宁波市轨道交通技术标准

2015 甬 SS-01

宁波城市轨道交通设计技术标准

Code for design of Ningbo Urban Rail Transit

2015-06-09 发布　　**2015-07-01** 实施

宁波市住房和城乡建设委员会　　发布

宁波市轨道交通技术标准

宁波城市轨道交通设计技术标准

Code for design of Ningbo Urban Rail Transit

2015 甬 SS-01

主编单位：宁波市轨道交通集团有限公司
上海市隧道工程轨道交通设计研究院
批准单位：宁波市住房和城乡建设委员会
实施日期：2015 年 7 月 1 日

宁波市住房和城乡建设委员会文件

甬建发〔2015〕107号

宁波市住房和城乡建设委员会关于发布《宁波城市轨道交通设计技术标准》的通知

各县（市）区住房城乡建设行政主管部门，各有关单位：

为适应我市轨道交通建设运营和发展需要，统一规范设计标准，体现宁波地方特点，由宁波市轨道交通集团有限公司、上海市隧道工程轨道交通设计研究院主编，浙江华展工程研究设计院有限公司、浙江省交通规划设计研究院参编的《宁波城市轨道交通设计技术标准》，已通过专家评审验收，现予以批准发布，编号为2015甬SS—01，自2015年7月1日起执行。

本标准由宁波市住房和城乡建设委员会负责管理，宁波市轨道交通集团有限公司负责具体内容的解释。

宁波市住房和城乡建设委员会

2015年6月9日

抄送：市城管局，市轨道交通工程建设指挥部。

宁波市住房和城乡建设委员会办公室　　2015年6月10日印发

宁波城市轨道交通设计技术标准

前　言

为适应宁波城市轨道交通建设、运营和网络化发展需要，体现宁波城市发展目标和宁波地方特点，进一步促进城市轨道交通的可持续发展，按照宁波市住房和城乡建设委员会的要求，由宁波市轨道交通集团有限公司、上海市隧道工程轨道交通设计研究院会同有关单位共同编写本标准。在编制过程中，编制组以有关国家和地方标准为基础，认真总结宁波市轨道交通工程建设、运营经验，同步开展多项专题研究和通用图编制工作，并广泛调查研究和征求意见、反复讨论和修改，最后经审查定稿。

本规范中 1.0.13、5.1.2、5.10.1（3、5、7）、7.1.2（4）、8.1.3、8.4.5（1）、8.7.5、11.1.6、11.2.4、11.3.2（8）、11.4.2（6）、11.10.7、12.1.4、12.1.5、12.1.6、12.1.10、12.7.1（1）、13.1.6、13.5.2、15.1.13（1）、15.5.22（13）、15.7.3、15.7.6、15.11.18、20.3.3（5）、20.4.1（6）、20.4.3（5）、20.5.1（11）、21.1.2、21.1.9、21.1.12、21.1.15、22.1.1（2）、23.1.12、26.1.8、26.1.10、26.2.1（1、3）、26.2.5（2、4、7、8、9、10、11、12、13）、26.2.10、27.3.8、27.6.12、27.7.2 条（款）为强制性条文，必须严格执行。

本标准共分为 30 章和 8 个附录。主要内容包括总则、术语与缩略语、客流预测、运营组织、车辆、限界、线路、轨道、路基、交通衔接、车站建筑、地下车站与地下区间结构、高架车站与区间结构、结构防水及结构耐久性、供电、通风空调、给水与排水、通信及办公自动化、信号、智能化监控与火灾自动报警、自动售检票、自动扶梯与电梯、站台门、车辆基地、控制中心、防灾与安全、人防、环境保护、节约能源、工程筹划等。

本标准由宁波市住房和城乡建设委员会归口管理，宁波市轨道交通集团有限公司负责具体内容的解释。

各单位在实施过程中如发现问题及需要修改和补充之处，请将意见和建议发至：宁波市轨道交通集团有限公司（地址：宁波市宁穿路 3399 号，邮编：315101，Email：nbjsbz@126.com）、上海市隧道工程轨道交通设计研究院（地址：上海市徐汇区中山西路 1999 号申隧设计大厦，邮编：200235，Email：nbjsbz@126.com）《宁波城市轨道交通设计技术标准》编制组，以供修订参考。

本标准主编单位：宁波市轨道交通集团有限公司

上海市隧道工程轨道交通设计研究院

本标准参编单位：（排名不分先后）：

浙江省交通规划设计研究院

浙江省华展工程研究设计院有限公司

本标准主要起草人员：尹文德、陈斌、李　英、陈海龙

（以下按姓氏笔画为序）：

王军平、叶　如、叶　蓉、付　鹏、冯　爽、包晓红、龙建兵、石慧麟、朱益龙、朱蓓玲、吕正昱、陈　勇、李　磊、何永春、张　苹、张国芳、张伟国、宋贤林、李守杰、莫修栋、单　宁、金　峰、金　崎、周晓玲、祝　平、姚任行、姚燕明、赵兴华、倪　尉、徐小平、杨亚勤、黄文昕、黄江伟、阎正才、景　浩、韩小勇、管攀峰

本标准参与编制人员：

（以下按姓氏笔画为序）：

马彦波、王向阳、叶建忠、宋振华、沈学良、吴　晖、吴才德、吴德兴、张　勇、杨树松、金德均、周　颖、周建军、范旭强、施培华、赵　程、贾　逸、郭志清、凌　人、袁鸿爽、龚迪快、龚耀忠、琚永刚、葛洪元、颜菁霞、魏　军

本标准主要审查人员：

俞家康、孔繁达、马　骉、干伟忠、王　成、王　菁、王丹平、车轮飞、叶霞飞、史海鸥、朱悦明、许斯河、孙家珍、李金华、李重武、张　存、张　雄、张　庆、陆缙华、周书明、赵兴华、饶美婉、洪　翔、徐　平、殷锡金、唐　敏、曹宗豪

目　录

1　总则 1

2　术语与缩略语 3

2.1　术语 3

2.2　缩略语 9

3　客流预测 12

3.1　一般规定 12

3.2　基础资料与数据 12

3.3　客流预测内容及成果要求 13

4　运营组织 15

4.1　一般规定 15

4.2　系统运能 15

4.3　列车速度 15

4.4　行车组织 16

4.5　列车编组与运行间隔 16

4.6　运行交路 17

4.7　停站时间 17

4.8　运营配线 17

4.9　运用车数 18

4.10　运营管理 18

4.11　客运服务 19

4.12　维护管理 19

4.13　运营安全 19

4.14　组织定员 20

5　车辆 21

5.1　一般规定 21

5.2　列车编组 22

5.3　技术指标 24

5.4　车体、车门与车钩 26

5.5　转向架 28

5.6　电气系统 28

5.7　供风与制动系统 30

5.8　空调系统 31

5.9　乘客信息系统 31

5.10　其他要求 32

6　限界 33

6.1　一般规定 33

6.2 制定限界的基本参数.....33
6.3 线间距.....34
6.4 设备限界.....35
6.5 建筑限界.....35
6.6 站台建筑限界.....37
6.7 设备和管线布置.....37
7 线路.....39
7.1 一般规定.....39
7.2 线路平面.....40
7.3 线路纵断面.....43
7.4 配线.....44
8 轨道.....46
8.1 一般规定.....46
8.2 钢轨及配件.....46
8.3 扣件.....48
8.4 轨枕与道床.....48
8.5 道岔、伸缩调节器.....51
8.6 无缝线路.....52
8.7 减振降噪轨道结构.....53
8.8 轨道附属设备及安全设备.....53
9 路基.....56
9.1 一般规定.....56
9.2 路肩高程、路基面形状和宽度.....57
9.3 基床.....58
9.4 路堤.....59
9.5 路堑.....60
9.6 过渡段.....60
9.7 路基排水及防护.....61
9.8 路基支挡结构.....62
10 交通衔接.....63
10.1 一般规定.....63
10.2 交通设施设置标准.....64
11 车站建筑.....65
11.1 一般规定.....65
11.2 车站总体布置.....65
11.3 地下车站平面设计.....66
11.4 高架车站平面设计.....69
11.5 车站主要设施设置.....70

11.6 车站出入口.....72
11.7 风亭、风井与冷却塔.....73
11.8 无障碍设计.....74
11.9 车站换乘设计.....74
11.10 车站环境及导向标志设计.....75
11.11 车站内设商铺以及与车站相邻的地下物业开发相关规定.....76
11.12 车站管线综合设计.....76
12 地下车站与地下区间结构.....82
Ⅰ 地下车站结构.....82
12.1 一般规定.....82
12.2 施工方法的选择.....83
12.3 结构选型.....84
12.4 荷载.....85
12.5 工程材料.....86
12.6 基坑工程设计.....86
12.7 标准段结构设计.....88
12.8 端头井结构设计.....90
12.9 构造设计.....90
12.10 抗震设计.....92
12.11 监控与监测.....93
Ⅱ 地下区间结构.....94
12.12 一般规定.....94
12.13 荷载.....95
12.14 结构计算.....97
12.15 盾构隧道结构设计.....100
12.16 盾构选型.....101
12.17 盾构进出洞设计.....101
12.18 盾构隧道注浆要求.....101
12.19 矿山法隧道结构设计.....102
12.20 联络通道、废水泵房设计.....103
12.21 矩形顶管结构设计.....105
12.22 应急疏散平台.....105
12.23 构造要求.....106
12.24 监控和监测.....106
12.25 地下结构设计的安全风险控制.....108
13 高架车站与区间结构.....109
I 高架车站结构.....109
13.1 一般规定.....109

13.2 设计荷载.....110
13.3 结构设计.....111
13.4 构造要求.....112
Ⅱ 高架区间结构 112
13.5 一般规定.....112
13.6 设计荷载.....115
13.7 结构设计.....119
13.8 构造要求.....121
14 结构防水及结构耐久性.....124
Ⅰ 结构防水 124
14.1 一般规定.....124
14.2 混凝土结构自防水.....124
14.3 明挖结构防水.....125
14.4 盾构隧道及矿山法结构防水.....126
14.5 地面及高架结构防水.....129
II 结构耐久性 130
14.6 一般规定.....130
14.7 环境作用分类与作用等级.....130
14.8 地下结构混凝土耐久性设计.....132
14.9 地面及高架结构耐久性设计.....137
14.10 混凝土耐久性检验.....138
15 供电.....140
15.1 一般规定.....140
15.2 系统配置.....141
15.3 系统容量.....143
15.4 主变电所.....143
15.5 牵引、降压变电所.....145
15.6 动力照明配电.....152
15.7 电缆 157
15.8 接触网 158
15.9 能耗监测综合管理系统.....163
15.10 杂散电流腐蚀防护.....164
15.11 防雷、过电压防护及综合接地.....166
16 通风空调.....168
16.1 一般规定.....168
16.2 设计标准.....168
16.3 地下车站公共区.....171
16.4 区间隧道.....172

16.5 设备管理用房（含车站、车辆基地和控制中心等）.....172
16.6 地面和高架车站.....173
16.7 空调冷源和冷冻水系统.....173
16.8 风道和风管系统.....174
16.9 机房布置.....175
16.10 运行模式与系统控制.....175
17 给水与排水.....177
17.1 一般规定.....177
17.2 给水系统.....177
17.3 排水系统.....178
17.4 车辆综合基地给排水.....181
17.5 主要设备和管材.....182
18 通信及办公自动化.....184
18.1 一般要求.....184
18.2 基本技术要求.....185
18.3 专用通信传输系统.....186
18.4 专用通信无线通信系统.....187
18.5 专用通信公务电话系统.....188
18.6 专用通信专用电话系统.....189
18.7 专用通信视频监视系统.....191
18.8 专用通信广播系统.....192
18.9 专用通信时钟系统.....192
18.10 专用通信乘客信息系统.....193
18.11 专用通信电源系统及接地.....194
18.12 专用通信集中告警系统.....195
18.13 民用通信引入系统.....196
18.14 公安通信系统.....198
18.15 办公自动化系统.....199
19 信号.....200
19.1 一般规定.....200
19.2 系统基本要求.....201
19.3 系统构成要求.....201
19.4 系统的控制方式.....202
19.5 子系统要求.....202
19.6 信号设置及显示.....207
19.7 DCS 系统.....208
19.8 计算机监测.....208
19.9 系统供电.....209

19.10 接地与防雷.....209
19.11 电缆敷设.....210
19.12 系统主要性能指标.....210
19.13 可靠性、可用性、可维护性和安全性(RELIABILITYAVAILABILITY MAINTAINABILITY SAFETY 简称 RAMS).....212
20 智能化监控与火灾自动报警.....213
20.1 综合监控系统（ISCS）.....213
20.2 电力监控系统(SCADA).....219
20.3 环境与设备监控系统(BAS).....222
20.4 火灾自动报警系统（FAS）.....227
20.5 门禁系统.....233
21 自动售检票.....238
21.1 一般规定.....238
21.2 票制及票务管理.....239
21.3 系统构成.....239
21.4 主要功能.....240
21.5 车站设备配置与布置.....243
21.6 网络构成及要求.....244
21.7 时间同步方式.....244
21.8 电源及接地.....244
21.9 软件基本要求.....245
21.10 系统接口.....245
21.11 系统主要技术指标.....246
22 自动扶梯与电梯.....248
22.1 自动扶梯和自动人行道.....248
22.2 电梯.....249
23 站台门.....251
23.1 一般规定.....251
23.2 系统构成及要求.....252
23.3 现场布置要求.....254
23.4 系统软件要求.....254
23.5 主要技术指标.....254
24 车辆基地.....256
24.1 一般规定.....256
24.2 功能和任务.....257
24.3 资源共享.....258
24.4 选址与总图布置.....259
24.5 站场与线路.....261

24.6 车辆基地规模.....263
24.7 车辆运用整备设施.....264
24.8 车辆检修设施.....268
24.9 设备维修与动力设施.....272
24.10 综合维修.....272
24.11 救援与抢修.....274
24.12 物资总库.....274
24.13 培训中心.....275
24.14 计量室.....275
24.15 车辆基地定员.....275
24.16 房屋建筑.....275
24.17 物业开发.....279
25 控制中心.....281
25.1 一般规定.....281
25.2 选址与规模.....282
25.3 管理与操作模式.....283
25.4 工艺.....284
25.5 建筑与结构.....286
25.6 附属设施.....287
26 防灾与安全.....290
26.1 一般规定.....290
26.2 建筑防灾.....290
26.3 消防给水与灭火设施.....294
26.4 防烟、排烟与事故通风.....296
26.5 防灾通信.....299
26.6 防灾供电与应急照明.....300
26.7 自动扶梯与电梯.....300
26.8 站台门.....301
26.9 自动售检票系统(AFC).....301
26.10 火灾自动报警系统.....301
26.11 车辆基地防灾.....301
26.12 车辆防火.....302
26.13 其他灾害预防.....302
26.14 防恐与安全.....302
27 人防.....304
27.1 一般规定.....304
27.2 建筑.....304
27.3 结构.....307

27.4 通风 308
27.5 给排水 309
27.6 电气 310
27.7 平战转换....312
28 环境保护....314
28.1 一般规定....314
28.2 噪声污染防治....314
28.3 振动基本要求....317
28.4 水环境保护措施....317
28.5 大气环境保护措施....317
28.6 电磁辐射环境保护措施....317
28.7 其他 318
29 节约能源....319
29.1 一般要求....319
29.2 线路 319
29.3 车辆 319
29.4 行车组织....320
29.5 供电 320
29.6 车站自动扶梯....321
29.7 通风空调系统....322
29.8 给排水及消防....322
29.9 弱电系统....323
29.10 建筑节能....323
29.11 车辆基地节能....323
30 工程筹划....324
30.1 一般规定....324
30.2 工程筹划原则....324
30.3 施工准备....325
30.4 施工组织....326
附录 A B2 型车（鼓形车）限界及坐标图 328
附录 B 道岔建筑限界加宽示意图....330
附录 C 曲线地段设备限界计算方法....331
附录 D 缓和曲线地段建筑限界的加宽计算公式....332
附录 E 主要断面建筑限界....334
附录 F 巨粒土、粗粒土填料分组 338
附录 G 细粒土填料分组 343
附录 H 宁波城市轨道交通设计技术标准通用图目录....344
本规范用词说明....368

引用标准名录.....369
条文说明.....375

CONTENTS

1 General Provisions 1

2 Terms and Abbreviations 3

2.1 Terms 3

2.2 Abbreviations 9

3 Ridership Forecast 12

3.1 General Requirement 12

3.2 Basic Material and Data 12

3.3 Contents and Outcome Requirements of Ridership Forecast 13

4 Operating Organization 15

4.1 General Requirement 15

4.2 System Capacity 15

4.3 System Capacity 15

4.4 Train Dispatching 16

4.5 Train Formation and Operating Interval 16

4.6 Operation Routing 17

4.7 Station Dwell Time 17

4.8 Operational Sidings 17

4.9 Quantity of Using Trains 18

4.10 Operating Management 18

4.11 Passenger Transportation Service 19

4.12 Maintenance Management 19

4.13 Operation Safety 19

4.14 Organizational Personnel Quota 20

5 Vehicle 21

5.1 General Requirement 21

5.2 Train Formation 22

5.3 Technical Indexes 24

5.4 Car Body, Car Door and Coupler 26

5.5 Bogie 28

5.6 Electrical System 28

5.7 Air Supply System and Baking System 30

5.8 Air Conditioning System 31

5.9 Passenger Information System 31

5.10 Other Requirements 32

6 Gauge 33

6.1 General Requirement 33

6.2 Basic Parameters 33
6.3 Distance between Centers of Lines 34
6.4 Equipment Gauge 35
6.5 Structure Gauge 35
6.6 Platform Structure Gauge 37
6.7 Layout Principles of Facilities and Pipelines 37
7 Line 39
7.1 General Requirement 39
7.2 Plane of the Line 40
7.3 Profile of the Line 43
7.4 Sidings 44
8 TRACK 46
8.1 General Requirement 46
8.2 Steel Rail and Fittings 46
8.3 Fastener 48
8.4 Sleeper and Track Bed 48
8.5 Turnout, Expansion and Contraction Regulators 51
8.6 Seamless Track 52
8.7 Track Structure for Vibration and Noise Reduction 53
8.8 Ancillary Equipment and Safety Equipment of Track 53
9 Subgrade 56
9.1 General Requirement 56
9.2 Formation Level, Shape and Width of Subgrade 57
9.3 Subgrade Bed 58
9.4 Embankment 59
9.5 Cutting 60
9.6 Transitional Zone 60
9.7 Subgrade Drainage and Protection 61
9.8 Retaining Structures of Subgrade 62
10 Traffic Connection 63
10.1 General Requirement 63
10.2 Setting Standard of Traffic Facilities 64
11 Station Building 65
11.1 General Requirement 65
11.2 General Layout of the Station 65
11.3 Plane Design of Underground Station 66
11.4 Plane Design of Elevated Station 69
11.5 Station Main Facilities Setting 70

11.6 Station Entrances and Exits....72
11.7 Ventilation Shaft and Cooling Tower....73
11.8 Design of Facilities for the Disabled....74
11.9 Station Transfer Design....74
11.10 Environment and Guidance Signs of Station....75
11.11 Relevant Regulations of Real Property Development in and beside the Station....76
11.12 Pipeline Colleting Design of Station....76
12 Underground Station and Section Structure....82
Ⅰ Underground Station Structure....82
12.1 General Requirement....82
12.2 Selection of the Construction Method....83
12.3 Structure Form Selection....84
12.4 Load....85
12.5 Engineering Material....86
12.6 Foundation Pit Engineering Design....86
12.7 Standard Section Structure Design....88
12.8 Work Well Structure Design....90
12.9 Constitution Design....90
12.10 Seismic Design....92
12.11 Monitoring....93
Ⅱ Underground Section Structure....94
12.12 General Requirement....94
12.13 Load....95
12.14 Structure Calculation....97
12.15 Shield-driven Tunnel Structure Design....100
12.16 Shield Type Selection....101
12.17 Shield Break-in and Break-out Design....101
12.18 Shield Tunnel Grouting Requirement....101
12.19 Mining Tunnel Structure Design....102
12.20 Connecting Passage and Waste Water Pumping Room Design....103
12.21 Rectangular Pipe Jacking Structure Design....105
12.22 Platform for Fire Exit....105
12.23 Structural Requirements....106
12.24 Monitoring....106
12.25 Security Risk Management for Underground Structure....108
13 Elevated Station and Section Structure....109
I Elevated Station Structure....109
13.1 General Requirement....109

13.2 Designed Load 110
13.3 Structural Design 111
13.4 Structural Requirements 112
Ⅱ Elevated Section Structure 112
13.5 General Requirement 112
13.6 Designed Load 115
13.7 Structural Design 119
13.8 Structural Requirements 121
14 Waterproof and Durability of Structure 124
Ⅰ Waterproof of Structure 124
14.1 General Requirement 124
14.2 Concrete Structure Self-waterproofing 124
14.3 Waterproof for Tunnel with Cut and Cover Method 125
14.4 Waterproof for Underground Structure with Shield Method and Mining Method 126
14.5 Waterproof for Ground and Elevated Structure 129
II Structure Durability 130
14.6 General Requirement 130
14.7 Classification and Level of Environmental Effect 130
14.8 Underground Structure Concrete Durability Design 132
14.9 Ground and Elevated Structure Durability Design 137
14.10 Test of Concrete Durability 138
15 Power Supply 140
15.1 General Requirement 140
15.2 System Configuration 141
15.3 System Capacity 143
15.4 Main Power Substation 143
15.5 Traction and Step-down Substation 145
15.6 Power Lighting Distribution 152
15.7 Cable 157
15.8 Overhead Catenary System 158
15.9 Energy Consumption Monitoring Integrated Management System 163
15.10 Stray Current Corrosion Protection 164
15.11 Lightning Protection, Overvoltage Protection and Integrated Grounding 166
16 Ventilation and Air-conditioning 168
16.1 General Requirement 168
16.2 Design Standard 168
16.3 Public Area of Underground Station 171

16.4 Section Tunnel 172
16.5 Building for Equipment and Management (including Station, Depot and OOC) 172
16.6 Ground and Elevated Station 173
16.7 Cold Source of Air Conditioning and Chilled Water System 173
16.8 Airduct System 174
16.9 Computer Room Layout 175
16.10 Operation Mode and System Control 175
17 Water Supply and Drainage 177
17.1 General Requirement 177
17.2 Water Supply System 177
17.3 Drainage System 178
17.4 Water Supply and Drainage of Comprehensive Depot 181
17.5 Main Equipment and Pipes 182
18 Communication and Office Automation 184
18.1 General Requirement 184
18.2 Basic Technical Requirement 185
18.3 Special Communication Transmission System 186
18.4 Special Communication Wireless Communication System 187
18.5 Special Communication Business Telephone System 188
18.6 Special Communication Dedicated Telephone System 189
18.7 Special Communication Image Monitoring System 191
18.8 Special Communication Broadcasting System 192
18.9 Special Communication Clock System 192
18.10 Special Communication Passenger Information System 193
18.11 Special Communication Power System and Grounding 194
18.12 Special Communication Centralized Alarm System 195
18.13 Metro Public Mobile Communication System 196
18.14 Metro Police Communication System 198
18.15 Office Automation System 199
19 Signal 200
19.1 General Requirement 200
19.2 System Basic Requirements 201
19.3 System Composition Requirements 201
19.4 System Control Mode 202
19.5 Subsystem Requirements 202
19.6 Signal Setting and Display 207
19.7 DCS System 208
19.8 Computer Monitoring 208

19.9 System Power Supply 209
19.10 Grounding and Lightning Protection 209
19.11 Cable Laying 210
19.12 Main Performance Indexes of System 210
19.13 Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) 212
20 Intelligent Supervisory and Automatic Fire Alarm 213
20.1 Integrated Supervisory and Control System (ISCS) 213
20.2 Supervised Control and Data Acquisition (SCADA) 219
20.3 Building Automatic System (BAS) 222
20.4 Automatic Fire Alarm System (FAS) 227
20.5 Access Control 233
21 Automation Fare Collection 238
21.1 General Requirement 238
21.2 Ticket Type and Management 239
21.3 System Structure 239
21.4 Main Function 240
21.5 Setting and Layout Principles of Facilities in Station 243
21.6 Network Structure and Requirement 244
21.7 Time Synchronization Mode 244
21.8 Power Supply and Grounding 244
21.9 Basic Requirement for Software 245
21.10 System Interface 245
21.11 System Main Technical Indexes 246
22 Escalator and Elevator 248
22.1 Escalator and Auto-walk 248
22.2 Elevator 249
23 Platform Screen Door 251
23.1 General Requirement 251
23.2 System Structure and Requirement 252
23.3 Site Arrangement Requirement 254
23.4 System Software Requirement 254
23.5 Main Technical Requirement 254
24 Depot 256
24.1 General Requirement 256
24.2 Function and Task 257
24.3 Resource Sharing 258
24.4 Location and General Layout 259
24.5 Yard and Line 261

24.6 Scale of the Depot 263
24.7 Facilities for Running and Service of Train 264
24.8 Inspection and Maintenance Facilities of Train 268
24.9 Equipment Maintenance and Power Facilities 272
24.10 Comprehensive Maintenance 272
24.11 Rescue and Emergency Repair 274
24.12 Main Storehouse 274
24.13 Training Center 275
24.14 Measuring Room 275
24.15 Depot Personnel Quota 275
24.16 Houses and Buildings 275
24.17 Real Property Development 279
25 Operations Control Center 281
25.1 General Requirement 281
25.2 Location and Scale 282
25.3 Management and Operating Mode 283
25.4 Workmanship 284
25.5 Building and Structure 286
25.6 Ancillary Facility 287
26 Disaster Prevention and Security 290
26.1 General Requirement 290
26.2 Building Disaster Prevention 290
26.3 Water Supply for Fire Protection and Extinguish Fire Facilities 294
26.4 Smoke Prevention, Smoke Exclude and Emergency Ventilation 296
26.5 Disaster Communication 299
26.6 Power Supply for Disaster Prevention and Emergency Lighting 300
26.7 Escalator and Elevator 300
26.8 Platform Screen Door 301
26.9 Automation Fare Collection System(AFC) 301
26.10 Automatic Fire Alarm System 301
26.11 Depot Disaster Prevention 301
26.12 Fire Prevention of Vehicles 302
26.13 Other Disaster Prevention 302
26.14 Antiterrorist and Security 302
27 Civil Air Defense 304
27.1 General Requirement 304
27.2 Building 304
27.3 Structure 307

27.4 Ventilation....308
27.5 Water Supply and Drainage....309
27.6 Electric....310
27.7 Transformation from Peacetime to Wartime....312
28 Environmental Protection....314
28.1 General Requirement....314
28.2 Noise Prevention and Control....314
28.3 Basic Requirement for Vibration....317
28.4 Water Environmental Protection Measurements....317
28.5 Atmospheric Environmental Protection Measurements....317
28.6 Electromagnetic Radiation Environmental Protection Measurements....317
28.7 Others....318
29 Energy Saving....319
29.1 General Requirement....319
29.2 Line....319
29.3 Vehicle....319
29.4 Operation....320
29.5 Power Supply....320
29.6 Escalator....321
29.7 Ventilation and Air-conditioning....322
29.8 Water Supply, Drainage and Fire Protection....322
29.9 Weak-current System....323
29.10 Building Energy Saving....323
29.11 Depot Energy Saving....323
30 Planned Management of Project....324
30.1 General Requirement....324
30.2 Design Principles....324
30.3 Construction Preparation....325
30.4 Construction Organization....326
APPENDIX A Gauge and Coordinate Graph for Type B2 Vehicle (Drum Shape Vehicle)....328
APPENDIX B Schematic Diagram for Structure Gauge Widened in Turnout Area....330
APPENDIX C Calculation Method of Equipment Gauge for Curve Section....331
APPENDIX D Structure Gauge Widening Formula in Transition Zone of Curve....332
APPENDIX E Structure Gauge for Major Sections....334
APPENDIX F Filling Soil Grouping of Coarse-grained Soil....338
APPENDIX G Filling Soil Grouping of Fine Grained Soil....343
Standard Drawing Contents of Ningbo Urban Rail Transit Design Code....343

Explannation of Wording In This Code **368**
List of Quoted Standards **369**
Explannation of Provisions **375**

1　　总　则

1.0.1　　为适应宁波市轨道交通建设、运营和网络化发展需要，体现宁波地方特点，并有利于可持续发展，特制订本标准。

1.0.2　　本标准适用于宁波市行政区域内，钢轮钢轨系统和全封闭线路条件下，采用 B 型车辆（鼓形车）、架空接触网供电、最高运行速度 80km/h 的城市轨道交通新建工程的设计。

1.0.3　　城市轨道交通工程设计应贯彻安全可靠、以人为本、功能合理、技术先进、经济适用、节能环保、资源共享、可持续发展的建设方针。

1.0.4　　城市轨道交通工程设计，应符合政府主管部门批准的宁波市城市总体规划、城市轨道交通线网规划和近期建设规划。

1.0.5　　城市轨道交通工程设计，应根据宁波市轨道交通线网规划、建设规划、有关线路的功能定位、客流特征，确定线路起讫点、线路走向、车站站位、线间换乘点和支线的接轨点、车辆基地选址和资源共享等，处理好与城市和城际其他交通系统的一体化接驳关系，应预留续建工程的连接条件，并应符合政府主管部门批准的文件。

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

1.0.7　　城市轨道交通工程的建设规模、设备容量、车辆基地等的用地面积，应按照系统最大通过能力不小于 30 对/h 和资源共享的原则确定。对于可分期建设的工程和可分期配置的设备，宜分期续建和增设。

1.0.8　　城市轨道交通线路应采用 1435mm 标准轨距，正线采用双线线路、右侧行车。

1.0.9　　在确定城市轨道交通系统运能时，车厢内有效空余地板面站立乘客标准宜按 5 人/m^2 设计。

1.0.10　　城市轨道交通车站建筑设计，应具备简洁美观、易于识别等交通性建筑特点，应与城市景观和周围环境相协调。车站规模、通行能力和服务设施标准应根据预测客流、周边环境、功能需求、换乘特点等合理确定。

1.0.11　　城市轨道交通工程应具有无障碍乘行和使用设施。

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

1.0.13　　城市轨道交通的主体结构工程，以及因结构损坏或大修对轨道交通运营安全有严重影响的其他结构工程，设计使用年限不应低于 100 年。

1.0.14　　城市轨道交通工程的抗震设防烈度，应按照工程所在位置，根据建筑抗震设计规范和政府主管部门批准的地震安全性评价结果确定。

1.0.15　　城市轨道交通工程在满足本系统的安全、功能、环境需求的前提下，尚应兼顾人防要求。

1.0.16　　车辆基地设置应根据宁波市轨道交通线网规划统筹考虑。可视具体情况一条线路设一座或几条线路合建一座。当一条线路长度超过 20km 时，可根据运营需要，在适当位置增设停车场。

1.0.17　车辆与机电设备应采用满足功能要求、技术经济合理的成熟产品，并应标准化、系列化和立足于国内生产，以及有利于行车管理、客运组织、设备维护和资源共享。国产化率应满足国家相关规定的要求。

1.0.18　城市轨道交通工程的线路、结构及各系统设计时，应根据环评要求及沿线环境敏感点的情况，采取减振降噪等措施。

在绕城高速以外，轨道交通宜采用高架或地面线路，其建筑结构形式和体量应与城市景观和周围环境相协调。

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

1.0.20　城市轨道交通工程设计应具有针对火灾、水淹、风灾、地震、冰雪和雷击等灾害的措施。

对于下穿姚江、奉化江和甬江以及其它不能应急断流的水道的轨道交通工程，应在进出水域的两端适当位置设置防淹门或采取其它防淹措施。

1.0.21　城市轨道交通载客运营的区间应具备纵向应急疏散的条件。

1.0.22　城市轨道交通安防设施的设计除应符合本规范的有关规定外，尚应预留设置安全检查设备的接口等。

1.0.23　城市轨道交通工程建设应集约、高效利用土地。车辆综合基地、联络线、控制中心、主变电所、抢险救援设施及各设备系统资源的设置，应从网络化运营的角度，根据线网资源共享规划及建设时序，合理布局，统筹建设。

1.0.24　城市轨道交通工程设计应在不影响安全可靠和使用功能的前提下，采取降低工程造价和建成后运营成本的措施。

1.0.25　城市轨道交通工程设计除应符合本标准外，尚应符合国家和浙江省、宁波市现行有关标准的规定。

2 术语与缩略语

2.1 术语

2.1.1 城市轨道交通

在城市中修建的快速、大运量、用电力牵引车辆在固定轨道上运行的城市公共客运系统的统称，其中包括地铁、轻轨和市域快速轨道交通等。

2.1.2 客流预测

根据城市的社会经济、人口、土地使用及交通发展等条件，利用交通模型等技术手段，对轨道交通各目标年度的客流数据进行预测和分析。

2.1.3 客运量

在统计期内，城市轨道交通系统运送的乘客数量，单位为人次。

2.1.4 高峰小时单向最大断面客流量

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

2.1.5 客流强度

每公里线路平均承担的日客流量。

2.1.6 OD 客流

轨道交通各站点之间的客流分布。

2.1.7 系统运输能力

正线在单位时间内按照拟定的载客标准可以运送的乘客数量。

2.1.8 通过能力

正线在单位时间内可以通过的列车数量。

2.1.9 运行交路

一定数量的列车在一个区段范围内往返运行。

2.1.10 旅行速度

列车自起点站发车起，至终点站停车止的平均运行速度。

2.1.11 停站时间

列车运行至车站停止时起，至列车开动时止的时间。

2.1.12 最高运行速度

列车在正常运营状态下所达到的最高速度。

2.1.13 配线

除正线外，根据运营需要设置的具有特定功能的线路。

2.1.14 出入线

用于列车在车辆基地与正线之间出、入的线路。

2.1.15 联络线

连接两条独立运行正线之间的线路。

2.1.16 轨距

轨道上两条钢轨轨头内侧（轨顶以下 16mm）之间与轨道中心线垂直的距离。

2.1.17　固定轴距

同一转向架的两轮轴中心线之间的距离。

2.1.18　构造速度

车辆设计时结构强度及安全等条件允许的车辆最高行驶速度。

2.1.19　粘着系数

轮轨间纵向水平作用力的最大值叫粘着力，而粘着力与轮轨间垂直荷载的比值为粘着系数。

粘着：车轮在钢轨上滚动的同时还伴随着微量的纵向和横向滑动。因此，在铁路牵引和制动理论中，在分析轮轨间纵向力问题时，不用“静摩擦”这个名词，而以“粘着”的概念来代替它。

2.1.20　再生制动

牵引电机的电动机工况转变为发电机工况，将列车动能转化为电能并通过转换电器和受电装置反馈给供电系统的制动方式。

2.1.21　电阻制动

牵引电机的电动机工况转变为发电机工况，将列车动能转化为电能并通过制动电阻消耗的制动方式。

2.1.22　常用制动

正常情况下为调节或控制列车速度，包括进站停车所施行的制动。

2.1.23　紧急制动

列车在紧急情况下，以最高减速度迅速减速而实施的不可恢复制动。

2.1.24　限界

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

2.1.25　车辆限界

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

2.1.26　设备限界

车辆在故障运行状态下所形成的最大动态包络线，用以限制行车区的设备安装。

2.1.27　建筑限界：

在设备限界基础上，满足设备和管线安装尺寸后的最小有效断面。沿线建筑物横断面，包括测量误差值、施工误差值及结构永久变形量均不得侵入此限界。

2.1.28　区间无缝线路

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

2.1.29　长钢轨

经焊接或胶结超过标准轨长度的钢轨。

2.1.30　长轨条

将长钢轨焊接至无缝线路设计长度的钢轨。

铺设在无缝线路上的连续焊接或胶结的钢轨长度，其长度不包括两端缓冲区的钢轨长度。

2.1.31　扣件

钢轨与轨枕或其它轨下基础连接的部件。

2.1.32　伸缩调节器

调节钢轨伸缩量大于构造轨缝的装置。

2.1.33　防脱护轨

在轨道上设置的防止车辆意外脱轨的安全防护设备。

2.1.34　轨道结构

路基面或结构面以上的线路部分，由钢轨、扣件、轨枕、道床等组成。

2.1.35　轨道结构高度

内轨中心线下轨道结构所需的最小高度。

2.1.36　半超高

将外轨抬高曲线超高值的一半、内轨降低曲线超高值一半的超高设置方式。

2.1.37　全超高

外轨抬高全部超高值的超高设置方式。

2.1.38　交通衔接

在此特指轨道交通与其他交通的换乘系统，应达到安全、便捷等相关技术指标。

2.1.39　车站公共区

车站公共区为车站内供乘客进行售检票、通行和乘降的区域。

2.1.40　站台有效长度

最大列车编组长度加列车停站时产生的误差。

2.1.41　明挖法

由地面挖开的基坑中修筑地下结构的方法，包括明挖、盖挖顺作和盖挖逆作等工法。

2.1.42　盖挖顺作法

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

2.1.43　盖挖逆作法

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

2.1.44　矿山法

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

2.1.45　盾构法

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

2.1.46　顶管法

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

2.1.47　防水等级

根据城市轨道交通工程对防水的要求确定的结构允许渗漏水量的等级标准。

2.1.48　变形缝

沉降缝与伸缩缝的统称。

2.1.49　诱导缝

通过适当减少钢筋对混凝土的约束等方法在混凝上结构中设置的易开裂的部位。

2.1.50　集中式供电

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

2.1.51　分散式供电

由沿线引入的城市中压电源直接为牵引变电所及降压变电所供电的外部供电方式。

2.1.52　混合式供电

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

2.1.53　主变电所

从城市电网引入高压电源，降压后为轨道交通系统提供中压电源的专用高压变电所。

2.1.54　牵引降压混合变电所：

既能为轨道交通提供直流牵引电源，又能提供交流低压电源的变电所。

2.1.55　杂散电流

在非指定回路上流动的电流。

2.1.56　活塞通风

利用列车在隧道内的高速运行所产生的活塞效应而形成的一种通风方式。

2.1.57　临界风速

通过计算确定的可以防止区间隧道内烟气倒流的隧道断面最小排烟流速。

2.1.58　传输系统

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

2.1.59　列车自动控制

城市轨道交通信号系统自动实现列车监控、安全防护、和运行控制技术的总称。

2.1.60　列车自动监控

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

2.1.61　列车自动防护

自动实现列车运行安全间隔和超速防护、进路安全、车门等控制技术的总称。

2.1.62　列车自动运行

自动实行列车加速、调速、停车和车门开闭、提示等控制技术的总称。

2.1.63　调度集中

在控制中心调度室内，集中控制线路内各站信号和道岔，并指挥列车运行的设备。

2.1.64　闭塞

用信号、凭证或授权，使运行列车之间保持必须的间隔距离的技术方法。

2.1.65　保护区段

为实现超速防护，保证安全停车而延伸的闭塞区段。

2.1.66　目标速度

列车运行至前方目标地点的最高允许速度。

2.1.67　目标距离

列车运行至前方目标地点的走行距离。

2.1.68　安全保护距离

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

2.1.69　可靠性

产品在规定的条件下和规定的时间区间内完成规定功能的能力。

2.1.70　可用性

可修复产品在某一特定瞬间维持其功能的概率或在某一期间内维持其功能的时间比率。可用性是产品可靠性、维修性和维修保证性的综合指标。

2.1.71　可维护性

产品在规定的使用条件下并按规定的程序和手段实施维修时，为保持产品处于正常使用状态或为修复产品的故障、缺陷，使之恢复执行功能状态的能力。

2.1.72　安全性

保证行车和人身以及设备安全的能力，以在给定时刻系统维持安全功能完善的概率指称。

2.1.73　综合监控系统

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

2.1.74　门禁系统

门禁系统又称人员出入口安全管理控制系统，它是集计算机、网络、自动识别、控制等技术和现代安全管理措施为一体的自动化安全管理控制系统。

2.1.75　环境与设备监控系统

对城市轨道交通建筑物内的环境与空气调节、通风、给排水、照明、乘客导向、自动扶梯及电梯、站台门、防淹门等建筑设备和系统进行集中监视、控制和管理的系统。

2.1.76　系统集成

城市轨道交通建筑物内不同功能的子系统通过系统集成的方式，将其在物理上和逻辑上连结在一起，以实现综合信息、资源和整体任务的共享。

2.1.77　乘客信息系统

为站内和列车内的乘客提供有关安全、运营及服务的综合信息显示系统设备的总称。

2.1.78　自动售检票系统

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

2.1.79　清分系统

用于发行和管理城市轨道交通车票，对不同线路的票、款进行结算，并具有与其他城市公共交通卡进行清算功能的系统。

2.1.80　站台门

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

2.1.81　应急门

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

2.1.82　车辆基地

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

2.1.83　车辆段

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

2.1.84　停车场

停放配属车辆，以及承担车辆的运用管理、整备保养、检查工作的基本生产单位。

2.1.85　检修修程

根据车辆技术状态和寿命周期所确定的车辆检查、修理的等级划分,我国现行地铁车辆检修修程定为大修、架修、定修、月检和列检五个等级,其中大修、架修和定修为定期检修,月检和列检为日常维修。

2.1.86　检修周期

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

2.1.87　控制中心

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

2.1.88　应急指挥中心

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

2.1.89　联络通道

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

2.1.90　消防专用通道

供消防人员从地面进入站厅、站台、区间等区域进行灭火救援的专用通道和楼梯间。

2.1.91　防淹门

防止外部洪水涌入地下车站与区间隧道的密闭设施。

2.1.92　声屏障插入损失：

在噪声源、地形、地面和气象条件保持不变的情况下，在某一特定位置上声屏障安装前后的声压级之差。

2.2　缩略语

2.2.1	AC	Alternating Current	交流电
2.2.2	ACS	Access Control System	门禁系统
2.2.3	AFC	Automatic Fare Collection	自动售检票系统
2.2.4	API	Application Programming Interface	应用编程接口
2.2.5	ATC	Automatic Train Control	列车自动控制
2.2.6	ATM	Automatic Teller Machine	自动柜员机
2.2.7	ATO	Automatic Train Operation	列车自动驾驶
2.2.8	ATP	Automatic Train Protection	列车自动防护
2.2.9	ATS	Automatic Train Supervision	列车自动监控
2.2.10	ACC	AFC Clearing Center	清分中心
2.2.11	BAS	Building Automatic System	环境与设备监控系统
2.2.12	CBTC	Communication-Based Train Control	基于通信的列车控制系统
2.2.13	CCTV	Closed Circuit Television	闭路电视
2.2.14	CDMA	Code Division Multiple Access	码分多址
2.2.15	CI	Computer Interlocking	计算机联锁
2.2.16	CO2	Carbon dioxide	二氧化碳
2.2.17	DC	Direct Current	直流电
2.2.18	DCS	Data Communication System	数据通信系统
2.2.19	DCU	Door Control Unit	门机控制器
2.2.20	DID	Direct Inward Dialing	外线用户直拨内线分机技术
2.2.21	DOD	Direct Outward Dialing	直接向外部拨号
2.2.22	EMC	Electro Magnetic Compatibility	电磁兼容性
2.2.23	EN	European Standards	欧洲标准
2.2.24	FAS	Fire Alarm System	火灾报警系统
2.2.25	GPS	Global Positioning System	全球定位系统
2.2.26	GPRS	General Packet Radio Service	分组无线业务
2.2.27	GSM	Global System of Mobile communication	全球移动通讯系统
2.2.28	I/O	Input / Output	输入/输出

2.2.29 IBP Integrated Backup Panel 综合后备紧急控制盘

2.2.30 IC Integrated Circuit 集成电路

2.2.31 IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers 电气和电子工程师协会

2.2.32 IGBT Insulated Gate Bipolar Transistor 绝缘栅双极型晶体管

2.2.33 IP Internet Protocol 因特网协议

2.2.34 IPXX Ingress Protection 防护等级

2.2.35 ITU-T ITU(International Telecommunication Union) Telecommunication Standardization Sector 国际电信联盟电信标准组

2.2.36 ISCS Integrated Supervisory and Control System 综合监控系统

2.2.37 LCD Liquid Crystal Display 液晶显示器

2.2.38 LCP Local Control Panel 就地控制装置

2.2.39 LED Light Emitting Diode 发光二极管

2.2.40 LCC Line Central Computer 线路中央计算机

2.2.41 MCBF Mean Cycles Between Failures 平均无故障次数

2.2.42 M-JPEG Motion- Join Photographic Experts Group 运动静止图像（或逐帧）压缩技术

2.2.43 MPEG-2 Moving Pictures Experts Group 动态图像专家组的标准

2.2.44 MTBF Mean Time Between Failure 平均无故障时间

2.2.45 MTTR Mean Time To Repair 平均故障修复时间

2.2.46 NTP Network Time Protocol 网络时间协议

2.2.47 OA Office Automation 办公自动化

2.2.48 OCC Operation Control Center 控制中心

2.2.49 PCC Passenger information Control Center 乘客信息编播中心

2.2.50 PIS Passenger Information System 乘客信息系统

2.2.51 PE Protecting Earthing 保护导体

2.2.52 PEC PSD Emergency Control Panel 紧急控制盘

2.2.53 PLC Programmable Logical Controller 可编程逻辑控制器

2.2.54 PSA PSD Supervision Local Alarm Pannel 操作指示盘

2.2.55 PSC PSD Station Controller 主控机

2.2.56 PSD Platform Edge Door 站台门

2.2.57 PSL PSD Local Control Panel 端头控制盒

2.2.58 RAMS Reliability Availability Maintainability Safety 可靠性、可用性、可维护性和安全性

2.2.59 SCADA Supervisory Control And Data Acquisition 电力监控系统

2.2.60 SIL Safety Integrity Level 安全性完善度等级

2.2.61 SIP Session Initiation Protocol 会话初始协议

2.2.62 SOE Sequence Of Event 事件顺序记录

2.2.63 SQL Structured Query Language 结构化查询语言

2.2.64	SC	Station Computer	车站计算机
2.2.65	TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	传输控制协议/因特网互联协议
2.2.66	TD-SCDMA	Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access	时分同步码分多址
2.2.67	TETRA	TerrestrialTrunkedRadio	陆上集群无线电
2.2.68	TCC	Traffic Control Center	轨道交通路网指挥中心
2.2.69	UPS	Uninterruptible Power Supply	不间断电源
2.2.70	VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
2.2.71	VVVF	Variable Voltage and Variable Frequency	变频调速系统
2.2.72	WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	宽带码分多址

3 客流预测

3.1 一般规定

3.1.1 客流预测应按照线网规划、建设规划、工程可行性研究、初步设计、运营前及运营等分阶段开展，其中线网规划、建设规划、工程可行性研究、初步设计阶段应分别进行专项客流预测并编制客流预测专题报告，规划及可研阶段的客流预测专题报告应通过专家评审。运营前及运营阶段宜根据实际需要进行客流预测。

3.1.2 客流预测应以城市交通需求预测模型为主要技术手段进行，各阶段客流预测应以上一阶段的客流预测成果为基础，客流预测报告中应给出客流预测技术流程。客流预测技术流程中至少应包括预测依据和条件、预测模型建模及标定、预测模型校核、预测结果及判读等四个步骤。

3.1.3 客流预测的各个阶段应与预测对象的总体方案保持一致，主要包括：

1 预测对象的设计年限；

2 预测对象的线路数量、范围；

3 预测对象的起终点、长度；

4 预测对象的线路走向及沿线土地利用规划；

5 预测对象的车站数量及位置；

6 预测对象与其他线路的换乘关系；

7 预测对象的发车间隔、乘车舒适度及旅行速度；

8 可能导致客流预测结果发生较大变化的其他因素。

3.2 基础资料与数据

3.2.1 城市轨道交通客流预测依据的基础资料应包括城市社会经济数据和土地利用数据，客流预测应在城市综合交通和交通设施调查以及城市交通运行状况调查的基础上进行。城市轨道交通客流预测的主要依据应包括：

1 《国民经济和社会发展规划》；

2 《城市总体规划》；

3 《土地利用总体规划》；

4 《城市综合交通体系规划》；

5 综合交通调查及相关交通调查；

6 《城市轨道交通线网规划》；

7 《城市轨道交通建设规划》；

8 其他相关规划。

3.2.2 客流预测所依据的城市综合交通调查数据，应采用近 5 年内的调查数据，超过 5 年时应组织进行新的综合交通调查；调查抽样率宜采用 2%～3%。

3.3 客流预测内容及成果要求

3.3.1 线网规划阶段：

1 线网规划阶段客流预测应为论证轨道交通建设必要性、确定线网总体规模、评价线网规划方案、研究分期建设时序、控制轨道交通设施用地等提供依据；

2 线网规划阶段客流预测年限应与线网规划的年限一致；

3 线网规划阶段客流预测的主要内容应包括：

1) 城市交通需求分析：分析交通出行总量、出行时空分布、交通方式结构、客流走廊及量级等，开展有无轨道交通对城市交通系统的影响分析；

2) 线网比选方案客流预测：预测各比选方案的轨道交通出行总量、出行分担率，以及各比选方案线路日客流量、客流强度、平均乘距、换乘客流量和换乘系数、主要线路高峰小时断面客流量；

3) 线网推荐方案客流预测：预测推荐线网方案中主要客流走廊全日及高峰小时断面客流分布、各条轨道交通线路的日客流量、线路客流强度、平均乘距、换乘客流量和换乘系数和高峰小时单向最大断面客流量。

3.3.2 建设规划阶段：

1 建设规划阶段客流预测应为确定轨道交通建设方案和实施计划提供依据，为建设方案的经济评价等提供客流数据支持；

2 建设规划阶段应在比选方案客流预测的基础上进行推荐方案的客流预测。比选方案客流预测年限为建设规划的末期年，推荐方案客流预测年限为建设规划的末期年和远景年，推荐方案中安排建设的各线路客流预测年限应含初、近、远三期，初期为建成通车后第3年、近期为第10年、远期为第25年；

3 建设规划阶段客流预测应包括以下主要内容：

1) 城市交通需求分析，应包含交通出行总量、出行时空分布分析等；

2) 比选方案和推荐方案客流预测，应包含各方案的客流量、客流强度、换乘系数、平均乘距，轨道交通在公共交通中的比重、公共交通在全交通方式中的比重等；

3) 推荐方案线路客流预测，应包含主要客流走廊全日及高峰小时断面客流分布、全日及高峰小时单向最大断面客流量、换乘量、平均乘距、站点乘降量、单向最大断面客流量等；

4) 敏感性分析，应包含城市规划、人口规模、重大交通政策等因素；

5) 效益分析，应包含交通效益、社会效益等。

3.3.3 工程可行性研究阶段：

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

2 工程可行性研究阶段客流预测年限应含初、近、远三期。当一条线路分期建设和运营时，后建项目的客流预测应以后建成项目的建成年为基准，对初、近、远期建成线路进行全线预测；

3 工程可行性研究阶段客流预测应包括以下主要内容：

1） 城市交通需求分析，应包含初、近、远期交通出行总量、出行时空分布分析、交通方式结构等；

2） 线网客流分析，应包含远期轨道网各线路全日客流量及平均乘距、高峰小时单向最大断面客流量分析等；

3） 线路客流预测，应包含预测线路客流成长曲线和初、近、远期全日及高峰小时客流量、换乘量、平均乘距、分上下行方向站点乘降量、单向断面客流量，全日客流周转量、客流强度、客流时段分布曲线等；

4） 换乘客流预测，应包含预测线路与其他线路之间全日及高峰小时分上下行方向换乘客流量；

5） 客流特征分析，根据全线客流的总体规模、组成、分布、出行特征、时段差异、出行距离、增长趋势等进行特征分析。深入分析客流的运营服务需求以指导运营方案的针对性设计；

6） 特殊站点客流分析，对于设置在商业中心、文化体育活动场所、火车站、机场、大型工业区等特殊客流集散点的站点，应预测分析站点突发客流的发生时间、乘降量、换乘量及其对线路最大断面客流量的影响；

7） 站间 OD 客流预测，应包含预测线路各站点全日及高峰小时站间 OD 矩阵及不同运距的客流量分布；

8） 重要线、站位比选方案的客流测试、对比与分析，在方案比选涉及线站位、车站数量有较大差异时，可根据研究需要开展；

9） 效益分析，应包含交通效益、社会效益等；

10） 敏感性分析，应包含预测线路沿线用地规划、人口规模、票制票价、服务水平、交通衔接等因素，给出全日客流量及高峰小时单向最大断面客流量的波动范围。

3.3.4 初步设计阶段：

1 初步设计阶段客流预测除与上述可研阶段同样的要求外，还应为站点出入口、步行及换乘通道、检票闸机或闸门、楼扶梯等设施规模和布局提供依据；

2 初步设计阶段客流预测除应包括可研阶段客流预测的内容外，还应包括：

1) 全日及高峰小时，各站点出入口分方向进、出客流量；

2) 全日及高峰小时各换乘站点的分线路、分方向的换乘客流量；

3) 各站点超高峰系数。

3.3.5 运营前及运营阶段：

1 运营前及运营阶段客流预测应为运营前的运营组织筹划、票制票价方案制定、政府招商谈判，以及运营后的车辆增购、系统设备扩容、项目后评估等提供依据；

2 运营前及运营阶段客流预测年限应根据实际需求确定；

3 运营前及运营阶段客流预测可参照工程可行性研究阶段客流预测内容并根据实际需要确定。

4 运营组织

4.1 一般规定

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

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

4.1.3 根据线路功能定位、客流特征与出行需求确定运营乘坐服务目标，制定合理的座位比例与站立密度，运营乘坐服务目标的设定既要考虑提高系统的服务水平，又要兼顾工程经济性。计算输送能力时车厢有效空余地板面积上站立乘客标准宜按 5 人/m^2 计算，长大线路可根据运营需求分析，适当增加座位比例，降低站立密度。

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

4.1.5 运营管理模式应明确列车运行、调度指挥、辅助系统、维修保障系统和组织机构等内容，使系统功能和运营需求紧密结合，明确在各种运营状态下的管理方式。

4.2 系统运能

4.2.1 线路设计输送能力应在分析预测客流的基础上，根据沿线规划性质和乘客出行特征、客流断面分布特征综合确定，满足各设计年限单向高峰小时最大断面客流量的需要，宜留有 10%～20%的余量。

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

$$P = N_{列} \times q_{列} \tag{4.2.2}$$

式中：P——线路单向输送能力（人/h）；

$N_{列}$——高峰小时列车对数（列/h）；

$q_{列}$——列车的额定定员人数（人/列车）。

4.2.3 系统最大通过能力应根据客流规模、客流增长趋势分析和远期设计行车密度等综合研究确定，系统最大通过能力不应小于 30 对/h。折返站的折返能力、大客流集散车站、线路条件较差的区段的通过能力、车辆基地出入线能力以及主线与支线的接轨站通过能力等，均应与正线最大通过能力相匹配。

4.2.4 根据确定的运输能力，应配备足够的车辆、人员及其它设施。

4.3 列车速度

4.3.1 列车全程运行的旅行速度目标应根据各线路功能定位、客流需求和线路条件综合确定。

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

4.3.3　一般市区线路采用最高运行速度 80km/h 列车运营时，旅行速度不宜低于 35km/h。

4.3.4　列车通过曲线线路和道岔区宜按规定的限速运行。列车在平面曲线上的运行速度应按曲线半径大小进行计算，其未被平衡离心加速度应满足相关规定。

4.3.5　列车在正线上最高运行速度应与车辆设计可达到的最高运行速度相符合，设备系统应确保列车在实际正常运营中可以达到该速度。

4.3.6　越站列车在站台计算长度范围内，当不设站台门时，实际运行速度不应大于 40km/h；当设站台门时，在限界、站台门等满足安全条件下，可以考虑适当提高过站速度。但实际运行速度不宜大于 60km/h。

4.3.7　正线上推送故障列车的运行速度不宜大于 30km/h。

4.4　行车组织

4.4.1　每条运营线路的正线均应采用双线、右侧行车制。一般情况下南北向线路以由南向北运行为上行方向，反之为下行。东西向线路以由西向东运行为上行方向，反之为下行。环形线路应以列车在外环的运行方向为上行方向，内环的运行方向为下行方向。分期建设的线路全线的上下行方向应该一致。

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

4.4.3　列车运行应统一调度指挥。列车应在安全防护的监控下运行。

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

4.5　列车编组与运行间隔

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

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

4.6 运行交路

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

4.6.2 列车运行交路应根据各设计年限高峰小时断面客流分布特征、线路长度和折返线设置条件确定，其交路形式可采用单一交路或长短结合的交路。

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

4.7 停站时间

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

$$t_{停} = [P_{上下} \times \mathrm{K} /(N \times n)]T_1 + T_2 \tag{4.7.1}$$

式中：$t_{停}$——列车停站时间(s)；

$P_{上下}$——预测的车站高峰小时上、下车人数之和（取大的方向）；

N ——高峰小时开行的列车对数；

n ——列车一侧车门总数量；

K—— 超高峰系数，一般取1.1～1.4；

T_1——平均上（或下）一名乘客的时间，一般取0.6s/人；

T_2——列车开关门反应及动作时间(s)。

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

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

4.7.4 中间折返站和折返终点站的停站时分应计算折返列车的清客时间。

4.8 运营配线

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

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

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

辆基地位于线路两端时，在工程投资和施工难度增加不多的情况下，可考虑停车线按一线两列位设计。

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

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

4.8.6　车辆基地出入线接入正线的接轨点宜设在车站站端，与正线同方向顺接。列车从支线或车辆基地出入线进入正线前应具备一度停车条件，经过核算不能满足信号安全距离要求时，应设置安全线。

4.8.7　不同线路间的联络线，应根据线网规划及网络资源共享规划设置。

4.9　运用车数

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

$$M_{辆}=m\cdot M_{列}=m[(\frac{2l_{交}\times 60}{V_{旅}}+t_{折1}+t_{折2})\div t_{间隔}] \tag{4.9.1}$$

式中：$M_{辆}$—运用车辆数（辆）；

$M_{列}$—运用车列数（列）；

m—列车编组辆数；

$l_{交}$—列车交路长度(km)；

$V_{旅}$—旅行速度(km/h)；

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

$t_{间隔}$—一个交路的最小行车间隔时间(min)。

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

4.10　运营管理

4.10.1　运营管理宜遵循集中分级管理的模式，符合网络集中管理层、线路区域控制层、车站现场执行层的三层网络化运营管理架构。

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

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

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

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

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

4.11　客运服务

4.11.1　车站应设置客运服务中心、无障碍等服务设施，为乘客提供问讯、票务等服务。

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

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

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

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

4.12　维护管理

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

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

4.12.3　设备设施保养与维修，应具备必要的基础资料，包括设备设施维修保养手册、设备设施操作手册、竣工资料、采购合同技术内容、安装调试验交手册、图纸、培训手册和其他必要的相关资料。

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

4.12.5　设备检修的计量器具，应按照规定的周期进行计量校定。

4.12.6　车辆、设备各系统的维修应根据维修要求，设置维修班组或工区。

4.13　运营安全

4.13.1　运营机构应设置安全管理组织，建立安全管理体系，负责正常运营状态、非正常运营状态和紧急运营状态下的安全管理。

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

4.14　组织定员

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

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

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

5　车　辆

5.1　一般规定

5.1.1　宁波城市轨道交通采用最高运行速度 80km/h、接触网供电的钢轮钢轨 B_2 型车辆（鼓形车）。

5.1.2　**车辆结构设计寿命不小于 30 年。车辆应确保在寿命周期内正常运行时的行车安全和人身安全；同时应具备故障、事故和灾难情况下对人员和车辆救援的条件。**

5.1.3　车辆应满足如下使用要求：

1　车辆可在隧道、高架和地面线路上运行，并能够经铁路、公路、水路被运送至宁波轨道交通网络；

2　列车应能实现以下模式运行：

1)　ATO 驾驶模式；

2)　ATP 保护下的人工驾驶模式；

3)　无 ATP 保护的人工驾驶模式。

3　宁波城市气候及地理条件：

1)　海拔高度 ≤1200m；

2)　气象温度 -11.1℃～+41.3℃；

3)　平均相对湿度 81%；

4)　平均年降雨量 1700 mm；

5)　最大年降雨量 1900mm；

6)　平均降雨天数 (＞0.1mm) 159 天/年；

7)　全年平均蒸发量 1458.4mm；

8)　年平均风速 5.6m/s；

9)　极大风速 52.3m/s；

10)　最大风速 34.3m/s；

11)　夏季主导风向 东南偏东；

12)　冬季主导风向 西北风。

车辆应能经受风、雨、雾、冰、霜、沙尘的侵袭；应能经受空气中的盐雾、酸雨、碳、铜、臭氧、硫化物、氧化物等化学物质的侵蚀；应能预防虫蛀，防止啮齿类动物的侵害；应能防止霉变；应不被清洗剂腐蚀。

4　车辆适应的线路条件：

1)　轨距　1435^{+6}_{-2}mm；

2)　最小平面曲线半径：

正线 300m，困难情况为 250m；

出入线、联络线 200m，困难情况为 150m；

车场线 150m。

3)　竖曲线半径：

区间正线　5000m，困难情况为 3000m；

车站两端　3000m，困难情况为 2000m；

联络线、出入线、车场线　2000m。

4)　道岔规格：

正线和配线　9 号(导曲线半径 R=200m)；

车场线　7 号(导曲线半径 R=150m)。

5)　最大坡度（不含折减）：

正线　一般地段　30‰，困难地段　35‰；

联络线、出入段线　40‰。

6)　站台限界：应符合第 6.6.2 条的规定。

5　车辆限界应符合附录 A 的相关规定，以便在宁波城市轨道交通线路上运营；并符合《铁路机车车辆限界》GB146.1-83，能在中国标准轨距的铁路上运行；

6　车辆应适应以下供电条件：

1)　供电电压：

额定电压　DC 1500V；

网压变化范围　1000V～1800V。

2)　授电方式：

架空接触网授电；

3)　接触网距轨面高度：

正线：隧道内最小　4040mm；地面线最高　5000mm；

车场线：库内最高　5700mm；库外最高　5000mm。

5.2　列车编组

5.2.1　车辆类型与列车编组具体如下：

1　车辆总体尺寸：

表 5.2.1-1　车辆总体尺寸（mm）

序号	项目名称		车型
			B_2 型车（鼓型车）
1	车钩连接面之间车辆长度	端车	19520+△L
		中间车	19520
2	车体宽度	基本宽度 （客室地板面高度处）	2800
		鼓形处宽度	≈2900
3	车顶至轨面高度（不包括受电弓、空调）		3800
4	车辆落弓高度		3810
5	客室地板面至轨面高度		1100
6	列车端部车钩中心线距轨面高度		660^{+10}_{-0}

序号	项目名称		车型
			B_2型车（鼓型车）
7	地板面至客室内部车顶中心线高度		≥2100
8	站立区净高度		≥1900
9	车辆定距		12600
10	转向架固定轴距		2200/2300
11	轮对内侧距		1353^{+2}_{-2}
12	车轮直径	新轮	840
		半磨耗	805
		最大磨耗	770

注： △L 为司机室加长量，由车辆生产商提出。

2 车辆种类：

Mcp：带司机室和受电弓的动车；

TcM/MTc：带司机室的动车，近司机室端配置无动力转向架，另一端配置动力转向架；

Tc：带司机室的拖车；

Mp：带受电弓的动车；

M：动车；

T：拖车。

3 列车编组及动力配置：

表 5.2.1-2 列车编组和动力配置

列车编组	动力配置（动拖比）	编组型式	牵引控制方式
4 辆编组	1:1	+ Tc* Mp=Mp*Tc +	架控
4 辆编组	3:1	+TcM *Mp=Mp*MTc+	架控
		+ Mcp*M*T* Mcp+	车控
4 辆编组	全动车	+ Mcp*M=M* Mcp+	车控
6 辆编组	2:1	+ Tc*Mp*M=M*Mp*Tc +	车控

注： +： 全自动车钩，=：半自动车钩，*：半永久牵引杆。

4 车辆载客量：

表 5.2.1-3 车辆载客量

载荷等级	站立标准（人/m^2）	B_2型车（鼓形车）（人/辆）	
		端车	中间车
座席	—	36	46
额定	6	230	250
超载	9	327	352

注： ① 站立密度 5 人/m^2 的载客量，端车 198 人/辆；中间车 215 人/辆；

② 站立密度 8 人/m^2 的载客量，端车 294 人/辆；中间车 320 人/辆。

5 车辆重量：

1) 空车重量宜按以下标准执行：

Mcp、TcM、MTc≤36t；

T、Tc≤31t；

M、Mp≤34.8t。

2) 乘客体重按人均 60kg 计；

3) 轴重 ≤14t。

6 车辆重量偏差应符合下列规定：

1) 整备状态下的车辆重量不应比合同中规定的值大 3%；

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

3) 每个车轮的实际轮重与该轴两轮平均轮重之差不应超过该轴两轮平均轮重的±4%。

5.2.2 列车设计应具有可靠性、可使用性、可维修性及安全性，宜采用模块化设计，形成系列化、标准化。

5.3 技术指标

5.3.1 车辆运行速度如下：

1 B_2 型车（鼓形车体）最高运行速度为 80km/h。车辆构造速度 90km/h；

2 洗车速度 3~5km/h；

3 列车联挂速度 ≤5km/h；

4 列车退行速度 限速 10 km/h。

5.3.2 计算粘着系数：

1 牵引工况 0.16~0.18；

2 制动工况 0.14~0.16。

5.3.3 冲动极限 0.75 m/s^3。

5.3.4 牵引性能：

1 在平直干燥线路上，额定电压时，额定载荷和车轮半磨耗状态下，动拖比 2:1 、3:1 及全动车的列车加速度应符合下列规定：

1) 起动平均加速度（列车速度从 0 km/h 到 40km/h） ≥1.0m/s^2；

2) 平均加速度（列车速度从 0 km/h 到 80km/h） ≥0.6m/s^2。

2 在平直干燥线路上，额定电压时，额定载荷和车轮半磨耗状态下，动拖比 1:1 的列车加速度应符合下列规定：

1) 起动平均加速度（列车速度从 0 km/h 到 36km/h） ≥0.83m/s^2；

2) 平均加速度（列车速度从 0 km/h 到 80km/h） ≥0.5m/s^2。

5.3.5 制动性能：

1 在平直干燥线路上，列车制动减速度应符合下列规定（包括响应时间）：

1) 最大常用制动平均减速度（列车速度从 80 km/h 到 0km/h） ≥1.0m/s^2；

2) 紧急制动平均减速度 ≥1.2m/s^2。

2 AW3 载荷下，列车安全、可靠地停放的最大坡道 35‰。

5.3.6　列车故障运营能力：

1　动拖比为 1:1：

列车在 AW3 载荷工况下，丧失 1/2 动力的情况时，应能在正线 30‰坡道上起动，运行到下一站，清客后空车能运行至车辆段。

2　动拖比为 2:1：

列车在 AW2 载荷工况下，丧失 1/4 动力的情况时，在正常网压下，可以正常往返一个全程后返回车辆段进行故障检修。

列车在 AW3 载荷工况下，丧失 1/2 动力的情况时，应能在正线 35‰坡道上起动，运行到下一站，清客后空车能运行至车辆段。

3　动拖比为 3:1 及全动车：

1)　列车在 AW2 载荷工况下，丧失 1/3 动力的情况时，在正常网压下，可以维持正常运行；

2)　列车在 AW3 载荷工况下，丧失 1/2 动力的情况时，应能在正线 35‰坡道上起动，运行到下一站，清客后空车能运行至车辆段。

5.3.7　列车救援能力：

1　动拖比为 1:1：

一列 AW3 载荷的列车，全部丧失动力时，应能由一列空载（AW0）列车，在正线 30‰的坡道上起动并推行到下一车站。

2　动拖比为 2:1、3:1 及全动车：

一列 AW3 载荷的列车，全部丧失动力时，应能由一列空载（AW0）列车，在正线 35‰的坡道上起动并推行到下一车站。

5.3.8　列车运行噪声：

1　车内噪声等级：

按 ISO 3381 标准规定，车内噪声等级应达到以下要求：

1)　列车停止在自由声场内，所有设备均正常工作时，客室内中心距地板面 1.5m 高处，连续等效噪声值不应超过 69dB(A)；司机室内连续等效噪声值不应超过 65dB(A)；

2)　当列车以 80km/h 的速度在平直轨道线路上运行时，在客室内离地板面 1.5m 高处，连续等效噪声值不应超过 74dB(A)；司机室内连续等效噪声值不应超过 72dB(A)。

2　车外噪声等级：

按 ISO 3095 标准规定，车外噪声等级应达到以下要求：

1)　列车停止运行、所有设备正常工作时，在车外距轨道中心线 7.5m，距轨面高度 1.5m 处，连续等效噪声值不应超过 69dB(A)；相同条件下列车头尾端的连续等效噪声值不应超过 70dB(A)；

2)　列车在自由声场内以 60km/h 速度运行时，在车外距轨道中心线 7.5m ，距轨面高度 1.5m 处，连续等效噪声值不应超过 80dB(A)。

5.3.9　列车运行平稳性指标不应大于 2.5，运行 150000km 后不应大于 2.7。

5.3.10　车辆的脱轨系数应小于 0.8。

5.3.11　振动与冲击：

1　振动：

车辆及设备能在垂向、横向和纵向承受振动波形为正弦波、频率在 1Hz~50Hz 之间的振动，振幅为：

a=25/f(mm)：　1Hz≤f≤10Hz；

$a=250/f^2$(mm)：　10Hz≤f≤50Hz；

振动试验应符合国际标准 IEC 61373 中的有关规定；

车辆设计应保证在整个运行速度范围内，车体与转向架的固有频率之差值不得引起车辆共振现象。

2　冲击：

安装于车体上、转向架上和车轴上的设备（包括通信、信号等车载设备），以及车体和转向架之间的连接部件，抗冲击要求应符合 IEC 60077、IEC 61373 标准。

5.3.12　电气设备的电磁兼容性应符合 GB/T 3034 标准。

5.3.13　车辆的电气接地应符合 GB/T 7928 标准。

5.3.14　电气绝缘、耐压应符合 IEC 60077 标准。

5.4　车体、车门与车钩

5.4.1　车体：

1　车体为整体式承载结构，宜采用铝合金大断面组合式中空挤压型材，应采取防寒、隔热、隔音的措施；

2　车体结构在寿命期内，应能承受设计载荷的作用而不产生永久变形和疲劳失效；并有足够的刚度，能满足架车、起吊、救援、复轨、调车和列车联挂等要求。车体静挠度不应超过两转向架支撑点之间距离的 1‰；

3　车体外表面可采用油漆防护；

4　列车两端设置能量吸收结构和防爬装置。当两列 AW2 列车以 15km/h 相对速度相互碰撞时，撞击能量除由缓冲器、压溃管和防爬器吸收外，司机室碰撞变形能量吸收区可承担部分碰撞能量的吸收，不造成车体结构的损坏。撞击时传递到乘客身上的加速度值应在允许范围内；

5　每个司机室侧门处应设两个扶手和脚蹬；每侧有一个客车门处应设扶手和脚蹬；

6　客室两侧车窗为整体密闭式，使用双层中空安全玻璃；

7　车体之间采用贯通道连接，贯通道应能满足 9 人/m^2 的承载要求；贯通道渡板应耐磨、过渡平顺；贯通道折棚应耐老化、耐磨损、安全可靠；

8　纵向布置的座椅端部应设档板；客室内立柱或扶手的布置，应保证站立乘客均可触及；

9　车辆应设置不少于一处供轮椅车停放的位置，该区域内应设置扶手或其他安全保护设施，位置与站台区无障碍设施相匹配；

10　司机室布置及司机室座椅应符合人机工程学要求，瞭望视野应符合 UIC 651 标准。司机室前窗应采用层压式安全玻璃，具有防冻除霜功能，应设刮雨器和遮阳窗帘；

11　客室内非乘客使用的重要设备或设施应设锁。

5.4.2　车门：

1　客室车门采用双开式电动塞拉门或电动内藏门；

2　每节车每侧设 4 对客室车门，有效开度不小于 1300mm，净高度不低于 1860mm；

3　司机室侧门有效开度不小于 560mm，净高度不低于 1860mm；

4　连接两节车辆之间的贯通道净宽 1300mm，净高 1900mm；

5　每辆车相邻客室车门中心距离相等，两辆车之间相邻客室门车门间距保持一致；

6　门页应采用铝合金型材，设安全玻璃组成的固定窗；车门关闭后，单个门页由内向外施加 2000N 载荷，车门仍能保持关闭状态；客室车门应采用微机控制的免维护驱动电机；

7　客室车门的开闭宜采用电控方式，传动和控制应安全可靠；车门应具有关闭缓冲动作、非零速闭锁\单门再开闭、关门障碍物探测及关门警示功能；

8　当紧急解锁装置动作时，静止列车不能牵引起动；运行列车应向司机提供信息，由司机判定是否实施制动，同时车门必须与零速保护联锁；

9　列车应在 ATP 授权下实现列车开门、特定车站的双侧开门。应对左右侧车门进行独立控制和状态显示；

10　对于具有 ATP 自动开关门功能的列车，应设自动开关门和人工开关门的选择开关。

11　车门应具有单门故障人工隔离功能，并提供隔离指示；

12　列车设 ATP 门控旁路开关、车门安全回路监控旁路开关；车门安全回路监控旁路开关在旁路位时，列车仍可在 ATP 保护下不限速运行；

13　司机室与客室之间设通道门，开门方向为向司机室侧开启，开/关状态在司机室显示和报警；

14　当利用轨道中心道床面作为应急疏散通道时，列车端部车辆应设置应急疏散门和下车设施，并且组成列车的各车辆之间应贯通。端门宽度不应小于 600mm，高度不应低于 1800mm。

5.4.3　车钩：

1　车钩包括全自动车钩、半自动车钩和半永久牵引杆三种类型；

2　车钩连挂性能应满足最差空气弹簧状态的列车运行在最不利轨道条件和最小曲线半径时的曲线通过能力；

3　列车应能在正线最小半径曲线上自动联挂；

4　缓冲及能量吸收能力应与车体能量吸收能力相匹配；

5　全自动车钩带电气钩头、气动对中装置、高度调整装置、手动解钩装置、能量吸收装置和过载保护装置；

6　半自动车钩带气动对中装置、高度调整装置、手动解钩装置、能量吸收装置、过载保护装置，电气连接采用跨接电缆；

7　半永久车钩带高度调整装置、能量吸收装置、过载保护装置，电气连接采用跨接电缆；

8　车钩的连接状态应能监控，任一车钩意外脱钩时，分离列车都应施加紧急制动。

5.5 转向架

5.5.1 转向架应采用合金钢焊接的无摇枕结构，且动车转向架和拖车转向架结构应相似；列车中所有相同功能的转向架及其部件应能互换，动、拖车的转向架构架应能互换，零部件应标准化。

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

5.5.3 转向架悬挂系统应符合下列规定：

1 一系悬挂为金属橡胶弹簧或金属螺旋弹簧，应设止档；采用金属螺旋弹簧时配置液压减震器；

2 二系悬挂为空气弹簧，应设置应急弹簧和高度自动调整装置。应设置液压减振器、止档以及抗侧滚扭杆；

3 当二系悬挂系统失效后，列车应能安全运行；

4 在最恶劣工况下，所有安装于转向架上的零部件（除车轮外）最低点距轨顶面不小于 60mm；

5 悬挂系统的设计，应能保证在与车体连接的状态下，安全起吊转向架，并满足在隧道区间最小空间内的复轨要求；

6 牵引电机应采用架悬式，牵引电动机的转轴与齿轮传动装置通过电机联轴节传递转矩，采用 TD 型挠性板式或者 WN 齿式联轴节；

7 车轮应为整体碾钢轮；

8 转向架上一系橡胶弹簧使用寿命不小于 8 年，金属螺旋弹簧使用寿命为 20 年，二系空气弹簧使用寿命不小于 12 年，其他所有橡胶件的寿命在 6 年以上；

9 轴承检修周期和使用寿命应与车辆检修修程相匹配；

10 根据特定线路条件，配置一定比例轮缘润滑装置。

5.6 电气系统

5.6.1 供电系统：

1 高压供电(DC 1500V)：

1) 辅助系统设独立的高压母线，与牵引系统高压母线之间应有电气隔离；

2) 辅助系统高压母线整列车贯通；

3) 辅助系统高压母线可通过车间电源馈电，并与其它供电方式互锁，任何时候只能由一种供电方式供电。

2 中压供电(AC 380 V)：

1) 中压母线由辅助逆变器馈电，宜采用分散型并网供电方式；

2) 中压母线及母线上接入设备应有故障或短路隔离措施，任一单点故障或短路不影响中压母线对其它设备的正常供电。

3 低压供电(DC 110V)：

1) 列车至少应设两条低压供电母线，低压母线由独立充电器或蓄电池馈电。一列车至少应设两台充电器和两组蓄电池，容量应有适当冗余；

2) 低压供电系统应设断路器保护。

4 辅助逆变器和充电器：

1) 采用微机控制，功率元件为 IGBT，具有监控、保护和自诊断功能；

2) 输入端设熔断器保护，同时设手动隔离开关，用于与高压供电网络隔离并接地；

3) 充电器在蓄电池欠压情况下应能应急启动。

5 蓄电池：

1) 采用轨道车辆专用蓄电池，性能稳定，并符合环保要求；

2) 在寿命期限内，蓄电池能满足 45 分钟紧急负载供电要求；

3) 蓄电池的“+”、“-”输出端应设过流保护熔丝，蓄电池的输出可通过闸刀开关切断。

5.6.2 牵引传动系统：

1 列车采用微机控制变压变频的交流传动系统，功率元件为 IGBT；牵引逆变器系统应具有牵引、再生制动、电阻制动基本功能；

2 受电弓与接触网的接触压力应与列车最高运行速度匹配；

3 每个牵引系统应设独立的高速开关，保护参数与牵引供电系统相匹配；

4 车辆应设手动隔离开关，用以切断牵引主电路及设备与供电网络的连接，并进行接地。

5 车辆应设制动电阻，制动电阻应能吸收所有的电制动能量；

6 车辆应采用交流异步电动机，电机容量应满足牵引、电制动性能要求。

5.6.3 控制诊断系统：

1 列车应采用符合相关标准的通信网络；

2 与运行及安全有关的控制，除由网络控制外，还必须有冗余措施；

3 列车诊断系统应对列车及各子系统的状态信息、故障信息进行分析评估、显示、储存；列车显示器应能接收并显示 ATC 运行信息和故障信息等；

4 列车应设模拟里程表计和能耗表计，应设数字事件记录仪和数据记录仪；

5 列车应具有紧急制动操纵功能；

6 微机控制系统应设本机高速 USB 服务接口或以太网服务接口；通过本机服务接口可实现故障下载，在线调试和用户软件的装载；

7 微机控制系统应实现时钟同步；

8 列车应设车地无线通信接口，预留在线数据通过车地无线通信上传的条件。

5.6.4 牵引与制动控制操作：

1 司机室控制台设紧急制动蘑菇按钮。在任何运行模式下，受控司机室和非受控司机室的紧急制动蘑菇按钮均能触发紧急制动；牵引制动手柄应设警惕按钮；

2 列车紧急制动不可恢复，快速制动可恢复；

3 ATO 模式下，人工干预仅可实施紧急制动和快速制动；

4 列车救援联挂后，仅有施加救援的司机室处于控制状态，两列车应具备必要的对讲、广播、停放制动的施加、释放及监控功能；

5　列车应支持信号系统控制下的无人自动折返功能；

6　列车应向 ATC 提供列车编组等运行关键信息和列车完整性安全信息。

5.6.5　照明：

1　客室应设三条独立照明线路：两条主照明和一条紧急照明线路；主照明和紧急照明应独立控制；

2　车辆宜采用 LED 照明灯具或其它节能灯具，主照明可设光感控制。

3　客室紧急照明、司机室照明及外部照明由 DC 110V 供电，所有充电器失效时由蓄电池供电；

4　车厢内部照明应均匀分布，车内距地板面上方 0.8m 处照度不低于 230lx；

5　司机室设天花板照明灯和驾驶台阅读灯，驾驶台面处照度范围为 5～10lx，在距司机室地板中央 800mm 处不小于 100lx；

6　驾驶台设远光/近光头灯选择开关；车外头灯在最大紧急制动距离处照度为 2lx，尾灯在最大紧急制动距离处能清晰可见。

5.7　供风与制动系统

5.7.1　列车制动由再生制动、电阻制动、空气制动和停放制动四种制动方式组成。列车制动控制系统应能协调电制动与空气制动实现平滑转换，电制动优先采用再生制动，电制动不足时由空气制动补足的微机控制的混合制动方式。紧急制动是纯空气制动。停放制动采用弹簧储能制动压缩空气缓解、必要时可手动缓解的方式。

5.7.2　列车制动应具有常用制动、快速制动、紧急制动和停放制动的功能；紧急制动仅使用空气制动，常用制动和快速制动应能充分利用电制动同时满足冲动极限要求。

5.7.3　基础制动宜采用单元式踏面制动或盘形制动的形式，应采用微机控制的模拟式电-空制动系统。

5.7.4　在正常和故障情况下，电制动不足部分应在整列车范围内均衡分配。

5.7.5　在所有电制动失效情况下，空气制动至少应满足列车超载时限速 60km/h 运营一个往返的要求。

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

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

5.7.8　制动系统应有轮径校正、负载检测和制动力负载补偿功能。

5.7.9　制动系统应配备全密封列车管截止阀，用以切断车辆之间的气路连接；每节车应在客室内设两个截断塞门，用以切断转向架制动缸压缩空气通路并缓解制动缸压力。

5.7.10　列车应具有两套或以上独立的电动空气压缩机组；当一套机组失效时，其余空气压缩机组的供气量、供气质量和总风缸容积，均应满足整列车正常运营所需的供风要求。

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

5.7.12　司机室设带背光的双指针空气压力表，以显示制动风缸和总风缸压力。

5.8　空调系统

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

5.8.2　在允许的过滤器灰尘阻力的情况下，每辆车总风量不低于 8500m^3/h，新风量不低于 2600m^3/h；新风量应能按实际载客量分级调整，紧急通风应为全新风。司机室通风由相邻的客室空调机组经单独的风道送入，送风量及方向可调节。

5.8.3　制冷能力应能满足额定载荷、环境温度为 35℃时，车内平均温度不高于 27℃，相对湿度不超过 65％；客室采暖采用空调新风预加热与客室电加热装置，司机室采暖采用电加热装置。应能满足空载、环境温度为-3℃时，司机室室内温度不低于 14℃，客室室内温度不低于 12℃。

5.8.4　送风管道有隔热保护，应采用可以降噪的风道材料，车内风速、温度和湿度均匀。

5.8.5　客室空调应在司机室进行集中开/关和功能选择，客室温度应能通过设于司机室的开关或显示器集中调整。

5.8.6　司机室风量可多级调节，并设新风预加热及足部取暖装置。

5.8.7　在丧失网压供电的情况下，列车应能提供客室和司机室紧急通风 45min。

5.8.8　紧急通风由 DC110V 供电，所有充电器失效时由蓄电池供电。

5.9　乘客信息系统

5.9.1　列车应具有控制中心对乘客广播、列车预录信息广播和司机对乘客广播功能。

5.9.2　列车预录信息广播应包括报站和紧急广播；报站应具有 ATC、列车控制系统和司机手动触发功能；紧急广播应由司机通过显示器选择触发。

5.9.3　系统应能编辑司机室显示器的预录信息，应能在司机室显示器设定列车运行线路、起点站、终点站和跳站信息。

5.9.4　受控司机室应具有广播监听功能。

5.9.5　列车两端司机室之间应具有通信功能。

5.9.6　每节车至少应设两个客室紧急对讲装置，用以实现乘客与司机间的双向通信；应对紧急对讲装置的触发状态进行监控和记录。

5.9.7　系统应在列车两端设 LED 目的地显示器，在客室两端设 LED 乘客信息显示器，显示内容与广播报站信息一致。

5.9.8　系统应在客室内设 8 块 19″LCD 显示屏，媒体播放系统具备实时直播和录播两种工作方式，能编辑录播内容。

5.9.9　列车应设视频监控系统，摄像头的监控范围应实现对客室和司机室的全覆盖。

5.9.10　司机室设触摸式 CCTV 监视屏，司机通过点击可选择查看列车上各摄像头拍摄的图像；由列车其它系统（任一车门紧急解锁装置触发，任一紧急对讲装置触发，任一火灾报警装置触发等）联动触发的图像应自动显示。

5.9.11　视频监控系统应具有车载录像功能，并可通过司机室 CCTV 监视屏进行人工检索、回放和调看。

5.9.12　车载视屏监视系统的制式、控制方式及通信协议应与地面监视系统兼容，以预留地面在线及停车场的图像调用和录像人工检索、调看等条件。

5.9.13　车载视频监控系统的设置、录像与回放功能、图像显示质量应符合国家和宁波市的相关规定。

5.10　其他要求

5.10.1　防火及安全要求：

1　车辆必须具有良好的防火性能，车辆上所使用材料应采用不燃的或低烟、低毒的阻燃材料，并符合 DIN 5510 防火要求；

2　车辆的机械和电气防火设计应符合国际铁路联盟 UIC 564 和 GB 50490 标准的有关规定；

3　车辆客室和司机室内必须按相关标准配置一定数量的适用于电气装置灭火的消防设备，安放位置应有明显标识并便于取用；

4　列车宜设置火灾报警装置；

5　列车应设置报警系统，客室内应设置乘客紧急报警装置，乘客紧急报警装置应具有乘务员与乘客间双向通信功能。报警系统设置应符合现行国家标准《城市轨道交通技术规范》GB50490 的有关规定；

6　列车应装设 ATP 信号车载设备；

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

8　各电气设备金属外壳或箱体应采取保护性接地措施。

5.10.2　防水要求：

车辆应满足防雨水、冰雪和清洗的要求。车体和安装车体外的电气设备，其外壳的水密性应符合 IEC 61133 的要求；车下电气设备外壳防护 IP 等级应符合 IEC 60529 的标准。

5.10.3　标识：

列车上必要的设备和部位应设清晰明确的标识，并采用中文和符合标准的图示。涉及安全与乘客信息内容的标识应采用中英文对照，并采用蓄光材料。

6 限 界

6.1 一般规定

6.1.1 限界是保障线路安全运行、限制车辆断面尺寸、限制设备和管线安装尺寸、确定轨行区建筑结构有效净空尺寸的图形。

6.1.2 限界应根据车辆断面尺寸和技术参数、受电方式、运行工况、轨道特性、设备及管线布置、施工方法等因素，综合分析计算确定。

6.1.3 限界分为车辆限界、设备限界、建筑限界。

6.1.4 车辆限界是车辆在直线地段正常运行状态下所形成的最大动态包络线。直线段车辆限界分为隧道内车辆限界和隧道外车辆限界，并区分为区间车辆限界、站台计算长度内车辆限界和车辆基地内车辆限界。

6.1.5 设备限界是用以限制设备安装的控制线。曲线地段设备限界需在直线地段基础上，根据平面曲线半径、过超高或欠超高引起的偏移量，以及车辆和轨道参数变化等因素确定。

6.1.6 建筑限界是在设备限界基础上，考虑设备和管线安装尺寸并预留一定的安全间隙后确定的最小有效断面。建筑限界中不包括测量误差、施工误差、结构沉降、位移变形等因素。

6.1.7 高架、地面线车辆限界应包括线路运营风荷载引起的横向和竖向偏移量。

6.1.8 线路上运行的其他轨道车辆均不应超出B_2型鼓形车的车辆限界。

6.1.9 区间应急疏散平台不得侵入设备限界。当设置纵向应急疏散平台时，建筑限界应包容该平台所必须的净空尺寸。轨道中心道床面应满足人员疏散行走的要求，道床面应平整、连续、无障碍物。

6.1.10 限界坐标系应为正交于轨道平面的直角坐标，并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X表示；以通过该中点垂直于水平轴的坐标轴为垂直轴，以Y表示。直线车辆限界和设备限界应符合本规范附录A的规定；道岔建筑限界加宽应符合附录B的规定；曲线地段设备限界计算方法应执行附录C的规定；缓和曲线地段的建筑限界加宽计算应执行附录D的规定。

6.1.11 本章规定适用于宁波市轨道交通B_2型车(鼓形车)，最高行车速度80km/h。

6.2 制定限界的基本参数

6.2.1 与限界相关的车辆基本参数应符合表6.2.1规定。

表 6.2.1 B_2 型车(鼓形车体)基本参数表(mm)

基本参数	B_2 型车(鼓形车体)
	受电弓受电
车体计算长度	19000
车体计算宽度	2800(鼓形部分 2900)
计算车辆高度	3800
车辆定距	12600

基本参数	B_2型车(鼓形车体)
	受电弓受电
转向架固定轴距	2200/2300
地板面至走行轨面高度	1100
受电弓落弓高度	3810
受电弓最大工作高度	5410

6.2.2 轨道结构主要包括无砟道床和有砟道床两类，在曲线地段设置超高。各类型轨道的结构高度、轨道超高设置应符合本标准第8章的规定。

6.2.3 线路主要参数应符合第7章的规定。

6.2.4 区间计算速度宜为80km/h。无越行车站站台范围内列车运行的计算速度，无站台门时不宜大于40km/h，有站台门时不宜大于60km/h。有越行车站站台范围内列车运行的计算速度，根据实际工况确定。

6.2.5 车辆基地内列车运行速度应符合第24章的规定。

6.2.6 高架、地面线的风荷载参数，侧风工况宜取值400N/m^2。

6.2.7 正线区间应在轨道旁侧设置区间纵向应急疏散平台，并符合下列规定：

1 区间纵向应急疏散平台至轨顶面的高度应小于等于 900mm；

2 区间纵向应急疏散平台最小宽度应符合表 6.2.7 的规定；

表 6.2.7 区间纵向应急疏散平台最小宽度(mm)

平台设置位置	隧道内		隧道外	
	一般情况	困难情况	一般情况	困难情况
单线(设于一侧)	700	600	700	600
双线(设于中央)	1000	800	1000	800

3 靠区间壁的墙上应设置靠墙扶手，高度宜为 1100mm。

6.3 线间距

6.3.1 区间正线线间距的确定应符合下列规定：

1 相邻的线路，当两线间无墙、柱及其它设备时，两设备限界之间的安全间隙不应小于 100mm；

2 相邻的线路，当两线间有墙、柱及其它设备时，应按照墙、柱距离线路中心线的建筑限界加上墙、柱的厚度及其两侧的施工及变形误差确定；

3 相邻的线路，当两线中间设置应急疏散平台时，应按照应急疏散平台的建筑限界、平台宽度和栏杆设置方式确定，线间距不宜小于 4200mm；

4 两正线各位于单圆隧道内时，线间距宜为 2D（D 为隧道直径），困难情况下不宜小于 9.0m；

5 线路为曲线时，应在直线线间距的基础上根据曲线半径和轨道超高进行加宽。

6.3.2 车站地段线间距的确定应符合下列规定：

1　当侧式车站两线间无墙、柱及其它设备时，线间距按两设备限界之间的安全间隙不应小于 100mm 确定，直线线间距最小为 3.5m；

2　当侧式车站两线间有墙、柱及其它设备时，线间距应按建筑限界宽度(含电缆支架宽度)、两侧墙或柱的厚度以及施工误差之和确定；

3　岛式车站线间距应按两站台边缘至线路中心线的距离及站台宽度确定，直线线间距为站台宽度加 3m；

4　车站线路为曲线时，应在直线段线间距的基础上根据曲线半径和轨道超高进行加宽；

5　设置交叉渡线的车站线间距，宜参照标准道岔的间距要求确定。

6.4　设备限界

6.4.1　直线地段设备限界根据车辆故障运行状态下的最大动态包络线确定。

6.4.2　曲线地段设备限界应在直线地段设备限界基础上，按平面曲线几何偏移量、欠超高或过超高引起的设备限界横向和竖向偏移量，以及车辆、轨道参数变化引起的设备限界加宽量计算确定，计算方法见附录C。

6.5　建筑限界

6.5.1　区间隧道建筑限界与设备限界之间的空间，应考虑设备和管线安装所需的尺寸，并预留安全间隙50mm。建筑限界和设备限界之间的最小间隙不宜小于200mm，困难条件下不应小于100mm。

6.5.2　单圆隧道应按全线盾构施工地段的平面曲线最小半径确定隧道建筑限界，单圆隧道设置应急疏散平台不宜影响隧道建筑限界。内径5500mm的单圆隧道建筑限界宜统一采用Φ5200mm。

6.5.3　矩形隧道区间建筑限界应按下列规定计算确定：

1　直线地段矩形隧道建筑限界，应在直线地段设备限界基础上，按下列公式计算确定：

建筑限界宽度：

$$B_S = B_R + B_L \tag{6.5.3-1}$$

线路中心线至隧道右侧墙净空距离（B_R）：

$$B_R = X_{S(\max)} + b_1 + c \tag{6.5.3-2}$$

线路中心线至隧道左侧墙净空距离（B_L）：

$$B_L = X_{S(\max)} + b_2 + c \tag{6.5.3-3}$$

自结构底板至隧道顶板建筑限界高度(H)：

$$H = h_1 + h_2 + h_3 \tag{6.5.3-4}$$

式中：$X_{S(\max)}$——直线地段设备限界最大宽度值(mm)；

b_1, b_2——右侧、左侧设备或支架最大安装宽度值(mm)；

c ——设备安装误差和安全间隙(mm)；

h_1 —受电弓工作高度（受电弓受电）；

h_2 —接触网系统高度（受电弓受电）；

h_3 —轨道结构高度(mm)。

2　曲线地段矩形隧道建筑限界，应在曲线地段设备限界基础上，按下列公式计算确定：

曲线地段建筑限界外侧宽度(B_a)：

$$B_a = X_{ka}\cos\alpha - Y_{ka}\sin\alpha + b_2(\text{或}b_1) + c \tag{6.5.3-5}$$

曲线建筑限界内侧宽度(B_i)：

$$B_i = X_{ki}\cos\alpha + Y_{ki}\sin\alpha + b_1(\text{或}b_2) + c \tag{6.5.3-6}$$

曲线建筑限界高度(B_u)应按下式计算确定：

$$B_u = X_{kh}\sin\alpha + Y_{kh}\cos\alpha + h_2 + h_3 \tag{6.5.3-7}$$

$$\alpha = \sin^{-1}(h/1500) \tag{6.5.3-8}$$

式中：h ——轨道超高值（mm）；

(X_{kh},Y_{kh})、(X_{ki},Y_{ki})、(X_{ka},Y_{ka})—曲线地段设备限界控制点坐标值（mm）。

3　缓和曲线地段矩形隧道建筑限界应按所在曲线位置的曲率半径和超高等因素计算确定，具体方法见附录 D。

6.5.4　配线的平面曲线半径小于正线平面曲线最小半径时，其建筑限界应另行计算确定。

6.5.5　单圆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解决轨道超高造成的内外侧不均匀位移量。位移量应按下列公式计算：

水平移动量：

$$x = h_0\sin\alpha \tag{6.5.5-1}$$

垂直移动量：

$$y = -h_0(1-\cos\alpha) \tag{6.5.5-2}$$

式中：$\sin\alpha = h/1500$；

h_0 —圆心距轨面高度(mm)；

h —轨道超高值(mm)。

6.5.6　高架线或地面线、U形槽区间建筑限界应符合下列规定：

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计算确定。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；

2　区间高架桥的两线中间或桥边设置应急疏散平台时，应急疏散平台和设备限界之间的安全间隙不应小于 50mm；

3　区间高架线、地面线两侧声屏障应按建筑限界设置，当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，困难情况下不得小于 100mm。

6.5.7　直线地段防淹门、人防隔断门的安装尺寸应符合下列规定：门框内边缘距线路中心线的宽度宜为1800mm，门框顶部距轨面的高度宜为4500mm（受电弓授电）。曲线地段防淹门、人防隔断门建筑限界需在直线地段基础上计算确定，必要时应予加宽和加高。

6.5.8　在安装风机、风管、道岔转辙机等设备地段，应在设备限界要求的基础上确定建筑限界，必要时应采取局部加宽、加高措施。

6.5.9　道岔区的建筑限界应在直线地段建筑限界的基础上，根据不同类型的道岔、转辙机安装方式和车辆技术参数，分别按几何偏移量、欠超高、曲线轨道参数及车辆参数变化影响计算合成后进行加宽。

6.5.10　在道岔区当电缆从隧道顶部过轨时，应检查顶部高度，必要时采取局部加高措施。

6.5.11　车辆基地库内检修平台的高平台及安全栅栏与车辆轮廓线之间，应留有80mm横向安全间隙，低平台应采用车站站台建筑限界。

6.5.12　警冲标安装在道岔后两线设备限界的会合处外侧的适当位置，至两侧线路中心线距离：B_2型车宜为1750mm，在曲线地段和道岔区时应考虑曲线和道岔区加宽值对警冲标位置的影响。

6.5.13　设有道岔的车站与盾构区间相接时，道岔岔心至盾构工作井端墙（或人防隔断门门框）净距：9 号道岔不宜小于18m，困难情况下不宜小于15m。

6.6　站台建筑限界

6.6.1　直线车站站台区建筑限界由车辆限界和安全间隙组成，应遵循以下原则：

1　站台位置的车辆限界宜按 60km/h 速度通过和停车开门两种工况计算后确定；

2　站台门与车体最宽处的间隙不应大于 130mm；

3　站台计算长度外的站台边缘至线路中心线距离，宜按设备限界另加不小于 50mm 安全间隙确定；

4　车站范围内其余部位建筑限界，按区间建筑限界的规定执行。

6.6.2　直线地段车站站台和站台门位置的限界限值采用如下数值：

表 6.6.2　直线地段车站站台和站台门位置的限界限值

车辆及车门型式 / 限值类型	B_2型车(鼓形车体)	
	内藏门	塞拉门
站台面(装饰完成面)至轨面高度(mm)	1050^{+5}_{-5}	1050^{+5}_{-5}
站台边缘距线路中心线距离(mm)	1500^{+10}_{-0}	1500^{+10}_{-0}
线路中心线至站台门水平距离(mm)	1530^{+0}_{-5}	1530^{+0}_{-5}

6.6.3　曲线地段的站台限界按实际半径计算确定加宽量。曲线站台边缘的最大加宽量内侧不宜大于60mm，外侧不宜大于45mm。

6.6.4　车站安装广告灯箱时，灯箱最突出部分至线路中心线距离不小于1750mm。

6.7　设备和管线布置

6.7.1　建筑限界和设备限界之间的空间用于安装各种设备和管线，有关专业的设备应考虑设备和管线制造、安装误差，以确保行车安全。

6.7.2　各种管线和设备的安装位置，应综合布置，互不干扰。综合管线布置经确认后，未经有关专业同意，不得随意调换和侵占其他专业设备和管线安装位置。

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

6.7.4　接触网及其固定设施应安装在隧道顶部及顶部两侧。

6.7.5　轨行区管线设备布置原则应符合下列规定：

1　轨行区安装的设备和管线距设备限界应保持不小于 50mm 的安全间隙；

2　道岔转辙机采用侧式安装时，宜结合现场条件合理布置；

3　道床面应保持畅通，满足乘客在紧急疏散时的安全行走要求。

6.7.6　区间隧道内管线设备布置应符合下列要求：

1　行车方向右侧宜布置弱电设备和管线，行车方向左侧宜布置强电设备和管线。当设有应急疏散平台时，平台宜设在行车方向左侧；

2　应急疏散平台上方，宜保持不小于 2000mm 的疏散空间，困难情况下不应小于 1900mm，任何设备和管线严禁侵入该空间；

3　各种隔断门门框外应预埋套管，每侧套管埋设宽度不宜大于 500mm；

4　管线通过联络通道洞口时，不应占用联络通道空间；应急疏散平台宜采取下至轨面的措施，便于人员下至道床面；

5　当接触网隔离开关和射流风机等安装在轨行区时，隧道建筑限界必要时应予加宽，并留出周边管线安装空间。

6.7.7　高架区间内管线设备布置应符合下列要求：

1　当采用车辆侧门疏散模式时，双线高架区间宜在两线之间布置应急疏散平台。强、弱电设备宜分开布置在两线之间和两线外侧，必须布置在同侧时应满足强、弱电之间的安装距离要求；

2　照明灯、维修电源箱宜安装在桥边侧；

3　信号机和信号天线宜安装在两线外侧。

6.7.8　车站范围内管线设备布置应符合下列要求：

1　岛式站台时，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的电缆通道内或电缆支架上，站台门电缆布置在站台板下结构墙体外侧；

2　侧式站台时，广告灯箱和信号机宜布置在两线之间。强、弱电电缆宜布置在站台内电缆通道内或电缆支架上，站台门电缆布置在站台板下结构墙体外侧。

7　线　路

7.1　一般规定

7.1.1　线路按其运营中的功能定位，分为正线（主线与支线）、配线和车场线。配线包括车辆基地出入线、联络线、折返线、停车线、渡线、安全线。

7.1.2　线路选线应符合下列规定：

1　线路选线应依据宁波市轨道交通线网规划、建设规划及其在线网中的功能定位和客流特征，明确线路性质、运量等级和速度目标，确定线路起讫点、线路走向、车站位置和相交线路换乘点和接轨点、车辆基地选址和资源共享等，并应考虑分段建设及建设时序对运营线路产生的影响；

2　线路应以快速、安全、独立运行为原则。在两条正线或主线与支线之间，可以根据客流需要并经充分论证后组织共线运行；

3　支线与主线的接轨点应设在车站，并应按进站方向设置平行进路；接轨点不宜设在靠近客流大断面的车站；

4　线路之间交叉及线路与其他交通线路交叉时，必须采用立体交叉方式；

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

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

7　支线与主线贯通共线运行时，其长度不宜过长，并应核算主线对支线客流的承受能力。当支线长度大于 15km 时，宜按独立运行线路设计；

8　线路选线宜与城市用地规划和周边地区开发相结合，统筹规划、同步设计、同步建设或预留土建接口条件。

7.1.3　车站设置应符合下列规定：

1　车站分布应以线网规划的换乘节点、城市交通枢纽点为基本站点，结合线路功能定位、沿线城市用地现状和规划、城市道路布局和客流集散点分布确定；

2　车站应与城市用地规划相结合，统筹考虑公交等城市交通设施接驳换乘；特别是线路起、终点在城市外围时，宜预留公交、小汽车等城市交通接驳配套条件；

3　车站间距在城市中心区和居民稠密地区宜为 1km 左右；在城市外围区可根据城市规划和地区交通特点等具体情况加大站间距离，一般宜为 2km 左右。在长大线路上，为提高旅行速度，可适当加大站间距；

4　车站站位选择，应结合车站出入口、风亭设置条件确定，并应满足结构施工、用地规划、客流疏导、交通接驳和环境要求；

5　纳入同期建设规划线路的换乘站，应同步实施，与远期规划线路换乘的车站，应预留换乘及工程实施条件；对于汇集三线及以上的换乘车站，其换乘形式应经技术经济比选确定；

6　对线网中换乘车站的预留工程，应对前后相邻一站一区间线路进行同步设计，结合换乘形式，拟定规划线的线位、站位、线间距、线路坡度和轨面高程等；

7　两条平行线路采用同站台平行换乘方式时，应以主要换乘客流方向实现同站台换乘为原则确定线路方案。

7.1.4　线路敷设方式应符合下列规定：

1　线路敷设方式应根据城市总体规划、地理条件和环境条件，因地制宜地选定。在绕城高速以内的城市中心区或建筑密集区，宜采用地下线；在绕城高速以外，宜采用高架线；环境敏感区段应进行技术经济综合比较确定敷设方式，有条件时也可采用地面线；

2　地下线路纵断面选线应符合工程实施安全原则，结合宁波市工程地质及水文地质条件、地下水位、施工方法、结构形式以及城市市政设施及构筑物的关系，规避不良地层；

3　高架线路应注重结构造型，控制规模体量，注意高度、跨度、宽度的和谐比例，其结构外缘距建筑物的距离应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GBJ 50016 的规定；高架线路跨越道路、铁路、河流时，应满足净空要求，维护其交通功能，并应注意环境保护和景观效果；在机场空降区，高架线路应按相关限高设计；

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

7.1.5　线路设计的平面坐标采用宁波市独立坐标系统，高程采用 1985 年国家高程基准，与铁路等其他工程的衔接应进行联测转换。

7.2　线路平面

7.2.1　平面曲线设计应符合下列规定：

1　线路平面的曲线半径应根据车辆类型、路段设计速度、工程条件以及减少维修等因素，因地制宜，合理确定。最小曲线半径不应小于表 7.2.1 的规定；

表 7.2.1　最小曲线半径(m)

车型 / 线路	B2 型车（鼓形车）	
	一般地段	困难地段
区间正线	300	250
车站	1000	800
出入线、联络线	200	150
车场线	150	-

注：① 缓和曲线侵入车站站台计算长度内时，其曲率不宜大于 1/1000；极端困难情况下，其曲率不宜大于 1/800；

② 双线中两线线间距不变的并行地段的平面曲线，宜设计为同心圆。同心圆的曲线半径可为零数；

③ 线路平面曲线设置应充分考虑无缝线路铺设要求。

2　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；

3　圆曲线最小长度：在正线、联络线及车辆基地出入线上，不宜小于 20m，在困难情况下，不得小于一节车辆的全轴距；车场线不应小于 3m；

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

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根据曲线半径、路段设计速度，以及曲线超高设置等因素设置三次抛物线型的缓和曲线，其长度按表 7.2.2 的规定选用；

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

3　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。

表 7.2.2　缓和曲线长度表(m)

V	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
l / R	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
3000	20	20	20	20	20							
2500	25	20	20	20	20	20						
2000	35	30	25	20	20	20	20	20				
1500	45	35	30	25	20	20	20	20	20			
1200	50	40	40	30	25	20	20	20	20	20		
1000	60	50	45	35	30	25	20	20	20	20	20	
800	75	65	55	45	35	30	25	20	20	20	20	20
700	75	75	65	50	45	35	25	20	20	20	20	20
600	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：　表中 R-曲线半径(m)；V-设计速度(km/h)；l-缓和曲线长度(m)。

7.2.3　曲线间的夹直线设计应符合下列规定：

1　正线、联络线及车辆基地出入线上，两相邻曲线间的夹直线长度（不含超高顺坡及轨距递减的长度），一般情况下不宜小于 20m，困难情况下不得小于一节车辆的全轴距；车场线夹直线长度不应小于 3m；

2　道岔间缩短渡线，其曲线间夹直线宜采用 20m。

7.2.4　道岔铺设应符合下列规定：

1　正线和配线宜采用 9 号道岔，车场线宜采用 7 号道岔；当道岔侧向通过速度不能符合设计速度时，经技术经济比较，可选择大型号道岔，或作特殊设计。道岔型号及线间距见表 7.2.4-1；

表 7.2.4-1　道岔型号及线间距

项 线路类型	道岔型号	导曲线半径(m)	侧向限速(km/h)	线间距(m)	
				单渡线	交叉渡线
正线和配线	60kg/m-1/9	200	35	≥4.0	4.6
	60kg/m-1/12	350	50	≥5.0	5.0
车场线	50kg/m-1/7	150	25	≥4.2	5.0

注：　① 正线道岔：含折返线、出入线在正线接轨的道岔；

② 单渡线、交叉渡线的线间距不符合上述标准规定的应予特殊设计。

2　道岔宜靠近车站布置。采用 9 号道岔时，其道岔前端，岔心至车站有效站台端部距离应满足信号设备设置要求，一般可采用 22m。当采用大型号道岔时，其道岔位置应另行计算确定；

3　道岔应设在直线地段。道岔前后至曲线端头的直线段长度应根据曲线半径、道岔结构、曲线轨距加宽和曲线超高等因素确定。道岔前后至曲线端头的最小直线段长度应符合表 7.2.4-2 规定，表中所示长度不含曲线加宽、超高顺坡段长度；

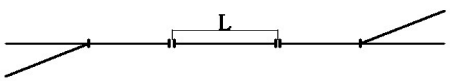
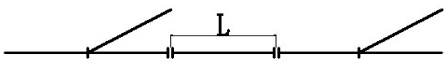
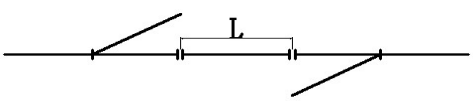
表 7.2.4-2　道岔的前后至曲线端头的最小直线长度

道岔类型	岔枕类型	基本轨缝至曲线端头直线段最小长度（m）	岔跟至曲线端头直线段最小长度（m）
9 号道岔	混凝土长岔枕	5	6.25
	混凝土短岔枕	5	5
12 号道岔	混凝土长岔枕	5	8
	混凝土短岔枕	5	5
7 号道岔	木岔枕	3	3
	混凝土长岔枕	3	4.5

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，其插入钢轨长度不应小于表 7.2.4-3 的规定。

表 7.2.4-3　道岔间插入短钢轨长度

道岔连接型式		线 别	插入短钢轨最小长度 L (m)	
			一般	困难地段
对向单开道岔		正线及配线	12.5	6.25
		车场线	4.5	4.5
顺向单开道岔		正线及配线	6.25	6.25
		车场线	6.25	4.5
反向单开道岔		正线及配线	12,5	6.25
		车场线	8	4.5

7.3 线路纵断面

7.3.1 线路坡度设计应符合下列规定（以下均不考虑坡度折减值）：

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

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

7.3.2 车站及配线坡度设计应符合下列规定：

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

2 车站站台有效长度范围内的线路应设在一个坡道上，坡度宜采用 2‰。当采取有效排水措施或与相邻建筑物合建时，可采用平坡；

3 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‰；

4 无砟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；

5 车场内的库（棚）线宜设在平坡道上，库外停放车的线路坡度不应大于 1.5‰，咽喉区道岔坡度不宜大于 2.5‰。

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，竖曲线的半径按表 7.3.3 的规定取值；

表 7.3.3 竖曲线半径(m)

线 别		一般情况	困难情况
正线	区间	5000	3000
	站台端部	3000	2000
联络线、出入线、车场线		2000	

3 车站站台有效长度和道岔范围内不得设置竖曲线，竖曲线端部离开道岔前后的距离，不小于表 7.2.4-2 的规定。

7.3.4 正线坡度大于 24‰，连续高差达 16m 以上的长大陡坡地段，应核查车辆的编组及其牵引和制动的动力性能以及故障运行能力。

7.3.5 长大坡段不宜与平面小半径曲线重叠。

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

7.3.7 竖曲线与缓和曲线(或超高顺坡段) 在有砟道床地段不得重叠。在无砟道床地段竖曲线与缓和曲线重叠时，轨道的超高顺坡率不应大于 2‰。

7.3.8 两平行等高的线路共用结构时，两线高程对应点的高差不宜超过 20mm。

7.4 配线

7.4.1 联络线设置应符合下列规定：

1 正线之间的联络线应根据线网规划、车辆基地分布位置和承担任务范围设置；

2 相邻两段线路初期临时贯通、并正式载客运行的联络线应设置双线，其平面曲线半径应按正线困难条件选用；而非载客运行的联络线，应设置单线；

3 联络线与正线的接轨点宜靠近车站，并应同步设计，做好接轨点的土建预留。

7.4.2 车辆基地出入线设置应符合下列规定：

1 出入线宜在车站站台端部接轨，并应具备一度停车的条件；

2 出入线应按双线双向运行设计，并应避免与正线平面交叉，也可根据车辆基地位置和接轨条件，设置八字形出入线。规模较小的停车场，其工程实施确因受条件限制时，在不影响功能前提下，可采用单线双向设计。贯通式车辆基地应在两端分别接入正线，主要方向端应为双线，另一端可为单线；

3 当出入线兼顾列车折返功能时，出入线与正线间的配线设置应满足正线、折返线、出入线的运行功能要求。

7.4.3 折返线与停车线设置应符合下列规定：

1 折返线应根据行车组织交路设计确定，起、终点站和中间折返站应设置列车折返线；

2 折返线布置应结合车站站台形式，可采用站前折返、站后折返或混合折返形式，并应满足系统最大通过能力的需要；

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

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

5 折返线（停车线）的有效长度（不含车挡长度）应按照远期列车长度、安全距离、信号设备的安装距离计算，并与信号、行车等专业协商确定。一般情况下：贯通式折返线（停车线）两对向道岔岔心之间的最小距离为 22m（含停车精度）+远期列车长度+22m（含停车精度），列车停车点至安全线车挡前端的安全距离不应小于 50m；尽端式折返线（停车线）道岔岔心至车挡前端（不含车挡长度）的最小距离为 22m（含停车精度）+远期列车长度+安全距离（不应小于 50m）。

7.4.4 渡线的设置应符合下列规定：

1 单渡线应设在车站端部，其位置和方向宜结合运营需要、工程实施条件综合确定；

2 在采用站后折返的尽端站，宜增设站前单渡线，并按逆岔方向布置。

7.4.5 安全线与安全距离的设置应符合下列规定：

1 支线与主线接轨的车站应设置平行进路，出站方向接轨点道岔处的警冲标至有效站台端部的距离不应小于 50m，无法满足时应设置安全线；

2 车辆基地出入线，在车站接轨点前线路不具备一度停车条件或停车点至警冲标之间小于 50m 时，应设置安全线；采用八字型布置在区间与正线接轨时，应设置安全线；

3　列车折返线及停车线末端均应设置安全线（或安全距离）；

4　安全线（或安全距离）自列车停车点至车挡前端（不含车挡长度）的最小距离不应小于 50m；

5　当列车采用站前折返方式时，车站有效站台端部至车挡前端（不含车挡长度）的站台接车安全防护距离不应小于 50m；

6　当列车采用站后折返方式，并以站台相邻第一组对向道岔定位构成站台接车安全防护进路时，车站有效站台端部至车挡前端（不含车挡长度）的站台接车安全防护距离不应小于 50m；

7　当列车采用站后折返方式，并以站台相邻第一组对向道岔反位构成站台接车安全防护进路时，车站有效站台端部至折返进路中第二组道岔计轴前端的距离不宜小于 50m。

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

8　　轨　道

8.1　　一般规定

8.1.1　　轨道结构应具有足够的强度、稳定性、耐久性、绝缘性和适量弹性。

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

8.1.3　　**无砟轨道主体结构及混凝土轨枕的设计使用年限不应低于 100 年。**

8.1.4　　轨道结构部件的选型应在满足使用功能的前提下，实现少维修、标准化、系列化，且全线轨道部件宜统一。

8.1.5　　轨道结构设计应根据工程环境影响评价的要求，并与车辆等系统综合协调后，选择相应的经济合理的减振降噪措施。

8.1.6　　轨道检测和维修设备应以轨道检测现代化、维修机械化为目标配备。

8.1.4　　轨道结构设计应符合限界要求，并满足信号传输和杂散电流防护要求。

8.1.5　　轨道结构设计与施工应采用先进、成熟的技术及施工工艺。新材料、新产品、新工艺应经充分论证后并完成相关程序后方可投入使用。

8.2　　钢轨及配件

8.2.1　　轨道应采用标准轨距 1435mm，半径小于 200m 曲线地段的轨距加宽值，应符合表 8.2.1 的规定。轨距加宽值应在缓和曲线范围内递减，无缓和曲线或其长度不足时，应在直线地段递减，递减率不宜大于 2‰。

表8.2.1　　曲线地段轨距加宽值(mm)

曲线半径R(m)	加宽值(mm)
	B型车
150≤R<200	5
100≤R<150	10

8.2.2　　钢轨应设置轨底坡，其标准宜为 1/40。在无轨底坡的两道岔间不足 50m 地段，不宜设轨底坡。

8.2.3　　超高设置应符合以下规定：

1　　直线段轨道两股钢轨应保持同一水平，曲线段轨道应根据列车运行速度设置超高，其最大超高应满足列车静止状态下的横向稳定要求；

2　　车站站台计算长度范围内曲线超高不应超过 15mm，允许未被平衡的横向加速度不应超过 0.3m/s^2；

3　　为防止曲线反超高，曲线地段设置超高值不应小于 5mm；

4　　轨道曲线超高值应按下式计算：

$$h = \frac{11.8V_c^{\ 2}}{R} \tag{8.2.3}$$

式中：h—超高值(mm)；

V_c—列车通过速度(km/h)；

R—曲线半径(m)。

5　曲线的最大超高值宜为 120mm；欠超高值不宜大于 61mm，困难时不应大于 75mm，过超高值不宜大于 50mm；

6　曲线超高应在缓和曲线内递减。无缓和曲线或其长度不足时，应在直线地段递减。超高顺坡率不宜大于 2‰，困难地段不应大于 2.5‰；

7　地下线及 U 型结构的无砟轨道地段曲线超高宜采用外轨抬高超高值的 1/2、内轨降低超高值的 1/2 设置；地面线、高架线宜采用外轨抬高全超高值的办法设置。

8.2.4　钢轨类型：

1　正线及配线钢轨应依据轨道年通过总质量，并经技术经济综合比较确定，宜采用 60kg/m 钢轨；试车线宜按正线标准采用；其余车场线宜采用 50kg/m 钢轨；

60 kg/m 钢轨宜采用 U75V，50 kg/m 钢轨宜采用 U71Mn；

2　道岔、钢轨伸缩调节器，应与相邻轨道采用同类型钢轨；

3　不同类型的钢轨，应采用异型钢轨联结；

4　延伸线及改造工程，宜采用与既有线同材质钢轨。既有线更新改造时，也可采用不同材质钢轨，但应全线统筹、成段铺设。

8.2.5　钢轨接头：

1　有缝线路钢轨接头应采用对接，曲线内股应采用厂制缩短轨；半径小于或等于 200m 的曲线地段应采用错接，错接距离不宜小于 3m，对于设置轨道电路的绝缘接头，其相错量不应大于车辆的固定轴距；在信号机处两钢轨绝缘接头应采用对接；

2　钢轨接头螺栓和螺母的强度等级及垫圈类型应符合下列规定：

1)　正线、配线及试车线钢轨接头螺栓应采用 10.9 级高强度接头螺栓，螺母应采用 10 级高强度螺母，垫圈应采用高强度平垫圈；

2)　车场线钢轨接头螺栓应采用 8.8 级及以上高强度接头螺栓，螺母应采用 10 级高强度螺母，垫圈应采用单层弹簧垫圈。

3　钢轨接头(含异型钢轨接头)前后应铺设不少于 5 根同类型轨枕；

4　正线及出入线无缝线路钢轨绝缘接头应采用胶接绝缘接头。

8.2.6　下列位置不应有钢轨接头，如不可避免时应将其焊接或胶接：

1　桥梁端部、拱桥温度伸缩缝和拱顶等处前后 2m 范围内；

2　设有钢轨伸缩调节器钢梁的温度跨度范围内；

3　钢梁的横梁顶上；

4　道口范围内。

8.2.7　正线、配线和试车线按有缝线路设计时，宜采用 25m 标准长度的钢轨，其余线路可采用 12.5m 标准长度的钢轨。

8.3 扣件

8.3.1 扣件应具有足够的强度、扣压力和适量的弹性，结构力求简单；具有良好的绝缘、防腐蚀性能以及一定的轨距、水平调整能力，以方便养护维修。

8.3.2 无砟道床普通地段的扣件选型应符合下列规定：

1 正线、配线地下线宜采用 DTⅢ$_2$ 型扣件，高架线宜采用 WJ-2A 型扣件；

2 试车线、配线和车场线检查坑、车场线无砟道床地段宜采用 CK 系列扣件。

8.3.3 试车线、出入线和车场线混凝土轨枕有砟道床普通地段宜采用国铁弹条 I 型扣件。

钢轨扣件零部件的物理力学性能指标应符合扣件产品相关技术条件的规定。扣件结构应符合下列规定：

1 无砟道床地段应采用弹性分开式扣件；

2 无砟道床的节点垂直静刚度宜为 20kN/mm～40kN/mm，有砟道床用扣件的节点垂直静刚度宜为 40kN/mm～60kN/mm，动静比不应大于 1.4。

8.3.4 扣件的绝缘部件工作电阻应大于 $10^8\Omega$。

8.3.5 扣件表面防腐蚀处理：

1 普通扣件铁垫板表面应进行防锈防腐蚀处理；

2 T 型螺栓、螺母、平垫圈、锚固螺栓和弹条等金属件均应采用防锈防腐蚀处理，处理后的部件应能正常使用 10 年以上；

3 防锈防腐蚀处理技术应符合环境保护要求，且不影响扣件的使用功能。

8.4 轨枕与道床

8.4.1 轨道结构高度根据不同结构形式，宜采用下列数值：

1 单线圆形盾构隧道内混凝土无砟道床不宜小于 740mm；

2 矩形隧道内混凝土无砟道床不宜小于 560mm；

3 高架桥上无砟道床不宜小于 520mm；

4 浮置板地段无砟道床宜根据减振等级和土建结构型式计算确定；

5 道床顶面与钢轨轨底间的距离宜为 70mm；

6 正线混凝土枕有砟道床土质路基地段不宜小于 841mm（道床厚度 450 mm 时）； 车场线不宜小于 617mm（道床厚度 250 mm）；

7 正线混凝土枕有砟道床混凝土基础地段（高架线或 U 型结构段）不宜小于 691mm（道床厚度 300 mm）；

8 车场线无砟道床(不含检查坑)宜为 500mm～600mm。

8.4.2 轨枕(或扣件)铺设数量应符合下列规定：

表 8.4.2　轨枕(或扣件)铺设数量表（根（对）/km）

序号	道床型式	轨枕铺设数量				
		正线、出入线及试车线		其它配线	车场线	
		直线及 R>400m、坡度 i<20‰	R≤400m 或坡度 i≥20‰		库外线	库内线
1	无砟道床	1600～1680	1680	1600	1440	1440
2	混凝土枕有砟道床	1600 或 1680	1680 或 1760	1600 或 1680	1440	1440
3	混凝土枕有砟道床(无缝线路)	1680 或 1760	1760 或 1840	—	—	—

注：　检查坑地段轨枕铺设数量根据工艺要求另行配置(其中柱式检查坑扣件数量宜采用 720 对/km)。

8.4.3　普通轨枕应符合以下规定：

1　轨枕技术性能应符合轨枕产品有关技术条件的规定；

2　无砟道床地段应采用预应力钢筋混凝土长轨枕，个别特殊地段可采用厂制钢筋混凝土短枕，轨枕中预埋尼龙套管；

3　正线、配线、车场线的地面线有砟道床地段宜采用新Ⅱ型预应力混凝土枕；

4　道岔间不足 50m 地段，宜采用道岔同类型普通岔枕和相匹配的扣件；

5　无砟道床长、短轨枕混凝土强度等级应为 C50。有砟道床长轨枕(含岔枕)预应力混凝土等级为 C60。

8.4.4　普通地段无砟道床结构型式应符合以下规定：

1　地下正线、配线、地面车站宜采用长轨枕埋入式无砟道床，特殊地段可采用短轨枕埋入式无砟道床；

2　高架线宜采用短枕承轨台式道床；

3　车场库内线宜采用短枕式无砟道床。平过道应设置道口板。轮缘槽宽度应为 70～100mm，深度应为 50mm；

4　同一曲线地段宜采用同一种道床结构型式。

8.4.5　普通地段无砟道床结构宜符合下列规定：

1　无砟道床混凝土强度等级：隧道内和 U 形槽结构地段不应低于 C35，高架线和地面线地段不应低于 C40，车场线地段不应低于 C35。无砟道床结构的耐久性应满足设计使用年限 100 年的规定；

2　道床内钢筋布置和连接应满足承载能力和杂散电流防护要求。轨枕与道床联结应采取加强措施。高架线道床与桥面联结应采取预埋竖向钢筋等加强措施；

3　隧道内轨枕下混凝土道床厚度一般不宜小于 130 mm，困难情况下不应小于 100mm，高架桥上轨枕下混凝土道床厚度不应小于 110 mm；

4　无砟道床应设置道床伸缩缝，隧道内伸缩缝间距不宜大于 12.5m；U 形结构地段、旁通道前后 50m、隧道洞口内 50m 范围、库内线、高架桥上不宜大于 6m。隧道结构沉降缝和高架桥梁缝处，应设置道床伸缩缝。伸缩缝宜采用木板加沥青麻筋封顶。高架桥上伸缩缝宜采用敞开式，间隙宜为 100mm。特殊地段应结合工程特殊设计；

5　地下线道床排水沟的纵向坡度宜与线路坡度一致，线路平坡地段，排水沟纵向坡度不宜小于 2‰，排水沟宜设在道床两侧。对同向坡段连续长度大于 1km 的线路，应检算

道床排水沟断面过水能力。道床横向排水设备的排水坡度不宜小于 5‰；

6　道床面应低于轨枕承轨面 30mm～40mm，道床面横向排水坡度不宜小于 2.5%，道岔道床面横向排水坡宜为 1%～2%；

7　无砟道床地段应设置铺轨基标，控制基标应永久保留；在道岔、钢轨伸缩调节器等需要精调的部位，应加设铺轨基标。轨道铺轨图设计，应以对结构内轮廓进行复测后，必要时经调整的线路条件为依据。

8.4.6　有砟道床应符合下列规定：

1　采用一级道砟，道砟材料应符合《铁路碎石道砟》TB/T2140 及《铁路碎石道床底砟》TB/T2897 的规定；

2　地面线无缝线路地段在线路开通前，正线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　无缝线路地段有砟道床的道砟肩宽不应小于 400mm，普通线路道砟肩宽不应小于 300mm。无缝线路曲线半径小于 800m、普通线路曲线半径小于 600m 的地段，曲线外侧道砟肩宽应加宽 100mm。道床边坡均应采用 1:1.75。无缝线路砟肩应堆高 150mm；

4　车场线有砟道床道砟肩宽不应小于 200mm，曲线半径不大于 300m 的地段，曲线外侧道砟肩宽应加宽 100mm，道床边坡均应采用 1:1.5；

5　有砟道床顶面应与混凝土轨枕中部顶面平齐；

6　有砟道床最小厚度不宜小于表 8.4.6 的规定；

表 8.4.6　有砟道床厚度（mm）

<table>
<tr><td rowspan="2">轨道下部结构形式</td><td colspan="3">道床厚度</td></tr>
<tr><td colspan="2">正线、出入线及试车线</td><td>车场线</td></tr>
<tr><td rowspan="2">非渗水土路基</td><td rowspan="2">双层</td><td>道砟 250</td><td rowspan="3">单层 250</td></tr>
<tr><td>底砟 200</td></tr>
<tr><td>岩石、渗水土路基及混凝土基础</td><td colspan="2">单层道砟 300</td></tr>
</table>

7　道岔区的有砟道床厚度、肩宽、边坡应与连接的主要线路一致。9 号道岔轨道结构高度不宜小于 881mm(道床厚 450mm)；7 号道岔轨道结构高度不宜小于 657mm(道床厚 250mm)。

8.4.7　暗埋段、U 型结构段和路桥过渡段道床型式的选择应考虑结构后期沉降的影响。

8.4.8　过渡段的设置应符合下列规定：

1　正线、配线和试车线的无砟道床与有砟道床间以及轨道刚度比值大于 3 的不同结构无砟道床地段间应设过渡段；

2　无砟道床与有砟道床间过渡段宜采用道床厚度渐变法设置。过渡段长度一般不宜小于 20m，困难情况下不应小于车辆全轴距；

3　不同结构无砟道床之间的过渡段宜采用刚度渐变法设置，过渡段长度应根据计算确定。

8.4.9　平面缓和曲线与竖曲线重叠地段不应采用有砟道床结构。

8.4.10　U 型结构地段采用有砟道床时线路应设置挡砟墙。

8.5 道岔、伸缩调节器

8.5.1 道岔、伸缩调节器选型：

1 正线、配线及试车线道岔、伸缩调节器的钢轨类型应与正线的钢轨类型一致，车场线道岔的钢轨类型应与车场线的钢轨类型一致；

2 正线、配线和试车线宜采用 9 号道岔(Vmax≤100km/h)，9 号道岔导曲线半径为 200m，侧向通过速度为 35km/h，交叉渡线最小间距宜为 4.6m；车场线宜采用 7 号道岔，侧向通过速度为 25km/h，交叉渡线最小间距宜为 5m。特殊情况需要选择不同号数道岔时，须经技术经济比较后确定；

3 道岔应参照《宁波城市轨道交通设计技术标准通用图设计——道岔及转换设备通用图》执行；

4 道岔一般部位采用弹性分开式扣件，转辙器和辙叉部分扣件特殊设计；

5 钢轨伸缩调节器应采用弹性分开式扣件，扣压件应与道岔扣压件一致；

6 有砟道床地段道岔应采用预应力混凝土岔枕，无砟道床地段道岔宜采用预应力钢筋混凝土长岔枕。

8.5.2 道岔的布置应符合下列规定：

1 道岔不宜跨梁缝和隧道结构沉降缝布置，严禁转辙器、辙叉跨越上述地段；

2 道岔不宜设置在路基与桥台联结处，困难条件下应进行特殊设计；

3 道岔不应与竖曲线重叠，也不应设置在变坡点上。

8.5.3 伸缩调节器的布置应符合下列规定：

1 混凝土桥梁及大跨度连续梁桥上伸缩调节器的设置应根据计算结果确定；

2 调节器不应设置在半径小于 1500m 的曲线上，也不应设置在平曲线与竖曲线重叠地段。调节器宜设在不大于 5‰的坡道上，困难条件下可设在不大于 10‰的坡道上；

3 当调节器布置在梁端时，尖轨不可跨越梁端，尖轨尖端距梁端不应小于 2m；

4 调节器与区间长轨条的焊接接头距离梁端不应小于 2m；

5 调节器基本轨接头以外的线路，宜采用小阻力扣件，其铺设长度按计算确定。

8.5.4 道岔、伸缩调节器的轨道结构宜与前后线路的轨道结构类型相同，不应设置在两种轨道结构的过渡段上。

8.5.5 道岔间线路不足 50m 的地段，轨枕和扣件类型应与道岔区相同。

8.5.6 地面及地下线道岔与区间无缝线路间的缓冲区宜采用 2 对同类型标准钢轨；高架线道岔前后根据无缝线路设计要求设置伸缩调节器，道岔与伸缩调节器间插入短轨长度不宜小于 6.25m。

8.5.7 道岔内轨道绝缘的设置应满足信号等相关专业的要求。

8.5.8 道岔区的排水设计应结合线路平面布置、纵坡、车站废水泵房、集水井位置等因素综合考虑，应保证道岔区不积水，做好转辙机基坑部位排水设计。

8.6 无缝线路

8.6.1 铺设无缝线路轨道的桥、隧、路基等建筑物，应满足相应技术标准的要求。

8.6.2 下列地段轨道宜铺设无缝线路：

1 地下线无砟道床的直线段和曲线半径不小于 300m 地段；

2 高架线及地面线无砟道床的直线段和曲线半径不小于 400m 地段；

3 有砟道床的直线段和曲线半径不小于 600m 地段；

4 试车线；

5 当曲线半径小于以上限制值时，应进行特殊设计，采取加强措施。

8.6.3 正线有砟道床地段宜按一次铺设无缝线路设计。

8.6.4 区间无缝线路缓冲区钢轨的联结应采用接头夹板和高强度螺栓，接头螺栓按 900N·m 力矩拧紧；伸缩调节器的基本轨应与无缝线路长轨条焊接。

8.6.5 铺设无缝线路的坡度可不受限制，但轨条全长在连续长大坡道、制动坡段，应采用加强措施。

8.6.6 无缝线路设计应进行轨道稳定和强度计算，桥梁上铺设无缝线路应作专项设计，计算桥上无缝线路附加纵向力。

8.6.7 钢轨焊接应采用闪光焊，优先采用工厂焊或基地焊，由于受场地等条件限制也可采用现场移动焊，但应结合监理抽查、第三方检测对所有焊接接头实施检测。

8.6.8 焊接质量、力学性能指标应符合现行标准《钢轨焊接》 TB/T1632 的规定。

8.6.9 钢轨焊接接头平直度允许偏差应符合：轨顶面(0~+0.3)mm/m，轨头内侧工作面±0.3mm/m，轨底面(0~+0.5)mm/m。

8.6.10 高架桥及地面线路最高轨温按宁波市历年最高气温加 20℃计，最低轨温按历年最低气温计。

8.6.11 无缝线路的设计锁定轨温应根据宁波市气象资料及地下线温度资料、无缝线路的允许温升、允许温降，并考虑一定的修正量计算确定。地下线锁定轨温宜为 20～30℃，地面线和高架线宜为 25～35℃。

8.6.12 设计锁定轨温误差范围宜为 10℃。相邻单元轨节之间的锁定轨温之差不应大于 5℃，左右股钢轨锁定轨温之差不应大于 5℃。

8.6.13 隧道内距隧道口 200m 范围无缝线路的设计锁定轨温宜与两端区间无缝线路的设计锁定轨温一致。隧道口轨温过渡段应加强锁定。

8.6.14 长轨条可由若干单元轨节组成。区间内单元轨节长度宜为 1000 m ~2000m，最短不应小于 200m。单元轨节始、终端左右股钢轨接头相错量不应大于 100mm。

8.6.15 绝缘接头性能应符合现行标准《胶接绝缘接头技术条件》 TB/T2975。

8.6.16 无缝线路应计算缓冲区预留轨缝值，长轨条与缓冲轨之间、两缓冲轨之间的预留轨缝值应满足：最高轨温值时轨缝大于零，最低轨温值时不超过最大构造轨缝 18mm。

8.6.17 桥上无缝线路设计应计算伸缩力、挠曲力、断轨力和制动力等；并应进行钢轨断缝检算，钢轨折断允许断缝值：无砟轨道取 100mm，有砟轨道取 80mm。

8.6.18　无缝线路应按单元轨节等距离设置位移观测桩，桩间间距不宜大于 500m。轨条长度不大于 1200m 应设置 5 对观测桩，轨条长度大于 1200m 应适当增加观测桩。

8.6.19　长轨条起始点以及距长轨条起始点 100m 位置各设一对位移观测桩，高架桥两端、钢轨伸缩调节器基本轨接头处和距离基本轨接头 100 m ~150m 处应增设位移观测桩。位移观测桩应牢固稳定，有条件时可与线路基桩合并设置，或设置在线路两侧的固定构筑物上。道岔和钢轨伸缩调节器均应按一个单元轨节设置位移观测桩。

8.7　减振降噪轨道结构

8.7.1　轨道结构应根据工程的环境影响评估报告书的要求，并满足国家、浙江省以及宁波市对环境保护的要求，结合规划实施、沿线开发、管线保护等因素确定减振地段及减振等级，并采用分级减振、综合治理措施。

8.7.2　轨道结构应根据沿线线路条件等因素采用钢轨涂油、打磨、无缝线路、弹性分开式扣件等综合减振降噪措施。

8.7.3　减振轨道结构等级宜划分为中等减振(0dB＜VLz＜5dB)、高等减振(5dB≤VLz＜10dB)和特殊减振(VLz≥10dB)三级。敏感点减振等级的确定宜综合考虑振动超标、二次结构噪声超标或文保建筑振动速度超标等因素确定。

8.7.4　减振地段铺设长度应根据振动敏感点类型、减振要求和减振地段端部过渡段等因素确定。减振地段铺设范围应在被保护地段及两端各延长不少于 50m，且不小于远期列车最大编组长度。

8.7.5　采取减振工程措施时，不应削弱轨道结构的强度、稳定性及平顺性。

8.7.6　减振降噪轨道结构的选择应符合下列规定：

1　应优先选用已在国内城市轨道交通应用成熟的减振轨道结构；

2　减振轨道结构应与减振等级相匹配，每线每种减振等级选用的产品不宜多于 2 种。

8.7.7　高架线的振动噪声控制，应结合桥梁型式、桥梁减振支座等选择减振产品。

8.7.8　浮置板道床应采用轨枕式道床。

8.8　轨道附属设备及安全设备

8.8.1　混凝土枕有砟道床线路，正线曲线半径小于或等于 600m 地段、车场线小于或等于 350m 地段，宜按下表设置轨距杆：

表 8.8.1　轨距杆设置数量表

曲线半径(m)	轨距杆（根）	
	25m 钢轨	12.5m 钢轨
R≤450	10	5
450<R≤600	6~10	3~5

8.8.2　在高架线上的下列地段应设置防脱护轨：

1　曲线半径小于 500m 的缓圆、圆缓点附近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的内侧；

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，在靠近双线高架桥中线侧的钢轨旁；

3　竖曲线与缓和曲线重叠处，竖曲线范围内两根钢轨旁；

4　防脱护轨应设置在钢轨内侧；

5　其它需要设置的地段。

8.8.3　防脱护轨设计时应预留安装位置。为适应减振轨道的安装需要，安装后的防脱护轨最底面与道床面的净空高度不得小于 10mm。

8.8.4　正线及配线曲线半径小于或等于 500m 的曲线外股应设置钢轨涂油器，每隔 300m~400m 设置一台。

8.8.5　车场线应根据需要设置平交（过）道口，并应符合以下要求：

1　道口及两侧线路路基、库内检查坑或车库门等土工构筑物基础的基底应统筹处理，减少不均匀沉降；

2　道口的排水设计应与车场排水管网沟通，使道床无积水；

3　大库前的道口与机动车辆通行频繁处道口，宜采用混凝土枕有砟道床道口板结构；

4　库内平过道宜采用无砟道床结构。

8.8.6　车挡的选型、设置应符合下列规定和要求：

1　设置于站前折返线路末端的车挡，应考虑列车重载行驶，其他工况无特殊要求时，皆按空载行驶考虑；

2　设置车挡的允许撞击速度，高架线路正线、配线、试车线为 25km/h；地面、地下正线及配线、试车线为 15km/h；库内线为 3km/h；其余车场库外线为 5km/h；特殊情况可根据车辆、信号及占线长度等要求计算确定；

3　正线及配线宜采用滑移式液压缓冲挡车器，特殊情况下可采用长行程固定式液压缓冲挡车器；

4　车场线库内车挡宜采用摩擦式车轮挡，库外牵出线、洗车线宜采用库外固定式液压缓冲挡车器，试车线宜采用滑移式液压缓冲挡车器，其余库外线宜采用固定式挡车器；

5　滑移式车挡除设计滑行距离外，尚应预留适当的安全距离；

6　车场线库内线路长度应满足车挡占线长度和信号专业设置绝缘接头、安装信号机的要求；

7　地面、高架正线与配线、试车线安装的车挡应设置防爬装置；

8　车挡滑移距离范围内不应有钢轨接头；

9　车场库内线摩擦式车轮挡占线长度应考虑滑移长度，为便利司机瞭望和安全警示，应设置列车停车限位标。

8.8.7　城市轨道交通线路应设置下列标志：

1　线路标志包括百米标、曲线要素标、曲线起终点标、坡度标、竖曲线起终点标、桥位标、涵洞标、水准基点标等；

2　有关信号标志包括有股道牌、警冲标、列车停车位置标、车挡位置标、限速地点

标、鸣笛标等。

8.8.8　线路和有关信号标志设计应符合《宁波城市轨道交通设计技术标准通用图设计——线路与信号标志通用图》的要求。

8.8.9　警冲标应设置于两设备限界相交处，其余标志应安装于行车方向右侧司机易见的位置上。

8.8.10　正线车站生产用房应考虑工务用房的设置。在每个有岔车站宜设置 1~2 间工务生产用房。工务用房宜靠近道岔区，面积宜为 20 m^2 左右。

8.8.11　轨道养护维修设备和线路轨道常备材料应根据运营维护的需要合理配置。

8.8.12　线路大型检测及养护设备如检测车、探伤车、打磨车、清洗车等应按网络规模及需求统筹规划、分期采购。

8.8.13　铺轨基地应根据轨道施工工期的要求，结合工程筹划、车站配线型式、线路敷设方式、道床和钢轨等施工方法与工艺、沿线车站周边及车场场地等条件合理设置，并预留相应的轨料下料口。

9　路　基

9.1　一般规定

9.1.1　路基工程必须有足够的强度、稳定性和耐久性。

9.1.2　路基工程设计应符合和适应城市环境保护和景观的要求，重视绿化设计，结构设计应与邻近的建筑物相协调。

9.1.3　轨道和车辆荷载应根据采用的轨道结构及车辆的轴重、轴距等参数计算，用等效的换算土柱代替。车辆竖向活载 B 型车设计轴荷载采用 140kN。换算土柱高度和分布宽度应符合表 9.1.3 的规定。

表 9.1.3　轨道和车辆荷载换算土柱高度及分布宽度

车辆类型			B 型车	
路堤填料			非渗水土	渗水土
列车运行速度			≤80km/h	
设计轴荷载		kN	140	
轨道条件	钢轨	kg/m	60	
	轨枕	根/km	1600	
	道床厚度	m	0.45	0.3
	道床顶宽	m	3.3	
	道床坡度		1：1.75	
换算土柱	分布宽度	m	3.5	3.1
	计算强度	kPa	37.8	37.0
	重力密度	kN/m^3	18	19
	计算高度	m	2.1	2.0

注：① 表中换算土柱高度系按无缝线路道床顶宽和铺设钢筋混凝土轨枕计算的；

② 重力密度、轨道条件与本表不符时，需另计算换算土柱高度；

③ 活载分布于路基面上的宽度，自轨枕底两端向下按 45°扩散角计算。

9.1.4　路基工程设计应积极推广采用新技术、新结构、新材料和新工艺，并采用机械化施工，提高路基工程质量。

9.1.5　路基工程应做好防排水设计。

9.1.6　土质路基的路肩及边坡上不应设置电缆沟槽，困难情况下必须设置时，应采取适当措施，并及时回填夯实，确保路基的完整和稳定。在路基上设置其他杆架、管线等设备时，也应采取保证路基稳定的有效措施。

9.1.7　路堤与桥台、路堑及涵洞等结构物连接处应设置过渡段。

9.1.8　路基工程的地基应满足承载力和路基工后沉降的要求。其地基处理措施必须根据轨道和车辆荷载、地质资料、路堤高度、填料、建设工期等通过检算确定。

9.1.9　区间路基两侧应设置贯通的防护栅栏。防护栅栏的位置应设在路堤坡脚外或路堑顶外的用地界内，防护栅栏的高度不应小于 1.8m。

9.2 路肩高程、路基面形状和宽度

9.2.1 路肩高程应高出线路通过地段的最高地下水位或最高地面积水水位加毛细水强烈上升高度，再加 0.5m。若采取降低水位、设置毛细水隔断层等措施时，可不受此限制。

路肩高程还应考虑与城市其他交通的衔接和相交等情况。

9.2.2 区间正线路基面形状应根据基床土质设路拱或做成平面。并符合以下规定：

1 非渗水土和用封闭层处理的路基面应设计为三角形路拱，由路基中心线向两侧设4%的人字排水坡。曲线加宽时，路基面仍应保持三角形；

2 渗水土的路基面应为平面。其路肩应高于非渗水土路基的路肩 Δh：

$$\Delta h = (h - h') + (B - S)/2 \times 0.04 \qquad (9.2.2)$$

式中：h，B——非渗水土路基直线地段道床厚度、路基面宽度(m)；

h'——渗水土路基直线地段道床厚度 (m)；

S——轨距(m)。

以上两种不同路基连接时，非渗水土路基的路肩高程向渗水土路肩施工高程顺坡，其长度不应小于 10m。

9.2.3 车场路基面应设有倾向排水系统的横向坡度。路基面横向坡宜采用 2%～3%，一个坡面最大线路数量不应大于 3 条。路基面可设计为一面坡、二面坡或锯齿形坡。

9.2.4 区间正线路基面宽度应根据正线数目、线间距、轨道结构尺寸、路基面形状、曲线加宽、路肩宽度等由计算确定。

路肩宽度宜采用 0.6m；

直线地段的标准路基面宽度，应按表 9.2.4 采用。

表 9.2.4 直线地段标准路基面宽度(m)

线别	钢轨	列车运行速度	单线				双线			
			非渗水土		渗水土		非渗水土		渗水土	
			道床厚度	路基面宽度	道床厚度	路基面宽度	道床厚度	路基面宽度	道床厚度	路基面宽度
区间正线	60kg/m	≤80km/h	0.45	7.0	0.30	6.1	0.45	11.4	0.30	10.3
车场线	50kg/m	—	0.25	5.2	0.25	5.0	—	—	—	—

注： ① 表中区间正线宽度系按无缝线路道床顶宽计算，车场线宽度系按非无缝线路道床顶算；

② 车场线指车场内联络线、牵出线、机车走行线和三角线等；

③ 双线线间距采用 4.20m；

④ 路肩宽度、道床厚度、双线线间距与本表不符时，需另计算路基面宽度。

9.2.5 在车场范围内，车场最外侧线路中心线至路基边缘不应小于 3m。最外侧梯线、调车牵出线和道岔区有调车人员上下作业的一侧不应小于 3.5 m。

9.2.6 区间单线曲线地段的路基宽度，应在曲线外侧，双线应在外股曲线外侧按表 9.2.6 的数值加宽，加宽值在缓和曲线范围内线性递减。

表 9.2.6　曲线地段路基面加宽值(m)

曲线半径 R	路基面外侧加宽值
R≤600	0.5
600＜R≤800	0.4
800＜R≤1000	0.3
1000＜R≤1800	0.2
2000＜R≤5000	0.1

9.3　基床

9.3.1　路基基床分表层及底层。正线表层厚度应不小于 0.5m，底层厚度应不小于 1.5m。车场线表层厚度应不小于 0.4m，底层厚度应不小于 1.1m。基床厚度以路肩施工高程为计算起点。

9.3.2　路堤基床表层填料应优先选用 A 组填料，其次为 B 组填料。基床底层填料可选用 A、B、C 组填料。使用 C 组填料时，其塑性指数不得大于 12，液限不得大于 32%。

填料分类分组应按现行《铁路路基设计规范》TB10001 的有关规定执行。（见附录 F、G）

9.3.3　路堑基床表层土质不满足本标准 9.3.2 要求时，应进行换填或土质改良等措施。

9.3.4　基床的压实标准：对细粒土、粉砂、改良土应采用压实系数和地基系数作为控制指标；对砂类土（粉砂除外）应采用相对密度和地基系数作为控制指标；对砾石类、碎石类应采用地基系数作为控制指标。路基基床压实标准应按表 9.3.4 的规定执行。

表 9.3.4　基床的压实标准

层位	填料类别 / 压实指标	细粒土和粉砂、改良土	砂类土（粉砂除外）	砾石类	碎石类
表层	压实系数 K_h	0.93	—	—	—
	地基系数 K_{30} (MPa/cm)	1.0	1.1	1.4	1.4
	相对密度 D_γ	—	0.8	—	—
底层	压实系数 K	0.91	—	—	—
	地基系数 K_{30} (MPa/cm)	0.9	1.0	1.2	1.3
	相对密度 D_γ	—	0.75	—	—

注：① Kh 为重型击实试验的压实系数；

② K30 为 30 cm 直径荷载板试验得出的地基系数，一般取下沉量为 0.125cm 的荷载强度。

9.3.5　路堑基床表层土的天然密实度不应小于表 9.3.4 的压实标准的规定值。基床底层厚度范围内天然地基的静力触探比贯入阻力 Ps 值不应小于 1.2MPa 或天然地基容许承载力〔σ〕不应小于 0.15MPa。

9.4 路堤

9.4.1 路堤边坡应根据填料或土质的物理力学性质、边坡高度、列车荷载和地基工程地质条件等确定。路堤边坡一般可取 1：1.5。

9.4.2 基床以下部位填料宜选用 A、B、C 组填料。当选用 D 组填料时，应采取加固或改良措施。严禁使用 E 组填料。路堤浸水部位的填料，应选用渗水土填料。

9.4.3 不同填料填筑路堤时，应分层填筑。每一水平层全宽应以同一种填料填筑。当渗水土填在非渗水土上时，非渗水土层顶面应向两侧设 4% 的人字横坡；渗水土填在非渗水土下时，接触面可为平面；当上下两层填料的颗粒大小相差悬殊时，应在分界面上铺设垫层。

9.4.4 基床以下部位填料的压实标准：对细粒土、粉砂、改良土应采用压实系数和地基系数作为控制指标；对砂类土（粉砂除外）应采用相对密度和地基系数作为控制指标；对砾石类、碎石类应采用地基系数作为控制指标。基床以下部位填料的压实标准应按表 9.4.4 的规定执行。

表 9.4.4 基床以下部位填料的压实标准

填筑部位	填料类别 / 压实指标	细粒土和粉砂、改良土	砂类土（粉砂除外）	砾石类	碎石类
不浸水部分	压实系数 K_h	0.9	—	—	—
	地基系数 K30 (MPa/cm)	0.8	0.8	1.1	1.2
	相对密度 D_γ	—	0.7	—	—
浸水部分	地基系数 K30 (MPa/cm)	—	0.8	1.1	1.2
	相对密度 D_γ	—	0.7	—	—

