

ICS 33.060

DB

广 州 市 地 方 标 准

DB4401/ T 3-2018

城市综合管廊工程施工及验收规范

2018-04-10 发布

2018-06-01 实施

广州市质量技术监督局
广州市住房和城乡建设委员会

联合发布

前 言

近年来,随着我国城镇化建设快速发展,集约、节约利用城市土地资源是市政基础设施建设的趋势和方向。传统的城市工程管线建设模式所带来的诸多问题和弊病,已成为市政管线建设必须面对的问题。国务院办公厅近几年陆续出台《关于加强城市基础设施建设的意见》(国办发【2013】36号)、《国务院办公厅关于加强城市地下管线建设管理的指导意见》(国办发【2014】27号)、《国务院办公厅关于推进城市地下综合管廊建设的指导意见》(国办发【2015】61)号等关于综合管廊建设的文件,国家计划到2020年建成2000km的综合管廊,城市综合管廊建设已成为国家战略与政策。近几年,国内大中城市已有大量综合管廊建成并投入使用,但是截至目前,仅发布了《城市综合管廊工程技术规范》GB50838-2015。根据广州市质量技术监督局《广州市质监局关于下达2015年广州市地方技术规范立项项目的通知》(建标[2014]189号)的要求,规范编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本规范。

本标准的主要技术内容是:1 总则;2 术语;3 基本规定;4 基坑工程;5 地基与基础;6 钢筋混凝土现浇结构;7 预制装配式混凝土工程;8 不开槽施工;9 防水工程;10 附属工程;11 管道安装工程;12 电气工程;13 智能化工程;14 工程竣工验收。

本标准由广州市质量技术监督局与广州市住房和城乡建设委员会负责管理,由广州市市政集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送广州市市政集团有限公司(地址:广州市环市东路 338 号银政大厦,邮编:510060)。

本规范主编单位:广州市市政工程协会、广州市市政集团有限公司、广州机施建设集团有限公司、广州市恒盛建设工程有限公司。

本规范参编单位:广州市中心区交通项目领导小组办公室、广州市市政工程机械施工有限公司、广东省基础工程集团有限公司、广东水电二局股份有限公司、广东长恒建设工程有限公司、广东省建筑设计研究院、广州珠江工程建设监理有限公司、广州市公路工程公司、广州协安建设工程有限公司、粤水电轨道交通建设有限公司、广东粤水电勘测设计有限公司。

本规范主要起草人:安关峰、梁健芳、刘添俊、李汉广、雷雄武、焦瑞虎、唐 程、欧荣城、饶 瑞于声浩、王辉、柯德辉、余剑锋、周思颖、罗星燕、汪永剑、张炜强、郑亚琴、徐 柱、黄彦虎、黄树其、李吉林、李明、卓寒清、赖富才、陈 广、张国伟、谢祥明、林世友。

本规范审查人员:黎宝松、廖建三、陈淑宜、戴飞、乔明、罗兴财、杨斌。

本规范为首次发布。

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	基坑工程	6
4.1	一般规定	6
4.2	地下水控制	6
4.3	基坑开挖与监测	8
4.4	基坑支护	9
4.5	基坑回填	11
4.6	质量检验及验收	12
5	地基与基础	18
5.1	一般规定	18
5.2	换填地基施工	18
5.3	压实或强夯地基施工	19
5.4	预压地基施工	19
5.5	复合地基施工	20
5.6	刚性桩基础施工	21
5.7	质量检验及验收	21
6	钢筋混凝土现浇结构	30
6.1	一般规定	30
6.2	模板工程	30
6.3	钢筋工程	32
6.4	混凝土工程	33
6.5	质量检验与验收	36
7	预制装配式混凝土工程	49
7.1	一般规定	49
7.2	构件制作、运输与堆放	49
7.3	构件安装	53
7.4	质量检验与验收	56
8	不开槽施工	61

8.1	一般规定	61
8.2	工作井	64
8.3	圆形顶管施工	68
8.4	矩形顶管施工	74
8.5	盾构法施工	78
8.6	暗挖法施工	84
8.7	质量检验与验收	90
9	防水工程	101
9.1	一般规定	101
9.2	防水混凝土施工	101
9.3	水泥砂浆防水层施工	106
9.4	卷材防水层施工	107
9.5	涂料防水层施工	109
9.6	塑料防水板防水层施工	109
9.7	金属防水层施工	110
9.8	质量检验与验收	110
10	附属工程	114
10.1	一般规定	114
10.2	仪表安装	114
10.3	照明系统施工	118
10.4	消防系统施工	122
10.5	通风系统施工	127
10.6	排水系统施工	130
10.7	监控与安防系统施工	130
10.8	供电系统及电缆槽施工	131
10.9	标识系统施工	133
10.10	质量检验与验收	133
11	管道安装工程	139
11.1	一般规定	139
11.2	管道安装	139
11.3	缆线敷设	141
11.4	质量检验与验收	148

12 电气工程	154
12.1 一般规定	154
12.2 主要设备、材料、成品和半成品	154
12.3 工序交接确认	156
12.4 安装要求	160
12.5 质量检验与验收	166
13 智能化工程	180
13.1 一般规定	180
13.2 智能化工程	180
13.3 系统检测	182
13.4 质量检验与验收	188
14 工程竣工验收	190
附录 A 城市综合管廊工程（子单位）、分部（子分部）工程与相应分项工程、检验批	193
附录 B 质量验收记录	198
本规范用词说明	209
引用标准名录	210

CONTENTS

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements.	4
4	The Foundation pit	6
4.1	General Requirements	6
4.2	Ground water control	6
4.3	Excavation and monitoring	8
4.4	Retaining and protection structure Construction	9
4.5	The backfill of pit	11
4.6	Quality Inspection and Acceptance	12
5	Subgrade And Foundation	18
5.1	General Requirements	18
5.2	Exchange Filling Ground Construction	18
5.3	Compaction Ordynamic Compaction	19
5.4	Preloading foundation Construction	19
5.5	Composite foundation Construction	20
5.6	Rigid pile foundation Construction	21
5.7	Quality Inspection and Acceptance	21
6	Cast-in-place reinforced concrete works	30
6.1	General Requirements	30
6.2	Template works	30
6.3	Reinforcing bar works	32
6.4	Concrete works	33
6.5	Quality Inspection and Acceptance	36
7	Prefabricated reinforced concrete works	49
7.1	General Requirements	49
7.2	fabrication、transportation and stacking of component	49
7.3	component installation	53
7.4	Quality Inspection and Acceptance	56
8	trenchless installation	61

8.1 General Requirements	64
8.2 Working shaft	64
8.3 Pipe jacking with Round shape	68
8.4 Pipe jacking with Rectangle shape	74
8.5 Shield tunneling construction	78
8.6 Shallow buried excavation Ⅰ.....	84
8.7 Quality Inspection and Acceptance	90
9 Waterproof works	101
9.1 General Requirements	101
9.2 Waterproof concrete construction	101
9.3 Cement mortar waterproof layer construction	106
9.4 Coiled waterproof layer construction	107
9.5 Coating waterproof layerconstructio	109
9.6 Plastic board waterproof layerconstructio	109
9.7 Metal waterproof constructio	110
9.8 Quality Inspection and Acceptance	110
10 Accessory works	114
10.1 General Requirements	114
10.2 Instrument installation	114
10.3 Lighting system construction	118
10.4 Fire protection system construction	122
10.5 Ventilation system construction	127
10.6 Drainage construction	130
10.7 Monitoring and safety system construction	130
10.8 Power supply system and cable groove construction	131
10.9 Identification system construction	133
10.10 Quality Inspection and Acceptance	133
11 Pipeline works	139
11.1 General Requirements	139
11.2 Pipeline installation	139
11.3 Cable laying	141
11.4 Quality Inspection and Acceptance	148

12	electrical works	154
12.1	General Requirements	154
12.2	Equipment, materials, finished products and semi-finished products	154
12.3	Procedure handover confirmation	156
12.4	Installation requirements	160
12.5	Quality Inspection and Acceptance	166
13	Intelligent works	180
13.1	General Requirements	180
13.2	Intelligent works construction	180
13.3	System testing	182
13.4	Quality Inspection and Acceptance	188
14	Project completion acceptance	190
Appendix A	Demarcation of Unitworks、subdivision works subitem works、Inspection lot	193
Appendix B	Quality acceptance record	198
	Explanation of Wording in This Standard	109
	List of Quoted Standards	210

1 总则

1.0.1 为加强综合管廊工程施工管理，规范施工技术，统一施工质量检验、验收标准，确保工程质量，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建和改建城市综合管廊工程施工及验收。

1.0.3 如综合管廊兼具人防工程，除应符合本规范外，尚应符合《人民防空工程施工及验收规范》GB50134。

1.0.4 综合管廊工程施工与验收，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 综合管廊 utility tunnel

建于城市地下用于容纳两类及以上城市工程管线的构筑物及附属设施。

2.0.2 缆线管廊 cable trench

敷设于浅层地表，容纳电力电缆和通信电缆等简易管廊，设有可开启盖板，但其内部空间不能满足人员正常通行要求，且不需配置照明、通风等附属系统，又称缆线沟、电缆沟。

2.0.3 城市工程管线 Urban engineering pipeline

为满足生活、生产需要的给水、雨水、污水、再生水、燃气、热力、电力、通信等市政公用管线，不包含工业管线。

2.0.4 开槽施工 trench construction

从地表开挖沟槽，在槽内建设综合管廊的施工方法。

2.0.5 不开槽施工 trenchless construction

在地面下开挖成形的洞内敷设或浇筑管廊的施工方法，有顶管法、盾构法、暗挖法等。

2.0.6 顶管法 Pipe jacking

借助于顶推装置，将预制管廊节段顶入地层中的地下管廊不开槽施工方法。

2.0.7 盾构法 Shield tunneling

采用盾构机在地层中掘进，同时拼装预制好管片或现浇混凝土构筑地下管廊的不开槽施工方法。

2.0.8 预制拼装 precast build-up

在工厂内分节段浇筑成型，运至工程现场后，采用拼装工艺施工成为整体综合管廊的施工方法。

2.0.9 现浇混凝土 Cast-in-place concrete

采用现场整体浇筑混凝土的综合管廊的施工方法。

2.0.10 投料口 batch feeder

用于将各种管线和设备吊入综合管廊而在综合管廊上开设的洞口。

2.0.11 逃生口 exits

用于综合管廊内工作人员遇到突发事件或灾害时逃生的通道。

2.0.12 通风口 Air vents

供综合管廊内外部空气交换而开设的洞口。

2.0.13 管线交叉口 Pipeline junction

综合管廊主线与支线、主线与出线舱（孔）、支线与出线舱（孔）的交汇处。

2.0.14 出线舱（孔） Pipeline Outlet

综合管廊内部管线进出管廊与外部管线衔接的舱室（或间隔墙上预留的防水套管）。

2.0.15 集水坑 catchpit

用来收集综合管廊内部渗漏水或管道排空水等的构筑物。

2.0.16 电缆支架 Cable bracket

具有悬臂形式用以支撑电缆的刚性材料支架。

2.0.17 安全标识 safety mark

为便于综合管廊内部管线分类管理、安全引导、警告警示等而设置的铭牌或颜色标识。

2.0.18 工作井 Working shaft

用顶管、盾构、暗挖等不开槽施工法施工时，从地面竖直开挖至管廊底部的辅助通道，又称为工作坑、竖井等。

3 基本规定

- 3.0.1 施工单位应具备相应的施工资质，施工人员应具备相应的资格。综合管廊工程施工和质量管理应具有相应的施工技术标准、质量管理体系、质量控制和检验制度。
- 3.0.2 施工单位应根据建设单位提供的施工界域内地下管线及构(建)筑物资料、工程水文地质资料，组织有关施工技术管理人员深入沿线调查，掌握现场实际情况，开展地下管线核查，必要时编制相应的防护方案并征询管线单位意见，共同到场核查、安全交底和现场监护。
- 3.0.3 施工单位应熟悉和审查施工图纸，理解设计意图与要求，实行自审、会审(交底)和签证制度；发现施工图有疑问、差错时，应及时提出意见和建议；如需变更设计，应按照相应程序报审，经相关单位签证认定后实施。
- 3.0.4 施工单位在开工前应编制施工组织设计，对关键的分项、分部工程应分别编制专项施工方案。施工组织设计、专项施工方案必须按规定程序审批后执行，有变更时要办理变更审批。
- 3.0.5 施工临时设施应根据工程特点合理设置，并有总体布置方案。对不宜间断施工的项目，应有备用设备。
- 3.0.6 施工测量应实行施工单位复核制、监理单位复测制，填写相关记录，并符合下列规定：
- 1 施工前，建设单位应组织有关单位进行现场交桩，施工单位对所交桩进行复核测量；
 - 2 临时水准点和管廊轴线控制桩的设置应便于观测、不易被扰动且必须牢固，并应采取保护措施；临时水准点的数量不得少于 2 个；
 - 3 临时水准点、管廊轴线控制桩、高程桩，必须经过复核方可使用，并应经常校核。
- 3.0.7 施工测量的允许偏差，应符合表 3.0.7 的规定，并应满足国家现行标准《工程测量规范》GB 50026 和《城市测量规范》CJJ8 的有关规定。

表 3.0.7 施工测量的允许偏差

项目	允许偏差
水准测量高程闭合差	$\pm 20 \sqrt{L}(\text{mm})$
导线测量方位角闭合差	$24 \sqrt{n}(\prime)$
导线测量相对闭合差	1 / 5000
直接丈量测距的两次较差	1 / 5000

注：1、 L_0 为水准测量闭合线路的尺度(km)；2、 n 为水准或导线测量的测站数。

- 3.0.8 工程所用的主要原材料、半成品和构(配)件等产品进入施工现场时必须进行进场验收并妥善保管。进场验收时应检查每批产品的订购合同、质量合格证书、性能检验报告、使用说明书、进口产品的商检报告及证件等，并按国家有关标准规定进行见证取样送检复验，验收、复检合格后方可使用。
- 3.0.9 所用成品、半成品、构(配)件等在运输、保管和施工过程中，必须采取有效措施防止其损坏、锈蚀或变质。

3.0.10 构筑物的防渗、防腐、防冻层施工应同时符合国家有关标准和规范的规定。

3.0.11 施工单位应做好文明施工，必须遵守国家 and 地方政府有关环境保护的法律、法规，采取有效措施控制施工现场的各种粉尘、废气、废弃物以及噪声、振动等对环境造成的污染和危害。

3.0.12 施工单位必须取得安全生产许可证，并应遵守有关施工安全、劳动保护、防火、防毒的法律、法规，建立安全管理体系和安全生产责任制，确保安全施工。对高空作业、井下作业、水上作业、水下作业、吊装等特殊作业，应制定专项施工方案。

3.0.13 在质量检验、验收中使用的计量器具和检测设备，必须经计量检定、校准合格后方可使用。承担材料和设备检测的单位，应具备相应的资质。

3.0.14 综合管廊工程施工质量控制应符合下列规定：

- 1 各分项工程应按照施工技术标准进行质量控制，每分项工程完成后，必须进行检验；
- 2 相关各分项工程之间，必须进行交接检验，所有隐蔽分项工程必须进行隐蔽验收，未经检验或验收不合格不得进行下道分项工程。

3.0.15 管廊附属设备安装前应对有关的设备基础、预埋件、预留孔的位置、高程、尺寸等进行复核。

3.0.16 工程必须经过竣工验收合格后，方可投入使用。

4 基坑工程

4.1 一般规定

- 4.1.1 综合管廊工程基坑（槽）安全等级划分应根据现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB5007规定的地基基础设计等级，结合基坑本体安全、基坑侧壁地层与荷载条件、环境安全等因素确定。
- 4.1.2 综合管廊工程基坑（槽）开挖前，应根据围护结构类型、工程水文地质条件、施工工艺和地面荷载等因素确定施工方案，经审批后方可施工。
- 4.1.3 综合管廊工程基坑（槽）工程设计施工图应按有关规定通过专家评审，对超过一定规模的危险性较大的分部分项工程的专项施工方案应按有关规定通过专家论证，对施工安全等级为一级的工程，应进行基坑安全监测方案的专家评审。
- 4.1.4 施工项目质量控制应符合国家现行有关施工标准的规定，并应建立质量管理体系、检查制度，以满足质量控制要求。
- 4.1.5 施工过程中发现地质情况或者环境条件与原设计不相符合，或环境条件发生变化时，应暂停施工，及时会同设计、勘察单位经过补充勘察、设计验算或设计修改后方可恢复施工。对涉及方案选型等重大设计修改的基坑工程，应重新组织评审和论证。
- 4.1.6 基坑开挖的顺序、方法应符合设计要求，并应遵循“对称平衡、分层分段（块）、限时挖土、限时支撑”的原则，设有支撑的基坑，应遵循“开槽支撑、先撑后挖、分层开挖和严禁超挖”的原则开挖，基坑边堆载不得超过设计值。
- 4.1.7 支护结构施工前应进行试验性施工，并应评估施工工艺和各项参数对基坑及周边环境的影响程度；应根据试验结果调整参数、工法或反馈修改设计方案。
- 4.1.8 基坑回填应在综合管廊结构及防水工程验收合格后及时进行，回填材料、回填后的密实度应符合设计要求。综合管廊基坑的回填应尽快进行，以免长期暴露导致地下水和地表水侵入基坑。

4.2 地下水控制

- 4.2.1 地下水控制应根据工程地质和水文地质条件、基坑周边环境要求及支护结构形式选用截水、集水明排方法或其组合。
- 4.2.2 截水帷幕施工应符合下列规定：
- 1 高压旋喷注浆截水帷幕
 - 1) 注浆帷幕施工前应进行现场注浆试验，试验孔的布置应选取具代表性的地段检验截水防渗效果。
 - 2) 施工前应检查水泥、外加剂等的质量，桩位，压力表、流量表的精度或灵敏度，注浆设备的性能等；
 - 3) 施工中应检查施工参数（压力、水泥浆量、提升速度、旋转速度等）及施工程序。

2 三轴水泥土搅拌桩截水帷幕

- 1) 应采用套接孔法施工，相邻桩的搭接时间间隔不宜大于 24h。
- 2) 当帷幕墙前设置混凝土排桩时，宜先施工截水帷幕，后施工灌注排桩。
- 3) 采用多排三轴水泥土搅拌桩内套挡土桩墙方案时，应控制三轴搅拌桩施工对基坑周边环境的影响。

3 钢板桩截水帷幕

- 1) 应评估钢板桩施工对周围环境的影响。
- 2) 在拔除钢板桩前应先用振动锤振动钢板桩，拔除后的桩孔应采用注浆回填。
- 3) 钢板桩打入与拔除时应对环境周边进行监测。

4 兼作截水帷幕的钻孔咬合桩

- 1) 宜采用软切割全套管钻机施工。
- 2) 砂土中的全套管钻孔咬合桩施工，应根据产生管涌的不同情况，采取相应的克服砂土管涌的技术措施，并应随时观察孔内地下水和穿越砂层的动态，按少取土多压进的原则操作，确保套管超前。
- 3) 套管底口应始终保持超前于开挖面 2.5m 以上；当遇套管底无法超前时，可向套管内注水来平衡第一序列桩混凝土的压力，阻止管涌发生。

4.2.3 集水明排施工应符合下列规定：

1 对坑底汇水、基坑周边地表汇水及降水井抽出的地下水，可采用明沟排水，对坑底渗出的地下水可采用盲沟排水。

2 沿排水沟宜每隔 30m~50m 设置一口集水井，基坑排水设施与市政管网接口之间应设置沉淀池，明沟、集水井、沉淀池使用时应排水通畅并应随时清理淤积物。

3 排水沟施工应符合下列规定：

- 1) 配合基坑的开挖及时降低深度，其深度不宜小于 0.3m，排水沟纵坡宜不小于 2‰。
- 2) 基坑挖至设计高程，渗水量较少时，宜采用盲沟排水。
- 3) 基坑挖至设计高程，渗水量较大时，宜在排水沟内埋设直径 150mm~200mm 设有滤水管的排水管，且排水管两侧和上部应回填卵石和碎石。

4 集水井施工应符合下列规定：

- 1) 宜布置在构筑物基础范围以外，且不得影响基坑的开挖及构筑物施工。
- 2) 基坑面积较大或基坑底部呈倒锥形时，可在基坑范围内设置，集水井筒与基础应紧密连接，便于封堵。
- 3) 井壁宜加支护，土层稳定且井深不大于 1.2m 时，可不加支护。
- 4) 处于细砂、粉砂、粉土或粉质黏土等土层时，应采取过滤或封闭措施，封底后的井底高程应低于基坑底，且不宜小于 1.2m。

4.3 基坑开挖与监测

4.3.1 基坑(槽)、管沟开挖前应做好如下准备工作：

- 1 基坑(槽)、管沟开挖前，应根据支护结构形式、挖深、地质条件、施工方法、周围环境、工期、气候和地面载荷等资料制定施工方案、环境保护措施、监测方案，经审批后方可施工。
- 2 平整场地的表面坡度应符合设计要求，如设计无要求时，排水沟方向的坡度不应小于 2‰。平整后的场地表面应逐点检查。检查点为每 100~400m²取 1 点，但不应少于 10 点；长度、宽度方向均为每 20m 取 1 点，每边不应少于 1 点。
- 3 土方工程施工前应进行挖、填方的平衡计算，综合考虑土方运距最短、运程合理和各个工程项目的合理施工程序等，做好土方平衡调配，减少重复挖运。土方平衡调配应尽可能与城市规划和农田水利相结合将余土一次性运到指定弃土场，做到文明施工。
- 4 土方工程施工前，应对降水、排水措施进行设计，系统应经检查和试运转，一切正常时方可开始施工。
- 5 在挖方前，应做好地面排水和降低地下水位工作。
- 6 围护结构应施工质量验收合格后方可进行土方开挖。

4.3.2 土方开挖应符合下列规定：

- 1 施工过程中应检查平面位置、水平标高、边坡坡度、压实度、排水、降低地下水位系统，并随时观测周围的环境变化。
- 2 临时性挖方的边坡值应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 临时性挖方边坡值

土的种类		边坡值(高：宽)
砂土(不包括细砂、粉砂)		1：1.25~1：1.50
一般性粘土	坚硬	1：0.75~1：1.00
	硬塑	1：1.00~1：1.25
	软塑	1：1.50 或更缓
碎石类土	充填坚硬、硬塑粘性土	1：0.50~1：1.00

- 3 在基坑(槽)或管沟工程等开挖施工中，现场不宜进行放坡开挖，当可能对邻近建(构)筑物、地下管线、永久性道路产生危害时，应对基坑(槽)、管沟进行支护后再开挖。
- 4 基坑(槽)、管沟的挖土应分层进行。在施工过程中基坑(槽)、管沟边堆置土方不应超过设计荷载，挖方时不应碰撞或损伤支护结构、降水设施。
- 5 基坑(槽)、管沟土方施工中应对支护结构、周围环境进行观察和监测，如出现异常情况应及时处理，待恢复正常后方可继续施工。
- 6 基坑(槽)、管沟开挖至设计标高后，应对坑底进行保护，经验槽合格后，方可进行垫层施工。对

特大型基坑，宜分区分块挖至设计标高，分区分块及时浇筑垫层。必要时，可加强垫层。

7 基坑(槽)、管沟土方工程验收必须确保支护结构安全和周围环境安全为前提。

8 土方工程施工，应经常测量和校核其平面位置、标高和边坡坡度。平面控制桩和水准控制点应采取可靠的保护措施，定期复核和检查。

9 雨季和冬季施工尚应遵守国家现行有关标准。

4.3.3 基坑施工监测应符合下列规定：

1 开挖深度大于等于 5m、或开挖深度小于 5m 但现场地质情况和周围环境较复杂的基坑工程以及其他需要监测的基坑工程应实施基坑工程监测。

2 基坑工程监测的内容应包括监测项目、监测频率和监测报警值等。

3 基坑工程施工前，宜由建设方委托具备相应资质的第三方对基坑工程实施现场监测。监测单位应编制监测方案，监测方案须经建设方、设计方、监理等认可，必要时尚需与基坑周边环境涉及的有关管理单位协商一致后方可实施。

4 施工监测应采用仪器监测与巡视相结合的方法，用于监测的仪器应按测量仪器有关要求定期标定。

5 基坑施工和使用中应采取多种方式进行安全监测，对有特殊要求或安全等级为一级的基坑工程，应根据基坑现场施工作业计划制定基坑施工安全监测应急预案。

6 综合管沟基坑工程监测内容包括基坑水平位移、基坑竖向位移、深层水平位移、倾斜、裂缝、支护结构内力、土压力、孔隙水压力、地下水位、锚杆及土钉内力、土体分层竖向位移等。

7 具体监测要求应符合《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497 的规定。

4.4 基坑支护

4.4.1 排桩支护应符合下列规定：

1 排桩墙支护结构可包括灌注桩、预制桩、板桩等类型桩构成的支护结构。

2 钢板桩均为工厂成品，新桩可按出厂标准检验，重复使用的钢板桩应按第 4.6.3 条规定进行检验。

3 排桩墙支护的基坑开挖后应及时支护，每一道支撑施工应确保基坑变形在设计要求的控制范围内。

4 在含水地层范围内的排桩墙支护基坑，应有可靠的止水措施，确保基坑施工及邻近构筑物的安全。

4.4.2 锚杆及土钉墙支护应符合下列规定：

1 锚杆及土钉墙支护工程施工前应熟悉地质资料、设计图纸及周围环境，降水系统应确保正常工作，必须的施工设备如挖掘机、钻机、压浆泵、搅拌机等应能正常工作。

2 应遵循分段开挖、分段支护的原则，不得按一次挖就再行支护的方式施工。

3 施工中应对锚杆或土钉位置，钻孔直径、深度及角度，锚杆或土钉插入长度，注浆配比、压力及注浆量，喷锚墙面厚度及强度、锚杆或土钉应力等进行检查。

4 每段支护体施工完后,应检查坡顶或坡面位移,坡顶沉降及周围环境变化,如有异常情况应采取措施,恢复正常后方可继续施工。

5 喷锚作业人员应佩戴防尘口罩、防护眼镜等防护用具,并应避免直接接触液体速凝剂,接触后应立即用清水冲洗;非施工人员不得进入喷射混凝土的作业区,施工中喷嘴前严禁站人,并定期应检查输料管、接头的情况,当有磨损、击穿或松脱时应及时处理。

4.4.3 内支撑结构应符合下列规定:

2 内支撑结构的施工与拆除顺序,应与设计工况一致。

3 施工前应熟悉支撑系统的图纸及各种计算工况,掌握开挖及支撑设置的方式、预顶力及周围环境保护的要求。

4 混凝土支撑的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定。

5 钢支撑的安装应符合下列规定:

1) 钢支撑的安装应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的规定。

2) 钢腰梁与排桩、地下连续墙等挡土构件间隙的宽度宜小于 100mm,并应在钢腰梁安装定位后,用强度等级不低于 C30 的细石混凝土填充密实或采用其他可靠连接措施。

6 对预加轴向压力的钢支撑,施工预应力时应符合下列规定:

1) 对支撑施加压力的千斤顶应有可靠、准确的计量装置。

2) 千斤顶压力的合力应与支撑轴线重合,千斤顶应与支撑轴线两侧对称、等距放置,且应同步施加压力。

3) 千斤顶的压力应分级施加,施加每级压力后应保持压力稳定 10min 后,方可按设计预压力值进行锁定。

4) 支撑施加压力过程中,当出现焊点开裂、局部压曲等异常情况时应卸除压力,在对支撑的薄弱处进行加固后,方可继续施加压力。

5) 当监测的支撑压力出现损失时,应再次施加压力。

7 支撑拆除应在替换支撑的结构构件达到换撑要求的承载力后进行。当主体结构底板和楼板分块浇筑构件或设置后浇带时,应在分块部位或后浇带处设置可靠的传力构件。支撑的拆除应根据支撑材料、形式、尺寸等具体情况采用人工、机械和爆破等方法。

8、立柱的施工应符合下列规定: .

1) 立柱桩混凝土的浇筑面宜高于设计桩顶 500mm。

2) 采用钢立柱时,立柱周围的空隙应用碎石回填密实,并宜辅以注浆措施。

3) 立柱的定位和垂直度宜采取措施进行控制,对结构柱、H 型钢柱,尚应同时控制转向偏差。

4.4.4 重力式水泥土墙应符合下列规定:

1 重力式水泥土墙应通过试验性施工,并应通过调整搅拌桩机的提升(下沉)速度、喷浆量以及喷浆、喷气压力等施工参数,减小对周边环境的影响。施工完成后应检测墙体连续性及强度。

2 水泥土搅拌桩机运行过程中,其下部严禁站立非工作人员;桩机移动过程中非工作人员不得在其周围活动,移动路线上不应有障碍物。

3 重力式水泥土墙施工遇有河塘、洼地时，应抽水和清淤，并应采用素土回填夯实。在暗浜区域水泥土搅拌桩应适当提高水泥掺量。

4 钢管、钢筋或竹筋的插入应在水泥土搅拌桩成桩后及时完成，插入位置和深度应符合设计要求。

5 施工时因故停浆后，应在恢复喷浆前，将搅拌机头下沉或提升，与停喷前的桩体搭接长度不应小于 0.5m。

6 水泥土搅拌桩搭接施工的间隔时间不宜大于 24h；当超过 24h 时，搭接施工时应放慢搅拌速度。若无法搭接或搭接不良，应作冷缝记录，在搭接处采取补救措施。

4.4.5 地下连续墙应符合下列规定：

1 地下连续墙应设置导墙，导墙施工有预制及现浇两种，现浇导墙形状有“L”型或倒“L”型，可根据不同土质选用。

2 地下墙施工前宜先试成槽，以检验泥浆的配比、成槽机的选型并可复核地质资料。

3 作为永久结构的地下连续墙，其抗渗质量标准可按现行国家标准《地下防水工程施工质量验收规范》GB50208 执行。

4 地下墙槽段间的连接接头形式，应根据地下墙的使用要求选用，且应考虑施工单位的经验，无论选用何种接头，在浇注混凝土前，接头处必须刷洗干净，不留任何泥砂或污物。

5 施工前应检验进场的钢材、电焊条。已完工的导墙应检查其净空尺寸，墙面平整度与垂直度。检查泥浆用的仪器、泥浆循环系统应完好。

6 施工中应检查成槽的垂直度、槽底的淤积物厚度、泥浆比重、钢筋笼尺寸、浇注导管位置、混凝土上升速度、浇注面标高、地下墙连接面的清洗程度、商品混凝土的坍落度、锁口管或接头箱的拔出时间及速度等。

4.5 基坑回填

4.5.1 基坑回填应在管廊的地下部分验收合格后及时进行，在墙体的强度未达到设计强度以前进行基坑回填时，其允许回填高度应满足设计要求。

4.5.2 回填材料应符合设计要求或有关规范规定，回填前应清除基坑内的杂物、建筑垃圾，并将积水排除干净。

4.5.3 基槽应均匀对称回填。

4.5.4 每层回填厚度及压实遍数，应根据土质情况及所用机具，经过现场试验确定，层厚差不得超出 100mm。

4.5.5 钢、木板桩支撑的基坑回填，支撑的拆除应自下而上逐层进行，基坑填土压实高度达到支撑或者锚杆的高度时，方可拆除该层支撑，拆除后的孔洞及拔出板桩后的孔洞宜用砂填实。

4.5.6 雨期应经常检验回填土的含水量，随填随压，防止松土淋雨，填土时基坑四周被破坏的土堤及排水沟应及时修复。

4.5.7 基坑回填土表面应略高于地面，整平，并利于排水。

4.5.8 综合管廊回填土压实度应符合设计要求，无设计要求时应符合表 4.5.8 规定。

表 4.5.8 综合管廊回填土压实度

检查项目		压实度 (%)	检查频率		检查方法
			范围	组数	
1	非道路或其他构筑物下	≥90	管廊两侧回填土按 50 延米/层	1 (三点)	环刀法
2	道路或其他构筑物下	≥95		1 (三点)	环刀法

4.6 质量检验与验收

4.6.1 地下水控制工程施工的质量检验与验收应符合下列规定：

1 高压旋喷注浆截水帷幕质量检验与验收应符合表 4.6.1-1 规定。

表 4.6.1-1 高压旋喷注浆截水帷幕质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	水泥及外掺剂质量	符合出厂要求		查产品合格证书或抽样送检
	2	水泥用量	设计要求		查看流量计及水泥浆水灰比
	3	桩体完整性检验	设计要求		按规定方法
	4	截水防渗效果检验	设计要求		按规定方法
一般项目	1	钻孔位置	mm	≤50	用钢尺量
	2	钻孔垂直度	%	≤1.5	经纬仪测钻杆或实测
	3	孔深	mm	±200	用钢尺量
	4	注浆压力	按设定参数指标		查看压力表
	5	桩体搭接	mm	>200	用钢尺量
	6	桩体直径	mm	≤50	开挖后用钢尺量
	7	桩身中心允许偏差	mm	≤0.2D	开挖后桩顶下 500mm 处用钢尺量，D 为桩径

2 水泥土搅拌桩截水帷幕质量检验与验收应符合表 4.6.1-2 规定。

表 4.6.1-2 水泥土搅拌桩截水帷幕质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	水泥及外掺剂质量	设计要求		查产品合格证书或抽样送检
	2	水泥用量	参数指标		查看流量计
	3	桩体强度	设计要求		按规定办法
	4	截水防渗效果检验	设计要求		按规定办法

表 4.6.1-2 水泥土搅拌桩截水帷幕质量检验标准（续）

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	水泥及外渗剂质量	设计要求		查产品合格证书或抽样送检
	2	水泥用量	参数指标		查看流量计
	3	桩体强度	设计要求		按规定办法
	4	截水防渗效果检验	设计要求		按规定办法
一般项目	1	机头提升速度	m/min	≤0.5	量机头上升距离及时间
	2	桩底标高	mm	±200	测机头深度
	3	桩顶标高	mm	+200 -50	水准仪(最上部 500mm 不计入)
	4	桩位偏差	mm	<50	用钢尺量
	5	桩径		<0.04D	用钢尺量, D 为桩径
	6	垂直度	%	≤1.5	经纬仪
	7	搭接	mm	>200	用钢尺量

3 钢板桩截水帷幕质量检验与验收应符合表 4.6.1-3 规定。

表 4.6.1-3 钢板桩截水帷幕质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	管廊中心轴线位置	mm	50	用经纬仪、钢尺量
	2	钢板桩入土深度	不低于设计要求		按规定办法
	3	钢板桩净距	不低于设计要求		钢尺量
	4	截水防渗效果检验	设计要求		按规定办法
一般项目	1	钢板桩轴线位置	mm	陆上: 100 水上: 200	用经纬仪、钢尺量
	2	钢板桩顶标高	mm	陆上: 100 水上: 200	水准仪测量
	3	钢板桩长度	mm	±100	钢尺量
	4	钢板桩垂直度	%	1.0	线锤及直尺量

4 降水与排水施工质量检验与验收应符合表 4.6.1-4 规定。

表 4.6.1-4 与排水施工质量检验标准

序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
		单位	数值	
1	排水沟坡度	%	1~2	目测: 坑内不积水, 沟内排水畅通
2	集水井	cm	5	用钢尺量

4.6.2 基坑开挖施工质量检验与验收应符合表 4.6.2 规定。

表 4.6.2 土方开挖工程质量检验标准

项目	序号	项目	管沟允许偏差 或允许值 (mm)	检验方法
主控 项目	1	标高	-50	水准仪
	2	长度、宽度(由设计中心线向两边量)	+100	经纬仪, 用钢尺量
	3	基底土性	设计要求	观察或土样分析
一般 项目	1	表面平整度	20	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
	2	边坡	设计要求	观察或用坡度尺检查

4.6.3 基坑支护质量检验与验收应符合下列规定:

1 重复使用的钢板桩质量检验标准应符合表 4.6.3-1 的规定。

表 4.6.3-1 重复使用的钢板桩检验标准

序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
		单位	数值	
1	桩垂直度	%	<1	用钢尺量
2	桩身弯曲度		<2‰	用钢尺量, 1 为桩长
3	齿槽平直度及光滑度	无电焊渣或毛刺		用 1m 长的桩段做通过试验
4	桩长度	不小于设计长度		用钢尺量

2 重复使用的混凝土板桩质量检验标准应符合表 4.6.3-2 的规定。

表 4.6.3-2 混凝土板桩制作标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控 项目	1	桩长度	mm	+10 0	用钢尺量
	2	桩身弯曲度		<0.1‰	用钢尺量, 1 为桩长
一般 项目	1	保护层厚度	mm	±5	用钢尺量
	2	模截面相对两面之差	mm	5	用钢尺量
	3	桩尖对桩轴线的位移	mm	10	用钢尺量
	4	桩厚度	mm	+10 0	用钢尺量
	5	凹凸槽尺寸	mm	±3	用钢尺量

3 灌注桩施工质量检验与验收应符合表 5.7.6-2 的规定。

4、加筋水泥土桩施工质量检验与验收应符合表 4.6.3-3 规定。

表 4.6.3-3 加筋水泥土桩质量检验标准

序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
		单位	数值	
1	型钢长度	mm	±10	用钢尺量
2	型钢垂直度	%	<1	经纬仪
3	型钢插入标高	mm	±30	水准仪
4	型钢插入平面位置	mm	10	用钢尺量

5 锚杆及土钉墙支护施工质量检验与验收应符合表 4.6.3-4 规定。

表 4.6.3-4 锚杆及土钉墙支护工程质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	锚杆土钉长度	mm	±30	用钢尺量
	2	锚杆锁定力	设计要求		现场实测
一般项目	1	锚杆或土钉位置	mm	±100	用钢尺量
	2	钻孔倾斜度		±1	测钻机倾角
	3	浆体强度	设计要求		试样送检
	4	注浆量	大于理论计算浆量		检查计量数据
	5	土钉墙面厚度	mm	±10	用钢尺量
	6	墙体强度	设计要求		试样送检

6 内支撑结构施工质量检验与验收应符合表 4.6.3-5 规定。

表 4.6.3-5 钢筋混凝土支撑工程质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	支撑位置：标高 平面	mm mm	30 100	水准仪 用钢尺量
	2	预加顶力	kN	±50	油泵读数或传感器
一般项目	1	围图标高	mm	30	水准仪
	2	立柱桩	参见本规范表 5.7.6-2		
	3	立柱位置：标高 平面 垂直度	mm mm	30 50 1/150	水准仪 用钢尺量
	4	开挖超深(开槽放支撑不在此范围)	mm	<200	水准仪
	5	支撑安装时间	设计要求		用钟表估测

7 重力式水泥土挡土墙施工质量检验与验收应符合下列规定：

- 1) 满足本规范 4.6.1 有关规定；
- 2) 重力式水泥土挡土墙的质量检测应符合以下规定：

应采用钻芯法检测水泥土搅拌桩的单轴抗压强度、完整性、深度，单轴抗压强度芯样的直径不应小于 80mm。检测数量不应小于总桩数的 1%，且不应小于 6 根。

8 地下连续墙施工质量检验与验收应符合表 4.6.3-6 规定。

7 成槽结束后应对成槽的宽度、深度及倾斜度进行检验，重要结构每段槽段均应检查，一般结构可抽查总槽段数的 20%，每槽段应抽查 1 个段面。

9 每 50m² 地下墙应做 1 组混凝土试件，每幅槽段不得少于 1 组，在强度满足设计要求后方可开挖土方。

表 4.6.3-6 地下墙质量检验标准

项目	序号	检查项目		允许偏差或允许值		检查方法及频率
				单位	数值	
主控项目	1	墙体强度		设计要求		查试件记录或取芯试压
	2	垂直度：永久结构 临时结构			1/300 1/150	超声波测槽仪或成槽机上的监测系统
	3	钢筋材质		设计要求		取样试验
	4	墙体完整性		——		声波透射法、钻心法，作为永久性结构，抽检数量不少于总槽段数 20%，且不得少于 3 个槽段；作为临时性结构，抽检数量不少于总槽段数 10%，且不得少于 3 个槽段
一般项目	1	导墙尺寸	宽度 墙面平整度 导墙平面位置	mm mm mm	W+40 <5 ±10	用钢尺量，W 为地下墙设计厚度 用钢尺量 用钢尺量
	2	沉渣厚度：永久结构 临时结构		mm mm	≤100 ≤200	重锤测或沉积物测定仪测
	3	槽深		mm	+100	重锤测
	4	混凝土坍落度		mm	180~220	坍落度测定器
	5	钢筋笼长度		mm	±10	尺量检查
	6	主筋间距		mm	±10	尺量检查
	7	箍筋间距		mm	±20	尺量检查
	8	加劲箍间距		mm	±20	尺量检查
	9	地下墙表面平整度	永久结构 临时结构 插入式结构	mm mm mm	<100 <150 <20	此为均匀粘土层，松散及易坍土层由设计决定
	10	永久结构时的预埋件位置	水平向 垂直向	mm mm	≤10 ≤20	用钢尺量 水准仪

4.6.4 基坑回填施工质量检验与验收应符合表 4.6.4 规定。

表 4.6.4 填土工程质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值(mm)	检验方法
主控项目	1	标高	-50	水准仪
	2	分层压实系数	设计要求	按规定方法
一般项目	1	回填土料	50	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
	2	分层厚度及含水量	设计要求	观察或土样分析
	3	表面平整度	30	用塞尺或水准仪

5 地基与基础

5.1 一般规定

- 5.1.1 施工前，场地平整或基坑（槽）工程应先进行验收，并对基线进行复核。
- 5.1.2 施工前，应根据工程地质勘察报告，对地基土进行天然含水量、液限、塑限、标准击实、地基承载力等试验。
- 5.1.3 管廊建设范围内地基遇到不良地层，设计未做处理规定时，应进行有效的的设计变更，并据以制定专项施工方案。
- 5.1.4 地基与基础施工前应取得施工区域的管线资料，必要时，应进行复勘，并采取措施保护地下及周边管线、建（构）筑物安全。
- 5.1.5 在施工期间，应及时维护、清理排水设施，保证排水通畅；当施工中破坏原有排水系统时，应采取有效的处理措施。
- 5.1.6 地基与基础的施工及检测除按本规范执行外，尚应符合《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202、《建筑地基处理技术规范》JGJ79、广东省标准《建筑地基处理技术规范》DBJ15-38、《建筑地基基础检测规范》DBJ15-60 等相关标准及规范规定。

5.2 换填地基施工

- 5.2.1 换填地基适用于浅层软弱地基及不均匀地基的处理，换填的材料可采用砂、砂石、素土、灰土和粉煤灰等，应根据设计要求和现场试验确定。
- 5.2.2 基坑（槽）在开挖时应避免坑底土层受扰动，可保留 180mm~220mm 厚的土层暂不挖去，待铺填垫层前再由人工挖至设计标高。严禁扰动垫层下的软弱土层，应防止软弱垫层被践踏或受水浸泡。在碎石或卵石垫层底部宜设置厚度为 150mm~300mm 的砂垫层或铺一层土工织物，并应防止基坑（槽）边坡塌土混入垫层中。
- 5.2.3 不同性质的土应分类、分层填筑，不得混填，填土中大于 10cm 的土块应打碎或剔除。其中，灰土的土料不得含有有机杂质，使用前应过筛，粒径不得大于 15mm，用作灰土的消石灰，其粒径不得大于 5mm。
- 5.2.4 施工垫层土料的最优含水量可通过击实试验确定，施工压实含水量宜控制在最优含水量 $\omega \pm 2\%$ 的范围。
- 5.2.5 换填施工应根据不同的换填材料选择施工机械，压实应先轻后重、先慢后快、均匀一致。使用压路机时，最大速度不宜超过 4km/h。
- 5.2.6 换填填料应分层铺填，逐层压实，分层回填碾压的每层铺填厚度及压实遍数宜通过试验确定。一般情况下，分层铺填厚度宜取 200 mm ~300mm，填土宽度每侧宜比设计规定宽 50cm。

5.3 压实地基施工

5.3.1 压实地基适用于处理大面积填土地基；强夯处理地基适用于碎石土、砂土、低饱和的粉土与黏性土、湿陷性黄土、素填土和杂填土等地基。

5.3.2 压实填土地基的施工应符合下列规定：

1 应根据使用要求、邻近结构（含道路）类型和地质条件确定允许加载量和范围，并按设计要求均衡分步施加，避免大量快速集中填土。

2 填料前，应清除填土层地面以下的耕土、植被或软弱土层。

3 压实填土施工过程中，应采取防雨措施，防止填料（粉质黏土、粉土）受雨水淋湿。

4 基槽内压实时，应先压实基槽两边，再压实中间。

5 冲击碾压法施工的冲击碾压宽度不宜小于 6m，工作面较窄时，需设置转弯车道，冲压最短直线距离不宜少于 100m，冲压边角及转弯区域应采用其他措施压实；施工时，地下水位应降低到碾压面以下 1.5m。

6 性质不同的填料，应采取水平分层、分段填筑，并分层压实；同一水平层，应采用同一填料，不得混合填筑；填方分段施工时，接头部位如不能交替填筑，应按 1:1 坡度分层留台阶；如能交替填筑，则应分层相互交替搭接，搭接长度不小于 2m；压实填土的施工缝，各层应错开搭接，在施工缝的搭接处，应适当增加压实遍数；边角及转弯区域应采取其他措施压实，以达到设计标准。

7 施工过程中，应避免扰动填土下卧的淤泥或淤泥质土层。压实填土施工结束检验合格后，应及时进行基础或管廊主体施工。

5.4 预压地基施工

5.4.1 预压地基适用于处理淤泥质土、淤泥、冲填土等饱和黏性土地基。按处理工艺可分为堆载预压、真空预压、联合预压等。

5.4.2 采用预压法进行排水固结的地基处理应在现场选择试验区进行预压试验。根据试验区获得的监测资料确定加载速率控制指标，推算土的固结系数、固结度及最终竖向变形等，分析地基处理效果、对原设计进行修正，以指导施工。

