车站售检票终端设备宜由自动售票机、互联网自动售票机、半自动售票机、自动检票机、自助补票机和便携式检验票机等构成。

24.3.5 车票处理单元主要包括读写器和车票交易处理软件。

24.4 系统及设备主要功能

24.4.1 初始化编码/分拣机应具备对城市轨道交通专用车票进行分拣功能。

24.4.2 车站系统应具备下列功能：

1 实时监控车站设备、网络状态、数据传输情况，实现车站系统运营、票务、收益及维修的管理功能；

2 对 SAM 卡进行监控、管理；

3 接受中心系统车票调配指令，管理车站内车票流通；

4 接收时钟信号完成时钟同步；

5 应能查询至少 90d 的运营数据。应具备数据恢复功能，在恢复通信后上传或转发相应的数据；

6 向车站售检票终端设备下达紧急模式等控制命令，并将操作信息上传中心系统；紧急模式的触发应采取抗干扰设计：设置测试紧急模式时，信息不上传；

7 当车站为站区站时，可监视所辖车站的客流、票务等与运营相关的数据并能根据统计生成相关报表；可接受中心系统的车票调配指令，并对站区内的车票做调配管理。

24.4.3 维修系统应具备下列功能：

1 对系统设备的故障及运行状态进行监控，根据所收集的设备状态、故障记录及维修记录等信息，生成相应的维修报表；制定维修计划；进行维修调度；维修工区系统可监视所辖车站设备的故障及运行状态，并对相关维修信息进行管理；

2 通过每台设备的使用次数，计算设备部件的磨损情况，在部件寿命将结束时应提供必要提示；

3 对设备部件及备品备件进行管理，跟踪设备内关键部件的使用情况及安装位置；跟踪设备部件的添加及替换等记录；

4 管理故障代码和维修代码，可将修改或新增的故障代码和维修代码下载到系统设备中；

5 对设备进行维护、维修及测试。

24.4.4 培训系统应具备下列功能：

1 实现系统对接、软件更新、系统重要参数的修改、新增设备的模拟测试和维修后设备的模拟测试；

2 对员工进行业务培训。

24.4.5 车站售检票终端设备应具备下列基本功能：

1 接受系统参数及指令，完成规定操作及信息提示，生成并上传全部交易数据、状态数据、审计数据，生成中文日志数据；

2 采用冗余存储介质，按要求存储数据；数据可导出及恢复；

3 可实现设备故障自诊断，设备故障提示；

4 可实现远程开关机功能；

5 具备漏电和防雷保护措施；

6 票箱、钱箱具备电子标识；具备特殊锁具，操作员登陆并锁闭票箱、钱箱后才可移出设备；钱

箱设置于隔离的需使用钥匙开启的安全区域内；对钱箱的操作应在设备进行登录方可进行操作，并对操作进行记录；

7 当通信故障等条件下独立运行时，可保存 7d 的运营数据，数据可通过外部数据载体导出，故障恢复后数据自动上传。

24.4.6 自动售票机应具备下列功能：

1 可根据乘客的选择自动计费、收费、发售单程票类实体车票，可对储值票进行充值，可进行网络取票；

2 能一次发售多张车票。应具有对出售的单程类车票进行检测，对不符合要求的车票自动回收；

3 可接受硬币、纸币、数字人民币、二维码支付及银行卡等支付方式购买单程类实体车票，并具备纸币、硬币找零功能。应可接受纸币、二维码支付等支付方式对储值票进行充值；

4 应具有故障和不规范操作的自动报警功能，并实时上传；

5 应具备数据审计功能；

6 应具备不少于 800 张/票箱；

7 应具备不少于 300 张/票箱的废票存储能力。

24.4.7 半自动售票机应具备下列功能：

1 售票、补票、充值、更新、替换、退款、车票分析、车票查询等；

2 自动出票；

3 应具备数据审计功能；

4 应具备不少于 800 张/票箱；

5 应具备不少于 300 张/票箱的废票存储能力。

24.4.8 自动检票机应具备下列功能：

1 检验车票的有效性，控制阻挡装置的动作，引导乘客进出站；

2 出站检票机应根据票价表扣除车费并回收单程类实体车票；

3 当车站处于紧急情况或设备供电中断时，自动检票机应能自动或手动控制，使闸门处于开放状态；

4 应具备数据审计功能；

5 应具备不少于 800 张/票箱；

6 应具备不少于 300 张/票箱的废票存储能力；

7 设计通过能力： ≤ 25 人/分·通道。

24.4.9 自助补票机应具备下列功能：

1 票卡查询、补票、发售出站票、充值等；

2 自动出票；

3 应具备数据审计功能。

24.4.10 便携式检验票机应具备对乘客使用的车票进行检票和验票功能。

24.4.11 车票处理单元应对车票进行读写，处理车票交易；应支持多安全存取模块（SAM）同时工作，具备 4 个 ISO7816-1/2/3 标准的安全存取模块（SAM）插槽；应满足互联互通要求。

24.4.12 顶棚导向标志应设置于自动检票机上方，为双面显示。显示内容宜与自动检票机两端方向指示器同步。

24.4.13 电子票价牌应设置于自动售票机及半自动售票机上方或附近。

24.5 电源及接地

24.5.1 自动售检票系统应为一级负荷，备用电源宜采用不间断电源。线路中心不间断电源供电时间应为 2h，车站不间断电源供电时间应为 1h。

24.5.2 配电设计应符合国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 的规定；应保证各相负载均衡，并应考虑设备在开机、关机时对电源的冲击；应方便维修。

24.5.3 自动售检票配电箱宜单独设置，地上车站配电箱应设置防雷保护模块。

24.5.4 地上车站设备应设置加热回路。

24.5.5 不间断电源宜与相关专业整合设置。

24.5.6 单独配置的不间断电源应具备电源网络管理功能。

24.5.7 系统应与其他系统共用接地装置，接地电阻不大于 1Ω 。

24.5.8 车站终端设备、金属管、槽、盒等应进行电气连接，并可靠接地。

24.6 电缆电线

24.6.1 电力电缆、电线和网络电缆、光缆的敷设应分别符合国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 和《综合布线系统工程设计规范》GB 50311 的规定。

24.6.2 各类线缆的燃烧性能应符合国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 的规定，燃烧性能等级应为 B1 级。

24.6.3 车站网络的铜芯电缆应采用屏蔽型。

24.6.4 电力电缆、电线和网络电缆、光缆应分管或分槽敷设，预埋管、槽、盒应防腐、防水。

24.6.5 埋设于地面装修层内的线槽尺寸应结合所敷电力电缆、电线或网络电缆、光缆截面积、占空比、装修层厚度、结构正误差等数据计算确定。

24.7 软 件

24.7.1 软件应包括数据库、操作系统、网络管理软件、中间件、防病毒软件和系统应用软件等。

24.8 时 钟

24.8.1 自动售检票系统时钟应取自 AFC 中心系统。

24.8.2 自动售检票系统应具备时钟同步功能，超过参数设置的差异应修正并记录。

24.9 车站售检票终端设备

24.9.1 设备配置应符合下列规定：

1 在付费区与非付费区交界处应至少设置 1 台半自动售票机或在付费区设置自助补票机用于补票；

2 每组自动售票机和每组自动检票机，其数量不应少于 2 台和 3 通道；

3 在每组自动检票机中应设置有双向检票机；应根据客流数据及车站周边环境特点综合确定双向检票机数量；

4 在每组自动检票机中应设置有宽通道检票机；当车站周边与交通枢纽、大型场馆、大型商业区邻近时，应结合客流特点确定宽通道检票机数量；

5 半自动售票机的设置应结合客流数据和车站售补票区域的分布综合确定，每售补票区域内的半自动售票机应考虑备用。

6 便携式验票机宜按每站不少于自动检票机组数量或 5 台配置；

7 在线网 AFC 系统检测中心实验室设置 1 套车站系统和设备。

24.9.2 设备布置应符合本标准第 10.4 条的规定，并应避免阳光直射。

24.9.3 设备与周边墙、柱的距离应考虑设备使用要求、维修要求和土建施工误差。

24.9.4 重点、试点车站宜增加智能问询终端与票卡自助处理终端，宜设置智能语音购票机，宜通过增加相关智能客服终端，打造无人值守客服中心。

24.10 线路设备用房

24.10.1 线路自动售检票系统设备用房包括线路中心用房、车站用房和综合维修基地用房等。

24.10.2 车站用房主要包括设备室、票务室、配线间、工区用房、售票亭等，工区用房包括维修工区及工区材料间。其中设备室、配线间、维修工区用房可与其他弱电专业统一设置。设备室、配线间的用房面积应考虑系统升级改造期间，新旧设备同时运行所需的安装空间。

24.10.3 设备室应设置在站厅，并靠近公共区。票务室应与车站控制室相邻近，并位于同一走廊。配线间应设置在站厅非车站控制室端，并应靠近公共区。

24.10.4 维修工区宜每 4~6 座车站设置 1 处。

24.10.5 售票亭应兼顾售票和补票。售票亭的净深不宜小于 1.800m，操作面宽不宜小于 2m/售票工位，售票窗台高度不宜高于 1.1m，低位售票窗台高度不宜高于 0.8m。售票亭每个售票窗口宜设置语音对讲设施。

24.10.6 同站厅换乘站设备用房宜合设。通道换乘站应分设设备用房。

25 门禁、周界与安检

25.1 一般规定

25.1.1 门禁、周界与安检安全等级应符合国家标准《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239、《信息安全技术网络安全等级保护测评要求》GB/T 28448、《信息安全技术网络安全等级保护安全设计技术要求》GB/T 25070 的规定。

25.1.2 门禁、周界防范、安全检查及探测等系统建设应结合运营管理的安全要求，在城市轨道交通车站、控制中心、车辆基地、主变电所等区域合理设置。

25.2 门禁系统

25.2.1 城市轨道交通工程应设置门禁系统，应具备出入口监控和安全管理等功能，宜根据运营管理需要设置其他功能。

25.2.2 门禁系统应按集中管理，分级控制的方式设计。

25.2.3 设有门禁装置的通道门、系统设备用房门、管理用房门应满足消防疏散和防冲撞的要求。

25.2.4 门禁系统应实现与火灾自动报警系统的联动功能，车站控制室综合后备盘上应设紧急释放控制按钮。

25.2.5 门禁系统设备宜按工业级标准进行设计，满足轨道交通环境的使用要求。

25.2.6 门禁系统宜采用轨道交通员工卡作为授权卡。

25.2.7 换乘车站门禁系统根据车站换乘方式，宜按系统共享原则设置。

25.2.8 门禁系统信息安全保护等级宜为二级。

25.2.9 门禁系统应由中心级系统、车站级系统、现场级系统和终端设备、传输网络、电源及门禁卡等组成。

25.2.10 门禁系统传输网络监控管理层系统宜自成系统或与其他系统合用。

25.2.11 中心级系统应具备下列功能：

- 1 门禁授权管理、数据库管理、设备监视与控制功能；
- 2 向车站级系统下达系统工作参数、授权参数、黑名单等信息功能；
- 3 系统设备数据统计、报表、分类存储和打印功能；
- 4 查询系统设备信息功能；
- 5 统一管理合法持卡人的访问权限功能；
- 6 登录、修改、操作、报警等信息的系统日志功能。

25.2.12 车站级系统应具备下列功能：

- 1 接收中心级系统下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，下传至现场级系统和终端设备功能；
- 2 监控现场级系统和终端设备的运行状态，并将数据上传至中央级系统功能；
- 3 设备终端实时状态监控、报警及打印功能；
- 4 中心级系统发生故障或传输网络中断时，车站级系统应能独立运行的功能。

25.2.13 现场级系统和终端设备应具备下列功能：

- 1 车站控制器接收车站级系统下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，并下传至本地控制器的功能；

2 车站控制器监控本地控制器、读卡器等的运行状态，向车站级系统上传卡识别、控制动作、设备运行及门开闭状态等信息功能；

3 车站控制器应具备在线、离线、灾害及维修等运行模式功能；

4 车站控制器应具有本地数据存储和保护功能；

5 本地控制器接收车站控制器下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，下传至读卡器功能；

6 本地控制器监控读卡器等的运行状态，向车站控制器上传卡识别、控制动作、设备运行及门开闭状态等信息功能；

7 本地控制器根据指令或权限向读卡器发出动作信号，读卡器向电子锁发出动作信号，控制电子锁执行门的开启和锁闭操作功能；

8 本地控制器应具备在线、离线、灾害及维修等运行模式功能；

9 本地控制器应具有本地数据存储和保护功能。

25.2.14 设置门禁的房门应在出门侧设置出门按钮。

25.2.15 电子锁应具有断电释放的功能。

25.2.16 应根据安全防范管理要求，确定门禁安全等级和监控对象。

25.2.17 安全等级应分为四级，各安全等级的配置应符合下列规定：

1 一级应设双向读卡器，进门侧设密码键盘或其他识别装置，并与视频监控系统相互配合，实现安全联动监控；

2 二级应设双向读卡器，进门侧设密码键盘或其他识别装置；

3 三级应设双向读卡器；

4 四级只设单向读卡器。

25.2.18 控制中心监控对象：

1 调度大厅，设置安全等级不应低于一级；

2 重要设备用房，设置安全等级不应低于四级；

3 管理用房及内部通道的门，设置安全等级不应低于四级。

25.2.19 车站监控对象：

1 设备用房：弱电设备室、公安通信设备室、民用通信设备室、UPS 配电室、UPS 蓄电池室、变电所控制室及设备室、站台屏蔽门设备室、照明配电室、气瓶间、环控电控室、通风空调机房、消防泵房、防烟机房、排烟机房等，设置安全等级不宜低于四级；

2 通道门：设备管理区直通地面的紧急疏散通道门、设备管理区直通公共区的通道门等，设置安全等级宜为四级；

3 管理用房：车站控制室、站长室、站务室、设备维修工区等，设置等级不宜低于四级安全等级，票务管理室设置安全等级不宜低于二级。

25.2.20 车辆基地监控对象：

1 设备用房：通信设备室、信号设备室、变电所控制室及设备室、综合监控设备室、消防控制室、自动售检票维修及重要管理用房等，设置安全等级不宜低于四级；

2 管理用房：档案库房、财务室（库房）、材料库房、培训设备室、重要维修和测试设备用房，设置安全等级宜为四级；

3 主变电所监控对象：通道门、设备房和控制室等，设置安全等级不宜低于三级；无人值班的主变电所的通道门宜设二级安全等级的门禁。

25.2.21 设套间的房间宜在通向走道的门上设置门禁；当一个房间有多个门时，宜只在一个常用门处设置门禁。

25.2.22 门禁系统的负荷等级应为一级负荷；宜设置不间断电源系统，后备供电时间为 1h。

25.2.23 门禁系统接地应与其他系统共用接地装置，接地电阻不应大于 1Ω ；所有门禁系统现场机柜及

设备均应接地。

25.2.24 门禁系统防雷应符合国家标准《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、规范的规定。

25.2.25 门禁系统的数据线与电源线不应共用同一导管或电缆桥架布线。

25.2.26 门禁系统布线应考虑对周围环境电磁干扰的影响。采用屏蔽布线系统时,应保持系统中屏蔽层的连续性,以满足系统接地的可靠性,其电缆屏蔽层宜采用一点接地。

25.2.27 数据线宜采用低烟、无卤、阻燃、屏蔽电缆,各类线缆的燃烧性能应符合国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 的规定,燃烧性能等级应为 B1 级。

25.2.28 设备用房宜与其他弱电系统设备合并设置,并宜靠近其他弱电设备房。设备用房环境应达到防尘、防潮、隔音,并应采取防静电措施。温度和湿度不应低于国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的要求。

25.3 周界防范

25.3.1 周界防范应实现对车辆基地周界范围内进行监视预警,预防蓄意破坏、盗窃物资或恐怖犯罪活动的发生。

25.3.2 周界防范宜包括入侵报警系统和车辆基地安防视频监控系统。车辆基地安防监控系统与车辆基地运营视频监控系统应分别独立设置。

25.3.3 周界防护应根据现场环境和安全防范管理要求,选择设置实体防护、入侵探测、视频监控等设施,有效覆盖需要防护的区域。

25.3.4 周界防护应按用户管理要求灵活制定操作流程,符合用户安全管理要求。

25.3.5 周界防范覆盖范围应为车辆基地周界围墙、敞开区围墙。

25.3.6 入侵报警系统应由前端设备、传输设备、控制设备、显示设备、处理和记录设备组成。

25.3.7 视频监控系统应由摄像机、视频处理设备、存储设备、监视及操作终端、管理软件、传输网络和附属设备组成。

25.3.8 周界的每一个独立防区长度不宜大于 200m,每个防区单元可配置摄像机。

25.3.9 入侵报警系统应具备以下功能:

- 1 系统应准确、及时地探测入侵行为和紧急报警装置触发状态,发出报警信号;
- 2 入侵探测器和控制指示设备应具有防拆报警功能;
- 3 当报警信号传输线缆断路或短路、探测器电源线被切断时,控制设备应能发出报警信号;
- 4 系统应具有参数设置和用户权限设置功能;
- 5 系统应具有设防、撤防、旁路、胁迫报警等功能;
- 6 系统应能对入侵、紧急、防拆、故障等报警信号准确指示;
- 7 系统应能对操作、报警和警情处理等事件进行记录,且不可更改;
- 8 单控制器系统报警响应时间不应超过 2s。

25.3.10 车辆基地视频监控系统应具备以下功能:

- 1 系统的监控区域应有效覆盖保护区域、部位和目标,监视效果应满足场景监控或目标特征识别的需求;
- 2 系统应具备按照授权对前端视频采集设备进行实时控制,或进行工作状态调整的能力;
- 3 系统应具备按照授权实时调度指定视频信号到指定终端的能力;
- 4 系统应能实时显示系统内的所有视频图像;视频图像信息存储的时间不应小于 30d;
- 5 系统应具备设备管理、用户管理及日志管理等功能。

25.3.11 周界防范供电设计应符合国家标准《安全防范工程技术标准》GB 50384 的规定,并应符合下列规定:

1 系统电源应保证对设备不间断、无瞬变供电；

2 车辆基地视频监控系统的供电设计应符合国家标准《视频安防监控系统工程设计规范》GB 50395 的规定；

3 入侵报警系统的供电设计应符合国家标准《入侵报警系统工程设计规范》GB 50394 的规定。

25.3.12 周界防范防雷与接地设计应符合国家标准《安全防范工程技术标准》GB 50384 的规定，并应符合下列规定：

1 系统采用联合接地，接地电阻不应大于 1Ω ；

2 车辆基地视频监控系统的防雷与接地设计应符合国家标准《视频安防监控系统工程设计规范》GB 50395 的规定；

3 入侵报警系统的防雷与接地设计应符合国家标准《入侵报警系统工程设计规范》GB 50394 的规定。

25.4 安全检查及探测系统

25.4.1 城市轨道交通工程应设置安全检测及探测系统。

25.4.2 系统设备应根据初期超高峰小时客流量进行配置，并按远期超高峰小时客流量预留相关条件。

25.4.3 大型交通枢纽站安检设备设施宜采用安检互信的方式，当条件不具备时，应预留远期安检互信实施条件。

25.4.4 系统设备应具有组网功能，采用标准开放的网络协议，预留实现相关联动功能。

25.4.5 在城市轨道交通车站内设置的安全检测及探测系统设备应符合公安部门的规定，并应通过国家法定检测机构的检测认证。

25.4.6 系统设备应满足自然环境条件、车站环境条件和抗电磁干扰的要求，系统设备应当满足有关电磁兼容规范的相关要求；在使用、维护、报废处理时均不应对外部环境和人体健康产生不良影响。

25.4.7 系统设计应满足安全性、可靠性、可扩展性和可维护性的设计原则。

25.4.8 安检设备应按工业级标准设计，应能满足连续 24 小时不间断工作的要求。

25.4.9 系统设计除应符合本标准规定外，还应符合相关国家规范和北京市地方规范的要求。

25.4.10 安全检测及探测系统宜由安检信息化系统及车站安检设备等组成。安检信息化系统宜根据公共安全管理的要求由站点级和中心级构成。

25.4.11 车站安检设备宜由 X 射线安全检查设备、禁带品智能识别机（物理独立设备或软件配套设备）、通过式金属探测门或成像式人体检查仪、痕量检测装置、台式危险液体检查装置、便携式危险液体检查装置、便携式金属探测器、安检信息管理设备、防爆球（罐）、防爆毯、危险品存储罐及辅助设施等构成。

25.4.12 车站安检点配置的辅助设施应包括安检设备柜、开包工作台、软质客流引导带、硬质客流引导带、安检物品放置筐、安检标识牌、腰挂式扩音器、插排等。

25.4.13 X 射线安全检查设备、通过式金属探测门、危险液体检查装置、痕量检测装置等安检设备应符合地方标准《城市轨道交通安全防范系统技术要求 第 6 部分：武器与爆炸危险品检测及处置》DB11/T 646.6 的规定。

25.4.14 禁带品智能识别机应具备下列功能：

1 可辨识典型禁带品种类，包括但不限于地方标准《城市轨道交通安全防范系统技术要求 第 6 部分：武器与爆炸危险品检测及处置》DB11/T 646.6 中要求的危险物品种类；

2 具备禁带品识别自学习功能，智能检测物品种类可根据学习结果扩展，并可升级禁带品数据库；

3 具备独立的图像处理单元，辅助识别时间应小于行包传送时间，在包裹连续时，可自动切图识别；

4 可实时接收并判别 X 射线安全检查设备输出图片，并将识别结果返回至 X 射线安全检查设备显

示。

25.4.15 安检信息化系统宜具备安检设备数据查看、设备状态查询、报警信息联动推送及显示、数据分析统计等功能。

25.4.16 安检设备电源不应低于二级负荷。每处安检点均应设置带漏电保护功能的电源插座箱。

25.4.17 当车站周边与交通枢纽、大型场馆、大型商业区邻近时，应结合客流特点综合考虑设置大型 X 射线安全检查设备。

25.4.18 设备布置应充分考虑车站客流组织，避让站内消防设施。

25.4.19 设备用房宜与其他弱电系统合并设置。

26 信息化

26.1.1 信息化的建设应遵循统一规划、统一标准、资源共享的原则，并符合安全、可靠、先进、可扩展的要求。

26.1.2 信息化的建设宜结合云平台技术和大数据技术，解决轨道交通运营生产、乘客服务、资源共享等需求，提升轨道交通的整体运营效率、乘客服务水平和可持续发展能力。

26.1.3 信息化的建设宜结合运营主体的管理模式、自身运营需求等特点，提供针对性的建设方案。

26.1.4 信息化的建设宜采用标准、开放的架构设计及接口设计，并应预留未来系统的升级扩展条件。

26.1.5 信息化的建设应符合国家标准《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239、《信息安全技术网络安全等级保护测评要求》GB/T 28448、《信息安全技术网络安全等级保护安全技术要求》GB/T 25070 的规定。

26.1.6 信息化的建设可按基础平台、数据平台以及应用平台三个核心功能部分进行构建，结合系统的业务特点采用灵活的部署方式。

26.1.7 基础平台可采用云平台技术构建，为各入云系统提供计算、存储、网络、安全等基础环境及平台服务。

26.1.8 数据平台可基于基础平台进行构建，包括数据采集、数据存储、数据应用支撑、数据应用等逻辑层次，实现面向应用系统的统一数据采集、数据共享以及数据服务支撑。

26.1.9 应用平台可基于业务系统、基础平台、数据平台获取的运营生产系统数据采集后进行分析应用，不应影响运营生产系统的独立运作。

26.1.10 信息化建设构建的逻辑域、虚拟资源的划分应满足城市轨道交通各业务系统的业务需求及安全性要求。

26.1.11 信息化的建设宜提供统一数据平台实现与各城市轨道交通内部系统、外部系统的数据交换功能。

27 车辆基地

27.1 一般规定

- 27.1.1** 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。
- 27.1.2** 车辆基地的功能和各项设施的配置，应根据北京市轨道交通线网规划、线网车辆基地布局规划、既有城市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。
- 27.1.3** 根据承担的功能、任务范围不同，车辆基地应划分为车辆厂、车辆段和停车场。车辆段、停车场是车辆运用检修的基本单位。
- 27.1.4** 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。
- 27.1.5** 车辆基地建筑的节能设计应符合本标准第 31.3.5 条的规定。
- 27.1.6** 车辆基地应有完善的消防设施。建筑防火设计应符合本标准第 30.2 节的规定。
- 27.1.7** 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。
- 27.1.8** 车辆基地的设计应对所产生的废气、废液、废渣和噪声、振动等进行综合治理，并符合国家有关规范、规定的要求和北京市现行的治理、排放标准。环境保护设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。
- 27.1.9** 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，并需取得北京市水利相关部门的意见。
- 27.1.10** 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、方便管理和方便生活的原则进行统筹安排，分区布置，并应满足远期发展的需要。
- 27.1.11** 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。

27.2 车辆基地功能

- 27.2.1** 车辆基地的功能、布局和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。
- 27.2.2** 车辆厂基本功能应符合下列规定：
- 1 承担城市轨道交通线网车辆的厂修及车辆部件的集中检修任务；
 - 2 车辆厂选址应具备方便各线车辆送修的联络条件；
 - 3 车辆厂的功能、规模和设置地点应符合北京城市轨道交通线网规划的要求。
- 27.2.3** 车辆段功能及设施应符合下列规定：
- 1 承担车辆的架修及其以下各修程的检修任务以及配属车辆的停放、运用、整备和日常检查任务；
 - 2 应配备架修库、临修库、月检库、停车库、列检库、静调库、洗车库、不落轮镟库、清扫库、调车机车库、试车线等主要运用和检修生产设施；
 - 3 应设办公及食堂、浴室、司乘公寓等生活服务设施；
 - 4 车辆段的架修能力应根据线网资源共享的有关要求设置，宜按至少承担 2 条线路配属车辆的检

修规模需求规划配置，并尽量设置在车辆维修量较大的线路上；

5 车辆段宜承担综合维修、物资存储和培训任务，并设置相应设施。

27.2.4 停车场功能及设施应符合下列规定：

- 1 承担本场配属车辆的停放、运用、整备和日常检修任务，并负责本场配属列车的乘务工作；
- 2 应配备停车库、列检库等主要运用设施，当停放规模超过 12 列时，宜设置机械洗车设施；
- 3 场内宜设办公及食堂、浴室、司乘公寓等生活服务设施；
- 4 停车规模较大的停车场宜设月检或临修等检修及配套设施；
- 5 结合全线镟修能力、线路长度、场段位置、停车规模等综合考虑，可在停车场设置不落轮镟床；
- 6 停车场宜结合线路需要承担综合维修、物资存储任务，并设置相应设施。

27.3 车辆检修标准及设施规模

27.3.1 车辆基地的规模应满足车辆运营、维修功能要求，并根据线路长度、行车交路、运行对数、运营计划、列车编组、车辆检修周期和检修时间、车辆技术参数综合计算确定，并按最不利情况进行校验。

27.3.2 车辆检修宜采用日常维修和定期检修相结合的检修制度；采用社会化委托与专业化检修相结合的维修模式。

27.3.3 车辆检修修程和检修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，新建城市轨道交通工程的车辆检修标准可参照表 27.3.3-1 和 27.3.3-2 确定。

表 27.3.3-1 80km/h、100km/h 车辆检修标准

检修种类	检修周期		检修时间（天） （停修/库停）	备注
	里程（万公里）	时间（年）		
厂修	150~160	15~16	70/60	车辆厂
架修 2	75~80	6~8	24/17	车辆段
架修 1	37.5~40	3~4	21/14	车辆段
月检	2	2 个月	1/1	
列检	—	2~4 日	—	

表 27.3.3-2 120km/h 车辆检修标准

检修种类	检修周期		检修时间（天） （停修/库停）	备注
	里程（万公里）	时间（年）		
厂修	220~240	15~16	70/60	车辆厂
架修 2	110~120	6~8	24/17	车辆段
架修 1	55~60	3~4	21/14	车辆段
月检	3	2 个月	1/1	
列检	—	2~4 日	—	

注：1 表中停修/库停时间按部件互换修确定；

2 设计中检修周期应采用年走行里程指标，并用时间间隔指标进行校核；

3 车辆检修周期中的里程和时间按先到的计算，设计时可结合线路条件和运营组织适当调整检修周期中的里程数。

27.3.4 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月检 1.2、厂修和架修 1.1 计取。

27.3.5 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。

27.3.6 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。

27.4 车辆基地选址及总图设计

27.4.1 车辆基地选址应符合下列规定：

- 1 用地性质应符合城市总体规划要求，应具有远期发展余地；
- 2 车辆段和停车场应有满足行车要求的接轨条件；
- 3 车辆厂宜与国家或地方铁路接轨；
- 4 车辆基地宜具有自然排水条件，且避开工程地质和水文地质的不良地段，应避免让保护建筑、自然保护区、风景区、高压走廊、铁路、城市主干道等；
- 5 便于城市电力线路、给排水管道的引入和道路的连接。

27.4.2 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。

27.4.3 车辆基地总平面布置应符合下列规定：

- 1 站场线路路肩设计高程应根据附近内涝水位和周边道路高程综合确定。站场线路路肩设计高程不应小于防淹设计防护标高。场坪高程应高于相临道路最低高程；
- 2 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；
- 3 功能分区内各项设施的布置应紧凑、合理。

27.4.4 车辆基地内道路及停车设计应符合下列规定：

- 1 道路应采用混凝土路面或沥青路面。单车道宽度不应小于 4m，双车道宽度不应小于 7m；单车道长度大于 200m 时应增加停靠区；
- 2 库、线的平交道口封闭管理时不宜影响正常交通运输功能，兼顾消防道路功能的库前平交道宽度不应小于 10 米；
- 3 消防车道设置要求应符合本标准第 30.2.2 条的规定；
- 4 主运输道路的圆曲线半径应为 12m。道路直线段纵坡不应大于 8%，曲线段纵坡不应大于 6%；
- 5 当道路平面交叉时，节点上相交道路的条数不应超过 4 条。交叉节点宜为正交，当需要斜交时，交叉角不宜小于 45°；
- 6 应结合道路设机动车室外停车场，机动车停车位数量不宜少于 20 辆/万建筑平米，当车辆基地用地位于轨道交通站点地面出入口 500m 范围内的停车位数量宜按照 60%比例配建，1000m 范围内的停车位数量宜按照 70%配建，1500m 范围内的停车位数量宜按照 85%配建；
- 7 应配建一定比例电动汽车停车位以及充电基础设施建设条件，且应符合北京地标《电动汽车充电基础设施规划设计标准》DB11/T 1455 中的规定；
- 8 宜设置非机动车停车区或停车棚，电动自行车停放应设置充电设施，充电设施不应设置在高温、易燃易爆场所，不应与火灾危险性甲、乙类厂房、仓库及设可燃易燃外保温建筑贴邻设置，不应设置在综合利用板地下方，充电场所应有遮雨措施。

27.4.5 应设厂区围蔽设施和门卫室，围蔽设施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。

27.4.6 生产房屋的布置应以车辆运用、检修设施为核心，各辅助生产房屋应根据生产性质、按系统布置；与车辆运用和检修作业关系密切的辅助生产房屋宜分别布置在相关车库的侧跨内或邻近设置；性质相同或相近的房屋宜合并设置。

27.4.7 车辆基地的空压机站、变配电所、给水泵房和锅炉房等动力房屋应靠近负荷中心设置，其中空压机站、锅炉房宜单独设置。

27.4.8 产生噪声、冲击振动或易燃、易爆的车间应单独设置；产生粉尘、有毒或有害气体的车间宜布置在常年主导风向的下风侧，并宜远离生活、办公区。

27.4.9 上盖综合利用的车辆基地应明确综合利用的内容、性质和规模，总平面布置应在满足车辆基地功能和规模的基础上，对车辆基地的各项设施设备与上盖综合利用的内容进行统一规划。总平面布置

应符合下列规定：

- 1 车辆基地、综合利用工程与市政道路连接的出入口应各自独立设置；
- 2 各单体宜整合布置，长期有人办公、司乘公寓的房间宜设置在板地外侧或板地边缘；
- 3 板地上、下方不应设置甲、乙类火灾危险性的生产和储存场所；确需设置酸性蓄电池充电间、喷漆车间时，应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《地铁设计防火标准》GB 51298 的规定；
- 4 板地下方不应设置燃油、燃气锅炉房、柴油发电机房；
- 5 危废间宜设置在板地外侧或板地边缘；
- 6 板地下咽喉区区域的建筑宜设置在板地边缘。

27.4.10 上盖综合利用车辆基地应根据上盖开发建筑的布局和使用功能采取噪声、振动综合防治措施，控制要求根据环境影响专项报告确定。

27.4.11 车辆基地应开展海绵城市设计，并符合北京地标《海绵城市雨水控制与利用工程设计规范》DB11/ 685 的规定。

27.4.12 全自动运行车辆基地的自动运行区应包含停车库、列检库、洗车库及对应库外线路区，其余设施宜位于非自动运行区。自动运行区与非自动运行区应严格分区，并应采用物理措施隔离，无条件时应设置警示标识。自动运行区与非自动运行区应相对独立，不宜间隔设置。停车线、列检线、洗车线、驾驶模式转换线的长度应满足列车全自动运行的要求。

27.5 车辆运用、整备设施

27.5.1 车辆基地根据其功能应设置车辆运用、整备、检修及配套辅助设施。

27.5.2 运用整备设施宜包括停车库、列检库、洗车库、月检库及辅助生产房屋。

27.5.3 停车库、列检库设置应符合下列规定：

1 停车库、列检库宜合并设置为停车列检库，其规模应按近期需要建设、按远期规模预留。近、远期规模变化不大或厂房扩建困难时，其厂房可按远期规模一次建成；

2 停车列检库设计总列位数应按本段（场）配属列车数扣除每天在修车列数计算确定；

3 当停车列检库为尽端式时，每条库线宜按远期编组车辆数一列位布置，最多不应大于两列位；当停车列检库为贯通式时，每条库线宜按远期编组车辆数两列位布置，最多不应大于三列位；

4 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连锁；

5 停车库库内地坪标高宜低于钢轨面 220mm。列检线应设检查坑，坑深宜为轨面下 1.5~1.7m，坑内应设置照明、动力插座和排水设施。股道两侧面的地坪在有条件部位宜适当下沉，下沉深度宜为轨面下 0.6~1.0m；

6 车库长度不应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，全自动运行线路应满足停车信号安全距离要求；

停车库计算长度：

$$L_{tk} = (L+1) \times N_1 + (N_1 - 1) \times 8 + 9 \quad (27.5.3-1)$$

式中：

L_{tk} ——停车库计算长度（m）；

N_1 ——每条线停车列位数；

L ——列车长度（m）；

1——停车误差（m）；

8——停车列位之间通道的宽度（m）；

9——停车库两端横向通道的宽度（m）。

列检库计算长度：

$$L_{jk} = (L+4) \times N_2 + (N_2-1) \times 8 + 9 \quad (27.5.3-2)$$

式中：

L_{jk} ——列检库计算长度（m）；

N_2 ——每条线列检列位数；

4——为停车误差 1m 和检查坑前后踏步长度各 1.5m 之和（m）；

8——为列检列位之间通道的宽度（m）；

9——为列检库两端横向通道的宽度（m）。

7 车库宽度应按铺设股道数量和股道间作业、运输通道等因素确定，并应符合表 27.6.13 的规定。

27.5.4 月检库设置应符合下列规定：

1 当月检库为贯通式时，可按每股道 2 列位设置；当月检库为尽端式时，宜按每股道 1 列位设置，困难条件下可按两列位设置；

2 月检库股道应采用架空形式，库两端和列位间横向通道、辅助生产房屋门前通道标高应为±0.00，并连成库内通道；

3 月检库设置架空接触网时，架空接触网导线标高宜为+5.7m，列车端部应设置供电隔离的启闭设备、带电显示设施等，接触网绝缘段应靠近车库大门设置；

4 采用接触轨供电时，接触轨不应进入月检库库线；

5 月检库应设置车顶作业平台，并应安装动力插座和安全防护设施，两列位共用车顶作业平台时中间应设防护隔离措施，高度宜不低于 1.8m，平台标高宜为+3.6m。设置中层作业平台时，平台标高应与车辆地板面持平。平台与车辆之间的间隙应满足车辆限界要求。工作平台宜设置给排水设施；

6 采用架空接触网供电时，进出平台的门与该列位的架空接触网隔离开关应设置安全联锁装置；

7 月检线应设检查坑，坑深宜为轨面下 1.3~1.5m，坑内应设置照明、动力插座和排水设施。股道两侧面地坪宜采用下沉方式，下沉高度宜为轨面下 0.6~1.0m；

8 宜根据检修作业需要设置工业除尘装置和静态调试电源设备；

9 月检库长度不应小于下列公式计算值，并结合厂房组合情况和土建设计要求适当调整；

月检库计算长度：

$$L_{yk} = (L+1) \times N_3 + (N_3-1) \times 8 + 25 \quad (27.5.4)$$

式中：

L_{yk} ——月检库计算长度（m）；

N_3 ——每条线月检列位数；

1——停车误差（m）；

8——为月检列位之间通道的宽度（m）；

25——为车库前后横向通道的宽度 9m 与列位两端斜坡道各长 8m 之和（m）。

10 月检库可单独设置或与停车列检库合建；

11 月检库宽度应按铺设股道数量和股道间作业、运输通道等因素确定，并应符合表 27.6.13 的规定。

27.5.5 洗车库应包括机械洗车机、洗车线和生产房屋，其设置应符合下列规定：

1 洗车线宜采用贯通式布置，当地形受限制时，可采用尽端式布置；

2 当采用架空接触网供电时，洗车线架空接触网应满足列车洗车作业连续供电的要求；洗车库内

的架空接触网应具有局部切断电源的功能，确保设备检修人员的安全；当采用接触轨供电时，洗车设备作业范围内的线路不应设置接触轨；

3 洗车库的长度、宽度和高度应根据洗车机的要求确定；洗车机前后线路的有效长度不应小于 1 列车的长度，且直线段不应小于 1 辆车的长度；库内应有采暖设施，车库大门宜设空气风幕阻隔设施；

4 洗车线有效长度不应小于下列公式计算值：

贯通式洗车线有效长度为：

$$L_{ts} = 2L + L_s + 12 \quad (27.5.5-1)$$

式中：

L_{ts} ——贯通式洗车线有效长度（m）；

L_s ——洗车机或洗车库长度（包括连锁设备）（m）；

12——信号安装附加距离（m）。

尽端式洗车线有效长度为：

$$L_{js} = 2L + L_s + 10 \quad (27.5.5-2)$$

式中：

L_{js} ——尽端式洗车线有效长度（m）；

10——线路终端安全距离（m）。

5 洗车线应根据洗车机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。

27.5.6 列车运转调度、检修调度和防灾调度等宜合并设置为调度中心。

27.5.7 全自动运行车辆基地的停车列检库内应设置安全防护分区，每个安全防护分区应设置门禁，分区之间宜采用通透安全隔离栅栏分隔，分区外应增加人员专用通道。车辆入库大门应采用全自动库门，并与信号系统设置联锁控制。

27.6 车辆检修设施

27.6.1 检修设施宜包括厂修库、架修库、临修库及附属车间、静调库、清扫库、不落轮镟库、调车机车库等，并应设置试车线。车辆厂、车辆段应根据其功能和检修工艺要求设置相应的生产设施。

27.6.2 车辆段除设置上述功能设施外，宜增设转向架、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。

27.6.3 具备临修功能的停车场应设临修库及相应的辅助生产房屋，静调库宜结合月检库或列检库设置。

27.6.4 车辆厂应设车体整修及车辆组装厂房，相关配套设施的技术标准可参照本标准执行。

27.6.5 车辆段应设置不落轮镟库。

27.6.6 架修库设置应符合下列规定：

1 其规模应根据检修作业量、检修时间计算确定。厂房的布置和尺寸应满足工艺流程和检修作业的要求；

2 架空接触网或接触轨不应进入架修库；

3 库内应设起重运输设备，起重机走行轨面高度应根据架车高度、车顶吊运作业要求及起重机规格、型号等因素确定；

4 转向架检修间宜毗邻架修库设置。其规模应根据转向架检修任务量、作业流程和停修时间计算确定，车间内应配备必要的起重设备；

5 电机检修间应邻近转向架检修间设置，配备必要的起重设备；电机试验间、电源间应毗邻设置，并采取有效的降噪、隔声措施；

6 蓄电池检修间宜独立设置，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、搬运车蓄电池的检修和充电要求。酸性蓄电池检修间应考虑防爆要求；

7 清洗区域宜集中设置，并考虑通风、排水条件，避免局部地面积水或空间湿度过大。

27.6.7 临修库设置应符合下列规定：

- 1 临修宜采用定位作业，并宜以列位为计算单位，列位的长度应按单元车解钩的作业需要设计；
- 2 临修库宜按停放一列车长度设计，库内应设置架车作业设施以及更换空调的设备；
- 3 临修线不应设架空接触网或接触轨；
- 4 临修线可设检查坑，坑深宜为轨面下 1.3~1.5m，检查坑内应设置照明、动力插座和排水设施；
- 5 临修库内应设起重设备，起重设备的类型及起重吨位应根据检修工艺确定；
- 6 临修库的长度不应小于下列公式的计算值：

$$L_{lk} = L + L_z + 20 \quad (27.6.7)$$

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 与检查坑两端踏步长度各 1.5m 之和。

7 车库的宽度应符合表 27.6.13 的相关规定。

27.6.8 静调库设置应符合下列规定：

1 静调列位应满足单辆车及整列车调试的要求。静调列位宜单独设于静调库，当静调线与月检线共库设置时，应设静调安全防护设施；

2 静调列位宜设置车辆外接调试电源设备；

3 静调线应设检查坑，坑深宜为轨面下 1.3~1.5m，坑内应有良好的照明和排水设施；

4 根据车辆调试需要，在车顶空调和受电弓对应部位宜局部设置高作业平台和护栏，平台标高宜为 3.6m，平台宽度应满足车辆限界要求；

5 车库的长度不应小于下列公式计算值：

$$L_{jt} = L + 16 \quad (27.6.8)$$

式中：

L_{jt} ——静调库长度（m）；

16——车库前后通道距离 11m、列车首尾距踏步长度各 1m 与检查坑两端踏步长度各 1.5m 之和（m）。

6 车库的宽度应符合表 27.6.13 的相关规定。

27.6.9 清扫库设置应符合下列规定：

1 清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，应以实体墙隔开；

2 清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清扫作业方式确定。车库两端地坪标高应为±0.00m；

3 清扫库长度宜与静调库长度一致；

4 清扫设备的选型应避免对工作环境的污染，宜选用高压冲洗、大功率吸尘设备；

5 配置磨轨车的车辆基地，应设置磨轨车的清扫及集尘设施。

27.6.10 不落轮镟库设置应符合下列规定：

1 不落轮镟库应结合车辆段总平面、工艺流程和厂房组合情况合理布置，可单独设置，也可与其他厂房合并设置；

2 车辆段总平面布置应考虑不落轮镟作业时，列车长时间占用平交道口对道路的阻隔影响；

3 不落轮镟库的长度和宽度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，库内宜设置起重机，库内环境应满足机床使用要求；

4 不落轮镟库内不宜设置架空接触网或接触轨，列车出入库和轮对加工定位应配备专用牵引设备；库内轨道应绝缘，机床应设置可靠接地装置，并防止该接地与列车牵引回流轨的电流交汇，以确保机床安全使用；

5 不落轮镟线宜采用尽端式布置，其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。

27.6.11 调车机车库设置应符合下列规定：

1 车辆段应配备调车机车和停放车库，调车机车应有一台备用；

2 调车机车库的规模应按远期配备台数确定，库内应至少有一股道设检查坑，坑深宜为轨面下1.2~1.4m，坑内应有良好的照明和排水设施。宜采用倒装设置；

3 调车机车停放库线的数量应根据机车台数确定，并宜按每线停放2台机车设计；车库的长度不应小于下列公式的计算值：

$$L_{nk} = (L_n + 1) \times N_4 + (N_4 - 1) \times 4 + 7 \quad (27.6.11)$$

式中：

L_{nk} ——调车机车库长度（m）；

L_n ——机车长度（m）；

N_4 ——每一条线上停放的调车机车台数；

1——调车机车停车误差（m）；

4——两调车机车之间通道的宽度（m）；

7——车库前后横向通道的宽度之和（m）。

注：有检修作业时，其库长宜增加7m。

4 根据作业性质应设置必要的附属用房和检修设施。

27.6.12 油漆库设置应符合下列规定：

1 宜根据停修作业时间按台位设置，车库尺寸应根据工艺要求确定；

2 宜独立设置，并布置在常年主导风向的下风位置；

3 库内应设通风、给排水设施和压缩空气管路，漆雾及空气处理相关要求应满足环保要求；

4 库内所有电气设备均应采取防爆措施。

27.6.13 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 27.6.13 的规定。

表 27.6.13 车辆基地各车库有关部位最小尺寸（m）

车库种类项目名称	停车库	列检库	月检库	临修库	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）或机车的高度；

2 车库大门净高未考虑受电弓升弓进库的高度；

3 静调库、清扫库各部位尺寸参照月检库设计；

4 车辆为架空接触网受电时，停车库、列检库通道宽度可采用括号内尺寸；其余车库尺寸均与接触轨制式车辆车库的相同。

27.6.14 试车线的设置应符合下列规定：

- 1 试车线应为平直线路，条件困难时，在满足试车速度前提下，线路两端可适当设置曲线；
- 2 试车线应设于车辆段的边缘地带。试车线的长度应满足车辆、信号车载设备检修后的试验要求，并宜满足列车最高运行速度、惰行时间 15~20s 的试验要求；
- 3 试车线应采取隔离等安全措施。

27.6.15 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，其有效长度不应小于（列车总长度+调车机车长度+安全距离 10m）的计算值。

27.6.16 材料线的设置应符合下列规定：

- 1 材料线在材料堆场一侧宜设置硬化地面；
- 2 材料线有效长度不应小于（机车长度+平板车辆联挂长度+安全距离 10m）的计算值。

27.6.17 平板车线的设置应符合下列规定：

- 1 平板车线的设置宜方便机车的联挂、进出出入线进行正线巡检、检修、抢修、救援等作业要求；
- 2 平板车线的有效长度不应小于（2 台机车长度+平板车辆联挂长度+安全距离 10m）的计算值。

27.7 车辆基地站场线路

27.7.1 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、静调和临修、架修等库线及调车机车和工程车辆停放库线），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。

27.7.2 车辆基地站场线路的设置应符合下列规定：

- 1 出入线最小曲线半径：A 型车 250m，B 型车 200m，困难情况下不小于 200m；最大纵坡不宜大于 35‰（不含坡度折减），困难地段最大坡度不应大于 40‰；竖曲线半径不小于 2000m；
- 2 车场线最小曲线半径：150m；库外停车线路纵坡不宜大于 1.5‰，道岔区坡度不宜大于 3‰；
- 3 车场线宜采用 7 号道岔。

27.7.3 出入线应具有双向运行功能，并应根据行车、信号和车辆的要求设置信号转换轨，长度不应小于 1 列车长，宜设在缓坡上。

27.7.4 不具备条件设置八字形出入线的线路，宜在所辖车辆段考虑其他列车调头设施。

27.7.5 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。

27.7.6 站场路基（不含试车线及出入线）基床厚度不宜小于 1.2m，其中基床表层不宜小于 0.3m，底层不宜小于 0.9m。路基填料、压实标准应符合行业标准《铁路路基设计规范》TB 10001 的规定。试车线及出入线路基应执行正线路基标准。

27.8 设备维修与动力设施

27.8.1 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。

27.8.2 设备维修间设置应符合下列规定：

- 1 设备维修间应根据基地内机电设备和动力设施维护、检修的需要配备必要的机加工设备、焊接设备、检测设备、管道维修设备和起重运输设备等；
- 2 车辆基地检修车间与设备车间的通用机加工设备应合并设置。

27.8.3 车辆基地应设设备品配件库，并配备必要的起重和运输设备。根据需要设置易燃品库。

27.8.4 车辆基地宜配置仪表室、计量室、化验室、锅炉房、给水泵站、水处理间以及变配电所等配套生产设施。

27.8.5 辅助设施宜包括综合办公楼、司乘公寓、食堂、浴室、门卫等办公生活设施。

27.9 综合维修中心

27.9.1 综合维修中心应具备下列基本功能：

- 1 全线轨道、道岔、路基等日常维护和定期检修；
- 2 全线车站建筑、站内装饰、导向标志、出入口设施、风厅、隧道、桥梁等日常维护和定期检修；
- 3 全线供电系统，包括变电所设备以及高中压电气线路的运营管理、日常维护和定期检修；
- 4 全线各种机电系统及设备，包括通风空调系统、给排水系统、自动扶梯与电梯、自动售检票机、站台屏蔽门等的运营管理、日常维护和定期检修；
- 5 全线通信、信号系统的运营管理、日常维护和定期检修；
- 6 全线环境与设备监控系统、火灾自动报警系统、电力监控等自动化系统的日常维护和定期检修。

27.9.2 综合维修设施可按综合维修中心或专业维修段两种模式设置。当线路形成网络规模时，宜采用专业维修段模式，实现资源共享。

27.9.3 综合维修中心应以巡检、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。应集中设置工程车库、材料库（棚）等。

27.9.4 综合维修中心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。车间宜采用组合式建筑。

27.9.5 综合维修中心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。生活房屋宜与车辆基地同类房屋合并设置。

27.9.6 综合维修中心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，常规设备宜共用。

27.9.7 综合维修中心应配备工程车库和必要的检修设施，工程车库可与调车机车库资源共享，参考调车机车库的设计标准。

27.9.8 综合维修中心配备的大型工程车应结合线网规划统一配置，含隧道冲洗车、轨道探伤车、检测车、磨轨车、轨道车、平板车及其他专用车辆。

27.10 物资总库

27.10.1 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建设物资库房。

27.10.2 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。

27.10.3 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。

27.10.4 物资总库应有足够面积的露天存放场地。

27.11 培训中心

27.11.1 培训中心负责组织和管理职工的技术教育和定期培训工作，应根据线路的实际需要设置。

27.11.2 设置城市轨道交通线路培训中心时，宜结合运营企业共享设置，必要时也可单独设置。

27.11.3 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。

27.11.4 接触网线路应结合车辆段设置接触网专业练兵线，练兵线应体现出所辖线路接触网的所有结构形式，并能实现接触网不同的工作形式。

27.12 房屋建筑

27.12.1 车辆基地房屋建筑设计工作年限不应低于3类，50年。

27.12.2 房屋建筑的防水设计应符合下列规定：

1 车辆基地内单体建筑地下室、屋面、外墙及室内工程的防水设计应符合国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 的要求；

2 车辆基地上盖综合利用工程，当位于板地下方不受雨水冲刷时建筑外墙可不设置墙面防水层。

27.12.3 建筑设计应符合下列规定：

1 在符合生产流程、操作要求和使用功能的前提下，建筑物、构筑物等设施宜联合布置。各建筑物之间的间距应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定；

2 建筑物的室内地坪，应高于室外场地地面设计标高，且不应小于 0.15m。在库内前平过道处，应向库外设 0.5%~1%的坡度，并在门洞口上方设雨罩；

3 停车列检库每股道停放两列车并设有可贯通的中通道时，其中通道的宽度和两端的门洞净宽、净高不应小于 4m；

4 仓库与堆场应根据贮存物料的性质、货流出入方向、供应对象、贮存面积、运输方式等因素，按不同类别相对集中布置，并为运输、装卸、管理创造有利条件，其防火间距应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定；

5 四层及四层以上或楼面距室外设计地面高度超 12m 办公建筑应设电梯；

6 办公室的室内净高应符合行业标准《办公建筑设计标准》JGJ/T 67 的规定。走道净高不应低于 2.20m，储藏间净高不应低于 2.00m。其余停车及工艺设备用房高度可由相关专业确定；

7 普通办公室每人使用面积不应小于 6 m²，单间办公室使用面积不宜小于 10 m²；

8 变电所、通信、信号等电气和智能化设备用房不应设在卫生间、浴室等经常积水场所的直接下一层，当与其贴邻时，应采取防水措施，房间地面或门槛应高出本楼层地面；

9 有轨道进入的库门外宜设置截水沟；

10 基地四周应设围墙，围墙防护高度不应小于 2.8m，围墙基础不应突出用地红线；

11 围墙至建筑物、道路和线路的最小间距应符合表 27.12.3 的规定。

表 27.12.3 围墙至建筑物、道路、线路间距表 (m)

名称	至围墙最小间距
建筑物	不宜小于 5.0
道路	不小于 1.0
线路中心线	不宜小于 3.0

27.12.4 危废间设置应符合下列规定：

1 根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区。不同贮存分区之间应采取过道、隔板或隔墙等隔离措施；

2 危废间地面与裙角应采取表面防渗措施；

3 危废间的设计应符合国家标准《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597 的规定。

27.12.5 建筑单体火灾危险性分类应符合本标准第 30.2.4 条的规定。

27.12.6 绿化布置应符合下列原则：

1 不综合利用的车辆基地绿地率不宜高于 20%；

2 厂前区及办公、生活区应结合花园场景建设进行花园式绿化，厂区非建筑地段及零星空地宜绿化；

3 股道区绿化不应采用灌木或乔木。

27.13 资源共享

27.13.1 线网车辆厂修、架修资源共享应遵循下列原则：

1 车辆厂修应按轨道交通线网统一规划实施；

2 线网中相同车型线路的车辆架修应相对集中设置；

3 车辆段的架修规模应满足线网资源共享线路的远期最大架修任务量需求。

27.13.2 线网综合维修资源共享应遵循下列原则：

1 每条线路只设置 1 处综合维修中心，并根据需要增设综合维修工区；

2 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。

27.13.3 线网物资仓储系统宜全网统筹设置，并统一管理。

27.13.4 线网车辆基地共址资源共享应遵循下列原则：

1 采用相同车型的不同线路共址设置时，检修设施和相同功能的设施宜合并设置；

2 不同线路的不落轮镟库、洗车库应根据作业量计算确定，可分别设置或合用；

3 在车辆基地内不同线路之间应设置联络线，使列车在基地内实现线路之间便捷的转线，达到或增强线网车辆通道的功能；

4 不同线路的列车救援、抢险设备宜按照多线合用原则配备，包括列车救援、架空接触网抢修、工务抢修设施等。段内调车、正线巡检和抢修、列车救援等用途的调车机车、平板车宜统筹配置，并满足多机重联和互为备用的需要；

5 生活、办公设施宜集中布置；

6 食堂应集中设置，设计规模应根据定员计算确定；

7 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。

27.13.5 线网维护的大型工程车辆宜全网统一配置。

27.13.6 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基础上增加。

27.14 配套设施规模

27.14.1 食堂餐厅座位数宜按车辆基地当班定员的 50% 进行设计，食堂用餐区单座位最小使用面积为 1.0m²/座。食堂餐厨比例应符合行业标准《饮食建筑设计标准》JGJ 64 的规定。

27.14.2 车辆基地宜设置司乘公寓及必要的职守人员公寓，面积指标不应大于 72m²/列车。

28 控制中心

28.1 一般规定

28.1.1 控制中心（OCC）应具备日常运营管理及灾害事故时的应急救援指挥功能。负责对运行列车、车站、车辆基地实施统一指挥、调度、协调和管理，对各类机电设备系统实施监视、控制。

28.1.2 控制中心应具备行车调度、电力调度、环控调度、防灾调度、维修调度以及票务管理、电能质量管理、乘客动态管理、信息管理等中心级的基本功能。

28.1.3 控制中心的行车调度应实现对运行列车的集中调度，实时完成列车运行与车站客运作业过程的协调、列车运行与车辆基地有关作业的协调等工作；合理编制运营计划和列车运行图，实现计划运行。

28.1.4 控制中心的电力调度应实现线路电力系统远程集中监视与控制，完成电力调度管理工作。

28.1.5 控制中心的环控调度应对全线的环境状况及车站设备的运行状态实现监视和控制。

28.1.6 控制中心的防灾调度应接收全线火灾灾情信息，实现全线火灾报警系统的监控管理。

28.1.7 控制中心的乘客动态管理应对客流进行动态分析和预测，为运营管理提供依据。

28.1.8 控制中心的票务管理应对所管辖线路的车票票务进行统计和收益集中核算等业务，对自动售票系统设备进行监视和控制。

28.1.9 控制中心内的维修调度应具有对日常维修和应急处理能力，组织线路抢险和救援。

28.1.10 控制中心的信息管理应实现所管辖线路的信息汇集、处理、交换和转发，支持各系统现场与中心的通讯服务；实现内部及与外界系统的信息联系。

28.1.11 控制中心应为北京市轨道交通指挥中心提供必要的线路信息、数据。

28.1.12 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。

28.2 控制中心设置

28.2.1 各线路控制中心设置应遵照城市轨道交通线网控制中心的统一规划，集中设置于北京市轨道交通指挥中心内。

28.2.2 控制中心应具有高度的安全性和可靠性，应保证控制中心的相关用房及管理上的独立性；其他部门及设施不应影响控制中心日常的运营管理工作；与城市轨道交通运营、管理和安全无关的系统、设备不应纳入控制中心。

28.2.3 控制中心应遵循资源共享的原则，线路控制中心各专业系统的设备、电源、网管设施宜集中设置，也可多线路整合设置。应符合指挥中心的土建和系统接入条件要求。

28.2.4 各线路应选择两条不同物理路由以自愈光环网的方式接入北京轨道交通指挥中心，并符合接入指挥中心骨干光缆环网的统一规划。

28.3 控制中心的管理

28.3.1 控制中心应结合功能和运营组织的要求，设立统一的领导和组织机构。

28.3.2 控制中心所辖线路可按单线路独立运行指挥管理，多条线路集中运行指挥管理、多线路分功能及分业务运行指挥管理模式设置。

28.3.3 控制中心的运行管理模式应符合下列规定：

- 1 实现列车运行的统一指挥，集中调度，保证行车安全，促进行车指挥与服务水平的现代化；

- 2 运行模式体现系统的集成, 加强控制中心对突发事件的决策分析和应变处理能力;
- 3 按运行模式决定控制中心运营管理组织及定员。

28.4 控制中心布置分区及要求

28.4.1 控制中心的功能分区及房屋设置应满足运营管理、系统控制、设备布置、扩充改造以及参观接待方面的要求。

28.4.2 控制中心应遵循地铁线网控制中心的总体规划实施, 宜采用多条线路集中设置的建设模式。控制中心的规模应依据其功能定位和规划的具体情况确定。

28.4.3 控制中心应划分为运营控制区、设备区、运营管理区。各功能区的设置, 应符合下列规定:

- 1 运营控制区包括中央控制室、自动售检票系统数据中心以及必要的值班、管理等用房;
- 2 运营管理区包括运营管理办公、票务管理办公、日常事务办公、会议、票务处理、票务储藏发放等用房;
- 3 设备区包括系统设备机房、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。

28.4.4 控制中心各功能区用房宜相对集中设置, 根据工艺要求、功能关系进行合理布置; 满足北京轨道交通指挥中心的统一规划; 自动售检票系统中心用房应集中布置。

28.4.5 控制中心各系统主要设备和辅助设备用房宜分开布置, 其主要控制设备用房, 宜采用大开间结构, 设备宜按不同线路划分区域集中设置设备。各系统辅助设备可采用小房间设置。

28.4.6 控制中心建筑各层之间应设贯通电缆井。供电电缆井与弱电缆井应分开设置。供电电缆井应靠近低压配电室。

28.4.7 控制中心建筑应设置弱电缆引入室, 室外弱电缆应集中引入, 并经弱电缆井、夹层等引入设备房和调度大厅。

28.4.8 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; 大功率强电设备不应与弱电设备混合安装和布置。

28.4.9 各线路控制中心运营调度控制应集中设置于统一的中央控制室内。各线路在调度大厅内的设计应符合下列规定:

- 1 应按指挥中心统一规定的区域进行布置, 应符合统一规划布局的要求;
- 2 中央控制室所设置大屏幕显示系统、操作控制台、运行操作工作站及输入、输出设备等的选择应符合统一规划布局的要求;
- 3 中央控制室显示调度大厅大屏幕显示系统宜按多线路设置, 其日常显示内容应以行车、视频监控画面为主, 供电、环境等信息可根据需要切换显示, 并符合统一规划布局的要求;
- 4 与调度作业无关的设备或系统不应设置其内, 且不应安装大功率的电器设备或其他动力设备。

28.4.10 中央控制室调度室设备的设置应符合下列规定:

- 1 控制台结合管理人员的工作方式, 设置有线和无线通信相结合的辅助通信设施;
- 2 控制台设计符合人体工程学要求, 满足系统功能的操作和控制功能的要求; 各部分尺寸比例应恰当, 造型美观、大方, 布局设计合理;
- 3 控制台桌面宽度, 除计算机显示器所占宽度后, 操作人员的操作宽度不小于 0.4m;
- 4 工作站主机置于控制台内部时, 应具有散热、防电磁干扰的能力;
- 5 控制台及综合显示屏架的电线(缆)应设槽安装, 尽量隐蔽; 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。

28.4.11 中央控制室的大屏幕显示设备布置, 应符合以单个操作人员正面坐位的视野范围: 水平视角 120°、垂直视角 30°。

28.4.12 中央控制室的装修应简洁; 控制台色调、式样应统一, 且与室内装修色彩协调。

28.4.13 中央控制室显示设备的屏幕后部的净空尺寸宜大于 1.8m。

28.5 建筑与结构

28.5.1 控制中心的建筑布局应能满足工艺要求，并充分体现城市轨道交通控制中心的功能特点。建筑立面的处理宜与周围环境融合，并符合下列规定：

- 1 防火设计建筑分类应为一类公共建筑，建筑类别为 4 级，设计工作年限 100 年，耐火等级为一级，各部位防水等级为一级。中央控制室吊顶的净高不宜小于 5.8m；其他设备用房净高不应小于 2.8m；
- 2 应具有独立性、安全性和可靠性；建筑布局宜预留发展余地，在与其他建筑合建时，应设置独立的进出口通道；
- 3 电缆通道、电缆间宜靠近设备用房；
- 4 调度大厅和线路系统设备用房不应有无关电线、电缆外露及无关管线穿越，并应符合现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的规定。设备不应直接安装在防静电地板上，风管穿过时应安装防火阀；
- 5 建筑设计除应满足各系统设备的工艺要求外，尚应符合建筑防火、节能、环保等现行国家规范或北京市地方标准的规定。

28.5.2 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，尚应符合下列规定：

- 1 主体结构的设计工作年限为 100 年；
- 2 结构设计分别按施工阶段和使用阶段进行强度、变形等计算，同时满足环保防火、防水、防锈蚀、防雷等要求；
- 3 结构抗震设计设防烈度为 8 度、抗震设防类别为重点设防类；
- 4 控制中心荷载取值应根据用房性质不同而分别确定，并不应小于表 28.5.2 规定，如另有特殊设备，应根据要求单独计算；
- 5 施工荷载标准值取 2.0kPa，并考虑设有运输、安装时最不利布置工况。

表 28.5.2 控制中心荷载取值表

类别	活荷载标准值	备注
调度大厅	6.0kN/m ²	
系统设备机房、电源室	8~10kN/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	
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

28.6 附属设施

- 28.6.1 各系统设备用房技术要求应符合国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 中 B 级标准的规定。
- 28.6.2 控制中心的变电所、动力照明的设计应符合本标准有关章节规定。
- 28.6.3 控制中心的给水、排水及消防的设计应符合本标准有关章节规定。
- 28.6.4 控制中心的通风、空调的设计应符合本标准有关章节规定。
- 28.6.5 弱电工程设计在符合国家现行规范的规定外，尚应符合下列规定：
 - 1 控制中心大楼弱电系统功能的实现，应以建筑实体为平台，宜兼顾通信、办公、建筑设备自动化等；
 - 2 控制中心建筑宜按智能建筑进行设计，宜包括通信自动化系统、办公自动化系统、建筑设备自

动化系统。系统设计除应满足各系统设备的工艺要求外，尚应符合建筑、结构、防火等有关现行国家规范的规定；

3 办公自动化系统宜包括共用信息处理系统和用户专用信息处理系统等，共用信息处理系统宜包括公用数据库、主计算机系统及会议电视系统等；

4 建筑设备自动化系统应包括楼宇设备监控系统、变电所自动化系统、火灾自动报警系统、综合安全防范系统等；

5 控制中心宜采用结构化综合布线系统。

28.6.6 控制中心建筑设备自动化系统应设有与城市轨道交通相关系统的接口，并宜纳入控制中心楼宇安防监控室监控和管理。

29 交通衔接

29.1 一般规定

29.1.1 车站交通接驳设施宜按照步行、非机动车、公交车、出租车（含小汽车）临停、小汽车停车的优先顺序进行设计。

29.1.2 车站交通接驳设施组成及接驳距离宜符合表 29.1.2 的规定。

表 29.1.2 车站交通接驳设施组成及接驳距离

交通接驳设施	接驳设施内容	设置要求	与车站出入口换乘距离
行人接驳设施	站前广场	应设置	——
	行人过街设施	应设置	——
非机动车接驳设施	非机动车停车场	应设置	≤50m
公交接驳设施	公交车停靠站	应设置	一般情况下≤30m，条件受限情况下≤50m
	公交换乘场站	结合需求及规划用地条件设置	≤100m
小汽车接驳设施	临时接送客车位	结合需求及规划用地条件设置	≤100m
	小汽车停车场	结合需求及规划用地条件设置	≤150m

29.1.3 车站各类交通方式的接驳比例宜结合车站所处区位、周边用地性质等多因素综合确定，接驳比例系数宜符合表 29.1.3 的规定。

表 29.1.3 车站各类交通方式的接驳比例（%）

区域	车站类型	步行比例	非机动车比例	公交车比例	出租车（含网约车）比例	小汽车比例
首都功能核心区	大型居住型	65~90	10~25	10~45	1~6	0~5
	一般居住型	60~75		10~45	1~6	0~5
	综合型	60~75		20~45	2~10	0~6
	商业办公型	55~80		20~40	1~10	0~10
中心城区及城市副中心	大型居住型	50~70	15~30	10~50	1~6	0~5
	一般居住型	50~70		10~50	1~6	0~5
	综合型	40~55		30~50	2~10	0~6
	商业办公型	40~70		10~30	1~10	0~10
多点新城及门头沟新城	大型居住型	45~60	20~40	15~60	1~6	0~5
	一般居住型	45~55		15~60	1~6	0~5
	综合型	30~45		35~55	2~10	0~10
	商业办公型	30~50		15~35	2~10	0~10
一区新城（除门头沟新城）	大型居住型	45~60	25~50	15~60	1~6	0~5
	一般居住型	45~55		10~60	1~6	0~5
	综合型	40~55		35~55	2~10	0~10
	商业办公型	35~50		15~35	2~10	0~10

注：表中车站类型标准参照 DB11/T 1236-2015 附录 B.1 的车站分类，表中提出的各种接驳方式比例为参考区间，具体需根据车站具体位置、周边居民出行习惯等因素确定。

29.1.4 车站交通接驳设施宜结合设施用地需求及周边规划用地条件优先布置在道路红线外。

29.2 各类接驳设施设计要求

29.2.1 行人接驳设施应满足下列要求：

- 1 应构建安全、便捷、连续的步行系统；
- 2 行人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；
- 3 站前广场应紧邻轨道交通车站出入口布设；
- 4 站前广场应与其他交通接驳设施相衔接，当无法直接衔接时应设置人行步道，人行步道通行宽度不应小于 3m，并满足儿童车、轮椅及残疾人的使用要求，站前广场面积应根据客流预测确定且不宜小于 50m²。

29.2.2 非机动车接驳设施应满足下列要求：

- 1 非机动车停车设施宜结合车站出入口、站前广场周边单独设置，用地条件困难时，可利用周边绿地、行道树池间道路设施带、人行天桥及高架桥桥下空间等区域分散布设，并随车站出入口及其他接驳设施同步规划、同步建设、同期使用；
- 2 非机动车停车场应根据轨道交通车站周边道路交通条件、用地情况、客流需求、各类非机动车的比例等合理设置，并设置必要的交通安全设施；
- 3 应结合不同非机动车的周转率确定停放规模；
- 4 共享单车宜集中停放于固定区域并结合相应措施加强秩序管理。

29.2.3 公交接驳设施应满足下列要求：

- 1 公交车停靠站与站前广场结合设置时，应增加站前广场面积；
- 2 为保证道路的正常通行，与轨道交通接驳的公交站台宜为港湾式公交停靠站；
- 3 接驳的公交停靠站应满足周边居住、办公、商业等地区的出行需求，当周边地区公交覆盖率不足时宜结合周边客流需求设置公交微循环线路，加强公交与轨道的融合；
- 4 公交车停靠站的位置应与轨道交通车站主要客流方向一致，避免主要方向客流绕行进出站；
- 5 公交停靠站泊位数应由轨道换乘公交客流及周边开发公交客流综合确定。

29.2.4 小汽车接驳设施应满足下列要求：

- 1 轨道站点主要出入口附近可结合车站功能、用地情况、道路交通条件设置临时接送客车位，车位规模结合各出入口客流需求确定，且临时接送客车位的设置不应影响步行、非机动车及公共交通流线；
- 2 小汽车停车场宜设置在城市外围车行接驳需求量大的远端车站，并根据交通需求、周边用地条件、道路网规划条件等因素综合确定设施的规模及位置。

30 防 灾

30.1 一般规定

30.1.1 城市轨道交通工程的防火设计，应贯彻“预防为主、防消结合”的方针，针对轨道交通工程发生火灾时的特点，采用可靠的防火措施，做到安全适用、技术先进、经济合理，并按一条线路（含支线）、一座车站、一座换乘车站及其相邻区间、共址且共享的车辆基地在同一时间内发生一次火灾设计。

30.1.2 城市轨道交通控制中心应具有所辖线路的防灾调度指挥的功能。

30.1.3 车站应配备防灾设施；车辆基地应配备防灾与救援设施。

30.1.4 车站安全疏散应符合《地铁设计防火标准》GB 51298 的规定，参与车站安全疏散的自动扶梯系统、自动售检票系统、导向标识系统等设备设施应满足安全疏散的联动要求。

30.1.5 防水淹设计应遵循“以防为主，以排为辅”的基本原则，并应加强口部防水淹设计及重点部位监控。

30.1.6 城市轨道交通规划应根据上位规划条件合理选择线路敷设方式，车站及区间地面附属设施应根据所在区域的防内涝和防洪规划设置。

30.1.7 轨道交通应具备接收北京市气象、地震等部门预报信息的能力。

30.1.8 除执行相关国家标准和本标准另有规定外，与车站联体开发或利用地下车站配线上层进行商业等物业开发的防火设计应符合《站城一体化工程消防安全技术标准》DB11/ 1889 的规定，车辆基地上盖综合利用工程的防火设计应符合《城市轨道交通车辆基地上盖综合利用工程设计防火标准》DB11/ 1762 的规定。

30.2 建筑防火

I 火灾危险性分类与耐火等级

30.2.1 下列建筑的耐火等级应为一级：

- 1 半地下车站和地下车站的主体、出入口通道、风道；
- 2 地下区间主体、区间联络通道及区间风井和风道；
- 3 控制中心；
- 4 主变电所；
- 5 地上车辆基地的易燃品库及单独建设的甲、乙类火灾危险性类别的生产房屋；
- 6 地下及板地下方车辆基地建筑。

30.2.2 下列建筑的耐火等级不应低于二级：

- 1 地上车站及地上区间；
- 2 地下车站出入口地面厅（亭）、风亭等地面建（构）筑物，地下区间出地面的安全出口、风亭等地面建（构）筑物；
- 3 地上车辆基地的运用库、检修库、物资总库、调机库、牵引降压混合变电所、洗车机库（棚）、不落轮镟库、工程车库等厂房、仓库，以及综合维修中心的维修综合楼、综合办公楼等辅助建筑。

30.2.3 车站主体或附属与相邻建筑物结合时，合建的地下部分耐火等级不应低于一级，地上部分耐火等级不应低于二级。

30.2.4 车辆基地内生产厂房建筑的火灾危险性分类应符合下列规定：

- 1 易燃品库、酸性蓄电池充电间为甲类；

- 2 油漆库、喷漆车间为乙类；
- 3 采用内燃机牵引的内燃机车库、调机车库、轨道车库、工程车库为丙类；
- 4 采用电力牵引的调机车库、轨道车库、工程车库为丁类；
- 5 厂修库、架修库、临修库和附属车间、静调库、清扫库、镟轮库、维修车间、废水处理站、采用干式变压器的 35KV 变电所为丁类；
- 6 运用库、停车库、列检库、月检库、洗车库、碱性蓄电池室为戊类。

30.2.5 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，该厂房或仓库的防火分区内火灾危险性分类应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

II 总平面布局

30.2.6 地下车站的出入口、风亭、电梯、采光窗井、安全疏散口等附属建筑，地上车站，地下区间的风亭、安全疏散口等附属建筑，控制中心建筑，主变电所，车辆基地内的各建筑和出入段线敞口段等建筑物之间以及与周边建筑物之间的防火间距的设置除应符合《地铁设计防火标准》GB 51298 的相关规定外，还应符合下列规定：

1 与甲、乙、丙类液体、气体储罐（区）和可燃材料堆场的防火间距应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定；

2 与汽车加油加气站的防火间距应符合《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156 的规定；

3 与燃气调压站、液化石油气气化站或混气站、城市液化石油气供应站瓶库等的防火间距应符合《城镇燃气设计规范》GB 50028 和《燃气工程项目规范》GB 55009 的规定；

4 主变电所的防火间距设置要求应符合《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229 的规定；

5 控制中心、车辆基地内的各建筑之间的防火间距设置要求应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

30.2.7 地上车站、车辆基地内的厂（库）房和其他建筑物，以及主变电所和控制中心等建筑物的消防车道应符合下列规定：

1 设于道路红线外的地上车站周围应设环形消防车道，确有困难时，可沿车站建筑的一条长边方向设置消防车道；

2 设置在道路中央连续绿化隔离带上的高架车站，宜统筹考虑与城市地面道路的相互关系，在车站范围内的绿化隔离带上设置供消防车调头的条件；

3 车辆基地的停车库、列检库、停车列检库、运用库、联合检修库、物资总库周围应设环形消防车道，消防车道与外界道路的连接口不应少于两个；当设置在地下时，库房的总宽度不大于 75m 时，可沿库房的一条长边设置地下消防车道，但尽头式消防车道应设置回车道或回车场，回车场的面积不应小于 15m×15m；

4 车辆基地内的消防车道不宜与线路咽喉区及列车进入咽喉区前的出入段线平面相交，当确有困难必须平交时，应设置备用车道，且两车道之间的距离不应小于一列车的长度；

5 独立建造的控制中心、地上主变电所应设置环形消防车道，确有困难时，可沿建筑的一条长边设置消防车道。

30.2.8 当风亭在事故工况下用于排烟时，排烟风口与新风亭风口以及与出入口地面亭门窗洞口的距离应符合本标准第 10.6.2 条和第 10.6.3 条的规定。

30.2.9 控制中心建筑宜独立修建，不应与商业、娱乐等人员密集的场所合建，并应避开易燃、易爆场所。当与其他建筑合建时，应各自设置独立的安全出口，各层平面与合建的建筑应用未开设门窗洞口的防火墙分隔成独立的防火分区。

III 防火分隔

30.2.10 车站站台和站厅公共区可划分为一个防火分区，当换乘车站的站厅公共区不符合《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 等规定的自然通风和自然排烟条件时，其最大允许建筑面积不宜大于 5000m²，超过时应符合下列规定：