9.4.5 地基土密实，且地面横坡为 1：10～1：5 时，路堤可直接筑于天然地面上，但应清除地表草皮、树根。

路堤基底为耕地时，应清除表层种植土，路堤基底表层为人工杂填土时，必须清除换填、碾压，其压实度应根据不同部位分别满足表 9.3.4、表 9.4.4 的规定。

经过水田、池塘时，应根据具体情况，采取排水疏干、挖除淤泥、抛填片石或夯填砂、砾石及其他地基加固措施。

9.4.6 若地基表层为软弱土层，其静力触探比贯入阻力 Ps 值小于 1.0MPa 时，应进行地基稳定性检算并采取排水疏干、清除淤泥、换填片石或砂砾石、采用土工合成材料等方法进行加固。加固后的地基承载力应满足其上部荷载的要求。

9.4.7 软土地基上的路基应进行滑动稳定检算、沉降计算或地基承载力验算分析，进行相应的地基加固设计。

软土地基上的路堤稳定性、沉降检算可参照现行《铁路特殊路基设计规范》TB10035 有关规定执行。

9.4.8 路基工后沉降量应满足下列要求：

有砟轨道线路路基工后沉降不应大于 200mm，路桥、路隧过渡段不应大于 100mm，沉降速率不应大于 50mm/年；无砟轨道线路路基工后沉降应小于轨道扣件的最大调高量。

9.4.9　　路基的工后沉降不满足第 9.4.8 条要求时，应进行地基处理。

9.5　　路堑

9.5.1　　路堑设计应减少对天然植被和山体的破坏，防止诱发地质灾害。

9.5.2　　路堑边坡形式及坡率应根据工程地质及水文地质条件、土的性质、边坡高度、防排水措施、施工方法，并结合力学分析等综合确定。

9.5.3　　土质路堑，软质岩、强风化或全风化的岩石路堑，应在侧沟外侧设置宽度不宜小于 1m 的平台。如边坡已防护加固时，可不设侧沟平台。

9.6　　过渡段

9.6.1　　路堤与桥台、土质路堑及箱涵等连接处应设置过渡段。过渡段的基床表层填料及压实标准与相邻基床表层相同，基床表层以下应选用 A 组料，压实标准应符合表 9.3.4 基床底层的要求。当过渡段浸水时，浸水部分的填料还应满足渗水土的要求。

9.6.2　　路堤与桥台连接处的路桥过渡段应按图 9.6.2 进行设计。台后基坑应以 C15 混凝土回填或以碎石分层填筑压实。

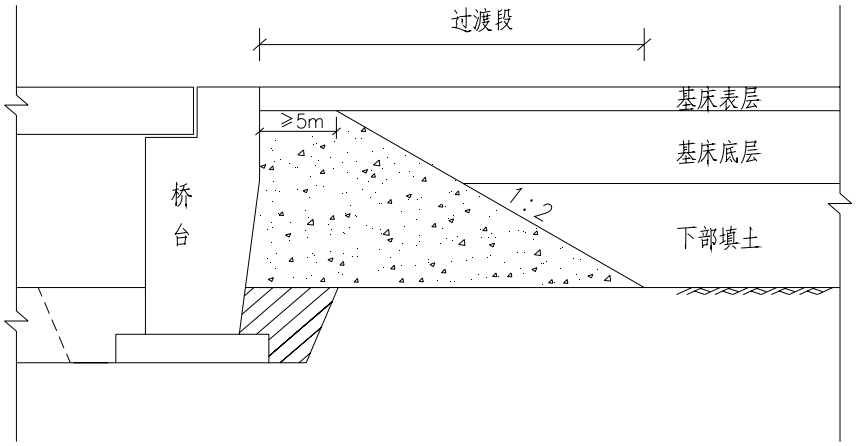


图 9.6.2　路桥过渡段设计图

9.6.3　　路堤与土质路堑连接处，应先沿原地面纵向挖成 1：1.5 的坡面后，再在 1：1.5 的坡面上设置台阶，台阶高度为 0.6m。见图 9.6.3。

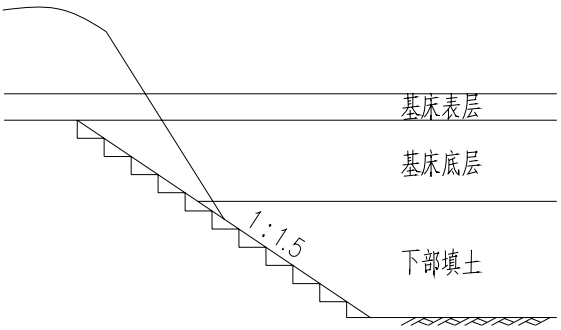


图 9.6.3　路堤与土质路堑过渡段设计图

9.6.4　　路堤与箱涵等横向构筑物连接处的过渡段应按图 9.6.4 进行设计。但当横向构筑物顶面距地面高度小于 1.0m 且不足路堤高度的 1/2 时，可不设置过渡段。

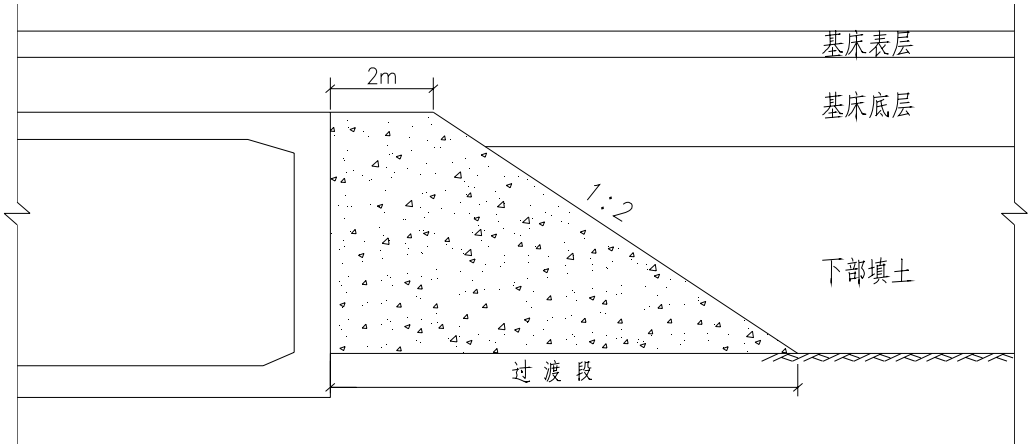


图 9.6.4　路堤与箱涵等横向构筑物过渡段设计图

9.7　　路基排水及防护

9.7.1　　路基排水设备应布置合理，与桥涵、隧道、车场、市政、农田水利等排水设施衔接时，应保证排水畅通。

9.7.2　　纵向地面排水设备的坡度，不应小于 2‰，地面平坦地段或反坡排水地段，仅在困难情况下，可减少至 1‰。地面排水不得排入地下隧道。穿越线路的横向排水设备的坡度不宜小于 5‰。

9.7.3　　侧沟、排水沟、天沟的横断面应有足够的过水能力。除需按流量计算者外，底宽及深度不宜小于 0.4m。对土质等路堑，当基床表层换填 A、B 组填料时，其侧沟深度不应小于 0.7m。位于反坡排水地段或小于 2‰坡道的路堑侧沟，其分水点的沟深可减少至 0.2m。

9.7.4　　车场内洗车线和咽喉区应加强路基排水。在洼垄填满道砟的线路间应采用砟顶式纵向排水槽或混合式纵向排水槽。在无洼垄填砟的线路间应根据相邻线路道床厚度、线间距，确定采用砟底式或砟顶式纵向排水槽。

9.7.5　　在纵、横向排水槽、管交汇处，排水管的转弯处和高程变化处，宜设检查井或集水井。

纵向排水槽每隔 10～15m、横向排水槽每隔 3～5m 应设宽 2～3cm 的沉降缝一处。

9.7.6　　纵向排水槽与接触网柱基础交叉时，排水槽应绕避接触网柱基础或移至其他线间。经常有工作人员通过地点的排水槽或排水沟应加设盖板。

9.7.7　　路基边坡根据土质、地表水、周围景观等情况可采用种草、铺草皮、干砌片石、浆砌片石或混凝土等坡面防护措施。

9.7.8　　沿河地段路基应根据河流特性、水流性质、河道形状、地质条件等因素，结合路基位置，选用适宜的坡面防护、河水导流或改道等防护措施。

9.8 路基支挡结构

9.8.1 路基支挡结构应积极采用新技术、新材料、新工艺。结构类型应安全可靠、技术先进、经济合理、施工、养护方便，并与相邻建筑物协调。与桥台、隧道洞口连接时应衔接平顺。地面线路至地下线路敞开过渡段路基宜采用 U 型钢筋混凝土支挡结构。

9.8.2 支挡结构物在设计荷载作用下，应满足稳定性、坚固性和耐久性的要求。

支挡结构物的计算方法和构造要求，可参照现行《铁路路基支挡结构设计规范》TB10025 的有关规定执行。

9.8.3 路堤或路肩挡土墙的墙后填料及其压实度应符合表 9.3.4、表 9.4.4 的规定。

9.8.4 轨道和车辆荷载的换算土柱高度和分布宽度，应按表 9.1.3 执行。

作用于挡土墙上的荷载应按有车辆荷载和无车辆荷载进行检算。双线或多线尚应考虑邻近一线、二线有车辆荷载和无车辆荷载等组合进行检算。

9.8.5 支挡结构物可采用混凝土、片石混凝土或钢筋混凝土。墙顶的最小宽度，混凝土或片石混凝土时不应小于 0.4m；钢筋混凝土时不应小于 0.2m。

9.8.6 挡土墙基础埋置深度，应符合下列要求：

1 一般情况不应小于 1.0m；

2 受水流冲刷时，在冲刷线下不应小于 1.0m。

9.8.7 挡土墙应每隔 2～3m 上下左右交错布置向墙外坡度不应小于 4% 的泄水孔。泄水孔应采用管型材料，其进水侧应设置反滤层。反滤层应优先采用土工合成材料、无砂混凝土块或其他新型材料。无砂混凝土块或砂夹卵石反滤层的厚度不应小于 0.3m。墙背为膨胀土的反滤层厚度不应小于 0.5m。在靠近路肩或地面最低排泄水孔的进水口的下部，应设置隔水层。

9.8.8 支挡结构物每隔 10～20m 或与其他建筑物相连接处，应设置伸缩缝。在基底地层变化处，应设置沉降缝。伸缩缝和沉降缝可合并设置。缝宽宜为 2～3cm。缝内沿支挡结构物的内、外、顶填塞沥青麻筋或沥青木板，塞入深度不得小于 0.2m。

9.8.9 需设置照明灯杆、电缆支架和声屏障立柱等设施的路基支挡结构物地段，应预留上述设施的位置或预埋连接件，并保证支挡结构物的完整、稳定。

9.8.10 路肩挡土墙设置防护栏杆地段应符合下列规定：

1 墙顶高出地面 2m 且连续长度大于 10m 时设置；

2 防护栏杆立柱及扶手的水平推力应按 0.75kN/m 作用在立柱顶上计算，并应按 1kN 集中荷载检算。

9.8.11 路肩挡土墙的平面位置，在直线地段应按路基宽度确定，曲线地段宜按折线形布置，并应符合曲线路基加宽的规定，在转折处应设沉降缝。

10　交通衔接

10.1　一般规定

10.1.1　城市轨道交通应通过车站与其他交通系统的有效衔接延伸自身的服务范围。其他交通系统一般包括：步行、非机动车、公共汽电车、出租汽车及小汽车，以及长途汽车站、国铁客运站、航空港等。

10.1.2　城市轨道交通衔接规划应依据城市规划和用地实际，与轨道交通线路同步规划，轨道车站的交通衔接配套设施宜与轨道车站同步建设、同步投入使用。

10.1.3　交通衔接规划的主要内容包括：轨道车站的功能定位、交通衔接规划原则、轨道车站客流预测及交通衔接方式、交通衔接配套规模、交通设施综合规划布局方案、与轨道车站近期配套建设的实施方案。

10.1.4　在工程可行性研究和初步设计阶段，应同步编制交通衔接规划，提出交通衔接设施的规划方案和用地规模。

10.1.5　交通衔接方式的原则：轨道交通车站应与沿线公共汽电车站、出租汽车站点及交通枢纽紧密结合设置；轨道交通车站应设置非机动车接驳设施；主城区内轨道交通车站原则上不设置小汽车接驳设施；主城区外轨道交通车站根据需要可设置公交首末站和小汽车、出租车接驳设施。

10.1.6　对于轨道交通站点与城市交通枢纽站合并设置的车站，枢纽站应一体化规划和设计，并宜同步建设或预留接口。

10.1.7　交通衔接规划应重视轨道交通与城市公共步行系统衔接。在城市轨道交通运营时间内，车站应兼具人行过街功能、或与人行过街设施结合设置、与大型公共建筑结合设置或与其相连。

10.1.8　公共汽电车站点应设置在轨道站点的出入口附近，既有较远的公共汽电车站点宜调整到轨道交通车站出入口附近。

10.1.9　与轨道交通车站紧密结合的交通枢纽，应考虑轨道交通车站与其他交通系统运营信息之间的及时相互传递，方便市民换乘。

10.1.10　车站出入口附近根据需要和可能设置自行车停车场地；根据车站周边用地和道路情况在道路两侧分开设置。

10.1.11　交通组织规划是交通衔接规划的一项重要规划内容。交通组织规划的目标是：各种交通衔接设施合理布局，车行流线与人行流线尽量做到不交叉或少交叉，交通衔接紧密、换乘安全方便。

10.1.12　建成交通衔接设施后，应重视交通组织对交通设施产生的影响，适时反馈，定期完成交通设施改造计划，不断完善交通衔接设施。

10.1.13　交通衔接用地布局的原则：交通衔接设施宜靠近车站出入口，按交通构成比例较大、成本低、用地需求少、效率高的交通系统以及高成本、低比例的交通系统，由近及远布置。

10.1.14　为确保行人通达的安全性，轨道车站站前广场的行人交通设计要求：人行通道应与道路和公交隔开，并尽可能短和直接，避免客流对冲，宽度不宜小于 3m。

10.2　交通设施设置标准

10.2.1　城市轨道交通衔接规划应根据客流预测、用地实际，对进出站客流进行分方向及分方式的定性、定量分析，并依据轨道车站类型、换乘方式及其相应的比例，确定各种交通方式的需求规模。

10.2.2　根据轨道车站用地实际，非机动车停车场可因地制宜，结合高架车站、站前广场等综合布置和确定。

10.2.3　城市轨道交通车站站内、站外各种交通换乘设施均应设明显的指示和标志标识系统，且站内、站外指示标志系统应易辨、相互对应、链接、连续，方便换乘。标志标识系统的设置应符合相关规范要求。

10.2.4　在道路条件允许的情况下，轨道车站出入口所处应设轨道交通应急公交停车位；应急公交的标志标识系统以及相关的应急公交设施应满足突发事件情况下，城市轨道交通车站能顺利启动应急公交，及时疏解客流。

11 车站建筑

11.1 一般规定

11.1.1 车站设置应符合宁波城市总体规划及轨道交通线网规划要求，在考虑最大限度地吸引和疏散客流的同时，应妥善处理好与城市交通、地面建筑、地下管线、地下构筑物之间的关系，应减少房屋拆迁、管线迁移和施工时对地面建筑物、地面交通及市民的影响。

11.1.2 车站设计应保证乘客使用安全、方便，功能分区明确、布局紧凑、便于管理，并具有良好的通风、照明、卫生、防灾等设施，为乘客提供舒适的乘车环境。

11.1.3 车站设计规模应满足初、近、远期中设计客流量最大值的需要。设计客流量为高峰小时客流量的最大值乘以超高峰系数(1.1~1.4)。

11.1.4 车站建筑及结构形式应在满足车站基本功能的前提下，根据客流量大小、线路条件、站址环境条件因地制宜地选择。

11.1.5 车站设计应合理组织客流，减少进、出站流线的交叉，保证乘客方便进站、迅速出站；车站的站厅、站台、出入口通道、楼梯和自动扶梯、售检票口等各部位的通过能力应相互匹配。

11.1.6 **车站站台至站厅或其他安全区域的疏散楼梯、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的候车乘客能在 6min 内全部疏散至站厅公共区或其他安全区域。**

11.1.7 与规划路网中其它轨道交通线路相交的车站，应根据线路、站址及换乘客流量等具体条件选择合理的换乘方式；不同步实施的换乘车站， 应预留后建线路的接口条件； 换乘车站出入口应优先考虑共用的原则， 统一布局 ，节约用地。

11.1.8 车站内应设置便民服务设施，并对车站空间进行合理地综合利用。

11.1.9 车站装修宜体现交通性特点，设计简洁、明快、方便维护、易于识别，导向设施应完整、无盲点。

11.1.10 车站应设置无障碍设施及公共厕所。

11.1.11 地下车站沿纵向一般宜设 2‰的坡度，结合开发的车站可考虑采用平坡，但需考虑道床排水；高架车站采用平坡设计。

11.2 车站总体布置

11.2.1 车站总平面设计应符合城市规划要求，合理地布置出入口、风亭、冷却塔的位置；应优选与建筑物相结合的方案。独立设置的出入口宜采用有盖形式。

11.2.2 出入口、风亭建筑宜后退规划道路红线布置，并考虑与周边建筑的关系。

11.2.3 出入口建筑宜与道路红线正交或平行；出入口前宜设集散空间，有条件的地方设自行车停车场（库），并结合道路恢复设计，综合考虑公交港湾式停靠站及出租车停泊位。

11.2.4 **地下车站的出入口、风亭、电梯和消防专用通道的出入口等附属建筑，以及地上车站、区间和附属建筑以及车场出入段的敞口段等，与周围建筑物、储罐（区）等的防火**

间距，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定；与汽车加油加气站的防火间距，应符合现行国家标准《汽车加油加气站设计与施工规范》GB50156 的有关规定；与燃气调压站、液化石油气气化站、混气站和城市液化石油气供应站瓶库的防火距离，应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028 的有关规定。

11.2.5　车站宜根据车站周边用地和道路情况设置自行车停车场，并尽量靠近车站出入口布置：应在道路两侧分开设置，避免自行车穿越道路；可布置在人行道外侧或道路绿化带；也可结合车站周边建筑布置。中心城区车站至少考虑道路两侧各设置一处自行车停车场地，总面积不小于 50m^2，中心城区以外可考虑设置多处，总面积不小于 100 m^2。

11.2.6　位于转角处的风亭、出入口应避免遮挡司机视线。

11.2.7　高架车站不应骑跨横向道路设置，地下车站过“十”字路口宜骑跨道路设置，且兼顾过街客流的功能。

11.2.8　地上车站的周围应设置环形消防车道，当设置有困难时，可沿两个长边设置。

11.3　地下车站平面设计

11.3.1　站厅层设计应符合下列规定：

1　站厅层设计应作功能分区，并合理划分防火分区；

2　站厅公共区布置要求：

1)　站厅公共区布置根据客流流线及管理需要划分为非付费区及付费区，非付费区的总面积宜大于付费区的总面积；应合理布置通道口、电话亭、售票设施、检票机、栅栏、楼扶梯及电梯位置，使进出站客流尽量少交叉，流线短捷而有序；

2)　非付费区是客流交叉流动的集散点，应有较开阔的空间，并满足售、检票机和其他设施布置，进、出站检票机的入口一侧应留有一定客流集散空间，便于客流疏解；

3)　非付费区和付费区之间应设置高度不小于 1.1m 的隔离栅栏，隔离栅栏上应设置栅栏门，其宽度不小于 1.5m，检票口和栅栏门的总通行能力应满足乘客安全疏散的需要，其位置应便于服务人员管理；客服中心应设在付费区、非付费区之间，应靠近检票口，兼具问讯、补票等功能；

4)　公共区两端公共区的非付费区宽度（即划分付费区的隔离栏与设备管理区墙面之间）不宜小于 15m，当楼扶梯开口面向非付费区时，非付费区宽度不应小于三跨；设于站厅两端的非付费区，宜用通道连通，其最小宽度应不小于 2.4m，如兼有过街功能，不应小于 4m；

5)　公共区任意一点距最近的通道口距离应小于 50m。

3　站厅公共区的楼、扶梯布置要求：

1)　一般情况下，站厅至站台的楼扶梯宜设 3 组，且直达；

2)　地下三层车站、节点换乘车站及特殊车站应至少设两组楼扶梯，且宜直达。

4　设备及管理用房的布置要求：

1)　设备用房宜布置在站厅层两端，主要设备及管理用房应集中在站厅层一端紧凑布置；集中端的疏散通道宜采用内部双通道布置；并设置直通地面的消防专用通道。非集中端

应设置两个通向公共区的安全出口；

2) 设备及管理区内通道及楼梯布置应满足消防要求；

3) 应根据设备工艺要求预留各种孔洞，并考虑主要设备至吊装孔的搬运通道。

5 站厅公共区、侧式车站站台公共区及有需求的设备用房应设离壁构造，沿外墙应统一设置排水沟；

6 车站厕所设计要求：

1) 车站公共厕所应设置在主要设备管理用房区一端贴邻非付费区，并应与员工卫生间合用污水泵房；

2) 公共厕所设计规模：普通车站男厕设置 3 个小便斗、2 个厕位，女厕设置 4 个厕位、单独设置无障碍厕所；重点站、枢纽站的厕所设计规模应与客流规模相匹配，可酌情增设厕位数量，厕所男女蹲位比例宜为 1：2；

3) 换乘车站公共卫生间宜分散设置，每个卫生间规模不小于普通车站规模，节点换乘车站同期实施的情况下可考虑设置一处公共卫生间，但其规模应根据客流情况适当增大。

11.3.2 站台层设计应符合下列规定：

1 站台是轨道交通车站内乘客等候列车和上下列车的平台，站台宽度应满足乘客候车和乘降的要求，其计算长度由列车编组长度加停车误差确定；

2 站台宽度 B：

$$B\ 岛=b1+b2+n\cdot z+T(m) \qquad (11.3.2\text{-}1)$$

$$B\ 侧=b1+z+T(m) \qquad (11.3.2\text{-}2)$$

其中：b1 、b2——侧站台宽度，车站乘降区站台宽度≮2.5m；当垂直于侧站台设置楼梯时，侧式站台的乘降区（侧站台）≮3.5m；

n·z——柱数×柱宽(m)；

T——每组人行楼梯+自动扶梯宽度(m)。

$$b_1(b_2)=\frac{Q_{上\cdot下}\rho}{L}+M(m) \qquad (11\text{-}3\text{-}2\text{-}3)$$

ρ——站台上人流密度（ρ=0.5~0.75m^2/人，中心城区车站和换乘车站宜取 0.6~0.75m^2/人）；

L——站台计算长度；

M——站台边至站台门立柱内侧距(M=260mm)；

Q 上、下——远期每列车高峰小时单侧上、下车设计客流量（换算成高峰时段发车间隔内的设计客流量，并应考虑不均匀发车的客流）。

3 一般岛式车站站台宽度不宜小于 11m，中心城区地下岛式车站站台宽度不宜小于 12m，换乘站不宜小于 13m；侧站台宽度计算时，应取初、近、远期中计算最大值；

4 站台两端设备用房可伸入站台计算长度内，不宜超过 12m，若超过长度，则需设不小于 3m 的连通道，且不得侵占侧站台计算宽度，同时距人行楼梯第一级踏面或通道口不少于 8m，距自动扶梯工作点不小于 12m；

5 站台层与站厅层的楼扶梯分布应均匀，且站台层楼、扶梯的布置应符合下列规定：

1) 当站台与站厅不同层时，站台有效候车区计算长度内任意一点距最近梯口或通道口的距离应小于 50m；

2) 当站台和站厅同层时，站台有效候车区计算长度内任意一点距最近的疏散通道口或站台与站厅结合口部的距离应小于 50m。

6 站台层的各部位建筑轮廓及尺寸必须符合限界要求；在有效站台长度外的侧站台应设安全栏杆，每侧均设至轨道区的人行楼梯，作为检修人员上、下轨道区之需，同时作为列车在区间隧道内发生事故时乘客紧急疏散使用，楼梯宽度应为 1100~1200mm，宜平行于轨道方向布置。当楼梯面向区间隧道设置时，应考虑管线穿越的空间；

7 每侧站台的站台门均应设置应急门，每侧应急门数量宜采用远期列车编组数，应急门至墙、柱的最小距离应大于 3m；

8 自站台边缘向内 1m 宽度范围内的地坪装饰面下均应做绝缘层；

9 双柱车站公共区柱网采用 9750mm 的柱距，单柱车站公共区柱网采用 9000mm 的柱距；

10 站台层两端设备管理用房尽量避免突入屏蔽门范围内。

11.3.3 站台板下夹层设计应符合下列规定：

1 站台板应向轨道侧悬挑 500mm；站台板下的内部空间应布设排热风道及其它电缆和管线，净空高度不宜小于 1300mm；

2 地下车站站台板下靠近车行道部位应布置列车底部排热风道，其面积应满足通风专业的要求；

3 车站变电所下电缆夹层净高应满足变电所设备管路检修要求，地下车站其净高宜大于 1500mm；电缆夹层穿越防火分区应采取防火隔断措施；

4 地下车站电缆夹层应适当设置人孔，便于电缆检修，人孔净尺寸为 700x700mm，人孔设置活动盖板，并设爬梯下至夹层内，人孔间距不大于 35m。人孔应设置在楼梯下三角房等隐蔽处或者有效站台之外，高架车站人孔间距可适当加大，人孔盖板做法应能保证一个人搬运；

5 站台板下夹层内废水池壁及池底应采用混凝土整体浇注，并采取防水措施；污水池池壁及池底应采取防腐和防水措施。

11.3.4 车站各部位最小净宽度和净高度：

1 站厅层公共区地坪装修面至吊顶净高应不小于 3200mm，站台层公共区地坪装修面至吊顶净高应不小于 3000mm；

2 站厅层地面装修层厚度宜为 150mm，风道或风室为 50mm，站台层地面装修层厚度宜为 100mm；

3 车站各部位最小净宽度和最小净高度见表 11.3.4。

表 11.3.4 车站各部位最小净宽度和净高度(m)

名称		最小宽度	最小高度
站厅公共区			3.2
站台公共区：	地下车站		3
	地面、高架车站		3
站台、站厅层管理用房			2.6
地下通道或天桥		5	2.5/2.4

名称	最小宽度	最小高度
单向公共人行楼梯	1.8	2.4
双向公共人行楼梯	2.4	2.4
与自动扶梯并列设置的人行楼梯（困难情况下）	1.8	2.4
消防专用楼梯	1.2	2.2
站台至轨道区的工作楼梯（兼疏散楼梯）	1.1	
注：1 站台、站厅的最小净空高度指地面装饰面至吊顶面 2 楼梯和自动扶梯的最小净高为踏步面沿口至吊顶面		

注：楼梯净宽指扶手带中心线间距。

11.4 高架车站平面设计

11.4.1 站厅层设计应符合下列规定：

1 高架车站站厅层宜设置一个付费区，一个非付费区，采用单边进站的形式。

2 站厅布置要求：

1) 站厅布置根据客流流线及管理需要划分为非付费区及付费区，非付费区的总面积宜大于付费区的总面积；应合理布置通道口、电话亭、售票设施、检票机、栅栏、楼扶梯及电梯位置，使进出站客流尽量少交叉，流线短捷而有序；

2) 站厅层公共区任意一点距最近的通道口距离应小于 50m。

3 站厅公共区的楼、扶梯布置要求：一般情况下，站厅至站台的楼扶梯宜设 3 组，且宜直达；

4 设备及管理用房的布置要求：路中高架车站有条件的尽量将设备管理用房设置在路侧，变电所等设备运输要求高的设置在地面层；

5 车站厕所设计要求：

1) 高架车站公共厕所视主要设备及管理用房设置位置而定，当设备管理用房设置于车站主体内，公共厕所也应在主体内，而当设备管理用房设于地块内时，公共厕所也应设于地块内的地面层；

2) 公共厕所设计规模：参考地下车站；重点站、枢纽站的厕所设计规模应与客流规模相匹配，可酌情增设厕位数量。

11.4.2 站台层设计应符合下列规定：

1 一般高架岛式车站站台宽度不宜小于 10m，换乘站不宜小于 12m；侧式车站的侧站台宽度不应小于 2.8m，计算时应取初、近、远期中计算最大值，同时考虑站台上等候不同车次乘客对计算宽度的影响，具有小交路折返、支线运营回库清客功能的车站，应考虑站台客流堆积的影响；

2 高架车站站台层除中部的空调候车室外，不设置任何设备管理用房，站台门控制室设置在站厅层，配电间采用敞开的设置方式；

3 站台层与站厅层的楼扶梯分布应均匀，且站台层楼、扶梯的布置应符合下列规定：

1) 当站台与站厅不同层时，站台有效候车区计算长度内任意一点距最近梯口的距离

应小于 50m；

2)　当站台和站厅同层时，站台有效候车区计算长度内任意一点距最近的疏散通道口或站台与站厅结合口部的距离应小于 50m。

4　站台层的各部位建筑轮廓及尺寸必须符合限界要求；在有效站台长度外的侧站台应设安全栏杆，每侧均设至轨道区的人行楼梯，作为检修人员上、下轨道区之需，同时作为列车在区间隧道内发生事故时乘客紧急疏散使用，楼梯宽度应为 1100~1200mm。当楼梯面向区间设置时，应考虑管线穿越的空间；

5　每侧站台的站台门均应设置应急门，应急门至墙、柱的最小距离应大于 3m；

6　自站台边缘向内 1m 宽度范围内的地坪装饰面下均应做绝缘层；

7　当高架区间设有纵向疏散平台，且与站台相接则站台门的端门应可双向开启；

8　站台计算宽度与地下车站同。

11.5　车站主要设施设置

11.5.1　自动扶梯设计要求：

1　车站的站厅与站台间至少应设两组上、下行自动扶梯，在困难情况下当高差不超过 8m 时，可考虑仅设置一处上、下行自动扶梯；

2　车站出入口应设置上、下行自动扶梯，在设置上、下行自动扶梯困难且提升高度不大于 10m 处可仅设上行自动扶梯，但每个车站设置上、下行自动扶梯的出入口不少于两处；出入口上、下行自动扶梯宜紧靠设置并布置在远离道路一侧；分期建设的自动扶梯应预留位置；重要车站、换乘站、大客流车站，应分析其客流特征，提高服务水准，相应增加自动扶梯数量；

3　自动扶梯应采用交通重载型，车站出入口自动扶梯倾角不应大于 30°，站台至站厅自动扶梯的倾斜角度应为 30°，自动扶梯有效净宽为 1m，运输速度宜采用 0.65m/s；

4　自动扶梯踏步面以上最小净空≥2.4m；

5　当自动扶梯穿越楼层时，扶手带中心至开孔边沿的净距不小于 0.5m，如达不到标准时应设防撞安全标志；

6　两相对布置的自动扶梯工作点之距一般不小于 24m，困难时不宜小于 18m，自动扶梯工作点至前面障碍物距离不应小于 8m；

7　自动扶梯与人行楼梯相对布置时，自动扶梯工作点至楼梯第一级踏步距离不宜小于 16m；

8　自动扶梯布置时应考虑吊运吊钩及空间。出入口处自动扶梯下端应设集水坑；

9　自动扶梯露天安装时，应采用风雨型扶梯。

11.5.2　电梯设计要求：

1　每个站台均应设置一台通往站厅的电梯（兼作无障碍电梯和内部货运，并不计入紧急疏散用）。电梯宜设在站厅层付费区内公共区中部；

2　每座车站应至少设置一台从地面通往站厅非付费区的电梯，且宜靠近主要设备及管理用房区一端。当地下车站的出入口分设于城市主干道两侧时，有条件情况下宜设置两台；

3　平行换乘车站站厅至室外电梯数量应与该站换乘线路的数量一致，各电梯应沿道路两侧分散布置。其它换乘形式车站按第 2 条设计要求执行；

4　电梯出地面部分建筑材料的选用应考虑其热工性能，保障冬、夏季节轿箱内的舒适性；电梯底坑应考虑排水措施，土建及构造设计应考虑防水性能；宜与周边建筑物或出入口风井合建；

5　电梯应选用无机房拽引电梯，有特殊要求的车站可设置为观光型电梯；

6　无障碍电梯门不宜正对轨道区，当门正对轨道时，门前应加短栏杆，且不得侵入站台计算长度内的侧站台；

7　城市对外交通接口站应增加电梯载重量，并配套增加宽体闸机、半自动售票机数量。

11.5.3　楼梯设计要求：

1　车站在每个站台通往站厅付费区内至少设一座步行楼梯，楼梯的总宽度不得小于 2.4m；每个出入口均应设楼梯；

2　车站应至少设一部供工作人员和消防人员使用的楼梯，该楼梯应设在工作人员较集中的管理用房区内，楼梯宽度不得小于 1.2m；当层数超过二层的地下车站应采用防烟楼梯间，此梯宽度不计入紧急疏散楼梯宽度；

3　楼梯踏步高：乘客使用应为 150~160mm；工作人员使用应为 150~175mm；

4　踏步宽：乘客使用应为 280~300mm；工作人员使用应为 250~280mm；

5　车站内公共区楼梯每个梯段的踏步级数应不小于 3 级，且不大于 18 级；

6　楼梯休息平台宽：1200~1800mm；

7　楼梯宽度要求：

单向楼梯土建净宽不应小于 1800mm；

双向楼梯土建净宽不应小于 2400mm。

8　楼梯口部栏杆高：1100mm；楼梯梯段栏杆高：900mm；

9　楼梯台阶装饰面至上部障碍物的最小净空不应小于 2400mm；

10　在车站出入口与上下行自动扶梯并列设置的备用人行楼梯可采用 30°平行布置。

11.5.4　检票机设计要求：

1　进站检票机应设在售票处至站台的人流流线上。出站检票机应设在站台至出站通道的人流流线上，其数量应能满足远期超高峰小时客流的需要；

2　检票口宜垂直人流方向设置；

3　出站检票机布置应留有扩容的余地；出站检票机距离出入口通道边缘的距离不宜小于 5m，与楼梯的距离不宜小于 5m，与自动扶梯工作点间距不宜小于 8m；

4　进站检票口与楼梯口的距离不宜小于 4m，与自动扶梯工作点的距离不宜小于 7m；

5　车站应至少设置一处无障碍检票机（宽闸机）。

11.5.5　售票机设计要求：

1　售票机的数量应满足远期超高峰小时客流的需要；

2　售票机应设在客流不交叉，且干扰小的地方；售票机前应留有购票乘客的聚集空间，聚集空间不应侵入人流通行区，且不宜少于两处；

3　售票机的布置应注意与出入口通道及进站检票机保持适当的缓冲距离；

4　售票机的检修应不影响相邻售票机乘客的正常使用，并留有足够的取款及检修空间。当设备检修采用后开门形式时，离墙净距应不小于 0.9m；

5　售票排队方向与客流行进方向平行时，售票机外侧距最近的出入口通道边缘的净距不宜小于 1.5m；售票排队方向与客流方向垂直时，距出入口通道边缘的净距不小于 5m。

11.5.6　车站各类的设施设计通过能力应符合表 11.5.6 的规定：

表 11.5.6　设施的设计通过能力

设施名称		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
人工售票口		1200
自动售票机		300
自动检票机（门扉式）		1800
自动扶梯（0.65m/s）		8190

注：　设计时宜取低值。

11.6　车站出入口

11.6.1　车站出入口有条件时应优选与周边建筑相结合，并满足防排烟及消防要求；若无法结合，宜与风井、出入口、电梯与辅助用房结合形成组合建筑。

11.6.2　车站出入口的数量，应根据分向客流和疏散要求设置，当地下车站设置在十字路口时不宜少于四个，且不得小于两个直达地面出入口；地下一层侧式站台车站每侧站台应设置不少于 2 个直达地面或其他开敞空间的出入口；预留出入口应考虑分期实施的条件。

11.6.3　每个出入口宽度应按远期分向设计客流量乘以 1.1~1.25 的不均匀系数综合计算确定。一般出入口通道净宽不小于 5.5m，困难情况下净宽不小于 4m，通道净高不小于 2.5m。

11.6.4　出入口楼梯及通道的通过能力应大于车站内部楼梯和自动扶梯的疏散能力之和。

11.6.5　车站出入口位置应以吸引客流、方便进出车站为原则，应与客流的方向一致，根据车站站位及周边环境确定；出入口设置应方便与地面公交的换乘，并满足规划要求，宜跨路口多向布设。

11.6.6　出入口宜与地下过街通道、地下街、公共建筑物的地下层相结合或连通，统一规划，同步或分期实施。如兼做过街地道或天桥时，其通道宽度及其站厅相应部位应考虑过街客流量，当出入口通道接入既有地下过街通道时，应对既有通道通过能力进行核算。

11.6.7　出入口宜平行于或者垂直于道路红线，且后退规划道路红线 3m。在特殊情况下，出入口可踏红线或设于人行道上，但必须征得规划部门同意；出入口前应有集散场地。有条件的出入口宜设置自行车停车场。

11.6.8　地下车站主要设备管理用房区内应设至地面的专用消防通道，其宽度不应小于1.2m。

11.6.9　地下车站出入口的地面标高应高于周边场地的暴雨积水标高，临近出入口的场地需做好竖向排水设计，并满足防洪要求；车站出入口防淹平台标高应比室外地面（或规划）标高高出 450mm，平台长度不应小于 3000mm，出入口门洞两边及出地面电梯应设置防淹闸槽，闸槽高度为平台面以上 500mm；车站出入口与过街通道连通时，过街地道的防洪标准应与车站出入口一致。

11.6.10　地下车站出入口的建筑形式宜采用合建式；独建出入口宜采用有盖式；因特殊需要采用敞口形式的需满足规划、景观及排水的要求；与其他建筑合建时应进行防火分隔。

11.6.11　独立设置的出入口造型应符合城市景观的要求，并应具有良好的标志性。

11.6.12　地下车站出入口通道宜短、直，需弯折的通道，不宜超过三处，弯折角度不宜小于 90°，通道长度不宜超过 100m；长度超过 60m 的通道应设置机械排烟，超过 100m 时需增设消防疏散出入口或采取满足消防要求的其他措施。

11.6.13　出入口口部应设卷帘门，敞开式出入口其卷帘门设置应设在暗埋通道处，有盖式出入口卷帘门应设置在地面出口处。

11.6.14　地下车站出入口楼、扶梯、电梯底部应设置排水措施。出入口楼扶梯下端应设 300mm 宽横截沟，横截沟应通过预埋管与自动扶梯下的集水坑连通。高架车站自动扶梯地面平台宜高出室外地面 450mm，底部基坑宜设集水坑，并可接入城市排水管网。

11.6.15　出入口通道纵坡不应大于 8%，且连续水平投影长度不宜大于 15m（供轮椅通行的水平投影长度不应大于 9m）；纵坡大于 4%时地坪装饰面应采取防滑措施；位于人防门开启范围内的地坪应为平坡；楼梯休息平台坡度应向楼梯下行方向设坡，坡度应≥1%。室外防淹平台落水应坡向街道，坡度应≥1%。

11.7　风亭、风井与冷却塔

11.7.1　地下车站应按通风、空调工艺要求设置风井；风亭和冷却塔的位置、造型和色彩应符合城市规划、环保和景观的要求。

11.7.2　地面风井的设置宜与地面建筑相结合；独立建造的地面风亭应注意与周围环境相协调，减少对城市景观的不利影响；对于规划要求必须设置的低风井，并应满足环评与安全要求。

11.7.3　当采用侧面开设风口的风亭时，应符合下列规定：

1　进风、排风、活塞风口部之间的水平净距不应小于 5m，且进风与排风、进风与活塞风口部应错开方向布置或排风、活塞风口部高于进风口部 5m；当风亭口部方向无法错开且高度相同时，风亭口部之间的距离应满足敞口风井的距离要求；

2　风亭口部 5m 范围内不应有阻挡通风气流的障碍物；

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

11.7.4　当采用顶面开设风口的风亭时，应符合下列规定：

1　进风与排风、进风与活塞风亭口部之间的水平净距不应小于 10m；

2　活塞风亭口部之间、活塞风亭与排风亭口部之间水平净距不应小于 5m；

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

4　风亭开口处应有安全防护装置。

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

11.7.6　通风口距离相邻的建筑不应小于 5m，与周边居住建筑的间距应符合环保和卫生防疫要求；进风亭应设在空气洁净的地方。

11.7.7　风井内应设检查梯及照明等设施，风亭及风道均应有防水和排水设施。

11.7.8　采用空调系统的地下车站，地面应设冷却塔。其造型、用色、位置应符合城市规划环保和景观要求。有特殊要求的地段，冷却塔设置的位置可采用下沉式或全地下式，但必须满足工艺要求。

11.7.9　风亭与建筑物的直线距离除应符合环保对噪声限值的要求外，还应满足《建筑设计防火规范》GB50016 的规定和城市规划要求。

11.8　无障碍设计

11.8.1　地面至站厅层，站厅至站台均应设置无障碍电梯，无障碍电梯门前等候区不宜小于 1.8m。

11.8.2　无障碍电梯井出地面部分应采取防淹措施。电梯平台与室外地面高差处应设置坡道，并应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB50763 的有关规定。

11.8.3　车站内及车站广场均应设置无障碍设施，站前广场应铺设与周边道路连接的盲道，盲道接至站内，由地面出入口至站台间所有盲人涉足之地应铺设盲道，并采用埋入式；站台盲道应铺设在侧站台内侧，其盲道中心至柱（墙）面距离应不小于 450mm。

11.8.4　车站公共厕所应设置无障碍专用厕所。

11.8.5　站厅付费区和非付费区之间应设无障碍专用通道或专用闸机。

11.8.6　车站的无障碍设施应与列车的相应设施对应。

11.8.7　无障碍电梯应设置报警按钮。无障碍设计应符合《无障碍设计规范》GB50763 的规定。

11.8.8　车站内的各种无障碍设施均应设有专门标志和指示牌

11.9　车站换乘设计

11.9.1　车站换乘形式应根据线网规划中相关换乘线的走向及线路敷设方式确定。

11.9.2　车站换乘设施（楼扶梯及通道）的通过能力应满足初、近、远期最大换乘客流量的需要。

11.9.3　换乘途径要尽量短捷、方便，并设置明显的换乘导向标志。

11.9.4　换乘车站应优先采用付费区换乘，并避免换乘客流与进、出站客流交叉。

11.9.5　对预留的换乘节点，相邻车站及相应区间的线位应稳定，预留换乘节点两侧应留出不小于 500mm 的裕量，并采取排除积水措施。

11.9.6　采用通道换乘时，换乘距离不宜过远，原则上宜不超过 100m；超过 100m 的换乘通道，根据需要设置双向自动步行道，并应采取满足消防要求的措施。

11.9.7　综合交通枢纽站、换乘比例大于 50% 的换乘站、线网中原非换乘站改造成换乘站、三线以上换乘站以及其它流线复杂的车站，应对于正常运营工况下楼扶梯通过能力进行验算，满足下车乘客撤离站台的时间小于各客流期内的行车间隔时间。接力型换乘车站、小交路车站以及车辆基地接轨站，应针对客流叠加效应计算站台容量。

11.9.8　同步实施的换乘车站，应做好车站内用房、设备和设施等资源的共享；同步实施的换乘节点，应进行近、远期的客流组织设计，公共区的平面布局和设备布置能适应远期换乘时的调整需要。

11.9.9　换乘设施应考虑无障碍通行条件。

11.10　车站环境及导向标志设计

11.10.1　车站的环境设计，应简洁、明快、大方，易于识别；宜采用标准化的设计，体现线路特色，兼顾车站的地域特色，充分体现现代交通建筑特点。

11.10.2　地下车站的装修设计，应充分展现空间效果，并加强识别性。地面、高架车站设计应因地制宜，减小体量和具有良好的通透性。

11.10.3　装修材料应采用防火、防潮、防腐、无毒、耐久、易清洁且放射性指标满足国家标准规定的环保材料，装饰制品宜标准化、模数化和便于清洁维修，宜兼顾吸声。地面和楼梯踏步材料应防滑耐磨。装修材料并应符合《建筑内部装修设计防火规范》GB50222 的有关规定。

11.10.4　照明灯具应节能、耐久，宜采用深罩明露式，便于更换、清洁和保养。半敞开式风雨棚的地面、高架站应选用防潮、防尘、抗风的灯具。

11.10.5　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。

11.10.6　区间通风机房及风道地面装修层厚度宜为 50mm；变电所地面装修层厚度宜为 100mm；环控机房、卫生间及用水房间装修层厚度低于室外地面 20mm；设防静电架空地板房间地面装修层厚度如下：

1　用于弱电等设备用房（含架空地板高度）300mm；

2　用于车站控制室（含架空地板高度）450mm。

11.10.7　**车站内应设置各种导向、消防疏散、服务乘客等标志。**

11.10.8　各种导向、消防安全疏散标志、服务乘客标志应符合下列各项基本规定：

1　标志应采用统一标准和规格，并应符合国标《城市轨道交通客运服务标志》、《标志用公用信息图形符号》GB/T10001 的有关规定；

2　导向标志应连续设置在车站公共区的站台、楼扶梯、站厅、换乘通道、出入口以及与车站相连的物业开发区、地下步行街、商店等公共区域。其安装位置、表达方式及内容应全线统一，尺度应适度，高、宽比例及色彩应符合乘客的视觉要求。各线列车车辆和站台上开行方向的指示牌色带标色应符合既定的色彩；

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

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

5　标志的构造应简洁、易维护、耗材易更换，并符合安全性及耐久性的要求；

6　导向系统的布置应与照明灯具布置协调统一，避免眩光，并考虑人群聚集造成的视线遮挡等因素，应同时考虑导向系统的布置与 PIDS 显示屏布置的统一协调；

7　消防疏散导向系统应按照相关专业的规范和标准执行；

8　地下车站悬挂式导向应内置灯具，消防疏散导向系统应采用一级负荷供电；

9　站台、站厅、疏散楼梯、疏散通道等人员密集部位的地面，应设置保持视觉连续的灯光或蓄光疏散指示标志。

11.11　车站内设商铺以及与车站相邻的地下物业开发相关规定

11.11.1　车站宜设置便民服务设施。

11.11.2　车站便民服务设施可包括自助银行、自助服务设施、爱心小屋、紧急医疗救助点、宣传展示空间等。

11.11.3　便民服务设施的用房不应设置在车站站厅的乘客疏散区域、站台和疏散通道内。

11.11.4　站厅层乘客疏散区以外的非付费区可设置商铺，商铺总面积不应大于 100m^2，单处面积不应大于 50m^2，采用防火墙或防火卷帘与其他部位分割，并设火灾报警和灭火设施。

11.11.5　车站内集中设置的综合利用空间开发应独立设置出入口和风井，与车站公共区的连接宜采用通道形式，并以特种防火卷帘(耐火极限 3h)分隔，与车站其他用房以防火墙分隔，其专用的出入口须满足地下商场相关消防规范。

11.11.6　对车站内整层或配线上方的地下空间，应根据相应的功能需求配置风、水、电容量，并同步实施该部分空间所需的风井、出入口、冷却塔等地下空间利用必备的设施。

11.12　车站管线综合设计

11.12.1　管线布置原则：

1　对管线布置空间要求：

车站管线综合安装高度（含支、吊架所占用空间）必须在装修吊顶上皮标高以上。所有

管线的布置高度应综合协调考虑，在可能的条件下应尽可能布置于高处，同时所有管线的布置应避开设备吊装孔、设备运输预留门洞，以满足运营期间设备检修和更换运输的要求。

在变电所大型设备用房及设备运输通道上，所有管线安装完毕后，管线下净空应不低于运输通道相连通的运输门高。当岛式站台车站轨行区外侧设有变电所时，为满足变电所设备运输，变电所靠轨道侧预留运输门洞处的弱电管线须与限界专业协商该处管线进行适当的降低或抬高。降低时应低于变电所设备用房装修完成地坪，抬高时应不低于设备运输门洞。

2　管线相对位置布置原则：

在地下车站站厅、站台公共区的吊顶内，管线综合相对位置的布置原则主要遵守平行设置的原则，即通风干管、共用电缆桥架及共用水管支架采用平行布置方式，各种管线之间的距离应满足各专业设计规范要求。在设备管理用房走廊区吊顶内，管线综合相对位置的布置原则主要遵守小管让大管，有压管让无压管；风上、电中、水下的原则，即送风管、排风管道布置在上层，共用电缆桥架在中间、共用水管支架布置在下层。上下重叠敷设时，管线分支多、检修维护多的应放在下方，少的放在上方。其中共用电缆桥架布置在车控室、弱电竖井、环控电控室、照明配电室一侧，共用水管支架布置在另一侧。

3　管线与设备相对位置布置原则：

所有与设备无关的管线应避开设备的正上方布置，特别是变电所、低压设备用房、弱电设备用房内的风管、空调送风口不应在设备正上方布置，对大发热量房间的通风采用下送上排方式时，其下部送风口的位置应避开巡视、设备运输道，风管与变电所设备间的最小水平距离应不小于 0.8m。

4　管线穿越房间的原则：

所有高、低压及弱电设备用房内严禁穿越各类水管，弱电用房当采用风机盘管必须置于房间内时，其风机盘管和接水管应远离设备。车站控制室和气瓶室内尽量避免穿越与之无关的各类管线，特别是风管只能进入给该房间空调通风的末端支管，非穿越不可时，应采取相关解决措施。供电系统和低压电缆一般情况下不宜穿越弱电系统的设备用房。

5　管线的维、检修要求：

车站内布置的所有管线均应考虑其维、检修要求。若管线的宽度不大于 1.2m 时，可考虑从单侧进行维检修；若管线的宽度大于 1.2m 时，应考虑从两侧均可以进行维检修；维检修的空间一般应满足 0.6m，困难情况下不应小于 0.4m。各种桥架水管都应该至少在一侧留有 0.4m 以上的检修空间，困难情况下不应小于 0.3m。

6　其它要求：

1)　在轨行区的管线布置必须满足行车限界要求；

2)　在有吊顶区域内，各设备专业管线布置均应在吊顶内通过，并充分利用结构空间紧凑布置；在满足各专业技术要求的前提下减少对吊顶上空间的浪费，将吊顶下的空间抬至最高或局部抬高；

3)　在无吊顶区域，各设备专业管线布置也应充分利用结构空间布置；

4)　各设备专业管线应尽量不交叉或少交叉；

5)　如果各设备专业管线有交叉时，管线布置的原则从上至下的顺序为：环控专业通风管线——动照电缆线槽——弱电电缆线槽——各类水管；

6)　桥架（线槽）和风管、结构梁发生交叉无法通过时，可将桥架（线槽）在交叉处断开，采用明管敷设，但应尽量少采用此种方式。

7　管线控制线说明：

除具体项目有特殊要求外，一般站厅层公共区地面至结构顶板高度为 4.5m 时，吊顶高度控制标高为不小于 3.2m，则管线的最低控制标高为 3.40m；站台公共区的吊顶高度控制标高为不小于 3.0m，则管线的最低控制标高为 3.20m；如车站层高较高，则应将层高增加部分留给吊顶下的装修空间，吊顶以上部分保持不变。设备及管理用房区内走廊吊顶高度控制标高不小于 2.4m，则走廊上部管线最低控制标高为 2.6m。变电所设备用房及设备运输通道上不考虑吊顶，则管线下方的净空应不低于 3.5m，困难时不低于 3.3m；其它无特殊要求的设备用房，管线下方净空应满足吊顶或设备安装要求。

8　车站宜进行三维管线复核设计，对二维管线进行检查，发现矛盾，及时修改二维管线综合相关设计图纸。

附表 1：

车站行车管理用房设置参考表

用房名称	参考面积(m^2)	设 置 要 求
车站控制室	36	应设在站厅层客流多的一端，地坪比站厅抬高 0.3m，面向公共区开设 C 类甲级防火观察窗，宜按照 6mX6m 布置。
服务中心	8	整合票务功能、问询、便民服务，设置到站厅层公共区中部，跨费区布置，考虑设置 2 个工位。
站长室	12-15	应设在车控室附近，便于相互联系。内部可布置 2 组办公桌椅、一个接待沙发、2 组文件柜。
区域站长室	12	根据运营要求设，与站长室相邻设置。内部可布置 2 组办公桌椅、，一个接待沙发、2 组文件柜。
站务室	12	宜靠近站长室设置。
交接班室（兼会议室、餐厅）	30	设置在站厅层管理区内较安静的部位。内部考虑放置一张供 6~8 人同时用餐或会议的多用桌，房间内还需考虑布置 30 人的餐具柜、电冰箱、微波炉、饮水机等必要设施。
公安值班室	20	靠近站厅公用区设置，并与公安通信设备室连通。
更衣室	16~20	设在站厅管理区内，放置更衣柜；或按照车站定员设置，0.6~0.7m^2/人，常规车站按 30~36 人设置；房间应考虑沿长边方向设 2 扇门，内部男女分割由业主自定。
地下车站厕所	设置在非付费区，有条件的应结合出入口、设置坑位数量应与车站客流规模相适应，并满足最低标准：男厕设置 3 个小便斗、2 个蹲坑；女厕设置 4 个蹲坑；单独设置无障碍专厕，男女厕所内各设置一个洗手盆一个洗涤池。站厅主要设备管理区内设置工作人员专用厕所，男厕设置 1 个小便斗、1 个蹲坑；女厕设置 2 个蹲坑，男女厕所内各设一个洗手盆，合设一个洗涤池。此时应采用水冲式厕所，公共厕所宜与工作人员专用厕所合用污水泵房。重点站、枢纽站可酌情增设盥洗前室及坑位数量。	
高架车站厕所	应根据主要设备管理区的位置决定其所处位置。当主要设备管理区在车站外布置时，其公共厕所应与其合建，并设置在地面对外开门，当主要设备管理区在车站内设置时，其公共厕所应设于站厅层。	
茶水间	6-8	管理区内设置，宜靠近餐厅，内设开水机、水槽，考虑上下水管位。
清扫间	4X2	站厅层、站台层各设一间，站厅层设在靠近公井区位置，站台层尽量利用靠近废水池一段；清扫间内应设洗涤池，考虑排水。
垃圾间	2	设置在出入口附近靠近无障碍电梯，有条件的结合公厕。
站台门设备室	20	设在站台层，近车控室一端，所有站型均按一间考虑
票务室	15~20	设于管理区，车站票务室应采用套间设计，外间考虑堆放票款箱、推车，内间采用银行柜台式设计，安装安全栅栏，外间考虑夜间金柜的设置条件，不采用架空地板，最小宽度不小于 3.5m。
车站检修和备品用房	10×2	站厅、站台各一间。
条线备用房	40	每条线选择有条件的车站设置一处。
站务员室	4~5	设在每个站台公共区，原则上设置于楼梯下。
空调候车室	15~20	设于高架车站站台层中部靠近无障碍电梯。
便民服务设施（爱心小屋、自助银行、自助服务设施等）	10-20	设在站厅层非付费区，其中爱心小屋考虑设置在枢纽站。
轮乘派班室		每条线设置一处，面积根据条线司机配置数量定。
轮乘办公室	15	每条线设置一处，与轮乘派班室同站设置。
司机轮休室	10	仅设在折返站站台层靠近道岔区。

车站设备用房设置参考表

用房名称		参考面积（m^2）	设置要求
通信设备室		40	近车控室布置
信号设备室		35/65	靠近车控室，一般车站 35m^2，集中站 65 m^2
综合监控设备室		25-30	近车控室布置
ups 电源	通信电源	30	靠近通信机房，包含 FASBAS 电源
	信号电源	35	靠近信号机房
通号电缆室		10x2	根据情况设置在行车线外侧上方，宜靠近通号设备室
商用通信机房		50-60	站厅层
AFC 设备室		15	靠近票务室
公安通信机房		35	近警务室，并与之连通
区间通风机房		根据工艺布置	
环控机房		根据工艺布置，在相关设备基础四周设排水沟，需做好地面防水处理	
冷水机组、水泵房		面积根据工艺布置，在相关设备基础四周设排水沟，需做好地面防水处理	
环控电控室		50-70	车站两端设，并靠近环控机房
小通风机房		靠近新风道及排风道，可以与环控机房合并布置。在相关设备基础四周设排水沟	
降压变电所		180+25+10	设在站台层靠主负荷一端，内设控制室 25 m^2，值班室 10m^2
牵引变电所		240	尽量设在站台层，设备运输通道畅通。牵降变混合所为 370m^2（含控制室、值班室）
消防泵房		25	设在站厅层或设备层，近消防专用通道布置。
污水泵房		10-15	在厕所下方。
废水泵房		20	设在站台层最低端，墙面保留控制柜、管道安装条件，下设废水池。
气瓶室		根据计算布置	工作半径 120m，其钢瓶数量以每个保护 25 m^3，按最大保护房间控制规模。
配电室		10/20	站厅层两端各设照明配电室 20m^2，站台层两端各设 10 m^2，靠近公共区。

车站维护用房设置参考表

用房名称	参考面积（m^2）	设置要求
供电巡检值守点用房	20	每隔 5~6 座车站设置一处。
接触网工区	20	线路中央位置。
转辙机备品库房	8	有岔站站台。
通号值班室	20	折返站，靠近信号机房。
信号工区	50	线路上每隔 15 公里设置一处。
通信工区	50	线路上每隔 15 公里设置一处。
车载值班室	20	折返站，靠近信号机房。
综合监控工区	50	当设置综合监控时，靠近综合弱电房布置。
轨道工区	20/30	有岔路 20m^2，此外每隔 10 公里设置一处 30m^2。

附表 2：

车站主要设备管理用房装修参考表

用房名称	地坪	踢脚板	墙面	天花
站长室，车控室,站台门设备室	架空层楼面	150 高成品（金属踢脚）	涂料墙面	铝合金吊顶净高≥2500
AFC 设备	架空层楼面	150 高成品（金属踢脚）	涂料墙面	板底喷涂顶棚
通信设备室、ups、商用通信用房、信号设备室、综合监控	架空层楼面	150 高成品（金属踢脚）	涂料墙面	板底喷涂顶棚
公安通信设备室	架空层楼面	150 高成品（金属踢脚）	涂料墙面	板底喷涂顶棚
检修和备品用房、清扫间	地砖楼面	150 高用料同地面	涂料墙面	板底喷涂顶棚
票务室、警务、值班、站务、男女更衣、交接班室、司机轮休室、公共安全休息室、工区用房	地砖楼面	150 高用料同地面	涂料墙面	铝合金吊顶净高≥2500
茶水间、工作人员厕所	地砖楼面,地坪落低 20	150 高用料同地面	面砖墙面	铝合金吊顶净高≥2500
废水泵房，消防泵房 污水泵房	细石混凝土楼面（水泥固化剂）	1200 高水泥砂浆台度	涂料墙面	板底喷涂顶棚
区间通风机房，环控机房 小通风机房，冷冻机房	细石混凝土楼面（水泥固化剂）	1200 高水泥砂浆台度	涂料墙面	板底喷涂顶棚
环控电控室、配电间	地砖楼面	150 高面砖	涂料墙面	板底喷涂顶棚
牵引变电所中的设备室 降压变电所,接触网工区	环氧地坪	150 高	涂料墙面	板底喷涂顶棚
整流变压器室、直流开关柜室、35KV 开关柜室（高压开关柜室）、400V 开关柜室（动力变压器室）、控制室、蓄电池室。	环氧地坪	150 高	涂料墙面	板底喷涂顶棚
回/排风室	细石混凝土楼面（水泥固化剂）		涂料墙面	板底喷涂顶棚
走廊	地砖楼面	150 高用料同地面	涂料墙面	铝合金吊顶净高≥2400mm
电缆夹层，电缆竖井	细石混凝土楼面（水泥固化剂）		涂料墙面	板底喷涂顶棚
新风井道、新风静压室、混合室	细石混凝土楼面（水泥固化剂）		涂料墙面	板底喷涂顶棚

注： 楼、地面、墙面、踢脚、顶棚等做法说明：

① 茶水间、厕所及清扫间地面比其他地面低 20，以不小于 0.5%坡度坡向地漏；

② 板材或地砖在铺贴前应先进行预铺以调整色差和纹路；

③ 有振动设备基础与地面应留缝缝隙 10~15 缝内灌沙，表面嵌 8 厚石棉漆或建筑油膏；

④ 厕所、盥洗、茶水的墙面面砖铺贴至吊顶以上 100mm。

12　地下车站与地下区间结构

Ⅰ　地下车站结构

12.1　一般规定

12.1.1　本标准适用于放坡开挖或板式、桩墙式围护体系、现浇钢筋混凝土内部结构的地下车站。

12.1.2　车站结构型式选择应根据车站功能、工程地质、水文地质、使用条件、荷载特性、施工工艺、盾构施工筹划等要求，并按规划、环境条件、地面交通组织，本着结构安全、耐久、技术先进、经济合理的宗旨选择。

12.1.3　结构设计应以“结构为功能服务”的理念，按理论计算与工程实践类比相结合的原则，运用和引进地下工程施工的新技术、新工艺、新材料。

12.1.4　**车站结构的净空尺寸必须符合轨道交通建筑限界要求，并应满足使用及施工工艺要求，同时应计入施工误差、结构变形和位移等因素。**

12.1.5　**车站结构设计，采用以概率理论为基础的极限状态设计法，应分别按施工阶段和正常使用阶段进行强度、刚度、稳定性计算和耐久性设计，并进行裂缝宽度的验算。车站结构应具有足够的纵向刚度，满足长期运营条件下结构纵向不出现危及安全运行的差异沉降。**

12.1.6　**地下车站的主体结构工程和使用期间不可更换的结构构件，应根据使用环境类别，按设计使用年限为 100 年的要求进行耐久性设计。使用期间可以更换且不影响运营的次要结构构件，可按设计使用年限 50 年的要求进行耐久性设计。临时结构宜根据其使用性质和结构特点确定其使用年限。**

12.1.7　车站主体结构采用极限状态法进行承载能力计算时，结构构件的重要性系数 $\gamma 0$ 的取值应符合如下规定：

——地下结构设计使用年限为 100 年的构件，在按荷载效应的基本组合进行使用阶段的承载能力计算时，取 $\gamma_0=1.1$ ；进行施工阶段的承载能力计算时，取 $\gamma_0=1.0$ ； 在按荷载效应的偶然组合进行承载能力计算时，取 $\gamma_0=1.0$ ；

——作为临时构件设计的结构，在按荷载效应的基本组合进行承载能力计算时，取 $\gamma_0=0.9$。

12.1.8　处于一般环境中的地下结构，按荷载准永久组合并计及长期作用影响计算时，构件的最大计算裂缝宽度允许值≤0.3mm，处于干湿交替环境的结构或当地下水对钢筋有腐蚀时，迎土面结构的最大计算裂缝宽度允许值≤0.2mm。当设计采用的最大裂缝宽度的计算式中保护层的实际厚度超过 30mm 时，可将保护层厚度的计算值取为 30mm。

12.1.9　根据车站所处的工程位置及周围环境的条件和要求，分段确定车站基坑变形控制保护等级。

12.1.10　**城市轨道交通工程的抗震设防烈度应根据政府主管部门批准的地震安全性评价结果确定，地下车站主体结构设防分类为重点设防类（乙类）。**

12.1.11　地下车站应具有战时防护功能并做好平时转换功能，并设置相应的防护措施。

12.1.12　地下车站应根据《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ49，采取防止杂散电流腐蚀的措施。钢结构及钢连接件应进行防锈处理。

12.1.13　地下结构中承重构件的耐火等级为一级，其它构件应满足相应的室内建筑防火规范要求。

12.2　施工方法的选择

12.2.1　地下结构的施工方法应结合地质和水文地质、环境条件、埋深、安全、交通导改条件、投资和工期等因素，进行技术经济比较后确定。

12.2.2　车站结构施工方法的选择应遵循以下原则：

1　优先选择明挖法施工；

2　当受环境或其它因素制约，如车站通过交通繁忙、路面狭窄，且不允许长时间封闭交通的地段时，宜铺设临时路面采用盖挖顺作法施工；环境保护要求较高时，可选择盖挖逆作法施工；

3　当出入口通道结构需通过交通繁忙的道路或因技术经济原因，不宜采用明、盖挖法施工的地段可采用矩形顶管、管幕等方法施工。

12.3　结构选型

12.3.1　车站结构根据安全、经济的施工方法选定合理的结构型式，一般车站为长条形地下多层多跨框架结构，纵向为连续多跨梁板结构。

12.3.2　车站两端的端头井，施工阶段作为区间隧道施工的盾构工作井，使用阶段是车站设备用房的一部分，端头井内净尺寸及内部梁柱布置除满足建筑布置要求外，尚应满足盾构施工要求。

12.3.3　换乘车站的换乘节点应按空间结构设计，并应符合以下规定：

1　两条线路车站同步建设时，两个车站应同步设计、同期实施；

2　两条线路车站分期建设时，换乘段应与先建车站同步实施，同步实施范围应结合环境及施工等因素综合考虑，一般宜按后建车站连接段 1/4~1/3 跨长考虑。

12.3.4　车站围护结构有地下连续墙、钻孔灌注桩、钻孔咬合桩及型钢水泥土搅拌墙(SMW)等型式。围护结构选型应结合地层条件和建设环境条件，本着安全可靠、经济合理的原则进行多方案比选，车站开挖深度较深时宜采用地下连续墙。

12.3.5　车站侧墙应根据地质条件、周围环境保护要求、施工条件、造价等综合比较选定，考虑增强车站整体刚度，提高耐久性，宜采用双墙结构。双墙结构形式可根据环境等因素选用叠合墙、复合墙或分离式等结构形式。

12.4　荷载

12.4.1　荷载：

1　荷载及其组合应符合下列要求：

1）　荷载：

作用在车站结构上的荷载，可按表 12.4.1 分类；

表 12.4.1　车站结构荷载分类表

荷载类型		荷载名称
永久荷载		结构自重
		地层压力
		结构上部和破坏棱体范围的设施及建筑物压力
		静水压力及浮力
		混凝土收缩及徐变影响
		预加应力
		设备重量
		地基下沉影响力
可变荷载	基本可变荷载	地面车辆荷载及其动力作用
		地面车辆荷载引起的侧向土压力
		轨道交通车辆荷载及其动力作用
		人群荷载
	其他可变荷载	温度变化影响
		施工荷载
偶然荷载		地震荷载、六级人防荷载

注：　① 设计中要求考虑的其它荷载，可根据其性质分别列入上述三类荷载中；

② 表中所列荷载本节未加说明者，可按国家有关规范或根据实际情况确定；

③ 施工荷载：设备运输及吊装荷载，施工机具及人群荷载，相邻地下工程施工的影响。

2）　荷载组合：

车站结构应根据使用过程中在结构上可能同时出现的荷载，按承载能力极限状态和正常使用阶段极限状态分别进行荷载（效应）组合，并按整体或单个构件可能出现的最不利组合进行计算，并考虑施工和使用过程中结构及荷载变化情况分阶段计算；

2　承载能力极限状态：

1）　基本组合的荷载分项系数：

永久荷载分项系数：

当其效应对结构不利时

对可变荷载效应控制的组合　　取 1.2

对永久荷载效应控制的组合　　取 1.35（施工阶段临时结构设计可取 1.25）

当其效应对结构有利时，一般情况下取 1.0

可变荷载的分项系数：

一般情况下　　取 1.4；

2）　偶然组合的荷载分项系数：

人防荷载　　取 1.0

地震荷载　　取 1.3

永久荷载　　取 1.2

可变荷载（参与组合时）　取 1.4。

3　　正常使用极限状态：

按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响；

4　　荷载计算：

1）　竖向压力应按计算截面以上全部土柱重量计算；

2）　水平压力可按朗金公式计算，c、φ 可取直剪固快峰值平均值，水压力可按设防水位计算。对于粘性土地层在施工阶段可用水土合算，对于砂性土可用水土分算。使用阶段应按水土分算计算。计算中还应计及地面荷载（按地面车辆荷载和周围建筑物基础的实际情况取值）以及施工机械等引起的附加水平侧压力；

3）　列车荷载应根据所采用的车辆轴重、排列和制动力计算，并用通过的重型设备车辆进行验算，当列车荷载直接作用在楼板时，考虑动力作用，并按允许应力法进行计算，其计算及构造应满足现行《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB10002.3 的相关要求；

4）　站台、站厅、楼梯、车站管理人员用房等部位的人群荷载按 4kPa 的活荷载标准值计，当管理用房有集中荷载时按实际荷载选用；

5）　设备区的计算荷载一般可按标准值 8.0kPa 进行设计，重型设备尚需依据设备的实际重量、动力影响、安装运输途径等确定其荷载大小与范围。对于自动扶梯等需要吊装的设备，结构计算时还应考虑其吊点的荷载值。

6）　当车站所处地层有地下水时，按地层中地下水的最高水位计算浮力；

7）　结构设计时应考虑下列施工荷载之一或可能发生的组合：

(1) 设备运输及吊装荷载；

(2) 施工机具荷载；

(3) 地面超载一般按 20kPa 考虑，临时车道盖板荷载应根据相应的地面道路等级或施工车辆荷载考虑；端头井区域盾构施工阶段地面堆载按 30kPa，轨排井区域地面堆载应根据轨排施工要求确定；

(4) 邻近基坑开挖影响，注浆引起的附加荷载等；

(5) 端头井应根据盾构隧道施工要求（盾构千斤顶推力及设备重量）考虑。

8）　在道路下方覆土厚度小于 1m 的浅埋地下车站，应按地面车辆荷载验算其受力；地面车辆荷载的数值及排列按《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 确定；

9）　混凝土收缩影响，外露的超静定结构及覆土小于 1m 或截面厚度大于 0.8m 时，应考虑混凝土收缩的影响。混凝土收缩的影响可假定用降低温度的方法来计算。对于整体浇注

的混凝土结构相当于降低温度 20℃；对于整体浇注的钢筋混凝土结构相当于降低温度 15℃；对于分段浇注的混凝土或钢筋混凝土结构相当于降低温度 10℃；

10）地震荷载：

一般车站可采用反应位移法或拟静力法计算，结构体系复杂、体形不规则以及结构断面变化较大时，宜采用动力分析法计算结构的地震反应。

12.5 工程材料

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

12.5.2 混凝土的原材料和配比、最低强度等级、最大水胶比和单方混凝土的胶凝材料最小用量等，应符合相关材料标准及耐久性要求，满足抗裂、抗渗、抗冻和抗侵蚀的需要。一般环境条件下的混凝土设计强度等级不应低于以下要求：

内部结构： C35；

柱：C40；

作为永久结构的地下连续墙和钻孔灌注桩：C35。

12.5.3 普通钢筋混凝土中的钢筋应按下列规定选用：

1 纵向受力钢筋宜采用 HRB400、HRB500 钢筋，也可采用 HPB300、RRB400 钢筋；

2 梁、柱纵向受力钢筋应采用 HRB400、HRB500 钢筋；

3 箍筋宜采用 HRB400、HPB300 钢筋。

12.6 基坑工程设计

12.6.1 车站基坑工程应按周围不同环境条件及表 12.6.1 分段划分基坑保护等级，相邻段的保护等级差不得大于 1 级。

表 12.6.1 基坑保护等级标准

基坑等级	地面最大沉降量及围护墙水平位移控制要求	下列环境必须确保安全
一级	1. 地面最大沉降量≤0.1%H 2. 围护墙最大水平位移≤0.14%H 3. Ks≥2.2	基坑周边以外 1H 范围内有轨道交通、共同沟、煤气管、大型压力总水管及重要建筑或设施等
二级	1. 地面最大沉降量≤0.2%H 2. 围护墙最大水平位移≤0.3%H 3. Ks≥1.9	离基坑周边 1H 无重要管线和建（构）筑物；而离基坑周边 1~3H 范围内有重要管线或大型的在使用的管线、建（构）筑物
三级	1. 地面最大沉降量≤0.5%H 2. 围护墙最大水平位移≤0.7%H 3. Ks≧1.7	离基坑周边 3H 范围内没有重要或较重要的管线、建（构）筑物

注： ① 表中控制要求是基坑施工按《地铁基坑工程施工规程》SZ-08-2000 的施工参数要求进行开挖施工条件下的标准；

② H 为基坑开挖深度，Ks 为抗隆起安全系数，（以最下一道支撑点为圆心的圆弧滑动计算公式

计算）。计算时 c、ø 值取直剪固快峰值平均值；

③ 车站主体基坑一般按照不低于二级控制。

12.6.2 板式支护基坑坑底地基土应验算下列稳定性：

1 整体稳定性验算；

2 按墙底地基承载力模式验算坑底抗隆起稳定性；

3 按圆弧滑动模式验算绕最下道内支撑点的抗隆起稳定性；

4 绕最下道支撑的抗倾覆稳定性验算；

5 抗渗流或抗管涌稳定性验算；

6 抗承压水稳定性验算。

12.6.3 围护墙入土深度的确定应确保基坑稳定和支护体系的安全，并满足抗隆起、抗渗流、抗倾覆等稳定验算的要求。

12.6.4 开挖阶段围护结构计算时，宜按施工工艺要求确定相应的计算工况，应考虑基坑开挖过程中土方开挖分段、加撑及施加预压力、各工序的时限等因素，确定计算参数，必须计入墙体的先期位移及支撑的变形。

12.6.5 围护结构开挖面以上按弹性支承板或梁，以下按弹性地基板或梁计算。无围囹支撑体系中，宜按空间受力板计算，有经验时可按竖向梁设计，横向按经验配筋。

12.6.6 地层抗力可根据结构形式、地层特性及其加固方法、施工方法、施工参数和其在各施工工况、荷载作用下的变形等因素确定，抗力系数（即基床系数）根据地质报告并参照基坑变形实测经验取值。

12.6.7 现浇钢筋混凝土地下连续墙的设计应符合下列规定：

1 地下连续墙单元槽段宽度根据结构特点、结构平面形状、深度、工程地质和水文地质条件、施工条件和施工环境等因素计算，并参考类似工程的实际经验确定，必要时进行现场成槽试验。当场地地质条件和水文条件较差、周围环境保护要求较高、近槽侧地面荷载较大时，可采取地基加固、降水、高导墙、加大泥浆比重或减小槽段宽度等措施；

2 地下墙配筋由内力包络图按规范进行配筋计算，主筋及连接筋应按幅宽计算值全额配足；

3 地下连续墙墙段之间接头构造应满足传力和防水要求；

4 当地下连续墙与主体结构连接时，预埋在墙内的受力钢筋、钢筋连接器或连接板锚筋等，均应满足受力和防水要求，其锚固长度应符合构造规定。钢筋连接器的性能应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的有关规定；

5 地下连续墙的墙面倾斜度和平整度，应根据建筑物的使用要求、工程地质和水文地质条件及挖槽机械等因素确定。墙面倾斜度不宜大于 1/300，局部突出不宜大于 100mm，且墙体不得侵入隧道净空。

12.6.8 支撑设计要求：

1 支撑布置应满足基坑施工要求。一般车站长条形基坑中，支撑宜采用钢（混凝土）支撑形式，第一道支撑应采用混凝土支撑。在端头井部分可采用封闭形斜支撑结构，当端头井深度大于 20m 时，斜支撑安装后，可采用混凝土连系围囹或焊接型钢固定；

2　随着内部结构的回筑，可按设计要求逐层拆除支撑，在满足结构受力和墙、楼板立模支承条件下，宜先拆支撑后浇内衬；当必须后拆支撑时，应采取措施，防止后补孔混凝土的渗漏水；也可采用特殊支撑接头或换撑措施；

3　在支撑承载力设计值的计算中，应考虑制作误差、拼装误差、支撑点安装偏差等产生的偏心力矩和施工偶然撞击的影响，并验算细长杆件的稳定性，防止失稳，必要时宜设置中间立柱。支撑两端必须与围护墙撑紧，并施加预压力。

12.6.9　地基加固：

1　基坑环境保护要求较高、地质环境条件较差，可采用地基加固，加固方式应综合考虑地质条件、加固深度、实施条件和环境保护要求等选取，一般可采用高压旋喷加固、水泥土搅拌桩等，宜优先选用三轴搅拌桩加固。当坑底位于⑤1 层时，一般无需采用加固；

2　一般车站长条形基坑中，坑底加固宜采用抽条形式。

12.6.10　降水：

1　降潜水：疏干井一般布置于坑内，150~250m^2/只；

2　降承压水：当坑底有含承压水土层③1、⑤$_3$、⑤$_5$、⑥$_{1a}$、⑥$_4$、⑧层等，降水设计应综合考虑基坑开挖深度、水文地质条件、围护设计和环境保护要求，选择适宜的降水方案，采取合适的计算方法进行分析，要求“按需抽水”，尽量减小对周围环境的影响。

12.7　标准段结构设计

12.7.1　设计计算原则按如下规定：

1　车站结构设计应根据施工和使用过程中在结构上可能出现的荷载，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载（效应）组合，并应取各自的最不利的效应组合进行设计，当计入地震力或其它偶然荷载时，不需验算结构的裂缝宽度。当围护结构兼作上部建筑物基础时，尚应进行垂直承载能力、地基变形和稳定性计算；

2　对长条形钢筋混凝土框架结构的车站，可沿车站纵向取单位长度按底板支承在弹性地基上的平面框架分析，计算时宜考虑柱和楼板的压缩影响。逆作法施工时，应考虑立柱施工误差造成的偏心影响和立柱与外侧围护墙的沉降差等；

3　下列情况时，车站主体结构宜按空间分析：

1）　车站上部局部建有建筑物或构筑物时；

2）　沿车站纵向土层有显著差异时；

3）　覆土厚度沿车站纵向有较大变化时；

4）　结构型式有较大变化处；

5）　空间受力作用明显处。

4　结构进行抗浮验算时，应按最不利情况验算。抗浮安全系数当不考虑侧墙与土体摩阻力时不小于 1.05，考虑地下墙摩阻力或抗拔桩时不小于 1.15；

5　双层侧墙结构中，当围护结构与内衬墙的结合面经凿毛清洗等处理后其允许剪应力大于计算剪应力时，可按叠合墙计算。允许剪应力可取 0.7Mpa；

6　复合墙结构中，使用阶段按照侧向水压力由内衬墙承担、土压力由围护结构和内衬墙共同承担确定计算模式；

7　逆作法施工时中间竖向立柱桩作为永久结构柱时，桩基的承载能力可根据计算或现场原位静力试验结果按变形要求控制；

8　施工阶段底板下方应设置泄水孔，以减少未成型、未覆土结构底板下的水压力；

9　保证列车运行安全，车站不应设沉降缝。

12.7.2　结构内力宜按如下方法计算：

1　包络与叠加法：适用于明挖法施工的车站，按施工顺序分工况加荷，逐次求得最不利内力组合；

开挖阶段：围护墙各工况内力按支撑道数独立计算，求得每个工况的内力，而后包络；

叠合式回筑阶段：在逐层回筑内部结构的底板、侧墙、中板及顶板时，结构体系在逐步改变，因此回筑阶段的结构内力宜采用随不同的结构体系分步加荷、分步计算后叠加求得；

复合式回筑阶段：回筑完成后，侧墙为双层复合墙，承受全部水土压力（内衬墙承受全部水压力，复合墙承受土压力）；

分离式回筑阶段：回筑完成后，按内侧主体结构承受全部水土压力计算；

2　增量法：适用于逆作法施工或其它特殊条件下施工的车站，在施工过程中结构体系和荷载随着开挖、支撑、浇筑顶板、中板、底板并回筑立柱及内衬墙，在不断地发生变化；先计算由于荷载增量引起的内力，再与前面各工况荷载增量引起的内力叠加。

12.7.3　车站的侧墙和顶、底板一般较厚，计算中转角节点宜模拟为刚域，当假设为一般梁元交点时，配筋计算可考虑取用杆件边缘弯矩及剪力值。在内部梁板结构中，如梁的计算配筋较多，可考虑“T”梁作用，允许有 30%筋配入板内。在倒吊梁结构中，则板的主筋应布置在梁主筋的内排，箍筋计算时应考虑两侧由板内剪力传递来的倒吊力作用。

12.7.4　双层叠合墙侧墙结构的顶、中、底板横向主筋应与地下墙面预埋的等强度直螺纹钢筋连接器相连；内力计算时可按刚接点处理。考虑连接器的制作误差和埋设偏差等，跨中截面可增加约 10%配筋。

12.7.5　双层叠合墙侧墙结构板的主筋与钢筋连接器的接出钢筋不完全对齐时，可采用搭接。在地下墙厚大于 800mm 的双层叠合墙侧墙结构中，在槽段接头和导管处的板主筋可伸入地下墙内。

12.7.6　车站纵向框架宜按如下方法计算：

1　框架计算荷载，以横向平面框架计算中柱子的最大反力作为纵向框架的均布荷载；

2　计算模式，纵向框架可根据诱导缝布置按多跨连续框架计算；

3　纵梁截面配筋时，梁支座处的负弯矩可取柱边弯矩，梁支座处的剪力可取柱边剪力；

4　反梁斜截面受剪承载能力的计算和箍筋的配置可按现行《人民防空工程设计规范》GB50225 的相关规定执行。

12.7.7　轨排井的尺寸和施工阶段的结构布置应满足轨排施工要求。

12.8 端头井结构设计

12.8.1 简化计算：

端头井是三侧封墙、一侧和标准段连接形似“井”的空间结构，理论上可按空间结构计算，但围护地下墙一般采用的锁口管柔性接头，幅与幅之间不能传递拉力和弯矩，而内侧主体结构是整体结构，二者竖、横向是不同刚度的各向异性板，尚难模拟空间计算模型。一般可按开挖阶段、回筑阶段进行简化计算。

1 开挖阶段 围护地下墙同标准段；

2 回筑阶段 简化为一次加荷计算。

叠合式回筑阶段：考虑围护墙的有效刚度，侧墙按一次加荷与水平板连结成空间框架独立计算。地下墙参与内部结构共同受力，考虑地下墙接头的影响，在地下墙接头处对叠合墙单元的刚度进行弱化处理。

复合式回筑阶段：地下墙与内衬墙夹有防水层，而且侧墙开设有很多大孔，简化为地下墙与内衬墙共同承受全部水土压力一次加荷法。

12.8.2 水平板计算考虑到竖向荷载的不平衡作用（当顶板覆土较薄时更为重要），宜将顶、中、底板、侧墙连结成空间框架独立计算。板之间竖向以立柱连结，三层板按作用向上及向下的最不利组合荷载进行内力计算。计算模型长度，宜将端头井和标准段取一段（可取至第一条诱导缝），作一整体计算段。

12.8.3 端头井作为盾构调头井时，上翻底梁及中柱应后筑。

12.9 构造设计

12.9.1 地下结构钢筋的混凝土保护层厚度应满足以下要求：

1 钢筋的混凝土保护层厚度应根据结构类别、环境条件和耐久性要求确定；

2 地下结构受力钢筋的混凝土保护层厚度不得小于钢筋的公称直径；

3 在一般环境条件下，混凝土结构构件钢筋的净保护层厚度不应小于以下要求：

地下墙（叠合墙）：外侧为 70mm，内侧为 50mm；

地下墙（复合墙）：70mm；

顶、底板：迎土面为 45mm，背土面为 35mm；

中板：30mm；

站台板：25mm；

内衬结构（叠合墙）：外侧为 30mm，内侧为 35mm；

内衬结构（复合墙或分离式结构）：迎土面为 45mm，背土面为 35mm；

柱：35mm；

钻孔灌注桩（永久结构）：70mm；

钻孔灌注桩（临时结构）：50mm。

12.9.2 钢筋配置应按强度计算和裂缝宽度验算进行，受力钢筋的最小配筋率 ρmin 为 0.2%，分布钢筋最小配筋率符合下列规定：

1　地下墙取每幅墙宽按“板元”计算或按经验配置，墙厚 600~800mm 可取 ⌀16@200；钢支撑中心上下各 1m 范围内外排为 ⌀20@200；

2　板的分布筋最小配筋率：

当诱导缝间距为 24m 时：

顶板：每侧为 0.25%，间距≤150mm；双层叠合侧墙的顶板与侧墙交角处，板和侧墙两侧各 3m 范围内均为 0.3%，间距 100~150mm；顶板加腋底部混凝土保护层内布置双向 Φ8@150 的抗裂钢筋网片；

中板：每侧为 0.2%，间距≤200mm；

底板：每侧为 0.2%，间距≤150mm。

当诱导缝间距由于特殊情况加大时，则分布筋及诱导缝构造筋由计算确定。

3　双层叠合侧墙的内衬墙外侧（近地下墙）宜配 ⌀12@150（双向）；内衬墙的内侧面为 0.2%（计算截面高度取内衬墙厚度），间距≤150mm，不宜小于 ⌀16@150，复合墙二侧均不宜小于 ⌀16@150；以减小收缩裂缝。

12.9.3　地下车站结构中不应设置沉降缝，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，宜通过地基处理、结构措施或设置后浇带等方法，将结构的纵向沉降曲率和沉降差控制在整体道床和地下结构的允许变形范围内。

12.9.4　地下车站主体结构沿纵向宜设置诱导缝，诱导缝间距一般为 24m，如遇楼板开大孔、侧墙上有通道口、风道口等处不能设置时，缝距可适当放长，其中宜加设施工缝。在气温较高时，两诱导缝中间也宜加设施工缝，并适当增加纵向分布筋。

12.9.5　车站附属结构应优先考虑设置抗沉桩，以减少与主体结构之间的不均匀沉降。当附属与主体结构型式变化较大时，在车站结构与出入口通道、风道等附属结构的结合部可设置变形缝，并应采取确保变形缝两边的结构不产生影响正常使用的差异沉降措施。

12.9.6　诱导缝的钢筋应符合下列规定：

1　诱导缝设在柱中心时，顶纵梁、中纵梁也分断于此，顶板、中板、内衬侧墙结构的纵向钢筋全断，缝中心部位另设中段套塑料管的构造钢筋；

2　当缝设在 1/3~1/4 跨度处时，顶板在纵梁两侧各 1m 范围内钢筋全通，并且在该区域内应附加与原板钢筋直径、间距相同的钢筋（纵向长度为 6m，缝两侧各 3m），顶板其余部分、中板及侧墙的纵向钢筋通过总数的 1/3，以此减弱接缝处的结构强度；梁的纵向钢筋全通；

3　底板、底梁的纵向钢筋均全通并设置榫槽，以防止底板产生竖向沉降差。

12.9.7　诱导缝接触面应按下列规定处理：

1　当缝设在 1/3~1/4 跨度时缝的新老混凝土接触面，除纵梁的接触面按施工缝处理外，其它接触面均不凿毛；

2　当缝设于柱中心时，柱内竖向钢筋遇止水带截断时，其外侧应补加钢筋，新老混凝土接触面均不凿毛。

12.9.8　缝间应设置埋入式及外防水止水带。

12.9.9　顶板诱导缝下侧面，宜加设疏排水槽，当缝设在柱中心时，中跨应设疏排水槽，并应在纵梁中留设水槽。

12.9.10　地下车站站台轨道区上排热结构风道遇车站主体结构诱导缝（或施工缝）时，结构风道按变形缝处理，当结构风道开风口断面遇车站主体结构诱导缝（或施工缝）时，结构风道不按缝处理，但需在该组风口末端约 1.5m 处补设一道变形缝。

12.10　抗震设计

12.10.1　地下结构抗震设计应符合下列规定：

1　地下结构的抗震设防类别应为重点设防类（乙类），地下结构设计应达到下列抗震设防目标：

1）　当遭受低于本工程抗震设防烈度的多遇地震影响时，地下结构不损坏，对周围环境及轨道交通的正常运营无影响；

2）　当遭受相当于本工程抗震设防烈度的地震影响时，地下结构不损坏或仅需对非重要结构部位进行一般修理，对周围环境影响轻微，不影响轨道交通的正常运营；

3）　当遭受高于本工程抗震设防烈度的罕遇地震（高于设防烈度 1 度）影响时，地下结构主要结构支撑体系不发生严重破坏且便于修复，无重大人员伤亡，对周围环境不产生严重影响，修复后的轨道交通应能正常运营。

2　结构的抗震等级应根据地下结构的特性、使用条件和重要性程度确定。地下结构与地面建构筑物合建时，其抗震等级尚不应低于上部建筑的抗震等级。

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

12.10.3　地下结构应考虑下列地震作用：

1　地震时随地层变形而发生的结构整体变形；

2　地震时的土压力，包括地震时水平方向和铅垂方向的土体压力；

3　地下结构本身和地层的惯性力；

4　地层液化的影响。

12.10.4　地下结构可采用下列抗震分析方法：

1　地下结构的地震反应宜采用反应位移法或惯性静力法计算，结构体系复杂、体形不规则以及结构断面变化较大时，宜采用动力分析法计算结构的地震反应；

2　地下结构与地面建、构筑物合建时，宜根据地面建、构筑物的抗震分析要求与地面建、构筑物进行整体计算；

3　采用惯性静力法计算地震作用时，可按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB50111 的有关规定执行；

4　采用反应位移法计算地震作用时，应首先分析地层在地震作用下，在隧道不同深度产生的地层位移、调整地层的动抗力系数、计算地下结构自身的惯性力，将作用直接作用于结构分析结构的反应。

12.10.5　地下结构的抗震体系和抗震构造要求应复核下列规定：

1　地下结构的规则性宜符合下列要求：

1）　地下结构宜具有合理的刚度和承载力分布；

2）　地下结构下层的竖向承载结构刚度不宜低于上层；

3）　地下结构及其抗侧力结构的平面布置宜规则、对称、平顺，并应具有良好的整体性；

4）　在结构断面变化较大的部位，宜设置能有效防止或降低不同刚度的结构间形成牵制作用的防震缝或变形缝。缝的宽度应符合防震缝的要求。

2　地下结构各构件之间的连接，应符合下列要求：

1）　构件节点的破坏，不应先于其连接的构件；

2）　预埋件的锚固破坏，不应先于连接件；

3）　装配式结构构件的连接，应能保证结构的整体性。

12.10.6　钢筋接头和锚固除应遵守国家《混凝土结构设计规范》GB50010 及《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204 有关规定外，尚应符合下列要求：

1　纵向受拉钢筋的抗震锚固长度 $l_{aE}=\zeta_{ae}l_a$（ζ_{ae} 为抗震锚固长度修正系数，l_a 为非抗震设计时受拉钢筋的锚固长度），纵向受拉钢筋的抗震搭接长度 $l_{lE}=\zeta l_{aE}$（ζ 为搭接长度修正系数）；当受拉钢筋的直径 d>28mm 及受压钢筋的直径 d>32mm 时不宜采用绑扎搭接接头；

2　箍筋宜采用焊接封闭箍筋、连续螺旋箍筋或连续螺旋复合箍筋。当采用非焊接封闭箍筋时，末端应做 135°弯钩，弯钩的平直部分不应小于箍筋直径的 10 倍。

12.10.7　框架结构构造措施应符合下列要求：

1　柱轴压比应满足《混凝土结构设计规范》GB50010 规定；

2　柱的纵向钢筋配置应符合下列要求：

1）　宜对称配置，柱的总配筋率不应大于 5%；

2）　截面尺寸大于 400mm 的柱，纵向钢筋间距不宜大于 200mm；

3）　柱全部纵向钢筋的最小总配筋率不应小于 0.8%，并每一侧的配筋百分率不应小于 0.2%。

12.10.8　柱箍筋加密范围、间距和直径应符合下列要求：

1　柱上下两端箍筋加密范围取柱截面长边尺寸（圆柱直径）、柱净高的 1/6 和 500mm 三者的最大值。箍筋最大间距为 8d、100mm 中取小值，直径大于Φ8；

2　剪跨比 $\lambda\leq2$ 的柱、柱净高与柱截面高度之比小于 4（包括因嵌砌填充墙等形成的短柱）的箍筋加密范围取全高，箍筋间距不应大于 100mm；

3　柱箍筋肢距不宜大于 250mm 和 $20d_k$（d_k 箍筋直径）中的较大值，且每隔一根纵向钢筋宜在两个方向有箍筋约束；当采用拉筋组合箍时，拉筋宜同时钩住纵向钢筋和封闭箍。

12.11　监控与监测

12.11.1　车站基坑施工中，必须按设计要求加强监测和监控，及时掌握基坑围护墙和坑底变形情况、周围地面建构筑物和管线的沉降及变形资料，以此反馈设计和施工，确保结构安全和环境保护要求。

12.11.2　监测项目及要求应按各车站环境保护等级而定，一般的监测项目如下：

1　车站基坑每一开挖段（约 25m）应有一组墙体变形的监测点，每两个开挖段应有一组支撑轴力监测点；

2　墙顶水平位移和墙顶沉降，应沿基坑周边每约 25m 布置一组测点；

3　坑底隆起回弹测量断面不应少于二组，宜布置于基坑中部，每一测量断面应有二个测点。每一开挖段不应小于 1 个支撑立柱回弹监测点，埋置深度为坑深二倍；

4　基坑周围地表沉降，每开挖一段宜设一测量断面，每一测量断面在垂直基坑方向 2 倍坑深范围内宜布设 4~6 个沉降测点，每个开挖段土坡的坡顶上应设 2 个位移监测点；

5　地下水位观测孔沿基坑长边布设，每侧不应少于 2 孔，当环境要求高时，适当加密；

6　地下管线的沉降和位移观测宜布置直接测点；

7　车站附近的地面建筑应设沉降观测点；

8　车站建成后应长期进行沉降和变形监测。在车站与区间隧道的接口处及车站主体二个断面应设置监测点，在结构、地质或荷载变化较大处，宜增设观测点。

Ⅱ　地下区间结构

12.12　一般规定

12.12.1　本标准适用于下列地下区间的结构设计：

1　用盾构法施工的隧道结构；

2　用矿山法施工的隧道或通道结构；

3　用顶管法施工的通道结构。

明挖法施工的区间结构设计、计算及构造规定参照“I 地下车站结构”的相关规定执行。

12.12.2　工程结构的设计应以工程勘察资料为依据，根据工程沿线的建设条件，考虑施工和建成以后对环境的影响，以及环境的改变对结构的作用，通过技术经济、功能效果、环境和社会效益的综合评价，选择施工方法和结构型式。

12.12.3　在进行隧道工程设计之前，必须进行周围环境的调查，查清工程范围内的地下管线、地下障碍物等情况。

12.12.4　结构的净空尺寸应满足限界要求，并应考虑施工误差、结构变形、不均匀沉降等综合影响。

12.12.5　地下区间结构的设计，应减小施工中和建成后对环境造成的不利影响，同时应考虑地面环境改变和周边地块开发等对隧道结构的影响。

12.12.6　区间隧道结构应满足抗浮要求，盾构法隧道穿越江、河时，尚应考虑江（河）水冲刷影响，并应满足规划航道要求和船舶锚击深度的要求。

12.12.7　地下区间结构在荷载、结构、地层条件发生变化的部位或因抗震要求需设置变形缝时，应采取可靠的工程技术措施，确保变形缝两侧的结构不产生影响使用的差异沉降。变形缝的形式、宽度和间距应根据允许纵向沉降曲率、沉降差、防水和抗震要求等确定。

12.12.8　地下区间结构的设防分类为重点设防类（简称乙类），结构设计应根据设防类别、烈度和结构类型采用不同的抗震等级，按高于本地区抗震设防烈度一度的要求采取抗震措施。

12.12.9　结构应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，采用分项系数的设计表达式按承载能力极限状态、正常使用极限状态的要求进行计算和验算。主体结构安全等级为一级。设计使用年限为 100 年。结构计算、验算应符合下列规定：

1　按承载能力极限状态应进行结构构件的承载力计算和整体稳定性（倾覆、滑移、上浮）验算，并应进行结构构件抗震的承载力验算；

2　按正常使用极限状态应进行结构构件的变形、裂缝宽度的验算等。

12.12.10　盾构法施工的区间隧道覆土厚度不宜小于隧道外轮廓直径。确有技术依据时，允许在局部困难地段适当减少。

12.12.11　盾构法施工的平行或立体交叉隧道间的净距，应根据工程地质条件、埋置深度、盾构类型等因素确定，且不宜小于隧道外轮廓直径。当因功能需要或其它原因不能满足上述要求时，应在设计和施工中采取必要的措施。

12.12.12　盾构隧道衬砌宜采用接头具有一定刚度的柔性结构，应限制荷载作用下变形和接头张开量，满足结构受力和防水要求，计算直径变形≤2‰D（D 为隧道外径）。

12.12.13　盾构隧道的结构，应根据现行《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ49 采取防止杂散电流腐蚀的措施。钢结构及钢连接件应进行防锈处理。

12.12.14　矿山法施工的隧道和通道结构应符合下列规定：

1　通道衬砌结构应采用复合式衬砌；

2　复合式衬砌的外层衬砌为初期支护，可由喷射混凝土、锚杆、钢筋网、钢格栅拱架等支护型式组合形成，二次衬砌采用模筑钢筋混凝土，内外层衬砌之间铺设防水层。

12.12.15　区间隧道内联络通道宜结合排水泵站设置。矿山法施工竖井宜结合区间风井、联络通道、排水泵站设置。

12.12.16　地下区间结构设计按 6 级人防的抗力标准进行验算，并设置相应的防护设施。

12.12.17　隧道结构耐火等级为一级。

12.12.18　地下区间内应设置应急疏散平台，应急疏散平台的耐火极限不小于 1.00h。

12.13　荷载

12.13.1　区间隧道结构设计应按表 12.13.1 所列荷载，就结构整体或构件可能出现的最不利组合进行计算。

表 12.13.1　荷载分类表

荷载类型	荷载名称
永久荷载	结构自重
	地层压力
	结构上部和破坏棱体的设施及建筑物压力
	静水压力及浮力

荷载类型		荷载名称
		混凝土收缩及徐变影响力
		预加应力
		设备重量
		地基下沉影响
可变荷载	基本可变荷载	地面车辆荷载及其动力作用
		地面车辆荷载引起的侧向土压力
		轨道交通车辆荷载及其动力作用
		人群荷载
	其它可变荷载	温度变化影响
		施工荷载（含盾构推进时，管片需承受最不利组合荷载下的千斤顶顶力）
偶然荷载		地震荷载、人防荷载
		沉船、抛锚或河道疏浚产生的撞击力等灾害性荷载

注： ① 设计中要求考虑的其它荷载，可根据其性质分别列入上述三类荷载中；

② 表中所列荷载本节未加说明者，可按国家有关规范或根据实际情况确定；

③ 施工荷载包括：设备运输及吊装荷载，施工机具及人群荷载，施工堆载，相邻隧道施工的影响，盾构法施工的千斤顶力及压浆荷载等。

12.13.2 荷载计算：

1 结构自重：为沿结构横断面轴线均匀分布的竖向荷载；

2 地层竖向压力：浅埋暗挖隧道，应根据结构所处工程地质和水文地质条件，一般按计算截面以上全部土柱重量考虑；深埋暗挖隧道可结合土体卸载拱作用的影响，按泰沙基公式、普罗托季雅柯诺夫公式或其他经验公式计算；隧道顶覆土厚度<2D 的暗挖隧道，上覆荷载按最小不少于 200KN/m^2 计算；

3 地层水平压力：根据结构在施工和使用阶段受力过程中结构位移与地层间的相互关系，可分别按主动土压力、静止土压力或被动土压力理论计算。计算中还应计及地面超载和邻近建构筑物，以及施工过程可能产生的附加水平侧压力；

4 侧向地层抗力和地基反力的大小与分布规律应根据结构形式及其荷载作用下的变形、结构的刚度、施工方法及加固措施合理确定；

5 静水压力及浮力：垂直方向的水压力取为均布荷载，作用在衬砌顶部的水压力等于作用在其顶点的静水压力值；作用于底部的水压力等于作用在衬砌最低点上的静水压力；

水平方向的水压力取为等变线性分布荷载，其值等于静水压力；

垂直方向的水压力的差值以浮力作用于衬砌上；

计算水压力时，所采取的地下水位应按最不利的情况确定；

6 对于设计需要考虑轨道交通车辆荷载的结构构件，车辆竖向荷载应按其实际轴重和排列计算，并考虑动力作用的影响，同时尚应按线路通过的重型设备运输车辆的荷载进行验算；

7 施工荷载一般包括：

1） 设备运输及吊装荷载；

2） 施工机具及人群荷载；

3） 相邻隧道施工影响；

4） 施工堆载；

5） 压浆荷载。

8 地面车辆荷载及其冲击力

在道路下方的浅埋隧道，地面车辆荷载宜按道路设计荷载取值，并不计冲击力的影响；

9 地面建筑物荷载

在计算隧道上部和破坏棱体范围内的设施和建筑物，对已有或已经批准待建的建筑物压力在结构设计中均应考虑；

10 荷载组合：设计中应根据表 12.12.1 中各类荷载同时存在的可能性，分别组合为基本组合和偶然组合两类，采用各自最不利的组合情况并分别按有关规定进行计算；

1） 结构设计应根据使用过程中在结构上可能同时出现的荷载，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载(效应)组合，并取各自最不利的效应组合进行设计；

2） 对于承载能力极限状态，基本组合的荷载分项系数，应按下列规定采用：

永久荷载的分项系数：

当其效应对结构不利时：

对由可变荷载效应控制的组合，应取 1.2；

对由永久荷载效应控制的组合，应取 1.35。

当其效应对结构有利时：一般情况下应取 1.0；

可变荷载的分项系数：一般情况下应取 1.4；

注：对于某些特殊情况，可按建筑结构有关设计规范的规定确定。

3） 对于承载能力极限状态，偶然组合的荷载分项系数，应按下列规定采用：

人防荷载的分项系数取 1.0，地震荷载取 1.3；

永久荷载的分项系数应取 1.2；

可变荷载（参与组合时）的分项系数应取 1.4。

4） 对于正常使用极限状态，应根据不同的设计要求，采用荷载的标准组合、频遇组合或准永久组合，荷载的代表值均不乘分项系数，仅根据不同组合考虑可变荷载的频遇值系数和准永久值系数。

12.14 结构计算

12.14.1 隧道应按施工和运营阶段，分别进行结构的承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算，当计入地震荷载或其他偶然荷载时，可不验算结构的裂缝宽度。

12.14.2 正常使用极限状态验算应符合下列要求：

1 结构构件按荷载效应标准组合并考虑长期作用影响计算的最大裂缝宽度应符合表 12.14.2-1 的规定；

表 12.14.2-1　钢筋混凝土构件的最大裂缝宽度限值 ω_{max}

类别	部位及环境条件	ω_{max}(mm)
盾构区间隧道	衬砌结构	0.2
矿山法区间隧道	结构	0.3
联络通道	结构	0.3

注：　当保护层的实际厚度>30mm 时，裂缝宽度验算时的保护层厚度可取 30mm。

2　盾构法隧道衬砌结构应按荷载效应准永久组合进行变形计算，其直径变形和接缝变形应符合表 12.14.2-2 的规定。

表 12.14.2-2　衬砌环直径变形、接缝变形限值

类别		限值
直径变形		2‰D
接缝变形	最大张开	2～4mm
	最大错位	4～6mm

注：　① D 为隧道外径；

② 错位指相邻管片间内弧面的高差。

12.14.3　隧道结构的计算简图应符合结构的实际工作条件，根据地层情况、结构构造特点及施工工艺等确定，宜考虑衬砌与地层共同作用及装配式衬砌接头的影响。

12.14.4　隧道结构应进行横断面内力计算；遇下列情况时，尚应对隧道纵向强度和变形进行分析：

1　覆土荷载沿隧道纵向有较大变化时；

2　隧道直接承受建、构筑物等较大局部荷载时；

3　地基或基础有显著差异，沿纵向产生不均匀沉降时；

4　地震作用下的小曲线半径的隧道、刚度突变的隧道和液化对稳定有影响的隧道。

12.14.5　空间受力作用明显的区段，宜按空间结构进行分析。

12.14.6　盾构法隧道结构的设计计算应符合下列规定：

1　隧道宜采用接头具有一定刚度的柔性结构，以限制荷载作用下结构和接缝变形；

2　隧道结构应选取隧道埋设最深、最浅、顶覆土最厚以及隧道穿越土质条件突变处等最不利位置进行断面计算；

3　隧道结构在施工和使用阶段应按下列公式进行抗浮验算：

$$F_f \le \frac{W_s}{\gamma_s} + \frac{W_a}{\gamma_f} \tag{12.14.6-1}$$

$$F_f = \gamma_b \gamma_w V \tag{12.14.6-2}$$

式中：F_f——浮力设计值(kN/m)，按(12.13.6-2)计算；

γ_b——浮力作用分项系数，取 1.0；

γ_w——水的重度(kN/m^3)，可按 10 kN/m^3 采用；

V——隧道结构排开水的体积(m^3/m)；

W_s——隧道结构自重标准值(kN/m)；

γ_s——自重抗浮分项系数，施工阶段取 1.1，使用阶段取 1.2；

W_a——隧道上覆土层的有效压重标准值(kN/m)；

γ_f——有效压重抗浮分项系数，施工阶段取 1.1，使用阶段取 1.2。

4　隧道结构的计算简图应根据地层情况、结构构造特点及施工工艺等确定，宜考虑衬砌与地层共同作用及装配式衬砌接头的影响；

5　采用错缝拼装的衬砌结构，宜按考虑环向弯矩纵向传递模型（错缝拼装时弯矩的纵向传递）或梁－接头弹簧模型（图 12.14.6-1）进行计算；

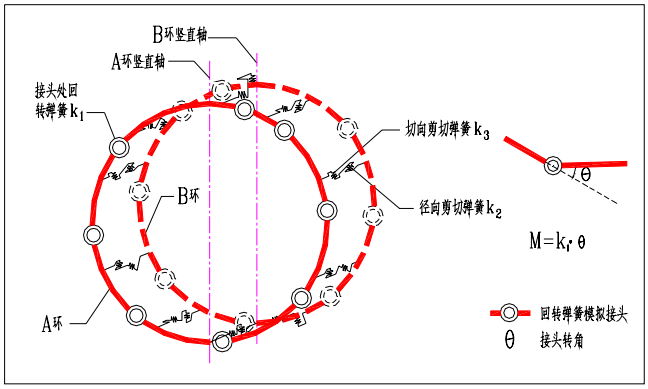


图 12.14.6-1　梁~弹簧计算模型

按环向弯矩纵向传递模型（即修正惯用法）计算，考虑由于纵向接头存在引起的匀质圆环刚度降低，及环间接头通过剪力传递引起的断面与接头内力的重分配，见图 12.14.6-2：

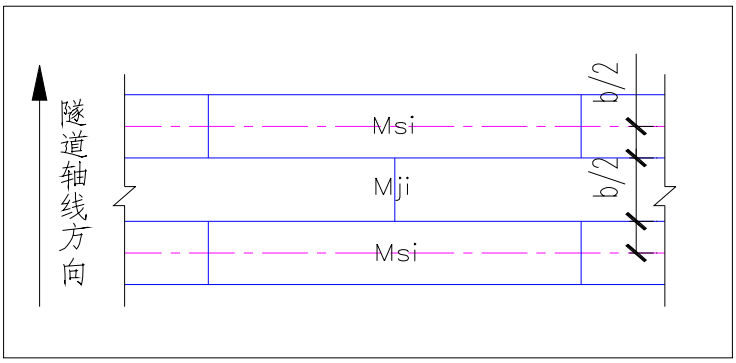


图 12.14.6-2　错缝拼装弯矩纵向传递简图

衬砌环在接头处的内力按下式计算：

$$M_{ji} = (1-\xi)M_i, N_{ji} = N_i \tag{12.14.6-5}$$

与接头位置对应的相邻衬砌环截面内力按下式计算：

$$M_{si} = (1+\xi)M_i, N_{si} = N_i \tag{12.14.6-6}$$

式中，ξ——弯矩调整系数（ξ=0.2~0.4）；

Mi、Ni——分别为匀质圆环模型的计算弯矩和轴力；

Mji、Nji——分别为调整后的接头弯矩和轴力；

Msi、Nsi——分别为调整后的相邻衬砌环本体的弯矩和轴力。

12.14.7　矿山法隧道结构的设计计算应符合下列规定：

1　隧道结构设计可视其使用条件和荷载特性等，选用与其特点相近的国家或行业颁发的土木工程结构设计规范如《混凝土结构设计规范》GB50010、《铁路隧道设计规范》TB10003 等相关规范和工程类比法进行配筋设计；

2　隧道结构应根据工程地质、水文地质、施工方法、隧道埋深和周围环境等条件，进行隧道应力和稳定性分析，按工程类比法确定支护、衬砌设计参数，并采用动态设计，信息化施工。

12.15　盾构隧道结构设计

12.15.1　盾构法隧道结构选型应符合下列规定：

1　结构型式一般为圆型；

2　盾构法区间隧道一般选择单洞单线型式。

12.15.2　盾构法隧道的设计应符合下列规定：

1　在满足工程使用、结构受力、防水和耐久性等要求的前提下，衬砌结构宜优先选用单层装配式钢筋混凝土衬砌；

2　衬砌环根据使用要求，一般分为进洞环、出洞环、标准环、变形缝环等类型，其形式为通用楔形环；

3　区间隧道联络通道处衬砌环采用四环特殊管片，即两环全钢管片＋两环钢管片与混凝土管片组成的复合式衬砌环结构；

4　衬砌环宽度为 1.2m；

5　衬砌厚度应根据隧道直径、埋深、工程地质及水文地质条件、施工阶段及运营阶段的荷载情况等确定，单圆盾构区间管片厚度一般取 350mm；

6　衬砌环应根据管片制作、运输、盾构设备、施工方法和受力要求等因素进行分块，分为 6 块；

7　衬砌环的封顶块采用小封顶块形式，封顶块的拼装方式采用半纵向插入式；

8　楔形环环面楔形量由隧道的直径、衬砌环宽度和隧道的曲线半径确定，选用双面楔，环面斜率为 1:333.3。

12.15.3　装配式衬砌制作、拼装、施工应满足下列精度要求：

1　单块管片制作的允许偏差：宽度±0.3mm；厚度±1.0mm；弧、弦长±1.0mm；　纵、环向螺栓孔孔径及孔位±1.0mm；

2　整环拼装检验的允许偏差：相邻环的环面间隙小于 0.8mm、纵缝相邻块间隙为小于 2.0mm；对应的环向螺栓孔不同轴度小于 1.0mm、衬砌环外半径 $^{-0.0}_{+4.0}$mm、内半径 $^{-2.0}_{+2.0}$mm；

3　隧道施工轴线与设计轴线允许偏差小于 50mm。其中包括施工误差、测量误差、结构变形及线路轴线拟合误差等。

12.15.4　隧道与工作井接头采用刚性连接，并在工作井外侧加密设置 2～3 条变形缝。在结构纵向刚度突变、上覆荷载变化较大处或下卧土层突变处，变形缝应加密。

12.15.5　工程材料：

1　盾构区间隧道采用装配式钢筋混凝土管片，砼强度等级为 C50，抗渗等级不小于

P10；

2　钢筋一般宜采用 HPB300、HRB400 级钢筋；

3　钢管片选用 Q235B 钢；

4　连接件的机械性能等级宜选用 5.8、6.8 级，应有较好耐腐蚀性和抗冲击韧性，表面应进行防腐蚀处理。

12.16　盾构选型

12.16.1　盾构选型主要依据岩土工程勘察报告，按照适用性、可靠性、先进性、经济性相统一的原则进行盾构机选型。

12.16.2　盾构机选型需满足以下要求：

1　适应宁波复杂的工程地质和水文地质条件，对暗浜，局部土层差异大等不可预知事件有对应措施，遭遇流砂和管涌时能确保施工安全；

2　适应工程环境，确保工程安全，可针对不同区段、不同地质进行隧道施工，尽可能选用同类型盾构，实现盾构的灵活配置；

3　其配置满足工期要求，推进速度快，一次无检修推进距离应大于区间隧道长度；

4　满足保护环境的要求，能有效减少施工对周围土体的影响，掘进过程中能确保沿线建筑及地下管线的安全；

5　施工占地少，特别是地面处理设施占地少，且能适应市区道路狭窄、建筑物密集、拆迁难度大等现实条件；

6　盾构配置应满足通用楔形环衬砌管片的拼装要求，采用专用施工轴线修正计算软件，逐环调整楔形衬砌环的旋转角度，进行线路拟合，确保设计轴线的精度要求。

12.17　盾构进出洞设计

12.17.1　盾构进出洞前，应对洞口处土体进行冻结或水泥系预加固等措施，加固体的范围和施工工艺应根据工程地质和水文地质条件确定。一般水泥系地基加固范围为洞口周围 3m，加固长度为盾构洞口外 9m。加固后土体强度需达到以下指标：28 天无侧限抗压强度 qu≥0.8MPa，渗透系数 $K\leq1\times10^{-7}$cm/s。同时由于加固区与非加固区土体软硬程度有差异，为避免端头井、加固区与非加固区间的不均匀沉降，宜在其间设置变形缝。

12.17.2　盾构出洞口处，应设置洞口密封橡胶板，在管片与盾构井井壁间应设置现浇钢筋混凝土环梁。进洞处也需设环梁。

12.18　盾构隧道注浆要求

12.18.1　盾构推进时，需对盾构外围环形空隙进行同步注浆。同步注浆宜采用单液浆，一般要求浆液密度≥1.9g/cm^3，泌水率≤5％，坍落度为 12～16cm;20 小时的屈服强度≥800pa,7

天的抗压强度 R7≥0.15MPa，28 天的抗压强度 R28≥1.0MPa，并确保在列车震动和 7 度地震下不液化。浆液必须通过试验确定浆液配比。

12.18.2　联络通道、进出洞、与既有线路交叉、下卧层为砂性土区段等地段，或环境条件对沉降有严格要求时，盾构管片应增设注浆孔，以利用注浆孔进行二次注浆。

12.19　矿山法隧道结构设计

12.19.1　矿山法施工的暗挖隧道按照《铁路隧道设计规范》TB10003 进行设计。采用复合式衬砌，初期支护和二次衬砌之间应施作防水层，二次衬砌采用防水钢筋混凝土浇筑，抗渗等级不小于 P8。

12.19.2　复合式衬砌初期支护的组成应根据围岩的性质及状态、地下水情况、隧道断面尺寸及其埋置深度等条件确定。一般采用锚喷支护，以网喷混凝土、格栅或钢拱架和锚杆（管）为主要支护手段，辅助工程措施主要采用小导管注浆、大管棚等。

1　系统锚杆应沿隧道周边梅花形均匀布置，其方向应接近于径向或垂直岩层。隧道边墙部位宜采用普通砂浆锚杆，拱部应优先采用组合中空锚杆。自稳时间短、初期变形大的软弱围岩地层可增加锚杆长度或采用自钻式锚杆。

2　自稳时间短、初期支护变形大的地层，或对地面下沉量有严格限制时，应采用钢架。根据围岩条件不同，可选择仅在隧道拱部设置的钢架或在拱部及墙部设置的开口式钢架。在软弱围岩中应采用封闭式钢架。格栅钢架主筋的直径不宜小于 22mm，钢架之间采用纵向钢筋连接，其直径一般为 22mm。

3　Ⅱ级、Ⅲ级围岩中可采用钢筋网喷射混凝土作为初期支护，其厚度不宜小于 100mm，钢筋网应以直径 6~8mm 的钢筋焊接而成，网格间距宜为 150~200mm，钢筋网搭接长度应为 1~2 个网孔。

12.19.3　复合式衬砌的初期支护（含围岩的支护作用）应按主要承载结构设计，承担施工期间的全部荷载，其设计参数可采用工程类比法确定，施工中通过监控量测进行修正；浅埋大跨度、围岩或环境条件复杂、形式特殊的结构，应通过理论计算进行检算；同时符合下列规定：

1　岩石隧道应利用围岩的自承受能力；

2　土质隧道应采用较大的初期支护刚度，并注意及时施作二次衬砌。

12.19.4　复合式衬砌的二次衬砌应根据其施工时间、施工后荷载的变化情况、工程地质和水文地质条件、埋深和耐久性要求等因素按下列原则设计：

1　第四纪土层中的浅埋结构及通过流变性或膨胀性围岩中的结构，初期支护应具有较大的刚度和强度，且宜提前施作二次衬砌，由初期支护和二次衬砌共同承受外部荷载；

2　应考虑在长期使用过程中，外部荷载因初期支护材料性能退化和刚度下降向二次衬砌的转移，转移量值应结合具体区间所处具体地质情况进行判断；

3　作用在不排水型结构上的水压力由二次衬砌承担。

12.19.5　衬砌结构的刚度在全断面中应尽量均匀，防止应力集中。仰拱矢跨比宜采用 1：5～1：6。

12.19.6　矿山法施工应创造无水施工的条件。施工期间可适当采用辅助性地面降水或注浆堵水措施。

12.19.7　隧道施工若采用地下爆破作业，应根据地面环境要求采取控制爆破，同时应进行振动速度的量测和控制，调查周边影响范围内的建构筑物现状，作出相应评估，必要时采取措施确保其在长期爆破震动作用下的安全。

12.19.8　单洞双层结构应注意结构设计的合理性，施工过程中应严格控制由上向下施作初期支护的施工工艺，确保结构安全。

12.19.9　山岭隧道穿越硬岩段，应减少初期支护厚度并取消格栅钢架，适当增加二次衬砌厚度以满足抗水压要求，可考虑二次衬砌只承受水压；当山体较高，根据水压计算的二次衬砌较厚时，可考虑采取防排结合的措施。

12.19.10　施工竖井和横通道的数量、位置和断面尺寸的确定对工期有直接影响，设计中应进行认真比选。施工竖井及施工横通道设计宜结合永久横通道一并实施，支护结构必须结合具体地质情况确定。

12.19.11　注浆加固地层应根据不同的目的，采用不同的工艺及浆液组成成份，以便做到经济、合理、安全。同时，隧道设计应计入注浆引起的附加荷载。

12.19.12　工程材料：

1　矿山法施工的混凝土结构，在侵蚀性介质中的混凝土耐蚀系数不应小于 0.8，一般环境条件下的混凝土设计强度等级不得低于下列规定：

1)　初期支护采用湿喷混凝土，强度等级不低于 C25，抗渗等级不小于 P6；

2)　二次衬砌采用现浇混凝土或钢筋混凝土，强度等级不低于 C35，抗渗等级不小于 P8。

2　钢筋一般宜采用 HPB300、HRB400 级钢筋，有特殊要求时，经技术经济比较也可采用强度更高的钢筋；

3　钢结构构件一般采用 Q235B 钢。

12.20　联络通道、废水泵房设计

12.20.1　矿山法施工的联络通道、废水泵房，采用复合式衬砌，其初期支护应按主要承载结构设计。二次衬砌设计采用荷载－结构模式进行计算，可采用空间板壳单元模型或平面框架模型计算内力和变形。

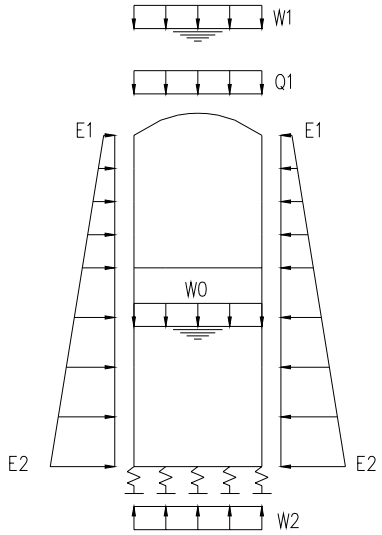


图 12.20.1　联络通道、泵房平面框架计算模型

12.20.2　计算荷载：

1　地层垂直土压力 Q1（KPa）；

2　水平土压力：可取主动土压力式或经验系数法计算；

$$E=\sum_{i=1}^{n}\gamma_i h_i tg^2(45°-\frac{\varphi}{2})-2c\cdot tg(45°-\frac{\varphi}{2}) \quad （KPa） \quad (12.20.2\text{-}1)$$

或

$$E=\sum_{i=1}^{n}\gamma_i h_i k_0 \quad （KPa） \quad (12.20.2\text{-}2)$$

式中：k_0 为侧向土压力系数；

3　外水压力：通道结构顶部的水压力 W1；

4　结构内部荷载：泵房结构内部的水压力 W0 等；

5　水反力：通道结构底板底的水压力 W2；

6　地震荷载；

7　侧向地层抗力及地基反力按结构型式及其在荷载作用下的变形、结构与地层刚度、施工方法等情况及土层性质，根据所采用的结构计算简图和计算方法加以确定。

12.20.3　施工技术要求：

1　在联络通道、废水泵房等特殊区段，应采用钢管片＋钢与钢筋混凝土管片组成的复合衬砌管片；

2　盾构推进至拟建联络通道、泵站处拼装特殊衬砌环管片；

3　在拟建联络通道、泵站处先进行地基加固。一般采用冻结法加固地基，同时需考虑冻胀和融沉对隧道结构安全的影响，冻胀和融沉引起的隧道最大直径变形≤10mm，最大融沉量≤20mm，最大融沉速率≤0.5mm/月；

4　融沉注浆应采用适当的注浆工艺、注浆材料及注浆工序，注浆过程中应遵照多点、少量、多次、均匀的循序渐进原则，并根据隧道、地面、管线以及建筑物的沉降和解冻温度场的监测，适时调整注浆量和注浆时间间隔，确保沉降稳定；

5　联络通道施工前，在隧道内架设临时支撑，以确保衬砌环在洞口打开及开挖过程中不变形；

6　打开洞口，采用矿山法修建联络通道和泵站。

12.20.4　矿山法施工的通道结构应满足下列要求：

1　初期支护应具有足够的强度和刚度，环向应及时封闭，根据监测数据反馈的信息，及时调整支护、衬砌设计参数和施工方法；

2　一般情况下，应尽量避免初期支护尚未基本稳定即施作二次衬砌。在特殊情况下，当不得不提前施作二次衬砌时，则二次衬砌应有足够的强度与刚度，以便确保隧道的安全；

3　矿山法施工通道引起的地表沉降量限制值，应视周围的条件确定，一般情况下其限制值为 20mm。当上部有重要建筑物或地下管线时，上述数值应按具体情况允许的条件确定；

4　隧道设计应采用信息化设计，在施工中加强现场的监控量测工作。并根据现场地质条件，施工量测反馈信息，及时调整修改相关设计参数。

12.20.5　工程材料：

1　混凝土强度等级为 C40，抗渗等级不小于 P10；

2　钢筋宜采用 HPB300、HRB400 级钢筋。

12.21　矩形顶管结构设计

12.21.1　矩形顶管结构符合下列规定：

1　在满足工程使用、结构受力、防水和耐久性等要求的前提下，结构选用预制钢筋混凝土管节；

2　矩形顶管管节宜采用平面框架模型计算内力和变形；

3　管节宽度宜采用 1.5m；

4　管节接头应采用“F”型钢板接头，能适应容许的变形并满足防水要求。

12.21.2　管节与工作井内衬间采用现浇钢筋混凝土圈梁。

12.21.3　顶管施工轴线与设计轴线允许偏差小于 100mm。

12.21.4　顶管进出洞前，应对洞口处土体进行加固，加固体的范围和施工工艺应根据工程地质和水文地质条件确定。

12.21.5　工程材料：

1　管节混凝土强度等级为 C50，抗渗等级为 P8；

2　钢筋宜采用 HPB300、HRB400 级钢筋；

3　钢板宜选用 Q235B 钢。

12.22　应急疏散平台

12.22.1　应急疏散平台的结构设计使用年限为 50 年，平台板选用应满足结构荷载及使用要求，同时满足耐久性及相关消防规范要求。

12.22.2　区间纵向应急疏散平台的宽度应符合以下规定：

1　单侧临空时，平台的宽度不宜小于 0.6m；

2　双侧临空面时，平台的宽度不宜小于 0.8m。

12.22.3　应急疏散平台所有钢结构构件应采取防迷流措施。

12.23　构造要求

12.23.1　钢筋的混凝土保护层厚度应符合下列规定：

1　钢筋的混凝土保护层厚度应根据结构类别、环境条件和耐久性要求等确定；

2　地下结构受力钢筋的混凝土保护层的厚度不得小于钢筋的公称直径 d；

3　一般环境条件下的混凝土保护层厚度（最外层钢筋的保护层）应符合表 12.23.1 的规定。

表 12.23.1　最外层钢筋的混凝土保护层最小厚度

结构类别	钢筋混凝土管片		矿山法施工的结构		
			初期支护或喷锚衬砌		二衬
	外侧	内侧	外侧	内侧	
保护层厚度（mm）	30	25	40	40	35

注：① 混凝土保护层是指构件外表面到钢筋（主筋、架立筋、箍筋、分布筋等）外表面的最短距离 ；

② 混凝土保护层最小厚度已包括施工误差值；

③ 矿山法隧道当二衬的厚度大于 50cm 时主筋的保护层厚度采用 40mm。

12.23.2　结构钢筋配置应按强度计算和裂缝宽度验算进行：

1　受力钢筋的最小配筋率 ρmin 为 0.2%；

2　分布钢筋最小配筋率符合下列规定：

1)　矩形顶管结构内外侧为 0.25%，间距≤150mm；

2)　矿山法结构的内外侧为 0.2%，间距≤150mm，不宜小于 ⌀16@150，以减小收缩裂缝；

3)　盾构法圆形隧道结构分布筋及构造筋由计算确定。

12.24　监控和监测

12.24.1　盾构区间隧道施工时周边的环境保护要求和标准：

1　盾构推进前，必须掌握施工影响范围内的地面建、构筑物、地下管线、地下障碍物、地下设施等结构现状、性质、重要性以及评估区间隧道施工对其影响。对区间隧道临近重要建、构筑物施工应提出相应的技术保护措施；

2　盾构区间隧道施工时，应按沿线工程环境条件划分保护等级以及控制标准。保护等级划分及控制标准见表 12.24.1。根据该表对区间隧道沿线所处环境条件进行详细调查，确定盾构施工影响范围内重要建、构筑物所对应的保护等级。

表 12.24.1　保护等级划分及控制标准

条件 / 等级	允许地层损失率（‰）	保护对象允许沉降量（mm）	保护对象描述	调查内容
特级保护	≤1.0	5	城市轨道交通、高速铁路等重要轨道交通线路。	位置、走向、埋深，建筑物基础形式，结构特征；管道类型、管径、管材、管节长度、接头形式等。
一级保护	1.0~2.0	10	上水、煤气等压力干管、市政排水总管，高压电缆等极重要管线、密集居民建筑、保护建筑及沉降极敏感建筑等。	
二级保护	2.0～5.0	20	城市干道路基，重要建（构）筑物及市政管道等。	
三级保护	5.0～10.0	30	一般环境条件，包括空旷地段。	

各类建筑物对差异沉降的承受能力可按《建筑地基基础设计规范》GB50007 表 5.3.4 的规定确定相应的控制标准。对重要、特殊的建筑结构应作专门的调研，然后决定允许的变形控制标准。

12.24.2　监控量测：

1　施工中应结合施工环境、工程地质条件、施工方法与进度确定监控量测方案；

2　盾构法隧道监控量测

1）　盾构监控量测项目见表 12.24.2；

表 12.24.2　盾构施工监控量测项目

类别	量测项目	主要量测仪器
必测项目	施工线路地表和沿线建构筑物、管线变形	水准仪、全站仪
	隧道沉降	水准仪
选测项目	土体位移（包括垂直和水平）	水准仪、分层沉降仪、测斜仪
	管片内力	应力计
	地层压力	压力计
	孔隙水压力	孔隙水压计

2）　线路纵向地表沉降观测点应沿线路中线按 3-5 环间距布设；横向地表沉降观测断面设置一般 50m 间距，应按盾构掘进沿线环境保护要求重点设置，观测范围一般不少于中线两侧 10m（大于隧道底埋深），测点间距 3～5m；

3）　监测频率：盾构切口前 20m 至盾尾脱出后 30m，2 次/天；掘进面前后＜50m 时 1 次/2 天；盾尾脱出 30m 后，当变形速率大于 5mm/d，不少于每天 2 次；当变形速率在 1～5mm/d，不少于每天 1 次；当变形速率小于 0.5～1mm/d，每 2 天 1 次；当变形速率小于 0.5mm/d，每周 1 次或更长；

4）　盾构穿越地面建筑物、轨道交通隧道、铁路、桥梁、防汛墙、地下管线等重要构筑物时，除应对穿越体进行观测外，还应增加对其周围土体的变形观测。

3　矿山法隧道监控量测：

1）　矿山法隧道施工监测的项目应随地下结构的施工过程进行，必测、选测项目可结合各工点的具体情况，参照《地下铁道工程施工及验收规范》GB50299 及有关地方、行业规范（定）进行选用；

2） 矿山法隧道监控量测项目见表 12.24.3。

表 12.24.3　矿山法施工隧道监控量测项目表

项目名称		方法及工具	测点布置要求	量测间隔时间			
				1~15 天	16 天~1 个月	1~3 个月	3 个月以后
1	地质和初期支护观测	地质情况及支护裂隙观察	开挖后及初期支护后进行				
2	水平净空收敛	收敛计	每 10m 一个断面，每断面 2 对测点	1~2 次/天	1 次/2 天	1~2 次/周	1~3 次/月
3	拱顶下沉	水平仪、钢尺、全站仪	每 10m 一个断面，每断面 3 对测点	1~2 次/天	1~2 次/2 天	1~2 次/周	1~3 次/月
4	初支钢架、模筑衬砌钢筋应力	支柱测力计	每 20m 一个断面	1~2 次/天	1 次/2 天	1~2 次/周	1~3 次/月
5	地表下沉	水平仪、水准尺、全站仪	每 10m 一个断面，测点与顶板下沉位移测点一一对应，布置在同一断面上	1~2 次/天	1 次/2 天	1~2 次/周	1~3 次/月

注：① 施工的初期阶段或地质变化显著，位移下沉量大时，量测断面可适当加密；

② 量测元件安设时，量测断面应尽量靠近开挖面，与开挖面的距离应小于一次开挖进尺；

③ 水平净空收敛量测、拱顶下沉量测、地表下沉量测应设在同一断面。

12.25　地下结构设计的安全风险控制

12.25.1　地下结构设计应遵循“分阶段、分等级、分对象”的基本原则，开展安全风险工程设计工作。

12.25.2　地下结构设计应结合所处的工程地质水文地质条件、风险源的种类、风险的性质及接近程度等具体情况，采取相应的技术措施，对工程自身风险和环境风险进行控制。

12.25.3　设计阶段除应考虑工程建设期间的安全风险因素外，还应考虑地下工程建成投入使用后可能面临的各种风险。

12.25.4　地下结构的施工方法应与场地的工程地质和水文地质条件相适应，并应采用工艺成熟、安全稳妥、可实施性好、实施风险小的方案。

12.25.5　当新建结构需穿越（含上穿和下穿）重要的既有地下结构设施时，应比选地下结构和工法方案，分析可能的风险。

12.25.6　工程筹划时，应结合地下工程的规模和所采用的工法，安排合理的建设时间。

13　高架车站与区间结构

I　高架车站结构

13.1　一般规定

13.1.1　高架车站的结构型式和总体布置应满足车站使用功能和列车安全运行与乘客舒适度的要求，其结构应尽可能减少振动、噪声对周边环境的影响，结合站位所处的周边环境、城市规划、工程地质和水文地质条件进行综合比选，确保结构安全可靠、经济合理、受力明确、传力简捷，并具有良好的整体性和延性，同时便于施工和养护。

13.1.2　高架车站从结构型式区分有：框架式结构、桥梁式结构和“框架+桥梁式”混合式结构三类；从结构受力体系区分为“框架式建—桥合一”型、“桥梁式建—桥合一”型、“建—桥分离”型。

13.1.3　每一条轨道交通线的车站主体及附属结构设计宜按同一结构模式建造。

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

13.1.5　车站结构在施工和使用阶段应满足强度、刚度、稳定性计算及耐久性要求。其中桥梁式站台结构、轨道梁及轨道梁支承盖梁、墩柱及其基础按《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB10005 进行耐久性设计，其他民建结构按照现行《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476 进行耐久性设计。

13.1.6　**高架车站主体结构及其相连的重要构件，其设计使用年限应为 100 年。**

13.1.7　车站结构设计应采取必要的构造措施满足防火、防水、防杂散电流、防雷接地、防腐等要求。

13.1.8　车站结构应满足接触网、供电、通信、信号、轨道、给排水等有关工种工艺设计及埋件设置等要求。

13.1.9　基础设计应根据上部结构类型、工程地质、水文地质、环境等因素，选择合适的桩基类型和持力层。

13.1.10　车站结构的抗震设计时应符合下列规定：

1　车站为框架型式时，建筑结构的安全等级应为一级；

2　车站抗震设防类别见本章第 13.3.5、13.3.6 条；

3　抗震缝、伸缩缝的设置应统筹考虑，宽度应同时满足抗震缝及伸缩缝的要求。当满足本章第 13.4.1 条规定的构造要求时，伸缩缝最大间距可适当增大。

13.1.11　高架车站结构宜采用钢筋混凝土结构或预应力钢筋混凝土结构，也可采用钢－混组合结构。

13.1.12　高架车站基础沉降应按《地铁设计规范》GB50157 要求控制建筑物最终沉降量及沉降差异。对于外静不定结构，其相邻墩台不均匀沉降量之差的容许值还应根据沉降对结构产生的附加影响确定。

13.1.13　车站结构应进行沉降观测，应沿车站角点、中点及沿周边每隔 6~12m 设置沉降观测点，宜沿纵横轴线对称布点。沉降观测严格按现行《建筑变形测量规范》JGJ8 中二等水

准测量的规定进行，沉降观测必须在浇筑基础时开始，施工期观测至少每施工完一层观测一次，当连续两次测得半年沉降量不超过 2mm，可停测。

13.1.14　混凝土强度等级应符合如下规定：

1　主要的钢筋混凝土板、梁、柱结构构件，其混凝土强度等级不应小于 C35；

2　预应力钢筋混凝土梁强度等级不应小于 C40；

3　灌注桩混凝土设计强度等级不应小于 C30。

13.1.15　最大裂缝宽度限值 ωlim 应符合以下规定：

1　承受列车荷载的构件同区间桥梁；

2　其余钢筋混凝土构件为 0.30mm；

3　部分预应力混凝土（B 类）构件为 0.10mm。

13.1.16　当站厅层位于装配式轨道梁下方，同时屋盖敞开时，轨道梁桥面排水及防水应进行专门的设计。

13.2　设计荷载

13.2.1　材料容重应按以下规定取值：

1　钢：78.5 kN/m^3；

2　钢筋混凝土（配筋率在 3%以内）：25 kN/m^3；

3　素混凝土：22 kN/m^3。

13.2.2　活载应按以下规定取值

1　轨道交通荷载见本标准“高架区间结构设计”中有关条款；

2　民用建筑活载标准值见表 13.2.2：

表 13.2.2　民用建筑活荷载标准值

项次	类别	标准值（kN/m^2）	备注
1	基本雪压	0.3（0.35）	50（100）年一遇
2	基本风压	0.5（0.6）	50（100）年一遇
3	站厅、楼梯、站台	4	
4	天桥	5	
5	控制室、通信机械室、信号机械室等设备区	5.5	
6	其它设备用房楼面	根据设备的实际重量、动力影响、安装运输途径及工作状态确定	不得小于 5.5kN/m^2
7	厕所、盥洗室	2.5	
8	不上人屋面	0.7	

注：① 对自动扶梯等需要吊装的设备荷载，在结构计算时还应考虑设备吊点所设置的位置及起吊点的荷载值；楼板（梁）设计时尚应考虑重型设备的运输荷载；

② 对设有接触网支柱，尚应计入接触网支柱荷载值。

13.3 结构设计

13.3.1 “建—桥分离”车站结构设计应满足：

轨道梁和支承轨道梁的下部结构设计同高架区间桥梁，车站其余部分结构设计采用现行的建筑结构设计规范。

13.3.2 “框架式建—桥合一”车站设计应满足：

对直接承受列车荷载的轨道梁及其支承结构的内力计算应按照高架区间桥梁要求对各荷载类型进行最不利组合,并应与区间桥梁相同的方法进行结构设计；轨道梁和支承结构的刚度限值应与区间桥梁相同。结构体系其余构件应按现行建筑结构设计规范进行结构设计。

13.3.3 “桥梁式建—桥合一”车站设计应满足：

车站桥梁式结构，其孔跨布置宜与区间高架桥相同, 并应与区间桥梁相同的方法进行结构设计；结构体系其余构件应按现行建筑结构设计规范进行结构设计。

13.3.4 支承轨道梁的预应力框架横梁可按部分预应力砼设计。内力计算应考虑地基不均匀沉降的影响。

13.3.5 横向三柱及以上的高架车站结构应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定进行抗震设计及设防，抗震设防类别应划为重点设防类。计算时应计入一条线 100%竖向静活载和 50%站台人群荷载。

13.3.6 横向单柱或双柱的高架车站墩柱结构，应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB50111 的有关规定进行抗震设计，抗震设防类别应划为 B 类。可采用单柱或双柱的单墩力学模型，站台层、站厅层可只计质量影响；也可采用车站整体结构模型，计入站台层、站厅层的刚度影响。计算时应计入一条线 100%竖向静活载和 50%站台人群荷载。

材料、地基容许应力和单桩轴向容许承载力的提高，应按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的有关规定执行。横梁、结点和基础应作为能力保护构件，按能力保护原则设计。站台层、站厅层结构及与墩柱、横梁的连接，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定进行抗震设计及设防。

13.3.7 轨道梁与车站结构完全分开布置时，轨道梁桥和车站结构应分别按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB50111 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定进行抗震设计。

13.3.8 车站高架结构中轨道梁及其支承结构的构造要求应与区间桥梁相同，其他构件的构造要求应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 和有关建筑结构设计标准的规定执行。

13.3.9 独柱式带长悬臂“建—桥合一”结构体系，在恒载、列车活载、人群荷载、预应力效应及风荷载最不利组合下，悬臂端计算挠度的限值应为 L0/600，L0 为悬臂构件的计算跨度。

13.3.10 独柱、双柱高架车站应对纵横向位移进行验算，并按现行《地铁设计规范》GB50157 的规定进行控制。

13.3.11 高架车站应充分考虑其与两端高架桥区间的变形协调。

13.3.12 高架车站开挖深度超过 4m 或有特殊要求的基坑，应考虑采取相应的支护措施。

13.3.13　高架车站工程桩应进行承载力和桩身质量检验。对直接承受列车荷载的桩基础，除应满足现行《建筑桩基技术规范》JGJ94、《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 要求外，还应满足现行《铁路工程基桩检测技术规程》TB10218 的相关要求。车站其余桩基均应满足现行《建筑桩基技术规范》JGJ94、《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 的要求。

13.4　构造要求

13.4.1　车站纵向伸缩缝间距增大时的构造措施：

1　混凝土浇筑采用后浇带分段施工：在施工过程中可视车站的长度将其分成 2~3 段，待浇筑混凝土 40~60d 后，采用微膨胀混凝土或微膨胀钢纤维混凝土进行浇注后浇带；

2　加强分布钢筋，板分布钢筋应考虑混凝土收缩和温度变化对结构的影响；纵向框架梁的截面和截面周边配筋宜尽量均匀；

3　采用专门的预加应力措施；

4　采取能减少混凝土温度变化或收缩的措施。

13.4.2　轨道梁简支搁置于车站框架横梁上时，采用支座应有横向限位装置。

13.4.3　各类型车站的柱内钢筋宜采用机械连接，当采用焊接时不得采用电渣压力焊。

13.4.4　“建—桥分离“型车站，宜通过合理安排施工次序调整站台层建筑地坪装饰厚度，以减少站台与轨道梁之间的沉降差异值，使站台面距轨面设计高度满足要求。

13.4.5　框架结构承台之间的连接应符合下列要求：

1　单桩桩基的承台应在两个相互垂直的方向上设置连系梁；

2　两桩桩基的承台，应在其短向设置连系梁；

3　抗震设防要求的柱下桩基承台，宜沿两个主轴方向设置联系梁。

Ⅱ　高架区间结构

13.5　一般规定

13.5.1　本标准适用于标准轨距 1435mm，桥梁跨径不大于 100m 的区间高架桥结构。

13.5.2　**高架区间主体结构设计使用年限为 100 年。**

13.5.3　高架区间结构在施工和使用期内应满足强度、刚度、稳定性、抗震设防及耐久性的要求；同时应满足工程防水、结构防火、防腐蚀、防杂散电流等对结构的要求。

13.5.4　高架区间结构应满足供电、通信、信号、轨道、给排水、防迷流、声屏障等相关专业工艺设计及埋件设置要求。

13.5.5　高架区间结构的墩位布置应符合城市规划要求。高架区间桥梁跨越铁路、公路、城市道路及河流时，桥梁孔径及桥下净空须满足相应规范和相关部门的规划限界要求，并预留施工误差值、结构变形量和结构可能产生的沉降量。桥下净空预留量宜为 200mm。

13.5.6　跨越排洪河流时，应按 1/100 洪水频率标准进行设计，技术复杂、修复困难的大桥、特大桥应按 1/300 洪水频率标准进行检算；跨越通航河道时，其桥下净空应根据通航等级要求确定，并满足现行国家标准《内河通航标准》GB50139 的要求。

13.5.7　跨越道路的桥梁应根据需要设置桥下限高的交通标志，必要时桥前迎车面可设置防撞设施。路侧墩台应满足表 13.5.7 规定的最小安全距离要求。

当高架区间位于道路中央且道路中间带处桥墩与道路路侧的最小安全距离采用 0.5m 时，宜在道路中间带内设置防撞护栏，可按照现行行业标准《公路交通安全设施设计规范》JTG D81 的有关规定进行设计。

表 13.5.7　高架区间桥墩与道路路侧的最小安全距离表

分类		中间带		两侧带
城市道路	计算速度(km/h)	≥60	＜60	
	机动车道的最小安全距离(m)	0.5	0.25	0.25
	非机动车道的最小安全距离(m)	-	-	0.25
公路	计算速度(km/h)	＞100	≤100	-
	机动车道的最小安全距离(m)	0.5	0.25	-

13.5.8　桥梁设计应因地制宜，便于机械化施工。宜优先采用预制架设、预制加现浇、预制节段拼装的设计、施工方法。施工方法应经济合理、成熟可靠，减少对建筑物、管线和周边环境的不利影响。

13.5.9　高架区间结构应构造简洁、美观，力求标准化、模数化、系列化，选用的结构型式和材料应有利于减振、降噪，并便于施工、养护和运营。在设计时应根据环评要求设置声屏障，全线宜根据远期环境要求，预留设置声屏障的条件。

13.5.10　高架区间结构设计应满足线路设计要求，并结合沿线城市规划、道路交通、河流状况、周围环境、施工作业条件和工程地质、水文地质及市政管线条件，选择合理的结构型式。

13.5.11　高架区间结构设计应考虑结构与环境、规划建筑、地下障碍物及地下管线的协调，结构布置应利于避免矛盾、减少施工难度，缩短施工周期，并应减少施工期间对交通、环境的影响。

13.5.12　同一条线路高架区间结构除节点特殊需要外，宜采用等跨预应力混凝土简支梁结构。

13.5.13　桥下应设养护、维修便道，使自行走升降式桥梁检修车能进行检修作业；高度超过 20m、桥梁过河或桥下无条件设置养护维修便道处时，可设置专门检查设备以便日常维修。

13.5.14　桥梁总体布置应符合下列规定：

1　桥位选择和桥跨布置应满足桥上和桥下交通的要求。设计时应结合轨道交通线路情况，按照被交道路规划断面或河道规划断面合理布置桥跨，并满足现状道路交通和现状河道水流要求。桥孔布置还应考虑尽量减少对现况地下管线或规划地下管线的影响；

2　区间高架桥孔跨布置应匀称、协调。如无特殊情况，大跨和小跨不应交替出现，跨径变化不宜太多；

3　梁式桥应选用一种跨度的梁式作为标准跨，标准化跨径可采用 25m、30m、35m；

4　桥墩类型应统一，并与上部结构相协调；

5　跨河桥应满足行洪和通航要求，不宜压缩河道和改变水流的天然状态。当有规划时，应按批准的规划河道及（或）航道整治规划设计进行布孔；

6　对于线路与河道或道路斜交的桥梁，宜按照斜桥正做的方式处理；

7　高架桥承台在平面布置时应尽可能控制在地面道路分隔带或分隔岛范围内，避免伸入地面道路的机动车范围，如受条件限制无法避免时，应保证承台顶面至路面的埋深不小于 1.5m；

8　曲线梁桥在满足结构受力条件下，中墩宜采用墩梁固结，或采用横向固定、纵向活动支座支撑，不得采用双向活动支座支撑。梁端应设置双支座，仅允许纵向滑动；

9　斜桥和弯桥梁端应在墩台顶设置防止侧向或径向位移的限位设施；

10　路桥分界处的挡土墙高度和路桥过渡段处的路堤或路堑挡土墙高度应从桥下视觉通透和便于维护的角度考虑，路桥分界处的挡土墙高度宜控制在 2.0m～2.5m；

11　区间桥跨梁缝位置应避开道岔尖轨和心轨范围。

13.5.15　高架区间梁式桥跨结构在列车静活载（即不计入列车竖向动力作用）作用下，其竖向挠度不应超过表 13.5.15 规定的容许值。

表 13.5.15　梁式桥跨结构竖向挠度容许值

跨度	挠度容许值
L≤30m	L/2000
30m<L≤60m	L/1500
60m<L≤80m	L/1200
80m<L≤100m	L/1000

注：　L 为简支梁或连续梁检算跨的跨度。

13.5.16　高架区间梁式桥跨结构的横桥向自振频率按现行《铁路桥涵设计基本规范》TB10002.1 执行。

13.5.17　采用无缝线路的区间简支梁高架结构桥墩墩顶纵向水平线刚度应符合下列规定：

1　桥墩线刚度应根据工程条件经钢轨动弯应力、温度应力、制动应力和制动附加应力的计算后确定。如不作计算，双线及多线简支梁桥墩墩顶纵向水平线刚度应符合表 13.5.17 的要求；单线桥梁桥墩水平线刚度取用表中的 1/2 值；

表 13.5.17　桥墩台顺桥向水平线刚度（双线）

跨度 L（m）	最小水平刚度（kN/cm）
L≤20	192
20<L≤30m	256
30<L≤40m	320

大于 40m 的简支结构，其桥墩水平线刚度可按跨度与 30m 相比增大的比例增大；

2　墩台顶的弹性水平位移应符合下列公式：

$$\text{顺桥向：}\Delta\leq 5\sqrt{L}\ \text{(mm)} \qquad (13.5.17\text{-}1)$$

$$\text{横桥向：}\Delta\leq 4\sqrt{L}\ \text{(mm)} \qquad (13.5.17\text{-}2)$$

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

计；

Δ——桥墩台顶面处顺桥或横桥向水平位移(mm)，包括由于墩台身和基础的弹性变形及基底土弹性变形的影响。

13.5.18　在列车静活载作用下，无碴轨道梁端竖向转角不应大于 3‰，有碴轨道梁端竖向转角不应大于 5‰。

13.5.19　在最不利荷载作用下，梁体水平挠度应不大于计算跨径的 1/4000。

13.5.20　线路铺轨后，预应力混凝土梁的徐变拱度或挠度不宜大于 10mm，必要时可采用预挠或预拱的办法。

13.5.21　跨度小于等于 40m 梁的相邻墩台基础工后总沉降量及相邻墩台工后沉降量之差，不应超过下列容许值：

1　墩台总沉降量为 40mm；

2　相邻墩台沉降差：有碴桥面为 20mm，无碴桥面为 10mm；

3　对于外部超静定结构，还应考虑相邻墩台沉降量差对结构产生的附加影响；

4　对于外部超静定结构当考虑地基压缩等引起的长期变形影响时，应根据最终沉降量计算超静定结构力的效应，对混凝土结构徐变影响应考虑 0.5 的折减系数；

5　沉降计算时应按恒载计算。

13.6　设计荷载

13.6.1　荷载分类：

1　荷载类型：

荷载类型参见表 13.6.1-1：

表 13.6.1-1　荷载类型

荷载分类		荷载名称
主力	恒载	结构自重 二期恒载 预加应力 混凝土收缩和徐变的影响力 土的重力及侧压力 静水压力及浮力 基础变位的影响
	活载	列车竖向静活载 列车竖向动力作用 离心力 列车横向摇摆力 列车活载所产生的土压力 轨道伸缩力 T1 轨道挠曲力 T2 接触网活荷载 人群活载
	其它	基础变位影响力

荷载分类	荷载名称
附加力	制动力或牵引力 风力 流水压力 温度变化的影响
特殊荷载	无缝线路断轨力 T3 船只或汽车的撞墩力 脱轨力 地震力 更换支座影响 施工荷载

注： ① 如杆件的主要用途为承受某种附加力，则在计算该杆件时，附加力应按主力计；

② 无缝线路纵向力不与本线制动力或牵引力同时计算；

③ 无缝线路断轨力、船只或汽车撞击力仅计其中一种与主力相结合，不与其它附加力组合；

④ 列车脱轨荷载只与主力中恒载相组合，不与主力中活载和其他附加力组合；

⑤ 地震力与其它荷载的组合见国家现行《铁路工程抗震设计规范》GB50111 的规定。

2 恒载：

1) 一般常用材料容重取值应符合下列规定(kN/m^3)：

(1) 钢 78.5

(2) 钢筋混凝土（配筋率在 3%以内） 25.0

(3) 混凝土和片石混凝土 23.0

(4) 浆砌块石 23.0

(5) 浆砌片石 22.0

(6) 填土 17.0

注： 钢筋混凝土中配筋率大于 3%时，其容重为单位体积中混凝土（扣除所含钢筋体积）自重加钢筋自重。

2) 桥面二期恒载：

桥面二期恒载包括桥面铺装、轨道结构、栏板、电缆支架、附加管道、声屏障、触网立柱等，按实际情况取值；

3) 混凝土收缩和徐变影响：

(1) 混凝土的收缩应变和徐变系数终级值按《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB10002.3 第 6.3.4 办理；