5.4.3 预压地基施工中采用的塑料排水板应符合下列规定：

1 塑料排水板应具有耐腐蚀性、柔韧性，强度与排水性能应符合设计要求。

2 塑料排水板贮存与使用中不得长期曝晒，并应采取保护滤膜措施。

3 塑料排水板敷设应直顺，深度应符合设计规定，超过孔口长度应伸入砂垫层不小于 50cm。

5.4.4 预压地基施工中采用袋装砂井排水应符合下列规定：

1 采用含泥量小于 3% 的粗砂或中砂做填料。砂袋的渗透系数应大于所用砂的渗透系数。

2 砂袋存放使用中不得长期曝晒。

3 砂袋安装应垂直入井，不得扭曲、缩颈、断割或磨损，砂袋在孔口外的长度应能顺直伸入砂垫层

不小于 30cm。

4 袋装砂井的井距、井深、井径等应符合设计要求。

5.4.5 预压施工过程应符合下列规定：

1 堆载预压的预压荷载应分级施加，并确保每级荷载下地基的稳定性；对真空预压工程，可采用一次连续抽真空至最大的加载方式。

2 预压加载过程中，应满足地基承载力并对地基变形、稳定性和孔隙水压力变化进行现场原位动态监测，监测数据应及时整理与分析，以及时调整设计参数，指导施工，控制加载速率，防止地基剪切破坏，检验加固效果。

5.4.6 预压地基加固应考虑预压施工对相邻建（构）筑物、地下管线等产生附件沉降的影响。当距离较近时，应采取相应的保护、监测措施，并制定应急预案。

5.4.7 当受预压时间限制，残余沉降或工程投入使用后的沉降不满足工程要求时，在保证整体（或分段）稳定条件下，可采用超载预压。

5.5 复合地基施工

5.5.1 抛石挤淤适用于软土层厚度小于 3.0m、且位于水下或为含水量极高的淤泥的处理，其施工应符合下列规定：

1 应使用不易风化石料，石料中尺寸小于 30cm 粒径含量不得超过 20%。

2 抛填方向应根据管廊横断面下卧软土地层坡度而定：坡度平坦时自地基中部渐次向两侧扩展；坡度陡于 1/10 时，自高侧向低侧抛填，并在低侧边部多抛投，使低侧边部约有 2m 宽的平台顶面。

3 抛石露出水面或软土面后，应采用较小石块填平、碾压密实，再铺设反滤层填土压实。

5.5.2 采用砂桩处理软土地基应符合下列规定：

1 砂宜采用含泥量小于 3% 的粗砂或中砂。

2 应根据成桩方法选定填砂的含水量。

3 砂桩应砂体连续、密实。

4 桩长、桩距、桩径、填砂量应符合设计规定。

5.5.3 采用碎石桩处理软土地基应符合下列规定：

1 宜选用含泥砂量小于 10%、粒径 19~63mm 的碎石或砾石作桩料。

2 应进行成桩试验，确定控制水压、电流和振冲器的振留时间等参数。

3 应分层加入碎石（砾石）料，观察振实挤密效果，防止断桩、缩颈。

4 桩距、桩长、灌石量等应符合设计规定。

5.5.4 采用喷浆搅拌法处理软土地基应符合下列规定：

1 施工前应确定灰浆泵输浆量和搅拌设备下沉及提升速度等施工参数，并应根据设计要求通过工艺性成桩试验确定施工工艺，试验桩数不得少于 3 根。

2 所使用的水泥都应过筛，制备好的浆液不得离析，泵送必须连续。

3 搅拌桩喷浆提升（或下沉）的速度和次数必须符合施工工艺的要求，并应有专人记录。

4 搅拌桩施工时，临近不得进行抽水作业。

5 桩距、桩长、桩径、承载力等应符合设计规定。

5.5.5 采用高压喷射注浆法处理软土地基应符合下列规定：

1 高压喷射注浆法施工的主要机具、工艺和参数，宜通过现场试验或工程经验确定。

2 水泥浆液的水灰比应根据工程要求确定，宜取 1.0~1.5；浆液的搅拌应采用机械搅拌，随拌随用，不得使用搅拌时间超过 4h 而未加缓凝剂的水泥浆液。

3 施工中应详细记录实际施工参数、浆液配比、实际孔位、孔深和钻孔内的地下障碍物、洞穴、涌水、漏水及与岩土工程勘察报告不符等情况。

4 高压喷射注浆施工时，临近不得进行抽水作业。

5 高压喷射注浆完毕，应及时拔出注浆管。

5.5.6 施工中，施工单位应按要求记录各项控制观测数值，并与设计单位、监理单位及时沟通反馈有关工程信息指导施工。地基完工后，应观测沉降值与位移稳定并符合设计规定，且检验合格后，方可进行后续施工。

5.6 刚性桩基础施工

5.6.1 刚性桩基础包括预制混凝土桩、混凝土灌注桩和钢管注浆桩等，以及由以上桩为增强体的复合地基，其施工应除符合本节相应要求外，尚应符合《建筑桩基技术规范》JGJ94 等规范的规定。

5.6.2 预制桩可采用打入法或静压法沉桩；桩锤的选择可根据地质条件、桩长及桩截面尺寸等因素确定。预应力管桩可采用焊接接头或机械接头。

5.6.3 混凝土灌注桩可采用钻孔、旋挖或冲击成孔，钢筋笼制作、吊运、焊接应符合相应规定。

5.6.4 钢管注浆桩可用钻机成孔，钢管可采用螺纹接头或机械接头。水泥浆水灰比宜为 0.45/1~0.60/1，宜采取强度等级为 42.5 及以上的普通硅酸盐水泥配置，根据需要可加入适量的外加剂及掺和料。

5.7 质量检验与验收

5.7.1 换填地基的质量检验及验收应符合下列规定：

1 垫层的质量检验必须分层进行。每填一层，应检验该层的平均压实系数，符合设计要求后，方可铺设上一层。

2 对粉质黏土、粉土和砂石垫层的施工质量检验可采用环刀法、贯入仪、静力触探、轻型动力触探或标准贯入试验检验，对砂石垫层可用重型动力触探检验，并以通过现场试验确认设计要求的压实系数所对应的贯入度作为控制标准。压实系数可采用环刀法、灌砂法、灌水法或其他方法进行检验。

3 采用环刀法检验垫层的质量时,按照面积的大小来定,每 200m²检测一个点。

4 应采用静载荷试验检验垫层承载力,且每个单位工程不应少于 3 个点;对于较长的管廊工程应按长度或面积确定检验点数。

5 灰土地基的质量验收标准应符合表 5.7.1-1 的规定。

表 5.7.1-1 灰土地基质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基承载力	设计要求		按规定方法
	2	配合比	设计要求		按拌和时的体积比
	3	压实系数	设计要求		现场实测
一般项目	1	石灰粒径	mm	≤5	筛分法
	2	土料有机质含量	%	≤5	试验室焙烧法
	3	土颗粒粒径	mm	≤15	筛分法
	4	含水量(与要求的最优含水量比较)	%	±2	烘干法
	5	分层厚度偏差(与设计要求比较)	mm	±50	水准仪

6 砂和砂石地基的质量验收标准应符合表 5.7.1-2 的规定。

表 5.7.1-2 砂及砂石地基质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基承载力	设计要求		按规定方法
	2	配合比	设计要求		按拌和时的体积比或重量比
	3	压实系数	设计要求		现场实测
一般项目	1	砂石料有机质含量	mm	≤5	焙烧法
	2	砂石料含泥量	%	≤5	水洗法
	3	石料粒径	mm	≤100	筛分法
	4	含水量(与最优含水量比较)	%	±2	烘干法
	5	分层厚度(与设计要求比较)	mm	±50	水准仪

5.7.2 压实地基的质量检验及验收应符合下列规定:

1 压实地基的施工质量检验应分层进行。每完成一道工序,应按设计要求进行验收,未经验收或验收不合格时,不得进行下一道工序施工。

2 在施工过程中,每层压实后,每 50m²~100m²面积内或每 100 延米应设不少于 1 个点,压实系数不得低于设计要求。

3 条件许可的地区,可采用动力触探、静力触探、标准贯入等原位试验,并结合干密度试验的对比

结果进行质量检验。

4 冲击碾压法施工宜分层进行变形量、压实系数等土的物理力学指标监测和检测。

5 地基承载力验收检验，可通过静载荷试验并结合动力触探、静力触探、标准贯入等试验结果综合判定。每个单位工程静载荷试验不应少于 3 个点；对于较长的管廊工程应按长度或面积确定检验点数。

6 压实地基的验收应符合相关的地基验收规定。

5.7.3 强夯处理地基的质量检验及验收应符合下列规定：

1 强夯处理后的地基竣工验收承载力检验，应在施工结束后间隔一定时间方能进行，对于碎石土和砂土地基，其间隔时间可取 7~14d；粉土和黏性土地基可取 14~28d。当有孔隙水压力测试时，可按孔隙水压力消散 80%以上时间作为间隔时间。

2 强夯处理后的地基竣工验收时，承载力检验应采用原位测试和室内土工试验。原位测试方法可采用平板载荷试验和标准贯入试验或动力触探试验等方法。

3 强夯地基承载力检验的数量，应根据场地复杂程度和管廊的重要性确定，一般情况下，按每 400m² 地基不少于 1 点，且总数不少于 3 点；对于干线综合管廊、重要的缆线管廊或舱室下的地基，可适当增加检测点数。

4 强夯地基质量检验标准应符合表 5.7.3 的规定。

表 5.7.3 强夯地基质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基强度	设计要求		按规定方法
	2	地基承载力	设计要求		按规定方法
一般项目	1	夯锤落距	mm	±300	钢索设标志
	2	锤重	kg	±100	称重
	3	夯击遍数及顺序	设计要求		计数法
	4	夯点间距	mm	±500	用钢尺量
	5	夯击范围(超出基础范围距离)	设计要求		用钢尺量
	6	前后两遍间歇时间	设计要求		/

5.7.4 预压地基的质量检验及验收应符合下列规定：

1 排水竖井处理深度范围内和竖井底面以下受压土层，经预压所完成的竖向变形和平均固结度应满足设计要求；

2 应对预压的地基土进行原位十字板剪切试验或静力触探和室内土工试验；

3 必要时，尚应进行现场载荷试验，数量不应少于 3 点。

4 采用塑料排水带的预压地基，其质量检验标准应符合表 5.7.4 的规定。

表 5.7.4 预压地基和塑料排水带质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	预压载荷	%	≤ 2	水准仪
	2	固结度(与设计要求比)	%	≤ 2	根据设计要求采用不同的方法
	3	承载力或其他性能指标	设计要求		按规定方法
一般项目	1	沉降速率(与控制值比)	%	± 10	水准仪
	2	砂井或塑料排水带位置	mm	± 100	用钢尺量
	3	砂井或塑料排水带插入深度	mm	± 200	插入时用经纬仪检查
	4	插入塑料排水带时的回带长度	mm	≤ 500	用钢尺量
	5	塑料排水带或砂井高出砂垫层距离	mm	≥ 200	用钢尺量
	6	插入塑料排水带的回带根数	%	< 5	目测

5.7.5 复合地基的质量检验及验收应符合下列规定：

1 复合地基施工结束后，均应间隔一定时间后方可进行质量检验，并应满足《建筑地基处理技术规范》JGJ79 和《建筑地基处理技术规范》DBJ15-38 的规定。

2 复合地基的承载力应采用载荷试验，试验数量不应少于总桩数的 1%且每个单位工程不应少于 3 点。

3 土和灰土挤密桩地基质量检验标准应符合表 5.7.5-1 的规定。

表 5.7.5-1 土和灰土挤密桩地基质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩体及桩间土干密度	设计要求		现场取样检查
	2	桩长	mm	+500	测桩管长度或垂球测孔深
	3	地基承载力	设计要求		按规定的办法
	4	桩径	mm	-20	用钢尺量
一般项目	1	土料有机质含量	%	≤ 5	试验室焙烧法
	2	石灰粒径	mm	≤ 5	筛分法
	3	桩位偏差	满堂（舱）布桩 $\leq 0.40D$ 条（廊）形布桩 $\leq 0.25D$		用钢尺量，D 为桩径
	4	垂直度	%	< 50	用经纬仪测桩管
	5	桩径	mm	$< 0.04D$	用钢尺量

注：桩径允许偏差负值是指个别断面。

5 水泥粉煤灰碎石桩复合地基的质量检验标准应符合表 5.7.5-2 的规定。

表 5.7.5-2 水泥粉煤灰碎石桩复合地基质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	原材料	设计要求		查产品合格证书或抽样送检
	2	桩径	mm	-20	用钢尺量或计算填料量
	3	桩身强度	设计要求		查 28d 试块强度
	4	地基承载力	设计要求		按规定的办法
一般项目	1	桩身完整性	按桩基检测技术规范		按桩基检测技术规范
	2	桩位偏差	满堂（舱）布桩 $\leq 0.40D$ 条（廊）形布桩 $\leq 0.25D$		用钢尺量，D 为桩径
	3	桩垂直度	%	≤ 1.5	用经纬仪测桩管
	4	桩长	mm	+100	测桩管长度或垂球测孔深
	5	褥垫层夯填度	≤ 0.9		用钢尺量

注：1、夯填度指夯实后的褥垫层厚度与虚体厚度的比值；

2、桩径允许偏差负值是指个别断面。

6 水泥土搅拌桩地基质量检验标准应符合表 5.7.5-3 的规定。

表 5.7.5-3 水泥土搅拌桩地基质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	水泥及外渗剂质量	设计要求		查产品合格证书或抽样送检
	2	水泥用量	参数指标		查看流量计
	3	桩体强度	设计要求		按规定办法
	4	地基承载力	设计要求		按规定办法
一般项目	1	机头提升速度	m/min	≤ 0.5	量机头上升距离及时间
	2	桩底标高	mm	± 200	测机头深度
	3	桩顶标高	mm	+200 -50	水准仪(最上部 500mm 不计入)
	4	桩位偏差	mm	< 50	用钢尺量
	5	桩径	$< 0.04D$		用钢尺量，D 为桩径
	6	垂直度	%	≤ 1.5	经纬仪
	7	搭接	mm	> 200	用钢尺量

7 注浆地基的质量检验标准应符合表 5.7.5-4 的规定。

表 5.7.5-4 注浆地基质量检验标准

项目	序号	检查项目		允许偏差或允许值		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	原材料检验	水泥	设计要求		查产品合格证书或抽样送检
			注浆用砂：粒径	mm	<2.5	试验室试验
			细度模数		<2.0	
			含泥量及有机物含量	%	<3	
			注浆用粘土：塑性指数		>14	试验室试验
			粘粒含量	%	>25	
			含砂量	%	<5	
			有机物含量	%	<3	
			粉煤灰：细度	不粗于同时使用的水泥		试验室试验
			烧失量	%	<3	
			水玻璃：模数	2.5~3.3		抽样送检
			其他化学浆液	设计要求		查产品合格证书或抽样送检
一般项目	2	注浆体强度		设计要求		取样检验
	3	地基承载力		设计要求		按规定方法
	1	各种注浆材料称量误差		%	<3	抽查
	2	注浆孔位		mm	±20	用钢尺量
	3	注浆孔深		mm	±100	量测注浆管长度
	4	注浆压力(与设计参数比)		%	±10	检查压力表读数

8 高压喷射注浆地基的质量检验标准应符合表 5.7.5-5 的规定。

表 5.7.5-5 高压喷射注浆地基质量检验标准

项目	序号	检查项目		允许偏差或允许值		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	水泥及外掺剂质量		符合出厂要求		查产品合格证书或抽样送检
	2	水泥用量		设计要求		查看流量计及水泥浆水灰比
	3	桩体强度或完整性检验		设计要求		按规定方法
	4	地基承载力		设计要求		按规定方法
一般项目	1	钻孔位置		mm	≤50	用钢尺量
	2	钻孔垂直度		%	≤1.5	经纬仪测钻杆或实测
	3	孔深		mm	±200	用钢尺量
	4	注浆压力		按设定参数指标		查看压力表
	5	桩体搭接		mm	>200	用钢尺量
	6	桩体直径		mm	≤50	开挖后用钢尺量

表 5.7.5-5 高压喷射注浆地基质量检验标准 (续)

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
一般项目	7	桩身中心允许偏差		$\leq 0.2D$	开挖后桩顶下 500mm 处用钢尺量, D 为桩径

5.7.6 刚性桩基础的质量检验及验收应符合下列规定:

1 刚性桩基础应对基桩完整性和承载力进行检测,作为刚性桩复合地基时尚应检测复合地基承载力特征值。

2 完整性检测可采用高应变法或低应变法、声波透射法、钻芯法,检测数量应符合《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 和《建筑地基基础检测规范》DBJ15-60 的规定;

3 桩基承载力检测应采用单桩静荷载试验或高应变法,检测数量不少于总桩数的 1%且不应少于 3 点。

4 复合地基承载力特征值检测应采用静荷载试验。检测数为基桩总数的 0.5%~1%,且不应小于 3 点。

5 静力压桩的质量检验标准应符合表 5.7.6-1 的规定。

表 5.7.6-1 静力压桩质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩体质量检验	按基桩检测技术规范		按基桩检测技术规范
	2	桩位偏差	按 GB50202 规定		用钢尺量
	3	承载力	按基桩检测技术规范		按基桩检测技术规范
一般项目	1	成品桩质量: 外观	表面平整, 颜色均匀, 掉角深度 < 10mm, 蜂窝面积小于总面积 0.5%		直观
		外形尺寸	按 GB50202		用钢尺量或水平尺量
		强度	满足设计要求		查产品合格证书或钻芯试压
	2	硫磺胶泥质量(半成品)	设计要求		查产品合格证书或抽样选检

表 5.7.6-1 静力压桩质量检验标准 (续)

项目	序号	检查项目		允许偏差或允许值		检查方法
				单位	数值	
一般项目	3	接桩	电焊接桩焊接: (1) 上下端部错口 (外径 $\geq 700\text{mm}$)	mm	≤ 3	用钢尺量
			(2) 焊缝咬边深度 (外径 $< 700\text{mm}$)	mm	≤ 2	用钢尺量
			(3) 焊缝咬边深度	mm	≤ 0.5	焊缝检查仪
			(4) 焊缝加强层高度	mm	2	焊缝检查仪
			(5) 焊缝加强层宽度	mm	2	焊缝检查仪
			(5) 焊缝电焊质量外观	无气孔, 无焊瘤, 无裂缝		直观
			(6) 焊缝探伤检验	满足设计要求		按设计要求
			电焊结束后停歇时间	min	> 1.0	秒表测定
		硫磺胶泥接桩: 胶泥浇注时间 浇注后停歇时间	min	< 2	秒表测定	秒表测定
			min	> 7	秒表测定	
	4	电焊条质量		设计要求		查产品合格证书
	5	压桩压力(设计有要求时)		%	± 5	查压力表读数
	6	接桩时上下节平面偏差 接桩时节点弯曲矢高		mm	< 10 $< 1/1000l$	用钢尺量 用钢尺量, l 为两节桩长
	7	桩顶标高		mm	± 50	水准仪

6 混凝土灌注桩的质量检验标准应符合表 5.7.6-2 的规定。

表 5.7.6-2 混凝土灌注桩质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩位	按 GB50202 规定		基坑开挖前量护筒, 开挖后量桩中心
	2	孔深	mm	$+300$	只深不浅, 用重锤测, 或测钻杆、套管长度, 嵌岩桩应确保进入设计要求的嵌岩深度
	3	桩体质量检验	按基桩检测技术规范。 如钻芯取样, 大直径嵌岩桩应钻至尖下 50cm		按基桩检测技术规范
	4	混凝土强度	设计要求		试件报告或钻芯取样送检
	5	承载力	按基桩检测技术规范		按基桩检测技术规范

表 5.7.6-2 混凝土灌注桩质量检验标准 (续)

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
一般项目	1	垂直度	%	<1	测套管或钻杆, 或用超声波探测, 干施工时吊垂球
	2	桩径: 泥浆护壁 套管成孔 干成孔	mm	±50 -20 -20	井径仪或超声波检测, 干施工时用钢尺量, 人工挖孔桩不包括内衬厚度
	3	泥浆比重(粘土或砂性土中)	1.15~1.20		用比重计测, 清孔后在距孔底50cm处取样
	4	泥浆面标高(高于地下水位)	m	0.5~1.0	目测
	5	沉渣厚度: 端承桩 摩擦桩	mm mm	≤50 ≤150	用沉渣仪或重锤测量
	6	混凝土坍落度: 水下灌注 干施工	mm mm	160~220 70~100	坍落度仪
	7	钢筋笼安装深度	mm	±100	用钢尺量
	8	混凝土充盈系数	>1		检查每根桩的实际灌注量
	9	桩顶标高	mm	+30 -50	水准仪, 需扣除桩顶浮浆层及劣质桩体

6 钢筋混凝土现浇结构

6.1 一般规定

6.1.1 施工前，应由建设单位组织设计、施工、监理等单位对设计文件进行交底和图纸会审。需由施工图深化设计单位应具备相应设计纸质，深化设计文件应经原设计单位认可，并经施工图审查机构审查，施工图未经审查合格的，不得使用。

6.1.2 用于管廊现浇混凝土实体结构的材料必须经送检合格后，方可使用。

6.1.3 施工单位应保证施工资料真实、有效、完整和齐全。施工项目技术负责人应组织施工全过程的资料编制、收集、整理和审核，并应及时存档、备案。

6.1.4 施工前，施工单位编制的施工组织设计方案或专项施工方案，应经监理单位审核批准后组织实施。涉及危险性较大的分部分项工程，应由施工单位组织专家论证通过后，再经监理单位审核批准后组织实施。

6.2 模板工程

6.2.1 模板及其支撑体系的承载力、刚度和整体稳定性验算应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的规定。

6.2.2 模板及支撑体系的拆除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的规定和施工方案的要求。

6.2.3 模板设计应包括下列主要内容：

- 1 模板的形式和材质的选择；
- 2 模板及其支架的强度、刚度及稳定性验算，其中包括立杆支承面积的计算，受力铁件的垫板厚度及与木材接触面积的计算；
- 3 各部分模板的结构设计，各结合部位的构造，以及预埋件、止水板等的固定方法；
- 4 脱模剂的选用；
- 5 模板及其支架的拆除顺序、方法及保证安全措施。

6.2.4 混凝土模板安装应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的相关规定执行，并应符合下列规定：

- 1 管廊侧墙与顶板连续施工时，侧墙内模立柱不得同时作为顶板模板立柱；顶板支架的斜杆或横向连杆不得与侧墙模板的杆件相连接；
- 2 侧墙模板安装可在钢筋绑完后，随混凝土浇筑分层安装模板，或采用一次安装到顶而分层浇筑混凝土的施工方法；
- 3 安装侧墙的最下一层模板时，应在适当位置预留清扫杂物用的窗口；在浇筑混凝土前，应将模板内部清扫干净，经检验合格后，再将窗口封闭；

- 4 侧墙模板施工时, 应设置确保墙体直顺和防止浇筑混凝土时模板倾覆的装置;
- 5 侧墙模板安装完成后, 在浇筑前应将模板充分淋水湿润; 拆模时, 应先拆内模;
- 6 采用穿墙螺栓来平衡混凝土浇筑对模板的侧压力时, 应选用两端能拆卸的螺栓, 并应符合下列规定:
 - 1) 两端能拆卸的螺栓中部宜加焊止水环, 且止水环不宜采用圆形;
 - 2) 螺栓拆卸后混凝土壁面应留有 40~50mm 深的锥形槽;
 - 3) 在侧墙形成的螺栓锥形槽, 应采用无收缩、易密实、具有足够强度、与侧墙混凝土颜色一致或接近的材料封堵, 封堵完毕的穿墙螺栓孔不得有收缩裂缝和湿渍现象;
- 7 跨度不小于 4m 的现浇钢筋混凝土梁、板, 其模板应按设计要求起拱; 设计无具体要求时, 起拱度宜为跨度的 1/1000~ 3/1000;
- 8 设有变形缝的管廊, 其变形缝处的端面模板安装尚应符合下列规定:
 - 1) 变形缝止水带安装应固定牢固、线形平顺、位置准确;
 - 2) 止水带面中心线应与变形缝中线对正, 嵌入混凝土结构端面的位置应符合设计要求;
 - 3) 止水带和模板安装中, 不得损伤带面, 不得在止水带上穿孔或用铁钉固定就位;
 - 4) 端面模板安装位置应正确, 支撑牢固, 无变形、松动、漏缝等现象;
- 9 固定在模板上的预埋管、预埋件的安装必须牢固, 位置准确; 安装前应清除铁锈和油污, 安装后应做标志;
- 10 模板支架的立杆和斜杆的支点应垫木板或方木。

6.2.5 混凝土模板的拆除应符合下列规定:

- 1 整体现浇混凝土的模板支架拆除应符合下列规定:
 - 1) 侧墙模板, 应在混凝土强度能保证其表面及棱角不因拆除模板而受损坏时, 方可拆除;
 - 2) 顶板模板, 应在与结构同条件养护的混凝土试块达到表 6.2.5 规定强度, 方可拆除;

表 6.2.5 整体现浇混凝土底模板拆模时所需的混凝土强度

序号	构件类型	构件跨度 L(m)	达到设计的混凝土立方体抗压强度的百分率<%
1	板	≤ 2	≥ 50
		$2 < L \leq 8$	≥ 75
		> 8	≥ 100
2	梁, 拱、壳	≤ 8	≥ 75
		> 8	≥ 100
3	悬臂构件	—	≥ 100

- 2 模板拆除时, 不对顶板形成冲击荷载; 拆下的模板和支架不得撞击底板顶面和侧墙面。

6.3 钢筋工程

6.3.1 浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

- 1 纵向受力钢筋的牌号、规格、数量、位置；
- 2 钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；
- 3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、间距、位置，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 4 预埋件的规格、数量和位置；
- 5 钢筋、成型钢筋进场检验，当满足下列条件之一时，其检验批容量可扩大一倍：
 - 1) 获得认证的钢筋、成型钢筋；
 - 2) 同一厂家、同一牌号，同一规格的钢筋，连续三批均一次检验合格；
 - 3) 同一厂家、同一类型、同一钢筋来源的成型钢筋，连续三批均一次检验合格。

6.3.2 钢筋进场检验以及钢筋加工、连接、安装等应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的相关规定执行，并应符合下列规定：

1 受力钢筋的连接方式应符合设计要求、设计无要求时，应优先选择机械连接、焊接；不具备机械连接、焊接连接条件时，可采用绑扎搭接连接；

2 相邻纵向受力钢筋的绑扎接头宜相互错开，绑扎搭接接头中钢筋的横向净距不应小于钢筋直径，且不小于 25mm；并应符合下列规定：

- 1) 钢筋搭接处，应在中心和两端用钢丝扎牢；
- 2) 同一连接区段内，纵向受力钢筋搭接接头面积百分率应满足设计要求；设计无具体要求时，受压区不得超过 50%；受拉区不得超过 25%；管廊底部和顶部与侧墙施工缝处的预埋竖向钢筋可按 50% 控制，并按本规范规定的受拉区钢筋搭接长度增加 30%；
- 3) 设计无要求时，纵向受力钢筋绑扎搭接接头的最小搭接长度应按表 6.3.2 的规定执行；

表 6.3.2 钢筋绑扎接头的最小搭接长度

序号	钢筋级别	受拉区	受压区
1	HPB235	35d _e	30d _e
2	HRB335	45d _e	40d _e
3	HRB400	55d _e	50d _e
4	低碳冷拔钢丝	300mm	200mm

注：d_e为钢筋直径，单位 mm。

3 受力钢筋采取机械连接、焊接连接时，应按设计要求及现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的相关规定执行；

4 钢筋安装时的保护层厚度尺寸的控制应符合下列规定：

- 1) 钢筋的加工尺寸、模板和钢筋的安装位置应正确；
- 2) 控制保护层的垫块、杆件等尺寸正确、布置合理、支垫稳固；

5 变形缝止水带安装部位、预留开孔等处的钢筋应预先制作成型，安装位置准确、尺寸正确、安装牢固；

6 预埋件、预埋螺栓及插筋等，其埋入部分不得超过混凝土结构厚度的 3/4。

6.4 混凝土工程

6.4.1 混凝土强度检验应符合下列规定：

1 混凝土强度应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定分批检验评定。划入同一检验批的混凝土，其施工持续时间不宜超过 3 个月。

检验评定混凝土强度时，应采用 28d 或设计规定龄期的标准养护试件。试件成型方法及标准养护条件应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定。采用蒸汽养护的构件，其试件应先随构件同条件养护，然后再置入标准养护条件下继续养护至 28d 或设计规定龄期。

2 当采用非标准尺寸试件时，应将其抗压强度乘以尺寸折算系数，折算成边长为 150mm 的标准尺寸试件抗压强度。尺寸折算系数应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 采用。

3 当混凝土试件强度评定不合适时，应委托具有资质的检测机构按国家现行有关标准的规定对结构构件中的混凝土强度进行检测推定。

4 混凝土有耐久性指标要求时，应按现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的规定检验评定。

5 大批量、连续生产的同一配合比混凝土，混凝土生产单位应提供基本性能试验报告。

6 预拌混凝土的原材料质量、制备等应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

7 水泥、外加剂进场检验，当满足下列条件之一时，其检验批容量可扩大一倍：

1) 获得认证的产品；

2) 同一厂家、同一品种、同一规格的产品，连续三次进场检验均一次检验合格。

6.4.2 混凝土浇筑的施工方案应包括下列主要内容：

1 混凝土配合比设计及外加剂的选择；

2 混凝土的搅拌及运输；

3 混凝土的分仓布置、浇筑顺序、速度及振捣方法；

4 预留施工缝后浇带的位置及要求；

5 预防混凝土施工裂缝的措施；

6 季节性施工的特殊措施；

7 控制工程质量的措施；

8 搅拌、运输及振捣机械的型号与数量。

6.4.3 混凝土原材料的质量控制应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的相关规定执行，并应符合下列规定：

1 主体结构的混凝土宜使用同品种、同强度等级的水泥拌制；可按底板、侧墙、顶板等分别采用同品种、同强度等级的水泥；

2 配制现浇混凝土的水泥应符合下列规定：

1) 宜采用普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥；掺用外加剂时，可采用矿渣硅酸盐水泥；

2) 水泥进场时应进行性能指标复验，其质量必须符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 等的规定；严禁使用含氯化物的水泥；

3) 对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月（快硬硅酸盐水泥超过一个月）时，应进行复验，并按复验结果使用；

3 粗、细骨料的质量应符合国家现行标准《混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定，且符合下列规定：

1) 粗骨料最大颗粒粒径不得大于结构截面最小尺寸的 1/4，不得大于钢筋最小净距的 3/4，同时不宜大于 40mm；采用多级级配时，其规格及级配应通过试验确定；

2) 粗骨料的含泥量不应大于 1%，吸水率不应大于 1.5%；

3) 混凝土的细骨料，宜采用中、粗砂，其含泥量不应大于 3%；

4 拌制混凝土宜采用对钢筋混凝土的强度及耐久性无影响的洁净水；

5 外加剂的质量及技术指标应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 和有关环境保护的规定，并通过试验确定其适用性和用量；不得掺入含有氯盐成分的外加剂；

6 掺用矿物掺合料时，其质量应符合国家有关标准规定，且矿物掺合料的掺量应通过试验确定；

7 混凝土中碱的总含量应符合现行国家标准《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 的规定和设计要求。

6.4.4 混凝土配合比及拌制应符合下列规定：

1 配合比的设计，应保证结构设计要求的强度和抗渗、抗冻性能，并满足施工的要求；

2 配合比应通过计算和试配确定；

3 宜选择具有一定自补偿性能的材料配比；或在满足设计和施工要求的前提下，应适量降低水泥用量；

4 混凝土拌制前，应测定砂、石含水率并根据测试结果调整材料用量，确定施工配合比；

5 首次使用的混凝土配合比应进行开盘鉴定，其工作性质满足设计配合比的要求；开始生产时应至少留置一组标准养护试件，作为验证配合比的依据；

5 混凝土原材料每盘称量的偏差应符合表 6.4.4 的规定。

表 6.4.4 原材料每盘称量的允许偏差

序号	材料名称	允许偏差 (%)
1	水泥、掺合料	±2
2	粗、细骨料	±3
3	水、外加剂	±2

注：1、各种衡器应定期校验，每次使用前应用进行零点校核，保持计量准确；

2、雨期或含水率有显著变化时，应增加含水率检测次数，并及时调整水和骨料用量。

6.4.5 混凝土试块的留置及混凝土试块验收合格标准应符合下列规定：

1 混凝土试块应在混凝土的浇筑地点随机抽取；

2 混凝土抗压强度试块的留置应符合下列规定：

1) 标准试块：每构筑物的同一配合比的混凝土，每工作班、每拌制 100m^3 混凝土为一个验收批，应留置一组，每组三块；当同一部位、同一配合比的混凝土一次连续浇筑超过 1000m^3 时，每拌制 200m^3 混凝土为一个验收批，应留置一组，每组三块；

2) 与结构同条件养护的试块：根据施工方案要求，按拆模和施工期间临时荷载等需要的数量留置；

3 抗渗试块的留置应符合下列规定：

1) 同一配合比的混凝土，每构筑物按底板、侧墙和顶板等部位，每一部位每浇筑 500m^3 混凝土为一个验收批，留置一组，每组六块；

2) 同一部位混凝土一次连续浇筑超过 2000m^3 时，每浇筑 1000m^3 混凝土为一个验收批，留置一组，每组六块；

4 混凝土的抗压、抗渗试块符合下列规定的，应判定为验收合格：

1) 同批混凝土抗压试块的强度应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GBJ107 的规定评定，评定结果必须符合设计要求；

2) 抗渗试块的抗渗性能不得低于设计要求。

6.4.6 混凝土的浇筑必须在模板和支架检验符合施工方案要求后，方可进行；入模时应防止离析，连续浇筑时每层浇筑高度应满足振捣密实的要求。

6.4.7 采用振捣器捣实混凝土应符合下列规定：

1 振捣时间，应使混凝土表面呈现浮浆并不再沉落；

2 插入式振捣器的移动间距，不宜大于作用半径的 1.5 倍；振捣器距离模板不宜大于振捣器作用半径的 $1/2$ ；并应尽量避免碰撞钢筋、模板、止水带、预埋管（件）等；振捣器宜插入下层混凝土 50mm ；

3 表面振动器的移动间距，应能使振动器的平板覆盖已振实部分的边缘；

4 浇筑预留孔洞、预埋管、预埋件及止水带等周边混凝土时，应辅以人工插捣。

6.4.8 变形缝处止水带下部以及腋角下部的混凝土浇筑作业，应确保混凝土密实，且止水带不发生位

移。

6.4.9 混凝土运输、浇筑及间歇时间不应超过混凝土的初凝时间。同一施工段的混凝土应连续浇筑，并应在底层混凝土初凝之前将上一层混凝土浇筑完毕。底层混凝土初凝后浇筑上一层混凝土时，应留置施工缝。

6.4.10 混凝土底板和顶板，应连续浇筑不得留置施工缝；设计有变形缝时，应按变形缝分仓浇筑。

6.4.11 管廊的施工缝设置应符合设计要求，设计无要求时，应符合下列规定：

1 侧墙与底部相接处的施工缝，宜留在底板上面不小于 200mm 处；底板与侧墙连接有腋角时，宜留在腋角上面不小于 200mm 处；

2 侧墙与顶部相接处的施工缝，宜留在顶板下面不小于 200mm 处；有腋角时，宜留在腋角下部。

3 施工缝处宜按施工图要求施工止水钢板。

6.4.12 浇筑施工缝处混凝土应符合下列规定：

1 已浇筑混凝土的抗压强度不应小于 2.5MPa；

2 在已硬化的混凝土表面上浇筑时，应凿毛和冲洗干净，并保持湿润，但不得积水；

3 浇筑前，施工缝处应先铺一层与混凝土强度等级相同的水泥砂浆，其厚度宜为 15~30mm；

4 混凝土应细致捣实，使新旧混凝土紧密结合。

6.4.13 后浇带浇筑应在两侧混凝土养护不少于 42d 以后进行，其混凝土技术指标不得低于其两侧混凝土。

6.4.14 浇筑侧墙混凝土时，应分层、连续浇筑。

6.4.15 混凝土浇筑完成后，应按施工方案及时采取有效的养护措施，并应符合下列规定：

1 应在浇筑完成后的 12h 以内，对混凝土加以覆盖并保湿养护；

2 混凝土浇水养护的时间不得少于 14d，保持混凝土处于湿润状态；

3 用塑料布覆盖养护时，敞露的混凝土表面应覆盖严密，并应保持塑料布内有凝结水；

4 混凝土强度达到 1.2MPa 前，不得在其上踩踏或安装模板及支架。

6.4.16 浇筑大体积混凝土结构时，应有专项施工方案和相应的技术措施。

6.5 质量检验与验收

6.5.1 模板制安质量验收应符合下列规定：

主控项目

1 模板及支撑体系等材料进场时应抽样检验模板和支撑体系材料的外观、规格和尺寸，相关技术指标应符合国家现行有关标准的规定。

检查数量：按国家现行有关标准的规定确定。

检验方法：检查质量证明文件；观察，尺量。

2 模板及支撑体系的安装质量，应符合国家现行有关标准的规定和施工方案的要求。

检查数量：按国家现行有关标准的规定确定。

检验方法：按国家现行有关标准的规定执行。

3 后浇带位置的模板及支撑体系应独立设置。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

4 支撑架体或竖向模板安装在土层上时，应符合下列规定：土层应坚实、平整，其承载力应满足施工方案要求；应有防水、排水措施；支撑架竖杆下应有底座或垫板。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；检查土层承载力验算或现场架体沉降监测报告。

一般项目

5 模板安装应符合下列规定：模板的接缝应严密；模板内不应有杂物、积水等；模板与混凝土的接触面应平整、清洁；用作模板的地坪、胎膜等应平整、清洁，不应有影响构件质量的下沉、裂缝、起砂或起鼓；对清水混凝土及装饰混凝土构件，应使用能达到设计效果的模板。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6 隔离剂的品种和涂刷方法应符合施工方案的要求。隔离剂不得影响结构性能及装饰施工；不得沾污钢筋、预应力筋、预埋件和混凝土接槎处；不得对环境造成污染。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件；观察。

7 模板的起拱应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的规定，并应符合设计和施工方案的要求。

检查数量：在同一检验批内，对梁，跨度大于 18m 时应全数检查，跨度不大于 18m 时应抽查构件数量的 10%，且不应少于 3 件；对板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间；对大空间结构，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且不少于 3 面。

检验方法：水准仪或尺量。

8 现浇混凝土结构多层连续支模应符合施工方案的规定。上下层模板支架的竖杆宜对准。竖杆下垫板的设置应符合施工方案的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9 固定在模板上的预埋件和预留孔洞不得遗漏，且应安装牢固。有抗渗要求的混凝土结构中的预埋件，应按设计及施工方案的要求采取防渗措施。

预埋件和预留孔洞的位置应满足设计和施工方案的要求。当设计无具体要求时，其位置偏差应符合表 6.5.1-1 的规定。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱，应抽查构件数量的 10%，且不应少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不应少于 3 面。

检验方法：观察、尺量。

表 6.5.1-1 预埋件和预留孔洞的安装允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
预埋板中心线位置		3
预埋管、预留孔中心线位置		3
插筋	中心线位置	5
	外露长度	+10, 0
预埋螺栓	中心线位置	2
	外露长度	+10, 0
预留洞	中心线位置	10
	尺寸	+10, 0

注：检查中心线位置时，沿纵、横两个方向量测，并取其中偏差的最大值。

10 现浇结构模板安装的偏差及检验方法应符合表 6.5.1-2 的规定。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱，应抽查构件数量的 10%，且不应少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不应少于 3 面。

表 6.5.1-2 现浇结构模板安装的允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
轴线位置		5	尺量
底模上表面标高		±5	水准仪或拉线、尺量
模板内部尺寸	基础	±10	尺量
	柱、墙、梁	±5	尺量
	梯级相邻踏步高差	5	尺量
柱、墙垂直度	层高≤6m	8	经纬仪或吊线、尺量
	层高>6m	10	经纬仪或吊线、尺量
相邻模板表面高差		2	尺量
表面平整度		5	2m 靠尺和塞尺量测

注：检查轴线位置，当有纵横两个方向时，沿纵、横两个方向量测，并取其中偏差的较大值。

6.5.2 钢筋质量验收应符合下列规定：

1 原材料质量验收应符合下列规定：

主控项目

1) 钢筋进场时, 应按国家现行相关标准的规定抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验, 检验结果应符合相应标准的规定。

检查数量: 按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法: 检查质量证明文件和抽样检验报告。

2) 成型钢筋进场时, 应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验, 检验结果应符合国家现行有关标准的规定。

对由热轧钢筋制成的成型钢筋, 当有施工单位或监理单位的代表驻厂监督生产过程, 并提供原材料钢筋力学性能第三方检验报告时, 可仅进行重量偏差检验。

检查数量: 同一厂家、同一类型、同一钢筋来源的成型钢筋, 不超过 30t 一批, 每批中每种钢筋牌号、规格均应至少抽取 1 个钢筋试件, 总数不应少于 3 个。

检验方法: 检查质量证明文件的抽样检验报告。

3) 对按一、二、三级抗震等级设计的框架和斜撑构件 (含梯段) 中的纵向受力普通钢筋应采用 HRB335E、HRB400E、HRB500E、HRBF335E、HRBF400E 或 HRBF500E 钢筋, 其强度和最大力下总伸长率的实测值应符合下列规定: 抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25; 屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.30; 最大力下总伸长率不应小于 9%。

检查数量: 按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法: 检查抽样检验报告。

一般项目

4) 钢筋应平直、无损伤, 表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 观察。

5) 成型钢筋的外观质量和尺寸偏差应符合国家现行有关标准的规定。

检查数量: 同一厂家、同一类型的成型钢筋, 不超过 30t 为一批, 每批随机抽取 3 个成型钢筋。

检验方法: 观察, 尺量。

6) 钢筋机械连接套筒、钢筋锚固板以及预埋件等的外观质量应符合国家现行有关标准的规定。

检查数量: 按国家现行有关标准的规定确定。

检验方法: 检查产品质量证明文件; 观察, 尺量。

2 钢筋加工质量验收应符合下列规定:

主控项目

1) 钢筋弯折的弯弧内直径应符合下列规定: 光圆钢筋, 不应小于钢筋直径的 2.5 倍; 335MPa 级、400MPa 级带肋钢筋, 不应小于钢筋直径的 4 倍; 500MPa 级带肋钢筋, 当直径为 28mm 以下时不应小于钢筋直径的 6 倍, 当直径为 28mm 以上时不应小于钢筋直径的 7 倍; 箍筋弯折处尚不应小于纵向受力钢筋

的直径。

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

2) 纵向受力钢筋的弯折后平直段长度应符合设计要求。光圆钢筋末端做 180° 弯钩时，弯钩的平直段长度不应小于钢筋直径的 3 倍。

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

3) 箍筋、拉筋的末端应按设计要求做弯钩，并应符合下列规定：对一般结构构件，箍筋弯钩的弯折角度不应小于 90°，弯折后平直段长度不应小于箍筋直径的 5 倍；对有抗震设防要求或设计有专门要求的结构构件，箍筋弯钩的弯折角度不应小于 135°，弯折后平直段长度不应小于箍筋直径的 10 倍；圆形箍筋的搭接长度不应小于其受拉锚固长度，且两末端弯钩的弯折角度不应小于 135°，弯折后平直段长度对一般结构构件不应小于箍筋直径的 5 倍，对有抗震设防要求的结构构件不应小于箍筋直径的 10 倍；梁、柱复合箍筋中的单肢箍筋两端弯钩的弯折角度均不应小于 135°，弯折后平直段长度应符合本条第 1 款对箍筋的有关规定。

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

4) 盘卷钢筋调直后应进行力学性能和重量偏差的检验，其强度应符合国家现行有关标准规定，其断后伸长率、重量偏差应符合表 6.5.2-1 的规定。力学性能和重量偏差检验应符合下列规定：应对 3 个试件先进行重量偏差检验，再取其中两个试件进行力学性能检验。重量偏差应按下列公式计算：

$$\Delta = \frac{W_d - W_0}{W_0} \times 100$$

式中：△——重量偏差（%）；

W_d ——3 个调直钢筋试件的实际重量之和（kg）；

W_0 ——钢筋理论重量（kg），取每米理论重量（kg/m）与 3 个调直钢筋试件长度之和（m）的乘积。

5) 检验重量偏差时，试件切口应平滑并与长度方向垂直，其长度不应小于 500mm；长度和重量的量测精度分别不应低于 1mm 和 1g。采用无延伸功能的机械设备调直的钢筋，可不进行本条规定的检验。

检查数量：同一设备加工的同一牌号、同一规格的调直钢筋，重量不大于 30t 为一批，每批见证抽样 3 个试件。

检验方法：检查抽样检验报告。

表 6.5.2-1 盘卷钢筋调制后的断后伸长率、重量偏差要求

钢筋牌号	断后伸长率 A (%)	重量偏差 (%)	
		直径 6mm~12mm	直径 14mm~16mm
HPB300	≥ 21	≥ -10	—
HRB335、HRBF335	≥ 16	≥ -8	≥ -6
HRB400、HRBF400	≥ 15		
RRB400	≥ 13		
HRB500、HRBF500	≥ 14		

注：断后伸长率 A 的量测标距为 5 倍钢筋直径。

一般项目

6) 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其偏差应符合表 6.5.2-2 的规定。

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

表 6.5.2-2 钢筋加工的允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
受力钢筋沿长度方向的净尺寸	± 10
弯起钢筋的弯折位置	± 20
箍筋外廓尺寸	± 5

3 钢筋连接质量验收应符合下列规定：

主控项目

1) 钢筋的连接方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

2) 钢筋采用机械连接或焊接连接时，钢筋机械连接接头、焊接接头的力学性能、弯曲性能应符合国家现行有关标准的规定。接头试件应从工程实体中截取。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定确定。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

3) 钢筋采用机械连接时，螺纹接头应检验拧紧扭矩值，挤压接头应量测压痕直径，检验结果应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定。

检验方法：采用专用扭力扳手或专用量规检查。

一般项目

4) 钢筋接头的位置应符合设计和施工方案的要求。有抗震设防要求的结构中，梁端、柱端箍筋加密区范围内不应进行钢筋搭接。接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的 10 倍。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

5) 钢筋机械连接接头、焊接接头的外观质量及检查数量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定，钢筋接头的加工应经工艺检验合格后方可进行。