1 站厅公共区应采取防火墙或耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘进行防火分隔，防火卷帘和防火墙的比例可不受限制；

2 每个防火分隔区内任意一点到安全出口的最大距离及安全出口数量等应符合本标准第 30.2.34 条的规定；

3 站厅公共区内不宜布置商业设施，确需布置时，商业设施的设置应符合本标准第 30.2.18 条的规定；

4 站厅应采用镂空率大于 30% 的吊顶；

5 当地上车站的站厅公共区敞开面积超过本层所在场所四周墙体总面积的 25% 且自然排烟口与最不利排烟点的距离符合《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 规定时，其防火分区的最大允许建筑面积可增加 1 倍。

30.2.11 站台设于站厅下面的地上车站且站台层不具备自然排烟条件时，站台和站厅应划分成不同的防火分区。

30.2.12 车站设备管理用房区应采用防火墙、甲级防火门（窗）与公共区划分成不同的防火分区，每个防火分区最大允许建筑面积应符合下列规定：

1 地下车站和建筑高度大于 24m 的地上车站，设备管理用房区每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 1500m²；

2 建筑高度不大于 24m 的地上车站，设备管理用房区每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 2500m²；

3 消防水池和地下车站风道，其面积可不计入防火分区的建筑面积。

30.2.13 车站公共区的下列部位应进行防火分隔：

1 上下重叠平行站台的車站，下层站台穿越上层站台至站厅的楼梯或扶梯，应在上层站台楼梯或扶梯开口部位设置耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙；上、下层站台之间的联系楼梯或扶梯，除可在下层站台的楼梯或扶梯开口处人员上下通行的部位采用耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘等进行分隔外，其它部位应设置耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙；

2 端头厅形式的地下车站，除公共区楼扶梯开口处外，其它与站台层的连通处应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙、耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘等分隔；

3 侧式站台与同层站厅公共区可划为同一防火分区，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、耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘等进行分隔；

4 地下车站站台位于站厅上面以及地上车站站台位于站厅下面且站台层不具备自然排烟条件时，除可在站台至站厅的楼梯或扶梯开口处人员上下通行的部位采用耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘、甲级防火门等进行分隔外，其他部位应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙；

5 车站公共区疏散楼梯穿越设备层或设备管理用房时，应在被穿越层楼扶梯四周的开口部位采用无门窗洞口的防火墙与其他部位分隔；

6 除公共卫生间、清扫间、母婴室、污水泵房等有水房间及因消防需求设置在出入口通道的排烟机房和加压送风机房外，车站出入口通道不应设置与安全疏散无关的房间及开口。

30.2.14 车站、车辆基地和控制中心的控制室（含防灾报警设备室）、变电所、配电室、通信机房、信号机房、固定灭火装置设备室、消防泵房、通风机房、排烟机房、废水泵房、环控电控室、站台门控制

室、蓄电池室等火灾时需要运作的设备房间，应分别独立设置，并应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和耐火极限不低于 1.50h 的楼板与其他部位隔开，上述房间隔墙上的门应采用常闭的甲级防火门，窗应采用甲级固定防火窗，且应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

30.2.15 地下车站站台层设备管理用房与公共区及轨道区、设备管理用房内的风道与其他设备房间的分隔墙应采用防火墙，墙上设置的门应为常闭的甲级防火门。

30.2.16 地下车站站台和站台屏蔽门端门以外的同层空间不应设置火灾危险性为甲、乙、丙类的库房。

30.2.17 地下换乘车站应根据不同的换乘方式对换乘楼梯扶梯四周的开口部位和通道口进行防火分隔，并应符合下列规定：

1 T 字型、十字型、L 型等节点换乘车站，除可在下层站台的通道、楼梯或扶梯口处人员上下通行的部位采用耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘等进行分隔外，其他非人员上下通行的部位应设置耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙；

2 多线同站台平行换乘以及同层多条并列线路站厅换乘的车站在站台的不同线路之间，应设置耐火极限不低于 2.00h 的纵向防火隔墙，该防火隔墙应延伸至站台有效长度外不小于 10m；

3 通道换乘车站的站间换乘通道在防火分隔处应设置防火墙、耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘或甲级防火门等进行分隔。

30.2.18 车站设置便民服务设施应符合下列规定：

1 便民服务设施可设置在站厅和换乘通道的非乘客疏散区；

2 车站便民用房与设备管理用房区应采用防火墙分隔，与公共区应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙隔开，开口处防火卷帘的耐火极限不应低于 3.00h。地下车站便民用房应设火灾自动报警系统和灭火设施；

3 便民用房不应经营和储存甲、乙类火灾危险性的物品，不应存储可燃性液体类物品。

30.2.19 地下中庭式车站采取的防火措施应符合《站城一体化工程消防安全技术标准》DB11/ 1889 的规定。

30.2.20 车站与周边商业一体化建设后的连通与防火分隔措施应符合下列规定：

1 商业开发与站厅公共区应划分成不同的防火分区；

2 当商业开发与站厅公共区之间采用通道连接时，连接通道应形成一个长度不小于 10m、宽度不大于 8m 的防火隔离区，并在通道口设两道耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘，由轨道交通和物业开发分别控制；

3 当商业开发设在站厅公共区上层或下层时，应分别在上、下层楼扶梯四周的开口部位用防火墙分隔，楼扶梯口应设防火卷帘，由轨道交通和商业开发分别控制；

4 车站公共区疏散楼梯穿越商业开发层时，应在被穿越层的楼扶梯四周开口部位采用不设门窗洞口的防火墙与其他部位分隔；

5 高架车站的出入口天桥与相邻建筑物连接的门洞处，宜设防止火势蔓延的分隔设施；

6 车站上部设置其他使用功能的场所与建筑时，应符合北京市地方标准《站城一体化工程消防安全技术标准》DB11/ 1889 的规定；

7 地下、半地下车站出入口与相邻建筑合建时，车站出入口通道和楼梯间应与相邻建筑的地下室及首层用防火墙和耐火极限不低于 2.0h 的楼板与相邻建筑完全分隔并直通室外。

30.2.21 控制中心的中央控制室及设备用房应符合下列规定：

1 中央控制室应远离高压配电室和电源室等火灾危险性大的房间，室内不应穿越与指挥调度无关的管线；

2 中央控制室、应急指挥室、票务处理、票务储藏和发放以及系统设备用房和楼宇设备机房，应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和 1.50h 的楼板与其他部位分隔；

3 应急指挥室与中央控制室之间设置观察窗时，应用固定甲级防火窗分隔。

30.2.22 车辆基地上部进行物业开发时, 盖上与盖下的消防体系应各自独立设置。

30.2.23 除本标准另有规定外, 控制中心建筑以及车辆基地内各建筑的防火分区最大允许建筑面积应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。主变电所每个防火分区的最大允许建筑面积应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229 的规定。

30.2.24 全自动运行的停车库、列检库和运用库的地下通道在同时满足以下要求时, 可纳入库区防火分区:

1 地下检修通道深度不大于 4m、净高不小于 2.2m、宽度不小于 1.2m、通道出入口间距不大于 30m、轨行区出口管理门的通透率不小于 50%;

2 地下通道内设置应急照明;

3 地下通道出口的管理门及疏散路径上的管理门, 火灾时保证不需使用钥匙等任何工具即能从通道及疏散路径处开启。

30.2.25 车辆基地的厂库房内设置办公区、休息室、材料库等附属用房时, 应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

30.2.26 车辆基地内的油漆库及其预处理库宜独立设置, 当设在单层检修厂房靠外墙一侧的泄压设施附近时, 应符合下列规定时:

1 油漆库用防火墙和甲级防火门与车库分隔, 并有直接对外的安全出口;

2 油漆存放间、漆工间、干燥间等房间采用防火墙和甲级防火门分隔;

3 有爆炸危险的设备避开厂房的梁、柱等承重构件布置;

4 库内不设置办公室、休息室或更衣室等用房;

5 地面采用不发火花材料;

6 库内设检修坑时, 坑内采取降低气雾浓度措施;

7 上述房间设置泄压设施, 泄压面积和泄压设施以及其他防火、防爆等要求应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

30.2.27 车辆基地内的易燃品库、酸性蓄电池充电间、危废间应符合下列规定:

1 易燃品库应独立修建, 并按不同火灾危险性等级分库存放;

2 酸性蓄电池充电间宜单独设置, 当与其他建筑合建时, 应靠外墙设置, 并用防火墙与其它部位分隔, 设独立的对外出口, 与蓄电池检修存放间联通时应采用甲级防火门窗;

3 危废间宜独立布置, 当与其他建筑合建时, 应靠外墙设置, 且采用防火墙和 1.50h 的楼板与其他部位分隔;

4 防火、防爆等要求应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

30.2.28 车辆基地不宜设在地下。当用地条件困难时, 除应符合《地铁设计防火标准》GB 51298 的规定外, 尚应符合下列规定:

1 消防车道应用防火墙与车库等分隔, 防火墙以及防火门、窗的设置要求应符合本标准第 30.2 节第 V 部分建筑构造的规定。车道内应设火灾自动报警系统、防排烟系统;

2 厂库房与其附属用房之间应用防火墙和甲级防火门窗等分隔成不同的防火分区;

3 咽喉区入库区位置的门应采用不低于 B1 级燃烧性能材料制作, 应能保证火灾时能够远程控制关闭。

IV 安全疏散

30.2.29 站台至站厅或其他安全区域的疏散楼梯、参与安全疏散的自动扶梯和疏散通道的通过能力, 应保证在远期或客流控制期中超高峰小时最大客流量时, 一列进站列车所载乘客及站台上候车乘客能在 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。

30.2.30 乘客全部撤离站台的时间计算公式, 应符合《地铁设计防火标准》GB 51298 的相关规定。

30.2.31 地上车站乘客全部撤离站台的时间计算除应符合 30.2.30 规定外，还应符合下列规定：

1 站台端部设置开向室外安全区的疏散门净宽不小于 1.2m 时，可作为站台的安全出口，与公共区楼梯扶梯一同参与疏散计算，但其总疏散能力不宜大于站台疏散设施总能力的 20%；当下行自动扶梯不参与站台安全疏散时，不应大于 40%；

2 当下行自动扶梯提升高度大于 10m 时，不应参与安全疏散；

3 站台向区间疏散时，应综合各专业技术条件论证疏散状态下乘客进入区间疏散的安全性。

30.2.32 乘客全部疏散至站厅公共区或其他安全区域的时间，应符合下式要求：

$$T + \Delta T \leq 6\text{min} \quad (30.2.32-1)$$

$$\Delta T = \frac{L}{v} \quad (30.2.32-2)$$

式中：

T ——站台公共区乘客全部撤离站台的时间，按照本标准 30.2.30 或 30.2.31 的计算结果，取相对应的计算数据；

ΔT ——自站台公共区至站厅公共区或其他安全区域的疏散路径中，乘客通过参与疏散的楼梯或自动扶梯以及在转换厅或中间转换段的步行时间（min）；

L ——乘客自站台公共区安全出口至站厅公共区或其他安全区域的疏散路径长度，当疏散路径中存在接力式楼梯或自动扶梯分段提升时，需要合计各段路径长度（m）；

v ——乘客自站台公共区安全出口至站厅公共区或其他安全区域的疏散路径中的行走速度，当疏散路径中存在楼梯、自动扶梯、通道等不同疏散设施时，需要按设施选取对应的速度（m/min）。

注：1 在公式 30.2.32-2 中， $\frac{L}{v}$ 需要分别核验乘客通过参与疏散的楼梯或自动扶梯的时间，取大者参与计算；

2 在公式 30.2.32-2 中，自动扶梯长度（m）按照上下基点之间的斜线距离计，楼梯长度（m）按照梯段起终踏步之间的斜线距离计，楼梯下行速度按平均 0.60m/s 计，楼梯上行速度按平均 0.40m/s 计，乘客的步行速度按平均 60m/min 计。

30.2.33 车站站厅付费区和非付费区之间的栅栏应在不同方向设置疏散门，疏散门应采用向疏散方向开启的平开门；自动检票机和栅栏疏散门的通过能力之和不应低于站台到站厅用于疏散的楼梯扶梯总通过能力，能力验算应符合《地铁设计防火标准》GB 51298 的相关规定。

30.2.34 车站公共区的安全出口应符合下列规定：

1 站台公共区内任一点至用于疏散的站台楼梯口、自动扶梯口或其他安全出口的疏散距离不应大于 50m；

2 单线车站站厅公共区直通室外的安全出口数量不应少于 2 个；站厅安全出口应分向均匀布设，同方向相邻的两个安全出口与站厅公共区的接口之间的水平距离不应小于 20m；

3 端头厅型式的车站，每端站厅安全出口数量不应少于 2 个；

4 站台至站厅或其他安全区域的安全出口数量不应少于 2 个；

5 当站厅公共区划分为多个防火分区时，每个防火分区应至少设置 2 个安全出口；

6 地下一层与站厅公共区同层布置的侧式车站，每侧站台应至少设置 2 个直通室外的安全出口。当站台与同层布置的站厅公共区之间设置防火隔墙等分隔措施时，应在该防火隔墙上设置至少 2 个门洞，相邻两门洞之间的水平距离不应小于 10m；当站台与同层布置的站厅公共区之间未设置防火隔墙等分隔措施时，站台上任一点到地面或其他室外空间的疏散时间不应大于 6min；

7 站台设于站厅下部的地上车站，站台通向站厅的敞开楼梯扶梯在梯口处不具有能够有效阻止烟气向上蔓延的气流且向下气流速度小于 1.5m/s 时，不应作为站台公共区的安全出口，站台应根据疏散需求设置直接疏散至地面的安全出口；

8 地下侧式站台车站，当上、下行线路之间用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙等分隔且防火隔墙延伸至站台计算长度外各 10m 时，站台之间的过轨通道可作为站台公共区的安全出口；

9 地下车站公共区通向避难走道或下沉广场的疏散出口可作为该防火分区的安全出口，避难走道

或下沉广场的设置要求应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 和《站城一体化工程消防安全技术标准》DB11/ 1889 的规定；

10 站台两端均应设置从区间疏散至站台的楼梯，地下站不应将该楼梯作为站台区乘客的安全疏散设施；

11 车站公共区设置站台至站厅的折跑型疏散楼梯，当其楼梯口向下气流速度达不到 1.5m/s 时，应采用防烟楼梯间，开向楼梯间的疏散门总宽度和楼梯净宽应匹配。

30.2.35 当车站公共区埋深大于 15m 时，在车站控制室一侧设置的消防专用通道，应具备快速到达各层公共区的条件。

30.2.36 换乘车站公共区的安全出口除应符合 30.2.34 规定外，尚应符合下列规定：

1 换乘车站共用一个站厅公共区时，安全出口数量应按每条线不少于 2 个设置。当共用站厅建筑面积超过 5000m² 时，防火分隔后的每个区域直通地面的安全出口数量均不应少于两个，且应分布在不同方向，疏散距离应符合《地铁设计防火标准》GB 51298 的相关规定；

2 节点换乘地下车站站台之间的换乘楼梯和上下重叠站台之间联系的楼扶梯均不应作为站台的安全出口；

3 地下车站的换乘通道当设置直通室外地面的安全出口时，可作为车站的安全出口；

4 地上车站的换乘通道当内部用不燃材料装修并具有自然通风、排烟条件时，可作为车站的安全出口；

5 专用换乘通道与两端车站公共区之间分别设置防火卷帘和防火门的防火分隔措施时，分隔措施之间距离可按照市政人行过街通道标准执行，防火分隔上的防火门可作为专用换乘通道的逃生门，但不应作为任一端车站公共区的安全出口；通道两侧站厅公共区任意一点至最近安全出口的疏散距离应计算至换乘通道的防火分隔措施处；

6 作为车站公共区安全出口的换乘通道与车站公共区划分为不同防火分区时，在通道与两端站厅之间设置的防火墙上的防火门应朝向通道内开启，通道内配置独立的机械排烟设施和安全疏散引导标识，安全出口与通道两端的防火门以及通道内不同安全出口之间的距离均不应大于 100m；

7 具备乘客进出站功能的换乘厅当与其中一端站厅公共区划为一个防火分区时，公共区内任意一点到安全出口的疏散距离不应大于 50m；当与两端的站厅公共区划为不同防火分区时，换乘厅安全出口不应少于 2 个。

30.2.37 地下车站设备管理用房区的安全出口应符合下列规定：

1 有人值守的设备管理用房区内，每个防火分区的安全出口数量不应少于 2 个；当平面上有 2 个或 2 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 1 个通向相邻分区的甲级防火门作为第 2 个安全出口，但每个防火分区必须有一个直通室外的安全出口；

2 无人值守或值守人员不超过 3 人的设备管理用房区，安全出口可利用与相邻防火分区相通的甲级防火门、通向公共区的安全出口或与其它防火分区相通的楼梯间；

3 设备管理用房区内的消防专用通道可作为该设备管理区人员的安全出口；

4 设在站台和站厅层之间的设备管理用房区不应利用公共区楼梯休息平台作为安全出口；

5 地下车站的风道可利用防火墙上 1 个通向相邻防火分区的甲级防火门作为安全出口，但设备管理用房防火分区不应利用通向风道的防火门作为安全出口；

6 位于站台计算长度外的设备管理用房区，当无人值守或值守人员不超过 3 人时，可利用通向站台屏蔽门端门外的疏散走道向站台公共区疏散，疏散走道净宽不应小于 1.1m；当有人值守或经常停留人数超过 3 人时，应采用内走道连接各个房间，并设一个直通室外的安全出口；

7 建筑面积不大于 200m² 且无人值守的设备用房以及建筑面积不大于 50m² 且经常停留人数不超过 15 人的房间，可设置一个疏散门；

8 设备管理用房的防火分区均不应向无独立疏散路径的防火分区疏散；

9 位于两个防火分区分界位置上的防火门数量和朝向应满足相邻两侧不同防火分区的疏散要求。

30.2.38 建筑高度不超过 24m 的地上车站, 设备管理用房区的安全出口除应符合 30.2.37 的规定外, 还应符合下列规定:

1 车站层数不超过三层, 且经常停留人数不超过 3 人的设备管理用房区, 当每层防火分区的建筑面积不大于 500m² 时, 可只设一个通向相邻防火分区的甲级防火门作为安全出口;

2 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, 其安全出口的数量不应少于 2 个。当防火分区建筑面积不大于 1500m² 时, 可只设一个直通室外的安全出口, 通向相邻防火分区的甲级防火门可作为第 2 个安全出口。

30.2.39 车站设备管理用房区内直通疏散走道的房间疏散门至最近安全出口的距离应符合下列规定:

1 当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, 其疏散门至最近安全出口的距离不应大于 22m;

2 除通风机房外, 设备房间内任意一点到该房间直接通向疏散走道的疏散门之间的直线距离不应大于 22m;

3 通风机房内任意一点到该房间直接通向疏散走道的疏散门之间的直线距离不应大于 45m;

4 风道内任意一点到该房间直接通向疏散走道或相邻通风机房的疏散门之间的直线距离不应大于 60m。

30.2.40 车站设备管理用房区的楼梯应符合下列规定:

1 地下车站设备管理用房区内的楼梯间, 除通向消防专用通道的错位疏散楼梯外, 楼梯间在各层的平面位置不宜改变;

2 大于、等于 3 层的地下车站设备管理用房区的楼梯间以及室内地饰面与室外出入口地坪高差大于 10m 的楼梯间应为防烟楼梯间;

3 建筑高度不大于 24m 的地上车站, 设备管理用房区内的楼梯间应为封闭楼梯间; 建筑高度大于 24m 的地上车站, 设备管理用房区内的楼梯间应为防烟楼梯间;

4 地下消防泵房的专用疏散楼梯应采用封闭楼梯间。

30.2.41 车站的出入口通道应符合下列规定:

1 乘客出入口通道的疏散路线应各自独立, 不应设置门槛、有碍疏散的物体;

2 当车站公共区的两个及以上出入口通道汇集成同一个通道出地面时, 公共区内疏散距离可计算至上述任意一个通道与站厅的接口位置, 但上述所有通道仅能视为公共区的一个安全出口;

3 当车站相邻防火分区的两个安全疏散口通道相连后共用疏散楼梯时, 应采用防烟楼梯间, 且两个疏散通道与车站主体连接的位置应设置前室, 前室应各自独立, 并分别配置防烟系统, 则可视作各自防火分区的安全出口;

4 当换乘车站两线公共区的不同防火分区出入口通道汇集成一个通道出地面时, 在通道交汇处应设有防火分隔和导向标识等安全疏散措施, 该出入口可计为两线车站公共区的安全出口;

5 车站主体与最近直出室外的出入口地面亭敞口段的走行距离不宜超过 100m; 当大于 100m 时, 应在距离主体接口不大于 50m 的位置增设安全出口且通道内相邻两个安全出口之间距离不应大于 100m;

6 在出入口旁增设的用于满足客流吸引需要的分支出入口, 不作为车站安全疏散口使用时, 通道长度不限, 与主出入口连通处不增加其它措施;

7 地上车站与站厅连接的天桥, 具有天然采光和自然通风, 结构采用不燃烧体, 内部装修采用不燃材料, 天桥内无商业经营设施并能直通地面时, 该天桥可作为连接站厅的安全出口;

8 车站地面出口不应采用带有迂回曲折的导向栏杆作为乘客疏散诱导设施;

9 电梯、竖井、爬梯、设备区安全出口、站台通向设备管理用房区的楼梯、站端通向区间的楼梯和地上侧式站上跨轨道的通道不应用作乘客的安全疏散设施, 地上侧式站下跨轨道的地道可作乘客的安全疏散设施。

30.2.42 出入口地下厅与站厅公共区划为一个防火分区时,公共区内任意一点到安全出口的疏散距离应符合《地铁设计防火标准》GB 51298 的规定;与站厅公共区划为两个防火分区时,安全出口数量不应少于 2 个。

30.2.43 车站站厅公共区与同层布置的商业等非地铁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扶梯不应作为相互间的安全出口。当两者通过下沉广场连通且下沉广场的做法符合地方标准《站城一体化工程消防安全技术标准》DB11/ 1889 的规定时,可作为两者各自的安全出口。当两者连通位置采用防火墙、防火卷帘等措施分隔时,防火卷帘的总宽度和开口范围的宽度比例应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

30.2.44 与商业等非地铁功能的场所连通的出入口,当采用下沉广场、防火隔间或避难走道方式连通时,可作为车站站厅公共区的安全出口。

30.2.45 当车站出入口通道与城市地下人行通道连通并作为车站安全出口时,应符合下列规定:

- 1 地下人行通道应仅限行人使用,通道内部不应设置商业设施和其它可燃物,应采用燃烧性能 A 级的装修材料;
- 2 地下人行通道宽度不宜低于出入口通道的宽度;
- 3 除连接地下人行通道的出入口外,车站还应设置不少于一个独立出地面的出入口;
- 4 车站主入口与主体接口位置至人行通道出地面口部距离不应大于 100m。

30.2.46 地下分离岛式车站在站台公共区内,应至少设两条净宽不小于 3.5m 的横向联络通道,联络通道中心之间的水平净距不宜大于两节列车长度且不宜大于 60m。

30.2.47 站台计算长度内的侧站台净宽应保证应急门开启的通道宽度不小于 1.2m,并核算侧站台在应急门开启时的通过能力。

30.2.48 车站应满足特种履带式消防车从出入口进入站内扑救的要求。公共区的疏散楼梯形式和净宽、结构承载力,以及分隔站厅付费区与非付费区栅栏上的栅栏门净宽应符合本标准第 10.4.11 条的规定。

30.2.49 控制中心中央控制室内的设备布置应方便人员逃生,其安全出口数量不应少于 2 个。

30.2.50 车辆基地和上盖物业开发的安全出口应分别独立设置,不应互相借用。

30.2.51 车辆基地、控制中心的建筑物安全疏散除本标准另有规定外,应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的规定。

V 建筑构造

30.2.52 防火墙的构造和设置要求以及管线穿越防火墙、防火隔墙和楼板的防火封堵等要求应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的规定。

30.2.53 车站电气设备用房和智能化设备用房的地面或门槛应高出本层楼地面,其标高差值不应小于 0.10m,设在地下时不应小于 0.15m。

30.2.54 电缆井、管道井等竖向井道应独立设置。地下车站的井道井壁耐火极限不应低于 1.50h,井壁上的检查门应为甲级防火门;地上车站、控制中心建筑和车辆基地各建筑内的井道井壁耐火极限不应低于 1.00h,井壁上的检查门应为乙级防火门。竖向井道和设备用房合用的防火分隔墙,其耐火极限不应低于 2.00h。

30.2.55 车站设备吊装孔在设备吊装后,应进行防火封堵,并达到楼板的耐火极限要求。

30.2.56 车站变形缝应符合下列规定:

- 1 变形缝构造基层应采用不燃烧材料;
- 2 电线、电缆穿越变形缝时,应在穿越处加设不燃材料制作的套管或采取其他防变形措施,其空隙应采用防火封堵材料封堵。

30.2.57 防火门、窗的设置应符合下列规定:

- 1 设于地下区间联络通道和区间风井内防烟楼梯间前室以及车站站台端门外的设备管理用房外墙

上的防火门和风道内的防火门应有可靠的连接措施,防火门在过往列车及隧道通风的正、负压力作用下不应自动开启;

2 安全疏散口、联络通道和区间风井处的防火门,应保证火灾时不需要使用钥匙等工具即能向疏散方向开启,并应在显著位置设置标识和使用提示;

3 设置在建筑变形缝附近的防火门,门扇启闭时不应骑跨变形缝;

4 位于防火墙上的观察窗应采用固定式甲级防火窗,窗玻璃应采用 A 类防火玻璃;位于防火隔墙上的观察窗应采用固定式乙级防火窗,必须设置活动式防火窗时,应具备火灾时自动关闭功能;

5 防火墙上、防烟楼梯间和避难走道的前室入口处、联络通道处的门均采用甲级防火门,防火隔墙上的门及其他部位的疏散门均不应低于乙级防火门。

30.2.58 地下车站的防烟楼梯间、防火间隔、避难走道前室以及区间联络通道等处的防火门应为甲级防火门。地上车站以及控制中心建筑、车辆基地内各建筑的疏散楼梯除本标准另有规定外,应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

30.2.59 车站用于安全疏散的自动扶梯除应满足本标准 19.2 的相关要求外,尚应符合下列规定:

1 自动扶梯应按一级负荷供电;

2 自动扶梯的运行方向应与人员疏散方向一致;

3 自动扶梯上、下平层畅通区域不应设置阻挡安全疏散的装置或设施;

4 自动扶梯的下方和侧面应采取耐火极限不低于 2.00h 的防火分隔措施与其他部位分隔;

5 地下车站的出入口提升高度超过 10m 时,出入口的自动扶梯宜参与疏散;出入口提升高度超过 15m 时,出入口的自动扶梯应参与疏散。

30.2.60 自动人行道不应参与车站安全疏散。

30.2.61 车站电梯的设置应符合下列规定:

1 站台至站厅公共区的垂直电梯应设置不燃性围护结构;

2 当电梯的围护结构及其支撑结构的耐火极限不满足挡烟垂壁要求时,应在站台层电梯井壁四周设置挡烟垂壁;

3 当电梯穿越设备层时,应采用防火墙与设备层分隔;当在设备层需开门时,应在其井道周围围合的防火墙上设置防火门,并通过前室与设备区走廊相连。

30.2.62 车辆基地、控制中心的电梯作为消防电梯使用时,应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定。

30.2.63 防火分隔部位设置防火卷帘时,应符合下列规定:

1 防火卷帘的下降路线上不应有其他物体遮挡;

2 防火卷帘应在卷帘两侧设置启闭装置,并应具有自动、手动功能。需火灾时自动降落的防火卷帘,应具有二级停滞和信号反馈功能。

30.2.64 当车站采取防火隔间、避难走道、用于人员疏散或兼灭火救援操作场地的下沉广场等措施时,应符合《站城一体化工程消防安全技术标准》DB11/ 1889 的规定。

30.2.65 地下车站钢管柱等承重构件的表面及节点外露部位应采取防火保护措施,且经防火保护后的耐火极限不应低于相应构件的耐火极限。地上车辆基地厂(库)房采用钢结构等承重构件时,应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

VI 内部装修

30.2.66 车站、车辆基地、控制中心各个部位的顶棚、墙面、地面装修的燃烧性能应符合《地铁设计防火标准》GB 51298 的规定。

30.2.67 地下车站便民服务设施和配线区上部商业内的货架、售货柜台的燃烧性能应为 A 级,地上车站便民服务设施的商业货架、售货柜台应采用不低于 B₁ 级的装修材料。

30.2.68 地上、地下车站公共区的垃圾箱的燃烧性能应为 A 级，客服中心、补票亭、座椅、电话亭、售票检票机、广告灯箱、导向标志等固定设施的燃烧性能均不应低于 B₁ 级。

30.2.69 车站和区间隧道内不应使用石棉制品、玻璃纤维、塑料类制品和易燃材料。

30.2.70 中央控制室、应急指挥室、控制中心的设备用房的隔断、调度台椅、窗帘以及其他装饰材料的燃烧性能均不应低于 B₁ 级。

30.2.71 车站建筑内部装修不应遮挡消防设施和疏散指示标志及安全出口，并不应妨碍消防设施和疏散走道的正常使用，以及减少安全出口、疏散出口和疏散走道所需的宽度。

30.2.72 车站变形缝、照明灯具应符合下列规定：

1 车站变形缝（包括沉降缝、伸缩缝、抗震缝等）两侧基层的燃烧性能应为 A 级。车站变形缝表面装修的燃烧性能，地下车站应为 A 级，地上车站不应低于 B₁ 级；

2 照明灯具应采用不燃材料、灯饰的燃烧性能等级不应低于 B₁ 级。

30.2.73 车站公共区广告制品和浮雕等装饰品应符合下列规定：

1 广告灯箱的位置和色彩不应干扰导向、事故疏散和服务乘客的标志；

2 车站公共区采用的浮雕等装饰品的燃烧性能，地下车站应为 A 级，地上车站不应低于 B₁ 级。

30.2.74 车站内部消火栓应有明显标志，消火栓的门不应被装饰物遮掩，消火栓四周的装饰材料颜色应与消火栓门的颜色有明显区别。

30.2.75 车辆内部设施和装修材料应采用不燃或低烟、无卤的阻燃材料，并不应采用燃烧时会产生大量有毒气体和烟气的材料和制品。车体和其他隔热、隔声材料应采用不燃材料，地板结构应具有防火屏障功能。

30.2.76 除本标准另有规定外，室内装修尚应符合《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的规定。

VII 消防安全疏散标志

30.2.77 消防安全疏散标志应符合下列规定：

1 消防安全疏散标志应采用“安全出口”作为指示标志的内置灯光指示，并应采用不燃材料制成的保护罩；

2 消防安全疏散标志应设在醒目位置，疏散标志的字型、颜色、大小应醒目、简洁、明确，清晰可辨，表达方式应统一；

3 消防安全疏散标志除本标准另有规定外，其要求应符合《消防安全标志第 1 部分》GB 13495.1、《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945 和《消防安全疏散标志设置标准》DB11/T 1024 的规定。

30.2.78 车站下列部位应设置电光源型疏散标志：

1 车站公共区：站台和站厅公共区、自动扶梯和疏散楼梯口，出入口通道及其转角处，安全出口和避难走道；

2 设备管理区：疏散走道、封闭楼梯间、防烟楼梯间及其前室、消防专用通道、安全出口、环控机房以及变电所等处；

3 区间：地下或地上区间的入口处，以及地下区间横向联络通道洞口和区间风井内的防烟楼梯间等安全出口处。

30.2.79 电光源型疏散标志应符合下列规定：

1 站台、站厅乘客疏散区以及疏散楼梯口部的疏散指示标志应设置在柱面或墙面上，标志上边缘距地面高度不应大于 1.0m，间距不应大于 20m 且不应大于两跨柱间距；

2 设置在顶棚下的疏散指示标志，其下边缘距地面的高度不应小于 2.2m 且不宜大于 2.5m，上边缘距吊顶面不应小于 0.5m，间距不应大于 20m；

3 安全出口和疏散通道出口处的疏散指示标志应设置在门洞边缘或门洞的上部，标志的上边缘距

吊顶面不应小于 0.5m，下边缘距地面不应小于 2m；

4 疏散通道两侧及转角处的疏散指示标志，应设置在墙面上，标志的上边缘距地面不应大于 1m、间距不应大于 10m；通道转角处的标志间距不应大于 1m。

30.2.80 车站公共区的站台、站厅乘客疏散路线和疏散通道的地面上、自动扶梯起点侧面、人行楼梯起步的 3 阶踏步立面处应设置蓄光型疏散标志，在地面上宜沿疏散路线的中心线布置，并保持视觉连续性，间距不应超过 1.2m。除本标准另有规定外，蓄光型疏散标志的设置要求应符合《消防安全疏散标志设置标准》DB11/T 1024 的规定。

30.2.81 控制中心及车辆基地内的建筑，电光源型疏散标志的设置要求应符合《消防安全疏散标志设置标准》DB11/T 1024 的规定。

30.3 消防给水与灭火设施

30.3.1 消火栓用水量定额应符合下列规定：

1 地下车站（含换乘车站）室内消火栓用水量不应小于 20L/s，室外消火栓用水量不应小于 20L/s；

2 地下车站出入口通道、换乘通道、折返线、停车线及地下区间隧道、区间风井消火栓用水量不应小于 10L/s；

3 地上车站、控制中心、车辆基地消防用水量应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 及《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的规定；

4 消火栓系统火灾延续时间不应小于 2h。

30.3.2 消防给水系统设计应符合下列规定：

1 消防给水水源应采用城市自来水，当沿线无城市自来水时，可采用其他可靠的消防给水水源；

2 当城市自来水供水量不能满足室内外消防用水量要求时，应设消防水池；当城市自来水只提供一路消防供水，室外消火栓设计流量不大于 20L/s 时，可不设室外消防水池；

3 当车站周围城市自来水提供两路消防供水且供水量满足消防用水需求，但供水压力不能满足消防用水压力要求时，应设消防增压、稳压设施；当市政自来水部门同意从市政给水管道上直接抽水时，可不设消防水池，设置市政超越管利用市政自来水压力稳压；

4 当车站周围城市自来水管网为环状管网但只能提供一根给水引入管时，应设消防增压、稳压设施和消防水池，地下车站也可采用邻站消防水源作为备用水源；

5 换乘车站（不含通道换乘）消防给水系统宜采用一套系统，先建线宜为后建线预留消防与生活给水条件；

6 地下车站应在出入口设置室外消火栓，设置室外消火栓的出入口数量不应少于 2 个，且车站的消防救援安全出口宜设置室外消火栓；

7 地下及上盖开发的车辆基地设置在板地下方的运用库、联合检修库、停车库、列检库、工程车库、物资总库应设置自动喷水灭火系统；当库室高度超过自动喷水灭火系统的设计要求时，应设置固定消防炮或自动跟踪定位射流灭火系统等其他自动灭火系统；

8 地下车站设置的商铺总面积超过 500m² 时，应按照国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的要求设置自动喷水灭火系统，并应设置消防增压、稳压设施；当车站站厅层非付费区设置小商铺时，应在商铺内设置局部应用系统；

9 地上车站消火栓给水系统采用临时高压给水系统时，应设置稳压装置及气压罐，三层及以上单体总建筑面积大于 10000 m² 的地上车站应增设高位消防水箱，地下车站消火栓给水系统可不设高位消防水箱；

10 消防泵的设置应符合国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定，消防泵房应执行《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定；

11 地下车站及连接的地下区间、长度大于 20m 的出入口通道、长度大于 500m 的独立地下区间应

设室内消火栓给水系统；

12 地上车站非供暖区域和地下车站出入口的室内消火栓系统可采用干式系统，干式消火栓系统的充水时间不应大于 5min；

13 当车辆基地消防给水系统采用临时高压给水系统时，应在车辆基地和停车场内建筑物最高处设置消防水箱，消防水箱的设置应符合《建筑设计防火规范》GB 50016、《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定。

30.3.3 管道布置、附件及管材应符合下列规定：

1 地下车站和地下区间的室内消火栓给水系统应设计为环状管网；地下区间上下行线应各从地下车站引入 1 根消防给水管，并宜在区间中部联络通道处连通；

2 消防给水引入管应按照国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的要求设置倒流防止器；

3 车站室内消火栓环状管网应有 2 根进水管与城市自来水环状管网或消防水泵连接；

4 地下车站连接地下区间的消防给水立管上应设置电动和手动阀门，其位置应便于操作；

5 当消防给水系统管网存在超压可能时，应采取防超压措施；

6 消防给水管道最高点应设置排气阀，最低点应设置泄水阀；

7 消防给水管道应采用阀门分成若干独立管段，阀门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，消防给水系统其他管段上阀门的设置，应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 及《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的规定；

8 消防给水管穿越变形缝时，应采取变形补偿措施；

9 消防水泵吸水管与扬水管上均应采用闸阀，其他管段宜采用双向承压蝶阀，阀门均应常开，并有明显启闭标志；

10 地下区间消防给水管固定应采用混凝土支墩或支架固定，支架的固定锚栓应固定在道床或主体结构上；

11 地下区间消防给水管道接口宜采用柔性连接方式，并在转弯处设置固定设施；

12 地下区间消防给水干管宜设在接触轨的对侧，若必须与接触轨同侧，则管道与接触轨的最小净距不应小于 150mm；

13 地下车站站台板下及区间消防给水管应采用球墨铸铁给水管，其他位置消防给水管应采用热镀锌钢管，当采用其他新型管材时，必须符合国家现行的相关标准，并经国家固定灭火系统质量监督检验测试中心检测合格；

14 室外埋地给水管道应采用球墨铸铁给水管；

15 过轨敷设的管道宜采用球墨铸铁给水管、厚壁不锈钢管和无缝钢管等耐腐蚀、防杂散电流性能较好的管材。

30.3.4 消火栓的设置应符合下列规定：

1 室内消火栓口径均应为 DN65，水枪喷嘴直径应为 19mm，每根水龙带长度应为 25m，栓口距地面装修完成面或道床面高度宜为 1.1m；

2 车站站厅、侧式站台和设备用房宜设单栓消火栓，岛式站台宜设置两只单口单阀为一组的消火栓；

3 地下区间隧道的消火栓只设消火栓口，应将水龙带放在邻近车站站台端部专用消火栓箱内，箱内配备衬胶水龙带和水枪。专用消火栓箱应有专用标识；

4 消火栓的布置应保证每个防火分区同层有两只水枪的充实水柱同时到达室内任何部位；

5 消火栓的间距应按计算确定，单栓消火栓不应超过 30m，双栓不应超过 50m，地下区间隧道内消火栓的间距不应超过 50m；

6 消火栓口的静水压力、消火栓充实水柱、消火栓栓口压力均应满足国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关要求；

7 车站消火栓与灭火器宜共箱设置,且宜采用薄型消火栓,箱内应配备衬胶水龙带和水枪、自救式消防软管卷盘和灭火器;

8 当消火栓系统由消防水泵加压供给时,消火栓处应设报警按钮,消火栓报警按钮可作为发出报警信号的开关或启动干式消火栓系统的快速启闭装置等;

9 地下车站和设置室内消火栓系统的地上车站及附属用房、车辆基地应设置消防水泵接合器,水泵接合器应设置在便于消防车取用处,地下车站宜设置在出入口、新风亭附近等明显位置,距离室外消火栓或消防水池取水口宜为 15m~40m;

10 消防水泵接合器的数量应按室内消防用水量计算确定,每个消防水泵接合器的流量应按 10L/s~15L/s 计算;

11 室外消火栓、阀门及水泵接合器应采用地下式,并应设置防冻措施和城市轨道交通专用永久性固定标识;

12 车辆基地室外消火栓的间距不应大于 120m,地下及上盖开发的车辆基地咽喉区周围的消防车道室外消火栓布置间距应在 50m~80m 之间;

13 车站公共区、出入口通道和设备用房走道的消火栓均应暗装。

30.3.5 自动灭火系统设计应符合下列规定:

1 设置在地下车站和地下区间的通信设备室(含电源室)、信号设备室(含电源室)、环控电控室、公网机房、变电所及其控制室、综控设备室、蓄电池室、站台门控制室、自动售检票设备室应设置自动灭火系统;

2 运营控制中心的通信及信号机房、综合监控设备室、自动售检票机房、计算机数据中心、电源室等无人值守的重要电气设备用房应设置自动灭火系统;

3 车辆基地上盖综合利用工程自动灭火系统设计应符合《城市轨道交通车辆基地上盖综合利用工程设计防火标准》DB11/1762 要求;

4 自动灭火系统宜采用气体灭火系统或高压细水雾灭火系统,高压细水雾系统灭火系统形式应经相关专业确认;

5 气体灭火系统管道穿越电气设备房间时,气体灭火管道应为设备管理用房服务区提供保护;

6 设置气体灭火系统的重要电气设备用房宜配置空气呼吸器。

30.3.6 灭火器的配置应符合下列规定:

1 车站、车辆基地和控制中心的灭火器配置应符合《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 和《地铁设计防火标准》GB 51298 的规定;

2 主变电所的危险等级和灭火器的配置应符合《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229 的规定;

3 地下区间主排水泵房、隧道洞口雨水泵房、配电室等局部设备机房内宜设灭火器保护,设置在区间的灭火器应采取固定防脱落措施;

4 带电设备电压超过 1kV 场所,须在工作人员确认断电后方可采用灭火器扑救,带电设备电压超过 1kV 且灭火时不能断电的场所不应使用灭火器带电扑救。

30.3.7 防冻保温应符合下列规定:

1 地下车站出入口通道、风道、隧道洞口及区间风井、不设供暖设施的地上车站的生活和消防给水管、车站及区间主废水泵房压力废水管、阀门及消火栓口等应设置电保温;

2 地下车站出入口通道、风道的压力污水管、车站及区间主废水泵房压力废水管,地下车站站厅公共区吊顶内的生活给水管、消防给水管和排水管及管道上的阀门,地上车站设备用房走道、卫生间的生活给水管、消防给水管和排水管及管道上的阀门、消火栓口等应设置常规防冻保温;

3 地下车站设备用房吊顶内的生产、生活给水管应设防结露保温;

4 室外水泵房、消防水池、消防水箱应采取防冻保温措施,设置在有可能冻结区域的室外消防给

水管、消火栓、水泵接合器等应采取防冻措施。

30.4 防排烟与事故通风

30.4.1 不具备自然排烟条件时，封闭楼梯间、防烟楼梯间及其前室应设置机械防烟设施。

30.4.2 不具备自然排烟条件时，下列场所应设置机械排烟设施：

- 1 长度大于一列列车长度的区间隧道和全封闭车道；
- 2 地下车站或封闭的地上车站的站厅和站台公共区；
- 3 地下车站同一个防火分区内的设备与管理用房的总建筑面积超过 200m^2 或单个房间面积超过 50m^2 ，且经常有人停留或可燃物较多的单个房间；
- 4 车站设备管理区内长度大于 20m 的疏散走道，连续长度大于 60m 的地下换乘通道、连接通道和出入口通道；
- 5 长度大于 500m 的独立区间隧道。

30.4.3 当防烟、排烟系统与事故通风系统和正常通风与空调系统合用时，通风与空调系统应采用可靠的防火措施，且应符合防烟、排烟系统的要求和具备事故工况下的快速转换功能。

30.4.4 提升高度大于 10m 的防烟楼梯间不应采用自然通风方式防烟；提升高度大于 50m 的地下防烟楼梯间及其前室应分别独立设置机械加压送风系统。

30.4.5 排烟系统应符合下列规定：

- 1 当站厅公共区进行排烟时，应排除烟气并防止烟气进入站台、出入口通道、换乘通道、连接通道等邻近区域；
- 2 当站台公共区进行排烟时，应排除烟气并防止烟气进入站厅、车站相邻区间、换乘通道等邻近区域；
- 3 当区间隧道进行纵向排烟时，应控制烟气流动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与区间。

30.4.6 车站站厅公共区和设备与管理用房区应划分防烟分区，并应符合下列规定：

- 1 地下车站的站厅公共区每个防烟分区建筑面积不应大于 2000m^2 ；
- 2 设备与管理用房区每个防烟分区的建筑面积不应大于 750m^2 ；
- 3 车站地下换乘、连接和出入口通道、设备与管理用房区疏散走道的防烟分区长边长度不应大于 60m 。

30.4.7 车站在防烟分区分界处和重点部位设置挡烟垂壁应符合下列规定：

1 防烟分区分界处应采用隔墙、顶棚下凸出不小于 500mm 的结构梁以及顶棚或吊顶下凸出不小于 500mm 的不燃烧体等挡烟垂壁进行分隔。设有吊顶的地下车站，吊顶开孔率小于 25% 时，挡烟垂壁应从吊顶下突出不小于 500mm 且升至结构板底；吊顶开孔率大于 25% 时，储烟仓高度可计入吊顶空间高度；

- 2 站厅设于站台上部的地下车站，应在站台层楼扶梯四周的开口部位设挡烟垂壁（或垂帘）；
- 3 站台设于站厅上部的地上车站，应在站厅层楼扶梯四周的开口部位设置挡烟垂壁；
- 4 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 ；
- 5 挡烟垂壁应采用不燃材料，并符合公安部行业标准《挡烟垂壁》GA 533 的规定。

30.4.8 地下车站站台、站厅火灾时的最小机械排烟量应根据一个防烟分区的建筑面积按 $1\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{m}^2$ 计算。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。当车站站台发生火灾时，应保证站厅到站台的楼梯和扶梯口处具有能够有效阻止烟气向上蔓延的气流，且向下气流速度不应小于 1.5m/s 。

30.4.9 中庭排烟量应按照《站城一体化工程消防安全技术标准》DB11/ 889 的规定执行。

30.4.10 地下车站的设备管理用房计算机机械排烟量不应小于 $15000\text{m}^3/\text{h}$ ，内走道计算机机械排烟量不应小

于 13000m³/h；当排烟设备负担两个或两个以上防烟分区时，其设备能力应根据相邻最大两个防烟分区的排烟量配置。

30.4.11 当区间隧道采用纵向通风排烟时，列车载客区间隧道的排烟断面风速不应小于 2m/s 和临界风速，且不应大于 11m/s；列车非载客区间隧道的排烟断面风速不应小于临界风速。

30.4.12 当区间隧道采用纵向通风排烟时，宜利用风井等措施划分通风区段，每个通风区段的长度不宜大于在系统设计最大能力条件下的列车正常运行追踪间距。

30.4.13 为设备管理用房区服务的通风空调风管可穿越电气设备用房；当为公共区服务的通风空调风管穿越电气设备用房时，风管耐火极限不应低于 1h。

30.4.14 当地下或上盖开发车辆基地机械排烟通过盖板上宽度小于 13m 的开孔排放时，对外机械排烟口应向上引至盖板地面附近。

30.4.15 在事故工况下参与运转的设备，从静止状态转换为事故工况状态所需的时间不应超过 30s，从运转状态转换为事故工况状态所需的时间不应超过 60s。

30.4.16 在事故工况下需要开启或关闭的设备，启、闭所需的时间不应超过 30s。

30.4.17 通风空调系统在下列部位应设置防火阀：

- 1 穿越防火分区处；
- 2 穿越通风空调机房的隔墙和楼板处；
- 3 竖向风管与每层水平风管交接处的水平管段上；
- 4 穿越防火分隔处的变形缝两侧；
- 5 穿越除电气设备用房之间隔墙之外的防火隔墙处。

30.4.18 排烟管道在下列部位应设置排烟防火阀：

- 1 穿越防火分区处；
- 2 穿越排烟机房、通风空调机房的隔墙和楼板处；
- 3 垂直主排烟管道与每层水平排烟管道连接处的水平管段上；
- 4 穿越防火分隔处的变形缝两侧；
- 5 穿越除电气设备用房之间隔墙之外的防火隔墙处；
- 6 一个排烟系统负担多个防烟分区的排烟支管上；
- 7 排烟风机入口处应设置具有与排烟风机、补风机连锁的排烟防火阀。

30.5 电 气

30.5.1 消防设备与非消防设备配电自成系统，消防设备应采用专用的供电回路，其配电设备应有明显标志，并应符合以下条件：

- 1 车站、区间以及控制中心大楼的消防用电设备的电源应直接取自变电所低压母线；
- 2 车辆基地的消防用电设备的电源应直接取自变电所低压母线或本建筑物内配电室进线柜母线。

30.5.2 车站、车辆基地、控制中心的消防动力设备配电系统应采用以下形式：

1 消防控制室、消防水泵房的消防用电设备及消防电梯等的供电，应在其配电线路的最末一级配电箱内设置自动切换装置；

2 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消防负荷，其供电电源应由该侧（端）同一防火分区内的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；

3 对于防火卷帘、电动挡烟垂壁/帘、电动排烟窗、消防潜污泵、自动灭火设备等容量较小的消防设备设施，应由同一防火分区共用双电源自切箱供电，每个分支回路所供设备不应超过 5 台，总计容量不宜超过 10kW。

30.5.3 非消防设备回路切除应满足如下要求：

- 1 非消防设备在火灾工况下,宜在变电所低压柜或车辆基地单体进线柜出线处切除;
 - 2 车站公共区照明负荷在火灾状态下不宜直接切除,应结合车站人员疏散要求延时切除。
- 30.5.4** 对于因过负荷引起断电而造成更大损失的供电回路,过负荷保护应作用于信号报警,不应切断电源。
- 30.5.5** 专用消防设备不应采用变频调压调速装置。兼正常使用功能的非专用消防设备采用变频调压调速装置时,火灾工况时应转为工频控制模式。
- 30.5.6** 车站、车辆基地及控制中心电气火灾监控系统应符合下列规定:
- 1 车站、控制中心变电所低压侧出线应设置剩余电流式电气火灾探测器、测温式电气火灾探测器;
 - 2 车辆基地单体内设置变电所时,变电所低压侧出线应设置剩余电流式电气火灾探测器、测温式电气火灾探测器;
 - 3 车辆基地单体内没有设置变电所时,在总进线柜出线设置剩余电流式电气火灾探测器、测温式电气火灾探测器,当单体进线数量小于等于 2 回路时,可在进线处设置;
 - 4 当配电回路为封闭母线槽或预制分支电缆时,宜在分支线路总开关下端口测量;
 - 5 已设置直接及间接接触电击防护的剩余电流保护电器的配电回路,不应重复设置剩余电流式电气火灾监控器;
 - 6 高度大于 12 米的空间场所的照明线路上应设置探测故障电弧功能的电气火灾监控探测器。
- 30.5.7** 车站、车辆基地及控制中心的消防设备配电箱进线处应设置消防电源监控系统。
- 30.5.8** 车站公共区疏散照明宜兼做安全照明,地面的最低水平照度不应低于 5.0 lx,平均照度不低于正常照明照度的 10%;疏散的楼梯间、前室或合用前室、避难走道,厅/台楼扶梯处最低水平照度不应低于 10.0 lx;区间隧道道床面、具备消防疏散使用的区间风井疏散走道地面的最低水平照度不应低于 3.0 lx;其余场所疏散照明地面的最低水平照度不应低于 1.0 lx。控制中心控制大厅地面的最低水平照度不应低于 3.0 lx,其他区域参照 GB 55037、GB 51348、GB/T 16275 的相关规定。
- 30.5.9** 地下车站应设置集中电源集中控制型消防应急照明和疏散指示系统,集中控制器蓄电池组寿命周期内持续供电时间不小于 180 分钟;集中电源蓄电池组寿命周期内持续供电时间不小于 90 分钟。
- 30.5.10** 地上车站及车辆基地应设置集中电源集中控制型消防应急照明和疏散指示系统,集中控制器蓄电池组寿命周期内持续供电时间不小于 180 分钟;集中电源蓄电池组寿命周期内持续供电时间不小于 60 分钟。
- 30.5.11** 地下车站、地下区间及上盖开发车辆基地备用照明的设置应满足以下要求:
- 1 车站综合控制室、消防控制室、消防水泵房、喷淋水泵房、气瓶室、站长室、低压配电室、专用通信机房、防烟与排烟机房以及发生火灾时仍需正常工作的其他场所备用照明照度不应低于正常照明照度,备用照明的应急电源火灾时连续供电时间不应少于 120min;
 - 2 其余设置备用照明场所照度不应低于正常照明照度的 10%,备用照明的应急电源火灾时连续供电时间不应少于 60min。
- 30.5.12** 应急照明电源应符合以下条件:
- 1 应急照明配电装置应采用双重电源供电,在每个防火分区内设置双电源切换装置;
 - 2 地下车站及区间应急照明的应急电源宜采用蓄电池。
- 30.5.13** 应急照明应采用瞬时点亮,耐热、耐寒、抗振动的光源。
- 30.5.14** 消防疏散标志的设置应符合本标准第 30.2 节第 VII 部分的规定。
- 30.5.15** 车站、区间、车辆基地、控制中心的消防应急照明和疏散指示系统应满足 GB 55037、GB 55024、GB 51309 的相关要求。

30.6 防灾通信

- 30.6.1** 公务电话系统应具有将“119（火警）”呼叫自动转移到市话网“119”的功能。
- 30.6.2** 应配备在发生灾害时供救援人员进行地上、地下联络的无线通信设施。
- 30.6.3** 控制中心应设置防灾无线调度台，列车司机室设置的无线车载台应能与防灾无线调度台通信，车站控制室、站长室及车辆基地值班室等处应设置无线通信设备。
- 30.6.4** 控制中心应设置防灾广播控制台，车站控制室、车辆基地值班室应设置防灾广播控制盒。
- 30.6.5** 控制中心和车站控制室应设置视频监控终端，供防灾调度员监视。
- 30.6.6** 应设防灾专用调度电话，防灾调度电话系统应在控制中心设调度电话总机，在车站及车辆基地设防灾分机。
- 30.6.7** 火灾情况下，专用通信系统的设计应具备为火灾事故处理提供保证的功能。

30.7 区间安全疏散

- 30.7.1** 当事故列车停靠在地下区间时，乘客应沿区间隧道纵向疏散至临近车站或通过区间联络通道疏散至对侧区间，当区间设置中间风井时，应设置直通地面的防烟楼梯间作为区间乘客疏散的安全出口，楼梯宽度不应小于 1.8m。
- 30.7.2** 两条单线载客运营区间隧道长度超过 600m 时，应设横向联络通道，并符合下列规定：
- 1 相邻两个联络通道之间的距离不应大于 600m；
 - 2 当联络通道地面与主要疏散面存在高差时，宜设置坡道或台阶衔接；
 - 3 两条存在高差的单线区间隧道相互之间采用楼梯连接时，应采用封闭楼梯间形式，楼梯宽度不应小于 1.8m，楼梯间与隧道连通处应设置两扇不同方向开启的甲级防火门；
 - 4 联络通道内应设并列二樘且反向开启的甲级防火门或火灾时向非火灾区间加压送风等措施，防止火灾时烟气通过联络通道蔓延至非火灾区间；当联络通道内设置防火门时，门扇开启后不应侵入限界并不应阻挡人员疏散；当采用向非火灾区间加压送风方式时，区间宜为联络通道数量不超过 2 个的无配线区间，且联络通道内流向火灾区间的风速不应小于 2m/s。
- 30.7.3** 单洞双线载客运营地下区间的线路间宜设置耐火极限不小于 3.00h 的防火墙，防火墙上每隔 300m 应设并列二樘且反向开启的甲级防火门作为区间的安全出口。上下行线路间不设防火墙分隔且不能采用横向或半横向排烟系统时，在地下区间内每隔 800m 应设置直通地面的安全出口。
- 30.7.4** 地下区间设中间风井时，防火分区划分及安全疏散口的设置应符合下列规定：
- 1 区间风井内设备用房的防火分区划分应按照车站设备管理用房区的标准执行；每个防火分区的安全出口数量不应少于 2 个，并应至少有 1 个安全出口直通地面；
 - 2 当区间风井建筑面积不大于 500m² 且停留人员不超过 3 人时，可利用火灾工况下不排烟的新风井内的竖向金属爬梯（高度不大于 10m）作为第二安全出口；当区间风井建筑面积不大于 200m² 且停留人员不超过 3 人时，可仅设置 1 个安全出口；
 - 3 区间风井内设有两个相邻防火分区且相互借助疏散时，应满足每个防火分区均有一个直通地面的安全出口；
 - 4 区间中间风井的乘客疏散楼梯间可与区间风井内的设备用房区的安全出口共用，乘客疏散路径宜与区间风井设备用房区相互独立。
- 30.7.5** 区间设置的纵向辅助疏散平台应符合下列规定：
- 1 靠隧道壁的墙上应设置靠墙扶手；
 - 2 疏散平台与联络通道有高差时，应采用楼梯或坡道连接；
 - 3 疏散平台最小宽度和平台高度等其他要求应符合本标准第 6.2 节和 6.4 节的规定；
 - 3 疏散平台应采用不燃烧体，耐火极限不应低于 1.00h；

4 区间纵向辅助疏散平台宜贯通并平接车站站台面；

5 地下区间当疏散平台被区间人防（防淹）门隔断时，在门框外侧的疏散平台端部应设置楼梯至道床面，疏散路径不应被穿越人防门垛的区间电缆隔断。

30.7.6 高架区间线路两侧无市政道路或满足消防车通行的区间养桥通道时，宜每隔 800m 设置横穿线路的消防通道。

30.7.7 高架区间桥面宜每隔 3km 交错设置一处直达地面的紧急疏散楼梯，楼梯宽度不应小于 1.8m。疏散通道落地点应设置区间养桥道路与市政道路相连。

30.7.8 地下区间纵向疏散平台的侧墙上应设置疏散指示标志和与疏散出入口的距离标识，不应侵占疏散平台宽度，间距不宜大于 15m，高度宜设在平台上方 2m 内。

30.7.9 地下区间的横向联络通道口以及区间风井的防烟楼梯间、安全通道等安全出口处的疏散标志应为双面标识，且垂直于行车方向安装，标志下边缘宜与洞口上部齐平。

30.7.10 地下区间蓄光型标志牌应设在应急照明灯具附近，其表面照度不宜低于 50 lx。

30.8 防水淹

30.8.1 城市轨道交通工程中与运营相关的建筑设施均应进行防水淹设计。

30.8.2 各部位洪涝水位应根据防洪涝专项研究要求确定。防淹设计防护标高应为洪涝水位、波浪爬高值和安全高之和。

30.8.3 风亭（井）、车站、区间及其他地下建（构）筑物的各出入口的防水淹设计，应符合下列规定：

1 车站的出入口不宜设置在地势低洼处；

2 地下车站的出入口的室内地面、敞口形式出入口及出入口所处下沉广场的地面口部应高出室外地面不小于 0.45m，且应满足所在区域的防淹设计防护标高要求；

3 位于下沉广场底部的车站出入口地面标高应高出下沉广场地面不小于 0.15m，并设置截水沟及防淹挡水设施；

4 除位于地形高点无淹水风险的部位外，出入口部位应配置不低于 0.50m 的防淹挡水设施；

5 风亭风口下沿、敞口风井及采光井挡墙上沿应高于防淹设计防护标高不小于 0.50m；

6 在防淹设计防护标高以下的车站、区间地面围护结构应能抵抗水压及水流冲击。

30.8.4 与城市轨道交通工程地下空间连通的其他功能设施的防水淹设计应符合下列规定：

1 防水淹设计标准不应低于城市轨道交通工程设计标准；

2 当不满足本条第 1 款规定时，与城市轨道交通地下空间的连通口部应设置防淹封闭措施；

3 与城市轨道交通地下空间连通处的地面应设置截水沟，且排水不应向城市轨道交通方向找坡。

30.8.5 区间及隧道洞口敞开段应符合下列规定：

1 地面区间线路路肩标高应高于防淹设计防护标高不小于 0.50m；

2 隧道洞口敞开段的线路入地点路肩标高应高于防淹设计防护标高不小于 0.50m；

3 敞开段 U 型槽侧墙上沿标高应高于防淹设计防护标高不小于 1.00m；墙体应采用实体结构，强度满足挡水要求；

4 U 型槽侧墙地面长度应超出线路入地点不小于 2.00m；

5 敞开段周围应设置截水、排水设施，其排水应排至周围道路、路基等排水系统，不应排入隧道；

6 敞开段宜设置防雨雪棚。

30.8.6 车辆基地的防水淹设计应符合下列规定：

1 车辆基地选址不应位于低洼的城市泄洪区，且场地设计标高不应低于防淹设计防护标高；

2 局部低于周边地面或不满足防淹设计防护标高的部位需设置有挡水能力的墙体，挡水高度应满足防淹设计防护标高要求，且高于外侧地面不小于 0.50m；

3 车辆基地出入口部位道路标高应高于外部道路低点不小于 0.50m，且不应低于防淹设计防护标高，

当标高无法满足要求时应设置防淹挡水设施；

4 车辆基地应按照国家及地方的海绵城市标准设置雨水调蓄设施。

30.8.7 主变电所及控制中心的防水淹设计应符合下列规定：

1 出入口室内地面应高出室外不小于0.45m，并应满足防淹设计防护标高要求；当控制中心地下车库出入口无法满足时，应设置满足防淹设计防护标高要求的防淹挡水设施；

2 当主变电所与其它建筑功能合建时，宜划分独立的防淹防护区域；当与其它功能区域有不可封闭的联通时，合建建筑应满足城市轨道交通的防淹设防标准；

3 地下主变电所的防洪涝设计应符合本标准第 30.8.3 条的规定。

30.8.8 防淹挡水设施应符合下列规定：

1 车站的防淹挡水设施宜选用能快速展开使用的主动（自动）挡水设施或具备防淹能力的管理门；

2 设置于口部的防淹挡水设施在日常备用的状态下不应影响正常的人员通行。

30.8.9 区间线路及出入线入地点的地面口部及区间隧道相对低点位置应设置水位标尺，并安装水位监测系统或可观测水位的高清视频监视系统，水位报警及视频监视信号应接至邻近车站综合控制室或车辆基地主控室。

30.8.10 地下车站与区间隧道排水设计应符合本标准第 15 章的规定；车辆基地轨行区排水设计应符合《铁路路基设计规范》TB 10001 的规定；车辆基地其他区域排水设计应符合《室外排水设计标准》GB 50014 的规定。

31 环保节能

31.1 一般规定

31.1.1 应根据沿线环境敏感点的分布情况及环评报告、文物保护有关要求采取环境保护措施。

31.1.2 城市轨道交通设计应遵循碳排放减量化原则，采取节能措施降低能源消耗，并宜优先利用可再生能源。

31.1.3 城市轨道交通环保与节能设计尚应符合北京市地方标准《地铁噪声与振动控制规范》DB11/T 838 和《城市轨道交通节能技术规范》DB11/T 1486 的规定。

31.2 环境保护

31.2.1 环境保护设计应遵循统一规划、合理布局、综合治理、防治结合的原则。

31.2.2 污染防治设施应根据工程设计年限，按远期或控制期预测客流量和最大通过能力设计，应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

31.2.3 环境保护设计应包括噪声与振动控制、废水处理、大气污染防治以及电磁防护等。

31.2.4 列车运行噪声防治应符合下列规定：

1 对于地上线路沿线既有的声环境保护目标，当列车运行噪声预测超标时，应设置声屏障；对于沿线规划的声环境保护目标，应根据噪声预测结果预留声屏障的设置条件；

2 城市轨道交通声屏障设计应符合北京市地方标准《交通噪声污染缓解工程技术规范 第2部分：声屏障措施》DB11/T 1034.2 的规定；声屏障主体结构的设计使用年限不应小于 50 年，吸隔声材料设计使用年限不应小于 15 年。

31.2.5 风亭、冷却塔噪声防治应符合下列规定：

- 1 设备选型应选用符合要求的低噪声风机和冷却塔；
- 2 当风亭噪声防护距离不能满足要求时，应采取提高风机产品噪声限值标准、加长消声器等措施；
- 3 当冷却塔噪声防护距离不能满足要求时，应采取提高冷却塔产品噪声限值标准、设置消声、隔声等综合降噪措施。

31.2.6 列车运行振动控制应符合下列规定：

1 当地下线路穿越居住、医疗、文教等敏感区域时，应采取距离控制、轨道减振、结构隔振等振动控制措施。轨道减振及结构隔振设计应执行本标准第 8 章和第 11 章的规定；

2 当地下线路穿越或工程环评范围内存在规划居住、医疗、文教等敏感区域时，应预留轨道减振、结构隔振等振动控制措施设置条件。

31.2.7 水环境保护设计应符合下列规定：

- 1 生产废水和生活污水的排放应符合北京市地方标准《水污染物综合排放标准》DB 11/307 的规定；
- 2 生活污水和生产废水的水质处理、回收利用或排放应符合本标准第 15 章的规定。

31.2.8 废气排放应符合北京市地方标准《锅炉大气污染物排放标准》DB11/ 139、《餐饮业大气污染物排放标准》DB11/ 1488 的规定。

31.2.9 电磁辐射控制应符合下列规定：

- 1 工频电场、工频磁场等电磁辐射应符合行业标准《环境影响评价技术导则输变电》HJ 24 的规定；
- 2 地面设置的 110kV 及以上变电站与敏感建筑物的间距宜大于 30m，且不应小于 15m。

31.3 节约能源

31.3.1 城市轨道交通设计应采取降低运营能耗的运营组织、车辆、线路、建筑、设备系统等综合节能措施，并应具备能源管理功能。

31.3.2 运营组织节能设计应符合下列规定：

- 1 宜采用多交路运营等措施提高列车满载率；
- 2 宜针对城市轨道交通高峰、平峰及特殊时段制定不同的列车运行交路方案；
- 3 结合各设计年限以及高峰、平峰断面客流特征，可采用不同编组混合运行或长编组列车解列、短编组列车重联的运行方式。

31.3.3 车辆节能设计应符合下列规定：

- 1 选型应与城市轨道交通客流需求相匹配；
- 2 应采用轻量化车体材料；
- 3 车辆制动应优先采用再生制动模式；
- 4 车辆应具有列车运行节能控制模式。

31.3.4 线路节能设计应符合下列规定：

- 1 平面设计宜顺直，曲线段宜采用大曲线半径，避免限速曲线；
- 2 线路纵断面设计宜结合牵引计算设置节能坡，利用列车重力势能加减速。

31.3.5 建筑节能设计应符合下列规定：

- 1 在满足功能前提下，车站建筑设计应控制车站建筑规模；
- 2 地下车站出入口宜避开夏季主导风向，无法避开时应设置减少渗透风量的措施；
- 3 当地上车站站台公共区确有空调或供暖需求时，宜局部设置空调或供暖候车室；
- 4 地上车站的节能设计应符合现行北京市地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/T 687 的规定；
- 5 控制中心建筑和车辆基地内的公共建筑、居住建筑、工业建筑的节能设计应分别符合北京市地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/T 687、《居住建筑节能设计标准》DB11/ 891、国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245 的规定。

31.3.6 供电系统节能设计应符合下列规定：

- 1 牵引变压器应符合行业标准《城市轨道交通用干式牵引整流变压器》JB/T 10693 的规定；
- 2 配电变压器应选择节能型产品，配电变压器应符合国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 的规定；
- 3 再生制动吸收装置应选择能效高和吸收能量效率高的成熟产品，并应符合国家标准《城市轨道交通列车再生制动能量地面利用系统》GB/T 36287 的规定。

31.3.7 动力照明节能设计应符合下列规定：

- 1 照明灯具宜采用 LED 光源；
- 2 走廊、楼梯间、门厅、电梯厅及停车库照明应根据照明需求进行节能控制；
- 3 地下车站公共区正常照明宜采取分区、分组及调节照度的节能控制措施；
- 4 有天然采光的场所，其照明应根据采光状况和建筑使用条件采取分区、分组、按照度或按时段调节的节能控制措施；有条件时，可设置导光管日光照明系统作为室内照明的补充。
- 5 用电设备宜就地无功补偿，低压配电系统宜在变电所设置有源滤波装置。
- 6 除专用消防设备外，动力用电设备宜采用变频调压调速等节能控制技术；
- 7 接触器、照明光源、LED 灯具、镇流器、LED 驱动电源应采用不低于 2 级能效产品；
- 8 照明照度、功率密度限值取值应符合国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《建筑照明设计标准》GB/T 50034、《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的规定。

31.3.8 通风与空调系统节能设计应符合下列规定：

1 宜根据气象条件、负荷分布特征及设备配置等因素进行运行能耗分析,并宜选择能耗较低的方案;

2 地下线路宜利用列车活塞效应实现对隧道和车站公共区的自然通风与换气;

3 车站公共区通风与空调系统应具备新风、送风及回排风的变风量运行条件,并宜根据 CO₂ 浓度检测值进行新风量控制;

4 车站设备与管理用房空调系统宜具备分室调节功能;

5 风机、水泵、冷水机组、冷却塔、多联式空调(热泵)机组的设备能效等级不应低于 2 级或节能评价价值;

6 应根据车站内外环境参数实时监测和通风空调负荷预测进行通风与空调系统节能控制;

7 应以提高系统能效比作为制冷系统控制目标,并应利于长期监测积累数据对冷水机组、冷水泵、冷却塔进行主动寻优联动控制;

8 应实现通风与空调系统的变风量与变水量运行,并应具备风系统和水系统的协调耦合控制功能。

31.3.9 自动扶梯与电梯节能设计应符合下列规定:

1 设备配置数量应与土建条件和服务水平相匹配;

2 设备能效指标应符合国家标准《城市轨道交通机电设备节能要求》GB/T 35553 的规定。

31.3.10 信号系统节能设计应符合下列规定:

1 ATO 子系统应与 ATS 子系统和 ATP 子系统联动,通过对列车牵引、惰行、制动的合理控制,减少牵引、制动的转换次数,实现单车节能控制;

2 ATS 子系统应与 ATO 子系统联动,实现高平峰时段不同区间运行等级的多级控制;

3 ATS 子系统宜统筹控制同一牵引供电分区内列车的运行,充分利用再生制动能量。

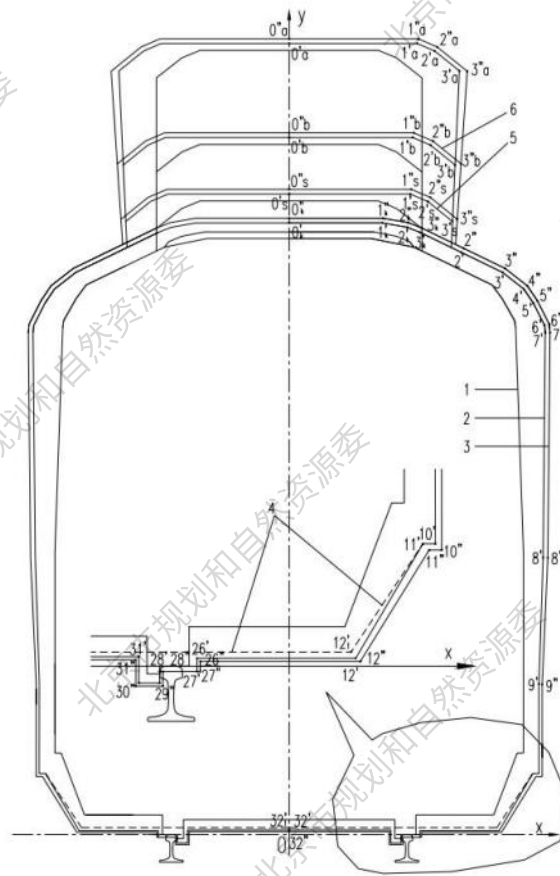
31.3.11 能源管理系统设计应符合下列规定:

1 能源管理系统应对城市轨道交通线路的电能、水、燃气、热力能耗及能源质量进行集中、全面、实时在线监测;

2 能源管理系统应对各类能耗数据进行分类、分项、分区域统计,并应对各类能耗数据在不同时间段的最大值、最小值、平均值及能耗指标等进行统计;

3 能源管理系统应根据统计的能耗数据、能耗指标等信息,进行能源的质量、负荷、需量、能效、平衡、同比、环比、节能潜力等分析,并宜具备生成节能控制策略的功能;

4 能源管理系统宜采用中心、车站两级管理,并应具备接入信息系统或上一级管理系统的条件。

附录 A A₂ 型车限界图图 A.0.1 A₂型车区间车辆限界和区间直线地段设备限界

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

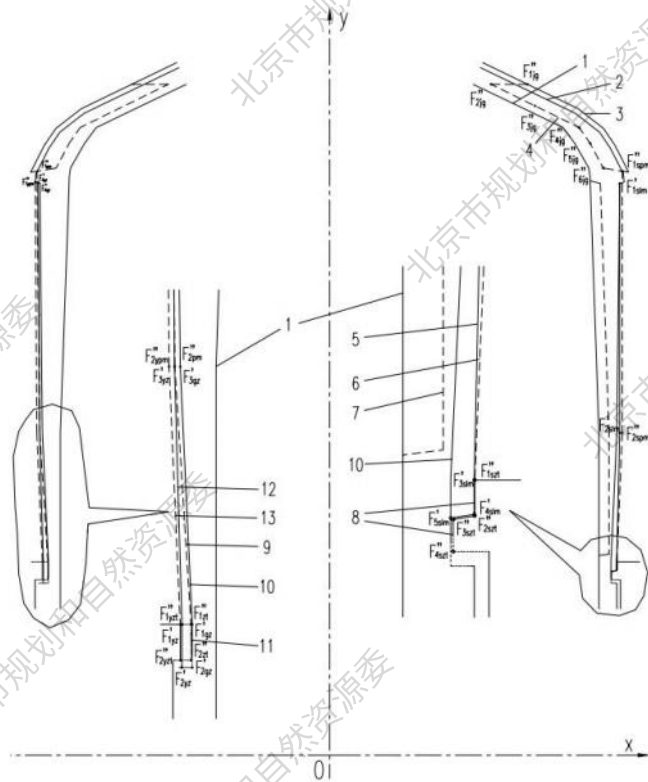


图 A.0.2 A₂型车计算站台长度范围内附加车辆限界、直线站台及站台屏蔽门限界、检修库高低平台限界

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—塞拉门车停靠开门附加车辆限界；6—塞拉门车站台屏蔽门限界；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—非塞拉门车站台屏蔽门限界；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—越行站台及站台屏蔽门限界

表A.0.1-1 A₂型限界计算车辆轮廓线坐标值（mm）

控制点	0	0 _K		1 _K	2 _K	3 _K	2	3	4	5	6
X	0	0		542	688	772	798	1050	1300	1365	1444
Y	3800	3842		3842	3814	3780	3745	3625	3504	3416	3277
控制点	7	8		9	10	11	12	—	—	—	—
X	1450	1500		1500	1500	1460	1310	—	—	—	—
Y	3231	1800		1090	520	520	125	—	—	—	—
控制点	26	27		28	29	30	31	32	—	—	—
X	811.5	811.5		717.5	717.5	676.5	676.5	0	—	—	—
Y	126.5	0		0	-25	-25	95	95	—	—	—
控制点	0 _s	1 _s		2 _s	3 _s	0 _b	1 _b	2 _b	3 _b	—	—
X	0	572		687	850	0	572	687	850	—	—
Y	4040	4040		3992	3865	4400	4400	4352	4225	—	—
控制点	0 _a	1 _a		2 _a	3 _a	—	—	—	—	—	—
X	0	572		687	850	—	—	—	—	—	—
Y	5000	5000		4952	4825	—	—	—	—	—	—

注：0_K~3_K为空调部分车辆轮廓线，0_s~3_s、0_b~3_b、0_a~3_a为受电弓部分车辆轮廓线。

表 A.0.1-2 A₂型车车辆限界坐标值 (mm)