(2) 徐变系数的计算参照《公路钢筋砼及预应力砼桥涵设计规范》JTGD62 附录 F 办理。

3 列车活载应符合下列规定：

1) 列车竖向静活载：

(1) 采用车辆的尺寸及技术指标见车辆专业相关资料。车辆活载按初、近、远期的不同编组进行加载，最大、最小轴重可按每节车长任意排列组合；

(2) 列车荷载按列车编组数连续加载，在正符号影响线区段加载时取满载重，在异符号影响线区段加载时取空载重；

(3) 列车静活载在桥台后破坏棱体上引起的侧向土压力，应按列车静活载换算为当量

均布土层厚度计算，详见《铁路桥涵设计基本规范》TB10002.1 中附录 A；

(4) 同时承受多线列车活载的桥跨结构或墩台，其列车竖向活载应按表 13.6.1-2 折减。

表 13.6.1-2　多线桥梁结构的折减系数

线路数	折减系数
2	1
≥3	0.75

2)　列车动力系数列车竖向活载包括列车竖向动力作用时，该列车竖向活载等于列车竖向静活载乘以动力系数(1+μ)，其动力系数应按下列公式计算：

(1) 钢与钢筋混凝土板的结合梁：

$$1+\mu=1+\frac{18}{40+L} \qquad (13.6.1\text{-}1)$$

(2) 钢筋混凝土、预应力混凝土桥跨结构及钢架桥：

$$1+\mu=1+\frac{10}{30+L} \qquad (13.6.1\text{-}2)$$

(3) 钢梁：

$$1+\mu=1+\frac{22}{40+L} \qquad (13.6.1\text{-}3)$$

式中：L——以米计，除承受局部活载的构件为影响线加载长度外，其余均为桥梁跨度；

支座的动力系数计算公式与相应桥跨结构计算公式相同，桥墩基础不计列车竖向动力作用；

单线 U 型梁桥道板动力系数可取 1.45,整体动力系数可取 1.2。

4　列车离心力

桥梁在曲线上时，应考虑列车产生的离心力、离心力作用于轨顶以上 1.8m 处，其大小等于列车竖向静活载乘以离心力率 C，C 值应按下式计算：

$$C=\frac{V^2}{127R} \qquad (13.6.1\text{-}4)$$

式中：V——设计行车速度(km/h)；

R——曲线半径(m)。

5　制动力或牵引力：

1)　制动力或牵引力应按列车竖向静活载的 15%计算，当与离心力同时计算时，制动力或牵引力应按列车竖向静活载的 10%计算；

2)　区间双线桥应采用一线的制动力或牵引力；

3)　三线或三线以上的桥应采用两线的制动力或牵引力；

4)　高架车站及与车站相邻两侧 100m 范围内的区间双线桥应计两线制动力或牵引力，每线制动力或牵引力按列车竖向静活载的 10%计算；

制动力或牵引力作用在轨顶以上车辆重心处，但计算桥墩台时移至支座中心处，计算刚架结构时移至横梁中线处，均不计移动作用点所产生的力矩；

6　列车横向摇摆力作用于轨顶面处，由 4 个集中荷载组成，其值为相邻两节车四个轴轴重的 15%计算；

7　风荷载按现行《铁路桥涵设计基本规范》TB10002.1 第 4.4.1 条进行，基本风压取 0.8kPa；

8　温度变化的作用及收缩影响，按现行《铁路桥涵设计基本规范》TB10002.1 执行；钢－混结合梁应按现行《铁路结合梁设计规定》TBJ24 执行；

9　脱轨力：为避免脱轨情况下不致遭受过多损害，不设护轮轨或防脱轨装置的区间高架结构应考虑列车脱轨荷载作用，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离线路中心两侧 2.1m 范围内的桥面板上最不利位置处，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，材料容许应力提高系数为 1.4；

2)　列车位于轨道外侧但未坠落桥下时，检算结构的横向稳定性。检算时，荷载取本线一节列车轴重之和，均匀分布在纵向 20m 长度范围内，不计列车动力作用、离心力和另一线列车竖向荷载，线荷载作用点位于线路中心外侧 1.4m 处，抗倾覆稳定系数不得小于 1.3。

10 无缝线路的纵向水平（伸缩力、挠曲力）和无缝线路的断轨力应根据梁轨共同作用的原理进行计算，并作用于墩台上的支座顶面处，由墩台承受，其值由轨道专业提供；断轨力为特殊荷载，单线及多线桥只计及一根钢轨的断轨力，同一根钢轨作用于墩台上的伸缩力、挠曲力、断轨力不相互叠加；

11　位于道路一侧或交叉路口，又无防撞措施的墩台结构，应按下列规定检算汽车撞墩作用：

1)　顺汽车行驶方向撞击力为 1000kN；

2)　垂直于汽车行驶方向撞击力为 500kN；

3)　撞墩力作用点位置离路面高为 1.2m。

12　墩台承受船只撞击力可按《铁路桥涵设计基本规范》TB10002.1 中第 4.4.6 条进行；

13　设有触网立柱的桥梁结构，设计时应考虑触网支柱柱底作用的荷载，其值由接触网专业提供；

14　高架结构的挡板除考虑其自重及风荷载外，如可供人走行时应考虑行人引起的作用力：水平推力为 0.75kN/m 和竖向压力为 0.36kN/m，水平推力作用于人行道板以上 1.2m 处。该项荷载可与风力组合，以荷载作用效果大者作为主力，则另一项荷载为附加力；

15　更换支座时应按实际顶升情况考虑支座位移对结构的影响；

16　结构设计时，应考虑施工以及养护检修过程中可能出现的特种机具设备载重（架桥机、铺轨车、铺碴车、磨轨车等）。

13.6.2　荷载组合：

1　高架结构设计时，仅考虑主力与一个方向（顺桥向或横桥向）的附加力组合；

2　应根据各种结构的不同荷载组合，将材料基本容许应力和地基容许承载力乘以不同的提高系数，对预应力混凝土结构中的强度及抗裂性计算，应采用不同的安全系数；

3　简支梁墩台设计时，无缝线路纵向力荷载组合原则应按表 13.6.2-1 执行：

表 13.6.2-1　无缝线路纵向力的荷载组合原则

桥梁型式	纵向力组合工况	力的分类	力的组合
双线桥梁	1	主力（双线无车）	恒载+两线四股钢轨伸缩力（4T1）或车前挠曲力（4T2）
	2	主力+纵向附加力（一线有车、另一线无车）	恒载+活载+一线列车制动力或牵引力（T4）+另一线两股钢轨的伸缩力（2T1）或车前挠曲力（2T2）+其他纵向附加力
	3	主力+特殊荷载（双线无车）	恒载+一线一股钢轨断轨力（T3）+该线另一股钢轨伸缩力（T1）+另一线两股钢轨的伸缩力（2T1）或车前挠曲力（2T2）
单线桥梁	1	主力（无车）	恒载+两股钢轨伸缩力（2T1）或车前挠曲力（2T2）
	2	主力+纵向附加力	恒载+两股钢轨伸缩力（2T1）或车前挠曲力（2T2）+其他纵向附加力
	3	主力+特殊荷载（无车）	恒载+一股钢轨断轨力（T3）+另一股钢轨伸缩力（T1）

注：　① T1 为伸缩力、T2 为挠曲力、T3 为断轨力、T4 为制动力或牵引力；

② 同一根钢轨作用于墩台顶的伸缩力、挠曲力、断轨力不作叠加。

4　在进行荷载组合时，不相互组合的荷载按表 13.6.2-2 执行：

表 13.6.2-2　不相互组合的荷载分类

序号	荷载名称	不与该荷载同时组合的荷载	备注
1	主力	第二个方向的附加力	仅与一个方向（纵向或横向）的附加力组合
2	无缝线路伸缩力、挠曲力	本线制动力或牵引力	—
3	制动力或牵引力	本线无缝线路伸缩力、挠曲力、流水压力、冰压力、支座摩阻力	水流方向与桥轴法线的斜交角较大时，考虑流水压力顺桥向分力与制动力或牵引力组合
4	流水压力	制动力或牵引力	
5	支座摩阻力	制动力或牵引力	—
6	无缝线路断轨力、船只或汽车撞击力	附加力	仅计算其中一种荷载与主力组合
7	列车脱轨荷载	主力中活载和其他附加力	仅与主力中恒载相组合

5　地震力与其他荷载的组合见现行《铁路工程抗震设计规范》GB50111 的规定。

13.7　结构设计

13.7.1　结构计算：

1　轨道交通一般高架的钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构和钢结构应按容许应力法设计。无特殊注明外，其材料、容许应力、结构安全系数、结构计算方法、构造要求及混凝土徐变影响等应符合《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构结构设计规范》TB10002.3、《铁路桥梁钢结构设计规范》TB10002.2、《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB10002.5、《铁路结合梁设计规定》TBJ24 的规定；

2　钢筋混凝土构件中纵向受力钢筋的最小配筋百分率应符合《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构结构设计规范》TB10002.3 的要求；

3　当无缝线路断轨力参与荷载组合时，钢筋混凝土中心受压、弯曲受压、偏心受压、局部承压混凝土容许应力及钢材的容许应力可提高 40%；

4　当无缝线路断轨力参与荷载组合时，预应力混凝土强度安全系数采用 1.7，抗裂安全系数采用 1.1；

5　当无缝线路断轨力参与荷载组合时，地基容许承载力和单桩轴向容许承载力可提高 40%；

1)　钢筋混凝土构件的裂缝宽度容许值应按以下取值：主力作用时[ωf]为 0.20mm；

2)　主力加附加力作用时[ωf]为 0.24mm。

6　轨道交通高架桥桥墩盖梁悬臂部分有支反力作用时，当支点至柱边缘的距离（圆形截面可换算为边长等于 0.8 倍直径的方形截面柱）大于盖梁截面高度时，其正截面、斜截面的强度计算按照普通梁来计算。当支点至柱边缘的距离小于盖梁截面高度时，其正截面抗弯承载力可参考《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTGD62 的 8.5.3 条"撑杆-系杆体系"方法计算、斜截面的强度计算按照普通梁来计算；

7　高架区间结构基础设计时，桩基内力计算应采用《铁路桥梁地基和基础设计规范》TB10002.5 附录 D 中考虑土的弹性抗力的公式，由地基土确定的单桩竖向承载力计算见附录 B。承台设计可参照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTGD62 的第 8.5 条和第 9.6.8 条进行。

13.7.2　设计要求：

1　桥梁支座设计应符合如下规定：

1)　梁宜采用盆式橡胶支座或钢支座，盆式橡胶支座承载力应按《铁路盆式橡胶支座》TB/T2331 取值；支座计算应符合《铁路钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB10002.3 的规定；

2)　多向活动支座横向位移可按±40mm 取值、支座计算应符合《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构》TB10002.3 的规定；

3)　支座应水平放置，桥梁纵坡可通过梁底调坡块或支座上座板顶面设坡来调整；

4)　减振要求较高的地段可适当选用减振支座；

5)　桥梁固定支座的布置应符合下列规定：

(1) 在坡道上，设在较低一端；

(2) 除特殊设计外，不得将顺线路方向相临两孔的固定支座安设在同一桥墩上。

2　桥梁墩台桩基的桩端应支承于土质较好且均匀的土层上；

3　当桩长小于 60m，且桩基与相邻建筑物、构筑物及重要地下管线距离较远或施工时能采取有效隔振措施的条件下，应优先选择预制桩；若周围有保护对象(包括噪声控制较严地段) 或桩基持力层较深时，可选用钻孔灌注桩；

4　基础采用桩基础时，桩底注浆可以减小工后沉降、提高单桩承载力。桩端后压浆灌注桩的允许承载力可按照《公路桥涵地基与基础设计规范》JTGD63 第 5.3.6 条进行计算，后压浆关键技术参数见 JTGD63 附录 N；

5　对新工艺、新技术的梁型结构或跨度超 100m 的节点大桥，试运营验收前宜进行一次静动载试验；

6　区间净空高度≤5m 时，应设置限高标志和限界防护架；墩柱距地面道路或航道的安全距离不满足相关规范要求时，应设置安全防护隔离。

13.8　构造要求

13.8.1　构造要求：

1　现浇预应力混凝土箱型梁内净空高度不宜低于 l.0m；

2　后张法预应力混凝土梁张拉时间应按强度和龄期双控的原则进行。龄期可视施工的季节和养护条件而定；

3　腹板沿高度方向分二次浇筑的梁，为防止施工缝处产生裂缝，应在腹板接缝上、下处各增设不小于 2ϕ18 的普通钢筋；

4　预应力混凝土梁的后期徐变拱度或挠度，应严格控制。线路铺轨后，徐变拱度或挠度不宜大于 10mm。必要时，在线路铺设时采用预挠或预拱的办法，减小后期徐变拱度或挠度对线路平顺性的影响；

5　弯－剪－扭构件的箍筋和纵向钢筋还应符合下列要求：

1)　箍筋应采用闭合式，箍筋末端做成　135º 弯钩。弯钩应箍牢纵向钢筋，相邻箍筋弯钩接头，其纵向位置应交替布置；

2)　承受扭矩的纵向钢筋，应沿截面周边均匀对称布置，其间距不应大于　300mm。在矩形截面基本单元的四角应设有纵向钢筋，其末端应留有满足规定的最小锚固长度；

3)　纵向钢筋的配筋率，不应小于受弯构件纵向受力钢筋的最小配筋率与受扭构件纵向受力钢筋的最小配筋率之和。

6　位于曲线的预应力及受力钢筋应设有防崩钢筋以防止混凝土崩裂，其设置方式和数量可参照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTGD62 执行；

7　预制构件的吊环必须采用 HPB300 级钢筋制作，严禁使用冷加工钢筋。每个吊环按两肢截面计算，在构件自重标准值作用下，吊环的拉应力不应大于 50MPa。当一个构件设有四个吊环时，设计时仅考虑三个吊环同时发挥作用。吊环埋入混凝土的深度不应小于 35 倍吊环直径，端部应做成 180°弯钩，且应与构件内钢筋焊接或绑扎。吊环内直径应不小于三倍钢筋直径，且不应小于 60mm；

8　预应力混凝土梁的封锚及接缝处，应按照《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB10002.3 的规定采取防水措施，防止雨水渗入；

9　管道压浆材料和压浆工艺应严格控制，有条件时应优先采用真空压浆工艺，确保压浆密实,对于具体性能指标和灌浆工艺可参考土木工程学会标准《混凝土结构耐久性设计与施工指南》CCES01 的附录 D。对于结构有可能产生裂缝的部位，应适当增设普通钢筋防止裂缝的发生；

10　钢—混凝土结合梁结构、构造应符合下列要求：

1)　钢梁：

(1) 结合梁中钢梁的材质宜选用 Q345q，其质量应符合《桥梁用结构钢》GB/T714 标准的规定；

(2) 钢梁的涂装体系的防腐周期为 20 年，可采用高性能的无机或有机防腐涂料；

(3) 钢梁结构应具有足够的横向刚度，跨长不宜超过主梁中距的 20 倍。

2) 混凝土板的梗肋：

(1) 结合梁的混凝土板厚度不宜小于 160mm；

(2) 混凝土梗肋高度不应超过混凝土梁翼板厚度的 1.5 倍；

(3) 连续结合梁在中间支座负弯矩区的上部纵向钢筋应伸入反弯点，并应满足锚固长度的要求，下部钢筋在支座处连续配置，不得中断；

(4) 为了减少混凝土板收缩影响，施工时宜在桥跨中线两侧设封闭缝各一道，封闭混凝土宜在 10d 后灌注。

11 桥梁结构应设置有效的防、排杂散电流、防雷及接触网接地措施，即从桩基钢筋、承台钢筋、墩柱钢筋、梁部钢筋、接触网柱形成连通的钢筋笼。在承台钢筋绑扎完毕后进行接地电阻测试，实测接地电阻应小于 10Ω；

12 桥梁附属结构设计应符合下列规定：

1) 栏杆的设计应满足受力要求，并应注意美观，栏杆高度不应小于 1.2m；

2) 桥面应铺设密闭有效的防水层；

3) 桥面应设置性能良好的排水系统，排水设施应便于检查、维修与更换。桥梁纵向排水坡度不宜小于 3‰，除单线桥横向可采用单向排水坡外，多线桥桥面横向应采用双向排水坡，排水坡坡度不小于 2％。在每跨梁较低处应设置直径不小于 160mm 排水管，并在排水管的下坡端与伸缩缝之间设置阻水条；

4) 梁端处应设伸缩缝，伸缩缝除保证梁部能自由伸缩、转动外，还应有效防止桥面水渗漏。中小跨度桥梁伸缩缝宽 60mm，固定伸缩缝的端挡墙应高于桥梁结构表面 100mm。伸缩缝宜采用耐腐合金伸缩缝，橡胶止水带应有良好的密水性、排水性和耐久性，并方便更换。

13 桥上设置声屏障处，声屏障底部和桥面结构、各块声屏之间不应留有缝隙。声屏障的高度和构造形式，应根据环评报告及通过声学设计确定，使列车产生的噪声降至环境允许的标准之内；

14 墩台顶面应预留更换支座时顶梁的位置，并应设置排水坡；

15 钻孔灌注桩的钢筋笼安放时，宜按现行桩基检测规范要求随笼设置沿桩身的声测用金属管，超声波随机检测桩身混凝土的均匀性和完整性；

16 高架区间结构基础应进行沉降观测，应在每墩上设置永久性的沉降观测点，沉降观测严格按照《建筑变形测量规范》JGJ8 中二等水准测量的规定进行。沉降观测点埋设后应立即进行沉降观测，其后每个施工步骤都应观测，试运营开始后半年内每个月观测一次，正式投入运营以后一年内每三个月观测一次；一年后每半年观测一次，直到沉降稳定；

17 墩柱抗震构造措施应符合下列要求：

简支梁梁端至墩、台帽或盖梁边缘应有一定的距离，见图 13.8.1。其最小值 a(cm) 按下式计算：

$$a \geq 70+0.5L \qquad (13.8.1)$$

式中：L——梁的计算跨径，以 m 为单位取值；

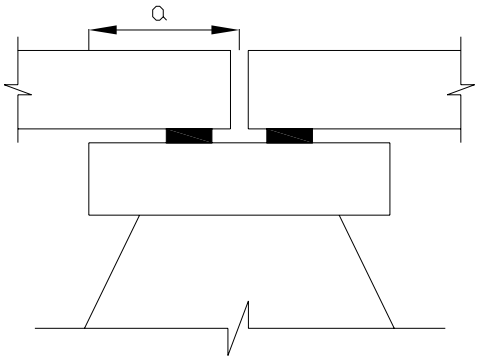


图 13.8.1　梁端至墩、台帽或盖梁边缘的最小距离

1)　桥墩应设置横向抗震挡块，挡块内侧应加设橡胶缓冲块；

2)　墩柱的纵向配筋宜对称配置，纵向钢筋之间的距离不应超过 200mm，其配筋率 ρ 1 限制在 0.60%≤ρ 1≤4%范围内；

3)　墩柱潜在塑性铰区域内应设箍筋加密区，并应符合下列要求：

(1) 加密区高度不应小于弯曲方向截面高度的 2 倍，当塑性铰区域位于桥墩底部时，加密区为截面高度；当墩柱的高度与横截面高度之比小于 2.5 时，墩柱加密区长度应取全高；

(2) 加密箍筋的最大竖向间距不应大于 100mm，其他部位不应大于 150mm；

(3) 箍筋的直径不应小于 10mm，配箍率不应低于主筋配筋率的 1/4;且不应低于 0.3%；

(4) 圆形箍筋的接头必须采用焊接，焊接长度不应小于 10 倍的箍筋直径；矩形箍筋端部应有 135°弯钩，弯钩直段长度不应小于 20cm；

(5) 圆形截面，箍筋可沿截面周边布置；矩形截面，除在周边布置箍筋外，加密区箍筋肢距不宜大于 400mm，箍筋或拉筋间主筋根数不大于 4 根；

(6) 塑性铰加密区域配置的箍筋应延伸到盖梁和承台内，延伸到盖梁和承台的距离不应小于墩柱长边的 1/2，并不小于 500mm；

(7) 墩柱纵向钢筋应尽可能地延伸至盖梁和承台的另一侧面，墩柱的纵筋的锚固长度应在规范要求的基础上增加 10ds（ds 为纵筋的直径）；

(8) 纵向钢筋接头不允许设置在箍筋加密区范围内。

18　桥梁栏板应满足电缆桥架、声屏障等安装的功能要求，并注意美观、栏板下部应考虑设滴水槽（檐），为避免与主梁共同受力应在纵向一定长度设断缝。

13.8.2　主要材料：

1　钢筋：HPB235、HPB300、HRB335、HRB400 级钢；

2　钢绞线：高强度低松弛钢绞线 Φ^j15.2，f_{pk}＝1860MPa，符合《预应力混凝土用钢绞线》GB5224；

3　混凝土强度等级：

1)　预应力砼梁：不宜低于 C50；

2)　盖梁：不宜低于 C40；

3)　墩身、支承平台等：不宜低于 C30；

4)　桩基础：不宜低于 C30。

14　结构防水及结构耐久性

Ⅰ　结构防水

14.1　一般规定

14.1.1　城市轨道交通工程的防水设计，应根据气候条件、工程地质和水文地质状况、结构特点、施工方法、使用要求等因素进行，以保证结构的安全、耐久性和使用要求。选用的防水材料应具有环保性能，经济、实用、施工简便、对土建工法的适应性较好，适应气候、环境条件，成品保护简单等优势。

14.1.2　城市轨道交通工程的防水设计应遵循“以防为主、刚柔相济、多道防线、因地制宜、综合治理”的原则设计。当漏水量小于设计要求，且疏排水不会引起周围地面下沉和影响结构耐久性时，可对主体结构内的极少量渗水进行疏排。

14.1.3　确立钢筋混凝土自防水体系，并以此作为主体形成系统工程，即以结构自防水为根本，加强钢筋混凝土结构的抗裂、防渗能力。以诱导缝、施工缝、变形缝等各类接缝防水为重点，辅以防水层加强防水。

14.1.4　城市轨道交通工程应充分考虑地表水、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。

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

14.1.6　城市轨道交通工程防水，可采用经过试验、检测和鉴定并实践检验质量可靠的新材料、新技术、新工艺，但应通过工程局部试验的效果来确定其应用范围。

14.1.7　地下结构防水等级应符合下列规定：

1　地下车站主体结构、人行通道及机电设备集中区段的防水等级应为一级，结构表面无湿渍，其余部位可按二级防水考虑；

2　区间隧道及旁通道的防水等级应为二级；

3　一级防水要求为：不允许渗水，结构表面无湿渍；

4　二级防水要求为：不允许漏水，结构表面可有少量湿渍，总湿渍的面积不应大于总防水面积的 2/1000，任意 100m²防水面积上的湿渍不超过 3 处，单个湿渍的最大面积不大于 0.2m²；隧道工程的平均渗漏量不得大于 0.05L/（m²d），任意 100m²防水面积上的渗漏量不得大于 0.15L/（m²d）。

14.2　混凝土结构自防水

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

14.2.2　防水混凝土应通过调整配合比，掺加外加剂、掺合料配制而成，抗渗等级应根据混凝土结构的强度、结构埋深等因素确定，并符合表 14.2.2 的规定。

表 14.2.2　防水混凝土的抗渗等级

结构埋置深度 h（m）	设计抗渗等级
h＜20	P8
20≤h＜30	P10
30≤h	P12

14.2.3　防水混凝土的施工配合比应通过试验确定，试配混凝土的抗渗等级应比设计要求提高一级（0.2Mpa）。

14.2.4　防水混凝土结构底板的混凝土垫层，强度等级应不小于 C20，厚度应不小于 200mm。

14.2.5　防水混凝土结构厚度应不小于 250mm。

14.3　明挖结构防水

14.3.1　地下明挖车站的结构防水，应采用钢筋混凝土结构自防水，并根据结构形式可局部或全部增设防水层或采取其他防水措施。

14.3.2　叠合衬砌结构防水应符合下列规定：

1　围护结构为连续墙时，其支撑部位及墙体的裂缝、空洞等缺陷应采用防水砂浆或细石混凝土进行修补。墙体幅间接缝的渗漏，应采用注浆、嵌填聚合物防水砂浆等措施进行防水处理；

2　连续墙墙面应凿毛、清洗，进行防水处理后再浇筑内衬混凝土。地下连续墙内侧应在内衬混凝土浇筑前，涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料，用量不小于 1.5kg/m²。

14.3.3　复合衬砌结构防水应符合下列规定：

1　复合衬砌结构的迎水面应设置柔性全包防水层，侧墙防水层应与顶板防水层连成一体，也应与底板防水层连成一体，形成全包防水层；

2　侧墙防水层与围护结构之间应设置找平层。

14.3.4　在人行通道、风道以及区间等结构与车站主体结构结合部位应根据结构构造形式，选择相匹配的加强防水措施。

14.3.5　柔性防水层：

宜选用不易窜水的柔性防水材料或通过构造措施可有效防止窜水的防水系统。

1　复合衬砌柔性防水层：

1）　复合衬砌应采取全包防水，选用防水卷材、防水涂料作为柔性防水层，防水层应设置在结构迎水面；

2）　复合衬砌顶板宜采用防水涂料，涂料防水层应根据工程环境、气候条件、施工方法、结构构造形式、工程防水等级要求选择防水涂料品种，并符合下列规定：

(1) 潮湿基层应选用与潮湿基面有一定粘结力的单组分聚氨酯防水涂料、喷涂聚脲防水涂料、橡化沥青非固化防水涂料等；

(2) 选用的涂料品种应具有良好的耐水性、耐久性、耐蚀性以及较好的延伸性及适应基面变形的能力；

(3) 单组份聚氨酯防水涂料的厚度在一级防水要求时不小于 2.5mm，二级防水要求时

不小于 2.0mm；喷涂聚脲防水涂料的厚度在一级防水要求时不小于 2.0mm，二级防水要求时不小于 1.5mm；橡化沥青非固化防水涂料的用量一级防水要求是不小于 2.5kg/m^2，二级防水要求是不小于 2.0kg/m^2；

(4) 涂料防水层的保护层应根据结构具体部位确定。

3) 复合衬砌侧墙及底板防水层可采用防水卷材或膨润土防水毯，应满足下列要求：

(1) 预铺防水卷材 P 类厚度不小于 1.5mm，其中主体高分子片材的厚度不小于 1.0mm，胶粘层的厚度不小于 0.5mm；

(2) 膨润土防水毯重量不小于 4kg/m²，其厚度不小于 6mm；

(3) 预铺防水卷材 PY 类单层厚度不小于 4mm。

2 叠合衬砌柔性防水层：

1) 叠合衬砌顶板迎水面应设置与潮湿基面有一定粘结力的涂料防水层，选用的涂料品种应具有良好的耐水性、耐久性、耐蚀性以及较好的延伸性及适应基面变形的能力（如单组份聚氨酯防水涂料、喷涂聚脲防水涂料等等）；

2) 底板可选用能够与现浇混凝土底板紧密粘结、无需保护层且能长期暴露在外而保持良好施工性能的预铺防水卷材 P 类（1.5mm）。

14.3.6 选用防水材料的物理性能除了应满足设计要求外，尚应符合国家现行的有关强制性标准规定。

14.3.7 细部构造防水要求：

1 施工缝防水应符合下列规定：

1) 复合衬砌结构的施工缝设置间距宜在 15m 内，叠合衬砌结构的施工缝设置间距宜为 7m~12m；

2) 墙体水平施工缝不应留在剪力最大处或底板与侧墙的交接处，应留在高出底板表面不小于 300mm 处。墙体有预留孔洞时，施工缝距孔洞边缘不应小于 300mm；

3) 迎水面结构施工缝应根据工程的防水等级、施工方法和结构构造形式等具体情况，单独或合理组合下列材料：各类中埋式止水带、外贴式止水带、遇水膨胀橡胶止水条（胶）、全断面出浆的注浆管等加强防水；

4) 盖挖逆筑结构板下水平施工缝宜采用遇水膨胀止水条（胶）并配合预埋全断面注浆管的方法加强防水。

2 诱导缝防水应符合下列规定：

1) 诱导缝在遇及楼板大开孔、人行通道等情况，当诱导缝设置间距过长时，应增设施工缝；在高温季节施工时相邻两诱导缝中间应增设施工缝，并适当增加纵向分布筋；在叠合衬砌结构中，诱导缝宜与地下墙墙缝对齐；

2) 诱导缝处采取的防水措施应能满足接缝两侧结构产生纵向伸缩时的密封防水要求；

3) 诱导缝应采用中埋式止水带、外贴式止水带、密封胶嵌缝的方法进行多道设防；

4) 中埋式止水带、外贴式止水带均应采用中孔型；

5) 顶板诱导缝内表面横向设置排水槽，且在排水槽覆盖范围内设置滴水线。

3 变形缝防水应符合下列规定：

1) 车站主体结构不设变形缝，变形缝仅设置在附属结构与主体结构接口部位；

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) 变形缝应采用中埋式止水带、外贴式止水带、内装可卸式止水带、密封胶嵌缝的方法进行多道设防；

4) 中埋式止水带应采用中孔型，内装可卸式止水带宜采用Ω型止水带。

4 后浇带的防水设计应符合下列规定：

1) 后浇带应设在受力和变形较小的部位，间距宜为30m~60m，宽度宜为700mm~1000mm；

2) 后浇带可做成平直缝、阶梯型；后浇带应采用补偿收缩混凝土浇筑，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42天后施工；

3) 后浇带两侧的接缝宜采用预埋止水带的方法加强防水。

5 桩头防水设计应符合下列规定：

1) 桩头与结构底板连接处视作为结构施工缝，选用的防水材料宜具有界面剂作用、同时应能够增加混凝土的密实性、钢筋的良好粘结性、耐水性和湿固化性等性能；

2) 若底板铺设柔性防水层，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。

14.4 盾构隧道及矿山法结构防水

14.4.1 盾构区间隧道的防水设计应符合下列规定：

1 盾构区间隧道的防水设计内容应包括：确定合适的防水等级、防水标准、防水技术指标；管片衬砌自防水、衬砌外防水涂层、衬砌接缝防水；衬砌螺栓孔、注浆孔防水措施；螺栓外露部分的防腐措施；盾构隧道与车站、中间井、旁通道接头防水；

2 金属衬砌中金属的防腐蚀应与防水措施相结合。

14.4.2 衬砌防水应遵循“以防为主、以堵为辅、多道防线、综合治理”的原则。采用高精度钢模制作高精度管片，以管片结构自防水为根本，接缝防水为重点，确保隧道整体防水。

14.4.3 盾构区间隧道的防水应满足下列要求：

1 衬砌管片混凝土的氯离子扩散系数不宜大于$3\times10^{-12}m^2/s$（RCM法检测）；

2 钢筋混凝土管片应作单块检漏试验，管片外表在0.8MPa水压力下，恒压三小时，渗水进入管片外背高度不得超过钢筋混凝土净保护层厚度；

3 管片接缝部位应采用密封垫进行密封止水，密封垫应符合以下规定：

1) 密封垫性能指标应满足《高分子防水材料 第4部分：盾构法隧道管片用橡胶密封垫》GB_18173.4的要求；

2) 密封垫产品使用功能要求：

(1) 防水性能指标：

衬砌接缝达到允许张开量、错位量和设计水压时，接缝密封垫不应渗漏。设计水压宜为隧道实际承受的最大水压的2～3倍。隧道设计使用年限为100年，弹性橡胶密封垫和挡水条组成的接缝防水措施应能在隧道设计使用年限内保障隧道满足二级防水等级的要求；

(2) 装配应力指标：

管片接缝拼装的闭合压缩力≤6t/m。

3） 产品尺寸公差要求：

(1) 产品截面尺寸公差：

高度允差：+0.5mm；

脚部宽度允差：±1.0mm；

顶面宽度允差：＋1.0mm；

最大宽度允差：±1.0mm；

孔径允差：±0.2mm。

(2) 产品成框尺寸公差：

纵向允差：±3mm；

横向允差：±7mm。

(3) 直角接头尺寸公差：

宽度允差（相对）：±0.5mm；

高度允差（相对）：±0.3mm。

4） 外观要求：

“弹性密封垫”的产品外观质量应符合《模压和压出橡胶制品外观质量的一般规定》HG/T 3090。

5） 材质要求：

管片弹性橡胶密封垫主体材料选用三元乙丙橡胶（EPDM），禁止使用三元乙丙橡胶再生料以及与其他合成胶的混炼胶。

4 密封垫的水密性检测：

密封垫应进行 T 字缝或十字缝水密性试验。按管片的设计沟槽尺寸制作模具，利用模拟管片“十”形或“T”形拼装接缝的耐水压试验装置，测定密封垫在管片设计张开量及错台量时能承受的水压值。试验步骤详见《高分子防水材料 第 4 部分：盾构法隧道管片用橡胶密封垫》GB_18173[1].4-2010 附录 A；

5 螺栓孔密封圈应与螺孔密封圈沟槽匹配，密封圈的材料为遇水膨胀橡胶产品；

6 管片内弧预留嵌缝槽，嵌缝应符合如下规定：

1) 应对道床范围内进行嵌缝施工；

2) 未定型嵌缝材料应有较好的不透水性，干湿基面的粘结性、耐久性、延伸性、抗下坠性。

7 管片所有外露螺栓头均应做封闭处理；

8 盾构隧道洞圈、联络通道与盾构隧道接口部位施工缝应采取加强防水措施；

9 管片外防水防腐蚀要求：

管片外防水涂层宜采用高渗透环氧或改性环氧等封闭型涂料、水泥基渗透结晶型或硅氧烷类等渗透自愈型材料，并应符合下列规定：

1) 耐化学腐蚀性、抗微生物侵蚀性、耐水性、耐磨性应良好，且应无毒或低毒；

2) 在管片外弧面混凝土裂缝宽度达到 0.2mm 时，应仍能在最大埋深处水压下不渗漏；

3) 涂刷后的混凝土耐久性系数；如渗透系电通量、氯离子扩散系数等应有显著的降低。

14.4.4 矿山法区间结构防水应符合如下规定：

1 矿山法区间结构防水应遵循以防为主，多道防线，综合治理的原则。将全包防水层（全包防水层应具有隔离抗裂等功效）与钢筋混凝土结构自防水相结合，以接缝防水为重点，确保隧道整体防水；

2 隧道内衬模筑（注）混凝土应采用防水混凝土，混凝土的标号应按照结构安全、耐久、抗裂、防渗的要求确定。特别注意隧道内衬拱顶部分混凝土补注浆。内衬模筑（注）拱顶部分的混凝土要求有一定的流动性；

3 隧道应在初次衬砌（喷射混凝土）与内衬结构之间设置柔性全包防水层，防水层可采用塑料防水板（厚度不小于 1.5mm），并设置分区注浆系统或采用预铺防水卷材 P 类（厚度不小于 1.5mm），与土工膜缓冲层组成夹层防水；

4 在隧道内衬混凝土结构与车站结构的连接部位预埋可全断面出浆的注浆管，在发生渗漏后灌注化学浆液；

5 矿山法区间的变形缝应选择多道措施（诸如外贴式止水带、中埋式钢边橡胶止水带、聚氨酯嵌缝胶等）防止渗漏。特别是变形缝中的防水措施应满足结构变形的要求；

6 区间结构施工缝应根据工程的防水等级、施工方法和结构构造形式等具体情况，单独或合理组合下列材料：各类中埋式止水带、外贴式止水带、遇水膨胀橡胶止水条、遇水膨胀止水胶、全断面出浆的注浆管等加强防水。

14.4.5 联络通道矿山法结构防水应符合如下规定：

1 矿山法施工的复合式衬砌宜采用夹层全包防水层；

2 复合式衬砌宜采用塑料防水板（厚度不小于 1.5mm）或预铺防水卷材 P 类（厚度不小于 1.5mm），与土工布缓冲层组成夹层防水，并通过预埋注浆管，设置遇水膨胀密材料等措施加强联络通道与盾构区间接缝处防水。

14.4.6 明挖区间隧道的防水技术要求及细部构造可参照本章第 14.3 节。

14.5 地面及高架结构防水

14.5.1 地面及高架车站的设备用房、站台顶板、高架站厅层顶板不允许滴水、渗水、应满足结构防水一级的标准。高架桥防水设计应符合“以防为主、防排结合”的原则进行设计。

14.5.2 高架桥面防水应以疏排通畅为前提，以防水抗裂为重点，满足桥梁结构的耐久性为主要目的。

14.5.3 高架桥面主体结构混凝土应抗裂、耐久、表面平整。桥面应设置连续的、整体密封的防水层。防水层宜直接施做于平整的结构层上。防水层应满足下列要求：

1 良好的透水性、高温下的热稳定性，低温下的弹性与粘结性俱佳的防水涂料或防水卷材。（如聚氨酯防水涂料、喷涂聚脲防水涂料、橡化沥青非固化防水涂料等）；

2 柔性防水层应选择覆盖致密、耐磨和耐冲击的保护层。保护层应采用掺加聚丙烯纤维或纤维网的细石混凝土，最小厚度不应小于 30mm。保护层应设置分仓缝；

3 当持续处于雨雪天气或五级风以上的天气不宜施工柔性防水层时，可选用适合潮湿

基面施工的刚性防水层。刚性防水层应具有使混凝土缝隙自闭的功能，并可不设保护层；

4　梁端处应设置伸缩缝，伸缩缝除保证梁部能自由伸缩、转动外，还应有效防止桥面渗漏。中小跨度桥梁伸缩缝宽 60mm，固定伸缩缝的端挡墙应高于桥梁结构表面 100mm。伸缩缝宜采用耐腐合金伸缩缝，橡胶止水带应有良好的密水性、排水性和耐久性，并方便更换，边墙墙缝应嵌填建筑密封胶。

14.5.4　桥梁设置的伸缩缝应选用能自由伸缩的专用伸缩缝装置，包括耐腐蚀金属预埋件及防水、防老化的后装止水带。边墙墙缝应嵌填建筑密封胶。

14.5.5　对地漏、落水管、阻水条等疏排水装置于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。

14.5.6　宁波处于酸雨地区，高架结构不应采用硅酸盐水泥作为单一的胶凝材料，而应根据酸雨环境作用情况，考虑混凝土添加剂。混凝土除了采用以耐久性为主的高性能混凝土外，还宜采用硅烷或硅氧烷渗透性涂层或脂肪族聚氨酯涂层施作于混凝土结构外表面。

II　结构耐久性

14.6　一般规定

14.6.1　结构耐久性设计应以《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 为主，并同时参考《混凝土结构设计规范》GB50010、《岩土工程勘察规范》GB50021 及《混凝土结构耐久性设计与施工指南》（中国土木工程学会标准 CCES 01－2004（2005 年修订版）），结合轨道交通工程具体的工程地质和水文地质条件、结构构造形式、特点进行。

14.6.2　结构耐久性设计对象包括地下、地面及高架的永久结构。

14.6.3　结构耐久性设计应改善和加强新建轨道交通地下工程的质量，满足轨道交通钢筋混凝土结构工程设计使用年限要求。

14.6.4　结构耐久性设计应根据预先确定的钢筋混凝土结构耐久性设计要求的环境类别和环境作用等级，采取相应的根本措施和附加措施。

14.6.5　结构耐久性设计应充分采用合理的结构构造，便于施工、检查和维护，减少环境因素对结构的不利影响。

14.7　环境作用分类与作用等级

14.7.1　环境类别和环境作用等级的划分：

根据《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476及《宁波市轨道交通工程混凝土结构耐久性设计报告》（中交武汉港湾工程设计研究院有限公司，2009年10月），宁波绝大多数地区按一般环境进行耐久性设计，局部地区地下水存在氯离子及硫酸根离子侵蚀，应按氯化物（IV）环境和化学腐蚀（V）环境设计。

环境对钢筋混凝土结构的作用程度应采用环境作用等级表达，并应符合表14.7.1的规定。

表 14.7.1　　环境作用等级

环境作用等级 环境类别	A 轻微	B 轻度	C 中度	D 严重	E 非常严重
一般环境	I-A	I-B	I-C	—	—
氯化物环境	—	—	IV-C	IV-D	IV-E
化学腐蚀环境	—	—	V-C	V-D	V-E

注：　当结构构件受到多种环境类别共同作用时.应分别满足每种环境类别单独作用下的耐久性要求。

14.7.2　一般环境中的结构构件环境作用等级的确定：

1　处于一般环境中的混凝土结构构件，应按《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476 中表 4.2.1 确定环境作用等级；

2　宁波市轨道交通的地下结构环境作用等级划分在一般环境中应符合如下规定：

1)　常年处于地下水位以下，直接与水土接触的构件（如侧墙、顶板及底板等）均按长期湿润环境设计，环境作用等级为 I-B；

2)　不与地下水直接接触的构件（如地下车站中板等）应按室内干燥环境设计，环境作用等级为 I-A；

3)　处于地下水位变动区的结构应按干湿交替环境设计，环境作用等级为 I-C。

14.7.3　非一般环境中的构件环境作用等级的确定：

根据《宁波市轨道交通工程混凝土结构耐久性设计报告》及相关工程勘察资料，宁波局部地区地下水存在硫酸根离子及氯离子侵蚀。

1　硫酸根离子侵蚀下的构件环境作用等级的确定：

根据《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476，水（土）中的硫酸根离子对混凝土结构构件的环境作用等级可按表14.7.3确定。

表 14.7.3　　水、土中硫酸盐环境作用等级

作用因素 环境作用等级	水中硫酸根离子浓度 (mg/L)	土中硫酸根离子浓度 (mg/kg)
V-C	200~1000	300~1500
V-D	1000~4000	1500~1600
V-E	4000~10000	6000~15000

注：　① 表中与环境作用等级相应的硫酸根浓度，所对应的环境条件为非干旱高寒地区的干湿交替环境；当无干湿交替(长期浸没于地表或地下水中)时，可按表中的作用等级降低一级，但不得低于 V-C 级；对于干旱、高寒地区的环境条件可按《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476 第 7.2.2 条确定；

② 当混凝土结构构件处于弱透水土体中时，土中硫酸根离子的作用等级可按相应的等级降低一级，但不低于 V-C 级；

③ 对含有较高浓度氯盐的地下水、土，可不单独考虑硫酸盐的作用；

④ 高水压条件下，应提高相应的环境作用等级；

⑤ 表中硫酸根等含量的测定方法应符合《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476 附录 D 的规定。

2　氯离子侵蚀下的构件环境作用等级的确定：

水、土中氯离子对混凝土结构构件的环境作用等级可按《混凝土结构耐久性设计规范》

GB/T50476 中表 6.2.4 确定环境作用等级。

14.8 地下结构混凝土耐久性设计

14.8.1 混凝土材料要求：

1 混凝土及其配合比应符合以下要求：

1) 适当减少胶凝材料中水泥的用量，混凝土胶凝材料必须掺用优质粉煤灰和粒化高炉矿渣粉等矿物掺合料或矿物复合掺合料，掺量一般控制在 30%~50%，掺合比在不同季节宜作调整；

2) 车站内部结构（内衬墙、梁、柱、板）应采用聚羧酸类减水剂；管片混凝土必须采用聚羧酸类减水剂，并不得使用膨胀剂；

3) 混凝土原材料（水泥、矿物掺合料、集料、外加剂、拌合水等）中引入的氯离子总量，应不超过胶凝材料重的 0.06%；

4) 混凝土的配合比应按高性能混凝土的要求配制；

5) 混凝土的配合比和混凝土配制，在满足施工和易性要求，强度等级要求等基本要求外，应以混凝土密实性、抗渗透性、抗裂性能和抗碳化性能为主要控制指标。

2 混凝土胶凝材料应符合以下要求：

为达到混凝土高性能、高耐久性的要求，混凝土配制时应选用优质的水泥，性能优良的矿粉、粉煤灰等矿物掺合料。或者选用有上述二者复配形成的复合型胶凝材料；限制每立方米混凝土中胶凝材料的最低和最高用量，胶凝材料的技术性能要求如下：

1) 水泥：

(1) 宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥（其中管片宜用硅酸盐水泥）。其质量必须符合《通用硅酸盐水泥》GB175 的要求；

(2) 碱含量小于 0.60%。C3A 含量不宜超过 8%；

(3) 水泥比表面积≥300m²/kg，且≤350m²/kg（硅酸盐水泥）；

(4) 在确定最终水泥品种之前，应做水泥与所使用的掺和材料、外加剂等之间进行复配试验，以选用匹配的、性能优良的水泥。

2) 粉煤灰：

粉煤灰原材料必须符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T1596 标准中的 II 级灰以上标准。

3) 矿粉：

原材料必须符合《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣微粉》GB/T18046 的 S95 级以上要求。

3 混凝土中其他原材料必须符合以下要求：

1) 不得使用碱活性细骨料，要求使用中砂，品质符合《建设用砂》GB/T14684，细度模数 2.9~2.5 符合Ⅱ区颗粒级配。粒径 0.06mm 累计筛量不小于 65%，粒径 0.015mm 累计筛量不小于 95%，砂中含泥量≤1.5%，泥块含量≤0.5%，砂中氯离子含量≤0.02%。不得使用海砂、山砂及风化严重和多孔砂；

2) 不得使用碱活性粗骨料，要求使用碎石，品质符合《建设用卵石、碎石》GB/T14685，要求级配良好，最大粒径不得大于 38mm，建议粒径 5~25mm。碎石中氯离子含量≤0.02%，含泥量≤0.7%，泥块含量≤0.3%，吸水率≤1%，针片状含量≤8%；

3) 混凝土拌和用水，应使用不含有影响水泥正常凝结、硬化或促使钢筋锈蚀（Cl-含量<250mg/L）的饮用水，其品质符合《混凝土用水规范》JGJ63 的要求；

4) 外加剂的质量应符合《混凝土外加剂》GB8076 及相关规范规定。外加剂的使用应符合《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119 的规定。混凝土中采用的化学外加剂的氯离子含量应小于 0.02%（胶凝材料质量百分比）。

可根据混凝土性能要求，合理选择高效减水剂，并且与水泥、掺合料等胶凝材料的匹配性能良好。车站混凝土减水率应不低于 15%以上，管片用混凝土减水率应大于 20%。管片混凝土和车站混凝土宜采用聚羧酸类减水剂。

4 一般环境中不同结构构件的混凝土主要的耐久性参数应符合表 14.8.1-1 要求；

表 14.8.1.-1 一般环境下轨道交通混凝土耐久性主要技术指标

结构部位		最低混凝土强度等级	最大水胶比	最小胶材用量/kg/m^3	最大胶材用量/kg/m^3
地下车站结构	地下连续墙（永久结构）	C35	0.50	300	400
	顶、中、底板	C35	0.45	350	420
	顶、中、底板梁	C35	0.45	350	420
	内衬侧墙	C35	0.45	350	420
	柱	C40	0.43	360	440
	站台板	C30	0.45	350	420
盾构隧道	管片	C50	0.35	380	500
	联络通道	C35	0.45	350	420

注： ① 水胶比和胶凝材料用量应以满足结构设计对混凝土的各项指标为前提；

② 最小和最大胶凝材料用量以强度等级 42.5 普通硅酸盐水泥为基准，若使用更高标号的水泥可根据实际情况调整；

③ 混凝土中除水泥外，应掺入一定比例的优质粒化高炉矿渣微粉、粉煤灰等掺和材料组成复合型胶凝材料，提高混凝土耐久性能，并同时考虑混凝土的抗碳化性能要求。混凝土中掺合材料最大用量需要根据工程使用要求和条件予水胶比和胶凝材料用量应以满足结构设计对混凝土的各项指标为前提；

④ 车站附属结构及明挖区间参照车站结构混凝土要求进行。

5 氯化物环境中不同结构构件的混凝土主要的耐久性参数应符合表 14.8.1-2 要求；

表 14.8.1-2 氯化物环境下轨道交通混凝土耐久性主要技术指标

结构部位		最低混凝土强度等级	最大水胶比	最小胶材用量/kg/m^3	最大胶材用量/kg/m^3
地下车站结构	地下连续墙（永久结构）	C45	0.40	400	480
	顶板、底板	C45	0.40	400	480

结构部位		最低混凝土强度等级	最大水胶比	最小胶材用量/kg/m^3	最大胶材用量/kg/m^3
	内衬	C45	0.40	400	480
	室内梁、板、柱	C40	0.40	400	480
盾构隧道	管片	C50	0.33	400	520
	联络通道	C45	0.40	400	480

6　硫酸盐腐蚀环境中不同结构构件的混凝土主要的耐久性参数可参照氯化物环境中不同结构构件的耐久性参数。

14.8.2　混凝土结构构造要求：

1　裂缝宽度：

1)　一般环境下地下车站与地下区间工程的钢筋混凝土结构不得出现贯穿裂缝，其在荷载作用下横向裂缝允许值应符合表 14.8.2-1 规定；

表 14.8.2-1　一般环境中地下工程钢筋混凝土构件横向裂缝宽度允许值表

环境作用等级	构件裂缝允许宽度（mm）
I-A	0.3
I-B	0.3
I-C	0.2

2)　氯化物环境下的地下车站与地下区间工程在荷载作用下的横向裂缝允许值应符合表 14.8.2-2 规定；

表 14.8.2-2　氯化物环境中地下工程钢筋混凝土构件横向裂缝宽度允许值表

环境作用等级	构件裂缝允许宽度（mm）
IV-C	0.20
IV-D	0.20
IV-E	0.15

3)　硫酸盐腐蚀环境下的地下车站与地下区间工程在荷载作用下的横向裂缝允许值应符合表 14.8.2-3 规定；

表 14.8.2-3　硫酸盐腐蚀环境中地下工程钢筋混凝土构件横向裂缝宽度允许值表

环境作用等级	构件裂缝允许宽度（mm）
V-C	0.20
V-D	0.20
V-E	0.15

2　保护层厚度：

1)　一般环境中混凝土结构的保护层厚度的选取应符合表 14.8.2-4 的规定；

表 14.8.2-4　一般环境中不同部位混凝土结构最小保护层厚度要求

结构部位			环境条件	耐久性设计保护层厚度（mm）	目前设计采用保护层厚度（mm）
地	顶板、底板	迎土/水面	I-B	40	50

结构部位			环境条件	耐久性设计保护层厚度（mm）	目前设计采用保护层厚度（mm）
下结构		背土/水面	I-B	35	40
	中板	上侧	I-A	30	30
		下侧	I-A	30	30
	内衬墙	外侧	I-B	30	30
		内侧	I-B	30	35
	顶板梁、底板梁	迎土/水面	I-B	45	50
		背土/水面	I-B	40	40
	中板梁	上侧	I-A	30	40
		下侧	I-A	30	40
	站台板	上侧	I-A	20	25
		下侧	I-A	20	25
	柱			35	35
盾构隧道	管片	外弧	I-B	30	50
		内弧	I-C	25	50
	联络通道	外侧	I-B	30	40
		内侧	I-B	30	35

注： ① 混凝土保护层是指构件外表面到钢筋（架立筋、箍筋等）外表面的最短距离 (普遍反映达不到)；

② 如现设计方案中用的混凝土保护层厚度大于按耐久性设计所需的混凝土保护层厚度，则按目前已有设计值取用；

③ 本表中的混凝土保护层最小厚度已包括施工误差值；

④ 叠合墙的地墙内排筋和车站内衬墙外排筋位于中和轴处，故按构造取保护层厚度；

⑤ 对于同一部位构件，若同处于两种或两种以上的环境中，则混凝土性能应按最恶劣环境考虑，混凝土保护层厚度应不小于对应环境条件下的最小保护层厚度要求。

2) 氯化物环境中混凝土结构的保护层厚度的选取应符合表 14.8.2-5 的规定；

表 14.8.2-5 氯化物环境中不同部位混凝土结构最小保护层厚度要求

结 构 部 位			环境作用等级	最小保护层厚度（mm）
地下车站结构	地下连续墙	迎土/水面	部分Ⅳ-C，局部Ⅳ-D	55
		背土/水面	I-B（叠合墙）	35
	顶板、底板	迎土/水面	Ⅳ-C	45
		背土/水面	Ⅰ-B	35
	内衬侧墙	外侧	Ⅰ-B	45
		内侧	Ⅰ-B	35
	室内梁、板、柱		Ⅰ-B	35
盾构隧道	盾构管片	外弧面	Ⅳ-C	50
		内弧面	Ⅰ-B	50

结 构 部 位			环境作用等级	最小保护层厚度（mm）
	连接通道	外侧	Ⅳ-C	45
		内侧	Ⅰ-B	40

3) 硫酸盐腐蚀环境中混凝土结构的保护层厚度的选取可参照氯化物环境中混凝土结构的保护层厚度。

3 细部构造要求：

1) 所有结构接缝处应采取抗裂防渗的加强措施，防止渗漏；

2) 耐久性设计采用的混凝土保护层厚度已计入了施工允许误差，除地下连续墙外，保护层厚度施工允许偏差+5mm~+10mm，其中柱梁取 10mm，板墙取 5mm，若不符合要求，应做补救措施。为确保保护层精度，垫块布置必须有专门设计；

3) 不能使用冷加工钢筋和直径≤6mm 的钢筋作为受力钢筋；

4) 对预制构件（如钢筋混凝土管片等）的保护层厚度可减少 5mm；

5) 在钢筋混凝土构件中有部分长度暴露在外的吊环或紧固件、连接件等金属部件应采取附加防护措施使之在使用阶段与空气隔离；

6) 地下车站结构各层楼板与侧墙接界处（设置接驳器处），为确保混凝土施工密实性，要求竖向钢筋净距不小于 50mm（有接驳器区段的混凝土的粗骨料粒径 d 不大于 25mm）；

7) 施工缝、伸缩缝、诱导缝与各种接缝的位置应尽量避开可能遭受的最不利局部环境作用下的部位，并应有专项的抗裂防水设计；

8) 地下车站叠合墙的内衬施工应预先对钢支撑采取构造措施并有专项设计，并逐步做到标准化设计。

14.8.3 混凝土耐久性的附加措施：

根据使用环境条件的特殊要求、使用部位的实际耐久性状况，当采取耐久性设计根本措施不能满足设计基准期的使用要求时，应采取必要的附加措施：

1 局部区段的混凝土结构，若出现受氯离子（外部）和 CO2（内部）等侵蚀影响较大的情况，应采取涂覆有一定防腐蚀性的防水涂层或设置防水卷材，增强其防腐蚀、抗渗透性能。针对地下车站排风井结构内侧混凝土，因其经常处于较高浓度 CO2，温度较高且常出现冷凝水的情况，宜采取加涂抗碳化涂层措施。抗碳化的防水涂层宜为硅烷或硅氧烷类材料；

2 对结构裂缝渗水应按结构补强、止水和耐久性等要求，进行亲水环氧注浆补强、止渗处理，聚氨酯一般用于非结构裂缝堵漏处理。当结构裂缝渗水较大时，宜先用聚氨酯浆液做止水处理，然后再用亲水环氧做补强处理；

3 位于承压水层和微承压水地层的地下车站底板宜在混凝土中添加优质抗裂、防渗材料等措施；

4 对于工作井吊装孔等填孔混凝土应添加合成纤维。当结构顶板开设直径大于 5m 的圆孔或面积大于 24m^2 的方孔，洞口周边混凝土应添加钢锭铣削型钢纤维，以增强混凝土的抗裂性能；

5 所有盾构隧道地下区间的道床位置的管片嵌缝槽为防污泥、砂石落入，应按设计要求用聚合物水泥或聚合物水泥防水砂浆封填；

6　区间隧道联络通道内衬应设置塑料防水板或预铺防水卷材 P 类，与土工布组成复合防水层。不设夹层防水层的区间联络通道，拱顶与侧墙宜采用预拌自密实混凝土，以加强混凝土的减缩、抗裂性能。

14.9　地面及高架结构耐久性设计

14.9.1　混凝土材料要求：

1　一般环境条件下不同结构构件的混凝土主要耐久性配合比参数应符合表 14.9.1-1 要求；

表 14.9.1-1　一般环境中混凝土水胶比和胶凝材料用量

结构部位			最小强度等级	最大水胶比	最小胶凝材料用量 kg/m^3	最大胶凝材料用量 kg/m^3
地上结构	高架结构	主梁	C40	0.43	360	440
		盖梁	C40	0.43	360	440
		立柱、桥台	C40	0.43	360	440
		承台	C35	0.45	350	420
		灌注桩	C35	0.45	350	420
		道床	C40	0.43	360	440
	地面附属建筑	建筑梁、柱	C30	0.45	350	420
		建筑板	C30	0.45	350	420
		建筑基础	C35	0.45	350	420

2　氯化物环境条件下不同结构构件混凝土主要耐久性配合比参数应符合表 14.9.1-2 要求；

表 14.9.1-2　氯化物环境中混凝土水胶比和胶凝材料用量

结构部位			最小强度等级	最大水胶比	最小胶凝材料用量 kg/m^3	最大胶凝材料用量 kg/m^3
地上结构	高架结构	主梁	C40	0.43	360	440
		盖梁	C40	0.43	360	440
		立柱、桥台	C40	0.43	360	440
		承台	C35	0.45	350	420
		灌注桩	C45	0.40	400	480
		道床	C40	0.43	360	440
	地面附属建筑	建筑梁、柱	C30	0.45	350	420
		建筑板	C30	0.45	350	420
		建筑基础	C45	0.40	400	480

注：① 水胶比和胶凝材料用量应以满足结构设计对混凝土的各项指标为前提；

② 最小和最大胶凝材料用量以强度等级 42.5 普通硅酸盐水泥为基准，若使用更高标号的水泥可根据实际情况调整。

3　硫酸盐腐蚀环境条件下不同结构构件的混凝土主要耐久性配合比参数可参照氯化

物环境下不同构件的混凝土耐久性配合比参数。

14.9.2　混凝土结构构造要求：

1　一般环境条件下地面及高架结构的混凝土结构保护层厚度和强度等级宜符合表14.9.2-1 的规定；

表 14.9.2-1　混凝土结构最小保护层厚度及强度等级

结构类别				通常采用的混凝土强度等级	耐久性设计保护层厚度（mm）
地上结构	高架结构	主梁		C40~C50	≥d，且≥50（顶面及侧面预应力钢筋）；60（底面预应力钢筋）
		盖梁		C40~C50	35
		立柱、桥台		C40	45
		承台	上表面、侧面	C35	35
			下表面	C35	100
		灌注桩		C35	65
		道床		C40	35
	地面附属建筑	建筑梁、柱		C30	30
		建筑版		C30	20
		建筑基础	桩基础	C35	65
			浅基础	C35	40

注：① 混凝土结构保护层厚度是指混凝土构件外表面到最外排钢筋（包括主筋、分布筋、箍筋）表面之间的最小距离；

② 本表中的混凝土保护层最小厚度已包括施工误差值；

③ 当结构构件内、外两侧处于不同的环境作用等级情况下，内、外两侧的混凝土保护层厚度可分别取用；

④ d 为管道的直径。

2　氯化物环境及硫酸盐腐蚀环境下混凝土保护层厚度和强度等即可同等采用表14.9.2-1 中的设计值，但混凝土配合比设计和耐久性指标必须符合表 14.9.1-1、表 14.9.1-2 和表 14.9.1-3 的规定。

14.10　混凝土耐久性检验

14.10.1　混凝土碱含量检验：

在确定混凝土配合比之前，应按照现行标准《混凝土碱含量限值标准》CECS53:93 检验混凝土碱含量。

14.10.2　混凝土密实度、抗碳化、抗裂性检验：

确定配合比前，应进行原材料的氯离子含量等检测；此外，还应进行混凝土碱含量、氯离子含量、混凝土快速碳化深度、混凝土抗裂性、电通量和氯离子扩散系数的检测。混凝土碱含量应按照现行标准《混凝土碱含量限值标准》CECS53:93检验。施工中视需要还应增加

混凝土电通量等指标的检测频率。

14.10.3　混凝土耐久性检测指标与频度：

1　车站顶板、侧墙、底板、柱、排风井、区间联络通道等结构部位混凝土电通量指标值≤2000 库伦，区间管片混凝土电通量指标值≤1000 库伦；电通量检测频度：车站顶板、侧墙、底板为 2 次；柱、排风井、区间管片及联络通道为 1 次；

2　车站顶板、侧墙、底板氯离子扩散系数≤$4\times10^{-12}m^2$ /s（RCM 法检测），检测频度为 1 次；区间管片氯离子扩散系数≤$3\times10^{-12}m^2$ /s（RCM 法检测），检测频度为 1 次/区间；

3　车站排风井快速碳化深度≤2cm，检测频度为 1 次；区间管片快速碳化深度≤1cm，检测频度为 1 次/区间；

4　车站顶板、侧墙、底板、柱、排风井、区间联络通道等结构部位混凝土抗裂等级为 L-IV，检测频度为 1 次；区间管片混凝土抗裂等级为 L-V，检测频度为 2 次/区间；

5　当结构处于硫酸盐腐蚀环境时，宜增加针对结构的腐蚀性检测项目，具体指标根据工程实际情况而定。

14.10.4　混凝土结构裂缝和渗水状况的监测：

1　裂缝的常规检测：

除了按规定作混凝土抗裂性试验外，首先是现场肉眼观察混凝土表面裂缝，再用光学放大镜测量其宽度，并用图纸描述。必要时采用取芯样检测裂缝的深度；

2　建立混凝土结构裂缝的全过程监测制度：

对混凝土结构的裂缝在竣工前应有“裂缝分布图”外，在运营过程中对结构应定期进行监测，观察裂缝发展。同时，应建立结构的裂缝档案；

3　对车站与地下区间结构的渗漏水，在竣工前应有“渗漏水平面展开图”，据此进行渗漏水治理。治理措施与效果也应显示在图上，并应以此为基础，建立渗漏水及其治理档案。

15　供　电

15.1　一般规定

15.1.1　城市轨道交通供电系统包括：外部电源、主变电所（或开关站）、中压网络、牵引供电系统、动力照明供电系统、电力监控系统、杂散电流腐蚀防护、过电压防护及综合接地系统。

15.1.2　供电系统中压网络包括主变电所中压出线电缆、变电所间的中压联络电缆和变电所间保护光缆。

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

15.1.4　动力照明供电系统包括降压变电所与动力照明配电系统。

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

15.1.6　集中式供电中压网络等级宜采用 35kV。中压网络电压等级应结合用电容量、供电距离、城市电网现状及发展规划、与其它线路资源共享、运营管理等因素，经技术经济综合比较后确定。宜采用 110/35kV 二级降压、集中供电方式。

15.1.7　混合式供电的中压网络电压等级应与沿线城市电网电压等级相一致。

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

15.1.9　中压供电网络线路末端电压损失不宜超过 5%。

15.1.10　供电系统设计应根据建设要求，结合轨道交通线网规划，从可行性研究阶段开始会同市政府主管职能部门和电业部门协商确定下列内容：

1　主变电所设置位置及外电源方案；

2　主变电所一次接线方案；

3　城市电网近、远期的规划资料及系统参数；

4　近、远期外部电源容量及电压偏差范围；

5　外部电源的电能计量要求；

6　城市电网变电站出线继电保护与轨道交通供电系统进线继电保护的设置和时限配合；

7　电力调度要求及管理分工。

15.1.11　直流牵引供电系统电压及波动范围应符合表 15.1.11 的规定。

表 15.1.11　直流牵引供电系统电压及波动范围

系统标称值	最高电压值	最低电压值
1500V	1800V	1000V

15.1.12　动力照明配电系统标称电压采用 220V/380V。

15.1.13　列车牵引用电负荷应为一级负荷；动力照明等用电负荷按照其失电对人身、设备安全及运营的影响程度分为一级负荷、二级负荷和三级负荷。

1　一级负荷应由双电源双回线路供电，当有一个电源发生故障时，另一个电源应能向负荷正常供电；一级负荷中特别重要负荷，除由双电源供电外，尚应增设应急电源，下列电源可作为应急电源：

1)　蓄电池；

2)　供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路。

2　二级负荷宜由双电源单回线路供电；

3　三级负荷可由单电源单回线路供电，必要时可自动/手动切除。

15.1.14　供电系统构成和设备配置应满足列车牵引和动力照明用电需求。供电系统设计应根据远期运营高峰小时各类负荷的用电需求一次完成。经综合比较后，供电设备配置可以按近、远期分期实施，也可以按远期需求一次建成；土建规模应按远期预留，同时供电系统应预留线路延伸和与相邻线路资源共享的接口条件。

15.1.15　供电工程建设应体现以人为本、安全可靠、便于管理、节能环保、投资合理、资源共享的总体思路。

15.2　系统配置

15.2.1　每条独立轨道交通线路设 2 座或 2 座以上主变电所（含 35kV 开关站）,当与其它轨道交通线路相交或相邻时，应考虑主变电所资源共享。

15.2.2　每座主变电所应从城市电网引入两回相对独立的电源，至少有一回电源为专用电源。两回电源可引自不同的城网变电站；也可以引自同一城网变电站的不同母线。

15.2.3　供电系统不考虑一座主变电所全部解列、同时其 35kV 侧母线（包括环网电缆）故障的情况。

15.2.4　中压供电网络必须采用双回路电源向牵引变电所、降压变电所供电，两回电源应直接或间接引自主变电所的不同母线段或不同的主变电所。

15.2.5　牵引变电所、降压变电所应由两回互为备用的电源线路供电。正常情况下，两回电源线路分列运行。

15.2.6　正线牵引变电所的数量、容量及其在线路上的分布应按照远期高峰小时行车密度、车辆编组、车辆型式、车辆牵引特性、线路资料等基础条件进行设计，并应预留一定裕度。

15.2.7　车辆基地内应设置独立的牵引变电所，负责向车辆基地内的牵引网供电。

15.2.8　牵引变电所上网电缆、回流电缆的根数及截面，应根据大双边馈电方式下的远期负荷计算确定，但每个回路的电缆根数不得少于两根。

15.2.9　正常运行时，正线牵引网应采用由相邻牵引变电所构成的双边供电方式；除线路末端牵引变电所外，某中间牵引变电所退出运行时，应由相邻牵引变电所通过大双边供电方式越区向牵引网供电。不考虑相邻二座牵引变电所同时故障情况。

15.2.10　牵引供电系统应跟踪车辆再生能利用技术的发展，结合车辆、线路、运营间隔情况，经技术经济、环保、节能方面综合比较确定车辆再生能利用设置方案。

15.2.11　供电系统无功补偿应按降压变电所低压侧集中补偿的原则实施。

15.2.12　供电系统注入城市电网的谐波应符合现行国家标准《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549 的规定，必要时采取治理措施或预留治理措施的条件。供电系统谐波治理宜采用源头治理方式。

15.2.13　供电系统继电保护应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

15.2.14　继电保护设置应满足现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285 的规定，继电保护装置应力求简单。供电系统各级保护应相互协调配合。

15.2.15　自动装置应满足供电系统安全、可靠、灵活的运行要求。各级母线分段断路器自投装置应具有选择性。

15.2.16　变电所应采用综合自动化系统，主变电所、牵引变电所、降压变电所应按无人值守设计，但应考虑调试和运营初期有人值守的条件。

15.2.17　变电所应根据需要安装视频监视系统、门禁系统，并将信息送至管理中心，以便对变电所的运行状况进行实时监视。

15.2.18　电力调度系统通过变电所综合自动化系统实现对主变电所、牵引变电所、降压变电所主要电气设备的遥测、遥信、遥控及遥调，以及接触网上网电动隔离开关、接触网纵向联络电动隔离开关的遥信、遥控。

15.2.19　在满足电力调度功能要求的前提下，电力监控系统构成应具有高度的可靠性、灵活的扩展性、完备的自检性及良好的可维护性。

15.2.20　各级变电所主要用电回路应设置智能监测表计、电能质量监测装置及能耗监测管理系统。

15.2.21　110kV 系统接地按电业部门要求设置；35kV 系统为小电阻接地系统，单相接地短路电流按 1000A 或 600A（10 秒）设计；0.23/0.4kV 低压配电系统采用 TN-S 系统。

15.2.22　全线接地按综合接地系统进行设计，使全线形成统一的高低压兼容、强弱电合一的接地系统。满足人身安全及各类设备的工作接地、安全接地及防雷接地的要求。

15.2.23　以走行轨为牵引回流的轨道交通线路，应采取杂散电流腐蚀防护和监测措施。

15.2.24　杂散电流腐蚀防护与接地要求应统一考虑，当杂散电流腐蚀防护与安全接地发生矛盾时，应优先考虑安全接地。

15.2.25　在车辆基地、正线每隔 6～10 公里宜设置一处供电维修工区，对供电设备进行管理与维护。

15.2.26　有条件的车辆基地可采用太阳能光伏、风能并网发电等作为补充电源。

15.2.27　供电系统的电气设备应选用质量可靠、技术先进、经济、节能的成套设备和定型产品，并满足国家电磁兼容相关标准要求。应向小型化、无油化、自动化、免维护或少维护方向发展。

15.2.28　在地下使用的电气设备及材料，应选用防潮、低烟、无卤、阻燃或耐火的定型产品。

15.2.29　供电系统设备及电缆的敷设均不得侵入设备限界。

15.3 系统容量

15.3.1 正常运行方式下，满足牵引及动力照明所有负荷用电要求。

15.3.2 当主变电所的一回进线电源退出运行时，另一回进线电源应能承担该变电所供电范围内的一、二级用电负荷。

15.3.3 主变压器的数量与容量宜根据远期负荷计算确定，并在一台主变压器退出运行时其它主变压器应能承担供电范围内的一、二级负荷。

15.3.4 一座主变电所退出运行时，由相邻主变电所承担退出主变电所供电范围内的用电负荷，此时相邻主变电所应满足供电范围内牵引和动力照明一、二级负荷用电要求。

15.3.5 当牵引、降压变电所的一回进线电源退出运行时，另一回进线电源应能承担该变电所供电范围内的全部用电负荷。

15.3.6 牵引变电所内一套整流机组退出运行时，另一套整流机组可在允许过负荷条件下继续运行，承担该所供电范围内牵引负荷。

15.3.7 降压变电所的任一台配电变压器退出运行时，另一台配电变压器应能承担该所供电范围的一、二级负荷供电。

15.3.8 当车辆基地内的牵引变电所解列时，可由正线牵引变电所就近向车辆基地内的牵引网供电。

15.3.9 供电设备及供电电缆截面的选择应满足各种运行方式下供电负荷、供电质量的要求。

15.4 主变电所

15.4.1 结合宁波市轨道交通网络建设的规划，对主变电所的选址不仅要考虑到本工程上的经济合理，还要从轨道交通网络建设发展上考虑主变电所及 110kV 电源的资源共享。

15.4.2 主变电所应就近设置在轨道交通沿线和负荷中心，且便于设备运输。

15.4.3 城区内主变电所应按室内变电所建设。

15.4.4 主变电所高压侧与城市变电站之间应设置明显的电气分断点。

15.4.5 从城市变电站引至主变电所的电源线路宜采用电缆线路，郊区电源线路可采用架空线路引入。

15.4.6 引至同一主变电所的两回电缆线路应敷设在不同的电缆通路或同一通路的不同支架和管道内。

15.4.7 110kV 主变电所一次侧标称电压为 110kV，二次侧标称电压为 35kV。

15.4.8 主变电所 110kV 侧宜采用线路变压器组接线，35kV 侧应采用单母线分段，并设置带自投装置的分段断路器接线。

15.4.9 110kV 线路电压互感器宜加装隔离开关，便于电缆线路的耐压试验。

15.4.10 主变电所 35kV 馈出线数量应根据供电系统的要求确定。

15.4.11 轨道交通线路中每座主变电所应设置不少于 2 台的双线圈有载调压主变压器。

15.4.12 110kV 主变电所内 35kV 侧考虑装设无功补偿装置所需的条件。

15.4.13　为减少投入运营后再拼装 35kV GIS 开关柜的风险，共享主变电所内向其它线路供电的 35kV GIS 开关柜在主变电所建设时期应同步实施。

15.4.14　主变电所及需要长期有人值守的变电所 GIS 开关室应设置 SF6 泄漏监测、报警装置，且安装下部排风装置。

15.4.15　主变电所主变压器宜安装油色谱气体在线监测装置。

15.4.16　继电保护设置：

1　主变电所内的继电保护设置，应满足电业系统上级变电所对继电保护的要求；

2　主变压器保护：变压器差动保护、定时限过电流保护、零序过电流保护、重瓦斯保护、过负荷、轻瓦斯、油位异常、气压释放等保护，有载调压瓦斯保护；

3　35kV 进线保护：过电流保护、零序过电流保护等；

4　35kV 馈线保护：线路差动保护、过电流保护、零序过电流保护等；

5　35kV 分段开关保护：过电流保护、零序过电流保护等；

6　35kV 所用变和 SVG 保护：电流速断保护、过电流保护、零序电流保护、过负荷保护、变压器内部保护（变压器温度保护等）。

15.4.17　自动装置：

1　35kV 母线分段断路器应设置自投装置，自投功能可在当地/远方投入/撤除；35kV 母线分段断路器的自投应具有过流、零流闭锁条件；

2　交直流所用电系统应设置双电源自动切换装置。

15.4.18　低压交流所用电系统：

1　交流所用电系统宜采用单母线分段接线，并设置母线分段断路器，向全所交流所用电负荷供电。交流所用电系统进线电源接自两台所用电变压器 0.4kV 侧，两路电源互为备用；

2　交流所用电系统的重要信号通过直流所用电系统的智能监控管理单元送至控制信号屏。

15.4.19　直流所用电系统：

1　直流所用电系统采用单母线接线方式。从交流所用电系统引入两回进线电源，作为直流所用电系统的进线电源；

2　直流所用电系统由充电装置、蓄电池和馈线开关组成，输出电压为 DC220V 或 DC110V；

3　蓄电池组容量应满足交流停电 2h 变电所内经常性负荷、冲击负荷、应急照明负荷的放电容量及事故放电末期最大冲击负荷容量的要求；

4　直流所用电系统采用智能监控管理单元，并将相关信息送至控制信号屏。

15.4.20　主变电所的电气测量仪表设置应符合现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063 的有关规定，并能通过电力监控系统实现控制中心遥测。

15.4.21　主变电所 35kV 进线侧应配置具有谐波检测功能的智能化计量表计。馈线宜配备智能化计量表计。

15.4.22　变电所应采用变电所综合自动化系统，完成主变电所内的电气设备的控制、信号显示、传输功能，并通过电力监控系统进行控制中心电力调度系统的遥控、遥调、遥信和遥测。

15.4.23　主变电所由地方电力调度所和轨道交通控制中心两级管理。

15.4.24　主变电所内所有信息均应送至轨道交通控制中心和地区调度所。

15.5　牵引、降压变电所

15.5.1　一般规定：

1　牵引整流机组高压侧额定电压为 35kV，直流侧额定电压为 DC1500V；

2　每座牵引变电所设置两套12脉波牵引整流机组，并联运行构成等效24脉波整流。在条件允许的情况下，全线整流机组安装容量宜统一配置；

3　牵引整流机组的负荷等级应满足《地铁设计规范》（GB50157-2013）Ⅵ级负载要求，即：

100% 额定负荷——连续；

150% 额定负荷——2h；

300% 额定负荷——1min。

4　根据每座车站、车辆基地规模的大小和设备负荷分布情况，一般设置1～2座降压变电所。当设置 2 座及以上降压变电所时，一座为主降压变电所，其余为跟随式降压变电所；

5　较长区间隧道风井内可根据需要增设一座 35/0.4kV 区间跟随式降压变电所，负责风井内动力和照明设备的供电；

6　每座降压变电所内设置二台配电变压器，配电变压器一次侧额定电压为35kV，二次侧额定电压为 0.4kV；

7　整流变压器宜采用 Dy5d0，Dy7d2 接线组别，配电变压器宜采用 DYn11 接线组别的三相干式变压器。

15.5.2　主接线：

1　35kV侧宜采用单母线分段接线方式，设置母线分段断路器。每段母线设置一回进线，并根据供电系统要求设置向相邻变电所供电的出线回路；

2　两套牵引整流机组应接于同一段 35kV 母线，两台配电变压器分别接于两段 35kV 母线；

3　DC1500V 母线应采用单母线接线方式；

4　整流器与DC1500V正母线的连接应采用直流快速断路器；整流器负极宜通过手动隔离开关与 DC1500V 负母线连接；

5　DC1500V 馈线数量应根据供电系统要求设置，每回 DC1500V 馈线应设置一台小车式直流快速断路器；

6　跟随式降压变电所 35kV 进线侧宜采用线路变压器组接线方式；

7　跟随式降压变电所的配电变压器受电端宜设置隔离开关进行隔离，并采取误操作

防止措施；

8　降压变电所（含车站、区间及车辆基地内的跟随所）0.4kV 侧宜采用单母线分段接线方式，设置母联断路器；

9　降压变电所 0.4kV 侧同类型设备用电负荷宜集中在同一柜内配出线；

10　地下车站降压变电所每段母线应预留有人防专业所需容量的馈入回路，以备战时人防电源的接入。

15.5.3　正常情况下，变电所的两台配电变压器分列运行，每台变压器的负载率为不大于 70%；故障情况下，变压器的负载率应小于 100%。

15.5.4　同一线路两座主变电所之间的 35kV 联络供电链路上的每台断路器应设置电气闭锁条件。

15.5.5　牵引变电所电流型框架保护动作后，事发站直流快速断路器跳闸后应闭锁，同时联跳邻站直流快速断路器，但不闭锁邻站直流快速断路器。

15.5.6　牵引变电所电压型框架保护动作后，事发站直流快速断路器应跳闸，不联跳邻站。轨道电位限制装置与电压型框架保护的整定值应合理匹配。

15.5.7　牵引变电所馈线直流快速断路器发生自动重合闸闭锁后，在上网隔离开关已断开的条件下宜具备远动复位合闸检测功能。

15.5.8　接触网电动隔离开关应具备远方、站控及就地三级操作功能，并有相应闭锁功能。

15.5.9　降压变电所 0.4kV 进线断路器在满足判断条件下应具有来电自恢复功能。

15.5.10　降压变电所 0.4kV 馈线断路器的容量与现场配电断路器的容量不应出现倒置，上下级继电保护级差应合理配置。

15.5.11　降压变电所每段母线三级负荷总断路器及大容量三级负荷（如冷水机组）断路器应具有遥控功能。

15.5.12　变电所内应设置双电源动力、照明、检修配电箱，电源取自变电所交流屏。

15.5.13　车站同一套冷水机组及其辅助设备电源应成套接入同一段 0.4kV 母线。

15.5.14　继电保护设置：

1　35kV 进线、出线：线路纵差保护、过电流保护、零序电流保护；

2　35kV 母联：过电流保护、零序电流保护；

3　35kV 馈线（整流机组）：电流速断保护、过电流保护、过负荷保护、零序电流保护、整流变压器温度保护、整流器内部保护（整流器二极管快速熔断器保护、整流器交/直流侧过电压保护、温度保护）；

4　35kV 馈线（35/0.4kV 配电变压器）：电流速断保护、过电流保护、零序电流保护、过负荷保护、变压器内部保护（变压器温度保护等）；

5　DC1500V 进线直流快速断路器，宜设置大电流脱扣保护、逆流保护；

6　直流 1500V 馈线：大电流脱扣保护、电流速断保护、电流增量 ΔI 保护、电流上升率 di/dt 保护、过电流保护、接触网热保护、双边联跳保护；

7　0.4kV 进线：电流速断保护、短延时过电流保护、长延时过载保护、进线失压保护、接地保护；

8　0.4kV 母联：电流速断保护、短延时过电流保护；

9　0.4kV 三级负荷总开关：电流速断保护、短延时过电流保护、长延时过电流保护、设置失压脱扣装置（与另一段母线的三级负荷总开关联锁跳闸）；

10　0.4kV 馈线开关：150A 以上大容量馈线回路应设置电流速断保护、短延时过电流保护、长延时过电流保护；

11　当变电所设有多组继电保护定值时，应能通过 SCADA 系统实现继电保护定值组的远程自动切换。

15.5.15　自动装置：

1　变电所 35kV 母线分段断路器应设置自动投入装置，自投功能可在当地/远方投入/撤除；

2　DC1500V 馈线应设置具有能判断故障性质的自动重合闸装置；

3　变电所 0.4kV 侧母联应设置自动投入装置，自投功能可在当地/远方投入/撤除；

4　交流所用电系统进线应设置双电源自动切换装置。

15.5.16　控制与信号：

1　应采用变电所综合自动化系统完成所内的控制、信号显示、传输功能，并通过电力监控系统进行控制中心电力调度系统的遥控和遥信；

2　变电所内主要电气设备宜采用三级控制方式：就地控制（设备本地控制）、变电所综合自动化控制信号屏控制、控制中心电力调度系统远方控制；

3　变电所内需要监控的设备对象应包括：35kV 开关柜、DC1500V 开关柜、所内及上网电动隔离开关、轨电位限制装置、0.4kV 进线、母联及三级负荷总开关、大容量直供冷水机组回路开关等；

4　变电所综合自动化管理系统应具备下列功能：

1)　保护、控制、信号、监视、测量功能；

2)　电源自动转换功能、自动装置的投入/撤除、必要的电气闭锁安全功能；

3)　开放的通信接口功能、通信规约转换功能；

4)　与电力监控系统对时功能、程序操作功能；

5)　装置故障自检功能、事件序列记录、故障录波；

6)　保护定值组显示以及保护定值组的切换；

7)　变电所与控制中心显示的现场故障信息报文内容、名称应统一。

5　变电所综合自动化系统的所内通信网络宜采用光纤通信介质线缆；

6　所有信号应能在开关柜当地显示，也能在控制信号屏上显示，并能通过电力监控系统将数据送往控制中心；

7　断路器故障跳闸时，故障电流值应由 SCADA 系统上传至控制中心和复示系统；

8　变电所远动终端故障信号应进行分类处理，继电保护类故障信号应设单独的存储单元保存。

15.5.17　测量与计量：

变电所的电气测量仪表设置应符合现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T50063 的有关规定，所有测量和计量值均应能在开关柜当地显示并通过变电所综合自动化系统及能耗监测系统将数据送往控制中心和能耗监测中心。

表 15.5.17　变电所电气测量仪表设置表

序号	设置位置	电流	电压	有功功率	有功电度	无功功率	无功电度	谐波	最大需量 MD	频率	功率因数
1	35kV 进、出线	√	√								
2	35kV 母线		√								
3	35kV 馈线	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
4	DC1500V 进线	√	√								
5	DC1500V 母线		√								
6	DC1500V 馈线	√									
7	回流线	√									
8	直流屏母线		√								
9	钢轨电位限制装置		√								
10	0.4kV 进线	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
11	0.4kV 母线		√								
12	0.4kV 馈线	√									
13	0.4kV 三级负荷总开关	√	√	√	√	√	√		√		
14	无功补偿柜	√	√								√
15	有源滤波柜	√	√					√		√	√

1　35kV 侧整流变压器馈线应配置具有谐波检测功能的智能化计量表计；

2　35kV 侧配电变压器馈线和引至跟随所的 35kV 馈线宜配置智能化计量表计；

3　变电所 0.4kV 侧进线应配置具有谐波检测功能的智能化计量表计、照明母线、电扶梯母线、三级负荷总开关应配置智能化计量表计；

4　车站降压变电所（含跟随所）0.4kV 开关柜以下馈线回路宜配置智能监测表计：

1)　通风环控系统馈线回路；

2)　冷水机组馈线回路；

3)　民用通信馈线回路；

4)　弱电 UPS 综合电源馈线回路；

5)　商业广告照明馈线回路；

6)　车站资源开发馈线回路；

7)　对于其他需要监测能耗的回路，根据需要配置。

5　车辆基地内单个建筑实体应设置计量，车辆基地内需要监测的馈线回路，在满足能耗监测和分析的条件下，各监测智能表计宜集中设置在降压变电所及跟随所内 0.4kV 馈出回路上；

6　智能计量表计的主要监测内容：电流、电压、有功功率、无功功率、有功及无功电度、功率因数等相关的参数；

7　各回路设置的智能化计量表计均应采用带有通讯接口的多功能数字仪表，并可通过监测网络将测量数据上传至能耗监测中心。

15.5.18　无功功率补偿与谐波治理：

1　降压变电所应采用低压侧集中设置自动无功补偿装置。补偿的功率因数自动可

调，使供电检测点的 cosϕ≥0.9，并防止向系统反送无功；

2　为减少由于低压侧非线性负载设备产生的谐波对其它设备系统的干扰，地下车站降压变电所 0.4kV 侧两段低压母线上宜并联设置有源滤波装置；

3　无功补偿装置和有源滤波装置的安装，按照先滤波后补偿的原则进行。

15.5.19　交流所用电系统：

1　交流所用电系统采用单母线接线方式，从降压变电所 0.4kV 两段母线分别引入一回电源，作为交流所用电系统的进线电源，两回进线电源互为备用，并设置双电源自动切换装置，向全所交流所用电负荷提供电源；

2　牵引变电所及与其合建的降压变电所合用一套交流所用电系统；

3　交流所用电系统的重要信号通过直流所用电系统的智能监控管理单元送往控制信号屏。

15.5.20　直流所用电系统：

1　直流所用电系统由充电装置、蓄电池、电压调整装置、馈线开关、测量仪表及智能监控管理单元等成套装置构成；

2　直流所用电系统的充电装置应从交流屏引入一路电源，馈出母线宜采用单母线接线方式，输出电压为 DC220V 或 DC110V；

3　正常运行时，充电装置应负责全所直流负荷用电，蓄电池处于浮充状态；交流电源失电后，由蓄电池供电；

4　蓄电池组容量应保证停电 2h 变电所内经常性负荷、冲击负荷的放电容量及事故放电末期最大冲击负荷容量（按 4 台断路器同时动作考虑）的要求；

5　交直流所用电系统的重要信号通过直流所用电系统的智能监控管理单元送至控制信号屏；

6　直流所用电系统应采用智能监控管理单元，支持网络连接，可通过与变电所综合自动化系统的通信网络完成控制中心对直流所用电系统的监控功能。

15.5.21　变电所设备用房设置：

1　地下车站变电所宜设置在站台层；地面和高架车站变电所宜设置在地面层；

2　独立设置的变电所应靠近线路，该所与轨道交通线路之间应设置专用的电缆通道；

3　变电所设置宜靠近车站负荷中心，便于设备运输、电缆线路引入、引出；地下车站应尽可能保留吊装孔洞，以便于设备更换、运输；

4　降压变电所均应与同址的牵引变电所合建为牵引降压混合变电所；

5　为便于运营维护管理，各设备用房应集中设置；

6　设备房屋不宜靠近积水场所，不应设置在有给排水管房间（如卫生间、冷水机组设备房）的下方；设备房内禁止水管穿过，并应避免与变电所无关的管线存在；变电所室内顶部装修不宜做吊顶；

7　设备房下方应设置电缆夹层，高架、地面车站电缆夹层高度一般不应小于 2.0m，当有困难时局部净高不应小于 1.4m（至梁底），其地面应有一定的斜度(3‰)；

8　变电所电缆夹层应设置人孔和爬梯，并安装盖板、简易拉手，便于电缆敷设和检

修；变电所电缆夹层与外部应做适当的防盗隔离措施；

9　电缆沟不宜穿越道床，以免电缆浸水；

10　变电所电缆夹层、电缆沟、电缆通道应采取防水排水措施；集水坑不应设置在变电所电缆夹层内；车辆基地内电缆沟及电缆隧道，应设置固定的自动排水系统；

11　变电所房间的高度应满足电气设备带电安全距离及检修维护操作空间的要求，且应尽量避免净空超高；

12　变电所开门的位置及尺寸应满足设备运输、安装、运营巡视的要求；长度大于7m 的设备室应设置两个出口，并宜布置在设备室两端；

13　变压器室、配电室、控制室的门应向外开启，变电所相邻设备房之间应设置双向开启或向低压方向开启的门；

14　变电所的门窗应采用阻燃材料，并应满足其房间防火等级要求；

15　变电所门窗应防灰尘、防雨水及防止小动物进入；

16　变电所附近应具备上下水条件，便于变电所内的日常保洁；

17　牵引变电所、降压变电所等设备房内的地坪应采用高标号水泥抹面压光地面或水磨石地面；

18　变电所房间的设置应满足表 15.5.21 的要求。

表 15.5.21　变电所房间设置要求

设备房屋种类	房间数量	设备的布置
整流器变压器室	2 间	整流变压器
高压、直流开关柜室	1 间	35kV 高压开关柜、直流开关柜、整流器、负极柜、隔离开关柜、轨电位装置、排流柜等
低压开关柜	1 间	0.4kV 低压开关柜、配电变压器
控制室	1 间	控制屏、变电所交直流电源屏
变电所检修备品间	1 间	

15.5.22　房屋及设备平面布置要求：

1　变电所设备布置应满足现行国家标准《35～110kV 变电所设计规范》GB 50059 或《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 的规定；

2　设备房屋应满足不同种类设备分类布置的要求，并应充分考虑各设备间的电气联系，工艺流向合理，电缆敷设路径顺畅；

3　设备用房面积及设备布置应根据工艺要求进行设置；

4　配电装置及裸露导体上方不应布置灯具和明敷线路；

5　环控系统总风管的进口不应从变电所的屋内进入；

6　设备房内送、排风管及风门的设置均应避开设备的正上方；

7　变电所内的设备布置应满足方便设备安装、运营巡视、操作、搬运、故障抢修、试验和监测的要求；

8　变电所内应预留牵引、动力变压器故障时进行更换的运输通道；

9　设在地下区间内的变电所宜设螺旋式楼梯可进入，便于运营检修；

10　区间隧道风井内降压变电所应设置进出的便利通道；

11　整流变压器与整流器宜就近对称布置，两套整流变压器与整流器间的连接电缆长度应尽量一致；

12　排流柜、钢轨电位限制装置宜布置在直流开关设备附近；

13　牵引系统 DC1500V 正、负极设备应采用对地绝缘安装，对地绝缘电阻应≥1 兆欧；

14　地面变电所整流变压器室应考虑良好的通风散热措施，高低压开关柜室及控制室应安装通风空调设施，满足防尘和温湿度要求；

15　地下变电所整流变压器室、高低压开关柜室及控制室应安装通风空调设施，满足防尘和温湿度要求；

16　设备布置应考虑设备预留孔洞与支撑梁的位置关系，并根据需要设置必要的吊装孔。同时，应考虑设备运输路径的尺寸及设备荷载的要求；

17　变电所内或附近应设置电缆竖井，供楼层间电缆的穿越联系。电缆敷设完毕后，在电缆穿越隔墙、楼板的孔洞处，实施防火封堵；

18　地面变电所室内地面应高出室外地坪，避免室外积水倒灌进室内；

19　地面变电所门窗、空调室外机等应有防盗设施；

20　开关柜类设备的基础预埋件的水平度应满足 1‰的要求。

15.5.23　变压器巡视维护通道要求：

表 15.5.23　变压器巡视维护通道要求

设备名称	通道名称	数值（mm）
整流变压器	巡视维护通道	1500
	距墙面及侧面物体净距	≥1000
	变压器带电体距其上方构建物的净距	≥500
配电变压器	巡视维护通道	1500
	外壳距墙净距	≥800

15.5.24　配电装置室内布置的通道应符合下列规定：

1　室内布置的配电装置应设置通道，其通道宽度应满足运输部件的需要，但不宜小于 1.5m；

2　配电装置室内各种通道的最小宽度 (净距)应符合表 15.5.24 的规定。

表 15.5.24　配电装置室内各种通道的最小宽度

布置方式	通道种类		
	维护通道(mm)	操作通道(mm)	
		固定式	可抽出式
设备单列布置	800	1500	单车长+1200
设备双列布置	1000	2000	双车长+900

注：① 通道宽度在建筑物的墙柱个别突出处，可缩小 200mm；

② 抽出式开关柜不需要就地检修且配电室的检修空间满足抽出式设备方便抽出和检修时，可不再考虑车长；

③ 固定式开关柜靠墙布置时，或一端侧面靠墙布置时，与墙的距离宜取 50mm；

④ 采用 35kV 手车式开关柜时，柜后通道不宜小于 1000mm。

15.5.25　电气设备选择：

1　设备型式应优先选用工艺成熟、技术先进、质量可靠、无维修或少维修、节能环保、有成功运行经验的国产化设备；

2　变电所同类设备选择力求一致，以便于运营维护、管理。所选设备应具备适当的后期扩展性；设备满足宁波地区的环境条件；

3　在地下使用的电气设备及材料，必须选用无自爆、低损耗、低烟、无卤、阻燃或耐火的定型产品。具有体积小、低噪音、防潮等特点；

4　应选用具有防尘、防腐蚀、防潮、防霉、防震、抗电磁干扰和静电能力的设备，以保证在轨道交通环境中安全、可靠运行；

5　35kV 交流开关柜采用户内气体绝缘金属封闭式开关柜（GIS）；

6　牵引变电所整流机组容量宜为 3000kW、2500kW、2000kW；

7　配电变压器宜选用环氧树脂浇注干式自然风冷变压器，并应配置强迫风冷的条件；

8　整流变压器的空载励磁涌流应小于等于其额定电流的 6.0 倍；

9　引入整流器的二次回路电源应采取有效的电隔离措施，防止整流器内部短路故障时，造成二次回路直流保护/控制电源失电；

10　直流快速断路器的性能应符合 IEC61992-2 标准；

11　直流馈线断路器应选用能分断系统设计要求的短路电流和感性小电流的小车式快速断路器；

12　每座牵引变电所内宜备用一台直流快速断路器；

13　变压器温度保护跳闸应选用继电器得电驱动的方式；

14　0.4kV 开关柜宜选用抽屉式与固定分隔式相结合的混装式开关柜。0.4kV 进线及母联断路器为框架式；

15　降压变电所 0.4kV 开关柜出线回路宜设置≥8E 的馈线分隔单位；

16　交直流电源屏选用技术成熟、工艺先进、运行可靠、维护方便、智能化程度高的产品；

17　对于设置在线路区间的牵引变电所应考虑适当的防盗措施。

15.6　动力照明配电

15.6.1　轨道交通动力照明负荷按其不同用途、重要性或用电设备对供电可靠性的要求分为三级。

1　一级负荷：应急照明、变电所操作电源、变电所维修电源、防灾自动报警系统设备、消防系统设备、地下站厅站台照明、排烟系统用风机及电动阀门、通信系统设备、乘客信息系统设备、信号系统设备、电力监控系统设备、综合监控系统设备、环境与设备监控系统设备、门禁设备、自动售检票系统设备、兼作消防疏散用的自动扶梯、屏蔽门或安全门、防护门、防淹门、雨水泵等；

其中应急照明、变电所操作电源、电力监控系统设备、防灾自动报警系统设备、通信系统设备、信号系统设备为特别重要负荷；

2　二级负荷：地上站厅站台照明、地下车站附属房间照明、出入口风井排水泵、非消防疏散用的自动扶梯、普通风机、重要电气设备用房的空调机、电梯、污水泵、设备房检修电源、区间检修电源等；

3　三级负荷：空调制冷及水系统设备、电茶水炉、广告照明、清洁设备、电热设备等。

15.6.2　集中成片布置的小容量一级负荷可共用一个双电源切换箱。

15.6.3　正常运行情况下，用电设备端电压偏差允许值（以额定电压的百分数表示）应符合下列条件：

1　动力设备，正常情况：±5% ；

2　照明设备，一般情况：±5%；

3　区间照明，＋5%～－10%。

15.6.4　动力照明配电系统设计应安全可靠，技术先进，经济合理，接线简单并具有一定的灵活性，维护管理方便。

15.6.5　动力负荷和照明负荷应分开配电。

15.6.6　动力照明配电应将单相负荷尽量均匀地分配到三相电源的各相上，使三相负荷趋于平衡。

15.6.7　动力照明配电系统设置的各类插座回路均应设置人身保护的漏电保护开关。

15.6.8　动力配电设计应符合下列规定：

1　按负荷分级的要求进行配电；

2　车站动力设备宜采用放射式配电方式。区间动力设备宜采用放射式和树干式相结合的配电方式；

3　车站环控负荷中心附近应设置环控电控室，环控设备由环控电控室集中配电；

4　冷水机组等单机容量特大的负荷，虽属三级负荷，应直接由降压变电所的一、二级负荷母线供电，必要时自动/手动切除；

5　环控电控室设备宜采用智能化低压配电装置。环控配电系统的一次主要元件应力求统一，二次控制应按通用图要求设计；

6　同一回路上下级配电开关应选用低压断路器，并进行设计配合；下级配电回路若仅起隔离作用时，可选用负荷开关（或熔断器）；

7　若下级配电使用负荷开关（或熔断器），则其后一级的配电必须是低压断路器；

8　在相邻车站站台端部上、下行线洞口处应各设一个区间检修电源配电箱，便于进出隧道时控制检修电源的分合；

9　区间动力配电以区间中心线为界，应由相邻就近的车站降压变电所供电；

10　环控电控室内成排布置的低压柜，其长度超过 7m 时，柜后的通道应设两个出口，并应布置在通道的两端。当两个出口之间的距离超过 15m 时，应增加一个中间出口；

11　成排布置的低压配电柜，其柜前柜后的通道最小宽度应不小于表 15.6.8 所列数据；

表 15.6.8　低压柜前后的通道最小宽度

布 置 方 式	柜前操作通道(mm)	柜后维护通道(mm)
固定柜单排布置	1500（1300）	1000（800）
固定柜双排面对面布置	2000（1800）	1000（800）
固定柜双排背对背布置	1500（1300）	1500（1300）
单面抽屉柜单排布置	1800（1600）	1000（800）
单面抽屉柜双排面对面布置	2300（2000）	1000（800）
单面抽屉柜双排背对背布置	1800（1600）	1000（800）
注：括号内的数据为受到建筑平面限制、通道内有柱等局部突出物限制时采用的宽度。		

12　道岔附近、区间每隔 100m 应设一动力插座箱，供区间维修用电，容量为 15kW，每路仅考虑一组使用，插座箱应设漏电开关保护，防护等级为：IP55；

13　车站公共区宜每隔 30m 左右设置供清扫机械等使用的单相电源插座；

14　位于排热、排烟风道内的配电控制柜（箱）及电线电缆应满足该处环境的特殊要求；

15　在发生火灾时，应在变电所低压柜按 FAS 要求切除与消防电源无关的馈线回路；

16　全线同类型动力设备的控制箱(柜）接线设计应统一；

17　地下区间联络通道附近可预留救援应急排水用电源箱。

15.6.9　动力设备控制应符合下列规定：

1　根据各专业工艺要求选择对动力设备的控制方式，可采用就地控制、距离控制、自动控制。同类环控设备的控制原理及接线应全线统一；

2　自动控制宜采用可编程控制器(PLC)完成；

3　车站动力设备的起动要求应满足规范规定；当单机容量较大(≥75kW)，启动时产生电压降影响其它供电负荷时，应采用软起动方式；

4　区间动力设备以直接起动为主，直接起动的压降影响其他设备运行时，应采用软起动方式或其他补偿措施；

5　车站内设有多台事故风机时，应考虑事故风机的错时启动；

6　环控设备中回排风机、组合式空调箱及排热风机等应结合工艺要求采用变频控制；

7　车站冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵及冷却塔等应结合工艺要求采用变流量智能控制技术进行控制；

8　车站控制室或防灾报警室内应设置消防设备的直接启动装置；

9　根据各专业工艺特点及控制要求预留与 BAS、FAS 系统的接口。

15.6.10　照明配电设计应符合下列规定：

1　车站照明设计应选择节能型光源及高效灯具，合理选择照明方式和控制方式，照明标准应符合现行国家标准《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的规定；

2　车站照明包括站台站厅一般照明、设备房管理房照明、标志照明、应急照明（备用照明、疏散照明）、出入口照明、广告照明、安全照明等；

3　车站及区间照明的平均照度及功率密度标准应符合表 15.6.10 的要求；

表 15.6.10　车站及区间照明的照度标准表

序号	场所		参考平面及高其度	正常照明平均照度值（LX）	疏散照明（LX）	备用照明照度 LX）	功率密度值（W）
1	地下站	站厅公共区	地 面	200	5		≤7
		站台公共区	地 面	150	5		≤7
2	高架站	站厅公共区	地 面	150	5		≤7
		站台公共区	地 面	100	5		≤7
3	出入口、通道，楼梯		地 面	150		≥15	≤7
4	自动售票机、售票亭		台 面	300		≥150	≤9
5	车站/消防控制室		台 面	300		≥150	≤9
6	变电所、配电室、通号等设备用房		1.5m 垂直面	150		≥75	≤7
7	管理用房		台 面	300		≥30	≤9
8	泵房、风机房		地面	100		≥10	≤6
9	区间隧道、地面/高架线		轨平面	5			
10	地下线路渡线、岔线、折返线等道岔区段		轨平面	150			

4　变电所、配电室、站长室、车站控制室、消防泵房、环控电控室、通信机房、信号机房等火灾时需要继续工作的房间备用照明照度应不低于正常照明照度值的 50%；

5　照明配电宜采用放射式配电与树干式配电相结合的方式，并以树干式配电为主；

6　车站公共区照明电源应由降压变电所二段母排分别引来，交叉供电；

7　车站公共区照明宜由站厅、站台二端照明配电室内的配电装置按照供电范围及照明种类要求分回路供电；

8　变电所与车站的应急照明应分开设置；

9　站厅、站台、出入口、换乘通道、车站附属房间等照明配电回路应分别设置；车站标志照明由照明配电总箱的专用回路供电；

10　以照明等单相负荷为主的低压配电线路，中性线截面不应小于电流最大一相导线的截面，同时应考虑谐波电流的影响；

11　变电所电缆夹层、站台板下（高度低于 1 .8m）和折返线检查坑内的照明应采用 36V 安全电压供电，采用防水、防潮的 36V 灯，同时站台板下 36V 照明配电箱设在配电室内；

12　区间隧道内照明以区间中心里程为界，分别由相邻就近车站的降压变电所供电，区间照明配电采用树干式为主的方式；

13　车站站台、站厅、楼梯、安全通道及通道转弯处应设置灯光安全疏散标志，布置间距不应大于 15m；袋形走道区，不大于 10m；走道转弯区，不大于 1m；

14　区间一般照明和应急照明采用 AC380/220V 供电，疏散指示采用 36V 安全电压供电；

15　车站站台端部上、下行线洞口处各设一个区间照明总配电箱，可就地控制、远程控制；

16　地下区间每隔 100m 设一个一般照明配电箱和一个应急照明（含区间疏散指示照明）配电箱，配电箱应采用不锈钢材质，外壳防护等级 IP55；

17　区间敞开段和进出洞口的部位应按上、下行线路分回路设置过渡照明，且在站台端部可控；

18　地下线路渡线、岔线、折返线等道岔区段设置的工作照明应采用单独照明配电回路供电；

19　正常情况下，车站公共区及区间的应急照明由变电所交流电源供电。在两路交流电源均失电的情况下，由照明配电室的 EPS 应急照明屏直接为应急照明提供电源，标准车站两端各设一套 EPS 应急照明屏；

20　在车站各房间设有一定的单相安全插座，个别房间设三相插座；

21　地下区间一般照明每隔 10m 设一盏照明灯具，应急照明每隔 10m 设一盏应急照明灯具，一般照明与应急照明灯具比例为 1：1；

22　车站公共区照明光源应采用光效高、寿命长、显色性好的细管径、配用电子镇流器的新型节能灯；

23　地下区间一般照明和应急照明灯具应选择节能灯；

24　照明灯具采用一类灯具时，其灯具的外露可导电部分应可靠接地；

25　灯具及附件均应布置在车辆限界以外；

26　地面及高架区间宜采用与接触网支柱共杆设置照明灯具的方式。

15.6.11　照明配电控制应符合下列规定：

1　在照明分支回路中不应采用三相低压断路器对三个单相分支回路进行控制和保护；

2　地下车站公共区及区间隧道的应急照明应连续工作，不设就地控制；

3　车站公共区照明以车站站厅或站台中心线为界，半个站厅或站台为一个控制单元。站厅层可做到 1/6～1 共分 6 档灵活可控，站台层可做到 1/4～1 共分 4 档灵活可控，且都要求做到照度均匀；

4　车站出入口、高架车站站厅站台等照明，在有自然采光的区段应设单独照明回路宜采用光控方式；

5　为满足运营管理及节能要求，除照明配电室内开关分组集中控制外，宜采用智能照明控制系统对车站照明、区间照明进行多种模式的控制，并留有与 BAS 系统通讯的接口，BAS 系统可对车站、区间照明系统进行模式选择控制。

15.6.12　动力照明配电系统保护设置：

1　动力照明配电线路应根据不同的故障，设置不同的保护装置，一般应设置短路保护、过负荷保护、接地故障保护。配电线路的保护应符合国家现行标准《低压配电设计规范》GB50054 的有关规定。

2　动力照明配电系统的各级保护之间应有选择性配合。自变压器二次侧至用电设备之间的低压配电级数一般不宜多于三级，但对非重要负荷供电时可超过三级。

15.6.13　设备选型应符合下列规定：

1　设备选型应立足于国产化。首选技术可靠、防火、防潮、防霉及低噪音、低损

耗、成熟并经过长期运营考验、性能稳定的设备；

2　动力照明配电系统所选用的电器，应符合国家现行的有关标准，并应符合下列要求：

1)　额定电压与所在回路标称电压相适应；

2)　额定电流不小于所在回路的计算电流；

3)　额定频率与所在回路的频率相适应；

4)　适应所在场所的环境条件；

5)　满足短路条件下的动稳定与热稳定的要求。用于断开短路电流的电器，满足短路条件下的通断能力。配电回路的断路器宜有限流及隔离功能。

3　区间照明应选用具备防震、防火、防水防尘、防霉及低噪音、低损耗性能的灯具，灯具外壳的防护等级宜为 IP65。

15.7　电缆

15.7.1　城市轨道交通电力电缆的选型及敷设应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157、《电力工程电缆设计规范》GB50217、现行建设部标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 的要求。

15.7.2　地下区段的电力电缆应采用低烟、无卤、阻燃铜芯电缆；高架及地面区段的电缆宜采用低烟、低卤、阻燃铜芯电缆。

15.7.3　**地下区段的电线电缆应采用铜芯、低烟、无卤、阻燃、低毒、铠装电缆。**

15.7.4　控制电缆选用低烟、无卤、阻燃、屏蔽电缆。

15.7.5　用于地面及高架区段敷设的电缆应具有防紫外线的性能。

15.7.6　**在火灾时仍需供电的电缆应采用铜芯、低烟、无卤、阻燃交联聚乙烯耐火电缆或矿物绝缘电缆。**

15.7.7　中压供电网络必须采用电缆线路，35kV 电缆宜采用交联聚乙烯绝缘非磁性铠装单芯铜电力电缆。

15.7.8　中压环网两回电缆线路应分设在不同的电缆路径上或敷设在同一电缆路径的不同支架和管道内。

15.7.9　环网电缆应尽量利用轨道交通既有土建结构敷设；无既有土建结构的地段，宜单独设置电缆敷设构筑物。中压电缆中间接头不应设在车站站台板下。

15.7.10　电缆在同一通道中位于同侧的多层支架上敷设时，宜按电压等级由高至低的电力电缆、控制电缆的顺序排列。当条件受限时，1kV 及以下电力电缆可与控制电缆敷设在同一层电缆支架上。

15.7.11　单洞单线隧道内的电力电缆和控制电缆，应敷设在沿行车方向的左侧。单洞双线隧道内的电力电缆和控制电缆，宜布置在隧道壁两侧。

15.7.12　高架或地面区段的电力电缆与控制电缆，应敷设在电缆支架上或电缆沟槽内。

15.7.13　电缆在高架桥上或地面线路采用支架明敷时，宜有罩、盖等遮阳措施。遮阳措施的安装不得损坏电缆设备，且便于电缆检修。

15.7.14　电缆敷设应留有余量，中间接头应放置在托架上、终端头应放置在固定支架上。

15.7.15　电力电缆和控制电缆的布置应满足限界要求，并采取防盗措施。

15.7.16　电缆穿越地下隧道轨道时，宜采用刚性固定方式沿隧道顶部敷设；也可采用轨道下穿硬质非金属管材敷设，必须做好排水措施。

15.7.17　电力电缆与通信信号电缆并行明敷时，两者间距应不小于 150mm；两者垂直交叉时，其间距应不小于 50mm。

15.7.18　站内所有电缆应沿电缆井、吊顶内桥架以及站台板下电缆托架敷设，所有电线应穿金属保护管或线槽敷设。在吊顶内明敷的电线管路应采用焊接钢管，若采用套接紧定式钢导管，壁厚不小于 2mm。应急照明电线管路应涂防火涂料。

15.7.19　电缆井应分别设在车站两端的站厅、站台及站台板下电缆较集中处，上下贯通。

15.7.20　区间内所有穿越人防护密闭门、防护隔断门的电线、电缆均按人防要求做防护密闭处理。

15.7.21　双电源自切箱引至消防设备控制箱及由消防设备控制箱引至消防设备等分支线路可采取下列方式之一：

1　当电线穿管敷设时，应采用耐火电线，但明敷时应采用金属管；

2　当电线在金属线槽内明敷时，应采用阻燃耐火电线；

3　当电缆在电缆桥架内明敷时，应采用阻燃耐火电缆；

4　当电缆采用支架或沿墙明敷时，应采用矿物绝缘电缆。

15.7.22　车辆基地室外电缆敷设宜采用电缆沟方式进行，并应设置固定的自动排水措施。

15.7.23　接地装置至变电所接地线的截面，应不小于系统中保护地线截面的最大值。

15.7.24　金属电缆支架，应有可靠的电气连接并接地。

15.7.25　中压交流单相电力电缆的金属护层，必须直接接地，且在金属护层上任一点非接地处的正常感应电压，符合下列规定：

1　未采取不能任意接触金属护层的安全措施时，不应大于 50V；

2　采取不能任意接触金属护层的安全措施时，不应大于 300V。

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

15.7.27　各类电缆应按规定在适当位置安装阻燃电缆的标示牌，以标明该电缆的编号、规格、型号、起止点。

15.8　接触网

15.8.1　接触网应能持续地向列车提供电能，具有良好的授流条件和弓网关系，能保证在宁波市气候环境条件下的正常运行。

15.8.2　接触网应具备安全、可靠、稳定的性能，满足列车最高运行速度的要求。

15.8.3　接触网设计的气象条件

表 15.8.3　接触网设计的气象条件（宁波地区）

名　称		单　位	数　值
最高气温	隧道外	℃	+40
	隧道内	℃	+40
最低气温	隧道外	℃	-10
	隧道内	℃	+5
接触网最高计算温度		℃	+60
最大风速	风偏计算	m/s	30
	结构计算	m/s	35
最大风速时气温		℃	+25
承力索覆冰厚度		mm	10
覆冰时最大风速		m/s	10
吊弦、定位器正常时气温		℃	+25
海拔高度		m	<1000
地震烈度		度	VII
雷电日数		d/a	40
污秽等级			重污区

注：　靠近隧道口的 500m 隧道按隧道外温度条件考虑。

15.8.4　正常运行时，正线接触网采用双边供电方式，车辆基地接触网采用单边供电方式。车辆基地中的接触网，应具有来自其车辆基地牵引变电所的主电源及来自正线的备用电源。

15.8.5　接触网载流总截面应满足远期最大持续载流量的要求。

15.8.6　出入段线与车辆基地的咽喉区段线的接触网总截面应满足正线支援车辆段供电要求，柔性架空接触网宜采用双承力索 、双接触线组成。

15.8.7　接触网按安装位置和接触导线的不同分为接触轨和架空接触网。

15.8.8　架空接触网按接触悬挂的不同分为柔性架空接触网和刚性架空接触网。

15.8.9　绝缘距离：

1　接触网带电部分和结构体、车体之间的最小净距应符合表 15.8.9 的规定；

表 15.8.9　接触网带电部分和结构体、车体之间的最小净距

标称电压	静态(mm)	动态(mm)	绝对最小动态(mm)
1500V	150	100	60

2　绝缘等级一般按重污区标准，绝缘泄漏距离应不小于 250mm，在有条件的情况下应尽量加大绝缘泄漏距离。

15.8.10　DC1500V 架空接触网设置原则：

1　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；

2　架空接触网系统应预留与后续工程接触网衔接的条件；

3　架空接触网应技术先进、结构简单、便于施工及维护；

4　柔性架空接触网设计的强度安全系数，应不低于现行铁路标准《铁路电力牵引供

电设计规范》TB10009 的有关规定；

5　架空接触网零部件的技术标准应符合现行铁路标准《电气化铁道接触网零部件通用技术条件》TB/T2073 的有关规定；

6　架空接触网紧固件应设置防松装置；

7　设车辆检查坑并有检修作业的折返线，其接触网应通过检修间附近的配电装置供电。配电装置应有主备两个电源，主电源来自附近牵引变电所的直流快速断路器，备用电源来自一条正线接触网；

8　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，它们分别接自上、下行的正线接触网；

9　接触网悬挂类型：

1)　地上线路柔性架空接触网应优先采用全补偿简单链形悬挂；

2)　车辆基地试车线和出入段线的柔性架空接触网，应采用全补偿简单链形悬挂，其它线路宜采用补偿弹性简单悬挂；

3)　刚性架空接触网宜采用“Π”型铝合金汇流排悬挂方式；

4)　刚性架空接触网中接触线允许磨耗面积不宜大于 50%；

5)　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。

10　接触线高度（距轨面）：

1)　地上线路的接触线高度宜为 4600mm；

2)　地下线路的接触线高度宜为 4040mm，最低高度应不小于 4000mm；

3)　车辆基地内接触线高度宜为 5000m，停车列检库的接触线高度宜为 5300mm、双周双月检库内宜为 5700mm；

4)　特殊情况下，架空接触线高度应根据车辆受电弓工作范围确定；

5)　当悬挂高度发生变化时，最大坡度应满足表 15.8.10 的要求。

表 15.8.10　柔性接触线最大坡度值

列车速度(km/h)	接触线最大坡度(‰)
10	40
30	20
60	10
90	6
120	5

11　拉出值：

1)　柔性架空接触网在直线区段应按之字形布置，接触线定位点处的拉出值宜为:±200mm～±250mm；曲线区段应根据曲线半径、线路超高、接触悬挂跨距、风偏移值选取拉出值，拉出值方向宜拉向曲线外侧；

2)　刚性架空接触网的拉出值宜为±200mm～±250mm。

12　锚段长度：

1)　柔性架空接触网锚段长度应根据补偿器补偿位移范围、导线张力增量等因素确定，一般不大于 1500m，特殊地段应根据具体线路条件确定；

2) 柔性架空接触网锚段长度大于或等于 750m 时，锚段两端应分别设置带制动装置的棘轮补偿装置，并在锚段中部设置中心锚结；当锚段长度小于750m时，锚段的一端应设置带制动装置的棘轮补偿装置，另一端设置无补偿下锚；

3) 柔性架空接触网下锚补偿坠砣宜采用铁坠砣，铁坠砣应采取镀锌或涂漆等防腐措施。下锚钢丝绳应采用无应力特型钢丝绳；

4) 刚性架空接触网锚段长度一般为200～250m，困难时不大于300m。每个锚段中部设置中心锚结，两端设汇流排终端，锚段间宜采用平行重叠的关节方式。

13 刚性架空接触网通过防淹门、人防门的要求：

1) 刚性架空接触网悬挂通过防淹门时，宜采用架设独立小锚段的方式，分别与防淹门两侧的刚性悬挂形成锚段关节，并实现电气连接；

2) 刚性架空接触网悬挂通过人防门时宜采用直接通过方式，在人防隔断门处宜设置可拆卸式的汇流排。

14 跨距：

1) 柔性架空接触网跨距应根据其悬挂类型、线路曲线半径、受电弓工作宽度、接触线的风偏值、运营条件等因素确定，最大跨距应≤50m；

2) 刚性架空接触网悬挂点的跨距应满足汇流排的弛度要求，一般为 6～10m。

15 支撑结构：

1) 柔性架空接触网悬挂支撑结构，单支柱宜采用绝缘旋转腕臂悬挂方式，多股道宜采用硬横跨悬挂方式，库内接触网根据房建结构确定；

2) 刚性架空接触网悬挂支撑结构，采用可水平、垂直双向调节的垂直悬挂装置或水平腕臂悬挂装置。

16 架空接触网在地上线宜采用钢柱进行悬挂，柱型可采用圆锥形钢管柱、H 型钢柱、门型架等类型；

17 车辆基地单导线的接触网不应采用合锚的方式下锚；双导线接触网不应采用分锚的方式下锚；

18 接触网支柱及设备安装除与车辆有相互作用的设备外，在任何情况下均不得侵入设备限界；

19 接触网支柱应按锚段及上、下行要求分别进行编号，编号的显示高度宜为3800mm；

20 车辆基地停车库、联合检修库内应设置接触网带电显示器。

21 电分段的设置：

1) 有牵引变电所的车站宜设在车辆惰行处，电分段应采用绝缘锚段关节；

2) 正线间渡线、折返线，存车线、车辆基地的出入线与正线间应设置电分段，电分段应采用分段绝缘器；

3) 终端车站后面的正线区段作折返线用时，接触网宜单独分段，电分段宜采用分段绝缘器；

4) 车辆基地各供电分区之间设置电分段，电分段宜采用分段绝缘器；

5) 车辆基地各电化库线入口处设电分段，电分段宜采用分段绝缘器。车库内端部或

中部接触网分段绝缘器不应设置在检查坑的上方；

6) 车辆基地出入段线分段绝缘器应与信号及轨道专业接口协调确定。

22 接触网隔离开关的设置：

1) 牵引变电所直流快速断路器至正线接触网间应设置电动隔离开关；

2) 用于越区供电的接触网纵向联络开关应设置电动隔离开关；

3) 车辆基地各供电分区馈线上网点处应设置电动隔离开关；

4) 车辆基地出入线与正线分段处应设置电动隔离开关；

5) 车辆基地各供电分区间的联络开关及互为备用开关应设电动隔离开关；

6) 折返线、存车线与正线间应设电动隔离开关，当折返线、存车线有检修作业要求时，应设手动隔离开关；

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馈电。车库内接触网电分段处应设置带接地刀闸的手动隔离开关。

23 架空接触网电连接设置：

1) 柔性架空接触网电连接设置：

(1) 正线接触网接触线、承力索、辅助馈线间，每隔 60～100m 间距应设置一处横向电连接；

(2) 非绝缘锚段关节的机械分段处应设置电连接；

(3) 道岔处应设置电连接；

(4) 车辆基地同一供电分区的股道间应设置电连接。

(5) 车辆基地柔性架空接触网上网隔离开关与每股道的接触网连接应采用并联方式实现。

2) 刚性架空接触网电连接设置：

(1) 接触网道岔处应设置电连接；

(2) 接触网机械分段处应设置电连接。

24 架空接触网在地上线路悬挂时，在满足技术要求和经济性的同时应充分考虑与城市景观的协调；

25 防护措施：

1) 邻近公路的接触网支柱应设防护桩，避免车辆碰撞；

2) 平交道口处应设置限界门；

3) 跨越接触网的跨线桥、人行天桥两侧需设置防护栅网。

15.8.11 接触网设备和器材应选用技术先进、可靠、耐腐蚀、抗老化、寿命长、无维修或少维修的产品，在满足技术要求的前提下，优先选用国产设备。

15.8.12 上网隔离开关与接触网相连接的直流电缆应在直流电缆外层采用绝缘护套后再进行固定。

15.8.13 接触网设备维修方式：

1 在车辆综合维修基地应设置接触网维修工区；

2 接触网工区是接触网的维修和管理单位，负责接触网的运行管理、日常维护、维修、抢修及材料供应等工作，保证接触网安全、可靠地运行；

3　根据接触网工区管理的范围，可在沿线车站适当位置设置接触网分工区，便于接触网的日常维修和事故抢修；

4　接触网工区可在车辆基地设主维修工区，房屋配置包括技术管理用房、生产车间用房(可与变电工区共用)、材料库、特种车库等；

5　接触网工区设备、机具按满足接触网检修、检测及事故抢修的需要进行配备；

6　接触网工区需配备日常维护、检修使用的仪器、仪表；

7　接触网工区应配备必要的检修及事故抢修车辆，如接触网检测车、放线车、轨道车、平板车等。对于使用率较低的车辆也可根据地区统一规划。对使用的车辆在工区基地应配备专用车库；

8　接触网工区定员应根据接触网工程管理范围、复杂程度、维修管理界面、管理模式、管理水平等因素确定；

9　接触网工区宜设有独立淋浴、卫生设备。

15.9　能耗监测综合管理系统

15.9.1　能耗监测管理系统组成：

1　用电设备能耗监测管理系统由站级数据监测系统、线路级能耗监测系统、网络级能耗监测管理系统及通讯网络组成；

2　站级（车站、车辆基地）数据监测系统由站级能耗监测管理单元、配电回路智能监测表计及站内相互间的通讯网络组成；

3　线路级能耗监测管理系统由线路级能耗监测管理单元、站级数据监测系统及站间通讯网络组成；

4　网络级能耗监测管理系统由网络级能耗监测管理单元、线路级能耗监测管理系统及通讯网络组成。

15.9.2　各线配置一套线路级能耗监测管理系统，牵引及降压变电所各用电设备回路加装智能监测表计，采集用电设备相关电量信息。

15.9.3　能耗监测综合管理系统应能实现供电回路能耗实时数据采集，并将相关信息送至轨道交通网络能源利用综合管理平台进行分析处理，完成站级、线路级及网络级能耗监测分析、管理的功能。

15.9.4　能耗监测管理系统以监测运营线路能耗数据为主，不进行开关设备的控制操作。

15.9.5　各智能监测表计的监测数据通过现场总线网络或以太网实时、快速、准确地把各配电回路用电设备的能耗、电能质量、配电系统参数等传至站级能耗监测管理单元。

15.9.6　站级能耗监测数据经专用数据传输通道传至线路级能耗监测管理系统。

15.9.7　线路级能耗监测数据通过线路级能耗监测管理单元，经轨道交通上层网专用数据传输通道传至网络级能耗监测管理系统。

15.9.8　线路级能耗监测管理系统一般设在控制中心内，网络级能耗监测管理系统设在能源监测管理中心内。

15.9.9　站级、线路级能耗监测管理单元还应预留适当的容量和接口，用于其它相关系统监测数据的接入。

15.9.10　站级能耗监测管理单元除接入各车站用电设备能耗数据外，还可接入各车站的现场故障录波、杂散电流等设备数据进行统一管理。

15.9.11　控制中心的线路级能耗监测管理单元除对车站用电设备能耗数据、现场故障录波、杂散电流等设备数据进行统一管理外，还应考虑 AFC 系统、牵引列车等相关运行监测数据的接入。

15.9.12　新增加/改造线路的用电设备能耗监测数据宜在全网络统一能耗分析管理平台的要求下，按站级、线路级不同的要求分别接入。

15.9.13　各级（站级、线路级及网络级）能耗分析数据可通过 WEB 浏览器，按管理权限的不同进行外部浏览和分析。

15.9.14　与配电回路智能监测表计相配套的 CT 及 PT 精度宜为 0.5 级。

15.10　杂散电流腐蚀防护

15.10.1　杂散电流腐蚀防护应采取“以堵为主、以排为辅、堵排结合、加强监测、回流畅通”的综合防护措施。

15.10.2　杂散电流腐蚀防护的应满足《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ49 的要求，并应符合国家相关的规定。

15.10.3　电气回路连接：

1　牵引回流系统中应采取减少牵引回流通路电阻等措施，确保回流畅通；

2　牵引变电所的回流电缆应与钢轨可靠焊接；

3　正线回流走行轨应采用无缝钢轨，并应全线电气连续。如有鱼尾板连接处，在鱼尾板连接的钢轨间加焊 2 根 120mm^2 铜当量截面电缆；

4　线路的道岔中，辙叉的连接部位应设置铜质引接线，其截面积不应小于 120mm^2，铜质引接线与钢轨之间应焊接，接头电阻不应超过 1m 长钢轨的电阻值。

15.10.4　均流电缆的设置：

1　正线车站两端上、下行轨道间应设置均流电缆（有回流电缆的一端，不再设置均流电缆）；

2　正线地下线路区间上、下行轨道间有条件时，应增设均流电缆；

3　正线地上线路区间上、下行轨道间宜每隔 500m 左右设置一处均流电缆；

4　车辆基地内应适当设置回流点和均流电缆；停车库内单列位停车时，均流电缆设置应不少于 2 处；停车库内双列位停车时，均流电缆设置应不少于 3 处。

15.10.5　绝缘防护措施：

1　高架桥梁与桥墩内部结构钢筋之间应采取绝缘措施；

2　正线回流钢轨、扣件与混凝土轨枕之间应采取绝缘措施，加强对道床绝缘；钢轨与道床间泄漏电阻应大于 15Ω·km；

3　正线回流钢轨底部与道床之间的间隙不少于 30mm；

4　沿车站站台应设置 2m 宽的有效绝缘层，绝缘阻值应大于 0.5MΩ；

5　沿线信号设备如道岔控制箱、信号箱、信号机应采取绝缘安装，与上述设备或走行轨连接的连接线应采用绝缘护套电缆；

6　由外界引入轨道交通内、由轨道交通内引至外界以及由地下引至地面、地面引入地下的金属管线均应进行绝缘处理后（加装绝缘法兰或绝缘短管）方可引入或引出；

7　金属给水管、排水管道与回流走行轨间不应有直接的电气连接。与地面轨道平行铺设的金属管道除进行绝缘涂复外，应与道床有 3～5m 距离；

8　对平行于回流钢轨敷设的金属管道、电缆，在出入地下隧道区间、车站时应与隧道、车站的主体结构钢筋在电气上进行绝缘处理，在隧道和车站内部电气上应连成一体，并单点接地；

9　回流轨下方穿越的管道，宜采用非金属材质，否则应具有加强的绝缘层并在穿越部位两侧装设绝缘法兰；

10　电化股道和非电化股道钢轨间、电化股道尽头线钢轨与车挡设备之间应设置绝缘轨缝；

11　车辆基地与正线的衔接处和车辆基地各电化线路的库内线路与库外线路钢轨间应设置绝缘轨缝并装设单向导通装置；

12　车辆基地出入段线单向导通装置的安装位置应与信号机的位置相对应；

13　单向导通装置及排流柜应能承受可能出现的最大故障电流，在直流馈线快速断路器开断时限内，装置中的二极管应不受损伤；

14　车站、隧道内、高架桥面应有良好的排水措施，不应有积水；

15　隧道、地下车站主体结构必须采取良好的防水措施，以保持隧道的干燥。

15.10.6　杂散电流收集网及排流：

1　正线回流钢轨下，利用无砟道床、高架桥梁内部结构钢筋的电气连接，建立杂散电流主收集网；

2　无砟道床、高架桥梁内部收集网的钢筋应均匀分布，其横向总截面应满足在远期高峰小时排流网最大电位平均值不大于 0.5V 的要求；

3　地下车站和地下区间隧道结构纵向主钢筋应在电气上全部连通；

4　牵引变电所内设置杂散电流排流柜。每一排流回路应能控制排流电流大小，并具有超限报警功能。排流柜一端接至整流器负母排，另一端通过排流电缆与杂散电流收集网的排流端子连接。

15.10.7　杂散电流监测：

1　建立完善的杂散电流监测系统。杂散电流监测系统由参比电极、排流网电位测试引出点、结构钢筋电位测试引出点、走行钢轨电位测试引出点、测量用电线、电缆、测试端子箱及测量仪器等装置组成；

2　轨下基础排流网和地下结构极化电位监测点应根据牵引回流大小及分布特点设置；

3　结构钢筋电位用参考电极应采用适合于混凝土介质、稳定性高、寿命长、体积小、便于安装的非液体电极；

4　杂散电流监测系统宜采用集中的计算机自动监测模式；并具有下列监测和统计数据的功能：

1)　轨下基础排流网极化电位；

2)　地下沿线结构钢筋极化电位；

3)　各排流支路电流。

5　监测数据经电力监控系统送至供电维修工区，监测中心宜设置在车辆基地供电维修工区内。

15.11　防雷、过电压防护及综合接地

15.11.1　供电系统应根据轨道交通沿线的气候情况和工程特点设置完善的防雷措施。

15.11.2　变电所 35kV 侧每段母线宜设置一组氧化锌避雷器。

15.11.3　牵引变电所整流器正、负母线间及正母线对地间宜设置直流氧化锌避雷器。地面、高架牵引变电所内负母线对地间宜设置直流氧化锌避雷器。

15.11.4　设置在变电所内交流氧化锌避雷器宜设置计数器，监视避雷器动作情况。

15.11.5　整流变压器网侧宜设置带间隙的组合式过电压吸收装置。

15.11.6　整流器的交流输入端及直流输出端正、负极间应设置阻容或压敏电阻过电压吸收装置。

15.11.7　整流器中二极管反向峰值电压储备系数（二极管最大允许重复反向峰值电压与其整流工况下重复承受到的反向峰值电压之比）应不小于 2.5 倍。

15.11.8　在隧道口处接触网、地上线路接触网上网隔离开关处（接触网侧）、地上线路接触网的避雷器设置应根据当地气象条件计算确定，避雷器的安装高度应便于运营维修。

15.11.9　地上线路接触网架空地线宜抬高兼做避雷线,并通过电位均衡器接地，具体接地间隔应根据当地气象条件计算确定。

15.11.10　车辆基地位于郊区空旷地带时，宜设置独立避雷针。

15.11.11　正线上、下行架空接触网应分别设置贯通架空接地线。

15.11.12　车辆基地内成排的架空接触网支柱应设置贯通的架空地线、零散支柱应通过跳线或电缆与架空地线相连。

15.11.13　接触网系统的所有不带电金属部分均应连接至接地线，接地线应与牵引变电所的接地母排连接。

15.11.14　地上线路接触网的隔离开关、避雷器、电位均衡器等设备应设置接地极，接地极的接地电阻不大于 10Ω。

15.11.15　地面及高架车站建筑物的防雷，应根据现行《建筑物防雷设计规范》GB50057 中的有关规定，确定防雷类别并采取防直击雷和防雷电波侵入的设施。

15.11.16　车站建筑物内电子信息系统应根据所在地区雷暴等级、设备设施在不同的雷电防护区，以及系统对雷电电磁脉冲的抗干扰度，采取不同防护系统。

15.11.17　地面及高架站建筑物防雷宜优先采取利用车站本身的结构钢筋或钢结构等自然金属物作为防雷装置的一部分。

15.11.18 **全线应按综合接地系统设计，综合接地装置由人工接地体和自然接地体组成，接地电阻应小于 1Ω，接触电位差和跨步电位差应符合《交流电气装置的接地》DL/T621 规程相应要求。**

15.11.19 每座车站应设置一个综合接地网，当车站设有跟随所时，两个变电所应共用一个接地网。车站内变电所应与其它各类强弱电设备系统共用接地装置。

15.11.20 换乘车站接地网间应采用电气导体相互联通，连接位置应不少于两处。

15.11.21 变电所的设备工作接地、安全接地与防雷接地均利用其所在工点的综合接地网，车辆基地内的设备接地应与建筑物的防雷接地网合建。

15.11.22 在杂散电流腐蚀防护措施完善的基础上，宜利用车站结构钢筋做为接地装置的一部分。

15.11.23 供电设备的金属外壳均应可靠接地。

15.11.24 沿线电缆支架上应敷设一贯通的接地金属体，供沿线区间电气、通信、信号等设备安全接地用。

15.11.25 每座车站应设置一台钢轨电位限制装置。车辆基地宜根据具体情况设置钢轨电位限制装置的数量。

16 通风空调

16.1 一般规定

16.1.1 城市轨道交通工程通风空调设计范围应包括地下车站（站厅、站台、设备与管理用房、出入口通道、换乘通道）、区间隧道（正线隧道、渡线、折返线、停车线、尽端线隧道等）、中间风井、地面及高架车站、全封闭声屏障区间，以及车辆基地、轨道派出所、控制中心、主变电所等附属建筑设施。

16.1.2 通风空调系统应具有以下功能：

1 正常运行时，应能提供一定新风量，并根据需要排除余热和余湿、降低空气含尘量、控制 CO_2 浓度，控制城市轨道交通系统内（车站、区间隧道和附属建筑设施）的空气温度、湿度、气流速度、压力及空气质量等在合理范围内；

2 列车阻塞在区间隧道内时，向阻塞区间提供一定的送、排风量，维持列车内部乘客能接受的热环境条件；

3 当车站、区间隧道或附属建筑设施内发生火灾时，应能有效排烟，并向乘客、工作人员和消防人员提供必要的新风量。

16.1.3 地下线应采用全封闭站台门制式，车站设置冷风降温系统。

16.1.4 通风空调设计应符合国家能源政策，宜充分利用自然冷源，系统设计和设备选型及运行控制应采取节能措施。

16.1.5 车辆基地、控制中心、主变电所等地面相关建筑应在满足工艺要求的前提下，按照地面建筑现行有关设计规范的规定执行。

16.1.6 通风空调设计应按轨道交通最大预测客流设计，设备安装可考虑分期实施。

16.1.7 通风空调系统应采取有效措施，保证通风与空调系统某一局部失效时，系统的整体功能维持在适宜的水平。

16.1.8 通风空调设备应采取消声减振措施，满足有关设计规范要求。

16.1.9 通风与空调系统的设备、管道及配件布置应为安装、操作、测量、调试和维修预留空间位置。

16.1.10 工程设计应为大型通风、空调设备设有运输、安装通道及孔洞，并设有起吊设施；机房内应设置设备起吊和冲洗设施。

16.1.11 通风空调设备应选用技术先进、工艺成熟、运行可靠的设备。一条线宜采用同类型设备产品。

16.2 设计标准

16.2.1 地下车站公共区设计应按下列规定取值：

1 室外空气计算参数：

夏季空调室外空气计算干球温度：32.5℃；

夏季空调室外空气计算湿球温度：27.5℃；

夏季通风室外空气计算干球温度：28℃；

冬季通风室外空气计算干球温度：4.9℃。

2　室内空气设计标准：

站厅夏季空调计算参数：干球温度≤30℃相对湿度 40%～70%；

站台夏季空调计算参数：干球温度≤28℃相对湿度 40%～70%；

冬季车站空气温度：12℃～16.5℃。

3　新风量：

空调季节乘客新风量不应少于 20m^3/h·人，客流量取早、晚高峰最大值，总新风量不少于空调送风量的 10%，并能有效抵御各种渗风影响；

通风季节乘客新风量不应少于 30m^3/h·人，且车站换气次数不应少于 5 次/h。

4　空气质量：

高峰小时 CO_2 浓度应小于 1.5‰；

空气中可吸入颗粒物的日平均含量应小于 0.25mg/m^3。

5　站厅、站台的瞬时风速不宜大于 5m/s；

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

16.2.2　区间隧道设计应按下列规定取值：

1　室外空气计算参数：

夏季通风室外空气计算干球温度：28℃；

冬季通风室外空气计算干球温度：4.9℃。

2　隧道内空气设计标准：

当环控制式采用全封闭站台门系统时，区间隧道夏季最高平均温度不得高于 40℃；

冬季平均温度不应高于 16.5℃，且最低温度≥5℃。

3　空气质量和通风量：

区间隧道内高峰小时 CO2 浓度应小于 1.0‰；

区间隧道内换气次不应少于 3 次/h。

4　新风量：

区间隧道内每个乘客每小时需供应的新风量应不小于 30m^3；

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

16.2.3　设备管理用房应按下列规定取值：

1　室外空气计算参数：

夏季空调室外空气计算干球温度：35.1℃；

夏季空调室外空气计算湿球温度：28.0℃；

夏季通风室外空气计算干球温度：31.9℃；

冬季通风室外空气计算干球温度：4.9℃。

2　室内空气设计标准：

1)　车站设备管理用房室内设计标准应满足工艺要求或符合表 16.2.3 的规定：

表 16.2.3　车站设备管理用房室内设计标准

房间名称	冬季	夏季		小时换气次数	
	计算温度℃	计算温度℃	相对湿度%	进风	排风
站长室、站务室、值班室、休息室	18	27	< 65	6	6
车站控制室、广播室、	18	27	40～60	6	5
售票室、票务室	18	27	40～60	6	5
车票分类/编码室、自动售检票机房	16	27	40～60	6	6
通信设备室、通信电源室、信号设备室、信号电源室、公安通信机房、商业移动通信机房、变电所控制室、综合监控设备室、站台门管理室	16	24	40～60	6	5
降压变电所、牵引变电所变压器室	——	36	——	按排除余热计算风量	
配电室	16	27	——	4	4
机械室	16	36	——	4	4
更衣室、修理间、清扫员室	18	27	< 65	6	6
警务室、会议、交接班室	18	27	< 65	6	6
蓄电池室	16	27	——	6	6
茶水室	——	——	——	——	10
盥洗室、车站用品间	——	——	——	4	4
清扫工具间、气瓶室、储藏室	——	——	——	——	4
废水泵房、消防泵房	>5	——	——	——	4
通风与空调机房、冷冻机房	——	——	——	6	6
折返线维修用房	12	30	——	——	6
污水泵房、厕所	>5	——	——	——	15

厕所排风量每坑位按 100^3/h 计，且小时换气量应不小于 15 次。

2)　车辆基地、停车场、控制中心等地面附属建筑：

宜按自然通风设计，当采用机械通风时，车辆基地内停车列检库、运用库、检修库等高大厂房通风量不小于 1 次/h；

各种设备维检修用房、库房等通风换气量按 3 次/h ~6 次/h；

浴室按 12 次/h 换气计，厨房按 15 次/h 换气计；

蓄电池室按 12 次/h 换气计；

其他办公用房、会议室、公寓、机电设备用房等可参照表 16.2.3 同类用房标准。

3　新风量：

地下车站设备与管理用房内每个工作人员每小时需供应的新风量不应少于 $30m^3$/h·人，且空调系统新风量不应少于总风量的 10%；

4　空气质量：

空气中 CO_2 日平均浓度应小于 1.0‰；

管理用房和其他设备用房空气中可吸入颗粒物的日平均浓度应小于 $0.15mg/m^3$。

16.2.4　地面、高架车站和附属建筑设施设计应按下列规定取值：

1　室外空气计算参数：

夏季空调室外空气计算干球温度：35.1℃；

夏季空调室外空气计算湿球温度：28.0℃；

夏季通风室外空气计算干球温度：31.9℃；

冬季通风室外空气计算干球温度：4.9℃。

2　室内空气设计标准：

当采用通风时，站厅夏季设计温度不应超过 35℃；

当采用空调时，站厅夏季设计干球温度为 29℃~30℃，相对湿度为 40%~70%；

车站设备管理用房的室内设计标准应符合 16.2.3 中要求；

其他附属建筑设施采用现行地面建筑设计标准，并应满足工艺要求。

16.2.5　噪声标准要求如下：

1　通风空调设备运作传至站厅、站台噪声不大于 70dB(A)；

2　通风空调设备运作传至工作、休息室噪声不大于 60dB(A)；

3　通风空调机房内噪声值不大于 90dB(A)；

4　通风空调设备通过通风亭传至地面风亭外噪声应符合《声环境质量标准》GB3096 的规定和环境评估报告要求。

16.3　地下车站公共区

16.3.1　车站公共区的夏季冷负荷应根据乘客、设备(含电扶梯、照明、广告、售检票机等)、站台门和出入口的扰动气流、新风、围护结构传热等各项分别计算，按各项冷负荷的逐时综合最大值确定，并计入各项有关附加冷负荷。

16.3.2　通风空调系统应符合以下规定：

1　车站公共区宜采用集中式全空气系统、机房一般分别设在车站两端；

2　车站宜采用两台空调箱形式，即每端设一台；但当空调箱单机风量超过 $10.0\times10^4 m^3/h$ 时，可设置 4 台，即每端设置 2 台空调箱并联；

3　组合式空调箱、回排风机能根据负荷变化采用变频或变流量控制，以达到节能效果；

4　组合式空气处理机内应设净化除菌设备；

5　站厅、站台气流组织宜采用沿车站长度均匀送风、均匀回风或集中回风的方式。

16.3.3　空气调节系统的设计新风量应取乘客所需新风量、补偿站台门漏风、保持公共区压力平衡所需风量中的最大值。

16.3.4　地下车站连续长度超过 60m 的出入口通道、换乘通道或连接物业开发的地下通道应采取通风或降温措施，且系统宜独立设置。

16.4 区间隧道

16.4.1 正常情况下，区间隧道应采用活塞通风，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。

16.4.2 区间隧道通风系统的进风应直接采自大气，排风应直接排出地面。

16.4.3 区间隧道通风应按下列要求设计：

1 每条隧道宜分别设置活塞、事故通风系统，活塞通风井（道）的净面积不宜小于16m^2；当实施困难时，上、下行隧道可共用活塞、事故通风系统，共用活塞风井（道）净面积不宜小于25m^2；

2 隧道通风机房应设在车站两端，每端上、下行隧道事故风机应能互为备用。

16.4.4 车站车行区应设置排热通风系统，排除列车停站时的散热。排热风机应能根据区间温度或行车密度变化采用变频或变流量控制，以达到节能效果。

16.4.5 设在车行区的通风设备应符合下列要求：

1 设在车行区上部的风管（道）应采用土建风道，且风道上不应设置风阀等设备；

2 设在区间的射流风机等通风设备不宜悬挂在隧道顶部。

16.4.6 当需要设置一座中间风井时，通风井应设于区间隧道长度的1/2处；困难情况下，距车站站台端部的距离可移至不小于该区间隧道长度的1/3处，但不宜小于400m，并保证在中间风井每侧不超过一列车。

16.4.7 区间隧道通风应能根据季节和行车密度变化进行工况转换或风量调节，最大限度减少机械通风期和机械通风量。

16.5 设备管理用房（含车站、车辆基地和控制中心等）

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

16.5.2 当设备管理用房采用全空气空调系统时，应符合以下要求：

1 管理用房、弱电机房（通信设备、信号设备、公安和商业移动通信机房等）和强电机房（牵引变电所、降压变电所等）应分设系统；

2 弱电机房空调系统应设初效、中效（亚高效）空气过滤装置（器），过滤装置宜集中设置；

3 弱电机房空调系统送、回温差≤8℃，送风温度应高于室内空气露点温度；

4 变电所机房空调系统送、回温差宜≤15℃，送风温度应高于室内空气露点温度。

16.5.3 当设备管理用房采用多联分体空调系统时，应符合以下要求：

1 管理用房与电气设备用房的空调系统应分开设置；

2 当室外机与室内机的距离超过机组名义冷量对应的距离时，应进行冷量修正；

3 冷凝水管应避开电气机柜或在机房下部敷设。

16.5.4 地下牵引变电所、降压变电所和主变电站宜设置空调制冷系统，并满足防尘和温湿度要求。

16.5.5　地面或高架牵引变电所、降压变电所和主变电站的控制室宜采用空调系统，其余设备房间宜采用机械通风系统，通风量按排除余热量计算，满足防尘和温湿度要求。

16.5.6　通风空调的进风宜直接采自大气，排风应直接排出地面。

16.5.7　厕所应设置独立的机械排风、自然进风系统，排风宜直接排出地面。

16.5.8　对于纳入集中空调系统或多联机系统有困难的个别用房可采用局部空调。

16.5.9　车辆基地内的列检库、检修库、洗车库等高大厂房宜采用自然通风；当采用自然通风有困难时，可采用机械通风方式。

16.5.10　镟轮库内镟轮设备操作基坑内宜设置空调。

16.6　地面和高架车站

16.6.1　高架和地面车站公共区宜采用自然通风，必要时站厅可设置机械通风或空调。

16.6.2　当站厅设置空调时，站厅通向室外的出入口宜设置风幕。

16.6.3　当区间设有全封闭声屏障时，应采取有效的自然通风措施，并具有可靠的排烟手段。

16.7　空调冷源和冷冻水系统

16.7.1　空调冷源的设置应满足下列要求：

1　各地下车站应独立设置冷源，当车站为换乘车站时，冷源可合设；

2　车站冷源尽量靠近负荷中心，管线应尽量顺直、减少弯头数量，减少管道输送损耗；

3　车站公共区与设备管理用房宜分设冷源，水系统宜连通，互为备用；

4　通风空调系统的冷源宜采用电动压缩式水冷冷水机组，每座车站宜选用 2 台或 2 台以上冷水机组，应优先选用高性能系数的冷水机组，且机组冷量应可调节；

5　冷水机组应采用环保冷媒。

16.7.2　冷冻水系统设置应满足下列要求：

1　冷冻水系统应采用闭式水系统；

2　冷冻水的补水量为系统水容量的 1%，补水点宜设在冷冻水泵的入口处附近；

3　冷冻水泵宜与冷水机组一一匹配设置，可不设置备用泵。

16.7.3　冷冻水系统的定压和膨胀应按下列要求设计：

1　定压点应设在冷冻水泵的吸入口处附近，定压点最低压力应使系统最高点压力高于大气压力 5kPa 以上；

2　宜采用高位水箱定压；

3　膨胀管上不应设置阀门。

16.7.4　冷冻水系统附件设置应符合下列规定：

1　空调水系统宜设置分水器和集水器；

2　当车站公共区与设备管理用房冷源均采用冷水机组时，二者应能在集分水器处联通，互为备用；

3　冷水机组、水泵等设备的入口处，应安装水过滤器或除污器；

4　空调水系统应设置必要的压力表和温度计等附件；

5　应在管路适当位置设置排气和泄水装置；

6　冷却水系统宜设置有水质处理设施。

16.8　风道和风管系统

16.8.1　风道和风管设计宜满足以下要求：

土建风道：小于 6 m/s；

通风井：3 m/s ~5 m/s；

站台下排热风道：不大于 10 m/s；

车道顶排热风道：不大于 10 m/s；

风亭格栅、不大于 4 m/s；

组合风阀面风速：不大于 6m/s；

钢制风管主风管：不大于 8 m/s；

制风管支风管：5 m/s ~7 m/s（无送、回风口）；

3 m/s ~5 m/s（有送、回风口）；

消声器片间：不大于 12 m/s；

风口： 2 m/s ~5 m/s。

16.8.2　风亭设计应符合以下要求：

1　新风亭应位于空气较清洁区，风亭口部下沿距地面不宜低于 2m，当布置在绿化地带时，不宜低于 1m，且满足防淹所需高度；

2　若新风亭与排风亭（含区间机械风亭）位于同一高度，则水平距离应不小于 10m；

3　若新、排风亭位于同一位置，则排风亭在上部，新风亭在下部，排风亭下沿距新风亭口部上沿距离不小于 5m，并错开口部方向；

4　若排风亭（含活塞风亭）与车站出入口或其它建筑物结合在一起，风亭口部与车站出入口、建筑物门、窗或其它进风口高度相同时其直线距离均不小于 10m，位于高处时其高差不应小于 5m，并满足环评规定的要求；

5　活塞风亭之间、活塞风亭与排风亭之间的直线距离不小于 5m。

16.8.3　通风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 级难燃材料。管材及保温材料应具有防潮、防腐、防蛀耐老化和无毒的性能。

16.8.4　电气设备房内的通风空调送、排风管及风口的设置应避免走行在各种电气柜上方，当实施困难时应采取安全措施。应合理安排风管变径，在弯头连接处和变径处采用一定措施减小局部阻力，空调送风管、静压室等应避免采用土建结构。

16.8.5　送排风管、空调送风室、回（排）风室内不应敷设通行风管和其他管线。风室的孔洞缝隙应采用不燃材料封堵密实。

16.8.6　地下车站排风亭宜布置于新风亭和出入口常年主导风向的下风向。

16.9　机房布置

16.9.1　空调机房布置宜符合以下规定：

1　空气处理机组宜优先采用落地安装，操作面侧应留有表冷器宽度的检修通道宽度，其他面应留有人员安装通道宽度；

2　机房空调箱操作面侧地面应设排水明沟和地漏，表冷器处于负压端时应设置水封；

3　当采用分散式空调系统时，新风宜经处理后送入，并考虑安装及检修空间；

4　机房内应设置清洗水池。

16.9.2　冷冻机房布置宜符合以下规定：

1　每座车站宜在设备集中端设置 1 座冷冻机房，并靠近负荷中心；

2　冷冻机房主要通道和操作通道宽度大于 1.5m；

3　冷水机组与墙面之间净距不小于 1m，与配电柜的距离不小于 1.5m；

4　机组与机组或机组与其他设备之间的净距不小于 1.2m；

5　应留有不小于机组冷凝器、蒸发器长度的维修距离；

6　机组与其上方风管、电缆桥架的净距不小于 1m。

16.9.3　冷冻机房及通风空调机房内应设排水明沟和地漏，以便凝结水排除和检修时排水。

16.9.4　空气处理机组、冷水机组、排水沟的布置不应骑跨结构伸缩缝和诱导缝。

16.9.5　通风空调机房应考虑大型通风与空调设备的运输、安装，并应符合以下要求：

1　应就近设置设备吊装孔洞，吊装孔的大小应能满足最大单体设备的吊装；

2　吊装孔不应设在隧道接触网上部。

16.9.6　放置于室外的空调外机应设置防盗围栏。

16.9.7　设置于室外的通风空调设备应设置防雷接地。

16.10　运行模式与系统控制

16.10.1　运行模式：

1　地下区间隧道通风系统：

正常运行：列车正常运行时，充分利用列车行驶的活塞风以及车站的排热系统排除区间内列车散热，排热风机采用变频风量调节方式，作节能运行；

夜间通风：夜间轨道交通停运后，宜采用隔站送/排风方式，对区间隧道进行通风换气和蓄冷降温；

阻塞运行：列车因故障（非火灾事故）停留在区间隧道内时，通过前后方车站隧道风机的联合运行，在区间隧道产生风速大于 2m/s 的纵向气流进行排热通风，气流方向与列车运行方向相同，保证阻塞区间隧道平均温度≤40.0℃。列车冷凝器能维持正常工作；