检验方法：观察，尺量。

6) 当纵向受力钢筋采用机械连接接头或焊接接头时，同一连接区段内纵向受力钢筋的接头面积百分率应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：受拉接头，不宜大于 50%；受压接头，可不受限制；直接承受动力荷载的结构构件中，不宜采用焊接；当采用机械连接时，不应超过 50%。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不应少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不应少于 3 面。

检验方法：观察，尺量。

注：接头连接区段是指长度为 $35d$ 且不小于 500mm 的区段， d 为相互连接两根钢筋的直径较小值。同一连接区段内纵向受力钢筋接头面积百分率为接头中点位于该连接区段内的纵向受力钢筋截面面积与全部纵向受力钢筋截面面积的比值。

7) 当纵向受力钢筋采用绑扎搭接接头时，接头的设置应符合下列规定：接头的横向净间距不应小于钢筋直径，且不应小于 25mm；同一连接区段内，纵向受拉钢筋的接头面积百分率应符合设计要求，当设计无具体要求时，应符合下列规定：梁类、板类及侧墙类构件，不宜超过 25%；基础筏板，不宜超过 50%。柱类构件，不宜超过 50%；当工程中确有必要增大接头面积百分率时，对梁类构件，不应大于 50%。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不应少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不应少于 3 面。

检验方法：观察，尺量。

注：接头连接区段是指长度为 1.3 倍搭接长度区段。搭接长度取相互连接两根钢筋中较小直径计算。同一连接区段内纵向受力钢筋接头面积百分率为接头中点位于该连接区段内的纵向受力钢筋截面面积与全部纵向受力钢筋截面面积的比值。

8) 梁、柱类构件的纵向受力钢筋搭接长度范围内箍筋的设置应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：箍筋直径不应小于搭接钢筋较大直径的 $1/4$ ；受拉搭接区段的箍筋间距不应大

于搭接钢筋较小直径的 5 倍，且不应大于 100mm；受压搭接区段的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 10 倍，且不应大于 200mm；当柱中纵向受力钢筋直径大于 25mm 时，应在搭接接头两个端面外 100mm 范围内设置二道箍筋，其间距宜为 50mm。

检查数量：在同一检验批内，应抽查构件数量的 10%，且不应少于 3 件。

检验方法：观察，尺量。

4 钢筋安装质量验收应符合下列规定：

主控项目

1) 钢筋安装时，受力钢筋的牌号、规格和数量必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

2) 钢筋应安装牢固。受力钢筋的安装位置、锚固方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

一般项目

3) 钢筋安装偏差及检验方法应符合表 6.5.2-3 的规定，受力钢筋保护层厚度的合格点率应达到 90%及以上，且不得有超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不应少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不应少于 3 面。

表 6.5.2-3 钢筋安装允许偏差和检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
绑扎钢筋网	长、宽	±10	尺量
	网眼尺寸	±20	尺量连续三档，取最大偏差值
绑扎钢筋骨架	长	±10	尺量
	宽、高	±5	尺量
纵向受力钢筋	锚固长度	-20	尺量
纵向受力钢筋	间距	±10	尺量两端、中间各一点，取最大偏差值
	排距	±5	
纵向受力钢筋、箍筋的混凝土保护层厚度	基础	±10	尺量
	柱、梁	±5	尺量
	板、墙、壳	±3	尺量
绑扎箍筋、横向钢筋间距		±20	尺量连续三档，取最大偏差值
钢筋弯起点位置		20	尺量
预埋件	中心位置线	5	尺量
	水平高差	+3, 0	塞尺量测

注：检查中心线位置时，沿纵、横两个方向量测，并取其中偏差的较大值。

6.5.3 现浇混凝土质量验收应符合下列规定：

1 原材料质量验收应符合下列规定：

主控项目

1) 水泥进场时，应对其品种、代号、强度等级、包装或散装编号、出厂日期等进行检查，并应对水泥的强度、安定性和凝结时间进行检验，检验结果应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 等的相关规定。

检查数量：按同一厂家，同一品种、同一代号、同一强度等级、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批，散装不超过 500t 一批，每批抽样数量不应少于一次。

检查方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

2) 混凝土外加剂进场时，应对其品种、性能出厂日期等进行检查，并应对外加剂的相关性能指标进行检验，检验结果应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119 等规定。

检查数量：按同一厂家、同一品种、同一性能、同一批号且连续进场的混凝土外加剂、不超过 50t 为一批，每批抽样数量不应少于一次。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

一般项目

3) 混凝土用矿物掺合料进场时，应对其品种、技术指标、出厂日期等进行检查，并应对矿物掺合料的相关技术指标进行检验，检验结果应符合国家现行有关标准的规定。

检查数量：按同一厂家、同一品种、同一技术指标、同一批号且连续进场的矿物掺合料，粉煤灰、石灰石粉，磷渣粉和钢铁渣粉不超过 200t 为一批，粒化高炉矿渣粉和复合矿物掺合料不超过 500t 为一批，沸石粉不超过 120t 为一批，硅灰不超过 30t 为一批，每批抽样数量不应少于一次。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

4) 混凝土原材料中的粗骨料、细骨料质量应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定，使用经过净化处理的海砂应符合现行行业标准《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206 的规定，再生混凝土骨料应符合现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 和《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 的规定。

检查数量：按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定确定。

检验方法：检查抽样检验报告。

5) 混凝土拌制及养护用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。采用饮用水时，可不检验；采用中水、搅拌站清洗水、施工现场循环水等其他水源时，应对其成分进行检验。

检查数量：同一水源检查不应少于一次。

检验方法：检查水质检验报告。

2 混凝土拌合物质量验收应符合下列规定：

主控项目

- 1) 预拌混凝土进场时，其质量应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件。

- 2) 混凝土拌合物不应离析。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

- 3) 混凝土中氯离子含量和碱总含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定和设计要求。

检查数量：同一配合比的混凝土检查不应少于一次。

检验方法：检查原材料试验报告和氯离子、碱的总含量计算书。

- 4) 首次使用混凝土配合比应进行开盘鉴定，其原材料、强度、凝结时间、稠度等应满足设计配合比的要求。

检查数量：同一配合比的混凝土检查不应少于一次。

检验方法：检查开盘鉴定资料和强度试验报告。

一般项目

- 5) 混凝土拌合物坍落度塌落度应满足施工方案的要求。检查数量：对同一配合比混凝土，取样应符合下列规定：每拌制不超过 100m^3 时，取样不得少于一次；连续浇筑超过 1000m^3 时，每 200m^3 取样不得少于一次；每一施工层或每一施工段取样不得少于一次。

检验方法：检查稠度抽样检验记录。

- 6) 混凝土有耐久性指标要求时，应在施工现场随即抽取试件进行耐久性检验，其检验结果应符合国家现行有关标准的规定和设计要求。

检查数量：同一配合比的混凝土，取样不应少于一次，留置试件数量应符合国家现行标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 和《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的规定。

检验方法：检查试件耐久性试验报告。

- 7) 混凝土有抗冻要求时，应在施工现场进行混凝土含气量检验，其检验结果应符合国家现行有关标准的规定和设计要求。

检查数量：同一配合比的混凝土，取样不应少于一次，取样数量应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的规定。

检验方法：检查混凝土含气量试验报告。

3 混凝土施工质量验收应符合下列规定：

主控项目

1) 混凝土的强度等级必须符合设计要求。用于检验混凝土强度的试件应在浇筑地点随机抽取。

检查数量：对同一配合比混凝土，取样与试件留置应符合下列规定：每拌制 100 盘且不超过 100m³时，取样不得少于一次；每工作班拌制不足 100 盘时，取样不得少于一次；连续浇筑超过 1000m³时，每 200m³取样不得少于一次。

检验方法：检查施工记录及混凝土强度试验报告。

一般项目

2) 后浇带的留设位置应符合设计要求。后浇带和施工缝的留设及处理方法应符合施工方案的要求。

检查数量：全数检查；

检验方法：观察。

3) 混凝土浇筑完毕后应及时进行养护，养护时间以及养护方法应符合施工方案的要求。

检查数量：全数检查

检验方法：观察，检查混凝土养护记录。

6.5.4 现浇混凝土外观质量验收应符合下列规定：

1 现浇结构质量验收应在拆模后、混凝土表面未作修整和装饰前进行，并应做出记录；

2 已经隐蔽的不可直接观察和量测的内容，可检查隐蔽工程验收记录；

3 修整或返工的结构构件或部位应有实施前后的文字及图像记录。

4 现浇结构的外观质量缺陷应由监理单位、施工单位等各方根据其对结构性能和使用功能影响的严重程度按表 6.5.4-1 确定。

表 6.5.4-1 现浇结构外观质量缺陷

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他钢筋有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他钢筋有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他钢筋有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他钢筋有少量疏松
裂缝	裂缝从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土有缺陷或连接钢筋、连接件松动	连接部位有影响结构传动性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷

表 6.5.4-1 现浇结构外观质量缺陷（续）

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

5 现浇结构的外观质量不应有严重缺陷，对已经出现的严重缺陷，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理单位认可后进行处理；对裂缝或连接部位的严重缺陷及其他影响结构安全的严重缺陷，技术处理方案尚应经设计单位认可。对经处理的部位应重新验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查处理记录。

6 现浇结构的外观质量不应有一般缺陷。对已经出现的一般缺陷，应由施工单位按技术处理方案进行处理。对经处理的部位应重新验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查处理记录。

7 现浇结构不应有影响结构性能或使用功能的尺寸偏差；混凝土设备基础不应有影响结构性能或设备安装的尺寸偏差。对超过尺寸允许的偏差且影响结构性能或安装、使用功能的部位，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理、设计单位认可后进行处理。对经处理的部位应重新验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：量测，检查处理记录。

8 现浇结构的位置和尺寸偏差及检验方法应符合表 6.5.4-2 的规定。

检查数量：按结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，对梁、柱应抽查构件数量的 10%，且不应少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 件；对大空间结构，墙可按相邻轴线高度 5m 划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不应少于 3 面；对电梯井，应全数检查。

表 6.5.4-2 现浇结构位置和尺寸允许偏差及检验方法

项 目			允许偏差	检验方法
轴线位置	整体基础		15	经纬仪及尺量
	独立基础		10	经纬仪及尺量
	柱、墙、梁		8	尺量
垂直度	层高	≤6m	10	经纬仪或吊线、尺量
		>6m	12	经纬仪或吊线、尺量
垂直度	全高（H）		H/30000+20	经纬仪、尺量
标高	层高		±10	水准仪或拉线、尺量
	全高		±30	水准仪或拉线、尺量
截面尺寸	基础		+15，-10	尺量
	柱、梁、板、墙		+10，-5	尺量
	梯级相邻踏步高差		6	尺量
表面平整度			8	2m 靠尺和塞尺量测
预埋件中心位置	预埋板		10	尺量
	预埋螺栓		5	尺量
	预埋管		5	尺量
	其他		10	尺量
预留洞、孔中心线位置			15	尺量

注：检查柱轴线、中心线位置时，沿纵、横两个方向测量，并取其中偏差的较大值。H 为全高，单位为 mm。

7 预制装配式混凝土工程

7.1 一般规定

7.1.1 预制构件制作单位应具备相应制作的生产工艺设施,并应有完善的质量管理体系和必要的试验检测手段。

7.1.2 综合管廊预制构件制作前,应制定生产方案,生产方案应包括生产工艺、生产计划、模具方案、混凝土浇注及养护、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容。

7.1.3 管廊预制装配式混凝土结构安装施工前应制定施工组织设计、施工方案;应包括构件运输通道及临时堆场布置、构件安装方案、节点施工方法、构件安装的质量管理及安全措施等。

7.1.4 管廊预制构件应按有关规定进行结构性能检验,结构性能检验不合格的预制构件不能使用。

7.1.5 构件制作、安装用材料及配件、吊具等应符合设计要求及现行有关规范标准。

7.1.6 预制装配式混凝土工程除应符合《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1、《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836、《预制混凝土衬砌管片》GB/T 22082、《盾构法隧道施工与验收规范》规定外,尚应符合本章规定。

7.2 构件制作、运输与堆放

7.2.1 综合管廊预制装配式混凝土构件制作应采用精加工的钢模板。预制构件模具除应满足承载力、刚度和整体稳定性要求外,尚应符合下列规定:

- 1 应满足预制构件质量、生产工艺、模具组装与拆卸、周转次数等要求。
- 2 应满足预制构件预留孔洞、插筋、预埋件的安装定位要求。
- 3 预应力构件的模具应根据设计要求预设反拱。

7.2.2 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法应符合表 7.2.2 的规定。当设计有要求时,模具尺寸的允许偏差应按设计要求确定。

表 7.2.2 预制构件模板尺寸的允许偏差和检验方法

序号	检验项目及内容		允许偏差(mm)	检验方法
1	长度	≤6m	1, -2	用钢尺量平行构件高度方向,取其中偏差绝对值较大处
		>6m 且 ≤12m	2, -4	
		>12m	3, -5	
2	截面尺寸	墙板	1, -2	用钢尺测量两端或中部,取其中偏差绝对值较大处
3		其他构件	2, -4	
4	对角线差		3	用钢尺量纵、横两个方向对角线
5	侧向弯曲		1/1500 且 ≤5	拉线,用 钢尺量测侧向弯曲最大处
6	翘曲		1/1500	对角拉线测量交点间距离值的两倍

表 7.2.2 预制构件模板尺寸的允许偏差和检验方法（续）

序号	检验项目及内容	允许偏差 (mm)	检验方法
7	底模表面平整度	2	用 2m 靠尺和塞尺量
8	组装缝隙	1	用塞片或塞尺量
9	端模与侧模高低差	1	用钢尺量

7.2.3 预埋件加工的允许偏差应符合表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 预埋件加工允许偏差

序号	检验项目及内容	允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋件锚板的边长	0, -5	用钢尺量
2	预埋件锚板的平整度	1	用直尺和塞尺量
3	锚筋	长度	10, -5
		间距偏差	±10

7.2.4 固定在模具上的预埋件、预留孔洞中心位置的允许偏差应符合表 7.2.4 的规定。

表 7.2.4 模具预留孔洞中心位置的允许偏差

序号	检验项目及内容	允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋件、插筋、吊环、预留孔洞中心线位置	3	用钢尺量
2	预埋螺栓、螺母中心线位置	2	用钢尺量
3	灌浆套筒中心线位置	1	用钢尺量

7.2.5 应选用不影响构件结构性能的隔离剂。

7.2.6 混凝土浇注前应进行预制构件的隐蔽工程检查，检查项目应包括：

- 1 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距等。
- 2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、搭接长度、焊缝长度等。
- 3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度等。
- 4 预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等。
- 5 钢筋保护层厚度。
- 6 预埋管线、洞口的规格、数量、位置及固定措施。

7.2.7 预制综合管廊壁板与底板的混凝土应连续浇注，不留置施工缝。

7.2.8 预制构件采用常温养护应符合下列规定：

- 1 构件混凝土浇筑完毕，应在 12h 内对混凝土加以覆盖并保湿养护。
- 2 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土不得少于 7d；掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土，不得少于 14d。

7.2.9 预制构件采用蒸汽养护应符合下列规定：

- 1 应制定养护制度对净停、升温、恒温和降温时间进行控制。
- 2 宜在常温下静停 2h-6h，升温、降温速度不应超过 20° C/h，最高养护温度不超过 70° C。
- 3 预制构件出池的表面温度与环境温度的差值不宜超过 25° C。

7.2.10 管片制作应符合下列规定：

- 1 混凝土管片应由具备相应资质等级的厂家制造。
- 2 管片制造厂家应具有健全的质量管理体系及质量控制和质量检验制度。
- 3 管片制造应编制施工组织设计或技术方案，并经审查批准。
- 4 钢筋混凝土管片原材料应符合下列规定：
 - 1) 具备产品质量证明文件，并应复检合格。
 - 2) 宜采用非碱活性骨料：当采用碱活性骨料时，混凝土中碱含量的限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。
 - 3) 预埋件规格和性能应符合设计要求。
- 5 钢管片的钢材、焊接材料、防腐涂料、稀释剂和固化剂等材料的品种、规格、性能等应符合设计要求。
- 6 管片必须具有足够的承载能力、刚度、稳定性和良好的密封性能，并应满足管片的尺寸和形状要求。
- 7 模具验收应符合下列规定：
 - 1) 模具制造应编制完善的技术文件。
 - 2) 模具材料应符合质量要求，选用焊条的材质应与被焊物的材质相适应。
 - 3) 模具各组成部件加工精度应符合设计要求。
 - 4) 模具安装后应进行初验，符合设计要求后可试生产：在试生产的管片中，应随机抽取 3 环进行水平拼装检验，合格后方可正式验收。
- 8 合模、开模与出模应符合下列规定：
 - 1) 合模前应清理模具各部位一脱模剂涂刷应薄而均匀，无积聚、流淌现象。
 - 2) 应按模具使用说明书规定的顺序合模和开模，并应对模具进行检查。
 - 3) 螺栓孔预埋件、中心吊装孔预埋件以及其他预埋件和模具接触面应密封良好，钢筋骨架和预埋件严禁接触脱模剂。
 - 4) 管片出模强度应符合设计要求：当设计无要求时，强度应根据管片尺寸、混凝土强度设计等级、起吊方式和存放形式等因素综合确定。
 - 5) 开模和出模时应注意保护模具。
- 9 模具周转 100 次时必须进行检验，允许偏差和检验方法应符合表 7.2.10-1 的规定。

表 7.2.10-1 模具允许偏差和检验方法

项目	允许偏差 (mm)	检验工具	检查数量
宽度	± 0.4	内径千分尺	6 点/个
弧、弦长	± 0.4	样板、塞尺	2 点/个, 每点 2 次
内腔高度	$-1 \sim +2$	高度尺	4 点/个

10 应在内弧面角部进行标识, 标示内容应包括: 管片型号、管片编号、模具编号、生产日期、生产厂家。

11 管片的质量要求应符合下列规定:

- 1) 应进行结构性能检验, 检验结果应符合设计要求。
- 2) 管片强度和抗渗等级应符合设计要求。
- 3) 吊装预埋件首次使用前必须进行抗拉拔试验, 试验结果应符合设计要求。
- 4) 管片不应存在露筋、孔洞、疏松、夹渣、有害裂缝、缺棱掉角、飞边等缺陷, 麻面面积不得大于管片面积的 5%。

5) 日生产每 15 环应抽取 1 块管片进行检验, 允许偏差和检验方法应符合表 7.2.10-2 的规定。

表 7.2.10-2 管片允许偏差和检验方法

项目	允许偏差 (mm)	检验工具	检查数量
宽度	± 1	卡尺	3 点
弧、弦长	± 1	样板、塞尺	3 点
厚度	$+3, -1$	钢卷尺	3 点

12 每生产 200 环管片后应进行水平拼装检验 1 次, 其允许偏差和检验方法应符合表 7.2.10-3 的规定。

表 7.2.10-3 管片水平拼装检验允许偏差和检验方法

项目	允许偏差 (mm)	检查频率	检验工具
环向缝间隙	2	每缝测 6 点	塞尺
纵向缝间隙	2	每缝测 2 点	塞尺
成环后内径	± 2	测 4 条 (不放衬垫)	钢卷尺
成环后外径	$+6, -2$	测 4 条 (不放衬垫)	钢卷尺

7.2.11 构件启运前应先了解行走路线的道路情况, 运输道路应有足够的路面宽度和转弯半径, 行车时要掌握好车速, 平稳行驶。运输时构件应采取固定措施及保护措施, 防止构件碰撞及产生裂缝。

7.2.12 橡胶圈贮存、运输应符合下列规定:

- 1 储存的温度宜为一 5° C~30° C，存放位置不宜长期受紫外线光源照射，离热源距离应不小于 1m。
- 2 不得将橡胶圈与溶剂、易挥发物、油脂或对橡胶产生不良影响的物品放在一起。
- 3 在储存、运输中不得长期受挤压。

7.2.13 构件的堆放应符合下列规定：

- 1 应按构件的安装部位，配套就近堆放。
- 2 堆放场地应预先清理好，并有排水措施，场地应平整坚实，足以承受构件的堆放。
- 3 成型的构件必须在明显位置作出产品标识。

7.3 构件安装

7.3.1 预制构件安装前，应复验合格。对构件外观、裂缝等进行检验，对裂缝宽度超过 0.2mm 的构件应进行鉴定。

7.3.2 安装前应进行测量放线、设置构件轴线控制及标高控制定位标识。

7.3.3 起重设备应符合下列规定：

- 1 宜采用履带吊、汽车吊等定型产品作为主要吊装设备。若选用非定型产品作为吊装设备，应编制专项方案，并经评审后方可组织实施。
- 2 吊装设备的选择应综合考虑吊装设备的起重性能、结构特点、现场环境、作业效率等因素。吊装用钢丝绳、吊装带、卸扣、吊钩等吊具应检查合格，不得超出其额定许用荷载。
- 3 起重机械应满足使用要求，包括工作半径、起重能力等。严禁超出起重设备的额定起重量进行构件吊装。特殊情况下，可采用抬吊的方式吊装，但必须经安全验算，并采取相应措施。
- 4 起重设备需要附着或支承在结构上时，应得到设计单位的同意，并进行结构安全验算。
- 5 起重机的行驶道路必须平坦坚实，松软土层要进行处理。
- 6 起重机下管廊时，起重机架设的位置不得影响沟槽边坡的稳定；起重机在架空高压输电线路附近作业时，与线路间的安全距离应符合电业管理部门的规定。
- 7 地面坡度大于 18%，且采用机械法施工时，应采取措施防止施工设备倾翻。

7.3.4 构件吊装应符合下列规定：

- 1 应设专人指挥，操作人员应位于安全可靠位置，严禁有人员随预制构件一同起吊。
- 2 构件吊装应采用慢起、徐升、缓放的操作方式，保证构件平稳放置。
- 3 构件吊装就位，可采用先粗略安装，再精细调整的作业方式。
- 4 构件吊装时，起吊、回转、就位与调整各阶段应有可靠的操作与防护措施，以防构件发生碰撞扭转与变形。
- 5 构件应按设计位置起吊，采取措施保证起重设备的主钩位置、吊具及构件重心在竖直方向上重合；吊索与构件水平夹角不宜小于 60°，不应小于 45°；吊运过程应平稳，不应有偏斜和大幅度摆动。
- 6 预制构件吊装就位后，应及时校准并采取临时固定措施。

- 7.3.5 起吊薄壁(板)构件前应采取临时加固措施,以免构件变形和损伤。
- 7.3.6 构件运输和吊装时的混凝土强度应符合设计要求,当设计无要求时,不应低于设计强度 75%。
- 7.3.7 预制构件与现浇结构之间、预制构件相互之间连接应按设计要求进行施工。
- 7.3.8 为避免预制综合管廊安装呈波浪形,要作好预检工作,如垫层标高、综合管廊预制构件的几何尺寸等。在安装过程中,两端不平时,应及时找平。
- 7.3.9 为防止预制综合管廊安装呈现折线形,应随安装随校正。线路较长时可采用经纬仪、全站仪等校正。安装长度较短时可在两端拉线校正。
- 7.3.10 柔性接口形式应符合设计要求,橡胶圈应符合下列规定:
- 1 材质应符合相关规范的规定。
 - 2 应由管材厂配套供应。
 - 3 外观应光滑平整,不得有裂缝、破损、气孔等缺陷。
 - 4 每个橡胶圈的接头不得超过 2 个。
- 7.3.11 柔性接口的预制钢筋混凝土管廊安装前,承口内工作面、插口外工作面应清洗干净;套在插口上的橡胶圈应平直、无扭曲,应正确就位;橡胶圈表面和承口工作面应涂刷无腐蚀性的润滑剂;安装后放松外力,管节回弹不得大于 10mm,且橡胶圈应在承、插口工作面上。
- 7.3.12 刚性接口的钢筋混凝土管廊施工应符合下列规定:
- 1 抹带前应将管口的外壁凿毛、洗净。
 - 2 钢丝网端头应在浇筑混凝土管廊基座时插入混凝土内,在混凝土初凝前,分层抹压钢丝网水泥砂浆抹带。
 - 3 抹带完成后应立即用吸水性强的材料覆盖,3~4h 后洒水养护。
 - 4 水泥砂浆填缝及抹带接口作业时落入管廊内的接口材料应清除,并应采用水泥砂浆将管廊内接口部位抹平、压光。
- 7.3.13 未经设计同意不得对预制构件进行切割、开洞。
- 7.3.14 预应力工程应符合下列规定:
- 1 预应力工程应编制专项施工方案,明确施工组织,确定施工方法、施工顺序、控制应力、安全措施等。
 - 2 预应力筋张拉设备及压力表应定期维护和标定。张拉设备和压力表应配套标定和使用,标定期限不应超过半年。当使用过程中出现异常现象或张拉设备检修后,应重新标定。
 - 3 预应力筋张拉或放张时,混凝土强度应符合设计要求。当设计无要求时,不应低于设计的混凝土立方体抗压强度标准值 75%。
 - 4 后张预应力筋应根据设计和专项施工方案的要求采用一端或两端张拉。采用两端张拉时,宜两端同时张拉,可一端先张拉锚固,另一端补张拉。当设计无具体要求时,应符合下列规定:
 - 1) 有粘结预应力筋长度不大于 20m 时,可一端张拉,大于 20m 时,宜两端张拉;预应力筋为直

线形时，一端张拉的长度可延长至 35m。

2) 无粘结预应力筋长度不大于 40m 时，可一端张拉，大于 40m 时，宜两端张拉。

5 预应力筋的张拉控制应力应符合设计及专项施工方案的要求。当施工中需要超张拉时，调整后的张拉控制应力 $\sigma_{con} \leq 0.8f_{ptk}$ 应符合下列规定：

1) 消除应力钢丝、钢绞线：

$$\sigma_{con} \leq 0.8f_{ptk} \quad (7.3.14-1)$$

2) 中强度预应力钢丝：

$$\sigma_{con} \leq 0.75f_{ptk} \quad (7.3.14-2)$$

3) 预应力螺纹钢筋：

$$\sigma_{con} \leq 0.90f_{pyk} \quad (7.3.14-3)$$

式中： σ_{con} ——预应力筋张拉控制应力（MPa）；

f_{ptk} ——预应力筋极限强度标准值（MPa）；

f_{pyk} ——预应力筋屈服强度标准值（MPa）。

6 预应力筋张拉时，应采用张拉应力和伸长值双控法，实测伸长值与计算伸长值的偏差应控制在 $\pm 6\%$ 之内，否则应查明原因并采取措施后再张拉。应进行现场孔道摩阻系数测定，并可根据实测结果调整张拉控制力。预应力筋张拉锚固后，实际建立的预应力值与工程设计规定检验值的相对允许偏差应为 $\pm 5\%$ 。

7 张拉过程中应避免预应力筋断裂或滑脱，断裂或滑脱的数量严禁超过同一截面预应力筋总根数的 3%，且每束钢丝不得超过一根。

8 张拉端预应力筋的内缩量限值应符合表 7.3.14 的规定。

表 7.3.14 张拉端预应力筋的内缩量限值

锚具类别		内缩量限值 (mm)
支承式锚具 (镦头锚具等)	螺帽缝隙	1
	每块后加垫板的缝隙	1
锥塞式锚具		5
夹片式锚具	有顶压	5
	无顶压	6~8

9 后张法有粘结预应力筋张拉后应尽早进行孔道灌浆，孔道内水泥浆应饱满、密实。

10 锚具的封闭保护应符合设计要求，设计无要求时，应符合下列规定：

1) 凸出式锚固端锚具的保护层厚度不应小于 50mm。

2) 外露预应力筋的保护层厚度不应小于 50mm。

3) 封锚混凝土强度不得低于相应结构混凝土强度，且不得低于 C40。

11 装配式结构采用后张预应力筋连接构件时，预应力工程施工除应符合现行国家标准《混凝土结

构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定外，尚应符合本章规定。

7.3.15 预制综合管廊回填时，应从管廊两边同时进行，直至管廊 0.5m 以上。在不损坏管廊的情况下，方可采用机械填土回填夯实。

7.4 质量检验与验收

7.4.1 预制构件质量检验与验收应符合下列规定：

主控项目

1 对工厂生产的预制构件，进场时应检查其质量证明文件和表面标识。预制构件的质量、标识应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 及国家现行相关标准、设计的有关要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

2 预制构件的外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量检查。

一般项目

3 预制构件的外观质量不应有一般缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

4 预制构件的尺寸偏差应符合表 7.4.1 的规定。对于施工过程用临时使用的预埋件中心线位置及后浇混凝土部位的预制构件尺寸偏差可按表 7.4.1 的规定放大一倍执行。

检查数量：按同一生产企业、同一品种的构件，不超过 100 个为一批，每批抽查构件数量的 5%，且不少于 3 件。

表 7.4.1 预制结构构件尺寸的允许偏差及检验方法

检查项目			允许偏差 (mm)		检查数量		检查方法
			板	梁、柱	范围	点数	
1	长度		± 5	-10	每构件	2	用钢尺最测
2	横截面 尺寸	宽	- 8	± - 5			
		高	±5	±5			
		肋宽	+4, -2	—			
		厚	+4, -2	—			
3	板对角线差		10	—		2	用钢尺量测
4	直顺度(或曲梁的曲度)		L/1000, 且不大于 20	L/750, 且不大于 20		2	用小线(弧形板) 钢尺量测

表 7.4.1 预制结构构件尺寸的允许偏差及检验方法（续）

检查项目			允许偏差 (mm)		检查数量		检查方法
			板	梁、柱	范围	点数	
5	表面平整度		5	—		2	用 2m 直尺、塞尺量测
6	预埋件	中心线位置	5	5	每处	1	用钢尺量测
		螺栓位置	5	5			
		螺栓外露长度	+10, -5	+10, -5			用钢尺量测
7	顶留孔洞中心线位置		5	5			用钢尺量测
8	受力钢筋的保护层		+5, -3	+10, -5	每构件	4	用钢尺量测

注：1、L 为构件长度 (mm)；

2、受力钢筋的保护层偏差仅在必要时进行检查；

3、横截面尺寸栏内的高，对板系指其肋高。

5 存在一般缺陷的管片数量不得大于同期生产管片总数的 10%，并应由生产厂家按技术要求处理后重新验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案。

6 管片的尺寸偏差应符合本规范的规定。

检查数量：每日生产且不超过 15 环，抽查 1 环。

检验方法：尺量。

7 水平拼装检验的频率和结果应符合本规范表 7.2.10-3 的规定。

检验方法：尺量。

8 管片成品检漏测试应按设计要求进行。

检查数量：管片每生产 100 环应抽查 1 块管片进行检漏测试，连续 3 次达到检测标准，则改为每生产 200 环抽查 1 块管片，再连续 3 次达到检测标准，按最终检测频率为 400 环抽查 1 块管片进行渗漏测试。如出现一次不达标，则恢复每 100 环抽查 1 块管片的最初检测频率，再按上述要求进行抽检。当检漏频率为每 100 环抽查 1 块管片时，如出现不达标，则双倍复检，如再出现不达标，必须逐块检测。

检查方法：观察、尺量。

7.4.2 预应力施工质量验收应符合下列规定：

主控项目

1 预应力筋和预应力锚具、夹具、连接器以及有粘结预应力筋孔道灌浆用水泥、砂、外加剂、波纹管等的产品质量保证资料应齐全，每批的出厂质量合格证明书及各项性能检验报告应符合本规范第 7.3.14 条的相关规定和设计要求；

检查方法：观察；检查每批的原材料出厂质量合格证明、性能检验报告及有关的复验报告。

2 预应力筋的品种、级别、规格、数量下料加工必须符合设计要求：

检查方法：观察。

3 张拉时混凝土强度应符合本规范第 7.3.14 条第 3 款的规定；

检查方法：观察；检查混凝土试块的试验报告。

4 后张法张拉应力和伸长值、断裂或滑脱数量、内缩量等应符合本规范 7.3.14 条第 6、7、8 款的规定和设计要求；

检查方法：观察；检查张拉记录。

5 有粘结预应力筋孔道灌浆应饱满、密实；灌浆水泥砂浆强度应符合设计要求；

检查方法：观察；检查水泥砂浆试块的试验报告。

一般项目

6 有粘结预应力筋应平顺，不得有弯折，表面不应有裂纹、刺、机械损伤、氧化铁皮和油污；无粘结预应力筋护套应光滑，无裂缝和明显褶皱；

检查方法：观察。

7 预应力锚具、夹具、连接器等的表面应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹；

检查方法：观察。

8 后张法有粘结预应力筋预留孔道的规格、数量、位置和形状应符合设计要求，并应符合下列规定：

1) 预留孔道的位置应牢固，浇筑混凝土时不应出现位移和变形。

2) 孔道应平顺，端部的预埋锚垫板应垂直于孔道中心线。

3) 成孔用管道应封闭良好，接头应严密且不得漏浆。

4) 灌浆孔的间距：预埋波纹管不宜大于 30m；抽芯成型孔道不宜大于 12m。

5) 曲线孔道的曲线波峰部位应设排气（泌水）管，必要时可在最低点设置排水孔。

6) 灌浆孔及泌水管的孔径应能保证浆液畅通。

检查方法：观察；用钢尺量。

9 无粘结预应力筋的铺设应符合下列规定：

1) 无粘结预应力筋的锚固牢固，浇筑混凝土时不应出现移位和变形。

2) 端部的预埋锚垫板应垂直于预应力筋。

3) 内埋式固定端垫板不应重叠，锚具与垫板应贴紧。

4) 无粘结预应力筋成束布置时应能保证混凝土密实并能裹住预应力筋。

5) 无粘结预应力筋的护套应完整，局部破损处应采用防水胶带缠绕紧密。

检查方法：观察。

10 预应力筋张拉后与设计位置的偏差不得大于 5mm，且不得大于管廊壁截面短边边长的 4%。

检查方法：每工作班检查 3%、且不少于 3 束预应力筋，用钢尺量。

11 封锚的保护层厚度、外露预应力筋的保护层厚度、封锚混凝土强度应符合本规范第 7.3.14 条第 10 款的规定。

检查方法：观察；检查封锚混凝土试块的试验报告，检查 5%、且不少于 5 处；预应力筋保护层厚度，用钢尺量。

7.4.3 接口连接施工质量验收应符合下列规定：

主控项目

1 管廊构件及管件、橡胶圈的产品质量应符合本规范第 7.4.1 和 7.3.10 条的规定。

检查方法：检查产品质量保证资料；检查成品管进场验收记录。

2 柔性接口的橡胶圈位置正确，无扭曲、外露现象；承口、插口无破损、开裂；双道橡胶圈的单口水压试验合格。

检查方法：观察，用探尺检查；检查单口水压试验记录。

3 刚性接口的强度符合设计要求，不得有开裂、空鼓、脱落现象。

检查方法：观察；检查水泥砂浆、混凝土试块的抗压强度试验报告。

一般项目

4 构件接口的填缝应符合设计要求，密实、光洁、平整。

检查方法：观察，检查填缝材料质量保证资料、配合比记录。

7.4.4 安装与连接质量验收应符合下列规定：

主控项目

1 预制构件与结构之间、预制构件之间的连接应符合设计要求；构件安装应位置准确，垂直、稳固；相邻构件湿接缝及槽口填充部位混凝土应密实，无漏筋、孔洞、夹渣、疏松现象。

检查方法：观察；检查预留钢筋机械或焊接接头连接的力学性能检验报告，检查混凝土强度试块试验报告。

2 装配式结构采用现浇混凝土连接构件时，构件连接处后浇混凝土的强度应符合设计要求。

检查数量：按本规范第 6.4.1 条的规定确定。

检验方法：检查混凝土强度试验报告。

3 装配式综合管廊施工后，其外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测；检查处理记录。

4 安装后的管廊尺寸、表面平整度应满足设计和设备安装及运行的要求。

检查方法：观察；检查安装记录；用钢尺等量测。

一般项目

5 装配式综合管廊施工后，构件的混凝土表面应平整、洁净，边角整齐，其外观质量不应有一般缺

陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查处理记录。

6 装配式综合管廊施工后，预制构件位置、尺寸偏差及检验方法应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表 7.4.4 的规定。预制构件与现浇结构连接部位的表面平整度应符合表 7.4-2 的规定。

检查数量：结构缝或施工段划分检验批。

7 构件安装时，应将槽口内及构件连接面的杂物、污物清理干净，界面处理满足安装要求；

检查方法：观察。

8 预制构件安装不应出现扭曲、损坏、明显错台等现象；

检查方法：观察。

表 7.4.4 装配式结构尺寸允许偏差及检验方法

项目			允许偏差(mm)	检验方法
构件中心线 对轴线位置	基础		15	尺量检查
	竖向构件（柱、墙、桁架）		10	
	水平构件（梁、板）		5	
构件标高	梁、柱、墙、板底面或顶面		±5	水准仪或尺量检查
构件垂直度	柱、墙	<5m	5	经纬仪或全站仪量测
		≥5m 且 <10m	10	
		≥10m	20	
构件倾斜度	梁、桁架		5	垂线、钢尺量测
相邻构件 平整度	板端面		5	钢尺、 塞尺量测
	梁、板底面	抹灰	5	
		不抹灰	3	
	柱 墙侧面	外露	5	
		不外露	10	
构件搁置长度	梁、板		±10	尺量检查
支座、支垫 中 心位置	板、梁、柱、墙、桁架		10	尺量检查
墙板接缝	宽度		±5	尺量检查
	中心线位置			

8 不开槽施工

8.1 一般规定

- 8.1.1 施工前应对施工沿线进行踏勘，了解建筑物、地下管线和地下障碍物的状况。
- 8.1.2 施工前应对邻近建筑物、地下管线进行监测，并采取相应的技术措施。
- 8.1.3 所有设备必须经检验合格后方可进入施工现场，并进行单机、整机联动调试。
- 8.1.4 施工中的测量应建立地面与地下测量控制系统，控制点应设在不易扰动、视线清楚、方便校核和易于保护的地方。
- 8.1.5 工作井的围护结构形式应根据地质资料、管道（隧道）埋深、管道（隧道）直径、周边环境条件等选用。
- 8.1.6 不开槽施工除应符合本章规定外，尚应符合《给水排水管道工程施工与验收规范》GB 50268、《盾构法隧道施工与验收规范》GB50446、《公路隧道施工技术规范》JTGF60 的规定。
- 8.1.7 施工前应编制施工方案，并应包括如下内容：
- 1 圆形顶管施工方案应包括如下内容：
 - 1) 工程概况。
 - 2) 工程的地质、水文条件。
 - 3) 施工现场总平面布置图。
 - 4) 顶管机的选型。
 - 5) 管节的连接与防水。
 - 6) 管节的内外防腐。
 - 7) 中继间的布置。
 - 8) 顶力估算及后座布置。
 - 9) 测量、纠偏方法。
 - 10) 顶管施工参数的选定。
 - 11) 触变泥浆的配置与管理。
 - 12) 顶管的通风、供电措施。
 - 13) 进出洞措施。
 - 14) 布设路面沉降点。
 - 15) 施工进度计划、机械设备计划及劳动力安排计划。
 - 16) 安全、质量、环境保护措施。
 - 17) 应急预案。
 - 2 矩形顶管施工方案除应包括第 8.1.7 条第 1 款的内容外，尚应包括如下内容：
 - 1) 根据地层情况选择合适的刀盘布置形式。

2) 编辑顶管机行进程序。

3 盾构法施工方案包括下列主要内容:

- 1) 盾构机的选型与安装方案;
- 2) 工作井的位置选择、结构形式、洞门封门设计;
- 3) 盾构基座设计, 以及始发工作井后背布置形式;
- 4) 管片的拼装、防水及注浆方案;
- 5) 盾构进、出洞口的技术措施, 以及地基、地层加固措施;
- 6) 掘进施工工艺、技术管理方案;
- 7) 垂直运输、水平运输方式及管道内断面布置;
- 8) 掘进施工测量及纠偏措施;
- 9) 地表变形及周围环境保护的要求、监测和控制措施。
- 10) 安全技术措施、应急预案。

4 浅埋暗挖法施工方案包括下列主要内容:

- 1) 土层加固措施和开挖方案;
- 2) 施工降排水方案;
- 3) 工作井的位置选择、结构类型及其洞口封门的设计、井内布置;
- 4) 施工程序(步序)设计;
- 5) 垂直运输、水平运输方式及管道内断面布置;
- 6) 结构安全、环境安全、保护的要求、监测和控制措施;
- 7) 安全技术措施、应急预案。

8.1.8 不开槽施工方法选择应符合下列规定:

1 顶管顶进方法的选择, 应根据工程设计要求、工程水文地质条件、周围环境和现场条件, 经技术经济比较后确定, 并应符合下列规定:

1) 采用敞口式(手掘式)顶管机时, 应将地下水位降至管底以下不小于 0.5m 处, 并应采取措施, 防止其他水源进入顶管的管道;

2) 周围环境要求控制地层变形或无降水条件时, 应采用封闭式的土压平衡或泥水平衡顶管机施工;

3) 穿越建(构)筑物、铁路、公路、重要管线和防汛墙等时, 应制订相应的保护措施。

2 盾构机选型应根据工程设计要求(管道的外径、埋深和长度), 工程水文地质条件, 施工现场及周围环境安全等要求, 经技术经济比较确定。

3 浅埋暗挖施工方案的选择, 应根据工程设计(隧道断面和结构形式、埋深、长度), 工程水文地质条件, 施工现场和周围环境安全等要求, 经过技术经济比较后确定。

8.1.9 监控测量的控制点(桩)设置应符合本规范第 3.1.7 条规定, 每次测量前应对控制点(桩)进

行复核，如有扰动，应进行校正或重新补设。

8.1.10 施工设备、装置应满足施工要求，并应符合下列规定：

- 1 施工设备、主要配套设备和辅助系统安装完成后，应经试运行及安全性检验，合格后方可掘进作业；
- 2 操作人员应经过培训，掌握设备操作要领，熟悉施工方法、各项技术参数，考试合格方可上岗；
- 3 管(隧)道内涉及的水平运输设备、注浆系统、喷浆系统以及其他辅助系统应满足施工技术要求和安全、文明施工要求；
- 4 施工供电应设置双路电源，并能自动切换；动力、照明应分路供电，作业面移动照明应采用低压供电；
- 5 采用顶管、盾构、浅埋暗挖法施工的管道工程，应根据管(隧)道长度、施工方法和设备条件等确定管(隧)道内通风系统模式；设备供排风能力、管(隧)道内人员作业环境等尚应满足国家有关标准规定；
- 6 采用起重设备或垂直运输系统时，应符合下列规定：
 - 1) 起重设备应经过起重荷载计算；
 - 2) 使用前应按有关规定进行检查验收，合格后方可使用；
 - 3) 起重作业前应试吊，吊离地面约 100mm 时，应检查重物捆扎情况和制动性能，确认安全后方可起吊；起吊时工作井内严禁站人，当吊运重物下井距作业面底部小于 500mm 时，操作人员方可近前工作；
 - 4) 严禁超负荷使用；
 - 5) 工作井上、下作业时应有联络信号；
- 7 所有设备、装置在使用中应按规定定期检查、维修和保养。

8.1.11 顶管施工的管节应符合下列规定：

- 1 管节的规格及其接口连接形式应符合设计要求；
- 2 钢筋混凝土成品管质量应符合国家现行标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836、现行国家标准《顶进施工法用钢筋混凝土排水管》JC/T 640 的规定，管节及接口的抗渗性能应符合设计要求；
- 3 钢管制作质量应符合本规范第 5 章的相关规定和设计要求，且焊缝等级应不低于 II 级；外防腐结构层满足设计要求、顶进时不得被土体磨损；
- 4 双插口、钢承口钢筋混凝土管钢材部分制作与防腐应按钢管要求执行；
- 5 玻璃钢管质量应符合国家有关标准的规定；
- 6 橡胶圈应符合本规范第 5.6.5 条规定及设计要求，与管节粘附牢固、表面平顺；
- 7 衬垫的厚度应根据管径大小和顶进情况选定。

8.1.12 盾构管片的结构形式、制作材料、防水措施应符合设计要求，并应满足下列规定：

- 1 铸铁管片、钢制管片应在专业工厂中生产、验收；

- 2 现场预制钢筋混凝土管片时，应按管片生产的工艺流程，合理布置场地、管片养护装置等；
- 3 钢筋混凝土管片的生产，应进行生产条件检查和试生产检验，合格后方可正式批量生产；
- 4 管片堆放的场地应平整，管片端部应用枕木垫实；
- 5 管片内弧面向上叠放时不宜超过 3 层，侧卧堆放时不得超过 4 层，内弧面不得向下叠放，否则应采取相应的安全措施；
- 6 施工现场管片安装的螺栓连接件、防水密封条及其他防水材料应配套存放，妥善保管，不得混用。

8.1.13 浅埋暗挖法施工的工程材料应符合设计和施工方案要求。

8.1.14 顶管法施工、盾构法施工、浅埋暗挖法施工除应符合本章规定外，尚应分别符合国家现行标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268、《盾构法隧道施工与验收规范》GB 50446、《地下铁道工程施工及验收规范》GB50299。

8.2 工作井

8.2.1 工作井的结构应满足井壁支护以及顶管工作井、盾构始发工作井推进后座力作用等施工要求，其位置选择应符合下列规定：

- 1 宜选择在管道井室位置；
- 2 便于排水、排泥、出土和运输；
- 3 尽量避开现有构（建）筑物，减小施工扰动对周围环境的影响；
- 4 顶管单向顶进时宜设在下游一侧。

8.2.2 工作井围护结构应根据工程和水文地质条件、邻近建（构）筑物、地下与地上管线情况，以及结构受力、施工安全等要求，经技术经济比较后确定。

8.2.3 工作井施工应遵守下列规定：

- 1 编制专项施工方案；
- 2 应根据工作井的尺寸、结构形式、周边环境条件等因素确定支护（撑）形式；
- 3 开挖过程中，应遵循“开槽支撑、先撑后挖、分层开挖，严禁超挖”的原则进行开挖与支撑；
- 4 井底应保证稳定和干燥，并应及时封底；
- 5 井底封底前，应设置集水坑，坑上应设有盖；封闭集水坑时应进行抗浮验算；
- 6 在地面井口周围应设置安全护栏、防汛墙和防雨设施；
- 7 井内应设置便于上、下的安全通道。