控制点	0' _k	1' _k	2' _k	3' _k	2'	3'	4'	5'	6'	7'
X'	0	597	755	839	1103	1367	1503	1564	1636	1640
Y'	3900	3900	3872	3839	3712	3584	3478	3388	3246	3199
控制点	8'	9'	10'	11'	12'	12' ₁	26'	27'	28'	29'
X'	1626	1599	1600	1560	1345	1330	837	837	717.5	717.5
Y'	1766	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	1565	1565	1600	1615	1595	1595
Y'	-54	30	30	45	1080	—	1800	3192	1080	—
控制点	F' _{3yz}	F' _{4yz}	F' _{1slm}	F' _{2slm}	F' _{3slm}	F' _{4slm}	F' _{5slm}	0's	1's	2's
X'	1616	1625	1615	1615	1596.5	1596.5	1565	0	776	889
Y'	1800	3199	3192	1800	1080	1032	1027	4084	4084	4036
控制点	3's	0'b	1'b	2'b	3'b	0'a	1'a	2'a	3'a	—
X'	1046	0	792	905	1062	0	820	932	1090	—
Y'	3909	4444	4444	4396	4269	5044	5044	4996	4869	—

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，0's~3's、0'b~3'b、0'a~3'a为受电弓车辆限界。

表 A.0.1-3 A₂型车直线地段设备限界坐标值 (mm)

控制点	0'' _k	1'' _k	2'' _k	3'' _k	2''	3''	4''	5''	6''	7''
X''	0	600	763	851	1117	1383	1525	1590	1665	1670
Y''	3930	3930	3901	3867	3738	3610	3499	3403	3254	3200
控制点	8''	9''	10''	11''	12''	26''	27''	28''	29''	30''
X''	1656	1620	1620	1580	1360	847	847	727.5	727.5	640.5
Y''	1766	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	1570	1570	1600	1600	1570	1570	1630	1615
Y''	20	20	1080	—	1080	1030	1025	—	3260	1800
控制点	F'' _{1ypm}	F'' _{2ypm}	F'' _{1spm}	F'' _{2spm}	F'' _{1jg}	F'' _{2jg}	F'' _{3jg}	F'' _{4jg}	F'' _{5jg}	F'' _{6jg}
X''	1640	1631	1630	1630	1102	898	1144	1390	1451	1524
Y''	3199	1800	3260	1800	3745	3745	3625	3504	3416	3277
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	1077	0	798	921	1100	1600	1600
Y''	4114	4114	4062	3923	4474	4474	4422	4277	1080	—
控制点	0''a	1''a	2''a	3''a	—	—	—	—	—	—
X''	0	826	948	1140	—	—	—	—	—	—
Y''	5074	5074	5022	4867	—	—	—	—	—	—

附录 B B₁ 型车限界图

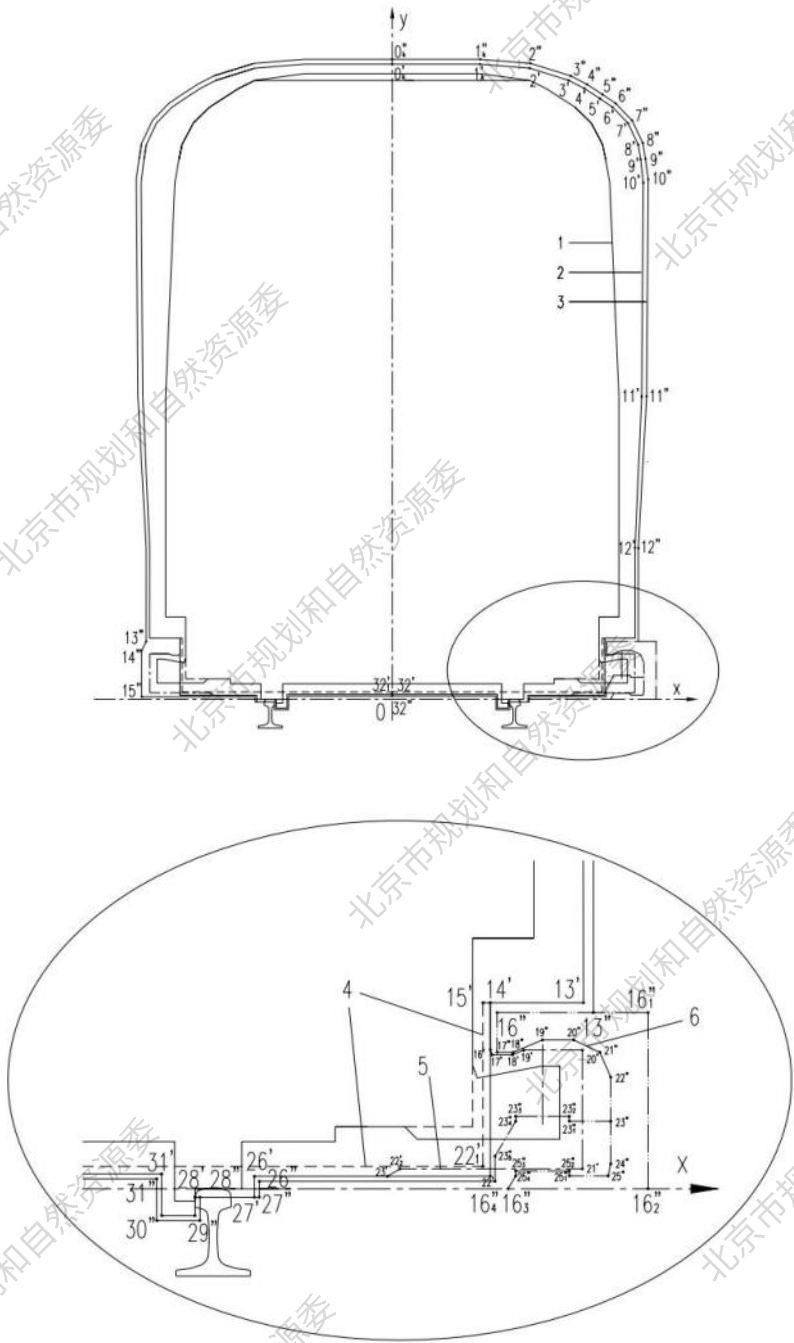


图 B.0.1-1 B₁ 型 DC750V 上部受流车区间车辆限界和区间直线地段设备限界

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

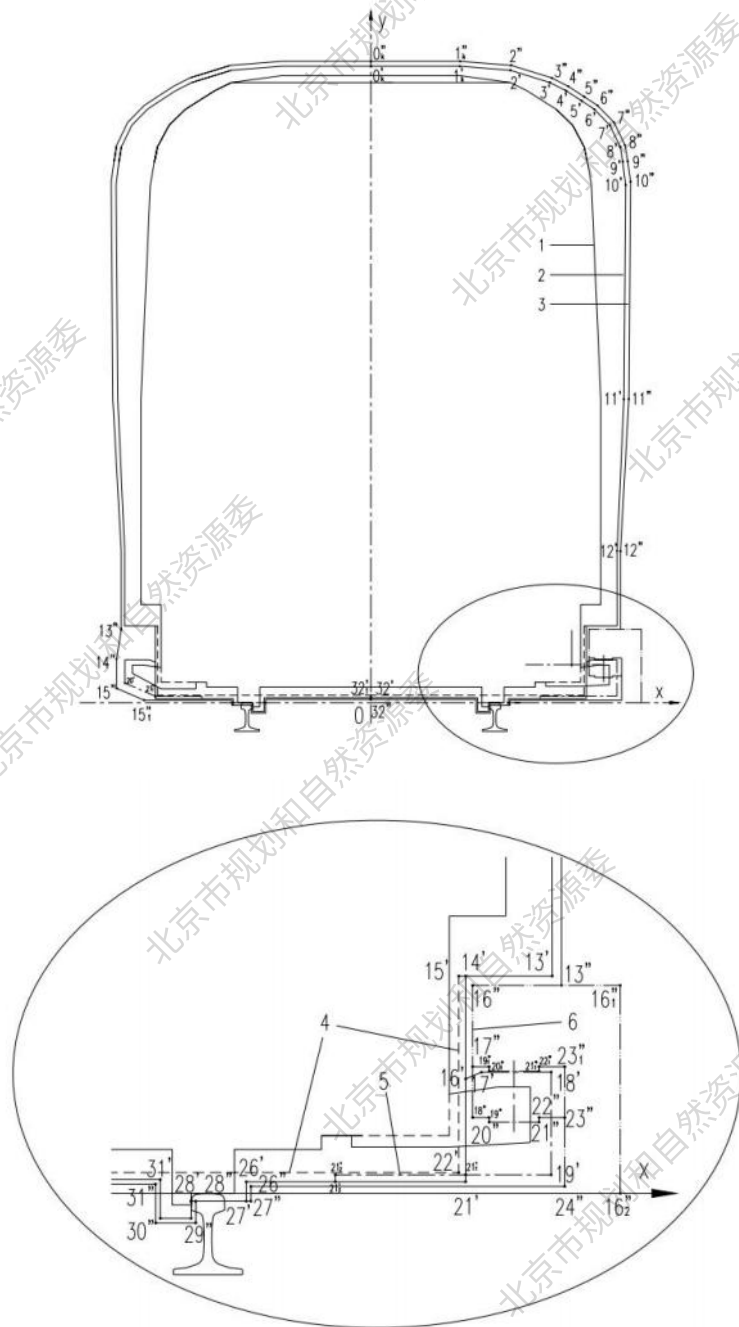


图 B.0.1-2 B₁ 型 DC750V 下部受流车区间车辆限界和区间直线地段设备限界

- 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

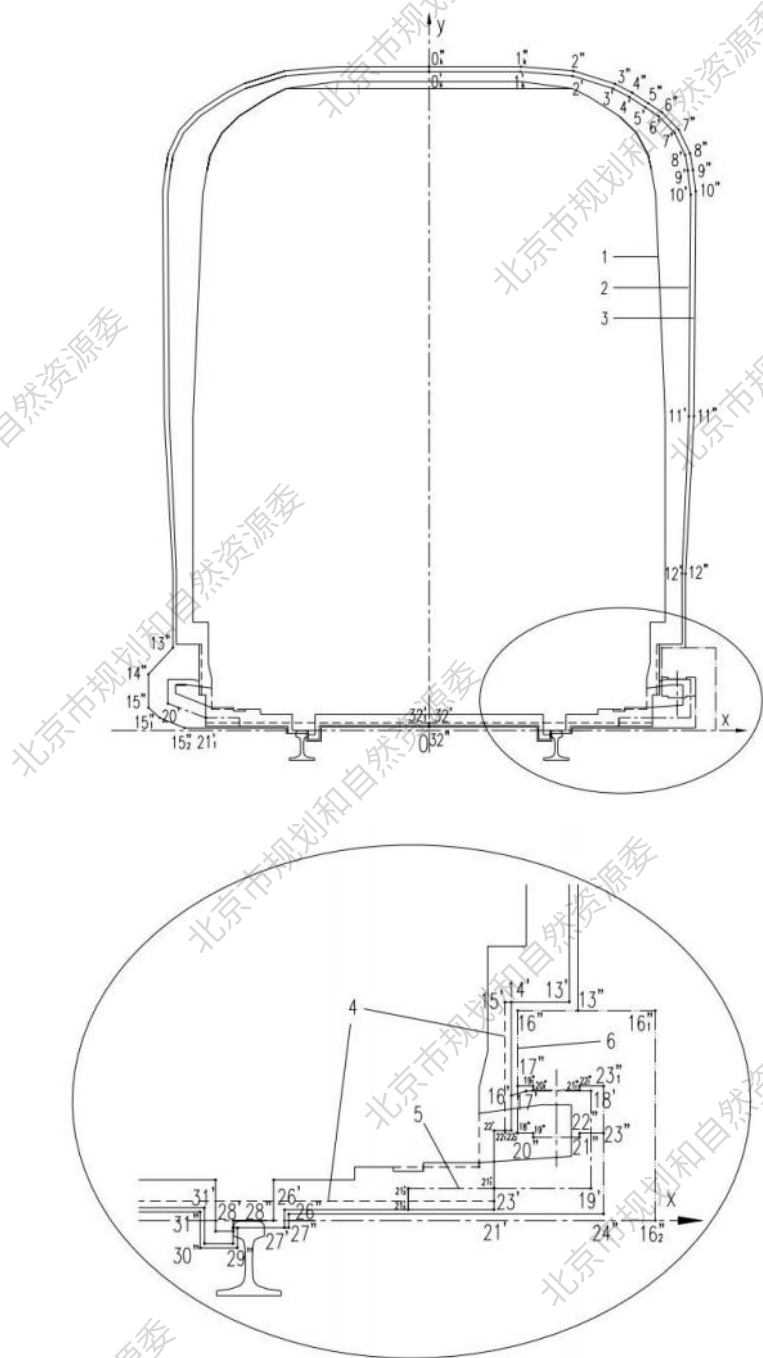


图 B.0.1-3 B₁型 DC1500V 下部受流车区间车辆限界和区间直线地段设备限界

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

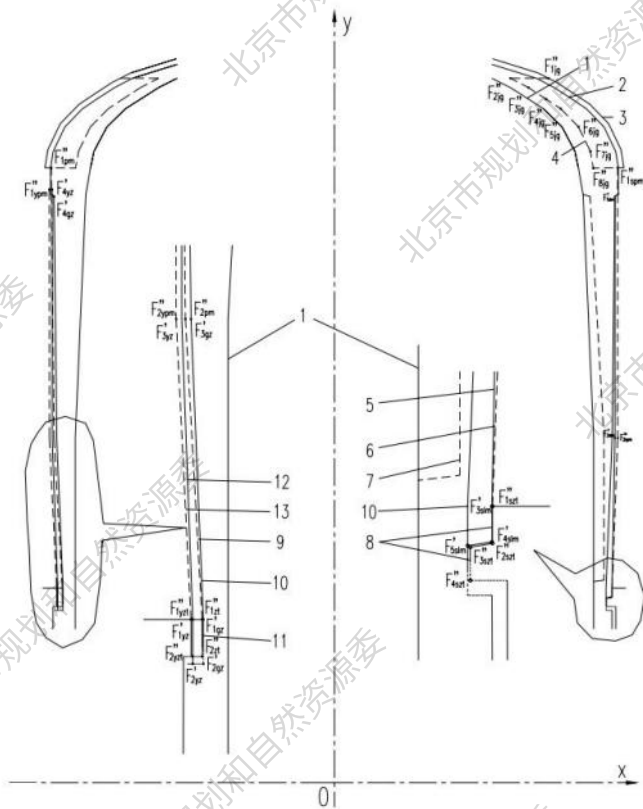


图 B.0.1-4 B₁型车计算站台长度范围内附加车辆限界、直线站台及站台屏蔽门限界、检修库高低平台限界

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—塞拉门车站台屏蔽门限界；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—非塞拉门车站台屏蔽门限界；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—越行站台及站台屏蔽门限界

表 B.0.1-1 B₁型限界（接触轨上受电/140mm）计算车辆轮廓线坐标值（mm）

控制点	0	0 _K	0 _{1K}	1 _K	1 _{1K}	2	3	4	5	6
X	0	0	0	542	542	850	950	1048	1129	1229
Y	3800	3842	3827	3842	3827	3800	3750	3688	3636	3538
控制点	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
X	1299	1318	1343	1400	1400	—	—	—	1400	1277
Y	3406	3315	3173	1860	1060	—	—	—	505	505
控制点	17	18	19	20	21	22	22 ₁	23	24	25
X	1277	1386.5	1415	1452.5	1452.5	1277	1165	1140	1000	1000
Y	248	223	247	247	100	125	100	125	125	95
控制点	26	27	28	29	30	31	32	—	—	—
X	811.5	811.5	717.5	717.5	676.5	676.5	0	—	—	—
Y	95	0	0	-25	-25	95	95	—	—	—

注：0_K、1_K为空调部分车辆轮廓线。

表 B.0.1-2 B₁型限界（接触轨下受电/160mm）计算车辆轮廓线坐标值（mm）

控制点	0	0 _K	0 _{1K}	1 _K	1 _{1K}	2	3	4	5	6
X	0	0	0	542	542	850	950	1048	1129	1229
Y	3800	3842	3827	3842	3827	3800	3750	3688	3636	3538
控制点	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
X	1299	1318	1343	1400	1400	—	—	—	1400	1277
Y	3406	3315	3173	1860	1060	—	—	—	600	600
控制点	17	18	19	20	20 ₁	21	21 ₁	22	23	24
X	1277	1382.5	1452.5	1452.5	1452.5	1277	1277	1065	1065	1000
Y	215	230	230	180	110	125	100	100	125	125
控制点	25	26	27	28	29	30	31	32	—	—
X	1000	811.5	811.5	717.5	717.5	676.5	676.5	0	—	—
Y	95	95	0	0	-25	-25	95	95	—	—

注：0_K、1_K为空调部分车辆轮廓线。表 B.0.1-3 B₁型限界（接触轨下受电/200mm）计算车辆轮廓线坐标值（mm）

控制点	0	0 _K	0 _{1K}	1 _K	1 _{1K}	2	3	4	5	6
X	0	0	0	542	542	850	950	1048	1129	1229
Y	3800	3842	3827	3842	3827	3800	3750	3688	3636	3538
控制点	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
X	1299	1318	1343	1400	1400	—	—	—	1400	1310
Y	3406	3315	3173	1860	1060	—	—	—	640	640
控制点	17	18	19	20	21	22	22 ₁	23	23 ₁	23 ₂
X	1310	1290	1290	1435	1505	1505	1505	1290	1290	1160
Y	395	310	250	270	270	220	150	125	135	135
控制点	23 ₃	24	25	26	27	28	29	30	31	32
X	1160	1090	1090	1000	1000	811.5	811.5	717.5	717.5	676.5
Y	115	115	125	125	95	95	0	0	-25	-25
控制点	33	34	—	—	—	—	—	—	—	—
X	676.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	95	95	—	—	—	—	—	—	—	—

注：0_K、1_K为空调部分车辆轮廓线。

表 B.0.1-4 B₁型 DC750V 上部受流车车辆限界坐标值 (mm)

控制点	0' _K	1' _K	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
X'	0	542	850	1091	1188	1283	1361	1456	1519	1534
Y'	3900	3900	3875	3800	3750	3688	3636	3538	3406	3315
控制点	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
X'	1551	1541	1499	1500	1312.5	1297.5	1312.5	1316	1357	1379.5
Y'	3173	1860	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'	1498	1498	1312.5	1297.5	1130	1105	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	1465	1465	1510	1515	1495	1495
Y'	-54	30	30	45	1050	—	1860	3163	1050	—
控制点	F' _{3yz}	F' _{4yz}	F' _{1slm}	F' _{2slm}	F' _{3slm}	F' _{4slm}	F' _{5slm}	—	—	—
X'	1525	1525	1515	1515	1496.5	1496.5	1465	—	—	—
Y'	1860	3200	3163	1860	1050	1002	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 B.0.1-5 B₁型 DC750V 下部受流车车辆限界坐标值 (mm)

控制点	0' _K	1' _K	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
X'	0	542	850	1091	1188	1283	1361	1456	1519	1534
Y'	3900	3900	3875	3800	3750	3688	3636	3538	3406	3315
控制点	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
X'	1551	1541	1499	1500	1312.5	1297.5	1312.5	1347	1498	1498
Y'	3173	1860	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'	1498	1312.5	1312.5	1030	1030	1297.5	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	1465	1465	1510	1515	1495	1495
Y'	-54	30	30	45	1050	—	1860	3163	1050	—
控制点	F' _{3yz}	F' _{4yz}	F' _{1slm}	F' _{2slm}	F' _{3slm}	F' _{4slm}	F' _{5slm}	—	—	—
X'	1525	1525	1515	1515	1496.5	1496.5	1465	—	—	—
Y'	1860	3200	3163	1860	1050	1002	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 B.0.1-6 B₁ 型 DC1500V 下部受流车车辆限界坐标值 (mm)

控制点	0'k	1'k	2'	3'	4'	5'	7'	8'	9'
X'	0	542	850	1091	1188	1283	1456	1519	1534
Y'	3900	3900	3875	3800	3750	3688	3538	3406	3315
控制点	10'	11'	12'	13'	14'	15'	17'	18'	19'
X'	1551	1541	1499	1500	1365	1350	1399.5	1550.5	1550.5
Y'	3173	1860	930	510	510	510	302	302.5	75
控制点	20'	21'	21' ₁	21' ₂	21' ₃	22'	22' ₂	23'	26'
X'	1550.5	1325	1325	1125	1125	1325	1365	1325	837
Y'	160	25	75	75	25	210	210	45	25
控制点	27'	28'	29'	30'	31'	32'	F' _{1gz}	F' _{2gz}	F' _{3gz}
X'	837	717.5	717.5	650.5	650.5	0	1465	1465	1510
Y'	-17	-17	-54	-54	30	30	1050	—	1860
控制点	F' _{4gz}	F' _{1yz}	F' _{2yz}	F' _{3yz}	F' _{4yz}	F' _{1slm}	F' _{3slm}	F' _{4slm}	F' _{5slm}
X'	1515	1495	1495	1525	1525	1515	1496.5	1496.5	1465
Y'	3163	1050	—	1860	3200	3163	1050	1002	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 B.0.1-7 B₁ 型 DC750V 上部受流车直线地段设备限界坐标值 (mm)

控制点	0''k	1''k	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
X''	0	544	854.5	1101.5	1203	1299.5	1380	1481	1548	1564
Y''	3930	3930	3905	3828	3776	3713	3659	3555	3415	3317.5
控制点	10''	11''	12''	13''	14''	15''	16''	16'' ₁	16'' ₂	16'' ₃
X''	1581	1571	1520	1520	1548	1548	1326	1630	1630	1348
Y''	3193	1860.5	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''	1322	1326	1358.5	1417.5	1480	1533	1555	1555	1471.5	1471.5
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''	1363.5	1363.5	1322	1555	1550	1471.5	1471.5	1363.5	1363.5	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	1470	1470	1500	1500
Y''	-17	-17	-64	-64	20	20	1050	—	1050	—
控制点	F'' _{1szt}	F'' _{2szt}	F'' _{3szt}	F'' _{4szt}	F'' _{1pm}	F'' _{2pm}	F'' _{1ypm}	F'' _{2ypm}	F'' _{1spm}	F'' _{2spm}
X''	1500	1500	1470	1470	1530	1525	1540	1540	1530	1530
Y''	1050	1000	995	—	3317	1860	3200	1860	3317	1860
控制点	F'' _{1jg}	F'' _{2jg}	F'' _{3jg}	F'' _{4jg}	F'' _{5jg}	F'' _{6jg}	F'' _{7jg}	F'' _{8jg}	—	—
X''	1156.5	950	1048	1144	1222	1318	1383	1398	—	—
Y''	3800	3800	3750	3688	3636	3538	3406	3315	—	—

表 B.0.1-8 B_I型 DC750V 下部受流车直线地段设备限界坐标值 (mm)

控制点	0'' _K	1'' _K	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
X''	0	544	854.5	1101.5	1203	1299.5	1380	1481	1548	1564
Y''	3930	3930	3905	3828	3776	3713	3659	3555	3415	3317.5
控制点	10''	11''	12''	13''	14''	15''	15'' ₁	16''	16'' ₁	16'' ₂
X''	1581	1571	1520	1520	1548	1548	1380	1327.5	1647.5	1647.5
Y''	3193	1860.5	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''	1327.5	1327.5	1363.5	1363.5	1363.5	1363.5	1471.5	1471.5	1471.5	1471.5
Y''	274	164	164	274	154	264	154	264	164	274
控制点	23''	23'' ₁	24''	26''	27''	28''	29''	30''	31''	32''
X''	1527.5	1527.5	1527.5	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''	1470	1470	1500	1500	1500	1500	1470	1470	1530	1525
Y''	1050	—	1050	—	1050	1000	995	—	3317	1860
控制点	F'' _{1ypm}	F'' _{2ypm}	F'' _{1spm}	F'' _{2spm}	F'' _{1jg}	F'' _{2jg}	F'' _{3jg}	F'' _{4jg}	F'' _{5jg}	F'' _{6jg}
X''	1540	1540	1530	1530	1156.5	950	1048	1144	1222	1318
Y''	3200	1860	3317	1860	3800	3800	3750	3688	3636	3538
控制点	F'' _{7jg}	F'' _{8jg}	—	—	—	—	—	—	—	—
X''	1383	1398	—	—	—	—	—	—	—	—
Y''	3406	3315	—	—	—	—	—	—	—	—

表 B.0.1-9 B_I型 DC1500V 下部受流车直线地段设备限界坐标值 (mm)

控制点	0'' _K	1'' _K	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
X''	0	544	854.5	1101.5	1203	1299.5	1380	1481	1548	1564
Y''	3930	3930	3905	3828	3776	3713	3659	3555	3415	3317.5
控制点	10''	11''	12''	13''	14''	15''	15'' ₁	15'' ₂	16''	16'' ₁
X''	1581	1571	1520	1520	1665	1665	1597	1450	1380	1700
Y''	3193	1860.5	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''	1700	1380	1380	1416	1416	1416	1416	1524	1524	1524
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''	1524	1580	1580	1580	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	1470	1470	1500	1500	1500	1500	1470	1470	1530
Y''	20	1050	—	1050	—	1050	1000	995	—	3317
控制点	F'' _{2pm}	F'' _{1ypm}	F'' _{2ypm}	F'' _{1spm}	F'' _{2spm}	F'' _{1jg}	F'' _{2jg}	F'' _{3jg}	F'' _{4jg}	F'' _{5jg}
X''	1525	1540	1540	1530	1530	1156.5	950	1048	1144	1222
Y''	1860	3200	1860	3317	1860	3800	3800	3750	3688	3636
控制点	F'' _{6jg}	F'' _{7jg}	F'' _{8jg}	—	—	—	—	—	—	—
X''	1318	1383	1398	—	—	—	—	—	—	—
Y''	3538	3406	3315	—	—	—	—	—	—	—

附录 C B₂ 型车限界图

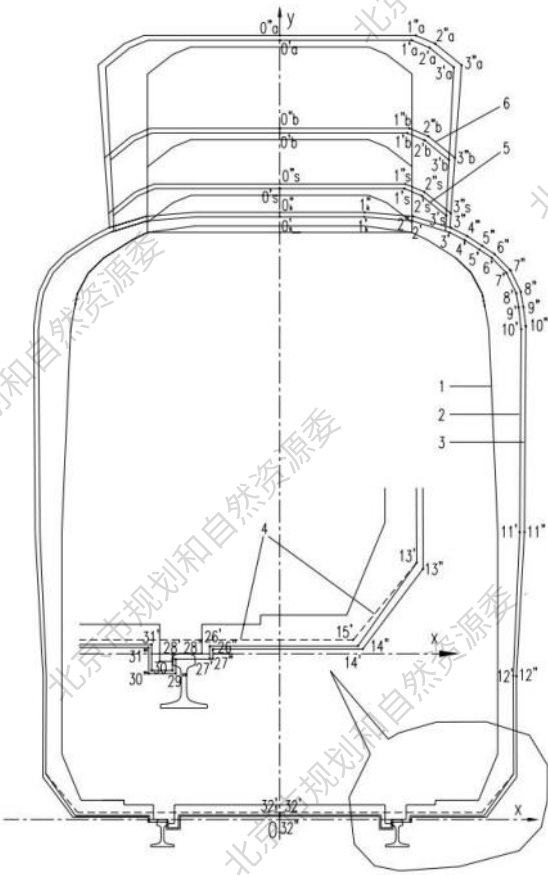


图 C. 0. 1-1 B₂ 型车区间车辆限界和区间直线地段设备限界

- 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

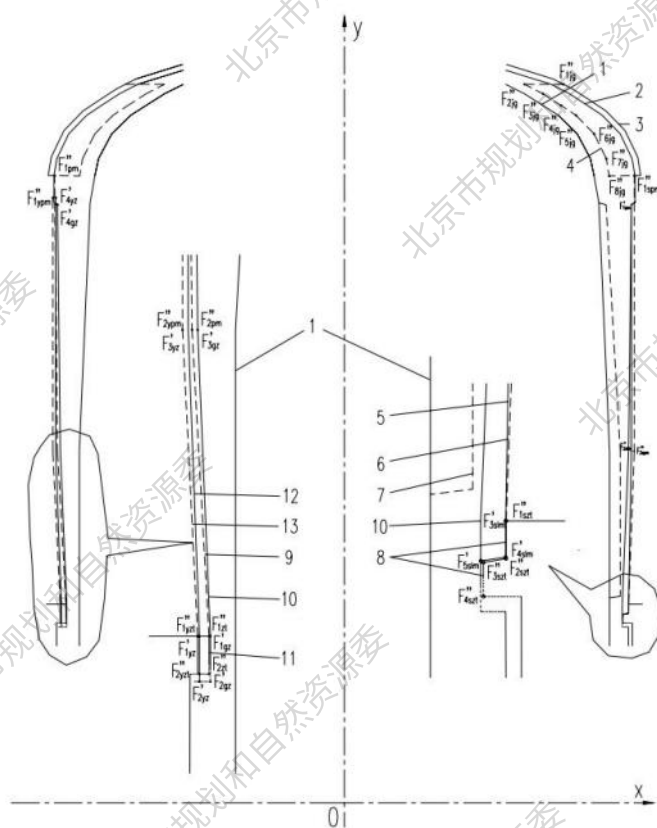


图 C.0.1-2 B₂型车计算站台长度范围内附加车辆限界、直线站台及站台屏蔽门限界、检修库高低平台限界

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—塞拉门车停靠开门附加车辆限界；6—塞拉门车站站台屏蔽门限界；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—非塞拉门车站站台屏蔽门限界；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—越行站台及站台屏蔽门限界

表 C.0.1-1 B₂型限界计算车辆轮廓线坐标值 (mm)

控制点	0	0 _K	0 _{1K}	1 _K	1 _{1K}	2	3	4	5	6
X	0	0	0	542	542	850	950	1048	1129	1229
Y	3800	3842	3827	3842	3827	3800	3750	3688	3636	3538
控制点	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
X	1299	1318	1343	1400	1400	—	—	—	1400	1277
Y	3406	3315	3173	1860	1060	—	—	—	425	125
控制点	17	18	26	27	28	29	30	31	32	—
X	1000	1000	811.5	811.5	717.5	717.5	676.5	676.5	0	—
Y	125	95	95	0	0	-25	-25	95	95	—
控制点	0 _s	1 _s	2 _s	3 _s	0 _b	1 _b	2 _b	3 _b	—	—
X	0	572	687	850	0	572	687	850	—	—
Y	4040	4040	3992	3865	4400	4400	4352	4225	—	—
控制点	0 _a	1 _a	2 _a	3 _a	—	—	—	—	—	—
X	0	572	687	850	—	—	—	—	—	—
Y	5000	5000	4952	4825	—	—	—	—	—	—

注：0_K、1_K为空调部分车辆轮廓线，0_s~3_s、0_b~3_b、0_a~3_a为受电弓车辆轮廓线。

表 C.0.1-2 B₂型车车辆限界坐标值 (mm)

控制点	0'K	1'K	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
X'	0	542	850	1091	1188	1283	1361	1456	1519	1534
Y'	3900	3900	3875	3800	3750	3688	3636	3538	3406	3315
控制点	10'	11'	12'	13'	14'	15'	26'	27'	28'	29'
X'	1551	1541	1499	1502	1313	1298	837	837	717.5	717.5
Y'	3173	1860	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	1465	1465	1510	1515	1495	1495
Y'	-54	30	30	45	1050	—	1860	3163	1050	—
控制点	F'3yz	F'4yz	F'1slm	F'2slm	F'3slm	F'4slm	F'5slm	—	—	—
X'	1525	1525	1515	1515	1496.5	1496.5	1465	—	—	—
Y'	1860	3200	3163	1860	1050	1002	997	—	—	—
控制点	0's	1's	2's	3's	0'b	1'b	2'b	3'b	—	—
X'	0	800	913	1069	0	819	931	1087	—	—
Y'	4084	4084	4036	3909	4444	4444	4396	4269	—	—
控制点	0'a	1'a	2'a	3'a	—	—	—	—	—	—
X'	0	849	962	1118	—	—	—	—	—	—
Y'	5044	5044	4996	4869	—	—	—	—	—	—

注：0'K、1'K为空调部分车辆限界，F'1gz~F'4gz为车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为塞拉门停靠开门附加车辆限界，0's~3's、0'b~3'b、0'a~3'a为受电弓车辆限界。

表 C.0.1-3 B₂型车直线地段设备限界坐标值 (mm)

控制点	0''K	1''K	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
X''	0	544	854.5	1101.5	1203	1299.5	1380	1481	1548	1564
Y''	3930	3930	3905	3828	3776	3713	3659	3555	3415	3317.5
控制点	10''	11''	12''	13''	14''	26''	27''	28''	29''	30''
X''	1581	1571	1520	1522	1328	847	847	727.5	727.5	640.5
Y''	3193	1860.5	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	1470	1470	1500	1500	1500	1500	1470	1470
Y''	20	20	1050	—	1050	—	1050	1000	995	—
控制点	F''1pm	F''2pm	F''1ypm	F''2ypm	F''1spm	F''2spm	F''1jg	F''2jg	F''3jg	F''4jg
X''	1530	1525	1540	1540	1530	1530	1156.5	950	1048	1144
Y''	3317	1860	3200	1860	3317	1860	3800	3800	3750	3688
控制点	F''5jg	F''6jg	F''7jg	F''8jg	0's	1's	2's	3's	0'b	1'b
X''	1222	1318	1383	1398	0	806	929	1099	0	832
Y''	3636	3538	3406	3315	4114	4114	4062	3923	4474	4474
控制点	2''b	3''b	0''a	1''a	2''a	3''a	—	—	—	—
X''	954	1125	0	875	998	1168	—	—	—	—
Y''	4422	4283	5074	5074	5022	4883	—	—	—	—

附录 D 曲线地段设备限界计算方法

D.0.1 A2 型车曲线地段设备限界加宽量应符合下列规定：

- 1 除受电弓外，距轨顶平面全高范围的设备限界在曲线地段应加宽。
- 2 整体道床曲线加宽量应按下列公式计算：

$$\Delta X_a = \Delta X_i = \frac{31893}{R} + 2.0, 150\text{m} \leq R < 800\text{m} \quad (\text{D.0.1-1})$$

$$\Delta X_a = \Delta X_i = \text{Max} \left[\left(\frac{29459}{R} + 4.1 \right), \left(\frac{31593}{R} + 2.0 \right) \right], R \geq 800\text{m} \quad (\text{D.0.1-2})$$

式中：

R—曲线半径（m）；

ΔX_a —车体设备限界在曲线地段外侧总加宽量（mm）；

ΔX_i —车体设备限界在曲线地段内侧总加宽量（mm）。

D.0.2 B1 型车曲线地段设备限界加宽量应符合下列规定：

3 1 DC750V 上部受流、DC750V 下部受流及 DC1500V 下部受流距轨顶平面高度分别不大于 355mm、450mm 及 490mm 的设备限界在曲线地段受流侧不应加宽，其余应加宽。

4 整体道床距轨顶平面高度不大于 355mm、450mm 及 490mm 的设备限界在曲线地段非受流侧当平面曲线半径不大于 800m 时，应加宽 10mm 或按下列公式计算：

$$\Delta X_a = \Delta X_i = \frac{905}{R} + 2.0, 110\text{m} \leq R < 800\text{m} \quad (\text{D.0.2-1})$$

$$\Delta X_a = \Delta X_i = \frac{605}{R} + 2.0, R \geq 800\text{m} \quad (\text{D.0.2-2})$$

式中：

R—曲线半径（m）；

ΔX_a —车体设备限界在曲线地段外侧总加宽量（mm）；

ΔX_i —车体设备限界在曲线地段内侧总加宽量（mm）。

5 整体道床距轨顶平面高度大于 355mm、450mm 及 490mm 的设备限界在曲线地段加宽量应按下列公式计算：

$$\Delta X_a = \Delta X_i = \frac{25127}{R} + 4.3, 110\text{m} \leq R < 800\text{m} \quad (\text{D.0.2-3})$$

$$\Delta X_a = \Delta X_i = \frac{24675}{R} + 4.3, R \geq 800\text{m} \quad (\text{D.0.2-4})$$

式中：

R—曲线半径（m）；

ΔX_a —车体设备限界在曲线地段外侧总加宽量（mm）；

ΔX_i —车体设备限界在曲线地段内侧总加宽量（mm）。

D.0.3 B2 型车曲线地段设备限界加宽量应符合下列规定：

- 6 除受电弓外，距轨顶平面全高范围的设备限界在曲线地段应加宽。

7 整体道床曲线加宽量应按下列公式计算：

$$\Delta X_a = \Delta X_i = \frac{25127}{R} + 4.3, \quad 110\text{m} \leq R < 800\text{m} \quad (\text{D.0.3-1})$$

$$\Delta X_a = \Delta X_i = \frac{25675}{R} / R + 4.3, \quad R \geq 800\text{m} \quad (\text{D.0.3-2})$$

式中：

R—曲线半径（m）；

ΔX_a —车体设备限界在曲线地段外侧总加宽量（mm）；

ΔX_i —车体设备限界在曲线地段内侧总加宽量（mm）。

附录 E 缓和曲线地段建筑限界的加宽计算公式

E.0.1 缓和曲线引起的几何加宽量的计算应符合下列规定：

1 A1 型车和 A2 型车缓和曲线内侧加宽量应按下列公式计算：

$$e_{pi} = \frac{31592l_j}{LXR} \quad (\text{E.0.1-1})$$

式中：

e_{pi} —缓和曲线引起的曲线内侧限界加宽量（mm）；

l_j —计算点距离缓和曲线起点的距离（m）；

L —缓和曲线长度（m）。

2 B1 型车和 B2 型车缓和曲线内侧加宽量应按下列公式计算：

$$e_{pi} = \frac{20450l_j}{LXR} \quad (\text{E.0.1-2})$$

3 A1 型车和 A2 型车缓和曲线外侧加宽量应按下列公式计算：

$$e_{po} = \frac{222768+30240l_j}{LXR} \quad (\text{E.0.1-3})$$

式中：

e_{po} —缓和曲线引起的曲线外侧限界加宽量（mm）。

4 B1 型车和 B2 型车缓和曲线外侧加宽量应按下列公式计算：

$$e_{po} = \frac{160107+25280l_j}{LXR} \quad (\text{E.0.1-4})$$

E.0.2 轨道超高引起的加宽量应按下列公式计算：

$$e_{hi} = X_1 \cos \alpha + Y_1 \sin \alpha - X_1 \quad (\text{E.0.2-1})$$

$$e_{ho} = X_2 \cos \alpha - Y_2 \sin \alpha - X_2 \quad (\text{E.0.2-2})$$

$$h_c = h_{ac} \times l_j / L \quad (\text{E.0.2-3})$$

$$\alpha = \sin^{-1} (h_c / S) \quad (\text{E.0.2-4})$$

式中：

e_{hi} —轨道超高引起的缓和曲线内侧限界加宽量（mm）；

e_{ho} —轨道超高引起的缓和曲线外侧限界加宽量（mm）；

X_1 —计算曲线内侧限界加宽的设备限界控制点的横坐标值（mm）；

Y_1 —计算曲线内侧限界加宽的设备限界控制点的纵坐标值（mm）；

X_2 —计算曲线外侧限界加宽的设备限界控制点的横坐标值（mm）；

Y_2 —计算曲线外侧限界加宽的设备限界控制点的纵坐标值（mm）；

h_{ac} —圆曲线段轨道超高值；

h_c —缓和曲线上计算点处的超高值（mm）。

E.0.3 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

E.0.4 缓和曲线上限界加宽总量应按下列公式计算：

$$E_i = e_{pi} + e_{hi} + e_{qt} \quad (\text{E.0.4-1})$$

$$E_o = e_{po} + e_{ho} + e_{qt} \quad (\text{E.0.4-2})$$

式中：

E_i —缓和曲线上内侧限界加宽总量（mm）；

E_o —缓和曲线上外侧限界加宽总量（mm）；

e_{qt} —曲线轨道参数变化引起的缓和曲线加宽量（mm）。

E.0.5 缓和曲线段建筑限界内侧加宽和外侧加宽应符合下列规定：

- 1 内侧加宽以直缓点为起点至缓圆点终点范围内应按本标准公式（E.0.4-1）计算。
- 2 外侧加宽以直缓点为起点至缓圆点终点后移 10m 范围内应按本标准公式（E.0.4-2）计算，缓圆点后移 10m 为起点至缓圆点终点范围内应按线性内插处理。

附录 F 车站功能评价指标计算公式

F.0.1 换乘车站内的换乘设施超高峰饱和度应按下列公式计算：

$$S_c = \frac{Q_{hc} \times \alpha}{W_c} \quad (F.0.1-1)$$

$$S_r = \frac{Q_{hr} \times \alpha}{W_r} \quad (F.0.1-2)$$

式中：

S_c ——换出设施的超高峰饱和度；

S_r ——换入设施的超高峰饱和度；

Q_{hc} ——远期或客流控制期高峰小时换乘设施服务的换出客流量（人/h）；

Q_{hr} ——远期或客流控制期高峰小时换乘设施服务的换入客流量（人/h）；

α ——超高峰系数；

W_c ——换出设施的通过能力（人/h）；

W_r ——换入设施的通过能力（人/h）。

注：1. 换乘设施服务的换出、换入客流量中，包括上下行方向一对列车通过各组设施换出或换入客流，同时也包含可能使用该设施出站或进站的客流；

2. 该指标的评价对象含盖了整个换乘路径中的所有换乘设施，包括换乘楼扶梯和楼扶梯一侧的侧站台。

F.0.2 换乘车站换乘路径中各部位换乘设施的不均衡系数应按下列公式计算：

$$K_c = \frac{S_{xc}}{S_{pc}} \quad (F.0.2-1)$$

$$K_r = \frac{S_{xr}}{S_{pr}} \quad (F.0.2-2)$$

式中：

K_c ——换乘路径上各部位换出通行设施的不均衡系数；

K_r ——换乘路径上各部位换入通行设施的不均衡系数；

S_{xc} ——换出设施最大饱和度；

S_{xr} ——换入设施最大饱和度；

S_{pc} ——换出设施平均饱和度；

S_{pr} ——换入设施平均饱和度。

F.0.3 换乘车站换乘设施端部前的最大拥堵人数应按下列公式计算：

$$D = \frac{Q_h \times \alpha \times \beta}{n} - \frac{(L_m - L_n) \times W_1}{V_r} \quad (F.0.3-1)$$

$$W_1 = A_z N_{z1} + A_1 B_{11} \quad (F.0.3-2)$$

$$\beta = \frac{W_1}{W_i} \quad (F.0.3-3)$$

式中：

D ——该组换乘设施端部前的最大拥堵人数；
 Q_h ——远期或客流控制期高峰小时换乘设施服务的客流量（人/h）；
 α ——超高峰系数；
 n ——远期或客流控制期高峰小时列车发车对数；
 β ——该组换乘设施通过能力和全部换乘设施通过能力的比值；
 L_m ——该组换乘设施端部到相对最远的列车车门间的距离（m）；
 L_n ——该组换乘设施端部与最近的列车车门间的距离（m）；
 W_1 ——该组换乘设施的通过能力（人/h）；
 W_i ——全部换乘设施的通过能力（人/h）；
 V_r ——乘客在站台的平均步行速度（3600m/h）；
 A_z ——自动扶梯的通过能力（人/h）；
 N_{z1} ——该组自动扶梯数量；
 A_l ——人行楼梯的通过能力（人/h·m）；
 B_{l1} ——该组人行楼梯的总宽度（m）。

F.0.4 换乘车站乘客的平均换乘时间应按下列公式计算：

$$T_s = 0.5 (T_{S1} + T_{S2}) \leq T_p \quad (\text{F.0.4-1})$$

$$T_{S1} = \sum_i T_i = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_i \quad (\text{F.0.4-2})$$

$$T_{S2} = T_a + T_b + T_c \quad (\text{F.0.4-3})$$

式中：

T_s ——节点换乘车站台、台和台、厅、台的平均换乘时间（min）；
 T_{S1} ——乘客从本线站台经站厅换乘到另一条线路的平均换乘时间（min）；
 T_{S2} ——站台到站台的平均换乘时间（min）；
 T_1 ——站台上相对最远车门和最近车门分别到各组换乘楼扶梯梯口（换乘通道口）的平均行走时间（min）；
 T_2 ——乘客通过上行（下行）换乘楼扶梯所需的时间总和（min）；
 T_3 ——乘客在站厅上的平均行走时间（min）；
 T_4 ——换乘通道行走时间（min）；
 T_5 ——离换入车站最近的下行换乘楼扶梯的下梯口到最近车门之间的行走时间（min）；
 T_i ——其他路径的行走时间（min）；
 T_p ——换乘评价时间（min）；
 T_a ——站台上相对最远车门和最近车门分别到各组换乘楼扶梯梯口之间的平均行走时间（min）；
 T_b ——换入车站换乘楼扶梯下梯口到最近车门之间的行走时间（min）；
 T_c ——乘客通过换乘楼扶梯所需的时间（min）。

注：1. 换乘行进路线上楼梯的垂直速度为 0.25m/s；名义速度 0.65m/s 的自动扶梯垂直速度为 0.375m/s，0.50m/s 的自动扶梯垂直速度为 0.289m/s；

2. 站台、站厅（或通道）的步行速度为（60m/min）；

3. 换乘通道内如设有楼扶梯和自动步道时，应分段计算。

F.0.5 换乘车站超高峰时段在站台上的滞留人数应按下列公式计算：

$$Q_{hz} = \frac{Q_{hs} \times \alpha}{n} - \left[p - \left(\frac{Q_d \times \alpha}{n} - \frac{Q_x \times \alpha}{n} \right) \right] \quad (\text{F.0.5-1})$$

式中：

Q_{hz} ——远期或客流控制期超高峰时段在站台滞留人数（人）；

Q_{hs} ——远期或客流控制期高峰小时在站台一侧上车（包括进站和换乘）总人数（人/h）；

Q_d ——远期或客流控制期高峰小时站前线路的客流断面流量（人/h）；

Q_x ——远期或客流控制期高峰小时该列车的下车（包括出站和下车换乘）人数（人/h）；

p ——一列车的定员人数（人）。

F.0.6 具有清客功能的小交路折返站或故障停车功能的车站，清客工况下超高峰时段列车间隔内在站台上的滞留人数应按下列公式计算：

$$Q_{hz} = \frac{(Q_d - Q_{qc}) \times \alpha}{n} + \frac{(2Q_{js1} + Q_{js2}) \times \alpha}{n} \quad (\text{F.0.6-1})$$

注：公式中 Q_{qc} 为远期或客流控制期高峰小时清客线路一侧出站人数， Q_{js1} 为远期或客流控制期高峰小时清客线路一侧进站上车人数， Q_{js2} 为远期或客流控制期高峰小时站台另一侧线路上车人数。

附录 G 工程安全风险分类和分级方法

G.0.1 新建地下工程安全风险主要有自身风险和环境风险两类。自身风险是指轨道交通地下工程本身的实施风险，关注重点为地下工程实施的难易程度；环境风险是指因地下工程实施引起临近设施（环境风险源）的风险，关注重点为地层变形对临近设施的影响。

G.0.2 与工程自身风险有关的因素包括结构规模的大小、施工方法及采取措施的适宜性、施工引起地层变形的大小以及地层中是否存在影响施工安全的不良地质等因素。

地下工程各工法自身工程风险相关的因素见表 G.0.2-1。北京地区主要的不良地质因素见表 G.0.2-2。

表 G.0.2-1 地下工程各工法自身风险的主要相关因素

序号	工法	主要相关因素
1	明挖法、盖挖逆作法	工程地质和水文地质条件、基坑开挖宽度、基坑开挖深度、地下水处理措施等
2	矿山法	工程地质和水文地质条件、结构断面的复杂程度、地下结构的层数和跨度、开挖方法、结构受力转换的合理性、地下水及不良地质处理措施等
3	盾构法	地质条件的适宜性、盾构隧道相互之间的空间位置关系等

表 G.0.2-2 北京地区常见的不良地质因素

序号	类别	可能的风险
1	人工填土	填土由于其松散性和不均匀性，往往给地基、基坑边坡和围岩的稳定性带来风险
2	人工空洞	城市地区浅表层受人类工程活动影响，易形成人工空洞。人工空洞对地下工程的施工带来潜在风险。容易形成空洞的地段一般包括，雨污水管线周边、深基坑工程附近、地下水位动态变化较大地段、原有空洞部位（菜窖、墓穴、鼠洞等）、砂土复合地层结构地段等
3	卵石、漂石地层	卵石、漂石地层中的漂石会给支护结构施工、管棚和小导管等超前支护施工以及盾构掘进带来困难和风险，卵石、漂石地层的高渗透性也会给工程降水和注浆带来困难
4	饱水砂层透镜体	饱水砂层透镜体由于其分布的随机性，详细勘察阶段不容易被发现，施工时易造成隧道涌水和流砂
5	上层滞水	上层滞水分布具有随机性和不稳定性，且由于详勘阶段距实际施工的时间较长、变数大，不易查清，可能给施工带来一定风险
6	高承压水、高压裂隙水	软土地层的高承压水易导致地下工程涌水和失稳等风险，岩石地层的高压裂隙水易造成地下工程的突水风险
7	有害气体	赋存于地层中的可燃或有毒气体易造成隧道施工中的爆燃或施工人员的中毒等风险
8	活动地震断裂带	活动断裂带活动变形风险
9	液化地层	液化地层中的轨道交通结构易在地震和列车运行振动作用下出现基底变形下沉风险
10	粉细砂地层	含水的粉细砂地层易产生流砂等风险，且加固效果不好

G.0.3 与环境风险有关的因素主要包括邻近设施与建设工程的相对位置关系、地层沉降及不均匀沉降的影响、地层变形或卸载对邻近设施承载能力的影响、邻近设施现状以及耐受地层变形的能力等。

G.0.4 轨道交通沿线常见的环境风险源见表 G.0.4。

表 G.0.4 各类常见环境风险源

序号	类别	环境设施
1	地面铁路、轨道交通	地面铁路、城市轨道交通和采用轨道运输系统的工程设施等
2	地面建（构）筑物	紧邻或在工程影响区域范围内的地面建筑物、其他构筑物（烟囱、水塔、油库、加油站、汽罐、高压线铁塔、厂房、车库等）
3	地下构筑物	地下道路、交通隧道、地下商业、人防工程、地下过街道等
4	市政桥梁	高架桥、立交桥、匝道桥、人行天桥等
5	市政管线	雨污水管、自来水管、中水管、燃气管、电信（力）管、热力管以及各类军用管线等
6	城市道路	各等级城市道路工程设施
7	水体	江、河、湖、一般水塘和小河沟等
8	绿化、植物	重要的和受保护的树木等

注：当轨道交通地下结构与上述各类设施构成上跨、下穿、紧邻和连通等关系，工程实施期间和运营期间可能产生影响时，可将上述设施作为环境安全风险源。

G.0.5 地下工程各工法自身风险分级宜参照表 G.0.5 的规定执行。

表 G.0.5 地下工程各类工法自身风险分级表

风险基本分级	工法	自身风险工程	级别调整
一级	明挖法、盖挖逆作法	地下四层或深度超过 25m（含 25m）的深基坑	
	矿山法	地下双层及以上的暗挖车站和类似结构；开挖宽度超过 16m 的单层隧道；开挖高度超过 18m 的单跨隧道	
	盾构法、顶管法	较长范围处于非常接近状态（隧道净距 $L \leq 0.3D$ ）的并行或交叠盾构、顶管隧道	
二级	明挖法、盖挖逆作法	地下三层或深度 15m~25m（含 15m）的深基坑	宽度大于 35m 超宽基坑、复杂平面基坑、偏压基坑等，风险等级可上调一级
	矿山法	开挖宽度在 7m~16m（含 16m）的单层隧道；较长范围处于非常接近状态（隧道净距 $L \leq 0.5B$ ）的并行或交叠区间隧道	断面复杂、偏压、受力体系多次转换的暗挖工程，风险等级可上调一级
	盾构法、顶管法	较长范围处于接近状态（ $0.3D < \text{隧道净距} L \leq 0.7D$ ）的并行或交叠盾构、顶管隧道；盾构区间的联络通道；盾构、顶管始发、到达区段	
三级	明挖法、盖挖逆作法	地下二层或一层或深度 5m~15m（含 5m）的基坑	基坑平面复杂、偏压基坑等，风险等级可上调一级
	矿山法	一般断面矿山法区间隧道或同体量隧道；较长范围处于较接近状态（ $0.5B < \text{隧道净距} L \leq 1.5B$ ）的并行或交叠隧道	断面复杂、偏压、受力体系多次转换的暗挖工程，风险等级可上调一级
	盾构法、顶管法	一般的盾构法区间隧道、顶管隧道	

B —矿山法隧道毛洞设计宽度， D —盾构法、顶管法隧道设计外径

注：在自身风险工程基本分级的基础上，当遇到以下情况时可进行调整：

- ① 当工程地质及水文地质条件复杂时风险等级可上调一级；
- ② 当新建轨道交通工程采用与工程施工安全有关的新技术、新工艺、新设备、新工法施工时，风险等级可上调或下调一级；
- ③ 结合新建轨道交通工程风险因素的识别和深入分析，确有需要调整时。

G.0.6 环境风险源的分级宜根据环境设施的重要程度、环境设施状况、环境设施与轨道交通工程的接近

程度等因素，依据轨道交通建设对环境设施的影响程度大小综合确定。

G.0.7 环境设施的重要性可按表 G.0.7 的规定执行。

表 G.0.7 各类环境设施的重要性划分表

环境设施 类型 重要性等级	建（构）筑物	地下管线	桥梁	城市道路
极重要	重要保护性的文物古建，国家城市标志性建筑，地面铁路，轨道交通			机场跑道及停机坪
重要	近代优秀建筑物，重要的工业建筑物，10 层以上高层或超高层民用建筑物，地下道路，交通隧道	直径大于 0.6m 的燃气总管，市政热力干线，雨、污水管总管，自来水总供水管	交通节点高架桥、立交桥主桥连续箱梁	城市快速路，高速公路
较重要	较重要的工业建筑物，7~9 层中高层建筑物，地下商业，人防工程，地下过街道等	自来水干管	城市高架桥、立交桥主桥连续箱梁	城市主干路、次干路
一般	一般工业建筑物，1~3 层的低层民用建筑物，4~6 层的多层建筑物，7~9 层的中高层民用建筑物，一般地下构筑物	自来水支管，燃气支管，市政热力支线，雨、污水支管	立交桥主桥简支 T 梁、异形板、立交桥匝道桥，人行天桥	城市支路，人行道，广场

G.0.8 不同工法条件下环境设施接近程度划分见表 G.0.8。

表 G.0.8 不同工法条件下环境设施接近程度划分表

施工方法	接 近 关 系		
	接近	较接近	一般
明（盖）挖法	基坑周边 0.4H 范围内	基坑周边 0.4H~0.6H 范围内	基坑周边 0.6H~1.0H 范围内
矿山法	隧道正上方 0.7B 范围内；隧道外侧 0.5B 范围内	隧道正上方 0.7B~1.5B 范围内；隧道外侧 0.5B~1.0B 范围内	隧道正上方 >1.5B；隧道外侧 1.0B~2.0B 范围内
盾构法、顶管法	隧道正上方 0.5D 范围内；隧道外侧 0.3D 范围内	隧道正上方 0.5D~1.0D 范围内；隧道外侧 0.3D~0.7D 范围内	隧道正上方 >1.0D；隧道外侧 0.7D~1.0D 范围内
H—基坑开挖深度，B—矿山法隧道毛洞宽度，D—盾构法、顶管法隧道外径			

G.0.9 环境风险分级结合环境设施的重要程度和接近关系，可参考表 G.0.9 进行风险分级。

表 G.0.9 环境风险分级参考表

	环境设施重要性	接 近 关 系			
		接近	较接近	一般	不接近
环境分级	极重要	特级	特级	一级	三级
	重要	一级	一级	二级	三级
	较重要	二级	二级	三级	—
	一般	三级	三级	—	—

注：1. 对以下情况，可上调一级：

- （1）地质条件复杂；
- （2）对保护标准要求高的古建、国家城市标志性建筑；
- （3）经鉴定状况不佳的危险建筑。

2. 对以下情况，可下调一级：

- （1）采用盾构法施工；
- （2）当环境对象在建时与新建地铁工程设计有过相关配合，或预留了一定的穿越条件。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1. 《建筑结构荷载规范》GB 50009
2. 《混凝土结构设计标准》GB/T 50010
3. 《建筑抗震设计标准》GB/T 50011
4. 《室外排水设计标准》GB 50014
5. 《建筑给水排水设计标准》GB 50015
6. 《建筑设计防火规范》GB 50016
7. 《钢结构设计标准》GB 50017
8. 《城镇燃气设计规范》GB 50028
9. 《建筑照明设计标准》GB/T 50034
10. 《人民防空地下室设计规范》GB 50038
11. 《供配电系统设计规范》GB 50052
12. 《低压配电设计规范》GB 50054
13. 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
14. 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062
15. 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064
16. 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
17. 《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084
18. 《地下工程防水技术规范》GB 50108
19. 《铁路工程抗震设计规范》GB 50111
20. 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
21. 《内河通航标准》GB 50139
22. 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
23. 《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156
24. 《地铁设计规范》GB 50157
25. 《数据中心设计规范》GB 50174
26. 《电力工程电缆设计标准》GB 50217
27. 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
28. 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
29. 《人民防空工程设计规范》GB 50225
30. 《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229
31. 《城市电力规划规范》GB/T 50293
32. 《综合布线系统工程设计规范》GB 50311
33. 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343
34. 《屋面工程技术规范》GB 50345
35. 《安全防范工程技术标准》GB 50384
36. 《入侵报警系统工程设计规范》GB 50394
37. 《视频安防监控系统工程设计规范》GB 50395

38. 《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446
39. 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476
40. 《无障碍设计规范》GB 50763
41. 《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909
42. 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974
43. 《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981
44. 《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234
45. 《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245
46. 《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251
47. 《地铁设计防火标准》GB 51298
48. 《声屏障结构技术标准》GB/T 51335
49. 《民用建筑电气设计标准》GB 51348
50. 《城市轨道交通通风空气调节与供暖设计标准》GB/T 51357-2019
51. 《工程结构通用规范》GB 55001
52. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
53. 《混凝土结构通用规范》GB 55008
54. 《燃气工程项目规范》GB 55009
55. 《城市道路交通工程项目规范》GB 55011
56. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
57. 《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019
58. 《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024
59. 《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030
60. 《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033
61. 《建筑防火通用规范》GB 55037
62. 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
63. 《声环境质量标准》GB 3096
64. 《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208
65. 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
66. 《地铁车辆通用技术条件》GB/T 7928
67. 《电能质量 供电电压偏差》GB/T 12325
68. 《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758
69. 《消防安全标志第 1 部分:标志》GB 13495.1
70. 《继电保护及安全自动装置技术规程》GB/T 14285
71. 《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549
72. 《轨道交通车辆组装后的检查和试验规则》GB/T 14894
73. 《建筑用安全玻璃 第 4 部分:均质钢化玻璃》GB 15763.4
74. 《城市轨道交通照明》GB/T 16275
75. 《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899
76. 《信息技术设备 抗扰度限值 and 测量办法》GB/T 17618
77. 《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945
78. 《水泥基渗透结晶型防水材料》GB 18445
79. 《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597
80. 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920

81. 《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052
82. 《通信设备过电压过电流保护导则》GB/T 21545
83. 《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239
84. 《轨道交通 电磁兼容》GB/T 24338
85. 《信息安全技术网络安全等级保护安全设计技术要求》GB/T 25070
86. 《信息安全技术网络安全等级保护测评要求》GB/T 28448
87. 《采暖空调系统水质》GB/T 29044
88. 《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247
89. 《城市轨道交通机电设备节能要求》GB/T 35553
90. 《城市轨道交通列车再生制动能量地面利用系统》GB/T 36287
91. 《信息安全技术 工业控制系统信息安全分级规范》GB/T 36324
92. 《城市道路工程设计规范》CJJ 37
93. 《地铁杂散电流腐蚀防护技术标准》CJJ/T 49
94. 《地铁限界标准》CJJ/T 96
95. 《二次供水工程技术规程》CJJ 140
96. 《城市道路交叉口设计规程》CJJ 152
97. 《节水型生活用水器具》CJT 164
98. 《架空输电线路运行规程》DL/T 741
99. 《环境影响评价技术导则输变电》HJ 24
100. 《城市轨道交通用干式牵引整流变压器》JB/T 10693
101. 《饮食建筑设计标准》JGJ 64
102. 《办公建筑设计标准》JGJ/T 67
103. 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106
104. 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
105. 《种植屋面工程技术规程》JGJ 155
106. 《屋盖结构风荷载标准》JGJ/T 481
107. 《公路路线设计规范》JTG D20
108. 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362
109. 《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ 02-2009
110. 《机车车辆车轮轮缘踏面外形》TB/T 449
111. 《铁路路基设计规范》TB 10001
112. 《铁路桥涵设计规范》TB 10002
113. 《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005
114. 《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009
115. 《铁路路基支挡结构设计规范》TB 10025
116. 《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091
117. 《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092
118. 《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093
119. 《铁路声屏障工程设计规范》TB 10505
120. 《锅炉大气污染物排放标准》DB11/ 139
121. 《水污染物综合排放标准》DB11/ 307
122. 《地铁工程监控量测技术规程》DB11/T 490
123. 《城市轨道交通安全防范系统技术要求 第6部分：武器与爆炸危险品检测及处置》DB11/T 646.6

124. 《海绵城市雨水控制与利用工程设计规范》DB11/ 685
125. 《公共建筑节能设计标准》DB11/T 687
126. 《城市轨道交通无障碍设施设计规程》DB11/ 690
127. 《重型自动扶梯和重型自动人行道技术要求》DB11/T 705
128. 《地铁噪声与振动控制规范》DB11/T 838
129. 《居住建筑节能设计标准》DB11/ 891
130. 《消防安全疏散标志设置标准》DB11/T 1024
131. 《交通噪声污染缓解工程技术规范 第2部分：声屏障措施》DB11/T 1034.2
132. 《轨道交通接驳设施设计技术指南》DB11/T 1236-2015
133. 《城市轨道交通节能技术规范》DB11/T 1486
134. 《餐饮业大气污染物排放标准》DB11/ 1488
135. 《城市轨道交通视频监视系统技术规范》DB11/T 1681
136. 《城市轨道交通视频监视系统测试规范》DB11/T 1682
137. 《城市轨道交通乘客信息系统技术规范》DB11/T 1683
138. 《城市轨道交通车辆基地上盖综合利用工程设计防火标准》DB11/ 1762
139. 《站城一体化工程消防安全技术标准》DB11/ 1889
140. 《城市轨道交通广播系统技术规范》DB11/T 1897
141. 《城市轨道交通综合无线通信系统技术规范》DB11/T 2009
142. 《民用建筑节水设计标准》DB11/ 2076

北京市地方标准

城市轨道交通工程设计标准

DB11/T 995-2025

条文说明

目 次

1 总 则.....252

3 基本规定.....253

4 运营组织.....255

 4.1 一般规定.....255

 4.2 运营规模.....255

 4.3 行车组织.....256

 4.4 运营配线.....257

 4.5 运营管理.....258

5 车 辆.....259

 5.1 一般规定.....259

 5.2 车辆使用条件.....259

 5.4 车辆运行主要技术指标.....259

 5.7 全自动运行车辆.....259

6 限 界.....260

 6.1 一般规定.....260

 6.2 制定限界的基本参数.....260

 6.3 建筑限界.....260

 6.4 轨行区管线设备布置原则.....262

7 线 路.....263

 7.2 线路平面.....263

8 轨 道.....264

 8.1 一般规定.....264

 8.2 基本技术要求.....264

 8.3 轨道部件.....264

 8.4 道床结构.....265

 8.5 无缝线路.....265

 8.6 轨道减振.....265

 8.7 轨道安全设备及附属设备.....265

9 路 基.....267

9.1 一般规定..... 267

9.3 基 床..... 267

9.5 路 堑..... 267

9.6 工后沉降..... 267

10 车站建筑..... 268

10.1 一般规定.....268

10.2 车站设计标准.....268

10.4 车站平面布局.....268

10.5 车站出入口.....269

10.10 换乘车站..... 269

11 高架结构..... 270

11.1 一般规定.....270

11.2 设计荷载.....270

11.3 高架桥梁结构.....272

11.4 高架车站结构.....273

11.5 高架结构抗震.....274

12 地下结构..... 275

12.1 一般规定.....275

12.2 施工方法和结构选型.....276

12.3 荷 载.....276

12.4 明挖法、盖挖逆作法结构设计..... 278

12.5 矿山法结构设计.....280

12.6 盾构法结构设计.....289

12.8 地下结构抗震设计.....293

12.9 地下结构的耐久性要求..... 301

12.10 构造设计..... 301

12.12 安全风险工程设计..... 302

12.13 监控量测..... 303

13 工程防水..... 304

13.1 一般规定.....304

13.2 混凝土结构自防水.....305

13.3 防 水 层.....306

13.4 高架结构防水.....306

13.5	明挖法、盖挖法结构防水·····	306
13.6	矿山法结构防水·····	306
13.7	盾构法结构防水·····	308
13.8	细部构造防水·····	308
14	通风空调与供暖·····	312
14.1	一般规定·····	312
14.2	地下线路·····	312
14.3	高架与地面线路·····	315
14.4	车辆基地与控制中心·····	315
15	给水与排水·····	316
15.1	一般规定·····	316
15.2	车站与区间给水·····	316
15.3	车站与区间排水·····	317
15.4	车辆基地给水与排水·····	319
16	供 电·····	320
16.1	一般规定·····	320
16.2	外部电源与中压供电网络·····	320
16.3	牵引供电系统·····	321
16.4	变 电 所·····	322
16.5	牵引网·····	322
16.6	继电保护、测量、计量及自动装置·····	323
16.7	电力监控系统·····	324
16.8	动力与照明配电·····	324
16.9	供配电线路敷设·····	324
16.10	杂散电流腐蚀防护与接地·····	325
17	通 信·····	327
17.1	一般规定·····	327
17.2	专用通信系统·····	327
17.3	公安通信系统·····	330
17.4	政务通信系统·····	330
17.6	通信系统防雷要求·····	330
17.7	通信用房要求·····	330
17.8	办公自动化系统·····	330
18	信 号·····	331

18.2	列车自动监控子系统	332
18.3	列车自动防护子系统	332
18.4	列车自动运行子系统	333
18.5	计算机联锁子系统	333
18.6	数据通信子系统	334
18.7	维护监测子系统	334
18.8	车辆基地信号系统	334
18.9	其 他	334
19	车站运营设备	336
19.1	站台屏蔽门	336
19.2	自动扶梯和自动人行道	337
19.3	电 梯	338
20	综合监控系统	339
20.1	一般规定	339
20.2	系统构成	339
20.8	系统性能	339
21	环境与设备监控系统	340
21.1	一般规定	340
21.6	布 线	340
22	火灾自动报警系统	341
22.1	一般规定	341
22.3	系统功能	341
23	乘客信息	342
23.1	一般规定	342
23.2	系统构成	342
23.3	系统功能	342
24	自动售检票	343
24.1	一般规定	343
24.3	系统构成	343
25	门禁、周界与安检	344
25.1	一般规定	344
25.2	门禁系统	344
25.3	周界防范	344
25.4	安全检查及探测系统	344

26	信息化	345
27	车辆基地	346
27.2	车辆基地功能	346
27.3	车辆检修标准及设施规模	346
27.4	车辆基地选址及总图设计	346
27.6	车辆检修设施	346
27.7	车辆基地站场线路	347
27.12	房屋建筑	347
28	控制中心	348
28.1	一般规定	348
28.2	控制中心设置	348
28.5	建筑与结构	348
28.6	附属设施	348
29	交通衔接	349
29.1	一般规定	349
29.2	各类接驳设施设计要求	349
30	防 灾	350
30.1	一般规定	350
30.2	建筑防火	350
30.3	消防给水与灭火设施	362
30.4	防排烟与事故通风	364
30.5	电 气	366
30.7	区间安全疏散	367
30.8	防 水 淹	367
31	环保节能	369
31.3	节约能源	369

1 总 则

1.0.1 《城市轨道交通工程设计规范》（DB11/995-2013）于 2013 年发布后对北京市的轨道交通建设起到了巨大的推动作用。到 2023 年底，北京已开通城市轨道交通运营线路 27 条，里程 836 公里，城市轨道交通总体框架基本形成。在当前新发展阶段，北京市轨道交通面临新发展环境：从新建线路的服务区域上看，主要以服务城市副中心及多点新城为主，中心城区局部加密；从新建线路特征上看，主要以快线、延伸线、加密线为主；从最新开通线路的服务效果上看，线路客流培育期在普遍延长；从城市轨道交通发展要求上看，需要进一步提升综合、绿色、安全、智能、集约发展水平，提高综合效益。为适应北京城市轨道交通新发展要求，启动了本标准修订工作。本次修订提出提速度、优服务、保安全、促集约、增效率、降能耗的目标，以促进城市轨道交通高质量发展。本标准发布后，各设计、审查单位要在城市轨道交通各设计阶段的文件、图纸及审查中做好标准落实。编制组将定期开展实施效果评估工作，广泛征求设计、建设、运营、乘客的反馈意见并择机进行修订和完善。

1.0.2 根据《北京市轨道交通线网规划（2020 年-2035 年）》的规划要求和北京市未来发展及轨道交通建设需要，经从合理站间距设置、时间效益、工程规模代价、车辆适应性、技术成熟度等方面综合论证，将标准适用的最高运行速度由原来的 100km/h 提高至 120km/h。

3 基本规定

3.0.7 本条调整了“与列车运行有关的土建、线路及相关设备系统等的设计应按行车对数不小于 30 对/h 的能力设计”的说法。城市轨道交通工程建设投资大，使用年限长，运营期客流增长的不确定性大，因此设计时应从发挥工程整体投资效益和提高系统能力的角度，确定建设内容和工程的建设规模。但在以往的工程建设过程中，均按全线大交路满足 30 对/h 设计，这与轨道交通实际运营需求不一致，容易带来部分线路（或区段）的系统配置冗余。一条线路的行车对数应根据不同区域的客流需求精细化确定，如中心城区客流需求大，为发挥工程整体投资效益，系统能力可按行车对数 30 对/h 设计，而多点新城、一区新城部分区域客流需求量小，可不必一律要求满足行车 30 对/h。并且，轨道交通为满足不同乘客的多样化出行需求，快慢车运行等灵活运营组织手段运用的越来越多，强制要求行车满足 30 对/h 不符合未来轨道交通的发展需求。

3.0.13 出于节约资源和可持续发展的需要，以及对城市轨道交通重要结构工程进行修理、拆除所带来的巨大经济损失和运营干扰的考虑，尽量提高结构设计工作年限有利于充分发挥投资效益和提高社会及环境效益。因此，尽可能提高结构物的安全与耐久性质量，延长结构物的工作年限，是本标准结构设计的重要指导原则之一。

本标准提出城市轨道交通工程的主体结构、路基主要支撑结构和道床结构以及损坏或维修会严重影响运营的其他结构工程设计工作年限为 100 年的规定。其中工作年限是指在一般维护条件下，能保证结构工程正常使用的最低时段。除主体结构外，如车站内部的钢筋混凝土楼板、站台板等，以及地铁运营控制中心等一些地面的重要建筑物，当破坏或大修时会危及安全或严重影响正常运营时，其设计工作年限也应采用 100 年。其他结构工程的设计工作年限及技术要求，参考现行相关国家标准的规定。

3.0.14 规定抗浮设计时取抗浮设防水位标高和结构顶板顶标高中的大值，是针对北京轨道交通工程近期出现的抗浮问题，在设计角度给与的加强处理。当抗浮设防水位低于顶板标高取顶板标高，在大部分情况下考虑支护结构参与抗浮即可满足抗浮计算要求，其增加的工程建设成本较小，但可带来抗浮安全的本质提升。

3.0.17 城市轨道交通工程防灾设计坚持“以人为本，预防为主，防消结合”和“自救为主，内外结合”的原则。

城市轨道交通可能发生的灾害事故有火灾、水淹、地震、冰雪、风灾、雷击、停电、停车事故及人为事故等灾害，设计时要有针对性的采取措施。

据统计，轨道交通发生最多、人员伤亡和经济损失最严重的事故是火灾，所以把防止城市轨道交通火灾事故放在首要地位，采用比较全面、先进和可靠的防火灾设施和措施。

地下线路发生水淹事故同样会对设备和正常运营造成较大影响，国内已经有不少教训。城市轨道交通的防淹标准一般均高于城市防涝设防标准，设计中除保证正常情况下充足的排洪能力外，还要对超过标准暴雨强度情况下的应急防范采取措施，出入口应配备防淹栏板，占地多、汇水面积较大的车辆基地等宜设置隔离城市雨涝积水的屏障等。

城市轨道交通结构要具备抵御设计地震作用的能力，并且在高于设计地震烈度 1 度的罕遇地震作用下结构不出现严重破坏和快速恢复正常运营。虽然地下结构在地震荷载作用下的震害要小于同等震级作用下的地面结构震害，但鉴于城市轨道交通工程结构，尤其是地下结构受震害损坏后修复困难，并有可能长时间影响正常运营，因此要求城市轨道交通结构的抗震设防水平按高于地面结构的水平考虑。

风灾主要是指超过一定级别的强风对地面和高架线路产生的影响。主要关注两个方面的问题：

第 1 款 强风对列车安全行驶的影响；

第2款 强风对城市轨道交通设施的影响，如对接触网的影响等。

冰雪对地面及高架线路会产生较大的影响，设计时对线路设施的防冰雪采取必要的措施包括在露天设置的岔线区设置融雪装置或设防雪棚，由地下转到地面线路的出洞口的防冰雪问题，坡道的适用坡度和防冰雪问题等。

3.0.19 通过对国家、行业和地方相关规范、标准的梳理与研究发现，城市轨道交通工程防内涝和防洪水设计需结合城市的行政等级、当量经济规模、城市人口数量等因素综合确定重现期设计标准，即满足北京防内涝和防洪水专项规划和设计相关要求。

防内涝设计中，在确定各类口部的内涝水位标高时，结合北京实际工程经验和《北京市城市重要基础设施及建筑物内涝防护技术要点》要求，本标准要求采用的设计暴雨重现期不低于100年。在确定各类排水设施的能力时，结合国家标准《室外排水设计标准》GB 50014、行业标准《治涝标准》SL 723、北京的地方标准的规定，按照本标准第30章的规定执行。

对于防洪水设计，参考国家标准《防洪标准》GB 50201，城市轨道交通工程属于重要的城市交通运输设施，需作为重要的防护对象，防水淹设计采用的洪水位重现期标准定为高于100年。

3.0.22 本条主要为明确控制中心列车运行指挥相关系统设备的备用模式。我国早期的城市轨道交通线路基本上都采取集中设置备用中心的方式，备用中心基本按与主中心相同的标准和模式配备系统设备，其备用中心占地大、设备多、配置全、造价高。为此，后期建设的线路围绕备用中心的定位和功能，在满足主中心因故障或其他原因无法使用情况下进行全线运营调度指挥功能的前提下，逐渐简化了相关设备的配置，由设置“备用中心”调整为设置主要系统的“异地备用设备”，不仅应急指挥标准没有降低，同时取得了很好的效果。北京目前的运营线路和在建线路中，采用设置“备用中心”和设置主要系统“异地备用设备”两种做法的线路都有，均能满足应急指挥要求，本次规范修订，从行业其他城市具体做法和技术发展趋势，以及有效降低城市轨道交通造价的角度，建议后续线路采用“异地备用设备”的做法，并优化和明确了与线路运营调度关系密切的列车自动监控系统、无线通信系统、专用电话系统、综合监控系统等需要设置异地备用设备。具体工程实施时，可选择将异地备用设备设置于车辆基地内或其他适宜的地方。