火灾运行：当列车在区间隧道内发生火灾工况时，首先要尽一切可能将列车行驶到达最近车站，使人员从站台疏散。若列车失去动力停在区间隧道内，通过开启火灾区段两端车站、风井的隧道风机，保证火灾区段断面风速≥2m/s，并小于 11m/s。根据控制中心下达的指令，确定排烟模式，应能背着乘客疏散方向排烟，迎着乘客疏散方向送风。

2　地下车站通风、空调系统：

正常运行：空调通风系统根据室外的温湿度状况全年分三种运行模式：最小新风空调模式、全新风空调模式、通风模式。公共区的空调风机应能根据负荷变化进行变频风量调节，实现节能运行；

事故运行：车站火灾排烟工况：立刻停止车站空调水系统，转换车站空调通风系统进入火灾模式，根据火灾发生的位置，启动相应的排烟系统，并防止烟气向非火灾区域蔓延。

3　地下车站空调制冷系统：

冷冻机房内的水冷式冷水机组、冷冻水循环水泵、冷却水循环水泵、冷却塔等设备及阀件原则上能实现全自动运行方式，设备宜集中自动控制，并应由 BAS 系统进行监控；

4　高架车站通风空调系统：

高架车站原则上采用自然通风。高架车站设备管理用房可采用空调、通风运行模式。

16.10.2　系统控制：

1　地面和高架车站环控设备宜设就地控制和车站控制二级控制；

2　地下车站和区间隧道与区间事故运行相关的通风空调设备应设就地控制、车站控制和中央控制三级控制，其余设就地控制、车站控制二级控制；

3　车辆基地、控制中心及其他地面附属建筑通风空调设备设就地控制和距离控制。

17　给水与排水

17.1　一般规定

17.1.1　给水设计应贯彻综合利用，节约用水的原则，并采取可靠的防污染措施。

17.1.2　给水与排水设计应按照现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB50555 的规定采取可靠的节水、节能措施。

17.1.3　排水系统对结构渗漏水、消防及冲洗废水、生活及粪便污水、露天出入口、敞口风亭及隧道洞口的雨水，应分类集中，就近排至城市排水系统；接入城市排水系统的雨、污水，其主要水质指标应符合宁波市和国家现行排水标准的规定。

17.1.4　给水与排水管道禁止穿行变电所、配电间、通信机房、信号机房、控制室等电气设备用房。

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

17.1.6　给水与排水金属管道应采取防止杂散电流腐蚀的措施。

17.1.7　给水与排水设计应考虑平战结合，并满足战时人防的给水、排水的要求。

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

17.1.9　给水与排水设备的选型应技术先进、工艺成熟、安全可靠、经济合理，规格宜统一。

17.1.10　所有管道穿越人防结构时，应按照国家标准《人民防空地下室设计规范》GB50038 的规定设置人防密闭套管和防护阀门。

17.2　给水系统

17.2.1　给水系统的设置应满足下列要求：

1　给水水源应优先采用城市给水管网供水，不设备用水源，并应充分利用城市自来水水压；

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

3　车站内应采用生产、生活和消防分开的给水系统；

4　为节约用水，对卫生间用水单独设水表计量，卫生器具及配件应符合现行国家标准《节水型生活用水器具》CJ164 的规定，宜采用感应式或非接触式龙头、感应式小便器冲洗阀、脚踩式蹲便器冲洗阀；

5　生产给水系统应优先采用循环或重复利用的给水系统，并应利用其余压。

17.2.2　用水量标准应满足下列要求：

1　工作人员生活用水定额为 50L/p·班，小时变化系数为 2.5；

2　冷却循环给水系统的补充水量按循环水量的 1.5%计；

3　冷却循环水泵的流量应按通风专业提供冷却水量确定，并考虑 1.1 的安全系数；

4　车站公共区域冲洗用水量为 3L/m^2·次，车站每天冲洗一次，每次按冲洗 1h 计算；

5　生产用水定额按所选设备生产工艺的要求确定；

6　各附属建筑物用水定额按《建筑给水排水设计规范》GB50015 确定；

7　结合轨道交通设置的公共厕所用水量按器具小时用水量及每天使用 18 小时确定，器具小时用水量标准参照国家现行相关标准执行。

17.2.3　给水的水质、水压应符合下列规定：

1　生活用水的水质，应符合国家现行标准《生活饮用水卫生标准》GB5749 的规定；

2　生产用水的水质、水压应按用水条件、工艺设备的要求确定；

3　生活用水设备和卫生器具的水压应符合国家现行标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的规定；

4　冷却循环水泵扬程应根据管路详细计算得出，水泵的高效区宜与冷水机组冷却水量允许调节范围相一致。

17.2.4　给水系统布置应符合下列规定：

1　车站内生产、生活给水的进水管宜从消防引入管水表前接出，并单独设置水表计量，水表井宜靠近车站，表后应设阀门，便于检修；

2　地下车站的给水引入管宜通过风井及出入口等处进入车站。室外明露水管应采取防冻保温措施；

3　给水引入管如为金属管时，在进入车站前应设置一段符合该系统用水标准的绝缘短管或采取其他有效的绝缘措施；

4　车站内给水管宜采用枝状布置。站厅层、站台层的给水管宜设置在吊顶内；

5　车站的冷却用水应采用循环系统。冷却塔及冷却循环水泵均不设置备用设备，循环系统内应设置过滤器和管道除垢装置；

6　为减少水泵运行能耗，车站的冷水机组和冷却塔应布置在车站同一端；

7　地下车站的生产、生活给水系统应直接利用城市给水管网压力供给。地面车站、高架车站及附属建筑，当城市给水管网压力不能满足生产、生活用水压力要求时，应设置给水增压设备，优先选用自动变频无负压给水设备；

8　地下区间、地面区间及高架区间，均不考虑生产、生活给水；

9　管道的敷设应考虑热胀冷缩的影响，必要时应设置补偿装置；

10　给水干管应固定在主体结构上；

11　车站站厅、站台公共区应设置冲洗栓，各类泵房及环控机房等应考虑用水设施。

17.3　排水系统

17.3.1　排水系统的设置应符合下列要求：

1　车站和车辆段建筑室内均采用生活污水、废水（包括冲洗、消防废水及结构渗漏水）和雨水分流的系统；

2　车站生活污水达到环保要求并经化粪池处理后方可排入市政污水管网；

3　车站生产废水、结构渗水、消防废水等收集后排入市政污水管网；地下车站的敞口、峒口和高架车站的屋面、高架区间的雨水收集后排入市政雨水管网；

4　如车站所在区域市政排水体制为合流制，则各种排水应分类集中后就近排入合流污水管网；如车站所在区域只有市政雨水系统，则污水和废水经处理达标后方可排入。

17.3.2　排水量标准应符合下列规定：

1　工作人员生活排水量、公共卫生间及清扫排水量按其用水量的 95%计；

2　消防废水量同消防用水量；

3　地面、高架车站的屋面雨水系统的排水能力，按 10 年一遇的暴雨强度、设计降雨历时 5min 计算，屋面排水与溢流设施的总排水能力不应小于其 50 年重现期的雨水量；

4　高架区间、敞开出入口、敞开风井及隧道峒口的雨水泵站、排水沟及排水管渠的排水能力应按当地 50 年一遇的暴雨强度计算，雨水泵站按 100 年一遇的暴雨强度校核设备参数，设计降雨历时按计算确定。

雨水集流时间根据坡度和长度按以下公式计算确定：

$$t = 1.445\left[\frac{m_1 L_s}{\sqrt{i_s}}\right]^{0.467} \tag{17.3.2}$$

式中：t——坡面集水时间(min)；

Ls——坡面流的长度(m)；

i_s——坡面流的坡度；

m_1——地表粗度系数，取 0.013。

5　地下车站及区间隧道的结构渗水排水量按 0.1L/m^2·d 计；

6　生产废水排水量按生产工艺（设备）性质确定。

17.3.3　排水系统的布置应符合下列规定：

1　地下车站站厅层两侧边墙处应设置 DN100 的地漏；设有屏蔽门系统的站台层应设置 DN75 的地漏，地漏间隔均不大于 50m。站台层地漏设置位置宜尽量避开盲线，地漏中心线距离屏蔽门距离应根据车站绝缘带宽度和结构梁、柱等进行确定。出入口与站厅层连接处设置横截沟及地漏收集废水，通过排水立管接入线路明沟至主排水泵房集水池，经泵提升排至室外；

2　各类泵房及环控机房等应设排水设施；

3　在地下车站结构诱导缝、变形缝及施工缝附近应设置地漏、泄水口等排水收集设施；

4　地下区间的废水应通过区间线路明沟至主排水泵房集水池，经泵提升后就近排至室外；地下区间主废水泵房的排水管一般通过邻近的车站或中间风井接至室外，如采用从区间泵房顶板直接接至地面的方案，应设置防水措施完善的检修竖井，且竖井在地面的出口不应影响地块或道路的正常使用；

5　地下车站的厕所、盥洗室内的卫生设施的污水，应经泵提升排至室外；

6　地下车站雨水经收集进入集水池，经泵提升排至室外；

7　地下车站和地下区间局部排水泵房和临时排水泵房的废水，应直接接入市政管道系统。当确有困难时，宜通过线路明沟排至主排水泵房集水池；

8　道岔区、转辙机基坑四周应设排水明沟将积水引入道床排水沟；

9　地面车站及高架车站生活污水尽可能采用重力流接入市政排水管；

10　高架车站屋面雨水宜优先采用虹吸雨水系统收集，排入市政雨水管网；高架区间雨水通过线路明沟收集，沿高架桥墩设雨水收集口及排水立管至地面窨井，并应与市政排水系统接通。雨水收集口间隔不宜大于 30m；

11　地下车站敞口风亭应根据汇水面积设排雨水泵站，水泵参数等应根据计算确定。非敞口风亭底部和垂直电梯基坑底部设集水坑（700mm×700mm×700mm），并预留电源，为临时排水预留条件。临时排水的排水泵应配备≥3m 的电源线，水泵扬水软管的长度应能接至最近的排水沟或集水坑内；

12　所有压力排水在进入市政排水系统前应设压力井；

13　硬聚氯乙烯等塑料排水管道穿越楼板及不同的防火分区时应采取设置阻火圈或防火套管等防止火灾贯穿的措施；硬聚氯乙烯排水管穿排热风道时应外包钢套管保护。

17.3.4　排水泵房设置应符合下列规定：

1　主排水泵房应满足：

主排水泵房应设置在地下车站沿坡度方向最低点或地下区间变坡的最低点。单向坡度的区间其长度符合不设泵房条件时，区间可不设排水泵，区间废水宜直接排入车站主排水泵房；

区间主排水泵房担负双线长度一般不超过 1.5Km；当区间排水沟的排水能力不能满足区间排水要求时应设辅助排水泵房。区间排水泵房的室内地坪应高出轨面不小于 0.3m；

主排水泵房集水池的有效容积不宜小于最大一台排水泵 15min 的出水量；

2　车站的生活污水、废水无法自流接入市政排水管道时，应设置污水泵房，且应符合下列规定：

地下车站污水泵房可设在紧靠卫生间或在其对应下层；

污水泵房如采用集水池和潜污泵组合的提升方式，污水池的有效容积不宜大于 6h 的污水量，且不宜小于最大一台泵 5min 的污水量，并应满足水泵安装及检修要求；

污水泵房如采用密闭污水提升装置，泵房内应设置 1m×1m×1m 的集水坑，预留设置固定泵排除地面清洁及结构渗漏水的条件；

污水池应设密闭人孔，污水池和密闭污水提升装置的储水箱均应设置透气管，透气管宜与卫生设备的通气管一并接至环控排风井的出口处。

3　雨水泵房设置应符合下列要求：

地下区间隧道敞开引道段的雨水泵房宜设在区间隧道距峒口约 10m 处，雨水通过横截沟收集汇入集水池，横截沟的数量应通过计算确定，但不得小于 2 条，集水池的有效容积不应小于最大一台泵 5min 的出水量；

在设有自动扶梯的出入口，雨水泵房宜设置在扶梯下方附近，并应与扶梯设备下坑道之间设结构隔断。敞口风井的雨水泵房应设在风井底处。集水池的有效容积除不小于最大一台泵 5min 的出水量外，还必须满足水泵的安装及检修要求。

4　局部排水泵房宜设在折返线车辆检修坑端部，盾构端头井等处。局部排水泵房的集水池容积不应小于最大一台泵 15min 的出水量，并应满足水泵的安装及检修要求；

5　临时排水泵房，应设在轨道交通线分期先行实施隧道的最低处或临时需要排水的地方，宜结合远期建设统筹考虑。

17.3.5　排水泵房的水泵台数应符合下列规定：

1　主排水泵房和临时排水泵房，应设 2 台排水泵，平时互为备用，必要时两台同时工作，总排水能力应按消防最大小时排水量确定；位于穿过大型水体（如余姚江、奉化江、甬江等）的区间废水泵房，应增设一台备用泵或提高单泵排水能力达到三台泵的排水要求；该区间两端的车站，有条件时宜在车站主废水泵房内增设一台备用泵，并考虑非常事故时三台泵同时使用；

2　污水泵房和局部排水泵站应设 2 台泵，互为备用；

3　雨水泵房应设置备用泵，且峒口雨水泵总数不少于 3 台。

17.4　车辆综合基地给排水

17.4.1　给水系统选择与布置应符合下列规定：

1　给水水源应采用城市管网供水，并宜从两条市政给水管道分别引入给水管和车辆基地内的室外给水管网相接；

2　车辆基地室外生产、生活给水系统宜与室外消防给水系统分开设置，消防给水管道应按环网布置，生产生活给水管道在供水负荷特别集中的区域宜按环网布置；

3　当城市给水管网的供水量和供水压力不能满足车辆基地生产、生活给水系统的要求时，应设给水泵房和蓄水池；

4　当车辆综合基地设有中水给水系统时，其绿化及地面冲洗水可利用该系统供水；

5　车辆综合基地内公共浴室、食堂、司机公寓等热水系统宜采用太阳能热水系统；

6　车辆综合基地室外每隔 60m~80m 设一个洒水栓；

7　室外给水管的变坡最高点设排气阀，最低点设泄水阀。

17.4.2　给水用水定额应按下列规定确定：

1　办公人员生活用水为 50L/班·人，小时变化系数为 2.0；

2　职工淋浴用水定额取 60L/人·次；

3　生产用水按其工艺要求确定；

4　路面洒水、绿化及草地用水定额按 1.5L/㎡·次~2.0L/㎡·次，浇洒次数以 1 次/日计；汽车冲洗用水应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的规定；

5　不可预见水量及漏水量按车辆基地内最高日用水量的 15% 计算。

17.4.3　排水系统选择与布置应符合下列规定：

1　车辆基地建筑的室内排水系统采用污、废、雨水分流制。车辆基地范围内的室外排水系统采用污、废、雨水分流制，管网末端与市政排水系统的接口应根据所在区域市政管网的排水体制确定；

2　洗车库的废水应经过处理后重复利用；其他含油废水及蓄电池检修间废水等，应经过处理，达到标准后排放；

3　车辆基地附近无城市污水排水系统时，其内部的生产废水、生活污水应经过处理，达到排放标准后方可排放，污水处理产生的污泥采用定期外运至市政污水处理厂的方式处理；

4　车辆基地的生产废水、生活污水、宜集中后按重力流方式接入城市排水系统，如不能按重力流方式排放，则应设污水泵站提升并排入城市污水排水系统；

5　车辆基地大型库房的屋面雨水宜采用虹吸雨水系统收集；

6　车辆基地内的雨水、废水是否设置集蓄设施并重复利用，应通过水量平衡、投资效益等技术经济比较后确定；

7　车辆基地停车列检库、定修库、试车线、电缆沟等局部低洼处应设排水设施。

17.4.4　排水定额应符合下列规定：

1　生活排水量标准按用水量的 95%确定；

2　生产用水排水量按工艺确定；

3　冲洗和消防废水排水量和用水量相同；

4　车辆基地车库、综合楼屋面雨水按 10 年一遇暴雨强度计算，其他建筑屋面雨水按照 2 年～5 年一遇暴雨强度进行计算，屋面雨水排水工程和溢流设施的总排水能力不应小于其 50 年暴雨重现期的雨水量；

5　车辆基地地面雨水按 5 年重现期暴雨强度，10min~15min 集流时间计。

17.5　主要设备和管材

17.5.1　主要设备的选用应符合下列规定：

1　冷却循环泵宜选用单级离心泵；

2　车辆设施与综合基地及高架车站的生产、生活泵宜选用恒压变频调速装置的泵组；

3　主废水泵、区间峒口雨水泵、污水泵及固定安装的局部排水泵宜选用带自耦装置的潜水泵，并优先考虑自带反冲洗装置的潜水泵；

4　临时排水泵选用不带自耦装置的潜水泵；

5　冷却塔宜选用阻燃型超低噪声，高效节能及外观可结合景观要求的冷却塔。

17.5.2　设备控制与安装应符合下列规定：

1　生产、生活给水泵应设自动控制、就地控制，并在控制室显示其运行状态；

2　主废水泵、区间峒口雨水泵应采用手动控制、水位自动控制及车站控制室集中控制，并在控制室内设置显示排水泵工作状态和水位报警信号的装置；区间主废水泵房有条件时可增设一套备用液位控制设备；

3　主废水泵、区间峒口雨水泵在控制室显示泵房的高报警水位（紧急启）、1#开泵水位、2#开泵水位、3#开泵水位（有 3#泵时）、停泵水位、低报警水位（紧急停），潜水泵的启、停、故障状态信号及手自动状态信号。所有水位信号以模拟量形式输出；

4　局部排水泵、污水泵应设有水位自动控制和就地控制，并在车站控制室内设置显示水泵工作状态和水位报警信号的装置；

5　局部排水泵、污水泵在控制室显示高报警水位、开泵水位、停泵水位、低报警水位，潜水泵的启、停、故障状态信号及手自动状态信号；

6　冷却循环泵和冷却塔的控制方式应与冷冻机同步，由环控电控室控制、就地控制并在车站控制室显示设备的工作状态；冷却塔的循环冷却水进、出管加设电动蝶阀，其启闭控制与冷却塔同步。

17.5.3　管材的选用应符合下列规定：

1　同一条轨道交通线路的同一类管材应全线采用统一标准；

2　室外埋地的给水引入管，水表井后管径不小于 DN100 时，应采用球墨给水铸铁管；管径小于 DN100 时，可采用给水塑料管或其他符合生活饮用水卫生标准的管材；

3　室内给水系统的管材，水消防系统宜采用内外壁热镀锌钢管或其他符合条件的管材；冷却循环给水管宜采用衬塑或内涂塑钢管；生活给水管宜采用衬塑钢管或其它符合生活饮用水卫生标准的管材；

4　室外埋地的排水管，压力管道应采用球墨铸铁管；重力流管道应采用埋地塑料管；

5　高架区间重力雨水管，明敷安装的，采用排水塑料管，暗埋在结构内部的，采用球墨铸铁管；

6　室内排水系统的管材，重力流排水管道宜采用阻燃型排水塑料管，压力排水管道宜采用衬塑或内涂塑钢管；

7　车辆设施与综合基地室外的排水管宜采用埋地塑料管或钢筋混凝土管；

8　虹吸压力流排水管可采用承压塑料管、钢塑复合管或不锈钢管；

9　气体灭火系统管材：

1)　系统组件及管道的公称工作压力不小于最高环境温度下所承受的工作压力；

2)　IG541 气体灭火系统应选用符合《输送流体用无缝钢管》GB/T8163 的厚壁无缝钢管，材质为 20#钢，管件为锻压制高压管件，管道及管件必须进行内外热浸镀锌处理；

3)　灭火剂输送管道采用螺纹连接、法兰连接或焊接，公称直径等于或小于 80mm 的管道采用螺纹连接，公称直径大于 80mm 的管道采用法兰连接；焊接后的管道应进行二次镀锌处理；法兰连接应选择耐高压的密封垫片。

18　通信及办公自动化

18.1　一般要求

18.1.1　通信系统应满足城市轨道交通运营线路的通信需求，确保城市轨道交通线路能安全、高效运行，并在出现紧急情况时，能迅速转变为供防灾救援和事故处理的指挥通信系统。

18.1.2　通信系统应由专用通信系统、民用通信引入系统、公安通信系统组成。

18.1.3　专用通信系统一般由传输、无线通信、公务电话、专用电话、视频监视、广播、时钟、乘客信息、电源及接地、集中告警等子系统组成。

18.1.4　民用通信引入系统由民用传输、移动通信引入、集中监测告警、电源及接地等子系统组成。

18.1.5　公安通信系统由公安无线通信引入、公安视频监视、公安数据网络、公安专用电话、公安电源及接地等子系统组成。

18.1.6　通信系统应稳定可靠、功能合理、设备成熟、技术先进、经济实用。且通信系统的设备选型，应在满足系统功能要求的前提下优先选用国产设备。对国内尚不能满足功能要求的设备，应在进行充分比较后，选择引进。

18.1.7　通信系统总体方案及系统容量应将近期建设规模和远期发展规划相结合。

18.1.8　当形成轨道交通网络时，应建立服务于网络化运营的通信系统，包括：网络中心时间同步系统、网络公务电话交换系统、网络无线交换系统等。

18.1.9　网络化运营的通信系统应实现系统整合、资源共享，为网络级的各职能部门间、各线路间提供可靠的信息互通、传输和通信手段，并为新建线路的接入预留条件。

18.1.10　应建立统一的网络中心时间同步系统，并满足以下要求：

1　系统宜由网络层、线路层两级组成，包含北斗星授时、GPS 时间接收装置、时间服务器等设备；

2　实现基于 NTP 协议的轨道交通各系统的时间同步；

3　各弱电系统应在各相关显示终端、录音录像信息、计费信息、报警信息及网管记录中提供与网络中心时间一致的时间信息。

18.1.11　应建立统一的轨道交通网公务电话交换系统，并满足以下要求：

1　采用双节点冗余汇接方式；

2　内部电话统一汇接、外部电话统一出入中继；

3　统一管理和计费；

4　按统一规定进行编号。

18.1.12　应建立统一的轨道交通网无线交换系统，并满足以下要求：

1　系统应采用数字集群制式，宜具有热备冗余、自动切换功能的主备交换中心方案；

2　系统应采用 800 MHz 频段，上行工作频段为 806 MHz～821MHz，下行工作频段 851MHz～866MHz，宜采用 TETRA 制式；

3　系统应统一各线路组网原则、信号覆盖方式、频率配置原则、号码资源分配及编号原则以及与其他网络的联网方式等，并根据轨道交通线路的网络规划对各线的基站布置、频

率配置等进行统一规划；

4　采用不同的集群交换设备时，宜实现城市轨道交通网络内的互联互通及资源共享。

18.1.13　应建立统一的轨道交通网总编播中心，并满足以下要求：

1　乘客信息系统总编播控制中心的建设以各线路乘客信息系统（PIS）为基础，实现各线路的乘客信息系统的互联、互通，以达到资源的信息共享；

2　乘客信息系统总编播控制中心的建立为 PIS 系统制定接口规则、技术标准和发布规则；新建轨道交通线路均遵循此标准，并统一接入总编播控制中心，避免新建线路重复投资部分设备；

3　乘客信息系统总编播控制中心是轨道交通线路 PIS 系统的信息提供方，为各条线路的 PIS 系统提供实时视频、公共信息、广告信息等。

18.1.14　应建立统一的轨道交通网络信息中心，并满足以下要求：

1　采用双核心交换机；

2　支持宁波市轨道交通线网各项网络业务及管理工作，实现内部资源共享；

3　具有多条外联通道，有专用传输系统通道、专线网络通道、INTERNET 通道等；

4　设立应用服务发布和服务区域，进行服务器区域防火墙隔离，形成相对独立区域；

5　应为办公自动化系统制定轨道交通网络信息 IP 地址资源、网络安全规划等相关规定。

18.2　基本技术要求

18.2.1　通信系统构架及设备配置应确保其安全性和可靠性，通信系统应实现24h不间断地运行。通信系统在故障时应具有相应的备用或降级使用功能，或启动关键部件的冗余配备来确保系统基本功能的实现。

18.2.2　通信系统设备应采用模块化设计，易于扩展和平滑升级，并应满足便于安装、操作和维护的要求。

18.2.3　通信系统应支持符合国际、国内标准和工业界标准的相关接口，能与其他相关系统或业务部门实现可靠的互联互通，并应选择广泛应用的标准协议。

18.2.4　通信系统主要设备和模块应具有自检功能，故障时自动切换并报警，可实现设备集中监控。

18.2.5　通信系统应符合电磁兼容性的要求，并应充分考虑电力牵引的特性，采用具有较强抗电气干扰性能的设备及配件。

18.2.6　通信系统应适应地下及地上环境，选用体积小、重量轻、能耗低、防尘、防锈、防震、防潮的设备和材料，并不得侵入设备限界。

18.2.7　隧道区间内的通信主干电缆、光缆应采用低烟、无卤、阻燃、防腐蚀、具有抗电气化干扰的防护层；地下车站站内线缆应采用低烟、无卤、阻燃、防腐蚀的塑料护套铜芯线缆；地面或高架车站站内线缆应采用低烟、无卤、阻燃、防腐蚀的护套铜芯线缆；高架区间的通信主干电缆、光缆还应具有防潮和抗阳光辐射能力，并注意防鼠害和防杂散电流腐蚀。

18.2.8　通信设备供电应为一级负荷，通信的交流供电应为两路独立电源供电，可自动切换，

以保证不中断供电。电压为380/220V，频率为50Hz±5Hz。

18.2.9　通信设备应接入综合接地系统，接地电阻不大于1 欧姆。

18.2.10　通信设备使用环境见表18.2.10。

表18.2.10　通信设备使用环境表

项目		运营中心	设备室	轨旁	车上
温度	工作施工期	-5℃～+45℃	-5℃～+45℃	–15℃～+70℃	–15℃～+70℃
	存储	–15℃～+55℃	–15℃～+55℃	–15℃～+70℃	–15℃～+70℃
湿度	工作	＞95%	＞95%	＞95%	＞95%
	存储	＞95%	＞95%	＞95%	＞95%
机械冲击		4G	4G	10G	10G
海拔高度		≤1000m			
地震烈度		7 度，水平加速度 0.25g，垂直加速度 0.125g			
污秽等级		户内Ⅲ级，按沿海地区考虑。			
振动		f<10Hz 时，振幅为 0.3mm；10Hz<f<150Hz 时，加速度为 0.1g			

18.2.11　通信系统采用的器材、设备和技术指标，通信系统的设计、建设及运营管理，除应执行本标准外，还应符合国家标准、相关行业标准和本市现行相关标准的规定。

18.3　专用通信传输系统

18.3.1　传输系统应为控制中心、车站、车辆基地等之间的各通信子系统和其他专业提供可靠的传输通道以传输语音、数据、文字、图像等各种信息。

18.3.2　传输系统应独立组建，传输业务一般包括下列语音、数据及图像等信息：

1　无线电话及数据信息；

2　公务电话及数据信息；

3　专用电话及数据信息；

4　广播语音及数据信息；

5　视频监视图像及数据信息；

6　时钟信息；

7　乘客信息系统的视、音频及数据信息；

8　办公自动化信息；

9　通信电源监控信息；

10　自动售检票系统信息；

11　信号系统信息；

12　通信系统自身的管理、监控信息；

13　运营维护信息等。

18.3.3　系统应采用性能稳定、可靠性高的光纤数字通信设备，关键部件应冗余配置以备故障时自动切换。传输指标应符合国家标准。

18.3.4　光传输系统使用的光纤应设于不同路径的光缆中，从物理和逻辑上构成自愈环并能

自动切换，切换时不应影响正常使用，确保传输系统的可靠性。

18.3.5　系统在传输设备节点或光缆故障的情况下自愈时间应小于 50ms 的指标，应通过工信部授权单位的认证或测试。

18.3.6　传输系统应采用合理的传输制式解决不同业务的承载需求，最大程度利用带宽资源和提高传输效率。

18.3.7　传输系统的设计容量应兼顾本线路和远期发展的需求，宜预留30%的余量。

18.3.8　传输系统网络应具有扩展功能和良好的兼容性能。

18.3.9　传输系统的各节点，可提供满足ITU-T G.703建议的2Mbps及满足IEEE802.3建议的以太网等标准接口。

18.3.10　传输系统的各节点可提供IP分组数据和视频图像等业务传输通道。

18.3.11　采用基于光同步数字传输制式的传输系统应采用主从同步方式，宜利用网络时间中心系统的网同步设备作为系统外同步时钟源。

18.3.12　传输系统应具有网管功能，可进行故障管理、性能监视、系统管理、配置管理。

18.3.13　传输系统应能对网内传输的各种信息进行环路保护，确保信息传输的安全可靠。

18.3.14　光、电缆应符合下列要求：

1　光缆应采用充油、低烟、无卤、阻燃的铠装光缆，光纤有关的几何尺寸、光学、传输特性应满足ITU-T 有关要求；

2　音频电缆应采用充油、低烟、无卤、阻燃，且具有屏蔽性能抗电气化干扰的电缆；

3　光、电缆应在区间隧道内沿墙架设在电缆托架上；地面可采用电缆托架敷设方式或者电缆槽、管道及其他敷设方式；

4　新建线的各系统宜统一由传输系统建设光缆网络；

5　光、电缆容量除应满足本线路的各专业需求外，还应兼顾本线路近、远期的需求；

6　光缆的盘长，可按在两站之间距离小于3km时不设光接续装置为原则，光、电缆进入光终端设备之前，应设配线架。光缆引入车站应进行绝缘成端，其金属护套应接地。

18.4　专用通信无线通信系统

18.4.1　无线通信系统应为城市轨道交通运营管理移动人员之间、移动人员与固定人员之间提供无线通信手段。

18.4.2　无线通信系统宜采用满足国家电子行业标准的TETRA 数字集群系统，具体使用的频率可以选用轨道交通线路已经申请使用的频率，或申报市无委批准新的频率确定。

18.4.3　在系统正常运行情况下，当交换机与基站之间的通信链路发生故障时，系统应自动进入降级模式，为该基站覆盖区域内的用户提供单站集群功能。

18.4.4　无线通信系统应包括的通话组：行车调度、维修调度、环控防灾调度、车辆基地调度。

18.4.5　根据业务需要，无线通信系统为有关用户（中心行车调度员、中心环控防灾调度员、中心维修调度员、车站值班员、车辆基地值班员、列车司机、各专业便携台人员、指定的程控电话用户和轨道交通警务用户等）之间提供无线通信手段。

18.4.6　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（包括全呼）、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　预占优先呼叫：当系统繁忙时，具有预占优先权的用户（调度用户）可以使优先级最低的用户的通信断开，以保证调度用户的呼叫及通话；

4　中心调度员可对列车乘客选呼广播和全呼广播；

5　能完成调度区域选择、跨越轨道交通基站无隙切换、电话互联呼叫等功能；

6　车载台自动转组：系统可通过信号专业所提供的信息（ATS 信息），进行行车调度通话组与车辆基地通话组的自动转换功能；

7　录音：控制中心多路数字录音设备能对所有频道的通话信息进行自动录音，平均每信道记录时长应为不少于1年。具有列车司机与行车调度的语音录音及回放，时间不少于60分钟；

8　提供主要信号音：接通音、呼叫失败音（或显示）、忙音、弱场区提示音等；

9　提供分组数据传输功能，支持多用户共享、语音调度优先和自动断点续传，并能根据语音调度通信的繁忙程度，自动调整分组数据业务带宽；

10　网管设备应具有系统配置、用户管理、故障检测报警及管理、统计报告功能。

18.4.7　系统宜采用全基站组网方式。

18.4.8　无线场强覆盖范围包括：轨道交通运营线路和沿线车站（站台、站厅、换乘通道、出入口等），以及整个车辆基地地面区域。在隧道内、地面、高架区间及地下、高架车站站台区的电波传播宜采用漏泄同轴电缆辐射方式。在车站站厅层使用天线的方式进行电波传播。在车辆基地采用架设室外天线的方式进行电波传播。

18.4.9　系统话音质量(DAQ)应大于3.0 ，系统空间波覆盖的时间地点概率应不小于90％，漏泄同轴电缆辐射电波的时间地点概率应不小于95％；并确保车载台在全线正常通话，即越区切换不应中断通信。

18.4.10　车载台应防撞击、耐震动，并在司机室进行合理布置，减少牵引/制动设备及其他车载设备的电磁干扰。

18.5　专用通信公务电话系统

18.5.1　公务电话系统应为轨道交通工作人员提供内部公务电话及外部公务电话的语音、信息通信功能。

18.5.2　系统由公务电话交换设备、电话设备、接续设备及相关附属设备等组成，设备应具有工信部入网许可证。

18.5.3　公务电话交换设备宜设置在控制中心、车辆基地或用户量相对集中的区域。

18.5.4　公务电话系统应具备下列功能：

1　基本电话业务：

1)　内部呼叫及出入局呼叫；

2) 对市话局的呼入、呼出国内、国际长途人工、自动呼入、呼出；

3) 将“119”（火警）、“110”（匪警）、“120”（救护）特种业务呼叫自动转移至市话局的“119”、“110”和“120”上；

2 服务功能：具有呼叫限制、转移呼叫、遇忙回叫、无应答转移、呼叫等待、缩位拨号、语音信箱等功能；

3 计费功能：可对网内用户进行计费，并能对国内、国际长途有权用户的长话计费采用用户自动计费方式进行计费；

4 具有识别用户数据的能力，能提供用户传真、视频会议等非话业务，并能保证这类业务的接续不被其他呼叫插入或中断；

5 具有数字用户接口；

6 有多方会议电话能力；

7 具有集中维护和管理功能；

8 宜具备与2B+D、30B+D、H.323、SIP等互通功能；当实现多媒体、信息业务通信时，宜支持通过API提供的第三方业务应用的开发。

18.5.5 交换机容量应按下列原则确定：

1 近期容量应根据管理模式、机构设置、定员配置、有关的基础数据及经济技术比较等因素确定；

2 远期容量应考虑发展的需要，并适当预留。

18.5.6 线路级系统应接入汇接局，实现与其他线路通话的汇接、市话的出入中继等功能。

18.5.7 公务电话系统的中继方式应符合下列要求：与市话局之间及网内局间，宜采用全自动呼出、呼入即DOD1+DID 方式。

18.5.8 各线路应按照全市轨道交通公务电话网内统一的规定进行编号。

18.5.9 公务电话交换网信令方式及接口配合应符合下列要求：

1 模拟用户信号采用双音多频信号方式，技术指标和传输特性应符合《电话自动交换网局间直流信号方式》GB3378-82 有关规定；

2 数字用户信号及接口应符合ITU-T 有关建议；

3 与市话局的中继信令方式及接口配合，应符合市话局有关要求。

18.5.10 公务电话交换网传输衰耗应满足下列要求：

1 4 线链路：地区呼叫3.5dB 长途呼叫7.0dB；

2 用户线衰耗：网内任一用户至市话局交换机之间，其衰耗≤7.0dB。

18.5.11 从市话局提取时钟信号，接受同步控制，并控制网内其他交换局的同步信号。当与市话局之间中继线发生故障时，则本网以市话连接的交换机为主局，其他的交换机为从局。

18.5.12 敷设于车站、区间及车辆基地内的电话电缆应采用铜芯电缆，并应具备抗电气化干扰的能力。

18.6 专用通信专用电话系统

18.6.1 专用电话系统为控制中心调度员与各站、车辆基地相关值班员之间提供直接的有线

通话功能。系统应包括调度电话、站内集中电话、站间电话、紧急电话等。

18.6.2　调度电话宜包括：行车调度、电力调度、防灾调度、维修调度、总调度等。

18.6.3　应设置调度备用系统，应能在专用电话系统或传输系统发生故障时，实现控制中心行车调度员与车站/车辆基地行车值班员的通话功能。

18.6.4　调度电话应具有下列功能要求：

1　各调度台之间、调度台与各调度分机的直接通话；

2　调度台应能对下属调度分机进行选呼、组呼、全呼；

3　下属调度分机可对调度台进行一般呼叫和紧急呼叫；

4　调度分机呼叫调度台时，调度台应能按顺序显示呼叫分机号码及用户名，并具有回叫功能。调度台应能区分一般呼叫和紧急呼叫、应具备强插/强拆功能并可显示用户忙闲状态；

5　在控制中心处，应对调度台与调度分机之间的通话进行全程自动录音；

6　调度台具有召集固定成员电话会议和实时召集不同成员临时电话会议的能力；

7　拨出、已接、未接的调度电话均应具备记录和可查询功能；

8　系统具有维护管理功能。

18.6.5　调度电话系统宜设下列设备，但最终应根据运营模式配置：

1　控制中心设调度台：行车调度、电力调度、环控防灾调度、维修调度、总调度；

2　各车站（车辆基地）设调度分机：

1)　行车调度分机：设于各车站控制室和车辆基地信号楼值班室、车库运转室、派班室等处；

2)　电力调度分机：设于各车站和车辆基地主变电所、牵引变电所、降压变电所、跟随变电所等处；

3)　环控防灾调度分机：设于各车站值班室、车辆基地消防值班室等处。

18.6.6　站内集中电话和站间行车电话系统应具有下列功能要求：

1　车站值班员/（车辆基地信号楼值班员、运转值班员、列检值班员）与本站（段）重要部门有关人员之间的直达通话；

2　相邻站值班员的直达通话；

3　车站值班员具有单呼、组呼和全呼通话功能，组呼键可灵活设置；

4　维修人员、工作人员与站（段）值班员及其他相关人员间的通话。

18.6.7　紧急电话机的设置应符合下列要求：

1　紧急状态下供乘客或车站工作人员在紧急情况下使用，与车控室构成直接通话；

2　全线各车站的每侧站台宜设置2台紧急电话机。

18.6.8　根据运营需求设置区间电话时，其设置应符合下列要求：

1　用于列车司机、维修人员或处于隧道区间的其他人员与相邻站车站值班员之间的通话，同时具备接入公务电话系统能力；

2　隧道区间每隔150~200米设电话机，并在信号机、道岔等处设置电话机，防护等级不小于IP65；

3　区间电话应满足密闭、防水、防潮、防震、防雷击、防电磁干扰的全天候使用要求。

18.6.9　在换乘站，不同线路的车站控制室内需互设直通分机及调度分机。

18.6.10　站内集中电话、区间电话间采用铜芯电缆，并应具备抗电气化干扰的能力。

18.6.11　专用电话系统设置集中录音设备，统一为专用无线、公务电话、广播等子系统提供录音通道、接口。

18.7　专用通信视频监视系统

18.7.1　视频监视系统应当能够为控制中心的调度员、各车站值班员等提供有关列车运行、防灾救灾、乘客情况以及变电所设备运行情况等方面的图像监视；能为司机提供乘客上下车图像监视，辅助列车调度员指挥行车，以及协助列车司机安全发车；在发生灾害时，由兼管防灾的调度员或值班员使用本系统随时监视灾害和乘客疏散情况。

18.7.2　在运营管理和投资建设可行的情况下，应考虑与公安电视监视系统进行资源整合。

18.7.3　视频监视系统应满足以下功能：

1　中心级的用户包括总调度员、行车调度员、环控防灾调度员、电力调度员、维修调度员。各调度员能选择全线任意一个摄像机的图像显示在相应的终端上；

2　车站值班员可以任意选择本站摄像机的图像显示在相应的终端上；

3　控制中心和车站的监视选择控制，均可采用人工切换或自动扫描方式（平时循环显示）；

4　控制中心调度员、车站值班员等均能对摄像机、云台、焦距等进行控制，并具有优先级处理；

5　司机可利用站台监视器监视乘客上下车情况；

6　在各监视终端上应显示站名（或站号）、区域名（或摄像机号）、日期、时间；

7　车站应设置录像设备，可对本系统所有图像进行实时不间断录像，录像存储时间宜不小于30天；中心应具有录像回放的功能。

18.7.4　在车站的监视区域宜按上、下行站台区及站厅区（售检票、电扶梯、出入口等）、设备区、变电所区等相关区域划分。

18.7.5　车站摄像机监视范围覆盖：上行站台、下行站台、检票口、站厅自动扶梯、AFC 票务室、变电所控制室、变电站开关柜室、主要设备室、各站出入口等。

18.7.6　视频监视图像要求：

1　实时视频图像和录像的数字化宜采用H.264（或MPEG-2及M-JPEG ）制式，每路图像所占用的传输带宽不应大于8 Mb/s；

2　系统采用的模拟摄像机的水平清晰度不应低于480线，采用的数字摄像机的像素不应低于130万像素；

3　系统性能指标不应低于《视频安防监控系统工程设计规范》GB50395中5.0.10条规定指标。

18.7.7　视频监视系统宜采用高清彩色摄像机，并在事故照明下能进行摄像。

18.7.8　系统应具有集中、详细的自检功能，并可在控制中心遥测采集设备的运行状况和故障信息，并记录保存。

18.7.9　不同线路换乘站间宜具有相互调看相关图像的功能。

18.7.10　当上级设备失效时，视频监视系统本级功能应不受影响。

18.8　专用通信广播系统

18.8.1　广播系统应实现对轨道交通范围内乘客、工作人员的广播服务，以及在紧急情况下对车站人员进行语音的疏导。

18.8.2　广播系统应分为正线广播和车辆基地广播系统。

18.8.3　广播系统应具有负载均衡、平行广播、多信源广播、预录音存储、广播编组和设定、录音等功能。

18.8.4　广播系统应具有监听、检测、负载反馈显示、手/自动备机切换及故障告警功能。

18.8.5　广播系统应具备人工调用播放、定时自动播放和自动循环播放各类预制语音信息的能力，并使播出区域乘客信息系统的显示信息与广播系统播出的语音信息相呼应。

18.8.6　广播系统用户应设置不同的优先权顺序，防灾调度指挥的优先级应高于行车调度指挥。

18.8.7　广播系统应具有集中、详细的自检功能，可在控制中心遥测采集设备的运行状况和故障信息，并记录保存。

18.8.8　广播系统平时以车站广播为主，紧急情况下以中心广播为主。

18.8.9　正线广播系统应满足以下功能：

1　正线广播系统应实现中心一级和车站一级的人工或自动广播要求；

2　中心的广播用户包括行车调度员、环控防灾调度员，均可通过相应的广播控制终端对全线选车站、或选路广播，且具有广播自动录音功能；

3　车站的用户包括行车值班员、环控防灾值班员、站台客运值班员可通过相应的广播控制终端对本站管辖内进行选路广播，并能对任一广播区进行监听；

4　对于典型站播音区按上行站台、下行站台、站厅(含出入口、通道等)、设备区四个区域进行设置；

5　列车进站时应具有自动语音广播功能，列车进站广播控制信息由信号ATS 系统提供；

6　广播子系统各区扬声器均采用分散布设方式，在各播音区内，当环境噪声在60dB~75dB范围内时，其最远点声压级高于噪声背景15dB；

7　在环境嘈杂区，应设置噪声传感器，并以此自动控制音量。

18.8.10　车辆基地内部广播应满足车辆基地信号楼值班员和车库运转值班员对运用库、列检库、检修库以及车辆出入口区等播音区的广播，扬声器额定功率需根据各播音区的环境因素确定。

18.9　专用通信时钟系统

18.9.1　时钟系统应能为全线车站、控制中心、车辆基地提供统一的标准时间信号，并且为

各系统提供统一的校时信号。

18.9.2　时钟系统采用控制中心与车站/车辆基地两级组网方式。由中心母钟（一级母钟）、车站/车辆基地二级母钟、时间显示单元（简称子钟）及传输通道组成。

18.9.3　一级母钟设置在控制中心，采用主备用方式。一级母钟能为其他各系统周期性地传送统一的时间信号。

18.9.4　一级母钟应具备扩展能力，并预留多线二级母钟接入能力。

18.9.5　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。

18.9.6　二级母钟设置在车站/车辆基地，一级母钟定时向二级母钟发送时间编码校准信号，二级母钟产生时间信号提供给本地的子钟。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。

18.9.7　子钟应设置在控制中心、车站、车辆基地与行车、运营管理有关的区域和房间内，一般包括站台、站厅、车站控制室、交接班室等处。

18.9.8　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。

18.9.9　时钟系统应具有集中、详细的自检功能，可在控制中心遥测采集设备的运行状况和故障信息，并记录保存。

18.10　专用通信乘客信息系统

18.10.1　系统可提供列车时间信息、政府公告、出行参考、股票信息、媒体新闻、广告等实时多媒体信息；在火灾、阻塞及恐怖袭击等情况下，提供动态紧急疏散指示。

18.10.2　乘客信息系统应由总编播控制中心（PCC）子系统、线路播控中心子系统、车站子系统、网络子系统以及车载子系统组成。

18.10.3　总编播控制中心子系统应应满足以下功能：

1　PCC 系统制定各线路 PIS 系统的播出时间表；

2　PCC 系统提供各线路媒体信息的采集、编辑及分发；

3　PCC 系统制定各线路 PIS 系统的显示信息以及信息格式，包括信息类型、显示位置、文字大小以及显示方式等；

4　PCC 系统提供各线路 PIS 系统的所有外部信息，包括实时视频流、广告视频文件、天气预报、（文字）新闻、财经资讯等；

5　PCC 系统统一管理各线路 PIS 系统的运行日志，对系统运行状态进行分析和整理；

6　PCC 系统统一管理各线路 PIS 系统的播后记录，并具有广告信息的播放、管理、计费等功能；

7　各线路 PIS 系统在正常运行时服从 PCC 系统的统一管理，当出现火灾、列车事故等紧急情况时，播放 PCC 系统下发的紧急消息；

8　在数据信息传输时应对其进行加密及解密。采集、传输过程中应防止数据丢失，确保信息的完整性。系统应具备防止黑客和非法信息入侵的功能，确保播出信息的安全；

9　给各线路 OCC 的信息，包括：

1)　指挥中心发送给控制中心的指令；

2)　预案内相关的安排及措施等；

3)　突发事件报告；

4)　日常协调安排。

10　给乘客的信息，包括：

1)　线路日常运营信息（如换乘站相关线路的列车时间表等）；

2)　突发事件信息（如线路/车站临时关闭、公交事件等）。

18.10.4　线路播控中心子系统应满足以下功能：

1　采集信息、处理系统内各类数据；管理/控制系统设备；编辑生成播出版式；制定播放优先等级；播出信息的统计分析；制定系统岗位操作规程；

2　控制中心负责视频流的转换及各类信息的播放；监控网络及终端设备的工作状态；

3　负责系统故障维修的集中管理，确保系统正常运营。

18.10.5　车站子系统应满足以下功能：

1　应能接受中心控制命令，转发至站内的显示终端控制器进行解释执行；接收控制中心下发的节目列表和节目内容，控制车站的各显示屏组进行信息播放；也可在中心信息基础上叠加车站各类个性化信息；

2　集中管理、控制整个车站的所有终端设备。

18.10.6　网络子系统应满足以下功能：

1　有线网络子系统宜利用通信传输系统提供的传输网络进行信息传输。文本图像信息通过 IP 方式传输；

2　无线网络子系统应实现控制中心与车载子系统之间的数据信息传输。移动的列车与地面之间应具有实时双向数据传输的能力。

18.10.7　车载子系统应满足以下功能：

1　车载子系统应具有同一传送内容的断点续传功能，能实现运行列车通过车地无线传输网及时有序地收、发信息内容；

2　应实现控制中心至车辆的乘客信息系统信息的接收、下载、播放，车载视频监视及监视信息的记录、上传。

18.10.8　车站站台层、站厅层应配置显示屏，屏幕尺寸不宜小于40英寸；车站站台每侧显示屏数量不应少于2组，为乘客提供各种多媒体信息。

18.10.9　系统应具有集中、详细的自检功能，可在控制中心遥测采集设备的运行状况和故障信息，并记录保存。

18.11　专用通信电源系统及接地

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

18.11.2　专用通信系统通信设备应为一级负荷供电，供电质量应符合国家有关标准。电压波

动范围超过用电设备正常工作范围时，应设稳压设备。

18.11.3　专用通信系统电源由供电系统提供二路三相交流电源，当使用中的一路出现故障时，应能自动切换至另一路，并应在本地及远端及时告警，确保为通信系统设备提供不间断、无瞬变、安全可靠的交流供电。

18.11.4　对要求直流供电的通信设备，宜采用集中供电方式。直流供电设备由直流配电盘、高频开关型整流模块、直流变换器、逆变器、蓄电池组构成。直流电源基础电压为—48V，其他类型的直流电源电压应通过直流变换器供电。

18.11.5　对要求交流不间断供电的通信设备，可根据负荷容量确定采用逆变器或交流不间断电源UPS供电方式。

18.11.6　电源设备容量的配置应符合以下原则：

1　直流、交流配电设备的容量应按远期负荷配置；

2　高频开关电源、不间断电源的容量应按近期配置；

3　蓄电池组的容量应按近期负荷配置，并应保证连续供电不少于2h；

4　直流供电设备蓄电池宜设置两组并联，每组容量应为总容量的1/2 。交流不间断电源设备的蓄电池宜设一组。

18.11.7　当采用UPS电源综合系统集中供电方式时，应保证对通信设备不间断、无瞬变地供电，并满足通信设备对电源的要求。

18.11.8　电源系统应具有集中监控功能，对电源主要设备具有性能管理、配置管理、安全管理、故障管理等功能，同时应实现对机房及各机柜的温度和湿度的状态监控。

18.11.9　应在通信电源设备机柜内设置分级防雷装置以实现防雷保护。

18.11.10 电源设备不宜与通信系统的其他机柜相邻设置，宜与通信系统分机房安装或在同机房安装并进行装修隔断。

18.11.11 接地应满足以下要求：

1　宜与供电系统合设接地体，接地体用于通信系统的引出点不应少于 2 处，并与供电系统的引出点分开，各引出点都应有独立的电缆连接通信机房的接地盘；

2　电源设备保护接地应采用供电系统的保护接地；

3　若车辆基地等处不具备与供电系统合设接地体的条件，则应单独设室外接地体作为通信用的接地体，该接地体与其他接地体的间隔距离不应小于 20 米；

4　应在通信机房内设地线盘，采用铜质接线及端子，接地电阻不应大于 1Ω。

18.12　专用通信集中告警系统

18.12.1　集中告警系统是保证通信各系统正常工作的必要手段，亦便于控制中心集中管理和维护；包括性能监视、故障检测、系统保护、故障或性能信息报告和故障大致定位等。

18.12.2　集中告警系统对传输系统、无线通信系统、公务电话系统、专用电话系统、视频监视系统、广播系统、时钟系统、乘客信息系统及电源子系统的设备、资源、性能、告警的统一管理，实现对跨子网的故障相关性处理。

18.12.3　系统应具有按子系统、车站、设备架、子架顺序判断故障位置（定位功能）和显示

功能，并发出声光告警。车站设备具有状态显示功能。系统主处理器及传输通道应有备份。

18.12.4　集中告警系统应满足以下功能：

1　告警信息采集功能；

2　告警信息过滤功能；

3　告警提示和屏蔽功能；

4　告警处理、查询与统计功能；

5　系统安全管理功能；

6　与时钟系统的时钟同步接口，具备标准时间显示及定时校时功能；

7　具有向上网管接口，可向综合监控系统传送告警信息功能等。

18.13　民用通信引入系统

18.13.1　民用通信引入系统应满足宁波市轨道交通范围内开展公用通信运营服务的需求，包括民用传输系统、移动通信引入系统、集中监测告警系统、电源系统及接地等。

18.13.2　民用通信引入系统对于设备的选用、安装，区间及车站的主干光/电缆、各类线缆的选择、敷设及使用等，均应符合专用通信系统的相关规定。

18.13.3　民用通信引入系统应满足乘客在地下空间进行公众无线通信联络的需求，应实现当前多种移动通信制式的覆盖，并适当预留未来业务发展所需的相应接口及条件。

18.13.4　民用传输系统应符合以下要求：

1　民用传输系统为移动通信引入、集中监测告警系统等提供信道，同时可承载语音、数据和未来的民用业务信息。并应预留数据通信通道出租的能力，要求较高的实时性和可靠性；

2　民用传输系统应采用成熟、合理的制式解决不同业务的承载需要；

3　民用传输系统采用性能稳定、可靠性高的光纤数字通信设备，传输指标应符合国家标准；

4　民用传输系统应设主、备用通道，从物理和逻辑上构成自愈环并能自动切换，切换时不应影响正常使用，确保传输系统可靠性；

5　民用传输系统的容量应考虑扩展的需要，宜预留30%的余量；

6　民用传输系统应能提供语音业务、以太网业务、2M电路、155M电路等基本业务；

7　民用传输系统应具有网管功能，可进行故障管理、性能监视、系统管理、配置管理；

8　民用传输系统具备自愈功能，关键部件冗余配置以备故障时自动切换；

9　民用传输系统应具有扩展功能和良好的兼容性能；

10　民用传输系统宜独立敷设光缆，应采用充油、低烟、无卤、阻燃铠装光缆，光纤有关的几何尺寸、光学、传输特性应满足ITU-T 有关要求。

18.13.5　民用通信引入系统应符合以下要求：

1　民用通信引入系统是将移动运营商的地面信号引入本工程地下空间，满足乘客在地下空间内享受与地面同等的移动通信需求；

2　民用通信引入系统宜采用宽频带组网方式，频率范围为600MHz~2.7GHz，除应满

足目前各电信运营商的2G/3G/4G业务的接入外，还应具有可扩展性，应可满足未来频段的多用户接入需求，预留数字电视DTV等制式信号的引入条件；

3　无线信号引入地下空间后，应能覆盖以下区域：站厅层（包括公共区、办公区、设备区）、换乘大厅及通道、站台层，正线隧道区间及出入口等涉及工作人员和乘客可能到达的区域；

4　避免移动通信引入的无线信号与轨道交通各类无线系统（如：专用无线通信系统、公安无线引入系统、车地通信系统等）的相互干扰。在站台、站厅、区间布设天线或漏缆时，应确保本系统与轨道交通各类无线系统具备足够的隔离度，并在频率选择时避免三阶互调干扰；

5　具有控制地下空间无线信号向外辐射的措施或手段，避免对地面相关信号造成干扰；

6　应根据具体建筑结构和位置，选择采用全向吸顶天线，壁挂板状天线或泄漏同轴电缆等多种覆盖方式；

7　环境电磁波控制：办公区域应按一级标准(10μw/cm)设计；站台、站厅、地下综合开发区域及隧道内应按二级标准(40μw/cm)设计；

8　区域边缘的GSM、GPRS、CDMA、TD-SCDMA、WCDMA下行信号电平应不小于-85dBm；GSM、GPRS、CDMA等移动通信系统，在无线覆盖区域内98%的位置，95%的时间内移动台可接入网络；TD-SCDMA移动通信系统，在无线覆盖区域内90%的位置，99%的时间内移动台可接入网络；WCDMA移动通信系统，在无线覆盖区域内95%的位置，99%的时间内移动台可接入网络。越区切换成功率、掉话率、误码率应符合国家和行业的相关规定；

9　系统泄漏电缆与轨道交通专用无线通信系统和公安泄漏电缆敷设平行距离不宜小于0.5m；

10　系统应具备完善独立的网管，及时、动态地反应系统设备的主要工作参数，提供并记录系统的故障告警，可实现远程控制车站设备的部分参数。

18.13.6　民用集中监测告警子系统应符合以下要求：

1　本系统对民用传输系统、民用移动通信引入系统、民用电源系统的设备、资源、性能、告警的统一管理；

2　本系统接收民用各子系统网管监控设备发来的各子系统状态信息，显示并存储这些信息；

3　系统应具有按子系统、车站、设备架、子架顺序判断故障位置（定位功能）和显示功能，并发出声光告警。车站设备具有状态显示功能。系统主处理器及传输通道应有备份。

18.13.7　民用电源系统及接地应符合以下要求：

1　设备应为一级负荷供电，供电质量应符合国家有关标准。电压波动范围超过用电设备正常工作范围时，应设稳压设备；

2　系统电源宜独立设置，系统由交流电源切换屏、不间断电源及蓄电池、交流配电盘和接地系统等组成；

3　电源及接地的技术指标应与专用通信系统的电源及接地一致；

4　应对民用通信电源进行监控管理，并对民用通信机房的环境状况进行监测。

18.13.8城市轨道各车站站内的管路预留应符合以下要求：

1　在车站站厅、站台、综合开发等公共区域，宜预留设置IC电话、ATM机等公众通信终端设备的条件，包括其预埋管路及预留安装配线条件；

2　应预留从民用通信机房至民用通信终端设备的电缆桥架、沟槽管洞，安装必要的配线、分线设备等。

18.14　公安通信系统

18.14.1　公安通信系统宜由公安无线通信引入、公安视频监视、公安专用电话、公安数据网络、公安电源及接地系统组成。

18.14.2　公安通信系统应根据宁波市公安局轨道交通公安部门的需求设置，按公安分局、派出所、车站警务室三级设置，同时公安通信各子系统应预留与路网指挥中心、市公安网络互联条件。

18.14.3　公安通信系统应充分利用专用通信系统的设施设备，实现资源共享。

18.14.4　公安无线通信引入系统设置应符合以下要求：

1　公安无线通信引入系统方案设计应符合宁波市公安系统现有的组网方式和功能的要求；

2　宁波市轨道交通线路公安无线通信引入系统应采用与市局公安 350MHz 集群通信系统兼容或互联互通的系统制式；

3　公安无线通信引入系统应将地面公安的350MHz集群系统引入地下车站及区间，无线场强覆盖范围包括隧道区间和地下车站（站台、站厅）、设备区、出入口通道、主变电所。电波传播采用小天线及漏泄同轴电缆辐射方式。站厅、设备层、办公区域、人流通道和换乘厅使用小天线覆盖。站台及地下区间采用漏泄同轴电缆方式覆盖；

4　系统话音质量应达到三级标准（音频带内信噪比不小于20dB）；在保证话音质量的条件下，边缘可用概率为系统空间波覆盖的时间地点概率应不小于90%，漏泄同轴电缆辐射电波覆盖的时间地点概率不小于95％；

5　公安无线通信引入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产生干扰；

6　公安350MHz集群通信系统的信道机应为独立模块，并具有系统扩展能力。

18.14.5　公安视频监视系统设置应符合以下要求：

1　公安视频监视系统实现对站台、站厅、车站出入口通道等处的全方位监视。公安视频监视系统宜与专用通信视频监视系统实现资源共享；

2　轨道交通公安分局、派出所、车站的警务值班员均可通过网络遵循优先级原则选看各车站的图像信息；

3　公安视频监视系统在共用专用视频监视系统摄像机的同时，公安视频监视系统在车站内根据公安要求补充设置一定数量的摄像机；

4　系统宜采用高清彩色摄像机，并在事故照明下能进行摄像；

5　系统应设置数字录像设备，录像功能应包括：定时录像、移动检测录像、报警联动

录像、图像检索等。图像可在派出所进行网络回放、刻录。录像存储时间应大于30天；

6　系统宜考虑具有可扩展的实时视频分析应用功能；

7　各监视器显示的图像应叠加监视站名、区域名称、日期和时间；

8　系统应具有集中、详细的自检功能，可在控制中心遥测采集设备的运行状况和故障信息，并记录保存。

18.14.6　公安专用电话系统设置应符合以下要求：

1　公安电话系统应为车站警务室、派出所设置自动电话，派出所宜设置市话直拨电话；

2　派出所与所管辖的车站宜实现直通电话功能。

18.14.7　公安数据网络子系统设置应符合以下要求：

1　系统为公安分局、各派出所及车站提供数据、视频信息传送的网络平台；

2　本网络应满足公安视频监视、公安专用电话、电源网管以及其他公安通信等信息的处理和传输的需求；

3　网络应采用IP数据网络，宜在车站警务室、派出所、轨道交通公安分局分别设置数据交换设备，网络可根据信息流向分层设置；

4　公安数据网络系统宜独立设置光纤组建其数据网络，并与其他网络采用物理隔离方式，以保证公安数据网络的高度保密性。应采用G.652单模光缆。光缆敷设可利用专用通信系统的托架、管道或线槽，光缆的性能要求同专用通信系统的光缆。

18.14.8　公安通信电源及接地设置应符合以下要求：

1　各派出所和车站警务站均引入两路独立外供交流电源，配置UPS 电源设备，为公安视频监视系统、公安无线通信引入系统、公安数据网络系统和公安专用电话系统提供交流不间断电源；

2　各派出所和车站警务站公安通信电源系统由两路交流电源切换屏、交流配电屏、UPS、蓄电池组和接地系统构成，UPS电源备用蓄电池宜按2小时考虑。

18.15　办公自动化系统

18.15.1　办公自动化系统应为轨道交通运营、维护和管理提供业务、流程服务、电子办公、信息发布、日常运作和综合管理、资源管理、人员交流的信息平台，统一划分为核心层、汇聚层、接入层三层。核心层为网络信息中心，由网络统筹建设，合理整合网络资源；网络线路主要建设汇聚层、接入层。

18.15.2　办公自动化系统主要覆盖控制中心、各车站、车辆基地等布线布点的接入、交换和汇聚，直接面对最终用户。

18.15.3　办公自动化系统宜利用专用通信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接入网络设备。设备运行所需的IP地址资源，应按轨道交通网络信息资源规划的相关规定统一配给。

18.15.4　办公自动化系统应设置网络安全措施，并应符合轨道交通网络信息资源规划中网络安全规划的相应规定。系统应具有完备的权限管理功能和设备管理功能。

19　信　号

19.1　一般规定

19.1.1　城市轨道交通信号系统是实现行车指挥、列车运行监控与管理所需技术措施及配套装备的集合体。信号系统应确保行车安全、提高运输效率、改善工作环境、促进管理的现代化。

19.1.2　信号系统应满足城市轨道交通不同运量、行车密度和不同列车编组的运营需要。系统应尽量采用计算机技术、网络技术、数据传输技术。设备结构及软件功能模块化，便于系统功能的扩展和升级。

19.1.3　城市轨道交通的信号列车自动控制 ATC 系统可由下列子系统设备组成：

列车自动监控(ATS)子系统；

列车自动防护(ATP)子系统；

列车自动运行(ATO)子系统；

计算机联锁(CI)子系统。

19.1.4　信号系统制式的选择应满足单一线路的运营需求，共线运营线路的信号系统必须兼容。

19.1.5　正线、车站配线（含出入线）均按双方向运行设计。正常情况下，正线正方向按 ATO 运行，特殊情况下可以组织反方向（与运营方向相反）运行，反方向运行具备 ATP 防护功能。

19.1.6　信号系统应具有高可靠性和可用性，保证连续不间断的工作。凡涉及行车安全的子系统、设备或器材必须满足相应的安全完整度等级的要求，并符合故障-安全的原则，采用的安全子系统、设备应经过独立的第三方安全认证。

19.1.7　主要行车设备的计算机系统及网络应采用有效冗余技术，系统切换不应影响系统的正常工作。

19.1.8　信号系统应满足现代化维护管理的需求，各子系统应具有自检测、故障诊断定位和报警功能。

19.1.9　信号系统应能与其他管理信息系统交换信息，并满足与各机电自动化系统以及与其它衔接线路信号系统的接口要求。

19.1.10　与其他线路通过联络线衔接时，两线信号系统接口应至少实现联锁功能。

19.1.11　信号系统在自身系统故障以及灾害发生时，应具有降级或后备运行模式。

19.1.12　信号系统的设备应符合环保要求；所采用的设备、器材应满足宁波地区使用的环境条件和运用要求，并便于安装和维护。国产设备与器材应符合国家现行有关标准的规定并已通过省部级以上的鉴定。

19.1.13　信号系统的室外设备、车载设备必须分别满足设备限界和车辆限界的要求，设置于站台区域的设备在满足运营要求的前提下应尽量与车站的装修布置相协调。设于高架线路或地面线路的信号设备应与城市景观相协调。

19.1.14　信号系统设备应满足在轨道交通电磁环境中可靠工作的要求，设备的电磁辐射应符

合国家电磁兼容相关标准的要求；设于地面、高架线路设备及与地面或高架线路设备电气连接的信号系统设备必须设雷电防护装置。

19.1.15　当列车配置连续式列车自动防护设备的信号装置时，应以连续式列车自动防护设备的车内信号为主体信号；当列车未配置连续式列车自动防护设备或连续式列车自动防护设备失效时，所设地面信号应为主体信号，其信号显示熄灭或显示意义不明时，应视为禁止信号。

19.1.16　道岔转辙机应采用侧式安装方式，并结合现场条件合理布置。

19.2　系统基本要求

19.2.1　信号系统应满足城市轨道交通行车组织与列车运行安全的需求。系统监控能力应与线路最大运行能力相适应；对车站、车辆段(场)等的监控范围应按线路和站场所确定的建设规模设计。系统监控和管理的列车数量应根据线路最大在线列车数量计算。

19.2.2　信号系统应根据全线最小行车间隔和旅行速度设计，并留有约 20%的余量；端站的折返能力须按最大行车密度设计，宜留有约 10%的余量。

19.2.3　列车出入段/场作业不应影响正线列车的运营，并与正线列车通过能力相适应，并留有一定余量。如线路条件允许，反向能力宜按正向能力设计。

19.2.4　ATC 系统监控和管理的容量应留有不小于 30%余量。新建线路车载信号设备实际配备数量，按初期或近期配属列车数量计。

19.2.5　在正线线路上道岔区段进行折返作业时系统应具有 ATP 防护功能。所有定义（或指定）的具备折返条件的正向交路，相应进路应能自动排列，并能以 ATO 方式运行。

19.2.6　信号系统应采用独立的传输网络，与其它系统的接口应有隔离措施。子系统宜采用相互独立的传输通道，单个传输通道的故障不得影响其它传输通道的正常工作。

19.2.7　车辆段(场)应设置车载设备日检设施，实现列车投入运营前的车载 ATP、ATO 设备的全功能静态测试。

19.2.8　驾驶台信号显示单元上应能显示司机驾驶所需的信息。

19.2.9　进段/场信号机为正线与车辆段(场)信号系统控制分区的分界点。

19.2.10　进段/场信号机外方与正线入口信号机之间为转换轨。正线入口信号机为出车辆段(场)列车一度停车的阻挡位置。

19.2.11　站台有效区域端部与相邻对向道岔基本轨缝的距离不应小于 9m。站台有效区域端部与顺向道岔警冲标的距离不应小于 14.5m。

19.2.12　折返线、停车线、出入段/场线转换轨列车停车点至安全线车挡前的安全距离不小于 50m。

19.3　系统构成要求

19.3.1　信号系统按地域划分为控制中心、正线车站及轨旁、车辆段(场)及试车线、车载部分、维修及培训中心五部分。

19.3.2　控制中心应包括：ATS 服务器、调度员工作站和调度长工作站、时刻表编辑工作站、ATS 维护工作站、培训／模拟工作站、打印机、综合维护工作站、网管系统和电源等设备。

19.3.3　正线车站及轨旁子系统分为设备集中站和非设备集中站。设备集中站包括 ATS 本地工作站、联锁设备、维护工作站、轨旁 ATP／ATO、车地通信等系统设备；非设备集中站应设置必要的 ATS 本地工作站。各车站设置发车计时器、站台紧急停车按钮等设备；正线区段应设置必要的信号机、道岔转辙设备、列车占用检测、列车定位、车地通信等室外设备。

19.3.4　列车的头、尾车宜分设车载 ATP／ATO 设备，包括主机柜、驾驶台信号显示器、ATP 天线、测速设备及车地通信天线等。

19.3.5　车辆段及停车场子系统应满足下列要求：

1　车辆段(场)设置 ATS 工作站、维护工作站、联锁设备、计算机监测设备、电源和打印设备等设备；

2　车辆段派班室应配置 ATS 工作站及打印设备；

3　车辆段试车线地面信号设备应与正线 ATC(信号)系统控制区域内的信号设备相同，其布置应满足 ATP／ATO 等双向试车的需要。

19.3.6　维护及培训子系统应满足下列要求：

1　维护子系统应设置采用专用的维护网络系统，包括维修诊断服务器， ATS 维护工作站、综合维护工作站、车辆段（场）维护工作站和计算机监测终端等；

2　培训子系统包括车站 ATS 设备、轨旁 ATP／ATO 及其室内外车地通信配套设备、联锁及其必要的室内外配套设备、车载 ATP／ATO 主机及其操作和显示单元、测速脉冲发生器、各种天线、电源等配套设备。

19.4　系统的控制方式

19.4.1　信号系统控制方式采用控制中心、车站自动控制和人工控制相结合的方式。车辆段（停车场）信号系统采用人工控制方式。

19.4.2　信号系统控制等级应遵循的原则为：车站人工控制优先于控制中心人工控制，控制中心人工控制方式优先于控制中心自动控制或车站自动控制。

19.4.3　系统的列车驾驶模式应包括：ATO 模式、ATP 模式(ATP 速度监控下的人工驾驶模式)、限速人工驾驶模式、非限制人工驾驶模式、无人自动折返模式。驾驶模式的转换应予记录或表示。

19.4.4　系统一般控制方式应包括：列车进路控制、列车运行调整、列车进出场(段)作业、列车站间运行及车站定点停车、车站发车、行车交路折返站折返、试车线控制、反方向运行等控制方式。

19.4.5　在 ATC 控制区域内使用非限制人工驾驶模式时应有破铅封、记录或授权指令等技术措施。

19.4.6　在本系统设备故障的特殊条件下，应能采用降级控制方式运行。

19.5　子系统要求

19.5.1　ATS 子系统应满足以下规定：

1　基本要求：

1) 包括控制中心、正线车站及车辆段(场)设备，系统主要设备、网络设备应采用双机热备方式，当主机出现故障时，可自动或手动切换至备机；

2) ATS 系统应充分考虑线路延伸后监控范围和功能等的可扩展性、兼容性；

3) 运营线路上的车站应纳入 ATS 监控范围。车辆段(场)联锁区域应纳入系统监视范围；

4) 应满足列车运行交路的需要，凡具备折返作业条件的车站均应考虑折返作业处理。出入车辆段(场)的列车不应影响正线列车的运行；

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

6) 控制中心应设调度员工作站、调度长工作站、时刻表编辑工作站和 ATS 维护工作站、培训/模拟工作站以及其它必要的设备。调度员工作站的数量，根据在线列车对数、线路长度和车站数量等因素合理配置。调度员工作站在硬件和软件上应具有相同的结构，控制功能互为备用，且控制功能可根据需要进行灵活划分或屏蔽；

7) 系统故障或车站作业需要时，经控制中心调度员与车站值班员办理必要的手续后，可实现站控与遥控转换，在紧急情况下，车站值班员也可强行办理站控作业。站控与遥控转换过程中，不应影响列车运行；

8) ATS 应从通信时钟获取标准时钟同步信号；

9) ATS 的计算机及网络设备须采用主流产品，其通信规程应符合国家或国际有关标准；

10) ATS 中所有的计算机均应保证每天 24 小时连续工作。系统应具备良好的实时控制性能，系统正常运行时硬盘空间和内存空间不应少于 50%的空闲，其中 ATS 服务器内存占用率最大不超过 30%；

11) ATS 的进路控制方式应与联锁设备的进路控制方式相适应；ATS 与安全相关的接口应有可靠的隔离措施；

12) 服务器操作系统应采用稳定、安全、可靠、不易受外界攻击的系统，系统不宜频繁升级，并应具有一定的兼容性；

13) 对安全有关的功能和因误操作可能对运营导致不利影响的功能，ATS 应提供操作控制确认。

2 主要功能：

1) 实现列车自动识别、自动追踪、车次号显示、进路自动控制或人工控制；

2) 实现列车运行自动调整；包括运行等级的选择和扣车功能；

3) 设置区间临时限速功能；

4) 列车运行图或时刻表的的编制与管理，描绘列车计划和实迹运行图；

5) 列车运行监视及系统设备状态的自动监视、监测和报警，事件及故障记录；

6) 系统故障时，维护人员应能看到具体的错误信息，并应显示相关的维护引导指令。系统维护应包括用户权限管理、系统远程诊断功能、系统的网络管理、服务器切换等；

7） 实现车辆段(场)内列车运行监视、进／出段(场)列车信号机状态的监视、车辆修程及乘务员管理，实现控制中心、相关站、段(场)交换列车运行、车辆运用等信息；

8) 系统具有系统调试模拟功能，并通过列车运行模拟或实际列车运行监视及操作的动

态模拟对调度员进行培训；

9) 列车运行统计、报表的生成；实现各种状态信息、数据和操作信息的记录及回放，数据保留不应少于一个月；

10) 行车调度人员身份识别及记录管理功能，防止非法登录操作；

11) 与通信系统（广播、时钟、无线、PIS 等）和综合监控系统（SCADA 系统、BAS、FAS 系统等）交换信息；

12) ATS 应能在多台调度员工作站间对信号控制区域进行动态划分。

19.5.2 ATP 系统子系统应满足以下规定：

1 基本要求：

1) ATP 应包括车载设备和地面设备，该系统必须符合故障-安全的原则，并具有自检、自诊断能力。主体逻辑计算机应采用二乘二取二或三取二的安全冗余结构或具有安全算法体系的双机热备系统；

2) ATP 传输通道应热备冗余、传输切换时不应影响 ATP 子系统的正常工作；

3) 系统应在车辆段(场)出入线、正线、折返线和其他配线范围内，实现列车运行的安全防护；

4) 线路通过能力应通过列车运行仿真验证,在安全防护地点运行方向的后方应设安全防护距离, 安全防护距离应通过计算确定；

5) ATP 宜采用移动闭塞的控制方式，并宜采用计轴设备作为辅助的列车位置检测设备；

6) 列车实际车速的表示应由 ATP 的车载设备驱动。采用车轮转速测定列车速度时，应具有轮径磨耗补偿的功能和对车轮空转打滑的检测能力；

7） ATP 执行紧急制动时，应切断列车牵引，列车停车过程不得中途缓解；

8) 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；

9) 车载信号设备应向车辆系统提供时间同步信号；

10) ATP 地面设备向 ATP 车载设备传送的允许速度指令或线路状态、目标速度、目标距离等信息，应满足 ATP 车载设备控制方式和控制精度的需要；

11) 在两端司机室内的驾驶台信号显示单元上均应装设速度显示、报警装置和必要的切换装置。驾驶台信号显示单元上应能显示列车运行最大允许速度、实际速度、列车运行前方的目标速度/目标距离、允许开门指示等；

12) ATP 车载设备应具有必要的显示、音响报警和故障记录装置，并应具有必要的自检测能力, 列车运行状态和车载设备故障信息应能传送至中央 ATS；

13) 车载设备应具有日检功能，宜通过自检完成；

14) 车站站台和车站控制室应设置紧急停车按钮，当按下站台或车站控制室列车紧急停车按钮时，应切断相应方向一定范围内的全部速度命令（侧式站台若上、下线路间未做隔离，任一侧按钮按下，应封闭两侧线路相关区域）。如有地面信号机，还应切断信号开放电路，以确保列车在一定范围内的紧急停车；

15) 设置站台门的车站，站台区域 ATP 最高限速应根据站台线路的限速确定；

16) 可根据需要设置点式 ATP 后备系统。后备系统不得影响主用系统的正常工作；

17) 车载 ATP 工作正常时，应向信号车载显示器速度表提供最大允许速度和实际速度。

2 主要功能：

1) 自动检测列车位置，实现列车间隔控制；

2) 监督列车运行速度，实现列车超速防护控制；

3) 通过地面设备向车载 ATP 设备传送列车安全运行控制所需信息；

4) 系统须具备同时开/关两侧车门、单独开/关左门、单独开/关右门，并能分别与同侧站台门联动的功能；

5) 应具备列车停车位置偏差的监视和保护功能；

6) 车载设备应能实时记录并存储操作及运行状态、设备状态，并可输出。切除车载设备而导致系统断电时，须保留失电前的所有实时数据，并记录切除动作及动作时间。数据存储容量应不小于 72 小时；

7) 任何地对车连续通信中断或地面信息严重丢失、列车完整性电路中断、列车的非预期退行、列车超速、车载设备重要故障等应产生报警及紧急制动；

8) 为列车车门、站台门的开闭提供安全监控信息；

9) 列车运行中，车门关闭锁闭状态丢失时，应施加全常用或紧急制动；

10) 实现列车自动折返的监督；

11) 实现与 ATS、ATO、CI 子系统的接口及信息交换。实现与车辆的接口及信息交换；

12) 通过司机人工或自动实现列车驾驶模式转换。

19.5.3 ATO 子系统应满足以下规定：

1 基本要求：

1) ATO 系统包括车载设备和地面设备。应在 ATP 的安全防护下，实施列车的自动运行，并可根据 ATS 的指令，实现列车运行的自动调整；

2) 根据线路条件、道岔状态、前方列车位置等，实现列车速度自动控制。列车区间停车后，在允许信号的条件下列车自动启动。车站发车时，列车启动由司机控制；

3) ATO 停车控制过程应满足舒适度、快捷性和停车精度的要求；

4) 站台定点停车精度为+ -0.25~0.50m，具体参见表 19.13.1 所规定的指标要求；

5) ATO 发生故障时，应能转为 ATP 模式；

6) 列车运行状态和车载设备故障信息应能传送至中央 ATS；

7) ATO 运行等级不应少于 4 级，满足列车运行调整和节能的要求。运行等级应按站间运行时间设置。

2 主要功能：

1) 根据 ATS 区间运行时分的要求，计算列车运行曲线，并在 ATP 防护下控制列车按照运行曲线，完成列车的加速、巡航、惰行和制动的控制；

2) 车站站台定点停车控制；

3) 列车车站通过控制；

4) 有司机或无司机监督下的折返作业控制；

5) 具有自动开、关列车门控制功能，并提供自动、半自动或人工操作的选择功能；

6) 列车到达停稳、停准后，车门开、关的同时控制同侧站台门的开、关；

7) 实现与 ATS、ATP 子系统的接口及信息交换。

19.5.4 联锁系统应满足以下规定：

1 基本要求：

1) 联锁是保证列车运行安全的核心设备，必须满足故障-安全原则。联锁计算机应采用二乘二取二、三取二的安全冗余结构或具备安全算法体系的双机热备系统；

2) 确保进路上道岔、信号机和区段的联锁，联锁条件不符时，禁止进路开通。敌对进路必须相互照查，不得同时开通；

3) 装设引导信号的信号机因故障不能开放时，应在一定的条件下开放引导信号实现列车的引导作业；

4) 列车进路控制应以联锁表为依据，根据运行时刻表和列车识别号等条件实现控制。根据需要联锁设备可实现车站有关进路、端站折返进路的自动排列；

5) 所有进路应具有侧面防护功能，并根据需要设置防护进路，已建立的防护进路，必须在具备列车停稳条件后，或在一定条件下经延时后方可自动解锁；

6) 进路解锁宜采用分段解锁方式。锁闭的进路应能随列车运行自动解锁、人工办理取消进路和限时解锁并应防止错误解锁。限时解锁时间应确保行车安全；

7) 联锁道岔应能单独操纵和进路选动。影响行车效率的联动道岔宜采用同时启动方式；

8) 联锁设备的操纵宜采用显示器加键盘鼠标，显示器应设有意义明确的各种表示，用以监督线路及道岔区段占用、进路锁闭及开通、信号开放和挤岔、遥控和站控等；

9) 车站站台及车站控制室应设站台紧急停车按钮。站台紧急停车按钮电路应符合故障-安全原则；

10) 车站联锁的主要控制项目应包括：列车进路、引导进路、进路的解锁和取消、信号机的开放和关闭、道岔操纵及锁闭、站台紧急关闭和取消；

11) 道岔宜采用交流转辙机，车辆段（场）等其它线路也可采用直流转辙机；

12) 计算机联锁应提供必须的测试接口。

2 主要功能：

1) 实现进路上的道岔、信号机和轨道区段的联锁功能，保证联锁关系正确；

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自动折返进路；

3) 道岔具有进路操纵及锁闭，也能单独操纵、单独锁闭；

4) 具有进路式开放引导信号的功能；

5) 根据需要应能实现自动站间或进路闭塞行车方式；

6) 实现车辆段对试车线的联锁（非进路调车）功能；

7) 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、区间运行方向以及其它相关信息；

8) 可根据运营要求完成与车辆段（场）以及其它线路的接口功能，完成必要的逻辑判断以对其接口对象进行正确的控制和监督；

9) 车辆段（场）计算机联锁应与 ATS 分机接口，交换各种所需信息。

19.6 信号设置及显示

19.6.1 正常情况下，连续式 ATP 车载设备的车内信号为行车的主体信号，连续式 ATP 车载设备故障、未装备连续式 ATP 车载设备的列车及地面连续式 ATP 设备故障情况下降级运行的列车等应按地面信号机的指示或行车规则人工驾驶运行。

19.6.2 信号机的设置应满足下列要求：

1 信号机原则上设置于列车运行方向线路的右侧，特殊情况可设于列车运行方向的左侧或其它位置；

2 正常运行模式（CBTC）下，正线室外信号机宜采用灭灯方式，故障情况下系统具备将列车前方一定范围内信号机自动点灯功能，故障恢复后，室外自动灭灯；

3 信号机采用 LED 铝合金机构，正线信号机均需设引导信号；

4 根据需要，车站正向出站方向列车停车位置前方适当地点可设出站信号机，出站信号机外方若有道岔，则出站信号机兼作道岔防护信号机；

5 当利用正线进行折返作业时，为防止列车进入区间应设置逆向或顺向阻挡信号机，尽头阻挡信号机采用红色单显示机构永远显示红色灯光（车库内停车线尽头宜采用红色反光材料的阻挡标志作为阻挡信号）。

19.6.3 正线信号机显示应满足下列要求：

防护道岔的信号机为黄、绿、红三灯位信号机构，红灯为定位。其显示及意义如下：

1 绿色灯光－表示前方道岔在直向位置，准许列车按规定速度越过该架信号机；

2 黄色灯光－表示前方道岔在侧向位置，准许列车按规定速度越过该架信号机；

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 25Km/h 的速度越过该架信号机并随时准备停车。

19.6.4 车辆段（场）信号机显示应满足下列要求：

1 出入段（场）线路在车辆段（场）出入口处应并置设进、出段（场）信号机，其中进段（场）信号机宜由车辆段（场）控制，出段信号机宜由正线车站、控制中心控制；

2 车辆段（场）信号机显示：

1) 入段（场）采用黄、绿、红三显示信号机构，绿灯封闭，红灯为定位，根据需要可设置调车白灯，其显示及意义如下：

黄色灯光－准许列车按规定的速度越过该架信号机进段；

红色灯光－不准列车越过该架信号机；

红色灯光+黄色灯光－表明开放引导信号，准许列车以不大于 25Km/h 的速度越过该架信号机并随时准备停车；

白色灯光－准许车列越过该信号机调车。

2) 出库信号机采用黄、红、白三显示机构，红灯为定位，其显示及意义如下：

黄色灯光——准许列车按规定速度运行至信号机所防护的位置；

红色灯光——不准列车越过该信号机；

白色灯光——准许列车越过该信号机调车（无调车作业时白灯封闭）。

3) 车辆段（场）内其它地点根据需要设矮型调车信号机，调车信号机采用蓝 (红)、白两灯位信号机构，蓝 (红)灯为定位。其显示及意义如下：

白色灯光－准许车辆越过该信号机调车；

蓝色灯光－不准越过该架信号机调车；

红色灯光－不准列车越过该架信号机。

19.7 DCS 系统

19.7.1 安全数据传输应采用标准的无线通信和开放的数据传输系统，车载设备与地面设备通信宜采用无线方式。

19.7.2 信号系统应保证车地通信系统不受外界干扰，确保车地传输信息的实时性和安全性，防范非法入侵，具备网络加密、认证、识别和防火墙等信息的安全防护功能。

19.7.3 车地通信系统应保证在列车最高速度移动时的漫游切换，不影响车地通信的连续性。

19.7.4 轨旁和车地通信系统应采用冗余设计，单点故障不得影响系统信息传输的实时性和连续性。

19.7.5 信号系统选用的无线频点应符合相关规定。

19.8 计算机监测

19.8.1 车辆段(场)宜设计算机监测设备。

19.8.2 计算机监测设备应能对车辆段(场)信号设备模拟量和开关量具有监测的功能，并应符合相关规定。

19.8.3 计算机监测设备对基础信号设备的模拟量在线监测主要内容包括：

1 电源屏输入状态、输出电压；

2 电源对地漏泄电流；

3 转辙机故障电流、动作电压；

4 电缆绝缘测试；

5 设备机房环境温度等。

19.8.4 计算机监测设备对基础信号设备的开关量在线监测主要内容包括：

1 按钮状态；

2 关键继电器状态；

3 信号机主灯丝断丝报警；

4 挤岔；

5 转辙机动作；

6 道岔状态；

7 电源设备的报警；

8　熔丝报警等。

19.8.5　计算机监测设备应根据设备故障性质分类报警，当信号设备主要电气特性和转辙机设备机械特性偏离预定界限或不能正常工作时应能及时预警或报警。

19.8.6　计算机监测设备应具有良好的隔离措施，任何情况下不得影响被监测设备的正常工作。

19.8.7　计算机监测设备应预留与信号维护网络的接口。

19.9　系统供电

19.9.1　供电负荷等级应为一级负荷，其供电质量应符合国家有关标准。交流电源电压的波动超过交流用电设备正常工作范围时，应设稳压设备。

19.9.2　车载设备应由列车直流电源直接供电或经变流设备供电。

19.9.3　信号设备（除车载设备外）应由专用电源屏供电，应具有两路独立电源自动切换功能，应选用不间断电源(UPS)设备和免维护蓄电池设备，其蓄电池后备供电时间不宜小于30min。电源系统对负载应具有抗冲击电流的能力。

19.9.4　信号系统设备的 UPS 供电应包括所有室内、外设备（道岔转辙机动作电源除外）。

19.9.5　信号设备专用交、直流电源应对地绝缘，各类电源之间应相互隔离。

19.9.6　输出至室外的设备供电回路应采用隔离供电方式。

19.9.7　电源屏应具有远程监测功能，或纳入计算机监测网络。

19.10　接地与防雷

19.10.1　接地应符合下列要求：

1　信号系统应设工作地线、保护地线、屏蔽地线和防雷地线等。地线系统包括控制中心、车站、区间、车辆段（场）、试车线信号设备的地线及车载设备的地线；

2　信号系统地线宜接入各系统共用的综合接地系统，也可采用分设接地方式。采用综合接地系统时，其接地电阻值不应大于 1Ω；

3　车辆段(场)内若未设综合接地系统或局部未设时，信号设备可分散接地；分散接地电阻值不应大于 4Ω；

4　控制中心、车站、区间、车辆段（场）、试车线的信号设备室内均应设置主接地板，并通过主接地板接地。室外电缆屏蔽和防雷器的接地，宜通过电缆引接至主接地板；

5　区间设备接地采用区间电缆支架 PE 线接地；

6　高架区间无电缆托架时可设置接地扁钢用于区间设备接地，扁钢可放置于电缆槽中；

7　车载信号设备的地线应经车辆的接地装置接地。

19.10.2　防雷设施的设置应符合下列要求：

1　高架和地面线的室外信号设备及与隧道以外线连接的室内信号设备应采取防雷措施；

2　室外信号设备的金属箱、盒壳体应接地；

3　信号设备室电力线引入处应单独设置电源防雷箱；

4　出入信号设备室的电缆应采用屏蔽电缆，并在室内一端接地；

5　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；

6　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；

7　防雷元器件与被防护设备之间的连接线应最短，防护电路的配线应与其它配线分开。其它设备不应借用防雷元器件的端子。

19.11　电缆敷设

19.11.1　地下区段电缆应采用低烟、无卤、阻燃防腐蚀综合护套电缆；地面及高架区段宜采用低烟、低卤、阻燃、抗老化综合护套电缆。电缆电气性能指标应符合相关规定。

19.11.2　电缆敷设方式应符合下列要求：

1　地面线路电缆应采用管道（电缆槽）防护埋设方式；

2　隧道内电缆应采用托架方式挂设，托架间距不得大于 1m；车站内宜用隐蔽方式敷设；

3　高架线路电缆宜采用电缆槽或托板托架敷设方式，电缆槽应具有排水措施，托板托架安装于两线中间疏散平台下方。信号电线路应与电力线路分开敷设。交叉敷设时信号系统的电线路应采取防护措施，平行敷设时其间距宜大于 0.5m；

4　地面车辆段（场）干线电缆及库内电缆敷设于电缆槽内，支线电缆采用直埋或钢管防护；

5　电缆过轨采用钢管防护，并采用必要的保护的措施。

19.11.3　电缆芯线或芯对应有备用量。其中普通信号电缆的备用芯数应符合下列要求：

1　9 芯以下电缆备用 1 芯；

2　12 芯～21 芯电缆备用 2 芯；

3　24 芯～30 芯电缆备用 3 芯；

4　33 芯～48 芯电缆备用 4 芯；

5　52 芯～62 芯备用 5 芯。

19.11.4　音频电缆应成对备用芯线；当电缆芯线被完全使用时，应根据电缆使用数量和特点备用整根同类型电缆。

19.11.5　电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应实施阻火封堵。

19.12　系统主要性能指标

19.12.1　系统主要性能指标应符合表 19.12.1 的规定：

表 19.12.1　系统主要性能指标

系统名称	性能	指标
信号系统	可用性	≥99.999%

系统名称	性能		指标
ATS 子系统	可靠性 MTBF		≥2.5×10^5h
	可维护性 MTTR		≤0.5h
	可用性		≥99.9998%
	表示响应时间		≤1s
	控制响应时间		≤1s
ATP 子系统	可靠性 MTBF	车载设备	≥1.0×10^5h
		地面设备	≥2.5×10^5h
	可维护性 MTTR	车载设备	≤0.5h
		地面设备	≤0.5h
	可用性	车载设备	≥99.9998%
		地面设备	≥99.9998%
	列车占用与空闲检测的应变时间		≤3s
	车载信号设备自接收地面信息至完成处理的时间		≤2s
	ATP 站台停车窗		±0.5m
	非期望列车紧急制动发生率		≤0.01%
	ATP 系统响应时间		≤2s
联锁子系统	可靠性 MTBF		≥2.5×10^5h
	可维护性 MTTR		≤0.5h
	可用性		≥99.9998%
	设备处理周期		≤1s
轨道电路	50Hz 单轨条相敏轨道电路分路灵敏度		≥0.15Ω
	道床电阻	整体道床	2Ω· km
		碎石道床	1Ω· km
ATO 子系统	车载设备的可靠性		≥1.0×10^5h
	列车冲击极限		≤0.75m/s^3
	ATO 站间实际走行时间与预定走行时间的相对误差		≤2%
	列车到达折返站能可靠实现自动折返的正确率		≥99.999%
	定点停车精度		±0.25m～±0.30m，正确率为 99.995%
			±0.50m，正确率为 99.9998%
车站及轨旁、控制中心设备	记录时间		≥30 天
车载设备			≥72h

19.13　可靠性、可用性、可维护性和安全性(ReliabilityAvailability Maintainability　Safety 简称 RAMS)

19.13.1　信号系统的可靠性、可用性、可维护性应符合表 19.12.1 的规定。

19.13.2　信号系统的所有安全关键系统和安全相关系统的设计、开发、制造、调试和维护的全寿命周期安全保证体系，须满足欧洲 EN50126/EN50128/EN50129 系列标准，并根据这些标准的要求，进行独立的安全评估，并具有独立安全认证机构出具的安全评估报告和安全认证证书。

19.13.3　信号系统中涉及安全的设备的安全完整性等级(SIL)应达到 4 级，各子系统具体要求应符合表 19.13.3 的规定。

表 19.13.3　子系统的安全完整性等级

子系统	安全完整性等级
列车自动监督系统（ATS）	2 级
列车超速防护系统（ATP）	4 级
列车自动驾驶系统（ATO）	2 级
计算机联锁系统（CI）	4 级
列车检测装置（Train detection device）	4 级

20 智能化监控与火灾自动报警

20.1 综合监控系统（ISCS）

20.1.1 一般规定：

1 宁波城市轨道交通宜设置综合监控系统（ISCS），以满足行车指挥、防灾安全和乘客服务等现代运营管理需要；

2 综合监控系统宜为实时监控与事务数据管理相结合的系统；

3 综合监控系统面向的对象主要包括控制中心的各中央调度员（行调、电调、环调、维调和总调）、车站控制室和车辆基地的值班人员和车辆基地维修中心的系统维护人员等。综合监控系统应满足以上这些岗位的功能要求；

4 综合监控系统应采用集成和互联方式构建，并应将电力监控系统、环境与设备监控系统、火灾自动报警系统、站台门控制系统和防淹门控制系统等集成到综合监控系统，以及宜将信号系统的列车自动监控（ATS）系统、广播系统、视频监控系统、乘客信息系统、自动售检票系统、门禁系统、时钟系统、通信系统集中告警系统等与综合监控系统互联；

5 综合监控系统应实现正常、阻塞、火灾、公共灾害、故障和维护等运行模式。对重要控制对象应实现远程手动控制功能；

6 综合监控系统在控制中心和车站应以模式控制和群组控制为主，并能反映各相关系统的工作状态。各相关系统的安全联锁应由各相关系统完成；

7 综合监控系统设计应满足安全性、可靠性、可维护性、可扩展性的要求，应采用模块化设计，易于扩展，能为今后线路的扩展以及其它线路的接入预留条件，并应为网络运营控制中心提供有关信息，实现网络运营管理协调功能；

8 综合监控系统设备选型可采用工业级产品，并同时考虑采用成熟的商用级产品，保证能全天候不间断地运行，并应满足宁波城市轨道交通环境条件与电磁兼容性要求；

9 综合监控系统应实现对各个集成或互连系统的数据信息接口的无缝连接，满足整体性能要求；

10 综合监控系统宜每隔 5~6 座车站设置维护工区；

11 宁波城市轨道交通综合监控系统工程除应符合本标准的规定外，尚应符合《城市轨道交通综合监控系统工程设计规范》GB50636、《城市轨道交通综合监控系统工程施工与质量验收规范》GB/T 50732 等国家现行有关标准的规定。

20.1.2 系统构成：

1 综合监控系统的构建应以运营管理和性能参数指标需求为基础；

2 综合监控系统宜设置中央综合监控系统、车站综合监控系统及车辆基地综合监控系统,并应通过骨干网络将全线各车站、车辆基地综合监控系统与中央级综合监控系统连接构成完整综合监控系统；现场级应由被集成或互联的子系统现场设备组成；

3 中央综合监控系统应由网络设备、实时服务器、历史服务器、数据存储设备、各种工作站、综合显示屏、打印机、不间断电源、通信前置机等组成。网络设备、实时服务

器、历史服务器、通信前置机应采用冗余配置；

4　车站综合监控系统应由网络设备、车站服务器、工作站、通信前置机、不间断电源、综合后备盘和打印机等组成。网络设备、车站服务器、通信前置机应采用冗余配置；

5　换乘站综合监控系统应根据换乘车站的换乘方式、建设工期以及运营管理分工确定合适的设计方案，以达到资源共享和信息互通；

6　车辆基地综合监控系统由网络设备、车辆基地服务器、工作站、通信前置机、UPS 和打印机等组成。网络设备、车辆基地服务器、通信前置机应采用冗余配置；

7　车站控制室应设置综合监控系统综合后备盘（IBP）；IBP 盘面的设置应根据设备故障或火灾等情况下功能的重要性及车站控制室工作人员位置由近及远设置；

8　综合监控系统骨干网应独立组建专用传输网络，应采用冗余环形工业以太网。中央级、车站级监控网络应采用冗余工业以太网；

9　综合监控系统应设置网络管理系统，应在车辆基地设置维护管理系统，在维护工区内设置系统维护终端；

10　综合监控系统应设置培训管理系统和仿真测试平台，培训管理系统和仿真测试平台硬件设备宜合设，软件应分开设置；

11　综合监控系统与集成或互联系统的接口应符合国家现行相关标准的规定。

20.1.3　系统功能：

1　基本功能应包括：

1)　实时数据处理功能，包括过程数据库、各种类型数据量处理、设备信息管理、设备统计信息、处理优先级、数据点的禁止/允许等；

2)　报警功能，包括报警/事件生成、报警显示、报警/事件存储与查询等；

3)　历史数据处理功能，包括历史数据存储、历史数据查询、日志管理等；应可方便地查询历史数据库的数据和系统管理信息；应可查询所有的原始数据，并可预置统计运算；

4)　时间同步功能，包括与网络中心时间的同步、系统设备间的时间同步、与子系统的时间同步等；

5)　冗余功能，包括冗余设置、冗余切换等，且冗余设备应实现无扰动自动切换功能；

6)　系统备份与恢复功能；

7)　维护管理功能，包括自我诊断、故障恢复、系统及网络状态监视、人工置数、挂牌等；

8)　生产管理功能，包括操作人员培训管理等；

9)　控制管理功能，包括单独（点）控制、组合控制、程序控制、模式控制、时间表控制等；

10)　权限管理功能，包括安全验证、安全管理、权限转移、操作许可等；应能实现对不同类别人员在系统中操作权限的管理，具备一套有效的系统授权管理系统来实现系统授权、权限转移和安全管理等功能；

11)　设备统计信息功能，包括允许工作标签统计、动作次数统计、运行时间累计、预维修报警统计等功能；

12)　日志管理功能，包括报警日志、事件日志、安全日志、操作记录、应用配置记录、

系统配置记录等功能；

13) 模式控制功能，包括正常模式、节能模式、灾害模式（灾害模式包括阻塞模式和火灾模式等）功能；

14) 时间表控制功能；

15) 辅助功能，包括打印、指示/辅助列表、决策支持等；具有文件和报表管理、生成、打印功能；

16) 雪崩过滤功能，允许用户自定义雪崩过滤器，对雪崩的触发条件和相应的过滤操作进行定义。

2 系统内维护功能，对系统及集成范围内的各部分和子系统的设备进行配置、监视、维护管理。宜包括如下设备：

所有服务器、工作站、磁盘阵列、磁带机和打印机等；

通信处理器（FEP）设备；

网络硬件设备，如交换机等；

SCADA 控制器及现场设备；

1) BAS 现场控制器及现场设备；

2) FAS 及气体灭火系统控制盘及现场设备；

3) 站台门系统控制器及现场设备；

4) CCTV、PA、PIS 设备 等（可选）；

5) 其它设备，如通信、UPS、综合显示屏等（可选）。

3 系统应具有的辅助决策功能：

1) 提供联动预案的编制支持；

2) 为运营人员提供各种事件下的专家系统；

3) 由独立的应用软件实现，宜由配置、调配、输入、管理等组件组成。

4 系统应具备的培训管理功能：

1) 满足操作人员、运行维护人员上岗培训的要求；

2) 在线模拟培训应不影响系统的正常运行。

5 系统应具备主要联动功能，包括全自动、半自动和手动控制方式。联动功能包括：

1) 中央联动功能：

(1) 火灾模式中央联动功能包括：着火列车停在车站隧道（宜手动启动）、着火列车停在区间隧道（宜手动启动）等；

(2) 阻塞模式中央联动功能包括：列车在隧道中阻塞（在检测到信号系统阻塞报警信号时自动激活）、在隧道中人员下车（宜手动启动）等；

(3) 故障模式中央联动功能包括：一段接触网失电（在检测到直流牵引失电后，自动启动）、全线牵引供电失电（在检测到故障后自动启动）、停运（宜手动启动）、恢复运营（宜手动启动）等；

(4) 维护模式中央联动功能。

2) 车站联动功能：

(1) 正常模式下车站联动功能包括：早间启运（宜人工控制）、车站晚间停运（宜人工控制）、节假日操作（宜人工控制）、车站节电操作（宜人工控制）、列车进站、列车离站联动等；

(2) 灾害模式下车站联动功能包括：车站公共区域发生火灾、车站非公共区域发生火灾联动等；

(3) 阻塞/故障模式下车站联动功能包括：车站拥堵控制（ISCS 检测到进站乘客超过正常数量后可自动、人工确认启动此联动功能）、车站紧急疏散（宜人工控制）、车站运行暂停（宜人工控制）、车站运行重新开始（宜人工控制）联动等；

(4) 模式控制应具有声光提示，系统联动手动控制应高于自动。

6 综合后备盘（IBP）应支持在设备故障或火灾等情况下车站的关键手动控制功能。IBP 盘宜具备的功能包括：

1) 信号系统紧急停车、扣车和放行功能；

2) 对车站和隧道排烟模式的紧急控制；

3) 对车站消防水泵和电动阀门的监视和控制功能；

4) 对车站 PSD 监视和控制功能；

5) 对车站 AFC 闸机的释放功能；

6) 对车站自动扶梯的紧急控制功能；

7) 对车站门禁的紧急释放功能；

8) 对防淹门的监视和控制功能。

7 电力监控子系统功能应按本标准电力监控相关规定执行。根据运营需要，在满足上述要求的基础上可增加其他功能；

8 环境与设备监控系统功能应按环境与设备监控有关规定执行。根据运营需要，在满足上述要求的基础上可增加其他功能；

9 火灾自动报警系统功能应按本规范火灾自动报警有关规定执行。根据运营需要，在满足上述要求的基础上可增加其他功能；

10 综合监控系统应能监视站台门的开关门状态及重要的故障信息；

11 综合监控系统应能监视全线防淹门系统设备的主要运行状态及设备报警显示；

12 综合监控系统应监视全线自动售检票系统提供的客流信息及 AFC 主要设备故障信息；

13 综合监控系统的广播系统功能应符合如下规定：

1) 应能选择广播分区；

2) 应能选择广播源；

3) 应能对正线任意一个广播区域的语音广播内容进行监听；

4) 应能根据列车运行信息，进行列车进站/到站/离站自动广播；

5) 根据运营时刻表，进行车站内定时自动广播；

6) 根据各广播区占用状态和预定义广播的时间间隔，进行空闲自动广播；

7) 应能监视广播系统设备状态及故障显示；

8) 紧急情况下，将运营广播切换为救灾疏散广播。

14　综合监控系统的视频监控系统功能应符合如下规定：

1)　应能显示视频监控系统监控画面，能任意控制、选择所辖范围内 CCTV 监视器的图像显示；

2)　应可对摄像机进行变焦、调光和云台转动等的控制功能；

3)　应能对设置在操作台上的视频监控系统监视器显示图像，进行编程设置自动循环监视模式及人工监视模式；

4)　应能对中央控制室内大屏幕上的视频监控系统监视区域，编程设置自动循环监视模式及人工监视模式；

5)　应能实现有关事件联动功能，火灾时切换视频系统为消防使用。

15　综合监控系统的乘客信息系统功能应符合如下规定：

1)　综合监控系统中央级应具有乘客信息系统的信息编辑功能，信息应包括列车到发信息、时间、实时通告信息等；车站级应具有编辑实时文字通告信息的功能；

2)　实现乘客信息系统设备状态信息的监视及故障、报警信息的显示；

3)　通过与广播的接口，向乘客信息系统发布火灾报警信号；

4)　对车载 PIS 的文本信息编辑下发功能。

16　综合监控系统的门禁系统功能应符合如下规定：

1)　实现门禁系统设备状态信息的监视及故障、报警信息的显示、通信状态信息显示；

2)　实现门禁单门控制、分组开门控制功能；

3)　实现火灾联动控制功能。

17　综合监控系统的信号系统功能应符合如下规定：

1)　应能接收信号系统提供的列车运行信息、阻塞信息、设备故障信息及通道检测信息并显示；

2)　应能根据信号系统提供的列车运行信息，实现进站列车自动广播、乘客信息显示；

3)　应能根据信号系统提供的列车阻塞信息自动启动列车阻塞环控救灾模式；

4)　应能提供电力牵引信息及 AFC 客流信息供信号系统使用。

18　综合监控系统应实现对通信各子系统重要设备的重要告警信息进行集中监视功能。

20.1.4　系统控制管理优先级要求：

1　正常运营模式下系统控制管理的优先级顺序从高到低应为中心级调度员、车站级值班员、IBP 盘、现场级；

2　灾害模式下系统控制管理的优先级顺序从高到低应为现场级、IBP 盘、车站级值班员、中心级调度员。

20.1.5　工作模式及人机界面：

1　应按工作模式进行系统的开发，工作模式的建立应包含角色、系统、对象、规则等四大要素；

2　应按人体工程学的要求设计 HMI。应满足 OCC 各调度人员、总调人员、车站值班站长、值班人员等岗位的操作和管理要求；

3　HMI 应支持图像、文字、数字、图表等静态及动态操作与显示。支持系统的接线

图、总貌图、流程图、图表图、趋势图等显示。HMI 还需包含丰富图形库，并按用户的具体要求进行增加和优化；

4　交互方式应包括窗口、菜单、图标、按钮等，支持文字、鼠标/跟踪球、触摸屏以及键盘等输入方式。主画面应包括：标题栏、工具条、消息栏、主显示区、画面菜单、报警栏等内容；

5　整个 HMI 图形用户接口应为分层显示结构。操作员可依据实际情况从最高的总界面开始选择，直至达到所需要的界面为止，总层数不应超过 3 层；

6　应满足维护人员的操作管理要求。

20.1.6　硬件基本要求：

1　综合监控系统设备应选择可靠、可维护、易扩展的工业级网络及控制产品；

2　网络设备宜采用由工业级以太网交换机构建的冗余拓扑网络，任何重要的网络接入均应通过冗余链路连接。系统网络应预留 50%的富裕量（包括服务器、软件平台等）。

20.1.7　软件基本要求：

1　应采用分层、分布式、模块化软件架构；宜是 C/S 架构，一般划分为数据采集服务层、数据处理层、业务服务层和用户服务层；

2　服务器操作系统宜采用 Unix 操作系统。操作站宜采用 Unix 或 Windows 操作系统。前端处理器(FEP)宜采用嵌入式实时多任务操作系统；

3　应采用成熟的、可按用户需求进行二次开发的软件平台。系统软件平台基于开放系统软件构架和实时数据库技术，它协调并提供每一个功能模块的公用数据的访问；

4　应为一个开放系统，采用标准的编程语言和编译器，支持多种硬件构成，具有对不同制造商产品的集成能力（包括接口协议、数据、工作模式等）；

5　应提供优良的实时处理能力，通过采用关键数据主动上传、订阅/发布、事件驱动等机制提供合理的数据流结构框架，提供优良的远动能力；

6　应充分利用和发挥硬件系统的能力，支持多任务多用户并发访问，支持内存数据库和动态缓存技术，支持数据的存储、转发；

7　应提供有效的冗余设计，单个模块/部件故障、甚至部分交叉故障不应引起数据的丢失和系统的瘫痪；

8　应具有标准化、实用化、可复用和易扩展的特性；能支持 ISCS 多专业集成和互联；能适应综合监控项目分专业、分包和分期实施；

9　应便于增减接口及车站数量；具备接入轨道交通网络层面信息管理系统的能力。

20.1.8　系统性能指标：

1　实时性指标：

1)　控制中心所有数据变化刷新时间≤3s；

2)　控制中心重要数据变化刷新时间≤2s；

3)　控制中心重要报警信息的响应时间≤2s；

4)　车站所有数据变化刷新时间≤2s；

5)　车站重要数据变化刷新时间≤1s；

6)　车站重要报警信息的响应时间≤1s。

2　事件分辨率（SOE）：

1)　站间事件分辨率≤15ms；

2)　站内事件顺序记录分辨率≤10ms。

3　系统切换时间指标：

1)　冗余服务器切换时间不应大于 2s；

2)　网络切换时间不应大于 0.5S；

3)　通信处理机切换时间不应大于 1s。

4　系统可靠性指标：

1)　系统平均无故障工作时间：MTBF ≥10000h；

2)　系统平均修复时间：MTTR≤60min。

5　设备的负荷要求：

服务器、工作站、前端通信处理机的中央处理机平均负荷率应小于等于 30%；

局域网的平均负荷率应小于等于 20%；

系统动态内存占有率应小于等于 30%。

20.1.9　系统电线电缆配置要求：

1　地下车站线缆应采用低烟、无卤、阻燃线缆；地面、高架车站线缆应采用低卤、低烟、阻燃线缆；

2　管线敷设应采取抗电磁干扰措施。信号线与电源线不应共用一条电缆，也不应敷设在同一根金属管内。采用屏蔽线缆时，应保持屏蔽层的连续性，屏蔽层宜一点接地；

3　线缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应实施防火封堵。

20.1.10　电源、防雷及接地要求：

1　应按一级负荷供电。应采用在线式不间断电源，后备时间应不小于 1h。也可采用弱电系统集中在线式不间断电源；

2　应对雷电感应过电压进行防护，高架车站、区间及地下线路出、入口为雷电防护的重点部位，交流电源的引入、电子设备等与室外线路连接的设备必须设雷电防护设备。综合监控系统设备的雷电防护应满足计算机类设备相关防雷规范要求；

3　应采用综合接地系统方式，也可采用单独接地方式；

4　综合接地系统接地电阻不应大于 1Ω，单独接地电阻不应大于 4Ω。

20.2　电力监控系统(SCADA)

20.2.1　一般规定：

1　供电系统应配置电力监控(SCADA)系统。电力监控系统的设备选型、容量和功能配置应能满足运营管理的需要，并考虑线路延伸、并网的扩展可能；

2　电力监控系统的构成、监控对象、功能要求，应根据轨道交通供电系统的特点、运营要求、通道条件确定；

3　电力监控系统的结构方式宜采用 1 对 N 的网络拓扑集中监控方式，即 1 个主站监控 N 个子站的方式；

4　除控制中心外，电力监控系统应预留至少三套复视系统的接口，并具有声光报警功能；

5　电力监控系统主要设备按照冗余原则配置。包括控制中心网络、系统服务器、调度工作站及通信通道等；

6　电力监控系统的软、硬件的设计应满足实时性、先进性、可靠性、可维护性和可扩展性的要求，并具有故障诊断、在线修改等功能。

20.2.2　系统构成：

1　电力监控系统由控制中心的主站、变电所子站和信息通道三部分组成。主站应设在运营调度控制中心内：

1)　主站设计应包括：主站系统功能、设备配置方案、设备型式和要求、系统容量、信息记录格式及存储方式、人机界面组态等；

2)　子站设计应包括：子站系统功能、设备容量、型式和要求等；

3)　传输通道应采用双环网的拓扑结构。设计应包括：网络结构形式、主/备通道的配置方式、传输通道的接口形式和通道的性能要求等。

2　电力监控系统监控对象应包括遥控、遥信、遥测三部分：

1)　遥控对象应包括下列基本内容：

(1) 主变电所、开关站、牵引变电所、降压变电所（包括跟随所）内 35kV 及以上电压等级的断路器、负荷开关及电动隔离开关；

(2) 牵引变电所的直流快速断路器、正极电动隔离开关；

(3) 降压变电所（包括跟随所）低压进线断路器、母联断路器、三级负荷总开关及大容量的三级负荷开关；

(4) 接触网电动隔离开关、接触网纵向联络开关。

2)　遥信对象应包括下列基本内容：

(1) 遥控对象的位置信号；

(2) 各变电所 35kV 及以上断路器、直流快速断路器、降压变电所（包括跟随所）低压进线断路器、母联断路器、三级负荷总开关及大容量的三级负荷开关的故障跳闸信号；

(3) 变压器、整流机组、所用交直流电源系统的故障信号；

(4) 各电压等级断路器控制回路、保护及测量回路的 PT 及 CT 故障信号；

(5) 钢轨电位限制装置的动作信号；

(6) 开关控制回路断线信号、自动装置动作信号；预告信号；

(7) 断路器手车（或抽屉）的位置信号；

(8) 当地/远方信号、控制方式信号、跳闸回路断线信号。

3)　遥测对象应包括下列基本内容：

(1) 主变电所、开关站进线电压、电流、功率及电度；

(2) 变电所中各级电压的母线电压、各级回路的电流、变压器回路的功率、电度；

(3) 变电所交直流操作电源的母线电压；

(4) 牵引变电所直流母线电压；

(5) 牵引整流机组电流、牵引馈线电流、负极回流电流；

(6) 钢轨对地电位。

4) 遥调对象：有载调压变压器的调压开关装置。

20.2.3 系统功能：

1 电力监控系统应具备下列功能：

1) 遥控功能：对遥控对象可以进行单独单控、程序控制、主要控制闭锁、定时控制模式等；遥控种类有选站式、选点式、选线式控制；

2) 遥信功能：实现对轨道交通供电系统设备运行状态的实时监视和故障报警；

3) 遥测功能：实现对轨道交通供电系统中主要运行参数的遥测；

4) 显示功能：汉化的人机界面动态显示内容应包括交流供电系统图、直流供电系统图、变电所主接线图、电力监控系统图、电流电压曲线、正线及车辆基地接触网（含电分段、隔离开关）示意图、（程控、操作、事故、报警）各种记录、各种统计报表等；

5) 事故报告功能：事故时可自动调用事故画面、事件打印、声光报警等，保存事故信息，并具备完善的报警信息人工确认机制；

6) 事故追忆功能：系统应具有事故追忆(PDR)功能；

7) 数据处理功能：处理数据应包括（开关动作、故障、操作、报警以及预告等）各种记录、各种统计报表、各种参数变化曲线、极限值检测、过负荷记录、电流和电压的最大值与最小值、电度量统计、历史数据分析等；

8) 事件顺序记录(SOE)功能：应以毫秒级时标记录各开关装置及自动装置的变位状态和事件顺序；

9) 打印功能：自动时序打印、召唤打印、报警和统计数据及屏幕画面打印、故障信息的打印；实现电能统计等的日报、月报制表打印；

10) 汉字功能：所有显示画面、曲线、记录及其它文字描述应用汉字显示；

11) 口令功能：提供不同级别的口令，口令密码应可修改，以保证操作安全；

12) 具有友好的人机界面和系统维护功能，开放式操作平台和多级别系统维护功能；

13) 系统自检功能和报警功能：自身故障检测和巡检功能、报警功能；

14) 系统宜为调度员及操作人员提供培训功能；

15) 维护功能：显示设备的通讯、运行状态的设备工况报告、显示网上工作站配置及运行状态的网络配置信息；

16) 实现主/备通道的切换功能；

17) 具有系统时钟同步功能，子站系统能与控制中心通讯并进行同步对时；

18) 根据工程实际情况，在满足上述要求的基础上可以选配其他功能；

19) 电力监控系统各类报文信息格式应统一、报文内容应准确、明了。

2 子站设备（远动终端）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）、处理及显示；

3) 远动数据传输；

4) 可脱离主站独立运行；

5) 能够实现现场维护、设计定值修改及调试；

6) 子站设备（远动终端）的通信规约应对用户完全开放；

7) 子站网络应采用现场总线或工业以太网。

20.2.4 系统性能指标：

1 平均无故障时间：

1) 系统应大于 10000h；

2) 主机、前置机、被控子站应大于 100000h。

2 系统可用率不小于 99.8%；

3 遥信、遥控正确率≥99.99%；

4 遥测综合误差≤±1%；

5 网络传输速率：

1) 主站网络传输速率≥100Mbps；

2) 远动数据通道传输速率≥1Mbps；

3) 站内监控网络速率≥19.2Kbps。

6 系统响应：

1) 遥控命令传送时间≤3s；

2) 遥信变位传送时间≤3s；

3) 遥测数据传输时间≤3s；

4) 遥信（子站）分辨率≤10ms；

5) 站间事件顺序记录时间分辨率≤15ms；

6) 实时数据扫描周期≤3s；

7) 双机自动切换时间≤30s；

8) 画面调用响应时间≤1s。

7 被控子站：

1) 站内事件顺序记录时间分辨率≤5ms；

2) A/D、D/A 转换误差不应大于 0.5%；

3) 遥信输出：无源接点方式/通信接口方式；

4) 遥控输入：无源接点方式/通信接口方式；

5) 装置应具有防尘、防腐蚀、防潮、防霉及防电磁干扰能力。

8 服务器负荷率≤30%；

9 网络负荷率≤30%。

20.3 环境与设备监控系统(BAS)

20.3.1 一般规定：

1 环境与设备监控系统(BAS)的设计，必须遵循国家有关方针、政策及国家相关规范、标准和轨道交通的特点进行；

2 全线车站及区间应按同一时间只发生一次火灾，换乘站也应按同一时间发生一次火灾的原则考虑救灾模式；

3　地下车站、区间隧道应设置环境与设备监控系统，地面车站、高架车站、控制中心、车辆基地的综合楼和信号楼应结合节能运行和管理自动化的要求，考虑设置环境与设备监控系统；

4　换乘车站系统设置可结合换乘形式、土建及风水电的建设时期综合考虑；

5　环境与设备监控系统应满足运营管理的需求，通过对设备的可监、可控、可调，实现车站环境舒适、节约能源、降低运营成本、提高管理水平；

6　环境与设备监控系统应遵循分散控制、集中管理、资源共享的基本原则；

7　环境与设备监控系统和火灾自动报警系统之间应设置可靠的通信接口；火灾工况应由火灾自动报警系统发布火灾模式指令，环境与设备监控系统应优先执行相应的控制程序；

8　正常与火灾情况下合用的设备，由环境与设备监控系统统一监控；

9　车站环境与设备监控系统监控对象应包括：

1)　车站空调通风系统及冷水系统；

2)　隧道通风系统；

3)　给排水系统（含车站及区间）；

4)　照明系统（含车站及区间）；

5)　应急电源系统（EPS）；

6)　乘客导向标识系统；

7)　自动扶梯、垂直电梯；

8)　区间人防门；

9)　温湿度等环境参数的监测等。

10　车辆基地环境与设备监控系统监控对象应包括：

1)　空调通风系统；

2)　给排水系统；

3)　应急电源系统（EPS）；

4)　垂直电梯。

20.3.2　系统构成：

1　环境与设备监控系统应采用分层、分布式计算机控制系统，由中央监控管理级、车站监控管理级、现场控制级及相关通信网络组成；

2　环境与设备监控系统应在车站级由综合监控系统集成；

3　中央监控管理级配置应符合下列要求：

1)　应配置具备冗余功能的系统服务器；

2)　应配置具备冗余热备或并列运行技术的操作工作站；

3)　应配置维护工作站；

4)　应配置能够全线事件流水帐记录和相关统计报表打印的打印机；

5)　配置在线式不间断电源，后备时间不应小于 1h；

6)　环境与设备监控系统的时钟应与全线/网时钟系统一致；

7)　中央管理级应设置在全线控制中心的调度大厅内，应根据运营环控调度的要求，

将异常情况的相关信息显示在综合大屏幕上。

4　车站监控级设备配置应符合下列要求：

1)　配置工业控制计算机作为车站级操作工作站；

2)　配置在线式不间断电源，后备时间不应小于 1h；

3)　配置一台打印机兼作历史和报表打印机；

4)　配置综合后备盘（IBP），作为环境与设备监控系统火灾工况自动控制的后备措施，其操作权限高于车站和中央操作工作站，盘面以火灾工况操作为主，操作程序应力求简便、直接；

5)　当设置综合监控系统时，车站级硬件设备及 IBP 应由综合监控系统设置。

5　现场控制级设备应符合下列要求：

1)　车站应设置冗余控制器、远程 I/O 设备、采集执行单元及现场网络；

2)　车辆基地宜设置非冗余控制器、远程 I/O 设备、采集执行单元及现场网络；

3)　环境与设备监控系统控制器宜选用可编程逻辑控制器(PLC)；

4)　环境与设备监控系统网络等关键设备应选用适用工业环境的产品；

5)　环境与设备监控系统应能抑制变频器谐波及防止噪声干扰；

6)　环境与设备监控系统的硬件接口和数据通信协议均应是标准的、开放的，能方便地与其他系统连接；

7)　冗余热备用 PLC 宜分别设置在车站环控电控室中；与远程 I/O 的通信通过现场冗余网络实现；

8)　现场控制箱应配置在车站设备集中处，宜设置在环控电控室、环控机房或配电间等处。

6　传感器现场布置应满足节能控制要求；传感器输出应采用标准电信号。

20.3.3　系统功能：

1　系统应具有中心级和车站级二级管理、三级控制的功能；

2　环境与设备监控系统应具有以下基本功能：

1)　车站及区间机电设备监控；

2)　执行防灾及阻塞模式；

3)　环境监控与节能运行控制；

4)　设备管理及系统维护管理。

3　中心级功能应符合下列规定：

1)　显示管理：应采用动态彩色图形方式、趋势图方式、文本方式分级分画面显示全线及枢纽站、换乘通道的机电设备运行状态、故障状态和各种工况及环境状况，应按系统、按工况和按位置布局实时显示；

2)　工艺模式管理：可修改和添加运行模式；

3)　节能控制：中心级可预设多组运行模式及控制模式的定时切换；

4)　设备维护管理：设备的日常保养管理和维修管理。统计设备的累计运行时间和相关故障信息；

5)　数据查询管理：设备的运行记录、故障记录和维修保养记录进行查询；

6) 报表及打印管理：对故障、维护报表等按班报、日报、月报和年报等形式进行存储或打印；历史记录查询应按火警、监视、故障和时间段等各种分类方式分类查询；

7) 时钟管理：中心级与时钟系统进行对时，并将正确的时间统一下达至车站；

8) 重要设备的状态变化应声光提示，并具有界面提示及推图功能；

9) 数据报文管理：报文区域大小可调，能做到满屏显示，报文有锁屏功能；

10) 环境与设备监控系统网络管理：需要实时传送全路网的网络运行状态及故障、中断的情况进行监视和报警，并能随时进行历史查询。

4 车站级功能应符合下列规定：

1) 车站级正常运行受控于中心级，系统网络故障时应具备离线独立工作能力；

2) 接收中心级的监控指令与运行模式指令，更改运行参数，调整运行工况；

3) 对车站管辖范围内设备进行点动或自动等控制，车站环境与设备监控系统具备选择中心级或车站级两种控制模式转换功能；

4) 在车站公共区、车站控制室及重要设备用房设置温度及湿度传感器，对环境参数进行必要的监测，对参数采样点与调控点进行巡回检测，记录整理并将数据实时报送中心；

5) 当全线通信网络故障时，数据库暂存历史数据和监控信息，当全线通信网络贯通后，将暂存数据信息传送至中心。短期归档信息可定期自动刷新；

6) 车站级操作工作站具有设备动态图形显示，应按系统、按工况、按布局实时显示，具有故障报警、数据查询和报表打印等功能；

7) 车站级应具有手/自动模式等各种模式的切换功能；

8) 接收本站火灾自动报警系统发送的火灾模式指令，优先执行灾害模式，向 FAS 返回指令的执行信号；

9) 重要设备的状态变化要有声光提示，并有界面的提示功能。

5 执行火灾及阻塞模式应具有下列功能：

1) 接收火灾自动报警系统车站火灾模式信息，执行车站消防联动模式；

2) 根据调度员指令，执行区间消防联动模式；

3) 接收 ATS 系统的区间阻塞信息，并执行阻塞联动模式；

4) 监视各类集水泵、水泵水池的告警水位。

6 对空调通风系统应具有下列监控功能：

1) 对空调机组、事故风机、送排风机实施正常模式监控和区间阻塞模式监控；

2) 在火灾时接收火灾自动报警系统火灾模式指令，优先执行火灾工况的操作；

3) 具有定时控制功能。

7 对空调制冷冷水系统应具有下列监控功能：

1) 对冷水机组、冷冻水系统、冷却水系统实施常规监控；

2) 对制冷系统的控制系统应预留数据通信接口，能获取冷水机组和水系统的有关参数。

8 对给排水系统应具有以下监控功能：

1) 水泵启停控制；

2) 水泵运行状态显示；

3) 水泵故障报警；

4) 水位显示及危险水位报警；

5) 水泵运行时间统计，主、备泵运行切换控制。

9 定时和实时控制正常照明系统和通风系统的开和关，并显示其运行状态；

10 实时显示自动扶梯、垂直电梯的运行状态和故障报警，在火灾等紧急情况下，应根据现场的救灾需要，进行手动控制；

11 对区间人防系统应具有以下监控功能：

1) 显示区间人防门的开启状态；

2) 接收区间人防门的报警信号，并将报警信号送至相关系统。

12 通过对通风、空调、采暖设备和照明系统能耗的统计分析及环境参数的检测，控制系统设备优化运行，提高整体环境的舒适度及有效降低能耗；

13 系统维护应具有如下功能：

1) 监视全线环境与设备监控系统被控对象的运行状态，对设备的运行状况、运行时间进行统计，形成维护趋势预告；

2) 环境与设备监控系统硬件设备故障判断及维护管理；

3) 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。

20.3.4 系统网络结构与功能：

1 系统网络结构应采用分层分布式网络结构。其系统网络由主干传输网、中心级和车站级监控网（局域网）及现场网络组成；

2 设有综合监控系统时，主干传输网络、中央级和车站级局域网应由综合监控系统组建应由综合监控系统提供；

3 中心级/车站级网络应具有下列功能：

1) 中心级/车站级局域网连接控制器、操作站和通信设备，必须保证数据传输实时可靠，并应采用标准通信协议；

2) 中心级/车站级局域网应具有抗电磁干扰能力；

3) 应采用冗余网络结构。

4 系统车站控制器与远程控制器或远程 I/0 模块应通过冗余现场总线或冗余工业以太网连接，应具有以下功能：

1) 符合国家现场总线标准；

2) 实现系统的分散控制；

3) 可连接智能化仪表；

4) 连接远程 I/0 和控制器；

5) 适应轨道交通现场环境及具有抗电磁干扰能力。

20.3.5 软件基本要求：

1 软件系统应与硬件系统配置相适应，应在成熟、可靠、开放的监控系统软件平台的基础上，按轨道交通功能需求开发应用软件；

2 软件系统应采用模块化结构，应具有良好的开放性和扩展性；

3 应用软件应按中心级、车站级和现场控制级三个层次编制；

4　软件体系应具备完整的系统维护和诊断功能及良好的人机界面；

5　系统软件应能有效支持工程的长期和分阶段现场调试过程，单站的调试不应影响已运行的系统运行。

20.3.6　系统的技术指标：

1　冗余热备设备的切换时间不应大于 2s；

2　实时数据上行响应时间不应大于 2s；

3　实时数据下行响应时间不应大于 2s；

4　系统平均无故障时间应大于 10,000h；

5　系统平均修复时间不应大于 0.5h。

20.3.7　电缆电线配置要求：

1　地下车站及区间环境与设备监控系统应选用无卤、低烟、阻燃电缆；

2　系统布线应考虑周围环境电磁干扰的影响；

3　系统的信号线与电源线不应共用一条电缆，也不应敷设在同一根金属套管内；

4　采用屏蔽布线系统时，应保持系统中屏蔽层的连续性，以满足系统接地的可靠性；

5　控制电缆宜采用耐火型软电缆；

6　模拟信号线宜采用屏蔽电缆，屏蔽层单端接地；

7　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；

8　控制电缆截面积应不小于 1.5mm^2；

9　信号电缆截面积应不小于 1.0mm^2。

20.3.8　系统防雷与接地要求：

1　系统设备应对雷电感应过电压进行防护，高架车站、区间及地下线路出、入口为雷电防护的重点部位，交流电源的引入、电子设备等与室外线路连接的设备必须设雷电防护装置；

2　系统设备宜根据相应产品或系统的要求一点接地或浮空，现场机柜应可靠接地；

3　宜采用综合接地系统方式，也可采用单独接地方式；

4　综合接地系统接地电阻不应大于 1Ω，单独接地电阻不应大于 4Ω。

20.4　火灾自动报警系统（FAS）

20.4.1　一般规定：

1　城市轨道交通应具有预防火灾、水淹、风灾、冰雪、地震、雷击和停车事故等灾害的防灾措施，并以防火灾为主；

2　城市轨道交通火灾自动报警系统(FAS)应贯彻“预防为主，防消结合”的方针。系统应具备早期发现、及时报警和迅速投入救助的功能；

3　城市轨道交通控制中心负责全线的防灾调度指挥及救援，车站火灾自动报警系统监控范围为本车站及两端相邻半个区间隧道的相关消防设备；

4　换乘车站系统设置可结合换乘形式、土建及风水电的建设时期综合考虑，火警信

息应同时发送到相关线路的控制中心；

5　火灾自动报警系统应可直接控制防烟、排烟系统设备和消防专用设施，或通过环境与设备监控系统 系统联动控制火灾工况与正常工况兼用的设施设备；

6　城市轨道交通地下车站、地面车站、高架车站、区间隧道、区间变电所及系统设备用房、控制中心大楼、车辆基地、主变电所应设火灾自动报警系统，其内容应包括火灾的自动报警、手动报警、电话通信报警和网络信息报警及防救灾设备的联动控制；

7　火灾自动报警系统应具有时钟同步功能；

8　火灾自动报警系统的软件及通信协议应具有开放性，应将系统的维护权限对最终用户开放和可转移；

9　火灾自动报警系统应预留与拟建其他线路换乘站、与车站结合相邻的物业区域火灾自动报警系统接口的条件；

10　火灾自动报警系统线路中央系统应实现与城市消防部门的消防联网功能。

20.4.2　系统构成：

1　火灾自动报警系统由设置在控制中心的中央监控管理级、设置在控制中心大楼、各车站、车辆基地、主变电所的车站监控管理级、现场控制级以及相关网络和通信接口等组成；

2　火灾自动报警系统设备应包括火灾报警装置、消防控制设备及其他具有辅助功能的装置；

3　中心级的监控管理主机经通信网络与车站级监控管理主机联网，组成全线 FAS 系统；

4　火灾自动报警系统中央监控管理级由中央操作工作站、打印机和综合显示屏等设备组成；车站监控管理级由火灾探测器、火灾报警控制器、监控工作站和打印机等设备组成；

5　火灾自动报警系统的中心级监控工作站、车站级监控工作站宜由综合监控系统集成后统一设置；

6　车站火灾自动报警控制器，与车站管辖范围内火灾自动报警探测器、手动报警按钮和现场各种监控模块等联网，组成车站监控管理级及现场控制级火灾自动报警系统；

7　车站级网络应符合以下要求：

1)　传输距离：以车站管辖范围为限，不少于 1.5km，宜为环形总网络；

2)　接口：RS232、RS485、RS422，并提供开放的、标准的通信协议。网络配置力求简单，接口开放，技术先进，性能可靠，扩展方便；

3)　传输方式：半双工、异步传输；

4)　系统应具有较强的抗干扰能力。

8　在设备集中场所设置现场模块箱；

9　探测区域划分应符合下列原则：

1)　站厅、站台等大空间部位每个防烟分区必须划分为独立的火灾探测区域；

2)　其他部位探测区域的划分，应符合《火灾自动报警系统设计规范》 GB50116 的规定。

10　报警区域应根据防火分区和设备配置划分；

11　火灾报警装置的布设应满足下列要求：

1)　下列场所应设置火灾自动报警探测器：

(1) 地下车站站厅及站台、地面及高架车站封闭式站厅及站台、长度大于 60m 的封闭出入口通道；

(2) 车站及控制中心大楼的各种设备机房、配电室、电缆通道、电缆竖井、变电所电缆夹层、走廊、办公室、控制室、值班室等管理用房；

(3) 设气体自动灭火的房间应设两种火灾自动报警探测器；

(4) 车辆基地的停车库、检修库、重要设备用房、存放和使用可燃气体用房、可燃物品仓库、变电所、信号楼及火灾危险性较大的场所；主变电所、牵引变电所、降压变电所、混合变电所。

2)　下列场所应设置手动报警按钮：

(1)　车站走廊，站厅层公共区、站台层公共区；

(2) 地下区间隧道、长度超过 30m 的封闭人行通道；

(3) 车辆基地中设置火灾自动报警系统的建筑物内；

(4) 控制中心的走廊、出入口；

(5) 主变电所、牵引变电所、降压变电所、混合变电所；

(6) 设置火灾自动报警探测器的场所应设置手动报警装置。

3)　消防泵房、送排风机房等重要机房以及气体灭火区域门外应设置消防专用电话分机；

12　火灾探测器的选择应满足下列要求：

1)　火灾探测器应具有对环境自适应、灵敏度自动调整功能；

2)　火灾探测器选择应符合《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的规定。

13　车站 FAS 监控对象应包括如下系统设备：

1)　专用排烟风机；

2)　防烟防火阀；

3)　排烟防火阀；

4)　消防水泵、喷淋泵；

5)　防火卷帘门；

6)　非消防电源；

7)　自动灭火系统；

8)　应急照明及疏散指示标志。

14　车辆基地 FAS 监控对象应包括如下系统设备：

1)　专用排烟风机；

2)　防烟防火阀；

3)　排烟防火阀；

4)　消防水泵、喷淋泵；

5)　防火卷帘门；

6)　非消防电源；

7) 垂直电梯；

8) 自动灭火系统；

9) 应急照明及疏散指示标志。

20.4.3 消防控制室的设置要求：

1 火灾自动报警系统中央级监控管理系统应设置在轨道交通线路控制中心内，并靠近行车调度；

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

3 换乘车站的消防控制室宜集中设置。按线路分别设置的消防控制室之间应能相互传输、显示状态信息，但不宜相互控制；

4 车辆基地消防控制室应集中设置；

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

6 消防控制室应能控制火灾声或光警报器的工作状态。

20.4.4 系统功能：

1 火灾自动报警系统中央监控管理级是全线火灾自动报警系统的调度中心，对全线报警信息及消防设施有监视、控制及管理权，对车站级的防救灾工作有指挥权，并应具备下列功能：

1) 与各车站、车辆基地、控制中心大楼和各区间变电站等 FAS 进行通信联络；

2) 火灾时确定全线火灾自动报警系统的运行模式，监视运行工况；

3) 监视全线火灾自动报警系统设备的运行状态，接收各车站级、控制中心大楼和各区间变电站报送的火灾报警信息和防救灾设备的运行状态，并提供打印功能，记录存档，按信息类别管理历史资料档案及全线消防设施日常监控管理；

4) 对区间内需要消防联动的设备发布消防联动模式命令；

5) 应通过操作电视监控系统以确认火灾现场的灾情，根据火灾的实际情况，向有关区域发出消防救灾指令和安全疏散指令，火灾工况具有优先权；

6) 应具有对本系统网络和设备的状态监视和报警功能；

7) 接收市消防局 l19 火警通信的自然灾害预报信息，并实施防救灾的对外界联络；

8) 控制中心的防灾控制室应设在全线的中央控制室内。

2 火灾自动报警系统车站监控管理级应具备下列功能：

1) 与火灾自动报警系统中心级以及本车站环境与设备监控系统间进行通信，将本车站火灾自动报警系统的所有信息传送到中央级火灾自动报警系统，并实现与本站环境与设备监控系统的联动控制功能；

2) 接收火灾自动报警系统中心级指令，控制车站内有关消防设备投入运行；

3) 编制下达本站火灾自动报警系统运行模式，火灾时确定本站火灾自动报警系统 的运行模式，监视运行工况；

4) 监控本车站及所管辖区间内各类消防设备的运行状态，接收本车站及其所辖区间的火灾报警信号，显示火灾报警、故障报警部位；

5) 对室内消火栓系统、自动灭火系统、防排烟系统和防火卷帘等进行控制和显示；

6) 向本站 ISCS 或 BAS 发布报警信息指令，强制执行车站和区间火灾工况，使消防设备按火灾工况运行；

7) 火灾自动报警系统在车站控制室应能控制专用消防设备的启、停，显示运行状态；

8) 切断相关区域非消防电源；

9) 接收气体自动灭火区域火警信息、气体喷放信息、故障信息及手/自动信息；

10) 自动打印火灾自动报警系统的设备状况、火警报警和故障状况等信息；

11) 车站消防控制宜与行车值班结合设置车站综合控制室。

3 控制中心大楼、车辆基地火灾自动报警系统由火灾探测器和火灾报警控制器等设备组成，并应具备下列功能：

1) 与中心级火灾自动报警系统进行通信；

2) 监视辖区内火灾灾情，并报送火灾自动报警系统中心级；

3) 控制消防设备启停；

4) 切断相关区域的非消防电源；

5) 自动打印火灾自动报警系统的设备状况、火警报警和故障状况等信息；

6) 车辆基地的消防控制室宜设于基地防灾值班室内，宜靠近消防设备。

4 主变电所视站内火灾工况的要求，设置联动型火灾报警器或区域火灾报警器。联动型火灾报警器作为车站级的火灾报警控制器，并与全线火灾自动报警系统直接联网；区域火灾报警器应接入主变电所相邻车站的火灾报警控制器；

5 火灾自动报警系统现场级网络应独立配置；

6 火灾自动报警系统应设置维修工作站，并应具备下列功能：

1) 接收、显示、储存、统计、查询和打印全线火灾自动报警系统设备的状态信息，发布设备故障报警信息，建立火灾自动报警系统设备维修计划及档案；

2) 对车站级火灾自动报警控制盘进行远程软件下载、软件维护、故障查询和软件故障处理。

20.4.5 防灾通信要求：

1 控制中心，车站控制室，车辆基地的防灾值班室应设置防灾广播控制台（可共用）；

2 车站不单独设置紧急广播，与车站通信系统设置的公共广播合用，车站控制室内应有强切功能。在通信系统不设置公共广播的控制中心大楼及车辆基地综合楼等区域，应由本系统设置消防紧急广播；

3 控制中心、消防值班室和车站控制室应设置人机监控界面，供防灾调度员监视；

4 控制中心应设置与市消防局直连的市内直线电话。通信专业应在控制中心设调度电话总机，在车站及车辆基地设分机，并设消防专用调度电话；

5 车站应由火灾自动报警系统专业设消防对讲电话；在消防泵房、送排风机房等重要机房以及气体灭火区域门外设置消防专用电话分机；

6 通信系统的设计，应具备火灾时能迅速转换为防灾通信的功能。

20.4.6　消防联动控制要求：

1　对消防水系统、消火栓和喷淋泵的控制应满足下列要求：

1)　控制消防泵的启、停；

2)　操作工作站应能显示消防泵的工作、手/自动开关位置和故障状态、消火栓按钮工作位置。

2　火灾自动报警系统对气体自动灭火系统的监视应符合下列规定：

1)　车站火灾自动报警系统应显示气体自动灭火系统保护区的火警信息、气体喷放信息、故障信息及手/自动信息；

2)　车站火灾自动报警系统应显示自动灭火系统保护区防火阀状态信息；

3　火灾自动报警系统对排烟系统与正常排风系统合用设备的控制应符合下列规定：

1)　由火灾自动报警系统确认火灾，发布预定义的消防联动模式指令；

2)　由火灾自动报警系统直接联动控制，或由 ISCS/BAS 接收指令执行联动控制；

3)　ISCS 或 BAS 接受火灾控制指令后，应优先进行模式转换，并反馈指令执行信号；

4)　运行模式状态应在车站操作工作站上显示。

4　火灾确认后，将火警信息发送电力监控系统或供电系统，以切断非消防电源，接通应急照明，监视其工作状态；

5　车站控制室在确认火灾后应能满足以下要求：

1)　自动启动消防广播，接通报警装置，接通应急照明，将电梯全部停于疏散层；

2)　自动、手动开启所有自动检票机闸门，控制站台门的开或关；

3)　显示被控设备的工作状态；

4)　显示保护对象的部位、疏散通道及消防设备所在位置的平面或模拟图；

5)　接收控制中心命令，强制环境与设备监控系统将事故风机按火灾工况运行。

6　车站火灾自动报警系统对消防泵和专用排烟风机除设自动控制外，还应设手动控制；火灾自动报警系统在综合控制盘（IBP 盘）上应设有消防泵、专用排烟风机、喷淋泵开启控制装置，并显示工作状态；

7　车站火灾自动报警系统对消防设备的联动控制和显示应符合《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的规定。

20.4.7　电缆电线配置要求：

1　火灾自动报警系统的信息传输线路、供电线路、控制线路应根据不同使用场所选用低烟、无卤、阻燃或耐火线缆；

2　火灾自动报警系统的布线设计，除符合本规定外尚应符合 GB50116《火灾自动报警系统设计规范》的规定；

3　电话电缆宜采用屏蔽电缆，屏蔽层单端接地；

4　控制电缆截面积宜不小于 1.5mm^2；

5　信号电缆截面积宜不小于 1.0mm^2。

20.4.8　系统供电与接地要求：

1　系统供电应符合下列要求：

1)　火灾自动报警系统应设主电源和直流备用电源；

2) 火灾自动报警系统主电源应由一级负荷供电；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。采用集中设置蓄电池时，消防报警控制器供电回路应单独设置；

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 UPS 电源装置或蓄电池型应急控制电源系统供电；

4) 火灾自动报警系统主电源的保护不应采用漏电保护开关。

2 系统接地应符合下列要求：

1) 采用综合接地系统，接地电阻值不大于 1Ω；

2) 采用接地干线截面不小于 16mm^2 的塑料绝缘铜芯电线(电缆)两根，接地支线截面不小于 4mm^2 的塑料绝缘铜芯电线。

20.4.9 系统技术指标：

1 控制中心中央级控制响应时间小于 2s；

2 控制中心中央级信息响应时间小于 2s；

3 站点控制响应时间小于 1s；

4 站点信息响应时间小于 1s；

5 火灾报警回路响应时间小于 0.85s；

6 系统平均无故障时间(MTBF)不小于 10 0000h；

7 系统单台设备装置故障、系统网络平均修复时间(MTTR)小于 30min。

20.5 门禁系统

20.5.1 一般规定：

1 城市轨道交通涉及安全的重要设施的通道门、系统和设备用房门及管理用房门应设门禁；

2 门禁系统应具有出入口监控和安全管理等功能，也可根据运营管理的需要设置其他功能；

3 门禁系统构成、设备配置和布置，应与运营管理模式相适应；

4 网络内门禁系统宜实现统一授权管理，并遵循统一的系统标准；

5 门禁系统应按集中管理，分级控制的方式设计，设网络授权中心、线路中央级系统、车站级系统三级管理，中央、车站和现场三级控制；

6 门禁系统规模应与网络规划相适应；

7 车站控制室综合后备控制盘（IBP）上应设紧急开门控制按钮，并应具有手动、自动切换功能；门禁系统应实现与火灾自动报警系统的联动控制；

8 车站级以下系统和设备应按工业级标准进行设计，满足城市轨道交通车站环境的要求；

9 门禁系统宜采用员工卡作为授权卡。门禁卡可分级授权，实现不同安全等级区域的分级门禁管理；

10 门禁系统应实现网络、线路和车站内的时钟同步；

11　设有门禁装置的通道门、设备及管理用房门的电子锁，应满足防冲撞和消防疏散的要求。电子锁应具备断电自动释放功能，设备及管理用房门电子锁还应具备手动机械解锁功能。

20.5.2　系统构成：

1　门禁系统由网络中央级系统、线路中央级系统、车站级（车站、车辆基地）系统、现场级系统和终端设备、传输网络和电源及门禁卡等组成；

2　网络中央级系统由网络授权服务器、网络授权计算机、交换机、台式读卡器、打印机、网络设备、存储设备等组成，通过以太网交换机与各线中央级系统相连；

3　线路中央级系统主要由网络设备、存储设备、中央服务器、中央授权计算机、中央管理计算机、交换机、打印机、台式读卡器等设备组成；

4　车站系统由门禁工作站、车站控制器、交换机、打印机等设备组成。门禁工作站设于站长室；

5　车辆基地系统由车辆基地管理计算机、维修计算机、授权计算机、车辆基地控制器、交换机、打印机、台式读卡器等设备组成。车辆基地管理计算机、授权计算机、车辆基地控制器、交换机、打印机、台式读卡器车辆基地系统设在车辆基地门禁设备室（兼授权室），维护管理计算机设在,门禁系统维修室。

6　现场级系统和终端设备由本地控制器、读卡器、密码键盘、电子锁、门磁、紧急开门按钮、出门按钮及门禁卡等组成；

7　门禁系统采用由通信系统或综合监控系统提供的主干网络，完成线路中央级系统和车站级系统之间的通信；

8　各车站管理用房设备集中端通道门设置与车站控制室的可视对讲门禁终端设备；

9　车站主要设备用房、管理用房、通道门采用磁力锁配合机械锁，票务管理室采用机电一体化锁。

20.5.3　系统功能：

1　网络授权中心应具备以下功能：

1)　网络授权中心设置于控制中心网络授权办公室，能够对网络内所有线路的员工卡进行统一权限管理，具有最高的管理权限；

2)　网络授权中心能够实现网络内所有线路员工卡权限进行设置；应能够存储最近 5 年内所有员工卡授权的历史记录；并支持数据库的定时备份、查询、统计、数据导入和导出、报表打印等功能；

3)　各线路设有发卡授权工作站，但网络授权中心应具有最高权限，各线路的发卡授权权限由网络授权系统进行管理；

4)　具有门禁授权管理、数据库管理、黑名单管理、设备监视与控制功能；

5)　接收通信时间信号并下传至各门禁线路中央级系统；

6)　向线路中央级系统下达系统工作参数、授权参数、黑名单等信息；

7)　接收线路中央级系统上传的线路数据，并实现数据的统计、报表、分类存储和打印；

8)　查询网络系统信息；

9) 统一管理网络内合法持卡人的访问权限；

10) 系统应具有登录、修改、操作、报警等信息的系统日志功能。

2 线路中央级系统应具备以下功能：

1) 中央级系统具有在线模式、离线模式、灾害模式设置和管理，满足宁波轨道交通运营需要，并满足轨道交通消防和安防的需求；

2) 每条线中央级系统至少可以管理 5000 个门禁点，全线历史资料数据至少可以存储 3 年，至少可以管理 50000 门禁用户；

3) 接收网络中央级系统下达的工作参数、授权参数、黑名单等信息；向网络中央级系统上传线路系统的数据和系统状态信息；

4) 中央级系统具有本线授权管理功能。设置员工票的安全级别、授权进入的区域、授权进入时间、票卡进出模式、密码等。可以将具有相同通行权限的人定义为一个通行级别，实现批量操作，门禁授权可以采用表格形式批量导入员工信息进行授权设置；

5) 中央级系统具有操作权限管理功能。对全线操作员和维修人员操作权限设置，利用不同操作密码，实现不同级别的权限操作；并可实现对全线操作员和维修人员的密码管理；紧急情况下，具有解除车站密码的功能；

6) 中央级系统具有设置车站、车辆基地门禁系统运行参数，下达运作命令及系统运行模式到各个车站和车辆基地。系统所设置的系统参数在指定的参数生效时间能自动生效。中央级系统与各车站、车辆基地计算机系统通信中断，在通信恢复后系统应能自动更新各车站、车辆基地计算机系统设备的系统参数；

7) 图形显示全线门禁系统设备运作状况，实时监视全线所有门锁的开闭状态，对非正常状态进行报警提示（包括实时记录开启门号、通行卡号及人员姓名、读卡和通行状态、门锁开关状态，非正常报警等）；自动弹出相应电子地图和报警窗口等，并将所有报警及操作进行记录；

8) 在中央管理计算机能实现出入记录查询，系统可储存全线所有的进出记录、状态记录，可自定义查询条件；

9) 中央级系统具有对全线门禁系统设备和网络设备运行状态、报警、故障在线监视，支持设备故障自诊断及在线修复，并能显示网络负荷；并具有网络安全防护功能；

10) 中央级系统具有与门禁网络授权系统时钟同步功能，超过 0.5s 的差异需记录。中央级系统收到时钟信息后自动同步全线设备时间；

11) 中央级系统与车站级系统通信中断恢复后，中央级系统具有自动接收车站级系统上传的数据，并自动向车站级系统下载相应的运行参数；

12) 线路中央级系统应具备巡更管理功能，可自定义巡更路线和排班规则，采取在线式巡更，并具有考勤功能。

3 车站级系统应具备以下功能：

1) 车站级系统具有操作权限管理功能；

2) 车站级系统接收并保存中央计算系统下达的系统参数，同时将参数下达到门禁就地级设备，在设定的生效时间自动生效。被授权的操作员应可查询或打印中央级系统下载的系统参数，接收中央级系统控制命令；

3) 车站级系统应能保存所在区域的所有门禁设备状态、通信状态及变化数据、故障情况、报警信息、操作记录、维护信息、区域事件等信息。在门禁就地级设备的状态变化时自动接收其状态数据，保存所有接收的设备状态变化数据，所有的数据信息应能自动更新；

4) 车站级系统能实现车站范围门禁信息数据管理。在系统正常工作模式和离线模式（车站级系统与中央级系统通信中断）下可实现即时查询车站范围内指定用户的进出状态，操作员可根据条件查询（权限内）单台、一组、一类或全部门禁设备的处理统计数据，生成临时报表，将异常事件信息及时记录。车站级系统能自动生成各类统计报表，打印各类统计报表功能，日终报表生成时间不大于 30min；