8.2.4 顶管的顶进工作井、盾构的始发工作井的后背墙施工应符合下列规定：

- 1 后背墙结构强度与刚度应满足顶管、盾构最大允许顶力和设计要求；
- 2 后背墙平面与掘进轴线应保持垂直，表面应坚实平整，能有效地传递作用力；
- 3 施工前应对后背土体进行允许抗力的验算，验算通不过时应应对后背土体加固，以满足施工安全、

周围环境保护要求;

4 顶管的顶进工作井后背墙尚应符合下列规定:

- 1) 上、下游两段管道有折角时, 尚应对后背墙结构及布置进行设计;
- 2) 装配式后背墙宜采用方木、型钢或钢板等组装, 底端宜在工作坑底以下且不小于 500mm; 组装构件应规格一致、紧贴固定; 后背土体壁面应与后背墙贴紧, 有孔隙时应采用砂石料填塞密实;
- 3) 无原土作后背墙时, 宜就地取材设计结构简单、稳定可靠、拆除方便的人工后背墙;
- 4) 利用已顶进完毕的管道作后背时, 待顶管道的最大允许顶力应小于已顶管道的外壁摩擦阻力; 后背钢板与管口端面之间应衬垫缓冲材料, 并应采取措施保护已顶入管道的接口不受损伤。

8.2.5 工作井尺寸应结合施工场地、施工管理、洞门拆除、测量及垂直运输等要求确定, 且应符合下列规定:

1 顶管工作井应符合下列规定:

1) 工作井的最小长度宜按下式计算:

$$L \geq L_1 + L_2 + L_3 + S_1 + S_2 + S_3 \quad (8.2.5-1)$$

式中: L ——工作井最小长度 (m);

L_1 ——顶管机或管段长度, 取大者 (m);

L_2 ——千斤顶长度 (m);

L_3 ——后座及扩散段厚度 (m);

S_1 ——顶入管段留在轨道上的最小长度, 可取 0.5m;

S_2 ——顶铁厚度 (m);

S_3 ——考虑顶进管段回缩及便于安装管段所留附加间隙, 可取 0.2m。

2) 工作井的最小宽度宜按下式计算:

$$B \geq D + 2S \quad (8.2.5-2)$$

式中: B ——工作井的最小宽度 (m);

D ——管道外径 (m);

S ——施工操作空间, 可取 0.8m~0.5m。

3) 工作井的最小深度可按下式计算:

$$H \geq H_1 + D + h_s \quad (8.2.5-3)$$

式中: H ——工作井深度 (m);

H_1 ——管顶覆盖层厚度 (m);

D ——管道外径 (m);

h_s ——管底操作空间, 钢管可取 0.7m~0.8m; 钢筋混凝土管可取 0.4m~0.5m。

4) 工作井的穿墙孔直径可按下式计算:

$$D_1 \geq D' + 0.2 \quad (8.2.5-4)$$

式中：D₁——工作井的穿墙孔直径（m）；

D'——顶管机的外径（m）。

5) 接收井的最小长度应满足顶管机在井内拆除和吊出的要求。

6) 接收井的最小宽度应满足顶管机外径加两侧各 1.0m 的操作空间。

7) 接收井的穿墙孔直径宜按下式计算：

$$D_2 \geq D' + 2(C + 0.1) \quad (8.2.5-5)$$

式中：D₂——接收井的穿墙孔直径（m）；

D'——顶管机的外径（m）；

C——管道允许偏差的绝对值（m）。

8) 洞圈最低处距底板顶面距离应满足顶管机导轨安装、导轨基础厚度、洞口防水处理、管接口连接等要求；顶混凝土管时，不宜小于 600mm；顶钢管时，尚应留有底部人工焊接的作业高度。

2 盾构工作井应符合下列规定：

1) 平面尺寸应满足盾构安装和拆卸、洞门拆除、反力架设置、施工车架或临时平台、测量及垂直运输要求；

2) 工作井最低处距底板顶面距离应满足盾构基座安装、洞口防水处理、井与管道连接方式要求，且宜大于 600mm。

3 浅埋暗挖竖井的平面尺寸和深度应根据施工设备布置、土石方和材料运输、施工人员出入、施工排水等的需要以及设计要求进行确定。

8.2.6 工作井洞口施工应符合下列规定：

1 预留进、出洞口的位置、几何尺寸、封堵方式应符合设计和施工方案的要求；

2 洞口外侧土层不稳定时，应对土体进行改良，进出洞施工前应检查改良后的土体强度和渗漏水情况；

3 设置临时封门时，应考虑周围土层变形控制和施工安全等要求；封门应拆除方便，拆除时应减小对洞门土层的扰动；

4 顶管或盾构施工的洞口应符合下列规定：

1) 洞口应设置止水装置，止水装置联结环板应与工作井壁内的预埋件焊接牢固，且用胶凝材料封堵；

2) 采用钢管做预埋顶管洞口时，钢管外宜加焊止水环；

3) 在软弱地层，洞口外缘宜设支撑点。

5 浅埋暗挖施工的洞口影响范围的土层应进行预加固处理。

8.2.7 顶管的顶进工作井内布置及设备安装、运行应符合下列规定：

1 导轨应采用钢质材料，其强度和刚度应满足施工要求；导轨安装的坡度应与设计坡度一致。

2 顶铁应符合下列规定：

1) 顶铁的强度、刚度应满足最大允许顶力要求；安装轴线应与管道轴线平行、对称，顶铁在导轨上滑动平稳、且无阻滞现象，以使传力均匀和受力稳定；

2) 顶铁与管端面之间应采用缓冲材料衬垫，并宜采用与管端面吻合的 U 形或环形顶铁；

3) 顶进作业时，作业人员不得在顶铁上方及侧面停留，并应随时观察顶铁有无异常现象。

3 千斤顶、油泵等主顶进装置应符合下列规定：

1) 千斤顶宜固定在支架上，并与管道中心的垂线对称，其合力的作用点应在管道中心的垂线上；千斤顶对称布置且规格应相同；

2) 千斤顶的油路应并联，每台千斤顶应有进油、回油的控制系统；油泵应与千斤顶相匹配，并应有备用油泵；高压油管应顺直、转角少；

3) 千斤顶、油泵、换向阀及连接高压油管等安装完毕，应进行试运转；整个系统应满足耐压、无泄漏要求，千斤顶推进速度、行程和各千斤顶同步性应符合施工要求；

4) 初始顶进应缓慢进行，待各接触部位密合后，再按正常顶进速度顶进；顶进中若发现油压突然增高，应立即停止顶进，检查原因并经处理后方可继续顶进；

5) 千斤顶活塞退回时，油压不得过大，速度不得过快。

8.2.8 盾构始发工作井内布置及设备安装、运行应符合下列规定：

1 盾构基座应符合下列规定：

1) 钢筋混凝土结构或钢结构，并置于工作井底板上；其结构应能承载盾构自重和其他附加荷载；

2) 盾构基座上的导轨应根据管道的设计轴线和施工要求确定夹角、平面轴线、顶面高程和坡度。

2 盾构安装应符合下列规定：

1) 根据运输和进入工作井吊装条件，盾构可整体或解体运入现场，吊装时应采取防止变形的措施；

2) 盾构在工作井内安装应达到安装精度要求，并根据施工要求就位在基座导轨上；

3) 盾构掘进前，应进行试运转验收，验收合格方可使用。

3 始发工作井的盾构后座采用管片衬砌、顶撑组装时，应符合下列规定：

1) 后座管片衬砌应根据施工情况确定开口环和闭口环的数量，其后座管片的后端面应与轴线垂直，与后背墙贴紧；

2) 开口尺寸应结合受力要求和进出材料尺寸而定；

3) 洞口处的后座管片应为闭口环，第一环闭口环脱出盾尾时，其上部与后背墙之间应设置顶撑，确保盾构顶力传至工作井后背墙；

4) 盾构掘进至一定距离、管片外壁与土体的摩擦力能够平衡盾构掘进反力时，为提高施工速度可拆除盾构后座，安装施工平台和水平运输装置。

4 工作井应设置施工工作平台。

8.3 圆形顶管施工

8.3.1 当两条平行管道采用顶管法施工时，应贯彻先深后浅、先大后小的原则。两段管道平行顶进时，其相邻管壁间最小净距应根据施工地区的地质条件、不同的顶进方法和施工时间等因素来确定。相邻顶管外壁的间距宜不小于大管道的外径。

8.3.2 圆形顶管的覆土厚度宜不小于 3m，或者不小于 1.5 倍的管道外径，否则应采取相应的技术措施。

8.3.3 在顶进作业前，对周围的建筑物和地下设施采取相应的防护措施。顶进过程中，应对周围重大建筑物、顶进力、后背墙进行测量监控。

8.3.4 顶管进出洞口的加固可有土体加固和钢封门加固及两种形式的组合。

8.3.5 顶管进出洞口的土体加固应根据地质资料、顶管机选型、管道直径、埋深和周围环境等情况决定，加固应符合下列规定：

- 1 土体加固宜采用深层搅拌桩、旋喷桩、注浆及降水等形式。
- 2 采用土体加固的进出洞应确认加固质量，若采用降水措施应设置水位观测井，确认降水效果。
- 3 洞口埋深大于 10m 的不宜采用外钢封门加固。
- 4 出洞时应拆除钢封门，设止水装置，并立即出洞。
- 5 钢封门可用钢板、槽钢、钢板桩等组合拼装而成。

8.3.6 顶管机出洞在未进入土体前，止水装置启用后应立即填注惰性浆液。在进洞前应降低推进速度、推力，释放正面土压力。

8.3.7 综合管廊常用钢筋混凝土成品管道，制作质量应符合《顶管施工法钢筋混凝土排水管》JC/T640 的规定。管节及接口的尺寸精度和抗渗性能应符合设计要求。

8.3.8 钢筋混凝土管的混凝土强度等级不宜低于 C50，抗渗等级不应低于 S8。

8.3.9 钢筋混凝土管应采用 F 型承插接口形式。

8.3.10 顶进前应对成品钢筋混凝土管、钢套环、橡胶密封圈及衬垫材料作检测和验收。

8.3.11 钢套环应按设计要求进行防腐处理，刃口无瑕点，焊接处应平整。

8.3.12 顶管施工完成后，应先将管接缝清洗、烘干，再采用弹性密封填料对管接缝进行勾缝。

8.3.13 管节承插前，应用粘结剂将橡胶圈正确定在槽内，并涂抹对橡胶无腐蚀作用的润滑剂，承插时外力必须均匀，承插后橡胶圈应不移位，不反转。

8.3.14 顶管测量应符合下列规定：

1 地下顶管测量应包括地面控制点复测和地面控制网的布设、联系测量、地下平面和高程测量和贯通、竣工测量。首级控制点的复测和地面控制网的测量主要技术要求应符合精密导线测量的主要技术要求。

2 首级精密地面平面控制点不应少于 3 个，高程控制点不应少于 2 个。地面平面控制网应附合在首级精密导线点上，通视良好，并应使定向具有最有利的图形。地面控制点的选点和测量应符合精密导线和二等水准测量的相关要求。

3 联系测量可分地面导线测量、地面水准测量、定向测量和高程传递测量，并应符合下列规定：

1) 定向测量宜采用全站仪直接传递定向、联系三角形定向或铅垂仪投点定向。

2) 高程传递宜采用下列方法：水准测量，应达到四等水准测量的精度；或者水准仪配合吊钢尺，每次应独立观测三测回，每测回均应变动仪器高度，三测回测得井上和井下水准点的高差应小于 3mm；三角高程测量，应达到四等水准测量的精度。

4、定向测量的起始定向边不应少于 2 条，地下高程的起始点不应少于 2 个，并应随顶管掘进不断对定向边和起始高程点进行校核。

5、井上和井下定向的平面测量点应采用固定观测墩的形式。

6、定向和导入高程测量应在顶管每掘进 100m 复核一次，在距进洞前 50m 时应增加复核不少于 3 次。

7、掘进的首级控制点和复测贯通面洞门的控制点应为相同点。

8、管道贯通后应按设计要求进行竣工测量，并提交竣工测量成果表、竣工图和竣工测量报告。

8.3.15 顶管机宜按表 8.3.15 选型。

表 8.3.15 顶管机选型参考表

序号	机头形式	适宜土层	可用土层	适应环境要求
1	大刀盘土压平衡式	淤泥质粘土，淤泥质粉质粘土，粉质粘土，粉质粉土，砂质粉土	粉砂，暗绿色粘土，粉细砂	高
2	土压、泥水平衡式	淤泥质粘土，淤泥质粉质粘土，粉质粘土，粉质粉土，砂质粉土，粉砂	暗绿色粉土，粉细砂	高
3	泥水平衡式	淤泥质粘土，淤泥质粉质粘土，粉质粘土，粉质粉土，砂质粉土	粉砂，暗绿色粘土，粉细砂	高
4	气压平衡式	淤泥质粘土，淤泥质粉质粘土，粉质粘土，粉质粉土，砂质粉土，粉砂，暗绿色粘土，粉细砂	-	一般
5	多刀盘土压式	淤泥质粘土，淤泥质粉质粘土，粉质粘土，粉质粉土	-	一般
6	挤压式	淤泥质粘土，淤泥质粉质粘土，粉质粘土，粉质粉土	-	低

8.3.16 顶管设备安装应符合下列规定：

1 顶管后座安装应符合下列规定：

1) 顶管的后座可采用拼装式后座和整体式后座。

2) 顶管后座的后背墙（统一用后背墙，后背墙）应平整。

3) 后座应满足千斤顶最大顶力的要求。

4) 后座应与顶进轴线垂直，与后背墙之间宜设传力装置。

2 轨道安装应符合下列规定：

1) 轨道宜选用钢质材料制作。

2) 轨道安装前，应先复核管道中心位置，轨道的高度应与穿墙管标高相对应。

3) 两轨道安装应顺直、平行、等高，并固定牢靠。

- 4) 轨道对管道的支承角宜为 60°。
- 5) 轨道安装的允许偏差如下：轴线位置±3mm；标高 0~+3mm；轨道内距±2mm。
- 3 千斤顶配置和安装应符合下列规定：
 - 1) 根据工作井允许顶力、管径允许顶力确定千斤顶的规格和数量。
 - 2) 安装在支架上的千斤顶，应按管道轴线两侧对称布置，规格相同，其合力的作用点应在管道中心的铅垂线上。
- 4 油泵站布置应符合下列规定：
 - 1) 油泵站应与千斤顶想匹配，并应有备用油泵，油泵流量应满足顶进要求。
 - 2) 油泵站宜设置在千斤顶附近，油管应顺直。
 - 3) 油泵站安装完毕应进行试运转。
- 5 顶铁安装应符合下列规定：
 - 1) 顶铁分“U”形或圆形两种，宜根据情况选择，钢筋混凝土管顶铁宜采用圆形。
 - 2) 顶管后座的后背墙应平整。
 - 3) 顶铁应具有刚度大，稳定性好的结构性能。
 - 4) 顶铁与管口之间的接触面应衬垫缓冲材料。

8.3.17 顶力计算和验算应符合下列规定：

1 总顶力可按下式估算。

$$F = F_1 + F_2 \qquad (8.3.17-1)$$

式中：F——总顶力（kN）；

F_1 ——管道与土层的摩阻力（kN）， $F_1=\pi DL'f$ ；

D——管道外径（m）；

L' ——管道顶进长度（m）；

f ——管道外壁与土的平均摩阻力（kN/m²），宜取 2~7；

F_2 ——顶管机的迎面阻力（kN）。

2 顶管机的迎面阻力可按表 8.3.17 选用。

表 8.3.17 顶管机迎面阻力的计算公式表

顶管机机型	迎面阻力（kN）	式中符号
网格式	$F_2 = \pi D'^2 c R / 4$	D' ——顶管机的外径（m） c ——网格截面参数可取 0.6~0.8 R ——网格挤压阻力，可取 300~500kN/ m ² R_1 ——顶管机下部 1/3 处的被动土压力（kN/ m ² ） R_2 ——气压（kN/ m ² ）
土压、泥水平衡式	$F_2 = \pi D'^2 c R_1 / 4$	
气压平衡式	$F_2 = \pi D'^2 (c R + R_2) / 4$	

3 钢筋混凝土管允许顶力宜按（8.3.17-2）式估算。

$$F_{dc} = k_{dc} f_c A_p \quad (8.3.17-2)$$

式中： F_{dc} ——混凝土管允许顶力 (N)；

k_{dc} ——混凝土管综合系数，取 $k_{dc} = 0.391$ ；

f_c ——混凝土抗压强度设计值 (N/mm²)；

A_p ——管道的最小有效传力面积 (mm²)。

8.3.18 中继间设置应符合下列规定：

- 1 中继间的设置应根据估算总顶力，管材允许顶力，工作井允许顶力和主顶千斤顶的顶力来确定。
- 2 中继间的构造应符合下列规定：
 - 1) 中继间的允许转角宜在 0.4°~1.2° 间。
 - 2) 中继间拆除后的结构强度不低于管道的结构强度。
 - 3) 中继间的外径应和管道外径相同。
 - 4) 中继间千斤顶应予以固定，防止旋转。
 - 5) 中继间的止水橡胶圈应耐磨并能更换。
- 3 中继间宜采用组合式密封形式。
- 4 中继间安装完毕后应进行试顶。
- 5 第一道中继间宜布置在顶管机后方 20~50m 的位置。
- 6 以后各环的中继间布置在宜按下式计算确定。

$$S' = k(F_3 - F_2) / (\pi D f) \quad (8.3.18)$$

式中： S' ——中继间的间隔距离 (m)；

F_2 ——顶管机的迎面阻力 (kN)，按表 8.3.17 确定；

F_3 ——顶管顶力 (kN)；

f ——管道外壁与土的平均摩阻力 (kN/m²)，宜取 2~5；

D ——管道外径 (m)；

k ——顶力系数，宜取 0.5~0.6。

- 7 顶进结束后应立即从顶管机向工作井方向逐环拆除，闭合中继间应按设计要求进行处理。
- 8 中继间拆除后应尚原成管道，尚原后的管道强度和防腐性能应符合管道设计要求。

8.3.19 圆形顶管施工应采用触变泥浆减阻措施，并连续作业，触变泥浆配置应符合下列规定：

- 1 顶进距离为 500m 以内的，宜采用一根总管和一种浆液注浆。顶进距离大于 500m 的，宜采用两根总管和两种不同配方的浆液。触变泥浆的材料应选择经钠化处理的膨润土泥浆材料。
- 2 长距离顶管，应在总管沿线设置中间接力泵站。
- 3 泥浆应充分搅拌使其水化，触变泥浆指标参见表 8.3.19。

表 8.3.19 触变泥浆性能指标

粘度	滤失量	比重	含砂率	稳定性	静切力
>30s	<25ml/30min	1.1~1.6	≤3%	静置 24h 无离析水	100Pa 左右

4 注浆泵可选用液压注浆泵、柱塞泵或螺杆泵。泵的压力和流量应能满足顶管管径、埋深与顶进长度的要求。总管宜采用 G50 钢管，支管宜采用 Φ25 耐压橡胶管。在每个注浆孔应设球阀。在机尾和管路应设置压力表。

5 同步注浆量宜为机尾空隙的 3~6 倍，沿线补浆量宜为机尾空隙的 3~5 倍。注浆压力宜控制在 $0.8 \sim 1.2 \gamma h$ (γ 为土的容重， h 为埋深)。

6 在工作井的出洞口应预埋注浆孔。

8.3.20 管道顶进和纠偏应符合下列规定：

1 顶管应按图 8.3.20 流程施工。

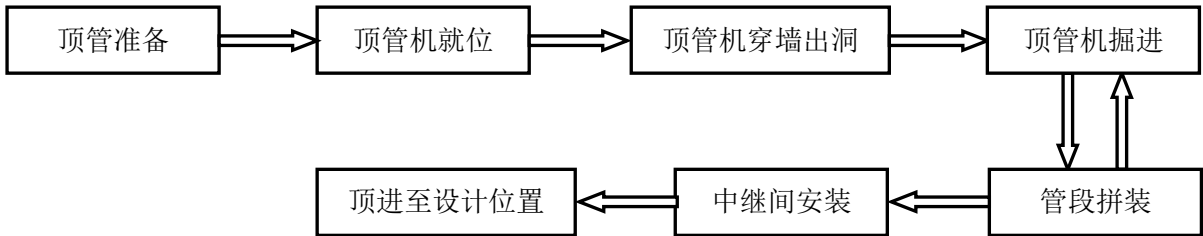


图 8.3.20 顶管施工流程图

2 管道顶进时应符合下列规定：

- 1) 初始顶进速度宜控制在 10mm~20mm/min。
- 2) 正常顶进时，顶进速度宜控制在 10mm~30mm/min，出土量宜控制在理论出土量的 98%~100%。
- 3) 土压力值的确定应根据选用顶管机型式确定。土压平衡式顶管机的土压力值宜设定在静置水土压力值与被动土压力值之间；泥水平衡与气压平衡顶管机的土压力值宜设定在地下水压力值加 0.01MPa。

3 顶管顶进中应采取下列防磕措施：

- 1) 调整后座主推千斤顶的合力中心，用后座千斤顶进行纠偏。
- 2) 宜将管道前 3~5 节用拉杆相联。
- 3) 出洞口土体应进行加固。
- 4) 加强洞口密封可靠性，防止或及时封堵顶管出洞口的水土流失。

4 管道顶进时应采取下列抗扭转措施：

- 1) 顶管机宜设置限扭装置；
- 2) 在顶管机及每个中继间设置管道扭转指示针，管道扭转时宜采用单侧压重，或改变切削刀的转动方向进行纠正。

5 防止管道后退应采取下列措施：

拼装管段时，主推千斤顶在缩回前应对已顶进的管段与井壁进行临时固定。

6 顶管偏离轴线时，应按下列原则进行纠偏：

- 1) 每顶进一节距离（约 2m~3m）测量一次顶管机的姿态偏差，并及时进行纠偏。
- 2) 应超前预测纠偏效果及时调整纠偏角度。

7 顶管顶进时应根据地面检测数据及时调整顶进参数。

8 控制和减少沉降的施工应采取下列措施：

- 1) 严格控制顶管各项施工参数。
- 2) 顶管机尾部的压浆孔应及时有效地进行跟踪注浆，确保能形成完整的泥浆环套，压浆时应先压后顶。管道内的压浆孔应及时进行补浆，严格控制注浆量及注浆压力。
- 3) 进行实时监测和信息化施工，检测数据应及时报告，根据检测数据及时调整施工参数。
- 4) 严格控制管节渗漏，当出现严重渗漏时，应及时补漏。
- 5) 顶管结束宜用水泥浆对泥浆套进行固化。

8.3.21 排泥处理应符合下列规定：

- 1 气压平衡、泥水平衡顶管应采用泥水排放，用管道输送。
- 2 土压平衡顶管宜采用排泥泵或运输小车排土。
- 3 采用泥水排放出泥时，应设置泥浆沉淀池。

8.3.22 通风应符合下列规定：

- 1 管道内应设置通风装置及有毒有害气体检测报警装置。
- 2 送风口宜设在距顶管机 12~15m 处。
- 3 对管径较小、顶进距离较长的管道，宜采用压缩空气送风。
- 4 供气量不应小于每人 25~30m³/h，出口空气质量应符合环保要求。

5 有毒有害气体控制应符合下列规定：

- 1) 含氧浓度（O₂）：19%~21%为正常范围；17%为报警值；小于等于 12%时现场施工人员应全部撤离。
- 2) 甲烷浓度（CH₄）：0~0.25%为正常范围；0.25%~0.5%为警戒范围；0.5%~1%为终止作业；大于等于 1%要疏散作业人员，切断电源和火种。
- 3) 一氧化碳浓度（CO）：35PPm 为报警界限，出现煤气泄漏，施工人员应撤离现场并切断电源和火种。
- 4) 硫化氢浓度（H₂S）：小于等于 7PPm 为正常范围，10PPm 为报警界限，超过此界限时，现场施工人员应全部撤离。

8.3.23 供电应符合下列规定：

- 1 顶管施工用电输出端宜分 3 路，分别供工作井井上供电系统、井下顶管系统及井内主千斤顶用电。

- 2 顶管距离超过 800m 时，宜采用调压器配电，或将高压电引进管内，增设变压器进行供电。
- 3 管道内施工的所有移动电具和设备，必须有严格的接地措施。井下、管道内的照明设备必须采用 12~36V 安全电压。
- 4 井内与管内照明应采用 36V 的低压防爆行灯。
- 5 管内供电系统应配备触电、漏电保护装置。
- 6 施工完毕后，管道的伸缩标准应满足给排水管道、气体输送管道和其他管道的使用要求。

8.4 矩形顶管施工

- 8.4.1 矩形顶管可适用于除岩层之外的各种地层，矩形顶管施工除应符合本规范第 8.2 节的规定外，尚应符合本节规定。
- 8.4.2 矩形顶管机宜采用泥水平衡式，矩形顶管机应根据地面环境、地质条件、工程规模进行选型。
- 8.4.3 矩形顶管设备应根据选型要求定制或改装，刀盘型式及刀具配置应满足掘进地层的要求。
- 8.4.4 矩形顶管施工应按图 8.4.4 执行。

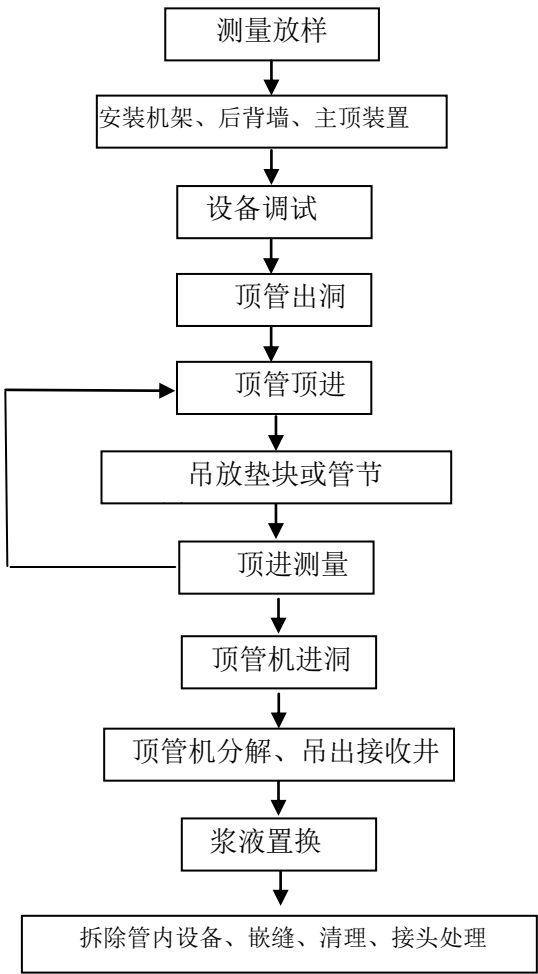


图 8.4.4 泥水平衡式矩形顶管施工工艺流程图

8.4.5 始发井洞口加固和止水应符合下列规定：

1 始发井和到达井预留洞口加固止水措施，可采用高压旋喷桩或搅拌桩加固体，桩与桩之间的搭接 150mm，厚度不少于 3m。遇地下水丰富的砂性土层时可采用 800mm~1200mm 厚的 C10 素混凝土墙作为洞口止水加固体。加固范围应超出隧道外径不少于 2m。

2 井内洞口止水钢环必须牢固地安装在始发井洞口预埋件上，止水环与井壁的缝隙应用水泥砂浆封堵严密，钢环安装时中心点与管道中心线偏差应小于 5mm。

3 在井结构预留洞穿墙止水环下部宜安装 1~2 个压浆口，用于顶进施工完成压注水泥浆或水玻璃双液浆。

8.4.6 井内顶进主要设备安装应符合下列规定：

1 基座定位后应稳固，基座上的两根轨道必须平行、等高，在顶进中应承受各种负载不位移、不变形、不沉降。

2 顶管后座顶铁安装应符合下列规定：

1) 后座垫铁安装应与管道轴线垂直，后座垫铁中心标高与管道中心线标高平齐。

2) 后座垫铁调装完成应固定在工作井后衬墙上，与后衬墙壁之间的空隙应浇注填满 M10 水泥砂浆。

3 主顶千斤顶安装及调试应符合下列规定：

1) 主顶千斤顶安放在固定的支架上，主顶千斤顶布置应为管道中心轴线成对称分布。

2) 每个千斤顶的安装纵向坡度应与管道设计坡度一致且与管道轴线平行。

3) 使用前应进行调试，对千斤顶的缸体内进行多次排气，使到缸体伸缩自如。

4) 千斤顶回收时，宜调整液压系统的流量。

4 主顶千斤顶安装及调试应符合下列规定：

1) 导轨应顺直、平行、等高，其安装的纵向坡度应与管道设计坡度一致。

2) 安装后的导轨应牢固，保证在使用过程中不产生位移，并应在施工过程中经常检查。

3) 导轨安装的允许偏差为：轴线位置：3mm；顶面高程：0~+3mm；两轨内距：±5mm。

8.4.7 顶管机吊下井后，应对顶管机进行精确定位，确保顶管机轴线与设计轴线相符。

8.4.8 路面沉降测点布设及监测应符合下列规定：

1 路面沉降测量点布设：横向应按顶管机刀盘切削面的 45° 角切线延伸到地面的范围进行布点，管道中心线对上的道轨布设一点，45° 角延伸切线与地平线交叉点布设一点，在其两点中间布设一点，共 5 点为一排监测点。

2 纵向应按顶进方向在距离始发井 1m 布设一排深度为 0.5m 深、且进入土体原状土的土体沉降监测点，然后尚按 2m 间距往到达井方向布设土体沉降监测点。

3 顶进施工时，应在顶管机的中部按 45° 角往前延伸线与监测点交汇时开始监测。

4 监测频率应符合下列规定：

1) 顶管机的中部按 45° 角往前延伸线与加密监测点交汇时开始监测, 每顶进一节管应测量一次土体沉降监测量;

2) 在顶管机通过监测点后减少监测频率, 宜每班测量一次, 直至顶进施工完成, 如沉降数据不断变化应加密测量频率;

3) 顶管施工监测工作应在顶进完成及管外泥浆置换后才停止。

8.4.9 顶进始发应符合下列规定:

1 顶管机穿越始发洞口加固区时, 穿墙洞口内应注满泥浆, 顶进速度宜控制在 $2\text{mm}/\text{min} \sim 3\text{mm}/\text{min}$ 。

2 顶管机始发穿越洞口加固区之前应在机外壳两边焊接支座与道轨面平齐, 防止顶管机摆动。

3 始发出洞时应防止因顶管机的自重因素往下偏移, 将顶管机与后面 3 节管连接在一起。

4 初始顶进时应有防止顶管机后退措施。

5 初始顶进时应只使用下层千斤顶顶进。

8.4.10 触变泥浆配置应符合下列规定:

1 在管道外壁应压注触变泥浆, 在管道四周形成一圈泥浆套, 要求施工期间泥浆不失水, 不沉淀, 不固结。

2 管道最前的 3 节管每节管应设置触变泥浆管, 其他管节宜每隔 2~4 节管设置一道, 可按实际需要调整泥浆管的间距。

3 每段顶管注浆宜设置 2 台注浆机, 一台专供在管道最前的 3 道触变泥浆管, 顶进过程中同步不间断压浆; 另一台供其他管节注浆, 顶进过程中间断性补浆。

4 触变泥浆制作后应静置 12h 以上。

5 压浆压力宜控制在比地下水的水压力高 $0.02\text{Mpa} \sim 0.04\text{Mpa}$ 。

6 注浆量应取理论值的 2~3 倍。

8.4.11 主要施工技术参数的控制应符合下列规定:

1 正面泥水压力应根据朗肯土压力理论进行计算, 计算值作为泥水压力的最初设定值, 在实际顶进后, 通过顶进参数地面沉降监测参数进行调整, 宜控制在比地下水的水压力高 $0.02\text{Mpa} \sim 0.04\text{Mpa}$ 。

2 应尽量精确统计出每节管节的出土量, 使之与理论出土量保持一致。

3 应根据土层情况控制排渣循环系统的进浆泥水的泥浆粘稠度, 循环泥浆比重宜控制为 $1.10 \sim 1.30$ 。

4 正常顶进速度宜控制在 $20\text{mm}/\text{min} \sim 40\text{mm}/\text{min}$; 在顶进时应对顶进速度作不断调整, 找出顶进速度、正面土压力、出渣量的最佳匹配值。

8.4.12 顶进偏差的控制应符合下列规定:

1 轴线偏差控制应符合下列规定:

1) 在顶进过程中顶管机的推进方向偏离轴线时, 不宜采取升降切削面土压力、增减排渣土量、过量纠偏等动作。应保证顶进施工参数稳定前提下, 在顶进过程中调整顶管机的纠偏量, 纠偏角不宜大

于 0.5° 。

2) 在正常顶进施工过程中, 应密切注意偏差的变化, 做好记录。在每节管节顶进结束后, 应复测机头的姿态。

2 转角控制应符合下列规定:

1) 应在壳体两侧安装纠扭装置, 根据需要将翼板伸出壳体插入土体内, 在机头向前推进时, 土体在翼板上产生一侧向分力, 形成一力偶使机头按所需的方向旋转, 以达到纠扭目的。

2) 应在壳体上安装压浆管注浆, 将浆液分隔成四个区域, 根据纠转方向的要求, 选择适当的压浆点, 使压出的浆液在机头形成一力偶, 使机头按所需的方向旋转, 以达到纠扭目的。

3) 偏差较大时应调整两个矩形刀盘同向旋转, 并与机头的扭转方向一致, 将产生一反向力偶, 以控制机头的姿态, 达到纠转的目的。

8.4.13 地面沉降控制应符合下列规定:

1 应控制泥水压力、排渣泥浆粘稠度、顶进速度等施工参数, 防止超挖或欠挖。

2 矩形顶管机尾部 1~3 节管应连续注浆, 后面应间歇注浆, 浆液均匀分布于管壁, 减少土体与管壁的摩擦力, 并阻止土体粘附在管壁跟随一起移动。

3 在顶进时, 应加强地面沉降观测并作好记录。

8.4.14 顶进测量控制应符合下列规定:

1 矩形顶管机出洞前应认真测定顶管机切口的轴线和标高, 与洞口数值校核。顶进中原始数据、表格应连续真实填写清楚。

2 交接班时应交清测量记录, 将仪器对中, 并交清管道轨迹和纠偏措施。

3 顶程结束后应全线复测、绘制管道顶进轨迹图(含高程、方向、顶力曲线), 并由施工技术人员检查复核。

4 在过道路时, 应按建设单位的要求在指定地段进行施工监测布置, 观测顶进过程中地表变形和土体位移情况, 以便采取预防措施, 避免影响道路正常运行。顶进结束后应绘制施工过程和竣工后的地面变形图。

8.4.15 矩形管节和接口应符合下列规定:

1 矩形管节混凝土等级应不低于 C50, 抗渗指标应不低于 S8。接口宜采用 F 型钢承插接口, 接口止水宜设置 3 道, 宜在 F 型钢承插接口处设置一道橡胶止水带, 并在接缝端面设置两道矩形或 O 型橡胶止水带。

2 木垫板的厚度, 应按设计顶力大小确定, 并应不小于 12mm。粘贴时, 凹凸口对中, 环向间隙符合要求。

3 管节对装前滑动部位可均匀涂薄层硅油等润滑材料, 减少摩阻。

4 管节承插时外力应均匀, 止水橡胶圈不移位、不反转、不损坏、不露出管外。

8.4.16 顶进到达和泥浆置换应符合下列规定:

- 1 顶管机接近到达井洞口止水加固区前，应加强测量管线距离和管道偏差。
- 2 顶管机进入接收井洞口止水加固区时，应控制顶进速度在 $2\sim 3\text{mm}/\text{min}$ ，接近接收井洞口时，应将洞口封口墙拆除并清理洞口障碍物。
- 3 顶管机和管节进入接收井后，应对管节与洞口间的空隙进行适当塞填，作止水处理。
- 4 当地下水位高时宜采用水下接收措施。
- 5 管外触变泥浆的置换应按图纸要求，置换注浆量应是顶管机刀盘切削体积与管道外体积差的 1 倍。
- 6 置换浆液不宜过快，压浆压力应保持恒定，宜控制在比地下水的水压力高 $20\text{ Kpa}\sim 40\text{Kpa}$ 。

8.5 盾构法施工

8.5.1 施工前应做好下列准备工作：

- 1 在隧道施工前，应具备下列资料：
 - 1) 工程地质和水文地质勘察报告。
 - 2) 施工沿线的环境、地下管线和障碍物等的调查报告。
 - 3) 施工所需的设计图纸资料和工程技术要求文件。
 - 4) 工程施工有关合同文件。
- 2 工程所使用的原材料、半成品和成品的质量，除应符合本规范外，尚应符合设计要求和国家现行相关标准的规定。
- 3 盾构掘进施工前，应完成下列主要工作：
 - 1) 记录各工作井井位里程及坐标。
 - 2) 记录洞门钢圈制作精度和安装后的标高、坐标。
 - 3) 进行盾构组装、调试与验收。
 - 4) 盾构基座、负环管片和反力架等设施及定向测量数据的检查验收。
 - 5) 准备预制管片。
 - 6) 准备盾构掘进施工的各类报表。
- 4 应详细了解施工段的工程地质和水文地质情况，必要时应进行补充地质勘察。
- 5 应对工程影响范围内的道路、交通流量、地面建（构）筑物及文物等进行现场踏勘和调查，对需要加固或基础托换的建（构）筑物应作详细的调查；必要时应作鉴定，并提前做好施工方案。
- 6 应对工程影响范围内的地下障碍物、地下构筑物及地下管线等进行调查，必要时可进行探查。
- 7 盾构选型及配套设备应符合下列规定：
 - 1) 根据隧道功能、外径、长度、埋深等参数，工程地质和水文地质条件、沿线地形、建（构）筑物、地下管线等环境条件以及对地层变形的控制要求，结合开挖、衬砌、施工安全、经济和工期等因素，综合分析确定。
 - 2) 盾构及配套设备应由专业厂家制造，其质量必须符合设计要求；盾构制造完成后应经总装调

试合格后出厂，并提供盾构质量保证书。

3) 根据盾构类型、掘进方法、隧道施工中各项工艺的要求，配置必要的辅助措施。

4) 应配置符合工程需要的浆液站，泥水平衡盾构应设置相应的泥水处理装置，并应符合环境保护要求。

5) 选择合理的水平运输及垂直提升设备。

6) 供电设备必须满足盾构施工的要求。

8 盾构始发和接收工作井内设施的准备应符合下列规定：

1) 始发工作井内的盾构基座必须满足盾构组装、调试及始发所需条件。

2) 接收工作井内的盾构基座应保证安全接收盾构，并满足盾构检修、解体或整体移位的要求。

3) 设置满足始发要求的反力架。

4) 设置满足始发和接收要求的洞门密封装置。

9 工作井设置应符合下列规定：

1) 依据地质条件、环境条件选择安全、经济、对周边影响小的施工方法。

2) 始发工作井的长度应大于盾构主机长度 3m，宽度应大于盾构直径 3m。

3) 接收工作井的平面内净尺寸应满足盾构回收、解体或整体移位的要求。

4) 始发、接收工作井的井底板宜低于进、出洞洞门底标高 700mm。

5) 洞圈、求安设完成，密封及其他预埋件等应在盾构始发或接收前按要并应符合质量要求。

6) 工作井预留洞门直径应满足盾构始发和接收的要求，并应按下式计算：

$$D_s \geq H \tan \alpha + (D / \cos \alpha) + \Delta e + \Delta s + \Delta g \quad (8.5.1)$$

式中：\$D_s\$——工作井预留洞门直径（m）；

\$H\$——洞门井壁厚度（m）；

\$D\$——盾构外径（m）；

\$\alpha\$——隧道轴线与洞门轴线的夹角（°）（采取平面或纵坡夹角的值）；

\$\Delta e\$——设计规定的始发或接收工作井预留口直径大于盾构外径的差值（通常始发井为 0.1m，接收工作井为 0.2m）；

\$\Delta s\$——测量误差（m）；（通常为 0.1m）；

\$\Delta g\$——盾构基座安装高程误差（m）（通常为 0.05m）。

10 当洞口段土体不能满足盾构始发和接收对防水、防坍等安全要求时，必须采取加固措施。

8.5.2 施工测量应符合下列规定：

1 施工测量主要内容应包括地面控制测量、联系测量、地下控制测量、掘进施工测量、贯通测量和竣工测量。

2 测量前，应对施工现场进行踏勘，接收和收集相关测量资料；办理测量资料交接手续，并对既有测量控制点进行复测和保护。

3 应结合盾构及配置的导向系统的精度、特点和人工测量仪器精度等，制定盾构施工测量方案。

4 地面施工测量控制点必须埋设在施工影响的变形区以外。由于施工现场条件限制，埋设在变形区内的施工测量控制点必须经常检测。

5 盾构始发工作井建成后，应采用联系测量方法，将平面和高程测量数据传入井下控制点，并应满足盾构组装、基座和反力架等安装以及盾构始发对测量的要求。

6 盾构测量标志点应符合下列规定：

1) 标志点应牢固设置在盾构纵向或横向截面上，且不应少于 2 个，标志点间距离应尽量大，标志点可粘贴反射片或安置棱镜。

2) 标志点间三维坐标系统应和盾构几何坐标系统一致，当不一致时，应建立明确的换算关系。

7 盾构就位后应利用人工测量方法准确测定盾构的初始姿态，盾构自身导向系统测量结果应与人工测量结果一致。

8 盾构姿态测量应满足下列规定：

1) 盾构姿态测量主要内容应包括横向偏差、竖向偏差、俯仰角、方位角、滚转角和切口里程。

2) 盾构姿态计算数据精度要求应符合表 8.5.2-1 的规定：

表 8.5.2-1 数据计算精度要求

名称	单位	精度要求
横向偏差	mm	1
竖向偏差	mm	1
俯仰角	/	1
方位角	/	1
滚转角	/	1
切口里程	m	0.01

3) 盾构配置的导向系统宜具有实时测量功能，当采用人工辅助测量时，测量频率应根据其导向系统精度确定：当盾构始发掘进和距接收工作井 50m 内时，应增加人工测量频率。

4) 当以地下控制导线点和水准点测定盾构测量标志点时，测量误差为士 3mm。

9 衬砌环测量应在完成管片拼装后进行盾尾问隙测量：在衬砌环完成壁后注浆，宜在管片出车架后进行侧量，其内容包括衬砌环中心坐标、底部高程、水平直径、垂直直径和前端面里程，测量误差为士 3mm。

10 应根据测量结果及时调整盾构姿态。

11 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、横向和高程贯通误差测量

12 贯通测量时，应在贯通面设置贯通相遇点。

13 纵、横向贯通误差，可利用隧道贯通面两侧平面控制点测定贯通相遇点的坐标闭合差确定，可

利用隧道贯通面两侧中线在贯通相遇点的间距测定：隧道的纵、横向贯通误差应投影到线路的法线方向上。

14 应利用隧道贯通面两侧高程控制点进行高程贯通误差测量。

15 盾构施工隧道贯通测量中误差应符合表 8.5.2-2 的规定。

表 8.5.2-2 隧道贯通测量中误差（mm）

横向贯通测量中误差	±50
高程贯通测量中误差	±25

16 同一贯通区间内始发和接收工作井所使用的地面近井控制点间必须进行直接联测，并与区间内的其他地面控制点构成附和路线或附和网。

17 隧道贯通后必须分别以始发和接收工作井的地下近井控制点为起算数据，采用附和路线形式，对原有控制点重新组合或布设并施测地下控制网。

18 隧道贯通后以始发和接收工作井内的控制点为起算点，对隧道内的导线点和水准点分别重新组成附和路线或附和网，测量结果作为后续施工的测量依据。

19 隧道竣工测量主要内容应包括隧道轴线平面偏差、高程偏差、衬砌环椭圆度以及隧道纵、横断面测量等。

20 隧道在直线段每 12m，曲线段每 5m 测量 1 个横断面，断面上的测点位置、数量应按设计要求确定；隧道应按设计要求确定断面间距和测点位置。

21 横断面测量可采用全站仪极坐标法或断面仪等进行测量，测量误差为±10mm。

22 竣工测量结果应按要求归档，并作为隧道验收依据。

8.5.3 盾构掘进施工应符合下列规定：

1 盾构现场组装完成后必须对各系统进行调试并验收。

2 盾构掘进施工划分为始发、掘进和接收三个阶段，施工中应根据每个阶段施工特点采取针对性技术措施，保证施工安全，并应满足质量及环保要求。

3 应在盾构起始段 50 — 100m 进行试掘进，并根据试掘进调整、确定掘进参数。

4 盾构掘进施工必须严格控制排土量、盾构姿态和地层变形。

5 盾构掘进至一个管片环宽度时，应停止掘进，进行管片拼装。管片拼装时，应采取措施保持土仓内压力，防止盾构后退。

6 盾构掘进过程中必须对成环管片与地层的间隙充填注浆。

7 盾构掘进过程中应保持盾构与配套设备、抽排水与通风设备、水平运输与垂直提升设备、泥浆管道输送设备、供电系统等正常运转，并保持盾尾密封。

8 盾构掘进过程中遇到下列情况时，应及时处理：

- 1) 盾构前方地层发生坍塌或遇有障碍。
 - 2) 盾构本体滚动角不小于 30°。
 - 3) 盾构轴线偏离隧道轴线不小于 50mm。
 - 4) 盾构推力与预计值相差较大。
 - 5) 管片严重开裂或严重错台。
 - 6) 壁后注浆系统发生故障无法注浆。
 - 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。
- 9 在曲线段施工时，应考虑已成环管片竖向、横向位移对隧道轴线的影
- 10 应按设定的掘进参数沿设计轴线进行盾构掘进，并应作好详细记录。
- 11 根据横向偏差和转动偏差，应采取措施调整盾构姿态，并应防止过量纠偏。
- 12 盾构暂停掘进时，应采取措施稳定开挖面，防止坍塌。
- 13 必须对盾构姿态与管片状态进行人工复核测量。

