

地下铁道工程施工标准

Standard for construction of metro engineering



资源下载QQ群：61754465

最新资源网盘：www.GuiFan5.com

2018-07-10 发布

2018-12-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

地下铁道工程施工标准

Standard for construction of metro engineering

GB/T 51310 – 2018

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 8 年 1 2 月 1 日

中国建筑工业出版社

2018 北 京

中华人民共和国国家标准
地下铁道工程施工标准

Standard for construction of metro engineering
GB/T 51310 - 2018

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
天津翔远印刷有限公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：20¼ 字数：538 千字
2018年11月第一版 2018年11月第一次印刷
定价：**142.00**元（共二册）
统一书号：15112·32455

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

2018 年 第 146 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《地下铁道工程施工标准》的公告

现批准《地下铁道工程施工标准》为国家标准，编号为 GB/T 51310-2018，自 2018 年 12 月 1 日起实施。

本标准在住房城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由住房城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。



中华人民共和国住房和城乡建设部

2018 年 7 月 10 日

资源下载QQ群：61754465

最新资源网盘：www.GuiFan5.com

前 言

本标准是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2011 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2011〕17 号）的要求，由北京城建集团有限责任公司会同有关单位在原《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299 - 1999（2003 年版）的基础上修订而成。本标准在修订过程中，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，根据地下铁道施工技术的发展需求，参考有关国内标准和国外先进标准，对原标准进行了补充和完善，并征求原标准参编单位及其他有关方面的意见，对具体内容进行了反复讨论、协调和修改，最后经审查定稿。

本标准的主要技术内容包括：总则，术语，基本规定，施工准备，安全风险控制，施工测量，地下水控制，明挖法，盖挖法，矿山法，盾构法，沉管法，监控量测，路基，高架结构，防水，建筑装饰装修，轨道，站内客运设备，站台屏蔽门，通风与空调，给水与排水，供电，通信，信号，火灾自动报警系统，环境与设备监控系统，综合监控系统，乘客信息系统，自动售检票系统，门禁系统，车辆基地，综合联调与试运行。

本标准修订的主要内容：

1 新增章节包括：术语，基本规定，施工准备，安全风险控制，施工测量，沉管法，站台屏蔽门，火灾自动报警系统，环境与设备监控系统，综合监控系统，乘客信息系统，自动售检票系统，门禁系统，车辆基地，综合联调与试运行。

2 将原标准各章监控测量内容修订成第 13 章监控量测，将原标准各章防水内容和隧道结构防水修订成第 16 章防水，第 8 章明挖法由原标准基坑支护桩、地下连续墙、明挖法施工三章内容调整修订而成。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由北京城建集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行过程中总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给北京城建集团有限责任公司《地下铁道工程施工标准》编制组（地址：北京市海淀区北太平庄路18号北京城建大厦，邮编：100088）。

本标准主编单位：北京城建集团有限责任公司

本标准参编单位：上海隧道工程有限公司

上海申通地铁集团有限公司

北京市轨道交通建设管理有限公司

广州地铁集团有限公司

中铁隧道局集团有限公司

中国铁路通信信号股份有限公司

中铁电气化局集团有限公司

中铁一局集团有限公司

广东省基础工程集团有限公司

北京城建轨道交通建设工程有限公司

北京城建安装集团有限公司

北京城建勘测设计研究院有限责任公司

北京安捷工程咨询有限公司

北京港源建筑装饰工程有限公司

主要起草人员：张晋勋 杜文库 武福美 孙宪春

吴惠明 洪开荣 竺维彬 钟显奇

罗富荣 李育朝 赵印军 安伟光

徐红阳 毕湘利 王 良 金 淮

吕培印 曹旭明 赵彦兵 黄陆川

廖秋林 李俊伟 耿长良 高文新

丁志坚 潘伟强 方俊波 恽 军

谭 文 张建全 许建得 曾炯导

胡勇红 冯雪英 张 明 纪学文

伍嘉乐 陈 洁 王志伟 罗 兵

冯燕媛	刘传华	孟凡辉	李凤伟
刘 靖	龚小聪	徐 凌	刘 刚
吴晔晖	皇甫小燕	周刘刚	孙晓鹏
张鹏飞	邱德隆	雷华明	高智锋
蔡志刚	刘加华	王晓保	李高峰
马敬东	代忠权	高亚彬	张立东
宋 洁			

主要审查人员：

施仲衡	张 弥	丁复华	贺长俊
徐明杰	杨广武	张 淳	张 汎
陈韶章	郭建国	江玉生	杜运国
钟长平	王曰凡	简 炼	申大川
高俊霞	孟庆礼	吴煊鹏	鲁 屹
娄永梅	张琼燕	李显煜	

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	施工准备	7
4.1	一般规定	7
4.2	前期调查与专项工作	7
4.3	技术	8
4.4	施工现场	8
4.5	施工机械	9
4.6	材料	9
4.7	劳动力	9
5	安全风险控制	10
5.1	一般规定	10
5.2	施工准备阶段安全风险评估	10
5.3	施工过程安全风险控制	10
5.4	安全风险控制文件编制	12
6	施工测量	13
6.1	一般规定	13
6.2	控制测量	13
6.3	联系测量	14
6.4	明挖法施工测量	17
6.5	盖挖法施工测量	17
6.6	矿山法施工测量	18
6.7	盾构法施工测量	19
6.8	高架结构、地面线施工测量	21



资源下载QQ群: 61754465

最新资源网盘: www.GuiFan5.com

6.9	车辆基地施工测量	23
6.10	贯通测量	24
6.11	隧道断面测量	24
6.12	铺轨测量	25
6.13	设备安装测量	28
6.14	竣工测量	28
7	地下水控制	30
7.1	一般规定	30
7.2	地下水控制方法的选择	31
7.3	管井	35
7.4	轻型井点	37
7.5	回灌井	38
7.6	隔水帷幕	38
7.7	渗井	39
7.8	集水明排	39
7.9	排水管线及检查井	40
7.10	降水管理	40
7.11	降水监测	42
8	明挖法	45
8.1	一般规定	45
8.2	管线悬吊与改移	46
8.3	交通导改与基坑便桥	47
8.4	基坑围(支)护结构	47
8.5	基坑开挖与回填	67
8.6	钢筋工程	70
8.7	模板与支架	74
8.8	混凝土浇筑	76
8.9	内部结构施工	79
9	盖挖法	80
9.1	一般规定	80

9.2	围护结构及支承柱	81
9.3	铺盖体系	83
9.4	土方开挖	86
9.5	主体结构	87
10	矿山法	88
10.1	一般规定	88
10.2	竖井	88
10.3	地层超前支护及加固	89
10.4	开挖	92
10.5	隧道内运输	98
10.6	初期支护	100
10.7	洞内排水	105
10.8	二次衬砌	106
10.9	风、水、电临时设施及通风防尘	109
11	盾构法	112
11.1	一般规定	112
11.2	盾构工作井	112
11.3	盾构组装与解体	113
11.4	盾构始发和接收	113
11.5	盾构掘进	114
11.6	特殊地段掘进	117
11.7	管片拼装	118
11.8	壁后注浆	118
11.9	隧道内运输、通风、照明、给水	119
12	沉管法	120
12.1	一般规定	120
12.2	干坞施工及岸上段隧道	121
12.3	隧道基槽开挖、垫层与回填施工	122
12.4	管节预制	125
12.5	管节舾装	126

12.6	管节浮运和沉放	128
12.7	管节接头处理	130
13	监控量测	132
13.1	一般规定	132
13.2	监测项目与监测点布设	132
13.3	监测频率	138
13.4	监测数据处理及成果反馈	141
14	路基	142
14.1	一般规定	142
14.2	路堑	143
14.3	路堤	144
14.4	涵洞	147
15	高架结构	149
15.1	一般规定	149
15.2	基础	149
15.3	下部结构	151
15.4	支架现浇混凝土	152
15.5	预制梁	155
15.6	预应力混凝土结构	156
15.7	钢梁	161
15.8	桥面系及附属工程	162
15.9	高架车站结构	163
16	防水	164
16.1	一般规定	164
16.2	防水混凝土	164
16.3	明挖法	169
16.4	盖挖法	175
16.5	矿山法	176
16.6	盾构法	178
16.7	沉管法	179

16.8	特殊部位防水	180
16.9	高架结构	186
17	建筑装饰装修	188
17.1	一般规定	188
17.2	涂饰工程	189
17.3	吊顶	189
17.4	墙面及柱面	191
17.5	地面	191
17.6	栏杆及扶手	192
17.7	金属门窗	193
17.8	标志	193
18	轨道	194
18.1	一般规定	194
18.2	器材整备、堆放和运输	196
18.3	基标设置	196
18.4	普通无砟道床	197
18.5	减振无砟道床	198
18.6	有砟道床	201
18.7	道岔及钢轨伸缩调节器铺设	202
18.8	无缝线路轨道	204
18.9	有缝线路轨道	205
18.10	轨道安全设备及附属设备	207
19	站内客运设备	209
19.1	一般规定	209
19.2	自动扶梯和自动人行道安装	209
19.3	电梯安装	213
19.4	轮椅升降机安装	216
19.5	调整试验	217
20	站台屏蔽门	220
20.1	一般规定	220

20.2	结构及设备安装	220
20.3	接地及布线	222
20.4	调整试验	223
21	通风与空调	225
21.1	一般规定	225
21.2	风管及部件制作	225
21.3	风管及部件安装	231
21.4	空调水系统	234
21.5	设备安装	236
21.6	防腐与绝热	238
21.7	调整试验	238
22	给水与排水	241
22.1	一般规定	241
22.2	给水管道安装	242
22.3	排水管道安装	244
22.4	设备安装	245
22.5	接地与杂散电流	246
22.6	调整试验	246
23	供电	249
23.1	一般规定	249
23.2	变电所	250
23.3	牵引网	254
23.4	电缆线路	262
23.5	防雷及接地装置	264
23.6	杂散电流监测及防护	266
23.7	电力监控与电能质量管理	267
23.8	低压配电及动力照明	268
23.9	调整试验	277
23.10	系统调试	281
24	通信	285

24.1	一般规定	285
24.2	通信线路	285
24.3	通信设备安装	291
24.4	系统调试	294
25	信号	300
25.1	一般规定	300
25.2	光(电)缆线路	300
25.3	设备安装	303
25.4	防雷与接地	312
25.5	系统调试	314
26	火灾自动报警系统	318
26.1	一般规定	318
26.2	光(电)缆线路	318
26.3	设备安装及配线	319
26.4	调整试验	320
27	环境与设备监控系统	324
27.1	一般规定	324
27.2	设备安装及配线	324
27.3	调整试验	325
28	综合监控系统	327
28.1	一般规定	327
28.2	设备安装及配线	327
28.3	系统调试	329
29	乘客信息系统	336
29.1	一般规定	336
29.2	设备安装及布线	336
29.3	系统调试	337
30	自动售检票系统	339
30.1	一般规定	339
30.2	光(电)缆线路	339

30.3	设备安装与布线	340
30.4	系统调试	341
31	门禁系统	343
31.1	一般规定	343
31.2	设备安装与布线	343
31.3	调整试验	344
32	车辆基地	347
32.1	一般规定	347
32.2	检查坑、检修平台和卸车平台	347
32.3	工艺设备安装	348
33	综合联调与试运行	352
33.1	一般规定	352
33.2	关联系统调试	358
33.3	系统总联调	365
33.4	试运行	366
	本标准用词说明	370
	引用标准名录	371
	附：条文说明	(另册)

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
4	Construction Preparation	7
4.1	General Requirements	7
4.2	Engineering Surveys and Special Scheme	7
4.3	Technical	8
4.4	Construction Layout	8
4.5	Mechanical	9
4.6	Material	9
4.7	Labor	9
5	Safety Risk Control	10
5.1	General Requirements	10
5.2	Construction Preparation Stage Safety Risk Assessment	10
5.3	Construction Stage Safety Risk Control	10
5.4	Safety Risk Control Documentation	12
6	Construction Survey	13
6.1	General Requirements	13
6.2	Control Survey	13
6.3	Connection Survey	14
6.4	Open Cut Method of Construction Survey	17
6.5	Construction Survey of Cover Excavation Method	17
6.6	Mining Method of Construction Survey	18
6.7	Shield Method of Construction Survey	19
6.8	Elevated Line & Ground Line of Construction Survey	21

6.9	Vehicle Base of Construction Survey	23
6.10	Through Measurement	24
6.11	Surveying of Tunnel Contour	24
6.12	Track Laying Survey	25
6.13	Equipment Installation Engineering Survey	28
6.14	Finish Construction Survey	28
7	Groundwater Control	30
7.1	General Requirements	30
7.2	Selection of Groundwater Control Method	31
7.3	Dewatering Pipe Well	35
7.4	Dewatering Light Point Well	37
7.5	Tificial Recharge Well	38
7.6	Cut-off Walls	38
7.7	Self Absorbing Well	39
7.8	Open Pumping	39
7.9	Discharge Pipe Line and Inspection Well	40
7.10	Dewatering Project Control and Management	40
7.11	Precipitation Monitor	42
8	Open Cut Method	45
8.1	General Requirements	45
8.2	Suspension and Change of Pipeline	46
8.3	Temporary Bridge for Excavation	47
8.4	Retaining and Protection for Excavation	47
8.5	Excavation and Backfill	67
8.6	Processing and Installation of Steel Bar	70
8.7	Formworks Support	74
8.8	Concrete Placement	76
8.9	Construction of Internal Structure	79
9	Covered Excavation Method	80
9.1	General Requirements	80

9.2	Vertical Support Pile (Column) System	81
9.3	Horizontal Blanket System	83
9.4	Earthwork Excavation	86
9.5	Structure Construction	87
10	Mining Method	88
10.1	General Requirements	88
10.2	Shaft and Transport Channel	88
10.3	Strata Supporting and Grouting Reinforcement in Advance ...	89
10.4	Tunnel Excavation	92
10.5	Ballast Loading and Transporting	98
10.6	Primary Reinforcement	100
10.7	Waterproof and Drainage in Tunnel	105
10.8	Secondary Lining	106
10.9	Air Supply, Water Supply, Power Supply and Ventilation and Dust Control	109
11	Shield Method	112
11.1	General Requirements	112
11.2	Shield Working Shaft	112
11.3	Shield Assembly and Acceptance	113
11.4	Shield Launching and Arrival	113
11.5	Shield Tunneling	114
11.6	Segment Assembling	117
11.7	Construction in Special Geographic Area	118
11.8	Backfilled Grouting	118
11.9	Transportation and Temporary Facilities in Tunnel	119
12	Immersed Tube Method	120
12.1	General Requirements	120
12.2	Construction of Shore Tunnel and Dry Dock	121
12.3	Excavation, Cushion and Backfill	122
12.4	Element Precasting	125

12.5	Fitting Out	126
12.6	Towing and Sinking	128
12.7	Element Joint	130
13	Monitoring Measurement	132
13.1	General Requirements	132
13.2	Monitoring Measurement Grade	132
13.3	Monitoring Items and Monitoring Point Arrangement	138
13.4	Monitoring Data Processing and Feedback	141
14	Subgrade	142
14.1	General Requirements	142
14.2	Cutting	143
14.3	Embankment	144
14.4	Culvert	147
15	Elevated Structure	149
15.1	General Requirements	149
15.2	Foundation Engineering	149
15.3	Substructure	151
15.4	Cast-in-place Reinforced Concrete	152
15.5	Prefabricated Reinforced Concrete Member	155
15.6	Prestressed Concrete Structure	156
15.7	Steel Girder	161
15.8	Bridge Decking and Accessory Structure	162
15.9	Elevated Station Structure	163
16	Waterproof	164
16.1	General Requirements	164
16.2	Waterproof Concrete	164
16.3	Open Cut Method	169
16.4	Cut and Cover	175
16.5	Aterproof By Shield Method	176
16.6	Ine Method Waterproof	178

16.7	Immersed Tube Method	179
16.8	Special Part Waterproof	180
16.9	Elevated Structure Waterproofing	186
17	Architectural decoration	188
17.1	General Requirements	188
17.2	Whitewash	189
17.3	Suspended Ceiling	189
17.4	Wall and Column Surface	191
17.5	Ground	191
17.6	Guardrail and Handrail	192
17.7	Door and Window	193
17.8	Guide Signs	193
18	Track	194
18.1	General Requirements	194
18.2	Track Material Storage, Preparedness and Transportation	196
18.3	Base-post of Route Setting	196
18.4	Ordinary Ballastless Bed	197
18.5	Damping Ballastless Bed	198
18.6	Ballasted Track Bed	201
18.7	CWR Track	202
18.8	Turnout and Rail Expansion Joint Laying	204
18.9	Yard Line Rail	205
18.10	Line Subsidiary	207
19	Passenger Traffic Equipment in Stations	209
19.1	General Requirements	209
19.2	Installation of Escalator and Automatic Footway	209
19.3	Installation of Elevator	213
19.4	Installation of Platform Lift for Straight Stairway	216
19.5	Adjustment Test	217

20	Platform Screen Door	220
20.1	General Requirements	220
20.2	Structural Construction and Equipment Installation	220
20.3	Earthing and Distribution	222
20.4	Adjustment Test	223
21	Ventilation and Air Condition	225
21.1	General Requirements	225
21.2	Production of Air Ducts and Parts	225
21.3	Installation of Air Ducts and Parts	231
21.4	Air Condition Water System	234
21.5	Installation of Equipment	236
21.6	Anticorrosion and Heat Insulation	238
21.7	Adjustment Test	238
22	Water Supply and Drainage	241
22.1	General Requirements	241
22.2	Water Supply System	242
22.3	Drainage System	244
22.4	Installation of Equipment	245
22.5	Earthing and Stray Current	246
22.6	Adjustment Test	246
23	Power Supply Engineering	249
23.1	General Requirements	249
23.2	Substation	250
23.3	Traction Power Network	254
23.4	Cable	262
23.5	Lightning Protection and Grounding Devices	264
23.6	Stray Current Monitoring and Protection System	266
23.7	SCADA System	267
23.8	Low Voltage Distribution and Power Lighting System	268
23.9	Adjustment Test	277

23.10	System Integrated Commissioning Test	281
24	Communication	285
24.1	General Requirements	285
24.2	Communication Line	285
24.3	Communication Equipment Installation	291
23.4	System Testing	294
25	Signal	300
25.1	General Requirements	300
25.2	Electrical (Optical) Cable Laying	300
25.3	Installation of Equipment	303
25.4	Lightning Protection and Earthing	312
25.5	System Testing	314
26	Fire Alarm System	318
26.1	General Requirements	318
26.2	Optical Fiber and Cable Route	318
26.3	Installation and Wiring of Equipment	319
26.4	Adjustment Test	320
27	Building Automatic System	324
27.1	General Requirements	324
27.2	Installation and Wiring of Equipment	324
27.3	Adjustment Test	325
28	Integrated Supervision and Control System	327
28.1	General Requirements	327
28.2	Equipment Installation and Wiring	327
28.3	System Testing	329
29	Passenger Information System	336
29.1	General Requirements	336
29.2	Equipment Installation and Wiring	336
29.3	System Testing	337
30	Automatic Fare Collection System	339

30.1	General Requirements	339
30.2	Optical and Electric Cable Routes	339
30.3	Equipment Installation and Wiring	340
30.4	System Testing	341
31	Access Control System	343
31.1	General Requirements	343
31.2	Installation and Wiring of Equipment	343
31.3	Adjustment Test	344
32	Vehicle Base	347
32.1	General Requirements	347
32.2	Check Pit, Repair Platform and Unloading Platform	347
32.3	Process Equipment	348
33	System Commissioning and Trial Running	352
33.1	General Requirements	352
33.2	Interconnected System Testing	358
33.3	System Commissioning	365
33.4	Trial Running	366
	Explanation of Wording in This Standard	370
	List of Quoted Standard	371
	Addition: Explanation of Provisions	(另册)

1 总 则

1.0.1 为加强地下铁道工程施工技术管理，完善施工技术标准，促进技术进步，保证施工质量，做到技术先进、工艺合理、安全可靠、节约资源、保护环境、经济合理，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建、改建地下铁道工程的施工。

1.0.3 本标准为地下铁道工程施工的基本要求，当设计文件对施工有专门要求时，尚应符合设计文件规定。

1.0.4 地下铁道工程施工除应符合本标准规定外，还应符合国家现行有关标准的规定。



资源下载QQ群：61754465

最新资源网盘：www.GuiFan5.com

2 术 语

2.0.1 地下铁道 metro/underground railway/subway

在全封闭的线路上运行的大运量或高运量城市轨道交通方式，线路通常设于地下结构内，也可延伸至地面或高架桥上。简称地铁。

2.0.2 工程自身风险 engineering works risk

因工程结构特点、地质条件或施工活动等影响可能导致工程结构本体受损或可靠度降低的安全风险。

2.0.3 周边环境风险 surrounding environment risk

工程影响范围内的重要管线、建（构）筑物、既有运营轨道交通或铁道、城市高等级道路、桥梁、水体等，因工程施工活动导致工程自身与周边环境相互作用，引发周边环境破坏或受损的安全风险。

2.0.4 风险预警 risk early-warning

在潜在风险事件或其他需要防范的风险发生之前，将现场巡查、监控量测及相关风险征兆向有关部门及单位发出警示，报告风险状况，从而避免事故发生或最大程度降低风险事件所造成的损失的行为。

2.0.5 预警响应 early-warning response

风险预警发布之后，有关部门为应对可能发生的风险事件或需防范的风险而进行的风险分析、评估和论证，并采取控制措施的过程和行为。

2.0.6 车辆轮廓线 vehicle profile

设定车辆所有横断面的包络线。

2.0.7 站内客运设备 passenger transport equipment within the station

车站公共区提供乘客使用的公共交通型自动扶梯和公共交通型自动人行道、无机房和小机房无障碍电梯及轮椅升降机。

2.0.8 站台屏蔽门 platform screen door

设置在站台边缘，将乘客候车区与列车运行区相互隔离，并与列车门相对应、可多级控制开启与关闭滑动门的连续屏障，有全高、半高、密闭与非密闭之分。简称屏蔽门或站台门。

2.0.9 综合接地系统 compound grounding system

综合接地系统是将地下铁道车站及区间的供电、机电、信号、通信等设备系统以及其他电子信息系统、疏散平台、声屏障等需接地的装置通过贯通接地干线连成一体的接地系统。

2.0.10 车载设备 onboard equipment

根据地面信息生成列车速度监控曲线，向列车提供运行控制命令和监控信息的设备，主要由安全计算机、轨道（或线路）信息接收模块和应答器信息传输模块、列车接口单元和运行记录单元等组成。

2.0.11 系统调试 system testing

对单个系统的功能进行的调整、试验和测试等工作。

2.0.12 综合联调 integrated commissioning

在地下铁道工程各专业系统完成调试的基础上进行旨在检验各专业系统间的协调性、统一性的综合调试活动。

2.0.13 冷滑试验 cold slide test

在架空接触网或接触轨无电条件下机械牵引，受电弓或受电靴沿架空接触网或接触轨滑行的试验。

2.0.14 热滑试验 hot slide test

在架空接触网或接触轨系统带电条件下，列车进行带电运行试验。

3 基本规定

3.0.1 工程开工前，施工单位应根据勘察、设计文件进行现场核查，对现场实际情况与勘察、设计文件不相符的应提出文字资料。

3.0.2 工程开工前应按照现行国家标准《地铁工程施工安全评价标准》GB 50715 和《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652 的规定进行施工风险评估并制定安全应急预案。

3.0.3 工程开工前，应根据项目工程的标段划分情况，制定标段工程协调机制，确定总体目标要求，明确协调内容和接口界面。

3.0.4 施工过程中应完整地收集原始数据、资料，并应做好施工记录，工程竣工时应及时提交竣工文件。

3.0.5 施工单位质量保证体系应符合现行国家标准《质量管理体系 基础和术语》GB/T 19000 的规定，并应对工程质量进行全过程控制。

3.0.6 施工单位职业健康和环境保护管理体系应符合现行国家标准《职业健康安全管理体系要求》GB/T 28001 和《环境管理体系 要求及使用指南》GB/T 24001 的规定，并应制定实施性管理计划并加以落实。

3.0.7 施工现场宜设立试验室，负责对混凝土等材料的检验和控制，当土建或设备试验、检验需要对外委托时，受托单位应具有相应的专业资质。

3.0.8 工程测量、监测、试验、检查、测试（调试）所用的设备、仪器、仪表、工具应在计量检定有效期内。

3.0.9 当采用新技术、新工艺、新材料、新设备时，应有认证、鉴定、评估或推广证书方可使用。

3.0.10 施工中如发现文物、古墓等应妥善保护，并应及时报请有关部门处理。

3.0.11 对永久性测量标桩和地质、地震观测桩等应予保护，如需改动，应报相关部门批准。

3.0.12 当采用爆破施工时，应事先编制爆破方案，并应报政府相关部门批准后方可实施。

3.0.13 工程所用的原材料、预制品等应有合格证和出厂质量证明等资料。

3.0.14 施工完成后的土建结构和设备不应侵入限界。

3.0.15 设备安装的环境温度、湿度等应符合设计文件要求或经设计单位认可的设备技术文件的要求。

3.0.16 结构、轨道、供电、金属管线、车辆基地的杂散电流防护措施应符合现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49 的规定。

3.0.17 人防工程施工应符合下列规定：

- 1 人防门框的安装位置、高程等应与结构设计文件一致；
- 2 人防段结构内的预埋件和预留孔洞的位置、数量、标高、做法等应符合各专业设计文件要求；
- 3 人防段土建结构宜在人防门框安装后，绑扎门框墙钢筋，门框和门框墙钢筋、预埋件、吊环验收合格后方可支立模板和浇筑混凝土；
- 4 人防工程的施工应符合现行国家标准《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134 的规定；
- 5 区间人防结构施工前应完成贯通测量和调线工作。

3.0.18 设备进场验收应符合下列规定：

- 1 设备应有合格证，实行安全认证制度的系统应有安全认证标志或文件；
- 2 应保证外观完好，产品应无损伤、变形、瑕疵和锈蚀；
- 3 设备及配件进入施工现场应有清单、使用说明书、质量合格证明文件、国家法定质检机构的检验报告等文件；

4 进口产品应提供原产地证明、商检证明，配套的质量合格证明、检测报告及安装、使用及维护说明书，文件应为中文文本或附中文译文。



资源下载QQ群：61754465

最新资源网盘：www.GuiFan5.com

4 施 工 准 备

4.1 一 般 规 定

4.1.1 施工前应熟悉设计文件，领会设计单位意图，应完成现场调查和设计文件核对、会审、交底工作。

4.1.2 施工前应编制施工组织设计，重点部位、难点部位和专项工程应分别编制施工方案。

4.1.3 施工单位在施工前应对风险工程进行再分析与评价，并应编制危险性较大的分部或分项工程安全专项施工方案。

4.2 前期调查与专项工作

4.2.1 前期调查工作应包括下列内容：

1 地理环境、气象资料、交通要求、地下空洞、文物、古墓、居民点的社会状况和民风民俗；

2 施工运输道路、水源、供电、征地拆迁、取土场地、弃渣场地及容纳能力等状况；

3 施工场地及周边的道路、桥梁、建（构）筑物、地下地上管线等周边环境核查；

4 对工程施工直接或间接影响的其他问题。

4.2.2 为工程本体施工需开展的专项工作应包括下列内容：

1 施工临时占地、围挡实施及恢复；

2 园林树木的伐移；

3 既有轨道交通线、铁路的保护，管线的改移和保护，地上、地下建（构）筑物的保护；

4 施工所需临时占用道路的交通导改。

4.3 技 术

4.3.1 施工组织设计与施工方案编制应符合下列规定：

- 1 施工组织设计编制应符合施工安全、工程质量、工程进度和环保要求，并经审批后方可组织实施；
- 2 分部、分项工程施工方案编制应与施工组织设计相一致；
- 3 测量、监测、试验、临时用水用电方案编制应与施工组织设计相一致。

4.3.2 测量工作交桩后，施工单位应组织复验。复验合格后应布设测量加密控制点。

4.3.3 设计交底与图纸会审应包括下列内容：

- 1 施工单位应先进行设计文件审核，并应在会审中提出审核意见；
- 2 建设单位应组织设计、监理、施工单位参加设计交底，并进行图纸会审，形成设计交底与图纸会审记录；
- 3 建设单位应组织勘测、设计、监理与施工单位进行勘察交底，并形成勘察交底记录。

4.3.4 施工技术交底应符合下列规定：

- 1 施工技术交底应覆盖所有参加施工人员；
- 2 施工技术交底应形成书面记录。

4.4 施 工 现 场

4.4.1 现场场地布置应包括下列内容：

- 1 办公、生产、生活用房（棚）搭设；
- 2 材料存放场地和加工场地，构件及设备存放场地布设；
- 3 施工道路引入与场内道路的布置；
- 4 施工用水的引入与生产、生活用水和消防设施的布置；
- 5 施工用电的引入与生产、生活用电的布置；
- 6 施工排水设施与排水系统布置；
- 7 安保、环保设施的建设。

4.4.2 施工现场场地应结合不同施工阶段的要求与特点，分期布置。

4.5 施 工 机 械

4.5.1 施工机械配置应符合下列规定：

- 1 施工机械数量、进场时间应符合工期要求；
- 2 施工机械应符合施工安全使用要求；
- 3 施工机械的配置应提高施工效率。

4.5.2 施工机械进场后应对机械进行检查，大型专用设备还应在进场前进行适应性评价。

4.6 材 料

4.6.1 应根据设计文件和施工组织设计编制材料、构配件进场计划。

4.6.2 材料、构配件进场后应进行检验、建立台账、分类存储与标识。

4.7 劳 动 力

4.7.1 劳动力应根据施工组织设计，分阶段、分专业和工种进行人员配置。

4.7.2 劳动力安排宜按照工序进行班组划分，形成专业化作业班组管理模式。

4.7.3 劳动力进场后应进行技能和安全岗前培训。

5 安全风险控制

5.1 一般规定

5.1.1 安全风险控制应包括工程自身风险控制和周边环境风险控制。

5.1.2 各参建单位应建立健全安全风险管理体系。

5.1.3 施工准备阶段应完成工程安全风险评估，并应列出风险因素清单。

5.1.4 施工过程中应进行动态风险评估。

5.1.5 安全风险控制信息传输应采用网络化信息平台，并应符合共享、可视和可存储的要求。

5.1.6 安全风险管理应符合现行国家标准《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652 的规定。

5.2 施工准备阶段安全风险评估

5.2.1 施工单位应依据岩土工程勘察报告、环境条件、施工图设计文件和补充调查资料进行安全风险评估。

5.2.2 施工图设计阶段应列出风险因素清单，并应完成Ⅱ级及以上工程风险评估报告和专项设计文件。

5.2.3 施工单位应对Ⅱ级及以上工程风险，编制对应的分部或分项工程专项安全施工方案和监控量测方案，并应进行专家评审或论证。

5.2.4 各参建单位宜将风险因素清单、风险评估报告、专项安全施工方案和监控量测方案在开工前传输到信息平台。

5.3 施工过程安全风险控制

5.3.1 施工过程中应对工程自身风险和周边环境风险进行排查、

监测、现场巡视，并应根据排查、监测、现场巡视结果进行动态风险分析、评估和预警。

5.3.2 施工过程中应对作业面进行远程视频监控，宜对施工现场 100%覆盖。

5.3.3 矿山法开挖过程中应对掌子面的实际地层状况进行记录。当工程地质和水文地质与岩土工程勘察报告出现较大偏差时，应根据实际工程地质情况重新进行安全风险评估。

5.3.4 当工程设计文件、施工方案发生变更，或周边环境发生较大变化时，应及时按变更后的工程自身风险和周边环境风险进行再评估。

5.3.5 参建各方应根据监测数据，分析测点累计变化值和变化速率，绘制累计变化值随时间的变化曲线，预测监测数据发展趋势。应结合现场巡视状况，对工程自身风险、地质水文风险和周边环境风险进行动态风险评估，判定工程安全风险状态，适时发布风险预警。

5.3.6 施工过程工程安全风险预警类型应分为监测预警、巡视预警和综合预警。监测预警、巡视预警和综合预警等级由低到高宜分为三级，分别为黄色、橙色和红色。综合预警应依据监测数据和现场巡视综合确定。

5.3.7 当风险达到预警标准时，安全风险监控信息平台应向参建各方发布预警信息。

5.3.8 应按照风险预警等级分级响应，预警首次响应行动应符合下列时限要求：

- 1 发生监测预警或巡视预警，应在 24h 内对预警做出响应；
- 2 发生黄色综合预警，应在 12h 内做出响应；发生橙色综合预警，应在 6h 内做出响应；发生红色综合预警，应在 2h 内做出响应。

5.3.9 参建各方预警响应符合下列规定：

- 1 应收集和整理巡视记录及监测数据，分析监测数据发展趋势；

2 预警期间应增加风险巡视和加密监测频率；

3 预警期间应开展动态风险评估，当监测数据和现场巡视综合评估判定警情进一步扩大时，应提高预警级别，直至消除预警；

4 当现场已发生险情或安全事故时，施工单位应立即启动突发安全事故应急预案进行抢险或施救，并应同时报其他参建单位和政府主管部门。

5.3.10 工程竣工前，宜对Ⅱ级及以上的周边环境风险进行检测或状态评估，当评估认为施工对周边环境造成的不良影响存在安全隐患时，应进行处理。

5.3.11 施工阶段应根据工程特点和施工可能引发的工程安全事故，每年至少应开展一次相应的突发事件应急演练。

5.4 安全风险控制文件编制

5.4.1 安全风险控制文件应包括下列内容：

1 施工安全风险评估报告，风险清单与重大工程风险专项评估报告；

2 风险等级为Ⅱ级及以上的分部或分项工程安全专项施工方案及专家评审意见；

3 监控量测方案及监测总结、应急预案和突发事件应急演练方案及总结；

4 预警响应记录及重大安全事件处置记录。

5.4.2 监测总结和重大安全事件处置记录应作为工程竣工验收交付文件。

6 施 工 测 量

6.1 一 般 规 定

6.1.1 施工测量应分级进行复核，复核内容应包括测量数据计算复核、控制成果复核、自身测量成果复核。

6.1.2 施工测量方案应根据工程特点、采用的施工工法、施工工艺及工程周边环境进行编写。

6.1.3 控制测量、关键工序和重要设备安装应在测量放线复测后，方可进行下一道工序施工。

6.1.4 施工期间应对地面和地下各等级测量控制点进行保护，并应及时恢复被破坏的测量控制点。

6.1.5 施工测量应采用中误差作为测量精度的标准，并应以二倍中误差作为极限误差。

6.1.6 控制测量、贯通测量、铺轨施工测量使用全站仪的测角精度不应低于 $1''$ ，测距精度不应低于 $1+1\times 10^{-6}\times D\text{mm}$ ；水准仪的精度不应低于 1mm/km ；其他施工测量使用全站仪的测角精度不宜低于 $2''$ ，测距精度不宜低于 $2+2\times 10^{-6}\times D\text{mm}$ ，经纬仪精度不宜低于 $J2$ ，水准仪精度不宜低于 $S3$ 。

6.1.7 施工测量应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 的规定。

6.2 控 制 测 量

6.2.1 地下铁道工程应布设专用平面和高程控制网，施工单位接桩后应对控制网进行复核，复核应符合原网网形及精度要求。

6.2.2 平面控制网点位不符合施工要求时，宜利用卫星定位控制点或精密导线点测设加密平面控制网，加密控制网测量主要技术要求应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 加密控制网测量主要技术要求

闭合环或 附合导线 总长度 (km)	平均 边长 (m)	每边测距 中误差 (mm)	测角中 误差 (")	方位角 闭合差 (")	全长相 对闭合差	相邻点相 对点位 中误差 (mm)
3~4	350	±3	±2.5	±5√n	1/35000	±8

6.2.3 高程控制网点位不符合施工要求时，宜利用轨道交通一等水准点或轨道交通二等水准点测设加密高程网，加密高程网测量主要技术要求应符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 加密高程网测量主要技术要求

每千米高差 中数中误差 (mm)		闭合环线 或附合水 准线路 最大长度 (km)	水准仪 等级	水准尺	观测次数		往返测较差、 附合线路或 环线闭合差 (mm)
偶然中 误差 m_{Δ}	全中 误差 m_w				与已知 点联测	附合路线 或环线	
±2	±4	2~4	DS _I	钢瓦尺或 条码尺	往返测 各一次	往返测 各一次	±8√L

注：L 为往返测段、附合或环线的路线长（以 km 计）。

6.2.4 加密控制点应埋设标志，并应避开施工变形区域。

6.3 联 系 测 量

6.3.1 联系测量应包括地面近井导线测量和近井高程测量、竖井定向测量和高程传递测量、地下近井导线测量和近井高程测量。

6.3.2 地面近井导线和近井高程路线应采用附合导线或闭合导线、附合水准、闭合水准路线形式，技术标准应符合本标准要求

6.2.2 和表 6.2.3 的规定。

6.3.3 定向测量应符合下列规定：

- 1 一井定向法（联系三角形法）测量方法应符合下列规定：
 - 1) 同一竖井内应悬挂两根钢丝与近井点组成联系三角形，每次定向应独立观测三次，取三次观测平均值作为定向成果；
 - 2) 联系三角形图形应满足的要求：近井点与两根钢丝宜形成直伸三角形，三角形锐角宜小于 1° ；竖井中悬挂钢丝间的距离应尽可能长；近井点至悬挂钢丝最短距离与钢丝间距比值宜小于 1.5；
 - 3) 角度观测应采用方向观测法观测六测回，测角中误差应为 $\pm 2.5''$ ；
 - 4) 仪器至钢丝间距可采用钢尺量测或粘贴反射片测量，地上与地下量测的钢丝间距较差应小于 2mm。
- 2 两井定向法测量应在车站基坑或两个竖井中悬挂钢丝，也可采用铅垂仪代替钢丝，形成无定向导线。
- 3 陀螺经纬仪和铅垂仪（钢丝）组合法应符合下列规定：
 - 1) 应采用“地面已知边→地下定向边→地面已知边”的测量程序；地面已知边、地下定向边的陀螺方位角测量每次应测三测回；
 - 2) 地下定向边边长应大于 60m；
 - 3) 同一边应定向三次，每次三测回，测回间陀螺方位角较差应小于 $20''$ ，三次定向陀螺方位角较差应小于 $12''$ ，三次定向陀螺方位角平均值中误差应为 $\pm 8''$ 。
- 4 投点定向法应符合下列规定：
 - 1) 采用钢丝或铅垂仪利用施工竖井或钻孔投点测量时，投测的两点应相互通视，其间距应大于 60m；
 - 2) 架设钢丝或铅垂仪投点时，应独立测量三次。
- 5 导线直接传递法应符合下列规定：
 - 1) 宜采用具有双轴补偿的全站仪，无双轴补偿时应进行

竖轴倾斜改正；

2) 垂直角应小于 30° ；

3) 导线直接传递测量应独立测量两次。

6.3.4 高程传递测量可采用悬挂钢尺法、光电测距三角高程法、水准测量法。

1 悬挂钢尺法应符合下列规定：

1) 高程传递测量时地上、地下的两台水准仪应同时读数；

2) 传递高程时独立观测 3 次，高差较差应小于 3mm；

3) 高差应进行温度、尺长改正。

2 光电测距三角高程法应从车站基坑或区间盾构井、轨排井进行传递，若传递测量垂直角大于 30° 时，中间宜利用施工平台作为转点再向下传递。

3 水准测量法宜通过明挖基坑或暗挖竖井、盾构井布设水准线路将高程由地面导入车站或区间隧道内。

6.3.5 明挖车站或施工竖井口宽度大于 5m 时，可采用任意设站导线网进行坐标和高程的同步传递测量，传递时在地面应布设不少于 3 个具有强制对中标志的三维近井控制点，地下隧道内应布设不少于 3 个可形成任意设站导线网测量路线的强制对中标志。

6.3.6 隧道贯通前的联系测量不应少于三次，宜在隧道掘进到约 100m、300m 以及距贯通面 100m~200m 时分别进行一次。当各次地下起始边方位角较差小于 $12''$ 时，宜取各次测量成果的平均值作为后续测量的起算数据指导隧道贯通。

6.3.7 区间隧道单向贯通距离大于 1500m 的轴线和高程控制测量，应增加联系测量次数或采用两井定向、区间钻孔投点、加测陀螺定向边方法。

6.3.8 定向测量的地下定向边不应少于 2 条，传递高程的地下近井高程点不应少于 2 个，作业前应对地下定向边之间和高程点之间的几何关系进行检核。

6.4 明挖法施工测量

6.4.1 明挖法施工测量应包括明挖车站、明挖区间隧道、明挖竖井和盾构井的测量，具体内容应包括地下管线改移、围护结构、基坑开挖、主体结构、内部结构及建筑装饰施工的测量工作。

6.4.2 明挖法施工测量中误差应符合下列规定：

- 1 线路中心线平面测量定位中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 2 结构轴线、结构内侧线应以线路中心线为依据，平面测量定位中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 3 围护桩中心或连续墙中心轴线、格构柱中心的平面测量定位中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 4 基坑放坡上口开挖边线应以线路中心线为依据，平面测量定位中误差应为 $\pm 7.5\text{mm}$ ；
- 5 标高测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

6.4.3 施工前应根据设计文件、既有建（构）筑物和管线的竣工测量成果、现场调查资料，将明挖法结构施工影响区域内的既有建（构）筑物和管线的平面位置在地面上测设出来。

6.4.4 敞口放坡基坑开挖时应测设边坡线和边坡坡度。

6.4.5 宜采用导线直接传递方法及悬挂钢尺法将地面坐标和高程导入车站及区间隧道基坑底面，并应以此为依据测设区间隧道内施工控制点。

6.4.6 结构施工应按设计文件要求，放样边墙内侧线、中墙轴线、独立柱中心点、梁轴线、板底和板顶标高线。

6.4.7 结构完成后应进行结构断面净空测量，测量宜采用坐标解析或三维激光扫描法。

6.5 盖挖法施工测量

6.5.1 盖挖法施工测量应包括盖挖法车站和盖挖法区间测量，具体内容应包括地下管线改移、围护结构、基坑开挖、主体结

构、内部结构及建筑装饰的施工测量工作。

6.5.2 盖挖法施工测量中误差应符合下列规定：

- 1 钢管柱中心平面测量定位中误差应为 $\pm 1.5\text{mm}$ ；
- 2 其他误差应符合本标准第 6.4.2 条的规定。

6.5.3 盖挖法施工平面测量宜采用内控法。盖挖逆作法地面应预留内控投点孔，并应用激光铅垂仪逐层向下投点，作为坐标控制点，进行平面放线测量；盖挖顺作法应在基坑底使用激光铅垂仪向下将控制点投到底板垫层上及地下各层，作为坐标控制点，进行平面放线测量。

6.5.4 盖挖法高程测量宜采用悬挂钢尺法将高程导入结构底面及各层，作为水准点，进行标高测量。

6.6 矿山法施工测量

6.6.1 矿山法施工测量应包括矿山法车站和矿山法隧道的测量。

6.6.2 矿山法施工测量中误差应符合下列规定：

- 1 线路中心线平面测量定位中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 2 结构轴线、结构内侧线应以线路中心线为依据，平面测量定位中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 3 标高抄测高程测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

6.6.3 暗挖竖井完工后应进行联系测量，并应符合本标准第 6.3 节的规定。

6.6.4 矿山法施工测量应根据施工方法，宜在各层、各导洞内内分别测设临时施工控制导线和高程点。施工测量中误差应符合本标准第 6.6.2 条的规定。

6.6.5 车站开挖，各层、各导洞间宜进行控制点联测，并应符合下列规定：

- 1 采用柱洞法和洞桩法施工时，应利用施工导线测设开挖壁、桩、柱的位置；
- 2 各层导洞掘进完成后应进行上、下层线路中线的调整，并标定出隧道下层底板上的左右线线路中线点和其他特征点；

3 导洞内边桩中心坐标测量中误差应为 $\pm 2.5\text{mm}$ ，钢管柱中心坐标测量中误差应为 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

6.6.6 区间隧道开挖各层、各导洞间宜进行控制点联测，并应符合下列规定：

1 应测设隧道结构中线和高程控制线，每掘进 $30\text{m}\sim 50\text{m}$ 应重新标定中线和高程控制线；

2 导洞利用激光指向仪导向掘进时，激光指向仪应随掘进方向移站，并应及时复验其位置的正确性和校正激光束；

3 随着隧道的延伸，应建立地下平面控制点和高程控制点，施工导线边数不应超过 3 条，总长不应超过 180m ；施工高程测量应采用水准测量方法，水准点宜每 50m 设置一个。

6.6.7 区间隧道与相邻车站贯通后，应进行贯通测量，并应用贯通后的成果指导二衬施工及结构横断面净空测量。

6.6.8 在区间隧道未贯通前需要进行二衬施工时，应采取增加控制点测量次数、钻孔投点或加测陀螺定向方法进行中线和高程控制，并宜预留不小于 150m 长度的区间隧道作为贯通误差调整段。预留段贯通后，应以平差后的控制点为依据进行二衬施工测量。

6.6.9 二衬结构施工测量应以贯通测量平差后的地下控制点进行施测，中线点坐标及标高测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

6.7 盾构法施工测量

6.7.1 盾构法施工测量应包括盾构始发、掘进、接收的测量。

6.7.2 盾构法施工测量中误差应符合下列规定：

1 盾构始发基座定位、反力架定位、施工导线点等平面坐标测量中误差应为 $\pm 2.5\text{mm}$ 。

2 盾构始发基座轴线、反力架轴线、联络通道轴线等平面定线测量中误差应为 $\pm 2.5\text{mm}$ 。

3 高程测量中误差应为 $\pm 2.5\text{mm}$ ；

4 盾构机初始姿态测量应符合下列规定：

1) 盾构机标志点的坐标、高程测量不应少于 2 次，标志

点坐标、高程测量中误差应为 $\pm 1.5\text{mm}$;

- 2) 应根据各次测量平均数值计算横向偏差、竖向偏差、俯仰角、方位角、滚转角及切口里程。

5 自动导向系统移站应测量自动导向系统测站点、后视点三维坐标,测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

6 衬砌环姿态测量应测量衬砌环中心坐标、底部高程、水平直径、垂直直径,测量中误差中心坐标应为 $\pm 5\text{mm}$ 、底部高程应为 $\pm 1.5\text{mm}$,直径应为 $\pm 2.5\text{mm}$ 。

7 盾构机掘进姿态复核应测量盾构机标志点三维坐标,测量中误差应为 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

6.7.3 盾构井的施工测量应符合本标准第 6.4 节的规定。

6.7.4 盾构法施工隧道始发钢环和接收钢环安装测量宜采取下列方法:

1 由竖井始发时,应利用联系测量将地面坐标和高程导入竖井底部为基准,控制钢环安装;

2 由车站端部始发时,宜利用车站内的平面和高程控制点控制钢环安装。

6.7.5 盾构基座安装测量控制应符合下列规定:

1 应采用极坐标法将盾构基座中心轴线测设在井壁或固定的物体上;

2 根据基座设计文件规定的里程,应将垂直于基座前端、中端和后端的中心轴线的法线分别测设在井壁或固定的物体上;

3 应在基座前端、中间和后端的中心轴线两侧的井壁或固定物体上标定同一高程的水平线;

4 应按标定数据进行盾构基座定位,安装完成后应对基座安装位置进行复验,其结果应符合本标准第 6.7.2 条的规定。

6.7.6 反力架宜采用三维坐标法进行测量控制,安装后应对其设计文件规定的中心的垂直和水平方向上的上、下、左、右位置进行复测。

6.7.7 盾构机拼装后应进行初始姿态测量,掘进过程中应进行

实时姿态测量。盾构机姿态测量应包括平面偏差、高程偏差、俯仰角、方位角、旋转角及切口里程。

6.7.8 盾构机姿态测量应利用盾构机配置的导向系统实时测量，并应采用人工测量方法对导向系统测量成果进行检核，其结果应符合本标准第 6.7.2 条的规定。

6.7.9 盾构掘进过程中应布设临时导线，临时导线宜布设在隧道上方，采用吊篮形式布设，应随盾构机掘进方向延伸。

6.7.10 衬砌环安装完成后，应进行衬砌环平面坐标和高程测量，并应符合下列规定：

- 1 宜在盾构机姿态测量的同时进行环片姿态测量；
- 2 环片测量内容应包括环片中心、底部高程和前沿里程，并应用报表形式提供测量成果；
- 3 测量中误差应为 $\pm 1.5\text{mm}$ ；
- 4 盾构正常掘进时衬砌环测量频率应为 1 次/20 环，且每天不应少于 1 次；

5 衬砌环平面坐标和高程实测值与设计文件规定值偏差超过 $\pm 30\text{mm}$ 时，宜分析偏差产生原因，进行纠偏处理。

6.7.11 盾构区间联络通道的施工测量应符合本标准第 6.4 节和第 6.5 节的规定。

6.8 高架结构、地面线施工测量

6.8.1 施工测量中误差应符合下列规定：

- 1 桩中心、承台中心及角点、墩柱中心、支座中心及角点、中线桩、边桩等平面定位坐标测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 2 承台、墩柱、梁、线路中线等平面控制轴线定线测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 3 标高抄测高程测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

I 高架结构施工测量

6.8.2 高架结构施工测量应包括高架区间及高架车站基础、柱

(墩)、支座、横梁及纵梁、上部结构。

6.8.3 高架区间及高架车站基础部分施工测量应符合本标准第 6.4 节的规定。

6.8.4 柱、墩施工完成后，应测定柱、墩顶帽中心坐标和高程，并埋设中心坐标点、高程标志。标志中心坐标测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ ，高程测量中误差应为 $\pm 2.5\text{mm}$ 。

6.8.5 支座安装前应对支座垫石的平面位置及顶面高程进行测量。方形支座垫石宜测量四个角点坐标，圆形支座垫石宜测量中心点坐标，平面测量中误差应为 $\pm 2.5\text{mm}$ ；支座垫石顶面高程宜采用水准测量方法，测量中误差应为 $\pm 2.5\text{mm}$ 。

6.8.6 高架桥及高架车站施工完成后应按设计文件要求进行建筑限界测量。

II 地面线施工测量

6.8.7 地面线测量应包括定线测量、路基测量。

6.8.8 定线测量应采用全站仪极坐标法和卫星定位 RTK 法测设线路中线桩，线路中线桩应包括百米桩和平、竖曲线加桩。

6.8.9 路基测量应符合下列规定：

1 路基中线桩测量间距应小于 20m，并应在线路百米桩、曲线控制桩、线路纵横向地形变化大于 20cm 处、桥头、隧道出入口、构筑物起终点处加测中线桩；

2 路基边沟和边坡天沟起止点、变坡点应进行平面测量和高程测量。

6.8.10 路基施工完成后应对路基轴线、宽度及地面建筑限界进行测量。

6.8.11 路基横断面测量应符合下列规定：

1 断面间距直线段宜为 50m，曲线段宜为 20m；

2 路基放线宽度不应小于设计文件规定的宽度，边沟或天沟深度和宽度与设计文件规定值较差应分别小于 5cm，路堤护道宽不应小于设计文件规定的宽度。

6.8.12 地面建筑限界测量应根据车站或区间、直线或曲线段的设计文件要求分别进行限界断面测量，并应符合下列规定：

1 区间断面间距直线段宜为 12m，曲线段宜为 10m；断面上限界点位置应由设计单位确定；

2 车站站台侧的限界点位置应包括站台面与轨面的高度、站台沿与轨道中心线的距离、站台屏蔽门与站台边缘或轨道中心线的距离；

3 限界点里程测量中误差应为 $\pm 50\text{mm}$ ，与线路中线距离的测量中误差应为 $\pm 10\text{mm}$ ，高程的测量中误差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。

6.8.13 涵洞和挡墙施工应测量基坑开挖的位置、尺寸、高程及结构两侧原地面标高，并应定出基坑开挖范围。应以轴线为基准，测设其他部分的位置。

6.9 车辆基地施工测量

6.9.1 车辆基地施工测量应包括平面控制网测量、高程控制网测量、场地测量、建筑物结构定位放线测量、基地内轨道线路测量。

6.9.2 施工测量中误差应符合下列规定：

1 各栋号结构角点、柱中心等平面点位坐标测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；

2 各栋号结构平面控制轴线定线测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；

3 高程测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

6.9.3 车辆基地施工测量应布设施工平面控制网和高程控制网，控制网测量技术要求应符合本标准第 6.2.2 条和表 6.2.3 的要求。

6.9.4 施工场地测量应包括场地高程、施工道路、临时管线敷设、临时建筑及场地布置的测量，并应符合下列规定：

1 应先布设平面和高程控制网；

2 场地高程测量应根据设计文件及施工方案的要求进行，宜采用方格网法，方格网边长在平坦场区宜为 $20\text{m} \times 20\text{m}$ ，地形起伏场区宜为 $10\text{m} \times 10\text{m}$ ；

3 施工道路、临时管线与临时建筑等的位置，应利用场区测量控制点，根据施工现场总平面图，采用极坐标等方法进行施工放样。

6.9.5 车辆基地的建（构）筑物的控制测量、细部点放样测量应符合本标准第 6.4 节的规定。

6.9.6 车辆基地内的出入段线、车场线及地面联络线施工测量，应符合本标准第 6.4 节～第 6.8 节的规定。

6.10 贯通测量

6.10.1 贯通测量应包括贯通点平面坐标测量、贯通点高程测量。

6.10.2 贯通测量中误差应符合下列规定：

1 平面测量中误差应为 $\pm 2.5\text{mm}$ ；

2 高程测量中误差应为 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

6.10.3 区间隧道贯通后应进行贯通测量，测量主要内容应包括隧道的纵、横向和高程贯通测量。

6.10.4 贯通测量应在贯通面设置贯通点，利用贯通面两侧的平面和高程控制点对测量平差后的施工平面、高程控制点进行观测。

6.10.5 区间隧道的纵向、横向贯通误差，可根据两侧控制点测定的贯通点坐标闭合差计算确定，也可利用贯通面两侧中线延伸至贯通面上同一里程处各自临时点的间距确定。

6.10.6 区间隧道高程贯通误差应由贯通面两侧高程控制点测定贯通点的高程较差确定。

6.11 隧道断面测量

6.11.1 隧道断面测量应包括车站轨行区、区间隧道结构横断面和底板纵断面测量。

6.11.2 施工过程中断面测量应符合下列规定：

1 矿山法隧道初衬施工完成后宜用隧道内施工控制点进行断面测量；

2 盾构法隧道衬砌环施工完成注浆后应进行衬砌环姿态测量。

6.11.3 结构完成后的断面测量应以贯通测量平差后的平面、高程控制点为依据进行，并应符合下列规定：

1 区间断面测量应根据断面形式确定建筑限界控制点或由设计单位指定断面测量位置；

2 车站应测量站台面与轨面的高度、站台边缘与轨道中心线的距离。

6.11.4 断面测量直线段宜每隔 10m、曲线段宜每隔 5m 测设一个断面，结构断面变化处和曲线要素点处应加测断面。断面测量可采用全站仪三维坐标法、断面仪法、三维激光扫描法等方法进行测量。

6.11.5 断面测量完成后应提交断面测量成果进行存档。

6.12 铺 轨 测 量

6.12.1 铺轨测量应包括轨道平面和高程控制测量、基标测量，并应在贯通误差和建筑限界测量符合设计文件要求后进行。

6.12.2 铺轨测量宜采用铺轨基标测量或任意设站导线网测量方法。

6.12.3 铺轨基标应分两级测设，一级为控制基标，二级为加密基标。铺轨基标的标志见图 6.12.3。

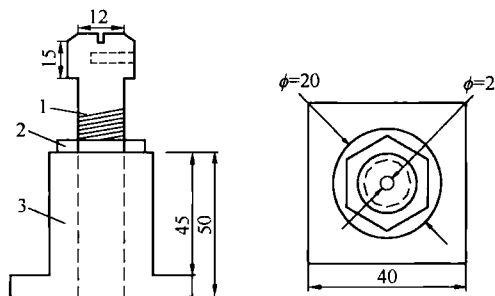


图 6.12.3 铺轨基标标志图（单位：mm）

1—M10×1.5 螺栓；2—螺母；3—基座

6.12.4 铺轨基标宜设置在线路中线上或线路中线的一侧。

6.12.5 直线段每 120m 应埋设一个控制基标；曲线段每 60m 应设置一个控制基标，曲线要素点应增设控制基标，每座车站不宜少于 2 个控制基标。控制基标测量应符合下列规定：

1 控制基标测设宜采用极坐标方法放样平面位置，水准测量方法测量其初始高程；

2 控制基标初始放样完成后，应采用附和导线和附和水准线路二次复测平面位置与高程，并应根据测量结果进行点位的归化改正；测量精度应符合本标准表 6.2.2 和表 6.2.3 的要求；

3 归化改正后直线段控制基标间夹角与 180° 较差应小于 $8''$ ，控制基标间实测距离与设计文件规定的距离较差应小于 10mm；

4 曲线段控制基标间夹角与设计文件规定值较差计算出线路的横向偏差应小于 2mm，弦长测量值与设计文件规定值较差应小于 5mm；

5 归化改正后的基标高程实测值与设计文件规定值较差应小于 2mm。

6.12.6 加密基标测量应符合下列规定：

1 加密基标在线路直线段应每 6m、曲线段应每 5m 设置一个；

2 直线段加密基标应依据相邻控制基标测量，平面应采用极坐标法或量距法、高程应采用水准测量方法，逐一测定直线加密基标的位置和高程；

3 曲线段加密基标应依据曲线上的控制基标，平面应采用极坐标法或偏角法、高程应采用水准测量方法，逐一测定曲线加密基标的位置和高程；

4 加密基标平面位置和高程测量误差应符合下列规定：

1) 相邻基标间纵向距离与设计文件规定距离较差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；

2) 加密基标横向偏离两控制基标间方向线距离应为 $\pm 2\text{mm}$ ；

3) 相邻加密基标实测高差与设计文件规定高差较差应为 $\pm 1\text{mm}$, 每个加密基标的实测高程与设计文件规定高程较差应为 $\pm 2\text{mm}$ 。

6.12.7 任意设站导线网控制点沿线路宜成对布设, 各对控制点间距宜为 $30\text{m}\sim 60\text{m}$, 应分别埋设于地下隧道侧墙上、站台廊檐侧面、高架桥面两侧结构、地面段接触网杆内侧等位置。

6.12.8 任意设站导线网平面测量宜按图 6.12.8 所示观测路线进行。每个测站观测不宜少于 4 对控制点, 其中重复观测控制点不宜少于 3 对。任意测站间距宜为 $30\text{m}\sim 60\text{m}$, 任意测站到控制点的最远观测距离不宜大于 120m , 每个控制点应有 3 个任意测站的方向和距离观测值。

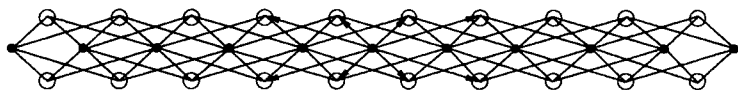


图 6.12.8 任意设站导线网平面测量示意

6.12.9 任意设站导线网控制点高程测量在高架段和敞开段的水准测量应符合《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 中二等水准测量技术要求的规定, 应按图 6.12.9-1 矩形环单程水准测量网进行观测, 并构成图 6.12.9-2 所示矩形环单程水准测量闭合环, 闭合环闭合差应为 $\pm 1\text{mm}$ 。在地下隧道段, 宜采用自由测站三角高程测量方法, 应与平面测量同时进行。

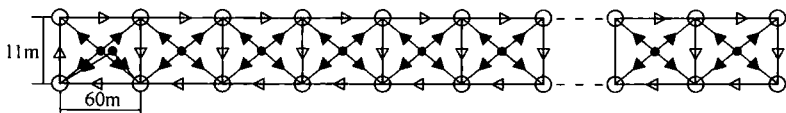


图 6.12.9-1 矩形环单程水准测量观测示意

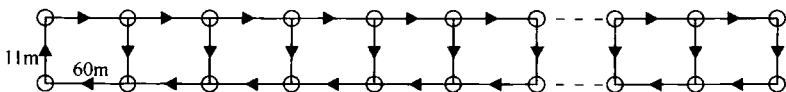


图 6.12.9-2 矩形环单程水准测量闭合环示意

6.13 设备安装测量

6.13.1 设备安装测量应包括接触轨或接触网、隔断门、站台屏蔽门、行车信号、线路标志的安装测量。

6.13.2 设备安装测量前，宜测设设备安装控制线。车站宜测设50cm线，区间宜测设1m线。

6.13.3 接触轨或接触网的放样，平面宜采用极坐标方法或任意设站多点后方交会法，高程宜采用水准测量或任意设站三角高程方法，并应符合下列规定：

1 接触轨应以相邻走行轨内缘为依据进行底座和轨条安装测量；

2 隧道外接触网安装测量应包括支柱、硬横跨钢梁、软横跨钢梁和定位装置的安装定位测量；隧道内接触网安装测量应包括支撑结构的底座、定位臂、弹性支撑以及接触悬挂的安装定位测量。

6.13.4 隔断门安装测量应在隧道贯通及二衬结构施工完成后进行，应包括隔断门导轨支撑基础平面、高程及中心位置、轴线及高程施工测量。

6.13.5 站台屏蔽门安装测量宜采用极坐标法放样测量。

6.13.6 疏散平台安装测量应包括支架和平台的安装测量。支架中心间距测量中误差应为 $\pm 2.5\text{mm}$ ，纵向高度测量中误差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；平台铺设后，其边缘与轨道中线的距离允许偏差应为 $-10\text{mm}\sim +30\text{mm}$ 。

6.13.7 行车信号安装测量应包括自动闭塞的信号灯支架和停车线标志的放样。

6.13.8 线路标志安装测量应包括线路的千米标、百米标、坡度标、竖曲线标、曲线元素标志、曲线要素标志和道岔警冲标位置的放样。

6.14 竣工测量

6.14.1 竣工测量应包括线路轨道竣工测量、区间结构竣工测

量、车站及其附属建筑结构竣工测量、线路沿线设备竣工测量和地下管线竣工测量。

6.14.2 竣工测量方法和精度指标应与施工过程中的测量相同。竣工测量资料应与施工过程的测量资料进行比较，偏差在允许范围内的过程测量资料应作为竣工测量成果，偏差超出允许范围内的应按实测资料编绘竣工测量成果。

6.14.3 轨道竣工测量应在轨道完工并锁定后进行，并应以铺轨控制点为基准测量轨道几何形位。

6.14.4 区间结构竣工测量应以贯通测量成果进行隧道横断面净空测量。断面间距、断面测点位置、数量应根据区间结构形式确定。

6.14.5 车站主体与附属建筑结构竣工测量应根据批复的规划许可证要求，测量各建筑结构的平面位置、高程、结构尺寸以及控制角点与相邻建筑的距离。

6.14.6 线路沿线设备竣工测量应包括接触轨或接触网、风机以及行车信号与线路标志设备测量。

6.14.7 地下管线竣工测量应包括施工拆迁、改移、复原的现有管线和新建管线。

6.14.8 竣工测量完成后应提交竣工测量成果资料。

7 地下水控制

7.1 一般规定

7.1.1 地下水控制应符合下列规定：

- 1 应满足工程正常施工需要；
- 2 不得对工程周边环境造成危害；
- 3 降水工程应进行专项设计，并应编制专项施工方案；
- 4 应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027、现行行业标准《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

7.1.2 地下水控制施工前应做好下列工作：

- 1 应收集基坑、隧道工程的平、纵剖面图及地下水控制、开挖与围（支）护设计文件、土建结构施工方案，明确地下水控制范围、深度及工程环境要求；
- 2 应掌握地下水控制施工场地内的障碍物、管线分布情况，收集影响区域内的地上（下）建（构）筑物、管线等周边环境资料；
- 3 应收集场地及临近区域的水文地质、工程地质等资料及当地地下水控制工程经验；
- 4 应调查地下水控制施工所需的现场条件。

7.1.3 降水施工方案应符合下列规定：

- 1 车站、区间、竖井及通道等的降水施工应统筹兼顾；
- 2 降水施工应根据施工区段的划分、开工顺序和工期计划，在满足不同区段土方开挖、结构施工降水要求的条件下，分区、分段施工降水井及抽水；
- 3 坑内减压降水井应根据开挖的深度和平面部位确定开启水泵的数量；

4 基坑开挖前，应进行试验性抽水检验降水效果。

7.1.4 基坑降水施工应符合下列规定：

1 地下水位的降低应符合基础施工要求，开挖深度范围内地下水位应降至基础垫层以下不小于 0.5m，对基底以下承压水应降至不产生坑底突涌的水位以下，对局部加深部位宜采取局部控制措施；

2 当降水设计文件所依据的地质勘察资料与施工现场实际情况有较大出入时，应补充勘察；

3 明挖基坑土方回填完成且抗浮稳定性应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定，暗挖隧道应在二衬结构施工完成后，方可停止抽水；

4 坑内设置降水井时，减压降水井顶部标高应高于初始承压水位的 0.5m~1.0m。

7.1.5 排水管路应满足排水量的要求，并应连接严密。排出的水应经过沉淀处理达到含沙量小于 1/50000 后，方可排入市政管道。当不具备排入市政管道条件时，距降水井 50m 范围内的地面应做防渗处理。冬期施工时外露管线应做防冻处置。

7.1.6 岩溶土洞发育地区采用降水工程时，应采取防止引起邻近地面沉陷的措施。

7.1.7 当采用回灌措施时应化验水质，回灌水质应等同或优于回灌层地下水水质。

7.1.8 地下水控制施工应建立完善的监测系统，地下水控制施工、运行、维护过程中，应根据监测资料，分析判断对工程环境影响程度及变化趋势，做到信息化施工。

7.2 地下水控制方法的选择

7.2.1 地下水控制方法宜划分为降水、隔水（堵水）和回灌三类。不同类型的地下水控制方法可单独或组合使用。

7.2.2 选择地下水控制方法时，应收集掌握下列资料：

1 场地工程地质与水文地质条件；

- 2 基坑围（支）护结构方案；
- 3 基坑周边环境条件；
- 4 施工场地条件；
- 5 市政排水条件。

7.2.3 符合下列条件之一时，宜选择隔水帷幕方法：

- 1 受工程周边建（构）筑物、地下管线、道路影响或规定不允许降水的地区，无法采取降水方法的；
- 2 降水会对工程周边建（构）筑物、地下管线、道路造成危害或对环境造成长期不利影响的；
- 3 场地工程地质与水文地质条件适合的；
- 4 围（支）护结构具备隔水功能的。

7.2.4 工程降水方法及适用条件宜按表 7.2.4 单独或组合选用。

表 7.2.4 工程降水方法及适用条件

适用条件 降水方法		土质类别	渗透系数 (m/d)	降水深度 (m)
井点降水	轻型井点	粉质黏土、粉土、砂土	0.1~20.0	单层<6, 多层<12
	喷射井点	粉土、砂土	0.1~20.0	<20
	管井	粉质黏土、粉土、砂土、 碎石土、岩石	>1	不限
渗井		粉质黏土、粉土、砂土、碎石土	>0.1	不限
集水明排		杂填土、黏性土、粉土、砂土	<20.0	<5

7.2.5 降水井布设应符合下列规定：

- 1 降水井距基坑边缘不应小于 1.5m，距暗挖隧道结构不应小于 2m；
- 2 降水井应沿基坑或暗挖隧道布设，并应成封闭形；当不能封闭时，应延长 1 倍以上的基坑深度或暗挖隧道埋深；
- 3 坑内设降水井时，其位置应避开结构梁、柱、墙和临时支撑等位置；
- 4 暗挖隧道如地面无条件布设井点时，宜在隧道内设置水

平井点或采取其他隔水措施；

5 井点间距应根据基坑涌水量、单井涌水量计算确定。当基坑较宽满足不了降水深度需要时，应在基坑内增设井点。

7.2.6 隔水方法应包括地下连续墙、排桩墙、组合隔水帷幕、冷冻和坑底水平封底隔水。

7.2.7 隔水帷幕方法及适用条件宜按表 7.2.7 选择。

表 7.2.7 隔水帷幕方法及适用条件

适用条件 隔水方法	土质类别	开挖深度 (m)	适用基坑安全等级
地下连续墙	除岩溶外的各种地层	不限	基坑安全等级一、二、三级
混凝土钻孔咬合桩	黏性土、粉土、砂土、砾石等地层	不限	基坑侧壁安全等级宜为二、三级
混凝土灌注桩+搅拌桩	黏性土、粉土等地层	不限	基坑侧壁安全等级一、二、三级
混凝土灌注桩+旋喷桩	黏性土、粉土、砂土、砾石等地层	不限	基坑侧壁安全等级一、二、三级
SMW 工法	黏性土和粉土为主的软土地层	适用于 6m~10m	基坑侧壁安全等级宜为二、三级
混凝土灌注桩+注浆	各种地层	不宜大于 12m	基坑侧壁安全等级宜为二、三级
冷冻	黏性土、粉土、砂、卵石等地层	不限	基坑安全等级一、二、三级
坑底水平封底隔水	黏性土、粉土、砂土、卵砾石等地层	不限	—

7.2.8 渗井应与降水井联合布设，不宜单独使用。降水结束后，应对渗井进行分层或全井注浆封填。

7.2.9 当含水层水量较少且排水不影响侧壁稳定时，宜将明排作为独立的地下水控制措施使用。

7.2.10 对于采用降水方法或帷幕隔水与降水结合方法进行地下水控制的工程，当降水影响范围内的既有建（构）筑物、地下管线等对地面沉降有严格要求或降水对地下水资源有较大影响时，宜采用回灌法控制降水对环境的影响。地下水回灌可采用管井、砂井、砂沟、大口井和渗坑方式，地下水回灌方法及适用条件宜按表 7.2.10 选用。

表 7.2.10 地下水回灌方法及适用条件

适用条件 回灌方法	土质类别	渗透系数 (m/d)	回灌方式
管井	填土、粉土、 砂土、碎石土、 裂隙基岩	0.1~20.0	异层回灌
砂井	砂土、碎石土	—	异层回灌，回灌量小
砂沟	砂土、碎石土	—	同层回灌，当浅部存在粗颗粒地层，且部分含水或无水，回灌量小
大口井	填土、粉土、 砂土、碎石土	—	异层回灌，大口井的回灌量比较大，在含水层埋藏不深，含水层厚度不大，富水性条件较好，地下水位有一定埋深的情况下，都可以使用大口井
渗坑	砂土、碎石土	—	同层回灌，当浅部存在粗颗粒地层，且部分含水或无水，简单开挖就能揭露砂卵石层或已存在渗坑，则可以考虑采用渗坑回灌

7.3 管 井

7.3.1 管井降水应按下列顺序施工：

- 1 管井施工包括钻孔、沉设井管、投放滤料、封井口、洗井；
- 2 敷设排水管路；
- 3 安装水泵、试抽水合格后正式降水。

7.3.2 管井结构、井管、滤料等应符合涌水量计算要求，并应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的规定。抽水水泵应根据降深、设计文件给定的单井涌水量选取，泵量应根据含水层透水条件宜大于单井出水量设计值的 30%~50%。

7.3.3 管井钻孔施工应符合下列规定：

- 1 成孔应根据地层条件选择凿井工艺，地层稳定性差的井孔孔口处应设置护筒；
- 2 成孔孔径应符合井身结构设计文件要求；
- 3 孔身应圆正、垂直、上下一致，孔深应符合降水设计文件要求；
- 4 钻进应做好施工记录。

7.3.4 井管、过滤器应连接牢固，穿孔缠丝、桥式钢管过滤器的孔隙率不应小于 25%，无砂混凝土管的孔隙率不应小于 20%，并应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的规定。

7.3.5 井管沉设前应检查过滤器的透水性能，沉设应符合下列规定：

- 1 钢管井管沉设前应先配管，过滤器应置于含水层中；
- 2 井管宜设置扶正器，沉设位置应居中、垂直，过滤器不得贴靠井孔壁；
- 3 分节沉设时，各节应同心并连接严密；
- 4 井管就位固定后，管上口应临时封闭。

7.3.6 滤料应洁净，含泥量应小于 3%，其粒径、级配、材质

应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的规定。投放时应符合下列规定：

1 滤料投放前应清孔稀释泥浆；

2 滤料应沿井管周围均匀投放，投放量不得小于计算量的 95%；

3 减压井充填滤料时，填砾高度应符合设计文件要求，不应欠填；

4 滤料填至地面以下 1m~2m 后应用黏土等不透水材料填实夯平。

7.3.7 成井施工完成后应根据凿井工艺、井管材质选择适宜的洗井方法及时进行洗井，应使管井过滤器与含水层之间水流畅通。

7.3.8 洗井后应安装水泵进行单井 8h 以上的不间断试抽，水泵的安装应符合下列规定：

1 安装前各部件检查应良好；

2 电缆应绝缘，并牢固地捆绑在排水管上；

3 吸水管底部应设逆止阀；

4 水泵就位后应固定牢固；

5 正式抽水应在水泵试抽水合格后方可进行。

7.3.9 弱透水层需对管井施加真空时，宜采用真空泵组合系统。

7.3.10 在结构施工阶段，当坑内降水井需要继续维持抽水时，应在结构底板下设置潜埋井，潜埋井施工应符合下列规定：

1 潜埋井结构宜采用集水坑、砖石砌井，无砂滤水管或铸铁滤水管；

2 潜埋井宜用离心泵、潜水泵抽水；基坑（槽）封底时应预留出水管口；

3 潜埋井深度宜在基底底面 1.0m 以下；

4 停抽后应迅速堵塞封闭出水管口，结构及防水处置的加强措施应符合设计文件要求。

7.4 轻型井点

7.4.1 轻型井点宜按下列顺序施工：

- 1 井孔施工包括钻设井孔、沉设井管、投放滤料；
- 2 敷设集水总管、安装泵组；
- 3 试抽水合格后正式降水。

7.4.2 轻型井点成孔及井管沉设施工应符合下列规定：

1 对需要泥浆护壁的地层，宜采用清水或稀泥浆钻进或高压水套管冲击成孔；对于不易产生塌孔缩孔的地层，宜采用长螺旋钻机干法成孔；

2 成孔直径应符合设计文件要求，宜大于设计文件要求的管径 250mm；

3 向孔内安放井点管时，过滤器顶端宜位于基础底面 1.0m 以下；

4 安放井管后，应投放滤料、封井口。

7.4.3 泵组及集水总管安装应符合下列规定：

1 泵组应稳固地设在平整、坚实、无积水的部位；水箱吸水口与集水总管、井管口等高程宜一致；

2 泵组宜置于集水总管中部；

3 管路系统各部件应连接严密，确保密闭；

4 集水总管与井管应采用耐高压软管连接；

5 当井点采用环形布置时，总管应在抽吸设备对面处断开；采用多组井点设备时，各组集水总管之间宜装设阀门隔开。

7.4.4 各组井点系统安装完毕后应及时进行 8h 以上的不间断试抽水，管路连接应无漏水，泵组工作压力、真空度及出水状况和机械运转情况应符合施工方案的规定。

7.4.5 多层井点拆除应从底层开始逐层向上进行，在下层井点拆除前，上层井点应继续降水。

7.5 回 灌 井

7.5.1 回灌井的结构、井孔径、管材、过滤器设置、井深等应根据含水层的分布特征及透水性确定，满足回灌要求，缺少回灌经验的地区宜先进行单井回灌试验。

7.5.2 回灌影响范围内应设置水位观测孔进行水位观测。回灌水量应根据地下水位的变化进行调整，达到回灌水位应停止回灌。

7.5.3 回灌时间大于 2 年的回灌井宜采用打孔缠丝钢管过滤器；回灌时间小于 2 年的可采用水泥砾石滤水管，回灌井施工应符合本标准第 7.3 节的规定。

7.5.4 采用钢管回灌井应根据钻孔揭示的具体回灌层部位排管，确保过滤器下入到回灌层，井壁管下入到非回灌层。在回灌层与非回灌层之间应采用黏性土或黏性土与砾石混合料封填。成井后应进行回灌试验。

7.5.5 回灌方式可根据情况采用自流回灌或有压回灌。当采用自流回灌时，应设置高位水箱或水量调节阀，通过调节水箱高差控制回灌水量。

7.5.6 回灌设施应经常检查，发生堵塞时应清洗干净，恢复设定的出水和回灌能力。对回灌井应定期进行回扬处理，每次回扬的时间不宜小于 4h；回扬周期视回灌水量衰减情况确定，一般宜每周回扬一次。

7.6 隔 水 帷 幕

7.6.1 隔水帷幕应连续，强度和防渗性能应符合隔水专项设计文件要求。

7.6.2 隔水帷幕采用连续墙、型钢水泥土搅拌桩、咬合桩和冻结法时，应符合本标准第 8.4 节的相关规定，并应符合现行行业标准《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111、《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

7.6.3 采用嵌入式组合隔水施工时，应在基坑围护墙或桩结构施工完成后，方可施工其背后或桩间的注浆、旋喷或搅拌桩。

7.6.4 采用钢板桩作为隔水帷幕时，应为锁口式构造。钢板桩锁口应平直通顺，互相咬合。

7.6.5 隔水帷幕完成后应通过坑内抽排水检验隔水效果。

7.7 渗 井

7.7.1 渗井适用于疏干下层为非承压强导水层的上层滞水层或弱透水层，下渗水的水质应等同或优于接受层的水质。

7.7.2 渗井施工宜采用干法或清水钻井工艺成孔，对易缩易塌地层可用套管法成孔，不宜采用泥浆护壁的钻进方式。

7.7.3 当上层水质不合格时，不应采用渗井降水。

7.7.4 渗井成孔施工应符合本标准第 7.3.3 条的规定，并应符合下列规定：

1 井孔孔径不宜小于 300mm，井孔深度进入强导水层不宜小于 3m；

2 成孔后，可直接投入粗砂或砾石。如沉设无砂混凝土管，管壁周围应投放滤料，井口应封闭并加以防护。

7.8 集 水 明 排

7.8.1 采用明沟排水时，沟底应采取防渗措施；采用盲沟排水时，盲沟内宜采用级配碎石充填或设置排水管。

7.8.2 排水沟可根据地层选择梯形或 V 形明沟。当采用排水管时，排水管应离开坡脚至少 0.3m。

7.8.3 排水沟宽度宜为 0.3m~0.6m，深度宜比挖土底面低 0.4m~0.5m。集水井（坑）底面应比排水沟底面低 0.5m~1.0m，宜沿排水沟每隔 30m~40m 设置一口集水井（坑）。

7.8.4 排水沟边坡坡度宜为 1:1.1~1:1.5，沟底设置的纵坡坡度宜为 1‰~5‰。

7.8.5 集水井（坑）宜设置过滤器型井管，并应设置碎石滤水

层、泵头包滤网防护措施。

7.8.6 排水沟与集水井（坑）应随土方开挖逐层设置，集水井（坑）中的水应及时排出，排出的水不应回流。

7.8.7 当坑壁出现渗透水时，应设置导水管将水导出。

7.9 排水管线及检查井

7.9.1 排水管线施工应符合下列规定：

1 排水管线应根据市政排水口的具体情况选用主联络管连接多个降水井排水，或单个降水井埋设排水管就近与市政排水口相接排水；

2 排水管宜暗埋于地面以下 800mm 并应满足当地最小冻土深度要求；排水管安装后，应按原状恢复地面；

3 在不影响交通、城市管理要求或其他工程施工的情况下，排水管宜布设在地面；北方地区的地面排水管冬季应采取防冻措施。

7.9.2 检查井施工应符合下列规定：

1 砌筑用砖可采用烧结普通砖、粉煤灰砖等，其强度等级应符合设计文件要求；

2 检查井砌筑前应将砖用水浸透，混凝土基础抗压强度达到 1.2N/mm^2 后方可砌筑；

3 砌筑检查井时，应检测直径尺寸；当四面收口时，每层收进不应大于 30mm；

4 检查井砌筑到规定高程后，应及时浇筑或安装井圈，盖好井盖。

7.10 降水管理

7.10.1 降水管理应符合下列规定：

1 降水期间应每天不少于 2 次对抽水设备和运行状况进行维护，降水期间不得随意停抽；

2 抽水应根据基坑、隧道的开挖部位、深度和施工进度，

分期、分批进行，按需降水；在更换水泵时，应测量井深，确定水泵安装的合理深度；

3 锚杆施工、基坑开挖时应保护好降水井点；

4 寒冷地区冬期施工时，对泵组和管路系统应采取防冻措施。

7.10.2 降水前应观测地下水初始水位；降水期间，应对地下水的水位、流量和各类降水设备运转情况定期进行观测，并做好记录；雨期应增加观测次数。观测孔设置应符合下列规定：

1 观测孔应沿基坑中心向两侧垂直成排布设，并延长至基坑外 2 倍~3 倍降水深度；

2 降水基坑有两个以上含水层时，应分层布设；

3 邻近水域、地下给排水管线附近的渗漏水层和邻近建（构）筑物时，应增加观测点。

7.10.3 降水过程中，抽排水的含砂量应符合下列规定：

1 管井抽水半小时内含砂量，粗砂含量应小于 5 万分之一；中砂含量应小于 2 万分之一；细砂含量应小于 1 万分之一。

2 管井正常运行时含砂量应小于 5 万分之一。

7.10.4 降水井点系统应设有备用电源，当发生停电时，应及时更换电源，保持正常降水。

7.10.5 降水结束后应取出管井水泵，或逐根拔出轻型井点、喷射井点的井管，并进行封井；采用坑内降水时，当地下水对基坑底板混凝土浇筑不产生影响并满足基底稳定性要求时，应进行封井处理。

7.10.6 降水工程完成后，应及时将井孔回填密实，不满足井孔回填条件先期停泵的降水井口应封盖，封盖应选用硬质、高强度的材料。封井尚应符合下列规定：

1 地层中所留空洞或管井，应用黏土或其他不透水材料回填密实；

2 坑内降水的潜埋井井管与结构底板混凝土浇筑在一起时，应做防渗漏处理；

3 井管内水压较大时，潜埋井井管内应采用压密注浆的方

法进行封井，并应在井管口内焊二层钢板，表面做防锈处理。

7.11 降水监测

7.11.1 地下水控制工程应进行监测，监测方案应根据地下水控制方法和设计文件要求，结合围护结构综合确定，监测项目选择宜按表 7.11.1 进行选择。

表 7.11.1 监测项目选择

控制方法 监测项目	降水	隔水帷幕	回灌	起止时间
地下水位	应测	应测	应测	降水联网抽水前~降水完成 帷幕形成前~帷幕完成
总出水量	应测	—	—	降水开始~降水完成
含砂量	应测	—	宜测	降水开始~降水完成 回灌开始~回灌完成
地下水水质	宜测	—	应测	降水开始~降水完成 回灌开始~回灌完成
坡顶、地面水平位移	应测	应测	应测	地下水控制开始前~ 地下水控制完成
坡顶、地面竖向位移	应测	应测	应测	地下水控制开始前~ 地下水控制完成
深层水平位移	—	应测	—	地下水控制开始前~ 地下水控制完成
回灌水量	—	—	应测	回灌开始~回灌完成
回灌压力	—	—	应测	回灌开始~回灌完成
回灌水质	—	—	应测	回灌开始~回灌完成
工程环境	应测	应测	应测	地下水控制开始前~ 地下水控制完成

注：1 地下水控制应进行巡视检查；

2 真空井点降水应监测真空压力；

3 工程环境监测的项目和要求应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 的规定。

7.11.2 监测工作应符合下列规定：

- 1 监测实施前应编制监测专项方案；
- 2 监测期应为地下水控制实施全过程，监测开始时间不应晚于降水井抽水开始时间，监测终止时间应为降水工程或回灌工程全部结束时间为止；
- 3 监测点布置、信息采集的频率应符合设计文件要求；
- 4 监测点应妥善保护，当监测点失效或被破坏时，应及时补充；
- 5 各监测项目监测数据异常时应分析原因并加倍监测频次；
- 6 监测的记录、数据和图表应真实、完整，并应按工程要求及时整理分析，监测资料应及时向有关单位报送。现场监测完成后应提交成果报告。

7.11.3 地下水控制运行稳定后，监测过程中出现下列情况之一时应立即预警，并加倍监测频率。

- 1 地下水位上升达到设计文件规定值；
- 2 地下水位上升速率加大且持续上升；
- 3 隔水帷幕工程渗漏较严重或帷幕后水位突变；
- 4 降水过程中抽取地下水的含砂量超过标准要求；
- 5 降水工程地下水出水量、回灌工程回灌量与正常时发生较大变化；
- 6 地下水控制工程范围下部含水层水质发生恶化；
- 7 建（构）筑物、道路、地下管线等工程环境发生较大沉降、倾斜、裂缝，达到设计文件规定的预警值；
- 8 根据工程经验判断，出现其他需要预警的情况。

7.11.4 地下水控制变形监测尚应符合国家现行标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497、《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911、《建筑变形测量规范》JGJ 8 的规定。

7.11.5 在地下水控制施工、运行、维护阶段应对工程设施、设备、地下水控制的本体、监测设施、周边环境进行现场巡视检查。巡查内容宜包括地表与周边建（构）筑物、道路的裂缝及异

常水渗漏、控制效果、排水等。

7.11.6 地下水控制运行期间，每天巡视检查不应少于2次。巡视检查应固定人员、定期进行，检查方式应以目测为主，可辅以锤、钎、量尺、摄像、摄影等工具进行。



资源下载QQ群：61754465

最新资源网盘：www.GuiFan5.com

8 明 挖 法

8.1 一 般 规 定

8.1.1 采用降水法施工的基坑，开挖时应保持地下水位稳定在开挖面 0.5m 以下，降水施工应符合本标准第 7 章的规定。

8.1.2 施工前，应平整场地，清除施工范围内的地上、地下障碍物，对需要保留的地下管线应挖探外露，封堵地下空洞。

8.1.3 结构长距离明挖施工应分段实施，应作出土方及设备、材料调配计划，应平行流水作业，结构完成一段且达到设计文件规定的强度后应回填一段。

8.1.4 土方及围护结构、降水等施工机械，在架空输电线路和通信线路下作业时，应保持安全距离。

8.1.5 土建结构施工应与机电设备安装配合，并应符合下列规定：

1 应预留满足大型设备及管线的运输和安装通道，待大型设备及管线安装完成后方可施工后续建筑结构；

2 线路布设位置未完成前，墙体砌筑高度不宜超过 2.4m；

3 站台板、轨顶风道等施工前应及设备、机电、人防等专业明确预埋件、预留孔洞位置。

8.1.6 防雷与接地施工应符合下列规定：

1 底板垫层施工前应完成接地预埋，并应进行接地电阻检测；

2 接地极预埋沟回填压实度应符合设计文件要求，设计文件无要求时不应低于原状土压实度；

3 接地装置不应与底板结构中的钢筋相接触

8.2 管线悬吊与改移

I 管 线 悬 吊

8.2.1 基坑开挖范围内各种管线应在施工前调查清楚，应确定拆迁、改移或采取保护措施。

8.2.2 基坑管线悬吊应先进行设计，其支撑结构的强度和稳定性等应进行验算。

8.2.3 管线漏水或漏气时，应维修后方可悬吊。如跨越基坑的管线较长或接口存在断裂危险时，应更换钢管后悬吊或直接架设在钢梁上。

8.2.4 悬吊或架设管线的钢梁，连接应牢固，吊杆或钢梁与管底应密贴。

8.2.5 管线应在其下方的土体开挖前吊挂牢固，并经检查合格后方可人工开挖其下部土方。

8.2.6 不同种类的管线，宜单独悬吊或架设。如同时悬吊或架设时，应征得产权单位的同意。

8.2.7 跨越基坑的便桥上设置管道悬吊时应进行专项设计。利用便桥墩台作悬吊支撑结构时，悬吊梁应独立设置，并不应与桥梁或桥面系统连接。

8.2.8 利用围护结构做钢梁的支承结构或钢丝绳悬吊的锚桩时，应稳固可靠。放坡开挖基坑的钢梁支承墩柱或钢丝绳悬吊的锚桩均应置于边坡滑动土体以外，并应经计算确定。基坑较宽需中间设置支承柱时，梁、柱连接应牢固。

8.2.9 跨越基坑的悬吊管线两端伸出基坑边缘外长度不应小于1.5m，其附近基坑应加强支护，并采取措施防止地面水流入基坑。

8.2.10 基坑土方开挖及其他工序施工时，不应碰撞管线悬吊系统，且不应用作起重架、脚手架或模板支撑等。

8.2.11 管线悬吊两端应设防护，禁止人员通行。

8.2.12 基坑周边正在运行的地下管线应设置明显的标志，不得在其上堆土或存放材料、机械，也不应修建临时设施。

8.2.13 基坑土方回填前，悬吊管线下应砌筑支墩加固，并按管线设计文件要求恢复管线和回填土。

II 管 线 改 移

8.2.14 管线改移应符合专项设计文件的规定。

8.2.15 管线改移后仍在基坑影响范围内且需加固保护的，宜与管线改移同时实施。

8.3 交通导改与基坑便桥

8.3.1 交通导改应在保证施工顺利进行的同时，兼顾原有道路的通行。

8.3.2 交通导改实施方案应经政府相关部门批准后方可实施。

8.3.3 交通导改路的施工应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

8.3.4 交通导改路下埋设有管线时，应与交通导改同步实施。

8.3.5 基坑便桥应进行设计计算，宜采用装配式结构。用作交通导改的基坑便桥，宜由有相应资质的设计单位设计。

8.3.6 当基坑围护结构采用桩或墙体时，利用其结构作为基坑便桥的桥台时，应经设计单位确认。

8.3.7 便桥两端应设置限载、限速和禁止超车、停车等标志。人行便桥应设置禁止机动车或机械通行标志。

8.3.8 便桥在使用中应进行检查和维护。

8.4 基坑围（支）护结构

8.4.1 基坑围（支）护结构施工应符合设计文件要求。

8.4.2 围护结构施工前，应对桩位或墙位挖探坑，确保无地下管线和障碍物后方可施工。

8.4.3 围（支）护桩施工设备适用地质范围，应按表 8.4.3

选用。

表 8.4.3 围（支）护桩施工设备适用地质范围

围护桩施工方法		适用地质范围
冲击沉桩		黏性土、砂土、淤泥和粒径不大于 50mm 碎石类土
静力压桩		黏性土、砂土、淤泥
振动沉桩		黏性土、砂土、淤泥
干作业螺旋钻机钻孔		地下水位以上黏性土、砂土和粒径不大于 50mm 碎石类土
螺旋钻机钻孔压浆成桩		黏性土、砂土、淤泥和粒径不大于 50mm 碎石类土
泥浆护壁成孔	冲抓	有地下水的碎石类土、砂土、黏性土、淤泥及基岩
	冲击	有地下水的碎石类土、砂土、黏性土、淤泥及基岩
	回转钻	有地下水的碎石类土、砂土、黏性土、淤泥及基岩

8.4.4 围护结构的桩或墙应垂直平顺。钢板桩应无扭曲、倾斜和劈裂；连续墙接缝应连接严密；水下灌注的桩或墙应无露筋、缩颈和夹渣、断裂现象。

8.4.5 采用桩或墙的围护结构，宜与主体结构之间预留外放量，确保围护结构不侵入主体结构线。

8.4.6 围护结构采用水下灌注混凝土时，混凝土强度等级应提高一个等级。混凝土灌注宜高出设计文件规定的标高 300mm～500mm。冬期施工时，桩（墙）顶混凝土未达到设计文件规定强度等级的 40% 时不得受冻。

I 预 制 沉 桩

8.4.7 围护桩采用预制桩沉设时，预制桩应在工厂内预制，沉设时应达到设计文件规定的强度等级。

8.4.8 正式沉设前应先试桩，试桩数量不得少于 2 根。

8.4.9 沉桩前应测放桩位，沉桩时钻（桩）头就位应准确、垂

直，沉桩过程中应随时检测。

II 钻孔灌注桩

8.4.10 围护桩采用螺旋钻机成孔时，成孔应符合下列规定：

- 1 钻杆就位应准确、垂直；
- 2 开钻或穿越软硬不均匀土层交界处时，应缓慢钻进并保持钻杆垂直；
- 3 松软杂填土或含水量较大的软塑性土层中钻进时，钻杆不得摇晃；
- 4 钻进中应及时清理孔口渣土，当发现钻杆跳动、机架摇摆、不进尺等现象时，应停钻检查；
- 5 钻孔至设计文件规定的标高后应空钻清渣，提钻后及时吊装钢筋笼并灌注混凝土。

8.4.11 围护桩采用压浆成桩时，除应按本标准第 8.4.10 条规定施工外，在提钻杆时，应边提钻杆边压注水泥浆，至孔口后立即吊放钢筋笼并投放粗集料。

8.4.12 泥浆护壁成孔应设置护筒，护筒位置应准确、稳定，护筒外侧应用黏土填实。黏土层埋置深度不应小于 1.0m，砂质或杂填土层埋置深度不应小于 1.5m。护筒顶高于地面不应小于 200mm。

8.4.13 围护桩采用冲击成孔时，土层冲程和泥浆相对密度选用值宜按表 8.4.13 选用。

表 8.4.13 土层冲程和泥浆相对密度选用值

土层类别	冲程 (m)	泥浆相对密度
护筒及以下 3m 范围内	0.9~1.1	1.1~1.3
黏土	1~2	清水
砂土	1~3	1.3~1.5
砂卵石	1~3	1.3~1.5
风化岩	1~4	1.2~1.4
坍孔回填后重新钻孔	1	1.3~1.5

8.4.14 泥浆护壁成孔排渣应符合下列规定：

1 黏性土中成孔，可注入清水，以原土造浆护壁，泥浆相对密度应控制在 1.1~1.2；

2 砂土和较厚夹砂层中成孔，泥浆相对密度应控制在 1.1~1.3；砂夹卵石层或容易坍孔土层中成孔时，泥浆相对密度应控制在 1.3~1.5；

3 泥浆应选用塑性指数不小于 17 的黏土或膨润土等材料配制；

4 施工中应经常测定泥浆相对密度，并应定期测定黏度、含砂率和胶体率，黏度应为 18s~22s、含砂率应为 4%~8%、胶体率不应小于 90%；

5 泥浆液面应高出地下水位 1m。

8.4.15 泥浆护壁成孔清孔应符合下列规定：

1 孔壁土质不易坍塌时，宜用空气吸泥机清孔；

2 用原土造浆时，清孔后泥浆相对密度应控制在 1.1 左右；

3 孔壁土质较差时，宜用泥浆循环清孔，清孔后泥浆相对密度应控制在 1.15~1.25；

4 清孔过程中应补足泥浆，并保持泥浆面稳定；

5 清孔后应检查桩底沉渣厚度，检查合格后宜立即吊放钢筋笼，并灌注水下混凝土。

8.4.16 成孔过程中发现斜孔、缩孔、塌孔或沿护筒周围冒浆及地面沉陷等现象时，应采取措施处理后方可继续施工。

8.4.17 钢筋笼加工绑扎应牢固，并应符合下列规定：

1 主筋接头可采用机械连接或焊接形式；

2 导管灌注水下混凝土桩的钢筋笼内径应大于导管连接处外径 100mm 以上；

3 钢筋笼应按吊装条件选择分段加工长度，并应设置钢筋保护层定位垫块和焊接吊装耳环；

4 钢筋笼下端 0.5m~0.8m 范围内主筋应稍向内侧弯曲呈倾斜状；

5 钢筋笼刚度较弱时应采取辅助补强措施，存放和吊运过程中不得变形。

8.4.18 钢筋笼吊装应符合下列规定：

1 钢筋笼起吊应平稳，吊直对准孔位后缓慢下沉，不得碰撞孔壁和强行入孔；

2 分段吊装时，将下段吊入孔内后，其上端应留 1m 左右临时固定在孔口处，上下段钢筋笼的主筋对正连接合格后方可继续下沉。

8.4.19 混凝土应具有良好的和易性，配合比应经试验确定。细骨料宜采用中、粗砂，粗骨料宜采用粒径不大于 40mm 卵石或碎石。干成孔坍落度宜为 100mm~210mm，水下灌注坍落度宜为 160mm~210mm。

8.4.20 水下灌注混凝土应采用导管法，导管宜采用直径为 200mm~250mm 的多节钢管，管节连接应严密、牢固，使用前应通过密闭性试验。

8.4.21 水下混凝土应连续灌注完毕，并应符合下列规定：

1 混凝土灌注前应在导管内临近泥浆面位置吊挂隔水栓；

2 导管底端距孔底应保持 300mm~500mm；

3 首盘混凝土的灌注量应使导管底端埋入混凝土深度不小于 0.5m；

4 灌注过程中导管埋入混凝土深度应保持在 2m~6m，并随提升随拆除；

5 导管吊放和提升不得碰撞钢筋笼。

8.4.22 干作业成孔混凝土灌注应采用导管法连续灌注混凝土，不得满口倾倒。

8.4.23 混凝土抗压试件留置，同一配合比每班不得少于一组，泥浆护壁成孔每 5 根不得少于一组。

III 地下连续墙

8.4.24 地下连续墙作为主体结构或其一部分时，在施工二次衬

砌结构前，墙体应凿毛、清理干净、调直预留钢筋，经检查合格后，方可施工二次衬砌结构。

8.4.25 地下连续墙支护的基坑为软弱土层时，其基底加固措施应符合设计文件要求，且达到设计文件规定的强度后方可进行土方开挖。

8.4.26 槽段开挖前，应沿地下连续墙墙面两侧构筑导墙。导墙应按设计文件施工，无设计文件时其净距宜大于地下连续墙尺寸40mm~60mm，高度宜为1.5m~2.0m，基底应密实或位于原状土层，顶部高出地面不宜小于200mm。导墙外侧土应夯实且不得移位和变形。

8.4.27 地下连续墙施工泥浆制备和管理应符合下列规定：

1 泥浆拌制材料宜选用膨润土或高分子聚合物材料；如采用黏土，应进行物理、化学分析和矿物鉴定，其黏粒含量应大于50%，塑性指数应大于20，含砂量应小于5%，二氧化硅与氧化铝含量的重量比值宜为3~4；

2 泥浆应经试配确定，泥浆配制性能指标应符合表8.4.27的规定；

表 8.4.27 泥浆配制性能指标

泥浆性能	新配制		循环泥浆		废弃泥浆		检验方法
	黏性土	砂性土	黏性土	砂性土	黏性土	砂性土	
密度 (g/cm ³)	1.04~1.05	1.06~1.08	<1.10	<1.15	>1.25	>1.35	比重计
黏度 (s)	20~24	25~30	<25	<35	>50	>60	漏斗计
含砂率 (%)	<3	<4	<4	<7	>8	>11	洗砂瓶
pH 值	8~9	8~9	>8	>8	>14	>14	试纸

3 新拌制泥浆应储存24h以上或加分散剂使膨润土或黏土充分水化后方可使用；

4 施工中可回收利用的泥浆应进行分离净化处理，符合上述标准后可重复使用；废弃的泥浆应采取处理措施，不得污染环境；

5 遇有地下水含盐或受化学污染时应采取措施,不得影响泥浆性能指标;

6 泥浆储备量宜大于单元槽段 2 倍以上的容积。

8.4.28 地下连续墙挖槽应符合下列规定:

1 地下连续墙应根据地质、施工环境、深度、墙厚和工程量选择挖槽机械;

2 单元槽段长度应符合设计文件或方案要求,宜采用间隔式开挖,可间隔一个单元槽段;

3 挖槽时,抓斗中心平面应与导墙中心平面相吻合,挖槽过程中应适时观测槽壁变形、垂直度、泥浆液面高度,并应控制抓斗上下运行速度,如发现较严重坍塌时,应及时将抓斗提出;

4 成槽过程中应及时补浆,泥浆液面不宜低于导墙底部,且应高于地下水位 0.5m 以上;

5 槽段挖至设计文件规定的标高后,应检查槽位、槽深、槽宽和垂直度,经验收合格后方可进行清底;

6 成槽后应对相邻段混凝土端面进行清刷和清底,清刷应到底部;清槽应自底部抽吸并及时补浆,清槽后的槽底泥浆相对密度不应大于 1.15,沉淀物淤积厚度不应大于 100mm。

8.4.29 地下连续墙钢筋笼加工应在平台上制作成型,并应符合下列规定:

1 钢筋笼纵向应预留导管位置,并上下贯通;

2 钢筋笼底端应在 0.5m 范围内的厚度方向做收口处理;

3 吊点焊接应牢固,并应采取措施保证钢筋笼起吊刚度;

4 钢筋笼应设定位垫块,其深度方向间距为 3m~5m,每层应设 2 块~3 块;

5 预埋件(管)应与主筋连接牢固,外露管口应封堵严密;

6 分节制作钢筋笼应试拼装,主筋连接可采用机械连接或焊接。

8.4.30 地下连续墙钢筋笼吊装应符合下列规定:

1 钢筋笼在槽段清刷、清槽、换浆合格后应及时吊放入槽;

2 钢筋笼起吊应平稳，吊直并应对准槽段中心线缓慢沉入，不得碰撞槽壁和强行入槽；

3 钢筋笼分段沉放入槽时，下节钢筋笼平面位置应正确并临时固定于导墙上，上下节主筋对正连接牢固，并经验收合格后，方可继续下沉。

8.4.31 地下连续墙混凝土灌注应符合下列规定：

1 混凝土配合比、坍落度应符合本标准第 8.4.19 条的要求；

2 混凝土灌注应采用导管法，导管应符合本标准第 8.4.20 条要求；

3 导管水平布置距离不应大于 3m，距槽段端部不应大于 1.5m；导管下端距槽底应为 300mm~500mm，灌注混凝土前应在导管内临近泥浆面位置吊挂隔水栓；

4 钢筋笼沉放就位后应及时灌注混凝土，并不应超过 4h；

5 各导管储料斗内混凝土储量应保证开始灌注混凝土时埋管深度不小于 500mm；

6 各导管剪断隔水栓吊挂线后应同步、均匀、连续灌注混凝土，因故中断灌注时间不得超过 30min；

7 导管随混凝土灌注应逐步提升，其埋入混凝土深度应为 2m~6m，相邻两导管内混凝土高差不应大于 0.5m；

8 混凝土不得溢出导管落入槽内；

9 混凝土灌注速度不应低于 2m/h；

10 置换出的泥浆应及时处理，不得溢出地面。

8.4.32 地下连续墙接头管（箱）施工应符合下列规定：

1 地下连续墙各墙幅间竖向接头应符合设计文件要求，使用的接头管（箱）应能承受混凝土灌注时的侧压力；

2 首次使用前应在现场进行组装试验；

3 接头管（箱）应露出导墙 1.5m~2.0m；

4 接头管（箱）应紧贴槽端对准位置、垂直、缓慢沉放，不得碰撞槽壁和强行入槽，应沉入槽底以下 300mm~500mm；

5 接头管（箱）第一次起拔时间应根据第一车混凝土制作的混凝土试块初凝时间确定，宜选择混凝土灌注 2h~3h 后进行；开始每 30min 提升一次，每次 50mm~100mm，直至终凝后全部拔出；

6 管（箱）起拔应垂直、匀速、缓慢、连续，不得损坏接头处混凝土；拔出后应及时清洗干净；

7 后继槽段开挖后，应对前槽段竖向接头进行清刷，清除附着土渣、泥浆等物。

8.4.33 十字钢板接头在施工中应配置整体式或两片独立式接头箱，下端应插入槽底，上端宜高出地下连续墙泛浆高度，同时应采取防止混凝土扰流措施。顶部偏差应小于 20mm。

8.4.34 铣接头施工应符合下列规定：

1 后续槽段开挖时，应将套铣部分混凝土铣削干净，套铣部分不宜小于 200mm；

2 导向插板应在混凝土灌注前放置于预定位置，插板长度宜为 5m~6m；

3 套铣先期槽段钢筋笼应设置限位块，限位块设置在钢筋笼两侧，宜采用 PVC 管，限位块长度宜为 300mm~500mm，竖向间距宜为 3m~5m。

8.4.35 每一单元槽段混凝土应留置抗压试件一组，有抗渗要求时，每 5 个单元槽段还应留置抗渗压力试件一组。

IV 土钉墙支护

8.4.36 基坑开挖和土钉支护施工前，应完成基坑开挖线、轴线定位点、水准基点、监测点的布设。

8.4.37 基坑土方应分层、分段开挖，与土钉墙支护配合应符合下列规定：

1 按土钉层高，分层开挖，每层开挖至土钉下 0.5m，便于土钉墙施工作业；

2 分段长度应根据土钉墙作业进度和保证坡面稳定时间

确定；

3 喷射混凝土面层达到设计文件规定强度的 70%后方可开挖下层土方及进行下层土钉施工。

8.4.38 基坑边壁应采用小型机具或人工进行切削清坡，边壁不应出现超挖或造成土体松动。边坡坡度应符合设计文件或方案要求。

8.4.39 分层开挖深度和施工作业顺序应在裸露边坡保持自立的时间内完成支护。

8.4.40 截、排水措施应符合下列规定：

1 距基坑顶四周 2m~4m 范围适当垫高，并应设挡水墙、截水沟，截水沟应有防渗漏措施；截水沟与坡顶之间应硬化处理并设反坡；

2 坡壁导流管埋设应符合设计文件要求，设计文件无要求时其间距宜为 1.5m~2m，梅花形布置；导流管埋深宜为 400mm~600mm，直径宜为 25mm；

3 坑底排水沟及集水坑设置应距坡脚 0.5m~1.0m；

4 排水沟及集水坑宜用砖砌并用砂浆抹面以防止渗漏，坑中积水应及时抽出。

8.4.41 土钉布置应符合设计文件要求，设计文件无要求时应符合下列规定：

1 最上层土钉覆土厚度不应小于 3m；

2 上下两层土钉间距宜为 1m~2m，水平间距宜为 2m~3m；

3 倾斜度宜为 5° ~ 20° ；

4 位置应符合设计文件或方案要求，并应避开邻近地下构筑物或管线；

5 成孔过程中不应产生塌孔；在易塌孔土层中，宜采用套管跟进成孔。

8.4.42 土钉制作和安设应符合下列规定：

1 土钉沿杆体应设置定位支架，其间距：锚固段不宜大于 2m，非锚固段宜为 2m~3m，支架可为金属或塑料件；

2 土方开挖至土钉位置后应及时成孔并安设土钉；

3 复合土钉墙设有腰梁时，其腰梁应与土钉（或喷混凝土面）水平密贴并与墙体连接牢固后，方可安装锚头；锚头、垫板受力后不得变形或损坏。

8.4.43 土钉注浆材料和注浆应符合下列规定：

1 水泥强度等级不应低于 32.5 级的硅酸盐水泥，可掺加外加剂；

2 水泥浆的水灰比宜为 0.4~0.5，水泥砂浆灰砂比宜为 1:1~1:2，水灰比宜为 0.38~0.45；

3 注浆饱满密实，并宜采用二次注浆，注浆压力宜为 0.4MPa~0.6MPa；接近地表、地下构筑物或管线的锚杆，应控制注浆压力；

4 浆液应拌合均匀，应随拌随用，一次拌合的水泥浆、水泥砂浆应在初凝前用完。

8.4.44 钢筋网的加工和铺设应符合下列规定：

1 钢筋网宜在厂家加工制作，也可在现场加工；

2 钢筋网应在混凝土初喷后铺设，初喷厚度不宜小于 20mm；

3 采用双层钢筋网时，第二层钢筋网应在第一层钢筋网被混凝土覆盖后铺设；

4 钢筋网铺设后，应绑扎拉结钢筋，拉结钢筋应与土钉焊接牢固。

8.4.45 喷射混凝土施工宜采用湿喷或潮喷工艺，并应符合下列规定：

1 水泥应选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，强度等级不应低于 32.5 级，性能应符合国家现行标准要求。

2 速凝剂使用前应做与水泥相容性试验及水泥净浆凝结效果试验，初凝时间不应超过 5min，终凝时间不应超过 10min。应根据水泥品种、水灰比等，通过试验确定速凝剂的最佳掺量，并应在使用时准确计量；不应使用碱性速凝剂。

3 细骨料应采用硬质洁净的中砂或粗砂，细度模数宜大于 2.5，含水率宜控制在 5%~7%，含泥量不应大于 3%。

4 粗骨料应采用坚硬耐久的卵石或碎石，粒径不宜大于 15mm；当喷射钢纤维混凝土时，粒径不宜大于 10mm。

5 骨料级配宜采用连续级配，含泥量不应大于 1%；骨料通过各筛径的累计重量百分比（%）宜按表 8.4.45 选择。

表 8.4.45 骨料通过各筛径的累计重量百分比（%）

骨料粒径(mm) 等级	0.15	0.30	0.60	1.20	2.50	5.00	10.00	15.00
优	5~ 7	10~ 15	17~ 22	23~ 31	34~ 43	50~ 60	78~ 82	100
良	4~ 8	5~ 22	13~ 31	18~ 41	26~ 54	40~ 70	62~ 90	100

6 水应符合饮用水标准。

7 喷射作业应自下而上喷射。当厚度超过 100mm 时，应分两层喷射，每层喷射厚度应为 50mm~70mm。

8 分两层喷射混凝土时不应留置平面施工缝；竖向和水平接缝施工应清除前次留在接缝面上的浮浆层和松散碎屑后方可喷射混凝土。

9 喷射混凝土养护时间宜为 5d~7d。冬期施工应采取保温防冻措施。

V 型钢水泥土搅拌桩（墙）

8.4.46 型钢水泥土搅拌桩（墙）适用于软土地区且基坑开挖深度小于 15m 的基坑围护结构。

8.4.47 导向沟或导墙应符合下列规定：

1 采用导向沟的，其槽边的定位型钢应有防止其位移的措施，两型钢净距应比水泥土搅拌墙设计文件规定的厚度增加 40mm~60mm；

2 采用钢筋混凝土导墙的，导墙宜筑于密实的黏性土层上，外侧应用黏土回填密实，并应高出地面 100mm，导墙净距应比水泥土搅拌墙设计文件规定的厚度增加 40mm~60mm。

8.4.48 型钢水泥土搅拌桩宜采用三轴及以上的搅拌桩机施工，施工应符合下列规定：

1 施工前应进行工艺性试桩，数量不应少于 3 根；

2 施工时应测放桩位，钻头就位应准确、垂直，钻孔过程中应随时检测；型钢沉入以轴线为准；

3 搅拌机搅拌下沉速度与搅拌提升速度应匀速，且控制在 0.3m/min~200m/min 内；

4 浆液泵送流量应与搅拌机的喷浆搅拌下沉速度或提升速度相匹配，确保搅拌桩中水泥掺量的均匀性；注浆压力宜保持在 0.4MPa~0.6MPa，不应超过 0.8MPa；

5 水泥浆液的水灰比宜为 1.5~2.0，制备好的水泥浆液应通过滤网倒入具有搅拌装置的储浆罐或储浆池中；

6 因故搁置超过 2h 以上的拌制浆液，应作为废浆处理，不得使用；

7 施工时如因故停浆，应在恢复压浆前将搅拌机提升或下沉 0.5m 再注浆搅拌施工；

8 桩与桩的搭接时间不宜大于 24h；因故超时，搭接施工中应放慢搅拌速度以保证两桩之间的搭接质量；

9 每台班应抽查 2 根桩，每根桩做三联标准模水泥土试块三组。

8.4.49 型钢插入应符合下列规定：

1 型钢插入前应检查其直线度、接头焊接质量，并宜在搅拌施工结束后 30min 内完成插入；

2 型钢的插入应采用定位导向架控制其位置和垂直度，型钢插入到位后应锁定其顶标高、位置；

3 型钢插入宜依靠自重插入，也可借助带有液压钳的振动锤等设备下沉，不应采用重复起吊型钢的插入方法。

8.4.50 型钢拔除应符合下列规定：

- 1 型钢起拔宜采用专用液压起拔机；
- 2 有肥槽的，应在主体结构与搅拌墙之间的肥槽回填压实后进行；
- 3 无肥槽的，应在主体结构完成且顶部达到设计文件规定的强度后进行；
- 4 型钢拔除后，应将其空隙注浆充填密实。

VI 咬 合 桩

8.4.51 咬合桩施工可采用软法咬合或硬法咬合施工方法。

8.4.52 咬合桩施工前应进行试成孔试验，以确定其成孔设备、施工工艺等参数。试成孔数量应根据工程规模和地质报告确定，一般不应少于 1 组。

8.4.53 混凝土导墙施工应符合下列规定：

- 1 导墙应根据地质情况和施工设备重量进行验算，以确定配筋和混凝土强度等级；
- 2 导墙混凝土强度达到设计文件规定强度的 70% 后，方可进行咬合桩施工。

8.4.54 咬合桩成孔中应保持钢套管底部标高低于取土面不小于 2.5m，地面以上应留有 1.2m~1.5m。

8.4.55 采用软法咬合施工咬合桩时应跳孔施工，应按照先 A 序桩后 B 序桩的顺序进行施工，并应符合下列规定：

- 1 起点应设置一根砂桩，用于第一根桩与最后一根桩的封闭咬合；
 - 2 B 序桩的钢套管沉入深度应比 A 序桩深 500mm；
 - 3 A 序桩应采用超缓凝混凝土，B 序桩应采用普通混凝土；
 - 4 A 序桩终凝前应完成 B 序桩的施工。A 序桩混凝土的初凝时间应根据成桩工艺及土层情况综合确定，且不宜小于 60h。
- 8.4.56 成孔检查合格后吊放钢筋笼，有预埋件的钢筋笼不得扭转。**

8.4.57 咬合桩混凝土灌注应符合下列规定：

1 软法咬合桩混凝土灌注过程中应边灌注混凝土边上拔套管，且应确保套管底部标高不应低于混凝土顶面以下 2.5m；

2 灌注过程中随时量测混凝土面的高程，最终混凝土灌注面应比设计文件规定的标高高出 300mm~500mm；

3 硬法咬合时，A 序桩、B 序桩混凝土均应采用普通混凝土。

8.4.58 桩身混凝土质量应采用超声波透射进行检测，或钻孔取芯取样进行强度质量检测。

Ⅶ 冻 结 法

8.4.59 冻结施工应根据地质报告中的物理力学性能指标及地下水活动特征，编制冻结施工专项方案。

8.4.60 在地层冻结区域内有下列情况时，不宜选用冻结法：

1 地下水流速大于 10m/d、有集中水流或地下水水位波动超过 2m/d；

2 土层结冰温度低于 -2°C 或有地下热源影响土体冻结；

3 地层含水量低影响土体冻结强度；

4 其他施工方法扰动过的地层；

5 其他影响地层冻结或地层冻结严重影响周围环境的情况。

8.4.61 透水砂层中采用冻结时，在冻结壁形成期间，冻结壁内、外 200m 区域内不宜降水。

8.4.62 冻结孔与冻结管施工应符合下列规定：

1 冻结孔的开孔位置、钻孔偏斜率及钻孔深度应符合设计文件要求；

2 成孔后应对孔深、倾角、孔距进行验收；

3 含水地层进行冻结孔施工时，应采用二次开孔方法开孔并安装孔口密封装置，以防孔口涌水涌砂；

4 冻结管应采用无缝钢管，冻结管的壁厚不应小于 5mm；

5 冻结管可采用丝扣连接后焊接或采用加管箍焊接；当采

用管箍焊接时，管箍的材质应与冻结管管材相同；

6 供液管宜优先采用聚乙烯或焊接钢管，连接应牢固、严密；

7 冻结管的底锥应采用与冻结管材质一致的钢板焊接制作；

8 冻结管下放深度不应小于设计文件或冻结施工专项方案要求的深度，冻结管内不应有任何杂物。

8.4.63 冻结壁的检测应符合下列规定：

1 冻结区域内应设置测温孔，测温孔布置应符合设计文件或方案要求；测温管内的测温元件安装好后，应按设计文件或冻结施工专项方案要求对管口进行防护；

2 冻结开始后，应每隔 8h~24h 观测一次冻结温度；

3 设有卸压孔的，冻结期间压力应保持与初始取值相一致；

4 应根据测温孔的温度计算冻结壁厚度、冻结壁的平均温度和开挖边界的温度，并应符合设计文件或冻结施工专项方案要求；

5 当未设卸压孔或冻结壁处于不闭合状态时，应对每个冻结孔的冷冻液流量及去、回路冷冻液的温度进行监测，监测结果应符合设计文件或冻结施工专项方案要求。

8.4.64 冻结工程收尾工作应符合下列规定：

1 冷冻站拆除前，应回收冷冻液，不应任意排放污染环境；

2 拆除设备、管路应采取可靠的技术措施，设备、容器应清洗、防腐后入库；

3 冻结管无论是否回收，均应填充冻结孔；填充材料可采用水泥浆或水泥黏土混合浆。

Ⅷ 桩间混凝土网喷

8.4.65 围护结构为灌注桩时，应随基坑土方分层开挖分层挂设钢筋网片，并及时喷射混凝土。

8.4.66 钢筋网片连接绑扎应牢固，拉结固定钢筋应与锚钉焊接；锚钉锚入桩内的深度应符合设计文件要求。

8.4.67 混凝土应分层喷射，并应采用湿喷或潮喷；喷射混凝土配合比及施工应符合本标准第 8.4.45 条的要求。

IX 预应力锚杆（索）

8.4.68 成孔设备应满足土层锚杆（索）钻孔的要求。

8.4.69 锚杆（索）宜优先选择可回收锚杆（索）；锚杆（索）施工前，应施工 3 根锚杆（索）作为试验，检验其施工工艺和施工设备的适应性。

8.4.70 锚杆（索）采用钢筋或钢绞线时，下料长度应留有张拉机具工作长度，组装应符合下列规定：

1 组装前钢筋或钢绞线应平直、除油和除锈；

2 锚杆杆体应设置定位器，其锚固段间距不宜大于 2.0m，非锚固段间距宜为 2.0m~3.0m；

3 非锚固段应用塑料布包裹或套塑料管，并与杆体绑扎牢固，非锚固段与锚固段处应封堵严密，排气孔与杆体应绑扎牢固。

8.4.71 土方开挖应与锚杆（索）施工配合，基坑土方挖至其设计文件规定的位置下 0.5m 时，应进行锚杆（索）的施工。锚杆（索）未张拉锁定前，不应开挖下层土方。

8.4.72 锚杆（索）孔钻设时，钻机应稳固，位置、钻杆倾斜角度应符合设计文件或方案要求。

8.4.73 锚杆（索）杆体安装应符合下列规定：

1 锚杆（索）杆体插入孔内深度不应小于锚杆长度的 95%，外露锚杆（索）的长度应满足张拉和锚固要求；

2 设有腰梁的锚杆（索），其腰梁应与桩（墙）体密贴并连接牢固后，方可安装锚头；锚杆（索）的锚头、垫板受力后不得变形和损坏；

3 锚杆（索）杆体安装应防止杆体扭压、弯曲，注浆管头部距孔底宜为 50mm~100mm。

8.4.74 锚杆（索）注浆材料及注浆除应符合本标准 8.4.43 条

的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 注浆前应调整锚杆（索）轴线与腰梁面垂直；
- 2 锚固段注浆应饱满密实；
- 3 孔口溢出浆液或排气管停止排气时，应停止注浆。

8.4.75 锚杆（索）张拉应符合下列规定：

- 1 张拉设备、锚具应符合国家现行相关标准的规定；
- 2 锚杆（索）的锚固段浆液达到设计文件规定的强度后，方可进行张拉；

3 锚杆（索）张拉应按设计文件给定的程序进行，张拉程序一般为：初张拉 10%~20%，依次为 50%、75%~80%达到设计文件规定的锁定张拉值时锁定；

4 锚杆（索）张拉锁定后，当发现有明显预应力损失时，应进行补偿张拉。

8.4.76 试验锚杆（索）的张拉和验收应符合下列规定：

1 抗拉试件宜为总数量的 2%，且不应少于 2 根；验收试件宜为总数量的 3%，且不应少于 3 根；

2 加荷方式应依次为设计文件规定荷载的 25%、50%、75%、100%、120%（验收试验锚杆（索））、133%（抗拉试验锚杆（索））；

3 验收试验锚杆（索）总位移量不应大于抗拉试验锚杆（索）总位移量。

X 内 支 撑

8.4.77 内支撑采用钢质支撑时，钢支撑和钢腰梁应在厂家分节加工制作现场组装，加工制作应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。

8.4.78 土方开挖应与内支撑施工配合，基坑土方挖至其设计文件规定的位置下 0.5m 时，应进行内支撑的施工。钢支撑预加轴力未锁定前或混凝土横撑强度未达到设计文件规定的允许值前，不应继续开挖下层土方。

8.4.79 钢腰梁制作应符合下列规定：

- 1 每段加工长度宜与土方开挖分段长度相匹配；
- 2 同一横断面不同高度的钢腰梁搭接位置应错开一个桩间距；
- 3 分段连接点应避开钢支撑支顶位置；
- 4 围护结构阳角处的钢腰梁连接不宜在安装后再焊接；
- 5 斜撑部位的钢腰梁宜设抗剪力装置。

8.4.80 钢腰梁安装应符合下列规定：

- 1 三角支架应随土方开挖及时安装，安装应平直，并应在同一高度位置，并应与围护结构固定牢固；
- 2 钢腰梁应及时安装，与三脚架密贴，立面应垂直，中线应与横撑轴线在同一水平面上；
- 3 每段钢腰梁均应设防坠落装置，且应与围护结构固定牢固；
- 4 钢腰梁分段连接应等强度；
- 5 钢腰梁与围护结构应密贴；当存在空隙时，可用强度等级不低于 M20 的砂浆先抹平围护结构面后再安装；也可用强度等级不低于 C30 的细石混凝土将其缝隙填充密实；
- 6 横撑托盘与钢腰梁应焊接或螺栓连接牢固；横撑两端的托盘应在同一横断面和同一高度；斜撑两端的托盘与围护结构面的角度应一致；
- 7 固定端和活络端托盘宜交替间隔安装。

8.4.81 钢横撑安装应符合下列规定：

- 1 钢横撑安装前应进行预拼装，拼装连接螺栓的螺母不宜在同一侧；
- 2 钢横撑吊装前应根据监测要求安装监测元器件；
- 3 安装就位后应及时施加预加轴力；
- 4 每根钢支撑两端均应设防坠落装置，且应与围护结构固定牢固；
- 5 钢横撑的预加轴力应按设计文件要求逐级进行。预加至

10%时检查横撑和腰梁无明显变化时，再逐级预加轴力至设计文件规定值后用钢楔锁定。

8.4.82 钢筋混凝土内支撑施工应符合下列规定：

- 1 钢筋混凝土腰梁应随土方分段开挖及时施工；
- 2 钢筋混凝土腰梁施工前应先将围护结构表面凿毛并清理干净，混凝土腰梁钢筋应与围护结构预埋件或钢筋焊接；混凝土腰梁预留的横撑钢筋位置应正确；
- 3 钢筋混凝土横撑应一次浇筑成型，不得留置施工缝；
- 4 下层土方开挖时，横撑混凝土强度等级应符合设计文件要求，无要求的应达到设计文件规定的混凝土强度等级的85%。

8.4.83 内支撑跨中设置临时立柱支承时，横撑施工应符合下列规定：

- 1 临时立柱施工应符合本标准第9.2节的要求；
- 2 连接立柱的纵向连梁应平顺，连梁顶与腰梁顶应齐平，与立柱的连接应牢固；
- 3 内支撑为钢支撑时，横撑与连梁的连接装置应留有横撑变形量，横撑与连梁之间宜支垫具有弹性的材料；
- 4 内支撑为钢筋混凝土时，立柱与混凝土横撑连接部位钢筋应符合设计文件要求，混凝土应振捣密实。

8.4.84 主体结构施工时，内支撑上不得堆放材料或其他重物。发现变形超标、轴力异常、钢楔松动时，应立即处理。

8.4.85 横撑及腰梁应随主体结构施工自下而上拆除，拆除应符合下列规定：

- 1 主体结构底板或中（顶）板混凝土强度应符合设计文件要求后方可拆除，设计文件无要求时，混凝土强度应达到设计文件规定值的70%以上方可拆除支撑；
- 2 利用满堂支架代替倒撑时，应经计算并征得设计单位认可；
- 3 中间立柱拆除设计文件无要求时，顶板下的立柱应在回填土完成后方可拆除；

- 4 拆除过程中不得损伤结构主体；
- 5 腰梁拆除后应及时修复防水层基面。

8.5 基坑开挖与回填

I 基 坑 开 挖

8.5.1 基坑开挖前应完成下列工作：

1 基坑专项方案已审批，地表、围护结构及周边环境监测点初始值已采集；

2 已落实弃、存土场地，并勘察好运输路线；

3 基坑范围内障碍物已清除，临时运输道路已修整完成，影响范围内的建（构）筑物和管（杆）线保护已落实。

8.5.2 存土点应避开建筑物、地下管线和架空线；基坑两侧10m范围内不得存土；在已完成的结构顶部存土时，应核算结构能承受的荷载后确定堆土高度。

8.5.3 当主体基坑开挖利用附属结构位置作为运输马道时，不得扰动地基原状土。

8.5.4 主体基坑开挖应水平分段、竖向分层依次开挖，并应符合下列规定：

1 土方开挖水平分段长度应依据设计文件规定的结构流水段长度划分，设计文件无要求时，宜为12m~16m；开挖应与结构施工配合，并应符合设计文件要求；

2 当边坡支护为土钉墙时，土方竖向分层开挖应符合本标准第8.4.37条~第8.4.39条的规定；当为预应力锚杆（束）和内支撑时，应符合本标准第8.4.71条和第8.4.78条的规定；

3 开挖过程中不得出现反坡，不应超挖和掏底；

4 当采用放坡开挖无支护时，应随开挖随及时刷坡或护坡，边坡应平顺并应符合设计文件要求；当设计文件无要求且地质条件良好时，边坡坡率允许值宜符合表8.5.4的规定。

表 8.5.4 边坡坡率允许值

边坡土体类别	状态	坡率允许值 (高宽比)	
		坡高小于 5m	坡高 5m~10m
碎石类土	密实	1 : 0.35~1 : 0.50	1 : 0.50~1 : 0.75
	中密	1 : 0.50~1 : 0.75	1 : 0.75~1 : 1.00
	稍密	1 : 0.75~1 : 1.00	1 : 1.00~1 : 1.25
一般性黏土	坚硬	1 : 0.75~1 : 1.00	1 : 1.00~1 : 1.25
	硬塑	1 : 1.00~1 : 1.25	1 : 1.25~1 : 1.50