5) 车站级系统可以监视车站管辖范围网络状态流量、车站控制器、本地控制器的状态等，当出现故障时发出报警，可将故障的信息上传至中央级系统；

6) 车站级系统具有对车站级管理范围内门禁及网络设备状态在线监视，故障自诊断、自恢复及在线修复等功能，网络负荷显示；

7) 车站级系统应具有软件更新功能，能接收中央级系统下传的门禁设备更新软件，软件更新须防止对门禁终端设备所保存原始数据的改写，软件自动在设定的日期生效；

8) 火灾情况下，门禁车站级系统能接收 FAS 的火灾确认信息，按区域释放门禁电子锁；

9) 在各车站车控室的 IBP 盘上设有紧急控制按钮，在紧急状况下按区域断开门锁的供电回路，控制门的开启，要求本地控制器不断电，仍能上传门状态信息。车站级系统应记录紧急按钮的操作，并上传至中央级系统；

10) 车站级计算机系统接收中央级系统的时钟信息并进行时钟同步，超过 500ms 的差异需记录，并上传至中央级系统；

11) 车站级系统应能以设备地图方式模拟门禁设备的布置，图形化地监控各门禁设备的通信状态、运行状态及故障情况。当出现状态变化或故障时，能在屏幕上准确、实时地显示；应能根据状态或故障等级不同而显示不同颜色、发出声音并给出报警信号。报警信息提醒操作员注意，且报警界面可以自动弹出；

12) 车站维修人员通过车站级系统应能实现对车站管辖范围内门禁设备的维护管理功能；

13) 车辆基地维护管理计算机应具有采集全线门禁系统设备报警信息、监视全线门禁设备运行状态、下达控制命令、安排维护人员维护等功能；

14) 车站级系统具有考勤、巡更功能；

15) 车站级系统具有独立数据库，并具有访客管理功能。

4 现场级系统和终端设备应具备以下功能：

1) 本地控制器接收车站控制器下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，并下传至读卡器；

2) 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；

3) 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；

4) 本地控制器应具备在线、离线、灾害及维修等运行模式；

5) 本地控制器应具有本地数据存储和保护功能。

5 开门应采用出门按钮及紧急开门按钮，当出门按钮失效时，可采用紧急开门按钮；

6 电子锁应具有断电释放的功能；

20.5.4 系统技术指标：

1 系统的时钟与全线时钟保持同步，系统时间误差不大于 500ms；

2 从刷卡到门锁响应时间应小于 0.3s；

3 刷卡后记录数据上传至中央数据库时间不得超过 2s；

4 门禁的报警状态信息上传到车站监控软件时间不超过 1s，上传到中央监控软件时间不超过 2s；

5 单卡授权信息从中央下载到就地设备的生效时间不超过 2s；

6 10000 张卡（带有门禁级别及其它相关授权信息）下传生效时间应不超过 5min；

7 工作站保证所有被更新的图形和数据在显示器的刷新时间少于 2s；

8 设备电源供应中断后，在电源恢复工作时，车站控制器 、本地控制器及网络通讯设备能自动重新启动，并在 30s 内恢复正常运行；

9 系统平均无故障时间(MTBF)不小于 10000h；

10 系统单台设备装置故障、系统网络平均修复时间(MTTR)小于 30min。

20.5.5 系统供电及接地要求：

1 门禁系统和设备应按一级负荷供电；系统应采用不间断电源供电，后备时间应不低于 1 h；

2 控制中心、车站、车辆基地的工作接地，采用综合接地网，接地电阻应不大于 1Ω。

21 自动售检票

21.1 一般规定

21.1.1 宁波城市轨道交通应设置自动售检票（AFC）系统，实现售票、检票、计费、收费、统计、收入管理和结算等全过程的自动化管理。

21.1.2 系统设计应符合国家相关标准和规范、宁波市地方标准和规范以及《宁波市轨道交通线网 AFC 技术规程》的规定，实现宁波城市轨道交通“一票通”和城市公共交通“一卡通”。

21.1.3 系统设计能力应满足城市轨道交通超高峰小时客流量的处理需要。车站终端设备数量应按近期超高峰小时客流量进行配置，并按远期超高峰小时客流量预留安装和接入条件。

21.1.4 系统应实现宁波市轨道交通清分中心、线路指挥控制中心和车站三级管理以及线路指挥控制中心、车站和就地三级控制。

21.1.5 系统应满足城市轨道交通网络各种运营模式的管理需求，为整个城市轨道交通网络的客运组织和票务管理等提供技术支撑。城市轨道交通网络运营模式应包括正常服务模式、维修模式、故障模式、离线运行模式、关闭服务模式和降级运行模式（包括列车故障模式、进站免检模式、时间日期免检模式、车费免检模式、紧急放行模式等）。

21.1.6 系统应采用以无人售票方式为主，并辅以客运服务中心内设置半自动售票机的票务处理方式，检票采用进/出站自动检票方式。

21.1.7 系统设计应以可靠性、安全性、可维护性和可扩展性为原则，应保证系统内数据的完整性、保密性、真实性和一致性。

21.1.8 系统应做到操作简便、管理严密、设备可靠，具有良好的人机界面，有清晰的信息和语音提示，方便乘客操作和运营维护。

21.1.9 系统应具备用户权限设置和管理功能，具有安全防范机制，符合信息安全技术、信息系统安全等级保护要求，确保物理安全、网络安全、主机安全、应用安全、数据安全及防止计算机病毒入侵等。

21.1.10 系统应具备自诊断功能，包括系统自诊断、设备整机自诊断及设备内部关键模块的自诊断。

21.1.11 系统设备应满足 7d×24h 不间断连续运行需求，应具备抗电磁干扰能力，适应宁波市自然环境条件和车站环境条件要求。

21.1.12 车站终端设备的金属外壳应具备漏电保护及可靠接地措施，确保乘客、运营及维修人员的使用安全。

21.1.13 车站控制室应设置紧急控制按钮，并与火灾自动报警系统实现联动；当车站处于火灾等紧急状态或设备失电时，自动检票机的扇门阻挡装置应处于释放状态。

21.1.14 换乘车站 AFC 系统设计应综合考虑车站建筑形式、建设时序及运营管理方式等因素，采用灵活组网方式进行统筹设计。

21.1.15　新建线路工程、既有线路或设备改造工程、线路或车站扩容工程，其系统和设备应通过宁波城市轨道交通线网级 AFC 模拟测试系统和第三方权威检测机构检测合格后，方可投入正式使用。

21.2　票制及票务管理

21.2.1　采用封闭式计程、计次、限时票价制，同时应预留今后增加其它计费方式的条件。

21.2.2　采用单程票和储值票两种基本类型的票种，根据运营管理需求，应可设置多日票、计次票、应急票、优惠票、纪念票、出站票、员工票、测试票等其它类型的票种。车票种类和具体应用方式应符合《宁波市轨道交通线网 AFC 技术规程》的规定。

21.2.3　轨道交通专用车票采用 TYPE A 卡，其中单程票采用非接触式逻辑加密卡，员工票采用 CPU 卡。单程票和储值票均采用卡式封装。

21.2.4　宁波城市“一卡通”卡由宁波市民卡管理运营有限公司负责发行，应包括“市民卡”和“甬城通”。宁波城市“一卡通”卡在城市轨道交通内应作为储值票使用。

21.2.5　宁波城市“一卡通”中的“市民卡”采用 CPU 卡（包括 TYPE A 卡和 TYPE B 卡），符合《中国金融集成电路（IC）卡规范（V3.0）》标准，密钥体系采用中国人民银行 PBOC3.0 密钥体系。

21.2.6　宁波城市“一卡通”中的“甬城通”采用 TYPE A 卡（包括逻辑加密卡和 CPU 卡），密钥系统采用建设事业 IC 卡密钥管理系统。

21.2.7　当银行卡、手机电子钱包等作为储值票使用时，其技术标准应符合宁波城市轨道交通对银行卡、手机电子钱包等的相关技术规范要求，满足城市轨道交通网络内“一票换乘”需求。

21.2.8　采用宁波市轨道交通票务中心和车站票务室二级票务管理模式。轨道交通票务中心负责轨道交通专用车票的采购、库存管理、初始化编码、预赋值、调配、回收、清洗消毒、注销、销毁及账户管理等工作。车站票务室负责车票的库存监控、调配及上缴等工作。

21.3　系统构成

21.3.1　城市轨道交通 AFC 系统应由轨道交通清分中心系统、线路中央计算机系统、车站计算机系统、车站终端设备及车票等构成。

21.3.2　轨道交通清分中心系统设置于轨道交通清分中心，应由服务器、存储设备、网络设备、工作站、加密机、密钥管理设备、SAM 卡制作设备、个性化车票发行设备、车票编码/分拣机、车票清洗消毒设备、打印机和 UPS 电源等构成。

21.3.3　线路中央计算机系统设置于线路指挥控制中心，应由服务器、存储设备、网络设备、工作站、打印机和 UPS 电源等构成。

21.3.4　车站计算机系统设置于线路各车站，应由服务器、工作站、网络设备、紧急按钮控制器、打印机和 UPS 电源等构成。

21.3.5　车站终端设备应包括自动售票机、自动查询机、半自动售票机、自动检票机（含进站检票机、出站检票机、双向检票机及宽通道检票机）和便携式验票机等。

21.3.6　车票应包括轨道交通专用车票、宁波城市“一卡通”的“市民卡”和“甬城通”卡等。

21.3.7　轨道交通清分中心应设置线网级 AFC 模拟测试系统，包括模拟清分中心系统、模拟线路中央计算机系统、模拟车站计算机系统、模拟车站终端设备、票卡检测设备、专用检测工具、网络设备和电源设备等。

21.3.8　轨道交通宜集中设置线网级 AFC 培训中心系统和 AFC 维修中心系统。

21.4　主要功能

21.4.1　轨道交通清分中心系统应具备以下主要功能：

1　负责制定轨道交通线网 AFC 系统运营的各项规则，包括：车票、费率表、清算、对账、车票使用及调配、运营模式控制及管理、运营参数、安全管理与授权、终端设备统一乘客服务界面、系统接口和编码规则等；

2　统一发行轨道交通专用车票，并对车票进行动态调配和跟踪管理；

3　负责轨道交通专用车票的采购、初始化、预赋值、分拣、库存管理、清洗消毒及注销等工作；

4　负责轨道交通 AFC 系统密钥的生成、下发和管理；

5　负责采集、处理、统计、分析和查询各类运营数据，通过其全局性票务与安全系统支撑各线路 AFC 系统的运行；

6　接受宁波城市“一卡通”系统下发的系统运行参数、黑名单及结算对帐数据；向宁波城市“一卡通”系统上传“市民卡”和“甬城通”在轨道交通的原始交易数据；负责“市民卡”和“甬城通”在轨道交通不同线路之间的收益清分以及与宁波城市“一卡通”系统之间的结算和对帐；

7　接受银行卡、手机电子钱包等系统下发的系统运行参数、黑名单及结算对帐数据；向银行卡、手机电子钱包等系统上传银行卡、手机电子钱包等在轨道交通的原始交易数据；负责银行卡、手机电子钱包等在轨道交通不同线路之间的收益清分以及与银行卡、手机电子钱包等系统之间的结算和对帐；

8　向线路中央计算机系统下发系统运行参数、运营模式、交易结算数据、账务清分数据、黑名单及票卡调配管理指令等；接受线路中央计算机系统上传的车票原始交易数据，依据《宁波市轨道交通线网 AFC 技术规程》确定的清分规则对出站交易数据进行清分处理，生成各类统计和分析报表；

9　提供城市轨道交通线网 AFC 系统时间同步所需的时钟源，实现城市轨道交通线网 AFC 系统的时间同步；

10　负责对外发布城市轨道交通网络的客流统计、客流预测及财务报表等信息；

11　具备系统数据的归档、备份和恢复功能；

12　具备系统数据级的异地灾难备份功能。

21.4.2　线路中央计算机系统应具备以下主要功能：

1　接受轨道交通清分中心系统下发的参数及命令，并下发给车站计算机系统，独立实现所管辖线路 AFC 系统的运营管理；

2　向轨道交通清分中心系统上传车票的原始交易数据；完成与轨道交通清分中心系统之间的票务清分和对帐工作；

3　负责线路内系统和设备的运营管理和收益管理，生成各类统计报表，具有报表编辑管理功能；

4　负责线路内系统和设备的安全管理，包括权限管理、数据审核、数据备份及恢复、系统间安全访问控制等；

5　接受轨道交通清分中心系统提供的时间同步信号，实现线路内 AFC 系统设备的时间同步；

6　负责线路中央计算机系统设备的集中维护和网络管理；

7　当与轨道交通清分中心系统通信中断时，线路中央计算机系统应可离线运行。当通信恢复后应自动上传离线状态下未及时上传的相关数据。

21.4.3　车站计算机系统应具备以下主要功能：

1　接受线路中央计算机系统下发的参数和命令，并下发给车站终端设备；

2　采集和存储车站终端设备的交易数据和寄存器数据，并上传给线路中央计算机系统；

3　对车站终端设备进行实时监控，并显示设备的通信、运营状态及故障等信息；

4　负责车站级票务管理工作，自动处理当天的所有数据和文件，并生成各类统计报表；

5　接受线路中央计算机系统下发的车票调配指令，负责车站级车票的库存与流通管理；

6　接受线路中央计算机系统提供的时间同步信号，实现车站级系统和设备的时间同步；

7　根据运营管理需求启用/解除 AFC 系统的降级运行模式。在紧急情况下，车站值班员按下紧急按钮，或与 FAS 系统联动，启用紧急放行模式，控制所有进、出站检票机呈自由通行状态，便于乘客快速疏散；

8　车站计算机系统应具备车站终端设备及内部关键模块的软件远程下载及更新功能；

9　当与线路中央计算机系统通信中断时，车站计算机系统应可离线运行。当通信恢复后应自动上传离线状态下未及时上传的相关数据。

21.4.4　车站终端设备应具备以下主要功能：

1　接受车站计算机系统下发的参数和命令，完成规定操作及信息提示；

2　向车站计算机系统上传原始交易数据和设备状态信息，具有原始交易数据和设备状态信息的索取功能；

3　具有正常运行、降级运行、故障停用、测试、检修以及停止服务等工作模式；

4　具有设备故障自诊断和故障信息提示功能；

5　在发生通信故障时应可离线运行，并具备数据导出功能；通信故障恢复后应自动上传离线状态下未及时上传的相关数据；

6　自动售票机应可接受纸币和硬币发售单程票，具有硬币和纸币组合找零及原币原退功能；应可接受纸币对储值票进行充值，并打印充值凭证；

7　自动查询机应可对轨道交通专用车票及宁波城市“一卡通”卡的车票余额、历史交易记录等信息进行查询；

8　半自动售票机应能处理轨道交通专用车票和宁波城市“一卡通”卡，工作人员应可通过半自动售票机对车票进行发售、分析、交易查询、补票、更新、替换、充值及票据打印等处理；

9　自动检票机的通道阻挡装置采用剪式门形式，按使用功能可划分为进站检票机、出站检票机和双向检票机（含标准通道检票机和宽通道检票机）。自动检票机对进站车票应自动验票，对出站车票应扣除与乘距（或乘次）相对应的车费，同时回收指定类型的单程票。当车站启用紧急放行模式或设备失电时，自动检票机的扇门应自动打开，便于乘客快速疏散。当车站撤销紧急放行模式时，自动检票机的扇门应自动复位；

10　便携式验票机应具备离线状态下的车票查验和进/出站检票功能。应可通过机内的菜单选择设置进/出站检票的车站。便携式验票机应可接入车站计算机系统，下载系统运行参数和黑名单等信息，上传车票原始交易数据；

11　车站终端设备内的读写器与车票之间应具有良好匹配的天线品质因素和工作频率，保证车票读写的可靠性、高效性和安全性。当两张或两张以上车票同时使用时，读写器应能正确区分和操作；

12　车站终端设备内部接插件应带卡座和锁扣，确保连接可靠、牢固。接插件宜选用免检产品，所有元器件必须为工业级产品。

21.4.5　车票应具备以下主要功能：

1　车票是记录乘客乘车信息的媒介和载体，根据车票种类的不同应能分别记录车票的编号、车票种类、有效期、金额、状态、历史交易记录等信息，与车站终端设备共同完成自动售票和检票功能；

2　银行卡、手机电子钱包等在轨道交通内可作为储值类车票使用。

21.4.6　线网级 AFC 模拟测试系统应具备以下主要功能：

1　负责线轨道交通清分中心系统、线路中央计算机系统及车站计算机系统的功能性测试；

2　负责车站终端设备的单机测试及关键模块的测试；

3　负责轨道交通专用车票测试；

4　负责轨道交通清分中心系统、线路中央计算机系统、车站计算机系统、车站终端设备及票卡之间的接口测试；

5　负责轨道交通清分中心系统与宁波城市“一卡通”、银行卡及手机电子钱包等外部结算系统之间的接口测试。

21.4.7　线网 AFC 培训中心系统和维修中心系统应具备以下主要功能：

1　负责线网内系统管理人员、操作人员和维修人员的岗位业务培训；

2　负责线网内系统和设备的维修管理，包括维修调度、维修数据的采集与统计、维修计划的制定和执行、设备和部件的维修以及设备、部件（含易耗品）及备品备件的管理等工作。

21.5　车站设备配置与布置

21.5.1　车站终端设备计算参数宜符合下列规定：

1　自动售票机发售速度：5 人/分钟·台；

2　进、出站检票机通行能力：20 人/分钟·通道；

3　双向检票机通行能力：20 人/分钟·通道；

4　单程票与储值票的使用比例应根据宁波城市“一卡通”卡的实际使用情况确定；

5　客流超高峰系数应根据各线路客流预测报告和实际情况确定。

21.5.2　车站终端设备配置数量应符合下列规定：

1　自动检票机数量应按照高峰小时客流进行计算，同时应综合考虑客流超高峰系数、列车行车密度、乘客出站时间等因素；

2　自动售票机的近期配置数量宜满足每个集散厅不少于 3 台的要求；

3　地下车站：进站检票机数量不宜少于 8 个通道；出站检票机数量不宜少于 8 个通道。高架车站：进站检票机数量不宜少于 6 个通道；出站检票机数量不宜少于 6 个通道。每组进/出站检票机数量不宜少于 3 个通道；

4　在潮汐客流明显或易发生突发客流的车站，宜设置一定数量的双向检票机；双向检票机的设置位置和应用方式应与安检设施的使用相匹配；

5　每个付费区宜设置 1 台宽通道检票机，方便残疾人或携带大件行李的乘客通行；

6　每个非付费区宜设置 1 台自动查询机；

7　每个车站宜配置 2 台便携式验票机；

8　每个车站应设置 1~2 座客运服务中心，客运服务中心的设置数量应与车站建设规模相匹配。客运服务中心内应预留 2 台半自动售票机的安装条件；

9　车站终端设备配置数量除需满足设备计算和布置原则外，还应考虑乘客的使用习惯、车站的建筑布局、客流特征以及运营部门的管理需求。

21.5.3　车站设备布置应符合下列规定：

1　车站服务器、紧急按钮控制器应设置在车站“AFC 设备室”内；紧急按钮应设置在“车控室”内的 IBP 盘上；系统监控工作站应设置在“车控室”内；票务管理工作站应设置在车站“AFC 票务室”内；维修工作站应设置在车站“AFC 维修工区”内；

2　自动售票机、自动查询机应设置在站厅层非付费区，应以方便乘客使用、不影响交通和安全疏散为原则，应与车站出入口、进站检票机的布置位置相协调；自动售票机、自动查询机宜采用离墙安装方式，设备后部应预留 900mm 宽的维修通道，相邻设备之间距离宜为 400mm；

3　进、出站检票机应安装在站厅层付费区和非付费区的分隔带上，其布置位置应与车站出入口、扶梯及自动售票机的位置相协调；宽通道检票机且靠近客运服务中心布置；进、

出站检票机的通道净距为 550mm；标准通道双向检票机的通道净距为 550m；宽通道检票机的通道净距为 900m；

4　客运服务中心应设在站厅层付费区与非付费区的分隔带上，方便乘客问询和票务处理；

5　半自动售票机应安装在客运服务中心内；

6　车站设备布置方案应预留远期设备的安装条件，包括安装位置、预埋线槽及线缆等。

21.6　网络构成及要求

21.6.1　城市轨道交通 AFC 系统网络应采用轨道交通清分中心、线路指挥控制中心和车站三级组网。

21.6.2　轨道交通清分中心、线路指挥控制中心宜采用 100/1000M 以太网局域网；车站宜采用 10/100M 以太网局域网。

21.6.3　轨道交通清分中心系统通过以太网专用通道与线路中央计算机系统进行通讯；线路中央计算机系统通过线路内通信传输系统提供的以太网通道与车站计算机系统进行通讯；车站计算机系统通过自建的以太网局域网与车站终端设备进行通讯。

21.6.4　车站局域网应采用工业级、具备自愈功能的环型网络，应由三层交换机与通信传输系统连接，各站采用不同的 VLAN，以阻断车站广播风暴的蔓延。

21.6.5　网络基本要求：

1　网络应具备高可靠性和抗干扰能力，保证业务处理的稳定运行；

2　网络传输应基于交换式，核心部分应采用冗余设计；

3　网络应具有开放性、可扩展性、可管理性和可测试性；

4　网络应具有自诊断及高度数据传输安全功能；

5　网络协议应符合通用国际标准。

21.7　时间同步方式

21.7.1　AFC 系统应具备时间同步功能，轨道交通清分中心系统的时钟源宜取自轨道交通 1 号线通信时钟系统，时间同步方式应采用主从同步方式。

21.7.2　轨道交通清分中心系统应满足通信系统的时钟接口要求。

21.8　电源及接地

21.8.1　AFC 系统设备应按Ⅰ级负荷标准供电。

21.8.2　AFC 系统配电设计应符合《低压配电设计规范》GB50054 的要求；应做到各相负载均衡，并考虑设备在开机、关机时对电源的冲击。

21.8.3　AFC 系统宜采用集中 UPS 电源系统提供的电源进行供电。当单独配置 UPS 电源时，应具备电源网络管理功能。

21.8.4　轨道交通清分中心系统 UPS 电源后备时间不宜小于 4h;线路中央计算机系统 UPS 电源后备时间不宜小于 2h；车站计算机系统 UPS 电源后备时间不宜小于 0.5h；车站终端设备 UPS 电源后备时间不宜小于 10 分钟。

21.8.5　当车站终端设备内置 UPS 电源或蓄电池时，应确保断电时最后 1 笔交易的处理、数据存储及系统安全退出。

21.8.6　车站终端设备及其电源部件应适应宽幅工作环境要求，满足工作温度：-15℃~70℃、工作湿度：5%~95%及 EMC 标准 EN550011，EN550022、EN550024、EN61000-6-2.3 对电磁辐射的要求，电源平均无故障时间 MTBF 不小于 100000h。

21.8.7　AFC 系统宜采用综合接地方式，接地电阻不大于 1Ω；所有设备金属外壳和金属管槽均应可靠接地。

21.8.8　车站终端设备内的电源组件应设置漏电保护器。

21.9　软件基本要求

21.9.1　软件系统应与硬件设备配置相适应，应在成熟、可靠、开放的软件平台基础上，按照轨道交通 AFC 系统的功能需求和《宁波市轨道交通线网 AFC 技术规程》的规定进行编制。

21.9.2　软件系统应标准化、功能化、模块化、构件化，应具有良好的开放性、可扩展性和兼容性。

21.9.3　软件系统应按照宁波市轨道交通 AFC 系统的五层架构进行编制,各层面的系统和设备应可独立运行。

21.9.4　软件系统应采取必要的容错和避错设计策略，符合系统的故障-安全要求。

21.9.5　软件系统应具有完整的系统维护、诊断、测试及开发功能。

21.9.6　软件系统应具有良好的人机操作界面和在线帮助功能。

21.9.7　软件系统应满足 7x24 小时不间断工作要求。

21.9.8　软件系统的接口、应用程序文档应予以开放，应支持不同供货商所使用的硬件或软件。

21.10　系统接口

21.10.1　轨道交通清分中心系统应具有与城市“一卡通”结算系统、银行卡结算系统及手机移动支付平台等外部结算系统的通信接口，其接口形式应符合相关标准或规定。

21.10.2　轨道交通清分中心系统、线路中央计算机系统、车站计算机系统和车站终端设备之间的接口应符合《宁波市轨道交通线网 AFC 技术规程》的规定，实现系统和设备的安全接入。

21.10.3　AFC 系统与综合监控系统宜在线路中央、车站进行互联，向综合监控系统提供客流、系统运行模式、设备故障及设备状态等信息。

21.10.4　综合监控系统应在车站控制室内的 IBP 盘上为 AFC 系统提供紧急放行模式的启动按钮。

21.10.5　车站计算机系统应能接受车站防灾报警信号，联动控制车站终端设备进入紧急放行模式。

21.10.6　系统设计时应向相关专业提供设备用房、设备布置、荷载、用电、维修、接地、传输通道、时钟、环境条件、预留孔洞和管线预埋等接口技术要求。

21.11　系统主要技术指标

21.11.1　轨道交通清分中心（ACC）系统主要技术指标：

1　近期 ACC 系统的数据处理能力应达到日处理客流 300 万人次（日交易量次数为 750 万笔）的数据；远期应可通过硬件扩容，满足客流增长的处理需求；

2　ACC 系统应至少具备 512 个车站的车票费率表及相关系统参数的设置和管理能力；

3　系统存储容量要求：

1)　所有原始数据在系统中的联机存储时间不少 3 个月，3 个月以上可采用循环脱机备份方式；

2)　所有清分、结算数据在系统中的联机存储时间不少于 24 个月，24 个月以上可采用循环脱机备份方式；

3)　系统内所有储值类票卡（含一卡通票卡）按账户至少保存最近的 150 条交易记录；

4)　ACC 设置的系统参数应可在 1 分钟内下达到线路 LCC 系统和设备；ACC 系统下发的控制命令应在 5 秒内下达到线路 LCC 系统和设备；线路原始交易数据上传的时间间隔应可通过参数进行设置，时间间隔建议为 1~5 分钟；线路系统的状态数据上传时间不应超过 5 秒钟。

4　交易数据处理：

在运营日结束（截止时间）后的 2 小时内，ACC 系统应完成最大交易量次数为 750 万笔所产生交易数据的处理，并可以在 4 小时内完成累积 2 天的交易数据清算。

5　数据备份及恢复：

1)　日报表及日交易数据的备份应在 1 小时内完成；

2)　周一至周六采用增量备份，日备份数据的恢复应在 1 小时内完成；

3)　周日采用全数据库的备份，应在 4 小时左右完成；

4)　全数据库的恢复应在 6 小时内完成。

6　报表生成：

1)　所有报表应在运营日结束后的 1 小时内自动生成完毕；

2)　终端对已生成报表的请求响应时间应不超过 10 分钟。

7　数据查询：

数据查询响应时间不应超过 5 秒钟。

21.11.2　线路中央计算机（LCC）系统主要技术指标：

1　LCC 系统的可用性应达到 99.99%；

2　LCC 系统容量应能满足线路内最多 256 个 SC 系统的接入及每日不少于 200 万人次客流的处理需求；

3　LCC 系统应具有接受和处理 ACC 下传的至少 512 个车站的车票费率表及相关系统参数的能力；

4　系统内交易数据的最短保存周期应为 90 天；统计数据的最短保存周期应为 3 年。系统的存储容量应能满足上述要求；

5　LCC 系统应能监控 1min 前的客流情况；

6　LCC 系统应能在 2h 的高峰期内处理 25%的日客流量；

7　LCC 系统应能在 1min 内响应并返回 SC 系统的数据请求；

8　在参数设置后，应可在 5min 内下达到所有系统设备；

9　当天的报文及交易数据备份应在 1h 内完成，全数据库备份应在 2h 内完成；

10　数据恢复应在 4h 内完成，系统级故障恢复时间小于 24h；

11　所有的报表应在 2h 内自动生成完毕；

12　终端对报表的请求响应时间应不超过 10min；

13　MTBF≥50000h；MTTR≤30min。

21.11.3　车站计算机（SC）系统主要技术指标：

1　SC 系统可用性应达到 99.9%；

2　SC 系统容量应能满足车站内最多 256 个车站终端设备的接入及每日处理不少于 50 万客流（125 万笔交易数据）的能力；

3　在通信正常的情况下，车站终端设备的故障信息应可在 2s 内主动上传到 SC 系统；

4　SC 系统应可轮询采集车站终端设备的交易数据和设备状态数据，轮询周期不应超过 1min；

5　SC 系统应能实时查询车站终端设备的状态数据，应能在 5s 内下达查询命令并返回及显示查询结果；

6　SC 系统应能即时查询 10s（参数设置）以前的客流及交易统计报表。应能即时将 10s（参数设置）以前的客流及交易数据发送 LCC 系统及 ACC 系统；

7　SC 系统应可在 3min 内将系统运行参数下达到所有车站终端设备；应能在 5 秒钟内，将控制命令下达到所有车站终端设备；

8　MTBF≥50000h；　MTTR≤30min。

21.11.4　车站终端设备主要技术指标：

1　与车站计算机采用 10/100M 以太网通信接口；

2　MCBF≥100000 次，　MTTR≤30min；

3　整机功耗≤400W。

22　自动扶梯与电梯

22.1　自动扶梯和自动人行道

22.1.1　一般规定：

1　自动扶梯及自动人行道的选型应符合《地铁设计规范》GB50157 的要求；

2　城市轨道交通应采用公共交通型自动扶梯；

3　自动扶梯和自动人行道应具备变频调速节能功能；

4　在露天出入口设置自动扶梯时，应选用室外型产品，上、下平台应配有防滑措施；

5　自动扶梯和自动人行道的各项技术性能应满足宁波市轨道交通的环境条件；

6　自动扶梯和自动人行道应接受综合监控系统的监视；当车站出现紧急情况时，自动扶梯应根据疏散预案进入相应模式运行；

7　当自动扶梯用作紧急情况下的疏散楼梯时按一级负荷供电；

8　自动扶梯应设紧急停止按钮，若提升高度超过 12m，应增设附加紧急停止按钮；

9　自动扶梯下部机坑内不得积水，应优先考虑自流排水或无渗漏水，若无法满足这一条件时，应在机坑外设集水坑和配备排水设施；

10　自动扶梯的出入口应设置顶棚；对于全露天室外型及有棚自动扶梯，应有油水分离装置，外部进入自动扶梯的水应经过油水分离后才能排入集水坑；

11　出入口自动扶梯盖板应具有可靠的防盗及报警功能；

12　自动扶梯的设置应满足本标准 11.5.1 条的规定。分期建设的自动扶梯应预留位置。

22.1.2　主要技术要求及参数：

1　自动扶梯和自动人行道应能每天连续运行 20h，每周运行 140h，且在任何 3h 的间隔内，能以 100%制动载荷连续运行 1h；

2　自动扶梯应设就地控制装置，必要时可在车站控制室设远程控制装置，但必须保证远程操作人员可观察到整个梯道的情况；

3　自动扶梯的传输设备（主要包括梯级、梳齿板、扶手带、传动链、梯级链、传动机构等）及内外装饰板应采用不燃或难燃材料，电线、电缆应采用无卤、阻燃、低烟材料；

4　全露天室外型自动扶梯必须保证能在露天环境全天候工作；

5　自动扶梯和自动人行道的设计与制造应符合《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB16899 要求；

6　主要技术要求应符合下列规定：

1)　自动扶梯安装倾角应采用 30°；

2)　自动扶梯和自动人行道的梯级名义宽度不宜小于 1m；

3)　自动扶梯和自动人行道的运行速度宜采用 0.65m/s；

4)　当名义速度等于 0.65 m/s 时，上、下水平梯级数量不得少于 4 块；

5)　当名义速度小于等于 0.65m/s 时，自动扶梯从倾斜区段到上水平段过渡的曲率半径不应小于 2.6m，到下水平段过渡的曲率半径不应小于 2m。当提升高度超过 10m 时，自动扶梯从倾斜区段到上水平段过渡的曲率半径不应小于 3.6m，到下水平段过渡的曲率半径不

应小于 2m；

6) 自动扶梯桁架最大挠度不应大于支承距离的 1/1500；

7) 自动扶梯扶手带断裂载荷应大于 25kN；

8) 自动扶梯应安装附加制动器；

9) 自动扶梯扶手壁必须采用不锈钢；

10) 自动扶梯供电电源应为 AC380V、三相四线、50Hz，TN-S 接地。自动扶梯应保证可靠接地。

22.1.3 主要土建技术要求：

1 自动扶梯梯级上方垂直净高度不应小于 2400mm；

2 自动扶梯扶手带外侧边缘至连续性障碍物之间的水平距离在任何情况下均不应少于 80mm；

3 自动扶梯出入口纵深尺寸从扶手装置端部起至少为 2.5m；

4 自动扶梯各支点及出入口楼面标高应明确标注并严格受控；

5 自动扶梯和自动人行道的各支点应按产品要求设置预埋件和预留吊装条件；

6 自动扶梯用的配电箱应就近设置；

7 自动扶梯设置位置应避开结构诱导缝和变形缝；

8 自动扶梯上下水平部位宜设客流引导栏杆，以利变频调速功能的实现。

22.2 电梯

22.2.1 一般规定：

1 车站电梯应选用无机房曳引电梯；

2 车辆基地、停车场及控制中心等宜选用有机房曳引电梯。在没有条件选用有机房曳引电梯的情况下，可选用无机房曳引电梯或液压电梯；

3 电梯的各项技术性能应满足宁波市轨道交通的环境条件；

4 电梯按乘客自助方式设计，必须设置残疾人专用的扶栏、控制面板、盲文按钮、到站铃音等，轿厢内应设置摄像头；

5 电梯应能接受车站综合监控系统的监视；当车站出现紧急情况时，电梯应根据安全规范进入相应模式运行；

6 电梯井道墙、底面和顶板应使用不燃、坚固、无粉尘的材料建造，井道四周应有密封的防护墙壁进行防护；

7 电梯应能实现车站控制室、轿厢、轿顶、井道底坑、控制柜或机房之间的五方通话功能，必要时为残疾人服务；

8 在选用液压电梯时，液压电梯机房内应设明显禁止烟火的标志，并设有火灾报警器和适用于电器和油液的灭火器，液压电梯的机房应采用防滑耐油地面；

9 电梯底坑内不应积水、渗水，应优先考虑自流排水至临近的集水井，并接入单流阀防止反灌；同时应设置电梯底坑的临时排水设施；在选用液压电梯时，底坑中应具有集油装置；

10　当选用液压电梯时，机房宜设在井道的侧面，并应满足《液压电梯制造与安装安全规范》GB21240 的相关规定；机房考虑通风散热，宜设置空调。当液压梯在室外设置时应考虑液压部分的冬季防冻保温装置；

11　电梯井道内不应装设与电梯无关的设备和管道。电梯井道内应设置永久性的电气照明、电源插座；

12　当相邻两层间距离大于 11m 时，其间应设置井道安全门；

13　站内电梯穿越设备层时，电梯厅门应采用甲级防火门；

14　电梯的各项设施应符合现行《无障碍设计规范》GB50763 的有关规定；

15　地下车站站厅至站台应设置电梯实现无障碍通道，在车站主干道两侧的出入口应保证各有一条无障碍通道。

22.2.2　主要技术要求及参数：

1　电梯轿门上应设置红外线光幕保护装置；

2　电梯的电线、电缆应采用无卤、阻燃、低烟材料；

3　载人电梯额定载重不宜小于 1000kg；

4　车站电梯的额定速度宜选用 1.0m/s；

5　电梯的开门宽度不宜小于 1m，电梯轿门宜选用 1.0m(宽）×2.1m(高)双扇中分门。

22.2.3　主要土建技术要求：

1　电梯的井道可采用钢结构透明玻璃井道或钢筋混凝土井道；

2　应根据产品要求在土建工程中设置预埋件、预留孔、预留槽和起重吊环；

3　当采用无机房电梯时，配电箱的设置位置应靠近井道和控制柜。当采用有机房电梯时，配电箱应设置在机房并能从机房入口处方便迅速的接近；

4　电梯设置位置必须避开土建结构的诱导缝和建筑物变形缝；

5　出入口电梯地面井道应能使电梯防水、防晒。

23 站台门

23.1 一般规定

23.1.1 站台门系统的工作环境应满足宁波城市轨道交通车站站台及轨道区温度、湿度及抗震要求。

23.1.2 滑动门的开关频率应满足列车最小行车间隔的要求，并应具有每年按轨道交通运营时间要求连续运行的能力。

23.1.3 站台门的总体布置应满足轨道交通列车各种运营模式的要求，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。

23.1.4 滑动门的开/关门时间应与列车车门的开/关门时间相适应。滑动门与列车车门之间的协调动作过程应保证乘客安全。

23.1.5 站台门系统应至少具有系统级、站台级和手动操作三级控制方式。手动操作的优先级别应最高，系统级最低。

23.1.6 站台门系统必须具有正常、故障和紧急（含配合火灾的工作模式）三种运行模式。正常模式下本系统接受信号系统的开/关门命令控制。

23.1.7 站台门系统的重要状态和故障信息应能在车站控制室和线路控制中心进行显示和报警。

23.1.8 站台门系统宜纳入轨道交通综合监控系统监管。由监控系统集中实现对站台门重要状态的显示、故障报警和报表统计等工作。并在车站控制室的应急控制盘上设置应急开关按钮。

23.1.9 滑动门和门机驱动应设置安全装置和机械锁紧装置，并应具有障碍物探测功能，滑动门关闭遇障碍物时应有释放夹紧力功能。

23.1.10 固定门门框与滑动门之间的间隙应小于 5mm。

23.1.11 门体应具有足够的机械强度和刚度，能承受乘客对门体的挤压和冲击，以及地下区间列车活塞风和通风空调系统的共同作用或地面风载荷的作用。

23.1.12 **门体的刚度设计和安装尺寸应满足本规范限界章节所规定的要求，门体轨侧外缘严禁侵入车辆限界。**

23.1.13 火灾时站台门不作为防火分隔设施。但其材质应具有难燃性。无法使用难燃性材料时应采用无卤、低烟、阻燃，且不含有放射性成分的材料。

23.1.14 站台门的金属结构应与列车回流轨等电位，整侧站台门用 DC500V 的兆欧表检测与站台地绝缘电阻不小于 0.5MΩ。

23.1.15 站台门系统的整体使用寿命应不低于 30 年，平均无故障运行周期不应少于 60 万个周期。

23.1.16 站台门系统设计应遵循模块化和冗余设计的原则。

23.1.17 站台门应有明显的安全标志和使用标识。系统维修应可在设备室进行参数修改、软件维护/升级和设备维护。

23.1.18　站台门系统所有滑动门、端头门及应急门应能可靠锁闭，在轨道侧应有醒目的手动开门把手，在站台侧应由专用开门钥匙才能打开。

23.1.19　在列车与站台门之间应设置障碍物探测装置，且该装置的设置不应侵入车辆限界。当站台为直线时，宜一侧站台设置一组障碍物探测装置；当站台为曲线时，宜至少对应一节列车设置一组障碍物探测装置。

23.1.20　站台门与车站结构的连接部分应具有三维调节功能。

23.2　系统构成及要求

23.2.1　系统构成：

1　门体结构由滑动门、固定门、端头门、应急门和支撑结构等组成。高站台门还应包括顶箱，顶箱盖板可兼作车站导向标识牌；

2　门机设备主要包括电机、传动机构、门机控制系统和锁定装置等部件；

3　电源设备主要包括交流供电设备或直流供电设备；

4　监控系统主要由主控机（PSC）、站台端头控制盒（PSL）、紧急控制盘（PEC）、门机控制器（DCU)、声光报警装置、就地控制装置（LCP）及与信号、综合监控系统的接口部件等构成。系统连接方式应有总线网络和硬线连接两种形式，监视系统应采用具有冗余功能的网络；

5　站台门的门体外形应与车站的整体环境相协调。门框可见部分采用不锈钢或铝合金。门体玻璃应为经过热浸处理的安全玻璃。

23.2.2　门体设置原则：

1　滑动门应按以下原则设置：

1)　高站台门系统滑动门的净高度不应低于车辆门的高度，并不小于 2000mm；低站台门系统的门体高度不宜小于 1500mm；

2)　滑动门的净开度应大于车门有效开度加停车误差的绝对值之和；

3)　滑动门的设置数量和位置应与列车车门一一对应；开启/关闭的时间应与列车车门开启/关闭的时间相协调；滑动门开门方式应采用中分双开平滑方式；

4)　关门过程中，滑动门在最后 100mm 的行程中动能不应超过 1J/扇门。滑动门在行程中的最大动能不应超过 10J/扇门；

5)　滑动门障碍物探测装置可探测障碍物（硬物）的最小厚度宜为 5mm；

6）　滑动门故障时应在系统和现场同时有报警和灯光提示。

2　端头门应按以下原则设置：

1)　站台门在站台端部应设置端头门，供司机、工作人员进出及作为区间事故的疏散通道；

2)　端头门宜向站台侧旋转 90°平开，全开后宜定位保持。未在全开位置时宜自动复位至关闭。端头门净开度不宜小于 1100mm；

3)　门锁有防震功能；

4）　端头门故障时应在系统和现场同时有报警和灯光提示。

3　应急门应按以下原则设置：

1)　站台门沿站台长度方向应设置应急门，每一侧的设置数量宜为远期列车编组数；当列车在站台区域不能定点停车时，至少应有一扇应急门能与列车车门对应；

2)　应急门的净开度不宜小于 1100mm，并应能向站台内侧旋转平开，宜定位保持在 90°；

3)　应急门故障时应在系统和现场同时有报警和灯光提示。

23.2.3　门机系统要求：

1　门机宜采用电机驱动方式；

2　高站台门的滑动门宜采用一控制一驱动方式，低站台门宜采用一控制二驱动方式。

23.2.4　电源系统要求：

1　站台门系统电源应为一级负荷；电源系统由双切电源、不间断电源（UPS）等设备构成，可含直流柜、馈线柜等；

2　电源系统设备中驱动电源和控制电源宜分开设置；

3　驱动电源输出回路数的设置应保证当一个回路电源故障时，仅影响每节车辆对应的一组滑动门，本节车辆其余滑动门仍能够正常工作；

4　电源系统应配有备用电源用于外电源停电时向系统供电。备用电源的容量宜满足外电源停电后，能保证每侧站台所有门单元在 1 小时内动作 5 次，并能提供控制设备持续运行 1 小时；

5　高站台门门体顶箱上不宜设置照明灯带。若必须设置，则灯带电源应与系统电源分开配置；

6　站台门设备室设备应可靠接地，接地电阻不大于 1Ω。

23.2.5　监控系统要求：

1　监控系统应能确保滑动门的开/关门与列车车门的开/关门动作协调一致；

2　主控机（PSC）应设置在站台门系统设备用房内，并具备以下功能：

1)　主控机（PSC）应能接收信号系统发来的开/关门命令，并发送给相应侧门机控制器（DCU）；

2)　应能监视系统的开/关门故障状态，并能将站台门的打开、关闭、互锁解除信号送入信号系统，以及在需要的情况下，将站台门系统的重要状态和故障报警信息送给轨道交通监控系统，进行显示和报警，监测系统应有记录、打印、保存的功能；

3)　应提供本系统与其它相关设备系统的可靠接口；

4)　每座车站应至少设置一套主控机（PSC），负责控制本站所有站台的站台门系统。

3　端头控制盒（PSL）宜设置于站台端部对应列车发车端司机室且方便列车司机操作的站台门的端头门外侧；

4　紧急控制盘（PEC）宜设置在车站控制室，并宜设置在综合后备紧急控制盘（IBP）上；

5　当采用高站台门时，门机控制器（DCU）宜设置在滑动门上方的顶箱内；当采用低站台门时，门机控制器宜设置在滑动门两侧的固定侧盒内；

6　每道滑动门应设置一套就地控制装置（LCP），位于门机控制器（DCU）附近，具

备自动、隔离和手动开关门功能；

7　控制及监视应独立设置，关键命令或信号应通过硬线传输，状态及故障信息可采用总线传输；

8　控制系统应满足国内外相关电磁兼容性标准的要求。

23.3　现场布置要求

23.3.1　站台门应布置在列车正常停车范围内，相对于车站站台中心线向站台两端对称纵向布置，以站台同坡度垂直于站台面平整安装。首末两节车辆的驾驶室门不应包括在站台门长度范围内。站台门纵向组合总长度应考虑在停车误差范围内不影响司机的进出，并在任何运动状态下站台门门体任何部件不应超出规定的纵向组合总长范围。

23.3.2　安装站台门的地面在站台全长上的平整度误差不宜大于 10mm。

23.3.3　在设置站台门的站台范围内不宜设置土建结构变形缝。若必须设置，则变形缝的位置宜配合站台门设置。同时，站台门在变形缝处应采取相应措施。

23.3.4　站台门的安装宜结合土建结构型式、车辆条件等设置预埋件。

23.3.5　系统设备用房宜设在站台层，靠近站台门端部，并与信号设备室和车站控制室位于同一端。

23.3.6　系统设备用房应布置系统电源设备和控制设备。设备柜布置和线缆敷设应符合现行《低压配电设计规范》的要求。

23.4　系统软件要求

23.4.1　软件的设计应遵循可靠性，可维护性，安全性的原则，并可方便扩展升级。

23.4.2　具有友好直观的人机界面和报表形式，简明的操作指导信息及故障统计分析。

23.4.3　软件应具有故障自诊断和自动报警功能。

23.4.4　系统软件接口协议应采用开放式国际标准协议。

23.4.5　系统内数据响应时间不超过 300ms。

23.4.6　配置综合测试和诊断软件包，可诊断系统内各种设备故障，故障标志到模块级。

23.4.7　可以在线诊断数据的通信功能。应能够实时监视系统的状态，收集存储系统的关键信息。

23.4.8　应用软件应能够调整开关门时间、电机速度曲线参数、门体夹紧力阀值、重复关门延迟时间和重复关门次数等参数。

23.5　主要技术指标

23.5.1　站台门每天至少运行 20h、90s 开/关门 1 个周期；

23.5.2　站台门系统在下列工况载荷下应安全可靠运行：

1　人群载荷为 1500N/m (距站台装饰面 1.1m 高处)；

2　活塞风压为±900Pa（列车过站速度小于 60km/h）；

3　地震载荷为 0.1g；

4　冲击载荷为 2800N（1.1m 高处，在 0.2S 时间内，作用在 100mm×100mm 的范围内）结构无永久变形。

23.5.3　滑动门开启/关闭速度应全程无极可调。

23.5.4　滑动门解锁后的人工开启力不应大于 150N。

23.5.5　滑动门关闭时对障碍物的作用力不应大于 150N。

23.5.6　站台门处于隔离位置时，应不影响列车的正常运营。无人驾驶列车被隔离车门信息应发送给列车自动控制系统，以实现列车门对应站台门的同步隔离。

23.5.7　站台门的维修应在站台侧完成，保养可在站台侧或轨道侧完成。

23.5.8　同步要求：一侧站台所有滑动门的启闭时间差控制在 0.2s 以内。

23.5.9　在正常使用和保养条件下，5 年内无须更换结构件、传动件及控制设备等重大零部件。

24　车辆基地

24.1　一般规定

24.1.1　宁波城市轨道交通应设车辆基地，并应满足运营和检修的需要。

24.1.2　车辆基地包括车辆运用和检修、综合维修、物资总库、培训中心以及必要的生活办公等设施；计量、培训设施可根据网络统筹考虑设置。车辆基地设施应符合下列规定：

1　车辆运用和检修设施按照功能定位分为两个等级：检修车辆段（简称车辆段，包括大架修段、定修段）及运用停车场（简称停车场，包括辅助停车场）；

2　综合维修系统应能满足全线线路、路基、轨道、桥梁、涵洞、隧道、房屋建筑和道路等设施的维修、保养工作，以及供电、通信、信号、机电设备和自动化设备的维修和检修工作；

3　物资总库应设有各种仓库、材料棚和必要的办公、生活房屋，以及材料堆放场地，承担城市轨道交通系统材料、配件、设备和机具及劳保用品等的采购、存放、发放和管理工作；

4　培训中心应设司机模拟驾驶装置及其他系统模拟设施，并应设教室、实验室、图书室、阅览室和教职员工办公和生活用房，以及必要的教学设备和配套设施，负责城市轨道交通系统组织和管理职工的技术教育和培训工作。

24.1.3　车辆基地的功能定位、设计规模、设施设备配置应根据宁波市城市轨道交通线网规划和既有车辆基地的情况、具体线路、具体工程情况而确定。

24.1.4　车辆基地设计应初、近、远期相结合，统一规划、分期实施。其车辆的配置应按初期运营需要配置，以后根据运营的需要逐步增购；站场股道、房屋建筑和机电设备等应按近期规模建设，当远期扩建对运营有较大干扰时，宜按远期规模一次建成，并对车辆基地停车能力按系统设计能力进行核实;用地范围应按远期规模并在远期站场股道和房屋规划布置的基础上进行控制。

24.1.5　车辆基地总平面布置应以车辆运用、检修设施为主体，根据段址地形条件，充分考虑综合维修中心、物资总库及其他设备、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。各项设备、设施宜分区布置，并应充分考虑远期发展条件。绿化率应符合国家及宁波市的相关要求。

24.1.6　综合维修、物资总库、培训中心所需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并建设，并应明确使用对象。

24.1.7　车辆基地应具有完善的消防设施。车辆基地的建筑设计应符合现行《建筑设计防火规范》GB50016 的要求。

24.1.8　车辆基地的选址应尽量减少房屋拆迁和大型工程的改移；符合城市规划要求。

24.1.9　车辆基地的设计，应积极采用行之有效的新技术、新工艺、新材料和新设备；选用机具、设备时，宜采用国家（或行业）的标准系列产品；选用专业设备时，宜采用标准设备或成熟的非标准设备，其中涉及人身、行车安全的设备必须经有关部门鉴定批准。

24.1.10　车辆基地的设计，应对所产生的废气、废液、废渣和噪声等进行综合治理，并符合现行国家和宁波市有关规范、规定的要求，符合宁波市现行治理、排放标准要求。环境保护设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。污水处理工艺和设备选型应报请宁波市政府环保部门批准。

24.1.11　车辆基地的设计应坚持水土保持原则；河道及既有水利设施的改变应根据当地的地形条件和水文资料合理布置，满足排水、防洪要求。

24.1.12　车辆基地内应有运输道路及消防道路，并应有不少于两个与外界道路相连通的出口。

24.2　功能和任务

24.2.1　车辆运用和检修设施的功能和任务应满足下列要求：

1　大、架修段的功能、任务和设施：

1)　根据车辆基地之间的运用任务分配，承担配属车辆停放、运用、整备、清扫洗刷、定期消毒、日常检查、列车动态检测和一般故障处理，并负责本段配属列车的乘务工作。根据运用任务量设置停车列检库、洗车库等相关配套设施；

2)　根据车辆基地之间检修任务的分配，承担配属车辆的双周检、三月检、定修、临修、架修、大修及列车救援工作。根据检修任务量设置大修、架修、定修和临修库、双周检和三月检库、静调库、吹扫库、不落轮镟库、调车机车库、试车线等检修生产设施设备，并根据需要设置油漆库；

3)　沿线存车线上列车的日常检查和一般故障处理；

4)　车辆运用检修行政、技术管理及后勤等工作，设有行政办公、食堂、浴室、乘务员公寓等后勤保障设施；

5)　段内设备、机具的维修和调车机车、工程车等的整备及维修。

2　定修段的功能、任务和设施：

1)　根据车辆基地之间运用任务的分配，承担配属车辆停放、运用、整备、清扫洗刷、消毒、日常检查、列车动态检测和一般故障处理，并负责本段配属列车的乘务工作。根据运用任务量设置停车列检库、洗车库等相关配套设施设备；

2)　根据车辆检修任务分配，承担配属车辆的双周检、三月检、定修、临修，及列车救援工作。根据检修任务量设置定修和临修库、双周检和三月检库、静调库、吹扫库、不落轮镟库、调车机车库、试车线等检修生产设施设备；

3)　沿线存车线上列车的日常检查和一般故障处理；

4)　车辆运用检修行政、技术管理和后勤等工作，设有行政办公、食堂、浴室、乘务员公寓等后勤保障设施；

5)　段内设备、机具的维修和调车机车、工程车等的整备及维修。

3　停车场的功能、任务和设施：

1)　根据车辆基地之间运用任务的分配，承担配属车辆停放、运用、整备、清扫洗刷、消毒和日常检查，并负责本场配属列车的乘务工作。根据任务量设置车辆运用的停车列检库、

洗车库等相关配套设施设备；

2) 根据车辆检修任务分配，必要时承担配属车辆的双周检和三月检，适当配置相关配套设施；

3） 根据具体情况必要时承担部分临修任务；

4) 车辆运用和后勤等工作，设有行政办公、食堂、浴室、乘务员公寓等后勤保障设施；

5) 辅助停车场仅承担车辆运用、整备任务，并设置相应的后勤保证设施。

24.2.2 综合维修设施的功能和任务：

1 综合维修中心的功能、任务和设施：

承担工务、建筑、供电、机电、通信、信号以及自动化设备和系统的巡检、维修、保养、抢修和管理工作，根据任务量设置相关配套设施设备；

2 维修工区的功能、任务和设施：

承担本工区系统和设备的巡检、维修、保养、抢修和管理工作，根据任务量设置相关配套设施设备。

24.2.3 物资总库的功能、任务和设施：

1 物资总库承担城市轨道交通各系统、各专业的材料、备件、备品、设备、机具、工具及劳保用品等的采购、存放、发放和管理工作，并根据任务量设置相关配套设施：各种仓库、材料棚、材料堆放场及必要的办公生活设施。物资仓储纳入物流计算机管理网络，由物流中心统一管辖；

2 物资总库应配备相应的装卸起重设备和运输车辆。

24.3 资源共享

24.3.1 网络车辆基地资源共享包括车辆架（大）修、定修、列车救援、综合维修、物资仓储、车辆基地共址资源共享，以及大型维护、检测设备、计量、培训设施设备资源共享等。

24.3.2 网络车辆大、架修资源共享应遵循下列原则：

1 网络车辆大、架修应相对集中设置，以提高大、架修设施和设备的利用率，节省用地和投资；

2 车辆段的大、架修规模，应以远期任务量进行控制，并适当预留大、架修规模的扩建余地，以适应资源共享规划的调整而引起大架修规模变化的需要。

24.3.3 网络定修资源共享应遵循下列原则：

1 车辆基地共址合建、车型相同的线路，车辆定修应集中设置；

2 共线运营的线路，车辆定修宜集中设置。

24.3.4 网络综合维修资源共享应遵循下列原则：

1 每条线路可设置一个综合维修中心。在条件允许时也可以整个网络设置一个综合维修中心；

2 车辆基地共址合建时，相关线路的综合维修设施宜统筹设置集中为一个综合维修中心。

24.3.5　网络物资仓储系统宜全网统筹设置，并由物流中心统一管辖。

24.3.6　网络列车救援资源共享宜根据宁波市轨道交通网络规划设置一处或分区设置列车救援中心。

24.3.7　车辆基地共址时资源共享应遵循下列原则：

1　不同线路采用相同车型时，相同功能的设施宜合并设置，并与先期建设的车辆基地同步实施，后续车辆基地工程不再重复建设；临修设施宜合并设置，并宜设置一列车全车位的地下式架车机，以提高设备能力和临修作业效率；

2　不同线路的不落轮镟库宜多线合用；洗车库根据作业量计算确定，可分别设置或合用；

3　不同线路的列车救援、抢修设备宜按照多线合用原则配备，包括列车救援、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，并宜满足多机重联和互为备用的需要；

4　物资仓储宜统筹合并设置。应多线共建 1 座易燃品库、共建 1 座自动化仓库；

5　生活办公系统宜集中、分散相结合布置，乘务员公寓宜分别按线路设置；各专业生活办公系统宜按照各专业的生产需要，分别设置；不同专业房屋合并建筑时，不同专业之间应有明确的区域功能划分；

6　集中设置食堂 1 座，设计规模按照总定员计算确定；

7　共址车辆基地的出入口、道路、市政管网连接、水系调整、消防设计等共性事宜，应统筹规划、合并设计。共址车辆基地的火灾同时发生概率，应按照一个车辆基地的设计标准执行。

24.3.8　网络维护检测设备资源共享是指价格比较贵，利用率比较低，又必须配备的轨道检测车、钢轨探伤车、钢轨打磨车、钢轨焊接车、隧道清洗车等专用设备，宜全网统一配备。专用设备的相关接口条件应综合考虑网络既有线路及规划线路的条件进行选型，车辆限界以 B_2 型车（鼓型车）限界为依据进行制造，车辆结构尺寸和轴重符合 B_2 型车（鼓型车）线路和桥梁的承载能力要求。

24.3.9　全网应统筹设置一个计量中心，可根据需要设置多个计量分站。

24.3.10　全网应共享设于天童庄车辆基地的培训中心，新建车辆基地需要增加的培训设施设备宜集中设置于培训中心。

24.4　选址与总图布置

24.4.1　车辆基地选址应符合下列要求：

1　用地性质符合城市总体规划；

2　选址用地位置应靠近正线，有良好的车站接轨条件；

3　用地面积满足功能和布置的要求，并具有远期发展余地；

4　具有良好的自然排水条件；

5　便于城市电力线路、给排水管道的引入、燃气的引入和道路的连接，有条件时可考虑与国家（或地方）铁路的连接；

6　宜避开工程地质和水文地质的不良地段；

7　减少动拆迁量，避让保护建筑、自然保护区、风景区、高压走廊、铁路、通航河流、城市主干道等的穿越。

24.4.2　车辆基地有条件与国家（或地方）铁路沟通时，宜设置车辆基地与铁路之间的联络线，为城市轨道交通的车辆、物资、大型设备的运输提供铁路运输条件。当无条件与铁路沟通且无法通过轨道交通网络接车时，车辆基地应提供新车运输及吊装条件。

24.4.3　车辆基地的选址，应根据宁波市轨道交通线网规划统筹考虑。应遵循方便运营、减少列车空走距离、少占用地的原则，可视具体情况，一条线路设一座车辆段或几条线路合设一座车辆段。当一条线路的长度大于 20km 时，可根据运营需要在适当位置增设停车场。

24.4.4　车辆基地总图布置，应符合下列要求：

1　车辆基地总平面图设计应满足功能定位和设计规模的要求，力求工艺顺畅，站场配线齐全，避免作业干扰，建筑朝向宜力求人性化布置，试车线长度满足要求；

2　车辆基地宜按功能进行分区，各功能区应相对集中，且便于相互联系；功能分区内各项设施的布置应紧凑、合理；

3　车辆基地出入口处的道路标高应高于相邻衔接市政道路的标高，车辆基地地面的最低处高程宜高于相邻周边市政道路最低高程，否则应有排除地面雨水的措施；

4　车辆基地场坪标高应结合周边道路、内涝水位、邻近河道洪水位及铁路高程等因素综合考虑，并依据水务部门意见等确定。出入线上跨河道时，梁底控制标高宜采用水务部门建议值。

24.4.5　车辆基地内道路设置应符合下列规定：

1　车辆基地应设不少于两个出入口与外界公路（或城市道路）连接；车辆基地的主要出入口不应与城市的快速路直接连接，也不应直对城市主要干道的交叉口；

2　车辆基地内道路应适应生产工艺流程需要，并与线路、管系、绿化和环境等布置相协调，满足运输、消防、安全和卫生等方面的要求；

主要建筑物周围道路宜形成环路，尽端道路应设置回车场地；

主干道的路面宽度不应小于 7.0m，转弯半径不应小于 12m；通行汽车的次要道路的路面宽度不应小于 4.0m，转弯半径不应小于 9m；其它道路的路面宽度宜为 2.0m~2.5m；

消防车道宽度不应小于 4m，穿过建筑物门洞时其净高不应小于 4m；尽端式消防车道应设回车场。消防车道路面、扑救作业场地及下面的管道和暗沟应能承受大型消防车的压力；

3　当车辆基地道路与铁路平面交叉时，宜为正交；当需要斜交时，交叉角不宜小于 45°；

4　车辆基地采用公路运输车辆时，车辆运输径路的道路转弯半径、载荷、通行高度和卸车条件等应符合公路运输的要求；钢轨由公路运输进入车辆基地材料线时，道路设计应满足 25m 长钢轨的运输要求；

5　车辆基地内应结合道路设室外汽车停车场，小型车停车数量不少于 8 辆 / 万建筑平米；结合建筑物和道路布置，设置自行车棚；

6　车辆基地建筑物引导道路宽度、承载、通行高度应与建筑物大门和通行车辆相适应，建筑物大门不得设置阻碍车辆通行的门槛、台阶等障碍物；

7　道路、平交道口等应设置安全隔离、标牌、标志、标识等安全设施；

8　停车列检库、检修库、洗车库库前及试车线平交道口处应设道闸。

24.4.6　车辆基地应设围蔽设施和门卫室，围蔽设施的设计应满足环境和治安的要求。

24.4.7　车辆基地生产房屋的布置，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位置；性质相同或相近的房屋宜合并。

24.4.8　车辆基地的空气压缩机站、变配电所、给水泵房等动力房屋，应设置在负荷中心附近。

24.4.9　易燃、易爆的车间应单独设置；产生噪声、冲击震动的车间宜单独设置；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。

24.4.10　车辆基地的绿化设计应在总图布置时统一考虑、全面规划。车辆基地应本着绿化面积最大化的原则进行绿化，充分利用厂区非建筑地段及零星空地进行绿化，股道区绿化不得采用灌木或乔木。绿化覆盖率应符合宁波市有关部门的规定。下列地段宜重点绿化：

1　办公区、主要出入口以及主要道路两旁；

2　计量室、空气压缩机站附近，变配电所、污水处理场所；

3　司机公寓、食堂和浴室等生活设施附近以及职工室外活动场所。

24.5　站场与线路

24.5.1　车辆基地可根据功能需求和作业要求设置出入段（场）线、材料线、平板车线、机车走行线、牵出线、试车线和车辆各种库线，包括停车列检库、双周三月检库、静调库、吹扫库、定临修库、洗车库、不落轮镟库、调车机车（工程车）库、大、架修库、油漆库等库线，并根据需要设置列车调头线、联络线、备用停车线、铁路交接线等。

24.5.2　车辆基地机车、车辆作业速度应遵循以下规定：

1　出入段(场)线的作业速度：有码区段按照 ATP 速度运行；无码区段不大于 20km/h；

2　段（场）内调车作业速度：不大于 20km/h；

3　机车车辆连挂速度：3~5km/h；

4　洗车库洗车作业速度：3~5km/h；

5　出入库作业速度：不大于 5km/h；

6　试车线试车速度：按车辆技术规格书规定的最高运行速度，当试车线设计长度不足时，按试车线实际长度计算确定。

24.5.3　车辆基地出入段（场）线的设置应符合下列要求：

1　出入段（场）线应在车站接轨，宜采用立体接轨方式，避免切割正线；

2　出入段（场）线宜为双线，可采用一站接轨或两站接轨形式。有条件时宜采用两站接轨的贯通式车辆基地，布置“八字型”出入段（场）线；

3　出入段（场）线均应具有双向运行功能。出入段线应根据行车、信号和车辆的要求，留有必要的信号转换作业长度，条件许可时，宜设置一度停车位；

4　一度停车位的进段/站信号机与正线入口信号机之间设置转换轨，转换轨两端应设

一度停车标志；

5　出入段（场）线应根据各设计年度收发车间隔要求核算出入段（场）线的能力，出入段（场）线信号宜按追踪运行设计。

24.5.4　洗车线根据选址用地条件及工艺要求布局。

24.5.5　不落轮镟线的设置应符合下列要求：

1　不落轮镟线宜采用尽头式布置；

2　不落轮镟库前、后的线路有效长度，应分别满足远期列车编组车辆的全部轮对能进行不落轮镟作业的要求，不落轮镟库前、后应分别有 1 辆车长度的直线段。

24.5.6　调车机车线在站场咽喉区的连接位置应方便调车机车出入及联挂平板车、救援设备装车等作业；方便进出出入段线进行正线巡检、检修、抢修、救援等作业。

24.5.7　材料线：材料线在材料堆场一侧宜设置硬化地面。

24.5.8　平板车线的设置宜方便调车机车的联挂、进出出入段线进行正线巡检、检修、抢修、救援等作业。

24.5.9　列车存车线的有效长度应满足远期检修列车编组长度加 1 台调车机车长度再加安全距离 10m 的要求。

24.5.10　牵出线的设置应符合下列要求：

1　牵出线数量应根据调车作业方式、工作量确定；

2　牵出线有效长度不应小于公式(24.5.10)的计算值：

$$Lqc=L+Ld+10 \tag{24.5.10}$$

式中：Lqc——牵出线长度(m)；

L——列车长度，应按远期列车编组辆数确定(m)；

Ld——调车机车长度(m)；

10——安全距离 10m。

24.5.11　试车线的设置应符合下列要求：

1　试车线应为平直线路，困难时可根据试车速度设置相应曲线；

2　试车线宜设于车辆基地的边缘地带。

24.5.12　车辆各种库线的设置应符合下列要求：

1　车辆基地的车辆各种库线包括停车列检库、双周三月检库、静调库、吹扫库、定临修库、大、架修库、油漆库等库线。车辆各种库线的库门前沿宜设有不小于 10m 的直线段，车辆各种库线应根据工艺要求和作业内容合理布置；

2　停车列检库线：

1)　尽头式停车列检库宜采用一线两列位，贯通式停车列检库宜采用一线三列位；

2)　停车列检库的线间距，B 型车宜不小于 4.4m。

3　双周三月检库线：

1)　双周检、三月检库宜与停车列检库合并；

2)　双周三月检库的线间距，B 型车宜不小于 5.8m。

4　静调库线：

1)　静调库用于车辆静调作业，宜设置为尽头式一线一列位；

2) 静调库轨道宜为标准零轨。

5 吹扫库线：

吹扫库用于车辆检修之前进行车辆底架清扫工作，尽头式一线一列位，柱式检查坑，两边设双层作业平台。

6 定临修库线：

定临修库用于车辆定修、临修作业，宜采用尽头式一线一列位布置。

7 大、架修库线：

车辆段的大架修库用于车辆大、架修作业。大、架修库线长度应综合考虑车辆的分解、组装等因素决定。

24.5.13 列车调头线的设置应符合下列要求：

1 列车调头线用于列车调头作业，减少轮对偏磨，提高轮对使用寿命；

2 列车调头线有三角线、灯泡线和八字型出入段线等形式，不宜采用单辆车的转盘形式；

3 列车调头线的设置与采用形式，宜根据运营线路小曲线半径的分布情况和数量、车辆基地选址条件等因素确定。

24.5.14 网络联络线的设置应符合下列要求：

1 车辆资源共享车辆基地不同线路之间应设置网络联络线，用于列车在不同线路之间的转线作业，实现网络车辆通道的便捷功能；

2 共址车辆基地不同线路的站场之间应设置联络线；

3 网络联络线的布置位置应方便列车的转线作业。

24.5.15 铁路联络线和交接线的设置应符合下列要求：

1 铁路联络线宜与铁路车站接轨、与车辆基地站场线路连通；在车辆基地设置铁路交接线，便于铁路调车机车、轨道交通调车机车对经由铁路运输的列车进行取送和交接作业；

2 铁路专用线和交接线应按照铁路标准进行设计；

3 铁路交接线的股道设置数量不应少于 2 股道；

4 铁路交接线的有效长度不应小于远期列车编组长度、铁路调车机车和隔离车的长度及安全距离 10m 之和。

24.6 车辆基地规模

24.6.1 车辆基地的设计规模应满足车辆运用、检修任务量的要求，并根据列车交路、全日列车运行对数、列车编组、车辆检修周期、车辆检修时间、车辆技术参数等计算确定。

24.6.2 车辆检修采用预防性计划维修与状态性故障修理相结合的检修制度。预防性计划维修按照车辆大修、架修、定修、三月检、双周检和日检的修程等级执行分级维修模式；状态性故障修理按照车辆随机发生的故障执行临修的检修模式。

24.6.3 车辆检修制度实行时间制和走行公里制并行的检修制度，应按照时间制与走行公里制先到者，执行预防性计划维修制度。

24.6.4　车辆检修制度的检修修程、检修周期、检修时间，应由车辆制造商和使用单位根据车辆采购的技术规格书和实际生产能力，遵循车辆运行安全、修程匹配、与生产能力相适应等原则共同确定。

24.6.5　车辆检修修程和检修周期应根据车辆技术条件和质量，并综合考虑既有车辆基地的检修经验制定。新建地铁工程的车辆检修修程和检修周期应符合表 24.6.5 的规定。

表 24.6.5　车辆日常维修和定期检修周期表

类别	检修修程	检修周期指标		检修时间（天）
		走行里程（万公里）	时间间隔	
定期检修	大修	120	10 年	35
	架修	60	5 年	20
	定修	15	1.25 年	7
日常维修	三月检	3	3 月	2
	双周检	0.5	0.5 月	0.5
	列检	—	每天或两天	—

注：① 表中检修时间是按部件互换修确定的；

② 设计中检修周期，应采用年走行里程指标；

③ 可行性研究报告阶段可采用时间间隔指标。

24.6.6　配属车辆由运用车、备用车和检修车组成，以列为单位。

1　备用车宜按照运用车的 5~10％计算。初期备用车数量宜取运用车的 10%计算，以适应车辆和系统磨合期故障率偏高的运营需要；

2　检修车宜由车辆检修制度计算确定；

3　各级修程的规模计算中，时间制及走行公里制不平衡系数的取值，均按照以下规定执行：

1)　大修、架修修程的不平衡系数为 1.1；

2)　定修、三月检、双周检修程的不平衡系数为 1.2。

24.6.7　车辆检修工艺宜采用定位作业与流水作业相结合的检修工艺。流水作业检修工艺主要用于车辆分解、组装工艺和部分部件的检修工艺。

24.6.8　设计规模应以计算规模的小数进位取整确定，对于线路终点可能延伸的线路，设计规模应留有余地。

24.7　车辆运用整备设施

24.7.1　车辆基地车辆运用整备设施包括停车库、列检库、双周三月检库、洗车库及相应线路等设施，并根据生产需要配备相应的辅助生产房屋。停车库、列检库宜合建为停车列检库。

24.7.2　停车列检库设置应符合下列要求：

1　停车列检库规模应按近期停车列检规模建设，按远期规模预留用地。远期厂房扩建困难时，可按远期规模一次建成；

2　列检规模应不低于停车列检库总列位的 50%设计；

3　停车列检库库线的列位设置应根据车库形式确定：

1)　当车库为尽端式时，每条库线宜按远期编组辆数的 2 列位布置；

2)　当车库为贯通式时，每条库线宜按远期编组辆数的 3 列位布置。

4　停车列检库车库两端和列位间横向通道、生产辅助房屋门前通道的标高应为±0.00m（以轨顶标高为±0.00m，下同），并形成库内通道；

5　列检列位应设柱式检查坑，检查坑深 1.5m，宽 1.2m，两端设台阶；检查坑外侧应为低位工作面，标高宜为-1.0m，两端设 1/10 的斜坡与库内±0.00m 的通道相连；检查坑内两侧应设固定照明及动力和安全照明插座，照明光带宜按照列位分别进行控制，每列位照明光带宜分段联动控制，转向架部位的照度宜为车体下部照度的 2 倍；灯具、插座、配线敷设采用防水型产品，防止坑内泛水短路，并不应影响作业。

检查坑与低位工作面均应设置排水设施，并具有防止下水倒灌的技术措施。

检查坑长度不应小于公式(24.7.2-1)的计算值；

$$Ltj=L+13 \tag{24.7.2-1}$$

式中：L_{tj}——检查坑长度(m)；

L——列车长度，应按远期列车编组辆数确定(m)；

6　一线两列位 50%检查坑的停车列检库长度不应小于公式（24.7.2-2）的计算值，并应结合厂房组合情况和建筑、结构设计要求适当调整：

$$Ltk= L +13+10+ L+1 +5+D \tag{24.7.2-2}$$

式中：L_{tk}——停车列检库长度(m)；

13——转向架检查作业附加长度；

10——库两端横向通道总宽度；

1——停车位停车误差；

5——列检列位之间通道宽度；

D——库内线路尽端处车挡占用长度，由轨道专业确定；

7　停车列检库的宽度应按照表 24.7.2 的规定，结合建筑结构设计要求、站场总平面布置要求等因素综合确定：

表 24.7.2　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	双周三月检库	定/临修库	架、大修库	油漆库	调机库
车体之间通道宽度（无柱）	1.4	1.6	3.0	4.0	4.5	2.5	2.0
车体与侧墙之间的通道宽度	1.4	1.5	3.0	3.5	4.0	2.5	1.7
车体与柱边通道宽度	1.2	1.3	2.2	3.0	3.2	2.2	1.5
库内前、后通道净宽	4.0	6.0	6.0	5.0	5.0	3.0	3.0
车库大门净宽	B+0.6	B+0.6	B+0.6	B+0.6	B+0.6	B+0.6	B+0.6
车库大门净高	H+0.4	H+0.4	H+0.4	H+0.4	H+0.4	H+0.4	H+0.4

注：　① B ——电动车辆或调机的宽度，H ——电动车辆（受电弓电动车辆按受电弓落弓高度计算）

或调机的高度；

② 车库大门净高未考虑受电弓升弓进库状态下的高度；

③ 调机库如为单线库，车体与侧墙（或柱）之间的距离应有一侧不小于 2m；

④ 静调库、吹扫库各部分尺寸参照双周三月检库设计。

8　停车列检库所有库线应根据车辆的受电方式设置接触网。停车列检库列位端部应设置供电隔离的启闭设备、有无带电显示设施、列车出入库声光警示设备等；接触网供电的接触网绝缘段应靠近车库大门设置，以方便操作人员在检查坑台阶附近悬挂接触网安全接地棒；

9　采用接触网供电时，停车列检库接触线距轨面高度宜为 5.0m；

10　停车列检库应根据列车日常运用、整备和列检作业的需要，配备运转值班、司机出乘、运行管理（含会议、办公、储藏、值班）、日检班组、客室清扫、消毒、车辆车载设备检测、工具存放、备品贮存、工作人员更衣休息和保安值班等生产、办公、生活房屋；上述房屋宜设置于车库的辅跨内。需要运输车辆进出房间的大门开启尺寸，应满足运输车辆进出、转弯等要求。司机公寓宜靠近停车列检库设置；

11　停车列检库地坪宜采用耐磨地坪。

24.7.3　双周三月检库规模应根据双周检、三月检工作量和检修时间计算确定，其设置应符合下列规定：

1　双周三月检库各库线列位，当车库为贯通式时宜按 2 列位设置；当车库为尽端式时，宜按 1 列位设置；

2　双周三月检库的线路宜采用架空形式，车库两端和列位间横向通道、辅助生产房屋门前通道应为±0.00m 标高，并连成库内通道；

3　双周三月检库各列位宜设置柱式检查坑，检查坑宜深 1.4m，宽 1.2m，两端设台阶；检查坑外侧为低位工作面，标高宜为-1.00m，两端设 1/10 斜坡与库内±0.00 的通道相连，检查坑内两侧应设固定照明及动力和安全照明插座和排水设施；

4　双周三月检库长度计算参照列检库长度的计算公式，不宜小于公式计算值，并应结合厂房组合情况和建筑、结构设计要求适当调整；

5　双周三月检列位宜设置双层工作平台，并应安装动力插座和安全防护设施，工作平台顶层标高不低于+3.50m，与车辆之间的间隙应满足限界要求，并满足检修人员的作业安全要求；上二层工作平台楼梯下方（或上方）应设置安全门，该安全门与平台两侧列位的接触网隔离开关应设置安全联锁装置；

6　双周三月检库应设置架空接触网，设伸缩臂式悬挂起重机的双周三月检线接触网导线标高宜为 5.7m，不设伸缩臂式悬挂起重机的双周三月检线接触网导线标高根据工程实际情况调整。双周三月检列位端部应设置供电隔离的启闭设备、有无电显示设施、出入库列位外声光警示设施等，接触网供电的接触网绝缘段应靠近车库大门设置，以方便操作人员在检查坑台阶附近悬挂接触网安全接地棒；

7　车辆接触网有、无电的显示宜在列位端部及车顶作业平台同步显示，以便作业人员随时掌握车辆供电状态；

8　双周三月检库地坪、工作平台宜采用耐磨地坪。

24.7.4　车辆基地应设置机械洗车设施。机械洗车设施应包括洗车线、洗车机和生产房屋，其设计应符合下列要求：

1　列车自动清洗采用“设备固定、列车低速通过”的工艺，洗车设备功能应满足列车两侧、端部和车顶圆角处的洗刷要求；

2　洗车线采用贯通式或“八字”往复式时，宜布置在停车列检库前咽喉区前部，并与出入段（场）线平行布置；洗车线采用尽端式时，宜布置在停车列检库的一侧，并应保证列车洗刷作业走行顺畅、便捷；

3　洗车线应设置接触网。洗车库内的接触网应具有切断电源的功能，确保设备检修时检修人员的安全；

4　洗车库前、后的线路有效长度，应满足洗车设备工艺要求。当列车在洗车线走行速度小于 10km/h，洗车速度 3~5km/h 时，洗车线有效长度可参照以下公式设计：

1)　贯通式洗车线有效长度：

$$Lst=2L+Ls+10 \tag{24.7.4-1}$$

式中：Lst——贯通式洗车线有效长度(m)；

Ls——洗车机长度(包括联锁设备)(m)；

10——库前、库后安全距离各 5m。

2)　尽端式洗车线有效长度：

$$Lsj=2L+Ls+7 \tag{24.7.4-2}$$

式中：Lsj——尽端式洗车线有效长度(m)；

Ls——洗车机长度(包括联锁设备) (m)；

7——库前安全距离 5m+库后停车误差 2m。

5　洗车线应根据洗车设备的要求配备辅助生产设施和房屋；

6　洗车库的长度、宽度和高度应根据洗车机的要求确定；洗车库应位于洗车线中部，洗车库及其前后一辆车辆长度范围内的线路应为平直线路；

7　洗车线接触线距轨面高度宜根据洗车机要求来设置，一般为 5.3m。

24.7.5　车辆基地内其他相关车辆运用整备设施应符合下列要求：

车辆基地应根据总平面布置和调车作业需要设置牵出线。牵出线有效长度应满足远期列车编组长度、1 台调车机车长度、安全距离 10m 的要求，不应小于公式(24.7.5-1)计算值：

$$Lq=L+Ld+10 \tag{24.7.5-1}$$

式中：Lq——　牵出线有效长度(m)；

Ld——调车机车长度(m)；

10——安全距离(m)。

24.7.6　正线设置存车线时，应根据停车列检的作业要求设置相关设施，其停车列检列位不计入车辆基地停车列检库设计总列位数。相关设施应满足下列要求：

1　尽头式停车列检线的有效长度应满足安全距离、远期列车编组长度的要求；安全距离根据信号要求确定；

2　停车列检线宜设壁式检查坑，检查坑长度不小于远期列车编组长度、列车两端上下检查坑各 1.5m 及 1m 停车误差的总长度。检查坑内应设排水设施和交流 220V 插座及固定

照明；

3　设停车列检线的车站应设列检人员办公、更衣、备品存放间；司机侯班和列车清扫人员的工具、更衣间等。

24.8　车辆检修设施

24.8.1　车辆检修设施包括大/架修库、定/临修库、静调库、吹扫库、不落轮镟库、调车机车库、油漆库、试车线等。车辆基地应根据其功能定位和检修工艺要求配备必要的检修车间、辅助生产房屋、配备符合工艺要求的分解、组装、检修、检测、试验等设备设施。

24.8.2　大架修库宜合并设置，规模应根据大架修工作量和车辆检修制度规定的检修时间计算确定。通常由大架修主库、车体车间、转向架轮对检修间、存轮间、电机检修间、电机试验间、电器检修间、电子检修间、制动检修间、轴承检修间、空调检修间、受电弓检修间、钩缓检修间、空压机检修间、门窗座椅检修间、配件检修间、熔焊间、车体移车台、备品库等组成。并应符合下列规定：

1　厂房的布置和尺寸应根据厂房组合形式确定，并应满足工艺流程和检修作业的要求。厂房的高度应根据架车高度、从车顶吊运作业要求及起重机规格、型号等因素确定；

2　大架修库库线不设接触网；

3　大架修车辆宜在专设的解体、组装作业线上安装固定架车设备进行车体的解体和组装作业，库内应配备起重量不小于 10t 的桥式起重机；车体和转向架的运输宜采用移车台方式。当检修规模较小时，经技术经济比较，车体与转向架的解体、组装等作业可用其它方式进行；

4　转向架检修间应毗邻大架修主库，或在其紧邻地点设置；其规模和检修台位应根据转向架检修任务量、作业方式和检修时间确定，车间内应配备起重量为 10t 的桥式起重机；

转向架检修间应根据作业需要，设转向架、构架、轮对、轴箱、轴承、一、二系簧及零部件的分解、组装、清洗、检查、检修、探伤、焊接和试验等设备；

转向架检修间内或附近应设轮对存放间，存放备用轮对和待修轮对。轮对存放间内应设起重量不小于 3t 的电动起重机；

5　电机检修间应邻近转向架检修间设置，并应根据作业需要配备电机分解、检测、清洗、浸漆、干燥、检修、组装和试验设备以及必要的起重运输设备；电机试验间、电源间应毗邻设置，并采取有效的降噪、隔音措施。有条件时，电机可外委专业工厂检修；

6　蓄电池间宜独立设置，并布置在常年主导风向的下风位置。其规模应满足轨道交通车辆蓄电池充、放电和维护的需要。蓄电池间应分隔设置电源间、维修间、充电间和储存间等，其中维修间及充电间应有通风、给排水和防腐设施；

7　空调检修间，应配备相应的清洗、检查、检修、试验设备以及必要的起重设备；

8　受电弓检修间，应配备相应的分解、检修、组装、试验设备以及必要的起重设备；

9　制动检修间、阀类试验间，应配备相应的清洗、分解、检查、检修、组装、试验设备及专用压缩空气设备；

10　钩缓检修间，应配备相应的分解、检修、组装、试验设备以及必要的起重设备；

11　门窗座椅检修间和配件检修间，应配备相应的检修、试验设备；

12　另需设备件备品库、检修班组用房；

13　厂房组合中应根据检修作业的需要，设置必要的车辆部件检修间、机钳间、熔焊间、辅助生产分间和办公房屋；各部件检修分间应根据作业需要设置清洁、分解、检修、组装和试验设备，以及必要的起重运输设备；

14　车辆基地维修模式宜按照自主修、现车修工艺进行设计，部分部件委外修或外购。

24.8.3　油漆库应根据需要按台位设置，并配备油漆铲除、打磨、喷漆、干燥设备及漆雾处理环保设备。库内应保证良好的通风条件，电器及照明设备应按防爆要求设计。油漆库尺寸应根据油漆工艺和设备的需要确定。

24.8.4　定修库与临修库宜合建为定临修库，车辆段的定临修库也可与大架修库合并设置。定修规模应根据定修工作量和检修时间确定，临修宜按 1 列位设计。其设计应符合下列要求：

1　定临修库不设接触网；

2　定临修库宜按 1 列位的尽端式车库设计，列位长度按列车远期编组辆数以及车辆解钩的作业需要设计；

3　定修列位的线路宜采用架空形式，各列位线路中间宜设置柱式检查坑，检查坑深 1.4m，宽 1.2m，检查坑外侧低地面宜为－1.0m，检查坑内两侧应设固定照明及动力和安全照明插座和排水设施；

4　定临修库长度不应小于(24.8.4)计算值，并应结合厂房组合情况和建筑、结构设计要求作适当调整。定临修库高度应根据架车高度、车顶吊装作业要求及起重机规格、型号等因素确定；

$$L_{dk}=L_k+12 \qquad (24.8.4)$$

$$L_k=L+13$$

式中：L_{dk}——定临修库长度(m)；

L_k——检查坑长度(m)；

L——列车长度(m)；

12——前后通道宽度各 6m。

5　定修列位宜设置双层工作平台（车顶层、客室层，以下同），并应安装动力插座和安全防护设施，工作平台顶层标高不低于+3.50m，与车辆之间的间隙应满足限界要求，并满足检修人员的作业安全要求；

6　临修线应设置固定地下式架车机或移动式架车机；

7　定临修库应设置起重设备，起重设备类型及起重吨位应根据检修工艺确定。临修列位宜配备起重量为 10t 的起重机；

8　定修列位宜设置静调电源，方便列车在定修线上做静调作业。

24.8.5　静调库的设置应符合下列规定：

1　静调列位应满足单元车组及整列车静调的要求。静调列位宜单独设于静调库，当静调线与双周三月检库线或定修库线合并时，应设有静调作业安全防护设施；

2　静调库的线路宜采用架空形式，车库两端为±0.00m 标高的通道；静调列位线路中间宜设置柱式检查坑，检查坑深宜为 1.4m～1.5m，宽 1.2m，检查坑内两侧应设固定照明及

动力和安全照明插座和排水设施；检查坑外两侧为低位工作面，标高宜为-1.00m。

静调库长度应不小于公式(24.8.5)计算值：

$$Ljk= Lk +12 \quad (24.8.5)$$

$$Lk=L+13$$

式中：Ljk——静调库长度(m)；

Lk——检查坑长度(m)；

L——列车长度(m)；

12——静调库设计附加长度 12m。

3　静调列位的适当位置宜设限界检测装置，静调列位线路宜为标准零轨；

4　静调列位宜设置双层工作平台，并应安装动力插座和安全防护设施，工作平台顶层标高不低于+3.50m，与车辆之间的间隙应满足限界要求，并满足检修人员的作业安全要求。

24.8.6　承担车辆定修及其以上修程的车辆基地应设置吹扫库，吹扫库的设置应符合下列规定：

1　吹扫库应根据工艺流程和厂房组合情况合理布置，可单独设置；亦可与定临修库合并设置，并应以实体隔墙隔开；

2　吹扫库的线路宜采用架空形式，车库两端为±0.00m 标高的地坪；

3　吹扫列位宜设置柱式检查坑，宽为 1.2m，检查坑深度和两侧低位工作面标高根据吹扫作业方式确定，检查坑长度同静调库检查坑长度；

吹扫列位宜设置双层工作平台，并应安装动力插座和安全防护设施，工作平台顶层标高不低于+3.50m，与车辆之间的间隙应满足限界要求，并满足检修人员的作业安全要求；

4　吹扫库长度宜不小于公式(24.8.6)的计算值：

$$Lck= Lgj+12 \quad (24.8.6)$$

式中：Lck——吹扫库长度(m)；

Lgj——检查坑长度(m)，为一列车长度加 5m；

12——吹扫库设计附加长度 12m；

5　吹扫线应设置架空接触网；

6　吹扫设备的选型应避免对工作环境的污染，宜选用高压水冲洗设备、大功率吸尘设备；

7　吹扫库宜考虑设置工作人员休息室、洗涤用品存放间、洗衣房等辅助生产用房，洗衣房宜配备洗涤、干燥设备。

24.8.7　车辆基地根据需要设置不落轮镟库，应符合下列设置规定：

1　不落轮镟库应根据工艺流程和厂房组合情况合理布置，可单独设置；亦可与其它厂房合并设置，并应设隔离设施；

2　不落轮镟线的有效长应满足列车所有轮对镟修作业的要求，不落轮镟库及其前后一辆车辆长度范围内的线路应为平直线路。不落轮镟线的有效长宜不小于公式(24.8.7)的计算值：

$$Lxj=Lk+2L \quad (24.8.7)$$

式中：Lxj——不落轮镟线有效长度(m)；

Lk——不落轮镟库长度(m)；

L——列车长度(m)；

3　不落轮镟库的尺寸应满足设备安装和不落轮镟作业的需要，设备基坑应有良好的排水和空调设施，库内宜设置起重量为 3t 的悬挂起重机；

4　不落轮镟库内不设架空接触网，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，以确保机床数控系统的安全；

5　不落轮镟库宜设置作业人员休息室、备品备件存放间等；应设置铁屑堆放场地，并具有铁屑装车外运条件；

6　站场总平面布置时，宜避免不落轮镟线与道路的平交；

7　不落轮镟库地坪宜采用耐磨地坪。

24.8.8　车辆基地应配置调车机车（工程车）和车库。调车机车（工程车）库设置位置应方便调车机车（工程车）场内调车及出入场作业。根据总图布置的具体情况，调车机车库与工程车库可以分设或合建，并应符合下列要求：

1　调机库用于调车机车、轨道车、接触网检修车等工程车辆的停放、整备和维修；并应预留网络维护检测车辆转线作业时的停放、整备、检修及清除收集箱的垃圾和废料的条件；

调车机车整备作业包括上水、加油、蓄电池充电等；库内应设置悬挂起重机、动力插座、车辆蓄电池充电设备、网络维护检测车辆的调试用电源（三相交流 380V，50kW，专用接口）等；

2　调车机车的牵引能力应满足牵引远期 1 列空载列车在全线最大坡度地段停车、启动的要求，制动能力应满足牵引远期 1 列空载列车在全线最大坡度地段下坡时停车制动（不撒砂）的要求；

3　调车机车配备的数量应能满足承担各种作业的需要，并宜有 1 台备用；

4　调机库的规模应按远期配备调车机车台数确定，库内宜设有检查坑，坑深宜为轨面下 1.4m，宽 1.2m 的壁式检查坑，坑内应有良好的照明和排水设施；库内应根据作业需要设一台起重机和必要的检修设施；

5　调机库内应设置用于电瓶车、叉车等运输车辆通行的道路和大门，并与车辆基地道路顺接；

6　调机库库线有效长度宜满足每线停放 2 台及以上调车机车，车库大门内横向通道宽度不小于 4m、调车机车的间距不小于 5m、线路终端停车安全距离不小于 5m 的要求；

应在库内线路终端后部设置横向道路，道路宽度不小于 4m；线间距应满足电瓶车、叉车等运输车辆通行要求；库内道路应满足电瓶车、叉车等运输车辆的转弯半径要求；为便于车辆通行，线路终端信号灯宜采用悬挂式；

7　根据作业性质设置必要的附属用房和检修设施。调机库应在侧跨或后端设置调机机车的整备、维修、备品和司机值班等辅助房屋，并配置相应设备；主库地坪宜采用耐磨地坪。

24.8.9　试车线设置应符合下列规定：

1　试车线应设接触网供电，并单独设隔离开关；

2　试车线有效长度应满足远期列车编组长度、最高运行速度性能试验的长度、安全距离 40m 等的要求；最高运行速度的惰行时间不应少于 15s；

车辆基地用地条件受限制时，试车线有效长度应满足列车中速运行试验的长度要求，并在正线就近选择相对平直的线路进行夜间列车最高运行速度性能试验。正线试车线线段的长度应满足列车最高运行速度性能试验的长度要求，信号设备应满足试车作业信号要求；对夜间正线最高运行速度性能试验产生的影响，应采取相应技术措施；

3　试车线应设置与车载制式相同的信号及供电设施、行车及停车标牌、试车人员上下车平台、检查坑及检查坑上下台阶、安全隔离护栏等。检查坑长度不应小于远期编组列车长度的一半加 5m，检查坑深宜为 1.5m，坑内应有良好照明和排水设施；在检查坑长度范围的中部开设台阶方便试车人员进、出检查坑作业；有条件时试车线一侧宜设人行便道与场内道路连通；

4　试车线应提供夜间试车作业的条件，加强试车设施及道岔、道岔转辙机等处的照明；

5　试车线两侧与邻近建、构筑物和道路等之间应设安全隔离设施；试车线尽端设车档；

6　在试车线附近宜设置试车线用房。

24.9　设备维修与动力设施

24.9.1　车辆基地设备维修应采用统一管理、集中检修、充分利用车辆基地各系统配备的设备、充分利用网络车辆基地既有设备维修设施的原则，设备的大修应外委或外协进行。

24.9.2　设备维修间设置应符合下列要求：设备维修间应根据车辆基地内机电设备和动力设施的维护、检修需要配备必要的小型机钳设备、焊接设备、检测设备、管道维修设备和起重运输设备等。

24.9.3　车辆基地动力设施包括：变配电所、空气压缩机站、水泵站等设施。

1　变配电所根据列车牵引、设备动力、照明等需要配备动力设备；

2　根据工艺需要设置空气压缩机站或移动式空气压缩机。空气压缩机站的空气压缩机数量不应少于 2 台，空气压缩机应选择低噪音、节能型产品，其压力和容量应根据用风量确定；

3　水泵站的设备配备宜根据消防、供水、污水处理、雨水排放等需要设置。

24.10　综合维修

24.10.1　综合维修包括工务、建筑、供电、机电、通信、信号和自动化设备以及系统的巡检、维修、保养、抢修和管理，并根据任务量设置相关配套设施设备。

24.10.2　综合维修宜按照综合维修中心、综合维修工区设置。综合维修检修宜采用系统和设备的定期检查和状态修相结合的检测和维修制度，检修模式主要以更换零部件为主，零部件的修理在综合维修中心各专业的维修车间进行，机电设备的大、中修采用委外修模式。

24.10.3　综合维修中心的维修车间宜根据各专业的检修作业性质、检修种类、检修工作量、作业班制等，以有利于生产、方便管理、有条件时委外修的原则，宜按照下列要求设置。

1　工务维修车间：

1)　轨道车间：管辖线路的轨道维护；

2)　轨道检控车间：网络线路的轨道检测、探伤、打磨；

3)　轨道综合车间：管辖线路的站场、焊轨、换轨、隧道清洗等；

4)　结构车间：管辖线路的建筑物、隧道等结构；

5)　高架桥梁车间：管辖线路的高架桥梁；

6)　监护车间：网络线路的沉降监测、地铁安全保护区范围内的控制与监测等。

2　供电维修车间：

1)　变电检修车间：管辖线路的变电检修；

2)　接触网检修车间：管辖线路的接触网检修。

3　通信维修车间：

1)　通信运管车间：管辖线路的通信设备的检修；

2)　信息车间：管辖网络系统、PIS、COCC 等检修；

3)　无线车间：管辖无线系统、对讲机等检修；

4)　检修车间：管辖通信部件的检修。

4　信号维修车间：

1)　车辆段联锁车间：管辖车辆段信号系统和轨旁设备的检修；

2)　车载设备车间：管辖车载设备的检修；

3)　综合检修车间：管辖信号部件的检修（继电器、变压器、电源、灯调、计量仪表等）；

4)　转辙机检修车间：管辖道岔转辙机的检修；

5)　电子设备检修车间：管辖信号电子设备的检修。

24.10.4　综合维修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统筹布局，其中办公生活房屋宜合并设置。

24.10.5　综合维修应与车辆运用检修统筹设计、使用易燃品库、调车机车库、调车机车和平板车、生活办公等设施和设备。

24.10.6　综合维修配备的网络检测维护设备：轨道检测车、钢轨探伤车、钢轨打磨车、隧道清洗车、焊轨车、接触网检测车、供电检测车、桥梁检测车等专用车辆，应全网络线路统筹规划、统一采购、计划使用。

24.11 救援与抢修

24.11.1 列车救援应具备对运行列车的脱轨、挤岔、追尾、相撞、颠覆、脱钩、断钩、弓网故障、火灾等中断运营的事故和灾害的应急救援能力。

24.11.2 综合维修的抢修应具备对钢轨断轨、挤岔、水害、火灾、接触网断线、供电线路短路、供电绝缘子破损、信号系统故障等中断运营的事故和灾害的应急抢修能力。

24.11.3 列车救援设置救援办公室、综合维修抢修设置综合维修抢修值班室，分别配备电钟、自动电话、控制中心调度电话及无线对讲设备等设施。救援队和抢修队的队员按照“平战结合”原则组成。

24.11.4 列车救援和综合维修抢修，应同时具备通过公路和轨道两种途径进入事故现场进行救援和抢修的能力，相关救援和抢修设施和设备宜统筹配备。

24.11.5 列车救援分为故障救援、事故救援和灾害救援三类，应遵循以下原则：救援队伍和救援设备以最快速度到达事故现场、抢救伤员、疏散乘客、抢修列车、事故列车退出正线、尽快恢复运营条件。

24.11.6 列车救援设备的配备宜包括：救援汽车、指挥车、车辆复轨设备、牵引设备、强力扩张器、快速切割机、强力剪、轮对代行器、组装式轻便轨道小车、小型气割设备、小型焊接设备、小型发电机组、照明设施及其他救援器材等。

24.11.7 综合维修抢修设备宜按照工务、供电、通信信号等专业配备相应抢修设备。

24.11.8 救援和抢修设备、设施的日常管理、维护和检修，以及人员的培训和演练等均宜由车辆基地相关部门兼管。

24.12 物资总库

24.12.1 为保证城市轨道交通系统的正常运转和材料设备供应，应设物资总库，担负地铁系统材料、配件、设备和机具及劳保用品等的采购、存放、发放和管理工作。

24.12.2 物资总库应设有各种仓库、材料棚和必要的办公、生活房屋，以及材料堆放场地。其中，物资总库应结合网络规划、车辆基地功能定位、设计规模等情况统筹设置。

24.12.3 各种仓库的规模应根据所需存放材料、配件和设备的种类和数量确定。材料堆放场地应采用硬化地面。

不同性质的材料、设备宜分库存放，其中存放易燃品的仓库宜单独设置，并应符合现行《建筑设计防火规范》GB50016 的相关规定。

24.12.4 物资总库应配备材料、配件和设备的装卸起重设备和汽车、蓄电池车等运输车辆。

24.12.5 物资总库应考虑对外运输条件，应有道路连接段内主要道路及外界道路。有条件时，可设材料运输线。

24.12.6 物资总库设立体材料库时，立体材料库内巷道应采用直道布置。

24.13 培训中心

24.13.1 培训中心负责组织和管理职工的技术教育和培训工作，全网应共享设于天童庄车辆基地的培训中心。

24.13.2 新建车辆基地需要增加的培训设施设备宜集中设置于培训中心。

24.13.3 培训中心应设司机模拟驾驶装置及其他系统模拟设施，并应设教室、实验室、图书室、阅览室和教职员工办公和生活用房，以及必要的教学设备和配套设施。培训中心对职工的实作操作培训宜利用车辆基地的既有设施，生活设施利用车辆基地的设施。

24.14 计量室

24.14.1 计量室承担车辆段计量器具的管理和计量工作，应在网络中统筹设置，并纳入宁波市计量系统。

24.15 车辆基地定员

24.15.1 车辆基地定员数量包括在全线定员的综合指标之内，车辆基地定员由车辆运用和检修、综合维修、物资仓储、培训中心、后勤服务等系统的管理、生产、辅助生产、后勤服务等人员组成。

24.15.2 定员应符合管理体制、工作性质、工作量、工作班制等要求，并经计算确定。委外的辅助性工作人员不应包括在定员范围之内。

24.15.3 定员编制应适应现行管理体制的组织机构需要，工作性质和工作班制应适应运营线路现行 18h 连续运营和夜间检修需要。

24.15.4 车辆基地工作班制遵循以下规定：

1 车辆运用和检修、综合维修、物资仓储、培训中心、后勤服务系统的运营和维修工作人员，宜根据工作性质和工作量确定合理的工作班制；

2 乘务人员宜采用四班三运转制，日检人员宜采用四班二运转制，部分工种宜采用两班制等工作班制；

3 车辆检修、综合维修、物资仓储、后勤服务、培训中心的工作人员、行政和技术管理人员均宜采用白班工作制。

24.16 房屋建筑

24.16.1 建筑设计应遵守下列原则：

1 建筑物结构抗震设防烈度应根据具体的详勘报告确定，主要建筑的设计使用年限不应低于 3 类，为 50 年；

2 建筑物（不包括构筑物）耐火等级不应低于二级，屋面的防水等级不低于Ⅱ级；

3 办公楼等民用建筑的热工设计应按夏热冬冷地区进行设计，并符合宁波地区《公

共建筑节能设计标准》的要求；

4　各厂房的采光设计应符合国家《建筑采光设计标准》GB50033 的要求；

5　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。各建筑物的间距应满足现行《建筑设计防火规范》GB50016 的要求；

6　车场内易燃品库按第二类防雷建筑物设计，高度超过 15m 的建（构）筑物按第三类防雷建筑物设计。

24.16.2　建筑设计应符合下列规定：

1　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；在库前平过道处，应向库外找 0.5％～l％的纵坡，同时在门口上方设雨罩；所有单体建筑宜设置楼宇标识；

2　当停车列检库采用每股道停放两列车设计时，应设有可贯通的中通道，中通道的宽度应不小于 6.0m；两端的门洞净尺寸不应小于 4m×4m；

3　仓库与堆场，应符合国家现行的防火、安全、卫生标准的有关规定。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，提供运输、装卸、管理条件；

5　办公室的室内净高（装修后，以下同）不宜低于 2.70m，设空调的不宜低于 2.50m；走道净高不宜低于 2.40m，贮藏间净高不应低于 2.0m，其余运用和检修用房高度可由相关专业确定；

6　普通办公室每人使用面积不应小于 5.0m^2，单间办公室净面积不宜小于 15m^2；

7　车辆基地四周应设围墙，围墙基础不得突出用地红线；围墙至建筑物、道路和线路的最小间距，应符合表 24.16.2 规定；

表 24.16.2　围墙至建筑物、道路、绿化和线路的最小间距

名称	至围墙最小间距(m)
建筑物	不宜小于 5.0
道路（有电杆）	不小于 2.0
线路中心线	不小于 3.75
绿化	不小于乔木中心 2.0、灌木中心 1.0

8　车辆基地的试车线股道区域应设护栏，护栏高度不应小于 1.8m。

24.16.3　车辆基地内的建筑根据使用功能的不同按表 24.16.3 进行分类，耐火等级应不低于表中的相应规定。

表 24.16.3　车辆基地内建筑分类、耐火等级

建筑名称	主要功能	建筑类别	耐火等级
运用库	停车列检库	戊类厂房	二级
检修库	双周三月检库、临修、定修、大架修、静调和转向架、电机、钩缓、受电弓、制动系统及蓄电池等部件检修间等	丁类厂房	二级
综合维修	综合维修中心、工区。满足全线线路、路基、轨道、桥梁、涵洞、隧道、房屋建筑和道路等设施的维修、保养工作，以及供电、通信、信号、机电设备和自动化设备的维修和检修工作的需要。综合维修厂房属于火灾危险性丁类，办公、管理部分属于民用建筑，合建时两部分应采用防火墙	办公管理（民建） 维修厂房（丁类厂房）	二级

建筑名称	主要功能	建筑类别	耐火等级
	和甲级防火门窗隔开。		
物资库	劳保用品存放	丙类库房	二级
	电子电器、仪器仪表存放库、自动化立体仓储区	丁类库房	二级
	大件存放区	戊类库房	二级
调机库	调车机车的停放、整备和检修	丁类厂房	二级
工程车库	轨道车等停放、整备和检修	丁类厂房	二级
不落轮镟库	不落轮镟	丁类厂房	二级
吹扫库	吹扫需检修的车辆	戊类厂房	二级
洗车库	洗车	戊类厂房	二级
喷漆库、油漆库	油漆存放、车辆喷漆	乙？甲？类厂房	一级
综合办公楼	行政办公、培训等	民建	二级
信号楼	信号、通信机房及运转控制中心	民建	二级
试车线用房		民建	二级
牵引降压混合变电所	变配电	民建	二级
危险品库	危险品存放	甲类库房	一级
废水处理间	废水处理	民建	二级
餐厅	餐厅	民建	二级
派出所	公安办公	民建	二级
司机公寓	司机住宿	民建	二级
门卫	门卫	民建	二级

注： ① 民用建筑物重要性类别：信号楼、牵变、降变、混变为乙类建筑，其它建筑为丙类建筑；

② 民用建筑当与厂房、库房合建时应以防火墙隔开。

24.16.4 同一座厂房或厂房的任一防火分区内有不同火灾危险性产生时，该厂房或防火分区内的生产火灾危险性分类应按火灾危险性较大的部分确定。当符合下述条件之一时，可按火灾危险性较小的部分确定：

1 火灾危险性较大的生产部分占本层或本防火分区面积的比例小于 5%或丁、戊类厂房内的油漆工段小于 10%，且发生火灾事故时不足以蔓延到其它部位或火灾危险性较大的生产部分采取了有效的防火措施；

2 丁、戊类厂房内的油漆工段，当采用封闭喷漆工艺，封闭喷漆空间内保持负压、油漆工段设置可燃气体自动报警系统或自动抑爆系统，且油漆工段占其所在防火分区面积的比例小于或等于 20%。

24.16.5 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，该仓库或防火分区的火灾危险性应按其中火灾危险性最大的类别确定。

24.16.6 丁、戊类储存物品的可燃包装重量大于储存物品本身重量 1/4 的仓库，其火灾危险性应按丙类确定。

24.16.7 防火分区和建筑构造：

1　车辆基地内的各建筑应根据各自的建筑类别按照《建筑设计防火规范》GB50016、《高层民用建筑设计防火规范》GB50045 的规定设置防火防烟分区；

2　与停车列检库合建的运转办公区应设置独立的防火分区。

24.16.8　消防车道应满足下列条件：

1　消防车道不宜与列车进入咽喉区前的出入段线平面相交；

2　消防车道与车辆基地内其他线路平交时，应设置备用车道，且两车道之间的距离应不小于一列车的长度；当设置环行消防车道时，可不受此限制；

3　车辆基地内停车列检库、检修库、调机库、工程车库、物资总库、综合维修车间、危险品库周围宜设环行消防车道，当建筑任一边长度超过 150m 时，宜在该边中部或适当位置（两列车停车位之间）设置穿越建筑内部的消防车道；

4　消防车道与外界相通的道路应有不少于两条道路；

5　消防车道的宽度不应小于 4m，尽头式消防车道应设回车道或回车场，回车场不应小于 12m×12m，宜按 18m×18m 设计；

6　穿过车库或建（构）筑物的消防车道，其净空高度和净宽均不应小于 4m，当消防车道上空遇有障碍物时，路面与障碍物之间的净空不应小于 4m。

24.16.9　物资仓库设置应遵循以下要求：

1　仓库布局宜靠近生产区域方便领料，并提供批量货物的运输条件，宜设有 10t 卡车的泊车位和相应装卸货物及泊车调头等条件，应有与外界道路相连的汽车运输道路；

2　仓库宜设置装卸收发区、仓储区、管理用房和盥洗室。仓储区宜包括常用物品仓储区、恒温物品仓储区、大件物品仓储区等；

3　仓库大门及装卸区应满足 10t 卡车和平板车的进出和装卸作业，起重机宜采用地面控制形式，起重量及作业区域应满足大件货物的起重运输作业需要；

4　仓库实行 24 小时值班制，宜设置安防监控系统报警联络装置。

24.16.10　立体化自动仓库设置应遵循以下要求：

1　立体化自动仓库设置应满足宁波市轨道交通网络物资仓储系统的规划。厂大修车辆段、有特殊需求的定修段宜设置立体化自动仓库；

2　立体化自动仓库应遵循物资仓库的相关要求；

3　仓库占地面积小于 3000m^2 时，设两个汽车出入口；占地面积大于或等于 3000m^2 应设环形汽车通道与外界道路连通，以满足消防要求；

4　自动仓储区宜采用标高 3m 以上高侧窗，满足采光、通风要求。自然采光不宜太强，采光等级为Ⅳ级，仓库通风应满足存放物件所需通风要求；

5　仓库结构采用混凝土结构，要求良好保温，防渗漏；

6　建筑地面承载要求：

货架基础除支撑货架等设备载荷外，要求在最大载荷下，货架基础地坪的不均匀沉降变形小于 1/1000（按标准），其基础推荐为整体式结构。自动化仓库设备的安装将通过设备的安装钢板和膨胀螺栓与地坪连接，需保证地坪厚度大于 200mm；

7　地坪浇筑前与设备供应商密切配合预埋所需相关供电电缆或绝缘线。

24.16.11　易燃品危险品间设置应遵循以下要求：

1　易燃品危险品间设置应符合防爆、防雷等安全要求，并符合《浙江省消防条例》和宁波市的有关规定；

2　易燃品危险品间宜设置围蔽设施，空桶等包装物件宜设置存放棚，应有汽车运输道路与外界公路连通；

3　易燃品危险品间宜有良好的通风设施，以降低室内温度；

4　易燃品危险品间的分间宜根据不同存放物品的要求进行设计，物件运输和存放过程不应产生火花，存放物品泄漏时应防止流出室外；

5　易燃品库屋顶应设泄压设施，其泄压面积按计算确定。泄压设施宜采用轻质屋面板、轻质墙体和易于泄压的门、窗等，不应采用普通玻璃，且轻质屋面板、轻质墙体的单位质量不宜超过 60kg/ m^2。

24.17　物业开发

24.17.1　车辆基地和物业开发应统筹考虑、分别实施，根据车辆基地周边的城市总体规划和临近地区的用地性质及交通发展状况，宜在可研阶段确定车辆基地的开发条件、开发性质和开发规模。

24.17.2　物业开发与车辆基地之间应有明确的界面分割，相互独立、互不干扰；总平面布置应在保证车辆基地功能和规模的基础上，对车辆基地的各项设备、设施与物业开发的内容进行统一规划，并应结合车辆基地内外道路的合理衔接及相关市政配套设施的规划，进行技术经济比较和效益分析。

24.17.3　物业开发应落实开发的功能定位、内容、性质和规模，并应明确物业开发总体方案、交通组织方案、消防方案、编制环境影响评价、技术经济比较、社会效益分析、车辆基地衔接和影响分析等。

24.17.4　车辆基地应落实适应开发方案的总平面布置、站场、房屋建筑、供电、通风与空调、给排水、消防、安防监控和环境保护等设计方案。车辆基地和物业开发应分别取得宁波市规划、消防、卫生、绿化、交通等部门的批准。

24.17.5　车辆基地和物业开发的投资应分开计列，各自承担。

24.17.6　物业开发建筑宜落地建设，减少不同功用建筑相互间的影响。

24.17.7　对地面车辆基地厂房进行上盖开发，或者对高架停车场进行盖下物业开发时，应解决好以下问题：

1　开发物业的的道路系统和物业管理应与车辆基地分开；

2　物业设计应尽量减少对厂房的采光、通风、消防、安全等方面的影响；

3　开发物业与车辆基地的设备系统应分别设置、各自独立；

4　开发物业和车辆基地建筑之间应解决好相互之间的结构关系；

5　上部绿化应采取植物根刺的防治措施，以免破坏屋面的防水层；

6　开发物业和车辆基地建设应共同解决车辆的振动和运行噪声对环境的影响。

24.17.8　车辆基地进行物业开发设计时，应采取有效的防火分隔措施，将两者分隔为独立的防火分区，两者之间的屋面板耐火极限不应小于 3h。

24.17.9　车辆基地进行物业开发时，应做好车流与人流的交通组织，尽量减少相互干扰。设置消防扑救的道路和设施。

24.17.10　车辆基地和物业开发的人员疏散出口应各自独立，互不干扰；物业开发的人员疏散通路不应经过基地设施范围进行疏散。

24.17.11　车辆基地进行物业开发时，上盖下部的空间宜采用自然通风、排烟，确有困难时应采用机械通风、排烟。通风井与上部房屋的间距应满足防火间距的要求。

24.17.12　车辆基地和物业开发的消防系统应各自独立，互不干扰；两者的消防控制中心应相互连通，保证火灾时实现信息互通。

24.17.13　车辆基地和物业开发之间应建立有效的消防联动机制及应急预案。

25　控制中心

25.1　一般规定

25.1.1　城市轨道交通线路应设置控制中心(OCC)。OCC 的建设应依据城市轨道交通线网规划，并应符合以下规定：

1　OCC 应具备对轨道交通全线所有运行车辆、区间和车站及乘客进行监视、控制、协调、指挥、调度和管理的功能；

2　当城市轨道交通建设由单线转向多线时，控制中心的建设应以资源共享、多线路合设为原则；

3　当城市轨道交通网络逐步形成时，城市轨道交通 OCC 运营管理应由单/多线管理向网络化管理转变。同时在整个网络层面上，应设置城市轨道交通线网控制中心(TCC)，负责协调各线路的控制中心及各运营主体。它具有综合监视、多轨道线路多交通系统运营协调、应急指挥、信息共享等职能。

25.1.2　OCC 应实现日常行车组织管理、设备及环境监控、维修施工管理、信息管理，及在 TCC 指导及协调下的应急处置等功能，具体包括：

1　应能对客流进行动态地分析和预测，为运营管理提供依据；

2　应合理编制运营计划和列车运行图，使列车按计划运行；

3　应能实现对城市轨道交通运行列车的集中调度，并实时完成列车运行与车站客运作业过程的协调、列车运行与车辆综合基地有关作业的协调等工作；

4　应能实现对城市轨道交通线路的电力系统远程集中监控，并完成中心级统一的电力调度工作；

5　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，并能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；

6　应能对所管辖线路的车票票务进行统计和财务集中核算等业务，并能对自动售检票系统设备进行监视和控制；

7　应具有对日常维修、安防报警及其他突发事件响应处理的能力，以及组织线路抢险和救援；

8　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；

9　应实现全线各专业系统的信息汇集、处理、交换和转发，支持各系统现场与中心的通讯服务；

10　应为 TCC 提供必要的线路信息、数据，应接受 TCC 的指挥、协调，并宜根据 TCC 的指令指挥所管辖线路的应急处置工作；

11　应将所管辖线路的运行安全管理信息、应急处置信息、系统安全监管信息、施工管理信息等在业务应用系统的各组成单位间传送，实现本线与网络、与外界系统的信息联系。

25.1.3　TCC 应实现对城市轨道交通网络中各运营线路的监控协调、信息交互共享、辅助决策和应急指挥等功能，具体包括：

1　应负责日常各线路运营信息的收集、汇总、交换、管理，上报等管理和分析工作，调配轨道交通网络日常运能安排；

2　应能够对城市轨道交通网络日常运营进行监控和协调，适时调整运营指挥决策；判断轨道交通网络关键系统和装备运行效果及影响，并组织、协调轨道交通网络抢、维修作业；

3　在城市轨道交通发生突发事件时，应能组织、协调网络范围内的应急抢险救灾工作，并与城市轨道交通网络以外支持单位沟通、联络、协调，确保运营持续；

4　在社会化协同处置中，应能执行宁波市发出的应急处置指令，参与到城市应急处置业务的执行和协调工作中有关城市轨道交通领域的协同工作；同时依托 TCC 配置的系统资源，为城市轨道交通应急事件处理提供辅助决策信息。

25.1.4　结合宁波城市轨道交通线网控制中心采用集中建设方案，控制中心用房包括线路、网络以及大楼辅助用房三个层面，具体包括：

1　集中型控制中心线路层面用房应包括通信、信号、综合监控、自动售检票、电力监控等系统设备用房、管理用房（含工区、值班室、办公室以及会议室等）以及中央控制室、运营组织管理机构办公和生活用房等；

2　集中型控制中心网络层面用房宜包括 TCC、清分中心、制票中心、信息中心、总编播室等设备用房、管理用房（办公室、值班室及会议室）以及 TCC 中央控制室、运营组织机构办公和生活用房等，基于宁波集中型控制中心设置方案，线路和网络层面运营生活用房宜整合设置；

3　集中型控制中心辅助用房宜包括变电所、环控机房、气体灭火机房、消防泵房、大楼安防控制室、配电间、清扫、厕所以及各层电缆竖井等用房。

25.1.5　基于宁波城市轨道交通线网集中型控制中心建设方案，正线机电系统应统筹考虑路网层面资源规划，如通信系统电话交换、无线频率和核心交换机、网络化 PIS 以及网络化（信息资源规划、IP 地址分配）等等，在满足单线路调度指挥管理同时，兼顾资源共享和 TCC 网络层面调度指挥的需求。

25.2　选址与规模

25.2.1　根据宁波城市轨道交通线网控制中心的统一规划设置原则，各线路 OCC 集中设置于一处。

25.2.2　OCC 的选址，周边环境应有效避开易燃、易爆、放射、腐蚀、烟尘污染等场地；远离公路、铁路等噪声及震动较强的地区；避开大功率电器设备强电磁场等干扰源；同时应兼顾地面交通方便、拆迁量较少、并具有良好的市政设施基础等因素。

25.2.3　OCC 应具有高度的安全性和可靠性，宜单独修建；当需与城市轨道交通其它部分（如运营管理机构、维修基地等）合建时，应保证 OCC 的相关用房在使用及管理上的独立性；合建部分不得影响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 OCC。

25.2.4　OCC 规模的控制应本着资源共享的原则，在保证列车正常运营的前提下，实现空间、相关人员、设备、信息、管理等资源共享。

25.2.5　宁波城市轨道交通线网集中型控制中心规模应以服务于多线运营管理为原则，并充分考虑网络 TCC、清分中心、制票中心、信息中心、总编播室等管理需求，按土建一次性建成，设备分期实施方式进行建设，建筑面积应符合以下标准：

1　服务于网络 6 线控制中心并预留 2 线接入的建筑面积不小于 16000 m^2：

1）　单线弱电综合设备机房面积不小于 150 m^2，综合网管室不小于 60 m^2，综合电源室不小于 70 m^2；

2）　各弱电系统工区、值班室、更衣室以及会议室等用房面积总计不小于 500 m^2；

3）　中央控制室面积不小于 200 m^2，运营管理人员办公室、交接班室、更衣室以及生活用房面积总计不小于 300 m^2。

2　服务于网络 TCC、清分中心、制票中心、信息中心等上层中心的建筑面积不小于 5000 m^2：

1)　TCC 中央控制室（与线路整合设置）不小于 300 m^2，设备用房（含公务电话汇接局、综合定时系统（BITS）、电源、网管等）不小于 450 m^2，应急指挥室不小于 150 m^2，TCC 运营管理用房不小于 300 m^2，TCC 调度人员生活用房与线路整合设置；

2)　清分中心机房（含网管、电源等）面积不小于 200 m^2，分析开发用房不小于 150 m^2，管理用房（含会议室、资料室等）不小于 450 m^2；

3)　制票中心制票室面积不小于 150 m^2，储票室（含单程、储值以及废票等）不小于 350 m^2，管理用房不小于 250 m^2；

4)　信息中心设备用房（含机房、电源和网管等）面积不小于 150 m^2，分析开发用房不小于 100 m^2，管理用房不小于 200 m^2；

5)　编播中心设备用房面积不小于 100 m^2，编辑、控制室不小于 60 m^2，管理办公用房不小于 300 m^2。

（注：以上面积为净面积，不含合建等其他部分所需面积）

25.2.6　TCC 与 OCC 合建建筑面积中，设备用房的面积宜按全网并入规模考虑，预留规划线路接入的条件；中央控制室设置规模应根据线路数量与 TCC、信息中心、制票中心、信息中心等上层中心功能及工艺具体的规划要求确定，适当预留将来可能增加线路和功能所需空间。

25.3　管理与操作模式

25.3.1　OCC 应建立相应的管理模式，并应符合下列规定：

OCC 管理模式可按单条线路独立运营管理、多条线路集中统一管理模式、多线路分功能分业务管理等模式进行设置；网络化管理时，OCC 及 TCC 管理模式应结合具体的功能和运营组织的要求进行设置，并宜具有统一的领导和组织机构。

25.3.2　OCC 及 TCC 应建立相应的操作模式，并应符合下列规定：

1　OCC 操作模式要求在中心内实现调度集中、统一指挥，并保证行车安全和运行指挥自动化功能；可按分系统独立操作、分系统集中操作及综合控制中心操作模式等方式进行设置；

2　按操作模式来决定 OCC 运营管理组织及定员，根据运营管理生产业务性质划分为若干部分的原则，可分为主任调度、调度员二级；调度员宜分为运营调度员（负责行车和客运）和设备调度员（负责电力、环控、安防、防灾应急）两类，另根据需要可设置设备维修调度、司机驻勤；

3　结合宁波城市轨道交通集中型控制中心规划情况，TCC 操作模式宜实现各线路运营信息的汇集、总体监督协调、决策辅助、信息交互发布和应急指挥等功能；可按全局过程性操作、间歇轮循式操作等模式进行设置；并应具备“事先预判、遇事（或警）处置”的能力，根据上述功能定位要求设置统一的领导和组织机构，TCC 宜采用调度主任和下设线路监控（协调）员、信息发布员等二级岗位，另根据需要也可设置网络级设备维修调度等。

25.4　工艺

25.4.1　OCC 主要由中央控制室、设备用房、管理用房等组成；中央控制室、设备用房宜相邻设置。

25.4.2　中央控制室的总体布局应符合以下要求：

1　总体布局应以行车指挥为核心，以“集中控制、人机结合”为原则，宜设置综合显示屏、操作控制台、运行操作工作站、通信设备等；

2　OCC 中央控制室宜分为操作员区域、运行协调和分析区域、应急处置区域等，结合管理与操作模式设置，运行协调和分析区域、应急处置区域可合并；

3　OCC 中央控制室调度员设置在操作区域内，宜根据分工进行分布式布局，其它管理层设在协调与应急处置区域，可设置在调度员身后或其它空间；

4　OCC 中央控制室及工作人员设置应以资源共享为原则；可按线路情况或系统专业情况合理设置中央级设备、综合显示屏、操作控制台等，条件允许时可进行同类设备的整合或集中；

5　与调度作业无关的设备或系统不应设置其内，且不得安装大功率的电器设备或其它动力设备。

25.4.3　中央控制室的综合显示屏应符合以下要求：

1　OCC 的综合显示屏用于显示运营指挥的共享类信息，主要包括：列车运行情况、正线供电情况、车站设备及环境状况、客流情况以及具体视频图像等信息；结合线路建设时序、运营管理模式和中央控制室总体工艺布局，基于资源共享、节能减排的设计理念，最大限度实现设备系统显示屏的共享整合；

2　TCC 的综合显示屏用于切换显示网络内各条线路列车运行、供电情况、客流情况、视频图像等的整合信息，以及周边地理信息等；

3　OCC 和 TCC 综合显示屏应在满足调度员所需综合信息显示的前提下，按显示到桌前的方式及人体工程学的要求进行设置；

4　OCC 综合显示屏宜对应分布式操作席位进行设置，TCC 综合显示屏可采用整体屏显示模式进行设置。

25.4.4　中央控制室操作控制台应符合以下要求：

1　控制台的设置应结合操作及管理人员的工作方式，按岗位需求设置工作站操作键盘；视频监视分控操作键盘（能任意地选择某个车站的一幅或一组图像，并可对可控摄像机进行控制）；事故风机直接操作盘（设备调度席）；广播控制盘；有线调度话机；无线调度话机等；

2　控制台应从人体工程学角度出发，满足各系统功能的操作要求和控制功能；各部分尺寸比例恰当，造型美观、大方，布局设计上符合《电子设备控制台的布局、型式和基本尺寸》GB7269 的要求，且与整个控制室融合；

3　控制台宜为拼装式整体结构、弧型设计，由多个单元部件以灵活的方式连接在一起；

4　控制台宜采用钢结构材料，台面宜采用厚度大于或等于 2mm 的冷轧钢板，控制台桌面宽度除去计算机显示器所占宽度后，操作人员的操作宽度应大于或等于 400mm；

5　计算机主机置于控制台桌面下柜内时，柜应具有散热、防尘、防电磁干扰的功能，控制台内部结构用插箱面板，尺寸应符合《面板、架和柜的基本尺寸系列：第二部分》GB3047.1 的相关要求；

6　控制台上的各功能控制键（盘）应留有足够的间距，重要的操作键（盘）应具有防止误碰及误操作装置；

7　控制台及综合显示屏架电线（缆）槽应设计成隐蔽式的垂直槽和水平槽，信号电线（缆）和电源线（缆）槽分开设置，视线范围内应看不到电缆的布设，控制台及综合显示屏架内接地排应安全、可靠。

25.4.5　中央控制室人体工程学设计应符合以下要求：

1　显示屏选择与设置应符合人体工程学要求，以及适应操作员长时间观看、视觉功能和舒适程度的要求，显示屏光线与背景光的对比度不应太强，室内光应避免光线直射显示屏面，且也不应直接进入操作员的眼内而造成眩光，应符合宁波的相关规定；

2　人与操作台、座椅应符合人体工程学要求，设计时应考虑操作台的人体尺寸，工作高度，桌面高度，椅子、坐高和靠背，臂及范围和工作高度，头的位置等，应符合宁波的相关规定；

3　人与环境应符合人体工程学要求，调度大厅内应统一终端设备、显示器型号规格以及屏架和控制台样式、色调等（包括在相应的机房内）。设计时应考虑照明水平、亮度分布、噪音控制等要求，并应符合宁波市的相关规定。

25.4.6　管理、设备用房的设置应符合下列规定：

1　管理用房设置宜包括应急事件处理、日常事务办公和管理、值班人员休息及生活区域等；

2　设备用房设置宜包括系统设备机房、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；

3　附属用房包括变电所、空调及通风机房、消防泵房、门卫室、茶水间等；

4　系统设备用房内设备布置应整齐、紧凑；便于观察、操作和维修；外部管线进出方便；大功率强电设备不得与弱电设备混合安装和布置；

5　多线路合设控制中心，宜以系统为单元进行用房配置，按不同线路划分区域集中设置设备，并做好必要的安全保障措施。

25.4.7　控制中心应统筹规划线路至控制中心线缆的径路，原则上首建线路规划建设至控制中心的公共联络通道；先建线路应预留后续线路（规划线路）线缆引入的条件，后续线路通过在换乘车站进入先建线路预留的径路，实现至控制中心的线缆引入。

25.5　建筑与结构

25.5.1　OCC 的建筑布局应以实用、经济、符合管理要求为原则，应满足工艺要求，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所处周围环境相协调，并符合以下规定：

1　OCC 建筑分类为多（高）层一类公共建筑，耐火等级为一级，屋面防水为二级；

2　中央控制室和系统设备用房不宜设在建筑物的最顶层和地下层，中央控制室与信号设备室应相邻或在其上下层，电缆通道、电缆间宜靠近设备用房，且强、弱电专业应分别设置，并应符合消防和电气等现行规范的规定；中央控制室净高不宜小于 4m，其他设备用房净高不宜小于 3m；

3　控制中心应具有独立性、安全性和可靠性，在与其他建筑合建时，应设置独立的进出口通道；

4　中央控制室和正线系统设备用房宜按电子计算机房标准进行装修，设备不应直接安装在架空地板上，风管穿过时应安装防火阀，不宜有电线、电缆、电管外露，无关管线不宜穿越；

5　建筑设计除应满足系统设备的工艺要求外，还应符合建筑防火、节能、环保等现行国家规范或宁波市地方标准的规定；

6　OCC 建筑布局宜适当预留将来发展的余地。

25.5.2　OCC 结构设计在符合现行相关国家标准、规范的规定外，还应符合以下规定：

1　结构的耐久性设计要求应与轨道交通的主体结构相一致；

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　结构净空尺寸应满足设备安装、使用以及施工工艺的要求；

4　控制中心的建筑结构安全等级应按“一级”要求设计；

5　结构抗震设计设防烈度为 7 度、抗震等级为“二级”；

6　控制中心荷载取值应根据用房性质不同而分别确定。综合显示屏、电源室、电池室地板楼面取 10kN/m^2；其它用房楼面取 3.5 kN/m^2～5.5 kN/m^2；通信设备房、维修室、机械室等设备用房楼面取 5.5 kN/m^2；如另有特殊设备，应根据要求单独计算；

7　施工荷载标准值取 2kN/m^2，并考虑设有运输、安装时最不利布置工况；

8　基础沉降按现行《地基基础设计规范》DGJ08-11 执行。

25.6 附属设施

25.6.1 OCC 的动力、照明设计应符合本标准的相关规定，同时应符合以下要求：

1 OCC 宜设置独立的降压变电所，所有的动力、照明负荷由中心降压变电所供电；变压器的容量按远期最大负荷设计，并应考虑一定的余量；

2 根据设备用途可将低压用电负荷分为三级：一级负荷为消防设备、事故照明、通信、信号、火（防）灾报警、中央控制室、检票、楼宇弱电系统等；二级负荷为一般照明等；三级负荷为空调等；

3 一级负荷电源分别引自中心降压变电所 0.4kV 两段不同母排，两路电源互为备用；二级负荷从降压变电所任一段母线接电，该母线失压时，通过母联开关自动投入，保证用电；三级负荷由降压变电所供一路电源，当其中一路电源因故退出时，应将其从电网中切除；

4 动力设备的控制根据需要可分为就地控制、远程控制和自动控制，应选择成熟、可靠、技术先进、经济合理并通过国家有关单位鉴定合格的产品，以采用国产设备为原则；

5 OCC 照明宜由事故、诱导照明、标志照明、中心调度、中央控制室照明（一级负荷）、设备房照明、一般照明（二级负荷）、广告照明（三级负荷）等组成；

6 照明电源电压为 380/220V，以放射式供电，宜采用集中控制方式进行控制；

7 事故照明及疏散照明的照度不应小于正常照明照度的 10%，可采用蓄电池或不间断电源(UPS)做备用电源，平时由交流供电，交流失电时切换成直流供电，供电持续时间应大于 60min；

8 OCC 的一般照明应采用节能型、散射效果良好、使用寿命长及维修方便的灯具，事故照明选用白炽灯或带逆变装置的灯具，灯具选用应以节能、结构轻巧、便于维修、减光系统小等为原则，并应满足装饰设计的需要；

9 中央控制室内照明的不均匀度不宜小于 0.7，应采用调光及分区控制；在采用马塞克显示屏时，屏面及控制台面距离地面 0.8m 处照度宜为 150~200lx；在采用投影显示屏时，屏面及控制台面距离地面 0.8m 处照度宜为 100~150lx；

10 照度标准宜符合表 25.6.1 的规定：

表 25.6.1 照度标准表

场所	平均照度(lx)	平均照度的平面位置
出入口通道、楼梯	100	地面
中央控制室	200	工作面
设备维修用房	200	工作面
办公、管理用房	150~200	工作面
变电所、配电间、设备用房	150	工作面
疏散事故照明	>10	地面

11 中央控制室内，各调度专用设备用电应由 UPS 按专业独立供给；照明、空调、检修电源和办公区域电源等应按负载大小分别采用独立用电回路供电；

12 动力、照明用电线、电缆应根据不同的负荷类别选择满足其要求的产品；

13　一般场所选用阻燃型电缆、电线及其附件。在人员密集场所选用无卤、低毒、低烟、阻燃型电缆、电线；

14　火灾状态下需继续运行的设备宜选用耐火电缆，所有电缆应带铠装保护；

15　动力照明设备的接地采用 TN—S 制；

16　控制中心应设置统一的强、弱电系统综合接地极，总的接地电阻不大于 1Ω，并应满足各系统总的散流要求；

17　OCC 建筑物应按现行国家规范《建筑物防雷设计规范》GB50057 的规定设置防雷接地，防雷接地电阻不大于 10Ω，防雷等级为二级；　18　信息传输线部分（包括计算机网络和数据接口）宜加装数据线保护器，音频线部分（包括程控交换机、调制解调器等）宜加装音频线保护器。

25.6.2　OCC 的给水、排水及消防设计应符合本标准相关章节的有关规定，系统设备用房宜采用气体灭火系统，网管室、中央控制室等用房采用水消防系统。

25.6.3　OCC 的空气调节设计应符合本标准相关章节的有关规定，同时应满足以下要求：

1　中央控制室及设备机房室内温度应控制在 24℃～27℃（夏季）、16℃（冬季），湿度控制在 40%～65%之间，不宜靠近电源用房和电磁场较强处所，噪声应小于 45dB，火灾时通风系统应满足排烟及工作人员安全疏散的通风要求；

2　应选择噪声小、运转平稳的设备，对产生噪声和震动主要设备应采用消声和减震措施，并应具有节能功能；

3　通风空调系统宜由中心 ISCS 或 BAS 系统进行监控，以实现对环境温度、湿度及空气的洁净度、节能进行控制。

25.6.4　弱电类系统工程应符合现行国家规范《民用建筑电气设计规范》JGJ16 的规定，还应符合以下规定：

1　OCC 大楼弱电类系统功能的实现，应以建筑实体为平台，宜兼顾通信、生产办公、建筑设备自动化等配套，集系统结构、服务、管理及它们间的最优化组合，向中心的各类工作人员提供一个高效、舒适、便利的建筑环境；

2　OCC 大楼宜实现楼宇智能化，包括通信、ISCS 或 BAS 和信息网等系统。各系统的设置应结合线路及网络化设置、投资、建筑规模等具体情况综合考虑，酌情实施；

3　通信系统宜包括综合布线、电话及综合业务数据网、视频监控及安防等，宜由大楼弱电统一设置；

4　OCC 大楼 ISCS 或 BAS 系统宜包括建筑设备自动化、节能控制、防（火）灾报警和紧急广播等；

5　防（火）灾报警和紧急广播应满足：

1)　系统包含在 OCC 大楼 ISCS 或 BAS 系统中，以“以防为主，防消结合”为设置原则；

2)　报警系统设有自动和手动两种触发装置，自动报警装置宜早且准确地探测到火灾情况，涉及与消防有关的联动应在该系统完成；

3)　控制中心大楼的防（火）灾报警主机系统可独立设置，或合设于控制中心调度大厅内，并纳入正线的火灾报警系统；

4) 独立设置时，控制中心应设置消防控制室（宜与保安值班室合设），并应在控制中心调度大厅设置专用消防电话；纳入设置时，集中防（火）灾报警控制器除接收全线火灾信息和防灾设备的状态信息外，还接收大楼本身的防灾信息和防灾设备的状态信息；

5) 控制中心值班员可利用电话或无线通信与外界直接通话，统一协调、指挥救灾工作，还可通过电视监视设备直接了解火灾现场的具体情况；

6) 控制中心大楼内应设置紧急广播系统，并应与防（火）灾报警系统实现联动；

7) 应符合《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的相关规定。

26　防灾与安全

26.1　一般规定

26.1.1　城市轨道交通的防灾，应贯彻”安全第一、预防为主，防消结合”的方针，采取各种有效的预防和救灾措施，保证人的生命安全与健康，保证列车和设备运营的安全。

26.1.2　为提高城市轨道交通系统抵抗风险和危害的能力，以预防为主，在工可、总体和初步设计阶段应开展安全设计。

26.1.3　城市轨道交通工程应具有防火灾、水淹、风灾、冰雪、地震、雷击、突发事件和脱轨、撞车、断轨等重大运营事故的设施和措施，并以防火灾为主。一条线路、换乘车站及其相邻区间应按同一时间发生一次火灾考虑。

26.1.4　城市轨道交通工程应设立网络级、线路级、车站级三级构架的安防体系，制定安全系统与紧急救灾预案。控制中心应具有所辖线路的防灾调度指挥功能，并服从宁波市有关安全反恐指挥中心的统一指挥和调动。

26.1.5　车站（区间）应配备防灾救护设施、具备救援条件，车辆基地应配备防灾救援设施。

26.1.6　土建工程应采用不燃材料，运营车辆和设备（含部件、电缆）均应采用耐火、阻燃材料，并应加强事故源头预防和对人身安全防范措施。

26.1.7　机电设备网络和通信安全保障，应采用质量可靠、技术合理的设备，并应符合国家有关标准要求；对有可能危及人身安全的电器设备，应采取安全防护措施。

26.1.8　**车站站厅、站台及出入口通道的乘客疏散区内不得设置商业场所，除城市轨道交通运营、服务设备、设施外，也不得设置妨碍乘客疏散的设备、设施和其他物体。**

26.1.9　当结合城市轨道交通工程开发地下商业时，商业区与站厅间应划分成不同的防火分区，防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定。

26.1.10　**车站站台至站厅或其他安全区域的疏散楼梯、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的候车乘客能在 6min 内全部疏散至站厅公共区或其他安全区域。**

26.1.11　城市轨道交通车站的紧急疏散标志的设置应符合《消防安全标志》 GB13495 的规定。

26.1.12　结构和设备的抗震设计，应按国家和宁波市现行有关抗震规范的规定执行。

26.2　建筑防灾

26.2.1　城市轨道交通各部位耐火等级应符合下列规定：

1　地下的车站、区间、变电站等主体工程及出入口通道、风道、联络通道、区间风井及风道的耐火等级应为一级；

2　地面出入口、风亭等附属建筑，地面车站、高架车站及高架区间的建、构筑物，耐火等级不得低于二级；

3　控制中心建筑耐火等级应为一级；

4　车辆基地内建筑的耐火等级应根据其使用功能，按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的规定确定。

26.2.2　防火分区的划分应符合下列规定：

1　单线地下车站站台和站厅公共区应划为一个防火分区，其他部位防火分区的最大允许使用面积不应大于 1500m^2；

2　地下换乘车站的换乘通道和换乘楼、扶梯开口部位应进行防火分隔；

3　当换乘车站共用一个站厅时，站厅公共区面积不应大于 5000m^2；

4　地上的车站站厅公共区采用机械排烟时，站厅公共区面积不应大于 5000 m^2，其他部位每个防火分区的最大允许使用面积不应大于 2500m^2；

5　车辆基地、控制中心的防火分区的划分应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的规定。

26.2.3　区间的安全疏散应符合下列规定：

1　每个区间隧道轨道区均应设置到达站台的疏散楼梯，其宽度不应小于 1.1m；

2　区间隧道内应设置纵向应急疏散平台，其宽度不宜小于 0.6m，平台上部净高不得小于 2m；当道床用作应急疏散通道时，载客运营轨道区的道床面应满足人员疏散行走的要求，道床面应平整、连续、无障碍物；

3　当横向平行设置的两条单线载客运营区间隧道的连贯长度大于 600m 时，应设两条隧道之间的联络通道；当区间内需连续设置两处以上（含两处）联络通道时，相邻两个联络通道之间的距离不应大于 600m；

4　联络通道内应并列设置两樘反向开启的甲级防火门，门扇的开启不得侵入限界和阻挡人员疏散，防火门应能抵挡过往列车及隧道通风系统的正压和负压（±900Pa）；

5　长大区间应结合区间风井设防烟楼梯间直通室外，楼梯净宽不应小于 1.2m；

6　渡线区段等单洞双线的特殊断面隧道，通风排烟系统不设区间风道的，可利用另侧纵向疏散条件疏散；

7　高架区间应设置纵向应急疏散平台，当高架区间利用道床做应急疏散通道时，列车应具备应急疏散条件和相应设施。

26.2.4　车站建筑防烟、防火隔断措施应满足下列要求：

1　地下车站站厅、站台公共区应划分防烟分区，每个防烟分区的建筑面积不宜大于 2000m^2，且不应跨越防火分区，设备管理用房应不大于 750 m^2；

2　地面或高架车站当站厅、站台公共区均满足自然排烟时，下层至上层楼扶梯开口四周的临空部位应设置挡烟垂壁，其出入口天桥与相邻建筑物连接的门洞处，宜设置防止火势蔓延的分隔设施；

3　车站与地下及地上商场等建筑物连接时，必须采取防火分隔措施；地下车站与商业连接时，宜采用通道连接并应符合如下要求：

1）　通道两端应设置防火卷帘，靠近站厅一侧的防火卷帘应具有停滞功能；

2）　防火卷帘之间的距离不应小于 6m，且不得设置任何可燃物，其装修材料应采用不燃材料。

4　两个防火分区间应采用耐火极限不低于 3h 的防火墙和甲级防火门分隔，如防火墙上设有观察窗时，应采用 C 类甲级防火玻璃；

5　地下车站设备与管理用房区内的楼梯间和行车值班室、车站控制室、变电所、配电室、通信及信号机房、通风和空调机房、消防泵房、灭火剂钢瓶间等重要设备、管理用房，应采用耐火极限不低于 2h 的隔墙和耐火极限不低于 1.5h 的楼板与其他部位隔开，隔墙应砌筑到顶，隔墙上的门应采用乙级防火门；

6　地下车站站台与站厅楼梯口四周临空位置应设置挡烟垂壁，其下缘至楼梯踏步面的垂直距离不应小于 2400mm；

7　挡烟垂壁应采用耐火极限不小于 0.5h 的不燃材料，自吊顶面下垂高度不小于 500mm 且伸至结构板底，当采用漏空率较高的隔栅吊顶时，挡烟垂壁应从结构顶板底下垂至吊顶面且应低于风口 500mm 以上；

8　当地下车站付费区内的垂直电梯井道采用安全玻璃作围护结构且不能分隔上下楼板时，站台层电梯四周应设挡烟垂壁；

9　防火卷帘与建筑构件之间的缝隙以及管道、电缆、风管等穿过防火墙、楼板以及防火分隔物时，应采用防火封堵材料将空隙填塞密实，并达到防火分隔物的耐火极限；

10　地下车站疏散用的扶梯下空间应用防火分隔物隔开；

11　在地下换乘车站公共区的下列部位，应采取防火分隔措施：

1)　上下层平行站台换乘车站：下层站台穿越上层站台时穿越部分；上、下层站台联络梯处；

2)　多线同层站台平行换乘车站：站台与站台之间轨行区中部；

3)　多线点式换乘车站：换乘通道或换乘梯处。

26.2.5　安全出口、楼梯和疏散通道应符合下列规定：

1　与地下车站相连开发的地下商场等公共场所，通向地面的安全出口（数量、宽度和疏散距离）应符合《建筑设计防火规范》 GB50016 的有关规定；

2　站台上应设有足够数量的出站通道或楼梯（含自动扶梯），车站紧急疏散的能力应满足在 6min 内将远期或客流控制期超高峰小时一列进站列车所载的乘客（单向进站断面流取大者）和站台上候车的乘客全部撤离站台到达站厅公共区或其他安全区域；

3　提升高度不超过三层的车站，乘客从站台层疏散至站厅公共区或其他安全区域的时间，应按下式计算：

$$T = 1 + \frac{Q_1 + Q_2}{0.9(A_1 N + A_2 B)} \leq 6\ \text{min} \qquad (26.2.5\text{-}1)$$

式中：Q1——远期和客流控制期中超高峰小时一列进站列车的最大客流断面流量（人）；

Q2——远期和客流控制期中超高峰小时站台上的最大候车乘客（人）；

A1——一台自动扶梯的通过能力(人/min・m)；

A2——疏散楼梯的通过能力(人/min・m)；

N ——自动扶梯数量（如站厅至站台的楼扶梯均设置上下行自动扶梯则 N=疏散方向自动扶梯数量，如有一组或一组以上楼扶梯仅设置一台疏散方向自动扶梯则 N=疏散方向自动扶梯数量-1）；

B ——疏散楼梯的总宽度(m)（每组楼梯的宽度应按 0.55m 的整倍数计算）。

4　车站通道、出入口内及口部附近区域，不得设置和堆放任何有碍乘客紧急疏散的设备及物品；

5　设于公共区付费区与非付费区的栅栏上应设置平开疏散门。自动检票机和疏散门的通行能力不应小于下列公式的计算值：

$$A3+LA4\geq 0.9(A1N+A2B) \qquad (26.2.5\text{-}2)$$

式中：A3---自动检票机门常开时的通行能力（人/min）；

A4---疏散门的通行能力（人/min·m）；

L ---疏散门的净宽度（m）（按 0.5m 的整倍数计算）。

6　车站设备及管理用房区安全出口、楼梯、疏散通道的最小净宽应符合下列规定：

1)　设备及管理用房区安全出口及楼梯应不小于 1.1m；

2)　单面布置房间的疏散通道应不小于 1.2m；

3)　双面布置房间的疏散通道应不小于 1.5m；

4)　附设于设备及管理用房的门至最近安全出入口的距离不应超过 40m，位于尽端封闭通道两侧或尽端的房间，其最大距离不得超过 22m。

7　长度大于 100m 的通道中间应加设消防疏散口或采取满足消防的其它措施，通道内最远一点到疏散口距离不应大于 50m；

8　消防专用通道应设置在含有车站控制室等主要管理用房的防火分区内，并应能到达地下车站各层；当地下车站超过 3 层（含 3 层）时，消防专用通道应设置防烟楼梯间；

9　车站的每个站厅公共区均应设置不少于 2 个直通室外的安全出口，安全出口应分散布置，且两个安全出入通道口之间的净距不应小于 10m；

10　地下单层侧式站台车站，每侧站台安全出口数量应经计算确定，且不应少于 2 个直通地面的安全出口；

11　地下车站的设备管理用房区域安全出口的数量不应少于 2 个，其中有人值守的防火分区应有 1 个安全出口直通地面；

12　竖井、爬梯、电梯、消防专用通道，以及设在两侧式站台之间的过轨地道不应作为安全出口；

13　地下换乘车站的换乘通道不应作为安全出口。

26.2.6　地下车站应按百年一遇的防洪标准设防。

26.2.7　地下车站与相邻地下市政设施连通，如该设施防洪标准低于车站防洪标准时，应设置排除积水的设施。

26.2.8　区间隧道穿越河、湖等水域情况下，当水体可能危及行车安全时，在进出水域两端适当位置应设置防淹门或采取其他防护措施。

26.2.9　地下车站的地面出入口、风亭等附属建筑，车辆段出入线敞口段以及地上车站、区间和附属建筑与相邻建筑的防火间距和消防车道的设置应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和《高层民用建筑设计防火规范》GB50045 的有关规定执行；与汽车加油加气站的防火间距应符合现行国家标准《汽车加油加气站设计与施工规范》GB50156 的有关规定，与燃气调压站、液化石油气化站、混气站和城市液化石油气供应站瓶库的防火间距应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028 的有关规定。

26.2.10　**车站的装修材料应符合下列规定：**

1　地下车站公共区及设备管理用房的顶棚、墙面、地面装修材料以及垃圾箱应采用燃烧性能等级为 A 级的不燃性材料；

2　地上车站公共区的墙面、顶棚的装修材料以及垃圾箱应采用 A 级不燃性材料，地面可采用不低于 B1 级难燃性材料；设备管理区内的装修材料按现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB50222 的有关规定执行；

3　地上、地下车站公共区的广告灯箱、导向标志、休息椅、电话亭、售检票机等固定服务设施的材料应采用不低于 B1 级难燃性材料；装修材料不得采用石棉、玻璃纤维、塑料类等火灾时能产生大量有毒气体和烟气的制品。

26.3　消防给水与灭火设施

26.3.1　轨道交通应设有消防给水系统、配置灭火器，地下无人值守的重要电气设备用房宜设置自动灭火系统。

26.3.2　地下车站、地下区间、长度大于 20m 的出入口通道、体积大于 5000m^3 的地面车站和高架车站应设消火栓系统。

26.3.3　控制中心、主变电站和车辆基地内的建筑，按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 设置符合规范要求的消防系统。

26.3.4　城市轨道交通消防系统进水管不宜少于两条，并宜从两条市政给水管道引入，当其中一条进水管发生故障时，另一条进水管应仍能保证全部消防用水。

26.3.5　当城市管网的供水量不能满足消防要求或城市管网为枝状时，应设消防水池。消防水池的容量应按《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974 执行。

26.3.6　当城市给水管网供水压力不能满足消防用水压力要求时，应设消防泵房。消防泵及泵房设置应符合下列规定：

1　消防泵可从城市管网直接抽水，并应在消防进水管道的起端设置管道倒流防止器或其它有效的防止倒流污染的装置；

2　在同时设有消火栓系统及自动喷水灭火系统时，消火栓泵与喷淋泵宜采用合建泵房。地面车站和高架车站，消防泵房宜与生产、生活泵房合建；

3　消火栓及自动喷水灭火系统的消防泵应设置备用泵；

4　车站及轨道交通附属地面建筑，当城市供水压力不能满足自动喷水灭火系统最不利点的工作压力或不能满足室内最不利点消火栓的栓口静压时，应采用稳压装置。

26.3.7　消火栓系统的设计应符合下列规定：

1　地下车站室内消火栓用水量为 20L/s，室外消火栓用水量按《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974 执行，地下区间室内消火栓用水量为 10L/s；

2　地面车站、高架车站室内、外消火栓用水量应按《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974 执行；室外地面消防应尽量利用市政消防设施；

3　地下车站和区间，消火栓给水系统应形成环网；消火栓管道需过轨敷设时，应在道床相应位置设置满足安装和维修要求的沟槽；

4　车站室内消火栓的布置应保证有两支水枪的充实水柱同时到达室内任何部位；

5　室内消火栓栓口的直径应为 65mm，车站内每个消火栓应设置消火栓箱，箱内应配置喷嘴口径为 19mm 的水枪和长度为 25m、直径为 65mm 的水带。地下车站的消火栓箱内应增加消防软管卷盘；

6　地下区间消火栓间距不应大于 50m，且可仅设单口单阀消火栓及消火栓泵启动按钮，不设水带、水枪；

7　室内消火栓最不利点的充实水柱不得小于 10m，当消火栓栓口的栓口动压大于 0.5MPa 时应设减压设施；

8　设有消火栓泵的室内消火栓系统，每个消火栓处应设置消火栓泵启动按钮；

9　消火栓给水管道上的阀门设置，应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974 的有关规定。在消火栓系统的最高点应设置放气阀，区间隧道变坡的最低点应设置泄水阀。