8.5.4 管片拼装应符合下列规定：

- 1 必须使用质量合格的管片和防水密封条。
- 2 应根据上一衬砌环姿态、盾构姿态、盾尾间隙等确定管片排序，并应按拼装工艺要求逐块拼装，并及时联结成环。
- 3 拼装管片时，拼装机作业范围内严禁站人。
- 4 对管片及防水密封条应进行验收，并按拼装顺序存放；对上一衬砌环面应进行质量检查
- 5 对拼装机具和材料应进行检查。
- 6 应严格控制盾构千斤顶的压力和伸缩量，并保持盾构姿态稳定。
- 7 管片连接螺栓紧固质量应符合设计要求；拼装管片时应防止管片及防水密封条损坏。
- 8 对已拼装成环的衬砌环应进行椭圆度抽查，确保拼装精度。
- 9 在曲线段拼装管片时，应使各种管片在环向定位准确，隧道轴线应符合设计要求。
- 10 在特殊位置拼装管片时，应根据特殊管片的设计位置，预先调整盾构姿态和盾尾间隙，管片拼装应符合设计要求。
- 11 粘贴管片防水密封条前应将管片密封条槽清理干净，粘贴后的防水密封条应牢固、平整、严密、位置正确，不得有起鼓、超长和缺口现象。管片防水密封条粘贴完毕并达到粘贴时间要求后方可拼装。管片拼装前应对粘贴的密封条进行检查，拼装时不得损坏密封条。
- 12 螺栓孔密封胶圈应按设计要求安装，不得遗漏，且不宜外露；管片嵌缝防水应符合设计要求。当无设计要求时，应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》的相关规定。
- 13 当管片表面出现缺棱掉角、混凝土剥落、大于 0.2mm 宽的裂缝或贯穿性裂缝等缺陷时，必须进行修补。

14 管片修补时，应分析管片破损原因及程度，制定修补方案；修补材料强度不应低于管片强度。

8.5.5 壁后注浆应符合下列规定：

1 壁后注浆分为同步注浆、二次补强注浆和跟踪注浆等，应根据工程地质条件、地表沉降状态、环境要求及设备情况等选择注浆方式和注浆参数。

2 同步注浆必须与盾构掘进同步进行。

3 壁后注浆过程中，必须采取措施减少注浆施工对周围环境的影响。

4 注浆用浆液应符合下列规定：

1) 浆液应按设计配合比拌制。

2) 浆液的相对密度、稠度、和易性、杂物最大粒径、凝结时间、凝结后强度、浆体固化收缩率均应满足工程要求。

3) 拌制后浆液应易于压注，在运输过程中不得离析和沉淀。

5 注浆作业应连续进行；宜配备对注浆量、注浆压力、注浆时间等参数进行自动记录的仪器

6 注浆作业时，应观察注浆压力及流量变化，严格控制注浆参数。

7 注浆作业后，应及时清洗注浆设备和管路；管片与地层间隙应填充密实，并确保衬砌环稳定，不得漏水。

8.5.6 监控量测应符合下列规定：

1 施工中应结合施工环境、工程地质和水文地质条件、掘进速度等制定监控量测方案。

2 监控量测范围应包括盾构隧道和沿线施工环境，对突发的变形异常情况必须启动应急监测方案。

3 在监控量测中可根据观测对象的变形量、变形速率等调整监控量测方案。

4 地上、地下同一断面内的监控量测数据应同步采集，并应收集同期盾构施工参数进行分析。

5 监控量测仪器和设备应满足量测精度、抗干扰性、可靠等要求。

6 监控量测项目应按表 8.5.6 选择。穿越水系和建(构)筑物或有特殊要求等地段的监控量测项目应根据设计要求确定。

表 8.5.6 监控量测项目

项目	监测项目
必测项目	施工线路地表隆沉、沿线建(构)筑物和管线变形测量
	隧道变形侧量
选测项目	地中位移
	衬砌环内力
	地层与管片的接触应力

7 沉降测量可采用水准测量方法，水准基点应理设在变形影响范围外，且不得少于 3 个。

8 水平位移测量可采用边角测量、GPS 等方法、应建立水平位移监测控制网，水平位移监测控制点宜采用具有强制对中装置的观测墩和照准装置。

9 当采用物理传感器进行监控量测时，应按各类仪器的埋设规定和监控量测方案的要求埋设传感器。

10 当采用静力水准测量方法进行沉降测量时，静力水准的埋设、连接、观测、数据处理等应符合相关技术要求度应与水准测量要求相同。

11 观测点应埋设在能够反映变形、便于观测、易于保存的位置。

12 宜利用计算机实现测量数据采集实时化、数据处理自动化、数据输出标准化，并应建立监控量测数据库。

13 应结合施工和现场环境状况对监控量测数据定期进行综合分析，并应绘制变形时态曲线图。

14 宜选择与实测数据拟合较好的函数对时态曲线进行回归分析，并应对变形趋势进行预测。

15 当实测变形值大于允许变形的 2/3 时，必须及时通报建设、施工、监理等单位，并采取相应措施。

16 监控量测完成后应及时提供监测成果，工程竣工后应提供监控量测技术总结报告。

8.6 暗挖法施工

8.6.1 施工前应做好下列准备工作：

1 隧道施工前，应熟悉设计文件，领会设计意图，做好现场调查和图纸核对工作。

2 隧道施工前，应编制实施性施工组织设计，并做好技术准备和组织落实工作。

3 隧道施工应加强地质工作，重视跟踪地质调查与超前地质预报。

4 隧道施工过程中，应完整收集原始数据、资料，做好施工记录。

5 应根据隧道长度、断面大小、结构形式、工期要求、机械设备、地质条件等，选择适宜的开挖方案。

6 开挖作业应符合下列规定：

1) 开挖断面尺寸应满足设计要求。

2) 爆破后，应及时对开挖面和未衬砌地段进行检查：对可能出现的险情，应采取措
施及时处理。

3) 开挖作业不得危及初期支护、衬砌和设备的安全，并应保护好量测用的测点。

4) 开挖后，应做好地质构造的核对和监控量测工作。

5) 开挖作业必须保证安全。

7 隧道爆破应采用光面爆破技术。

8 爆破作业及爆破物品管理，必须符合现行《爆破安全规程》(GB 6722)有关规定。

9 隧道双向开挖接近贯通时，两端施工应加强联系，统一指挥。当两开挖面间距离剩下 15 — 30m 时，应改为单向开挖，并落实贯通面的安全措施，直到贯通为止。

10 在瓦斯地层开挖时，除应符合本规范第 16.6 节的规定外，尚应符合现行《煤矿安全规程》的

相关规定。

11 出渣运输方式应根据隧道长度、断面大小、开挖方法、机械设备配套能力、经济性及施工进度等因素综合考虑确定，保证作业安全。

12 出渣运输设备的选型配套应保证机械设备充分发挥其功能，并使出渣能力、运输能力与开挖能力相适应，应使装运能力大于最大的开挖能力。

13 运输线路或道路应设专人进行维修和养护，使其处于平整、畅通状态。线路或道路两侧的废渣和余料应随时清除。

14 出渣运输车辆必须处于完好状态，制动有效，严禁人料混载，不准超载、超宽、超高运输。运装大体积或超长料具时，应有专人指挥，专车运输，并设置显示界限的红灯。

15 爆破器材运输应符合有关安全管理规定。

6 隧道施工支护应配合开挖作业及时进行，确保施工安全。

17 隧道衬砌不得侵入隧道建筑限界。

18 支护与衬砌材料的标准、规格及要求等应满足设计要求。

19 隧道支护与衬砌施工过程中应做好施工记录。

8.6.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 施工场地应结合工程规模、工期、地形特点、弃渣场和水源等情况进行合理布置。
- 2 弃渣场地布置应满足安全、环保的要求，并方便弃渣。
- 3 临时工程应满足安全和便于施工活动正常开展的需要。
- 4 严禁将临时房屋布置在受洪水、泥石流、塌方、滑坡及雪崩等自然灾害威胁的地段。
- 5 爆破器材库、油库的位置，应符合有关规定。
- 6 从事隧道施工的各类特殊岗位人员均应持证上岗。
- 7 隧道施工前应对施工人员进行安全培训和安全、技术交底。
- 8 应做好工程所需材料的选择和相关检测、试验工作。
- 9 应配备满足工程需要的施工设备和仪器，并完成相应检定工作。

8.6.3 施工测量应符合下列规定：

- 1 施工前，应进行测量方案设计，选定控制测量等级，确定测量方法，估算误差范围。
- 2 施工前，应对设计交桩进行复测。
- 3 当洞内有瓦斯等易燃易爆气体时，测量工作必须采取防爆措施。
- 4 控制测量应符合下列规定：
 - 1) 控制测量桩点必须稳固、可靠。
 - 2) 测量工作中的各项计算，均应由两组独立进行：计算过程中应及时校核，发现问题应及时检查，并找出原因。
 - 3) 隧道洞外控制测量应在隧道进洞施工前完成。

4) 用于测量的设计图资料应认真核对, 确认无误后方可使用, 引用数据资料必须核对。

5) 在控制网误差调整时, 不得将低等级平面和高程控制网的误差传入隧道控制网。

5、用中线法进行洞内测量的隧道, 中线点点位横向偏差不得大于 5mm。

6、交(竣)工验收时, 应提交隧道总体检验项目结果, 见表 8.6.3。

表 8.6.3 隧道总体检验项目表

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检验方法
1	隧道净总宽	不小于设计	尺量: 每 20m(曲线)或 50m(直线)检查一处
2	隧道净高	不小于设计	水准仪: 每 20m(曲线)或 50m(直线)测一断面, 每个断面测拱顶和拱腰 3 个点
3	隧道偏位(mm)	20	全站仪: 每 20m(曲线)或 50m(直线)检查一处
4	引道中心线与隧道中心线的衔接(mm)	20	分别将引道中心线和隧道中心线延长至两侧洞口, 比较其平面位置
5	边坡、仰坡的坡度	不大于设计	坡度板: 检查 10 处

8.6.4 暗挖施工应符合下列规定:

1 全断面法施工应符合下列规定:

- 1) 围岩自稳性好, 无地下水出露或出露量不大。
- 2) 采用大型机械配套作业。
- 3) 超前开挖导洞时, 应控制开挖距离。

2 台阶法施工应符合下列规定:

- 1) 台阶长度不宜超过隧道开挖宽度的 1.5 倍。台阶不宜多分层。
- 2) 上台阶钢架施工时, 应采取有效措施控制其下沉和变形。
- 3) 下台阶应在上台阶喷射混凝土强度达到设计强度的 70%后开挖。

3 环形开挖留核心土法施工应符合下列规定:

- 1) 环形开挖进尺宜为 0.5~1.0m; 核心土面积应不小于整个断面面积的 50%。
- 2) 开挖后应及时施工喷锚支护、安设钢架支撑, 相邻钢架必须用钢筋连接, 并按设计要求施工锁脚锚杆。

3) 围岩地质条件差, 自稳时间短时, 开挖前应按设计要求进行超前支护。

4) 核心土与下台阶开挖应在上台阶支护完成后、喷射混凝土强度达到设计强度的 70%后进行。

4 中隔壁法或交叉中隔壁法施工应符合下列规定:

1) 初期支护完成后方可进行下一分部开挖。地质较差时, 每个台阶底部均应按设计要求设临时钢架或临时仰拱。

2) 各部开挖时, 周边轮廓应尽量圆顺。

3) 应在先开挖侧喷射混凝土强度达到设计要求后再进行另一侧开挖。

- 4) 左右两侧导坑开挖工作面的纵向间距不宜小于 15m。
- 5) 当开挖形成全断面时, 应及时完成全断面初期支护闭合。
- 6) 中隔壁及临时支撑应在浇筑二次衬砌时逐段拆除。
- 5 双侧壁导坑法施工应符合下列规定:
 - 1) 侧壁导坑开挖后, 应及时施工初期支护并尽早形成封闭环。
 - 2) 侧壁导坑形状应近于椭圆形断面, 导坑跨度宜为整个隧道跨度的三分之一。
 - 3) 左右导坑施工时, 前后拉开距离不宜小于 15m。
 - 4) 导坑与中间土体同时施工时, 导坑应超前 30~50m。
- 6 仰拱部位开挖应符合下列规定:
 - 1) 挖至设计高程时, 底面应圆顺, 渣物应清除。
 - 2) 做好排水设施, 清除积水。
 - 3) 隧道底两隅与侧墙连接处应圆顺。
 - 4) 仰拱部开挖时, 应采取措施保证施工交通安全。
- 7 应严格控制欠挖。拱脚、墙脚以上 1m 范围内断面严禁欠挖。
- 8 隧道开挖轮廓应按设计要求预留变形量, 预留变形量大小宜根据监控量测信息进行调整。
- 9 超挖部分必须回填密实。
- 10 施工前应进行钻爆设计, 并根据实际爆破效果及时对爆破设计参数进行调整。
- 11 爆破器材必须具备相关的检验合格证、技术指标及说明书。
- 12 钻爆作业应按照钻爆设计进行。
- 13 炮眼的深度、角度、间距应按爆破设计要求确定, 并应符合下列精度规定:
 - 1) 掏槽眼眼口间距误差和眼底间距误差不得大于 50mm。
 - 2) 辅助眼眼口排距、行距误差不得大于 50mm。
 - 3) 周边眼沿隧道设计断面轮廓线上的间距误差不得大于 50mm, 周边眼外斜率不得大于 50mm/m, 眼底不超出开挖断面轮廓线 100mm, 最大不得超过 150mm。
 - 4) 内圈炮眼至周边眼的排距误差不得大于 50mm, 炮眼深度超过 2.5m 时, 内圈炮眼与周边眼宜采用相同的斜率。
- 14 钻眼完成后, 应按炮眼布置图进行检查并做好记录, 不符合要求的炮眼应重钻, 经检查合格后方可装药。
- 15 装药前应将炮眼内泥浆、石屑吹洗干净。已装药的炮眼应及时堵塞密封。周边眼的堵塞长度不宜小于 200mm。
- 16 采用电力起爆时, 除应执行现行《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定外, 尚应符合下列规定:
 - 1) 装药前电灯及电线应撤离开挖面, 装药时应用投光灯、矿灯、风灯照明。
 - 2) 起爆主导线应敷设在电线和管路的对侧, 不得已设在同一侧时, 与钢轨、管道等导电体的间

距必须大于 1.0m, 并悬空架设。

3) 放炮前, 应检查主线的连接, 确认起爆顺序无误后方可起爆。

4) 在地下水较多的地段, 所用爆炸材料应能防水, 连接线应采用塑料导线。敷设爆破网路时接头不得浸在水中, 应加强接头的防水与绝缘处理。

17 隧道爆破可能影响周围建(构)筑物安全时, 应监测围岩爆破影响深度以及爆破震动对周围建(构)筑物的破坏程度。

18 爆破前, 所有人员应撤至安全地点。

19 爆破作业应在上一循环喷射混凝土终凝不少于 4h 后进行。

8.6.5 出渣与运输应符合下列规定:

1 隧道施工时, 应建立运输调度系统, 并编制运输计划, 统一指挥, 确保车辆运输安全, 提高运输效率。

2 采用有轨式运输时, 洞外应根据需要设置调车、编组、出渣、进料、设备整修等作业线路。洞内宜铺设双道: 在单道地段, 应根据装渣作业时间和行车速度的大小合理布设错车道、调车设备, 增加岔线和岔道等。

3 有轨式运输线路铺设应符合下列规定:

1) 同一线路必须使用同一型号钢轨, 钢轨质量不宜小于 38kg/m。钢轨配件、夹板、螺栓必须按标准配齐, 且与轨型相符。

2) 道岔型号应与钢轨类型相配合, 不得低于 6 号道岔, 并安装转辙器。

3) 轨枕的规格及数量应符合标准规定, 间距不宜大于 0.7m, 间距偏差不得超过 50mm, 长度为轨距加 0.6m。轨枕的上下面应平整。

4) 平曲线半径, 洞内不应小于机动车或车辆轴距的 7 倍, 洞外不应小于 10 倍。使用有转向架的梭式矿车时, 最小曲线半径应不小于车辆技术文件的要求, 并应尽量采用较大的曲线半径。

5) 道床道碎应采用不易风化的碎石, 粒径应符合标准规定, 不宜过大。道床厚度不应小于 150mm。

6) 双道的线间距, 应保持两列车间净距大于 0.2m, 错车线处应大于 0.4m。

7) 车辆距坑道壁或支撑边缘的净距不应小于 0.2m, 单道一侧的人行道宽度不宜小于 0.7m。

8) 机动车牵引时, 纵坡不宜大于 2.5%; 皮带输送机输送时, 纵坡不宜大于 25%。洞外卸渣线末端应设 1%—3%的上坡段。

9) 线路铺设轨距允许误差为+6mm、—4mm, 曲线地段应按规定加宽和设超高: 钢轨接头间隙、顶面的高低差, 以及曲线段外轨按设计加高后与内轨顶面的高低偏差, 不得大于 5mm。钢轨配件应齐全牢固。

10) 当采用新型轨式机械设备时, 线路铺设标准应满足机械规格、性能的要求, 保证运输安全。

4 有轨运输作业应符合下列规定:

1) 机动车牵引不得超载。

2) 车辆装载的高度,斗车不应超过顶面 0.5m,宽度不应超过车宽。

3) 列车连接必须良好,必须采用不能自行脱钩的连接装置。利用机车进行车辆的调车、编组和停留时,必须有可靠的制动装置,严禁溜放。

4) 车辆在同方向行驶时,相邻两组列车间的距离不应小于 100m。人推斗车的间距不应小于 20m。

5) 在洞内施工地段、视线不良的弯道上或通过道岔和洞口平交道等处,机动车牵引的列车运行速度不宜超过 10km/h;其他地段在采取有效的安全措施后,最大速度不宜超过 20km/h。

6) 轨道旁的料堆,距钢轨外缘不应小于 0.8m,高度不应大于 1.0m。

7) 洞内在曲线区间、转辙器、人行横道处等应设慢行标志。车辆的限制速度、注意或危险提示等必须用交通标志及标灯明示出来。

8) 长隧道施工应有载人列车供施工人员上下班使用,并应制订保证安全的措施。严禁非专职人员开车。

5 无轨运输作业应符合下列规定:

1) 洞内宜铺设简易路面,路面的平整度、强度等指标应满足出渣车辆运行要求,并做好排水及路面的维修工作。

2) 从隧道的开挖面到弃渣场地,必须按需要设置会车场所、转向场所及行人的安全通路。

3) 在洞口、平交道口、狭窄的施工场地,必须设置明显的警示标志,必要时应设专人指挥交通。

4) 单车道净宽不得小于车宽加 2m,并应隔适当距离设置错车道:双车道净宽不得小于 2 倍车宽加 2.5m;会车视距宜大于 40m。

5) 行车速度,在施工作业地段和错车时不应大于 15km/h,成洞地段不宜大于 20km/h。

6) 车辆行驶中严禁超车,洞内倒车与转向应由专人指挥。

7) 洞内应加强通风,洞内作业环境应符合职业健康标准。

6 装渣设备应选用能在隧道开挖断面内发挥高效率的机械,其装渣能力应与每次开挖土石方量及运输车辆的容量相适应。装渣机械应具有移动方便、污染小的特点。

7 装渣作业应符合下列规定:

1) 装渣前及装渣过程中,应检查开挖面围岩的稳定情况。发现有松动岩石或塌方征兆时,必须先处理后装渣。

2) 装渣作业应由专人指挥。要注意爆后残留在掌子面上和埋在爆渣之中的拒爆残药,发现拒爆残药,必须立即通知专业人员进行处理。

3) 人工装渣时,应将车辆停稳并制动。漏斗装渣时,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;接渣时,漏斗口下不得有人通过。

4) 机械装渣时,装载机械应能在开挖断面内安全运转,装渣机操作时其回转范围内不得有人通过;机械装渣作业应严格按操作规程进行,并不得损坏已有的支护及设施。

5) 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。

8 卸渣作业应符合下列规定：

1) 应根据弃渣场地形条件、弃渣利用情况、车辆类型，妥善布置卸渣路线。卸渣应在规定的卸渣路线上依次进行，不得干扰任何施工作业或其他设施。

2) 卸渣宜采用自动卸渣或机械卸渣设备和平渣设备。机械卸渣时应有专人指挥，及时平整：人工卸渣时，应将车辆停稳制动，严禁站在斗车内扒渣。

3) 所有弃渣堆顶面及坡脚处，或与原地面衔接处，均应按设计要求修筑永久排水设施和其他必要的防护工程。

4) 轨道运输卸渣时，卸渣码头应搭设牢固，并设挂钩、栏杆，轨道末端应设置可靠的挡车装置和标志，以及足够宽的卸车平台。

8.7 质量检验与验收

8.7.1 圆形顶管工程质量检验与验收符合下列规定：

主控项目

1 管节及附件等工程材料的产品质量应符合国家有关标准的规定和设计要求。

检查方法：检查产品质量合格证明书、各项性能检验报告，检查产品制造原材料质量保证资料；检查产品进场验收记录

2 接口橡胶圈安装位置正确，无位移、脱落现象；钢管的接口焊接质量应符合规范要求，焊缝无损探伤检验符合设计要求。

检验方法：逐个接口观察；检查钢管接口焊接检验报告。

3 无压管道的管底坡度无明显反坡现象；曲线顶管的实际曲率半径符合设计要求。

检查方法：观察；检查顶进施工记录、测量记录。

4 管道接口端部应无破损、顶裂现象，接口处无滴漏。

检验方法：逐节观察。

一般项目

5 管道内应线形平顺、无突变、变形现象；一般缺陷部位，应修补密实、表面光洁；管道无明显渗水和水珠现象。

检验方法：观察、尺量。

6 管道与工作井出、进洞口的间隙连接牢固，洞口无渗漏水。

检验方法：观察每个洞口。

7 钢管防腐层及焊缝处的外防腐层及内防腐层质量验收应合格。

检验方法：观察、尺量。检查施工记录。

8 顶管施工贯通后管道的允许偏差应符合表 8.7.1 规定。

表 8.7.1 圆形顶管管道施工质量检验标准

检查项目					允许偏差(mm)	检查数量		检查方法				
						范围	点数					
1	直线顶管 水平轴线	顶进长度<300m			50	每管节	1点	用经纬仪测量或挂中线用尺量测				
		300m≤顶进长度<1000m			100							
		顶进长度≥1000m			L/10							
2	直线顶管 内底高程	顶进长度<300m	$D_i<1500$	+30,—40					用水准仪或 水平仪测量			
			$D_i\geq 1500$	+40,—50								
		300m≤顶进长度<1000m								+60,—80	用水准仪测量	
		顶进长度≥1000m								+80,—100		
3	曲线顶管 水平轴线	$R\leq 150D_i$	水平曲线	150					用经纬仪测量			
			竖曲线	150								
			复合曲线	200								
		$R>150D_i$	水平曲线	150								
			竖曲线	150								
			复合曲线	150								
4	曲线顶管 内底高程	$R\leq 150D_i$	水平曲线	+100,—150			用水准仪测量					
			竖曲线	+150,—200								
			复合曲线	±200								
		$R>150D_i$	水平曲线	+100,—150								
			竖曲线	+100,—150								
			复合曲线	±200								
5	相邻管间 错口	钢管、玻璃钢管			≤2	每管节	1点	用钢尺量测				
		钢筋混凝土管			15%壁厚，且≤20							
6	钢筋混凝土管曲线顶管相邻管间接口的最大间隙与最小间隙之差				≤ΔS							
7	钢管、玻璃钢管道竖向变形				≤0.03D _i							
8	对顶时两端错口				50							

8.7.2 矩形顶管工程质量验收应符合下列规定：

- 1 矩形顶管工程质量验收与圆形顶管相同。
- 2 矩形顶管工作井质量验收应符合下列规定：

主控项目

- 1) 工程原材料、成品、半成品的产品质量应符合国家相关标准规定和设计要求。

检查方法：检查产品质量合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

- 2) 工作井结构的强度、刚度和尺寸应满足设计要求，结构无滴漏和线流现象。

检验方法：逐座进行检查，检查施工记录。

3) 混凝土结构的抗压强度等级、抗渗等级符合设计要求。

检查数量：每根钻孔灌注桩、每幅地下连续墙混凝土为一个验收批，抗压强度、抗渗试块应各留置一组；沉井及其他现浇结构的同一配合比混凝土，每工作班且每浇筑 100m^3 为一个验收批，抗压强度试块留置不应少于 1 组；每浇筑 500m^3 混凝土抗渗试块留置不应少于 1 组。

检查方法：检查混凝土浇筑记录，检查试块的抗压强度、抗渗试验报告。

一般项目

4) 结构无明显渗水和水珠现象。

检验方法：逐座观察。

5) 顶管顶进工作井、盾构始发工作井的后背墙应坚实、平整；后座与井壁后背墙联系紧密。

检验方法：逐个观察；检查相关施工记录。

6) 两导轨应顺直、平行、等高，盾构基座及导轨的夹角符合规定；导轨与基座连接应牢固可靠，不得在使用中产生位移。

检验方法：逐个观察、量测。

7) 工作井施工允许偏差应符合表 8.7.2 规定。

表 8.7.2 工作井施工质量检验标准

检查项目				允许偏差 (mm)	检查数量		检查方法
					范围	点数	
1	井内导轨安装	顶面高程	顶管、夯管	+3.0	每座	每根导轨 2 点	用水准仪测量、水平尺量测
			盾构	+5.0			
		中心水平位置	顶管、夯管	3		每根导轨 2 点	用经纬仪测量
			盾构	5			
		两轨间距	顶管、夯管	+2		2 个断面	用钢尺量测
			盾构	±5			
2	盾构后座管片	高程		±10	每环底部	1 点	用水准仪测量
		水平轴线		±10		1 点	
3	井尺寸	矩形	每侧长、宽	不小于设计要求	每座	2 点	挂中线用尺量测
		圆形	半径				
4	进、出井预留洞口		中心位置	20	每个	竖、水平各 1 点	用经纬仪测量
			内径尺寸	±20		垂直向各 1 点	用钢尺量测
5	井底板高程			±30	每座	4 点	用水准仪测量
6	顶管、盾构工作井后背墙	垂直度		0.1%H	每座	1 点	用垂线，角尺量测

8.7.3 盾构施工质量检验与验收应符合下列规定：

主控项目

1 管片出厂时的混凝土强度与抗渗等级必须符合设计要求。

检查数量：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 和《盾构隧道管片质量检测技术标准》CJJ/T164-2011 第 6.1.2 条规定。

检验方法：检查同条件混凝土试件的强度和抗渗报告与回弹法。

2 管片混凝土外观质量不应有严重缺陷，管片外观质量缺陷等级宜按表 8.7.3-1 划分。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察或尺量。

表 8.7.3-1 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
	长度超过密封槽、宽度大于 0.1mm，且深度大于 1mm 的裂缝	一般缺陷
外形缺陷	非贯穿性干缩裂缝	一般缺陷
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、存在少量气泡等	一般缺陷

3 结构表面应无裂缝、无缺棱掉角，管片接缝应符合设计要求。

检验数量：全数检验。

检验方法：观察检验，检查施工日志。

4 隧道防水应符合设计要求。

检验数量：逐环检验。

检验方法：观察检验，检查施工日志。

5 衬砌结构不应侵入建筑限界。

检查数量：每 5 环检验 1 次。

检验方法：全站仪、水准仪测量。

6 隧道轴线平面位置和高程偏差应符合表 8.7.3-2 的规定。

表 8.7.3-2 管廊轴线平面位置和高程偏差

项目	允许偏差(mm)	检验方法	检查频率
隧道轴线平面位置	±100	用全站仪侧中线	10 环
隧道轴线高程	±100	用水准仪测高程	10 环

7 隧道允许偏差值应符合表 8.7.3-3 的规定。

表 8.7.3-3 隧道允许偏差

项目	允许偏差(mm)	检验方法	检查频率
衬砌环直径椭圆度	±0.6%D	尺量后计算	10 环
相邻管片的径向错台	10	尺量	4 点/环
相邻管片环向错台	15	尺量	1 点/环

8.7.4 暗挖施工质量检验与验收应符合下列规定：

主控项目

1 隧道总体主控项目实测值应符合表 8.7.4-1 的规定

表 8.7.4-1 隧道总体主控项目实测值

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和数量
1	隧道线路中线位置	20mm	全站仪或其它测量仪器；曲线每 20m、直线每 50m 检查 1 处。
2	隧道线路中线高程	±20mm	全站仪或其它测量仪器；曲线每 20m、直线每 50m 检查 1 处。
3	车行道宽度	±10mm	尺量：曲线每 20m、直线每 50m 检查 1 处。
4	净总宽	不小于设计	尺量：曲线每 20m、直线每 50m 检查 1 处。
5	净高	不小于设计	水准仪：曲线每 20m、直线每 50m 测 1 个断面，每断面测拱顶和两拱腰 3 点。

2 洞口、明洞基底表面平整，密实，边线顺直。

检验数量：全部

检验方法：观察和测量

3 洞口、明洞开挖允许偏差应符合表 8.7.4-2 的规定。

表 8.7.4-2 洞口、明洞开挖允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	高程(mm)	+10, -20	水准仪：每 20 米测一断面
2	轴线偏位(mm)	50	经纬仪：每 20 米测一点，弯道加测曲线特征点
3	平整度(mm)	≤20	3m 直尺：每 200 米测 4 处×3 尺
5	边坡	坡率	每 200 米抽查 4 处
		平整度	

表 8.7.4-2 洞口、明洞开挖允许偏差（续）

序号	检查项目		允许偏差	检查方法和频率
6	洞门端墙、翼墙基坑尺寸(mm)	基坑中心线到道路中心线距离	+50, 0	用尺量：每边至少 5 处
		基坑长度、宽度	+100, 0	用尺量：每边至少 5 处
		基坑高程	0, -100	水准仪测量：每边至少 5 处

4 严格实行施工测量控制，进洞后应按照规程要求进行测量复核工作。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查测量复核记录。

5 开挖断面、尺寸必须符合设计要求，开挖轮廓线力求圆顺，严格控制局部超挖现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查施工断面测量记录及监控量测记录。

6 开挖断面应严格控制欠挖，防止出现净空不够的情况，拱脚、墙脚以上 1m 范围内严禁欠挖。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查施工断面测量记录。

7 外观检查：无松石、悬(危)石。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

8 锚杆的材质、类型、质量、规格、数量和性能必须符合设计和规范要求。

检查数量：全部

检查方法：检查产品的合格证、试验报告、尺量

9 锚杆孔径及布置形式应符合设计要求，孔内积水和岩粉（屑）应吹洗干净。

检查数量：全部

检查方法：尺量、观察

10 锚杆插入孔内的长度不得短于设计长度的 95%，锚杆长度不小于设计值。

检查数量：检查锚杆数的 10%

检查方法：尺量

11 砂浆锚杆和注浆锚杆的灌浆强度应不小于设计和规范要求，锚杆孔内灌浆密实饱满，浆液的配合比和掺加剂应符合设计和规范要求。

检查数量：每工作班 2 组

检查方法：试验

12 锚杆 28d 抗拔力平均值不小于设计值，最小抗拔力不小于设计值的 95%。

检查数量：按锚杆数 5%且不少于 6 根

检查方法：抗拔力试验

13 混凝土、外掺剂等材料必须满足规范和设计要求。

检查数量：全部

检查方法：检查产品合格证、试验报告

14 喷射混凝土强度必须满足设计要求。

检查数量：每喷射 50m³~100m³ 混合料或小于 50 m³ 混合料的独立工程，不得少于 1 组，材料或配合比变更时需重新制取试件

检查方法：试验

15 采用钢纤维、聚丙烯纤维等喷射混凝土时，纤维的抗拉强度、规格等技术指标应符合设计和规范的要求，不得有油渍及明显的锈蚀。

检查数量：全部

检查方法：检查产品合格证书、试验报告、观察

16 喷射混凝土支护允许偏差值应符合表 8.7.4-3 的规定。

表 8.7.4-3 喷射混凝土支护允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和数量
1	喷层厚度 (mm)	平均厚度 $\geq$ 设计厚度；检查点的 80% $\geq$ 设计厚度；最小厚度 ≥ 0.7 设计厚度，且 ≥ 50	凿孔法或雷达检测仪：每 10m 检查一个断面，每个断面从拱顶中线起每 3m 检查 1 点
2	空洞检测	无空洞、杂物	同上

17 钢架的材料、规格、尺寸、制作及安装符合设计和规范要求。

检查数量：全部

检查方法：检查产品合格证、尺量

18 钢架之间必须用纵向钢筋连接，钢架必须放在稳固的基础上，必要时应对基础进行预加固或增加锁脚锚杆。

检查数量：全部

检查方法：观察

19 钢架安装间距和保护层厚度允许偏差应符合表 8.7.4-4 的规定。

表 8.7.4-4 钢架安装间距和保护层允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和数量
1	安装间距 (mm)	± 50	尺量：每榀检查
2	保护层厚度 (mm)	≥ 20	凿孔检查：每榀自拱顶每 3m 检查一点

20 钢管的型号、质量、规格和加工等应符合设计和规范要求。

检查数量：全部

检查方法：检查产品的合格证、试验报告、尺量

21 管棚（超前小导管）插入孔内的长度不得短于设计长度的 95%。管棚长度不小于设计值。

检查数量：10%

检查方法：尺量

22 衬砌后背注浆选用的注浆材料质量应符合设计要求。

检验数量：每批检验一次。

检验方法：注浆材料性能试验报告。

23 浆液配合比应符合设计要求和国家相关标准的规定。

检验数量：每 100m³ 检查一次。

检验方法：配合比试验报告。

24 衬砌后背注浆应回填密实。

检验数量：每 500 m² 检验一次。

检验方法：可采用无损检测、压水等检测方法验证注浆回填密实情况，每个断面应从拱顶沿两侧不少于 3 点。

一般项目

25 管廊总体一般项目实测值应符合表 8.7.4-5 的规定。

表 8.7.4-5 管廊总体一般项目实测值

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和数量
1	表面平整度	3mm	2m 直尺：每 20m 检查 2 处×3 尺
2	边仰坡坡率	不大于设计	坡度板：检查 10 处

26 应复核管廊施工的实际工程地质与水文地质情况后，方可开挖。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查施工地质记录、地勘报告，必要时可运用地质雷达等来作校核。

表 8.7.4-6 钻爆法施工隧道洞身开挖允许偏差

序号	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	拱部超挖 (mm)	破碎岩、土等(V、VI级围岩)	平均 100，最大 150	精密水准仪或断面仪：每 20m 抽一个断面
		中硬岩、软岩(II、III、IV级围岩)	平均 150，最大 250	
		硬岩(I级围岩)	平均 100，最大 200	
2	边墙超挖 (mm)	每侧	+100，-0	尺量：每 20m 检查 1 处
		全宽	+200，-0	
3	仰拱、隧底超挖(mm)		平均 100，最大 250	精密水准仪：每 20m 检查 3 处

注：1. 最大超挖值指最大超挖处至设计开挖轮廓切线的垂直距离；2. 表列数值不包括测量贯通误差。

27 系统锚杆应垂直于开挖轮廓线布置。对沉积岩地层，系统锚杆应尽量垂直于岩层面。

检查数量：全部

检查方法：观察

28 超前锚杆与钢架配合使用时，尾端应与钢架焊接牢固。

检查数量：全部

检查方法：观察

29 锚杆垫板应满足设计要求，垫板应紧贴围岩。

检查数量：全部

检查方法：观察

30 孔位和钻孔深度允许偏差值应符合表 8.7.4-7 的规定。

表 8.7.4-7 锚杆孔位和钻孔深度允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和数量
1	孔位 (mm)	±15	尺量：检查锚杆数的 10%
2	钻孔深度 (mm)	±50	尺量：检查锚杆数的 10%

31 喷射前要检查开挖断面的质量，用不低于喷射混凝土标号的混凝土处理好超挖，不允许欠挖。

检查数量：全部

检查方法：观察

32 喷射前，岩面必须清洁。

检查数量：全部

检查方法：观察

33 喷射混凝土支护应与围岩紧密粘接，结合牢固，喷层厚度应符合要求，不能有空洞，喷层内不容许添加片石和木板等杂物，必要时应进行粘结力测试。喷射混凝土严禁挂模喷射，受喷面必须是原岩面。

检查数量：全部

检查方法：观察

34 支护前应做好排水措施，对渗漏水孔洞、缝隙应采取引排、堵水措施，保证喷射混凝土质量。

检查数量：全部

检查方法：观察

35 拱脚标高不足时，不得用块石、碎石砌垫，而应设置钢板进行调整，或用混凝土浇筑，混凝土强度不低于 C20。

检查数量：全部

检查方法：观察、试验

36 钢架与壁面应楔紧，其与围岩的间隙，不得用片石回填，而应用喷射混凝土等填实。

检查数量：全部

检查方法：观察

37 每榀钢架节点及相邻钢架纵向必须分别连接牢固。

38 钢架安装允许偏差应符合表 8.7.4-8 的规定：

表 8.7.4-8 钢架安装允许偏差

序号	检查项目		允许偏差	检查方法和数量
1	倾斜度 (°)		±2	测量仪器检查每榀倾斜度
2	安装偏差 (mm)	横向	±50	尺量：每榀检查
		竖向	不低于设计标高	
3	拼装偏差 (mm)		±3	尺量：每榀检查

39 管棚（超前小导管）与钢架配合使用时，尾端应与钢架焊接。

检查数量：全部

检查方法：观察

40 钻孔孔径应比钢管直径大 30~40mm，且符合设计要求。

检查数量：10%

检查方法：尺量

41 钻孔合格后应及时安装钢管，其接长时连接必须牢固。

检查数量：全部

检查方法：观察

42 注浆浆液必须充满钢管及周围的空隙并密实，其注浆材料、配合比及压力应满足设计和规范要求。

检查数量：每工作班 2 组

检查方法：试验

43 钻孔孔位和深度允许偏差应符合表 8.7.4-9 的规定：

表 8.7.4-9 管棚允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和数量
1	孔位 (mm)	±50	尺量：检查 10%
2	钻孔深度 (mm)	±50	尺量：检查 10%

44 回填注浆应在衬砌混凝土强度达到设计强度的 100%后进行。

检验数量：全部检查。

检验方法：强度试验报告。

45 注浆范围符合实际情况及设计要求。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察。

46 注浆孔的数量、间距、孔深应符合设计要求。

检验数量：全部检查。

检验方法：现场观察、统计、尺量。

47 注浆压力、注浆数量应符合设计要求。

检验数量：全部检查。

检验方法：现场观察统计。

9 防水工程

9.1 一般规定

9.1.1 城市综合管廊防水可分为主体结构防水和细部构造防水。

9.1.2 防水混凝土应通过调整配合比，掺加外加剂、掺合料配置而成，抗渗等级不得小于 P6。

9.1.3 防水层工程材料应符合下列规定：

- 1 构筑物防水层工程材料的品种、规格、性能等应符合现行国家或行业产品标准和设计要求。
- 2 需现场配置使用的材料应经试验确定。经试验确定的配合比不得随意改变。

9.1.4 防水层工程的施工，应按设计文件规定执行。当需要变更设计、材料代用或采用新材料时，应征得设计部门的同意。

9.1.5 有限空间作业应符合国家相关规定的要求。

9.1.6 防水层的施工现场防火措施应符合《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB50720 的规定。

9.1.7 防水工程采用的新技术，应经过科技成果鉴定、评估或新产品、新技术鉴定。新技术应用前，应对新的或首次采用的施工工艺进行评审，并制定相应的技术标准。

9.1.8 板材、块材和卷材施工应结合构筑物防水工艺要求，进行预先排版。

9.1.9 防水工程不得在雨天、雪天和五级风及其以上时施工；不同防水材料对施工环境气温条件的要求应按照《地下防水工程质量验收规范》GB50208 执行。

9.1.10 防水工程施工与验收除应符合本章规定外，尚应符合现行国家《地下防水工程质量验收规范》GB50208、《地下工程防水技术规范》GB 50108 的相关规定。

9.2 防水混凝土施工

9.2.1 防水混凝土适用于抗渗等级不低于P6的地下混凝土结构。不适用于环境温度高于80℃的地下工程。处于侵蚀性介质中，防水混凝土的耐侵蚀性要求应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046和《混凝土结构耐久性设计规范》GB50476的规定。

9.2.2 水泥的选择应符合下列规定：

- 1 宜采用普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥，采用其他品种水泥时应经试验确定；
- 2 在受侵蚀性介质作用时，应按介质的性质选用相应的水泥品种；
- 3 不得使用过期或受潮结块的水泥，并不得将不同品种或强度等级的水泥混合使用。

9.2.3 砂、石的选择应符合下列规定：

- 1 砂宜选用中粗砂，含泥量不应大于3.0%，泥块含量不宜大于1.0%；
- 2 不宜使用海砂；在没有使用河砂的条件时，应对海砂进行处理后方可使用，且控制氯离子含量不得大于0.06%；
- 3 碎石或卵石的粒径宜为5~40mm，含泥量不应大于1.0%，泥块含量不应大于0.5%；

4 对长期处于潮湿环境的重要结构混凝土用砂、石，应进行碱活性检验。

9.2.4 矿物掺合料的选择应符合下列规定：

- 1 粉煤灰的级别不应低于二级，烧失量不应大于5%；
- 2 硅粉的比表面积不应小于 $15000\text{m}^2/\text{kg}$ ， SiO_2 含量不应小于85%；
- 3 粒化高炉矿渣粉的品质要求应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》

GB/T18046的有关规定。

9.2.5 混凝土拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ63的有关规定。外加剂的选择应符合下列规定：

- 1 外加剂的品种和用量应经试验确定，所用外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119的质量规定；
- 2 掺加引气剂或引气型减水剂的混凝土，其含气量宜控制在3%~5%；
- 3 考虑外加剂对硬化混凝土收缩性能的影响；
- 4 严禁使用对人体产生危害、对环境产生污染的外加剂。

9.2.6 防水混凝土的配合比应经试验确定，并应符合下列规定：

- 1 试配要求的抗渗水压值应比设计值提高0.2MPa；
- 2 混凝土胶凝材料总量不宜小于 $320\text{kg}/\text{m}^3$ ，其中水泥用量不宜少于 $260\text{kg}/\text{m}^3$ ；粉煤灰掺量宜为胶凝材料总量的20%~30%，硅粉的掺量宜为胶凝材料总量的2%~5%；
- 3 水胶比不得大于0.50，有侵蚀性介质时水胶比不宜大于0.45；
- 4 砂率宜为35%~40%，泵送时可增加到45%；
- 5 灰砂比宜为1:1.5~1:2.5；
- 6 混凝土拌合物的氯离子含量不应超过胶凝材料总量的0.1%；混凝土中各类材料的总碱量即 Na_2O 当量不得大于 $3\text{kg}/\text{m}^3$ 。

9.2.7 防水混凝土采用预拌混凝土时，入泵坍落度宜控制在120mm~140mm，坍落度每h损失不应大于20mm，坍落度总损失值不应大于40mm。

9.2.8 混凝土拌制和浇筑过程控制应符合下列规定：

- 1 拌制混凝土所用材料的品种、规格和用量，每工作班检查不应少于两次。每盘混凝土各组成材料计量结果的允许偏差应符合表9.2.8-1 的规定。

表9.2.8-1 混凝土组成材料计量结果的允许偏差(%)

混凝土组成材料	每盘计量	累计计量
水泥、掺合料	± 2	± 1
粗、细骨料	± 3	± 2
水、外加剂	± 2	± 1

注：累计计量仅适用于微机控制计量的搅拌站。

2 混凝土在浇筑地点的坍落度，每工作班至少检查两次。混凝土的坍落度试验应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T50080 的有关规定。混凝土坍落度允许偏差应符合9.2.8-2的规定。

表9.2.8-2 混凝土坍落度允许偏差（mm）

要求坍落度	允许偏差
≤40	±10
50～90	±15
≥100	±20

3 泵送混凝土拌合物在运输后出现离析，必须进行二次搅拌。当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，严禁直接加水。

9.2.9 用于防水混凝土的模板应拼缝严密、支撑牢固。

9.2.10 防水混凝土拌合物应采用机械搅拌，搅拌时间不宜小于 2min。掺外加剂时，搅拌时间应根据外加剂的技术要求确定。

9.2.11 防水混凝土拌合物在运输后如出现离析，必须进行二次搅拌。当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，严禁直接加水。

9.2.12 防水混凝土应采用机械振捣，避免漏振、欠振和超振。

9.2.13 防水混凝土应连续浇筑，宜少留施工缝。当留设施工缝时，应符合下列规定：

1 墙体水平施工缝不应留在剪力最大处或底板与侧墙的交接处，应留在高出底板表面不小于 300mm的墙体上。板墙结合的水平施工缝，宜留在板墙接缝线以下150~300mm处。墙体有预留孔洞时，施工缝距孔洞边缘不应小于300mm。

2 垂直施工缝应避开地下水和裂隙水较多的地段，并宜与变形缝相结合。

9.2.14 施工缝防水构造形式宜按图 9.2.14-1~9.2.14-4 选用，当采用两种以上构造措施时可进行有效组合。

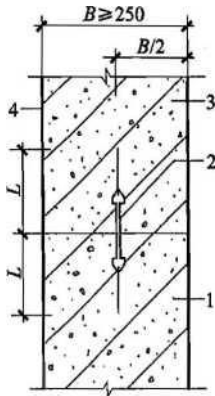


图 9.2.14-1 施工缝防水构造（一）

钢板止水带 L>150；橡胶止水带 L>200；钢边橡胶止水带 L>120； 1—先浇混凝土；2—中埋止水带；3—后浇混凝土；4—结构迎水面

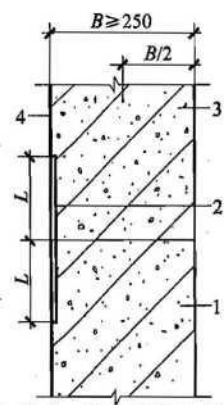


图 9.2.14-2 施工缝防水构造（二）

外贴止水带 $L > 150$ ；外涂防水涂料 $L = 200$ ；外抹防水砂浆 $L = 200$ ； 1—先浇混凝土；2—外贴止水带；3—后浇混凝土结构迎水面