4 运营组织

4.1 一般规定

4.1.2 北京线网基本格局已经形成,未来发展的重点以网络优化、局部补强、提速提质、降低成本为方向,将出现多编组、快慢车、主支线、互联互通等复杂运输场景,前期客流准确研判的难度增大,运营期间调整的需求增强;为此规定运营设计应多场景分析,综合研判并合理选择适应多种行车模式的方案,并落实在工程建设需求中。

4.1.3 运营规模的设计要求,明确影响运营规模的主要相关内容。

4.1.4 明确系统运输能力与系统设计能力的关系。系统运输能力是根据客流需求提出的各设计年限的运输能力,系统能力线路设备设施可支持的行车能力,系统运输能力是确定系统设计能力的重要依据,系统设计能力是保障系统运输能力的必要条件。

4.2 运营规模

4.2.1 第2款 随着北京轨网规模的扩大,线路单公里客流量呈下降趋势,外围线路更是客流不足,未来客流风险更多体现为客流小于预期。为进一步合理化运能供给,针对客流锐化程度较高的线路,为避免因个别拥挤区间造成全线能力配置过高,纳入削峰设计理念。基于北京5人/m²的舒适度标准,按最大断面的85%进行运能配置,最大站席密度不超过6人/m²,同时考虑到乘客乘车感受,控制站席密度超5人/m²状态持续时间在10分钟以内。

4.2.2 本条规定的系统设计最大能力,是指线路各项基础条件可支持的单位小时最大行车量,单位为双向的“对/h”,或单向的“列/h”,可分阶段实现。线路运输能力在系统设计能力的基础上,根据客流运输需求进行供给。

第1款 规定系统设计能力可为运输能力提供10%的适应性余量,如按运输能力确定行车量为20对/h,则系统设计能力不应低于22对/h。是从线路能力层面为运输能力储备余量,以控制实际设计规模。

第2款 北京市已进入大规模网络运营时代,线路最大客流或最小间隔需求年可能并不出现在远期,为此不规定某设计年限的系统能力要求。同时因城市范围的扩大,同一线路沿线的规划密度、建设条件、服务需求也有较大差异,为提高资源配置效率,提出根据具体需求配置系统能力的原则。

因北京市线网结构复杂、客流特征有别,以某具体地理分界难以准确涵盖多样的应用场景,为此针对系统能力与客运需求这一核心供需关系,提出结合客流断面形态,以设计的最大行车密度交路范围划分的方式,最大行车密度范围内站站停模式不宜低于30对/h,快慢车模式因有能力扣除不宜低于20对/h,充分发挥设备功能;低断面范围不宜低于20对/h,节省工程投资的基础上预留发展空间,并包容组织不越行快车等灵活运营方式。

第4款 支线按具备主支1:1的行车组织比例包容,以不低于30对/h的50%规定。

4.2.3 第2款 鉴于不同编组混跑带来的运力不均衡问题,提出最长最短编组列车运能差异的适度限制,避免出现列车拥挤度严重不均衡现象。

4.2.4 补充线路最高运行速度确定的原则要求;基于北京市城市空间扩展、组团空间布局、副中心规划落地等要求,线路在物理形态上出现长度长、支线多、站间距随城市建设密度不均衡的特点,同时为保障系统的运输效率,在运营方式上出现快慢车、跨线运营等模式减少出行时间,为此提出了结合不同建设环境、运营方式下的速度比选要求,必要时应进行分段考虑,客流集中运输区段范围保持高速度,客

流集散区段保证衔接方便、可适度降低速度标准。

4.2.5 针对不同的最高速度，结合快慢车、站站停运营模式，提出了不同的速度效率的规定要求。通过对不同线路设计速度、不同站间距条件下的平直段线路进行模拟牵引计算，所得速度效率如下表。

表 1 不同停站间距条件下速度效率统计表

线路定位	普线						快线		
最高速度	80km/h			100km/h			120km/h		
速度效率	旅行速度 (km/h)	站间距 (km)	达速比	旅行速度 (km/h)	站间距 (km)	达速比	旅行速度 (km/h)	站间距 (km)	达速比
50%	40	1.4	0.51	50	2	0.50	60	2.8	0.47
60%	48	2.2	0.69	60	3	0.67	72	4.3	0.66
70%	56	3.6	0.81	70	4.9	0.80	84	7	0.79
80%	64	7.1	0.90	80	9.4	0.89	96	13	0.89

上述理论计算是基于平直段的良好线路条件，现实中多有限速曲线、出站上坡等不利因素；结合北京各交通圈层设站宏观规律以及运营各线实际速度效率水平，提出站站停模式全线速度效率不低于 45%。快车速度效率不宜低于 60%，是基于甩站 33%的比例，通过停站间距的分析，慢车不宜低于 40%是底线要求。

4.2.6 全自动运行线路列车具备自动进出正线停车线及休眠、唤醒功能，为此提出可结合列检周期进行正线停车线停车，节约车辆基地用地并减少列车空走，便于早晚收发车。

4.3 行车组织

4.3.1 双线线路、右侧行车是我国城市轨道交通的统一制式。上、下行方向的划分与既有北京轨道交通的划分一致，以后的线路均应按上述规定进行划分，以保持线网的一致性，便于调度指挥。斜向线路、L 型、U 型线路参照上述标准根据实际情况确定。

4.3.2 跨线运行是提高线网运营效率、降低换乘系数的重要措施，尤其适合北京面临的出行加长、衔接增多的线网结构特点。跨线运行接轨靠近车站一是避免列车区间减速降低通过能力及舒适性，二是方便道岔管理便于应急处置；但靠近车站接轨或受限于工程条件难以实现，为此提出经分析在保证运营安全且设计通过能力满足需求时可选择在区间接轨。为保障区间接轨运营安全需设置安全线，同时可缩短一度停车点距道岔区的长度，有利于二次启车条件下提高通过能力。

4.3.3 随着北京线网边界的逐渐扩展，后期开通线路尤其是贯通中心城的超长线路，不同区段、不同方向的客流特征差异性巨大，宜积极采用多交路的运行方式，提高运输能力供给与客流需求的匹配性，降低运营成本；同时提出同一车站通过的交路数量不宜多于 3 个，避免乘客误乘。

4.3.4 通勤线路为潮汐性客流，小客流方向多存在较大的运能浪费，为此提出结合客流不均衡性组织不对称交路的方式，且该方式在北京多条线路如 1 号线、6 号线、8 号线均有采用，技术及管理上均可实现。

4.3.5 列车牵引计算是轨道、信号专业的设计基础资料，提供最高运行速度和正常运行速度的牵引曲线是便于相关专业设计参考。在实际运行中，受各种不定因素的干扰，列车很难按照设计的牵引计算运行，在设计时需考虑一定的余量。一般情况下，正常运行速度应在区间最高运行速度的基础上留有 5%~10% 的余量。

4.3.6 第 1 款 列车进站速度的高低，影响列车运行效率乘客舒适度。进站速度过低，列车的区间运行时间就会加长，占用车站区段的时间也会加长，影响后续列车的追踪；进站速度过高，则进站制动的减速度就会加大，乘客舒适度会降低，不利于提高服务水平。因此，表中的数据是参考实际运行情况和经

验计算,采用进站ATO控制,一次停车制动,进站制动减速度在0.8~0.9之间的情况下,提出了列车在进站过程中实际速度控制的参考数值。

第2款 为提高服务水平、发挥列车速度效率,规定不停站列车宜不限速过站;但临站台过站列车速度主要受站台屏蔽门限限制。当站台屏蔽门限界为车宽+140mm时,列车临站台过站限制速度可以达到80km/h;站台屏蔽门限界为车宽+170mm时限制速度可以达到100km/h;进一步提速站台屏蔽门限界需要继续加大,将提高夹人夹物风险;有两种处理方式,一是快车行经股道不设站台,二是站台屏蔽门退台1.2m设置,均可实现120km/h不限速过站。但城市轨道交通站台、车内乘客密度高,车站布置较为紧凑,站台屏蔽门退台因客流滞存风险一般不采用,为此提出不宜超过100km/h。但如客流量较小、车站加宽投资允许(如外围的高架、地面站)、经综合分析退台方案有经济合理性时,可以为过站列车提供更高速度通过的条件,实现更高的过站速度。

第3款 为了提高列车的运行效率,发挥城市轨道交通快速的优势,同时考虑到列车在运营过程中调整间隔的需要,在站间距及线路条件允许的情况下,区间直线和不限速地段应该允许列车按照车辆设计允许的最高运行速度运行。

第4款 列车正常运行时在曲线区段的运行速度是以允许的未被平衡加速度不超过 0.4m/s^2 为前提的,是保证乘客舒适度的标准。当曲线超高和欠超高分别为120mm、61mm,限速计算公式为:

$$V_{\text{lim}} = [(h+h_0)R/11.8]^{1/2} = 3.9R^{1/2} \quad (1)$$

式中:

R —— 曲线半径(m);

$(h+h_0)$ —— 曲线超高和欠超高(mm)。

第5款 折返能力是影响系统设计能力的重要因素,其与车长度、侧向通过道岔速度密切相关,结合各项目计算经验,给出了折返道岔选型参考。列车运行图铺画时区间运行时间标尺应在牵引计算值的基础上预留5s~10s的弹性余量,列车运行间隔应在能力计算基础上预留10%左右的余量。

4.3.7 列车间隔时间的长短反映了系统服务水平的高低,是对乘客吸引力的重要参数。根据相关研究的结果,客流量随着行车间隔的减小而增加,但增长量变化逐渐减小,行车间隔4min左右时客流量弹性系数最大。为了提高轨道交通的效能和作用,兼顾客流大小范围的运营经济性,并结合既有线网服务要求,提出了普线高峰4min、6min,平峰6min、10min的服务水平要求;快线可适度加大间隔。

4.3.8 列车停站时间包括乘客上下车时间、列车开关门及附加时间、屏蔽门延时。乘客上下车时间按0.6s/人计算,开门3s、关门(含预告时间)6s、各车门上下客不均延误3s、关门后列车启动反应时间2s、站台屏蔽门延时3s,共计17s;全自动线路在发车前的夹人夹物确认阶段较人工观察有一定的时间优势,经调研可减少约3s~5s。

4.3.11 第2款 规定慢车在站被快车越行次数及时间、全线被越次数,是为保证慢车必要的旅行速度,同时停车时间过长也以引发乘客不满,为此规定主要客流起止点范围不被超车两次,全交路范围则不受此控制。

4.3.13 第3款 当跨线列车开行数量较少,服务频率偏低时,乘客等待时间过长,因此乘客仍然会选择换乘,跨线列车也就失去吸引力,因此跨线列车开行应保证一定的服务频率,故提出高断面范围不宜小于6对/h,达到公交化服务的最低水平,并采用时刻表指引乘客候车。低断面范围可能总行车量较小,因此以开行比例作为指导跨线列车行车量的指标。

4.4 运营配线

4.4.1 第2款 结合中间站大交路要求,细化了中间配线折返能力与系统能力之间的关系。

第3款 折返线道岔为关键道岔,动作频繁且一旦故障将大大降低运输能力,需重点保障功能;为此折返道岔宜临近车站设置方便管理与应急处置,如不得已设于区间,要求其与本站之间为正线追踪运行模式,以提高折返能力;同时结合工法设置进出条件,方便故障状态时工作人员快速到达现场处置。

4.4.2 第3款 根据工程经验及能力计算，当车辆基地停车规模大于12列位时，单线收发车能力将难以满足运营需求。

4.4.3 第2款 列车在运行中出现故障需要下线处理时，为了减小对正常运营的影响，应就近待避或转线。故障列车停车线的间距按故障列车以限制人工驾驶模式运行，运行时间控制在20min左右，故障列车下线处理时间控制在30min，按30km/h的推送速度，停车线间距约为10km。快线停车线间距宜在此基础上适度放大，根据一般经验快线线路更为顺直、露天段占比更高，救援瞭望条件更好，有利于提高救援速度；结合120km/h速度等级快线站间距多在3km~5km，停车线间距不大于15km，可控制在每4个~6个车站设置1处，停车线设置站所占比例与普线相当。

第3款 当车辆段与停车场相距较远时，故障列车回段需要很长时间，对正线运营干扰很大，为了使故障列车尽快下线，规定线路中部设停车线。而一线两列位的停车线对于后车救援故障车的连挂列车的停放更方便。

4.4.7 配线设置宜结合功能需求与土建实施条件，进行综合布设，有条件时应进行复合，如避让线线与停车线复合兼用、出入线与互联互通联络线或避让线的复合兼用等，目的是减少配线站数量，节约土建规模。

4.5 运营管理

4.5.1 北京轨道交通系统已渐成网络，对于运营管理已经有相当成熟的经验，结合北京最新开通线路及各地定员配置情况，常规线路可以控制在40人/km~50人/km。

4.5.2 目前北京已经运营的线路均采用站区管理模式，为了统一标准，以后的新线建设也采用相同的模式。

4.5.3 车站管理用房是保证车站正常运转、维护乘车秩序、保证正常运营必不可少的设施。用房的数量和面积应根据不同功能确定，采用群组化、集中化管理有助于控制总建设规模，提高管理效率。中心站是站区管理机构所在地，应适当增加功能用房，小客流车站应精简用房配置。

5 车 辆

5.1 一般规定

5.1.2 随着北京轨道交通线网的不断扩展,提出了线路互联互通的需求,本条文补充了有互联互通需求的线路宜车型统一,此外还需考虑供电制式、信号制式、车辆限界、车门位置、乘客信息显示系统等其他因素对于互联互通线路的影响。

5.2 车辆使用条件

5.2.1 本条为列车运行情况下环境温度,不包含停放环境条件,如有夜间露天停放等需求需根据实际条件另行考虑。

5.2.3 当线路最大坡度在困难条件下突破本条的规定时,需通过对车辆牵引能力进行仿真等形式,校核验证车辆对线路条件的适应性。

5.3.1 本标准适用的车辆最高运行速度为 80km/h、100km/h、120km/h,对车辆主要技术规格做出适应性规定。

第 1 款 车辆轴重与速度、车体材料、全自动运行等因素有关,本标准结合北京实际工程应用案例,对轴重进行细化,对部分工况的车辆轴重进行了适量放大以适应实际工程需要。

第 2 款 随着北京城市轨道交通线网的不断扩展,提出了灵活编组的运营需求。A 型车采用灵活编组运营条件下,将端部车辆车钩连接中心点间距离的长度加长为 25080mm,可满足车门与站台屏蔽门的对位要求。

第 3 款 跨线运营车辆受电弓落弓高度可结合实际工程条件进行调整。

第 4 款 表格中的定员立席标准 6 人/m² 为车辆主要技术指标核算的依据,与前文舒适度指标无关。

5.3.5 考虑北京线网车辆选型现状及互联互通资源共享需求,不推荐采用 A1 型车。若后续工程中采用了 A1 型车,车辆限界执行《地铁限界标准》CJJ/T 96 中 A1 型车相关限界标准。

5.4 车辆运行主要技术指标

5.4.2 本标准车辆最高运行速度为 80km/h、100km/h、120km/h,车辆平均加速度要求按照不同速度等级进行区分。

5.4.9 最高运行速度 120km/h 的列车从乘客舒适度、工程实施难度等方面考虑,可采用密封性列车。

5.7 全自动运行车辆

5.7 本标准新增针对全自动运行车辆的要求,对全自动运行车辆技术要求做指导性建议。非全自动运行车辆可不执行本节相关要求。

6 限 界

6.1 一般规定

6.1.1 限界的形状大小由各控制点及其连接线组成，为了统一确定各控制点的准确位置、方便计算，需规定限界设计的基准坐标。在设置曲线超高地段，限界坐标不随超高角旋转。

6.1.2 车辆限界的计算需综合考虑车辆制造公差、轮轨磨耗、车辆运行时的动态偏移及轨道状态对车辆偏移等因素。隧道内外区域划分主要是考虑车辆在隧道内、外所受风力不同，由此引起的车辆限界偏移量也不同，隧道外（有风）车辆限界大于隧道内（无风）车辆限界；按列车运行区域划分主要是考虑车辆的运行速度不同，不同速度及不同道床引起的车辆限界偏移量也不同。

6.1.3 建筑限界是永久性建筑结构物（隧道、桥梁、声屏障等）的最小尺寸，是建筑结构物在除去测量误差、施工误差、结构沉降和位移变形等因素后必需保证的净空。各种误差由土建设计等相关专业在建筑限界之外给予考虑。

6.1.4 最小线间距应大于设备限界加不小于 100mm 安全间隙及必要的设备（如接触轨等）维修空间，本条规定的最小线间距参照了北京在建线的实际标准和运营维护的空间需求。

6.1.5 进入线路运行的其他运营车辆及各种工程车辆的车辆限界均不应突破正线运行车型的车辆限界，目的在于保证上线车辆运行的安全以及建筑物和周边管线设备的安全。

6.1.6 列车最高运行速度 80km/h~120km/h，对车辆限界及设备限界取值影响较小，同时也采用了限制速度 88km/h~132km/h 进行了核算，结果差异不大，故采用同一限界有利设计。

6.2 制定限界的基本参数

6.2.2 纵向辅助疏散平台平时供维修人员行走，在紧急情况下可作为疏散乘客的辅助通道，其设置位置主要从方便行走、方便上下行线之间的沟通联络、方便区间与车站的衔接以及疏散人流的组织考虑。

纵向辅助疏散平台的最小宽度要求为设备安装后的最小有效净宽，主要考虑了人员行走的最小有效宽度及各种结构断面的形状影响；本次修订缩小了疏散平台板至车厢地板面的高差，方便车内乘客下到平台，直线段和曲线地段纵向疏散平台距轨道中心线高度宜统一按低于轨道中心线处的车厢地板面高度 150mm~200mm 确定。与设备限界之间的间隙既要保证行车安全，又要方便车内乘客下到平台。总结北京近年新建线的设计实践提出了统一规定。

6.3 建筑限界

6.3.1 直线地段矩形隧道建筑限界以直线地段设备限界为计算基础，此外还需考虑轨行区周边所布置的各种设备及管线所需的空间及安全间隙。

6.3.3 正线地段的最小平面曲线半径一般都大于等于 300m，对于单线马蹄形隧道而言，直线地段建筑限界和曲线地段建筑限界的断面尺寸差别不大，为了简化设计，方便采用一种模板台车进行施工，全线宜按规定运行速度、用最小曲线半径和最大超高值计算的曲线设备限界以及设备安装尺寸、误差等因素来设计马蹄形隧道建筑限界；单洞双线马蹄形隧道一般出现道岔区及线间距较小（不足以设中隔墙）处，其断面控制尺寸应根据本条要求及设备布置的需要拟定。

6.3.4 在无设备或管线安装的建筑表面，要求建筑限界与设备限界之间的最小间隙不宜小于 200mm，主要考虑建筑结构在使用寿命区内可能发生的变形及结构内衬修补所需空间。

6.3.5 轨道超高造成设备限界倾斜，使之与建筑限界之间的空隙分配不均。为充分、合理的分配建筑限

界空间, 推导建立了隧道中心线横向位移公式(6.3.5-1)和竖向位移公式(6.3.5-3)。实际设计计算表明, 竖向位移量只在毫米级变化, 为了简化施工, 竖向位移可忽略不计。在马蹄形隧道横向偏移量的计算中, 圆心位置宜取隧道顶部弧线的圆心。

6.3.6 隧道外的区间建筑限界, 包括高架区间、地面区间和 U 形槽过渡段, 均按照隧道外设备限界设计。隧道外区间多为双线地段, 设置纵向辅助疏散平台时, 线间距按设备限界(直线地段采用直线设备限界、曲线地段采用曲线设备限界)加纵向辅助疏散平台宽度以及安全间隙 50mm 计算确定。安全间隙规定 50mm 有利于调节线间距(当纵向辅助疏散平台宽度为定值时)或纵向辅助疏散平台宽度取整(当曲线地段采用曲线设备限界时)。建筑限界宽度参照矩形隧道建筑限界制定方法确定。

接触网支柱和声屏障的设置, 本条只作原则规定, 应由接触网专业和声屏障专业具体设计。

建筑限界高度: 对于采用受电弓受流的 A 型车和 B2 型车, 建筑限界高度为受电弓工作高度与接触网系统结构高度之和。

对于采用受流器受流的 B1 型车, 应按车辆设备限界高度另加不小于 200mm 的安全间隙。

6.3.7 道岔区建筑限界加宽量, 是指列车在道岔侧股上运行时产生的内外侧加宽量, 它由曲线几何加宽量、列车以过岔速度运行时产生的欠超高、道岔区轨距加宽量、钢轨磨耗量以及一、二系悬挂在过岔时的横向位移量等数值相加而成。通常可根据道岔总平面图采用图解及计算相结合的方法确定道岔区建筑限界加宽量。

电缆过道岔, 通常都由隧道顶部通过。A 型车和 B2 型车, 电缆桥架或支架与接触网带电体之间应保持 150mm 净距, 一般不必加高建筑限界高度; B1 型车, 若车辆设备限界顶部至电缆桥架或支架的净空不足 200mm 时, 应采取局部加高建筑限界高度。

6.3.8 第 1 款 站台面高度以走行轨(新轨)顶面、新车轮、空车状态下的车厢地板面高度作为计算基准, 车厢地板面在任何情况下(轮轨磨耗、车体下垂、弹簧变形等)不得低于站台高度。

第 2 款 站台计算长度内的站台边缘至轨道中心线的距离除考虑列车停靠的最大安全间隙外还应考虑列车不停车过站安全运行需求。车站计算站台长度范围内, A、B 站台高度处车辆限界值分别为 1496.5mm、1596.5mm, 车站站台不得侵入车辆限界, 故确定限界值为 1500mm、1600mm。

第 3 款 站台屏蔽门至车辆限界之间的安全间隙不小于 15mm 的规定, 考虑了北京既有车型的动态限界及现行车辆的实际车辆限界情况确定, 具有一定包容性。

第 5 款 本条规定, 综合考虑道岔内、外侧限界加宽及管片起点位置施工沉降普遍偏大、调坡调线困难因素综合确定。岔心至盾构管片起点的最小距离指的是道岔尖轨方向。

6.3.10 本条第 1 款为修订条文, 人防门、防淹门宽度除了保证列车策划通过限界, 同时考虑了人员疏散空间。防淹门和人防隔断门建筑限界内除架空接触导线外的一切管线都需在门框以外通过。考虑空气动力学因素, 规定门框高度应与区间矩形隧道的限界高度一致。

6.3.11 射流风机、风管、道岔转辙机等设备体量较大, 有的还需要一定的动作空间, 所以必需对其限界进行检算。

6.3.12 第 1 款 车辆基地库外车场线一般采用碎石道床, 列车运行工况为: 空车、速度 25km/h 及以下, 为简化设计, 此处规定库外线限界执行区间限界是偏于安全的。

第 2 款 车辆基地库内高架双层检修平台的高平台及安全栅栏的建筑限界按空车在整体道床轨道上以 5km/h 及以下速度运行进行设计。此时车辆转向架一、二系弹簧不变形, 只产生轮轨间隙的随机变化, 车体和转向架之间横动量的随机变化。故车体轮廓线和高平台(安全栅栏)之间按 80mm 间隙进行建筑限界设计是安全的, 这个间隙也能有效防止工人高空作业时出现安全事故。

第 3 款 车库大门宽度已在车辆基地条文中规定, B1 型车的车库大门高度与矩形隧道建筑限界高度相同; A 型车和 B2 型车的车库大门高度应根据接触网进库与否分别规定。

6.3.13 设置道岔警冲标的目的是控制列车的停车位置, 需保证岔后一线停车, 另一线能正常过车的要求。

6.4 轨行区管线设备布置原则

6.4.1 本条规定的目的在于保证列车在带故障状态运行时不会与轨行区的管线、设备擦碰，以及限界检测车的顺利通过。

6.4.2 强电主要指 10kV 或 35kV 环网电缆，弱电主要指通信、信号电缆。电缆路由需考虑减少过轨、方便与相关设备连接等因素。

7 线 路

7.2 线路平面

7.2.2 第3款 缓和曲线长度的控制性要素主要有以下四项：

1 限制超高 h 递减坡度 (0.3%)，是保证转向架下的车轮，在三点支承情况下，悬起的车轮高度，受轮缘控制，不致爬轨、脱轨，这是对安全度的保障。但最小长度 $L \geq 1000h/3 \geq 20\text{m}$ ，满足一节车辆长度。

2 限制车轮升高速度的超高时变率 f 值 (取 40mm/s)，是满足乘客舒适度的一项指标。即 $L \geq h \cdot V/3.6f = 0.007V \cdot h$ (与速度和超高有关) $= 0.083V^3/R$

3 限制未被平衡横向加速度 a 的时变率 β 值 (取 0.3mm/s^3)，也是舒适度的指标 $L \geq aV/3.6\beta = 0.37V$

4 限制车辆进入缓和曲线，对外轨冲击的动能损失 $W = 0.37\text{km/h}$ ，也是舒适度指标。 $L \geq 0.05V^3/R$
最终选择具有上述因素包容性较好，统一计算的长度： $L \geq 0.007V \cdot h \geq 20\text{m}$ 为基本计算公式，且为便于轨道养护维修和减小磨耗，超高向下取值，并取 5 的倍数。表 7.2.2 即是根据上述原理计算得到。

第4款 考虑测速电机存在 2% 的测速正负误差以及系统反应时间，即在列车超出紧急制动触发速度情况下，信号车载设备发出切除牵引、施加紧急制动指令，车辆接收到指令后开始执行切除牵引、实施紧急制动，在此过程中车辆的实际运行速度可能会超过设计最高运行速度，甚至在加速情况下还有瞬间继续冲高的可能。因此，为保证列车实际运行速度达到设计最高运行速度，信号系统设置的限制速度取值在设计最高运行速度基础上向上增幅约 7km/h ；同时，线路缓和曲线长度取值时速度标准提高至信号系统限制速度。

7.2.4 第3款 道岔设在直线地段有利保持良好状态，有利道岔铺设和维修的方便，有利列车安全运行。

道岔两端距离平、竖曲线端部、保持一定的直线距离。道岔结构的全长不仅是钢轨部分，还应包括道岔辙叉轨缝前后铺设长岔枕的地段。在困难情况下，道岔轨枕不可分开的部分不得进入曲线。如考虑一定的施工安装精度，9 号和 12 号固定型辙叉的道岔前基本轨端部至曲线端部的距离不小于 2m，取 5m；9 号道岔后基本轨端部至曲线端部的距离不小于 5 米，12 号道岔后基本轨端部至曲线端部的距离不小于 7 米。道岔号码越大，长岔枕的地段越长，道岔前端需要越过轨节缝的鱼尾板一定距离。为了道岔混凝土无砟道床施工的整体性，使道岔外保留一定平直线段是适宜的。表中数据分别适用于 9 号和 12 号道岔，若选用其他道岔，则另行确定。

多年运营实践经验表明最高运行速度在 100km/h 以下时，上述规定是合适的。当最高车速提高到 120km/h 以后，根据《市域（郊）铁路设计规范》、《市域快速轨道交通设计规范》，对道岔布置相关要求如下：“正线及联络线上的道岔与缓和曲线间的直线长度不小于 $0.4V$ ，困难情况下不应小于 25m 。”从道岔设备养护维修、线路线形维护等考虑，道岔与平面曲线间夹直线长度宜大于一节车长，约 25 米。因此，规定一般条件不小于 $0.4v$ ，困难条件下直线段长度不应小于 25 米。结合城市轨道交通最大速度为 120km/h ，本次规定， 100km/h 以下的线路仍采用原标准；对于 100km/h ~ 120km/h 的线路，A 车采用 25 米，B 车采用 20 米。

8 轨 道

8.1 一般规定

8.1.1 轨道结构是列车运行的基础，除引导列车运行外，直接承受列车的竖向、横向及纵向动荷载，并传递给隧道、桥梁或路基等轨下基础，因此应具有足够的强度保证列车安全运行和足够的耐久性，并留有一定的安全储备。轨道应有适量的弹性及较高的平顺性，使乘客有一定的舒适性，降低对周边环境的振动噪声影响；钢轨是列车牵引用电回流电路，轨道结构应满足绝缘要求，同时减少泄漏电流对结构、设备的腐蚀。

8.1.2 轨道各部件的精度、使用寿命等应合理配套，提高整体水平，才能充分发挥轨道结构各部件强度，延长设备的维修周期。轨道设计应与地铁的养护维修条件相适应，尽量采用少维修、可维修的设备。

8.1.3 线网中减少部件种类，方便运营管理及养护维修，各条线的轨道部件应标准化、系列化。

8.1.5 轨道结构设计时应结合运营单位需求，配备必要的实时监测、自动化检测、智慧运维等方面的设备，提高轨道设备的自动化、信息化、智慧化管理水平。

8.2 基本技术要求

8.2.1 工程实践表明钢轨轨底坡按 1/40 或 1/30 设置时，轮轨匹配方面均能满足列车平稳、舒适运行的需求，轨道状态保持良好。

8.2.3 小半径曲线地段对轨距进行加宽，能减少轮轨横向力、轮轨磨耗及轨道变形。曲线地段的轨距加宽需考虑不同类型车辆转向架的结构尺寸，按满足车辆转向架自由内接的条件进行计算。

8.2.6 本表的数据是结合既有工程经验提出的参考值，轨道结构高度的实际取值可根据具体工程条件进行确定。

8.2.7 当线路按困难条件设计时，通过增加轨枕根数，可提高轨道的纵、横向刚度，增强轨道结构的安全性、可靠性。洗车线、立柱式检查坑等特殊区段的扣件间距需结合工艺等专业的相关要求确定。

8.3 轨道部件

8.3.1 工程实践表明，U71Mn 和 U75V 钢轨均满足运营需求。北京城市轨道交通的新建线路均采用强度和硬度更高的 U75V 钢轨，以提高钢轨的使用寿命。小半径地段轮轨横向力大，铺设热处理钢轨后能显著增强钢轨的抗侧磨能力，提高钢轨的使用寿命。设计过程中可结合具体工程项目中小半径曲线的占比情况，在不显著加剧车轮磨耗的前提下，适当扩大热处理钢轨的铺设范围。

8.3.2 城市轨道交通碎石道床地段扣件一般直接引用铁标弹条 I、II 型扣件的相关要求，因此不再对相关指标进行规定。无砟轨道的弹性主要靠扣件提供（无减振需求的地段），动静比是保证轨道弹性的重要指标，因此结合大量的工程实践经验，给出了动静比的取值。

8.3.4 道岔是轨道结构的薄弱环节之一，设计方案宜尽可能做到标准化，且尽可能提高道岔的耐磨性（如采用合金钢、爆炸硬化等制造工艺），避免滑床板底板与台板剥离（如采用整铸滑床板）等常见病害，以提高道岔的使用寿命，降低养护维修工作量。

道岔侧向通过速度是指车辆正常运行情况下能达到的最高运行速度，瞬间超速下的最高限制速度需结合工程条件和相关专业需求来确定。

不同构筑物间易产生较大差异变形，影响道岔的强度、稳定性甚至安全性，因此一组道岔设置在同一构筑物上。

8.3.5 高架桥道岔两侧设置单向钢轨伸缩调节器可消除梁轨相互作用力对道岔的影响,从而提高运营条件下道岔的可靠性,同时便于道岔钢轨件的更换。

梁缝两侧易产生较大差异变形,影响伸缩调节器的强度、稳定性甚至安全性,因此要求一般条件下同一组伸缩器在同一跨桥梁上。对于大跨度的钢桁梁桥等地段,若采用钢轨伸缩调节器和梁端伸缩装置一体化铺设的情况,根据伸缩装置的安装需求,伸缩调节器将跨梁缝铺设。

8.4 道床结构

8.4.1 地下线、高架线沉降较小,优先选用无砟道床,可以降低轨道高度、减小维修工作量。地面线一般情况下沉降较大,采用无砟轨道,地基处理费用较大,考虑投资控制选用有砟道床。

8.4.3 装配式轨道的道床结构设计除满足基本使用功能外,在我国大力推广的绿色建造、装配式建筑相关技术背景下,还应尽可能简化施工作业环节、提升施工质量、提高施工效率、降低劳动强度、减少用工数量、降低环境污染,且应有利于运营阶段的养护维修,尽可能提高预制板轨道在运输、铺设、精调、灌筑、运维全过程的机械化施工程度,实现道床结构的“装配化”施工。

8.4.5 正线、出入线和试车线的无砟道床刚度大,有砟道床的弹性较好,为改善行车条件、保持有砟道床的稳定、减少维修工作量,衔接处应设置轨道弹性过渡段。

对于库内整体道床与库外碎石道床之间的过渡段,因列车驶入车场库内线时空载且速度低,库内无砟道床多采用弹性分开式扣件,弹性好,从既有设计及运营状况看,库内与库外线有砟道床衔接段一般情况下不再进行过渡段设计。

不同减振轨道结构之间过渡时,原则上在动态下沉量较大的减振结构地段内进行与两侧道床的弹性过渡。

8.5 无缝线路

8.5.1 无缝线路设计包括确定锁定轨温、轨条布置、强度计算、稳定性计算、伸缩区和缓冲区设计、布置位移观测桩等内容。

8.5.3 无缝线路在道岔两端应铺设标准长度钢轨或短轨,以提高道岔钢轨件维修的便利型。钢轨接头采用优先选用冻结接头,以降低轮轨动力作用,从而提高车辆运行的舒适性,减少轨道病害。

8.5.4 高架线无缝线路设计是与梁跨布置递进式的设计过程,应根据桥梁所在无缝线路各个区段的位置,合理调整轨条和梁跨布置,控制梁轨作用力。

8.6 轨道减振

8.6.2 环评是城市轨道交通工程的设计依据,应在轨道专业设计技术上落实环保部门的批复意见。

8.6.3 根据城市轨道交通沿线的减振要求,在轨道结构上采取分级减振措施,既能达到沿线不同地段的环境保护标准,又能节省轨道工程投资。

8.7 轨道安全设备及附属设备

8.7.1 防脱护轨主要设置在对轮重减载率、脱轨系数等车辆安全性指标影响较大及列车脱轨后可能产生严重影响的地段。

8.7.2 移动式液压缓冲挡车器是在传统缓冲车挡的撞击部位设置一台小型液压油缸,且在被列车撞击后,车挡能滑动一段距离,可有效消耗列车动能,迫使列车停住。车挡占用线路长度受限时,可采用长行程液压缓冲挡车器。

固定式液压缓冲挡车器及摩擦式车挡结构简单,造价低,可满足车场线的安全要求。当库内线仅需满足简单的存轮功能时,可设置铁鞋。

8.7.4 采用钢轨润滑装置的目的是减缓小半径地段的钢轨磨耗,延长钢轨使用寿命。需安装钢轨润滑装

置的曲线半径原则，可结合运营单位的意见适当调整。

在雨、雪等恶劣天气条件下，地面线、高架线的轮轨摩擦系数会有一定程度降低，为确保车辆运行的安全性，运营单位应对涂油器的工作状态进行必要调整。

8.7.7 根据北京地铁运营维修的需要，车站宜设置工务维修用房 1 间~2 间，每房间面积 $10\text{m}^2\sim 20\text{m}^2$ ，宜在站台层布置，以提高维修、抢修的便利性。

9 路 基

9.1 一般规定

9.1.4 路基工程的荷载与车辆及轨道型式相关，需根据具体的工程条件计算确定。支挡结构物的荷载分别按照恒载、活载换算土柱加载计算。

9.3 基 床

9.3.2 基床厚度特殊条件下根据布辛奈斯克（Boussinesq）理论等计算确定，A、B 组填料的组别分类按《铁路路基设计规范》TB 10001-2016 中附录 A 的规定执行。

9.3.3 在参照《铁路路基设计规范》TB10001-2016 第 6.5.2 条基床表层压实标准中改良土 7d 无侧限抗压强度、《公路沥青路面设计规范》JTG D50-2017 第 5.4.4 条无机结合料稳定类材料 7d 无侧限抗压强度标准值的基础上，本条无砟轨道基床表层压实标准中补充了石灰粉煤灰类、水泥稳定类填料的 7 天无侧限抗压强度要求。

石灰粉煤灰砂砾、水泥稳定级配碎石是基层常用的填筑材料，无侧限抗压强度是评价其性能的重要指标，能有效反映材料在不受侧向压力情况下的抗压性能。而 7 天是无机结合料浇筑后强度发展的一个重要关键时间点，在这个时间段内，水泥逐渐固化，碎石颗粒之间的结合逐渐紧密，整体结构形成一定的抗压强度。现行规范通常把 7d 无侧限抗压强度作为无机结合料的质量控制的一个重要指标，故此，补充石灰粉煤灰类、水泥稳定类填料的 7d 无侧限抗压强度要求。

9.3.4 从前期工程投资及后期养护维修综合分析，考虑到目前部分铁路工程项目，路基基床底层采用已开始采用改良土填料，《铁路路基设计规范》中，在无砟轨道基床底层的填料选择中也增加了化学改良土的应用。因此，本次修编中，对基床底层增加化学改良土的填料选择及压实标准说明。

9.5 路 堑

9.5.1 区间工法的选择需综合考虑经济性与安全性，同时应结合当地实际情况综合考量确定。路堑边坡高度超过 20m 时，与隧道或明洞方案进行比选后，确定区间敷设工法。

9.6 工后沉降

9.6.2 根据《铁路路基设计规范》的相关规定，过渡段沉降差异折角不大于 1‰；对于无砟轨道路基，路桥或路隧交界处往往易发生较大差异沉降，多处工程存在桥台处差异沉降过大影响轨道平顺，甚至引起桥台跳车的问题。参照《铁路路基设计规范》中对无砟轨道的过渡段沉降要求，本标准中规定城市轨道交通中路桥或路隧交界处的差异沉降不大于 5mm。

9.6.3 考虑到车辆段内列车时速、荷载等情况均与正线不同，综合考虑轨道结构的沉降及差异沉降等因素，对车辆段内各轨道区域的沉降标准进行规定；股道间室内地坪区域，由于轨道结构沉降较小，地面沉降若不做控制的话，两者之间存在较大的差异沉降，易导致地面开裂，影响后期的运营与使用，故本次规范修编中，根据工程实践及相关会议评审结果，对股道间室内地坪区域的沉降按 70mm 控制。

10 车站建筑

10.1 一般规定

10.1.4 本条文中换乘车站为采用台台、通厅、节点换乘形式的车站，不包含采用长距离通道换乘的车站；静态换乘功能评价有突出问题的换乘车站是指静态换乘功能评价指标能力适应性评为差的换乘车站。

10.1.5 大型体育场馆、会展中心以及大型社会活动中心等场所举行活动时，在短时间会产生大规模突发性客流，而邻近的车站在承接客流到达时，为避免大规模乘客对站内设施冲击的运营安全风险，需在站外考虑排队及限流空间。该站外缓冲空间根据客流的冲击规模和冲击强度，参考交通建筑按 $0.2\text{--}0.35\text{m}^2/\text{人}$ 进行设置。

10.1.6 标准中不对车站站台形式进行约束性规定，只提出功能性原则要求。提出设施宜共享共用的要求，可合理压缩车站规模，从而降低建设和运营成本。

10.2 车站设计标准

10.2.1 轨道交通工程的线路一体化规划方案是轨道交通工程设计与建设实施的直接依据。线路一体化规划方案将车站根据站点功能定位和周边规划情况分为枢纽级、城市级、区域级、街区级四个级别。因此，车站分级与上位规划保持一致，采用相同的分级体系，才能保证各项规划控制指标的落地。

为提高轨道站点的服务水平，并加强轨道站点与毗邻地块地下空间功能、连通及交通组织等方面的引导要求，明确了站点的出入口数量、结建率和连通率要求。其中，出入口数量包括独立地铁出入口以及与周边建筑一体化连通的出入口，连通率是车站与周边建筑一体化连通的出入口数量占出入口总数的比例，结建率是站点与用地建筑或景观结合建设附属的数量占附属总量的比例，其中风亭与建筑用地内的景观环境融合建设，也属于附属结建的一种类型。

10.4 车站平面布局

I 公共区

10.4.2 根据快慢车通行的运营组织模式下，对站台宽度和设施布局及安全防护等提出专门的技术要求，对于快慢车均停靠的车站，站台设施布局要考虑不同车型的停靠位置差异，站台宽度适度留有一定的冗余，便于乘客沿站台纵向快速移动。

10.4.4 在多形式的运营组织模式下，提出对站台规模确定、车站站型选择、设备及管理用房多线整合、跨线运行管理及分期建设互联互通的要求，以压缩车站规模、提高运营安全。

10.4.11 根据特种履带车的现有型号尺寸和使用空间需要，优化栅栏门宽度。

II 设备管理用房

10.4.19 结合《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024-2022 中 2.0.3 的规定，明确车站中经常积水的房间主要为卫生间以及淋浴间，消防水池、污水池、废水池，有水房间主要为污水泵房、废水泵房、消防泵房、空调机房、风机房、冷冻机房、盥洗池、开水间，两者加以区别，以便实际工程中更有针对性地执行规定要求。

10.4.23 车站设备及管理用房区隔墙采用装配式墙体材料实际应用广泛，因此针对装配式在车站的应用范围和做法要求进行初步规定。

10.5 车站出入口

10.5.1 根据车站服务的客流规模确定车站附属数量、通道宽度和自动扶梯的差异化标准，结合客流分布确定附属布局的服务主次和实施时序，可压缩车站规模。

第1款 提升段按照楼扶梯并列布局原则控制土建宽度，通道段根据所处象限的高峰小时进出站客流规模确定通行宽度，并与提升段能力匹配。

10.5.3 第1款 合理控制出入口的开口方向，降低车站空调负荷要求和设备配置，实现节能目标同时降低建设成本。

第2款 考虑到出入口通道口部宽度通常为5m~6.5m，高度为3m~4.5m，因此开口面积规定为15m²。

10.10 换乘车站

10.10.7 结合乘客出行习惯增加扶梯配置，减少楼梯，对节点区域结合流线关系对关键部位，即节点楼梯前后端与站台乘降区的冲击影响，节点楼梯中间和站厅两线相交区域的人流转向部位提出空间局部放大的要求。

10.10.8 结合换乘客流量和通道长度对通道换乘的服务品质提出要求，强化换乘距离和客流匹配度，配置自动步道改善长距离换乘的感受。

11 高架结构

11.1 一般规定

11.1.2 城市轨道交通高架线与城市高架道路相同，不仅要满足城市道路规划的需要，还应充分重视对城市环境的影响，这包括城市景观上的要求、对城市环境的保护（如噪声、振动防治等）。

11.1.3 高架桥梁结构，要求在制造、运送、安装和运营过程中，对结构强度、稳定性、刚度和耐久性的要求，以保证施工、运营安全，使用耐久。

11.1.4 根据《工程结构通用规范》GB 55001-2021 第 2.2.4 条的要求，参照相关规范要求，补充高架桥梁可更换结构、附属结构和车站主体结构、顶棚、天桥、附属用房等的设计工作年限。

11.1.11 道岔的平顺度、变形影响列车安全及舒适性，道岔转辙器和辙岔范围应避开梁缝位置。参考《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234-2017 第 8.1.2 条的要求制定该条。

11.1.14 为防止被交桥梁上的车辆驶出桥外造成二次重大事故或二次特大事故，参照国家标准《城市道路交通设施设计规范（2019 版）》GB 50688-2011、行业标准《公路交通安全设施设计细则》JTG/T D81-2017 中的相关条文，将被交桥梁的防撞护栏等级定为不低于 SS 级。

11.1.17 为快速施工高架车站，减少施工占地、降低对交通的影响，韩国、台湾省有高架车站采用钢混组合结构，我国芜湖跨座式单轨高架车站也采用钢混组合结构。城市轨道交通高架站一般均为经停站，列车制动、启动时振动较小；也可在站台下层采用钢混组合梁降低振动的影响或单独轨道梁+减振支座。

北京市是高烈度区，独柱车站抗震性能不佳。目前国内八度区还未见独柱高架车站，北京市高架站均为双柱及以上。故要求不应采用独柱式带长悬臂“桥-建”组合结构体系。

11.2 设计荷载

11.2.1 根据国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234-2017、行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002-2017 将无缝线路纵向作用力修订为特殊力；补充实际运营时可能发生的救援列车荷载、检修列车荷载、顶梁荷载，考虑到以上荷载作用的时间较短，发生的可能性小，将其列为附加力。

11.2.2 上海地铁总公司、同济大学桥梁系“城市高架轨道交通桥梁结构设计主要参数研究”中收集了国内外 14 种城市轨道交通车辆和 7 种轻轨车辆的轴重资料。城市轨道交通车辆轴重从 98.5kN（英国伦敦）~182.1kN（法国巴黎）不等，轻轨车辆轴重从 78.0kN（中国拟制的 8 轴车）~110kN（中国上海）不等。鉴于地铁轻轨列车种类的多样性并考虑到车辆构造发展将从不锈钢转向铝合金，意味着自重只会减少，而乘客载重不会变化。因此规定列车竖向活载可按本系统实际运行的列车最大轴重及最大编组确定，轴重上可不必留更多的余量。

对于 A 型车计算车辆长 22.1m，固定轴距 2.5m，车辆定距为 15.7m。荷载图示中， $D_1=2.5\text{m}$ ， $D_2=13.2\text{m}$ ， $D_t=4.6\text{m}$ 。载客轴重 $P=170\text{kN}$ ，空车轴重 $P=85\text{kN}$ ；

对于 B 型车计算车辆长 19.00m，固定轴距 2.2m（或 2.3m），车辆定距为 12.6m。荷载图示中， $D_1=2.2\text{m}$ ， $D_2=10.4\text{m}$ ， $D_t=4.72\text{m}$ 。载客轴重 $P=140\text{kN}$ ，空车轴重 $P=75\text{kN}$ 。对于双线桥，规定竖向荷载不折减。这是考虑到城市轨道交通、轻轨列车行车密度高、轴重一致的特点。以 30m 梁跨为例，按 3 分钟间隔、全天运行 17 小时计，两车在桥上相遇的机率约为 382 次/年。显然，轨道交通列车在桥上两车相遇的机率大得多。国外的一些规范如日本铁路结构设计标准、英国 BS5400（铁路列车）、美国 AREA-1977（铁路列车）、德国 DS804（铁路列车）等双线桥加载都不折减。

列车的竖向动力作用主要与运行速度、车辆性能和轨道不平顺有关，轨道交通桥梁的运行速度较低，

常用跨度桥梁的竖向刚度与普通铁路桥梁接近，同时车辆的性能较好，因此其竖向动力作用要小于一般铁路桥梁。根据上海地铁公司和原上海铁道大学对明珠线 30m 简支梁的测试结果（ $V=60\text{km/h}$ ），实测动力系数为铁路桥涵设计基本标准规定值的 0.705 倍，因此本标准偏于安全，对于时速在 80km/h 及以下的轨道交通桥梁取《铁路桥涵设计规范》TB 10002-2017 规定值的 0.8 倍。

近年来，随着轨道交通车辆性能的提高，已经有多条轨道交通线路的最高运行速度确定为 120km/h 或更高，因此在列车运行速度等于 120km/h 的情况下，由于列车动力响应的增加，轨道交通桥梁的动力系数可按照行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002-2017 第 4.3.7 条的相关规定取值。

U 形梁桥道板的冲击系数是依据国内相关单位的研究成果，并与实测结果进行比较后得出的。

11.2.4 参考行业标准《市域（郊）铁路设计规范》TB10624-2020 的相关规定，横向摇摆力按 60kN 取值。

11.2.5 关于制动力取值：

1 列车制动力可分成作用于轨面的制动力和桥墩承受的制动力值。当桥梁长度短，通过钢轨传至路基的制动力部分就多，桥墩承受的制动力就较少些，反之亦然。铁路桥规经多年试验研究，并根据一般桥梁长度（几十米至 $1\sim 2$ 公里）确定桥墩承受的制动力为梁上列车竖向静活载的 10%。

2 轨道交通列车制动系统均为电气指令式，减速度要较铁路列车大，前者约为 $1.2\text{m/s}^2\sim 1.5\text{m/s}^2$ ，后者约为 $1.08\text{m/s}^2\sim 1.23\text{m/s}^2$ ，因此，紧急制动时，轨道交通列车作用于轨面的制动力值要大些。另一方面，城市轨道交通高架桥一般都是长大桥，传至桥墩部分的制动力也就要大些，因此，本标准规定区间高架桥制动力采用竖向静活载的 15%。

3 国外如北美洲的一些城市轨道交通与轻轨系统，作用于轨面的列车制动力采用值如下表：

表 2 国外采用列车制动力值

国 名	城市轨道交通名称	作用于轨面的制动力
美国	旧金山城市轨道交通系统（BART）	0.21gL
美国	芝加哥市城市轨道交通系统（CTA）	0.15gL
美国	亚特兰大地铁（MARTA）	0.21gL
美国	华盛顿地铁（WMATA）	0.15gL
加拿大	多伦多地铁（TTC）	0.25gL
加拿大	加拿大轻轨系统（CLRV）	0.25gL

4 车站及附近桥梁由于列车进出站频繁发生制动和起动，因此双线桥按双线制动力考虑，但由于一般都不是紧急制动，因此每线制动按 10% 计。

11.2.7 参考行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002-2017 对无缝线路纵向力的荷载取值、组合进行规定。

11.2.9 温度变化的作用可以划分为三类：体系温差（均匀升降温）、温度梯度和构件温差。国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234-2017 温度作用规定适用于混凝土结构、钢混组合结构、钢结构桥梁等。本条直接引用该规范。

11.2.14 运营列车发生故障后，对故障列车实施救援是轨道交通运营中可能发生的一种特殊工况，桥梁设计中考虑救援工况是十分必要的。救援工况的设计对于中小跨度桥梁的影响不大，但对于大型桥梁如果在设计阶段不考虑救援工况，则会给后期运营带来不便。

救援荷载与列车的救援模式有关，本标准考虑了一列同编组列车将事故列车推出，同时另外一线保持正常运营的工况；考虑到救援列车可能携带救援设备及人员，因此在无详细资料的情况下偏于安全的取一列满载列车的重量，并与运营荷载进行最不利组合。

桥梁建成后，除通行运营车辆外，还需通过检修列车。在某城市的轨道线路中，出现过检修列车的影响大于运营列车的情况，因此设计中应根据检修列车的荷载分布情况进行结构检算。

考虑到上述两种情况作用的时间短，发生的可能性小，因此将其列为附加力。

11.2.19 根据《城市轨道交通高架结构设计荷载标准》CJJ/T 301-2020 第 4.4.2 条、《地铁设计规范》GB 50157 相关条文执行本条。

11.2.20 根据《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021、《城市轨道交通高架结构设计荷载标准》CJJ/T 301-2020 规定天桥人群荷载的取值。

11.2.21 根据《城市轨道交通高架结构设计荷载标准》CJJ/T 301 给出列车荷载有关的组合值系数、频遇值系数、准永久值系数。

11.2.22 国内高架车站顶棚围护结构有被大风掀起事故。本条规定与《市域（郊）轨道交通设计规范》DB11/T 1980-2022、《市域铁路设计规范》（TB 10624-2020）相关条款一致，规定顶棚、天桥等结构基本风压、基本雪压重现期应取 100 年。

11.2.23 车站变形缝的存在影响建筑布局，存在漏水的可能。条件具备时，可取消变形缝。参考行业标准《超长混凝土结构无缝施工标准》JGJ/T 492-2023 制定使用阶段整体升降温作用的取值。站厅层板、站台层板混凝土浇筑后，存在混凝土收缩效应。参考《铁路桥涵设计规范》TB 10002 规定混凝土收缩的等效降温幅度。

11.3 高架桥梁结构

I 刚度要求

11.3.1 第 1 款 竖向刚度控制指标是桥梁设计的重要参数，与线路的运行速度、列车运行的平顺性和舒适度等因素有关，铁路一般采用竖向挠度和自振频率双控。与铁路不同，轨道交通由于列车运行速度低，当列车运行速度为 80km/h~120km/h 时，列车的激振频率一般为 1.0Hz~1.5Hz，常用跨度轨道交通桥梁的自振频率已经远大于该频率，因此限定自振频率的必要性不大。本条关于桥梁竖向刚度控制指标主要基于以下三个因素：（1）采用无砟轨道后，由于扣件的调整量有限，需要对梁体的徐变变形进行控制，而控制梁体的徐变变形就需对梁体刚度进行限制；（2）为避免在梁端处产生的轨道不平顺，同时为了控制梁端转角引起的无砟轨道扣件的上拔力和下压力，需控制梁端转角，实际上也对竖向刚度提出了要求，两者宜基本一致；（3）为保证列车运行的舒适性和安全性，也需对梁体刚度进行控制。列车最高时速不大于 120km/h 的活载静挠度引用《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234-2017 相关要求。

第 2 款 理论和试验均表明，竖向温度梯度作用下，桥梁边、中跨均产生相应的竖向变形；且日照条件下连续梁中跨温度变形与活载挠度同向。故参考《市域（郊）铁路设计规范》TB 10624-2020 相关条文规定拱桥、刚架及连续梁桥等超静定结构的竖向挠度计算应计入温度效应影响，且取最不利值。

第 3 款 城市轨道交通桥梁需具有长期变形小的特征，特别是铺设无砟轨道的桥梁，运营期间轨道平顺性只能通过扣件进行调整，且扣件调整量十分有限，因此必须严格限制梁体的长期残余变形，以保证桥上线路平顺。根据《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234-2017 相关条文制定梁体徐变的限值。

11.3.2 本条参照《市域（郊）铁路设计规范》TB 10624-2020 相关条文制定。当大跨度桥梁的横向刚度不满足该规定时，应进行风-车-桥系统耦合振动分析，并检算车辆的动力学指标和桥梁的动力学性能是否满足要求，并结合其他使用功能的要求确定桥梁的刚度指标。

11.3.3 车桥耦合振动的计算表明，过大梁端转角将增加轮对的水平力，从而影响走行性。对于有砟轨道，转角过大会影响梁缝处的道床的稳定性；对无砟轨道，梁端转角会引起梁缝两端的扣件分别出现上拔和下压现象，转角过大时梁端轨道扣件的上拔力将超过扣件的扣压力容许值，造成垫板滑出，而扣压力过大则有可能造成垫板产生破坏。根据《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234-2017 相关条文制定列车最高时速不大于 120km/h 的转角要求。

11.3.5 由于桥梁和无缝线路的相互作用，梁-轨之间的温差、列车制动力及梁体在竖向荷载作用下的弯曲等作用时都会在钢轨中形成相应的附加应力，当该附加应力达到一定数值时就会影响钢轨的安全。由

于轨道交通的轴重较轻，因此列车轴重引起的动弯应力要明显小于铁路（客货共线铁路），这就意味着同样的钢轨，轨道交通允许的附加应力数值可更大，从而与铁路（客货共线铁路）相比可以降低桥墩的线刚度控制标准。《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234-2017 的墩柱刚度要求与《市域（郊）铁路设计规范》TB 10624-2020 中北京地区的刚度要求基本一致。本次修订采用《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234-2017 的相关规定。

11.3.6 《铁路桥涵设计规范》TB 10002-2017 规定了由桥墩横向位移引起的梁端横向折角的限值，《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 1234-2017 则规定了墩顶横向位移的限值。形式不同，但实质一样，都是控制形成轨道初始不平顺性、影响走行性的梁端水平折角。对于常规跨度简支梁，《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234-2017 规定的梁端水平折角限值与《铁路桥涵设计规范》对速度 160km 及以下时规定的限值一样，都是 1.5%（大于 40m 时是 1%，基本等同于 $4\sqrt{L}$ ）。

II 结构设计

11.3.9 预拱度设置的目的是为了保证成桥时线形与理论线形基本一致，且在无活载作用时保持一定的上拱度，对于预应力混凝土桥，计算时必须考虑预应力和自重（二期恒载）和铺轨前收缩徐变变形；由于轨道交通多采用无砟轨道，而轨道的铺设多按照理论线形进行铺设，如果预拱度设置时考虑铺轨后的后期徐变变形，则铺轨时对轨道结构的厚度影响较大，甚至影响轨道铺设，因此结合近年来的建设经验，预拱度计算时仅考虑铺轨前的收缩徐变变形。而后期徐变则通过控制变形来达到控制轨道不平顺的目的。

11.3.12 第 1 款、第 2 款 根据近年来国内轨道交通 U 形梁的建设和运营经验，适当增加桥面板的厚度，对于降低振动和噪声是有利的；在梁端设置端横梁后，有利于提高 U 形梁的整体刚度，改善梁端桥面板的局部受力。

第 3 款 根据重庆 1 号线 U 形梁足尺寸疲劳试验结果，600 万次疲劳试验后，底板顺桥向裂缝的最大值较理论计算的结果偏大，在裂缝计算公式无法改变的前提下，同时考虑到提高底板混凝土的耐久性要求，将桥道板顺桥向计算裂缝的最大值控制在 0.14mm 以内，以保证结构的安全。底板横桥向实际上是偏心受拉构件，对于裂缝计算是有影响的，故本条要求按偏心受拉构件计算裂缝宽度。

第 4 款 现行铁路规范计算正截面抗裂安全系数时是考虑混凝土抗拉塑性强度贡献的。但重庆 1 号线 U 形梁足尺寸疲劳试验结果表明，随着疲劳荷载的施加（80 万次左右），混凝土的抗拉强度逐渐消失，疲劳试验完成后的正截面抗裂安全系数的试验已测不出混凝土塑性抗拉强度的贡献（混凝土抗拉强度已不存在）。因此，本条规定在不考虑混凝土塑性抗拉强度的前提下，正截面抗裂安全系数仍不应小于 1.2，相当于较铁路规范提高了安全度。

11.4 高架车站结构

I 结构设计

11.4.5 考虑到现行施工质量验收规范要求对桩基础竖向承载力检验，均采用工后竖向承载力检验；以及大量的工程实践经验。故规定按建筑结构设计的车站基础等级不宜低于乙级。

11.4.6 参考《市域（郊）轨道交通设计规范》（DB11/T 1980-2022）的相关规定，将顶棚、天桥、金属屋面安全等级提升为一级。

11.4.7 超长结构的温度作用、混凝土收缩作用已规定。宜按照行业标准《超长混凝土结构无缝施工标准》JGJ/T492-2023 明确混凝土原材料、混凝土、后浇带、构造配筋、施工的要求。

II 构造要求

11.4.11 根据目前高架站的使用情况，普遍反映结构维护、清洁、构件更换等施工困难，特别对于曲面及复杂形式的屋顶无法进行日常维护，主要是没有预留人员进行这些操作所必要的条件，因此，设计时

应考虑在适当位置增加锚钉等设施,便于维修时进行安全设施的绑定,也可根据需要对车站结构、顶棚结构设置易于维修人员通行的铁爬梯、滑爬梯、临时锚固件等设施。

11.4.13 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021 第 6.1.7 条明确了抗震防落梁长度,车站、附属用房牛腿长度应满足。

IV 顶棚及天桥结构

11.4.17 车站顶棚结构一般要求大跨度,也是建筑专业变化较多的地方,建筑形式多样,相应的结构变化也多,且上下结构的刚度有突变,因此,结构设计应尽量与建筑专业配合,采取对结构受力更有利的方案。北京市高烈度区,采用轻型钢结构更有利于降低成本,但应注意顶棚屋面的防风、防雪设计。

顶棚结构与下部结构同为连成一体的结构,且顶棚结构与下部结构之间存在结构刚度突变,应做整体结构分析才能反映出相互之间的影响。车站主体结构外露构件较多,尤其是顶棚结构及当结构分缝距离超长时,受温度影响较严重,计算分析时应予以考虑,并结合工期考虑结构合拢时的温度。

11.4.18 出入口天桥舒适度标准应满足行业标准《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ 69 的相关规定。

11.5 高架结构抗震

I 高架桥梁结构

11.5.3 参照《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234-2017 相关条文,规定抗震设防分类。

11.5.4 高架桥梁若处于断层地带,如为非活动断层,宜将墩台基础设置在同一盘上。高架桥梁如需跨越断层地带,基础不应设置在严重破碎带上,上部结构主梁宜采用简支结构,并宜预留抬高轨道的荷载条件。

11.5.5 已有多个高烈度区城市轨道交通桥梁使用减隔震支座的成功案例,在抗震设计较困难或经济性较差时,可采用减隔震设计。桥梁减隔震设计可参考相关规范。参考相关规范,明确不适用减隔震的情况。

11.5.8 能力保护设计具体算法、参数等可参照国家标准《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234、行业标准《公路桥梁抗震设计规范》JTG/T 2231-01 的相关要求执行。

II 高架车站结构

11.5.13 本条参照《市域(郊)轨道交通设计规范》DB11/T 1980-2022 细化了不同结构的抗震设防类别。天桥抗震设防类别还应满足相关桥梁规范的要求。

11.5.16 考虑到城市轨道交通列车发车频次较高,高峰期内车站内两列车相遇的概率是较大的,偏于安全的根据列车定员人数计算出两列车的自重。

11.5.18 参考《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 第 4.1.2 条的条文说明,明确长悬臂结构的定义。天桥跨度大于 24m 时,也需计算竖向地震作用。

12 地下结构

12.1 一般规定

12.1.2 第2款 北京市轨道交通工程设计中,明挖法、盖挖逆作法结构荷载作用较为明确,按以概率理论为基础的极限状态法设计基本得到认可。矿山法、盾构法结构设计在不同时期应用过三种设计计算方法,一是《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 极限状态法(简称建规极限状态法)、另外两个是《铁路隧道设计规范》TB 10003 极限状态法和破损阶段法(简称铁规极限状态法和铁规破损阶段法)。通过对相同型式和尺寸的隧道结构进行不同地质条件下的深、浅埋等多种工况的计算分析,可得到构件配筋量的基本规律如下:

1 无论深、浅埋,水土合算工况下:铁规极限法>铁规破损法>建规极限法;配筋量的差距根据地下水位、地质条件不同而变化,变化范围约在5%~20%;

2 无论深、浅埋,水土分算工况下:铁规极限法>建规极限法>铁规破损法;配筋量的差距根据地下水位、地质条件不同而变化,变化范围约在5%~17%。

注:铁规破损法无法进行裂缝验算,此计算的配筋量均指承载力配筋。

从上面的初步分析可知,无论何种情况,铁规极限法设计的结构配筋率较大,而建规极限法和铁规破损法较适中。根据我国城市轨道交通地下永久承载结构的设计标准要求,结构构件不仅要进行极限状态承载能力计算,而且要进行正常使用极限状态验算,满足裂缝宽度的限值,显然铁规破损法难以满足此标准的要求。经调研,近年来北京及与北京地层相类似的其他城市的轨道交通工程建设中,基本上采用的设计方法均为建规极限法。通过多年的建设、运营实际情况的验证,采用建规极限法虽然在荷载统计等方面欠周密,但能满足工程安全的要求。为了更好地与国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 设计体系相衔接,故本标准规定地下结构按以概率理论为基础的极限状态法设计。

第3款 本标准地下结构采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,以可靠指标度量结构构件的可靠度,采用分项系数的设计表达式进行设计。根据国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 和《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定,混凝土结构的极限状态设计包括承载能力极限状态和正常使用极限状态。承载能力极限状态:结构或结构构件达到最大承载力、出现疲劳破坏、发生不适于继续承载的变形或因结构局部破坏而引发的连续倒塌;正常使用极限状态:结构或结构构件达到正常使用的某项规定限值或耐久性能的某种规定状态。因此,本标准特别强调地下结构应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计。同时,对于轨道交通地下结构,无论是明挖法、盖挖逆作法还是矿山法,也不论是永久构件还是临时构件,随着施工的不断进行,直至施工完毕后的使用阶段,其荷载作用、结构受力状况都在不断地发生变化,地下结构应分别按施工阶段和使用阶段进行强度、刚度、稳定性计算,对于一些构件还应进行裂缝宽度和变形的验算,以满足结构极限承载能力、正常使用极限状态和耐久性的设计要求,在保证工程自身安全的同时,还要保证建设过程中周边环境的安全。因此,本标准特别规定地下结构计算应根据各施工和使用过程的结构实际受力状况、以及在结构上可能同时出现的荷载,按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合,并应取各自的最不利荷载效应组合进行包络设计,并应考虑各过程之间结构变形和受力的延续性。

第4款 关于最大裂缝宽度限值。本款对于钢筋混凝土构件表面最大裂缝宽度限值的规定,主要依据《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的相关规定,并结合北京地区地下结构的环境条件确定的。

根据北京轨道交通地下车站和区间结构的环境作用情况,依据《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T

50476, 混凝土结构的环境类别一般情况下为一般环境 (I 类), 处于 0.8m 冰冻线以上的顶板、侧墙等构件为冻融环境 (II 类)。从初步调查情况来看, 北京地区一年四季洞内的潮湿程度变化较大, 通常在 20%~80% 之间, 夏季相对湿度大于 60%。对于一般环境下的车站和区间内部结构构件, 如中楼板、中间立柱、站台板、内部楼梯等, 其环境条件可视为洞内干燥环境作用和低湿度, 规定最大裂缝宽度限值为 0.3mm。而对于与地下水、土接触的混凝土构件, 主要指顶板、底板和侧墙等构件, 由于构件本身均有混凝土结构自防水的要求, 依据《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的相关规定, 其表面裂缝计算宽度不应超过 0.2mm; 就其环境条件而言, 由于构件长期与地下水、土接触, 即使是背土侧, 其表面湿度也较内部构件大许多, 无论是潮湿环境、长期湿润环境或干湿交替环境, 还是冻融环境, 依据《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定, 其最大裂缝宽度的限值也为 0.2mm; 从目前北京轨道交通已建、在建和规划项目的竖向埋深来看, 此范围地下水位变化频繁, 地下结构很难处于静水浸没环境。因此, 本标准给出与地下水、土接触并有自防水要求的混凝土构件, 其背土侧和迎土侧的表面裂缝计算宽度均不应超过 0.2mm 的规定。

此标准与以往的实际工程技术标准相比, 仅将与地下水、土接触的混凝土构件的背土侧的最大裂缝宽度限值由 0.3mm 提高到 0.2mm, 其他标准不变。由于地下框架结构周边构件尺寸的确定一般情况下受周边构件迎土侧的内力控制, 所以此标准的提高一般不会影响到结构构件尺寸的大小, 仅对背土侧的配筋率有所调整。另外, 对于一般环境下的地下水、土接触的混凝土构件, 除了干湿交替环境作用外, 本标准给出的最大裂缝宽度限值 0.2mm 也较国家规范《地铁设计规范》GB 50157 给出的 0.3mm 的标准要高, 由于北京地区的特殊性耐久性要求, 总体上符合地方标准高于国家标准的原则。

第 10 款 地下结构钢结构及钢连接件防锈及防腐蚀采用的涂料、表面的除锈等级及防腐蚀对钢构件的构造要求等, 应符合国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 和《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》GB/T 8923 的相关规定。

12.2 施工方法和结构选型

12.2.2 第 3 款 轨道交通的地下结构, 除了行车隧道区域外, 其他的一般性结构, 包括车站、出入口、风道等, 其净空尺寸仅需要满足建筑使用功能的要求、并考虑施工工艺的影响则可。而地下结构的行车隧道区域, 主要指车站站台层行车区域和区间行车隧道, 由于列车安全运行所需要的净空限界的严格控制, 同时建筑限界的确定不包括施工误差、结构变形及后期沉降等因素, 因此本标准就行车隧道不同的施工工法和结构型式给出相应的建筑限界外的净空裕量取值。

12.3 荷 载

12.3.1 混凝土收缩及徐变影响: 超静定或截面厚度较大的结构应考虑混凝土收缩的影响。《铁路隧道设计规范》TB 10003 中规定, 混凝土收缩的影响可用降低温度的方法来计算。对于整体浇筑的钢筋混凝土结构相当于降低温度 15℃; 对于分段浇筑的钢筋混凝土结构相当于降低温度 10℃; 对于装配式钢筋混凝土结构相当于降低温度 5℃~10℃。

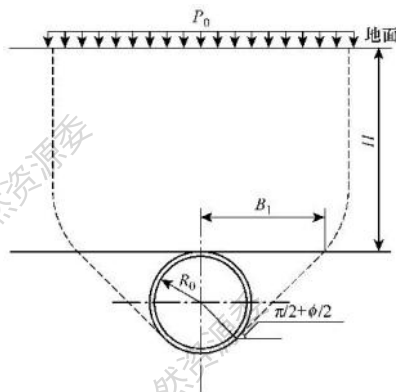
温度变化影响: 通常认为, 外露的超静定结构及覆土小于 1.0m 或位于严寒地区受外界气温影响较大的洞口段的地下结构应考虑温度影响, 但通过近年来对运营期间的一些明挖车站的观测发现, 即使具备 2.0m~3.0m 的覆土, 由于季节温度变化引起的伸缩缝或诱导缝宽度的变化也是明显的。轨道交通地下结构因温度变化而引起的内力与构造措施、施工方法、施工措施等多因素有关, 尚无较完善的计算方法, 但当浅埋结构在较长的距离内不设变形缝时, 应充分研究温度变化对其纵向应力造成的影响, 必要时应采取相关的试验验证。

12.3.2 根据《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定, 对于正常使用极限状态, 钢筋混凝土构件应按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响进行裂缝宽度和变形验算, 对于准永久组合的可变荷载准永久值系数, 《建筑结构荷载规范》GB 50009 没有给出地铁类建筑的取值, 在无统计数据的情况下, 结

合北京轨道交通工程的实际情况，本标准采用《建筑结构荷载规范》GB 50009 给出的各类别建筑中准永久值系数较大的值 0.8 作为可变荷载准永久值系数。

本章第 12.1.2 节地下结构主要设计原则和技术标准中规定，地下结构进行稳定性验算时应采用总安全系数法，因此，在地下结构的倾覆、滑移或漂浮等稳定性验算时不考虑荷载分项系数。

12.3.3 第 1 款 针对北京的地质特点，当位于非松散土中时，对于采用矿山法、盾构法和顶管法施工的区间、出入口通道、小跨度风道及施工通道等单洞隧道结构，建议隧道深、浅埋的限值（即临界覆土厚度）按 $2D$ （ D 为隧道开挖跨度）考虑，当隧道覆土 $\leq 2D$ 时，按全土柱计算；超过此厚度宜考虑卸载拱作用的影响，可按泰沙基公式或普氏公式计算，当计算塌落拱高度 $< 2D$ 时取 $2D$ 。《隧道标准规范（盾构篇）及解说》（〈日〉土木学会编—朱伟译）提出的泰沙基计算公式如下：



泰沙基垂直土压力计算公式如下：

$$\sigma_v = \frac{B_1(\gamma - c/B)}{K_0 \tan \phi} (1 - e^{-K_0 \tan \phi H/B_1}) p_0 e^{-K_0 \tan \phi H/B_1} \quad (2)$$

$$B_1 = R_0 \cot \left(\frac{\pi/4 + \phi/2}{2} \right) \quad (3)$$

式中：

σ_v ——泰沙基松弛土压力；

K_0 ——水平土压力与垂直土压力之比（一般取 $K_0=1$ ）；

ϕ ——土的内摩擦角；

γ ——土的重度；

C ——土的粘聚力；

H ——覆土厚度；

R_0 ——圆形隧道半径；

p_0 ——地面超载。

深、浅埋隧道如何界定一直困扰设计人员，经调研北京地铁 5 号线、10 号线 1 期和机场线等项目，相似地层中盾构隧道每环管片的配筋量最大可相差 190kg，原因主要在于不同设计人员对隧道深浅埋如何界定、竖向覆土荷载如何取值等问题的理解差别较大。如：部分设计人员按《铁路隧道设计规范》TB 10003 相关规定，当隧道洞顶覆土达 20.0m 时仍考虑为全土柱荷载。《隧道标准规范（盾构篇）及解说》（日本）对土质隧道的竖向荷载做了如下规定：在砂性土中，当覆土厚度大于 $1D \sim 2D$ 时多采用松弛土压力；在粘性土中，如果是硬质粘土（ $N \geq 8$ ）构成的良好地基，当覆土厚度大于 $1D \sim 2D$ 时多采用松弛土压力；对于中等固结的粘土（ $4 \leq N < 8$ ）或软粘土（ $2 \leq N < 4$ ），将隧道的全覆土重量作为土压力考虑的实例比较常见。当垂直土压力采用松弛土压力时，考虑到施工时的荷载以及隧道竣工后荷载的变动，多设定一个土压力的下限值。垂直土压力的下限值会根据隧道的使用目的有所不同，在下水道、电力及通讯隧道中一般考虑 $2D$ 的覆土厚度的土压力值，铁道隧道为 $1D \sim 1.5D$ 或采用 $200kN/m^2$ 。北京地

铁5号线、10号线部分盾构区间实测数据显示,隧道的竖向土压力在 $1.6D\sim 1.7D$ (即塌落拱高度在此范围内),因此本标准根据上述情况建议了 $2D$ 的临界覆土厚度。

第2款 盖挖逆作法、洞桩(柱)逆作法和一次扣拱法施工期间均采用各层结构板作为水平支撑构件,其刚度大,支护桩变形小,结构承受的水平土压力宜按静止土压力计算。

12.3.4 第1款 作用在地下结构上的水压力,原则上应采用孔隙水压力,但孔隙水压力的确定比较困难,从实用和偏于安全考虑,设计水压力一般按静水压力计算;当地下水渗流时,宜按渗流理论计算水压力和土的竖向有效应力;当存在多个含水层时,应分别计算各含水层的水压力。

第2款 确定设计地下水位时应注意的问题:

1 由于季节和人为的工程活动(如邻近场地工程降水影响)等都可能使地下水位发生变动,所以在确定设计地下水位时,不能仅凭地质勘察取得的当前结果,须协同勘察单位估计到将来可能发生的变化。尤其近年来对水资源保护的力度加大,需要考虑结构在长期使用过程中城市地下水位上升的可能性;

2 在进行地下结构的抗浮稳定性验算时,应取地下水抗浮设防水位。

12.3.6 轨道交通列车的动力作用参数,可参照行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 关于动力参数的计算公式来取值,并乘以 0.8 的折减系数。当轨道铺设在结构底板上时,车辆荷载对结构应力影响不大,并且为有利作用,车辆荷载及其动力作用的影响可略去不计。

12.3.9 地面车辆荷载按行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60-2015 第4.3.1条相关规定选取。地面车辆荷载对地下结构作用标准值的计算方法参考了国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332-2002 附录C的相关规定,按车辆最不利荷载计算,地面车辆简化为 20kPa 的均布荷载的临界覆土厚度为 1.49m ,故本标准作出了相应的规定。

12.4 明挖法、盖挖逆作法结构设计

12.4.1 第1款 基坑变形控制等级由基坑开挖深度和周边环境条件两个因素确定,本标准特别强调地面最大沉降量及支护结构水平位移控制值除了满足表12.4.1-1中给出的基本要求外,还应与基坑周边环境安全控制标准相协调,取两者较小值作为基坑变形控制值。支护结构最大水平位移是指基坑开挖、地下水下降、地下水渗流等造成基坑周边建(构)筑物、地下管线、道路等损坏或影响其正常使用的支护结构位移和土体变形。变形控制值参考各地设计规范,并结合北京已建和在建的各条轨道交通线路的技术标准和工程经验确定的,能满足工程安全、经济合理的要求。地下两层明挖车站基坑深度一般在 $16.0\text{m}\sim 20.0\text{m}$,通过北京地铁多年的工程实践,已积累了较丰富的经验,当周边环境安全无特殊要求时,基坑深度为 $16.0\text{m}\sim 20.0\text{m}$ 的变形控制等级定为二级是安全可靠、经济合理的。