26.3.8　自动喷水灭火系统的危险等级按《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084 确定。

26.3.9　地下车站及建筑高度超过 24m 的地面车站和高架车站，在其出入口或通风亭的口部等处应设水泵接合器，并在其 15m~40m 范围内设置地上式室外消火栓。

26.3.10　无人值守的重要的电气设备用房宜采用气体灭火系统，设置范围为：

1　地下车站变电所内的所有设备房间（含控制室）、公安通信设备室、商用通信设备室、通信电源室、通信设备室、信号电源室、信号设备室、综合监控设备室、通风空调电控室、AFC 设备室、屏蔽门控制室、蓄电池室；控制中心的弱电综合设备室、弱电综合电源室、信号设备室、信号电源室、线网应急指挥通信系统的设备室、电源室和网管室；

2　地下、半地下以及有上盖的车辆基地，位于地下或盖下部分的通信设备室、通信电源室、信息网络设备室、信号微机室、信号设备室、信号电源室、综合监控设备室、综合监控机房；

3　地下主变电所的所有无人值守的电气设备用房；

4　地下区间射流风机房配电室如独立设置时，可采用七氟丙烷灭火系统保护。

26.3.11　车站站厅层、站台层的公共区和设备区及其附属建筑的设备和管理用房、车辆基地内建筑物等应按《建筑灭火器配置设计规范》GB50140 配置灭火器。

26.3.12　气体灭火设施及灭火器应符合下列规定：

1　控制中心、车辆基地、主变电所、地面或高架车站的灭火装置的设置应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的规定执行；

2　气体灭火系统的设计应遵照现行国家标准《气体灭火系统设计规范》GB50370 的规定执行。

26.3.13　消防泵的监控应符合下列要求：

1　消防泵均应具有自动控制和就地手动控制功能，且可自动和手动切换；

2　消火栓泵应由车站控制室或消防控制室远程控制、管网压力自动启动、消火栓箱按钮启动及就地手动控制；

3　喷淋泵应由消防控制室远程控制，湿式报警阀压力开关启动及就地手动控制。

26.3.14　气体灭火系统为自动控制、手动控制和机械应急手动控制三种方式；控制盘可采用独立控制或集中控制方式。

26.3.15　消防泵、消防管道上的电动阀门及气体灭火系统的工作状态应在车站控制室或消防控制室显示。

26.3.16　区间消防管联络阀门宜设在车站站厅端头（便于维修操作），并具备就地手动、电动控制和车站控制室远程控制功能。

26.4　防烟、排烟与事故通风

26.4.1　下列场所应设置防烟、排烟设施：

1　地下或封闭车站的站厅公共区、站台公共区；

2　连续长度大于 60m 的地下通道和出入口通道、长度大于 20m 的内走道；

3　同一个防火分区内的地下车站设备及管理用房的总面积超过 200m^2，或面积超过 50m^2 经常有人停留的单个房间；

4　连续长度大于 300m 的非载客地下区间；

5　连续长度大于 60m 的载客地下区间和全封闭声屏障区间；

6　防烟楼梯间及其前室。

7　封闭楼梯间当不能自然通风或自然通风不能满足要求时。

26.4.2　防烟、排烟和事故通风系统应具有下列功能：

1　当站厅公共区发生火灾时，应能对站厅公共区及时排烟，并防止烟气向出入口、换乘通道、站台等邻近区域蔓延；

2　当站台公共区发生火灾时，应能对站台公共区及时排烟，并防止烟气向站厅、区间隧道、换乘通道等邻近区域蔓延；

3　当区间隧道发生火灾、采用纵向控烟时，应控制烟流方向与乘客疏散方向相反，并防止烟气逆流及向相邻车站、区间扩散；

4　当设备及管理用房发生火灾时，应具备防烟、排烟功能，并满足采用自动灭火系统设备用房的通风功能。

机械防、排烟系统可与正常通风系统合并设置，但通风系统应采取可靠的防火措施，符合防烟、排烟系统要求。

26.4.3　地上车站应采用自然排烟方式。当不具备自然排烟条件时，应设置机械排烟设施。

26.4.4　采用自然排烟的车站或路堑式车站，其自然排烟口应符合下列规定：

1　车站外墙上方或顶盖上可开启自然排烟口的有效排烟面积不应小于所在场所建筑面积的 2%，区间隧道和全封闭车道采用自然排烟时，排烟口应该在上部，其有效排烟面积不应小于顶部投影面积的 5%；且每个自然排烟口距该防烟分区内最远点的距离不应大于 30m；

2　自然排烟口（窗）应设方便开启的装置。

26.4.5　防烟楼梯间及其前室机械加压送风系统的设计应符合现行国家标准《人民防空工程设计防火规范》GB50098 的有关规定。

26.4.6　车站站厅、站台公共区和设备及管理用房需划分防烟分区，且防烟分区不得跨越防火分区。站厅、站台公共区每个防烟分区的建筑面积不应大于2000m^2，设备及管理用房每个防烟分区的建筑面积不应超过750 m^2。

26.4.7　排烟风机及风管的风量应符合下列要求：

1　排烟量应按各防烟分区的建筑面积不小于60m^3/ m^2·h分别计算；

2　当防烟分区中包含轨道区时，应按列车火灾规模计算排烟量；

3　地下站台的排烟量除满足本条第1、2款要求外，还应保证站厅到站台的楼扶梯口处具有不小于1.5m/s的向下气流；

4　地下车站公共区（站厅、站台）火灾时的排烟量应根据一个防烟分区的建筑面积按60m^3/h·m^2计算。当排烟设备负担两个或两个以上防烟分区时，其设备能力应按同时排除其中两个最大的防烟分区的烟量配置。

设备管理用房排烟系统担负一个防烟分区时，应按该部分建筑面积60m^3/h·m^2计算排烟量，且排烟区域的补风量不应小于排烟量的 50%、不应大于排烟量；当排烟设备担负两个或两个以上防烟分区排烟时，应按其中最大防烟分区面积不小于120m^3/h·m^2计算排烟量；

5　排烟风机的风量不应低于7200m^3/h。

26.4.8　机械排烟系统中的排烟口和排烟阀的设置应符合下列要求：

1　排烟口和排烟阀应按防烟分区设置，排烟口应设在储烟仓内；

2　排烟口的位置与安全出口的通道口距离不应小于1.5m；

3　排烟口的风速不宜大于10m/s；

4　排烟口和排烟阀平常为关闭时，遇火灾应能自动开启；

5　设置机械排烟系统的车站设备及管理用房区，除使用面积大于50m^2且经常有人停留的房间外，排烟口可设置在疏散走道内。

26.4.9　排烟区的补风措施应符合下列要求：

1　当补风通路空气总阻力不大于50Pa时，可采用自然补风，且应保证火灾时补风通道畅通；

2　当补风通路空气总阻力大于50Pa时，应设置机械补风系统；

3　机械补风系统的风量不应小于排烟风量的50%，但不应大于排烟量的80%；

4　补风口位置宜设在空间相通的相邻防烟分区之间且远离排烟口，两者距离不应小于5m。

26.4.10　采用自动灭火系统的设备房，应符合下列要求：

1　穿越该房间、且在该房间内设有风口的通风管上应设置 70℃关断的防火阀，并与自动灭火系统联动；

2　灭火时，自动关断风管上风阀，灾后应对房间进行通风换气；

3　当灭火介质比空气重时，应在房间下部设置排风口。

26.4.11　排烟系统应在风管穿越防火分区的防火墙及楼板处、每层水平干管与垂直总管的交接处、穿越变形缝且有隔墙处两侧、不同防烟分区排烟支管处及排烟风机入口处、通风风机房入口处设置当烟气温度超过280℃时能自动关闭的防火阀。

26.4.12　非排烟系统应在风管穿越防火分区的防火墙及楼板处、每层水平干管与垂直总管的交接处、穿越变形缝且有隔墙处两侧设置 70℃ 能自动关闭的防烟防火阀。

26.4.13　排烟风机应与排烟口(阀)联动，且应符合下列要求：

1　当任何一个排烟口(阀)开启或排风口转为排烟口时，系统应转为排烟状态；

2　当烟气温度大于 280℃时，排烟风机应随设置于风机入口处或干管上的防火阀关闭而自动关闭。

26.4.14　区间隧道排烟系统宜采用纵向通风控制方式，并应符合下列要求：

1　区间隧道断面的排烟流速不应小于 2m/s，且不得大于 11m/s；

2　正线区间的通风方向应逆向人员的疏散方向，列车出入线、停车线等无载客轨道区间的通风方向宜使烟气尽快排至室外；

3　列车阻塞在区间隧道时，阻塞区间隧道断面风速≥2.0m/ s，且不应高于 11m/s。并按控制列车顶部最不利点隧道温度≤45℃校核确定。

26.4.15　采用纵向通风控烟困难的区段，可敷设风管进行排烟。

26.4.16　区间隧道火灾时的通风，应考虑邻近区间的出入线、渡线、联络线对火灾区间气流组织的影响。

26.4.17　区间隧道内设置的射流风机不宜吊装在轨道区的正上方。

26.4.18　上、下行载客区间隧道排烟(事故)风机应采用互为备用方式。

26.4.19　设置隔声罩的地上区间和路堑式区间应采用自然排烟；当地下区间具备自然排烟条件时，可采用自然排烟。自然排烟口的设置应符合下列要求：

1　区间外墙上方或顶盖上可开启自然排烟口的有效排烟面积不应小于区间水平投影面积的 5%；

2　自然排烟口（窗）应设方便开启的装置。

26.4.20　控制中心、主变电所和车辆基地等地面建筑的防排烟设计应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

26.4.21　车辆基地的停车库等厂房的防排烟设计除满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定外，尚应符合下列要求：

1　当具有自然排烟条件时，应采用自然排烟；

2　当厂房净高超过 6m 时，可不划分防烟分区；

3　当丁类厂房采用机械排烟时，排烟量应按换气次数不小于 4 次/h 计算；

4　当车辆基地的停车库等厂房设于地下时，应采用机械排烟。

26.4.22　排烟风机宜设在排烟区的同层或上层，排烟管道宜顺气流方向向上或水平敷设。

26.4.23　地下车站排烟风机应保证在 250℃时能连续工作 1.0h，地上车站排烟风机应保证在 280℃时能连续工作 0.5h。

26.4.24　区间隧道排烟风机的运转时间不应小于区间乘客最长疏散时间，且至少应保证在 250℃时能连续有效工作 1.0h。

26.4.25　排烟系统中烟气流经的辅助设备如风阀、消声器和软接头等应与风机耐高温等级相同。

26.4.26　火灾时，用于风机的保护装置不应影响风机的排烟功能。

26.4.27　防烟与排烟系统风管（道）等应符合下列要求：

1　防烟与排烟系统风管（道）、风口与阀门等应采用 A 级不燃材料制作；

2　当排烟风管穿越两个及两个以上的防火分区或敷设在走道的吊顶内时其耐火极限不应低于 1.00h；

3　排烟风管（道）不应穿越前室或防烟楼梯间，如确有困难必须穿越时，其耐火极限不应低于 2.00h。

26.4.28　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。

26.4.29　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。

26.4.30　防烟与排烟风管内的风速，采用金属管道时管道内的风速不应大于 20m/s，采用非金属管道时不应大于 15m/s。

26.5　防灾通信

26.5.1　防灾通信应包括消防专用电话、防灾调度电话、视频监视及防灾应急广播等。

26.5.2　通信系统设计应兼顾防灾和救灾需求，应为“平灾结合”的系统。

26.5.3　控制中心应具有全线防灾救援、调度指挥和上一级防灾指挥中心联网的功能。

26.5.4　控制中心防灾调度应设置 119 专用直拨电话；消防控制室/值班室等处，应设置可直接报警的直拨电话。

26.5.5　控制中心大楼消防值班室、车站控制室、车辆基地的消防控制(值班)室，应设置消防专用电话总机。

26.5.6　轨旁电话应具备与所管辖的车站值班室直接通话功能，并可与公务电话之间建立呼叫和通话的功能。

26.5.7　紧急电话应具备与车站值班室直接通话功能。

26.5.8　专用调度电话系统应设置备用系统，以保证在传输链路出现故障时与行调的通话。

26.5.9　广播系统应达到只要功放、麦克风和扬声器能够正常工作，即能保证对全站播放的功能要求。

26.5.10　乘客信息系统应能够显示移动电视台播发的防灾救灾信息和 TCC 发出的信息。在需要乘客和其它人员撤离车站时，显示设备应提供撤离信息。

26.5.11　广播系统和乘客信息系统为防灾和救灾所播出的用于指挥、疏导和通知等各类信息应达到相互一致。

26.5.12　视频监视系统为防灾和救灾提供视频图像、录像信息。

26.5.13　专用无线通信系统应为身处轨道交通范围内（含车站的出入口）参与防灾和救灾的轨道交通工作人员及其他相关单位人员之间提供畅通的无线通信手段，且宜实现与有线用户之间的通话。

26.5.14　公安无线通信引入系统的无线信号应覆盖全线盲区，为公安应急抢险指挥与处置提供无线通信手段。

26.6 防灾供电与应急照明

26.6.1 消防设备应包括防灾报警系统、消防泵、气体灭火自动装置、排烟风机及风阀、防火卷帘门、挡烟垂帘、用于消防疏散的扶梯等，均应由两个独立电源供电，在末端配电箱处自动切换。

26.6.2 应急照明包括备用照明和疏散照明。备用照明设置于行车值班室、综控室、通信机房、信号机房、售票室、变电所等重要场所；照度值为正常照明照度值的 50%。疏散照明由疏散照明灯、疏散指示标志灯及蓄光疏散指示标志组成。车站公共区的疏散照明为公共区正常照明照度值的 10%左右。

26.6.3 下列部位应设置疏散照明灯：

1 车站站厅、站台、自动扶梯、楼梯；

2 车站附属用房内走道、地下车站出入口通道等疏散通道；

3 区间隧道；

4 车辆基地内的单体建筑及控制中心大楼的疏散楼梯间、疏散通道、消防电梯间。

26.6.4 下列不为应设置疏散指示标志灯：

1 车站站厅、站台、自动扶梯、楼梯；

2 车站附属用房内走道、地下车站出入口通道等疏散通道及安全出口；

3 区间隧道；

4 车辆基地内的单体建筑及控制中心大楼的疏散楼梯间、疏散通道及安全出口。

26.6.5 车站公共区的站厅、站台乘客疏散路线和疏散通道等人员密集部位的地面上，以及疏散楼梯台阶侧立面，应设蓄光疏散指示标志，并应保持视觉连续。

26.6.6 所有电缆管线贯穿隔墙、楼板的孔洞处，均应实施阻火封堵。

26.7 自动扶梯与电梯

26.7.1 当自动扶梯符合下列要求时，在紧急情况下，可作为疏散楼梯：

1 按一级负荷供电；

2 自动扶梯楼的开敞空间应加强防火措施，楼底、侧背及机械传动部分应用耐火极限不小于 1 小时的不燃材料包裹，并在其下不得设置附属用房。特殊情况非穿越设备用房时，用房应和扶梯进行防火分隔，其墙体和顶板的耐火极限应按本标准执行。

26.7.2 自动扶梯和自动人行道应可接受 BAS 系统的监控；当车站出现紧急情况时，自动扶梯可接受车站 BAS 系统或 FAS 系统的控制，控制应经车站值班员确认进行。

26.7.3 电梯应可接受车站 BAS 系统的监控；当车站出现紧急情况时，接受车站 BAS 系统或 FAS 系统的控制，电梯紧急迫降至基站并打开轿门和厅门，然后反馈给 BAS 系统或 FAS 系统一个信息，并停运。

26.8 站台门

26.8.1 站台门系统应具有系统级、站台级和手动操作三级控制方式；并具有正常、非正常和紧急（含配合火灾的工作模式）三种运行模式。

26.8.2 站台门沿站台长度方向应设置应急门，每一侧的设置数量宜为远期列车编组数；当列车在站台区域不能定点停车时，至少应有一个应急门能与列车车门对应。

26.8.3 站台门在站台端部应设置端门，供司机、工作人员进出及作为区间事故的疏散通道。

26.8.4 火灾时站台门不作为防火分隔设施，但其材质应具有难燃性；对于无法使用难燃性的材料，应采用阻燃、低烟、无卤，且不含有放射性成分的材料。

26.9 自动售检票系统(AFC)

26.9.1 当车站处于紧急情况（含火灾情况）时，AFC 系统应可接受 FAS 系统的火灾报警联动或通过操作紧急控制按钮，启动紧急放行模式。在紧急放行模式下，自动检票机的扇门打开，便于乘客快速疏散。

26.10 火灾自动报警系统

26.10.1 地下车站站厅及站台、地面及高架车站封闭式站厅及站台、长度大于 60m 的封闭出入口通道、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、应设火灾自动报警探测器。

26.10.2 设气体自动灭火的房间应设两种火灾自动报警探测器。

26.10.3 地下区间隧道、长度超过 30m 的出入口通道及设置火灾自动报警探测器的场所均应设手动报警装置。

26.10.4 车辆停放和维修车库、重要设备用房、存放和使用可燃气体用房、可燃物品仓库、变配电室及火灾危险性较大的场所应设火灾自动报警探测器。

26.10.5 消防水泵房、主要通风和空调机房、排烟机房等重要机房以及气体灭火区域门外均应设置固定消防电话。

26.11 车辆基地防灾

26.11.1 车辆基地内应设环形消防通道并与城市主道路连通。并应有不少于两个与外界道路相连通的出口。

26.11.2 车辆基地应有完善的消防设施。

26.11.3 车辆基地内的地面建筑应符合《建筑设计防火规范》GB50016、《高层民用建筑设计防火规范》GB50045 等标准。

26.11.4 车辆基地应设火灾自动报警系统（FAS）。

26.11.5　车辆基地值班室应设置防灾通信设备。

26.11.6　在备有消防路轨车的车辆基地，应保证消防路轨平交道畅通。

26.12　车辆防火

26.12.1　车辆应具有良好的防火性能。车辆上所使用材料应采用不燃的或阻燃的材料，并符合 DIN 5510 等最新标准防火要求。

26.12.2　车辆客室和司机室内必须按相关标准配置一定数量的适用于电气装置灭火的消防设备。

26.12.3　司机室内应设有与车站、控制中心和防灾中心等联系的紧急通信设备。

26.12.4　列车应设车载火灾报警系统。根据列车运行客室气流特征，合理布置烟感探头位置。车载火灾报警与车载视频监视系统构成联动，系统应能识别火灾位置，并在司机室报警和显示。

26.13　其他灾害预防

26.13.1　地下车站出入口及敞口低风井等口部的防淹措施，应满足当地防洪要求。

26.13.2　地面及高架有关建筑工程的防雷措施及其他电气要求，应按本标准第 15 章的有关规定执行。

26.13.3　地面及高架线路的架空线路与架空接触网应满足防风要求。

26.13.4　地下、高架及地面结构的抗震设计，除应遵守本标准规定外，尚应符合地面建筑现行国家抗震设计规范的有关规定。

26.13.5　车站出入口应考虑防滑要求。

26.13.6　车站及沿线的各排水泵站、排雨泵站、排污水泵站应设危险水位报警装置。

26.14　防恐与安全

26.14.1　城市轨道交通防恐设施应保证防恐指挥调度、统一协调各线路的系统和机构，及时将信息上报市反恐和刑事案件应急指挥中心，并接收市反恐和刑事案件应急中心命令。

26.14.2　城市轨道交通重要部位应设计安装安全技术防范系统，系统的建设应纳入城市轨道交通工程总体规划，并开展综合设计，同步建设、独立验收，同时交付使用，系统力求统筹兼容。

26.14.3　城市轨道交通重要部位安全技术防范系统的设计、施工程序应符合《安全防范工程程序与要求》GA/T 75 的规定。

26.14.4　城市轨道交通剧毒化学品存放场所、金融营业场所、自来水二次供水设施、变电站等的安全技术防范系统要求应符合相关的安防系统要求。

26.14.5　安全技术防范系统中应用的产品，应符合国家标准、行业标准、地方标准，以及公安管理部门的有关要求。

26.14.6　城市轨道交通线网应设置安防中心控制室，线路应独立设置安防分控室，车站和重要部位应设置警务室，安防中心控制室应配置与安防视频分控室同步的终端图形显示装置。

26.14.7　城市轨道交通安防等应急救援场所应配置相应的抢险、应急救援和抢险人员防护器材，确保应急救援工作及时开展。

26.14.8　重要部位主要包括车站、列车车厢、隧道出入口、高架区间与公共道路交叉或平行相邻近的区域、车辆基地、运营控制中心等场所。

26.14.9　车站、列车、安防控制室、车辆基地等重要部位应结合运营管理设置图像监控系统，图像监控系统应具有录制和保存图像等功能，图像记录保存时间应满足以下要求：

1 车载视频记录时间为 7 天；

2 其它为 15 天。

26.14.10　计算机信息中心等重要部位应按需要选择、安装入侵探测器，防区内不应有盲区。

26.14.11　运营控制中心调度厅、车站控制室、安防控制室等重要部位应按需要选择、安装出入控制系统。

26.14.12　机动车库、档案馆（库）、资料室等重要部位，应按需要选择、安装电子巡查系统。

26.14.13　车站控制室、调度大厅等重要部位应设置防盗、防火安全门，车辆基地周界围墙，地面敞开段等重要部位应设实体围墙，其高度不应低于 3m。风井、通风亭等应设置防止异物丢入的建筑结构或防护装置。

26.14.14　车辆驾驶舱，车站控制室玻璃等材料应具有防火和抗爆能力。

26.14.15　车站站厅层、办公区域内应设置不少于一处的紧急报警按钮。

26.14.16　过江段两端的车站或中间风井应设置防淹设施，防止次生灾害的发生。

26.14.17　门禁及入侵报警系统通过网络应接入车站的 ISCS 系统或 BAS 系统。该系统设置为控制中心及车站两级管理、两级控制。

26.14.18　车站、车辆基地和控制中心的重要设备、管理用房以及重要的通道门、管理区域出入口以及车站通信、信号、变配电、环控等重要设备机房应设置门禁系统。站台门端门应设置门禁装置，房间套房间的情况，原则上只在最外面的门设置门禁。

27 人 防

27.1 一般规定

27.1.1 本章适用于宁波市新建、改（扩）建城市轨道交通地下工程兼顾人民防空（以下简称人防）的设计。

27.1.2 宁波城市轨道交通地下工程兼顾人防设计的范围应包括：地下车站、地下区间、以及附属于城市轨道交通地下车站主体及区间隧道以外，独立设置的地下主变电所、地下中间风井等工程。

27.1.3 宁波城市轨道交通地下工程兼顾人防设计应在不影响平时使用的前提下，充分利用平时已有的结构、设施、设备，对出入口、通风口等关键部位，按照现行的人防工程有关设计规范、规程和标准，增加和完善人防防护功能和防护设施，包括采用防护功能平战转换技术措施。

27.1.4 宁波城市轨道交通地下工程在战时应具有保障人员安全交通、转移和物资运输的功能，车站战时宜作为紧急人员掩蔽部，也可作为物资储备场所。

27.1.5 宁波市新建、改（扩）建城市轨道交通地下工程兼顾人防的设防类别、防护抗力等级、防化等级，应根据浙江省、宁波市人民防空办公室批复，并依据其批复的设防标准和设计原则进行设计。

27.1.6 根据宁波市人防规划的要求，对不同线路中地下车站的设防要求，可分为重点车站和一般车站，其防护等级和防化等级应按浙江省、宁波市人民防空办公室批复执行。

27.1.7 宁波城市轨道交通地下工程兼顾人防工程设计，除应符合本章规定外，尚应符合国家现行有关规范、规程和标准的规定。

27.2 建筑

27.2.1 防护单元的划分应符合下列规定：

1 一个车站（含配线车站）与一个相邻区间宜为一个防护单元，相邻防护单元之间应设置防护密闭隔断门将其分隔，各防护单元的内部设备应自成独立系统；

2 一条线路的所有地下车站及相连地下区间的设防等级宜相同；

3 换乘车站宜分线划分防护单元（包括相邻区间隧道）；当各换乘线路设防等级不同时，应分线划分防护单元；若与相邻线路车站主体结构无法分隔时，可合并为一个防护单元，宜在相邻线路车站二端的区间隧道交界处设置防护密闭隔断门，设防等级应取高者；被合并车站的人防设计（掩蔽人数、出入口数量、内部设备要求等）仍按一个独立防护单元的标准设计。同步实施到位的换乘车站，人防设计、施工应全部到位。

27.2.2 每个防护单元的紧急掩蔽人数应符合表 27.2.2 的规定。多线换乘车站合并设置防护单元时，紧急掩蔽人数最多不超过 3000 人。

表 27.2.2　每个防护单元的紧急掩蔽人数

车站的掩蔽面积(m^2)	紧急掩蔽人数（人）
4000～5000	≤800
5000~8000	≤1200
8000 以上	≤1500

注：　车站掩蔽面积（m^2）指防护单元密闭门以内的公共区面积，含出入口通道和管理办公房间。不含设备房间和站台层轨道行车区。

27.2.3　战时人员出入口的设计应符合下列要求：

1　车站的所有出入口都应按平战结合原则设计，每个地下车站的战时人员出入口不应少于 2 个（不含连通口和垂直式出入口），且位于车站两侧,并应有不少于 1 个直通室外地面的战时主要人员出入口，口部人防门密闭段应靠近出入口楼梯处；

2　直通室外地面的战时主要人员出入口宜设置在地面建筑倒塌范围之外，当不能设置在倒塌范围之外时，口部应有防倒塌措施；

3　地下车站战时人员出入口应设置防护密闭门和密闭门各一道，防护密闭门应向外开启，密闭门宜向外开启，且不应妨碍平时使用。防护密闭门外的通道设洗消污水集水井（宜与平时排水集水井相结合）；

4　战时人员出入口通道净宽度应不小于 1.5m，净高度应不小于 2.2m；门洞净宽度应不小于 0.8 m，净高度应不小于 2.0 m；战时人员出入口门洞净宽度之和（不含连通口和垂直式出入口），应按掩蔽人数每 100 人不少于 0.3m 计算确定。兼顾人防物资库功能的战时出入口人防门门洞净宽不小于 2.0m；

5　在管理设备用房区设有单独（不与人员出入口合用通道）直通地面的平时专用消防通道出入口，均宜按人防出入口要求设置，设置防护密闭门和密闭门各一道。

27.2.4　平时进、排风竖井宜兼做战时进、排风竖井，战时进、排风口宜分别设置在车站的二端，并应设置在地面建筑倒塌范围之外或设置防倒塌棚架，且通风道内的第一道人防门的门框墙与竖井口投影之间的最小距离不小于门扇开启后加 0.2m。人防门的门扇不应暴露在投影面积之内。风道内安装的人防门不应影响平时通风功能。

27.2.5　当进、排风口设置消波系统采用建筑风道时，防护密闭门和密闭门的设置应与战时人员出入口设置的防护密闭门和密闭门数量相一致。

27.2.6　城市轨道交通地下车站与相邻地下工程有连通规划的人防工程或非人防工程，当有开发需要并实施的工程，连通道和连通口等设施应一次设计、施工到位。对无连通到位要求的工程，则应预留人防连通口，每个车站不少于二个。连通口的防护密闭门门洞净宽不宜小于 1.50m。连通口设于车站两侧。若车站两侧已与相邻地下工程连通到位时，可不再设预留连通口。

27.2.7　相邻防护单元之间宜在车站一端线路直线段（尽量避免在曲线段）与区间隧道交界处设一道具有双向受力的防护密闭隔断门。防护密闭隔断门的门孔尺寸应满足设备限界的要求。区间隔断门的设置不宜影响区间疏散平台与站台的连通。为保证门框墙上有足够的穿墙密闭套管的预埋位置，区间防护密闭隔断门的门框墙应与端头井内衬墙之间留有 800~1000mm 的空间。

27.2.8　车站出地面的电梯宜设置在防护密闭门以外，当必须设在防护区内时，应采取一道防护密闭门临战封堵的措施。

27.2.9　由地下线引出地面的线路出入段隧道洞口，应设置出入段线防护密闭门和出入段线密闭门各一道，出入段线防护密闭门应向外开启，出入段线密闭门宜向外开启。出入段线防护密闭门、出入段线密闭门的门孔尺寸应满足设备限界的要求。

27.2.10　过江（河）两端设置防淹门时，宜与正线上的人防防护密闭隔断门合并设置。

27.2.11　车站控制室兼作战时人防指挥、通信、防化值班室；车站平时使用的管理用房、通信弱电机房、通风机室及附属用房、蓄电池室、开水间、厕所等生活用房等设备房间，战时均可作为平战两用房间。

27.2.12　在人员出入口、换乘通道内宜设置无门槛或活门槛型式的防护密闭门、密闭门。在预留连通口、进、排风井，活塞风井的风道内宜设置固定门槛的防护密闭门、密闭门、防护密闭封堵板。

27.2.13　战时生活设施：

1　战时作紧急人员掩蔽部时只供应饮用水，不供应生活用水。可在战时设置饮水间，安装快速装配式玻璃钢水箱，也可在临战时设置桶装纯净水或瓶装水；

2　战时设置男、女干厕所各一个，男、女比例按 1：1 计，男便桶设置数量按每 50 人一个，女每 40 人一个。干厕内便桶占地面积可按每只 1.0 m^2 计算。平时预留干厕位置，临战时用轻质建材隔开。干厕的位置应远离饮水间；

3　饮水间和干厕位置的设置应不影响临战转换期间列车运行时客流的通行。

27.2.14　车站人员出入口和换乘通道防护段处的装修应符合下列要求：

1　防护段处的装修应按照平时检修和平战转换 “转换快捷、操作简便、重复使用”的原则进行装修，同时其装修风格应与出入口整体通道一致或相近；

2　防护段地面装修时，不应有坡度。其盲道铺设时，突出地面面层的高度不得大于 5mm；

3　防护段的装修应一次到位，防护段两侧平时应用伪装门进行伪装。藏门空间的门后维修通道净宽不宜小于 0.8～1.0m。

27.2.15　车站内部的装修应符合防震、抗震要求，镶嵌的构件必须牢固可靠，顶板不抹灰。

27.2.16　利用车站拆返段、存车线等上层地下空间作商业、物业开发时，该部分可纳入车站的同一防护单元内，但应在开发空间部位设置不少于 1 个战时人员出入口，宜结合该部分的平时独立的进、排风井，设置该开发空间范围的战时进、排风系统。

27.2.17　设于全地下的主变电所应按人防要求设防，防护单元人员出入口不少于 2 个，在战时人员出入口设防护密闭门一道，战时主要出入口、进、排风口宜设置在地面建筑倒塌范围之外，如设置在倒塌范围以内时，应采取可靠的防堵塞措施。

27.2.18　设于区间的地下中间风井，应划入该区间所属的防护单元，直通地面的出入口应按人防出入口要求设防。设防护密闭门、密闭门各一道。直通地面的活塞风道，进、排风井宜采取防护密闭门临战封堵。

27.2.19　所有人防防护设备，应选用经国家人防办鉴定过的定型产品。当工程遇到特殊情况，选用定型产品难以满足设防要求时，可以由国家人防办认可的研究单位研制非标设备。

27.3　结构

27.3.1　结构设计应符合下列规定：

1　战时应能承受的荷载按规定的常规武器爆炸动荷载和核武器爆炸动荷载分别一次作用中的不利情况取值；

2　在战时设计荷载作用下，应验算结构承载力，不验算结构变形、裂缝开展、地基承载力与地基变形；

3　应根据防护要求和受力情况，做到各部位、各构件抗力协调一致，防护密闭门门框墙、临空墙、防护密闭隔墙及孔口的防护能力应与主体结构防护能力相一致，区间防护密闭隔断门门框墙按正、反两个方向受力设计；

4　结构构件应进行平时使用条件下的计算，并进行战时荷载作用下验算，取其中的控制条件作为设计的依据。

27.3.2　结构设计计算应符合下列规定：

1　在常规武器爆炸动荷载或核武器爆炸动荷载作用下，动力分析采用等效静载法；

2　在战时荷载作用下，可取常规武器爆炸等效静荷载与核武器爆炸等效静荷载中的较大值与静荷载组合进行验算。

27.3.3　作用在城市轨道交通工程结构构件上的战时等效静荷载标准值应符合下列规定：

1　隧道、明挖区间、地下车站及地下附属结构各部位常规武器、核武器作用下的等效静荷载标准值，应按现行国家行业标准《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ02 进行计算；

2　作用在防护密闭门以外的战时人员出入口及风井上的等效静荷载，应符合下列规定：

1)　有顶板的土中通道结构，应不计由空气冲击波产生的内压作用，只计入作用于结构外部的动、静荷载值，取值方法应与主体结构相同；

2)　无顶板的敞开段结构，不验算武器爆炸动荷载作用，按平时使用条件下的静荷载作用进行设计；

3)　竖井结构，应按由土中压缩波产生的法向均布动载及水、土压力作用进行设计，不考虑由空气冲击波产生的内压作用。

27.3.4　结构设计的截面验算应符合下列规定：

1　在确定等效静荷载标准值和静荷载标准值后，可按静力计算方法进行结构内力分析,对于超静定结构，可考虑由非弹性变形产生的塑性内力重分布；

2　战时使用状况下的结构构件的荷载组合、结构构件截面验算及构造要求应按国家行业标准《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ02 进行。当地下车站、明挖区间和附属结构上部有钢筋混凝土或砌体建筑物时，对于顶板，尚应考虑战时不拆迁的固定设备。当抗力等级为核 6 级、常 6 级时，内、外墙及柱和底板应计入上部建筑物的全部自重；

3　在战时荷载作用下，材料的动力强度设计值应按平时荷载作用下的材料强度设计值乘以材料强度综合调整系数 γd，材料强度综合调整系数 γd 应按表 27.3.4 采用。

表 27.3.4　动荷载作用下材料强度综合调整系数 γ_d

材　　料		动荷载作用下材料强度综合调整系数 γd
钢材	HPP300	1.35
	HRB400 级	1.20
	RRB400 级	1.20
混凝土	＜C55 及以下	1.50
	C60～ C80	1.40
砌体	料石	1.20
	混凝土预制块	1.30

注：① 同一材料的强度综合调整系数，可适用于拉、压、弯、剪、扭等不同受力状态；

② 采用蒸汽养护或掺入早强剂的混凝土，其强度综合调整系数应乘以 0.9 的折减系数。

27.3.5　结构构件验算若达不到人防抗力等级要求时，按战时要求设计。当达不到战时静荷载作用下的强度要求时，可进行临战加固。

27.3.6　除对主体结构验算之外，特别要注意验算较大跨度的反梁、孔口部位门框墙、临空墙、临战封堵的墙体及相关的构件，并加强构造措施。

27.3.7　当连通口采用隐式预留时，主体结构墙内应预设暗梁、暗柱。

27.3.8　**在人防防护段的防毒通道、密闭通道内不得设置沉降缝和伸缩缝。**

27.4　通风

27.4.1　战时通风设计应符合下列规定：

1　紧急人员掩蔽部防化级别为丁级时，应设置清洁式通风和隔绝式防护，物资库应设隔绝式防护；

2　当紧急人员掩蔽部防化级别为丙级时，应设置清洁式通风、滤毒式通风、隔绝式防护三种通风方式；

3　清洁式通风进风系统应设置油网滤尘器，滤毒式通风时进风系统中还应增设过滤吸收器。

27.4.2　战时通风标准：

1　清洁式通风新风量应不小于 5～7m^3/p.h；

2　滤毒式通风新风量应不小于 2～3m^3/p.h；

3　滤毒式通风时，主要人员出入口防毒通道最小换气次数应为 40－50 次/h，工程内部超压不小于 30 Pa；

4　紧急人员掩蔽部隔绝式防护时间不小于 3h，CO_2 浓度不超过 2.5%。

27.4.3　战时通风新风量应符合下列规定：

1　清洁式通风新风量应按车站清洁区掩蔽人数和清洁式通风新风量标准设计；

2　滤毒式通风新风量应按以下两种方法分别计算，并选用较大值：

1）　按车站清洁区掩蔽人数和滤毒式通风新风量标准计算新风量；

2）　按战时主要出入口防毒通道换气所需排风量和维持清洁区防毒超压所需的风量之和确定。

27.4.4　战时通风系统应采用机械送风方式，消波宜选用门式活门。战时进、排风口宜分别设置在车站两端。

27.4.5　应利用平时使用的进、排风井道兼做战时的进、排风井道，应利用平时使用的空调通风系统的风机和管路兼做战时送、排风系统的风机和管路。当战时进风系统因增加了消波活门、油网滤尘器、密闭阀门以及排风系统增加了消波活门、密闭阀门后，利用平时进、排风机选型的风量、风压不能满足战时通风要求时，宜在进、排风口加设人防专用进、排风机。

27.4.6　战时正常情况下可考虑列车行驶，所有站台门全部打开。

27.4.7　战时的通风设备宜就地控制。

27.4.8　战时滤毒式通风：进风系统应按防化规范要求设置滤毒室，内设除尘器、过滤吸收器等设备，滤毒风机风量大于清洁式风量时，可单独设置风机。滤毒式通风时进行超压排风。在战时主要出入口防毒通道的第一道防护密闭门门框墙上应设置防爆超压排气活门、第二道密闭门门框墙上设置密闭阀门。

27.4.9　滤毒式通风系统应设置测压装置，测压管一端应直通第一道防护密闭门以外，另一端应与进风机室的测压装置相连，测压管应采用 DN15 热镀锌钢管，并应设置闸阀开关。

27.4.10　战时人员出入口的防毒通道、密闭通道的防护密闭隔墙、密闭隔墙上应设置气密测量管；气密测量管采用 1 根 DN50 的镀锌钢管，且两端应有防护密闭措施。

27.4.11　通风系统平战转换措施必须满足战时的防护要求和使用要求，战时人防通风系统的滤毒设备平时可不安装，但应与城市轨道交通工程设计同步完成。其它战时通风设备安装到位。使用的设备应采用国产定型的产品。

27.5　给排水

27.5.1　给排水设计应符合下列规定：

1　战时给、排水系统应利用城市轨道交通工程平时给水系统供水；

2　各防护单元战时给、排水系统应自成独立系统；

3　防护阀门应采用阀芯为不锈钢或铜材质的闸阀或截止阀，且阀门应有明显的启闭标志。阀门与管道的连接应采用法兰连接或丝扣连接。

27.5.2　平时和战时进、出工程的给水管、空调冷冻水管、排水出户管等给排水管道应按下列规定设置公称压力不小于 1.0MPa 的防护阀门：

1　穿越围护结构时应在工程内侧，靠近穿越（200mm）处设置闸阀；

2　穿越防护段时应在靠近第一道防护门（防护密闭门）门框墙的内侧设置闸阀；

3　管道穿过防护单元隔墙时，应在墙两侧分别设置闸阀。

27.5.3　专供平时使用而战时不用的如冷却塔循环水管、消防水管等，在穿越工程围护结构或防护密闭墙时，可在工程内侧靠近穿越处管道上安装一小段（≤300mm）法兰短管及可曲挠橡胶接头，战时可拆下法兰短管及可曲挠橡胶接头，换装上钢板堵头封堵。钢板堵头平时存放在法兰短管附近。

27.5.4　紧急人员掩蔽部战时用水标准按每人每天 3 升，保障给水天数 3 天，战时贮水容器可采用快速装配式水箱，在临战时 15 天转换时限内完成安装，也可贮存桶（瓶）装饮用水。人员饮用水按每 50～100 人配置一台饮水机。

27.5.5　给水管、排水管管材应符合下列规定：

1　穿越工程围护结构处或防护密闭墙、密闭墙时的给、排水管应采用金属管材，不得采用非金属管材，管道配件与接口应与所选用的管材相匹配。管线穿越防护段处的管材连接方式一般采用法兰连接、沟槽连接，丝扣连接等方式，如采用焊接，应对焊接破坏管道防腐层的位置重新进行防腐处理。工程内部给水管宜采用给水塑料管；

2　穿越工程防护围护结构处或防护密闭墙的给、排水管材的额定工作压力不小于 1.0M Pa，并应作防护密闭处理；穿越密闭墙的给、排水管线应作密闭处理。

27.5.6　战时主要出入口防毒通道或密闭通道内应设置冲洗阀。洗消贮水量按冲洗一次受污染面积 5～10L/m^2 计算确定。冲洗水量按战时主要出入口一次冲洗水量贮存，计算水量超过 5m^3 时可按 5m^3 计算。冲洗水箱宜设在靠近防毒通道或密闭通道的位置，战时宜采用手动、电动两用移动泵加压供水。水箱水源应从车站内平时给水管上接入。在设置饮用水箱、冲洗水箱位置处预留好进水管、出水管以及各种预埋件，并设有明显标志。水箱的附近应设置地漏。

27.5.7　战时人防出入口防护密闭门外需设洗消污水集水坑，集水井可与平时排水集水井（如自动扶梯集水井）相结合，其有效容积不小于 1.0 m^3。可用移动式污水泵将集水坑收集的洗消污水排至城市污水管网; 有冲击波余压需洗消的通道或房间宜设置金属清扫口或防爆波地漏；防护密闭门以外的通道，宜设置防爆波清扫口或防爆波地漏；地漏和清扫口直径不宜小于 75mm。

27.5.8　平时设置的生活给排水设施可兼顾工程战时功能。人防内的污、废水系统采用压力排水方式排出人防，但在隔绝防护时，车站人防范围内不得向外排水。

27.5.9　设有敞口风井或地面的雨、废水不宜排入人防防护区内；当无法处理必须排入到人防防护区内时应设置防爆地漏，管径不得小于 80mm,数量不得少于 2 个，排水管道在防护区内应设置公称压力不小于 1.0MPa 的防护阀门。

27.5.10　区间排水泵房的排水管排出方向，宜从同一防护单元内的车站端头井风道内排出。

27.5.11　相邻防护单元的防护密闭隔断门的位置处在车站的单向下坡方向，并设有排水废水泵房时，则防护密闭隔断门下端地面轨道排水沟可截断不连通。防淹门下端地面轨道排水沟平时不宜连通。

27.6　电气

27.6.1　战时供电电源宜由下列三部分组成：

1　电力系统电源、由车站降压变电所供 220/380v 电源；

2　车站平时配备的蓄电池组(EPS、UPS)；

3　人防区域电源或自备电源。

27.6.2　战时负荷应按下列规定划分为三级：

1　一级负荷：应急照明、通信报警设备；

2　二级负荷：重要的通风设备、电动密闭阀门、电动防护设备；

3　三级负荷：不属于一级和二级的战时人防其他负荷。

27.6.3　战时各级负荷的供电应符合下列规定：

1　一级负荷应由车站两路电力系统电源和平时配电的蓄电池组供电，蓄电池组连续供电时间不应小于隔绝防护时间；

2　二级负荷宜由车站一路电力系统电源和平时配电的蓄电池供电；

3　三级负荷由电力系统电源供电；

4　由人防区域电源或自备电源供电。

27.6.4　战时照明应符合下列规定：

1　战时正常照明可利用车站平时节电照明；

2　战时人员掩蔽范围内的应急照明可利用车站平时应急照明灯具。

27.6.5　从防护区内引到非防护区的照明回路，当灯具共用一个电源回路时，应在防护区内侧设置短路保护措施，或对非防护区的照明回路单独设置电源回路。

27.6.6　各类强、弱电线路在密闭段敷设时，应符合下列规定：

1　所有穿过外墙、临空墙、防护密闭墙、密闭墙的电气管线均应预埋防护密闭穿墙保护管，并应有防护密闭措施；按照一根电缆穿一根管的原则。有防电磁涡流要求的应选用无磁性不锈钢管，预埋穿墙保护管应选用热镀锌钢管，管壁厚度不小于 2. 5mm；

2　电缆桥架不得直接穿过临空墙、防护密闭隔墙、密闭隔墙，当必须通过时应改为穿管敷设，并应符合防护密闭要求；

3　在防护密闭隔断门、防护密闭门、密闭门、临战封堵等处的门框墙上，均应预留 4~6 根专供人防战时使用的备用管，管径为 50~100mm 的热镀锌钢管。

27.6.7　战时应以人防防护单元为单位，每个车站就近引接人防区域电站的电源，降压变电所（跟随）宜引入二个回路。在车站降压（跟随）变电所的低压配电屏两段母线上各设置一个进线开关。区域电源路径宜从人防连通口或出入口中引入。

27.6.8　引接人防区域内电源应与车站降压变电所的供电系统有机结合。区域内电源进线开关与电力系统电源开关间应有防止误并列的可靠措施。人防专用进、排风机的电源宜由环控电控室供给。

27.6.9　防护单元内的用电设备应由本防护单元内的人防电源供电。车站配电系统宜利用平时的配电系统。做到平战结合。区间隧道照明电源可按平时供电模式设计。

27.6.10　当战时设有滤毒式通风时，车站应设置三种通风方式信号装置系统，在车站控制室设置通风方式声光信号控制箱，在环控电控室、战时进、排风机室、战时人员出入口处最里面一道密闭门的内侧，应设置显示三种通风方式的声光信号箱，其它部位不需要设置。在

战时人员主要出入口防毒通道的防护密闭门外侧墙面上应设置一个有防护能力的音响信号按钮，音响信号应设置在车站控制室的通风方式声光信号控制箱内。

27.6.11　在轨道出入段线洞口设置的出入线段防护密闭门、出入线段密闭门、正线上设置的防护密闭隔断门、防淹门等的开启状态应设有输出无源触点接口，供 BAS、信号专业显示、报警、发出信号使用。

27.6.12　**各种动力配电箱、照明箱、控制箱，不得在外墙、临空墙、防护密闭隔墙、密闭隔墙上嵌墙暗装。若必须设置时，应采取挂墙式明装。**

27.6.13　战时通信设计应符合下列要求：

1　战时人防通信设备均应利用车站平时的通信系统（专用通信系统、民用通信系统、公安通信系统）的设备和网络，与人防通信系统网络联通；

2　车站战时人员出入口、进、排风道人防密闭门内侧、隧道口出入线段密闭门内侧，区间隔断门（含防淹门）等处，在战时各设电话机 1 部，车站控制室内设人防专用自动电话一部，平时预留电话出线盒。

27.7　平战转换

27.7.1　平战转换措施应能满足战时的抗力、密闭、防早期核辐射等各项防护要求，并应在规定的转换时限内完成。

27.7.2　**下列项目应在工程施工、安装时一次完成，不得实施预留设计和二次施工：**

1　战时使用的出入口、通风口及其它孔口的防护设施；

2　区间正线上的防护设施；

3　钢筋混凝土或混凝土浇筑的结构或构件；

4　防爆波地漏、防爆波清扫口、给水引入管和排水出户管。

27.7.3　专供平时使用的人员出入口，临战时采用垂直封堵措施，应在 3d 转换时限内完成。对临战时采用预制构件进行垂直封堵的平时人员出入口，其洞口净宽不宜大于 7.00m, 净高不宜大于 3.00m，在一个防护单元中的总数不宜超过 2 个。专供平时使用的人员出入口不宜采用水平封堵。

27.7.4　专供平时使用的进风口、排风口、活塞风口的平战转换应符合下列要求：

1　采用垂直封堵措施时应在 3d 转换时限内完成；采用水平封堵措施时应在 15d 转换时限内完成；

2　车站每端至少应有一个平时专用通风口采用防护密闭门封堵；

3　对临战时采用预埋构件垂直封堵的平时通风口，其洞口净宽不宜大于 7.00m, 净高不宜大于 3.50m；

4　对临战时采用预制构件水平封堵的平时通风口，其洞口净宽不宜大于 5.00m；

5　临战时采用预制构件进行封堵的平时通风口在一个防护单元中不宜超过 4 个，采用水平封堵的平时通风口不宜超过 1 个；

6　对临战时采用预制构件垂直封堵的平时通风口，应设置安装人员实施封堵后的撤退路径。竖井内宜设钢爬梯。

27.7.5　对于宽度在 2.50m 及以下的战时不使用的门洞应采取防护密闭门临战封堵。

27.7.6　因平时使用的需要，在车站的顶板上或在防护密闭楼板上开设的采光窗，其净宽不宜大于 3.00m, 净长不宜大于 6.00m，在顶板上采用的封堵措施应在 3d 转换时限内完成。在防护密闭楼板上采用的封堵措施应在 15d 转换时限内完成。

27.7.7　专供平时使用的楼梯、自动扶梯及净宽大于 3.00 m 的穿板孔，宜将其设置在防护密闭区之外。

27.7.8　对防护单元隔墙上开设的平时通行口以及平时穿墙孔，所采用的封堵措施应在 15d 转换时限内完成。对于临战时采用预制构件封堵的平时通行口，其洞口净宽不宜大于 7.00m, 净高不宜大于 3.00m。

27.7.9　当防护单元内的空间跨度较大、因平时使用功能需要设柱受限时，可按临战时设置后加柱设计，临战时后加柱的安装应在 15d 转换时限内完成。

27.7.10　设置在防护密闭门、密闭门、防护密闭隔断门、防淹门等门框墙、临空墙上的各种预埋电气管线，除防淹门墙、防火分区隔墙上的预埋管及平时有要求的管孔需封堵外，其他管孔均可不作密闭封堵处理，临战时应采取防护密闭或密闭措施，应在 15d 转换时限内完成。

27.7.11　防护功能转换设计宜优先采用标准化、通用化、定型化的防护设备和构件。

28　环境保护

28.1　一般规定

28.1.1　城市轨道交通工程建设期和运营期应贯彻国家环境保护法律法规，执行国家与行业相关政策和技术规范，其工程设计、施工和运营应采取必要的环境保护措施，达到国家环境质量标准，并符合国家和宁波市有关污染物排放标准的要求。

28.1.2　环境保护工程设计应遵循统一规划、合理布局、综合治理、防治结合的原则。从环境保护的角度论证工程的线位、站位、敷设方式和建设方案的合理性及可行性，对环境敏感区和敏感建筑物宜尽量避绕。

28.1.3　环境防护对象及保护措施应符合环境保护行政主管部门批复的环境影响报告书确定的保护目标及其污染防治措施的要求。对于规划待建的保护目标应预留环境保护措施实施的条件。

28.1.4　环境保护设施应根据工程设计年限，按远期预测的客流量和最大通过能力设计，可按近期和远期分期实施。

28.1.5　环境保护措施应包括噪声和振动治理、污水处理、废气和粉尘治理、固体废物储运、电磁辐射防治、生态保护、文物保护等工程设备与设施。

28.1.6　环境保护设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，并应符合环境保护设施竣工验收的要求。

28.2　噪声污染防治

28.2.1　环境噪声基本要求：

1　城市轨道交通噪声污染防治应遵循《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，并符合《声环境质量标准》GB3096、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348 以及《宁波市中心城区〈城市区域环境噪声标准〉适用区域划分技术报告》的规定；

2　当轨道交通线路采用地上线路穿越居民区、文教区时，应根据沿线声环境功能区划及其噪声标准要求，确定噪声防护距离。当工程条件不能满足标准的规定时，应采取噪声防护措施，以达到环境噪声标准的要求；

3　地面、高架线以及风亭、冷却塔等声源应远离噪声敏感区和敏感建筑物，风井风口应背向噪声敏感建筑、风口风速不应大于 4m/s；根据沿线声环境功能区划及其噪声标准要求，确定噪声防护距离。当工程条件不能满足标准的规定时，还应在常规消声设计的基础上强化噪声防护措施，以达到环境噪声标准的要求；

4　通风空调系统降噪应从声源降噪入手，各类通风空调系统设备应选择低噪声产品，并应根据《声环境质量标准》GB3096 中规定的相应区域噪声限值的要求，分别在风机的进风口和出风口设置消声器；

5　当风亭、冷却塔噪声不能达到《声环境质量标准》GB3096 中相应区域噪声限值时，应根据城市轨道交通工程环境影响报告书的要求，采取减振降噪措施；

6　城市轨道交通工程应选用符合环保要求的桥梁、轨道、车辆及设备。轨道交通应优先选用低噪声车辆，降低各车载设备的噪声等级。司机室、客室噪声应符合 ISO3381 和 ISO3095 标准的要求；

7　城市轨道交通车站无列车的情况下，其车站站台、站厅环境噪声不得超过 70dBA，管理用房的环境等效声级不得超过 60dBA。车站站台列车进出站噪声应符合现行国家标准《城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法》GB14227 的规定。不采用站台门系统的车站，站台层轨行区墙面及站台下部宜采用吸声处理；

8　对于建成区，地面、高架线路应远离噪声敏感区域和重要敏感建筑等环境保护目标。列车运行噪声对环境的影响应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB3096 中相应区域噪声限值的规定；

9　车辆基地的位置应选在非环境敏感区域。车辆基地的厂界噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348 中相应区域噪声限值的规定。

28.2.2　声屏障设计要求：

1　地面、高架线路临近噪声敏感区域侧应设置声屏障；

2　声屏障的设置应使被保护噪声敏感建筑处于其声影区内，声屏障的高度（指路基面或桥面至声屏障顶部高度）根据需要确定；

3　地面、高架线沿线两侧已建或规划拟建的高层建筑为非密集型的，宜在两股线路中间设置双向吸声屏障，同时在线路两侧按环境要求设置声屏障；

4　声屏障应符合《声屏障声学设计和测量规范》HJ/T90 的规定，兼顾声学性、安全性、稳定性、耐候性及与景观协调等要求；

5　声屏障的声学性能应满足下列要求：

1)　声屏障设计目标值应为采用综合减振降噪治理措施后，总体降噪目标值中的分配目标值；

2)　声屏障的几何形状，可包括直立形、折板形、T 形、弧形，以及半封闭或全封闭的形式。声屏障可在高架桥、单体桥、挡土墙及路基上选择设置，其位置可以在线路双侧、单侧或线路中间，但必须满足限界要求；

3)　声屏障的长度设计，应覆盖相应的声环境保护目标，尤其声屏障的两端纵向延伸长度应使其对敏感点具有与声屏障设计插入损失相匹配的声衰减，其总长度不应小于运营远期列车编组的长度；

4)　声屏障设置高度，应按保护目标的高度，选择不同高度的声屏障，计算其实际插入损失，并根据各段声屏障的设计目标值，进行声屏障方案的综合比选和优化；

5)　声屏障声学构件的隔声性能，应按现行国家标准《声学 建筑和建筑构件隔声测量》GB/T19889 的有关规定，采用 100～3150Hz 的 1/3 倍频带中心频率的隔声指数（或隔声量），一般为 30 dB(A)，具体数值应在具体项目的声学设计技术条件中作出规定；

6)　声屏障声学构件的吸声性能，应按现行国家标准《声学混响室吸声测量》GB/T20247，采用 200～2500Hz 的 1/3 倍频带中心频率的吸声系数，并应大于 0.6，具体数值应在具体项目的声学设计技术条件中作出规定；

7)　双侧、单侧或上、下行线路中间设置的声屏障，均应在朝向声源一侧考虑吸声结

构的设计；

8) 声屏障构件之间、声屏障与挡土墙或桥梁底梁之间不允许有明显的缝隙或孔洞。声屏障构件之间应使用弹性材料密封，高架桥上设置的声屏障应在声屏障与桥梁底梁之间设计挡声板。

6 声屏障的安全性应满足下列要求：

1) 区间高架桥两侧声屏障应按建筑限界设置；当采用半封闭弧形声屏障，其上部与设备限界安全间隙不宜小于 200mm；当两线间设置 T 型矮声屏障（T 型平台）时，不得侵入设备限界，并满足部分电缆悬挂，或接触轨安装，不影响轨道及接触轨的铺设、维修和养护；

2) 声屏障材质的选用，应防止其受到撞击后破碎而坠落；

3) 声屏障的使用寿命不少于 15 年，钢结构框架使用寿命不少于 50 年。

7 声屏障的稳定性应满足下列要求：

1) 高架结构设计的荷载计算应考虑声屏障的自重，并对声屏障立柱基础预埋件的位置、间距、跨距、高差提出设计与施工要求；

2) 声屏障的基础设计计算，应符合《建筑地基基础设计规范》GB50007、《混疑土结构设计规范》GB50010 和《砌体结构设计规范》GB50003 的规定；

3) 钢结构立柱、钢结构连接件和声学构件的设计计算应符合《钢结构设计规范》GB50017 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 及其它有关规定；

4) 声屏障的结构设计中应考虑直接作用力和间接作用力。直接作用力包括永久荷载（如静载、土压力）、可变荷载（如风、雪荷载）、偶然荷载（如撞击力等）。间接作用力包括地基沉降、混凝土收缩、焊接变形、温度变化或地震等；

5) 声屏障荷载应考虑自然风载与列车动载；

6) 声屏障的抗震设防烈度，应符合《建筑抗震设计规范》GB50011 的要求，并应与高架桥抗震设计要求一致。

8 声屏障的耐候性应满足下列要求：

1) 声屏障的钢结构立柱、钢结构连接件和声学构件应符合《钢结构设计规范》GB50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 和《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046 的相关规定；

2) 声屏障的吸声材料应具有不吸水、不渗水的防水（潮）性能。声学构件应有排水措施；

3) 声屏障声学构件所用材料应满足《建筑材料燃烧性能分级方法》GB8624 规定的 B1 级及以上的要求；

4) 声屏障设计应考虑由于温度变化而引起的变形处理；声屏障设计和材料的选用应考虑由于阳光或灯光照射而造成的眩光影响;声屏障的形式、材料、色彩等设计应与沿线城市景观相协调。

28.3 振动基本要求

28.3.1 城市轨道交通振动污染防治应符合《城市区域环境振动标准》GB 10070 的规定。

28.3.2 文物建筑的振动速度应符合现行国家标准《古建筑防工业振动技术规范》GBT50452 的相关规定。

28.4 水环境保护措施

28.4.1 水污染防治设计应遵循《中华人民共和国水污染防治法》的规定，应符合现行《污水综合排放标准》GB8978 及《宁波市城市排水和再生水利用条例》的有关规定。

28.4.2 水环境保护措施、污水处理深度和排放去向应根据相应工程批复的环境影响报告书核准的环境保护措施以及确认的受纳水体确定。

28.4.3 车站、车辆基地的生活污水、生产废水（含已经处理后的生活污水、生产废水）均不得排入城市水源保护水域，其水污染物排放应符合《污水综合排放标准》GB8978 的规定，并达到水环境功能区的水环境质量标准。

28.4.4 水环境保护措施应符合有关设计技术规范的要求与规定。

28.4.5 车辆基地生产废水宜经处理后回收循环利用。

28.4.6 车辆基地的含油废水必须进行厂区内污水处理，并应达到国家和宁波市污水排放标准后排放。

28.5 大气环境保护措施

28.5.1 大气环境保护措施应根据批复的环境影响报告书确定，其大气污染物排放应按照宁波市环境保护管理部门确认的大气污染物排放标准执行，并达到大气环境功能区的环境空气质量标准。

28.5.2 大气污染防治设计应遵循《中华人民共和国大气污染防治法》，应符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB14554、《锅炉大气污染物排放标准》GB13271、《饮食业油烟排放标准》GB18483 的规定。

28.5.3 车辆综合基地应采用清洁能源供热设备，禁止采用燃煤锅炉。

28.5.4 风亭周围宜种植对 CO_2、NO_X、CO 等有害气体及颗粒物吸收能力强的灌木植物。

28.5.5 厨房油烟应经净化处理，净化处理设施的最低去除率应符合国家标准《饮食业油烟排放标准》（试行）GB18438 的规定，其排气筒出口朝向应避开易受影响的建筑物。

28.6 电磁辐射环境保护措施

28.6.1 城市轨道交通电磁辐射主要包括 110kV 及 110kV 以上主变电站的电磁辐射和列车运行中产生的电磁辐射。

28.6.2　主变电站和列车运行中所产生的电磁辐射，其工频电场、工频磁场对公众环境生物效应的影响应符合《电磁辐射防护规定》GB8702 的规定。

28.6.3　列车在地下线路和高架线路行驶时所产生的电磁辐射对收听收看广播、电视的影响，可参照国际无线电咨询委员会推荐的评价标准，当电视信号接收场强达到规定值时，信噪比不低于 35db(μV/m)。

28.6.4　110kV 及 110kV 以上主变电站应远离敏感建筑物。根据保护对象的敏感程度，主变电站距敏感建筑物的防护距离应为 15～30 m 以上。否则，主变电站可采用地下方式或对主变电站周围采取植树绿化等防护措施。

28.7　其他

28.7.1　城市轨道交通的线路走向，尤其是地面线、高架线的选择，车站、车辆基地的选址，应对生态环境、自然资源、文物古迹、风景区进行保护。

28.7.2　高架线路、车站的设置不应影响线路两侧建筑物的日照环境。

28.7.3　高架车站外墙面材料的选择应避免对线路两侧建筑造成光污染。

28.7.4　城市轨道交通地面线、高架线及地面建筑的设置应与城市景观相协调。

28.7.5　地面、高架线两侧及车站、车辆基地区域宜绿化。

29 节约能源

29.1 一般要求

29.1.1 坚持节能优先、效率为本，技术支持，全方位推进节能工作，走可持续发展道路。

29.1.2 采取的节能技术措施应满足轨道交通运营安全、高效运行、客运服务发展的要求。

29.1.3 节能措施应安全、可靠、先进、可维护。

29.1.4 工程设计中应根据工程的具体特点，地理和气候特征，选用针对性强、可实施、有实效的工程节能技术措施。

29.1.5 节能设计必须处理好投资与经济效益之间的关系，避免为节能而造成投资浪费，节能技术措施应进行技术经济比选，优化选用。

29.1.6 满足正常运行且常用的设备应采用高效设备，且满足一级能效。

29.2 线路

29.2.1 线路平面线形应尽量顺直，根据车辆的技术条件和沿线控制性因素，选用较大半径的曲线。

29.2.2 合理分布车站，站间距不宜过小。

29.2.3 在有条件地段宜尽量采用地上线敷设方式，以利节能并减小运营成本。

29.2.4 地下线路纵断面设计应根据条件，尽量按“高站位、低区间”的要求设置合理的线路节能坡段。

29.2.5 节能坡的设计应符合列车运行规律，避免列车交替使用制动工况和牵引工况。

29.2.6 纵断面设计应尽量避免设置长大坡段。

29.3 车辆

29.3.1 车辆宜采用铝合金车体，减轻车体的自重。

29.3.2 车辆各系统应轻量化、高效率。

29.3.3 车辆空调机组要求：

1 选用高性能的车辆空调机组，额定工况下空调机组能效比≥2.3；

2 车辆宜采用冷暖节能型空调，采用变频或分级控制，空调机组的制热功能应采用热泵技术实现；

3 选用的空调机组应能根据客室载客量的变化自动调整客室新风量，在满足客室内环境要求的条件下，车辆空调系统以最节能的方式运行。

29.3.4 车辆照明要求：

1 列车客室内应选用节能型照明灯具；

2 结合照明技术的发展，地上线路运行的列车，根据外部光线强度的变化，宜采用光控或其它控制方式对客室内主照明进行控制；

3　列车客室内的照度宜为 200～250lux（0.8m 高度）；色温宜为 5000K 左右。

29.3.5　车辆应采用交流变频变压(VVVF)传动装置，列车制动再生能应能反馈到牵引电网，为线路上其它列车所用。

29.3.6　设车载电阻的列车宜减少列车制动电阻的重量。

29.3.7　列车设计应尽量减少辅助系统的能耗。

29.3.8　列车应具有整车及各主要单元能耗计算和记录功能，车辆牵引系统、辅助系统、空调单元应能对各自能耗进行记录。

29.3.9　列车应有运行里程的统计功能。

29.3.10　列车应设置能耗数据及运行里程等数据的输出接口，接口协议开放，数据能通过车地无线通信上传至能耗管理中心。

29.4　行车组织

29.4.1　根据线路的客流特点，制定合理的列车运行交路，减少配车数量，控制建设投资规模。

29.4.2　合理安排全日各时段列车开行对数，提高列车满载率，减少列车空驶距离。

29.4.3　在满足旅行速度的条件下，宜增加列车区间“惰行”时间，减少列车停站时间。

29.4.4　在满足服务水平的前提下，结合信号系统的要求，宜采用列车节能运行图模式运行。

29.4.5　节能运行图的设计需针对城市轨道交通系统的实际情况，通过模拟仿真进行分析，以得到最优的方案和达到最大的节能效果，同时还需要满足该系统的其它运营要求。

29.5　供电

29.5.1　中压供电网络要求：

1　宜采用二级降压供电的方式，电压等级宜选择为 35kV；

2　宜采用牵引供电和动力照明供电共用方式；

3　应合理设置环网方式及设备数量，降低设备损耗和线路损耗；

4　应合理选择环网电缆截面，使电缆电流密度经济合理，减少损耗；

5　在满足可靠性、电能质量的前提下，合理设置供电分区，力求各分区功率分配均衡。

29.5.2　变电所要求：

1　在有条件的情况下，主变电所、降压变电所的设置应实施资源共享；

2　变电所的位置应靠近负荷中心；

3　应合理设置牵引变电所的间距，减少设置数量；

4　应采取降低两套整流机组阻抗电压的不平衡度和保证两套整流机组的连接电缆阻抗相等的措施，使牵引变电所的两套整流机组出力平衡；

5　变电所设备的布置应紧凑合理，有利于电缆敷设路径顺畅，减少配电线路电缆长度；

6　牵引整流机组应采用 24 脉波整流装置，降低由于高次谐波引起的电力附加损耗；

7　应合理选择变压器的容量，减少变压器空载损耗，提高运行效率、降低投资成本及

运行维护成本；

8　电气设备的信号指示灯应尽量采用 LED 作为发光元件，设备的操作、信号电源电压等级宜采用 DC220V 或 DC110V；

9　开关柜内的电流互感器二次侧额定电流宜采用 1A；

10　注入城市公共电网的谐波应满足现行国家标准《电能质量公用电网谐波》GB/T14549 的要求；

11　0.4kV 侧两段低压母线上宜设置有源滤波器；

12　应选择高效、低损耗、噪音小的自冷干式变压器。

29.5.3　接触网要求：

1　应采用直流 1500V 架空接触网供电，地下线路宜采用刚性接触网；

2　正常运行时，正线接触网宜采用双边供电方式；

3　接触网载流截面应与线路的列车取流相适应，并适当考虑冗余；

4　馈电线导电截面应与接触网导电截面相适应。

29.5.4　照明配电要求：

1　照明配电设计应遵循“合理供配电原则”，根据用电负荷的分布特点，照明配电室应设在负荷中心处，减少线路损耗；

2　各类场所的照度应满足现行国家标准《城市轨道交通照明标准》GB/T 16275 和《建筑照明设计规范》GB50034 的要求；一般标准装修的车站公共区照明功率密度（LPD）值应小于 7 W/m^2；较高标准或高标准装修的车站公共区照明功率密度(LPD)值应小于 9 W/m^2；

3　照明配电回路的划分应满足分时、分组、分段控制的要求。车站公共区以站厅或站台中心线为界，半个站厅或站台为一个控制单元；

4　车站出入口、站厅层及站台层等照明，在有自然采光的区段，应设单独照明回路且采用光控方式；设备用房和办公用房照明宜采用就地控制方式；

5　车站照明应采用高效节能型灯具及光源、选用谐波含量小的电子镇流器，照明回路的功率因数应大于 0.9；

6　车站宜设置智能照明监控管理系统，对公共区、设备及管理用房区域内的照明系统进行自动控制；BAS 系统可通过车站智能照明监控管理系统进行正常运营运行、节电运行和停运经济运行等模式控制等。

29.6　车站自动扶梯

29.6.1　新建车站自动扶梯应选用变频控制设备，控制自动扶梯的启停、调整自动扶梯的转速，并保证运行平稳。

29.6.2　自动扶梯入口处宜安装感应装置，无人时，经过延时，自动扶梯自动进入低速运行状态，如较长时间无人，则自动停止；有人时，感应装置发出信号，扶梯经变频调速至额定速度。

29.6.3　既有车站自动扶梯可采用变频技术、相控技术等节能措施。

29.7 通风空调系统

29.7.1 通风空调系统应根据车站公共区、区间隧道、控制中心、车辆基地、设备及管理用房等各功能区不同的室内环境要求，以“个性化空调，按需通风”的原则进行系统和运行模式的设计。

29.7.2 通风空调系统应根据室内外气象条件，选定合理的设定值和不同的空气处理过程，进行变工况运行，充分利用室外空气的自然冷却能力。

29.7.3 车站公共区空调通风和区间排热通风系统应采用变频技术，具备随负荷变化调节供风（冷）的能力。

29.7.4 通风空调系统应根据经济流速，合理确定风管尺寸，使输送能耗保持在经济合理的范围内。

29.7.5 空调的风管及水管的保温应选择隔热性好、耐火、施工方便、性价比高的保温材料，对空调的风管及水管进行有效保温，以减少输送过程中的冷量损失。

29.7.6 空调冷源应选择具有根据冷冻水回水温度变化情况自动调整出力的冷水机组。

29.7.7 通风空调系统的设计和设备配置应充分考虑运营节能，并宜充分利用自然冷、热源。

29.7.8 冷水机组的冷水供、回水设计温差不应小于 5℃。在技术可靠、经济合理的前提下宜尽量加大冷水供、回水温差。

29.7.9 冷水机组、冷却塔应位于车站的同一端，减少水泵运行能耗。

29.7.10 通风空调系统应选用高效设备，要求大型单向运转风机的效率不低于 85%，双向运转的大型风机效率不低于 75%，冷水机组宜采用部分负荷调节性能好的螺杆式冷水机组。

29.7.11 冷水机组、冷冻水系统、冷却水系统应采用智能控制模式，并具有高度的跟随性和应变能力，以获得最佳的控制效果。

29.7.12 冷却水系统应具有过滤、缓蚀、阻垢、杀菌、灭藻等水处理功能；冷却塔应设置在空气流通条件好的场所。

29.8 给排水及消防

29.8.1 各车站生产、生活供水系统的设置在保证水压的前提下，应充分利用市政自来水的压力，分压供给；如果必须加压供给的，应采用变频调速水泵供给，消防管利用自来水压力直接加压供给。

29.8.2 排水系统应充分利用地形高差，尽量采用重力流直接排放，避免或减少提升排放。

29.8.3 合理选用各类高效节能水泵，合理选择管网系统的管材。

29.8.4 卫生洁具应采用节水型延时自闭式冲洗阀或自动冲洗装置，也可采用感应式冲洗阀。

29.9　弱电系统

29.9.1　在满足设计要求和质量可靠的前提下，弱电各系统设备均应选用高效、节能的设备与器材。

29.9.2　合理配置系统设备，尽量采用结构简单、设备配置少的系统。

29.9.3　合理选择电缆截面，使电缆电流密度经济合理。

29.9.4　弱电各系统宜减少使用铜芯缆线，尽量采用光缆，减少传输损耗。

29.10　建筑节能

29.10.1　建筑设计应满足国家建设部《民用建筑节能管理规定》。

29.10.2　建筑围护结构应尽量减少不可再生能源的消耗，提高能源的使用效率；减少建筑围护结构的能量损失；降低建筑设施运行的能耗。

29.10.3　浅埋车站、高架车站应采用日光利用技术；地下车站，自然采光的运用需结合车站建筑条件，选用合适的形式。

29.10.4　在建筑单体（如办公楼，控制中心等）设计中，宜采用墙体节能、门窗节能、屋面节能等新技术。

29.10.5　在工程材料的选用中，宜采用可循环再用建筑材料以及新型环保材料。

29.10.6　在建筑总平面布置中，宜将需要设置空调的建筑南北向布置或与南北向接近的形式布置，充分利用日照及自然通风，避免西晒，减少空调用电量。

29.10.7　车辆基地内综合办公楼、运用库、检修库等的围栏结构，应有一定的保温隔热等节能构造措施，选用节能环保玻璃涂料和外墙隔热涂料等新型建筑材料。

29.11　车辆基地节能

29.11.1　在保证生产工艺流程合理先进的同时，工艺总图布置应按车辆检修维护、综合维修等不同功能的设施统筹布局，提高各设施设备的利用效率，减少占地面积。

29.11.2　在车辆基地内宜采用雨水、废水的综合回收利用技术，节约水资源。

29.11.3　车辆基地内的大库房屋顶具备条件时宜设置屋顶绿化、蓄积部分雨水，降低室内温度，节约能耗。

29.11.4　当负荷（风量、冷量）变化较大时，空调通风系统宜具备随负荷变化调节供冷（风）的能力；库房宜采用以自然通风为主的通风方式。

29.11.5　在车辆基地内，宜利用太阳能光伏发电并网、太阳能热水、采暖、制冷综合热利用技术，发展绿色能源。

30 工程筹划

30.1 一般规定

30.1.1 依据工程规模和特点，工程筹划应就整个工程设计、施工准备、施工组织、施工进度等进行策划，为项目分年度工程进度控制、施工、投资和资源安排提供依据。

30.1.2 在工程总体实施计划的指导下，工程筹划应根据工程特点、施工方法和工艺、资源配置、设备招标及安装要求、使用要求等分别进行筹划，在保证工程可实施性的前提下，确保相关工程及各阶段合理搭接，达到合理占地、合理拆迁、减少（环境）干扰、缩短工期、节约造价的目的。

30.1.3 工程筹划应包含工程实施的各个阶段，主要包括前期工作筹划，即勘察设计（含分项设计）、报批、招标；土建施工筹划，包括施工准备、土建工程施工等；轨道铺设；设备安装和装修；全线联调；试运行等。

30.1.4 设计阶段的工程筹划包括的主要内容有：

1 工程总体进度安排；

2 关键工程施工方法和工艺；

3 工程初步标段划分；

4 工程实施阶段划分；

5 施工准备；

6 确定施工用地范围；

7 工程范围现状管线及规划管线标定，提出管线处理方案；

8 施工交通组织初步方案；

9 工程进度和各站点工程进度计划；

10 设备安装和装修进度计划；

11 全线联调、试运行等。

30.1.5 工程筹划应对建设过程以及工程建设与周边环境、建筑、市政设施、管线、河流、铁路、文物等的关系进行分析，对工程建设过程可能存在的动拆迁、影响施工进度的风险因素进行描述和评价，提出相应的管理和技术措施，以及注意事项。

30.1.6 工程筹划应就主要工程材料的供给、大型设施设备的运输、系统联调安排、复杂工程的技术难点，其他需要说明的工程问题等进行阐述，提出相应的建议措施。

30.2 工程筹划原则

30.2.1 根据工程规模和特点，结合工程总体计划安排，工程筹划应遵循“节约用地、合理拆迁、合理搭接、综合平衡”的原则进行设计。

30.2.2 工程筹划应考虑工程管理模式、工程环境、工程的社会影响因素、资源供给能力、施工机具和施工水平等因素。

30.2.3　根据不同阶段的任务种类和任务强度，工程筹划应找出工程关键路径，突出关键节点，优化工程合理搭接关系，并应明确主要工程和工序的里程碑时间。

30.2.4　用地范围的划定应在满足合理施工、长期用地需要的基础上，按节约用地，尽量减少拆迁的原则进行划定。

30.2.5　工程筹划应充分考虑到不确定因素可能带来的影响，工程场地“三通一平”的落实情况，管线处理和交通组织方案的可实施性等，工期安排宜前紧后松。

30.3　施工准备

30.3.1　施工准备工作主要包括：施工前的证照办理、动拆迁、施工场地的围场施工、管线搬迁、道路翻交、开通施工用的临水临电、设备及车辆等的采购等。

30.3.2　施工用地要求：

1　施工用地包括车站、出入口、风井建筑、客流集散通道、配套绿化、车站配套设施、明挖区间和地面及高架区间、停车场、控制中心、变电所用地以及相关线路换乘车站建筑临时借用土地；

2　根据车站所处道路的实际，车站施工总平面布置应考虑施工运输通道，施工各阶段的交通组织，施工工艺和安排、施工人员进出和材料放置等场地，宜分区布置，分段实施，以减少对道路的占用时间；

3　基坑采用明挖法施工，基坑外侧尽量布置双侧施工便道，每侧施工便道宽7~10m，如布置7m宽车道应布置有车道交错点，以满足吊车通行；如无条件布置双侧施工便道，则一侧应保证车站围护结构边线外至少2m宽，另一侧施工便道宽度不小于10m，同时应满足有两个出口，否则需布置大型机械调头场地；

4　明（盖）、暗挖结合的车站，暗挖段利用明（盖）挖段的施工场地施工，一般不再单独设置施工场地；

5　明挖区间的施工用地，可参照主体车站的明挖施工工艺，一般围挡距隧道基坑边缘的距离不宜小于3m，有施工运输通道要求的一侧围挡距基坑边缘的距离不宜小于8m；

6　区间高架桥施工用地应根据现场和施工工艺要求，结合高架检修通道的设置，可在高架桥的单侧或双侧布设高架施工通道，通道宽度应满足车辆行驶通道的有关规定要求；

7　盾构施工用地：盾构始发和接收场地与车站用地结合时，其用地应统一考虑；

8　车辆综合基地施工用地应在基地用地范围内设置，不宜再征租其它施工用地。

30.3.3　管线处理要求：

1　管线处理原则，应尽量减少搬迁量、结合道路翻交一并考虑，车站施工完毕时结合该道路规划要求将管线恢复，车站设计时需满足管线恢复的最小覆土要求，施工时需做好管线的保护；

2　工程施工前，应对工程影响范围内的管线进行全面排摸，提出针对性的保护措施，并对工程施工影响到的管线按照市政管线部门所规定的要求处理，可采取悬吊、改移、特殊保护等措施；

3　根据管线的种类、管线状况、影响程度和危害程度采取不同的处理方法，当有特殊情况时，可由工程、管线相关各方协商处理，涉及永久改移的管线位置应报规划部门审批。

30.3.4　交通组织要求：

1　施工期间的交通组织应遵循“少占道、少扰民”的原则，尽量减少对社会的影响；

2　交通组织方案编制时，应充分调查工程场地附近及周边的道路及交通状况，分析施工可能给周边交通环境带来的影响，根据工程建设不同阶段，分别提出分阶段的交通解决方案，方案应上报交通主管部门进行审批。

30.4　施工组织

30.4.1　施工筹划应明确施工总工期，全线工程建设的工程进度目标，包括：前期工作，土建工程、轨道工程、设备安装、车站装修、系统工程等。

30.4.2　施工组织中应明确主要施工内容、车站施工方法、施工实施区段的划分、关键工程施工方法和工期安排等。

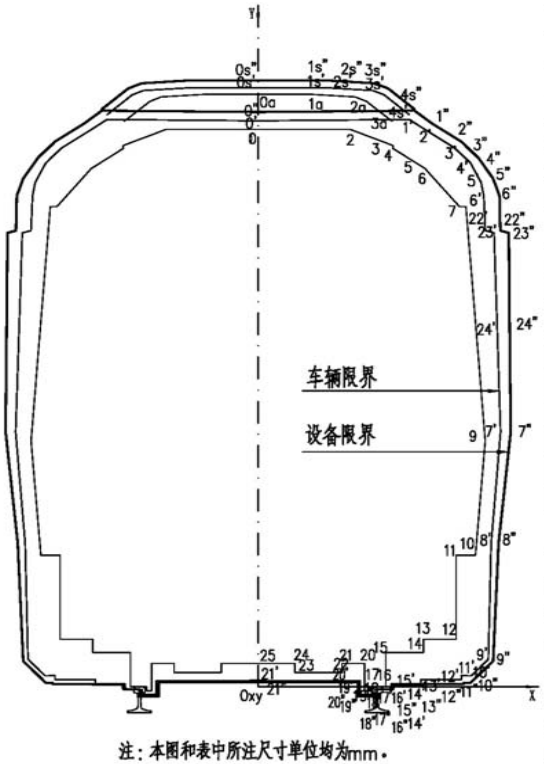
30.4.3　工程进度参考指标：

表 30.4.3　进度参考指标

序号	工程名称	进度指标	备注
1	全明挖地下车站	16~20 个月	土建结构
	盖挖法地下车站	20~25 个月	土建结构
	高架站	10~12 个月	土建结构
	盾构井及中间风井	8~12 个月	含开挖
2	明挖区间	10~14 个月	
3	盾构机设计制造	10~12 个月	
	下井拼装	0.5 个月	
	盾构安装调试	0.5~1 个月	
	盾构调头	1~1.5 个月	
	盾构转场	1~1.5 个月	
	1 个区间掘进	7~9 个月	8m/天
4	竖井及横通道	5~7 个月	
	矿山法区间	9~15 个月	初支约 3m/工作面.天 二衬约 3.5 m/工作面.天
5	车辆基地	22~25 个月	
6	轨道	10~13 个月	
	铺轨	7~9 个月	普通道床 50m/工作面.天 减震道床 15m/工作面.天（人工）
	轨道焊接	3 个月	（25m×20）500m/天
7	车站装修及设备安装	10~15 个月	

序号	工程名称	进度指标	备注
8	供电大设备运输安装	5 个月	
9	接触网	4 个月	
10	限界检查	2 个月	
11	全线单调、系统联调、总联调、可靠性测试	6 个月	
12	试运行	3 个月	

附录 A　　B_2型车（鼓形车）限界及坐标图



车辆轮廓线坐标值（mm）

点号	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
X	0.0	585.0	856.5	856.5	956.0	1059.0	1278.0	1320.0	1442.5	1380.0
Y	3800.0	3800.0	3690.0	3670.0	3603.0	3534.0	3273.5	3273.5	1678.0	897.0
点号	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
X	1257.5	1257.5	1051.0	1051.0	811.5	811.5	708.5	708.5	676.5	676.5
Y	897.0	324.0	324.0	234.5	234.5	0.0	0.0	−28.0	−28.0	160.0
点号	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	0a	1a	2a	3a	4a
X	534.0	534.0	233.0	233.0	0.0	0.0	325.0	615.0	687.0	850.0
Y	160.0	97.5	97.5	160.0	160.0	4040.0	4040.0	4022.0	3992.0	3856.0

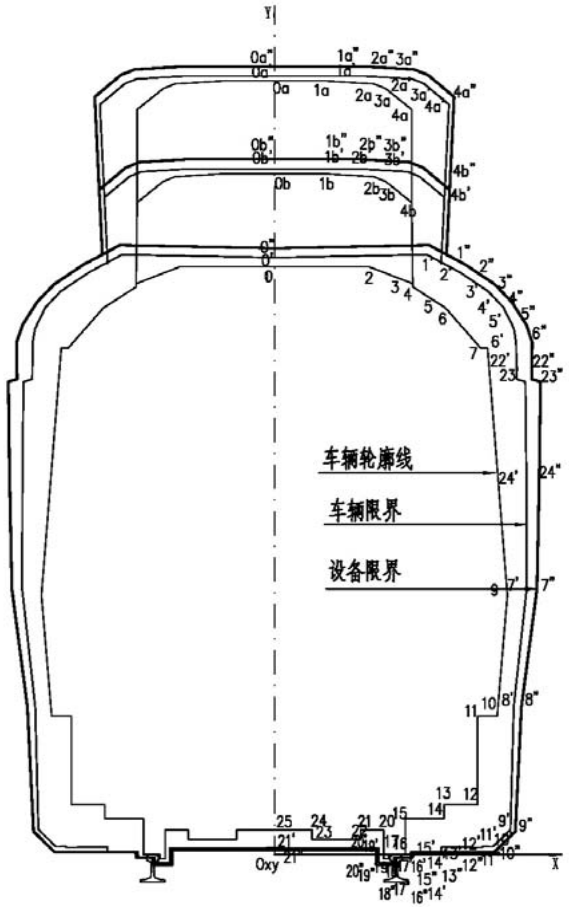
车辆限界坐标值(mm)（隧道内直线）

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	22'	23'	24'
X	0	960	1073	1250	1348	1416	1433	1443	1498	1516
Y	3859	3868	3790	3672	3572	3439	3347	3109	3094	2501
点号	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'
X	1540	1480	1462	1353	1290	1290	1305	1035	846	841
Y	1740	980	188	75	76	49	50	20	21	−18
点号	17'	18'	19'	20'	21'	0s'	1s'	2s'	3s'	4s'
X	738	738	647	647	0	0	439	728	800	960
Y	−18	−51	−51	42	43	4084	4084	4066	4036	3900

设备限界坐标值(mm)（隧道内直线）

点号	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	22"	23"	24"
X	0	993	1104	1289	1398	1492	1533	1538	1592	1597
Y	3919	3928	3841	3718	3607	3465	3347	3109	3094	2501
点号	7"	8"	9"	10"	11"	12"	13"	14"	15"	16"
X	1604	1527	1492	1346	1304	1304	1050	1050	860	856
Y	1740	980	175	25	26	19	20	15	15	−18
点号	17"	18"	19"	20"	21"	0s"	1s"	2s"	3s"	4s"
X	753	753	632	632	0	0	440	740	826	993
Y	−18	−66	−66	30	31	4134	4134	4115	4079	3938

附图 A.0.1　隧道内直线地段受电弓受电 B_2 型车（鼓形车）限界及坐标图



注：本图和表中所注尺寸单位均为mm。

车辆轮廓线坐标值（mm）

点 号	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
X	0.0	585.0	856.5	856.5	956.0	1059.0	1278.0	1320.0	1442.5	1380.0	1257.5	1257.5
Y	3800.0	3800.0	3690.0	3670.0	3603.0	3534.0	3273.5	3273.5	1678.0	897.0	897.0	324.0
点 号	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0
X	1051.0	1051.0	811.5	811.5	708.5	708.5	676.5	676.5	534.0	534.0	233.0	233.0
Y	324.0	234.5	234.5	0.0	0.0	−28.0	−28.0	160.0	160.0	97.5	97.5	160.0
点 号	25.0	0a	1a	2a	3a	4a	0b	1b	2b	3b	4b	
X	0.0	0.0	325.0	615.0	687.0	850.0	0.0	325.0	615.0	687.0	850.0	
Y	160.0	5000.0	5000.0	4982.0	4952.0	4816.0	4400.0	4400.0	4382.0	4352.0	4215.0	

车辆限界坐标值(mm)（隧道外直线）

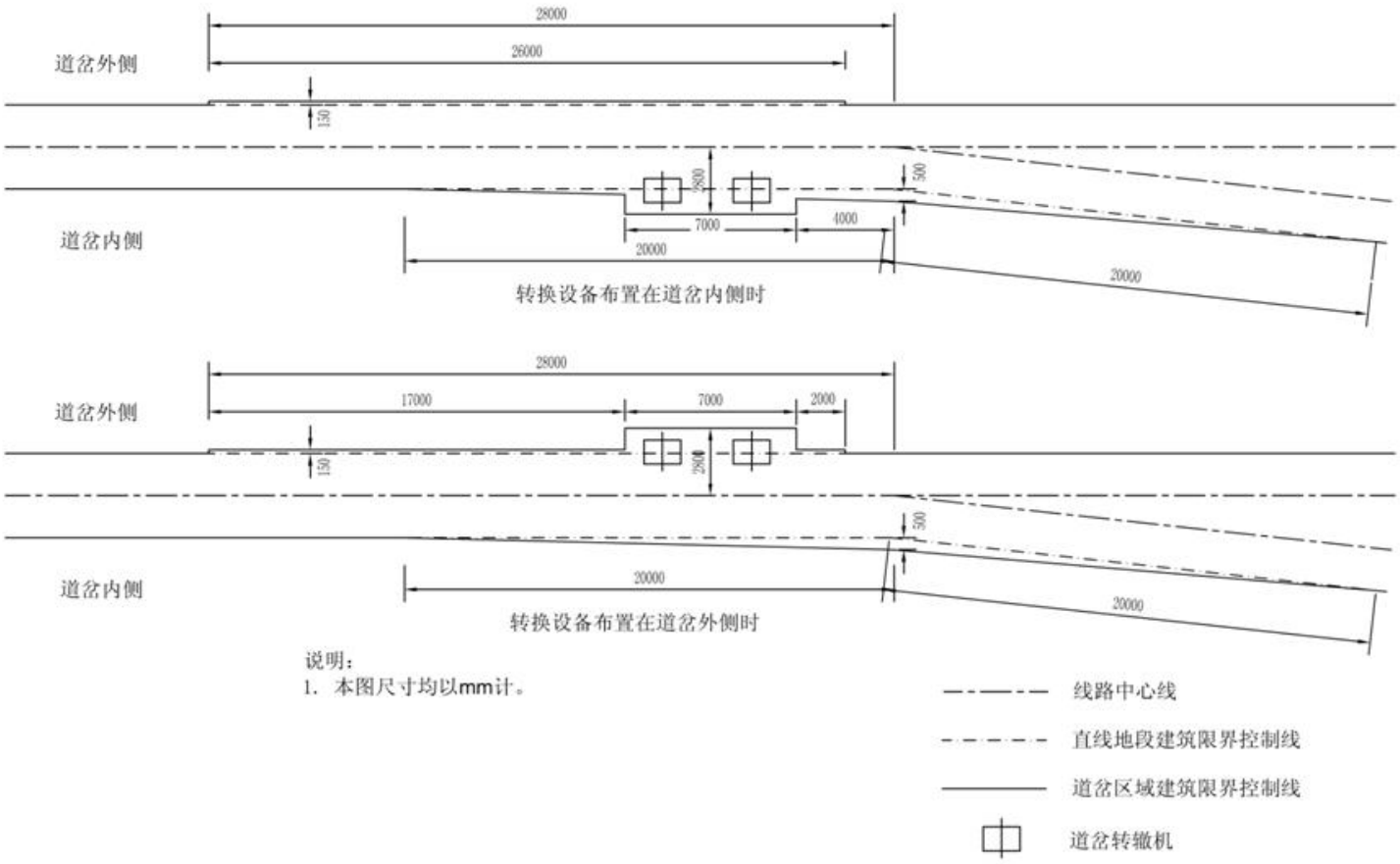
点号	0'	1'	1o'	2'	3'	4'	5'	6'	22'	23'	24'	7'
X	0	943	1033	1149	1323	1418	1482	1497	1500	1554	1560	1562
Y	3859	3879	3829	3764	3641	3538	3403	3311	3073	3056	2478	1718
点号	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
X	1482	1462	1353	1290	1290	1035	1035	846	841	738	738	647
Y	958	163	51	53	47	49	19	20	−18	−18	−51	−51
点号	20'	21'	0a'	1a'	2a'	3a'	4a'	0b'	1b'	2b'	3b'	4b'
X	647	0	0	564	853	924	1081	0	536	825	896	1053
Y	42	43	5044	5044	5026	4996	4860	4444	4444	4426	4396	4260

设备限界坐标值(mm)（隧道内直线）

点号	0"	1"	1o"	2"	3"	4"	5"	6"	22"	23"	24"
X	0	958	1066	1181	1363	1469	1559	1597	1594	1648	1641
Y	3919	3940	3878	3815	3687	3573	3427	3311	3073	3056	2478
点号	7"	8"	9"	10"	15"	16"	17"	18"	19"	20"	21"
X	1626	1530	1492	1360	860	856	753	753	632	632	0
Y	1718	958	150	15	15	−18	−18	−66	−66	30	31
点号	0a"	1a"	2a"	3a"	4a"	0b"	1b"	2b"	3b"	4b"	
X	0	566	865	951	1113	0	538	837	923	1085	
Y	5094	5094	5075	5039	4897	4494	4494	4475	4439	4297	

附图 A.0.2　高架和地面线直线地段受电弓受电 B_2 型车（鼓形车）限界及坐标图

附录 B　　道岔建筑限界加宽示意图



附图 **B.0.1**　**9** 号单开道岔建筑限界加宽示意图

附录 C　　曲线地段设备限界计算方法

C.1　　曲线地段设备限界应在直线地段设备限界基础上加宽和加高

1　曲线地段设备限界应按平面曲线几何偏移量、过超高或欠超高引起的设备限界加宽和加高量、曲线轨道参数及车辆参数变化引起的设备限界加宽量计算确定。

2　平面曲线上设备限界的几何偏移量按下列公式计算确定：

1）　车体：

曲线外侧：
$$e_{p外}=\frac{L_0^2-(l_1^2+a^2)}{8R} \tag{C.1.2-1}$$

曲线内侧：
$$e_{p内}=\frac{l_1^2+a^2}{8R} \tag{C.1.2-2}$$

2）　转向架：

曲线外侧：
$$e_{p外}=m(m+a)/2R \tag{C.1.2-3}$$

曲线内侧：
$$e_{p内}=a^2/8R \tag{C.1.2-4}$$

式中：$e_{p内}$，$e_{p外}$——线路弯曲引起的曲线内、外侧限界加宽量(mm)；

L_0——计算车辆长度(mm)；

l_1——车辆定距(mm)；

a——　转向架固定轴距(mm)；

R——平面曲线半径(mm)；

m——计算断面至相邻轴距离(mm)。

3　轨道超高影响的加宽量（单位：mm）

$$e_{h内}=X_1\cos\alpha+Y_1\sin\alpha-X_1 \tag{C.1.3-1}$$

$$e_{h外}=X_2\cos\alpha-Y_2\sin\alpha-X_2 \tag{C.1.3-2}$$

式中：$\sin\alpha=\frac{h}{1500}$

$e_{h内}$，$e_{h外}$——轨道超高引起的曲线内、外侧限界加宽量(mm)；

h——圆曲线段轨道超高值(mm)；

(X1 ，Y1)及(X2 ，Y2)为计算曲线内、外侧限界加宽的设备限界控制点坐标（mm）。

4　考虑以下因素影响的加宽量：

1）　欠超高或过超高引起的加宽量；

2）　曲线轨道参数及车辆参数变化引起车体及转向架设备限界加宽量。

以上两因素，区间地段累计取值 30mm。

5　设备限界加宽加高量总和：

曲线内侧：
$$\triangle X=e_{p内}+e_{h内}+30\text{mm} \tag{C.1.5-1}$$

曲线外侧：
$$\triangle Y=e_{p外}+e_{h外}+30\text{mm} \tag{C.1.5-2}$$

附录 D　　缓和曲线地段建筑限界的加宽计算公式

D.1　　线路弯曲影响的加宽量

1　缓和曲线内侧加宽量（单位：mm）：

$$e_{p内}=20345\frac{x}{C} \tag{D.1.1}$$

2　缓和曲线外侧加宽量（单位：mm）：

$$e_{p外}=\frac{1}{\mathrm{C}}(25280x+160107) \tag{D.1.2}$$

D.2　　轨道超高影响的加宽量（单位：mm）

$$h_{缓}=h\times\frac{x}{L} \tag{D.2.1}$$

$$e_{h内}=X_1\cos\alpha+Y_1\sin\alpha-X_1 \tag{D.2.2}$$

$$e_{h外}=X_2\cos\alpha-Y_2\sin\alpha-X_2 \tag{D.2.3}$$

式中：$\sin\alpha=\frac{h_{缓}}{1500}$　　$C=L\times R$

$e_{p内}$，$e_{p外}$—线路弯曲引起的曲线内、外侧限界加宽量(mm)；

$e_{h内}$，$e_{h外}$—轨道超高引起的曲线内、外侧限界加宽量(mm)；

x—为计算点距离缓和曲线起点的距离(m)；

L—缓和曲线长度(m)；

R—圆曲线半径(m)；

h—圆曲线段轨道超高值(mm)；

$h_{缓}$—缓和曲线上计算点处的超高值(mm)；

(X1 ，Y1)及(X2 ，Y2)为计算曲线内、外侧限界加宽的设备限界控制点坐标（单位mm）。

D.3　　考虑以下因素影响的加宽量

1　欠超高或过超高引起的加宽量；

2　曲线轨道参数及车辆参数变化引起车体及转向架设备限界加宽量。

以上两因素，车站地段累计取值 10mm，区间取值 30mm。

D.4　　缓和曲线上限界加宽总量（单位：mm）

曲线内侧：$E_{内}=e_{p内}+e_{h内}$+10（区间 30）mm　　(D.4.1)

曲线外侧：$E_{外}=e_{p外}+e_{h外}$+10（区间 30）mm　　(D.4.2)

D.5　　适用范围及使用方法（见图 D.5.1）

1　$E_{内}$ 适用范围：缓和曲线起点（ZH）至终点(HY)点；

2　　$E_{外}$ 适用范围：从缓和曲线起点至缓和曲线终点前 10m；

3　内侧加宽起点：缓和曲线起点（ZH）；

外侧加宽起点：从直缓点向直线方向延伸 10m。

4　其余不适用部分，按长度比例内插，确定限界的加宽。

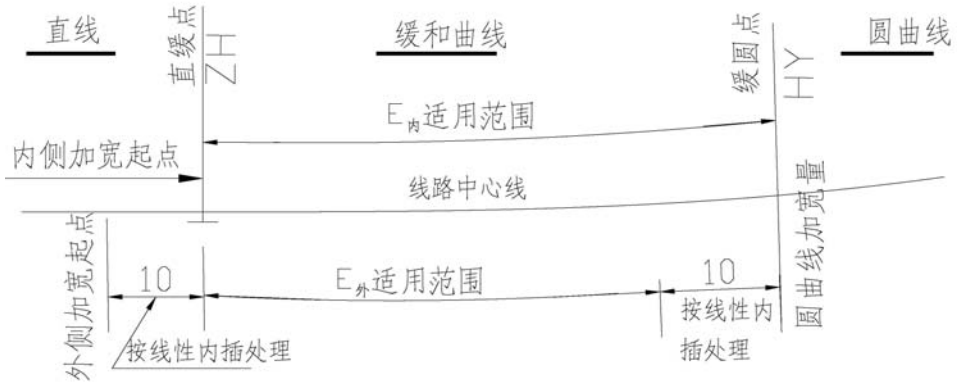
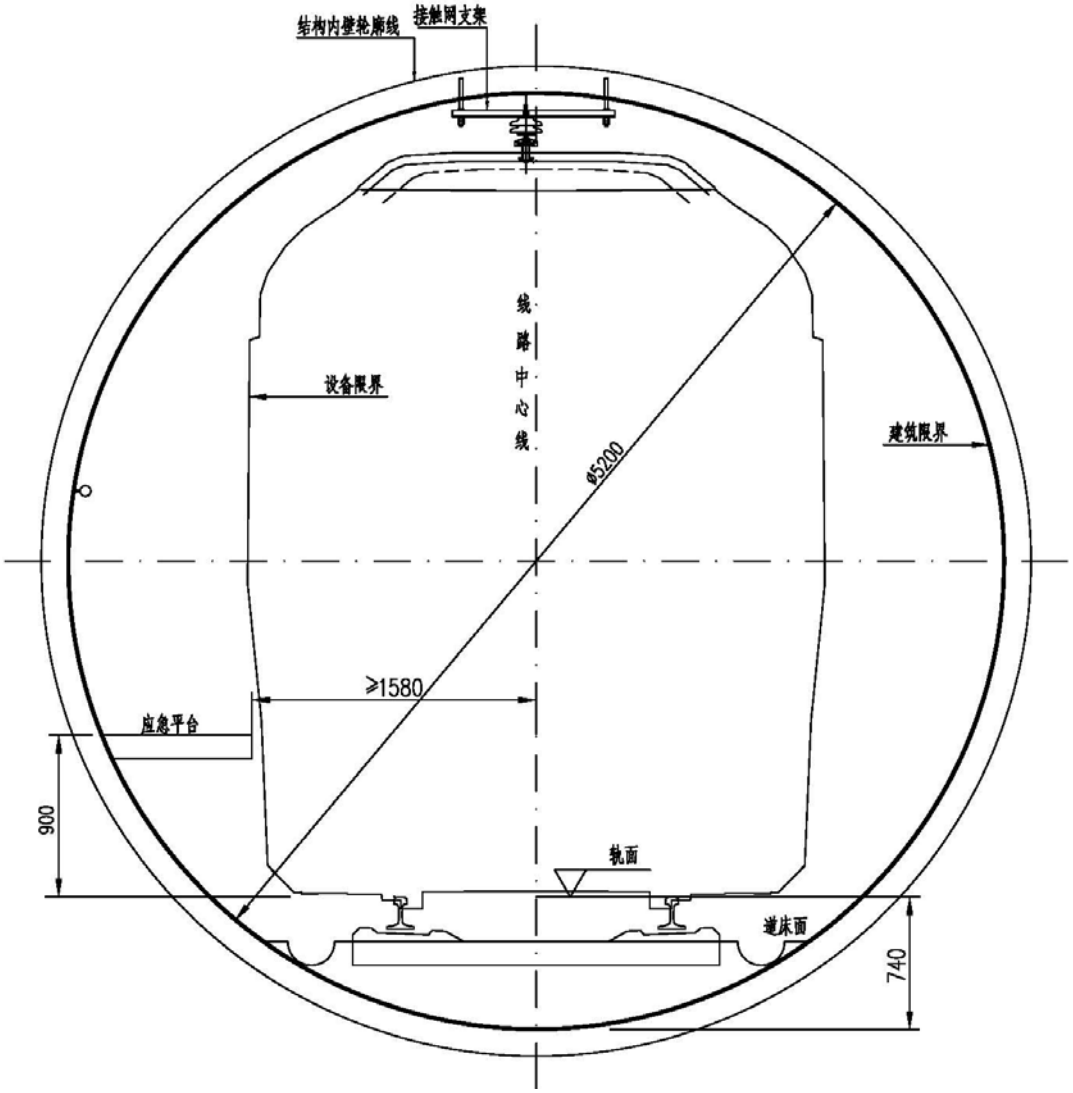
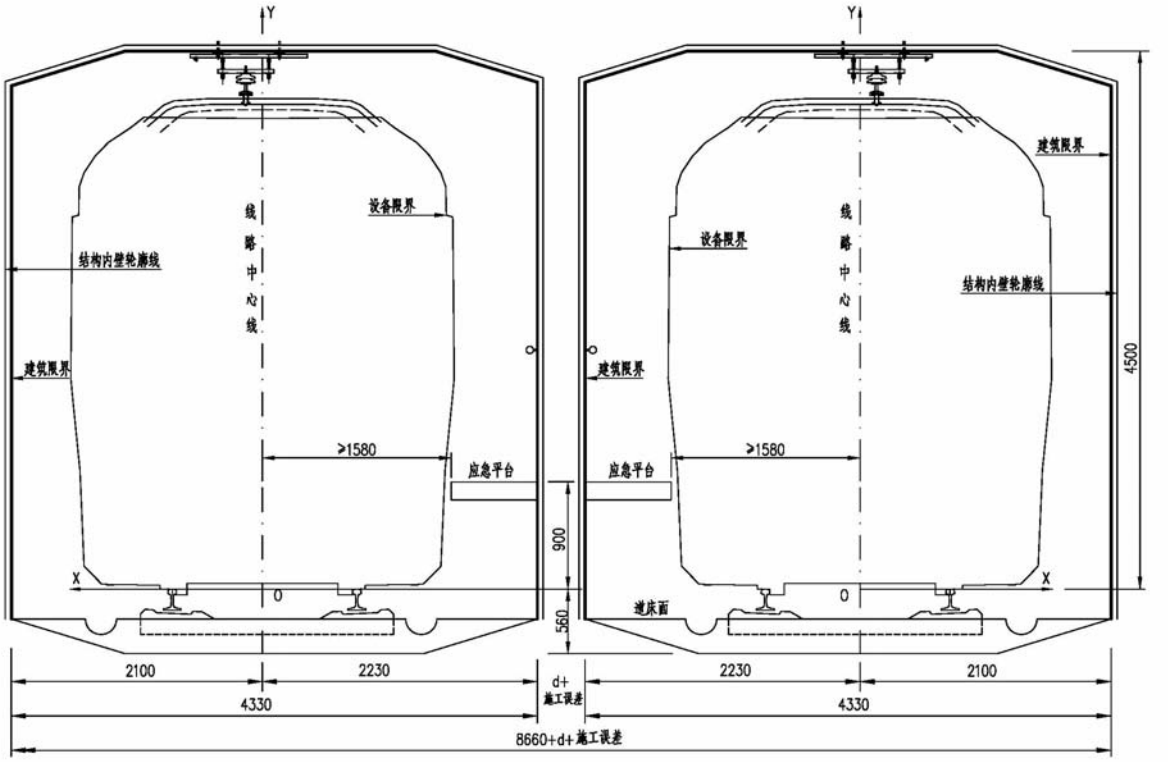


图 D.5.1　缓和曲线段限界加宽适用范围示意图(m)

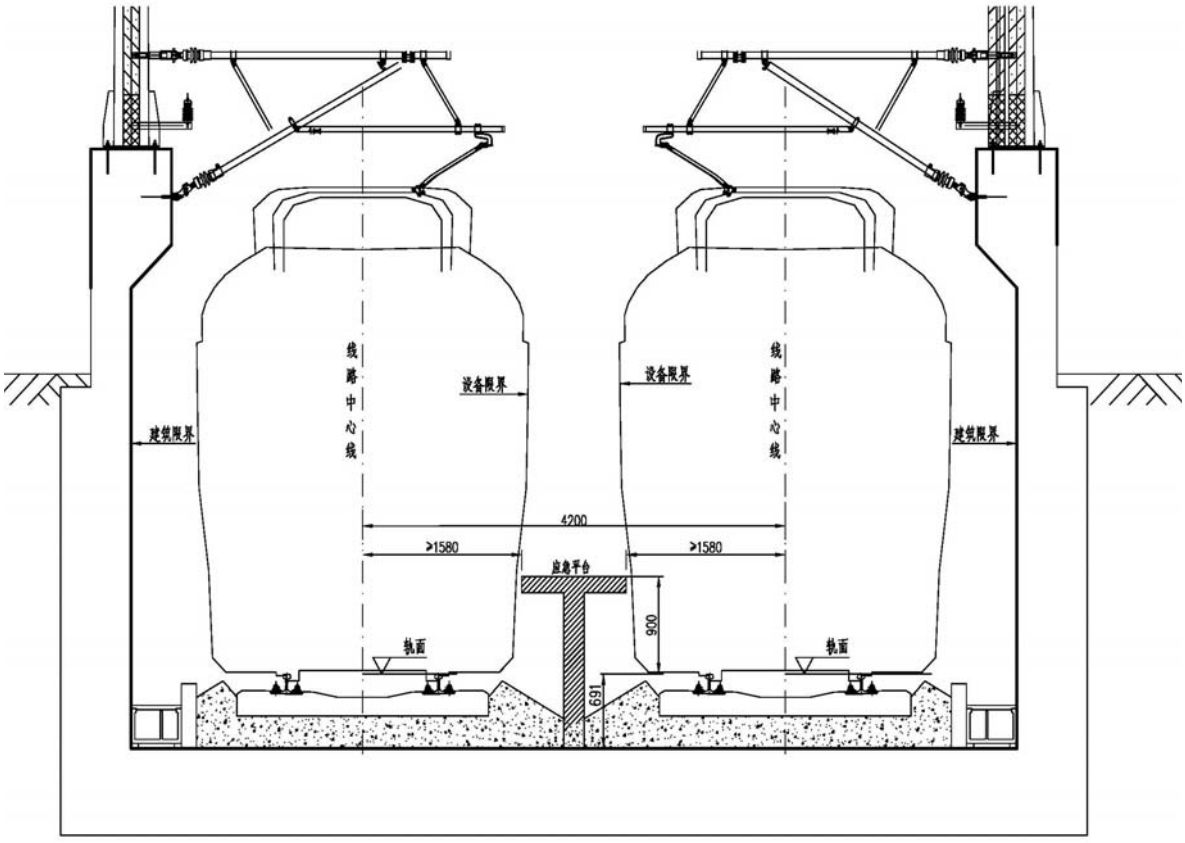
附录 E　主要断面建筑限界



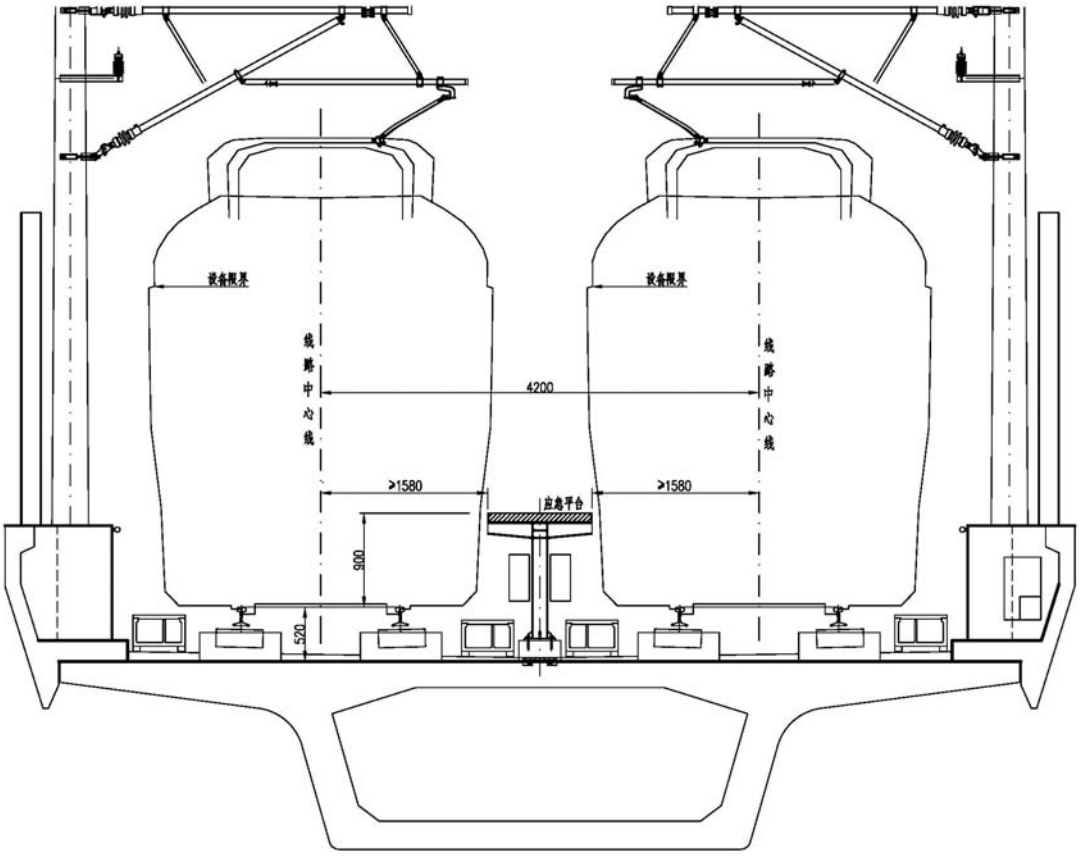
附图 **E.0.1**　区间直线段单圆隧道建筑限界



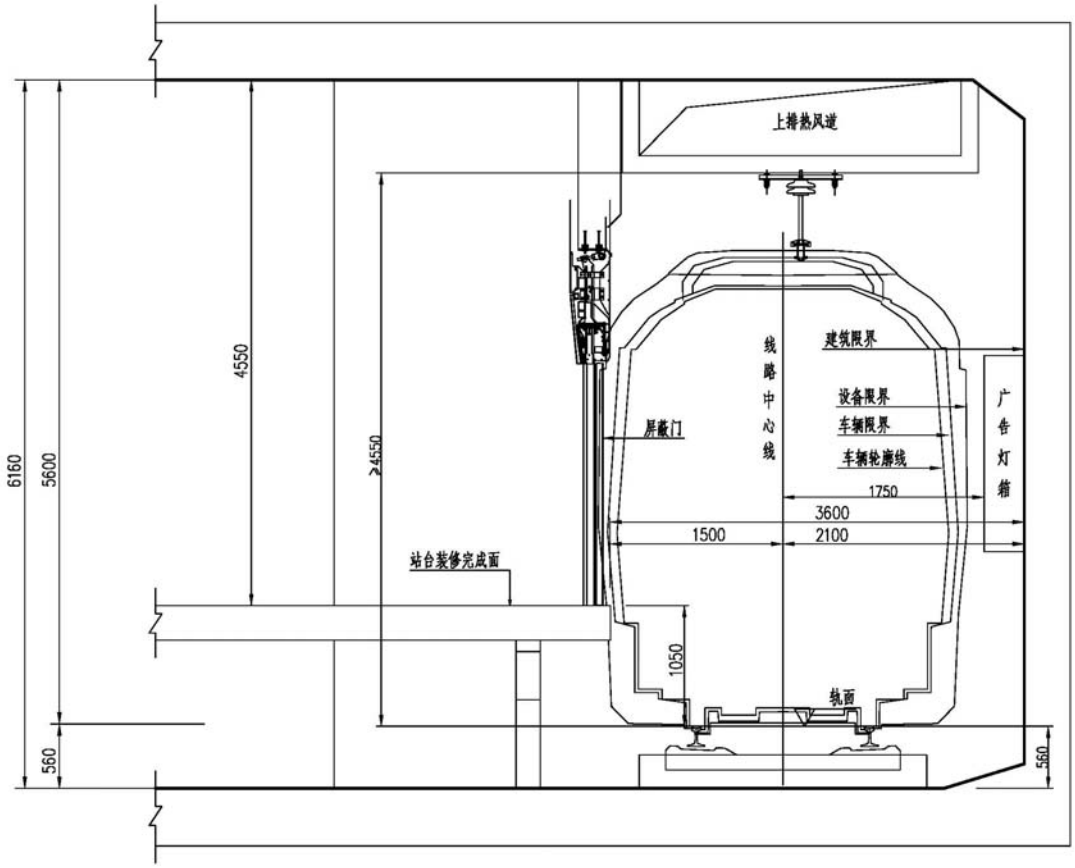
附图 E.0.2　区间直线段双线矩形隧道建筑限界



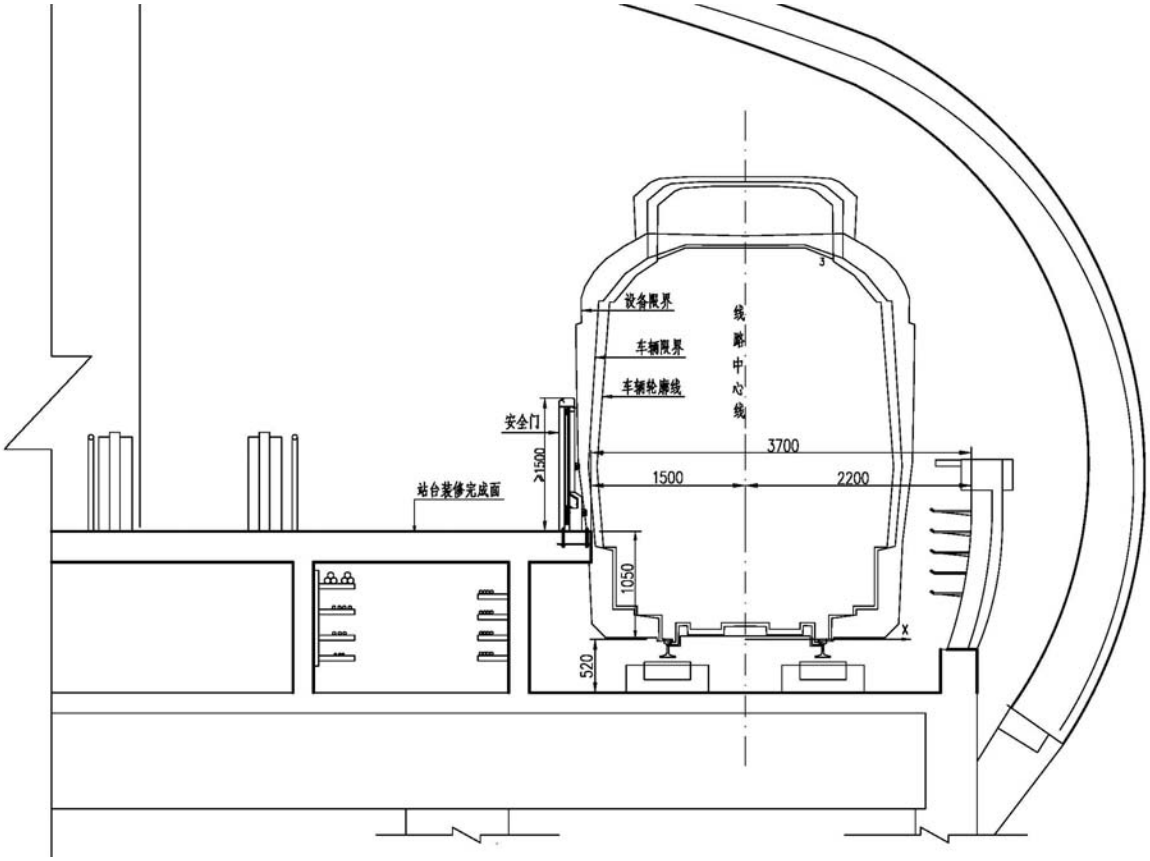
附图 E.0.3　　区间直线段 U 形结构建筑限界(正线)



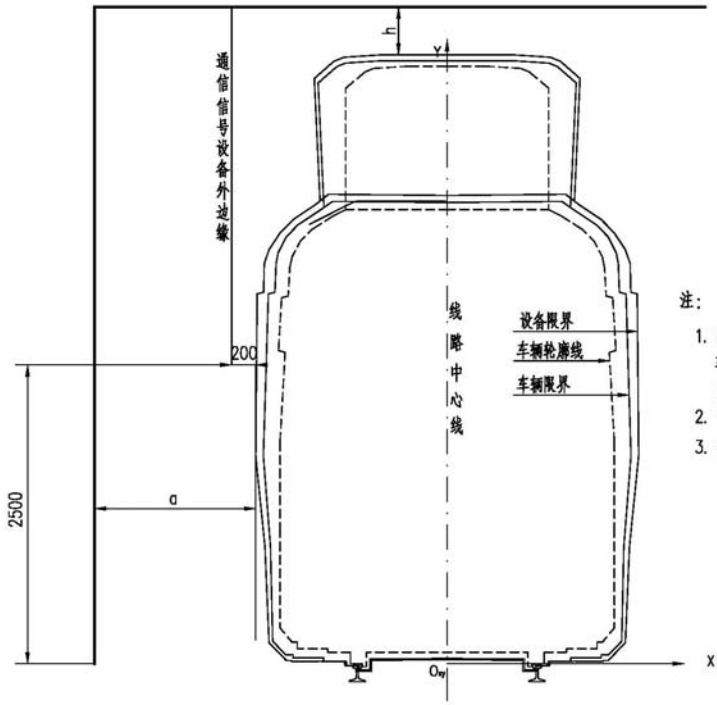
附图 E.0.4　区间直线段高架桥面建筑限界



附图 E.0.5　直线段地下车站建筑限界



附图 E.0.6　直线段高架车站建筑限界



注：

1. 车辆段库外连续建筑物至设备限界净距a，当有人行便道时，取1000mm；
   车辆段库外非连续建筑物(其长度不大于2m)至设备限界净距a，当有人行便道时，取600mm；
   h－由接触网安装高度决定。
2. 车库内检修平台边缘施工完成后不得侵入车辆限界。
3. 本图中所标注尺寸单位均为mm。

附图 E.0.7　直线段车场线建筑限界

附录 F　　巨粒土、粗粒土填料分组

一　级　定　名						二　级　定　名			填料分组
类　别			名　称		说　明	细粒含量	颗粒级配	名　称	
巨粒土	碎石类土	块石类	块石土	硬块石土	粒径大于 200mm 颗粒的质量超过总质量的 50%（不易分化，尖棱状为主）	/	/	硬块石	A
				软块石土	粒径大于 200mm 颗粒的质量超过总质量的 50%（易风化，尖棱状为主）	/	/	R_C > 15MPa 的不易风化软块石	A
								R_C≤15MPa 的不易风化软块石	B
								易风化的软块石	C
								风化的软块石	D
			漂 石 土		粒径大于 200mm 颗粒的质量超过总质量的 50%（浑圆或圆棱状为主）	＜5%	良好	级配好的漂石	A
							不良	级配不好的漂石	B
						5%~15%	良好	级配好的含土漂石	A
							不良	级配不好的含土漂石	B
						15%~30%	/	土质漂石	B
						> 30%	/	土质漂石	C
		碎石类	卵 石 土		粒径大于 60mm 颗粒的质量超过总质量的 50%（浑圆或圆棱状为主）	＜5%	良好	级配好的卵石	A
							不良	级配不好的卵石	B
						5%~15%	良好	级配好的含土卵石	A

一级定名						二级定名			填料分组
类别			名称		说明	细粒含量	颗粒级配	名称	
巨粒土	碎石类土	碎石类					不良	级配不好的含土卵石	B
						15%~30%	/	土质卵石	B
						> 30%	/	土质卵石	C
			碎石土		粒径大于 60mm 颗粒的质量超过总质量的 50%（尖棱状为主）	＜5%	良好	级配好的碎石	A
							不良	级配不好的碎石	B
						5%~15%	良好	级配好的含土碎石	A
							不良	级配不好的含土碎石	B
						15%~30%	/	土质碎石	B
						> 30%	/	土质碎石	C
			粗砾土	粗圆砾土	粒径大于 20mm 颗粒的质量超过总质量的 50%（浑圆或圆棱状为主）	＜5%	良好	级配好的粗圆砾	A
							不良	级配不好的粗圆砾	B
						5%~15%	良好	级配好的含土粗圆砾	A

一级定名						二级定名			填料分组
类别			名称		说明	细粒含量	颗粒级配	名称	
粗粒土	碎石类土	砾石类	粗砾土				不良	级配不好的含土粗圆砾	B
						15%~30%	/	土质粗圆砾	B
						> 30%	/	土质粗圆砾	C
				粗角砾土	粒径大于 20mm 颗粒的质量超过总质量的 50%（尖棱状为主）	＜5%	良好	级配好的粗角砾	A
							不良	级配不好的粗角砾	B
						5%~15%	良好	级配好的含土粗角砾	A
							不良	级配不好的含土粗角砾	B
						15%~30%	/	土质粗角砾	B
						> 30%	/	土质粗角砾	C
			细砾土	细圆砾土	粒径大于 2mm 颗粒的质量超过总质量的 50%（浑圆或圆棱状为主）	＜5%	良好	级配好的细圆砾	A
							不良	级配不好的细圆砾	B
						5%~15%	良好	级配好的含土细圆砾	A
							不良	级配不好的含土细圆砾	B
						15%~30%	/	土质细圆砾	B
						> 30%	/	土质细圆砾	C

一级定名					二级定名			填料分组
类别			名称	说明	细粒含量	颗粒级配	名称	
粗粒土			细角砾土	粒径大于 2mm 颗粒的质量超过总质量的 50%（尖棱状为主）	＜5%	良好	级配好的细角砾	A
						不良	级配不好的细角砾	B
					5%~15%	良好	级配好的含土细角砾	A
						不良	级配不好的含土细角砾	B
					15%~30%	/	土质细角砾	B
					> 30%	/	土质细角砾	C
	砂类土		砾　砂	粒径大于 2mm 颗粒的质量超过总质量的 25~50%	＜5%	良好	级配好的砾砂	A
						不良	级配不好的砾砂	B
					5%~15%	良好	级配好的含土砾砂	A
						不良	级配不好的含土砾砂	B
					> 15%	/	土质砾砂	B
			粗　砂	粒径大于 0.5mm 颗粒的质量超过总质量的 50%	＜5%	良好	级配好的粗砂	A
						不良	级配不好的粗砂	B
					5%~15%	良好	级配好的含土粗砂	A
						不良	级配不好的含土粗砂	B

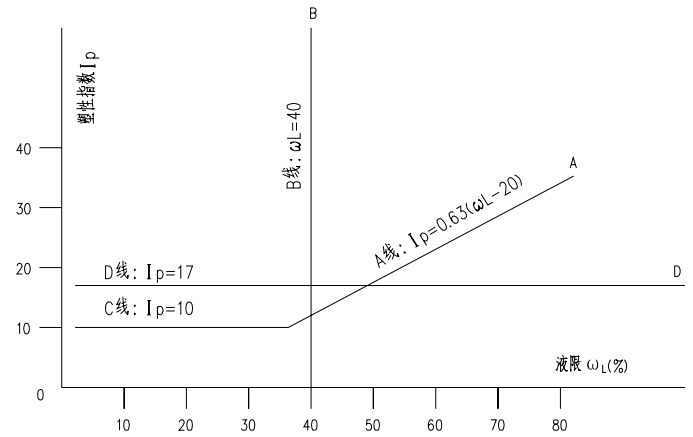
一级定名				二级定名			填料分组
类别		名称	说明	细粒含量	颗粒级配	名称	
	砂类土			> 15%	/	土质粗砂	B
		中砂	粒径大于 0.25mm 颗粒的质量超过总质量的 50%	＜5%	良好	级配好的中砂	A
					不良	级配不好的中砂	B
				5%~15%	良好	级配好的含土中砂	A
					不良	级配不好的含土中砂	B
				> 15%	/	土质中砂	B
		细砂	粒径大于 0.075mm 颗粒的质量超过总质量的 85%	＜5%	良好	级配好的细砂	B
					不良	级配不好的细砂	C
				5%~15%	/	含土的细砂	C
		粉砂	粒径大于 0.075mm 颗粒的质量超过总质量的 50%	/	/	粉砂	C

注：① 颗粒级配分为良好（Cu≥5，并且 Cc=1~3）和不良（Cu＜5，或 Cc≠1~3），其中不均匀系数 $Cu=\frac{d_{60}}{d_{10}}$ ，曲率系数 $Cc=\frac{d_{30}^2}{d_{10}\times d_{60}}$，$d_{10}$、$d_{30}$、$d_{60}$ 分别为颗粒级配曲线上相应的 10%、30%、60%含量的粒径；

② 硬块石的单轴饱和抗压强度 Rc＞30MPa，软块石的单轴抗压强度 Rc≤30MPa；

③ 细粒含量指细粒（d≤0.075mm）的质量占总质量的百分数。

附录 G　　细粒土填料分组

一　级　定　名			二　级　定　名			填料分组
			液限含水率	名称	塑　性　图	
细粒土	粉　土	Ip≤10,且粒径大于 0.075mm 颗粒的质量不超过全部质量 50%的土	w_L＜40%	低液限粉土		C
			w_L≥40%	高液限粉土		D
	黏性土 粉质黏土	10＜Ip≤17	w_L＜40%	低液限粉质黏土		C
			w_L≥40%	高液限粉质黏土		D
	黏性土 黏土	Ip＞17	w_L＜40%	低液限黏土		C
			w_L≥40%	高液限黏土		D
	有　机　土		有机质含量大于 5%			E

注：① 液限含水率试验采用圆锥仪法，圆锥仪总质量为 76g，入土深度 10mm；

② A 线方程中的 w_L 按去掉%符号后的数值进行计算。

附录 H　宁波城市轨道交通设计技术标准通用图目录

1.　建筑

建筑：

序号	图名	图号
	说明、材料选用、作法类	NBB-TYT-JZ-00
1	设计说明	NBB-TYT-JZ-00-001A
2	设计说明	NBB-TYT-JZ-00-002A
3	材料选用表	NBB-TYT-JZ-00-003A
4	材料作法表	NBB-TYT-JZ-00-004A
	门窗类	NBB-TYT-JZ-01
5	门窗选用表	NBB-TYT-JZ-01-005A
6	门窗详图	NBB-TYT-JZ-01-006A
7	出入口卷帘门选型表	NBB-TYT-JZ-01-007A
8	防火卷帘门	NBB-TYT-JZ-01-008A
9	车控室防火观察窗	NBB-TYT-JZ-01-009A
	标准站布置	NBB-TYT-JZ-02
10	标准站站厅层平面图（11.0m 站台、降压变电所）	NBB-TYT-JZ-02-010A
11	标准站站台层平面图（11.0m 站台、降压变电所）	NBB-TYT-JZ-02-011A
12	标准站站台板下层平面图（11.0m 站台、降压变电所）	NBB-TYT-JZ-02-012A
13	标准站 1-1 纵剖面图（11.0m 站台、降压变电所）	NBB-TYT-JZ-02-013A
14	标准站 2-2 横剖面图（11.0m 站台、降压变电所）	NBB-TYT-JZ-02-014A
15	标准站 3-3 横剖面图（11.0m 站台、降压变电所）	NBB-TYT-JZ-02-015A
16	标准站 4-4 横剖面图（11.0m 站台、降压变电所）	NBB-TYT-JZ-02-016A
17	标准站站厅层平面图（11.0m 站台、混合变电所）	NBB-TYT-JZ-02-017A
18	标准站站台层平面图（11.0m 站台、混合变电所）	NBB-TYT-JZ-02-018A
19	标准站站台板下层平面图（11.0m 站台、混合变电所）	NBB-TYT-JZ-02-019A
20	标准站 1-1 纵剖面图（11.0m 站台、混合变电所）	NBB-TYT-JZ-02-020A
21	标准站 2-2 横剖面图（11.0m 站台、混合变电所）	NBB-TYT-JZ-02-021A
22	标准站 3-3 横剖面图（11.0m 站台、混合变电所）	NBB-TYT-JZ-02-022A
23	标准站 4-4 横剖面图（11.0m 站台、混合变电所）	NBB-TYT-JZ-02-023A
24	高架标准站站厅层平面图（路中侧式车站）	NBB-TYT-JZ-02-024A

序号	图名	图号
25	高架标准站站台层平面图（路中侧式车站）	NBB-TYT-JZ-02-025A
26	高架标准站站厅层平面图（路中岛式车站）	NBB-TYT-JZ-02-026A
27	高架标准站站台层平面图（路中岛式车站）	NBB-TYT-JZ-02-027A
	标准站预留孔洞及预埋件布置	NBB-TYT-JZ-03
28	预留孔洞及预埋件汇总表一	NBB-TYT-JZ-03-028A
29	预留孔洞及预埋件汇总表二	NBB-TYT-JZ-03-029A
30	预留孔洞及预埋件汇总表三	NBB-TYT-JZ-03-030A
31	预留孔洞及预埋件汇总表四	NBB-TYT-JZ-03-031A
32	站厅层孔洞预埋件图	NBB-TYT-JZ-03-032A
33	站台层孔洞预埋件图	NBB-TYT-JZ-03-033A
34	站台板下层孔洞预埋件图	NBB-TYT-JZ-03-034A
35	站厅层 X 轴砼墙开孔立面图	NBB-TYT-JZ-03-035A
36	轨顶风道孔洞预埋件图	NBB-TYT-JZ-03-036A
37	轨顶风道孔洞预埋件图	NBB-TYT-JZ-03-037A
38	轨底风道孔洞预埋件图	NBB-TYT-JZ-03-038A
39	屏蔽门顶梁预埋件图	NBB-TYT-JZ-03-039A
40	屏蔽门站台板孔洞图	NBB-TYT-JZ-03-040A
41	人防区间隔断门孔洞预埋件图	NBB-TYT-JZ-03-041A
	设备专业房间布置类	NBB-TYT-JZ-04
42	AFC 票务室、设备室布置图	NBB-TYT-JZ-04-042A
43	屏蔽门控制室布置图	NBB-TYT-JZ-04-043A
44	车控室平面布置图	NBB-TYT-JZ-04-044A
45	综合监控设备室布置图	NBB-TYT-JZ-04-045A
46	通信设备室布置图	NBB-TYT-JZ-04-046A
47	信号设备室布置图	NBB-TYT-JZ-04-047A
48	环控电控室布置图	NBB-TYT-JZ-04-048A
49	降压变电所设备布置图	NBB-TYT-JZ-04-049A
50	牵引降压混合变电所平面布置图	NBB-TYT-JZ-04-050A
	楼扶梯、栏杆类	NBB-TYT-JZ-05
51	车站公共区楼梯大样图	NBB-TYT-JZ-05-051A
52	公共区梯口止灰带详图	NBB-TYT-JZ-05-052A

序号	图名	图号
53	楼梯靠墙扶手大样	NBB-TYT-JZ-05-053A
54	站台端部楼梯详图	NBB-TYT-JZ-05-054A
55	站台端部栏杆大样图	NBB-TYT-JZ-05-055A
56	设备管理区楼梯大样图	NBB-TYT-JZ-05-056A
57	公共区栅栏详图	NBB-TYT-JZ-05-057A
	站台边缘构造、沉降缝、挡烟垂壁、孔洞、盖板类	NBB-TYT-JZ-06
58	站台边缘构造详图	NBB-TYT-JZ-06-058A
59	通道沉降缝详图	NBB-TYT-JZ-06-059A
60	挡烟垂壁详图	NBB-TYT-JZ-06-060A
61	公共区检修人孔详图	NBB-TYT-JZ-06-061A
62	设备区检修人孔详图	NBB-TYT-JZ-06-062A
63	检修爬梯详图	NBB-TYT-JZ-06-063A
64	吊装孔盖板详图	NBB-TYT-JZ-06-064A
	排水、防淹措施、卫生间类	NBB-TYT-JZ-07
65	公共区排水构造（一）	NBB-TYT-JZ-07-065A
66	公共区排水构造（二）	NBB-TYT-JZ-07-066A
67	公共区排水构造（三）	NBB-TYT-JZ-07-067A
68	设备基础、站台板下排水构造	NBB-TYT-JZ-07-068A
69	架空地板房间入口构造图	NBB-TYT-JZ-07-069A
70	消火栓箱暗装墙体留洞图	NBB-TYT-JZ-07-070A
71	冲洗栓箱安装大样图	NBB-TYT-JZ-07-071A
72	导盲布置示意图	NBB-TYT-JZ-07-072A
73	无障碍厕所详图	NBB-TYT-JZ-07-073A
74	厕所洁具布置图	NBB-TYT-JZ-07-074A
75	出入口防淹板详图	NBB-TYT-JZ-07-075A
76	风井水平开口安全格栅构造详图	NBB-TYT-JZ-07-076A
77	无障碍电梯坡道栏杆及防淹闸槽详图	NBB-TYT-JZ-07-077A
	标准出入口、冷却塔、公共区楼扶梯、离壁墙做法类	NBB-TYT-JZ-08
78	标准出入口（4.5m）平剖面示意图	NBB-TYT-JZ-08-078A
79	标准出入口（6.5m）平剖面示意图	NBB-TYT-JZ-08-079A
80	出入口离壁墙做法详图	NBB-TYT-JZ-08-080A

序号	图名	图号
81	设备区离壁墙做法详图	NBB-TYT-JZ-08-081A
82	站厅至站台 T 型楼梯、电梯洞口及装修	NBB-TYT-JZ-08-082A
83	T 型楼梯/电梯 1-1 剖面图	NBB-TYT-JZ-08-083A
84	站厅至站台扶梯洞口及装修	NBB-TYT-JZ-08-084A

2. 结构

第一册 地下车站结构

序号	图名	图号
1	图纸目录	NBB-TYT-JG-01-000A
2	地下车站结构设计说明	NBB-TYT-JG-01-001A
3	诱导缝结构图（一）(缝位于柱中心)	NBB-TYT-JG-01-002A
4	诱导缝结构图（二）(缝设于 1/3 跨处)	NBB-TYT-JG-01-003A
5	诱导缝结构图（三）	NBB-TYT-JG-01-004A
6	车站主体与通道接头构造图	NBB-TYT-JG-01-005A
7	车站主体与风道柔性接头构造图	NBB-TYT-JG-01-006A
8	车站主体与风道刚性接头构造图	NBB-TYT-JG-01-007A
9	变形缝构造节点详图	NBB-TYT-JG-01-008A
10	上排热风道结构图（一）	NBB-TYT-JG-01-009A
11	上排热风道结构图（二）	NBB-TYT-JG-01-010A
12	盾构进、出洞口预埋钢环图	NBB-TYT-JG-01-011A

第二册 矩形顶管管节结构

序号	图名	图号
1	图纸目录	NBB-TYT-JG-02-000A
2	矩形顶管管节结构通用图说明	NBB-TYT-JG-02-001A
3	3.0X5.0m 顶管管节模板图	NBB-TYT-JG-02-002A
4	3.0X5.0m 顶管管节配筋图	NBB-TYT-JG-02-003A
5	3.3X6.5m 顶管管节模板图	NBB-TYT-JG-02-004A
6	3.3X6.5m 顶管管节配筋图	NBB-TYT-JG-02-005A
7	顶管管节接头及防水构造	NBB-TYT-JG-02-006A

盾构法区间隧道标准图（第一分册 钢筋混凝土管片模板图）

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	NBB-TYT-JG-03-000A
3	钢筋混凝土衬砌模板设计说明（一）	NBB-TYT-JG-03-001A
4	钢筋混凝土衬砌摸板设计说明（二）	NBB-TYT-JG-03-002A
5	衬砌圆环[P]构造图	NBB-TYT-JG-03-003A
6	封顶块（F）模板图	NBB-TYT-JG-03-004A
7	邻接块（L1）模板图	NBB-TYT-JG-03-005A
8	邻接块（L2）模板图	NBB-TYT-JG-03-006A
9	标准块（B1）模板图	NBB-TYT-JG-03-007A
10	标准块（B2）模板图	NBB-TYT-JG-03-008A
11	标准块（B3）模板图	NBB-TYT-JG-03-009A
12	管片接逢构造图	NBB-TYT-JG-03-010A
13	环向接缝手孔及螺栓孔构造图	NBB-TYT-JG-03-011A
14	纵向接缝手孔及螺栓孔构造图	NBB-TYT-JG-03-012A
15	环向螺栓（纵向螺栓）	NBB-TYT-JG-03-013A
16	环向螺栓螺母（纵向螺栓螺母）	NBB-TYT-JG-03-014A
17	环向垫圈（纵向垫圈）	NBB-TYT-JG-03-015A
18	预埋件 1	NBB-TYT-JG-03-016A

盾构法区间隧道标准图（第二分册 钢筋混凝土管片配筋图）

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	NBB-TYT-JG-03-00B
3	钢筋混凝土衬砌结构设计说明	NBB-TYT-JG-03-017A
4	衬砌圆环[P1]构造图	NBB-TYT-JG-03-018A
5	封顶块（F）1 配筋图	NBB-TYT-JG-03-019A
6	封顶块（F）1 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-020A
7	邻接块（L1）1 配筋图	NBB-TYT-JG-03-021A
8	邻接块（L1）1 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-022A
9	邻接块（L2）1 配筋图	NBB-TYT-JG-03-023A
10	邻接块（L2）1 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-024A

序号	图名	图号
11	标准块（B1）1 配筋图	NBB-TYT-JG-03-025A
12	标准块（B1）1 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-026A
13	标准块（B2）1 配筋图	NBB-TYT-JG-03-027A
14	标准块（B2）1 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-028A
15	标准块（B3）1 配筋图	NBB-TYT-JG-03-029A
16	标准块（B3）1 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-030A
17	衬砌圆环[P2] 构造图	NBB-TYT-JG-03-031A
18	封顶块（F）2 配筋图	NBB-TYT-JG-03-032A
19	封顶块（F）2 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-033A
20	邻接块（L1）2 配筋图	NBB-TYT-JG-03-034A
21	邻接块（L1）2 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-035A
22	邻接块（L2）2 配筋图	NBB-TYT-JG-03-036A
23	邻接块（L2）2 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-037A
24	标准块（B1）2 配筋图	NBB-TYT-JG-03-038A
25	标准块（B1）2 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-039A
26	标准块（B2）2 配筋图	NBB-TYT-JG-03-040A
27	标准块（B2）2 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-041A
28	标准块（B3）2 配筋图	NBB-TYT-JG-03-042A
29	标准块（B3）2 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-043A
30	衬砌圆环[P3]构造图	NBB-TYT-JG-03-044A
31	封顶块（F）3 配筋图	NBB-TYT-JG-03-045A
32	封顶块（F）3 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-046A
33	邻接块（L1）3 配筋图	NBB-TYT-JG-03-047A
34	邻接块（L1）3 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-048A
35	邻接块（L2）3 配筋图	NBB-TYT-JG-03-049A
36	邻接块（L2）3 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-050A
37	标准块（B1）3 配筋图	NBB-TYT-JG-03-051A
38	标准块（B1）3 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-052A
39	标准块（B2）3 配筋图	NBB-TYT-JG-03-053A
40	标准块（B2）3 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-054A
41	标准块（B3）3 配筋图	NBB-TYT-JG-03-055A

序号	图名	图号
42	标准块（B3）3 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-056A

盾构法区间隧道标准图（第三分册 进、出洞特殊衬砌环）

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	NBB-TYT-JG-03-00C
3	出洞处特殊衬砌圆环[P4]构造图	NBB-TYT-JG-03-057A
4	进洞处特殊衬砌圆环[P5]构造图	NBB-TYT-JG-03-058A
5	衬砌圆环[P4]预埋钢板	NBB-TYT-JG-03-059A
6	衬砌圆环[P5]预埋钢板	NBB-TYT-JG-03-060A

盾构法区间隧道标准图（第四分册 左开洞特殊衬砌结构图）

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	NBB-TYT-JG-03-00D
3	特殊衬砌圆环中的钢管片与钢筋混凝土管片制作说明	NBB-TYT-JG-03-061A
4	通道处特殊衬砌圆环[PTZ 1,2,3,4]连接构造图	NBB-TYT-JG-03-062A
5	衬砌圆环[PTZ1]、[PTZ4]构造图	NBB-TYT-JG-03-063A
6	钢管片(B2) T 结构图	NBB-TYT-JG-03-064A
7	封顶块(F) T 配筋图	NBB-TYT-JG-03-065A
8	封顶块(F) T 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-066A
9	邻接块（L1）T 配筋图	NBB-TYT-JG-03-067A
10	邻接块（L1）T 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-068A
11	邻接块（L2）T 配筋图	NBB-TYT-JG-03-069A
12	邻接块（L2）T 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-070A
13	标准块（B1）T 配筋图	NBB-TYT-JG-03-071A
14	标准块（B1）T 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-072A
15	标准块（B3）T 配筋图	NBB-TYT-JG-03-073A
16	标准块（B3）T 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-074A
17	特殊衬砌圆环[PTZ2]构造图	NBB-TYT-JG-03-075A
18	钢管片(F) T2 结构图	NBB-TYT-JG-03-076A
19	钢管片(L1) T2 结构图	NBB-TYT-JG-03-077A
20	钢管片(L2) T2 结构图	NBB-TYT-JG-03-078A

序号	图名	图号
21	钢管片(B1) T2 结构图	NBB-TYT-JG-03-079A
22	钢管片(B2) T2 结构图	NBB-TYT-JG-03-080A
23	钢管片(K1) T 结构图	NBB-TYT-JG-03-081A
24	钢管片(K2) T 结构图	NBB-TYT-JG-03-082A
25	钢管片(B3) T2 结构图	NBB-TYT-JG-03-083A
26	钢管片(K3) T 结构图	NBB-TYT-JG-03-084A
27	钢管片(K4) T 结构图	NBB-TYT-JG-03-085A
28	特殊衬砌圆环[PTZ3]构造图	NBB-TYT-JG-03-086A
29	钢管片(F) T3 结构图	NBB-TYT-JG-03-087A
30	钢管片(L1) T3 结构图	NBB-TYT-JG-03-088A
31	钢管片(L2) T3 结构图	NBB-TYT-JG-03-089A
32	钢管片(B1) T3 结构图	NBB-TYT-JG-03-090A
33	钢管片(B2) T3 结构图	NBB-TYT-JG-03-091A
34	钢管片(B3) T3 结构图	NBB-TYT-JG-03-092A
35	M30 通道特殊环向螺栓（编号：1、3）	NBB-TYT-JG-03-093A
36	M30 通道特殊纵向螺栓（编号：2、3）	NBB-TYT-JG-03-094A
37	垫圈加工图	NBB-TYT-JG-03-095A
38	钢管片节点焊接详图	NBB-TYT-JG-03-096A

盾构法区间隧道标准图（第五分册 右开洞特殊衬砌结构图）

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	NBB-TYT-JG-03-00E
3	通道处特殊衬砌圆环[PTZ 5,6,7,8]连接构造图	NBB-TYT-JG-03-097A
4	衬砌圆环[PTZ5]、[PTZ8]构造图	NBB-TYT-JG-03-098A
5	钢管片(B1)T 结构图	NBB-TYT-JG-03-099A
6	封顶块（F）T 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-100A
7	封顶块（F）T 配筋图	NBB-TYT-JG-03-101A
8	邻接快（L1）T 配筋图	NBB-TYT-JG-03-102A
9	邻接快（L1）T 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-103A
10	邻接快（L2）T 配筋图	NBB-TYT-JG-03-104A
11	邻接快（L2）T 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-105A

序号	图名	图号
12	标准块（B2）T 配筋图	NBB-TYT-JG-03-106A
13	标准块（B2）T 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-107A
14	标准块（B3）T 配筋图	NBB-TYT-JG-03-108A
15	标准块（B3）T 钢筋表	NBB-TYT-JG-03-109A
16	特殊衬砌圆环[PTZ6]构造图	NBB-TYT-JG-03-110A
17	钢管片(F)T6 结构图	NBB-TYT-JG-03-111A
18	钢管片(L1) T6 结构图	NBB-TYT-JG-03-112A
19	钢管片(L2) T6 结构图	NBB-TYT-JG-03-113A
20	钢管片(B1) T6 结构图	NBB-TYT-JG-03-114A
21	钢管片(K1) T 结构图	NBB-TYT-JG-03-115A
22	钢管片(K2) T 结构图	NBB-TYT-JG-03-116A
23	钢管片(B2) T6 结构图	NBB-TYT-JG-03-117A
24	钢管片(B3) T6 结构图	NBB-TYT-JG-03-118A
25	钢管片(K3) T 结构图	NBB-TYT-JG-03-119A
26	钢管片(K4) T 结构图	NBB-TYT-JG-03-120A
27	特殊衬砌圆环[PTZ7]构造图	NBB-TYT-JG-03-121A
28	钢管片(F) T7 结构图	NBB-TYT-JG-03-122A
29	钢管片(L1) T7 结构图	NBB-TYT-JG-03-123A
30	钢管片(L2) T7 结构图	NBB-TYT-JG-03-123A
31	钢管片(B1) T7 结构图	NBB-TYT-JG-03-125A
32	钢管片(B2) T7 结构图	NBB-TYT-JG-03-126A
33	钢管片(B3) T7 结构图	NBB-TYT-JG-03-127A
34	M30 通道特殊环向螺栓（编号：1、3）	NBB-TYT-JG-03-128A
35	M30 通道特殊纵向螺栓（编号：2、4）	NBB-TYT-JG-03-129A
36	垫圈加工图	NBB-TYT-JG-03-130A
37	钢管片节点焊接详图	NBB-TYT-JG-03-131A

盾构法区间隧道标准图（第六分册 重叠段区间隧道通用图）

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	NBB-TYT-JG-03-00F
3	区间隧道近距离重叠穿越设计说明	NBB-TYT-JG-03-132A

4	增加预埋注浆孔特殊衬砌圆环[PX]Z 构造图	NBB-TYT-JG-03-133A
5	区间隧道重叠穿越段加固示意图	NBB-TYT-JG-03-134A

盾构法区间隧道标准图（第七分册 联络通道、排水泵站结构图）

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	NBB-TYT-JG-03-00G
3	联络通道及泵站结构设计说明	NBB-TYT-JG-03-135A
4	联络通道及泵站模板图	NBB-TYT-JG-03-136A
5	隧道内排水管接头详图	NBB-TYT-JG-03-137A
6	泵站内排水管接头详图	NBB-TYT-JG-03-138A

结构防水

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	防水设计说明（一）	NBB-TYT-FS-001A
4	防水设计说明（二）	NBB-TYT-FS-002A
5	防水设计说明（三）	NBB-TYT-FS-003A
6	耐久性设计说明（一）	NBB-TYT-FS-004A
7	耐久性设计说明（二）	NBB-TYT-FS-005A
8	复合衬砌车站标准段防水构造图	NBB-TYT-FS-006A
9	叠合衬砌车站标准段防水构造图	NBB-TYT-FS-007A
10	放坡开挖车站标准段防水构造图	NBB-TYT-FS-008A
11	复合衬砌车站诱导缝防水构造图	NBB-TYT-FS-009A
12	叠合衬砌车站诱导缝防水构造图	NBB-TYT-FS-010A
13	复合衬砌车站施工缝防水构造图（一）	NBB-TYT-FS-011A
14	复合衬砌车站施工缝防水构造图（二）	NBB-TYT-FS-012A
15	叠合衬砌车站施工缝防水构造图（一）	NBB-TYT-FS-013A
16	叠合衬砌车站施工缝防水构造图（二）	NBB-TYT-FS-014A
17	防水层节点详图	NBB-TYT-FS-015A
18	后浇带、抗拔桩、降水井、穿墙管防水节点详图	NBB-TYT-FS-016A
19	通道口防水构造图（一）	NBB-TYT-FS-017A
20	通道口防水构造图（二）	NBB-TYT-FS-018A

序号	图名	图号
21	变形缝防水构造图	NBB-TYT-FS-019A
22	诱导缝排水槽防水构造图	NBB-TYT-FS-020A
23	止水带构造详图	NBB-TYT-FS-021A
24	管片接缝防水图	NBB-TYT-FS-022A
25	出洞装置及洞口后浇环梁防水构造图	NBB-TYT-FS-023A
26	衬砌嵌缝及手孔封堵防水构造图	NBB-TYT-FS-024A
27	区间联络通道、泵站节点防水图（一）	NBB-TYT-FS-025A
28	区间联络通道、泵站节点防水图（二）	NBB-TYT-FS-026A
29	高架桥面防水排水示意图	NBB-TYT-FS-027A
30	明挖区间标准段防水示意图	NBB-TYT-FS-028A
31	U 型槽标准段防水示意图	NBB-TYT-FS-029A
32	防水材料性能指标（一）	NBB-TYT-FS-030A
33	防水材料性能指标（二）	NBB-TYT-FS-031A