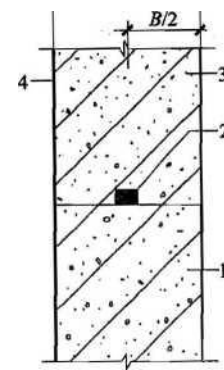


图 9.2.14-3 施工缝防水构造（三）

1—先浇混凝土；2—遇水膨胀止水条（胶）；3—后浇混凝土；4—结构迎水面

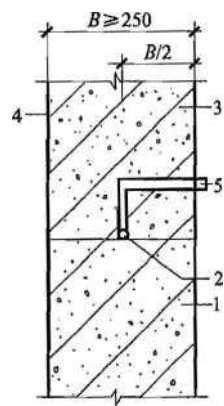


图 9.2.14-4 施工缝防水构造（一）

1—先浇混凝土；2—预埋注浆管；3—后浇混凝土；4—结构迎水面；5—注浆导管

9.2.15 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,然后铺设净浆或涂刷混凝土界面处理剂、水泥基渗透结晶型防水 涂料等材料,再铺 30~50mm 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,应将其表面清理干净,再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 遇水膨胀止水条(胶)应与接缝表面密贴;

4 选用的遇水膨胀止水条(胶)应具有缓胀性能,7d 的净膨胀率不宜大于最终膨胀率的 60%,最终膨胀率宜大于 220%;

5 采用中埋式止水带或预埋式注浆管时,应定位准确、固定 牢靠。

9.2.16 大体积防水混凝土的施工,应符合下列规定:

1 在设计许可的情况下,掺粉煤灰混凝土设计强度等级的龄期宜为 60d 或 90d。

2 宜选用水化热低和凝结时间长的水泥。

3 宜掺入减水剂、缓凝剂等外加剂和粉煤灰、磨细矿渣粉等掺合料。

4 炎热季节施工时,应采取降低原材料温度、减少混凝土运输时吸收外界热量等降温措施,入模温度不应大于 30℃。

5 混凝土内部预埋管道,宜进行水冷散热。

6 应采取保温保湿养护。混凝土中心温度与表面温度的差值不应大于 25℃,表面温度与大气温度的差值不应大于 20℃,温降梯度不得大于 3℃/d,养护时间不应少于 14d。

9.2.17 防水混凝土结构内部设置的各种钢筋或绑扎铁丝,不得接触模板。用于固定模板的螺栓必须穿过混凝土结构时,可采用工具式螺栓或螺栓加堵头,螺栓上应加焊方形止水环。拆模后应将留下的凹槽用密封材料封堵密实,并应用聚合物水泥砂浆抹平。

9.2.18 防水混凝土终凝后应立即进行养护,养护时间不得少于 14d。

9.2.19 防水混凝土的冬期施工,应符合下列规定:

1 混凝土入模温度不应低于 5℃。

2 混凝土养护应采用综合蓄热法、蓄热法、暖棚法、掺化学外加剂等方法,不应采用电热法或蒸汽直接加热法。

3 应采取保温保湿措施。

9.2.20 防水混凝土抗压强度试件,应在混凝土浇筑地点随机取样后制作,并应符合下列规定:

1 同一工程、同一配合比的混凝土,取样频率和试件留置组数应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定。

2 抗压强度试验应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T50081 的有关规定。

3 结构构件的混凝土强度评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T50082 的有关规定。

9.2.21 防水混凝土抗渗性能应采用标准条件下养护混凝土抗渗试件的试验结果评定,试件应在混凝土

浇筑地点随机取样后制作，并应符合下列规定：

1 连续浇筑混凝土每500m³应留置一组6个抗渗试件，且每项工程不得少于两组；采用预拌混凝土的抗渗试件，留置组数应视结构的规模和要求而定。

2 抗渗性能试验应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》GB/T50082的有关规定。

9.2.22 大体积防水混凝土的施工应采取材料选择、温度控制、保温保湿等技术措施。在设计许可的情况下，掺粉煤灰混凝土设计强度的龄期宜为60d或90d。

9.3 水泥砂浆防水层施工

9.3.1 水泥砂浆防水层适用于地下工程主体结构的迎水面或背水面。不适用于受持续振动或环境温度高于80℃的地下工程。

9.3.2 水泥砂浆防水层应采用聚合物水泥防水砂浆、掺外加剂或掺合料的防水砂浆。水泥砂浆的防水层材料应符合下列规定：

1 水泥应使用普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥或特种水泥，不得使用过期或受潮结块的水泥；砂宜采用中砂，含泥量不应大于1.0%，硫化物及硫酸盐含量不应大于1.0%；

2 用于拌制水泥砂浆的水，应采用不含有害物质的洁净水；

3 聚合物乳液的外观为均匀液体，无杂质，无沉淀，不分层；

4 外加剂的技术性能应符合现行国家或行业有关标准的质量要求。

9.3.3 水泥砂浆防水层的基层质量应符合下列规定：

1 基层表面应平整、坚实、清洁，并充分湿润、无明水；

2 基层表面的孔洞、缝隙，应采用与防水层相同的水泥砂浆堵塞并抹平；

3 施工前应将预埋件、穿墙管预留凹槽内嵌填密封材料后，再进行水泥砂浆防水层施工。

9.3.4 水泥砂浆防水层施工应符合下列规定：

1 水泥砂浆的配制、应按所掺材料的技术要求准确计量；

2 水泥砂浆的稠度宜控制在70mm~80mm，采用机械喷涂时，水泥砂浆的稠度应经试配确定；

3 掺外加剂的水泥砂浆防水层厚度应符合设计要求，但不宜小于20mm；

4 分层铺抹或喷涂，铺抹时应压实、抹平，最后一层表面应提浆压光；

5 多层做法刚性防水层宜连续操作，不留施工缝；应留施工缝时，应留成阶梯茬，按层次顺序，层层搭接；接茬部位距阴阳角的距离不应小于200mm；

6 水泥砂浆应随拌随用；

7 防水层的阴、阳角应为圆弧形；

8 水泥砂浆终凝后应及时进行养护，养护温度不宜低于5℃，并保持砂浆表面湿润，养护时间不得少于14d。聚合物水泥防水砂浆未达到硬化状态时，不得浇水养护或直接受雨水冲刷，硬化后应采用

干湿交替的养护方法。潮湿环境中，可在自然条件下养护。

9.4 卷材防水层施工

9.4.1 卷材防水层适用于受侵蚀性介质作用或受振动作用的地下工程；卷材防水层应铺设在主体结构的迎水面。

9.4.2 卷材防水层应采用高聚物改性沥青类防水卷材和合成高分子类防水卷材。所选用的基层处理剂、胶粘剂、密封材料等均应与铺贴的卷材相匹配。

9.4.3 铺贴防水卷材前，基面应干净、干燥，并应涂刷基层处理剂；当基面潮湿时，应涂刷湿固化型胶粘剂或潮湿界面隔离剂。

9.4.4 卷材防水层施工应符合下列规定：

1 铺贴卷材严禁在雨天、雪天施工；五级风及其以上时不得施工；冷粘法施工气温不宜低于5℃，热熔法施工气温不宜低于-10℃。

2 应铺设卷材加强层。

3 铺贴卷材前，应在基面上涂刷基层处理剂，当基面较潮湿时，应涂刷湿固化型胶粘剂或潮湿界面隔离剂。

4 结构底板垫层混凝土部位的卷材可用空铺法或点粘法施工，其粘结位置、点粘面积应按设计要求确定；侧墙采用外防外贴法的卷材及顶板部位的卷材应采用满粘法施工。

5 卷材与基面、卷材与卷材间的粘结应紧密、牢固；铺贴完成的卷材应平整顺直，搭接尺寸应准确，不得产生扭曲和皱折。

6 卷材搭接处和接头部位应粘贴牢固，接缝口处应封严或采用材性相容的密封材料封缝。

7 铺贴立面卷材防水层时，应采取防止卷材下滑的措施。

8 铺贴双层卷材时，上下两层和相邻两幅卷材的接缝应错开1/3~1/2幅宽，且两层卷材不得垂直铺贴。

9 铺贴高聚物改性沥青卷材应采用热熔法施工；铺贴合成高分子卷材采用冷粘法施工。

9.4.5 冷粘法铺贴卷材应符合下列规定：

1 胶粘剂涂刷应均匀，不得露底，不堆积；

2 根据胶粘剂的性能，应控制胶结剂涂刷与卷材铺贴的间隔时间。

3 铺贴时不得用力拉伸卷材，排除卷材下面的空气，辊压粘结牢固；

4 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得有扭曲、皱折；

5 卷材接缝部位应采用专用粘结剂或胶结带满粘，接缝口应用密封材料封严，其宽度不应小于10mm。

9.4.6 热熔法铺贴卷材应符合下列规定：

1 火焰加热器加热卷材应均匀，不得加热不足或烧穿卷材；

2 卷材表面热熔后应立即滚铺，排除卷材下面的空气，并粘结牢固；

- 3 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得有扭曲、皱折；
- 4 卷材接缝部位应溢出热熔的改性沥青胶料，并粘结牢固，封闭严密。

9.4.7 自粘法铺巾卷材应符合下列规定：

- 1 铺贴卷材时，应将具有黏性的一面朝向主体结构；
- 2 外墙、顶板铺贴时，排除卷材下面的空气，并粘结牢固；
- 3 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得有扭曲、皱折；
- 4 立面卷材铺贴完成后，应将卷材端头固定，并应用密封材料封严；
- 5 低温施工时，宜对卷材和基面采用热风适当加热，然后铺贴卷材。

9.4.8 卷材接缝采用焊接法施工应符合下列规定：

- 1 焊接前卷材应铺放平整，搭接尺寸准确，焊接缝的结合面应清扫干净；
- 2 焊接前应先焊长边搭接缝，后焊短边搭接缝；
- 3 控制热风加热温度和时间，焊接处不得漏焊、跳焊或焊接不牢；
- 4 焊接时不得损害非焊接部位的卷材。

9.4.9 铺贴聚乙烯丙纶复合防水卷材应符合下列规定：

- 1 应采用配套的聚合物水泥防水粘结材料；
- 2 卷材与基层粘贴应采用满粘法，粘结面积不应小于90%，刮涂粘结料应均匀，不得露底、堆积、流淌；
- 3 固化后的粘结料厚度不应小于1.3mm；
- 4 卷材接缝部位应挤出粘结料，接缝表面处应刮1.3mm厚50mm宽聚合物水泥粘结料封边；
- 5 聚合物水泥粘结料固化前，不得在其上行走或进行后续作业。

9.4.10 高分子自粘胶膜防水卷材宜采用预铺反粘法施工，并应符合下列规定：

- 1 卷材宜单层铺设；
- 2 在潮湿基面铺设时，基面应平整坚固、无明水；
- 3 卷材长边应采用自粘边搭接，短边应采用胶结带搭接，卷材端部搭接区应相互错开。
- 4 立面施工时，在自粘边位置距离卷材边缘10mm~20mm内，每隔400mm~600mm应进行机械固定，并应保证固定位置被卷材完全覆盖；
- 5 浇筑结构混凝土时不得损伤防水层。

9.4.11 卷材防水层完工并经验收合格后应及时做保护层。保护层应符合下列规定：

- 1 顶板的细石混凝土保护层与防水层之间宜设置隔离层。细石混凝土保护层厚度：机械回填时不宜小于70mm，人工回填时不宜小于50mm；
- 2 底板的细石混凝土保护层厚度不应小于50mm；
- 3 侧墙宜采用软质保护材料或铺抹20mm厚1：2.5水泥砂浆。

9.5 涂料防水层施工

9.5.1 涂料防水层适用于受侵蚀性介质作用或受振动作用的地下工程；有机防水涂料宜用于主体结构的迎水面，无机防水涂料宜用于主体结构的迎水面或背水面。

9.5.2 有机防水涂料应采用反应型、水乳型、聚合物水泥等涂料；无机防水涂料应采用掺外加剂、掺合料的水泥基防水涂料或水泥基渗透结晶型防水涂料。

9.5.3 有机防水涂料基面应干燥。当基面较潮湿时，应涂刷湿固化型胶结剂或潮湿界面隔离剂；无机防水涂料施工前，基面应充分润湿，但不得有明水。

9.5.4 涂料防水层施工应符合下列规定：

- 1 有机防水涂料宜用于主体结构的迎水面，无机防水涂料宜用于主体结构的迎水面或背水面。用于背水面的有机防水涂料应具有较高的抗渗性，且与基层有较强的粘结性。
- 2 基层表面应干净、无浮浆、无水珠、不渗水。有缺陷时，应修补处理。
- 3 涂料施工前，基层阴阳角应做成圆弧形，阴角直径宜大于 50mm，阳角直径宜大于 100mm。
- 4 涂料施工前，应先对阴阳角、预埋件、穿墙管等部位进行密封或加强处理。
- 5 涂料的配置及施工，应严格按照涂料的技术要求进行。
- 6 涂料防水层的总厚度应符合设计要求。
- 7 涂料应分层涂刷或喷涂，涂层应均匀，不得漏刷，涂刷应待前遍涂层干燥成膜后进行。每遍涂刷时应交替改变涂层的涂刷方向，同层涂膜的先后搭压宽度宜为 30mm~50mm。
- 8 涂刷施工缝接缝宽度不应小于 100mm。
- 9 铺贴胎体材料时，应使胎体层充分浸透防水涂料，不得有白茬及褶皱。
- 10 有机防水涂料施工完成后应及时做好保护层。

9.6 塑料防水板防水层施工

9.6.1 塑料防水板防水层适用于经常承受水压、侵蚀性介质或有振动作用的地下工程；塑料防水板宜铺设在复合式衬砌的初期支护与二次衬砌之间。

9.6.2 塑料防水板可选用乙烯~醋酸乙烯共聚物（EVA）、乙烯-共聚物沥青（ECB）、聚氯乙烯（PVC）、高密度聚乙烯（HDPE）、低密度聚乙烯（LDPE）类或其他性能相近材料。

9.6.3 防水板应在初期支护基本稳定并验收合格后进行铺设；初期支护的渗漏水，应在塑料防水板防水层铺设前封堵或引排。

9.6.4 铺设防水板的基层宜平整、无尖锐物。基层平整度应符合下式的要求。

$$D/L=1/6\sim 1/10 \quad (9.6.4)$$

式中：D——初期支护基层相邻两凸面凹进去的深度；

L——初期支护基层相邻两凸面间的距离。

9.6.5 塑料板防水板的铺设应符合下列规定：

- 1 铺设塑料防水板前应先铺缓冲层，缓冲层应用暗钉圈固定在基面上；缓冲层搭接宽度不应小于

50mm；铺设塑料防水板时，应边铺边用压焊机将塑料防水板与暗钉圈焊接；

2 两幅塑料防水板的搭接宽度不应小于100mm，下部塑料防水板应压住上部塑料防水板。接缝焊接时，塑料防水板的搭接层数不得超过3层；

3 塑料防水板的搭接缝应采用双焊缝，每条焊缝的有效宽度不应小于10mm；

4 塑料防水板铺设时宜设置分区预埋注浆系统；

5 分段设置塑料防水板防水层时，两端应采取封闭措施。

9.7 金属防水层施工

9.7.1 金属防水板适用于抗渗性能要求较高的地下工程，金属板应铺设在主体结构迎水面。

9.7.2 金属板防水层所采用的金属材料和保护材料应符合设计要求。金属板及其焊接材料的规格、外观质量和主要物理性能，应符合国家现行有关标准的规定。

9.7.3 金属防水层施工应符合下列规定：

1 金属板的拼接应采用焊接，拼接焊缝应严密。竖向金属板的垂直接缝，应相互错开。

2 在结构内侧设置金属防水层时，施工前金属防水层应与围护结构内的钢筋焊牢，或在金属防水层上焊接一定数量的锚固件。

3 在结构外设置金属防水层时，金属板应焊在混凝土的预埋件上。金属防水层经焊缝检查合格后，应将其与结构间的空隙用水泥砂浆灌实。

4 金属防水层应采用临时支撑加固。

5 金属防水层底板上应预留浇捣孔，并应保证混凝土浇筑密实，待底板混凝土浇筑完后再补焊严密。

6 金属板防水层制成箱体整体吊装就位时，应在其内部设置临时支撑，防止箱体变形。

7 金属板防水层应采取防锈措施。

9.8 质量检验与验收

9.8.1 防水混凝土分项工程验收应符合下列规定：

1 防水混凝土分项工程检验批的抽样检验数量，应按混凝土外露面积每100m²抽查1处，每处10m²，且不得少于3处。

2 主控项目

1) 防水混凝土的原材料、配合比及坍落度必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

2) 防水混凝土的抗压强度和抗渗性能必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压强度、抗渗性能检验报告。

3) 防水混凝土结构的变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管、埋设件等设置和构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

3 一般项目

- 1) 防水混凝土结构表面应坚实、平整，不得有露筋、蜂窝等缺陷；埋设件位置应准确。

检验方法：观察检查。

- 2) 防水混凝土结构表面的裂缝宽度不应大于0.2mm，且不得贯通。

检验方法：用刻度放大镜检查。

- 3) 防水混凝土结构厚度不应小于250mm，其允许偏差应为+8mm、-5mm；主体结构迎水面钢筋保护层厚度不应小于50mm，其允许偏差为±5mm。

检验方法：尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

9.8.2 水泥砂浆防水层工程质量验收应符合下列规定：

- 1 水泥砂浆防水层分项工程检验批的抽样检验数量，应按施工面积每100m²抽查1处，每处10m²，且不得少于3处。

2 主控项目

- 1) 防水砂浆的原材料及配合比应符合设计规定。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

- 2) 防水砂浆的粘结强度和抗渗性能应符合设计规定。

检验方法：检查砂浆粘结强度、抗渗性能检验报告。

- 3) 水泥砂浆防水层与基层之间应结合牢固，无空鼓现象。

检验方法：观察和用小锤轻击检查。

3 一般项目

- 1) 水泥砂浆防水层表面应密实、平整，不得有裂纹、起砂、麻面等缺陷。

检验方法：观察检查。

- 2) 水泥砂浆防水层施工缝留茬位置应正确，接茬应按层次顺序操作，层层搭接紧密。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

- 3) 水泥砂浆防水层的平均厚度应符合设计要求，最小厚度不得小于设计厚度的85%。

检验方法：用针测法检查。

- 4) 水泥砂浆防水层表面平整度的允许偏差应为5mm。

检验方法：用2m靠尺和楔形塞尺检查。

9.8.3 卷材防水层分项工程验收应符合下列规定：

- 1 卷材防水层分项工程检验批的抽检数量，应按铺贴面积每100m²抽查1处，每处10m²，且不得少于3处。

2 主控项目

- 1) 卷材防水层所用卷材及其配套材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

- 2) 卷材防水层在转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位做法必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

3 一般项目

- 1) 卷材防水层的搭接缝应粘贴或焊接牢固，密封严密，不得有扭曲、皱折、翘边和起泡等缺陷。

检验方法：观察检查。

- 2) 采用外防外贴法铺贴卷材防水层时，立面卷材接槎的搭接宽度，高聚物改性沥青类卷材应为150mm，合成高分子类卷材应为100mm，且上层卷材应盖过下层卷材。

检验方法：观察和尺量检查。

- 3) 侧墙卷材防水层的保护层与防水层应结合紧密、保护层厚度应符合设计要求。

检验方法：观察和尺量检查。

- 4) 卷材搭接宽度的允许偏差应为-10mm。

检验方法：观察和尺量检查。

9.8.4 涂料防水层分项工程验收应符合下列规定：

- 1 涂料防水层分项工程检验批的抽检数量，应按铺贴面积每 100m² 抽查 1 处，每处 10m²，且不得少于 3 处。

2 主控项目

- 1) 涂料防水层所用的材料及配合比必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

- 2) 涂料防水层的平均厚度应符合设计要求，最小厚度不得低于设计厚度的 90%。

检验方法：用针测法检查。

- 3) 涂料防水层在转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位做法必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

3 一般项目

- 1) 涂料防水层应与基层粘结牢固、涂刷均匀，不得流淌、鼓泡、露槎。

检验方法：观察检查。

- 2) 涂层间夹铺胎体增强材料时，应使防水涂料浸透胎体覆盖完全，不得有胎体外露现象。

检验方法：观察检查。

- 3) 侧墙涂料防水层的保护层与防水层应结合紧密，保护层厚度应符合设计要求。

检验方法：观察检查。

9.8.5 塑料防水板防水层分项工程验收应符合下列规定：

- 1 塑料防水板防水层分项工程检验批的抽样检验数量，应按铺设面积每 100m² 抽查 1 处，每处 10m²，但不得少于 3 处。焊缝检验应按焊缝条数抽查 5%，每条焊缝为 1 处，但不得少于 3 处。

2 主控项目

- 1) 塑料防水板及其配套材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

- 2) 塑料防水板的搭接缝必须采用双缝热熔焊接，每条焊缝的有效宽度不应小于 10mm。

检验方法：双焊缝间空腔内充气检查和尺量检查。

3 一般项目

- 1) 塑料防水板应采用无钉孔铺设，其固定点的间距应符合本规范第 4.5.6 条的规定。

检验方法：观察和尺量检查。

- 2) 塑料防水板与暗钉圈应焊接牢靠，不得漏焊、假焊和焊穿。

检验方法：观察检查。

- 3) 塑料防水板的铺设应平顺，不得有下垂、绷紧和破损现象。

检验方法：观察检查。

- 4) 塑料防水板搭接宽度的允许偏差为-10mm。

检验方法：尺量检查。

9.8.6 金属板防水层分项工程验收应符合下列规定：

1 金属板防水层分项工程检验批的抽样检验数量，应按铺设面积每 10m²抽查 1 处，每处 1m²，且不得少于 3 处。焊缝表面缺陷检验应按焊缝的条数抽查 5%，且不得少于 1 条焊缝；每条焊缝检查 1 处，总抽查数不得少于 10 处。

2 主控项目

- 1) 金属板和焊接材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

- 2) 焊工应持有有效的执业资格证书。

检验方法：检查焊工执业资格证书和考核日期。

3 一般项目

- 1) 金属板表面不得有明显凹面和损伤。

检验方法：观察检查。

- 2) 焊缝不得有裂纹、未熔合、夹渣、焊瘤、咬边、烧穿、弧坑、针状气孔等缺陷。

检验方法：观察检查和使用放大镜、焊缝量规及钢尺检查，必要时采用渗透或磁粉探伤检查。

- 3) 焊缝的焊波应均匀，焊渣和飞溅物应清理干净；保护涂层不得有漏涂、脱皮和反锈现象。

检验方法：观察检查。

10 附属工程

10.1 一般规定

- 10.1.1 综合管廊应设置仪表装置、照明系统、消防系统、通风系统、排水系统、监控与安防系统、供电系统、标识系统。
- 10.1.2 安装工程中所使用的紧固件应采用镀锌件。管道支架、吊架的紧固件应有防松动措施。
- 10.1.3 设备、部件及管材运入现场后，应有防潮及保护措施。
- 10.1.4 纳入综合管廊的金属管道应采取防腐措施。
- 10.1.5 仪表工程施工应根据施工组织设计和施工方案进行组织，对复杂、关键的安装和试验工作应编制施工技术方案。
- 10.1.6 仪表设备及材料验收后，应按其要求的保管条件分区保管。主要的仪表材料应按照其材质、型号及规格分类保管。
- 10.1.7 仪表安装前应按设计数据核对其位号、型号、规格、材质和附件。随包装附带的技术文件、非安装附件和备件应妥善保存。
- 10.1.8 仪表工程的安装应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及验收规范》GB50093 的有关规定。
- 10.1.9 电气设备施工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 及《电气装置安装工程 1kV 及以下配线工程施工及验收规范》GB 50258 的有关规定。
- 10.1.10 火灾自动报警系统施工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 的有关规定。
- 10.1.11 通风系统施工应符合现行国家标准《压缩机、风机、泵安装施工及验收规范》GB 50275 的有关规定。
- 10.1.12 综合管廊附属工程的施工及质量验收除应符合本章规定外，尚应符合现行国家、行业有关标准规定。

10.2 仪表安装

10.2.1 仪表安装前应做好下列准备工作：

- 1 自动化仪表工程施工组织设计和施工方案应已批准。对复杂、关键的安装和试验工作应编制施工技术方案。
- 2 自动化仪表工程施工前，施工单位应参加施工图设计文件会审。
- 3 自动化仪表工程施工中的安全技术措施，应符合本规范及国家现行有关标准的规定。
- 4 自动化仪表工程施工前，应对施工人员进行技术交底。
- 5 监视和测量设备应按规定的時間间隔或在使用前进行校准并验证。
- 6 仪表设备和材料到达现场后，应进行检验或验证。仪表设备和材料的检查应符合现行国家标准《自

动化仪表工程施工及验收规范》GB50093。

- 7 未经检验或检验不合格的仪表设备和材料不得使用，并应做好标识和隔离。
- 8 仪表设备和材料检验合格后，应按要求的保管条件进行保管，标识应明显清晰。
- 9 施工过程中，对已安装的仪表设备和材料应采取保护措施。

10.2.2 取源部件安装应符合下列规定：

- 1 取源部件的结构尺寸、材质和安装位置应符合设计文件规定。
- 2 设备上的取源部件应在设备制造的同时安装，管道上的取源部件应在管道预制、安装的同时安装。
- 3 应在设备或管道的防腐、衬里和压力试验前进行设备或管道上安装取源部件的开孔和焊接工作。
- 4 在高压、合金钢、有色金属设备和管道上开孔时，应采用机械加工的方法。
- 5 对易受损坏的取源部件，安装时应采取防护措施。
- 6 在混凝土浇筑体上安装的取源部件，应在砌筑或浇筑的同时埋入埋设深度、露出长度应符合设计和工艺要求。无法同时安装时，应预留安装孔，安装孔周围应按设计文件规定的材料填充密实、封堵严密。
- 7 安装取源部件时，不应在焊缝及其边缘上开孔及焊接。
- 8 当设备及管道有绝热层时，安装的取源部件应露出绝热层外。
- 9 取源阀门与设备或管道的连接不宜采用卡套式接头。
- 10 取源部件安装完毕，应与设备和管道同时进行压力试验。

10.2.3 仪表设备安装应符合下列规定：

- 1 现场仪表的安装位置应符合设计文件的规定，设计文件未规定时，应符合下列规定：
 - 1) 光线应充足，操作和维护应方便，操作处的局部照度可提高到 100lx。
 - 2) 仪表的中心距操作面的高度宜为 1.20m~1.50m，如工作面的高度受限制，必须确保安全操作或做好安全措施。
 - 3) 显示仪表应安装在便于观察示值的位置。
 - 4) 仪表不应安装在有振动、潮湿、易受机械损伤、有强电磁场干扰、高温、温度变化剧烈和有腐蚀性气体的位置。
 - 5) 检测元件应安装在能真实反映输入变量的位置。
- 2 在设备和管道上安装的仪表应按设计文件规定的位置安装。
- 3 仪表安装前应按设计文件核对其位号、型号、规格、材质和附件。
- 4 安装过程中不应敲击、震动仪表。仪表安装后应牢固、平正。仪表与设备、管道或构件的连接及固定部位应受力均匀，不应承受非正常的外力。
- 5 设计文件规定需要脱脂的仪表，应经脱脂检查合格后安装。
- 6 直接安装在管道上的仪表，宜在管道吹扫后安装。当与管道同时安装时，在管道吹扫前应将仪表拆下。

- 7 直接安装在设备或管道上的仪表安装完毕应进行压力试验。
- 8 仪表接线箱(盒)在施工过程中应及时封闭盖及引入口。
- 9 仪表接线箱(盒)应采取密封措施,引入口不宜朝上。
- 10 对仪表和仪表电源设备进行绝缘电阻测量时,应有防止弱电设备及电子元件被损坏的措施。

10.2.4 仪表线路安装应符合下列规定:

1 仪表电气线路的敷设,除应符合本章规定外,尚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 和《1kV 及以下配线工程施工与验收规范》GB 50575 的有关规定。

2 电缆电线敷设前,应进行外观检查和导通检查,并应用直流 500V 兆欧表测量绝缘电阻,100V 以下的线路采用直流 250V 兆欧表测量绝缘电阻,其电阻值不应小于 5 兆欧;当设计文件有特殊规定时,应符合设计文件的规定。

3 线路应按最短路径集中敷设,并应横平竖直、整齐美观,不宜交叉。敷设线路时,线路不应受到损伤。

4 线路不得敷设在易受机械损伤、腐蚀性物质排放、潮湿、强磁场和强静电场干扰的位置。

5 线路不得敷设在影响操作和妨碍设备、管道检修的位置,应避开运输、人行通道和吊装孔。

6 线路周围环境温度超过 65℃时,应采取隔热措施。当线路附近有火源时,应采取防火措施。

7 线路不宜敷设在高温设备和管道的上方,并不宜敷设在具有腐蚀性液体的设备和管道的下方。

8 线路与绝热的设备和管道绝热层之间的距离应大于 200mm,与其他设备和管道表面之间的距离应大于 150mm。

9 线路从室外进入室内时,应有防水和封堵措施。

10 线路进入室外的盘、柜、箱时,宜从底部进入,并应有防水密封措施。

11 线路的终端接线处以及经过建筑物的伸缩缝和沉降缝处,应留有余度。

12 电缆不宜有中间接头,当需要中间接头时,应在接线箱或接线盒内接线,接头宜采用压接;当采用焊接时,应采用无腐蚀性的焊药。补偿导线应采用压接。同轴电缆和高频电缆应采用专用接头。

13 敷设线路时,不宜在混凝土梁、柱上凿安装孔。敷设在有防腐层的建筑物和构筑物上时,不应损坏防腐层。

14 线路敷设完毕,应进行校线和标号,并按本规范第 10.2.4 条第 2 款的规定测量电缆电线的绝缘电阻。

15 测量电缆电线的绝缘电阻时,必须将已连接上的仪表设备及部件断开。

16 在线路的终端处,应加标志牌。地下埋设的线路,应设置明显标识。

10.2.5 仪表管道安装应符合下列规定:

1 仪表工程中金属管道的施工,除应符合本规范的规定外,尚应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的有关规定。

2 仪表管道安装前应将内部清扫干净,管端应临时封闭。需要脱脂的管道应经过脱脂合格后再安装。

- 3 仪表管道的型号、规格、材质应符合设计文件的规定。
- 4 仪表管道埋地敷设时，必须经试压合格和防腐处理后再埋入。直接埋地的管道连接时必须采用焊接，并应在穿过道路、沟道及进出地面处设置保护套管。
- 5 仪表管道在穿墙和过楼板处，应加装保护套管或保护罩，管道接头不应在保护套管或保护罩内。当管道穿过不同等级的爆炸危险区域、火灾危险区域和有毒场所的分隔间壁时，保护套管或保护罩应密封。
- 6 仪表管道不宜安装在妨碍检修、易受机械损伤、腐蚀和振动的位置。
- 7 金属管道的弯制宜采用冷弯，并宜一次弯成。管道弯制后，应无裂纹和凹陷。
- 8 高压钢管的弯曲半径宜大于管道外径的 5 倍，其他金属管的弯曲半径宜大于管道外径的 3.5 倍，塑料管的弯曲半径宜大于管道外径的 4.5 倍。
- 9 仪表管道应采用机械方法切割，管口应平整光滑，并应无毛刺、裂纹、凸凹或缩口。
- 10 高压管道分支时应采用三通连接，三通的材质应与管道材质相同。
- 11 仪表管道连接时，其轴线应一致。
- 12 直径小于 13mm 的铜管和不锈钢管，宜采用卡套式接头连接，可采用承插法或套管法焊接连接。
- 13 当仪表管道与仪表设备连接时，应连接严密，且不得使仪表设备承受机械应力。
- 14 当仪表管道成排安装时，应排列整齐，间距应均匀一致。
- 15 仪表管道应采用可拆卸的管卡固定在支架上。当管道与支架间有经常性的相对运动时，应在管道与支架间加木块或软垫。
- 16 仪表管道支架的制作与安装，应符合仪表管道安装坡度的要求。支架的间距宜符合下列规定：
 - 1) 钢管水平安装时宜为 1.00m ~1.50m；垂直安装时宜为 1.50m~2.00m。
 - 2) 铜管、铝管、塑料管及管缆水平安装时宜为 0.50m ~0.70m；垂直安装时宜为 0.70m ~1.00m。
- 17 不锈钢管固定时，不应与碳钢材料直接接触。不锈钢管与支架、固定卡子之间宜加设隔离垫板。
- 18 仪表管道阀门应安装在便于操作和维护的位置。
- 19 仪表管道焊接时，不得损伤仪表设备。

10.2.6 脱脂应符合下列规定：

- 1 需要脱脂的仪表、控制阀、管道和其他管道组成件，应按设计文件的规定脱脂。
- 2 用于脱脂的有机溶剂含油量不应大于 50mg/L。含油量较大的溶剂可先用于粗脱脂，再用合格的溶剂进行精脱脂。含油量大于 350mg/L 的溶剂应进行脱油处理，并应经检验合格后再作为脱脂剂。
- 3 设计文件未规定脱脂溶剂时，可按下列规定选用脱脂溶剂：
 - 1) 金属件的脱脂应选用工业用二氯乙烷、四氯乙烯。
 - 2) 黑色金属和有色金属的脱脂应选用工业用三氯乙烯。
 - 3) 铝制品的脱脂应选用 10%的氢氧化钠溶液。
 - 4) 工作物料为浓硝酸的仪表、控制阀、管道和其他管道组成件的脱脂应选用 65%的浓硝酸。

- 4 脱脂溶剂不得混合使用，且不得与浓酸、浓碱接触。
- 5 当采用二氯乙烷、四氯乙烯和三氯乙烯脱脂时，脱脂件应干燥、无水分。
- 6 接触脱脂件的工具、量具及仪器应经脱脂合格后再使用。
- 7 脱脂合格的仪表、控制阀、管道和其他管道组成件应封闭保存，并应加设标识；安装时严禁被油污染。
- 8 制造厂脱脂合格并封闭的仪表及附件，安装时可不再脱脂，但应进行外观检查，当有油迹或有机杂质时，应重新脱脂。
- 9 脱脂合格后的仪表和仪表管道，在压力试验及仪表校准、试验时，应使用不含油脂的介质。
- 10 脱脂溶剂应妥善保管，脱脂后废液的处理应符合环境保护要求。
- 11 脱脂应在室外通风处或有通风装置的室内进行。施工中应采取穿戴防护用品等安全措施。

10.2.7 仪表试验应符合下列规定：

- 1 仪表在安装和使用前应进行检查、校准和试验。
- 2 仪表安装前的校准和试验应在室内进行。试验室应具备下列条件：
 - 1) 室内应清洁、安静、光线充足，并应无振动、无对仪表及线路的电磁场干扰。
 - 2) 室内温度宜为 $10^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。
- 3 仪表试验的电源电压应稳定。交流电源及 60 V 以上的直流电源电压波动范围应为士 10%。60V 以下的直流电源电压波动范围应为士 5%。
- 4 仪表试验的气源应清洁、干燥，露点应低于最低环境温度 10°C 以上。气源压力应稳定。
- 5 仪表工程在系统投用前应进行回路试验。
- 6 仪表回路试验的电源和气源宜由正式电源和气源供给。
- 7 用于仪表校准和试验的标准仪器仪表，应具备有效的计量检定合格证明，其基本误差的绝对值不宜超过被校准仪表基本误差绝对值的 $1/3$ 。
- 8 仪表校准和试验的条件、项目、方法应符合设计文件的规定。
- 9 施工现场不具备校准条件的仪表，可对检定合格证明的有效性进行验证。
- 10 设计文件规定禁油和脱脂的仪表在校准和试验时，必须按其规定进行。
- 11 单台仪表的校准点应在仪表全量程范围内均匀选取，不应少于 5 点。当进行回路试验时，仪表校准点不应少于 3 点。

10.3 照明系统施工

10.3.1 照明设备安装前应做好下列准备工作：

- 1 照明工程采用的设备、材料及配件进入施工现场应有清单、使用说明书、合格证明文件、检验报告等文件，当设计文件有要求时，尚需提供电磁兼容检测报告，进口照明设备除应符合相关规定外，尚应提供商检证明以及中文的安装、使用、维修等技术文件。列入国家强制性认证产品目录的照明装置必

须有强制性认证标识，并有相应认证证书。

2 设备及器材到达施工现场后，应按下列规定进行检查：

- 1) 技术文件应齐全。
- 2) 型号、规格应符合设计要求。
- 3) 灯具及其附件应齐全、适配，并无损伤、变形、涂层剥落和灯罩破裂等缺陷。
- 4) 开关、插座的面板及接线盒盒体完整、无碎裂、零件齐全，风扇无损坏，涂层完整，调速器等附件适配。

3 管廊内的照明设备应符合节能要求，未经建设单位现场代表或监理工程师签字确认，照明设备不得安装。

4 施工中的安全技术措施，应符合本规范和国家现行有关标准及产品技术文件的规定。对关键工序，尚应事先制定有针对性的安全技术措施。

5 电气照明装置施工前，建筑工程应符合下列规定：

- 1) 与电气照明装置相关的预留预埋工作应隐蔽验收合格。
- 2) 有碍照明装置安装的模板、脚手架应拆除。
- 3) 顶棚、墙面等抹灰和装饰工作应结束，地面清理工作应完成。

6 在混凝土结构上严禁使用木楔、尼龙塞或塑料塞安装固定电气照明装置。

7 当在装饰材料墙面上安装照明装置时，接线盒口应与装饰面平齐。导管管径大小应与接线盒孔径相匹配，导管应与接线盒连接紧密。

8 电气照明装置的接线应牢固、接触良好，需接保护接地线(PE)的灯具、开关、插座等不带电的外露可导电部分，应有明显的接地螺栓。接地螺栓应与接地线(PE)可靠连接。

9 安装在绝缘台上的电气照明装置，其电线的端头绝缘部分应伸出绝缘台的表面。

10 防爆照明装置的验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257 的有关规定。

11 电气照明装置施工结束后，应及时修复施工中造成的建筑物破损。

10.3.2 灯具安装除应符合本规范第 12.4.9 条、第 12.4.10 条规定外，尚应符合下列规定：

1 灯具的灯头及接线应符合下列规定：

- 1) 灯具应采取防水防潮措施，防护等级不宜低于 IP44，并应具有防外力冲撞的防护措施。
- 2) 灯头绝缘外壳不应有破损或裂纹等缺陷，带开关的灯头开关手柄不应有裸露的金属部分。
- 3) 连接吊灯灯头的软线应做保护扣，两端芯线应搪锡压线：当采取螺口灯头时，相线应接于灯头中间触点的端子上。

2 成套灯具的带电部分对地绝缘电阻值不应小于 $2M\Omega$ 。

3 引向单个灯具的电线线芯截面积应与灯具功率相匹配，电线线芯最小允许截面积不应小于 $1.5mm^2$ 。

4 灯具表面及其附件等高温部位靠近可燃物时,应采取隔热、散热等防火保护措施。以卤钨灯为光源时,其吸顶灯、槽灯、嵌入灯应采用瓷质灯头,引入线应采用瓷管、矿棉等不燃材料作隔热保护。

5 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,灯具与裸母线的水平净距不应小于1m。

6 当设计无要求时,墙壁上安装的灯具,灯具底部距地面的高度不应小于2.5m。安装高度低于2.2m的照明灯具应采用24V及以下安全电压供电。当采用220V电压供电时,应采取防止触电的安全措施,并应敷设灯具外壳专用接地线。

8 聚光灯和类似灯具出光口面与被照物体的最短距离应符合产品技术文件要求。

9 当镇流器、触发器、应急电源等灯具附件与灯具分离安装时,应固定可靠;在顶棚内安装时,不得直接固定在顶棚上;灯具附件与灯具本体之间的连接电线应穿导管保护,电线不得外露。触发器至光源的线路长度不应超过产品的规定值。

10 I类灯具的不带电的外露可导电部分必须与保护接地线(PE)可靠连接,且应有标识。

11 因特定条件而采用的非定型灯具在尚未由第三方检测其安全、光学及电气性能合格前,不应使用。

12 成排安装的灯具中心线偏差不应大于5mm。

13 质量大于10kg的灯具。其固定装置应按5倍灯具重量的恒定均布载荷全数作强度试验,历时15min,固定装置的部件应无明显变形。

14 带有自动通、断电源控制装置的灯具,动作应准确、可靠。

15 照明回路导线应采用硬铜导线,截面面积不应小于 2.5mm^2 。线路明敷设时宜采用保护管或线槽穿线方式布线。d 然气管线舱内的照明线路应采用低压流体输送用镀锌焊接钢管配线,并应进行隔离密封防爆处理。

16 安装在d 然气管道舱内的灯具应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058的有关规定。

10.3.3 插座安装应符合下列规定:

1 当交流、直流或不同电压等级的插座安装在同一场所时,应有明显的区别,且必须选择不同结构、不同规格和不能互换的插座,配套的插头应按交流、直流或不同电压等级区别使用。

2 插座的接线应符合下列规定:

1) 单相两孔插座,面对插座,右孔或上孔应与相线连接,左孔或下孔应与中性线连接;单相三孔插座,面对插座,右孔应与相线连接,左孔应与中性线连接。

2) 单相三孔、三相四孔及三相五孔插座的保护接地线(PE)必须接在上孔。插座的保护接地端子不应与中性线端子连接。同一场所的三相插座,接线的相序应一致。

3) 保护接地线(PE)在插座间不得串联连接。

4) 相线与中性线不得利用插座本体的接线端子转接供电。

3 插座的安装应符合的其它规定:

1) 暗装的插座面板紧贴墙面或装饰面,四周无缝隙,安装牢固,表面光滑整洁、无碎裂、划伤,装饰帽(板)齐全;接线盒应安装到位,接线盒内干净整洁,无锈蚀。暗装在装饰面上的插座,电线不得裸露在装饰层内。

2) 地面插座应紧贴地面,盖板固定牢固,密封良好。地面插座应用配套接线盒。插座接线盒内应干净整洁,无锈蚀。

3) 同一室内相同标高的插座高度差不宜大于 5mm;并列安装相同型号的插座高度差不宜大于 1mm。

4) 应急电源插座应有标识。

5) 当设计无要求时,有触电危险的电器和频繁插拔的电源插座,宜选用能断开电源的带开关的插座,开关断开相线;插座回路应设置剩余电流动作保护装置;每一回路插座数量不宜超过 10 个;用于计算机电源的插座数量不宜超过 5 个(组),并应采用 A 型剩余电流动作保护装置;潮湿场所应采用防溅型插座,安装高度不应低于 1.5m。

10.3.4 开关安装应符合下列规定:

1 同一构筑物内,开关的通断位置应一致,操作灵活,接触可靠。同廊段内安装的开关控制有序不错位,相线应经开关控制。

2 开关的安装位置应便于操作,同一廊段内开关边缘距门框(套)的距离宜为 0.15m~0.2m。

3 同一廊段内相同规格相同标高的开关高度差不宜大于 5mm;并列安装相同规格的开关高度差不宜大于 1mm;并列安装不同规格的开关宜底边平齐。

4 当设计无要求时,开关面板底边距地面高度宜为 1.3~1.4m。

5 暗装的开关面板应紧贴墙面或装饰面,四周应无缝隙,安装应牢固,表面应光滑整洁、无碎裂、划伤,装饰帽(板)齐全;接线盒应安装到位,接线盒内干净整洁,无锈蚀。安装在装饰面上的开关,其电线不得裸露在装饰层内。

10.3.5 照明配电箱(板)安装应符合下列规定:

1 照明配电箱(板)内的交流、直流或不同电压等级的电源,应具有明显的标识。

2 照明配电箱(板)不应采用可燃材料制作。

3 照明配电箱(板)安装应符合下列规定:

1) 位置正确,部件齐全:箱体开孔与导管管径适配,应一管一孔,不得用电、气焊割孔;暗装配电箱箱盖应紧贴墙面,箱(板)涂层应完整。

2) 箱(板)内相线、中性线(N)、保护接地线(PE)的编号应齐全,正确;配线应整齐,无绞接现象;电线连接应紧密,不得损伤芯线和断股,多股电线应压接接线端子;螺栓垫圈下两侧压的电线截面积应相同,同一端子上连接的电线不得多于 2 根。

3) 电线进出箱(板)的线孔应光滑无毛刺,并有绝缘保护套。

4) 箱(板)内分别设置中性线(N)和保护接地线(PE)的汇流排,汇流排端子孔径大小、端子数量应与电线线径、电线根数适配。

5) 箱(板)内剩余电流动作保护装置应经测试合格:箱(板)内装设的螺旋熔断器,其电源线应接在中间触点的端子上,负荷线接在螺纹的端子上。

6) 箱(板)安装应牢固,垂直度偏差不应大于 1.5‰。照明配电板底边距楼地面高度不应小于 1.8m,设计无要求时,照明配电箱安装高度宜符合表 10.3.5 的规定。

表 10.3.5 照明配电箱高安装高度

配电箱高度 (mm)	配电箱底边距地面高度 (m)
600 以下	1.3~1.5
600~800	1.2
800~1000	1.0
1000~1200	0.8
1200 以上	落地安装,潮湿场所箱柜下应设 200mm 高的基础

7) 照明配电箱(板)不带电的外露可导电部分应与保护接地线(PE)连接可靠:装有电器的可开启门,应用裸铜编织软线与箱体内接地的金属部分做可靠连接。

8) 应急照明箱应有明显标识。

4 建筑智能化控制或信号线路引入照明配电箱时应减少与交流供电线路和其他系统的线路交叉,且不得并排敷设或共用同一管槽。

10.3.6 通电试运行应符合下列规定:

1 照明系统通电试运行时,应检查下列内容:

- 1) 灯具控制回路与照明配电箱的回路标识应一致;
- 2) 开关与灯具控制顺序相对应;
- 3) 剩余电流动作保护装置应动作准确。

2 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。

3 有自控要求的照明工程应先进行就地分组控制试验,后进行单位工程自动控制试验,试验结果应符合设计要求。

4 照明系统通电试运行后,三相照明配电干线的各相负荷宜分配平衡,其最大相负荷不宜超过三相负荷平均值的 115%,最小相负荷不宜小于三相负荷平均值的 85%。

10.4 消防系统施工

10.4.1 含有下列管线的综合管廊舱室火灾危险性分类应符合表 10.4.1 的规定:

表 10.4.1 综合管廊舱室火灾危险性分类

舱室内容纳管线种类		舱室火灾危险性类别
d 燃气管道		甲
阻燃电力电缆		丙
通信线缆		丙
热力管道		丙
污水管道		丁
雨水管道、给水管道、再生水管道	塑料管等难燃管材	丁
	钢管、球墨铸铁管等不燃管材	戊