注：1 表中碎石土充填物为坚硬和硬塑状态的黏性土；

2 对于砂土和充填物为砂土的碎石土，其边坡率的允许值应按自然休止角确定。

8.5.5 基坑开挖接近基底 200mm 时，应人工清底，不得超挖或扰动基底土。

8.5.6 人工清底前，应按设计文件或施工方案的要求进行钎探，应检验下列内容：

1 核对基坑的位置、平面尺寸、坑底标高；

2 核对基坑土质、地下水情况、地基承载力；

3 空穴、古墓、古井、防空掩体及地下埋设物的位置、深度、性状。

8.5.7 基坑挖至基底设计文件要求的标高并清理后，施工单位应会同勘察、设计、建设、监理等单位共同进行验槽，合格后方可进行后续施工。

8.5.8 基底超挖、扰动、受冻、水浸或发现异物、杂土、淤泥、土质松软及软硬不均等现象时，应做好记录，并应进行处理。

8.5.9 冬期施工应及时用保温材料覆盖，基底不得受冻。

II 基 坑 回 填

8.5.10 基坑回填料不应使用淤泥、粉砂、杂土、有机质含量大于 8% 的腐殖土、过湿土、冻土和大于 150mm 粒径的石块，并应符合设计文件要求。

8.5.11 回填土应取样进行击实试验，应通过试验段施工确定填

料含水量控制范围、铺土厚度和压实遍数等参数。

8.5.12 回填土应在其最佳含水量下填筑，如含水量偏大应翻松晾干或加干土拌匀；如含水量偏低，应洒水湿润；回填料为碎石类土时，回填或碾压前应洒水湿润至最佳含水量。

8.5.13 基坑回填应在结构和地下管线结构达到设计文件规定的强度后进行，基坑回填前应将基坑内积水、杂物清理干净。

8.5.14 基坑回填应分层、水平压实；结构两侧应水平、对称、同步回填；基坑回填高程不一致时，应从低处逐层填压；基坑分段回填接茬处，已填土坡应挖台阶，其宽度不得小于 1.0m，高度不得大于 0.5m。

8.5.15 基坑回填时，机械或机具不得碰撞结构及防水保护层。结构两侧、顶部及地下管线顶 0.5m 范围内应采用小型机具夯实。

8.5.16 基坑回填土采用机械碾压时，搭接宽度不得小于 200mm；人工夯填时，夯与夯之间重叠不得小于 1/3 夯底宽度。

8.5.17 基坑回填碾压过程中，应取样检查回填土压实度。

8.5.18 基坑雨季回填时应集中力量，分段施工，各工序应连续作业。雨前应及时压完已填土层并将表面压平后，做成一定坡度。雨中不得填筑非透水性土质。

8.5.19 基坑不宜冬季回填。若冬期施工时，应采取防冻措施，并应符合下列规定：

1 每层铺土厚度应比常温施工减少 20%~25%，并应增加压实度 1%以上；

2 冻土块填料含量不得大于 15%，粒径不得大于 150mm，应均匀铺填、逐层压实；建筑物、地下管线、道路工程路面下 1m 范围内不得回填冻土块；

3 基坑回填前，应清除回填面上积雪和保温材料；上层填土应用未冻土填铺，其厚度应符合设计文件要求；

4 土方回填应分段施工，各工序也应连续作业；

5 基面压实后应立即采取覆盖等防冻措施；

6 应根据测试结果和设定配比，严格控制填料含水量。

8.6 钢筋工程

I 材 料

8.6.1 钢筋的性能应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

8.6.2 钢筋进场验收每检验批重量不应大于 60t。

8.6.3 钢筋运输、存储应按验收批保留标牌，并分批堆放整齐和标识，不得锈蚀和污染。

II 钢 筋 加 工

8.6.4 钢筋加工应符合下列规定：

1 钢筋加工前，应按照设计文件要求编制钢筋下料单；

2 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计文件要求；

3 特殊部位和曲线形钢筋应按 1:1 的比例制作台具，并在台具上加工；

4 钢筋的弯制和末端弯钩应严格按设计文件要求加工，应一次成型，弯曲后平面上应没有翘曲不平现象；

5 钢筋加工半成品经检查合格后，应按类别、直径、使用部位分类堆放整齐，并应挂好标识。

8.6.5 钢筋加工除符合本标准规定外，还应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

III 钢 筋 连 接

8.6.6 钢筋接头连接应符合下列规定：

1 钢筋接头宜在加工场内连接；若需要在现场连接的，宜根据现场条件采用螺纹连接、搭接焊和搭接绑扎方式；

2 当钢筋直径大于 22mm 时优先采用机械连接或焊接，当受拉钢筋大于 28mm 及受压钢筋大于 32mm 时，不宜采用绑扎搭接接头；

3 钢筋焊接接头的焊工应持有上岗证书，机械连接接头的操作人员应经培训合格后方可上岗；

4 钢筋接头焊接所使用的焊条、焊剂、性能以及接头使用的钢板和型钢应符合设计文件要求和现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定；

5 钢筋接头机械连接以螺纹连接为主，主筋接头混凝土保护层厚度应符合设计文件要求，钢筋连接应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定；

6 钢筋接头连接应进行工艺试验，并按批量现场取样进行抽检试验。

8.6.7 除设计文件中注明以外，受拉钢筋锚固长度应符合表 8.6.7 的规定。

表 8.6.7 受拉钢筋锚固长度

钢筋种类	混凝土等级 直径	C20 混凝土		C25 混凝土		C30 混凝土	
		d	d	d	d	d	d
		$\leq 25\text{mm}$	$> 25\text{mm}$	$\leq 25\text{mm}$	$> 25\text{mm}$	$\leq 25\text{mm}$	$> 25\text{mm}$
HPB235		$33d$	—	$28d$		$25d$	—
HRB335		$41d$	$45d$	$35d$	$39d$	$31d$	$34d$

注： d 为钢筋直径。

8.6.8 受力钢筋接头位置应符合下列规定：

1 同一纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头。

2 设在同一构件内的受力钢筋焊接接头，任一焊接接头中心至长度为 $35d$ 且不小于 500mm 的区段内，同一根钢筋不得有两个接头；若该区段在受拉区内，接头的受力面积占受力钢筋总截面积不应超过 50% 。

3 设在同一构件内的受力钢筋螺纹连接接头，接头中心至长度为 $35d$ 且不小于 500mm 的区段内，同一根钢筋不宜有两个接头；若现场条件限制，该区段内有两个及以上接头时，应采用 I 级螺纹接头。

4 设在同一构件内的受力钢筋采用绑扎搭接接头，绑扎搭接长度应为 1.4 倍的锚固长度，并应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

5 直接承受动力荷载的结构构件，受力钢筋不宜采用焊接；当采用螺纹连接时，同一受拉区段内接头的受力面积占受力钢筋总截面积不得超过 50%。

6 受力钢筋接头位置设计文件中无规定时，钢筋连接位置应设置在受力较小处，并宜符合下列规定：

- 1) 顶板及其梁、各层楼板及其梁，上部钢筋应在跨中 $1/3$ 范围内连接，下部钢筋应在支座 $1/3$ 范围连接；
- 2) 底板及其梁，上部钢筋应在支座 $1/3$ 范围内连接，下部钢筋应在跨中 $1/3$ 范围内连接；
- 3) 侧墙外侧钢筋应在跨中 $1/3$ 范围内连接，内侧钢筋应在支座 $1/3$ 范围内连接。

7 有抗震设防要求的结构，梁端、柱端箍筋加密区范围内不宜设置钢筋接头，且不应进行钢筋搭接连接。

IV 钢 筋 安 装

8.6.9 钢筋安装前应进行检查，并应符合下列规定：

- 1 应清点数量、类别、型号、直径，锈蚀的钢筋应除锈，锈蚀严重的应更换，弯曲变形钢筋应校正；
- 2 应将结构内的杂物清理干净，并应调直施工缝处的钢筋；
- 3 应确定结构位置和高程，底模板支立应施工完成，并应测放钢筋位置。

8.6.10 结构不在同一高程或坡度较大时，应自下而上进行绑扎，并应增设适当固定点或加设支撑。

8.6.11 钢筋安装应用相同强度等级的砂浆垫块或专用垫块支垫，支垫间距宜为 1m，并按行列式或交错式摆放，垫块与钢筋应绑扎牢固。

8.6.12 钢筋绑扎应符合设计文件要求，绑扎点应符合下列

规定:

1 绑扎接头保证搭接长度不小于 $35d$, 绑扎接头受拉区不超过 25%;

2 钢筋搭接时, 中间和两端共绑扎三处, 并应单独绑扎后, 再和交叉钢筋绑扎;

3 主筋和分布筋, 除变形缝、施工缝处 2 列~3 列交叉点全部绑扎外, 其他可间隔绑扎;

4 主筋之间或双向受力钢筋交叉点应全部绑扎;

5 单肢箍筋和双肢箍筋拐角处与主筋交叉点应全部绑扎, 平直部分与主筋交叉点可间隔绑扎;

6 墙、柱竖向钢筋与底板水平主筋交叉点应绑扎牢固, 悬臂超过 2m 时, 交叉点宜焊接, 并宜增加临时支撑;

7 钢筋网片除外围两行钢筋交叉点全部绑扎外, 中间部分交叉点可间隔交错绑扎牢固;

8 钢筋绑扎接头与钢筋弯曲处相距不应小于 10 倍主筋直径, 也不宜位于最大弯矩处;

9 梁板在绑扎双层钢筋时, 应设置马凳钢筋; 马凳钢筋直径不宜小于 22mm, 间距应符合设计文件或方案要求。

8.6.13 钢筋绑扎的顺序宜符合下列规定:

1 底板宜先绑扎底板梁的钢筋, 再绑扎底板下层钢筋及墙、柱插筋, 最后绑扎底板上层钢筋; 中板和顶板宜先绑扎板内墙、柱钢筋, 再绑扎纵梁或横梁钢筋, 最后绑扎板的钢筋;

2 墙体钢筋绑扎应先绑扎暗柱和扶壁柱钢筋, 单侧支模宜先绑扎墙体外侧钢筋, 后绑扎墙体内侧钢筋;

3 梁、柱钢筋绑扎时, 应先绑扎柱的钢筋, 再绑扎梁的钢筋; 梁柱节点钢筋位置应符合设计文件要求, 矛盾时应征求设计单位处理意见;

4 墙、板预留洞口位置应按设计文件要求留置钢筋接驳器, 钢筋接驳器位置应准确, 并应进行保护;

5 穿越结构的预埋、预留件影响钢筋绑扎时, 应与设计单

位协商处理。

8.7 模板与支架

8.7.1 模板和支架进场应验收，应符合其相应的国家现行标准的要求。

8.7.2 模板和支架应预先设计，并应符合下列规定：

1 模板和支架应可靠承受钢筋混凝土及施工荷载，宜采用大模板；

2 结构形状、位置和尺寸应符合设计文件要求；

3 构造应简单，施工应方便，应装拆灵活利于搬运，应能满足钢筋安装、绑扎和混凝土浇筑等工艺要求；

4 墙、柱模板应预留吹扫孔。

8.7.3 模板安装前应测量放线，铺设前应清理干净并涂刷脱模剂，铺设应牢固、平整，接缝严密不漏浆，相邻两块模板接缝高低差不应大于 2mm。支架体系连接应牢固稳定。

8.7.4 垫层混凝土模板支立应平顺、位置正确。

8.7.5 底板结构防水层的保护墙应支撑牢固，结构梗斜和底梁模板支立位置应正确、牢固、平整。

8.7.6 墙体采用双侧支模板时，宜采用拉杆螺栓固定（图 8.7.6）。有防水要求的拉杆应设止水环，两端应加垫块，拆模后

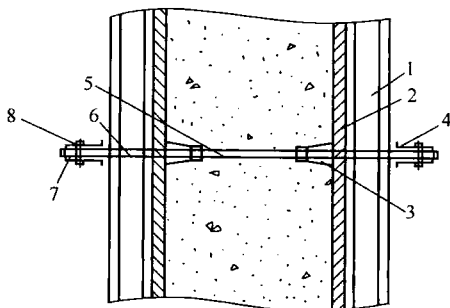


图 8.7.6 模板拉杆螺栓连接示意

- 1 立带；2 模板；3 锥形垫块；4 横带；5 拉杆；
6 螺栓；7 螺帽；8 垫板

垫块孔应用膨胀水泥砂浆堵塞严密。

8.7.7 墙体采用单侧支模板时，宜选用三角形单侧模板支撑体系（图 8.7.7）。其地脚螺栓埋设应锚固牢固，外露尺寸、位置、角度应准确；模板支撑拼装好后应逐榀吊装就位；安装模板时，应设置支撑、拉接或配重，防止模板倾覆。

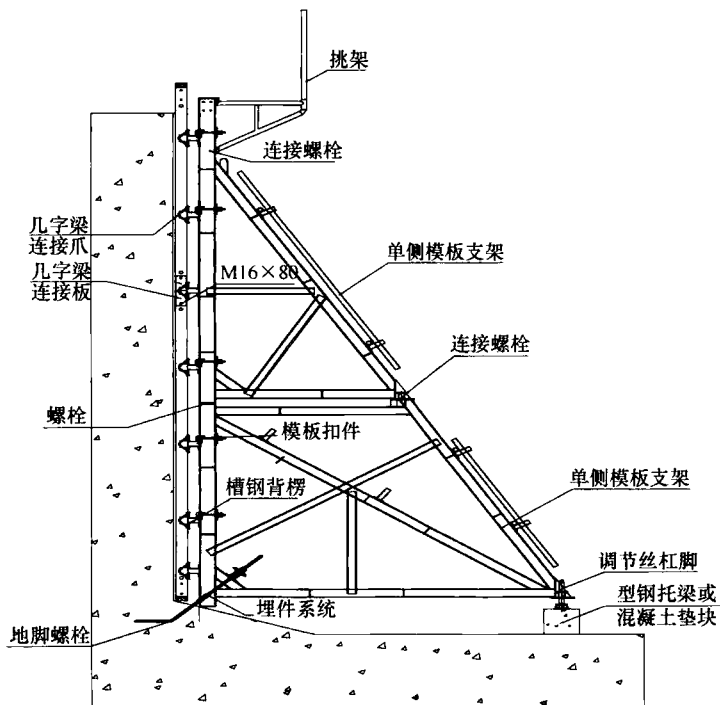


图 8.7.7 单侧模板安装示意

8.7.8 顶板（中板）支架应验收合格后方可铺设模板，模板铺设应根据结构跨度预留 10mm~30mm 的沉落量。

8.7.9 墙体与中板（顶板）一体支模时，墙内模与板底模连接的净空应进行调整，应经验收合格后方可连接固定；墙体外侧模板宜在钢筋绑扎完后支立。

8.7.10 柱模板应自下而上分层支立，支撑应牢固。

8.7.11 区间结构采用模板台车施工时，应符合本标准第10.8.8条的规定。

8.7.12 模板和支架拆除时混凝土强度应符合下列规定：

1 非承重侧墙，其强度应达到2.5MPa；

2 承重结构板跨度在2m及其以下时，其强度应达到50%；跨度在2m~8m时，其强度应达到75%；跨度在8m以上时，其强度应达到100%；

3 梁跨度不超过8m时，其强度应达到75%；跨度在8m以上时，其强度应达到100%；

4 悬臂构件跨度在2m及其以下时，其强度应达到75%；跨度在2m以上时，其强度应达到100%；

5 混凝土强度等级的确定应依据同条件养护试块的抗压强度确定。

8.7.13 模板和支架拆除应按先支后拆原则进行；拆除过程中不得损坏已有结构；模板拆除后应及时清除灰渣，对损坏的模板应进行维修。

8.8 混凝土浇筑

8.8.1 防水混凝土施工除应符合本节规定外，尚应符合本标准第16章的有关规定。

8.8.2 混凝土浇筑部位应采取防止暴晒和雨淋措施。混凝土浇筑前应对模板、钢筋、预埋和预留件、止水带等进行检查，应清除模内杂物和积水，应经验收合格后方可浇筑混凝土。

8.8.3 垫层混凝土应沿线路方向浇筑，混凝土布设应均匀。

8.8.4 底板混凝土应沿线路方向分层浇筑。混凝土浇筑至高程且初凝前，应用表面振捣器振后抹面。

8.8.5 墙体单独浇筑时，应水平分层连续浇筑，分层厚度宜为500mm；墙体高度大于3m时应设串筒，防止混凝土离析；浇筑高度应留有混凝土沉降量。

8.8.6 墙体和中板（顶板）混凝土一体浇筑时应符合下列规定：

1 墙体混凝土应左右对称、水平、分层连续浇筑，两侧高差
不宜大于 500mm，浇筑至墙板交界处应间歇 1h~1.5h，再浇
筑顶板混凝土；

2 中板（顶板）混凝土应由两边墙分别向中间方向浇筑。
混凝土浇筑至板顶设计文件规定的高程时，在初凝前应用表面振
捣器振捣一遍后再人工抹面。

8.8.7 混凝土柱宜单独水平分层浇筑；若柱、墙、板一体浇筑
时，应先浇筑柱，再浇筑墙，最后浇筑板。

8.8.8 当板、墙、柱的混凝土强度等级、性能有差异时，应采
取措施，不得混用。

8.8.9 混凝土浇筑过程中应及时观测模板、支架、钢筋、预埋
件和预留孔洞等情况，发现问题应及时处理。

8.8.10 混凝土入模温度不应低于 5℃，不宜超过 35℃。大体积
混凝土入模温度不宜超过 30℃。

8.8.11 混凝土终凝后应及时养护，并应符合下列规定：

1 采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥配
制的混凝土不应少于 7d；

2 采用缓凝型外加剂、大掺量矿物掺合料配比的混凝土不
应少于 14d；

3 抗渗混凝土养护时间不应少于 14d。

I 施 工 缝

8.8.12 垂直施工缝的端头应设置堵头模板。设有中埋式止水带
的施工缝应先支立止水带下层模板或外侧模板，后支立上层模板
或内侧模板，两侧模板应将止水带固定牢固。

8.8.13 混凝土施工缝留置位置应符合下列规定：

1 柱体水平施工缝应留置于底板（或基础、底梁）顶，顶
板（中板）顶或梁底；

2 梁、板垂直施工缝应留置在距离支承端的 1/3 范围内，
且不得留置水平施工缝；

3 墙体与底板间的水平施工缝应高出底板 200mm~300mm, 如有梗斜应留置在梗斜上 200mm~300mm;

4 水平施工缝应平直, 不得出现波浪现象; 垂直施工缝应垂直、平整。

8.8.14 施工缝处后续浇筑混凝土时应符合下列规定:

1 已浇筑混凝土强度不应低于 2.5MPa;

2 已浇筑混凝土表面应凿毛并清理干净; 有防水要求的, 防水细部做法应符合设计文件要求;

3 浇筑混凝土前施工缝处应先洒水湿润, 水平施工缝应先铺 20mm~30mm 厚与浇筑混凝土同标号微膨胀水泥砂浆。

II 变 形 缝

8.8.15 变形缝处的端头模板应钉填缝板, 填缝板与嵌入式止水带中心线应与变形缝中心线重合, 并应用模板固定牢固。止水带不得穿孔或用铁钉固定。

8.8.16 变形缝设置中埋式止水带时, 混凝土浇筑应符合下列规定:

1 浇筑前应校正止水带位置, 表面清理干净, 止水带损坏处应修补;

2 应先浇筑嵌入式止水带下部的混凝土, 待嵌入式止水带压紧其上表面后, 方可继续浇筑;

3 边墙处止水带应位置正确、平直、无卷曲现象、固定牢固, 内外侧混凝土应对称、均匀、水平浇筑。

III 后 浇 带

8.8.17 后浇带侧模宜采用钢丝网模板。有防水要求的, 防水细部做法应符合设计文件要求。

8.8.18 留置的后浇带周围应进行保护, 防止进水和污染钢筋。

8.8.19 结构后浇带混凝土施工应符合下列规定:

1 位置应设置于受力和变形较小处, 缝宽宜为

0.8m~1.0m;

2 后浇带混凝土应在其两侧混凝土龄期达到 42d 后进行;

3 后浇带混凝土施工前, 两侧混凝土应凿毛、清理干净, 并应洒水保持湿润;

4 后浇带混凝土应采用微膨胀混凝土, 其配合比应经试验确定, 并不得低于两侧混凝土强度等级;

5 后浇带混凝土养护期不应小于 28d。

8.9 内部结构施工

8.9.1 车站内部结构施工前应完成主体结构的验收工作。

8.9.2 站台板施工前, 应完成车站和相邻隧道的贯通和断面测量, 站台板不应侵入车辆限界。

8.9.3 站台板施工应符合下列规定:

1 预埋在底板上的钢筋应调直, 认真复核钢筋的位置、数量、间距、规格、外露长度和损坏情况, 对缺损的钢筋应按设计文件要求进行植筋;

2 宜采用跳仓分段施工, 待两侧的混凝土充分收缩后, 再施工中间段的站台板;

3 站台板变形缝应与主体结构贯通。

8.9.4 预制构件安装应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

8.9.5 砌体工程施工应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的规定。

9 盖挖法

9.1 一般规定

9.1.1 盖挖法可分全断面盖挖和局部盖挖。

9.1.2 盖挖法出土口设置数量、位置和尺寸，应根据盖板的覆盖范围、土方量、工期、施工设备、现场情况等，结合结构设计文件要求确定。出土口设置应考虑下列因素：

1 盖板顶设置出土口时，宜与车站顶板的永久孔洞相结合，或利用车站的附属结构位置作为出土口；

2 区间盖板顶无条件设置出土口时，可利用区间风道位置作为出土口，或单独设置竖井或马道出土；

3 出土口尺寸应满足土方、材料运输和设备安装的需要；

4 结构楼板与盖板的竖向出土口应上、下相对应，结构楼板宜利用楼梯、电扶梯位置设置出土口；

5 盖板出土口周边应设置洞口加强梁；

6 出土口应设防汛墙、防雨棚及临边防护。

9.1.3 盖挖逆作法跨中需要设竖向支承时，宜利用永久结构柱或墙；盖挖顺作法跨中需要设竖向支承时，宜设临时支承柱或桩。跨中竖向支承结构应与围护结构同时施工。

9.1.4 盖挖法施工应保持基坑围护结构内的地下水位稳定在基底以下 0.5m。若需采取降水和止水的，施工应符合本标准第 7 章的相关规定，坑内设降水井时尚应符合下列规定：

1 降水井位置应避开结构梁、柱、墙和临时支承等位置；

2 降水井在结构顶板或盖板施工前，应将其顶部下移至顶板底以下；

3 基坑开挖期间不宜逐段向下拆除降水井管，减压降水井顶部标高应高于初始承压水位的 0.5m~1.0m；

4 减压降水井应在结构符合设计文件要求的抗浮要求后，方可停止抽水并采取措施封闭；

5 基坑开挖至基底，施工结构时应按设计文件要求设置泄水孔；疏干降水井作为泄水孔时应在结构达到设计文件规定的强度后方可封闭；

6 洞内排水应符合本标准第 10.7 节的要求。

9.1.5 围护结构、支承柱或支承墙与结构楼板的结合处，应按结构施工缝进行处理，施工缝处理方法应符合本标准第 8.8 节的规定。

9.1.6 盖挖法施工竖井及盖板下的供电与照明、供风和供水、通风防尘及有害气体防护应符合本标准第 10.9 节的规定。

9.2 围护结构及支承柱

9.2.1 围护结构施工应符合本标准第 8.4 节的要求。

9.2.2 支承桩、柱下桩基测量定位应以线路中线为准。

9.2.3 需要止水的基坑围护结构，宜采用地下连续墙。其接头采用柔性接头时，宜在接缝外侧采取止水措施；不同类型的围护结构之间或新老围护结构之间的接缝处应采取防渗漏措施。

9.2.4 当连续墙或排桩等围护结构作为主体结构的一部分时，其混凝土强度、抗渗性能应满足主体结构受力和抗渗等级要求。

9.2.5 柱下桩基为钢筋混凝土钻孔灌注桩时，支承柱底端插入桩基钢筋笼的深度应符合设计文件要求，钢筋笼与柱之间的间隙不应小于 150mm。

9.2.6 支承桩或柱下桩基，桩底需要压浆时，注浆管根数不应少于 2 根，注浆量和注浆压力应符合设计文件要求。

9.2.7 钢管柱和型钢柱应在工厂加工制作，现场可分段连接。分段连接应确保其平直度和精度。

9.2.8 钢管柱或型钢柱插入柱下桩基有先插入法和后插入法两种，宜结合机具、设备和定位、调垂、测垂、混凝土浇筑等确定插入方法，施工前应施作试验柱。

9.2.9 钢管柱或型钢柱采用先插法安装时,应符合下列规定:

- 1 垂直度有方向要求的,应符合设计文件要求;
- 2 钢管柱或型钢柱安插时,应用调垂架调整垂直度,合格后应在孔口固定牢靠;
- 3 混凝土导管与调垂架分开,导管应居中放置;
- 4 钢管柱与桩搭接处的构造处理应符合设计文件要求;钢管柱内的混凝土与柱下桩基的混凝土连续浇筑完成;桩顶面以下柱内混凝土与桩身混凝土应采用同强度等级混凝土;柱下桩基混凝土浇筑高度应高出设计文件规定的标高 500mm~800mm。

9.2.10 钢管柱或型钢柱采用后插法安装时,应符合下列规定:

- 1 钢管柱或型钢柱安插允许偏差应符合设计文件要求;
- 2 桩基的混凝土应采用缓凝混凝土,缓凝时间根据现场情况确定,一般初凝时间不宜小于 36h,粗骨料应为 5mm~25mm 的连续级配;
- 3 钢管柱或型钢柱底部应加工成锥台形,锥形中心与钢管柱中心应重合。

9.2.11 钢管柱或型钢柱的调垂架和固定装置的拆除,应在混凝土终凝后进行,拆除后应及时在孔口采取固定措施并回填柱体与孔壁间隙。回填材料宜采用砂子,回填应对称、均匀、密实,防止支承柱变形。

9.2.12 柱下桩基采用全套筒护壁法成孔,人工在孔内埋设钢管柱时,应先凿除桩顶混凝土浮浆并清理干净,支承柱安装应符合下列规定:

- 1 定位器与混凝土连接应牢固;
- 2 钢管柱应整体安装,吊装时吊点位置应进行验算;
- 3 钢管柱吊入孔内时应匀速缓放,下端套住定位器后,方可将钢管柱滑落到定位器的“十”字钢板上;
- 4 下端与定位器连接应牢固,垂直度应符合设计文件要求;
- 5 位置、垂直度调整合格后,上端方可固定;
- 6 钢管柱安装验收合格,应先采用砂或砂卵石回填孔壁间

隙后，再浇筑混凝土。

9.2.13 钢管柱混凝土应采用微膨胀混凝土，混凝土应采用导管法浇筑。

9.3 铺盖体系

9.3.1 盖挖顺作法的铺盖体系宜采用装配式公路钢桥、六四式军用钢桁架梁或型钢梁，其上铺设盖板和面层；盖挖逆作法铺盖体系应为主体结构顶板。

9.3.2 铺盖体系用于交通导改或解决施工场地等问题时，应进行专项设计，其受力除应满足自身荷载外，还应满足车辆、行人动荷载及施工机具、材料堆放等施工荷载的要求。

9.3.3 盖挖顺作法铺盖体系设置标高应满足主体结构顶板施工净空、管线改移埋设等需求。

9.3.4 铺盖体系施工前应完成围护结构、中间支承结构的施工和交通组织、管线改移、拆迁等工作。

9.3.5 盖挖顺作法铺盖体系宜采用标准化、模数化的拼装式盖板梁和盖板。

I 顺作法盖板梁

9.3.6 钢筋混凝土盖板梁，可单独设置，宜可兼作基坑首道混凝土内支撑。施工应符合本标准第 8.4.81 条的规定。

9.3.7 盖板梁与围护结构、支承柱连接应符合下列规定：

1 围护结构冠梁施工应严格控制标高，冠梁顶面平整度应满足盖板梁的安装要求；

2 盖挖顺作法支承柱纵向连梁应符合本标准第 8.4.82 条的规定，与盖板梁的连接应牢固；

3 盖板梁两端的支座或弹性垫板与冠梁粘结牢固，中心轴线应与盖板梁设计文件给定的支点重合；

4 围护结构冠梁、支承柱（桩）上的预留、预埋件应齐全，盖板梁质量应合格。

9.3.8 盖板梁采用钢桁架梁和型钢梁时，加工应符合下列规定：

- 1 标准构件宜在工厂内分节拼装，进场后应进行试组装；
- 2 若有非标构件，应在工厂内加工制作；
- 3 钢销、钢楔等配件现场加工制作时，应符合盖板梁设计文件要求；

- 4 进场时应有质量证明文件。

9.3.9 钢桁架和型钢盖板梁安装应符合下列规定：

- 1 安装前应进行除锈和防锈处理；
- 2 安装时宜单根整体安装，安装前应逐根进行组装验收，合格后方可安装；
- 3 施工中不得用标准构件代替加强型构件；
- 4 宜从一端向另一端顺序安装，平面定位、间距应符合设计文件或方案要求；

5 梁体就位后应及时将端头与支座固定，或在端头侧向设置临时支撑固定，确保已就位的钢桁架梁稳定；

6 盖板梁为型钢梁时，应及时栓接或焊接两梁之间的次梁，采用焊接时型钢梁翼缘接缝处宜设置加强板；

7 盖板梁为贝雷梁时，应及时安装两梁之间的连接杆件和剪刀撑；

8 盖板梁为六四式军用梁时，应及时安装两梁之间的套管螺栓；

9 盖板梁预留起拱度应考虑型钢梁和钢桁架梁的挠度，钢桁架梁挠度不应大于 $1/400L$ ；

10 安装完成后，应逐一检查梁体是否有变形，连接件、连接螺栓、钢销、钢楔、扣件等应齐全、牢固。

9.3.10 当先铺盖半幅，待条件具备后再合拢另半幅时，连接处宜设置钢筋混凝土梁。其基础应经验算，并应进行处理或设置支承柱或桩。

9.3.11 钢桁架和型钢盖板梁用于管线悬吊时，应符合本标准第 8.2.7 条的要求；用于结构施工垂直运输时，应进行验算并征得

钢桁架和型钢盖板梁设计单位的同意。

II 顺作法铺盖板

9.3.12 顺作法铺盖板用于交通导改时，下层宜采用钢筋混凝土预制板，面层宜为沥青混凝土或素混凝土，施工应符合下列规定：

1 钢筋混凝土预制板宜在厂家预制，并应符合设计文件和安装要求；

2 盖板混凝土应达到设计文件给定的强度后方可安装，安装应稳固、缝隙均匀一致；

3 面层施工和验收应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

9.3.13 盖板用于施工场地时，下层采用钢筋混凝土预制板、面层宜铺设钢板并应符合下列规定：

1 钢筋混凝土预制板应符合本标准第 9.3.12 条第 1 款和第 2 款的要求；

2 钢板宜采用防滑钢板，或采取防滑措施；

3 钢板缝隙及周边应封堵严密。

9.3.14 用于交通导改的限速、限载等交通标识、标志应符合交通管理部门的规定；用于施工场地的施工机械、设备和材料堆放，不应超载。

9.3.15 结构施工期间维护应符合下列规定：

1 盖板面层出现坑洼不平及破裂时应及时修复；

2 应定期监测和巡视盖板梁变形、杆件连接是否松动、盖板是否翘曲等现象，并应及时处理；

3 应定期维护临时排水系统，保证排水畅通。

III 逆作法结构顶板

9.3.16 主体结构的顶板，当底模为土模时，应根据土体弹性模量计算起拱度。

9.3.17 板底搭设支架和模板时，应符合本标准第 8.7 节的规定；

9.3.18 钢筋、混凝土施工应符合本标准第 8.6 节和第 8.8 节的要求。

9.3.19 顶板施工不宜留置纵向施工缝，若需要留置应采取措施；横向施工缝应根据结构流水段划分留置。

9.3.20 板底斜肩墙施工缝宜留置在梗斜下 500mm~800mm。

9.3.21 及时施作板顶出土口结构，混凝土达到设计文件给定的强度后方可回填和修筑路面结构。

9.4 土方开挖

9.4.1 盖挖法土方开挖可分为盖板基坑、盖挖顺作法和盖挖逆作法盖板下土方开挖。基坑开挖和回填除应符合本标准第 8.5 节的规定外，尚应符合本节的规定。

9.4.2 开挖过程中机械设备不得碰撞型钢柱、钢管柱、降水井、预埋件。

9.4.3 土方施工设备配置应挖、运、吊均衡，开挖设备选择宜随板下净空调整，板下首层土方宜用小型设备开挖，随深度增大可用中型或大型设备开挖；水平运输可选择小型自卸车和推土机等；垂直运输可用滑臂挖掘机、抓斗、吊车、输送带等。

9.4.4 盖板基坑土方开挖时，顺作法应满足盖板梁施工要求，宜开挖至基坑第一道内支撑或锚杆（索）的下方约 500mm，支撑架设后再向下开挖土方，不应超挖；逆作法应分层开挖至结构板底。

9.4.5 盖挖顺作法基坑开挖应根据出土口设置，均衡土方量分配；开挖过程中机械设备不得碰撞盖板梁、内支撑或锚杆（索）。

9.4.6 盖挖逆作法和半逆作法基坑开挖应符合下列规定：

- 1** 应对称、均衡开挖，分层厚度不得大于 1.5m；
- 2** 应按设计文件要求及时设置钢管柱拉杆；
- 3** 半逆作法应及时架设内支撑或施作锚杆（索）；

4 全逆作法应及时施工中板和侧墙；下层土方开挖时，中楼板的混凝土强度应达到设计文件给定的强度要求，设计文件无规定时应符合本标准第 8.7.12 条的规定。

9.4.7 土方应及时外运，铺盖板顶存土不得超过设计文件规定的荷载，中楼板顶不应存土。

9.5 主体结构

9.5.1 盖挖法主体结构施工应符合本标准第 8.6 节～第 8.8 节的规定，逆作法尚应符合下列规定：

1 中板底模板和支架应符合本标准第 9.3.16 条的规定；

2 钢筋竖向连接应采用直螺纹套筒正反扣Ⅰ级接头；

3 侧墙模板下口与中（底）板留置的混凝土梯口接缝应严密，支撑应牢固；

4 为保证逆作法墙板之间的施工缝混凝土质量，侧墙模板上口应留置斜向混凝土浇筑口（槽），便于混凝土浇筑和振捣，确保接缝密实；

5 模板拆除后，应剔除浇筑口突出混凝土，并应打磨平整。

9.5.2 应按设计文件要求提前做好钢管柱与梁板节点处的钢筋与法兰盘的位置调整。

9.5.3 盖挖顺作法铺盖板拆除应按安装顺序后装先拆，先装后拆；临时支承柱应在铺盖板拆除后进行拆除。

10 矿 山 法

10.1 一 般 规 定

10.1.1 矿山法隧道围岩分级应符合现行行业标准《铁路隧道设计规范》TB 10003 的规定。

10.1.2 矿山法施工开挖后应及时施作初期支护并封闭，当开挖面围岩稳定时间不能满足初期支护结构施工时，应采取超前支护及加固措施。

10.1.3 施工前，前期调查工作应符合本标准第 4.2.1 条的规定。

10.1.4 矿山法施工应在无水条件下进行，需要采取降水或止水措施时，应符合本标准第 7 章的规定。

10.1.5 矿山法隧道采用钻爆法施工时，应编制爆破方案，并应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的规定。

10.1.6 隧道施工过程中应进行监控量测，监控量测应符合本标准第 13 章的规定。

10.1.7 隧道施工过程中轴线和净空尺寸应符合设计文件要求，测量控制应符合本标准第 6 章的规定。

10.1.8 隧道初期支护、二次衬砌完成后，均应进行贯通测量。

10.1.9 隧道的防雷与接地，设备预留与预埋应符合本标准第 8 章的规定；防水工程施工应符合本标准第 16 章的规定。

10.1.10 矿山法隧道内的施工机械、设备宜采用电动，采用内燃动力的废气排放应符合现行国家标准《大气污染物综合排放标准》GB 16297 的要求。

10.2 竖 井

10.2.1 竖井应根据现场条件，利用风道、车站出入口、隧道顶部或单独设置。

10.2.2 竖井尺寸应根据施工设备、土石方及材料运输、施工人员出入隧道和排水的需要确定。当利用永久结构作为竖井时，其尺寸尚应符合设计文件要求；当单独设置竖井时应有设计文件，其施工应符合本标准第8章的规定。

10.2.3 竖井应设防雨棚，井口周围应设防汛墙和栏杆。

10.2.4 竖井与横通道连接处、横通道与正洞连接处、变断面处、交叉点处等开挖时，采取钢架支撑或注浆的加强措施应符合设计文件要求。

10.2.5 竖井垂直运输应符合下列规定：

1 提升设备应进行验算，应符合国家现行有关标准的规定，并应经政府主管部门验收后方可投入使用；使用中应经常检查、维修和保养；

2 提升设备不得超负荷作业，提升速度应符合设备技术要求，与竖井支撑构件安全距离不应小于15cm；

3 竖井上、下应设联络信号，并应设专人负责；

4 竖井底应设集水坑、集土坑或转渣场，地面渣土仓容积应满足开挖要求。

10.2.6 渣土运输应防止遗撒和扬尘。

10.3 地层超前支护及加固

I 超前小导管及管棚

10.3.1 超前小导管和管棚应根据地层情况进行设计，其支护设计参数宜符合表10.3.1的规定。

表 10.3.1 支护设计参数

支护形式	适用地层	钢管直径 (mm)	钢管长度 (m)	钢管上钻设 注浆孔 间距 (mm)	钢管沿 拱部 环向布 置间距 (mm)	钢管沿 拱部环 向外 插角	沿隧道 纵向两 排钢管 搭接长度 (m)
小导管	土层	30~50	3~5	100~150	300~500	10°~25°	≥1

续表 10.3.1

支护形式	适用地层	钢管直径 (mm)	钢管长度 (m)	钢管上钻设注浆孔间距 (mm)	钢管沿拱部环向布置间距 (mm)	钢管沿拱部环向外插角	沿隧道纵向两排钢管搭接长度 (m)
管棚	土层或不稳定岩体	80~180	8~40	100~150	300~500	不大于 3°	≥1.5

10.3.2 超前小导管和管棚加工制作应符合下列规定：

- 1 钢管应直顺，规格、型号、壁厚应符合设计文件要求；
- 2 小导管和管棚入岩部分打孔应呈梅花形布置；
- 3 小导管锤击打入时，其尾部宜补强，前端应加工成尖锥形；

4 管棚钢管纵向连接丝扣长度不应小于 150mm，管箍长度不应小于 200mm；管箍连接后不得有外露丝扣。

10.3.3 管棚施工前应将工作面封闭严密、牢固，清理干净，并测放出钻设位置后方可施工，成孔应符合下列规定：

- 1 钻孔的外插角允许偏差应为 1°；
- 2 管棚施工前应先施工导向墙，其上安装管棚导向钢管，待导向墙混凝土达到设计文件规定强度的 75% 后，方可进行管棚孔钻孔作业；

- 3 钻孔应由高孔位向低孔位进行；
- 4 钻孔孔径应比钢管直径大 30mm~40mm；
- 5 开始钻孔时应低速低压，遇卡钻、坍孔时应注浆后重钻；钻进过程中应测量钢管的偏斜度；

6 钻孔验收合格后应及时安装管棚钢管，其接长时连接应牢固。

10.3.4 超前小导管应在喷射混凝土完成后及时施工，并应符合下列规定：

- 1 小导管采用锤击或钻机顶入时，其埋入长度不应小于管

长的 90%；

2 采用钻（吹）孔施工时，其孔深应大于导管长度；成孔后应立即安装小导管；

3 杆体安装后外插角允许偏差应为 1° ；

4 施工过程中不得扰动已安装好的钢拱架。

10.3.5 超前小导管和管棚注浆应符合下列规定：

1 管棚注浆浆液宜采用水泥或水泥砂浆，其水泥浆的水灰比宜为 0.5 : 1，水泥砂浆配合比宜为 1 : 0.5 ~ 1 : 3；

2 超前小导管注浆宜选用水泥浆或水泥砂浆、水玻璃双液浆；水泥浆的水灰比宜为 0.5 : 1，水泥砂浆配合比宜为 1 : 1 ~ 1 : 2，水玻璃双液浆应结合现场情况试配确定；

3 注浆浆液应充满钢管及周围的空隙并密实，其注浆量和压力应根据试验确定。

II 地层注浆加固

10.3.6 隧道注浆，地面有条件时宜在地面进行。地面无条件时，可在洞内沿周边超前预注浆，或在导洞开挖后对隧道周边进行径向注浆。

10.3.7 注浆方法宜与作业条件、工程地质等相适应，砂卵石地层和破碎岩层中宜采用渗入注浆法；粉细砂层、黏土层、粉土层中宜采用劈裂注浆法；淤泥质软土层中宜采用高压旋喷注浆法。

10.3.8 注浆材料应符合下列规定：

1 应具有良好的可注性；

2 固结后收缩率应小，并应具有良好的粘结力、强度、抗渗性、耐久性和稳定性；当地下水有侵蚀作用时，应采用耐侵蚀性的材料；

3 应无毒无害，并应对环境无污染；

4 注浆工艺应简单，操作应方便、安全。

10.3.9 注浆浆液宜采用水泥单液浆、黏土水泥浆、水泥水玻璃双液浆以及化学浆液；配合比应经现场试验确定。

10.3.10 隧道内宜先施工止浆墙，再进行注浆施工。注浆方式可采用全孔一次性、分段前进式或后退式注浆。注浆段的长度应结合现场试验确定，宜为 10m～20m；孔径宜为 50mm～130mm；孔距应经计算确定，高压喷射注浆的喷射孔距宜为 0.4m～2m。

10.3.11 注浆过程中不得损坏周边环境，浆液不得溢出地面。

10.3.12 注浆效果应符合设计文件要求，不合格的应补浆。注浆浆液达到设计文件规定的强度后方可进行开挖。

10.3.13 注浆施工期间应对地下水取样检查，不得污染地下水。地面注浆结束后，注浆孔应封填密实。

10.4 开 挖

I 施 工 方 法

10.4.1 隧道施工方法应进行方案比选后确定。

10.4.2 全断面法在稳定岩体中应采用光面爆破，并按设计文件要求做初期支护结构或直接进行二次衬砌施工。

10.4.3 台阶法施工应先开挖上台阶，后开挖下台阶。下部台阶应在拱部初期支护结构变形基本稳定且喷射混凝土达到设计文件规定强度的 70%后，方可进行开挖，并应符合下列规定：

1 台阶法应根据地质和开挖断面跨度等确定开挖台阶长度，土质隧道台阶长度不宜超过隧道宽度的 1 倍，台阶不宜多于 3 级；

2 边墙应采用单侧或双侧交错开挖，不得使上部初支结构同时悬空，边墙挖至设计文件给定的高程后应立即支立钢架并喷射混凝土；

3 一次循环开挖长度，稳定岩体中应根据机械开挖能力确定，一般不宜大于 4m；土层和不稳定岩体中一次循环开挖长度应符合设计文件要求。

10.4.4 留环形核心土法应先开挖上台阶的环形拱部，及时施工

拱部初期支护后方可开挖核心土。核心土应留坡度，不得出现反坡。上台阶施工完后，应按台阶法施工下台阶及仰拱。

10.4.5 中隔壁法或交叉中隔壁法施工应符合下列规定：

1 导洞应采用台阶法施工，导洞跨度不宜大于 0.5 倍隧道跨度；

2 中隔壁法左右两导洞掌子面开挖错开距离不应小于 15m，并应在先开挖侧初期支护封闭，且喷射混凝土达到设计文件规定的强度后方可进行另一侧开挖；

3 交叉中隔壁法开挖顺序应符合设计文件要求，相邻导洞掌子面开挖错开距离不宜小于 15m，并应在先开挖导洞初支完成，且喷射混凝土达到设计文件规定的强度后方可进行后续开挖；

4 二次衬砌应在拆除中隔壁和临时仰拱后，应充分利用初支结构的时空效应，及时施工，并应符合设计文件要求。

10.4.6 单侧壁导洞法施工应符合下列规定：

1 导洞应结合边墙设置，跨度不宜大于 0.5 倍隧道跨度，洞顶宜至起拱线；

2 导洞初支施工完成后宜按台阶法开挖另一侧土体，并及时封闭仰拱；

3 二次衬砌拱墙可分部浇筑，也可一体浇筑。

10.4.7 双侧壁导洞法施工应符合下列规定：

1 导洞跨度不宜大于 $1/3$ 隧道跨度；

2 左右导洞同时施工时，前后错开距离不宜小于 15m；导洞与中间土体同时施工时，导洞应超前 30m~50m；

3 双侧导洞初支均封闭后，方可用台阶法施工中间剩余空间，并应及时封闭仰拱；

4 双侧壁导洞法一般应分段进行二次衬砌，如拱墙一体浇筑，其初支结构应满足大断面受力要求，并应符合设计文件要求。

10.4.8 中洞法施工时，可采用中隔壁、交叉中隔壁法施工中

洞，并应符合下列规定：

1 中洞二次衬砌施工完成后，方可进行侧洞的开挖；短隧道可先贯通中洞；

2 中洞初期支护完成后，应分段施工二次衬砌和梁、柱；

3 二次衬砌混凝土达到设计文件规定的强度后方可拆模，并应架设临时横向支撑后方可开挖侧洞；

4 两侧洞可按台阶法对称进行开挖。

10.4.9 侧洞法施工除应符合本标准第 10.4.8 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 中洞施工应在两侧侧洞二次衬砌施工完成后方可进行；

2 侧洞施工二次衬砌和梁、柱结构时应制定防坍塌应急预案。

10.4.10 柱洞法施工应符合设计文件要求，并应符合下列规定：

1 导洞断面尺寸应满足中柱、边桩和纵横梁施工的空间要求；

2 设置底梁时，上、下导洞的中心线应在同一垂直面；

3 台阶法拱部初支施工应在中柱、边桩和纵横梁形成框架结构受力体系后方可进行，拱部初支完成后方可按逆筑法施工至底板。

10.4.11 洞柱（桩）法施工应符合设计文件要求，并应符合下列规定：

1 宜先开挖下部导洞，后开挖上部导洞；

2 各导洞贯通后，应及时在下部导洞内施工底纵梁或条形基础，并按设计文件要求施工横向支撑梁；在上部导洞内施工边孔桩及桩顶冠梁、中桩（柱）、边拱初支，形成桩、柱、梁框架受力体系；

3 应采用台阶法开挖拱部土体，施作初支和二次衬砌，形成全断面二次衬砌扣拱；

4 拆除上部小导洞初期支护时，应按设计文件要求加设拉（压）杆等防变形措施后，逐层向下开挖土体，逆作法分段施工

结构；可在中立柱受压稳定、边桩设支撑时顺作法施工结构。

10.4.12 平顶直墙法施工应符合下列规定：

1 平顶直墙初期支护的预拱度应符合设计文件要求，土方应跳洞对称逐层开挖；

2 上下层导洞宜按台阶法施工，各导洞开挖错开距离不宜小于 15m；

3 侧边导洞二衬应按双侧壁导坑法施工，中间部分导洞应按中洞法施工；

4 临时支护拆除应按照设计文件要求施工，并满足初期支护结构的稳定性要求。

10.4.13 马头门开挖应符合下列规定：

1 马头门拱部土体加固宜随工作井土方开挖随加固，盾构区间横通道马头门应先对管片支撑后加固地层；地层加固效果应符合设计文件要求；

2 开挖步序应符合设计文件要求；

3 根据开挖面积、加固效果和土质情况，必要时宜架设临时仰拱支撑。

II 钻 爆 法

10.4.14 岩石隧道爆破宜采用光面爆破。分部开挖时，应采用预留光面层的光面爆破。

10.4.15 爆破前应进行爆破设计，并根据爆破效果调整爆破参数。

10.4.16 光面爆破参数应经现场试爆后确定。

10.4.17 炮眼布置应符合下列规定：

1 在城区等复杂周边环境条件下炮眼深度应控制在 1m～1.5m，并应进行控制爆破；

2 掏槽炮眼可用直眼也可用斜眼；采用斜眼时，如岩层层理或节理明显，则斜眼与其应成一定角度并宜垂直；

3 周边炮眼应沿设计文件规定的开挖轮廓线布置；

4 辅助炮眼应均匀交错布置在周边炮眼与掏槽炮眼之间；

5 周边炮眼与辅助炮眼的眼底应在同一垂直面上，掏槽炮眼应加深 100mm。

10.4.18 炮眼钻设应符合下列规定：

1 应按炮孔作业布置图布放点位；

2 应根据点位位置岩层的凹凸程度调整炮眼深度，除掏槽炮眼外，其他炮眼应在同一垂直面上；

3 钻孔完毕，检查验收合格并做好记录后方可装药。

10.4.19 炮眼装药应符合下列规定：

1 炮眼装药前应清理干净；

2 周边眼宜采用低密度、低爆速、低猛度或高爆力炸药；

3 周边眼宜采用小直径连续或间接装药结构；软岩中，可采用空气柱反向装药结构；硬岩的眼底可装一节加强药卷；

4 炮孔内炸药应采用非电毫秒雷管+导爆管或导爆索起爆方式，炮孔外部起爆网络应采用电雷管+起爆器或非电毫秒雷管+导爆管+击发笔引爆方式。低段别非电毫秒雷管应跳段使用。周边眼宜采用同段别雷管起爆；

5 装药完毕，炮眼堵塞长度不宜小于 200mm。

10.4.20 爆破后应对开挖断面进行检查，并应符合下列规定：

1 隧道应按设计文件规定的尺寸控制开挖断面，不得欠挖，其允许超挖值应符合本标准表 10.4.29 的规定；

2 硬岩爆破眼的眼痕率应大于 80%，中硬岩眼痕率应大于 70%，软岩眼痕率应大于 50%，并应在轮廓面上均匀分布；

3 两茬炮眼衔接台阶的最大尺寸不应大于 150mm；

4 爆破岩块最大块度不宜大于 300mm。

III 开 挖

10.4.21 隧道开挖前应制定防坍塌应急预案，备好抢险物资，并在现场堆码整齐。

10.4.22 隧道在稳定岩体中可先开挖后支护，支护结构距开挖

面宜为 B (B 为隧道开挖宽度)；在土层和不稳定岩体中，初期支护的挖、支、喷环节应紧跟；当开挖面稳定时间不能满足初期支护施工时，应采取超前支护或注浆加固措施。

10.4.23 隧道开挖循环进尺，在土层和不稳定岩体中应符合设计文件要求，宜为 $0.5\text{m}\sim 1.0\text{m}$ ；在稳定岩体中宜根据围岩级别选用不同进尺，一般宜为 $2.5\text{m}\sim 3.5\text{m}$ 。

10.4.24 隧道开挖宜采用机械化作业，石方开挖宜采用凿岩台车，土方开挖宜采用机械配合人工开挖。

10.4.25 两条平行隧道包括导洞，净距小于 1 倍隧道开挖跨度时，其前后开挖面错开距离不应小于 15m 。

10.4.26 同一条隧道相对开挖时，当两掌子面相距 20m 时应停挖一端并封闭掌子面，继续开挖另一端，并应提前做好测量工作，并应及时纠偏。

10.4.27 隧道采用分部开挖时，应保持各开挖阶段围岩及支护结构的稳定性。

10.4.28 隧道开挖过程中，应进行地质描述并做好记录，并应将超前地质预测预报纳入施工管理。

10.4.29 隧道应按设计文件规定的尺寸严格控制开挖断面，不得欠挖，其允许超挖值应符合表 10.4.29 的规定。

表 10.4.29 允许超挖值 (mm)

隧道开挖部位	岩层分类							
	爆破岩层						土质和 需爆破岩层	
	硬岩		中硬岩		软岩		平均	最大
	平均	最大	平均	最大	平均	最大		
拱部	100	200	150	250	150	250	100	150
边墙及仰拱	100	150	100	150	100	150	100	150

注：1 超挖或小规模坍方处理时，采用喷混凝土回填，并做好回填注浆。

2 回填注浆应符合本标准第 10.6.19 条的规定。

10.5 隧道内运输

10.5.1 隧道内运输方式宜采用皮带运输、无轨运输、有轨运输三种形式或其混合运输形式。运输方式应根据开挖断面、运量、挖运机械设备、施工方法及施工工期等确定。

10.5.2 装渣机械的装渣能力应与开挖能力及运输能力相匹配，并应保证装运能力大于最大开挖能力。

10.5.3 隧道内装渣宜采用适合隧道断面的扒渣机、装载机、挖掘机等设备。

10.5.4 装渣作业应符合下列规定：

1 机械装渣作业应严格按设备操作规程进行，并不得损坏已有的初支及临时设备；

2 采用有轨式装渣机械时，轨道应紧跟开挖面，调车设备应及时向前移动，或采用梭式矿车、皮带运输机等设备进行连续装渣；

3 在临时支护架上装渣时应设置漏斗，漏斗处应有防护设备和联络信号，装渣结束后漏斗处应加盖；

4 在台阶或临时支护架上向下扒渣时，渣堆应稳定，防止滑坍伤人。

10.5.5 隧道内的运输设备应满足隧道最小行车限界要求，不得对已施工的结构造成破坏、损伤。

10.5.6 无轨运输作业应符合下列规定：

1 运输线路应临时填筑，应平整、坚实，并应做好排水维修工作；

2 线路两侧的废渣余料等应随时清理干净；

3 其行车速度，施工作业面区不应大于 10km/h，其他区段不应大于 15km/h；

4 宜采用电动运输车或带净化装置的柴油车，不宜使用汽油机械。

10.5.7 采用有轨道运输作业时，线路铺设应符合下列规定：

- 1 钢轨重量不宜小于 24kg/m；并宜选用较大型号的道岔；
- 2 轨枕铺设间距不应大于 0.7m，轨枕长应为轨距加 0.6m，上下面应平整，道岔处应铺长轨枕；
- 3 平面曲线半径不应小于机动车长或车辆轨距的 7 倍；
- 4 道床应平整坚实，轨距允许偏差为 $-4\text{mm} \sim +6\text{mm}$ ，曲线应加宽和超高，必要时可设轨距杆；直线地段两轨水平，钢轨接头处应铺两根枕木并保持水平，配件齐全并连接牢固；
- 5 双线应保持两车间距不小于 400mm；
- 6 车辆距隧道壁、人行步道栏杆及隧道壁上的电缆不应小于 200mm；人行道宽度不应小于 700mm；
- 7 井底车场和隧道内宜设双股道，如受条件限制设单股道时，错车线有效长度应满足最长列车运行要求。

10.5.8 有轨运输作业应符合下列规定：

- 1 斗车装料高度不宜高于车顶 400mm，并不得超宽；平板车高度不宜大于 1m，并应有可靠固定措施，宽度不宜大于 150mm；
- 2 车辆不得超载，列车应连接可靠，并应有刹车装置；
- 3 两组列车同方向行驶时，其间距不应小于 60m，采用人工推车辆时不应小于 20m；
- 4 轨道外堆料距钢轨外缘不应小于 500mm，高度不应大于 1m，并应堆码整齐；
- 5 车辆运行中不得摘挂钩作业；
- 6 机动列车在视线不良弯道和通过道岔或错车时，行车速度不应大于 5km/h，在其他地段不应大于 15km/h；人工推车辆速度不应大于 6km/h；
- 7 轨道应随开挖面及时向前延伸。装、卸车处应设置车挡，卸土点应设置大于 1%的上坡道。

10.5.9 各种运输设备不得人、料混装，非司机、非调车员不得搭乘非运人的车辆与行走机械。

10.5.10 若渣土需要由竖井转运时，应设专人统一调配洞内水

平运输和垂直运输。作业区周围应封闭。

10.5.11 渣土外运应符合下列规定：

- 1** 渣土运输车辆应满足环保要求，并应根据规定的线路运输到弃渣场，不应任意弃渣；
- 2** 渣土外运宜采用封闭自卸汽车，卸渣时应有专人指挥；
- 3** 车辆应定期保养和管理，不得违章开车，并应保证行车安全；
- 4** 地面设置渣土仓时，应封闭；
- 5** 场地出口应设洗车槽，运渣车辆应冲洗干净后方可出场；
- 6** 应及时清扫场内外遗撒的渣土。

10.6 初期支护

I 钢筋网、钢架的加工及架设

10.6.1 钢筋网和钢架宜在工厂加工。钢架第一榀制作好后应进行试拼装，并经验收合格后方可批量生产。

10.6.2 钢筋网和钢架采用的钢材种类、型号、规格、加工尺寸等应符合设计文件要求，其施焊应符合设计文件要求及现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

10.6.3 钢筋网加工及铺设应符合下列规定：

- 1** 钢筋网交叉点可绑扎，也可点焊接，网片整体应平整、牢固；
- 2** 钢筋网片铺设应平整，并与钢架或锚杆连接牢固；
- 3** 钢架采用双层钢筋网时，应在第一层铺设好后再铺第二层；
- 4** 每片钢筋网之间应搭接牢固，且搭接长度不应小于 200mm。

10.6.4 钢架加工应符合下列规定：

- 1** 钢筋格栅钢架、型钢钢架，加工除应符合设计文件要求的弧度和尺寸外，还应考虑安装方便；

2 对曲线、连接复杂的钢架应按 1:1 的比例制作台具, 并在台具上加工, 弯曲时不得采取预热措施;

3 钢架矢高及弧长不应小于设计文件规定值, 组装后应在同一平面。

10.6.5 钢架应在开挖或初喷射混凝土后及时架设, 并应符合下列规定:

1 钢架安装壁面轮廓应坚实并修理平整, 每段钢架应架立在原状土(岩)体上, 其拱脚或墙脚应支立牢固, 不能支立牢固时应进行预加固;

2 打设锁脚锚杆(管), 钢架与锁脚锚杆(管)连接应牢固;

3 与先安装的钢架节点连接应紧密牢固;

4 钢架与壁面应楔紧, 每榀钢架节点及相邻钢架纵向连接筋应连接牢固;

5 钢架安装应垂直线路中线。

II 锚杆(管)

10.6.6 抗拔锚杆应在初期支护喷射混凝土后及时安装; 支承钢拱架的锁脚锚杆(管)应在钢拱架就位后及时安装。

10.6.7 锚杆(管)钻孔孔位、孔深、孔径和角度等应符合设计文件要求。

10.6.8 抗拔锚杆安装应符合下列规定:

1 安装前应将孔内清理干净;

2 杆体插入锚杆孔时, 应保持位置居中, 插入深度应符合设计文件要求;

3 砂浆锚杆孔内灌注砂浆应饱满密实;

4 药包型锚杆、树脂锚杆应先检查药包和树脂卷质量, 受潮或变质者不得使用; 在杆体插入过程中应注意旋转, 使粘结剂充分搅拌;

5 同一批锚杆每 100 根应取一组试件做抗拔试验, 每组 3

根（不足 100 根取 3 根），设计文件或材料变更时应另取试件；同一批试件抗拔力的平均值不得小于设计文件规定的锚固力，且同一批试件抗拔力最低值不应小于设计文件规定的锚固力的 90%。

10.6.9 锁脚锚杆（管）施工应符合下列规定：

- 1** 钢拱架就位后，应及时打设，防止钢拱架下沉；
- 2** 根据地层情况，锚杆（管）打设可锤击打入，也可用小型机具预成孔后插入；
- 3** 安装后杆体与钢拱架间夹角应符合设计文件要求，且应连接牢固；
- 4** 锚杆（管）与孔壁应紧密，入孔后不得径向锤击；
- 5** 需要注浆的锚杆（管）应及时注浆。

III 喷射混凝土

10.6.10 喷射混凝土施工宜采用湿喷工艺，并应符合下列规定：

- 1** 水泥应选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，强度等级不应低于 32.5 级，性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的要求；
- 2** 速凝剂使用前应做与水泥相容性试验及水泥净浆凝结效果试验，初凝时间不应超过 5min，终凝时间不应超过 10min；应根据水泥品种、水灰比等，通过试验确定速凝剂的最佳掺量，并应在使用时准确计量；不应使用碱性速凝剂；
- 3** 细骨料应采用硬质洁净的中砂或粗砂，细度模数宜大于 2.5，含水率宜控制在 5%~7%，含泥量不应大于 3%；
- 4** 粗骨料应采用坚硬耐久的卵石或碎石，粒径不宜大于 15mm；当喷射钢纤维混凝土时，粒径不宜大于 10mm；
- 5** 骨料级配宜采用连续级配，含泥量按重量计不应大于 1%，骨料通过各筛径的累计重量百分比应符合表 10.6.10 的规定；
- 6** 水应符合饮用水标准。

表 10.6.10 骨料通过各筛径的累计重量百分比 (%)

骨料(mm) 等级	0.15	0.30	0.60	1.20	2.50	5.00	10.00	15.00
优	5~ 7	10~ 15	17~ 22	23~ 31	34~ 43	50~ 60	78~ 82	100
良	4~ 8	5~ 22	13~ 31	18~ 41	26~ 54	40~ 70	62~ 90	100

10.6.11 混凝土的喷射机应具有良好的密封性，输料连续均匀，输料能力应满足混凝土施工的需要。

10.6.12 混合料应搅拌均匀，并应符合下列规定：

1 水泥与砂石重量比应为 1 : 4~1 : 4.5；砂率应为 45%~55%，水灰比应为 0.4~0.45；速凝剂掺量应通过试验确定；

2 水泥和速凝剂原材料称量允许偏差应为 $\pm 2\%$ ，砂石允许偏差应为 $\pm 3\%$ ；

3 运输和存放中应严防受潮、受冻，大块石等杂物不得混入，装入喷射机前应过筛，混合料应随拌随用，存放时间不应超过 20min。

10.6.13 喷射混凝土前准备工作应符合下列规定：

1 应清理场地和清扫受喷面；

2 清除浮渣及堆积物后开挖面尺寸，应符合设计文件要求；

3 应埋设控制喷射混凝土厚度的标志；

4 机具设备应进行试运转。

10.6.14 喷射水泥混凝土作业应紧跟开挖工作面，并应符合下列规定：

1 混凝土喷射应分片依次自下而上进行，并先喷钢架与壁面间混凝土，然后再喷两钢架之间混凝土；

2 每次喷射厚度边墙应为 70mm~100mm，拱顶应为 50mm~60mm；

3 分层喷射时,应在前一层混凝土终凝后进行,如终凝超 1h 后再复喷时应清洗前一层喷层表面;

4 喷射混凝土回弹率边墙不宜大于 15%,拱部回弹率不宜大于 25%;挂钢筋网后,回弹率限制可放宽 5%;

5 爆破作业时,喷射混凝土终凝到下一循环爆破间隔时间不应小于 3h;

6 喷射混凝土表面平整度应满足防水层对基面的平整度要求。

10.6.15 喷射钢纤维混凝土支护应符合下列规定:

1 钢纤维材料应符合现行行业标准《钢纤维混凝土》JG/T 472 的规定,断面直径(或等效直径)应控制在 0.3mm~0.5mm,长度应控制在 20mm~25mm,其抗拉强度不得小于 380MPa;

2 钢纤维喷射混凝土的钢纤维体积率宜为 1.0%~1.5%,使用的水泥强度等级不应低于 42.5MPa;粗骨料最大粒径不宜大于 10mm;

3 钢纤维喷射混凝土搅拌时间不宜小于 180s,宜采用将钢纤维、水泥、骨料先干拌后再加水湿拌的方法,且干拌时间不得小于 1.5min。

10.6.16 喷射混凝土 2h 后应养护,养护时间不宜少于 14d。当气温低于 5℃时,不得喷水养护。

10.6.17 喷射混凝土施工区气温和混合料进入喷射机温度均不得低于 5℃。喷射混凝土低于设计文件规定强度的 40%前不得受冻。

10.6.18 同一配合比,区间或小于其断面的导洞,每 20m 拱和墙应各取一组喷射混凝土抗压强度试件抗压强度试件,车站各取二组喷射混凝土抗压强度试件。

10.6.19 初期支护壁后回填注浆应符合下列规定:

1 注浆孔应在初期支护结构施工时预埋(留),其间距宜为 2m~4m;

2 初期支护壁后注浆完成后,应检查壁后注浆密实情况,若存在空洞应及时进行填充注浆处理;

3 注浆宜采用水泥浆液、水泥砂浆或掺有石灰、黏土、粉煤灰等的水泥浆液;当注浆兼有堵水作用时,应先注水泥、水玻璃双液浆,后注其他浆液。

10.7 洞内排水

10.7.1 矿山法隧道施工有地下水时,应优先采取降水措施。无法降水或降水后仍有渗漏水时,应根据具体情况采取注浆方式止水或埋管引排。

10.7.2 隧道开挖掌子面应保持无水作业。若有渗漏水时,应采取堵水措施,宜按照先两侧后顶部的顺序堵水。

10.7.3 隧道开挖掌子面有渗漏水时,应采用超前地层注浆止水措施,并应符合本标准 10.3 节的规定。

10.7.4 初期支护完成后仍存在漏水时,应根据漏水量、地质情况采取止水措施,并应符合下列规定:

- 1 宜先注浆截水,后注浆堵水;
- 2 注浆浆液配合比应现场进行试验确认;
- 3 漏水集中部位注浆时宜埋设引流管。

10.7.5 洞内宜采用顺坡排水,排水设施应满足隧道中渗漏水排出的需要。在膨胀岩、围岩松软地段,排水设施应采用具有防渗漏性能的沟、管或槽。

10.7.6 洞内反坡排水宜采用水泵抽水,可一次或分段接力将水排出洞外。抽水机的额定抽水量应超过排水量的 20%,抽水设备应配有 1 台~2 台备用。

10.7.7 盲管(沟)排水应符合下列规定:

- 1 盲管(沟)布设两排时,距拱脚不宜小于 50cm;单排时宜在隧道最低处;
- 2 盲管(沟)应顺直,不得起伏不平;
- 3 接口和埋设应牢固,滤料应清洗干净;

4 盲管(沟)顶应有保护措施,防止被施工设备损坏。

10.7.8 明沟排水距拱脚不得小于 50cm,应采用不宜被冲刷的材料修筑。

10.8 二次衬砌

10.8.1 隧道二次衬砌施工时,其隧道中线、高程、断面和尺寸应符合设计文件要求,防水层应验收合格。

10.8.2 混凝土应采用预拌混凝土,浇筑宜采用泵送,进场应检查坍落度,运输途中或现场不应加减水剂和水。

10.8.3 二次衬砌不应侵入隧道建筑限界,施工时宜将设计文件规定的的外轮廓线扩大 50mm。

10.8.4 钢筋加工和安装除应符合本标准第 8 章和第 10.6 节的要求外,还应符合下列规定:

1 环向钢筋接头位置应符合设计文件要求,设计文件未明确时,在同一水平断面内钢筋接头数量不应超过总数量的 50%;

2 环向钢筋和迎水面纵向钢筋作业面不宜采用焊接连接,以免破坏防水层;

3 底板和侧墙的环向、纵向钢筋交叉点可间隔绑扎;拱部应全部绑扎;

4 钢筋保护层垫块应使用同标号砂浆垫块或专用垫块,保护层厚度应按设计文件要求留置,设计文件无要求时钢筋保护层厚度应符合表 10.8.4 的规定。

表 10.8.4 钢筋保护层厚度

结构类别	矿山法结构			
	初期衬砌		二次衬砌	
	外侧	内侧	外侧	内侧
保护层厚度 (mm)	40	40	35	35

10.8.5 多导洞初期支护临时中隔壁、仰拱等的拆除,除应符合设计文件要求外,尚应符合下列规定:

- 1 外轮廓初期支护喷射混凝土应达到设计文件规定的强度等级；
- 2 宜采用手动设备或工具拆除，不得使用大型设备拆除；
- 3 应符合时空效应的原则，拆除后应及时施作二次衬砌；
- 4 拆除过程中应进行监控量测，变形超标时应立即采取临时加固措施；
- 5 拆除面应平整，坑洼处应及时修复，渣土应及时清除。

I 模板及支架

10.8.6 标准断面隧道混凝土二次衬砌施工宜采用模板台车，在底板浇筑完成后，拱、墙宜整体浇筑。底板浇筑时其边墙水平施工缝高度应与台车下口的搭接高度匹配。

10.8.7 异形断面或设计文件要求分两次以上浇筑二次衬砌时，应按设计文件要求的临时支撑拆除范围，并应符合下列规定：

- 1 模板应保证隧道断面设计文件规定的尺寸；
- 2 模板主龙骨宜采用型钢拱架；
- 3 支架宜采用型钢支架，也可用钢管和方木；支架设计应预留混凝土输送通道和浇筑时检查通道；
- 4 合拢段拱顶模板应设置混凝土浇筑口和排气孔；
- 5 端头模板应符合本标准第 8.7.12 条的规定。

10.8.8 模板台车应进行专项设计，并应符合下列规定：

- 1 台车在浇筑混凝土后隧道轮廓线应符合设计文件要求，刚度和强度满足浇筑混凝土受力要求；
- 2 应满足移动和施工设备、材料、人员通过的需求；
- 3 台车长度应根据隧道曲线确定，不宜大于 12m；
- 4 台车应根据其长度和浇筑方式设置浇筑口和混凝土输送管接口装置；
- 5 应经试拼装验收合格后方可使用。

10.8.9 模板安装除应符合本标准第 8 章的要求外，尚应符合下列规定：

1 仰拱拱脚吊模, 安装前应测放控制线, 横向支撑应垂直隧道轴线, 安装应牢固;

2 模板台车应校正模板与设计文件给定的轮廓相吻合后, 方可锁定台车;

3 拼装式模板, 墙、拱一体支模时, 应在墙体模板固定后, 再支拱部模板; 拱部应预留沉落量 10mm~30mm;

4 模板安装前, 钢筋和防水应验收合格;

5 拱顶设置浇筑口时, 宜预留回填注浆孔。

10.8.10 二次衬砌模板拆除应符合下列规定:

1 不承受围岩压力时, 混凝土强度应达到 5.0MPa;

2 承受围岩压力时, 应符合设计文件要求。

II 混凝土浇筑

10.8.11 混凝土浇筑前应将浇筑面清理干净, 并洒水湿润; 模板脱模剂涂刷均匀。

10.8.12 混凝土浇筑应符合下列规定:

1 混凝土宜采用输送泵输送, 坍落度应为 150mm~180mm;

2 两侧墙体同时浇筑时, 应分层对称浇筑, 每层厚度宜为 500mm;

3 拱墙一体浇筑时, 混凝土浇筑至拱墙交界处, 应间歇 1h~1.5h 后方可继续浇筑拱部混凝土;

4 拱部混凝土浇筑结束前, 输送泵宜保压 3min;

5 墙体与拱部分别浇筑时, 墙体浇筑宜采用插入式振捣器振捣; 墙体与拱部一体浇筑时, 应采用模板外挂式振捣器配合人工振捣; 振捣不得触及防水层、钢筋、预埋件、封端模板;

6 施工缝和变形缝设有中埋式止水带时, 应符合本标准第 8.8.13 条~第 8.8.16 条规定。

10.8.13 仰拱混凝土强度达到 5MPa 后人员方可通行, 达到设计文件规定强度的 100% 后车辆方可通行。

10.8.14 仰拱填充和道床混凝土应在贯通测量完成, 且线路调

整完成后，按线路调整后的尺寸浇筑。

10.8.15 二次衬砌混凝土施工完成后，应普查混凝土浇筑质量，发现问题应及时处理。

10.9 风、水、电临时设施及通风防尘

I 供电和照明

10.9.1 隧道施工洞内应设双回路电源，并应有可靠切断装置。照明线路电压不得大于 36V。

10.9.2 隧道内电缆线路布置与敷设应符合下列规定：

1 成洞地段固定电缆线路应采用绝缘线；施工工作面区段的临时电线宜采用橡套电缆；竖井及正洞处宜采用铠装电缆；

2 照明和动力电线（缆）安装在隧道同一侧时，应分层架设，电缆悬挂高度距地面不应小于 2m；

3 36V 变压器应设置于安全、干燥处，机壳应接地；

4 动力干线的每一支线应装设开关及保险装置，不得在动力线上架挂照明设施。

10.9.3 隧道施工范围内应有足够的照明，采用普通光源照明时，其施工照明度标准应符合表 10.9.3 的要求。隧道交叉处、工作面和设备集中处应设置安全照明。

表 10.9.3 施工照明度标准

施工作业地段	最小光照度 (lx)
开挖工作面	50
其他作业地段	30
运输通道	15
成洞地段	10

10.9.4 动力照明的配电箱应封闭严密，不得乱接电源，应设专人管理并应经常检查、维修和保养。

II 供风和供水

10.9.5 空压机站输出的风压应满足同时工作的各种风动机具的最大额定风量；设置的位置宜在工作井地面附近，并应制定防水、降温、保温和消声措施。

10.9.6 高压风管及水管管径应经计算确定，安装应符合下列规定：

- 1 管材和闸阀安装前应检验合格并清洗干净；
- 2 管路安装应顺直，接头严密；
- 3 空压机站和供水总管处应设闸阀，干管每 100m~200m 设置分闸阀；
- 4 高压风管长度大于 1000m 时，应在管路最低处设油水分离器并定期放出管中的积水和积油；
- 5 管路宜安装在电缆线对面一侧，并不得妨碍交通和运输；
- 6 管路前端距开挖面宜为 30m，用高压软管接至分风或分水器；
- 7 风、水管路使用中应有专人负责检查、养护；
- 8 严寒地区冬季隧道外水管应有保温防冻措施。

III 通风防尘及防有害气体

10.9.7 隧道施工应采用机械通风。当主风机不能满足需要时，应设置局部通风系统，洞内辅助风机应安装在新鲜风流中。在条件允许情况下可采取管道通风与巷道通风相结合的通风方式。

10.9.8 隧道内通风应满足各施工作业面需要的最大风量，风量应按每人每分钟供应新鲜空气 3m^3 计算，风速为 $0.12\text{m/s} \sim 0.25\text{m/s}$ 。

10.9.9 通风管管径应经计算确定。风管安装与接续应符合下列规定：

- 1 管路应顺直，接头应严密；弯管半径不应小于风管直径的 3 倍；

2 压入式风管的风口距工作面的距离不宜大于 15m，吸入式风管的风口距工作面的距离不宜大于 5m；

3 混合式通风，两组管路接续交错距离为 20m～30m，吸出式风管出风口应置于主风流循环的回风流中。

10.9.10 通风机运转中，应采取消声措施。通风过程中，应定期测试风量、风速、风压，发现风管、风门破损、漏风应及时更换或修理。

10.9.11 隧道凿岩应湿作业，装渣、放炮后应喷雾洒水净化粉尘，喷射混凝土时应采取防尘措施并定期测定粉尘和有害气体的浓度。

10.9.12 隧道内施工环境应符合下列规定：

1 氧气含量按体积计不应小于 20%；

2 每立方米空气中含 10% 以上游离二氧化硅粉尘不应超过 2mg；

3 一氧化碳含量不应大于 30mg/m³；二氧化碳按体积计不应大于 5%；氮氧化物（换算成 NO₂）含量不应大于 5mg/m³；

4 气温不应超过 32℃；

5 噪声不应大于 90dB。

11 盾 构 法

11.1 一 般 规 定

11.1.1 采用盾构法施工隧道时，应根据隧道工程地质、水文地质、周边环境和隧道结构尺寸，经过技术、经济比较后确定盾构机类型。

11.1.2 盾构机选型与配置应遵循适用性、可靠性、耐久性、安全性的原则。

11.1.3 施工前应核对隧道沿线工程地质和水文地质资料。

11.1.4 管片生产企业应具有相应的资质。管片进场应有质量证明文件，并经验收合格后方可使用。

11.1.5 隧道内管线安装，宜在管片预制时采用预留、预埋。不宜在管片上钻孔安装临时设施。

11.1.6 需要降水或止水时，施工应符合本标准第 7 章的规定。

11.1.7 施工测量应符合本标准第 6 章的规定，监控量测应符合本标准第 13 章的规定。

11.1.8 施工场地应满足工程所需的管片堆放、渣土池、泥水处理系统、浆液站及场内、外运输的需要。

11.1.9 盾构法隧道施工还应符合现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 的规定。

11.2 盾构工作井

11.2.1 盾构工作井结构应满足盾构始发反力架所需的强度和刚度要求，尺寸应满足盾构组装、始发、接收或调头、平移和测量所需的空間。

11.2.2 盾构工作井的预留洞门直径、预埋件应满足盾构始发或接收要求；洞门圈、密封装置安装应符合设计文件要求，并应在

验收合格后盾构机方可始发或接收。

11.2.3 盾构工作井内宜根据工程需要设置集水坑、集水槽、排水管、排渣管和抽水设备等，井口周围应设防淹墙和安全护栏。

11.2.4 盾构始发或接收前，洞口段地层土体加固或止水应完成。加固方法、范围应符合设计文件要求，并应对效果进行检验。

11.2.5 工作井垂直运输应符合本标准第 10.2.5 条和第 10.2.6 条的规定。

11.3 盾构组装与解体

11.3.1 盾构机制造完成后应在工厂进行整机总装调试，经工厂验收合格后方可进场组装。盾构机组装或拆除应编制专项施工方案。

11.3.2 在竖井内组装或拆除盾构机应符合下列规定：

- 1 吊车应满足盾构部件安全起吊要求；
- 2 吊装或拆除顺序应按照盾构机组装或拆除程序进行；
- 3 应满足最大部件吊运对地基承载力的要求；
- 4 吊装或拆除过程中应对设备采取保护措施。

11.3.3 盾构机在工作井内组装完成后，应进行各系统调试和整机空载调试，调试合格后方可始发。

11.3.4 盾构施工应进行 100m~200m 的试掘进，并应根据试掘进参数、运转情况进行试掘进验收。

11.4 盾构始发和接收

11.4.1 盾构始发和接收基座应符合下列规定：

- 1 基座的强度、刚度和稳定性应满足盾构始发受力要求；
- 2 始发基座应满足盾构机组装和始发作业要求；
- 3 基座应满足盾构机检修、解体要求；
- 4 基座应固定牢靠，高程、平面位置应符合设计文件要求。

11.4.2 反力架应满足盾构始发受力要求，安装应牢固。

11.4.3 负环管片安装连接应紧密，支撑应牢固，管片环面应符合始发隧道设计文件要求。

11.4.4 盾构始发前应复核盾构机的位置和姿态，合格后方可始发。

11.4.5 盾构掘进距离接收井前 60m~100m 时，应对隧道轴线进行人工复核测量。

11.4.6 盾构始发应在洞门口破除围护结构，接收宜在盾构刀盘抵达围护结构停机后，方可破除洞门。

11.4.7 盾构始发或接收前应复查洞门圈、密封装置；始发或接收时应封闭洞口处管片壁后间隙。

11.5 盾 构 掘 进

11.5.1 盾构掘进应根据隧道工程地质和水文地质条件、隧道埋深、线路平面与坡度、周边环境、施工监测成果、盾构姿态以及试掘进阶段的掘进数据，确定和及时调整刀盘转速、掘进速度和仓内压力等参数。盾构掘进施工应严格控制排土量、盾构姿态和地表沉降。

11.5.2 盾构停止掘进时应采取持续保压措施稳定开挖面，防止塌方。

11.5.3 盾构掘进过程中，应随时对盾构姿态及管片姿态进行量测，确保中线平面位置、高程、方位符合设计文件要求。发现较大偏移时应及时纠偏，并应防止纠偏过量。

11.5.4 盾构掘进过程中遇到下列情况时，应及时分析原因并采取相应措施：

- 1 盾构掘进影响范围内地层发生坍塌或前方地层有障碍；
- 2 盾构本体滚动角达到或超过 3° ；
- 3 盾构轴线与隧道设计文件给定的轴线偏差达到或超过 50mm；
- 4 盾构实际推力、刀盘扭矩与预控值相差较大；
- 5 管片开裂或错台超标；

- 6 壁后注浆系统发生故障；
- 7 盾构掘进扭矩发生异常波动；
- 8 动力系统、密封系统、控制系统等发生故障。

I 土压平衡盾构掘进

11.5.5 土压平衡盾构掘进时应根据隧道工程地质和水文地质、线路设计文件、地表环境、盾构姿态、监测结果和试掘进段总结的参数设定掘进参数；应结合监测数据、排渣状况、盾构运转状态、掘进参数波动等情况，适时调整掘进参数，控制盾构姿态。

11.5.6 针对某种土质和某台盾构机，盾构掘进的前 100m~200m 应作为试掘进段，目的是检验掘进的各项参数是否与盾构机相匹配，以便在后续的盾构掘进施工中做到安全、快速、保证施工质量。

11.5.7 土压平衡盾构掘进过程中土仓压力和排渣应符合下列规定：

1 土压模式时应使开挖土充满土仓，并应保持土仓内泥土压力与开挖面水土压力相平衡；

2 应控制掘进速度和排渣速度，并应保持排土量与开挖土量相平衡；

3 应根据掘进状况及时对土仓压力和排土量进行调整，控制地表沉降。

11.5.8 土压平衡盾构掘进应根据工程地质和水文地质条件在土仓内注入适当添加剂，改良渣土性状，改善掘进参数。

II 泥水平衡盾构掘进

11.5.9 泥水平衡盾构掘进时应根据隧道工程地质和水文地质、线路设计文件、地表环境、监测数据、盾构姿态和始发段的经验设定掘进参数；应结合监测数据、地质条件、排渣状况、盾构运转状态、掘进参数波动情况，适时调整掘进参数、控制盾构姿态。

11.5.10 泥水平衡盾构掘进过程中泥水仓压力和排渣应符合下列规定：

- 1 设定并保持泥水仓泥浆压力应与开挖面水土压力相平衡；
- 2 应控制掘进速度和送排泥浆流量，并应保持排出渣土量与开挖渣土量相平衡；
- 3 根据掘进状况应及时对泥水仓压力和排渣进行调整，并应控制地表沉降。

11.5.11 泥水循环和处理设备应符合下列规定：

- 1 管道运输系统应满足输排泥浆流量和排出渣粒径的要求；
- 2 泥水分离设备应满足最大排渣量与环保的要求；
- 3 渣土存放与搬运应符合环境保护要求。

11.5.12 掘进过程中应根据工程地质和水文地质确定泥浆性能指标，并应进行检测和调整。

III 复合盾构掘进

11.5.13 复合盾构掘进应根据开挖面的地层条件、地下水状况、地面沉降要求及复合盾构设备功能配置等因素，选择盾构掘进模式、开挖面支护方式、出渣方式和渣土改良方法。

11.5.14 掘进模式转换时宜采取辅助气压掘进模式作为过渡模式，并应在较稳定的地层中完成过渡。

IV 开仓作业

11.5.15 盾构法施工宜选取较稳定的地层和适宜的地面环境进行开仓作业。

11.5.16 盾构掘进过程中，当需要开仓进行检查、换刀、刀盘维修时，应编制开仓作业安全专项方案。

11.5.17 在地层条件较差且需要开仓作业时，应采取掌子面前地层加固或带压开仓。

11.5.18 带压开仓应符合下列规定：

- 1 应通过计算或试验确定合理作业工作压力；

- 2 刀盘前方地层和仓内应满足气密性要求；
- 3 开仓前应对仓内可燃性、有毒、有害气体含量进行检测；开仓作业期间应对仓内和工作面连续输入新鲜空气；
- 4 仓内不宜明火作业，若需要明火作业时应编制专项方案；
- 5 作业人员应经专业培训合格后方可进仓作业；
- 6 进仓人员作业时间和加压、减压时间应符合现行行业标准《盾构法开仓及气压作业技术规范》CJJ 217 的规定。

11.6 特殊地段掘进

11.6.1 下列盾构隧道地段为特殊地段：

- 1 浅覆土层地段；
- 2 小半径曲线地段；
- 3 大坡度地段；
- 4 建（构）筑物、地下管线地段；
- 5 地下障碍物地段；
- 6 小净距隧道地段；
- 7 水域地段；
- 8 不良地质条件地段；
- 9 存在有害气体地段。

11.6.2 特殊地段施工应符合下列规定：

- 1 应调查和分析影响盾构掘进范围内的特殊地质条件和环境条件，并应编制特殊地段盾构掘进专项施工方案；
- 2 掘进前应检修盾构设备；
- 3 应根据地层特征和施工环境，选取掘进模式和掘进参数，控制掘进影响范围内的地层变位、地表隆沉、地下管线与建（构）筑物变形；
- 4 根据特殊地段的地层特征、地下水情况、地层沉降指标、施工环境变形控制要求等因素，确定适宜的壁后注浆材料、压力与注浆量，并应根据监测结果进行调整；
- 5 应加密对影响范围内的地表、地下管线与建（构）筑物

的监测频率，并应根据监测结果调整掘进参数。

11.6.3 特殊地段施工措施除应符合本标准第 11.6.2 条规定外，还应符合现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 的规定。

11.7 管片拼装

11.7.1 管片拼装前应复查管片防水、密封材料的完好性，拼装过程中应采取保护措施。

11.7.2 管片拼装机应能满足拼装作业受力、安全、动作、行程、角度等方面的要求，管片拼装前应将上一管片环面清理干净。

11.7.3 管片拼装过程中应根据盾构姿态、盾尾间隙、上一衬砌环的姿态、线路情况，按设计文件给定的管片位置和顺序逐块拼装成环。

11.7.4 管片拼装过程中，应根据拼装顺序分组回缩千斤顶，盾构机土仓内应保压。

11.7.5 管片拼装成环时，应检查衬砌环椭圆度和错台情况。连接螺栓应先逐片对称初步拧紧，脱出盾尾后应及时复紧管片螺栓。

11.7.6 盾构在既有隧道空推拼装管片时，导台设置应满足环缝拼接紧密要求。

11.8 壁后注浆

11.8.1 壁后注浆分为同步注浆和二次注浆，应根据工程地质、水文地质、地表沉降和周边环境变形指标选择注浆方式和注浆参数。

11.8.2 浆液的材料应根据工程地质、水文地质、地层沉降和周边环境变形指标等因素选用，其强度、流动性、凝结时间、收缩率、可填充性、配合比应经现场试验确定。

11.8.3 注浆压力应根据浆液、覆土深度、地表沉降、周边环

境、盾尾密封刷等情况确定。

11.8.4 富水地层壁后注浆，宜先分段注止水环，再注浆充填密实。

11.8.5 注浆总量宜控制在 120%~200%。

10.8.6 注浆前应对注浆孔、注浆管路和设备进行检查，注浆完成后应及时将管路、设备清洗干净。

11.9 隧道内运输、通风、照明、给水

11.9.1 土压平衡盾构和复合盾构隧道内水平运输宜采用有轨运输方式，泥水盾构宜采用管道运输方式。

11.9.2 有轨运输线路铺设应符合本标准第 10.5.7 条的规定；运输作业应符合本标准第 10.5.8 条的规定；工作井垂直运输应符合本标准 10.2.5 条的规定。

11.9.3 管道运输应符合现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 的规定。

11.9.4 隧道内的供电和照明、通风、供水、防尘及防有害气体等应符合本标准第 10.9 节的规定。

12 沉 管 法

12.1 一 般 规 定

12.1.1 采用干坞预制整体式钢筋混凝土管节修建水下隧道结构的施工应符合本章的规定。

12.1.2 沉管隧道施工前，应收集下列资料：

- 1 水下及两岸地形、河堤（海堤）、江（海）床演变资料；
- 2 工程地质与水文地质勘察报告；
- 3 气象及水文资料；
- 4 航道和航运资料；
- 5 水利防洪规定；
- 6 施工沿线的环境、地下管线和障碍物等的调查报告；
- 7 环境保护规定；
- 8 施工所需的设计文件和相关工程技术标准。

12.1.3 沉管隧道施工前，应核对隧道沿线的地质资料和水文资料，并应根据气象、水文预报、航道条件和航运资料编制时间作业窗口。

12.1.4 管节出坞、基槽疏浚开挖、基础处理、回填覆盖、系泊、浮运、沉放、对接等的施工应根据沉管隧道隧址的工程地质与水文地质条件、水文资料、水下地形、航道条件、管节结构设计文件和环境保护要求等确定相应的施工工艺，并应合理选择施工设备和机具。

12.1.5 管节浮运前，应落实管节浮运航道，取得有关海事和航道管理部门的批准，并应落实海事警戒措施，检查浮运路线的水上和水上安全并清除路线上的障碍物。

12.1.6 隧道基槽采用爆破开挖时，水下爆破方案应符合现行行业标准《水运工程爆破技术规范》JTS 204 的规定，并应报主管

部门批准后方可实施。

12.1.7 沉管隧道施工应减少对航道及周边水域环境的影响。对于河道有生态环境保护要求的，应编制专项生态保护方案。

12.1.8 沉管隧道施工监控量测应符合本标准第 13 章的要求外，尚应对风、浪、流进行变化预报和监测。

12.1.9 管节预制的钢筋工程、模板及支架、混凝土的施工应符合本标准第 8.6 节～第 8.8 节的规定，混凝土有防渗要求的应符合本标准第 16 章的规定。

12.1.10 钢结构施工应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 的规定。

12.2 干坞施工及岸上段隧道

I 干 坞 施 工

12.2.1 固定干坞的施工应符合下列规定：

1 固定干坞坞址的选择应结合施工场地及航道条件、工程地质与水文地质条件、管节尺寸、工期、经济等因素确定；

2 新建固定干坞施工前，应落实渣土排放地点；应制定管节生产工艺及舾装要求；应明确材料堆放与加工场地、混凝土搅拌场地、施工道路等生产和生活设施；

3 固定干坞平面尺寸应根据单次预制管节数量及尺寸确定，干坞深度应满足管节起浮和出坞要求；

4 固定干坞坞底的承载力和变形应满足管节预制的施工要求。管节预制底模应满足管节起浮要求。

12.2.2 固定干坞基坑开挖应符合本标准第 8.5 节及现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定外，还应符合下列规定：

1 基坑宜采用放坡开挖，放坡开挖边坡坡度应符合设计文件要求；

2 放坡开挖前，干坞周边应设置防排水设施，防渗墙应封

闭；干坞坞底应设有纵向排水明沟、横向排水盲沟，并应与坞底的集水井连通；

3 干坞基坑周边应按照设计文件要求控制堆载；

4 应根据当地降雨量和排干水的时间要求，配备抽水设备和应急电源。

12.2.3 固定干坞应保证干坞开挖施工和管节预制施工期间排水系统的畅通。

12.2.4 移动干坞施工应符合下列规定：

1 移动干坞应具有下潜功能，下潜的深度应满足管节浮起脱坞的要求；

2 用于移动干坞的船台设备应满足管节的结构尺寸、重量、管节起浮、施工环境的要求；

3 管节预制船体结构应满足管节预制、浮运、下潜工况过程稳定性的要求。

II 岸上段隧道施工

12.2.5 岸上段隧道应采用明挖法施工，除应符合本标准第 8 章的规定外，尚应满足管节的对接要求。

12.2.6 岸上段隧道结构应达到设计文件给定的强度后方可进行管节对接施工。沉管段与岸上段隧道对接时，岸上段隧道主体结构应按设计文件要求提供足够的止推力。

12.3 隧道基槽开挖、垫层与回填施工

I 基槽开挖

12.3.1 基槽开挖施工前，应办理相关水上和水下施工的许可手续，并应进行现场调查，复核岸上地形和水下障碍物等情况。

12.3.2 基槽开挖方式和开挖设备应根据隧址处的工程地质及水文地质条件、河（海）床与基槽断面设计文件要求、生态环境保护要求等确定。

12.3.3 基槽开挖过程中,应对基槽开挖形成的边坡、基底的冲刷和回淤进行全程监测,并应根据监测结果调整施工方案。

12.3.4 土质及软弱地层基槽开挖应分为粗挖和精挖两个阶段,并应符合下列规定:

1 距离设计文件给定的基槽底标高小于 2m 的应为精挖范围,大于或等于 2m 的应为初挖范围;

2 基槽精挖宜在管节沉放前 15d 内完成。

12.3.5 土质及软弱地层的基槽开挖应分条、分层、分段施工,并应符合现行行业标准《疏浚工程技术规范》JTJ 319 的规定。

12.3.6 水下钻孔爆破浚挖岩层基槽除应符合本标准第 12.1.6 条的规定外,尚应对隧址轴线干坞、护岸和邻近建(构)筑物及水环境和生物的影响进行安全评估。

12.3.7 基槽开挖边坡、槽底宽度和底标高应符合设计文件要求,成槽后边坡应稳定,基槽底不应存在浅点。

12.3.8 基槽开挖及基础垫层处理完成后应对回淤进行监测,回淤清淤应符合基槽底面及基础垫层面设计文件要求的规定。

II 基础垫层施工

12.3.9 基础垫层施工应符合水域环境保护的规定,施工作业区域应设置警戒。

12.3.10 基础垫层材料粒径、级配和物理力学指标应符合设计文件要求,基础施工前应进行施工工艺试验。

12.3.11 先铺法施工隧道基础应符合下列规定:

1 基槽底淤泥和沉积物清除后应及时铺设碎石垫层基础;

2 应采用专用设备将铺垫材料均匀铺至基槽底,整平设备应满足现场施工要求;

3 每节管节端头的碎石垫层按设计文件要求应留有凹型空穴;

4 整平后的碎石基础垫层其纵、横坡及平面精度应符合设计文件要求。

12.3.12 后填法基础垫层处理应符合下列规定：

1 喷砂作业的流程应有利于赶凝清淤；施工前基槽底面清淤应符合设计文件要求；

2 砂的平均粒径按细度模数选取，喷砂时砂和水混合后平均含砂量的体积百分比应为 10%~15%；

3 应根据试验确定后填法基础垫层的预抬高值；

4 喷砂完成后，应将支承在临时支座上的千斤顶卸载，并应对基础沉降进行监测。

12.3.13 后填砂流法施工隧道基础应符合下列规定：

1 管节沉放前应逐个打开灌砂管法兰盘，检查是否堵塞，发现堵塞应及时疏通，并应对灌砂孔进行标识；

2 同一节管节的灌砂应连续作业；灌砂作业应按先管节首端再尾端，先中间孔后两侧孔依次进行；

3 灌砂过程中，管内应连续监测姿态，当观测到管节上下跳动振幅达到 3mm 时应停止灌砂；

4 当灌砂量、灌砂压力、管内垂直千斤顶压力、管侧潜水员探摸和管内监测数据均符合设计文件要求后，方可终止灌砂；

5 每节管节基础灌砂完成后，应及时用水泥砂浆灌填砂盘冲击坑及封闭灌砂孔；灌砂孔封闭应采用压力灌浆方式，浆料应为无收缩水泥砂浆。

12.3.14 注浆法施工应符合下列规定：

1 应根据水深、注浆压力、流量等性能指标选择注浆设备，注浆设备应配有可调节压力与流量的装置；

2 注浆开始前应逐一检查注浆管路，注浆结束后应及时清洗；

3 管节接口止浆密封后方可进行注浆；

4 同一管节的注浆应连续作业，注浆宜由低往高依次推进，先中孔后边孔；

5 注浆过程中应严密连续监测管节姿态，当观测到管节上下跳动振幅达到 3mm 时应停止注浆。

III 回填及防护

12.3.15 回填施工前应进行试验,以确定回填施工工艺。

12.3.16 回填材料的粒径、级配和强度应符合设计文件要求,回填材料的性能应稳定、不易风化,且对沉管隧道结构不应有腐蚀性。

12.3.17 管节沉放安装完成后,应进行两侧的锁定回填,回填应对称分段,高差不宜大于 1m。

12.3.18 锁定回填就位后方可进行一般回填和保护回填。一般回填和保护回填应分段、分层、对称、均匀进行。

12.3.19 对航道、非航道段及露出段采用的回填防护施工应符合设计文件要求,不应损伤管节结构和接头。

12.4 管节预制

12.4.1 管节预制方式应根据管节尺寸、管节数量、管节结构形式、工期和造价因素进行确定。

12.4.2 管节预制混凝土配合比应进行设计,并经试验符合设计文件规定的强度、密度、抗裂及耐久性要求后方可进行预制。

12.4.3 管节混凝土浇筑前应对舾装件、专业系统的预留或预埋件、孔洞进行检查验收。

12.4.4 混凝土管节预制应满足几何尺寸精度、耐久性和抗裂性的要求,并应控制其密度误差。

12.4.5 预制管节模板的设计、制作、安装应符合本标准第 8.7 节和第 15.4 节的规定。

12.4.6 预制管节混凝土浇筑,当采用预留施工缝方式分段浇筑时,浇筑顺序宜为先底板和部分侧墙,后浇筑剩余侧墙和顶板;当采用全断面浇筑时,分段浇筑管节长度宜为 20m。

12.4.7 管节端钢壳制作应符合下列规定:

1 端钢壳制作安装允许偏差应符合表 12.4.7 的规定。

表 12.4.7 端钢壳制作安装允许偏差

项 目		允许偏差
端钢壳制作	外包宽度 (mm)	±5
	外包高度 (mm)	±5
	面板不平整度 (mm)	3
	每延米内不平整度 (mm)	1
面板安装	横向垂直度 (‰)	3
	竖向倾斜度 (‰)	3

注：1 横向垂直度指左、右侧墙上端钢壳面板外缘两点之差；

2 竖向倾斜度指顶、底板外端钢壳面板外缘两点之差。

2 端钢壳正式焊接前应进行焊接工艺试验；板单元拼焊过程中应控制焊接变形；板单元焊接完成后应按规定进行涂装作业；在管节混凝土浇筑过程中不应产生变位；混凝土浇筑后应对浇筑孔、注水孔和排气孔进行封堵。

3 端钢壳应进行防锈、防腐处理，施工前应将表面清理干净。

4 管节端钢壳内混凝土浇筑前应清除积水，应采用无收缩、易流动的细石混凝土，混凝土强度等级应符合设计文件要求。

12.5 管 节 舾 装

12.5.1 管节舾装应符合下列规定：

1 沉管隧道出坞前应进行舾装作业，舾装作业宜根据预制工艺、系泊条件、浮运和沉放特点等分二次舾装进行；

2 舾装件与预埋件应连接可靠，安装精度和紧固力应符合设计文件要求；

3 端封门应确保浮运和沉放过程中密封可靠；

4 二次舾装作业中与测量定位有关的舾装件应经定位标定后进行安装固定。

12.5.2 吉那 (GINA) 止水带安装应符合下列规定：

1 当管节端面为钢筋混凝土结构时，应确保预埋螺栓孔位置准度并对其进行保护；

2 当管节端面为端钢壳时，安装吉那止水带前应先在端钢壳上钻孔，钻孔可用样板钻孔或进行配钻；

3 安装过程中应对每个螺栓均匀施加预紧力；

4 安装完成后，管节端部应按设计文件要求安装保护装置；

5 应按照产品要求进行运输和储存；

6 安装的配件应采取保护措施，以确保其与止水带匹配的耐久性。

12.5.3 复合式结构混凝土端封门施工应符合下列规定：

1 端封门混凝土浇筑应密实，确保端封墙与管节顶板接缝的密封性；

2 H型钢与封墙内表面应密贴；

3 端封门破除时应采用机械切割方式，不应损伤管节永久结构。

12.5.4 钢端封门施工应符合下列规定：

1 钢面板吊装时不应损坏；

2 钢面板与端面预埋钢板焊接时，不应损伤端面混凝土结构；

3 钢面板宜根据施工工艺分块吊装、焊接；分块位置宜设置在 H 型钢中心位置，距离管节孔口边缘 1.2m 以上，不应设置在相邻两根 H 型钢的跨中位置；分块钢面板间应采用对接焊，并应满足水密性的要求；

4 钢端封门宜重复利用。

12.5.5 垂直千斤顶安装应符合下列规定：

1 千斤顶预埋件安装水平位置偏差不应大于 2mm，竖向活塞筒中心线倾斜角偏差不应大于 0.085° ；

2 内置式千斤顶预埋件间的焊缝：止水钢板与活塞筒之间、最终封孔钢板与预埋件之间的焊缝质量等级应为一級，其他焊缝不应低于二級；

3 垂直千斤顶的最大有效行程不应小于 500mm。

12.5.6 压载水箱施工应满足水密性要求。管节内排水系统安装后应进行调试。

12.5.7 人孔井的连接接头应牢固、紧密。

12.6 管节浮运和沉放

I 管节浮运

12.6.1 管节浮运期间应在浮运航道及施工区域设置浮标记号、号灯，并应进行水上交通疏导工作。

12.6.2 管节浮运方式应根据干坞形式、航道条件、浮运距离、水文和气象等因素综合选定。

12.6.3 管节浮运前应检查端封门及管节的水密性。

12.6.4 管节浮运前，应在干坞内进行灌水试浮和试漏，管节的干舷高度应符合设计文件要求；试浮前，压载水箱应注满水使管节处于负浮力座底状态。

12.6.5 管节临时系泊区域应符合下列规定：

1 应选择水深、风浪较少、水流较缓水域；

2 河床地基承载力应满足管节临时座底沉放要求，并应避免河床地层分布软硬不均；

3 系泊系统的布置应符合设计文件要求。

12.6.6 管节浮运前应进行数模和物模试验确定管节拖航阻力及系泊力，并应计算浮运拖力。

II 管节沉放安装

12.6.7 管节沉放安装前应在作业水域上设置标记。在航道范围内，应设置临时航标并进行水上交通管制。

12.6.8 管节沉放应选择适合作业的气象、水文窗口。

12.6.9 管节沉放安装应在基槽或基础垫层验收合格后进行。当采用后填法施工垫层时，应在管节沉放安装前检查临时支承的位

置和高程与顶升千斤顶的偏差。

12.6.10 管节沉放锚碇的布设应在测量指导下进行安装。管节沉放安装前应对管节系泊缆系的锚进行拉力试验，符合设计文件要求的拉力要求后方可使用，沉放安装过程中不应跑锚。

12.6.11 异形管节沉放过程中，应增加配重或附设系泊缆保证异形管节平衡。

12.6.12 管节沉放安装时应选择合适的驻停段，管节不应一次下沉至基床，并应匀速下沉，沉放速度不宜大于 0.5m/min。

12.6.13 管节底距离基槽面 2.0m~2.5m 时，应停止下沉，并利用沉放设备将管节纵向坡度调整至接近隧道设计文件规定的坡度。

12.6.14 沉放管节对接端头水平相距已沉放管节接近 500mm 时，应根据测控系统、测量数据初步调整轴线和标高。管节继续下沉至接近设计文件给定的标高 500mm 时，应通过对接定位装置进行水平定位，并应通过沉放安装体系或微调进行校正偏差后进行对接作业。

12.6.15 管节之间水下对接应采用水力压接方式。水力压接应符合下列规定：

1 水力压接作业前应进一步校核监测数据，并经潜水员水下探摸确认后进行；

2 压接过程中应控制排水速率；

3 在腔内排水完成后，应在水下测量吉那止水带压缩量，并应在结合腔内检查管节安装缝隙、平整度、轴线和标高；

4 开启管节端封墙上的水密门，应在腔内二次检查管节安装缝隙、平整度、轴线和标高，并应符合设计文件要求；

5 管节安装完成后，应在管节内进行安装位置测量及贯通测量。

12.6.16 管节对接面的端封墙应在管节基础垫层及锁定回填完成后方可拆除，端封墙拆除时不应损伤管节结构。

12.6.17 管节沉放就位后应进行下列测试：

1 管节内进入作业前，应加强管节内通风换气，并应监测管节内空气质量，管节内的空气质量应符合现行国家标准《环境空气质量标准》GB 3095 中环境空气二类的规定；

2 应监测已沉放管节的沉降和水平位移，并应通过贯通测量确定轴线及高程偏差。

12.7 管节接头处理

12.7.1 当采用拉合千斤顶进行管节初始压接时，千斤顶拉力设计值和行程应满足施工需要。千斤顶的液压油管应采用耐高压油管，并应采取保护措施。

12.7.2 支承千斤顶应符合下列规定：

1 支承千斤顶应安置在钢板或钢筋混凝土底座上，以确保其稳定；

2 支承千斤顶装设在管节内时，应通过密封装置将活塞杆伸出管节底部，以确保千斤顶的水密性；

3 支承千斤顶装设在管节外时，应由潜水员进行水下装拆。

12.7.3 管节接头处设置预应力钢绞线拉索结构时，其安装应符合下列规定：

1 每组拉索在安装时应按设计文件要求施加预张力调直钢索；

2 应在钢索均匀受力后方可与连接套筒连接；

3 防腐蚀保护套应与拉索同时安装。

12.7.4 接头剪切键的安装应符合下列规定：

1 剪切键安装应在拆除端封门后进行，后填法基础处理的剪切键尚应在垫层施工完成后安装；

2 水平剪切键应在管节两端压重混凝土浇筑时制作；

3 应完成上覆荷载覆盖以及基础沉降稳定后，进行垂直剪切键安装锁定；

4 安装精度应符合设计文件要求；

5 钢剪切键与预埋件、连接件与预埋件采用螺栓连接时，

应采用扭角法，对称、均匀、分次施加预加力至设计文件规定值，并控制初拧和终拧预加力，不应漏拧和重拧。

12.7.5 压重水箱拆除及压重混凝土浇筑均应对称、均匀、逐步进行。

12.7.6 管节安装纠偏过程中，吉那止水带压缩量应大于最小设计文件规定值。

12.7.7 水中最终接头施工应符合下列规定：

1 接头两侧的管节沉放后，应在水下测量相邻管节的轴线、高程及距离参数；

2 接头处的基础应平整，并应放置好底封板；

3 接头处的外模系统与管节四周表面之间的橡胶止水带应压紧，达到初始水密性要求；

4 接头处支撑梁的安装应符合设计文件要求，以承受相邻接头水压消失后吉那橡胶止水带的反弹推力；

5 接头空腔抽水前，潜水人员应检查封板的位置及吉那止水带的压缩情况；

6 接头抽水后，应打开端封墙人孔闸门，并应检查接头封板的水密性；

7 最终接头与已沉放管节采用钢筋混凝土刚化连接段，应针对底、顶板及侧墙的特点，选择合适的微膨胀或自密实混凝土；

8 最终接头段底板与基槽底面之间空腔应进行后填法充填处理。

12.7.8 岸上最终接头施工应符合下列规定：

1 在岸上最后一节管节底部应施工止水结构，止水结构应与止推结构形成封闭的止水体系；

2 抽水前及抽水后应检查最后管节与各连接面的止水情况，并应监测最后管节的位移情况。

13 监 控 量 测

13.1 一 般 规 定

13.1.1 施工单位应进行监控量测，应明确监测技术负责人。

13.1.2 施工监测应根据工程地质条件、周边环境条件、设计文件、施工方案及风险评估报告编制施工监测方案。

13.1.3 施工监测基准点、工作基点的布设应符合下列规定：

1 基准点应布设在施工影响范围以外的稳定区域，竖向位移观测基准点的埋设数量不应少于 3 个，水平位移观测基准点的埋设数量不应少于 4 个；

2 当基准点距监测工程较远时，宜设置工作基点；

3 基准点和工作基点应在工程施工前埋设，并应埋设在相对稳定的土层内，经观测确认其稳定后方可使用；

4 监测期间，基准点应定期复测，当使用工作基点时应与基准点进行联测。

13.1.4 施工过程中应根据监测方案中监测频率的要求，并结合施工进度及时进行现场监测和巡查，必要时可提高监测和巡查频率。

13.1.5 监测数据和巡查信息应真实、准确、完整；监测数据及巡查信息应及时整理、分析，评价工程安全状况，编制成果报告，并应及时反馈参建相关方。

13.1.6 地下铁道工程的监控量测应符合现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的规定。

13.2 监测项目与监测点布设

13.2.1 应按设计文件要求确定必测和选测项目，监测项目和监测点布设应符合下列规定：

1 应按设计文件要求确定必测和选测项目，明（盖）挖法围护结构和周围岩土体监测项目与监测点的布置应符合表 13.2.1-1 的规定；

**表 13.2.1-1 明（盖）挖法围护结构和周围岩土体监测项目
与监测点的布置**

序号	监测对象	监测项目	监测点布置
1	支护结构	桩（墙、边坡）顶竖向位移、水平位移	沿基坑周边支护结构或边坡顶部布置，间距宜为 10m~30m；在基坑长短边中部、阳角部位、基坑深浅交界处、周边邻近重要建（构）筑物、重要地下管线及荷载较大部位等应布置监测点
2		桩（墙）体水平位移	沿基坑支护结构布置，间距宜为 20m~50m；在基坑长短边中部、阳角部位和其他代表性部位等应布置；宜与桩（墙）顶水平位移测点处于同一位置
3		立柱竖向位移	不应少于立柱总数的 5%，且不应少于 3 根；当基底受承压水影响较大或采用逆作法施工时应适当增加监测数量；宜选择基坑中部、多根支撑交汇处、地质条件复杂处的立柱进行监测
4		支撑内力或轴力	每层支撑的监测数量不宜少于每层支撑总数的 10%，且不应少于 3 根；在支撑体系中起控制作用和基坑深度变化部位的支撑应监测
5		锚杆（索）、土钉拉力	每层锚杆（索）、土钉拉力监测的数量宜分别不少于每层锚杆（索）、土钉总数的 1%~3% 和 0.5%~1%，且每层均不应少于 3 根；应选择受力较大且有代表性的部位布置监测点
6		竖井初期支护净空收敛	沿井壁竖向每 3m~5m 应布置一个监测断面，每个监测断面在竖井长、短边中部布置监测点，且不应少于 2 条测线
7		桩（墙）应力	在基坑长短边中部、深浅基坑交界处、桩（墙）体背后水土压力较大、地面荷载较大、受力条件复杂等部位应进行监测，测点竖向间距宜为 3m~5m

续表 13.2.1-1

序号	监测对象	监测项目	监测点布设
8	支护结构	立柱结构应力	应布设在受力较大的立柱上,沿立柱周边在同一水平面内宜均匀布设 4 个应变计
9		顶板应力	宜在具有代表性立柱(或边桩)与顶板的刚性连接部位,两根立柱(或边桩与立柱)的跨中部位布设,每处应在纵横两个方向上布设
10	周围岩土体	地表竖向位移	沿基坑周边布设监测点不应少于 2 排,排距宜为 3m~8m,点间距宜为 10m~20m;在有代表性的部位设置主监测断面,断面上在基坑每侧监测点数量不宜少于 5 个
11		地下水位	在降水区域及影响范围内宜分别布设,水位观测孔的数量应满足掌控降水区域和影响范围内地下水动态的要求
12		土体分层竖向位移、水平位移	沿基坑周边布设,间距宜为 20m~50m;基坑长边中部、阳角处或其他代表性部位等应布设监测点
13		桩(墙)侧向土压力	应布设在围护结构受力较大、土质条件变化较大或其他有代表性的部位;测孔中竖向测点间距宜为 2m~5m
14		坑底隆起(回弹)	沿基坑长短边中部应按纵、横向布置断面,监测点宜选择在基坑的中央、距坑底边缘 1/4 坑底宽度处以及其他能反映变形特征的位置;当基底土质软弱、存在承压水时,宜增加监测断面或监测点数量
15		孔隙水压力	监测点宜布设在基坑受孔隙水压力、变形较大、存在饱和软土和易产生液化的粉细砂土层部位;测点竖向布置宜在水压力变化影响深度范围内按土层分布情况布设,间距宜为 2m~5m,数量不宜少于 3 个

2 矿山法支护结构和周围岩土体监测项目与监测点的布设应符合表 13.2.1-2 的规定；

表 13.2.1-2 矿山法支护结构和周围岩土体监测项目与监测点的布设

序号	监测对象	监测项目	监测点布设
1	支护结构	初支结构拱顶沉降	沿每个导洞轴线方向在隧道拱顶 5m~30m 宜布设一横向监测断面，每个断面宜布设 1 个~3 个监测点
2		初支结构底板隆起	监测点宜布设在隧道底部，与拱顶沉降监测点宜对应布设
3		初支结构净空收敛	沿每个导洞轴线方向 5m~30m 宜布设一横向净空收敛监测断面，且宜与拱顶下沉监测点在同一断面上，每个断面宜布设 1 条~3 条测线
4		中柱结构竖向位移	应选择有代表性的中柱进行竖向位移监测，每个车站监测数量不应少于中柱总数的 10%，且不应少于 3 根
5		初支结构应力	宜在地质条件、环境条件复杂的部位布设监测断面，每个断面监测点数量宜为 15 个~20 个
6		中柱结构应力	应选择代表性的中柱进行监测，每个车站监测数量不应少于中柱总数的 10%，且不应少于 3 根，在中柱同一水平面内宜均匀布设 4 个应变计
7	周围岩土体	地表竖向位移	应沿每条隧道或分部开挖导洞的轴线上方地表布设，点间距宜为 5m~15m；应根据环境和地质条件布设横向监测断面，断面间距宜为 10m~100m；车站与区间、车站与附属结构、明暗挖等分界部位，以及隧道断面变化、联络通道、施工通道等部位应布设断面；每个断面监测点的数量宜为 7 个~11 个
8		地下水位	降水区域及影响范围内宜分别布设水位观测孔，数量应满足反映降水区域和影响范围内地下水动态的要求

续表 13.2.1-2

序号	监测对象	监测项目	监测点布设
9	周围 岩土体	土体分层 竖向位移、 水平位移	在地层疏松、存在土洞、溶洞等地质条件复杂地段或邻近重要建（构）筑物、地下管线等周边环境条件复杂地段应布设监测点
10		初支结构 围岩压力	宜在地质条件、环境条件复杂的部位布设监测断面，每个断面监测点数量宜为 15 个~20 个，宜与初支结构应力监测点对应布设

3 盾构法管片结构和周围岩土体监测项目与监测点的布设应符合表 13.2.1-3 的规定；

表 13.2.1-3 盾构法管片结构和周围岩土体监测项目与监测点的布设

序号	监测对象	监测项目	监测点布设
1	管片结构	竖向位移	盾构始发及接收、联络通道、左右线交叠或邻近、小半径曲线等地段，以及地质条件、环境条件复杂部位应布设竖向位移监测点或监测断面
2		净空收敛	在竖向位移监测点处应布设净空收敛监测断面，收敛监测点宜布设在隧道顶、底部及两侧拱腰处，测线不应少于 2 条
3		管片结构 应力	围岩软硬不均、地下水位较高及地层偏压等地质条件或环境条件复杂地段，宜布设管片结构应力监测断面，每个监测断面监测点数量不应少于 5 个；管片结构应力监测点与管片结构净空收敛监测点宜布设于同一断面
4		水平位移	土层偏压或附加荷载地段宜进行水平位移监测，监测点位置及数量应根据实际情况确定
5	周围 岩土体	地表竖向 位移	监测点应沿盾构隧道轴线上方地表布设，点间距宜为 5m~30m；应根据周边环境和地质条件情况布设横向监测断面，断面间距宜为 50m~150m；在始发和接收段、联络通道等部位应布设断面，每个断面监测点数量宜为 7 个~11 个

续表 13.2.1-3

序号	监测对象	监测项目	监测点布设
6	周围 岩土体	土体分层 竖向位移、 水平位移	地质条件复杂、特殊性岩土地段，以及邻近重要建（构）筑物、重要地下管线等地段宜布设监测孔及监测点
7		围岩压力	管片外侧围岩压力与管片结构应力监测点布设宜在同一断面；每个监测断面监测点数量不应少于5个

4 周边环境监测项目与监测点的布设应符合表 13.2.1-4 的规定。

表 13.2.1-4 周边环境监测项目与监测点的布设

序号	监测对象	监测项目	监测点布设
1	建（构） 筑物	竖向位移	位于主要影响区时监测点沿外墙间距宜为10m~15m，或每隔2根承重柱布设1个监测点；位于次要影响区时监测点沿外墙间距宜为15m~30m，或每隔2根~3根承重柱布设1个监测点；在外墙转角处应有监测点控制
2		裂缝	应选择有代表性的裂缝监测
3		水平位移	监测点应布设在邻近基坑或隧道一侧的建（构）筑物外墙、承重柱、变形缝两侧及其他有代表性的部位
4		倾斜	监测点应沿主体结构顶、底部上下对应按组布设，每组不应少于2个点
5	地下管线	竖向位移	管线的节点、转角点等位移变化敏感部位应布设监测点
6		差异沉降	
7		水平位移	土层偏压或附加荷载地段宜进行水平位移监测，监测点位置及数量应根据实际情况确定
8	桥梁	墩台竖向位移	监测点应布设在墩柱或承台上，每个墩柱和承台不应少于1个测点
9		墩台差异沉降	

续表 13.2.1-4

序号	监测对象	监测项目	监测点布设
10	桥梁	墩柱倾斜	监测点应沿墩柱顶、底部上下对应按组布设，每组不应少于 2 个测点
11		裂缝	监测点应选择有代表性的裂缝监测
12		梁板应力	监测点宜布设在梁板结构中部或应力变化较大部位
13	道路、高速公路	路基竖向位移	可依照各施工工法地表竖向位移监测点布设原则，并结合工程实际情况布设
14	既有城市 轨道交通 地下线	隧道结构竖向位移	监测点的布设应符合设计文件要求
15		轨道结构竖向位移	
16		隧道、轨道结构裂缝	
17		轨道几何形位	
18		隧道结构水平位移	
19		隧道结构净空收敛	
20	既有城市轨道交通	路基竖向位移	
21	地面线、铁路	轨道几何形位	

13.2.2 施工过程中应进行现场巡查，巡查对象包括施工工况、围（支）护结构体系、周围岩土体及周边环境等，并应详细填写巡查记录，发现异常或危险情况，应及时报告。

13.3 监测频率

13.3.1 施工监测频率应符合下列规定：

1 明(盖)挖法基坑工程监测频率应符合表 13.3.1-1 的规定。

表 13.3.1-1 明(盖)挖法基坑工程监测频率

施工工况		基坑设计深度 (m)				
		≤ 5	5~10	10~15	15~20	>20
基坑开挖深度 (m)	≤ 5	1 次/d	1 次/2d	1 次/3d	1 次/3d	1 次/3d
	5~10	--	1 次/d	1 次/2d	1 次/2d	1 次/2d
	10~15	-		1 次/d	1 次/d	1 次/2d
	15~20	--	--	-	(1 次~2 次)/d	(1 次~2 次)/d
	>20	-	---	--	--	2 次/d

注：1 底板浇筑后可根据监测对象稳定情况调整监测频率，围护结构的支撑在拆除完成后的 3d 内监测频率应加密；

2 基坑工程开挖前对周边环境的监测频率应根据工程实际情况确定。

2 矿山法隧道工程监测频率应符合表 13.3.1-2 的规定。

表 13.3.1-2 矿山法隧道工程监测频率

监测部位	监测对象	开挖面与监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体、周边环境	$2B < L \leq 5B$	1 次/2d
		$L \leq 2B$	1 次/d
开挖面后方	初期支护结构、周围岩土体、周边环境	$L \leq B$	(1 次~2 次)/d
		$B < L \leq 2B$	1 次/d
		$2B < L \leq 5B$	1 次/2d
		$L > 5B$	1 次/(3d~7d)
		监测数据趋于稳定	1 次/(15d~30d)

注：1 B 为喷锚暗挖法隧道或导洞开挖宽度 (m)， L 为开挖面与监测点或监测断面的水平距离 (m)；

2 临时中隔壁或临时仰拱拆除后，地表和周边环境的监测频率应适当增加。

3 盾构法隧道工程监测频率应符合表 13.3.1-3 的规定。

表 13.3.1-3 盾构法隧道工程监测频率

监测部位	监测对象	开挖面与监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体、周边环境	$5D < L \leq 8D$	1 次/(3d~5d)
		$3D < L \leq 5D$	1 次/2d
		$L \leq 3D$	1 次/d
开挖面后方	管片结构、周围岩土体、周边环境	$L \leq 3D$	(1 次~2 次)/d
		$3D < L \leq 8D$	1 次/(1d~2d)
		$L > 8D$	1 次/(3d~7d)
		监测数据趋于稳定	1 次/(15d~30d)

注：D 为盾构法隧道开挖直径（m），L 为开挖面与监测点或监测断面的水平距离（m）。

13.3.2 工程施工期间，现场巡查频率不宜少于 1 次/d。

13.3.3 遇下列情况时，应加密现场监测及巡查频率：

- 1 监测数据超过预警值；
- 2 现场揭露的地层与地质勘察报告不符，且为不良地质，并有可能影响工程安全；
- 3 地表、建（构）筑物等周边环境发生较大沉降或不均匀沉降；
- 4 明（盖）挖法基坑换撑及拆撑期间；
- 5 盾构始发、接收、停机检修、开仓期间；
- 6 矿山法隧道变断面部位开挖、拆除支撑施工；
- 7 工程停工后重新复工；
- 8 暴雨或长时间连续降雨；
- 9 邻近其他工程施工、超载、振动等周边环境条件重大改变；
- 10 产权单位有特殊要求的情况。

13.3.4 施工监测结束应符合下列规定：

- 1 基坑回填完成、矿山法隧道二次衬砌完成；

2 盾构法隧道贯通、道床混凝土浇筑完成；

3 围（支）护结构监测结束后，岩土体的监测应根据累计变形量、变形速率及内力情况，结合工程需要确定；

4 围（支）护结构和周围岩土体监测结束后，周边环境监测变形趋于稳定时。

13.4 监测数据处理及成果反馈

13.4.1 监测数据应及时整理和校对，应计算监测数据的累计变化量、阶段变化量、变化速率，应将监测数据绘制成时程曲线、断面曲线，并应根据施工工况、工程地质条件及环境条件对监测数据的变化原因、变化规律及发展趋势进行分析、判断，形成监测报告。

13.4.2 监测报告宜分为日报、周报、月报、年报及总结报告，并应适时报送相关单位。监测数据达到预警标准时，应立即向施工单位项目负责人、监理单位、建设单位和其他相关单位报告，并应加密现场监测和巡查的频率。

14 路 基

14.1 一 般 规 定

14.1.1 路基工程施工前,应做好截、排水设施,排水设施应与城市排水系统相连通,排水不应危及附近建(构)筑物、地下管线、道路和农田。

14.1.2 路基施工前应建立测量控制网,测放出路堤、路堑平面位置和高程;施工中应对测量控制网进行复测。

14.1.3 路基施工应对土方进行综合平衡和调配,土方调配应与城市规划建设及郊区农田水利相结合。

14.1.4 路基宜分段施工。

14.1.5 施工遇有地下管线时,其保护及改移应符合本标准第 8.2 节的规定。

14.1.6 填筑路堤的土质应符合下列规定:

1 不应使用膨胀土、湿陷性黄土、盐渍土、淤泥、沼泽土、泥炭土、冻土、有机土、草皮、树根、生活垃圾及其他不宜作为填料的土做路基填料;

2 填筑材料使用前应进行土工试验,对液限大于 50、塑性指数大于 26 以及含水量超标的土,不得直接使用;

3 可使用工业废渣作为路基填料,使用前应进行有害物质含量的检测,有害物质含量指标检测合格后方可使用;

4 用湿黏土和红黏土作为路基填料时,应经试验合格后方可使用,但不应作为路床 0m~0.8m 深度范围内的填料;

5 土块应捣碎后用于路基填筑,石块粒径应小于填筑压实层厚度的 2/3。

14.1.7 路基采用土工布做渗滤层和隔离层时,应根据设计文件规定选用材料,其铺设应符合下列规定:

- 1 铺设前应平整地基，不应有带尖角的杂物；
- 2 铺设应沿长度方向进行；
- 3 两幅隔离层应采用焊缝连接；两幅渗滤层搭接，在平面上后幅应压前幅，在斜坡和直墙上应上幅压下幅，其搭接长度不应小于 300mm；
- 4 铺设完毕后应及时摊铺填料，并在 300mm 厚范围内不应采用机械碾压。

14.2 路 堑

14.2.1 路堑两侧顶部、路堑与隧道洞口连接处应设置天沟、侧沟及其他排水截流设施。排水设施应与既有排水系统相沟通，排出的水不应危害附近建筑物、地下管线、道路和农田。

14.2.2 路堑天沟、侧沟及其他引、截、排水设施，基底应坚实，沟坡、沟底应平顺，沟内应无浮土和杂物，排水应畅通。

14.2.3 路堑开挖前应标出边坡线，应检查坡顶、坡面的危石、树木、裂缝等不安全因素，消除后方可开挖。

14.2.4 路堑应自上而下逐层开挖，不得掏洞施工。路堑边坡应边开挖边修整。边坡设防护时，应紧跟边坡开挖施工，否则，应暂留一层保护层，待施工边坡防护时再开挖至设计文件规定的位置。

14.2.5 路堑在岩层走向及倾角不利边坡稳定的地段应顺层开挖，在地质不良地段，应短开挖或采用马口式开挖，边坡不稳定时应采取临时防护措施。

14.2.6 路堑两侧不宜弃土。

14.2.7 路堑挖至接近堑底时，应核对土质、测放基床边坡线、修整压实，并应进行原状土的压实度和承载力试验。压实度不符合设计文件要求时，应进行翻松分层压实处理，分层厚度不宜大于 15cm，或采用换填措施。

14.2.8 路堑边坡应密实平整，应无明显高低差，应清除凸悬危

石、浮石、渣堆和杂物，平台台面应平整。

14.3 路 堤

14.3.1 路堤填筑前的基底处理应符合下列规定：

- 1 施工前应清除基底表层植被，挖除树根；
- 2 应清除地表浅层淤泥土、腐殖土等不良土层，并应对地表松散土层进行翻挖、调整土层最佳含水量并及时压实；
- 3 原基底坡度陡于 1 : 5 时，应沿线路纵向挖台阶，台阶宽度不应小于 2m，并应碾压密实；
- 4 基底范围内有积水时，应排除积水后方可进行填筑。

14.3.2 路堤施工前应根据填料的种类和压实机械进行试验段施工，以确定松铺系数、分层厚度、压实含水量、填筑工艺等参数。填方路堤预留工后沉降量应符合设计文件要求。路基填料的填筑压实度应符合设计文件要求，设计文件无要求时路基填料压实度标准应符合表 14.3.2 的规定。

表 14.3.2 路基填料的填筑压实度标准

填挖类型		路床以下深度 (m)	填料最小强度 (C _{BR}) (%)	压实度 (%)
路堤	上路床	0~0.3	8	≥96
	下路床	0.3~0.8	5	≥96
	上路堤	0.8~1.5	4	≥94
	下路堤	>1.5	3	≥93
零填及挖方路基			8	≥96

注：1 表中压实度以重型击实试验为准；

2 构筑物基础的回填土压实度，应根据设计文件要求确定。

14.3.3 路堤填筑施工应符合下列规定：

- 1 路堤填筑应按试验段总结的施工工艺进行；若发生填料变化或工艺改变，应重新确定施工工艺试验；

2 同一填筑层不同土质不应混填；分层填筑时，下层宜填筑透水性较大填料，如受条件限制，只能填筑透水性小的填料时，表面应做排水坡或盲沟，边坡不应使用透水性小的填料封闭；