第4款 地下水资源的管理和保护越来越引起政府部门的重视,因此,本标准特别提出,在进行基坑工程设计时,地下水处理方案应进行施工降水和帷幕止水方案的技术经济比选。当具备帷幕止水条件且经济和风险代价可以承受时,宜优先选用帷幕止水方案。

12.4.2 第1款 考虑在实际工程建设中,部分工程经技术经济比选后需采用较高的放坡,因此在规范角度不对坡高给出绝对性的限制,给工程建设留有一定的选择空间,但当基坑总深度大于 15m ,采用放坡支护时建议进行专项论证。

12.4.3 第1款 对于单一土钉墙支护,根据北京市地方标准《建筑基坑支护技术规程》DB11/T 489 的相关规定,本标准给出了基坑深度不宜超过 10.0m 的规定。但从近年来北京地区的工程实际情况来看,仅地铁工程就有不少单一土钉墙支护基坑开挖深度达到 12.0m 的工程实例,地层条件较好时也有少量达到 15.0m 的工程实例。尤其对于一般正常埋深情况下的地下车站,其出入口和单层风道基坑深度一般在 $10.0\text{m}\sim 12.0\text{m}$ (局部集水坑深 14.0m)范围,在工程地质条件和周围环境条件允许的情况下,采用土钉墙支护在工程造价和施工速度上有较大优势。但应注意土钉墙的适用条件及地下水的处理,土钉墙基坑要求地下水位低于基坑底面或可经人工降水措施降低地下水位,影响范围内无重要建(构)筑物和地下管线,地下空间允许施作土钉。对于开挖深度达到 15.0m 的基坑应慎重采用单一土钉墙支护。

12.4.4 第6款 钻孔咬合桩的垂直度偏差是确保工程质量和截水效果的关键指标,根据国家标准《地下铁道工程施工质量验收标准》GB/T 50299—2018 第5.2.8条,桩垂直度偏差取应不小于0.3%。

12.4.5 第4款 关于钢支撑的长细比,各种规范对钢支撑长细比的规定不尽相同,国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 规定钢支撑受压杆件的长细比不应大于150;广东省地方标准《建筑基坑支护工程技术规程》DBJ/T 15-20—2016 规定钢支撑长细比不宜大于150;湖北省地方标准《基坑工程技术规程》DBJ/T 42/159-2024 规定主要受力杆件长细比不应大于100,次要受力杆件长细比不得大于150;冶金部行业标准《建筑基坑工程技术规范》YB 9258—97 规定支撑长细比不应大于75;深圳市地方标准《深圳市基坑支护技术规范》SJG 05-2020 规定钢支撑构件的长细比不应大于75。

总结北京市轨道交通工程的建设经验,当基坑宽度小于25m时,通常不设置中间立柱,采用 $\phi 609$ 或 $\phi 630$ 的钢管支撑能够满足强度和稳定性设计要求;也有基坑宽度达到31m时采用 $\phi 800$ 的钢管支撑,不设中间立柱的经验。通过计算分析, $\phi 609$ 、 $\phi 630$ 钢支撑计算长度为25m、 $\phi 800$ 钢支撑计算长度为33m时,钢支撑长细比约为120,此值用于北京地区轨道交通工程能达到安全、经济、实用的目的,因此,本标准规定钢支撑长细比不宜大于120。由于北京地区地质条件较好,当基坑开挖宽度较大时,支撑体系是否设临时立柱,应通过技术经济比选后确定。

钢支撑构件的拼接应满足截面等强度的要求,连接应采用高强螺栓或焊接,钢支撑与腰梁的连接可按铰接考虑。

第5款 关于钢筋混凝土支撑长细比,冶金部行业标准《建筑基坑工程技术规范》YB 9258—97 规定支撑构件长细比不应大于75;北京市轨道交通工程基坑较少采用钢筋混凝土支撑,本条参考冶金部行业标准《建筑基坑工程技术规范》YB 9258—97,规定混凝土长细比不宜大于75。

第10款 横向支撑水平方向的挠度对立柱会产生水平方向的作用力,因此立柱柱列之间宜设置剪刀撑或其他形式的构件,以保证立柱纵向的整体稳定性,否则在立柱设计中应考虑水平力产生的弯矩。

12.4.7 第1款、第5款 底板下布置有抗拔桩时,当地基土在固结沉降作用下有可能脱离底板而形成仅由抗拔桩支撑底板的工况时,在结构及抗拔桩的设计中应考虑这种工况的影响。

12.4.8 第3款 经我国轨道交通地下工程实践验证,叠合结构渗漏问题相对突出,考虑北京目前地下水位大幅上升,地层透水性强的特点,以及目前北京轨道交通地下结构渗漏的现状,叠合结构在对应防水、防渗漏技术及工艺进一步进步前,不作为推荐结构。

12.4.9 第5款、第6款 盖挖逆作法中间立柱与顶梁的连接可有两种形式,一种为端承式形式,见图1;一种为插入式形式,见图2。通常情况下,不论是钢管柱还是型钢柱,立柱上柱脚与顶梁的连接宜采用端承式形式,柱与顶梁之间的约束作用视为铰接。而立柱下柱脚一般需插入钻孔灌注桩基础内一定深度、并采取一定的构造措施将柱子予以锚固,为插入式形式,柱与桩基础之间的约束作用视为刚接。由于柱脚与桩基础之间力的传递是以钢管柱或型钢柱与混凝土间的粘着力为主,而栓钉等构造仅作为辅助措施,因此,下柱脚应进行插入深度的计算。

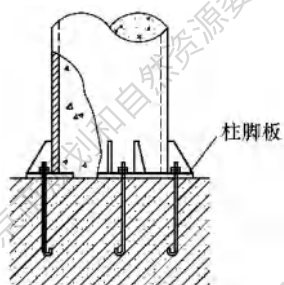


图1 端承式柱脚

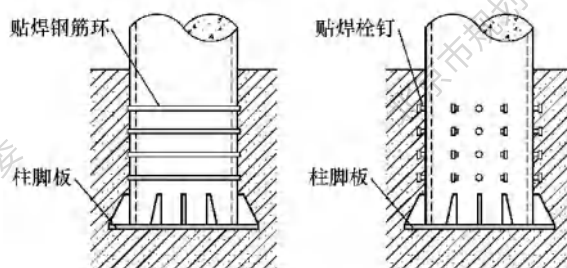


图2 插入式柱脚

第7款 目前地下结构盖挖逆作法和矿山法工程中大量采用了钢管混凝土柱,为了提高钢管混凝土柱与永久结构纵梁的连接刚度,建议无论钢管混凝土柱柱端的局部承压承载力是否满足设计要求,均在钢管混凝土内配置竖向短钢筋笼,分别锚入钢管混凝土及纵梁结构内,并按配有竖向钢筋笼的钢管混凝土

土进行局部受压承载力计算，其配筋率要求不小于构造配筋率，与其他工程在柱脚配置螺旋筋加强的作法有所不同。

第 8 款 钢管柱或型钢柱与现浇中楼板梁的连接形式有多种选择，考虑到轨道交通地下车站箱型框架结构的受力特性，及纵向中楼板梁尺寸和配筋均较地面建筑结构大的特点，建议采用环形牛腿+双梁的结构形式，此形式不仅构造简单、受力明确、施工质量易于控制，而且不损伤钢管套箍或型钢腹板和翼缘板的完整性，较适用于地下工程。图 3 为环形牛腿及双梁结构示意。

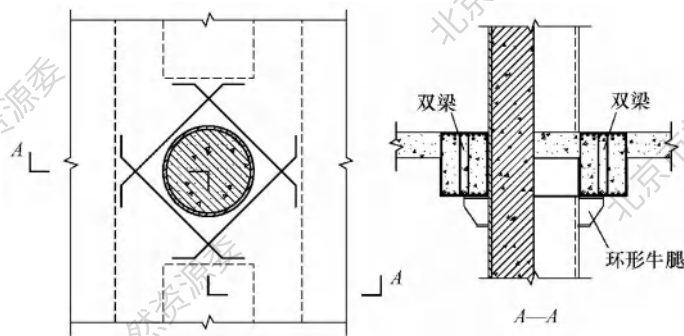


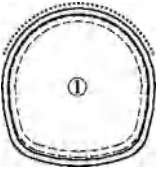
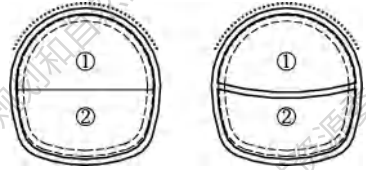
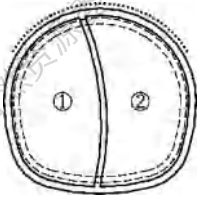
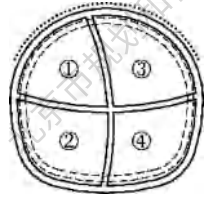
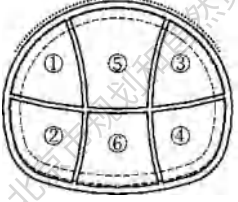
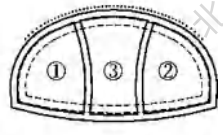
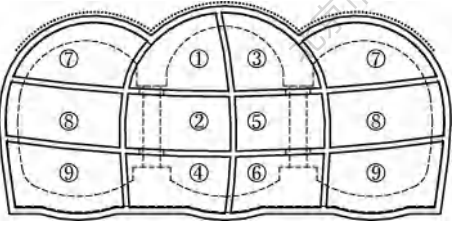
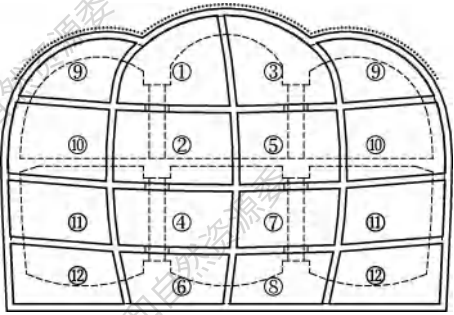
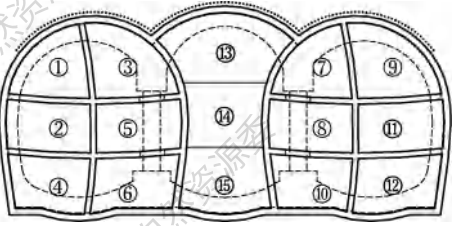
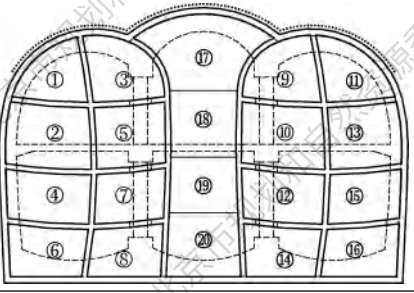
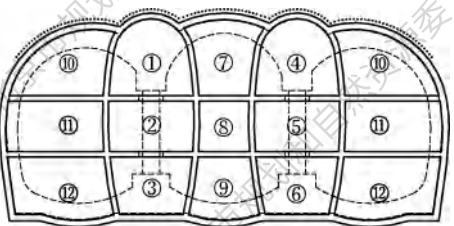
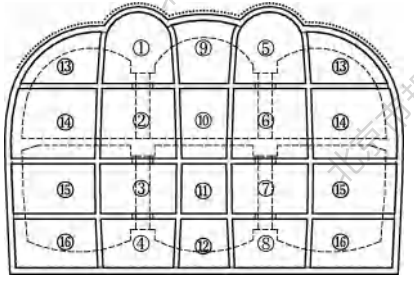
图 3 环形牛腿及双梁结构

第 9 款 盖挖逆作法顶板结构施工完成并覆土后，立柱就开始与边桩共同承担所有的竖向荷载作用，随着地下各层土体的开挖，在中楼板和底板结构还未施作之前的各施工阶段，应是立柱承载力设计时可能出现的最不利工况，在确定其计算长度时，应根据各施工过程各层结构对柱子的约束情况及柱身的实际工作状态确定。当立柱下为桩基础时，在柱子插入桩基础后，柱周边的孔隙需要回填，但要想缩短柱的计算长度，使下部未开挖部分出现不动点，就必须把握回填土的性状，正确选择回填材料及回填方法，以满足立柱的计算长度所假定的土的密实度和变形要求，但应注意这一措施在实际工程中实施较难，需要作详细设计。

12.5 矿山法结构设计

12.5.2 第 2 款 各分部开挖法施工工序示意参见表 3。洞桩（柱）逆作法的定义及施工工序示意参见 12.5.7 条文说明，一次扣拱法的定义及施工工序示意参见 12.5.8 条文说明。

表3 矿山法结构分部开挖法施工工序示意

单洞隧道施工工序			
全断面法		台阶法	
中隔壁法		交叉中隔壁法	
双侧壁导坑法			
单层三连拱隧道施工工序		双层三连拱隧道施工工序	
中洞法		中洞法	
侧洞法		侧洞法	
柱洞法		柱洞法	

12.5.7 洞桩（柱）逆作法是在盖挖逆作法的基础上演绎形成的，将盖挖逆作法需要在地面完成的竖向

承载构件和顶拱结构转到地下进行，即在暗挖形成的导洞内分别完成，图 4 和图 5 分别为盖挖逆作法和洞桩逆作法（简称洞桩法）结构示意图，当边桩或中柱下采用条形基础时为洞桩逆作法（简称洞桩法），见图 6。表 4 为地下车站两层三跨框架结构盖挖逆作法和洞桩逆作法施工工序示意。洞桩（柱）法虽为浅埋暗挖法范畴，但结构体系的受力特点与盖挖逆作法没有本质的区别，包括荷载作用、受力分析及相关技术要求等均应满足盖挖逆作法结构设计的基本原则和要求。

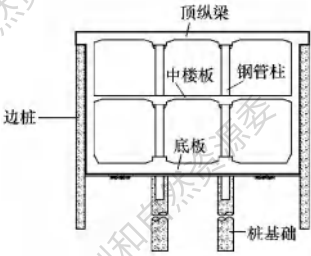


图 4 盖挖逆作法

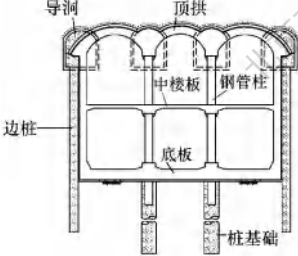


图 5 洞桩逆作法

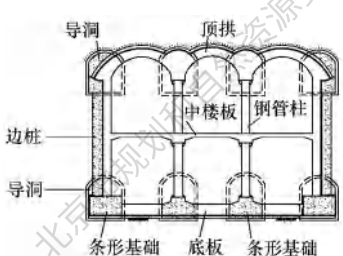


图 6 洞桩逆作法

表 4 地下车站两层三跨框架结构盖挖逆作法和洞桩逆作法施工工序示意

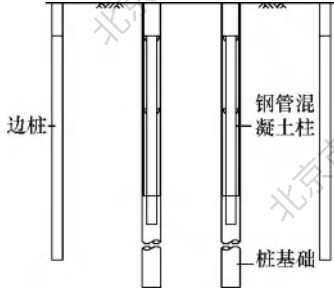
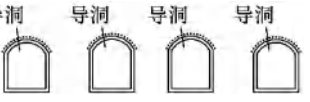
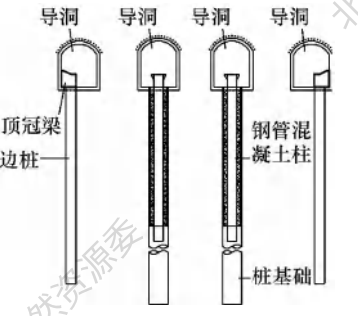
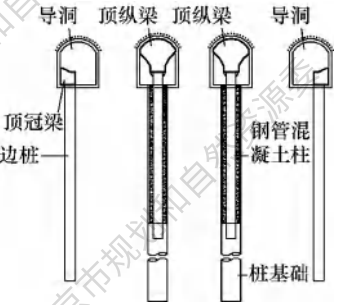
工法	盖挖逆作法	洞桩逆作法
竖向承载构件形成过程	步骤 1：边桩、中间桩基和立柱施作（在地面施作） 	步骤 1：导洞开挖 
		步骤 2：边桩、中间桩基和立柱施作（在导洞内施作） 
		步骤 3：顶纵梁施作（在导洞内施作） 

表 3 地下车站两层三跨框架结构盖挖逆作法和洞桩逆作法施工步序示意(续)

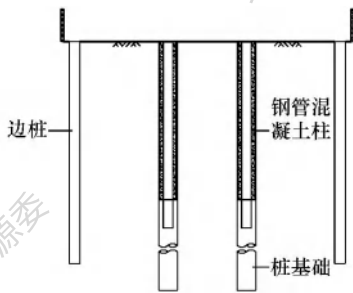
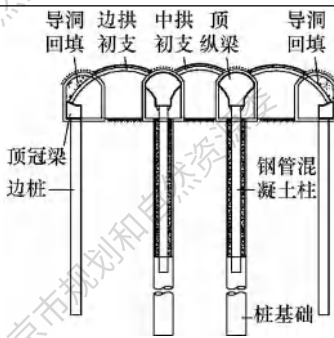
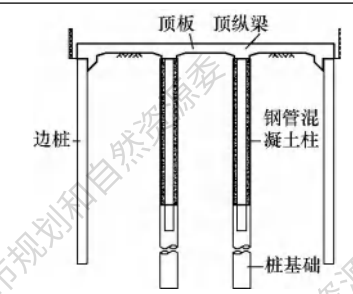
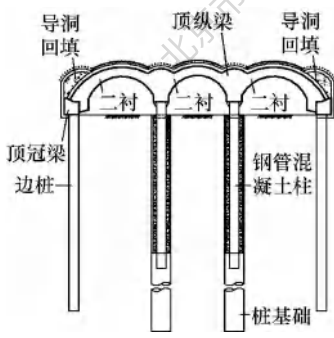
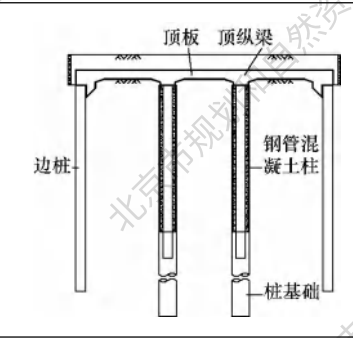
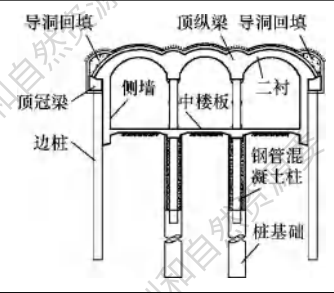
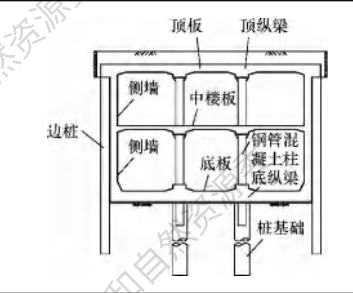
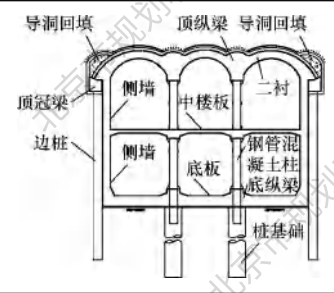
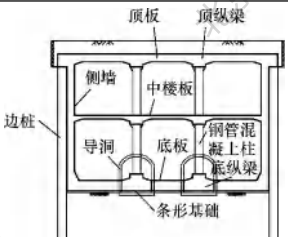
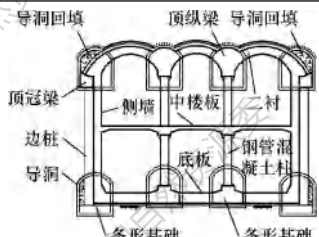
工法	盖挖逆作法		洞桩逆作法	
顶板(或顶拱)结构形成过程	步序 2: 顶板以上浅基坑开挖		步序 4: 各跨开挖及顶拱初支施作	
	步序 3: 顶板和顶纵梁施作		步序 5: 各跨顶拱二衬施作	
结构逆作形成过程	步序 4: 顶板覆土回填及路面恢复		步序 6: 上层土体开挖及中楼板、侧墙施作	
	步序 6: 下层土体开挖、底板和底纵梁、侧墙施作		步序 7: 下层土体开挖、底板和底纵梁、侧墙施作	

表 4 地下车站两层三跨框架结构盖挖逆作法和洞桩逆作法施工工序示意（续）

工法	盖挖逆作法		洞桩逆作法	
注：当边桩下或中间桩基采用条形基础时的结构型式	确有技术、经济依据时，中柱下基础也可采用条形基础		当边桩或中柱下采用条形基础时为洞桩逆作法	

第 3 款 盖挖逆作法为了减小中间桩基的荷载、控制边桩与中间桩基的相对升沉，同时考虑工程的经济性，车站顶板覆土厚度应尽量小，通常情况下取 2.0m~3.0m。而对于具有相同承载特点的洞桩（柱）逆作法结构，由于其主要承载构件是在浅埋暗挖导洞内形成的，因此，其除了需要满足盖挖逆作法相关的技术要求外，还要考虑浅埋暗挖技术的特点，合理确定车站结构的覆土厚度。

分析北京地区已建的地铁工程情况，线路所穿越的地层基本为第四纪全新世（Q4）各时期形成的一般沉积土和新近沉积土，以粉质粘土、粉土、砂性土、圆砾卵石为主，基底持力层地基承载力标准值 fak 一般在 250kPa~400kPa，少数密实圆砾卵石能达到 400kPa~600kPa，不仅承载力有限，而且由于地层大多以互层形式分布，并非地层埋深越大承载力越高。通过大量的理论数值和工程实践分析，一般一座 12.0m 或 14.0m 宽岛式站台标准车站，地下二层三跨结构，为了较好的控制施工引起的地面沉降，其拱部覆土不宜小于 6.0m。随着埋深的加大，虽然地表沉降会随之减小，但由于覆土重量的增加使基础的压力急剧加大，在基底持力层的地基承载力 fa 增长有限的情况下，过大的埋深将增加基础的设计难度和工程风险，设计时应根据工程地质条件、通过详细的计算分析后确定车站的合理埋深。在满足隧道开挖引起的地面沉降要求的情况下，洞桩（柱）法结构宜浅埋，以满足桩基础或导洞条形基础的承载力、变形以及稳定性要求。

第 4 款 洞桩法中间立柱采用桩基础时，其设计原则和技术标准同盖挖逆作法，桩基承载力可根据计算或现场原位静载试验结果按变形要求控制。不同的是洞桩法的中间桩基是在上部小导洞内施作，由于作业环境的限制，使得桩基的应用受到制约。一般情况下洞桩法结构较盖挖逆作法结构的覆土厚度大许多，单桩承载力设计值均较大，如果桩端没有很好的持力层，使得桩直径和长度都超常规大，目前在 4.0m×5.0m 大小的导洞内能施作的钻孔灌注桩直径一般不大于 1.8m，能作扩底桩的设备也很少能在大小有限的导洞内施工。鉴于上述原因，中间立柱基础形式应进行多方案的技术、经济比较后确定。

第 5 款 洞桩法边桩入土深度的确定不仅要考虑底板封闭之前的各施工阶段的竖向承载力及变形要求，而且还应满足基坑开挖时的稳定性要求。洞桩法结构的覆土厚度远大于盖挖逆作法结构，导致外围结构承受的水平及竖向压力均较大。在施工阶段，尤其基坑开挖至基底设计标高处、而底板结构尚未封闭时的这一工况，如果边桩入土深度偏小，边桩内外竖向压差较大，可能导致桩端或坑底土体向上隆起，尤其当土体强度较差时，这些稳定性问题尤其突出，实际工程设计中应多加关注。当中间立柱下为条形基础时，洞桩法基坑稳定性验算时可计入条形基础作用于地基上的竖向基底压力的有利作用。

在保证桩间土体稳定的前提下，边桩设计宜采用大直径和大间距，以改善成桩的作业环境并减少对导洞支护的破坏，桩间土一般用挂网喷射混凝土封闭。

第 6 款 洞桩（柱）逆作法的另一大不同点是边跨拱部初期支护的形成过程和受力方式较为复杂，风险较大，不同于普通隧道的初支结构或侧洞法和一次扣拱法边跨初支结构，洞桩（柱）法边跨初支结构一定是要支承在边桩冠梁上，并通过边桩承载受力，而另一端支承在顶纵梁上，通过中间立柱受力。因此，边跨拱部开挖之前，在小导洞内部需先架设部分钢拱架，此钢拱架钢筋穿过小导洞的初支结构、在外侧甩下钢筋连接头，在边拱开挖过程中将导洞内、外初期支护的钢筋连接，见图 7。

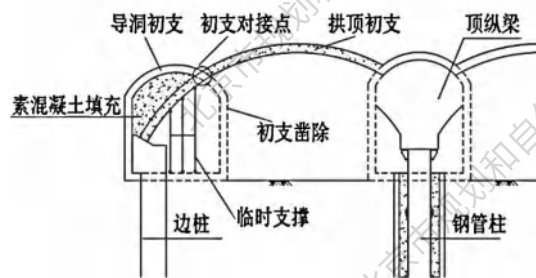


图7 拱部作法示意图

为了保证拱部支护的整体承载性和稳定性，应注意以下几点：

(1) 在小导洞内，钢拱架下方架设模板，将钢拱架后面的空间用素混凝土回填后，方可开挖边跨拱部土体及连接内外初支，形成边跨初期支护体系。

(2) 由于导洞内钢拱架与回填混凝土为一重量较大的实体，且不稳定，因此在拱部二衬浇筑之前，尽量不要拆除钢拱架下的模板支撑构件。

(3) 严禁小导洞内的素混凝土回填不到位，或先开挖拱部土体、后回填的作法。

(4) 严禁将拱部初支直接搁在小导洞外的初支结构上，与内部钢拱架不发生连接的作法。

(5) 如果拱部开挖跨度较大，需要设置临时中隔壁时，应注意中隔壁的稳定性，中隔壁最好与小导洞初支有可靠、稳定的拉结。

(6) 在边拱二衬浇筑时，需要破除小导洞初支、内部模板支撑构件及中隔壁构件等，应注意承载体系受力可靠、稳定的转换。应特别注意，不同于普通隧道初支结构的受力特点，由于边拱初支结构为直接支承在桩顶冠梁和中部顶纵梁上的大跨简支撑载构件，应核算其承载能力是否满足要求，必要时应采取可靠的措施进行受力转换。

(7) 无论是洞桩逆作法还是洞柱逆作法，边桩上部冠梁不仅要支承拱部初期支护的作用，还要支承拱部二次衬砌的作用，因此，桩顶冠梁平面尺寸应足够大，保证二衬拱角局部承载力的要求。

第7款 洞桩（柱）逆作法边跨拱部二衬浇筑时，需要破除中间小导洞初支结构，此时应注意中跨拱部土体的开挖和初支应施工完成，否则中间小导洞将失去稳定；同样中拱二衬浇筑时，需要破除中间小导洞初支结构，此时应注意边跨拱部的开挖和初支应施工完成。即应在各跨拱部初期支护架设完成后，方可破除上部各导洞的初期支护及浇筑各跨拱部二次衬砌。由于此工况下各跨拱部均已开挖且仅靠初支承载（见表5洞桩逆作法施工步序示意步序4），不仅要注意初支结构的承载性及其两端支撑点连接的可靠性，也要注意初支和竖向构件的整体稳定性。此工况与其他暗挖工法不同，中洞法、侧洞法或一次扣拱法是在中跨或侧跨二衬承载结构体系完整形成后，才进行相邻跨的开挖和衬砌，结构承载性和稳定性较高，相应施工风险较低。

12.5.8 一次扣拱法是在传统浅埋暗挖交叉中隔壁法和侧洞法的基础上提出的一种用于修建大型地下空间结构的暗挖施工新技术。该技术核心是在分离式暗挖导洞内由下至上依次施作底拱、边桩或立柱、顶拱等受力构件，一次性整体完成框架结构的主要承载体系，在其支承作用下实现隧道内大面积土体开挖和衬砌作业。图8为一次扣拱法技术要点示意。

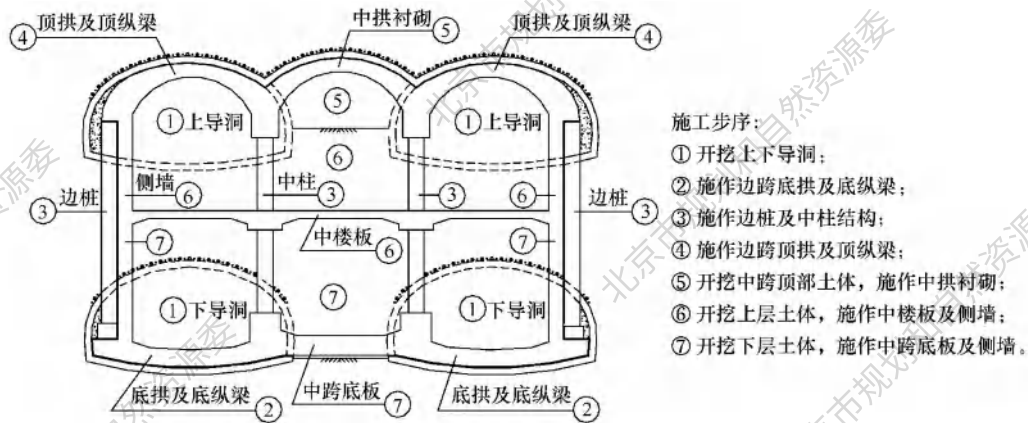


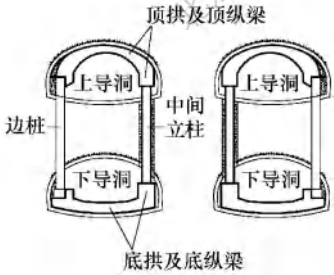
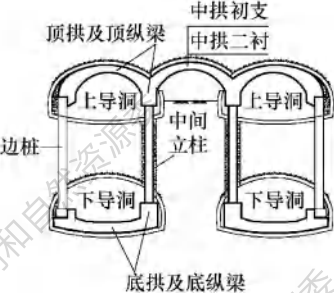
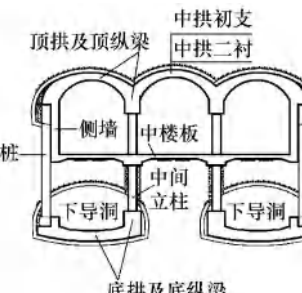
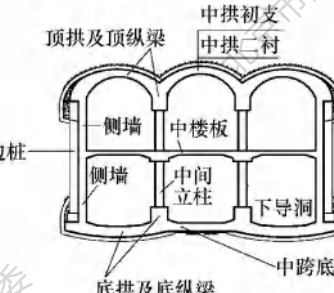
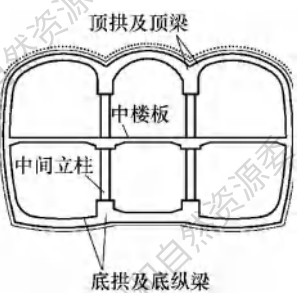
图 8 一次扣拱法技术要点示意

一次扣拱法是在浅埋暗挖分部开挖法技术的基础上演绎形成的一种新的隧道开挖技术，无论是隧道初期支护的形成过程和承载特性，还是二次衬砌的形成过程和承载特性，基本继承了分部开挖法的特点和特性，因此，对于一次扣拱法隧道的设计和施工，从导洞形式的确定和开挖、初支与二衬之间的受力转换、隧道承载结构的受力和稳定性分析等，基本与分部开挖法类似。如单跨结构，一次扣拱结构体系与交叉中隔壁法结构的特性类似；而多跨结构体系则与侧洞法的特性类似。表 5 为地下车站两层三跨框架结构一次扣拱法和传统侧洞法施工工序示意。一次扣拱法虽为新技术，但其结构形成工序简单、结构受力和转换明确、各工况结构体系稳定，结构设计较为简单，本标准没有作过多的规定。

表 5 地下车站两层三跨框架结构一次扣拱法和侧洞法施工工序示意

工法		一次扣拱法	侧洞法
侧跨框架结构顺作形成过程	步骤 1: 导洞开挖		
	步骤 2: 底拱和底纵梁施作		
	步骤 3: 边桩和中间立柱施作		

表 5 地下车站两层三跨框架结构一次扣拱法和侧洞法施工工序示意（续）

工法	一次扣拱法		侧洞法	
侧跨框架结构顺作形成过程	步骤 4: 顶拱和顶纵梁施作		步骤 4: 顶拱和顶纵梁施作	
中跨结构逆作形成过程	步骤 5: 中跨开挖及顶拱衬砌施作		步骤 5: 中跨开挖及顶拱衬砌施作	
	步骤 6: 上层土体开挖及中楼板、侧墙施作		步骤 6: 上层土体开挖及中楼板施作	
中跨结构逆作形成过程	步骤 7: 下层土体开挖及中跨底板、侧墙施作		步骤 7: 下层土体开挖及中跨底板施作	

一次扣拱法承载体系形成的出发点同侧洞法，即在开挖中拱前，先将边跨二衬框架结构承载体系整体形成。不同点是一次扣拱法边跨承载体系是在分离式导洞内形成的，且仅完成基础底板、竖向构件和顶拱二衬等主要受力构件。一次扣拱法边跨拱部初期支护在导洞开挖过程形成，导洞初支即为边拱初支，其既不支承在边桩顶的冠梁上，也不支承在中部顶纵梁上，不是独立的单跨简支承载构件，而是隧道结构的一部分，整个施工过程均靠封闭隧道结构自身的承载能力和稳定性满足设计要求。边拱二衬底板和顶拱结构浇筑时的受力转换需要考虑导洞中隔壁拆除时的转换，与普通隧道的作法一样。

由于一次扣拱法隧道内的大部分土体是在周边承载结构完成后进行开挖，因此，在地面沉降控制方面一次扣拱法优于传统分部开挖法，理论研究和实际工程表明，同样的隧道结构，在相同地层、相同埋深情况下，一次扣拱法引起的地面沉降比分部开挖法可减少 50%以上。一次扣拱法施工过程引起的地面沉降 65%以上发生在导洞开挖过程，导洞开挖是控制地面沉降的关键。

而与洞桩（柱）逆作法相比，从形式上看两者均通过导洞形成承载体系，但在结构承载体系的形成过程和完整性及结构受力特点方面存在本质的区别。洞桩（柱）逆作法通过导洞仅形成竖向构件，而各跨拱部初期支护是在二次开挖过程同步形成，各跨底板结构是在所有上部结构完成后最后形成，其结构承载体系的形成过程和受力特点和盖挖逆作法基本相同。而在地面沉降控制方面，一次扣拱法和洞桩（柱）逆作法基本原理和出发点是一致的，即隧道内的大部分土体是在周边承载结构完成后进行开挖，所以一次扣拱法与洞桩（柱）逆作法在控制地面沉降方面均具有优势，当一次扣拱法上导洞采用中隔壁法、分两次开挖时，其引起的地面沉降与洞桩（柱）逆作法基本相当，差值在 10% 以内；而当一次扣拱法上导洞采用双侧壁导坑法、分三次开挖时，在控制地面沉降方面具有较大优势。

一次扣拱法除地面沉降控制显著外，在其他方面的优势主要有：施工工序简捷、作业效率高、工期短，结构受力转换少、稳定性高、施工风险低，结构施工缝少、作业环境好、工程质量易保证，工程造价较低等。

第 1 款 确定一次扣拱法上、下导洞形式和大小的基本原则是，根据框架结构的边跨形式和跨度，要求上导洞的拱部与边跨结构的拱部、下导洞的底部与边跨结构的底部基本相拟合。也就是说，导洞的开挖形式和开挖跨度完全由框架结构的形成和净空尺寸决定，这一点与浅埋暗挖分部开挖法一样。如果车站覆土厚度受到限制或因地下障碍物、使车站顶板无法起拱时，上导洞也可以是矩形隧道，此时可将车站结构设计成多层多跨矩形框架结构。上、下导洞的开挖高度以满足洞内施工作业的要求为前提，上导洞除了要进行拱部二次衬砌外，还要进行边桩和中间立柱的作业，净高 $\geq 4.0\text{m}$ 为宜；下导洞主要用于底板结构的浇筑，净高可适当减小。

第 2 款 根据北京地区的工程地质条件以及地下车站的结构型式和净空大小，结合一次扣拱法施工工艺要求，上、下导洞宜采用中隔壁法或双侧壁导坑法施工，如图 9 所示，双侧壁导坑法在地面沉降控制方面较中隔壁法更有利，一般情况下，建议采用“上导洞中隔壁法+下导洞双侧壁导坑法”的组合模式。在地质条件较好或地面沉降要求不高的情况下，为了加快施工进度、控制造价，通过分析计算后也可采用“上导洞中隔壁法+下导洞中隔壁法”的组合模式。当地质条件较差或地面沉降要求较高时，宜采用“上导洞双侧壁导坑法+下导洞双侧壁导坑法”的组合模式，但由于双侧壁导坑 1、2 号侧导洞空间较小，不利于边桩和中间立柱的作业，因此，如果上导洞确实需要采取双侧壁导坑法施工时，应借助隔壁上的施工孔洞及 3 号中间导洞作为另一施工通道，以增加作业空间、提高作业效率。另外，为了更好的控制地面沉降、减少投资，建议上、下导洞的开挖采用先下后上的步骤。

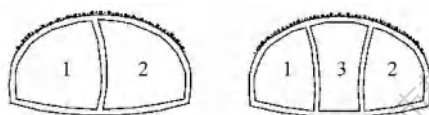


图 9 导洞开挖方法示意

第 4 款 边桩与顶拱和底板结构的连接有两种处理方式（见图 10），一种是固接，即将边桩的钢筋直接锚入顶拱和底板结构内；第二种是铰接，即在边桩顶端和底端各设纵向拉梁，顶拱和底板结构的连接节点处通过短肢侧墙形成单向沟槽，边桩顶、底拉梁嵌入其中。实践证明，采用这种槽口式铰接形式不仅能保证结构体系的稳定性，而且能较好的形成完整的结构外全包防水层，保证了外包防水层的连续性，有效地提高了暗挖结构的整体防水效果。

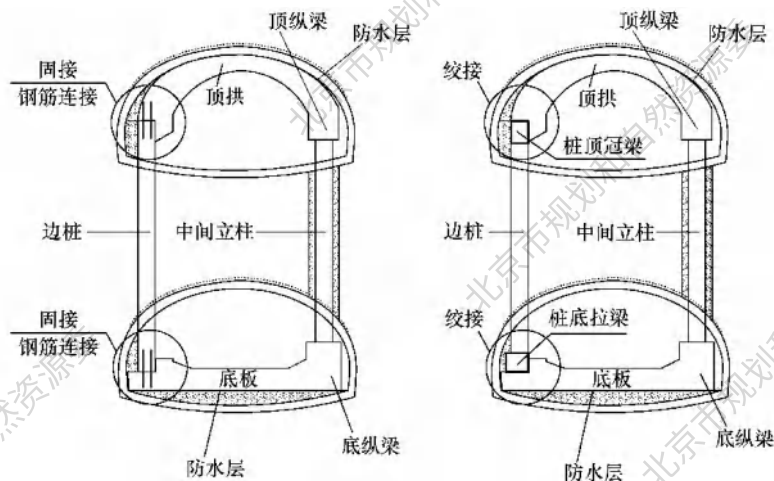


图 10 边桩与顶拱和底板连接节点示意

12.5.9 矿山法中间立柱由于承载较大且受施工工艺的限制，一般采用钢管混凝土柱，设计应结合各工法实际施工过程和受力特点，满足施工和使用期间各阶段的强度、刚度及稳定性要求。

第 3 款 钢管柱定位是施工中的一大难点，应严格控制其定位精度，并在柱的承载力计算中考虑施工允许偏差的影响，同时还应计及地下车站结构跨度不均衡或施工偏载产生的柱顶弯矩的影响。

洞柱逆作法和一次扣拱法在钢管柱定位前，应在上导洞内采用机械钻孔或人工挖孔形成吊装孔，将钢管柱生根于下导洞内的条形基础或底纵梁上，吊装孔直径宜大于环形牛腿 200mm 左右，尽量避免牛腿构件现场接长。洞桩逆作法钢管柱的定位和吊装同盖挖逆作法，不同的是这些作业是在小导洞内进行，施工难度较大。

第 5 款 由于作业空间的限制，钢管柱的吊装需分段进行，钢管的接长建议采用带孔的法兰盘和螺栓连接，并应满足等强度要求。考虑到钢管柱需分段接长，且作业环境较差，为提高中间立柱的承载安全性，建议钢管柱内混凝土设置适当的通长构造钢筋，并与上、下纵梁或条形基础锚固。由于地铁车站的中间立柱数量少，设置构造钢筋的用钢量也有限，对工程造价几乎不产生影响。

12.6 盾构法结构设计

12.6.1 第 1 款 漂石是指粒径大于 200mm 的大卵石，具有硬度大、粒径变化大、分布不规律、可能局部富集的特点。当漂石粒径大到一定程度时便对盾构掘进造成巨大困难，主要表现在盾构刀盘、刀具磨损严重，刀座变形，螺旋输送机阻塞，地层阻力增大，盾构负荷增加等，严重时可能造成盾构停机、主轴承或密封破坏或盾构姿态改变等。

第 2 款 隧道覆土厚度及近距离隧道之间的净距是盾构隧道设计的重要参数，对地表沉降、隧道间的群洞效应、地层扰动程度影响较大。相关工程经验表明，当隧道覆土厚度及隧道之间的净距满足本条规定的数值时，地表沉降及隧道之间的相互影响一般可以控制在可接受的范围内，当不能满足时，宜做加强设计。

第 4 款 区间联络通道往往结合区间排水泵站一起设置，在满足泵站集水坑设计容积的前提下，宜尽量减小集水坑的深度，以减小排水泵站集水坑的施工风险。

12.6.2 第 2 款 联络通道等区段的特殊环管片通常有两种方式：①采用加强的钢筋混凝土管片，通过切割部分钢筋混凝土并后浇环梁结构形成联络通道开洞。该方式设计与施工较简单，耐久性好，适用于地层条件较好、衬砌受力较小的情况；②全环或半环采用钢管片，通过拆除部分钢管片并后浇环梁形成联络通道开洞，联络通道施工完成后在钢管片格腔内填充混凝土形成复合管片。该方式对接口处管片做了加强，可通过钢管片预埋孔方便地层注浆或冷冻作业，有利于接口管片的快速拆除或封闭，适用于地层条件较差、地下水位高及衬砌受力较大的情况。根据北京轨道交通建设的经验，一般情况下可优先采

用切割混凝土管片。

钢管片及钢-钢筋混凝土复合管片应采取防腐蚀和防火措施，常用的防腐蚀措施有环氧涂层、锌铬涂层等。

第3款 隧道管片衬砌环可分为标准环和楔形环两种类型。两个环面相互平行的衬砌环称为标准环，主要用于直线段管片衬砌排版；两个环面相互不平行的衬砌环称为楔形环，主要用于曲线段管片衬砌排版，或直线段管片衬砌纠偏。楔形环一般又分为左楔形环和右楔形环，左、右楔形环分别与标准环组合可拟合左、右转弯曲线。在保证错缝拼装的基础上，楔形环与标准环的数量之比（即楔标比）及其排列方式决定了衬砌排版所拟合的曲线半径及拟合误差。通过标准环与楔形环不同组合的普通环方式可模拟直线及不同半径的曲线隧道。根据工程的具体条件也可全部采用楔形环进行衬砌排版的通用环方式。北京轨道交通区间隧道常用的衬砌排版楔标比见表6：

表6 北京轨道交通常见线路半径的衬砌排版楔标比

曲线半径（m）	300	400	500	600	800	1000
楔标比	1：1	3：5	3：7	1：3	3：13	3：17

注：衬砌排版拟合误差一般应控制在10mm~20mm以内。

第4款 衬砌环楔形量的确定与衬砌环排版方式、管片分块方式、衬砌环宽度、纵向螺栓数量及线路最小曲线半径等因素有关。以北京轨道交通正线区间隧道为例，线路最小曲线半径一般为300m，为满足在最小曲线半径线路上盾构纠偏要求，盾构管片普通环方式的楔形量按在300m半径曲线上1：1布置标准环和楔形环确定，楔形量计算公式为：

$$\Delta = \frac{2BD}{R_{\min}} \quad (4)$$

式中：

Δ ——普通环楔形量，一般平分为两部分，对称设置于楔形环的两侧环面；

B ——标准环环宽，或楔形环中心处环宽；

D ——管片环外径；

$R_{\min}$ ——线路最小曲线半径。

通用环在线路曲线段的排版形式较灵活，楔形量的确定也较灵活，衬砌环旋转不同角度可获得不同的空间偏移量，可实现三维排版（同时拟合平面曲线和竖曲线）。

从减小管片衬砌环排版拟合误差、隧道蛇行及管片错台等方面考虑，管片环楔形量一般不宜过大，单线隧道不宜大于60mm，双线隧道不宜大于120mm。

第8款 封顶块管片一般在其他管片均拼装就位后安装，采用搭接部分环宽并纵向插入的拼装方式有利于管片接头受力及衬砌环的稳定，并可降低对盾构千斤顶行程的要求，进而可减小盾构长度。对于双线盾构隧道，由于管片环的厚度及宽度均较大，为实现搭接部分环宽，可适当加大封顶块的接头角度（即管片接头与径向之间夹角，一般不宜大于8°）和纵向插入角度。

12.6.4 第4款 本标准推荐的等效匀质圆环模型即为日本盾构隧道设计规范中的修正惯用法所采用的计算模型，衬砌环全环采用直梁或曲梁单元模拟，梁单元采用相同的截面及整体刚度，考虑管片接头的存在对管片整体刚度进行适当折减。该模型适用于错缝拼装盾构隧道，环间剪力传递作用通过弯矩传递系数进行模拟。

等效匀质圆环法进行管片内力计算时，通过降低全环整体弯曲刚度的方式近似模拟管片接头影响，降低后的圆环整体弯曲刚度为 η_{EI} （ $\eta \leq 1$ ），计算简图参见图11。

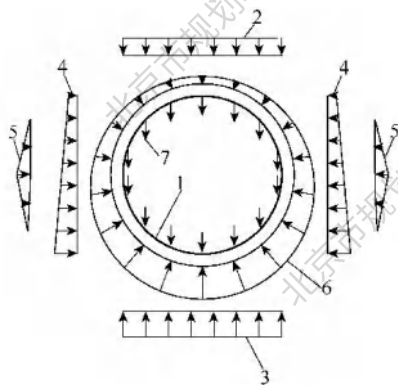


图 11 等效匀质圆环模型

1—衬砌环（整体弯曲刚度为 η_{EI} ）；2—竖向土压力（含地面超载）；3—地层竖向反力；

4—侧向土压力；5—地层水平抗力；6—水力压；7—管片自重

作用于隧道上的水土压力计算应符合本标准第 12.3 节的规定。

接头处的计算弯矩往往大于接头实际可承受的弯矩，故错缝管片接头弯矩需要向两侧管片进行传递分配。错缝拼装衬砌环在接头处的接头弯矩按下式进行修正：

$$M_1 = (1 - \xi) M \quad (5)$$

与接头位置对应的相邻管片截面弯矩按下式进行修正：

$$M_2 = (1 + \xi) M \quad (6)$$

式中：

ξ ——弯矩传递系数（ $\xi=0.2\sim0.4$ ）；

M ——等效匀质圆环模型的计算弯矩；

M_1 ——修正后的管片接头弯矩；

M_2 ——修正后的管片截面弯矩。

第 5 款 梁-弹簧模型是将两环或三环管片进行整体建模，每环管片采用弹性铰模型，各环间采用剪切弹簧模拟纵向螺栓作用，是与管片衬砌实际情况较接近的计算模型，除可计算得到管片和纵缝的内力与变形外，还可得到纵向螺栓的内力及变形，即已自动计入了环间剪力传递作用。与梁-弹簧模型类似的是梁-接头模型，该模型将管片接头用可发生相对变形的两个独立节点进行模拟，并采用接触面单元模拟地层与管片间的相互作用，通过计算除可得到管片及螺栓的内力及变形外，尚可获得管片接头张开量等结果，理念较为先进，在专业计算软件的支持下也可适用于北京轨道交通盾构隧道设计。

梁-弹簧模型建模时可沿隧道纵向取出相邻两个半环或一个整环+两个半环管片，将环向接头模拟为回转弹簧，环间接头模拟为剪切弹簧，计算简图参见图 12（地基弹簧略，详见本条第 6 款规定）。接头刚度的大小直接影响管片的总体刚度，从而影响管片的内力响应。接头刚度可根据接头构造进行理论推导，或采用管片接头试验进行直接测定。

一般来说，环向接头回转刚度 K_0 的取值通常为 $10000\text{kN} \cdot \text{m}/\text{rad} \sim 100000\text{kN} \cdot \text{m}/\text{rad}$ ， K_0 增大时弯矩响应随之增大。回转弹簧的正向回转刚度 K_0 与负向回转刚度 K_0 宜取不同值，根据北京地铁 5 号线的单线区间隧道盾构管片接头试验，当管片厚度为 300mm 且采用弯螺栓连接时，接头刚度的实测数据： $K_{0+}=30000\text{kN} \cdot \text{m}/\text{rad}$ ； $K_{0-}=15000\text{kN} \cdot \text{m}/\text{rad}$ 。

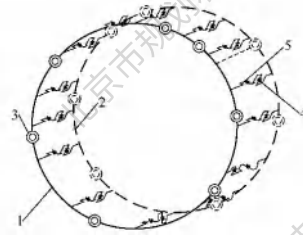
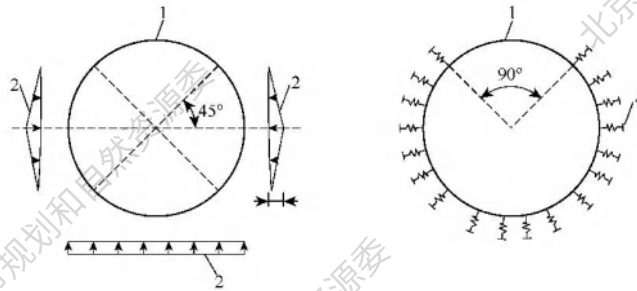


图 12 梁-弹簧模型（荷载作用等效匀质圆环模型）

1—衬砌环 A；2—相邻衬砌环 B；3—环向接头回转弹簧；
4—环间径向剪切弹簧；5—环间切向剪切弹簧

第 6 款 关于地基弹簧法：常用的地基弹簧法一般有全周弹簧模式和局部弹簧模式，参见图 13。



(a) 假定抗力法

(b) 地基弹簧法（局部弹簧模式）

图 13 地层抗力计算方法

1—衬砌环；2—地层水平抗力；3—地层竖向反力；4—地基弹簧

全周弹簧模式在欧美国家应用较多，适用于稳定性较好的地层，可考虑衬砌与结构的变形协调条件自动折减部分土压力，以获得较经济的设计。考虑到北京地层的稳定性较差，本标准推荐采用局部弹簧模式进行管片结构计算，拱顶 90 度范围内认为是地层压力主动作用区，不考虑其地层抗力，其他区域用自动弹簧进行模拟，弹簧受拉后自动退出计算，最终由剩余的受压弹簧来共同模拟地层抗力区域。法向地层弹簧刚度可由地层的水平和垂直基床系数推算得出，切向弹簧刚度一般可忽略。

第 7 款 盾构隧道一般采用预制拼装管片衬砌，隧道纵向抗弯剪刚度较小，隧道穿越不均匀地层或地面超载差别较大时以及地震时，隧道可能产生较大的纵向弯曲及剪切变形，衬砌接头可能产生一定的张开，为确保管片衬砌的强度及稳定，以及管片接头防水的有效性，本条规定了应进行纵向计算的情形。

盾构隧道纵向计算可采用基于弹性地基梁理论的梁-地基弹簧模型或有限元模型，隧道衬砌的刚度应考虑接头的存在适当降低。

第 8 款 为满足隧道净空要求，本条给出了盾构隧道的收敛变形限值。管片接缝允许张开值应与接头弹性橡胶垫设计相适应，确保接头防水能力，对于单线隧道一般为 4mm~6mm，双线隧道为 8mm~10mm。

12.6.7 根据盾构施工作业类型的不同，盾构工作井一般分为始发井、接收井和调头井。工作井净空长度应综合考虑盾构长度、反力装置尺寸、初始掘进出土进料施工空间和净空裕量等因素后确定。工作井净空宽度一般按盾构宽度加上两侧各 1.0m 作业空间确定。工作井净空高度确定时应综合考虑盾构高度、盾构下方焊接作业空间、井内排水设施所需空间和净空裕量等因素后确定。

单线区间隧道利用车站端头作为盾构工作井时，工作井作业空间尺寸的一般要求见表 7。结构顶板及楼板预留盾构吊装孔应对称于线路中心线布置，吊装孔尺寸一般为 11.5m（长度）×7.5m（宽度）。始发井端墙后方约 80m 处宜设盾构出土孔，出土孔尺寸一般为 7.5m（长度）×5.0m（宽度）。

表 7 盾构工作井最小净空尺寸

结构类型	长度	宽 度	高 度
始发工作井	13.0m	线路中心线距边墙不小于 4.0m, 距中柱边缘不小于 3.8m (盾构过站时不小于 4.55m)	轨顶面以下不小于 2.2m (当采用浮置板道床或底板设凹槽时可适当调整), 轨顶面以上不小于 5.3m
接收工作井	11.0m	同始发工作井	同始发工作井
调头工作井	13.0m	同始发工作井, 左右线工作井之间不设中柱或中柱后作	同始发工作井
区间工作井	14.0m (始发) 11.0m (接收)	8.5m	7.5m

当盾构始发井或接收井偏离正线设于线路一侧时, 应设置盾构平移通道, 平移通道净空宽度及高度应满足盾构解体、转向及平移作业要求。

12.6.8 盾构始发或接收前对洞门外土体进行加固或设置素混凝土桩的目的是为了保证凿除洞门后土体的稳定和避免地下水的涌入, 本条文中规定的地层加固范围为一般地质条件下的经验尺寸, 设计时应根据洞门的实际地质情况经验算后确定最终地层加固范围。洞门位于地下水位以下时, 应采取降水措施或加固后的土体满足止水要求, 加固后土体的渗透系数不应大于 $1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 。

北京地区地下结构基本位于第四纪沉积层, 盾构主机刀盘和刀具的设计以适应此软弱松散土层为主, 当洞门处为玻璃纤维筋支护桩时, 刀盘直接切割支护结构, 对盾构刀盘和刀具的损坏较大, 一般情况下不提倡洞门处采用玻璃纤维筋支护结构。另外, 对于泥水盾构的始发和接受, 无论地层是否有地下水, 洞门处采用玻璃纤维筋支护结构的工作井端头土体均需要采取加固措施。

12.6.9 随着北京地铁建设进入网络时代, 地铁小净距隧道也越来越多, 例如北京地铁 10 号线某区间左右线盾构隧道平行最小净距达 1.7m, 地铁 6 号线某区间左右线叠落隧道竖向最小净距达 1.8m, 多处新线隧道下穿或上跨既有线地铁车站或区间隧道, 最小净距已达零距离。小净距隧道由于隧道间距离较近, 各隧道间施工影响较大, 地层塑性区相互重叠, 地层变形及衬砌受力均较大, 应综合考虑隧道所处的工程地质及水文地质条件和周围环境情况, 充分分析隧道间的相互影响, 合理确定隧道的净距和施工顺序, 必要时采取洞内洞外辅助施工措施, 确保结构安全。

12.8 地下结构抗震设计

12.8.2 第 1 款 国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223-2008 第 5.3.7 条的规定, 城市轨道交通的地下隧道、枢纽建筑及其供电、通风设施, 抗震设防类别应划为重点设防类 (乙类)。

第 2 款 本标准规定的轨道交通地下结构抗震设防目标与住房和城乡建设部发布的保持一致。

轨道交通地下结构与地面结构不同, 主要表现在:

- (1) 轨道交通为城市生命线工程, 地震时应避免发生较大破坏且需尽快恢复;
- (2) 轨道交通工程投资大, 地下结构维护维修困难;
- (3) 轨道交通建筑内人流密度大, 一旦产生震害后果特别严重。

鉴于轨道交通地下结构的以上特点, 有必要适当提高其抗震设防标准。在参考日本、美国和国标隧协相关标准的基础上, 本标准提出了以上的抗震设防规定, 可概括为“小震、中震不坏, 大震可修”。

第 3 款 轨道交通工程地下结构抗震设计需要的地震动参数一般有水平峰值加速度及水平峰值位移两大类。不同概率水准的地震动参数取值也不同。本标准中的设计地震 (即中震) 对应的地震重现期为 475 年, 罕遇地震 (即大震) 对应的地震重现期为 2450 年。

关于地震安全性评价, 中华人民共和国《防震减灾法》规定, 重大建设工程和可能发生严重次生灾害的建设工程, 应当按照国务院有关规定进行地震安全性评价, 并按照地震安全性评价报告所确定的抗震设防要求进行抗震设防。轨道交通工程属于重大工程, 在可行性研究阶段均应进行地震安全性评价。

地震安全性评价报告中一般会提供各车站场区在不同概率水准下的地表水平峰值加速度、基底水平

峰值加速度及加速度反应谱等设计参数。在核实其不小于表 12.8.2-1 中相应概率水准的地表水平峰值加速度后,可将其作为地下结构抗震设计的依据。地震安全性评价报告中若未提供地表峰值位移,可按本标准表 12.8.2-2 取值。

表 12.8.2-1 中地表水平峰值加速度的取值参考了国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的相关规定,表 12.8.2-2 中地表水平峰值位移的取值参考了国家标准《城市轨道交通结构抗震设计规范》的相关规定。

第 4 款 地下车站主体结构一般由板、墙及梁柱体系构成,为方便参照国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 进行抗震构造措施设计,本标准直接给出了各种类型地下结构的抗震等级。与地面建筑相比,地下结构造价较高且不易维修,地下结构中的梁柱体系为抗震薄弱部位,地震时可能首先遭到破坏,需要重点加强抗震构造措施,以增加其延性性能,故对于存在梁柱体系的地下结构,抗震等级应适当提高。

当地下结构与地面建筑结构合建时,地下结构相当于地面建筑的附建地下室。考虑到轨道交通地下结构的重要性,本标准规定整个地下结构的抗震等级不应小于上部建筑抗震等级,且不应低于地下车站主体建筑结构设防烈度 7 度时为三级,设防烈度 8 度时为二级;地下车站出入口通道、风道等附属建筑结构及区间隧道为三级的相关规定。

12.8.3 地震作用时场地条件恶化也是造成地下结构破坏的常见原因,例如地震引起地表地层的错动与开裂,地基不均匀沉陷、滑坡和粉土、砂土液化等。因此轨道交通线路选线阶段应尽量避免不利地段建设轨道交通线路。

一般说来,北京市区地形较平坦、地层分布较均匀,地质构造较单一,因而抗震稳定性较好。抗震不利地段主要包括局部分布的地质断裂破碎段、可液化地层、软硬不均地层等,选线时应避开这些地区,或以最短距离穿越这些地区,并采取充分的抗震措施。

12.8.4 研究表明,地震作用下地下结构地震响应的规律与结构布置的规则性关系密切,形状不规则常可导致个别构件的动内力剧烈增加,从而成为结构体系抗震承载能力的薄弱环节。因而地下结构的布置,在纵向和横剖面上都应同时注意形状变化的平顺性,避免刚度和承载力突然变化。

体形明显不规则的地下结构,如隧道断面突变处、隧道与竖井相接处、不同工法结构分界处等宜设置变形缝,使缝两侧的结构单元相对规则,避免地震时遭受破坏。

结构体系及构件应设计为可适应地震时地层反应变形的延性结构,结构体系在发生较大变形的同时保持承载力不明显降低,从而达到消耗地震能量的作用。延性结构一般可通过采用合理的结构体系和抗震构造获得。

12.8.5 第 1 款 按本标准第 12.8.2 条第 2 款,当遭受相当于本工程抗震设防烈度的设计地震 E2 影响时,地下结构不损坏或仅需对非重要结构部位进行一般修理,因而设计地震 E2 作用下的内力和变形分析是地下结构抗震设计的最基本的要求。与此相应,结构处于正常使用状态,从抗震分析角度,结构可视为弹性体系,设计地震 E2 作用下结构的地震反应的计算方法、截面抗震验算以及层间弹性位移的验算都以线弹性理论为基础。

关于抗震反应计算方法:

惯性力法、反应位移法和时程分析法都是常用的震反应计算方法。惯性力法和反应位移法一般用于弹性反应计算,时程分析法既适用于弹性反应计算也可适用于弹塑性反应计算。

惯性力法,有文献亦称地震系数法、震度法等,即国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 中的静力法。惯性力法沿用了地面建筑物的抗震设计思路,将地震动引起的结构及地层的惯性力作为主导因素,在各结构构件上作用自身质量引起的惯性力,覆土惯性力简化为作用于结构顶部的集中力。地震土压力增量借鉴了挡土墙地震主动土压力公式,引入了地震角的概念(墙背土楔形体重力和惯性力合力与垂直方向的夹角,地下水位以下的部分采用水下地震角),按库伦土压力公式计算。

反应位移法,也有文献称之为地震位移法、应答位移法、应答变位法等。反应位移法认为地震时支

配地下结构地震反应的是地层变形，而不是结构物的惯性力。用地震时周围土层的反应变形作为主要地震作用，这符合地下结构地震时的振动特点，并且该方法操作简单，在弹性范围内的计算，可优先考虑该方法。

时程分析法，也称动力分析法、直接积分法等，是由结构基本运动方程输入地震加速度记录进行积分，求得整个时间历程内结构地震作用效应的一种结构动力计算方法，可以考虑非线性，适用范围较广，被认为是可靠度和精度较高计算方法。但由于进行动力分析需要工程师具有地震动力学等多方面专业知识和技能，要求较高且操作繁杂，对其计算结果的评价也较复杂，因此一般只在确有特殊需要时才使用该方法。

第2款 根据本标准第12.8.2条第2款，当遭受高于本工程抗震设防烈度的罕遇地震E3（高于设防烈度1度）影响时，地下结构主要结构体系不应发生严重破坏且便于修复，此时结构局部进入弹塑性工作阶段，结构的非弹性变形或结构体系的损坏应控制在可修复的范围。为此，对于受力复杂或断面较大的地下结构，如位于地层软硬显著变化区域或体形不规则且具有明显薄弱部位的地下结构，以及非共构并列式换乘站和交叉换乘站宜进行设计地震E3作用下弹塑性变形分析并将此变形限制在允许的范围内。对于结构形式较简单的其他地下结构，在满足设计地震E2作用下的强度及变形验算基础上，并按本标准规定采取相应的抗震构造措施后，一般可自动满足罕遇地震E3作用下的弹塑性变形限制。

第3款 常用的地下结构抗震计算模型有两类：荷载结构模型和地层结构模型。

在荷载结构模型中，地下结构采用梁单元模拟，地层及地下水对结构的主动作用以荷载的形式施加于结构单元上，地层对结构的支承及与结构的动态相互作用采用地层弹簧模拟，参见图14。地层在地震时的反应变形可采用强制变形或等代荷载的方式施加于地层弹簧或结构单元上，从而得到地震工况下的结构内力。

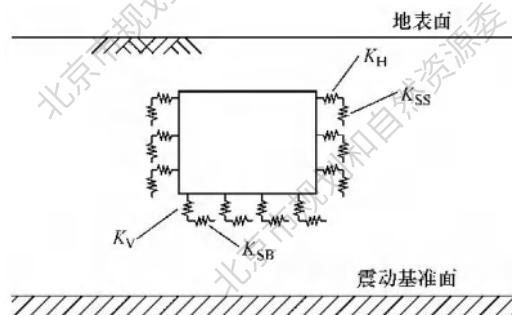


图14 荷载结构计算模型

K_V —竖向弹簧刚度； K_{SB} —底板切向弹簧刚度； K_H —水平弹簧刚度； K_{SS} —侧墙切向弹簧刚度

在地层结构模型中，除将结构模拟为框架梁单元或板壳单元外，还将周边地层也模拟为二维平面单元或三维实体单元，结构单元与地层单元之间变形协调，这样地层与结构间的动态相互作用便可自动计算。通常地层单元需选取地下结构周边较大的范围，以避免边界条件的存在对计算精度的影响。该模型经常被用来进行地层及地下结构的动力时程分析。

第4款 地铁车站一般均为大断面地下构筑物，为抵抗较大的水土压力以及人防等荷载，衬砌结构构件尺寸均较厚重，为满足使用功能要求，沿横截面方向几乎没有横墙，致使结构的横向抗侧向变形能力较弱。另外，大部分车站纵梁跨度较大，梁柱节点处无法形成“强柱弱梁、强剪弱弯”的延性结构，地震发生较大横向变形时，容易形成震害，所以横向水平地震作用计算及构造设计是地下车站抗震设计的重点。

大部分地铁车站及区间隧道均属于纵向长度很长、断面形式基本相同的线形结构，一般都可按平面应变问题进行抗震计算，结构形式和地基土性质不同的部位应分别计算。

地下结构的静力计算一般采用荷载结构模型，应用通用的有限元计算程序进行计算，地震组合是结构设计多种荷载组合其中之一。为尽量简化地下结构抗震计算过程，对于大量的具有标准断面的线状

地下结构，本标准规定均应按平面荷载结构模型进行横向水平地震作用计算。

采用荷载结构模型具有如下优点：

1 保持了常载静力计算时的计算模型，便于将地震工况的计算结构与其他工况的计算结果进行组合，计算结果易于评价并应用于构件验算；

2 可以应用通用有限元分析程序进行分析计算，不需另购其他专业程序进行接力计算，避免了计算中在多种计算模型间来回切换，避免了复杂的动力分析过程。

第5款 本条款中所列均为空间效应明显的结构，为真实反应其在地震作用下的地震反应及各结构部位间的相互影响，本条规定按空间地层结构模型并采用时程分析法进行地震反应计算。

第6款 一般地下车站可只进行水平地震作用计算，竖向地震不控制车站设计，原因如下：

1. 竖向地震动的峰值加速度一般均小于水平地震动峰值加速度，约为水平地震动峰值的 1/2~2/3。

2. 地下结构体系一般均具有较强的竖向承载力，而水平侧向承载力较小，这就使得水平地震作用更具威胁性。

3. 震中区竖向地震加速度很大，随震中距的加大，竖向地震波衰减很快，所以大部分地区都是只感觉有水平地震作用。

当浅埋地下结构中存在大跨或长悬臂等构件时，结构对竖向地震作用相对较敏感，故本标准对高烈度区（相对较接近震中区）的以上地下结构提出了竖向地震作用计算的要求。

12.8.6 第1款 在进行常载工况下的地下结构设计计算时通常采用荷载结构模型，该模型计算原理明确、计算过程简洁、计算结果可方便应用于构件设计。为便于地震工况与常载工况进行荷载组合或荷载效应组合，本标准推荐采用荷载结构模型进行抗震分析计算。

反应位移法计算模型中引入地基弹簧（包括压缩弹簧和剪切弹簧）来反映结构周围土层与结构的相互作用，土层的地震反应变形通过地基弹簧以等效静荷载的形式作用在结构上，同时在结构上施加周边地层剪力以及结构自身的惯性力，采用弹性力学的方法计算结构的地震反应，适用于设计地震 E2 作用下的结构内力及变形计算。

第2款 1. 关于地层反应变形

地震时产生的地震波主要有纵向压缩波和横向剪切波组成，抗震计算时通常仅需考虑横向剪切波的作用，因为它传递了大部分的地震能量。

根据《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909，对于刚度较均匀的成层分布地层，可将地层的地震反应变形简化为图 12.8.6 所示形式，假定由震动基准面向上变形逐渐增大，地表达达到峰值变形。

假定地层变位法地层反应变形的具体数值可由下式计算：

$$U(z) = \frac{1}{2} U_a \cos\left(\frac{\pi z}{2H}\right) \quad (7)$$

式中：

$U(z)$ ——深度 z 处的地层水平位移（m）；

U_a ——地表峰值水平位移（m），按表 12.8.2-2 取值；

z ——深度（m）；

H ——覆盖层厚度（m），即震动基准面埋深，按国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 确定；同时震动基准面埋深不应小于地面以下 25m 和地下结构底面以下 10m。

对于地层分布不均匀且刚度差异较大地层，地层反应变形可以采用动力有限元等数值方法进行计算，目前可供选择的较为成熟的一维土层地震反应分析程序有 SHAKE91、EERA 等，也可以采用通用有限元分析软件进行计算。

2. 关于结构等效荷载

地层强制位移转化为结构等效荷载的计算简图见图 15，转化公式见式 8。

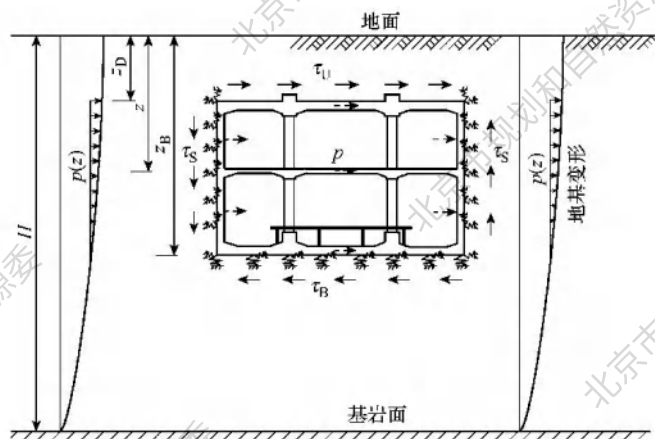


图 15 反应位移法计算简图

$$p(z) = k[U(z) - U(z_B)] \quad (8)$$

式中：

$p(z)$ ——深度 z 处等效水平荷载 (kPa)；

k ——地层动弹簧刚度 (kN/m)，确定方法详见本条文说明“关于地基动弹簧刚度”；

$U(z)$ 、 $U(z_B)$ ——分别为深度 z 、 z_B 处的地层水平位移 (m)。

3. 关于周边地层剪力

假定地层变位法周边地层剪力可由下式计算：

$$\tau(z) = \frac{\pi}{2H} G_D U_a \sin\left(\frac{\pi z}{2H}\right) \quad (9)$$

$$\tau_s = \frac{\tau_U + \tau_B}{2} \quad (10)$$

式中：

$\tau(z)$ ——深度 z 处单位面积作用的周边地层剪力 (kPa)；

G_D ——地层动剪切模量 (kPa)，可依据地震安全性评价报告取值；

τ_U 、 τ_B 、 τ_s ——分别为结构顶板、底板、侧墙处地层剪力。

4. 震动基准面的确定

在理想的情况下，地震动基准面应选取基岩顶面，但实际应用时，基岩面有时会很深，同时基岩以上地层相对刚度可能也较大，建筑抗震设计规范规定，建筑场地的覆盖层厚度（即地震动基准面埋深）应符合以下要求：

(1) 一般情况下应按地面至剪切波速大于 500m/s 的土层顶面的距离确定；

(2) 当地面 5m 以下存在剪切波速大于相邻上层土剪切波速 2.5 倍的土层且其下卧岩土剪切波速均不小于 400m/s 时可按地面至该土层顶面的距离确定；

(3) 剪切波速大于 500m/s 的孤石透镜体应视同周围土层。

《铁路工程抗震设计规范》规定，一般情况下震动基准面深度不小于地面以下 25m，也不小于结构物基础底面以下 10m，本标准引用了该规定。

5. 关于地基动弹簧刚度

地震时地基动弹簧刚度的计算有很多方法，一般通过二维平面有限元方法进行计算得出，可适用于复杂的地基条件或不同的隧道构造条件，同时宜考虑地层刚度在不同应变水平下的刚度退化。

二维平面有限元方法计算时,将不包含结构的空洞地基用二维平面应变模型进行模拟,在空洞边界上施加单位强制变形,通过计算得到的地基反力可以反算出地基动弹簧刚度。也可将单位荷载沿着欲求解地基弹簧刚度的方向作用在模型上进行静力计算,通过其方向上荷载与变形之间的关系计算出地基动弹簧刚度数值。

简化计算时,地基动弹簧刚度可采用下式计算:

$$k = K_d B l \quad (11)$$

式中:

k ——地层法向动弹簧刚度(kN/m),切向动弹簧刚度可取法向动弹簧刚度的1/3;

K_d ——地层动基床系数(kN/m³);

B ——计算单元宽度(m);

l ——相邻计算单元长度平均值(m)。

地基动基床系数可由地层动剪切模量推算得出:

$$K_d = 3G_d \quad (12)$$

式中:

G_d ——与地层应变水平对应的地层动剪切模量(kN/m²),可从地震安全性评价报告获得。

6. 关于惯性力

惯性力为地下结构质量乘以结构位置处的峰值加速度(或结构重量乘以地震系数)而求得。日本川岛一彦等编著的《地下构筑物的耐震设计》对反应位移法的计算结果进行了分析,地层强制变形、地层周边剪力和结构惯性力对地下结构截面弯矩影响比例分别约为50%、50%和0%,认为地层周边剪力与地层强制变形的影响相当,惯性力对计算结果的影响非常小,可以忽略不计。

第3款 常载组合计算模型中,一般将地下车站沿纵向一定间距排列的中柱,根据压缩刚度或抗弯刚度相等的原则等效为一堵纵向连续的薄墙,该等效中墙的截面厚度往往不足0.1m,与相邻的各层结构板、边墙构件截面尺寸反差较大,从而使中柱的弯矩、剪力的计算结果小到几乎可以忽略。该模型在进行常载工况计算时,柱的侧向变形不大,柱的弯矩和剪力本身就比较小,所以计算误差也不大;但在进行地震工况计算时,由于整体框架明显地发生了侧移变形,该模型仍然无法算出柱端弯矩及剪力,误差较大且偏于不安全。

为较真实地反映地震作用下中柱的压弯剪受力状态,本标准规定,对于存在纵梁-柱体系的地下结构,不应采用“延米框架”模型计算结构的地震反应,而应按“等代框架”模型进行地震反应分析,即中柱按真实截面尺寸建模,各层结构板和侧墙构件截面宽度取纵梁相邻跨度各一半之和,形成柱及柱上板带加墙带的计算模型。这样,在地层强制变形作用下,柱端可得到较真实的弯矩和剪力计算结果,并且往往对中柱的配筋起控制作用。

第4款 根据统计资料,一般竖向地震峰值加速度为水平地震峰值加速度的1/2~2/3左右。

竖向地震作用计算可采用惯性力法,即将覆土在地震时产生的竖向惯性力作用于结构顶板上,并将结构自重惯性力作用于各构件中心线上。

竖向惯性力可采用下列公式计算:

$$q_{EV} = A_{gv} m \quad (13)$$

式中:

q_{EV} ——竖向惯性力(kN/m);

A_{gv} ——竖向峰值加速度(m/s²),可取水平向峰值加速度的2/3;

m ——覆土或结构构件质量(t)。

12.8.7 第1款 反应位移法认为,地震时支配地下结构地震反应的是地基变形,所以用弹性地基梁来模拟区间隧道,用地层弹簧模拟地层与区间隧道间的相互作用,同时将地震时地层的位移当作已知条件作用在弹性地基梁上,求解梁上产生的应力和变形,从而计算地下结构的地震反应。