10.4.2 消防系统的结构材料应符合下列规定：

1 综合管廊主结构体应为耐火极限不低于 3.0h 的不燃性结构。除嵌缝材料外，综合管廊内装修材料应采用不燃材料。

2 综合管廊内不同舱室之间应采用耐火极限不低于 3.0h 的不燃性结构进行分隔。

3 d 燃气管道舱及容纳电力电缆的舱室应每隔 200m 采用耐火极限不低于 3.0h 的不燃性墙体进行防火分隔。防火分隔处的门应采用甲级防火门，管线穿越防火隔断部位应采用阻火包等防火封堵措施进行严密封堵。

4 综合管廊交叉口及各舱室交叉部位应采用耐火极限不低于 3.0h 的不燃性墙体进行防火分隔，当有人员通行需求时，防火分隔处的门应采用甲级防火门，管线穿越防火隔断部位应采用阻火包等防火封堵措施进行严密封堵。

10.4.3 综合管廊内应在沿线、人员出入口、逃生口等处设置灭火器材，灭火器材的设置间距不应大于 50m，灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB50140、《火力发电厂与变电所设计防火规范》GB50229 的有关规定。

10.4.4 干线综合管廊中容纳电力电缆的舱室，支线综合管廊中容纳 6 根及以上电力电缆的舱室应设置自动灭火系统；其他容纳电力电缆的舱室宜设置自动灭火系统。

10.4.5 综合管廊内的电缆防火与阻燃应符合国家现行标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217、《电力电缆隧道设计规程》DL/T 5484、《阻燃及耐火电缆塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求第 1 部分阻燃电缆》GA 306.1 和《阻燃及耐火电缆塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求第 2 部分耐火电缆》GA 306.2 的有关规定。

10.4.6 消防系统施工前的安装准备及材料应符合下列规定：

1 消防工程施工前必须通过消防设施的设计审核。

2 消防工程施工前必须向消防部门申报有关资料，办理消防施工进场许可证。

3 所选用的材料必须在消防部门经过登记并具有消防部门发放的准销证。

10.4.7 喷头安装应符合下列规定：

1 喷头安装应在系统试压、冲洗合格后进行。喷头安装时宜采用专用的弯头、三通。不得对喷头进行拆装、改动，并严禁给喷头附加任何装饰性涂层。

2 喷头安装应使用专用扳手。喷头更换，其规格、型号应相同。

3 当喷头的公称直径小于 10mm 时，应在配水干管或配水管上安装过滤器。

4 安装在易受机械操作处的喷头，应加设喷头防护罩。

5 喷头安装时，溅水盘与墙面的距离应符合设计要求。

6 当通风管道宽度大于 1.2m 时，喷头应安装在其腹面以下部位。

10.4.8 报警阀组安装应符合下列规定：

1 报警阀组的安装应先安装水源控制阀、报警阀，然后再进行报警阀辅助管道的连接。水源控制阀、报警阀与配水干管的连接，应使水流方向一致。报警阀组安装的位置应符合设计要求；当设计无要求时，报警阀组应安装在便于操作的明显位置，距室内地面高度宜为 1.2m；两侧与墙的距离不应小于 0.5m；正面与墙的距离不应小于 1.2m。安装报警阀组的室内地面应有排水设施。

2 压力表应安装在报警阀上便于观测的位置；排水管和试验阀应安装在便于操作的位置；水源控制阀安装应便于操作，且应有明显开闭标志和可靠的锁定设施。

3 湿式报警阀组的安装应符合下列规定：

1) 湿式报警阀前后的管道中能顺利充满水；压力波动时，水力警铃不应发生误报警；

2) 报警水流通路上的过滤器应安装在延迟器前，而且是便于排渣操作的位置。

10.4.9 消火栓箱安装应符合下列规定：

1 消火栓箱应符合设计要求，栓阀可分单出口和双出口双控等，产品均应有消防部门的制造许可证和合格证方可使用。

2 消火栓支管要以栓阀的坐标、标高定位甩口，核定后再稳固消火栓箱，箱体找正稳固后再把栓阀安装好。

3 在交工前应将消火栓配件安装完毕。

10.4.10 消防电气控制装置应符合下列规定：

1 在安装前，应进行功能检查，不合格者严禁安装。

2 应安装牢固，不应倾斜。

3 消防电气控制装置箱体和外接导线的端部，应有明显的永久性标志；消防电气控制装置箱体内不同电压等级、不同电流类别的端子应分开布置。

10.4.11 消防设备应急电源的电池应安装在通风良好地方，当安装在密封环境中时应有通风装置。酸性电池不得安装在带有碱性介质的场所，碱性电池不得安装在带酸性介质的场所。

10.4.12 消防设备应急电源不应安装在靠近带有可燃气体的管道、操作间等位置。

10.4.13 单相供电额定功率大于 30kW、三相供电额定功率大于 120kW 的消防设备应安装独立的消防应急电源。

10.4.14 交流供电和 36V 以上直流供电的消防用电设备的金属外壳应有接地保护，接地线应与电气保护接地干线（PE）相连接。接地装置施工完毕后，应按规定测量接地电阻，并作记录。

10.4.15 火灾自动报警系统的施工应由具有相应资质等级的施工单位承担。

10.4.16 火灾自动报警系统的施工应按设计要求编写施工方案。施工现场应具有必要的施工技术标准、健全的施工质量管理体系和工程质量检验制度。

10.4.17 火灾自动报警系统施工前应具备下列条件：

1 应对设备、材料及配件进行现场检查，检查不合格者不得使用。

1) 设备、材料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。火灾自动报警系统中的强制认证（认可）产品还应有认证（认可）证书和认证（认可）标识。

2) 火灾自动报警系统的主要设备应是通过国家认证（认可）的产品。所有产品名称、型号、规格应与检验报告一致。

3) 设备及配件表面应无明显划痕、毛刺等机械损伤，紧固部位应无松动。规格、型号应符合设计要求。

2 设计单位应向施工、建设、监理单位明确相应技术要求；

3 系统设备、材料及配件齐全并能保证正常施工；应具备系统图、设备布置平面图、接线图、安装图以及消防设备联动逻辑说明等必要的技术文件。

4 施工现场及施工中使用的水、电、气应满足正常施工要求。

10.4.18 火灾自动报警系统应按照批准的工程设计文件和施工技术标准进行施工。不得随意更改。确需更改设计时，应由原设计单位负责更改。

10.4.19 火灾自动报警系统布线时应符合下列规定：

1 火灾自动报警系统应单独布线，系统内不同电压等级、不同电流类别的线路，不应布在同一管内或线槽的同一槽孔内。

2 在管内或线槽内的布线，应在建筑抹灰及地面工程结束后进行，管内或线槽内不应有积水及杂物。

3 导线在管内或线槽内，不应有接头或扭结。导线的接头，应在接线盒内焊接或用端子连接。

4 从接线盒、线槽等处引到探测器底座、控制设备、扬声器的线路，当采用金属软管保护时，其长度不应大于 2m。

5 线槽接口应平直、严密，槽盖应齐全、平整、无翘角。并列安装时，槽盖应便于开启。

6 火灾自动报警系统导线敷设后，应用 500V 兆欧表测量每个回路导线对地的绝缘电阻，该绝缘电阻值不应小于 $20M\Omega$ 。

10.4.20 控制器类设备的安装应符合下列规定：

1 火灾报警控制器、可燃气体报警控制器、区域显示器、消防联动控制器等控制器类设备（以下称控制器）在墙上安装时，其底边距地（楼）面高度宜为 1.3~1.5m，其靠近门轴的侧面距墙不应小于 0.5m，

正面操作距离不应小于 1.2m；落地安装时，其底边宜高出地(楼)面 0.1~0.2m。

2 控制器应安装牢固，不应倾斜；安装在轻质墙上时，应采取加固措施。

3 控制器的主电源应有明显的永久性标志，并应直接与消防电源连接，严禁使用电源插头。控制器与其外接备用电源之间应直接连接。

10.4.21 点型感烟、感温火灾探测器的安装，应符合下列规定：

1 探测器周围水平距离 0.5m 内，不应有遮挡物；

2 探测器至空调送风口最近边的水平距离，不应小于 1.5m；至多孔送风顶棚孔口的水平距离，不应小于 0.5m；

3 在宽度小于 3m 的内走道顶棚上安装探测器时，宜居中安装。点型感温火灾探测器的安装间距，不应超过 10m；点型感烟火灾探测器的安装间距，不应超过 15m。探测器至端墙的距离，不应大于安装间距的一半；

4 探测器宜水平安装，当确需倾斜安装时，倾斜角不应大于 45°。

10.4.22 线型红外光束感烟火灾探测器的安装，应符合下列规定：

1 当探测区域的高度不大于 20m 时，光束轴线至顶棚的垂直距离宜为 0.3~1.0m。

2 发射器和接收器之间的探测区域长度不宜超过 100m。

3 相邻两组探测器的水平距离不应大于 14m。探测器至侧墙水平距离不应大于 7m，且不应小于 0.5m。

4 发射器和接收器之间的光路上应无遮挡物或干扰源。

5 发射器和接收器应安装牢固，并不应产生位移。

10.4.23 缆式线型感温火灾探测器在电缆桥架、变压器等设备上安装时，宜采用接触式布置；在各种皮带输送装置上敷设时，宜敷设在装置的过热点附近。

10.4.24 敷设在顶棚下方的线型差温火灾探测器，至顶棚距离宜为 0.1m，相邻探测器之间水平距离不宜大于 5m；探测器至墙壁距离宜为 1~1.5m。

10.4.25 可燃气体探测器的安装应符合下列规定：

1 安装位置应根据探测气体密度确定。若其密度小于空气密度，探测器应位于可能出现泄漏点的上方或探测气体的最高可能聚集点上方；若其密度大于或等于空气密度，探测器应位于可能出现泄漏点的下方；

2 在探测器周围应适当留出更换和标定的空间；

3 在有防爆要求的场所，应按防爆要求施工；

4 线型可燃气体探测器在安装时，应使发射器和接收器的窗口避免日光直射，且在发射器与接收器之间不应有遮挡物，两组探测器之间的距离不应大于 14m。

10.4.26 探测器的底座应安装牢固，与导线连接必须可靠压接或焊接。当采用焊接时，不应使用带腐蚀性的助焊剂。

10.4.27 探测器底座的连接导线，应留有不小于 150mm 的余量，且在其端部应有明显标志；探测器底

座的穿线孔宜封堵，安装完毕的探测器底座应采取保护措施。

10.4.28 探测器报警确认灯应朝向便于人员观察的主要入口方向。

10.4.29 探测器在即将调试时方可安装，在调试前应妥善保管并应采取防尘、防潮、防腐蚀措施。

10.4.30 同一报警区域内的模块宜集中安装在金属箱内。模块（或金属箱）应独立支撑或固定，安装牢固，并应采取防潮、防腐蚀等措施。

10.4.31 模块的连接导线应留有不小于 150mm 的余量，其端部应有明显标志。隐蔽安装时在安装处应有明显的部位显示和检修孔。

10.4.32 火灾自动报警系统的施工过程质量控制应符合下列规定：

1 各工序应按施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后，应进行检查，检查合格后方可进入下道工序。

2 相关各专业工种之间交接时，应进行检验，并经监理工程师签证后方可进入下道工序。

3 系统安装完成后，施工单位应按相关专业调试规定进行调试。

4 系统调试完成后，施工单位应向建设单位提交质量控制资料和各类施工过程质量检查记录。

5 施工过程质量检查应由监理工程师组织施工单位人员完成。按要求填写好施工过程质量检查记录和质量控制资料。施工过程结束后，施工方应对系统的安装质量进行全数检查。

10.4.33 施工单位应做好施工（包括隐蔽工程验收）、检验（包括绝缘电阻、接地电阻）、调试、设计变更等相关记录。

10.4.34 分部工程质量验收应由建设单位项目负责人组织施工单位项目负责人、监理工程师和设计单位项目负责人等进行，并按相关规范要求填写火灾自动报警系统工程验收记录。

10.5 通风系统施工

10.5.1 综合管廊通风系统宜采用自然进风和机械排风相结合的通风方式。d 然气管道舱和含有污水管道的舱室应采用机械进、排风的通风方式。

10.5.2 通风设备安装前应做好下列准备工作：

1 通风系统工程所使用的主要原材料、成品、半成品和设备的进场，必须对其进行验收。验收应经监理工程师认可，并形成相应的质量记录。通风设备应符合节能环保要求；d 然气管道舱风机应采用防爆风机。

2 风管制作

1) 风管必须通过工艺性的检测或验证，其强度、连接质量和严密性要求应符合设计及国家相关标准的要求。

2) 风管的密封，应以板材连接的密封为主，可采用密封胶嵌缝和其他方法密封。密封胶性能应符合使用环境的要求，密封面宜设在风管的正压侧。

3) 风管的加固应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 相关规定。

4) 砖、混凝土风道内表面水泥砂浆应抹平整、无裂缝, 不渗水。砖、混凝土风道的变形缝, 应符合设计要求, 不应渗水和漏风。

5) 防火风管的本体、框架与固定材料、密封垫料必须为不燃材料, 防排烟系统柔性短管的制作材料必须为不燃材料。其耐火等级应符合设计的规定。

6) 镀锌钢板风管不得有镀锌层损坏的现象。镀锌钢板及各类含有复合保护层的钢板, 应采用咬口连接或铆接, 不得采用影响其保护层防腐性能的焊接连接方法。

7) 复合材料风管的覆面材料必须为不燃材料, 内部的绝热材料应为不燃或难燃 B1 级, 且对人体无害的材料。防排烟系统柔性短管的制作材料必须为不燃材料。

8) 风管的清洗不得用对人体和材质有危害的清洁剂。

9) 对风管制作质量的验收, 应按其材料、系统类别和使用场所的不同分别进行, 主要包括风管的材质、规格、强度、严密性与成品外观质量等内容。

10) 普通薄钢板在制作风管前, 宜预涂防锈漆一遍。

3 支、吊架的防腐处理应与风管或管道相一致, 其明装部分必须涂面漆。

4 防火阀和排烟阀(排烟口)必须符合有关消防产品标准的规定, 并具有相应的产品合格证明文件。防爆风阀的制作材料必须符合设计规定, 不得自行替换。

5、通风设备应有装箱清单、设备说明书、产品质量合格证书和产品性能检测报告等随机文件, 进口设备还应具有商检合格的证明文件。

6、设备安装前, 应进行开箱检查, 并形成验收文字记录。参加人员为建设、监理、施工和厂商等方单位的代表。

7、风管和管道的绝热, 应采用不燃或难燃材料, 其材质、密度、规格与厚度应符合设计要求。

10.5.3 通风工程的施工应按规定的程序进行, 并与土建及其他专业工种互相配合; 应把每一个分项施工工序作为工序交接检验点, 并形成相应的质量记录; 与通风系统有关的土建工程施工完毕后, 应由建设或总承包、监理、设计及施工单位共同会检。会检的组织宜由建设、监理或总承包单位负责。

10.5.4 通风工程中的隐蔽工程, 在隐蔽前必须经监理人员验收及认可签证。

10.5.5 通风工程中从事管道焊接施工的焊工, 必须具备操作资格证书和相应类别管道焊接的考核合格证书。

10.5.6 综合管廊的机械风机应符合节能环保要求。

10.5.7 综合管廊的通风口应设置防止小动物进入综合管廊的金属风格, 网孔尺寸不应大于 10mmX10mm。

10.5.8 风管绝热层采用粘结方法固定时, 施工应符合下列规定:

1 粘结剂的性能应符合使用温度和环境卫生的要求, 并与绝热材料相匹配;

2 粘结材料宜均匀地涂在风管、部件或设备的外表面上, 绝热材料与风管、部件及设备表面应紧密贴合, 无空隙;

3 绝热层纵、横向的接缝, 应错开;

4 绝热层粘贴后,如进行包扎或捆扎,包扎的搭接处应均匀、贴紧;捆扎的应松紧适度,不得损坏绝热层。

10.5.9 风管绝热层采用保温钉连接固定时,施工应符合下列规定:

1 保温钉与风管、部件及设备表面的连接,可采用粘接或焊接,结合应牢固,不得脱落;焊接后应保持风管的平整,并不应影响镀锌钢板的防腐性能;

2 矩形风管或设备保温钉的分布应均匀,其数量底面每平方米不应少于 16 个,侧面不应少于 10 个,顶面不应少于 8 个。首行保温钉至风管或保温材料边沿的距离应小于 120mm;

3 风管法兰部位的绝热层的厚度,不应低于风管绝热层的 0.8 倍;

4 带有防潮隔汽层绝热材料的拼缝处,应用粘胶带封严。粘胶带的宽度不应小于 50mm。粘胶带应牢固地粘贴在防潮面层上,不得有胀裂和脱落。

10.5.10 管道阀门、过滤器及法兰部位的绝热结构应能单独拆卸。

10.5.11 风管系统安装后,必须进行严密性检验,合格后方能交付下道工序。风管系统严密性检验以主、干管为主。风管设备与部件绝热工程施工应在风管系统严密性检验合格后进行。

10.5.12 各类风阀应安装在便于操作及检修的部位,安装后的手动或电动操作装置应灵活、可靠,阀板关闭应保持严密。

10.5.13 通风机的安装应符合下列规定:

1 型号、规格应符合设计规定,其出口方向应正确。

2 叶轮旋转应平稳,停转后不应每次停留在同一位置上。

3 固定通风机的地脚螺栓应拧紧,并有防松动措施。

4 通风机传动装置的外露部位以及直通大气的进、出口,必须装设防护罩(网)或采取其他安全设施。

10.5.14 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,试验观察时间为 2min,不渗漏为合格。

2 机组应设独立支、吊架,安装的位置、高度及坡度应正确、固定牢固。

3 机组与风管、回风箱或风口的连接,应严密、可靠。

10.5.15 通风工程安装完毕,必须进行系统的测定和调整(简称调试)。

10.5.16 系统调试前,承包单位应编制调试方案,报送专业监理工程师审核批准;调试结束后,必须提供完整的调试资料和报告。系统调试,应由施工单位负责、监理单位监督,设计单位与建设单位参与和配合。施工企业应具有专业检测人员和符合有关标准规定的测试仪器。

10.5.17 系统调试所使用的测试仪器和仪表,性能应稳定可靠,其精度等级及最小分度值应能满足测定的要求,并应符合国家有关计量法规及检定规程的规定。

10.5.18 手动单叶片或多叶片调节风阀的手轮或扳手,应以顺时针方向转动为关闭,其调节范围及开启角度指示应与叶片开启角度相一致。用于除尘系统间歇工作点的风阀,关闭时应能密封。

10.5.19 综合管廊内应设置事故后机械排烟设施。

10.6 排水系统施工

10.6.1 排水材料应符合国家、行业标准，满足设计要求，并有出厂合格证明。不得使用有毒的、污染环境材料。

10.6.2 管廊内有大面积渗漏水及股水时，宜集中汇流引排。管廊内反坡排水必须采用水泵抽水。

10.6.3 综合管廊的低点应设置集水坑及自动水位排水泵。集水坑设置的位置不得影响井内运输和安全。

d 燃气管道舱应设置独立集水坑。

10.6.4 综合管廊的底板宜设置排水明沟，并应通过排水明沟将综合管廊内积水汇入集水坑，排水明沟的坡度不应小于 0.2%。

10.6.5 综合管廊的排水应就近接入城市排水系统，并应设置逆止阀。

10.6.6 中心排水管(沟)坡度应符合设计要求。管路埋设好后，应进行通水试验，发现积水、漏水应及时处理。

10.6.7 综合管廊内应设置自动排水系统。综合管廊的排水区间长度不宜大于 200m。

10.6.8 进入综合管廊的排水管道应采用分流制，雨水纳入综合管廊可利用结构本体或采用管道排水方式。

10.6.9 污水纳入综合管廊应采用管道排水方式，污水管道宜设置在综合管廊的底部。

10.6.10 排水管渠进入综合管廊前，应设置检修闸门或闸槽。

10.6.11 雨水、污水管道可选用钢管、球墨铸铁管、塑料管等。压力管道宜采用刚性接口，钢管可采用沟槽式连接。

10.6.12 雨水、污水管道支撑的形式、间距、固定方式应通过计算确定，并应符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的有关规定。

10.6.13 雨水、污水管道系统应严格密闭。管道应进行功能性试验，雨水、污水管道的通气装置应直接引至综合管廊外部安全空间。

10.6.14 用综合管廊结构本体排除雨水时，雨水舱结构空间应完全独立和严密，并应采取防止雨水倒灌或渗漏至其他舱室的措施。

10.7 监控与安防系统施工

10.7.1 综合管廊监控系统包括设备监控系统和综合安防系统。

10.7.2 设备监控系统应对通风设备、排水泵、电气设备、有害气体、空气质量、湿度、水位高度等进行状态监测和控制，并要符合设计图纸的要求；设备控制方式宜采用就地手动、就地自动和远程控制。

10.7.2 应设置与管廊内各类管线配套检测设备、控制执行机构联通的信号传输接口；当管线采用自成体系的专业监控系统时，应通过标准通信接口接入综合管廊监控与安防系统统一管理平台。

10.7.3 综合管廊内监控与报警设备防护等级不宜低于 IP44。

10.7.4 综合管廊设置安全防范系统应符合下列规定：

1 设备集中安装地点、人员出入口、变配电间和监控中心等场所应设置摄像机；综合管廊内沿线每个防火分区内应至少设置一台摄像机，不分防火分区的舱室，摄像机设置间距不应大于 100m。

2 综合管廊人员出入口、通风口应设置入侵报警探测装置和声光报警器。

3 综合管廊人员出入口应设置出入口控制装置。

4 综合管廊应设置电子巡查管理系统，并宜采用离线式。

5 综合管廊的安全防范系统应符合现行国家标准《安全防范工程技术规范》GB 50348、《入侵报警系统工程设计规范》GB 50394、《视频安防监控系统工程设计规范》GB 50395 和《出入口控制系统工程设计规范》GB 50396 的有关规定。

10.8 供电系统及电缆槽施工

10.8.1 综合管廊工程施工供电应采用 400/230V 三相五线系统。管廊外变电站应设置防雷击和防风装置。

10.8.2 电力电缆应采用低烟无卤阻燃电缆或不燃电缆；应对综合管廊内的电力电缆设置电气火灾监控系统。在电缆接头处应设置自动灭火装置。

10.8.3 电缆管铺设前加工处理应符合下列规定：

1 管口应无毛刺和尖锐棱角，管口宜做成喇叭形。

2 电缆管在弯制后，不应有裂缝和显著的凹瘪现象，其弯扁程度不宜大于管道外径的 10%；电缆管的弯曲半径不应小于所穿入电缆的最小允许弯曲半径。

3 金属电缆管应在外表涂防腐漆或涂沥青，镀锌管锌层剥落处应涂以防腐漆。

10.8.4 供电线路布置和安装应符合下列规定：

1 管廊内固定的电线路，应采用绝缘良好的胶皮线架设。

2 管廊内电气装置应采用双回路输电，并有可靠的切换装置和防爆措施。

3 动力干线上的每一分支线，应装设开关及保险装置。严禁在动力线路上加挂照明设施。

10.8.5 电缆管的连接应符合下列规定：

1 电缆管连接应牢固，两管口应对准，接缝应严密，不得有地下水和泥浆渗入。套接的短套管或带螺纹的管接头的长度，不应小于电缆管外径的 2.2 倍。金属电缆管不宜直接对焊。

2 硬质塑料管在套接或插接时，其插入深度宜为管道内径的 1.1~1.8 倍。在插接面上应涂以胶合剂粘牢密封；采用套接时套管两端应封焊。

10.8.6 利用电缆的保护钢管作接地线时，应先焊好接地线；有螺纹的管接头处，应用跳线焊接，再敷设电缆。

10.8.7 电力电缆接头的布置应符合下列规定：

1 并列敷设的电缆，其接头的位置宜相互错开。

2 电缆明敷时的接头，应采用托板托置固定。

3 直埋电缆接头盒外面应有防止机械损伤的保护盒(环氧树脂接头盒除外)。

10.8.8 电力线路的支架及桥架宜选用耐腐蚀的不锈钢等金属材料。其架设安装应符合下列规定：

1 架设必须分两次进行：在工地段随工作面向前推进，先用橡胶套电缆设临时线路；在成洞地段，改用胶皮绝缘线架设固定线路。

2 电缆架设的方式是：高压在上，低压在下；干线在上，支线在下；动力线在上，照明线在下。施工作业地段照明应用安全变压器，输入电压 220V，输出电压 36V，因其容量不大，故输电线路长度一般不大于 100m。

3 电力电缆的支架间距应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》(GB 50217)的有关规定。

4 电缆支架应安装牢固，横平竖直；托架支吊架的固定方式应按设计要求进行。各支架的同层横挡应在同一水平面上，其高低偏差不应大于 5mm。托架支吊架沿桥架走向左右的偏差不应大于 10mm。

10.8.9 电缆槽的施工应符合下列规定：

1 电缆槽开挖应与边墙基础开挖同时进行，不得在边墙浇筑后再爆破开挖。

2 电缆槽壁与边墙应连接牢固，必要时可加设短钢筋。

3 电缆槽盖板应平顺、整齐、无翘曲；盖板铺设应平稳，盖板两端与沟壁的缝隙应用砂浆填平，不得晃动或吊空；盖板规格应统一，可以互换。

10.8.10 综合管廊每个分区的人员进出口处宜设置本分区通风、照明的控制开关。

10.8.11 电缆排管的连接应符合本规范第 11.3.6 条规定。

10.8.12 综合管廊接地应符合下列规定：

1 综合管廊内的接地系统应形成环形接地网，接地电阻不应大于 1Ω ，。

2 综合管廊的接地网宜采用热镀锌扁钢，且截面面积不应小于 $40\text{mm}\times 5\text{mm}$ 。接地网应采用焊接搭接，不得采用螺栓搭接。

3 综合管廊内的金属胸件、电缆金属套、金属管道以及电气设备金属外壳均应与接地网连通。

4 含 d 然气管道舱室的接地系统尚应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058)的有关规定。

10.8.13 管廊内变电站设置应符合下列规定：

1 管廊内设置 6 ~10kV 变电站时，应有保证安全的措施。

2 变电站变压器与周围及上下洞壁的最小距离，不得小于 300mm，同时应按规定设置灯光、轮廓标等安全防护设施。

3 管廊内高压变电站应采用高压配电装置或相同电压等级的油开关柜，不应使用跌落式熔断器，应有防尘措施。

10.8.14 综合管廊地上建(构)筑物部分的防雷应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)的有关规定；地下部分可不设置直击雷防护措施，但应在配电系统中设置防雷电感应过电压的保护装置，

并应在综合管廊内设置等电位联结系统。

10.9 标识系统施工

10.9.1 综合管廊的主出入口内应设置综合管廊介绍牌，并应标明综合管廊建设时间、规模、容纳管线。

10.9.2 纳入综合管廊的管线，应采用符合管线管理单位要求的标识进行区分，并应标明管线属性、规格、产权单位名称、紧急联系电话。

10.9.3 标识应设置在醒目位置，间隔距离不应大于 100m。

10.9.4 综合管廊的设备旁边应设置设备铭牌，并应标明设备的名称、基本数据、使用方式及紧急联系电话。

10.9.5 综合管廊内应设置“禁烟”、“注意碰头”、“注意脚下”、“禁止触摸”、“防坠落”等警示、警告标识。

10.9.6 综合管廊内部应设置里程标识，交叉口处应设置方向标识。

10.9.7 人员出入口、逃生口、管线分支口、消防器材设置处等部位，应设置带编号的标识。

10.9.8 综合管廊穿越河道时，应在河道两侧醒目位置设置明确的标识。

10.9.9 电缆标志牌的装设应符合下列规定：

1 电缆终端及电缆接头处、入孔及工作井处；电缆隧道内转弯处、电缆分支处、直线段每隔 50~100m 应装设标识牌。

2 标志牌上应注明线路编号。当无编号时，应写明电缆型号、规格及起迄地点；并联使用的电缆应有顺序号。

3 标志牌规格宜统一；标志牌的字迹应清晰不易脱落；标志牌应能防腐，挂装应牢固。

10.10 质量检验与验收

10.10.1 仪表安装质量检验与验收应符合下列规定：

主控项目

1 仪表设备和材料应具有产品技术文件和质量证明文件，特性数据应符合设计文件的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全验。

检验方法：检查产品技术文件和质量证明文件，观察。

2 仪表盘、柜、箱内仪表、电源设备及部件的型号、规格应符合设计文件规定。

检验数量：施工单位、监理单位全验。

检验方法：清点、核对仪表设备数据，观察。

3 现场仪表设备及配件的安装位置应符合设计文件的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全验。

检验方法：核对设计文件，观察检查。

- 4 仪表的安装应牢固、平正，无安装变形和表面涂层损伤，不应承受非正常外力。

检验数量：施工单位、监理单位全验。

检验方法：观察检查。

- 5 设计文件规定需要脱脂的仪表，应经脱脂检查合格后安装。

检验数量：施工单位、监理单位全验。

检验方法：核对设计文件，检查脱脂记录。

- 6 直接安装在设备或管道上的仪表安装完毕应进行压力试验。

检验数量：施工单位、监理单位全验。

检验方法：检查施工和压力试验记录。

一般项目

- 7 仪表设备和材料数量、标识、几何尺寸应符合设计文件的规定，并应无残损或短缺，标识应清晰完整。

检验数量：施工单位、监理单位全验。

检验方法：观察检查和用尺测量检查。

- 8 仪表设备铭牌和标志应齐全、牢固、清晰。

检验数量：施工单位、监理单位全验。

检验方法：观察检查

10.10.2 照明系统施工质量检验与验收时应对下列项目进行检查：

主控项目

- 1 成排安装的灯具、并列安装的开关、插座，其中心轴线、垂直偏差、距地面高度；
- 2 照明配电箱(板)回路编号及其接线的准确性；
- 3 灯具控制性能及试运行情况；
- 4 保护接地线(PE)连接的可靠性。

验收检查的数量：全数检查；（列齐检验的项目，写出检查数量、检验方法）

一般项目

- 5 盒(箱)周边的间隙，交流、直流及不同电压等级电源插座安装的准确性；
- 6 灯具的安装牢固度，吊扇、壁扇的防松措施；
- 7 灯具紧固件的防锈蚀措施；

验收检查的数量：抽查 5%

10.10.3 消防系统施工质量检验与验收应符合下列规定：

主控项目

- 1 管廊内消防水管、消火栓、消火箱、防火门的规格、型号、质量应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全验。

检验方法：检查产品合格证书，观察。

2 消火栓、消火箱安装位置正确，启闭灵活，关闭严密。

检验数量：施工单位、监理单位全验。

检验方法：观察、尺量、试验。

3 消防管道水压试验符合设计要求。

检验数量：施工单位现场试验，试压管段长度不宜大于 1000m。监理单位见证试验。

检验方法：施工单位做现场试验，监理单位检查全部水压试验报告单，见证试验。

一般项目

4 消防管道及附件防腐处理应符合设计要求，管道穿越管廊墙体结构时应设置防水套管。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：观察、工程检查证。

5 管道阀门安装应符合下列规定：

1) 阀门安装前应做强度和严密性试验，并符合设计要求；

2) 阀门安装位置应正确，其轴线与管线一致；

3) 阀门安装完毕，应及时设置支座并固定。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：现场试验、测量、观察。

6 消防管道安装允许偏差和检验方法应符合表 10.10.3 的规定。

表 10.10.3 消防管道安装允许偏差和检验方法

序号	项目	允许偏差（mm）		检验数量	检验方法
1	管道安装	中心线	±15	每 20m 抽查 1 点	仪器测量
		高程	±10		
2	管道支座	纵向	±50		仪器测量
		横向、高程	±10		
3	钢管切口垂直度	允许偏差为管径的 1%，且不大于 2mm			量具检测

10.10.4 通风系统施工质量检验与验收应符合下列规定：

主控项目

1 通风机房位置、结构构造等应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察、尺量。

2 通风机房机座基础承载力应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：施工单位现场检测，监理单位见证检测。

3 通风机房机座基础质量、预埋件位置等应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察、尺量。

4 风道、竖井位置及构造尺寸应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：查对设计图、仪器测量、尺量。

5 风道、竖井混凝土的强度等级应符合设计要求。

样检测方法应符合本标准第 6.3.4 条的规定。

一般项目

6 风道、竖井混凝土表面平顺光洁。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：观察。

10.10.5 排水系统施工质量检验与验收应符合下列规定：

主控项目

1 低点处集水坑、排水泵位置、个数应符合设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察、尺量。

2 排水明沟的坡度

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：查对设计图、仪器测量。

一般项目

3 排水区间的距离应符合设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：仪器测量、尺量。

4 逆止阀的位置应符合设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

10.10.6 监控与安防系统施工质量检验与验收应符合下列规定：

主控项目

1 监控与安防系统的组成及其系统架构、系统配置，应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

2 环境与设备监控系统的功能应满足设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

3 火灾自动报警系统的功能应满足设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

4d 燃气管道舱应设置的可燃气体探测报警系统应满足设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

一般项目

5 综合管廊内监控与安防设备防护等级应满足设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察，

10.10.7 供电系统及电缆槽施工质量与验收应符合下列规定：

主控项目

1 管廊内电缆槽布置、结构形式、沟底高程、纵向坡度应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察、仪器量测、尺量。

2 管廊内电缆槽盖板的规格、尺寸、强度及外观质量应符合设计要求。

检验数量：施工单位检查 10%、监理单位按施工单位检查数量的 20%比例抽查。

检验方法：观察、尺量。

3 供电线路回路、备用电源检测，应满足设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

4 管廊接地系统的检查，应符合设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

5 管廊防雷装置的检查，应符合设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

一般项目

6 电缆槽盖板应铺设齐全平稳并符合设计要求。

检验数量：施工单位逐块检查。

检验方法：观察。

7 管廊内电缆槽断面尺寸应符合设计要求。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：观察。

8 综合管廊预埋过路排管管口无毛刺和尖锐棱角。排管弯制后不应有裂缝和显著的凹瘪现象，其弯扁程度不宜大于排管外径的 10%。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察、尺量。

9 交流 220V/380V 带剩余电流动作保护装置检修插座的间距、检修插座容量、安装高度应符合设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

10.10.8 标识系统施工质量与验收应符合下列规定：

主控项目

1 管廊照标识内容应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察、测量。

一般项目

2 标识牌的布置位置、顺序应满足设计要求

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

11 管道安装工程

11.1 一般规定

11.1.1 管道施工应符合各专业管道设计的要求。并应根据各类管线的管材、管径、管位、基础条件和施工顺序制定施工方案。

11.1.2 宜在管廊主体结构验收后方可施工管线工程，管线施工次序应遵照先深后浅、先地面后架空、先大后小、先无压后有压、先生产管道后附属管线原则，架空管线宜结合建构筑物设备安装同步进行。

11.1.3 管道工程安装施工前施工人员应熟悉图纸及有关规定、规范，并应由工程技术人员对图纸进行技术交底。

11.1.4 施工前应对综合管廊预埋件和使用管材进行复核。

11.1.5 施工前应核对各类管道位置、标高、坡向、坡度等，宜采用 BIM 技术模拟管线系统，避免管线碰撞。

11.1.6 管道施工应与土建、设备等相关专业密切配合，对各构（建）筑物、支架、预埋件、预留孔、沟槽垫层及土建工程等质量检查验收合格后方可进行管道施工。

11.1.7 所用管节、半成品、构（配）件等在搬运、保管和施工过程中，应采取有效措施防止其损坏、锈蚀。

11.1.8 管道施工前应清除管内的污垢和杂物。安装中断或安装完毕的敞口处，应封闭。

11.1.9 施工前应做好管道施工组织设计，并制定工程质量控制的具体措施。

11.1.10 管道防腐及油漆喷涂颜色应满足设计要求。

11.1.11 受热管道自然补偿不满足要求时，应设置补偿器。

11.2 管道安装

11.2.1 管道安装不应危及邻近管道、构（建）筑物及设备的安全。

11.2.2 管道安装应对邻近管道、构（建）筑物及设备采取保护措施，对管道与结构物衔接部位采取控制差异沉降措施。

11.2.3 管道安装前应对构（建）筑物和设备的轴线、几何尺寸及标高进行复核。

11.2.4 管道支（吊）架的安装应符合下列规定：

- 1 管道支（吊）架的形式、材质、加工尺寸及精度应符合设计要求；
- 2 管道支（吊）架不得有漏焊、欠焊、裂纹等缺陷，焊接变形应予以矫正；
- 3 支（吊）架应进行防腐处理；
- 4 支（吊）架安装应平正，位置正确，焊接牢固，各部尺寸符合设计要求。埋设支架用水泥砂浆填实、找平；
- 5 安装活动支架（吊）架时，应按设计规定预先留出不小于管道长度变化值的位移量，并应保证尺寸准确。当支（吊）架位移时，不得损坏管道的保温层；

6 (吊)架与管道接触部分应加装柔性材料。

11.2.5 管道预制应符合下列规定：

1 管道预制，应按管道系统平面图施行；

2 管道预制应按平面图规定的数量、规格、材质选配管道组成件，并按平面图标明管道系统号、按预制顺序标明各组成件的顺序号；

3 自由管段和密闭管段的选择应合理，密闭管段应按现场实测后的安装长度加工；

4 预制完毕的管节，应将内部清理干净，并应及时封闭管口。

11.2.6 管道距离构筑物应预留一定距离，以便安装和后期维护，架空管应采用支架固定。架空管道法兰焊缝及其它连接件的设置应便于检修，不得紧贴墙壁和管架；埋地管道的阀门井、检查井、检修井应设置于便于维护管养的位置

11.2.7 管道穿越构筑物时，防护措施应符合设计要求。

11.2.8 明装金属管道应符合下列规定：

1 钢管、不锈钢管、镀锌钢管等金属管道的安装、焊接、防腐等应按现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 和《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定执行；

2 对首次采用的金属管材、焊接材料、焊接方法或焊接工艺，施工单位应在施焊前按设计要求和有关规定进行焊接试验，并根据试验结果编制焊接工艺指导书；

3 焊工应按规定经相关部门考试合格后持证上岗，并根据经过评定的焊接工艺指导书进行施焊；

4 在构筑物间隙内焊接时，应采取有效技术措施保证管道贴近构筑物墙体部位的焊缝质量；

5 管道穿构（建）筑物时，应加设保护管，保护管中心线应与管道中心线一致。且构（建）筑物内隐蔽处不应有对接焊缝；

6 位于热力管道区施工时应采取隔热措施。

11.2.9 明装聚氯乙烯管、聚乙烯管道和玻璃钢夹砂管等工程塑料管应符合下列规定：

1 管道安装应按现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 和《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定执行；

2 管道粘结前应进行试验性操作确定粘结时间，粘接环境温度不应低于 5℃；

3 当承插口连接时，粘接剂应先涂承口，后涂插口，宜轴向涂刷，涂刷均匀适量。每个接口粘接剂用量应根据管材配套粘接剂使用说明书确定；

4 承插接口连接完毕后，应及时将挤出的粘接剂擦拭干净。粘接后，不得立即对接合部位强行加载，其静置固化时间应符合设计及规范要求。

11.2.10 明装污水管、燃气、热力管等的保温和隔热措施应符合设计要求。

11.2.11 安装法兰时，应检查法兰密封面及密封垫片，不得有影响密封性的划痕、斑点等缺陷和油污。

11.2.12 安装阀门应符合下列规定：

- 1 阀门安装前，应检查填料，其压盖螺栓应留有调节余量；
- 2 阀门安装前，应按设计文件核对其型号，并应按介质流向确定其安装方向；
- 3 当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应在关闭状态下安装；
- 4 阀门安装时，应避免强力安装。在水平管道上安装双闸板闸阀时，阀门手轮宜向上。阀门手轮或手柄应安装在便于操作和检修的位置；
- 5 阀门安装后的操作机构和转动装置应动作灵活，安装后应检查是否指示正确；
- 6 质量重的阀门应设独立支架。
- 7 安全阀应垂直安装；
- 8 安全阀的出口管道应接向安全地点；
- 9 当进出口管道上设置截止阀时，应加铅封，且应锁定在全开启状态。

11.2.13 管道防腐应符合下列规定：

- 1 管道必须用砂轮机和手工除锈结和，将铁锈除净，用棉纱和布将表面浮锈清除干净，在涂防锈漆；
- 2 油二遍防锈漆必须等一遍漆干后，并保证表面干净漆第二遍，油面漆相同；
- 3 油漆必须均匀刷在金属表面，防止漏涂、花涂、流挂、咬底、返贴、皱纹等影响防腐效果；
- 4 严禁在雨、雪、雾和相对湿度较大的环境中施工。

11.2.14 管道保温应符合下列规定：

- 1 管道保温厚度应根据管道的介质温度，保温材料的导热系数等参数经计算并加上一定保温余量。
- 2 用复合硅酸盐板材敷设保温层，两层以上施工，需逐层涂抹粘结剂粘结，粘结剂涂抹均匀，各层. 接缝应均匀错开，层间不得有缺肉现象，内外层接缝错开 100-150mm，并用粘结剂把所有缝隙及接口填平，最后上保护层。
- 3 管道保温采用复合硅酸盐管材，用粘合剂把管材缝隙及接口填满抹平，最后上保护层。
- 4 水平管道金属保护层纵向接缝位置宜布置在水平中心线 150mm~450mm 处，缝口朝下。当侧面或底部有障碍物时，纵向接缝可移至水平中心线上方 600mm 以内。
- 5 保温后，按保护层表面温度不大于 50℃（环境温度为 25℃）验收
- 6 设备、管道保冷时，然后用橡塑材料敷设一层（ $\delta = 30\text{mm}$ ），先用专用胶把所有缝隙及接口填平涂抹均匀，再用不干胶带捆扎，表面要求平整圆滑。
- 7 根据最热月平均温度 28℃，最热月相对湿度 73%，保冷层表面的对应露点温度为 23℃。

11.3 缆线敷设

11.3.1 电缆支架的加工应符合下列规定：

- 1 钢材应平直，无明显扭曲。下料误差应在 5mm 范围内，切口应无卷边、毛刺。
- 2 支架应焊接牢固，无显著变形。各横撑间的垂直净距与设计偏差不应大于 5mm。
- 3 金属电缆支架必须进行防腐处理。位于湿热、盐雾以及有化学腐蚀地区时，应根据设计作特殊的

防腐处理。

11.3.2 电缆支架的安装应符合下列规定：

- 1 应安装牢固，横平竖直；
- 2 支架与预埋件焊接固定时，焊缝饱满；膨胀螺栓固定时，选用螺栓适配，连接紧固，防松零件齐全。
- 3 托架支吊架的固定方式应按设计要求进行；
- 4 各支架的同层横挡应在同一水平面上，其高低偏差不应大于 5mm；
- 5 托架支吊架沿桥架走向左右的偏差不应大于 10mm；
- 6 在有坡度的电缆沟内或建筑物上安装的电缆支架，应有与电缆沟或建筑物相同的坡度。
- 7 电缆支架最上层及最下层至沟顶、楼板或沟底、地面的距离，当设计无规定时，不宜小于表 11.3.2-1 的数值。

表 11.3.2-1 电缆支架最上层及最下层至沟顶、楼板或沟底、地面的距离

敷设方式	电缆隧道及夹层	电缆沟	吊架	桥架
最上层至沟顶或楼板	300~350	150~200	150~200	350~450
最下层至沟底或地面	100~150	50~100	—	100~150

- 8 电缆支架的层间允许最小距离，当设计无规定时，可采用表 11.3.2-2 的规定。但层间净距不应小于两倍电缆外径加 10mm，35kV 及以上高压电缆不应小于 2 倍电缆外径加 50mm。

表 11.3.2-2 电缆支架的层间允许最小距离值 (mm)

电缆类型和敷设特征		支（吊）架	桥架
控制电缆		120	200
电力 电缆	10kV 及以下（除 6~1010kV 交联聚乙烯绝缘外）	150~200	250
	6~1010kV 交联聚乙烯绝缘	200~250	300
	35kV 单芯		
	35kV 三芯	300	350
	110kV 及以上，每层多于 1 根		
	110kV 及以上，每层 1 根	250	300
电缆敷设于槽盒内		h+80	h+100

注：h 表示槽盒外壳高度。

- 9 电缆各支持点间的距离应符合设计规定。当设计无规定时，不应大于表 11.3.2-3 中所列数值。

表11.3.2-3 电缆各支持点间的距离(mm)

电缆种类		敷设方式	
		水平	垂直
电力电缆	全塑型	400	1000
	除全塑型外的中低压电缆	800	1500
	35kV及以上高压电缆	1500	2000
控制电缆		800	1000

注：全塑型电力电缆水平敷设沿支架能把电缆固定时，支持点间的距离允许为800mm。

10 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 设有伸缩节；电缆桥架跨越构筑物变形缝处设置补偿装置。

11 电缆桥架转弯处的弯曲半径，不小于桥架内电缆最小允许弯曲半径，电缆最小允许弯曲半径见表 11.3.2-4。

表 11.3.2-4 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
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

注：D 为电缆外径。

12 当设计无要求时，电缆桥架水平安装的支架间距为 1.5~3m；垂直安装的支架间距不大于 2m。

13 桥架与支架间螺栓、桥架连接板螺栓固定紧固无遗漏，螺母位于桥架外侧；当铝合金桥架与钢支架固定时，有相互间绝缘的防电化腐蚀措施。

14 电缆桥架敷设在易燃易爆气体管道和热力管道的下方，当设计无要求时，与管道的最小净距，符合表 11.3.2-5 规定。

表 11.3.2-5 与管道的最小净距(m)

管道类别		平行净距	交叉净距
一般工艺管道		0.4	0.3
易燃易爆气体管道		0.5	0.5
热力管道	有保温层	0.5	0.3
	无保温层	1.0	0.5

15 敷设在竖井内和穿越不同防火区的桥架，按设 5 要求位置，有防火隔堵措施。

11.3.3 电缆排管的连接应符合下列规定：

1 金属电缆排管不宜直接对焊，宜采用套管焊接的方式，连接时应管口对准、连接牢固，密封良好。套接的短套管或带螺纹的管接头的长度，不应小于排管外径的 2.2 倍。

2 硬质塑料管在套接或插接时，其插入深度宜为排管内径的 1.1 倍~1.8 倍。在插接面上应涂以胶合剂粘牢密封。

3 水泥管宜采用管箍或套接方式连接，管孔应对准，接缝应严密，管箍应有防水垫密封，防止地下水和泥浆渗入。

11.3.4 电线导管、电缆导管和线槽敷设应符合下列规定：

1 金属的导管和线槽必须接地 (PE) 或接零 (PEN) 可靠，并符合下列规定：

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，截面积不小于 4mm²。

2) 当非镀锌钢导管采用螺纹连接时，连接处的两端焊跨接接地线；当镀锌钢导管采用螺纹连接时，连接处的两端用专用接地卡固定跨接接地线。

3) 金属线槽不作设备的接地导体，当设计无要求时，金属线槽全长不少于 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跨接铜芯接地线，镀锌线槽间连接板的两端不跨接接地线，但连接板两端不少于 2 个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