3 填石路堤应采级配较好的硬质石料填筑，每层石料松铺厚度宜为 0.5m~0.8m，石块最大尺寸不宜大于层厚的 2/3；

4 碾压应顺路堤边缘向中央进行，碾轮外缘距填土边坡外沿 500mm 的填筑部位应辅以小型机具夯实；

5 分段填筑时，每层接缝处应做成台阶，碾迹重叠 0.5m~1.0m，上下层错缝不应小于 1m；

6 采用振动压路机碾压时，宜先静压之后再振压；

7 路堤每侧宜超填 0.3m~0.5m，填层应整平，厚度应均匀，应沿横向断面全宽、纵向分层压实，压实层表面应平整，平整度不应大于 20mm，每层表面应做成不小于 2% 的双向排水横坡；

8 两段路堤连接处，每层端头应预留 2m~3m 的搭接台阶；

9 完工的路堤顶面不应行驶大型机械或车辆。

14.3.4 桥头、挡墙、涵洞（管）背后的土方填筑应在结构强度达到设计文件规定的标准后方可进行，填筑应符合下列规定：

1 桥台及邻近挡土墙位置应填筑透水性好的填料；

2 桥台护坡施工和填筑宜同时进行，填面应微向外侧倾斜；

3 涵洞（管）填土应自两侧对称、均匀分层填筑；

4 桥台护坡及挡土墙背后进行土方填筑时，应按设计文件要求进行滤水层或排水盲沟施工；

5 填筑时应对防水层采取覆盖、铺垫、减振保护措施。

14.3.5 软土路基填筑应符合下列规定：

1 施工前应按设计文件要求做软基处理试验段，以检定设计文件确定的参数和确定施工工艺；

2 桥涵两侧的软基处理应与相邻路堤同步进行；

3 采用土工布做渗滤层和隔离层应符合本标准第 14.1.7 条的规定；

4 软土路堤填筑时，应设置水平位移和沉降观测点，并进行观测；

5 填筑路堤时，应控制填筑速率，确保水平位移量不应大于 5mm/d，地面沉降量不应大于 10mm/d。

14.3.6 沼泽地或杂填土地段的路堤应提前施工，对软土层、空洞及暗塘等，应按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的规定处理合格后方可进行填筑。

14.3.7 路堤不宜在雨天施工，特殊路堤施工应避开雨季，基底和已填筑的路堤不应被水浸泡。路堤雨季填筑施工应符合下列规定：

1 取、运、填、铺、压等各工序应连续作业、逐段完成；

2 路堤周围应做好排水系统，傍山沿河地段，应采取防洪措施；

3 非透水性填料不应在大、中雨或连续阴雨天填筑；

4 路堤填筑应留横向排水坡度，并应边填边压实；

5 回填土源含水量应采取措施保证不超标。

14.3.8 冬期路堤填筑应符合下列规定：

1 冻土块不应大于 150mm，体积含量不应大于填料的 30%，并应均匀散布于填层内；路床顶面下 1.2m、边坡面 1m 内、桥头路基不应填筑冻土；

2 遇大雪或其他原因中途停工时，应整平填层及边坡面并加以覆盖，施工前应清除填筑面的冰雪和保温材料；

3 各工序应连续作业，周转时间应小于土的冻结时间；

4 路床面和边坡面的整修宜在解冻后进行。

14.3.9 路堤填筑应严格控制填料含水量，其压实度检测应符合下列规定：

1 每层填筑按路基长度，每 50m（也不大于 1000m²）取样

一组，每组不应少于 3 个点，即路基中部和两边各 1 点；

2 遇有填料类别和特征有明显变化和对压实质量可疑处，应增加测点。

14.4 涵 洞

14.4.1 涵洞结构施工应在地基验收合格后进行。

14.4.2 涵洞采用预制钢筋混凝土圆管时，管底高程、坡度应符合设计文件要求，管座混凝土应与管身密贴。

14.4.3 涵洞采用混凝土结构时，应符合本标准第 8.6 节～第 8.8 节的有关规定。

14.4.4 涵洞沉降缝端面应竖直、平整，上下不应交错。填缝料应具有弹性和不透水性，并应填塞密实。

14.4.5 涵洞路堤填筑除应符合本标准第 14.3.4 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 当涵顶填筑厚度超过 1m 后，方可通行大型机械；

2 填筑应从涵身两侧对称、水平、分层施工，并辗压密实，并应对防水层采取保护措施；

3 涵洞两侧紧靠边墙的部分宜采用人工配合小型机械夯填密实；

4 填石路堤施工时，涵身顶面以上 1m 高度内应分三层填筑。底层 20cm 厚黏性土壤，中层 50cm 厚碎石、卵石或粗、中砂，顶面 30cm 厚小片石。在涵身两侧两倍孔径的宽度范围内应码堆片石至涵身顶面以上 1m 高度。

14.4.6 涵洞进出口的沟床应整理顺直，铺砌工程与上下游导流、排水设施的连接应圆顺、稳固。

14.4.7 涵洞采用石料砌筑时，应按先墙后拱的顺序施工。涵洞拱圈砌筑应采用拱架模板支撑，并符合下列规定：

1 砌筑宜分段施工，并从拱脚同时对称向拱顶方向进行；

2 砌石大面应沿辐射线方向挤嵌稳固，成排砌好后，应采用中小石料嵌砌，并应用砂浆捣实砌缝；

- 3 拱圈下层外露面应选用平整块石；
- 4 拱圈砌石表面应加工成同一规格和形状后砌筑；
- 5 拱圈砌筑后，砂浆达到设计文件规定强度的 70% 时，方可砌筑拱端侧墙和拱背填土。

15 高架结构

15.1 一般规定

15.1.1 预制构件、预应力箱梁、梯形轨道梁宜在现场就近建厂预制。

15.1.2 现浇大体积混凝土结构施工应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的规定。

15.1.3 结构钢筋、混凝土、模板、支架除应符合本章要求外，尚应符合本标准第 8.6 节～第 8.8 节的规定。

15.1.4 拱桥、斜拉桥、悬索桥等的施工应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

15.2 基础

I 扩大基础

15.2.1 扩大基础基坑有围护结构时，施工应符合本标准第 8.4 节的相关规定。

15.2.2 基础位于河、湖、浅滩时，宜采用围堰或筑岛方式进行施工，并应编制围堰或筑岛专项施工方案。

15.2.3 基坑坡顶临时堆土不应影响基坑开挖和坑壁稳定，距坡顶 5m 范围内不应堆放施工材料、机械设备等。

15.2.4 当基础为填石混凝土时，应符合下列规定：

- 1 石块的填放数量不宜大于结构体积的 25%；
- 2 石块应无裂纹、夹层且具有抗冻性；
- 3 石块抗压强度不应低于 30MPa；
- 4 石块应清洗干净，埋入深度不应小于 1/2 石块高度；
- 5 石块应分布均匀，净距不应小于 100mm，距结构侧边和

顶、底面净距不应小于 150mm；

6 结构受拉区及气温低于 0℃时，不应填放。

15.2.5 基坑开挖及回填应符合本标准第 8.5 节的规定。

15.2.6 开挖至基底后应进行验槽。若需要地基处理时，应符合设计文件要求。

II 桩 基 础

15.2.7 桩基础施工除应符合本节规定外，尚应符合本标准第 8.4 节的相关规定。

15.2.8 桩基础测量定位偏差应以轴线为准，纵向中误差应为 $\pm 50\text{mm}$ ，横向中误差应为 $\pm 30\text{mm}$ 。

15.2.9 水中成桩钢护筒埋设嵌入土层不宜小于 3m，且嵌入不透水层的深度不宜小于 1m，并应采取防止泥浆渗漏措施。

15.2.10 在护堤抛石区域宜采用护筒跟进穿越抛石层进行成孔施工。护筒直径应根据桩长、抛石厚度确定，护筒直径宜大于设计文件给定桩径 0.4m。

15.2.11 沉井施工应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

15.2.12 跨越水面桩基施工，应配备满足泥浆储存、循环和排放要求的装置，不应将废浆直接排放至水中或造成其他污染。

15.2.13 桩基成孔垂直度应符合下列规定：

- 1 泥浆护壁成孔垂直度不应大于 1%，且不大于 500mm；
- 2 干成孔垂直度不应大于 5‰，且不大于 200mm。

15.2.14 清孔沉渣厚度应符合下列规定：

- 1 摩擦桩沉渣厚度不应大于 300mm；
- 2 端承桩沉渣厚度不应大于 100mm。

15.2.15 桩基础验收合格后，方可进行承台施工。水中高桩承台施工应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

15.3 下部结构

I 墩台及盖梁

15.3.1 模板及支架应符合本标准第 8.7 节的规定。

15.3.2 异型墩台身钢筋加工应制作模具，确保钢筋加工成型几何尺寸。

15.3.3 墩台身混凝土宜一次连续浇筑成型。当浇筑高度大于 2m 时，应设串筒或溜管，防止混凝土离析。

15.3.4 采用滑升模板浇筑墩台混凝土时，应符合下列规定：

1 浇筑应分层分段进行，各段应浇筑到距模板上口 100mm~150mm 的位置为止；

2 应防止液压油污染混凝土和钢筋，当有污染时应清理干净；

3 每一节应连续浇筑，当中断浇筑时间超过混凝土终凝时间时应按施工缝处理；

4 混凝土脱模时的强度宜为 0.2 MPa~0.5MPa。

15.3.5 台帽及盖梁采用托架或抱箍作为支架时，应进行设计计算，且对墩台永久受力和外观效果不应产生影响。

15.3.6 台帽及盖梁钢筋绑扎前，应调整墩台身钢筋，支座、抗震设施等预留、预埋件应牢固，位置应正确。

15.3.7 连系梁及横向连接构件宜与墩台身同时施工。

II 支 座

15.3.8 支座垫石或挡块与盖梁或帽梁宜分两次施工。

15.3.9 支座安装前，应由测量定位支座的十字轴线和顶面高程，合格后方可安装支座。

15.3.10 支座的规格、性能应符合设计文件要求，安装支座应按其工艺标准要求进行。

15.3.11 当实际温度与设计文件规定的温度不同时，安装支座

时应计算支座顺桥向的预偏量。

15.3.12 支座安装平面位置、顶面高程和方向应正确。安装时应用水平尺测量其顶面的平整度和倾斜度，并应保证支座与梁体密贴。

15.3.13 垫石或锚栓灌浆料的强度应达到设计文件要求后方可施工上部结构。设有临时支座时，永久支座的灌浆料强度未达到设计文件规定的标准前，不应拆除临时支座。

15.4 支架现浇混凝土

I 模板与支架

15.4.1 支架地基承载力应经计算确定，验算不满足时应进行地基加固处理，并应对支架进行预压。预压荷载宜为施工计算荷载的110%~120%，且应分级加载预压。

15.4.2 当支架搭设需留置门洞时，应对其立柱、横梁进行受力计算，并应设置防撞护栏等设施。

15.4.3 外模板应根据几何尺寸进行设计，箱梁芯模宜分段、分节安装和拆除。

15.4.4 当为预应力梁时，模板预拱度应增加预应力作用所产生的变形量。

15.4.5 模板安装前应测放中线、平面位置和高程。模板安装应牢固、严密、平整。

15.4.6 预应力梁模板、支架拆除时，混凝土强度除应符合本标准第8.7.12条和第8.7.13条规定外，尚应符合下列规定：

- 1** 箱梁芯模应按箱梁顶板底模要求的混凝土强度拆除；
- 2** 底模和支架在预应力未张拉完成前不应拆除。

II 钢 筋

15.4.7 钢筋安装前应弹线，并应调整锚入上部结构梁内的墩柱（台）钢筋，支座、排水孔、排气孔等预留、预埋件位置应准确，

固定应牢固。

15.4.8 钢筋混凝土梁应先绑扎下层钢筋，再绑扎腹板和横隔梁钢筋，最后绑扎上层钢筋。

15.4.9 当为预应力混凝土箱梁时，钢筋绑扎应符合下列规定：

1 在绑扎腹板和横隔梁钢筋的同时，应安装预应力束的孔道；

2 预应力孔道验收合格后，应根据混凝土浇筑方案要求绑扎顶板钢筋。

III 混凝土浇筑

15.4.10 梁体混凝土浇筑时，简支梁应由两端向跨中或由一端向另一端连续浇筑，连续梁应由跨中向两端连续浇筑，箱型梁应先浇筑底板再浇筑腹板、顶板和翼板。

15.4.11 简支梁或支架坐落在强度不同基底上的连续梁，混凝土浇筑应采取下列措施之一：

1 混凝土掺缓凝剂，在最初浇筑的混凝土初凝前浇筑完毕；

2 以正负弯矩变换点附近分段，先浇筑正弯矩区段。

15.4.12 梁板组合结构，当采用预制梁和现浇板的梁板组合结构时，混凝土龄期差不宜超过 3 个月。

IV 悬臂浇筑

15.4.13 挂篮结构设计、加工及拼装应符合下列规定：

1 构件强度和整体稳定安全系数应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定；

2 挂篮与最重梁段混凝土的荷重比值宜控制在 0.3~0.5，特殊情况下不应超过 0.7；

3 挂篮行走时的抗倾覆安全系数不应小于 2；锚固系统安全系数、吊杆等受动荷载作用的部位安全系数不应小于 3；

4 挂篮主承载结构允许最大变形应为 20mm；

5 挂篮应在工厂试拼装；现场组装后，应全面检查安装质量，并应进行预压试验，试验荷载应为最重梁段结构荷载与施工荷载总和的 1.1 倍~1.2 倍；

6 后吊杆和下限位拉杆孔道应按设计文件规定的尺寸预留。

15.4.14 悬臂浇筑应符合下列规定：

1 梁墩为非刚性连接时应在悬臂浇筑前设置临时固结系统；

2 墩顶梁段使用的模板、托架或膺架应进行内力和变形计算，应满足强度、刚度和稳定性的要求，并应设置相应预拱值；

3 挂篮应根据计算和预压结果确定悬臂浇筑段前端底板和桥面的预拱值，施工过程中应对实际高程进行监测，出现偏差时应及时调整；

4 桥墩两侧梁段应对称、平衡浇筑，平衡偏差应符合设计文件要求。

15.4.15 连续梁的合龙和体系转换应符合下列规定：

1 合龙段长度宜为 2m；

2 合龙段混凝土浇筑温度应符合设计文件要求；

3 合龙顺序宜先边跨，再次中跨，后中跨；多跨一次合龙时，应同时均衡对称合龙；

4 合龙前应将两悬臂端的合龙口予以临时连接，并应将合龙跨一侧墩的临时固结解除；

5 当合龙段两侧悬臂端标高有偏差时，宜用压重调整；

6 合龙应在两悬臂端预加压重，并应在浇筑混凝土过程中逐步撤除，使悬臂挠度保持稳定；

7 连续梁体系转换应在全部纵向预应力筋张拉、压浆完成并解除各墩临时固结后进行；

8 梁跨体系转换时，支座反力的调整应以高程控制为主，反力作为校核。

15.5 预 制 梁

I 梁 体 制 作

15.5.1 预制台座及模板应符合下列规定：

- 1 预制场地应坚实、平整并有排水措施；
- 2 预制台座应坚固、无沉陷，表面光滑平整；
- 3 模板应拆装方便，表面应平整光滑，支撑应牢固，缝隙应严密，预埋件应固定牢固，位置应正确；
- 4 预应力梁台座预拱度应叠加预应力作用产生的变形量。

15.5.2 钢筋骨架宜在绑扎台座上成型后，整体吊运至预制台座。吊运钢筋骨架时应设置纵横向剪刀撑，吊装过程不应发生超量的变形。

15.5.3 混凝土应一次浇筑完毕，不应间断。

15.5.4 混凝土浇筑完毕应及时抹面、养护。采用蒸汽养护时，升、降温速度不宜大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

15.5.5 混凝土表面应无蜂窝麻面、裂缝，拆模后应标明型号、尺寸和制造日期。

II 移 运 和 存 放

15.5.6 梁体混凝土达到设计文件规定强度的 70% 以上时方可移运。

15.5.7 预应力梁吊装与移运，宜采用专用的移梁设备，吊点应在设计文件规定的支座的范围内，吊装、移运过程应平稳。

15.5.8 预制梁存放应符合下列规定：

- 1 场地应坚实平整、排水流畅，并宜硬化；
- 2 按吊运、安装顺序和型号应分别码放，堆垛间应留运输通道且不宜小于 4m；

3 预应力梁存梁台座应根据码放层数进行地基承载力验算，不满足时应对地基进行加固；码放应水平，支垫应稳固

可靠。

III 运输与安装

15.5.9 吊装设备的选型应通过计算确定，吊装前应编制吊装安全专项施工方案。

15.5.10 预制梁混凝土强度应达到设计文件规定的强度时方可安装，预应力梁尚应满足 28d 龄期要求。安装部位的混凝土强度应达到设计文件规定强度的 70%；在支座上安装时，支座垫石或支座灌浆料强度应符合设计文件要求。

15.5.11 现场运梁道路应平整、坚实；运梁设备应满足梁体长度和承载要求，过程中应平稳。

15.5.12 预制梁安装宜由一端向另一端进行，安装前应在梁体两端、墩柱或盖梁上弹出安装十字轴线。

15.5.13 安装前应复查支座、预埋件位置正确，梁体对正安装轴线后，应垂直平稳落梁，不应碰撞支座、预埋件或在支座上推移，不应出现歪斜现象。

15.6 预应力混凝土结构

15.6.1 预应力混凝土结构采用的钢绞线、钢丝、无粘结钢绞线应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 和现行行业标准《无粘结预应力钢绞线》JG/T 161 的规定。

15.6.2 锚具、夹具和连接器应符合现行国家标准《预应力筋锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 和现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的规定。

15.6.3 预应力管道应能传递粘结力，刚度应符合下列规定：

1 胶管的承受压力不应小于 5kN，极限抗拉力不应小于 7.5kN，且应具有较好的弹性恢复性能；

2 钢管和高密度聚乙烯管的内壁应光滑，壁厚不应小于 2mm；

3 金属波纹管应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属

波纹管》JG 225 的规定。

I 预应力筋制作

15.6.4 预应力筋下料宜采用切断机或砂轮机切断，不应使用电弧切断；长度应经计算确定。

15.6.5 编制成束的预应力筋应为等强度的钢材，编束时应逐根梳理顺直，绑扎牢固。

15.6.6 编制成束的预应力筋应妥善保管，应防止损伤、变形和锈蚀。

II 施加预应力

15.6.7 张拉机具应与锚具配套使用，张拉设备和仪表的标定压力表精度不宜低于 1.5 级，试验机测力计精度应为 $\pm 2\%$ 。标定时的千斤顶活塞口运行方向应与实际张拉工作状态一致。

15.6.8 当张拉设备超过 6 个月、张拉次数超过 200 次、张拉中出现不正常现象或检修后均应重新标定。

15.6.9 张拉设备安装应符合下列规定：

- 1 预应力张拉前应检查锚具的安装位置是否正确；
- 2 张拉设备安装时，工具锚应与前端的工作锚对正，直线预应力筋应使张拉力的作用线与孔道中心线重合；曲线预应力筋应使张拉力作用线与孔道中心线末端的切线重合。

15.6.10 预应力张拉应符合下列规定：

- 1 张拉顺序应对称张拉；
- 2 预应力张拉采用应力控制时，应以伸长量校核，实际伸长量与理论伸长量的差值应控制在 $\pm 6\%$ 以内；
- 3 理论伸长值 ΔL (mm) 宜按下式计算：

$$\Delta L = \frac{\bar{P}L}{A_y} E_a \quad (15.6.10)$$

式中： \bar{P} ——预应力筋平均张拉力 (N)；

L ——预应力筋长度 (mm)；

A_y ——预应力筋的截面面积 (mm^2)；

E_q ——预应力筋弹性模量 (N/mm^2)；

4 预应力筋张拉应在初始应力值 σ_0 调整至张拉控制应力的 10%~25% 后开始量测，但应加上初应力时的推算伸长值；对后张法预应力混凝土结构在张拉过程中产生弹性压缩值可省略；

5 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量允许值应符合表 15.6.10 的规定。

表 15.6.10 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量允许值

锚具类型		内缩量允许值 (mm)
螺帽锚具及墩头锚具		1
锥形锚具		6
夹片锚具		5
楔片式锚具	用于钢筋时	2
	用于钢绞线时	3

III 先 张 法

15.6.11 先张法墩式台座结构应符合下列规定：

1 承力台座应进行专门设计，抗倾覆系数不应小于 1.5，抗滑移系数不应小于 1.3；

2 锚固横梁验算挠度不应大于 2mm。

15.6.12 预应力筋的安装宜先上层后下层。下层预应力筋应设支架，防止与底模板接触被污染。

15.6.13 多根预应力筋同时张拉时应先调整初应力，并应保持相互间的应力一致。

15.6.14 预应力筋张拉时的断丝数量允许值应符合表 15.6.14 的规定。

表 15.6.14 预应力筋张拉时的断丝数量允许值

预应力筋类别	检查项目	允许值
钢丝及钢绞线	同一构件内断丝数不应超过钢丝总数的	1%
钢筋	拉断	不允许

15.6.15 同时张拉同一构件的多根钢筋时应抽查预应力值，其偏差为全部钢筋预应力值的 $\pm 5\%$ 。

15.6.16 采用超张拉方法进行张拉时，预应力筋超张拉程序应符合设计文件要求和表 15.6.16 的规定。

表 15.6.16 预应力筋超张拉程序

预应力筋种类	张拉程序
钢筋	$0 \rightarrow \text{初应力} \rightarrow 1.05\sigma_{con} \rightarrow 0.9\sigma_{con} \rightarrow \sigma_{con}$ (锚固)
钢丝、钢绞线	$0 \rightarrow \text{初应力} \rightarrow 1.05\sigma_{con}$ (持荷 2min) $\rightarrow 0 \rightarrow \sigma_{con}$ (锚固) 对于夹片式等具有自锚性能的锚具： 普通松弛预应力筋 $0 \rightarrow \text{初应力} \rightarrow 1.03\sigma_{con}$ (锚固) 低松弛预应力筋 $0 \rightarrow \text{初应力} \rightarrow \sigma_{con}$ (持荷 2min 锚固)

15.6.17 预应力筋张拉完毕，位置允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ，并不应大于结构断面最短边的 4% 。

15.6.18 预应力筋放张时的混凝土强度不应低于设计文件规定强度的 70% 。放张顺序应分阶段、对称、交错进行。放张前应将限制位移的模板拆除。

15.6.19 预应力筋张拉后切断顺序应由放张端开始，逐次切向另一端。

IV 后 张 法

15.6.20 预留孔道宜采用内壁比预应力束直径大 $10\text{mm} \sim 15\text{mm}$ 的波纹管，其安装应符合下列规定：

1 位置应正确，固定孔道的托架应与结构钢筋连接牢固，托架间距不应大于 600mm ，加密部位托架间距不应大于 300mm ；

2 管接头连接应严密；

3 端头孔道中心线应垂直于锚垫板并连接牢固、严密。

15.6.21 孔道形成后应逐根检查，合格后方可进行下道工序施工。施工中电火花不应损伤管道。

15.6.22 施加预应力时的结构混凝土强度不应低于设计文件规定强度的 70%。

15.6.23 预应力筋应分批、分阶段对称张拉，其张拉顺序应符合设计文件要求。

15.6.24 预应力筋超张拉程序应符合表 15.6.24 的规定和设计文件要求。

表 15.6.24 预应力筋超张拉程序

预应力筋种类		张拉程序
钢绞线束	夹片式等有自锚性能的锚具	普通松弛力筋 $0 \rightarrow \text{初应力} \rightarrow 1.03\sigma_{con}$ (锚固) 低松弛力筋 $0 \rightarrow \text{初应力} \rightarrow \sigma_{con}$ (持荷 2min 锚固)
	其他锚具	$0 \rightarrow \text{初应力} \rightarrow 1.05\sigma_{con}$ (持荷 2min) $\rightarrow \sigma_{con}$ (锚固)
钢丝束	夹片式等有自锚性能的锚具	普通松弛力筋 $0 \rightarrow \text{初应力} \rightarrow 1.03\sigma_{con}$ (锚固) 低松弛力筋 $0 \rightarrow \text{初应力} \rightarrow \sigma_{con}$ (持荷 2min 锚固)
	其他锚具	$0 \rightarrow \text{初应力} \rightarrow 1.05\sigma_{con}$ (持荷 2min) $\rightarrow 0 \rightarrow \sigma_{con}$ (锚固)

15.6.25 长度大于 25m 的预应力筋宜在两端张拉，并宜在一端张拉锚固后，再在另一端补足预应力值后进行锚固。

15.6.26 预应力筋断丝、滑丝控制值应符合表 15.6.26 的规定。

表 15.6.26 预应力筋断丝、滑丝控制值

预应力筋种类	项目	控制值
钢丝束、 钢绞线束	每束钢丝断丝、滑丝	1 根
	每束钢绞线断丝、滑丝	1 丝
	每个断面断丝之和不超过该断面钢丝总数的	1%

V 孔道压浆

15.6.27 后张法预应力筋张拉后应及时进行孔道水泥浆压浆，

水泥浆应符合下列规定：

1 宜采用强度等级为 42.5 级以上的普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥；

2 水灰比应为 0.4~0.45，泌水率不应大于 4%；

3 可掺加适量膨胀剂，其膨胀率不应大于 10%；

4 稠度宜为 14s~18s，流动度宜为 120mm~170mm；

5 水泥浆调制至浇筑延续时间不应超过 45min，并应在压浆中经常搅动。

15.6.28 孔道压浆应符合下列规定：

1 压浆前应将孔道清理干净，湿润无积水；

2 压浆应缓慢、均匀进行；曲线孔道由低处压浆孔压入，在波峰部位应留排气孔，在最低部位应留排水孔；

3 每一孔道宜于两端先后各压一次，间隔时间 30min~45min；泌水率较小的水泥浆，可采用一次压注法进行；

4 压浆应采用活塞泵或压浆泵，不应使用压缩空气；

5 压浆压力应为 0.5MPa~0.7MPa；

6 压浆中及压浆后 48h 内，结构混凝土温度不应低于 5℃，否则应采取保温措施；当白天气温高于 35℃ 时，压浆宜在夜间进行；

7 压浆应填写记录，每班组留取不应少于 3 组试件。

15.6.29 压浆后，锚具应浇筑混凝土封闭。长期外露的锚具，应采取防锈措施。

15.6.30 预制梁的孔道水泥浆强度达到设计文件规定强度的 55% 且不低于 20MPa 时方可移运和吊装预制梁。

15.7 钢 梁

15.7.1 钢梁应分段制作，现场拼装。加工制作和现场拼装应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢结构焊接规范》GB 50661 和现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

15.7.2 钢梁分段制作后应进行预拼装，经验收合格后方可现场安装。

15.7.3 钢梁运输和吊装过程中应采取措施防止超量变形和损伤。

15.7.4 钢梁安装前应完成下列工作：

1 吊装机械的选型应通过计算确定；

2 临时支墩应按钢梁安装工况进行强度、刚度及稳定性验算；

3 临时支墩应进行地基承载力验算，不满足时应进行地基加固处理；

4 钢梁安装前应复核永久支座和临时支座平面位置和高程。临时支座采用砂箱时应进行预压。

15.7.5 钢梁就位时应考虑钢梁安装温度。梁体对正安装轴线后，应垂直平稳落梁，应防止碰撞支座、预埋件或在支座上推移。

15.7.6 钢-混凝土结合梁的施工除应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 混凝土浇筑前，应对钢梁的安装进行验收，合格后方可浇筑混凝土；

2 混凝土应全断面连续浇筑，顺桥向宜自跨中向两端或由一端向另一端浇筑；横桥向宜由中间向两侧浇筑；

3 设有预应力时，临时支墩应在预应力张拉后方可拆除。

15.8 桥面系及附属工程

15.8.1 变形缝应直顺无堵塞，垫层与结构变形缝应位置相同。

15.8.2 桥面防水施工应符合本标准第 16.9 节的规定。

15.8.3 护栏应与桥面混凝土预埋件、预埋筋连接牢固，其线形应流畅、平顺，主体结构伸缩缝处应贯通。

15.8.4 桥面汇水槽和泄水口宜预埋和预留。排水孔位置应正

确，排水应畅通。

15.8.5 声屏障立柱与基础、面板与立柱连接应牢固。

15.8.6 人行步道应平整，并应留置排水坡度。

15.8.7 灯杆基座位置应准确，杆体与基座连接应牢固。

15.8.8 缘石安装应牢固，线形应流畅、平顺。

15.9 高架车站结构

15.9.1 高架车站为桥-建分离类型时，宜先施工桥梁结构。

15.9.2 高架车站为桥-建组合类型，当轨道梁为预制且架设在车站结构时，车站站台层主体结构完成后，应安装轨道梁；当轨道梁为现浇且刚接于车站结构时，轨道梁可与车站结构同时施工。

15.9.3 当高架区间采用架桥机过站安装预制梁时，应复核车站结构的荷载承受能力，并应预留架桥机通过所需的净空。

15.9.4 高架站屋面宜在轨行区线下结构完成后施工。

15.9.5 当高架车站基础与区间基础密贴时，应采取隔离措施。

15.9.6 高架站的防雷接地施工应符合设计文件要求和现行国家标准《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601 的有关规定。

15.9.7 结构内预留、预埋件位置应准确，固定应牢固。

15.9.8 屋面等防水应符合本标准第 16.9 节的规定。

16 防 水

16.1 一 般 规 定

16.1.1 防水施工应以设计文件为施工依据。

16.1.2 防水层应在基层面或主体结构检验合格后方可施工。

16.1.3 防水混凝土应采用预拌混凝土、混凝土运输搅拌车运送、机械振捣；拼装式预制构件设计涂料防水、防腐层时，宜在预制厂内完成。

16.1.4 防水采用的原材料、制品、配件应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定，进场保管不应被太阳直晒、雨淋或受潮。

16.1.5 防水层的施工环境温度应符合设计文件的要求，不应在雨、雪天及四级风以上的天气中露天作业。

16.1.6 多组分产品配制好的成品应在产品规定的时间内使用完毕。

16.1.7 结构变形缝、施工缝、穿墙管、不同工法间接口、附属与主体预留接口等特殊部位防水的加强措施应符合设计文件要求。

16.1.8 防水保护层施工应符合下列规定：

1 应在防水层验收合格后及时施工；

2 施工不应损坏防水层结构；外防外贴法铺设的侧墙防水层的保护层，采用砌块砌筑时，应边砌边用砂浆填实；

3 砂浆或细石混凝土保护层终凝后应及时养护。

16.1.9 后续工序施工不得对防水层和防水层保护层造成破坏。

16.2 防水混凝土

I 原材料及配比

16.2.1 水泥除应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB

175 的要求外，尚应符合下列规定：

1 水泥比表面积宜小于 $350\text{m}^2/\text{kg}$ ；含碱量（ Na_2O ）不应大于 $3\text{kg}/\text{m}^3$ ；

2 在受侵蚀介质作用时，应按介质的性质选用相应的水泥品种；

3 不应使用有结块的水泥；不同品牌和强度等级的水泥不应混用；水泥存储不宜超过 3 个月，对存储超过 3 个月的水泥，应重新进行检验；

4 不应使用含氯化物的水泥。

16.2.2 骨料除应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685 和现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的要求外，尚应符合下列规定：

1 应选用级配合理、粒形良好、质地坚固的洁净碎石；

2 应采用二级或多级级配粗骨料，粗骨料的堆积密度宜大于 $1500\text{kg}/\text{m}^3$ ，紧密密度的空隙率宜小于 40%；泵送时其最大粒径不应大于输送管径的 $1/4$ ；吸水率不应大于 1.5%；不应使用碱活性骨料；

3 骨料中不应混入烧结物等影响混凝土性能的有害物质，且不应混入粉煤灰、水泥和外加剂等粉状材料；冬期施工时不应含有冰、雪；

4 骨料应避免直接露天堆放、暴晒，料仓应设棚罩；高温季节，骨料温度不应高于 28°C ；

5 砂宜选用坚硬、抗风化性强、洁净的中粗砂，不应单独使用细砂和特细砂；禁止使用海砂；砂的含泥量不应大于 3%。

16.2.3 水应使用无侵蚀性洁净水，并应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

16.2.4 外加剂应符合下列规定：

1 外加剂应严格控制氯离子含量；根据需要掺入引气剂、减水剂、防冻剂、抗裂密实剂等，掺加量应根据试验确定；

2 采用聚羧酸系高性能减水剂时，现浇混凝土应根据不同

季节选用标准型、缓凝型或防冻型产品；预制构件应选用专用型早强剂；高性能减水剂使用前，应使用工程现场用水泥做适应性试验，不应有假凝、速凝、分层或离析现象；

3 不应采用 C 类粉煤灰和 II 级以下级别的粉煤灰。

16.2.5 配合比应经试验确定，并应符合下列规定：

1 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文件要求提高 0.2MPa；

2 除满足抗压强度、抗渗等级常规设计文件规定的指标要求外，尚应满足结构耐久性指标要求，硬化混凝土宜进行氯离子扩散系数或电通量试验；

3 各类材料的总碱量 (Na_2O 当量) 不应大于 $3\text{kg}/\text{m}^3$ ；氯离子含量不应超过胶凝材料总量的 0.1%；

4 胶凝材料用量应根据混凝土的抗渗等级和强度等级等选用，总用量不宜小于 $320\text{kg}/\text{m}^3$ ；当强度要求较高或地下水有腐蚀性时，胶凝材料用量应通过试验调整；

5 在满足混凝土抗渗等级、强度等级和耐久性条件下，水泥用量不宜小于 $260\text{kg}/\text{m}^3$ ；砂率宜为 35%~40%，泵送时可增至 45%；灰砂比宜为 1:1.5~1:2.5；水胶比不宜大于 0.50，有侵蚀性介质时水胶比不宜大于 0.45；

6 坍落度宜控制在 120mm~160mm，坍落度每小时损失值不应大于 20mm，坍落度总损失值不应大于 40mm；

7 掺加引气剂或引气型减水剂时，混凝土含气量应控制在 3%~5%；

8 常温时，初凝时间宜为 6h~8h；冬期时，不宜早于 8h。

II 搅拌与运输

16.2.6 搅拌应符合下列规定：

1 应采用机械搅拌，并应根据外加剂的技术标准确定搅拌时间；

2 水温不宜高于 60°C ，骨料温度不宜高于 28°C ；

3 水、水泥、外加剂、掺合料重量的允许偏差应为 1%；

砂、石重量的允许偏差应为 2%；

4 外加剂应配置成较小浓度溶液加入搅拌机内；

5 坍落度应符合现场入模坍落度要求。

16.2.7 混凝土运输应符合下列规定：

1 运输应采用混凝土搅拌运输车，路途中应匀速缓慢转动罐体，防止混凝土发生离析；

2 混凝土供应应保证现场能够连续作业。

III 浇筑与养护

16.2.8 采用输送泵浇筑，应符合下列规定：

1 管路拐弯宜缓，接头应严密；

2 受料斗内应保持足够数量的混凝土；

3 不应发生离析现象；

4 间歇时间超过 45min 或出现离析现象时，应立即冲洗管路。

16.2.9 混凝土浇筑入模应符合下列规定：

1 入模坍落度宜控制在 120mm~160mm；配筋密集的部位及隧道的拱部，不宜大于 200mm；检测坍落度时，应观察其和易性，不应存在泌水、离析、分层现象；

2 浇筑时如出现离析，应进行二次搅拌；坍落度损失后不能满足施工要求时，应加入原水胶比的水泥浆或掺加同品种的减水剂进行搅拌，不应直接加水；

3 当浇筑结构的高度超过 3m 时，应采用串筒、溜槽或振动溜管下落。

16.2.10 混凝土浇筑应分层连续浇筑，层厚不应大于 500mm，并应由低处向高处浇筑。如需间歇浇筑时，上层混凝土应在下层混凝土初凝前开始浇筑，否则应按施工缝处理。

16.2.11 混凝土应采用机械振捣，应符合下列规定：

1 应以混凝土表面泛浆和不冒气泡为准，应避免漏振、欠振和超振；

2 插入式振捣器移距不宜大于作用半径的 1 倍，插入下层混凝土深度不应小于 50mm；表面振捣器移距应与已振捣混凝土搭接 100mm 以上；

3 振捣时不应碰撞钢筋、模板、预留预埋件、止水带和防水层等；

4 混凝土终凝前应进行压实赶光，并应及时覆盖。

16.2.12 高温季节混凝土浇筑入模温度不应高于 30℃，并应避免模板和新浇筑的混凝土直接受阳光照射，混凝土成型后应及时覆盖。冬期混凝土浇筑的入模温度不应低于 5℃，并应采取保温防冻措施，防止混凝土受冻。

16.2.13 结构内的钢筋、绑丝，不应触及模板；固定模板的螺栓穿过混凝土结构时，应设置止水环等防水措施。

16.2.14 结构变形缝、施工缝、穿墙管、不同工法间接口、附属与主体预留接口等特殊部位应制定相应的技术措施，施工中应加强振捣，不应漏振。

16.2.15 大体积防水混凝土宜选用水化热低和凝结时间长的水泥，施工应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的规定。

16.2.16 现浇混凝土养护应符合下列规定：

1 混凝土终凝后应立即进行养护，并应保持湿润，养护期不应少于 14d；

2 高温季节施工，应随压实赶光随覆盖，防止水分过快蒸发，并应避免太阳光直射，终凝后应及时洒水养护；

3 冬期浇筑应采用综合蓄热法、暖棚法等方法保温养护，不应采用电热法或蒸气直接加热法；

4 养护期间混凝土浇筑体的里表温差不宜超过 25℃，表面与大气温差不宜超过 20℃；

5 拆模时间不应早于 3d，拆模后应采取措施继续养护。

16.2.17 同强度等级、同一配合比混凝土抗渗压力试件的留置应符合现行国家标准《地下铁道工程施工质量验收标准》GB/T

50299 的规定。

16.2.18 预制构件混凝土蒸汽养护结束后,应继续进行二次保湿养护不少于 7d。冬期不应采用室外浸水养护。

16.3 明挖法

16.3.1 明挖法防水应符合下列规定:

- 1 顶板柔性防水层应满粘密实;
- 2 围护结构与主体结构为分离式结构形式,主体结构侧墙设置柔性防水层应满粘密实;
- 3 围护结构与主体结构墙为复合墙结构形式,主体结构侧墙设置的柔性防水层应与后浇筑混凝土反粘密实;
- 4 地下连续墙作为主体结构的一部分与衬砌结构组成叠合墙结构时,防水应符合下列规定:
 - 1) 墙体的裂缝、空洞应采用同标号的混凝土或防水砂浆修补;
 - 2) 墙幅接缝处的渗漏应采用注浆、嵌填的方式进行止水处理;
 - 3) 墙表面或墙幅接缝的范围应进行凿毛、清洗处理后,方可进行刚性防水层的施工。

I 卷材防水层

16.3.2 防水卷材的选择应与结构施工工法相匹配,防水材料施工工艺应与材料性质相匹配。

16.3.3 明挖法卷材施工,若基坑有肥槽宜采用外防外贴法施工;无肥槽时应采用外防内贴法施工。

16.3.4 基层面应符合下列规定:

- 1 基层面应密实、洁净、无油渍;
- 2 基层表面平整度应根据材料的种类,符合 $D/L \leq 1/8 \sim 1/30$ 的规定(其中 D 为基面两凸出部位间凹进去的深度, L 为相邻两凸面间的距离);

3 阴、阳角处应做成半径为 100mm 的圆弧或 50mm×50mm 的钝角；

4 除潮湿基面可施工的卷材外，基层面应干燥，含水率不宜大于 9%；

5 基面不应有明水。

16.3.5 基层界面处理剂应符合下列规定：

1 处理剂应与卷材具有相容性；

2 涂刷和配制应符合设计文件要求；

3 应利于卷材与基面粘贴密实。

16.3.6 阴阳角部位加强层不应小于 500mm 幅宽；应铺贴在大面防水层与结构之间，并应与结构或基层满粘。

16.3.7 卷材搭接宽度与连接方式应符合表 16.3.7 的规定；不同材料的搭接，当无法直接粘结过渡时，应采用与二者均具备相容性的介质材料过渡，且搭接宽度不应小于 300mm。

表 16.3.7 卷材搭接宽度与连接方式

卷材品种	搭接宽度 (mm)	基层 粘结方式	接缝 连接方式
弹性体改性沥青防水卷材	100	热熔法	热熔法
自粘聚合物改性沥青防水卷材	80	自粘	自粘胶
三元乙丙橡胶、丁基橡胶 防水卷材	100/80	满粘	胶粘剂/胶粘带
聚氯乙烯防水卷材	60/80	胶粘剂	单焊缝/双焊缝
	100	胶粘剂	胶粘剂
增强型复合高分子防水卷材 (线性聚乙烯丙纶复合防水卷材)	100	胶粘剂	胶粘剂
预铺式高分子自粘胶膜防水卷材	70/80	预铺反粘	自粘胶/胶粘带
天然钠基膨润土防水毯	80	空铺有钉孔	钉+膨润土密封膏/粒
合成树脂塑料防水板	80	空铺无钉孔	双焊缝
湿铺法自粘卷材	80	满粘	自粘胶

16.3.8 卷材铺贴应符合下列规定：

1 与基层粘结为冷粘法和自粘法时，不应低于 5℃；热熔粘结时不应低于 -10℃；雨、雪天气，应做好已铺卷材层的防护；

2 卷材与基面的粘贴方式应符合材料施工工艺要求，外防外贴施工的立面和顶板应满粘；

3 大面卷材在加强层范围内不应出现搭接槎；距加强层边不应小于 600mm；大面卷材铺贴长边宜与线路方向垂直；

4 相邻两幅卷材的短边搭接缝应错开，且不应小于 300mm；

5 双层铺贴的上下两层卷材应粘贴密实，不应有空鼓；上下两层卷材的接缝应错开 $1/3 \sim 1/2$ 幅宽，且两层卷材不应相互垂直铺贴；相邻两幅卷材的短边搭接缝应错开，且不应小于 300mm；

6 收头部位、搭接部位、端部宜进行密封处理，不应翘边。

16.3.9 卷材采用外防外贴法施工除应符合本标准第 16.3.8 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 底板与侧墙、端墙连接处宜砌筑保护墙，保护墙内侧应用 1:3 水泥砂浆抹面，厚度宜为 15mm~20mm；

2 应先铺贴底板阴阳角加强层，后铺贴底板与保护墙立面；

3 保护墙顶翻卷甩槎长度不应小于 1.0m，并应采取保护措施；

4 应先铺贴特殊部位的加强层，后铺贴大面；墙体竖向应由下往上铺贴；

5 侧墙与顶板防水层搭接压槎，应为侧墙防水层在下，顶板防水层在上；

6 当线路有纵坡时，铺贴顺序应符合下列规定：

1) 底板、顶板、侧墙沿线路方向宜由低处往高处铺贴；

2) 低处端墙与顶板防水层搭接压槎，端墙防水层应在下，顶板防水层应在上；较高处端墙防水层应在上，顶板

防水层应在下。

16.3.10 卷材采用外防内贴法施工除应符合本标准第 16.3.8 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 墙体防水层施工应随结构分段施工分段铺贴；

2 喷射混凝土或连续墙、排桩等基面应符合本标准第 16.3.4 条的规定。

3 设有内支撑时，卷材应铺贴至腰梁的下方，上口应粘贴紧密或固定牢固，翻卷甩槎高度不应小于 500mm，并应采取保护措施；

4 立面卷材铺设应有防止下滑的措施。在大面卷材上不应随意钉钉固定。

16.3.11 热熔法铺贴防水卷材应符合下列规定：

1 对卷材的加热应均匀，大面以表面沥青熔融至光亮为度，端部溢出沥青油为宜；应随铺贴随施加均匀的辊推压力。

2 立墙施工，上、下层卷材之间搭接不应形成倒槎；

3 现场应有防火措施。

16.3.12 冷粘和自粘法铺贴防水卷材应符合下列规定：

1 基层界面处理剂和涂刷应符合本标准第 16.3.5 条的规定；

2 搭接宽度应符合本标准第 16.3.7 条的规定，自粘类卷材不应采用胶粘剂；

3 气温低于 5℃ 时，宜采用热风机对卷材自粘面或搭接边适当加温；不得采用明火热熔粘贴；

4 沿铺贴方向应随铺贴随施加均匀的辊推压力，确保粘结牢固和不发生空鼓。

16.3.13 预铺式防水卷材施工应符合下列规定：

1 预铺式防水卷材适用于外防内贴法施工；

2 卷材在立面短边应采用机械固定法施工，卷材端头 10mm~20mm 范围应用金属压条固定，钉孔间距宜为 400mm~600mm，卷材搭接时应盖住金属压条，卷材与卷材有效搭接宽

度不应小于 80mm；沥青基聚酯胎防水卷材自重较大，立墙施工时应有防止滑落措施；

3 预铺式高分子防水卷材长边搭接应采用自粘边粘结；低温或隧道施工时可采用高分子基材热焊机焊接；短边应采用配套粘结带粘结；自粘法粘结强度不应小于 1.0MPa；

4 底板防水层施作后完成应及时施工细石混凝土保护层；反应自粘层面有减粘措施的高分子自粘胶膜类卷材不宜施作细石混凝土保护层；

5 预铺式卷材施工时反应自粘层面应朝向待浇筑混凝土；自粘层覆膜应在浇筑混凝土前撕除，与混凝土的剥离强度不应小于 1.0MPa。

16.3.14 湿铺法防水卷材应用于非外露地下工程，基面应铺设水泥砂浆或灰浆层，卷材应与基面直接粘结，不应采用胶粘剂。卷材间应采用自粘搭接。

16.3.15 高分子增强复合防水片材施工应符合下列规定：

1 高分子芯材厚度不应小于 0.5mm；应双层满粘施工；

2 卷材与基面应采用配套的聚合物水泥粘结料满粘施工，刮涂聚合物水泥应均匀，施工后的固化厚度不应小于 1.2mm；聚合物水泥粘结料固化前不应上人行走，4h 内不应淋雨；

3 第二道卷材间搭接处宜设置 100mm 宽同材质盖条做密封处理；

4 应及时施工卷材保护层；夏季应防止紫外线损伤成品。

16.3.16 天然钠基膨润土防水毯铺贴应符合下列规定：

1 适用于外防内贴法施工，卷材表层的织布面应朝向待浇混凝土；

2 与基层固定的水泥钉应加钢垫圈，应梅花形固定，立面和斜面间距应为 400mm~500mm；立面施工时应上层压下层；

3 接缝搭接宽度不应小于 80mm，水泥钉固定间距应加密为 200mm~300mm；

4 施工应采取防雨、雪措施，已经遇水膨胀的部位应割除

或加铺：

5 500mm 幅宽的膨润土防水毯加强层宜工厂定制；

6 钉头及接缝处应涂抹密封膏或膨润土颗粒；

7 甩槎端头应及时用压条固定保护，永久收口应用密封膏和金属压条固定。

II 涂料防水层

16.3.17 防水涂料基层除应符合本标准第 16.3.5 条的规定外，尚应坚实、清洁，不应有起砂和凹凸不平现象。有机防水涂料采用油溶性或非湿固性涂料时，基层面应干燥，含水率不应大于 9%。

16.3.18 施工前应进行涂布试验。

16.3.19 除适用冬期施工的涂料外，不应在气温低于 5℃ 或烈日暴晒时施工，且涂膜完全固化前遇有降水时应覆盖保护。

16.3.20 环保要求应符合现行行业标准《建筑防水涂料中有害物质限量》JC 1066 的规定。

16.3.21 涂料可分层或一次性喷涂，涂层应均匀，接槎宽度不应小于 100mm。

16.3.22 特殊部位增设胎体增强材料时，应使胎体层充分浸透防水涂料，不应有露槎及褶皱。

16.3.23 防水涂料应随结构分段施工，经验收合格后，应及时施工保护层。

16.3.24 不同类型有机防水涂料施工应符合下列规定：

1 聚氨酯防水涂料应分层涂布，每层涂膜厚度不宜大于 0.5mm；前道涂层完全固化后方可进行下道涂层施工，相邻两道涂层的涂刷方向应互相垂直；

2 非固化橡胶沥青防水涂料施工后应永不固化、保持蠕变性能，涂层应一次喷、刮成型；覆面卷材铺贴应粘贴密实，表面应平整、无折皱；

3 喷涂橡胶沥青防水涂料施工喷膜时，喷枪与基面的间距

应满足要求，厚度应均匀，初凝后人行走不应破坏涂层，终凝后表面不应存有气泡，终凝 24h 后方可施工防水保护层。

16.3.25 水泥基渗透结晶防水涂料施工应符合下列规定：

1 应按产品技术标准要求的比例拌制灰浆，拌制好的灰浆应在 20min 内用完；

2 混凝土表面宜凿毛露出混凝土毛细孔，采用钢刷多遍涂刷，并应交替改变涂刷方向；

3 涂层终凝后应采用干湿交替养护，养护时间不应少于 72h，不应采用蓄水养护；

4 干撒法施工时应在混凝土初凝前干撒完毕，并应压实抹平、提浆压光。

Ⅲ 水泥砂浆防水层

16.3.26 原材料及配合比应符合本标准 16.2 节的规定。

16.3.27 基层面除应符合本标准第 16.3.4 条的规定外，还应坚实、无起砂现象。施工前应用水充分湿润，但不应有明水。

16.3.28 分层施工时，每层宜连续施工；留槎时应采用阶梯坡形槎，层与层间接槎应紧密；接槎处与特殊部位加强层距离不应大于 200mm。

16.3.29 特殊部位应先嵌填密实，后大面铺抹。铺抹应压实、抹平，最外层表面应提浆压光。

16.3.30 防水层终凝后应立即进行保湿养护，养护温度不宜低于 5℃，养护时间不宜少于 14d。

16.4 盖 挖 法

16.4.1 盖挖逆作法施工防水应符合下列规定：

1 板底以下 500mm 范围内的墙体应与结构顶板、楼板同时浇筑，墙体的下部应做成斜坡形，斜坡形下部应预留 300mm～500mm 空间，并应待下部先浇筑混凝土施工 14d 后再行浇筑；

2 浇筑混凝土前施工缝表面应凿毛、清理干净，并应涂刷

界面剂、设置遇水膨胀止水胶条和预埋注浆管；

3 顶板与立墙连接处结构防水层宜采用无机防水材料，并与立墙和顶板防水层搭接过渡；

4 盖挖逆作节点防水应符合设计文件要求。

16.4.2 盖挖逆作法防水层留、接槎施工应符合下列规定：

1 防水层应随结构由上往下分层、分段逆作施工；

2 顶板与侧墙交接处的防水层，上、下端均应甩槎，并采取保护措施，以确保与顶板和下部墙体防水层的有效搭接；

3 防水层施工应在结构验收合格后进行，防水层验收合格后方可回填顶板。

16.4.3 盖挖顺作法防水除应符合本标准第 16.4.1 条的规定外，底板、侧墙防水层应由下而上施工，侧墙防水层不应形成倒槎。

16.5 矿 山 法

16.5.1 喷射混凝土基面应符合本标准第 16.3.4 条的规定。

16.5.2 铺贴防水缓冲层，搭接宽度不应小于 50mm，且应留有一定的松弛度。固定应采用与防水板同材质的配套暗钉圈，间距应符合下列规定：

1 拱部宜为 0.5m~0.8m，边墙宜为 1.0m~1.5m，仰拱宜为 1.5m~2.0m；

2 局部凹凸较大部位，应在凹处加密固定；

3 防水板搭接部位暗钉圈应加密。

16.5.3 防水板铺设应符合下列规定：

1 无中隔壁和临时仰拱的标准断面，仰拱纵向铺设，墙拱应环向铺设，应先拱后墙；

2 洞桩法小导洞内铺设顶、底纵梁时，应纵向铺设；

3 有中隔壁和临时仰拱时，应以减少接缝为原则选择环向或纵向铺设；

4 铺设时应留有一定的松弛度，防止混凝土浇筑时拉裂；

5 应边铺边与暗钉圈逐个焊接牢靠，不应有假焊和焊穿

现象；

6 相邻幅接缝应错开，任何部位的焊接均不应超过三层；

7 上下幅卷材接缝应为底板压侧墙，侧墙压拱顶，不应出现倒槎；甩槎应至未拆除的中隔壁、临时仰拱，或超出钢筋端头不小于 300mm；

8 甩槎固定应可靠，并应采取有效的保护措施，防止拆除中隔壁或临时仰拱时，渣土掉入或后续施工时损坏；

9 后续施工应加强对防水板的保护，破损处应及时满焊修补。

16.5.4 防水板注浆系统施工应符合下列规定：

1 拱顶二衬背后回填注浆预埋注浆钢管间距宜为 4m~5m，采用模板台车浇筑时每段不宜少于 2 处，预埋注浆钢管不应顶破防水板；

2 防水等级为一级时，防水板注浆系统的安装间距宜为 3m~4m；二级时，间距宜为 4m~5m；注浆底座边缘应与防水板采用对称四点焊接，底座边缘周圈不应与防水板满焊；

3 底座与导管固定应牢固；当采用将导管开口端直接引出结构外时，应将导管与钢筋绑扎牢固，导管端头伸出模板外不应小于 200mm；当采用将开口端临时封闭不引出结构外，应在导管端处预埋木盒，并应在模板内侧进行标记。

16.5.5 预铺反粘高分子自粘防水卷材施工应符合下列规定：

1 基层面应符合本标准第 16.3.4 条的规定；

2 缓冲层施工应符合本标准第 16.5.2 条的规定；

3 预铺反粘高分子自粘防水卷材施工应符合本标准第 16.3.13 条的规定。

16.5.6 排水型隧道防排水施工应符合以下规定：

1 排水型隧道宜采用半包防水，并应有辅助排水措施；

2 初衬渗漏部位应进行注浆止水，止水措施应可靠和长期有效，并应满足防水层无明水施工和结构设计限量排放要求；

3 隧道初衬设置的纵向排水管宜采用打孔硬质波纹管，并

应外裹隔浆层防止堵塞；管径不应小于 100mm；应设置在初衬表面的凹处，不应影响二衬混凝土的厚度；环向排水管应与初衬基面密贴，设置间距应为 5m~10m；横向导水管应在二衬混凝土浇筑前预留，坡度宜为 2%，间距应为 10m~20m，并应与环、纵向排水三通及隧道两侧的明沟相连；

4 横向导水管的结晶析出物应定期清理，确保排水系统畅通。

16.6 盾 构 法

16.6.1 管片进场时应逐块对防水和防腐层进行验收；拼装前应再次进行检查。

16.6.2 管片弹性密封垫粘贴前应符合下列规定：

1 管片尺寸、精度、抗渗性能和氯离子扩散系数指标应检验合格；

2 弹性密封垫的尺寸、精度和密封垫粘结剂的性能应合格，密封垫粘结剂应密封、干燥储存；

3 管片密封垫沟槽不应缺损，气孔、突出物应修补平整；表面的灰尘、泥砂应清理干净；

4 冬期施工粘贴密封垫前，应将密封垫置于适宜温度的室内进行整形处理。

16.6.3 管片弹性密封垫的粘贴应符合下列规定：

1 胶粘剂应均匀涂刷在止水密封槽内，并应根据环境温度和湿度进行晾胶，不粘手指时方可粘贴；

2 粘贴应牢固、紧密，不应有脱胶、空鼓，密封垫表面应在同一平面上，不应歪斜或扭曲；

3 角部密封垫应粘贴平整，不应翘边；

4 粘贴后 24h 内不应进行拼装；

5 管片密封垫增设的遇水膨胀橡胶片，表面宜涂刷缓膨胀剂，12h 内不宜进行管片拼装；管片拼装前不应遇水。

16.6.4 传力衬垫板的粘贴除应符合本标准第 16.6.3 条的规定

外，尚应符合下列规定：

1 衬垫板与管片表面应分别均匀涂胶，并根据环境温度和湿度进行晾胶，手指接触不粘后进行粘贴；

2 衬垫板粘贴后 24h 内，不应进行拼装。

16.6.5 螺栓孔密封、注浆孔密封垫安装、注浆孔封堵应符合下列规定：

1 螺栓孔密封圈安装前，金属件表面不应存在锈蚀；

2 应将管片连接螺栓杆传入密封圈孔；螺栓拧紧前，螺栓孔密封圈应定位准确；螺栓应准确插入管片螺栓连接孔，螺栓密封圈座入管片环型槽内，应挤压紧密；

3 已经破损或提前膨胀的密封圈不应使用；

4 壁后注浆完成后，应安装、拧紧封堵螺栓帽。

16.6.6 嵌缝采用非定型密封材料时，施工应符合下列规定：

1 嵌缝槽有碎裂、缺损时，应予以修补；

2 嵌缝槽内壁应干净、干燥；不应有渗漏水 and 湿渍；

3 凹槽内壁应先涂界面剂，嵌缝应嵌填密实，表面应平整。

16.6.7 嵌缝采用定型密封材料时，施工应符合下列规定：

1 嵌缝材料应就位准确，与基层密贴，不应脱落；

2 环形缝宜无搭接接头，环缝与纵缝、段与段之间结合应紧密。

16.6.8 混凝土管片外涂涂层应符合下列规定：

1 管片外涂层材料及涂刷范围应符合设计文件要求；

2 基层上的砂浆等突出物应凿除，浮灰、浮砂、油污等应清理干净；空洞、缺损等部位应采用聚合物快凝水泥填平，表面湿度不宜大于 9%；

3 涂层未固化前，不应遭水淋，并应防止污染；涂层未实干前，不应在其上码放管片。

16.7 沉管法

16.7.1 管节设置外包防水层的防水材料应具备与混凝土粘结性

强、延伸率大、耐久、抗腐蚀的性能，并在管节浮运、沉放及回填施工过程中不应损坏。

16.7.2 管节的底钢板、端钢壳应与外包防水层形成密闭防水。

16.7.3 沉管隧道管段接头宜采用组合式止水构件双道防水，施工时止水带安装就位应准确，应符合最大水压和位移最不利条件的长期密封止水规定。

16.7.4 施工缝埋设注浆管和遇水膨胀止水胶时，应符合本标准第 16.8 节的规定。

16.7.5 水下接头的密封压接施工应符合下列规定：

1 应检查端封墙的水密性、与大气连通的管道及排水系统状况后，进行端封墙间隔舱抽水，实现吉那止水带水下压接紧密；

2 打开端封墙人孔闸门后，检查接头水密性及吉那止水带压缩量时，应有应急预案。

16.8 特殊部位防水

I 变 形 缝

16.8.1 变形缝处加强防水层幅宽不应小于 600mm，并应紧贴结构。

16.8.2 背贴式止水带安装应符合下列规定：

1 止水带安装应直顺、平整，位置与纵向轴线偏差不应大于 10mm；

2 底板的外贴式止水带部位不应覆盖细石混凝土保护层；明挖分离式结构侧墙、顶板迎水面应无外贴式止水带；

3 止水带与防水保护层或加强防水层粘结应牢固，甩槎或翻卷应加以保护；钢筋绑扎、焊接时不应损伤止水带，且不应在止水带上设置钢筋垫块；

4 止水带应减少现场接头；橡胶类现场接头应采用热硫化对接；塑料类接头应采用热熔满焊搭接，搭接宽度不应小于

50mm；接头中心轴线不应错位，接头不宜设在结构转角和施工缝两侧各 500mm 的范围内；

5 安装完毕的止水带齿条不应出现倒伏现象；

6 外贴式止水带的转角部位应使用图 16.8.2-1 所示的直角配件，环向与纵向相交部位应使用图 16.8.2-2 所示的十字形配件；

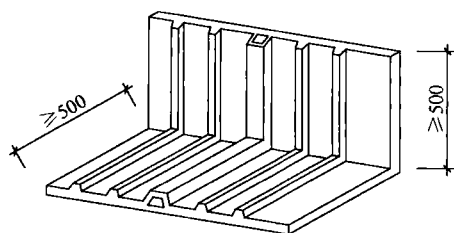


图 16.8.2-1 外贴式止水带直角配件

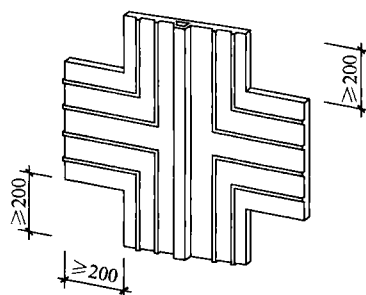


图 16.8.2-2 外贴式止水带十字形配件

7 塑料止水带与防水板应采用专用焊接机热熔焊接。焊缝宽度不宜小于 30mm。焊接应牢固、可靠，不应有翘边、空鼓和漏焊；不应与防水板的同向焊缝叠合。与防水板的焊缝形成交叉时，应将交叉范围内的防水板搭接缝外露边缘从根部剪切。

16.8.3 中埋式止水带安装除应符合本标准第 16.8.2 条的相应规定外，尚应符合下列规定：

1 止水带埋设位置应准确，止水带纵向轴线与变形缝中心

线应重合，偏差不应大于 10mm；止水带宜设置在结构厚度的中心线部位，任意一侧混凝土的厚度不应小于 150mm；

2 钢筋安装的同时应完成止水带安装；浇筑变形缝一侧混凝土时，预留的另一侧止水带应采用端模固定；

3 结构转角处应弯曲成圆弧，半径不应小于 200mm；

4 止水带应固定牢靠，采用铅丝与上下层钢筋拉结固定；固定间距不宜大于 400mm；

5 水平部位止水带宜采用盆式安装，盆式开口应向上，与水平面夹角宜为 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ ；其他部位的止水带应与变形缝内混凝土表面垂直，偏差角度不宜大于 15° ；

6 橡胶类止水带现场热接头时，应采用硫化对接，钢边部分采用焊接或机械锚固连接；现场冷对接时，接头处应采用 U 形箍筋固定，间距不宜大于 500mm，止水带应外裹未硫化丁基橡胶腻子片和橡胶片。塑料类止水带现场接头应采用热熔搭接，接头应牢固、密实、不透水。接缝两侧的止水带纵向轴线应位于同一直线上，当出现偏差时，两侧止水带轴线间距不应大于 10mm。

16.8.4 嵌缝防水施工应符合下列规定：

1 结构完成后，先剔除表层的填缝板，缝结构表面应平整、直顺；

2 凹槽应干净干燥，密封嵌缝材料应连续、均匀、饱满。

16.8.5 预留接水盒安装应符合下列规定：

1 变形缝结构内侧顶板、立墙应设置接水盒，接水盒应嵌入结构预留槽内；

2 接水盒应在嵌缝胶检查合格后方可安装；

3 接水盒应与结构固定牢固，隧道变形缝接水盒下口距道床面不应大于 100mm。

II 施 工 缝

16.8.6 施工缝防水加强层铺贴应符合本标准第 16.3 节的规定。

16.8.7 施工缝的施工应符合下列规定：

1 水平施工缝浇筑混凝土前，应将其表面浮浆和杂物清除，先铺净浆或涂界面处理剂、水泥基渗透结晶型防水涂料，再铺 30mm～50mm 厚的 1：1 水泥砂浆，并应及时浇筑混凝土；

2 垂直施工缝浇筑混凝土前，应将其表面凿毛并清理干净，涂刷混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料，并应及时浇筑混凝土；

3 施工缝部位防水宜采用中埋式止水带、中埋式钢边橡胶止水带、镀锌钢板止水带、镀锌钢板腻子止水带、外贴式止水带、遇水膨胀止水条、遇水膨胀止水胶、全断面注浆管等。

16.8.8 遇水膨胀止水胶、止水条的施工应符合下列规定：

1 应在合模前，挤出或粘贴固定，并应采取防水、防雨措施；

2 宽度及高度应符合设计文件要求，且距结构外边不应小于 100mm；

3 止水胶固化前不应浇筑混凝土；止水胶出现破损或提前膨胀部位应割除，并在割除部位重新粘贴止水胶；

4 止水条应牢固安装在缝表面或预留凹槽内，与基面密贴，中间不应有空鼓、脱离等现象。止水条采用搭接法连接，搭接宽度不应小于 30mm。

16.8.9 水泥基渗透结晶防水涂料施工应符合本标准第 16.3.25 条的规定。

16.8.10 注浆管的安装和注浆应符合下列规定：

1 注浆管的安装应全断面连续；

2 与施工缝基面应密贴，固定应牢固，固定间距宜为 200mm～300mm，且距结构边不应小于 70mm；双道平行设置时，间距不应小于 50mm；

3 搭接长度宜为 20mm～30mm，搭接处应加密固定；导管末端应临时封堵严密；

4 安装弯曲半径不宜小于 150mm，并应平缓，不应出现折角；

5 管端应引出混凝土外部的长度不宜小于 150mm；

6 施工缝有渗漏水时，应在停止降水后再进行注浆；

7 注浆应从最低的注浆端开始。注浆时应使浆液低压缓注，当浆液不再流入且压力计显示稳定后，应维持该压力至少 2min。当需要重复注浆时，应将残留在注浆管路内的浆液在其固化前清除干净。

16.8.11 镀锌钢板止水带和镀锌钢板腻子止水带施工应符合下列规定：

1 止水带应与施工缝混凝土表面垂直设置，偏差角度不宜大于 15°；

2 镀锌钢板止水带应采用不锈钢焊条对接焊接，焊接部位应严密、不透水，对接部位的拉伸强度不应小于母材强度的 80%；

3 纵向镀锌钢板止水带与环向钢边橡胶止水带交接部位，应将纵向断开，并应与环向钢边锚固，搭接宽度不应小于 40mm，表面应做密封处理；

4 钢板腻子止水带应采用自粘搭接连接，搭接宽度不应小于 200mm；搭接部位宜用铁丝捆绑；止水带表面的隔离膜应在浇筑混凝土前撕除。

III 后 浇 带

16.8.12 后浇带防水应符合施工缝防水施工的规定，混凝土施工应符合本标准第 8.8.18 条和第 8.8.19 条的规定。

16.8.13 后浇带处的外贴式止水带安装好后应予以保护，并应防止杂物落入和损伤止水带。

16.8.14 后浇带部位混凝土应局部加厚，并应增设外贴式止水带或中埋式止水带。

IV 穿墙管和群管盒

16.8.15 穿墙管和穿墙群管盒施工应符合下列规定：

- 1 宜在浇筑混凝土前预埋；
- 2 设金属止水环时，应与主管满焊；
- 3 采用套管式穿墙时，翼环与套管应满焊；穿管后应采用防水豆石混凝土或密封材料将套管间隙填塞密实，端口周边应填塞遇水膨胀止水条或遇水膨胀止水胶；
- 4 防水层在穿墙管部位应做密封收头处理。

V 桩头和临时立柱

16.8.16 桩头和临时立柱防水应符合设计文件要求，无要求时应符合下列规定：

- 1 承载桩桩头宜与垫层表面齐平，或高出垫层表面不大于 200mm；
- 2 桩头应涂刷水泥基渗透结晶型防水材料，涂刷应连续、均匀，涂刷层与大面防水层的搭接宽度不应小于 300mm，并应及时养护；
- 3 桩头表面环外围钢筋应设置遇水膨胀止水胶，大面防水层在桩头根部应做密封收头处理；
- 4 破桩后如发现渗漏水，应采取措施进行封堵；
- 5 桩顶涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料应实干后方可浇筑混凝土。

16.8.17 临时钢立柱、降水井穿越结构底板时，防水应符合下列规定：

- 1 结构中部的钢立柱外侧周边应焊接止水环，止水环翼宽不应小于 100mm；
- 2 钢管降水井割除后，应先在钢管柱内填充混凝土，并宜用钢板进行封口，封口钢板与管口四周应焊接牢固、严密。

VI 不同结构工法及接口间

16.8.18 不同工法间及通道接口，不同材料防水层的搭过渡宽度应符合本标准第 16.3.7 条的规定；相同材料搭过渡宽度不应小于 200mm。

16.8.19 明挖法与矿山法接口防水施工应符合下列规定：

- 1 明挖法防水层施工前，应先在矿山法洞门四周搭接范围的基面上铺贴临时隔离层，后铺贴大面防水层；
- 2 防水层铺贴后，在矿山法洞门口外露部分应再铺设保护层；
- 3 防水层的过渡段应设置在矿山法段内；
- 4 过渡层应环向埋设注浆管，间距宜为 2m~3m。

16.8.20 盾构法与矿山法联络通道环梁接口防水施工应符合下列规定：

- 1 应沿管片环向先铺贴防水层，后铺贴加强层；
- 2 沿管片环缝径向应埋设注浆管，间距宜为 2m~3m。

16.8.21 明挖法主体与明挖法附属结构间接口防水施工应符合下列规定：

- 1 先施工部位的防水层保护应符合本标准第 16.8.19 条的规定；
- 2 过渡层应设置在后施工部位，应沿环向埋设注浆管，间距宜为 2m~3m；
- 3 过渡层应避开结构变形缝、施工缝处，且间距不应小于 500mm。

16.8.22 设有止水胶或条、水泥基渗透结晶型防水涂料时，施工应符合本标准第 16.8.8 条和第 16.3.25 条的规定。

16.9 高架结构

16.9.1 高架结构车站防水层施工应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定；地面以下外防水层施工应符合

本标准第 16.3 节的规定。

16.9.2 桥面防、排水应符合现行行业标准《城市桥梁桥面防水工程技术规程》CJJ 139 的规定。

16.9.3 轨行区结构设置的伸缩缝和后浇带应进行防水处理。

17 建筑装饰装修

17.1 一般规定

17.1.1 装修工程施工应具备下列条件：

- 1 主体结构及内部结构验收完毕；
- 2 装修范围内的整体道床施工完毕；
- 3 机电设备预埋管路、线槽或套管已安装完毕；
- 4 与装修有接口的设备安装完成；
- 5 装修所需的临时供电线路及消防供水管道敷设完毕。

17.1.2 装修工程施工环境温度和湿度应符合下列规定：

- 1 抹灰、镶贴板块饰面工程不应低于 5℃，且表面应无明显灰尘；
- 2 涂料工程不应低于 8℃；
- 3 玻璃工程不应低于 5℃；
- 4 胶粘剂粘贴饰面工程不应低于 10℃；
- 5 施工环境相对湿度不宜大于 80%。

17.1.3 施工前应对结构净空尺寸、柱子、墙面、地面和顶板的标高、垂直度、轴线、预留预埋件进行检查。

17.1.4 装修采用螺栓或螺钉连接时，应有防松动、防脱落措施。后置埋件应进行拉拔试验。

17.1.5 装修无障碍设施的施工应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 和《无障碍设施施工验收及维护规范》GB 50642 的规定。

17.1.6 装修施工材料应满足防火、防腐、防潮、防虫要求。

17.1.7 装修地面、墙面和吊顶在结构变形缝位置应设置伸缩缝，且应全断面贯通。

17.1.8 幕墙及采光顶施工应符合现行国家标准《建筑幕墙》

GB/T 21086 的规定。

17.1.9 装修工程应进行环境污染检测，并应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 的规定。

17.2 涂 饰 工 程

17.2.1 外墙涂饰工程施工遇大雾、下雨、风力超过四级时，不宜施工。

17.2.2 涂饰基层应清洁干燥。涂刷溶剂型涂料时，基层含水率不应大于 8%；涂刷乳液型涂料时，基层含水率不应大于 10%。

17.2.3 涂饰工程施工环境应无明显灰尘，基层的养护期、施工工期和涂饰层的养护期应符合设计文件要求。

17.2.4 涂饰工程的基层腻子应分层刮涂，第一道厚度不宜大于 2mm，第二道厚度不宜大于 1.5mm。

17.3 吊 顶

17.3.1 吊顶施工前应测设出吊点位置和高程控制线或点。

17.3.2 吊顶龙骨的吊杆应采用刚性吊杆，并应垂直。当吊杆长度大于 1.5m 时应设置反向支撑。

17.3.3 吊顶应起拱，起拱高度宜为吊顶短边长度的 1‰~3‰。

17.3.4 吊挂点与结构连接宜采用预埋件，连接位置应正确并固定牢固。采用膨胀螺栓固定时，不得损伤结构钢筋。

17.3.5 吊杆、吊点、主龙骨的连接件应连接牢固，吊杆不得弯曲。主、次龙骨的挂、插件应连接牢固。

17.3.6 吊杆、连接件应采用镀锌件，金属外露部位应做防锈和防腐处理。

17.3.7 吊杆间距宜为 900mm~1200mm。当吊杆与专业管线或设备冲突时应增加吊杆或设置转换层。吊顶、设备管道吊挂件不应合用。

17.3.8 主龙骨悬挑长度不应大于 300mm，当大于 300mm 时应

增设吊杆。主龙骨对接接长时，相邻主龙骨的接头位置应相互错开。

17.3.9 吊顶内吸声材料铺设应严密、固定牢固，并应有防风、防散落、防潮、防震动措施。

17.3.10 安装在吊顶上的通风口、扬声器等，应增设附加龙骨，并固定在主龙骨上或单独吊挂，不得架设在次龙骨上。

17.3.11 吊顶饰面板应在吊顶内的专业管线安装验收后安装。

17.3.12 水泥板、金属板或条和管、金属网片等的吊顶饰面施工应符合下列规定：

1 龙骨布置设计文件无要求时，主龙骨或通长龙骨应沿车站大厅纵向或主要入口方向敷设，房间内应沿主要入口或房间长边方向敷设；次龙骨应相互垂直，搭接底面应平整、无错台，间距尺寸应正确；饰面板周边与龙骨支撑面应密贴，不得翘曲和露缝；

2 暗龙骨饰面板与龙骨应固定牢固，板面应平整，板缝纵横应直顺、宽窄均匀一致；

3 饰面板与灯口、算子口等相交处，套割尺寸应正确，边缘应整齐，不得露缝；

4 金属扣条饰面板板面应平整，条缝应直顺，相邻条板接头位置应相互错开，接缝应严密，不得有错台和错位；

5 钢丝网片饰面的纵横龙骨应相互垂直，接头平整，网格形状一致，周边支撑长度应符合设计文件要求，网片中部不得下垂，网片和龙骨的涂料颜色应均匀一致；

6 饰面板起拱尺寸应正确，阴阳角收边应方正。

17.3.13 吊顶花饰安装应牢固，不得翘曲和歪斜，表面应洁净、完整、一致。

17.3.14 吊顶饰面板安装后，不得踩踏龙骨和饰面板，并保持环境通风干燥。

17.3.15 挡烟垂壁的安装应符合现行行业标准《挡烟垂壁》GA 533的规定。

17.4 墙面及柱面

17.4.1 墙、柱面陶瓷材料的进场复试应符合现行国家标准《建筑装饰工程质量验收标准》GB 50210 的规定。

17.4.2 钢管柱应在防锈和防火层验收后方可装修施工。

17.4.3 饰面砖湿贴法施工应符合下列规定：

- 1 钢筋混凝土基层表面应凿毛、刷界面剂；
- 2 饰面砖粘贴前应先选砖、预挂、浸泡晾干后粘贴；
- 3 饰面砖应自下向上粘贴，表面应平整，砂浆应饱满，接缝应横平竖直；
- 4 嵌填材料、颜色及勾缝深度应符合设计文件要求。

17.4.4 饰面板干挂法施工应符合下列规定：

- 1 饰面板安装的规格、位置、连接方法和防腐应符合设计文件要求；
- 2 饰面板应按品种、规格、颜色进行分类编号；
- 3 饰面板打孔、开槽位置、深度应符合设计文件要求，孔（槽）内应清理干净；
- 4 饰面板安装宜采用机械连接，并应满足防振动、防脱落要求。

17.5 地 面

17.5.1 地面石材、胶粘剂材料的放射性、有害物质含量的检测应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 的规定，其他材料的检测应符合现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209 的规定。

17.5.2 地面面层宜在吊顶和墙或柱面装修完成后施工。

17.5.3 安全线标志、标线位置、材料的规格和颜色应符合设计文件要求。

17.5.4 地面层设置的伸缩缝、检查孔预埋件应牢固。装饰条、检查孔盖板表面应平整并与地面标高一致。

17.5.5 地面面层板或砖铺砌应符合下列规定：

1 铺砌前应分类选料，凡有裂纹、表面破损和有缺陷的应予剔出，不同品种的板或砖不得混用；

2 板或砖应湿润后铺砌；

3 板或砖应在砂浆结合层初凝前铺砌完毕，其表面应平整，拼缝应直顺、缝宽一致，图案应镶嵌正确；施工间歇后继续铺砌时，应将已铺砌板或砖挤出的砂浆清理干净；

4 板或砖面层宜在铺砌 1d~2d 后用水泥浆填缝，勾缝凝固后方可清洗面层；

5 大理石或花岗石面层铺砌前，应按设计图案或板面纹理试拼并编号，铺砌后应保护，待结合层达到设计文件要求的强度后方可打磨、洁净。

17.5.6 绝缘层地面施工应符合下列规定：

1 绝缘层面层材料应采用不燃性材料或难燃性材料；

2 绝缘层地面施工时其下的预埋件应验收合格；

3 绝缘层地面施工时基层应洁净干燥；

4 采用胶粘剂施工时，刷胶应均匀，胶外溢时应及时清理干净；

5 绝缘层地面与站台地面、站台屏蔽门门槛的接口应符合装修设计文件要求。

17.6 栏杆及扶手

17.6.1 栏杆、扶手与结构连接施工应优先采用预埋件安装工艺。

17.6.2 栏杆、扶手的安装应牢固，承受的水平荷载和撞击荷载应符合装修设计文件要求。

17.6.3 栏杆和扶手施工应符合下列规定：

1 不锈钢栏杆、扶手的材料品种、规格应符合设计文件要求；

2 临空面的栏杆离地面 0.1m 高度内不应留空；

3 栏杆、扶手安装位置应正确，扶手坡度与楼梯的坡度应一致，栏杆应垂直、间距正确；

4 栏杆立柱、扶手的接口应吻合，焊缝应密实，焊口表面光洁度、颜色应与原材料一致；

5 扶手转角为弧形角时应圆顺、光滑、不变形；直拐角接口割角应正确，接缝应严密，外形应美观。

17.7 金属门窗

17.7.1 金属门窗品种、类型、尺寸、规格、壁厚应符合设计文件要求。

17.7.2 金属门窗性能、开启方向、安装位置、连接方式及防腐、密封处理应符合设计文件要求。

17.7.3 预埋件的数量、位置、埋设方式、与框的连接方式应符合设计文件要求。

17.7.4 特种门的各项性能应符合设计文件要求。

17.8 标志

17.8.1 地下铁道工程客运服务标志的内容、形式和设置要求应符合现行国家标准《城市轨道交通客运服务标志》GB/T 18574的规定。

17.8.2 标志安装前，如有电气布线，应先将布线引至相应位置并做好线路标志。

17.8.3 重型标志安装应与主体结构预埋件直接固定，并应满足荷载要求。

17.8.4 悬挂（吸顶）标志施工应符合下列规定：

1 标志距地面的净空高度不宜低于 2.2m；

2 吊点与设备相遇时应调整吊点构造或增设吊点；

3 标志与非钢结构连接宜采用预埋件，与钢结构连接宜采用机械螺栓。

17.8.5 附着标志安装时，基层应清理干净，连接应牢固紧密。

18 轨 道

18.1 一 般 规 定

18.1.1 轨道工程应分区、分段施工。轨道施工前应完成结构贯通测量，当中线、标高、结构断面净空不符合设计文件要求时，应经过设计对线路中线高程进行调整。

18.1.2 轨道工程施工前，线下结构工程应具备下列条件：

1 线下工程施工质量验收完成或铺轨前的施工质量验收应完成，满足铺轨要求；

2 线下结构测量控制点、高程、中线、沉降变形观测交工测量资料应齐全，结构基础顶高程、平整度及几何尺寸应符合设计文件要求；

3 与轨道工程有关的变更设计、下料口里程及位置资料应齐全；

4 轨行区范围内侵入限界的障碍物应清除；

5 轨道基础内的预留管线、预埋件等应符合设计文件要求。

18.1.3 钢轨、道岔及配件、混凝土预制轨枕等构件进场应有质量证明文件、道岔铺设图和明细表等，进场时应查验产品质量证明文件，对其规格、型号、外观等进行验收，经验收合格后方可使用。道岔在运输、装卸、存放和铺设过程中，道岔部件不应产生超量塑性变形和损伤。

18.1.4 轨道施工前准备应符合下列规定：

1 施工区段内供水、供电和照明应满足施工需要；

2 铺轨基地建设应完成，并应投入生产；

3 器材和施工机具应调试完毕；

4 铺轨基标应测设完毕。

18.1.5 插入的短轨长度，正线轨道不得小于 6.0m，配线不得

小于 4.5m，道岔间插入的长度应符合设计文件要求。

18.1.6 在信号机处的两钢轨绝缘接头应为相对式，绝缘轨缝宜设于两轨枕之间，距轨枕边缘不应小于 100mm，轨缝不得小于 6mm，接头位置应符合设计文件要求。

18.1.7 无砟道床基底面应凿毛或拉毛，并应清理干净。

18.1.8 无砟道床最小厚度应符合设计文件要求。

18.1.9 接口衔接管理应符合下列规定：

1 绑扎杂散电流钢筋时，应符合现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49 的规定，并按设计文件要求设置端子；

2 无砟道床通过冷冻法施工的地段，应在融沉沉降稳定后方可进行施工；在融沉沉降不稳定的地段，融沉影响的道床范围内应采用轨道临时过渡方案；

3 在道床内预埋过轨管线时，过轨管应采用绝缘材料，直径不宜大于 80mm，两轨枕中间位置并排设置数量不得多于 2 根，并应设置于道床上、下层钢筋间；道床面设置过轨管线时，应采用耐久性绝缘材料，不得与轨底搭接，并应有不小于 15mm 的间隙；

4 在无砟道床上安装设备时，宜采用道床预埋件的连接方式；

5 站台屏蔽门、人防门、防淹门安装位置及地面装修标高应以轨道中心线和轨面高程为基准，确定相对位置；

6 车辆基地道路同线路交叉时，土建施工单位与轨道施工单位应相互确认后方可进行施工，且道路的标高应满足轨道标高的要求，应避免平交道口道路与轨道面出现高差；

7 电务、信号专业需在钢轨上钻孔或加装设备时，应征得设计、运营等单位的同意后方可实施。钢轨上开孔不应用乙炔或氧气切割或烧孔，不应使用剃子或其他工具强行截断和冲孔。当设计文件要求采用焊接方式连接时，应严格按设计文件要求施焊，并应对钢轨进行无损探伤检测。

18.2 器材整备、堆放和运输

18.2.1 材料存放场地应平整、坚实，排水系统应畅通。

18.2.2 材料堆码应便于装卸、清点；应竖立标牌，并应标识产地、型号、规格、数量。

18.2.3 材料堆码时，应距离龙门吊走行轨、轨排井口等处预留足够的安全距离。

18.2.4 配件不得直接堆放在地面上，轨道扣件等材料堆码高度不宜超过 1.5m。

18.2.5 钢轨堆放应符合下列规定：

1 钢轨应用垫木与地面隔离并分层堆放，每层垫木间距不应大于 5m，上下层支垫应相对；

2 堆放层数应使钢轨不受损坏和变形确定，当钢轨堆放位于结构顶板上时，应符合结构顶板设计文件规定的荷载要求。

18.2.6 混凝土轨枕、短轨（岔）枕和接触轨预制底座应分类、分层、承力面朝上堆放整齐，并应用垫木与地面隔离。

18.2.7 梯形（纵向）轨枕存放时应按设计文件要求设置支撑点，层与层之间用方木隔离，方木不得放在减振材料处，堆放层数不宜超过七层。

18.2.8 道岔及配件应配套成组或按部件分别堆放整齐，尖轨与基本轨应捆扎堆放。

18.2.9 向隧道内、高架桥上及地面线上运输器材时，钢轨应对，轨排、道岔应成组装车，并应在铺轨基地调整好方向。

18.3 基 标 设 置

18.3.1 基标设置前应进行导线点复测，并应根据综合铺轨图敷设控制基标和加密基标。

18.3.2 基标设置位置应符合下列规定：

1 直线上每 120m、曲线上每 60m 和曲线起止点、缓圆点、

圆缓点、道岔起止点、岔心等均应各设置一个控制基标；

2 直线段每 6m、曲线段每 5m 各设置一个加密基标。

18.3.3 基标设置允许偏差应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 的规定。

18.3.4 基标应埋设牢固，并应标示清楚。

18.4 普通无砟道床

I 轨排组装、架设及调整

18.4.1 轨排组装应符合下列规定：

1 应根据设计文件规定的轨道结构和线路直、曲线情况进行轨排拼装，组装轨排用的钢轨应配对；

2 轨枕间距、偏斜、数量应符合设计文件及验收标准要求；

3 扣件螺栓的扭矩、垫板同轨枕连接螺栓的扭矩应符合设计文件要求；紧固扣件安装应使用专用工具，不应用力锤击钢轨及弹条；

4 轨排拼装时，吊运轨枕不应碰撞；报废的轨枕不得使用；组装过程中不应用重锤敲击扣件和轨枕；

5 轨排组装应牢固，经验收合格后，应按铺轨顺序编号码放整齐。

18.4.2 钢轨支承架的强度、刚度和稳定性应能够承受架轨排的荷载。支承架在直线段间距宜为 3m，应垂直线路方向；在曲线段宜为 2.5m，应垂直线路的切线方向。

18.4.3 轨排铺设轨枕调整时，直线段两股钢轨的轨枕中心线应与线路中线垂直，曲线段应与线路中线的切线方向垂直。

18.4.4 钢轨的普通接头、绝缘接头和冻结接头应按设计文件给定的轨缝宽度安装夹板后拧紧螺栓。

18.4.5 轨排铺设精度符合验收标准要求后，方可浇筑无砟道床混凝土。

II 无砟道床施工

18.4.6 无砟道床、排水沟和变形缝结构模板应支立牢固、严密不漏浆。

18.4.7 混凝土浇筑采用泵送时，混凝土泵管支架应独立架设并固定牢固，不得与钢轨和支承架挂连。

18.4.8 混凝土浇筑应振捣密实，应加强轨枕周围的振捣，使其和道床结合良好。振捣器不应触及支承架和钢轨。

18.4.9 排水沟位置、沟底标高、纵横坡度应符合设计文件要求。

18.4.10 道床、排水沟混凝土初凝前应及时抹面。钢轨、轨枕或短轨（岔）枕及接触轨的预制底座、扣件、支承架等表面灰浆应清理干净。

18.4.11 设计文件无要求时，道床面低于钢轨底面不宜小于 70mm，道床面横向排水坡不宜小于 2.5%，道岔道床横向排水坡宜为 1%~2%。

18.4.12 道床变形缝应直顺，与线路中线垂直，并宜设在两根轨枕的中间位置，距轨枕边缘不应小于 100mm；当线下结构设有变形缝时，道床变形缝应与线下结构变形缝贯通。

18.4.13 混凝土浇筑终凝后应及时养护，其强度达到 5MPa 时方可拆除钢轨支承架。混凝土未达到设计文件规定强度的 70% 时，不得行驶车辆和承重。

18.4.14 高架线地段道床混凝土初凝后，应及时松开扣件及接头夹板，以防止钢轨伸缩对混凝土的破坏。

18.4.15 当轨道施工采用膨胀螺栓固定临时设施或安装部件时，膨胀螺栓应避开盾构管片接缝及主体结构施工缝或变形缝位置。

18.5 减振无砟道床

18.5.1 减振扣件无砟道床、梯形（纵向）轨枕无砟道床、钢弹簧浮置板无砟道床、减振垫无砟道床的轨排组装、轨排架设及调

整、钢筋绑扎、模板安装及混凝土浇筑等应符合本标准第 18.4 节的规定。

18.5.2 减振无砟道床与非减振无砟道床之间的排水过渡应顺接，确保排水畅通。

I 减振扣件无砟道床

18.5.3 减振扣件应采用专用工具按产品说明书要求进行安装和拆卸。

18.5.4 减振扣件无砟道床浇筑后几何形位应符合设计文件要求。

II 梯形（纵向）轨枕无砟道床

18.5.5 台座混凝土浇筑应符合下列规定：

1 台座混凝土浇筑前，梯形（纵向）轨枕外贴辅助材料应齐全，粘贴应牢固；

2 台座基础及支座钢筋的绑扎应符合设计文件要求，绑扎顺序应依次为底层、面层、板块端部、特殊部位加固钢筋；

3 台座混凝土浇筑时振捣器不应触及轨架、模板、隔离材料，混凝土应密实；

4 台座混凝土初凝前应对表面进行抹面赶光，做出横向排水坡，表面应平整。台座与梯形（纵向）轨枕减振部件应密贴；

5 台座支座表面与梯形（纵向）轨枕间的隔离空隙应符合设计文件要求，且不得小于 10mm；

6 台座混凝土拆模后不应有漏振、露筋、蜂窝、疏松、麻面和棱角缺失等缺陷。

18.5.6 梯形（纵向）轨枕轨道施工应符合下列规定：

1 梯形（纵向）轨枕在缓和曲线、圆曲线前后超高顺接地段超高渐变，应根据计算确定梯形（纵向）轨枕每个扣件的超高渐变调整量；

2 竖曲线地段应通过扣件来调整轨面标高，梯形（纵向）

轨枕的两端中心线应位于轨道竖曲线上，中间部分应通过扣件调整使轨面高程同竖曲线重合；

3 曲线地段的正矢应通过扣件及轨枕平移调整，钢轨的偏移量应符合设计文件要求。

Ⅲ 钢弹簧浮置板无砟道床

18.5.7 浮置板基底标高允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ，隔振器套筒应按设计文件给定的位置进行定位测量，隔振器套筒位置允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ，放置隔振器套筒的位置表面应平整，允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}/\text{m}^2$ ，不满足要求的部位应进行整体打磨或垫高，打磨范围应超出隔振器外筒底部边缘 100mm。

18.5.8 应根据设计文件，将每个隔振器的中心点位标示在基底上，应在基底和相应的隧道边墙位置铺设一层厚度不小于 1mm 的隔离层，隔离层在边墙两侧应高于弹簧浮置板道床不小于 200mm，隔离层上表面宜粗糙。

18.5.9 浮置板道床混凝土浇筑前，轨排精调高程应扣除顶升后的抬高值。

18.5.10 浮置板道床混凝土强度达到设计文件要求后方可进行道床的顶升。浮置板道床的顶升应采用专用千斤顶及相应的专用工具，顶升量应符合设计文件要求。

18.5.11 浮置板顶升后，应及时塞入相应规格的调整垫片，锁定装置安装前，应检查确认调整垫片与上部承力板无间隙、无松动，确保每个隔振器处于受力状态。

18.5.12 浮置板钢筋网轨排在铺轨基地进行拼装时，精度应符合设计文件要求。安装完的轨排与钢筋网应采用专用工具连接，连接位置、数量应进行检算。钢筋网就位后轨道中心与线路中心允许偏差不应超过 10mm。

Ⅳ 减振垫无砟道床

18.5.13 圆形或椭圆形隧道基底混凝土的钢筋加工应考虑隧道

实际偏差。

18.5.14 铺设减振垫之前，基底表面应清理干净。

18.5.15 减振垫铺设应平整，搭接应牢固、密封。减振垫道床两侧密封应符合设计文件要求。

18.5.16 限位凸台（凹槽）隔离层的设置应符合设计文件要求，密封应严实。

18.6 有砟道床

I 铺 砟

18.6.1 底砟顶面平整度、厚度和半宽应验收合格。

18.6.2 道砟预铺厚度宜为 150mm~200mm，道砟摊铺压实后，正线道砟压实密度不得小于 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ ；砟面中间不得凸起，平整度、厚度和半宽应符合设计文件要求。

II 轨枕及钢轨铺设

18.6.3 轨枕间距、偏斜、数量应符合设计文件要求及验收标准的规定。

18.6.4 不同类型轨枕的分界处，应保持同类型轨枕延伸至钢轨接头外 5 根以上。

18.6.5 轨道铺设中心线应与线路设计文件给定的中心线重合。

III 上砟整道

18.6.6 正线分层上砟整道可采用人工配合小型起、拨、捣固机配合作业，或采用压道稳定道床。

18.6.7 起拨道、整道应符合下列规定：

- 1** 有砟轨道精调后，其静态几何尺寸应符合设计文件要求；
- 2** 整道后的道床断面应符合设计文件要求，曲线外轨超高应按设计文件规定进行设置，并在缓和曲线全长范围内均匀递减。

18.7 道岔及钢轨伸缩调节器铺设

1 无砟道岔铺设

18.7.1 岔枕应按直股钢轨上做出的岔枕间距标志摆放。

18.7.2 单开道岔辙叉部分的短岔枕应垂直辙叉角的平分线，转辙器及连接部分应与道岔直股方向垂直。

18.7.3 道岔螺栓扭矩应符合设计文件要求，并应涂油。

18.7.4 渡线段道岔应作为一个整体进行精调，道床混凝土应一次浇筑完成。相邻道岔距离较近时，应进行联测、精调。

18.7.5 道床混凝土浇筑过程中，应随时监测道岔轨排几何形位，发现问题及时调整。

18.7.6 道床混凝土完成后应进行养护。养护期间行人、车辆不应在道岔上通行。

18.7.7 道岔铺设精调后，静态几何尺寸应符合验收标准的规定。

18.7.8 道岔转辙器及尖轨安装应符合下列规定：

1 转辙器应扳动灵活；

2 尖轨无伤损，尖轨顶面 50mm 及以上断面处，不得低于基本轨面 2mm；直、曲尖轨尖端相错量不应大于 10mm；尖轨与基本轨密贴，其间隙不应大于 1mm；

3 道岔转辙器及尖轨安装精调后，静态下尖轨尖端至第一牵引点应与基本轨密贴，间隙应小于 0.5mm；其他地段应小于 1mm；

4 尖轨在第一连接杆处的最小动程应为 152mm；

5 道岔连杆、顶铁、间隔铁、轨撑、护轨螺栓、铁垫板、胶垫及扣件等应齐全、作用良好；道岔顶铁离缝不应大于 1mm；滑床板与尖轨间隙和轨撑间隙不应大于 2mm；

6 应严格控制道床转辙机沟槽位置，转辙机牵引点及牵引点两侧预留沟槽处轨枕位置及间距的允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

18.7.9 接头处轨面高低差和轨距线错牙不应大于 1mm，停车场道岔轨面高低差和轨距线错牙不得大于 2mm。

18.7.10 查照间隔不应小于 1391mm。护背距离不应大于 1348mm。

18.7.11 轨面应平顺，滑床板在同一平面内。轨撑与基本轨应密贴，其间隙不应大于 0.5mm。

II 有砟道岔铺设

18.7.12 岔枕间距及偏斜应符合设计文件要求及验收标准的规定。

18.7.13 道岔铺设及整道应符合下列规定：

- 1 整道后的道岔道床应饱满，捣固密实；
- 2 道床整理后顶面半宽、道砟厚度应符合设计文件要求；
- 3 道岔铺设及整道应符合本标准第 18.7.7 条的规定。

III 钢轨伸缩调节器铺设

18.7.14 钢轨伸缩调节器的尖轨刨切范围内应与基本轨密贴；尖轨尖端至其后 400mm 处，缝隙不得大于 0.2mm，其余部分不得大于 0.8mm。应达到基本轨伸缩无障碍、尖轨锁定不爬行。

18.7.15 钢轨伸缩调节器铺设应符合下列规定：

1 垫板、轨撑及螺栓安装齐全，螺母应达到设计文件给定的扭矩；

2 伸缩调节器两端、尖轨尖端、尖轨轨头刨切起点处，轨距允许偏差均应为 $\pm 1\text{mm}$ ；

3 轨枕间距及偏斜允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

18.7.16 钢轨伸缩调节器整道应符合下列规定：

1 单向调节器应用 12.5m 弦、双向调节器应用 25m 弦测量轨向，尖轨尖端至尖轨顶宽 5mm 处范围内应允许有 4mm 的空线，其余范围内应允许有 2mm 的空线，不应抗线；

2 轨面前后高低差用 12.5m 弦测量不应大于 4mm；

3 左右股钢轨水平差不应大于 4mm;

4 在 6.25m 测量基线内, 轨面扭曲不应大于 4mm。

18.7.17 铺设钢轨伸缩调节器前, 前后 100m 线路方向、轨距、水平验收合格后, 方可铺设。

18.7.18 铺设钢轨伸缩调节器时, 应根据铺设时的轨温预留伸缩量, 铺设后应做好伸缩起点标志。

18.8 无缝线路轨道

I 钢 轨 焊 接

18.8.1 钢轨焊接接头的型式检验和生产检验应符合现行行业标准《钢轨焊接》TB/T 1632 的规定。

18.8.2 钢轨焊缝两侧各 100mm 范围内不应有明显压痕、碰痕、划伤等缺陷, 焊头不得有电击伤。

18.8.3 轨底表面焊缝两侧 150mm 及距两侧轨底角边缘 35mm 的范围内应打磨平整, 不得打亏。

18.8.4 每一个接头均应进行无损探伤检测, 不得有未焊透、过烧、裂纹、气孔、夹渣等缺陷。

18.8.5 钢轨焊接接头应纵向打磨平顺, 不得有低接头, 钢轨焊接接头平直度应符合验收标准要求。

18.8.6 长钢轨及焊接接头编号应标记齐全, 字迹应清晰, 记录应完整。

18.8.7 焊接接头温度降至 400℃ 以下方可通过承重车辆及承受弯曲应力。

II 无缝线路应力放散及锁定

18.8.8 线路锁定时, 实际锁定轨温应在设计文件给定的锁定轨温范围内。当施工锁定轨温偏离设计文件规定时, 应放散应力重新锁定。

18.8.9 左右两股钢轨及相邻单元轨节的锁定轨温差均不应大

于 5℃。

18.8.10 线路锁定后，应及时在钢轨上设置纵向位移观测的“零点”标记。定期观测钢轨位移量并做好记录，固定区位移观测桩位移量不应大于 20mm。

18.8.11 缓冲区钢轨接头螺栓扭矩应达到 $900\text{N} \cdot \text{m}$ ，接头处钢轨面高低差及轨距线错牙允许偏差不应超过 1mm。接头轨缝应按设计文件要求预留。

18.8.12 无缝线路轨道整理作业后，轨道静态几何尺寸应合格。

18.9 有缝线路轨道

18.9.1 有缝线路钢轨接头轨顶及工作边应平顺，错台、错牙符合验收标准的规定。

18.9.2 有缝线路轨道应采用相对式接头。直线地段同一轨排宜选用长度偏差量不大于 3mm 的钢轨配对使用，并应左右随时调整抵消，累计差不得大于 15mm。曲线内股钢轨总缩短量应计算确定。曲线外股用标准长度钢轨，内股钢轨接头位置超限时可用缩短轨调整。两股钢轨接头位置相错量应符合下列规定：

1 正线和配线上，直线地段不应大于 40mm，曲线地段不应大于 40mm 加采用的缩短轨缩短量的一半；

2 车场线上，直线地段不应大于 60mm，曲线地段不应大于 60mm 加采用的缩短轨缩短量的一半；

3 不应用调整轨缝的办法消除接头相错量。

18.9.3 铺设 25m 轨半径小于 250m 的曲线地段或两相错式接头的曲线间长度小于 300m 的夹直线地段，可采用相错式接头。当缩短轨对接布置困难而需要错接时，其错开距离不应小于 3m。

18.9.4 道岔接头应按设计文件规定布置。半径小于 250m 的曲线地段应进行轨距加宽，当设计文件无要求时，其加宽值应符合表 18.9.4 的规定。轨距加宽值应在缓和曲线范围内渐变，无缓和曲线或其长度不足时，应在直线地段渐变，渐变率不宜大于 2‰ 。

表 18.9.4 曲线地段轨距加宽值

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

18.9.5 有缝线路轨道铺设施工段长度不宜大于 1km，轨缝宽度应符合设计文件要求。

18.9.6 车辆基地有缝线路铺枕应符合下列规定：

- 1 轨枕铺设数量应符合设计文件要求；
- 2 铺枕应取齐，铺设接触轨地段，应在接触轨的另一侧取齐；无接触轨地段，应沿列车运行方向的右侧取齐；双线并行地段应在双线外侧取齐，单线地段应沿线路计算里程方向右侧取齐；
- 3 轨枕应方正，并与轨道中心线垂直，轨枕数量、间距和偏斜应符合设计文件要求。

18.9.7 车辆基地有缝线路铺轨应符合下列规定：

- 1 铺轨前应做好配轨设计，并应根据供电、信号专业要求设置绝缘轨缝；
- 2 螺旋道钉锚固应一个孔一次浇完；
- 3 灌浆深度应比螺栓道钉插入孔内的长度大 20mm 以上；
- 4 螺旋道钉应与承轨槽面垂直，歪斜不得大于 2° ；道钉中心线与承轨槽的交点，偏离预留孔中心不应大于 2mm，道钉圆台底应高出承轨槽面，但不应大于 2mm；道钉的抗拔力，不应小于 60kN；
- 5 轨距扣板和轨距挡板、挡板座号码应符合设计文件的安装技术要求；
- 6 铺轨时，预留轨缝应符合设计文件要求；钢轨绝缘接头轨缝不应小于 6mm；

7 信号机处的两钢轨绝缘接头应为相对式，并应与信号机设在线路的同一位置。

18.9.8 车辆基地铺砟整道应符合下列规定：

- 1 道床厚度、顶宽应符合设计文件要求；
- 2 无砟道床与有砟道床衔接处应按设计文件要求设置过渡段；
- 3 铺砟整道时，道砟应散布均匀，应逐步整正轨道。

18.9.9 有缝线路轨道整理作业后，轨道静态几何尺寸应符合设计文件要求。

18.9.10 车辆基地无砟道床施工应符合本标准第 18.4 节的规定。

18.10 轨道安全设备及附属设备

18.10.1 防脱护轨铺设里程应符合设计文件要求。

18.10.2 无砟道床防脱护轨应按设计文件要求预置轨缝，不应存在连续两个以上的瞎缝，防脱护轨的接头错牙不应大于 1mm。

18.10.3 防脱护轨同基本轨的高差、防脱护轨轮缘槽的宽度应符合设计文件要求。

18.10.4 每一处安装防脱护轨地段的始端与终端均应设置喇叭形弯头和缓冲段，缓冲区轮轨冲击角应符合设计文件要求。

18.10.5 防脱护轨支架及绝缘缓冲垫片安装位置应符合设计文件要求。

18.10.6 防脱护轨应在轨道整理合格后，方可进行安装。

18.10.7 防脱护轨支架的设置位置应符合下列规定：

- 1 应根据防脱护轨支架安装的间距确定护轨轨腰钻孔位置，轨腰安装孔的设置精度应符合设计文件要求；
- 2 防脱护轨支架的安装宜为每隔 2 根轨枕设置一处；
- 3 当线路为有缝轨道时，线路轨道接头位置不应设置防脱护轨支架；
- 4 当线路轨道设置绝缘接头时，其相应部位的防脱护轨也

应设置绝缘接头。

18.10.8 防脱护轨方向应平顺，接头螺栓应涂油拧紧。

18.10.9 防脱护轨与基本轨工作边间距应符合设计文件要求。

18.10.10 防脱护轨支架与道床面间隙应大于 5mm。

18.10.11 车挡安装位置、固定螺栓扭矩应符合设计文件要求。

18.10.12 线路、信号标志的设置应符合设计文件要求，各种标志应设置端正、涂料均匀、色泽鲜明、图像字迹清晰完整，安装应牢固，不应侵入限界。

19 站内客运设备

19.1 一般规定

19.1.1 现场不宜拆装设备出厂时已组装好的部件或整体吊装的自动扶梯和自动人行道、电梯曳引机、轮椅升降机平台。

19.1.2 设备进场后临时存放应符合下列规定：

- 1 自动扶梯和自动人行道桁架底部应用木方垫实水平放置；
- 2 电梯的导轨应水平堆放，工作面应向上，其上面不应施压重物；
- 3 电梯的厅门、轿门、轿厢壁板不应平放；
- 4 设备进场后应采取防雨雪、防尘、防晒、防火保护措施。

19.1.3 站内客运设备安装前，应与各专业确认下列接口内容：

- 1 应与土建结构专业核对预留洞口、预埋件的位置、几何尺寸；
- 2 应与建筑装修专业确认装饰中心线、标高线；
- 3 供电专业应将电源及地线接入通信机房设备柜或箱的端子上；
- 4 根据设计文件要求，应与其他专业系统进行接口核实，并应配合关联系统的调试。

19.2 自动扶梯和自动人行道安装

19.2.1 桁架对接组装应符合下列规定：

- 1 桁架对接连接应平直，接头处错台不宜大于 1mm；
- 2 对接、斜支撑的高强度螺栓螺母应用力矩扳手拧紧，力矩值应符合产品安装设计文件和设备技术文件的要求；
- 3 连接板或法兰盘的定位应锁定；
- 4 桁架底部钢板的连接处缝隙应用密封条或密封胶密封。

19.2.2 桁架对接处部件的安装应符合下列规定：

1 梯级导轨之间的连接板应固定紧密、平滑、无凸肩；直线段导轨对接台阶内表面及接缝间隙应满足产品安装设计文件和设备技术文件要求；

2 应保持梯级链连接链板干净，弹簧卡圈安装应齐全；

3 梯级应安装牢固，定位销或螺栓防转片安装应齐全；

4 围裙板安装时接头应对接，接缝应直顺，平整光滑；

5 围裙板与梯级防夹装置应固定牢固。

19.2.3 自动扶梯和自动人行道吊装就位应符合下列规定：

1 起吊桁架时，起吊点应在桁架标明位置处。

2 桁架的纵向和横向位置的调整应符合下列规定：

1) 纵向调整：两端桁架与钢筋混凝土搁机梁牛腿桁架立面之间的距离应相等；

2) 横向调整：桁架中心线与扶梯安装中心线允许偏差应为 1mm，头、尾部水平段的水平度允许偏差应为 0.5‰。

3 桁架端头支撑角钢与基础搭接长度应符合设计文件要求。

4 设备梳齿撑板表面应与完工地面高度一致。

5 驱动轴与张紧轴轴线水平度应调整水平。

6 梯级表面或出厂时桁架上给出的水平基准面应调整水平。

7 中间支撑处桁架高度应高于桁架全长直线段的高度。

8 桁架吊装就位后应用力矩扳手再次检测对接处高强度螺栓，检测力矩值应符合设计文件和设备技术文件的要求。

9 桁架与混凝土基础的连接、固定应符合设计文件和设备技术文件的要求。

10 金属结构架的施焊部位及防腐损坏部位应做防腐处理，且不得低于原防腐标准。

19.2.4 自动扶梯和自动人行道的检修盖板和楼层地面应符合下列规定：

1 检修盖板的边框应与楼层地面平齐；

2 桁架的中心线与检修盖板的边框中心线应重合，边框的对角线应相等；

3 检修盖板固定应符合设计文件和设备技术文件的要求。

19.2.5 扶手装置安装应符合下列规定：

1 扶手带支架应对称于安装中心基准线；

2 扶手带盖板缝隙应无空洞或破边，安装时接头应对接，接缝应直顺，应平整光滑；

3 扶手带导轨、导轨连接板应连接牢固，扶手带导轨接头处的缝隙应直顺、平整光滑；

4 扶手带存储温度应防止过热或过冷，环境应保持干燥；扶手带不应互相缠绕或直接放在梯级上；

5 扶手带驱动装置与扶手带开口边缘（两边的唇口）应无磨损，扶手带驱动轮边缘不得切坏扶手带开口边缘。

19.2.6 电缆槽安装应符合下列规定：

1 每根电缆槽固定点不应少于 2 点；

2 电缆槽水平和垂直允许偏差不应大于其长度的 2‰，全长不应大于 20mm；

3 电缆槽接口应严密，槽盖应平整，出线口应无毛刺。

19.2.7 导线敷设应符合下列规定：

1 动力线路与控制线路应分别敷设；

2 截面为 10mm^2 及以下单股铜芯导线和截面为 2.5mm^2 及以下的多股铜芯导线与电气设备端子可直接连接，多股铜芯导线应拧紧并搪锡；

3 截面大于 2.5mm^2 的多股铜芯线与设备端子的连接应采用焊接或压接后再连接。

19.2.8 护壁板及外装饰板安装应符合下列规定：

1 护壁板或外装饰板两板之间的缝隙应满足产品安装设计文件和设备技术文件的要求，边缘应成圆角或倒角；

2 护壁板及外装饰板倾斜段接缝应与斜面垂直，在弯曲段不应有接缝；

- 3 外装饰板内不应用木板或其他可燃材料支撑或加固;
- 4 外装饰板龙骨宜采用镀锌材料;
- 5 外装饰板龙骨与桁架连接宜采用螺栓固定,不宜采用焊接。

19.2.9 检修通道应符合下列规定:

- 1 检修通道内人易于靠近的旋转部位应加保护网和急停开关;
- 2 检修通道出入口处应设置照明开关。检修通道内应设置 36V 低压照明、36V 照明插座、单相三线 AC220V 检修插座;
- 3 配电箱、照明灯罩、照明插座、单相检修插座的防水等级应符合设计文件要求;
- 4 电线接头处应搪锡,应先缠防水胶布不少于两层,后缠绝缘胶布。

19.2.10 设备调试前应进行检查,并应符合下列规定:

- 1 检查所有接线应与设计文件相符;
- 2 检查各部位的装配应符合产品安装设计和设备技术文件的要求;
- 3 自动扶梯及自动人行道梯级应清理干净;
- 4 润滑部位应注入润滑剂;
- 5 用手动盘车,梯级转动 1 圈,梯路应无卡阻。

19.2.11 调整试验应符合下列规定:

- 1 驱动机构运行应平稳,应无振颤和异常声响;减速机不得漏油;
- 2 在额定电压下,空载运行速度与额定速度的允许偏差应为 $\pm 5\%$;
- 3 扶手带在正常运行中不应卡阻和脱离导轨,其运行速度相对于梯级运行速度的允许偏差应为 $0\% \sim +2\%$;
- 4 各类链条运行应符合设计文件要求;
- 5 制动器制动时,停车应平稳;扶梯应进行正、反两个方向的空载和负载运转;空载运转合格后,方可进行负载运转,应

测试制动器距离并记录；

6 操纵开关标志应与实际动作一致。

19.2.12 施工完成后，宜用三防布覆盖在自动扶梯和自动人行道的整个桁架上，并应在上下扶梯出入口处设警示标识。

19.2.13 自动扶梯安装除应符合本节规定外，尚应符合现行国家标准《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899 的规定。

19.3 电 梯 安 装

19.3.1 井道放线应符合下列规定：

- 1 导轨样板架的水平度偏差在全平面内不应大于 3mm；
- 2 导轨样板基准垂线的位置偏差不应超过 0.3mm；
- 3 调整导轨垂直度时，基准线不应与脚手架或其他物体接触。

19.3.2 电梯导轨安装应符合下列规定：

1 应按设计文件位置安装导轨支架；每根导轨应至少安装 2 个导轨支架，如遇到接道板，间距可适当放大，间距应小于 2.5m；

2 导轨支架应安装在同一水平面上；

3 导轨支架在井道壁上应安装牢固；埋入混凝土墙深度应超过膨胀螺栓色环标识；螺孔的间距、螺孔边缘到墙边缘的距离应大于 8 倍的孔直径；

4 与预埋件焊接的导轨支架其焊缝应连续、双面焊牢；焊接后应除去焊渣，进行防腐处理；

5 导轨接头处的台阶应采用 0.05mm 厚的铜皮调整导轨支架与导轨背面的间隙后再用人工打磨修光，修光总长度应大于 300mm。

19.3.3 驱动主机安装应符合下列规定：

1 制动器动作应灵活，制动间隙调整应符合产品安装设计文件和设备技术文件的要求；

2 驱动主机底座与承重钢梁应用螺栓连接，螺栓螺母下应有斜垫片；

3 承重钢梁不应使用气焊切割开孔；

4 驱动主机减速箱内油量应在油标所限定的范围内。

19.3.4 门系统安装应符合下列规定：

1 层门强迫关门装置应动作正常；

2 三角厅门开锁丝杆与开锁拨板间重合部分的长度应符合产品安装设计文件和设备技术文件的要求；

3 每个厅门门立柱与墙固定点不应少于 3 处。

19.3.5 轿厢和对重安装应符合下列规定：

1 轿厢底盘斜拉杆应用双螺母备紧；

2 轿厢和对重有反绳轮时，反绳轮钢丝绳防跳装置应安装牢固；

3 对重（平衡重）块应可靠固定；

4 当轮椅车不能在轿厢内转向时，应安装安全玻璃镜。

19.3.6 超速保护装置安装应符合下列规定：

1 限速器动作速度整定封记应完好，且应无拆动痕迹；

2 当安全钳可调节时，整定封记应完好，且应无拆动痕迹；

3 限速器张紧装置与其限位开关相对位置安装应正确；

4 安全钳与导轨的间隙应符合产品设计文件要求，且不应大于 4mm；

5 轿厢在两端站平层位置时，轿厢、对重的缓冲器撞板与缓冲器顶面间的距离应符合设计文件要求；轿厢、对重的缓冲器撞板中心与缓冲器中心偏差不应大于 20mm，同一侧两缓冲器顶面的水平误差不应大于 2mm，液压缓冲器柱塞铅垂度不应大于 0.5%；

6 液压缓冲器柱塞铅宜垂直，充液量应正确。

19.3.7 曳引钢丝绳、补偿装置安装应符合下列规定：

1 绳头组合应安全可靠，且每个绳头组合应安装防螺母松动和脱落的装置；

- 2 每根钢丝绳张力受力宜均匀；
- 3 补偿、链、缆等补偿装置的端部应固定可靠；
- 4 轿厢和对重平衡链连接处应用 $\phi 8$ 的钢丝绳进行二次保护。

19.3.8 电气装置安装应符合下列规定：

- 1 电缆槽安装应符合本标准第 19.2.6 条的规定；
- 2 接线箱或接线盒安装应牢固、端正，埋入墙内的盒口不应突出墙面，盒面板与墙面应密贴；
- 3 随行电缆不应有打结、波浪和扭曲现象，安装端部应固定可靠，在运行中应与井道内其他部件无干扰，当轿厢完全压在缓冲器上时应与底坑地面无接触；
- 4 电梯控制柜或屏的安装位置应符合设计文件要求；
- 5 金属软管固定间距应均匀，固定应牢固；
- 6 防夹人保护装置动作应可靠；
- 7 中分门轿厢操纵盘应安装在进入轿厢的右侧；旁开门轿厢操纵盘应安装在关门位置侧；贯通门每个入口均应安装轿厢操纵盘；
- 8 层站、轿厢地板与任何按钮中心线之间的高度均不应小于 0.9m；
- 9 轿厢外地板与最高按钮中心线之间的高度不应大于 1.1m，轿厢内不应大于 1.2m。

19.3.9 无障碍电梯功能应符合下列规定：

- 1 开门保持时间应符合设计文件要求；
- 2 轿厢的平层准确度、平层保持精度应满足产品安装技术标准的要求；
- 3 当轿厢停站时，官方语言声级应清晰告知乘客轿厢的位置。

19.3.10 电梯安装应符合现行国家标准《电梯安装验收规范》GB/T 10060 和《电梯制造与安装安全规范》GB 7588 中的规定。

19.4 轮椅升降机安装

19.4.1 导轨支架安装宜从下向上依次进行，导轨连接应符合下列规定：

- 1 在连接导轨之前，每一个导轨连接件的两端应无损伤、无油漆和无油脂；
- 2 导轨内侧应清除洁净；
- 3 螺栓连接导轨时，不应损坏对接导轨端头的漆面。

19.4.2 安装钢丝绳及驱动箱应符合下列规定：

- 1 球形钢丝绳导向链的球体涂润滑油后，方可放入导轨 C 型槽内；
- 2 上下层导轨钢丝绳安装成环形后，引入传动箱宜用张紧部件张紧。

19.4.3 肩式螺栓及旋转托架安装应符合下列规定：

- 1 接口杆与螺栓连接，螺纹端头应涂防松胶；
- 2 旋转托架应与导轨对齐。

19.4.4 轮椅平台安装应符合下列规定：

- 1 轮椅平台入口边缘坡板打开后的上表面边缘距离层站地面的垂直高度不应大于 15mm；
- 2 坡板处于抬起位置时，坡板上边缘高出轮椅车平台地面不应小于 100mm；
- 3 在轮椅车平台的非入口边缘处应设置防滚隔离挡板，其上边缘距轮椅车平台不应小于 75mm。

19.4.5 安全保护装置安装应符合下列规定：

- 1 安全钳动作后座椅式楼道升降机的倾斜度不应大于 10° ；限速器在运载速度大于 0.3m/s 前，限速器的机械超速监测装置应动作；
- 2 上、下端站保护装置安装位置应符合产品安装设计文件和设备技术文件的要求；端站停止开关应强迫切断主电源和控制电源；

3 安全承载螺母失效时，电气安全装置应能切断电动机和制动器电源；

4 钢丝绳防跳装置应确保钢丝绳保持在槽内，防止与滑轮或卷筒挤夹；

5 紧急报警装置在切断驱动电动机主电源时应能够自动接通紧急电源。

19.4.6 电气装置安装应符合下列规定：

1 随行动力和控制电缆应在每端所有接线应与设计文件相符，电缆不得磨损；

2 集电环、滑触线、碳刷中至少应有一根接地线；

3 带电的金属构件应接地连接；

4 电源和安全电路导线不应小于 1.5mm^2 。

19.5 调整试验

19.5.1 站内客运设备调整试验前应符合下列规定：

1 机房应清洁，设备表面应光洁无尘，电气开关表面应无尘；

2 设备找平、找正、调整 and 安装应符合产品安装设计文件和设备技术文件的要求；

3 润滑部位应注入润滑油；

4 电源及地线应已接入到通信机房设备柜或箱的端子上。

19.5.2 站内客运设备调整试验完成后，应与关联专业进行联动调试，并应符合本标准第 33 章的规定。

19.5.3 自动扶梯和自动人行道的调整试验应符合下列规定：

1 应先用手动盘车使梯级转动一圈，梯路应无卡阻；

2 扶梯应进行正、反两个方向的空载和负载运转，空载运转合格后方可进行负载运转；

3 驱动机构运行应平稳、无振颤和异常声响，减速机不得漏油；

4 在额定电压下，空载运行速度与额定速度允许偏差应为

±5%；

5 扶手带在正常运行中不应卡阻和脱离导轨，其运行速度相对于梯级运行速度的允许偏差应为 0% ~ +2%；

6 各类链条运行应符合设计文件要求；

7 制动器制动时，停车应平稳；

8 操纵开关标志应与实际动作一致。

19.5.4 电梯调整试验应符合下列规定：

1 轿厢上行超速保护装置试验、耗能缓冲器试验、轿厢限速器—安全钳联动试验、对重限速器—安全钳联动试验、平衡系数试验、空载曳引力试验、运行试验、消防返回功能试验、电梯速度、上行制动试验、下行制动试验、静态曳引试验应符合现行国家标准《电梯试验方法》GB/T 10059 的规定；

2 应调整开门保持时间，便于乘客出入轿厢；

3 轿厢的平层准确度、平层保持精度应符合设计文件要求；

4 当轿厢停站时，官方语言声级应清晰告知乘客轿厢的位置；

5 轿厢应急灯及报警电话功能齐全；

6 轿厢照明应保证轿厢地面照度要求；

7 电梯在接收检验时应做完 3000 次无故障运行试验。

19.5.5 无障碍电梯功能应符合下列规定：

1 应调整开门保持时间；

2 轿厢的平层准确度、平层保持精度应满足产品安装技术标准的规定；

3 当轿厢停站时，官方语言声级应清晰告知乘客轿厢的位置。

19.5.6 轮椅升降机的调整试验应符合下列规定：

1 限速器在运载速度大于 0.3m/s 前，机械装置应动作；超速保护装置动作时，应当使得一个电气安全装置动作；

2 轮椅平台分别进行空载、满载运行，且额定速度上、下运行，动作应无误；

3 轮椅平台或轿厢承载 0.5 倍额定载重量，向下运行至行程中段（除去加速和减速段）时的速度，平台或电梯速度不应大于额定速度的 105%，不宜小于额定速度的 92%；

4 轮椅平台装载 1.25 倍额定载重量，以正常运行速度下行制动，切断电动机与制动器供电，曳引机应当停止运转，轿厢应当完全停止，并且无明显变形和损坏；

5 以 1.5 倍额定载重量做静态曳引试验，历时 10min，制动器应可靠制动，并保持停止状态，轮与绳应无打滑现象。

20 站台屏蔽门

20.1 一般规定

20.1.1 站台屏蔽门设备进场验收应符合下列规定：

1 结构件、连接件的防松动措施、防锈处理应符合设计文件要求；

2 连接螺栓的防腐和防松动措施应符合设计文件要求。

20.1.2 站台屏蔽门安装标高和轴线应符合设计文件要求，不得侵入设备限界。

20.1.3 站台屏蔽门安装前，应与各专业确认下列接口内容：

1 应与土建结构专业确认并核对站台板、预留沟槽、孔洞和预埋件的位置和几何尺寸，不符合要求的应进行处理；

2 与轨道专业确认轨道中心线及每侧轨道不应少于 3 个轨道基标控制点；

3 应与装修专业确认站台板地面装修标高、坡度及端头门装修接口、顶棚接口要求；

4 设备安装完毕后，供电专业应将电源及地线接入设备电源柜端子上；

5 根据设计文件要求，应与其他专业系统进行接口核实，并配合关联系统的调试。

20.1.4 站台屏蔽门安装除应符合本标准的规定外，尚应符合现行行业标准《城市轨道交通站台屏蔽门》CJ/T 236、《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》CJJ 183 的规定。

20.2 结构及设备安装

20.2.1 站台屏蔽门门槛安装应符合下列规定：

1 门槛安装不应损伤站台板结构；

2 当门槛安装基面平整度不满足要求时,应用垫片或打磨基础面的方式找平;

3 应测放安装轴线,安装门槛支撑组件,调整其三维尺寸,符合精度要求后方可拧紧固定螺栓;

4 门槛支撑件水平方向位置错位不应大于 2mm,相邻门槛间的错边不应大于 1mm;

5 门槛支撑件标高、顶面坡度应与站台装修面一致;

6 若站台板为预留门槛槽时,站台板与门槛支撑组件之间的空隙,应在站台屏蔽门安装检验合格后,用灌浆料填充密实。

20.2.2 全高站台屏蔽门上部支撑结构安装应符合下列规定:

1 轨顶风道预留、预埋件应符合设计文件要求;若错位应进行补设,补设不应损伤土建结构,并应将预埋件表面、螺栓孔清理干净;

2 应依据顶梁的控制线安装、调整上部支撑结构,经检查符合标准后方可拧紧固定螺栓;

3 支撑结构应与轨顶风道底面可靠接触,当支撑结构件与安装基面间隙超标时应增设垫片;

4 支撑结构下表面与导轨面的垂直距离偏差不应大于 2mm。

20.2.3 门体结构安装应符合下列规定:

1 门体结构应进行等电位联结;

2 门机梁、门楣及立柱之间的连接应牢固、可靠;

3 门机梁与门槛面、导轨中心线的平行度、空间位置应符合设计文件要求;

4 立柱、门体与门槛面垂直度应符合设计文件要求;

5 各门体间的平面度应符合设计文件要求;

6 滑动门与立柱、顶部、底部之间的间隙均匀一致,偏差应符合设计文件要求;

7 端头门结构到端墙装修完成面缝隙不应小于 20mm;端头门结构应与正线门体结构应绝缘安装;

8 设有门锁装置的门体，在关闭情况下应处于关闭且锁紧状态；解锁机构应灵活、可靠；关门应轻便，开门力应符合设计文件要求。

20.2.4 全高站台屏蔽门顶箱盖板安装应符合下列规定：

1 站台屏蔽门顶箱后盖板、固定盖板应安装牢固，并应有防松动措施；活动盖板应安装平整，其开启角度不应小于 70° ，且应在最大开启角度定位；

2 盖板平面应平整、相邻盖板的间距应均匀一致；

3 相邻盖板应平整、外观良好；

4 活动盖板的支撑构件、密封胶、后盖板的毛刷安装应符合设计文件要求。

20.2.5 半高站台屏蔽门固定侧盒安装应符合下列规定：

1 固定侧盒底板安装应可靠、紧固；

2 固定侧盒立柱垂直度应满足安装精度要求，不应向轨道侧倾斜。

20.2.6 门槛支撑件绝缘装置和全高站台屏蔽门顶部绝缘装置安装后应进行绝缘测试，并应符合设计文件要求。

20.2.7 暗敷式站台绝缘地板安装应符合下列规定：

1 应以绝缘支撑架将单侧站台划分为若干个绝缘单元段，每个单元段应成盒状独立绝缘模块；

2 站台板结构表面平整度不符合要求时，应用水泥砂浆找平；

3 安装绝缘支撑架、铺设绝缘层时，应用 500V 兆欧表测量，绝缘层内任一点对地的绝缘电阻值均不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ；

4 地面装修完成后，对翻边应切割，绝缘缝应收口打胶，并应用 500V 兆欧表测量，地面绝缘层区域内任一点对地的绝缘电阻值不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

20.3 接地及布线

20.3.1 当钢轨作为回流轨时，站台屏蔽门应与钢轨进行等电位

联结，等电位联结应符合下列规定：

1 正常情况下人体可触及的站台屏蔽门金属构件应与土建结构绝缘，单侧站台屏蔽门体与车站土建结构之间的绝缘电阻用 500V 兆欧表测量时不应小于 0.5M Ω ；

2 在站台屏蔽门站台侧、端头门内外的地面应设置距离门体不小于 900mm 的绝缘区域；在端头门内外两侧墙面高 2m 范围内应设置距离门体不小于 900mm 的绝缘区域。

20.3.2 当钢轨不作为回流轨时，站台屏蔽门应通过接地端子连接车站的接地网。

20.3.3 光（电）缆线路敷设应符合本标准第 24.2 节的规定；管槽的预埋应符合现行国家标准《电气安装用导管配件的技术要求 第 1 部分：通用要求》GB/T 16316 的规定；安装、接头、封口、桥架应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 和《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的规定；数据电缆的敷设应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312 的规定。