地基弹簧刚度可由地层动基床系数乘以作用面积求得(详见下式),地层动基床系数取值参见 12.8.6 条文说明。

$$k = K_d D l \quad (14)$$

式中:

D ——隧道直径或宽度 (m)。

第 2 款 反应位移法认为地震剪切波使地层产生相对于波动轴线的横向正弦波式的位移。地震时地层沿深度方向和水平方向的假定变形模式如图 12.8.6 所示。

沿竖直方向和水平方面传播的地震剪切波引起的地层反应变形分别由式 7 和式 15 表示。

$$U(x, z) = U(z) \sin\left(\frac{\pi x}{2L}\right) \quad (15)$$

$$L = \frac{2L_1 L_2}{L_1 + L_2} \quad (16)$$

$$L_1 = T_s V_{SD} \quad (17)$$

$$L_2 = T_s V_{SB} \quad (18)$$

式中:

$U(x, z)$ ——深度 z 沿隧道纵向地层水平位移;

x ——隧道纵向坐标;

L ——地震波波长 (m);

L_1 ——地表地震波波长 (m);

L_2 ——基岩地震波波长 (m);

T_s ——场地特征周期 (S), 按国家标准《建筑抗震设计规范》GB/T 50011 取值;

V_{SD} ——地表平均剪切波速 (m/s), 按地勘报告取值;

V_{SB} ——基岩平均剪切波速 (m/s), 按地勘报告取值。

采用反应位移法进行盾构隧道纵向的抗震计算时,将隧道假定为弹性地基梁,通过地基弹簧模拟地层与隧道间的相互作用。考虑接头的存在对隧道的抗弯和抗拉压刚度的影响,计算时应采用经折减后的等效抗弯和抗压及抗拉刚度。通过把隧道中心处土层的地震动位移作为强制位移,作用在地基弹簧的末端,并忽略隧道本身的惯性力作用,从而求出沿隧道纵向的最大地震反应内力。

剪切波传播方向与隧道轴线夹角是 θ 时,沿隧道纵向的反应变形可按下式计算:

$$U(x, z) = U(z) \cos \theta \sin\left(\frac{\pi x}{2L'}\right) \quad (19)$$

$$L' = \frac{L}{\sin \theta} \quad (20)$$

式中:

L' ——沿隧道纵向剪切波长 (m)。

根据相关研究成果,剪切波传播方向与隧道轴线夹角是 0° 时,隧道所受弯矩最大,剪切波传播方向与隧道轴线夹角是 45° ,隧道所受的拉压轴力最大,应分别进行计算。

12.8.8 反应加速度法以土-地下结构系统为研究对象,分析模型为土-结构相互作用模型,能直接反映土-结构相互作用,可以考虑土体的非线性,并且无需计算地基弹簧,因此消除了反应位移法中计算地基弹簧刚度时带来的误差,对于复杂土层及不规则结构断面都可以方便地进行计算。故本标准纳入反应加速度法,其建模要求、加速度和剪切模量取值执行《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909。

12.8.9 第 1 款 在地层结构模型中,将地下结构模拟为框架梁单元或板壳单元,将周边地层模拟为平

面应变单元或空间实体单元,结构单元与地层单元之间变形协调,地层与结构间的动态相互作用可自动考虑。地下结构沿纵向断面变化不大且地层较均匀时宜尽量采用平面地层结构模型进行计算,如近距离隧道的地震反应、成层地层中地下结构的地震反应等。对于换乘车站节点、地下结构与地面建筑共建等空间效应明显的情况宜采用三维地层结构模型进行计算。

第2款 地下结构周边为半无限空间的岩土体介质,采用动力时程法计算时,计算模型通常需选取地下结构周边较大的一片有限区域作为计算范围。同时,为满足计算精度的要求,结构单元及周边地层单元尺寸不宜太大,一般不宜超过1.0m,远离结构处地层单元尺寸可适当增大,以减小单元数量和计算量。

关于震动基准面的确定,参见12.8.6条文说明。为避免震动基准面距离结构底板较近带来较大计算误差,本标准对两者间的距离作了适当限制。

第3款 为避免地震波在有限区域侧面计算边界处的反射对计算结果的不利影响,应对侧面边界进行合理的建模与处理。

一种方法是采用与地下结构距离足够远的远置边界(该距离往往要求达到数百米至上千米),使地震波的反射最小化,具有处理技术简单、精度高等优点,但是计算量过大,一般工程不可接受。另一种较实用的方法是采用人工边界模拟半无限空间的自由场效果。常用的人工边界有粘性人工边界、粘弹性人工边界和自由场边界等。

粘性人工边界就是在模型边界的法向和切向分别加一个独立的阻尼器,以吸收传来的地震波,避免其反射回计算区域,该边界模型物理意义清晰,处理方法相对简单。粘弹性人工边界就是在边界处设置一系列由线性弹簧和阻尼器组成的简单力学模型,同时模拟半无限地基的能量辐射效应和弹性恢复能力,该边界模型计算精度较高,计算结果较稳定。自由场边界就是强迫模型两侧边界保持与计算区域同步的自由场运动,避免地震波在边界处反射造成失真,该边界模型对真实半无限空间自由场的模拟度较高,计算结果较可靠。

第4款 进行时程分析时,输入不同地震加速度时程计算结果也不同。选择输入地震加速度时程时要满足地震动三要素的要求,即频谱特性、有效峰值和持续时间均要符合规定。地震动频谱特性可用地震影响系数曲线(或地震加速度反应谱曲线)表征,根据本工程所处的场地类别和设计地震分组等因素确定,地震动峰值加速度应根据地震安全性评价报告选用并不得小于与本地区抗震设防烈度对应的峰值加速度,地震加速度时程曲线的持续时间一般取结构基本周期的5倍~10倍。

12.8.10 在计算地下结构的抗震组合设计值时,应将地震作用效应与永久荷载和可变荷载等相它荷载或作用效应进行组合,具体规定参见国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011的规定。在进行截面抗震验算时,结构构件承载力设计值应除以抗震调整系数,具体规定参见国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011的规定。

12.8.11 第1款 鉴于地铁地下结构的重要性及抗震设计的复杂性,衬砌结构均要求采用现浇钢筋混凝土结构,除特殊情况外,一般不允许采用素混凝土结构。盾构隧道可采用预制装配式管片衬砌,但管片间应用螺栓可靠连接。对于盾构隧道与车站端墙接口、盾构隧道扩挖车站等情形,应将管片结构与现浇钢筋混凝土结构可靠连接。

第2款 地铁车站结构一般为箱型框架结构,可参照地面框架结构进行抗震构造设计。车站框架梁、框架柱抗震等级的确定可参见本标准第12.8.2条第4款规定及条文说明,应采取的抗震构造措施主要包括钢筋锚固长度、构件截面尺寸、主筋配筋率、箍筋加密、柱轴压比及体积配箍率等,应视抗震等级的不同按《建筑抗震设计标准》GB/T 50011第6.3节的规定执行。

第3款 1995年日本阪神地震中,多座地铁车站遭到严重破坏,其中大开站50%以上完全坍塌,主要原因就是框架柱遭地震破坏后引起顶板、边墙等其他构件相继破坏。结合相关研究可以看出,地铁车站的抗震薄弱环节之一便是箱形框架车站的中柱(或中墙)。由于顶板上覆土较重,车站中柱(或中墙)一般均承受较大的轴力,延性能力较差,为此本标准针对框架柱在总配筋率、轴压比等抗震构造措

施上均提出了较高的要求。

第4款 地面框架结构框梁宽度一般均小于框架柱宽度，框架梁箍筋一般从柱边开始布置。地铁车站框架梁跨度较大且承受较大的水土压力，梁截面较大，在保持合理梁高的同时，梁宽一般均大于柱宽。为保证梁柱节点柱宽以外部分梁的承载力（特别是底纵梁-柱节点），本条规定梁柱节点区内也应设梁箍筋。

第5款 地铁车站框架柱混凝土强度等级一般均高于梁和板混凝土强度等级，以承受较大覆土压力并不在增加柱截面的前提下满足轴压比限值。

梁柱节点区的混凝土强度目前有两种作法：一种是节点区混凝土强度等级与框架柱相同，施工缝留在梁端一定范围，该作法可保证节点区承载力不低于框架柱，但施工较烦琐，梁端易形成冷缝影响安全；另一种是节点区混凝土强度等级与框架梁相同，优点是施工缝留在柱端，节点区混凝土可整体浇筑，但节点区混凝土强度等级低于框架柱，需对节点区承载力进行核算，必要时应设芯柱加强。

第6款 当地下结构采用纵梁体系时，结构横向无框架梁，主要的抗侧力构件为边墙和中柱（或中墙），结构抗侧向变形能力较弱，在横向水平地震作用下可能发生较大的变形，除梁柱节点处，各层板与侧墙节点也可能出现塑性铰，为保证这些节点处的延性变形能力，避免过早丧失承载力，本条文规定这些节点应比照框架梁采取箍筋加密措施。

第7款 车站中楼板的设备孔洞较多，本条主要从抗震概念设计的角度提出应避免各设备孔洞过于集中或偏心布置，使中楼板的内刚度较均匀。

12.9 地下结构的耐久性要求

12.9.2 地下车站的出入口和风亭等主体结构的出地面段构件，其环境作用较为复杂，而这些构件与其下部构件往往是同一结构单元或同一构件，考虑到这些出地面段构件在受到环境作用、局部结构损伤后易于维修且不会影响运营，因此本标准规定地下车站出入口、风亭等主体结构的出地面段构件环境作用等级宜和其下部构件的环境作用等级一致，而单独考虑局部构件的其他环境作用。地下车站和区间隧道的其他主体结构除外。

12.10 构造设计

12.10.1 第1款 关于变形缝的设置

变形缝一般包括伸缩缝和沉降缝两种，轨道交通行车隧道，包括车站主体结构及区间隧道为满足行车需要，一般不允许设置沉降缝。

混凝土结构的伸缩变形主要有干缩和温度伸缩两种。为避免干缩变形引起早期开裂，地下结构宜采用补偿收缩混凝土，其水中养护14天限制膨胀率不应小于 2.0×10^{-4} 、限制干缩率不应大于 2.0×10^{-4} 。

为简化结构的受力状态，不同结构单元间宜设变形缝，如明暗挖分界处、结构型式或断面较大变化处、地基承载力或基础形式差别较大处等。当受建筑功能、设施要求等限制而不能设置变形缝时，应采取结构加强措施，避免开裂。

明挖法地下车站覆土厚度一般为1.5m~3.5m左右，以2.5m~3m为多，矿山法车站覆土厚度一般大于6.0m，区间隧道覆土厚度则更大。据调查，目前国内各城市的矿山法车站及区间结构一般均不设变形缝，广州、武汉等地的明挖车站在采取施工后浇带、分段跳仓浇筑、加强纵向配筋等措施后也不设变形缝，未发现明显的结构开裂现象。

相关资料显示，当覆土厚度大于一定数值时，地下结构受外界温度变化影响较小，且由于外包防水层的存在，地层对结构的约束较弱，所以地下结构所受温度应力作用较地面结构要小很多，在满足一定的配筋率要求并采取合理的工程措施后可不设变形缝或少设变形缝，特别是在车站有效站台长度及公共区范围内可不设变形缝。

无覆土或覆土厚度较小时，地下结构受温度影响程度与地面结构相似，变形缝最大间距可按国家标

准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定执行。变形缝的设置位置宜避开车站公共区及出入口、风道结构范围，同时宜避开不能跨缝设置的设备。

第2款 关于裂缝控制

在施工中控制大体积混凝土裂缝的开展，主要从降低温度和干缩应力以及提高混凝土的极限抗拉强度等方面入手，具体措施有：

- 1) 避免采用高强混凝土。混凝土的强度等级越高，水泥用量越大，引起的收缩也越大，易开裂；
- 2) 选择良好级配的粗骨料，严格控制其含泥量，添加合适的外加剂和掺合料，严格控制混凝土配合比；
- 3) 加强混凝土的振捣，提高混凝土的密实度和抗拉强度；
- 3) 浇筑混凝土时必须控制混凝土的入模温度；
- 4) 施工时应严格按国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关要求养护，保证合适的温度、湿度和养护时间；
- 5) 及时回填土，避免结构表面长期暴露；
- 6) 结构开洞和局部转折等易发生应力集中的部位，宜适当增大配筋率或设暗梁，以减轻边缘效应，控制裂缝开展。

12.10.2 后浇带是目前经常用于减少温度和收缩裂缝的一种构造作法，它相当于在施工期间设置的临时变形缝，主要作用是释放早期混凝土温度和收缩应力。后浇带留置时间越长，温度收缩变形释放得越充分，防裂效果会越好。

宜选择气温较低时进行后浇带的浇筑。后浇带处浇灌混凝土前，应将其表面浮浆、杂物等清理干净，涂刷水泥净浆或混凝土界面处理剂，并及时浇筑混凝土。

后浇带微膨胀混凝土的水中养护 14 天限制膨胀率不应小于 2.5×10^{-4} 、限制干缩率不应大于 1.0×10^{-4} 。

12.12 安全风险工程设计

12.12.1 轨道交通工程，尤其是地下工程的建设或多或少都会对周围环境带来影响，同时，地下结构本身的实施也具有一定的风险性。在设计阶段对工程的风险进行分析，并有针对性地采取相应措施，有利于降低施工期间的安全风险事故。设计阶段的风险控制工作应寻求技术和经济的平衡，根据风险源的重要性和风险等级的大小选择处置方案，能规避的应规避，能远离的应远离，这样我们处置风险的代价会大幅度下降。对于不能规避和远离的风险源，也要视具体情况采取适宜的措施，对预估风险后果严重的，应严控，对预估风险后果不严重的，也可以采取风险自留的办法，通过加强施工期间的监控等手段提高施工的安全性，取得较为经济的效果。

12.12.6 第1款 规划阶段由于并不对工程的具体方案进行深入的研究，因此容易出现对工程风险估计不到位的情况。而规划阶段是线路从无到有的阶段，线路位置的选择应该认真研究将来实施的风险。做好规划阶段的风险控制工作的前提包括：

- 1) 了解沿线现状和城市规划的主要内容和意图；
- 2) 明确线路的敷设方式；
- 3) 分析地下结构可能的施工方法和估计地下结构的埋深；
- 4) 有效的规避可能影响工程实施的重大风险源。

第4款 环境控制指标主要用于对风险工程进行监测，由于地下工程的工法多种多样，工程地质和水文地质条件千变万化，因此很难给出环境控制的准确指标，目前工程上基本采用工程类比加数值分析的方法预估此指标。施工期间采用信息化设计方法，不断研究现场反馈的监测数据及其发展趋势，并及时调整控制指标是十分重要的。施工附加影响分析可采用数值模拟、反分析、工程类比等方法，预测分析地下结构施工对工程环境所造成的附加荷载和附加变形影响，评价环境风险的安全性，判断施工方法、

加固措施等能否满足工程环境所允许的剩余承载能力和变形的要求，为环境风险工程施工图设计、环境监控量测控制指标的制定、环境安全保护的施工提供充分依据。

12.13 监控量测

本节对城市轨道交通地下工程在施工阶段开展工程监测工作进行了要求。工程监测是反应施工期间地下结构及周边环境状态的最直接手段，也是了解工程风险状况和采取相应措施的重要依据。城市轨道交通地下工程建设安全主要涉及承载结构、周围岩土体以及建（构）筑物、地下管线等周边环境对象，轨道交通地下结构工程施工期间必须对这些对象进行工程监测。

工程监测应按施工图设计的监测要求实施，并在过程中对监测数据进行分析，动态掌握施工控制情况，必要时调整优化施工方案或设计参数，以符合工程自身安全保障和周边环境保护要求。

13 工程防水

13.1 一般规定

13.1.2 按照《建筑与市政工程防水通用规范》规定了防水材料选用的基本原则。

第1款 工程使用环境通常包括防水材料的暴露使用情况、环境最高及最低气温、极限温差、降水量、浸水情况、水压、环境中腐蚀性介质种类与浓度、风荷载、雪荷载、种植、振动、交通荷载等，可根据工程部位及使用环境条件进行选材。

第2款 “相容性”，主要指防水材料使用时，与其相邻材料的接触面之间、材料与基面之间、在使用过程中不得产生化学反应或导致材料内部的添加剂出现迁移的现象。相临处的不同防水材料的相容性包括：

- (1) 基层处理剂的选择应与首道防水涂料或卷材相容；
- (2) 采用两种防水材料复合使用时，其材性应相容；
- (3) 卷材、涂膜防水层收头及节点部位选用的密封材料，应与防水层材料相容；
- (4) 采用涂料做保护层时，涂料应与所接触防水卷材或防水涂膜相容；
- (5) 种植屋面选用的耐根穿刺层材料应与普通防水层材性相容。

第3款 一道防水层指具有独立防水功能的构造层，每道防水层均应具备一定的厚度要求，以满足防水功能要求。

第4款 有害物质限量可参考国家标准《建筑胶粘剂有害物质限量》GB 30982、《建筑防水材料有害物质试验方法》GB/T41078 及《建筑防水涂料中有害物质限量》JC 1066 等标准的规定。外露使用的防水材料不应为易燃材料，以降低火灾风险。国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 将材料燃烧性能分为 A 级（不燃）、B1 级（难燃）、B2 级（可燃）和 B3 级（易燃）。外露使用的防水材料燃烧性能等级按照国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 进行测试和判定。

13.1.3 按照《建筑与市政工程防水通用规范》规定了地铁工程中不同部位的防水工程设计工作年限要求。

其中《建筑与市政工程防水通用规范》4.7.1 条条文解释交代，桥面防水设计工作年限要求不适用于城市轨道交通高架桥。因此，参考《城市桥梁桥面防水工程技术规程》CJJ139-2010 中要求，本条将城市轨道交通高架桥桥面防水设计工作年限确定为 15 年。

13.1.4 《建筑与市政工程防水通用规范》实施后，防水等级按照“工程防水类别”和“工程防水使用环境类别”综合确定。对于地下工程，“工程防水类别”分为甲、乙、丙类，“工程防水使用环境类别”分为Ⅰ类、Ⅱ类。其中地下车站、人行通道和机电设备集中区段属于甲类工程，不管是位于Ⅰ类使用环境还是Ⅱ类使用环境，防水等级均判定为一级。区间隧道及联络通道、风道等结构属于乙类工程，位于Ⅰ类使用环境时防水等级判定为一级；位于Ⅱ类使用环境时判定为二级。

需要说明的是上述Ⅰ类、Ⅱ类环境是针对明挖地下工程而言的。对于矿山法、盾构法、顶管法、箱涵顶进法、沉管法等暗挖法地下工程，其防水等级主要取决于工程类别（防水功能重要性、使用要求）、工程地质条件（围岩、地下水环境及内外水压等）和施工条件等，实际工程设计时应当合理确定。

城市轨道交通工程具有线路长、途经地层地质条件差异大和水位变化大的特点，可根据工程防水类别、工程地质条件和施工条件等确定防水等级，地铁区间隧道的防水等级不应低于二级。

13.1.5 《建筑与市政工程防水通用规范》依据“工程防水类别”来确定工程的防水验收标准。地下车站、人行通道和机电设备集中区段属于甲类工程，防水验收标准为：不允许渗水，结构表面无湿渍，与

《建筑与市政工程防水通用规范》一致。区间隧道及联络通道、风道等结构,属于乙类工程,防水验收标准为: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 100m^2 防水面积上的湿渍不应超过3处,单个湿渍的最大面积不应大于 0.2m^2 。区间隧道工程中漏水的平均渗漏量不应大于 $0.05\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$,任意 100m^2 防水面积渗漏量不应大于 $0.15\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。本标准既有定性要求,又有定量指标,定量指标不仅规定了整个工程的渗水量值,也规定了工程任一局部的渗水量值。本标准总体上略高于《建筑与市政工程防水通用规范》的要求,考虑《建筑与市政工程防水通用规范》为基本要求,地铁标准适度提高是合理的。从近20年地铁建设和使用情况看,以上规定也是基本上是符合工程情况的。

13.1.6 本条根据《建筑与市政工程防水通用规范》增加了对高架车站防水标准的规定。

13.1.8 本条中“种植”不含草皮,主要指灌木和乔木,特殊树种可按照相关规定执行。“耐根穿刺层”指园林局或同等机构测试并通过了“耐根穿刺试验”的防水材料或构造层,有检测数据和具体施工工艺要求的检测报告(书)。本条第二款规定覆土小于 2m 且顶板上方规划为种植区域时,应至少设置一道耐根穿刺层。主要是考虑到地铁上方一般不会种植深根性植物;同时参考《公园设计规范》(GB 51192-2016)7.1.7条第2款中给出的灌木和乔木与地下管线的最小安全垂直距离为 1.5m ;从经济性考虑规定覆土小于 2m 时才设置耐根穿刺层。目前国内大多数城市按照此规定来设置耐根穿刺层未发现植物根系破坏防水层的情况,如果种植的是深根性植物或特殊树种耐根穿刺层的设置需研究后确定。

13.2 混凝土结构自防水

13.2.1 《建筑与市政工程防水通用规范》执行后,区间、风道等也可能纳入一级防水的范畴。区间、风道等工程的防水验收标准要低于地下车站及其附属结构,因此其混凝土的抗渗等级也应有所区别。从近20年地铁建设和使用情况看,以上规定也是基本上是符合工程情况的。

13.2.3 地下工程所处的环境较为复杂、恶劣,结构主体长期浸泡在水中或受到各种侵蚀介质的侵蚀以及冻融、干湿交替的作用,易使混凝土结构随着时间的推移,逐渐产生劣化,各种侵蚀介质对混凝土的破坏与混凝土自身的透水性和吸水性密切相关。一旦结构抗渗性能下降,易发生结构渗漏水现象,导致电气和通信信号设备故障、轨道等金属构件锈蚀,同时地下水中的侵蚀性介质使结构劣化,使混凝土结构开裂、剥落,导致结构的耐久性下降,影响地铁的安全运营。故防水混凝土的配制首先应以满足抗渗等级要求作为主要设计依据,同时也应根据工程所处环境条件和工作条件需要,相应满足抗压、抗裂、抗冻和抗侵蚀性等耐久性要求。

13.2.5 当防水混凝土用于具有一定温度的工作环境时,其抗渗性随着温度提高而降低,温度越高则降低越显著,当温度超过 250°C 时,混凝土几乎失去抗渗能力,因此规定,最高使用温度不得超过 80°C 。

13.2.6 轨道交通工程主体结构的耐久性要求高于一般地下工程,而防水混凝土的耐久性与混凝土的抗渗等级和氯离子扩散系数密切相关,因此除了混凝土的抗渗等级要求外,参考了国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50467的相关条款,提出了对防水混凝土处于氯化物环境(环境作用等级为E级)中的氯离子扩散系数指标和电通量指标,包括现浇混凝土和装配式混凝土对氯离子扩散系数和电通量的要求,氯离子扩散系数一般采用外加电场加速离子迁移的标准试验方法(DRCM)测试混凝土的28d氯离子扩散系数。

13.2.7 根据《混凝土结构通用规范》,将混凝土垫层强度等级提高至C20。

13.3 防水层

13.3.2 第3款 强调直接施作于主体结构基面的防水卷材或防水涂料应与结构满粘密实是为了确保能真正达到“皮肤式”防水的要求，防止防水层与结构之间串水。

13.3.3 本条修订的主要内容为：

(1) 删除了目前在北京已经不再采用的防水材料，如膨润土防水毯；

(2) 根据《建筑与市政工程防水通用规范》要求修改了部分卷材和防水涂料的厚度要求。

规定预铺式防水卷材应单层设置于复合式结构墙和底板；指的是只有复合式结构墙和底板靠近主体结构的那层卷材才需要采用预铺防水卷材。分离式侧墙、车站顶板无需采用预铺防水卷材。

13.4 高架结构防水

13.4.1 桥面所处的环境通常受大气降水、北方地区冬季降雪的影响，化冰盐水、氧气、二氧化碳等均是危害桥面结构耐久性的因素，如果能将上述物质与桥面结构隔离开，则桥面结构的耐久性就会提高。而在桥面设置连续、整体密封、耐久的附加防水层便提供了这种可能性。用于附加防水层的材料品种较多，较为适合桥面防水材料有高聚物改性沥青防水涂料、聚氨酯防水涂料、水泥基渗透结晶型防水材料、水乳型阳离子氯丁橡胶沥青防水涂料等。

13.5 明挖法、盖挖法结构防水

13.5.2 按照《建筑与市政工程防水通用规范》对明挖法、盖挖法修建的地下结构防水措施进行了修改。

13.5.3 明挖法结构的顶板、侧墙和底板防水层应封闭，形成外包防水体系，并根据防水层种类和设置部位的不同，选择合理的防水层临时或永久保护措施。而车站和出入口通道、通风道以及区间隧道的接口部位的防水层甩槎容易在后续浇筑内衬混凝土和破除围护结构时出现破损，造成车站和附属结构之间防水层接槎困难，因此应对该处防水层甩槎采取合理的保护措施以及防水加强措施。而车站和附属结构以及区间隧道由于工法不同，采用的防水层材料种类有可能不同，不同防水层材料应采取合理措施做到密封过渡，使防水层形成连续封闭的防水体系。

13.6 矿山法结构防水

13.6.1 按照《建筑与市政工程防水通用规范》对矿山法结构防水措施进行了修改。

13.6.3 矿山法施工的隧道结构防水措施，通常采用复合衬砌全包防水构造。复合式衬砌除采用防水混凝土外，还需做夹层柔性防水层。

目前矿山法隧道柔性防水材料通常采用塑料类，如乙烯-醋酸乙烯共聚物（EVA）、乙烯-醋酸乙烯共聚物沥青（ECB）、聚氯乙烯（PVC）等。工程实践证明，在铺设塑料防水板、绑扎钢筋和浇筑振捣混凝土时，容易出现破损。而塑料防水板与二衬混凝土之间通常不密贴，地下水从防水层破损部位进入防水层与结构迎水面之间，并到处流动，导致“窜水”现象，这就给后期堵漏维修带来困难。而设置注浆系统是解决塑料防水板窜水问题的关键。

注浆系统包括焊接在防水板表面的注浆底座和穿过二衬的注浆导管组成，注浆底座是为了确保浇筑二衬混凝土时水泥等细颗粒不会进入注浆底座并流出。注浆导管与底座相连，主要起到成孔并引导浆液进入的作用。二衬结构施工完毕后，利用注浆导管进行回填注浆处理，注浆材料一般采用1:0.8~1的水泥浆液，并添加8%~10%的膨胀剂或其他添加剂。注浆的目的是为了使浆液凝固后填充防水板与二衬迎水面之间的窜水通道，同时也利用浆液将结构迎水面的裂缝、孔洞封堵严密，达到提高结构自防水能力的作用。

分区系统主要包括与防水板同材质的外贴式止水带，将外贴式止水带用专用焊接设备焊接在防水板表面，止水带的凸起齿条与二衬混凝土密实咬合，人为将隧道划分成各自独立的防水区域。但从工程实

实践证明,隧道顶板(顶拱)部位的混凝土浇筑不易密实,同时阴阳角部位止水带齿条容易倒伏,止水带接头部位不易焊接严密等,导致分区效果不好。因此提出宜在变形缝部位进行分区,不提出分区面积的具体要求。

13.6.6 根据《建筑与市政工程防水通用规范》矿山法工程的外包防水层可以选用预铺防水卷材,因此增加了相关设计规定。预铺防水卷材的胶黏层可以与后浇混凝土粘结达到不“窜水”的目的。因此采用预铺防水卷材时可以不用设置注浆系统。根据《建筑与市政工程防水通用规范》预铺卷材的厚度不应小于1.5mm。卷材接缝张开是造成地下工程渗漏水的重要原因之一,卷材接缝焊接施工可以有效的避免接缝张开,因此推荐采用焊接施工工艺。

13.6.7 根据《建筑与市政工程防水通用规范》矿山法工程的外包防水层可以选用喷涂防水涂料,因此增加了相关设计规定。需要注意的是选择的喷涂型防水涂料应能提供与后浇混凝土的剥离强度指标。采用与后浇混凝土的剥离强度指标达标的防水涂料时不用设置注浆系统。

13.6.9 矿山法施工时,为确保工序转换安全,经常出现中隔壁或中隔板预留部分钢筋格栅、型钢格栅或临时支撑在二衬混凝土浇筑完成后再割除的情况。此时该部分的格栅将造成外设防水层不连续,应采取可靠措施做好外设防水层的过渡和密封处理。根据近年来的工程经验,采用改性聚脲防水涂料或喷涂速凝防水涂料进行过渡及密封收头;然后在格栅或临时支撑割除后于二衬内表面局部采用改性聚脲防水涂料进行防水加强,可以取得较好效果。需要注意的是采用的改性聚脲或喷涂速凝应能满足与外设防水层以及钢材具有良好的粘结强度,一般粘结强度不能低于2MPa。

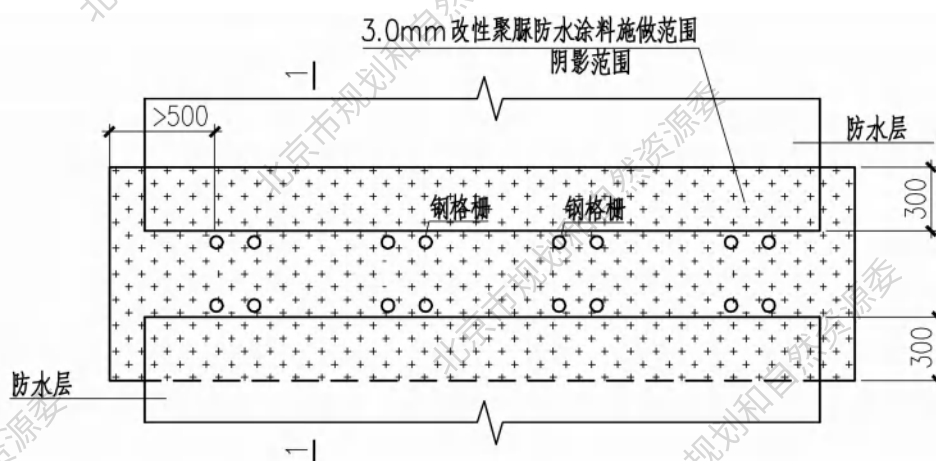
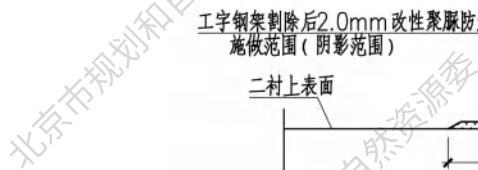


图 16 钢筋格栅穿防水层构造平面图配图



图 17 钢筋格栅穿防水层构造剖面图

姓名: _____



13.7 盾构法结构防水

13.7 盾构法结构防水

13.4 扩产
当期
聚能
13.4

13.7.2 本次修订主要是对管片嵌缝部位相关规定做了调整，尤其是拱顶嵌缝不再作为“应”选项。主要考虑：拱顶部位嵌缝尤其是刚性嵌缝，在列车运营期间出现脱落，影响了正常运营；接触网专业已对拱顶部位可能出现的渗漏水滴落有了配套防患措施。但嵌缝脱落也有施工不当的因素，因此，将嵌缝作为“局部可选”方案。

管片内嵌缝是在采用接触网授流制时，为防止拱顶滴水影响供电而设置的，可起到辅助的止水导水作用。为防止振动脱落，管片模板接缝处不应为直企口和喇叭口形式，同时嵌缝密封膏与混凝土基面应有良好的粘结强度和持粘性。

13.7.5 管片密封垫沟槽与密封垫截面积的比值要求应视为管片周圈的有效断面均应满足，其中包括管片转角部位。避免出现实心转角因应力过度集中导致管片角部破损和开裂。

13.7.12 北京地区目前有不少出入口采用顶管法施工,故增加顶管法结构防水设计的相关要求。

13.8 细部构造防水

13.8.1 第4款 据统计,目前地下结构渗漏水有接近一半是由于施工缝防水没做好引起的,所谓“十缝九漏”。但是由于现浇钢筋混凝土结构必须分段浇筑,两段浇筑之间施工缝必然存在,因此做好施工缝防水是地下工程防水的重中之重。

施工缝中埋式止水带的主要工作原理是通过延长渗水路径来实现止水。如下图 20 所示，渗水通道上，止水带与混凝土粘接的部分是防水的关键，当止水带与混凝土的粘接力能够抵抗水压，施工缝止水带才有防水效果。因此规定施工缝防水选用的中埋式止水构件应与混凝土具有较强的粘结性能。施工的便利性不但影响工期，重要的是影响施工缝的防水质量，因此应选择施工工艺便利的中埋式止水带。

各止水带主要施工工艺要求如下：

(1) 钢边橡胶止水带

纵向连接橡胶部分采用热硫化接头，钢板部分采用铆接，铆接部分采用密封胶带密封。纵向止水带与环向止水带之间的连接采用工厂定制的“十字”接头。现场施工时容易倒伏、弯曲，需采取可靠的固定措施。

(2) 镀锌钢板止水带

纵向连接采用现场焊接，纵向钢板止水带与环向钢板止水带的连接需“四面围焊”，止水带的转弯处一般采用定制转弯接头。该止水带使用时需特别注意保证镀锌层厚度，一般要求镀锌层厚度不低于 $70\mu\text{m}$ 才能达到耐久性要求，如采用镀锌钢板止水带，设计需要规定止水钢板单面镀锌层厚度，一般要求不小于 $70\mu\text{m}$ ，同时现场需对镀锌层厚度进行抽检，确保止水的耐久性。同时，焊接时很容易破坏镀锌层，施工时需特别注意对损坏的镀锌层进行可靠的修复。

(3) 自粘丁基橡胶钢板止水带

纵向连接采用现场焊接，或铆钉连接，然后再缠绕丁基胶带。止水带外面缠绕的隔离膜需在浇筑混凝土之前撕除干净。

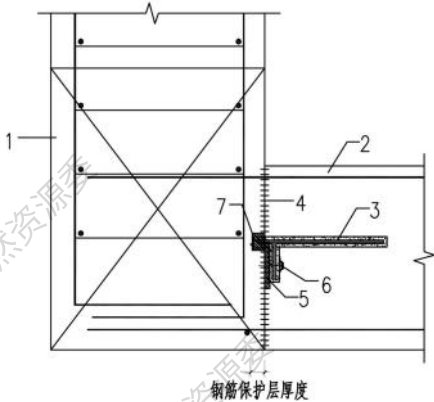
(4) 高分子涂层止水带

止水带纵向连接、纵向与环向连接均采用配套胶连接现场施工较方便，由于外面涂覆有高分子防水防腐材料，耐久性较有保障。各止水带性能指标要求及详细设计图可按照国标图集《地铁工程防水构造—明挖地铁车站及区间（二）》或相关材料、工程应用规范执行。

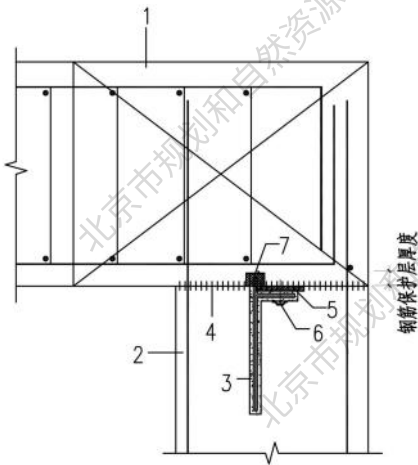


图 20 中埋式止水带防水原理图配图

第 5 款 逆作法结构包括盖挖逆作法、洞桩（柱）逆作法及一次扣拱暗挖法，其逆作的墙体施工缝、新旧结构接头部位的环向施工缝、车站主体结构与附属结构、车站主体结构与区间隧道结构、盾构隧道后浇环梁两侧的环向施工缝等极易出现渗漏水，主要是因为该部位两侧混凝土浇筑的时间间隔较长，后浇筑的混凝土收缩导致该部位环向施工缝张开量较大；该部位的柔性防水层甩槎保护困难、接槎施工难度大，防水层难以完全封闭；现浇混凝土浇捣质量不易保证。该部位的环向施工缝难以设置传统的中埋式止水带，而随着技术的发展，现在有一种“卡槽型高分子涂层止水带”可以用于此处实现中埋式止水带的功能，给设计方案多提供了一种选择，因此本次修编增加了中埋式止水带的选项。“卡槽型高分子涂层止水带”的具体做法及要求详见相关行业或团体标准。



1—主体结构暗梁；2—附属（区间）结构；3—卡槽型高分子涂层止水带；
4—水泥基渗透结晶防水涂料或其他界面剂；5—固定用配套胶；6—螺栓；7—槽口
图 21 主体结构与附属（区间）结构接口接缝防水构造图



1—主体结构；2—洞口封堵墙；3—卡槽型高分子涂层止水带；
4—水泥基渗透结晶防水涂料或其他界面剂；5—固定用配套胶；6—螺栓；7—槽口
图 22 洞口封堵墙或逆作法结构接缝防水构造图

13.8.4 桩头防水的关键是要做好防水层过渡及密封收头，根据近年来的工程经验，采用改性聚脲防水涂料进行过渡及密封收头可以取得较好效果。需要注意的是采用的改性聚脲要求能与防水层以及桩周涂刷的水泥基渗透结晶防水材料粘结强度高，一般粘结强度不能低于 2MPa。

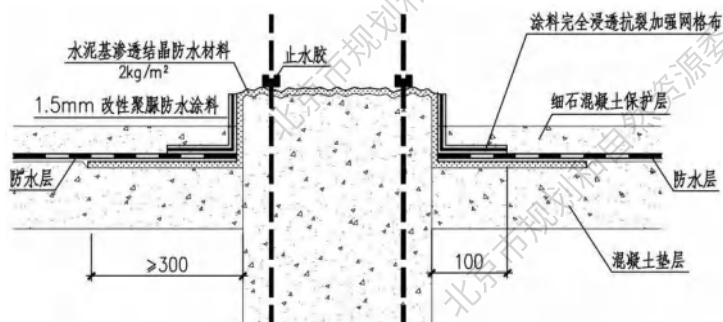


图 23 桩头防水构造图

13.8.5 穿墙管是目前地下结构渗漏水多发处，故新增该处防水要求。穿墙管防水的重点是做好密封和防水层过渡，可以参考下图执行。需要注意的是采用的改性聚脲要求能与防水层以及穿墙管具有良好的粘结强度，一般粘结强度不能低于 2MPa。本条中的穿墙管主要指的是穿过临土侧墙体或其他需要防水墙体的管线。

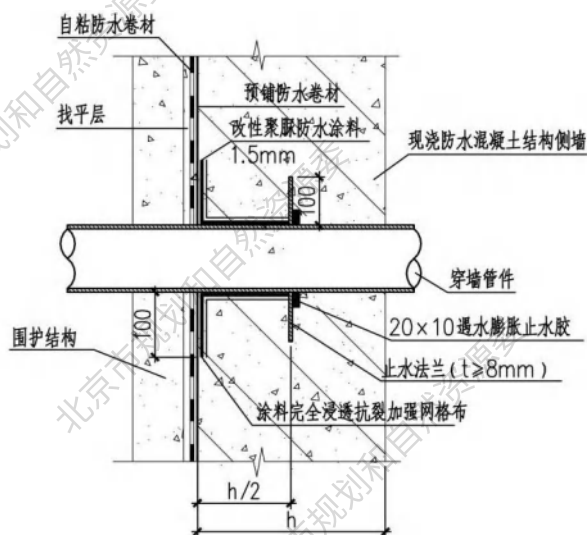


图 24 穿墙管防水构造图

14 通风空调与供暖

14.1 一般规定

14.1.5 通风、空调与供暖系统设计能力的确定。由于存在线网分流等因素，城市轨道交通预测最大客流量不一定出现在远期，因此系统设计时除远期客流外，还需考虑是否存在更大的控制期客流量。

14.1.8 大型通风与空调设备运输、安装条件的要求。应具备将冷水机组、大型轴流风机、可开启式表冷器、暖风机等大型通风与空调设备从室外或轨行区运输至安装位置的条件，以便于设备安装与日后的维护更换。

14.1.9 车站空调通风系统的卫生质量检测结果显示，由于内壁积尘、军团菌滋生，超标的地方多为空气处理设备及风系统管道内部。根据国家卫生部颁布的《公共场所集中空调通风系统卫生规范》的规定，要求上述部位具备清洗、消毒的条件。

14.2 地下线路

I 室内外设计参数

14.2.1~14.2.4 室外空气计算温度的确定。本章节中的各种室外空气计算参数取自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 以及北京既有线路设计过程中搜集的气象参数资料。对于隧道及车站公共区的夏季通风室外空气计算温度，根据《地铁设计规范》GB 50157 的取值方法，本标准采用了《城市轨道交通通风空气调节与供暖设计标准》GB/T 51357-2019 的相关数据。

14.2.5 区间隧道内部夏季的最高温度的确定。本标准车辆章节已明确规定列车车厢均设置空调设施，因此本节未对非空调车情况进行规定。

14.2.6 区间隧道内部冬季温度要求。根据相关资料，北京地区地层的自然温度约为 12℃。

14.2.7 地下车站公共区夏季温湿度要求。

在“双碳”背景下，适当降低公共区空调设计温度要求，减小空调能耗；同时，适当提高公共区设计温度，可一定程度上缓解新建地下车站开通初期结露问题。

根据国家标准《城市轨道交通通风空气调节与供暖设计标准》GB/T 51357-2019，当车站采用空调系统时，站厅公共区室内空气设计温度不应超过 30℃，且应低于空调室外空气计算干球温度低 2℃~3℃；站台公共区室内空气设计温度应低于站厅公共区空气设计温度 1℃~2℃。北京空调室外空气计算干球温度为 32.0℃，本标准站厅的空气设计温度采用 30℃，站台的空气设计温度采用 28℃。

14.2.11 人员新风量标准。根据国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的条文说明，乘客最小新风量标准参照商场、博物馆、体育馆等建筑的最少新风量标准制定。国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 为每人每小时 15m³~19m³。另外，国家标准《公共场所卫生指标及限值要求》GB 37488-2019 的强制性条款要求，对于没有睡眠和休憩需求的公共场所，室内新风量不应小于 20 m³ / (h·人)。因此本标准的乘客最小新风量标准相应提高。第二，本标准 2013 年版要求地下车站公共区新风量不应少于总送风量的 10%，该规定源于国内早期的设计技术措施（如 1997 年版《建筑设计专业设计技术措施》的第 3.2.2.9 条）。但是，鉴于我国民用建筑的最小新风量主要针对二氧化碳浓度控制确定，与系统总风量无关，而且提高新风量会大幅度提高空调系统能耗。因此，2006 年版《建筑设计专业设计技术措施》的 15.2.17 条即取消了 10%最小新风比的相关规定，目前国内现行的《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 等相关标准亦均未设置 10%最小新风比的要求。

基于以上原因，为了与现行相关专业设计标准相协调，同时考虑隧道中地铁列车新风需要与隧道空

气进行交换获得,部分新鲜空气有时得不到充分利用等不利因素,本次修编将隧道内及车站公共区每人的新风量标准保持 $20\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{人})$,并取消了 10%最小新风比的要求。

14.2.13 车站设备及管理用房 CO_2 浓度参数参照国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 制定。

14.2.14 车站设备及管理用房空气中可吸入颗粒物浓度参数参照国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 制定。

II 区间隧道通风系统

14.2.15~14.2.17 活塞风道设置要求。地下车站设封闭站台屏蔽门时,车站需要设置活塞风道。一方面隧道机械通风时作为自然进风通道,另一方面隧道利用列车活塞作用自然通风时作为与室外换气的通道。通常车站每端对应上、下行隧道分别设置活塞风道,但对于地面规划条件困难的车站,往往难以实现。根据相关研究成果,当车站每端只设置一条活塞风道时,若活塞风道连接出站隧道,则有利于将室外空气更多的引入区间隧道,对其内部实施有效换气,其通风效率高于将活塞风道连接进站隧道的方案。

14.2.18 迂回风道设置要求。地下车站站台设非封闭站台屏蔽门时,为减小列车活塞风对站台的冲击、减小出入口风速,在单洞单线区间隧道的车站端部上、下行线路之间应设置活塞风迂回风道。当隧道采用盾构法施工时,隧道之间的通道施工非常困难,因此迂回风道可设在车站的最端部,结合车站的开挖同时建成。若隧道采用其他方法施工时,迂回风道应设在隧道内邻近车站的位置。迂回风道的断面面积不宜小于 25m^2 ;为实现火灾及阻塞工况下上、下行隧道的分隔,迂回风道中还应设置电动立转门或组合风阀。

III 车站公共区通风与空调系统

14.2.20 计算公共区通风换气能力时,计算高度按吊顶以下净高取值。

14.2.26 地下车站的换乘通道、连接通道的温度标准。根据北京开通的新线运营反馈,较长的地下车站换乘通道内部温度过高是乘客投诉的热点之一。由于换乘通道内的客流不均匀性较大,在空调系统设计时应考虑其对空调负荷的影响。

14.2.27 风机合用的相关规定。公共区通风机或车站排热风机与区间隧道风机合用的集成通风空调系统是北京城市轨道交通常用的通风空调系统方案。集成系统中的区间隧道风机一机多用,须满足不同工况下不同的风量与风压要求。若采用定转速风机,需按照最大的风量、风压(事故工况)选择风机,会导致正常工况下的风量、风压都高于设计值,运行时需通过风阀的调节进行节流,造成一定的浪费。而采用风机变频调速技术,通过改变风机的特性曲线,满足不同的风量、风压要求,具有良好的节能效果。

IV 设备及管理用房通风空调与供暖系统

14.2.29 重要设备用房的备用空调系统规定。车站综合控制室、综合监控设备室、信号设备室、通信设备室、民用通信设备室、公安通信设备室、站台屏蔽门设备室、电源及蓄电池室属于重要的设备用房,若空调系统失效,可能导致较高的运营风险。根据北京地铁运营需求,这些房间考虑备用空调系统,有利于保证北京地铁线路的运行。

14.2.30 多联分体空调系统室外机设置要求。室外机应设置在室外,以保证良好的散热。当受到规划条件限制无法设置在室外时,宜设置排风井下,确保室外机周围空气流通顺畅,在室外机进风口处安装防尘装置,并在附近设置防尘装置的清洗及排水设施。

14.2.32 空调送风口、阀门及室内机的布置要求。空调送风口及室内机在运行过程中有产生凝结水的风险;另外,阀门及室内机等设备存在检修的要求,为避免影响下部电气设备的正常工作,要求上述通风空调设施避开电气设备上方布置。下排风管完成面包括风管、保温及安装法兰厚度。

14.2.33 厕所、污水泵房通风系统规定。污水泵房与厕所类似,也会产生异味,因此规定单独或与厕所一并设置独立的机械通风系统。

14.2.34 设置气体灭火的房间通风空调系统要求。灭火气体释放时,需房间保持密闭状态,以达到良好的灭火效果。因此,要求房间内的通风、空调风道口部能受控自动关闭,亦可通过通风、空调风道上的阀门实现封闭功能。

V 空调冷源及水系统

14.2.36 第2款 电动压缩式冷水机组是传统的城市轨道交通空调冷源方式,在北京既有线大量采用。根据近期的相关研究成果,在北京地铁9号线六里桥站采用的电动压缩式直接蒸发空调机组可节能20%左右,且满足各项系统运行要求,可在北京推广使用。

第4款 根据北京既有线运营经验,车站公共区与设备及管理用房的空调系统冷源分别独立设置有利于夜间及过渡季节小冷量运营条件下的系统稳定与节能。另外,系统冷源分别独立设置即指冷水机组、循环水泵及系统管路均独立设置。

第5款 根据相关研究成果,同期建设、开通期相差2年以内的换乘车站空调水系统可共享设置,以利于降低系统及土建投资。为方便先期开通线路的运营管理,规定共享的冷冻机房应设置在先期开通的线路范围内;为避免后期开通线路对先期开通线路产生过多影响,在先期开通的线路范围内的服务于后期线路的管线宜在先期实施。

14.2.38 第5款 城市轨道交通工程专业众多,施工时交叉作业频繁,冷冻水管保温层外部设置金属保护层有利于成品保护。另外,土建风道内部及轨行区的风速较高,也有必要设置金属保护层以确保保温层的使用寿命与效果。

14.2.39 第5款 根据北京城市轨道交通内部温度标准及室外设计参数,冷却水在输送过程中可以不考虑热量损失的问题,因此规定冷却水管可不采取保温措施。

14.2.40 第3款 当结合室外地面建筑设置冷却塔时,为保证运营维护工作的人员安全,应设置安全防护措施。根据运营要求,当塔体距离楼顶边缘的距离不足3m时,护栏高度应超过塔顶2m。同时,还应设置避雷装置、排水设施和检修电源。

VI 机房、风道及风亭

14.2.44 土建风道内布置设备的规定。受地面道路状况及规划条件的限制,不少车站的土建风道较长。如果不加以利用,浪费严重。北京城市轨道交通常用的集成通风空调系统方案,充分利用较长的土建风道内部空间布置通风与空调系统设备,可以大大压缩车站内部的机房土建规模,“节地”效果明显。

14.2.45 冷冻机房内的设备布置规定。根据《民用建筑暖通空调设计统一技术措施》,对冷水机组四周最小操作与维修空间进行规定。

14.2.47 冷冻机房及通风空调机房排水设施的规定。分、集水器泄水管、水处理器反冲洗泄水管、冷冻及冷却水系统冬季泄水管的泄水流量较大,若直接接入机房排水沟,由于机房排水沟通常较浅,会出现排水外溢形成地面漫流的现象,为此要求将上述大流量泄水管直接引至废水泵房集水池或设有防外溢措施的泄水槽内。

14.2.48 通风空调机房的防水措施。为防止地面积水流至下层用房,影响运营安全,在风管穿越楼板处设置高于地面面层不小于200mm的挡水台,水管穿越楼板处设置高于地面面层不小于200mm的套管。

14.2.49 表冷器的冬季维护要求。北京冬季气候寒冷,表冷器应考虑防冻问题。根据既有线运营经验,防冻需经过泄水、吹干、加注防冻液等步骤,因此系统设计及设备选择应为上述运营维护流程创造条件。

VII 供 暖

14.2.55 管理用房供暖规定。根据北京的气候条件,特别是运营初期的冬季,有供暖需求的地下车站房间主要是那些有工作人员的车站管理用房,如售票室、车站综合控制室、站长室、值班室等。局部供暖既可以采用空调热泵系统,也可以采用电暖气供暖方式。

14.3 高架与地面线路

I 室内外设计参数

14.3.1~14.3.2 地上车站室外空气计算温度标准。本章节中的各种室外空气计算参数取自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736—2012。

14.3.3 地上车站站厅夏季通风空气计算温度。根据国家标准《地铁设计规范》GB 50157，站厅采用通风系统时，站厅内的夏季计算温度不应超过室外计算温度 3℃，且最高不应超过 35℃。北京夏季通风室外计算温度为 29.7℃，因此设计标准采用 32℃。

14.3.8 地上变电所通风的规定。由于北京多沙尘天气，根据供电专业的要求，通过在自然进风口设置滤尘设施及调节阀门，阻止大量尘土在极端气候情况下进入变电所。

14.3.9 地上车站设备及管理用房空调系统形式的规定。多联分体空调系统因其设备布置灵活、管线占用吊顶空间小、室外机集中建筑立面效果好、分室温度调节节省能耗等优点，在北京既有有线地上车站的设备及管理用房中已广泛使用。

对于发热量大的设备用房，其空调的制冷时间往往与管理用房的空调要求不一致，特别是冬季和春秋季。为了适应不同的需求，这两类房间的空调系统应分别设置。

14.3.10 局部设置分体空调器的规定。当局部设置分体空调器时，应注意处理室外机的摆放、凝结水的排放满足建筑装修及系统功能要求。

14.3.11 高架和地面区间通风的规定。北京既有线的部分高架和地面线路设置了全封闭声屏障，由于温室效应，夏季全封闭声屏障内部的温度非常高，严重影响了乘客及工作人员的舒适度。因此，本条规定全封闭声屏障内部应采取有效的自然通风措施。自然通风宜结合火灾排烟措施一并考虑。

III 供 暖

14.3.14 供暖热源的规定。地上车站通常远离市中心，一般附近不具备热网条件。从北京地铁 5 号线开始，地上车站基本都采用热泵型多联分体空调系统进行冬季供暖，对于未设置空调系统的房间（如厕所），采用局部电暖气供暖。从运行效果看，可以满足使用功能要求。

14.3.15 局部电热供暖设备的防盗及防护措施。根据运营单位反馈，既有有线设置在公共部位（如厕所）的移动式局部电热供暖设备有损坏与丢失情况。因此，宜采用壁挂固定式的设备。

14.4 车辆基地与控制中心

14.4.1 车辆基地的大库供暖及通风规定。国家标准《地铁设计规范》GB 50157 未对停车库、列检库、洗车库、月检库等运用和检修生产设施库室的冬季供暖室内设计温度做具体规定，根据工艺要求及北京既有有线工程经验，本标准将上述库室的设计温度定为 12℃。

在实际工程中，有些库室不具备自然通风条件，夏季需设置机械通风系统。这些库室的虽然体量巨大，但内部发热量却很小，采用较大换气次数不利于运行节能。根据北京既有有线的工程经验，制定通风量设计标准。

14.4.4 控制中心内各条线路的设备机房空调设计规定。根据工艺要求，控制中心内各条线路的设备机房应执行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 中的技术要求，而且北京轨道交通控制中心的设备机房是按不同线路分室设置的，因此要求各线设置独立的空调系统。

14.4.5 控制中心的调度大厅、网管室、电源室等房间的空调设计规定。根据工艺要求，控制中心的调度大厅、网管室、电源室等设备及管理用房应执行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 中 C 级机房的技术要求。考虑到上述房间内部有工作人员的因素，相对湿度标准由 35%~75%调整为 35%~65%。

15 给水与排水

15.1 一般规定

15.1.2 北京市地方标准《水污染物排放标准》是一本适用于北京市辖区内水污染物排放管理的标准，该标准对污染指标的控制总体水平严于国家标准《污水综合排放标准》GB 8978。北京市城市轨道交通工程各类污废水的排放以执行北京市地方标准为主，同时要满足《环境影响报告书》的要求。

15.1.3 北京的水资源非常紧张，缺水的问题已经变成了常态，目前北京水资源利用量的 2/3 都来自于地下水，水资源缺乏已成为制约首都发展的一个瓶颈。城市轨道交通工程给排水设计有必要采取相应措施提高水资源利用率，如采用节水型卫生器具及中水回用技术等，具体参照国家标准的要求执行。

15.1.5 第 2 款 给排水管道不要穿越结构伸缩缝、变形缝及沉降缝，当必须穿越时，要设置补偿管道伸缩及剪切变形的装置。给水管道的伸缩补偿器装置，根据管道长度、管材的线胀系数、环境温度和管内温度变化等因素设计确定。

第 3 款 室外给排水管道的覆土深度，除应考虑车辆荷载、管道材质和管道交叉等因素外，还要考虑冻土深度的影响。北京地区冬季较寒冷，冻土层深度约为 0.8m~1.0m，一般来说，给排水管道敷设在冻土层以下，管顶最小覆土深度不小于土壤冰冻线以下 0.15m。当管道受地形或其他条件影响，布置确实有困难时，生活排水接户管道埋深不得高于土壤冰冻线以上 0.15m，当生活排水接户管采用排水塑料管时，管道埋深不得高于土壤冰冻线以上 0.5m，但排水接户管道的覆土深度均不宜小于 0.3m。

第 4 款 城市轨道交通工程的杂散电流对金属管道有一定的腐蚀性，因此，给排水管道要采取防杂散电流腐蚀措施。具体包括：生产、生活及消防给水管当采用金属管道时，要在管道出室外之前设置绝缘接头，并在室外设置 1m 长的非金属管段；过轨管道与其他管道连接时须设置绝缘接头；金属管道与金属支托架或支墩之间须设置绝缘橡胶垫片；暗装于墙体或垫层内的金属管道及过轨管道外壁须采用涂刷环氧树脂等外绝缘处理等措施。

第 5 款 为便于车站运营维修管理，给排水及消防系统管道的最外面统一采用色环标识，色环宽 150mm，间距 8m，在管道的起点、终点、交叉点、转弯处、阀门和穿墙孔两侧等处须有色环。色环旁设识别符号和水流方向箭头，管道识别符号为管道类型的拼音字母，字体大小不小于 80mm；箭头方向与水流方向一致，如果管道内的水流为双向，则以双向箭头表示，箭头长度不小于 250mm，宽度为 50mm，识别符号与箭头的颜色均与管道色环颜色相同。色环、识别符号及水流箭头均采用喷涂方式施工。管道标识如下表：

表 8 管道标识表

管道名称	字母名称	色环颜色	管道名称	字母名称	色环颜色
生产、生活给水管	JS	蓝色	冷却水供水管	LQG	紫
消防给水管	XS	大红	冷却水回水管	LQH	紫
压力污水管	YW	中黄	冷冻水供水管	LDG	棕
压力废水管	YF	黄棕	冷冻水回水管	LDH	棕
中水给水管	ZJ	淡绿			

15.2 车站与区间给水

15.2.1 第 2 款 根据运营清洁方式，实际用水量较小，从节水角度出发，调整用水指标；其中车站冲洗用水，不计入最大小时用水量中。

15.2.3 第2款 我国水资源严重匮乏，用水形势极为严峻，控制用水点处供水压力是给水系统节水中最为关键的一个环节。根据《建筑给水排水设计标准》GB 50015、《民用建筑节能设计标准》DB11/ 2076的规定，从节水角度出发，明确用水点水压要求。

15.2.4 第1款 从节水角度出发，明确充分利用市政水压的原则。地下车站、地面或高架车站当市政压力能够满足用水需求时直接规定利用市政水压供水，当市政水压或水量不满足要求时，采用分区供水的方式，首先要充分利用市政给水管网的压力满足低区的供水要求，高区采用二次供水设施供水。

第4款 北京轨道交通网络发达，换乘站点多，换乘客流量也较大。城市轨道交通车站有“T”型换乘、“L”型换乘、“十”字型换乘、同站台换乘和通道换乘等多种形式。车站生产、生活给水水源一般采用市政自来水为给水水源，为减少车站与市政自来水管网的接管数量，节省工程投资，换乘车站先建线车站给水水源接管设计应综合考虑后建线的设计用水量，接市政自来水给水管管径应为后建线车站预留足够的给水能力。为减少换乘站不同线路之间管道检修的相互干扰，换乘车站生产、生活给水系统有条件采用水源共享的形式，各线在市政引入管总水表后设置分支管道，并设置水表单独计量，先建线将后建线水源管敷设至两线土建装修分界点处。采用通道换乘的换乘站由于换乘距离过远，换乘的各线生产、生活给水水源单独从市政管网引入，不采用给水水源共享的方式。

15.2.5 第6款 城市轨道交通车站面积较大，车站内给水管道较长，若阀门设置数量不够，一旦管道或阀门等需要检修而关闭相关阀门，将造成车站范围大面积断水从而影响到车站的使用功能。因此，城市轨道交通车站有必要在满足国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015的基础上，适当增设阀门以满足运营管理部门快速有效抢险的要求。

根据北京城市轨道交通运营管理的要求，给水总管接男、女公共卫生间、残疾人卫生间的给水支管上均分别设置检修阀门。除卫生间以外，车站其他生产、生活给水管段上阀门的设置要符合国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015的规定。

第8款 根据运营需求，补充多联分体空调室外机处设置清洗给水点和排水点的要求，当有条件时，多联机分体空调室外机处设置清洗给水点和排水点。

15.3 车站与区间排水

15.3.2 第1款 目前北京市地下水位上升，城市轨道交通车站结构渗漏水增多，当车站设有离壁墙时，在离壁墙内设置地漏排水管等排水设施，当车站或区间结构渗漏水较大时，在土建采取措施的同时，适当提高车站、区间的主排水泵房的排水泵流量、增加排水泵台数等措施，提高车站排水能力；

15.3.3 第1款 区间排水泵房通常和区间联络通道或中间风井合建，当结构施工风险大时，建议采用区间道心内置式废水泵房等其他排水泵房形式降低结构施工风险，提高对道床、结构及排水泵的要求。

第3款 北京城市轨道交通地下车站一般在车站站台层设置公共卫生间，除真空排水系统外，污水泵房均利用站台板下空间布置。由于站台板下空间高度较小，为避免污水泵房局部结构降板或减小结构降板的深度，减小厕所重力流排水管的重力坡降，因此，车站站台污水泵房与厕所尽量相邻布置。

第8款 本款为新增条款，增加车站下沉广场和相对低洼无法重力排除的站前广场设雨水泵房的要求。

第9款 为提升城市轨道交通内涝防护能力，提高防灾措施，在车站和区间主排水泵房、洞口雨水泵房、低洼和下沉广场的雨水泵房的排水扬水管上增设抢险救援泵的快速接口，同时考虑防倒灌风险，增加出水末端设置拍门等防倒灌设施。

15.3.4 第3款 根据 GB 50974 第 5.5.14 条及消火栓图示要求，消防泵房集水池的有效容积按不小于最大一台排水泵 5min 的出水量计算。

第4款 在保证水泵安装要求和启停水位等有效水位要求的前提条件下，区间隧道主废水泵站集水池的有效容积应尽量利用地下区间联络通道的面积，通过扩大集水池的面积来减小集水池的深度，从而减小结构施工的风险。区间隧道主废水泵站集水池的有效容积按不小于最大一台排水泵 15min~20min

的出水量进行计算,区间主废水泵的排水流量一般为 $25\text{m}^3/\text{h}\sim 40\text{m}^3/\text{h}$,因此,区间主废水泵房的集水池有效容积为 $8\text{m}^3\sim 15\text{m}^3$ 左右,考虑到适当增加集水池的调节容积以提高区间主废水泵站抗区间水灾的能力,区间隧道最低点线路排水沟沟底至集水池池底的高差不大于 3m 。

第5款 北京城市轨道交通1号线、2号线、4号线、5号线及八通线的地下车站车站污水泵房污水泵采用卧式泵。由于卧式泵的水泵电机未浸泡在水中,维护检修方便,一直以来在北京城市轨道交通的工程中都得到了推广应用。

随着城市轨道交通客流量的增长,地下车站的公共厕所污水量大、污物多,污水泵房内易出现水泵堵塞、污水箱污水溢流等现象,对车站环境造成了较大影响。从北京城市轨道交通大兴线开始,新型污水提升装置真空排水系统得到应用,北京城市轨道交通6号线、10号线采密闭式污水提升装置。密闭式污水提升装置的水箱和真空排水系统真空罐的调节容积均较小,因此密闭式污水提升装置的排水泵每小时启停次数要求达到20次,而真空排水系统的水泵采用凸轮泵,水泵每小时启停次数也不受6次的限制。但排水泵采用立式泵时,排水泵的每小时启停次数仍不超过6次。

15.3.5 第3款 规定了隧道内洞口雨水泵房处的雨水横截沟设置数量不少于三道,避免雨水进入隧道内,校核横截沟的排水能力,不小于隧道洞口的计算雨水排水量。

第7款 当废水泵站的排水泵采用立式泵时,由于水泵电机位于水池上方,电机漏水的危害几率减小,水泵维护检修非常方便,立式排水泵在北京城市轨道交通1号线、2号线等已建线工程中被广泛应用。但由于立式泵的电机在集水池上方安装,需要占据一定空间,因此,其使用范围受到一定限制。

地下区间主废水泵站一般与联络通道合建,区间主废水泵站兼顾人员疏散通道功能要求,若采用立式泵的安装方式,为满足联络通道疏散宽度要求,需要增加联络通道宽度从而增加土建施工难度和工程投资。所以,与区间联络通道合建的主废水泵房排水泵优先选用潜水泵,而具备水泵安装条件的车站主废水泵房、区间洞口雨水泵房以及与区间风井合建的主废水泵房,其排水泵则优先选用立式泵。

15.3.6 第3款 由于《建筑给水排水设计标准》GB 50015中不允许通气管接入风道,因此补充说明通气管接至室外的要求。

第4款 根据北京城市轨道交通实际运维需求,修订此条标准,为保证水泵在设定液位下的安全启停及报警功能,根据北京城市轨道交通的运营经验,地下车站和区间主排水泵房、局部排水泵房、地下车站污水泵房集水池、密闭污水提升装置、洞口雨水泵房内采用安装方式较灵活的投入式液位传感器。由于洞口雨水泵房、车站及区间主排水泵房地位重要,水泵在暴雨期间能否安全启动将直接影响到城市轨道交通的行车安全;且区间排水泵房和洞口雨水泵房位于区间或洞口位置,工作人员不宜迅速到达,因此,宜在洞口雨水泵房、车站及区间排水泵房集水池内增加一个不同原理液位计作为超高水位报警的备用措施,一旦投入式液位计失灵,则就近车站车控室工作人员可通过增设的液位计接收超高水位报警信号,远程启动水泵,以及时解除水淹的险情。

第5款 冬季寒冷,地下车站风道和出入口通道的管道均有冬季冻结的危险;北京地下水位较深,因此,出入口通道等局部排水泵房的集水池内冬季水位较浅。为了减少管道保温的设置范围并降低工程投资,局部排水泵房的排水管设置泄水管便于运营单位冬季放空管道。

第6款 通风空调机房设备和管道放空、以及清洗设备的瞬时排水量均较大,当通风空调机房及新风道表冷器与车站主废水泵房同侧布置时,其排水直接接入车站主废水泵房。

第7款 地下车站通风空调机房、风道及站台板下等需要排水的位置均设置排水沟形成有组织的排水。根据排水量的要求,对排水沟的断面尺寸及坡度进行核算,以保证排水沟的排水顺畅。同时,有排水的房间地面和排水沟均做好防水处理。

第11款 地下车站通风空调机房、风道表冷器及站厅、站台的生产废水及结构渗漏水排水管距离车站主废水泵房较远,无法接入主废水泵房时,这部分排水通过管道接至线路排水沟,其排水管必须接至线路排水沟内,不得在道床面散流排放。线路排水沟要采取防水措施,以减少水沟积水对轨行区杂散电流腐蚀的影响。

第 14 款 为满足防腐蚀要求,增加区间轨行区压力废水管与区间消防管同管材的要求;增加区间线路排水沟接入废水池的重力排水管采用球墨铸铁管、每侧接入废水池的预埋管不少于 2 根、满足车站排水量的要求。

15.3.7 第 1 款 根据《室外排水设计标准》要求,补充车站不设化粪池的前提条件。

第 2 款 根据市政排水管理部门要求,处理达标污水一般不允许接入市政雨水管网,因此排放方案要符合环境影响报告书与当地市政排水管理部门的要求。

15.4 车辆基地给水与排水

15.4.2 第 4 款 《城市轨道交通给水排水系统技术标准》中已根据建筑规模、天沟形式规定了不同重现期,参考其内容修改。

15.4.3 第 1 款 目前北京市内已经不允许打井,因此删除采用自备井的要求;补充当有市政中水管网时,车辆基地引入符合水质水压要求的市政中水进行冲厕、绿化、浇洒道路。北京是个严重缺水的城市,为节约有限的水资源,北京正在大力发展市政中水系统。当城市轨道交通车辆基地位于市政中水覆盖范围,车辆基地内的冲厕、冲洗地面和浇花直接利用市政中水。当车辆基地周围无可直接利用的市政中水时,建议预留市政中水引入条件、优质杂排水回用、雨水回用等措施、用于冲厕、绿化、浇洒等。

第 2 款 由于中水与城市自来水处理后的水质标准不同,为避免中水污染自来水,中水系统与自来水供水系统采用完全独立的两套给水系统,并分别设置计量装置进行单独计量。

第 3 款 从节水角度出发,明确充分利用市政水压的原则。根据规范的规定,当市政自来水水压不能满足车辆基地内部分建筑的生产、生活用水要求时,采用分区供水的方式,首先要充分利用市政给水管网的压力满足低区的供水要求,高区采用叠压供水装置或变频调速供水装置的二次供水设施供水。叠压供水装置直接利用市政自来水水压供水,且避免了生活调节水池的二次污染,较变频调速供水装置有一定的优势,但其能否使用应经过北京市或当地自来水公司的认可。

第 6 款 本款为新增条款,根据《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定补充此条要求

15.4.4 第 4 款 车辆基地内运用库和检修库的屋面面积较大,一般都能达到几千甚至几万平方米,屋面暴雨期间雨水流量较大,为减少库内排水立管的设置数量,其屋面雨水系统应优先采用满管压力流雨水系统。车辆基地内其他建筑的屋面面积较小,宜采用重力流排水系统以节约工程投资。但部分车辆基地的某些建筑体积较大,对于此类建筑,屋面雨水系统是采用重力流还是满管压力流雨水系统,应进行技术经济比较确定。

15.4.5 第 5 款 塑料检查井更适用于民建小区,不适合轨道交通前期运输车辆时有重荷载的车辆基地。

16 供 电

16.1 一般规定

16.1.2 城市轨道交通线网内部共享包含线路之间主变电所或电源开闭所共享、换乘车站降压变电所共享。

城市轨道交通线路与地区用户共享是指因城市轨道交通工程而建设的 110kV 主变电所，当中压供电网络电压等级采用 10kV 时，可以同时为轨道交通线路、地区其他用户提供 10kV 电源。北京地铁 4 号线甘石桥 110kV 主变电所、5 号线宋家庄 110kV 主变电所在这方面做了尝试，取得了工程建设经验。

16.1.3 本条是针对性处理城市轨道交通系统能力与客运需求这一核心供需关系而提出的。结合第 4 章的运营规模，考虑降低成本，不应“一刀切”将不低于 30 对/h 作为供电系统的设计能力标准，而应以线路实际所需的能力为出发点进行设计。对于各设计年限中供电系统规模有差异的情况，必要时要结合工程实际情况做好相应的土建预留。

16.1.6 车站二级负荷配电原则执行了《地铁设计规范》GB 50157 的规定，增补了车辆基地二级负荷的配电规定。

第 1 款 车站及区间内的 380V 供电线路的长度较短（个别区间情况除外），采用专用通道明敷设，供电线路故障时宜较快查找故障点。因此，车站及区间二级负荷供电方式执行《地铁设计规范》GB 50157 的规定，可以满足目前北京市轨道交通运营管理的需要。

第 2 款 车辆基地的地面作业活动较多，对电力电缆造成意外损坏的几率高于车站及区间；因占地面积大，电力电缆敷设长度较长，增加了电力电缆的故障率；电力电缆敷设方式多样化，尤其是埋地敷设形式，电力电缆检修难度较大，恢复送电时间较长，对车辆基地的正常管理与使用影响较大，因此当变电所不在单体建筑物内时，车辆基地建筑物二级负荷宜采用双回线路供电。

按照城市轨道交通的负荷等级为一级的原则，变电所中压进线为双重电源，配电变压器至少设置两台，并分接在不同中压母线，380V 母线分段且设置分段断路器。考虑城市轨道交通的重要性、民用建筑常规做法以及工程造价等综合因素影响，推荐车辆基地建筑物二级负荷采用双重电源，建筑物第一个受电点配电装置实施双重电源自动切换功能，接线形式与一级负荷做法相同，但在供电系统电力调度管理上是有区别的。首先可以保障在供电系统正常运行下二级负荷电源可靠性，其次符合上级一个电源退出、供电系统应满足全部一、二级负荷的原则。

16.1.8 目前列车再生能量利用方案已有成熟技术及装备。为推进绿色、节能技术在北京城市轨道交通中的应用，增补此条文。

16.1.9 车辆基地内供电车间用于对全线供电设备进行管理与维护。车站的变电所维修中心用于对该区域的车站变电所进行运营管理、维修、抢险。

16.1.10 为突出光伏发电技术作为绿色、节能技术发展在北京城市轨道交通中的应用。

16.2 外部电源与中压供电网络

16.2.3 北京市轨道交通系统在公共交通领域的作用随网络化、规模化运营而日益突出，随之对供电系统电源可靠性提出了较高要求，专线电源的可靠性高于其他的电源引入形式。本标准规定“主变电所、电源开闭所进线电源应为专线电源”，是基于北京电力部门已将轨道交通列为重要用户，为主变电所、10kV 电源开闭所电源专线引入提供了工程实施条件。

16.2.4 条规定，主变电所进线电源来自城市电网两座不同主变电站，或来自具有两回及以上进线的同

一座主变电站的不同母线,可以充分保障外部电源的可靠性。如 110kV 主变电所解列退出,已经不局限于对轨道交通的影响,而是对城市或城郊局部区域的影响,此时仅要求轨道交通电源的可靠性已经脱离实际。某一座主变电所退出时,相邻主变电所越区提供支援电源,承担退出运行的主变电所供电范围内的部分一级负荷,以保障线路防灾系统、线路最低运输能力或列车进站停运的基本用电需求。此时,主变电所间的安装容量如按冗余考虑,将导致供电系统效率低下,且无很大的实际意义。从 110kV 电源与中压供电网络结构的电源可靠性高以及提高供电系统效率出发,做出此规定。

16.2.5 分散式供电采用了与城市电网电压等级相同的 10kV 电压制式。10kV 线路供电负荷力矩较小,若相邻电源开闭所电源引自城市电网同一座变电所,当该变电所退出时,将影响线路供电系统的供电能力和电压质量,因此做出此规定。

16.2.9 北京电力部门将北京地铁列为特别重要用户,重视外部电源接入方案。近年北京城市轨道交通建设中,相关单位对主变电所、电源开闭所的越区供电方式及能力有些争议,为此,结合北京电网现状及建设规划的可靠性水平以及运营需求,做出此规定。此规定基本遵循了《城市电力网规划设计导则》Q/GDW156 的相关要求,即“当送电网中任一条送电线路,或一台主变压器,或地区发电厂内一台最大机组因计划检修或事故时,应能保持向所有用户正常供电”。

第 1 款 110kV 电源可靠性较高,35kV 供电线路的供电能力较强,可以认为 110kV 主变电所解列退出的故障几率很低。自上海地铁一号线一期工程(采用集中式供电)1992 年通车以来,结合国内其他城市的运营情况,得到验证。

第 2 款 对于分散供电方案,10kV 进线电源取自线路附近的城市电网,其单个电源的可靠性较差,一条线路因 10kV 负荷力矩较小而引入的 10kV 外部电源点则较多。一旦 10kV 电源开闭所解列退出,则对线路的正常运营构成较大影响。基于北京地铁多年来的运营经验,10kV 电源开闭所分布密度较大,一座 10kV 电源开闭所退出时,可以通过相邻的 10kV 电源开闭所保障线路正常运输能力以及运营安全。因此,某一座 10kV 电源开闭所退出时,相邻的 10kV 电源开闭所越区供电,与该线路相邻的电源开闭所共同承担供电范围内的全部一、二级负荷,以保障线路正常运输能力。

所以,对主变电所和电源开闭所提出不同的支援能力要求。

16.2.12 目的是在某线路供电系统异常运行方式下,依托另一相关线路的主变电所或电源开闭所正常设计容量与实际用电负荷之间的余量,尽量满足本线路车站及区间一级负荷的用电需求,尤其是防灾系统的用电需求以及正线运输能力的牵引用电需求。供电系统异常运行方式下,本标准对需满足的正线运输能力大小不做具体规定,根据运营实际情况而定。

网络化运营规模及程度越高,对供电系统电源可靠性的要求则越高。尤其是分散式供电,有条件时,有关联的不同线路之间建立电源联络关系,相互提供紧急支援电源,可以有效地提高网络化运营下的电源可靠性,较好地满足网络化运营需求。