3. 通风空调

序号	图名	图号
1	主要图例及设备编号	NBB-TYT-HK01-001A
2	地下车站设计施工总说明（一）	NBB-TYT-HK01-002 A
3	地下车站设计施工总说明（二）	NBB-TYT-HK01-003 A
4	地下车站设计施工总说明（三）	NBB-TYT-HK01-004 A
5	地下车站设计施工总说明（四）	NBB-TYT-HK01-005 A
6	地下车站设计施工总说明（五）	NBB-TYT-HK01-006 A
7	地下车站设计施工总说明（六）	NBB-TYT-HK01-007 A
8	地下车站设计施工总说明（七）	NBB-TYT-HK01-008 A
9	地面及高架站施工图设计说明（一）	NBB-TYT-HK01-009 A
10	地面及高架站施工图设计说明（二）	NBB-TYT-HK01-010 A
11	典型地下车站区间隧道通风系统原理图	NBB-TYT-HK01-011 A
12	典型地下车站公共区通风空调系统原理图	NBB-TYT-HK01-012 A
13	典型地下车站空调水系统原理图（一）	NBB-TYT-HK01-013 A
14	典型地下车站空调水系统原理图（二）	NBB-TYT-HK01-014 A
15	典型地下车站区间隧道通风系统控制量、显示量表	NBB-TYT-HK01-015 A

序号	图名	图号
16	典型地下车站公共区通风空调系统控制量、显示量表	NBB-TYT-HK01-016 A
17	典型地下车站区间及公共区通风空调系统操作控制表	NBB-TYT-HK01-017 A
18	典型车站空调冷冻水系统控制表、控制量显示量表	NBB-TYT-HK01-018 A
19	典型地下车站设备管理用房通风空调系统原理图、操作控制表、控制量显示量表（一）	NBB-TYT-HK01-019 A
20	典型地下车站设备管理用房通风空调系统原理图、操作控制表、控制量显示量表（二）	NBB-TYT-HK01-020 A
21	典型地下车站设备管理用房通风空调系统原理图、操作控制表、控制量显示量表（三）	NBB-TYT-HK01-021 A
22	典型地下车站火灾工况各系统联动操作表	NBB-TYT-HK01-022 A
23	典型地下车站温湿度测点表	NBB-TYT-HK01-023 A

4. 给排水

第一分册图纸目录

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GX-CZ-001A
4	图例	NBB-TYT-GX-CZ-002A
5	地下车站循环冷却水系统原理图	NBB-TYT-GX-CZ-003A
6	地下车站消防泵房布置图	NBB-TYT-GX-CZ-004A
7	单口单阀消火栓箱（I 型）设计图	NBB-TYT-GX-CZ-005A
8	双口双阀消火栓箱（II 型）设计图	NBB-TYT-GX-CZ-006A
9	单口单阀消火栓箱暗装墙体留洞图	NBB-TYT-GX-CZ-007A
10	双口双阀消火栓箱暗装墙体留洞图	NBB-TYT-GX-CZ-008A
11	专用消防器材箱示意图	NBB-TYT-GX-CZ-009A
12	金属管穿防火墙防火封堵详图	NBB-TYT-GX-CZ-010A
13	金属管穿楼板防火封堵详图	NBB-TYT-GX-CZ-011A
14	塑料排水管穿墙阻火圈安装详图	NBB-TYT-GX-CZ-012A
15	塑料排水管穿楼板阻火圈安装详图	NBB-TYT-GX-CZ-013A
16	冲洗栓箱安装大样图	NBB-TYT-GX-CZ-014A
17	站厅层、站台层公共区地漏安装示意图（一）	NBB-TYT-GX-CZ-015A

序号	图名	图号
18	站厅层、站台层公共区地漏安装示意图（二）	NBB-TYT-GX-CZ-016A
19	站厅层横截沟排水设计示意图	NBB-TYT-GX-CZ-017A
20	设备区离壁墙内排水沟设计图	NBB-TYT-GX-CZ-018A
21	消防泵房、冷水机房和站台板下排水设计	NBB-TYT-GX-CZ-019A
22	一般道床侧沟废水汇入车站废水池设计图（一）	NBB-TYT-GX-CZ-020A
23	一般道床侧沟废水汇入车站废水池设计图（二）	NBB-TYT-GX-CZ-021A
24	典型车站废水泵房设计图	NBB-TYT-GX-CZ-022A
25	典型地下车站污水泵房布置图	NBB-TYT-GX-CZ-023A
26	地下车站出入口楼扶梯下废水泵房详图	NBB-TYT-GX-CZ-024A
27	高架车站消防泵房布置图	NBB-TYT-GX-CZ-025A

第二分册图纸目录

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	区间直线地段单线圆形隧道消火栓安装图	NBB-TYT-GX-QJ-001A
4	圆形隧道消防给水连通管过轨管设计图	NBB-TYT-GX-QJ-002A
5	矩形隧道消防给水连通管过轨管设计图	NBB-TYT-GX-QJ-003A
6	区间隧道消防给水管中间型管道支架详图(一)	NBB-TYT-GX-QJ-004A
7	区间隧道消防给水管中间型管道支架详图(二)	NBB-TYT-GX-QJ-005A
8	区间隧道消防给水管接口型管道支架详图(一)	NBB-TYT-GX-QJ-006A
9	区间隧道消防给水管接口型管道支架详图(二)	NBB-TYT-GX-QJ-007A
10	区间隧道压力废水管管道支架详图(一)	NBB-TYT-GX-QJ-008A
11	区间隧道压力废水管管道支架详图(二)	NBB-TYT-GX-QJ-009A
12	区间隧道消防给水管加强接口型支架详图	NBB-TYT-GX-QJ-010A
13	典型区间废水泵房平面布置图	NBB-TYT-GX-QJ-011A
14	典型区间废水泵房孔洞详图	NBB-TYT-GX-QJ-012A
15	典型区间隧道废水泵房剖面图	NBB-TYT-GX-QJ-013A
16	双线标准箱梁排水图	NBB-TYT-GX-QJ-014A
17	单线标准箱梁排水图	NBB-TYT-GX-QJ-015A
18	桥墩排水管布置图	NBB-TYT-GX-QJ-016A

5. 供电

第一册 杂散电流防护系统 土建施工要求通用图

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-ZD-001A
4	明挖车站纵断面结构钢筋焊接示意图	NBB-TYT-ZD-002A
5	明挖车站（有内衬墙）横断面结构钢筋焊接原理图	NBB-TYT-ZD-003A
6	明挖车站（无内衬墙）横断面结构钢筋焊接原理图	NBB-TYT-ZD-004A
7	明挖车站结构钢筋连接端子制作安装图	NBB-TYT-ZD-005A
8	明挖车站结构钢筋测量端子制作安装图	NBB-TYT-ZD-006A
9	明挖车站底板钢筋排流端子制作安装图	NBB-TYT-ZD-007A
10	明挖区间隧道纵断面钢筋焊接原理图	NBB-TYT-ZD-008A
11	明挖区间隧道横断面钢筋焊接原理图	NBB-TYT-ZD-009A
12	明挖区间隧道连接端子制作安装图	NBB-TYT-ZD-010A
13	明挖区间隧道测量端子制作安装图	NBB-TYT-ZD-011A
14	整体道床结构钢筋焊接原理图	NBB-TYT-ZD-012A
15	整体道床连接(测量)端子制作安装图	NBB-TYT-ZD-013A
16	整体道床排流端子制作安装图	NBB-TYT-ZD-014A
17	高架车站及区间轨道梁结构钢筋焊接及连接（测量）端子引出要求	NBB-TYT-ZD-015A
18	高架车站轨道梁排流端子引出要求	NBB-TYT-ZD-016A
19	钢筋焊接要求	NBB-TYT-ZD-017A

第二册 车站综合接地通用图

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-JD-001A
4	综合接地系统概念图	NBB-TYT-JD-002A
5	接地网平面布置示意图	NBB-TYT-JD-003A
6	接地引出线制作与安装图	NBB-TYT-JD-004A
7	接地体的连接方式	NBB-TYT-JD-005A

序号	图名	图号
8	接地体敷设断面及降阻剂使用方法	NBB-TYT-JD-006A
9	相邻车站接地网联系图	NBB-TYT-JD-007A
10	接地网平面布置图	NBB-TYT-JD-008A

第三册 动照

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	图例符号	NBB-TYT-DZ-001A
4	典型车站施工图设计说明	NBB-TYT-DZ-002A
5	典型车站动力分层系统图	NBB-TYT-DZ-003A
6	典型车站照明分层系统图	NBB-TYT-DZ-004A
7	典型车站动力配电箱系统图	NBB-TYT-DZ-005A
8	典型车站照明配电箱系统图	NBB-TYT-DZ-006A
9	典型车站应急照明系统图	NBB-TYT-DZ-007A
10	典型车站环控电控柜配置图（一二级负荷）	NBB-TYT-DZ-008A
11	典型车站环控电控柜配置图（三级负荷）	NBB-TYT-DZ-009A
12	典型车站环控设备通信网络构架图	NBB-TYT-DZ-010A

6. 车站设备系统

站台门

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-CZSB-001A
4	典型地下车站站台门总布置图	NBB-TYT-CZSB-002A
5	地下车站站台门剖面图	NBB-TYT-CZSB-003A
6	地下车站站台门端门处纵剖面结构图	NBB-TYT-CZSB-004A
7	地下车站站台门端门处布置图	NBB-TYT-CZSB-005A
8	典型高架车站站台门总布置图	NBB-TYT-CZSB-006A
9	高架车站站台门剖面图	NBB-TYT-CZSB-007A
10	站台门设备室平面布置图	NBB-TYT-CZSB-008A

序号	图名	图号
11	电源原理图	NBB-TYT-CZSB-009A
12	控制原理图	NBB-TYT-CZSB-010A

自动扶梯与电扶梯

序号	图名	图号
1	站内自动扶梯典型布置图	NBB-TYT-CZSB-011A
2	出入口自动扶梯典型布置图	NBB-TYT-CZSB-012 A
3	自动步道典型布置图	NBB-TYT-CZSB-013A
4	普通混凝土井道电梯结构参数图	NBB-TYT-CZSB-014A
5	透明井道电梯结构参数图	NBB-TYT-CZSB-015A
6	地下混凝土井道地面透明井道电梯结构参数图	NBB-TYT-CZSB-016A

7. 轨道

第一册 扣件通用图

第一分册 DTⅢ2 型扣件 NBB-TYT-GJ-KJ-01-01A～03A

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-KJ-01-01A
4	DTⅢ2 型扣件组装图	NBB-TYT-GJ-KJ-01-02A
5	橡胶垫板Ⅱ	NBB-TYT-GJ-KJ-01-03A

第二分册 WJ-2A 型扣件 NBB-TYT-GJ-KJ-02-01A～02A

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-KJ-02-01A
4	WJ-2A 型扣件组装图	NBB-TYT-GJ-KJ-02-02A

第三分册 CK-1 型扣件 NBB-TYT-GJ-KJ-03-01A～16A

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-KJ-03-01A

4	中间扣件组装图	NBB-TYT-GJ-KJ-03-02A
5	接头扣件组装图	NBB-TYT-GJ-KJ-03-03A
6	中间扣件铁座	NBB-TYT-GJ-KJ-03-04A
7	接头扣件铁座	NBB-TYT-GJ-KJ-03-05A
8	中间铁垫板	NBB-TYT-GJ-KJ-03-06A
9	接头铁垫板	NBB-TYT-GJ-KJ-03-07A
10	T 型螺栓	NBB-TYT-GJ-KJ-03-08A
11	锚固螺栓	NBB-TYT-GJ-KJ-03-09A
12	中间扣件轨距垫	NBB-TYT-GJ-KJ-03-10A
13	接头扣件轨距垫	NBB-TYT-GJ-KJ-03-11A
14	绝缘套管	NBB-TYT-GJ-KJ-03-12A
15	轨下垫板	NBB-TYT-GJ-KJ-03-13A
16	铁垫板下垫板	NBB-TYT-GJ-KJ-03-14A
17	轨下调高垫板	NBB-TYT-GJ-KJ-03-15A
18	铁垫板下调高垫板	NBB-TYT-GJ-KJ-03-16A

第四分册 CK-02 型扣件 NBB-TYT-GJ-KJ-04-01A～08A

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-KJ-04-01A
4	扣件组装图	NBB-TYT-GJ-KJ-04-02A
5	铁垫板	NBB-TYT-GJ-KJ-04-03A
6	轨距垫	NBB-TYT-GJ-KJ-04-04A
7	轨下垫板	NBB-TYT-GJ-KJ-04-05A
8	铁垫板下垫板	NBB-TYT-GJ-KJ-04-06A
9	轨下调高垫板	NBB-TYT-GJ-KJ-04-07A
10	铁垫板下调高垫板	NBB-TYT-GJ-KJ-04-08A

第二册 轨枕通用图 (NBB-TYT-GJ-GZ-001A～007A)

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-GZ-001A

序号	图名	图号
4	DTⅢ2 型扣件预应力钢筋混凝土长枕	NBB-TYT-GJ-GZ-001A
5	DTⅢ2 型扣件钢筋混凝土短轨枕	NBB-TYT-GJ-GZ-001A
6	WJ-2A 型扣件钢筋混凝土短轨枕	NBB-TYT-GJ-GZ-001A
7	DTⅢ2 型扣件浮置板道床用钢筋混凝土短轨枕	NBB-TYT-GJ-GZ-001A
8	CK-1 型扣件钢筋混凝土短枕	NBB-TYT-GJ-GZ-001A
9	CK-02 型扣件钢筋混凝土短枕	NBB-TYT-GJ-GZ-001A

第三册 道床通用图

第一分册 长轨枕埋入式整体道床 NBB-TYT-GJ-DC-01-01A～07A

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-DC-01-01A
4	矩形隧道直线地段长枕埋入式整体道床图	NBB-TYT-GJ-DC-01-02A
5	矩形隧道曲线地段长枕埋入式整体道床图	NBB-TYT-GJ-DC-01-03A
6	圆形隧道直线地段长枕埋入式整体道床图	NBB-TYT-GJ-DC-01-04A
7	圆形隧道曲线地段长枕埋入式整体道床图	NBB-TYT-GJ-DC-01-05A
8	车站站台区长枕埋入式整体道床图	NBB-TYT-GJ-DC-01-06A
9	U 形结构长枕埋入式整体道床图	NBB-TYT-GJ-DC-01-07A

第二分册 短轨枕埋入式整体道床 NBB-TYT-GJ-DC-02-01A～03A

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-DC-02-01A
4	圆形隧道中间水沟式短轨枕整体道床图	NBB-TYT-GJ-DC-02-02A
5	矩形隧道中间水沟式短轨枕整体道床图	NBB-TYT-GJ-DC-02-03A

第三分册 短枕承轨台式整体道床 NBB-TYT-GJ-DC-03-01A～06A

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-DC-03-01A
4	承轨台平面布置图	NBB-TYT-GJ-DC-03-01A

5	A 型承轨台结构图	NBB-TYT-GJ-DC-03-01A
6	B 型承轨台结构图	NBB-TYT-GJ-DC-03-01A
7	C 型承轨台结构图	NBB-TYT-GJ-DC-03-01A
8	预埋过轨管示意图	NBB-TYT-GJ-DC-03-01A

第四册 道岔通用图

第一分册 60kg/m 钢轨 9 号单开道岔铺设图(整体道床短枕) NBB-TYT-GJ-01-400

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-01-401
4	铺设、维修注意事项	NBB-TYT-GJ-01-402
5	总布置图	NBB-TYT-GJ-01-403
6	转辙器布置图	NBB-TYT-GJ-01-404
7	转辙器布置图明细表	NBB-TYT-GJ-01-405
8	辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-01-406
9	辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-01-407

第二分册 60kg/m 钢轨 9 号单开道岔铺设图(整体道床长枕) NBB-TYT-GJ-02-400

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-02-401
4	铺设、维修注意事项	NBB-TYT-GJ-02-402
5	总布置图	NBB-TYT-GJ-02-403
6	转辙器布置图	NBB-TYT-GJ-02-404
7	转辙器布置图明细表	NBB-TYT-GJ-02-405
8	辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-02-406
9	辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-02-407

第三分册 60kg/m 钢轨 9 号单开道岔铺设图(碎石道床混凝土枕) NBB-TYT-GJ-03-400

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-03-401

4	铺设、维修注意事项	NBB-TYT-GJ-03-402
5	总布置图	NBB-TYT-GJ-03-403
6	转辙器布置图	NBB-TYT-GJ-03-404
7	转辙器布置图明细表	NBB-TYT-GJ-03-405
8	辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-03-406
9	辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-03-407

第四分册 60kg/m 钢轨 9 号道岔 4.6m 间距交叉渡线铺设图(整体道床长枕) NBB-TYT-GJ-04-200

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-04-201
4	铺设、维修注意事项	NBB-TYT-GJ-04-202
5	总布置图	NBB-TYT-GJ-04-203
6	9 号辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-04-204
7	9 号辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-04-205
8	4.5 号锐角辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-04-206
9	4.5 号锐角辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-04-207
10	4.5 号钝角辙叉布置图及明细表	NBB-TYT-GJ-04-208

第五分册 60kg/m 钢轨 9 号道岔 5.0m 间距交叉渡线铺设图(整体道床长枕) NBB-TYT-GJ-05-200

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-05-201
4	铺设、维修注意事项	NBB-TYT-GJ-05-202
5	总布置图	NBB-TYT-GJ-05-203
6	9 号辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-05-204
7	9 号辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-05-205
8	4.5 号锐角辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-05-206
9	4.5 号锐角辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-05-207
10	4.5 号钝角辙叉布置图及明细表	NBB-TYT-GJ-05-208

第六分册 50kg/m 钢轨 7 号单开道岔铺设图(碎石道床混凝土枕) NBB-TYT-GJ-06-400

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-06-401
4	铺设、维修注意事项	NBB-TYT-GJ-06-402
5	总布置图	NBB-TYT-GJ-06-403
6	转辙器布置图	NBB-TYT-GJ-06-404
7	转辙器布置图明细表	NBB-TYT-GJ-06-405
8	辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-06-406
9	辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-06-407

第七分册 50kg/m 钢轨 7 号道岔 4.6m 交叉渡线铺设图 NBB-TYT-GJ-07-200

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-05-201
4	铺设、维修注意事项	NBB-TYT-GJ-05-202
5	总布置图	NBB-TYT-GJ-05-203
6	7 号辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-05-204
7	7 号辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-05-205
8	3.5 号锐角辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-05-206
9	3.5 号锐角辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-05-207
10	3.5 号钝角辙叉布置图及明细表	NBB-TYT-GJ-05-208

第八分册 50kg/m 钢轨 7 号道岔 5.0m 交叉渡线铺设图 NBB-TYT-GJ-08-200

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-05-201
4	铺设、维修注意事项	NBB-TYT-GJ-05-202
5	总布置图(一)	NBB-TYT-GJ-05-203
6	总布置图(二)	NBB-TYT-GJ-05-204
7	7 号辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-05-205

序号	图名	图号
8	7 号辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-05-206
9	3.5 号锐角辙叉及护轨布置图	NBB-TYT-GJ-05-207
10	3.5 号锐角辙叉及护轨布置图明细表	NBB-TYT-GJ-05-208
	3.5 号钝角辙叉布置图及明细表	NBB-TYT-GJ-05-209

第五册 轨道挡车器设计通用图 NBB-TYT-GJ-CD-01A～09A

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-CD-01A
4	挡车器选型参照表	NBB-TYT-GJ-CD-02A
5	滑移式液压缓冲（防爬型）挡车器（系列）（NBD1 型、NBD2 型、NBD3 型、NBD4 型）	NBB-TYT-GJ-CD-03A
6	滑移式液压缓冲挡车器（系列）	NBB-TYT-GJ-CD-04A
7	长行程液压缓冲挡车器(NBD7 型)	NBB-TYT-GJ-CD-05A
8	库外固定式液压缓冲挡车器（NBD8 型）	NBB-TYT-GJ-CD-06A
9	库外固定式挡车器（NBD9 型）	NBB-TYT-GJ-CD-07A
10	摩擦式车轮挡 (NBD10 型）	NBB-TYT-GJ-CD-08A

第六册 防脱护轨设计通用图 NBB-TYT-GJ-HG-01A～03A

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-HG-01A
4	LDPII-60 型防脱护轮轨平面布置图	NBB-TYT-GJ-HG-02A
5	LDPII-60 型防脱护轮轨结构组装图	NBB-TYT-GJ-HG-03A

第七册 线路及信号标志通用图(B 版) NBB-TYT-GJ-BZ-01B～29B

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-BZ-01B
4	百米标（地下）	NBB-TYT-GJ-BZ-02B
5	百米标（地面）	NBB-TYT-GJ-BZ-03B

序号	图名	图号
6	百米标（高架）	NBB-TYT-GJ-BZ-04B
7	公里标（地下）	NBB-TYT-GJ-BZ-05B
8	公里标（地面）	NBB-TYT-GJ-BZ-05B
9	公里标（高架）	NBB-TYT-GJ-BZ-05B
10	曲线要素标	NBB-TYT-GJ-BZ-08B
11	曲线始终点标	NBB-TYT-GJ-BZ-09B
12	坡度标（地下、地面）	NBB-TYT-GJ-BZ-10B
13	坡度标（高架）	NBB-TYT-GJ-BZ-11B
14	竖曲线始终点标	NBB-TYT-GJ-BZ-12B
15	桥位标	NBB-TYT-GJ-BZ-13B
16	涵洞标	NBB-TYT-GJ-BZ-14B
17	水准基点标	NBB-TYT-GJ-BZ-15B
18	股道牌	NBB-TYT-GJ-BZ-16B
19	联络通道位置标	NBB-TYT-GJ-BZ-17B
20	警冲标	NBB-TYT-GJ-BZ-18B
21	停车牌	NBB-TYT-GJ-BZ-19B
22	列车停车位置标	NBB-TYT-GJ-BZ-20B
23	线路终端红牌	NBB-TYT-GJ-BZ-21B
24	试车线减速标	NBB-TYT-GJ-BZ-22B
25	制动牌(车场用)	NBB-TYT-GJ-BZ-23B
26	限速牌(车场用)	NBB-TYT-GJ-BZ-24B
27	车挡位置标	NBB-TYT-GJ-BZ-25B
28	道岔编号标	NBB-TYT-GJ-BZ-26B
29	限速标	NBB-TYT-GJ-BZ-27B
30	车站预告标	NBB-TYT-GJ-BZ-28B
31	立柱设计图	NBB-TYT-GJ-BZ-29B

第八册 钢轨伸缩调节器通用图　　NBB-TYT-GJ-TJQ-01A～02A

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-GJ-TJQ-01A

序号	图名	图号
4	60kg/m 钢轨曲线型单向钢轨伸缩调节器总布置图	NBB-TYT-GJ-TJQ-02A

8. 车辆基地

序号	图名	图号
1	封面	
2	图纸目录	
3	设计说明	NBB-TYT-CJ-001A
4	检查坑建筑图	NBB-TYT-CJ-002A
5	库外平过道碎石道床结构图	NBB-TYT-CJ-003A
6	库内平过道整体道床结构图	NBB-TYT-CJ-004A
7	库内工艺轨道道床结构图	NBB-TYT-CJ-005A
8	车辆段标志标线（一）	NBB-TYT-CJ-006A
9	车辆段标志标线（二）	NBB-TYT-CJ-007A
10	车辆段标志标线（三）	NBB-TYT-CJ-008A
11	DCC 室设备平面布置图	NBB-TYT-CJ-009A
12	双层工作钢平台图	NBB-TYT-CJ-010A
13	双层工作混凝土平台图	NBB-TYT-CJ-011A
14	固定式上司机室平台图	NBB-TYT-CJ-012A

本规范用词说明

1　为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1)　表示很严格，非要这样做不可的用词：

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　本规范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 《地铁设计规范》GB 50157
2 《城市轨道交通技术规范》GB 50490
3 《城市轨道交通工程项目建设标准》建标 104
4 《建筑结构荷载规范》GB 50009
5 《混凝土结构设计规范》GB 50010
6 《建筑抗震设计规范》GB 50011
7 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
8 《建筑设计防火规范》GB 50016
9 《钢结构设计规范》GB 50017
10 《城镇燃气设计规范》GB 50028
11 《人民防空地下室设计规范》GB 50038
12 《城市轨道交通技术规范》GB50049
13 《供配电系统设计规范》GB 50052
14 《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053
15 《低压配电设计规范》GB 50054
16 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
17 《35～110kV 变电所设计规范》GB 50059
18 《3～110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060
19 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065
20 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB 50082
21 《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084
22 《铁路线路设计规范》GB 50090
23 《铁路车站及枢纽设计规范》GB 50091
24 《地下工程防水技术规范》GB 50108
25 《铁路工程抗震设计规范》GB 50111
26 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
27 《内河通航标准》GB 50139
28 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
29 《汽车加油加气站设计与施工规范》GB 50156
30 《电子信息系统机房设计规范》GB 50174
31 《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB 50198
32 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
33 《地下防水工程质量验收规范》GB 50208
34 《电力工程电缆设计规范》GB 50217
35 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
36 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223

37 《人民防空工程设计规范》GB 50225

38 《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299

39 《电梯工程施工质量验收规范》GB 50310

40 《综合布线工程设计规范》GB 50311

41 《安全防范工程技术规范》GB 50348

42 《气体灭火系统设计规范》GB 50370

43 《厅堂扩声系统设计规范》GB 50371

44 《入侵报警系统工程设计规范》GB 50394

45 《视频安防监控系统工程设计规范》GB 50395

46 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476

47 《城市轨道交通通信工程质量验收规范》GB 50382

48 《民用建筑节水设计标准》GB 50555

49 《城市轨道交通建设项目管理规范》GB 50722

50 《数字集群通信工程技术规范》GB/T 50760

51 《无障碍设计规范》GB 50763

52 《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909

53 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974

54 《桥梁用结构钢》GB/T 714

55 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

56 《计算机场地通用规范》GB/T 2887

57 《面板、架和柜的基本尺寸系列：第二部分》GB 3047.1

58 《电话自动交换网局间直流信号方式》GB 3378

59 《电力工程电缆设计规范》GB 5021

60 《电梯对重用空心导轨》JG/T 5072.3

61 《预应力混凝土用钢绞线》GB 5224

62 《生活饮用水卫生标准》GB 5749

63 《电梯主参数及轿厢、井道、机房的型式与尺寸 第1部分：Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅵ类电梯》GB/T 7025.1

64 《电子设备控制台的布局、型式和基本尺寸》GB 7269

65 《电梯制造与安装安全规范》GB 7588

66 《地铁车辆通用技术条件》GB/T 7928

67 《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163

68 《电梯用钢丝绳》GB 8903

69 《环境电磁波卫生标准》GB 9175

70 《标志用公用信息图形符号》GB/T 10001

71 《电梯技术条件》GB/T 10058

72 《电梯试验方法》GB/T 10059

73 《电梯安装验收规范》GB/T 10060

74 《城市轨道交通直流牵引供电系统》GB 10411

75 《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758

76 《工业控制用软件评定规则》GB/T 13423

77 《建设用砂》GB/T 14684

78 《建设用卵石、碎石》GB/T 14685

79 《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227

80 《建筑用安全玻璃　第四部分：均质钢化玻璃 GB 15763.4

81 《集群移动通信系统设备通用规范》GB/T 15874

82 《漏泄电缆无线通信系统总规范》GB/T 15875

83 《城市轨道交通照明》GB/T 16275

84 《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899

85 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046

86 《高分子防水材料(第 2 部分)止水带》GB 18173.2

87 《高分子防水材料(第 3 部分)遇水膨胀橡胶 》GB 18173.3

88 《高分子防水材料(第 4 部分)盾构隧道密封垫》GB 18173.4

89 《电梯、自动扶梯和自动人行道维修规范》GB/T 18775

90 《电梯、自动扶梯和自动人行道 风险评价和降低的方法》GB/T 20900

91 《膨润土》GB/T 20973

92 《聚合物水泥防水涂料》GB/T 23445

93 《预铺/湿铺防水卷材》GB/T 23457

94 《适用于残障人员的电梯附加要求》GB/T 24477

95 《电梯曳引机》GB/T 24478

96 《火灾情况下的电梯特性》GB/T 24479

97 《电梯安全要求 第 1 部分：电梯基本安全要求》GB 24803.1

98 《电梯安全要求 第 2 部分：满足电梯基本安全要求的安全参数》GB /T 24803.2

99 《电梯安全要求 第 3 部分：电梯、电梯部件和电梯功能符合性评价的前提条件》GB /T 24803.3

100 《电梯安全要求 第 4 部分：评价要求》GB /T 24803.4

101 《电磁兼容 电梯、自动扶梯和自动人行道的产品系列标准发射》GB/T 24807

102 《电磁兼容 电梯、自动扶梯和自动人行道的产品系列标准抗扰度》GB/T 24808

103 《电梯层门耐火实验 完整性、隔热性和热通量测定法》GB/T 27903

104 《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984

105 《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041

106 《聚氨酯灌浆材料》JC/T 2041

107 《公路桥涵设计通用规范》JTG D60

108 《公路钢筋砼及预应力砼桥涵设计规范》JTG D62

109 《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG D63

110 《公路交通安全设施设计规范》JTG D81

111 《建筑变形测量规范》JGJ 8
112 《民用建筑电气设计规范》JGJ 16
113 《建筑桩基技术规范》JGJ 94
114 《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
115 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106
116 《喷涂聚脲防水工程技术规程》JGJ/T 200
117 《铁路路基设计规范》TB 10001
118 《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1
119 《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10002.2
120 《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》TB 10002.3
121 《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10002.5
122 《铁路隧道设计规范》TB 10003
123 《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005
124 《铁路运输通信设计规范》TB 10006
125 《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009
126 《铁路无缝线路设计规范》TB 10015
127 《铁路路基支挡结构设计规范》TB 10025
128 《铁路特殊路基设计规范》TB 10035
129 《铁路轨道设计规范》TB 10082
130 《铁路工程基桩检测技术规程》TB 10218
131 《无缝线路铺设及养护维修方法》TB2098
132 《铁路盆式橡胶支座》TB/T 2331
133 《铁路结合梁设计规定》TBJ 24
134 《电梯使用管理与日常维护保养规则》TSG T5001
135 《电梯监督检验和定期检验规则-曳引与强制驱动电梯》TSG T7001
136 《混凝土结构耐久性设计与施工指南》CCE S01
137 《节水型生活用水器具》CJ 164
138 《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49
139 《地铁限界标准》CJJ 96
140 《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》CJJ 183
141 《浮置板轨道技术规范》CJJ/T 191
142 《城市轨道交通站台屏蔽门》CJ/T 236
143 《地基基础设计规范》DG J08-11
144 《城市轨道交通站台屏蔽门技术规程》DG/T J08-901
145 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》DL/T 620
146 《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044
147 《地铁基坑工程施工规程》SZ-08
148 《电信专用房屋设计规范》YD/T 5003

149 《SDH 本地网光缆传输工程设计规范》YD/T 5024
150 《通信电源集中监控系统工程设计规范》YD/T 5027
151 《通信电源设备安装工程设计规范》YD/T 5040
152 《SDH 光缆通信工程网管系统设计规范》YD/T 5080
153 《移动通信直放站工程设计规范》YD/T 5115
154 《无线通信系统室内覆盖工程设计规范》YD/T 5120
155 《本地通信线路工程设计规范》YD/T 5137
156 《基于软交换的综合接入设备技术要求》YD/T 1385
157 《基于软交换的媒体服务器技术要求》YD/T 1386
158 《基于软交换的业务技术要求》YD/T 1388
159 《城市轨道交通设计规范》DGJ08-109
160 《上海城市轨道交通工程技术标准》（试行）STB/ZH-000001

宁波市轨道交通技术标准

宁波城市轨道交通设计技术标准

2015 甬 SS-01

条文说明

2015　宁波

目　次

1　总则 385
3　客流预测 389
3.1　一般规定 389
3.2　基础资料与数据 389
3.3　客流预测内容及成果要求 389
4　运营组织 393
4.1　一般规定 393
4.2　系统运能 393
4.3　列车速度 393
4.5　列车编组与运行间隔 394
4.6　运行交路 394
4.7　停站时间 394
4.8　运营配线 394
4.9　运用车数 395
4.10　运营管理 395
4.14　组织定员 395
5　车辆 396
5.1　一般规定 396
5.2　列车编组 396
5.3　技术指标 396
5.4　车体、车门与车钩 397
5.5　转向架 397
5.6　电气系统 397
5.7　供风与制动系统 397
5.8　乘客信息系统 398
5.10　其他要求 398
6　限界 399
6.1　一般规定 399
6.2　制定限界的基本参数 399
6.3　线间距 400
6.4　设备限界 400
6.5　建筑限界 400
6.6　站台建筑限界 401
6.7　设备和管线布置 403
7　线路 405
7.1　一般规定 405
7.2　线路平面 407

7.3 线路纵断面.....410
7.4 配线.....411
8 轨道.....416
8.1 一般规定.....416
8.2 钢轨及配件.....416
8.3 扣件.....416
8.4 轨枕与道床.....417
8.5 道岔、伸缩调节器.....418
8.6 无缝线路.....419
8.7 减振轨道结构.....419
8.8 轨道附属设备及安全设备.....419
9 路基.....421
9.1 一般规定.....421
9.2 路肩高程，路基面形状和宽度.....421
9.3 基床.....423
9.4 路堤.....424
9.7 路基排水及防护.....425
9.8 路基支挡结构物.....425
11 车站建筑.....426
11.1 一般规定.....426
11.2 车站总体布置.....426
11.3 地下车站平面设计.....427
11.4 车站主要设施设置.....427
11.12 车站管线综合设计.....428
12 地下车站与地下区间结构.....431
Ⅰ 地下车站结构.....431
12.1 一般规定.....431
12.2 施工方法的选择.....432
12.3 结构选型.....432
12.5 工程材料.....433
12.6 基坑工程设计.....433
12.7 标准段结构设计.....435
12.9 构造设计.....435
12.10 抗震设计.....436
Ⅱ 地下区间结构.....436
12.12 一般规定.....436
12.15 盾构隧道结构设计.....437
12.16 盾构选型.....438

12.17 盾构进出洞设计.....438
12.18 盾构隧道注浆要求.....438
12.24 监控和监测.....439
13 高架车站与区间结构.....440
Ⅰ 高架车站结构.....440
13.1 一般规定.....440
13.4 构造要求.....440
II 高架区间结构.....440
13.5 一般规定.....440
13.6 设计荷载.....441
13.7 结构设计.....441
13.8 构造要求.....441
14 结构防水及结构耐久性.....442
Ⅰ 结构防水.....442
14.1 一般规定.....442
14.2 混凝土结构自防水.....442
14.3 明挖结构防水.....443
14.4 盾构隧道及矿山法结构防水.....443
II 结构耐久性.....443
14.7 环境作用分类与作用等级.....443
14.8 地下结构混凝土耐久性设计.....444
14.9 地面及高架结构耐久性设计.....444
14.10 混凝土耐久性检验.....444
15 供电.....445
15.1 一般规定.....445
15.2 系统配置.....445
15.3 系统容量.....446
15.4 主变电所.....446
15.5 牵引、降压变电所.....447
15.6 动力照明配电.....448
15.8 接触网.....448
15.10 杂散电流腐蚀防护.....449
16 通风空调.....450
16.1 一般规定.....450
16.2 设计标准.....450
16.3 地下车站公共区.....450
16.4 区间隧道.....450
16.5 设备管理用房（含车站、车辆基地和控制中心等）.....450

16.6 地面和高架车站.....451
16.7 空调冷源和冷冻水系统.....451
16.10 运行模式与系统控制.....451
17 给水与排水.....452
17.1 一般规定.....452
17.2 给水系统.....452
17.3 排水系统.....452
17.4 车辆综合基地给排水.....453
18 通信及办公自动化.....454
18.1 一般要求.....454
18.4 专用通信无线通信系统.....454
18.5 专用通信公务电话系统.....455
18.6 专用通信专用电话系统.....455
18.7 专用通信视频监视系统.....455
18.8 专用通信广播系统.....455
18.9 专用通信时钟系统.....455
18.11 专用通信电源及接地系统.....455
18.14 公安通信系统.....456
19 信号.....457
19.1 一般规定.....457
19.2 系统基本要求.....457
19.5 子系统要求.....457
19.6 信号设置及显示.....457
19.7 DCS 系统.....457
19.8 计算机监测.....458
19.13 系统主要性能指标.....458
20 智能化监控系统与火灾自动报警.....459
20.1 综合监控系统.....459
20.3 环境与设备监控系统.....459
20.4 火灾自动报警系统.....459
20.5 门禁系统.....460
21 自动售检票.....461
21.1 一般规定.....461
21.2 票制及票务管理.....461
21.3 系统构成.....461
21.4 主要功能.....461
21.5 车站设备配置与布置.....462
21.6 网络构成及要求.....462

21.11 系统主要技术指标.....462
24 车辆基地.....463
24.1 一般规定.....463
24.2 功能和任务.....464
24.3 资源共享.....464
24.4 选址与总图布置.....465
24.5 站场与线路.....466
24.6 车辆基地规模.....466
24.7 车辆运用整备设施.....466
24.8 车辆检修设施.....468
24.9 设备维修与动力设施.....469
24.10 综合维修.....469
24.11 救援与抢修.....469
24.12 物资总库.....469
24.13 培训中心.....469
25 控制中心.....470
25.1 一般规定.....470
25.3 管理与操作模式.....470
25.4 工艺.....470
25.5 建筑与结构.....471
25.6 附属设施.....471
26 防灾与安全.....472
26.3 消防给水与灭火设施.....472
26.4 防烟、排烟与事故通风.....472
27 人防.....473
27.1 一般规定.....473
27.2 建筑.....473
27.3 结构.....476
27.4 通风.....478
27.5 给排水.....479
27.6 电气.....480
27.7 平战转换.....482
28 环境保护.....484
28.1 一般规定.....484
28.2 噪声污染防治.....484
28.5 大气环境保护措施.....486
28.6 电磁辐射环境保护措施.....486
28.7 其他.....486

29 节约能源 488
29.4 行车 488

制订说明

《宁波城市轨道交通设计技术标准》是在广泛调查研究和缜密总结分析技术发展及已有经验后进行编制的。

本标准共分为 30 章和 8 个附录。主要内容包括总则、术语与缩略语、客流预测、运营组织、车辆、限界、线路、轨道、路基、交通衔接、车站建筑、地下车站与地下区间结构、高架车站与区间结构、结构防水及结构耐久性、供电、通风空调、给水与排水、通信及办公自动化、信号、智能化监控与火灾自动报警、自动售检票、自动扶梯与电梯、站台门、车辆基地、控制中心、防灾与安全、人防、环境保护、节约能源、工程筹划等。

为便于广大设计、施工、科研和高校有关人员在使用本标准时，能正确理解和执行条文规定，《宁波城市轨道交通设计技术标准》编制组按章、节、条、款顺序编制了条文说明，供使用者参考，但条文说明不具有规范条文的效力。各单位在实施过程中如发现问题及需要修改和补充之处，请将意见和建议发至：宁波市轨道交通集团有限公司（地址：宁波市宁穿路 3399 号，邮编：315101，Email：nbjsbz@126.com）、上海市隧道工程轨道交通设计研究院（地址：上海市徐汇区中山西路 1999 号申隧设计大厦，邮编：200235，Email：nbjsbz@126.com）《宁波城市轨道交通设计技术标准》编制组，以供修订参考。

1　总　则

1.0.2　宁波市正在建设的线路均采用钢轮钢轨走行系统、B 型车辆（鼓型车）、架空接触网供电，这方面已有成熟的经验，在此基础上制订本技术标准条文，以规范今后以钢轮钢轨为导向、列车最高运行速度不超过 80km/h 的轨道交通新建工程设计。

1.0.4　城市轨道交通工程的实施，本质上是城市总体规划战略意图的具体体现。国办发〔2003〕81 号文件指出：“城轨交通发展直接影响到城市的布局结构和发展方向，应统筹规划、分步实施”；“要根据国务院批准的城轨交通建设规划开展项目前期工作”。发改基础〔2015〕49 号文件也指出：“线网规划是城市轨道交通长远发展的总体设计，是建设规划的重要依据，应具备科学性、稳定性和前瞻性”；“建设规划以线网规划为基础，提出近期建设方案，作为项目实施的依据”。因此，宁波城市轨道交通工程设计，应符合政府主管部门批准的宁波市城市总体规划、城市轨道交通线网规划和近期建设规划。经批复的城市轨道交通线网规划是建设规划的依据，经批准的建设规划是建设项目进行可行性研究和审批的依据，而可行性研究又是城轨建设项目设计的依据。每一个城轨建设项目的线路走向、车站设置、换乘关系、主变电所、控制中心和车辆基地位置按照线网规划、建设规划的统筹安排，与城市控制性详细规划相结合，以获批的可研报告为指导，才能确保线路总体方案符合线网规划对其功能定位的要求，与建设规划相协调，从而为网络化建设和运营创造必要条件，充分发挥公共交通功能和对城市发展的支持作用。

1.0.5　城市轨道交通工程设计所确定的线路功能定位、服务水平、系统运能、线路走向和起吃点、车辆基地选址、资源共享等主要设计内容，是线网规划统筹考虑的最终体现。

城市轨道交通工程设计应根据远景线网规划，处理与其他线路的关系，预留续建工程连接条件，是基于我国城市轨道交通建设五十多年经验，需特别强调的方面。近年来，随着国内许多城市轨道交通线网规模的逐渐加大，网络化运营情况下凸显出许多直接影响运输功能和运营服务水平的问题，如线路间的关系、换乘站之间的关系等，这些涉及换乘和出行效率的关键条件往往与前期线路预留条件有关，只有在规划和前期线路设计中考虑和处理好，才能从根本上解决。

1.0.6　规定设计年限分期是基于投资的经济性、系统设备产品的寿命与更新周期、土建结构的使用年限特点和改造的难度等因素，分为初期、近期、远期三期。

城市轨道交通的客运量一般具有随城市发展逐步增长的规律，为保证轨道交通在建成后不致长时期欠负荷运营或短期内频繁扩容改造，并节约初期的建设投资，应经济合理地分阶段进行投资建设。

根据国内外实践经验，设计年限分期采用的设计标准，按该期最后一年采用，初期为建成通车也就是交付运营后第 3 年，近期为第 10 年，远期为第 25 年，即三期的设计分别按第 3 年、第 10 年、第 25 年的要求进行。当一条线路分阶段建设，每段通车时间相距三年以上，应按不同项目实施。后期实施的项目，设计年限应按后期通车年为基础年，重新推定初、近、远期设计年限。

1.0.7　城市轨道交通行车最大通过能力是指线路每小时单方向能通过的最多列车数。行车最大通过能力，取决于线路条件及信号系统、车辆等设备的技术性能，以及行车组织管理

水平等多种因素，因此可以通过采用先进设备和提高科学管理水平来实现。所以它又是反映轨道交通技术和管理水平的一个综合性指标。当代世界运输效率最高的地铁系统行车密度也已超过 40 对/小时，30 对/小时是世界上已普遍达到的水平。

考虑到宁波的实际情况，为确保安全和效率，推荐采用不少于 30 对/小时的列车运行组织，缩小了行车间隔，保证相同运量的条件下，可减少列车编组长度，从而缩短车站站台长度，不仅减少了土建工程和设备用量，而且可节省运营动力、照明等的电能和费用。同时，缩短行车间隔也减少了乘客候车时间，提高了服务质量。

城市轨道交通工程的建设规模与设备容量要按远期设计年限的预测客流量和列车通过能力确定。由于轨道交通系统属大型建设工程，投资大、建设周期长，为节省初、近期投资和避免一些后期才使用的设备长期闲置，对于可以分期建设的工程及配备设备，应分期扩建、增设，诸如有的地面车辆段、土建工程、地面和高架车站结构以及车辆、供电、行车自动化系统等设备的配备。但对于后期扩建困难很大或再次施工时对周围环境会带来极大不利影响的工程，以及行车需要一次建成的工程，应予以一次建成，如地下车站及各种地下大型工程、区间隧道及桥梁、路基、轨道等土建工程。

1.0.8　为保证高通过能力及安全行车、线路应采用上、下分行的双线和全封闭线路。由于我国城市交通均规定右侧行车，因此，城市轨道交通亦采用右侧行车制式。

采用与我国地面铁路一致的 1435mm 标准轨距，主要为便于车辆、器材过轨运输和采用地面铁路系统已有的标准化产品，以简化设计及产品制造。

1.0.9　车辆定员数除坐席外尚应计及坐席占地以外的空余面积上站立乘客数。以往均按每平方米空余面积站立 6 名乘客的标准来设计，本标准推荐车厢空余面积按每平方米站立 5 名乘客计算。这是为了适当提高乘客的舒适度，并为将来超出预测客流的增长留有一定的富余量。

1.0.13　城市轨道交通是承运大量乘客及建设成本高的大型城市交通工程，一旦主体结构工程发生毁坏事故，会造成人员群死群伤、巨大物质损失，以及长时间停运严重影响城市交通，为保证安全和实现工程生命周期内价值最大化，故作此条规定。设计使用年限是指在一般维护条件下，能保证主体结构工程正常使用的最低时段。

与主体结构相联的构件，如车站内部的钢筋混凝土楼板、站台板、楼梯等，当维修或置换会影响正常运营时，其设计工作年限也宜采用 100 年。

具体保证措施应符合本标准有关规定。表 1.0.13 为城市轨道交通各类混凝土结构供参考的设计使用年限，其他结构工程的设计使用年限要求，应按现行相关国家和行业标准的规定执行。

表 1.0.13　各类混凝土结构参考设计使用年限

结构类型	构 件	最低设计使用年限（年）
地下结构	主体结构的梁、板、柱、墙、基础柱；矿山法隧道二次衬砌；盾构法隧道管片	100
	车站内部构件，包括站台板、楼扶梯、电梯井、轨道区下楼板和	100

结构类型	构 件	最低设计使用年限（年）
	设备夹层等构件	
	地下区间应急疏散平台结构的混凝土构件	50
高架及桥梁结构	主梁、墩柱、框架结构、基础	100
	车站桥面结构构件，包括站台板、楼扶梯、设备层等构件	100
	高架区间乘客疏散平台结构的混凝土构件	50
道床结构	各类混凝土无砟道床	100
	有砟道床的混凝土轨枕	50
路基支挡结构和过水结构	挡土墙、涵洞	50
附属地面建筑结构	控制中心的梁、板、柱、墙、基础	100
	普通房屋建筑的梁、板、柱、墙、基础	50
	车辆基地等地下构筑物，包括检查坑、暖气沟、电缆隧道等构件	50

1.0.15　城市轨道交通工程特别是处于地下的工程结构，除具有疏散能力外，自身还具有一定的防护能力，因此在保证作为重要的公共交通工具前提下，工程的有些部分作为人防工程也可以加以利用。由于各城市地位的重要性及城市轨道交通线路在城市所处位置不同，人防要求也会随之不同，所以本条规定，在满足城市轨道交通自身的安全、功能、环境需求的前提下，人防要求可由各城市主管部门根据具体情况确定。

1.0.16　宁波市轨道交通由多条线路组成网络，车辆段应在线网规划中统筹安排，并明确各车辆段在全线网中的地位和分工。一条线路设一座车辆段或几条线路使用一座车辆段，应根据线网中线路数量、技术经济等条件和线网规划的安排等具体情况确定。

车辆段通常设在线路一端靠市郊地区，线路很长时，车辆段至另一端发车的空驶距离会很大，也会增加运营费用，根据国内外实践经验，长度大于 20km 时，可在适当位置增设停车场。

1.0.17　城市轨道交通是关系乘客生命安全和维系城市正常活动秩序的重要交通工具，因此采用的各种设备应是满足功能要求和技术经济合理的成熟产品。同时为进一步降低工程造价，应考虑立足国内生产，努力提高国产化率。

1.0.20　城市轨道交通是乘客众多且密集的大运量城市交通工具，地下线路处于空间狭窄且基本封闭的隧道中，救灾和逃生均很困难，高架线路列车运行在高架桥上，两面凌空，故一旦发生本条所列灾害时，极可能造成群死群伤、巨大物质损失或长时间中断运营等重大事故，因此，设计对本条所列的各类灾害应有有效防范措施。

下穿河流、湖泊等水域的城市轨道交通隧道工程具有一定的危险性，为防止水下工程一旦出现事故，水流灌入水域两端其他区段造成更大灾害事故，故需视水域具体条件，在隧道

穿过水域的两端适当位置设置防淹门。根据姚江、奉化江、甬江水域宽度、深度、水量、流速，以及地质条件、通航条件，确定在其两端隧道的适当位置需设置防淹门。

1.0.21　城市轨道交通沿线路设置纵向、横向应急疏散通道，以及在两相邻区间隧道间设置的联络通道，是为一旦出现灾情或行车事故时，能够最大限度地使乘客及隧道内其他作业人员安全疏散。本条所指的纵向应急疏散通道，主要是指利用道床形成的可兼作纵向疏散的通道。设在轨道线路侧边或中间的纵向应急疏散通道，平时也可兼作检修通道使用，在国外常有这种设置，我国近几年新建的城市轨道交通线路大部分均设置了这类通道。

1.0.22　城市轨道交通客流量大，人员密集，特别是地下线路，环境相对封闭、一旦发生突发事件，人员疏散难度很大，极易造成重大人员伤亡和物质损失，社会影响也大，因此，为确保运营安全，提高应对突发事件能力，需要加强安防设施。为此，设计除应遵守本标准相关章节对安全出口、应急疏散通道、导向标志、消防，送风和排烟，以及通信及报警等有关安防规定外，尚应合理设置安全检查设备的接口。

1.0.25　凡本标准有规定的，在设计中应按本标准执行；本标准未作规定的，应符合国家现行有关强制性标准的规定，或参照其他有关的现行国家、省、市规范和标准的规定执行。

3 客流预测

3.1 一般规定

3.1.1 城市轨道交通线网规划、建设规划、工程可行性研究、初步设计各阶段客流预测的基础条件、预测的目的、内容等存在较大差异，且前一阶段工作成果是下一阶段工作的基础和依据，又要求成果之间相互衔接，相互印证支持；缺乏前一阶段的工作支持，下一阶段的工作条件不足，工作成果可信度降低。因此，必须分别进行专项客流预测，编制客流预测专题报告，应采用专家评审通过的客流报告作为设计依据。运营前及运营阶段宜根据实际需要（分析开通线路对轨道交通网络的影响、线路的运营组织、购置车辆等）进行客流预测。

3.1.2 城市轨道交通系统是城市综合交通系统的组成部分，承担部分城市交通客流。为保证城市综合交通的一体化和系统性，城市轨道交通客流预测应以城市综合交通预测模型为主要技术手段，基于全网络、全方式进行预测；预测方法宜采用城市交通规划四阶段需求预测方法，客流预测报告中应给出客流预测技术流程。

3.1.3 准确的预测对象是预测成果指导工程建设的基本条件，本条规定了预测对象总体方案的主要内容。

3.2 基础资料与数据

3.2.2 城市综合交通调查是客流预测的重要基础。鉴于宁波市正处于快速城市化发展进程中，城市交通特征变化较快，为保证调查数据的时效性，规定宜采用 5 年内的交通调查数据作为客流预测的基础。超过 5 年应组织进行新的综合交通调查。

3.3 客流预测内容及成果要求

3.3.1 线网规划阶段：

1 阐述线网规划阶段客流预测工作的功能目标；

轨道交通线网规划是依据城市总体规划和综合交通规划确定的轨道交通发展目标，研究轨道交通建设必要性及发展模式、线网层次与规模、线网布局方案、车站车场选址、线网分期建设方案等，线网规划方案是定性与定量分析相结合的结果，线网方案的规划过程即客流预测的逐步深化过程。

线网规划阶段客流预测通过对线网规划构思过程中定性研究形成的多个比选方案进行分析检验，根据定量预测数据分析轨道线网布局规划与城市发展的适应性，从而验证线网构架的科学性，为不同轨道线网方案优劣评价提供参考依据。为使近期建设实施方案与远期规划之间具有合理的过渡以及连续性，通过对近期建设方案进行客流测试，为制定科学的近期实施计划提供参考。

2 阐述线网规划阶段客流预测年限；

3 阐述线网规划阶段客流预测的主要内容。

线网规划客流预测内容包括城市交通需求分析和线网客流预测，线网客流预测根据研究对象不同又分为比选方案线网客流预测、推荐方案线网客流预测。

城市交通需求分析通过分析交通出行总量、出行时空分布、交通方式结构、客流走廊及量级等，结合有无轨道交通对城市交通系统的影响分析，论证轨道交通建设必要性。比选方案线网客流预测根据各比选方案的轨道交通出行总量及出行分担率来判断轨道线网规模的合理性，从线网日客流总量、客流强度、平均乘距、换乘客流量和换乘系数、主要客流走廊高峰小时断面客流量及分布等客流指标分析论证线网构架的准确性。推荐方案线网客流预测通过分析推荐线网方案中各线路客流特征，为线网功能层次结构划分、各线路功能定位及系统运量等级提供参考依据。

线网规划阶段客流预测结果应能满足公共交通系统的整体服务水平分析的工作需要，包括出行总体指标、线网及线路层面的客流指标。出行总体指标反应了轨道交通对公共交通内部结构的影响，体现了公共交通体系结构。线网客流指标反应了轨道交通对于乘客出行的直达和便捷程度，为线网整体布局优化和各线路功能定位提供决策依据。线路客流指标反应了轨道交通对客流的吸引力，以及轨道线路的运营效益和运输效率，为线路走向优化和系统运量等级分析等提供定量参考。

3.3.2　建设规划阶段：

1　阐述建设规划阶段客流预测工作的功能目标；

轨道交通建设规划是在网络规划的基础上，经过客流分析、用地发展规划分析等，确定近期建设网络方案。客流预测是确定近期建设网络方案的主要依据，通过对线网规划构思过程定性研究形成的多个建设方案进行比选分析，根据预测的定量数据分析各建设方案线网布局与城市发展的适应性，从而验证线网构架的合理性，为不同轨道线网方案优劣评价提供依据。同时，客流预测结果还将为建设方案的经济评价提供必要的数据支持，为制定科学的近期实施计划提供参考。

2　阐述建设规划客流预测年限；

比选方案线网客流预测是对各比选方案实施后所产生的效果进行分析，因此预测年限应是建设规划的末期年。而推荐方案线网客流预测年限除建设规划的末期年外，还应包括对轨道网络成形、城市发展基本稳定后的远景年。

推荐方案中安排建设的各线路客流预测年限应含初、近、远三期，分别为线路建成通车后第 3 年、第 10 年和第 25 年。

3　阐述建设规划阶段客流预测的主要内容。

建设规划阶段客流预测主要内容包括城市交通需求分析、比选方案和推荐方案线网、推荐方案线路客流预测，敏感性分析等。

城市交通需求分析是轨道交通客流预测的重要基础，出行时空分布分析将为客流预测结果提供判断依据。比选方案客流预测根据轨道交通出行总量及出行分担率与城市总体规划或综合交通规划中确定的城市公共交通发展目标、轨道交通与公共交通的功能定位及分担比例的对比分析，评价各比选方案的优劣，确定推荐方案。

推荐方案远期线网客流预测主要是反映城市轨道网络成形和城市发展基本稳定后的情况下线网客流特征指标。

推荐方案线路客流指标反应了轨道交通对客流的吸引力，以及轨道线路的运营效益和运输效率，为线路系统制式、经济评价分析等提供初步参考。

建设规划阶段客流预测敏感性分析的重点应该是影响客流总量规模的宏观性影响因素，包括城市人口规模、城市交通发展政策等。由于城市的人口规模和城市交通发展政策存在很大的不确定性，而人口规模和城市交通政策又是影响轨道交通客流预测结果的关键因素，因此对其需要进行敏感性分析。

3.3.3　工程可行性研究阶段：

1　阐述工程可行性研究阶段客流预测工作的功能目标；

轨道交通线路工程可行性研究所需要的各种设计参数，其定量依据主要来自于工程可行性研究阶段客流预测，包括比选线位与设站方案，确定系统制式、车辆选型和编组、车站规模，编制运营组织方案，进行经济评价分析等。

2　阐述工程可行性研究阶段客流预测年限；

轨道交通新线客流培育期一般为开通后 3 年，因此，工程可行性研究阶段客流预测的初期为通车后第 3 年。但线路系统制式、车辆选型和编组、车站规模、运营组织方案等不仅要满足初期客流的需求，更重要的是还要满足未来不同时间的客流变化要求，因此除了初期客流预测外，还需要进行近期（通车后第 10 年）和远期（城市发展进入基本稳定阶段，按通车后第 25 年考虑）客流预测。

3　阐述工程可行性研究阶段客流预测的主要内容。

由于工程可行性研究阶段客流预测直接为线路、车站设计等技术参数提供定量依据，因此，除了交通需求、线网及线路客流指标等总体层面的指标外，还要重点预测车站的进出站客流、换乘客流，同时对特殊站点的突发客流进行专门分析。

工程可行性研究阶段客流预测敏感性分析主要包括线路沿线人口规模、票制票价、服务水平、交通衔接等因素。沿线土地开发进程及规模直接影响着轨道沿线人口规模，进而影响轨道线路吸引客流。许多城市进行轨道交通客流预测时，往往把土地开发实施理想化，按照原规划的最终阶段进行预测，但实际上由于各方面的原因，沿线土地开发，尤其是郊区的土地开发往往比较滞后，同时也有土地开发强度远超出规划的情况，这些都对客流产生了很大影响。票制票价、服务水平（轨道发车间隔）、其他方式特别是公共交通衔接对轨道交通的吸引力有很大影响，需要进行敏感性分析。

3.3.4　初步设计阶段：

1　阐述初步设计阶段客流预测工作的功能目标；

初步设计阶段客流预测工作除满足工程可行性研究阶段客流预测工作的功能目标外，重点应是在站点和各站点出入口具体位置和数量信息明确的前提下，根据站点周边现状和规划的人口、建筑及相关接驳设施的分布，对站点分方向的进出站量进行预测，满足站点出入口、步行通道、检票闸机或闸门、楼扶梯等设施规模和布局的设计要求。

2　阐述初步设计阶段客流预测的主要内容。

初步设计阶段客流预测的主要内容在包括工程可行性研究阶段客流预测的主要内容的基础上，增加对换乘站换乘客流、站点乘降量、站点出入口进出客流量的上下行预测，同时

对站点高峰小时的超高峰系数、换乘站换乘客流、站点乘降量、站点出入口进出客流量进行预测，满足站点初步设计的实际工作需要。

3.3.5　运营前及运营阶段：

1　阐述运营前及运营阶段客流预测工作的功能目标；

由于初步设计阶段客流预测基准年与轨道线路建成通车年有一定的间隔，在该时间间隔内轨道沿线的土地利用、城市交通发展水平等外部因素有可能与之前的客流预测的依据或假设有所调整，从而影响之前的客流预测结果。而在轨道交通运营前的运营组织策划、票制票价方案制定、政府招商谈判以及运营后的车辆增购、系统设备扩容、项目后评估等工作的开展，需要较为准确地掌握运营线路的客流特征，有必要重点考虑轨道交通沿线走廊的发展状况重新开展运营前几运营阶段的客流预测。

2　阐述运营前及运营客流预测年限；

由于运营前及运营阶段客流预测服务于不同的实际工作，因此无法对预测年限做统一之规定，具体预测年限应根据实际工作需要来确定。

3　阐述运营前及运营阶段客流预测的主要内容。

由于运营前及运营阶段客流预测基准年距离预测年较近，预测结果的准确性很快即可得到验证，因此应重视现状调查，加大对轨道线路沿线土地利用和现状轨道客流特征资料的收集和分析。同时应将敏感性分析作为重点，突出初期客流的敏感性因素，预测客流的变化幅度，以便提出相应保障措施。此阶段客流预测内容可根据实际工作需要参照工程可行性研究阶段客流预测内容确定，并应结合设定的票制票价方案测算轨道交通票款收入，作为衡量轨道交通经济效益的基本依据。

4 运营组织

4.1 一般规定

4.1.1 列车运营组织，是维护列车运行正常秩序和保证运营的安全性、经济性的基本规定。本条阐述了轨道交通运营组织应包括的主要内容。

4.1.2 运营规模应满足各时期预测客流需求，在此基础上，轨道交通作为重大基础设施，还应具备在较长时期内适应客流增长、满足乘客出行服务水平提高等的能力，运营规模应在客流预测的基础上留有一定的运能裕量。

4.1.4 运营方案对轨道交通项目的投资、功能及长期运营费用有较大影响，因此在研究中应兼顾合理性、经济性与可行性。同时，考虑到运营方案研究依据的客流预测的不确定性，运营方案的设计应为将来的实际运营调整、变化留有一定余地。

4.1.5 运营管理模式对系统配置及新线运营准备工作具有重要的指导作用，本条阐述了应该包括的主要内容。

4.2 系统运能

4.2.1 城市轨道交通的设计输送能力，是指列车在定员情况下城市轨道交通的高峰小时单向输送能力，单位为“人/h”。设计运输能力在不同的设计年限应能够满足不同的高峰小时单向最大断面客流量的需要。因为客流预测的不确定性，宜在远期高峰小时留有一定的余量。

4.2.2 条文列举了单向运输能力的计算方法。列车定员为各节车座位席和站席的数量之和，是列车正常条件下载客能力的计算依据。

4.2.3 为充分发挥轨道交通运输功能，系统远期正线最大通过能力不应小于 30 对/h，但各设计时期列车开行对数，可按照客流需求及服务水平考虑，不大于最大通过能力即可。条文列举了一条线路中系统通过能力一般可能的控制点，这些控制点均应满足正线最大通过能力的要求。

4.2.4 车辆、人员及其他措施应能满足高峰小时的发车间隔要求。

4.3 列车速度

4.3.1 线路不同的功能定位、客流需求决定了全程的旅行时间目标，旅行速度应根据旅行时间目标和线路长度确定，同时需考虑线路的条件。

4.3.2 条文阐述了列车牵引计算的主要依据。

4.3.4 曲线限速应按曲线半径、轨道超高和允许未被平衡横向加速度的数值制约，这是舒适度的标准。

4.3.5 为充分发挥车辆运行功能，使车辆速度发挥最大效益，在实际运营中，应控制列车达到设计最高速度。

4.5 列车编组与运行间隔

4.5.1 本条阐述了列车车型及编组方案选择的主要因素和基本原则。考虑到普通列车变换编组影响范围较广，操作较为复杂，且对运营有一定影响，因此初、近期宜采用相同的列车编组方案，避免线路开通后不久即改变其编组。

4.5.2 本条阐述了行车间隔设计的主要因素和基本原则。列车发车密度是评价乘客等候时间的一种服务水平标志，是对乘客吸引力的重要参数，本条提出的最大行车间隔不应大于10min，初期高峰时段列车发车间隔中心城地段不宜大于 5min，是对乘客最长等候时间的基本规定。

4.6 运行交路

4.6.1 列车运行交路的设计应以预测高峰小时断面客流分布情况为依据，合理设置交路数量及折返点，这可以有效提高全线满载率，提高运营效率，在满足客流出行的同时节省运营成本。

4.6.3 长大线路或有延伸条件的线路，由于所跨地域较大，且分期建设，其客流发生变化的可能性更高，因此其列车交路设计宜考虑灵活性，使将来实际客流分布特征较预测发生变化时，运营方可以根据实际变化组织合适的列车交路，提高运营效率，控制运营成本。

4.7 停站时间

4.7.1 条文阐述了停站时间计算的基本方法。

4.7.2 列车停站时间对旅行速度有较大影响，而其中列车开关门作业时间又占有较大比重，条文对列车开关门作业最长时间作出规定。

4.7.3 条文对列车停站时间进行规定。由于列车开关门作业时间需要 15s 左右，为满足基本的乘客上下车作业，规定在客流较小的车站，其停站时间也不小于 25s。另外，停站时间过长，将会降低全线旅行速度甚至影响正线最大通过能力的实现，根据一般情况，在设计最大通过能力为 30 对/h 的线路，当停站时间不大于 30s 时，基本不会对通过能力造成影响，在停站时间超过 30s 时，需要进行核实，并通过采取措施控制停站时间，避免对通过能力带来影响。

4.8 运营配线

4.8.1 配线是实现和调整运营方案的重要设施，设置不仅要满足正常运营的列车交路、行车密度要求，还要考虑到列车故障、车站或区间事故、系统设备设施故障等多种等情况下的非正常运行状态和紧急运行状态的运营和调度要求。

4.8.2 折返线适应性和灵活性的设置主要体现在两个方面，折返能力和折返位置。在实际运营中，受到诸多因素的影响，客流出行都可能发生较为显著的变化，主要体现在断面客

流量的增加和高峰区段位置的变化，要求具有折返功能的配线设置尽量考虑上述变化的要求，为将来的实际运营留有调整余地。

折返站折返能力受很多因素影响，包括配线形式、信号系统、列车长度、车辆性能、停站时间、列车转换时间等等，为了在实际运营中可以达到较为理想的折返能力，要求设计和建设阶段为折返能力留有储备。

4.8.3　在部分区段或车站出现故障、事故，影响列车正常通过时，或者列车出现严重故障需要其他列车救援时，往往对正线运营带来较大影响，其严重程度主要和影响的范围及时间有关。渡线和停车线的设置，主要考虑尽量缩小其影响的范围、缩短其影响的时间，而同时，这些配线的设置也会带来工程投资的增加，因此需要在两者中间寻找一个合理的平衡点，条文参照相关的规范、标准，对其距离进行了规定。从实际运营经验来看，列车救援主要包括三个部分：故障确认及救援列车连挂阶段、推送或牵引阶段、故障列车停放及运营恢复阶段，条文规定每隔一定距离设置停车线，主要是考虑缩短推送或牵引阶段的时间，而从实际运营来看，单列位停车线故障列车停放的作业步骤较多，占用时间较长，为了缩短运营恢复时间，在两端停车线较远，且有条件的车站，也可考虑设置 2 列位停车线。

4.8.6　为保证正线运营列车的准点和安全，出入段线接轨点宜设置在车站站端，其配线形式应避免出现逆向敌对进路。列车从支线或车辆基地出入线进入正线钱应具备一度停车条件，主要是考虑出入段线的安全性和尽量提高其通过能力。

4.9　运用车数

4.9.1　条文对运用列车计算进行了规定。为确保运用列车数量满足实际运营的需求，计算结果应进位取整数，折返时间应考虑一定的裕量，注意折返时间和折返间隔的区别。

4.9.2　为确保运用列车数量满足实际运营的需求，旅行速度在理论计算的基础上宜留有一定余地。

4.10　运营管理

4.10.5　轮乘制可以加速车辆周转，降低成本，充分发挥车辆的运用效率，是目前普遍采用的主要乘务制度。

4.14　组织定员

4.14.3　专业化与社会化相结合的模式已在较多城市采用，对于提高服务水平、控制运营成本非常有效，应予积极推广，不断探索。

5　车　辆

5.1　一般规定

5.1.1　基于车辆维修资源共享原则，有利于车辆基地的充分利用，减少车辆备件备品的投资，同一城市车辆型式不宜过多。故本条对宁波城市轨道交通车辆型式进行了明确，采用最高运行速度 80km/h、接触网供电的钢轮钢轨 B_2 型车辆（鼓形车）。

5.1.2　本条规定车辆结构设计寿命不低于 30 年，是根据以往成熟的经验确定的。不包括其他部件，如橡胶件、电气部件等，这些零部件使用寿命达不到 30 年，需在适当的修程中进行更换。

本条规定“车辆应确保在寿命周期内正常运行时行车安全和人身安全”，“正常运行”的条件主要是指：

1) 载荷从空车到超员的范围内；
2) 车辆速度不超过运行曲线规定的速度；
3) 车轮磨耗在规定的范围内；
4) 除灾害性天气以外的气候条件；
5) 车辆、轨道、供电、通信、信号等设备的维修工作按规定要求进行等。

本条还规定了“同时应具备故障、事故、灾难情况下对人员和车辆救援的条件”，这些条件是指车上应装有灭火器、广播装置、应急疏散门、救援设施等。

5.1.3　车辆选型在满足本条规定的内容外，可根据各线实际情况进行增补。

5.2　列车编组

5.2.1　车辆类型及车辆总体尺寸是在 1 号线选购的 B_2 型车（鼓形车）的基础上进行定义的，为了网络资源共享，各线车辆类型及列车编组应执行本条规定。列车编组根据客流预测、设计运输能力、线路条件、环境条件及运营组织等要素确定。列车的动拖比应根据起动加速度、制动减速度、平均旅行速度、故障运行能力、维修费、耗电量、车辆的购置费等因素，以及充分发挥再生制动作用，减少摩擦制动材料消耗，减少在隧道内的发热量，节约电能，减少环境污染等要求综合分析确定。

5.2.2　本条对列车设计提出要求，方便采购列车的运营、维护、检修及资源共享。

5.3　技术指标

5.3.1　根据宁波城市轨道交通线网规划，车辆最高运行速度宜为 80km/h，车辆构造速度 90km/h。

5.3.2　计算粘着系数是核实列车救援能力的关键数据，本条数据采用国内行业通用数据。

5.3.6~5.3.7　本条根据列车编组及车辆动力故障工况，提出故障运营能力和列车救援能力，作为车辆制造、设计的安全验算依据。

5.3.8　列车运行噪声是列车运行环境的一个重要指标，车辆设计、制造、运行均应满足该要求。

5.3.9　列车运行平稳性是运营质量的重要指标，应能保证列车的长期运营后的运行平稳性能。

5.3.11　本条对列车振动与冲击进行了明确，作为车辆、设备及部件制造的验算依据。

5.4　车体、车门与车钩

5.4.1　车体是车辆结构的主体。车体的强度、钢度，关系到运行安全可靠性和舒适性；车体的防腐耐腐能力、表面保护和装饰方法，关系到车辆外观、寿命和检修制度；车体的重量，则关系到能耗、加减速度、载客能力乃至列车牵引性能。这些都直接影响运营质量和经济效益。车体结构形式、性能和技术经济指标主要取决于车体材料。条文对车体材料结构、车窗、贯通道、客室及司机室内座椅等设计及布置进行了初步明确，可作为车辆采购的依据。

5.4.3　车钩是用来实现车辆和车辆或机车和车辆之间的连挂，传递牵引力及冲击力，并使车辆之间保持一定距离的车辆部件。条文对三种类型的车钩性能和要求进行了明确。

5.5　转向架

5.5.1~5.5.3　转向架的结构与性能关系到车辆的运行品质和安全，它直接承受车辆载荷，传递列车的牵引力、制动力以及轮轨相互作用力。因此，需特别关注转向架如下部件的要求：转向架构架、悬挂系统、轮对与轴承、牵引电机悬挂方式。

5.6　电气系统

5.6.1　本条文对列车高、中、低压供电、辅助逆变器、充电器和蓄电池等内容进行规定，明确列车正常工况及故障工况下的供电要求。

5.6.2　牵引传动系统是体现车辆性能的关键，因此，必须确保技术先进、性能可靠。VVVF变压变频控制系统具有相当的优越性，是目前应用最广泛的技术；并推荐采用 IGBT 功率元件作为控制系统的功率元件，控制三相交流异步牵引电机。

5.6.3　列车控制诊断系统包括列车控制和子系统控制，采用列车通信网络控制方式。车辆网络控制应功能完备、工作可靠并考虑冗余。

5.6.4　本条文旨在对牵引与制动控制操作进行明确，确保行车安全。

5.7　供风与制动系统

5.7.1　供风及制动系统是列车运行安全的保证，本条文对四种制动形式的工况进行了明确，确保行车安全。

5.7.3　基础制动是车辆制动系统的执行部分，是利用杠杆作用将制动原动力扩大到适当的

倍数，然后传递给每个轮子旁的闸瓦或制动盘。

5.8 乘客信息系统

车载通信和乘客信息系统主要功能是提供语音通信与语音广播，为乘客提供高质量的视音频和文本信息，以及为运营控制中心（OCC）提供音视频监视和火灾报警功能。车载通信和乘客信息系统应能满足功能需求。

5.10 其他要求

5.10.1

3 本条规定了司机室的客室应配置灭火机并规定其安放位置应有明显标志，是为了发生火情时方便乘客和司乘人员及时使用灭火机灭火。

4 为了提高列车防火有效性，宜在客室内和设备区装设火灾报警装置，并与正线 FAS 系统联网。

5 由于客室内没有乘务员，乘客遇有紧急情况时，可以通过报警装置与驾驶员沟通，使得驾驶员针对情况采取相应措施。

7 客室车门系统应设置安全联锁，是指车门控制系统与列车测速装置之间的联锁，为避免列车启动后因误开车门使乘客从门口跌落车下，当车速大于 5km/h 时应封锁车门的控制电路，不能开启车门，确保乘客安全。另一方面，车门未全关闭时列车的启动控制电路不能构成，列车不能启动，也是防止乘客从车门口跌落。

6 限 界

6.1 一般规定

6.1.6 本条是对限界的总定义。总体上看，限界是保证车辆安全运行的有效空间，是车辆与沿线建筑结构、设备管线安装空间关系总体协调后得到的净空尺寸图形。限界是确定建筑结构净空大小和各种设备、管线的安装位置的依据，并应考虑网络化运营的互联互通要求。

6.1.7 城市轨道交通限界设计应以车辆轮廓尺寸为基础，并考虑行车速度、车辆不同工况参数变化和检修维修情况、线路平纵曲线、轨道安装和维修、受电弓或接触轨的安装和维修以及设备和管线的主要尺寸等不同要求和相关规定。

6.1.3 根据对应车辆运行、设备安装、土建工程等各层次不同功能，分为车辆限界、设备限界、建筑限界。接触网限界是车辆限界、设备限界的一部分。

6.1.4 车辆限界按受电弓、车体、转向架三部分分别进行计算。正常运行状态应包括列车运营工况、线路几何偏差、车辆制造公差、磨耗及维护限度、轮轨间隙、车辆振动、横向加速度、偏载、侧风等因素的影响。隧道内外车辆限界的主要差别在于风荷载取值和接触网高度的不同。

6.1.5 除站台区域和车辆授电设备外，所有设备和管线安装时，应充分考虑施工误差和各种变形等不利因素，在任何情况下都不得侵入设备限界。接触网通过受电弓向列车供电，属于一种特殊的辅助设备，相对位置不受直曲线变化的影响。直线地段设备限界可按车辆一侧一系或二系弹簧全部故障时的最不利状况计算确定。设备限界包括车辆在平面曲线地段和竖曲线地段的曲线几何偏移量。

6.1.6 建筑限界是轨道交通工程建设的永久性固定建筑物的最小净空尺寸，设计时需考虑施工误差、测量误差、结构沉降和变形等因素的影响。建筑限界的基准坐标系与车辆限界、设备限界所采用的基准坐标系不同，设计时应进行两种坐标系的转换。

6.1.7 高架、地面线的车辆限界属于隧道外车辆限界，需根据线路的运营需求计算风荷载，具体可参见 6.2.6 条的相关规定。隧道内的车辆限界不包括风荷载的影响。

6.1.8 工程车及其他专用车辆的设计制造均应符合运行线路车辆限界的要求。

6.1.9 区间应急疏散平台不同于车站站台，它必须在列车故障状态下运行时与列车之间保持一定安全间隙。

6.1.11 本章的规定按宁波城市轨道交通运营线路目前采用的车型进行编写，尚无采用的车型暂未纳入。

6.2 制定限界的基本参数

6.2.1 本条规定的车辆参数，仅供限界设计使用。本标准采用 B_2 型车鼓形车体，其车辆轮廓线、车辆限界与国家标准 B_2 型车不同，但设备限界与国家标准 B_2 型车设备限界一致。

6.2.2　限界计算时应考虑轨道类型、轨道结构高度、超高值和设置方式等因素。碎石道床地段与整体道床地段的限界计算参数取值存在差异，碎石道床地段还需考虑是否设置了轨撑。

6.2.6　按《城市轨道交通工程建设标准》中的规定："遇暴风 8 级时，列车应缓行；遇暴风 9 级及以上或大雾、大雪、沙尘暴等恶劣气象条件下应及时停运"。结合《地铁设计规范》GB50157 和其它城市轨道交通运营的实际经验，高架、地面线车辆正常运行的最大风荷载按 10 级风停运确定，风压取值 400 N/m^2。

6.2.7　在 Φ5200mm 圆形隧道建筑限界中的平台宽度不应小于 600mm，隧道壁上应设扶手。高架双线间设应急疏散平台时，宽度不宜小于 800mm，宜设置栏杆。架空接触网支柱等设备架设在应急疏散平台中部时，支柱处平台单边宽度不宜小于 450mm。考虑到乘客下车疏散通行的需要，应急平台不高于车厢地板面，且与车厢地板面高差不宜超过 200mm。

6.3　线间距

6.3.1　全线正线的线间距应尽可能统一，以便于标准化施工和养护维修。

6.3.2　有道岔车站线间距参照标准道岔确定，并满足最小插入短轨长度的要求。交叉渡线的标准间距：9 号道岔包括 4.6m、5.0m、11.2m、13.2m 等。

6.4　设备限界

6.4.1　列车在运行中因机械故障产生车体额外倾斜或高度变化，故障状态主要指一系悬挂或二系悬挂损坏等需即刻停止运营的不利工况，设备限界按故障运行下的最大动态包络线计算。

6.5　建筑限界

6.5.1　设备和管线安装所需的尺寸，包括自身的安装误差及隧道不均匀沉降引起的永久变形量。

6.5.2　单圆单线盾构法隧道，全线的盾构尺寸统一，其建筑限界按规定运行速度、最小曲线半径和最大轨道超高计算确定。

6.5.3　直线地段矩形隧道建筑限界以直线地段设备限界为计算依据；曲线地段建筑限界是在曲线地段设备限界基础上再考虑轨道超高进行计算；缓和曲线地段的建筑限界按附录 D 进行计算（精确计算），也可参照《铁路隧道设计规范》TB10003 规定的方法并用轨道交通车辆的参数加以修正后计算（粗略计算）。

6.5.4　联络线和辅助线常用的曲线半径小、运行速度低，大多为空车运行，应根据具体情况制定建筑限界。

6.5.5　超高引起的垂直移动量变化为毫米级，为了简化施工，竖向位移可忽略不计。

6.5.6　高架线或地面线、U 形槽区间建筑限界，应按隧道外设备限界及设备安装尺寸计算确定。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。接触网触线底面距轨顶面的高度：地面、高架线一般为 4600mm，困难情况为 4400mm；车场线库外一般为 5000mm，库内线路根据功能定位和检修工艺要求确定。

6.5.7　本安装尺寸适用于受电弓受电 B_2 型车(鼓形车体)。人防隔断门和防淹门建筑限界内除接触网导线外的一切管线都不得在门框内通过。当采用接触网授电时，人防隔断门和防淹门的门框高度应按接触网导线和汇流排距门楣下沿保持 150mm 净距设计。曲线地段、道岔区段的人防隔断门和防淹门，应进行相应的加宽要求计算，在满足建筑限界加宽要求的情况下，应尽可能简化和统一全线的尺寸类型。

6.5.9　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、钢轨磨耗量以及车辆一、二系悬挂在过岔时的横向位移量差值等数值相加而成。

6.5.10　电缆过道岔，通常都由隧道顶部通过。受电弓受电的 B_2 型车(鼓形车体)，电缆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。

6.5.11　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应按列车在空车工况下以 3km/h 速度在整体道床轨道上低速运行进行设计。车体轮廓线和高、低平台（安全栅栏）之间按 80mm 间隙进行建筑限界设计是安全的，同时能有效防止工人在高平台上作业时出现踏空、摔伤。

6.5.12　警冲标是设于两交叉线路间的安全标注。当一条线路上停放列车时，禁止越过警冲标，以保证相邻线路上运行的另一列车安全通过道岔。根据道岔号数及本条规定计算确定警冲标的位置，警冲标至线路中心线距离未包括警冲标的安装尺寸和误差。

6.5.13　这一尺寸主要由道岔区域的横向加宽、人防隔断门或防淹门的安装、道岔转辙设备的设置以及道岔整体道床的铺设范围等因素确定。圆形隧道建筑限界 Φ5200mm，通过合理布置建筑限界内管线设备，能满足道岔区域的内外侧加宽要求。隔断门门框宽度应满足道岔所需的内外侧加宽要求，道岔转辙机顶部标高应不影响人防隔断门或防淹门门扇的正常启闭，人防隔断门或防淹门固定后不影响道岔转辙机的日常检修作业，道岔基本轨轨缝避开结构诱导缝适当距离。现场布置时，应统一协调信号设备、人防隔断门或防淹门的位置和开启方式、道岔转辙机内外侧布置、轨道轨枕间距等，避免不必要的影响和干扰。鉴于盾构隧道起点一般隧道施工误差较大(如下沉)，由于道岔区一般无法调线调坡，此工况下限界空间已紧张，将导致风险加大，同时在土建设计阶段，信号道岔转辙机设备一般未招标，一般情况下建议不小于 18m，困难情况下不应低于 15m。

6.6　站台建筑限界

6.6.1

1　车辆的车门型式对站台计算长度内的站台边缘至轨道中心线的距离有一定影响。内藏门、外挂门应按列车越行过站时的车辆限界计算确定；塞拉门则应按列车停站开门后的车辆限界计算确定。

2　站台门至车辆轮廓线（未开门）之间的净距，既满足了车辆限界另加安全间隙的要求，也确保在这个净空内存在乘客时，车门和站台门无法同时关闭。

3　站台计算长度端部为限界计算的分界点，站台计算长度内按车辆限界制定站台建筑限界；站台计算长度外按区间设备限界制定建筑限界。司机室的上下车位置，可按站台计算长度内执行。

6.6.3　站台计算长度内的线路平面曲线半径不得小于 800m，轨道超高不大于 15mm。缓和曲线伸入站台区域时，也应满足以上规定。曲线站台加宽量宜按如下方法计算：

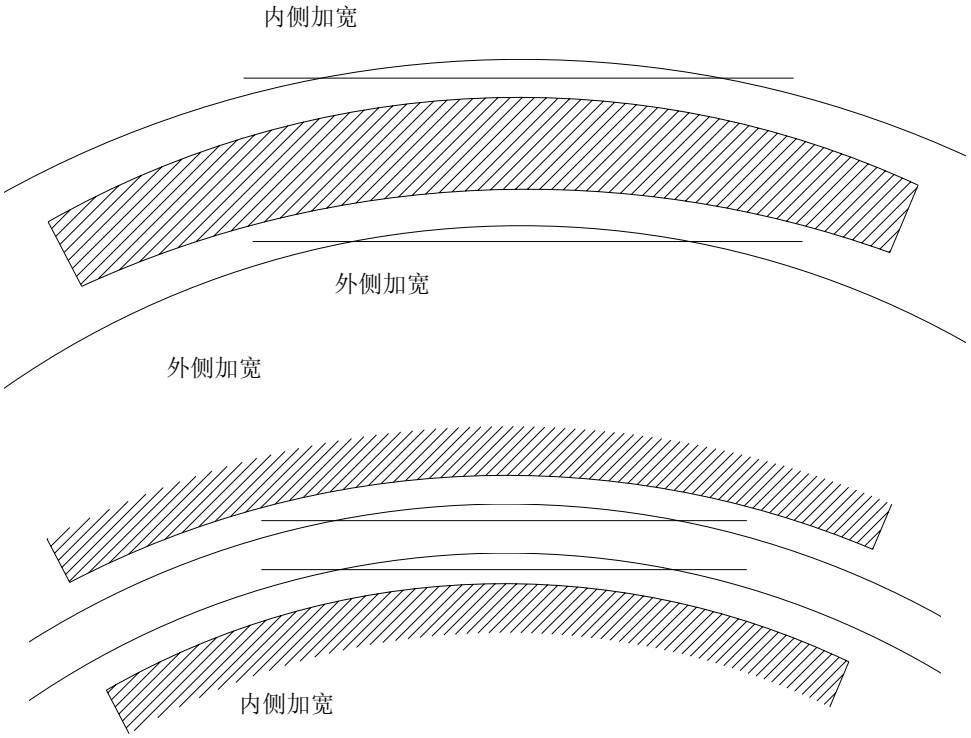
1　计算原则：

1）　为尽量缩小站台间隙，曲线地段按实际半径经计算确定加宽量；

2）　含缓和曲线的车站站台的几何加宽量按三次抛物线进行，同时考虑缓圆点处一、二系弹簧横向变形量曲线和直线位移差值的增大。

2　圆曲线地段计算方法：

曲线站台加宽量主要分为内侧加宽量和外侧加宽量，岛式和侧式站台不同加宽示意图如下所示。



曲线站台加宽量＝曲线几何加宽量＋超高加宽量＋欠超高（或过超高）加宽量＋钢轨磨耗加宽量＋一、二系弹簧横向变形量曲线和直线位移差。

按曲线内侧、外侧分别计算。

1)　曲线几何加宽量：

水平曲线几何偏移量产生的车体横向加宽量：

曲线外侧：　$To=[4n(a+n)-p^2]/8R$

曲线内侧：　$Ti=[4n(a-n)+p^2]/8R$

其中，

a 为车辆定距，B_2 型车取值 12600mm；

p 为转向架固定轴距，B2 型车取值 2200mm 或 2300mm；

n 为车体计算断面至相邻中心销距离；曲线外侧最大加宽量位于车体端部，n 取值 3200mm；曲线内侧最大加宽量位于车体中部，对 B_2 型车，n 取值 6.3m。

表 6.6.3　B_2 型车不同曲线半径的几何加宽量见下表：

符号	定义	R800	R1000	R1200	R1500	R2000	R3000
To	曲线外侧(mm)	32	25	21	17	12	8
Ti	曲线内侧(mm)	26	20	17	14	10	7

2)　超高加宽量：

曲线外侧：$Xc_{外}=-\dfrac{(\mathrm{h}\times\mathrm{Y})}{1500}(1+\mathrm{S})$　　（6.6.3-1）

曲线内侧：$Xc_{内}=\dfrac{(\mathrm{h}\times\mathrm{Y})}{1500}(1+\mathrm{S})$　　（6.6.3-2）

其中，h 为超高值；

Y 为计算位置的垂向坐标值，站台位置处取 1050mm；

S 为重力倾角附加系数，B_2 型车一般可取 0.1。

3)　欠超高（过超高）加宽量：

欠超高或过超高引起的车辆倾角偏斜引起的偏移量，主要是过超高或欠超高时引起的一、二系的弹簧的横向变形量增大。

4)　钢轨加宽量：

钢轨在曲线地段的轨距加宽、侧向钢轨磨耗及横向弹性变形的增加量。

曲线外侧：$Xg_{外}=3+\dfrac{800}{\mathrm{R}}$　　（6.6.3-3）

曲线内侧：$Xg_{内}=\dfrac{800}{\mathrm{R}}$　　（6.6.3-4）

5)　一、二系弹簧横向变形量曲线和直线位移差：

车辆在曲线地段的一、二系弹簧横动量较直线地段的增量。在一般圆曲线地段可取 8mm，在接近圆缓点、缓圆点一节车长范围以内的圆曲线地段可取 13mm。

通过上述计算，800m 曲线站台内侧站台边缘的最大加宽量为 57mm，取 60mm；外侧站台边缘的最大加宽量为 43mm，取 45mm。

3　缓和曲线地段的加宽计算公式(参考附录 D)：

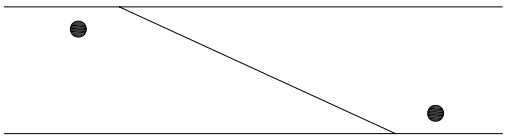
6.6.4　车站的广告灯箱的位置按 350mm 的横向宽度预留，且不得侵入设备限界。

6.7　设备和管线布置

6.7.5

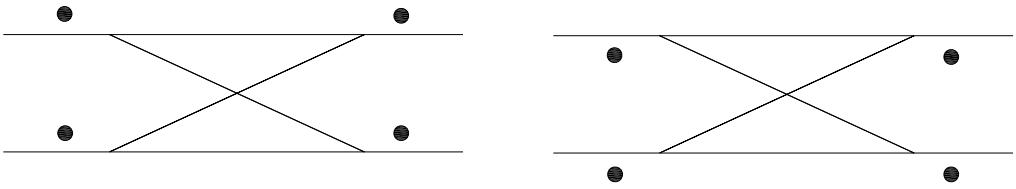
1　轨行区内安装的设备和管线（含支架）距设备限界应保持不小于 50mm 的安全间隙（架空接触网除外），以确保列车在带故障运行时不会与轨道区的管线、设备擦碰，以及限界检测车顺利检测；

2　转辙机侧式安装需考虑道岔的检修空间和建筑限界的加宽要求。在条件允许的情况下，为节约空间和减少建筑限界加宽，单渡线的道岔转辙机宜布置在两线之间，如下图所示。



●为转辙机安装位置

交叉渡线在布置转辙机时，间距在 5.5m 以上的交叉渡线，道岔转辙机宜布置在两线之间。间距在 5.5m 以下的交叉渡线，宜结合现场条件合理布置，一侧布置在两线之间，另一侧布置在线路外侧，如下图所示。



●　为转辙机安装位

6.7.6

2　应急疏散平台上方，宜保持高度不小于 2000mm(困难情况下不得低于 1900mm)的疏散空间，以保证平台上工作人员或乘客的安全通行要求。

3　人防隔断门或防淹门门柱外预埋套管，预埋套管宜紧靠门柱设置，每侧套管埋设宽度满足建筑限界要求。

4　区间联络通道宜与应急疏散平台采用同一标高，这样，乘客可通过联络通道疏散至隔壁隧道。采用受电弓受电的线路，应急疏散平台上可适当增设爬梯，便于上下应急疏散平台。

5　接触网隔离开关一般设在车站端部，有的设在变电所内，有的设在轨道区；长大区间也有可能安装隔离开关。轨行区安装隔离开关时，应根据隔离开关安装尺寸，检查是否满足限界要求，必要时隧道建筑限界应予局部加宽。

6.7.7　一般情况下强电电缆布置在两线外侧，弱电电缆布置在应急疏散平台下方。电缆架设可采用支架或电缆沟槽。

7　线　路

7.1　一般规定

7.1.1　各类线路说明：

1　正线：正线为载客运营并贯通车站的线路，当线路分叉时，可细分为主线和支线。一般情况下，在正线上分岔以侧向运行的线路为支线，直向运行线路为主线。支线通过配线连接主线，可混合运行，也可独立运行。主线与支线的技术标准一致。

2　车场线：设在车辆基地(或停车场)内，提供列车停、检、修的线路，或各种维修车辆停放的线路。

3　配线：凡在正线上分岔的，为配合列车转换线路或运行方向等某些运营功能服务的，并增加运行方式灵活性的线路，统称为配线。根据功能需求，可分为：

1)　车辆基地出入线：简称为“出入线”，从正线上分岔引出至车辆基地的线路。

2)　联络线：设置在两条不同线路的正线之间，为各种车辆过渡运行的线路。

3)　折返线：为列车折返运行的线路。

4)　停车线：为故障列车待避、临时折返、临时停放或夜间停放列车的线路。

5)　渡线：设置在正线线路左右线之间，为车辆过渡运行的线路。

6)　安全线：对某些配线的尽端线，或在正线上的接轨点前，根据列车运行条件，设置在设计停车点以外，具有必要的安全距离的线路，以避免停车不准确发生冒进的安全问题。

7.1.2　阐述线路选线的一般规定：

1　阐述线路选线的基础和依据。

1)　依据宁波城市轨道交通线网规划和建设规划。城市轨道交通是一个整体的线网体系，每一条线路都应该服从整体线网的规划布局。在设计中有必要进行研究优化，但须注意线网规划中线路间距、客流的平衡及换乘关系的合理性。同时应考虑各线建设时序或分段建设对运营线路产生的影响。

2)　依据线路在线网中的地位和客流特征，明确线路性质。每条线路在线网中具有一定的位置、地位和长度，也有主次之分，必须从客流特征分析，确定线路的功能、性质和地位。这也是确定本线路运营组织的基础。

3)　在明确线路客流特征和功能定位的基础上，明确运量等级，为选择车型、列车编组、运能设计提供基础依据。

2　阐述线路安全运行的原则：“快速、安全、独立运行”。

1)　在两条正线之间共线运行，要注意共线段的长度、设计运能和运行组织方式、与客流需求的适应性及接轨点出站方向的区间客流断面、站台形式和配线方案等。对共线段以外的线路，应验证运能的适应性和经济性。

2)　在一条线路上主线与支线之间共线运行，要注意支线不宜过长，对接轨点车站应选择合理的站台形式和配线方案，且应对线路汇合点的车站出站方向区间客流断面和行车组织方案的适应性、经济性进行论证。

3　阐述支线在主线上接轨点和配线设置原则。

1) 接轨点应设在车站，因支线是载客运行线路，必须配置有独立进站线路和停车站台。

2) 进站方向设置支线与主线的平行进路，是为保证支线安全进站，避免发生站外停车。对于出站方向从主线去支线的接轨点，可不在站内增加配线。

3) 支线接轨点，不应选择在客流大断面的站点，避免支线客流对主线客流突破性冲击。

4 明确线路交叉的方式。

由于城市轨道交通线路属于独立、全封闭运行系统，两条正线按上下行方向单向运行，列车运行速度快、密度高，所以不能与其他线路平面交叉，不能与城市道路平面交叉，必须采用立交，以避免发生敌对运行，保障行车安全。

5 城市轨道交通是为大众服务的公共交通，属于公益性民生工程。在工程和运营上是一项高造价、高运量，高质量、高补贴的公共交通项目。为了建设和运营的可持续发展，必须符合运营效益的原则。

6 阐述线路选线应重视工程实施的安全与效益原则。主要目的是降低工程风险，保护文物环境，减小社会影响，保证合理工期，节约工程造价。

7 若支线长度较长，必然产生进入正线会合的断面流量较大，对正线设计运能有较大的冲击。因此规定当支线长度大于 15km 时，宜按独立运行线路设计，在正线的接轨（交会）站，必须具备换乘、折返或延伸条件。

8 城市轨道交通线路与城市用地规划和地区开发相结合，能够达到双赢的效果，一方面城市轨道交通将带动周边地区的开发建设，同时周边地区的开发建设也将给城市轨道交通带来客流效益。应统筹规划，同步设计，形成相互促进的最优结合形式，有条件时可同步实施或预留土建接口等相关工程。

7.1.3 阐述车站设置的一般规定：

1 车站分布。城市轨道交通是大运量客运系统，所以车站分布原则上应根据大客流点吸引有效范围而定。应考虑线网规划、换乘节点、线路功能、城市用地、道路布局、交通枢纽和客流集散点等因素综合确定。

2 规划与交通接驳。站位和车站附属设施的设置应与城市用地规划相结合，并贯彻交通一体化理念，统筹考虑其他交通方式与城市轨道交通的接驳换乘；尤其在城市外围地区，要重视公交、小汽车等城市交通接驳配套条件，以方便乘客出行、减小道路交通压力并发挥城市轨道交通的骨干作用。

3 车站间距。原则上应以方便乘车、提高客流效益为目的。对长大线路应根据城市布局和旅行速度目标的要求，提高旅行速度，站间距宜适当加大。

4 站位选择。车站出入口与风亭等位置的可行性是车站站位选择的重要因素，若车站附属设施无法实施，将导致站位调整。应落实施工方案，稳定站位。

5 换乘车站设计。与同期建设规划中线路的换乘站，应与本线车站同步设计，稳定换乘关系，落实风井、出入口等车站附属设施的可行性和实施方案；为避免近期对换乘站周边道路交通、管线和环境的二次影响，应同步实施。为确保与线网规划中其他远期线路换乘站的可实施性，应预留换乘条件和工程实施条件。对于三线以上的换乘站，进出站和换乘客

流量大，站台蓄客压力大，客流组织的方向性难以控制，通道和楼、扶梯设置往往受到一定制约，尤其在事故情况下，客流疏导问题较多，存在较大安全隐患。应尽量避免多线一点换乘，提倡多线多点分散换乘。对于汇集三线及以上的换乘车站，其换乘形式应经技术经济比选确定，应尽量减少换乘距离和换乘枢纽车站的层数。

6　换乘站线路设计。从城市轨道交通网络化建设运营和网络资源共享及可持续发展的角度出发，应以线网规划为依据，对相邻换乘线路的前后相邻一站一区间同步设计，并应从换乘线路全线总体角度确定换乘车站的配线型式，稳定线路和站位，为规划控制和后期工程实施创造条件；同时，若两线之间规划有联络线，也应同步设计，并做好预留，确保后续工程的合理衔接。

7　阐述平行同站台换乘的设置原则。线路设计和配线设置应结合客流预测实现主要换乘客流方向同站台换乘的功能要求。

7.1.4　阐述线路敷设方式的一般规定：

1　线路敷设方式。应根据城市总体规划、地理条件和环境条件，因地制宜地选定。在宁波市绕城高速以内的城市中心区，因道路两侧建筑物密集，道路交通拥挤、管线复杂，动拆迁难度和代价巨大，为减小建设和运营期间对城市环境、交通和居民生活的影响，一般宜选用地下线方式敷设。在绕城高速以外的城市新开发区，城市各类建筑和设施均按城市规划控制和实施，道路较宽且交通流量相对城市中心区较少，当道路红线宽度大于 50m 时，考虑到道路两侧建筑物的退界要求，在采取相应减振降噪工程措施后，若能够符合环境噪音限值标准要求，宜首选高架方式，不仅可节省初期投资，还可降低长年运营成本和能耗。有条件地段也可采用地面线，但应慎重选择，须结合周边环境、道路交通的现状和规划条件综合分析合理性与经济性。

2　地下线。应符合工程实施安全原则，综合考虑各种控制因素，合理设计地下线路纵断面，以利节能，降低工程风险。

3　高架线。高架桥地段设计应结合城市环境和景观进行设计，要为城市增加新的景观。高架桥跨越或下穿其他交通和电力等设施时，要满足相关设施的要求和功能，确保安全性，并应注意环境保护和景观效果。机场空降区也应满足限高要求。

第 4 款：地面线和过渡段。城市轨道交通线路是全封闭系统，地面线和过渡段须占用地面道路资源，或对道路系统阻隔，应处理好与道路红线和断面的关系，并尽量减小影响相交道路和河道等交通功能，设置时应作全面综合分析。

7.1.5　阐明平面设计和纵断面设计的平面坐标系统和高程系统。由于铁路等其他工程采用的平面坐标系统和高程系统可能不一致，故城市轨道交通与其衔接时应进行联测转换，确保一致的平面与竖向基准，精确定位相互关系。

7.2　线路平面

7.2.1　平面曲线设计的规定：

由于宁波城市轨道交通线网中车型已明确采用 B_2 型车，Vmax≤80km/h，故本条及以下条款均以此为前提。

1　线路最小曲线半径与线路性质、车辆性能、行车速度、地形地物等条件有关，是城市轨道交通的主要技术标准之一。其选定是否合理，将对城市轨道交通的工程造价、运行速度、养护维修产生很大影响。根据多年来各城市轨道交通经验总结，并参考《地铁设计规范》（GB50157－2013），提出圆曲线最小曲线半径规定。

车站站台一般应设在直线上，不利情况下也可设在曲线上。车站曲线半径大小的控制因素是站台边缘与车辆（车门处）的间隙大小，也与车体与屏蔽门之间间隙有关。结合其他城市曲线车站情况，考虑到曲线车站对于施工、运营等存在不利因素，故应尽量采用直线，一般应采用 1000m 以上的大半径曲线。

出入线或联络线一般属于正线上侧向通过道岔的分岔线路，运行速度受道岔导曲线半径限制，列车通过速度较低，因此采用较小的最小曲线半径。

2　折返线、停车线允许设在曲线上，曲线半径类同正线。由于折返线、停车线一般为尽端线，列车速度基本上受道岔侧向通过速度限制，并减速停车运行，因此属于低速运行地段，所以在折返线、停车线的曲线上，允许不设缓和曲线，也不设超高。

折返线、停车线的尽端应设置安全线和车挡。为了使车挡与车辆的撞击点一致，并在一条直线上，故一般在车挡前保持不少于 20m 的直线段，使最前端一辆车在直线上。若确实设置 20m 直线段有困难，也可以采取有效特殊措施解决。

3　圆曲线最小长度规定为不小于一节车辆长度，目的是避免一节车辆同时跨越在三种线型上，造成车辆运动轨迹过渡不顺畅，而可能出现脱轨事故。对于困难地段，允许减少到一节车辆的全轴距，一般可用在非正线、低速运行地段，尽量不要出现在正线上。

车场线圆曲线不应小于 3m，因为车场内列车为低速运行区，车场内曲线往往是道岔后的附带曲线，曲线半径较小。车场线路为了场地布置紧凑，可以按满足一个转向架固定轴距设置，基本可以满足低速运行的线路条件。

4　复曲线是两种不同半径的同向曲线直接连接，存在曲率的突变点。在复曲线上行驶的列车，其受力情况和产生的横向加速度将在短时间内发生较大变化，会降低列车的平稳性和乘客的舒适度，并增加勘测设计、施工和养护维修的困难。若要采用，必须设置中间缓和曲线，达到曲率半径的缓和过渡，且长度不小于 20m。由于不同曲线半径设置不同超高，因此，中间缓和曲线内应完成两个曲线超高差的过渡任务，一般为 2‰的顺坡率，符合轨道超高的顺坡率要求。

7.2.2　缓和曲线设计的规定：

为满足曲率过渡、轨距加宽和超高设置的需要，需在圆曲线与直线间设置缓和曲线，以保证行车安全和乘客舒适。

缓和曲线线型：根据国内城市轨道交通多年运营的实践，采用三次抛物线型的缓和曲线，便于测设、养护维修和缩短曲线长度。

缓和曲线长度是根据曲线半径 R、列车通过速度 V 以及曲线超高 h 三种要素确定。包容性较好的缓和曲线长度计算公式为：$L \geqq 0.007V \cdot h$。

在圆曲线上，若计算超高值较小时，则曲线超高（含轨距加宽）可在圆曲线外的直线段内完成递变，按困难条件处置。

7.2.3　曲线间的夹直线设计的规定：

1　曲线间夹直线是平直线，其长度应满足乘客舒适性和列车运行的安全性。正线上，按一辆车不跨越三种线型，原则不小于一辆 B 车长度 20m。车场内属于低速运行地段，需节省占地面积，宜取一个转向架轴距长度 3m。

2　对于线间距较大的站端单渡线，采用缩短渡线是合理经济的。道岔缩短渡线的曲线间夹直线，一般为道岔后附带曲线之间的夹直线，应满足列车载客折返的功能要求，并按道岔侧向通过限速(30km/h~35km/h)运行。夹直线长度不宜过小，否则影响乘客舒适和列车安全；也不宜过大，否则将增加整个缩短渡线长度，但夹直线长度增加导致缩短渡线长度增加有限。经计算，夹直线分别采用 20m 和 10m，缩短渡线长度增加不足 2m。综合考虑运营灵活性、乘客舒适度、列车运行安全、轮轨的磨耗及工程造价，并参考宁波城市轨道交通 1、2 号线的实际设计情况，道岔间缩短渡线的曲线间夹直线宜采用 20m。

7.2.4　道岔铺设的规定：

1　所提出的道岔及渡线间距基本为宁波城市轨道交通采用的定型道岔。正线和配线一般采用 9 号道岔，a 值为 12.570m，b 值为 15.730m。当道岔侧向通过速度不能符合设计速度时，宜选择大型号道岔，即道岔结构强度提高，侧向通过速度提高。

2　要求道岔尽量靠近车站设置，主要为便于运营管理，保证行车安全，有利于发挥线路的效能。采用 9 号道岔时，岔心至车站站台有效长度端部距离应满足信号设备设置要求，结合宁波城市轨道交通 1、2 号线实际设计情况，一般可采用 22m。

岔心至车站站台有效长度端部距离一般由如下组成：岔心至岔尖的距离 A、岔尖至基本轨缝的距离 B、基本轨缝至计轴的距离 C、计轴至信号机的距离 D、信号机瞭望距离 E 和列车 ATP 停车精度 F 等。见图 7.2.4。上述各长度之和可按 22m 控制，其中 C、D、E、F 之和，按照信号设置要求，一般可取 9m。

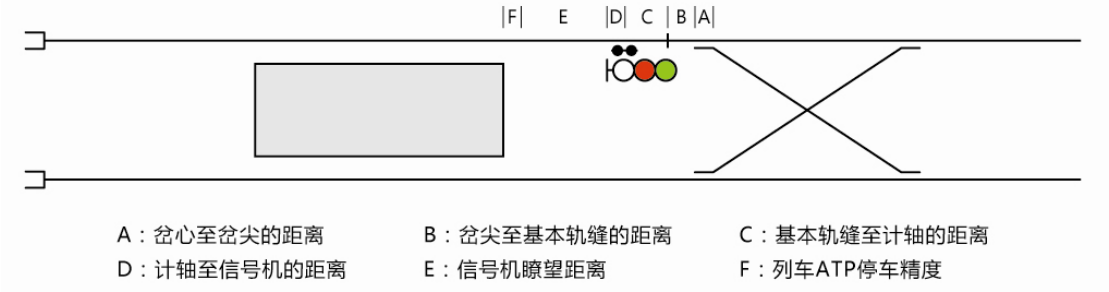


图 7.2.4　车站站台有效长度端部与相邻对向道岔设置示意图

3　道岔应设在直线地段，有利道岔保持良好状态，便于道岔铺设和维修，有利列车安全运行。为保证曲线或曲线超高顺坡及轨距递减不侵入道岔范围并便于施工和养护，提出道岔前后至曲线端头距离的要求。需要注意道岔后端岔跟至有效站台端的距离应按道岔警冲标位置控制，并满足信号设置要求。

4　道岔附带曲线是紧连道岔的曲线，道岔导曲线和附带曲线是处在一列车范围内，甚至在一辆车跨越范围内，受同一速度的限速运行，故附带曲线应与导曲线条件一致，可不设缓和曲线和超高，其曲线半径不应小于道岔导曲线半径，以保持一致的速度要求。

5　两组道岔之间应设置直线段钢轨连接，有利道岔单独定型化和维修更换。插入钢轨长度是对 25m 或 12.5m 标准钢轨的合理裁切利用，并满足有些道岔组合时信号布置要求

或其他的各种因素要求。表 7.2.4-3 所列最小距离主要考虑宁波城市轨道交通道岔通用图不同岔枕铺设需要，需要注意的是按照表中困难情况下插入短轨长度需要调整岔枕间距。

7.3 线路纵断面

7.3.1 线路坡度设计的规定：

1 最大坡度。正线最大坡度是线路的主要技术标准之一，对线路的埋深、工程造价及运营都有较大的影响。

2 最小坡度。隧道的线路最小坡度设定，主要为排水畅通，避免积水。区间地面线和高架线，当具有有效排水措施时，可采用平坡。

7.3.2 车站及配线坡度设计的规定：

1 根据列车进站减速，出站加速的运行特点，地下线“高站位、低区间”的坡度设计有利于降低能耗、降低车站造价及减小乘客提升高度。进出站的坡度、坡长和变坡点应予合理设置，应从牵引计算反馈验证，一般可采用为 22～25‰，坡段长约 250m～300m。

2 车站有效站台范围内的线路应设在一个坡道上，以保证线路轨面与站台的高差是一条直线关系。坡度宜采用 2‰，使站台纵向坡度没有明显感觉，接近水平状态，同时具有排水坡度。当与相邻建筑物合建时，可采用平坡，使车站的柱网等高，各层板有利与相邻建筑物的衔接。地面、高架桥地段的车站排水较易处理，车站有效站台段线路应尽量设在平坡道上。

3 对于具有夜间停放车辆功能的配线，为保障车辆停放和检修作业的安全，线路坡度要求尽量平缓，但又必须保证隧道内的排水。布置在面向车挡的下坡道上，目的是防止向车站溜车，确保停车安全。在地面和高架桥上，考虑风力影响，故坡度适当减小，不应大于 1.5‰。

4 为便于道岔的养护和维修，道岔应铺设在较缓的坡道上，因无砟道床道岔设在大坡道上容易爬行、养护困难，所以规定设在不大于 5‰的坡道上，在困难条件下可设在不大于 l0‰的坡道上。

5 车场内的库（棚）线宜设在平坡道上，有利车辆停车和检修处于平直状态。库外停放车的线路不做检修作业，但不能溜车，故坡度不应大于 1.5‰。咽喉区道岔坡度允许适当加大，有利站场排水和竖向设计。

7.3.3 坡段与竖曲线设计的规定：

1 一般情况下线路纵向最小坡段长不小于列车长度，可以使一列车范围内只有一个变坡点，避免变坡点附加力的叠加影响和附加力的频繁变化，以保证行车的平稳；坡段长度还应满足竖曲线既不互相重叠，又能相隔一定距离，有利于列车运行和线路维修养护。其中 50m 夹直线就是相当于振动衰减的时间距离。

2 列车通过变坡点时，会产生突变性的冲击加速度，对舒适度有一定影响。为缓和变坡点坡度的急剧变化，使列车通过变坡点时产生的附加加速度不超过允许值，相邻坡度差大于一定数值时，应在变坡点处设置圆曲线型竖曲线。

应注意当车站与区间分界处距离有效站台端部较远时，竖曲线半径应按区间标准采用。

3　竖曲线不得侵入车站站台范围，是为了使车辆地板面和站台面保持一个等高度，以保证乘客上下车的安全，并有利于车站的设计和施工。道岔是轨道的薄弱部位，其尖轨和辙岔应保持平顺、严密状态，因此竖曲线不应侵入道岔范围，并保持一定距离，以保证行车安全和便于线路养护维修。

7.3.4　长大陡坡对运行不利，需要对不同运行状态分析。主要是对车辆故障时，在长大陡坡上车辆的编组、动力（牵引和制动）性能以及列车的制动停车和再启动能力，及其互救能力等进行分析评价。还要评价在正常情况下，上坡运行时对于速度发挥效率和旅行速度；下坡运行时对速度的限制和有效制动的安全性能。上述问题随车辆性能和环境条件的差异而不同，尤其应注意在高架线路或受气候条件影响，轮轨黏着条件有较大差异。

正线坡度 24‰、连续高差达 16m，并不是限制坡度的规定，是从改善运行条件考虑，尽量避免设计长大陡坡。

7.3.5　线路长大陡坡应避免与平面小半径曲线重叠，以尽量避免两种不利条件叠合而恶化线路运行条件。当列车进入圆曲线后，曲线外轨较内轨长，使车辆转向架内外侧的车轮踏面发生横向滑动和纵向滑动，导致黏着系数下降，甚至会出现动轮空转而降低列车运行速度。

7.3.6　区间纵断面设计的最低点位置，应兼顾与区间排水泵房和区间联络通道位置结合，有利两条隧道的排水汇集一处，设置一个排水站，其排水泵房和区间联络通道位置结合，有利横通道与排水井工程同步实施。

7.3.7　曲线超高应在缓和曲线内完成，故缓和曲线也是超高的顺坡段，一般情况下缓和曲线起终点即是超高顺坡坡度段的起终点，也是该坡段的变坡点。该变坡点必定有竖曲线顺接。线路纵断面的竖曲线，有凸有凹，与超高点的凸凹形态不一定相符，两种竖曲线的叠加，轨道铺设具有难度，难以把握。

在有砟道床地段，超高按曲线外轨单侧抬高设置，外轨超高顺坡点的竖曲线与正线竖曲线的叠加，竖向改正值较大，从而改变了两者立面上的形状，对轨道铺设具有难度，且有砟道床在轨道养护中更难保持轨道的良好状态，所以，两者不能重叠。

在隧道内无砟道床地段，按 1/2 超高半抬半降方法实施，在轨道的超高顺坡率不大于 2‰时，竖向改正值较小，故允许竖曲线与平面缓和曲线重叠。

7.4　配线

7.4.1　联络线设置的规定：

1　联络线位置选择：联络线位置应依据线网规划阶段确定的车辆基地分布和承担任务范围，结合线路建设时序和工程实施条件综合确定。若有工程实施困难，或需要调整，必须从线网规划中全面考虑。

2　仅为非载客车辆运行，并在客运低峰或停运后时间使用的联络线，应设置单线；若在相邻两段线路之间，初期临时贯通、并正式载客运行的联络线，应设置双线，其线路技术标准应参照正线困难条件选用，兼顾载客运行要求并减小长度。

3　联络线接轨点规定：与正线的接轨点宜靠近车站，以利行车调度和运营管理，应注意联络线接轨点与车站站台和其他配线的设置要求。联络线不宜过长，以降低造价，也不

宜过短，以免不满足平、纵断面的连接条件。先行建设的线路应预留后续线路的联络线工程实施和接入条件。

7.4.2　车辆基地出入线设置的规定：

1　出入线的接轨点应在车站端部，一般不宜在区间接轨，有利运行安全和运营管理。为保证安全，出入线在接轨道岔区之前，应具备一度停车再启动条件。

2　出入线应按双线双向运行设计，并避免与正线平面交叉，以保证功能上的灵活性和安全性。出入线尽量设置于两条正线之间，具有较好的灵活性，并对正线干扰小。

当车辆基地位于两车站之间、有条件与两相邻车站分别接轨且距离适当，可设置八字形出入线，以便车辆调头换边运行，提高高峰时段收发车效率。对于小型停车场（一般 10 股道以下），在工程条件受到限制时，经过论证能满足该停车场功能要求时，可以设置单线双向出入线。

3　出入线可以兼顾列车折返功能。但应选择合理的配线形式，保证折返能力和列车出入段（场）能力，满足运营要求，确保运行安全。

7.4.3　折返线与停车线设置的规定：

1　折返线位置选择应满足行车交路设计的功能要求。

2　折返线形式应满足列车折返能力要求，折返线的能力应与正线设计的行车密度相匹配，并留有适当的能力储备，并应满足系统最大通过能力的需要。

3　停车线应具备故障列车待避和临时折返功能。在正常运营时段，停车线与折返线不宜同时兼用，因此在折返站宜设两条配线，一条为折返线，一条为停车线。停车线尾端设置单渡线与正线连接，有利于正线上、下行方向的列车均可进入停车线，以及故障状况下，两方向均可组织临时运营，提高了运营的灵活性。

5　折返线（停车线）的有效长度（不含车挡长度）应按照远期列车长度、安全距离、信号设备的安装距离计算。此距离应根据工程实际情况，由信号设备系统等相关专业经协商计算论证确定。结合宁波城市轨道交通 1、2 号线实际设计情况，一般情况下：

贯通式折返线（停车线）两对向岔心之间的距离由如下组成：岔心至岔尖的距离 A、岔尖至基本轨缝的距离 B、基本轨缝至计轴的距离 C、计轴至信号机的距离 D、信号机瞭望距离 E、列车 ATP 停车精度 F 和远期列车编组长度 G 等。

其中岔心至远期列车编组长度端部距离约 22m，故两对向道岔岔心之间的距离可取“22m+远期列车长度+22m”。列车停车点至安全线车挡前的安全距离 H 不小于 50m（H 包含了上述 A、B、C、D、E 长度）。见图 7.4.3-1。

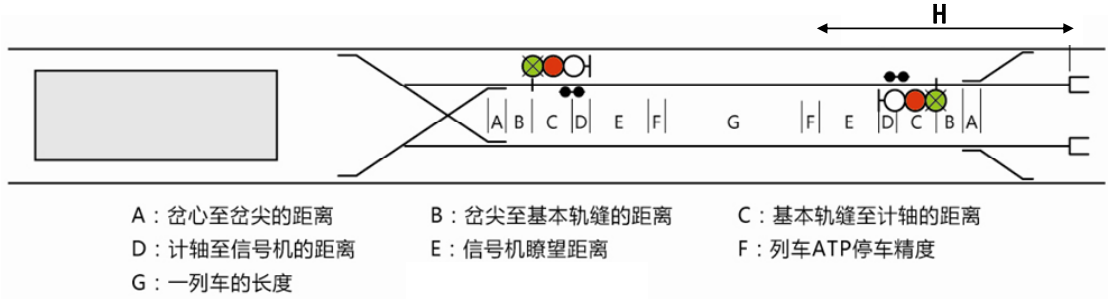


图 7.4.3-1　贯通式折返线与停车线长度示意图

尽端式折返线（停车线）道岔岔心至车挡端部（不含车挡）的距离由如下组成：岔心至岔尖的距离 A、岔尖至基本轨缝的距离 B、基本轨缝至计轴的距离 C、计轴至信号机的距离 D、信号机瞭望距离 E、列车 ATP 停车精度 F、远期列车编组长度 G 和安全距离 H 等。

其中岔心至远期列车编组长度端部距离约 22m，道岔岔心至车挡端部（不含车挡）的距离可取“22m+远期列车长度+安全距离（不小于 50m）”。见图 7.4.3-2。

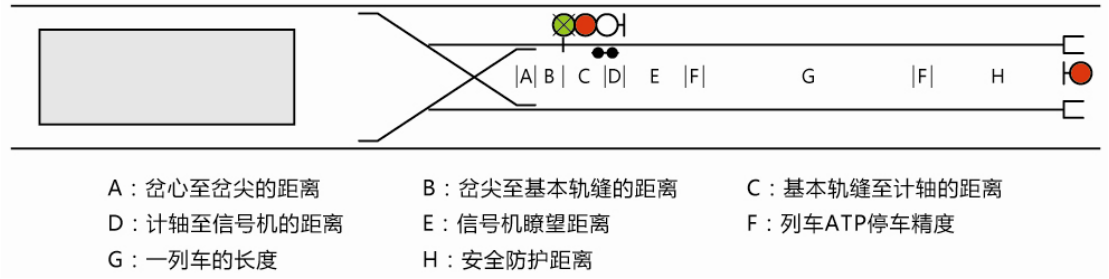


图 7.4.3-2　尽端式折返线与停车线长度示意图

7.4.4　　渡线设置的规定：

1　单渡线应设在车站端部，以便运营管理和调度安全。其位置和方向宜结合运营需要、工程实施条件确定。一般情况下应首先考虑行车功能，条件允许时宜按顺岔方向布置，以利减小尖轨磨耗和列车运行安全。

2　对于采用站后折返的尽端站，增设站前单渡线，按逆向布置，有利于提高车站折返作业的灵活性，可在站后折返故障时利用站前折返，或初、近期发车对数不多时采用站前折返，仅利用单边站台到发和折返列车，节约列车能耗，另一条线可供临时停车。

7.4.5　　安全距离与安全线设置的规定：

设置安全线的目的是为了防止在车辆段（场）出入线、折返线和岔线（支线）上行驶的列车未经允许进入正线与正线列车发生冲突，从而保证列车安全、正常地运行。

1　支线在站内接轨，汇入方向应设置平行进路。当有效站台端至警冲标间的距离大于或等于制动距离（50m）时，可不设运行隔开设备；否则，宜设隔开设备。见图 7.4.5-1。

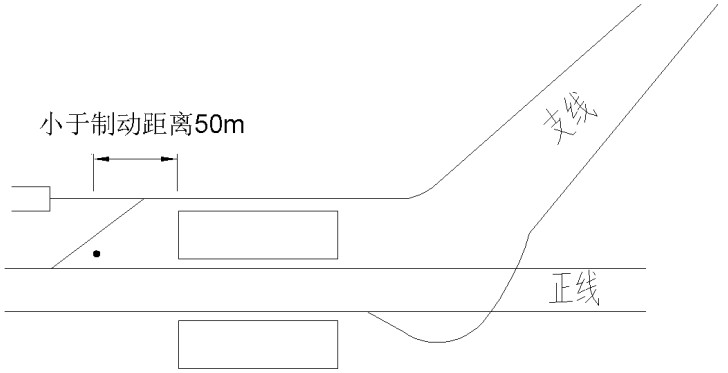


图 7.4.5-1　支线接轨形式

2　当出入线上的列车在进入正线前需要一度停车，且其停车点至警冲标之间小于制动距离时，应设安全线，见图 7.4.5-2。八字形接轨形式在区间接轨时，为避让正线车辆往往需要停车等待，应设安全线，见图 7.4.5-3。

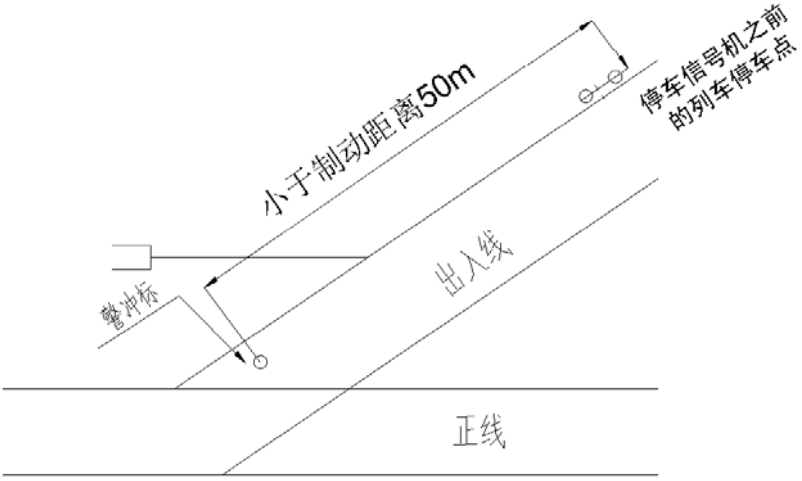


图 7.4.5-2　出入线接正线形式

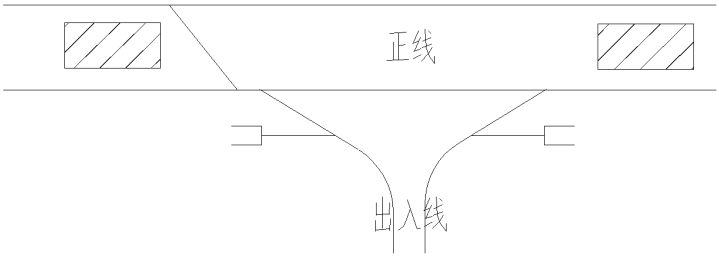


图 7.4.5-3　　八字形出入线接正线形式

4　　安全防护距离的长度与限速、车辆性能、制动方式、运行规则等相关。当列车采用站前折返方式时，自接车方向站台有效长度端部至车挡前（不含车挡长度）的距离为站台接车安全防护距离，不应小于 50m，如图 7.4.5-4 所示。

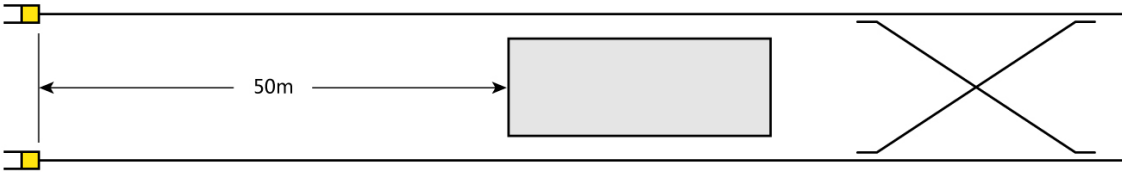


图 7.4.5-4　站前折返安全防护距离设置示意图

5　　当列车采用站后折返方式时，当以站台相邻第一组对向道岔定位构成站台接车安全防护进路时，自接车方向站台有效长度端部至车挡前（不含车挡长度）的距离为站台接车安全防护距离，不应小于 50m，如图 7.4.5-5 所示。

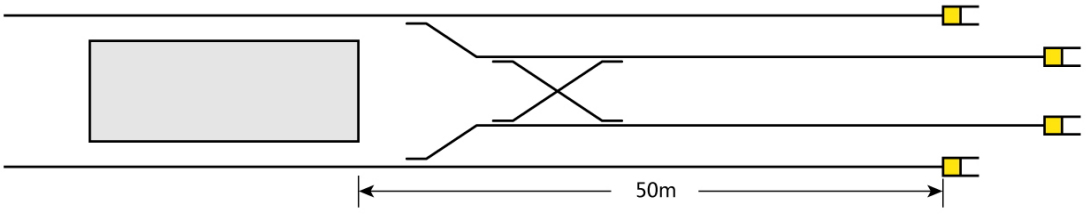


图 7.4.5-5　站后折返站台接车安全防护距离设置示意图（一）

6　当列车在“常用折返点”车站采用类似图 7.4.5-5 的站后折返方式时，当以站台相邻第一组对向道岔反位构成站台接车安全防护进路，如图 7.4.5-6 所示，自接车方向站台有效长度端部至折返进路中第二组道岔前计轴的距离，不应小于 50m。

“常用折返点”是指运营交路图初期、近期、远期任一交路的折返点。在图 7.4.5-6 的设置方式下，可按信号系统的要求在车站有效站台端部至相邻第二组道岔岔尖的距离内设置一定长度的用于站台接车的安全防护进路，如有效站台端部至计轴，或者有效站台端部至岔尖等。当前车折返出清此安全防护距离后，在站台相邻第一组对向道岔保持反位的情况下，后车即可办理站台接车，从而避免了道岔转换所导致的时间消耗，利于提高折返能力。

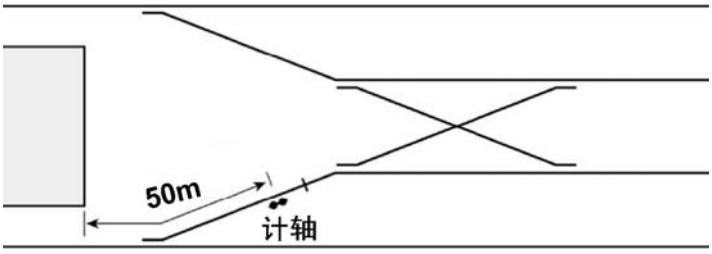


图 7.4.5-6　站后折返站台接车安全防护距离设置示意图（二）

7.4.6　高架线及地面线受自然气候的影响较大，而地下线路影响相对较小。因此在高架与地下线结合的线路，临近高架的地下站宜具备折返功能，有利于极端恶劣气候情况下组织地下线路的临时运营。为预防江河泛滥影响车站安全，临近江河岸边的车站也需具备折返功能。

8 轨 道

8.1 一般规定

8.1.1 轨道是轨道交通的主要设备，它除引导列车运行方向外，还直接承受列车的竖向、横向及纵向力，因此轨道结构应具有足够的强度，保证列车快速、安全和平稳地运行。同时，轨道结构应有适量的弹性，使乘客舒适。

8.1.3 轨道结构直接承受列车荷载，是保证列车运行安全的重要保障，必须保证轨道结构的耐久性。

8.1.4 轨道结构的设计应符合少维修的原则。轨道部件选型应力求全线乃至全网络的统一和兼容，尽量减少部件的种类和类型，优先采用国铁标准部件。轨道结构主要部件的型式和基本尺寸应保持延续性。

8.1.5 轨道减振降噪措施应符合环评报告的规定及相关环保要求。为确保运营以后减振措施满足环保要求的可靠性，减振措施应预留 3dB 以上的减振能力，以确保运营期间符合环保要求。

8.1.7 轨道结构设计应符合限界要求，并应重视各相关专业间的总体协调。

8.1.8 新材料、新技术、新工艺、新设备应较现有水平有明显的改善和提高，未经充分论证和试铺验证不宜大规模推广使用。

8.2 钢轨及配件

8.2.1 在小半径曲线地段，为使列车顺利通过，并减少轮轨间的横向水平力，减少轮轨磨耗和轨道变形，应有适量的轨距加宽量。本条曲线轨距加宽值是按 B_2 型车辆自由内接条件计算的。

8.2.2 轨底坡是由扣件铁垫板或轨枕实现的钢轨轨底向内的倾斜度，车轮轮缘踏面为 1:20，对应轨底坡采用 1/40 是根据轨道交通相关技术条件确定的，经上海、广州、北京等城市轨道交通多年运营实践，基本状况良好。

8.2.3 曲线超高是根据列车通过曲线时的平衡离心力并考虑两股钢轨垂直受力均匀等条件计算确定的。最大超高值是根据行车速度、车辆性能、轨道结构稳定性和乘客舒适度等因素确定的。经多年实践，曲线最大超高 120mm 能满足上述要求。

设置的超高不足时，其未被平衡的横向加速度值，根据相关国家规范和试验资料，当横向加速度为 0.4m/s^2 时，欠超高 61.2mm，乘客稍有感觉，不影响舒适度，所以规定计算列车在曲线地段运行时允许有 61.2mm 的欠超高。

车站曲线超高为 15mm 是考虑列车进站的速度和乘客的舒适度。同时考虑列车在超高轨道上的倾斜度不大，保持车厢与站台面的高差，低侧不低于站台面，高侧不高于 100mm。

8.2.4 钢轨类型：

1 钢轨是轨道结构的主要部件。城市轨道交通钢轨类型的选定应依据轨道年通过总质量(运量)，并经技术经济综合比较确定，同时参照国铁规定和国内城市轨道交通运营情况，

正线及配线宜铺设 60kg/m 钢轨；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，依据国家地铁设计相关规范，钢轨技术标准宜按正线标准采用；车场线运行空载列车，速度较低，宜采用 50kg/m 钢轨。

钢轨材质应在轮轨硬度合理匹配的基础上，适当提高钢轨硬度，以减轻磨耗，延长钢轨使用寿命。根据各种材质钢轨与车轮硬度匹配情况及北京、上海、广州等城市轨道交通不同钢轨材质运营情况，60 kg/m 钢轨宜采用 U75V，50 kg/m 钢轨宜采用 U71Mn。

8.2.5　正线、配线钢轨接头采用对接，可减少列车对钢轨的冲击次数，改善运营条件。在曲线地段，内股钢轨的接头较外股钢轨的接头超前，曲线内股钢轨应采用厂制缩短轨与曲线外股标准长度钢轨配合使用，以保证内外股钢轨的接头相错量符合规定。无缝线路接触焊、气压焊的焊缝可不必对接。

根据施工和维修实践，半径小于及等于 200m 的曲线地段钢轨接头采用对接，曲线易产生支嘴，因此应采用错接，错开距离不应小于车辆固定轴距。

8.2.6　钢轨普通接头是轨道结构的薄弱环节。为了减少轮轨冲击力引起的附加动荷载的影响，增加结构基础的稳定性，同时避免结构基础变化加剧轮轨冲击力对轨道结构的破坏作用，因此条文规定在所列位置的一定范围内不应有钢轨普通接头。对结构的伸缩缝、诱导缝等位置，钢轨接头也需避开 2m 左右的距离。

8.3　扣件

8.3.1　扣件是轨道结构的重要部件，主要作用是将钢轨与轨枕(或承轨台)牢固联结，防止钢轨横向及纵向移动，保持钢轨的正确位置。因此应力求扣件简单、实用，具有足够的强度、扣压力和适量的弹性、轨距水平调整能力及良好的绝缘性能。

8.3.2　无砟道床普通地段的扣件选型结合宁波市的软土工程地质情况、道床结构各种类型扣件在国内城市轨道交通的运营情况和宁波市轨道交通规划及设计情况确定，为方便后期维护和更换，对普通地段的主型扣件选型进行统一规定。减振地段的轨道结构选型，参见第 8.7 节的内容。

8.3.5　根据宁波市气候环境和地下线路洞内环境的特点，以及国内既有线路运营使用情况，扣件防锈防腐处理应在新建线路全线统一采用，道岔、伸缩调节器等特殊地段应结合现场具体情况选用，基地内洗车线还需考虑对扣件铁垫板进行防锈防腐处理。

8.4　轨枕与道床

8.4.1　各种轨道结构高度是根据隧道(或桥梁)结构、轨道结构和路基的实际情况，在保证道床厚度的条件下确定的。

4　为充分发挥减振性能和便于养护维修，以及设置板下排水沟，浮置板地段的轨道结构高度在满足限界要求的前提下较之普通地段有所增大。

5　道床顶面与钢轨轨底间的距离，普通地段包括轨枕承轨面距道床面高度 30mm，扣件的铁垫板、轨下垫板和板下垫板高度 40mm，宜取为 70mm。对浮置板地段，浮置板外套

筒顶面距轨底较近容易造成电击伤，因此外套筒顶面与钢轨轨底间的距离不应小于 30mm，困难情况下浮置板的外套筒顶部应采取绝缘保护措施。为保证外套筒的表面防腐处理层的完整性，在施工中不得擅自对外套筒顶部进行打磨。

6　有砟道床地段按铺设新 II 型预应力混凝土轨枕计算轨道结构高度。有砟道床的设置及厚度要求参见 8.4.6。

8.4.2　轨枕间距是轨道设计的重要参数之一，应根据轴重、行车速度及线路条件确定，并应与钢轨和道床等轨道的主要部件合理配套，以求在最经济的条件下，保证轨道具有足够的强度和稳定性。表格中长轨枕地段铺设数量按根/km 计，短轨枕地段铺设数量按对/km 计。规定中采用 1600 或 1680 根（对）/km 的轨枕铺设数量，未采用 1667 根（对）/km，主要是考虑目前采用 25m 标准轨的轨排法施工需求。在线路 R≤400m 的曲线（含缓和曲线）、坡度≥20‰长大陡坡或有砟道床无缝线路区段，每 km 轨枕的铺设根数适当增加。车站或车场的壁式检查坑的轨枕铺设数量与配线或车场线无砟道床一般地段相同，柱式检查坑扣件间距采用 720 对/km（柱距 1.4m）进行铺设。

8.4.4

1　地下线特殊地段采用短枕埋入式无砟道床，主要指浮置板(设中间水沟)无砟道床两端排水过渡地段，或其他有特殊要求采用短轨枕的地段。中间水沟应设置水沟盖板。

8.4.5

1　参照《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB10005-2010 关于无砟道床耐久性的规定，混凝土结构设计使用寿命至少 60 年，有条件时采用 100 年的要求。结合其他城市轨道交通应用情况，地下线和 U 型结构地段无砟道床混凝土强度等级采用 C35。

7　无砟道床应每隔 25m 设置一处永久基标，特征点处应加设控制基标（包括曲线直缓、缓圆、曲中、缓直、岔前、岔心、岔后、钢轨伸缩器前后等需要精确定位位置），且控制基标应永久保留。

8.4.6

3　设置挡砟墙地段，可不设边坡，道砟肩部宜平铺至挡砟墙内侧。

7　道岔区轨道结构高度根据宁波市轨道交通道岔通用图道岔配套轨枕的有关尺寸确定。

8.4.7　U 型结构和路桥过渡段应根据土建结构选用无砟道床或有砟道床，差异沉降较大地段宜采用有砟道床。U 型结构地段土建设计后期沉降能满足设计要求也可采用无砟道床。

8.4.10　为便于通车后的维修和补砟方便，敞开段有砟道床线路应设置挡砟墙，且挡砟墙高度应预留足够的沉降适应量。

8.5　道岔、伸缩调节器

8.5.2

1　道岔宜避开梁缝或隧道结构沉降缝布置，避开距离宜大于 2m。困难时，道岔转辙器和辙叉部位以及岔枕位置不应有梁缝或隧道结构缝；

2　道岔应避开路基与桥台连接处等不同结构和轨下基础位置，避开距离不宜小于 2m。

8.5.7　道岔轨道绝缘的设置应满足信号专业的要求，道岔内绝缘接头处钢轨长度小于 3m 时，应采用胶接绝缘接头。

8.5.8　道岔区的排水设计应结合线路纵坡、车站集水井位置等因素综合考虑，应保证道岔区不积水，转辙机基坑底标高不得低于排水沟底标高。转辙机基坑部位道床排水采用单独路径是为了避免道岔区其他部分废水灌入转辙机设备引起设备故障，产生行车安全问题。

8.6　无缝线路

8.6.2　铺设无缝线路能增强轨道结构的稳定性，提高行车的平稳性，减少振动、噪声和养护维修工作量。

无砟道床轨道结构稳定，横向阻力可达 30kN 以上，直线和半径大于等于 300m 曲线地段铺设无缝线路的稳定性没有问题。在曲线半径小于 300m 地段铺设无缝线路时，应验算无缝线路本身的强度和稳定性。在高架桥上还应对桥墩所受横向力、纵向力进行检算。

高架桥上铺设无缝线路，应尽量减小梁轨间的作用力，采用小阻力扣件并在适当位置铺设钢轨伸缩调节器，既能保证轨道的稳定性，又能保证最低轨温下断轨的断缝不超过允许值。

8.6.7　新建线路钢轨接头应全部采用接触焊（闪光焊），现场移动焊焊接质量容易受到环境、场地等因素的影响，现场对中、正火和打磨（尤其是轨底）比较困难，因此优选基地焊。上海城市轨道交通在新开通的线路中实现了对现场移动焊焊接接头的全覆盖检测，钢轨焊接接头的质量有明显的提高。

8.6.12　曲线外股的锁定轨温不得高于内股。

8.7　减振轨道结构

8.7.1　减振措施的选用应符合环评报告及其批复意见，根据振动超标、二次结构噪声超标或文保建筑振动速度超标等因素，结合开发、规划及其他相关特殊要求等因素确定减振措施。

8.7.4　根据《城市轨道交通工程项目建设标准》建标 104-2008 第八十条、环保部《环评导则》，结合宁波 1、2 号线工程实践，确定减振地段端部过渡段应在被保护地段两端各延长不少于 50m。

8.7.8　为确保轨底至道床面的净空满足 70mm，浮置板地段采用无枕预埋套管方案时，废水易腐蚀扣件，影响扣件绝缘性能，维保部门拨道也有困难，因此浮置板道床统一采用轨枕式无砟道床。

8.8　轨道附属设备及安全设备

8.8.1　正线站线一般采用无砟道床可不设置轨距拉杆。混凝土枕有砟道床线路，正线曲线半径小于或等于 600m 地段为电力牵引区段，运营使用频繁，车场线曲线半径小于或等于 350m 地段，车辆进入和调车频繁，库外线大部分线路位于 R=150m 曲线地段及电力牵引区

段，考虑到混凝土枕有砟道床线路抵抗横向力的能力较差，为提高轨道结构的稳定性，延长设备使用寿命，减少养护维修工作量，减少钢轨磨耗及混凝土枕挡肩的破损等因素，按本条设置轨距杆。

8.8.4　正线半径小于等于 500m 的曲线外股应设置钢轨涂油器，为减少曲线地段钢轨的磨耗，延长钢轨换轨周期，减少钢轨的波磨，在行车方向曲线起点及每隔 300~400m 设置一台。

8.8.6

2　试车线为地面线、地下线或与地下线连接时宜采用允许撞击速度 15km/h，为高架线或与高架线连接时宜采用允许撞击速度 25km/h；

5　安全距离一般不宜小于设计滑移长度的 10%；

8　当车挡位置与轨道电路连接时，应在车挡的前面设置绝缘接头。

9　路　基

9.1　一般规定

9.1.1　路基是承受轨道和列车荷载的基础，必须经常保证轨道平顺，使列车通过时能在容许的弹性变形范围内平稳、安全地运行。因此，路基必须填筑密实，具有足够的强度，在轨道和列车荷载的作用下，不致使路基产生过大的不容许的沉降变形。同时，在承受轨道和列车荷载以及各种自然因素的作用下，必须具有足够的稳定性，不致在路基本体或地基产生破坏和位移，以保证行车的安全、畅通。

各种自然因素，如风、雨、雪、大气温度变化、地震、水流等影响着路基的强度和稳定性。因此，要采取适当措施，使路基具有在这些自然因素长期作用下的耐久性。

9.1.3　车辆采用 B_2 型车，其轴荷载为 140KN。路基工程设计的计算车辆竖向活载均以此种车型为标准。

当行车速度较小时，列车在运行中产生的冲击力、离心力、制动力和摇摆力对路基的影响不大，在路基设计中一般不计其应力影响。路基设计中一般都采用静力法进行荷载计算，即把路基面上的轨道和车辆荷载的合力，换算成与路基重度相同的土柱来代替作用在路基面上的荷载。

9.1.5　水对路基的影响在许多方面占据着主导地位，是病害产生的首要因素。为防止路基病害，必须做好路基的排水设计，以保证路基的稳固安全。

9.1.6　城市轨道交通所经过的地区，一般用地都较紧张，线路两侧设置的杆架，沟槽、管线等设施和路基的干扰较大，其中电缆沟槽的施工和土质路基本体之间的干扰尤为严重，对路基的完整性和稳定性会造成不良影响。所以制定本条对以上各类工程在路基本体范围内的设置做了原则性的规定。

9.2　路肩高程，路基面形状和宽度

9.2.1　宁波市甬江等沿河岸两侧都建有防汛墙，确保了宁波市不受洪水的侵犯。

但宁波地区地势平坦，部分低洼地区在夏季暴雨或大雨后会造成地面积水，形成局部地区内涝。路堤过低，水能对路基土的物理力学性质变坏，在列车振动下，路基易产生翻浆冒泥等病害。因此，规定路肩高程应高出最高地下水位或最高地面积水位一定高度。设计地面积水位（内涝水位）频率可按观测地面积水位或调查地面积水位频率设计。

9.2.2　路基面是否需要设置路拱，应根据基床填料的渗水性及稳定性而定。渗水性好的填料，进入路基面的水能较快向下渗出，不需要设置路拱。而不易渗水的填料，为使道床的积水迅速向路基两侧排出，保持路基干燥，必须设置路拱。

1　三角形路拱能使聚积在路基上的水较快地排走，有利于保持基床的强度和稳定性；

2　渗水土路基无路拱，它与有路拱的非渗水土路基衔接时，因路基面形状和道床厚度不同，会造成钢轨顶面高度不一致。为保证钢轨顶面标高与设计的轨顶标高一致，必须把无路拱的路基面提高，其提高尺寸等于轨下路拱高度加非渗水土与渗水土路基道床厚度之差。

渗水土路基与非渗水土路基连接时，自两者的衔接处起，在渗水土地段由非渗水土路基向渗水土路基顺坡，以利排水。同时可使衔接顺坡地段的道床厚度能满足规定的要求，如图9.2.2。

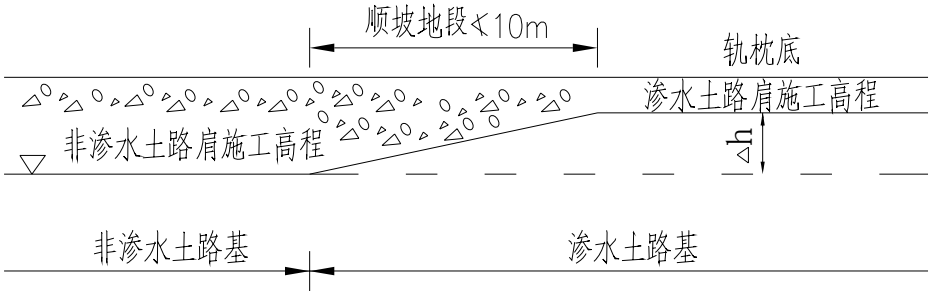


图 9.2.2　渗水土路基与非渗水土路基的衔接

9.2.3　车场路基面一般比较宽阔，有一定的汇水面积，为使车场路基面水及时排除，保持路基干燥，防止翻浆冒泥，提高线路养护质量，保持线路稳定，应设有倾向排水系统的横向坡度。宁波地区年降雨量＞1000mm，路基横坡宜采用 2%~3%，纵向排水沟设置数量应多一些，相应一个坡面线路数量要少一些，不应大于 3 条，以利横向排水。

9.2.4　区间直线地段路基面宽度系根据正线数目、线间距、轨道结构尺寸、路基面形状、路肩宽度等由计算确定。

1　单线非渗水土路基面宽度：

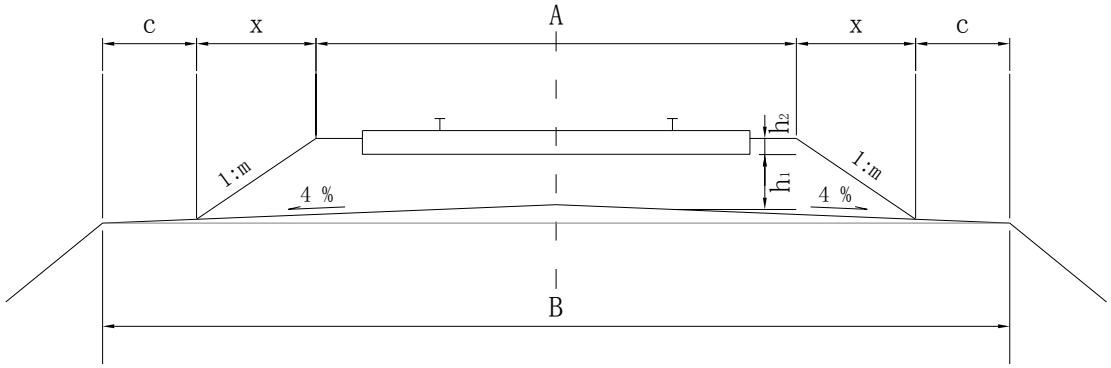


图 9.2.4-1　单线非渗水土路基宽度

图中 *B*——路基面宽度；

A——道床顶面宽度；

c——路肩宽度；

m——道床边坡率；

h_1——钢轨处轨枕下道床厚度；

h_2——轨枕埋入道床厚度，Ⅱ型钢筋混凝土轨枕为 0.165m。从图 9.2.4-1 可知，路基面宽度为

$$B=A+2x+2c \tag{9.2.4-1}$$

而

$$x=\frac{h_1+h_2+0.04\times\frac{(A-1.5)}{2}}{\frac{1}{m}-0.04} \tag{9.2.4-2}$$

2　单线渗水土路基面宽度：

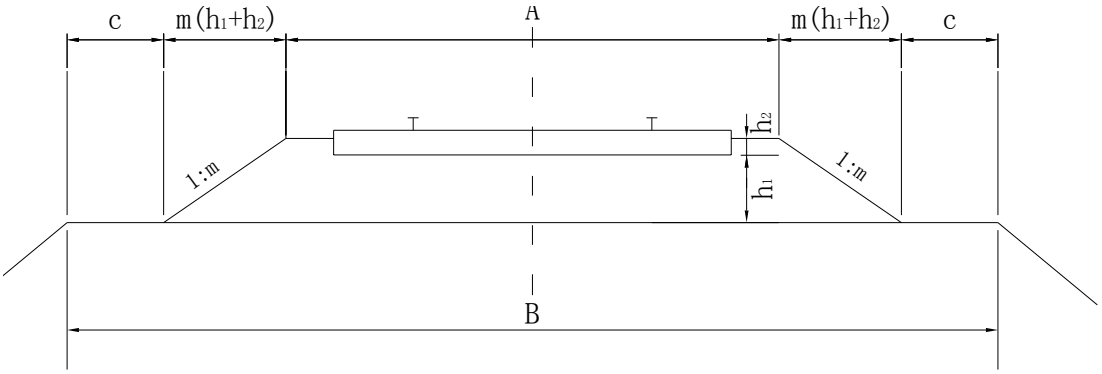


图 9.2.4-2　单线渗水土路基面宽度

路基面宽度为：　　$B=2[(h_1+h_2)m+c]+A$　　（9.2.4-3）

3　双线非渗水土路基面宽度：

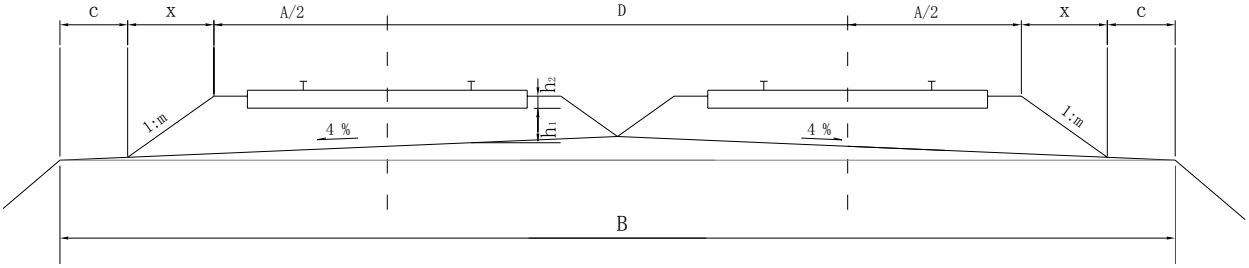


图 9.2.4-3　双线渗水土路基面宽度

路基面宽度为：　　$B=D+A+2x+2c$　　（9.2.4-4）

而：

$$x=\frac{h_1+h_2+0.04\times\frac{(A+1.5)}{2}}{\frac{1}{m}-0.04}\qquad(9.2.4\text{-}5)$$

式中：D——双线的线间距；

h_1——靠路基中心的钢轨处轨枕下的道床厚度。

4　双线直线地段渗水土路基面宽度：

路基面宽度为：

B=单线渗水土路基面宽度+双线的线间距

9.3　基床

9.3.1　基床是指路基上部受列车动力作用和水文气候变化影响较大，需处理的土层。区间正线列车满载、密度高，而在车场列车均为空载、轴荷载小、密度低，速度也低。因此，车场路基基床厚度较区间正线路基基床厚度为小。