20.3.4 全高站台屏蔽门线槽应安装在门机梁的上方；半高站台屏蔽门线槽应安装在站台板下方，并应沿站台屏蔽门通长布置。

20.4 调整试验

20.4.1 滑动门、端门、应急门应安装关闭且锁紧装置，应能检测门体状态，在门体超过规定时间未关闭时，监控系统应有声光报警。

20.4.2 滑动门的调试应符合下列规定：

1 滑动门的解锁装置应可靠锁闭、解锁。用手动解锁把手或用钥匙解锁滑动门时，解锁力不应大于 67N；

2 调整滑动门的手动开门力，应使滑动门手动开关自如，解锁后手动开启单扇滑动门的动作力不应大于 133N。

20.4.3 调试就地控制盒时，滑动门的运动状态应符合设计文件要求。

20.4.4 应急门/端头门的调试，应符合下列规定：

- 1 应急门/端头门推杆解锁力或钥匙解锁力不应大于 67N；
- 2 应急门可开启并定位 90°；端头门开启后可向站台侧旋转并定位 90°，且在小于 90°开启后应能自动关闭。

20.4.5 站台屏蔽门安全回路的调试应符合下列规定：

- 1 滑动门和应急门的安全开关应动作可靠；
- 2 中央接口盘、就地控制盘应准确反映站台屏蔽门安全回路状态。

20.4.6 站台屏蔽门安装后每个单元应进行运行试验和功能测试；一侧完整的站台屏蔽门应连续进行 5000 次运行检测，检测期间站台屏蔽门应运行平稳、无运行故障。

20.4.7 站台屏蔽门系统应能实现系统级控制、站台级控制、手动操作控制功能要求。

20.4.8 站台屏蔽门系统调整试验完成后，应与关联专业进行联动调试，并应符合本标准第 33 章的规定。

21 通风与空调

21.1 一般规定

21.1.1 通风空调工程所使用的材料应为不燃材料，并应具有防潮、防腐、防蛀的性能。

21.1.2 所用材料不应应对室内、外环境造成污染。

21.1.3 管道支、吊架及紧固件应采用镀锌件，紧固螺栓应加装止回垫圈或双螺母措施。

21.1.4 金属风管、水管、钢构件及钢连接件均应符合现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49 的规定。

21.1.5 穿越墙体或楼板处应设钢制套管，钢制套管宜与结构钢筋绝缘。穿越洞口间隙应采用不燃材料填塞密实。

21.1.6 混凝土风道内表面水泥砂浆抹面应平整、无裂缝、不渗水、不起灰。

21.1.7 设备交付运营前，应定期做通电运转和机房通风。

21.1.8 通风空调工程施工前，应与各专业确认下列接口内容：

1 应与土建专业确认结构基准线，并核对预留洞口、预埋件的位置、几何尺寸；

2 应与给水排水专业确认给水排水路由及给水、排水点位置；

3 设备安装完毕后，应由电气专业负责设备的动力、控制线缆的连接；

4 根据设计文件要求，应与其他专业系统进行接口核实，并应配合关联系统的调试。

21.2 风管及部件制作

21.2.1 风管制作材料应符合设计文件要求。成品风管进场时应

检查其合格证、强度及严密性检测报告，并应有安装说明书。复合风管应提供产品燃烧等级测试报告。

21.2.2 钢板风管的最小板材厚度应按风管的耐压等级及尺寸选用，并应符合表 21.2.2 的规定。

表 21.2.2 钢板风管最小板材厚度 (mm)

类别 风管直径 D 或长边尺寸 b	圆形风管		矩形风管	
	中、低压系统	高压系统	中、低压系统	高压系统
$D(b) \leq 320$	0.6	0.8	0.5	0.8
$320 < D(b) \leq 450$	0.6	0.8	0.6	0.8
$450 < D(b) \leq 630$	0.8	1.0	0.8	0.8
$630 < D(b) \leq 1000$	0.8	1.0	0.8	1.0
$1000 < D(b) \leq 1250$	1.0	1.2	1.0	1.0
$1250 < D(b) \leq 2000$	1.2	1.2	1.0	1.2
$2000 < D(b) \leq 3000$	按设计文件要求	按设计文件要求	1.2	按设计文件要求

21.2.3 钢板风管的厚度为 1.2mm 及以下时，应采用热镀锌钢板，镀锌层厚度应符合设计文件要求。钢板表面不应有镀锌层脱落、锈蚀及划伤等缺陷。厚度为 1.5mm 及以上时，可采用普通钢板，并应采取防腐措施。

21.2.4 排烟或排风兼排烟风管的钢板厚度设计文件无要求时，宜按高压风管壁厚选取，且不应使用按扣式连接。

21.2.5 钢板风管管段间的连接可采用法兰或无法兰连接形式，其连接形式及使用范围应符合表 21.2.5-1、表 21.2.5-2 的规定。

表 21.2.5-1 矩形风管连接形式及使用范围

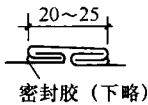
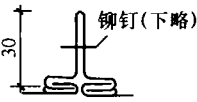
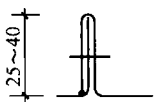
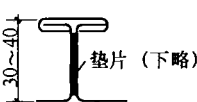
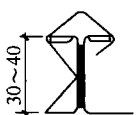
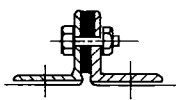
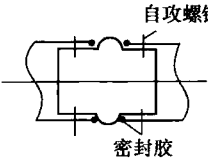
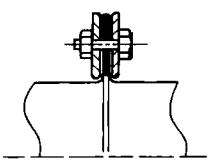
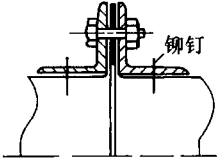
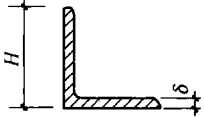
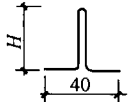
名称	连接形式与密封	附件厚度 (mm)	转角要求	使用范围 长边尺寸 (mm)	刚度 等级
C 型 插条		0.7~0.8	立面插条两端压到两平面各 20mm 左右	低压风管, ≤ 630 中压风管, ≤ 400	G1
立插条		0.8	四角加 90° 平板条固定	低压风管, ≤ 1000 中压风管, ≤ 630	G2
立咬口		0.8	四角加 90° 贴角, 并固定	低压风管, ≤ 1000 中压风管, ≤ 630	G2
薄钢板法兰插条		0.8~1.2	四角加 90° 贴角	低压风管, ≤ 1250 中压风管, ≤ 1000 高压风管, ≤ 800	G3
薄钢板法兰弹簧夹		1.0~1.2	四角加 90° 贴角	低压风管, ≤ 1250 中压风管, ≤ 1000 高压风管, ≤ 800	G3
角钢法兰		L25×3	四角加螺栓	低、中、高压风管, ≤ 630	G3
		L30×4		低、中、高压风管, ≤ 1250	G4
		L40×4		低、中压风管, ≤ 2500 高压风管, ≤ 1600	G5
		L50×5		低、中压风管, ≤ 3000 高压风管, ≤ 2500	G6

表 21.2.5-2 圆形风管连接形式及使用范围

名称	连接形式与密封	附件厚度 (mm)	接口要求	使用范围 直径(mm)	备注
芯管 连接		\geq 风管 板厚	芯管长度 200mm~ 250mm, 插入至根部, 密封胶嵌缝	低压风管, ≤ 1000 中压风管, ≤ 700	直缝圆风管 单节长度 \leq 2000mm
扁钢 法兰		-20×4	翻边 >5 mm, 加密封垫片	低、中、高 压风管, ≤ 140	直缝圆风管 单节长度 \leq 2000mm
		-25×4		低、中、高 压风管, ≤ 280	
角钢 法兰		$L25 \times 3$	翻边 >6 mm, 加密封垫片	低、中、高 压风管, ≤ 500	直缝圆风管 单节长度 \leq 2000mm
		$L30 \times 4$		低压风管, ≤ 1250 中、高压风 管, ≤ 800	两个管段连 接间最大距离 为 1000mm, 对 应的环状加强 筋刚度级为 G3
		$L40 \times 4$		低压风管, ≤ 2000 中、高压风 管, ≤ 1500	两个管段连 接间最大距离 为 1000mm, 对 应的环状加强 筋刚度级为 G4

21.2.6 钢板风管需做环状加固时，矩形风管宜采用角钢、轻钢型材或钢板折叠；圆形风管宜采用角钢。环状加固用加强型钢规格宜按表 21.2.6 选定。

表 21.2.6 环状加固用加强型钢规格

名称	断面	高度 H (mm)	厚度 δ (mm)	刚度等级
角钢		25	3	G2
		30	4	G3
		40	4	G4
		50	5	G5
		60	5	G6
钢板折叠		25	1.2	G1
		30	1.2	G2
		40	1.2	G3
		40	2.0	G4

21.2.7 矩形风管两个管段连接间（或与环形加强筋间）的最大距离应符合表 21.2.7-1、表 21.2.7-2 的规定。

表 21.2.7-1 低、中压矩形风管两个管段连接间的最大距离（mm）

风管长边尺寸		400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000
最小板厚		0.6	0.8			1.0			1.2	
连接或加强筋的刚度等级	G1	3000	1600	—	—	—	—	—	—	—
		3000	—	—	—	—	—	—	—	—
	G2	3000	2000	1600	1200	—	—	—	—	—
		3000	1600	—	—	—	—	—	—	—
	G3	—	2000	1600	1200	1000	—	—	—	—
		—	1600	1200	1000	—	—	—	—	—
	G4	—	—	1600	1200	1000	—	—	—	—
		—	—	1200	1000	800	—	—	—	—
	G5	—	—	—	—	1000	800	800	800	—
		—	—	—	—	800	800	800	600	—
	G6	—	—	—	—	—	800	800	800	800
		—	—	—	—	—	800	800	800	600

注：表中每格内上排为低压风管，下排为中压风管。

表 21.2.7-2 高压矩形风管两个管段连接间的最大距离 (mm)

风管长边尺寸		400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000
最小板厚		1.0					1.2		按设计文件要求	
连接或加强筋的刚度等级	G3	3000	1200	1000	—					
	G4			1200	1000	800	—	—		
	G5				1200	800	800		—	
	G6		—			—	800	800	600	

21.2.8 矩形风管的板面加固应符合下列规定：

1 宽度为 630mm~1250mm 板面时，宜采用钢板预轧横向弧形楞筋或交叉楞线方式加固；

2 宽度为 1600mm~3000mm 板面时，应采用 L40mm×4mm 角钢沿气流方向加固。角钢应置于风管宽度方向的中间或均分位置，其间距应为 800mm~1000mm。

21.2.9 矩形风管的法兰或环状加强筋的边长为 2500mm~3000mm 时，应在法兰或加强筋内部采用 $\phi 10$ mm 圆钢或 20mm×4mm 扁钢作拉撑杆。拉撑杆置于法兰宽度方向的中间或均分位置，其间距应为 1000mm~1250mm。

21.2.10 当制作超出表 21.2.5-1 与 21.2.5-2 所列最大尺寸或耐受 -1000Pa 以上负压的钢板风管时，应符合设计文件要求。如设计文件无要求时，宜使用 1.5mm~2mm 厚钢板。法兰、加强筋使用 L60mm×5mm 或更大规格的角钢，除法兰连接使用螺栓外，应全部采用焊接成型。

21.2.11 矩形风管弯管的制作，一般应采用曲率半径为一个平面边长的内外同心弧形弯管。当采用其他形式的弯管，且平面边长大于 500mm 时，应设置弯管导流片。

21.2.12 复合风管制作应符合设计文件技术要求及相关制造标准的要求。复合风管的覆面及内部材料应为不燃且对人体无害的材料。

21.2.13 复合板材的各复合层间应结合牢固，板材外表面单面

分层、塌凹等缺陷不得大于 6‰。内部绝热材料不应裸露在外。

21.2.14 玻璃纤维氯氧镁水泥风管制作应符合现行行业标准《玻镁风管》JC/T 646 的相关规定。

21.2.15 柔性短风管可采用金属或非金属材料制作。柔性管不应漏风，并应与法兰连接牢固，支撑环的间距应均匀。与设备相连接的柔性短风管应采用非金属材料制作。

21.3 风管及部件安装

21.3.1 金属矩形风管水平安装吊架的规格和间距应符合表 21.3.1 的规定。

表 21.3.1 金属矩形风管水平安装吊架的规格和间距

风管长边尺寸 b (mm)	横担规格	吊杆	吊架最大间距 (mm)
$b \leq 400$	L25×3	φ8	3600
$400 < b \leq 630$	L25×3	φ8	3000
$630 < b \leq 1000$	L30×4	φ8	3000
$1000 < b \leq 1600$	L40×4	φ8	3000
$1600 < b \leq 2000$	L50×5	φ10	3000
$2000 < b \leq 2500$	L60×5	φ12	2500

注：1 长边尺寸 400mm 的风管亦可用 25mm×4mm 扁钢 U 形吊架代替横担和吊杆；

2 长边尺寸 2500mm 的焊接风管其横担和吊杆需进行荷载计算。

21.3.2 金属圆形风管（直缝）水平安装吊架的规格和间距应符合表 21.3.2 的规定。

表 21.3.2 金属圆形风管水平安装吊架规格和间距

风管直径 D (mm)	吊箍规格			吊杆		吊架 最大间距 (mm)
	垂直剖分 环形箍	水平剖分 环形箍	U 形半 圆箍	扁钢 (1 个)	圆钢 (2 个)	
$D \leq 450$	-25×2	--	—	-25×2		3000

续表 21.3.2

风管直径 D (mm)	吊箍规格			吊杆		吊架 最大间距 (mm)
	垂直剖分 环形箍	水平剖分 环形箍	U形半 圆箍	扁钢 (1个)	圆钢 (2个)	
$450 < D \leq 800$	-30×3	—	—	-30×3	—	2500
	—	—	-30×4	—	$\phi 8$	
$800 < D \leq 1000$	—	-30×4	-40×5	—	$\phi 10$	2500
$1000 < D \leq 1500$	—	-30×4	-40×5	—	$\phi 10$	2500
$1500 < D \leq 2000$	—	-40×5	—	—	$\phi 10$	2500

21.3.3 玻璃纤维氯氧镁水泥矩形风管水平安装吊架的规格和间距应符合表 21.3.3 的规定。

表 21.3.3 玻璃纤维氯氧镁水泥矩形风管水平安装吊架的规格和间距

风管长边尺寸 b (mm)	横担规格	吊杆	吊架最大间距 (mm)
$b \leq 400$	L30×4	$\phi 8$	3000
$400 < b \leq 630$	L40×4	$\phi 8$	2500
$630 < b \leq 1000$	L40×4	$\phi 8$	2000
$1000 < b \leq 1250$	L40×5	$\phi 8$	2000
$1250 < b \leq 1600$	L50×5	$\phi 10$	2000
$1600 < b \leq 2000$	L50×6	$\phi 10$	2000

注：上述风管高度不应超过 500mm，如超过时需进行荷载计算。

21.3.4 悬吊的风管与部件应设防止位移的固定支、吊架，两固定点间的距离不宜大于 20m，每个系统不应少于 2 个。

21.3.5 垂直安装的金属风管，支吊架间距不应大于 4m，单根立管至少应有 2 个固定点。

21.3.6 风管支、吊架的形式和规格应满足强度和刚度的要求。对于直径大于 2m 或边长大于 2.5m 的超宽、超重等特殊风管的支、吊架应按设计文件要求执行。

21.3.7 复合风管吊架的横担、吊杆及最大间距应符合现行行业

标准《通风管道技术规程》JGJ/T 141 中的规定。

21.3.8 风管末端的支、吊架距风管端部的距离不应大于400mm。

21.3.9 风管支、吊架采用膨胀螺栓等胀锚方法固定时，应符合产品技术文件的规定。

21.3.10 玻璃纤维氯氧镁水泥风管法兰的连接螺栓两侧应加设大系列镀锌垫圈。

21.3.11 风管法兰垫片的材质，当设计文件无要求时，输送空气或烟气温度高于70℃时，应采用耐热橡胶板或不燃的耐热、防火材料。

21.3.12 风管连接或咬口处用于防止泄漏的密封胶，其适用温度范围应为-20℃~+200℃。

21.3.13 风管通过结构变形缝时，应使用柔性短管连接。柔性短管应符合设计文件要求。如设计文件无要求时，柔性短管长度宜为300mm~400mm，其中心与变形缝中心允许偏差不应大于100mm。

21.3.14 风口安装位置应正确，横平竖直，应与风管接合牢固。位于同一条直线上的风口，其中心与轴线允许偏差不应大于10mm。

21.3.15 风管路上阀门的信号装置、调节机构及执行机构处，应留有操作和维护空间，阀门下部吊顶应设检查口。

21.3.16 防火阀、排烟阀安装前应做检查，安装后应做动作试验，其动作应灵敏可靠，阀板关闭应严密。防火分区隔墙两侧的防火阀，距墙表面不应大于200mm。

21.3.17 组合风阀安装应符合下列规定：

1 在结构墙体上安装时，应设支撑框架；框架表面应平整、尺寸准确、四角方正、横平竖直、焊缝饱满；框架与预埋件焊接应牢固，框架与结构墙体间应填充密封材料；

2 组合风阀与框架及风阀与风阀间连接应牢固可靠、不漏风；

3 组合风阀的执行机构及联动装置动作应可靠，阀板或叶片的开启角度应一致，关闭应严密，并应与输入、输出信号同步。

21.3.18 风管穿过防火、防爆墙体或楼板时，应加设预埋管或防护套管，其钢板厚度不应小于 1.6mm。风管与防护套管之间，应用不燃且对人体无危害的柔性材料封堵。

21.3.19 风管系统安装后，应以主、干管为主进行严密性检验。其低压风管应采用漏光法检测；中压风管应在漏光法检测合格后，对漏风量测试进行抽检；高压风管应进行全数漏风量测试。

21.4 空调水系统

21.4.1 设备安装完毕后应进行管道与设备的连接，其中水泵、制冷机组的接管应采用柔性接口。柔性短管间不得对口连接，其连接的管道处应设置独立支架。

21.4.2 镀锌钢管宜采用螺纹连接。管径大于 100mm 时，宜采用卡箍式、法兰或焊接连接，焊接连接时应对焊缝及热影响区的表面进行防腐处理。

21.4.3 空调冷热水及冷却水系统应在系统冲洗合格后，应经 2h 以上循环试运行，水质合格后方可与制冷机组、空调设备相连通。

21.4.4 管道系统安装完毕，外观检查合格后，应进行水压试验。

21.4.5 阀门安装前应进行检验，并应符合下列规定：

1 安装前阀门外观应无损伤，阀体无锈蚀，阀体的铭牌应符合现行国家标准《工业阀门 标志》GB/T 12220 的规定；

2 工作压力大于 1.0MPa 及安装在主干管上的阀门应进行强度和严密性试验，合格后方可使用；其他阀门可不单独进行试验，宜在系统试压中检验；

3 强度试验时，试验压力应为公称压力的 1.5 倍，持续时间不应小于 5min，阀门的壳体、填料应无渗漏；

4 严密性试验时，试验压力应为公称压力的 1.1 倍；试验压力在试验持续的时间内应保持不变，阀门水压持续时间应符合表 21.4.5 规定，并应以阀瓣密封面无渗漏为合格；

表 21.4.5 阀门水压持续时间

公称直径 DN (mm)	最短试验持续时间 (s)	
	严密性试验	
	金属密封	非金属密封
≤ 50	15	15
65~200	30	15
250~450	60	30
≥ 500	120	60

5 水压试验应以每批（同牌号、同规格、同型号）数量中抽查数不少于 20%，且不应少于 1 个。对于安装在主干管上起切断作用的闭路阀门应全数检查。

21.4.6 金属管道的支、吊架的形式、位置、间距、标高应符合设计文件要求，设计文件无要求时，应符合下列规定：

1 支、吊架的安装应平整牢固，与管道接触紧密；管道与设备连接处，应设独立支、吊架；

2 冷（热）媒水、冷却水系统管道机房内总、干管的支、吊架，应采用承重防晃管架；与设备连接的管道管架宜有减振措施；当水平支管的管架采用单杆吊架时，应在管道起始点、阀门、三通、弯头及每 15m 长度范围内设置承重、防晃支吊架；

3 无热位移的管道吊架，其吊杆应垂直安装；有热位移的管道吊架，其吊杆应向热膨胀或冷收缩的反方向偏移安装；

4 滑动支架的滑动面应清洁、平整，其安装位置应符合设计文件要求，当设计文件无要求时，可从支承面中心向位移反方向偏移 1/2 位移值；

5 补偿器的补偿量和安装位置应符合设计文件及产品技术文件的要求；设有补偿器（膨胀节）的管道，应设置固定支架，

其结构形式和固定位置应符合设计文件要求，导向支架应符合所安装产品技术文件的要求；

6 在结构承载力允许的情况下，水平安装管道支、吊架的最大间距应符合表 21.4.6 的规定。

表 21.4.6 水平安装管道支、吊架的最大间距

公称直径 (mm)		15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300
支、 吊架 最大 间距 (m)	L_1	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	5.0	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5
	L_2	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	6.5	6.5	7.5	7.5	9.0	9.5	10.5
	对大于 300mm 的管道可参考 300mm 管道														

注：1 适用于工作压力不大于 2.0MPa，不保温或保温材料密度不大于 200kg/m³ 的管道系统。

2 L_1 用于保温管道， L_2 用于不保温管道。

21.5 设备 安 装

21.5.1 通风机的叶轮旋转应平稳，停转后不应每次停留在同一位置上。

21.5.2 通风机底座采用减振装置时，其基础顶面宜附设底座水平方向的限位装置，但不应妨碍底座垂直方向的运动。

21.5.3 吊装的管道风机、单体空调器及消声器，宜在预埋钢板上焊接吊杆。如采用膨胀螺栓固定时，每根吊杆顶端应设型钢，并应用两个膨胀螺栓固定型钢。

21.5.4 组合式空气调节机组现场组装后应做漏风量的检测，其漏风量应符合现行国家标准《组合式空调机组》GB/T 14294 的规定。

21.5.5 制冷机本体的安装应符合产品技术标准及现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 的规定。

21.5.6 风道及排风井内安装的制冷设备应符合设计文件及产品技术标准的要求，风道及风井土建条件应满足设备安装要求。

21.5.7 制冷设备及制冷附属设备的混凝土基础应进行质量交接验收，合格后方可安装。

21.5.8 冷却塔的出水口及喷嘴的方向和安装位置应正确，积水盘应严密无渗漏，分水器布水应均匀。冷却塔风机叶片端部与塔体四周的径向间隙应均匀。对于可调整角度的叶片，角度应一致。冷却塔的安裝应符合防火安全的规定。

21.5.9 冷却塔风机、冷却水系统循环试运行不应小于 2h；制冷机组、单元空调机组的试运行，正常试运转不应小于 8h。

21.5.10 单元式空调机组的安装应符合下列规定：

1 分体式空调机组的室外机和风冷整体式空调机组的安装，机组与基础应按照设备技术标准要求进行固定，且固定应牢固；

2 分体式空调机组的室内机的位置应正确，并应保持水平，冷凝水排放应畅通，管道穿墙处应密封；

3 整体式空调机组管道的连接应严密、无渗漏，四周留有的维修空间不应小于设备所要求的空间。

21.5.11 风机盘管机组的安装应符合下列规定：

1 机组安装前宜进行单机三速试运转及水压检漏试验；试验压力为系统工作压力的 1.5 倍，试验观察时间应为 2min，应无渗漏为合格；

2 机组应设独立支、吊架，安装位置、高度及坡度应正确，固定应牢固；

3 机组与风管、回风箱或风口的连接，应严密、可靠。

21.5.12 组合式消声器安装应符合下列规定：

1 每个纵向段的吸声体，其组件竖直方向接口应对齐，且连接应牢固；吸声体两侧外缘垂直度允许偏差应为 3‰；

2 吸声体各纵向段应相互平行，前端外缘应处于与气流方向垂直的同一平面内，且应与中间连接板结合牢固；各段间及与结构侧壁的距离应符合设计文件要求；

3 组合后吸声体的顶部、底部及吸声体邻近侧壁的一边，均应与结构壁面结合牢固，在额定风量下不应出现松动或振颤现象。

21.5.13 电加热器、空气风幕机安装应符合产品技术标准及现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的规定。

21.5.14 车站采暖热源采用锅炉时，锅炉安装应符合现行国家标准《锅炉安装工程施工及验收规范》GB 50273 的规定。

21.6 防腐与绝热

21.6.1 防腐与绝热层施工应符合下列规定：

1 防腐与绝热材料应符合环保及防火等级要求，材料进场后应检验其环保及防火性能；

2 风管系统应进行严密性试验；

3 空调水系统管道水压试验、制冷剂管道系统应进行气密性试验。

21.6.2 风管和管道的绝热层应采用不燃材料，其材质、密度、规格与厚度应符合设计文件要求。

21.6.3 管道阀门、过滤器及法兰部位的绝热层应能够单独拆卸。

21.6.4 普通钢板在制作风管前，宜预涂防锈漆一遍。

21.7 调整试验

21.7.1 通风与空调系统功能测定和调整试验前，正式电源宜接入设备柜或箱的端子上。

21.7.2 通风与空调系统的测定和调整应按下列顺序进行：

1 设备单机试运转；

2 系统无负荷联合试运转；

3 系统带负荷的综合效能试验。

21.7.3 设备单机试运转，应包括通风机、水泵、淋水室或组合

空调器、制冷机及系统中需有动力输入的相关设备。通风机试运行前，风亭、风道及区间隧道应清理干净。

21.7.4 系统无负荷联合试运转应做下列项目的测定与调试：

1 隧道通风系统、局部通风系统和空调送、回风系统：

- 1) 通风机的风量、风压或空调设备余压、转速及噪声的测定；
- 2) 风管、风道及风口的风速和风量分配的调整与测定；
- 3) 站台、站厅、设备与管理用房、区间隧道、隧道消声器及风亭格栅处测点的风速和噪声的测定；
- 4) 在有列车运行的条件下，区间隧道及活塞风泄流风井或活塞风迂回风洞内的风速测定。

2 空调系统、制冷系统和未设空调车站的通风系统：

- 1) 空气处理设备和制冷系统的冷、热媒及工质的压力、温度等各项参数的调整与测定；
- 2) 站台、站厅、设备与管理用房及区间隧道典型测点的温度、相对湿度测定；
- 3) 上一款测定当时的户外气温和相对湿度以及排风温度和相对湿度的测定。

3 事故通风和排烟系统：

- 1) 事故通风用通风机及排烟风机的风量、风压、转速及噪声的测定；
- 2) 事故通风及排烟风管、风道及风口的风速和风量分配的调整与测定；
- 3) 上一款测定运行时，站台、站厅、疏散通道及区间隧道等典型测点的静压、气流方向和流速的测定。

4 地面厅热风采暖系统和设备与管理用房电热采暖运行时房间温度的测定。

5 各设备的就地、距离和远程控制的测定和调整。

6 设计文件规定的其他调试项目。

21.7.5 系统无负荷联合试运转时，应按设计文件规定的运行方

式，适时投入通风空调的各个系统。每个系统内的设备及主要部件的联动应协调，且应运转正常。

21.7.6 空调系统调试过程中，季节气温符合冷源或热源的运行条件时，空调系统应做带冷源或热源的联合试运转。当不符合运行条件时，空调系统可先做不带冷源或热源的试运转。

21.7.7 无负荷联合试运转的时间应符合下列规定：

1 隧道通风系统、局部通风系统、事故通风和排烟系统应连续、稳定运行 6h 以上；

2 空调系统、带制冷剂的制冷系统和采暖系统应连续、稳定运行 8h 以上；

3 带制冷剂的制冷系统如在最低负荷能力条件下，不能连续运行，可缩短试运转时间。

21.7.8 系统带负荷的综合效能试验应在地下铁道试运行期间接近设计文件给定的负荷的条件下进行。

21.7.9 系统带生产负荷的综合效能试验与调整项目，应由建设单位根据工程设计文件要求确定。

21.7.10 通风与空调系统调整试验完成后，应与关联专业系统进行联动调试，并应符合本标准第 33 章的规定。

22 给水与排水

22.1 一般规定

22.1.1 给水排水管道穿越隧道及结构外墙时，应设置防水套管。穿越内部结构时，宜预留孔洞或预埋套管。

22.1.2 管道安装前应清扫管膛。采用承插口铸铁管时，其承口内侧及插口外侧应清理干净。管道安装过程中断或完毕后，敞口处应临时封闭。

22.1.3 管道支（吊）架制作安装应符合下列规定：

1 管道支（吊）架应采用热镀锌件，下料、钻孔时均不应采用火焰切割；

2 支（吊）架热镀锌层厚度不应小于 $80\mu\text{m}$ ；

3 管道支（吊）架位置应正确，间距应符合设计文件要求，如设计文件无要求时，应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

22.1.4 给水排水专业施工前，应与各专业确认下列接口内容：

1 应与土建结构、建筑装修专业确认基准线，并应核对预留洞口、预埋件的位置、几何尺寸；

2 设备安装完毕后，供电专业应将电源及地线接入设备电源柜端子上；

3 地下区间的消防给水干管的布置，当为接触轨供电时，宜设在接触轨的对侧，若需要与接触轨同侧时，则管道与接触轨的最小净距不应小于 50mm；当为架空接触网供电时，可设在隧道的任一侧；

4 应与地面市政管线连接接口；

5 根据设计文件要求，应与其他专业系统进行接口核实，并配合关联系统的调试。

22.1.5 水喷淋应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261 的规定。

22.2 给水管道安装

22.2.1 管道加工应符合下列规定：

1 钢塑管及钢管应采用电动锯切割下料；钢塑管切割完毕后，应修整内缘；

2 钢塑管及钢管切口应垂直钢管中心线。

22.2.2 管道采用法兰连接时应符合下列规定：

1 两法兰面应相互平行；

2 法兰橡胶垫圈放置应平整，其内径不应突入管口内沿，并与外缘相齐；

3 法兰连接螺栓的螺帽应置于法兰同一侧，并应对称、均匀紧固。螺栓露出螺母不应小于 2 倍螺距，突出螺母螺杆的长度不应大于螺杆直径的 1/2。

22.2.3 管道采用丝扣连接时应符合下列规定：

1 钢管套丝螺纹应完整，其断丝或缺丝数量不应大于螺纹全扣数的 10%。钢管丝扣与套管丝扣应一致；安装后，外露丝扣宜为 2 扣~3 扣；

2 钢管丝扣应无裂纹、重皮等缺陷；

3 钢管套管连接应同心，管道应无弯曲。

22.2.4 铸铁管道采用承插口连接时应符合下列规定：

1 对口间隙应为 3mm~5mm；

2 环向间隙应均匀一致，允许偏差应为 -2mm~+3mm；

3 其接缝填料应符合设计文件要求。

22.2.5 管道采用沟槽连接时应符合下列规定：

1 管端至沟槽段的表面应平整、无凹凸、无滚痕；

2 用滚槽机对管材加工成型的沟槽，不应损坏管子的镀锌层、内壁涂层和内衬层；

3 滚槽时，沟槽尺寸应符合表 22.2.5 的规定；

表 22.2.5 沟槽尺寸 (mm)

公称直径 <i>DN</i>	管外径 <i>D_w</i>	最小壁厚 <i>t</i>	管端至沟槽边尺寸 <i>A</i> ^{+0, 0} _{-0, 5}	沟槽宽度 <i>B</i> ^{+0, 5} _{-0, 0}	沟槽深度 <i>C</i> ^{+0, 5} _{0, 0}	沟槽外径 <i>DB_{1B}</i>
65	76	3. 75	14. 5	9. 5	2. 2	71. 6
80	89	4. 0				84. 6
100	108	4. 0	16			103. 6
	114					109. 6
125	133	4. 5				128. 6
	140					135. 6
150	159	4. 5				154. 6
	165					160. 6
	168					163. 6
200	219	6. 0		19	2. 5	214. 0
250	273	6. 5				268. 0
300	325	7. 5	13		5. 5	319. 0
350	377	9. 0		366. 0		
400	426	9. 0		415. 0		
450	480	9. 0		469. 0		

注：表内钢管的公称压力 PN 均不小于 2.5MPa。

4 安装完毕后，卡箍件内缘应全圆周嵌固在沟槽内。

22.2.6 薄壁不锈钢管道卡压连接应符合下列规定：

1 管子插入长度基准值应符合表 22.2.6 的规定；

表 22.2.6 管子插入长度基准值 (mm)

公称直径	10	15	20	25	32	40	50	65
插入长度基准值	18	21	24		39	47	52	64

2 应确认 U 形密封圈已安装在正确的位置上，安装时不应使用润滑油；

3 应将管子垂直插入卡压式管件中，不应歪斜，以免 O 形密封圈割伤或脱落造成漏水。插入后，应确认管子上所画标记线距端部的距离，公称直径 10mm~25mm 时应为 3mm；公称直径 32mm~65mm 时应为 5mm。

22.2.7 管道支座位置应正确，并应与结构固定牢固。

22.2.8 给水管道阀门安装应符合下列规定：

- 1 阀门安装型号、规格、位置、方向应符合设计文件要求；
- 2 阀门、阀件的连接应牢固、紧密，不应有渗漏现象；
- 3 阀门操作机构应灵活、准确。

22.2.9 消火栓安装位置应正确，启闭灵活，关闭应严密，密封填料应完好。

22.3 排水管道安装

22.3.1 重力流硬聚氯乙烯排水管道安装应符合下列规定：

1 管的连接应采用专用胶粘剂进行粘结，粘结前应采用细砂纸将粘结区域内表面打毛，便于增加管道间的粘结力；

2 排水管在垂直方向上需转弯时，应用带清扫口的双 45°弯头进行连接；

3 排出管与立管连接应采用 2 个 45°弯头；

4 排水管道的横管与横管、横管与立管连接，应采用 90°、45°、Y 型三通和四通等管件；卫生器具排水管与排水横管连接时，应采用 45°三通。

22.3.2 硬聚氯乙烯排水管伸缩节安装应符合下列规定：

1 管端插入伸缩节处预留的间隙夏季宜为 5mm~10mm，冬季宜为 15mm~20 mm，其他季节宜为 10mm~15mm；

2 若立管连接件本身具有伸缩功能，可不再设伸缩节；

3 排水支管在楼板下方接入时，伸缩节应设置于水流汇合管件之下；排水支管在楼板上方接入时，伸缩节应设置于水流汇合管件之上；立管上无排水支管时，伸缩节可按伸缩节设计文件给定的间距置于楼层任何部位；污水横支管超过 2m 时，应设置

伸缩节，水平管道伸缩节间距不应大于 4m，立管层高小于 4m 每两层应设置一个，大于 4m 每层应设置一个；横管上设置伸缩节应设于水流汇合管件的上游端；

4 当层高小于或等于 4m 时污水管应每层设一伸缩节，当层高大于 4m 时应根据管道设计文件给定的伸缩量和伸缩节最大允许伸缩量确定，伸缩节插口应顺水流方向。

22.3.3 穿越楼板及不同防火分区的硬聚氯乙烯排水管应按设计文件要求设置阻火圈。

22.3.4 压力排水管宜采用热镀锌钢管或钢塑复合管；虹吸压力流排水管宜采用承压塑料管或不锈钢管，管道连接方式及安装应符合设计文件要求。

22.4 设备安装

22.4.1 水泵安装应符合下列规定：

- 1 基础的尺寸、位置、标高、强度应符合设计文件要求；
- 2 地脚螺栓埋设位置应正确，安装应牢固；
- 3 水泵底座与基座接触应严密；
- 4 水泵的管口与管道连接应严密，无渗漏水现象。

22.4.2 卫生器具的安装应符合下列规定：

- 1 卫生器具安装时应固定牢固；
- 2 卫生器具及给水配件安装高度应符合设计文件要求；
- 3 排水栓和地漏的安装应平正、牢固，应低于排水表面，周边应无渗漏；地漏水封高度不应小于 50mm；

4 卫生器具的支、托架应防腐良好，安装应平整、牢固，与器具接触应紧密、平稳；

5 给水配件应完好无损伤，接口应严密，启闭部分应灵活。

22.4.3 消火栓安装应符合下列规定：

1 水龙带应根据消火栓箱结构挂放在箱内的挂钉、托盘或支架上；

- 2 栓口应朝外，并不应安装在门轴侧；
- 3 栓口中心距地面应为 1.1m，允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ ；
- 4 阀门中心距箱侧面 140mm，距箱后内表面应为 100mm，允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 5 消火栓箱体安装的垂直度允许偏差应为 3mm。

22.5 接地与杂散电流

22.5.1 给水排水管道及附件应按设计文件要求进行防腐、保温和防杂散电流的绝缘处理。

22.5.2 在管道进入车站处、管道穿越结构处、支管与干管连接处、管道穿越轨道的两端、新旧管道及不同材质管道的连接处和直线管路上一定距离处，应加防杂散电流的绝缘法兰接头。

22.5.3 管道与结构相接触或相通处均应采用绝缘措施，管道与支架之间应加绝缘垫、橡胶圈等，防止杂散电流通过管道对主体结构钢筋的腐蚀。

22.5.4 金属给水排水管道应按设计文件要求用电线（缆）和接地母排相连。

22.6 调整试验

22.6.1 管道试压前应进行检查，并应符合下列规定：

- 1 仪表应灵敏；
- 2 临时供水及排水管路应畅通；
- 3 管道高点应设置排气孔；
- 4 支座、接口应牢固，必要的管段应进行临时加固；
- 5 铸铁管在灌水后宜先加压到 0.2MPa~0.3MPa 压力，并浸泡 24h。

22.6.2 给水管道的的水压试验应符合下列规定：

- 1 试验压力应符合设计文件要求；当设计文件未注明时，各种材质的给水管道系统试验压力均应为工作压力的 1.5 倍，但

不应小于 0.6MPa；

2 金属及复合管给水管道水压试验压力下观测 10min，压力降不应超过 0.02MPa，然后降到工作压力进行检查，不应渗漏；塑料管给水系统应在试验压力下稳压 1h，压力降不应超过 0.05MPa，然后在工作压力的 1.15 倍状态下稳压 2h，压力降不应超过 0.03MPa，同时检查各连接处应无渗漏；

3 水压试验之前，管道应固定牢固，接头应明露；支管不宜连通卫生器具配水件；

4 加压宜用手压泵，泵和测量压力的压力表应装设在管道系统的底部最低点，压力表精度不应低于 1.5 级，量程宜为试压值的 1.5 倍~2 倍。

22.6.3 给水系统试压合格后应进行冲洗，输送饮用水的管道还应消毒，消毒后的管道其通水水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定。

22.6.4 无压排水系统安装完毕后应做灌水试验，向系统内灌水 15min 后，再灌满延续 5min，液面不应下降，管道及接口应无渗漏；其灌水高度不应低于底层卫生器具的上边缘。

22.6.5 水泵试运转应符合下列规定：

1 检查轴承，注入润滑油；手动盘车观察，轴转动应灵活且无卡阻和异常声响，各固定连接部位应无松动；

2 离心泵应灌满水方可启动，不应在出口阀门全闭的情况下运转时间过长；

3 水泵带负荷连续运转不应小于 2h；

4 仪表指示应正确，水泵填料处滴水应正常；

5 各密封部位应无渗漏水现象；

6 滑动轴承的温度不应高于 70℃，滚动轴承温度不应高于 80℃，特殊轴承温度应符合设备技术文件的规定；

7 电动机工作电流不应超过额定值；

8 安全保护装置应灵敏、可靠；

9 自动或手动方式启动消防水泵时，消防水泵应在 30s 内

投入正常运行；

10 备用电源切换启动或备用泵切换启动消防水泵时，消防水泵应在 30s 内投入正常运行；

11 排水泵水位控制器应调整到设计文件要求的水位高度，并应反应灵敏。

23 供 电

23.1 一 般 规 定

23.1.1 应对设备基础及所内、区间电缆孔洞、综合接地端子的位置、数量、尺寸进行检查确认，并办理移交手续。接地电阻值应符合设计文件要求，应有具有资质单位提供的接地电阻值测试报告。基础预埋件制作及安装应检查验收合格后，才能安装电气设备。

23.1.2 电气设备及器材运输通道，应符合下列规定：

- 1 车站和区间隧道内走行轨应铺设完毕；
- 2 车辆基地应能进出重载运输车。

23.1.3 杂散电流采用排流防护时，高中压柜、低压柜、直流开关柜、整流器柜、电源柜等设备的基础型钢和变电所的接地装置应按设计文件要求，并应与结构钢筋隔离，柜体的非带电金属部分应接地。

23.1.4 同一电气设备的工作接地线和保护地线应分别设置，并应直接与接地体可靠连接，不得与接地体连接之前并联连接。

23.1.5 在所有配电装置中安装或连接的母线及高低压电缆终端接线，均应满足相应电压等级下带电体最小安全净距要求，且应绝缘良好。

23.1.6 主变电所及其高压交流配电装置的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》GB 50147、《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GB 50148、《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB 50149、《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168、《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171、《电气装置安装工程 蓄电

池施工及验收规范》GB 50172、《电气装置安装工程 电力变流设备施工及验收规范》GB 50255、《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254 的规定。

23.1.7 400V 低压动力照明系统的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定。

23.1.8 供电工程施工，应与各专业确认下列接口内容：

1 应与土建结构、轨道、人防门专业确认基准线，并核对预留沟、槽、管、洞和引出端子的位置和几何尺寸等，不符合要求时应进行处理；

2 应与建筑装修专业确认装饰标高线、预留洞口，偏差超过要求时应进行处理；

3 变电所受电启动前，综合接地网应完成接地电阻测试，测试结果应符合设计文件要求并提供试验报告；通信专业应提供临时调度电话；

4 接触网、接触轨、电缆敷设施工前，轨道专业应完成短轨铺设，接触网、接触轨精调前轨道专业应完成轨道精调；

5 电力监控系统调试前，通信专业应进行通道测试并合格；

6 根据设计文件要求，应与其他专业系统进行接口核实，并配合关联系统的调试。

23.2 变 电 所

23.2.1 外部电源方案分为集中式供电、分散式供电和混合式供电，中压网络的电压等级主要为 35kV、20kV、10kV。

I 干式变压器

23.2.2 干式变压器包括整流变压器、配电变压器和接地变压器，运输、装卸及安装过程中倾斜角不应大于 30°。

23.2.3 变压器高、低压侧单芯电源电缆安装时应防止产生涡

流，单芯电缆固定卡子应使用非导磁材料制作，并应满足电气绝缘距离要求。

23.2.4 整流变压器运输、安装前，应对安装处所及组别进行核对。

23.2.5 配电变压器与 400V 低压配电装置在同一列安装时，接口宜采用母线侧出方式，并通过软母线过渡连接。

II 中压交流配电装置

23.2.6 中压交流配电装置设备基础预埋件顶面宜高于装修层地平面 1mm~3mm。

23.2.7 中压开关柜接地母线应从成列柜的两端分别做接地连线与接地干线连接。

23.2.8 中压开关柜母线连接端头采用镀银工艺时，不应使用钢锉或砂纸打磨。

23.2.9 35kV GIS 开关柜补充气体时，其气源应符合现行国家标准《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》GB/T 8905 的规定。

23.2.10 10kV AIS 开关柜柜体与断路器应分别安装，柜体安装完毕后，方可进行断路器安装。

23.2.11 电缆通过穿芯电流互感器时，地线连接位置应在互感器外侧。

23.2.12 盘、柜等设备的二次回路接线除应符合现行国家标准《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171 的规定及产品的技术要求外，尚应符合下列规定：

1 二次回路接线可采用线把或线槽形式布线，备用芯线应散开并在盘顶预留；

2 每个接线端子的每侧接线宜为 1 根，不得超过 2 根。插接式端子排，不同截面的两根导线不得接在同一端子上；螺栓连接端子，当接两根导线时，导线之间应加平垫片。

Ⅲ 直流牵引设备

23.2.13 直流牵引设备包括直流开关柜、整流器柜、再生制动能量吸收装置等，每间设备房屋内设备基础预埋件应符合本标准第 23.2.6 条的规定。

23.2.14 手车式设备在开关柜搬运时应从开关柜内取出，不应与开关柜同体搬运或安装。

23.2.15 变电所直流牵引设备绝缘安装时，应符合下列规定：

- 1 绝缘板露出柜体框架周边的距离不应小于 10mm；
- 2 整体框架对地绝缘电阻值应符合产品技术文件要求。

23.2.16 电缆的铠装层、屏蔽层、N 线、PE 线均不得与直流设备框架连接。

Ⅳ 400V 低压配电装置

23.2.17 400V 低压配电装置设备基础预埋件应符合本标准第 23.2.6 条的规定。

23.2.18 对于采用母线桥连接的低压配电装置，连接前应进行母线桥绝缘测试并合格，连接相序应正确。

23.2.19 400V 低压配电装置安装应符合产品技术文件要求和现行国家标准《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254 的规定。

23.2.20 400V 低压配电装置与配电变压器连接应符合本标准第 23.2.5 条的规定。

Ⅴ 其他配电装置

23.2.21 交直流屏蓄电池的安装、充放电应符合现行国家标准《电气装置安装工程 蓄电池施工及验收规范》GB 50172 的规定及产品说明书的要求。

23.2.22 变电所综合自动化系统盘的安装应符合现行国家标准《城市轨道交通综合监控工程施工与质量验收规范》GB/T

50732 的规定。

23.2.23 钢轨电位限制装置的柜体、接地回路应分别与接地干线、接地母排可靠连接。

23.2.24 盘、柜等设备的安装及二次回路接线应符合本标准第 23.2.12 条的规定。

VI 变电所受电启动

23.2.25 变电所受电启动应具备下列条件：

1 外部供电电源已经落实；

2 变电所开通送电方案已得到主管部门批准，供电各相关专业均已得到有关送电的通知，且已经达到受电的条件；有关送电范围和日期的公告已发布；

3 有关图纸、资料、继电保护整定书应齐全，有关的试验报告和继电保护整定报告应齐全；

4 电力调度电话已开通使用，通信线路应可靠且通话清晰，并应具有录音功能；

5 所有启动设备的编号与调度台编号应一致，且齐全、正确、清楚；

6 与变电所相关的建筑工程施工已完成；

7 变电所内部所有设备及电缆线路绝缘检查合格，交、直流系统一次回路接线正确，馈出线电缆方向及相序正确，绝缘良好。

23.2.26 变电所受电启动时，变压器、环网电缆线路应进行 3 次全电压空载合闸冲击试验，并应模拟保护回路动作跳闸。

23.2.27 变电所受电启动后应严格执行值班制度进行值守。

23.2.28 变电所受电启动后应空载运行 24h，方可向接触网和动力照明线路送电。

23.3 牵引网

I 接触轨

23.3.1 接触轨及附件吊运后应进行外观检查，接触轨、绝缘支撑装置、防护罩等无变形和损伤。

23.3.2 接触轨的绝缘支撑装置安装应符合下列规定：

1 安装应平正，位置应符合设计文件要求，固定应牢固，螺栓紧固力矩应符合设计文件要求和产品说明书要求；

2 绝缘支撑装置在垂直线路的水平方向和垂直方向的调节孔宜居中安装，调节范围应符合设计文件要求。

23.3.3 接触轨安装应符合下列规定：

1 直线段应平直，曲线段应圆顺、无硬弯；安装水平位置及轨面高度符合设计文件要求；

2 接触轨中心至相邻走行轨轨头内缘的水平距离、接触轨顶面与相邻走行轨顶面的高差应符合设计文件要求；

3 接触轨端部弯头的安装位置、坡度应符合设计文件要求；弯头在绝缘支撑处应伸缩自由，伸缩范围应符合设计文件要求；

4 中间接头与接触轨的接触面应清洁，并应涂电力复合脂；中间接头与轨腹应连接密贴，紧固件安装应齐全，紧固力矩应符合设计文件要求；接触轨接头处受流面连接应平顺，不得有高差；中间接头端面距相邻的绝缘支撑的距离应符合设计文件要求；

5 中心锚结安装位置应符合设计文件要求，中心锚结的安装应与膨胀接头的间隙设置保持一致；

6 膨胀接头装设位置及安装间隙应符合设计文件要求；

7 接触轨设置长度、支撑间距、断电区的布置应符合设计文件要求。

23.3.4 接触轨调整应符合下列规定：

1 接头连接处应平滑，不得有高差；

2 端部弯头、侧面弯头的安装应符合设计文件要求；

3 防护罩及其托架不应超出接触轨限界；

4 隧道内直流开关柜（箱）及跨越隧道顶部的电缆安装应牢固，且不应侵入设备限界。

23.3.5 防护罩的安装应牢固、平直，安装后应连续无空隙，搭接应紧密；防护罩及其托架，不应侵入设备限界。

23.3.6 电连接的安装应符合下列规定：

1 电连接的安装位置应符合设计文件要求，电连接长度应计入温度变化时产生的偏移量；

2 电缆接线板的设置位置及其与相邻绝缘支撑装置的距离应符合设计文件要求；

3 电缆在电缆接线板上固定时应按设计文件要求采取铜铝过渡连接；

4 电连接所有安装接触面均应清洁，并应涂抹电力复合脂；

5 电连接安装应牢固可靠，电缆应排列整齐，标志牌应字迹清晰，挂装应牢固。

II 刚性架空接触网

23.3.7 刚性架空接触网悬挂点测设应符合设计文件要求，跨距允许调整值应为 $-500\text{mm}\sim 500\text{mm}$ ，道岔、关节处允许调整值应为 $-200\text{mm}\sim 200\text{mm}$ ；调整后的跨距不应大于设计文件规定的最大允许值，并应符合相邻跨距比的设计文件要求。

23.3.8 隧道内锚栓施工应符合下列规定：

1 锚栓的类型、规格、埋设位置、埋设深度应符合设计文件要求，锚栓螺纹及镀锌层应完好；

2 锚栓安装应严格按产品安装技术要求施工，安装前应复测孔位、孔径和孔深，并将锚栓孔清理干净；

3 锚栓锚固后应进行拉拔试验，抗拔力不应小于设计文件规定值。

23.3.9 支持装置安装应符合下列规定：

1 支持装置型号应符合设计文件要求，安装应平整、稳固，紧固件应齐全，紧固力矩值应符合设计文件要求；

2 支持装置应保证接触线工作面正确和汇流排能自由伸缩、不卡滞，并应留有拉出值、接触线高度调节余量。

23.3.10 汇流排安装应符合下列规定：

1 锚段长度应符合设计文件要求，汇流排终端至相邻悬挂点的距离应符合设计文件要求；

2 膨胀元件安装位置和补偿间隙应符合设计文件要求；膨胀元件安装应严格按产品安装技术要求施工，膨胀元件与汇流排连接应呈直线状态，膨胀元件不应受外力弯曲；

3 汇流排中轴线应垂直于轨平面，偏斜不应大于 1° ；

4 汇流排间连接的接触面应清洁，汇流排连接端缝平均宽度不应大于1mm，紧固件应齐全，螺栓紧固力矩值应符合产品安装要求；

5 汇流排接头和汇流排上安装的零部件距邻近悬挂点汇流排线夹边缘的距离应符合设计文件要求，应保证汇流排能自由伸缩、不卡滞。

23.3.11 接触线应可靠嵌入汇流排内，在锚段内应无接头。接触线在汇流排终端外宜留有余长100mm~150mm，汇流排终端紧固螺栓应锁紧，紧固力矩值应符合产品技术文件要求。

23.3.12 刚性接触悬挂安装应符合下列规定：

1 接触线安装高度的施工允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ，相邻悬挂点间接触线安装高度的高差不应大于所在跨距值的0.5‰，设计文件给定的变坡段不应超过1‰；

2 接触线拉出值的布置应符合设计文件要求；

3 锚段关节处，两支接触线在关节中间悬挂点处应等高，转换悬挂点处非工作支不应低于工作支，且宜高出1mm~3mm；

4 道岔处，在受电弓同时接触两支接触线范围内两支接触线应等高；

5 中心锚结形式、安装位置应符合设计文件要求，底座

处于汇流排中心线的正上方，底座中心线偏离汇流排中心线不应大于 30mm；两侧拉线应受力均匀，与汇流排的夹角宜为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ；

6 关节式刚柔过渡处，刚性悬挂接触线应比相邻柔性接触线抬高 30mm~50mm，以使受电弓双向平滑过渡。贯通式刚柔过渡元件安装应符合设计文件和产品技术文件要求。

23.3.13 电连接线安装的位置及截面应符合设计文件要求，应连接牢固，并应预留温差所需的位移长度。

III 柔性架空接触网

23.3.14 设备、器材安装前应进行外观检查，并应符合下列规定：

1 钢筋混凝土支柱表面应平整、无露筋；

2 钢柱应无弯曲、扭转现象，焊接处应无裂纹，表面防锈漆或镀锌层应完整；

3 金属配件表面应光洁、无裂纹，线夹与线索的接触面应光滑、平整，镀锌件镀层应均匀；

4 电分段绝缘器配件应齐全，绝缘器本体表面应光洁、无裂纹，与受电弓接触的接触面应平整；

5 隔离开关绝缘瓷柱应光洁、无裂纹；

6 避雷器瓷釉应光洁、无裂纹，内部元件应无松动；

7 绝缘子铁件与瓷件的胶装部位，不应开裂或松动。瓷釉表面应光洁，应无裂纹、缺釉、斑点、烧伤和气泡等缺陷。

23.3.15 隧道外接触网支柱、隧道内悬挂点的安装位置应符合设计文件要求。隧道外接触网支柱跨距允许调整值应为 $-2\text{m} \sim +1\text{m}$ ，道岔定位应符合设计文件要求。隧道内悬挂点跨距允许调整值应为 $\pm 0.5\text{m}$ ，调整后的跨距不应大于设计文件给定的最大允许值。

23.3.16 接触网基础施工应符合下列规定：

1 基础浇筑宜采用商品混凝土，现场搅拌混凝土应采用混

混凝土搅拌机，混凝土强度等级应符合设计文件要求；

2 基础应连续浇筑成型；在同条件养护下，混凝土试块的抗压强度不应小于设计文件给定值；

3 腕臂柱基础的中心线应与线路中心线垂直；同一组软、硬横跨两基础中心连线应垂直于正线；

4 线路两侧和线路中间的基础顶面高程应符合设计文件要求；

5 同组硬横跨的基础面标高应相等，当位于不同地形、地貌时应按设计文件要求施工；同组硬横跨两基础间距应符合硬横梁跨长的要求，且每个基础的位置应符合侧面限界要求。

23.3.17 隧道内锚栓施工应符合本标准第 23.3.8 条的规定。

23.3.18 支柱安装应符合下列规定：

1 支柱安装应符合设计文件要求；

2 锚柱拉线宜设在锚支的延长线上，当受地形限制时，应按设计文件要求施工。拉线与地面的夹角宜为 45° ，特殊困难地形应符合设计文件要求。

23.3.19 隧道外支持结构安装应符合下列规定：

1 支柱装配应符合下列规定：

1) 支持部件底座应与支柱密贴、平整；

2) 腕臂安装应满足承力索及接触线悬挂高度、悬挂位置及结构高度的要求；

3) 链形悬挂的腕臂在平均温度时应垂直于线路中心线，温度变化时腕臂顺线路方向偏移量应符合设计文件要求；

4) 简单悬挂的腕臂宜水平安装，在平均温度时应垂直于线路中心；温度变化时腕臂顺线路方向偏移量应符合设计文件要求；

5) 腕臂上各部件应处在同一垂直平面内（不包括定位装置），铰接处转动应灵活。

2 硬横跨钢梁与支柱、各梁段间连接应牢固可靠，并垂直

线路中心线，安装高度应符合设计文件要求，连接螺栓紧固力矩值应符合设计文件要求。硬横跨钢梁呈水平状态，承载前、后的预拱度应符合设计文件要求。

3 软横跨及硬横跨安装应符合下列规定：

- 1) 横向承力索和上、下部固定索的底座安装位置、安装高度应符合设计文件要求；固定索应平直，可有轻微负弛度；
- 2) 横向承力索和上、下部固定索不得有接头，其电分段绝缘子宜在同一垂直平面内；股道间横向电分段绝缘子应位于股道中心。

4 定位装置应保证接触线拉出值及工作面正确。在平均温度时，定位器应垂直于线路中心线；当温度变化时，顺线路方向的偏移量应与接触导线在该点的伸缩量相一致，其偏角不得大于 18° 。

23.3.20 隧道内支持结构安装应符合下列规定：

- 1 底座安装应牢固、平整，位置应正确，连接螺栓紧固力矩值应符合设计文件要求；
- 2 弹性支撑应调整在规定的范围内，其下垂角度不得超过 35° ，底座定位臂的长度应符合设计文件要求；
- 3 腕臂、定位装置安装应符合本标准第 23.3.19 条的规定。

23.3.21 承力索、接触线、馈电线、架空地线架设应符合下列规定：

- 1 正线承力索、接触线宜按锚段长度配盘，应对号架设安装；
- 2 站场正线及重要线路接触线的工作支应位于下方，侧线及次要线的接触线工作支应在上方，承力索交叉位置与接触线应相同；
- 3 接触线、承力索的架设张力应符合设计文件要求，同一锚段的双支承力索或接触线张力应相同；
- 4 架空地线及馈电线的弛度应符合安装曲线规定。

23.3.22 补偿装置安装应符合下列规定：

1 轮间补偿绳排列位置及长度应符合设计文件要求，滑轮转动应灵活；

2 坠砣高度与弹簧终端的拉出值，应符合安装曲线的规定；

3 补偿终端的断线自动制动装置应可靠，其制动块与棘轮齿间的距离应符合产品技术要求；

4 坠砣应完整，坠串排列应整齐，其缺口应相互错开 180° ；

5 补偿绳不应有接头、松股、断股等缺陷。

23.3.23 接触悬挂安装应符合下列规定：

1 吊弦安装应符合下列规定：

1) 整体吊弦的长度应计算确定，并应无散股、断股；

2) 链形悬挂的吊弦应顺线路垂直安装，吊弦间距应符合设计文件要求。

2 吊索安装应以吊索座为中心，两侧平分，两端应受力均匀。吊索座受力方向应正确，直线区段吊索线夹应端正、牢固，曲线地段吊索线夹应垂直于接触线工作面。

3 中心锚结安装位置应符合设计文件规定，中心锚结线夹两端辅助绳长度与张力应相等，接触线中心锚结线夹处接触线高度应比相邻吊弦高 $20\text{mm}\sim 60\text{mm}$ 。

4 接触线调整应符合下列规定：

1) 接触线拉出值应符合设计文件要求，其导线相对于受电弓中心偏移值不应大于设计文件规定的最大值；

2) 承力索与接触导线的“之”字值应调整在同一垂直平面内；

3) 悬挂点处接触线距轨面的高度应符合设计文件要求；

4) 接触线工作面及各种线夹应端正；

5) 弹性简单悬挂同一吊索两吊索线夹处接触线距轨面的高度应相同；

6) 绝缘锚段关节内链型悬挂两接触线间接触悬挂应符合

设计文件要求，两中心转换柱跨中间两接触线应相同；

- 7) 非绝缘锚段关节转换支柱处，两接触线间垂直、水平距离应符合设计文件要求，两转换柱跨中间两接触线应等高。

5 线岔安装应符合下列规定：

- 1) 在平均温度时，线岔的中点应位于接触线的交叉点，接触线在线岔里应能随温度变化而自由纵向移动；
- 2) 静态时，交叉点处上、下方接触线的间隙宜为 1mm～3mm；
- 3) 线岔始触区不应安装线夹。

23.3.24 接触网电连接线安装的位置及截面应符合设计文件要求，连接应牢固，并应预留温度变化的位移长度。

23.3.25 接触网带电部分和接地体之间的最小净距应符合表 23.3.25 的规定。

表 23.3.25 接触网带电部分和接地体之间的最小净距 (mm)

标称电压	静态	动态	绝对最小动态
DC750V	50	25	25
DC1500V	150	100	60

23.3.26 架空接触网与树枝间的距离，跨越架空接触网的供电线路距承力索的距离应符合设计文件要求。

IV 均流、回流电缆和设备安装

23.3.27 均流电缆、回流电缆的规格、型号、位置及连接方式应符合设计文件要求，电缆应连接牢靠、导通良好。均流电缆、回流电缆不得与信号轨相连。

23.3.28 隔离开关安装应符合下列规定：

- 1 隔离开关瓷柱应直立并相互平行；
- 2 传动杆与开关本体、操作机构保持顺直，手动操作机构安装距地面高度宜为 1.1m～1.2m；

3 设有接地装置的开关主刀闸与接地刀闸的机械闭锁应正确可靠。

23.3.29 隔离开关柜安装应符合下列规定：

- 1 柜体与基础连接应牢固，柜门锁闭应可靠；
- 2 电源开关主刀与接地刀的闭锁应正确可靠，动作灵活。

23.3.30 电分段绝缘器安装应符合下列规定：

- 1 底平面应与轨道平面平行；中心线应与轨道中心线重合；
- 2 安装后应保持锚段原有张力；
- 3 电分段绝缘器导流板与接触线连接处应平滑、不碰弓，绝缘器的连接螺栓应紧密。

23.3.31 静调电源柜安装应符合下列规定：

- 1 多台静调电源柜成列安装时，应排列整齐；
- 2 进线电缆与馈线电缆除悬挂电缆标志牌外，尚应有明显的区分标志；
- 3 静调电源柜的插座引出的电缆和电缆盘的安装应符合设计文件要求。

23.3.32 避雷器支架安装应牢固，水平端正，避雷器顶部承受导线的水平拉力不应大于 98N。

23.4 电 缆 线 路

23.4.1 电缆敷设时环境温度及弯曲半径应符合现行国家标准《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的规定。

I 电 缆 敷 设 准 备

23.4.2 电缆支架、桥架、支持装置、电缆预埋管的敷设、安装、支吊跨距应符合设计和标准的要求，并应符合产品标准要求。安装位置应正确，连接应可靠，固定应牢固。

23.4.3 金属电缆桥架及其支架和引入、引出的金属电缆导管应接地（PE）、接零（PEN）可靠，且应符合下列规定：

1 金属电缆桥架及其支架全长不应少于 2 处与接地 (PE) 或接零 (PEN) 干线相连接;

2 非镀锌电缆桥架间连接板的两端跨接铜芯接地线, 接地线最小允许截面积不应小于 4mm^2 ;

3 镀锌电缆桥架间连接板的两端不应跨接接地线。但连接板两端应有 2 个以上有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

23.4.4 直线段钢制电缆桥架长度超过 30m、铝合金或玻璃钢制电缆桥架长度超过 15m 时应设有伸缩节; 电缆桥架跨越建筑物变形缝处应设置补偿装置。

23.4.5 敷设在竖井内和穿越不同防火区的桥架, 应按设计文件要求位置设置防火隔堵措施。

23.4.6 环网电缆应按照中间头数量最少原则配盘。

23.4.7 电缆敷设及中间、终端头制作应符合现行国家标准《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的规定。

23.4.8 引出地面的电缆保护管应满足电缆敷设要求, 管口高度应一致。

II 中压系统电缆

23.4.9 地面线路电缆明敷时, 宜采取罩盖防晒保护措施。

23.4.10 环网电缆敷设时, 终端头、中间头处预留长度宜满足再次接头要求。

23.4.11 交流单芯电缆不得单独穿入钢管内。若确需穿入, 应对钢管全长轴向切割开缝。

23.4.12 电缆头制作应符合下列规定:

1 中压系统各类电缆头应使用预制型电缆附件制作;

2 中压电缆中间接头不宜设在车站站台板下;

3 在电缆中间接头处, 其电缆铠装、金属屏蔽层应各自有良好的电气连接并相互绝缘; 在电缆终端头处, 电缆铠装、金属屏蔽层应分别用接地线在两端引出, 接地位置及方式应符合设计文件要求。

III 直流系统电缆

23.4.13 电缆井及电缆保护管预埋应符合下列规定：

1 金属保护管内外壁应做防腐处理；埋设于混凝土内的导管内壁应做防腐处理，外壁可不做防腐处理；

2 直埋于地下或楼板内的刚性绝缘保护管，在穿出地面或楼板时应采取保护措施；

3 所有沟口、洞口、电缆进出口应用防火材料进行封堵。

23.4.14 金属铠装直流电缆的铠装层应采用单端接地方式，接地点宜选择在电源侧电缆夹层桥支架上，不应与直流设备框架相接触。

23.4.15 直流馈线电缆上网点铜铝材质连接时，应采用铜铝过渡的措施。

IV 低压电缆电线与控制电缆

23.4.16 低压电缆及控制电缆终端头可采用预制电缆头套、干包、绝缘自粘胶带绕包工艺制作，接头应有防潮措施。

23.4.17 电缆在支架或桥架上不宜交叉，应排列整齐，绑扎牢固。排列层次应符合设计文件要求。

23.4.18 同一回路的所有相线及中性线，应敷设在同一金属槽内或穿于同一金属导管内，导线在金属槽盒内不应有接头。

23.5 防雷及接地装置

I 综合接地网

23.5.1 区间、车站综合接地网安装完成后，应进行接地电阻测试，接地电阻值应小于 1Ω 。

23.5.2 接地体（线）为铜与铜或铜与钢的连接采用热剂焊（放热焊接）时，其熔接接头应符合下列规定：

1 被连接的导体应完全包在接头里；

- 2 应保证连接部位的金属完全熔化，连接应牢固；
- 3 热剂焊接头的表面应平滑；
- 4 热剂焊的接头应无贯穿性的气孔。

23.5.3 高土壤电阻率地区采用化学方法降低土壤电阻率时，应按产品技术文件的规定施工。

II 变 电 所

23.5.4 变电所接地干线的安装应符合下列规定：

1 接地干线穿越墙板或楼板时，应加非磁性套管保护，两端应严密封堵；

2 接地线沿变电所室内建筑墙壁水平敷设时，距地面高度宜为 250mm~350mm，距墙面宜为 20mm~25mm；

3 当遇到门洞时，应暗敷在地面装修层内；

4 接地线跨越建筑物变形缝时，接地扁钢（铜）宜采用弯曲半径为 100mm 的半圆环形式补偿。

23.5.5 变电所接地干线明敷部分，在导体的全长度或具体明示段的表面，应涂 20mm~100mm 宽度相等的绿色和黄色相间的条纹标识。中性线宜涂淡蓝色标识，主接地铜排应符合设计文件要求。当设计文件未做具体规定时，除主接地铜排外，其他部分的接地干线宜刷黑色油漆。

23.5.6 变电所及沿线所有电气设备的外壳应与结构钢筋及接地做绝缘处理。

23.5.7 开关柜内装设的避雷器接地应符合设计文件要求或产品的技术规定，柜体应有可靠的接地线连接至室内主接地干线上。

III 接 触 网

23.5.8 区间由变电所引入隧道的接地干线，宜采用接地扁钢，接地线在变形缝处应做补偿处理。引入时应设置防水套管，并应做绝缘处理，封堵应严密。

23.5.9 架空接触网接地装置安装应符合下列规定：

1 沿支柱敷设的接地线应紧贴杆身、规整，并应与支柱固定牢固；

2 钢柱和接地线的连接处，宜露在基础外面；

3 隧道内接地线应与隧道壁密贴并固定牢固；

4 接地跳线或接地电缆敷设应线夹端正，布线应美观。

23.5.10 避雷器的接地极距通信电缆不应小于 3m，在受地形限制时，应加绝缘保护，且最小距离不应小于 1m。接地引线与通信电缆无法避免交叉时，交叉垂直距离不应小于 0.5m，交叉角度应为 90°。

23.5.11 线路上装设的避雷器可通过桥墩内钢筋接地，设置放电间隙应与接地极接地。

23.6 杂散电流监测及防护

I 杂散电流监测

23.6.1 杂散电流监测装置安装应符合下列规定：

1 参比电极规格型号、安装位置和方式应符合设计文件要求，外观应完好、无裂缝；

2 参比电极端子、测试端子、传感器及转接器连接的通信电缆等应设置保护管与接线盒，并应连接可靠；

3 传感器装置安装地点和安装方式应符合设计文件要求，并应牢固可靠，不应侵入设备限界；

4 监测室的屏、柜、箱的规格、型号及安装位置应符合设计文件要求；

5 电力电缆和控制电缆与设备的连接应正确，固定应牢靠，绝缘应良好，电缆标志牌应字迹清晰，挂装应牢固。

23.6.2 杂散电流监测系统硬、软件安装应符合本标准第 23.7.1 和第 23.7.2 条的规定。

23.6.3 杂散电流测防端子电缆连接前，应对道床下主排流网进行导通测试，确保每段主排流网两端连接端子可靠导通。

II 设备安装

23.6.4 排流柜、单向导通装置的柜体安装应符合本标准第 23.2.6 条和 23.2.12 条的规定。

23.6.5 单向导通装置与钢轨连接应符合本标准第 23.3.27 条的规定。

23.6.6 地面、高架桥和区间隧道上的金属设备外壳、各种管线、结构钢筋与回流轨之间不得有电气连接，应完全绝缘。

23.7 电力监控与电能质量管理

I 控制中心

23.7.1 电力监控与电能质量管理系统硬件安装应符合下列规定：

1 服务器、工作站、网络设备及打印机安装应符合设计文件要求及产品技术标准的规定；各种接插件的规格应与设备接口一致；设备应有合格证、使用说明书、保修证书；

2 供电电源应符合设计文件要求。

23.7.2 软件安装应符合下列规定：

1 操作系统软件、监控系统软件、系统的响应时间、数据传输率等主要技术指标应符合合同及设计文件要求；

2 模拟盘或大屏幕及其驱动单元的性能应符合设计文件要求；

3 软件运行应稳定可靠，功能实现应正常；

4 软件应具有一定的可扩展性，且易于操作。

23.7.3 供电复视系统安装应符合下列规定：

1 供电复视系统通信设备与控制中心通信设备连接应可靠，传输应正常；

2 供电复视系统对所监控对象的显示应正确。

23.7.4 接地及接地网布设施工应符合下列规定：

1 独立设计的逻辑地和保护地应分别布设,不得混接、串接;

2 接地线、连接件及接地电阻应符合设计文件要求。

II 变电所综合自动化系统

23.7.5 变电所综合自动化系统监控单元、协议转换单元安装位置及供电电源应符合合同及设计文件要求。

23.7.6 变电所综合自动化系统盘、柜的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171 的规定。

III 网络连接

23.7.7 光缆敷设、成端及测试应符合现行国家标准《城市轨道交通通信工程质量验收规范》GB 50382 的规定。

23.7.8 柜间通信电缆敷设、成端及测试应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312 的规定。

23.8 低压配电及动力照明

I 一般规定

23.8.1 接地(PE)或接零(PEN)支线应单独与接地(PE)或接零(PEN)干线相连接,不得串联连接。

23.8.2 高低压成套配电柜、蓄电池柜、不间断电源柜、控制柜(屏、台)及动力、照明配电箱(盘)应符合下列规定:

1 应查验合格证和随带技术文件,实行生产许可证和安全认证制度的产品,应有许可证编号和安全认证标志;不间断电源柜应有出厂试验记录;

2 设备应有铭牌,柜内元器件应无损坏丢失、接线无脱落脱焊,蓄电池柜内电池壳体应无碎裂、漏液,充油、充气设备无泄漏,涂层应完整,应无明显碰撞凹陷。

23.8.3 电线、电缆应符合下列规定：

1 按批查验合格证，合格证应有生产许可证编号，按现行国家标准《额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆》GB/T 5023.1—5023.7 生产的产品应有安全认证标志；

2 外观检查包装应完好，抽检的电线绝缘层应完整无损，厚度应均匀；电缆应无压扁、扭曲，铠装不应松卷；耐热、阻燃的电线、电缆外护层应有明显标识和制造厂标；

3 现场应抽样检测绝缘层厚度和圆形线芯的直径，线芯直径误差不应大于标称直径的 1%；常用的 BV 型绝缘电线的绝缘层厚度不应小于表 23.8.3 的规定；

表 23.8.3 BV 型绝缘电线的绝缘层厚度

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
电线芯线标称 截面积 (mm ²)	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
绝缘层厚度规 定值 (mm)	0.7	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.2	1.2	1.4	1.4	1.6	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6

4 对电线、电缆绝缘性能、导电性能和阻燃性能有异议时，应按批抽样送有资质的试验室检测。

II 成套配电柜、控制柜和动力照明配电箱

23.8.4 柜、屏、台、箱、盘的金属框架及基础型钢应接地 (PE) 或接零 (PEN) 应可靠；装有电器的可开启门，门和框架的接地端子间应用裸编织铜线连接，且应有标识。

23.8.5 照明配电箱 (盘) 安装应符合下列规定：

1 箱 (盘) 内配线应整齐，应无绞接现象；导线应连接紧密，不应伤芯线，不应断股；垫圈下螺丝两侧压的导线截面积应相同，同一端子上导线连接不应多于 2 根，防松垫圈等零件应齐全；

2 箱 (盘) 内开关动作应灵活可靠，应带有漏电保护的回

路，漏电保护装置动作电流不应大于 30mA，动作时间不应大于 0.1s；

3 照明箱（盘）内，应分别设置零线（N）和保护地线（PE 线）汇流排，零线 and 保护地线应经汇流排配出；

4 安装位置应正确，部件应齐全，箱体开孔与导管管径应匹配，暗装配电箱箱盖应与墙面平齐，箱体涂层应完整；

5 箱内接线应整齐，回路编号应齐全，标识应正确；

6 箱体安装应牢固，垂直度允许偏差应为 1.5‰；照明配电板底边距地面高度应符合产品的规定；

7 箱内电流回路配线应采用额定电压不低于 750V、芯线截面积不小于 2.5mm^2 的铜芯绝缘电线或电缆。

23.8.6 环控电控柜基础预埋件安装应符合本标准 23.2.6 条的规定。

23.8.7 手车、抽出式成套配电柜设备推拉应灵活，应无卡阻现象。

23.8.8 柜间线路的线间和线对地间绝缘电阻值，馈电线路应大于 $0.5\text{M}\Omega$ ，二次回路接线应符合本标准第 23.2.12 的规定。

23.8.9 照明配电箱的规格、型号、质量及安装位置应符合设计文件要求，固定于结构上时应绝缘安装。

23.8.10 照明配电箱内的交流电源应有色标，不同电压等级的电源应具有明显的标志。

23.8.11 导线引出面板时，面板线孔应光滑无毛刺，金属面板应装设绝缘保护套。

III 应急照明电源装置

23.8.12 基础预埋件安装应符合本标准第 23.2.6 条的规定。

23.8.13 柜间线路的线间和线对地间绝缘电阻值，馈电线路应大于 $0.5\text{M}\Omega$ ；二次回路接线应符合本标准第 23.2.12 条的规定。

23.8.14 不间断电源输出端的中性线（N 极），应与接地干线相连接，并应做重复接地。

IV 管、槽、支架安装及线缆敷设

23.8.15 金属电缆桥架及其支架和引入或引出的金属电缆导管应接地（PE）或接零（PEN）可靠，且应符合下列规定：

1 金属电缆桥架及其支架全长不应少于 2 处与接地（PE）或接零（PEN）干线相连接；

2 非镀锌电缆桥架间连接板的两端应跨接铜芯接地线，接地线最小允许截面积不应小于 4mm^2 ；

3 镀锌电缆桥架间连接板的两端不应跨接接地线，但连接板两端不应少于 2 个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

23.8.16 电缆桥架安装应符合下列规定：

1 直线段钢制电缆桥架长度超过 30m、铝合金或玻璃钢制电缆桥架长度超过 15m 应设有伸缩节；电缆桥架跨越建筑物变形缝处应设置补偿装置；

2 电缆桥架转弯处的弯曲半径，不应小于桥架内电缆最小允许弯曲半径的最大值，电缆最小允许弯曲半径应符合表 23.8.16 的规定；

表 23.8.16 电缆最小允许弯曲半径

序号	电缆种类	最小允许弯曲半径
1	无铅包钢铠护套的橡皮绝缘电力电缆	$10D$ （ D 为电缆外径）
2	有钢铠护套的橡皮绝缘电力电缆	$20D$
3	聚氯乙烯绝缘电力电缆	$10D$
4	交联聚氯乙烯绝缘电力电缆	$15D$
5	多芯控制电缆	$10D$

3 当设计文件无要求时，电缆桥架水平安装的支架间距应为 $1.5\text{m} \sim 3.0\text{m}$ ；垂直安装的支架间距不应大于 2.0m ；

4 桥架与支架间螺栓、桥架连接板螺栓固定紧固应无遗漏，螺母应位于桥架外侧；当铝合金桥架与钢支架固定时，应有相互

间绝缘的防电化腐蚀措施；

5 敷设在竖井内和穿越不同防火区的桥架，应按设计文件要求位置安装，并应有防火隔堵措施；

6 支架与预埋件焊接固定时，应焊缝饱满；膨胀螺栓固定时，应选用螺栓适配，连接应紧固，防松零件应齐全。

23.8.17 金属电缆支架、电缆导管应接地（PE）或接零（PEN）可靠。

23.8.18 金属的导管和线槽应接地（PE）或接零（PEN）可靠，并应符合下列规定：

1 镀锌的钢导管、可挠性导管和金属线槽不得熔焊跨接接地线，以专用接地卡跨接的两卡间连线为铜芯软导线，截面积不应小于 4mm^2 ；

2 当非镀锌钢导管采用螺纹连接时，连接处的两端应焊跨接接地线；当镀锌钢导管采用螺纹连接时，连接处的两端应采用专用接地卡固定跨接接地线；

3 金属线槽不应作为设备的接地导体，当设计文件无要求时，金属线槽全长不应少于 2 处与接地（PE）或接零（PEN）干线连接；

4 非镀锌金属线槽间连接板的两端应跨接铜芯接地线，镀锌线槽间连接板的两端不应跨接接地线，但连接板两端不应少于 2 个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

23.8.19 金属导管不应对口熔焊连接；镀锌和壁厚小于或等于 2mm 的钢导管不得套管熔焊连接。

23.8.20 绝缘导管敷设应符合下列规定：

1 管口应平整光滑；管与管、管与盒（箱）等器件采用插入法连接时，连接处结合面应涂专用胶粘剂，接口应牢固密封；

2 直埋于地下或楼板内的刚性绝缘导管，在穿出地面或楼板易受机械损伤的一段，应采取保护措施；

3 当设计文件无要求时，埋设在墙内或混凝土内的绝缘导

管，应采用中型以上的导管；

4 沿建（构）筑物表面和在支架上敷设的刚性绝缘导管，应按设计文件要求装设温度补偿装置。

23.8.21 金属、非金属柔性导管敷设应符合下列规定：

1 刚性导管经柔性导管与电气设备、器具连接，柔性导管的长度在动力工程中不应大于 0.8m，在照明工程中不应大于 1.2m；

2 可挠金属管或其他柔性导管与刚性导管或电气设备、器具间的连接应采用专用接头；复合型可挠金属管或其他柔性导管的连接处应密封良好，防液覆盖层应完整无损；

3 可挠性金属导管和金属柔性导管不应做接地（PE）或接零（PEN）的接续导体。

23.8.22 暗配的导管，埋设深度与建（构）筑物表面的距离不应小于 15mm；明配的导管应排列整齐，固定点间距应均匀，安装应牢固；在终端、弯头中点或柜、台、箱、盘等边缘的距离 150mm～500mm 范围内应设有管卡，中间直线段管卡间最大距离应符合表 23.8.22 的规定。

表 23.8.22 管卡间最大距离

敷设方式	导管种类	导管直径（mm）				
		15～20	25～32	32～40	50～65	65 以上
		管卡间最大距离（m）				
支架或沿墙明敷	壁厚>2mm 刚性钢导管	1.5	2.0	2.5	2.5	3.5
	壁厚≤2mm 刚性钢导管	1.0	1.5	2.0	—	
	刚性绝缘导管	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0

23.8.23 导管和线槽，在建筑物变形缝处，应设补偿装置。

23.8.24 电缆敷设不应有绞拧、铠装压扁、护层断裂和表面严重划伤等缺陷。

23.8.25 电缆敷设固定应符合下列规定：

1 垂直敷设或大于 45° 倾斜敷设的电缆在每个支架上应固定；

2 交流单芯电缆或分相后的每相电缆固定用的夹具和支架，不应形成闭合铁磁回路；

3 电缆应排列整齐、少交叉；当设计文件无要求时，电缆支持点间距不应大于表 23.8.25 的规定；

表 23.8.25 电缆支持点间距

电缆种类		敷设方式	
		水平 (mm)	垂直 (mm)
电力电缆	全塑型	400	1000
	除全塑型外的电缆	800	1500
控制电缆		800	100

4 敷设电缆的电缆沟和竖井，防火隔堵位置应符合设计文件要求。

23.8.26 电缆的首端、末端和分支处应设标志牌。

23.8.27 三相或单相的交流单芯电缆，不应单独穿于钢导管内。

23.8.28 不同回路、不同电压等级和交流与直流的电线，不应穿于同一导管内；同一交流回路的电线应穿于同一金属导管内，且管内电线不得有接头。

23.8.29 线槽敷线应符合下列规定：

1 电线在线槽内应有一定余量，不应有接头；电线应按回路编号分段绑扎，绑扎点间距不应大于 2m；

2 同一回路的相线和零线，应敷设于同一金属线槽内；

3 同一电源的不同回路无抗干扰要求的线路宜敷设于同一线槽内；敷设于同一线槽内有抗干扰要求的线路应用隔板隔离，或采用屏蔽电线且屏蔽护套一端接地。

23.8.30 铠装电力电缆头的接地线应采用铜绞线或镀锡铜编织线，电缆芯线和接地线截面积不应小于表 23.8.30 的规定。

表 23.8.30 电缆芯线和接地线截面积

电缆芯线截面积	接地线截面积 (mm ²)
120 及以下	16
150 及以上	25

注：电缆芯线截面积在 16mm² 及以下，接地线截面积与电缆芯线截面积相等。

23.8.31 芯线与电器设备的连接应符合下列规定：

1 截面积在 10mm² 及以下的单股铜芯线和单股铝芯线应直接与设备、器具的端子连接；

2 截面积在 2.5mm² 及以下的多股铜芯线应拧紧搪锡或接续端子后与设备、器具的端子连接；

3 截面积大于 2.5mm² 的多股铜芯线，除设备自带插接式端子外，接续端子后应与设备或器具的端子连接；多股铜芯线与插接式端子连接前，端部应拧紧搪锡；

4 每个设备和器具的端子接线不应多于 2 根电线。

23.8.32 电线、电缆的芯线连接金具（连接管和端子），规格应与芯线的规格适配，且不得采用开口端子。

V 照明灯具、开关及插座

23.8.33 当灯具距地面高度小于 2.4m 时，灯具的可接近裸露导体应接地（PE）或接零（PEN）可靠，并应有专用接地螺栓，且有标识。

23.8.34 变电所内，高低压配电设备及裸母线的正上方不应安装灯具。

23.8.35 36V 及以下行灯变压器和行灯安装应符合下列规定：

1 行灯电压不应大于 36V，在特殊潮湿场所或导电良好的地面上以及工作地点狭窄、行动不便的场所行灯电压不应大于 12V；

2 变压器外壳、铁芯和低压侧的任意一端或中性点，接地（PE）或接零（PEN）应可靠；

3 行灯变压器为双圈变压器，其电源侧和负荷侧应有熔断器保护，熔丝额定电流分别不应大于变压器一次、二次的额定电流；

4 行灯灯体及手柄应绝缘良好，应坚固耐热耐潮湿；灯头与灯体应结合紧固，灯头应无开关，灯泡外部应有金属保护网、反光罩及悬吊挂钩，挂钩应固定在灯具的绝缘手柄上。

23.8.36 应急照明灯具安装应符合下列规定：

1 疏散照明应由安全出口标志灯和疏散标志灯组成。安全出口标志灯距地高度不应低于 2m，且应安装在疏散出口和楼梯口里侧的上方；

2 疏散标志灯应安装在安全出口的顶部，楼梯间、疏散走道及其转角处应安装在 1m 以下的墙面上，不应安装的部位可安装在上部。疏散通道上的标志灯间距不应大于 20m（人防工程不大于 10m）。

23.8.37 照明开关安装应符合下列规定：

1 同一建（构）筑物的开关应采用同一系列的产品，开关的通断位置应一致，操作应灵活、接触应可靠；

2 相线应经开关控制。

23.8.38 单相两孔插座，面对插座的右孔或上孔应与相线连接，左孔或下孔应与零线连接；单相三孔插座，面对插座的右孔应与相线连接，左孔应与零线连接；单相三孔、三相四孔及三相五孔插座的接地（PE）或接零（PEN）线应接在上孔；插座的接地端子不应与零线端子连接；同一场所的三相插座，接线的相序应一致；接地（PE）或接零（PEN）线在插座间不应串联连接。

23.8.39 相同型号并列安装及同一室内开关或插座安装高度应一致并应符合设计文件要求，且应控制有序不错位。

VI 接 地 装 置

23.8.40 测试接地装置的接地电阻值应符合设计文件要求。

VII 等电位联结

23.8.41 建筑物等电位联结干线应从与接地装置有不少于 2 处直接连接的接地干线或总等电位箱引出，等电位联结干线或局部等电位箱间的连接线形成环形网路，环形网路应就近与等电位联结干线或局部等电位箱连接。支线间不应串联连接。

23.9 调整试验

I 电气试验应具备的基本条件

23.9.1 高压交流电气设备的电气试验，应符合现行国家标准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定。动力照明配电设备的电气试验，应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定。整流器的电气试验应符合现行国家标准《电气装置安装工程 电力变流设备施工及验收规范》GB 50255 的规定。直流牵引供电设备的电气试验应符合产品的技术标准和设计文件要求。

23.9.2 试验前应查验被试设备的安装位置、周围环境、型号和规格、设计文件说明、产品技术规定、出厂试验报告等资料。

23.9.3 环境条件应满足电气设备正常工作要求，并做记录，对受潮的设备应在干燥处理后进行试验。

II 单体试验

23.9.4 直流开关柜试验应符合下列规定：

1 开关本体及灭弧罩的绝缘电阻，主触头、弧触头的接触压力，主触头、弧触头的开距，应符合产品技术条件的规定；

2 开关的动作试验，应在直流操作母线额定电压值下分、合闸各 3 次，有条件时可在 115%、90% 额定电压下进行操作各 2 次，断路器动作应正常；

3 绝缘试验、交流耐压、主回路电阻应符合产品技术规定；

4 直接脱扣装置试验，应在工作位无操作电压下进行，并应可靠分闸；

5 快速断路器过流脱扣值设定应符合设定值。

23.9.5 直流开关柜柜体绝缘耐压试验，柜体框架绝缘安装，导电回路电阻应符合产品技术要求。

23.9.6 静调电源柜试验应符合本标准第 23.9.4 条的规定。

23.9.7 钢轨电位限制装置试验应符合下列规定：

1 主回路绝缘电阻、主回路交流耐压值应符合产品技术规定；

2 各项功能应符合产品技术文件规定。

23.9.8 再生制动能量吸收装置试验应符合下列规定：

1 主回路绝缘电阻值、主回路交流耐压试验应符合产品技术文件规定；

2 吸收电阻及电感量测量值与产品出厂试验相比应无明显差别；

3 各种功能应符合产品技术文件规定。

23.9.9 排流柜试验应符合下列规定：

1 交流耐压试验应符合产品技术文件规定；

2 控制、信号、保护及手动、自动投入功能应符合产品技术文件规定。

23.9.10 单向导通装置各种控制、信号、保护及测量功能应符合产品技术文件规定。

III 电力监控系统与电能质量管理体系试验

23.9.11 模拟盘设备显示功能应正常。

23.9.12 数据传输通道调试项目，应符合下列规定：

1 装置的负载能力，负载变化时输出电平应符合设备技术文件要求；

2 信息传输功能应正常；

3 定时监视的振荡器频率和监视时间应符合设计文件要求；

4 数据传输通道的有效信号衰减及噪声度应符合设计文件要求。

23.9.13 系统软件调试应符合设备技术文件规定的功能指标，应用软件调试应满足监控系统的要求。调试后应进行运行考核，系统软件考核时间宜为 1 周～2 周，应用软件考核时间宜为 3 个月～6 个月。

23.9.14 监控系统基本功能试验应符合现行国家标准《地区电网调度自动化系统》GB/T 13730 的规定，系统功能应符合设计文件要求。

23.9.15 接口装置试验应符合下列规定：

1 静态接口试验通过接口输入、输出的信号应符合设计文件要求；

2 动态接口试验远动终端与被监控设备联机运行时，被监控设备运转应正常。

23.9.16 监控系统设备运转试验，其系统功能和监控精度应符合设计文件要求。

23.9.17 监控系统设备应做运行试验，并应符合下列规定：

1 应做 144h 连续运行试验，并应符合现行国家标准《地区电网调度自动化系统》GB/T 13730 的规定；

2 试验中出现故障时，关联性故障则终止连续运行试验，待故障排除后重新开始计时试验；非关联性故障，待故障排除后继续试验，排除故障过程不应计时；

3 试运行时间宜为 3 个月，在运行中出现故障时，有关故障处理应符合本标准本条第 2 款的规定。

23.9.18 电力监控系统应进行下列项目的检查和试验：

1 电力监控软件的版本号、校验码等程序的正确性和完整性；

2 后台机与间隔层各测量、控制、保护装置的网络通信功能及后台机监控系统数据库的正确性和完整性；

3 各种数字、模拟信号及其计算值的正确性和完整性；

4 遥控操作、防误闭锁、权限设置、信号复归等功能的正确性和完整性；

5 各种实时监控信息的分类、合并及重要程序排序的正确性和完整性，人机界面的功能；

6 监控系统其他各子系统（报表、趋势分析、打印功能、GPS 对时等）的正确性和完整性；

7 各种告警信号的完好性；

8 监控后台的系统备份和数据备份功能。

23.9.19 电能质量管理体系应进行下列项目的检查和试验：

1 电能计量仪表的传输精度及误差；

2 电能计量和电能质量的分类分项统计、计算和报表功能；

3 查询功能；

4 报警功能；

5 可靠性指标测试；

6 电能利用率、损耗率、电能质量评价等。

IV 整组调试

23.9.20 牵引变电所控制、信号与保护功能试验应符合下列规定：

1 控制、信号功能试验应按手动、电动；就地、集中；单台、联动次序进行；

2 保护功能试验应采用模拟形式，模拟信号宜接近真实情况，其试验项目应符合设计文件要求；

3 控制应正确，动作应可靠，灵敏性应高、信号显示应准确；

4 应符合现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285 的规定。

V 低压配电及动力照明

23.9.21 动力和照明工程的漏电保护装置应做模拟动作试验。

23.9.22 成套配电（控制）柜、台、箱、盘的运行电压、电流应正常，各种仪表指示应正常。

23.9.23 照明系统通电，灯具回路控制应与照明配电箱及回路的标识一致；开关与灯具控制顺序相对应。

23.9.24 照明系统通电连续试运行时间应为 24h。所有照明灯具均应开启，且每 2h 记录运行状态 1 次，连续试运行时间内无故障。

23.9.25 工程中的主要设备、系统的防雷接地、保护接地、工作接地、防静电接地以及设计文件有要求的接地电阻应有电阻测试记录。

23.9.26 工程中的主要电气设备和动力、照明线路及其他应摇测绝缘电阻，配管及管内穿线分项质量验收前和单位工程质量竣工验收前，应分别按系统回路进行测试，不得遗漏。

23.9.27 电气器具应全数进行通电安全检查。

23.9.28 逆变应急电源安装完毕后应全数做测试试验，并应符合设计文件要求。

23.10 系统调试

23.10.1 整流机组保护联跳试验，动作逻辑应符合设计文件要求。

23.10.2 直流框架保护直流柜框架与直流正极短路，框架保护动作后逻辑应符合设计文件要求。

23.10.3 交流开关自投及闭锁功调试，动作逻辑应符合设计文件要求。

23.10.4 400V 开关柜进线断路器和母联断路器的自投、自复功能及逻辑调试、动作逻辑应符合设计文件要求。

23.10.5 光纤纵差试验应符合下列规定：

- 1 纵差保护装置应通信正常，进出线应互相对应；
- 2 断路器动作应可靠，信号应正确，装置动作逻辑应正确。

23.10.6 在正常双边供电和越区供电两种情况下分别模拟馈线

直流快速开关保护跳闸，动作逻辑应符合设计文件要求。

23.10.7 再生制动能量吸收装置在与车辆联调前应完成闭环负载试验并合格。

23.10.8 牵引变电所电流增量保护和双边联跳保护试验应符合下列规定：

1 短路点应选择在供电距离最远的地方；

2 牵引变电所控制、信号及保护系统按双边供电投入正常运行，试验区段应采用单边供电（与供电变电所相邻的变电所断开直流牵引供电回路）；

3 供电变电所应可靠分断，信号显示应正确，设备应无异常现象。

23.10.9 牵引变电所直流短路试验应符合下列规定：

1 应选择一个单边供电和一个双边供电区间进行，分别进行直流开关大电流脱扣（主保护）和电流增量（后备保护）试验；

2 在单边供电条件下，短路点应选在供电末端；在双边供电条件下短路点应选在靠近一端变电所 30m 以内制造人为短路；

3 牵引变电所控制、信号和保护系统应投入正常运行；

4 两端变电所均应可靠分断，信号应显示正确，设备应无任何异常现象。

23.10.10 在每个牵引变电所内做列车起动试验，供电系统不应发生误动作。

23.10.11 冷滑试验应符合下列规定：

1 接触网送电前应进行冷滑行试验，冷滑试验运行速度应符合表 23.10.11 的规定；

表 23.10.11 冷滑试验运行速度

次数	正线 (km/h)	车辆基地 (km/h)
第一次运行速度	10~15	5~10
第二次运行速度	25~30	10~15
第三次运行速度	正常速度	正常速度

2 接触轨检查应符合下列规定：

- 1) 接头应平滑；
- 2) 端部弯头、侧面弯头的安装应符合设计文件要求；
- 3) 防护罩及其托架不得突出接触轨限界；
- 4) 隧道内直流开关柜（箱）及跨越隧道顶部的电缆安装牢固，且不应侵入设备限界。

3 架空接触网检查应符合下列规定：

- 1) 接触线拉出值应符合设计文件要求；
- 2) 接触悬挂应保持弹性良好；
- 3) 各类线夹安装应无碰弓、刮弓现象；
- 4) 接触线应无弯曲、扭转现象；
- 5) 受电弓与有关接地体、定位管及绝缘子之间的距离应符合设计文件要求。

23.10.12 接触网测试应符合下列规定：

1 绝缘电阻试验应按供电分段进行；架空接触网应大于 $0.5\text{M}\Omega/\text{km}$ ，接触轨应符合设计文件要求；

2 接触网和回流走行轨线路回路电阻测试应符合设计文件要求。

23.10.13 牵引变电所向接触网送电时，直流快速自动开关合闸 3 次，接触网应无异常。

23.10.14 接触网送电后应在供电臂末端进行电压测试，合格后进行空载试验，空载运行 1h 无异常，再进行电动车组负载试验，并运行 24h 合格后方可进行试运行。

23.10.15 热滑试验应符合下列规定：

1 试验记录组通过装于热滑车上的摄像系统记录并观察靴轨关系应满足运营要求，取流状态应良好；

2 接触轨系统回路应可靠联通；

3 接触网（轨）应平滑，应无突变和跳动，应无不允许的硬点；检查接触线、关节、端部弯头、膨胀接头、电连接处、中心锚结处、接地等部件的安装状态，应无碰弓（靴）或刮弓

(靴)的危险,应无严重火花出现;

4 弓(靴)网(轨)应跟随性良好,电火花出现频率低;

5 受电弓(靴)在膨胀接头处、端部弯头处、中间接头处过渡应平顺,在端部弯头处往返转换应平滑接触,应无刮弓(靴)及严重火花。

23.10.16 传感器、转接器模拟量上传,显示精度应符合设计文件要求。

23.10.17 监测装置通信误码率应符合设计文件要求。

23.10.18 上位机调试应可将传感器的信号及排流柜和钢轨电位上传的信号经通信通道上传控制中心上位机,信号显示应正确。

23.10.19 可通过模拟某一监测区段参比电极的电位变化进行排流测试,排流相关装置动作及信号应正确。

23.10.20 牵引变电所控制、信号与保护功能试验应符合下列规定:

1 控制、信号功能试验应按手动、电动;就地、集中;单台、联动次序进行;

2 保护功能试验应采用模拟形式,模拟信号宜模拟实际逻辑情况,其试验项目应符合设计文件要求;

3 控制应正确,动作应可靠,信号显示应无误。

23.10.21 应严格按照设计单位提供的监控信息点表进行点对点及端对端测试,并应做好相应记录。

23.10.22 变电所综合自动化系统测试完成后,方可进行车站级监控功能试验,其功能应符合设计文件要求。

23.10.23 车站级监控功能测试完成后,方可进行中心级监控及程控功能试验,中心级功能应符合设计文件要求。

23.10.24 电力监控系统联调应在通道畅通的条件下按信息量点表进行,可按实际情况进行各项操作及模拟试验,所有项目显示应正确、功能应达到设计文件要求。

23.10.25 供电系统调整试验完成后,应与关联专业进行联动调试,并应符合本标准第 33 章的规定。

24 通 信

24.1 一 般 规 定

24.1.1 通信系统光（电）缆进货检验时，对设计文件要求的光缆、电缆、漏缆的低烟、无卤、阻燃和防雨淋和抗阳光辐射等特性，应有具有相应资质的检测单位出具的测试报告。

24.1.2 通信工程施工前，应与各专业确认下列接口内容：

1 应与土建结构、轨道、人防门、管片专业确认基准线，并核对预留沟、槽、管、洞和预埋件的位置和几何尺寸等；

2 应与建筑装修或安装专业确认装饰中心线、标高线、预留洞口、预埋件、终端设备和缆线预留的位置、几何尺寸等；

3 供电或安装专业应将电源及地线接入通信机房设备柜（箱）端子上；

4 根据设计文件要求，应与其他专业系统进行接口核实，并配合关联系统的调试。

24.1.3 地下铁道通信工程施工安装时，区间设备安装不应侵入设备限界，车载设备安装不应超出车辆限界。

24.2 通 信 线 路

24.2.1 通信线路应包括管路及线槽安装，光（电）缆敷设，天馈系统和漏泄同轴电缆（漏缆）敷设，光（电）缆、漏缆测试等施工内容。

I 管路及线槽安装

24.2.2 管路及线槽安装应包括支架、吊架、桥架（含线槽、走线架）、保护管和管道安装的施工内容。

24.2.3 管线预埋、安装、敷设的位置与径路应符合设计文件

要求。

24.2.4 支架、吊架、线槽不应安装在具有较大振动、热源、腐蚀性液滴及排污沟道的位置，也不应安装在具有高温、高压、腐蚀性、易燃易爆等介质的工艺设备、管道以及能移动的构筑物上。

24.2.5 支架、吊架、线槽安装时应固定牢固，应横平竖直、整齐美观；安装位置偏差不应大于 50mm。在同一直线段上的支架、吊架应间距均匀，水平敷设时间距宜为 0.8m~1.5m，垂直敷设时间距宜为 1.0m；同层托板应在同一水平面上。

24.2.6 金属线槽应接地，接缝处应有连接线或跨接线做电气连通。预埋线槽时，线槽的连接处、出线口、分线盒，均应做防水处理。线槽跨越变形缝应预留变形余量。

24.2.7 保护管敷设应符合下列规定：

1 弯成角度不应小于 90° ，弯曲半径不应小于管外径的 6 倍，弯扁度不应大于该管外径的 $1/10$ ；弯曲处应无凹陷、裂缝，单根保护管的直角弯不应超过两个；

2 保护管管口应做防火密封处理；

3 金属保护管应可靠接地，金属保护管连接后应保证整个系统的电气连通性；

4 保护管跨越变形缝应预留变形余量。

24.2.8 预埋的保护管伸入箱、盒内的长度不应小于 5mm，并应固定牢固，多根管伸入时应排列整齐；保护管引出墙面或其他建筑物表面时，管口宜伸出表面 200mm；当从地下引入落地式盘（箱）时，宜高出盘（箱）底内面 50mm；预埋保护管埋入墙或混凝土内时，离表面的净距离不应小于 15mm。

24.2.9 当采用屏蔽电缆或采用金属保护管、金属线槽做防护时，与具有强磁场和强电场的电气设备之间的净距离应大于 0.8m。

24.2.10 线槽敷设截面利用率不宜大于 50%，保护管敷设截面利用率不宜大于 40%；缆线在管内或线槽内不应有接头和扭结。

II 光（电）缆敷设

24.2.11 光（电）缆敷设应包括径路复测、光（电）缆单盘检验、光（电）缆敷设、光（电）缆接续引入及成端和光（电）缆线路测试的施工内容。

24.2.12 光（电）缆敷设前应根据施工设计文件要求对下列内容进行复核：

- 1 实地测量光（电）缆敷设长度；
- 2 沿线槽道贯通情况；
- 3 沿线终端设备安装位置；
- 4 穿越各种建筑物的方式和防护措施。

24.2.13 光（电）缆单盘应进行下列检验：

1 应确认光缆程式、光纤、金属缆芯、绝缘介质、加强芯、外护层、色谱标识及其他机械物理特性符合要求，应确认光缆 A、B 端并标识；

2 检测光缆单盘长度和衰减应符合要求；

3 确认电缆程式、芯径、绝缘介质、外护层、色谱标识及其他机械物理特性应符合设计文件要求，确认电缆 A、B 端并标识；

4 检测电缆所有芯线应无断线、混线等，芯线电阻、芯线间及对地绝缘电阻、电气绝缘强度应符合设计文件要求。

24.2.14 光（电）缆敷设应符合下列规定：

1 敷设前应进行配盘；

2 敷设径路、位置、埋深、与其他管线的间隔应符合设计文件要求；

3 光（电）缆在支架上敷设位置应符合设计文件要求，光（电）缆在支架上应固定牢固；

4 在通信管道和人（手）孔内敷设光（电）缆时，管孔运用应符合设计文件要求，并应避免在人（手）孔内的光（电）缆相互交越、交叉，且不应阻碍空闲管孔的使用；

5 线路机械防护、防雷、防蚀、防电磁干扰的方式和措施应符合设计文件要求；

6 光缆弯曲半径不应小于光缆外径的 15 倍，大对数对绞电缆的弯曲半径不应小于电缆外径的 10 倍，同轴电缆、馈线的弯曲半径不应小于电缆外径的 15 倍；

7 光（电）缆线路余留的位置和长度等应符合设计文件要求。

24.2.15 光（电）缆接续应符合下列规定：

1 光纤接续时应按光纤色谱、排列顺序，一一对应接续；光纤接续部位应进行热缩加强管保护，加强管收缩应均匀、无气泡；光纤收容时的弯曲半径不应小于 40mm；

2 光缆的金属外护套和加强芯应紧固在接头盒内；同一侧的金属外护套与金属加强芯应电气连通；两侧的金属外护套、金属加强芯应电气绝缘断开，处于悬浮状态；

3 电缆芯线接续应线位正确、连接牢固、扭绞均匀，两侧芯线线序应一一对应、无交叉及鸳鸯对现象；

4 电缆接头两侧的金属护层及屏蔽钢带应有效连通；

5 光（电）缆接头盒安装应严格按操作工艺进行；安装完毕，应对盒体进行密封性检查。

24.2.16 光（电）缆引入及成端应符合下列规定：

1 光（电）缆引入室内后应挂牌标识，应标明光（电）缆的型号、规格、进出方向等，标识应齐全、清晰、耐久可靠；

2 光缆引入室内或引入井室时，室内、室外金属护套及金属加强芯应断开，并应彼此电气绝缘；

3 低频四线组电缆在配线架或接头盒内做绝缘，其两侧的屏蔽钢带及金属护套应电气绝缘，外线侧的屏蔽钢带及金属护套应可靠接地，设备侧的屏蔽钢带及金属护套应悬浮；市内通信电缆应在配线架上进行绝缘；

4 在光纤配线架（ODF）进行光纤终端接续时，光纤应绑扎松紧适度，排放整齐；引出机架的尾纤应加以防护，并在尾纤

上标明方向和纤号；

5 电缆引入成端时，应开剥整齐、绑扎美观，芯线应卡接牢固、序号正确。

24.2.17 光（电）缆线路测试应符合下列规定：

1 光缆接续时应实时监测接续点损耗，并应测试单纤每个接续点 A-B、B-A 方向的接续损耗；所有光纤在收容盘留完毕并在盒体封装前，应复测光纤接续损耗。

2 应测试光缆中继段，测试结果符合下列规定：

- 1) 光缆线路区间（中继段）光纤线路衰减测试值应小于设计文件计算值；
- 2) 光缆线路在一个区间内，每根光纤的背向散射曲线应平滑，应无阶跃反射峰，1310nm、1550nm 波长时单模光纤接续损耗平均值不应大于 0.08dB，多模光纤接续损耗平均值不应大于 0.02dB；
- 3) 光缆线路区间（中继段）S 点的最小回波损耗指标应符合下列规定：

STM-1 速率口 1550nm 波长的最小回波损耗不应小于 20dB；STM-4 速率口的 1310nm 波长的最小回波损耗不应小于 20dB；STM-4 速率口 1550nm 波长的最小回波损耗不应小于 24dB；STM-16 速率口 1310nm、1550nm 波长的最小回波损耗不应小于 24dB；STM-64 速率口 1310nm 波长的最小回波损耗不应小于 14dB；STM-64 速率口 1550nm 波长的最小回波损耗不应小于 24dB。

3 应测试电缆音频段，其低频四线组芯线电阻、电气绝缘强度、串音防卫度、电力牵引供电区段杂音计电压应符合设计文件要求；电缆用户线路直流电阻、绝缘电阻、近端串音应符合设计文件要求。

III 天馈和漏缆敷设

24.2.18 天馈和漏缆敷设应包括漏缆单盘检验、漏缆敷设、漏

缆线路测试、天馈安装和天馈测试的施工内容。

24.2.19 漏缆单盘检验应符合下列规定：

- 1 漏缆程式应符合设计文件和产品技术文件的要求；
- 2 检测漏缆的内外导体直流电阻、绝缘介电强度、绝缘电阻等直流电气性能应符合设计文件要求；
- 3 应检查出厂质量证明文件，确认漏缆特性阻抗、电压驻波比、标称耦合损耗、传输衰减等交流电气性能应符合设计文件要求。

24.2.20 漏缆敷设应符合下列规定：

- 1 漏缆敷设位置、敷设方式应符合设计文件要求；
- 2 漏缆敷设应做到路径短捷、路由合理，弯曲半径应符合该型号规格漏缆的工程应用指标要求；
- 3 漏缆在支架上敷设位置应符合设计文件要求，漏缆在支架上应固定牢靠；与其他线缆同径路安装时，应将漏缆布设在靠近线路侧；
- 4 电力牵引供电区段隧道内漏缆与回流线、接地母线在同侧吊挂时，其距离不应小于 0.6m；与吸上线交越时，漏缆外应加电气防护；
- 5 电力牵引供电区段隧道外漏缆与回流线的距离不应小于 0.6m，在回流线或 PW 线加绝缘保护的区段，不应小于 0.2m，与牵引供电设备带电部分的距离不应小于 2m；
- 6 漏缆连接应可靠，连接处应进行防护，连接器应固定。

24.2.21 漏缆线路应测试内外导体直流电阻、绝缘介电强度、绝缘电阻等直流电气特性，以及电压驻波比和传输衰减等交流电气特性，其测试结果应符合设计文件要求。

24.2.22 天馈线安装应符合下列规定：

- 1 天线的安装高度、安装方式应符合设计文件要求；天馈线应固定牢固；
- 2 馈线导入室内方式符合设计文件要求；馈线引入机房前，在墙洞入口处应做滴水弯；馈线引入室内应采取防火封堵措施；

3 馈线走向应做到路由合理、路径最短、拐弯最少；弯曲半径应符合所用馈线的产品要求；馈线中间不应有接头；

4 天馈线的防雷应符合设计文件要求。

24.2.23 天馈系统的电压驻波比不应大于 1.5。

24.3 通信设备安装

I 设备安装

24.3.1 设备安装应包括机架底座安装、机架安装、子架及机盘安装、车载设备安装、台式操作监控设备安装的施工内容。

24.3.2 通信设备安装应按设计文件要求采取防震措施。

24.3.3 机架底座加工和固定应符合下列规定：

1 底座固定方式应符合设计文件要求，机架底座应接地；

2 当地面铺设防静电地板时，底座应直接固定在房屋地面上，并与室内防静电地板等高。

24.3.4 机柜安装应符合下列规定：

1 安装位置及安装方式应符合设计文件要求；

2 机柜基础应加固，或固定在底座上；

3 安装应垂直，调节其偏差不应大于机柜高度的 1‰；当相邻机柜相互靠拢时，其间隙不应大于 3mm；相邻机柜正立面应平齐；

4 机柜应按设计文件要求接地。

24.3.5 子架及机盘（单元板）安装应符合下列规定：

1 子架插入机柜（架）或机盘（单元板）插入子架的位置应符合设计文件及设备技术文件的要求；

2 子架插入机柜（架）或机盘（单元板）插入子架时应用力适度、顺滑导入，接触应良好。

24.3.6 车载设备、终端、天线的安装位置、安装方式应符合设计文件及车辆安装要求，固定应牢靠；车载无线操作盘（盒）及手麦的安装应便于司机操作。

24.3.7 视频监控前端设备、扬声器、子钟等的安装位置、安装方式应符合设计文件要求，固定应牢靠，不得影响人员及其他设备的安全；摄像机的云台应转动灵活，转动角度应符合设计文件要求。

24.3.8 台式操作监控设备安装位置、安装方式应符合设计文件要求。安装应布局合理，应便于操作、观察及维护。

II 布 线

24.3.9 设备配线应包括线缆布放、线缆终接、配线检查等施工内容。

24.3.10 线缆布放应符合下列规定：

1 电源线与通信线、控制线应分开布放。

2 各种线缆应均匀绑扎固定，按顺序出线；布放应顺直、整齐，无扭绞、交叉；线缆不应破损、受潮、扭曲、折皱，不应断线、错线，线间、组间绝缘应符合设计文件及产品技术条件要求。

3 线缆弯曲应均匀、圆滑；线缆的弯曲半径应符合下列规定：

1) 大对数对绞电缆的弯曲半径应大于电缆外径的 10 倍；

2) 非屏蔽对绞电缆的弯曲半径应大于电缆外径的 5 倍；

3) 同轴电缆的弯曲半径应大于电缆外径的 15 倍；

4) 室内光缆的弯曲半径应大于光缆外径的 15 倍；

5) 光纤跳线的弯曲半径应大于 50mm。

4 电源线与通信线、控制线交叉敷设时，应成直角；平行敷设时，相互间的距离不应小于 50mm。电源线与通信线、控制线在同一径路用线槽敷设时，宜分线槽敷设；若需要敷设在同一线槽内，应采用带金属隔板的金属线槽分开敷设。

5 线槽内缆线在穿越变形缝时应留补偿余量。

6 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应实施防火封堵。

7 线槽内敷设线缆时，不得溢出；防静电地板下敷设时，

应留有净空。

8 敷设好的缆线两端应贴有标签，标明型号、长度及起止设备名称等必要的信息。

9 室内各种配线中间不应有接头。

10 视频监控前端设备、扬声器、子钟等的布线应符合设计文件要求，并应根据现场实际情况采取机械和电气防护措施；摄像机布线不得影响云台的转动。

11 直流电源线正极外皮应为红色、负极外皮应为蓝色，布放应相互平行，正、负线在转弯处弯度应一致。

24.3.11 线缆终接应符合下列规定：

1 电缆焊接、卡接、压接等终接方式应符合设备和配线架的技术条件；

2 采用焊接时，电缆芯线焊接应端正、牢固、焊点光滑，应无假焊、错焊、漏焊、短路；焊接后芯线绝缘层应无烫伤、开裂及回缩现象；

3 采用卡接时，卡接钳的规格与电缆芯线线径应匹配；

4 组装专用电缆插头和以太网电接口插头时，应配件齐全、线位正确、连接可靠，压接插头时应选用专门工具；

5 光缆芯线终接宜采用收容盘连接保护。收容盘中，光纤的盘留弯曲半径不应小于 40mm；光缆芯线终接应按光纤色谱排列和系统使用要求对应接续，终接的工艺应符合工艺要求。

24.3.12 设备配线完成后应做测试检查，并应符合下列规定：

1 从电源室引接的设备供电电源线应连接可靠，直流正负极极性应正确；

2 在相对湿度不大于 80% 时，测试电源线单线对地及线间绝缘电阻应大于 $1\text{M}\Omega$ ；

3 从室内接地端引接的接地线应连接良好，接地电阻值应符合设计文件要求；电缆的屏蔽护套接地应可靠；

4 配线电缆的芯线应无错线或断线、混线；

5 配线电缆芯线间的绝缘电阻应符合设计文件要求；

6 用非屏蔽（或屏蔽）四对对绞电缆作为数据配线或信号线时，检查其长度和线对的使用应符合设计文件要求；

7 各类连接器的接线应符合设计文件要求。

24.3.13 车载设备配线敷设径路、固定方式应符合设计文件及车辆要求，并应避开周围热管路等；配线应正确；配线过车厢连接处应使用专用接插件。

24.3.14 视频监控前端设备、扬声器、子钟的布线径路、布线防护等应符合设计文件要求。

24.3.15 综合布线施工安装应符合下列规定：

1 保护管槽安装应符合本标准第 24.2 节的相关规定。

2 综合布线设备安装应符合本标准第 24.3 节设备安装的相关规定。

3 综合布线缆线布放应符合本标准第 24.3 节布线的相关规定。综合布线缆线与电力电缆、配电箱、变电室、电梯机房、空调机房之间的间距应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312 的规定。

4 综合布线安装完成后，应对布线系统进行调测，链路长度、链路性能和信道指标应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312 的规定。

III 接 地

24.3.16 通信接地应使用铜绞线引入机房的引入接地盘（箱）。

24.3.17 接地盘（箱）、接地铜排安装应符合下列规定：

1 接地铜排和螺栓结合应紧密；

2 接地铜排端子分配应符合设计文件要求；

3 接地盘（箱）端子应连接紧密。

24.3.18 采用综合接地时，接地电阻不应大于 1Ω 。

24.4 系 统 调 试

24.4.1 通信系统调试应包含电源系统与接地、传输系统、公务

电话系统、专用电话系统、无线通信系统、视频监控系统、广播系统、时钟系统、办公自动化系统、集中告警系统、民用通信引入系统和公安通信系统的子系统的调试。

24.4.2 通信系统的调试应按单机调试、系统调试的顺序进行。

24.4.3 通信系统调试宜按电源系统与接地、传输系统、公务电话系统、无线通信系统、其他各子系统的顺序进行。

24.4.4 系统调试前应先确认符合下列规定：

1 设备安装已完成，机柜安装位置和安装方式应符合设计文件要求，子架安装位置及单元电路板位置应正确、插入应可靠；

2 设备配线应已完成，应检查核对无误，端子连接方式和连接质量应符合设计文件及质量检验标准要求，接插件装配正确并应连接可靠；

3 引入的交直流电源和电源设备安装应已完成，并应符合设备使用要求；

4 设备应可靠接地，接地电阻值应符合设计文件要求；

5 设备加电后应运转良好、内置风扇应正常启动，各单机显示状态应符合当前实际运行情况；

6 设备调试宜在设备开机通电 30min 后进行；

7 设备电源报警时不应对设备送电。

24.4.5 系统调试前，应确认单机设备等正常、网管数据配置正确。

24.4.6 电源系统与接地调试的下列内容应符合设计文件要求：

1 接地电阻值；

2 交流输入电压相线与相线、每相相线与零线之间的电压；

3 不间断电源（UPS）设备的手动与自动转换功能，自动稳压及稳流功能；

4 不间断电源（UPS）设备的切换时间及切换电压值、输出电压、频率、负荷充放电时间；

5 高频开关电源的直流输出电压、直流输出杂音电平；

6 高频开关电源整流模块的热插拔功能和 $n+1$ 热备份

功能；

7 交流配电柜（箱）的机械电气双重联锁功能、手动切换功能、自动切换装置的延时性能；

8 蓄电池单体开路电压、浮充电压、内阻；

9 蓄电池组容量、各单体间的开路电压差、浮充电压差；

10 集中监控管理功能。

24.4.7 传输系统调试下列内容应符合设计文件要求：

1 光通道的平均发送光功率、接收光功率、接收机灵敏度；

2 误码性能；

3 光接口和电接口最大输出抖动、最大输入抖动容限；

4 保护倒换功能和性能；

5 同步和定时功能；

6 以太网透传、汇聚、二层交换功能和吞吐量、丢包率、时延性能；

7 低速数据接口的端到端误码性能；

8 音频接口的音频特性；

9 关键主备件冗余倒换功能；

10 网管功能。

24.4.8 公务电话系统调试下列内容应符合设计文件要求：

1 本局和局间的呼叫接续故障率；

2 计费差错率；

3 忙时呼叫尝试次数（BHCA）和内部过负荷；

4 长时间通话功能；

5 系统建立、呼叫接续及复原控制功能；

6 基本业务功能、新业务功能、话务统计功能、计费功能；

7 关键主备件冗余倒换功能；

8 网管功能。

24.4.9 专用电话系统调试下列内容应符合设计文件要求：

1 ISDN 接口、Z 接口、共总接口、共分接口、磁石接口、音频二/四线等各类接口性能；

- 2 本局和局间的呼叫接续故障率；
 - 3 音频接口的音频特性；
 - 4 选呼、组呼、全呼、会议呼叫、紧急呼叫、呼叫优先级、呼叫限制、呼叫显示等功能；
 - 5 数字环自愈、掉电直通、主要设备部件冗余倒换、应急电话等功能；
 - 6 录音装置及录音功能；
 - 7 区间电话、紧急电话功能；
 - 8 站间行车电话、专用直通电话功能；
 - 9 网管功能。
- 24.4.10 无线通信系统调试**下列内容应符合设计文件要求：
- 1 与其他相关系统的连通功能；
 - 2 冗余保护功能；
 - 3 录音功能；
 - 4 语音业务功能、数据业务功能、二次开发功能；
 - 5 语音通信的语音质量、接通率、掉话率、切换失败率、切换时延等；
 - 6 数据通信的平均时延、丢包率等；
 - 7 场强覆盖；
 - 8 网管功能。
- 24.4.11 视频监控系統调试**下列内容应符合设计文件要求：
- 1 摄像机监视角度；
 - 2 图像质量；
 - 3 图像水平清晰度及灰度；
 - 4 微分增益、微分相位、信噪比等性能；
 - 5 吞吐量、时延、丢包等网络性能；
 - 6 控制功能、显示功能、回放与存储功能、时间同步功能、故障告警功能；
 - 7 系统优先级；
 - 8 与其他系统的联动功能；

- 9 冗余保护功能；
- 10 车站及控制中心网络设备间数据通信功能；
- 11 网管功能。

24.4.12 广播系统调试下列内容应符合设计文件要求：

- 1 功率放大器性能指标；
- 2 应备声压级和声场不均匀度；
- 3 控制中心、车站和车辆基地编程广播功能、优先级功能、分区/分路广播功能、多路平行广播功能、自动/手动/紧急播音功能、功放故障诊断与切换功能、状态查询功能、负载及功放主要技术指标测量功能；
- 4 播音盒播音功能、监听功能、故障显示功能、噪声探测及控制功能；
- 5 录音功能；
- 6 与其他系统联动功能；
- 7 时间同步功能；
- 8 列车广播编程广播功能、远程播音功能。

24.4.13 时钟系统调试下列内容应符合设计文件要求：

- 1 卫星接收设备接收灵敏度、可同时跟踪最少卫星颗数、热启动和冷启动捕获时间、定时准确度；
- 2 子钟或母钟的时、分、秒或日期的显示；
- 3 校时和时间保持功能；
- 4 冗余部件自动切换功能；
- 5 授时功能、授时精度及向通信各子系统、其他系统提供的标准时间信号格式；
- 6 网管功能。

24.4.14 办公自动化系统调试下列内容应符合设计文件要求：

- 1 综合布线系统安装调试；
- 2 信息平台的电子办公、信息发布、日常运作和管理、资源管理、人员交流功能；
- 3 数据网络节点连通性能；

- 4 数据网络端到端吞吐量、丢包率、时延；
- 5 数据网络 VLAN 功能、QoS 策略、安全功能；
- 6 数据网络可靠性。

24.4.15 集中告警系统调试的下列内容应符合设计文件要求：

- 1 告警信息采集范围；
- 2 显示、告警、存储、检索功能；
- 3 时间同步功能；
- 4 告警响应时延；
- 5 告警准确率；
- 6 网管功能。

24.4.16 民用通信引入系统调试应符合下列规定：

- 1 民用通信引入电源系统调试应符合本标准第 24.4.6 条的相关要求；
- 2 民用通信引入传输系统调试应符合本标准第 24.4.7 条的相关要求；
- 3 移动通信引入无线场强覆盖应符合设计文件要求；
- 4 民用通信引入集中监测告警系统调试的配置管理、故障管理、性能管理、资源管理、安全管理等功能应符合设计文件要求；
- 5 系统服务质量应符合设计文件要求。

24.4.17 公安通信系统调试应符合下列规定：

- 1 公安通信电源系统调试应符合本标准第 24.4.6 条的要求；
- 2 公安通信数据网络系统调试应符合本标准第 24.4.14 条的要求；
- 3 公安通信视频监控系统调试应符合本标准第 24.4.11 条的要求；
- 4 公安无线引入场强覆盖应符合设计文件要求；
- 5 冗余功能、网管功能应符合设计文件要求；
- 6 语音业务功能、数据业务功能、优先级功能应符合设计文件要求。

25 信 号

25.1 一 般 规 定

25.1.1 在站台人员密集区、隧道和机械室内，信号系统应采用低烟、无卤、阻燃的光缆和电缆。

25.1.2 信号工程施工前，应与相关专业确认下列接口内容：

1 应与土建结构专业确认基准线，并应核对预留洞口、预埋件的位置、几何尺寸；

2 应与建筑装修专业确认装饰中心线、标高线、并应核对预留洞口、预埋件的位置、几何尺寸；

3 设备安装完毕后，供电专业应将电源及地线接入信号机械室的电源开关箱端子上；

4 应根据设计文件要求，与轨道、车辆、通信、站台屏蔽门专业系统间的接口进行核实，并配合关联系统联调。

25.1.3 信号系统的车载设备安装不应超出车辆限界，信号系统的地面设备安装不应侵入设备限界。

25.2 光（电）缆线路

25.2.1 光（电）缆敷设前应进行下列检查和检验：

1 核对光（电）缆的规格、型号应符合设计文件要求；

2 应确认电缆端别，以便于光（电）缆的敷设；

3 对电缆线间绝缘、对地绝缘、直流电阻等特性应进行测试。

25.2.2 光（电）缆直埋应符合下列规定：

1 两设备间的径路应最短或通过障碍物及跨股道数最少；

2 不应在道岔尖端、辙岔心及钢轨接头处穿越轨道；

3 土质地带光（电）缆埋设深度不应小于 700mm，石质地

带光（电）缆埋设深度不应小于 500mm，并均应在冻土层以下；

4 电缆沟沟底应平坦、无石块和杂质，沟内光（电）缆应自然松弛排列整齐不交叉。

25.2.3 防护光（电）缆的电缆槽埋设深度，应根据当地土质、排水及生物灾害等具体情况而定，盖板距地面不应小于 200mm。

25.2.4 信号电线路应与电力线路分开敷设。交叉敷设时信号电线路的防护措施、敷设间距应符合设计文件要求。

25.2.5 电缆敷设时不应出现背扣现象。在拐弯处、余留量存放处应有自然弯曲，信号电缆弯曲半径应符合下列规定：

1 综合护套信号电缆不应小于电缆外径的 15 倍；

2 内屏蔽数字电缆、应答器数据传输电缆不应小于电缆外径的 20 倍；

3 应答器尾缆不应小于电缆外径的 10 倍。

25.2.6 信号电缆敷设余留量应符合下列规定：

1 引至室内的光（电）缆余留不应小于 5m；

2 室外设备端光（电）缆余留不应小于 2m；当光（电）缆敷设长度小于 20m 时，余留不应小于 1m；

3 光（电）缆过桥，在桥两端余留不应小于 2m；

4 光（电）缆接续，接续点两侧余留不应小于 1m；

5 光（电）缆在经过隧道内防淹门时余留量应符合设计文件要求。

25.2.7 信号光（电）缆埋设标应符合下列规定：

1 在光（电）缆转向或分支处、长度大于 500m 的直线中间点、接续处、穿越障碍物处应设置埋设标；

2 电缆埋设标外观应平整光洁，应无缺棱掉角等缺陷；埋设标上应标明埋深，直线、拐弯或分支，地下接续处应标写“接续标”字样及接头编号。

25.2.8 电缆穿越碎石道床时，应使用防护管，管内所穿电缆堆积外径不应大于管内径的 $2/3$ ；防护管应伸出轨枕端部 0.5m，管口应封堵严密。

25.2.9 信号电缆接续应符合下列规定：

1 信号电缆在进行接续（包括箱盒内主电缆及各分支电缆的连接）时，应 A 端与 B 端连接，相同芯组内应相同颜色的芯线相接；

2 电缆地下接头应水平放置，接头两端各 300m 范围不得弯曲；并应设线槽防护，其长度不应小于 1m；

3 电缆地下接续完毕，应及时进行芯线导通和芯线对地、芯线间绝缘电阻值的测试；

4 电缆穿越铁路、公路等道路时，在距离铁路、公路等道路边缘的 2m 内不应进行地下接续；在距离地下热力、煤气及可燃性管道的 2m 范围内不应进行地下接续；

5 穿越人防孔洞时，孔洞两侧 5m 内不应进行电缆接续；

6 电缆接续完毕，其接续点应标识在电缆径路图上。采用地下接续时，其接续记录应一式两份，一份交接管维护单位，一份存留。

25.2.10 支架、吊架及线槽安装，光缆敷设、接续、防护的其他要求，应符合本标准第 24.2 节的规定。

25.2.11 信号箱、盒的安装应符合下列规定：

1 混凝土箱盒基础、电缆槽及盖板基础不应有断裂现象；基础螺栓应垂直，距离应正确，外露的丝扣部分应涂机械油；混凝土电缆槽不应露筋；

2 变压器箱及电缆盒基础埋设深度应为基础顶面距地面 150mm～250mm，继电器箱基础埋设深度应为基础顶面距地面 200mm～300mm；

3 轨道电路用终端电缆盒的引线口背应向所属轨道侧，基础面应与钢轨底面齐平；双送（受）终端盒的中心应正对轨缝；单送（受）终端盒的中心应在所属区段，对应轨缝第一、二轨枕中心；