16.2.14 跟随式降压变电所为降压变电所主接线简化后的一种类型,一般为末端型降压变电所,中压接线形式为线路-变压器组,多用于车站和车辆基地。本条所指“跟随式降压变电所”用于车站及车辆基地的需要,“其他变电所”主要是指区间变电所。根据地下区间通风等系统用电的需要,经技术经济综合比较后,设置了降压变电所。从用电需求以及运营维护角度,此类降压变电所与传统意义上的车站降压变电所没有差异,且位于中压供电网络电缆经过的通道旁边,基于降低工程造价、利于区间电缆敷设等因素考虑,区间变电所接入中压供电网络是合理的。

16.3 牵引供电系统

16.3.8 纵联开关是实现大双边供电的重要设备。从运营情况分析,纵联开关的选型是解决牵引网快速恢复送电问题的关键。当纵联开关采用隔离开关时,大双边实施过程中需要一定的时间,尤其是北京市对运营停电时间的要求较为严格。纵联开关选用直流快速断路器,减少了电力调度环节,可以快速实现邻站不断电操作下的快速送电,明显节省了恢复送电时间。

16.4 变 电 所

16.4.3 城市轨道交通的主变电所为单条线路供电时，采用分段单母线接线可以满足轨道交通工程运行要求。

当共享主变电所中压侧采用分段单母线时，共享主变电所的后续线路设置电源开闭所的目的是减少主变电所中压的出线间隔，并且在共享主变电所退出的时候，可操作本线路电源开闭所进线开关断开，作为隔离点，以便各条线路的相邻外部电源点分别对故障区段进行供电支援，方便各条线路的运营管理。考虑到规划线路建设时序以及线路走向的不确定性，可以减少主变电所出线间隔的闲置率。当车站有条件时，电源开闭所宜设置在车站内。

16.4.9 同站台换乘车站的空调、照明等机电设备服务于多条线路，对于机电系统的设计等同于一个车站，为机电系统提供低压电源的降压变电所无法按线路拆分。为满足不同运营主体下的经济管理需要，共用机电设备的配电回路宜设置计量表计。

16.4.16 变电所低压开关柜改造时，面对着低压用户的不断电需求，尤其是一级负荷，低压开关柜一般采用分段改造。低压开关柜双排面对面排列，为分段改造创造了条件，降低了工程改造风险。

16.4.17 工作人员维护、测试和检修变电所低压母线分段开关室时，有可能触及带电部位，为保证工作人员的安全而作此规定。当低压开关柜不存在上述情况时，可以不设置低压母线隔离柜和隔离电器。

16.4.19 由于供电系统运行方式的需要，电力调度中心将对三级负荷开关进行远方操作，其配电回路应具备远程控制功能，如配置电动操作机构或接触器。采用分回路控制方案利于提高三级负荷运行的灵活性，提高变电所低压配电系统电源的可靠性。北京地铁多年来的运营经验表明，采用分回路控制方案（不设置三级负荷总开关）是合理的。

16.5 牵引网

I 通用要求

16.5.5 明确牵引网系统设置钢轨绝缘接头，根据 GB 55033 的要求明确在正线牵引变电所电分段处需设置钢轨绝缘接头。

16.5.6 结合北京轨道交通实际情况，将折返线细化为设置车辆检查坑和不设车辆检查坑两种情况分别进行要求。

16.5.7 本条为原规范条款修编，目前已有库内设置电动隔离开关+可视化接地装置的成功经验，因此不再限制设置带接地刀闸的手动隔离开关这一种措施。

16.5.9 由于施工方法不当、焊接工艺要求复杂等原因，电缆与走行轨焊接时，可能出现损伤走行轨的情况，为今后的行车安全构成隐患。载流螺栓连接方式可以有效避免上述问题，但存在固定点长时间受振动后导致载流螺栓脱落、连接点接触电阻过大而烧毁电缆等潜在隐患。焊接和栓接方式在国外城市轨道交通工程都有应用，本标准不对电缆与走行轨的连接形式作出要求，只规定连接牢固可靠的基本要求。

16.5.12 结合北京轨道交通实际情况，为提高实际收发车供电可靠性，保障运营，补充本条款要求。

16.5.14 车辆基地牵引变电所设置框架保护功能，当直流开关柜发生框架保护电流动作时，全部直流馈出回路退出运行。按通常做法，邻近的牵引变电所将越区向车辆基地提供直流牵引备用电源。车辆基地各供电分区之间通过联络隔离开关，可以实现邻近的牵引变电所或正线接触网提供直流牵引电源的功能。

II 接 触 轨

16.5.27 一般情况下，区间折返线、车辆基地等场所的隔离开关位置距牵引变电所较远，且工作环境较牵引变电所恶劣，通过牵引变电所内部设置的框架电流保护有一定困难。针对这种情况，本标准规定了相应对策。

整体道床段隔离开关柜外壳宜可靠等电位接地。当隔离开关正极碰壳时,相当于正极电压完全施加在隔离开关柜体上,建议隔离开关柜体与基础钢筋电气连接。一般情况下,为保证隔离开关的安装稳定性,其基础钢筋与主体结构钢筋或道床钢筋绑扎,如此处理,相当于接触网发生接地故障,促使牵引变电所直流快速断路器跳闸。基于等电位的概念,也保障了维修人员的安全。

碎石道床段隔离开关柜外壳宜直接接地,或与牵引变电所的接地母排直接连接。碎石道床场所,往往没有主体结构钢筋可以利用,为此需要设置接地体,隔离开关柜优先利用基础钢筋做自然接地体,接地电阻不做具体规定,原理同整体道床段隔离开关做法。当隔离开关无基础钢筋或无条件设置接地体时,也可以将隔离开关金属外壳接至牵引变电所的接地母排,同样能起到保护效果。

16.5.28 当采用钢支架时,爬电距离相对复合材料支架形式较短,设置贯通的接地线可以为保护绝缘子击穿或闪络后、通过对应牵引变电所内直流快速断路器的增量保护动作跳闸提供一定条件。接地线应固定于接触轨金属支架上,并与金属支架电气连接。

III 架空接触网

16.5.30 实际工程中,地上线路因下穿高架桥等地段,柔性架空接触网的安装高度不够,可以考虑采用局部刚性架空接触网。刚性架空接触网与柔性架空接触网的过渡段的弹性较差,对弓网关系产生一定影响,因此具体应用时应关注过渡段接触网弹性问题。

16.5.31 本条修编明确了柔性架空接触网各类线材安全系数按行业标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 要求执行。因单纯的磨耗程度不是初始设计可控制的内容,故删除了刚性接触网磨耗要求。

16.5.35 接触线拉出值的确定与车辆高度、接触线高度、轨道偏差、受电弓工作宽度、受电弓摆动幅度等问题相关,地上区段还应考虑风偏问题,而城市轨道交通采用的车辆、受电弓工作宽度虽然并不唯一,但是受电弓的有效宽度均不低于 800mm。为达到受电弓磨耗均匀的目的,在考虑各种因素并实现安全运行的前提下,做此规定。工程中的拉出值确定应结合各种条件经计算确定。

16.5.40 目前已有部分城市洗车库设置电动隔离开关+可视化接地装置,因此不再限制设置带接地刀闸的手动隔离开关的要求这一种措施。。

洗车库内接触网平面布置方案有两种:①接触网仅一端为电源端,车辆单方向进出洗车库;②接触网两端均为电源端,车辆可双方向进出洗车库。

对于第一种方案,应在洗车库的出入口处设置接触网绝缘分段。对于第二种方案,则应在洗车库的两端出入口处设置接触网绝缘分段。

16.5.41 根据国内运营经验,为避免列车意外停在禁停区造成拉弧事故,应设置禁停标识。

16.6 继电保护、测量、计量及自动装置

16.6.2 本条文提出中压供电网络主保护采用线路差动保护或数字通信电流保护,是基于目前的成熟技术和产品,不限于采用其他形式的安全、可靠、成熟的技术和产品。

16.6.7 电源开闭所中压系统设置合环选跳保护是北京市轨道交通供电设备维护的一个特点,合环操作可以实现在电源手动转换过程中不间断供电、保证用电设备电源持续性的目的。合环保护投入后,出现合环电流时,自动选择应该分闸的断路器,使供电系统继续正常运行。

16.6.9 第 8 款:城市轨道交通实际工程中,牵引整流机组外壳开门保护推荐跳闸方案。本条款同样适用于外壳封闭式配电变压器。外壳开门保护属非故障类保护,为便于本标准的使用,将其纳入本条文。

16.6.21 本条为原规范条款的修编,结合北京地铁运营的实际需求及本标准中变电所值守方式,增加了远方复位的方式。框架保护电流动作意味着直流牵引变电所的直流供电设备(如整流器、直流开关柜等)发生了漏电,不仅造成杂散电流泄漏,严重的是直流供电设备的外壳将带有较高直流电位,存在对设备、人员的安全隐患。因此当选用远方复位时,需要运营单位针对安全问题做出相应的规程,以避免远方复位后操作相关断路器合闸而产生人身安全问题。

16.6.25 根据实际工程的情况，低压进线开关设置接地故障保护后，难以与下级设置的接地故障保护之间实现配合的选择性，故当低压进线开关短路短延时保护灵敏度满足要求时，不必单独设置接地保护，从而避免出现接地保护不能关停而与下级无法实现选择性的问题。

16.6.27 过负荷保护通常指在过负荷电流引起的导体温升对导体的绝缘、接头（端子）或导体周围的可燃物质造成损害之前切断电源。但对于因过负荷引起断电而造成更大损失的供电回路，如消防回路等，过负荷保护就不应切断电源，而是发出报警信号。

16.7 电力监控系统

16.7.6 车辆基地牵引变电所的管理模式与正线的牵引变电所不同，在夜间停运正线的牵引网应处于断电状态，以保证线路检修、巡视的安全。正线牵引变电所的操作服从电力调度中心的管理。车辆基地牵引变电所的操作服从车辆基地调度的管理，根据车辆基地夜间检修、作业的情况，车辆基地部分牵引网处于断电状态，部分会带电运行。

16.7.8 当线路设置综合监控系统时，本条文内容应纳入综合监控系统范围，为便于电力监控系统内容的完整性，条文内容仍在本款予以体现。

16.7.11 车站和车辆基地跟随式降压变电所的自动化不作为单独的站级管理层接入电力监控网络，而是作为间隔层设备接入本车站或车辆基地牵引降压混合变电所的站级管理层。为减少接入站级管理层的通信电缆数量和长度，在跟随式降压变电所设置单控制单元，而其他变电所设置冗余的控制单元是为了提高变电所自动化系统的可靠性。

16.8 动力与照明配电

16.8.1、16.8.2 城市轨道交通做为大量人员集中的公共场所，电源突然中断会给正常运营、行车、乘车秩序等造成严重混乱，用电设备的负荷根据因事故中断供电造成的损失或影响的程度、区分其对供电可靠性的要求进行分级。

16.8.3 本条为原规范条款的修编，增加了关于直流配电系统电压制式的要求。

16.8.5 低压配电系统的配电级数为三级，例如从变电所低压开关柜至配电室分配电屏，由分配电屏至动力配电箱，由动力配电箱至终端用电设备，可视为低压配电级数为三级。

16.8.8 由于低压开关柜室可以取得低压电源，因此仅考虑在中压开关柜室或变压器室内设置即可。

16.8.10 笼型电动机的启动转矩与其端子电压的二次方成正比，越是启动条件严酷的电动机，越应该全压启动；降压启动只会使启动更加困难。笼型电动机全压启动的判断条件可简化为：电动机启动时配电母线的电压不低于系统标称电压的 85%。根据《工业与民用配电设计手册》第四版中的论述，只要电动机额定功率不超过电源变压器额定容量的 30%，即可全压启动。仅在估算结果处于边缘情况时，才需要进行详细计算。

16.8.13 区间检修电源箱用电容量可根据线路具体情况确定，高架区间设备较少，区间检修箱用电容量可适当减小。

16.8.21 近年来，设计人员疏忽了灯具位置对维修的影响，如车站轨行区上方、出入口步行梯或扶梯上方、高大厂房等场所设置了吸顶式灯具，给灯具的检修造成很大困难。基于工程建设现状，做出规定。

16.9 供配电线路敷设

16.9.4 近年来，国内城市轨道交通运营线路区间电缆频繁发生被盗事件，给轨道交通的正常运营造成影响，为此推荐地面线路的区间电缆敷设在电缆沟槽内。地面线路的电力电缆与控制电缆敷设在电缆沟内有利于防盗、防晒、美观。若地面线路电缆在支架上敷设时应考虑防盗、防晒措施，并考虑对电缆载流量产生的影响。

16.10 杂散电流腐蚀防护与接地

16.10.1 当前,国内直流制式的城市轨道交通工程的杂散电流腐蚀防护方案均设置了道床排流网,部分工程将主体结构钢筋用于辅助排流网,个别工程将外引接地体通过单向导通装置与牵引变电所负极母排电气连接。多个运营线路反映主体结构钢筋中的杂散电流较大,约 20A~150A 不等。

杂散电流腐蚀防护应从源头解决,提高回流轨对地过渡电阻值,降低回流轨对地电位,以降低杂散电流泄漏量,解决方案虽然较多,但应综合利用。施工质量也是影响杂散电流腐蚀防护措施的关键因素。

16.10.2 采用专用回流轨是直流牵引供电系统治理杂散电流腐蚀问题的有效措施。采用专用回流轨时,由于专用回流轨的对地绝缘能够得到保证,故不必再考虑设置杂散电流腐蚀防护系统;由于钢轨已不作为回流通路,故不需再设置钢轨电位限制装置。

16.10.6 本条的目的是避免杂散电流通过主体结构钢筋向外界泄漏,同时降低主体结构钢筋被电腐蚀的风险。

16.10.8 采用走行轨回流的工程线路正常运行的任何情况下,道床内排流网或多或少存在杂散电流。当排流网与结构钢筋、金属管线、接地装置电气连接时,杂散电流将通过排流网遍布结构钢筋、金属管线以及接地装置,导致杂散电流向外界泄漏,因结构钢筋、金属管线以及接地装置彼此之间非良好的电气连接,结构钢筋、金属管线被电腐蚀的几率大大增加,对轨道交通工程的主体结构工程和道床结构 100 年设计使用寿命产生影响;线路周边的市政管线也将面临被电腐蚀的危险。

16.10.10 1990 年 1 月,台北都会区大众捷运系统(简称台北捷运)对南港-板桥线的钢轨电位与杂散电流的关系进行了测试研究,研究表明,当设置道床排流网以及利用主体结构钢筋兼做辅助排流网时,与不设置排流网相比,系统最大杂散电流泄漏量总值增大 4 倍左右;外引接地装置如与牵引变电所负极电气连接时,系统最大杂散电流泄漏量总值增大 300 倍左右。

本标准遵循杂散电流腐蚀防护的根本原则,做出了规定。

16.10.11 为使测防端子的位置及做法不影响乘客安全疏散而做出本规定。关于道床测防端子距离道床面的高度要求,是基于目前普遍采用道床面设置测防端子方案,测防端子容易造成乘客脚下碰磕、刮蹭等不良现象,影响乘客的安全疏散或造成次生灾害。对于矩形隧道,隧道的测防端子宜嵌入隧道壁内,端头不应突出隧道面,并便于接线。

16.10.12 《铁路应用 固定装置 第一部分:有关电气安全保护规定和接地》IEC 62128-1-2003 第 4.2.1 条规定,高于 DC 120V 间接防护电压时应采取防护措施。

英国标准《铁路应用—固定设施 第一部分:电气安全与接地的防护条款》BS EN 50122-1:1998 第 7.3.3 条款规定,可允许电压不得超过 DC 120V,除非有人经常工作的场所不得超过 DC 60V。

《建筑物电气装置的电压区段》GB/T 18379-2001 第 4 条规定,不接地或非有效接地系统直流极间电压区段 I 的上限值不得大于 120V。电压区段 I 是指在某些条件下,依据电压值提供电击防护装置。

《地铁设计规范》GB50157-2013 版规定,站台处走行轨对地电位不应大于 120V。

上述标准规范中均以 DC 120V 为界,作为是否采取直接防护或间接防护的依据。

在解决人员对钢轨的接触电压防护措施同时,应考虑杂散电流腐蚀防护问题,本款引用国内外相关标准,将正常运行方式下、正线兼做回流的走行轨对地电位不得超过 DC 90V 提高到 DC 120V。

16.10.13 目前,钢轨电位限制装置的启动条件取决于钢轨对地电位和时间,钢轨对地电位长期高于设定值时,杂散电流将持续注入接地网,不利于杂散电流腐蚀防护。将车站列车停留状态作为钢轨电位限制装置的启动条件之一,在保障乘客上下车的基本安全同时,可以缓解杂散电流对结构钢筋及金属管线的腐蚀程度。

16.10.15 IEC 标准未对强弱电共用接地装置的接地电阻值做出规定。作为弱电系统设备的逻辑接地,追求的是本系统的同一参考电位,非本系统以外的接地电阻,共用接地装置反映的是高频接地阻抗,而不是工频接地电阻。因此,为保持与现行相关国家标准规范的一致性,供电系统与其他系统共用接地装

置时，规定工频接地电阻不得大于接入设备中要求的最小值。

16.10.17 变电所独立于建筑物外面，建筑物设置总等电位情况下，总等电位系统内的地下基础结构钢筋和金属管线以及电缆金属外铠都是量大面广的自然接地体，能起到良好的接地极作用，其接地电阻通常在 1Ω 甚至 0.5Ω 以下。这些自然接地体（特指结构钢筋）被基础水泥包裹，与酸性或碱性的泥土接触而有轻微腐蚀，其寿命等同于建筑物使用寿命，不需定期检验或更换接地极，可节省大量维护工作和费用。因此就防电击而言，无需再实施人工接地极来作接地或重复接地。

本标准虽然规定了 TN 系统重复接地的工频接地电阻不大于 10Ω 的要求，但在总等电位的建筑物内，TN 系统可以不设置重复接地。

16.10.18 对于采用接地故障保护的低压配电系统，总等电位联结可以有效地解决人身触电安全、降低电气火灾发生几率。

17 通 信

17.1 一般规定

17.1.1 通信各系统采用技术尽可能符合技术成熟、可靠,且短时间内不会被淘汰;符合国际、国家以及行业标准。

17.1.2 随着北京市轨道交通的快速发展,轨道交通线网形成,各线路已不再是孤立的运营线路,贯通运行、跨线运行、两网融合、四网融合等思路逐步在轨道交通实施。因此,通信系统的建设,须适应线路运营、公安、政务等的通信需求,也须支持与其他轨道交通制式互联互通的通信要求。

17.1.3 城市轨道交通规划建设过程中,线路的延长线、支线等情况越来越多,通信系统在建设过程中为后续线路预留接入条件;通信系统实现系统互联互通、兼容共享,满足网络化运营需要。

17.1.5 轨道交通越是在发生事故和灾害时越是需要迅速及时的通信联系,如果在常规通信系统之外再设置一套防灾救护通信系统,势必要增加很多投资,而且长期不使用的设备难以保持良好状态。所以,通信系统设计须在正常情况下为运营管理、指挥、监控提供迅速及时的联系,为乘客提供周到、方便的服务;在突发灾害或事故的情况下作为应急处理、抢险救灾的手段,为防灾救援等指挥提供语音、视频等技术手段。

17.1.14 区间内为确保车辆行驶的安全和设备设施的安全,设置了严格的设备限界和车辆限界,本条明确了在隧道内的通信设备设施必须满足的限界要求。

17.1.15 通信系统的设备设置地点较为复杂,很多设备安装在区间隧道和室外露天,且极寒、强降雨等极端天气对设备运营影响较大,出现过较多次天气造成的设备故障,甚至影响轨道交通正常运营;此外,设备安装期间的机房环境粉尘、湿度、温度等条件较为恶劣,对于这部分设备的设计要达到环境使用要求,需考虑防尘、防水、耐寒等的相关措施。

17.1.16 对于城市轨道交通通信系统使用的设备须严格选择,满足国家及行业有关要求,确保通信系统的可靠性和可用性。通信系统的设备必须全面考虑各个环节的防雷措施,确保系统安全。

17.1.17~17.1.18 近期颁布实施的强标,对线缆的燃烧、阻燃等级以及布线等要求进行了详细要求。城市轨道交通隧道和车站内的电缆光缆必须无卤、低烟、阻燃,并采用不低于 B 级的阻燃材料,地下电力电缆和数据通信线缆(网线)采用燃烧性能不低于 B1 级的电缆或阻燃型电线。是为了在火灾情况下,线缆能够尽量避免产生对人身有害的物质,并能有效地防止燃烧。地下隧道环境潮湿,电磁环境复杂,因此,线缆要求防腐蚀和符合杂散电流腐蚀防护要求。

17.2 专用通信系统

17.2.1 第 2 款 近期建设开通线路采用了全自动运行模式,全自动运行模式针对早间上电、唤醒、出库、正弦运行、各类故障场景等要求,通信的无线通信系统、广播系统、视频监视系统等与信号、综合监控等系统进行联动反应,并在中心等位置设置乘客调、车联检修调相关的终端设备,为全自动运行模式提供辅助支持。

第 3 款 为适应线路每天不同时段客流变化,实现降本增效,列车进行不同编组方式的运行(如 3+3、4、4+4 等),无线调度通信系统响应不同编组方式时的中心对列车的不同呼叫模式,广播系统对不同编组列车播放不同进站广播内容等,更好的为调度指挥、乘客疏导提供服务。

第 4 款 在 2019 年之后颁布了视频、广播、无线通信系统建设的地方标准,地方标准在功能、系统构成、接口、协议、指标等各个角度进行了详细规定,且近期建设线路的对应系统也主要遵循此部分

地方标准要求进行建设,也作为验收的依据,本标准对此部分系统地方标准进行了重点引用,在相关章节对此部分地方标准补充。

17.2.2 第1~3款 从目前通信传输技术发展水平来看,光纤通信以其大容量、低成本、标准化及高可靠性等明显优势,成为通信传输的主要手段。随着城市轨道交通线路各业务系统的发展、线网的不断完善以及云计算平台、大数据中心的建设,为满足城市轨道交通的各种信息传输业务种类的要求更加多样,传输容量要求更大,传输覆盖范围更加广泛,因此,传输系统要从线网整体方面进行规划建设,满足不同层面业务的需求。建立以光纤通信为主的传输系统网络。传输设备制式呈多样化发展,基于SDH的多业务承载平台、IP光传输、OTN、PTN等都有所可以应用。因此,需根据城市轨道交通各种信息传输的要求,结合通信技术的发展,设置相应的传输系统网络。

第8款 鉴于轨道交通的各种行车安全信息及控制信息将通过传输系统来传送,为从根本上提高光缆的可靠性,防止由于一侧光缆因故中断而造成信息传送大通道的完全中断,利用轨道交通自身建设的有利条件,利用不同路径分别敷设光缆,通过信息传送构成自愈保护环,以大幅度提高网络的安全性。

第9款 根据北京市轨道交通的线网规划,在小营设置各个线路的控制中心,为了资源共享和方便实施,各线路与控制中心的联络通道需进行统一规划和建设,其中包括光缆网的建设,北京市轨道交通指挥中心光缆网的建设分阶段进行,独立实施,各线路的光缆工程在设计时要从光缆的容量、数量和径路方面满足北京市轨道交通指挥中心的统一规划要求,避免资源浪费,满足通信需求。

光缆作为通信网建设的物理层基础设施,具有一次建设、长期使用、不易扩容的特点。随着城市轨道交通各机电系统的技术发展和建设需要,对光纤的需求量增长速度很快。因此,城市轨道交通的光缆容量除了应满足现阶段的需求外,还需充分考虑容量的预留,以适应远期发展需要。

第12~13款 光、电缆的敷设方式,是线路建设中的一主要技术要求,直接关系到系统安全、工程量和投资。本条文是参照原邮电部的规定、GB 50373并结合城市轨道交通特点制定的。

17.2.3 第3款 无线通信系统所采用的制式比较丰富,规范不明确具体的制式和频段。所采用的工作频段及频点由无线电管理部门批准。

第6款 随着轨道交通的发展,全自动运行线路不断增加,无线通信系统设置全自动运行相关的调度用户群。

17.2.4 第5款 宽带无线通信系统采用技术制式,将1588V2时钟作为备用时钟源,需要传输系统为无线通信系统提供传输通道时,需传输系统具备传输1588V2协议的能力。

17.2.5 第3款 由于北京市轨道交通指挥中心的统一建设,在北京市轨道交通指挥中心设置的公务交换设备可以集中解决各线路在控制中心所在地的大量用户接入,北京市轨道交通指挥中心的交换机亦作为统一各线路的统一中继设备。因此,各线路的公务电话系统的设计一般不在北京市轨道交通指挥中心所在地的控制中心再设置汇接交换设备,而是在车辆基地等用户较为集中的地点设置。并考虑与北京市轨道交通指挥中心交换设备的中继连接,达到公务通信系统线网层通信和设备资源共享的目的。

第8款 近期建设线路在车站公共区域部分位置设置乘客求助终端,在车站控制室/控制中心设置接听终端,该终端具备语音和视频通话功能,更好的为乘客出行提供服务,原规范中在专用电话系统在无障碍电梯处设置的乘客召援终端也统一调整为本系统的乘客求助终端;车辆专业设置车载乘客求助终端,由公务电话系统提供转接、许可等服务以及车站、控制中心的接听终端。

17.2.6 第6~9款 各个调度分机主要为调度员和值班员所使用,根据使用人员所在地设置。

第11款 随着城市轨道交通大带宽业务的不断增长,无线、有线调度功能具备了语音和视频功能,因此原集中录音设备升级为录音录像设备,并对有线调度、无线调度以及乘客求助等全部用户进行录音录像,公务电话系统中比较重要的分机(一般根据运营需求进行配置)、专用电话分机以及广播系统进行了集中录音,并且与调度相关的录音录像按照不少于1年保存。

第14款 在专用电话主系统、分系统设备失效时,相邻车站用户可以通过站间模拟中继进行联系。

第16款 目前各轨道交通运营线路更多在区间使用无线通信设备进行联络,本标准要求设置道岔

电话,满足信号、工务的维护需求,区间电话插销盒可以根据运营单位的需求进行设置。

17.2.7 第1款 控制中心的调度员宜包括路网级中心、线路控制中心以及运营企业的控制中心各调度员。

第5款 随着《中华人民共和国反恐怖主义法》颁布实施,视频存储时间对视频监视系统建设造价影响较大,H.265技术在多个城市的轨道交通视频监视系统进行了应用,节省了存储设备容量;H.265、H.264以及其他标准编码格式任一均可选用。

第10款 视频监视系统与公安视频通信系统存在大量相同的设备和相近的功能,因此,为了方便建设和运营维护管理,实现设备资源共享,在这两个系统的建设时,合并考虑,合并建设的系统同时满足运营视频监控和公安视频监控各自的需求。

第11款 公安视频在车站设置具备人像抓拍功能的摄像机,且人像图片流可以不经过视频监视系统的控制处理,直接由摄像机输出图片流,通过网络通道传送至公安的人像平台,并通过标准协议(GA/T 1400)与平台对接。从降本增效角度考虑,人像抓拍摄像机与视频监视摄像机共用,摄像机同时输出监视流和图片流。

17.2.8 第7~8款 根据确定的车站、隧道的结构形式、建筑装修材料等条件参照本条文进行广播网的方案设计,进行现场声场仿真模拟。有条件时进行现场声场试验。

现场扬声设备的选择需考虑建筑布局和装修条件。一般具有装修吊顶的处所设吸顶式扬声器;没有装修吊顶的处所,设壁挂或吊挂式音箱;室外露天处所设声柱或音箱。

广播系统的功放与负荷之间通过切换控制设备连接,负荷与功放可以不固定接续,根据实际工程情况,按照每N台功放设置1台备用机($N \leq 4$)、自动切换方式设计。功放N备1是指设置N台主用功放、1台备用功放及自动检测切换装置,自动检测切换装置实时监测功放设备的工作状态,发现故障自动倒换主、备功放。

第9款 运用库、联合检修库内的扬声器,具备对某一作业人员的广播功能,并且对其他作业人员影响相对较小。

17.2.10 第2款 自2010年以来,北京轨道交通建设中设置了综合电源系统,对通信、信号、综合监控、自动售检票等弱电系统的交流不间断电源进行统一整合,电源整合后,包括通信系统在内的各系统不再单独配置UPS设备,但仍要配置配电设备和直流电源设备。而随着弱电设备室的整合设置,弱电设备室内的配电设备可以由综合电源系统进一步整合,直接为各系统设备进行供电。因此,在通信系统仍需要设置配电设备的情况,为实现减少维护人员和无人值守的目标,城市轨道交通通信电源设备须具有集中监控管理功能。

第3款 由于通信系统担负着电力、环控等重要信息的传输任务,并确保正常运营和防灾救援时的通信功能,因此,通信电源是各个通信系统能正常运行的重要保障。本条款明确指出通信设备的用电等级要求。

第4款 通信设备的数字化使传输、交换及其他通信设备的用电基本要求趋于同一化。 $-48V$ 作为直流基础电压符合国际、国内标准以及数字通信的实际情况,故明确规定“直流基础电压为 $-48V$ ”。

第8款 明确指出通信设备的接地设计和目的。

第9款 分设接地和合设接地两种接地方式因地制宜采用。按分设接地方式设置的接地体之间需保持一定距离,防止产生地线之间的串扰所造成的不安全因素。

第10款 一般来说,接地电阻越小,雷电流泄放越快,但是接地装置的造价就越高。科学看待接地电阻值。统计数据表明,并不是接地电阻越小,遭雷害的概率也越小,雷害同接地电阻并不是必然对应的关系。目前通信设备遭受雷击损坏的主要原因是设备用室等电位连接不好和没有适当的雷电过电压保护措施。

17.2.11 第1款 由于通信子系统较多,并都配置了网络管理系统,运营人员面对多台网管终端,不太方便对告警和设备状态改变的统一监视,因此,在有条件的情况下,可以利用集中告警系统帮助运营人

员进行集中监视，提高维护效率。

第5款 随着大数据、人工智能等信息化技术的发展，系统运维的智能化水平可以有效提升，集中告警系统可以对通信系统的故障进行智能分析，为运维人员提供辅助，提高运维效率，降低运维成本。另外，城市轨道交通的综合监控、智能运维系统的构建，也可以统一进行数据分析，通信各子系统可以通过集中告警系统将数据传送给这些系统进行统一运维管理。

17.3 公安通信系统

17.3.3~17.3.4 公安视频监视系统与专用视频监视系统合设，主要功能在专用通信视频监视系统内描述；公安执法办案视频监视系统是单独建设的系统，单独设置服务器、存储、终端等设备，该系统视频信息目前主要承载公安数据网内。

17.4 政务通信系统

北京市轨道交通政务通信系统是全市政务通信系统在轨道交通的延伸，轨道交通负责系统接入设备的建设。近期开通线路以及三期规划线路政务通信系统采用 E1 接口的基站设备，转变为采用 IP 接口的基站设备，且系统内设置以太网交换机，可利用该以太网交换机自建信息传送网络。

17.6 通信系统防雷要求

17.6.6 加装浪涌保护器可防止雷电感应过电压对广播设备的侵害。

17.6.1~17.6.9 轨道交通的通信系统防雷是非常重要的，防雷设计主要参照如下的技术标准及规范：

- (1) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343；
- (2) 《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》YD 5098。

通信系统防雷设计应参照规范，并针对各系统的具体情况进行防雷设计。

17.7 通信用房要求

17.7.1 近年轨道交通线路建设考虑降本增效，专用通信系统与信号、综合监控等弱电设备系统设备进行合设，可以节省车站建筑面积，亦满足防火规范相关要求。

17.7.2~17.7.8 通信机房的设置由通信设计单位向土建和环控专业提出用房工艺要求，在提出要求的时候，应特别注意工程中的一些实际问题，以确保本章中的要求得以保证，例如避免机房地面过低导致建设中进水，机房面积考虑远期预留，便于运营使用和后期设备改造的需要等。

17.8 办公自动化系统

本节对办公自动化系统的基本功能和设置进行规定，在此基础上，各线路办公自动化的建设时应尽量与北京城市轨道交通各运营单位或部门沟通需求，综合考虑建设规模。

18 信 号

18.1.2 随着北京城市轨道交通线网发展,网络化运营已是趋势,综合考虑新建线路、延伸线路、既有线路改造等多因素,信号系统宜根据行车组织要求及线路情况,满足同台换乘、跨线运行、互联互通、网络化运行等网络化运营要求。

18.1.4 信号系统中计算机联锁子系统和 ATP 子系统是涉及行车安全的关键子系统,在子系统发生故障时也必须保证运行安全,其设备及电路必须符合“故障—安全”的原则,其子系统的研发、选型应遵循经安全检测、认证并批准后方可采用的原则。

18.1.5 信号系统是与行车效率直接相关的系统,通常最大客运输送能力处于远期,但随着线网的形成,最大客流量也可能处于其他时期,需引起注意。此外,客流量大、突发客流强度大是其客运特点,根据不同运营阶段客流增长的需求,根据线路客流分布不均的特点,信号系统必然要适应大运量客流、高密度行车、灵活编组以及行车交路变化的要求。

18.1.7 城市轨道交通具有列车运行速度相对较高、站间距短、线路坡度与曲线变化大的特点,造成列车起停频繁,致使司机劳动强度高而极易疲劳,易出现行车安全问题;城市轨道交通客流量大、乘客拥挤度变化大,行车规律易于破坏,致使调度操作频繁,而陷入单一事务,难于从事较高级的调度业务。同时,考虑到城市轨道交通列车的节能运转、规范运行秩序、实现运行调整、提高运行效率、减少司机和调度员的劳动强度等的实际需求,城市轨道交通正线信号系统应由 ATS 子系统或具有行车指挥控制功能的设备、ATP 子系统、ATO 子系统、计算机联锁子系统或具有联锁功能的设备、数据通信子系统、维护监测子系统和信号机、转辙机、列车占用-空闲检测设备、电源等信号基础设备组成,解决了城市轨道交通列车运行中的实际问题,起到了提高行车效率、保证行车安全的作用。

18.1.10 城市轨道交通具有客流量大、行车密度高的特点,移动闭塞式 ATC 系统已成为现在信号系统制式选择的主流制式,可实现较大的通过能力,对于客运量变化具有较强的适应性,可提高线路利用率,具有高效运行、节能等作用。

18.1.12 城市轨道交通信号系统必须采用连续式列车控制方式,是城市轨道交通高密度行车与安全运行的需求。信号系统正常运用模式应以系统规定的最高配置水平等级,即连续通信级。连续式列车控制方式属于实时控制系统,其可达行车间隔通常小于 110s,满足城市轨道交通的客运量需求。而非连续式系统,如点式列控系统,其可保证的行车间隔,多大于 180s。点式信息的获取方式与连续式信息获取方式相比具有很大不同,系统所需原始信息的自修正能力差异性很大。因此,大运量、高密度运行的城市轨道交通线路,均选用连续式列车控制系统。

18.1.14 信号系统降级运用系指系统由自动控制降级为人工控制,由中心控制变为车站控制,由实现全部功能至仅完成部分功能等;对于 ATC 系统,可能存在系统设备故障导致较大运营混乱。在当前技术状态下,尤其是采用 CBTC 系统时,若系统无降级模式,将不利于系统故障时的安全行车和故障后运营的恢复,因此类似的系统可考虑多层次的系统降级运行方式。降级及其具体要求应根据用户需要,系统设备的可靠性、可用性和安全性等因素确定。降级模式的行车效率较低,根据降级模式水平等级的不同,行车间隔一般可达 3min~6min。由于点式系统存在信息不连续的缺憾,不易实现列车连续实时控制,在行车组织与安全监督管理等方面更应予以强化。故障复原系指系统发生不同层次的故障,经修复后,系统能尽快恢复列车追踪及控制的能力,以提升系统全功能的利用率,并保证行车的安全。

18.1.15 第 3 款 列车通过能力应依据客流按最大行车能力设计;信号系统除具有保证行车安全的重要作用外,也是与行车组织最相关的专业之一,是对行车效率影响最重要的专业,其设计需满足运营要求。为增强信号系统对于客流变化的适应性、增加列车运行的调整能力,信号系统应按最大行车能力设计,

并核算相关能力。考虑到系统的扩展能力及实时响应能力，系统管理列车的数量，应留有充分余地。能力核算应包括系统降级运行模式下的能力。

18.1.16 城市轨道交通中互联互通主要包括共线运行互联互通和跨线运行互联互通两种，共线运行互联互通主要指装备不同信号厂家车载设备的列车在配置同一信号厂家地面设备的同一条线路上共线运行，跨线运行互联互通主要指装备一个信号厂家车载设备的列车在配置不同信号厂家地面设备的两条或多条线路上跨线运行。

18.1.19 第 1 款 信号系统的配置水平既要考虑建设成本，又要考虑系统故障后的影响范围和降级运营组织的实施。

第 3 款 若 ATP 设备与联锁设备一体化设计，ATP 控制区域所辖车站数目应按照第 2 款联锁控制区域所辖车站数目的规定实施。

18.1.23 为满足列车运行安全和运行设备安全的需要，信号系统的车载设备遵循车辆限界，信号系统的地面设备遵循设备限界。

18.1.26 信号设备包括在高架线路上保证维护人员安全的防护设施，其设备、设施考虑与城市景观相协调。

18.2 列车自动监控子系统

18.2.1 第 4 款 第 4 条：ATS 工作站与联锁系统工作站的合设不应影响联锁系统的安全性。

18.2.4 第 2 款 随着计算机技术及控制技术的发展并考虑到不同城市轨道交通线路的同时建设或改造、扩建，ATS 系统可多运营线路共用，实现相关线路的统一指挥，并且也有利于实现资源共享。

第 4 款 具备折返条件的车站均应按具有折返作业处理。交路折返站具备全自动折返功能，其余车站应具备折返进路。

第 6 款 联锁表以进路为主体，联锁表中列出与列车运行相关的全部进路及进路与进路、进路与道岔、信号机之间的关系。该表的生成应满足运营要求，也是联锁设备设计的依据。而运行时刻表和列车识别号是正确处理列车进路、实现正确列车进路控制的依据。

18.3 列车自动防护子系统

18.3.6 列车两端车载设备自成系统应做到一端的车载终端设备控制不依赖于另一端的终端设备。当列车首尾两端各设置一套三取二或二乘二取二结构的车载 ATP 计算机设备时，列车首尾两端车载设备可不作冗余设置。当列车首尾两端设置的车载 ATP 计算机设备不是三取二或二乘二取二结构时，首尾两端车载设备须满足头尾冗余的要求。

18.3.8 第 3 款 根据 GB/T32588.1《轨道交通 市域铁路和城轨交通运输管理和指令控制系统 第 1 部分：系统原理和基本概念》要求全自动运行系统的车辆应具备防止与障碍物发生碰撞的线路检测功能，根据障碍物检测设备不同分为与列车前方的障碍物触碰时（被动障碍物检测）和与列车前方的障碍物触碰前（主动障碍物检测）两种检测方式。此条款主要对被动障碍物防护联动功能提出要求。

第 4 款 全自动运行发车安全防护功能还应包括对站台门控箱、间隙探测等的防护，清客站台应在清客完成门关闭后，按压清客确认按钮，才允许列车移动；站台乘降作业后，应联动间隙探测设备检测，待间隙探测设备反馈一定时间的无障碍物状态信息后，才允许列车移动。

18.3.9 第 1 款 城市轨道交通运行速度快、间隔短，为保证乘客的人身安全，防止列车超速等各种危及行车安全事件的产生，必须配置 ATP 系统，以实现城市轨道交通的安全、高效的目标。ATP 系统的安全完整性等级 SIL4 级按欧标定义取 $10^{-8}/h \sim 10^{-9}/h$ 。

第 2 款 闭塞分区的划分或列车运行的安全间隔，应通过列车运行模拟确定，并经列车实际运行校验。安全防护距离涉及信号系统控制方式及其技术指标及列车速度、车辆性能和线路状态等多种因素。其主要取值是在一定的速度条件下，设定的停车点和有保证的（最不利的条件下）紧急制动距离之差。

在列车跟踪运行的情况下,采用基于轨道电路的安全防护距离应增加车尾后部车轴可能不被检出的附加距离。

18.3.11 第1款 ATP系统的超速防护或ATP系统故障造成列车停车属安全行为。列车超速,车地连续通信中断、列车完整性电路断路、列车的非预期移动等故障是涉及行车安全的重要故障,通过强迫制动实现停车,属行车过程的安全性措施,此项要求是为了保证乘客的人身安全,设计中必须严格执行。

第2款 城市轨道交通ATP系统是以设备为安全防护主体的控制系统,车载ATP设备的车载信号是ATP车载设备的重要组成部分。ATP模式是司机操控下的运行安全防护模式,由于车载信号为司机提供准确无误,且符合“故障—安全”原则的信息显示,而被定义为主体信号。

第3款 ATP执行的强迫停车控制,包括全常用制动或紧急制动控制等不同方式,但最终控制模式应为紧急制动控制。考虑到行车安全,要求停车过程不得中途缓解。并应在列车停车后,司机履行一定的操作手续,列车方能缓解。

第5款 本款适用于列车于站间或站内停车的各种防护状态。

18.4 列车自动运行子系统

18.4.4 第5款 此条款调整指令包括跳停、扣车、下发运行等级或区间运行时分等;互联互通线路对于区间运行调整指令应统一等级定义,宜采用区间运行时分调整手段,以便同一调整指令实现相同或接近的调整效果。

第6款 ATO系统在ATP系统防护下控制列车按照节能运行曲线,完成列车的牵引、巡航、惰行和制动的控制,实现列车节能控制功能。

18.4.7 第3款 在保证列车舒适度的要求,即列车纵向冲击率不大于 0.75m/s^3 的前提下,列车在车站站台的停车精度为 $\pm 0.3\text{m}$ 时,列车停在该停车精度范围内的概率为99.99%。

第4款 ATO控制过程满足舒适度的要求主要是指牵引、惰行和制动控制,以及各种工况之间的转换控制过程的加、减速度的变化率。快捷性主要是指控制过程的时间宜短,以减少对站间运行时分的影响和提高运行质量。

18.5 计算机联锁子系统

18.5.1 为保证城市轨道交通的列车安全运行,计算机联锁子系统是最为基础、核心的设备,不可缺少,是涉及行车安全的系统设备,其产品应通过独立的安全认证机构的认证或认可,并经过安全检测、运用试验。

18.5.3 计算机联锁设备为信号系统核心安全设备之一,为保证计算机联锁设备安全性及可靠性,考虑到二乘二取二的冗余结构较三取二的冗余结构具有更高的可靠性,因此计算机联锁设备采取二乘二取二的冗余结构。

18.5.5 第4款 引导信号属于利用信号显示,导引列车向信号显示方向移动的一种类似于手信号的行车信号,用于维系列车运行。

第5款 通过联锁地面设备检测闭塞分区空闲,进路闭塞的范围为两架顺向信号机之间,在规定的驾驶模式下列车根据信号指示行车。站间闭塞是通过计算机联锁设备自动检查站间空闲,人工办理站间闭塞手续,在规定的人工驾驶模式下列车根据信号显示行车的方式。

18.5.6 第2款 进路解锁方式应分为一次解锁方式和分段解锁方式,为缩短列车追踪间隔,城市轨道交通信号系统宜采用分段解锁方式;进路的解锁除正常解锁外,根据列车是否在进路的接近区段上,也可通过办理取消进路和延时解锁方式解锁进路。

第4款 站台紧急关闭按钮是用于站内轨道及其上方出现影响行车安全或危及人员安全状况时需要操作的应急按钮,以尽可能地阻止列车进站或出站,防止危险事件发生,属安全概念与行为,其控制电路设计必须遵循“故障—安全”的原则。

18.5.8 第1款 城市轨道交通设有 ATP 系统，自动闭塞的通过信号机已失去主体信号的作用，所以一般可不设区间分隔信号机。当 ATP 车载设备故障时，为便于司机掌握列车运行位置，可结合系统特点设置必要的地点标志，根据需要也可设置区间分隔信号机。

18.6 数据通信子系统

18.6.10 第4款 道床电阻和分路电阻参数是参照国外和国内地铁线路有关数据制定，运用时可根据地铁线路的具体情况更改参数。

18.6.11 信号系统的车地无线通信子系统所处外界环境较为复杂、恶劣，包括各种干扰源、甚至恶意入侵、攻击。本条款约定了信号系统确保数据通信子系统网络安全防护的基本策略。

18.7 维护监测子系统

18.7.1 第4款 对于无 ATP 防护的车辆基地，为了实现每日上线的列车车载信号设备正常工作，特别是车地无线通信设备的正常工作，应在库内设置日检设备，实现列车出库前车载信号设备自检。对于有 ATP 防护的段/场以及全自动运行车辆基地，信号系统的配置本身具备车载信号设备自检功能，可单独设置日检设备。

第6款 维护工作站具备对全线信号系统的各子系统设备状态、报警信息等的维护监测功能。

18.7.4 信号维护监测子系统对信号基础设备状态监测采集应参照《铁路信号集中监测系统技术条件》执行。

18.8 车辆基地信号系统

18.8.2 第1款 车辆段/停车场是部分或是全部纳入 ATC 控制范围，应根据车辆段/停车场的规模和作业性质而定，车辆段/停车场部分或全部纳入 ATC 控制范围，可提高列车出入段/场的运行能力，提升列车在段/场内运行的安全性。根据需要停车场也可仅纳入 ATS 系统的监控范围。

18.8.5 第4款 为了减少对正线运营的影响，正线回段/场列车尽快入库，段/场咽喉区的列车兼调车进库信号机可具备引导信号功能。

18.8.6 对于无 ATP 防护的车辆段/停车场，进出库线的进路仅有调车一种进路方式，车辆段/停车场调车信号机采用矮柱红、白两灯位信号机。对于有 ATP 防护的车辆段/停车场和全自动车辆段/停车场，整个段/场（含自动化区域和非自动化区域）内的调车信号机均采用矮柱蓝、白两灯位信号机构。

18.9 其他

18.9.2 第1款 信号系统是保证行车安全，提升运营效率，与行车指挥关系密切的系统。信号设备的供电应持续、稳定、可靠。

第4款 对于较长站间距的线路，根据系统需要会在长大区间内设置无人值守的信号设备，交通不便利，为了保证外部电源断电情况下信号系统可靠工作，该处的不间断电源供电时间宜按照 2 小时考虑。电源系统容量应考虑影响行车效率的进路上的多组道岔同时动作的需求。

18.9.8 第1款 基于电缆运用安全、人身安全及其可用性等要求，而规定的条款。

第3款 作为原则信号电线路应与电力线路分开敷设，但鉴于城市轨道交通的线路条件，信号电线路与电力线路无论是交叉敷设或是平行敷设，很难保证较大的间距；由于信号系统技术水平、安全防护技术的不断提高和强化，抗干扰能力也有大幅提升，信号电线路与电力线路分开敷设的间距可参照本标准通信章节的规定执行。

18.9.9 第1款 信号设备室面积应留有适当余量，原则上成排机柜之间按照 2m 间距进行设计，以备设备增加、更新倒换；设备布置应尽量做到合理紧凑。

18.9.10 第1款 信号设备原则上属非高频类设备，通常采用一点接地方式，设综合接地箱可保证多条

接地线一点接地、接地线连接的强度及施工、维护的便利。为了防止高架、地面线路上雷电对信号设备室内设备的影响，本条款要求在高架、地面车站的信号设备室内设置单独的防雷综合接地箱，不与工作地、屏蔽地等地线共用接地箱，用于室内的所有防雷设备地线单独接地。

第2款 室内单独设置的防雷综合接地箱应单独接入站台板下的弱电接地母排，其在弱电接地母排上的接地端子应与信号设备室内的工作地、屏蔽地等地线用的综合接地箱接入弱电接地母排的接地端子间隔5m以上。

第6款 若采用整根电缆在室内单端接地方式，室外多根电缆在室外箱盒合缆时，应在箱盒内确保多根电缆的分段电缆屏蔽层（含钢带铠装、铝护套）可靠接续。

18.9.11 第1款 由于采用继电器接口方式的道岔控制电路在防雷分线柜上设置防雷器件后，在遭受雷击后有可能造成道岔表示错误，因此采用继电器接口方式的道岔控制电路不设置防雷器件。对于采用电子接口方式的道岔控制电路，在确保雷击情况下不会造成道岔错误表示的情况下，可根据信号厂家产品要求确定是否设置防雷器件。

18.9.13 第2款 轨旁信号设备的安装设计应与声屏障、供电、轨道、疏散平台、区间人防、给排水等专业配合，在满足相关规范要求的前提下，应保证信号机显示不受遮挡、信号系统功能实现、满足信号设备安装条件等，还要利于相关专业设备的维修方便。

第3款 主要考虑全高侧式站台的站台屏蔽门可能对出站信号机显示造成遮挡，因此考虑全高侧式站台出站信号机设置在正常运行方向的左侧。信号机受限制设置于其他位置的因素包括弯道、大坡道、区间人防门、疏散平台等。

18.9.17 道岔在不同工况下，定位/反位的转换所需时间不同，若电动转辙机失去定/反位表示状态的允许时间小于13s，实际应用中将出现错误的“挤岔报警”现象，降低了系统的可用性。

19 车站运营设备

19.1 站台屏蔽门

I 一般规定

19.1.3 有的线路既有地下车站又有少量地上车站或反之。从安全、美观等多方面考虑,地下车站宜设置全高站台屏蔽门,地上车站宜设置半高站台屏蔽门。但是由于两种站台屏蔽门结构型式的差异,在实际工程中需要进行两种门体的设计和生产,并制造两种样机,进行两种样机的相关测试,给实际工程的实施带来诸多不便,也增加了工程的投资和后期维护保养工作量。在这些线路可以结合所设置地上或地下车站的具体特点,在不影响通风空调系统设置的条件下,考虑全线采用相同的站台屏蔽门。

19.1.6 站台屏蔽门门体结构设计时应结合工程条件考虑各种可能的荷载,包括地下/地上车站(轨道封闭时)活塞风载荷和地上车站风载荷、人群挤压力、人群冲击力以及地震作用力等,具体见本标准第 19.1.21 条相关要求,门体结构应在上述各种荷载的最不利组合作用下变形后满足限界的要求。

限界设计在保证行车安全基础上已尽量缩小站台屏蔽门与列车车体之间的间隙,以保证乘客上下车安全,因此原则上站台屏蔽门按照限界要求安装即可。但根据工程具体实施情况,必要时也可考虑采取安全防护措施,如在滑动门门槛设置防踏空装置、滑动门轨道侧安装防夹挡板(含横挡板),或在站台屏蔽门与列车车体之间设置间隙探测装置,这些设施的设置不得影响列车行车安全。

19.1.13 传统站台屏蔽门门体材质采用安全钢化玻璃和钢材制作,门扇采用隐框结构,并设置有橡胶和毛刷,故原则上站台屏蔽门不得作为防火分隔设施。根据某些特定工程的需要,如确实需要站台屏蔽门具有一定消防功能,则门体结构及相关材质包括玻璃、橡胶等必须进行相应调整,并不得影响站台屏蔽门的安全性。

19.1.16 站台屏蔽门系统的时钟信息原则通过站台屏蔽门系统与综合监控系统的接口实现。根据工程具体情况,如与综合监控系统的接口不能提供时钟信息,则站台屏蔽门系统需考虑与时钟系统的接口。

II 主要技术参数

19.1.27 站台屏蔽门运行噪声峰值的测试条件按以下进行:距离站台屏蔽门门体结构 1m、距离地面 1.5m 处,全高封闭型站台屏蔽门、全高非封闭型站台屏蔽门顶箱/半高站台屏蔽门固定侧盒盖板面板关闭。

III 系统基本构成

19.1.32 第 1 款 考虑全自动运行线路车站布局特点,有可能在站台屏蔽门端部不设置端门,具体需结合车站建筑布置确定。不设置端门时,由车站建筑另行考虑轨行区到设备区的疏散问题。

第 4 款 从安全性和快速疏散角度考虑,应急门宜对应每辆车各设置一道,以便在发生灾情或事故需要时,可以减少乘客在车内行走的距离,以使乘客能尽快通过应急门走出车厢。但是应急门的设置位置又往往受到站台两端及楼扶梯区段疏散通道以及车型的影响,因此困难情况下可以适当减少应急门的设置数量,但最少不应少于远期列车编组数的二分之一。

第 8 款 站台屏蔽门端门从满足人员通行和方便运营人员操作方面考虑,其开门净高度要求不应小于 2000mm。如需按《建筑防火通用规范》GB 55037 第 7 章要求作为疏散通道出口,则端门的净高度不应小于 2100mm,具体根据项目需求确定。

19.1.34 第 2 款 此条文对应整列站台屏蔽门而不是每道滑动门的控制优先权。

第 4 款 当一座车站设置多侧站台时,站台屏蔽门监视系统建议以站台屏蔽门设备室为单位独立设

置，并与综合监控系统进行接口。

第7款 全自动运营线路越来越多，运营需求也将更加灵活，存在更多编组（三种及以上）列车共线运营情况，若继续采用硬线连接方式，系统将过于复杂，所需敷设线缆较多。同时随着技术的发展，网络连接方式的安全、可靠性进一步提高，且易于实现并可以满足工程需要，因此控制接口方式由“应”调整为“宜”采用硬线连接方式。为确保运营安全，采用网络连接方式时必须采用安全协议，并建议结合工程特点考虑至少对应主要车型在确保安全情况下保留硬线连接方式。

第8款 本条针对间隙探测系统直接接入信号系统提出。当间隙探测系统接入站台屏蔽门系统时，接口方式保持不变。

第9款 根据既有工程实施情况，站台屏蔽门对地绝缘实施效果较难满足要求。而随着技术发展，目前门体表面绝缘（含独立绝缘门槛）技术已基本成熟，可以实现较为稳定的绝缘效果，因此可调整门体接地和绝缘措施，即在保证门体表面绝缘效果可有效避免站台屏蔽门与列车车体间存在的电位差给乘客带来的安全隐患时，门体不与钢轨采用等电位连接，此时门体等电位连接后接车站综合接地网。

为确保连接可靠，站台屏蔽门与钢轨或综合接地网的连接均应采用单点、双线连接方式。绝缘电阻测量表的选择应确保精度要求。

19.1.35 第10款 当牵引供电系统采用专用轨回流时，站台屏蔽门门体与列车车厢无等电位连接需求，即不需要与钢轨采用等电位连接，门体等电位连接后接车站综合接地网。

19.2 自动扶梯和自动人行道

I 一般规定

19.2.3 由于北京地区冬季室外环境平均气温在零度以下，为确保设备正常运行和乘客乘梯安全，建议在设备机仓、梳齿板等处配置加热装置；对于完全暴露在露天环境下的设备，建议增加扶手带、桁架内加热装置。

19.2.5 对于自动扶梯和自动人行道的视频监视，应将梯路、急停按钮、钥匙开关等纳入监视范围。

II 主要技术参数

19.2.7 在国家标准《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899中规定了公共交通型自动扶梯（自动人行道）的定义：“a）是公共交通系统包括出口、入口处的组成部分，b）高强度地使用，每周运行不应少于140h，且在任何3h的间隔内，其荷载达100%制动载荷的持续时间不少于0.5h”。根据城市轨道交通客流特点，车站自动扶梯和自动人行道设备基本处于持续重载的工况下，为确保自动扶梯和自动人行道设备在如此高强度的工况下的运行安全，在国家标准的基础上结合北京市地方标准《重型自动扶梯和重型自动人行道技术要求》DB11/T 705相关规定，对设备的荷载条件提出更高的要求。

19.2.8 自动扶梯的运行速度与车站安全疏散计算息息相关，当自动扶梯运行速度设置0.65m/s和0.5m/s两档可调时，需要由建筑专业校核自动扶梯在0.5m/s运行时的疏散能力，只有在该速度下满足疏散要求时才能设置0.5m/s的运行速度。

19.2.11 根据城市轨道交通客流特点，综合考虑疏散能力、安全性、设备成本等因素，原则上自动扶梯梯级名义宽度不宜小于1m。

III 主要部件要求

19.2.17 为避免自动扶梯停止时发生梯级逆转或倒溜情况，要求其配置的附加制动器在安全回路断开、急停按钮动作、钥匙开关停梯后必须动作。

19.3 电 梯

I 一般规定

19.3.1 由于车站土建条件的受限，车站采用无机房电梯。由于有机房电梯的动力系统、电力系统、控制系统等均设置在机房内，更方便技术人员进行设备的检查、维修以及故障时的救援，因此建议车辆基地、控制中心优先选用有机房电梯。

II 主要技术参数

19.3.6 本标准规定乘客用电梯的最小额定载重要求。对于大客流线路车站或换乘站、枢纽型车站等根据建筑设计需要选用 1350kg 或 1600kg 及以上额定载重的电梯。

19.3.8 本标准规定电梯开门净宽度的基本要求。对于额定载重 1350kg 或者 1600kg 及以上的电梯，开门宽度结合乘客通行要求以及货物尺寸确定。

20 综合监控系统

20.1 一般规定

20.1.1 综合监控系统实现行车和行车指挥、机电设备监控、供电系统设备监控、乘客服务、系统维修和管理等功能；系统功能与城市轨道交通运营管理模式相适应，主要满足列车有效运行、设备良好运转、乘客周到服务、能源管理等运营监控管理整体功能的需求。

20.1.3 综合监控系统集成的电力监控系统和环境与设备监控系统是综合监控系统的主体。火灾自动报警系统、列车自动监控系统是否集成到综合监控系统应视工程客观条件是否成熟确定。

20.1.4 综合监控系统与北京市轨道交通指挥中心的系统接口，按照北京市轨道交通指挥中心相关规定，设置与北京市轨道交通指挥中心的系统接口。可上传线路供电系统、环境与设备监控系统、火灾自动报警系统等监控的相关系统信息。

20.2 系统构成

20.2.3 综合监控系统中的培训管理系统、设备维护管理系统是应选系统，线路成网后可综合考虑设置线网的培训管理系统、设备维护管理系统，使资源的利用更趋向合理，减少系统的投资。

20.8 系统性能

20.8.3 对于集成、互联系统，本条所规定时间是指 FEP 从与相关系统的接口接收到数据开始，到显示操作站屏幕更新为止的时间。控制信息是从操作员发出控制和指令操作传送 FEP、进行处理和激活控制点或信息的时间。

系统切换时间应从软件或硬件被检测出故障开始算起，到综合监控系统完全可用为止。

21 环境与设备监控系统

21.1 一般规定

21.1.2 针对轨道交通的特点，为确保车站、区间、车辆基地、控制中心大楼等场所安全运行，明确了设置环境与设备监控系统的范围。鉴于北京市多年以来形成的车辆基地、控制中心大楼的环境与设备监控系统的物业管理、运维体制与正线系统的不同，可以考虑进行独立管理，不纳入正线环境与设备监控系统。

21.6 布 线

21.6.5 环境与设备监控系统的各类线缆结合本系统是否参与消防联动来确定线缆采用低烟、无卤、阻燃还是低烟、无卤、阻燃耐火型。在建及新线建设均采用系统参与消防联动的方案，因此系统的各类线缆选择低烟、无卤、阻燃耐火型；而既有线路陆续进入系统整体更新改造周期，在更新改造线路时，环境与设备监控系统在具备条件情况下改造方案采用参与消防联动的方案是合适的，这样更便于火灾自动报警系统与环境与设备监控系统整体节约投资，在不具备调整消防联动的方案时，系统各类线缆选择低烟、无卤、阻燃型就可以满足要求。

21.6.6 环境与设备监控系统的各类线缆的燃烧性能的选择在满足 B1 级燃烧性能时，仍需确定线缆的烟气毒性等级、燃烧滴落物/微粒等级以及腐蚀性等级。结合《民用建筑电气设计标准》GB 51348 中“长期有人滞留的地下建筑应选择烟气毒性为 t0 级、燃烧滴落物/微粒等级为 d0 级”的要求的线缆，故在设计中对于轨道交通地下车站考虑选用烟气毒性为 t0 级、燃烧滴落物/微粒等级为 d0 级的线缆，而对于地上车站、高架车站考虑选用烟气毒性为 t1 级、燃烧滴落物/微粒等级为 d1 级的线缆即可。

22 火灾自动报警系统

22.1 一般规定

22.1.2 城市轨道交通是一个机电设备繁杂的建筑，人员密集且火灾时扑救难度大，为了便于防灾事件的可追溯性，火灾自动报警系统需要考虑设置与轨道交通时钟接口，系统集成于综合监控时，综合监控与时钟校时后，由综合监控系统向火灾自动报警系统下发校时信号也是可行的。

22.1.3 随着北京轨道交通的建设发展，线路的增加，换乘站数量越来越多。为了方便管理和及时有效的救援，换乘站的火灾自动报警系统建议采用共享的设置原则；对于通道换乘的车站，火灾自动报警系统可能分别独立设置，但应互通信息。

22.1.4 鉴于北京市多年以来形成的车辆基地、控制中心大楼的火灾自动报警系统的物业管理、运维体制与正线系统的不同，可以考虑进行独立管理，不纳入正线火灾自动报警系统监控管理，但需要考虑与正线火灾自动报警系统的信息互通。

22.3 系统功能

22.3.4 北京新线建设多采用全自动运行技术，逐步取消司机或司机承担的工作越来越少，因此控制中心调度人员对掌控列车的运行状态，火情信息的要求是非常必要的。

23 乘客信息

23.1 一般规定

23.1.1 乘客信息系统作为轨道交通运营的一个重要辅助系统，旨在通过提供列车到站预告、换乘信息及时间等乘车相关信息，以及播放重要新闻、天气预报、公益广告等资讯，增强乘客出行体验和信息服务水平。

23.1.2 乘客信息系统关键设备选择电信级设备，保证其设备的可靠性，系统在对外接口时配置网络安全设备，保证系统不受干扰，同时乘客信息系统软件具备信息过滤的安全性（如非法字段的限制等功能），同时系统从使用权限上加以对使用用户的限制。

23.1.4 乘客信息系统终端显示设备考虑系统设备发展情况，可选择技术先进、运行可靠、安全性高的设备，对于地上车站的设备要考虑高温散热、低温启动的相关技术措施。

23.2 系统构成

23.2.2 为了保证乘客使用方便，可考虑轨道交通车站的其他区域设备乘客信息系统终端显示设备，但均能纳入系统进行相关控制。

20.2.3 乘客信息系统车地通信资源要根据实际运营的需求，计算出车地通信所需的带宽，通过通信系统所设置的无线通信系统进行承载。

23.3 系统功能

20.3.2 乘客信息系统具备处理多种类型媒体处理格式文件，做到媒体文件模式的兼容性，满足系统运营的不同需求。

24 自动售检票

24.1 一般规定

24.1.6 同站厅、同站台换乘站结合较为紧密，换乘距离较短，管理界面不易明确划分，采用共享的方式设置车站计算机系统便于车站的统一管理和信息的统计，车站终端设备亦需根据车站布局和客流组织进行统一布置。

24.1.9 在车站出现紧急情况时，自动检票机均应开放阻挡装置，使乘客可自由通行。此种情况的控制，由车站控制室的紧急按钮实现。同时考虑到火灾疏散的及时性，需与火灾自动报警系统实现联动，联动采取硬线连接方式，FAS 向 AFC 发送经人工确认的联动信号。

24.1.11 统一乘客服务界面是为了缩短新线开通时乘客熟悉设备使用的时间，进而体现城市轨道交通的服务水平。统一工作界面是为了缩短运营人员熟悉设备使用的时间，为减少培训成本、实现运营单位人力资源共享创造条件。

21.1.13 结合环境条件和目前设备的运行情况，应采取相关措施，避免设置于地上车站的售检票终端设备受到温度、直射的阳光和粉尘的影响，以提高设备运行的可靠性。这些措施包括设置加热装置、提高设备耐高低温等级、提高设备 IP 防护等级和与相关专业协调避免阳光直射设备。

24.3 系统构成

24.3.3 维修系统及培训系统宜整合设置。培训系统可结合运营公司需求接入 AFC 中心测试系统进行模拟培训。

25 门禁、周界与安检

25.1 一般规定

25.1.2 门禁、周界与安检的设计需紧密结合用户管理安全要求，通过合理配置和设置技术防护措施，构建一个完整的技术防范体系。

25.2 门禁系统

25.2.4 火灾时，可手动开门，保证火灾情况下，人员疏散顺利。

25.2.15 轨道交通地下空间狭小，人员密集，一旦发生火灾，极易发生严重后果，而电子锁具有断电释放的功能，使人员疏散顺利。

25.3 周界防范

25.3.2 周界防范中的车辆基地安防监控系统主要服务于安全防护需求，其目的是监测和记录可能的外部入侵行为，保障车辆基地的安全边界，服务对象为车辆基地安保人员。而通信系统中的视频监控系统则主要服务于运营管理需求，其重点在于监控场段内的运营状态和作业流程，确保运营效率和服务质量，使用方通常为运营管理部门和一线操作人员。由于两者的服务对象和使用方不同，其系统设计、功能要求、监控范围和响应机制等也存在差异，因此需要独立设置，以保障各自系统的专业性。

25.4 安全检查及探测系统

25.4.10 当设置安防管理平台时，为实现信息共享、方便运营使用、避免重复建设，安检信息化系统的相关功能由安防管理平台实现。

26 信息化

26.1.3 信息化的建设是随着轨道交通项目建设、管理需求的增加逐步完善的，需要有明确的功能需求。

26.1.4 信息化的系统构建按照整体规划的内容进行分布实施，选用的技术路线应为主流的、多供货商的，采用标准、开放的架构设计及接口设计，需要充分调研既有系统的建设现状，并分析到未来技术的发展方向，预留未来系统的升级扩展条件。

26.1.8 建议设置统一的数据平台，包括数据采集、数据存储、数据应用支撑、数据应用等逻辑层次，实现面向应用系统的统一数据采集、数据共享以及数据服务支撑。并且支持实时、准实时及离线的数据接入方式，以及支持多种数据存储方式的混合型数据平台。

27 车辆基地

27.1.1 本条规定了车辆基地的设计范围，明确了“车辆基地”的定义。车辆基地是保证城市轨道交通正常运营的后勤基地，包括车辆段（停车场）、综合维修、物资总库和培训中心以及必要的生活设施等。为满足城市轨道交通运营的需要，确保行车安全，轨道交通应设车辆基地。

27.1.2 本条结合北京城市轨道交通步入网络化运营的特点做出相关规定，目的是在线网研究的基础上充分考虑资源共享，避免功能过剩或不足，力求布局和设施的合理配置，避免重复建设造成浪费。

27.1.3 根据北京城市轨道交通车辆检修采用厂修、架修分修制的检修模式，本条规定了车辆基地按车辆厂、车辆段、停车场三类进行功能定位和任务划分。

27.1.4 车辆基地属大型建设工程，投资较大，且轨道交通工程的设计年限较长，因此某些设施和设备在今后扩建不影响正常生产和周围环境的情况下，应分期实施，以避免搁置多年不用而造成浪费。同时由于车辆基地近、远期工艺联系密切，故基地用地应按远期最大运营规模将其股道和主要房屋进行一次规划和布置，确保用地使用条件。

27.2 车辆基地功能

27.2.2 根据北京城市轨道交通车辆检修采用厂修、架修分修制的检修模式，车辆厂独立设置。本条规定了车辆厂的基本功能，重点强调其选址应具备各线车辆方便送修的联络条件。

27.2.3 根据北京城市轨道交通网络化运营的特点，结合已建设车辆段和线网规划车辆段的功能定位，从节约占地，提高设备使用率，降低工程投资的角度出发，本条规定了车辆段应按资源共享合理布设。

第4款 2条线或多条线架修资源共享的线路之间需具备过轨条件。

27.2.4 根据北京城市轨道交通线路分期建设和分段运营的特点，结合停车场规模和运营要求，本条规定了停车场可增加月检或临修及综合维修等作业内容，并增设相应配套设施。

第2款 当停车规模小于12列位时，视停车规模设置人工洗车列位。

27.3 车辆检修标准及设施规模

27.3.3 车辆基地规模设计时，车辆检修修程和检修周期的确定，主要取决于车辆的结构性能和质量、运行线路的技术条件、车辆的使用环境、检修人员的技术素质和经验等。条文结合北京城市轨道交通的运营经验，根据实际情况进行分析、比较，确定了车辆检修周期的各项指标，供工程设计参考使用。

27.4 车辆基地选址及总图设计

27.4.3 车辆基地属于工业企业单位，其总平面设计应执行国家标准《工业企业总平面设计规范》GB 50187的规定。

第1款 车辆基地选址可能临近江河湖泊，也可能位于城市内涝区域，站场线路路肩高程应综合洪涝水位确定，本条款中防淹设计防护标高详见防灾章节30.8.2条款。

27.4.4 第6款 根据北京市相关要求，确定车辆基地停车位数量。考虑车辆基地周边常设有地铁车站，根据地铁车站与车辆基地的距离停车位数量可适当折减。

27.6 车辆检修设施

27.6.10 在设备前设置两处绝缘节，一处设置在设备附近，两处绝缘节之间的距离大于1列车长和1辆公铁车长之和。

27.6.13 车辆基地各车库有关部位最小尺寸（表 27.6.13）是根据现有城市轨道交通车辆检修、整备作业所需的最小尺寸确定的，设计时不宜小于表中尺寸要求。如由于车辆构造或作业方式有较大变化时，可根据实际需要适当调整。

27.6.14 试车线为经定期检修后的列车和新购列车验收时进行全面动态性能检测而设置，其长度主要与列车的性能，包括运行速度、制动性能和参数以及试车综合作业要求有关，各参数应以车辆厂商提供的数据为依据。条件具备情况下，试车线长度应满足列车高速运行性能试验要求；在困难条件下，因段址用地长度不足，试车线长度可按中速运行试验要求设置，并落实正线高速试验条件。

27.7 车辆基地站场线路

27.7.6 现行国家标准和地方标准路基章节中并未针对站场路基标准做出明确要求，如沿用正线路基标准，针对厂区内空载列车载重，会存在路基标准浪费的情况，因此站场章节中补充站场路基相关标准。车辆基地内试车线区域由于高速试车，有别于一般车场线路的运行工况，车辆基地内出入线路基段一般涉及整体道床与碎石道床区域的过渡。以上两处区域均按照正线路基标准执行。

27.12 房屋建筑

27.12.3 第 11 款 当厂区围墙两侧地形高度不一致时，从厂区外侧地坪标高计算围墙防护高度。

28 控制中心

28.1 一般规定

28.1.1 城市轨道交通普遍采用了现代化和自动化技术，各专业系统通过设置中央监控级实现其在运营过程中的监视、控制、操作和管理，各系统运营的安全性、可靠性越来越受到重视，为了确保轨道交通轨道交通安全、可靠和高效的运行，方便各系统操作人员对轨道交通运营过程实施全面的集中监控和管理，必须建立一个具有适当环境、条件及规模的运营调度、指挥和控制的运营控制中心（OCC），简称控制中心。

28.1.11 北京市轨道交通指挥运营控制体系已建立，在轨道交通线网层面建设有指挥中心，线路层面建设有控制中心；各线路除需要接受本线路控制中心的运营监控与管理外，也需要接受指挥中心的指挥、协调和管理，保证轨道交通线网运营的协调、顺畅和高效。为统一协调北京市轨道交通线网的运营管理，在紧急情况下的应急指挥和轨道交通线网的数据统计和分析，指挥中心需要采集各线路的相关数据，为此市相关部门编制了有关技术规定，各线在本线路各系统设计时需要与指挥中心进行沟通，为指挥中心提供所需要的线路信息、数据。

28.2 控制中心设置

28.2.2 控制中心是轨道交通运营管理的重要机构之一，同时又是各功能部门分工明确地设施组合建筑，具有高度的安全性和可靠性。考虑到控制中心的整体安全，其他部门及设施不能影响控制中心日常的运营管理工作；因此本条款明确与控制中心运营、管理和安全无关的系统、设备不纳入控制中心设施范围内或设施用房内。

28.2.4 北京轨道交通控制中心采用全集中模式，所有控制中心统一设置在轨道交通指挥中心内。为实现资源共享、减少各线路接入其控制中心的复杂程度、减少线缆数量，指挥中心进行了接入指挥中心的骨干光缆环网的统一规划并予以了实施，各线路系统接入其控制中心时需要遵循骨干光缆网的统一规划。同时，为保障各线路的接入安全，各线路设计时需要根据骨干光缆环网的规划选择单点故障能够形成自愈的方式接入。

28.5 建筑与结构

28.5.1 控制中心因其功能上的要求，在建筑用房、层高、线缆布线及安全管理上有一些特出要求。目前，轨道交通控制中心的设计在建筑上尚无相关的设计规范和标准，由于控制中心主要由电子信息设备及相关附属设施构成，因此本标准提出宜按国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 进行设计，除此之外，建筑的防火、节能、环保等重要方面尚应符合国家规范和地方标准的规定。

28.6 附属设施

28.6.1 因北京轨道交通各线路控制中心集中设置，从安全保障和管理的角度出发，各线路的机房设施应按照国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 中所规定的 B 级要求设计。

29 交通衔接

29.1 一般规定

29.1.1 规定了各类接驳设施设计的优先级，强调城市轨道交通接驳中以绿色交通方式接驳为主，小汽车接驳为辅，其中又对小汽车的临停、长时停靠进行了细分，通过设施设计鼓励乘客采用慢行及公共交通工具接驳换乘。

29.1.3 此条在《轨道交通接驳设施设计技术指南》DB11/T 1236-2015 的基础上进行修订完善，经过对北京已运营的 300 多个轨道交通车站接驳比例调查，总结了车站交通接驳设施比例与车站所处城市区位、车站周边交通情况、用地情况的关系，并结合《北京城市总体规划（2016 年-2035 年）》对北京城市空间的结构定位及规划发展目标，对各类车站各交通接驳比例进行了规定。

29.2 各类接驳设施设计要求

29.2.1~29.2.4 规定了各类接驳设施的设计要求，其中结合非机动车中共享单车的兴起，在 29.2.2 中提出了共享单车及私家非机动车的停放规模，以免造成资源的不足或浪费。

30 防 灾

30.1 一般规定

30.1.1 对于火灾，本标准所述的保护方法前提是“单一火源”，其假设是参考美国 NFPA130《固定式导轨传输和客运铁路系统标准》中“单一火源假设”的规定。即一条线路仅考虑同一时间内在某处发生一次火灾。也就是说，某区间火灾时，假设相邻车站和区间在同一时间不会发生火灾；站台公共区发生火灾时，假设站厅公共区不会同时发生火灾；车站公共区火灾时，假设设备管理区不会同时发生火灾；相反，设备管理区发生火灾时，假设公共区也不会同时发生火灾。三线及以上的和与市域、国铁换乘的换乘车站及相邻区间也只按同一时间发生一次火灾考虑。但“单一火源”的假设不适用车站内的商业开发和与车站采用通道方式相连的商业开发，因为两者分属完全独立的消防系统，因此不能与车站按同一时间发生一次火灾考虑。

30.1.5 为了预防强降雨气象灾害、江河湖洪水灾害对城市轨道交通工程的水淹危害、保护人员和财产安全，城市轨道交通工程设计需在车站、区间隧道、路基与桥涵、主变电所、控制中心及车辆基地等水淹风险重点区域，依据防水淹专项规划和研究，采取必要的防水淹措施。

车站的防水淹设计一般需包括：地下车站的出入口、安全出口、无障碍出入口、风亭、地面换乘厅及其他地面附属建筑，地上车站的地面站厅、换乘厅、地面及地下设备和管理用房，其他类型车站的在水淹风险的地面及地下建筑。