9.3.2　产生基床病害的因素，其基床土的性质是内因，水与列车动载为外因。为预防基床病害的产生，除应从排水条件、路基土的压实度方面改善提高外。主要应从基床表层土的性质上去解决。渗水性强的砂砾是基床表层的好材料，渗水性差的细粒遇水抗剪强度降低，承载力减小，易产生路基病害。所以，应选用较好的 A、B 组土作基床表层填料。

据国内既有铁路的调查资料介绍，在年平均降水量大于 500mm 地区，路基病害多发生在用细粒土及易风化泥质胶结的软石填筑的路基基床。当塑性指数不大于 12，液限不大于 32%时，细粒土才符合基床表层的要求，不致发生病害，否则应采取改良土质或换填砂砾石等措施。

9.3.4　基床土及基床以下部位填料的压实度，对细粒土和粘砂、粉砂应采用压实系数和地基系数作为双控制指标；对粗粒土（粘砂、粉砂除外）应采用相对密度和地基系数作为控制指标；对砾石类、碎石类土应采用地基系数作为控制指标。

9.4　路堤

9.4.3　路堤填筑宜采用同一种填料，以免产生不均匀沉降。性质不同的填料混杂填筑，易在其接触面形成滑动面或在路堤内造成水囊。若条件困难，必须采用性质不同的填料填筑时，应使不同填料分开逐层填筑。当渗水土填筑在非渗水土上时，非渗水土层顶面应向两侧设 4%的人字横坡，以利排水。

9.4.5　地基为耕地或松土时，如松土厚度不大于 0.3m，应将原地面夯压密实；当松土厚度大于 0.3m，应将松土翻挖，分层回填压实或采取其他地基加固措施。

在水田地段填筑路堤，应先疏干水田积水，挖除表层淤泥、腐植土等。在池塘积水地段，视具体情况，采取排水疏干、挖除淤泥、抛填片石或砂砾石等，若采用抛填片石或砂砾石，其抛填高度一般高出积水位 0.5m。

9.4.6　在软土地基上设计路堤时，临界高度应根据填土重量由稳定检算确定，也可用经验公式估算确定，必要时可通过填筑试验确定；设计临界高度应根据填土重量与列车荷载由稳定检算确定。仅考虑路堤自重在天然地基上快速填筑的路堤最大高度为填筑临界高度。考虑填土重量和列车荷载共同作用，在天然地基上快速填筑的路堤最大高度为设计临界高度。路堤超过设计临界高度，地基必须加固。

9.4.8　路基工后沉降量的规定和取值，直接影响工程的造价和使用性。城市轨道交通行车密度高，养护维修困难，暂拟定碎石道床路基工后沉降量应小于等于 20cm。由于桥台、隧道和相接路基的工后沉降不同会造成轨道不平顺，这对列车的平稳运行非常不利，且该处的轨道结构不易保持稳定，维修工作量增加，因此规定桥台台尾后以及和隧道相接一定范围内的路基，工后沉降比一般地段要小。

软土地区宜采用碎石道床，当采用整体道床时，在铺设整体道床段的路基下沉后大多只能依靠轨道扣件的调高来抬高轨面，以保持原有钢轨顶面高程，所以当铺设整体道床时，路基工后沉降量应小于轨道扣件的最大调高量。

9.7 路基排水及防护

9.7.2 为使排水通畅，避免淤塞，排水设备的纵坡一般不宜小于3‰~4‰，为减少工程量，也不得小于2‰。但在平坦地带或反坡地段，如限制不得小于2‰的纵坡，工程量要增加很多，有时连排水设备的出口位置也成问题，在这种困难情况下，可容许将纵坡放缓至1‰。

路基地面排水不得排入地下隧道，这是为了保证隧道正常运营和安全。

9.8 路基支挡结构物

9.8.1 由地面线路至地下线路（或反之）的敞开过渡段，必然出现路堑型式的路基。宁波地区多为软土，路堑型式的路基易将硬壳层破坏或挖除，对路基的沉降影响较大。钢筋混凝土U型支挡结构基底应力小，沉降量易于控制。所以宜采用该型式的支挡结构。

11 车站建筑

11.1 一般规定

11.1.1 规定了宁波城市轨道交通车站的设置与城市总体规划、城市轨道交通线网规划的关系；阐述了城市轨道交通建设需要妥善处理的周边界面关系，应尽量减少对周边环境的影响。

11.1.2 规定了车站设计过程中，应保证为乘客提供的乘车环境，安全、方便舒适等基本原则。

11.1.3 车站的设计规模应满足初、近、远期中设计客流量最大值的需要，同时规定了高峰小时客流量的超高峰系数。超高峰设计客流量是指该站高峰小时客流量乘以(1.1~1.4)的系数，主要考虑高峰小时内进出站客流量存在不均匀性，标准车站一般采用 1.2，客流较大具有明显潮汐客流特征的车站应采用 1.4。

11.1.4 车站的设计应根据周边环境、客流特征及线路条件设计车站的站位及出入口，车站周边有规划的开发地块或有过街需求的不能同期实施则应预留好接口。

11.1.5 原则上车站公共区采用中间进站两端出站的客流流线，这种布置方式可保证足够的出站闸机前的蓄客空间；需经过验算客流疏散从站台至站厅到地面的路径上所经过的设施的通行能力，不能出现疏散的瓶颈部位，出入口通常设置上下行扶梯则楼梯宽度较小，如仅楼梯宽度不满足疏散要求应考虑出入口自动扶梯采用一级负荷，紧急情况下参与疏散。

11.1.6 车站的紧急疏散能力计算其一列车的乘客为高峰小时断面客流除以发车对数乘以超高峰系数所得，计算公式详见防灾与安全章节相关内容。

11.1.10 根据《无障碍设计规范》GB50763-2012 制定。

11.1.11 一般情况下车站沿纵向宜设 2‰的坡度，当车站紧邻设置开发建筑且接口较多或车站设置上盖开发建筑的情况下车站可考虑采用平坡；较为复杂的换乘车站标高关系混乱，为方便设计与施工可考虑采用平坡设计；盾构过站的车站有足够的道床高度设置道床排水也可考虑采用平坡设计，采用平坡设计的车站均需考虑道床排水。

11.2 车站总体布置

11.2.1 车站总平面设计的重点在于车站的出入口、风亭、冷却塔等附属设置的设计；除满足规划的要求外，还应满足消防要求及环保要求，车站附属设施应优选与建筑物相结合的方案，满足城市轨道交通功能的同时减小了对周边环境的影响。

11.2.2 一般情况下出入口、风亭建筑宜按后退道路红线 3m 考虑，到周边建筑的距离应满足规划、消防、环保要求。

11.3 地下车站平面设计

11.3.1 车站的公共区设计应按照每条线的要求进行标准化设计，对每个车站进行定位分析，确定公共区规模及公共区楼扶梯、售检票机等设置的布置。车站站厅层两端为设备管理用房，中部为车站公共区，为车站客流集散的场所，其主要构成是中间的付费区与两边的非付费区，两侧的非付费区留有一个大于 4m 的通道进行连通，非付费区之内设置自动售票机，并预留足够的排队空间，且其排队空间不能够影响进出站客流流线；非付费区与付费区之间设置进出站闸机及售票亭，进出站闸机距离站厅至站台的楼扶梯应保证足够的蓄客空间；付费区之内应设置无障碍电梯满足无障碍设计要求，站厅至站台的楼扶梯应满足正常状态下的进出站客流使用需求，同时还应该满足紧急状态下的客流疏散要求。

11.5 车站主要设施设置

11.5.1 自动扶梯：

设计中应充分考虑城市轨道交通人性化设计的要点，原则上两层车站站厅层至站台层付费区两侧均设置两组上、下行自动扶梯，并且配合进出站流线设置其上、下行方向，三层的换乘车站可考虑设置三组上、下行自动扶梯。

11.5.2 电梯设计要求：

车站设置在主干道两侧，出于人性化的考虑，为了方便乘客过街宜在道路两侧均设置无障碍电梯，且宜对角设置。

11.5.3 楼梯设计要求：

与上下行自动扶梯并列设置的人行楼梯可采用 30°角 280X160mm 的踏步尺寸，如楼梯仅与上行自动扶梯平行设置则应采用 300X150mm 的踏步尺寸。

11.5.4 检票机设计要求：

公共区客流组织采用中间进站两端出站的方案，这样配合进出站客流流线，进站闸机布置在付费区的中部，出站闸机布置在公共区两端，使客流尽量减少交叉，也使车站的功能分区明确；相关内容与《地铁设计规范》GB50157-2013 相同。

1 进站闸机计算：

进站闸机按照 1500 人/小时通过量计算，并考虑 10%的预留数量：

$N=1.1\times(Q1+Q2)\times A/1500$

Q1、Q2 为高峰小时两个方向的进站客流，A 为超高峰系数。

2 出站闸机计算：

出站闸机的通过量为 1500 人/小时，每分钟通过 25 人，出站闸机按照远期高峰小时两列车同时进站，并且下车乘客在 1.5 分钟通过出站闸机的标准来计算，同时考虑 10%的预留数量。

$N=1.1\times(Q1+Q2)\times A/(30\times25\times1.5)$

Q1、Q2 为高峰小时两个方向的出站客流，A 为超高峰系数。

11.5.5 售票机设计要求：

售票机应设在客流不交叉，且干扰小的地方；售票机前应留有购票乘客的聚集空间，聚集空间不应侵入人流通行区，且不宜少于两处。

自动售票机的售票能力按照 300 人/小时计算，其数量按照远期 70%持卡人计算，并考虑 10%的预留。

N=（Q1+Q2）×A×0.3×1.1/300

Q1、Q2 为高峰小时两个方向的进站客流，A 为超高峰系数。

11.12 车站管线综合设计

11.12.1 体要求：

1 供电、动力照明专业电缆桥架布置要求：

1) 电缆桥架与各种其他专业管线的最小净距离：

平行水平距离一般为 300mm,局部困难部位为不小于 150mm；

平行垂直净距离一般为 300mm，局部困难部位为 150mm；

交叉净距离一般为 150mm，局部困难部位为 50mm。

以上尺寸为最小控制尺寸，为了检修方便，应尽量拉开间距。

2) 安装及检修等其他要求：

车站公共区原则是尽量采用贴近顶板底安装的方式,当与结构梁体交叉时可采用电缆明敷并固定在梁上的方法提升桥架高度；

电缆桥架上部距顶棚或其他障碍物应不小于 150mm。桥架应至少一侧保证 400mm 的检修空间，且困难情况下不小于 300mm。电缆的转弯半径一般为 15D，明装电缆的转弯半径一般为 6D，并应根据电缆及线槽的尺寸和材质具体确定；

（D 为管线或线槽直径）

2 通信、信号及 FAS、BAS 等弱电专业具体要求：

1) 与强电电力电缆间布置要求：

平行水平距离为 300mm,局部困难部位为不小于 200mm；

平行垂直净距离一般为 300mm，局部困难部位为 200mm；

交叉净距离为 300mm，局部困难部位为 50mm。

以上尺寸为最小控制尺寸，为了检修方便，应尽量拉开间距。

2) 弱电相互间电缆间布置要求：

相互间电缆水平净距为 300mm，局部困难部位为 50mm；

平行垂直净距离一般为 200mm，局部困难部位为 50mm；

相互间电缆交叉净距为 150mm，局部困难部位为 50mm。

以上尺寸为最小控制尺寸，为了检修方便，应尽量拉开间距。

3) 与水专业管线间布置要求：

与水管平行水平距离应不小于 150mm；

与水管平行垂直净距离一般为 150mm；

与水管交叉距离为 100mm；

与空调水管平行距离应不小于 150mm；

与空调水管平行垂直净距离一般为 150mm；

与空调水管交叉距离为 100mm，局部困难部位为 50mm。

以上尺寸为最小控制尺寸，为了检修方便，应尽量拉开间距。

4) 与环控专业管线间布置要求：

与环控风管四周应有不小于 150mm 的安装距离（指环控风管保温层外距离）

5) 安装及检修等其他要求：

当与结构梁体交叉时可采用电缆明敷并固定在梁上的方法。

电缆桥架上部距顶棚或其他障碍物应不小于 150mm。桥架应至少一侧保证 400mm 的检修空间，且困难情况下不小于 300mm。电缆的转弯半径一般为 15D，明装电缆的转弯半径一般为 6D，并应根据电缆及线槽的尺寸和材质具体确定。

（D 为管线或线槽直径）

6) 共用线槽原则：

干线分别敷设在经过防火处理的封闭式金属线槽内，FAS 和 BAS 线槽可以平行或垂直布置。

3 环控专业具体要求：

1) 与其他专业管线间距布置要求：

见各专业要求。

2) 使用、安装及检修等其他要求：

矩形风管的弯头一般应采用 1.0A 的中心线半径，采用直角弯头应参照 91SB6－P6。应充分考虑风管和水管的安装与拆卸；

风管和水管的支、托、吊架应符合 91SB6 的要求；

风管两侧应有 200mm 的检修操作空间，风管距顶板和梁的距离宜控制在 100mm 以上，距梁至少要 50mm（指保温层外皮）；

应结合提供的资料注意冷冻水管的坡度要求；

冷冻水管的最高点设有放气阀或集气罐，故冷冻水管的最高点与上方障碍物或顶板或梁的距离要大于 200mm。

3) 与吊顶线间距布置要求：

风口与装修吊顶的板材下皮距离应根据装修实际情况而定，一般不小于 300 mm。

4 给排水专业具体要求：

1) 与其他专业管线间距布置要求：

应满足强弱电、通风等其他专业对水专业管线的要求；

其他间距布置要求：

当水管管径 DN≥150mm 时，水管外皮与其他专业管线间距 200mm；

当水管管径 50mm≤DN≤150mm 时，水管外皮与其他专业管线间距 150mm；

当水管管径 DN≤50mm 时，水管外皮与其他专业管线间距 100mm。；

2) 使用、安装及检修等其他要求：

给排水管道（管外皮）距墙面最小净空不小于 150 mm，距吊顶龙骨上皮最小净空不小于 150mm。

3)　给排水管道的拐弯半径（最小值）：

管径≤DN50 的为 300mm；

DN100≥管径＞DN50 的为 400mm；

DN150≥管径＞DN100 的为 500mm；

DN250≥管径＞DN150 的为 650mm。

5　装修专业具体要求：

站厅层公共区吊顶净空不小于 3200mm，不含龙骨和金属板的厚度，龙骨和金属板的厚度一般为 200mm（含管线吊架厚度）。站台层公共区吊顶净空 3000mm，不含龙骨和金属板的厚度，龙骨和金属板的厚度一般为 200mm（含管线吊架厚度）。

要求通风专业风口形式与吊顶风格及板材风格一致。

12　地下车站与地下区间结构

Ⅰ　地下车站结构

12.1　一般规定

12.1.1　宁波市在轨道交通 1 号线、2 号线建设中，积累了丰富的设计和施工经验。总结、归纳了以往成功工程并吸纳了其他地下工程的实践经验，在保证工程的安全、可靠、技术先进、造价降低的宗旨基础上编写本标准，但鉴于地下工程设计模型设计土力学、环境条件、施工条件、施工参数等诸多因素，因此设计理论和计算方法上尚待进一步完善。

明挖地下工程基坑支护型式很多，一般有板式、桩墙式、重力式和放坡开挖等类型，宁波市地下车站的围护体系根据地质、周围环境、可持续发展条件等考虑，一般采用板式或桩墙式体系，放坡开挖仅在场地开阔、埋深浅和环境允许时采用。

12.1.4　车站结构的净空尺寸必须满足限界要求和考虑施工误差的影响，为保证结构内净尺寸符合要求，围护墙施工时，可按施工条件预先外放允许的倾斜度，施工内部结构时，当确证墙体的实际偏斜度小于预放量时，在内衬墙满足设计厚度要求并不影响外观条件下，内衬墙位置可适当向外放出，内部净空尺寸可有所放大。

12.1.6　城市轨道交通地下结构的主体结构主要指直接和间接承担地层荷载和运营车辆荷载，保证轨道交通结构体稳定的结构构件；使用期不可更换的结构构件是指直接承受轨道交通设备和人群荷载，在使用期间无法更换或更换会影响运营的结构构件。上述结构应严格按照 100 年的设计使用年限设计，以保证设计使用年限内的城市轨道交通使用安全。

使用期间可以更换的次要构件主要指在地下结构内部的、位于次要部位且更换不影响使用功能和正常运营的结构构件。这些构件原则上可以按照 50 年的设计使用年限进行设计。

不作为使用期间主要受力结构的围护结构，主要指基坑围护结构中的围护桩、围护墙和其他挡土结构，可不考虑耐久性要求，仅满足施工期间的使用即可。但对于可能在设计中部分考虑其承载作用的围护结构（如复合墙中的地下墙等）来讲，应满足本规范耐久性规定中对材料和构造的要求。

12.1.8　混凝土结构的环境作用等级可参照国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476 的规定执行。对处于一般环境条件下且厚度不小于 300mm 的钢筋混凝土内衬可不按薄壁构件考虑，在一面临水另一面干燥的环境条件下，可不考虑干湿交替作用。

12.1.9　地下车站设计时，必须预测可能造成的环境影响，应采用合理的结构形式和施工方法并采取可靠有效措施，力求把对环境的影响减至最小。

12.1.10　城市轨道交通工程的设防分类为重点设防类，根据《中国地震动参数区划图》GB18306 第 4.3 条规定，抗震设防要求不应直接采用区划图，需做专门研究，即地震安全性评价，因此城市轨道交通工程的抗震设防烈度应以政府主管部门批准的地震安全性评价报告为准。

12.2 施工方法的选择

12.2.1 地下结构的结构选型与施工方法有一定的依从关系。结构设计前，综合水文地质、环境、埋深、工期和造价等因素，选择安全、可靠的施工方法，由此确定结构型式。

12.2.2 地下结构施工方法可分为明挖顺作法、逆作法、盖挖顺作法和暗挖法等。根据宁波地区的工程地质和水文地质条件，地下车站不宜采用暗挖法施工。

12.3 结构选型

12.3.1 宁波城市轨道交通地下车站一般采用基坑法施工，车站的结构型式相应为矩形多层多跨箱型框架结构。

12.3.2 车站端头井内部尺寸及结构梁柱布置除满足使用阶段建筑布置要求外，尚需满足盾构施工要求：

1 端头井的内净尺寸为盾构外轮廓（含其中心出土输送器）四周外放安装操作空间各 0.5~1.0m，根据盾构工程筹划，井的顶、中板留设盾构吊装孔；

2 盾构调头井还应满足盾构在井底转向要求，井内立柱和底梁要求后筑。当基坑较深、土质较差时，为控制变形、基坑稳定，尽快浇筑底板，底梁不宜下翻，梁可分为上、下二次浇筑，当底梁必须下翻时，梁高宜小以减小挖土深度；

3 盾构始发井，宜将后续车架与盾构同时安装并整体出洞，因此与始发井连接的车站标准段的内净尺寸宜满足车架宽度要求，同时在车架后端、出土箱上方的顶、中板预留临时出土孔，待盾构、车架全部进入区间隧道，可由端头井垂直运输时，临时出土孔可封闭。

12.3.3 换乘车站一般设在两个方向都是客流较集中的主干道上，因此，换乘的二个方向车站宜同步建设，因分期施工减少初期投资并不多，但带来以后的施工难度和地面交通再次封堵困难甚大。若客观条件不能同步建设时，也尽可能将换乘节点同步建设并预留与另一方向车站建设的连接段，以免后期施工与其交叉的车站时，影响已建车站的运营。

12.3.4 地下工程可选的围护结构型式甚多，一般在埋深较浅的地下一层车站和通道等基坑中，常用“桩墙式”，使用较多的为钻孔灌注桩、钻孔咬合桩及型钢水泥土搅拌墙(SMW)等，施工简单、造价低。钻孔灌注桩桩架较低，更适用在高度限制的施工现场采用；型钢水泥土搅拌墙自身隔水性较钻孔灌注桩好，无需另设隔水帷幕，更无须泥浆处理系统，施工现场环境较好，但型钢围护墙刚度小，变形大，对周围环境保护要求较高的深基坑不宜采用。

“板式”围护结构一般为地下墙，墙的厚度一般为 0.6~1.2m，刚度大，强度高，是目前宁波地下车站主体深基坑采用的主要围护结构。

围护结构型式的选择应从强度、刚度、对周边构筑物影响、工程进度、造价、施工环境等方面综合评定。

12.3.5 地下车站的侧墙结构：

1 考虑轨道交通工程的耐久性要求，轨道交通地下车站应采用双墙结构。

2 双层侧墙结构中，按围护墙与内衬墙的结合型式可分为以下三种：

1) 分离式——围护墙与内衬墙分离，各尽其职，一般围护墙筑于主体结构外侧，其

间留有施工空间，随着内衬结构浇筑，要求在底板、中板及顶板处设置短支撑撑于围护墙上，保证围护墙结构的支点并减少变形，内部结构完成后，其间空隙必须填砂振密。分离式结构受力明确，施工方便，并可按需外包整体防水层，但用地范围扩大、围护结构无助于内部结构，使内衬墙厚度大于其他方案，并无助于抗浮，造价较高；

2) 复合式——围护墙内敷贴防水层后浇筑内衬墙，围护结构与内衬墙组成复合结构。两墙之间的接触面不能传递剪力，只能传递法向压力。施工阶段水土压力由围护墙承受，使用阶段内衬墙承受水压力。围护墙与内衬墙间有防水层隔离，内衬墙受围护墙制约小，内衬墙的收缩裂缝较叠合墙少，内衬墙按承受水压力计算，因此内衬墙厚度较分离式小，但较叠合式大。当必须依靠墙体参与抗浮时，需设压顶梁；考虑后期地面道路的恢复和地下管线的敷设要求，压顶梁一般不考虑与围护结构的顶圈梁兼用。

3) 叠合式——围护墙内侧面凿毛清洗后浇筑内衬墙，围护结构作为主体结构侧墙的一部分，与内衬墙按整体叠合结构计算，结构总厚度小，用地少，墙体自重助于抗浮，造价低，但如施工不当，后浇内衬墙受先期施工的围护墙约束，易产生收缩裂缝。

12.5 工程材料

12.5.3 根据“四节一环保”的要求，《混凝土结构设计规范》GB50010 提倡应用高强、高性能钢筋。

地下工程的钢筋级别由强度计算、裂缝宽度验算并经济比较后选用。为了有利于高强钢筋的应用，也为了解决 2002 版《混凝土结构设计规范》计算裂缝宽度与实际情况存在差异的问题，2010 版《混凝土结构设计规范》对裂缝宽度计算有关的参数（如构件受力特征系数）和取用荷载（将标准组合改为准永久组合）进行了调整，解决了高强钢筋应用的经济性问题。在城市轨道交通结构中，有部分构件当耐久性要求不高时是可以放宽裂缝控制要求的，如基坑的围护结构和其他临时性的支护结构等，应用 HRB400 级钢筋的优势更加明显。

根据住房和城乡建设部、工业和信息部《关于加快应用高强钢筋的指导意见》建标[2012]1 号的精神，明确淘汰 335MPa 级螺纹钢筋，因此本标准不再规定可以采用 HRB335 钢筋。

12.6 基坑工程设计

12.6.1 基坑施工必须参照《上海地铁基坑工程施工规程》SZ-08-2000 分层、分段、对称、平衡、限时等施工参数开挖。

表中“重要建筑”包含密集的多层居民楼等。

12.6.2 基坑稳定验算可参照上海市工程建设标准《基坑工程技术规范》DG/TJ08-61 有关公式进行计算。

12.6.3 当基坑周围有建构筑物时，可将建构筑物荷载按其与基坑的距离，折算为覆土高度复核墙体入土比。

12.6.5 地下墙作为围护结构，可不设围檩，支撑直接撑于墙体上，当墙幅之间采用不传

递弯矩的柔性接头时，地下墙计算宜取一幅宽度按板元计算。根据以往很多工程实例计算，在外荷作用下，墙体弯矩以竖向为主，横向弯矩甚小，因此，设计中当有计算经验时，可按竖向梁计算，横向按经验配置。

12.6.6　坑内土体水平抗力与地质和加固方法、施工开挖空间、时限等密切相关，为简化计算，采用等效水平抗力系数，综合反映土体抵抗变形的能力。

12.6.8　支撑设计要求

1　深基坑支撑布置由主体工程结构布置、围护墙和支撑承载能力、环境条件和墙体允许变形以及土方开挖施工等条件而定；

1)　支撑竖向布置——深基坑多道支撑时，最上一道支撑当环境要求较高时，尽量向上布置，以减小地面沉降，当环境允许时，向下布置是经济的；最下一道支撑，在保证挖土和底板施工空间条件下，尽量向下布置，以减小墙体位移；

2)　支撑平面布置——支撑水平间距大，对施工空间是有利的。采用地下连续墙做围护墙时，6m 幅宽设两列支撑可不设围檩，支撑水平间距应考虑垂直运输的施工要求进行布置；采用桩墙式围护时，必须设置围檩，支撑水平间距可由围檩、支撑的强度、刚度和墙体的变形综合比较后确定。多道支撑时，宜将上下道支撑对齐，便于施工。

端头井部位，为留有施工空间，一般宜布置为封闭三角形斜支撑，当不能封闭时，斜支撑的二向分力应传到可靠的支承点上。

3)　支撑用材——车站长条形基坑中，一般采用钢结构对撑，从强度、刚度、稳定性及用钢量比较，采用圆形钢管支撑为多。钢支撑装拆方便，能及时施加预压力，利于基坑稳定，但相对于钢筋砼支撑，钢支撑刚度较小，由于软土流变、预应力损失等因素，导致墙体变形增大，因此宁波轨道交通地下车站第一道支撑均采用钢筋砼支撑，当基坑较深、平面形状复杂或环境保护要求较高的区段，在基坑中部再增设钢筋砼支撑与钢支撑结合使用，以增加基坑稳定并减小墙体变形，但必须采取措施以防止混凝土支撑浇筑过程中墙体变形，也可利用主体结构的顶、中板作为支撑体系。

2　围护墙在承载力、墙体变形量和内部结构立模浇筑施工条件允许前提下，宜先拆支撑后浇内衬墙，以减少后补支撑孔的漏水隐患。当必须后补孔时，应在孔周预埋防水钢板、补浇微膨胀混凝土或采用预留支撑钢垫块等，以防渗漏水；

3　支撑设计除考虑计算轴压力及自重弯矩外，还应计入施工荷载、温度变化的影响及支撑经预检和拼装后的制作误差、拼装误差、安装误差及重复使用挠曲偏心弯矩的影响。支撑设计中必须验算细长杆件的稳定性，必要时，必须设置中间立柱，以减小压杆长度。一般地下车站，跨度小于 15m，可不设立柱；跨度大于 20m，应设立柱；15~20m 的由支撑轴力、材质和周边环境等因素而定，应尽量减少立柱的设置。立柱间距一般为 6~8m，经纵向连系杆与支撑相接。立柱应有足够的入土深度，防止立柱回弹和沉降。立柱穿顶、底板时应采取可靠的止水构造措施。

斜支撑端节点构造应满足轴压力和剪切力要求，钢板与锚固筋必须采用塞焊连接。围檩设计中除计算弯矩、剪力外，必须考虑其整体刚度，在支撑点更应防止局部失稳，围檩与围护墙之间必须采用快硬细石混凝土充填密实。

12.7 标准段结构设计

12.7.1 当车站建有地面建筑，围护结构兼作上部建筑物基础，与立于车站中部的建筑物桩群共同组成整体基础时，必须验算围护墙的垂直承载力、地基变形和稳定性，并验算围护墙与中间桩沉降差对结构的影响。

12.9 构造设计

12.9.1 条文中的钢筋保护层厚度根据《地铁设计规范》GB50157 确定，是指所有钢筋（包括分布钢筋）的净保护层厚度，总体上较宁波 1、2 号线设计技术要求的规定有所提高。

12.9.3 城市轨道交通轨道结构采用整体道床基础，其垂直方向的允许错位一般为 3~5mm，因此，不允许通过设置沉降缝让其两侧的结构自由沉降。在可能产生较大差异沉降的部位可采取以下做法：

1 通过地基处理或结构措施将沉降调整到轨道结构和主体结构变形的允许范围内，结构措施包括：

1) 设计中严格控制结构的绝对沉降量；

2) 叠合墙的地下连续墙槽段之间采用抗剪接头；

3) 叠合墙围护结构的顶部设置刚度较大的整体现浇钢筋混凝土冠梁；

4) 适当增加结构底板的厚度。

2 通过设置后浇带将施工阶段结构差异沉降产生的次应力先期释放，结构设计中主要考虑后期沉降产生的次应力；此外，在施工安排上应先重后轻，最大限度地降低差异沉降对结构的影响。

12.9.4 车站设置诱导缝的目的，避免人为设置贯通整个结构横断面的通缝导致结构纵向刚度急剧下降，以致丧失抵抗纵向变形的能力。诱导缝是一种利用人工控制技术，通过在结构的预想位置产生的“无害裂缝”来释放结构纵向应力的方法。所谓“无害”，大体应满足以下几方面的要求：

1 裂缝出现的部位不会影响结构基本的受力特性；

2 裂缝的宽度有限，应控制在外贴防水层的材料和梁板建筑装饰层允许拉伸的范围之内，并且裂缝不贯穿整个截面，保证“裂而不漏”；

3 裂缝的出现不影响结构基本的使用功能，仍使结构具备足够的纵向抗弯刚度和抵抗剪切变形的能力。

缝的位置和间距的严格控制是实现“无害裂缝”的关键。具体做法是：

1 预设的诱导缝沿车站长度方向按一定间距分布。基坑分段开挖，结构分段浇筑，纵向长度与诱导缝对应。特殊情况下，诱导缝间距必须放大时，应增设施工缝以减小结构分段浇筑的长度；

2 诱导缝宜与围护墙墙缝对齐，应避开变电所等供电设备用房；

3　诱导缝部位纵向钢筋的处理：顶、楼板和边墙的纵向钢筋或断开（诱导缝设在柱体中心时），或通过 1/3（诱导缝设在跨度 1/3 处时），并在诱导缝两侧的顶板及边墙内设置可以滑移的剪力棒；底板纵向钢筋全部贯通。

12.9.5　主体结构与附属建筑（如出入口通道、通风道等）的结合部是结构薄弱环节，当主体与附属结构存在不均匀沉降时，易产生裂缝引起渗漏。因此在宁波软土地层，车站附属结构宜优先考虑设置抗沉桩，以控制附属与主体结构之间的不均匀沉降，减少结构渗漏的隐患。当附属与主体结型式变化较大时，车站结构与附属结构之间可设置变形缝，此时变形缝一般具有沉降缝和伸缩缝的双重作用，但不允许两部分结构之间出现影响使用的差异沉降（如底板错台影响人流通行或管线错位等），因此变形缝两侧的结构中设置“剪力棒”，同时还在底板内设置了榫槽。

12.9.6　当诱导缝设在 1/3~1/4 跨度处时，纵梁钢筋全通，纵梁之间的顶板、中板、侧墙钢筋通过 1/3，为使顶板的强度逐渐变化，在纵梁两侧各 1m 范围内钢筋略为加强，作为过渡段。

12.10　抗震设计

12.10.1　根据《中国地震动参数划区图》GB 18306，宁波市北仑、镇海两区的抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g；海曙、江北、江东、鄞州的抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g。但根据宁波市近年来多个重大建设工程开展的地震安全性评价工作，评价报告对位于海曙、江北、江东、鄞州的工程场地提出的设计基本地震加速度均大于 0.05g，根据建设部 1992 年 7 月 3 日颁发的建标[1992]419 号《关于统一抗震设计规范地面运动加速度取值的规定》，对应的抗震设防烈度应为 7 度。因此轨道交通地下工程抗震设计时，应根据政府主管部门批准的地震安全性评价报告给出的抗震设防烈度，根据《地铁设计规范》GB50157 表 11.8.1 确定地下结构的抗震等级。

II　地下区间结构

12.12　一般规定

12.12.1　通过宁波城市轨道交通 1 号线、2 号线的设计和施工经验，区间隧道的施工，除洞口段或郊区空旷地段埋深较浅的区间或设置有配线的区间，采用明挖法施工外，一般均采用暗挖法（盾构法和矿山法）施工。矿山法施工主要应用于需穿越山岭地区岩石地层的区间以及两条区间隧道之间的联络通道的施工，大多数区间隧道均采用盾构法施工。

车站出入口、风井等附属结构多采用明挖法施工，但是如果环境条件不允许，地面交通疏解困难、地下管线迁改困难或者临近重要建、构筑物，不具备明挖施工条件时，车站出入口、风井等通道结构可以采用顶管法施工。

12.12.2　区间隧道施工方法较多，在施工方法和结构型式的选择上，要充分依据地质详勘资料，根据线路条件、周围环境条件进行技术经济比较，并考虑适当的地层加固等辅助施工

措施。

12.12.3　周围环境状况（地下管线、地下障碍物)的调查，是区间隧道设计的关键。区间隧道设计要尽可能减小对周围环境的影响，首先要通过优化调整线路，尽量绕避地下障碍物，如不可避免要临近建、构筑物基础或者下穿建、构筑物施工，需要在设计之初就对可能造成的环境影响进行分析预测，选择合理的施工方法，采取必要的辅助施工措施，提出环境保护的详细方案及要求。

12.12.4　明挖区间结构的净空尺寸按照车站结构要求，在施工时考虑足够的外放量；矿山法区间在开挖和初期支护阶段就要充分考虑围岩变形量等，预留足够的净空尺寸；盾构法区间隧道在衬砌管片选型时已统一考虑。

12.12.6　区间隧道在穿越大江大河时，需要进行河势演变分析及河床冲刷模型试验等，以确定百年一遇河床冲刷线、冲刷范围等，有通航要求的河道，还需向航道管理部门调查规划航道要求和船舶锚击深度的要求等，以此作为区间江（河）底埋深设计的依据。

12.12.7　盾构法区间隧道变形缝的设置，主要在不同结构形式的连接位置（如区间与车站的连接处、区间与联络通道的连接处）、上覆荷载变化较大区段以及区间所在地层条件差异较大区段。变形缝的具体做法已有统一规定。

12.12.10　盾构法施工的区间隧道覆土厚度大于隧道外轮廓直径时，对于盾构施工和轨道交通运营都比较有利。困难情况下，可以适当减小，但必须同时满足盾构施工和隧道使用阶段的抗浮要求。必要时也可采取临时压重等辅助施工措施。

12.12.11　根据国内软土地层盾构法区间隧道的实践经验，平行或立体交叉隧道间的净距大于隧道外轮廓直径时，其相互影响基本可以不考虑。不能满足上述要求时，应在设计阶段进行必要的影响分析，施工中采取必要的措施控制地表沉降、相邻隧道变形，保证已建隧道的安全。当两条隧道间的净距<0.5D 时，还需要采取二次注浆加固等措施，减小运营期间的相互影响。

12.12.13　宁波城市轨道交通盾构法区间隧道采用的是隔离法防迷流措施，钢结构及钢连接件的防锈处理在通用图内有统一规定。

12.12.15　区间风井、联络通道、排水泵站属区间隧道附属结构，能够合并设置的话可以减小工程量，降低工程风险。

12.15　盾构隧道结构设计

12.15.1　宁波轨道交通盾构法区间隧道目前阶段基本为单洞单线圆形衬砌结构型式。

12.15.2　盾构法区间隧道圆形衬砌结构选型已经在通用图中统一。

12.15.4　盾构法区间隧道，一般在工作井外侧、联络通道两侧设置 2～3 条变形缝，在沿区间隧道纵向上覆荷载变化较大处或区间隧道所处土层差异变化较大处，根据具体情况进行区间纵向强度和变形分析后设置适当的变形缝。

12.16 盾构选型

12.16.1 根据宁波轨道交通 1 号线、2 号线的设计和施工经验，区间隧道采用加泥式土压平衡盾构施工是合适的。但需要根据各段区间的具体情况，对盾构各主要功能部件进行选择和设计（如刀盘驱动形式，刀盘结构形式、开口率，刀具种类与配置，螺旋输送机的形式与尺寸等），并根据地质条件等确定盾构的主要技术参数。盾构的主要技术参数在选型时需要进行详细计算，主要包括刀盘直径，刀盘开口率，刀盘转速，刀盘扭矩，刀盘驱动功率，推力，掘进速度，螺旋输送机功率、直径、长度、送排泥管直径、送排泥泵功率、扬程等。

12.16.2 宁波轨道交通盾构法圆形区间隧道采用的是通用楔形环衬砌管片，通用管片只采用一种类型的楔形衬砌环，既可以用于直线环，又可以用于曲线环。通用管片在生产、贮存、运输等环节比较方便，无需分类管理，不会发生不同衬砌环数量不匹配的情况。在国内国际上都是一种应用趋势。采用通用楔形环衬砌管片，盾构掘进施工中需配备专用施工轴线修正计算软件（如德国 VMT 公司的 SLS-T 系统、法国布依格公司的 PYXIS 系统、上海隧道公司 STEC 管片自动纠偏选型系统等），逐环调整楔形衬砌环的旋转角度，进行线路拟合，在拼装下一环管片时，预先计算楔形衬砌环在不同旋转角度中拟合轴线与设计轴线的偏差，并选择最佳的旋转角度，最大程度地拟合设计轴线，减小偏差。总体来说，采用通用楔形环衬砌管片线路拟合精度比较高。

12.17 盾构进出洞设计

12.17.1 盾构进出车站工作井始发与接收为轨道交通区间隧道施工风险源之一，为减小盾构进出洞风险，统一规定加固长度为盾构洞口外 9m，基本可以包住一台盾构机的长度。如因施工场地限制或地下管线迁改困难，无法实施地面水泥系预加固，可采用冷冻法加固措施，冻结加固需由具备专业资质的单位进行专项设计及施工，并需进行冻结设计及施工方案评审。

12.17.2 进出洞处环梁即为盾构法区间与车站结构的连接结构，需确保区间进出洞管片与车站内部结构有紧密可靠的刚性连接，接头不渗漏。

12.18 盾构隧道注浆要求

12.18.1 同步注浆的质量是控制地面沉降变形的关键因素。每环管片同步注浆时间要及时，并且在以地层损失率控制的前提下，由注浆量和注浆压力进行双重控制。根据上海和宁波 1、2 号线软土地层盾构施工经验，同步注浆宜采用厚浆型单液浆，浆液的具体配比还需根据不同地层条件多次试验而定。

12.18.2 在联络通道、盾构进出洞区域、上部建、构筑物对沉降比较敏感的地段，管片增设注浆孔，根据需要对隧道周围地层进行二次注浆加固。与既有线路交叉重叠段二次注浆加固要求在通用图内有详细要求。

12.24　监控和监测

12.24.2　监测频率还需根据监控等级、监测项目、施工工况、施工进度等实际情况确定，不同监测项目的监测频率可以有所区别。应重点保证被保护对象的监测频率，其他监测项目可根据施工工况、施工要求调整监测频率。

1　对于一级以上监控，被保护对象监测点应采取实时监控，直至沉降稳定；

2　对于二、三级监控，对被保护对象监测，应根据施工工况、施工要求和沉降发展情况跟踪服务，直至沉降稳定；

3　在隧道进出洞、盾构参数调整期间应加密监测频率，不少于 1 次/环（或 3 次/天，取频率高者）；

4　在后期固结沉降期间，被保护对象的监测频率宜为：1 次/周（第 1 个月）、1 次/月（第 1 年）。

13　高架车站与区间结构

Ⅰ　高架车站结构

13.1　一般规定

13.1.2　“框架式建—桥合一”型车站一般为纵横框架结构体系，车站轨道梁直接搁置或固结在车站横梁上，支承轨道梁的横梁、支承横梁的立柱及柱下基础受到列车动荷载很大影响的一种车站结构形式；“桥梁式建—桥合一”型车站一般为桥梁结构体系，车站轨道梁、站台结构均为桥梁式结构，它们通过支座搁置在车站横梁上，支承轨道梁的横梁、支承横梁的立柱及柱下基础受到列车动荷载影响的一种车站结构形式；“建—桥分离”型车站是指区间高架桥在车站范围内连续贯通，并与站台和站厅的梁、板、柱及基础完全脱开，各自形成独立的结构受力体系的一种车站结构形式。

13.4　构造要求

13.4.5　在框架结构承台之间设置基础连梁，可起到传递水平荷载，提高基础的抗推刚度，增加基础的整体性和刚度，协调各承台之间的沉降变形等作用。

Ⅱ　高架区间结构

13.5　一般规定

13.5.5　考虑施工误差、结构沉降以及铁路抬道或公路路面加罩等因素，将高架区间桥下净空预留量统一为 200mm。

13.5.7　本条文中的桥墩与道路路侧的最小安全距离根据《城市桥梁设计规范》CJJ11-2011 和《公路桥涵设计通用规范》JTG D60-2004 的相关要求进行汇总，便于路中或路侧布墩时参照执行。

13.5.17　本条旨在提出适合宁波地区轨道交通的桥墩墩顶纵向水平线刚度的控制标准，按现行《地铁设计规范》GB50157 适当放宽（乘以 0.8 的系数），有利于适当减小高架区间桥墩的截面尺寸，节约工程投资，景观效果更为理想。该标准与《上海城市轨道交通工程技术标准（暂行）》接近，并在宁波轨道交通 2 号线施工图技术标准中体现。

13.6　设计荷载

13.6.1

3

2）中 B 项，根据上海市轨道交通工程中单线槽形梁的应用和成果总结，补充了单线 U 型梁桥道板动力系数值。

13.7　结构设计

13.7.2

1　鉴于板式橡胶支座的耐久性较差，支座选用中没有列举。

13.8　构造要求

13.8.1

2　如无实测资料，冬天龄期可取 14 天，夏天可取 9 天。

14　结构防水及结构耐久性

Ⅰ　结构防水

14.1　一般规定

14.1.1　“气候条件”主要指施工气候条件，即应根据不同的季节特点采取不同的施工技术措施；“结构特点”按围护结构与车站内衬的关系，可分为复合式衬砌、叠合式衬砌、分离式衬砌等，根据围护结构与内衬结构之间的关系，选择相应的防水形式。

14.1.2　“刚柔相济”是根据地铁工程的特点，从材料角度要求在地铁工程中刚性防水材料和柔性防水材料结合使用；“多道防线”是针对地铁工程的特点与要求，通过防水材料和构造措施，在各道设防中发挥各自的作用，达到优势互补，综合设防的要求，以确保地铁工程防水和防腐可靠性，从而提高结构的使用寿命；“因地制宜、综合治理”是指勘察、设计、施工、管理和维护保养每个环节都要考虑防水要求，应根据工程及水文地质条件、隧道衬砌形式、施工技术水平、工程防水等级、材料来源及价格等因素，因地制宜地选择相适应的防水措施。

14.1.5　宁波地区的侵蚀性介质主要有氯离子侵蚀和硫酸根离子侵蚀，当水中氯离子浓度大于 100mg/L 或硫酸根离子浓度大于 200mg/L 时，则应按氯化物环境（IV 类）或化学腐蚀环境（V 类）进行设计，必须考虑在结构迎水面设置柔性全包防水层，该防水层即起防水作用，同时也起到对有害侵蚀性介质的隔离作用。

14.1.6 由于防水材料是保证地下工程防水质量的关键，因此，在推广应用新材料、新技术、新工艺时应优先采用经国家权威检测部门检验合格且具有一定生产规模和应用效果较好的产品，通常是由业主牵头成立专项课题，来进行试验研究、检测和鉴定。

14.2　混凝土结构自防水

14.2.2　“配合比”应包括水胶比、用水量、胶凝材料用量、粗、细骨料用量与级配等。混凝土外加剂种类繁多，主要分为减水剂、膨胀剂、抗冻剂、早强剂等。鉴于目前的轨道交通工程的特点，建议结构混凝土中采用聚羧酸类的高效减水剂；由于混凝土膨胀剂对养护要求较高，施工工期紧张的工程慎用；聚羧酸类的减水剂应符合标准《聚羧酸系高性能减水剂》JG/T 223－2007，膨胀剂应符合《混凝土膨胀剂》GB23439-2009，如掺加其他外加剂，则应符合《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119-2013。

14.2.5　防水混凝土能防水，除了混凝土致密、孔隙率小、开放性孔隙少以外，还需要一定的厚度，这样就使地下水从混凝土中渗透的距离增大，也就是阻水截面加大，当混凝土内部的阻力大于外部水压力时，地下水就只能渗透到混凝土中一定距离而停下来，因此防水混凝土结构必须有一定厚度才能抵抗地下水的渗透。考虑到现场施工的不利因素及钢筋混凝土中钢筋的引水作用，把防水混凝土衬砌的最小厚度定为 250mm，通过数年的实践，防水效果明显。

14.3 明挖结构防水

14.3.2 叠合衬砌这种形式与《地下工程防水技术规范》GB50108-2008 中对于防水等级为一级的地下工程应设置全包柔性附加防水层稍有冲突。但符合《地铁设计规范》GB50157-2013 的要求。由于地铁行业对于叠合衬砌结构形式在无腐蚀性环境下使用已有肯定的结论，因此，本标准以《地铁设计规范》GB50157-2013 为准。

14.3.7 在叠合衬砌车站结构中，由于地下墙与内衬墙合二为一完全叠合，且内衬结构混凝土后施工，会受先期施工的地下墙约束，造成开裂的现象。因此强调车站的顶、底板与中楼板的诱导缝尽量和地下墙的墙缝对齐，以保证板与墙在结构变形时，相互协调，减少因地下墙约束造成的内衬开裂。

桩头的节点宜尽量简化，施工不宜过于复杂，即使底板有外包防水层，也不必上翻，因为防水层上翻会造成底板与桩头的混凝土之间人为隔离，反而会影响防水效果。

14.4 盾构隧道及矿山法结构防水

14.4.3 混凝土氯离子扩散系数通常有二类检测方法：一类是自然扩散法，即将试件长期浸泡在盐溶液中，通过测定氯离子侵入混凝土内部不同深度上的浓度分布，用Fick第二定律拟合求出氯离子扩散系数；另一类是快速电迁移法,即将试件的两端分别置于两种溶液之间并施加电位差，上游溶液中含氯盐,在外加电场的驱动下氯离子快速向混凝土内迁移，经过若干小时后劈开试件测出氯离子侵入试件中的深度，利用理论公式可以计算得出扩散系数。RCM法属于后者。不同的检测方法所获得的数值差异很大，通常自然扩散法测定的氯离子扩散系数较客观，但由于其周期漫长，难以适用于工期较短的工程。而RCM法虽不如自然扩散法精确客观，但其快速便捷更能满足工程实践，本标准中规定的数值为RCM法检测值，$3\times10^{-12}m^2/s$是结合目前上海已在工程实践中检测得出的值，归纳总结出来的。而宁波地区可以参考此值，也可在今后的工程实践总结后，进行修正。

橡胶弹性密封垫及其沟槽尺寸应按《盾构法隧道防水技术规程》DBJ08-50-96设计，并应通过相应的验证试验来确定密封垫的最终断面形式。当地质情况、结构埋深与结构形式均相同（似）的条件下，可以借鉴其他工程的已有经验。

14.4.4 矿山法区间隧道当采用标准台车进行二次衬砌施工时，由于环向施工缝的止水带预埋困难，因此建议矿山法结构的环向施工缝采用可后装的防水材料，如遇水膨胀密封胶、全断面出浆的注浆管等。

II 结构耐久性

14.7 环境作用分类与作用等级

14.7.1 本章节主要是以宁波地铁1、2号线的地质勘察报告为依据，对宁波的腐蚀性环境进行归纳总结，希望设计工程师能根据具体工程的地质勘察报告及本标准，就能明确具体工程的环境作用等级。

14.8　地下结构混凝土耐久性设计

14.8.1　本章节对于混凝土配比及原材料的控制，主要是依据《混凝土结构耐久性设计与施工指南》（中国土木工程学会标准 CCES 01－2004（2005年修订版））。

14.9　地面及高架结构耐久性设计

14.9.1　本章节中的氯化物的环境主要是由于冬季除冰盐造成的。对于结构混凝土的原材料的控制应同14.8.1。

由于宁波处于酸雨地区，因此地面及高架结构上的钢结构应采取防腐防护措施，而混凝土结构则应加强耐久性检测，如检测不合格，也应采取表面涂刷防腐涂层的措施。

14.10　混凝土耐久性检验

14.10.1　混凝土电通量指混凝土标准养护 56 天时的电通量值，试验方法参照《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T50082，作为工程质量控制指标。混凝土待测试件可在龄期 28d 前就送至检验单位，若 28d 龄期检测合格，则视为检验通过。

混凝土氯离子扩散系数（RCM 方法）采用龄期为 56d 的试件，按照《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB50082 进行。

混凝土抗碳化性能指混凝土标准养护 28 天后，按标准条件快速碳化至 56 天的碳化深度，试验方法参照《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T50082，作为混凝土抗碳化性能指标检验标准。

混凝土抗裂性能试验方法参照《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T50082，抗裂等级评定依据参照 JGJ/T193《混凝土耐久性检验评定标准》。

15　供　电

15.1　一般规定

15.1.5　城市轨道交通外部电源方案的确立，应结合轨道交通线网和城市电网进行统筹考虑。

15.1.7　混合式供电考虑到城市电网中压供电，所以规定轨道交通中压网络电压等级应与城市电网电压等级相一致。

15.1.8　牵引动力照明混合网络，是指牵引供电网络与动力照明共用的中压网络形式。

15.1.9　中压供电网络电压损失不宜超过 5%是参照《地铁设计规范》GB50157 制定的。

15.1.10　这些条件是供、用电双方必须明确，并相互提供有关资料，经双方确认的内容，以此作为设计及运营的依据。外部供电方案经双方技术人员研究后，还需经双方领导审查，征求各部门的意见，最后以协议、纪要或公函的形式确定下来。城市轨道交通供电系统主变电所的一次接线方案与城市电网相互连接，与双方安全运行都有着密切的关系，因此一次接线方案必须征得供电部门的同意。

15.1.11　国内城市轨道交通架空接触网普遍采用直流 1500V 电压等级，接触轨也逐渐采用直流 1500V 替代直流 750V 电压等级，所以只列出了直流 1500V 电压波动范围。

15.1.12　电力负荷应根据对供电可靠性的要求及中断供电在人身安全、经济损失上所造成的影响程度进行分级。根据现行《供配电系统设计规范》GB50052 规定，“中断供电将造成人身伤害、在经济上造成重大损失时、影响重要用电单位的正常工作的重要电力负荷，应视为一级负荷。因牵引用电的中断将直接影响城市轨道交通列车运行和安全，故将牵引用电负荷规定为一级负荷；动力照明等用电负荷，则可以根据其重要性不同依次分为一级负荷、二级负荷和三级负荷。

1　同一降压变电所的两个非并列运行变压器的两段低压母线，可以作为动力照明一级负荷的双电源。依据《供配电系统设计规范》GB50052 规定，“当中断供电将造成人员伤亡或重大设备损坏或发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷，以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷，应视为一级负荷中特别重要的负荷，除应由双重电源供电外，尚应增设应急电源。”

2　依据《地铁设计规范》GB50157 规定，距变电所较近不超过半个站台有效长度时，考虑到供电线路的故障机率相对较低，因而可采用双电源单回路供电。

15.2　系统配置

15.2.1　从城市轨道交通线网和建设规划出发，考虑城市轨道交通主变电所按线网设置，可以减少外电源和主变电所数量，减少投资。

15.2.2　城市轨道交通供电系统中的各种变电所均应有两个电源。当供电部门为主变电所提供两回专线电源困难时，应至少保证一回为专线电源。为保证电源可靠性，两回电源最好引自不同的城网变电站，有困难时也可引自同一城网变电站的不同母线。

15.2.3　主要考虑到轨道交通供电系统在一个主变电所解列时，需要通过解列主变电所的35kV 母线和中压环网电缆对所有车站供电。

15.2.6　城市轨道交通运量有其特殊性，每天有上、下班乘车高峰，因而牵引负荷计算应以高峰小时的运行情况为依据。

15.2.7　考虑到杂散电流防护和车辆段牵引网供电的特殊性，车辆段牵引网由单独牵引变电所供电。

15.2.9　双边供电有利于提高牵引网的电压水平，有利于减少牵引网能耗和杂散电流腐蚀，单边供电方式仅作为特定条件下的一种牵引网供电方式。

15.2.10　国内车辆再生能逆变技术尚未成熟，所以应跟踪车辆再生能利用科研技术的发展，一旦车辆再生能利用技术成熟，即运用于轨道交通。

15.2.11　随着科学技术的发展，电力电子产品的大量运用以及轨道交通中压环网的电容效应，功率因素已经很高，降压变电所低压侧主要考虑对谐波的滤除，同时兼顾无功补偿。

15.2.12　城市轨道交通电力电子产品、变频器、整流器等大量设备运用，产生了各次谐波，必要时采取治理措施或预留治理措施的条件。谐波治理采用在设备侧就考虑治理对于系统影响是最小的，最节能的。

15.2.15　各级母线分段断路器选择性是指主变电所 35kV 母线分段开关、每个独立供电分区车站变电所 35kV 母线分段开关以及相应的 0.4kV 母线分段开关自动投入的时间顺序。

15.2.20　能耗监测管理系统主要是响应国家的节能措施，通过设置监测系统，发现系统中能耗大的地方，以便采用节能措施。

15.3　系统容量

15.3.2~15.3.3 城市轨道交通主变电所一回进线电源故障或失电，以及一台主变压器故障时，系统应保证的容量。

15.3.4　一座主变电所退出运行时，系统应保证的容量

15.3.5~15.3.7 当牵引、降压变电所的一回进线电源退出运行时、牵引变电所一套整流机组退出运行时以及降压变电所一台配电变压器退出运行时，变电所应保证的容量。

15.4　主变电所

15.4.2　轨道交通的负荷均匀分布于沿线车站，主变电所设置于线路负荷中心可以提高供电质量、降低线损以及满足支援供电时的电压要求。

15.4.6　两回电缆线路敷设在不同的电缆通路的确有困难时，也可以在同一通路的不同支架和管道内敷设。

15.4.12　城市轨道交通存在大量中压环网电缆，产生无功电容电流，特别是运营初期，对上级变电所倒送无功，造成功率因素降低和罚款，因此，110kV 主变电所内 35kV 侧考虑装设无功补偿装置或预留安装所需的条件。

15.4.13　共享主变电所内向其它线路供电的 35kV GIS 开关柜在运营后拼装存在停电施工，会给既有运营线路带来风险，建议在建设周期明确和增加投资有限的情况下，主变电所建设时期应同步实施。

15.4.14　根据《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB50060 规定，SF6 气体绝缘开关柜应考虑气体的报警和排风装置。

15.4.21 主变电所 35kV 进线、馈线侧配置智能化计量表计，主要运用于能耗监测管理系统。

15.5　牵引、降压变电所

15.5.1　一般规定：

2　采用 24 脉波整流，可以减少整流产生的谐波。在设备价格差别不大的情况，统一全线整流机组安装容量；

3　根据 IEC164 的规定，城市轨道交通作为重型牵引负荷，其负荷等级为 VI 级；

4　当车站有存车线或者配线等规模较大，车辆段面积较大、单体建筑较多时，宜设置跟随式降压变电所。

15.5.2　主接线：

2　两套牵引整流机组由于是并列运行，为保证两套机组错开角度相等，高压侧应取自同一交流电源；

6　跟随式降压变电所 35kV 进线侧采用线路变压器组接线方式足够保证供电的可靠性，如增加母线分段断路器，不但增加设备投资，更重要使供电系统的运行方式和继电保护复杂化，当一回 35kV 电源失电，通过主降压变电所 35kV 母线分段断路器投入，依然能保证两回 35kV 电源供电；

7　跟随式降压变电所的配电变压器受电端设置隔离开关进行隔离，考虑维护或检修停电可以在本所断电；

10　地下车站作为战时人防区域，按照人防单位要求，预留备战时人防电源的接入条件。

15.5.4　两座主变电所之间的 35kV 联络断路器正常运行方式下打开，防止两个主变电所电源合环，在一座主变电所解列时，需要通过合闸来相互支援，所以应设置电气闭锁条件。

15.5.5　由于牵引变电所电流型框架保护动作为重要故障，事发站直流快速断路器跳闸应闭锁，待故障消除，人工确认复位后才能合闸；为快速恢复接触网线路供电，邻站直流快速断路器不闭锁。

15.5.6　轨道电位限制装置与电压型框架保护的整定值应合理匹配，以防电压框架先动作，造成接触网供电的中断。

15.5.7　具备远动复位合闸检测功能是为了快速恢复接触网供电提供条件。

15.5.10　由于全国轨道交通降压变电所和动力照明单位的设计界面在降压变电所 0.4kV 馈线断路器处，往往出现 0.4kV 馈线断路器的与现场配电断路器的容量出现倒置，所以设计单位之间应密切配合。

15.5.12　变电所内检修、照明电源取自变电所交流屏主要考虑到检修的可靠性和电缆敷设不迂回。

15.5.13　由于冷水机组从降压变电所供电，其辅助设备冷冻水泵、冷却循环泵、冷却塔风机从环控电控室三级负荷母线供电，从供电一致性考虑应由降压变电所同一段 0.4kV 母线供电。

15.5.14　继电保护设置：

11　城市轨道交通供电系统在不同运行方式下，有多组继电保护定值时，通过 SCADA 系统实现继电保护定值组的远程自动切换，保证在故障方式下的快速支援供电。

15.5.17　测量与计量：

变电所的电气测量仪表设置应按照国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T50063 的有关规定，智能化计量表计设置主要考虑能耗监测。

15.5.18　无功功率补偿与谐波治理：

降压变电所 0.4kV 母线只设置有源滤波装置，并考虑无功补偿容量，按照先滤波后补偿的原则进行。

15.6　动力照明配电

15.6.1　参照《地铁设计规范》GB50157 的负荷分级规定。

15.6.8　动力配电设计应符合下列规定：

5　全线环控配电系统设计单位较多，环控电控柜的一、二次系统、主要元件应力求统一，二次控制应按总体院通用图要求设计；

14　排热、排烟风道内尽量不放置开关柜（箱）和电缆，在火灾情况下，有高温烟气通过，在确实有配电控制柜（箱）及电线电缆时，应满足该处温度和时间要求。

15.6.9　动力设备控制应符合下列规定：

3　容量较大风机采用软起动方式，主要考虑到直接起动的电压波动影响同母线段其他设备运行；

5　区间隧道风机容量较大，一般都在 90~110kW，国内许多轨道交通调试时，由于没有错开启动时间，导致环控总开关或者降压变电所开关跳闸。

15.8　接触网

15.8.4　正常运行时车辆基地中的接触网由车辆段牵引变电所单独供电，车辆段牵引变电所故障情况下，应由正线牵引变电所支援供电。

15.8.6　出入段线与车辆基地的咽喉区段线的接触网应由双承力索及双接触线组成，主要考虑车辆段牵引变电所解列，正线牵引变电所通过出入段线接触网支援车辆段牵引供电，同时出入场线列车还是具有一定速度。

15.8.9　接触网带电部分和结构体、车体之间的最小净距参照《地铁设计规范》GB50157，这里只列出直流 1500V 电压等级，是因为浙江地区都采用 1500V，而且 750V 逐步被 1500V 替代。

15.8.10　DC1500V 架空接触网设置原则：

9　接触网悬挂类型：

2)　车辆基地试车线应试车速度较快、取流较大，出入段线考虑车辆基地牵引变电所解列由正线牵引变电所供电，同时出入场线列车具有一定速度，应采用全补偿简单链形悬挂；

5)　刚柔过渡主要有切槽式和关节式过渡方式，总体来说切槽式过渡方式更加平稳，国内轨道交通运用也最多，推荐采用切槽式刚柔过渡方式。

15.10　杂散电流腐蚀防护

15.10.4　均流电缆的设置：

1　有回流端一侧是指有牵引变电所车站设回流电缆一侧由负极柜母排并联，无需再设均流电缆；

2　正线地下线路区间上、下行轨道间有旁通道等可以敷设电缆时，增设均流电缆。

15.10.5　绝缘防护措施：

2　为了加强杂散电流腐蚀防护，规定新建线路钢轨与道床间泄漏电阻应大于 15Ω·km；

4　沿车站站台应设置 2m 宽的有效绝缘层，主要考虑降低乘客的跨步电压。

11　为了加强杂散电流腐蚀防护，车辆基地与正线的衔接处和车辆基地各电化线路的库内线路与库外线路钢轨间设置绝缘轨缝和单向导通装置，防止正线钢轨电流流入车辆段。

15.10.6　杂散电流收集网及排流：

2　依据《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ49，整体道床、高架桥梁内部收集网的钢筋横向总截面应满足在远期高峰小时排流网最大电位平均值不大于 0.5V 的要求。

16 通风空调

16.1 一般规定

16.1.6 城市轨道交通通风空调系统的风量、冷量主要取决于交通运量。一般远期预测客流量高于初、近期客流，从城市轨道交通通车至远期预测年限，时间跨度长达 30 年。由于空调通风设备体积庞大，直接影响土建规模，因此，土建规模必须按远期预测客流设计。但是，初、近期与远期客流相差较大，导致空调通风设备容量相差较大时，可根据不同时期运量，酌情缓装部分设备，以降低初期投资和运行费用。

16.2 设计标准

16.2.1~16.2.2 条文关于站内设计温度延用国家规范规定的温度标准，结合宁波轨道交通的室外计算温度和过渡舒适性要求，地下车站站厅温度不应高于 30℃、站台温度不应高于 28℃。该温度标准仅仅是提出了车站设计的最低限度，随着生活水准的提高以及舒适性要求的提升，不排除站厅及站台采用较高的设计标准。

16.2.3 设备管理用房不同于车站公共区，不存在早、晚高峰运行负荷的差异，因此，其室外空调计算参数均与地面建筑规范一致。

16.3 地下车站公共区

16.3.3 全封闭站台门系统车站排热风机的运行引起的负压、列车运行通过站台门缝隙的渗风都会造成对流热交换和车站温度场的波动，取用维持空调区域压力平衡的新风量有利于缓减车站空调温度场的波动影响。

16.4 区间隧道

16.4.4 车站区间温度随列车行车密度变化、室外温度变化、轨道交通运营年限的不同而变化，排热需求有较大的变化幅度，宁波是一个四季分明的城市，采用排热风机变频运行具节能潜力，但是变频风机提供的最低风压值应能克服列车活塞风对风机安全运行的影响。

16.5 设备管理用房（含车站、车辆基地和控制中心等）

16.5.1 根据车站设备用房工艺要求，电气设备用房不允许空调水管进入，如车站综合控制室、降压变电所、牵引变电所等，当采用空调时，宜采用全空气系统。其他管理用房，可采用风机盘管加新风系统。

16.5.2 车站弱电类机房、强电类机房、管理用房由于室内温湿度标准不同、空调使用时间不同、对空调的需求不同，应分设系统。从国内部分城市运营经验来看，传统的按区域划分

空调系统的方式既不方便运营管理，也易造成不同类型用房的冷热不均的问题。

16.6 地面和高架车站

16.6.1 高架和地面车站应尽可能采用具有良好通风条件的结构形式，采用自然通风，节省运营能耗。考虑到宁波地区夏季多台风等极端气象，为改善城市轨道交通车站站厅的舒适性，可考虑设置一定的机械通风设施。

16.7 空调冷源和冷冻水系统

16.7.1 车站冷水机组宜采用 2 台或 2 台以上冷水机组，便于互为备用。轨道交通是公共交通设施，一旦运行故障，社会影响较大。因此宜采用多台，提高运行的保障性。此外，车站公共区全天客流变化很大，一般早高峰和晚高峰客流最大，其余时段客流较小，相应车站负荷也存在明显的早高峰和晚高峰特征，根据设计经验，车站全天负荷波动幅度为 50~100%，出于节能运行目的，冷水机组应选用冷量可调节的机组，以降低运行成本。

车站设备管理用房冷源与公共区冷源建议分设。设备管理用房冷量与公共区冷量差异较大，单独设置冷源有利于系统运行，尤其在夜间空调大系统停运阶段合用系统易造成“大马拉小车”的现象。分设冷源系统，设备管理用房采用单机组形式，为提高供冷可靠性，大、小系统宜连通，故障状态下可实现大系统机组向小系统供冷。

16.10 运行模式与系统控制

16.10.2 根据功能需要，空调通风设备设置二级控制(就地控制、车站控制)或三级控制(就地控制、车站控制和中央控制)。就地控制是在各通风和空调设备电源控制柜处操作，供设备检修和调试，就地控制具有优先权；车站控制是在车站控制室内，配置显示和操作台，以计算机管理为基础，对本车站范围内空调通风设备进行集中监控管理；中央控制是设在中央控制室内，与各车站控制室计算机系统联网，对一条或多条轨道交通空调通风设备进行监控。根据功能一般分为以下三种情况：

1 地面和高架车站、地下车站设备管理用房空调通风设备以及制冷空调水系统均为相对独立系统，当正常运行或事故运行时，一般仅与本车站范围内相关设备联合运行，不会涉及其他车站和区间空调通风设备的配合运行。宜设置就地控制和车站控制；

2 车站公共区空调通风设备宜视不同运行情况而定，当与其他车站空调通风设备、区间通风设备联合运行时，必需由中央控制统一协调指挥，此时中央控制室需对该设备进行统一监控；否则，中央控制室不必对其进行控制、 只要显示主要设备运行状态即可。这样可强化中央控制的协调指挥功能；

3 区间通风设备正常运行及事故运行时，必需各区间通风设备统一协调运行，尤其是事故工况运行。若没有中央控制室的统一指挥是不可想象的。因此，该部分设备必需设置三级控制。

17　给水与排水

17.1　一般规定

17.1.3　分类集中是为了简化排水系统，保证轨道交通和城市的环境卫生，有利于污水的处理，同时也可适用不同排水系统的承受能力和排水系统的体制。就近排放是为了尽可能地缩短排水管道长度。

17.1.5　给水、排水管道必须穿过伸缩缝或沉降缝时，宜采用安装不锈钢波纹管等技术措施，且应考虑维护检修及更换的方便。

17.1.6　进入车站的给水管道应在车站主体结构外加一段长约 2m 的塑料管起绝缘作用，以防止杂散电流对管道的腐蚀。出车站的排水管，因需经压力井或窨井后再接入市政下水管，故不需另采取其它防迷流措施。

17.2　给水系统

17.2.1　给水系统的设置应满足下列要求：

3　为保证轨道交通工作人员的饮用水水质，车站内应采用生产、生活和消防分开的给水系统。因车站内生产、生活最大小时用水量较小，且与消防最大小时用水量相差甚大，如二者共用管网，则会影响生活用水水质。另生产、生活所要求的压力相对较低，与消防所要求的压力相差较大，故宜采用生产、生活和消防分开的给水系统。

17.2.4　给水系统布置应符合下列规定：

1　为减少从城市给水管网开头子的工程量，节约工程投资，建议生产、生活给水的进水管宜从消防引入管水表井前接出。如遇特殊情况，也可从城市管网单独开头子接入。

17.3　排水系统

17.3.1

4　排水体制可根据轨道交通线所经过的地区，因地制宜地结合排水规划实施情况进行选择。分流制指采用不同市政排水管道分别收纳污水和雨水的排水方式；合流制指采用同一市政排水管道收纳生活污水，工业废水和雨水的排水方式。同一条轨道交通线可采用不同的排水体制。

17.3.2

4　雨水涌进地下车站，地下区间及高架区间时，将会影响轨道交通正常运营，甚至造成事故。根据《地铁设计规范》GB50157-2013 及全国已建工程的实践情况规定暴雨重现期为 50 年，同时为应对未来可能逐渐增多的极端天气状况，按暴雨重现期 100 年标准校核排水设备。

采用宁波地区雨水设计暴雨强度公式：

$$q=8413.46(1+0.71\ \lg P)/(t+22.51)^{0.96}\ (l/s.ha) \qquad (17.3.2)$$

式中：　P——设计重现期（采用 4a）；

t——降雨历时（min）。

$t=t_1+t_2$

式中： t_1——地面集水时间（采用 15min）；

t_2——管内雨水流行时间（min）；

区间隧道峒口敞开引道段雨水集水时间 t 与坡度 i_S 有关。坡面集水时间的计算方法很多，现推荐计算方便的柯华（Kerby）公式。

17.3.3 排水系统的布置应符合下列规定：

4 区间隧道如设有中间通风井时，区间主排水泵的出水压力管，可通过中间通风井就近接入市政雨水系统。

17.3.4

1 区间隧道主排水泵房的室内地坪比轨面高出 0.3m 的目的是为了泵站内机电设备保持干燥，避免遭到水淹和受潮。

排水泵房的集水池有效容积，既要防止过大造成工程造价增加，也要防止太小频繁开泵。根据其它城市已建轨道交通实际使用情况以及造价的综合比较，主排水泵集水池控制在最大一台泵 15min 水量的有效容积。用盾构法施工的区间排水泵房集水池，如果个别位置受施工条件和造价等各方面综合因素的制约，可针对具体情况进行分析，但应满足水泵安装要求，并确保每小时开泵次数不超过 6 次。

2 本条规定不得大于 6 小时的污水量，主要是防止污水在集水池停留时间过长而造成沉淀腐化。

污水集水池透气管如果通过排风管排放，当风机停止工作时，臭气就会沿风道穿入其他室内，对环境造成影响。本标准强调透气管直接接至环控排风井出口处，目的是为了彻底改善地下车站内的环境。

17.3.5 排水泵房的水泵台数应符合下列规定：

1 根据 2013 版《地铁设计规范》的条文说明，大型水域下区间也可只设两台泵，但应加大每台泵的排水能力来增加事故时的总排水量。

17.4 车辆综合基地给排水

17.4.1

2 车辆基地的消火栓用水量一般远大于生产生活用水量，如果采用室外管网共用系统，则水表和室外环网按消防水量配置，日常用水量较小时可能造成大流量的水表无法正常计量，且管网中存在较多死水，影响用水水质。故车辆基地室外宜采用生产、生活和消防分开的给水系统。消防给水管道应按环网布置。

18　通信及办公自动化

18.1　一般要求

18.1.9　系统设备及网络资源共享是轨道交通发展的必然趋势，因此在运营管理和投资建设可行的情况下，通信各子系统应进行适当整合。

18.1.12

1　建立统一的轨道交通网无线交换系统，宜采用无线系统集中控制、共享无线中心交换设备方式，以实现通信系统网络功能最优化、资源利用集约化、综合维修专业化、网络管理信息化。随着宁波城市轨道交通网络化建设，应结合宁波市各在建和规划线路，合理规划、设置无线中心交换设备，在无线交换系统形成一定规模时，应考虑设置主、备交换中心，以便提高整个专用无线通信系统的可靠性及安全性，增强抗风险的能力。

18.4　专用通信无线通信系统

18.4.3　降级模式是指当交换机与基站之间的联系中断时，系统应保障列车司机与车站值班员之间的基本无线调度通信，以及该区域的单站集群通信。

18.4.6

4　专用无线通信系统应提供至列车车载广播系统的接口，使控制中心行车调度员可经由800 MHz TETRA集群系统和车载广播系统向乘客广播。

18.5　专用通信公务电话系统

18.5.4

8　生产管理增值业务功能，如：

1)　客流信息发布、查询；

2)　企业员工信息查询；

3)　日程安排、会议通知；

4)　管理人员间即时通信；

5)　现场维修申请处理。

针对突发事件处理功能，如：

1)　突发事件告警；

2)　大客流告警；

3)　列车突发状况告警；

4)　紧急情况现场处理（反恐、安防、紧急抢修）方式等。

18.5.5　电话交换核心设备的近期宜按实装容量的110%配置，远期宜基于近期容量预留120%。

18.5.8　市话号码已扩展为8位电话号码，完全能做到DOD1+DID，不需要人工转接。编号原则应合理配置，避免号码资源浪费。

18.6 专用通信专用电话系统

18.6.3 设置调度备用系统可通过设置干线电缆传输，同时针对长距离通信的问题，宜在控制中心、车站之间采用单模光纤连接组成自愈环网。备用电话业务可根据需要实现行车调度电话（备用）、电力调度电话（备用）、防灾兼设备监控调度电话（备用）、站间电话、轨旁电话、司机端头电话等功能。

18.6.8 轨旁电话一般安装在区间，对防护等级要求较高，并且平时使用也较少，因此也可以用防护等级IP65的电话插销替代轨旁电话机。

18.7 专用通信视频监视系统

18.7.2 专用通信视频监视系统与公安视频监控系统的资源整合应基于保证公安数据网络安全、隔离的基础上进行。

18.7.5 覆盖自动扶梯的摄像机监视范围宜为整个自动扶梯区域。特别针对长大自动扶梯，根据需要可在中间部位设置摄像机。

18.7.9 换乘站视频调看功能应实现换乘站内各线的车控室和控制中心均可调看共享换乘大厅和换乘通道中摄像机所提供的图像。

18.8 专用通信广播系统

18.8.2 车辆基地应独立设置车辆基地广播系统，其中网管和广播录音宜纳入正线运营广播系统。

18.8.9

6 各播音区内的声压级，在消防广播的情况下，应高于噪声背景15dB。平时应高于噪声背景10dB。

18.9 专用通信时钟系统

18.9.7 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代替子钟功能。

18.11 专用通信电源及接地系统

18.11.3 自动切换延时的时长建议为0~30s可调。

18.14　公安通信系统

18.14.3　资源共享可包括共享缆线架设通道、共享专用视频监视系统、公务电话系统的部分资源等。

18.14.4

3　根据目前宁波市公安无线调度系统的整体发展，采用350MHz数字集群通信系统为必然趋势。因此各线建设过程中，应密切关注市公安无线调度系统的改造进度，结合本线建设时序，选择相应的无线通信系统制式，避免造成不必要的重复建设。

18.14.6　公安专用电话系统宜根据公安管理部门的需求同时结合市公安电话系统设置情况，采用VOIP电话方式，可利用专用通信公务电话系统实现公安公务电话功能，并在设计中预留相应接口。

19 信 号

19.1 一般规定

19.1.8 正线联锁设备应具有与室外设备一对一的状态显示灯位（板卡级）或同等效果的可视化维护软件支持。

19.1.15 连续式指车地通信为非点式的、连续的传输车地通信。

19.2 系统基本要求

19.2.6 各子系统宜采用相互独立的传输通道，在不具备条件时至少应采用相互隔离的传输通道，以保证单个传输通道的故障不影响其他传输通道的正常工作。

19.5 子系统要求

19.5.2

1 基本要求：

14) 对于岛式站台，每一侧的按钮按下只封闭该侧按钮对应站台；对于侧式站台，任一侧按钮按下封闭两侧站台；对于有隔墙的侧式站台可按岛式站台考虑，车站存车线与上、下行股道同等考虑。

19.5.4

1 基本要求：

5) 正常情况下，防护进路应在收到车载的列车停稳信息后即可自动解锁。在一定条件下经延时后方可自动解锁是指在故障情况下不能收到车载的列车停稳信息时，防护进路可在判断列车停稳所需的延时时间（经计算设置）后自动解锁。

19.6 信号设置及显示

19.6.3 信号机的显示定位是指在信号机常态点亮的状态。

19.7 DCS 系统

19.7.3 车地通信的连续性是为了确保信息的时效性。列车在高速运行时的车地通信不断进行漫游切换，在这个过程中须保证不发生信息丢失现象，更不能因信息丢失而导致列车的紧急制动。

19.8　　计算机监测

19.8.6　计算机监测设备在正常工作和故障情况下，都不得影响被监测设备的正常工作。

19.13　　系统主要性能指标

19.13.1　可用性指标=MTBF/（MTBF+MTTR）。

20 智能化监控系统与火灾自动报警

20.1 综合监控系统

20.1.1 集成、互联的定义应符合《城市轨道交通综合监控系统工程设计规范》GB50636的相关规定，集成、互联深度应依据技术发展水平及运营管理需求合理制定。

20.1.2 系统构成方式中，服务器、网络的设置方式应根据各线设计技术比较而确定。

20.1.3

3 提供各种事件下专家系统的要求是在各种复杂的紧急情况下，能够通过专家系统的辅助做出准确的判断和决策。

4 培训系统可通过系统网络接收 ISCS 运行服务器的相关设备信息，但不能向运行设备发送指令。模拟操作结果反馈应通过软件仿真实现。

5 联动功能既可以在系统之间自动激活执行，也可以作为一个控制序列由操作员手动执行。对操作或对时间有苛刻要求的联动应直接在相关子系统内完成，如变电所自动化子系统内跳闸连锁。

20.1.8 重要数据是指有可能对运营造成影响的数据。

20.3 环境与设备监控系统

20.3.1

3 车辆综合基地机电设备监控对象较少，应根据线路自动化设备配置水平确定是否设置环境与设备监控系统。

20.3.2

2 在设有综合监控系统的线路，环境与设备监控系统维护工作站应由综合监控系统统一设置，其维护功能由综合监控系统综合考虑。

6 为提高传感器信号的抗干扰性，城市轨道交通内传感器输出应采用 4~20mA 电流信号。

20.3.4

4 随着工业以太网的高速发展，解决了早期以太网网络访问和总线争用等障碍，目前国内城市轨道交通环境与设备监控系统主控制器与远程控制器或远程 I/0 模块通过工业以太环网和双总线的连接方式均能满足设计组网要求， 不同产品有不同的组网优势选择，一般在招标阶段由投标方选择，发挥其产品优势使现场级组网方式更加经济合理。

20.4 火灾自动报警系统

20.4.1

4 换乘站火灾自动报警系统的设置应充分考虑火灾情况下的联动工况的实现方式，信息的显示应满足火灾时应急指挥的要求。

20.4.4

2　非消防电源的切除应保证在有利于消防救灾、减少次生灾害的前提下，尽量缩小断电范围。

6　本款依据《城市轨道交通技术规范》GB50490-2009　8.6.6 条提出。

20.4.8

1　FAS 直流备用蓄电池容量应符合现行国家标准《消防联动控制系统》GB16806 及《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的有关规定。

20.5　门禁系统

20.5.2

1　对门禁网络授权功能提出了统一的要求。

21 自动售检票

21.1 一般规定

21.1.5 宁波城市轨道交通 AFC 系统运营模式的具体定义和应用方式应符合《宁波市轨道交通线网 AFC 技术规程》的规定。

21.1.14 在设计阶段应根据车站的换乘形式、建设时序及运营管理模式明确换乘车站的 AFC 系统设计方案。对于站厅层共用、换乘形式为“十”字形、“T”形及“L 形”的车站宜采用 1 套车站计算机系统进行统一控制和管理，实现换乘车站 AFC 系统的资源共享，各线路之间的票务清分由轨道交通清分中心系统负责完成。在系统建设时，先建线路应预留后续线路车站终端设备的接入条件；对于通道换乘的车站，各线路站厅层相当独立，各线路可独立设置车站计算机系统。

21.2 票制及票务管理

21.2.4~21.2.6 宁波城市“一卡通”中的“市民卡”采用 CPU 卡，分 TYPE A 卡和 TYPE B 卡。TYPE A 卡具有政府服务功能和金融支付功能，TYPE B 卡具有金融支付功能和个性化服务功能。宁波城市“一卡通”中的“甬城通”主要应用于宁波公共交通领域，按优惠程度分为普通优惠卡、特种优惠卡和高龄老人免费乘车卡。早期发行的“甬城通”卡为逻辑加密卡，目前正逐步升级为 CPU 卡。

21.2.8 轨道交通的票务管理模式应与轨道交通的网络规模相适应。宁波城市轨道交通线网属于中、小型网络，宜采用轨道交通清分中心和车站二级票务管理模式，以降低整个网络的票务管理成本。轨道交通清分中心宜直接配票至车站。

21.3 系统构成

21.3.1~21.3.7 仅对 AFC 系统的基本构成作出规定，系统及设备的具体配置方案应符合《宁波市轨道交通线网 AFC 技术规程》的规定和运营部门的实际需求。

21.3.8 城市轨道交通建设初期可按线路分别设置 AFC 模拟测试、维修及培训系统；当网络化运营后，宜设置线网级 AFC 模拟测试、维修及培训系统，实现设备资源和人力资源的共享，满足网络化运营管理需求。

21.4 主要功能

21.4.1~21.4.7 仅对 AFC 系统及设备的主要功能作出规定，系统及设备的详细功能应符合《宁波市轨道交通线网 AFC 技术规程》的规定和运营部门的实际需求。

21.5 车站设备配置与布置

21.5.1 由于优先考虑无人售票方式，车票的发售工作主要由自动售票机完成，半自动售票机可不纳入购票客流的计算。

21.6 网络构成及要求

21.6.5 为确保网络传输的可靠性，网络的核心部分应采用冗余设计，例如轨道交通清分中心系统和线路中央系统的核心交换机应采用双机冗余配置；车站级交换网络应采用具有自愈功能的环型网络等。

21.11 系统主要技术指标

21.11.1~21.11.4 AFC 系统主要技术指标的制定参照了国内其它城市 AFC 系统的建设经验以及宁波城市轨道交通 1、2 号线 AFC 系统设计文件。鉴于线路的预测客流往往随着城市的发展、周边地块的开发而改变，线路预测客流具有一定的波动性。随着科学技术的不断发展，计算机的处理能力将不断提高，对系统技术指标进行统一规定，将有利于今后各线路 AFC 系统的建设和运营管理，同时也可有效地规避预测客流的波动给 AFC 系统建设带来的风险。

24　车辆基地

24.1　一般规定

24.1.2　本条文明确车辆基地的设计范围。车辆基地是车辆运用检修、各项设备设施维护保养、材料物资采购与供应、职工培训等各种机构和设施集中的综合基地。

1　本条文为城市轨道交通工程的车辆检修、运用整备设施统一名称。停车场往往只配备停放车辆的股道和一般车辆维修整备设备，仅能完成车辆的运用管理、清洁整备、列车安全检查和月检等日常维修保养工作。辅助停车场可不承担列车的月检任务，其月检设施可设于相关车辆段内，在设计中应根据实际情况灵活运用。车辆段则必须配备相应修程的各种检修设备和设施，包括检修库和各种检修线路、各种辅助生产车间和设备以及为车辆检修服务的各种设施。车辆段可根据承担车辆检修等级的不同分为大架修段和定修段；

2　综合维修系统应能满足轨道交通除列车以外其他设备、设施的维护保养及一些检修等工作；

3　物资总库有条件时几条线也可统一设置，方便资源共享。

24.1.3　车辆基地的功能、布局和各项设施的配置应根据城市轨道交通线网规划、既有城市轨道交通车辆设备的状况和设计的城市轨道交通工程具体情况分析确定，其根本的目的是避免功能过剩或不足，力求布局和设施的合理配置，避免重复建设造成浪费。

城市轨道交通线网规划是各轨道交通工程建设的主要依据之一。在城市轨道交通线网规划中，对各条轨道交通线的基本走向，包括主要车站和换乘站的规划，以及车辆基地的分布和功能的划分都有明确的建议及意见。城市轨道交通线网规划一经上级主管部门批准即具有相应的约束力，成为轨道交通工程设计的重要依据。特别是车辆基地，因其占地面积较大，在线网规划制定时其用地范围已得到规划部门的承认并控制。因此，车辆基地的设计应以城市轨道交通线网规划为依据。

24.1.4　车辆运用、检修设施与综合基地属大型建设工程，投资和占地较大。为合理安排工程投资和征用土地，条文强调在总规划的前提下分期实施，其站场股道、房屋建筑和机电设备等应按近期需要设计；用地范围应按远期规模确定。由于车辆运用、检修设施与综合基地近、远期工艺联系较为密切，因此要求确定远期用地范围时应将其股道和主要房屋进行规划和布置。此外，由于城市轨道交通工程的设计年限较长，因此部分设施，如车辆段大、架修厂房和设备等，根据工艺布置的情况，在今后扩建或增建不影响正常生产和周围环境的条件下，可在完成总体设计的基础上分期实施，以避免该部分设施多年搁置。

车辆配置数量应按初期设计年限的用车数配置，主要是考虑车辆的价格较高，一次性采购将增加初期工程投资。

24.1.5~6　车辆基地除了设置车辆运用、检修设施，还需设置综合维修中心、物资总库及其他设备、设施，宜根据其工作性质进行分区、分类，方便车辆基地的管理和运营。

24.1.8　车辆基地一般都建在地面上，占地面积较大。为保证城市轨道交通用地，通常在编制“城市轨道交通线网规划”时已对各条城市轨道交通线路的车辆基地的设置地点和用地面积作了初步安排，并纳入城市的总体规划。随着城市的发展，总体规划可能会有所变化或

调整。城市轨道交通工程设计应从可行性研究阶段开始即对车辆基地的选址和用地范围进行选择和比较，取得规划部门的认可并对用地范围加以控制，用地符合城市总体规划是车辆基地选址的基本条件。

24.1.9　车辆是城市轨道交通工程中技术密集，涉及到机械、电气（强电、弱电）、计算机、制冷、声学、光学及材料学等技术领域的机电一体化设备。随着车辆新技术的应用，承担对车辆进行保养、维护、检修的车辆基地应积极采用相应的检修新技术、新工艺和新设备，涉及人身、行车安全的设备应经相关部门批准。

24.1.12　运输道路是工厂、企业总体设计的一部分，应满足生产运输和消防的要求。车辆基地内应有环形通道和必要的回车设施，保证运输畅通。

车辆基地内的道路宜为混凝土路面，主干道路面应为双车道，路宽不应小于 7.0m，通行汽车的一般道路路面宽度应不小于 4.0m。道路与铁路平面交叉处应按道路宽度设平交道，平面交叉道口应设警示牌。

为满足消防的要求，车辆基地应有不少于两个与外界道路相连通的出口，以保证发生火灾时消防车能从不同方向进入现场。

24.2　功能和任务

24.2.1　由于宁波城市轨道交通网络中规划线路较多，运营中将配备大量轨道交通车辆，且分布范围广，宁波地区若集中设置车辆大修工厂，则检修任务过于集中，且车辆回送不便；再则考虑车辆大修和架修的工艺流程大致相同，相当部分的技术装备亦可共用，故宁波城市轨道交通车辆的大修工作宜相对地分散在大架修段内进行。

在不设大架修段的线路，应设置定修段满足本线车辆的定修作业。

城市轨道交通工程中，根据线路长度，运营需要以及用地条件，必要时在线路另一端加设停车场。

有条件时，应考虑两条或两条以上线路共用车辆运用、检修设施与综合基地。

24.2.2　城市轨道交通线路、桥涵房屋（包括车站站房）和机电设备的大修工作专业性较强，需要工种配套齐全的专业队伍完成，而相对来说其工作量不大，综合基地配备齐全的专业队伍难度大。因此，综合维修中心设计时，该部分任务应优先考虑外委，以节省投资。

24.3　资源共享

24.3.1　网络定修资源共享在车辆基地共址合建或共线运营的线路宜集中设置车辆定修，以提高检修设施和设备的利用率；列车救援资源共享宜根据网络规划设置救援指挥中心，统筹配置救援设备；综合维修和物资仓储资源共享应根据线网统筹安排设置综合维修中心、物资仓库及综合维修工区。

24.3.1~10　网络车辆大架修、定修、列车救援、综合维修、物资仓储、车辆基地共址资源共享，以及大型维护、检测设备、计量、培训设施设备资源共享等应遵循本条文原则，从网络规划上统筹考虑。

24.4　选址与总图布置

24.4.1　本条规定车辆基地选址的七项基本要求，均为对外部条件的要求，对内部功能要求的其他条件将在其他条文中作规定。其中条文各项说明如下：

1　用地性质符合城市总体规划：

城市轨道交通工程设计应从可行性研究阶段开始即对车辆基地的选址和用地范围进行选择和比较，取得规划部门的认可并对用地范围加以控制，用地性质符合城市总体规划是车辆基地选址的基本条件。

2　用地位置应靠近正线，有良好的车站接轨条件：

用地靠近正线可减少工程投资和运用费用。同时还应注意选址的地形、地貌和周围环境，避免出入线因穿越建筑物、构筑物或跨越河流、水域而增加工程量。

3　用地面积满足功能和布置的要求，并具有远期发展余地：

车辆基地的用地面积应根据功能和工艺要求经总平面布置确定，而且对用地地块的长度和宽度以及地块的几何形状都有一定要求。

4　具有良好的自然排水条件：

规范条文强调具有良好的自然排水条件，在场地高程的确定上应留有余地，为排水系统的设计和运营提供有利的前提条件。

5　便于城市电力线路、给排水管道的引入和道路的连接，有条件时可考虑与国家（或地方）铁路的连接：

城市电力线路的引入主要是为施工期间的用电和运营期间采用分散式供电方式时车辆基地的用电考虑。给排水等市政管道，不仅限于目前的既有情况，尚应了解其规划情况。考虑道路的连接条件，主要是材料设备的运输和消防的需要。考虑与国家（或地方）铁路的连接，主要是车辆、物资、大型设备的运输需要。

6　宜避开工程地质和水文地质的不良地段：

本条文旨在规避工程风险，保证工程质量为工程的施工和今后的运营创造有利条件，降低工程造价和运营维修成本。

7　减少动拆迁量，避让保护建筑、自然保护区、风景区、高压走廊、铁路、通航河流、城市主干道等的穿越。

本条文从环境保护，工程量与造价等方面出发，统筹考虑车辆基地选址条件。

以上七项要求是车辆基地选址的基本要求，其中最主要的是选址要符合城市总体规划要求，并有可靠的接轨条件。在工程项目建设中对选址应综合各项条件进行全面的技术经济比较，选出较优方案。设计中还有赖于城市规划部门和市政、电力、交通、环保、消防及水利、水文等有关部门和单位的支持与理解。

24.4.3　车辆段的规模是根据线路长度、列车数量和运行密度确定的，同时与车辆段在线路中接轨点位置有关，由于受早发列车的时间和数量控制，因此规定一条线路的长度超过20km时，宜增设停车场（或辅助停车场）。

24.4.4　车辆基地是车辆维修和检修、各项设备设施维护、材料物资供应、职工培训等各种机构和设施集中的综合基地。各系统性质不同，功能各异，设计时应根据功能要求和工作

性质按有利于生产、方便管理和方便生活的原则并结合地形条件，进行统一规划、合理布置。车辆基地总平面布置应以车辆段为主体。

24.4.5　运输道路是工厂、企业总体设计的一部分，应满足生产运输和消防的要求。车辆基地应有环形道路和必要的回车设施，保证运输顺畅。

24.4.6　车辆基地的围蔽设施包括基地用地范围与外界的隔断、基地内重要设备、设施（如变电所、给水所、物资仓库等）的围蔽以及段内某些特殊地段（试车线、洗车线、牵出线等）的安全防护。

24.4.8　车辆基地的空气压缩机站、变配电所、给水泵房等动力房屋，设置在负荷中心附近，方便走线，减少损耗，降低建设和运营成本。

24.5　站场与线路

24.5.2　鉴于有些车辆段由于受地形限制，无法按规定长度设试车线，段内设试车线仅用于中速的常规试验，当试车线设计长度不足时，试车速度按试车线实际长度计算确定。

24.5.13　鉴于线路小半径曲线较多且左右不平衡情况的存在，为了减少轮对偏磨，提高轮对使用寿命，车辆基地在有条件和必要时可设置列车调头线。列车调头线的设置与采用形式，宜根据运营线路小半径曲线的分布情况和数量、车辆基地选址条件等因素确定。

24.5.14　联络线将单一线路连接成网络的整体，提供了网络车辆基地资源共享的条件。本条文从车辆转线需求对联络线提出要求。

24.6　车辆基地规模

24.6.1　车辆基地的规模主要取决于功能和能力两个方面。因此，确定车辆基地的规模首先应综合考虑城市轨道交通线网及本线的具体情况，通过全面的功能分析，确定段（场）的功能定位，并在功能定位的基础上，根据设计基础资料进行各项工作的计算从而确定规模。设计的主要基础资料包括线路长度和行车交路、列车对数和编组辆数、管辖范围内配属车列数、车辆技术参数、车辆检修周期和检修时间等。

24.6.2　根据我国城市轨道交通车辆检修的实际情况和管理水平，推荐车辆检修采用预防性计划维修与状态性故障修理相结合的检修制度，并在有条件时积极推行换件修。

24.6.5　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、车辆的使用环境条件、检修人员的技术素质和经验。车辆检修周期的各项指标仅用于工程设计时作为确定车辆段规模的依据，运营单位在接收工程之后还可根据运营的实际情况作适当的调整，不断完善。

在预可行性研究阶段，有时不可能得到详细的行车资料，一般可采用时间间隔指标作为计算依据。

24.6.6　备、检率总和为经验数据，可用于前期设计阶段配属车数计算。

24.7　车辆运用整备设施

24.7.1　本条文的规定是按车辆段设置运用、检修和设备三车间的原则制定的。

24.7.2　停车列检库列位布置主要考虑尽端式车库的线路仅能一端出车，贯通式车库的线路则可两端出车。为保证列车出库顺利、快捷，尽端式宜按 2 列位布置，贯通式宜按 3 列位布置。

库内通道标高应为±0.00m，方便消防车的通行和物资及人员的流动作业。

检查坑的排水主要是地面清洁冲洗水，应引出室外排入排水系统。对于地势低洼地区，应注意防止洪、涝或地表排水的倒灌。

检查坑长度为列车长+13m，主要是保证检修人员在车辆两侧进行检查列车的第一个转向架时不用站在坡道上。柱式检查坑纵断面见下图：

车辆基地各车库最小尺寸根据我国目前部分车辆段实际运营经验得出。

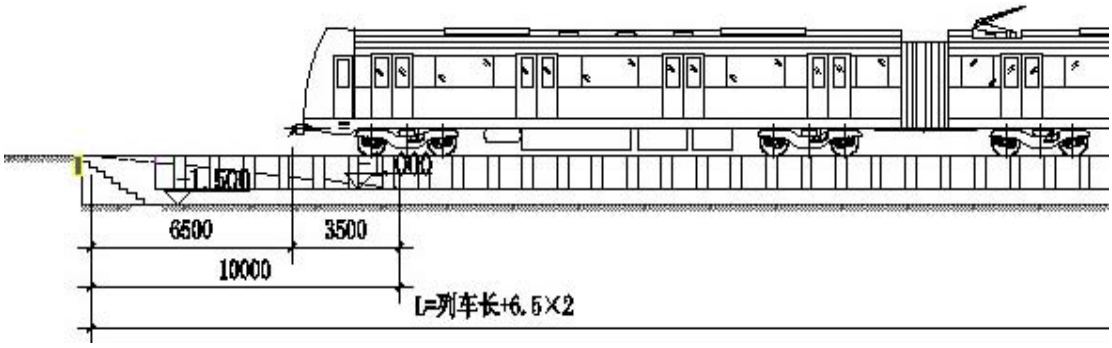


图 24.7.2　车辆基地各车库最小尺寸

司机公寓系为早、晚班司机提供休息的场所，其规模可按每天早上最初一小时和晚上最后一小时运行列车配备司机人数和相关运转值班人数确定。公寓应有必要的生活设施，并便于司机出、退勤。

24.7.3　双周三月检线由于月检作业时间较长，作业要求较高，为保证列车出库顺利、快捷，规定贯通式双周三月检线可按 2 列位布置，尽端式双周三月检线应按 1 列位布置。

双周三月检列位设置车顶作业平台，主要解决受电弓、空调器等的车顶作业，中间作业平台是否设置可根据车辆结构及检修要求确定。平台设置时应在满足限界要求前提下仅可能减少平台与车辆间的间隙，提高作业安全性。

24.7.4　有条件时洗车线宜采用贯通式布置，使洗刷作业走行顺畅、便捷，减少列车走行距离。

本条文的尽端式洗车线和贯通式洗车线的有效长均较《地铁设计规范》GB50157 小，主要考虑列车进入洗车线时速度低，当小于 10km/h 时按 0.8m/s^2 平均减速度计算制动距离为 4.8m，故尽端式洗车线库前安全距离为 5m，库后则根据洗车速度 3~5m，留 2m 的停车误差。贯通式洗车线考虑到列车从库前、库后都可入库作业，则库前、库后各留 5m 安全距离。

24.7.5　当牵出线仅供城市轨道交通列车转线使用，且可依靠列车自身动力行驶而不用调车机车牵引列车时，牵出线有效长公式中调车机车长度 Ld 可取消。

24.7.6　正线终点折返站是否设置停车列检线是根据线路状况、车辆段（停车场）分别情况和运营的实际需要而确定的。当车辆段（停车场）距离未设车场的终点站太远时，为减少早晚出车、收车的空走时间，提高运输效率，宜在正线终点折返站设置停车列检线。

24.8　车辆检修设施

24.8.2　车辆的架修和大修均需架车作业，其工艺流程大致相同，故大、架修库宜合并设置。

24.8.3　城市轨道交通车辆通常在架修或大修时才需进行油漆作业，其工作量相对较少。由于油漆库环保要求高，土建及设备投资较大，因此，可以根据需要按台位设置，没有特殊要求时，不应按整列车同时油漆的列位设计。

油漆库的设计应满足环保要求，包括油漆工艺的选择，通风、除尘设备的选型和防爆、防火等设施。

24.8.4　定临修库检查坑长度为车长加 13m，主要是保证检修人员在车辆两侧进行检查列车的第一个转向架时不用站在坡道上，同时 13m 包含临修作业考虑推出一个转向架进行换轮作业的长度 6m。

24.8.5　设置限界检测装置的线路宜为零轨，这是限界检测作业的要求。对车辆限界进行检查时，对线路有较高的要求，称为零轨，其主要技术要求如下：

1　限界检测装置前后的平直线路长度不应小于一个单元的车的长度加一台调车机车的长度。有条件时，平直线路轨道内侧加装轮轨；

2　限界检测装置前后各一辆车长度范围内的轨道精度要求：

1)　轨距 1435^{0}_{-2}；

2)　轨道水平及高程：左右两钢轨水平及高程允许偏差均不超过 1mm；

3)　轨道水平方向在 18m 范围内，无超过 1mm 的三角坑；

4)　轨道方向：直线段用 10m 弦量，允许偏差为 1mm；

5)　轨顶高低差：用 10m 弦量不超过 1mm。

24.8.6　列车吹扫线主要用于列车进库进行定期检修前对车辆走行部分、车底架和车底悬挂设备的外部进行除尘吹扫而设，以改善库内检修作业的劳动条件。

24.8.9　试车线是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，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，各种参数应以车辆厂商能够提供的数据为依据。试验信号控制性能时，列车模拟 30km/h 进站所需安全距离为 40m。

鉴于有些车辆段由于受地形限制，无法按规定长度设试车线，允许段内试车线仅用于中速（50km/h）的常规试验，同时在正线上指定地段完成高速运行性能和有关信号试验。但必须指出，利用正线试车是迫不得已的，正线试车必须具备试车的条件，包括线路技术标准、供电、通信信号、生产房屋和工作人员工作及生活条件等，同时，还应采取切实可靠的安全防护措施。不能因在正线试车就降低标准。

试车线通常为露天设置，应有良好的排水设施。

24.9 设备维修与动力设施

24.9.1 设备的大修，特别是大型设备的大修要求较高，需要较高的技术水平和高精度的设备。车辆段的能力有限，其本身设备的配置主要为修车服务。为充分利用地方的设备能力，保证设备大修质量，设备的大修宜外委或外协进行。

24.9.2 车辆段设备维修车间是设备车间的主要生产基地，其设备类型很多，设备利用率较低。为加强管理、提高设备利用率。在设计中应结合总平面的布置情况，全段通用的加工设备宜合并设计。

24.9.3 空压机设备应选择低噪音、节能型产品，以满足环境保护要求。设备的容量应有足够的备用量，为保证设备检修时仍能供风，设备的数量不应少于两台。

24.10 综合维修

24.10.1 综合维修中心是城市轨道交通系统的组成部分，是确保城市轨道交通系统正常运营的重要设施，本条确定了它的功能。

24.10.2~3 城市轨道交通线路、桥涵、房屋（包括车站站房）和机电设备的大修工作专业性较强，需要工种配套齐全的专业队伍完成，而相对来说其工作量不大，综合基地配备其中的专业队伍难度大。因此，综合维修中心设计时，该部分任务应优先考虑外委，以节省投资。

24.10.6 综合维修配备的一些网络检测维护设备价格比较贵，利用率比较低，应全网统一配备，调配使用，提高设备利用率。

24.11 救援与抢修

24.11.3 设置救援办公室、综合维修抢修值班室及各种通信设备是为了便于全线集中管理，确保及时、准确地处理事故。

24.12 物资总库

24.12.2 物资总库的设计规模应满足城市轨道交通系统材料、设备、机具及劳保用品等的存放要求。

24.13 培训中心

24.13.1 宁波城市轨道交通网络系统在天童庄车辆基地设置培训中心，全线网宜考虑共用，新建车辆基地需要增加的培训设施设备宜集中设置于培训中心。

25　控制中心

25.1　一般规定

25.1.1

3　城市轨道交通由单一线路的运营管理，发展到多线乃至网络化运营时，需在开展各线路运营管理、运行组织和调度指挥工作的同时，着重关注网络级运营的整体性、有效性、安全性和可靠性以及各线路运营相互协调性的建设；并在重大事件发生后具备及时调动各种资源迅速处置，在必要时还能与市有关部门实施联动。线路控制中心无法满足网络化运营管理需求，必须考虑在线路控制中心之上建立一个由多技术支持、集成的网络控制中心(Traffic Control Center，简称 TCC)以实现网络中各条线路有效、合理、协调地运作。

25.1.2

10　OCC 各专业系统应为 TCC 提供支持网络层面运营协调及应急指挥的必要信息和数据；

11　通过专门设置的通信传输系统，实现城市轨道交通线路（网）内（间）的通信工作。通过城市公用通信设施，实现线路与外界系统的信息通信。

25.3　管理与操作模式

25.3.1　管理模式的确定是建设 OCC 的基础。它主要指控制中心承担单线还是多线的管理、是独立管理还是统一管理、管理方式是二级监控还是中心级只监不控等内容。

单线控制中心，实现线路独立管理，管理方式是二级监控，完成全线的运营监控及调度指挥工作。多线控制中心，实现多线集中统一管理或多线分功能分业务管理，管理方式也是二级监控，但人员设置可以共享，完成多线的运营监控及调度指挥工作。网络运营协调中心 TCC 实现网络协调管理和应急指挥，管理方式属于三级管理，完成网络各线路的运行协调和应急指挥工作。

25.3.2　操作模式一般包括分系统独立操作、分系统集中操作及综合监控操作模式等。

1　分系统独立操作是指按各线路的各分系统的工艺要求进行工作；分系统集中操作是指按各线路的相应分系统集中在一起进行工作；综合监控操作模式是指每条线路的各分系统集成在统一的综合平台中，按统一的综合系统进行工作；

2　设备维修调度员负责设备及车辆运行故障接报、协调处置、中心指挥等工作。

25.4　工艺

25.4.3

3　城市轨道交通控制中心的综合显示屏设置目标是要通过显示器件或设备，最大限度地将现场传感器和处理器的相关数据和信息传送给相关调度员，辅助管理、决策。综合显示屏的选择应在实现上述目标，具备应有功能的同时，以合理利用空间布局及符合人体工程

学要求为原则，采用专用显示设备设置在操作控制台前，设置距离和高度应设计在调度员的最佳视线范围内。

25.4.4

1　调度席位控制台上的工作站、视频监视分控操作键盘、事故风机直接操作盘、广播控制盘、有线调度话机、无线调度话机等设备由各专业系统根据各调度岗位需求进行合理配置。

25.4.5　为了使操作者能在其工作环境中以较高的工作效率和技能进行工作，在调度大厅设计时应考虑显示终端（如大屏、电脑显示屏等）、操作台、座椅、环境的人体工程学方面的设计要求。

25.5　建筑与结构

25.5.1

4　考虑到建筑装修的效果和美观，同时也为了工作人员的安全和系统设备的正常运行；

6　考虑到今后新技术、新设备、新工艺的推广，可能增加新的系统设备。

25.6　附属设施

25.6.1

1　动力、照明负荷与控制中心降压变电所供电分界面为动力配电箱和照明配电箱的进线侧；

4　动力设备的远程控制和自动控制一般由楼宇的弱电系统中的相关系统实现；

15　TN-S 制指控制中心内所有带电设备外壳均采用安全接地；

17　控制中心防雷利用建筑结构基础内钢筋作为接地体，利用筑内钢筋作为引下线。

25.6.4

5　防（火）灾报警和紧急广播。

4)　纳入设置时，在控制中心调度大厅内设置集中防（火）灾报警控制器、联动控制器、显示屏、CRT 显示器等设备，并在一楼值班室设置复视设备和专用消防电话。

26 防灾与安全

26.3 消防给水与灭火设施

26.3.6

1 从城市给水管网引入的两根消防进水管上均应装置防污隔断阀，以防车站或车辆基地消防环网的水倒流污染城市给水管网的水质。为检修方便，防污隔断阀宜设置在给水引入管水表井后的室内给水管上，如有消防加压设备，可设置在消防泵房内；如设置在水表井后的室外管段上，应设置阀门井。

26.3.7

4 车站内消火栓应采用单阀单出口型。在确有困难的场所，如岛式站台层、设备区的尽端及长度大于 25mm 的出入口等处应设置单立管连接的两个单阀单出口消火栓。为保证消火栓两支水枪的充实水柱能同时到达任何部位，当设单阀单出口消火栓时，其消火栓间距一般不应大于 30m，但在站厅两侧交错布置时，则消火栓间距可放大到 45 m；设两个单阀单出口消火栓时，则间距不应大于 50m；

6 地下区间隧道因距离长，且环境相对较差，如设置水带有腐蚀变质不能使用的可能。且如区间隧道发生火灾，按常规消防人员必须自带水枪、水带，故不需另再设置；

7 地下车站的消火栓泵除供给本车站消防用水外，还需供给两相邻地下区间的消火栓系统。故应复核在夜间市政供水压力较高时，区间消火栓处压力如有超过 0.5Mpa 时，则应在消防进水管上设衡压阀或在超压的消火栓处设减压装置。

26.3.9 在水泵接合器 15~40m 范围内有已建的市政消火栓时，应计入工程中需设置的室外消火栓的数量内。

26.3.11 根据规范，车站均按严重危险级设计，选用 5Kg 磷酸铵盐干粉灭火器。

26.4 防烟、排烟与事故通风

26.4.14~26.4.15 城市轨道交通系统内除了正线区间外，还常常在车站或车站附近设置存车线、渡线、车辆进出场段线等等各种配线。纵向通风是正线区间普遍采用的烟气控制方式，也是较为有效的烟气控制方式。正线区间是载客区间，事故时纵向通风的方向应与乘客疏散方向相反，使乘客迎着新风方向撤离事故现场。而通往车辆段、停车场的出入线等，列车在该段通行时，车内没有乘客，这些区段发生事故时，通风方向宜使烟气尽快排到洞外，减少烟气在城市轨道交通系统内的影响度。

正线区间断面积较小，一般约为 $20m^2$,通过区间两端车站事故风机的联合运行可以形成区间 2m/s 以上的风速。但是，当区间设有配线时，区间断面积会成倍增大，局部断面积甚至会达到 $100m^2$ 以上,若采用纵向通风控烟方式，会使事故风机的风量大大增加。这种情况下，可在该区段设置排烟风管，在区间上部设置排烟风口，采用与车站车轨区相同的横向排烟方式。

27　人　防

27.1　一般规定

27.1.1　根据《中华人民共和国人民防空法》第十四条规定、《人民防空工程战术技术要求》规定：城市的地下交通干线以及其他地下工程的建设，应当兼顾人民防空的需要。

27.1.2　原则上轨道交通全埋于地下设施部分的工程均应设防，但由于地下车站形式较复杂，有的车站有半地下的，有的车站站厅层设有敞开式采光大天窗，有的区间采用敞开式通风井等多种建筑形式，此类情况的车站和区间是不适合兼顾人防的。因此可视各条线路的地理位置、埋设深度、建筑模式等条件，确定设防与不设防。

城市轨道交通工程是一个系统工程，对于整条线路的兼顾人防设计，全线防护单元的设置应具有连续性和完整性。不得设计成断断续续的模式。

对于城市轨道交通地下车站及区间隧道（至洞口）连续长度不足 3km，或少于两座车站的情况，可参照本标准要求会同人防主管部门研究是否设防。

27.1.3　城市轨道交通地下工程兼顾人防具有许多有利条件，例如车站埋深较深，有较高的结构强度、有完整的风水电设备系统、完善的通信网络系统，轨道交通地下工程主体结构具备了相应的抗核武器、航弹、生化武器的能力，只需在防护的薄弱部位、完善孔口防护设施，即能达到人防的相应抗力，具备人防的基本要求，只要稍加改建，在增加投资不多的情况下，尽量降低兼顾人民防空所增加的费用，并通过平战转换措施，在规定的时限内使其达到战时使用要求，即能达到人防功能。

27.1.4　《轨道交通工程人民防空设计规范》RFG 02-2009 中规定的轨道交通工程兼顾人防的三大基本要求。无论平时和战时，城市轨道交通都应充分发挥其交通作用，兼顾人民防空工程，沿线的人防工程应与城市轨道交通地下工程连通，必须统一规划、同步设计。使城市轨道交通工程充分发挥疏散干道、人员紧急掩蔽、物资贮备和转运等三大战时功能。

27.1.5　每条轨道交通线路兼顾人防工程设计均应符合人防主管部门的批复要求，并按此确定的防护抗力等级、防化等级进行设计。

27.1.6　将车站划分重点车站和一般车站的标准和内容，各地人防部门的要求都不一样，应由当地的人防主管部门按照宁波市人防规划来确定。

27.1.7　首先应符合《轨道交通工程人民防空设计规范》RFG 02-2009 要求，同时参照《人民防空工程设计规范》GB50225,《人民防空地下室设计规范》GB50038 的要求。以及国家人防办颁布的人防工程的有关设计标准、图集等。

27.2　建筑

27.2.1　城市轨道交通地下线路中结合工程设计特色划分人防防护单元：

1　轨道交通兼顾人民防空工程以一个车站加一个相邻区间为一个防护单元，是根据轨道交通的特殊情况决定的。按车站的规模，若仍按一般人民防空掩蔽工程面积 2000m^2 为一个防护单元，则把车站划分为若干个防护单元，这样出入口数量很多，无法满足人防要求。

另外，风、水、电设备系统自成体系难以实现。若战时进行防护转换，很难达到在规定的时限内完成。再从区间看，以一个车站加一个区间为一个防护单元，是考虑尽量保证轨道交通车辆运行等诸多因素，达到既方便使用，又兼顾满足防护要求的目的。

2　一条线路的所有地下车站及相连地下区间的设防等级相同是考虑到工程的基本功能一致，选用防护设备的统一，是符合城市轨道交通地下工程建设的实际。

3　随着轨道交通建设规模的日益扩大，线路逐渐连片成网，这就会产生一些特殊车站和换乘车站。在防护单元划分时，根据实际建筑设计情况，做到既满足平时使用，又达到防护要求。

结合轨道交通建设进行物业开发，使地下空间更合理地使用，已越来越引起各方面的重视。作为人民防空工程的物业开发，有的在地下车站顶板之上，有的靠近地下车站，这些工程宜以连通口或连通道的形式与轨道交通地下工程相连。

27.2.2　各车站的建筑规模大小不一，将紧急掩蔽人数划分为三个档次，既考虑到了车站规模的大小，又对掩蔽的人数作了限量，以减少一个防护单元（车站）的破坏后对人员伤害的影响程度。掩蔽 800～1500 人，人员掩蔽区一般设置在站台、站厅层。也考虑到在隔绝式防护通风时有足够的空气量保障人员生存时间。另外地下车站内战时需储存和转运大量的物资，需要占用相当的空间。不应为了简化设计，采取不分车站规模大小，任意改变掩蔽人数的做法。

二个或二个以上车站合并设置为一个防护单元的换乘车站，紧急掩蔽人数最多不超过 3000 人，因为它由二个或二个以上车站组成，车站空间相对较大，允许掩蔽的人数自然应该增加，又考虑到由于防护单元的面积过大，它易遭受破坏的可能性也大，增加掩蔽人员太多会带来了不安全性，所以规定上限。

车站掩蔽面积统计中的设备房间和站台层轨行区范围内不考虑作为人员掩蔽区。

27.2.3　战时人员出入口设置的要求：

1　战时人员出入口设置数量的多少是涉及到掩蔽人员的生命安全，当一个出入口遭受核武器和常规武器袭击后被破坏时，可从另一个出入口进出。直通室外地面出入口通道更具有安全性和可靠性。

地下车站战时人员出入口的密闭段应尽量靠近出入口楼梯处。不专设洗消污水集水井，有利于与平时排水集水井相结合使用；有利于与周边防空地下室设置连通口，缩短连接通道的距离；有利于战时减少污染区清洗范围，增加掩蔽面积。

2　选择战时主要出入口时，必须注意口部地面敞开段应尽量远离临近的高大建筑，防止敞开段战时被倒塌物堵塞后人员无法出入。地面建筑的倒塌范围设计要求:

1)　砖混砌体结构的建筑距离，小于 0.5 倍建筑物高度时，敞开段上方必须设置防倒塌坚固棚架。

2)　钢筋混凝土框架结构、钢结构虽然不考虑倒塌影响，但必须与地面建筑外墙有 5.0 米的安全距离，否则必须在敞开段上方设防倒塌坚固棚架。防倒塌棚架的计算荷载，按现行人防工程设计规范。

3)　毗邻地面建筑物外墙为钢筋混凝土剪力墙结构时，可不考虑其倒塌影响。

3　在管理区直通地面的平时专用消防通道出入口，只需增加一道密闭门，战时就能将该出入口由临战封堵改为人员出入口，增加费用不多，但提高了人防的使用功能，有条件的车站都应这样设计。

27.2.4　战时进、排风口结合平时的新、排风井设置，即可节省土建造价，又便于平战转换。战时风道口部应设防护段，设防护密闭门、密闭门各一道。战时进、排风井的设置也应避开附近的砖混结构，否则，应采取防倒塌措施。为防止井口堵塞后对第一道防护密闭门的开启影响，考虑到门扇与井口投影线之间的退界关系。通风竖井与站厅层、站台层相通时，应采取排水措施。

27.2.5　平战结合的进、排风道内设置人防门的数量和要求，与出入口设置人防门的数量一致，是保证整个工程防护等级的完整性。

27.2.6　轨道交通全线的车站，凡是有条件与周边建筑物地下空间连通的，不论是人防工程，还是非人防的地下室，原则上均应连通，构成地下空间网络。与人防工程连通的应按相邻防护单元设置人防连通口要求的模式设计，与非人防工程连通的，按人防出入口模式连通。相邻的地下工程有商业开发需要，有连通规划的应该一次设计、同步施工到位。设置连通口的位置应互相协商确定，这样可减轻以后连通的工程量。但防护单元的划分应符合规范要求。

27.2.7　防护密闭隔断门设置位置应尽量避开平、竖曲线段，特别要避开凹形竖曲线、大坡度地段。门扇开启范围内不允许设置下锚段，消防水箱、触网开关柜、喷嘴风口、岔线等设备，门扇宜向下坡方向开启。

设置在曲线段时，由于受到限界和轨面标高的限制，不能采用车站通用的定型防护密闭隔断门型号，需要加宽加高，制作非标的隔断门，由此增加工程成本，又不利于维护、保养和备品、备件的通用。

区间防护密闭隔断门的设置退离与圆形盾构接触端墙面 800~1000mm，是由于车站和区间之间有大量的强、弱电电缆、水管等管线穿过，管线应采取防护、密闭处理，此处隔断门的门洞较大，而盾构又是圆形的，造成二侧墙面上预埋管所需面积不够使用，为保证穿越处有足够大的墙面供管线预埋管，并确保防护、密闭的质量，所采取的有效措施。

区间隧道设有人员疏散平台，防护密闭隔断门的设置将会阻断区间隧道与车站站台间的连接，不利于当区间车辆故障或火灾情况下的人员疏散，因此在该处宜采取增设旁通道人防门或加宽防护密闭隔断门的宽度等有效措施使其连通。

27.2.8　电梯设置在口部防护密闭门以外，有利于平时使用。也是根据战时实际情况确定，以减少战时临战封堵工作量。由于电梯井道采取防护密闭封堵比较复杂，难以处理，措施不当会影响到整个工程的防护密闭性能。

27.2.9　出入段线的防护密闭门是考虑单向受力的，它设置在隧道的出入线段靠近地面洞口，由于出入线段防护密闭门，出入线段密闭门是向外开启，设计时应考虑到向外开启时地面的坡度是否会影响到门的开启。可结合线路在车站端头设置。

27.2.10　防淹门设置的位置及数量，属于平时防灾的措施，应由防灾专业确定。防淹门的水压应视埋设处的深度确定。由于防淹门只考虑水压力的单向作用，不能代替防护密闭隔断门。防护密闭隔断门由于抗力较低，也不能完全代替防淹门的功能。平时防灾与战时防护合

成一体，即节省工程的造价，又方便平时的维护管理。合并后应考虑冲击波和水压力两种不同的荷载效应组合，取其中不利结果进行门的设计。防淹门优先选用降落式。

27.2.11　战时应充分利用车站平时使用的各类管理用房的功能为战时服务，凡是设备机房内的设备，战时能结合使用的，均应利用，不必再添加设备。

27.2.12　在车站人员密集通行的公共地段（出入口、换乘通道），应选用无门槛或活门槛型式的各类人防门，保证人员安全通行。特别是当出现紧急疏散情况下的安全通行。

风井、风道内由于出入人员很少，而且设置固定门槛还能防止雨水进入设备房间内。该类型的人防门还具有比无门槛、活门槛型人防门价格低等优点。

27.2.14　口部防护段设置人防门处的装修墙面、地面、吊顶宜一次完成，须保持人防门的平时维护、保养、检修的方便。战前不再重新装修。通道式换乘的换乘站可设置双向受力的防护密闭门或二扇相向向外开的防护密闭门各一道。

27.2.15　主要须防止战时受核武器或常规武器爆炸后的震动所造成抹灰掉落伤害人员的事故。所采用吊顶龙骨，吊支架应安装牢固。

27.2.16　带有折返段存车线的车站规模较大，车站自身所需的设备房间用不完这么多的建筑面积，利用富裕部份的建筑面积于商业、物业开发使用，但往往由于位置偏离车站的站厅、站台公共区较远。而且商业开发区域的人流量也比较密集，该部分公共区战时可作人员掩蔽场所或物资储备场所，为便于战时人员出入和物资运输，该处应增设战时人员出入口，其数量须视建筑规模的大小而定，但不得少于 1 个。

由于商业、物业开发用房一般远离车站公共区，车站公共区的战时通风系统与开发用房的通风系统是各自独立的二个系统，因此应结合该部分的平时小通风系统设计战时独立的进、排风系统。

27.2.17　为了保障战时全地下主变电所用电设备的安全使用，将主变电所按人防要求设防，防化无等级要求。由于地下主变电所的建筑形式一般是独立设置，因此宜单独设防。

由于主变电所内不考虑有人值守，又因主变电所内设备发热量大，通风系统过风量面积过大，允许战时轻度染毒。若主变电所设置在地面或采用半地下形式时，则可不设防。

地下主变电所与地下车站之间宜设置电缆通道连接。电缆通道宜按人防连通口要求设防。车站端接口处宜设防护密闭门和密闭门各一道。主变电所端宜设防护密闭门一道。人防门门洞的宽度≥700mm.高度≥1600mm。

27.2.18　设有中间风井的区间一定是区间长度超过正常规模的长度，中间风井的出入口平时作为应急疏散出入通道，战时作为人防出入口。由于中间风井平时和战时不考虑掩蔽人员，只是区间的局部，不需划分独立的防护单元。

27.3　结构

27.3.1　轨道交通兼顾人防结构设计的基本规定。

1　根据国家有关规定，人民防空工程应防常规武器和核武器、化学武器、生物武器的袭击。而常规武器和核武器在战争时不考虑同时作用。因此，设计时应分别考虑，取其中一种最不利的情况进行设计，不必叠加。按照规定，对于核武器和常规武器只考虑一次作用，

所以，在战时荷载作用下，宜按弹塑性工作阶段计算结构内力，以便节约建筑材料，充分发挥结构潜力。

2　与平时使用阶段的要求不同，轨道交通及其附属结构在战时使用状态时，只要在规定的武器作用下不破坏、不掉块，保证结构的承载力，保存有生力量，就达到了目的。另外，为了保证工程战时防水、密闭性能，《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ 02-2009中对结构或构件的允许延性比[β]值已作了规定。因此，在战时使用状况时，只验算结构的承载力（包括稳定），可不进行结构变形，裂缝宽度和地基变形的验算。

核试验表明，对构筑在土中的人防工程，整体式基础没有发生过大的相对沉降。而6级常规武器爆炸荷载，由于其作用范围有限，传到基础上的地基反力也相对较小。因此，不验算地基变形，战时不致对使用产生明显的影响。

3　结构各部位的抗力应相协调，即在规定的动荷载作用下，保证结构各部位都能正常地工作。

4　由于轨道交通工程在平时使用状况与战时使用状况所受到的荷载作用有很大差异，安全储备也不尽相同，设防的抗力级别较低，结构截面设计大多由平时使用状况下的荷载控制。因此，本条规定了结构计算应包括两种不同使用状况的计算。一般而言，结构平时使用状况可按弹性阶段设计，战时使用状况可按弹塑性或塑性阶段设计。

27.3.2　本条为轨道交通兼顾人防设计战时使用阶段设计计算的基本规定。

1　在常规武器爆炸动荷载或核武器爆炸动荷载作用下，结构动力分析一般采用等效静荷载法，是从战时结构设计所需精度及尽可能简化设计考虑的。等效静荷载法可以按照结构静力分析计算的模式来代替动力分析，给战时使用条件下结构设计带来很大方便。

结构试验与理论分析表明，对于一般工程结构在动力分析中采用等效静荷载法除了剪力（支座反力）误差相对较大外，不会造成设计上明显不合理，因而是能够保证战时防护功能要求的。

人防工程的结构应分别按下列第1）、2）、3）款规定的荷载（效应）组合设计，并应取各自最不利的效应组合作为设计依据。

1)　平时使用状态的结构设计荷载（详见规范）；

2)　战时常规武器爆炸等效静荷载与静荷载同时作用；

3)　战时核武器爆炸等效静荷载与静荷载同时作用。

根据上述规定，进行结构设计时，各结构构件需按3种荷载（效应）组合（平时组合1种，战时组合2种）分别计算，进行截面设计，大大增加了设计工作量。实际上，由于战时材料强度取值、截面设计规定、结构构造要求等均相同，仅等效静荷载取值不同，采用等效静荷载法进行结构设计计算时，可将战时的2种组合合并为1种，取常规武器爆炸等效静荷载与核武器爆炸等效静荷载中的较大值即可。

27.3.3　战时使用状态下轨道交通工程的结构计算，需要解决的重要问题是武器爆炸作用下等效静荷载的确定。《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ02-2009，规定了抗力等级5、6级的轨道交通工程在常规武器和核武器作用下等效静荷载的计算方法，解决了这一问题。

27.3.4　在动力荷载作用下，材料的力学性能与在静载作用下相比，有较明显的变化，主要表现为强度有所提高，而变形性能包括塑性等却基本不变。战时荷载作用包括武器爆炸动

荷载和静荷载同时作用或武器爆炸动荷载单独作用，在截面设计时应采用材料动力强度设计值。材料强度综合提高系数是考虑了普通工业与民用建筑规范中材料分项系数，材料在快速加载作用下的动力强度提高系数和对人民防空工程结构构件进行可靠度分析后综合确定的。

战时荷载作用下的结构截面验算，应按《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ02-2009 第 5.8 节的规定，值得注意的是，当按等效静荷载进行梁、柱斜截面受剪承载力验算时，以及墙柱正截面受压承载力验算时，混凝土（或砌体）在动荷载作用下的强度设计值应乘以折减系数 0.8。

对于上部有建筑物的地下车站、明挖区间、和附属结构，荷载组合的主要问题是上部建筑物的自重如何确定。

低抗力级别时，在 6 级常规武器地面爆炸产生的空气冲击波不致造成建筑物的整体倒塌。在确定战时常规武器与静荷载同时作用的荷载组合时，可按上部建筑物不倒塌考虑。

在 6 级核武器爆炸地面冲击波超压作用下，一般可按上部建筑物不倒塌考虑。

27.3.5　当战时增加的静荷载使按平时使用标准设计的原结构构件达不到战时的要求时，局部构件可仍按平时静荷载设计，战时采取加固措施，使构件满足战时的强度要求。例如：战时增加水箱的重量使站台的结构构件强度达不到战时使用要求时，临战时可采取底部增加立柱支撑，或做水箱公共底盘等措施。

27.3.7　隐式预留无凸出外墙的通道结构，对车站围护结构和防水没有影响和破坏，但对车站的结构施工带来很大方便，将来实施连通口施工时，又能保证主体结构开洞处的强度要求，既有利于今后连通施工，又方便今后若连通口移位变更对车站结构也无影响。

27.3.8　防护段一般均设置防护密闭门和密闭门，不允许因地面产生沉降而高低不平影响到人防门门扇的开启。 又为了确保防毒通道和密闭通道内具有良好的气密性，保持防护区与非防护区的空气隔离，当滤毒式通风时，防毒通道内还应保持不小于 30Pa 的超压。

27.4　通风

27.4.1　根据《人民防空工程防化设计规范.》RFJ 013 -2010 第 5 章防护通风的规定。

27.4.2　战时通风设计采用的设计标准：

1　根据《人民防空工程防化设计规范》RFJ 013 -2010 第 5 章防护通风的规定。

2　战时对温度，湿度及噪声不作要求。

27.4.3　战时通风风量的确定：

清洁式通风风量标准如 27.4.2 条规定，掩蔽人数按表 27.2.2 条规定。清洁式通风的风量按二者之乘积。

27.4.4　人防工程的进排风系统配置有消波活门、油网除尘器、过滤吸尘器（丙级防化）、密闭阀门等设备，通风的阻力较大，必须设置机械送风。

进、排风布置是充分利用地下车站的环控系统设计的有利条件，使战时有良好的进、排风条件和气流组织，最大程度满足和保证通风效果。

27.4.5　由于平时车站环控系统是以站台中心线为分界点，左、右二部分各自设置独立的送、排风系统和管道，战时宜将站厅、站台公共区二部分送、排风管道应设法连通，保证更

好的气流组织。若车站战时的进、排风系统设置于车站同一端时，应注意送、排风管路的设置，避免出现大面积通风死角或短路。

加设的专用人防加压进、排风机应同步设计，战时安装到位。

27.4.6　战时清洁式通风时，当地下车站具有运行列车的条件时，轨道交通列车可以运行，由于临战前全线的活塞风井基本上已采取临战封堵，列车运行时产生的活塞风，全部在区间隧道和车站内部。当列车到站时，为避免站台上风速过高，有条件的车站两端可设迂廻风道，能起到泄压作用。凡是车站端头设置有迂廻风道的此时可将卷帘门打开，没有设置迂廻风道的，将车站二侧站台门全部打开，可改善战时的工作环境。

27.4.7　战时通风设备数量较少，人员操作技能要求较低，就地控制有利于监管。

27.4.8　防爆超压排气活门、密闭阀门为固定设备，应在密闭墙上固定安装，密闭门是移动设备将会影响到密闭性能。

27.4.9　根据《人民防空工程防化设计规范》RFJ 013 -2010 中规定的，滤毒式通风时测量工程的气密性性能。测压管是直接预埋在口部钢筋混凝土墙内。

27.4.10　《人民防空工程防化设计规范》RFJ 013 -2010 中规定的，隔绝式通风时测量工程的气密性性能用。测量管是直接预埋在防护密闭门、密闭门的门框墙内。

27.4.11　若车站风道内平时安装滤毒设备将会影响到车站的进风系统的运行，由此增加风道的建筑面积、而增加投资。

27.5　给排水

27.5.1　城市轨道交通地下工程防护单元的划分，一般是一个车站加一个相邻区间作为一个防护单元，每个车站平时都设有完整的给水系统，基本上均能在此基础上增加防护措施，即能保证战时各防护单元内给水系统的独立使用。

因蝶阀易受压力波动产生启闭动作，所以蝶阀不宜用作防护阀门。防护阀门的阀芯采用不锈钢或铜材质是保证阀芯不会锈蚀。使用安全。

27.5.2　当防护单元在受到核武器或常规武器袭击后，产生的冲击波沿着管道进入人防工程内，损坏设备和影响到人员生命安全。

相邻防护单元的二侧都要设置闸阀，主要是当一个防护单元破坏后不影响另一个单元。

27.5.3　一般冷却塔循环水管、消防水管的管径较大，其阀门的体积更大，要求管间距也大，在口部设置阀门的位置有限，不利于水管的安装和操作。考虑到战时无空调要求，该水管完全不使用，故采取临战转换的措施解决。

27.5.4　轨道交通地下工程战时的主要功能是保障人员安全交通、转移和物资贮藏，轨道交通地下工程车站战时可作为人员紧急掩蔽场所，所以只考虑防护单元内紧急掩蔽人员的饮用水贮存；人员饮用水标准按每人每天 3L 确定也是按战时二等人员掩蔽部人员饮用水标准的下限选取的，贮水时间是按紧急掩蔽时间确定的。紧急掩蔽为人员临时掩蔽，所以只考虑保证紧急掩蔽期间的人员饮用水贮存。战时市政管网在未遭破坏污染的情况下，清洁式通风时，可利用平时给水系统供水。有条件的车站内可设桶装水或瓶装水使用更方便，平转转换更简便。

27.5.7　一个车站有多个出入口，但只要保证在核袭击后有一个主要出入口能供掩蔽人员出入，就能起到疏散人员的功能。为此要确保该出入口的安全，必须要对该出入口受污染的的防毒通道、密闭通道以及防护密闭门以外通道的墙面、顶面、地面等处用水进行洗消冲洗。其洗消的水源规范规定应由工程内贮存清洁的水源以保证清洁效果。其实施操作一般由人防专业队伍进行，清洗的污染水排出，利用口部平时集水井水泵或由人防专业队伍自带移动式抽水泵，电源可由工程内供给。为阻止冲击波从排水管道进入防护区，需设置防爆地漏起到阻断作用。

27.5.8　隔绝式防护通风时向外排水会使工程内出现负压。为防止外部有毒气体渗入工程内部，应保证工程内处于正压状态，此时规定不得向外排水。

27.5.9　车站主体设有敞口风井，雨水进入站厅层，排水采用防爆地漏直接排至站台层的情况较多出现，防爆地漏的数量应满足排水量要求，也要考虑防爆地漏有堵塞和损坏的可能，因此规定防爆地漏的数量不得少于 2 个。并在防护区内应设置公称压力不小于 1.0MPa 的防护阀门。

27.5.10　区间排水泵的排水管道通过车站端头井排出地面，管道敷设尽可能不要穿入到另一个防护单元内，有利于管道防护，并可减少排水管道上安装防冲击波阀门的数量。

27.5.11　区间防护密闭隔断门的轨道排水沟若位于车站的下坡终端时，该位置又设有废水池，轨道排水沟里的水直接排至废水池内，隔断门门槛下的排水沟可不需要连通，二侧分别排水，不再设防护闸阀，有利施工，便于管理。防淹门为平时应急措施，为快速阻断水源下部不宜连通。

27.6　电气

27.6.1　城市轨道交通地下工程无论是平时还是战时都是城市的重要交通动脉。保障供电无论在平时还是战时都是极其重要的。当电力系统的电源未被遭受破坏时，仍是战时轨道交通工程的主要电源。应能满足车站和区间的正常运行，发挥城市轨道交通的运行能力，起到掩蔽、疏散人员、物资贮存的作用。城市轨道交通线路从城市电网上引入多条专用 110KV 回路电源，有独立完整的供电系统，设有主变电所、牵引变电所、车站降压（跟随）变电所进行供配电。车站一级负荷还设有 EPS、UPS 应急电源，供电的可靠性相当高，在战时虽然城市电网易遭破坏，但诸多 110KV 电源回路同时失电的概率很低。因此，应充分利用平时电源为战时供电创造了良好条件。尽管如此，在设计中还是要考虑到今后要有引接人防区域电源和设自备电源的可能和条件。更好地保证战时用电的一种措施，仍要作为战时供电电源的一种选择。首先要保证车站战时一、二级负荷供电。

27.6.2　战时负荷分级是突出重点、保障供电，区分负荷性质，控制战时人防内电源的供电容量，有效地利用战时资源。

1　战时一级负荷：利用平时的应急照明作为战时应急照明，主要满足战时人员掩蔽和疏散。通信报警设备是工程内与外界联络的必须的设施，应保障电源供给，可利用车站内的平时通信系统。

2　战时二级负荷：主要保证供给战时的进风机、排风机、出入口排水泵、人防专用加压风机等设备的用电。

3　战时三级负荷：主要指车站内战时不需要使用的设备，如区间隧道风机、空调风机、送风机、回风机、排风机、冷冻机组、多联体机组、售检票、屏蔽门、电梯、自动扶梯等等，也包括城市轨道交通列车供电。

27.6.3　战时蓄电池组容量要满足最短应急供电时间，应与地下车站内隔绝式防护要求的时间不小于 3 小时相一致。应充分利用车站内的 EPS、UPS 整合电源，供战时使用。

27.6.4　在电力系统供电的条件下，战时正常照明可利用车站平时节电照明，根据使用要求，控制照度（控制灯具数量）。使用人防区域电源时战时正常照明可利用车站平时节电照明；蓄电池组供电时，只保证应急照明的照度。

27.6.5　当非防护区与防护区内照明灯具合用同一回路时，非防护区的照明灯具、线路战时一旦被破坏，发生短路会影响到防护区内的照明。

27.6.6　各类强、弱电线路防护密闭敷设要求：

1　电气管线进出工程工程做好防护、密闭，这是《人民防空工程防化设计规范》RFJ 013-2010 的要求，工程在战时具有防生化武器的要求，必须对进、出的各类管线采取严格的防护密闭措施，在防护段墙面上预埋众多管线，管线密闭不严，会出现漏气、漏毒等现象，使工程丧失功能，威胁人员生命安全，造成严重后果。

为保证工程的防护密闭性能的整体效果，车站内管线的品种、规格、数量众多，但仍应遵照人防工程的通常做法一根电缆穿一根管的原则。在符合下列情况时允许合穿一管：

1)　对有特殊工艺要求（环网单芯电缆），分线穿管后会产生技术上不良现象，影响到工程使用时。

2)　直径小于 25mm 的通信光纤电缆、弱电电缆允许 2 根电缆合穿一管。

3）　5 根 1.5mm^2 或 3 根 2.5mm^2 的单芯照明导线。

2　如果电缆桥架直接穿过临空墙、防护密闭隔墙和密闭墙，则轨道交通地下工程的防护、密闭性能均被破坏，所以在此处改为电缆穿管方式。

3　预留 4～6 根备用防护密闭穿墙管是为了战时引接人防区域内电源和可能增设通信、防化设施的联络、检测等未预知管线使用，由于具体位置不确定，所以各个方向均需设置。

27.6.7　根据人防规划引接人防区域电源，不论目前是否有条件，在设计中应有接口，原则上每个车站的降压变电所（跟随）预留二个进线开关，以供有条件时引接。

若有的车站降压变电所设置在地面或非人防区时，人防区域电源则不应与降压变电所的低压供电系统相结合，因为地面降压变电所或非人防区时没有防护功能，此时应将区域电源直直接引入地下车站内的配电间，与车站地下部分的供电系统相结。

区域电源的引入方式，应优先考虑从人防连通口和车站出入口中引来。

27.6.8　应有防止内外电源误并列措施，通常可采取主开关二次回路的电气联锁、机械联锁和 BA 系统控制等多种方式实现。

27.6.9　按照《人民防空工程战术技术要求》的要求，每个防护单元的设备要自成系统，防止相邻防护单元破坏时受到影响。区间隧道照明平时供电方式是由车站各供 1/2 区间隧道，

其中区间隧道照明中的 1/2 照明由另一防护单元供电。

27.6.10　根据《人民防空工程防化设计规范》RFJ 013 -2010 对丙级防化有此要求。

27.6.11　正线上设置的出入线段防护密闭门、出入线段密闭门、区间防护隔断门、防淹门等的开启状态的显示，是为城市轨道交通列车安全运行服务的。车控室和中央控制室的监控系统，应清晰地知道这些门的开、关状态，若有变化即输出信号，及时地报警，以采取相应的措施，有效地控制和保证列车运行安全的功能。

27.6.12　城市轨道交通地下车站的外墙、临空墙、防护密闭墙、密闭隔墙等，具有防护密闭功能，各类动力配电箱、照明箱、控制箱嵌墙暗装时，使墙体厚度减薄，会影响到防护密闭功能。所以在此类墙体上应采取挂墙明装。

27.6.13　由于轨道交通平时运行功能的需要，在城市轨道交通线路、车站内设置有完整的，设备先进的通信系统和通信设备，平时的这些通信设备和通信方式，完全能满足战时作为紧急人员掩蔽部功能的人防工程需要，不必再增加其它设备，只要将其平时的各类通信系统到战时与人防通信指挥系统的网络联通，即构成战时通信网络系统。对战时有要求的部位设置电话机。

27.7　平战转换

27.7.1　根据《人民防空工程战术技术要求》的有关规定，并参照《人民防空工程防护功能平战转换设计标准》的相关规定，根据平战转换的工作量，转换时间应符合 30d、15d、3d 三个转换时限等级的要求。由于轨道交通线路长、车站多，临战转换的工作量大，为保证在短期内完成转换，设计中应采取设置防护密闭门封堵为主的措施，兼顾到平时使用的需要，允许少量的人员出入口，进、排风井，活塞风井、孔口等处采取防护密闭封堵板预板构件。考虑到临战时加工制作封堵构件的不可靠性，所以规定要求预制构件必须与工程施工同步做好，平时应解决预制构件的存放问题，战时就近堆放。平战转换的设计必须做到与工程设计同步，一次性完成。

27.7.2　根据现代化、信息化战争的特点，战前没有更多的时间作战争准备，对钢筋混凝土浇注作业施工周期长，工程量大，防护设备加工精度高、难度大、制作周期长、超过临战转换的 30d 时限要求，而且二次施工还会损坏结构的整体完整性等一系列问题出现。因此钢筋混凝土浇注及预埋件必须与主体工程同步施工到位。

27.7.3　应保证战时有一定数量的人员出入口外，对其余采取封堵措施的出入口作了数量、门洞的宽度和高度的限制。对于平时出入口采用以防护密闭门封堵为主的做法，战时平战转换快，战后（由战争状态转入平时状态）恢复快、可逆性好，无拆除工作量。

27.7.4　由于平时通风口的数量多，面积大，封堵构件的尺寸也大，采取封堵的做法，给平战转换带来的工作量比人员出入口的封堵工作量要大得多，而且战后可逆性差。拆除工作量更大，应严格控制。考虑到不同封堵办法的技术特点，本条对采取不同封堵方法作出了不同限制，尤其是对通风口水平封堵，由于存在尺寸大、转换量大、预制构件存放困难等问题，设计中更应从严控制，条文中规定采用水平封堵的平时通风口不宜超过 1 个。

27.7.5　对于净宽在 2.5 米以下孔洞封堵应采取防护密闭门封堵形式，是有利于平战转换。由于门洞规格小，有标准定型的人防门，施工简单，操作简便，造价低廉等优点。

27.7.6　因建筑采光设计需要在车站顶板上开设大面积的采光窗，将给临战封堵构件的制作带来了难度，而且会影响到整个工程的防护密闭性的完整性，从战时防护来看是不利的，对采光窗尺寸的限制是有效地保证工程战时安全防护。

27.7.7　自动扶梯设置在防护区内时其临战封堵的平战转换措施很难实施，自动扶梯高出于室外地面，临战前不可能将自动扶梯拆除后再进行封堵。

27.7.8　对于车站相邻地下室有作商业开发需要时，将在防护单元隔墙上开设平时出入口，对其所开孔洞大小作出的限制，是为了减少平战转换的内容和工作量，缩短转换时间所采取的措施。

27.7.10　人防工程具有“防核武器、常规武器、生化武器”等要求。各类电气管线穿越人防的防护密闭门、密闭门、防护密闭隔断门等门框墙、临空墙时，必须采取防护、密闭措施。保持与外界空气隔绝状态，防止因管道密封不严密造成漏气、漏毒现象，当滤毒通风时清洁区还会形不成超压的严重后果。

又因电缆管线采取封堵措施后，不便于平时管线的维护、更换。也影响到战时的防护密闭效果，由于管线临战封堵的工作量不很大，在规定的转换时限 15d 内完全能够完成。

防淹门墙、防火分区隔墙封堵到位是平时功能的需要。

28 环境保护

28.1 一般规定

28.1.1 国家制订的各类环境保护设计标准、法规、规范是根据我国现有环境状况，科技及经济发展的总体水平制订的。但我国幅员辽阔，各地自然环境差异较大，科技及经济发展也很不平衡，因此各地政府以现行国家标准、法规和规范为指导，分别制订或补充制订符合各地特点的相关标准、法规或规范。一般来说，地方标准在国家标准的基础上会有所发展和提高。因此，设计在执行国家有关标准、法规和规范的同时，同样必须严格执行地方政府制订的有关标准、法规和规范。

28.1.3 建设项目环境影响报告书由具有专项资质的评价单位针对建设项目在建设过程中以及建成投入使用后，对周围环境乃至区域总体环境有可能产生的影响，依据国家及地方政府现行的相关标准，进行全面的预测、评价，其评价意见和结论，污染防治的对策措施以及相关管理部门的审批意见，同样是设计依据和必须执行的内容。

28.1.6 由于宁波的土地资源很不富裕，轨道交通工程环保设施的建筑和构筑物的用地受到一定限制，布置一般比较紧凑，给日后的改、扩建带来一定困难。同时这些建、构筑物的改、扩建工程量大，施工周期长，施工期将造成已建环保设施较长时间的停运，必将给环境带来不良影响。因此，环保设施的主体结构，不易改、扩建的土建工程以及附设于轨道交通的主体设施上的予埋件必须按远期需要设置并与初期工程同步实施。

28.2 噪声污染防治

28.2.1

4 地下车站、变电所和区间隧道的通风空调系统和局部通风空调系统所采用的设备如风机、冷却塔等，其运行噪声即噪声源强，直接影响到周围环境噪声强度。对这些系统设备的选择强调采用低噪声、低能耗产品，是降低周围环境噪声最直接也是最有效的办法。一般意义上的低噪声设备，是指其噪声声级低于国家相关产品噪声标准，其辐射噪声不对周围环境造成污染，如缺乏相应产品的国家标准，则设备的噪声声级应低于原有同类产品的噪声2~3dB 以上；

6 列车运行噪声主要由轮轨噪声，车辆动力系统和非动力系统噪声，以及高架桥梁结构的振动辐射噪声组成。列车运行噪声不仅全方位向空间传播，而且具有声级高、频带宽、影响范围广、不易治理等特点。因此在线路规划阶段就应充分考虑尽量避绕噪声敏感建筑，以达到缩小列车运行噪声影响范围、减少噪声影响人数的目的。对噪声的防治最直接有效的办法是控制并降低噪声源强，噪声源强的控制，包括选用低噪声车辆、对轮轨系统和桥梁结构采取减振措施等；

7 地下车站站台噪声限值由列车进出站平均等效(A)声级控制，并包括列车鸣笛等偶然出现的猝发声。测量列车进出站等效(A)声级为分别测量列车头部进站到停止和列车启动到尾部离站时的等效(A)声级及其持续时间，然后按下式求其能量平均值，即为一列车进出

站的平均等效(A)声级：

$$\overline{L}_{Aeq} = 10\log\left(\frac{T_1 \times 10^{0.1\times L_{PA1}} + T_2 \times 10^{0.1\times L_{PA2}}}{T_1 + T_2}\right) \quad (28.2.1)$$

式中：

$\overline{L}_{Aeq}$—— 一列车进出站平均等效(A)声级，dB；

T_1—— 一列车进站持续时间，S；

L_{PA1}—— 一列车进站 T_1 时间内的等效(A)声级，dB；

T_2—— 一列车出站持续时间，S；

L_{PA2}—— 一列车出站 T_2 时间内的等效(A)声级，dB；

连续测量 10 列车进出站等效(A)声级，然后求其算术平均值，即代表该站站台列车进出站平均等效(A)声级。

地下车站站台噪声及混响时间限值见表 28.2.1-1，28.2.1-2。

表 28.2.1-1　地下车站站台噪声限值　　dB(A)

限值等级	限值（L_{Aeq}）
一级	80
二级	85

表 28.2.1-2　地下车站站台 500Hz 混响时间（T60）限值　　s

限值等级	限值
一级	1.5
二级	2.0

表中限值等级：一级限值指在车辆技术性能达到一定要求，并对车站建筑采取特殊声学处理后方能达到的平均等效(A)声级和混响时间的限值。目前，国外有部分城市的地下车站站台采用此标准。二级限值指目前我国大多数城市的地下车站站台均可达到的平均等效 A 声级和混响时间的限值。

8　地面线和高架线路、地面和高架车站以及轨道交通所属车辆设施与综合基地，噪声声级较高、对沿线及周围环境影响较大、选线或选址时应尽量避绕既有或规划的噪声敏感建筑集中区或重要敏感建筑。

28.2.2

2　声屏障的声学原理：当噪声源发出的声波遇到声屏障时，它将沿三条路径传播，（见图 28.2.2-2）一部分越过声屏障顶端绕射到受声点；一部分穿透声屏障到达受声点；一部分在声屏障壁面上产生反射。声屏障的插入损失主要取决于声波沿这三条路径传播的声能分配。当噪声由声源出发传至声屏障顶端再由声屏障顶端传至受声点，声源与声屏障顶端连线的延伸线以下部分，即为声影区。见图 28.2.2-1

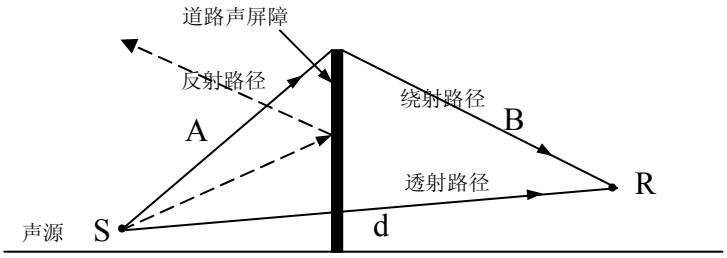


图 28.2.2-1　声波传播路径

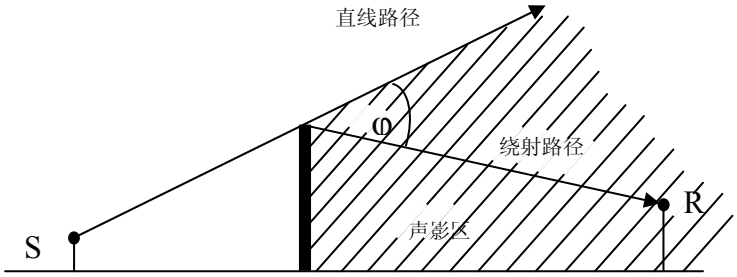


图 28.2.2-2　声影区

声屏障的高度与其降噪效果直接有关，应通过计算确定。

28.5　大气环境保护措施

28.5.5　饮食业油烟排放标准，见表 28.5.5

表 28.5.5　饮食业单位的油烟最高允许排放浓度和油烟净化设施最低去除效率

规　模	小型	中型	大型
最高允许排放浓度（mg/m^3）	2.0		
净化设施最低去除效率（%）	60	75	85

28.6　电磁辐射环境保护措施

28.6.2　轨道交通交流供电系统为工频 50Hz，牵引采用直流供电，而《电磁辐射防护规定》GB8702 中防止护限值适用频率范围为 100KHz~300GHz。但考虑到变电所或供电系统中开关动作时及车辆运行时接触网与车辆受电弓出现电弧，瞬时可能产生高频辐射，故要求其电磁辐射污染应符合《电磁辐射防护规定》GB8702 的防护限值。

28.7　其他

28.7.2　高架线路、车站的设置应保证其两侧既有住宅建筑在冬至日满窗日照时间不少于 1 小时。

28.7.3　本条文所指光污染系指建筑物外墙面采用的幕墙玻璃反射光对居住环境和公共环境造成不良影响及损害。

29 节约能源

29.4 行车

29.4.1 根据一般经验，在线路长度超过 15km，断面客流分布在全线范围内有较为明显的变化的线路上，宜研究采用开行小交路。小交路的设置可在满足乘客出行的同时有效节省车辆配置、提高列车满载率，节约能源。

29.4.3 通过适当降低区间最高运行速度，提高列车在区间运行中采用“惰行”工况的比例，对节约能耗有较好效果，但在实际应用中要注意降低区间最高运行速度会相应降低旅行速度，节能应以达到预定的旅行速度目标为前提。

29.4.4 节能运行图一般通过对停站时间、区间最高速度、列车牵引工况等要素的控制和优化，在满足乘客出行需求、达到系统设定功能的同时，达到一定节能效果，但应该注意有些节能措施对旅行速度、停站时间会带来影响，因此在实际使用中需要综合考虑能耗和乘客时间价值的关系。