4 轨道电路用变压器箱盖应向所属线路外侧开，基础面应与钢轨顶面平整；双送（受）变压器箱的中心应正对绝缘轨缝；

单送（受）变压器箱的中心应在所属区段，对应轨缝第一、二轨枕中心；

5 中间接续的终端电缆盒、方向电缆盒宜与轨道平行安装（基础与轨道平行）；

6 高柱色灯信号机的变压器箱、终端电缆盒应安装在显示方向一侧，箱盒引线孔应正对信号机柱中心，变压器箱引线孔边缘至信号机柱边缘宜为 470mm，终端盒引线孔至信号机柱边缘宜为 400mm～470mm；

7 电缆引入箱盒后引入胶室内应用绝缘胶灌注（包括无电缆引入的备用胶室），绝缘胶灌注深度宜为 30mm，表面应平整。绝缘胶面低于电缆护套切剥口宜为 5mm～10mm。

25.2.12 信号箱、盒内配线应符合下列规定：

1 箱盒内端子编号：终端电缆盒端子编号应从基础开始，顺时针方向依次编号；方向电缆盒应以“1 点钟”位置为 1 号端子，顺时针方向依次编号；变压器箱端子编号，靠箱边应为奇数，靠设备边应为偶数，应面向箱子引线孔侧端子自右向左依次编号；

2 箱盒内电缆配线：每根芯线应留有能做 2 次～3 次线环的余量；备用芯线的长度应能够保证与最远端端子进行配线连接；芯线线环应按顺时针绕制，在端子上芯线线环间及线环与螺母间应垫垫圈；

3 终端电缆盒、方向电缆盒、变压器箱名称标识的字体应大小适中。

25.3 设备 安 装

I 室外设备安装

25.3.1 高柱信号机安装应符合下列规定：

1 高柱信号机应采用环形预应力混凝土机柱，安装前应检查信号机柱质量符合质量验收标准要求；

2 信号机安装位置、灯光配列、机柱埋深、机构安装高度应符合设计文件要求；信号机柱埋深不足时，应填土夯实或按设计文件要求防护；

3 高柱信号机梯子基础、机柱卡盘、底盘等混凝土的强度等级应符合设计文件要求，表面应平整光洁、不得露筋；

4 高柱信号机应垂直于地面，在距离钢轨顶面 4.5m 高处，用吊线坠往下测量，倾斜量不应大于 36mm；

5 信号机梯子中心应与机柱中心一致，梯子支架应水平，连接应牢固；同一机柱同方向安装的各机构，各灯位中心应在一直线上，固定托架应安装水平；信号机各部组件安装应齐全，应无破损、裂纹现象；各部连接件连接应正确，紧固件应平衡紧固；各开口销安装应正确，劈开角度应为 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ；

6 混凝土机柱顶端及电线引入管入口封堵应严密；信号机柱至机柱间的电线应采用直型引线管进行防护；

7 信号机色玻璃及透镜应清洁、明亮，应无斑点和裂纹。

25.3.2 矮型信号机安装应符合下列要求：

1 信号机的安装位置、灯光配列、显示方向应符合设计文件要求；

2 矮型信号机安装在混凝土基础上时，混凝土基础强度及基础埋深应符合设计文件要求；基础螺栓应垂直，螺栓间距应符合设计文件要求，外露的丝扣部分应涂机械油，基础表面应平整光洁且无明显缺棱掉角现象；

3 矮型信号机安装在路基地段时应采用混凝土基础；在高架桥、隧道地段时可采用热镀锌金属基础支架；支架安装应牢固，螺栓应紧固、无松动；

4 在路基地段的信号机基础顶面应高于钢轨顶面 200mm～300mm；在桥梁地段和隧道地段信号机安装高度应避开建（构）筑物；

5 信号机构门、变压器箱、电缆盒盖应严密，密封应良好；

6 信号机色玻璃及透镜应清洁、明亮，应无斑点和裂纹。

25.3.3 信号机安装完成后, 应进行送电试验, 并应符合下列规定:

1 显示距离应符合设计文件要求;

2 当采用灯泡为光源时, 应使用有主、副灯丝的专用灯泡, 灯座调整应灵活。设有灯丝转换的, 正常点灯时, 应接通主灯丝。

25.3.4 发车指示器在站台地面上安装时, 机柱与地面应垂直, 并应安装牢固; 发车指示器在站台顶棚下、隧道壁或高架梁体上安装时, 支架应安装牢固。

25.3.5 按钮装置的安装应符合下列规定:

1 紧急关闭按钮装置的安装位置、安装高度应符合下列规定:

1) 站台关闭按钮装置在建筑体上安装时, 宜采取嵌入安装方式; 关闭装置在圆形柱体上安装时, 应采取使箱体与柱体圆弧相吻合的措施;

2) 车控室关闭装置在墙体上单独安装时, 宜采取壁挂安装方式; 当车控室设有 IBP 盘时, 应将关闭装置的关闭按钮、复原按钮及表示灯直接安装在 IBP 盘上;

3) 当站台关闭按钮装置与站台消防箱、落地式导向牌等站台设施合设时, 应选择在合适的位置安装, 安装方式宜为嵌入式;

4) 关闭按钮装置的安装高度应距地面 1.5m~1.7m;

5) 安装在站台上的按钮箱不得妨碍旅客通行。按钮箱封印应完整。

2 车辆基地车控室应急盘的安装位置、安装高度应符合设计文件要求。应急盘应紧贴墙面并垂直安装, 固定应牢固、封印完整。盘面指示灯显示应正确、清晰, 按钮操作应灵活、无卡阻。

3 同意按钮柱在车场的安装位置、安装高度应符合设计文件要求。按钮柱应垂直于地面安装。按钮应操作灵活、无卡阻,

灯光显示应明亮。

25.3.6 电动转辙机安装前，道岔铺设状态应符合下列规定：

1 道岔应方正，尖轨与基本轨应密贴，道岔各种连接部件应齐全紧固；

2 第一连接杆中心尖轨开程应为 148mm~152mm。

25.3.7 电动转辙机安装前应进行检查，并应符合下列规定：

1 零部件应齐全，各种零部件规格尺寸应与设计文件要求尺寸一致，不得损伤或锈蚀。传动齿条与齿轮应吻合，机盖盘根应完整、密贴；

2 机内导电部分的绝缘电阻应符合产品技术文件的规定。

25.3.8 电动转辙机安装应符合下列规定：

1 基础角钢应与基本轨固定牢固，并应垂直于道岔的直股基本轨或复式交分道岔中心线；

2 整体道床预埋基础螺栓位置应准确，混凝土应浇筑密实；

3 绝缘配件安装应齐全，固定螺栓应拧紧；

4 动作杆与密贴调整杆应在一条直线上，并应与表示杆、道岔第一连接杆平行；

5 道岔应转换灵活，固定装置不得松动。

25.3.9 轨道电路设备安装应符合下列规定：

1 钢轨绝缘安装应符合下列规定：

1) 轨道电路的两钢轨绝缘应并列安装；若不能并列安装时，其错开的距离（死区段）不应大于 2.5m；两相邻死区段的间隙或死区段与相邻轨道电路的距离不宜小于 18m；死区段的长度小于 2.1m 时，上述间隔可小于 18m，但不得小于 15m；

2) 设于警冲标外方的钢轨绝缘，除侵线绝缘外，绝缘安装位置应距警冲标 3.5m~4.0m；

3) 钢轨绝缘夹板螺栓应相对安装（辙叉根部除外），轨端绝缘的顶部与轨面应平齐，槽型绝缘板、绝缘箍、绝缘垫片应配带齐全且安装正确；

- 4) 异型钢轨接头处不得安装绝缘。
- 2 钢轨引接线应符合下列规定：
- 1) 钢轨引接线穿越轨道时，应采用绝缘橡胶管防护；固定引接线的卡钉、卡具不得与钢轨垫板、防爬器接触；
 - 2) 裸露式引接线或护套式引接线的金属裸露部分在安装后应涂油防腐，钢绞线不得断股、锈蚀，塞钉不得打弯；
 - 3) 引接线应用 Ω 卡具固定在小枕木上，小枕木埋设应牢固、方正并与道碴面齐平；
 - 4) 塞钉式钢轨引接线的塞钉不得打弯，塞钉头部露出钢轨内侧应为 $1\text{mm}\sim 4\text{mm}$ 。
- 3 钢轨接续线应符合下列规定：
- 1) 无牵引电流通过的钢轨，接续线应采用 JS 型塞钉式钢轨接续线，或采用截面积不小于 42mm^2 镀锌钢绞线；
 - 2) 有牵引电流通过的钢轨，接续线应采用胀钉方式或焊接方式连接，接续线应采用截面积不小于 95mm^2 的多股铜缆两根；
 - 3) 钢轨接续线应安装在钢轨外侧；在道岔辙叉根部或其他位置安装困难时，可将钢轨接续线向下安装在钢轨内侧；
 - 4) 塞钉式钢轨接续线应紧贴钢轨鱼尾夹板上，高度不得超过轨端底部，安装应平直、无弯曲；胀钉式钢轨接续线应沿钢轨底边敷设安装；
 - 5) 塞钉式钢轨接续线的塞钉不得打弯，塞钉头部露出钢轨内侧应 $1\text{mm}\sim 4\text{mm}$ ；
 - 6) 钢轨接续线的金属裸露部分不得锈蚀，安装完成后，塞钉式钢轨接续线应立即在塞钉头与钢轨的接缝处涂漆封闭，焊接式钢轨接续线应在焊接上涂漆。
- 4 道岔跳线应符合下列规定：
- 1) 无牵引电流通过的道岔跳线截面积不应小于 15mm^2 ，

有牵引电流通过的道岔跳线截面积应符合设计文件要求；

- 2) 道岔跳线穿越钢轨时，距轨底的距离不应小于 30mm，并应用卡具固定在轨枕上；
- 3) 单开道岔的长跳线，宜安装在道岔区域钢轨绝缘后第二、三轨枕间；
- 4) 道岔跳线的塞钉不得打弯，打入深度应为露出钢轨 1mm~4mm，塞钉头与钢轨的接缝处应涂漆封闭。

5 回流线应符合下列规定：

- 1) 回流线截面积、安装方式应符合设计文件要求，应采用胀钉方式与钢轨连接，连接应牢固、无松动；
- 2) 回流线应用卡具固定在轨枕或整体道床上。

25.3.10 电气绝缘轨道电路调谐安装应符合下列规定：

1 靠近信号机的无绝缘轨道电路调谐单元应设在信号机后方 0.5m~1.5m 的范围，调谐区长度及相关调谐单元、匹配单元、空心线圈等设备的安装位置应符合设计文件要求；

2 调谐单元、匹配单元、空心线圈盒内部元器件应安装牢固，且无损伤；

3 调谐单元、匹配单元、空心线圈盒入口应封闭；

4 调谐单元、匹配单元、空心线圈盒与基础桩连接应牢固。

25.3.11 环线安装应符合下列规定：

1 环线安装宽度及交叉点位置应符合设计文件要求，每处交叉点的电缆走线应紧密、无缝隙；

2 环线沿钢轨敷设时，应用卡具将环线固定在钢轨上；

3 环线沿地面敷设时，应用 Ω 卡固定在承轨台或小枕木上；

4 环线各类卡具应固定牢固，环线应平顺无扭绞、不翘起。

25.3.12 波导管与轨旁无线电子盒（或耦合器）间连接的射频电缆连接应牢固、无松动、无损伤，射频电缆的弯曲半径应符合技术文件要求。波导管、轨旁无线电子盒、耦合器与地线连接应

牢固，无松动。

25.3.13 应答器安装应符合下列规定：

1 应答器至钢轨顶面安装高度应符合相关产品技术标准的要求；

2 应答器 X 轴基准标记应设于两钢轨中间处，X 轴基准标记沿 Y 轴方向允许横向偏移允许偏差应为 $\pm 15\text{mm}$ ；

3 正常情况下，应答器上平面应与两钢轨面平行，左右面应与钢轨平行；应答器安装角度允许偏差应符合表 25.3.13 的要求；

表 25.3.13 应答器安装角度允许偏差

序号	旋转方向	允许偏差
1	以 X 轴旋转（倾斜）	$\pm 2^\circ$
2	以 Y 轴旋转（俯仰）	$\pm 5^\circ$
3	以 Z 轴旋转（偏转）	$\pm 10^\circ$

4 有源应答器接线盒应安装牢固，引线口应密封良好。

25.3.14 无线接入单元的电子箱安装位置应符合设计文件要求；电子箱应密封良好，底部防水接头应安装牢固；电子箱体接地应采用 25mm^2 多股铜缆地线与接地扁钢相连接。

25.3.15 天线的安装位置、方式应符合设计文件要求；天线传输范围内应无障碍物阻挡；天线支架与混凝土墙壁或基础连接应牢固。

25.3.16 计轴磁头安装应符合下列规定：

1 计轴磁头应安装在两枕木之间钢轨（单轨条）的轨腰处，发送器应装在钢轨的外侧，接收器应装在钢轨的内侧；

2 磁头的接收器和发送器与两个屏蔽板（与钢轨型号配套）应一起固定在轨腰上，连接螺栓的扭矩应符合产品技术文件要求；

3 磁头安装应平稳、牢固，螺栓应紧固、无松动。

25.3.17 计轴电子盒安装应符合下列规定：

1 计轴电子盒安装应根据现场情况选择地面支架安装或墙面安装，设备边缘不得侵限；

2 电子盒内部配线应连接正确、排列整齐；

3 计轴电子盒体应采用 25mm^2 的多股铜缆进行接地；

4 电子盒安装应与地面保持垂直，安装应平稳、牢固，螺栓应紧固、无松动。

25.3.18 地下铁道信号系统漏缆敷设的要求，应符合本标准第24.2节的规定。

II 室内设备安装

25.3.19 大屏及控显设备安装应符合下列规定：

1 设备安装位置、方式应符合设计文件要求；大屏架与墙体间连接应牢固；

2 相邻屏幕之间的间隙不应大于 1.0mm ；

3 多屏拼接的整墙屏幕应无凹凸不平现象，边缘应平齐；

4 控显设备各种接口的插接元件配置应正确、咬合应紧密；

5 控显设备应显示清晰，应发光均匀，应无失真、老化现象，鼠标、键盘连接应良好、操作应灵活方便；

6 控制台盘面及两端方向标牌应与实际线路平面布置及方向相符合。控制台按钮和复示器的位置、颜色应符合设计文件要求。控制台背面与墙内侧距离不宜小于 1m 。

25.3.20 电源屏各输出电源对地绝缘良好，其绝缘电阻应符合相关产品技术标准或设计文件要求。

25.3.21 信号系统蓄电池安装应符合下列规定：

1 蓄电池应排放整齐，前后位置、间距应适当；每列外侧应在一条直线上，其偏差不应大于 3mm ；电池单体应保持垂直和水平，底部四角应均匀着力；

2 电池间隔偏差不应大于 5mm ；电池之间的连接应平整，连接螺栓、螺母应拧紧，外罩塑料盒盖不得缺失；

3 各组电池应根据馈电母线走向确定正负极出线位置；

4 用电压表检查电池端电压和极性，应保证极性正确连接；对于端电压偏低的电池应筛选剔除。

25.3.22 信号系统室内机柜及走线槽（架）的安装，应符合本标准第 24.3 节的规定。

25.3.23 信号系统线缆终接应符合下列规定：

1 采用笼式弹簧夹持接线端子时，接线端子的规格应符合设计文件要求；端子配线应采用专用工具操作，应一孔一线，不应一孔多线；

2 采用压接工艺配线时，压接端子应无污渍、锈蚀、开裂及变形；应使用与芯线截面积相适应的端子和压接工具；压接时接点片与导线应压接牢固、长度适当，配线应无脱股、断股现象；

3 采用冷压接线端子时，配线压接应紧密；

4 采用焊接配线时，焊接时可使用酒精松香做焊剂，不应使用带有腐蚀性的焊剂；焊接应牢固，焊点应光滑、饱满，应无毛刺、假焊、虚焊现象；

5 配线端子应套有塑料软管保护，套管长度应均匀一致，套管上应有去向标识；

6 屏蔽线的屏蔽层应与屏蔽端子连接牢固。

25.3.24 信号电缆引入信号设备机械室应符合下列规定：

1 室外引至信号设备房屋的电缆余留量不应小于 5m；电缆间的电缆余留量应呈“U”或“Ω”形布放，不应盘成环状；电缆转弯及余留量的布放应均匀圆滑、整齐美观，不得有硬弯或背扣现象，并应符合电缆弯曲半径的要求；

2 楼层间电缆应分段固定，分段间距不宜大于 2m；

3 电缆入口应用防火材料封堵严密；

4 终端应加挂铭牌，并应标明电缆编号及去向。

III 车载设备安装

25.3.25 机柜及人机界面的安装位置及方式应符合设计文件

要求。

25.3.26 机柜底座应有防振装置且与机架电气隔离，机架应与车体可靠连接，应保证接地良好。柜内各元器件应安装端正、牢靠，各种接插件应插接紧密、无松动。

25.3.27 车载天线及测速设备安装其安装技术指标允许范围应符合设备技术条件的规定，且应符合设计文件对电气干扰、抗振及密封的要求。

25.3.28 车载设备配线敷设径路、固定方式应符合设计文件要求，并应避免与大电流线缆平行布放；线缆的屏蔽应按照设计文件要求可靠接地；配线应正确；车体外部敷设线缆应用金属管固定在车体上。

25.4 防雷与接地

I 室内设备接地

25.4.1 信号机械室室内设备接地前应按电源防雷接地、电缆屏蔽接地、等电位安全接地和传输通道防雷接地进行分类，各类接地不得混用。室外设备按电缆接地、高柱信号机接地、无绝缘轨道电路设备接地。

25.4.2 地下铁道防雷接地应优先采用综合接地系统。信号室内设备接地应接入房建单位预留的综合接地箱；无综合接地系统时，可按接地性质的不同分别接地。

25.4.3 电源引入防雷箱、电源屏一次侧接地应独立接至综合接地箱，不得与其他接地合用。

25.4.4 等电位接地应符合下列规定：

1 室内金属线槽、桥架接缝处应用铜线或屏蔽网线连接，并应在一端接入等电位铜排，槽、架整体布置不应形成闭环；

2 机架（柜）、电源屏外壳应用铜线或屏蔽网线连接后接至等电位铜排，每架间应采用并联方式接地，每排间应整体连接不得形成闭环；

3 每架（柜）内屏蔽线的屏蔽层，应采用屏蔽网线顺序连接后至等电位铜排；屏蔽线应单端接地；

4 室外引入室内的每根电缆屏蔽层、泄流线，应采用屏蔽网线单独引出接至等电位铜排；

5 等电位铜排与综合接地箱间应采用 $30\text{mm} \times 3\text{mm}$ 铜条或 25mm^2 铜线连接，等电位铜排整体布置不应形成闭环。

25.4.5 分线柜处每根电缆的钢带、铝护套连接后，在钢带和铝护套连接点应分别采用 $7\text{mm} \times 0.52\text{mm}$ 黄绿色铜芯塑料软线分别引至接地铜排上接地；内屏蔽层的屏蔽层、泄流线应接至 FLE 端子排上接地。

25.4.6 分散接地时信号设备接地体与其他设备的接地体距离不应小于 15m 。

25.4.7 采用综合接地时，接地电阻不应大于 1Ω ；分散接地电阻不应大于 4Ω 。

II 室外设备接地

25.4.8 室外设备接地均应采用并联连接方式，设备集中处宜设置分支接地引接线。接地引接线应与贯通地线连接，有预留端子时宜采用栓接方式连接，与分支接地引接线连接宜采用 T 型压接方式连接。

25.4.9 室外电缆的屏蔽和接地应符合下列规定：

1 室外电缆钢带、铝护套、内屏蔽护套应采取分段单端接地方式；单端接地的电缆长度不宜超过 1000m ；

2 箱盒引入电缆的钢带、铝护套应采用 U 形卡连接，并应在卡具连接点分别用 $7 \times 0.52\text{mm}$ 黄绿色铜芯塑料软线引至方向盒内接地端子；内屏蔽层应采用 1.5mm^2 扁平铜网环连后接至方向盒内接地端子；

3 设备接地端子应就近与综合接地端子或贯通地线连接，连接线应采用截面积 25mm^2 的铜导线；

4 无贯通地线时，应采用分散方式接地。

25.4.10 交流电力牵引区段信号机及梯子的接地应符合下列规定：

1 高柱信号机应采用不小于 25mm^2 软铜缆将各机构分别与信号机梯子、信号机构连接后应就近与综合接地端子或贯通地线连接；

2 无贯通地线时，应采用分散方式接地。

25.4.11 室外设备在接入综合接地扁钢时，两相邻接地线在扁钢上的连接距离不应小于 200mm 。

25.5 系统调试

I 单体调试

25.5.1 固定信号机的调试应符合下列规定：

1 信号机光源应采用交流供电方式；

2 灯光排列颜色配置应符合设计文件要求；

3 色灯信号机的光源应在聚焦位置上，并应根据外界环境亮度调整光源的电压，使其为额定电压的 $85\%\sim 95\%$ ，信号机的主、付灯丝转换应可靠。LED 信号机正常工作时应全部灯管点亮。当 LED 灯管故障数至报警门限值以下时，正常 LED 灯管应继续点亮，并应能及时接通报警电路；

25.5.2 电动转辙机的调试应符合下列规定：

1 转辙机开启机盖或插入手摇把时，遮断器保护接点应切断动作电源，非经人工恢复不得接通电路。

2 转辙机内表示系统的动接点与定接点在接触状态时，其接触深度不应小于 4mm ，与定接点座的距离不应小于 2mm ；在挤岔状态时，表示系统的定位、反位接点均应断开。

3 摩擦连接器的调试应符合下列规定：

1) 道岔正常转换时，摩擦连接器不得空转、打滑；

2) 道岔尖轨因故不能转动，或在转换过程中受阻时，电机应空转；

3) 摩擦电流不得大于额定电流的 1.3 倍。

4 道岔的转换动程、外锁闭量，以及转换时间、动作电流与故障电流应符合产品技术条件要求。

25.5.3 轨道电路应进行下列项目的调试，并应符合设计文件要求和设备技术文件的规定。

- 1 轨道电路各项参数指标测试；
- 2 轨道电路调整、分路状态的调试；
- 3 轨道电路分路灵敏度测试。

25.5.4 电源设备调试应符合下列规定：

- 1 电源不应混线或接地；
- 2 主、副电源切换应可靠，切换时间和电压稳定度应符合设备技术文件规定；
- 3 闪光电源的闪光频率宜调整在每分钟 80 次～120 次；
- 4 不间断电源的输出电压、频率、满负荷放电时间及超载性能，应符合设备技术文件规定；
- 5 电源设备对地绝缘电阻值应符合设计文件要求。

25.5.5 控制台调试应符合下列规定：

- 1 控制按钮应动作可靠，表示正确；
- 2 复示器应清晰、准确反映信号设备的状态；
- 3 报警装置应动作准确、可靠；
- 4 控制台端子对地绝缘电阻值，当设计文件无规定时，不应小于 $0.2\text{M}\Omega$ 。

25.5.6 计算机及其外部设备应进行下列项目的调试，并应符合设计文件和设备技术文件要求：

- 1 设备性能指标测试；
- 2 计算机功能性测试；
- 3 稳定性测试；
- 4 设计文件规定的其他项目测试。

25.5.7 列车自动防护、自动运行车载设备应进行静、动态检验，并应符合设备技术文件规定。

II 系统调试

25.5.8 列车自动防护系统设备调试应符合下列规定：

1 联锁试验调试应符合下列规定：

- 1) 进路联锁表所有列车进路的建立及锁闭、信号机开放直至进路取消或解锁，进路联锁条件应正确；
- 2) 进路的敌对（敌触）进路不应建立，敌对信号不得开放，与进路无关的设备不得误动作；
- 3) 室内外设备连通试验时，室内设备动作、控制台显示，应与室外信号显示或动作相一致；
- 4) 声、光报警信号应准确；
- 5) 稳定性试验时间不应少于 72h。

2 在不同的线路状态、速度限制及联锁条件下，轨旁接收设备对列车运行线路各区段编码的选择及车载设备的接收、译码应准确、可靠。

3 列车运行间隔、超速防护及间隔控制等功能应符合设计文件和设备技术文件的要求。

4 列车自动防护系统应符合故障导向安全原则。

25.5.9 列车自动运行系统应进行下列项目调试，并应符合设计文件和设备技术文件要求。

1 轨旁设备性能调试；

2 列车自动运行的速度控制不得引发列车自动防护系统超速防护控制的调试；

3 列车自动运行的速度控制精度、停车位置精度调试；

4 列车自动运行正点率的统计调试；

5 设计文件规定的其他项目调试。

25.5.10 列车自动监控系统应进行下列项目调试，并应符合设计文件和设备技术文件要求：

1 列车自动监控系统通道打通试验；

2 列车自动监控系统控制命令执行功能试验；

- 3 列车运行时刻表编制及管理功能调试；
- 4 列车进路自动排出、变更和取消功能调试；
- 5 列车追踪显示功能试验；
- 6 人工介入控制功能试验；
- 7 设计文件规定的其他项目试验。

25.5.11 列车自动控制系统应进行下列项目综合试验，并应符合设计文件要求：

- 1 列车自动防护、自动运行和自动监控系统的接口性能试验；
- 2 调车、接发车及通过列车的进路行车试验；
- 3 列车行车间隔、折返时间和列车运行速度、交路调整功能试验；
- 4 列车自动控制系统可靠性、可用性指标试验；
- 5 设计文件规定的其他项目试验。

25.5.12 在运营条件下，列车自动控制系统无负载试运行应符合下列规定：

- 1 列车自动控制系统不得重新调整或修改；
- 2 列车自动控制系统的功能应符合本标准第 25.5.8 条～第 25.5.11 条的规定；
- 3 试运行时间应符合本标准第 33 章的规定。

26 火灾自动报警系统

26.1 一般规定

26.1.1 火灾自动报警系统材料进货检验时，对工程中使用的光缆、电缆、漏缆的低烟、无卤、阻燃、防水和抗阳光辐射等特性，应有具有相应资质的检测单位出具的测试报告。

26.1.2 火灾自动报警工程施工前，应与各专业确认下列接口内容：

1 应与土建结构专业确认基准线，并应核对预留沟、槽、管、洞和预埋件的位置和几何尺寸；

2 应与建筑装修专业确认装饰中心线、标高线、预留洞口、预埋件、终端设备和缆线预留的位置、几何尺寸；

3 应由供电专业将电源及地线接入火灾自动报警系统机房设备柜（箱）端子上；

4 根据设计文件要求，应与其他专业系统进行接口核实，并配合关联系统的调试。

26.2 光（电）缆线路

I 管路及线槽安装

26.2.1 当管路暗敷设在不燃烧体结构内时，混凝土保护层厚度不宜小于 30mm。

26.2.2 导管和线槽穿越建筑变形缝应设补偿装置，导线跨越变形缝的两侧应固定，并应留有结构和导线变形的余量。

26.2.3 敷设在竖井内和穿越不同防火分区的线槽及管路孔洞，应进行防火封堵；系统总线在穿过防火分区时，应在穿越处设置总线短路隔离器。

II 光（电）缆敷设

26.2.4 火灾自动报警系统应单独布线，不同电流类型、不同电压等级的线路不应穿入同一根管内或敷设于线槽的同一槽孔内；水平敷设的传输线路当采用穿管布线时，不同防火分区的线路不应穿入同一根管内。

26.2.5 线缆应根据不同用途选用不同的颜色，相同用途的线缆颜色应一致，接线端子应有标号。

26.2.6 光（电）缆敷设的其他要求应符合本标准第 24.2.11 条～第 24.2.16 条的规定。

26.2.7 导线敷设完成后，每回路的导线用 500V 兆欧表测量绝缘电阻，其对地绝缘电阻值不应小于 $20M\Omega$ 。

26.2.8 光缆敷设完成后，应对光纤链路进行测试，应符合本标准第 24.2.17 条的规定。

26.3 设备安装及配线

I 设备安装

26.3.1 火灾自动报警系统设备应包括输入输出模块、隔离模块、火灾探测器、报警按钮、警示设备、消防电话、火灾报警控制器、操作员工作站、不间断电源。火灾自动报警系统设备安装应符合现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 的规定。

II 配 线

26.3.2 探测器、模块、报警按钮等导线连接应可靠压接或焊接，并应有线缆标识，外接导线余量不应小于 150mm。

26.3.3 线缆引入火灾报警控制主机应符合下列规定：

1 对引入的电缆或导线，应进行校线，按图纸要求编号；线缆标识应清晰准确，不易褪色；

2 摇测全部合格后按不同电压等级、用途、电流类别分别绑扎成束引到端子板，按接线图进行接线，每个接线端子接线不应超过两根；

3 配线应整齐，固定应牢固，导线应绑扎成束，并应留有不少于 200mm 的余量；

4 导线引入完成后，在进线管处应封堵；

5 控制器主电源引入线应直接与消防电源连接，不应使用插头连接。

III 接地和杂散电流

26.3.4 火灾自动报警系统应对接地装置进行测试，接地电阻值、接地干线的材质及截面应符合设计文件要求。

26.3.5 采用交流供电和 36V 以上直流供电的电子设备，设备的金属外壳应做接地保护。

26.3.6 消防控制室接地板引至各消防电子设备的专用接地线应选用铜芯绝缘导线，其线芯截面面积应符合设计文件要求。

26.3.7 杂散电流防护措施应符合现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49 的规定。

26.4 调整试验

26.4.1 火灾自动报警系统调整试验应具备下列条件：

1 站内装修施工已完毕，清理干净；

2 现场已提供正式交流电源及具备照明条件；

3 线缆已测试完毕，设备安装完毕，设备及模块箱（柜）接线全部完成，线缆连接方式及质量符合设计文件及设备技术标准要求；

4 设备的工作接地和保护接地符合设计文件要求；

5 接口功能自检合格，接口接线端子无感应电；

6 系统设备及其周围的各种障碍物已清除，各种临时线缆已拆除；

7 环境与设备监控系统已具备消防联动功能；

8 综控室、消防水泵房、通风系统、配电室等设备机房应正常供电；

9 各联动系统调试完毕且运行正常。

26.4.2 火灾自动报警系统的调整试验应按下列顺序进行：

1 设备单机通电检查；

2 车站级联动调试；

3 中央级联动调试。

I 单机通电检查

26.4.3 火灾自动报警系统调试，应先分别对探测器、报警控制器、火灾报警装置、消防设备应急电源、消防广播、消防电话和消防控制设备等逐个进行单机通电检查，正常后方可进行系统调试。

26.4.4 火灾自动报警系统通电后，应按现行国家标准《火灾报警控制器》GB 4717 的要求对报警控制器功能进行检查。

26.4.5 检查火灾自动报警系统的主电源和备用电源，其容量应符合设计文件要求，各备用电源放电终止再充电 48h 后断开设备主电源，备用电源至少应保证设备工作 8h。

II 车站级联动调试

26.4.6 消火栓系统、自动灭火系统、防排烟系统、防火卷帘、电动挡烟垂帘、消防广播、消防电源及应急照明、疏散指示、自动售检票、门禁、站内客运设备、通风与空调等系统应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定，进行联动控制功能试验。

26.4.7 消火栓系统的调试应包括下列内容：

1 消防泵的启、停控制是否正常；

2 车站综控室（消防控制室）是否正常显示消防水泵的工作、故障状态；

3 车站级火灾自动报警系统对消防给水干管电动阀门的开关操作，并能显示其工作状态。

26.4.8 车站火灾自动报警系统应对气体自动灭火系统保护区的报警、喷气、风阀状态、手/自动转换开关所处状态的显示功能进行检测。

26.4.9 防、排烟系统的调试应包括下列内容：

1 报警联动启动，消防控制室直接启停、现场手动启动联动防烟排烟风机；

2 报警联动停止、消防控制室远程停止通风空调送风；

3 报警联动开启、消防控制室开启、现场手动开启防排烟阀门。

26.4.10 防、排烟系统的联动可以由火灾自动报警系统直接联动控制，也可由环境与设备监控系统或综合监控系统接收指令执行联动控制；环境与设备监控系统或综合监控系统接受火灾控制指令后，应优先进行模式转换，并应反馈指令执行信号。

26.4.11 消防电源、应急照明及疏散指示的控制应符合下列规定：

1 火灾自动报警系统确认火灾，消防控制室设备应能按消防分区在配电室或变电所切断相关区域的非消防电源；

2 火灾自动报警系统确认火灾，应能接通应急照明灯和疏散标志灯电源，应能监视工作状态。

26.4.12 应进行综合后备盘上消防救灾设备的启、停功能及运行状态显示功能测试。

26.4.13 消防联动对其他系统的控制调试应包括下列内容：

1 广播应能自动或手动转换为火灾应急广播状态；

2 闭路电视系统应能自动或手动切换至相关画面；

3 检票机应能自动或手动打开，并应显示其工作状态；

4 火灾区域门禁应能自动解锁或手动解锁；

5 防火卷帘门、电动挡烟垂帘应能自动降落，并应显示工作状态；

6 电梯迫降首层，应能接收电梯的状态反馈信息；在人员监视状态下应能控制站内自动扶梯的停运或反向运行；

7 火灾自动报警系统与环境设备与监控系统之间通信应正常，在火灾工况下，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 应与时钟系统功能同步。

Ⅲ 中央级联动调试

26.4.14 各车站级火灾自动报警与车站控制室和控制中心通信正常，各项联动功能应符合设计联动逻辑关系要求。

26.4.15 火灾自动报警系统连续运行 120h 应无故障。

27 环境与设备监控系统

27.1 一般规定

27.1.1 工程所用的光缆、电缆、漏缆的低烟、无卤、阻燃、防雨淋和抗阳光辐射等特性，应有具有相应资质的检测单位出具的测试报告。

27.1.2 检查确认系统采用的软件应符合设计文件规定的功能要求。

27.1.3 工程施工前，应与各专业确认下列接口内容：

1 应与土建结构、轨道、人防门专业确认基准线，并应检查预留沟、槽、管、洞和预埋件的位置和几何尺寸；

2 应与建筑装饰或安装专业确认装饰中心线、标高线、预留洞口、预埋件、终端设备和缆线预留的位置、几何尺寸；

3 供电或安装专业应将电源及地线接入通信机房设备柜（箱）端子上；

4 根据设计文件要求，应与其他专业系统进行接口核实，并配合关联系统的调试。

27.2 设备安装及配线

27.2.1 环境与设备监控系统管路及线槽安装应符合本标准第24.2节的规定。

27.2.2 环境与设备监控系统设备安装应包括下列内容：

1 控制台、网络控制器、服务器、工作站等控制中心设备；

2 温度、湿度、压力、压差、流量、二氧化碳等各类传感器；

3 电动风阀、电动水阀、电磁阀等执行器；

4 现场控制器。

27.2.3 设备安装应符合国家现行标准《智能建筑工程施工规范》GB 50606 的规定。

27.2.4 光（电）缆的敷设应符合本标准第 24.2 节的规定。

27.2.5 光缆敷设完成后，应对光纤链路的衰减进行测试，整个光纤信道的衰减应符合设计文件要求。

27.2.6 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。

27.2.7 屏蔽线缆的屏蔽层应保持连续，屏蔽线缆应采用单端接地，宜设置在本系统设备一侧。

27.3 调整试验

27.3.1 调整试验应包括现场控制器的调试，冷热源系统的群控调试，空调机组、送排风、给水排水系统、低压配电及照明、电梯等系统的接口调试、系统联调。

27.3.2 环境与设备监控系统调试除应符合国家现行标准《智能建筑工程施工规范》GB 50606 的规定外，尚应包括与火灾自动报警系统的接口功能检测。

27.3.3 环境与设备监控系统与火灾自动报警系统的功能检测，应符合下列规定：

1 环境与设备监控系统与火灾自动报警系统报警主机通信电缆应保持畅通；

2 环境与设备监控系统应能正常接收火灾自动报警主机发送的火灾报警信息；

3 各类工况模式下现场联动模式应与设计文件要求一致。

27.3.4 环境与设备监控系统与其他系统间的数据通信接口功能检测应核实接口文件及资料，监测子系统的运行工作状态应与现场情况保持一致。

27.3.5 若环境与设备监控系统集成于综合监控系统，还应检测环境与设备监控系统主控制器与综合监控系统通信链路的状态及数据信息的正确性。

27.3.6 中央管理工作站与操作分站功能检测应符合下列规定：

1 中央管理工作站与操作分站对主要监控设备监控数据应保持一致；

2 操作分站应能正确执行中央管理工作站的控制命令；

3 中央管理工作站应能正常生成数据报表，应能打印数据信息及故障报警信息。

27.3.7 环境与设备监控系统调整试验完成后，应与关联专业进行联动调试，并应符合本标准第 33 章的规定。

28 综合监控系统

28.1 一般规定

28.1.1 综合监控系统所用的光（电）缆进货检验应符合本标准第 24.1.1 条的规定。

28.1.2 检查确认系统采用的软件应符合设计文件规定的功能要求。

28.1.3 综合监控系统工程施工前，应与各专业确认下列接口内容：

1 应与土建结构专业确认基准线，并应核对预留洞口、预埋件、基础的位置及几何尺寸；

2 应与建筑装修专业确认装饰中心线、标高线，应配合防静电地板进行设备支架制作安装；应明确综合后备盘、操作工作台与车控室观察窗位置及窗台高度标准；

3 供电或安装专业应将电源及地线接入通信机房设备柜或箱的端子上；

4 根据设计文件要求，应与其他专业系统进行接口核实，并配合关联系统的调试。

28.2 设备安装及配线

I 管路及线槽安装

28.2.1 综合监控系统管路及线槽安装应符合本标准第 24.2 节的规定。

28.2.2 金属管线、线槽及桥架应接地可靠，全长不应少于 2 处接地连接，并不得作为设备接地导体。

II 设备 安 装

28.2.3 车站综合后备盘的安装应符合下列规定：

1 台式车站综合后备盘应采用支架安装，安装牢固可靠；指示灯、按钮及用材应满足消防要求；

2 车站综合后备盘盘面的设置应符合设计文件要求，安装应符合工作人员的操控需求；

3 车站综合后备控制盘保护应接地，并应符合现行国家标准《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求》GB 4793.1中测量类别Ⅰ类安全仪器接地的规定。

28.2.4 控制中心大屏安装应符合下列规定：

1 采用支架方式固定安装时，底架地脚要求牢固安装在结构地板上，超过三层的结构大屏幕拼接墙应与结构墙体固定连接；

2 大屏幕系统屏幕安装期间，前方大厅及维修通道内空气应保持良好对流，空调送风口距离屏幕前面不应小于3m，空调送风口应避免正对显示屏幕；

3 大屏幕拼接墙系统安装水平、垂直度应控制在2mm内，拼缝应均匀、顺直、平整。

28.2.5 综合监控系统设备安装位置应避免位于空调送风口下方。控制箱、柜、盘应进行防水防潮和通风散热保护。

28.2.6 综合监控系统通用设备安装应符合本标准第24.3节的规定。

III 配 线

28.2.7 光（电）缆敷设应符合本标准第24.2节的规定。

28.2.8 光缆敷设完成后，应对光纤链路的衰减进行测试，整个光纤信道的衰减应符合设计文件要求。

28.2.9 设备布线应符合本标准第24.3节的规定。

28.2.10 综合监控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管、槽内。

28.2.11 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。

28.2.12 综合监控系统的接地电阻不应大于 1Ω 。

28.3 系统调试

28.3.1 综合监控系统调试应包括设备加电测试、单机调试和接口联调。

28.3.2 在进行设备现场调试前,应完成设备及软件出厂的测试、接口系统协议的测试和工厂点对点的测试。

28.3.3 综合监控系统应进行完整的测试,测试结果应符合设计文件要求。

I 设备加电测试

28.3.4 设备加电前的检查应符合下列规定:

1 设备房温湿度、洁净度等环境指标应满足设备运行参数要求;

2 不间断电源调试应完成,设备输入交、直流电源的电压等级应符合产品要求;

3 各电气回路的绝缘电阻值应符合设计文件要求;

4 设备的接地保护线连接应可靠,漏电保护装置工作应正常。

28.3.5 不间断电源测试应符合下列规定:

1 人工或自动转换时,供电不得中断;

2 故障报警应准确、及时;

3 额定负荷时,其输出电压、电流值以及蓄电池备用时间,应符合设备技术文件规定;

4 输出电压和电流超限时,保护电路动作应准确;

5 输入电源故障时,应自动转换电池组供电,连续供电时间、电压、频率、运行噪声应符合设备技术文件规定;

6 高频或智能开关电源的单元液晶显示应准确，交直流配电单元、整流模块、监控模块的性能应符合设备技术文件规定。

28.3.6 设备加电后，变换器输出电压、外围终端、告警装置应运行正常，设备状态指示灯工作应正常，各开关按钮、接触器、继电器的动作应正常。

28.3.7 用测试程序及仪表对设备进行测试时，硬件系统应运行正常。

II 单 机 调 试

28.3.8 设备完成加电测试，软、硬件安装完成后，应进行单机调试，调试应符合下列规定：

1 单体设备软、硬件运行应正常，调试工具软件工作应正常；

2 单体设备的硬件配置、软件配置、网络地址设置、预置参数应符合设计文件及产品技术要求。

28.3.9 单机调试应对车站及中央单机的系统软件基本功能进行测试，并应符合下列规定：

1 软件组态配置功能及编程工具软件应符合设计文件要求；

2 人机界面功能、状态监视、点控、顺控或程控、联动控制功能模块应符合设计文件要求；

3 事件、报警功能应符合设计文件要求；

4 报表、打印等功能应符合设计文件要求。

III 接 口 联 调

28.3.10 综合监控系统接口联调应包括本系统间端到端测试、专业接口功能联调。

28.3.11 综合监控系统现场接口调试前应符合下列规定：

1 应完成本系统单机测试；

2 应完成本系统与各接口系统数据线连接；

3 系统仿真测试平台、维护终端设备安装应完毕；

4 应完成本系统与各接口子系统协议测试及完全的点到点测试；

5 其他专业系统调试应完成，具备与综合监控系统调试的条件。

28.3.12 综合监控系统人机界面至现场执行设备端到端的测试，应一次完成，并应按照下列比例进行现场抽样测试：

1 非控制类测点应覆盖所有设备类型，宜按设备类型采用抽检方式进行测试，抽检的数量不应低于该类型设备总数的10%，每个抽检的设备应进行100%测试；

2 模拟量测试应进行100%测试；

3 控制类测点应进行100%测试；

4 综合后备盘应进行100%测试。

28.3.13 接口专业功能测试应依照功能规格书要求进行，并在现场进行全部测试。可在端到端测试完成后进行，也可结合端到端测试进行。

1 电力监控接口功能测试应包括下列内容：

1) 车站级与中央级的遥控、遥信、遥测、遥调等功能；

2) 电力监控系统操作权限在中央级和车站级别的正常移交和回收；

3) 中央级及站级程控卡片的执行，包括顺序控制、多站并发控制等方式；

4) 设备挂牌、保护复归、遥测量越线报警等功能。

2 环境与设备监控接口功能测试应包括下列内容：

1) 车站级与中央级设备监控功能，包括设备单控、模式控制及模拟量控制参数设定等功能；

2) 中央级和车站级操作权限的移交和回收，包括按功能规格书的要求、对环控大小系统、水系统及隧道通风等进行单独的权限移交；

3) 模式控制时间表的编辑和下发功能；

4) 向环境与设备监控系统下发时钟对时信号。

3 火灾报警系统接口功能测试应包括下列内容：

- 1) 车站级与中央级监视功能，包括火警信息及消防设备状态；
- 2) 火警情况下监控画面的自动弹出，以及由报警信息推出监控图功能；
- 3) 与火灾自动报警系统通信链路的自动检测功能；
- 4) 向火灾自动报警系统下发对时信号。

4 站台屏蔽门系统接口功能测试应包括下列内容：

- 1) 车站级与中央级监视功能，包括全线站台屏蔽门动作信息和设备状态；
- 2) 与站台屏蔽门系统通信链路的自动检测功能；
- 3) 向站台屏蔽门系统下发对时信号。

5 门禁系统接口功能测试应包括下列内容：

- 1) 车站级与中心级监视功能，包括全线门禁动作信息和门禁设备状态；
- 2) 门禁卡的相关信息读取；
- 3) 与门禁系统通信链路的自动检测功能；
- 4) 向门禁系统下发对时信号。

6 视频监控系统接口功能测试应包括下列内容：

- 1) 车站级与中央级工作站对车站图像的调用，对云台摄像机的 PTZ 控制；
- 2) 视频监控图像自动序列显示；
- 3) 视频监控系统设备故障状态监视；
- 4) 与视频监控系统通信链路的自动检测功能。

7 广播系统监控接口功能测试应包括下列内容：

- 1) 车站级与中央级对车站任意一个或多个广播区域进行选定音源的广播；
- 2) 对广播设备状态故障及广播区占用状态的监视；
- 3) 根据时间表或条件触发时间表广播；
- 4) 与广播系统通信链路的自动检测功能。

- 8 乘客信息系统接口监控功能测试应包括：
- 1) 对车站及列车紧急乘客文字信息发送；
 - 2) 向乘客信息系统转发信号系统站台列车到站信息；
 - 3) 接受列车车厢内摄像头视频信号；
 - 4) 接收乘客信息系统设备状态故障信息。
- 9 信号系统接口功能测试应包括下列内容：
- 1) 接受信号系统列车自动监控（ATS）行车信息；
 - 2) 接收信号系统列车时刻表信息；
 - 3) 向信号系统发送接触网（轨）带电信息；
 - 4) 与信号系统通信链路的自动检测功能。
- 10 自动售检票接口系统接口功能测试应包括下列内容：
- 1) 接收车站客流信息；
 - 2) 车站级与中央级监视功能，包括全线自动售检票系统设备状态及故障信息；
 - 3) 与自动售检票系统通信链路的自动检测功能；
 - 4) 向自动售检票系统下发对时信号。
- 11 防淹门系统接口功能测试应包括下列内容：
- 1) 车站级与中央级监视功能，包括防淹门设备状态及故障信息；
 - 2) 与防淹门系统通信链路的自动检测功能；
 - 3) 向防淹门系统下发对时信号。
- 12 车辆信息系统接口功能测试宜包括下列内容：
- 1) 接收车辆状态故障信息，并在中央及车场调度中心显示；
 - 2) 通信链路的自动检测功能。
- 13 按设计文件要求，应完成其他集成互联系统的接口功能测试。

28.3.14 综合后备盘应按设计文件规定的功能要求进行测试，指示灯状态显示应与现场设备状态一致，按钮、开关控制及联锁功能、试灯功能应正常，具体功能测试应包括下列内容：

- 1 环控、火灾模式及相关消防设备紧急启动；
- 2 信号紧急后备盘功能测试；
- 3 电扶梯状态及紧停功能；
- 4 防淹门、站台屏蔽门紧急控制功能等。

IV 系 统 联 调

28.3.15 综合联调应包括联动功能测试、系统辅助功能测试及系统性能测试。

28.3.16 联动功能测试应具备下列条件：

- 1 参与联动的互联集成系统已完成自身调试，功能应正常；
- 2 综合监控与参与联动的集成互联系统完成接口联调，功能应正常；

3 系统总体监视功能显示画面应完整，功能应符合设计文件规格书要求，应无遗漏站点和遗漏专业，各车站、各系统设备状态与现场实际设备状态应一致。

28.3.17 联动功能测试应包括日常联动及紧急情况联动测试，测试应带实际设备进行，联动触发应正确，综合监控系统对多个系统的综合协调控制应符合技术规格书要求，联动功能测试应包括下列内容：

- 1 列车自动到站广播；
- 2 列车区间阻塞联动；
- 3 车站（站厅/站台）火灾联动；
- 4 区间隧道火灾联动；
- 5 其他日常及紧急情况下的联动。

28.3.18 系统辅助功能应按照技术规格书要求进行测试，并应符合下列规定。

- 1 辅助决策支持系统应实现紧急情况下对操作人员行为指引、记录等功能，应实现各调度和车站操作员的操作协同功能；
- 2 网络管理系统应实现对系统服务器、交换机、前端处理器、工作站等网络主要设备通信状况监视；

3 大屏幕系统应实现全线路显示功能、显示功能及性能符合技术规格书要求；

4 复示工作站应实现全线环境和设备监控、电力监控、火灾报警等系统设备的运行情况监视及事故信息显示，应实现相关复示信息的存档、打印等功能；

5 仿真测试平台应可模拟现场实际进行软件测试，并可向全线下装软件系统；

6 培训系统应实现车站和中央级场景模拟功能。

28.3.19 系统监控响应性、冗余切换、系统负载等性能测试应符合技术规格书要求。

29 乘客信息系统

29.1 一般规定

29.1.1 乘客信息系统所用的光（电）缆进货检验应符合本标准第 24.1.1 条的规定。

29.1.2 乘客信息系统施工前，应与各专业确认下列接口内容：

1 应与结构专业进行图纸会审、会签，应明确预留孔洞、预埋件的位置、标高和尺寸；

2 应与装修专业进行图纸会审、会签，并应与装修专业配合进行设备底座支架预埋及防静电地板安装；设备安装前，与乘客信息系统接口的装修施工应完成；

3 根据设计文件要求，应与供电照明、通风空调、火灾自动报警、门禁、车辆专业系统间的接口进行核实，并应配合关联系统调试和综合联调。

29.2 设备安装及布线

I 管路、线槽及设备安装

29.2.1 乘客信息系统管路及线槽安装应符合本标准第 24.2 节的规定。

29.2.2 显示终端的设备安装应符合下列规定：

1 安装应牢固；

2 安装于公共区的显示屏不应影响乘客的正常通行；

3 安装在地面、高架站台时，应有防水、防尘保护。

29.2.3 轨旁车地无线设备应安装牢固，不应侵入区间设备限界。

29.2.4 车载设备的安装位置不应超出车辆限界。

29.2.5 乘客信息系统设备的安装应符合本标准第 24.3 节的规定。

II 光（电）缆敷设及布线

29.2.6 乘客信息系统光（电）缆敷设应符合本标准第 24.2 节的规定。

29.2.7 区间无线接入点（AP）连接光缆纤芯除接入点（AP）传送业务的纤芯外，其余备用纤芯在各无线接入点（AP）断点处宜全部熔接直通。光缆熔接后应进行接头损耗及衰减测试。光缆测试应符合下列规定：

1 在一个中继段内，每根光纤接续损耗平均值，单模光纤不应大于 0.08dB（1310nm、1550nm），多模光纤不应大于 0.2dB（1310nm、1550nm）；

2 对中继段光纤线路衰减测试，测试值应小于设计文件要求值；

3 对光纤链路的衰减应进行测试，整个光纤信道的衰减应符合设计文件要求。

29.2.8 乘客信息系统的接地电阻不应大于 1Ω。

29.3 系统调试

29.3.1 乘客信息系统调试应包含电源设备调试、设备单机调试、与其他系统接口联调。

29.3.2 设备调试前应进行复查，并应符合下列规定：

1 电源电压应符合设计文件要求；

2 设备内应干净整洁；

3 各电气回路的绝缘电阻值应符合设计文件要求；

4 设备的接地保护线应连接可靠，漏电保护装置应工作正常。

29.3.3 电源设备调试应符合下列规定：

1 人工或自动转换时，供电不得中断；

2 故障报警应准确、可靠；

3 额定负荷时，其输出电压和电流值以及蓄电池备用时间，应符合设计文件要求；

4 输出电压和电流超限时，保护电路动作应准确；

5 输入电源故障时，应自动转换电池组供电，其直流输出不应中断；

6 硅整流电源的整流元件应无跳火现象，主变压器、扼流圈、硅二极管、可控硅管的温升，应符合设计文件要求；

7 高频或智能开关电源的单元显示应准确，交直流配电单元、整流模块、监控模块的性能应符合设计文件要求；

8 不间断电源设备输入电源故障时，连续供电时间、电压、频率、运行噪声应符合设计文件要求。

29.3.4 应能接收 ATS 提供的相关列车运行信息，并应在车站显示终端发布列车到站时间、跳站等信息；应明确接口位置分界；接口施工方应严格按接地设计文件要求处理接地并进行通道测试。应与接口系统进行通信协议测试、接口功能应按照技术规格书要求进行测试。

29.3.5 可通过传输系统实现控制中心与车站、车辆段的数据传输；接收时钟系统的时钟信号，应实现本系统时钟信息同步及校对；接口双方应进行通信协议测试，接口功能应进行接口联调及联动等综合联调。

29.3.6 乘客信息系统调试下列功能应符合设计文件要求：

1 站厅和站台显示屏应满足播放显示不同视频内容的功能；

2 车站设备应满足由控制中心下载视频播放的功能；

3 系统应能接收乘客信息编播中心下发的信息；

4 系统应满足数据传送及数据显示的优先级别定义的功能，同时应具有对定义高级别的数据优先处理的功能；

5 车载播放设备应能输出视频信号，显示屏应能够正常播放。

29.3.7 区间场强及无线宽带传输指标应符合设计文件要求。

30 自动售检票系统

30.1 一般规定

30.1.1 自动售检票系统所用的光（电）缆进场检验应符合本标准第 24.1.1 条的规定。

30.1.2 自动售检票系统施工前，应与各专业确认下列接口内容：

1 应与结构专业进行图纸会审、会签，应明确预留孔洞、预埋件的位置、标高和尺寸；

2 应与装修专业进行图纸会审、会签，核实标高，线缆管或槽、设备底座支架应在地面铺装前完成，设备安装应在地面装饰完成后进行；

3 设备安装完毕后，应由供电专业将电源接入设备电源柜端子上并接地；

4 根据设计文件要求，应与其他专业系统进行接口核实，并配合关联系统的调试。

30.1.3 自动售检票系统设备安装前，建筑条件应符合下列条件：

1 墙面、地面装饰应完成；

2 机房设施应完好，防静电地板铺设应完成，温湿度应符合设计文件要求。

30.2 光（电）缆线路

I 管路及线槽安装

30.2.1 金属导管安装应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 中的规定。

30.2.2 明敷直线段金属线槽长度超过 30m 时，应加设检修盒。

30.2.3 桥架全长与接地保护导体连接不应少于 2 处；安装距离超过 30m 时应做伸缩节。

30.2.4 自动售检票系统管路及线槽安装应符合本标准第 24.2 节的规定。

II 光（电）缆敷设

30.2.5 光（电）缆敷设应符合本标准第 24.2 节的规定。

30.2.6 光缆布线链路的衰减、最小光回波损耗应符合现行国家标准《城市轨道交通通信工程质量验收规范》GB 50382 中的规定。

30.3 设备安装与布线

I 设备安装

30.3.1 自动检票机上方的导向标志安装应符合设计文件要求，安装应牢固；系统设备应避开围护栏立柱位置。

30.3.2 车站综合后备盘（IBP 盘）上的自动售检票系统紧急按钮应安装牢固、标志醒目，并应便于操作，引入和引出电缆应进行屏蔽保护。

30.3.3 自动售检票系统车站终端设备电源箱馈出回路的漏电保护应符合现行国家标准《信息技术设备》GB 4943 中的规定。

30.3.4 自动售检票系统设备安装应符合本标准第 24.3 节的规定。

II 布线

30.3.5 自动售检票系统布线应符合本标准第 24.3 节的规定。

30.3.6 数据电缆的布线应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312 的规定。

30.3.7 自动售检票系统的信号线与电源线应分管或槽布设。

III 接 地

30.3.8 自动售检票系统的接地应符合本标准第 24.3 节的规定。采用综合接地时，接地电阻不应大于 1Ω 。

30.4 系 统 调 试

30.4.1 设备通电前应对电源输出电压进行测量，合格后方可通电。

30.4.2 自动检票机调试应符合下列规定：

- 1 自动检票机功能、性能应符合设计文件要求；
- 2 自动检票机与车站计算机间双向通信应正常；
- 3 所有自动检票机应受车站计算机控制，应能够全部解锁处于开放状态。

30.4.3 自动、半自动售票机调试应符合下列规定：

- 1 售票机功能、性能应符合设计文件要求；
- 2 售票机与车站计算机系统间双向通信应正常。

30.4.4 自动充值机调试应符合下列规定：

- 1 自动充值机功能、性能应符合设计文件要求；
- 2 自动充值机与车站计算机系统间双向通信应正常。

30.4.5 自动查询机调试应符合下列规定：

- 1 自动查询机主要功能、性能应符合设计文件要求；
- 2 自动查询机与车站计算机系统间双向通信应正常。

30.4.6 便携式检验票机应进行功能、性能的调试，应符合设计文件要求。

30.4.7 清分系统、线路中心、维修系统及车站系统的局域网应连通。

30.4.8 计算机、网络及打印机等设备性能应符合设计文件要求。

30.4.9 系统调试应符合下列规定：

1 一卡通系统与清分系统、清分系统与线路中心系统、线路中心系统与维修系统、车站系统与车站终端设备之间双向通信应正常；

2 清分系统、线路中心系统、维修系统、培训、模拟及测试系统、车站系统的功能和性能应符合设计文件要求；

3 当通信中断时，应能在离线模式下工作，并应保存运营所需数据；在通信恢复正常后，应能自动上传未上传的数据；

4 当自动售检票终端设备断电时备用电源应能保证完成最后一笔交易处理，并应保证交易记录不丢失；

5 与综合监控系统联调时应完成接口协议及点到点测试，并配合完成接口功能测试。

30.4.10 自动售检票系统紧急按钮调试应符合下列规定：

1 紧急按钮按下时，应能向车站自动售检票终端设备发出紧急放行命令，并应在车站系统和线路中心系统显示；

2 紧急按钮恢复后，所有车站自动售检票终端设备应能自动恢复正常运行，车站系统和线路中心系统应记录该状态。

31 门禁系统

31.1 一般规定

31.1.1 门禁系统所用的光（电）缆进货检验应符合本标准第 24.1.1 条的规定。

31.1.2 门禁系统设备的软件产品检验应符合现行国家标准《智能建筑工程施工规范》GB 50606 的规定。

31.1.3 门禁工程施工前，应与各专业确认下列接口内容：

1 应与土建结构专业确认基准线，并应核对预留沟、槽、管、洞和预埋件的位置和几何尺寸；

2 应与建筑装修专业确认装饰中心线、标高线、预留洞口、预埋件、终端设备和缆线预留的位置、几何尺寸；

3 供电专业应将电源及地线接入门禁系统机房设备柜（箱）端子上；

4 应核实与其他专业系统间的接口，并应配合关联系统联调。

31.2 设备安装与布线

I 管路及线槽安装

31.2.1 管路及线槽安装应符合本标准第 24.2 节的规定。

31.2.2 敷设在竖井内和穿越不同防火分区的线槽及管路孔洞，应进行防火封堵。

31.2.3 不同电流类型、不同电压等级的线路不应穿入同一根管内或敷设于线槽的同一槽孔内。

II 设备安装

31.2.4 门禁系统设备应安装在安全区域，并应符合下列规定：

1 就地控制器宜安装在车站控制室、弱电房间内,宜采用吊装或壁挂方式安装,安装位置应便于维护;控制器与读卡器间的距离不宜大于 50m;

2 出门按钮应安装于门内侧保护区内,如设计文件无具体要求宜距离门边 200mm~400mm,出门按钮应能明显区别于照明开关;

3 紧急出门按钮应安装于出门按钮旁边,紧急出门按钮的安装应考虑操作方便,并应有标识,引入、引出线应采用钢管保护;

4 读卡器宜安装于距离门边 200mm~400mm 处,读卡器类设备安装应符合现行国家标准《智能建筑工程施工规范》GB 50606 的规定。

31.2.5 门体应符合门禁系统电子锁安装的要求,门禁系统应预先提出门锁安装相对位置,并提供锁体内部进线孔、孔的尺寸及孔距。门框及门扇的预留工作应在锁具安装前完成。

31.2.6 电子锁的安装应符合设计文件规定的门体受力要求,锁具安装应牢固、启闭灵活。

31.2.7 门禁系统设备安装尚应符合本标准第 24.3 节的规定。

Ⅲ 布 线

31.2.8 门禁系统光(电)缆敷设应符合本标准第 24.2 节的规定。

31.2.9 光缆敷设完成后,应对光纤链路进行测试,测试结果应符合本标准第 24.2.17 条的规定。

31.2.10 导线敷设完成后,每回路的导线应用 500V 兆欧表测量绝缘电阻,其线间和线对地的绝缘电阻值应大于 $0.5M\Omega$ 。

31.2.11 门禁系统接地电阻值应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定。

31.3 调整试验

31.3.1 门禁系统调整试验应包括车站级调试、门禁网络调试及

控制中心调试，并应与综合监控系统对门禁系统接口功能调试相协调。

31.3.2 调整试验准备应符合下列规定：

- 1 设备的规格、型号、数量应符合设计文件要求；
- 2 应检查调试工具的完好性。

31.3.3 门禁车站级调试应符合下列规定：

1 控制器及前端设备状态应检查下列内容：

- 1) 控制器通电检查应正常；
- 2) 主从控制器通信应正常；
- 3) 在读卡器上刷卡，控制器应可以控制电子锁正常动作；
- 4) 按出门按钮，控制器应可以控制电子锁正常动作。

2 读卡器测试应符合下列规定：

- 1) 应在工作站授权下发合法的通卡；
- 2) 在读卡器上读卡，读卡器状态应正常，电子锁保持开启时间及读卡器回复信息应正确。

3 调试电子锁应符合下列规定：

- 1) 读卡器和出门按钮应能正常开启电子锁；
- 2) 电子锁在开启后应能回到锁闭位置，锁闭状态时应闭合良好。

4 出门按钮测试时，按下出门按钮，电子锁应自然释放，门开启应顺畅。

5 紧急出门按钮测试时，按下紧急出门按钮，电子锁应立即释放。

6 通信调试应符合下列规定：

- 1) 控制器通信应正常；
- 2) 车站工作站连接添加控制器，控制器应在线；
- 3) 车站工作站对门进行开启操作应正常；
- 4) 车站工作站对门进行屏蔽操作，读卡和出门按钮不应能开启门。

7 车站级硬件设备设置：按照门禁控制器的硬件连接链路，

应正确配置所有门禁设备。

8 车站级软件逻辑设置：根据车站区域的划分，应正确设置通行区域、设备位置。

9 软件通行权限划分：应通过软件设置划分通行群体，并设置相应的符合要求的通行时间表。

10 关联相应通行逻辑，应将通行群体与通行区域相关联。

11 添加卡片，添加通行人员和卡到相应的群体，应满足通行规则。

12 消防联动设置应符合下列规定：

- 1) 综合后备盘通过综合监控系统应能释放所有门锁，实现联动功能。
- 2) 调试门禁系统与火灾自动报警系统间的联动功能，联动功能应符合设计文件要求的联动逻辑要求。

13 添加操作员：应根据设计文件或使用方的管理需要，指定操作员的使用权限和使用界面。

14 备份数据库：应通过备份软件备份数据库，设置定期自动备份。

31.3.4 门禁网络调试应符合下列规定：

1 控制中心进行网络调试，中心级与各站之间网络连接应正常；

2 工作站进行网络测试，工作站网络连接应正常。

31.3.5 控制中心调试应符合下列规定：

1 控制中心服务器安装门禁软件，并测试运行，功能应正常；

2 应按设计文件或使用方要求，设置中心级报警及相关报警地图、报表等，并进行管理功能测试，功能应正常；

3 应按设计文件要求进行中心级权限设置；

4 进行试运行测试，运行一个月，运行状态应正常。

32 车 辆 基 地

32.1 一 般 规 定

32.1.1 本章适应于车辆基地的检查坑、检修平台和卸车平台土建结构施工以及专用工艺设备的安装。

32.1.2 车辆基地正式排水系统投入使用前，应设置临时排水系统。

32.1.3 设备基础应养护直至稳定；在设备安装前应检查安装基础，测量固定地脚螺栓的位置尺寸，应符合设计文件要求。

32.1.4 车辆基地内的轨道工程施工应符合本标准第 18 章的规定，车辆基地专业系统的施工应符合本标准相应章节的规定。

32.2 检查坑、检修平台和卸车平台

32.2.1 检查坑施工应符合下列规定：

1 检查坑施工前应测设其中心线、侧壁轴线及标高，柱式检查坑每根立柱均应测设轴线；

2 应检查侧壁钢筋位置，核验柱式检查坑每根立柱钢筋，并应符合设计文件要求；

3 坑顶部预留轨道施工部位钢筋标高应符合设计文件要求；柱式检查坑应校核每根立柱上的预埋件位置。

32.2.2 检修平台施工应符合下列规定：

1 基础开挖前应测定检修平台中心线、基础边线和土方开挖线；

2 结构施工应符合下列规定：

1) 检修平台边界线不得侵入建筑限界；

2) 施工过程中应控制平台的标高及平台板外沿的平整度；

3) 应根据设计文件给定的伸缩缝进行分段施工，不宜在

伸缩缝之间留设施工缝。

32.2.3 卸车平台施工应符合下列规定：

1 施工前，应做好临时排水设施，确保平台施工过程中排水通畅，施工作业面不得积水；

2 设计文件对限界有要求的，在施工过程中应对平台外沿进行限界检查；

3 伸缩缝位置、缝宽应符合设计文件要求。

32.2.4 检查坑、检修平台、卸车平台结构钢筋、模板和混凝土施工应符合本标准第 8 章的规定。

32.3 工艺设备安装

32.3.1 车辆基地应安装的专用工艺设备一般包括不落轮镟床、架车机、列车清洗机、自动化立体仓储设备和移车台。

32.3.2 工艺设备安装应根据平面布置图，在地面上或基础上测放出设备纵横基准中心线或特征线。

32.3.3 不落轮镟床安装应符合下列规定：

1 机床安装前，排屑机宜安装完毕；

2 机床安装前，应检验不落轮线设备基础两侧轨道的绝缘性；

3 机床轨道系统在基础边缘的绝缘垫片应符合技术文件要求；

4 设备基础前后 10m 范围内不落轮线轨道的平行度、直线度公差应符合技术文件要求；

5 调节不落轮镟床，应使其横梁在平行和垂直方向均呈水平状态；调准时应使用水平仪检测，水平仪读数不应大于 0.04mm/m；

6 机床轨道系统中心线应与轨道中心线对齐，水平方向偏差不应大于 0.5mm；

7 应调节机床轨道系统，使其顶面与设备基础前后连接处轨道顶面标高一致，竖直方向偏差不应大于 1mm。

32.3.4 地下固定式架车机安装应符合下列规定：

- 1** 设备地坑应沿轨道中心线对称布置；
- 2** 地坑上缘护角及地坑盖板应与地面轨道顶面标高一致，竖直方向偏差不应大于设计文件要求；
- 3** 地坑上缘角钢护角固定宜与基础钢筋焊接连接；
- 4** 轨道梁顶面应与地面标高一致，竖直方向偏差不应大于 1mm；
- 5** 设备辅助轨道与地面轨道连接的轨向间隙不应大于 3mm，竖直方向偏差不应大于 1mm，水平方向偏差不应大于 0.5mm；
- 6** 转向架、起升架和车体支承架顶面应与地面轨道顶面标高一致，竖直方向偏差不应大于 1mm；
- 7** 转向架、起升架和车体支承架应竖直安装，完全升起后相对地面的垂直度不应大于 5mm；
- 8** 限位开关安装高度应符合产品技术文件要求。

32.3.5 列车清洗机安装应符合下列规定：

- 1** 安装期间，列车清洗机上方接触网区段应断电；
- 2** 端刷洗设备走行轨的轨距偏差不应大于 3mm，平行度偏差不应大于 3mm，与线路轨中心线的对称度偏差不应大于 3mm，设备走行轨上平面与车辆运行轨上平面的平面度偏差不应大于 3mm；
- 3** 端刷洗设备上导轨的轨距偏差不应大于 3mm，平行度偏差不应大于 3mm，与线路轨中心线的对称度偏差不应大于 3mm，设备走行轨上平面与车辆运行轨上平面距离允许偏差应符合设计文件要求；
- 4** 端刷洗设备上导轨中心线与走行轨中心线的平行度偏差不应大于 3mm；上导轨中心线与走行轨中心线之间的连线与水平面的垂直度偏差不应大于 3mm；
- 5** 端刷洗走行限位的安装应符合产品技术文件要求；
- 6** 初洗、终洗和预冷立柱倾斜度不应大于 0.5‰，其基础

底座纵向中心线与钢轨中心线平行度偏差不应大于 5mm;

7 两侧侧刷与线路轨中心线的对称度偏差不应大于 3mm, 侧刷立柱倾斜度不应大于 0.5%。

32.3.6 自动化立体仓储设备安装应符合下列规定:

1 地轨安装应符合下列规定:

- 1) 每个巷道的地轨长度和根数应符合设计文件要求确定; 单根地轨两端应平直;
- 2) 将单根地轨按顺序排列在地轨基础板上, 对接缝隙宜为 1mm~2mm;
- 3) 每根地轨应与地轨边距线对齐, 并应用地轨压板预压紧。地轨压板应排列整齐;
- 4) 调整地轨侧表面及上表面; 上表面应与基础板对齐, 侧表面应与地轨边距线对齐;
- 5) 地轨侧表面应与标线平行;
- 6) 地轨采用焊接连接, 焊接处应打磨光滑、平整。

2 货架系统安装应符合下列规定:

- 1) 货架系统安装前, 屋面、内部装修、地坪及沟道的施工应完成, 且结构混凝土强度不应低于设计文件规定标准的 75%;
- 2) 利用建筑结构作为吊承力点时, 应核算其承载重量;
- 3) 组装时应对构件逐一进行校正, 应对组件进行尺寸核对, 设立放线依据; 应按平面图和相关建筑物的轴线、边缘线及标高线, 测定安装的基准线;
- 4) 货架安装横梁时应两头均扣入到位, 同时插入安全销;
- 5) 紧固件应拧紧, 螺栓应露出螺母 2 个~4 个螺距; 沉头螺钉紧固后, 沉头应埋进构件内, 不得外露;
- 6) 应对货架总体进行水平、垂直调整直至符合产品技术文件规定。

3 天轨安装应符合下列规定:

- 1) 天轨吊装前, 宜完成与天轨横梁连接孔的钻孔;

- 2) 天轨的位置、与地轨的距离应符合产品技术文件要求;
- 3) 天轨采用焊接连接时, 焊接处应打磨平整、光滑。

4 堆垛机安装应符合下列规定:

- 1) 采用整体吊装方式安装时, 应先在现场将上下横梁、立柱组装在一起再用吊环分别起吊上横梁两侧, 应将堆垛机吊起, 旋转 90° 后, 送入巷道内;
- 2) 采用分体吊装方式安装时, 应采用吊车或手拉葫芦等起吊工具吊起立柱, 将行走机构沿轨道推到立柱下面, 用螺栓连接立柱与下横梁, 将载货台吊装到位并固定, 再吊装另外一根立柱并与下横梁连接, 最后吊装上横梁并与两根立柱连接。

32.3.7 安装浅坑式移车台时, 移车台车走行轨道轨端形状应符合设计文件要求, 移动车台的钢轨与库内钢轨接缝间隙不应大于 10mm, 接头处轨顶面高低差不应大于 2mm, 侧向错位不应大于 2mm。

33 综合联调与试运行

33.1 一般规定

33.1.1 应对机电设备系统进行综合联调与试运行，包括车辆、供电、通信、信号、火灾自动报警系统、环境与设备监控系统、综合监控系统、乘客信息系统、自动售检票系统、门禁、车辆基地工艺设备、站内客运设备、站台屏蔽门、通风与空调、给水与排水、防淹门。

33.1.2 综合联调与试运行应包括关联系统调试、系统总联调及试运行三部分，并应符合下列规定：

1 应对互相有接口关系的两个及以上专业系统实施关联系统调试；

2 应对所有机电专业实施系统总联调，并应包括系统间正常模式和非正常模式；

3 试运营前应进行试运行，并应包括系统能力测试和行车演练。

33.1.3 综合联调应符合下列前提条件：

1 车辆应为拟投入运营的全部车辆；

2 供电应符合下列规定：

1) 应完成主变电所、牵引变电所、降压变电所及开闭所的设备安装、干线电缆及上网电缆敷设，应完成单体设备调试、变电所内联调、变电所间的联调，设备应已送电，技术资料、试验报告应齐全；

2) 主变电所、牵引变电所、降压变电所及开闭所供电设备的保护整定值应根据设计文件要求完成设定及校验，设备的试验报告和保护传动报告应齐全；

3) 电力监控系统应完成中央级监控系统、车站级监控系

- 统以及测控单元安装连接，变电所应实现自动化功能；
- 4) 应完成杂散电流防护系统中的各类设备安装，隐蔽工程应在施工过程中进行中间验收合格，并应有相关记录；
 - 5) 应完成防雷、过电压防护以及综合接地系统中的各类设备安装调试，试验报告应齐全并通过相应的验收。
- 3 线路与轨道应符合下列规定：
- 1) 正线、辅助线及车场线路的设备限界和建筑限界应符合国家现行标准《地铁设计规范》GB 50157 和《地铁限界标准》CJJ/T 96 的规定，验收应合格；
 - 2) 轨道工程应验收完成，钢轨及道床质量验收应合格；
 - 3) 车挡安装完成，并应调试验收合格；
 - 4) 线路与行车标志安装应按设计文件要求完成，验收应合格。
- 4 通信应符合下列规定：
- 1) 中央级和车站级各通信子系统设备及配线应安装到位，并应完成单系统调试；
 - 2) 中央级各子系统应能监控全线各车站级和车辆基地级通信子系统设备的状态信息，车站级各子系统应能监控本车站各子系统设备的状态信息。
- 5 乘客信息系统应符合下列规定：
- 1) 中央级和车站级设备应安装到位，并应完成单系统调试；
 - 2) 中央级系统应能监控全线各车站级的设备信息，车站级系统应能监控本车站的设备信息。
- 6 信号应符合下列规定：
- 1) 所有信号设备及软件应完成工厂验收测试、现场安装检查及下载；
 - 2) 联锁设备应完成验收测试；

- 3) 信号车辆接口调试应完成, 主要的 ATP/ATO 功能应完成验收测试;
- 4) 正线与车辆基地信号接口调试应完成, 并应能在出入线实现转换功能。

7 车辆基地应符合下列规定:

- 1) 车辆基地应按设计文件要求, 完成综合联调与试运行所需的车场线路、车辆运用及检修、综合维修、物资仓储、信号楼、牵引降压混合变电所、试车线用房、给水所及办公与生活设施, 并应验收合格;
- 2) 车辆基地应具备接发车、停放、列车开箱检查、静态和动态调试验收的条件, 并应具备车辆检修的条件;
- 3) 车辆基地应按设计文件要求, 完成供电、动力照明、通信、信号等工程的施工, 并应调试验收合格;
- 4) 车辆基地应配备不落轮镟床、列车清洗机、架车设备、工程车等关键设备, 以及必要的抢修和救援器材, 并应完成安装、调试与验收;
- 5) 车辆基地内起重运输、电梯、压力容器、消防系统等特种设备应完成安装与调试, 并应通过技术监督部门的验收。

8 通风与空调应符合下列规定:

- 1) 车站、区间、车辆基地、控制中心、各类变电所的通风空调系统均应按国家现行有关标准或设计文件要求实施调试, 应符合设计文件要求;
- 2) 各系统风管、风道及风口的风速、风量分配和风压应符合设计文件要求和消防的规定, 偏差不应大于 10%;
- 3) 舒适空调的温度、相对湿度应符合设计文件要求。有特殊要求的房间室内温度、相对湿度及波动范围应符合设计文件要求。

9 给水与排水应符合下列规定：

- 1) 给水、排水及消防系统设备应单机试运转调试合格，包括各类水泵及系统中所有含有动力输入的设备；
- 2) 给水、排水与消防系统均应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的要求完成单系统调试，并应符合设计文件要求；
- 3) 自动喷水灭火系统应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261 的相关规定；系统检测的流量、压力应符合设计文件要求；
- 4) 气体灭火系统应符合现行国家标准《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263 的相关规定。

10 火灾自动报警系统应符合下列规定：

- 1) 中央级和车站级设备应安装到位；
- 2) 中央级系统应能监控全线各车站级的火灾报警信息，车站级系统应能监控本车站的火灾报警信息；
- 3) 火灾报警控制器、火灾探测器等设备应有国家规定的认证证书。

11 环境与设备监控系统应符合下列规定：

- 1) 中央级和车站级设备应安装到位，并应通过检测；
- 2) 中央级系统应能监控全线各车站级的机电设备信息，车站级系统应能监控本车站的机电设备信息。

12 门禁应符合下列规定：

- 1) 中央级和车站级设备应安装到位，并应通过检测；
- 2) 中央级系统应能监控全线各车站级的门禁设备信息，车站级系统应能监控本站的门禁设备信息。

13 自动售检票系统应符合下列规定：

- 1) 中央级和车站级设备应安装到位，并应通过检测；
- 2) 车站级系统应能完成参数下发、模式控制等功能；
- 3) 终端设备应能按正确的流程完成售检票工作。

14 站内客运设备应符合下列规定：

- 1) 设备应安装完成；
- 2) 自动扶梯与电梯应能正常运行；
- 3) 设备应已通过质监部门的检测。

15 站台屏蔽门应符合下列规定：

- 1) 现场设备应安装到位，并应通过检测；
- 2) 正常模式下，站台屏蔽门应能按列车客室门控制指令开启或关闭；
- 3) 站台屏蔽门应根据运营需要，完成站台级和现场级控制，必要时可将站台屏蔽门隔离。

16 控制中心应符合下列规定：

- 1) 调度指挥大厅的总体布局、设备用房、电源室、综合显示屏、操作控制台应符合设计文件要求；
- 2) 弱电类系统工程应验收合格。

17 车站控制室应符合下列规定：

- 1) 车站控制室结构应符合设计文件要求；
- 2) 车站控制室总体布局、设备用房、电源室、操作控制台应符合设计文件要求；

18 防淹门应符合下列规定：

- 1) 机械和电气的技术参数应符合设计文件要求，完成单体调试，并通过验收；
- 2) 应完成土建配套工程施工及与轨道工程和受电轨网的接口处理，并应符合设计文件及施工验收要求。

33.1.4 关联系统调试应符合下列规定：

1 设备单系统调试完成合格后，应对具有接口关系的不同系统设备间进行关联系统调试，包括集成调试、接口功能调试和安全性调试；

2 关联系统调试前，宜按表 33.1.4 确定各系统间的主要接口关系。

表 33.1.4 主要接口关系

车辆	供电	通信	信号	FAS	ISCS	BAS	PIS	AFC	ACS	基地	电梯	PSD	通风	给排水	防淹门	
车辆	车辆	通信	信号	—	ISCS	—	车辆	—	—	车辆	—	—	—	—	—	车辆
	供电	—	—	FAS	ISCS	BAS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	供电
		通信	通信	FAS	ISCS	BAS	通信	AFC	ACS	—	通信	—	—	—	—	通信
			信号	—	ISCS	信号	信号	—	—	信号	—	信号	—	—	—	信号
				FAS	—	FAS	FAS	FAS	FAS	FAS	FAS	—	FAS	FAS	—	FAS
					ISCS	ISCS	ISCS	ISCS	ISCS	ISCS	ISCS	ISCS	ISCS	ISCS	ISCS	ISCS
						BAS	—	BAS	BAS	—	BAS	BAS	BAS	BAS	BAS	BAS
							乘客	—	—	—	—	—	—	—	—	PIS
								AFC	—	—	—	—	—	—	—	AFC
									ACS	ACS	ACS	—	—	—	—	ACS
										基地	—	—	—	—	—	基地
											电梯	—	—	—	—	电梯
												PSD	—	—	—	PSD
													通风	—	—	通风
														给排水	—	给排水
															防淹门	防淹门

注：1 表中代号和简写代表下列系统：

- (1) FAS：火灾自动报警系统；(2) ISCS：综合监控系统；
 (3) BAS：环境与设备监控系统；(4) PIS：乘客信息系统；
 (5) AFC：自动售检票系统；(6) ACS：门禁系统；
 (7) 基地：车辆基地工艺设备；(8) 电梯：站内客运设备；
 (9) PSD：站台屏蔽门；(10) 通风：通风与空调；
 (11) 给排水：给水与排水系统；(12) 防淹门：防淹门、人防门；

2 表内所填专业为具有接口关系的专业牵头方；

3 若设综合监控系统，环境与设备监控系统、门禁系统、供电系统（电力监控单元）的牵头职能归综合监控系统。

33.1.5 系统总联调应符合下列规定：

1 关联系统调试完成并合格后，应对各设备系统完成总联调，总联调应包括各相关系统正常运行模式、降级运行模式和应急运行模式；

2 应分别完成车辆与行车设备、车辆与车站设备的联调；并应完成车辆、行车设备及车站设备系统的总联调。

33.1.6 试运行应符合下列规定：

1 系统总联调完成后，应按规定运行图和服务要求进行不少于3个月的系统试运行；

2 应完成总联调遗留的测试项目，对系统总联调的结果进行检验，对试运行过程中发现的问题进行整改。

33.1.7 若设有综合监控系统时，其集成的子系统的调试项目应纳入综合监控系统。

33.2 关联系统调试

33.2.1 车辆的关联调试应符合下列规定：

1 在运营单位的线路上进行首列样车适应性验证试验，连续试验里程不应小于5000km，试验应包括以下内容：

- 1) 真实模拟实际运营，车门在停站时能打开；
- 2) 记录各零部件的故障数和故障恢复处理情况；
- 3) 车下关键部位的温度应进行测试，在每一运行试验中间和结束时，应测量车轮、制动电阻、牵引和辅助逆变器温度；
- 4) 空压机的工作负荷周期应进行测试，应记录空压机的工作小时数和停机小时数。

2 电磁场干扰及电磁场兼容性应符合现行国家标准《轨道交通 电磁兼容》GB/T 24338 的规定；

- 1) 当网压波动、本车辆或邻近车辆通断电路时，车辆上所有的电子、电气设备应能正常工作；
- 2) 车辆上所有的电子、电气设备不应影响通信、信号以

及其他系统的正常功能。

3 在 ATO、ATP 等模式下应实施牵引、制动、限速保护、停车定位等功能,并应检验驾驶模式能否正常转换。

4 在 ATO/ATP 模式下应检验开/关门功能能否正常实现。

5 应检验列车控制及故障诊断系统与车载信号设备能否正常交换信息。

6 应检验列车与控制中心能否正常通信。

7 应检验乘客信息系统自动报站和显示功能能否正常实现。

8 应检验列车与时钟系统时间信息是否一致。

9 应完成列车与不落轮镟床、列车自动清洗机、地下式架车机等车辆检修设备的接口调试。

33.2.2 供电的关联调试应包括下列内容:

1 对牵引网送电前至少应进行 2 次冷滑试验,冷滑试验应符合本标准第 23 章的规定;

2 牵引网送电后应在供电臂末端进行电压测试及空载试验,并以不同速度进行 3 次热滑试验;热滑试验运行速度应符合表 33.2.2 的规定。

表 33.2.2 热滑试验运行速度

次数	速度
第一次运行速度	正常速度的 10%~30%
第二次运行速度	正常速度的 40%~60%
第三次运行速度	正常速度

3 供电专业与轨道、结构、金属管线等应符合现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49 的规定;在列车运行时,应对杂散电流系统进行联调;

4 若设有综合监控系统时,变电所自动化系统应与供电系统的各相关子系统之间应进行联调;

5 车站机电设施设备受电后,应对一级负荷的双电源切换功能进行测试;并应对一级负荷中特别重要负荷的应急电源的持

续供电能力及切换时间进行测试。

33.2.3 通信的关联调试应符合下列规定：

1 传输系统与其他机电系统应完成联调，系统间接口互联进行信息收发测试；

2 时钟系统与其他机电系统应完成联调，应手动调整机电系统的时间来测试其与时钟系统的同步功能和时间一致性；

3 专用无线通信系统与信号系统应完成联调，专用无线通信系统应能收到信号系统定期发送的行车信息，同时使调度操作界面上同步显示车次号、车体号、列车运行方向等行车信息；

4 专用无线通信系统与车辆应完成联调，控制中心运营调度员应能对列车进行人工广播测试；列车信息应能通过专用无线通信系统进行传送；

5 广播系统与信号系统应完成联调，广播系统应能收到信号系统定期发送的行车信息，并触发自动广播；

6 广播系统与火灾自动报警系统应完成联调，广播系统应能收到火灾自动报警系统发送的模拟报警信息，并触发消防自动广播。

33.2.4 乘客信息系统与信号系统应完成联调，乘客信息系统应能收到信号系统定期发送的行车信息，显示终端上应能同步显示列车到站时间、运行方向等行车信息。

33.2.5 信号的关联调试应符合下列规定：

1 信号系统应按照现行国家标准《城市轨道交通信号工程施工质量验收标准》GB 50578 的规定进行功能检查和性能检查；

2 信号系统应测试当系统所监视的外部系统安全状态丢失时系统的反应；若外部系统对所监视的安全状态设有旁路开关时，应对旁路开关的功能进行测试；

3 信号系统应测试列车运行控制的平稳性、舒适性和定点停车精度，并应符合设计文件要求；

4 信号系统应与 SCADA 系统、环境与设备监控系统、火灾自动报警系统的信息接口进行测试，验证 ATS 对全线接触网/

供电轨带电状态、各车站火灾报警状态和车站风机送风状态的监视；

5 信号系统应进行与乘客信息系统的联调；

6 信号系统应进行与广播系统的联调；

7 信号系统应进行与专用时钟系统的时间同步测试，验证时间同步的技术条件及失效处理反应；

8 信号系统应进行与其他系统的电磁兼容性测试。

33.2.6 通风与空调的关联调试应符合下列规定：

1 应进行环境与设备监控系统之间的状态显示调试，主要包括以下内容：

1) 在环境设备监控系统中能调用各系统、各模式画面；

2) 在环境与设备监控系统中能显示各设备实时状态信息及相关监测点实时状态变化信息。

2 应在环境与设备监控系统中进行通风空调系统设备控制失败、控制超时及闭锁条件错误的工况调试。

3 应与环境与设备监控系统的车站级监控功能进行调试，包括当前运行模式和状态信息的显示及运行模式的转换。

4 应与环境与设备监控系统的中央级监控功能进行调试，包括实现下发模拟阻塞、火灾模式及阻塞解除指令等功能。

33.2.7 给水与排水系统的关联调试应符合下列规定：

1 给水排水系统应进行与环境与设备监控系统之间的状态显示调试，主要应包括以下内容：

1) 在环境与设备监控系统中能调用各系统、各模式画面；

2) 在环境与设备监控系统中能显示各设备实时状态信息及相关监测点实时状态变化信息。

2 消防系统应进行与火灾自动报警系统的调试。

33.2.8 火灾自动报警系统的关联调试应符合下列规定：

1 车站火灾自动报警系统应完成和环境与设备监控系统的接口调试，完成火灾工况模式控制指令对相关通风空调设备的控制及防烟分区的防排烟控制，并反馈相关设备的运行状态和故障

信息；中央火灾自动报警系统应完成和中央环境与设备监控系统的双向通信接口调试；

2 车站火灾报警系统应向本站广播系统提供火灾报警确认信息，消防广播系统应能准确进行火灾应急广播；

3 车站火灾报警系统应完成与动力照明专业的接口调试，应能控制应急照明设备，应能准确监视相关设备的运行状况；

4 车站火灾报警系统应完成与消火栓系统、水喷淋系统的接口调试，应能控制消防泵、喷淋泵及排烟风机，应能准确监视水喷淋系统的水流指示器、信号阀、压力开关等相关设备的状态信息和消火栓启泵按钮的动作信息；

5 车站火灾报警系统应完成与气体灭火系统的接口调试，应能接收火警信号、系统故障信号、每个防火阀关闭信号、手动/自动状态信号和气体喷放信号，应能准确监视相关设备的运行状况；气体灭火系统应能在火灾工况时，接收火灾报警系统关闭气体保护区防火阀的控制指令；

6 车站火灾报警系统应对排烟系统的电动排烟防火阀、排烟防火阀进行控制，并接收其反馈信号，同时应实现电动复位控制；

7 车站火灾报警系统应完成与变电所的接口调试，向变电所提供火灾信号；

8 车站火灾报警系统应完成与自动售检票的接口调试，应向自动售检票系统提供火警信号；

9 车站火灾报警系统应完成与门禁的接口调试，向门禁系统提供火灾报警确认信息，同时应接收门禁系统执行指令的反馈信息；

10 车站火灾报警系统应完成与直升电梯的接口调试，向直升电梯提供火警信号，同时应接收电梯的反馈信息；

11 应完成中央火灾报警系统和专用时钟系统时间同步测试和验证。

33.2.9 环境与设备监控系统的关联调试应符合下列规定：

1 环境与设备监控系统应具有对所监控设备的故障报警功能；

2 车站环境与设备监控系统应完成与火灾自动报警系统的接口调试，完成接收火灾工况模式时控制指令对相关通风空调设备的控制及防烟分区的防排烟控制，并提供反馈相关设备的运行状态和故障信息；中央环境与设备监控系统应完成与中央火灾自动报警系统的通信接口调试，应实现数据信息的双向传送；

3 车站环境与设备监控系统应完成车站 IBP 盘与信号系统按钮和指示灯的联调；

4 车站环境与设备监控系统应完成与车站照明系统的接口调试，并能接收反馈信号；

5 车站环境与设备监控系统应完成在 IBP 盘通过消火栓泵、水喷淋泵的应急启动按钮控制消防泵、喷淋泵，并能监视其状态信息。

6 车站环境与设备监控系统应完成与防淹门、人防门系统的接口调试，完成状态信息和故障报警信息监视；应完成在 IBP 盘车控室防淹门操作许可指令控制信号的发出；

7 车站环境与设备监控系统应完成与车站通风空调系统设备的接口调试，完成对冷水机组、隧道风机、排热风机、组合式空调箱、回排风机等设备的控制，并接收其反馈信号；

8 车站环境与设备监控系统应完成与区间动力照明设备的接口调试，完成对区间排水泵、区间通风设备的控制及状态监视；

9 车站环境与设备监控系统应完成与站台屏蔽门系统的接口调试，完成对站台屏蔽门的状态指示和 IBP 盘对站台屏蔽门应急控制按钮控制；

10 车站环境与设备监控系统应完成在 IBP 盘上对自动检票机的紧急解锁控制；

11 车站环境与设备监控系统应完成在 IBP 盘上对门禁释放的按钮控制；

12 车站环境与设备监控系统应完成对站内客运设备的状态监视；

13 应完成中央环境与设备监控系统与专用时钟系统时间同步测试和验证。

33.2.10 门禁的关联调试应符合下列规定：

1 应完成车站门禁系统与火灾自动报警系统的联调，完成在火灾工况下，门禁系统打开车站内所有的门锁释放控制；

2 应完成车站门禁系统与环境与设备监控系统的联调，应完成在 IBP 盘上对门禁释放的按钮控制；

3 应完成车站门禁系统与通信系统的接口联调，应完成相关部位使用门禁管理用房与视频监控设备的联动控制，应实现视频监控系统自动调出报警区域图像信息并存储，值班人员应能够实时监视现场情况；

4 应完成中央门禁系统与专用时钟系统时间同步测试和验证。

33.2.11 自动售检票系统的关联调试应符合下列规定：

1 应完成车站自动售检票系统与火灾自动报警系统的联调；在接收到火灾自动报警系统火灾信号后，自动售检票系统应能自动释放车站内所有自动检票机；

2 自动检票机应能接收 IBP 盘的紧急解锁控制信号，应能释放阻挡装置；

3 应完成清分中心或线路中央自动售检票系统与专用时钟系统时间同步测试和验证。

33.2.12 站内客运设备的关联调试应符合下列规定：

1 应完成车站电梯与车站火灾报警系统的接口联调，应能接收车站火警信号，应能控制电梯返回首层，应能反馈电梯的状态信息；

2 应完成自动扶梯、电梯与车站环境与设备监控系统的接

口调试，应将设备的状态信息实时发送车站环境与设备监控系统。

33.2.13 站台屏蔽门的关联调试应符合下列规定：

1 应完成站台屏蔽门与车站环境与设备监控系统的接口调试，应完成向车站环境与设备监控系统发送站台屏蔽门的状态信息和实现 IBP 盘上对站台屏蔽门的紧急控制；

2 应完成站台屏蔽门与信号系统的接口调试，应实现接收信号系统的开关门控制指令与相关信息交互。

33.2.14 防淹门的关联调试应符合下列规定：

1 应完成与低压配电系统的调试；

2 应完成与信号系统的调试；

3 应完成与车控室环境与设备监控系统的接口调试，应完成防淹门状态信息的显示及故障信息的监视与报警功能的调试。

33.3 系统总联调

33.3.1 在空载条件下，至少应有两列列车在正线上正常运行，检验列车之间及与供电、通信、信号、站台屏蔽门的匹配性，并应检验列车与其他机电设备的电磁兼容性。

33.3.2 供电系统宜与各系统进行下列供电系统故障运行方式下的联调：

1 变电所一回进线电源退出运行；

2 一座主变电所因故解列；

3 任一中间牵引变电所退出运行；

4 车辆基地内牵引变电所退出运行；

5 降压变电所退出运行；

6 主变电所一台主变压器退出运行；

7 降压变电所一台变压器退出运行。

33.3.3 控制中心运营调度员与列车司机之间的单呼、组呼、选呼、群呼、紧急呼叫功能以及列车专用无线车载台的注册、注销

功能应完成测试。

33.3.4 乘客信息系统终端显示、广播系统自动广播与信号系统间行车信息的同步性和一致性应完成测试。

33.3.5 应进行广播系统消防广播、乘客信息系统终端显示与火灾报警系统的联动功能测试。

33.3.6 应进行视频监控系统的各项功能测试，控制中心运营调度员、车控室值班员应能通过视频监控系统的监视终端实时查看各运营区域情况。

33.3.7 车辆和站台屏蔽门系统应在信号系统控制下进行客室门和站台屏蔽门的联动调试。

33.3.8 无线通信系统应在车辆与信号系统联调时，应测试无线车载台的自动注册和注销功能。

33.3.9 车载乘客信息系统在车辆与信号系统联调时，应测试车载乘客信息系统的自动报站和显示功能。

33.3.10 火灾模式下，火灾自动报警系统应联动相应系统设备按火灾工况要求工作。

33.3.11 环境与设备监控系统的总联调应包括：

1 正常情况下，环境与设备监控系统应能控制车站内各机电设备有效可靠地运行；

2 阻塞模式下，环境与设备监控系统应联动相应系统设备按阻塞工况要求工作。

33.4 试 运 行

I 前 提 条 件

33.4.1 车辆应符合下列规定：

1 列车应调试合格，完成验收，并出具验收报告；

2 验收的列车数应满足试运行间隔的要求；

3 首列样车应通过 5000km（或按合同规定的千米数）试运行。

33.4.2 供电应符合下列规定：

1 牵引网应完成冷滑试验、热滑试验、检查缺陷及完成整改的相应记录；

2 变电所综合自动化系统应具备脱离电力监控系统独立运行的能力，并验收合格；

3 应对牵引回流电气畅通状况进行检查，并验收合格；杂散电流防护、防雷、接地系统应安全、可靠，并应符合设计文件要求，应验收合格；

4 接地、安全标识应齐全、清晰。安全工具应试验合格并放置到位。

33.4.3 通信系统与信号系统、自动售检票系统、电力监控系统、门禁系统、车辆、设备监控系统等应完成联调。

33.4.4 信号系统的质量管理、安全管理和技术管理应完成权威机构认证。

33.4.5 车站、区间、车辆基地、控制中心、各类变电所的通风空调系统应按照现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的规定，进行单机试运转、联合运转及调试，并验收合格，实现车站级、中央级功能。

33.4.6 给水与排水系统应符合下列规定：

1 给水与排水系统的管道、各类设备应经调试，并验收合格；在单体调试的基础上，应与其他相关专业系统进行联合调试，并验收合格；

2 消防系统应完成调试和试运转，并应通过消防主管部门的验收；应与其他相关专业系统进行联合调试，并应验收合格。

33.4.7 火灾自动报警已通过关联系统调试、总联调，并应通过消防主管部门验收。

33.4.8 环境与设备监控系统已通过关联系统调试、总联调，并应验收合格。

33.4.9 站台屏蔽门应已通过系统相关系统联调、总联调，并应验收合格。

II 系统能力调试

33.4.10 试运行期间，各列车累计在线运行里程不应小于 2000km。

33.4.11 应通过正线运行检验车辆广播系统、应急照明系统、应急通风系统和列车故障救援能力。

33.4.12 供电系统应联合车辆、信号、通信等相关系统进行牵引最大负荷能力测试，供电系统设备不应发生误动作。

33.4.13 供电系统宜联合通风空调与采暖、给水排水与消防、车站设备等相关系统进行动力照明最大负荷能力测试，供电系统相关设备不应发生误动作。

33.4.14 信号系统应测试系统正常运行时线路的行车间隔、追踪间隔、旅行速度和技术速度运营指标。系统设计文件有降级运营模式时，应进行上述运营指标的测试。

33.4.15 信号系统应进行连续 144h 无故障运行测试。

33.4.16 通风空调防排烟系统应进行火灾工况防排烟能力模拟试验。

33.4.17 给水与排水系统应进行最大排水能力测试。

33.4.18 自动售票系统、站内客运设备和站台屏蔽门系统应通过设备最大处理能力测试。

III 行车演练

33.4.19 行车演练应分为专项科目演练和运行图仿真演练两部分。

33.4.20 专项科目演练，应针对单项设备系统进行测试及功能验证，确保运营人员熟练掌握设备性能，熟悉故障情况下的处置流程、处置方法与调整措施。同时应通过现场实际操作验证各系统功能、操作手册及规章制度的适用性。

33.4.21 运行图仿真演练，试运行最后 20d 应按照试运营开通时列车运行图行车。

33.4.22 在行车演练期间，宜穿插多专业联动综合演练，应检验运营条件下的处置情况及对运营的影响。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 本标准条文中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

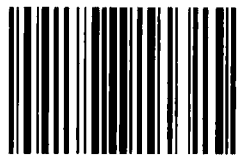
- 1 《钢结构设计标准》GB 50017
- 2 《供水水文地质勘察规范》GB 50027
- 3 《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093
- 4 《地下工程防水技术规范》GB 50108
- 5 《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134
- 6 《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》
GB 50147
- 7 《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器
施工及验收规范》GB 50148
- 8 《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》
GB 50149
- 9 《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》
GB 50150
- 10 《地铁设计规范》GB 50157
- 11 《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166
- 12 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》
GB 50168
- 13 《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验
收规范》GB 50171
- 14 《电气装置安装工程 蓄电池施工及验收规范》
GB 50172
- 15 《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203
- 16 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 17 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 18 《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209

- 19 《建筑装修工程质量验收标准》GB 50210
- 20 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》
GB 50242
- 21 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 22 《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》
GB 50254
- 23 《电气装置安装工程 电力变流设备施工及验收规范》
GB 50255
- 24 《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261
- 25 《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263
- 26 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 27 《锅炉安装工程施工及验收规范》GB 50273
- 28 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》
GB 50274
- 29 《地下铁道工程施工质量验收标准》GB/T 50299
- 30 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 31 《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308
- 32 《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312
- 33 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325
- 34 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 35 《城市轨道交通通信工程质量验收规范》GB 50382
- 36 《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411
- 37 《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446
- 38 《大体积混凝土施工标准》GB 50496
- 39 《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497
- 40 《城市轨道交通信号工程施工质量验收标准》GB 50578
- 41 《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601
- 42 《智能建筑工程施工规范》GB 50606
- 43 《无障碍设施施工验收及维护规范》GB 50642
- 44 《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652

- 45 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 46 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 47 《地铁工程施工安全评价标准》GB 50715
- 48 《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
- 49 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 50 《无障碍设计规范》GB 50763
- 51 《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911
- 52 《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 53 《环境空气质量标准》GB 3095
- 54 《火灾报警控制器》GB 4717
- 55 《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分：通用要求》GB 4793.1
- 56 《信息技术设备》GB 4943
- 57 《额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆》
GB/T 5023.1 - 5023.7
- 58 《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224
- 59 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 60 《爆破安全规程》GB 6722
- 61 《电梯制造与安装安全规范》GB 7588
- 62 《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》
GB/T 8905
- 63 《电梯试验方法》GB/T 10059
- 64 《电梯安装验收规范》GB/T 10060
- 65 《工业阀门 标志》GB/T 12220
- 66 《地区电网调度自动化系统》GB/T 13730
- 67 《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285
- 68 《组合式空调机组》GB/T 14294
- 69 《预应力筋锚具、夹具和连接器》GB/T 14370
- 70 《建设用卵石、碎石》GB/T 14685

- 71 《大气污染物综合排放标准》GB 16297
- 72 《电气安装用导管配件的技术要求 第1部分：通用要求》GB/T 16316
- 73 《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899
- 74 《城市轨道交通客运服务标志》GB/T 18574
- 75 《质量管理体系 基础和术语》GB/T 19000
- 76 《建筑幕墙》GB/T 21086
- 77 《环境管理体系 要求及使用指南》GB/T 24001
- 78 《轨道交通 电磁兼容》GB/T 24338
- 79 《职业健康安全管理体系要求》GB/T 28001
- 80 《城市轨道交通站台屏蔽门》CJ/T 236
- 81 《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1
- 82 《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2
- 83 《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49
- 84 《地铁限界标准》CJJ/T 96
- 85 《城市桥梁桥面防水工程技术规程》CJJ 139
- 86 《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》CJJ 183
- 87 《盾构法开仓及气压作业技术规范》CJJ 217
- 88 《挡烟垂壁》GA 533
- 89 《玻镁风管》JC/T 646
- 90 《建筑防水涂料中有害物质限量》JC 1066
- 91 《无粘结预应力钢绞线》JG/T 161
- 92 《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225
- 93 《钢纤维混凝土》JG/T 472
- 94 《建筑变形测量规范》JGJ 8
- 95 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 96 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
- 97 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 98 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79

- 99** 《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》
JGJ 85
- 100** 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 101** 《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111
- 102** 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
- 103** 《通风管道技术规程》JGJ/T 141
- 104** 《疏浚工程技术规范》JTJ 319
- 105** 《水运工程爆破技术规范》JTS 204
- 106** 《钢轨焊接》TB/T 1632
- 107** 《铁路隧道设计规范》TB 10003



1 5 1 1 2 3 2 4 5 5

统一书号: 15112 · 32455
(共二册)

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 51310-2018

地下铁道工程施工标准

Standard for construction of metro engineering

条文说明

2018-07-10 发布

2018-12-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

地下铁道工程施工标准

GB/T 51310—2018

条 文 说 明

中国建筑工业出版社

2018 北 京

编制说明

《地下铁道工程施工标准》GB/T 51310-2018，经住房和城乡建设部2018年7月10日以2018年第146号公告批准、发布。

本标准是在《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299-1999（2003年版）的基础上修订而成。

本标准主编单位仍然为北京城建集团有限责任公司，参编单位由原标准的4个增加到14个，起草人也作了调整和充实，由18人增加到65人。

本次修订增加了当今地下铁道工程新引入的一些技术系统方面的工程施工规定，章节组成也由原标准的19章增至33章，对原条文也进行了扩充与深化。

为便于广大设计、施工、监理、科研、学校等有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《地下铁道工程施工标准》编制组按章、节、条的顺序编制了条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	施工准备	6
4.1	一般规定	6
4.2	前期调查与专项工作	6
4.3	技术	7
4.4	施工现场	8
4.5	施工机械	9
4.6	材料	9
4.7	劳动力	10
5	安全风险控制	11
5.1	一般规定	11
5.2	施工准备阶段安全风险评估	12
5.3	施工过程安全风险控制	13
5.4	安全风险控制文件编制	15
6	施工测量	16
6.1	一般规定	16
6.2	控制测量	17
6.3	联系测量	18
6.4	明挖法施工测量	22
6.5	盖挖法施工测量	23
6.6	矿山法施工测量	24
6.7	盾构法施工测量	25
6.8	高架结构、地面线施工测量	27

6.9	车辆基地施工测量	28
6.10	贯通测量	28
6.11	隧道断面测量	29
6.12	铺轨测量	29
6.13	设备安装测量	32
6.14	竣工测量	33
7	地下水控制	35
7.1	一般规定	35
7.2	地下水控制方法的选择	37
7.3	管井	39
7.4	轻型井点	40
7.5	回灌井	41
7.7	渗井	42
7.9	排水管线及检查井	42
7.10	降水管理	42
7.11	降水监测	44
8	明挖法	45
8.1	一般规定	45
8.2	管线悬吊与改移	46
8.3	交通导改与基坑便桥	47
8.4	基坑围(支)护结构	47
8.5	基坑开挖与回填	61
8.6	钢筋工程	63
8.7	模板与支架	65
8.8	混凝土浇筑	67
8.9	内部结构施工	68
9	盖挖法	70
9.1	一般规定	70
9.2	围护结构及支承柱	71
9.3	铺盖体系	73

9.4	土方开挖	75
9.5	主体结构	76
10	矿山法	77
10.1	一般规定	77
10.2	竖井	78
10.3	地层超前支护及加固	79
10.4	开挖	81
10.5	隧道内运输	86
10.6	初期支护	87
10.7	洞内排水	90
10.8	二次衬砌	90
10.9	风、水、电临时设施及通风防尘	91
11	盾构法	93
11.1	一般规定	93
11.2	盾构工作井	96
11.3	盾构组装与解体	97
11.4	盾构始发和接收	97
11.5	盾构掘进	98
11.6	特殊地段掘进	101
11.7	管片拼装	102
11.8	壁后注浆	103
11.9	隧道内运输、通风、照明、给水	104
12	沉管法	106
12.1	一般规定	106
12.2	干坞施工及岸上段隧道	107
12.3	隧道基槽开挖、垫层与回填施工	109
12.4	管节预制	111
12.5	管节舾装	112
12.6	管节浮运和沉放	112
12.7	管节接头处理	113

13	监控量测	115
13.1	一般规定	115
13.2	监测项目与监测点布设	116
13.3	监测频率	116
13.4	监测数据处理及成果反馈	117
14	路基	118
14.1	一般规定	118
14.2	路堑	119
14.3	路堤	120
14.4	涵洞	121
15	高架结构	123
15.1	一般规定	123
15.2	基础	123
15.3	下部结构	123
15.4	支架现浇混凝土	124
15.5	预制梁	125
15.6	预应力混凝土结构	126
15.9	高架车站结构	127
16	防水	128
16.1	一般规定	128
16.2	防水混凝土	128
16.3	明挖法	130
16.4	盖挖法	134
16.5	矿山法	134
16.6	盾构法	135
16.7	沉管法	136
16.8	特殊部位防水	136
16.9	高架结构	139
17	建筑装饰装修	140
17.1	一般规定	140

17.2	涂饰工程	140
17.3	吊顶	141
17.4	墙面及柱面	141
17.5	地面	142
17.6	栏杆及扶手	142
17.7	金属门窗	143
17.8	标志	143
18	轨道	144
18.1	一般规定	144
18.2	器材整备、堆放和运输	147
18.3	基标设置	147
18.4	普通无砟道床	148
18.5	减振无砟道床	148
18.6	有砟道床	149
18.7	道岔及钢轨伸缩调节器铺设	149
18.9	有缝线路轨道	149
18.10	轨道安全设备及附属设备	149
19	站内客运设备	150
19.1	一般规定	150
19.2	自动扶梯和自动人行道安装	150
20	站台屏蔽门	152
20.1	一般规定	152
20.2	结构及设备安装	152
20.3	接地及布线	154
20.4	调整试验	154
21	通风与空调	157
21.1	一般规定	157
21.2	风管及部件制作	157
21.3	风管及部件安装	159
21.4	空调水系统	162

21.5	设备安装	163
21.6	防腐与绝热	164
21.7	调整试验	164
22	给水与排水	167
22.1	一般规定	167
22.2	给水管道安装	167
22.3	排水管道安装	168
22.5	接地与杂散电流	168
22.6	调整试验	168
23	供电	170
23.1	一般规定	170
23.2	变电所	171
23.3	牵引网	176
23.4	电缆线路	178
23.5	防雷及接地装置	181
23.6	杂散电流监测及防护	182
23.7	电力监控与电能质量管理	182
23.8	低压配电及动力照明	183
23.9	调整试验	190
23.10	系统调试	194
24	通信	197
24.1	一般规定	197
24.2	通信线路	197
24.3	通信设备安装	200
24.4	系统调试	200
25	信号	202
25.1	一般规定	202
25.2	光(电)缆线路	203
25.3	设备安装	203
25.5	系统调试	206

26	火灾自动报警系统	208
26.1	一般规定	208
26.2	光(电)缆线路	208
26.3	设备安装及配线	209
26.4	调整试验	209
27	环境与设备监控系统	211
27.1	一般规定	211
27.2	设备安装及配线	211
27.3	调整试验	212
28	综合监控系统	213
28.1	一般规定	213
28.2	设备安装及配线	213
28.3	系统调试	213
29	乘客信息系统	216
29.1	一般规定	216
29.2	设备安装及布线	216
29.3	系统调试	217
30	自动售检票系统	218
30.1	一般规定	218
30.2	光(电)缆线路	218
30.3	设备安装与布线	219
30.4	系统调试	220
31	门禁系统	224
31.1	一般规定	224
31.2	设备安装与布线	224
31.3	调整试验	224
32	车辆基地	226
32.1	一般规定	226
32.2	检查坑、检修平台和卸车平台	226
32.3	工艺设备安装	227

33 综合联调与试运行.....	229
33.1 一般规定	229
33.2 关联系统调试	230
33.3 系统总联调	232
33.4 试运行	232

1 总 则

1.0.2 随着经济的发展，地下铁道工程由原来的地下隧道，发展为地上和地下的城市轨道交通，其制式也多样化，本标准除不适用于“磁悬浮”“跨坐式”“直线电机”制式城市轨道交通外，也适用于其他制式的城市轻型轨道交通的施工。

1.0.3 随着新技术、新工艺、新材料、新设备的发展，地下铁道工程会越来越多地采用，既为工程施工留有依据，也为下次修订积累经验。若设计文件图纸所采用的标准低于本标准时，需要按本标准执行。

2 术 语

本章收编的术语为地下铁道工程各专业的部分术语和质量验收的部分术语，其余大部分术语已在现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《城市轨道交通工程基本术语标准》GB/T 50833、《地铁设计规范》GB 50157 和其他专业规范中包含。

2.0.1 符合国家标准《城市轨道交通工程基本术语标准》GB/T 50833-2012 第 2.0.8 条，并说明“地铁”为“地下铁道”的简称。

2.0.8 符合国家标准《城市轨道交通工程基本术语标准》GB/T 50833-2012 第 8.9.1 条，并说明“站台屏蔽门”“站台门”“屏蔽门”同义。

3 基本规定

3.0.1 地下铁道工程多建在城市中心区域，勘察、设计工作相对其他工程难度大、周期长，而沿线周边环境变化也快，易出现勘察、设计文件与现场不符的情况，所以需要施工单位在进场后进一步核查。最基本的核查内容详见本标准第4章的规定。需要注意的是，当核查现场实际情况与勘察、设计文件有不同步时，需要反馈给建设单位，由建设单位确定是否提供勘察和设计单位进行针对性的技术处理。

3.0.2 由于地下铁道工程多建在城市中心区域，沿线周边环境复杂，尽管勘察、设计、建设单位在前期各个阶段进行了风险评估，但由于勘察、设计工作相对其他工程难度大、周期长，而沿线周边环境变化也快，易出现勘察、设计文件与现场不符的情况，所以需要施工单位在进场根据设计文件和现场调查情况，再结合自身的施工经验，进行风险评价，具体评价内容和方法详见本标准第5章的规定。

3.0.3 通常将地下铁道工程分为土建工程、装修工程、机电工程等。机电工程施工分为供电、通信、信号、环境与设备监控（BAS）、自动售检票（AFC）、防灾报警（FAS）、安全门/屏蔽门、自动扶梯与电梯、门禁、通风与空调、给水排水及其消防系统等。土建工程包括基础施工、土方开挖、结构施工等。装修工程包括建筑装修、导向标志安放等。地下铁道工程具有投资巨大、技术难度高、施工周期长、施工过程中环境因素复杂、发生风险事故的风险大等特点，在施工的不同阶段，协调的内容、侧重点各有不同，各施工单位要求在建设、设计、监理、总包单位的统一指挥下协同工作，各施工单位互相协调、配合，事先明确相互协调的界面，以便各专业或工序的合理实施，特别是建筑装饰、

通风系统、给水排水及其消防系统、照明及其动力供电、导向标志等专业不仅同上述其他专业存在着施工接口，还需要同其进行交叉施工。因此，施工过程中存在的大量的协调内容和工作。

3.0.6 地下铁道工程施工作业环境较其他建筑工程差，特别是地下隧道和车站的施工更差，施工时需要按现行国家标准《职业健康安全管理体系要求》GB/T 28001 有关要求，制定管理计划和措施，配备齐全劳动防护用品并按规定的作业时间进行作业，防止因长时间在较差的环境下作业给工人带来身体危害。按照现行国家标准《环境管理体系要求及使用指南》GB/T 24001 和国家绿色文明施工的有关要求，建立环境保护和绿色文明施工体系，制定管理制度和措施，做到保护环境，文明施工。

3.0.7 根据国家有关规定，施工现场一般采用委托试验单位进行检测。承担检测的单位分为外委和企业自有，要求所有的检测材料送至省级以上建筑行政主管部门对其资质认可或质量技术监督部门对其计量认证（CMA）的质量检测单位进行检测。检测单位试验室资质条件和业务范围参见建设部建监〔1996〕488 号文《建筑施工企业试验室管理规定》的通知。

3.0.9 为推动技术进步，提倡采用新技术、新工艺、新材料、新设备。但轨道交通为大型公用设施，采用的材料和设备多，对产品质量和安全标准要求严，因此采用“四新”技术时要求通过权威部门（机构）的认证、鉴定、评估或在工程中经过验证并取得可推广的证书后方可使用。

3.0.14 由于列车运行速度快，其车辆运行和轨道区要求没有任何结构物超越，否则将影响列车的运行速度或运营安全，特别是区间隧道和站台板施工时容易侵入建筑限界，施工时要引起重视。

3.0.15 随着经济技术的发展，新技术、新工艺、新材料、新设备在地下铁道工程中会不断采用，不同的设备对环境温度、湿度的要求不同，本标准无法做统一规定，既为适应不同设备的要求，也为保证设备使用的安全性，提出需要设计单位认可的

要求。

3.0.17 本条对人防工程施工做出了规定。

4 人防工程除设计单位需要独立设计外，工序验收和竣工验收也需要由人防部门独立验收，执行标准为现行国家标准《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134 的规定。

3.0.18 本条对设备进场验收做出了规定。

1 地下铁道工程所采用的设备和系统非常多，根据有关规定，凡涉及运营安全的设备、产品，需要通过权威部门或机构的强制认证，以确保运营安全，因此进场时需要严格验收；

3 地下铁道工程所采用的设备和系统多，工程设备及配套的配件产品也多，为确保设备及配件进场查验、资料整理，确保配件齐全、质量合格，规定需要的质量证明文件；

4 地下铁道工程常采用进口的设备、材料，结合国家有关规定，为规范其所提供的产品的质量证明文件而制定。

4 施 工 准 备

4.1 一 般 规 定

4.1.1 通过学习图纸，发现图纸中的问题，进行记录、整理以便图纸会审。根据设计文件要求和现场调查结果编制施工方案、施工进度计划、材料采购计划，并对施工中的重点、难点编制专项施工方案。

4.1.3 地下铁道工程大多均位于城区，除工程自身风险、工程地质水文风险外，周边环境复杂，施工安全风险源多且影响大。施工前，对风险源需要逐一进行分析与评价，主要内容是核对勘察阶段给定的风险源与实际现场情况是否相吻合、现场实际情况有无变化、环境条件有无变化等情况，避免给工程施工带来安全影响，然后采取具有针对性的风险管理方案。施工单位依据设计文件所采取的措施和风险分析与评价，结合企业的施工经验，编制具有针对性的专项安全施工方案和应急预案，做到技术有措施，管理有保障，风险可控制。

危险性较大的分部或分项工程指的是按照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房城乡建设部令第 37 号）规定的建筑工程在施工过程中存在的、可能导致作业人员群死群伤或造成重大不良社会影响的分部分项工程。

4.2 前期调查与专项工作

4.2.1 施工调查前需要详细查阅设计文件和相关资料，制定调查大纲，并根据调查结果编写调查报告，以指导工程总体安排和编制科学、合理的施工组织设计和施工方案。

3 周边环境核查包括：地下、地上管线，河湖、道路、铁路、既有轨道，地下、地上建（构）筑物的规格、型号、高度、

埋深、构筑年代、构筑方法、基础形式等尽可能齐全，以及与拟建车站或隧道的相对位置关系。为风险分析与评价提供基础资料，系统整理并突出重点（重大风险）和综合说明，需要文字、图表表达，做到图文并茂。

需要注意的是：部分基础资料可能是通过调查获取的，需要对其真实性进行判断；重要的建（构）筑物要对其进行状态评估，如铁路、既有线等。

4 存在对工程施工直接或间接影响的其他问题包括：施工场地周边的军事单位、学校、医院、幼儿园及社区等特定机构对施工作业的要求。

4.2.2 本条对专项工作的内容做出了规定。

2 施工单位在满足工程需要的前提下减少树木伐移的数量与占用绿地的面积。

3 影响范围内的既有轨道交通线、铁路、高速公路等需要进行评估并进行专项保护；影响工程施工的管线均需要进行相应的管线改移或保护。临时管线改移或管线保护工作一般由施工单位进行方案设计并征得产权单位认可。明挖施工中悬吊管线时，需设立标志，防止土方开挖施工时碰撞管道悬吊系统施工场地范围内正在运行的地下管线，并要求不在其上堆土或放材料、机械等，也不要修建临时设施。

4 工程施工需占用道路时，需要结合现场条件与交通疏导要求进行交通导改，在保证施工顺利进行的同时要保证道路原有通行的交通流量与交通便利。交通导改实施方案需要经市政工程施工行政主管部门和公安交通管理部门批准，方可按照规定占用。

4.3 技 术

4.3.1 本条对施工组织设计和施工方案的编制做出了规定。

1 施工组织设计遵循《城市轨道交通工程项目建设标准》（建标 104）和现行国家标准《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502 进行编制，并充分考虑工程特点、地质和水文与气候条

件、周边环境等因素，做到工程施工安全可靠、技术先进、保证质量、进度可控、经济合理。同时根据现场变化情况实时进行调整，并进行审批。

2 重大危险源分部、分项工程施工方案根据相关规定或要求进行专家论证。

4.3.2 测量交接桩由建设单位组织，勘测单位依据测量控制基准点向施工单位移交测量资料，形成交桩记录；接桩后施工单位需要对测量控制基准点进行复测，监理单位独立复核；在复验合格后施工单位根据施工测量需要布设加密控制点，加密控制点要求由勘察单位进行复验，复验合格后方可使用。施工过程中对测量控制点进行保护，并按期进行复核。

4.3.3 本条对设计交底和图纸会审的内容做出了规定。

3 勘察交底由建设单位组织，主要对地下、地上管线，河湖、道路、铁路、既有轨道，地下、地上建（构）筑物的基本情况进行交底。施工单位一般要与周边环境核查情况进行核对，不一致时将结果及时提交勘察单位进行再核查。

4.4 施工现场

4.4.1 本条对现场场地布置的内容做出了规定。

1 办公、生产、生活用房等优先满足生产用房（棚）场地，并且现场搭设的房屋要求满足防火要求。

3 场外道路主要考虑大型作用设备（盾构机）进出场需求；场内道路的布置优先考虑混凝土浇筑需求和设备垂直提升喂料需求。

4 临时用水的接入需要满足生活用水、现场施工用水、施工机械用水与消防用水的要求。

5 临时用电需要符合国家现行标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46、现行国家标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194 的要求。

6 现场排水设施一般包含两部分，排泄雨水的设施和排放

施工生产废水的系统；

7 安保设施一般包括警示标志标牌、防护设施、人员出入管理系统、视频监控系统、消防设施、防汛设施等；环保设施一般包括除尘设备、围护和封闭设施、洗车池、苫盖措施、排污设施、降噪设施、场地硬化、围挡等。

4.4.2 施工现场场地布置需要根据施工的四个阶段进行布置，一般分为围护结构施工阶段、车站或区间主体结构施工阶段、附属结构施工阶段和机电设备、建筑装饰等几个阶段，避免一次性布置多占临时施工用地，同时也便于管线改移和恢复、交通导改等的有序实施。

4.5 施 工 机 械

4.5.1 本条对施工机械的配置做出了规定。

2 施工设备的选择要考虑施工现场施工时是否能满足安全的要求，比如吊车的选择一般要保证最大起重力时的吊装安全等；

3 施工机械的配置选择一般要与其将施工的内容相匹配，能力不足则不能完成所要施工的项目或降低生产效率，能力过大会造成浪费，合理选择是必要的。

4.5.2 大型专用设备特指盾构机。由于盾构机作为专用设备，需要根据地质勘察报告在开工前进行选型和配置，需要进行适应性评价，包括刀盘、刀具、扭矩、推力、转速、防水配置、出土方式、人闸、渣土改良系统、管片拼装等配置是否与所要施工的地层和环境相适应等内容，以避免在施工过程中因选型和配置不当，给工程施工造成重大的困难或发生较大的事故。

4.6 材 料

4.6.1 进场材料的型号、规格、数量与时间等需要与设计文件一致，材料计划需要考虑防水材料和其他有特殊要求的材料进场后抽检复试所需要的时间，构配件计划需要考虑加工制作时间，

特别是混凝土预制构件还需要考虑龄期等要求，避免中途等待，或未到要求时间提前使用，给工程造成缺陷。

4.7 劳 动 力

4.7.3 特种作业人员需要根据建质（2008）75号文件《建筑施工特种作业人员管理规定》要求持证上岗，并进行岗位安全教育培训。其他参施人员除需要进行岗位安全教育培训外，必要时还需要进行技能培训，以确保其到达所必备的技术、质量标准要求。培训标准一般按照各地建筑质量安全管理部门的规定执行。

5 安全风险控制

5.1 一般规定

5.1.1 工程自身风险是指根据工程设计文件和工程地质与水文地质资料，工程自身存在的风险和穿越不良地层或特殊岩土区段存在的工程风险；周边环境是指工程邻近或穿越既有运营轨道交通、铁道、高等级道路、桥梁、建（构）筑物、重要管线、军事设施，邻近或穿越江、河、湖、海等水域存在的风险等。

5.1.2 根据《中华人民共和国安全生产法》、现行国家标准《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652 和住房城乡建设部《城市轨道交通工程安全质量管理暂行办法》（建质[2010] 5 号文）有关规定，以及近年来国内城市轨道交通建设城市开展安全风险评估与风险控制工作的实际，工程建设的五方责任主体，均需要建立健全安全风险管理体系，开展安全风险控制与管理工作，以保障工程建设的顺利实施。安全风险管理体系一般包括的内容有：安全风险管理机构及职责；安全风险评估制度和分级管理办法；信息报送及施工期风险预警、响应和消警管理办法；监控量测和现场巡视管理办法；工程安全风险应急预案；安全风险考核办法等。

5.1.3 施工准备阶段包括勘察设计、施工图设计和施工单位进场后的三个阶段，勘察设计阶段需要对地质风险进行评估，施工图设计阶段需要对工程自身和周边环境风险进行评估，施工单位进场后针对勘察、设计阶段所列出的风险清单进行详细的调查和了解，并结合自身的施工经验对地质风险、工程自身风险和周边环境风险进行再评估，以确保工程安全实施。

5.1.4 由于地质勘察报告所揭示的地层不可能与实际完全一致，因此需要在施工过程中进行动态的地质风险评估；又由于地下铁

道工程施工周期长，一般位于城市中心区域，实际上周边环境也在不断变化，因此也需要进行动态的周边环境风险评估；同时施工过程也是一个不断变化的过程，不可控的因素多，因此需要根据监控量测结果进行动态的风险评估。

5.1.5 为使风险控制做到信息化，切实起到安全风险控制的作用，也为发现风险后能够远程诊断，提出信息传输采用网络化信息平台的要求。近年来国内利用计算机和信息通信技术开发的用于安全风险管理与监控的协同工作平台，目前已在国内全面应用，取得了良好的效果。利用该平台监管部门、工程建设单位、承包单位、设计单位、监理单位、第三方监测单位和风险管理咨询单位等可快速传递工程安全风险信息、共享和协同处置风险预警、开展动态风险评估等工作，提升了工程参建各方安全风险管控的水平和效益。

根据工程实际经验和国家有关规定，建设单位、施工单位、监理单位需要在施工过程中对工程自身风险和周边环境风险进行巡视。建设单位可委托咨询服务机构开展施工现场的安全风险管理与咨询服务工作。

5.2 施工准备阶段安全风险评估

5.2.2 施工单位需要根据岩土工程勘察报告、施工图设计文件和必要的现场补充调查资料进行安全风险评估，补充调查内容详见本标准第4章。

安全风险评估需要注意的是，因各城市地质水文条件差异很大，拟建的地下车站和区间若坐落于一些特殊岩土层或隧道穿越一些不良地质或特殊岩土区段时施工风险大，如隧道穿越岩溶、溶洞、土洞、暗河、暗滨、断层破碎带、断裂带、采空区、湿陷性黄土地层等；盾构穿越砂层、砂卵石、漂石地层和花岗岩球状风化体或孤石、沼气地层等。因此在施工准备阶段需要结合岩土工程详细勘察报告进行地质水文风险分析与评估，并制定针对性的施工风险控制措施，保障施工安全。

5.2.3 地下铁道工程建设过程中，由于Ⅱ级及以上风险源受地下铁道施工影响而发生变形的敏感性、潜在风险事件发生概率和社会影响面广等因素，需要编制分部或分项工程专项安全施工方案和监控量测方案。根据国家有关规定，专项方案需要组织业内专家进行评审或论证。

分部或分项工程专项安全施工方案编制内容主要包括：编制依据，工程概况，风险类型、风险因素分析及风险等级，风险控制技术措施，风险管理措施，风险应急预案。

监控量测方案主要内容包括：编制依据，工程概况，风险类型及风险等级，监测点布置，监测和巡视频率，监测预警、巡视预警和综合预警标准，预警响应，预警消警。监控量测方案需要满足设计文件和现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911的规定监测项目、控制值、预警值及预警等级。

5.2.4 根据现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911的规定，将监控量测信息及时传输到信息平台是为便于参建各方能够及时得到现场的监测信息，做到信息共享。

5.3 施工过程安全风险控制

5.3.1 根据工程实际经验和国家有关规定，建设单位、施工单位、监理单位需要在施工过程中对工程自身风险和周边环境风险进行巡视。建设单位可委托咨询服务机构开展施工现场的安全风险管理与咨询服务工作。