区间隧道的防水淹设计一般需包含：正线及出入段（场）线区间隧道、地上与地下区间过渡段、区间风井及区间变电所等设于区间隧道工程范围的建（构）筑物。

控制中心作为城市轨道交通的防灾和应急指挥中心，也需加强自身的防灾能力。

下穿江河湖海等水域的隧道在遭受地质、地震等自然灾害影响以及遭受武器打击后，受损的隧道结构面临上部水体入侵风险。为防止水流灌入后影响到其他相邻区段而造成更大的灾害事故，这种区域都会是轨道交通重点监控部位。

30.1.6 城市轨道交通规划结合城市规划、防内涝和防洪专项规划等上位规划条件合理选择线路的敷设方式。城市轨道交通工程属于线性工程，会贯穿城市、穿越不同的区域，地势变化可能较大，丘陵地区城市的地势变化更大。当穿越城市内涝区或泄洪区时，就需要根据城市规划、区域功能定位、防内涝和防洪规划要求，选择合理的敷设方式，从线路规划层面尽可能避免存在水淹风险。当无法完全避免水淹风险时，则需根据防内涝或防洪专项规划和研究提出的标准和相关要求，采取安全有效的防水淹措施。

车站地面附属设施包括：车站出入口、安全出口、无障碍出入口、风亭、地面设备用房等建、构筑物。区间地面附属设施包括：区间风井、区间变电所等设于地面的安全出口、风亭等建、构筑物。以上各类附属设施需根据所在区域的防内涝和防洪规划设置，避免设置在内涝区、泄洪区、以及河湖海岸边等存在水淹风险的区域。当受规划、地势地貌等条件限制，无法完全避免水淹风险时，则需根据防内涝或防洪专项研究，采取安全有效的防水淹措施。

30.2 建筑防火

I 火灾危险性分类与耐火等级

30.2.1、30.2.2 这两条规定了车站及其附属结构、控制中心、主变电所建（构）筑物以及车辆基地等建筑的耐火等级分级要求。地下车站和区间、地下车辆基地建筑是封闭空间，火灾危险性大，一旦火灾发生，扑救难度大、火灾延续时间长，且修复地下结构难度极大，因此规定地下结构的耐火等级为一级。

控制中心、主变电所建（构）筑物耐火等级定为一级主要是考虑其重要性，而车辆基地内的易燃品库的火灾危险性大，因此也定为一。与上部物业开发结合的厂（库）房由于厂房结构支撑着上盖开发结构或上部开发结构立柱设在厂房内，厂房发生火灾时，会直接影响上部结构，因此将此类厂房耐火等级定为一。

地上车站和区间，地下车站的出入口地面亭、风亭等地面建（构）筑物，以及车辆基地内的运用库、检修库、物资总库、调机库、牵引降压混合变电所、洗车机库（棚）、不落轮镟库、工程车库等厂房、仓库，以及综合维修中心的维修综合楼、综合办公楼等辅助建筑，属地上建筑，火灾扑救较地下建筑难度小、且易修复，因此将其耐火等级定为不低于二。

30.2.3 本条规定了车站与相邻建筑物结合建设时，附属合建部分的地上和地下的最低耐火性能要求。地上部分的耐火等级除要求二以外，还要根据该建筑是重要公共建筑，还是一类高层民用建筑等，确定是否为一耐火等级。地下部分包括半地下部分的建筑耐火等级按照现行相关国家标准要求不低于一。

II 总平面布局

30.2.4 第5款 车辆基地内的变电所通常采用干式变压器，如采用油浸式变压器，应按《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 要求确定火灾危险性。

30.2.7 本条对地上车站、车辆基地、主变电所和控制中心等建筑物的消防车道设置做了明确规定：

第1款 由于轨道交通车站的特殊性，车站长度与车型和编组长度有关，8节B型车和A型车车站长度均超过150m，很难满足《建筑设计防火规范》GB 50016 中关于消防车道穿越车站的设置要求。考虑到地上车站建筑进深不大，当沿道路一侧用地内设站时，消防扑救难度相对较小，因此本标准对设于道路红线外的地上车站，只要求设置环形消防车道满足消防扑救要求，这也是参考《建筑设计防火规范》的相关规定。当平行铁路、河道或其它特殊环境设置的地上车站，不具备在车站的两侧均设置消防车道时，沿车站建筑一条长边方向设置消防车道；

第2款 当高架车站设置在道路中央连续绿化隔离带上时，为方便消防救援组织，绿化隔离带上在紧邻站端的位置设置供消防车掉头的开口，当车站靠近路口时，仅在另一端设置满足消防车掉头的开口。

第3款 车辆基地内的车辆运用、检修、综合维修等厂（库）房，一般长度和深度均大于150m，以往设计通常套用《建筑设计防火规范》GB 50016 民用建筑部分的规定，要求在厂房内两列列车之间的通道处设置穿越车库的消防车道，由于上述厂房的火灾危险性分类为丁、戊类，火灾危险性很低，要求设置横穿建筑的消防车道势必会增加建筑长度和规模。为了便于消防扑救，本标准要求上述厂房设置围绕车库建筑物的环形消防车道，与《建筑设计防火规范》GB 50016 关于工厂、仓库区设置消防车道的有关规定取得一致。

第4款 本条目源自《工业企业总平面设计规范》GB 50187，目标是为了保障消防车道系统的完整性。车辆综合基地内的线路咽喉区和出入线，列车进出频繁，消防车道与其平面相交干扰极大，因此要求消防车道尽量避开出入段线和咽喉区。对于受条件限制必须平交的消防车道，要求增设备用车道，并对两个车道的间距做了规定。在某个区域的消防车道受到列车通行、停放影响时，会有其他通路或出入口保障消防车可达。

30.2.9 控制中心是北京线网的行车、电力、环控、维修调度和防灾调度以及票务、电能质量、乘客动态、信息管理中心，其重要性是不言而喻的。因此，必须具有高度的安全性，保证相关用房和管理上的独立性，规定控制中心建筑独立修建，并避开易燃、易爆场所，与运营、管理和安全无关的系统 and 部门不纳入控制中心。控制中心建筑与其他建筑合建时，规定出入口不合用，两者各自设置独立的进出口；各层平面划分独立的防火分区和规定防火墙上不开设门窗洞口，其目的是为了确控制中心的安全。控制中心和轨道交通办公楼合建，如两者确需局部水平或垂直连接时，不允许在防火墙上直接开设防火门连通，而是采取防火间隔、避难走道或防烟楼梯间等措施满足消防要求。

III 防火分隔

30.2.10 站厅公共区面积大于 5000 m² 的地下车站，高峰小时客流量一般均较大，一旦发生火灾，对乘客的安全疏散影响较大，为了确保乘客的安全，作出相关规定。本标准中所对应的地下车站，计算建筑面积时需扣除主体结构外墙厚度后的面积；计算站厅公共区防火分区面积时，是不包含与站厅连接的出入口通道的面积；对于采用站厅通道换乘的车站，各线站厅在换乘通道内进行防火分隔，因此分别计算站厅面积时不需要再叠加。如三线换乘的 H 型通道换乘车站，各线站厅面积不再叠加。

第 1 款 对大于 5000m² 的地下共用站厅进行防火分隔，可以有效分隔空间，起到防止火势蔓延和阻止烟气扩散，提高楼扶梯口风速，有利乘客安全疏散。本次修编是结合北京在 2021 年通过专家论证形成消防审查疑难问题的共识意见中明确“（二）站厅公共区建筑面积大于 5000m² 的问题，单线车站站厅公共区防火分区的建筑面积可不受控制；两线或两线以上换乘车站的站厅公共区尽量在防火分隔处设置耐火极限不低于 3.00h 的防火分隔”，以及近些年在北京轨道交通工程建设中的实际设计经验，将站厅进行防火分隔的防火隔墙耐火极限提高到不低于 3.00h，提升为防火墙。考虑到共用站厅的视觉空间要求，防火卷帘和分隔墙的比例不受限制，但防火分隔处有条件设置墙体的地方尽量采用实体墙分隔。为了确保火灾时能有效的起降，需要对防火卷帘进行定期维修和保养。

第 2 款 地下共用站厅采取防火分隔措施后，规定每个分隔区内直达地面的安全出口数量不少于 2 个、任意一点到安全出口的距离不大于 50m，这对站厅面积扩大有一定的制约作用，也能确保乘客安全疏散需要。

第 3 款 对于车站结合客流情况确有配置商业设施建设需求的，提出应满足本标准 30.2.18 的相关要求予以限定其火灾危险性，保证公共区的安全。

第 4 款 站厅地饰面到结构顶板底的高度受地下空间限制，一般较低，采用平板封闭吊顶，烟气上升受吊顶限制，下降速度较快，对乘客疏散能见度影响较大。规定站厅采用镂空率大于 30% 的吊顶，主要考虑烟气能较快地进入吊顶内，增加站厅层的蓄烟空间，对乘客疏散有利。

第 5 款 地上车站站厅公共区外墙（屋顶）开设较多面积的自然排烟口，火灾发生时能较快地将烟气排到室外，且公共区装修材料为不燃和难燃材料，火灾危险性小。站厅公共区出入口直通室外，有利于人员疏散。因此根据地上车站特点，采取相应的安全措施后，将站厅公共区防火分区最大允许建筑面积做适当调整。

30.2.12 第 1 款 车站设备管理用房区是设备集中的区域，区域内有火灾时需运作的设备用房，因此设备区和公共区划分成不同的防火分区。其防火分区可以将不同楼层的设备用房划分为一个防火分区，但总面积不超过本标准规定的限值。当地上车站的部分设备管理用房设于地下时，按照地下站的设计标准划分防火分区符合本规定要求。

第 2 款 地上车站设备管理用房防火分区面积为围护结构外墙包围的面积，指标取值和《建筑设计防火规范》GB 50016 一致。

第 3 款 根据《建筑防火通用规范》4.1.2 第 4 款的规定，车站内的消防水池等水面不计入防火分区的建筑面积。同时根据北京轨道交通建设及审查的经验，风道可燃物甚少，不易产生火灾危险，故在划分防火分区时，将此类房间面积扣除，不计入防火分区的建筑面积。

30.2.13 第 1 款 上下重叠的地下车站是指一条线路上行和下行线分设在上、下层的平行侧式站台车站，以及两条线路上、下平行设置的岛式或侧式站台的换乘车站。无论哪种车站，下层站台穿越上层站台到站厅的楼扶梯，均需在穿被越层的楼扶梯四周开口部位用耐火极限不低于 2.00h 的实体墙与其他部位隔开，其目的是防止被穿越层发生火灾时，能确保下层站台乘客的疏散安全。至于上、下站台间设置的楼扶梯，只能作为平时功能需要相互联系，火灾工况下不允许互为安全出口，因此需在下层站台的楼扶梯四周的开口部位进行防火分隔。

第 2 款 站厅被分隔为两个及以上分离站厅的地下车站称之为端头厅车站，为防止站台火灾蔓延到

站厅,并阻止烟气向站厅扩散,确保楼扶梯开口处的向下风速,为站台乘客疏散至站厅提供有利条件,故要求在楼扶梯两侧的站厅与站台的连通处采用防火分隔措施。

第3款 当侧式站车站采用站台公共区与站厅公共区位于同一层的布局形式时,需要核实站台公共区最远点至同层站厅公共区出入口通道的行走距离是否大于50m,当大于50m时需要在侧站台与同层站厅公共区的邻接面或根据站台或站厅的疏散距离选定在站厅公共区的适当位置,采用不小于2.00h的防火隔墙、耐火极限不低于3.00h的防火卷帘进行分隔,并按照本标准30.2.34第6款的要求,在该墙上开设不少于2处门洞,门洞与门洞之间的防火分隔墙长度不小于10m,以防止着火点位于一处门洞时影响其它门洞的入员疏散。同时在门洞处设挡烟垂壁使隔墙两侧形成不同的防烟分区。

第4款 对于站台位于站厅层上面的地下车站,站厅楼扶梯四周的开口部位用耐火极限不低于2h的防火隔墙或防火卷帘与其他部位分隔,并在楼扶梯口的侧面设甲级防火门。当站厅发生火灾时,站厅楼扶梯开口部位的防火卷帘落下,隔断站厅火势、防止烟气扩散和阻止火焰蔓延到上部站台区,站厅乘客通过出入口疏散,滞留在站台乘客乘车前往下一个车站疏散。当站台区发生火灾时,由于烟气向上扩散,下层站厅层为安全区,站台乘客下到站厅从出入口疏散,个别滞留乘客通过楼扶梯口侧面的防火门进入站厅安全区,但站台楼扶梯四周的开口部位需要设挡烟垂壁阻止烟气进入楼扶梯疏散区域。这与美国NFPA130《固定式导轨传输和客运铁路系统标准》中对设在站台下部的中央大厅(站厅)可作为安全区是一致的。

对于站台位于站厅下面的地上车站,当站台区发生火灾时,站台至站厅的敞开楼扶梯口不具备阻止烟气向上蔓延措施,由于烟气上升速度较快,且烟气与乘客疏散方向一致,为了隔断站台火势、防止烟气扩散到上部站厅层,因此,站台区敞开楼扶梯四周的开口部位进行防火分隔,乘客不利用站台通向站厅的敞开楼扶梯进行疏散。

第5款 车站公共区内的楼扶梯是乘客紧急疏散的主要工具,对于设有中间设备层的地下三层车站,站台楼扶梯会穿越设备层的设备用房;对于出入口设在站厅主体结构内的地下车站,出入口楼扶梯往往会穿越设备管理区内的变配电室、消防泵房及环控电控室等重要设备用房。由于中间设备层、站厅设备管理用房区和车站公共区分为不同的防火分区,因此,楼扶梯四周的开口部位与中间设备层、站厅设备管理用房用防火墙进行分隔。对于站台设在站厅上面的地上车站,站台至站厅的楼扶梯穿越设备管理用房时,也和地下车站一样采取防火分隔。

第6款 结合北京通过专家会论证形成消防审查疑难问题的共识意见中明确“(八)车站出入口通道设置其他设施时的安全问题”的相关意见,以及近些年在北京轨道交通工程建设中的实际设计经验,针对车站出入口通道为人员经过站厅公共区安全出口后进行疏散的安全区定位,强调出入口通道内部不设置与安全疏散无关的房间、进出站设施等,火灾危险性小的公共卫生间等有水房间设置在出入口通道一侧不影响人员疏散的部位,对于因消防需求设置在出入口通道一侧的排烟机房和加压送风机房则注意设置防火隔墙和甲级防火门进行分隔。

30.2.14 本条对车站、控制中心和车辆基地内建筑物防火分隔墙和楼板的耐火极限和防火门窗做了具体规定。

明确火灾时需运作房间,火灾发生时,是保障工程内防火、灭火的关键部位;存放可燃物的房间,也是火灾危险场所。因此必须提高隔墙和楼板的耐火极限,以便在火灾时发挥它们应有的作用。

30.2.15 地下车站位于车站主体结构内的风道,其楼板上设有风阀等孔洞与站台轨道区连通,因此,此部分需与设备用房用防火墙进行防火分隔。

30.2.16 地下车站站台是列车行车的重要地区,利用站台设备用房区域空间设置火灾危险性为甲、乙、丙类的库房,存在较大火灾危险性,一旦发生火灾,会直接影响车站运营。

30.2.17 第3款 换乘通道连接两线站厅,为避免火灾时对两条线同时产生影响,加大火灾危险性,换乘通道必须至少在临近一侧站厅的位置设置防火分隔措施。为了方便乘客通行,一般会选用防火卷帘。但考虑到换乘通道内人员疏散的需求,需要在防火卷帘一侧增设甲级防火门,以免防火卷帘落下时,通

道内的乘客受阻。因此防火卷帘一侧增设甲级防火门,受阻乘客可通过防火门疏散到另一个非火灾站厅。

30.2.18 第1款 本条文是参考《建筑防火通用规范》中4.4.1第2款“在站厅的乘客疏散区、站台层、出入口通道和其他用于乘客疏散的专用通道内,不应布置商业设施或非地铁功能设施”,因此明确只能在车站站厅和换乘通道内的非乘客疏散区,设置一定面积的便民服务设施,方便乘客,但便民服务设施的位置不能影响乘客疏散。

乘客疏散区是指火灾工况下乘客从列车下至站台、经站厅疏散至地面完整路径上的通行区域,应与通行路径上楼梯梯、闸机、出入口通道等通行设施疏散宽度相匹配。故非乘客疏散区是指的车站公共区除了乘客疏散区以外的空间。

30.2.19 本条明确地下中庭式车站是指轨道交通车站在站台与站厅之间设置连通上下楼层的中庭、尤其是形成了站台轨行区与站厅连通的车站形式。这类车站的消防设计按照《站城一体化工程消防安全技术标准》DB11/ 1889的规定执行。

30.2.20 第1款 地下或地上车站与地块开发结合时,地块商业为了吸引顾客,要求车站非付费区和商业连接的墙体全部开通,形成开敞空间,这是不可取的。由于商业内的可燃物多,火灾危险性大,因此两者必须用防火墙分隔。

第2款 根据近年来火灾案例,在防火墙上开设连续的防火卷帘是不可靠的,有群死、群伤在防火卷帘处的案例教训,因此商业可以采用通道和车站非付费区连通,或按现行国家标准的规定设置一定比例的防火卷帘。考虑到商业和车站的消防系统各自独立,为安全起见,要求各自设置防火卷帘,分别控制。为加强连接通道的安全隔离作用,防火卷帘一般会设置在通道两端,同时为了避免中部空腔存在安全疏散风险,会要求着火时第二道卷帘的下降必须满足通道内没有人员的条件。为了满足地铁和商业双方对于通道管理的要求,将防火卷帘集中设置在通道一端也是常见的一种做法。

第3款 作为平时功能需要,商业等物业开发和车站站厅非付费区采用楼扶梯连接,但在楼扶梯上、下层开口四周设防火墙或防火卷帘分隔(梯洞口设防火卷帘),能有效防止火势蔓延、阻止烟气扩散。两者的联系楼扶梯设在车站主体建筑外或靠外墙设置,防火分隔较易处理,对车站站厅非付费区影响也较小。

第4款 车站公共区疏散楼扶梯穿越商业等物业开发层时。由于商业内可燃物多,火灾危险性大,商业发生火灾时,为了确保乘客疏散安全,因此规定穿越商业层的疏散楼扶梯在商业层的楼扶梯四周开口部位用耐火极限不低于3h的防火墙分隔,防火墙上不能开设门窗洞口,也不能用防火卷帘分隔。

30.2.25 车辆基地内的物资总库会储存劳保用品等丙类物资,火灾危险性较大,如在物资总库内设置办公室和休息室,车辆运用、检修、综合维修等厂(库)房内设置办公室、休息室和材料库,一旦发生火灾,会殃及整个仓库和厂房,伤害员工生命,因此强调应符合《建筑设计防火规范》GB 50016的规定。

30.2.27 第3款 车辆基地在生产过程中会产生少量具有毒性、腐蚀性、易燃易爆性、反应性的废物,当无法就地无害化处理时,不能随意抛弃,通过设置危废间进行预储存,然后交由相关机构进行处置。

30.2.28 随着北京市轨道交通的飞速发展,以及城市化的进展,车辆综合基地的用地条件越来越困难,充分利用地下空间、在车辆综合基地内的车辆运用整备设施(停车库、列检库、月检库、洗车库和辅助用房)厂房上部进行物业开发是节约土地资源的一种有效方法。如:6号线和10号线在五路共建车辆综合基地,6号线的停车列检库设在地下一层,10号线停车列检库、月修库、临修库等工艺用房和部分管理用房设在地上一层,上盖修建住宅;焦化厂车辆综合基地利用环保换土挖方空间和地形高差,也将车辆运用整备设施厂房设在地下;郭公庄车辆综合基地受地区开发和出入段线的条件限制,厂房处于半地下。

停车库、列检库、月检库和洗车库火灾危险性分类属于戊类,火灾危险性小,但存在面积超大、受工艺制约和车辆上部有接触网等条件限制、划分防火分区困难,以及工作人员受列车阻隔的安全疏散等问题。地上车辆综合基地上盖开发的厂房虽与大气相通,但平台下覆盖面积超大、超长,其内部环境较差。因此,本标准针对设在地下的车辆运用整备设施厂房的防火设计作了具体规定。

第1款 消防车是消防车进入车库进行消防扑救的通道，因此要求地下、半地下车库内的消防车设置火灾自动报警系统和防烟、排烟系统，并与车库进行防火分隔。

IV 安全疏散

30.2.31 第1款 地上车站站台发生火灾时，一部分乘客可以通过站台端门通过疏散平台或连接站台的楼梯疏散到车站外部的轨道区，由于轨行区是敞开空间，烟气不会对乘客造成危害，因此端门可作为安全出口。鉴于端门外通向的高架区间虽属于室外、但非地面，且区间的疏散空间和能力也有一定限制，故对站台端门的疏散能力应有所控制，地上车站公共区站台至站厅公共区的交通设施的疏散能力之和不低于站台疏散设施总能力的80%；当下行自动扶梯不参与站台安全疏散时，会加强站台端部的独立疏散设施能力，但为了保证乘客撤离站台的安全性，限制地上车站公共区站台至站厅公共区的交通设施的疏散能力之和不低于站台疏散设施总能力的60%。由于站台屏蔽门端门不具备双向开启条件，因此在借助区间疏散时应在站台端部的站台门端门侧边设置朝向区间的防火门作为安全出口。当站台端部楼梯的疏散能力之和小于站台端门疏散能力之和时，需要按照供乘客使用的楼梯实际通向能力参与计算。

第2款 在事故状态参与疏散时，下行扶梯仍处于运转状态，由于在事故状态时乘客疏散存在一定的慌乱无序情况，当提升高度过大时，易造成踩踏下滑等次生灾害，故存在一定的风险，故限制了可参与疏散的下行自动扶梯的一次提升高度不大于10m。

第3款 地上车站采用站台端部的站台门端门或独立设置的疏散门超向区间方向进行疏散时，需综合供电、信号等专业技术方案，要保证疏散状态下乘客进入区间后是安全的。当线路区间采用三轨授电时，三轨设置需要考虑乘客疏散进入区间时如何断电保护和避免影响疏散路径，比如设置在乘客疏散设施的对侧，并加防护罩保护，确保乘客安全。

30.2.32 火灾状态时车站站台公共区乘客全部疏散至站厅公共区或其他安全区域的时间控制在6min以内，根据一般车站的常规疏散模式，其疏散时间的构成主要包含以下几部分：

①T：根据车站型式，地下站按照本标准30.2.30的计算结果取值，地上站按照本标准30.2.31的计算结果取值。

② ΔT ：在如下两种特殊情况时， ΔT 的计算需要重点考虑：

一是常规的多层车站，二是带有不符合准安全区条件的分离厅或转换厅的车站。

如果车站是常规的多层车站， ΔT 是乘客在乘用参与疏散的自动扶梯、或通过楼梯或安全通道疏散至站厅公共区或其他安全区域的过程中需要的时间，当疏散路径中存在接力式楼梯或自动扶梯分段设置时，需要合计各段楼梯或自动扶梯通过的时间；如果车站是分离厅车站或车站存在转换厅时， ΔT 除了包含乘客乘坐疏散设施的时间外，还包括乘客在疏散过程中途径转换厅的步行时间；当车站不存在转换厅时，则 ΔT 主要是乘客通过参与疏散的自动扶梯、楼梯、安全通道等时间。

当车站存在不符合准安全区条件的转换厅时，则 ΔT 除了要计算通过参与疏散的自动扶梯、楼梯、安全通道等时间之外，还要按照转换厅的走行距离 l 、步行速度 v_w ，计算途径分离厅、转换厅的步行时间。

当疏散过程中存在多段步行时，需要合计各段步行的时间。当不存在转换厅或中间转换段时，此时间可不计。

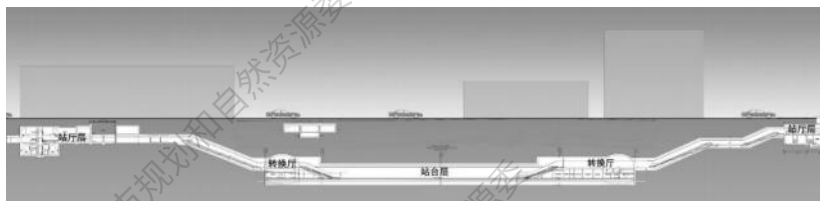


图 25 转换厅车站示意图

③v：自动扶梯的通过时间按照自动扶梯上下基点的斜线距离 L 、名义速度 V 进行核算，自动扶梯

根据具体的设备选型主要有 0.65m/s 或 0.50m/s 两种名义速度。

楼梯的通过时间按照楼梯梯段起始踏步的斜线距离 L 、上/下楼梯的速度 V 进行核算。参照美国消防工程师学会 (SFPE)《消防安全工程手册》中有关人员疏散参数 (疏散速度、人流量、有效疏散宽度) 的论述 (表 9)，以及加拿大的 Pauls 等学者对楼梯间等不同场所的人员疏散试验结果，苏格兰爱丁堡大学对成年男士、成年女士、儿童和老者的平均形体尺寸及其步行速度相关研究结果 (表 10) 给出了的建议值。

表 9 SFPE《消防安全工程手册》确定的人员疏散速度

人员密度(人/m ²)	<0.54	0.54~1	1~2	2~3	3~3.8
水平疏散速度(m/s)	1.2	1.2~1.0	1.0~0.66	0.66~0.28	0.28~0
楼梯下行速度(m/s)	0.86	0.86~0.73	0.73~0.47	0.47~0.20	0.20~0

表 10 人员形体特征和疏散速度

人员类型	步行速度			形体尺寸 (肩宽 m×背厚 m×身高 m)
	坡道和楼梯间		房间、水平走廊、出入口	
	上行	下行		
成年男士	0.5	0.7	1.0	0.5×0.3×1.75
成年女士	0.45	0.6	0.85	0.45×0.28×1.6
儿童	0.33	0.46	0.66	0.3×0.25×1.3
老者	0.3	0.42	0.59	0.5×0.25×1.6

综合考虑后，建议车站楼梯下行速度按平均 0.60m/s 计，楼梯上行速度按平均 0.40m/s 计，乘客的步行速度按平均 60m/min 计。

一般情况下，通过楼梯的时间大于通过自动扶梯的时间，但是在实际计算过程中，需要分别计算通过时间并进行比较，取楼梯通过时间或自动扶梯的通过时间中的大者，参与疏散计算。

在车站的实际疏散过程中，个别特殊布局车站会存在以下情况：站台公共区最不利点距离最近安全出口的距离较远，导致步行时间较长。当从站台公共区距离安全出口最远的车门步行至该安全出口的疏散时间，超过站台公共区乘客全部撤离站台的时间 T 时，则需要核验整体疏散时间是否会超过 6 分钟。

30.2.33 本条对地下和地上车站站厅付费区的自动检票机和疏散栅栏门的疏散能力做了规定。站台或列车发生火灾时，乘客通过楼扶梯或安全出口疏散到站厅后，应立即通过检票机和栅栏门从出入口疏散到地面，如果检票机和栅栏门的疏散能力小于楼扶梯能力，乘客会滞留在付费区内，因此规定付费区和非付费区之间的自动检票机和栅栏疏散门的通过能力不低于楼扶梯的通过能力。

30.2.34 安全出口是乘客逃生的出口，本条对地下、地上车站以及换乘车站安全出口数量、疏散距离等做了规定。

第 1 款 一般情况下，站台至站厅的楼扶梯、疏散通道和站厅出入口均是车站公共区的安全出口。站台疏散距离为站台屏蔽门内任意一点至楼梯踏步口、自动扶梯梯口或疏散通道口之间的直线距离。对于从车站主体结构顶板直出的出入口，如果楼扶梯两侧设置防火隔墙，口部设置挡烟垂壁时，是计算到楼扶梯前的通道口。站台、站厅同层的地下侧式站台车站，当站台安全出口符合本标准第 30.2.13 条第 3 款要求时，安全疏散距离是计算到站台与站厅临界面的安全出口处；不符合时，安全疏散距离是计算到站厅出入口楼扶梯下。站厅安全出口距离控制要求根据车站设计条件执行《地铁设计防火标准》GB 51298 和《站城一体化工程消防安全技术标准》DB11/ 1889 的规定，本标准不作另行规定。

第 2 款 本规定是依据《地铁设计防火标准》GB 51298 第 5.1.4 制定的，这也与《建筑设计防火规范》GB 50016 中“5.5 安全疏散与避难”的相关条文规定的原理相通，即每个防火分区直通室外的安全出口不应少于 2 个。车站站厅公共区安全疏散是以距离来控制的，而不是以疏散时间来控制。

对于单线车站而言,无论是完整的站厅公共区,还是单线车站的站厅公共区被分隔成多个独立的公共区、或多个分离式站厅时,都应保证每个公共区应至少设置2个直通室外地面或其他安全区域的安全出口。

对于人员密集的交通建筑,如果出入口距离太近,在2个出入口之间易产生拥堵,发生次生灾害。对于只设2个出入口的车站,出入口采取对角布置站厅两端,更有利于疏散。

结合工程实际经验,本次在条文中明确安全出口的20m水平距离控制是指的其在站厅内接口位置之间,而不是其地面口部之间。

第3款 端头厅型式的车站和通厅式车站不同的是两端的站厅分离、不连通,站厅分为2个不同的区域。当站台层发生火灾时,站台乘客和通厅式车站一样,可通过两端楼扶梯疏散到站厅安全区、经出入口疏散到地面。本标准规定两端站厅均设置2个出入口的理由是:当其中一个站厅通道口发生火灾时,该站厅的乘客通过另一个出入口疏散到地面,停留在站台乘客从另一个站厅疏散到地面。如果站厅只设1个出入口,当该通道口发生火灾时,乘客将无法从该出入口疏散。

在地面条件所限,某个站厅无法设置2个出入口时,其中一个设紧急疏散楼梯间直通室外,这是在站厅出入口无法在初、近期实施时的一种临时措施,但设计仍需预留出入口,并在总图中显示,作为规划控制,条件一旦允许,仍需实施。

第6款 当在防火隔墙上设置2个及以上的疏散门洞时,该门洞口视为站台至站厅的通道口,洞口处通行能力按照乘客全部撤离站台的标准控制,执行本标准30.2.29和30.2.30的要求。

第7~8款 根据《建筑防火通用规范》GB 55037第7.5.2条的规定,“地下一层与站厅公共区同层布置侧式站台的車站,每侧站台直通室外的安全出口不应少于2个;”

对于地下侧式站台车站的过轨地道是平时作为两侧站台乘运方向出错的联系通道,通常是不能作为安全出口的。如果在上、下行线路之间设置防火分隔设施,当一侧站台或列车发生火灾时,就能够阻止线路间的烟气流动和火势蔓延,确保非火灾轨道区和对面站台安全,因此这种情况下过轨地道是能够作为本侧站台的通向对侧站台的非直通室外安全出口。

对于站台设于站厅下面的地上车站,只要站台具备自然排烟条件,并在上、下行线路之间的顶板下设置挡烟垂壁,保证垂壁底标高距站台面高度不大于2m,防止烟气蔓延到另一侧站台,过轨地道也是能够作为一侧站台发生火灾时的非直通室外安全出口。而对于站台设于站厅上面的地上侧式站台车站,站台空间大,自然通风和排烟条件更好,烟气能较快排到室外,因此未对这种站型提出线路间设挡烟设施等限定要求。

第10款 地下车站站台端部设备区的外走道是区间疏散的通道,因此要求站台设备用房外走道端部设置疏散楼梯,站台屏蔽门端门向车站公共区方向开启。地上区间与大气相通,列车火灾失去动力时,乘客下到道床或通过疏散平台疏散到车站。

30.2.35 本条是根据《建筑防火通用规范》2.2.7规定,对埋深大于15m的车站公共区设置消防专用通道的细化规定。车站公共区是指车站乘客可到达的区域,只要该区域距离室外地面的高度大于15m,就应该考虑消防人员通过消防专用通道到达公共区的便捷性需求。鉴于车站控制室一侧的设备管理用房区设有一个消防专用通道,为避免消防人员救援路径的混乱,故明确公共区可与设备区共用一个消防专用通道。这种情况下,设备区的消防专用通道的设置位置和进入设备区后的通行路径需要考虑消防人员快速进入车站各层公共区的需求。快速进入公共区的条件是指的消防专用通道与设备区的接口缩短与公共区的距离,连接公共区的设备区走廊减少弯折及减少房间开门,到达下至各层的设备区上下联系楼梯间距离较近且宜识别等等。

30.2.36 第1款 基于目前换乘车站规模越来越大的情况,本标准30.2.10要求车站公共区建筑面积大于5000m²时要采取防火分隔措施分为若干防火分隔区域,而根据《建筑防火通用规范》GB 55037第7.4.1条的规定,本款明确站厅公共区内任一个防火分隔区域的安全出口数量不少于2个。

第2款 节点换乘车站的台、台换乘楼梯是2线换乘的工具,上下重叠站台的联系楼梯是误乘乘客

的联系楼梯,为了减少火灾对其他线路的影响,换乘楼梯四周的开口部位需进行防火分隔,火灾时,口部防火卷帘会落下,因此不能够互为车站的安全出口。

第5款 本条是结合北京在通过专家会论证形成消防审查疑难问题的共识意见明确“专用换乘通道可不考虑通道内的疏散距离限制,换乘通道端部应设置逃生门,逃生门的最小净宽度不应小于0.9m”,以及近些年在北京轨道交通工程建设中的实际设计经验,进行的归纳总结。

首先,专用换乘通道是指仅服务于线路之间乘客换乘使用的通道,通道内没有配置进出站、便民服务、安全出口等其它功能设施。其次,通道两端均设置防火卷帘或常开防火门的防火分隔措施与两端站厅公共区分隔时,两道防火分隔措施之间将会形成一段专用换乘通道,由于其内部除通行乘客及其随身携带行李外无其它可燃物,火灾危险性较低,按照北京既有审查意见该段通道的疏散长度可不限,但考虑到实际工程中可能会遇到各种特殊情况,故本标准采纳按照市政人行过街通道标准执行,即参考《建筑设计防火规范》12.1.7的规定。与站厅连接位置设置的防火措施具备在任意一条线火灾工况下临近火灾线路侧的防火卷帘自动降落或防火门自动关闭的能力。同时,为了避免换乘通道端部的封闭措施无法满足通道内的人员逃生需要,在防火分隔措施处设置逃生门,但两侧站厅着火时,不能将该防火门视为其安全出口计算站厅内的疏散距离。

第7款 具备乘客进出站功能的换乘厅是指在换乘通道路径上通过空间放大,设置进出站闸机和直出地面的出入口等措施,满足乘客进出站功能的空间。换乘厅和站厅公共区通过换乘通道实现空间连接,是一个整体,会根据整体空间规模、长度距离和乘客的疏散安全性来确定是划分为一个完整的防火分区还是各自都是独立的防火分区。比如换乘厅与站厅公共区上下叠落布局,通过楼扶梯上下连接且未采取防火分隔措施时,视为一个防火分区,上下层任意一点到最近安全出口的疏散距离满足本条文第1款规定即可;当换乘厅与两端的站厅是通过换乘通道连接的,则需要考虑整体计算的站厅防火分区的规模是否超5000m²,疏散距离是否突破本条第1款的规定,安全出口的数量如何计算才能满足本条1款的规定等诸多因素来确定防火分区的划分原则。当换乘厅和部分换乘通道与一端站厅公共区划分为一个防火分区,则两个厅内的出入口数量是整体计算,不需要各自计算出入口数量是否大于2个,但整个防火分区的疏散距离需要满足《地铁设计防火标准》GB 51298对于站厅疏散距离的规定;当与站厅公共区划为不同防火分区时,换乘厅和两端站厅都需要满足不少于2个出入口的规定。

30.2.37 本条对地下车站设备管理区的安全出口做了具体规定。

第1款 利用相邻防火分区防火墙上的防火门作为安全出口时,开向相邻防火分区的防火门,只能作为该防火分区的安全出口,而不能同时作为相邻防火分区的安全出口。如:相邻防火分区的防火墙上只设1个走道连通时,走道上开向另一个防火分区的防火门,只能作为该防火分区的安全出口,而不能作为另一个防火分区的安全出口;当相邻防火分区防火墙上设有2个走道连通时,2个走道上的防火门要分别开向不同的防火分区,方可作为各自防火分区的安全出口,但是当这两个防火分区均为有人值守的设备和用房区时,每个防火分区均有1个直通室外或其他室外安全空间的安全出口。

第2款 无人值守或经常停留人数不超过3人的设备管理用房区划分防火分区时,要求每个防火分区的安全出口数量不少于2个。因为工作人员较少,并熟悉内部的环境,条件困难时不设置直通地面的安全出口也是可以保证临时进入人员的疏散安全。当平面上难以设置直接通向公共区的防火门或通向水平相邻防火分区的防火门时,常会利用通向公共区的安全出口、相邻防火分区的甲级防火门、其它防火分区的楼梯间、或不同楼层的防火分区的楼梯间作为安全出口,但要求被借用的防火分区具备直通室外或其他室外安全区域的安全出口。

当设置在岔线区“孤岛”、车站设备管理用房区夹层或局部设置的无人值守的设备和用房区,参考《建筑设计防火规范》5.5.5条规定,其防火分区建筑面积不大于200m²时,设置1个安全出口或1部疏散楼梯直通室外或其他室外安全空间,或通向具有直通室外或其他室外安全空间等安全疏散条件的相邻防火分区或相邻楼层的防火分区;其防火分区建筑面积不大于500m²且使用人数不超过30人、埋深不大于10m时,2个安全出口中的一个可利用直通室外的金属竖向梯。

第6款 位于站台两端的设备区,当布置较多管理用房时,是需要采用内走道的方式,与通向站厅的楼梯间连接,方便管理人员上下联系。

第8、9款 针对设备区多个防火分区相邻时的疏散原则进行规定。

当相邻的两个设备管理用房防火分区分别为有人区和无人区时,需要根据无人区的布局情况来设定疏散方向。当无人区没有设置连接站厅或站台的楼梯间或朝向公共区的开门时,两个分区相连走廊上的疏散门仅能朝向有人区开启,满足无人区朝向有人区的疏散门需求,而不能作为有人区朝向无人区的借助疏散需求;当无人区设置连接站厅或站台的楼梯间和朝向公共区的开门时,则满足有人区借助无人区疏散至公共区的条件,则两个分区相连走廊上的疏散门根据两个分区内部的走廊疏散距离和方向而定。

当相邻的两个设备管理用房防火分区均为有人区时,每个有人区均设置了一个独立疏散口至室外,其相连走廊上的疏散门是能够作为借助另一个防火分区的疏散门。为了解决两个防火分区内疏散需求,该点同时为两个防火分区的借助疏散点时,需要设置两扇朝向不同方向开启的防火门,以保证门扇开启方向与疏散方向一致。

当相邻的两个设备管理用房防火分区均为无人区时,则无独立疏散路径的无人防火分区需要借助另一个有独立疏散路径的无人防火分区,疏散至设备管理用房有人区或公共区,疏散距离按照各个防火分区分别独立计算,不能出现有独立疏散路径的无人防火分区借助无独立疏散路径的无人防火分区的情况。

30.2.39 第3款 本条是参考北京既有工程组织的轨道交通工程消防审查疑难问题专家研讨会意见,对北京地区普遍采用的冷冻机房与通风空调机房合设时,明确房间内疏散距离执行《建筑设计防火规范》关于丁类厂房的疏散距离标准。

30.2.40 第1款 地下车站的站位一般设在道路红线内,车站设备管理用房内的楼梯不可能直接通向路面,需通过内走道转至一侧的消防专用通道经楼梯间外出,因此不能和地上建筑一样要求,楼梯间在各层的平面位置不能改变。除此之外,设备管理用房内的楼梯间的位置一般在各层上下对齐,并尽量靠近消防专用通道,这有利于消防队员进入站台和区间灭火。

第2款 地下车站消防专用通道一般设在设备管理用房有人区靠外墙一侧,通道内的楼梯间可以直通室外,如果室内地面与室外地坪高差不超过10m、楼梯间地面采取天然采光和自然通风时,消防专用通道内的楼梯间按封闭楼梯设计。当室内外高差大于10m时,按防烟楼梯间设计。

地下车站设备管理用房有人区内的楼梯间是内部工作人员上下的联系工具,也是消防队员进入区间灭火救援的通道。对于地下二层车站,主要设备管理用房区设在地下一层,而站台层端门外的设备用房基本为无人值守,平时与上层设备区的联系人员很少,区间发生火灾时,站台端门外的个别工作人员通过站台端门疏散,考虑到消防队员进入区间灭火时,会佩戴防毒面具,因此地下二层车站设备管理用房区内的联系楼梯采用封闭楼梯间。对于大于、等于三层的地下车站,设备管理用房区一般设在地下一层或地下一层,管理人员不仅平时需要通过楼梯与站厅联系,火灾时也需与设在站厅层的车站控制室联系,且室内外高差大于10m,因此内部联系楼梯按防烟楼梯间设计。

根据《建筑防火通用规范》7.1.10条,并结合北京既有工程组织的轨道交通工程消防审查疑难问题专家研讨会意见,为确保工作人员在火灾工况下使用楼梯间疏散时的安全,明确楼梯间的提升高度大于10m,或者连接的楼层数不少于3层时,采用防烟楼梯间。

第4款 结合北京既有工程组织的轨道交通工程消防审查疑难问题专家研讨会意见,明确地下车站消防泵房或地上站将消防泵房设置在地下时,对专用疏散楼梯设计形式的要求。

30.2.41 第2款 车站公共区的一个出地面的出入口有两个及以上分支通道连接站厅时,该出入口通道与站厅的接口均会视为站厅的安全出口来核算站厅的疏散距离是否超50m,考虑其出地面前还是合并到了一起,因此从车站疏散安全角度出发,还是只是视为车站的一个出入口,要求车站还有另一个直出地面的出入口。

第4款 当换乘车站两线公共区的不同防火分区出入口通道汇集成一个通道出地面时,在通道交汇处通过设置防火卷帘或防火门等防火分隔措施和疏散引导标识满足两线车站在火灾工况时任意一条线

着火,通过降落防火卷帘或关闭防火门,保证另一条线不受火灾影响,而着火线路的站厅乘客通过出入口疏散至地面,则该出入口通道计为两线车站公共区的安全出口,来计算公共区的疏散距离,从车站疏散安全角度出发,还是只是视为车站的一个公共区安全出口的计入换乘车站公共区安全出口总数。

以北京地铁3号线东四十条站在遇到防护卷帘设置困难的情况下,开展的消防安全评估及专家论证,提出“车站与既有2号线站厅共用出入口后无法设置防火分隔时,应对两线同时疏散时出入口的通行能力进行校核”,也就是通过验算最不利情况下两条线的一列车客流和站台候车客流同时疏散时,通过该出入口疏散的乘客是否能够在6分钟内安全通过疏散至地面安全区来论证其安全性。

第5款 车站出入口是站内乘客逃生的通道,出入口通道长度大于100m时,从站厅口部疏散到出入口地面亭楼扶梯下的时间大约需要2.00min,会增加人员疏散时间和逃生难度。通道内发生火灾时,危险就更大。因此,规定在通道内距离主体接口不大于50m的位置增设安全出口进行疏散,以平衡通道内的疏散距离,确保乘客的疏散安全。

第6款 结合北京既有工程建设经验,参考北京既有工程组织的轨道交通工程消防审查疑难问题专家研讨会意见,在受城市立交桥、高速路、河道、铁路等外部条件限制,车站出入口在从车站主体延伸出来设直出地面的安全出口后,通道继续延道路向前延伸,或下穿市政道路至道路另一侧后再设一个安全出口,从而实现延伸地铁服务范围,为乘客提供更加便利的出行服务的目标,则从第一个直出地面安全出口之后的通道段定义为市政过街通道,按市政过街通道的疏散长度标准设计。

30.2.42 当地下车站的出入口通道内设置进出站闸机、安检、售票等设施时,提供乘客进出站功能时,形成一个小型的地下厅时,其与车站主体内的公共区通过出入口通道联络,视为站厅公共区的一部分,乘客具备在出入口地下厅和主体站厅公共区贯通疏散的条件,与端头厅车站不同,因此两个厅的安全出口整体计算数量,满足不少于2个要求即可,同时两个厅的疏散距离也整体计算,不超《地铁设计防火标准》GB 51298的规定。当直出地面的楼扶梯设置在出入口地面厅内且侧边没有防火分隔措施时,厅内的疏散距离需要计算到楼扶梯段出地面开口位置。

30.2.43 商业开发为了吸引更多的乘客,开发商要求车站公共区与商业联通,由于商业内的可燃物多,火灾危险性大,为了防止商业火灾危及车站安全,本标准规定商业等物业开发与站厅非付费区用防火墙等划分成不同的防火分区,防火墙上的联通口、商业与车站出入口通道的连接口设两道耐火极限不低于3h的防火卷帘。商业设在站厅非付费区上层或下层时,两者间的联系楼扶梯,是平时使用需要,但上层和下层楼扶梯四周的开口部位分别设置耐火极限不低于3h的防火墙或防火卷帘。商业发生火灾时,由轨道交通和物业开发分别控制,落下防火卷帘,隔绝火焰和烟气,来确保车站的安全,因此对于设置防火卷帘的上述联通口不能做为相互间的安全出口。规定商业和车站的安全出口各自独立设置,是为了保证商业火灾时两者的人员能通过各自的安全出口进行疏散,如果让大量商业顾客疏散到车站,会引起车站混乱,影响正常运营,故作此规定。

对于站厅设置多个直通地面出入口的车站,采取将其中某个出入口归商业用时,该出入口与站厅连接处设两道耐火极限不低于3.00h的防火卷帘与公共区分隔,并需要保证车站还有2个独立出地面的出入口的要求。

30.2.44 本条是结合北京在2021年通过专家会论证形成消防审查疑难问题的共识意见明确“(四)站厅公共区的出入口通道与商业等非地铁功能空间之间的连通口问题 1 应在连通处采用下沉广场、防火隔间、避难走道、防烟楼梯间等方式连通;2. 该出入口通道仍能作为地铁站厅公共区的安全出口”,以及近些年在北京轨道交通工程建设中的实际设计经验,对出入口通道与商业非地铁功能的场所的连通措施进行的归纳总结,明确采用何种措施能够将出入口通道视为车站站厅公共区的安全出口。

30.2.45 为了提升交通设施的使用效率,减少地面交通事故,鼓励车站出入口与临近的既有或规划的地下过街通道连通,提供城市的地下步行体系。为了保证地铁出入口通道作为车站火灾工况下乘客疏散的安全性,对与其连通的地下通道提出功能定性、材料防火的要求,以提升通道的防火安全性,确保在紧急情况下人员能够安全疏散。条款规定地下人行通道的宽度以确保疏散通道的通行能力与车站出入口相

匹配,避免因通道宽度不足导致人员疏散效率降低。除与地下人行通道连接的车站出入口外,强调车站设置不少于一个独立出地面的出入口。这一要求旨在确保车站具备多元化的疏散路径,避免因地下通道出现意外情况(如火灾、淹水等)导致疏散受阻,进一步提升车站的安全性和应急能力。

本条款的制定旨在平衡车站出入口的功能性与安全性,确保在满足日常通行需求的同时,为紧急情况下的疏散提供可靠保障。

北京地铁14号线的大望路站、10号线的三元桥站都实现了车站与既有过街通道的连通,实现了地下步行系统的整合,为乘客的出行提供了较好的服务。

30.2.48 地下车站发生火灾时,会产生大量的烟气,空间能见度差,烟气产生的热作用高,扑救难度极大。特种消防车是一种履带式消防车,从出入口进入车站灭火,目前北京市消防部门配置的特种履带式消防车尺寸为 $2.30\text{m}\times 1.35\text{m}\times 2.00\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高),自重为 1.90T 。因此,车站出入口和站厅至站台的楼梯形式和净宽、结构承载力,以及分隔付费区与非付费区栅栏上的栅栏门净宽,满足特种履带式消防车进入站内扑救的要求。

V 建筑构造

30.2.54 车站中的垂直管道井、电缆井等竖向管井是烟火竖向蔓延的通道,需要采取防火分隔措施避免烟火的蔓延。设计中往往将管道井与设备用房紧贴。考虑到地下车站火灾的危害性,适当提高地下车站内竖向管井的井壁耐火极限和防火门的等级,对隔断火灾蔓延是有利的。

30.2.57 第1款 地下区间联络通道和区间风井内的防火门以及站台屏蔽门外的设备用房外墙上的防火门和车站风道内的防火门(包括主体建筑外挂设备用房开向轨道区的防火门),因受过往列车活塞风和隧道通风的正、负压力作用,门扇会自动开启,并常常松动,甚至出现门体掉落现象,危及行车安全。美国NFPA130对地下区间内的防火门做了如下规定:防火门应能承受过往列车以及隧道通风系统的正、负压力作用下不会自动开启。

因此,区间等受正、负压力作用的防火门采用专用的抗风压防火门,并有可靠的连接措施,确保行车安全。防火门的主要性能指标需要符合《城市轨道交通隧道抗风压防火门》TCAMET 05001-2020的相关要求。

30.2.59 第5款 当地下车站出入口提升高度为 10m 时,其运行时间约 15.38s ,需要疏散的乘客全部通过参与疏散的出入口自动扶梯和疏散楼梯的时间不足 1min ,当车站出入口提升高度为 15m 时,其运行时间约 23.08s ,需要疏散的乘客全部通过参与疏散的出入口自动扶梯和疏散楼梯的时间超过 1min ,出入口提升高度越高,所需时间越长;考虑到这种情况下出入口基本无法满足自然通风和自然排烟条件,为了减小疏散风险、尽快疏散乘客,提出本条规定。

30.2.61 第2款 本条是针对电梯的围护结构防火性能提出要求。比如车站公共区内的电梯井道采用安全玻璃作围护结构,其耐火极限不满足挡烟垂壁要求时,位于下层的电梯井壁四周还需要补做设挡烟垂壁。

30.2.63 第1款、第2款 防火分隔部位设置防火卷帘隔断来自火场的烟气和火焰,需火灾时自动降落的防火卷帘具有停滞和信号反馈功能,即第一段落下高度为地面以上 2m ,对烟气形成阻隔,然后再下落到地面,整个过程由信号反馈给车站综合控制室。为了确保防火卷帘能有效隔断来自火场的烟气和火焰,规定在防火卷帘导轨两侧不能堆放物品或摆放设备,是为了防止卷帘受阻不能正常下落,不能隔断火焰。

VII 消防安全疏散标志

30.2.78 电光源疏散标志,能指示旅客尽快撤离到地面或安全区,使消防人员迅速进入车站、区间扑救。在火灾烟气较浓时,电光源型消防疏散标志除具有指示功能外,还有照明作用和良好的烟雾穿透性。因此,在车站旅客疏散行进路线上和安全出口、楼扶梯口等处,设备管理用房的疏散通道、楼梯间等处,环控机房、变电所等重要设备用房处,以及区间的入口处、区间隧道的横向联络通道口、区间风井的防烟楼梯间和区间疏散通道等安全出口处设置电光源型消防疏散标志。

30.3 消防给水与灭火设施

30.3.1 第1款 根据《地铁设计防火标准》GB 51298及规范组回文要求,补充车站室外消防水量要求。

30.3.2 第1款 城市轨道交通工程沿线一般均有可直接利用的城市自来水,但部分线路延伸到城市郊区,个别车站或车辆基地周围现状无城市自来水管网,城市轨道交通工程建设及设计单位要尽早积极与北京市或当地自来水公司和规划部门沟通协商,以实现规划的城市自来水管网敷设与城市轨道交通工程建设时序同步的目标,同时尽快稳定车站给水方案。若确实无法实现同步实施,城市轨道交通车站给水水源在经过技术经济比较后,采用邻站供水的方案或其他可靠的水源,以上方案均需取得城市规划部门和自来水公司的认可。

第2款 根据《地铁设计防火标准》补充设置消防水池及室内室外消防水量的设置要求;当室外消防流量不大于20L/s,单水源车站设置消防水池时,储存室内消防水量,不含室外消防水量。

第3款 《城市给水工程项目规范》GB 55026中7.1.5严禁在城市公共给水管道上直接接泵抽水,条文解释提出要经市政自来水部门同意方可直抽。因此规定当市政自来水部门许可时,从市政管网直接抽水加压,不设消防水池,此时设置市政超越管,利用市政自来水压力稳压。

第4款 北京城市轨道交通已建线车站周围城市自来水管网为环状管网,但由于环状管网的管段距离城市轨道交通车站较远,室外给水管线施工困难或其他原因,自来水公司只能从环状管网上接出一根给水引入管作为车站给水水源,当该站相邻两个车站周围的城市自来水管网为枝状管网时,本站不可采用邻站水源作为备用水源,应在车站内设置消防水池和消防增压、稳压设施,本站消防供水范围应根据消防泵加压、邻站及相邻区间消防水压要求及管道、阀门承压要求等情况经过技术经济比较后确定,可为一个车站含相邻各半个区间,一个车站含相邻一个区间等方案。

第5款 换乘车站及其相邻区间按一次火灾进行设计,因此,换乘车站消火栓给水系统采用一套系统是合理的,也能充分实现资源共享。

但有两类换乘车站消防给水系统不建议采用一套系统,一类是采用通道换乘的车站,由于两个车站基本上各为独立车站且换乘距离较长,车站机电系统的设计和管理完全独立,各线车站分别从市政管网引入给水水源,形成各自独立的消防给水系统;另一类换乘车站各线分别由不同的运营管理部门管理,消防给水系统的共享给设备及管道维护管理带来不便,此类车站各线消防给水系统可相互独立的,消防给水设备单独设置,但在有条件的情况下,与相关建设和运营部门协商,尽可能实现消防水源或整个消防系统的共享以节约工程投资。

第6款 除地铁车站至少2个出入口设室外消火栓,建议在车站的消防救援安全口增设室外消火栓。

第7款 新增地下及上盖车辆基地等形式,根据《城市轨道交通车辆基地上盖综合利用工程设计防火标准》提出自动灭火系统方案。

第8款 车站站厅非付费区设置零散商铺且商铺总面积不超过500m²时,商铺内应增设局部应用系统,局部应用系统的设置要符合国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084的要求,当设置的商铺总面积超过500m²时,按照国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084的要求设置自动喷水灭火系统。

第9款 根据《建筑防火通用规范》GB 55037补充,要求三层以上且单体总建筑面积大于10000m²

的地上车站,车站设高位消防水箱,并明确地下站消火栓系统不用设高位消防水箱。

第 10 款 《建筑防火通用规范》GB 55037-2022 中 4.1.7 第 3 款明确规定地铁工程消防泵房的设置根据工程要求确定设置楼层,消防泵房的其他要求执行《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定,消防泵的设置要符合《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定。

第 12 款 城市轨道交通工程地面和高架车站站厅、站厅公共区与出入口、轨行区直接连接,冬季公共区气温较低,且无供暖设施,冬季公共区的消防给水管道容易冻结,北京城市轨道交通已建线工程上述区域的消防给水管道均设置了电保温系统。公共区消防给水管道较长,数量也较多,因此电保温设置范围较大,造价较高,同时也增加了运营维护检修的难度。本条参照国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 确定,旨在减少车站电保温的设置范围,降低工程造价。

但为了保证消防给水系统的安全可靠性,地上车站与地下车站出入口即使采用了干式系统,除冬季外,其他季节运营期间建议保证消防给水管道充水处于满水状态,仅在冬季气温较低有冻结危险时才放空管道,干式电磁阀需满足泄空与满水两种状态下的控制要求。

30.3.3 第 4 款 地下区间消防给水管与车站环状管网连通,为便于在紧急状态下及时切断地下区间的消防给水水源,在车站接区间的消防给水管上应串联安装电动和手动蝶阀,阀门的位置宜设置在设备用房区域、风道等工作人员容易到达操作的位置,不宜布置在轨行区内。

第 5 款 为防止消防给水系统超压,消防给水系统需要采取防超压措施,比如在消防泵房水泵扬水管上设置超压卸载装置。

第 12 款 北京城市轨道交通工程供电系统如采用 750V 接触轨受电方式,为保证接触轨供电的安全,区间消防干管不与接触轨采用同侧敷设的方式,若消防干管必须与接触轨同侧敷设,给排水及消防管道与接触轨的最小距离不大于 150mm。若城市轨道交通列车采用接触网的受电方式,则地下区间隧道的任一侧均能够设置给排水及消防管道。

第 13 款 北京城市轨道交通在球墨铸铁管的应用上有成熟的经验。北京城市轨道交通既有工程城市轨道交通列车大部分采用接触轨的受电方式,对区间管道的防杂散电流腐蚀性能提出了较高要求。北京地铁 1、2 号线区间采用灰铸铁给水管胶圈接口,在 2008 年更换过 1969 年投入运行的线路,区间消防管采用铸铁管,1984 年投入运行的线路已运行 40 多年未更换,由此可证明,铸铁管在防杂散电流腐蚀和管道的整体防腐功能上具有良好的性能。

从北京地铁 5 号线开始,北京城市轨道交通地下区间消防管开始采用较灰铸铁给水管各项性能指标更优的球墨铸铁给水管,但由于球墨铸铁管质量较重,因此,仅在具备安装条件的地下区间和地下车站站台板下继续推广使用,车站其他位置的消防管应采用内外热镀锌钢管。目前,市场上的新型管材较多,如 CPVC 及内外涂环氧复合钢管等,其管材在使用、安装和经济上各有优缺点。无论采用哪种新型管材,均应进行技术经济比较,该管材必须经国家固定灭火系统质量监督检验测试中心检测合格,同时兼顾到地下车站和区间通风排烟条件较差,人员疏散困难的特点,新型管材应保证在火灾高温的情况下,不能产生对人员造成伤害的有害气体。

30.3.4 第 2 款 《地铁设计防火标准》GB 51298-2018 第 7.3.5 (3) 条“岛式站台宜设置两只单口单阀为一组的消火栓”,即不建议设置双栓,因此本款明确车站消火栓尽量采用单栓。

第 7 款 车站公共区建筑装修采用在结构墙上外挂装饰材料的装修方式,为保证车站公共区的疏散宽度,装饰层的厚度一般都较薄,为 200mm~250mm 不等。车站消火栓采用薄型消火栓箱,给排水专业根据消火栓箱的厚度与装修专业协商确定装饰层的厚度,保证站厅公共区消火栓采用明装的安装方式,避免在站厅主体结构墙上开槽留洞,以减少结构设计及施工的难度。

第 13 款 车站公共区、出入口通道和设备用房走道的消火栓若采用明装的安装方式,将对车站公共区和设备用房走道的疏散造成一定影响,因此,位于上述位置的消火栓箱均采用暗装方式。而车站内通风机房、风道等人员较少且不应影响人员疏散的位置,消火栓建议明装。

30.3.5 第 1 款 根据蒙特利尔公约的要求,1301 和 1211 灭火系统已禁止使用。国内地铁工程电气设备

用房大部分都采用了 IG541 或七氟丙烷气体灭火系统替代 1211 和 1301 气体灭火系统。随着研究的深入和发展,高压细水雾灭火系统作为一种新的替代系统也逐渐在城市轨道交通工程及相关工程中得到了应用,如上海轨道交通 11 号线、天津、广州及苏州的城市轨道交通新线的电气设备用房均采用了高压细水雾灭火系统。

高压细水雾灭火系统的灭火介质为水,与气体灭火系统相比具有冷却、隔绝辐射热、消烟、环保、持续灭火能力较强等优点,但由于其灭火介质为水,受电气设备用房室内环境及其他不可预见因素影响,高压细水雾灭火系统喷放后对电气设备的水渍损失值得关注。设计人员要对高压细水雾灭火系统的控火、灭火性能,水渍损失及经济等方面进行充分的论证分析,在确认其合理、可靠且取得北京消防部门及运营管理部门认可的基础上,城市轨道交通工程电气设备房间的自动灭火系统也要考虑采用高压细水雾灭火系统。

本款根据《地铁设计防火标准》修改完善自动灭火系统防护区范围,由于电气小室设置的电源不大于 1KW,火灾危险性相对较小,而增设自动灭火系统会增加投资、运营维护成本,因此电气小室不设置自动灭火系统。

第 5 款 根据《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024 第 2.0.3 条要求无关管线和线路不得穿越电气设备用房,增加本条说明,为设备用房区服务的气体灭火管道,不属于无关管线,可以穿越电气设备用房。

30.3.6 第 3 款 本款为新增条款,独立且重要的地下排水泵房、隧道洞口雨水泵房、配电室等局部设备机房内设有水泵控制柜或配电柜等,为及时扑救火灾,设置灭火器保护。

30.3.7 第 1 款 地下车站出入口通道、风道、地下区间的区间风井、隧道出洞口均直接与外界连通,地上车站站厅、站台公共区未设供暖设施的区域,冬季气温较低,生产、生活给排水管道及消防给排水管道容易冻结,需要采取一定的保温措施。车站进区间断面变化处、区间风井周边管道及附属设施(如电伴热及保温层)的安装考虑抗风压保护措施。根据近几年的工程经验,生活给排水管道内的水虽然处于流动状态,但由于夜间用水量较少,仍有冻结危险,因此设置电保温系统;生产给水管如冷却水补水管冬季不使用,采用冬季放空方案不设置保温;消防给水系统采用干式系统时,不设电保温,若采用湿式系统管道内长期有水且处于不流动状态极易冻结,需设置电保温系统。北京近几年冬季寒冷,位于风道或出入口通道的压力废水管长期处于非流动状态,已出现了管道冻胀现象。由于车站及区间主废水泵房排水管承担了防灾功能,因此,风道和出入口通道主废水泵房压力废水管设电保温系统。局部排水泵房考虑冬季泄空,因此冬季可泄空部位不设电保温系统。

第 2 款 地下车站出入口通道、风道内设置的压力污水管设置常规保温可满足使用要求。北京冬季局部排水泵房集水池的结构渗漏水量较少,排水泵大部分时间处于不工作状态,因此,北京城市轨道交通运营单位在已建工程局部排水泵房的排水管均采用了冬季放空的方案,以减少管道冻结的危害。受城市轨道交通活塞风的影响,地下车站出入口通道与车站站厅连接处的冬季温度均较低,为防止消防给排水管道冻结,位于地下车站站厅公共区吊顶内的消防给水管需设常规防冻保温。

地上车站公共卫生间使用人数较多,卫生间的门开启次数较多,且保洁人员在冬季经常开启卫生间外窗以保持卫生间的良好通风,因此卫生间虽然设置了供暖设施,但卫生间内的实际环境温度较低。目前,北京城市轨道交通已建线工程已出现了卫生间管道冻结情况,因此地上车站卫生间的给排水管道需设置常规防冻保温,同时应加强运营的管理,减少冬季卫生间开窗次数。在非供暖区域范围外不设置公共卫生间需要设置给排水管道的公共盥洗室,以减少管道冻结的危险。

30.4 防排烟与事故通风

30.4.4 不同于一般的民用建筑,地铁工程中提升高度大于 10m 的防烟楼梯间有时可能仅为一层,仅通过地面层设置可开启外窗进行自然通风难以达到良好的防烟要求,需设置机械加压送风系统。

国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251-2017 规定建筑高度大于 50m 的公共建筑防烟

楼梯间及其前室应分别独立设置机械加压送风系统。地铁深埋车站或隧道内防烟楼梯间的提升高度大于50m时,情况类似,且站内人员需向上疏散,疏散难度更大,楼梯间与前室需分别独立加压,形成安全的压力梯度,确保人员安全疏散。

30.4.5 本条规定了排烟系统设计的基本目标和原则。

第2款 本条中的车站相邻区间指车站两端的区间事故风阀以外与车站相邻的区间隧道,不包含上述区间事故风阀以内的车站轨行区部分。

30.4.6 第2款 地下车站站厅排烟一般由车站两端的排烟系统共同负担、同时运行,其排烟效果优于只开启车站一端排烟系统排烟的效果。因此,在防烟分区建筑面积满足不大于2000m²的条件下,可不再限制其长边长度,降低工程实施难度。

第4款 参考北京市地方标准《站城一体化工程消防安全技术标准》DB11/1889-2021的相关规定,对车站地下换乘、连接和出入口通道防烟分区的长边长度进行了规定,避免出现烟气下沉现象,保证排烟效果。

30.4.7 第2款 站厅设于站台上层的地下车站,站台层发生火灾时,站台至站厅的楼扶梯是乘客逃生的工具,由于人员疏散方向与烟气流动方向相同,因此,楼扶梯口有一定的向下气流,并保持一定的风速,确保乘客能在规定时间内疏散到站厅安全区。因此,无论是通厅式的地下车站还是端头厅形式的地下车站,站台至站厅的楼扶梯开口四周均会采取挡烟措施。

第4款 该规定是对固定挡烟垂壁下缘至地面的最低高度要求,以保证平时使用时的人员正常通行。

30.4.11 本条基于两方面考虑,其一是发生火灾时,隧道中的烟气流动速度与火灾强度、隧道的坡度、断面尺寸等因素相关,需计算确定所谓临界风速。送排风的速度必须大于这个速度,才能使烟气流按规定的方向流动。其二是地铁发生火灾时,规定了乘客迎着新鲜空气流入的方向迅速撤离,因此必须造成一种气流使乘客感受到有新鲜空气流动,指示其撤离的方向。同时当乘客感受到有新鲜空气流动时,从心理上就产生了安全感,会鼓足勇气迅速地迎着新鲜空气流入的方向撤离到安全地带。使人们能感受到新鲜空气流动的最低速度为2m/s,不言而喻,采用2m/s的排烟速度就能同时满足上述两方面的要求。此外,本条又规定了排烟流速不大于11m/s,因为当排烟速度大于11m/s时,新鲜空气的流动速度也大于11m/s,在此速度下乘客不能行走,无法安全撤离。

列车非载客区间隧道,例如出入场线、出入段线隧道,列车上没有乘客,仅有司机或少量工作人员。由于接受过专业训练、熟悉隧道环境,且在配有消防安全防护与通讯装备的条件下,列车上人员火灾快速疏散的条件较好。因此,为了降低工程实施难度,对于此类隧道,本条仅要求排烟风速大于临界风速。

临界风速的计算公式:

$$v_c = K_1 K_g \left(\frac{gHQ}{\rho c_p A T_f} \right) \quad (21)$$

$$T_f = \frac{Q}{\rho c_p A v_c} + T \quad (22)$$

$$K_g = 1 + 0.0374 \text{grade}^{0.8} \quad (23)$$

式中:

- v_c ——临界风速, m/s;
- K_1 ——系数, 0.606;
- K_g ——坡度修正系数;
- g ——重力加速度, m/s²;
- H ——隧道顶高度, m;
- Q ——火灾规模, MW;

- ρ ——空气密度, kg/m^3 ;
 c_p ——空气定压比热, $\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{K}$;
 A ——隧道面积, m^2 ;
 T_f ——平均热空气温度, K ;
 T ——环境温度, K ;
grade ——隧道坡度。

30.4.12 当每个通风区段同时存在两列或两列以上列车同向运行时,若前方列车的后部发生火灾并停驶在隧道中,需向后方排烟,则后方列车会受到前车烟气的影 响,危及乘客安全。因此,一般情况下需设置中间风井或设置与风井连接的轨顶风道和风口等方式对长大区间隧道划分通风排烟区段,使每个通风区段排烟时内部只有一列车。综合考虑长大区间隧道的通风排烟、疏散需求与工程建设成本等因素,本条规定了每个通风区段的长度。中间风井、轨顶风道等土建设施运营后难以再进行改造,因此规定按系统设计最大能力确定。正常运行时的列车追踪间距为不考虑加车、晚点、信号调整等因素,按正常发车间隔计算的列车追踪间距。

一方面,实际运行条件下,由于存在加车、晚点、信号调整等情况,为了提高运行效率,列车实际追踪间距一般由信号系统的移动闭塞控制,会小于按本条要求计算的通风区段长度。因此,即使按本条要求设置通风区段,在实际运行条件下,一个通风区段内也可能出现同时存在两列或两列以上列车同向运行的情况。另一方面,由于工程条件限制,实际工程中也可能面临通风区段长度大于本条规定的情况。

由于通风区段划分是固定的要素,每个通风区段内的列车数量影响着对通风设备容量的要求和通风排烟的有效性。牵引供电系统分区是固定的要素,影响着将非火灾列车从火灾通风区段中牵引出来的能力。信号系统控制列车反向运行的能力以及火灾情况下执行反向运行的速度则是将非火灾列车牵引出来的关键。对于乘客最好的保护就是在一个通风区段内只有一列车。因此,实际运行条件下以及不能符合本条要求的情况下,相关专业的设计和应急组织方案需能在一定的时限内将非火灾列车拖离,确保火灾排烟时,一个通风区段内只有一列车。

30.4.17 第 5 款 电气设备用房包括各类弱电、供电等设备房间。地铁设计规范 2013 版说明,同一防火分区内不同的电气设备用房性质相同、同等重要,风管穿越电气设备用房之间的防火隔墙处不需设置防火阀。

30.5 电 气

30.5.2 本条规定了轨道交通工程中消防用电设备配电的基本要求,以避免配电干线故障影响消防用电设备的供电可靠性。

本条规定的最末一级配电箱,对于消防控制室、消防水泵房的消防用电设备及消防电梯等,为上述消防电梯和消防设备室处的最末级配电箱;对于其他其他消防用电设备,为这些用电设备所在防火分区的配电箱。

对“供电距离较长”的解释为,超长出入口内设置的消防风机、正线区间内设置的射流风机、区间废水泵房等设备的供电,采用由变电所双重电源直接供电,并在最末一级配电箱处自动切换。在车站范围内的射流风机由车站站台层环控电控室内双电源切换装置配电。区间内容量小且分散的消防设备,可由就近区间内消防设备双电源切换箱配电或由车站站台层配电室内的消防双电源切换箱配电。

30.5.3 由于轨道交通公共区域属于人员密集场所,正常照明的照度较高,有利于人员的疏散。正常照明供电电源只要在水系统工作前切断,就不会引起触电事故及二次灾害;其他在发生火灾时没必要继续工作的电源,或切断后也不会带来损失的非消防电源,会在确认火灾后立即切断。

30.5.4 本条所指供电回路指的是从低压第一级配电至终端用电设备的供电回路,当供电回路发生过负荷时,将过负荷信号发送至运维管理人员,运维管理人员根据现场情况采取相应的措施,供电回路发生短路时立即断电。

鉴于目前断路器厂家不能提供满足此要求的产品，配电回路考虑采用加装消防电源监控系统电流模块、热继电器或智能电表等方式监测配电回路的过负荷情况，发生故障时通过 BAS 系统上传给运维管理人员。风机、水泵类设备通过电磁型断路器与热继电器或马达保护器组合的形式，通过 BAS 系统上传给运维管理人员。

30.5.8 由于城市轨道交通属于人员密集场所，需要在公共区设置安全照明及疏散照明。根据《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033-2022, 6.1.11 条地下车站及区间的应急照明应具备应急电源。为了简化系统设置，本标准提出车站公共区疏散照明宜兼做安全照明，地面的最低水平照度不低于 5 lx，平均照度不低于正常照明照度的 10% 的要求。

30.5.9 如果车站与枢纽开发结合设置，集中电源蓄电池组寿命周期需要结合消防性能化报告的相关要求执行。

30.5.12 除地下车站及区间的应急照明为特级负荷以外，轨道交通其他场所应急照明为一级负荷，满足双重电源的供电要求即可，本标准建议尽量采用双重电源末端切换的方式满足供电要求，尽量减少蓄电池的使用。

30.7 区间安全疏散

30.7.2 第 1 款 两条单线载客运运营区间隧道以及上下行线路间设置防火墙的单洞双线区间隧道，能有效地阻隔火灾和烟气蔓延，当其中一条隧道内的列车发生火灾失去动力时，乘客通过联络通道或中隔墙上的防火门通向另一条隧道疏散。横向联络通道之间的距离是指联络通道中心之间的距离，联络通道中心至车站或隧道开口处之间的距离。

第 4 款 本条是指两条单线载客运运营区间隧道之间的横向联络通道防火门采用抗风压防火门，防火门的开启方向满足不同区间隧道的人员疏散需求。

30.7.4 第 2 款 区间风井在计算建筑面积时不需要考虑风道的建筑面积。

30.7.6 高架区间线路两侧无道路时，消防救援难度较大，本条是参考了美国 NFPA130《固定式导轨运输和客运铁路系统标准》中长大区间每隔 762m（2500 英尺）需设置穿越区间道路的规定，并对穿越长度做了适当调整。

30.7.8 美国 NFPA130 和日本《地铁火灾对策标准》均对区间隧道设置表示车站或出口方向的标志做了规定。美国 NFPA130 要求每隔 25m 就要设置 1 个指明车站或出口方向的标志牌；日本《地铁火灾对策标准》要求隧道内标志牌必须设在靠近利用应急电源的应急照明灯具附近，标志牌的高度为距疏散路面 1.5m 高，间隔必须小于 100m，并用箭头标明到达相邻车站或隧道口的距离。本条是参考美国和日本标准，明确隧道内各标志牌需用箭头分别指向该区间两端的车站，并标明该标志牌与区间两端车站之间距离，对于设联络通道的区间，还需标明该标志牌距相邻联络通道口的距离。

30.7.9 区间隧道的横向联络通道和风井处的防烟楼梯间以及区间直通地面的疏散通道是旅客逃生通道，要求区间隧道联络通道洞口等处的电光源疏散标志为双面标识并垂直于行车方向安装是为了不同方向旅客均能看清疏散标志，有利疏散。

30.8 防水淹

30.8.1 防水淹设计需提出技术措施防范内涝引起的车站、区间隧道、路基与桥涵、主变电所、控制中心及车辆基地的水淹灾害；当城市轨道交通设施位于洪水影响范围内且水系防护标准低于城市轨道交通设施设防标准时，还要考虑防范洪水影响。

30.8.2 防洪涝专项研究应由专业机构完成并通过审查。100 年一遇洪涝水位、波浪爬高值和安全高均由防洪涝专项研究单位通过计算确定。当波浪爬高值和安全高无法确定时，两者之和一般不小于 0.5m。

30.8.6 第 2 款 车辆基地使用的“挡水能力的墙体”仅在灾害发生时短期防护水体冲击，不是专用挡水墙，在保证强度要求的前提下利用实体围墙、挡墙实现挡水功能。

30.8.8 近年城市轨道交通地下车站淹水事件多发于非运营期间，由于夜间站内值班人员有限，难以及时发现水患，导致淹水事故发生。为此建议在内涝风险高的车站采用水力、电动驱动的主动（自动）防淹设施，或提高管理门的强度及防淹能力，兼做地面防淹设施。

31 环保节能

31.3 节约能源

31.3.8 第1款 工程设计过程中，经常需要对多个系统技术方案进行全寿命周期的技术经济比选，以确定最优方案。考虑到地铁运营的长期性，为了强调节能的重要性，在各备选方案经济性相近的情况下，推荐优先采用能耗较低的系统方案。

第2款 列车在隧道中运行产生的活塞效应是地铁所特有的。据测算，活塞效应使每节车厢可获得的活塞通风量约为 $18000\text{m}^3/\text{h}$ ，由此产生的自然通风量不需要额外消耗电力即可获得，可以节约大量能源消耗。因此，在隧道及公共区的通风系统设计中要优先利用活塞通风。

第4款 车站设备与管理用房不同房间的室内空调负荷随时间的变化规律并不相同，系统具备分室调节功能可以根据不同房间需要按需供冷，节约能源。设置变风末端的全空气系统、商用多联机空调系统、多联机房空调系统等多种形式均可实现分室调节功能。