5.3.2 远程视频监控主要监控矿山法开挖掌子面、临时支撑拆除，盾构掘进参数、渣土状态等，明挖和盖挖作业面和支撑安装与拆除等。有条件时也可现场全覆盖监控，还能够达到有效的现场调度和管理整个现场，达到参建单位利用远程视频监控进行分析和评估施工现场的安全风险管理状态，辅助开展安全风险控制工作。因此为确保视频的清晰度，提出设备的基本要求。

5.3.3 由于地下铁道工程中工程地质、水文地质本身的不确定性以及地层参数的变异性和受现有岩土工程勘察技术和经济条件

等因素影响，可能导致施工中实际揭露的工程地质和水文地质条件与岩土工程勘察报告成果存在一定的差异或偏差。在施工安全风险控制与管理实践中，这种差异可通过地质素描、定量分析或工程经验进行判断。当通过监控量测数据分析和现场施工条件判断认为这种差异可能造成的工程风险较大时，则需对该区段地质风险和施工安全风险进行再评估并提出针对性的风险控制措施，包括调整施工设计参数、施工工艺或施工方案等，以保障施工安全。

5.3.4 当工程设计文件或施工方案发生变更，或因开工前拟建工程周边建（构）筑物、管线不能及时拆除或迁改，或因场地周边将发生或存在影响拟建工程的其他工程活动，这类变化或差异将会影响到拟建工程的安全风险，及时对变更后的工程自身风险和周边环境风险进行再评估。

5.3.5 对于变形类监测项目的预警标准，若无地区经验，可参照表 1 标准执行。

表 1 监测预警标准

预警级别	预 警 标 准
黄色预警	累计变化值和变化速率均超过控制值的 70% 时，或其中之一超过控制值的 85% 时
橙色预警	累计变化值和变化速率均超过控制值的 85% 时，或其中之一超过控制值的 100% 时
红色预警	累计变化值和变化速率均超过控制值的 100% 时，或其中之一超过控制值的 150% 时

对于地下水位、支撑轴力、岩土体压力、应力、锚杆或土钉拉力等监测项目，根据设计文件、地层条件和地区经验等因素确定。实践中，如对于监测支撑轴力，其报警值一般大于构件承载力的设计文件规定值，而且在施工中亦需要考虑支撑轴力预加压力的锁定值因构件发生弹性变形，或因支撑连接点存在松动或冠梁与围护结构间存在缝隙，使预加压力损失的情况，甚至或发生支撑脱落事故，此时，需要根据实际监测值适当补加压力，以保

持结构的受力协调和基坑安全。

5.3.8 黄色综合预警主要指施工现场同一部位同时存在橙色以上级别监测预警和黄色及以上级别的巡视预警；或周边环境风险源监测数据超控制值，目前及后续施工对该环境风险源的影响未消除，或通过监测数据和现场巡视综合风险分析确定后续施工可能存在较大风险的其他情况。

橙色综合预警主要指在施工重要部位、关键工序，或一级环境风险源所在位置同时发生橙色及以上等级的监测预警和巡视预警，后续施工存在较大的安全风险的情况，或通过监测数据和现场巡视综合风险分析确定后续施工可能引发安全事故或对工程自身结构存在较大影响或隐患的其他情况。

红色综合预警主要指现场已存在险情征兆，监测数据已达到橙色及以上级别的预警条件，且未稳定，已影响到后续正常施工，若不及时采取措施会引发事故的情况，或通过监测数据和现场巡视综合风险分析确定若不及时处置可能导致安全事故发生或工程结构发生较大变形甚至坍塌的风险等其他情况。

5.3.9 住房和城乡建设部印发了《城市轨道交通建设工程质量安全事故应急预案管理办法》（建质〔2014〕34号）要求，施工单位结合本标段工程实际，编制工程突发事件应急预案。预案中包括事故报送的有关程序和时限要求等内容。

5.4 安全风险控制文件编制

5.4.2 为了对风险工程在工后的风险评估具有可追溯性，提出监测总结和重大安全事件处置记录作为工程竣工验收交付文件存档。

6 施 工 测 量

6.1 一 般 规 定

6.1.1 分级复核是测量工作质量控制的核心，地下铁道工程施工测量要求精度高，需要建立三级测量复核制度，分级复核内容如下：

测量桩点的交接需要由双方持交桩表在现场核对、交接确认；用于测量的图纸资料要认真复核，必要时现场核对，确认无误无疑后方可使用；抄录已知数据资料，需要认真核对。利用已知成果时，坚持“先检测后利用”的原则，即已知成果检测无误和合格时才能利用；测量的外业工作要有检核条件。内业工作需要相互校核，校核无误后方可使用；重要的定位和放样，需要用不同的方法或手段进行复核测量。

6.1.2 地下铁道工程建设周期长，施工测量工作内容多，不同工艺、工法，不同结构形式，不同的环境条件，对应的测量内容也不尽相同。开工前需要根据工程具体环境条件和施工工艺，编写施工测量方案。方案包括工程概况说明、投入的人员及设备、具体施工测量内容及对应的测量方法、资料整理等内容。

6.1.3 地下铁道工程建设过程中，建设单位一般会委托第三方测量单位对控制测量、关键工序和重要设备施工测量等工作进行全面检测，对建筑结构重要施工环节的施工测量项目进行抽样检测，检测合格后方可进行后续施工。

控制测量项目包括：地面平面和高程控制测量及加密控制点测量、地下施工平面和高程控制测量；明挖车站及区间平面和高程控制点测量、铺轨控制测量、车辆段平面和高程控制测量等。

关键工序测量项目包括：平面和高程联系测量、平面和高程贯通测量、贯通后的中线或平面与高程控制点联测等。

重要设备施工测量项目包括：盾构机始发和接收洞门圈定位测量、隔断门和疏散平台安装控制测量、车站站台边缘与站台屏蔽门控制点测量、轨道几何形态测量等。

重要设备施工环节抽样检测包括：竖井、车站等支护结构放样测量；明挖车站主要轴线放样测量；高架线路承台和墩柱放样测量和梁顶面高程测量；暗挖工程掌子面中、腰线测量；建筑限界测量。

6.1.4 地下铁道工程施工控制点包括第三方测量提供的卫星定位控制点、地面精密导线点、轨道交通水准点，为方便本工区施工测设加密控制点，地下车站和隧道通过联系测量导入的平面和高程控制点。这些控制点是工程建设过程中重要的测量控制基准，需要加强保护，避免破坏。如果破坏需按原测量等级进行恢复，并通知第三方测量单位进行复核。

6.1.6 条文中测量符号为行业通用符号，含义说明如下：

S3 为水准仪的测量精度，精度为 1km 往返测高差的平均值的中误差应为 $\pm 3\text{mm}$ ；

J2 为经纬仪测角精度，是指测角中误差应为 $\pm 2\text{s}$ ；

D 为测距实测距离（单位 km）。

6.1.7 本标准按地下铁道施工工法将各工法对应的主要测量内容及方法进行了规定，但地下铁道施工过程中测量内容比较复杂，详细各项测量工作内容、方法、技术要求参照现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 的规定。

6.2 控制测量

6.2.1 高程控制网布设范围与地面平面控制网相适应，并分两个等级布设。一等是城市轨道交通高程控制网，二等为线路高程控制网。

在开工前建设单位委托专业测量单位测设控制网，并向施工单位进行交桩。接桩后施工单位及时对控制网进行复核，复核按原网网形及精度进行。施工过程中如发现控制点点位变动，及时

进行复测。

6.2.2 施工接桩的控制点有时离场区较远，或点位不利于进行施工测量，施工单位可结合现场条件布设加密控制网。平面控制网可利用卫星定位控制点或精密导线点为基准，布设附合导线。

6.2.3 高程控制网点位不满足施工需求时，可利用轨道交通一等水准点或轨道交通二等水准点测设加密高程网，加密高程点一般可借用平面控制点点位。

6.2.4 埋设加密控制点标志主要是为了便于保护，避免因施工对其碾压或覆盖，致使其发生位移，对测量成果造成严重的错误；地下明挖、矿山法、盖挖法和盾构法施工时，地表均有较大的沉降，其沉降范围因地层不同和结构埋深不同，影响范围也不同，因此变形区域的确定需要根据地层土质、荷载、地上（地下）建（构）筑物、地下水位等综合计算确定。在其影响区内设置控制点会因为地层地沉降和位移造成点位的移动，影响测量精度，因此一般要避免设置。

6.3 联系测量

6.3.1 联系测量是通过地下铁道明挖车站、施工竖井、专用投点钻孔、盾构始发井、接收井等将地面平面坐标、方位及高程传递到隧道内，作为地下各项测量工作起算数据的一项综合测量工作。通过联系测量，使地下平面控制网和高程控制网与地面有统一的坐标系统，保证地下铁道工程按设计文件要求掘进和施工，并保证隧道顺利贯通。

联系测量包括平面联系测量和高程联系测量。平面联系测量是以地面近井点为依据，确定井下近井导线起算边的坐标方位角和起算点的坐标测量工作，简称定向测量。高程联系测量是以地面近井水准点为依据，确定井下近点起始点的高程测量工作，简称传递高程或导入高程。

联系测量分为地面近井测量、竖井传递测量、地下近井测量三部分，一般情况下平面联系测量和高程联系测量同步进行。联

系测量是隧道控制测量的重要环节，其精度对隧道贯通误差影响很大，是地下铁道施工测量的重要环节。

6.3.3 联系测量方法受现场条件影响较大，不同条件采用的方法也不同。简要说明如下：

1 联系三角形测量亦称一井定向法测量，是将地面上的近井点和地下的导线起算点，分别与悬挂在竖井中的两根钢丝连接成具有公共边的两个三角形，通过测定地面近井点和地下起算点与钢丝的距离、角度及钢丝间距，将地面坐标和方位角传递至隧道内的测量方法。该方法适合于井口小、深度大的竖井。目前城市市区竖井井口普遍小于 5m，所以联系三角形法是应用较普遍的测量方法，如图 1 所示。

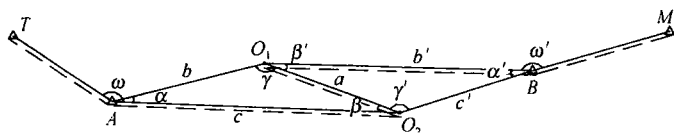


图 1 联系三角形法井上、井下连接测量示意

联系三角形测量的精度，取决于测站点和钢丝悬挂点位置的选择，其图形布置满足如下要求：

(1) 连接三角形最有利的形状为锐角 α 、 α' 不大于 1° 的直伸三角形。

(2) 计算角 β (或 β') 的误差，随 α 角的误差增大而增大，随比值 b/a (或 b'/a') 的减小而减小。故在联系测量时，尽量使连接点 A 和 B 靠近最近的钢丝线，并精确的测量角度 α 。

(3) 两钢丝线间的距离 a 越大，则计算角的误差就越小。

为了提高联系测量时的工作效率，可采用双联系三角形定向测量方法。该方法是在竖井中同时悬吊三根铜丝，组成二个联系三角形，实现一次观测，二组数据，减少测量时间和工作量。

2 两井定向法是在两个施工竖井中各悬挂一根钢丝 (或用垂准仪投点)，根据地面控制点测定两根钢丝 (或投点) 的平面

坐标，并在车站或隧道内用导线对两钢丝（或投点）进行联测，从而将地面控制网的平面坐标和方向，传递给井下的控制点和导线边。

与一井定向相比，由于两钢丝间距大大增加，减小了投点误差引起的方向误差，有利于提高地下导线的精度。两井定向外业测量不受几何因素影响，测量过程简单快捷，对生产影响更小。

3 陀螺经纬仪、铅垂仪（钢丝）组合法，利用陀螺经纬仪不依赖其他条件可以测定真北方向的原理，通过进行子午线收敛角等改正，得到井下定向边的坐标方位角，并结合铅垂仪（钢丝）传递至隧道内的坐标，完成平面定向。本方法适用于竖井较小，不利于布设联系三角形，或者竖井距离线路正线较远，而竖井至正线的通道通视条件不利于导线布设等情况。

4 投点定向是利用垂准仪向车站底部或隧道内投测控制点，因为垂准仪对中视线为铅垂线，所以测量地面垂准仪坐标和方位，即为地下控制点的坐标和方位角。通过互相通视的地下铁道施工竖井，或者在隧道上部钻 2 个互相通视的钻孔，并在竖井或钻孔底部埋设控制点，在地面利用垂准仪分别以底部控制点对中向下投影，或者在底部控制点上架设垂准仪向上投影，将地面坐标传递至隧道内。投点定向是一种适合于浅埋工程的联系测量方法，具有作业时间短、测量精度高、简单直观、操作方便的特点，有条件时优先考虑采用此法进行联系测量。

投点定向可采用竖井投点和钻孔投点两种方式。竖井投点需在施工竖井上搭设观测平台，向竖井底部传递坐标。钻孔投点是利用钻机在隧道上方钻投点孔（孔径一般大于 50cm），并保证钻孔垂直，然后在地面钻孔处架设垂准仪，向隧道内传递坐标。

5 导线直接传递测量是利用导线测量原理和方法，将地面坐标和方位直接传递到地下或隧道内的联系测量方法。该方法适合埋深浅的明挖车站、区间，或者竖井井筒直径较大，如轨排井、盾构始发井和接收井等，竖井中部有中板，通过中板布设导线可观测到地面和竖井底部控制点，亦或是出入隧道的斜井。此

方法受井口施工干扰小、容易布设和施测、工作量小、精度有保证，在城市轨道交通联系测量中应用较多。

6.3.4 高程联系测量是将地面坐标系统中的高程传递至地下隧道、基坑中高程近井点或高程起算点上的测量工作，主要包括地面近井水准测量、高程传递测量及地下近井水准测量三部分。地面近井水准测量是为便于进行高程联系测量，在地面竖井口附近设置近井高程点，以城市轨道交通一、二等水准点为依据，按二等水准测量技术要求，引测近井高程点的加密水准测量。地下近井水准测量是将高程传递测量至隧道底竖井口的高程，引测至隧道内控制点上的测量工作。

高程传递测量可采用悬挂钢尺法、光电测距三角高程法、水准测量法等，简要说明如下：

1 悬挂钢尺法。城市轨道交通埋深一般在 20m~30m，地上高架部分一般 10m~20m，所以悬挂钢尺法是城市轨道交通最常用的测量方法。将钢尺通过竖井放至竖井底部，挂上与钢尺检定时的重力相同的重锤，使之成为自由悬垂状态。分别在地面与井下安置水准仪，同时进行观测。

悬挂钢尺传递高程时，每次独立观测三测回，测回间变动仪器高，三测回测得地上、地下水准点间的高差较差小于 3mm。高差进行温度、尺长改正，当井深超过 50m 时进行钢尺自重张力改正。

2 光电测距三角高程法。近年来，随着高精度全站仪在轨道交通工程中的广泛应用，用三角高程测量代替悬吊钢尺进行联系测量成为新的高程联系测量方法。本方法一般从车站基坑和区间开口较大竖井（如盾构井、轨排井等）进行传递，如果竖井较深，中间可利用二层施工平台做转点再向下传递。

3 水准测量法高程联系测量是指采取水准测量原理，布设水准线路将高程由地面导入车站或隧道内。当车站或区间满足下列要求时，可采用水准测量法进行高程传递：

（1）明挖车站及区间通过坡道进行运输，或者暗挖施工车站

及区间通过斜井施工；

(2) 车站主体结构施工完成，顶板及施工竖井封闭。

6.3.5 随着测量机器人的出现，城市轨道交通联系测量方法有了新突破，出现了一种基于测量机器人的平面和高程综合联系测量的新方法。该方法占用井口、井筒时间短，对施工影响较小。坐标、高程同时传递，大量减轻测量作业强度，显著提高联系测量作业效率。

该方法需要在竖井口布设 3 个或 3 个以上的连接点，连接点可以在竖井口布设临时点，也可以在竖井壁上直接埋设杆件，等测量时安装观测棱镜，连接点要与地面近井点和井底通视。

6.3.6 隧道贯通前的联系测量工作不少于 3 次，主要是因为一次测量不能满足贯通测量精度要求，多次测量可提高定向和传递高程的精度；同时隧道施工时，隧道结构自身不稳定，隧道中的导线点容易变动。

6.3.7 由误差传递理论可知，随着隧道贯通距离的增加，其方位角传递误差越大。因此当隧道单向贯通距离大于 1500m 时，三次联系测量成果很难满足贯通要求，此时采取增加联系测量次数或在隧道内加测陀螺方位角测量等测量方法等，提高定向测量精度。

6.3.8 规定定向边不少于 2 条，高程点不少于 2 个，目的是便于施工过程中随时校核，以便及时发现可能存在的问题。

6.4 明挖法施工测量

6.4.1 明挖法是目前我国城市轨道交通工程车站采用最多的一种施工方法，对埋深不大、地面无建（构）筑物、地面交通和环境保护无特殊要求的区间隧道通常也采用该方法。明挖法施工主要有放坡明挖和在围护结构内的明挖两种施工方法。

6.4.2 本条对明挖法施工测量中误差做出了规定。

2 结构轴线、结构内侧线测量定位可以设计文件给定的坐标定位，由于地下铁道工程限界控制要求严格，所有规定与线路

中心线核对其净空。

明挖隧道、车站结构施工中，首先进行底板钢筋绑扎，依据线路中线，在底板垫层上标定出钢筋摆放位置。垫层浇筑完成后，以地下线路中线点或导线点为依据，在垫层上测设线路中线点，车站还需测设主要控制轴线。然后进行结构边、中墙模板支立和浇筑，顶板模板支立和浇筑。

3 围护结构测量放线定位根据技术给定的外放尺寸计算坐标；外放尺寸主要考虑围护桩或连续墙施工时的垂直度控制要求确定，一般为垂直线路中心线外放 50mm。

连续墙放样实际上是对其导墙进行放样。放样时，先按照设计文件规定的坐标，计算出连续墙两侧导墙与施工控制导线点的距离和方位角，然后按照连续墙的每幅长度（一般每幅长度为 6m~8m），每 2 至 3 幅放一个点。此外，在导墙的起点及终点约 5m 外各测定 2 个导墙控制点，以便在施工过程中对机械移位位置进行检查。导墙放样可采用双极坐标测量的方法。

围护桩测设与地下连续墙施工测量类似，测量人员根据现场实际情况，设计好放样点位和测设路线。放样时以施工加密控制点为基准，首先在桩中线的延长线上测设两个控制点，控制点经过检查满足精度要求以后，在控制点上架设仪器，按照 10 根或者 20 根桩的间隔测定一个点，然后在两点之间拉一根直线，用钢尺进行放样，并将每个钻孔桩的中心位置标定出来。

4 基坑开挖过程中，使用坡度尺或采用其他方法检测边坡坡度，坡脚距隧道结构的距离符合设计文件要求。施工过程按照设定的坡度放坡，一般第一次开挖不要求一次到位，预留 200mm 左右厚度的土方，在最后修整边坡时才准确到位，避免施工超挖造成边坡失稳引起塌方或其他危险。接近基地标高时，要求把高程引测至基坑底，以便控制开挖的标高。

6.5 盖挖法施工测量

6.5.1 盖挖法是城市轨道交通工程在埋深不大、受地面交通和

环境保护等特殊要求的车站、区间隧道施工时采用的方法。盖挖法施工测量主要分为盖挖顺作施工测量和在盖挖逆作施工测量两种施工方法。

6.5.2 本条对盖挖法施工测量做出了规定。

1 结构轴线、结构内侧线测量定位可以按照设计文件给定的坐标定位，盖挖法围护结构测量放线定位要求严格是因为盖板梁尺寸要求精确，同时围护结构若侵入结构时需要处理，安全风险较明挖法大，故要求严格。

6.6 矿山法施工测量

6.6.1 矿山法施工隧道、车站测量工作的主要内容包括施工导线测量、施工高程测量、施工放样测量、贯通误差测量。

6.6.3 施工竖井、斜井是进行联系测量工作的主要通道，也是施工进出料的场所，所以开展联系测量工作时尽量停工，并保护好引测隧道内的控制点。

6.6.4 矿山法施工的车站或隧道除台阶法外，CD法、CRD法、双侧壁导洞法、临时仰拱法、洞桩法、中洞法等众多分层或分导洞开挖的隧道或车站开挖方法，其开挖过程中各单导洞之间不透视，其测量控制按照各导洞分别控制，其控制标准与本标准第6.6.2条的规定一致。

6.6.6 隧道开挖初衬掘进中线的放样方法有多种，一般采用极坐标放样的方法。

1 隧道施工测量放样时，依据地下平面控制点及施工导线点测设中线（线路中线或结构中心线），依据地下高程控制点或施工高程点测设高程控制线。

2 矿山法导洞开挖多采用激光指向仪投点导向，激光指向仪设置的位置和光束方向，根据中线和高程控制线设定；为确保其投点的准确性，需要随掘进随将激光指向仪向掘进方向移动，激光指向仪安置距工作面的距离小于30m，曲线段需要缩短移动距离，掘进到曲线要素点后需要移站。激光指向仪需要固定牢

固，避免施工碰撞后偏位，导致掘进偏位；同时需要经常检查激光指向仪位置的正确性，每天需要校正一次激光束。

3 施工导线点可设置在线路中线或隧道中线上，也可埋设
在其他位置。在进行施工高程测量时，地下施工高程测量一般采用水准测量方法，水准点一般每 50m 设置一个。施工高程测量可采用不低于 DS3 级水准仪和区格式木制水准尺，并按城市四等水准测量技术要求进行往返观测，其闭合差在 $\pm 20 \sqrt{L} \text{mm}$ (L 以 km 计) 之内。

6.6.7 隧道与其相邻车站贯通，或者隧道区间竖井贯通后，进行贯通测量。贯通测量误差满足标准要求后进行导线整体平差，平差原则是车站控制点不进行调整，将贯通误差分配到区间控制点内，并用贯通平差后的数据进行后续施工基准。

6.6.8 如果受工期要求，在隧道未完成贯通进行二衬施工，需增加测量次数，并采取其他控制方法。为保证先期施工的二衬结构与贯通后的结构顺利衔接，在贯通面前端预留一定长度的区间不进行二衬施工，预留长度一般不小于 150m。

6.7 盾构法施工测量

6.7.1 盾构施工测量的工作贯穿于三个阶段，即盾构始发前的测量工作、盾构掘进过程中施工测量、盾构接收测量。

6.7.4 盾构始发钢环和接收钢环安装测量一般在钢环均匀选择三个以上观测点，以联系测量导入的平面控制点和高程控制点为基准，测量观测点的三维坐标，然后解算钢环中心坐标。如果中心位置与设计文件给定的值偏差较大，进行调整，满足要求后进行固定。

6.7.5 盾构机组装前，依据隧道设计文件给定的轴线与洞口定出盾构机姿态的空间位置，然后反推始发基座的空间位置。始发基座的安装注意始发、到达段所处的线路平、纵面条件。由于始发基座在盾构始发时要承受纵向、横向的推力以及约束盾构旋转的扭矩，所以在盾构始发前，要求对始发基座两侧与盾构井预埋

件及钢支撑进行连接固定。

6.7.6 反力架定位测量可使用全站仪进行反力架基准环中心的测设。测设完成后进行检测，检测的内容包括：反力架基准环中心和其法面是否分别与盾构机实际中心轴线一致和垂直；基准环中心标高与盾构机中心轴线标高是否一致；基准环法线面倾角是否与盾构机实际坡度一致。

6.7.7 盾构机姿态测量时，盾构机测量标志不少于 3 个，测量标志牢固设置在盾构机纵向或横向截面上，标志点间距离尽量大，前标志点尽量靠近切口位置，标志可粘贴反射片或安置棱镜。测量标志点的三维坐标系统和盾构机几何坐标系统一致或建立明确的换算关系。盾构机姿态测量计算数据取位要求见表 2。

表 2 盾构机姿态测量计算数据取位要求

测量内容	取位精度
平面偏差	1mm
高程偏差	1mm
俯仰角	1'
方位角	1'
滚转角	1'
切口里程	0.01m

6.7.8 盾构机均随机有导向测量系统，因此盾构掘进过程中可适时测量盾构机和环片姿态，但为了避免其发生错误，需要用人工进行检核校正。根据国内已施工完的盾构区间，大约 50% 以上的超过建筑限界，需要进行调线，个别严重的需要限速来确保限界，因此规定应人工检测复验。

6.7.9 盾构施工自动导向测量系统设在隧道顶部，在盾构机后合适位置安置吊篮，依据洞内精密导线精确测定对中标志的三维坐标，同时在盾构机内安装棱镜，在隧道顶部吊篮上安置仪器及后视棱镜，通过测量盾构机上棱镜的三维坐标指导盾构机开挖。当自动导向系统全站仪测不到盾构机上的棱镜后，需进行挪站测

量。将仪器安置在新吊篮处，将后视棱镜安置在原仪器吊篮处。一般情况直线处 80m 挪一次仪器，曲线处视通视情况而定。

6.7.10 衬砌环姿态测量有两种方法，一种是利用水平尺直接测量，一种测量衬砌环上三个以上的点，利用解析法求解衬砌环中心三维坐标。

5 一般衬砌环人工复测值与设计文件给定值的偏差在 $\pm 20\text{mm}$ （平面坐标和高程）内时，可不采取措施；当衬砌环人工复测值与设计文件给定值的偏差在 $\pm 20\text{mm}$ 和 $\pm 30\text{mm}$ （平面坐标和高程）内时，要及时关注盾构机掘进数据和前进偏差趋势，做好纠偏准备；当衬砌环人工复测值与设计文件给定值的偏差超过 $\pm 30\text{mm}$ 时，技术人员需要分析偏差产生原因，综合考虑现场盾构机姿态、管片拼装误差、前进偏差趋势、盾构机状态参数、掘进地质、注浆等因素影响，盾构机操作手按技术分析结果及时调整盾构机掘进姿态，进行纠偏处理。

6.8 高架结构、地面线施工测量

6.8.2 高架线路工程是城市轨道交通工程中的一部分，其结构与特大型桥梁线路工程和大型高架市政道路大体相同，其线路结构的施工测量可按桥梁工程的测量标准施测。但车辆从隧道内行驶到地面后，上高架线路，有轨道衔接，其线路测量的内容按城市轨道交通工程整体道床轨道线路测量标准施测。

6.8.4 根据施工设计文件计算出每个桩基中心的放样数据，用极坐标法放出桩基中心位置，待护筒埋设完毕后，在其上放出桩位的纵横轴线，进行钻机定位，并测量护筒标高。施工测量检核，在条件允许的情况下，采用不同的控制点进行同号桩位的放样进行检核，并用钢尺复核相邻桩的平面距离。

6.8.8 施工前收集线路中线设计文件资料，选取线路中线控制点，计算各中线控制点坐标。线路中线控制点一般选择百米桩及曲线要素桩（ZH、HY、QZ、YH、HZ）。车站还需增加车站控制桩定位，车站控制桩包括线路右线与车站中心线、车站结构控

制桩等。一般情况下，线路双轨并行地段测设右线中线，不并行地段测设双线中线。

6.8.9 本条对路基测量做出了规定

1 路基填筑前，根据设计文件给定的断面图放样路基填筑边界桩，并在现场利用白灰画出填筑边界。在路基填筑过程中，根据路基分层摊铺、分层碾压施工的特点，测量也分层测量控制。控制每层填筑厚度，每层施工完成后，测量放样中桩后检查路基填筑宽度，对路基高抄平后检查路基填筑高度，如有偏移及时进行调整。

2 路基附属工程的放样，可利用路基测量控制点采用极坐标法放样或采用施工中线桩进行控制施工。采用极坐标法放样时，加强复核，可采用不同控制点复核或复测放样点坐标及点间距离关系进行检查。利用中线桩进行控制时，对作业班组做好交底大样图，并移交现场中线控制点。

6.9 车辆基地施工测量

6.9.3 车辆基地占地面积大，需根据场地大小、建筑配置和设计文件要求布设施工平面控制网和高程控制网。控制点既要方便施工测量，又要避开场区建筑物，利于保存。控制网以车辆基地附近的卫星定位控制点、精密导线点为基准，测设附合导线；以轨道交通水准点为基准测设附合水准线路。

同时为方便施工，车辆基地可布设施工测量基线作为控制。基线作为场区的控制主轴线，需要时也可增设辅助基线与主轴线构成方格网。

6.9.4 场区方格网的布设要根据车辆段的工程施工设计文件总平面图进行，设计文件中要考虑联测方案、精度、点位扩展等情况。

6.10 贯通测量

6.10.1 贯通测量是暗挖区间、盾构区间隧道贯通后要求进行的

测量工作，其主要目的是测出隧道贯通面贯通点的纵、横向和高程贯通误差，是判断隧道整体测量精度是否合格的依据，然后根据贯通测量成果对隧道整体平面、高程导线进行平差作为后续施工的依据。贯通测量主要内容包括隧道的纵、横向和高程贯通误差测量。

6.11 隧道断面测量

6.11.1 隧道断面测量主要目的是通过对暗挖区间初衬、二衬结构、盾构区间隧道结构不同里程的三维坐标进行测量，为后续施工处理和竣工验收提供数据支持。其测量内容为暗挖区间初衬、二衬结构、盾构区间隧道不同里程结构断面点平面坐标、高程测量。

6.11.5 断面测量完成后按设计文件要求的数据格式编制断面测量成果表，并绘制断面图，同时将断面测量成果存档备案。

6.12 铺轨测量

6.12.1 铺轨测量工作一般在土建结构完成后进行，此时隧道、高架桥、地面路基已经贯通。为确保轨道准确衔接，铺轨测量工作要求使用贯通后并对贯通测量数据进行统一平差的测量控制点，因为这些控制点，是结构限界测量的基准，已经满足结构限界要求，利用其进行铺轨测量符合线路关系，并保证轨道的平滑和圆顺。

6.12.2 铺轨基标测量是一整套相对成熟的铺轨工程测量技术方法，此方法灵活性强，技术经济指标及可靠性完全能满足铺轨工程及标准要求，从我国第一条地下铁道（北京地铁1号线一期工程）建设开始，铺轨基标测量方法一直被采用，铺轨基标测量方法仍为目前城市轨道交通铺轨工程测量的主要方法。

近年来随着我国高速铁路建设的快速发展，CPⅢ控制网测量技术已经在高速铁路无砟轨道施工中得到了广泛的应用。结合城市轨道交通工程实际情况，地下铁道测量工作者将本项技术引

入地下铁道铺轨工程测量中,吸收改良形成了任意设站导线网这种新的轨道测量方法。该方法由于网中存在大量多余观测,图形强度高,精度与可靠性较传统的导线和水准有很大提高,能够为高精度轨道铺设施工提供保证,同时,其点位易于长期保存,因此,其优点也是显而易见的。

6.12.3 铺轨基标遵循从高级到低级、从整体到局部的测量原则,根据控制等级和测设先后次序,铺轨基标可分为控制基标和加密基标。铺轨基标测量时,先测设控制基标,然后在控制基标的基础上再测设加密基标。

6.12.4 铺轨基标根据铺轨综合图进行设计,铺轨综合图是设计文件提出的用于铺轨基标测量及指导铺轨的综合性图件资料。整体道床的铺轨基标一般设置在线路中线上,也可将铺轨基标测设在轨道一侧。圆形或马蹄形隧道可将铺轨基标设置在右侧的隧道边墙上。对于有砟轨道,铺轨基标一般放置在右侧的路肩上。

6.12.5 控制基标不但与加密基标一样作为铺轨的依据,而且是加密基标测设的起始控制点和地下铁道轨道竣工后轨道维修、保养的依据,要求永久保存。

控制基标一般设置为等高等距,为便于永久保留和运营阶段的使用,控制基标高度一般与整体道床水沟底部相一致,一般与轨顶面高差为300mm~500mm或依据设计文件要求。控制基标与相应线路中心线的距离,根据铺设道床的形式和整体道床水沟的位置而定,当采用整体道床且水沟设置在线路中线外侧时,基标一般距中线1500mm或依据设计文件要求。水沟设置在中间时,控制基标与中线重合。当采用碎石道床时,基标一般放置在右侧路肩上且距中线等距。

控制基标穿线及调线,按照“车站—区间—车站”为单元,将控制基标组成附合导线进行穿线测量,附合导线起闭于车站控制基标(中线点)、人防隔断门等稳固的控制点上,穿线测量时需要注意与相邻区段的衔接。当控制基标相对位置关系不能满足要求时,一般要进行调线,即通过对控制基标进行归化改正,来

调整导线的转折角和边长，使控制基标的水平角与边长的残余误差在标准允许范围内，以保证线路的平顺性。

6.12.7 地下铁道隧道曲线半径小，正线最小曲线半径为 300m，断面尺寸也比较小，一般洞径为 5m~6m，还存在人防门等设备的影响，通视长度受到限制，所以任意设站导线网各对控制点间距直线段 50m 左右，曲线段视曲线半径尽量将点间距拉长。

任意设站导线网控制点既要满足轨道铺设要求，同时还要满足日后运营期间轨道检修，点位选择十分重要。地下铁道隧道内设备较多，控制点位选择需要避开设备安装位置，一般情况下高于轨道基础底部 1.2m~1.5m，便于观测的两侧墙壁上。不同结构形式隧道，其点位选择也有所不同。

在高架 U 形梁段，任意设站导线网点布设在 U 形梁两侧上翼缘侧面，且点位位置距离上翼缘顶面不小于 10cm。在普通桥梁地段，任意设站导线网点布设在挡砟墙或防撞墙上。

在地下隧道区间段，任意设站导线网点埋设在隧道侧墙上。控制点布设时根据限界图中应急平台、消防水管、电缆支架的设计文件位置进行综合比选，选择结构稳定、高度合适、便于控制网测量的位置进行布点。

在地下岛式或侧式车站，站台一侧控制点埋设在站台廊檐侧面，且避开屏蔽门位置，点位埋设位置距离站台顶面不小于 10cm，确保后续橡胶条安装不破坏任意设站导线网控制点，另一侧控制点对应埋设在隧道侧墙上且高于电缆支架 5cm 左右的位置。

地面线路区间段，任意设站导线网控制点成对布设在接触网杆内侧高于轨面 0.3m 左右的位置，且高于消防水管。

6.12.8 任意设站导线网测量使用的全站仪具有自动目标搜索、自动照准、自动观测、自动记录功能。平面测量时，地上段一般平均每隔 800m、地下段一般平均每隔 1km 联测一个高等级控制点。平面测量可根据施工需要进行分段测量，分段测量的区段长度不小于 2km 或一个区间长度。相邻区段控制点重复观测不少

于 4 对，区段衔接处不位于道岔区。

导线网水平方向采用边角交会全圆方向观测法进行观测。如果分组观测，采用同一归零方向，并重复观测一个方向。

6.12.9 任意设站导线网控制点高程测量起算点为线路二等及以上水准控制点，水准路线附合长度不大于 2km，并进行往返观测。高程测量可根据需要分区段测量，区段长度不小于 2km，区段间重叠观测点不少于 2 对控制点。采用三角高程测量时每 1km 左右与水准控制点进行高程联测。联测采用水准测量时，按二等水准测量要求进行往返观测；联测采用三角高程测量时，在水准控制点上架设固定高度的棱镜，并在不少于 2 个任意测站对其进行观测。

6.13 设备安装测量

6.13.1 设备安装测量在结构施工完成后开始，设备安装以铺轨基标、任意设站导线网点为起算数据，进行各项设备安装测量。设备安装完成后进行设备限界测量，对侵入限界的设备进行调整。

6.13.2 不同设备安装测量的精度要求不同，误差也不同，因此不能统一设定误差。设备安装控制线是设备安装工程的位置控制基准，车站测设内容为车站（含各房间内外）装修用 50cm 线、吊顶线、龙骨线，区间测设内容为区间坡度控制线。工作依据为设计文件提供的线路平面图及纵断面图。

6.13.3 地下铁道列车供电有两种形式，一种是接触轨，一种是接触网。接触轨通常设置在线路轨道左股钢轨的左侧，当进入道岔区，轨道的左右侧都设置接触轨。接触网的悬吊支架一般都设置在隧道线路中线的拱顶上，但在车站、道岔区也有的设置在隧道的边墙上。

6.13.4 在地下铁道人防工程建设中设置和安装区间隔断门，有利于提高地下交通干道作为人防工程防护的安全性、有效性和可靠性。人防隔断门安装测量在隧道贯通及二衬结构施工完成后进

行。其测量工作分为两部分：人防隔断门预埋件（隔断门导轨支撑基础）测量、人防隔断门下门框安装测量。

6.13.5 地下铁道站台屏蔽门分为封闭式、开式和半高式，其中开式和半高式通常被叫作“站台门”，只起到安全和美观的作用。封闭式的通常被人们叫作“站台屏蔽门或屏蔽门”，也是最常用的一种。

6.14 竣工测量

6.14.1 竣工测量一般按规划许可证要求测量建筑物竣工后的实际位置、高程及形体尺寸、材质等状况，是反映、评估施工质量的技术资料，作为工程进行交接验收、管理维护、改建扩建的重要依据。竣工测量资料是建设及运营管理部门要求长期保存的技术文件，更是国家建设行政管理部门进行监督审查以及资料归档的主要技术档案。

6.14.2 竣工测量按规划许可证要求进行测量，选择许可证附图上条件点、相关尺寸、高程点等进行测量。竣工测量收集施工时的相关资料，对一般施工中无变更的施工图，在原图上加注竣工数据，对有变更的施工图，将原图进行修改补充。

全国各个地方建设工程竣工测量与验收的标准和要求不完全相同，因此建设工程竣工测量成果资料一般要满足地方主管部门的要求。

6.14.3 轨道几何形位是指轨道各部分的几何形状、相对位置和基本尺寸。具体可以从三个方面来看：

1 从轨道平面位置来看轨道是由直线和曲线组成，一般在直线与圆曲线之间有一条曲率渐变的缓和曲线相连接。

2 从轨道横断面来看包括轨距、水平、外轨超高和轨底坡。

3 从轨道的纵断面来看轨道的几何形位包括轨道的前后高低。钢轨顶面在纵向上保持一定的平顺度，为行车平稳创造条件。

6.14.4 隧道竣工测量根据限界设计文件的要求，测量主要对影

响行车安全的净空断面点进行测量。

6.14.8 竣工测量完成后提交的成果资料主要包括：竣工测量有关综合性技术文件、竣工测量成果表、竣工图、竣工测量报告、竣工测量资料电子文档，竣工测量完成后按当地有关规定提交竣工测量成果资料。

7 地下水控制

7.1 一般规定

7.1.1 地下水控制施工要求不污染地下水，回灌的地下水要求符合现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 的要求。

2 降水井点长时间抽水，会引起降水范围内的土层结构变化，进而引起附近建（构）筑物下沉或水平位移，当这种作用会对建（构）筑物造成危害时，采取回灌或修筑防渗、隔水墙等措施，以保持地面不下沉，保证建（构）筑物安全。

抽取地下水会引起周边地层的沉降，若周边存在地上建（构）筑物、地下管线或地下构筑物等，由于地层沉降就会对其产生影响，严重的会导致其遭到损坏。

3 地下铁道工程有时会将降水设计纳入结构设计范围，而降水设计与水文地质专业有关，结构工程师往往不具备水文地质专业的相关知识，进行降水设计难度较大，降水设计一般单独委托水文地质专业的单位完成。降水施工与土建施工的差异很大，需要专业队伍实施，单独编制施工组织设计。

降水专项施工方案一般包括工程概况、降水方式、抽排水方法、降水井井径深度间距布置、抽水时间、与结构施工的配合、回灌措施、监测方法、质量安全文明施工措施等内容。

7.1.2 周边环境资料包括工程周边的地上（下）建（构）筑物和管线的建造年代、结构类型、建造施工方法、目前的使用情况或结构状态、业主单位名称等内容。

现场施工条件包括供水、供电、道路、排水等内容。

7.1.3 车站和区间隧道为狭长形，土建施工通常都是分区、分段进行；工作井、通道等附属结构的施工与主体结构不同步。为了既能保证降水效果，又能减少对地下水的过量抽取避免资源的

浪费和对环境的影响，同时节省工程费用，做此规定。

4 由于地层情况比较复杂，地质勘探不一定能完全揭示地层和地下水情况，依据地质勘探进行的地下水降水设计存在一定的偏差，有必要在工程施工前检验或验证设计文件的降水效果，通过抽降观测地下水的变化情况，及时对降水设计文件存在的偏差进行修正，保证降水效果。

7.1.4 本条对降水施工做出了规定。

1 基坑经常有局部加深的部位，如泵坑、电梯坑、局部深基础等，若按标高将地下水全部降低到最低处的 0.5m 以下，势必会造成较大浪费，一般采用局部注浆止水或坑内局部降水的处理措施。

7.1.5 基坑排水管路，一般均接入市政管道中，为防止排出的地下水内的泥沙淤积市政管道，所以规定了排水管路内的水进行沉淀处理。抽出的地下水如果直接在地面排放，会渗入地下补给地下水，渗入区如果离降水井太近会直接影响降水效果。

冬季气温低于摄氏零度的地区，排水管路会因受冻影响排水效果，冬期施工时，需采取防冻措施。

7.1.6 在岩溶土洞发育地区，由于降水的作用，易于引起土洞顶部失稳而造成地面塌陷，因此，需要预测降水影响范围，探查影响范围内土洞的发育分布情况，预测可能出现的灾害，提前采取加固、隔离等措施，避免对工程周边环境造成危害。

7.1.7 降水井点长时间抽水，会引起降水范围内的土层结构变化，进而引起附近建（构）筑物下沉或水平位移，所以必要时可采取回灌或修筑防渗、隔水墙等措施，以保持地面不下沉，保证建（构）筑物安全。

回灌水采用清水，在回灌前进行水质化验，回灌水与回灌层水质基本一样或优于回灌层水质，如出现有超过饮用水标准的毒理性指标，不允许作为回灌水，防止污染地下水。如回灌层与降水层位一致，则降水抽出的水可直接用于回灌。回灌水的质量符合现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 的要求。

7.1.8 降水井点长时间抽水，会引起降水范围内的土层结构变化，进而引起附近建（构）筑物、地下管道的下沉或水平位移，对影响范围内的周边建（构）筑物进行监测，监测方法参见本标准第 13 章。

7.2 地下水控制方法的选择

7.2.1 明排、回灌、渗井作为辅助措施，一般不作为独立的地下水方法选用。明排应用较为普遍，通常用作辅助措施，当作为独立的地下水控制措施使用时，要当防止流水流沙现象的发生。影响人工回灌地下水的条件有水文地质条件、回灌水源和回灌方案的经济可行性。目前国内大量使用的直接回灌方法主要是地面入渗法和管井注入法。人工回灌水质要求满足一定的要求，主要控制参数为微生物学质量、总无机物量、重金属、难降解有机物及有毒有害物质等。渗井具有将上层水引入下层含水层的作用，由于上层水受污染程度通常都大于下层水，为控制地下水污染，渗井的使用需要受到严格限制。

7.2.2 本条明确选择地下水控制方法需要收集掌握的资料。

1 地下水控制方法与地层地质和水文地质情况密切相关，收集地质勘察报告、周边相邻建筑结构底下结构施工时的有关地层地质和水文地质资料。

2 基坑的支护结构形式对地下水控制方案影响较大，收集有关支护结构的设计文件和施工方案；基坑或地下工程支护方案与地下水控制方法密切相关，通常情况下先选择地下水控制方法后确定支护方案，如果先有支护方案，则需要在选择地下水控制方法时充分考虑支护方案的特点。

3 基坑周边的环境情况也是影响地下水控制措施因素，包括地上（下）建（构）筑物的结构形式、埋深、使用情况、结构缺陷、允许变形情况等。

4 施工场地的的大小也是决定地下水控制方案的因素之一，如无降水井的施作场地，一般选择止水方案。

5 当工程周边无市政排水设施或排水能力不足时，可增加排水设施或改为帷幕降水。

7.2.3 在基坑或地下工程施工中一般选用先进成熟的绿色施工技术，做到不抽取地下水或少抽取地下水，因此本条规定在选择地下水控制方法时，一般优先选择隔水帷幕方法。

7.2.4 在地下铁道隧道结构施工中，降低地下水位的方法主要有重力法、真空法、砂（砾）渗井法等，而各种施工方法各具特点，在选用时，需根据土层渗透系数、性能及工程具体情况等确定。

(1) 各种降水方法与渗透系数的关系。轻型井点和喷射井点是利用真空度产生的负压将地下水抽吸上来，所以这两种降水方法适用于渗透系数小的土层降水；而管井采用的深井泵或潜水泵虽本身扬程高，但对井点管周围不产生负压作用，所以适用于渗透系数大的土层降水；砂（砾）渗井是疏通上、下含水层，将上层地下水疏向下层含水层，所以中间为隔水层。

(2) 各种降水方法适用的降水深度。喷射井点和轻型井点，虽都是利用真空度产生的负压将地下水抽吸上来的，但由于喷射井点的真空度远大于轻型井点，所以喷射井点比轻型井点降水深度深。而管井采用的深井泵或潜水泵，本身的扬程高，抽吸水能力大，所以管井的降水深度深。

根据以上情况，所以降水施工可根据表 7.2.4 经过经济、技术综合比较后选择降水方法。

7.2.5 本条对降水井的布置做出了规定。

1 要求降水井点距基坑边缘或暗挖隧道一定的距离，其目的是为防止井点系统渗漏水而影响边坡稳定和隧道结构施工。

2 基坑或暗挖隧道端头降水井点布置不延长的话，则在两侧井点形成的降水影响曲线之间形成一条降水盲区，使地下水降不下去而影响施工。

4 暗挖隧道如遇地面交通和地下管线或有建（构）筑物影响，无法进行垂直井点降水施工，可以在隧道内设置水平集水井

点管降水，但由于此种方法采用的较少，技术上还有待完善；

5 井点布置间距一般是根据计算确定的。但由于地质的差异，理论计算和实际情况出入很大，为防止影响降水效果，通常把计算出的井点数量再适当增加 10%~15%。根据实践经验，一般当基坑宽度大于 2 倍降水影响半径时，需要在基坑中间增加井点管。

7.2.6 采用基坑外帷幕隔水与基坑内降水相结合的方法能大大减少抽水量，也能有效降低周边环境安全风险，是值得推广的地下水控制方法。

7.3 管 井

7.3.1 管井适用于渗透系数大的土层中降水，一般埋置深、井孔孔径大，钻具采用冲击钻或回转钻机钻进。同时井点管结构复杂并分节沉设，为了保证施工质量，所以对施工程序作出规定。

7.3.3 管井钻孔施工是降水井施工的第一个环节，也是最重要的环节。

1 不同的地层需要选择适宜的凿井工艺才能保证顺利成孔，一般黏性土、粉土、砂、圆砾地层可选用正、反循环，最大粒径小于 100mm 的卵石地层可选用反循环或冲击钻进，最大粒径大于 100mm 的卵石地层可选用冲击钻进。钻孔的孔口处为稳定性差地层，为防止钻孔时坍塌，需设置护筒护壁。

2 管井降水时，地下水是通过井管周围的滤料进入滤管抽吸出来，滤料厚度一般为 100mm~150mm，钻孔孔径比管径大 200mm~300mm。

3 本款规定为使井管周围滤料厚度保持均匀，防止滤管直接埋入泥土中而影响降水效果。

4 本款规定为掌握土层实际情况，便于配管。

7.3.4 井管由井壁管、滤管和沉砂管组成。目前，井管多采用钢管。但由于无砂混凝土管价格低廉，货源充足，并能起到与钢管井点管相同降水效果，所以在管井降水施工中也已广为采用。

为保证地下水流入滤管内，并最大可能地减少阻力，增加出水量，所以对滤管的孔隙率做出规定，其标准是参照供水管井制定的。

7.3.5 过滤器的透水性能决定了降水井的出水能力，对降水效果有直接影响，使用前，对过滤器的外观进行检查，或在现场进行渗、透水试验。

1 井管是由多节钢管和滤管组装而成，为保证井管的组装质量，所以井管沉设前事先组装并配好。

2 井管居中并垂直方能保证滤料厚度均匀一致。管井滤管置于含水层中可提高降水效果。

3 为减少抽水时的阻力，防止漏水和漏气，所以要求井管组装时，管节同心并严密。

4 井管沉设就位后，管口尚未与集水总管接通，为防止杂物掉入井管内，所以要求临时封闭。

7.3.6 滤料具有滤砂和透水的作用，需要洁净。供水管井一般在砂类含水层中，按含水层标准粒径的 6 倍~8 倍确定滤料规格；在砾、卵石含水层中，按含水层标准粒径的 6 倍~10 倍确定滤料规格。但在备料条件困难时，允许以上两种含水层都可按含水层标准粒径的 5 倍~10 倍确定滤料规格。由于降水井点为临时施工措施，所以对滤料规格的标准可以放宽一些。

1 泥浆过稠时，会对填入井孔内滤料产生一定的浮力，为保证滤料填充量，所以投料前需要清孔稀释泥浆。

4 用不透水材料封填是为了避免地表水通过滤料渗入降水井影响降水效果。

7.3.8 洗井是降水井施工的一个重要环节，能保证降水效果。

7.3.9 弱透水层中地下水的渗流效果较差，容易产生滞留水。在真空压力的作用下可增强土层中地下水的渗流。

7.4 轻型井点

7.4.3 为减小轻型井点真空度的损失，充分发挥其抽吸作用，

以取得较好的降水效果，所以对泵组安装提出了要求。

7.4.4 为了验证井点系统安装质量，保证降水效果，要求每组井点安装完毕后进行试抽水，抽水量和降水效果与施工方案给定的数值需要吻合，特别是井点系统，如有一处漏气，就会影响整个机组的降水效果。如出现“死井”，在试抽水过程中予以处理，否则基坑开挖后再补做井点，困难更大。因此，通过试抽水发现的问题在基坑开挖前能够全部处理好。

7.4.5 拆除双层或多层井点，要求从最低层开始，逐层向上，是为防止上层井点拆除后，地下水位集中在最下层，停泵后水位上升，影响拆除工作的正常进行。

7.5 回 灌 井

7.5.1 通常一个地区的降水经验较多，回灌经验较少，回灌参数很难用常用的水文地质模型取得，需要通过现场试验获取有效的回灌参数。

7.5.2 回灌井的回灌量与含水层的渗透性有密切关系，在不同渗透性能的含水层中，井的回灌量差别很大。在保持一定的回灌量与满足回灌效果的前提下，渗透性好的含水层中，回灌井中所需的回灌水位较低；反之渗透性越差，回灌井中所需的回灌水位就越高。

基坑挖土阶段对基坑外环境进行跟踪监测，一般基坑外沉降比较大或沉降加速变化比较大时以及基坑外承压水水位变化超过2m后，就启动回灌措施。回灌水源主要为基坑内抽水井的地下水，不足时可采用自来水作为回灌水源补充。

7.5.4 回灌试验的目的是检验回灌井的回灌效果，包括回灌水是否回灌到预设的地层、回灌地层水位或水压力的变化、其他地层水的变化等指标是否与设计文件相符等。

7.5.5 自流回灌是通过水箱高程使水头达到一定高度来调节回灌压力的，而通过阀门控制出水量来调节回灌水量，从而达到预设的回灌量。

7.7 渗井

7.7.1 渗井是利用井的导水性能将上层含水层的水疏导至下层强导水层中。为疏干上层含水层，防止基底以下强导水层的水位上升而渗入基坑，所以制定本条规定。

7.7.3 目的是避免对下部含水层的地下水造成污染。

7.7.4 本条对渗井的施工做出了规定。

1 井内的滤层，一般厚度 100mm~150mm 即可起到阻隔泥沙的作用，为方便施工，防止泥沙淤积井孔，影响降水效果，所以规定井孔孔径不小于 300mm；同时，为保证砂（砾）渗井疏水至基底以下强导水层后不致返回，所以要求砂（砾）渗井深入强导水层不小于 3m。

2 砂（砾）渗井一般不需要井管，但当采用引渗抽降井点降低地下水位时，其间隔布置的砂（砾）渗井也可采用无砂混凝土管。为阻隔泥沙，保证降水效果，井壁与井管间投放滤料。封闭井口及设置防护措施的目的是防止有人员坠入井中。

7.9 排水管线及检查井

7.9.1 地下铁道施工属于线状工程，沿线会经过多个市政排水口，可以根据市政排水口与降水井的位置关系，综合材料消耗和工作量，就近将多个降水井通过主联络管连接排入市政排水口，也可以将单个降水井埋设排水管就近与市政排水口相接排水。

7.10 降水管理

7.10.1 本条对降水管理做出了规定。

2 降水井在抽降过程中，会有土层颗粒随地下水的渗流进入井中，长期抽水会在井内沉积，如果水泵过于靠近井底，存在被沉积的泥沙埋住的危险，一般保持水泵在井底 1.0m 以上。

3 有时降水井的位置难以避开锚杆，锚杆施工时容易对降水井造成破坏；土方开挖时容易对坑内的降水井造成破坏。因

此，在锚杆施工、基坑开挖时需要对降水井加以保护。

4 寒冷地区冬期施工时，泵组和管路系统会因受冻造成损坏，需要采取防冻保暖措施。

7.10.2 降水期间的水位观测，是降水管理工作中的重要一环。为掌握降水效果，需要在降水之前观测一次初始自然水位高程，然后以此为准，定期观测水位变化情况。并根据观测记录绘制 $Q-t$ （抽水量与时间）和 $S-t$ （水位下降值与时间）关系曲线图，便于分析研究水位下降趋势和流量变化，预测水位下降达到设计文件要求的时间，查明抽水过程中出现的不正常情况和产生的原因，以便及时排除。为及时分析、研究并发现问题及时处理，使降水工作保持正常，所以制定本条规定。

3 地表水下渗、地下给水排水管线的渗漏会增加地下水的补给，影响地下水位的降低效果；降水引起的地下水位降低会导致邻近建（构）筑物的沉降。因此，需要在地下水位影响变化较大的地方增加水位观测孔。

7.10.3 由于降低地下水位，地层结构会受到一定影响，如果降水期间有泥沙带出，更会引起地层下沉，影响建筑物安全。因此，降水期间观测地下水含泥量情况。

7.10.4 井点降水期间，特别是含水层为承压水，或涌水量、渗透系数较大的潜水，或临近水体等，停止抽水后地下水位会迅速上升的基坑、隧道，如果停电，不但影响施工，而且还会造成结构上浮等严重事故，因此，为了不中断降水，本条作出了设置备用电源的规定，遇到突然停电的情况，启用备用电源可以保证降水不间断。

7.10.5 采用坑内降水时，井管往往会影晌主体结构的施工，特别是对底板的施工影响较大。如果施工过程中提前割除或拔除井管，就会发生基底出水或上浮，因此一般要求停止抽水和拔除井管要求达到设计文件要求的抗浮时进行。

7.11 降水监测

7.11.1 由于岩土条件、地下水变化有较大不确定因素，容易发生难以预料的突发事故情况，通过监测可以较早发现异常情况，及时采取对策，防止或减少事故发生。监测的项目根据地下水控制方法等进行选择。

工程环境泛指基坑开挖影响范围内的建（构）筑物、市政道路、地下管线、河湖、需保护的树木等诸多环境因素。

7.11.2 本条是监测工作的基本要求。

7.11.3 监测过程中出现异常情况时进行预警，是监测的目的之一。通过预警及时采取相应对策，达到保障施工安全和保护环境的目的。

7.11.4 保障基坑支护体系稳定和保障周围环境安全，是地下水控制的目标之一。为了掌握在运行期间的变化，需要对需要保护的建（构）筑物、地下管线进行变形观测。

7.11.6 巡视检查由有经验的监测人员负责，巡视检查主要以目测为主，辅以简单的工具，检查方法速度快、简便、经济、有效，可以及时弥补仪器监测的不足。巡视检查需要与仪器监测结果对照，对发现的任何异常，要引起足够的重视并与监测资料进行比对，及时预警。巡视情况做好记录。

8 明挖法

8.1 一般规定

8.1.1 地下铁道明挖结构埋深较深，一般在地下水位以下，通常需要采取措施降排水或止水，以保证基坑在无水的条件下施工，制定本条。

8.1.2 地下铁道工程均在城市修筑，地上、地下障碍物多，老旧管线也多，不经挖探往往会有遗漏，为确保管线和施工安全，制定本条。

8.1.3 地下铁道工程施工，经常会影响地面交通和城市正常生活，而地下铁道工程是线形建（构）筑物，所以施工时集中力量，提前筹划好土方及设备、材料调配计划，各流水段平行作业，完成一段，恢复一段，以便把对地面交通和城市正常生活的影响压缩到最低限度，制定本条。

8.1.4 城市不但地下管线多，同时架空电线也多，为确保架空线和施工安全，在架空线路下作业时，其施工安全距离符合现行国家标准《110kV～250kV 架空输电线路施工及验收规范》GB 50233、《城市电力规划规范》GB/T 50293、现行行业标准《110kV～500kV 架空送电线路设计技术规程》DL/T 5092 的规定。

8.1.5 地下铁道工程涉及专业众多，不可避免地存在多专业同时施工的现象，而施工现场又为狭窄的线形空间，为避免各专业同时施工产生矛盾，或先施工专业给后施工专业带来困难，特制定本条。

1、2 车站一般设有电梯、扶梯、通风和供电等大型设备，若土建结构完成后，这些设备无法运输和安装，制定本款。

3 因地下铁道工程设备、机电、人防等专业众多，站台板、轨顶风道等结构的预埋件、预留孔洞也多，为确保结构施工预埋

件、预留孔洞数量和位置的正确，避免后期开洞造成对结构的破坏，制定本款。

8.2 管线悬吊与改移

8.2.1 地下铁道工程施工时，常遇有电力、通信、热力、煤气、给水排水等地下管线，为保证各类管线正常运行，规定与产权单位研究确定拆迁、改移或悬吊等方案，以便为基坑开挖创造条件和确保施工安全。

8.2.2 基坑管线悬吊形式一般分两种，一种是钢丝绳悬吊，主要用于通信、电力直埋电缆悬吊；另一种是型钢或桁架钢梁悬吊，由于其刚度大，一般可悬吊重量大、刚度要求比较高的铸铁管、钢管、混凝土管或电缆管块等。无论哪种悬吊形式，因其使用时间长，个别管线带有压力，为确保管线的安全，制定本条。

8.2.3 城市内的地下管线众多，修建年代也较久，像上、下水管道大部是铸铁或混凝土管，在多年运行中，有的已出现渗漏现象；通信和电力电缆，有的采用管块包装，整体性差；热力、煤气等带压运行，外露后危险性大。为确保管线的安全，规定悬吊前处理好上述的问题。

8.2.4 采用钢梁悬吊或架设的管道，除煤气、热力外，大部为刚性接口，极易松动。而热力和煤气管道，危险性很大，一旦发生漏气、漏水现象，后果非常严重，为保证安全，防止出现事故，制定本条。

8.2.5 为保持管线悬吊时原有坡度，方便操作，有利施工，所以要求在管线下原状土开挖前悬吊。同时，为保证悬吊工程质量，防止损坏管线，要求采用人工开挖管线下方及附近的土方。

8.2.6 种类不同的管线，一般单独悬吊或架设。如同时悬吊或架设时，增加安全隐患和维护要求，制定本条。

8.2.7 跨越基坑的便桥，是为交通和施工运输而设置的。当大型机械和车辆通过时，会产生一定的振动，其振幅可直接传递给管线，引起接口松动，为了安全，除柔性的通信、电力电缆外，

其他刚性管线不要直接架设或悬吊在桥梁上。

8.2.8 利用支护桩或地下连续墙作为悬吊梁的支承墩柱时，不因基坑变形而使管线破损；基坑敞口开挖时，若支承墩柱设置在边坡滑动土体内，边坡变形会导致管线变形，为确保管线安全，制定本条。

8.2.9 为保证各类管线在施工期间的安全，根据实践，悬吊管线一般需延伸基坑外 1.5m 以上并挖露出来。一旦发现问题，除在基坑外的检查井处采取措施外，也可在挖露出来的部分采用应急措施，避免对基坑安全造成影响。

8.2.11~8.2.13 为确保管线安全 and 质量，并防止管线承载造成管线破损，确保安全，制定本条。

8.2.14 管线种类较多，管线改移又有永久改移和临时改移，为确保工程质量和安全，提出管线改移应有设计文件。由于管线改移路由一般距离基坑较近，因此无论是永久改移还是临时改移，均涉及施工安全。

8.3 交通导改与基坑便桥

8.3.4 一般交通导改路下埋设有改移或新建管线，为节省工期和造价，避免道路修筑好后再开挖管线沟槽，制定本条。

8.3.5 跨越基坑的便桥，一般是为施工运输或城市交通而设置的，吨位比较重，基坑跨度比较大，为了安全，便桥设置前，需要经过计算。特别是为城市公共交通设置的便桥，应与交通及管理单位研究，确定载重量、规模和路面形式及采用的材料等。

为了使便桥材料和设备能多次使用，所以要求便桥，特别是梁，一般做成拼装制式的。

8.3.6 跨越支护桩或地下连续墙及敞口开挖的基坑便桥，为保证安全，制定本条。

8.4 基坑围（支）护结构

8.4.2 地下铁道围护结构工程施工中，可能会有未探明的地下

管线、建（构）筑物，为保证围护结构工程施工不破坏地下管线和建（构）筑物，制定本条规定。

8.4.3 为确保施工安全，基坑支护结构尺寸、嵌固深度、支撑跨度等，可根据现场周边环境、地质详勘报告进行优化。基坑支护结构的类型很多，桩式支护结构适应性强，是较为安全可靠的支护形式，在工程中应用较多，施工经验丰富。

8.4.4 在成桩过程中，特别是冲击沉桩，遇有弧石时，在打桩机锤冲击力作用下，预制桩易于扭曲、倾斜和劈裂。而混凝土灌注桩，由于钻孔和混凝土灌注质量等问题，也会出现露筋、露石、缩颈和断桩等现象。出现以上情况，极易削弱桩体本身强度，为保证基坑安全，制定本条。

8.4.5 为确保围护结构不侵入主体结构，支护桩或连续墙测量定位和垂直度是很重要的，否则侵入基坑特别是结构位置后不处理影响结构尺寸，处理又会给基坑带来安全隐患，制定本条。

8.4.6 水下灌注混凝土质量难以保证，为确保其达到设计文件要求，需要提高一个强度等级；灌注至顶面时，一般在其表面形成一层凝胶化泥浆和塑性固化物或沉渣，其强度较低，为保证质量和安全，制定本条。

8.4.10 螺旋钻机主要适用于地下水位以上黏性土、砂土和粒径不大于 50mm 碎石类土施工，其螺旋钻机的钻头有尖底、平底、耙式和筒式四种，而各种钻头都有相适用的土层，施工时根据具体情况选用。

为保证钻孔浇注桩位置正确、垂直，并防止塌孔，因此根据机械性能和施工实践，制定本条。

8.4.11 长螺旋钻机压浆成桩法在有水或无水的条件下都可钻孔，为保证不塌孔和工程质量，制定本条。

8.4.12 泥浆护壁成孔，是为防止坍孔而采用的一种成孔方法，同时它比长螺旋钻机钻孔深而直径大，其使用的机械有冲击钻、冲抓钻、旋挖钻和回转钻机等。

泥浆护壁孔口处的泥浆动荡大，而地表土多为松散渣土，自

稳性差，为此，一般都设护筒保护孔口，其埋置深度，由于黏性土层比砂质或杂填土层稳定性强，所以在黏性土层中的护筒埋置可浅些。

8.4.13 冲击成孔时，为稳定孔壁均采用泥浆护壁，而泥浆相对密度的大小与土质的自稳性和本身固有特性有关。其中表 8.4.13 所列的黏性土层，由于本身就具备造浆的功能，所以钻孔时，注入清水即可。而砂土及砂卵石地层，由于胶结性差，易坍塌，所以要采用相对密度大、低失水量的泥浆护壁。

冲击成孔的钻进速度，与钻具质量、冲程、冲击频率及钻具在孔内重力加速度等有关；为保证钻进速度和质量，根据施工实践，表 8.4.13 对钻具冲程也做了具体规定。但在施工中，会遇到各种不同的地质，因此根据具体情况，采取不同的技术措施。

8.4.14 排渣是在钻孔过程中进行的一道工序，每钻进 3m~4m 排渣一次。施工时可根据工程地质情况调整泥浆的相对密度，并按条文要求进行操作，以保证泥浆质量，防止塌孔。

8.4.15 清孔是在桩孔钻至设计文件给定的高程后进行的一道工序，其目的是为了把孔底浮渣清理干净，以保证钢筋混凝土灌注桩的质量。

清除孔底浮渣可采用循环浆法，即钻孔达到设计文件给定的高程后，保持钻头在原位转动的同时，注入清水，以减少孔底沉渣。

8.4.16 施工过程中若出现斜孔、缩孔、塌孔或沿护筒周围冒浆及地面沉陷等现象，可采取回填等措施，及时处理，切不可继续施工，为避免引起事故或在基坑开挖后围护结构侵入主体结构。

8.4.17 本条对钢筋笼的加工做出了规定。

1 钢筋笼骨架是在吊装之前预加工好的，主筋一般较粗，对其连接提出要求，以确保其吊装时不发生过量变形。

2 为确保水下混凝土灌注质量，提出钢筋笼内径大于导管连接处的要求，以确保导管安装和拔出时的空间要求。

3 由于钢筋笼骨架体长，吊装时变形大，可分节加工，在孔口连接，便于吊装。

4 其下端 0.5m~0.8m 范围内主筋可向内侧弯曲成 15° ~ 30° ，确保钢筋笼顺利下入孔内。

8.4.19 干式螺旋钻机成孔，由于孔深而断面小，混凝土无法振捣。而泥浆护壁成孔的混凝土按水下灌注混凝土要求施工，所以采用导管灌注。因此，对不同成孔方法灌注的混凝土坍落度作出了规定。

由于钢筋混凝土灌注桩断面小，又有钢筋，根据混凝土粗骨料不大于钢筋间距 $1/4$ 的要求，因此确定混凝土粗骨料粒径采用 40mm 的卵石或碎石。

8.4.20 泥浆护壁钻孔灌注桩是按水下混凝土的灌注方法施工的，隔水栓是起隔水作用的，所以要求灌注混凝土前，将其置于地下水位以上，以便于灌注混凝土时，将桩孔内泥浆排出导管；导管底端距孔底 300mm~500mm 的规定，主要是为进入导管的第一批混凝土至槽底将隔水栓排除后，尽快将导管底部埋入混凝土内，不使泥浆灌入导管，保证混凝土质量；为防止因提升导管发生断桩现象，制定本条。

8.4.22 干式螺旋钻孔深而断面小，为防止混凝土灌注时将孔壁损坏，造成缩颈或塌孔，影响混凝土质量，制定本条。

8.4.23 混凝土抗压强度试块的留置组数，是根据支护桩施工的具体情况，结合有关标准的规定，制定本条。

8.4.24 为充分利用地下连续墙结构，目前在地下铁道工程设计文件中，已采用了复合式衬砌结构或把地下连续墙直接作为主体结构的墙体。以上两种形式，均需地下连续墙体做防水处理，并与二次衬砌结构的顶、楼、底板相连接，鉴于以上情况，本条做出了相应的规定。

8.4.25 支护基坑的地下连续墙，支撑点处地基如遇有软弱地层时，为增加其强度，有时需进行加固处理，为此做出本条规定。

8.4.26 导墙内墙面是平行地下连续墙轴线构筑的。考虑到超挖

率，为挖槽方便、安全施工，可根据不同挖槽设备和施工方法，将导墙净距比设计文件给定的地下连续墙厚度加大 40mm～60mm。导墙常规高度为 1.5m～2.0m，但在施工中常遇有地表面土质松软，地下管线或构筑物以及导墙底临近地下水水面等情况，为了保护地下管线或构筑物安全，防止导墙脱空、移动、下沉或倾斜，当遇有特殊情况时，导墙高度可适当调整。导墙顶面高出施工地面的规定，是为防止地表水流入沟槽而引起泥浆性能变化。

8.4.27 本条对地下连续墙泥浆制备和管理做出了规定。

1 膨润土的片状构造被水分子分解后，体积膨胀，水化性能强，泥浆黏度较好，所以制备泥浆时优先选用。聚合物泥浆是以长链有机聚合物和无机硅酸盐为主要组成的泥浆，使用该种泥浆可以提高地下连续墙混凝土的质量。黏土是片状构造，水化性差、膨胀性小、黏度差，为保证泥浆质量进而保证不塌孔，故对黏土质量指标做出规定。

2 泥浆具有防止槽壁坍塌的功能，并有悬浮土渣并把其挟带出槽外的作用，故泥浆对挖槽施工影响很大。为保证挖槽质量，所以制定了泥浆的主要性能技术指标，并在泥浆配制和挖槽施工中进行检验和控制。

(1) 泥浆相对密度。为维护槽壁稳定，新拌制泥浆相对密度以 1.05 为适宜。成槽后，由于泥沙污染而相对密度上升，所以一般为 1.15，而底部一般不大于 1.20。如果泥浆相对密度过大，影响混凝土灌注，同时因泥浆流动性差而泵送困难并且消耗输送设备的功率。

(2) 泥浆黏度。由于泥浆具有一定的黏度，所以泥浆可将土渣悬浮而不沉淀并阻止泥浆向地层中渗透。如果黏度偏小，就会使其功能降低，如果超过限度，就会泵送困难、降低挖槽效率、增加泥浆处理难度，影响混凝土质量。

(3) 泥浆含砂率。含砂率过高，会使泥浆黏度降低，失去泥浆形成良好泥皮的作用，并易于与水分离而沉淀，所以严格控制

其指标。

(4) 泥浆 pH 值。pH 值大于 11 时，泥浆产生分层而失去固定槽壁的作用。

以上性能指标，通过实地测试确定并决定可否使用或废弃。

3 槽段中水泥内的 Ca^{2+} 和地下水中的 Na^+ 、 Mg^{2+} 混入泥浆后，易使泥浆相对密度、pH 值、黏度等增大，不但影响开挖，甚至导致槽壁坍塌。为中和混入的阳离子，所以需要加分散剂，并且为了使膨润土（或黏土）充分水化，使泥浆各项性能指标达到标准要求，故要求泥浆储存一定时间。

泥浆在成槽中的护壁作用，是由泥浆产生的压力作用在槽壁上产生的，它除平衡水土压力外，尚可给槽壁以向外的反作用力。如地下水位高出泥浆面时，由于泥浆压力抵抗不住槽壁外水土压力，则槽壁就会坍塌，为平衡两者之间的压力，规定泥浆面保持地下水位 0.5m 以上。

4 地下连续墙在泥浆护壁施工过程中，由于挖槽方式、地质条件和混凝土灌注等使泥浆中混入土渣，降低了泥浆护壁效能。为此，要求根据泥浆劣化程度，能利用的进行再生处理，不能利用的予以废弃。废弃的泥浆中 pH 值较高，不符合环境保护规定，要求采取措施。

5 当泥浆受到地下水或海水中的盐分（ Na^+ ）污染时，会使泥浆变质，影响护壁效果。为此，要求采取必要措施，如选用耐盐性较强的膨润土、高分子聚合物、黏土以及有耐盐性（CMC）和高浓度下抗盐分污染能力强的铁铬木质素磺酸盐（FCL）等材料制备泥浆。

6 对于成槽制备泥浆的设备，考虑到回收泥浆沉淀会减小有效容积，根据施工经验，储浆设备容积一般大于单元槽段 2 倍以上的容积。一旦泥浆在土层中流失而引起浆液面下降时，可做到及时补浆，以保证槽孔的安全与稳定。

8.4.28 本条对地下连续墙挖槽做出了规定。

1 根据开挖方法，常用的施工机械有导板抓斗式、导板旋转式、导板冲击式等，施工时根据不同情况和需要选用。

2 单元槽段长度，无论从使用还是从施工角度看，越长越好，但单元槽段的长度与地质、地面荷载、钢筋笼起重设备的起重能力、混凝土及泥浆供应、施工现场条件以及隧道结构设计文件相适应，所以要求其施工符合设计文件要求。但一般情况下5m~8m较为合适；新槽段开挖时对相邻已灌注混凝土的槽段会产生一定影响，所以单元槽段采用间隔跳跃式施工。

3 挖槽时，只有抓斗中心平面和导墙中轴平面重合，方可保证开挖槽壁面的垂直度和水平位置精度，所以规定抓斗中心面与导墙中心面相吻合。

5 挖槽未达到设计文件要求的深度或槽底沉淀物过多，将使钢筋笼不能插至设计文件规定的位置，造成预埋件和内衬结构接头位置错开；当挖槽宽度小于设计文件的槽宽时，将使钢筋笼保护层减小或出现露筋现象，而且还影响锁口管的插入，并碰撞槽壁，刮落泥渣。如挖槽宽度过大时，将增加混凝土灌注量。故本条对槽段的检查项目做出了规定。

6 地下连续墙成槽过程中悬浮在泥浆中的土渣，在挖掘结束后很快沉淀，并和残留在槽底的淤泥土块，以及吊钢筋笼时槽壁上刮落的土块等堆积在槽底，影响墙的承载力，造成墙体不均匀下沉。若沉渣和沉渣悬浮物混入墙体内时，还将影响墙体混凝土结构质量。为此，成槽后要把槽底沉渣、淤泥、土块和被土粒污染的泥浆，从底部和槽内通过吸泥装置和再生装置清除出去，并补入新泥浆，使槽底附近的泥浆相对密度保持在1.1~1.15，最大不超过1.20，以减小槽底沉淀淤积物厚度和保持槽壁稳定。

8.4.29 本条对地下连续墙钢筋笼加工做出了规定。

1 地下连续墙混凝土是采用导管法灌注的，并且导管长度伸入槽底，所以制作钢筋笼时预留出导管位置，并上下贯通。

2 为方便钢筋笼吊放入槽和避免刮落槽壁的土体，所以在

钢筋笼底端 0.5m 处的厚度方向做收口处理。

3 为保证钢筋笼的吊装有足够刚度，在制作时一般附加型钢或圆木加强其刚度，保证吊运中超量变形或弯曲。

4 为保证地下连续墙混凝土保护层厚度，防止钢筋笼贴于槽壁上，所以钢筋笼制作完毕后，在壁外侧钢筋上设置垫块。

5 地下连续墙作为主体结构或复合式结构时，在其墙体上设置的预埋件较多，为使预埋件固定牢固，并防止灌注混凝土时堵塞，所以要求采取措施。

8.4.30 本条对地下连续墙钢筋笼吊装做出了规定。

1 钢筋笼要在槽段泥浆清孔、换浆和刷壁合格后及时吊放入槽，钢筋笼入槽后及时灌注混凝土，一般灌注混凝土时的总停置时间为 6h~8h。

2 钢筋笼吊放入槽时，要采取措施，防止钢筋笼变形。入槽时，要对准槽段中心缓慢沉入，是为了防止钢筋笼碰撞槽壁，造成坍塌、影响安全和地下连续墙的质量。

3 钢筋笼的连接除四周两道钢筋的交点需全部点焊外，其余的可采用 50%交叉点焊，焊接点要求牢固，临时铁丝绑扎点在钢筋入槽前全部清除。焊接应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

8.4.31 本条对地下连续墙混凝土灌注做出了规定。

2 导管根据地下连续墙的厚度和高度，一般都采用直径 200mm~250mm 多节钢管连接而成，为防止灌注混凝土时渗漏水，保证混凝土质量，所以施工前对拼接好的导管接缝进行水密试验。

3 导管水平布置距离，是根据导管的通过能力、混凝土在槽内流动距离和混凝土要求的灌注速度等因素，并经过实践确定的。导管灌注混凝土时，为使进入导管的第一批混凝土顺利灌注到槽底，并使导管底部埋入混凝土内一定深度，不使泥浆灌入导管，因此要求导管下端距槽底 300mm~500mm，并在混凝土灌注前，导管上部吊挂隔水栓。

4 泥浆中悬浮物易于沉淀并吸附于钢筋上,时间越长,吸附量越大,影响握裹力,所以钢筋笼入槽后,要求及时灌注混凝土。

6 混凝土如不同时均匀、连续灌注,会使灌注的混凝土面形成波浪形,而槽段中泥浆沉淀物易于滞留于导管间低洼处和端部混凝土面上,被后灌注混凝土覆盖后,影响结构质量。

7 导管埋入混凝土内太深时,则混凝土在管内流动不畅。混凝土灌注中,每次提升高度一般为 500mm 左右,并缓慢提升,避免混凝土留下空洞。

8 混凝土溢出流入槽内后,增加泥浆相对密度,影响混凝土本身质量。

9 混凝土灌注速度不低于 2m/h 的规定,主要为使每层混凝土能及时覆盖,防止泥浆粘附于混凝土面上而影响质量。

8.4.32 本条对地下连续墙接头做出了规定。

1 地下连续墙相邻墙段竖向接头的接续方式,一般根据设计文件选用,常见的有锁口管、工字钢等形式,并且不断创新发展。一般做临时支护结构时,多采用锁口管方式;作为永久或半永久结构时,需按设计文件组合成各种形状的接头方式,并使各单元槽尽量联成整体,确保其连续性和隔水性。

锁口管要有足够的强度和刚度,防止变形,影响起拔。锁口管的宽度一般取设计文件给定的壁厚尺寸的 93% 以上。在施工过程中,为防止混凝土出现挠管现象,其空间用干硬黏土充填密实。

4 锁口管插入槽底的要求,是防止混凝土由管底进入管内。锁口管如猛撞强行入槽,不但损伤钢筋笼,而且还会造成拔管困难。

5 混凝土灌注 2h~3h 期间,其强度还比较低,拔除锁口管时,其管壁与混凝土易于脱离,以后每次提管的时间和高度的规定,主要是为防止混凝土受碰撞后损坏而提出来的。

7 地下连续墙后继槽段开挖后,会有许多细小泥粒粘附在

已成槽段结构接头的表面上，这些物质不清除，则后灌注混凝土灌注后，就被包裹封闭，不仅影响混凝土强度，而且还会造成渗漏水，所以需要将其清除干净。

8.4.37 本条对基坑开挖与土钉墙支护做出了规定。

2 土钉墙分段开挖长度与坡面稳定时间有直接的关系，因此开挖长度不要过长，可根据经验或监控量测结果确定。

8.4.39 土体边坡在一定的时间内都具有自稳能力，不同土体的自稳时间也不尽相同，边坡的开挖高度、开挖坡度、地面荷载、土体含水量、气候条件等都是影响因素，针对具体某项工程，一般根据经验先确定一个开挖高度，经过首段试验施工后确定。

8.4.40 本条对截、排水措施做出了规定。

1 截水沟与坡顶之间处理不好，地表水会渗入基坑，土钉就会失效，边坡就会发生坍塌。

8.4.43

3 土层锚杆承载力随注浆压力提高而增大，因此，注浆需要有一定压力。而接近地表或邻近地下构筑物和管道时，要适当降压，防止地表隆起影响地下构筑物或管道的使用和安全。

8.4.45 为改善作业环境，减少扬尘，达到环境保护要求，喷射混凝土采用湿喷或潮喷工艺。

8.4.46 由于型钢水泥土搅拌桩（墙）施工噪声大，且仅适用于软土地区，为确保基坑安全和减少扰民，规定适用于基坑开挖深度小于 15m 的基坑围护结构。

8.4.47 为确保成桩后不侵入结构，因此需要施作导向沟或导墙。

8.4.48 本条对型钢水泥土搅拌桩的施工做出了规定。

1 为了确保成桩质量，施工前根据成孔设备、预设的施工工艺等进行工艺性试桩。

3 搅拌下沉速度与搅拌提升速度过快或过慢，均会发生桩体质量问题，特制定本款。

4 浆液泵送流量若与搅拌机的喷浆搅拌下沉速度或提升速度不匹配,搅拌桩中水泥掺量均匀性就差,成桩质量就会不满足要求。

5 为防止制备好的水泥浆液发生离析,制定本款。

7 为保证搅拌桩的连续性,对施工时因故停浆做出规定。

8.4.49 本条对型钢插入施工做出了规定。

2 型钢定位架由槽钢焊制而成,垂直于沟槽定位型钢放置,用于保证 H 型钢插入的位置准确,提高插入垂直度。定位架的尺寸一般比 H 型钢外轮廓大 10mm。型钢下插到设计文件规定深度后,用钢筋将插入的型钢通过焊接固定在沟槽两侧铺设的定位型钢上,直至孔内的水泥土凝固,目的是防止邻桩施工造成其移位。

8.4.53 本条对混凝土导墙做出了规定。

1 为了确保咬合桩位置正确和成桩质量,成桩前需要修筑导墙。导墙的强度和刚度考虑的主要因素为设备荷载、地质情况可能引起的变形及稳定性。

2 为了确保导墙在施工时不被机械设备压坏,制定本款。

8.4.55 采用软法咬合桩时跳孔施工, A 序桩和 B 序桩间隔布置,先施工的需要被切割的桩为 A 序桩,后施工的咬合桩为 B 序桩。

8.4.56 为了成桩后预埋件的正确,提出钢筋笼不得扭转。

8.4.58 桩身混凝土质量一般采用超声波透射法进行检测,经超声波透射有怀疑时,可采用钻孔取芯法进行强度和连续性检测。

8.4.59 地层的物理力学性能指标及地下水活动特征,是影响冻结施工的主要因素。因此冻结施工设计和编制施工方案前,对地质勘察报告中地层的物理力学性能指标及地下水活动特征进行分析或论证。

冻结法施工方案一般包括工程概况、地址和水文情况、冷冻设备选型、冷冻站安装工艺、冷冻站运行工艺、冷冻设备拆除、

冷冻壁厚度设计、冷冻壁质量检测方法、与土建施工进度计划、解冻方法、应急预案等内容；其中冷冻壁厚度和冷冻温度的设定需要具有 2 倍以上的安全系数，设备和供电方式一般要求具有应急备用措施。

8.4.60 影响冻结的地层和地下水因素较多，若在本条所述地层因素中进行冻结施工时，需要进行各项不利因素的分析，并采取针对性措施方可冻结。

8.4.63 本条对冻结壁的检测做出了规定。

1 为防止测温管内的测温元件设置后，管口未进行保护，导致测温元件及电缆被损坏。

2 本款规定为最少观察间隔，若有特殊要求时，观测时间间隔要求符合设计文件或方案规定。

5 为确保基坑安全，可对每个冻结孔进行纵向测温，以确定冻结质量。

8.4.65 为防止基坑在开挖过程中，导致桩间水、土的过量流失，对基坑安全造成隐患，因此要求随开挖随进行桩间混凝土网喷。

8.4.66 桩间混凝土网喷是为了支挡桩间土壁，为防止因基坑变形使网喷混凝土与围护桩脱离，因此要求混凝土网喷与围护桩连接牢固。

8.4.68 锚杆的成孔工艺，直接影响锚杆的锚固力、施工效率及工程成本。其钻孔设备，按工作原理分旋转式、冲击式和旋转冲击式三种，各种钻机适用于不同的地质条件，因此，需要因地制宜的选用钻孔设备。由于钻孔孔位方向偏差和孔长直接影响锚杆的承载能力，因此做出了具体规定。

8.4.71 作用在基坑支护结构上的荷载，是通过拉杆传给锚固体后，再传递给土层。锚杆（索）未张拉锁定前，若超挖下层土方，会超出锚杆受力范围，基坑会发生坍塌事故，制定本条。

8.4.75 预应力钢绞线应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 和现行行业标准《无粘结预应力钢绞线》

JG 161的规定；锚具、夹具应符合现行国家标准《预应力筋锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 和现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的规定。

8.4.76 土层锚杆承载力，一般均经试验确定，除极限强度试验外，又分抗拉试验和验收试验两种。抗拉试验是在施工锚杆验收前，在工地同一条件下进行试验，以确定验收标准。而验收试验是为检验施工锚杆承载力，以确定在设计文件规定的荷载作用下的安全度。

以上两种试验，均按设计文件规定的荷载 0.25 倍的等级级数增加，其中，验收荷载加载到 1.20 倍设计文件规定荷载，抗拉荷载加载到 1.33 倍设计文件规定荷载。两种试验均绘制荷载-变位图，在加载到 1.20 倍设计文件规定荷载的同条件下，如果验收试验锚杆总变位量小于或等于抗拉试验锚杆的总变位量，则认为合格。

8.4.77 地下铁道隧道结构基坑较宽，特别是车站，宽度有的已达 25m 以上，为方便钢横撑吊运，可在工厂分节制作，现场拼装。

8.4.78 为保证施工安全，在基坑土方挖至横撑设计文件规定的位置后需及时施工横撑，尤其是在饱和的软弱地层中，必要时可采取掏槽先设横撑后再开挖土方的措施。钢横撑安装后，在未施加轴力前若开挖下层土方，会增加基坑壁的变形，为确保基坑安全特制定本条。

8.4.79 本条对钢腰梁制作长度做出了规定。

1 钢腰梁每段加工长度要与土方开挖分段长度基本一致，为了减少在基坑内的钢腰梁连接节点，缩短基坑开挖后的时长，减少时空效应。

4 围护结构阳角处的钢腰梁既受剪力也受拉力，避免因现场高处焊接质量不好制定本款。

5 斜撑部位的钢腰梁承受剪力，设抗剪力可以消除部分因斜撑产生的剪力，防止钢腰梁滑移动。

8.4.80 钢腰梁安装一般要满足下列要求:

3 由于钢腰梁是放置在三角支撑架上,而基坑变形既有向内也有向外,为防止钢腰梁因基坑变形坠落,制定本款:

5 由于围护结构不可避免地存在不平整现象,为使围护结构、腰梁和横撑形成整体受力结构,因此要求其腰梁与围护结构间除连接牢固外,还需使钢腰梁后背与围护结构外露面密贴。

8.4.81 本条对钢横撑安装做出了规定。

1 为保证横撑有良好的整体性,安装之前要求先试拼。

3 为防止钢横撑因未受力坠落和及时给围护结构以支撑力,使基坑减少变形。

4 为防止因基坑变形,使钢支撑与钢围檩脱开而坠落,制定本款。

8.4.82 本条对钢筋混凝土内支撑施工做出了规定。

2 为了确保钢筋混凝土腰梁与围护结构混凝土的良好粘结,要求将围护结构清理干净。为确保横撑受力,要求其预埋钢筋位置正确。

4 为确保基坑在开挖下层土方时,混凝土横撑因基坑变形而所受较大轴力后不致支撑受损。

8.4.83 本条对混凝土内支撑施工做出了规定。

3 钢横撑受力后的变形既可能是向下弯曲也可能是向上弯曲,横撑与连梁的连接装置支垫具有弹性的材料是为给其容许变形留有空间。

4 内支撑为钢筋混凝土时,立柱与混凝土横撑连接部位由于钢筋较密,混凝土浇筑振捣较难,制定本款。

8.4.84 内支撑是轴向受压构件,如果施工中在其上堆放材料或其他重物,则会增加内支撑的弯曲变形而影响其受力。

地下铁道工程隧道施工周期长,在施工过程中,要经常检查基坑支护结构后面的土体变化、横撑受力及腰梁、楔子松紧等情况,特别是春融和雨期更要加强观测,发现问题及时处理,以保

证基坑的安全。

8.4.85 基坑支护结构的横撑是随基坑土方开挖自上而下进行安装的，所以横撑是随结构或土方回填，自下而上逐层进行拆除。

1 为保证基坑和主体结构的安全，要求结构底板或中（顶）板达到设计文件规定强度或设计文件规定强度的 70% 以上方可拆除支撑，防止因基坑变形使板结构受损。

3 顶板顶土方回填到每层横撑高程时方可拆除，特别在软弱土层的基坑中，由于基坑背后土压力很大，为保证基坑安全，所以要求只有回填到支撑下时，方可拆除支撑。

8.5 基坑开挖与回填

8.5.1 本条对基坑开挖前需要完成的工作做出了规定。

1 基坑开挖方式方法，影响基坑的安全，因此要求编制基坑专项方案；为了确保监控量测数据的真实性，要求在基坑开挖前布设基点，并采集地表、周边环境监测点初始值。

3 基坑开挖影响范围内的建（构）筑物和管（杆）线会随着基坑的变形而变形，甚至会受到破坏，为此要求提前落实保护措施或方案，否则基坑不要开挖。

8.5.2 城市地上、地下管（杆）线多，存土点若堆在地下管线上或附近，有可能会造成管线因变形而破坏；若堆在地上杆线下或附近，除会对杆线造成安全隐患外，还会对周围的行人、车辆等存在安全隐患。在基坑边坡上存土时，也会引起基坑边坡不稳定，在已完结构顶存土时，由于堆土荷载的重量，很可能引起隧道结构下沉，造成事故，所以制定本条规定。

8.5.3 明挖法施工的基坑深，土方量大，需采用机械开挖。其开挖方法一般有机机械和运输车辆停靠在基坑边缘或下至基坑内施工两种，在地质、环境条件允许时，为降低成本和加快施工进度，一般在基坑内分层分段开挖，但遇有软弱而饱和的土层，其承载力低，机械车辆不易下至基坑，所以施工时要因地制宜地确

定开挖方法。

在机械车辆可下至基坑时，为节约土方量，一般可利用通风道或车站出入口作为运输马道，但马道底不能超过通风道及出入口基底高程，防止超挖或扰动影响其承载力。

8.5.4 明挖隧道的基坑土方量大，因此，全部采用机械开挖，为保证施工安全，需根据机械挖掘的额定高度和土质的具体情况，分段分层开挖。而对于支护桩或地下连续墙支护的基坑，为防止土方开挖时，由于其结构强度不够或悬臂超过规定而发生位移或倒塌现象，要求在土方挖至其设计文件规定位置后及时施工横撑或锚杆。所以制定本条规定。

8.5.5 机械开挖至基底时，不易控制其平整度，并有可能造成超挖或扰动基底，因此，为保证工程质量，减少地基扰动，制定本条规定。

8.5.6 隧道基坑开挖长、面积大，有时会出现漏勘现象，同时，施工中也会出现工程质量问题，为处理好施工中出现和遇到的问题。钎探设备也可按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的有关要求选用。

8.5.9 为保证基坑冬期基底不受冻，制定本条规定。

8.5.10 基坑回填土后一般需立即恢复道路或修筑建（构）筑物，为保证回填土压实度质量，减小回填土的沉降量，所以制定本条规定。

8.5.11 取样进行击实试验是为了获取回填土的最大干密度和确定最佳含水量，然后再依其为标准控制现场回填土的密实度，以保证工程质量。土方回填大面积施工前，一般选取一小部分先进行回填试验段施工，经过试验段施工总结出匹配相应施工机械设备施工时合适的粉层厚度、碾压方式及遍数，最佳含水量的允许偏差范围等参数，以便于工程大面积施工时参照。

8.5.12 为了使各类土能在最佳含水量时压实，保证压实质量，所以制定本条规定。

8.5.13 基坑回填至地下管线底高程后，需要恢复管线工程，管

线工程有的是砌筑结构，有的是钢筋混凝土结构。为避免砌体或混凝土结构受损，所以提出了隧道结构和地下管线的结构强度达到设计文件要求后方可继续回填的要求。

基坑回填土属隐蔽工程检查项目，所以提出回填土前要清理基底的要求。

8.5.15 基坑回填土，全部采用机械化施工，大型翻斗汽车运输，机械平整和压实，为防止其施工时碰撞结构和地下管线，制定本条规定。

8.5.16、8.5.17 基坑回填土质量是以密实度控制的，为在现场能控制碾压质量，因此，对分层回填土搭接宽度和密实度检查做了规定。

8.5.19 是针对基坑回填土雨、冬季施工的特点，为保证工程质量而制定的。冬期施工符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的规定。

8.6 钢 筋 工 程

8.6.1 钢筋对混凝土结构的承载力至关重要，因此规定对其质量需要严格要求。

8.6.3 为保证钢筋运输、存储、存放不混批次和炉号及保证钢材质量，制定本条规定。

8.6.4 本条对钢筋加工做出了规定。

5 隧道结构钢筋用量大，同时施工现场场地狭窄，钢筋一般在加工后运至作业面绑扎和安装，因此要求加工好的半成品按类别、直径、使用部位分类堆放整齐，并挂好标识，便于安装，避免混用。

8.6.6 本条对钢筋接头做出了规定。

1 为保证钢筋连接质量，一般要求在加工厂内连接，但不可避免地出现现场连接的情况。根据现场情况，在采取连接方式：如外防水层已铺贴，为保证不破坏防水层，一般采用绑扎搭接的方式；个别预留钢筋无法确保预埋套筒或焊接搭接长度时，

采用焊接方式。

2 为保证连接质量，制定不同直径钢筋的连接方式。

3 为保证钢筋焊接接头的质量，制定本款规定。

8.6.8 本条对钢筋接头的位置做出了规定。

1 为保证钢筋的承载、传力性能，制定同一纵向受力钢筋在同一受力区段内不要多次连接，“同一纵向受力钢筋”是指同一结构层、结构跨及原材料供货长度范围内的同一根纵向受力钢筋，对于跨度较大梁，接头数量的规定可适当放宽。

6 由于地下铁道结构需要分层施工，设计文件一般不会标注钢筋接头位置，规定受拉、受压和受剪钢筋接头的连接位置要求。

1) 顶板及其梁、各层楼板及其梁，上部钢筋为受压钢筋，因此规定设置在跨中 $1/3$ 范围内连接，下部钢筋为受拉，因此设置在支座 $1/3$ 范围连接；

2) 底板及其梁，上部钢筋为受拉因此设置在支座 $1/3$ 范围内连接，下部钢筋受压因此设置在跨中 $1/3$ 范围内连接；

3) 侧墙外侧钢筋受压设置在跨中 $1/3$ 范围内连接，内侧钢筋受拉设置在支座 $1/3$ 范围内连接。

7 梁端、柱端箍筋加密区的范围可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定确定。如需在加密区内设置接头，一般采用性能较好的机械连接和焊接接头。

8.6.10 隧道结构，特别是车站出入口、通风道等附属建筑物斜坡道较多，为保证工程质量和安全并方便施工，增设适当固定点或加设支撑，故制定本条规定。

8.6.11 钢筋保护层厚度，对保证钢筋与混凝土握裹力、防止钢筋锈蚀以及结构耐久性是非常重要的，因此，在绑扎钢筋时，一般采用相同强度的砂浆垫块或专用支垫加以支垫，以保证钢筋混凝土保护层厚度。采用塑料、胶木等专用垫块时有合格证或检测报告等资料。

8.6.12 本条对钢筋绑扎做出了规定。

2 为使箍筋、分布筋等与主筋以及主筋之间的接头固定牢固，保证钢筋连接质量制定本款。

3 为了保证特殊部位分部钢筋和主筋绑扎牢固，制定本款。

5 为使箍筋正确受力并与主筋连接牢固而制定本条。

8.6.13 为保证根据绑扎顺序和确保质量，制定了结构各部位的绑扎顺序。

8.7 模板与支架

8.7.1 现行国家标准《组合钢模板技术规范》GB/T 50214、现行行业标准《建筑工程大模板技术标准》JGJ/T 74 和《钢框胶合板模板技术规程》JGJ 96 对模板工程有详细的规定；现行国家标准《租赁模板脚手架维修保养技术规范》GB 50829、《钢管脚手架扣件》GB 15831、和现行行业标准《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 128、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130、《建筑施工木脚手架安全技术规范》JGJ 164、《液压升降整体脚手架安全技术规程》JGJ 183、《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166、《建筑施工工具式脚手架安全技术规范》JGJ 202、《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231、《建筑施工竹脚手架安全技术规范》JGJ 254 等对支架工程有详细的规定，施工中可参照执行。

8.7.2 模板设计是保证安全和质量并指导备料、制作、安装和拆模的重要技术环节，隧道工程钢筋混凝土量大，车站、区间和附属建筑物等断面变化较多，所以要求开工前需进行模板设计，并就设计原则做出了规定。

8.7.3 模板是钢筋混凝土结构成型的重要环节，为保证混凝土质量，易于拆除模板，所以模板支立前要求涂刷脱模剂，并支立牢固、平整、不漏浆。特别是支架部分，为安全计，支撑系统的

水平和斜撑要求连接牢固，以形成稳定的整体。

8.7.4 垫层混凝土是沿线路方向在垫层边缘采用与垫层同厚度的型钢、方木或砖墙做模板，用振捣尺振捣，并以边模为准，控制垫层高程和平整度，此外，还用变形缝处的模板控制变形缝的直顺度和位置，所以制定本条规定。

8.7.5 底板结构除端模外，一般梗斜或底梁模板和底板先贴防水层保护墙，为了保证浇筑混凝土时模板不位移，保护墙不倒塌，所以要求支撑牢固。

8.7.6 为防止拉接模板的螺栓拆除后形成结构渗漏水通道，孔洞可用防水水泥砂浆堵塞。为了拆除螺栓拉杆时不损伤混凝土，要求采用拉杆螺栓加垫片。

8.7.7 随着模板技术的发展，地下铁道结构墙体模板采用单侧支模体系在普遍采用，为规范单侧支模体系，制定本条。

8.7.8 考虑到模板在浇筑混凝土时会产生一定的沉落量，根据施工实践，为保证顶板净空，制定本条。

8.7.9 明挖隧道结构，边墙或中墙和顶板结构同时施工时，为保证模板支立位置正确，支架调好高程和位置后铺设顶板模板，然后以顶板为准，再支立中墙或边墙模板，以保证质量。

结构中边墙模板，由于底板结构施工时，表面平整度会产生一定的误差，为防止混凝土“烂根”，一般在第一层模板下设垫木，并用水泥砂浆将底板与垫木间孔隙堵严。并以垫木为准，支立模板，以保证模板支立位置正确。

8.7.10 明挖车站大部为框架结构，并设有柱子，而柱子有现浇钢筋混凝土柱和钢管柱两种，现浇钢筋混凝土柱子需要支立模板，为保证质量，所以制定本条规定。

8.7.11 区间隧道结构线路长，除渡、岔线外，断面变化不大，适宜采用模板台车，采取整体运输和装拆，以加快施工进度，保证混凝土质量，减轻劳动强度，但其施工工艺有一般要满足：

1 灌注混凝土后，模板台车外轮廓线保证隧道净空要求；门架结构的净空应保证洞内车辆和人员的安全通行；

2 模板台车的门架结构、支撑系统及模板的强度和刚度能够承受施工荷载的组合作用；

3 模板台车长度一般为 9m~12m 等。

8.7.13 隧道明挖结构模板需要量大，为提高模板周转率，节约材料，保证混凝土质量，所以制定本条规定。

8.8 混凝土浇筑

8.8.2 为防止新浇筑的混凝土因暴晒产生水分流失、雨淋冲走水泥浆等现象，确保混凝土质量，制定本条。

8.8.3 垫层混凝土，是以两侧模板高程和平整度为准，采用振捣尺振捣，所以垫层混凝土沿线路方向浇筑。

8.8.4 结构底板一般都有梗斜和底梁，同时底板较厚，为保证混凝土质量，混凝土初凝前，可人工再压光一遍，以消除表面的收缩裂缝。

8.8.6

1 隧道结构墙体和顶板，为避免增加施工缝，给结构防水带来困难，因此提出墙体和顶板混凝土连续浇筑的要求。同时，为保证混凝土浇筑密实，要求墙体浇筑至与顶板交界处停留 1.0h~1.5h，让墙体混凝土有一个自然下沉时间，并在混凝土未初凝前再浇筑顶板混凝土，以保证墙体与顶板混凝土连接得更好。

不同性能的混凝土同时施工较难组织，提出界面处理的要求，保证混凝土质量和性能。

2 混凝土浇筑至顶板后，为保证混凝土分层浇筑时的覆盖时间不超过规定，根据隧道结构形式，故提出边、中墙处向中间水平、分台阶浇筑的要求。

8.8.8 车站均设有柱，柱体的混凝土强度等级一般比墙、板的等级高，外墙一般为抗渗混凝土，中板和柱为普通混凝土，当柱与墙、板同时浇筑时，不同性能混凝土之间可采取设置钢丝网或钢板网隔开，避免混用。可先浇筑防水混凝土或高标号混凝土，后浇筑其他混凝土。

8.8.9 结构混凝土浇筑时，模板、预埋件、钢筋等，受浇筑混凝土的冲击力后易于移位、变形，为保证施工安全和工程质量，制定本条。

8.8.11 垫层属普通混凝土，强度等级低，体积小，散热面积大，故规定养护期为 7d；隧道结构是防水混凝土，强度等级高，体积大，散热时间长，故规定养护期不小于 14d。

8.8.12 混凝土侧墙和板垂直施工缝留位置时需要支立模板，不但是浇筑混凝土需要，还用于固定施工缝中埋式止水带的要求，为保证施工缝拆模后的质量和止水带位置正确，所以制定本条。

8.8.13、8.8.14 混凝土施工缝既是结构受力的薄弱部位，也是防水的重点部位，为保证结构安全、防水和新旧混凝土连接质量的需要，制定本条。

8.8.15 结构变形缝处的端模，不但是浇筑混凝土需要，还用于固定变形缝填缝板和止水带。为保证结构变形缝和止水带位置正确，所以制定端头模板安装的规定。

8.8.16 结构变形缝处钢筋比较密，同时又有止水带，为保证混凝土质量和止水带位置正确，对止水带安装和混凝土浇筑做出了规定。

8.8.17、8.8.18 后浇带尺寸断面一般较小，又有钢筋相连，清理时比较困难，为保证两侧混凝土浇筑与后浇筑混凝土的连接质量，增加保护措施；为保证后浇带内的清洁和安全，提出覆盖和围护要求。

8.9 内部结构施工

8.9.2 为了确保站线路位置和标高的准确性，避免因主体结构施工偏差超标，影响线路原设计位置和标高，规定在站台板施工前完成车站和相邻隧道的贯通和断面测量，供线路调整，以防造成站台板侵入车辆限界或返工。

8.9.3 本条对站台板施工做出了规定。

1 站台板侧墙钢筋按设计文件要求，往往是在地板施工时预埋在底板上的，由于间隔时间长，预留钢筋会缺损，因此制定本款。

2 由于站台板较薄，容易发生收缩，因此制定本款。

3 为了确保站台板不因主体结构变形，而产生破损，因此制定本款。

9 盖挖法

9.1 一般规定

9.1.1 盖挖法是在盖板保护下开挖其下的土方、施工结构的地下工程施工方法，可分为盖挖顺作法和盖挖逆作法。盖挖顺作法是先完成围护结构，架设临时铺盖体系，然后在铺盖板下按明挖法分层开挖土方、架设支撑，再由下而上施工主体结构。盖挖逆作法是先完成围护结构及中间立柱，进行结构顶板施工，然后在顶板下自上而下开挖土方和施工结构边墙、中板（底板）。盖挖顺作法的盖板体系一般采用临时铺盖体系，个别局部有采用永久盖板体系；盖挖逆作法的盖板一般采用正式的结构底板。

9.1.2 盖挖法施工竖向出土口留置非常重要，涉及工程进度和安全施工。为了解决土方外运、材料（钢筋、混凝土、排架、模板）的垂直运输和盖板下水平运输，制定本条。

1、2 为了结构板少留置洞口，车站尽量利用出入口和风道孔洞（车道进出口、电梯通道等）。当已有结构孔洞不能满足运输要求和支撑受力要求时，必要时对楼板结构进行临时开洞，开洞的数量主要取决于工程的日出土量。按地下暗挖挖土机有效半径在7m~8m，地下自然通风有效距离在15m~20m，一般取土口间距不超过40m。对于类似地下铁道车站之类的狭长形基坑，基坑两端处设置出土口，出土口距端部的距离不大于15m。中部区域每隔约30m设置一个出土口。地下铁道车站取土口尚需避开结构变形缝等进行布置。大型基坑每个取土口的面积一般不小于60m²；为方便钢筋等材料运输，长度方向一般不小于9m，对于局部区域无法满足长度要求时，其洞口对角线长度不小于9m。

5 因盖板和中板开口处是受力集中部位，因此盖板梁在洞口周边需要加强处理，以确保结构和施工安全。

9.1.3 盖挖逆作法一般因其横向跨度大，跨中需要设竖向支撑时，为节省工程造价，制定利用永久结构柱或墙；盖挖顺作法横向跨中设有竖向支撑时，为加快工程进度，制定跨中竖向支撑结构与围护结构同时施工。

9.1.4 盖挖逆作法施工，大部分土方在盖板下开挖，特别是在软弱土地层中，为保持土层的自稳性，要求保持其干燥。如土层含水，施工将非常困难，甚至无法施工，因此，本条对降低地下水位提出了要求。

2 主要为了减少在盖板体系和地下结构板上预留孔洞数量，保证盖板全范围的有效利用。

3 由于在盖板下施工，受开挖工况和照明条件影响，为了确保疏干降水效果及杜绝安全生产事故，降水井管在基坑开挖施工中不要逐段向下割除，无砂管除外。当基坑开挖至设计文件规定的底面标高，完成垫层浇筑，无需继续进行疏干降水时，可一次性清除降水井管。

5 泄水孔根据设计文件要求设置，一般情况，疏干井可作为泄水孔。疏干井数量不够时，可以专门设置泄水孔。

9.1.5 支承柱或支承墙竖向往往要穿越主体结构楼板，为了确保结构混凝土的有效连接，因此制定本条。

9.1.6 盖板下施工自然采光条件差，为了保证施工安全和施工质量，尤其是节点构造部位，需加充足的照明，可与一般照明混合配置。

9.2 围护结构及支承柱

9.2.2 隧道结构由于其跨度大，盖挖法两边墙之间一般设有支承柱，支承柱下需要设置桩基础，还有利用此桩基础作为结构柱基础，对其平面位置准确性要求高，因此制定本条。

9.2.3 由于不同的围护结构之间或新老围护结构之间的接缝处最容易产生侧壁渗漏水的问题。在围护结构施工时，采取相应的防渗漏措施，否则此部位一旦出现渗漏水情况，不但非常难处

理，还会带来安全隐患。新老围护（一般指后续围护一个月以后再施工的）之间围护结构连接效果一般较差，常用的处理方法是在其接头处采用旋喷桩、MJS 工法桩等止水措施。

9.2.4 连续墙或排桩等围护结构一般作为临时结构，当其作为主体结构的一部分时，其耐久性和抗渗性能与永久性结构要求相同，因此制定本条。

9.2.5 支承柱插入支承桩部分一般设有抗剪栓钉，支承柱调垂需要一定的空间。当竖向支承柱与支承桩钢筋笼主筋间净间距不满足 150mm 时可采取桩顶部变截面的措施，扩孔深度大于支承柱插入深度 1m 以上。

9.2.6 支承桩底注浆可加固桩底和桩侧的土体，有效减少支承桩的沉降，提高桩的承载力。单根桩注浆管数量不小于 2 根，注浆管下端伸至桩底以下 200mm~500mm；注浆压力一般控制在 2MPa~3MPa，压浆可分次进行，采用注浆压力和注浆量双控指标，即注浆量不低于设计文件要求的 80% 且注浆压力不小于 2MPa 时可终止注浆。

9.2.7 钢管柱和型钢柱由于运输条件的限制，可以分节在厂家加工（一般长度超过 16m 时采取分节制作），运到施工现场组装。组装方法可采用地面水平拼接和孔口竖向拼接两种。水平拼接由于操作方便，相对竖向拼接更能保证质量。但水平拼接需要足够的场地，且场地要求平整，一般设置平台，在平台上设置固定用的夹具，每节至少配置两个固定点，可确保拼接精度。

9.2.8 先安放钢立柱，后浇筑竖向支承桩混凝土的施工方法为先插法；先浇筑竖向支承桩混凝土，在混凝土初凝前插入钢立柱的施工方法为后插法。

后插法是近年来开始广泛应用的一种逆作法竖向支承柱施工工法。相对于桩柱一体化施工的先插法，后插法是在竖向支承桩混凝土浇筑完毕及初凝之前采用专用设备进行插入，该施工方法具有施工精度更高、竖向支承柱内充填混凝土质量更能保证等显著优势。

起吊下放过程可采用经纬仪测量 $X \setminus Y$ 方向调整其精度，调垂过程中可采用测斜管、摆锤、激光发射器和接收器等检测方法。

9.2.9 本条对钢管柱施工做出了规定。

3 为确保先插法已固定好的支承柱位置不因混凝土灌注，导致已定好位的支承柱位置移动，制定本款。

4 一般钢管柱内的混凝土强度等级高于柱下桩基的混凝土的强度等级，为保证钢管柱内混凝土的质量；为保证钢管柱不因拆除导管、定向架，导致其外侧混凝土受到损害，提出柱下桩基混凝土浇筑高度要求。

9.3 铺盖体系

9.3.1 盖挖顺作法的铺盖体系，一般在道路下或场地狭小时修建地下铁道工程用作临时交通疏导道路或施工场地的临时结构。铺盖体系一般由盖板梁和铺盖板组成，盖板梁多采用钢桁架梁（装配式公路用贝雷梁、六四式军用梁）或型钢梁等；临时盖板多采用预制钢筋混凝土板、钢盖板等，用作交通疏导道路的路面面层多在盖板上再铺一层沥青混凝土或水泥混凝土。盖挖逆作法的盖板多为结构永久顶板。

为此本条只对盖板梁采用钢桁架梁和型钢梁时，根据地下铁道工程施工要求进行了规定。

9.3.2 用作道路的盖板体系作为桥梁，而桥梁所承受的是动荷载，为确保施工和交通安全，因此制定本条。

9.3.5 铺盖法一般面积较大，盖板选用综合考虑施工方便、快捷、经济合理等因素，本条提出采用可重复使用的拼装式钢盖板、钢筋混凝土盖板等。钢盖板结构相对简单，整体性好、重量轻、强度高，可重复利用性相对要好，但其面层由于太薄而容易在使用中遭到损坏。钢筋混凝土盖板造价低，但厚度大、重量大、容易在重复载荷下开裂并破坏，重复利用性较低。钢-混结合盖板特性介于上述两者之间。盖板标准化、模数化尺寸以 1m

为模数，平面标准尺寸为 $3\text{m} \times 2\text{m}$ ，辅以 $2\text{m} \times 1\text{m}$ 、 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 的组合调节块。强度、刚度以及稳定性按计算确定。

9.3.6 软土地区和水位较高地区，基坑首道支撑一般为钢筋混凝土，可兼作盖挖顺作法的盖板梁，尽管其为临时结构，但其同时承受上部竖向荷载及基坑围护结构传来的水平荷载，其施工质量要求按正式结构的质量标准进行要求，为此制定本条。

9.3.7 盖板梁与围护结构、支承柱的连接质量涉及盖板体系的安全，为此制定本条。

9.3.8 本条对盖板梁的加工做出了规定。

1 由于地下铁道工程一般在繁华的城市内修筑，为解决运输问题和加工、安装质量（包括外购的螺栓等标准配件）标准，制定本款。

2、3 根据现场情况，常常会有非标构件的需要，为避免在现场加工难以确保质量，做此规定。

9.3.10 用于解决交通疏解的盖挖法，近年来经常有先半幅铺盖施工，待交通导改后再施工另半幅，两半幅之间需设有条形基础。若条形基础沉降过大，盖板梁端也随之有较大下沉，会出现另一半幅梁端无法架设在支座上，尤其是军用梁、贝雷梁类的桁架结构，对接时很难对正销孔。只得降低另一端的支座标高，由此导致整个梁体的倾斜。现场一般采取将其顶标高略抬高 $2\text{cm} \sim 3\text{cm}$ 的措施，以满足梁体对接的要求，为此制定本条。

9.3.12 盖板采用钢筋混凝土预制板时，因混凝土预制块的质量标准与钢桁架或型钢梁的标准差异大，两者连接的质量标准要求高，因此要求预制板在厂家预制，以确保质量。

9.3.13 本条对盖板梁的铺设做出了规定。

2 盖板为钢板时，遇有雨雪时，极易打滑，会对施工设备或人员产生安全隐患，因此制定本款。防滑措施一般顶面采用花纹钢板、在钢板按一定间距表面施焊钢筋条、喷涂橡胶类防滑层等方法。

3 为防止在钢板缝隙及周边雨水漏到盖板下，影响基坑内

施工和发生安全事故，为此制定本款。

9.3.14 用作交通疏解的铺盖体系，是作为桥梁在使用，而设计文件规定一般作为临时结构，其设计荷载和交通流量一般小于永久桥梁，因此制定本条。

9.3.15 为了保证行车的安全性与舒适性，并确保盖板的完好性，确保行车和施工安全，制定本条。

9.3.16 盖挖逆作法盖板一般为主体结构的顶板，底模一般采用土模，即在基底抹一层砂浆或混凝土，为此要求基层坚实，以满足承载力要求。若是软土，需要预先处理到承载力要求。也可多下挖部分土方，基底承载力满足要求后，搭设支架。为便于侧墙钢筋连接和混凝土浇筑，盖板结构施工时留置下返段（导墙、刹肩墙），为此制定本条。

9.3.20 盖挖逆作法施工时，先施工结构顶板然后开挖基坑，施工下层墙和板，后施工下层结构侧墙，上层结构墙从板底下返 500mm~800mm 与板同时浇筑混凝土，施工缝留置在板下 500mm~800mm 位置，便于下层侧墙钢筋和混凝土浇筑施工，同时侧墙下施工缝设置成 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 斜向施工缝（刹肩墙），并

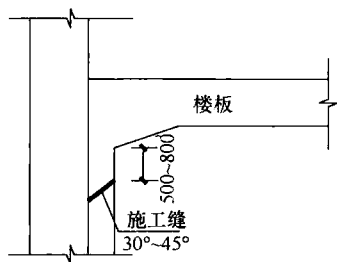


图2 刹肩墙示意

预留止水条，以保证侧墙钢筋连接和混凝土浇筑，参见图2。

9.4 土方开挖

9.4.1 盖挖法土方开挖遵循“斜面放坡、分层、分段（块）、均衡、对称开挖”的原则。

9.4.2 开挖过程中，对于邻近型钢柱，钢管柱、降水井、预埋件等部位的土方，可采用人工挖土，防止对上述结构的破坏。

9.4.3 土方垂直运输一般采用长臂挖机、滑壁挖机、吊机、取土架、传输带等设备进行作业，水平挖土及运输可采用小挖机

翻土。

9.4.4 基坑开挖时，每次开挖深度不超过支撑位置以下 50cm，这个距离为支撑施作工作面，施工时，可根据具体情况略作调整。

9.4.6 盖挖逆作法基坑开挖一般要求符合：

1 对称、均衡、分层开挖，是为了防止围护结构变形超标。

2 及时设置钢管柱拉杆，是为了防止钢管柱侧向受压，造成差异沉降超标。

3 中楼板施工完成后可视作为一道内支撑，因此要求其及时施工，且其混凝土强度未达到设计文件规定的强度要求时，不能开挖板下土方，以确保基坑安全和不因基坑变形导致混凝土裂缝等质量问题。

9.4.7 盖挖法不可避免会在盖板上设有积土池或坑，为确保盖板不因堆载过量受损，要求土方及时外运；中板荷载设计文件一般考虑设备荷载和乘客荷载，不考虑堆载，因此规定本条。

9.5 主体结构

9.5.1 盖挖逆作法受作业空间限制，施工缝钢筋接头一般不具备错开条件，连接接头百分率为 100%，接头等级规定为 I 级。

10 矿 山 法

10.1 一 般 规 定

10.1.1 矿山法是地下工程的传统施工方法。针对不同围岩类别，采取相应的施工工法。地下围岩类别划分方法比较多，地下铁道工程较为实用的是现行铁路行业标准的划分方式。

10.1.2 矿山法施工优点是施工形式灵活多变，对地面建筑、道路和地下管线影响较小，拆迁占地少，污染城市环境小等。其缺点是施工进度慢，劳动强度大，机械化程度低，以及高水位地层引起的结构防水困难等。矿山法主要特点是以喷射混凝土锚杆作为主要支护手段，通过监测控制围岩变形，使围岩和支护结构共同形成封闭支护环，发挥桥拱效应，增强围岩的自承能力。因此，要求注重“空间”和“时间”两个效应。特别是在土层和不稳定岩体中开挖隧道时，工作面前方已被扰动，为延长围岩的稳定时间，采取预支护或预加固措施，然后再进行开挖，为确保施工安全，制定本条。

围岩稳定时间一般指围岩靠自身强度保持平衡的能力的时间。如果矿山法施工开挖后形成初期支护的施工时间大于围岩自稳的时间，就要采取超前支护及预加固措施。

10.1.3 根据矿山法施工的特点，地质勘察工作贯穿于施工的全过程。施工前工程地质和水文地质资料的核对，沿线周边环境的调查至关重要，涉及结构稳定；施工后对环境造成失水或基础疏松，也会影响周边环境稳定，故要根据工程水文地质情况的可能变化并制定相应的保护措施。另外，由于隧道开挖引起的围岩扰动，会造成隧道上方岩层的沉降，特别是在土层和不稳定岩体中，如果不及时处理，会影响沿线地下管线、构筑物及地面建筑物的安全，为避免施工过程中发生坍塌、涌砂、涌水、涌泥等安

全风险，制定本条。

10.1.4 矿山法施工的隧道底板若在地下水位以下，通常需要采取降、排水或止水措施，以达到隧道工作面无水施工，确保施工安全，制定本条。

10.1.5 由于爆炸物属于国家严格管控的危险物品，爆破施工又是非常危险的一种施工方法，各地对爆炸物的管理不尽相同，特制定本条。

10.1.8 由于矿山法隧道施工受测量、地层复杂程度影响大，实际施工过程中会出现初衬侵限的情况，若不进行处理，二次衬砌钢筋位置和混凝土结构可能会发生侵入建筑限界，就会发生调线、调坡现象，严重的调整影响列车运行速度，为确保不发生上述问题，制定本条。

10.1.10 由于矿山法隧道内施工属于狭小空间作业，为确保作业人员的身心健康，制定本条。

10.2 竖 井

10.2.1 由于地下铁道隧道具有地面建筑物多、交通繁忙、隧道埋置浅的特点，矿山法施工隧道内的材料和土石方运输的出入口多采用竖井。竖井多设置于隧道线路的一侧或两侧，一般与通风道或车站出入口永久建筑相结合。在不影响交通的情况下，可将竖井直接设置于隧道顶部。当竖井与横洞利用通风道或车站出入口设置时，不影响永久构筑物的使用功能。

10.2.2 矿山法施工竖井的尺寸是确定施工进度的重要因素，特别是临时竖井的尺寸，可根据施工设备、土石方及材料运输方式、施工人员安全疏散需要及排水需要确定。

10.2.4 竖井与横通道、横通道与正洞连接处，变断面、交叉点处等地段容易产生应力集中，突发变形而失稳，故隧道开挖时，要结合地质情况和监控量测变形结果，选择采取钢架支撑或注浆加固等措施。

10.2.5 工作井中的运输系统主要是指提升系统：常用提升方法

一般有吊桶及抓斗两种，主要负责隧道出渣及进料。提升系统安全检验符合现行行业标准《矿山提升系统安全技术检验规程》LD 87 的规定。提升系统工作时指定专人在井口及井底采用对讲机、警示灯、电铃等方式负责起吊指挥，在井下 5m 的范围外设警戒区，严格控制人员、机械进入。吊运材料要求置于料斗中，长直材料捆紧并包裹下部，固定可靠，防止掉落。吊运大宗、长直材料时，防止碰撞电气线路设施；采用斜井为工作井时，其斜井倾角不大于 12° ，常采用无轨运输。斜井倾角过大则不利于无轨车辆运输安全，需要采用竖井代替。

竖井垂直运输渣土时，地面一般设置渣土转运仓，转运仓容积大小一般与 1 次~2 次开挖方量相适应，避免出现窝工现象。

10.2.6 市政工程一般环境要求较高，渣土外运时运输车辆一般设有车厢边缘挡护，上面要进行覆盖避免遗撒和扬尘。

10.3 地层超前支护及加固

10.3.2 导管支护法的每节导管长度 3m~5m，一般采用钻孔插入或锤击打入和钻机顶入的办法，为保证导管有效支护长度，故根据施工方法的不同对导管的插入长度提出要求。

10.3.3 管棚的作用是以掌子面和后方支撑为支点，形成一个梁式结构，两者构成环绕隧道轮廓的壳状结构，可有效抑制围岩松动和坍塌。洞口施工时直接施作套拱及导向管，搭设作业平台施工；洞内需要扩大标准断面形成管棚室才能进行作业。管棚钻孔常出现卡钻及偏斜下垂，达不到管棚支护效果，施工中需要采取必要的措施。

10.3.5 导管及管棚在地层中发挥梁架作用，其与注浆浆体结合才能形成壳状结构增强其强度和刚度并加固周围的地层，在隧道开挖时承受地层的压力，所以一般都需要注浆。

3 超前小导管和管棚注浆的注浆参数针对不同的地质，其渗透系数、致密程度等各不相同，为达到加固地层的效果，注浆参数如注浆量和压力一般要通过试验来确定。

10.3.7 对于超前预加固而言，地面垂直注浆效果优于洞水平超前注浆。洞内注浆，除沿隧道周边超前注浆外，还可以采用先导洞，然后对隧道周边围岩进行径向注浆，固结后再进行隧道开挖。洞内超前注浆一般采用全断面超前预注浆或周边帷幕注浆，强度等级不低于 42.5 的水泥系浆材。

10.3.8 注浆材料系指注浆用的主剂，分为颗粒浆材和化学浆材两种。颗粒浆材主要包括水泥浆、水泥砂浆、黏土浆，水泥黏土浆以及粉煤灰、石灰浆等。为适用不同注浆目的，还可在浆液中掺入各种外加剂。在注浆中常用的化学浆液有环氧树脂、丙烯酸酯胺类、硅酸盐类、水玻璃等。在施工中，根据具体情况经比较后选用。

注浆材料一般要具有良好的地质适应性，尤其是有地下水有侵蚀时，注浆材料一般选用耐侵蚀性的无机材料，一般不采用有机材料。

10.3.9 根据注浆目的、地质等情况选用适当浆液，一般注浆浆液为水泥浆。水泥类浆液中，普通硅酸盐水泥使用得比较多，在特殊情况下，也可采用矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥和抗硫酸盐水泥等。在淤泥质、粉质黏土、全风化、中强风化及断层破碎带富水和动水条件下一般采用普通水泥—水玻璃双液浆，在细砂层中采用超细水泥—水玻璃双液浆。由于各种浆液适用不同的地质情况，因此，配合比要求根据地质并经过现场试验后进行确定。

注浆浆液配合比的选择一般要有必要的地质适应性，而地质情况各不相同，一般要进行现场试验才能准确判定。

10.3.10 隧道注浆方式和注浆段的长度结合现场试验确定，一般采用不同注浆和长度的试验，通过检验注浆效果来选择。

10.3.11 隧道地面建筑物多，地下各种管线纵横交错，一旦浆液逸出地面和有效注浆范围，会危及建筑物或地下管线的安全，因此注浆过程中需要经常观测，出现异常情况，采取措施。

10.3.13 注浆浆液，特别是化学浆液，有的有一定毒性，如丙

烯酰胺类等。为防止污染地下水，施工期间定期检查地下水的水质。

10.4 开 挖

10.4.1 隧道施工需要进行施工方法方案比选。根据地质、覆盖层厚度、结构断面及周边环境条件等，经过经济、技术比较后选用适合的施工方法。

10.4.2 I、II级围岩地段一般采用全断面开挖法，III级围岩采用有效的预加固措施后，可采用全断面法开挖；全断面爆破引起的地表震动较大，需要进行爆破震动监测及减震爆破施工措施。

10.4.3 III、IV级围岩隧道施工时一般采用台阶法，V级围岩在采用了有效的预加固措施后亦可采用台阶法开挖。台阶长度和高度根据隧道断面跨度、围岩地质条件、初期支护形成闭合断面的时间要求、上部施工所需空间大小等因素来确定。台阶长度不超过隧道开挖宽度的1.5倍，上台阶高度为2.5m左右。土层和不稳定岩体中，下台阶先施工边墙初期支护结构后方可开挖中间土体。拱部和边墙使用钢架时，采用扩大拱脚和施作锁脚锚杆固定。临时仰拱和仰拱及时封闭成环，防止初支结构变形。

10.4.4 环形留核心土法适用于土层和不稳定岩体中施工，它以台阶法为基础，将隧道断面分成环形拱部、上部核心土和下部台阶三部分。其环形拱部分，根据地质情况可分为一块或几块分别开挖后及时施工初期支护结构。在拱部初期支护结构保护下，开挖核心土和下部台阶。由于采用环形预留核心土法施工时，除严格控制循环节外，还需要注意核心土留置坡度问题，以避免开挖工作面坍塌。

10.4.5 中隔壁法或交叉中隔壁法以台阶法为基础，自上而下分为两部或三部开挖支护隧道的一侧导洞，各部分开挖时，纵向间隔的距离根据具体情况，可按短台阶或超短台阶法确定。中隔壁设置为弧形；地质较差时，每个台阶底部可设临时仰拱；各部开挖时，周边轮廓圆顺；尽早形成全断面初支闭合成环；拱墙一次

衬砌时，一次临空断面较大，中隔壁及临时钢支撑在浇筑二次衬砌时，参考监测结果逐段拆除并及时施工二衬，拆除长度一般不大于 15m，确保安全。

10.4.7 本条对双侧壁导洞法施工做出了规定。

4 双侧壁导洞法二衬施工，由于其断面较大，二衬施工一般分为底板、侧墙和拱顶三部分施工，以缩短时空效应，确保施工安全；若拱墙一体浇筑，其临时初支结构破除范围需要加大，时空效应影响就大，外侧的初支结构就需要进行验算，并尽量缩短二衬拱墙的施工时间，以确保施工安全。

10.4.8 中洞法采用中隔壁或交叉中隔壁法施作，初支施作完成后分段依次施作底板或底纵梁、中柱或中隔墙、顶纵梁或拱部二衬；侧洞采用中隔壁或交叉中隔壁施作，初支完成后由下至上依次施作底板、侧墙、拱顶二衬。中洞法在结构中洞底板封闭以前为最不利受力状态，底梁基底压力值达到最大。为进一步增强地基承载能力，减少由底纵梁基础引起的结构不均匀沉降，有时需对底纵梁基底进行注浆加固处理，并设置底纵梁横向联系梁，减少破除底层中隔墙引起的中洞初支结构沉降，又使底梁纵向形成格构框架体系，保证下部钢管柱及顶纵梁受力稳定性。

10.4.11 施工原则是少分块、快封闭，尽量减少荷载转换次数和地层被扰动的次数。导洞贯通后施作边桩，适时凿除桩头后施作桩顶钢筋混凝土纵梁。以此在导洞内施作主体结构拱边段，回填支护后背与导洞初期支护之间空隙。开挖上部土体，必要时用注浆小导管加固拱部地层，施作车站主体上部初期支护即主拱，并与两侧拱边段连成整体。在主拱的保护下开挖土体并采用逆作法、顺作法或半逆作法施作二次衬砌结构。

10.4.12 平顶直墙法适用于不具备起拱条件下的暗挖施工。将大断面分割成若干个小断面的多层导洞，洞内设临时仰拱并封闭成环，形成稳定的初支结构。采用双侧壁导洞法或中洞法或侧洞法进行二衬施工。

10.4.14 隧道光面爆破是在掘进眼爆破后再进行周边眼爆破，

即在掘进眼已爆破完、将岩石抛离一定距离并开创了一定临空面的情况下再起爆的，其爆破时具有两个临空面。而隧道预裂爆破是在掏槽孔爆破前对隧道周边区域先行进行爆破，并依靠较小的眼间距、较大的药量将孔之间的岩石完全破碎而形成具有一定宽度的裂缝，其爆破是在只有一个临空面的情况下进行的。一般情况下，对于完整的围岩，完全可依靠光面爆破得到较好的光爆破效果，对于较破碎围岩，预裂爆破因其震动量会使得周边区域的围岩变得更破碎。故一般情况下隧道不采用预裂爆破，采用光面爆破技术。

10.4.16 隧道光面爆破是沿开挖轮廓线布置间距减小的平行炮眼，在这些光面炮眼中进行药量减少的不耦合装药然后同时起爆，达到超欠挖少、爆破扰动小的爆破效果。为获得良好的光面效果，一般选用低密度、低爆速、高爆力的炸药，以减少爆轰波的击碎作用和延长爆炸气体的膨胀作用时间，使爆破作用为准静压力作用，并尽可能用小直径的光面爆破专用药卷以获得预期的效果。

光面爆破参数可按照表 3 的数值参数，经现场试爆后确定。

表 3 光面爆破参数

爆破类别	岩石种类	岩石单轴和抗压强度 (MPa)	周边眼间距 E (mm)	周边眼抵抗线 W (mm)	周边眼密集系数 E/W	装药集中度 (g/m)
光面爆破	硬岩	>60	550~700	600~800	0.7~1.0	300~350
	中硬岩	30~60	450~650	600~800	0.7~1.0	200~300
	软岩	<30	350~500	450~600	0.5~0.8	70~120
预留光面层的爆破	硬岩	>60	600~700	700~800	0.7~1.0	200~300
	中硬岩	30~60	400~500	500~600	0.8~1.0	100~150
	软岩	<30	400~500	500~600	0.7~0.9	70~120

注：表列参数适用于炮眼深度 1.0m~3.5m，炮眼直径 40mm~50mm，药卷直径 20mm~25mm。

10.4.17 本条对炮眼布置做出了规定。

2 掏槽炮眼爆破时，由于只有一个自由面，破碎岩石的条件非常困难，而掏槽的好坏又直接影响其他炮眼的爆破效果，它是掘进爆破的关键。掏槽爆破炮眼布置有许多不同的形式，归纳起来可分为斜眼掏槽、直眼掏槽。斜眼掏槽即是由数个共同向中心倾斜的炮眼组成，炮眼倾斜角度一般在 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，岩石越硬，倾角越小。眼底距离 $0.2\text{m}\sim 0.4\text{m}$ ，石质越硬，距离越小。目前在隧道施工中用得非常普遍。而直眼掏槽就是利用一些相互平行、眼距不大的一组炮眼内的药包爆炸的巨大功能，爆破位于槽腔内部的岩石，并使之抛出槽腔外，形成一个设定的槽腔，为崩落眼提供一个平行的自由面。两大类掏槽对比见表 4。

表 4 直眼掏槽与斜眼掏槽的适用条件

序号	直眼掏槽	斜眼掏槽
1	大小断面均可以	大断面较适用
2	韧性岩层不适用	对各种地质条件均适用
3	一次爆破深度可以较大	受隧道宽度限制，一般小于 5m
4	技术要求高，钻眼精度影响大	相对可稍差些
5	炸药用量较多	相对较少
6	需用雷管段数多	需用雷管段数少
7	钻眼时，钻机互相干扰少	钻眼时，钻机互相干扰大
8	渣堆较集中	抛渣远，容易打坏设备

10.4.19 本条对炮眼装药工作做出了规定。

2 光面爆破所采用的炸药与主体爆破所用的炸药相比，爆速要低一些，密度小一些，但爆力要大一些，这样有利于产生更多的爆生气体。而爆速低则猛度就小，其对岩石的破碎能力降低，从而减轻对周边围岩的破碎性损伤，用于快抛掷围岩而实现光面爆破。总之，用于光面爆破的炸药，既要求有较高的破岩应力能，又要消除或减轻爆破对围岩的扰动，爆力表征炸药炸胀介质的能力，猛度表征炸药粉碎介质的能力，所以采用低猛度、低

爆速、传爆性能好的炸药。

3 光面爆破炸药的直径根据炮眼的直径来选择，其不耦合系数一般为 1.25~2.00。若采用间隔装药，以装药长度的平均线装药密度计，对岩石掘进爆破一般为 0.1kg/m~0.3kg/m。装药量过大容易破坏光爆壁，过于集中或者炸药沿炮眼全长分布不均匀都将影响光面爆破的质量。在有条件使用光面爆破专用炸药的情况下优先考虑选用光面爆破炸药进行连续装药，眼底适当加大药量。若没有光面爆破专用炸药，通常选用导爆索和自制小药卷，绑扎在竹片上形成串状装药结构，眼底间隔小一些。在软岩中，还可以采用由导爆索束形成的装药结构，或在炮眼底部，为了克服眼底岩石的夹制作用，改用高爆速炸药。

4 孔内采用导爆管雷管或导爆索起爆法时，炮孔内置 1 发~2 发非电毫秒雷管+1 根~2 根导爆索起爆炸药，孔外的导爆管或导爆索联结方法要求正确，簇联每束不超过 15 根导爆管或导爆索。为了“准爆”可以使用双雷管起爆。孔外起爆网路的方式有两种，其一采用非电毫秒雷管+击发笔引爆爆破网路时，导爆管的长度要求大于 300m，以确保起爆人员安全。其二是采用电雷管+起爆器引爆网路时，同样要敷设长约 300m 以上的爆破电线，在安全距离外采用起爆器起爆，以确保安全。由于毫秒雷管时间间隔微小（雷管段别愈小，其时间间隔愈小），段别之间的时差误差较大，特别是低段雷管之间时差误差更大，故低段别雷管（如掏槽区）一定要跳段使用。周边眼由于光面爆破要求，其雷管最好同时间一起起爆，采用同段别雷管爆破。

5 隧道爆破所使用的炮眼堵塞材料一般为砂子和黏土混合物。其比例大致为砂子 40%~50%，黏土 50%~60%。堵塞长度视炮眼直径为定，一般不能小于 20cm；炮眼直径在 45cm 以上时，不小于 45cm。堵塞可采用分层人工捣实法进行。炮眼堵塞用炮泥可采用炮泥机进行生产。

10.4.22 隧道先挖后护，即先开挖后支护。条文中规定的在稳定岩体中，其支护结构距开挖面 B ， B 为隧道开挖宽度，一般为

5m~10m 的要求。主要指的是在中等稳定岩体中,当稳定性较好时,可取大值,当稳定性差或跨度大时可取小值。在稳定岩体中的Ⅰ类岩体一般不需要支护,Ⅱ类岩体需要局部进行支护。

在土层和不稳定岩体中,为保护围岩自承能力,争取时间约束围岩变形,使围岩和初期支护结构尽快形成共同受力结构,保证安全,所以开挖、拱架支立和喷射混凝土三环节需要连续作业。

10.4.25 两条平行暗挖的隧道中,当净距小于1倍隧道开挖跨度时,则后施工隧道开挖时产生的应力重分布对先施工的隧道会产生一定的影响,可采用加固中间岩土体或先施作完一侧隧道的二衬后开挖另一侧的隧道或增加临时仰拱等措施。

10.4.26 地下铁道矿山法施工,车站与区间或区间与区间往往是分段进行开挖的。在开挖过程中,为保证线路中线准确、高程无误,需要加强控制测量、但相对开挖时,不可避免地会出现贯通误差,所以在接近贯通时,两侧加强联系,待近20m左右时,停挖一端,而由另一端挖通,以确保贯通偏差在允许范围内。

10.4.27 矿山法施工的隧道,除全断面法外,其他均为留台阶分步开挖的方法。由于在同一隧道断面内分成几块进行开挖,有的分块甚至形成独立的洞体,而在同一洞体中又分台阶进行开挖。围岩开挖时引起的应力重分布对上、下台阶和相邻洞体会产生一定影响,因此,施工中,上、下台阶及相邻洞体施工留置距离以及循环节开挖长度等,要求按规定实施,以保证施工安全。

10.5 隧道内运输

10.5.1 隧道内土石方运输要求与开挖工作面相适应,保证土石方以最快速度运出洞外。隧道内土石方开挖、水平运输、提升三环节要求配套,一般地下铁道隧道车站长度为250m左右,区间段长为1500m左右,一次开挖工作面较小,线路较短,一般多为台阶法开挖,而上台阶又多为人工开挖,下台阶可采用机械施工,在综合考虑这些情况后,确定运输设备和有轨或无轨运输方

式。无轨运输方式多用汽车运输，行驶方便，安全度大，行车速度比有轨行车速度大一些。

10.5.2 装运能力与开挖能力及隧道断面、运输能力相匹配，并保证装运能力大于最大开挖能力。装渣机械的装渣能力是决定运输能力的首要因素，而运输能力又直接关系到进度的快慢，要在一定的时间内保证开挖出来的渣量及时运输出去。为保证设备的正常运行，一般要配置备用设备，备用率一般为 20%。

10.5.3 根据开挖方法的不同及断面的大小，装载机一般是装渣用但上坡能力不强，挖掘机上坡能力较强，但装运量小，所以隧道内装渣一般采用装载机和挖掘机等配合使用。

10.5.5 装运设备要选择移动方便、污染小、易于维修，并满足隧道行车限界或空间要求的设备。

10.5.10 一般城区地下隧道施工时，其洞渣自作业面运至工作井渣土坑，再由机械提升至地面，然后再用大型运渣车外弃。

10.5.11 矿山法渣土外弃，需要遵守绿色、文明施工的要求。

10.6 初期支护

10.6.1 矿山法初支钢筋网和钢架加工量较大，且均为多节的圆弧形，在洞内组装，往往会出现大的偏差，第一榀钢架先进行试拼装，以确保在洞内台阶分节或多导洞分次拼装质量。

10.6.4 本条对钢筋加工做出了规定。

1 根据导洞断面尺寸，便于人工安装方便，一般以两个人就能够安装划分格栅的长度较为适宜。

2 由于多节的圆弧形，且在洞内组装，受开挖面和安装操作空间的影响，往往会出现大的偏差，特别是两节连接板的连接，为确保连接牢固和安装后的断面尺寸要求，钢架加工要在台具上进行。

10.6.5 为及时封闭开挖面，要求初期支护喷射混凝土紧跟在开挖后进行，初喷后再铺挂钢筋网会更牢固，与围岩接触得更紧密，更能发挥其支撑作用。

隧道围岩压力不大时，可采用钢筋格栅为钢架支护，当隧道围岩压力较大，需要钢架尽快承载时，则钢筋格栅的强度及刚度有可能不够，需要采用强度更大的型钢制作钢架进行支护。

10.6.9 由于隧道锁脚锚杆（管）安装的时间和质量关系到钢架结构的稳定，钢架的稳定又关系到隧道初支的稳定，初支的稳定涉及隧道的稳定，因此制定本条。

10.6.10 本条对喷射混凝土施工做出了规定。

喷射混凝土配合比，通常以经验方法试配，通过实测进行修正。速凝剂掺量直接影响喷射混凝土凝结时间和强度，所以要控制掺量，并通过试配确定。

由于砂率低于 45% 时，易堵管、回弹量高，当高于 55% 时，则会降低混凝土强度和增加收缩量，所以规定含砂率为 45%～55%；当水灰比为 0.4～0.5 时，混凝土强度可满足要求，回弹和粉尘也小，因此允许有一定波动范围。

水泥与骨料重量比为 1：4～1：4.5，一般掺水泥 400kg，喷射混凝土强度等级可达 C20 以上，这样既满足喷射混凝土强度要求，又减少回弹。如果水泥用量太高时，不但不经济，而且也会增加混凝土收缩量。

为了保证工程质量，节约材料并使混凝土搅拌均匀，所以对原材料称量和混合料搅拌时间做出了规定。

大块石混入混合料中后易堵管，所以针对这些问题，做了相应的规定。

10.6.11 喷射混凝土一般在地面先进行干拌合均匀后，由输送管输送到地下，其输送能力要跟得上喷射量的需要，这样才能确保及时封闭开挖面，确保隧道初支的安全。

10.6.12 本条对混合料拌合做出了规定。

1 喷射混凝土配合比中一般要加入速凝剂，目的是使混凝土尽快凝固并达到设计文件规定的强度，既便于连续开挖，又使初支尽快受力，确保隧道不坍塌。而速凝剂种类不同，其掺量也不同，同时现场要求的凝固时间也要求不同，因此其掺量要求在

现场通过试验确定。

10.6.14 喷锚暗挖隧道施工，一般都是以循环节进行开挖，为防止围岩应力变化引起塌方和地面下沉，故要求挖、支、喷三环节紧跟。

1 喷射混凝土作业，在正常情况下，喷射操作手不移动脚步，可对 2m 宽、2m 高范围内进行施喷；不移动喷射机，可在 6m 长范围内作业，根据这一情况，提出了分片施喷的要求。为防止喷射混凝土回弹料落下沾污施喷处下方受喷面并保证工程质量，所以规定了要先自下而上的施喷。为保证钢筋格栅拱架处的喷射混凝土质量，所以要求先喷钢拱架背后，然后再喷两榀钢拱架间混凝土。

2、3 混凝土喷射厚度是根据实践确定的，如果前层未终凝就喷射后层，有可能由于自重大而使喷层产生裂缝甚至脱落。如果终凝时间超过 1h，为使前后层粘结牢固，所以提出对前层清洗的要求。

4 影响喷层混凝土回弹率因素很多，但需要尽量从材料、配合比、风压及喷射手的熟练程度和正确操作入手，尽量达到规定的指标，以避免浪费。回弹料也可回收使用，在保证质量前提下，达到节约材料的目的。

10.6.15 钢纤维喷混凝土的一个主要特点是具有良好的韧性，即在基体混凝土开裂后产生较大塑性变形时能保持承载力不明显降低，可适应岩爆和大变形情况下的应力释放，具有吸收变形的能力。作为初期支护，控制一定程度的开裂是允许的，而钢纤维混凝土的韧性可以有效地适应和控制围岩的变形。钢纤维喷混凝土的韧性是指钢纤维喷混凝土在承载过程中承受变形的能力，即喷层产生较大开裂仍可保持强度不明显降低，这是钢纤维喷混凝土的一个重要特性。钢纤维喷混凝土的韧性可使与岩面紧密贴合的喷层不但具有一定的柔性，而且在与围岩共同变形过程中持续有效地提供支护抗力。

10.6.16 喷射混凝土的含砂率高，水泥用量也较多，并掺速凝

剂，其收缩变形比浇筑混凝土大，为保证其质量，要保持较长时间的养护，并且尽量采用喷雾养护，防止洒水过多而积水，影响质量和施工。

10.6.17 喷射混凝土的冬期施工要求与浇筑混凝土相同，这样可防止喷射混凝土因冻胀而受到损坏。

10.6.18 抗压试件是反映喷射混凝土物理力学性能优劣、检验喷射混凝土强度的主要指标，所以，要求制作抗压试件。

10.6.19 注浆排气管设在回填区域的最高处，主要是考虑到方便空气排出，避免空气内留造成空洞。注浆效果一般采用取芯或雷达检测，若不能满足设计文件要求时，要进行补注浆。

10.7 洞内排水

10.7.2 当开挖面有少量渗漏水时，一般采取注浆堵水。为达到堵水效果，由低处往高处的顺序进行。

10.7.4 地下工程即使采取了降水，也不可能达到完全无水的状态，初期支护完成后往往还存在渗漏水现象，为确保不使初支后背因渗漏水造成泥土的流失，给隧道安全带来隐患，要求有渗漏水时，要及时采取止水措施。

10.7.5 隧道施工排水都要求隧道底部无水漫流，工作面部积水，以免软化隧道底部，降低地基承载力。软弱围岩地段，水对隧道的影晌更大，可根据排水需要对排水沟加以铺砌或用管槽代替。

10.7.6 根据坡度分段开挖反坡排水沟。在每段下坡终点开挖集水坑，使水流至坑内，再用水泵将水抽到下段水沟流入下一个集水坑，逐段将水排出洞外。反坡水沟坡度不小于0.5%。

10.8 二次衬砌

10.8.1 隧道衬砌施工前为保证结构使用功能需要对其隧道中线、高程、断面和净空尺寸进行验收并合格。

10.8.2 衬砌混凝土采用商品混凝土，主要是避免城市环境污

染。进场前所用原材料需要验收，施工中进行监督检查。

10.8.3 衬砌要求保证隧道建筑限界，否则就不能满足使用功能要求，一般的做法是将衬砌台车扩大 5cm。

10.8.6 本条规定了标准断面条件下二次衬砌的施作使用模板台车。

10.8.7 本条规定了异形断面时模板或支架设计和安装要求。

10.8.13 为防止仰拱和底板混凝土成品损坏，本条对承受的外部载荷进行了规定，强度达到 5MPa 后行人方可通行，达到设计文件规定强度的 100% 后车辆方可通行。

10.8.14 本条对拱、底板混凝土施工前要求完成的工作进行了规定。

10.8.15 二次衬砌混凝土的浇筑过程涉及混凝土制作、运输、浇筑、捣固和养护等多个步骤，易出现强度不足、密实度不好、空洞等质量通病，所以一般在施工完成后，对混凝土结构进行敲击或地质雷达法进行检测，发现问题及时处理。

10.9 风、水、电临时设施及通风防尘

10.9.1 隧道施工设双回路电源，设有可靠切断装置，照明线路电压在施工区域内不大于 36V，成洞和施工区以外地段可用 220V，均是安全用电方面的硬性要求。

10.9.3 施工范围内照明亮度要求，是属于用电卫生方面的要求。

10.9.6 为保证管路安装质量，制定了本条：

- 1 避免不合格产品安装到管路上；
- 2 使管路不漏风、不漏水；
- 3 便于控制闸阀和管路维修；
- 4 保证管路畅通；
- 5 防止电缆漏电事故；
- 6 由于高压软管阻力大，为减少压力损失。

10.9.7 隧道机械通风，一般分为压入式、吸出式和混合式三

种。其中，单一压入式或吸出式通风，适用于 100m~400m 长的独头隧道，但如果多机串联加长风管，送风距离可达 800m；混合式通风，一般以吸出式管路作为主通风管路，压入式作为局部通风，这样一抽一压，通风效果较好。当管道采用无轨运输时，一般以压入式为主，或采用吹、吸两用式风机。以上几种通风方式，可根据施工具体情况计算通风量和通风阻力，优化选用。

本条是依据《铁路隧道工程安全技术规程》TB 10304 制定的。

10.9.9 地下铁道隧道，一般一座车站长度为 250m 左右，区间段长为 1500m 左右，并且喷锚暗挖施工，一般由横洞开挖进入正洞，所以独头长度较短，因此通风管采用直径 70mm~100mm 管道即可。但为满足施工通风需要，合理的选择管径，经过计算更为可靠些。

1 本款为保证管路安装质量而制定的。

2 本款为防止形成循环风流、降低通风效果而制定的。

3 为尽快将工作面污浊空气自管路内吸出，让新鲜空气尽快吸入。

10.9.10 为防止机械运转产生噪声对周围环境产生影响，特别是在市区，居民居住稠密，为减少对居民正常生活的影响，本条文规定“应采取消声措施”。同时，通风过程中，为保证正常供风，防止漏风、主回流回风和断路，提高通风效果，制定本条。

11 盾 构 法

11.1 一 般 规 定

11.1.1 设计文件为盾构法施工隧道时，一般需要根据隧道工程地质、水文地质、周边环境条件，与明挖、矿山法进行技术、造价、工期和施工安全性比较后确定盾构机配置。

11.1.2 盾构选型依据主要包括下列内容：

盾构选型的主要方法包括地层渗透系数法和地层颗粒级配法等。

1 地层渗透系数法：当地层的渗透系数小于 $1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ 时，一般选用土压平衡盾构；当地层的渗透系数在 $1 \times 10^{-7} \text{ m/s} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ 时，既可以选用土压平衡盾构也可以选用泥水平衡盾构；当地层渗透系数大于 $1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ 时，一般选用泥水平衡盾构。对于渗水系数较大的地层，如果采用土压平衡式盾构施工，螺旋输送机“土塞效应”难以形成，螺旋输送机出渣会发生大量“喷涌”现象，这样对施工非常不利，同时土仓压力波动大，地面沉降很难控制。对于渗透系数较小的隧道，如果采用泥水平衡式盾构施工，主要制约因素是隧道渣土排放需要较长的管道，同时需要昂贵的泥水处理设备；在环境要求高的场合还需要采用渣土压滤设备，同时耗费大量的膨润土，工程造价较高。

2 地层颗粒级配法：土压平衡盾构主要适用于粉土、粉质黏土、淤泥质粉土、粉砂层等地层的施工；砾石粗砂地层一般选用泥水平衡盾构施工；粗砂、细砂地层既可选用泥水平衡盾构，也可在土质改良后选用土压平衡盾构；含漂石砂卵石地层一般选用土压平衡盾构。当岩土中的粉粒和黏粒的总量达到 40% 以上时，通常会选用土压平衡盾构，相反的情况选择泥水平衡盾构比较合适。

11.1.3 由于不同的盾构机适应不同的地质条件，所以施工前需要对地质资料进一步核对。当已有地质资料与实际地质条件不一致，或实际地质条件复杂，分布不规律，变化频繁，已有地质资料不能充分揭示地质特征或反映地质难点时，需要采取地质补勘和物探工作，确保盾构安全、顺利施工和采取相应的技术措施提供可靠依据。

11.1.4 预制管片的质量和耐久性要求等级高，根据已施工隧道的统计，管片在拼装过程中发生裂缝、掉角的现象时有发生，为此提出生产管片的企业需要具有相应的建设主管单位颁发的营业执照、资质等；同时建设单位、施工单位和监理单位还需要现场考察，考察的主要内容有：混凝土搅拌、模具、养护及制作工艺标准等。管片进场质量证明文件包括：原材试验检验报告、管片混凝土强度报告、出厂合格证、试拼装报告等，实体验收外观，检查中管片存在的质量问题可分为严重缺陷和一般缺陷，并分别处理，混凝土管片外观质量缺陷等级标准见表5。

表5 混凝土管片外观质量缺陷等级

缺陷	缺陷描述	等级
露筋	管片内钢筋未被混凝土包裹而外露	严重缺陷
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	严重缺陷
孔洞	混凝土内孔穴深度和长度均超过保护层厚度	严重缺陷
夹渣	混凝土内夹有杂物且深度超过保护层厚度	严重缺陷
疏松	混凝土中局部不密实	严重缺陷
裂缝	可见的贯穿裂缝	严重缺陷
	长度方向延伸穿过密封槽，宽度大于0.1mm且深度大于1mm的裂缝	严重缺陷
	管片吊装孔周围及手孔四角，宽度大于0.1mm、且深度大于1mm裂缝	严重缺陷
	非贯穿性干缩裂缝	一般缺陷
外形缺陷	棱角磕碰、飞边等	一般缺陷

续表 5

缺陷	缺陷描述	等级
外表缺陷	密封槽部位在长度 500mm 的范围内存在直径大于 5mm、深度大于 5mm 的气泡超过 5 个	严重缺陷
	管片表面麻面、掉皮、起砂、存在少量气泡或外弧面粗糙不平整, 疏松	一般缺陷
	管片吊装孔周围混凝土气泡、蜂窝沿孔周累计分布长度超过孔周长的 1/3	严重缺陷
预埋件缺陷	管片预埋注浆管堵塞、破损、松动	严重缺陷

11.1.5 供电、通信、信号、给水、照明等专业管线均安装在成型隧道的管片上, 安装打孔往往会碰到管片钢筋, 势必影响管片的质量和耐久性, 提出在管片预制时采用预留、预埋的做法。同时在掘进过程中走道板、电缆、通风、给水等临时设施也需要临时在管片上固定, 为防止对管片造成伤害, 制定本条。

11.1.6 盾构掘进施工经常会遇到地下水、构筑物或地下管线等, 需要采用井点降水或注浆加固地基辅助施工措施, 因此制定本条。

11.1.7 盾构施工测量控制分为两部分: 一部分为盾构机自身所带的测量导线装置或设备, 始发前将测量定位数据输入, 盾构掘进过程中能够实时定向和定位; 另一部分为人工复测。根据工程实践总结, 盾构区间约有 50% 以上的区段在完成后, 需要进行线路调整。为此本标准第 6 章对人工复测进行了严格的规定。

盾构施工监控也分为两部分: 一部分为盾构机自身所带的监控设备, 盾构掘进工程中根据地质水文参数和周边环境条件, 输入盾构掘进参数, 以此控制盾构掘进参数和姿态; 另一部分为人工监控量测, 主要内容参建本标准第 13 章的规定。

11.1.8 盾构施工场地所需的面积一般根据现场条件确定。场地平面布置主要考虑盾构连续掘进所需的管片堆放场地、渣土池(或泥水处理系统)、浆液站及运输道路等的需要, 管片堆放场地

面积、渣土池容量主要考虑外部运输条件，若外部运输不受限制，可以少占地。

11.2 盾构工作井

11.2.1 盾构正常段掘进推力是由已拼装好的管片与周边土体的摩擦力，通过盾构机上的千斤顶来提供。始发段所需的推力则需要安装反力架，通过盾构机上的千斤顶来提供，反力架需要安装在盾构工作井结构上，因此工作井结构的强度和刚度需要考虑盾构推力，以确保始发工作的顺利进行。

盾构机一般在工作井内进行组装、始发和接收，也常常会出现在工作井内进行调头、平移或过站，因此需要根据工作井的性质确定其几何尺寸。一般组装、始发和接收左右两侧需要比盾构机壳体各大 100cm，长度一般比主机长度长 300cm；调头、平移或过站需要根据盾构机具体尺寸+操作空间+安全限界进行专项设计。

11.2.2 盾构始发和接收一般均在工作井内，工作井一般需要施工内衬钢筋混凝土结构，内衬钢筋混凝土需要预留洞门供盾构机始发或接收通过，其直径一般比壳体直径大 10cm~15cm；始发需要安装反力架和始发基座，反力架需要与内衬钢筋混凝土连接，连接件需要在结构施工时预埋或预留，以提供足够的反力。

为确保内衬钢筋混凝土预留洞门位置、尺寸正确，一般加设钢洞门圈，以确保始发或接收位置符合设计文件要求。

11.2.4 正常段掘进掌子面的土体稳定是通过土仓压力来平衡土体的，始发段（一般为 1 倍盾构主机长度）由于未建立起土仓压力，为确保掌子面土体稳定，需要对土层进行预加固；接收段由于在洞口处要凿除围护结构，需要停机，土仓压力会下降至 0，因此也需要对土体进行预加固。

一般的地层加固或止水方法有：注浆法、旋喷法、冻结法、降水法、搅拌桩法、搅喷桩法、纤维筋桩法、纤维筋墙法、素混凝土桩法、素混凝土墙法。

效果检测方法根据地层处理方法和设计文件要求选择钻孔取样、无损检测、综合评判等方法进行，目的是检验土体加固的强度、范围等指标是否符合设计文件要求。

11.3 盾构组装与解体

11.3.2 本条对竖井内拆除和组装盾构机做出了规定。

4 盾构机吊装或拆除一般在工作井内进行，由于空间狭小、个别部件重量较大，组装、拆除和吊运过程中需要对设备采取相应的保护措施，避免碰撞井壁，对设备造成损害。

11.3.3 盾构机是在工作井内组装完成，各个系统也需重新组装，其组装的质量需要通过调试进行验证；整机空载调试是指在系统调试合格的情况下，整机联动空载运行调试。

11.4 盾构始发和接收

11.4.1 本条对盾构始发和接收基座做出了规定。

1 盾构始发或接收基座由钢结构基座和钢导轨两部分组成。作为盾构始发或接收的特制、专用导向设备和受力结构，基座一般采用钢结构制作而成，其强度、刚度、精度需要符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定，防止在盾构组装时变形，影响盾构始发姿态。

4 盾构始发或接收基座是始发和接收的主要受力设备，需要与工作井结构连接牢固，防止始发或接收时因受力而发生推移，导致盾构姿态不符，进而发生安全或质量问题。

11.4.2 反力架设于盾构与井壁之间，为盾构推进提供后推力。反力架一般采用钢结构，其杆件需要根据所提供的反力，进行设计计算。

11.4.5 为了确保隧道贯通偏差在规定范围之内，使盾构准确进入工作井已设置的接收洞门位置，制定本条。

11.4.6 为防止由于盾构推力过大以及盾构切口正面土体挤压而损坏工作井洞门结构，当刀盘距离洞门 10m 时要求开始控制土

仓压力，刀盘抵达洞门围护结构后，盾构一般停止掘进，以确保洞门破除施工安全；洞门破除后，盾构机立即接收，并拼装管片，直至进入工作井，以防止洞口土体坍塌。

11.4.7 盾构进、出工作井时，其拼装成环的管片与隧道洞口之间的空隙，除需要填实外，一般尚需采用特制的密封胶圈进行防水处理，并注浆填充或止水，以防止泥水流入工作井内。

11.5 盾 构 掘 进

11.5.7 适当地保持土仓压力的目的是控制地表变形和确保开挖面的稳定。如果土仓压力不足，可能发生开挖面坍塌；如果压力过大，会引起刀盘扭矩和推力的增大而导致掘进速度下降或开挖面隆起。土仓压力是利用开挖下来的渣土充满土仓来建立的，通过使开挖的渣土量与排出的渣土量相平衡的方法来保持。因此，根据盾构掘进中所产生的地表变形，刀盘扭矩、推力和掘进速度等的变化及时调整土仓压力。根据土仓压力的变化及时观测并适当地控制螺旋输送机的转速。

11.5.8 根据盾构穿过的地层条件，可有选择地向土仓内适当注入泥浆或水、泡沫剂、聚合物等，以改良仓内土体，使其保持一定程度的流塑状态，建立土仓内平衡土压力，保持开挖面的稳定，同时易于排土。

11.5.9 泥水平衡盾构掘进施工是通过循环泥浆，维持开挖面的稳定，同时将开挖渣土通过泥浆用管道输送出地面。需要根据开挖面地层条件、地下水状态、隧道埋深条件等对排土量、泥浆质量、送排泥流量、排泥流速进行设定。

11.5.10 本条对泥水平衡盾构机掘进过程中土仓压力和排渣做出了规定。

1 泥浆压力的设定需要根据开挖面地层与土、水压力来设定盾构泥浆压力。如果泥浆压力不足，可能发生开挖面的坍塌；泥浆压力过大，又可能出现泥浆喷出或土体隆起。

泥水压力需要动态调整，当盾构在泥水仓后配置有气压仓

时，采用辅助气压方法，减小泥水压力波动，以实现泥水压力与开挖面水土压力的动态平衡。

泥水加压式盾构开挖面稳定性由下列三个因素综合作用而维持：

- 1) 泥浆的压力平衡土、水的压力；
- 2) 在开挖面上形成不透水的泥膜，让泥浆压力有效地发挥作用；
- 3) 泥浆从开挖面渗透到一定范围的地层中，使开挖面地层增加黏聚力。

2 为了保持开挖面稳定，排土量的设定原则是使排土与开挖的土量相平衡。排土量可用在盾构上配备的流量计和比重计进行检测，通过采集数据进行计算，泥水平衡主要是流量平衡和质量平衡。

泥水平衡盾构排土量控制方法分为容积控制与干砂量（干土量）控制。

1) 容积控制方法：

检测单位掘进循环送泥流量 Q_1 与排泥流量 Q_2 ，按下式计算排土体积 Q_3 。

$$Q_3 = Q_2 - Q_1 \quad (1)$$

当 $Q > Q_3$ 时（ Q 为实际排土量），表示泥浆流失（泥浆或泥浆中的水渗入土体）； $Q < Q_3$ 时，表示涌水（由于泥水压低，地下水流入）。正常掘进时，泥浆流失现象居多。

2) 干砂量控制方法：

检测单位掘进循环送泥干砂量 V_1 与排泥干砂量 V_2 ，按下式计算排土干砂量。

$$V_3 = V_2 - V_1 \quad (2)$$

当 $V > V_3$ 时（ V 为实际排出量），表示泥浆流失； $V < V_3$ 时，表示超挖。

11.5.11 本条对泥水循环和处理设备做出了规定。

1 当掘进过程遇有大粒径漂石、孤石或岩块时，需要采用

破碎机破碎，并采用隔栅沉淀箱等分离装置进行分离，防止堵塞管道。

11.5.12 控制开挖面稳定最为有效的方式是通过调整泥浆特性（相对密度、渗透性、黏性、含砂率等）和开挖面的水压调节，来保持泥浆压力，达到开挖面稳定。

11.5.13 盾构对开挖面地层的支护形式可分为：自然支护式、机械支护式、压缩空气支护式、土压平衡支护式和泥水支护式；盾构出渣方式有皮带输送机出渣、螺旋输送机出渣、排浆管泵排出渣等三种。根据以上“进料出渣”方式和工作原理的不同，盾构掘进模式可分为：敞开式、局部气压式（或辅助气压式）、土压平衡式和泥水平衡式。根据开挖面支护形式、掘进模式和出渣方式的不同，盾构可分为敞开式盾构、半敞开式盾构、土压平衡盾构和泥水平衡盾构，均适用于相应的地质条件。其中敞开式盾构对应于开挖面的自然支护或机械支护形式，采用皮带输送机排渣；土压平衡盾构对应于开挖面的土压平衡支护形式，采用螺旋输送机排渣；泥水平衡盾构对应于开挖面的泥水平衡支护形式，采用排浆管泵排出渣。

当隧道地层是在开挖断面范围内和开挖延伸方向上，由两种或两种以上不同地层组成，且地层的岩土力学性质、工程地质和水文地质等特征相差悬殊的复合地层时，任何单一掘进模式的盾构都不适于单独将此隧道掘进贯通，为此需要将以上不同形式的盾构进行组合。在结构空间允许的情况下，将不同形式盾构的功能部件同时布置在一台盾构机上，掘进过程中可根据地质条件的变化进行工作模式的切换，这种在不同地层条件下经转换后可以以不同的工作模式运行的盾构，称为复合盾构，也称为混合盾构或双模盾构、多模盾构。

复合盾构可以根据地层的工程地质和水文地质条件进行调整和转换，其本质是对开挖面支护形式、刀具布置、排土机构的调整和转换，最常见的复合盾构组合模式有：敞开式/气压式、泥水平衡式/敞开式/气压式、土压平衡/敞开式/气压式、泥水平衡

式/土压平衡式、泥水平衡式/土压平衡式/敞开式/气压式。目前在复合地层中广泛使用的复合式土压平衡盾构机既属于土压平衡盾构，也属于复合盾构的一种。也有基于 TBM 和盾构掘进模式的混合，即双模式 TBM。其中，TBM/土压双模 TBM 适用于软土和岩层掘进；TBM/泥水双模 TBM 适用于高水压裂隙岩层和无水、少水岩层掘进。

复合盾构主要应用于复合地层，即既有软土、砂土或卵砾石类地层，又有软岩、硬岩的地层。其主要特点：一是配置复合刀盘和刀具，即刀盘上既安装有切刀、刮刀等软土和砂土类切削刀具，又安装有滚刀等软、硬岩类破岩刀具；二是一般具有两套出渣系统。在模式转换时，因为刀盘基本是考虑了复合地层特征后的复合刀盘，一般是各种模式均可使用的，不需刻意调整；只需转换或切换已配置于同一盾构的排渣装置和出渣方式就可。在模式切换时，为避免操作带来的开挖面暂时失去支护，一般采取辅助气压模式进行过渡，并选取在较好地层中完成。

11.5.15 盾构法施工常常需要开仓进行查刀、换刀、刀盘维修，特别是特殊地段，因此需要在方案编制过程中，结合工程地质、水文地质和周边环境条件，主动选取较稳定的地层和适宜的地面环境进行开仓作业，以确保施工安全和工程顺利进行。

11.5.16 开仓一般危险性较大，因此开仓作业需要编制安全专项方案，方案包括开仓地点、开仓时间、保障掌子面稳定的措施、保压措施、开仓施工项目和施工方法、安全保证措施、应急预案等内容。

11.5.17 当遇有特殊情况时，也有在地层条件较差的地段进行开仓作业，为了确保开仓作业安全，需要对掌子面前地层先加固或采用压气法开仓，以确保开仓作业安全。

11.6 特殊地段掘进

11.6.1 盾构在特殊地段施工与一般地段施工不同，其掘进施工难度大、质量控制严、安全风险高，要求根据其特殊性，采取针

对性措施，保证施工安全和环境安全。

1 覆土厚度不大于盾构直径时，属于浅覆土层地段。

2 地下铁道隧道平面曲线半径小于 300m，其他隧道平面曲线小于 40 倍盾构直径的曲线地段，属于小半径曲线地段。

3 坡度大于 3% 的地段为大坡度地段。

6 隧道净间距小于 0.7 倍盾构直径的地段，包括在新建隧道间与既有隧道，新建隧道与新建隧道之间，净间距小于 0.7 倍盾构直径，以近接（含平行）、交叠（含重叠）等状态存在的地段为小净距隧道地段。

9 有害气体主要成分为甲烷（ CH_4 ），其次为 CO 、 H_2S 、 NO_2 及 SO_2 等。

11.6.2 本条对特殊地段施工做出了规定。

1 特殊地段盾构专项方案一般包括掘进段地质和水文情况、地下结构和管线的情况（位置、结构形式、与盾构区间的位置关系等）、地面建（构）筑物情况（位置、埋深、结构形式、与盾构区间的位置关系等）、盾构掘进的技术安全措施、掘进参数、试验段施工方案、安全保证措施、应急预案等内容。

11.7 管片拼装

11.7.1 管片密封防水是盾构隧道防水质量的关键，从防水材料到粘贴效果和拼装完成前后的防水保护，均要保证质量。

11.7.2 管片拼装前，需要对举重臂或吸盘的动作是否灵活、闭锁是否安全可靠等进行检查，以确保施工安全。

11.7.3 管片在盾尾内拼装成环时，其中心偏离值在很大程度上受盾构现状位置的限制，在拼装管片时，要求保持盾构稳定才能使管片成环后线路中线偏差值最小。

为保证管片拼装时安全，在拼装过程中，操作人员需要退出管片拼装范围，在管片拼装基本稳定后，才允许进行穿螺栓等作业。同时对拼装影响范围内的电缆、液压管等在拼装过程中要有人专门管理，防止损坏。

11.7.4 管片拼装顺序，有先封顶和先封底两种，目前绝大多数都采用底部为第一块，最后封顶的形式，其他为左右交叉进行，最后封顶成环。先拼装落底的第一块容易定位，同时对以后各片拼装也创造工作条件，因此，该拼装顺序采用的较多。但是对于大直径盾构采用全圆周错缝拼装管片不适用。

11.7.5 管片拼装的隧道结构是由螺栓连接成环的。在每环管片拼装过程中，由于管片是随定位随穿螺栓连接，同时，工作空间也受到一定限制，因此要求初步拧紧。待盾构向下一环掘进后，即该环已脱出盾尾，这时已具有拧紧螺栓操作的工作面，再次拧紧。

为保证下一环管片拼装位置正确，并便于纵向螺栓顺利穿进连接孔，同时，为了保证隧道管片接缝位置正确，有利于螺栓拧紧度的操作，在每环管片拼装之前，对已拼装好的后三环管片螺栓进行全面检查并复紧。

11.8 壁后注浆

11.8.1 同步注浆是在盾构掘进的同时通过盾构壳体预留注浆管或管片的注浆孔进行壁后注浆的方法；二次补强注浆是对壁后注浆的补充，其目的是填充同步注浆后的未填充部分，并补充注浆材料收缩体积减小部分。

11.8.2 注浆材料的选用按地质条件及环保要求并经试验合理选定，浆液一般要求如下：

- 1 注浆作业全过程浆液不易产生离析；
- 2 具有较好的流动性，易于注浆施工；
- 3 压注后浆液固化收缩率小；
- 4 有较好的不透水性能；
- 5 使用前进行材料试验，符合要求后方可正式用于工程。

11.8.3 注浆压力过大会导致浆液溢出地面或造成地表隆起，应力过小会降低注浆作用。注浆出口压力稍大于注浆出口处的静止水土压力，注浆压力一般大于出口压力 $0.1\text{MPa} \sim 0.3\text{MPa}$ 。

11.8.4 富水稳定地层壁后注浆往往会因为地下水渗流速度快而流失，为确保壁后注浆密实，防止管片工后漂移，制定本条。

11.8.5 同步注浆的注浆量一般按下式计算：

$$Q = \lambda \times \pi(D^2 - d^2)L/4 \quad (3)$$

式中：Q——注浆量（m³）；

λ ——充填系数，根据地质情况，施工情况和环境要求确定；

D——盾构切削外径（m）；

d——预制管片外径（m）；

L——每次充填长度（m）。

管片背后注浆的目的是为了使浆液充满管片背后的空隙，以达到防水和防止隧道结构及地面沉降之目的。由于在盾构掘进中，对周围土体产生一定的扰动，因此，在注浆时，不仅考虑到浆液要充满管片背后的空隙，同时还要渗透至周边的土层中，所以要求注浆量比计算的空隙要大，一般为120%~200%较为适宜。正常情况下充填系数取130%~180%；在裂隙比较发育或地下水量大的岩层地段，充填系数可达到250%。

11.8.6 为保证注浆施工顺利实施，注浆设备要求完好，注浆孔及管路畅通，因此，施工前进行检查。注浆压力是注浆施工主要的控制指标，并根据地质条件和覆土厚度确定。为保证注浆设备多次使用，所以完工后需要将管路、设备等清洗干净。

11.9 隧道内运输、通风、照明、给水

11.9.1 隧道内有轨水平运输一般包括轨道、道岔的安装和牵引设备、运输设备的选用。

11.9.2 有轨线路铺设的一般要求如下：

1 钢轨和道岔型号：钢轨重量不小于24kg/m，并选用较大型号的道岔，必要时安装转辙器。

2 轨枕：铺设间距和轨枕长度根据运土设备计算确定，上下面平整，道岔处铺长轨枕。

3 轨道中心线沿拼装的隧道轴线布设。

4 线路铺设：道床平整坚实，轨距允许偏差为 $-4\text{mm}\sim+6\text{mm}$ ，曲线设加宽和超高，可设轨距杆。直线地段两轨水平，钢轨接头处铺两根枕木并保持水平，配件齐全并连接牢固。

5 线间距：双线一般保持两列车净间距不小于 400mm 。

6 车辆距隧道壁、人行步道栏杆及隧道壁上的电缆不小于 200mm 。人行道宽度不小于 700mm 。

7 井底车场和隧道内一般设双股道。如受条件限制设单股道时，错车线有效长度满足最长列车运行要求。

12 沉 管 法

12.1 一 般 规 定

12.1.1 本章适用于在干坞内预制整体式钢筋混凝土管节结构的沉管法隧道施工，限于城市道路或与地下铁道合建的过江、过海，沉管段长度不超过 2000m 的沉管隧道。对于沉管段长度超过 2000m 的隧道，若采用节段式钢筋混凝土管节或预制钢壳沉管隧道施工，需要进行专门的研究。

由于国内缺乏在钢筋混凝土管节纵向施加预应力的工程实践经验，因此本标准仅适用于不加预应力的整体式钢筋混凝土管节的沉管隧道。

12.1.2 沉管隧道施工涉及的专业面广、需要协调的部门多、系统性强，需要全面掌握工程地质、水文气象、通航、堤防、沿线建（构）筑物、地形及施工图设计文件等资料，需要深刻理解影响施工的各种制约因素，如地质、水文及气象窗口、工期、管节类型及结构，制定技术可靠、施工安全、经济合理、环保的施工方案。相关工程技术标准包括管节制作、浮运、沉放、对接、基槽开挖与回填施工等施工过程的技术要求。

12.1.3 沉管隧道施工前要求完全掌握隧道建设条件，并根据场地的地质条件、气象、水文、航道等条件分析施工设备的适用性和潜在风险。在通航河道，为保证航道的畅通，沉管隧道施工不能全天占据河道进行，一般利用航船交通量较少的时段进行施工，即为时间作业窗口。该时间作业窗口既要考虑施工作业的最短时间，也要保证航运同行的最低需要。通常调查作业水域通航船吨位、吃水深度、通航密度和航道深度等条件。无相关经验时，需开展专题研究。同时，施工单位可根据复核情况开展必要的补勘工作。补勘工作是指在基槽开挖或基础开挖后，岩土条件

与勘察资料不符或发现要求查明的异常情况时，开展的一项勘察工作，也称之为施工勘察。或由于前期勘察期间遇到的局部无法施工的情况（如建（构）筑物未拆除，部分地段有争议无法开展地质勘察工作等），当条件具备后，针对局部地段进行补勘，作为对原提交勘察报告的一个补充资料。而对于场地条件复杂或有特殊要求的工程，也需要开展补勘工作。

12.1.4 满足设计文件要求的施工装配、设备和机具有多种选择，通常需在施工前做充分的论证。对于施工条件复杂，施工难度大的沉管隧道，在施工前还需要开展相应的专题研究，确定相关施工工艺。

12.1.5 沉管管节施工不同于其他陆地施工，需要在水上进行托运，且托运时间和路线均需要获得批准。

12.1.6 各地区对爆破施工和爆炸物的管理不尽相同，基槽开挖属于重大专项施工方案，一般的水下疏浚报航道主管部门批准，但对于采用爆破开挖则需要报公安部门批准，此处统一称为主管部门。水下爆破专项方案一般包括爆破方案的比选、规定爆破参数、起爆网路和爆破物质的数量、防护材料和防护方法，确定警戒范围和警戒标志的设置，编制爆破安全保障等。

12.1.7 生态保护的专项方案根据施工区域环保部门和水利部门的相关要求进行编制。

12.1.8 由于沉管隧道施工的复杂性，且受水流、气象、环境条件的影响，在施工过程中需要不断测量和监控各种变化，因此施工过程中需要建立完善的测量、监控系统，并通过反馈分析实现信息化施工。

12.2 干坞施工及岸上段隧道

干坞按照是否移动分为固定干坞和移动干坞，固定干坞是指需在固定位置建造预制沉管管节的场所，而按照是否利用隧道轴线暗埋段基坑又分为轴线干坞和旁建干坞。进行工厂化和标准化方式生产沉管管节称为工厂化干坞，在厄勒海峡隧道和港珠澳大

桥沉管隧道中采用了工厂化干坞。采用工厂法干坞生产沉管管节具有标准化程度高、质量可控、节约用地等优点。移动干坞一般利用可以下潜的半潜驳船作为预制平台，在管节预制完成后可根据水深由移动干坞拖运至隧道附近的寄放区，在寄放区内完成二次舾装后，再绞移至隧址沉放、对接。

12.2.1 干坞场地的选择受多种因素的制约。干坞一般选择距离隧址较近处，且干坞附近航道具备浮运条件，以便管节浮运并缩短浮运距离。在干坞不能一次预制所有管节的情况下，还需要考虑干坞周边的水域系泊条件。另外，干坞场地选择还需要考虑工程地质与水文地质条件，预制管节的地基能提供足够的承载力防止管节预制时发生不均匀沉降。同时，干坞场地具备良好的外部交通条件，干坞场地满足管节的预制规模。目前国内用作预制管节的干坞有旁建干坞、轴线干坞等，也有在半潜驳船上预制管节的浮式干坞。

12.2.4 本条对移动干坞施工做出了规定。

1 移动干坞一般是使用半潜驳船，即具有下潜功能的船台，利用半潜驳船具有较大的吃水深度的特点，在船台上预制好管节之后下潜，再将管节与船台分离。半潜驳船的下潜深度与管节的高度和河道的深度有关，一般下潜深度大于扣除干舷高度后的管节的高度即可。当河道不满足下潜要求时，还需要对河道进行疏浚。

2 船台设备的尺寸一般由吃水吨位决定，从几千吨级到十万吨级不等。一般根据一次预制管节的数量、管节本身的尺寸、下潜点的水深等多种因素综合确定。

12.2.5 岸上段一般采用明挖顺作法施工，并且为沉管隧道的管节沉放提供平台和止推力，因此岸上段隧道的断面需与沉管管节断面相匹配，同时岸上段作为永久结构的一部分，其防水和耐久性与沉管隧道有相同的标准要求。

12.2.6 沉管对接施工前拆除岸上段外侧的挡水结构，当拆除挡水围堰或护岸结构时，确保岸上段隧道的安全，并减少对周边环境

境的影响。岸上段由于受到水下安装沉管的推力，其自身的自重和摩擦力要求能抵抗水下沉管段的推力，推力的大小经过计算确定，岸上段长度不小于提供水下段安装时产生的水平推力，即止推力。

12.3 隧道基槽开挖、垫层与回填施工

12.3.1 在有通航要求的河面、海面上进行基槽开挖时，一般提前办理相关海事许可手续，并在海事部门协同管理下，确保基槽开挖期间的航道安全。当采用水下爆破开挖时，报公安部门备案。

12.3.2 基槽开挖设备应能满足基础开挖深度、开挖精度、环境保护及工期的要求。对于水中生态环境保护有特殊要求的河道或水域，施工作业船的施工噪声、废弃物排放和施工范围要满足有关部门的要求。如港珠澳大桥主体工程的沉管隧道基槽开挖，还专门开展了对白海豚的保护工作。

12.3.3 该条规定明确水下基槽边坡及基地开挖进行全程监测，加强施工监测，以施工监测结果指导施工，并不断优化施工方案，包括基槽的开挖坡率，基槽的开挖顺序、作业长度等。

12.3.4 本条对土质及软弱地层基槽开挖做出了规定。

1 基槽开挖质量涉及管节安放质量，一般影响因素在 2m 范围，因此提出以 2m 为界面。

2 基槽精挖质量直接影响管节安放的质量，基槽成型后会受到水流的冲刷，影响其成型质量和基底质量，因此提出在管节沉放前 15d 内完成。

12.3.8 在基槽开挖后若不能及时沉放管节，则在管节沉放前检测回淤情况。当基槽底回淤沉积物重度大于 12.0kN/m^3 ，且厚度大于 0.3m 时需要清淤，清淤一般分层实施。

12.3.9 垫层为碎石，运输过程容易对通航船只造成干扰，为确保安全，提出施工作业区域范围设置警戒。

12.3.10 沉管隧道垫层处理方法按管节沉放先后分为先铺法和

后填法两种。其中后填法包括后填喷砂法、后填砂流法和压浆法。工艺性施工试验的目的是针对设计文件规定的材料要求，通过试验确定垫层材料的适应性、级配，垫层的铺设厚度、铺设工艺，并检验垫层平整度、承载力是否满足设计文件要求。

12.3.11 先铺法，也称刮铺法，是在管节沉放前用刮铺船或整平架上的刮板在基槽底整平铺垫材料作为管节基础，铺垫材料包括粗砂、碎石或砂砾石。先铺法常采用刮铺法。港珠澳大桥沉管隧道采用碎石整平技术。采用刮铺法一般需在基槽两侧放置导轨，利用导轨刮铺。刮铺法优点是垫层质量可控，缺点是设备复杂，水下作业时间长，工艺较复杂，对航道有影响。

12.3.12 后填喷砂法的喷砂管从沉放到位的管节两侧伸入到管节与地基之间，通过喷砂管将砂水混合料喷入沉管隧道底部，在喷砂管的两侧设有回吸管，使砂和水混合物在规则的流动环境下沉淀下来填充管节底部空隙。喷砂法对砂的粒径要求严格，通常正式施工前要求做工艺性试验，确定施工参数。

12.3.13 后填砂流法是在管节沉放完毕后，利用管节上预留的砂流孔，向管节底部灌填砂水混合物（有时掺水泥熟料）形成基础垫层，并对冲击坑、砂流槽、压砂孔采用灌浆等方法进行充填。

4 灌砂沉积基础，是根据灌砂量、灌砂压力、管内垂直千斤顶压力、管侧潜水员探摸和管内监测数据等多项参数的综合情况进行判定砂积盘质量是否合格，不能以一种情况判断而确定终止灌砂。

12.3.14 注浆法的混合砂浆一般由水泥、膨润土、砂和缓凝剂配成，强度不低于地基强度。注浆材料也可以选用低标号、高流动性的细石混凝土。注浆压力一般比水压大 $0.1\text{MPa} \sim 0.2\text{MPa}$ 。正式注浆施工前一般要求进行工艺性试验确定施工参数和施工工艺。

12.3.15 每条沉管隧道所处水域的水流情况、潮汐情况、水下深度、回填材料、回填设备、回填方法都不尽相同，因此在大面

积回填前进行试验段施工，以总结出合适的施工工艺流程，用以指导回填施工。

12.3.16 管节回填及覆盖可分为锁定回填、一般回填、覆盖回填。回填材料一般为级配良好的石料，选择的石料具有强度高、稳定、不易风化，不选择杂填石料回填。回填材料分批次进行试验和检测，不使用不符合检测要求的回填料。

12.3.17 管节沉放完成后，对已就位的管节在两侧及顶部进行逐段回填处理。锁定回填高度和宽度提供足够的侧向抗力，确保管节沉放后的横向稳定，必要时结合施工实际情况进行调整。

12.3.18 一般回填是指管节锁定回填两侧以上部分，一般回填在锁定回填后进行，可根据管节检测情况确定一般回填的时间和长度。各部位回填的坡脚位置在纵向上与后续沉放管节端部留有安全距离，一般为5m~10m，避免回填碎石对后续管节对接产生影响。

为防止管节因两侧受力不均而产生水平横向偏移，规定分层、对称、均匀进行。

12.4 管 节 预 制

12.4.1 管节预制有固定干坞法、移动干坞法、工厂法等方式，不同方式有不同的特点和适用范围，实际应用中要根据具体情况进行选择。

12.4.2 管节预制前进行的配合比试验，试验的指标主要有强度、抗渗性、密度、水灰比、抗裂性、水化热等，按照设计文件及现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 施工。

12.4.3 管节预制前施工单位复核舾装件的受力条件是否满足要求，并检查各专业的孔洞、预埋件是否有交叉，预留、预埋件的材料强度、耐久性满足设计文件要求。

12.4.6 根据国内目前已经建成运行的沉管隧道建设情况来看，均采用了传统的浇筑工艺，即先浇筑底板和部分侧墙，再一次性浇筑剩余侧墙和顶板，以减少混凝土收缩裂缝。但欧洲的一些隧

道和我国在建的港珠澳大桥沉管隧道，采用了全断面一次性浇筑的工艺，分段浇筑管节纵向长度为 20m 左右，实施控裂效果较好。这种全断面浇筑工艺要求采用严格的配比和专门的养护设备和养护工艺，造价较高。

12.5 管节舾装

12.5.2 端钢壳制作时，吉那止水带的压块可直接与端钢壳焊接在一起。两压块之间的净距比吉那止水带底面宽 2mm。螺栓拧紧按设计文件要求进行，一般分为初拧和终拧两个阶段进行，以期达到最佳的效果。

12.5.3 复合式结构端封门是利用 H 型钢与管节顶部和底部连接，并在 H 型钢外侧设置不能重复利用的现浇混凝土封板。

12.5.4 本条对钢端封门施工做出了规定。

2 为确保钢面板与端面预埋钢板焊接时，不损伤端面混凝土结构，采取降温措施减少焊接高温对端面混凝土结构的影响。

12.5.6 压载水箱目的是调节沉管隧道的潜水重量，注水使管节下沉，排水使管节上浮。调试的目的是确保管节上浮和下沉的稳定性。

12.6 管节浮运和沉放

12.6.2 管节浮运方式一般需要根据项目的河道条件（或海况）、水文条件、气象等，通过综合比较确定。对于复杂的项目，通过物理模型试验确定。沉管隧道管节常用的浮运方式有拖轮浮运、拖轮拖运移动干坞、绞车拖运与拖轮顶推、岸控绞车和驳船绞车拖运等。

12.6.4 管节试浮确保均匀、匀速起浮。对于不满足设计文件要求的干舷高度采取措施进行调整，调整措施要取得设计单位同意。

12.6.6 浮运拖力一般采用下列经验公式计算：

$$F = A\gamma_w(V^2/2g)K \quad (4)$$

$$A = \alpha(T + \delta) \quad (5)$$

式中： F ——浮运拖力标准值（kN）；

A ——管节受水流阻力的面积（ m^2 ）；

γ_w ——水的重度（ kN/m^3 ）；

α ——管节宽度（m）；

T ——管节吃水（m）；

δ ——管节前涌水高度（m），通常取 0.6 倍航程中可能出现的波高 H ；

V ——管节对水流的相对速度（ m/s ）；

K ——挡水形状系数，矩形取 1.0；流线型取 0.75。

12.6.8 管节沉放作业选在水文气象条件良好时进行，水流速度一般小于 $1.0\text{m}/\text{s}$ ，风速小于 $5\text{m}/\text{s}$ ，平均浪高小于 0.5m ，能见度大于 1000m 。

12.6.10 管节沉放锚碇的位置直接影响管节安放轴线对中，因此需要在现场定位。管节系泊缆系的锚是管节安装就位后临时固定的装置，由于在水域中受潮汐的影响，因此要求对锚的锚固力进行拉力测试，防止在回填期间发生管节偏移和跑锚。

12.6.12 管节的沉放作业前一般要求掌握管节的负浮力，下沉速度可根据物理模型试验确定，但最关键要求是匀速下沉，沉放速度一般控制在 $0.25\text{m}/\text{min} \sim 0.50\text{m}/\text{min}$ ，施工有经验时可适当加快沉放速度。

12.6.15 为确保施工安全，一般管节之间推荐采用水力压接方式进行连接。最后一个端面连接处（即最终接头）设置的位置及形式由设计单位和施工单位根据现场施工实际情况共同研究确定。

12.7 管节接头处理

12.7.1 千斤顶的液压油管保护至关重要，设置警示提醒，并采用专门的保护壳或保护装置，避免受到破坏。

12.7.3 对于抗震有要求地区，为了隧道结构抗震，管节接头一

般会设置预应力钢绞线钢索结构，每组钢索在安装时按设计文件要求施加预应力。

12.7.4 管接头剪切键按位置可分为垂直剪切键、水平剪切键，根据材料可分为钢筋混凝土剪切键和钢结构剪切键。

垂直剪切键限制地震、沉降等产生的垂直向位移量，使其不超过水密性要求。水平剪切键可限制因地震产生的水平向位移。

钢筋混凝土剪切键可在沉放结束后统一在现场立模浇筑，或部分与管节一并浇筑。钢结构剪切键一般在厂内加工制作，运至现场安装。

12.7.7 沉管隧道最终接头根据位置可分为水中最终接头和岸上最终接头两种，最终接头施工的关键在于止推和防水。

1 接头两侧的管节沉放后，在水下测量相邻管节的轴线、高程及距离参数，目的是为了现场配置临时封水装置。

6 接头抽水后，打开端封墙人孔闸门，检查接头封板的水密性，如发现有渗漏或有其他异常及时处理。

7 最终接头段由于施工空间小，振捣困难，通常采用自密实混凝土。

12.7.8 本条对岸上最终接头做出了规定。

1 止水结构与止推结构形成封闭的止水结构，方可形成沉管隧道完整封闭的止水体系。止推结构与永久性护岸结构连成整体，方能避免隧道发生位移，以确保隧道的安全。

2 监测最后一节管节的位移情况可以判断隧道整体受荷载情况及与设计文件规定的吻合程度，并推测止推结构的合理性。

13 监 控 量 测

13.1 一 般 规 定

13.1.2 所有工程根据自身风险等级、周边环境风险等级、地质条件复杂程度，并结合当地施工经验，按照现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 中工程监测等级划分规定确定监测等级，再按照现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 中监测项目及要求中的规定结合设计文件确定监测项目。

施工监测方案按照现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的规定明确监测项目控制值、预警等级及预警标准。

13.1.3 本条对监测基准点、工作基点的布设做出了规定。

3 基准点和工作基点需要在工程施工前埋设，一般埋设后其自身会有较小的变形，因此需要进行观察。经过一段时间，确认点位变形稳定后，作为监测的基点，监控量测的成果才能确保真实有效。

4 监测期间，基准点需要定期复测，一般在冬（雨）期过后，或基点受大雨浸泡、机械设备碾压后等，需要进行复测。

13.1.4 监测方案中需要根据现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 和设计文件要求提出监测频率的要求，施工过程中要根据方案要求进行监测和巡查。当出现预警后，需要根据预警类型、级别等提高监测和巡查频率，一般提高一倍以上，红色预警需要根据论证意见要求的频率进行监测和巡查。

13.1.5 监测数据和巡查信息也是反映施工过程各种危险因素的变化过程，是判断工程安全状况的依据，因此要求监测数据和巡查信息要做到真实、准确、完整；这样就要求监测数据及巡查信

息要求及时整理，并根据其变化曲线分析和评估工程是否安全。

13.2 监测项目与监测点布设

13.2.1 施工监测项目的选择要求以能够掌握监测对象的变化对其进行安全状态评估为原则，根据支护结构设计方案、周围岩土体及周边环境条件综合确定，通过不同的监测项目直接或间接地反映监测对象的变化特征。监测点的布设位置选择在监测对象内力或变形变化较大的关键部位、周边环境对象重点监控的部位、施工工法变换及采取特殊施工措施等部位。另外，在一些需要监测的关键位置还需要设置监测断面，通过监测断面掌握不同测项之间、同一测项不同测点之间的数据内在变化规律及特点，为分析和判断提供有力依据。

13.2.2 现场巡查作为仪器监测方法的有效补充，是施工监测工作的重要内容，通过现场巡查能够及时发现监测对象的过大变形、开裂、渗漏及地面隆沉等问题。现场巡查主要以目测为主，根据巡查频率要求，结合施工进度，及时进行，并详细做好巡查记录。现场巡查到的异常情况应引起足够重视，并结合出现异常区域的监测数据和施工工况进行综合分析判断，及时发现可能出现的事故隐患，以便相关单位及时采取措施，避免事故的发生。

13.3 监测频率

13.3.3 特殊情况下，要提高现场监测及巡查频率，并符合现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的规定。

13.3.4 施工监测从工程施工前开始，直至工程施工结束后一段时间，贯穿于工程施工全过程。工程支护结构监测在结构施工完成后，征得建设单位同意可结束监测工作。周边环境及岩土体监测，在工程结构施工完成后监测数据稳定时可结束监测工作。监测数据稳定标准依据现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的规定，由沉降量与时间关系曲线判断，当最后 100d 的沉降速率小于 $0.01\text{mm/d} \sim 0.04\text{mm/d}$ 时可认为已进入稳定阶段。

13.4 监测数据处理及成果反馈

13.4.1 监测数据变化受施工工法与工况、地质条件和环境条件等因素的综合影响。单一监测项目的变化和发展趋势很难揭示某一监测对象或监测区域的整体变化情况，需要依据各项监测数据进行综合分析，才能准确判断工程安全状态及变化趋势。因此需要对各项监测数据绘制成曲线图，便于直观评估工程的安全状态。

13.4.2 监测是通过监测数据反映工程支护结构和周边环境的安全状态及其变化趋势，以便优化设计文件和指导施工。因此对监测数据成果和现场巡查信息以日报、周报、月报、年报及总结报告的形式及时反馈给相关各方。

监测预警是施工监测的一项重要工作，通过预警能够使相关各方对异常情况及时做出反应，并采取相应措施，控制和避免工程自身和周边环境等安全事故的发生。工程监测预警等级及划分标准要与工程建设城市的工程特点、施工经验、管理水平及应急能力相适应。

14 路 基

14.1 一 般 规 定

14.1.1 路基工程施工时，很可能引起区域性的防洪和排水变化，为保证施工安全和城市防洪、排水需要，因此要求工程开工前先做好防、排水设施。

14.1.2 路堤和路堑线路长，精度要求高，所以施工前先测放出路堤、路堑、涵洞位置和高程；随着填筑或挖掘开始出现偏差，施工过程中每填筑或挖除一层，对每层的中轴线、边线及高程进行量测复测，进而达到整体控制其位置和高程，以保证工程质量。

14.1.3 地下铁道路基工程土石方量较大，通过平衡和调配，减少多余土石方排放或外购土石方填料，少占用土地，绿色施工。

14.1.4 为了减少对城市正常生活秩序和交通的干扰，地下铁道路基工程分段施工，以加快施工进度。分段长度结合周边环境条件、土源情况、机械设备配置、填筑高度、工期、自然沉降期等综合考虑，一般按照段长 100m~200m 考虑。

14.1.5 路基工程虽多处于郊区，但施工时仍会遇到地下管线和建（构）筑物。对地下管线的处理，本标准第 8.2 节已作出规定，所以要求按其执行。

14.1.6 其他不宜作为填料的土是指遇水膨胀土、遇水流失或不容易压实的淤泥粉细砂土等土质。液限大于 50、塑性指数大于 26 以及含水量超标的土，不能直接作为路基填料。但在一些资源有限、条件受限制区域，有时为了解决料源的使用，将不能直接用于路基填筑的填料进行技术改良处理后，在各项技术指标符合要求后方可用于路基填筑。

14.1.7 路基采用土工布包裹盲沟的砂砾石，可起到排水作用；

采用土工布铺设在路基和地基之间，以起到隔离作用，防止翻浆冒泥；根据设计文件规定的位置，铺设土工布或土工格栅，可依靠其与土界面的相互作用，限制土体侧向位移，以提高土体强度和稳定性，可起到加固路堤的作用。

1 防止地基不平和带有尖角的硬物损坏土工布；

2 土工布沿长度方向铺设可减少接缝；

4 土工布长时间暴露和受阳光照射，易于引起老化变形，所以铺设后及时摊铺填料。填料一般为土质、砂砾石或碎石，为防止损坏土工布，因此要求在 300mm 厚的填料范围内不应采用机械碾压。

14.2 路 堑

14.2.1 由于路堑的修筑，很可能引起区域性径流变化，不但影响区域性防洪与排水，而且也危及路堑本身和施工安全。因此，路堑施工时需根据修筑路堑而引起的变化，对防洪和排水重新进行规划与设计，使其与该区域内的排水设施相沟通，以形成完整的防洪、排水系统，确保路堑和附近建筑物、地下设施、道路和农田安全。

地下铁道的隧道常常延伸至城市郊区时爬向地面，完善的洞口排水设施可防止地面水流入隧道内。

14.2.4 路堑开挖，需根据开挖边坡线和机械设备额定开挖高度，自上而下分层开挖，以保持坡面土体稳定，防止坍塌，确保施工安全。路堑边坡随挖、随修理，这样不但施工方便，而且也保证施工安全。设有防护的路堑，一般地质都较差，所以要边挖边封闭边坡，并采取稳定边坡的措施。

14.2.5 在不良地质区，大开挖容易引起周边土体塌陷，分段开挖可防止不必要的土体塌陷。本条规定的顺层开挖、短开挖或跳槽开挖等，均为了稳定边坡、保证施工安全而采取的措施。

14.2.6 由于环境保护和景观的要求，弃土点需经有关部门批准后方可使用。如经批准可在路堑两侧存、弃土时，需符合城市规

划和环卫要求，并保证路堑边坡稳定。

14.3 路 堤

14.3.1 为使路堤与地基结合牢固并保持稳定，因此对各种不同情况的地基处理提出了要求。对地表松散土层进行翻挖后晾晒，其土含水量达到试验的最佳含水量时压实效果最佳。

14.3.2 路堤施工试验目的是进行试验段试验数据分析，总结出科学合理的施工工艺参数，将其推广到全线施工作业中，指导全段路基填筑施工，达到控制施工质量的目的。其内容包括：确定填土厚度、碾压遍数与压实系数、地基承载力之间的关系，以及不同压实机械、不同填料施工含水率的控制范围、松铺厚度和相应的压实遍数、最佳的机械配套和标准施工方法。

标准施工方法包括：含水量的变化范围和控制方法，压实机械的选用和组合，压实的顺序、速度和遍数，确定每一作业段的合适长度，确定一次摊铺的合适厚度、堆卸料密度；最佳的机械配套和施工组织。

14.3.3 路堤填筑按试验确定的工艺标准进行施工，施工过程中发生填料变化或施工方法改变，其施工参数亦会有变化，需重新进行工艺试验。

路堤填筑一般有横向和纵向碾压两种方式，而地下铁道多为双线路堤，采用顺路堤碾压的方式比较适合。而要求碾轮外缘距离边坡外缘 0.3m~0.5m，主要是为保证碾压机械的安全并防止沉陷而提出的。

振动压路机振动频率大，冲击力强，如不先静压即进行振动碾压，不但影响机械操作，而且不易保证填筑的压实度。

14.3.4 桥台、挡墙、涵洞（管）结构，一般为混凝土或砌筑结构，为防止因回填土产生的侧压力影响结构安全或使其受到损坏，土方回填要求结构强度或砌筑砂浆达到设计文件规定的强度后进行。

1 为避免桥台及挡土墙和护坡背后回填土渗入的地表水因

不能及时排除，给结构带来额外的侧压力，故填筑透水性好的填料。透水性好的填料一般为砂砾、山皮石、矿渣等。

14.3.5 本条对软土路基填筑做出了规定。

1 软土路基施工技术难度大，通常需要选取一段作为软基处理施工工艺试验段，以检定设计文件规定的参数和确定施工工艺及参数。常用的软基处理有：复合地基法、排水固结法、强夯法。试验段施工前要编制试验段施工方案，试验施工过程中记录各项施工参数并进行分析，以确定最佳工艺。

4 软土地地区的路堤沉降是一个漫长的过程，因此需在填筑路堤时就进行观测土体位移量或沉降量。

14.3.6 软土层、沼泽地和杂填土地段由于地基处理的工作量大、周期长，为保证与其他地段同时完工，适宜安排提前施工。

14.3.7 水是影响路堤稳定性的主要因素，雨期施工需注意防洪、排水和保持土壤正常含水量，并从施工组织、材料选择到施工技术等方面采取综合措施，以保证工程质量。

14.3.8 冬期施工要密切注意天气预报，防止气温骤降造成填料和填筑面冻结。路堤冬期填筑时，由于土中的水分冻结并形成一定强度，在压实过程中，虽然也可能达到密实度要求，但解冻之后，冻结的毛细水孔形成孔隙，随着时间推移，会产生较大沉降。

14.3.9 土工试验是保证路堤填筑质量的重要措施之一，除测试其最佳含水量之外，由于路堤是分层填筑的，因此要求在一般情况下以每层的长度和面积控制取试样组数。

14.4 涵 洞

14.4.1 涵洞地基承载力、尺寸、标高、含水情况、土质情况等未达到设计文件要求时，需经处理并验收合格后方可进行结构施工。

14.4.2 涵管砌筑，无论是混凝土基础还是天然地基，都要和涵管密贴，特别是天然地基要密实，以保证涵管各管节受力均匀，

避免因沉降不均匀和基础施工质量不好产生不均匀下沉或破坏，导致管节错位和开裂。

14.4.5 单侧填筑会使涵洞受不对称压力，使涵身会发生位移或损坏，因此要求对称填筑。涵洞一般设有防水层，填筑时一般在防水层外侧铺贴聚苯板、砌筑保护墙等保护层，以起到对防水层的保护作用，防止设备直接碰撞或接触防水层，使其损坏。

14.4.7 石料砌体涵洞拱圈只在环向承受轴向力，在墙体砌筑完之后施工，为使砌筑拱圈时左右墙体和拱架受力均匀，故要求分节对称由拱脚向拱顶方向砌筑。

15 高架结构

15.1 一般规定

15.1.1 高架桥由于处于城市，地面施工场地狭小，预制构件在工厂制作后运至现场安装，这不仅可以保证质量，而且可加快现场施工进度，减少对城市交通的干扰。

15.1.2 现浇大体积混凝土施工裂缝的控制是保证结构质量的关键，施工中可通过混凝土配合比试配、原材料控制、浇筑方法、养护方式等方面的措施，以减少混凝土的收缩，最终达到控制混凝土施工裂缝的目的。

15.2 基 础

15.2.2 围堰及筑岛是基础施工的重要措施之一，其实施效果的好坏会直接影响到基础施工的成败，因此需根据现场水文地质情况结合设计文件，编制施工方案，以确保安全和质量。

15.2.3 基坑施工往往会发生坡顶临时堆土现象，堆土后会对基坑安全产生隐患。同时因施工场地狭小也会在坡顶堆放施工材料、机械设备，因此制定本条。

15.2.4 为节省资源，当设计为无筋混凝土基础，一般需要填放石块时，为确保质量，对填筑的石料和施工方法做出相应的规定，以确保质量。

15.2.9 水中成桩钢护筒埋设深度是确保钻孔质量和安全的重要环节，若护筒发生位移，桩孔会发生偏斜等。

15.3 下部结构

15.3.5 当台帽或盖梁距地面较高时，采用落地的支撑架费用较高，工程量也较大，一般可采用托架或抱箍作为模板的支撑架。

托架或抱箍悬挂或固定在墩台上，给墩台增加了额外荷载，同时墩台上也要留置连接件或连接孔，影响墩台的外观质量，因此需要进行荷载复核确保结构受力稳定，并且外观质量不受影响或有可恢复原貌的措施。

15.3.7 墩台身和横向连接杆同时施工易于保证工程质量。

15.3.8 支座垫石或挡块的施工精度要求高，特别是支座垫石的标高和中心轴线偏差要求更高，分为两次施工容易达到精度要求。

15.3.10 设计文件一般给定支座的规格及性能要求，具体的安装方法、安装方向等一般按照支座生产厂商的工艺标准进行安装，所以规定本条。

15.3.11 支座的安装预偏量主要是考虑混凝土梁在气温变化时，梁体会收缩或膨胀，滑动支座的滑动钢板有一定的范围，若不考虑预偏量，就会滑出其范围，滑动支座就会不起作用；固定支座的受剪力超出设计文件规定后就会破坏。预偏量考虑的因素有安装时的气温、预应力张拉、混凝土收缩和徐变对梁长的影响。预偏量的计算可根据设计文件要求或产品说明书进行。

15.4 支架现浇混凝土

15.4.1 现浇高架结构支架地基承载力是确保支架稳定的基本要求，尤其是高大模架，若地基承载力不足或存在不均匀现象，在浇筑混凝土期间支架特别容易发生沉降，严重的会出现坍塌事故，因此规定对地基进行承载力验算，不足时要求进行加固处理。支架进行预压是为了验证地基承载力和消除杆件之间的缝隙，以确保支架安全和标高的准确性。

15.4.10 为保证混凝土浇筑质量，防止连续梁和悬臂梁浇筑混凝土时，由于模板支架不均匀沉降而导致梁体产生裂缝，并方便箱型梁支拆模板，所以制定本条规定。

15.4.11 为防止模板支架由于地基不均匀下沉，而引起梁的混凝土产生裂缝，所以提出施工措施，可根据具体情况采用其中一

项或两项措施施工，以确保工程质量。

15.4.12 梁板结合部是混凝土结合的薄弱部位，特别是采用预制梁的现浇板龄期相差过大时，则相互之间收缩偏差就大，使连接处的后浇混凝土内应力增大而产生裂缝。由于混凝土不受收缩影响的时间一般为3个月，所以本条做此规定。

15.4.13 本条对挂篮结构设计、加工及拼装做出了规定。

3 挂篮行走时的稳定性为最不利状态，而锚固系统、吊杆等为挂篮重要构件，因此需作安全系数要求。

15.4.14 模板、托架或膺架在浇筑混凝土时，会产生弹性和非弹性变形，除了要进行内力和变形计算，满足强度、刚度和稳定性的要求外，还需要设置相应预拱值。

15.5 预 制 梁

15.5.1 高架桥预制构件一般在工厂制作。由于有的构件比较长，在制作过程中，为防止地面不均匀沉降使构件产生附加应力而产生裂缝，以及为保证预制构件表面平整、美观，钢筋绑扎牢固，梁的支座预埋件等埋设位置正确，所以制定本条规定。

15.5.2 吊运钢筋骨架时，由于钢筋骨架柔性较大，会产生变形。变形较小时放入模板后可自行恢复原状，超量的变形会造成部分不可恢复，因此需要加以控制。一般采用设置纵横向剪刀撑加固增强钢筋骨架刚度的措施，具体以实际吊装试验结果控制，或按照最大变形量小于 $1/100L$ （骨架长度）预控。

15.5.6 钢筋混凝土预制构件，在强度增长过程中，会出现一个脆性阶段，在这期间如果移动或吊运，会产生裂缝甚至脆断，所以要求其强度达到70%以上时才允许吊运。

15.5.7 每一跨梁分若干节段梁进行预制，吊运有预制厂内转运、平板车运输、龙门吊吊装或节段梁架桥机吊装等，吊运方法根据构件重量、重心、架梁设备等对梁体的吊点、绑扎点预先进行设计，确保安全和快捷。

15.5.8 本条对预制梁存放做出了规定。

3 存梁要求水平码放，并且支垫均要垫实，防止不均匀受力使其变形，目的是确保梁体稳定和受力合理。

15.5.9 高架桥预制梁、墩、柱等大型构件，一般墩、柱可采用汽车或履带吊机、跨墩龙门吊安装，而梁结构除采用吊机吊装外，尚有门式起重机、龙门架桥机或龙门式吊车安装等方法。但无论采用何种吊装方法，均需先制定方案，施工中精心操作，以确保安全。

15.5.10 预制梁的安装过程中，除承受本身重量外，尚还承受施工中不可预见的附加力，由于它是受弯构件，为防止构件受损，确保安全，因此，规定构件需达到设计文件规定的强度。而对构件安装部位的承重结构，大部是承受压应力的，所以规定其混凝土达到设计文件规定强度的70%。预制梁逐块安装时，不能立即形成设计文件所要求达到的稳定状态，为保证安全，所以要求及时固定。

15.5.13 为使预制梁和支座安装位置正确，保证施工安全，所以制定本条规定。

15.6 预应力混凝土结构

15.6.1 预应力混凝土结构所采用的钢丝、钢绞线和热处理钢筋等的质量，执行国家现行标准《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223、《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224、《预应力混凝土用钢棒》GB 5223.3、《预应力混凝土用螺纹钢筋》GB/T 20065、《无粘结预应力钢绞线》JG 161的规定。

15.6.4 锚夹具包括工具锚与工作锚。预应力筋下料长度一般采用以下方法计算：后张法，预应力筋下料长度=孔道长度+2×工作锚厚度+2×张拉设备长度(千斤顶，限位环等)+2×工具锚厚度+2×100mm(富余量)；先张法，预应力筋下料长度=台座长度+2×张拉横梁宽度+2×夹具厚度+2×100mm(富余量)。

15.6.15 同一构件的多根钢筋同时张拉，采用钢筋应力测定仪等仪器抽测其应力值。其检测的总预应力值，与该构件计算出的

全部钢筋预应力总值相差 5%以内时，则可认为预应力筋仍在弹性变形范围内，并可保持构件受力的整体性。否则，需要查找原因进行处理。

15.6.18 混凝土一般达到设计文件规定强度的 70%时，方可获得所需抗压强度和预应力筋的粘结力，否则，放张时，混凝土构件端部可能沿预应力筋周围会出现裂纹，影响质量。

15.9 高架车站结构

15.9.1 高架车站结构的轨道梁与车站结构完全分开布置形成独立轨道梁桥时，轨道梁结构施工与区间高架结构施工要求相同，车站结构执行现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 及《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。轨道梁支承于车站结构，或站台梁等车站结构构件支承于轨道梁上形成桥-建合一结构体系，需统筹考虑施工安排，但是结构施工要求同上所述。

15.9.3 因架桥机为重型设备，因此架桥机过站安装预制梁时，需考虑车站结构的荷载承受能力，以保证车站结构和施工安全。

16 防 水

16.1 一 般 规 定

16.1.2 地下防水施工为隐检工程，可修复性差，强调施工过程分项验收，有利于防水质量的保障。

卷材和涂膜防水层施工，对基层面要求很严格，如果基层面不平或处理不干净，则防水层与基层面粘结不牢，影响防水效果。同时，防水层铺贴前，对基层面和结构的检查，属隐检范畴，如果隐蔽前未检查出问题，铺贴防水层后再处理，困难很大，所以制定本条规定。

16.1.8 卷材或涂膜防水层铺贴完工后，为防止后续施工将其损坏，要做防护处理。

2 在砌筑保护墙过程中，保护墙和结构之间会出现一定的空隙，为防止回填土侧压力将保护墙折断而损坏防水层，所以要求在砌筑砌块过程中，边砌边将空隙填实。

3 砂浆或细石混凝土保护层比较薄，为不使其产生裂缝，混凝土终凝后就需要洒水保湿养护。

16.2 防水混凝土

16.2.1~16.2.5 地下工程所处的环境较为复杂、恶劣，结构主体长期浸泡在水中或受到各种侵蚀介质的侵蚀以及冻融、干湿交替的作用，易使混凝土结构随着时间的推移，逐渐产生劣化，各种侵蚀介质对混凝土的破坏与混凝土自身的透水性和吸水性密切相关。故防水混凝土的质量首先通过严格要求配制混凝土的各种原材料和外加剂来实现。

16.2.6 本条对混凝土搅拌做出了规定。

1 由于目前市场上的外加剂种类较多，而混凝土的搅拌时

间除基本要求外，与所掺加的外加剂关系较大，因此制定本条。

5 混凝土坍落度控制的好坏，直接影响混凝土的强度，而混凝土运输过程中会有坍落度损失。运输过程坍落度损失又与运输时长、气温有极大的关系，因此出机坍落度除需要根据现场浇筑方式和标准要求外，还需考虑运输过程坍落度的损失，因此制定本条。

16.2.9 本条对混凝土入模做出了规定。

3 混凝土倾落高度，是指混凝土从料斗、溜槽、串筒等卸料口倾落入模高度。混凝土浇筑时，由于结构配筋不同，以混凝土从卸料口倾落入模高度不发生离析现象为原则，为此制定款。

16.2.10 为保证混凝土覆盖时间，使上下层混凝土结合紧密，所以要求连续浇筑；结构有的纵断面变化大，特别是附属建筑物，结构不在同一水平面上，为了确保混凝土浇筑质量，所以提出混凝土从低处向高处分层连续浇筑的规定；当墙板或柱板一体浇筑时，为消除墙体或柱混凝土的自身沉落量，在浇筑到其顶部时，需要间歇一定时间，以消除其沉落量带来的影响，确保竖向与水平向连接部位混凝土不出现裂缝等质量问题，因此制定本条。

16.2.11 本条对混凝土机械振捣做出了规定。

1 采用机械振捣混凝土，能产生振幅小而频率较高的振动，可使混凝土中的粗骨料被水泥砂浆包裹后共同流动，并使混凝土中的气泡上浮排出，保证了混凝土强度和抗渗性，所以要求采用机械振捣。

2 振捣器振捣时的移距和插入式振捣器插入混凝土下层深度要求，是根据设备振动影响半径范围和施工实践确定的。

3 由于振捣器振捣时，振动频率很大，特别是插入式振捣器，为防止振捣时触及模板、钢筋、预埋件、止水带等，造成移位、松动和损坏，做此规定。

16.2.14 特殊部位是指变形缝、施工缝、后浇带、阴阳角、穿墙管、桩头和临时立柱、不同工法间以及梁、柱、墙不同断面结

合等部位，一是由于钢筋密集，二是存在新旧混凝土接槎，三是防水材料可能不同，四是这些部位施工操作困难，由于以上因素质量难以保证，大部分渗漏出现在上述部位，为使混凝土振捣密实，保证混凝土质量，所以制定本条规定。

16.2.16 本条对混凝土养护做出了规定。

1 防水混凝土在头 14d 内硬化速度快，如果这段时间养护不好，混凝土易失水，抗渗性能下降，收缩率增大，致使混凝土易产生裂缝。另外，混凝土浇筑后，产生大量的水化热，如果过早拆模，使混凝土暴露在大气层中，由于与周围环境温差过大，也会使混凝土产生裂缝，综合以上情况，所以制定本规定。

3 蓄热法是混凝土冬期施工的主要保温措施之一，实践证明，地下铁道隧道结构混凝土冬期施工采用蓄热法是完全可行的。而蓄热法是通过热工计算来提高混凝土拌合物的温度和其水化热，并在加强保温的条件下，延长混凝土降到 0℃ 的时间，以保证混凝土在养期间不受冻。混凝土入模温度也是通过热工计算确定的，为保证混凝土质量，所以制定本规定。

16.3 明 挖 法

16.3.1 本条对明挖法防水做出了规定。

2 分离式结构指放坡或土钉墙支护的结构形式，或采用其他围护结构形式，但围护结构与主体结构之间间距大于 800mm，防水具备直接施工于立墙结构上的条件。

3 复合式结构指围护与主体结构间间距不大于 100mm。

4 叠合墙结构形式指围护结构与主体结构间钢筋或接驳器连接，侧墙防水层无法连续整体施工。

16.3.2 防水材料施工工艺与材料类型匹配，冷施工的自粘卷材禁止热熔法施工。防水卷材施工的选择与结构工法相匹配。

16.3.3 基坑有肥槽，指围护与主体分离或采取放坡形式，侧墙防水层与主体结构密贴，防水层保护后回填土或细石混凝土。无肥槽，指侧墙防水层施工在围护结构上，再浇筑主体结构。

16.3.4 在卷材铺贴前,要求对基层面进行检查验收,基层面合格是保证防水层铺贴质量的重要因素。防水施工是隐检项目,需要全面检查,以防留下隐患。不同类型的防水材料对平整度要求不同。矿山法防水板的施工要求 D/L 不大于 $1/8$;膨润土防水毯对基层平整度要求 D/L 不大于 $1/30$;聚氨酯涂膜和后贴法施工的自粘卷材对基层平整度要求 D/L 不大于 $1/20$ 。

16.3.5 本条对基层界面处理做出了规定。

1 与基层满粘法施工的卷材,在基层面上涂刷的处理剂,既有使稀胶液渗入到基层面的细孔中,阻断卷材铺贴后从细孔中由于虹吸现象而渗透出的水分使卷材底结露的作用,又有能够提高基层面与防水卷材之间的粘结力的效果。

16.3.6 外防外贴法施工,阴、阳角部位防水卷材加强层设置于大面防水层与主体结构之间;外防内贴法施工,阴、阳角部位防水加强层设置于大面防水层与围护结构或垫层之间。

16.3.8 地下工程的渗漏水多发生在接缝部位,如车站与附属的接口等,因为施工步骤的原因,防水材料在接口处要求预留甩槎,若留槎长度不够或保护不足,槎头常被破坏,因此做此要求。不同工法采用的防水材料不同,接头时因无相容性常无法相接,因此要求采用具备与两种材料都相容的材料完成过渡。

16.3.10 本条对外防内贴法防水做出了规定。

3 为防止防水层甩槎部分在混凝土施工过程中损坏,在钢筋混凝土结构施工前需要对其进行保护,一般采用薄铁皮进行保护。

16.3.11 本条对热熔法铺贴防水卷材做出了规定。

1 热熔法铺贴卷材,只有随铺贴随施加均匀的辊推压力,才能使卷材与基础界面剂粘结牢固和不发生空鼓。

热熔法施工主要指弹性体 SBS 改性沥青防水卷材。当采用外防内贴法施工时,立墙卷材采用上层压下层的做法;当采用外防外贴法施工时,立墙卷材采用上层压下层的做法,不形成倒槎。

16.3.12 本条对冷粘和自粘法铺贴防水卷材做出了规定。

3 环境温度偏低时，自粘卷材的粘结能力下降，施工中出現用明火烤熔卷材以达到粘贴的目的，这是严格禁止的。明火高温破坏了自粘层的分子结构，会影响卷材整体的防水性和耐久性。因此冷施工作业的卷材不能采用热熔法施工。

16.3.13 本条对预铺式防水卷材做出了规定。

1 预铺式防水卷材有预铺式高分子 P 类和预铺式沥青基聚酯胎 PY 类。此类多用于基坑为围护桩、连续墙的复合式结构，其铺贴在围护桩或连续墙上，能与后浇混凝土反应粘贴密实，形成不窜水的防水系统。

但这种能力是通过测试卷材“与后浇混凝土的剥离强度”来体现，因此要求作为材料进场施工前的必检项目。

2 沥青基聚酯胎防水卷材一般每隔 2m~5m 要用金属压条临时钉在墙上，防止滑落。

3 预铺式高分子防水卷材 P 类短边的自粘粘结边在现场施工裁剪后，再施工连接要求采用配套的粘结带粘结，粘结强度不小于 1.0MPa。因卷材芯材为高分子树脂片，在冬季施工时长边可以采用热焊机双焊缝的搭接方式。

4 预铺式高分子类自粘胶膜防水卷材，因其表面胶膜层有减粘措施或覆盖了反应型胶膜颗粒，因此底板防水层完成后直接钢筋作业并浇筑混凝土，真正实现与混凝土结构粘结。这类表面不粘的卷材需通过材料检测后才免去底板保护层的施工。

5 预铺式防水卷材自粘层表面有一层为方便运输和保护自粘层的覆膜层，在现场卷材施工完成，钢筋作业同时、混凝土浇筑前撕除，否则无法实现与后浇筑混凝土粘结密实。

16.3.15 高分子增强型复合防水片材即为聚乙烯丙纶复合防水卷材。

4 因表面的丙纶纤维在紫外线照射下容易老化，因此不用于非上人屋面工程。施工后及时施工保护层。

16.3.16 天然钠基膨润土防水毯的辅助膨润土颗粒，主要用于

倒角加强，防止防水毯在弯折部位颗粒流失无法遇水膨胀止水；配套的膨润土密封膏主要用于防水毯间的搭接和封口，钉孔密封等。

1 膨润土防水材料在有限的空间内吸水膨胀才能防水，膨润土材料防水层两侧的夹持力不小于 0.014MPa，如果膨润土材料防水层两侧的密实度（一般 85% 以上）不够，膨润土不能正常发挥止水功能。膨润土材料防水层两侧不能有影响密实度的其他物质，比如聚苯板、聚乙烯泡沫塑料等柔性材料。另外，膨润土材料防水层与结构物外表面密贴才会在结构物表面形成胶体隔膜，从而达到防水的目的。

5 因现场裁剪后膨润土颗粒会造成流失，影响防水效果，因此加强层一般工厂定制。

16.3.17 有机类涂料主要为高分子合成橡胶及合成树脂乳液类涂料。有机防水涂料常用于工程的迎水面，充分发挥有机防水涂料在一定厚度时有较好的抗渗性，在基面上，特别是在各种复杂表面上能形成无缝隙的完整的防水膜的长处，又能避免涂料与基面粘结力较小的弱点。

无机类涂料主要是水泥类无机活性涂料，其中水泥基渗透结晶型防水涂料是靠其中活性成分在水为载体情况下，不断向混凝土内部渗透，并与混凝土中某种组分形成不溶于水的结晶体充填毛细孔道，从而提高混凝土的密实性和防水性。聚合物水泥防水涂料，是以有机高分子聚合物为主要基料，加入少量无机活性粉料，具有比一般有机涂料干燥快、弹性模量低、体积收缩小、抗渗性好的优点。

16.3.20 涂膜防水层，在保证防水、防腐等条件下，选用污染小、无毒和刺激性小的防水材料，是为减少对环境 and 人体的危害。

16.3.24 本条对不同类型有机防水涂料做出了规定。

1 聚氨酯涂膜防水层单独使用厚度不小于 2mm，如一次涂成，由于涂膜内外收缩和干燥时间不一致，若固化不完全，会出

现空鼓、开裂、与基层脱开等情况。特别在边墙涂布时，一次涂得太厚，或前层未干就涂后层，则高部位涂料会下淌造成厚薄不均匀，或低处堆积起皱，质量难以保证。边墙由上向下涂布，施工方便，易于保证质量。为避免涂料流淌，可采用“薄涂多遍”等措施。

16.3.26 目前掺各种外加剂、掺合料、聚合物的防水砂浆品种繁多，为方便选用和施工时控制质量，聚合物水泥砂浆要求满足下列技术要求：粘结强度 $\geq 1.2\text{MPa}$ ，抗渗性 $\geq 1.5\text{MPa}$ ，干缩率 ≤ 0.15 ，浸水 168h 后粘结强度和抗渗性保持率不小于 80%。

16.4 盖挖法

16.4.1 盖挖逆作法防水的两个薄弱环节，一是顶板与侧墙防水层无法柔性连接，需在侧墙端头断面处涂刷刚性防水层如水泥基渗透结晶防水材料，不能采用柔性防水材料，以防止在上下混凝土之间形成隔离层，影响结构受力。第二个薄弱处是顶板（中板）与侧墙之间的施工缝，常称作板下缝，此处无法设置中埋式止水构件，只能设置遇水膨胀止水胶或止水条、预埋注浆管防水。止水胶或止水条建议双道设置。

16.5 矿山法

16.5.2 一是矿山法防水层基面表面平整度差，铺设缓冲层后能避免基层表面的突出的混凝土骨料刺破防水板；二是有的缓冲层有渗排水性能，能起到引排水的作用；三是因基面表面平整度差，浇筑混凝土将铺设缓冲层、防水板与基面挤压密实，若铺设过紧会将其拉裂，防水层起不到防水作用。

16.5.4 本条对防水板注浆系统做出了规定。

1 防水板设置注浆系统，主要为充填防水板和二衬混凝土之间的空隙，尤其是拱顶部位，因为浇筑混凝土时重力作用以及防水板表面光滑与混凝土不粘，此处会出现空隙，通过注水泥砂浆或水泥浆实现防水层与结构间密实。

3 防水板的注浆系统分段设置是为防止出现渗水时到处乱窜,增加渗漏治理的难度。当采用将导管开口端直接引出结构时,导管可插入圆钢筋并用绑丝与钢筋和模板固定牢固,防止在灌注混凝土时偏位和挤压孔道,堵塞注浆管路,并在引出端对应的模板上进行标记。当采用将开口端临时封闭引至模板内侧时,引出部位预埋木盒,防止混凝土堵塞管口,木盒内可填塞棉纱或泡沫板,并在对应的模板上点涂红油漆,便于模板拆除能够准确找到导管口位置和易于剔除表面混凝土,引出导管。

16.5.5 常规的矿山法防水是采用塑料防水板,因为和初衬、二衬均不粘结,需要设置配套的注浆底座系统,在二衬完成后注浆填补二衬与防水板之间的空隙。一些特殊地质的隧道工程已经开始采用高分子预铺反粘防水卷材,自粘层与后浇筑混凝土粘贴密实,不再设置注浆底座系统。

16.5.6 本条是对具备排水条件的隧道工程,设置防、排水模式的要求。

地下铁道工程是不提倡将衬砌外的水引至隧道内排放的。但一些城市地下铁道涉及穿山隧道、过海过江隧道,埋深大,同时具备围岩条件好的特点,需要考虑限量排水,水压力折减后结构计算满足安全、合理的要求。故设置半包加排水或全包加排水的防排水措施。但排水不是无限制的排放,且若排入车站或区间泵房,需要控制水量,后期运营成本增加。

4 针对特殊地质,如过海隧道,当结晶析出物过多排水管极易堵塞,排水不畅通影响结构受力时需要设置可清洗型排水系统,即排水系统设置检查井,通过高压水枪对排水系统进行清理,保证排水畅通。

16.6 盾 构 法

16.6.2 盾构隧道防水主要是管片自防水和管片间弹性密封垫止水。本条对密封垫在管片拼装前的密封垫施工做相应规定。

16.6.3 弹性密封垫施工质量直接影响管片拼装完成后隧道防水

的质量，因此制定本条。

16.6.5 盾构隧道螺栓孔较多，螺栓孔密封需要满足防水、防锈蚀、密闭的要求，同时满足耐老化要求。

16.6.8 本条主要针对有侵蚀性介质的区间段，管片外涂是为增强管片耐腐蚀能力，需要在管片厂施作并完成养护。常采用的外涂层有水泥基渗透结晶防水材料，高渗透改性环氧涂料等附着力好、强度高、耐腐蚀性强的涂料。

16.7 沉管法

16.7.1 管节无外包防水时，管节混凝土的自防水等级满足要求，浇筑过程加强质量管理。管节接头部位防水措施满足水密性要求。

16.7.5 本条对水下接头的密封压接施工做出了规定。

2 应急预案主要指接头渗水量较大时采取的措施和方案，包括应急物资的准备、抢险人员的准备、抽排水的设备准备、人孔闸门的开启方法、探查人员的检查方法等内容。

16.8 特殊部位防水

16.8.2 本条对背贴式止水带施工做出了规定。

5 止水带出现倒伏现象时，会影响与后浇筑的混凝土咬合密实，降低防水效果。

16.8.3 本条对中埋式止水带施工做出了规定。

5 止水带在水平部位要求盆式安装，主要考虑顶、底板止水带下部的混凝土不易振捣密实，气泡不易排出，且混凝土凝固时产生的收缩易使止水带与下面的混凝土产生缝隙，因而导致变形缝漏水。

6 止水带接头是接缝处防水的关键，止水带接头不能过多。接头方式有三种：过去长期采用现场硫化方式接头，从效果看，硫化方式较复杂，成功率较低；为便于施工同时保障防水质量，允许采用冷对接方式，通过未硫化丁基橡胶腻子外包裹止水带接

头实现冷对接；随着技术的发展，在纵向施工缝部位直接采用丁基橡胶腻子钢板止水带，与环向的橡胶止水带在交接部位粘贴过渡或采用螺栓固定钢边部位。

16.8.4 要使嵌填的密封材料具有良好的防水性能，除了嵌填的密封材料要密实外，缝两侧的基面处理也十分重要，否则密封材料与基面粘结不紧密，起不到防水作用。另外，嵌缝材料下面的背衬材料不可忽视，不使密封材料三向受力，对密封材料的耐久性和防水性有不利影响。

16.8.7 本条对施工缝防水做出了规定。

1 如不先铺水泥砂浆层或铺的厚度不够，将会出现工程界俗称的“烂根”现象，极易造成施工缝的渗漏水。还需要注意铺水泥砂浆层或刷界面处理剂、水泥基渗透结晶型防水涂料后，及时浇筑混凝土，若时间间隔过久，水泥砂浆已凝固，则起不到使新老混凝土紧密结合的作用，仍会留下渗漏水的隐患。

2 施工缝凿毛也是增强新老混凝土结合力的有效方法，垂直施工缝中凿毛作业难度较大，也要认真施工，确保防水质量。

16.8.8 本条对遇水膨胀止水胶、止水条施工做出了规定。

3 遇水膨胀止水胶对基面平整度要求不高，但注意施工时要与基面粘贴完全，挤胶要均匀、连续。现场施工用水常使止水胶提前膨胀，因止水胶没有反复膨胀性，膨胀后止水胶要求割除后重新补胶，与原有胶搭接宽度不小于100mm。

4 遇水膨胀止水条在施工时，要求设置止水条的基面平整，浇筑混凝土时用木板条预留出平整面，因为施工缝部位钢筋的布设使现场找平困难。止水条采用钉或粘贴方式牢固固定在基面上。

16.8.10 本条对注浆管的安装和注浆施工做出了规定。

1 注浆管材质选用不要在混凝土浇筑时被挤压后，无法注浆；同时为满足全断面出浆、预注和渗漏后注浆时进浆顺畅时采用。实际现场常出现预留注浆管无法注浆情况，主要原因有：产品不合格、非全断面出浆、钢筋挤扁了注浆导管、注浆管施工未

按照设计文件要求施作等。

16.8.12 为防止混凝土凝固时，由于收缩和温差效应而产生裂缝，所以在结构长而体积大时，需设置后浇缝。其位置一般设于受力和变形较小而收缩应力最大的部位，其宽度一般为 0.8m~1.0m，采用垂直平缝或阶梯缝。为使先浇筑的混凝土充分收缩变形后再浇筑缝内的混凝土，规定先浇筑混凝土龄期为 42d，同时，为减少后浇混凝土产生的收缩与既有混凝土之间形成裂缝，采用微膨胀混凝土补偿收缩。

16.8.13 后浇带由于未浇筑混凝土，其他结构继续施工，往往会造成外贴式止水带由于保护不好或未采取保护措施，致使杂物落入，一是会损伤止水带和防水层；二是会给后浇筑混凝土时清理带来困难；三是存在安全隐患，为此制定本条。

16.8.15 本条对穿墙管和穿墙群盒施工做出了规定。

1 预先埋设穿墙管（盒），主要是为了避免浇筑混凝土完成后，重新凿洞破坏防水层，造成工程渗漏水的隐患。

2 穿墙管外壁与混凝土交界处是防水薄弱环节，穿墙管中部加上止水环改变水的渗透路径，延长水的渗透路线，遇水膨胀橡胶则可堵塞渗水通道，从而达到防水目的。针对目前穿墙管部位渗漏水较多的情况再增设一道嵌缝防水层，以确保穿墙管部位的防水性能。另外，止水环的形状以方形为宜，以避免管道安装时所加外力引起穿墙管的转动。如果止水环与管不满焊，或满焊而不密实，则止水环与管接触处仍是防水薄弱环节，故止水环与管一定要满焊密实。

16.8.16 桩头在明挖车站非常多见，底板柔性防水层因为桩头原因无法连续，需要采用“刚柔过渡”的做法，本条对桩头防水层衔接和止水做了相应要求。

16.8.17 临时立柱防水原则就是断开的柔性防水层要做密封收头，位于结构中部设置止水钢板。

16.8.18 预留通道接头是防水的薄弱环节之一，因为接头两边的结构重量及荷载存在较大差异，从而可能产生较大的不均匀沉

降变形。另外，接头两边的施工时间先后不一，也会存在一定的混凝土收缩应力。此部位因无法设置中埋式止水构件，一般设置基层涂刷水泥基渗透结晶防水材料，增加新、老混凝土的粘结能力，通过预留止水胶和注浆管的方式达到好的防水效果。

16.8.19 本条对明挖法与矿山法接口防水做出了规定。

1 明挖法与矿山法接口是先施工明挖法，然后矿山法与明挖法衔接，过去往往因未设置正式防水层与矿山法洞门四周搭接范围的隔离层，在矿山法防水层施工搭接时，一是剥离防水层时难度大，二是无法完整剥离，造成搭接不完整，存在渗漏水现象。

2 过去往往因防水层铺贴后，在矿山法洞门口外露部分未铺设保护层，造成预留搭接防水层的破损，影响防水效果。

4 过渡层只能埋设在矿山法段内。

16.8.21 根据国内的施工顺序，多是明挖法主体先施工，附属结构后施工，主体与附属间的接口防水，因防水施工不当，往往会发生渗漏水现象，因此制定本条。

16.8.22 为确保新、老混凝土的粘结能力和防水效果，一般设有止水胶或条、水泥基渗透结晶型防水涂料等，为规范施工制定本条。

16.9 高架结构

16.9.2 高架桥主要采用防、排结合的方式。其中预制混凝土整体道床采用涂膜防水形式；碎石道床采用卷材防水形式。桥面找坡需要与排水结合。

17 建筑装饰装修

17.1 一般规定

17.1.1 为了规范各施工阶段工序交接,有利于各专业施工间的协调与配合,明确各方责任和义务。

17.1.2 本条对施工环境温度和湿度做出了规定。

1 抹灰和镶贴饰面砖工程,基层有灰尘或施工温度过低都容易导致空鼓等质量问题,故做此款规定。

5 由于地下铁道结构内比较潮湿,为了保证装修工程质量,故对施工环境湿度做了规定。

17.1.3 由于结构尺寸、位置的允许偏差大于建筑装饰工程的允许偏差,在结构施工完成需要对结构实际净空、柱子和墙面的垂直度、预埋件、预留孔等进行放线量测,供深化设计文件平面和立面布置,因此需要在结构完成后进行复核。

17.1.4 地下铁道列车进出站等形成的风压和振动均比较强烈,在正负风压和振动的反复作用下,容易造成连接的松动,从而引发脱落。

17.1.5 地下铁道工程作为公共交通,需要考虑残障群体的出行方便和安全。

17.1.9 地下铁道工程作为公共交通,人群集中,对装饰装修材料的环保要求高。

17.2 涂饰工程

17.2.2 涂饰基层有灰尘、温度过低等容易降低腻子、涂料等的附着力和强度。

17.2.4 装饰施工针对腻子的材料特性,批刮过厚容易导致开裂、脱落等问题,因此要求分层刮涂。若厚度超过 5mm 时,需

要增设钢丝网或玻璃丝布加强层。

17.3 吊 顶

17.3.1 装饰施工阶段各专业设备、管道等协调交叉作业较多，为了避免相互影响和破坏装饰完成面，制定本条。

17.3.2 刚性吊杆是指钢管、角钢、槽钢、C型钢等钢型材制作的用于固定作用的吊杆。地下铁道车站层高较高，吊顶承受的正、负风压较大，故采用刚性吊杆更安全；其长度大于1.5m时，需设置反向支撑或增加转换层来减小吊杆长细比；1.5m为常规经验值。

17.3.4 吊顶施工采用的胀栓需在顶板上进行打孔，会碰到结构钢筋或楼板上层防水等问题，推荐吊顶施工优先采用预埋件安装，减少对结构质量的影响和吊顶振动的安全性。吊挂点在顶板上的固定方法有两种，一种是在结构顶板上预埋钢板，吊杆焊接；二种是打孔安装胀栓，机械连接吊杆。日前多采用第二种方法；为了保证吊挂点的安全性，特别是站厅（台）的吊顶，层高较高，面积较大，吊杆负荷比较重，必要时尚需做荷载试验，因此推荐采用第一种方式。

17.3.6 地下铁道车站一般位于地下，其潮湿湿度大，为防止金属制品外露面锈蚀做此规定。

17.3.9 列车通过时吊顶受的正、负风压较大，吊顶内的吸声材料容易松动、散落，保证吸声材料在长期振动的条件下不被破坏而失去吸声效果或散落对造成人员安全隐患。

17.3.11 吊顶内部各专业管线安装为隐蔽工程，同时其出现问题时需要修复，规定本条是为了避免交叉施工破坏饰面板。

17.4 墙面及柱面

17.4.1 寒冷地区外墙陶瓷面砖受冻胀影响大，对材料的抗冻性和粘结强度要求高，地下车站附属结构地下段铺贴陶瓷面砖需要按外墙砖进行抗冻性和粘贴拉拔试验。

17.4.2 钢管柱采取防锈、防火措施后美观性达不到装饰效果要求，在钢管柱防锈和防火层完成后按照装饰要求进行装修。

17.5 地 面

17.5.2 为提高车站装饰施工质量，减少交叉破坏影响，提出墙、顶、地的施工工序要求。特殊情况先做地面时需要采取必要的成品保护措施。

17.5.3 车站站台的边缘设有与轨道平行的安全线标志，以提醒乘客注意列车进出站时的安全，本条对其位置、颜色等做了相应规定。

17.5.4 为保证乘客行走安全，地面变形缝的盖板条、检查孔盖板等要求保持平整、稳固。

17.5.5 地下铁道客流量大，车站站厅及站台地面多采用耐久性好、易清洗的板块材料铺砌，目前除了常用的预制水磨石板、地砖外，大量采用陶瓷地砖、天然石材等板块材料。

17.5.6 本条对绝缘层地面施工做出了规定。

5 站台绝缘区域和站台屏蔽门门槛及立柱底座之间、绝缘区域与非绝缘区域之间一般要在施工过程中设置绝缘挡板（根据现场需要），绝缘层与站台屏蔽门门槛间保持 10mm 缝隙，与相邻绝缘层间及站台非绝缘层处地面装修层、站台尾墙同样预留 10mm 间隙，形成分块隔离的绝缘层布局。所有区域有效隔离后再用绝缘胶进行密封。

17.6 栏杆及扶手

17.6.1 由于地下铁道人流较大且集中，栏杆、扶手承受的水平荷载较一般公用建筑所受的荷载大，推荐采用预埋件安装更安全、更牢固，同时对结构影响也较小。

17.6.2 由于地下铁道人流较大且集中，施工完成的护栏或扶手要进行水平荷载和撞击荷载的现场检验，以验证护栏或扶手是否能达到设计文件规定的承载力。

17.6.3 本条对栏杆和扶手施工做出了规定。

1 为保证不锈钢栏杆、扶手安装后达到设计文件要求的承载能力和使用耐久性能故制定本款规定。

2 防止杂物直接从栏杆和地面的空隙处坠落，影响下层的人员安全，故制定本款规定。

17.7 金属门窗

17.7.2 金属门窗的固定严格按照设计文件要求的方式进行，包括安装位置、连接方式、开启方向等，要求采用预埋件安装。

17.8 标志

17.8.1 地下铁道工程客运服务设施和场所设置客运服务标志，包括安全标志、导向标志、位置标志、综合信息标志、无障碍标志。

17.8.3 重型标志大于 3kg 时直接固定在螺栓或预埋吊钩上，并满足荷载要求。0.5kg 以下时可采用软线，0.5kg~3kg 时可采用吊链。

17.8.4 地下铁道标志的安装方式可以采用悬挂（吸顶）、附着、落地、摆放。

1 根据国家标准《公共信息导向系统 设置原则与要求 第 1 部分：总则》GB/T 15566.1-2007 中的第 7.6.4 条制定。

18 轨 道

18.1 一 般 规 定

18.1.1 轨道施工可依据线路特点按高架线、地面线、地下线、停车场等分区进行施工组织，施工时原则上按两站一区间的作业模式进行分段施工，尤其是地下线，若分段较长，会降低效率。

地下铁道工程，贯通测量分为结构贯通测量和线路竣工时的贯通测量，主要是由于轨道交通对限界要求非常严格。土建结构因部分土建施工偏差超限、标段间贯通测量误差、不均匀沉降变形等原因，轨道如果按设计文件的中线及高程施工后，可能会导致局部结构断面净空不满足设计文件要求的情况，故在轨道施工前，需要进行土建贯通测量和调线调坡设计，部分地段需要进行特殊设计，以满足限界要求，确保行车安全。

线路竣工贯通测量，是对轨道的高程、水平、轨距以及建筑和设备限界的全面复核，以保证行车安全和工程质量，所以制定本条规定。

为了确保轨道工程线路的整体平顺性，在线路交接和贯通测量时，所划分的施工区域需至少具备两站一区间，以便为贯通测量提供基础条件；施工分段，主要是考虑土建工程进度、分段开通条件、道床结构形式、作业管理等，进行合理划分施工段落。

18.1.2 轨道工程与线下工程工序交接一般在轨道工程施工一个月前进行，提前交接，便于轨道施工单位进行线路复测，也有利于相关单位处理线路交接过程中存在的问题。

铺轨前，土建施工单位交接的轨道作业面无淤泥、无明水、无渗漏点；轨道作业面范围内沉降缝，变形缝要完成；土建单位完成轨道线路中线、水平贯通及洞内断面测量，将测量结果报送监理、设计单位、业主代表，并将测量成果转交第三方测量，第

三方测量需对土建单位成果进行复测，同时将复测成果表移交轨道安装单位一份；土建单位移交的作业面完成验收工作，且满足沉降要求；待移交后不许可进入已移交作业面范围内进行施工；设计单位根据土建单位测量成果决定是否进行调线调坡处理，轨道专业根据设计单位的决定进行控制桩复测、基标测设，同时将相关成果资料报监理单位和第三方审核无误后进行铺轨作业；土建单位移交具备铺轨条件线路每次至少移交 1.0~1.5km 或两站一区间，并提供本标段各区间线路具备铺轨条件的节点工期；经过联合验收后方可进行轨道专业施工，线路交接时，需要将洞内垃圾和积水清理干净，确保场地干净、整洁、无污染；土建单位车站顶风道、站台板施工完成；土建单位车站两端明挖地段封顶时，预留直径为 300mm 的下料口；同时提供现有的下料口、风井口的里程位置；土建完成人防门槛安装的施工（待轨道施工完成后进行人防门安装）；区间联络通道施工完成。上述工作完成后，具备轨道施工条件。

为了最大限度减少桥梁桩基沉降和梁体徐变对轨面平顺度的影响，若现场工期允许，可给桥梁留出充裕的沉降和徐变时间，原则上从桥梁预应力张拉结束起，小于和等于 35m 的简支梁不少于 30d，大于 35m 的简支梁和连续梁不少于 90d 后，方可进行轨道施工。部分长大跨度桥梁，因设计文件规定需要在轨道施工中预留预拱值，单跨预留后，造成轨道几何尺寸无法满足标准要求，轨道会同相关设计单位统筹考虑。另桥梁的二期恒载主要为整体道床、附属设备产生的桥梁变形，当为大跨度桥梁时，二期荷载对变形影响较大，尤其在双线同跨的桥梁上，整体道床逐步施工，二期恒载逐步加载，轨道几何尺寸根据加载情况，确定合理的控制标高。

18.1.4 本条对轨道施工前的工作做出了规定。

2 铺轨基地设置时根据全线的工期筹划，合理设置基地的覆盖范围，考虑 25m 钢轨进场道路、车站顶板荷载等因素。当铺轨基地设置于土建车站结构上时，铺轨基地使用的起重设备走

行线及材料、设备存放台位设置于结构顶板上时，进行结构顶板强度检算，避免超过顶板设计文件规定的允许荷载，统筹考虑和规划铺轨基地。

18.1.8 根据地铁设计规范规定，钢轨下部整体道床混凝土厚度，直线地段不小于 130mm，曲线地段不小于 110mm。若因土建施工累计误差较大，经调线调坡后，无法满足要求的，根据实际情况由设计单位调整相应的设计方案，相关资料列入竣工文件。

18.1.9 本条对接口衔接管理做出了规定。

2 冷冻法施工的区间隧道联络通道（旁通道）、集水井在施工完毕后，进行壁后充填注浆（壁后注浆），是通过注浆方式充填施工结构背后残余的空隙，以此解决由于施工的残留空隙而带来的土体变形位移。融沉注浆，是通过注浆方式充填冻土解冻融化过程中产生的空隙，减少沉降变形。当壁后充填注浆、冻结孔口处理、隧道支架撤离等工作完毕后，以后的 3 个月左右时间属于施工结束后的稳定期，这期间是冻结壁的解冻融化期（即融沉注浆期），这期间土体变形、沉降缓慢平稳，施工区域趋于稳定。具体沉降是否稳定以结构沉降监测数据为准，避免因结构沉降影响轨道的平顺性。沉降未稳定前，可在旁通道前后 30m 范围采用临时过渡方案，待结构沉降稳定后完成整体道床施工。

3 过轨管线埋设的位置避免缆线侵入车辆限界，并尽量预留足够的安全距离，预埋的过轨管不影响道床水沟的排水。为了确保钢轨同过轨管线良好的绝缘性，并考虑扣件的弹性变形，考虑富余值，要求过轨管线同轨底保持 15mm 以上距离。

5 因轨道施工是以调线调坡测量后的点位为基准，调线调坡测量后线路的位置同原设计文件存在出入，要求以成型的轨道中心线为基准。另调线调坡前土建施工站台板已施工完毕，调线调坡测量需综合考虑已成型的站台板，当调线调坡测量后无法满足限界要求时，站台板的端部需进行处理，需以最终形成的轨道为中心线为基准。

6 因停车场道路和轨道为不同专业设计单位及施工单位，专业沟通、施工误差、有砟线路末起至设计文件规定的标高等原因均可能造成在平过道位置混凝土道路同轨道面存在高差。要求停车场在同轨道线路交叉时，以轨道标高为准进行道路高程控制及顺接。

7 因信号、屏蔽门等专业需在钢轨上进行钻孔安装设备，施工前，相关专业施工单位需要征询轨道设计单位、施工及运营工务部门的意见，得到书面同意后方可实施。

18.2 器材整备、堆放和运输

18.2.5 地下铁道隧道内都采用 25m 长钢轨，由于制造偏差所致，即是同一标定长度的钢轨，实际长度也不尽相同，而地下铁道轨道为相对式接头，为防止铺轨形成的累积偏差超过相对接头允许偏差的规定，所以要求对钢轨进行逐根丈量，并标志清楚，以保证铺轨质量。

为保证钢轨堆放时不受损或变形并防止锈蚀，所以提出钢轨分层堆放并垫垫木与地面隔离的要求。

18.2.7 成品梯形（纵向）轨枕一般含下部减振部件、侧面缓冲部件及外贴辅助材料，梯形（纵向）枕堆放场地平整，每层梯形（纵向）轨枕之间放置垫木，垫木放置于防振材料处；梯形（纵向）轨枕进减振垫层及缓冲垫层完好，粘贴牢固，连接杆件表面保护层完好，外贴辅助材料完整。

18.3 基 标 设 置

18.3.1 地下铁道隧道结构的中线方向、里程、高程等均是地面引入的，由于隧道是以车站和区间分段施工，所以测量控制桩也是分段分批测放的。为保证隧道内的铺轨精度，所以铺轨前需要全面的检测，通过贯通测量后，对中线点和水准点进行统一的调整和平差后，再设置基标，以保证基标的精度。

18.3.2 本条对基标设置位置做出了规定。

1 控制基标是根据线路中线设置的,用于控制铺轨里程、轨道中线和高程等,属永久性标桩。

2 加密基标是根据控制基标设置的,铺轨时用于控制轨道的轨距、高程和水平等,也属永久性标桩。

18.3.3 为保证线路的质量和精度,所以对基标设置允许偏差做出了规定。

18.3.4 基标桩不但是轨道铺设时控制精度的重要依据,也是地下铁道运营期间轨道线路维修、检测的重要标志,所以制定本条规定。

18.4 普通无砟道床

18.4.1 轨道交通线路,隧道内一般多用长轨枕无砟道床,高架桥、地下线中心水沟段、道岔多用短轨枕无砟道床,根据不同减振降噪地段要求还可选用其他类型轨道结构。各类道床所选用的扣件不同,轨排组装时要求严格区分。

18.4.9 排水沟在实现主要排水功能的前提下,其坡度一般同线路坡度,地下线排水一般在车站设置最小 2‰ 的坡度。现场控制时,水沟沟底高程偏差过大,将无法达到排水通畅的要求,且不能出现长度大于 3m 的反坡,排水沟模板接茬处高差小于 5mm,以保证排水功能的实现。

18.4.14 高温季节,为了避免钢轨热胀冷缩对道床造成破坏,需及时释放钢轨应力,松开扣件时机应结合现场工况,通过现场试验检测确定。

18.4.15 膨胀螺栓安装至盾构管片接缝及结构缝位置,会造成止水带的损坏,固定不牢固。

18.5 减振无砟道床

18.5.8 浮置板采用现浇时,浮置板基础和隧道边墙相对应的位置铺设厚度不小于 1mm 的塑料薄膜,比如聚乙烯等,以防止新浇注混凝土和下部粘结在一起。

18.5.15 施工过程中对减振垫进行保护，避免损伤减振垫。

18.6 有砟道床

18.6.6 地下铁道线路除停车场和车辆段外，大部分采用无砟轨道，正线长大距离采用有砟轨道的较少，大型养路机械作业较为困难，现场一般采用人工配合小型起、拨、捣固机进行分层上砟整道作业，能够满足设计文件要求。如果设计文件规定正线长大距离采用有砟轨道，在具备大型养路机械作业条件的情况下，优先考虑大型养路机械进行上砟整道作业。铺轨后及时进行第一次上砟整道，确保线路稳定。

18.7 道岔及钢轨伸缩调节器铺设

18.7.5 道床混凝土浇筑过程中，正常情况下，道岔轨排是牢固支撑和固定的，但不排除固定装置虚接的情况，所以要随时监测道岔轨排几何形位，发现有移位的情况，在混凝土初凝前，及时调整纠正，否则混凝土达到一定强度后，将无法调整，只能凿除推倒重来。

18.7.10 查照间隔为辙叉心作用面至护轨头部外侧的距离，这段距离要保证车轮轮对在不利的情况下，护轨能够制约一侧轮对，使另一侧车轮不冲击辙叉心，要求不小于 1391mm；护背距离为辙叉翼轨作用面至护轨头部外侧的距离，这段距离要保证车轮轮对在最不利的情况下不被翼轨与护轨卡住，要求不大于 1348mm。

18.9 有缝线路轨道

18.9.9 库内线根据施工工艺要求不同，分横通道无砟道床、一般地段无砟道床、墙式检查坑无砟道床和柱式检查坑无砟道床。

18.10 轨道安全设备及附属设备

18.10.3 轮缘槽的宽度按照主钢轨面下 16mm 为检测点。

19 站内客运设备

19.1 一般规定

19.1.2 本条对设备进场后临时存放做出了规定。

1~3 因设备进场后常常不能立即安装，长时间放置会造成设备变形，影响设备安装质量。

4 防止因设备不能立即安装，雨雪、尘土、暴晒、火灾等异常情况对设备造成损坏或损失。

19.1.3 相关专业除土建、建筑装饰专业外，还有供电、通信、火灾自动报警、环境与设备监控、导向、综合监控等系统。

19.2 自动扶梯和自动人行道安装

19.2.1 本条对桁架对接组装做出了规定。

2 当扭矩值不足时，会使高强度螺栓达不到预定紧固值，因而造成桁架连接面摩擦系数下降，桁架承载能力下降。未注明拧紧力矩要求时，拧紧力矩要求可参考表 6 的规定执行。

表 6 拧紧力矩要求

螺栓强度等级	螺栓公称直径 (mm)					
	16	18	20	22	24	27
	拧紧力矩 (N·m)					
10.9	280~330	380~450	540~650	740~880	940~1120	940~1120

4 本规定为防止梯级链条上的润滑油从桁架底板接缝处流出到桁架外，污染地下铁道环境。

19.2.3 本条对自动扶梯和自动人行道吊装就位做出了规定。

5、6 因设备出厂时上下桁架水平已定位好，并已在工厂进行了试运行。设备就位水平参考点未给出时，可在驱动轴与张紧

轴轴心线水平度或梯级表面调整桁架水平。

7 桁架中间支撑有减振装置，在设备重载荷桁架会下沉，依据施工经验测得高于 3mm 较为合适。

8 高强度螺栓的紧固，一般分两次进行。第一次为初拧，紧固至规定的螺栓准预拉力，第二次为终拧，紧固至螺栓标准预拉力，不超过+10%。高强度螺栓不重复使用。

20 站台屏蔽门

20.1 一般规定

20.1.1 站台屏蔽门的机械部件是分体进场，现场组装完成，为此进场要验收其外观质量，确认防松动、防腐、防锈质量。

20.1.2 轨道交通设备限界要求非常严格，站台屏蔽门又是轨旁设备，其安装标高与轨面的水平、垂直距离出现偏差超标极易侵入设备限界，为此制定本条。

20.1.3 站台屏蔽门除与土建、建筑装饰、供电专业接口外，还有其他系统关联专业接口和调试。

5 与关联系统进行核实的内容包括：与低压配电专业确定馈出电源回路的数量及相线制，与信号专业确定屏蔽门及信号提供接口形式，与综合监控专业确定屏蔽门及综合监控接口的开式。

配合关联系统联调的内容包括：信号专业系统调试时，需要进行模拟测试站台屏蔽门与车辆同步开关门测试，综合监控调试时需要进行状态信息功能测试和 IBP 盘功能测试。

20.2 结构及设备安装

20.2.1 本条对门槛安装做出了规定。

1 站台屏蔽门门槛支撑件是在站台板上打孔后，通过对拉螺栓固定在站台板上的，对应站台板安装位置的预留安装槽条件许可时进行优化布置钢筋，以减少门槛支撑件对站台板结构的影响。

2 由于站台板为钢筋混凝土结构，而站台屏蔽门为高精度加工设备，两者几何尺寸质量标准不一，站台屏蔽门安装时站台板往往不能满足平整度要求，同时又有坡度，因此需用垫片垫平

的方式或打磨站台板顶面的方式，以保证门槛支撑件的安装精度要求。

3 站台屏蔽门有效长度较长，测放控制线进行门槛件安装监测，可确保安装精度达到要求。

4 门槛支撑件是安装门槛的基础，严格控制整侧门槛支撑件的安装精度；站台屏蔽门的门槛通常为两块，前后两块门槛之间留有滑动门的导槽的间隙，相邻的门槛是指此前后两块门槛。

5 门槛支撑件的高程与平面坡度若出现与站台板不一致，会给乘客上下列车带来不安全因素，因此制定本款。

6 对站台板与站台屏蔽门下部支撑组件之间的空隙用灌浆料填充密实后，下部支撑件不会因土建结构伴随列车的振动而移位，但提前灌注后就无法再调整站台屏蔽门结构，为保证安全和位置正确，因此制定本款。

20.2.2 本条对上部支撑结构安装做出了规定。

1 站台屏蔽门上部支撑结构是通过螺栓或与预埋钢板焊接，固定在轨顶风道结构上，安装位置预留安装孔或预埋钢板，以减少上部支撑结构安装对轨顶风道结构后打孔或开槽的影响；安装前需要对顶梁预埋件表面、螺栓孔砂浆清理，以确保连接牢固。

3 当轨顶风道为钢筋混凝土结构时，站台屏蔽门为高精度加工设备，两者几何尺寸质量标准不一，上部支撑结构安装时往往不能满足平整度要求，因此需用垫片垫平的方式或打磨的方式，以保证支撑件的安装精度要求。

4 支撑结构的间距大，需要严格控制安装的高度，以保证后续工序的门槛、门体安装的要求。

20.2.3 本条对门体安装做出了规定。

1 门体结构包括门机梁、门楣、立柱、上/下部连接件、滑动门、应急门、固定门等，各部件要求进行有效的电气等电位连接，以保证门体结构成为一个良好的等电位体。

3~6 站台屏蔽门是一种定制的产品，其结构受站台建筑方案及车辆车型制约，并需要结合隧道风压进行设计，而且各个站

台屏蔽门厂家的产品也有差异，相关的部件如门机梁、门槛、导轨、立柱的相对位置需要根据完成的设计文件确定。

7 站台屏蔽门需要与轨道等电位联结，因此为保证乘客安全，端头门结构与站台屏蔽门等电位联结，端头门结构到端墙装修完成面缝隙不小于 20mm，可以实现有效的电气安全距离，并能保证端头门的绝缘。端头门结构与正线门体结构绝缘安装有利于排除及发现绝缘不良的情况。

20.2.4 本条对顶箱盖板安装做出了规定。

1 站台屏蔽门是轨旁设备，隧道内由于活塞风的存在，局部及瞬时气流速度较大，加上列车振动辐射的能量，对站台屏蔽门盖板的固定产生影响，故盖板有防松动措施是必要的。由于站台屏蔽门的控制设备及驱动设备均安装在顶箱内，活动盖板的安装满足顶箱内设备检修的要求。

20.2.5 本条对固定侧盒安装做出了规定。

1 半高站台屏蔽门的水平受力主要依靠固定侧盒底板来承受，其安装是否牢固、可靠直接影响乘客的安全。

20.2.7 为保证暗敷式站台绝缘地板的绝缘效果，便于检查和修复，要求按平面划分单元段进行施工和测试，绝缘测试为两次：第一次绝缘测试在绝缘层敷设完后进行，第二次绝缘测试在石材铺贴完后进行。

20.3 接地及布线

20.3.1 引自行业标准《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》CJJ 183 第 4.4.8 条。

20.3.2 引自行业标准《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》CJJ 183 第 4.4.9 条。

20.4 调整试验

20.4.1 通过监控系统观察到每个滑动门、端门、应急门的门体状态。

20.4.2 本条对滑动门的调试做出了规定。

1 滑动门的解锁装置是在现场配合门体安装时,进行调整;

2 滑动门的手动开门装置是在滑动门、门槛、门机梁安装时,进行安装和调整。

20.4.3 就地控制盒独立控制单个滑动门,一般包括开门、关门、自动、隔离等状态。操作就地控制盒时,滑动门处于相应的控制状态。

20.4.4 本条对应急门/端头门的调试做出了规定。

2 应急门为当列车门与滑动门不能对齐时,供乘客疏散的门,开启并定位 90° 有利于乘客疏散。端头门为设置于站台屏蔽门两端进出轨行区的门,小于 90° 开启后能自动关闭有利于保证运营安全。

20.4.5 本条对安全回路的调试做出了规定。

1 单侧全部滑动门和应急门的安全开关及相关电气回路组成此侧站台屏蔽门的安全回路,站台屏蔽门系统可根据安全回路有效监测站台屏蔽门及应急门是开启或关闭状态。屏蔽门及应急门是开启或关闭与安全开关的开、关一致。

2 中央接口盘及就地控制盘均设置安全回路指示灯,相应状态指示正确。

20.4.6 5000 次现场测试前,现场需有相关警示措施。站台屏蔽门连续运行,完成 5000 次现场运行试验。中央接口盘中监视软件将对站台屏蔽门的运行过程作全面监视。在测试中,监视系统软件显示正常,如果监视系统中出现不正常的报警信号,测试人员需要立即寻找原因,排除故障。在 5000 次测试全过程中,测试人员将对监视系统实行全过程监测。在试验过程中,站台屏蔽门不应出现系统故障,当出现系统故障时,5000 次现场运行试验将重新开始测试。

20.4.7 站台屏蔽门系统级控制指信号系统对站台屏蔽门进行开关控制;站台级控制指就地控制盘/紧急控制盘对站台屏蔽门进行开关控制;手动操作指站台侧用钥匙或轨道侧用手动解锁装

置/操作就地控制盒对站台屏蔽门进行开关控制。

20.4.8 站台屏蔽门系统与关联专业进行联动调试的内容包括：信号专业系统调试、与车辆同步开关门测试、与综合监控系统信息功能测试和 IBP 盘功能测试等。

21 通风与空调

21.1 一般规定

21.1.1 地下铁道的地下空间封闭，人员疏散困难，发生火灾所产生的高温、浓烟是危及人员生命的主要原因，因此提出采用不燃材料；又因隧道内湿度大的环境特点，提出采用的材料具有防腐、防虫的要求。具体等级符合设计文件要求。

21.1.2 地下铁道是公用设施，且人流密集，为保障乘客和工作人员的身心健康，所采用的材料要求为无污染的材料，并且在竣工通车前要求对室内外进行环保检测。

21.1.3 地下铁道内由于活塞风的存在，局部及瞬时气流速度较大，加上列车振动辐射的能量，对上部管道的固定产生影响，故支吊架紧固螺栓的防松动措施是必要的。防松动措施有加装止回垫圈、双螺母紧固等方法。

21.1.5 穿越结构隔墙或楼板的金属管件与结构钢筋绝缘的目的是防止杂散电流馈入结构钢筋造成钢筋腐蚀，降低结构的承载能力。堵塞管道与防火墙间的空隙目的是完成有效的防火分隔。

21.1.6 地下铁道车站内有新风道、活塞风道、排风道等较多土建风道，对车站环境影响较大。

21.1.7 因地下铁道从施工安装到运营的周期较长，隧道内的湿度又大，防止发生管道霉变所采取的措施。

21.1.8 本条对施工前与各专业的接口做出了规定。

4 其他专业系统包括供电专业、综合监控、环境与设备监控等相关专业。

21.2 风管及部件制作

21.2.1 复合风管由工厂工业化生产，主要由保温层加双面复合

保护层制作而成，其材料成分复杂，按照设计规范的规定，风管为不燃体，因此，供应的复合风管需要提供产品燃烧等级测试报告，测试报告结果与设计文件规定的指标吻合。

21.2.2 由于考虑了地下铁道内钢板风管的尺寸一般较大，其承压也高。故对风管的耐压等级及对应的最小壁厚做出了规定。

21.2.3 镀锌钢板的镀层厚度在不同的潮湿环境下有不同要求。随着地下铁道建设标准的提高，镀锌钢板在地下铁道内所处的环境也有所变化；同时，钢板的镀锌工艺也有改变，镀锌层的防腐能力有所提高，镀锌层的重量也可相应进行调整。由于气候不同，地下铁道内的环境可能存在较大差异，处于潮湿空气等恶劣环境中的镀锌钢板的防腐蚀能力可适当提高，反之可适当降低，镀锌层重量可由设计单位按照工程具体情况确定。镀锌层重量以工厂产品质量证明和进场检测为准。

普通钢板普遍采用的防腐蚀措施为涂刷防锈漆，具体措施和做法按照设计文件规定的要求执行。

21.2.4 对排烟或排风兼排烟风管，当温度较高时，其承压能力下降；而且风管承受负压的能力较承受正压的能力一般情况下要低一些。因此要求按高压风管壁厚选取。

21.2.5 风风管段间的连接形式及对应的风管压力级别与尺寸有关，为此做出了具体的规定，以保证风管施工质量。管段间连接形式所对应的刚度等级在表中仅做了相对值的比较，这样便于使用者做出选择。

21.2.6 风管的环状加固是指矩形风管的两个长边和短边皆要加固，即类同矩形法兰。圆形风管则是圆环状。由于是单根角钢或钢板折叠件，故加强筋虽然与法兰的刚度等级相同，但规格要大一级。在选用加强筋时，为不使风管外部尺寸加大，亦可采用与法兰相同规格的角钢。

21.2.7 本条对矩形风管的结构及如何做环状加固做出了具体的尺寸规定。例如：长边 1600mm 的中压矩形风管，风管制作的单节长度可以是 800mm，此时两端各有 L40×4 角钢法兰，但制

作长度也可以是 1600mm，此时两端各有 L40mm×4mm 角钢法兰，而在中间位置设置 L50mm×5mm 的环状加强筋。如制作的长度为 1200mm，则中间也需要加固，显然这将造成材料的浪费。

21.2.8 本条提出的板面加固方式并没有改变两个管段连接间的最大距离，而仅使风管的刚度获得加强，可以减少风机初启动时板面鼓胀的噪声。

1 板面自身加固方式由于其对风管整体刚度的增强是有限的，即使对低压风管可适当增加两个管段连接间的距离，但在此未予考虑。

2 板面加固是必要的。例如，对前例的风管就在 1600mm 的长边宽度中间，在两个法兰间顺气流方向每侧加一根 L40mm×4mm 角钢，并用铆钉将角钢与板面紧固。板面加固也可以将角钢置于风管内部。

21.2.9 当法兰或环状加强筋的边长较大时，对法兰或加强筋做内部拉撑是必要的。当使用扁钢时，扁钢的长边顺气流方向设置。

21.2.10 对耐受—1000Pa 以上负压的钢板风管，将法兰或加强件焊在壁面上，而不用机械紧固方式传递静载荷给法兰或加强件，这样可提高风管的强度和刚度。

21.2.14 为确保在地下铁道工程中使用的玻璃纤维氯氧镁水泥风管的可靠性，提出本条要求。

21.2.15 与设备相连接的柔性短风管采用非金属材料制作，其目的是为了隔绝杂散电流。

21.3 风管及部件安装

21.3.1 表 21.3.1 列出矩形风管水平吊架的横担规格、吊杆直径和吊架最大间距。本表综合考虑了横担与吊杆的承载能力和吊架间距对风管刚度的影响，不区分保温与不保温风管，二者皆可使用。本表是与本章前面列出的风管表格配套使用的。

21.3.2 表 21.3.2 列出直缝圆形风管水平吊架的吊箍形式、吊杆直径和吊架最大间距。本表同样考虑了第 21.3.1 条中的各项因素。其中可剖分的环形箍在 $\phi 800$ 及以下是垂直方向剖分的, 因而只用一根吊杆, 吊杆也可用 $\phi 8$ 圆钢代替扁钢。用于 $\phi 1000$ 及以上直径的圆形风管时, 环形箍是水平方向剖分的, 此时用两根吊杆。而 U 形半圆箍是托在风管下半圆下面, 两侧皆有吊杆。

21.3.3 玻璃纤维氯氧镁水泥矩形风管的吊架基于其密度为 2100kg/m^3 , 并兼顾了风管法兰的承载能力。

21.3.4 地下铁道内活塞风的风速较大, 风管安装要求稳固, 不产生不必要的摆动。固定支、吊架可防止管路晃动, 一个管路系统有两个固定点才能确保可靠固定。

21.3.5 每根立管至少设置 2 个固定点, 有利于确保管道安装稳固。

21.3.6 支、吊架的选用, 强度是指其受最大允许力后, 支、吊架结构不被破坏; 刚度是指其在最大允许受力作用后, 其变形在允许范围内。风管支、吊架规格和间距, 均有其适用范围。对于尺寸或重量较大的风管, 其吊架按设计文件要求设置。

21.3.7 风管末端悬臂过长, 可能造成风管末端下垂。在金属风管中间连接柔性短管时, 这一规定可防止软接头在非结构沉降状态下承受额外的拉力、避免产生变形。

21.3.9 支吊架固定可根据现场条件选用适合的固定方式和使用条件。

21.3.10 玻璃纤维氯氧镁水泥风管法兰在连接螺栓紧固时易被压裂, 双侧使用大系列垫圈可增大受力面积, 防止法兰损坏导致漏风。

21.3.11 在地下隧道中排烟风管的法兰垫片不采用石棉绳。因石棉制品在施工中污染环境, 不易清除其微尘, 会永久地留在隧道内。若采用石棉橡胶板, 由于其硬度大, 对大尺寸风管密封性无法保证, 故采用耐热橡胶板。

21.3.12 地下隧道内的通风系统在温带地区存在进、排风方向

的季节性倒换，冬季进风温度较低。而在火灾排烟时，排风温度较高，因而要求密封胶的适用温度范围要达到本条要求。

21.3.13 金属风管通过沉降缝处断开，接入柔性短管。当结构出现不均匀沉降时，不致使风管发生断裂或损坏。当使用成品柔性短管时，按产品的技术条件决定金属风管的断开间距。当使用无支撑环的柔性短管时，金属风管断开间距在 0.20m~0.25m。

21.3.14 由于风口的中心线与吊顶的网格存在位置上的偏差，因此本条文提到的轴线是考虑了安装过程中各种因素造成的累积误差后而划定的一条最终安装的风口轴线。这条轴线可能与设计图上的轴线设计文件所背离，但只要合理而美观，就允许修正。根据施工经验，一般是风管先吊装后开口，并在吊顶装修时配作支风管，这样可保证风口与支风管的连接准确。

21.3.15 风管路上阀门的信号装置、调节机构等处，在需要维修时要有足够的空间供维修人员操作，不同的设备需要不同的维修空间；阀门需要定期维修，有部分阀门安装在吊顶以上，因此吊顶上需设供维修人员进出的检查口。

21.3.16 防火阀、排烟阀是通风系统中防火灾的重要装置，为确保安全制定本条。

21.3.17 本条对组合风阀安装做出了规定。

1 组合风阀在隧道通风中应用数量很大，重量重，为防止其下沉或坠落，要求与结构墙体固定采用支撑框架；支撑框架与结构墙体间存在空隙，为防火要求需要填充密耐老化、防火和能承受气体压力的材料。

2 组合风阀承受风压，因此安装时连接需能够承受风压，同时为保证接缝处严密不漏风，制定本款。

3 组合风阀的启闭或调节的执行机构及联动装置，在系统里一般是具有三重控制功能的阀门：可手动、就地电动或气动、距离控制或远程控制电动或气动。无论哪一种动作皆应该与电气专业结合做好试验，观察阀板或叶片的开启角度是否一致，关闭是否严密。执行机构接受电气控制信号的指令动作，并输出准确

的阀位信号，直至调整合格。

21.4 空调水系统

21.4.1 设备与管道之间采用柔性连接，既保护了设备，又减少了设备传递给管路系统的振动；而柔性短管容易扭曲和错位，连接容易损坏，因此制定本条。

21.4.2 现场管道连接免不了要进行焊接，而镀锌钢管在焊缝及热影响区的镀锌层就被破坏，防腐能力就降低，因此制定本条。

21.4.3 施工期间管道内不可避免会进入杂质、灰尘等，为防止管路内的垃圾堵塞空调设备，因此制定本条。

21.4.4 空调工程管道水系统水压试验主要是为了检验其密封性能。

21.4.5 本条对阀门安装做出了规定。

1 空调水系统的阀门质量归属于产品的范畴，不能因为产品质量的问题而要求在工程施工中负责产品的检验工作。工程施工中对阀门的检验规定为阀门安装前进行外观检查。

2 管道阀门的强度试验是根据各种阀门的不同要求区别对待：对于工作压力高于 1.0MPa 的阀门规定抽查 20%；对于安装在主干管上起切断作用的阀门，全数检查；其他阀门的强度检验工作可结合管道的强度试验工作一起进行。条文规定的阀门强度试验压力和压力持续时间均符合现行行业标准《石油化工阀门检验与管理规程》SH 3518 的规定。这样，在符合阀门检验标准的前提下，使得阀门检验的工作量保持在一个比较合理的水平上。既保证了工程质量，又易于实施。

21.4.6 本条对支吊架的形式、位置、间距、标高做出了规定。

2 管道起始点、阀门、三通、弯头及每 15m 长度范围内是受力最大的位置，为确保管道不因受力产生位移，设置能够承受相应重力且能够防止其晃动的支、吊架，以确保使用期间的安全。

3 有热位移的管道吊架，其吊杆反方向偏移量可按其线形

热膨胀系数进行计算。

6 金属管道的支、吊架的最大跨距，是以工作压力不大于 2.0MPa 及现在工程常用的绝热材料和管道的口径为条件的。支、吊架条文表中规定的最大直径为 DN300mm，保温管道的间距为 9.5m。对于大于 DN300mm 的管道直径也按这个间距执行。这是因为空调水系统的管道，绝大多数为室内管道，更长的支、吊架距离不符合施工现场的条件。沟槽式连接管道的支、吊架距离，不执行本条文的规定。

21.5 设备 安 装

21.5.1 通风机安装前现场对风机叶轮安装的质量和平衡性的检查，最有效、简单的方法就是盘动叶轮，观察它的转动情况和是否会停留在同一个位置。如果总是停留在同一个位置，叶轮有可能存在偏重的情况，叶轮的平衡性也会存在问题。

21.5.2 通风机底座设置限位装置的目的是防止地震灾害发生时，通风机出现水平位移而破坏通风系统的工作能力。地震灾害发生时，常合并出现列车脱轨及火灾，为保证人员疏散和抢修，通风系统的运行是至关重要的。故本着预防为主方针，本条提出了附加限位装置的要求。

21.5.3 本条规定的采用双膨胀螺栓固定吊杆，其膨胀螺栓的规格仍按常规选用，数量增加一倍，以保证吊装设备的安全性。

21.5.4 一般大型空调机组由于体积大，不便于整体运输，常采用散装或组装功能段运至现场进行整体拼装的施工方法。由于加工质量和组装水平的不同，组装后机组的密封性能存在着较大的差异，严重的漏风将影响系统的使用功能。同时，空调机组整机的漏风量测试也是工程设备验收的必要步骤之一。因此，现场组装的机组在安装完毕后，进行漏风量的测试。

21.5.5 冷却塔安装的位置大都在地面，一般需要设置专用的基础或支座。冷却塔属于大型的轻型结构设备，运行时既有水的循环，又有风的循环。因此，在设备安装验收时，强调固定质量和

连接质量。

21.5.9 连续试运转时间如果较短,就不足以检验运转的稳定性。

21.5.10 本条文是针对分体式空调机和风冷整体式空调机组的安装,提出了遵守的主要项目。

21.5.11 本条对风机盘管机组安装做出了规定。

1 风机盘管机组安装前对产品的质量进行抽查,这样可使用工程质量得到有效的控制,避免安装后发现问题再返工。

2 风机盘管机组的安装水平坡度不当,会影响凝结水的正常排放,影响使用功能。

3 风机盘管机组与风管、回风箱或风口的连接,不存在错位、空缝等现象,即为牢固和严密。

21.5.12 目前我国以自联式使用较多,因无相应安装标准,故制定本条规定。

21.6 防腐与绝热

21.6.1 本条对防腐与绝热层施工做出了规定。

1 通风与空调工程使用的绝热材料,在进场时按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的规定进行见证取样送检。

2 管道的绝热施工是管道安装工程的后道工序,风管系统严密性是指对风管系统所进行的漏光检测或漏风量测定,并在检验合格后才能进行。

21.6.2 由于地下铁道空间的封闭性,使用不燃性绝热材料可以降低火灾时的危险性,提高人员的安全性。

21.6.3 绝热层能单独拆卸时,有利于维修。

21.6.4 普通薄钢板风管,先刷防腐漆后再加工成型,对咬口缝和法兰铆接处的防腐效果更好。

21.7 调整试验

21.7.1 通风与空调工程在交付使用前测定和调整时对系统采用

的设备进行考核，这样才能保证将来系统具有正常的使用功能。

21.7.2 本条对系统的测定和调整做出了规定。

2 系统无负荷联合试运转不仅含有本系统内部各设备间的联动试运转，也包括数个系统的联合试运转。例如制冷系统内部包括冷冻机、冷却水和冷冻水等循环（设备），其间需要联动运行；而空调系统又要与制冷系统联合运行。

21.7.4 系统无负荷联合试运转测定和调试的项目内容是基本要求，如设计单位提出其他必要的调试项目需要予以满足。

1 对于动叶或静叶可调的以及可换向运转的轴流风机，当换季时工况要求改变的，其测试按运行工况的要求进行。典型测点可由施工单位与设计单位共同确定。活塞风泄流风井或活塞风迂回风洞的风速测定，如调试中无列车运行的条件时，也可推迟至下一个顺序测定。

2 当地下隧道未设空气调节系统时，亦需要在通风系统运行时测定温度及相对湿度参数。

3 即使在某些工程中，事故通风风机和排烟风机是与平时通风系统的通风机共用，也需按事故通风工况和排烟工况重新测定其参数，尤其是可逆转的轴流风机，更不能例外。

典型测点的分布需要考虑事故通风的如下功能：

当列车阻塞在区间隧道时，能向事故地点迎着乘客疏散方向送新风，背着乘客疏散方向排风；当区间隧道发生火灾时，能背着乘客疏散方向排烟，迎着乘客疏散方向送新风；当车站站台发生火灾时，能及时排烟，并防止烟气向站厅和区间隧道蔓延；当车站站厅发生火灾时，能及时排烟，并防止烟气向出入口和站台蔓延。

4 此款仅对北方采暖地区适用。

5 此款牵涉设备和电气专业共同测定和调整。

21.7.5 地下隧道的通风、空调系统在不同的地区、季节及设计文件规定的程式上有特定的运行方式，故系统无负荷联合试运转时需要考虑这些因素。

21.7.6 空调系统带冷（热）源的正常联合试运转视竣工季节与设计文件的条件确定：夏季可仅做带冷源试运转，冬期可仅做带热源试运转。

21.7.7 无负荷联合试运转的时间规定是参照我国现行各相关的施工验收标准，并考虑到通风系统在地下铁道运行中的重要性而做出的最低时间要求。

21.7.8 系统带负荷的综合效能试验的基本条件是地下铁道各项建设设施已投入使用、配套机电设备全面启动、列车已运行且接近设计文件的定员指标；试验季节又正值当地最热月或最冷月。这样的条件只在地下铁道试运行期间才存在。

21.7.9 综合效能试验是为了验证系统是否满足使用要求的最终手段，所以其测定与调整项目主要是在正常使用条件下对工程设计文件参数的再复核。建设单位在拟定调试大纲时，也可邀请设计单位做顾问。

22 给水与排水

22.1 一般规定

22.1.1 地下铁道的水源，一般由城市自来水管直接供给。地下铁道隧道内排出的污水，需要接入地面市政管道内排走，因此，给水排水管道均需穿越结构，而地下铁道为防水结构，为防止管道穿越结构外墙结构处渗漏水，规定了要求设置防水套管并做防水处理。而穿越内部结构的管道无特殊要求时，不需要做防水处理，所以设一般的套管即可。

22.1.2 为防止管道安装时受到污染和掉进杂物，所以要求管道安装时，敞口处要采取临时封闭措施。

22.1.3 考虑到地下铁道工程的潮湿环境，要求支（吊）架采用镀锌件，制作完毕后做热镀锌防腐处理，热镀锌层厚度不小于 $80\mu\text{m}$ 。

22.1.4 本条对各专业接口的确认做出了规定。

5 与供电、火灾自动报警、环境与设备监控、综合监控专业，做好接口核实的内容有接口界面、设备和软件的匹配等。

22.2 给水管道安装

22.2.2 管道采用法兰连接时，一般加设橡胶垫，当螺栓紧固后，法兰和橡胶垫形成刚柔结合的结构，不易松动，故地下铁道给水干管采用的较多。为保证连接质量，所以本条做出相应的安装要求。

22.2.3 管道采用钢管时，可采用丝扣连接形式，但一般管径较大时，现场旋紧丝扣施工困难，但如果采用此种形式时，要求符合本条规定。

22.2.4 为保证铸铁管采用承插口形式时的连接质量，所以制定

本条规定。

22.2.5 管道沟槽连接为新增管道连接方式，为保证其安装质量，特制定本条规定。

22.2.7 地下铁道给水管道支座，多采用混凝土支墩、钢质支座和吊架等，为保证管道稳固，所以要求支座与结构连接牢固。特别是设于区间隧道的干管，由于受到限界的严格控制，而支座又是固定管道的主要设施，要保证其安全可靠。

22.2.8 管道阀门是隔断管道的主要部件，为保证其控制水流的可靠性，因此，本条做出相应安装要求。

22.2.9 为保证消火栓安装质量，方便使用和管理，所以制定本条规定。

22.3 排水管道安装

22.3.2 硬聚氯乙烯排水管的线膨胀系数较大，为了保证硬聚氯乙烯排水管能随介质的温度及季节的气温变化而正常使用，减轻硬聚氯乙烯排水管由于热胀冷缩所产生的较大应力，在无法依靠管路弯曲进行自然补偿时，管路每隔一定距离设置伸缩节，特制定本条规定。

22.3.3 硬聚氯乙烯排水管的耐火性能低于铸铁管，为避免火势蔓延按设计文件要求采取阻火圈等措施。

22.5 接地与杂散电流

22.5.1 给水排水管道及附件，一般只进行防腐处理，而地下铁道内，由于直流供电系统杂散电流的泄漏，会对金属结构产生一定腐蚀作用，所以制定本规定。

22.6 调整试验

22.6.2 为保证管道运行的安全，根据给水管道采用的材质采用不同的试验压力，并考虑一定的安全系数，因此，试验压力都大于工作压力。

水压试验，一般以测定渗水量为标准，为保证地下铁道给水管道质量，所以规定在试验压力下，满足相应材质管道的稳压时间及压降值，且无渗漏现象，即为合格。

22.6.3 为保证水质及使用安全，强调生活饮用水管道在竣工后或交付使用前要求进行吹洗，除去杂物，使管道清洁，并经有关部门取样化验，达到现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 才能交付使用。

22.6.4 为防止管道本身及管道接口渗漏，隐蔽或埋地的排水管道在隐蔽前要求做灌水试验。

23 供 电

23.1 一 般 规 定

23.1.2 电气设备及器材向地下铁道内运输有三种途径：第一种由地面车辆段通过轨道线路运入；第二种由车站出入口运入；第三种由明挖隧道区间暂留口或风亭运入。第一种运输途径是运输大型或大宗设备及器材；后两种途径是运输小型或少量就地安装的设备及器材。因此，第一种运输途径是设备、器材进入隧道的主要方式，为此对轨道运输通道作出具体要求。

地下铁道地下车站的设备、材料运输尽量采用第一种运输方式，以减少对城市道路交通的影响，采用第一种运输方式，就要具备第 1 款和第 2 款要求的这两个条件。

23.1.3 当杂散电流采用排流法防护时，车站供电设备的基础槽钢以及接地装置要求严格执行施工设计文件规定，与结构钢筋进行电气隔离，以满足杂散电流系统的防护要求。

行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49-92 第 1.0.4 条就特别说明，地下铁道的建设施工要求按照工程设计文件的要求，完成限制杂散电流的各项措施和地下铁道结构的腐蚀防护与监测设施。

23.1.5 带电体的最小安全净距是保证安全的最基本的距离要求，不能违反。

最小安全净距数据众多，不同环境条件、不同电压等级有不同的数值要求，使用时查询相关标准，认真核对。

23.1.6 主变电所及其高压交流配电装置的施工首先执行本条列举的国家标准。由于地下铁道主变电所通常由国家电网公司的设计院进行设计，施工单位进行施工，送电前验收也以电力部门验收为主，所以施工时遵照电力部门《电气装置安装工程 质量检

验及评定规程》DL/T 5161 的规定。

23.1.8 对供电工程施工时，相关专业的接口配合工作内容提出了具体要求，从标准规范的角度为开展施工配合工作提供了依据：

1 明确了与土建结构、轨道、人防门专业的接口配合工作内容，发现不符合时，通过施工监理、建设单位协调责任方处理解决。

2 明确了与建筑装修专业的接口配合工作内容，发现不符合时，通过施工监理、建设单位协调责任方处理解决。

3 明确了变电所与接地网、通信专业的接口配合工作内容。变电所受电启动前，要求有符合设计文件要求的接地网测试报告，以及具备通话条件的调度电话和变电所值班电话，否则，就不送电，以保证变电所电气设备的安全，降低设备运行安全隐患。

4 明确了接触网、接触轨、环网电缆与轨道专业的接口配合工作内容。接触网、接触轨、环网电缆施工都与轨道施工进度紧密相关，为了减少对轨道施工进度的制约，短轨铺设后可先进行铺设施工，但接触网、接触轨精调要求等轨道专业精调完毕后才能进行。

5 明确了电力监控系统与通信专业的接口配合工作内容。电力监控系统控制中心和变电所综合自动化系统之间通过通信专业提供的通道进行数据的传输和交换，只有通道完成并测试合格后，方能进行电力监控的系统调试。

6 其他专业系统有通信、火灾自动报警、综合监控、动照、车辆等。

23.2 变 电 所

23.2.1 中压网络的电压等级国内目前主要为 35kV、10kV，根据设计规范 20kV 也属于中压等级。

23.2.2 本条明确了干式变压器安装过程的倾斜要求。装卸、安

装过程中，干式变压器原则上都要求垂直、不倾斜，以保证安全。当干式变压器在车站内需运输进入变电所设备房时，在现场不能进行水平运输时，根据干式变压器的结构以及多年的经验，提出倾斜角不大于 30° 的运输要求。

23.2.3 本条对单芯电源电缆为避免涡流提出了具体要求。一个电源回路的三相电缆一并穿入已形成闭合回路的金属结构中，以免受到涡流危害。当单芯电缆无法避免时，用非导磁材料（如不锈钢、铝、铜等）制作固定卡子，卡子安装要满足有关的电气绝缘距离要求。

23.2.4 整流变压器是变电所的既重大又重要的电气设备，为了保证安装进度及准确性，提出了在运输前、安装前都要核对的具体要求。牵引变电所的一套整流机组由一台整流变压器、一台整流器柜组成。为了使一个牵引变电所的两套整流机组能输出 24 脉波直流，要求一个变电所的两台整流变压器符合设计文件规定的组对要求。

23.2.5 配电变压器与 400V 低压配电装置并排放置时，配电变低压侧出线采用母排侧出线方式，低压出线母排与 400V 进线开关柜母线采用软母线连接过渡，具有缓冲短路冲击力的作用。

23.2.6 变电所装修层地坪面要求略低于设备基础预埋件顶面，不要低得太多，但不能超过设备基础预埋件顶面，故提出 1mm~3mm 的要求。

23.2.7 中压开关柜首先要将本成列柜的接地母线相互连接形成贯通状态，然后从贯通的接地母线两端与变电所接地干线连接牢固，接地连线符合设计文件要求，使中压开关柜接地回路为冗余状态，保证接地安全。

23.2.8 使用钢锉、砂纸打磨，会破坏母线连接端头的镀银层，使连接端头处的接触电阻增大很多，以致该处温升高，能量损耗很大，特提出此要求。

23.2.9 六氟化硫气体质量应符合现行国家标准《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》GB/T 8905 的规定。

23.2.10 为降低设备安装过程对开关柜重要部件的影响，在开关柜体安装完毕后，再将其重要部件如手车式开关、断路器、插接式互感器等进行安装。

23.2.11 中压电缆接地线不应穿过中压开关柜的穿芯电流互感器。当电缆接线端子位于电流互感器上方时，已经穿过了互感器的电缆接地线原路折回从互感器中间退回来后进行接地，使电流互感器仅仅检测主回路的电流，不受电缆地线电流的影响。

23.2.12 盘柜的二次回路接线应符合现行国家标准《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171 的规定。由于产品更新会快于标准规范修订，所以提出还要符合产品的技术要求。

对于螺栓连接端子，导线掰弯的方向为顺时针方向，这与螺栓旋转方向一致，以保证端子连接紧固。

23.2.13 直流牵引设备室装修层地坪面要求略低于设备基础预埋件顶面，不要低得太多，控制在 2mm 以内，但不能超过设备基础预埋件顶面。由于地下铁道变电所沿线路纵向分布长度较大，所以设备基础预埋件要求每间设备房水平即可，装修层地坪面要求与每间房设备基础预埋件做良好配合，以满足设备安装要求。

设备基础预埋件顶面高于装修地面 1mm~3mm 是为了便于直流断路器小车推入与拉出，根据地下铁道施工及运行经验，装修地面高于设备基础预埋件或低于设备基础预埋件 5mm 以上，都会导致直流断路器小车推拉困难。

23.2.14 为避免直流开关柜在运输、安装过程与其手车式设备相互造成伤害，强调在开关柜体运输、安装完毕后，再将其手车式设备安装、手车式设备可以与开关柜体同时运输，但不同体安装。

23.2.15 以柜体框架为基准，不受制造厂家门厚度的影响，并且框架尺寸也正是施工设计文件的尺寸，满足符合设计文件要求这一规定。

框架对地绝缘电阻值不同厂家有不同的要求，所以提出满足产品技术要求这一规定。根据直流框架保护的原理，绝缘安装直流设备，是为集中收集接地电流，让接地电流流经其唯一通路，即框架保护的电流线圈（线圈电阻很小），所以从原理上说，只要绝缘电阻值不使得电流线圈拒动即可，不必太苛求绝缘电阻值的大小。

23.2.16 电缆的铠装层、屏蔽层、N 线、PE 线若与直流设备框架连接，就形成了直流框架的其他接地通路，就会使得框架保护不能正常动作。

23.2.18 母线桥连接时注意区分 A、B、C 三相以及 N、PE 线，以免接错，发生短路事故。

23.2.19 400V 低压配电配置符合现行国家标准《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254 的规定。由于产品更新会快于标准规范修订，所以提出还要符合产品的技术要求。

23.2.20 400V 低压配电装置与配电变压器并排放置时，配电变低压侧出线采用母排侧出线方式，其低压出线母排与 400V 进线开关柜母线采用软母线连接过渡，具有缓冲短路冲击力的作用。

23.2.21 交直流屏蓄电池的安装、充放电符合现行国家标准《电气装置安装工程 蓄电池施工及验收规范》GB 50172 的规定。由于产品更新会快于标准规范修订，所以要求还要符合产品说明书的技术要求。

23.2.23 对钢轨电位限制装置的柜体接地、主回路接地给出明确规定。

接地干线是指敷设在变电所设备层或夹层墙壁上，材质一般为扁钢或扁铜，以不同两点与变电所接地母排连接，用于电气设备正式接地或检修时临时接地的贯通式接地线。

接地母排是指变电所接地母排，其以不同两点与综合接地网的两个接地引出点连接。

钢轨电位限制装置的接地回路是指该设备的主回路接地侧，该接地侧以最短路径与综合接地网或引出的变电所接地母排连接可靠。

23.2.24 盘、柜等设备的安装及二次回路接线应符合现行国家标准《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171 的规定。由于产品更新会快于标准规范修订，所以要求还要符合产品的技术要求。

对于螺栓连接端子，导线煨弯的方向为顺时针方向，这与螺栓旋转方向一致，以保证端子连接紧固。

23.2.25 对变电所受电启动前的条件做了七款规定：

1 外部供电电源是受电启动的前提，受电启动前外部供电电源已具备外送条件，且与地方电力部门的《供用电合同》和《调度协议》已签订。

2 建设单位负责批准开通送电方案，负责协调各相关专业完成相关工作、具备送电条件及得到送电通知，送电公告由建设单位负责行文、盖章并张贴。

3 设计文件、资料、整定书由建设单位负责协调设计单位提供。

4 电力调度电话及通信线路由建设单位协调通信系统施工单位提供，送电前具备正常通话条件。

5 设备编号原则或方案在获得建设单位或运营单位的批准后，由施工单位或集成单位完成编号有关工作。

6 由建设单位负责协调有关施工单位完成。

7 变电所送电启动前，变电所施工单位其实都已经全部完成设备安装、试验调试等各有关工作。这里提到的绝缘测试、一次回路检查、馈出电缆方向与相序检查等工作，其实是送电开通前一天进行送电前检查的重点，并在检查完毕后锁闭变电所所有房门。

23.2.26 中压及以下电压等级的干式变压器执行本标准。变压器三次全电压冲击试验中，第一次合闸冲击观察 5min，手动分

闸，每次间隔 3min，第二次合闸观察时间可短一些，并采用模拟保护回路动作跳闸。

环网电缆线路三次全电压冲击试验中，第一次合闸冲击观察 5min，每次间隔 3min，第二次合闸观察时间可短一些。

23.2.27 值班制度开始时由施工单位制定，运营单位或建设单位运营部门介入后，根据运营规定修订值班制度或执行运营公司既有制度。不管是哪个阶段的值班制度，都应严格执行。

23.2.28 变电所空载运行 24h，是从该变电所送电完成时开始计算。变电所受电启动空载运行 24h 后，变电设备在受到带电考验此时可以认为其达到了暂时稳定状态，因此可以将电源引入到接触网和动力照明线路。

23.3 牵 引 网

23.3.1 钢铝复合接触轨的长度基本都在 10m 以上，其上的钢带通过机械挤压嵌入铝本体中。虽然厂家采用成捆包装的方式，运输的吊装过程中难免发生变形，故在吊运后进行外观检查；绝缘支撑装置、防护罩牵涉接触轨的防护和绝缘，为防止安装后出现质量问题，造成触电事故，需要进行外观检查。

23.3.2 接触轨绝缘支撑装置安装位置与轨平面存在关联关系，在工序衔接上接触轨及绝缘支撑装置安装先于钢轨的精调，钢轨经过焊接、放散、精调形成稳定的轨道中心后，接触轨及绝缘支撑装置调整才具有参考的标准。因此，绝缘支撑装置安装尽量使地脚螺栓处于调节孔的中心，为后续调整预留空间。

23.3.3、23.3.4 作为正极的接触轨与作为负极的钢轨组成供电回路，电客车通过其上的受电靴与接触轨接触来获取电源，接触轨安装的水平位置确保受电靴中间部位处于接触轨上，接触轨安装的高度确保受电靴在运动过程不出现跳跃，以免造成放电现象。

23.3.5 防护罩受接触轨安装位置的限制，比较接近车辆的设备限界，且高速运动的电客车导致风压比较大，因此要求安装牢

固，以免长期振动引起的松动，位置改变侵入设备限界。高架或地面线路时常受到雨雪天气的影响，为了避免水流导通接触轨与大地、防护罩，造成接触轨短路或降低防护罩的绝缘，确保防护罩上方无缝搭接。

23.3.6 接触轨在中心锚结处通过左右专用卡具与绝缘支撑装置固定，在其他绝缘支撑装置上是可以自由伸缩的，安装其上的电缆连线板如果距离绝缘支撑过近，在接触轨的热胀冷缩作用下，绝缘支撑将阻止该变化进程，有可能损坏绝缘支撑装置。

23.3.8 锚栓安装前要复测检查锚栓孔的尺寸，合格后可采用压缩空气、吸尘器、手动气筒及专用毛刷等工具，将孔内粉尘清理干净。锚栓的安装工艺及工具符合产品说明书的要求，操作人员经过专门的技能培训和安全技术交底。

23.3.10 膨胀元件是整体式高精度滑动工作部件，良好的工作状态是受电弓平顺通过的重要保证。膨胀元件安装时应严格按照产品安装技术要求施工，安装位置设置合理，补偿间隙按设计文件要求预留，膨胀元件与汇流排连接呈直线状态，膨胀元件不受外力弯曲，伸缩滑动自由，保证与受电弓的接触面过渡平顺。

23.3.11 本条规定新架设的接触线在整个锚段内无接头，是为了防止人为形成难以克服的硬点，造成局部严重磨损，以保证良好的弓网受流质量，延长使用寿命。

为保障接触线维护检查和换线时的便利，在汇流终端外顺延留出适当长度，并锁固终端螺栓，防止接触线松脱滑出汇流排。

23.3.12 为保证接触线平顺，提高受流质量，规定悬挂点处的绝对高度值、相邻悬挂点间的相对高度值、坡度变化均符合设计文件规定。

3 锚段关节接触线调整要求是根据施工和运营实际经验及设计文件要求制定，实践证明：在锚段关节两端非工作支比工作支抬高 1mm~3mm，对受电弓平顺通过锚段关节效果明显。

6 关节式刚柔过渡处，刚性悬挂接触线比相邻柔性悬挂接触线抬高 30mm~50mm，是在受电弓额定接触压力为 120N 的条

件下经实际测试制定的。

23.3.16 接触网基础施工一般是批量进行，为控制混凝土施工质量，一般采用商品混凝土，现在已很少进行现场搅拌浇筑。如少量基础施工，现场搅拌混凝土要求采用混凝土搅拌机，控制好混凝土施工质量。

23.3.22 补偿装置现已全部国产化，制动块与棘轮齿间的距离符合产品技术要求。

23.3.23 为保证交叉点处接触线随温度变化而自由纵向移动，并保证受电弓安全平稳通过岔区，对线岔安装作出规定，明确线岔始触区内不安装线夹。

23.3.25 接触网带电部分和接地体之间的最小净距根据地铁设计规范，结合北京运营的实践经验，DC750V 静态最小净距 25mm，在复杂的运营环境满足不了实际安全运营需要；经运营检验，DC750V 静态最小净距 50mm 是适宜的。

23.3.32 避雷器引线施工时，常常会将引线弯曲做成弧形，连接在避雷器接线端子上，这样在接线端子上会产生一个外加应力，如果应力过大，就会导致避雷器接线端子损坏，所以安装时注意引线工艺，通过增加悬挂支架等方式消除外加应力，使引线与接线端子自然连接。根据国家标准《交流无间隙金属氧化物避雷器》GB 11032 - 2010 的规定：避雷器额定电压有效值为 2.4kV~25kV，顶端承受导线的最大允许水平拉力为 147N，规定了避雷器顶部承受导线水平拉力的限值。

23.4 电 缆 线 路

23.4.1 敷设电缆时，电缆允许敷设最低温度，在敷设前 24h 内的平均温度以及敷设现场的温度符合现行国家标准《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的规定；当温度不能满足时，应采取措施以达到要求温度；若厂家有要求时，按厂家要求执行。

23.4.2 产品标准包括随机技术资料如产品说明书、安装使用说

明书中的技术规定，合同中对该产品的有关技术要求。

23.4.3 建筑电气工程中的电缆桥架均为钢制产品，较少采用在工业工程中为了防腐蚀而使用的非金属桥架或铝合金桥架，所以其接地或接零至为重要。目的是为了保证供电干线电路的使用安全。有的设计在桥架内底部，全线敷设一支铜或镀锌扁钢制成的保护地线（PE），且与桥架每段有数个电气连通点，则桥架的接地或接零保护十分可靠，因此验收时可不作本条 2、3 款的检查。

23.4.4、23.4.5 直线敷设的电缆桥架，要考虑因环境温度变化而引起膨胀或收缩，所以要装补偿的伸缩节，以免产生过大的引力而破坏桥架本体。建筑物伸缩缝处的桥架补偿装置是为了防止建筑物沉降等发生位移时，切断桥架和电缆的措施，以保证供电安全可靠。电缆敷设要保持电缆弯曲半径不小于最小允许弯曲半径值，目的是防止破坏电缆的绝缘层和外护层，太小了要引起断裂而破坏导电功能，数据来自制造和检验标准。为了使电缆供电时散热良好和当气体管道发生故障时，最大限度地减少对桥架及电缆的影响，因而作出敷设位置和注意事项的规定，同时根据防火需要提出做好防火隔堵措施等均是必要的防范规定。

23.4.6 任一电缆接头处都是电缆的最薄弱环节，因此在长距离的环网电缆敷设时，尽可能地减少接头数量，这就需要在环网电缆配盘时实现。既要考虑接头位置不违反标准，又要依据厂家每盘最大生产长度，还要考虑敷设环境，综合后提出配盘计划。

23.4.8 电缆保护管管口高出地面 100mm~300mm 是一个通用的范围要求，但在一个相对集中的区域，管口整齐，且高度一致。电缆保护管引出不但要考虑电缆敷设要求，还要考虑设备安装的要求。

23.4.9 地面线路明敷电缆时，按设计文件要求采取罩盖措施对电缆进行防晒保护。当设计文件无要求时，对一些临时电缆明敷区段，建议采取一些简单的防晒措施。

23.4.10 由于终端、中间电缆头安装位置限制，电缆预留困难，对终端、中间电缆头处电缆预留长度提出了具体要求。

23.4.11 单芯电源电缆如果单独穿入闭合的钢管内,就会产生涡流。在不可避免的情况下,采取措施,如全长轴向切割出一道缝,通常为3mm~5mm,使其不构成闭合磁路。

23.4.12 本条对电缆头制作做出了规定。

1 预制型电缆附件为生产厂家的成熟产品,采用预制型电缆附件,大大减少现场操作步骤、时间和材料,对提高电缆头制安质量非常有利。

2 电缆中间接头事故率在电缆故障中占较大比例,所以首先尽量减少中间接头数量。当不可避免时,由于车站站台板下空间狭小致使现场操作非常不便,且处于乘客所在的公共立体空间里,综合考虑,所以建议中间接头不设在车站站台板下。

3 电缆终端和接头的种类和形式较多,结构、材料不同,要求的操作技术也各有特点。本标准只提出基本要求和主要的质量标准,具体执行时除遵守本标准外,还按有关工艺进行制作,确保安装质量。

电缆中间接头处,电缆的铠装、金属屏蔽层各自有良好的电气连接并相互绝缘,在电缆的终端头处,电缆的铠装、金属屏蔽层分别引出接地线。这样连接便于通过试验检验外护套和内衬层绝缘情况、测量金属屏蔽层直流电阻,进而判断电缆进水情况。

23.4.13 本条对电缆井及电缆保护管预埋做出了规定。

1 对电缆金属保护管进行防腐处理是为了增加使用寿命。强调电缆金属保护管内壁、外壁都要做防腐处理,只有埋设于混凝土内的导管外壁除外。防腐处理一般采用涂防腐漆方式,涂防腐漆之前一定要将表面的锈蚀部分清理干净,才能保证防腐质量。

2 直埋于地下或楼板内的刚性绝缘保护管,其穿出地面或楼板部分极易受到破坏,所以提出采取保护措施。保护措施分两种情况,一种是电缆敷设之前对保护管口部分的保护,这一般由施工单位自行采取措施,以不影响电缆管口及电缆敷设为原则;另一种是电缆敷设完毕后,对电缆管口以及所敷设电缆所采

取的正常运行时的保护方式，一般由设计单位在施工图纸中明确。

3 所有沟口、洞口、电缆进出口采用防火材料封堵，是根据地下铁道车站进行不同防火分区划分而提出的要求。

23.4.14 直流电缆的铠装层若与直流设备框架连接，就形成了直流框架的其他接地通路，就会使得框架保护不能正常动作。

23.4.15 直流上网电缆采取铜铝过渡措施与接触网汇流排连接，这是因为上网电缆及接线端子是铜材质，而汇流排是铝材质，在金属活动性中，铝的活动性比铜强，如果不加过渡接线板，铜铝直接相连会产生电化学腐蚀，即原电池腐蚀，因为这时铝是正极，铜是负极，铝很多快就会腐蚀掉。

23.4.16 低压电缆及控制电缆终端头中，相对于预制电缆头套、绝缘自粘胶带绕包等工艺来说，干包是最简单的，就是用普通的绝缘胶带包电缆头。使用预制电缆头套则有利于实现工艺统一、美观。

23.5 防雷及接地装置

23.5.1 综合接地网在施工过程中根据工程进度分段进行接地电阻测试，避免出现接地电阻不满足设计文件要求的现象。

23.5.2 本条文对热剂焊（放热焊接）工艺的熔接接头提出工艺要求，保证焊接牢靠和美观。

23.5.4 接地扁钢的规格型号、镀锌层厚度满足设计文件要求，产品质量合格。接地扁钢在进行搭接焊时，搭接长度要满足2倍于扁钢宽度的要求，焊缝饱满，不虚焊。接地扁钢断口、打孔处及焊缝刷富锌漆防锈处理。变电所接地干线上蝶形螺栓的安装满足设计文件要求。

23.5.5 变电所电缆夹层主接地铜排处应设置标识。

23.5.6 变电所设备预埋件均应与接地扁钢（铜）做可靠接地连接。

23.5.8 接地线引入隧道，不论何种方式，均做防腐蚀、防水和

绝缘处理，以保证隧道结构钢筋不锈蚀、不受杂散电流的腐蚀和不渗漏水。接地干线与电缆支架固定连接牢固，搭接处连接满足设计文件要求，区间接触网设备外壳作可靠接地连接。

23.5.9 接地系统是接触网重要的组成部分，本条重点强调了牢固、可靠，确保供电安全。区间接地电缆在穿越人防门时应符合人防设计文件的要求。

23.6 杂散电流监测及防护

23.6.1 本条规定参比电极端子、测试端子、传感器及转接器连接的通信电缆的规格型号符合设计文件要求，端子制作符合相关要求，固定牢靠。在参比电极安装位置处，设置明显的标识。

23.6.4 单向导通装置的规格、型号及防护等级符合设计文件要求，安装牢固，不侵入设备限界。

23.6.5 单向导通装置的外壳做可靠接地，如需制作接地极的，接地极的制安符合相关规定要求。

23.7 电力监控与电能质量管理

23.7.1 产品技术标准包括随机技术资料如产品说明书、安装使用说明书中的技术规定，合同中对该产品的有关技术要求。

供电电源符合设计文件要求是指供电电缆的施工严格按设计文件要求执行。

23.7.2 电力监控与电能质量管理软件的要求与规定在设计文件中体现的不多，主要在电力监控与电能质量管理体系供货合同中表述，所以这里指的设计文件要求，包含供货合同中的有关技术规定与要求。

23.7.3 供电复视系统一般设在车辆段供电车间，是供电车间供电调度的最重要的监视供电设备的手段，其显示信息与控制中心显示信息一致。为确保其工作正常，故提出本条规定。

23.7.4 本条对接地及接地网施工提出具体规定，是为了确保接地可靠，保证电力监控与电能质量管理体系设备工作正常。

23.7.5 供电电源符合设计文件要求是指供电电缆的施工严格按照设计文件要求执行。

23.8 低压配电及动力照明

23.8.2 当前,建筑电气工程使用的设备、器具、材料有的是实行生产许可证的,有的是经安全认证的,有的是经合格认证的。实行生产许可证的是国家强制执行的,而经安全认证或合格认证的产品,是企业为了保证产品质量、提高社会信誉,自愿向认可的认证机构申请认证,经认证合格,制造商必然会在技术文件中加以说明,产品上会有认证标志。同理,许可证的编号也是会出现在技术文件或铭牌上。但是列入许可证目录的产品是动态的,且随着产品更新换代、制造标准修订变化也大,因而要广收资料、掌握信息、密切注意变化。

不间断电源柜要提供出厂试验记录,目的是为了在交接试验时做对比用。

成套配电柜、屏、台、箱、盘在运输过程中,因受振使螺栓松动或导线连接脱落脱焊是经常发生的,所以进场验收时要注意检查,以利采取措施、使其正确复位。

23.8.3 《额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第 1 部分:一般要求》GB 5023.1 中前言指出“本标准使用的产品均是我国电工产品认证委员会强制认证的产品”,所以按此标准生产的产品均有安全认证的标志。施行生产许可证的,在合格证上或提供的文件上有合格证编号。

通常在进场验收时,对电线、电缆的绝缘层厚度和电线的线芯直径比较关注,数据与国际标准的规定是一致的。

仅从电线、电缆的几何尺寸,不足以说明其导电性能、绝缘性能一定能满足要求。电线、电缆的绝缘性能、导电性能和阻燃性能,除与几何尺寸有关外,更重要的是与构成的化学成分有关,在进场验收时是无法判定的,要送有资质的试验室进行检测。

23.8.4 对高压柜而言是保护接地，对低压柜而言是接零，因低压供电系统布线或制式不同，有 TN-C、TN-C-S、TN-S 不同的系统，而将保护地线分别称为 PE 线和 PEN 线。显然，在正常情况下 PE 线内无电流流通，其电位与接地装置的电位相同；而 PEN 线内当三相供电不平衡时，有电流流通，各点的电位也不相同，靠近接地装置端最低，与接地干线引出端的电位相同。设计文件对此已做了充分考虑，对接地电阻值、PE 线和 PEN 线的大小规格、是否要重复接地、继电保护设置等做出选择安排，而施工时要保证各接地连接可靠，正常情况下不松动，且标识明显，使人身、设备在通电运行中确保安全。施工操作虽工艺简单，但施工质量是至关重要的。

23.8.5 同一接线端子上的电线连接不超过 2 根，是为了连接紧密，不因通电后由于冷热交替等时间因素而过早在检修期内发生松动，同时也考虑到检修方便，不使因检修而扩大停电范围。同一垫圈下的螺丝两侧压的电线截面积和线径均一致，实际上这是一个结构是否合理的问题，如不一致，螺丝既受拉力，又受弯矩，使电线芯线必然一根压紧、另一根稍差，对导电不利。

漏电保护装置的设置和选型由设计单位确定。本条强调对漏电保护装置的检测，数据要符合要求，本标准所述是指对民用建筑电气工程而言，与《民用建筑电气设计规范》JGJ 16-2008 相一致。根据 IEC 出版物 479（1974）提供的《电流通过人体的效应》一文来看，如电流为 30mA、时间 0.1s 是属于②区，即通常为无病理生理危险效应，且离发生危险的③区和④区有着较大的安全空间。

目前在建筑电气工程中，尤其是在照明工程中，TN-S 系统，即三相五线制应用普遍，要求 PE 线和 N 线截然分开，所以在照明配电箱内要分设 PE 排和 N 排。这不仅施工时要严格区分，日后维修时也要注意不能因误接而失去应有的保护作用。

因照明配电箱额定容量有大小，小容量的出线回路少，仅 2 个~3 个回路，可以用数个接线柱（如绝缘的多孔瓷或胶木接

头) 分别组合成 PE 和 N 接线排, 但决不允许两者混合连接。

23.8.7 手车、抽出式成套配电柜设备通过铜排间的相互挤压接触来传递电流, 在推入或拉出时要求灵活, 如果接触面不平滑或表面不光洁, 就容易在运动过程中出现电弧, 大的电流烧坏触头, 因此要求安装后检查是否灵活, 有无卡阻现象。

23.8.9 目前地下铁道基本都采用 DC750V 或 1500V 两种形式的牵引供电系统, 由于受轨道对地绝缘、隧道湿度及车轮与钢轨磨损产生的铁屑等因素的影响, 容易导致钢轨上的大电流流入到大地形成杂散电流, 根据现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49 的要求, 避免安装在结构上的箱体与钢筋接触, 形成电流回路, 加速结构钢筋的腐蚀。因此要求配电箱在结构上绝缘安装。

23.8.11 鉴于施工现场情况的复杂多变性, 导线引入箱体经常需要进行现场开孔, 加工处理不当或工人的不细心就容易遗留毛刺或锋利的边缘, 容易划伤引入电缆绝缘层, 造成短路或引发电气火灾事故, 因此要求处理毛刺, 并加装绝缘护套措施。

23.8.13 电缆在敷设或制作终端头的过程中可能损伤外护套或绝缘层, 在电缆送电时容易引起短路或电气火灾, 为此要求在电缆敷设后进行线间和线对地间的绝缘测试。

23.8.14 在供电系统中中性线 (N 极) 在变压器引出处进行接地后, 其余地方均不允许再接地, 而三相变单相不间断电源设备内部构造中, 输入、输出的 N 极经过变压器的隔离, 未进行直接连接, 输出的 N 极处于悬浮状态, 与地容易存在过高的电压差, 因此需要在不间断电源输出端的中性线再次与地连接。

23.8.15 建筑电气工程中的电缆桥架均为钢制产品, 较少采用在工业工程中为了防腐蚀而使用的非金属桥架或铝合金桥架, 所以其接地或接零至为重要, 目的是为了保证供电干线电路的使用安全。有的设计文件规定在桥架内底部, 全线敷设一支铜或镀锌扁钢制成的保护地线 (PE), 且与桥架每段有数个电气连通点, 则桥架的接地或接零保护十分可靠, 因而验收时可不做本条 2、

3 款的检查。

23.8.16 直线敷设的电缆桥架,要考虑因环境温度变化而引起膨胀或收缩,所以要装补偿的伸缩节,以免产生过大的引力而破坏桥架本体。建筑物伸缩缝处的桥架补偿装置是为了防止建筑物沉降等发生位移时,切断桥架和电缆的措施,以保证供电安全可靠。电缆敷设要保持电缆弯曲半径不小于最小允许弯曲半径值,目的是防止破坏电缆的绝缘层和外护层,太小了要引起断裂而破坏导电功能,数据来自制造和检验标准。为了使电缆供电时散热良好和当气体管道发生故障时,最大限度地减少对桥架及电缆的影响,因而做出敷设位置和注意事项的规定,同时根据防火需要提出做好防火隔堵措施等均是必要的防范规定。

23.8.17 本条是根据电气装置的可接近的裸露导体(旧称非带电金属部分)均要求接地或接零这一原则提出的,目的是保护人身安全和供电安全。如整个建筑物要求等电位联结,更毋庸置疑,要接地或接零。

23.8.18 电气装置的可接近的裸露导体要接地和接零是用电安全的基本要求,以防产生电击现象。本条主要突出对镀锌与非镀锌的不同处理方法和要求。设计文件选用镀锌的材料,理由是抗锈蚀性好,使用寿命长,施工中不破坏锌保护层,保护层不仅是外表面,还包括内壁表面,如果焊接接地线用熔焊法,则必然引起破坏内外表面的锌保护层,外表面尚可用刷油漆补救,而内表面则无法刷漆。这显然违背了设计文件采用镀锌材料的初衷,若设计文件既选用镀锌材料,说明中又允许熔焊处理,其推理上必然相悖。

23.8.19 镀锌管考虑到技术经济原因,钢导管不采用熔焊对口连接。技术上熔焊会产生烧穿,内部结瘤,使穿线缆时损坏绝缘层,埋入混凝土中会渗入浆水导致导管堵塞,这种现象是不容许发生的;若使用高素质焊工,采用气体保护焊方法,进行焊口破坏性抽检,在建筑电气配管来说没有这个必要,不仅施工工序烦琐,使施工效率低下,在经济上也是不合算的。现在已有不少薄

壁钢导管的连接工艺标准问世，如螺纹连接、紧定连接、卡套连接等，技术上既可行，经济上又价廉，只要依据具体情况选用不同连接方法，薄壁钢导管的连接工艺问题是可以解决的。这条规定仅是不允许安全风险太大的熔焊连接工艺的应用，如果紧定连接、卡套连接等的工艺标准经鉴定，镀锌钢导管的连接处可不跨接接地线，且各种状况下的试验数据齐全，足以证明此种连接工艺的接地导通可靠持久，则连接处不跨接接地线的理由成立。

条文中的薄壁钢导管是指壁厚小于或等于 2mm 的钢导管；壁厚大于 2mm 的称厚壁钢导管。

23.8.20 刚性绝缘导管可以螺纹连接，更适宜用胶粘剂胶结。胶结可方便与设备器具间的连接，效率高、质量好、便于施工。

23.8.21 在建筑电气工程中，不能将柔性导管用作线路的敷设，仅在刚性导管不能准确配入电气设备器具时，做过渡导管用，所以要限制其长度，且动力工程和照明工程有所不同，其规定的长度是结合工程实际，经向各地调研后取得共识而确定的。

23.8.22 暗配管要有一定的埋设深度，太深不利于与盒箱连接，有时剔槽太深会影响墙体等建筑物的质量；太浅同样不利于与盒箱连接，还会使建筑物表面有裂纹，在某些潮湿场所（如实验室等），钢导管的锈蚀会印显在墙面上，所以埋设深度恰当，既保护导管又不影响建筑物质量。

明配管要合理设置固定点，是为了穿线缆时不发生管子移位脱落现象，也是为了使电气线路有足够的机械强度，受到冲击（如轻度地震）仍安全可靠地保持使用功能。

23.8.24 在电缆沟内和竖井内的支架上敷设电缆，其外观检查，可以全部敷设完后进行，它不同于桥架内要分层检查，原因是查验时的可见情况好。

23.8.25 本条是电缆敷设在支架上的基本要求，也是为了安全供电做出的规定。尤其在采用预制电缆头做分支连接时，要防止分支处电缆芯线单相固定时，采用的夹具和支架形成闭合铁磁回路。电缆在竖井内敷设完毕，先做电气交接试验，合格后再按设

计文件要求做防火隔堵措施。防火隔堵是否符合要求，是施工验收时必须检的项目。

4 防火隔堵措施是指采用无机堵料防火灰泥，或有机堵料如防火发泡砖、阻火包或防火板并辅以有机堵料如膨胀型防火密封胶或防火泥等封堵。楼板上贯穿孔口的封堵在楼板下侧用钢丝网或不燃板材等进行支撑。钢丝网或不燃板材等与墙体或楼板间采用具有一定防火性能的紧固件固定。

23.8.26 本条是为运行中巡视和方便维护检修而做出的规定。

23.8.27 本条是为了防止产生涡流效应要求做出的规定。

23.8.28 本条是为防止相互干扰，避免发生故障时扩大影响面而作出的规定。同一交流回路要穿在同一金属管内的目的，也是为了防止产生涡流效应。回路是指同一个控制开关及保护装置引出的线路，包括相线和中性线或直流正、负 2 根电线，且线路自始端至用电设备器具之间或至下一级配电箱之间不再设置保护装置。

23.8.29 为方便识别和检修，对每个回路在线槽内进行分段绑扎；由于线槽内电线有相互交叉和平行紧挨现象，所以要注意有抗电磁干扰要求的线路采取屏蔽和隔离措施。

23.8.30 接地线的截面积按电缆线路故障时，接地电流的大小而选定。在建筑电气工程中由于容量比发电厂、大型变电所小，故障电流也较小，加上实际工程中也缺乏设计文件提供的资料，所以表中推荐值为经常选用值，在使用中尚未发现因故障而熔断现象。使用镀锡铜编织线，更有利于方便橡塑电缆头焊接地线，如用铜绞线也要求先搪锡再焊接。

23.8.31 为保证导线与设备器具连接可靠，不致通电运行后发生过热效应，并诱发燃烧事故，做此规定。要说明一下，芯线的端子即端部的接头，俗称铜接头、铝接头，也有称接线鼻子的；设备、器具的端子指设备、器具的接线柱、接线螺丝或其他形式的接线处，即俗称的接线桩头；而标示线路符号套在电线端部做标记用的零件称端子头；有些设备内、外部接线的接口零件称端

子板。

23.8.32 大规格金具、端子与小规格芯线连接，如焊接要多用焊料，不经济，如压接更不可取，压接不到位也压不紧，电阻大，运行时要过热而出故障；反之小规格金具、端子与大规格芯线连接，必然要截去部分芯线，同样不能保证连接质量，而在使用中易引发电气故障，所以要求两者适配。开口端子一般用于实验室或调试用的临时线路上，以便拆装，不用在永久性连接的线路上，否则可靠性无法保证。

23.8.33 据统计，人站立时平均伸臂范围最高处约达 2.4m 高度，也即是可能碰到可接近的裸露导体的高限，故而当灯具安装高度距地面小于 2.4m 时，其可接近的裸露导体要求接地或接零，以确保人身安全。

23.8.34 为确保灯具维修时的人身安全，同时也不致因维修需要而使变配电设备正常供电中断造成不必要的损失，故做此规定。

23.8.35 在建筑电气工程中，除在有些特殊场所，如电梯井道底坑、技术层的某些部位为检修安全而设置固定的低压照明电源外，大都是作工具用的移动便携式低压电源和灯具。

双圈的行灯变压器次级线圈只要有一点接地或接零即可钳制电压，在任何情况下不会超过安全电压，即使初级线圈因漏电而窜入次级线圈时也能得到有效保护。

23.8.36 应急疏散照明是当建筑物处于特殊情况下，如火灾、空袭、市电供电中断等，使建筑物的某些关键位置的照明器具仍能持续工作，并有效指导人群安全撤离，所以是至关重要的。本条所述各项规定虽然在设计文件中按有关标准做出明确要求，但是均为实际施工中需要认真执行的条款，有的还需施工完成时给予试验和检测，以确认是否达到预期的功能要求。

23.8.37 照明开关是人们每日接触最频繁的电气器具，为方便实用，要求通断位置一致，也可给维修人员提供安全操作保障，就是说，如位置紊乱、不切断相线，易给维修人员造成认知上的

错觉，检修时较易产生触电现象。

23.8.38 为了统一接线位置，确保用电安全，尤其三相五线制在建筑电气工程中较普遍地得到推广应用，零线和保护地线不能混同，除在变压器中性点可互连外，其余各处均不能相互连通。在插座的接线位置要严格区分，否则有可能导致线路工作不正常和危及人身安全。

23.8.40 由于建筑物性质不同，建筑物内的建筑设备种类不同，对接地装置的设置和接地电阻值的要求也不同，所以设计文件要给出接地电阻值数据，施工结束要检测。检测结果符合要求，若不符合由原设计单位提出措施，进行完善后再经检测，直至符合要求为止。

23.8.41 建筑物是否需要等电位联结、哪些部位或设施需等电位联结、等电位联结干线或等电位箱的布置均由设计文件来确定。本条仅对等电位联结施工中要求遵守的事项作出规定。主旨是连接可靠合理，不因某个设施的检修而使等电位联结系统开断。

23.9 调整试验

23.9.1 除现行国家标准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150 规定以外的设备如：直流开关设备、电力监控设备、继电保护装置、整流及逆变装置按照各自的相应的标准要求进行调整。

23.9.2 本条要求的试验前确保被试设备要满足调试的环境要求，并且在调试前要充分收集被测设备的技术资料和安装状态，确保试验工作合理、有序进行。

23.9.3 本条要求在试验过程中环境条件满足电气设备正常工作要求，并做记录，方便以后进行数据复现；设备受潮对试验结果有很大的不确定影响因素，在干燥处理后进行试验。

此处试验工作是指交接试验，是电气工程安装结束后全面检测，以判定工程是否符合规定要求，是否可以通电投入运行。进

行现场交接试验过程中要确保被试设备处于干燥环境，以免因潮湿引起试验数据的异常，影响合格判定。

23.9.4 直流开关柜的试验项目参考了国家现行标准《轨道交通地面装置 直流开关设备》GB/T 25890 和《铁路应用绝缘配合 第1部分：基本要求 电工电子设备的电气间隙和爬电距离》EN50124-1：2001。

1 本款要求对断路器本体的关键部件要对应相应的产品技术规定进行检查和确认。

2 本款是参考了现行国家标准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150 的相关要求。

3 主回路绝缘、主回路电阻的试验要求符合设计文件要求，同时还要参考出厂试验数据并进行比对，无较大差异；交流耐压试验标准参考验收标准的有关规定。

4 直接脱扣装置是紧急状态下的一套装置，要考虑到最极限的情况下实现断路器手动分闸。

5 脱扣器的整定值按照设计文件出具的定值进行整定。

23.9.5 直流开关柜柜体要求绝缘安装，其绝缘电阻值符合设计文件要求；主回路导电回路电阻与出厂试验相比无较大差别。

23.9.6 静调电源柜的组成元件与直流开关柜基本一致，因此可以按照直流开关柜的试验要求进行试验。

23.9.7 钢轨电位限制装置的试验项目部分参考了直流开关设备的试验标准。

1 按照直流开关设备的标准进行交流耐压试验；主回路的绝缘试验参考出厂试验数据，要求无较大差异。

2 控制功能、保护功能正确。

23.9.8 再生能量吸收装置由控制单元、电阻单元、隔离单元、斩波单元和逆变单元组成。

1 交流耐压参考直流设备试验标准。

2 主回路绝缘电阻值与出厂试验数值无较大差别。

3 其控制逻辑、保护、测量功能正确；电压及电流元件的

测量精度符合要求。

23.9.11 带有模拟盘的电力监控系统模拟盘设备显示与电力监控信息一致且同步。

23.9.12 本条规定了数据传输通道调试项目，通道性质分为光通道和电通道。

1 针对电通道的技术规定。

4 针对光通道的技术规定。

23.9.13 本条对系统软件做了规定，并规定了软件在调试后进行运行考核的时间要求。

23.9.15 接口装置分为光接口和电接口。

1 静态接口试验通过接口输入、输出的信号符合设计文件规定，同时要要进行接口协议测试以及点对点测试。

2 动态接口试验远动终端与被监控设备联机运行时，被监控设备运转正常。

23.9.17 本条对监控系统设备运行试验做出了规定。

1 144h 连续运行试验按现行国家标准《地区电网调度自动化系统》GB/T 13730 的规定执行。

2 此款对连续运行试验及运行考核试验过程中出现故障情况下的考核时间计算进行了规定。

3 此款规定了运行考核的时间要求。

23.9.18 本条对电力监控系统进行的检查和试验项目做出了规定。

1 电力监控软件的版本号、校验码等程序的正确性和完整性保证所用软件为现行有效版本。

2 确保后台机与间隔层各测量、控制、保护装置的网络通信功能通信正常以及间隔层与后台机监控系统数据库的正确性和完整性以免发生错报和无效信息。

3 保证间隔层的实际测量值与后台监控中显示的各种数字、模拟信号及其计算值要保持正确、一致，以免出现不对应的情况。

4 确保软件功能中的遥控操作、防误闭锁、权限设置、信号复归等功能的正确性和完整性，确保与设计文件要求保持一致。

5 确保各种信息的时序性及分类正确合理，便于查询和操作；人机界面符合设计文件以及实际的运营要求。

6 本款为软件功能的调试。

7 对各类告警信号的收集归类按照要求进行。

8 监控后台的系统备份和数据备份功能要满足设计文件要求。

23.9.20 牵引变电所控制、信号与保护功能试验范围为变电所内所有供电设备，具体内容如下：

1 遥控功能试验：带有电动操控功能的断路器、隔离开关、负荷开关、接触器等开关类设备按手动、电动；就地、集中、单台、联动次序进行操控。

2 保护功能试验：各种继电保护装置采用模拟形式，模拟信号一般接近真实情况或施加实际，其试验项目动作情况符合设计文件要求。

3 被试设备的位置、状态、电量等信号显示准确，试验项目符合设计文件要求。

4 微机继保的试验方法符合现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285 的规定。

23.9.21 漏电保护装置，也称残余（冗余）电流保护装置，是当用电设备发生电气故障形成电气设备可接近裸露导体带电时，为避免造成电击伤害人或动物而迅速切断电源的保护装置，故而在安装前或安装后要做模拟动作试验，以保证其灵敏度和可靠性。

23.9.22 试运行时要检测有关仪表的指示，并做记录，对照电气设备的铭牌标示值有否超标，以判定试运行是否正常。

23.9.23 照明工程包括照明配电箱、线路、开关、插座和灯具等。安装施工结束后，要做通电试验，以检验施工质量和设计文

件要求的预期功能，符合要求方能认为合格。

23.9.24 照明工程负荷大、灯具众多，且本身要求可靠性高，所以要做连续负荷试验，以检查整个照明工程的发热稳定性和安全性。同时也可暴露一些灯具和光源的质量问题，以便于更换。若有照明照度自动控制系统，则试灯时可检测照度随着开启回路多少而变化的规律，给建筑智能化软件设计提供依据或检验其设计的符合性。

23.10 系统调试

23.10.1 整流机组保护联跳试验要分别模拟整流机组过流、速断、零序及温度保护等故障，本侧交流馈线断路器故障跳闸，同时要联跳另一台交流馈线断路器以及相对应的进线侧直流快速开关。

23.10.2 直流框架保护动作试验，通过施加模拟量模拟故障跳闸，本所整流机组的交流开关及相邻变电所相对应的直流快速开关要求动作正确。

23.10.3 模拟母联交流开关自投及闭锁条件，对设计文件给出的中压开关柜进线断路器和母联断路器的自投逻辑及闭锁条件逐条测试，其功能符合设计文件要求。

23.10.4 400V 开关柜进线断路器和母联断路器的自投、自复功能及逻辑测试的内容同第 23.10.3 的内容。

23.10.5 光纤纵差试验是环网电缆保护试验的一种。

1 保护装置在试验前保证保护装置通信正常，进出线要互相对应防止出现错位的情况。

2 对两个一组的环网保护装置分别施加模拟量，确保断路器动作可靠，信号正确，装置动作逻辑正确。

23.10.6 在正常双边供电和越区供电两种情况下验证直流开关双边和大双边故障联跳功能，从各自变电站分别模拟馈线直流快速开关保护跳闸，相邻变电所同一供电臂直流快速开关可靠分闸，信号显示正确，动作逻辑正确，直流开关柜联跳及闭锁功能

符合设计文件要求。

23.10.7 再生制动能量吸收装置在与车辆联调前完成闭环负载试验,通过手动调节并逐步施加额定电流的0%~20%的吸收电流来验证整个吸收系统是否能承受实际再生能量的消耗要求。

23.10.9 牵引变电所直流短路试验是验证供电设备、供电线路的可靠性、稳定性以及系统保护定值的准确性的终极手段。

1 选择一个单边供电和一个双边供电区间进行。

2 单边供电时可以选择供电臂的末端或者长大线路的远端进行。

3 牵引变电所控制、信号和保护系统投入正常运行,相应的保护可以根据现场情况进行人为的调整。

4 在进行双边供电的情况下两端变电所均需要可靠分断,信号显示正确,停电后对试验设备进行检查确认无任何异常现象。

23.10.10 列车起动试验在每个牵引变电所内观测列车起动电流对供电系统的影响,保护定值能有效躲过列车启动电流的区域,相应供电臂的开关要求不发生误动作。

23.10.12 为了检验实际情况和使用要求,规定绝缘电阻试验按供电分段进行。接触网送电开通前的绝缘测试,是检查接触网绝缘状况的重要依据,根据实践经验,接触网绝缘电阻受环境条件(气候、湿度、污染状况等)、线路条件(安装方式、长度等)等诸多因素影响,特别是隧道内开通初期比较潮湿,绝缘子的绝缘电阻值接近于零,此时只要确认没有接地现象,即可考虑试送电,根据实践经验,绝缘子表面在送电一段时间后将自行干燥,恢复绝缘强度。

23.10.14 接触网送电后在供电臂末端进行电压测试,确保线路正常带电无差错,合格后进行空载试验;空载运行1h无异常,以确认电网带电并进入稳定状态,再进行电动车组负载试验,并运行24h合格后方可进行试运行。

23.10.16 杂散电流检测系统的传感器、转接器是系统功能实现

的最基础保证，要确保模拟量上传，显示精度满足设计文件要求。

23.10.17 监测装置通信误码率满足设计文件要求，要确保通信通道的传输正确率及效率。

23.10.18 本条明确了上位机与监控后台之间的数据要统一。

23.10.19 启动排流测试可通过模拟某一监测区段参比电极的电位变化达到排流启动阈值，排流相关装置动作及信号正确。

23.10.20 本条对牵引变电所控制、信号与保护功能试验进行了规定。

1 本款明确的是调试的先后衔接顺序。

2 本款明确的是在做保护功能试验时尽量在实际运行逻辑情况的条件下进行信号及保护功能试验。

23.10.21 本条明确的是点对点端对端测试要求按照正式信息量点表逐一测试，不能丢项漏项。

23.10.22、23.10.23 这两条明确的是电力监控系统的调试衔接顺序。

24 通 信

24.1 一 般 规 定

24.1.1 现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 和《城市轨道交通通信工程质量验收规范》GB 50382, 对电缆都有明确的规定, 设计文件中也有具体的指标要求, 本条主要强调其重要性。

24.1.2 本条对通信工程与各专业接口做出了规定。

4 其他关联专业系统有信号、自动售检票系统、乘客信息系统、火灾自动报警系统、环境与设备监控系统、综合监控系统、供电、安装、电梯、门禁、照明、车辆等, 核实的内容主要有线路路由、设备位置、设备接口的匹配性和软件的兼容性等。

24.2 通 信 线 路

24.2.4 地下铁路沿线及隧道内情况比较复杂, 各专业设施种类繁多, 支架、吊架、线槽安装时, 根据现场的实际情况, 合理避开这些振动源、热源、腐蚀性环境等。

24.2.7 本条对保护管接管做出了规定。

4 根据施工现场实际情况, 一般由施工单位提出预留方案及变形余量, 经设计单位或监理认可。

24.2.9 本条所说的具有强磁场和强电场的电气设备一般指配电箱、变电室、电梯机房、空调机房等。

24.2.14

1 光(电)缆配盘指按一定的要求将每盘光(电)缆进行编组、配置, 把长度不等、光学性能或电气性能不同的光(电)缆安排在预定的通信线路段内, 以保证传输质量和合理的经济效果。现行行业标准《高速铁路通信工程施工技术规范》Q/CR

9606-2015 第 5.3 节提出了光（电）缆配盘的基本方法和要求。

2 国家标准《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 16.2 节提出了通信光（电）缆管道和其他地下管线及建筑物的最小净距，以及沿墙架设电缆与其他管线的最小净距要求。

国家标准《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 16.2 节提出了光（电）缆敷设径路、位置、埋深、与其他管线间隔的相关要求。

24.2.17 本条对光（电）缆线路测试做出了规定。

3 低频四线组电缆的音频段电性能指标要求见表 7。铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆用户线路电性能指标要求见表 8。

表 7 低频四线组音频段电性能要求

序号	项目	测量频率	单位	标准	备注
1	0.9mm 线径环阻 (20℃)	直流	Ω/km	≤ 57	实测值/L
	0.7mm 线径环阻 (20℃)	直流	Ω/km	≤ 96	
	0.6mm 线径环阻 (20℃)	直流	Ω/km	≤ 132	
2	环阻不平衡	直流	Ω	≤ 2	
3	0.9mm 线径绝缘电阻	直流	$\text{M}\Omega \cdot \text{km}$	≥ 10000	实测值 $\times (L + L')$
	0.7mm 线径绝缘电阻	直流	$\text{M}\Omega \cdot \text{km}$	≥ 5000	
	0.6mm 线径绝缘电阻	直流	$\text{M}\Omega \cdot \text{km}$	≥ 5000	
4	芯线与金属外护套间 电气绝缘强度	直流	V	≥ 1800 (2min)	
	芯线间电气绝缘强度	直流	V	≥ 1000 (2min)	
5	近端串音衰减	800Hz	dB	≥ 74	
6	远端串音防卫度	800Hz	dB	≥ 61	

续表 7

序号	项目		测量 频率	单 位	标 准	备 注
7	电力牵引供电区 段杂音计电压	调度回线	800Hz	mV	≤ 1.25	用杂音测试器 测量时,应用高 阻挡,输入端并 接阻抗值等于电 缆输入阻抗 Z , 其实测值应乘以 $\sqrt{600/Z}$
		一般回线	800Hz	mV	≤ 2.5	

注: L 为音频段电缆实际长度;

L' 为电缆线路各种附属设备的等效绝缘电阻的总长度。

$$L' = L_{\text{头}} + L_{\text{盒}}$$

式中 $L_{\text{头}}$ 为每个接头绝缘电阻为 $10^5 \text{ M}\Omega$, 等效电缆 100m; $L_{\text{盒}}$ 为每个电缆分
线盒等效电缆 2km。

**表 8 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆
用户线路电性能要求**

序号	内 容		标 准				换算
1	导线直径 (mm)		0.4	0.5	0.6	0.8	实测值/ <i>L</i>
	单线电阻 (Ω/km, 20℃)		≤148	≤95	≤65.8	≤36.6	
	环阻不平衡 (Ω)		≤2				
2	绝缘电阻 (MΩ·km)	填充型(聚乙烯绝缘)	≥1800				实测值× <i>L</i>
		非填充型(聚乙烯绝缘)	≥6000				
		非填充型(聚氯乙烯绝缘)	≥120				
3	近端串音 (800Hz, dB)		≥69.5				
4	断线、混线		不断线、不混线				

注: L 为被测电缆长度。

24.2.20 本条对漏缆敷设做出了规定。

2 针对设计文件中已经选定的漏缆,其遵循的产品标准中,一般均列出了相应的工程应用指标,包括单次弯曲和多次弯曲的弯曲半径。

4 目的是防止吸上线对漏缆的电磁干扰,具体的防护措施

以设计文件规定为准。

24.3 通信设备安装

24.3.10 本条对线缆布放做出了规定。

2 各种线缆指交流电源线、直流电源线、光缆、各种通信线、控制线等。

24.3.13 本条所说的专用接插件指配线过车厢时采用特殊防水、防尘、防振和可维护要求设计的接插件。

24.4 系统调试

24.4.6 本条所指电源系统包括专用通信系统、民用通信引入系统和公安通信系统的电源调试。

24.4.7 本条所指传输系统包括专用通信系统、民用通信引入系统和公安通信系统的传输系统调试。

24.4.9 本条对专用电话系统调试做出了规定。

7 根据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157，本功能也可以在公务电话系统中调试验证，但不漏项。

8 根据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157，车站专用直通电话提供行车值班员或站长与本站内运营业务有关人员进行通话联系。站区管辖内的道岔处可设置与车站值班员间的直通电话。车辆基地专用直通电话可根据作业性质设置行车指挥电话、乘务运转电话、段内调度指挥电话、车辆检修电话等。

24.4.12 本条对广播系统调试做出了规定。

1 功率放大器性能指标主要有额定输出电压、输出功率、频率响应、谐波失真、信噪比、输出电压调整率、输入过激励、输入灵敏度等。

6 其他系统主要指自动列车监控系统、乘客信息系统、火灾自动报警系统等。

24.4.13 本条对时钟系统调试做出了规定。

4 时钟系统的冗余部件主要指 GPS、母钟、子钟和电

源等。

24.4.15 本条对集中警告系统调试做出了规定。

1 告警信息采集范围包括需要采集的子系统、各子系统需要采集的告警信息。

4 告警响应时延是指子系统发出告警信息和通信集中告警系统发出告警的时间差。

24.4.16 地下铁道民用通信引入系统由民用传输系统、移动通信引入系统、集中监测告警系统、民用电源系统等组成。

24.4.17 地下铁道公安通信系统由公安视频监视系统、公安无线通信引入系统、公安数据网络、公安电源系统等组成。

25 信 号

25.1 一 般 规 定

25.1.1 阻燃电缆指在规定试验条件下，试样被燃烧，在撤去试验火源后，火焰的蔓延仅在限定范围内，残焰或残灼在限定时间内能自行熄灭的电缆。它的根本特性是：在火灾情况下有可能被烧坏而不能运行，但可阻止火势的蔓延。通俗地讲，电缆万一失火，能够把燃烧限制在局部范围内，不产生蔓延，保住其他的各种设备，避免造成更大的损失。

根据电缆阻燃材料的不同，阻燃电缆分为含卤阻燃电缆及无卤低烟阻燃电缆两大类。其中含卤阻燃电缆的绝缘层、护套、外护层以及辅助材料（包带及填充）全部或部分采用含卤的聚乙烯（PVC）阻燃材料，因而具有良好的阻燃特性。但是在电缆燃烧时会释放大量的浓烟和卤酸气体，卤酸气体对周围的电气设备有腐蚀性危害，救援人员需要带上防毒面具才能接近现场进行灭火。

电缆燃烧时给周围电气设备以及救援人员造成危害，不利于灭火救援工作，从而导致严重的“二次危害”。而无卤低烟阻燃电缆的绝缘层、护套、外护层以及辅助材料（包带及填充）全部或部分采用的是不含卤的交联聚乙烯（XLPE）阻燃材料，不仅具有更好的阻燃特性，而且在电缆燃烧时没有卤酸气体放出，电缆的发烟量也很小，属于“低烟”水平。

25.1.2 各专业间的接口要求根据设计文件确定，包括与其他各专业的协调，如信号线路及建筑的沟、槽、管、孔，信号机房，供电，机房防雷接地设施（法拉第笼屏蔽、集中接地端子排），轨道、车辆、系统接地方式等，是否符合设计文件和现场实际要求，发现超出偏差要求时协调相关单位进行处理。

25.2 光（电）缆线路

25.2.1 光（电）缆敷设前，复核电缆的规格、型号，确认 A、B 端，主要是便于电缆敷设及 A、B 端顺序接续。电缆对地绝缘、线间绝缘测试等主要是在运输过程挤压、存储过程是否潮气进入等造成指标下降。

25.2.4 本条按国家标准《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 17.7.4 条第 3 款规定制定。

25.2.8 管口一般采用密封胶封堵，防止道渣及杂物进入套管。

25.3 设备安装

25.3.1 高柱信号机只适用于车辆基地内进、出段（场）信号机安装。

1 机柱检查主要包括：

① 裂缝宽度小于 0.2mm，长度小于 1/2 周长；

② 裂缝条数不超过 5 条，间距在 200mm 以上，或条数超过 5 条，但裂缝均匀分布，间距在 300mm 以上；

③ 纵向裂缝不超过 1 条，钢筋不外露，宽度在 0.2mm 以内，长度小于 1000 mm，混凝土面无剥落现象；

④ 机柱的弯曲度不大于 $L/200$ 者（ L 为机柱长度）。

25.3.2 矮型信号机金属支架与隧道体或桥梁体间接地与否，根据相关技术标准和设计文件要求而定。

3 混凝土基础适用于有砟地面的车站和车辆基地内设备安装，金属支架适用于隧道、桥梁的无砟地段设备安装。

4 目的是便于司机辨认。

25.3.3 本条对信号机安装完成后进行送电试验做出了规定。

1 信号机送电后要检查信号机的显示距离，根据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 规定，按地面信号显示行车时，其显示距离为：行车信号和道岔防护信号不小于 400m；调车信号不小于 200m；因线路曲线或其他建筑物遮挡影响司机瞭望距

离时，需要采取措施满足上述要求。

25.3.5 按钮装置一般是指设在现场带有按钮的操控设备，包括紧急关闭按钮箱、应急盘、同意按钮柱等。

1 紧急关闭按钮箱是在非正常情况下为了保证行车和人身安全，临时强制列车紧急停车的一种应急安全设施。

2 应急盘是当车场联锁系统发生故障时，以备用模式采用电动操纵道岔转换，以确保进路安全的一种应急安全设施。

3 同意按钮柱是在车辆出、入检修库时，为了确保车辆走行进路及有关设备安全而采用的一种库内外联锁制约设施。

25.3.7 为了满足现在地下铁道项目需要，转辙机规格型号增多，遇到的复杂情况多，特殊要求也在增多，因此要求规格尺寸与设计文件的尺寸一致。转辙机进水时，可造成绝缘下降，不能简单分解、清洗注油，要返厂或车间检修。

25.3.9 本条对轨道电路设备安装做出了规定。

1 防止轨道电路出现死区段，致使小车跳动或停留在轨道绝缘节处，得不到分路状态检查，本条对钢轨绝缘的安装位置作了详细的技术要求，以确保车辆的安全。

3 为防止塞钉式钢轨接续线隆起，与运行中的列车挂连，危及行车安全或造成信号设备损坏，本条规定了塞钉式钢轨接续线的安装位置及要求，根据目前施工要求补充了线缆的型号说明。为减少塞钉与钢轨的接触电阻，规定了塞钉打入深度和无锈蚀的要求。

5 地下铁道车辆段、停车场内采用轨道电路时，回流线可为信号系统安装。

25.3.10 目前无绝缘轨道电路设备主要包括调谐单元、匹配单元、空心线圈等。

25.3.11 目前地下铁道信号系统中，有个别 ATP 系统需要安装环线。

25.3.12 目前地下铁道 CBTC 信号系统，部分系统信息采用波导管传输，故增加相应的轨旁设备安装内容。由于不同系统供货

商及线路情况，波导管安装技术要求和安装标准也不相同，本条仅做原则性规定。

25.3.13 本条对应答器安装做出了规定。

1 目前地下铁道 CBTC 信号系统的安装，均有应答器安装，故增加应答器安装内容。由于不同的系统供货商，应答器安装技术要求和安装标准也不相同，故对安装位置及方向仅做原则性规定。因此在安装时要注意产品技术文件的具体规定。

2、3 与钢轨纵向平行的方向均为 X 轴，与钢轨纵向垂直的方向均为 Y 轴，与钢轨平面垂直的方向均为 Z 轴。

旋转角偏离如说明图 3 所示。以 X 轴为旋转轴的角度偏离为倾角；以 Y 轴为旋转轴的角度偏离为俯仰；以 Z 轴为旋转轴的角度偏离为侧转角。

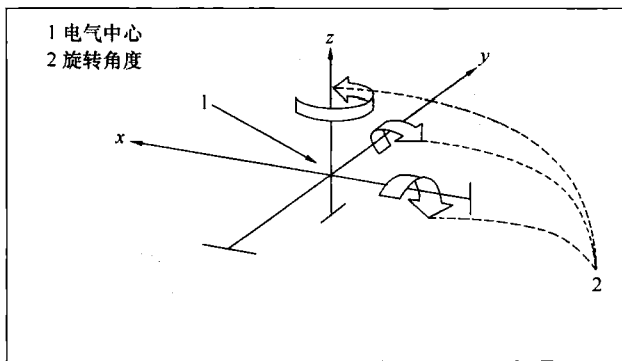


图 3 应答器安装旋转角定义示意

25.3.14 目前地下铁道 CBTC 信号系统的安装，均有无无线接入点设备安装，故增加无线接入点设备安装内容。但由于不同的系统供货商，无线接入点设备安装技术要求和安装标准也不相同，故对安装仅做原则性规定。

25.3.16、25.3.17 目前地下铁道 CBTC 信号系统，部分采用计轴设备作为轨道电路的控制设备，故增加计轴设备安装内容。但由于不同的系统供货商，计轴的安装设备的安装方式及技术要

求不同，本条中仅做原则性规定。

25.3.18 目前 CBTC 信号系统，部分系统传输采用漏泄同轴电缆，故增加漏泄同轴电缆敷设施工内容。

25.3.23 本条对信号系统线缆终接做出了规定。

1 室内设备配线目前正逐步采用笼式弹簧夹持接线端子插接配线方式，其具有配线方便、夹持力强、接触电阻小、无需加热、对导线损伤小等优点，施工人员在采用弹簧接线端子接线时，需按照工艺标准施工，配线完成后，要对配线是否连接牢固进行检验。

3 对配线进行冷压连接也是一种可靠的连接方式，这种施工工艺要求按照配线的截面积选用适用的压接端子，使用专用的工具，并按工具的使用说明及工艺要求操作。

25.3.25 根据系统设备的不同，车载机柜及人机界面的安装需与车辆在设计单位联络阶段进行确认，且符合设计文件要求并满足车辆的相关标准。

25.3.26 车载机柜安装在车辆上，为防止车辆运行中振动的影响保证设备的正常运行，制定本条文。

25.3.27 根据不同系统的要求，车载天线及测速设备的安装指标不尽相同，其安装精度、抗振及密封对设备的正常运行十分重要，故制定本条文。

25.5 系统调试

25.5.3 有绝缘轨道电路和无绝缘轨道电路都需要进行相应测试。

25.5.4 电源设备有智能电源屏和普通电源屏，基本参数都需进行测试。

25.5.5 本条文主要是测试按钮控制台的测试。

25.5.6 计算机和工作站的性能符合相应规定。

25.5.7 车载设备是列车自动防护、自动运行系统的基础，需进行静、动态检验。

25.5.8 列车自动防护系统是保证列车安全的系统，轨旁设备、车载设备要求逐台测试。

“故障导向安全”原则，即设备发生故障时，能自动导向安全，具体指铁路行车要求铁路信号设备在发生障碍、错误、失效的情况下，具有导致减轻以至避免损失的功能，以确保行车安全。

实现故障-安全原则的具体措施主要有：

- (1) 防止人的错误操作而出现的各种联锁及闭塞技术等；
- (2) 故障后使功能软化或降级使用技术，如自动闭塞中绿灯烧坏改亮黄灯的技术；
- (3) 应急顶替技术，如电源故障时利用蓄电池供电的技术；
- (4) 检测、报警和预防性养护的技术；
- (5) 冗余技术，如多重设备；
- (6) 器件的降额使用技术，如信号灯泡的降压使用等。

25.5.9 列车自动运行系统是保证列车平稳自动运行的系统。

25.5.10 列车自动监控系统是调度多辆列车运行的系统。

25.5.11 “综合试验”是完成信号系统所有室内外设备全部连接后的试验，其主要目的是全面检查信号系统室内外设备状态一致、联锁关系的正确性，以证实信号系统的全部功能。

25.5.12 无负载试运行是在负载运行前的联合运行测试，确保各种系统之间的联动正确。

26 火灾自动报警系统

26.1 一般规定

26.1.1 地铁工程火灾自动报警系统所使用的设备、材料及配件有许多产品是国家强制认证和型式检验的，进场前要求具备与产品对应的检验报告和证书；设备、材料及配件的规格、型号符合设计文件要求，且需要检查其产品合格证及安装使用说明书。

参照现行国家标准《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339、《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 及《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 相关内容，提出设备及材料现场抽验要求。

26.1.2 本条对各专业的接口要求做出了规定。

4 与给水排水及消防、气体灭火、环境与设备监控、综合监控、应急广播、闭路电视监控、通风与空调、自动售检票、门禁、供电、防火卷帘门、电动挡烟垂帘、电动开窗机专业，做好接口核实、设备和软件的匹配等。

26.2 光（电）缆线路

26.2.1 管路暗敷设时，尽可能敷设在非燃烧体的结构层内，混凝土保护层可以起到对管路的保护作用，能防止火灾发生时消防控制、通信和警报、传输线路中断。

26.2.2 导管和线槽在变形缝处会因受力而发生变形或断裂，加装补偿装置，导线也相应留出余量，导线余量一般没有具体的规定，原则上不小于可能的结构变形尺寸，这是电气管路的常规做法。

26.2.3 本条规定的目的是防止在火灾时，烟气和火焰通过线槽或管路的孔洞窜入其他防火分区，引起大范围火灾，因此对竖直

洞口和水平洞口要使用有机堵料、无机堵料、无机防火板、防火包等材料进行封堵，形成一道道防火墙，防止火灾蔓延，具体封堵做法以设计文件为准。

26.2.4 为了防止电磁干扰，保证火灾自动报警系统运行可靠及信号传输的稳定；也为了便于维护和管理，不同防火分区的传输线路不能穿入同一根管内。

26.2.5 消防弱电设备较多，又因不同厂家设备所需要的线缆芯数也不同，控制电缆一般为 2 芯至 10 芯不等，线缆的颜色及编号方法不易统一，只能做原则上的要求。但实际施工时，为了更加容易区分线路，便于接线和后期维护，故制定本条。

26.2.7 通过绝缘电阻测试，检查导线是否有断路、短路及导线的绝缘层损坏的情况发生，保证设备及人身安全。

26.2.8 光缆敷设完成后，对光纤链路进行测试，是信号正常传输的保证。

26.3 设备安装及配线

26.3.1 在火灾自动报警系统中，火灾控制器种类多，数量大，安装方式不同，具体的安装要求符合设计文件要求及现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 的规定。

26.3.4 设计文件无要求时，火灾自动报警系统接地装置的接地电阻值当采用综合接地装置时，接地电阻不大于 1Ω ；采用专用接地装置时，接地电阻不大于 4Ω 。

26.3.5 本条规定主要是为了保证使用人员及设备的安全。

26.3.6 消防控制室接地板引至各消防电子设备的专用接地线一般选用不小于 4mm^2 的铜芯绝缘导线。

26.4 调整试验

26.4.3 本条为系统调试前的准备工作，防止单机设备不正常时，影响系统中其他设备的运行。

26.4.4 在调试过程中按现行国家标准《火灾报警控制器》

GB 4717 的要求进行检查, 满足要求并记录。

26.4.5 检查主电源与备用电源的切换功能及备用电源的容量, 是防止在意外发生时, 主电源断电, 备用电源不能及时切换, 或者因备用电源容量不够或电压过低使整个系统不能工作。此条依据国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 - 2007 第 4.16.2 条而制定。

26.4.6 本条把车站级与火灾自动报警系统联动的各个系统进行了说明, 并要求分别与其进行联动实验。

26.4.7~26.4.13 分别对消火栓系统、气体自动灭火系统、防排烟系统、消防电源、应急照明及疏散指示、综合后备盘及与火灾自动报警系统进行联动的其他系统的调试要求进行了阐述。

26.4.14 地下铁道工程火灾自动报警系统是整个地下铁道线路、多个地下铁道车站的综合系统, 保证整个系统指令的通畅, 火灾模式下各个站、区间和其他相关系统设备的联动符合设计文件的联动逻辑关系要求及当地消防行政部位的相关法规的要求。

26.4.15 本条依据国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 - 2007 第 4.22.2 条制定。

27 环境与设备监控系统

27.1 一般规定

27.1.1 地下铁道工程环境与设备监控系统所使用的设备、材料及配件有许多产品是国家强制认证和型式检验的，因此进场前需对产品的检验报告和证书设备、材料及配件进入施工现场前的文件进行检查。

27.1.2 采用商业化软件检查确认时，需要提供使用许可证及使用范围的文件；系统承包商若自编软件还需要提供完整的文档。

27.1.3 本条对与各专业接口做出了规定。

4 与通信、信号、自动售检票、电力监控、火灾自动报警、综合监控、供电、安装、电梯、门禁、照明、车辆的接口核实的内容有接口界面、设备和软硬件是否匹配等。

27.2 设备安装及配线

27.2.3 设备安装除符合现行国家标准《智能建筑工程施工规范》GB 50606 的规定外，一般还需要考虑列车运行时带来的振动和风压力，因此安装需要加强固定。

27.2.4 光缆敷设在本标准第 24.2 节中已做详尽规定。

27.2.5 光缆测试依据本标准第 24.2.18 条的规定。

27.2.6 地下铁道工程对各类信号的清晰度要求高，为减少电源线对信号线的干扰，制定本条。

27.2.7 屏蔽层的连续性可最大限度起到屏蔽保护的作用。屏蔽线缆采用一端接地时，屏蔽层电压为零，可显著减少静电感应电压；两端接地时，当接地网上出现短路电流或雷击电流时，由于电缆屏蔽层两点的电位不同，使屏蔽层内流过电流，将引起额外

的冲击或干扰电压。

27.3 调整试验

27.3.3 环境与设备监控系统与其他系统的功能检测要求做好检测记录。

28 综合监控系统

28.1 一般规定

28.1.1 在实践中根据线路特点，地下铁道综合监控系统的集成范围存在较大差异性，传统的分立自动化系统，如 BAS、FAS、PSCADA 等在本标准中均有相应章节，因此本章内容不包括综合监控集成的相关系统，集成系统的安装遵循本标准相关章节的有关规定。国内综合监控系统在实际实施中，安装工程量相对较小，调试工程量则相对复杂繁重，且调试通常由设备厂商主导完成，考虑到综合监控系统实施特点，综合监控系统的施工阶段分为施工安装和系统调试为两个大的阶段，可分别进行测试和验收。

28.1.2 采用商业化软件检查确认时，需要提供使用许可证及使用范围的文件；系统承包商若自编软件还需要提供完整的文档。

28.1.3 本条对与各专业接口做出了规定。

4 与供电、通信、信号、自动售检票、电力监控、火灾自动报警、环境与设备监控、防淹门、屏蔽门、门禁、电梯、低压照明、车辆专业，做好接口界面核实、设备和软件的匹配等，并配合进行系统联调和综合调试。

28.2 设备安装及配线

28.2.8 光缆敷设完成后对光纤链路的衰减进行测试，目的是为了确保信号的稳定和清晰。测试还包括光纤线路上的连接器件和熔接点。

28.3 系统调试

28.3.1 综合监控系统作为其他专业系统的综合监控系统，其调

试工作贯穿于工厂生产到安装现场。本标准作为施工标准，本章偏重于施工现场的安装、调试，包括了现场的单机测试、接口联调，工厂测试及出厂验收的完成仅作为本标准调试的前提，不做针对性描述。另外，国内现行的做法是，设有综合监控系统时，综合联调时一般是作为牵头调试系统，也称综合联调承包商。因本标准第 33 章含有综合联调的规定，故本章未涉及综合联调内容。

28.3.2 综合监控系统设计文件一般规定与其他所有专业系统均有接口，因此调试工作量大。为保证现场调试质量，现场调试前对系统软件基本功能、接口协议及数据库点对应情况先在工厂进行完整的测试，工厂测试尽可能搭建与现场实际完全相同的测试环境。

28.3.5 国内地下铁道工程建设周期普遍较短，使用临时供电进行调试情况普遍存在，为避免调试中因电源不稳定导致设备损坏，在设备加电前，需要预先对不间断电源（UPS）进行调试，并用不间断电源（UPS）供电进行设备调试。

28.3.8 综合监控系统与各系统联调前完成自身软、硬件参数设置，完成系统监控功能开发并运行稳定。单机调试合格表明系统自身功能开发完整，相应的软件功能测试在出厂测试中进行。

28.3.10 接口联调是综合监控系统调试的重要步骤，包括端到端测试和接口功能联调，端到端测试指按接口点表检验人机界面到现场执行机构的控制及反馈的对应正确性，其中包括报警阈值、人工超驰、控制禁止等功能；功能联调则是按接口功能规格书对接口双方一些较复杂的功能进行测试，例如序列控制功能等。

28.3.11 本条规定了现场接口联调的基本条件，包括以下内容：

1 单机设备：完成设备加电，设备运行满足设计文件规定的参数要求，无异常报警。

2 系统接口：完成接口物理连接及通信测试，实现数据的

正常收发及冗余切换等功能。并在工厂测试阶段完成完全点对点测试（数据对应性测试），以保障现场调试效率。

3 系统运行平台：操作系统、监控平台已安装就绪，可实现正常的设备监控功能，仿真测试平台作为系统软件修改后的测试支持平台，在现场调试前实现仿真测试功能。

4 接口系统：接口系统已经完成自身现场调试，可实现对现场设备的正确监控。

28.3.12 在现场端到端测试前，需要在工厂进行点对点测试。工厂点对点测试通过率达到 100%后，可按本条进行非控制类点不低于 10%比例进行现场抽测，如出现错误，需要增加抽测比例至不低于 20%，但控制点及涉及安全的监视点则仍需要 100%进行现场测试。

28.3.15 综合监控系统综合联调是对综合监控系统综合性功能包括性能的测试，其中的辅助功能系统通常有仿真测试平台、培训系统、决策支持系统、网络管理系统、大屏幕显示系统等。

28.3.17 综合监控系统联动功能较多，根据线路特点联动功能设计差异性较大，该条仅列出部分通用的联动内容，具体联动功能测试根据技术规格书进行完成测试。

28.3.18 综合监控系统辅助系统根据线路特点及设计文件需求有一定差异，本条仅列出部分各辅助系统基本功能，具体辅助功能测试根据技术规格书进行完成测试。

29 乘客信息系统

29.1 一般规定

29.1.1 依据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 - 2013 第 16.2.11 条制定。

29.1.2 乘客信息系统施工前，需要与各专业确认下列接口内容：

2 为避免后续与车站导向标志等车站外围安装设备位置冲突，在外围设备施工前会同总体设计单位及相关专业设计单位进行图纸会审，就设备安装位置与其他相关专业协商一致。

3 为确保设备具备安装条件及设备安装后机房环境能满足要求，要求在机房设备施工前对房屋建筑装饰工程以及照明、通风空调、FAS 设备、门禁、低压配电切换箱、接地箱等进行检查。

29.2 设备安装及布线

29.2.3 轨旁车地无线设备安装在轨旁，同时受隧道活塞风影响，需要考虑其安装安全性以及区间限界要求，不影响行车安全。

29.2.4 车载设备安装在车外时，与车辆做为一个整体要求满足车辆限界要求。安装在车上的设备满足设计文件和车辆设备防振、防电磁干扰等要求。

29.2.7 每个区间无线接入点（AP）使用 2 根光缆纤芯，其他全部熔接直通，在区间无线接入点（AP）原使用纤芯出现故障时，可以直接使用备用纤芯，而无须再去熔接沿途其他区间无线接入点（AP）纤芯。光缆熔接后进行接头损耗及衰减测试，确保施工质量。参照现行国家标准《城市轨道交通通信工程质量验

收规范》GB/T 50382-2016 第 5.6.1 的有关规定。

29.2.8 根据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 制定。

29.3 系统调试

29.3.3 本条文规定了电源设备调试内容。故障报警准确、可靠是指发生故障时系统能够报警且能正确显示发生故障的设备及故障类别。输出电压和电流超限时，保护电路能起作用，隔离输出端连接。

29.3.4、29.3.5 依据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 制定。

29.3.6 本条文规定的各项系统功能与设备安装及线路敷设质量关系较密切，需施工单位给予配合，如有施工质量问题，要求配合整改。

29.3.7 施工单位应按设计文件要求布置无线 AP，调整天线角度，以满足区间场强及无线宽带传输指标要求。

30 自动售检票系统

30.1 一般规定

30.1.1 自动售检票系统末端设备包括自动售票机、半自动售票机、自动检票机、自动查询机及自动充值机等设备，且安装在站台层地面，为避免设备被腐蚀；电线、光（电）缆多数设于站台层地面内，为避免火灾时造成二次灾害，制定本条。

30.1.2 本条对与各专业的接口做出了规定。

2 自动售检票设备底座支架及线缆管或槽，是埋设在站台层地面铺装层内，为确保其位置正确，制定本款。

4 与关联系统进行核实和联调指与通信、供电、动力照明、火灾自动报警、导向系统等相关专业做好相关布线预留预埋接口和关联调试工作。

30.1.3 自动售检票设备安装环境如粉尘、温湿度对其主要设备模块、集成电路板影响较大，为避免造成损失，制定本条。

30.2 光（电）缆线路

30.2.2 自动售检票系统在车站站厅地面装修层内敷设有线槽，而线槽内敷设了大量的网络线缆、配电线缆、控制线缆和接地线缆等，为了便于施工过程中敷设线缆和开通后维保工作。地面检修盒可以纳入自动售检票系统实施范畴，也可纳入车站公共区装修实施范畴，可根据各工程施工界面划分而定。

30.2.3 为了确保桥架可靠接地，避免因桥架导体存在电压差，影响自动售检票系统正常工作，或者因存在电压差给人身带来伤害，要求桥架全长与接地保护导体的连接不少于2处，桥架间连接板的两端保证可靠接地连通；桥架为镀锌金属材料有热胀冷缩，为了确保金属桥架可靠连接，制定本条。

30.2.4 自动售检票系统有关管路及线槽的安装要求，如管路及线槽的种类，管路及线槽预埋、安装、敷设的位置与径路要求，敷设尺寸及长度要求，敷设环境及周边条件要求与本标准第 24 章通信的要求一致。

30.2.5 自动售检票系统有关光（电）缆的敷设要求，如光（电）缆径路复测，光（电）缆单盘检验，光（电）缆敷设，光（电）缆接续、引入及成端，光（电）缆线路测试等要求与本标准第 24 章的要求一致。

30.2.6 为确保信号质量，光缆铺设完成后，光纤、光纤链路、连接器件和熔接点的衰减需要进行测试，若设计文件有特别要求，其衰减值还需要符合设计文件要求。

30.3 设备安装与布线

30.3.1 为了便于设备安装实施和开通后的维保，要求自动售检票系统所有设备与装修栅栏和装修立柱保持一定的距离。

30.3.2 为了确保车站在发生紧急情况时，能顺利实施紧急模式放行需求，每座车站控制室的 IBP 盘上设置了自动售检票系统紧急按钮，通过操作紧急按钮，使自动检票机闸门释放打开，就可实现紧急模式放行。

30.3.3 为了确保操作人员及设备安全，自动售检票系统所有设备均要实施漏电保护；其金属的外壳或体需要可靠接地，接地电阻小于 4Ω ；用专用安规测试仪器对检票机进行漏电流、接地电阻、抗电强度测试除需要符合现行国家标准《信息技术设备 安全》GB 4943 中的相关规定外，若设计文件有特别要求还需要符合设计文件要求。

30.3.4 自动售检票系统设备安装的防振措施、网络设备及配电设备底座、车站终端设备底座、设备配线、线缆终接、测试检查与本标准第 24.3 节的规定相一致。

30.3.5 自动售检票系统布线的线缆布放、线缆终接、配线检查等与本标准第 24.3 节的规定相一致。

30.3.7 自动售检票系统设备工作所需线缆包括：数据线缆、电源线缆、控制线缆和接地线缆等，鉴于弱电电缆与强电电缆间存在干扰，为了确保自动售检票系统信号质量，以达到屏蔽作用，制定本条。

30.3.8 不间断电源输出端的中性线（N 极），需要与由接地装置直接引来的接地干线相连接并重复接地，不间断电源装置的可接近裸露导体需要接地和标识，才能确保接地质量和安全。

30.4 系统调试

30.4.1 设备通电前硬件设备检查的内容一般包括：

电源设备的电性能：①人工或自动转换时，供电不中断；②故障报警准确，可靠；③蓄电池组容量符合设计文件要求；输出电压和输出电流超限时，保护电路动作准确；④输入电源故障时，能自动转换蓄电池组供电；⑤不间断电源的输入、输出各级保护系统和技术性能指标符合设计文件要求。

车站终端设备安装：①终端设备安装位置符合施工图要求；②车站终端设备的安装垂直、水平，垂直允许偏差不大于 2mm 等要求；③设备、底座安装牢固，底座与地面间做防水处理等要求。

电源设备安装：①不间断电源机柜、电池柜固定在金属支架上，不直接放置在防静电地板上；电源柜安装垂直度允许偏差为 1.5‰；电源柜按设计文件要求采用防振措施；电源柜安装牢固、端正；表面平整，漆饰完好，标志齐全等规定；②蓄电池安装符合：稳固、平正；标志正确、清晰、齐全；无渗漏；蓄电池架（柜）布设平稳、牢固、端正，全长水平偏差小于 15mm 等规定。

30.4.2 自动检票机调试的内容一般包括：①检票机单机调试，将各种模块、电器元器件调整到能正常工作状态；②检票机开、关机正常，相关的处理功能符合设计文件与合同要求；③检票机正常模式下进站与出站检票功能，以及相关的显示内容、语音提

示信息及声光报警方式等符合设计文件与合同要求。检票机正常模式要求符合下列规定：检票机的出口和入口方向显示允许通行标志；在回收车票时，如有多个票箱，票箱之间能自动倒换。当机内票箱渐满达到系统设置值时，检票机能向车站计算机告警；检票机的乘客显示器和方向指示器能实时反映车票信息、通行指示和设备状态信息；在处理特种车票时，能以声光表示车票的票种；双向检票机在一端使用时，另一端暂停使用，并且乘客显示屏和方向指示器有相应提示；④检票机在维修模式下各种维修、维护功能符合设计文件与合同要求。

30.4.3 自动售票机调试的内容一般包括：①单机调试，将各种模块、电器元器件调整到能正常工作状态；②开、关机正常，相关的处理功能符合设计文件与合同要求；③自动售票机的模式设置、基本功能、售票操作功能、车票发售功能、硬币处理模块功能、纸币处理模块功能及钱箱功能符合设计文件要求；④自动售票机的基本功能包括：发售有效车票；密钥安全性检查；具有向车站计算机上传车票处理交易、设备运行状态等数据，接收车站计算机或线路中央计算机下传的命令、票价表、黑名单及其他参数等数据，并对版本控制参数执行自动生效处理；具备自动接收硬币、纸币、储值票和信用卡等一种或数种支付方式，并具备硬币找零或硬币、纸币找零的功能；在与线路中央计算机及车站计算机通信中断时，能在离线模式下工作，并保存一段周期的数据，在通信恢复后，能自动上传未传送的数据等内容。

半自动售票机调试的内容包括：①单机调试，将各种模块、电器元器件调整到能正常工作状态；②开、关机正常，相关的处理功能符合设计文件与合同要求；③半自动售票机具有权限登录功能、具备相应的安全措施、能打印有关车票及现金处理单据、操作显示器能显示车票处理及分析信息、能显示有关现金处理信息、操作显示器能显示系统及设备状态信息、乘客显示器能显示相关的车票分析、处理结果、现金信息；④半自动售票机对车票的检查内容满足设计文件要求；半自动售票机对

车票的检查包括：密钥安全性检查；黑名单检查；票种合法性检查；未初始化、已初始化、正常使用、已退款、已回收、已注销、已列入黑名单等状态检查；使用地点检查；余值/乘次检查；有效期检查；进出次序检查；更新信息检查；超程、超站、超时检查等内容。

30.4.4 自动充值机调试内容一般包括：①单机调试，将各种模块、电器元器件调整到能正常工作状态；②开、关机正常，相关的处理功能符合设计文件与合同要求；③自动充值机能进行完整的充值操作，符合设计文件要求；④自动充值机通过乘客显示器显示所充值票卡的卡号、卡内余额、有效期、卡状态等信息。

30.4.5 自动查询机调试内容一般包括：①单机调试，将各种模块、电器元器件调整到能正常工作状态；②开、关机正常，相关的处理功能符合设计文件与合同要求；③自动验票机通过乘客显示器显示所验票卡的卡号、卡内余额、有效期、卡状态等信息④自动验票机非正常操作时，设备有相应的提示，提示内容符合设计文件要求。

30.4.6 便携式检验票机调试内容一般包括：①便携式检验票机单机调试，将各种模块、电器元器件调整到能正常工作状态；②便携式检验票机开、关机正常，相关的处理功能符合设计文件与合同要求。

30.4.7 清分系统、线路中心、维修系统及车站系统的调试一般包括：网络设备调试、网络性能调试、权限管理调试、设备管理调试、模式设置调试、参数管理调试、软件管理调试、客流监视调试、报表处理调试、特殊车票设置调试、后台处理调试、离线模式调试、时钟同步调试、维修管理调试、票务管理调试等内容。

30.4.10 紧急按钮调试是为了实现紧急模式的后备功能，当车站操作人员按下紧急按钮时，通过紧急按钮控制盒下发紧急放行命令给车站自动售检票终端设备，同时紧急按钮控制盒将紧急模式执行命令传递给车站计算机系统，车站计算机系统将紧急放行

模式上传至线路中心系统，线路中心系统将紧急放行模式上传至清分系统；紧急模式解除后，所有车站自动售检票终端设备自动恢复正常运行，清分系统、线路中心系统和车站系统记录紧急模式解除状态。

31 门禁系统

31.1 一般规定

31.1.2 本条规定了门禁系统软件产品检验的要求。

31.1.3 本条对与各专业的接口做出了规定。

4 其他专业系统包括电气、通信、综合监控、火灾自动报警、供电、时钟等专业。

31.2 设备安装与布线

31.2.2 本条规定的目的是防止在火灾时，烟气和火焰通过线槽或管路的孔洞窜入其他防火分区，引起大范围火灾。

31.2.3 本条规定是为了防止电磁干扰，保证门禁系统运行可靠及信号传输的稳定。

31.2.4 本条对门禁系统的就地控制器、出门按钮、读卡器等设备的安装提出了具体的要求，出门按钮的样式与照明开关有明显的区别，或有明显的标识与照明开关相区别。

31.2.5 门体安装闭门器带缓冲功能，并且根据门扇的重量选择合适的拉力，达到门扇能自动回位的需求，并保证闭门器的位置不影响锁的安装。

31.2.9 光缆敷设完成后，光纤链路的测试是否符合要求，是信号传输的保证。

31.2.10 通过绝缘电阻测试，检查导线是否有断路、短路及导线的绝缘层损坏的情况发生，保证调试工作的顺利进行，保证设备及人身安全。

31.3 调整试验

31.3.1 本条对门禁系统调整试验内容做出了规定。

31.3.3 本条对门禁车站级调试做出了规定。

11 每一次有效的进入，系统都需要储存进入人员的相关信息，对非有效进入及胁迫进入要求有异地报警功能。同时检查系统的响应时间及事件记录功能，检查结果要符合设计文件要求。

12 在紧急状态下，应能通过车站控制室综合后备盘（IBP）上的手、自动切换和紧急开门控制按钮，并能实现与火灾自动报警系统的联动控制，保证人员疏散。

31.3.5 本条对控制中心调试做出了规定。

4 根据现行国家标准《安全防范工程技术规范》GB 50348 中的要求而制定。

32 车 辆 基 地

32.1 一 般 规 定

32.1.1 车辆基地包括地基处理、民用建筑、工业建筑及车辆专用的特殊建（构筑）物、轨道、专用工艺设备安装等工程。由于各类地基处理、民用建筑、工业建筑已有现行国家标准或现行行业标准，为此本章仅适用于检查坑、检修平台和卸车平台等特殊建（构）筑物及专用工艺设备的安装。

32.1.2 车辆基地一般占地较大，征地、拆迁量大，实际施工期较短，为避免施工过程中因排水问题影响工程安全、进度和质量，制定本条。

32.1.4 车辆基地内的轨道工程包括库外的碎石道床、库内的整体道床等，不同的道床采用不同的类型的钢轨。库外的碎石道床、库内的整体道床等同类的轨道铺设本标准第 18 章均已有规定，不同类型钢轨接头没有规定，为此制定本条。

32.2 检查坑、检修平台和卸车平台

32.2.2 车辆基地检修平台一般分为移动式检修平台和固定式检修平台。本章适用于混凝土固定式检修平台，其他形式检修平台可参照执行。

1 检修平台的标高及平台面尺寸的精准度直接影响到列车在库区行车的安全，因此平台施工完成后投入使用前测量人员对其标高及平台尺寸作复核，确保不侵入设计文件规定的与车辆限界内。

32.2.3 车辆基地根据实际的线路情况设置卸车平台。一般线网中第一条线路的车辆基地或独立运营无法从其他线路调配车辆的车辆基地会设置卸车平台。

32.3 工艺设备安装

32.3.1 车辆基地专用工艺设备很多。主要有如下类型：①工程车辆设备，如调车机、轨道车、接触网作业车、网轨检测车、磨轨车、平板车等；②架车及转轨设备，如地下固定式架车机、移动式架车机、移车台；③起重运输设备，如起重机；④电源设备，如充放电设备、稳压电源；⑤专用工艺装备，如车辆轮廓限界检测装置、转向架提升台、转向架转盘、轮对转盘；⑥机电检修检测设备，如车门检修检测装置、受电工检修测试装置、空调检修测试装置、气制动设备检修测试装置；⑦通用机电设备，如空压机、车床、铣床、钻床；⑧转向架检修/检测设备，如探伤设备、轴箱拆装机、轮对跑合试验台、轮对动平衡机、轮对车床、架构翻转机；⑨仓储设备，如自动化立体仓储设备；⑩培训设备，如驾驶员模拟驾驶设备等。本标准重点是对需安装的专用工艺设备做出规定。

32.3.3 本条对不落轮镟床安装做出了规定。

1 由于基础地坑里的空间有限，设备机床安装后，很难或不能将排屑机放置到安装位置。

2 为保证不落轮镟床与列车牵引电流绝缘，设备机床安装前检查不落轮线设备基础前后的轨道绝缘情况，绝缘段远离设备基础两端头钢轨要求断开，检测绝缘电阻值满足设计文件要求。绝缘段的长度大于下式（6）的计算值：

$$L_{ij} = L_{lc} + L_{qyc} \quad (6)$$

式中 L_{ij} ——轨道绝缘段长度；

L_{lc} ——编组列车长度；

L_{qyc} ——公铁两用牵引车长度。

32.3.4 轨道梁和设备辅助轨道预制时，一般为一体浇筑。为提高安装精度，可考虑先定位安装轨道梁和设备辅助轨道后，再进行地坑前后地面轨道施工。

32.3.5 本条适用于需要安装上导轨部件的列车清洗机。列车清

洗机安装前，要求核对列车清洗时的进车方向，避免设备安装方向相反造成返工。

32.3.6 自动化立体仓储设备货架和地轨基础施工一般分为水平梁安装、预埋板安装、膨胀螺栓或化学锚栓固定等。

4 堆垛机是整个立体仓库的核心部分，其主要由上梁、下横梁、立柱、载货台、电机减速机、链条或钢丝绳、管理控制等部分组成。堆垛机的现场安装要预留足够的安装场地，如库区内没有足够的空间时，货架安装到一半工作量时即需开始堆垛机安装，堆垛机安装完成后再继续货架安装；堆垛机立柱起吊并与下横梁连接后，为防止立柱倾倒，下横梁要用千斤顶等支撑固定，上横梁用绳索与货架固定；起吊堆垛机上横梁时货架顶部要有足够的起吊空间和起吊点，必要时可制作临时起吊支架。

33 综合联调与试运行

33.1 一般规定

33.1.1 本章节适用于轨道工程钢轮钢轨、接触网（轨）新建线路机电设备的综合联调及试运行。

33.1.2 关联系统调试是在各专业系统的单系统的调试完成的基础上进行。

33.1.3 本条对与综合联调做出了规定。

1 调整试验、验收试验和研究性试验的具体要求参照现行国家标准《城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则》GB/T 14894 的规定执行。

3 本款对线路与轨道的调试做出了规定。

2) 钢轨、扣件、轨枕、道床、道岔及钢轨温度调节器等设备符合设计文件要求，并验收合格。轨道几何状态优良，2 级及以上的几何形位超限已整改完毕；

3) 尽端线路的轨道末端设置车挡、设在正线、折返线和试车线末端的车挡能承受列车以 15km/h 速度撞击的荷载，设在车辆基地的车挡能承受列车以 5km/h 速度撞击的荷载；高架线路车挡上设置防爬装置；

4) 线路基标、线路及行车标识等附属设施按设计文件要求配置齐全，标识清楚、埋设牢固，并验收合格。

6 本款对信号系统的调试做出了规定。

2) 联锁设备包括信号机、转辙设备、列车检测设备、联锁计算机及相关线缆。

8 本款对通风、空调与采暖的调试做出了规定。

2)、3) 规定了空调工程系统无生产负荷的联动试运转及调试，要求达到的控制项目及要求。

15 目的是在遇到火灾、涌水、有害气体、车辆故障或其他紧急情况时，站台屏蔽门能在中控室控制下全开，以便于人员疏散。

33.1.4 关联系统调试阶段，一般由牵头承包商负责与其他承包商共同编制接口调试计划及调试大纲和提出关联系统调试方案，供建设单位和工程监理确认。建设单位协调接口调试进度，审核调试报告；工程监理现场监督接口测试和检验。

33.1.5 系统总联调阶段，建设单位可委托牵头承包商、咨询单位或运营单位制定总体试验大纲、计划和具体接口调试方案，明确接口检验标准，协调各项接口内容。工程监理现场监督接口调试和检验。

每个接口调试的项目由指定的牵头承包商来负责牵头执行接口调试和检验任务，参与调试的其他承包商负责提供支持。若接口调试方案是由一组承包商共同编写及提交，则在提交接口调试方案时要求明确该接口调试项目的牵头承包商，并经建设单位确认。供货商确保所提供的设备及系统的操作符合总体系统要求。

在接口调试过程中，当设备供货商及工程监理之间发生无法及时妥善解决事项时，要求及时通报建设单位。建设单位根据设备供货商及工程监理的意见和建议，协调解决。

建设单位有权另行指派除牵头承包商以外的其他承包商负责执行具体接口调试方案。

1 正常运行模式是指通常情况下，自动售检票系统在正常运营模式下自动运行，是系统默认模式；非正常运行模式又叫降级运行模式，当运行出现故障时，采取此运行模式；应急运行模式是指在运行过程中，当车站或列车发生火灾或爆炸等危及乘客和工作人员安全的紧急情况，需要乘客紧急撤离，启动紧急模式。

33.2 关联系统调试

33.2.2 本条对供电的关联调试做出了规定。

1 在架空接触网或接触轨无电条件下,受电弓或受电靴沿架空接触网或接触轨进行滑行试验。

3 在架空接触网或接触轨系统带电条件下,列车进行带电运行试验。

33.2.3 本条对通信的关联调试做出了规定。

1 其他机电系统主要是指信号系统、自动售检票系统、电力 SCADA、门禁系统、设备监控系统和综合监控系统等使用传输系统通道进行信息传输的系统。

2 其他机电系统是指信号系统、自动售检票系统、电力 SCADA、门禁系统、设备监控系统和综合监控系统等需要时钟系统提供标准时间源信息的系统。

3 专用无线通信系统根据信号系统同步显示的信息所包含的内容,如车次号、车体号等,要求根据各地的实际工程情况和需求确定。

5、6 若设置了综合监控系统且广播系统与信号系统/火灾自动报警系统的信息接口都由综合监控系统进行触发,则该调试内容要求改为广播系统与综合监控系统间的接口调试,并由综合监控系统统一完成与信号系统/火灾自动报警系统间的接口调试。

33.2.4 若设置了综合监控系统且乘客信息系统与信号系统的信息接口都由综合监控系统进行触发,则该调试内容要求改为乘客信息系统与综合监控系统间的接口调试,并由综合监控系统统一完成与信号系统间的接口调试。

33.2.5 本条对信号的关联调试做出了规定。

2 信号系统所监视的外部系统安全状态包括:车门、站台屏蔽门的关闭锁闭状态、车辆在列车零速时的驻车制动,以及根据设计文件要求和相关技术要求规定的其他外部安全状态。外部系统对所监视的安全状态的旁路开关包括:ATP 车门监控旁路开关、站台屏蔽门互锁解除开关,以及根据设计文件要求和相关技术要求规定的其他旁路开关。

33.2.8 本条对火灾报警系统的关联调试做出了规定。

1 目的是实现相关数据信息的双向传送。

33.3 系统总联调

33.3.3 专用无线通信系统为行车指挥调度提供实时的语音通信保障,因此总联调时需测试控制中心调度员与列车司机在正常情况下或紧急情况下的各种呼叫形式。

33.3.4 乘客信息系统为乘客提供正常情况下的列车运行和紧急情况下故障或应急处置等各类图文信息;广播系统为乘客提供正常情况下的列车运行和紧急情况下故障或应急处置等语音信息;因此总联调时需测试在上述情况下乘客信息系统终端显示和广播系统自动广播信息的一致性,并需保证其与信号系统行车信息的同步。

33.4 试运行

33.4.1 按不同阶段的行车演练要求,验收的列车数不少于满足开通初期行车间隔所需的配属列车数。

33.4.6 本条对给水与排水做出了规定。

2 水消防系统在线路空载试运行前,要求符合国内相关法律、法规、消防标准规范及当地消防相关部门要求,并通过当地消防主管部门验收。

33.4.12 牵引最大负荷能力测试即车辆以试运营运行行车密度运行,供电系统模拟正常供电模式及大双边供电模式。

33.4.13 动力照明最大负荷能力测试即动力照明设备以车站用电高峰时的负荷率运行,供电系统模拟正常及非正常供电模式。

33.4.16 进行火灾工况防排烟能力模拟试验,可了解通风空调防排烟系统的实际排烟能力,在试验结果的基础上进行进一步改进,进而保证其实际排烟效果。

33.4.17 水消防系统的排水量设计文件规定一般等于其给水量,水量较大。对其进行最大排水能力测试,可保证在启动水消防系统后,能及时排除消防用水,避免积水。

33.4.19 该专项科目演练也可与联调联试同步进行。

33.4.20 根据调试完成的列车数量及演练情况逐步提高行车密度，各阶段跑图演练过程中，要求对列车运行图兑现率、列车正点率、列车服务可靠度、列车退出正线运营故障率、车辆系统故障率、信号系统故障率、供电系统故障率与屏蔽门故障率8项指标进行检验与考核。最终提高至运行图仿真演练。专项科目演练演练内容包括：

- 1 信号ATS操作及信号故障处置（无车、有车）；
- 2 手摇道岔接发车；
- 3 环控、电力设备操作；
- 4 司机驾驶操作；
- 5 大小交路运行；
- 6 站台屏蔽门操作；
- 7 列车故障救援；
- 8 电话闭塞法；
- 9 信号系统故障处置等。

33.4.21 所有列车空车运行，通过模拟实际载客运营的场景，检测各运营系统的稳定性，同时确保运营人员进一步熟练掌握开通试运营后所需的业务技能。

33.4.22 在整个行车演练期间，合理安排完成多专业联动综合演练。该阶段演练内容一般包括：

- 1 按运行图运行稳定性测试；
- 2 车站及列车发生火灾演练；
- 3 区间疏散；
- 4 供电系统停电；
- 5 地铁大客流处置；
- 6 公交接驳演练；
- 7 信号系统故障处置；
- 8 道床伤亡事故处置；
- 9 列车脱轨事故处置。



1 5 1 1 2 3 2 4 5 5

统一书号: 15112 · 32455
定 价: **142.00**元(共二册)