2 金属导管严禁对口熔焊连接；镀锌和壁厚小于等于 2mm 的钢导管不得套管熔焊连接。

3 防爆导管不应采用倒扣连接；当连接有困难时，应采用防爆活接头，其接合面应严密。

4 当绝缘导管在混凝土上剔槽埋设时，应采用强度等级不小于 M10 的水泥砂浆抹面保护，保护层厚度大于 15mm。

5 室外埋地敷设的电缆导管，埋深不应小于 0.7m。壁厚小于等于 2mm 的钢电线导管不应埋设于室外土壤内。

6 室外导管的管口应设置在盒、箱内。在落地式配电箱内的管口，箱底无封板的，管口应高出基础面 50~80mm。所有管口在穿入电线、电缆后应做密封处理。由箱式变电所或落地式配电箱引向构筑物的导管，构筑物一侧的导管管口应设在构筑物内。

7 电缆导管的弯曲半径不应小于电缆最小允许弯曲半径，电缆最小允许弯曲半径应符合《电缆最小允许弯曲半径》的规定。

8 金属导管内外壁应防腐处理；埋设于混凝土内的导管内壁应防腐处理，外壁可不防腐处理。

9 室内进入落地式柜、台、箱、盘内的导管管口，应高出柜、台、箱、盘的基础面 50~80mm。

10 暗配的导管，埋设深度与构筑物、构筑物表面的距离不应小于 15mm；明配的导管应排列整齐，固定点间距均匀，安装牢固；在终端、弯头中点或柜、台、箱、盘等边缘的距离 150~500mm 范围内设

有管卡，中间直线段管卡间的最大距离应符合表 11.3.4 规定。

表 11.3.4 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

11 线槽应安装牢固，无扭曲变形，紧固件的螺母应在线槽外侧。

12 防爆导管敷设应符合下列规定：

1) 导管间及与灯具、开关、线盒等的螺纹连接处紧密牢固，除设计有特殊要求外，连接处不跨接接地线，在螺纹上涂以电力复合酯或导电性防锈酯。

2) 安装牢固顺直，镀锌层锈蚀或剥落处做防腐处理。

13 绝缘导管敷设应符合下列规定：

1) 管口平整光滑；管与管、管与盒(箱)等器件采用插入法连接时，连接处结合面涂专用胶合剂，接口牢固密封。

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，采取保护措施。

3) 当设计无要求时，埋设在墙内或混凝土内的绝缘导管，采用中型以上的导管。

4) 沿构筑物、构筑物表面和在支架上敷设的刚性绝缘导管。按设计要求装设温度补偿装置。

14 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大于 0.8m，在照明工程中不大于 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密封良好，防液覆盖层完整无损。

3) 可挠性金属导管和金属柔性导管不能做接地(PE)或接零(PEN)的接续导体。

15 导管和线槽，在构筑物变形缝处，应设补偿装置。

11.3.5 金属电缆桥架及其支架和引入或引出的金属电缆导管必须接地(PE)或接零(PEN)可靠，且必须符合下列规定：

1 金属电缆桥架及其支架全长应不少于 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小于 4 mm²。

3 镀锌电缆桥架间连接板的两端不跨接接地线，但连接板两端不少于 2 个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

11.3.6 桥架内电缆敷设应符合下列规定：

- 1 大于 45° 倾斜敷设的电缆每隔 2m 处设固定点。
- 2 电缆出入电缆沟、竖井、构筑物、柜(盘)、台处以及管道管口处等做密封处理。
- 3 电缆敷设排列整齐，水平敷设的电缆，首尾两端、转弯两侧及每隔 5m~1m 处设固定点；敷设于垂直桥架内的电缆固定点间距，不大于表 11.3.6 规定。

表 11.3.6 电缆固定点的间距

电缆种类		固定点的间距(mm)
电力电缆	全塑型	1000
	除全塑型外的电缆	1500
控制电缆		1000

- 4 电缆的首端、末端和分支处应设标志牌。

11.3.7 电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设应符合下列规定：

- 1 金属电缆支架、电缆导管必须接地(PE)或接零(PEN)可靠。
- 2 电缆敷设严禁有绞拧、铠装压扁、护层断裂和表面严重划伤等缺陷。
- 3 电缆支架安装应符合下列规定：
 - 1) 当设计无要求时，电缆支架最上层至竖井顶部或楼板的距离不小于 150~200mm 电缆支架最下层至沟底或地面的距离不小于 50~100mm。

- 2) 当设计无要求时，电缆支架层间最小允许距离符合表 11.3.7-1 的规定；

表 11.3.7-1 电缆支架层间最小允许距离(mm)

电缆种类	支架层间最小距离
控制电缆	120
10kV 及以下电力电缆	150—200

- 3) 支架与预埋件焊接固定时，焊缝饱满；用膨胀螺栓固定时，选用螺栓适配，连接紧固，防松零件齐全。

- 4 电缆在支架上敷设，转弯处的最小允许弯曲半径应符合《电缆最小允许弯曲半径》的规定。

5 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，不形成闭合铁磁回路。
- 3) 电缆排列整齐，少交叉；当设计无要求时，电缆支持点间距，不大于表 11.3.7-2 规定。

表 11.3.7-2 电缆支持点间距 (mm)

电缆种类		敷设方式	
		水平	垂直
电力	全塑型	400	1000
电缆	除全塑型外的电缆	800	1500
控制电缆		800	1000

4) 当设计无要求时, 电缆与管道的最小净距, 符合本规范表 12.5.9 的规定, 且敷设在易燃易爆气体管道和热力管道的下方。

5) 敷设电缆的电缆沟和竖井, 按设计要求位置, 有防火隔堵措施。

6 电缆的首端、末端和分支处应设标志牌。

11.3.8 通讯电缆桥架及线槽的安装应符合下列规定:

1 桥架及线槽的安装位置应符合施工图要求, 左右偏差不应超过 50mm。

2 桥架及线槽水平度每米偏差不应超过 2mm。

3 垂直桥架及线槽应与地面保持垂直, 垂直度偏差不应超过 3mm。

4 线槽截断处及两线槽拼接处应平滑、无毛刺。

5 吊架和支架安装应保持垂直, 整齐牢固, 无歪斜现象。

6 金属桥架、线槽及金属管各段之间应保持连接良好, 安装牢固。

11.3.9 通讯缆线敷设应符合下列规定:

1 缆线的型式、规格应与设计规定相符。

2 缆线在各种环境中的敷设方式、布放间距均应符合设计要求。

3 缆线的布放应自然平直, 不得产生扭绞、打圈、接头等现象, 不应受外力的挤压和损伤。

4 缆线两端应贴有标签, 应标明编号, 标签书写应清晰、端正和正确。标签应选用不易损坏的材料。

5 缆线应有余量以适应终接、检测和变更。对绞电缆预留长度: 在工作区宜为 3~6cm, 电信间宜为 0.5~2m, 设备间宜为 3~5m; 光缆布放路由宜盘留, 预留长度宜为 3~5m, 有特殊要求的应按设计要求预留长度。

6 缆线的弯曲半径应符合下列规定:

1) 非屏蔽 4 对对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 4 倍。

2) 屏蔽 4 对对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 8 倍。

3) 主干对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 10 倍。

4) 2 芯或 4 芯水平光缆的弯曲半径应大于 25mm; 其他芯数的水平光缆、主干光缆和室外光缆的弯曲半径应至少为光缆外径的 10 倍。

7 缆线间的最小净距应符合设计要求并符合下列规定:

1) 电源线、综合布线系统缆线应分隔布放, 并应符合表 11.3.9-1 的规定。

表 11.3.9-1 对绞电缆与电力电缆最小净距

条件	最小净距 (mm)		
	380V, <2kV · A	380V, 2~5kV · A	380V, >5kV · A
对绞电缆与电力电缆平行敷设	130	300	600
有一方在接地的金属槽道或钢管中	70	150	300
双方均在接地的金属槽道或钢管中②	10①	80	150

注: 1、当 380V 电力电缆<2kV · A, 双方都在接地的线槽中, 且平行长度≤10m 时, 最小间距可为 10mm;

2、双方都在接地的线槽中, 系指两个不同的线槽, 或在同一线槽中用金属板隔开。

2) 建筑物内电、光缆暗管敷设与其他管线最小净距见表 11.3.9-2 的规定。

表 11.3.9-2 综合布线缆线及管线与其他管线的间距

管线种类	平行净距 (mm)	垂直交叉净距 (mm)
避雷引下线	1000	300
保护地线	50	20
热力管(不包封)	500	500
热力管(包封)	300	300
给水管	150	20
煤气管	300	20
压缩空气管	150	20

3) 综合布线缆线宜单独敷设, 与其他弱电系统各子系统缆线间距应符合设计要求。

4) 对于有安全保密要求的工程, 综合布线缆线与信号线、电力线、接地线的间距应符合相应的保密规定。对于具有安全保密要求的缆线应采取独立的金属管或金属线槽敷设。

5) 屏蔽电缆的屏蔽层端到端应保持完好的导通性。

11.4 质量检验与验收

11.4.1 综合管廊通道净宽, 应满足管道、配件及设备运输的要求, 并应符合下列规定:

1 综合管廊内两侧设置支架或管道时, 检修通道净宽不宜小于 1.0m; 单侧设置支架或管道时, 检修通道净宽不宜小于 0.9m。

2 配备检修车的综合管廊检修通道宽度不宜小于 2.2m。

11.4.2 综合管廊的管道安装净距不宜小于表 11.4.2 的规定。

表 11.4.2 综合管廊的管道安装净距

DN	综合管廊的管道安装净距（mm）					
	铸铁管、螺栓连接钢管			焊接钢管、塑料管		
	a	b1	b2	a	b1	b2
DN<400	400	400	800	500	500	800
400≤DN<800	500	500				
800≤DN<1000						
1000≤DN<1500	600	600		600	600	
≥DN1500	700	700		700	700	

11.4.3 给水排水管道工程施工应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268。

11.4.4 给水排水管道铺设应符合下列规定：

主控项目

- 1 管道埋设深度、轴线位置应符合设计要求，无压力管道严禁倒坡；
检查方法：检查施工记录、测量记录。
- 2 刚性管道无结构贯通裂缝和明显缺损情况；
检查方法：观察（可用 CCTV 辅助检查），检查技术资料。
- 3 柔性管道的管壁不得出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况；管道竖向变形率不得超过《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 第 4.5.12 条的相关规定。

检查方法：观察（可用 CCTV 辅助检查），检查施工记录、测量记录、竖向变形检测记录；竖向变形可用钢直尺直接量测管内断面，或用相应尺寸的圆度测试板、芯轴仪管内拖拉检验，或用相应尺寸的圆球进行通球检验。

- 4 管道铺设安装应稳固，管道安装后应线形平直；

检查方法：观察，检查测量记录。

一般项目

- 1 管道内应光洁平整，无杂物、油污；管道无明显渗水和水珠现象；

检查方法：观察（可用 CCTV 辅助检查）。

- 2 管道与井室洞口之间无渗漏水；

检查方法：逐井观察，检查施工记录。

- 3 管道内外防腐层完整，无破损现象；

检查方法：观察，检查施工记录。

- 4 钢管管道开孔应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 第 5.3.11 条的规定；

检查方法：逐个观察，检查施工记录。

5 闸阀安装应牢固、严密，启闭灵活，与管道轴线垂直；

检查方法：观察检查，检查施工记录。

6 管道铺设的允许偏差应符合表 11.4.4 的规定。

表 11.4.4 管道铺设的允许偏差 (mm)

检查项目			允许偏差		检查频率		检查方法
					范围	点数	
1	水平轴线		无压管道	15	每节管	1 点	经纬仪测量或挂中线 用钢尺量测
			压力管道	30			
2	管底高程	$D_i \leq 1000$	无压管道	± 10			水准仪测量
			压力管道	± 30			
		$D_i > 1000$	无压管道	± 15			
			压力管道	± 30			

11.4.5 燃气管道施工与验收除应符合《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33 的规定外，尚应符合下列规定：

1 燃气管道应按照设计图纸的要求控制管道的平面位置高程坡度与其他管道或设施的间距应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028 的相关规定。

2 管道入廊宜使用吊装机具，严禁采用抛滚撬等破坏防腐层的做法。吊装时应保护管口不受损伤。

3 管道吊装时吊装点间距不应大于 8m，吊装管道的最大长度不宜大于 36m。

4 管道在敷设时应在自由状态下安装连接严禁强力组对。

5 管道环焊缝间距不应小于管道的公称直径且不得小于 150mm。

6 管道对口前应将管道管件内部清理干净不得存有杂物。每次收工时敞口管端应临时封堵。

7 当管道的纵断水平位置折角大于 22.5° 时必须采用弯头。

8 燃气钢制管道安装的允许偏差应符合表 11.4.5 规定。

11.4.5 钢制管道安装的允许偏差 (mm)

项目			允许偏差
坐标	架空及地沟	室外	25
		室内	15
标高	架空及地沟	室外	±20
		室内	±15
水平管道平直度		DN≤100	2 10%，最大 50
		DN>100	3 10%，最大 80
立管铅锤度			5 10%，最大 30

11.4.5 钢制管道安装的允许偏差 (mm) (续)

项目	允许偏差
成排管道间距	15
交叉管的外壁或绝热层间距	20

注：1、10 为钢制管道的有效长度；2、DN 为管道的公称尺寸。

11.4.6 供热管道工程施工与验收除应符合现行国家标准《城市供热管网工程施工及验收规范》CJJ28 规定外，尚应符合下列规定：

1 供热管道支吊架安装质量应符合下列规定：

- 1) 支吊架安装位置应正确，埋设应牢固，滑动面应洁净平整不得有歪斜和卡涩现象；
- 2) 活动支架的偏移方向、偏移量及导向性能应符合设计要求；
- 3) 管道支吊架安装的允许偏差及检验方法应符合表 11.4.6-1 的规定。

表 11.4.6-1 管道支吊架安装的允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	支、吊架中心点平面位置	25	钢尺测量
2	△支架标高	-10	水准仪测量
3	两个固定支架间的其他支架中心线	距固定支架每 10m 处	钢尺测量
		中心处	钢尺测量

注：△为主控项目，其余为一般项目。

2 供热管道安装质量检验应符合下列规定：

- 1) 管道安装坡向坡度应符合设计要求；
- 2) 蒸汽管道引出分支时支管应从主管上方或两侧接出；
- 3) 管道安装的允许偏差及检验方法应符合表 11.4.6-2 的要求。

表 11.4.6-2 管道安装允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差及质量标准 (mm)			检验频率		检验方法
					范围	点数	
1	△高程	±10			50m	—	水准仪测量，不计点
2	中心线位移	每10m不超过5，全长不超过30			50m	—	挂边线用尺量，不计点
3	立管垂直度	每米不超过2全高不超过10			每根	—	
4	△对口间隙	壁厚	间隙	偏差	每10个口	1	用焊口检测器，量取最大偏差值，计1点
		4~9	1.5~2.0	±1.0			
		≥10	2.0~3.0	+1.0 -2.0			

注：△为主控项目，其余为一般项目

11.4.7 电力工程的施工与验收除应符合国家标准《电气装置安装工程电力变流设备施工及验收规范》GB50255、《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB50254、《电气装置安装工程起重机电气装置施工及验收规范》GB50256、《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB50257、《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 外，尚应符合下列规定：

1 电线、电缆应符合下列规定：

1) 按批查验合格证，合格证有生产许可证编号，按《额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆》GB5023.1~5023.7 标准生产的产品有安全认证标志；

2) 外观检查：包装完好，抽检的电线绝缘层完整无损，厚度均匀。电缆无压扁、扭曲，铠装不松卷。耐热、阻燃的电线、电缆外护层有明显标识和制造厂标；

3) 按制造标准，现场抽样检测绝缘层厚度和圆形线芯的直径；线芯直径误差不大于标称直径的 1%；常用的 BV 型绝缘电线的绝缘层厚度不小于表 11.4.7 的规定；

表 11.4.7 BV 型绝缘电线的绝缘层厚度

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
电线芯线标称截面积(mm ²)	1.5	2.5	4	5	10	16	25	35	50
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
序 号	10	11	12	13	14	15	16	17	
电线芯线标称截面积(mm ²)	70	95	120	150	185	240	300	400	
绝缘层厚度规定值(mm)	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，按批抽样送有资质的试验室检测。

2 导管应符合下列规定：

1) 按批查验合格证。

2) 外观检查：钢导管无压扁、内壁光滑。非镀锌钢导管无严重锈蚀，按制造标准油漆出厂的油漆完整；镀锌钢导管镀层覆盖完整、表面无锈斑；绝缘导管及配件不碎裂、表面有阻燃标记和制造厂标，

3) 按制造标准现场抽样检测导管的管径、壁厚及均匀度。对绝缘导管及配件的阻燃性能有异议时，按批抽样送有资质的试验室检测。

3 型钢和电焊条应符合下列规定：

1) 按批查验合格证和材质证明书；有异议时，按批抽样送有资质的试验室检测。

2) 外观检查：型钢表面无严重锈蚀，无过度扭曲、弯折变形；电焊条包装完整，拆包抽检，焊条尾部无锈斑。

4 镀锌制品（支架、横担、接地极、避雷用型钢等）和外线金具应符合下列规定：

1) 按批查验合格证或镀锌厂出具的镀锌质量证明书。

2) 外观检查：镀锌层覆盖完整、表面无锈斑，金具配件齐全，无砂眼。

3) 对镀锌质量有异议时, 按批抽样送有资质的试验室检测。

5 电缆桥架、线槽应符合下列规定:

1) 查验合格证。

2) 外观检查: 钢制桥架涂层完整, 无锈蚀; 玻璃钢制桥架色泽均匀, 无破损碎裂; 铝合金桥架涂层完整, 无扭曲变形, 不压扁, 表面不划伤; 使用其它复合绝缘材质的桥架, 应满足部件齐全, 表面光滑、不变形的要求。

11.4.8 通讯工程的施工与验收应符合现行国家标准《通信线路工程施工及验收技术规范》YD5103

《综合布线系统工程验收规范》GB50312、《通信线路工程验收规范》YD5121 和《光缆进线室验收规定》YD/T5152 规定。。

12 电气工程

12.1 一般规定

12.1.1 城市综合管廊电气设备安装工程施工现场的质量管理，除应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 规定外，尚应符合下列规定：

1 安装电工、焊工、起重吊装工和电气调试人员等，按有关要求持证上岗。

2 安装和调试用各类计量器具，应检定合格，使用时在有效期内。

12.1.2 除设计要求外，承力建筑钢结构构件上，不得采用熔焊连接固定电气线路、设备和器具的支架、螺栓等部件，且严禁热加工开孔。

12.1.3 额定电压交流 1kV 及以下、直流 1.5kV 及以下的应为低压电器设备、器具和材料；额定电压大于交流 1kV、直流 1.5kV 的应为高压电器设备、器具和材料。

12.1.4 电气设备上计量仪表和与电气保护有关的仪表应检定合格，当投入试运行时，应在有效期内。

12.1.5 电气动力工程的空载试运行和电气工程照明工程的负荷试运行，应按本规范规定执行；电气动力工程的负荷试运行，依据电气设备及相关建筑设备的种类、特性，编制试运行方案或作业指导书，并经施工单位审查批准、监理单位确认后执行。

12.1.6 动力和照明工程的漏电保护装置应做模拟动作试验。

12.1.7 接地（PE）或接零（PEN）支线必须单独与接地（PE）或接零（PEN）干线相连接，不得串联连接。

12.1.8 高压的电气设备和布线系统及继电保护系统的交接试验，必须符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB50150 的规定。

12.1.9 低压的电气设备和布线系统的交接试验，应符合交接试验的规定。

12.1.10 送至智能化工程变送器的电量信号精度等级应符合设计要求，状态信号应正确；接收智能化工程的指令应使电气工程的自动开关动作符合指令要求，且手动、自动切换功能正常。

12.2 主要设备、材料、成品和半成品

12.2.1 主要设备、材料、成品和半成品进场检验结论应有记录，确认符合本规范规定，方可在施工中应用。

12.2.2 对有异议送有资质试验室进行抽样检测时，试验室应出具检测报告，确认符合本规范和相关技术标准规定，方可在施工中应用。

12.2.3 依法定程序批准进入市场的新电气设备、器具和材料进场验收，除符合本规范规定外，尚应提供安装、使用、维修和试验要求等技术文件。

12.2.4 进口电气设备、器具和材料进场验收，除符合本规范规定外，尚应提供商检证明和中文的质量合格证明文件、规格、型号、性能检测报告以及中文的安装、使用、维修和试验要求等技术文件。

12.2.5 经批准的免检产品或认定的名牌产品，当进场验收时，宜不做抽样检测。

12.2.6 变压器、箱式变电所、高压电器及电瓷制品应符合下列规定：

1 查验合格证和随带技术文件，变压器有出厂试验记录。

2 外观检查：有铭牌，附件齐全，绝缘件无缺损、裂纹，充油部分不渗漏，充气高压设备气压指示正常，涂层完整。

12.2.7 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 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，有许可证编号和安全认证标志。不间断电源柜有出厂试验记录。

2 外观检查：有铭牌，柜内元器件无损坏丢失、接线无脱落脱焊，蓄电池柜内电池壳体无碎裂、漏液，充油、充气设备无渗漏，涂层完整，无明显碰撞凹陷。

12.2.8 柴油发电机组应符合下列规定：

1 依据装箱单，核对主机、附件、专用工具、备品备件和随带技术文件，查验合格证和出厂试运行记录，发电机及其控制柜有出厂试验记录。

2 外观检查：有铭牌，机身无缺件，涂层完整。

12.2.9 电动机、电加热器、电动执行机构和低压开关设备等应符合下列规定：

1 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，有许可证编号和安全认证标志。

2 外观检查应包括铭牌，附件齐全，电气接线端子完好，设备器件无缺损，涂层完整。

12.2.10 照明灯具及联合应符合下列规定：

1 查验合格证，新型气体放电灯具有随带技术文件。

2 外观检查：灯具涂层完整，无损伤，附件齐全。防爆灯具铭牌上有防爆标志和防爆合格证号，普通灯具有安全认证标志。

3 对成套灯具的绝缘电阻、内部接线等性能进行现场抽样检测。灯具的绝缘电阻值不小于 $2M\Omega$ ，内部接线为铜芯绝缘电线，芯线截面积不小于 $0.2mm^2$ ，橡胶或聚氯乙烯（PVC）绝缘电线的绝缘层厚度不小于 $0.6mm$ 。对游泳池和类似场所灯具（水下灯及防水灯具）的密闭和绝缘性能有异议时，按批抽样送有资质的试验室检测。

12.2.11 开关、插座、接线盒和风扇及其附件应符合下列规定：

1 查验合格证，防爆产品有防爆标志和防爆合格证号，实行安全认证制度的产品有安全认证标志。

2 外观检查：开关、插座的面板及接线盒箱体完整、无碎裂、零件齐全，风扇无损坏，涂层完整，调速器等附件适配。

3 对开关、插座的电气和机械性能进行现场抽样检测。检测应符合下列规定：

1) 不同极性带电部件间的电气间隙和爬电距离不小于 $3mm$ 。

2) 绝缘电阻值不小于 $5M\Omega$ 。

3) 用自攻锁紧螺钉或自切螺钉安装的, 螺钉与软塑固定件旋合长度不小于 8mm, 软塑固定件在经受 10 次拧紧退出试验后, 无松动或掉渣, 螺钉及螺纹无损坏现象。

4) 金属间相旋合的螺钉螺母, 拧紧后完全退出, 反复 5 次仍能正常使用。

5、对开关、插座、接线盒及其面板等塑料绝缘材料阻燃性能有异议时, 按批抽样送有资质的试验室检测。

12.2.12 封闭母线、插接母线应符合下列规定:

1 查验合格证和随带安装技术文件。

2 外观检查: 防潮密封良好, 各段编号标志清晰, 附件齐全, 外壳不变形, 母线螺栓搭接面平整、镀层覆盖完整、无起皮和麻面; 插接母线上的静触头无缺损、表面光滑、镀层完整。

12.2.13 裸母线、裸导线应符合下列规定:

1 查验合格证。

2 外观检查: 包装完好, 裸母线平直, 表面无明显划痕, 测量厚度和宽度符合制造标准; 裸导线表面无明显损伤, 不松股、扭折和断股(线), 测量线径符合制造标准。

12.2.14 电缆头部件及接线端子应符合下列规定:

1 查验合格证。

2 外观检查: 部件齐全, 表面无裂纹和气孔, 随带的袋装涂料或填料不泄漏。

12.3 工序交接确认

12.3.1 变压器、箱式变电所安装应按以下程序进行:

1 变压器、箱式变电所的基础验收合格, 且对埋入基础的电线导管、电缆导管和变压器进、出线预留孔及相关预埋件进行检查, 方可安装变压器、箱式变电所。

2 杆上变压器的支架紧固检查后, 方可吊装变压器且就位固定。

3 变压器及接地装置交接试验合格, 方可通电。

12.3.2 成套配电柜、控制柜(屏、台)和动力、照明配电箱(盘)安装应按以下程序进行:

1 埋设的基础型钢和柜、屏、台下的电线沟等相关构筑物检查合格, 方可安装柜、屏、台。

2 室内外落地动力配电箱的基础验收合格, 且对埋入基础的电线导管、电缆导管进行检查, 方可安装箱体。

3 墙上明装的动力、照明配电箱(盘)的预埋件(金属埋件、螺栓), 在抹灰前预留和预埋; 暗装的动力、照明配电箱的预留孔和动力、照明配线的线盒及电线导管等, 经检查确认到位, 方可安装配电箱(盘)。

4 接地(PE)或接零(PEN)连接完成后, 核对柜、屏、台、箱、盘内的元件规格、型号, 且交接试验合格, 方可投入试运行。

12.3.3 低压电动机、电动热器及电动执行机构应与机构设备完成连接，绝缘电阻测试合格，经手动操作符合工艺要求，方可接线。

12.3.4 柴油发电机组安装应按以下程序进行：

1 基础验收合格，方可安装机组。

2 地脚螺栓固定的基础经初平、螺栓孔灌浆、精平、紧固地脚螺栓、二次灌浆等安装程序；安放式的机组将底部垫平、垫实。

3 油、气、水冷、风冷、烟气排放等系统和隔振防噪声设备安装完成；按设计要求配置的消防器材齐全到位；发电机静态试验、随机配电盘控制柜接线检查合格，方可空载试运行。

4 发电机空载试运行和试验调整合格，方可负荷试运行。

5 在规定时间内，连接无故障负荷运行合格，方可投入备用状态。

12.3.5 不间断电源按产品技术要求试验调整，应检查确认，方可接至馈电网路。

12.3.6 低压电气动力设备试验和试运行应按以下程序进行：

1 设备的可接近裸露导体接地（PE）或接零（PEN）连接完成，经检查合格，方可进行试验。

2 动力成套配电（控制）柜、屏、台、箱、盘的交流工频耐压试验，保护装置的动作试验合格，方可通电。

3 控制回路模拟动作试验合格，盘车或手动操作，电气部分与机械部分的转动或动作协调一致，经检查确认，方可空载试运行。

12.3.7 裸母线、封闭母线、插接式母线安装应按以下程序进行：

1 变压器、高低压成套配电柜、穿墙套管及绝缘子等安装就位，经检查合格，方可安装变压器和高低压成套配电柜的母线。

2 封闭、插接式母线安装，在结构封顶、室内底层地面施工完成或已确定地面标高、场地清理、层间距离复核后，方可确定支架设置位置。

3 与封闭、插接式母线安装位置有关的管道、空调及建筑装修工程施工基本结束，确认扫尾施工不会影响已安装的母线，方可安装母线。

4 封闭、插接式母线每段母线组对接续前，绝缘电阻测试合格，绝缘电阻值大于 $20\text{M}\Omega$ ，方可安装组对。

5 母线支架和封闭、插接式母线的外壳接地（PE）或接零（PEN）连接完成，母线绝缘电阻测试和交流工频耐压试验合格，方可通电。

12.3.8 电缆桥架安装和桥架内电缆敷设应按以下程序进行：

1 测量定位，安装桥架的支架，经检查确认，方可安装桥架。

2 桥架安装检查合格，方可敷设电缆。

3 电缆敷设前绝缘测试合格，方可敷设。

4 电缆电气交接试验合格，且对接线去向、相位和防火隔堵措施等检查确认，方可通电。

12.3.9 电缆在沟内、竖井内支架上敷设应按以下程序进行：

- 1 电缆沟、电缆竖井内的施工临时设施、模板及建筑废料等清除，测量定位后，方可安装支架。
- 2 电缆沟、电缆竖井内支架安装及电缆导管敷设结束，接地（PE）或接零（PEN）连接完成，经检查确认，方可敷设电缆。
- 3 电缆敷设前绝缘测试合格，方可敷设。
- 4 电缆交接试验合格，且对接线去向、相位和防火隔堵措施等检查确认，方可通电。

12.3.10 电线导管、电缆导管和线槽敷设应按以下程序进行：

- 1 除埋入混凝土中的非镀锌钢导管外壁不做防腐处理外，其他场所的非镀锌钢导管内外壁均做防腐处理，经检查确认，方可配管。
- 2 室外直埋导管的路径、沟槽深度、宽度及垫层处理经检查确认，方可埋设导管。
- 3 现浇混凝土板内配管在底层钢筋绑扎完成，上层钢筋未绑扎前敷设，且检查确认，方可绑扎上层钢筋和浇捣混凝土。
- 4 现浇混凝土墙体中的钢筋网片绑扎完成，门、窗等位置已放线，经检查确认，方可在墙体内配管。
- 5 被隐蔽的接线盒和导管在隐蔽前检查合格，方可隐蔽。
- 6 在梁、板、柱等部位明配管的导管套管、埋件、支架等检查合格，方可配管。
- 7 吊顶上的灯位及电气器具位置先放样，且与土建及各专业施工单位商定，方可在吊顶内配管。
- 8 顶棚和墙面的喷浆、油漆或壁纸等基本完成，方可敷设线槽、槽板。

12.3.11 电线、电缆穿管及线槽敷线应按以下程序进行：

- 1 接地（PE）或接零（PEN）及其他焊接施工完成，经检查确认，方可穿入电线或电缆以及线槽内敷线。
- 2 与导管连接的柜、屏、台、箱、盘安装完成，管内积水及杂物清理干净，经检查确认，方可穿入电线、电缆。
- 3 电缆穿管前绝缘测试合格，方可穿入导管。
- 4 电线、电缆交接试验合格，且对接线去向和相位等检查确认，方可通电。

12.3.12 钢索配管的预埋件及预留孔，应预埋、预留完成；装修工程除地面外基本结束，方可吊装钢索及敷设线路。

12.3.13 电缆头制作和接线应按以下程序进行：

- 1 电缆连接位置、连接长度和绝缘测试经检查确认，方可制作电缆头。
- 2 控制电缆绝缘电阻测试和校对合格，方可接线。

12.3.14 照明灯具安装应按以下程序进行：

- 1 安装灯具的预埋螺栓、吊杆和吊顶上嵌入式灯具安装专用骨架等完成，按设计要求做承载试验合格，方可安装灯具。
- 2 影响灯具安装的模板、脚手架拆除；顶棚和墙面喷浆、油漆或壁纸等及地面清理工作基本完成后，

方可安装灯具。

3 导线绝缘测试合格，方可灯具接线。

4 高空安装的灯具，地面通断电试验合格，方可安装。

12.3.15 照明开关、插座、风扇安装：吊扇的吊钩预埋完成；电线绝缘测试应合格，顶棚和墙面的喷浆、油漆或壁纸等应基本完成，方可安装开关、插座和风扇。

12.3.16 照明系统的测试和通电试运行应按以下程序进行：

1 电线绝缘电阻测试前电线的接续完成。

2 照明箱（盘）、灯具、开关、插座的绝缘电阻测试在就位前或接线前完成。

3 备用电源或事故照明电源作空载自动投切试验前拆除负荷，空载自动投切试验合格，方可做有载自动投切试验。

4 电气器具及线路绝缘电阻测试合格，方可通电试验。

5 照明全负荷试验应在本条的 1、2、4 完成后进行。

12.3.17 接地装置安装应按以下程序进行：

1 构筑物基础接地体：底板钢筋敷设完成，按设计要求做接地施工，经检查确认，方可支模或浇捣混凝土。

2 人工接地体：按设计要求位置开挖沟槽，经检查确认，方可打入接地极和敷设地区接地干线。

3 接地模板：按设计位置开挖模块坑，并将地下接地干线引到模块上，经检查确认，方可相互焊接。

4 装置隐蔽：检查验收合格，方可覆土回填。

12.3.18 入廊线安装应符合下列规定：

1 利用构筑物柱内主筋作引下线，在柱内主筋绑扎后，按设计要求施工，经检查确认，方可支模。

2 直接从基础接地体或人工接地体暗敷入粉刷层内的引下线，经检查确认不外露，方可贴面砖或刷涂料等。

3 直接从基础接地体或人工接地体引出明敷的引下线，先埋设或安装支架，经检查确认，方可敷设引下线。

12.3.19 等电位联结应符合下列规定：

1 总等联结时，对可作导电接地体的金属管道入户处和供总等电位联结的接地干线的位置检查确认后，方可安装焊接总等电位联结端子板，并按设计要求做总等电位联结。

2 辅助等电位联结时，对供辅助等电位联结的接地母线位置检查确认后，方可安装焊接辅助等电位联结端子板，按设计要求做辅助等电位联结。

3 对特殊要求的建筑金属屏蔽网箱，网箱施工完成后，经检查确认，方可与接地线连接。

12.3.20 接闪器安装：接地装置和引下线应施工完成，方可安装接闪器，且与引下线连接。

12.3.21 防雷接地系统测试符合下列规定：

1 接地装置施工完成测试应合格。

2 避雷接闪器安装完成，整个防雷接地系统连成回路，方可系统测试。

12.4 安装要求

12.4.1 变压器、箱式变电所安装应符合下列规定：

- 1 变压器、箱式变电所搬运应由起重工作业，电工配合。
- 2 变压器、箱式变电所吊装时，索具必须检查合格，钢丝绳必须挂在油箱的专供起吊整体的吊钩上。
- 3 搬运时，应注意保护瓷瓶及变压器、箱式变电所不受冲击或严重震动。利用机械牵引时，牵引的着力点应在变压器、箱式变电所重心以下，以防倾斜，运输倾斜角不得超过 15° ，防止内部结构变形。
- 4 基础的轨道应水平，轨距与轮距应配合，装有气体继电器的变压器，应使其顶盖沿气体继电器气流方向有 $1\% \sim 1.5\%$ 的升高坡度（制造厂规定不需安装坡度者除外）。
- 5 变压器、箱式变电所安装位置应正确。当宽面推进时，低压侧应向外；窄面推进时，油枕侧一般应向外。在装有开关的情况下，操作方向应留有 1200mm 以上的宽度。
- 6 装有滚轮的变压器、箱式变电所，滚轮应能转动灵活，在变压器、箱式变电所就位后，应将滚轮用能拆卸的制动装置加以固定。
- 7 变压器、箱式变电所的安装应采取抗地震措施，安装固定牢固。用地脚螺栓固定的，应垫平垫圈、弹簧垫圈及螺母紧固。
- 8 变压器的一、二次连线、地线、控制管线均应符合设计要求。
- 9 箱式变电所的高低压柜内接线应完整，低压每个输出回路标志应清晰，回路名称应准确。
- 10 变压器工作零线与中性点接地线，应分别敷设；工作零线应采用对地绝缘线；变压器中性点的接地回路中，靠近变压器处，应做一个可拆卸的连接点。
- 11 接地装置引出的接地干线应与变压器的低压侧中性点直接连接；接地干线与箱式变电所的 N 母线和 PE 母线直接连接；变压器箱体、干式变压器的支架或外壳应接地（PE）。所有接地连接应可靠导通，紧固件及防松零件齐全。
- 12 变压器、箱式变电所试运行前应做全面检查，符合试运行条件时方可投入试运行。
- 13 变压器、箱式变电所试运行应按批准的试运行方案进行，试运行应正常，并做好试运行记录。

12.4.2 成套配电柜（盘）、控制柜（屏、台）和动力、照明配电箱（盘）安装应符合下列规定：

- 1 成套配电柜安装应符合下列规定：
 - 1) 机械闭锁、电气闭锁动作准确、可靠。
 - 2) 动触头与静触头中心线一致，触头接触紧密。
 - 3) 二次回路辅助开关切换接点动作准确，接触可靠。
 - 4) 柜内照明齐全。
- 2 抽屉式配电柜安装应符合下列规定：
 - 1) 抽屉推拉灵活，无卡阻、碰撞现象，抽屉能够互换。

2) 抽屉的机械联锁、电气联锁装置动作正确可靠，断路器分闸后，隔离触头才能分开。

3) 抽屉与柜体间的二次回路连接插件接触良好。

4) 抽屉与柜体间接触及柜体、框架接地良好。

3 手车式配电柜安装应符合下列规定：

1) 防止电气误操作的装置齐全，动作灵活可靠。

2) 手车推拉灵活轻便，无卡阻、碰撞现象，相同型号的手车能够互换。

3) 手车推入工作位置后，动触头顶部与静触头底部的间隙符合产品要求。

4) 手车与柜体间的二次回路连接插件接触良好。

5) 安全隔离板开启灵活，随手车的进出而相应动作。

6) 柜内控制电缆的位置不妨碍手车进出。

7) 手车与柜体间的接地触头接触紧密；当手车推入柜内时，其接地触头比主触头先接触；拉出时接地触头比主触头后断开。

4 照明配电箱（盘）安装应符合下列规定：

1) 明装时，可采用铁架固定安装或金属膨胀螺栓固定安装。

2) 暗装时，应将箱体按照设计高度用水泥砂浆填实固定，待水泥砂浆凝固后再安装盘面和面板。

3) 安装平正牢固，垂直度允许偏差为 1.5%，箱（盘）体四周无空隙，面板四周边缘紧贴墙面。

4) 箱（盘）内配线排列整齐，绑扎成束，无绞接现象。导线连接紧密，不伤芯线，不断股。垫圈下螺丝两侧压的导线截面积相同，同一端子上导线连接不多于 2 根，防松垫圈等零件齐全。

5) 箱（盘）内开关动作灵活可靠，带有漏电保护的回路，漏电保护装置额定漏电动作电流不大于 30mA，动作时间不大于 0.1s。

6) 箱（盘）内分别设置零线和保护地线（PE 线）汇流排，零线和保护线在其汇流排上连接，不得绞接，并有编号，其编号可按照照明系统图上的系统回路逐一对应。

12.4.3 低压电气动力设备安装应符合下列规定：

1 按施工图确定电动机安装的位置。

2 固定电动机的地脚螺栓与混凝土基础牢固地结合成一体，螺栓无歪斜，机械强度满足要求。

3 电动机找平的垫片不超过三块，垫片与基础面接触严密，电动机底座安装完毕后进行二次灌浆。

4 电动机采用联轴器传动时，其轴向与径向允许误差，弹性联接的不大于 0.05mm，钢性联接的不大于 0.02mm；互相连接的联轴器螺栓孔应一致，螺帽应有防松装置。

5 电动机接线牢固可靠。

6 电动机外壳保护接地（PE）或接零（PEN）连接可靠。

12.4.4 裸母线、封闭母线、插接式母线安装应符合下列规定：

1 裸母线安装应符合下列规定：

1) 母线平整美观，其水平段的二支持点高度误差不大于 3mm，全长不大于 10mm；垂直段的二支

特点垂直误差不大于 2mm，全长不大于 5mm；平行部分间距均匀一致，误差不大于 5mm。

2) 母线支持点的间距，对低压母线不得大于 900mm，对高压母线不得大于 1200mm；低压母线垂直安装且支持点间距无法满足要求时，加装母线绝缘夹板。

3) 母线在支持点的固定，对水平安装的母线采用开口元宝卡子，对垂直安装的母线采用母线夹板；当母线水平安装时，母线支持夹板的上部压板与母线间留有 1~1.5mm 的间隙；当母线垂直安装时，上部压板与母线间留有 1.5~2mm 的间隙。

4) 母线安装的最小安全距离符合《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的规定。

2 封闭母线、插接式母线安装应符合下列规定：

1) 母线与外壳应同心，允许偏差为±5mm。当段与段连接时，两相邻段母线及外壳应对准，连接后不应使母线与外壳受额外应力。母线连接方法应符合产品技术文件规定。

2) 连接时，采用扭力扳手拧紧接头螺栓，紧固连接应紧密可靠；630A 及以下母线力矩必须达到 80 N·m，630A 以上力矩必须达到 120 N·m。

12.4.5 普通灯具的安装应符合下列规定：

1 一般敞开式灯具，灯头对地面距离不小于表 12.4.5 数值（采用安全电压时除外）：

表 12.4.5 敞开式灯具，灯头对地面距离限值

序号	位置	限值
1	室外	2.5m（室外墙上安装）
2	厂房	2.5m
3	室内	2m
4	软吊线带升降器的灯具在吊线展开后	0.8m

2 危险性较大及特殊危险场所，当灯具距地面高度小于 2.4m 时，使用额定电压为 36V 及以下的照明灯具，或有专用保护措施。

12.4.6 专用灯具的安装应符合下列规定：

1 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大于 12V。

2) 安装行灯变压器时，先固定好支架，再安装变压器。行灯变压器的固定支架应安装牢固，防腐刷漆完整。行灯灯体及手柄绝缘应良好，坚固耐热耐潮湿，灯头与灯体应结合紧固，灯头无开关，灯泡外部有金属保护网、反光罩及悬吊挂钩，挂钩应固定在灯具的绝缘手柄上。

3) 行灯变压器为双圈变压器，其电源侧和负荷侧有熔断器保护，熔丝额定电流分别不大于变压器一次、二次的额定电流。

4) 携带式局部照明灯具的电线采用橡套软线。

5) 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) 可靠。

2 应急照明灯具安装应符合规定:

1) 应急照明灯具根据设计要求分为应急和疏散照明, 安装时应注意场所、地点。

2) 疏散标志灯设置应设置在安全出入口和人员密集的场所的疏散门的正上方; 应设置在疏散走道及其转角处距离地面高度 1.0M 以下的墙面或地面上, 灯光疏散指标志的间距不应大于 20M; 对袋形走道, 不应大于 10M; 在走道转角区, 不应大于 1.0M。

3) 疏散照明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面高度不低于 2m, 且安装在疏散出口和楼梯口里侧的上方, 其箭头指示方向是安全出口的方向。

4) 疏散照明线路宜采用耐火电线、电缆, 穿管明敷或在非燃烧体内穿刚性导管暗敷设, 其保护层厚度不小于 30mm。

5) 安全出口标志灯和疏散标志灯装有玻璃或非燃材料的保护罩, 面板亮度均匀度为 1:10 (最低: 最高), 保护罩完整、无裂纹。

6) 应急照明灯的电源除正常电源外, 另有一路电源供电; 或者是独立于正常电源的柴油发电机组供电; 或由蓄电池柜供电或选用自带电源型应急灯具。

7) 应急照明在正常电源断电后, 电源转换时间为: 疏散照明 $\leq 15s$, 备用照明 $\leq 15s$, 安全照明 $\leq 0.5s$ 。

8) 应急照明灯具、运行中温度大于 60℃的灯具, 当靠近可燃物时, 应采取隔热、散热等防火措施。

9) 应急照明线路在每个防火分区有独立的应急照明回路, 穿越不同防火分区的线路应有防火封堵措施。

12.4.7 接地装置安装应符合下列规定:

1 人工接地体安装应符合下列规定:

1) 接地体按设计要求数量和规格进行加工, 材料可有钢管、角钢。采用钢管时, 可按设计选用直径为 38~50mm、管壁厚不小于 2.5mm 的钢管, 长度不小于 2.5m。钢管打入地下的一端应加工成一定的形状, 一般松软土壤时, 可切成斜面形; 土质很硬时, 可加工成锥形。尖锥长度一般为 120mm。采用角钢时, 宜选用 50×50×5mm 的角钢, 长度不小于 2.5m, 角钢的一端应加工成尖头形状。

2) 在接地体的线路上挖掘深为 0.8~1m, 宽为 0.5m 的沟。沟的上部稍宽, 底部渐窄, 沟底如有石子应清除; 沟的中心线与建筑物或构筑物的基础距离不宜小于 1.5m。

3) 接地极与地面保持垂直, 接地极间的距离应符合设计要求, 一般不小于 5m。

4) 接地扁钢沿沟侧放敷, 并在距接地体最高点约 100mm 的位置与接地体焊接连接。接地扁钢敷设的位置、数量和规格应符合设计要求。

5) 焊接接头处、镀锌层损伤处涂刷热沥青进行防腐处理。

6) 接地装置顶面埋设深度不小于 0.6m, 经人行通道处理地深度不小于 1m, 且应采取均压措施或

在其上方铺设卵石或沥青地面。

7) 当接地装置必须埋设在距离建筑物出入口或人行道小于 3m 时, 应采用均压措施或在接地装置上面 0.2m 处敷设 50~90mm 厚的沥青层, 其宽度应超过接地装置 2m; 通过人行通道的接地装置埋深大于 3m 时, 可不设沥青层。

8) 人工接地体连接完毕后进行隐蔽验收合格, 方可回填, 并分层夯实, 摇测接地电阻值必须符合设计要求。

2 接地装置的焊接应采用搭接焊, 搭接长度应符合下列规定:

1) 扁钢与扁钢搭接为扁钢宽度的 2 倍, 不少于三面施焊; 当扁钢宽度不同时, 搭接长度以宽的为准。

2) 圆钢与圆钢搭接为圆钢直径的 6 倍, 双面施焊; 当直径不同时, 搭接长度以直径大的为准。

3) 圆钢与扁钢搭接为圆钢直径的 6 倍, 双面施焊。

4) 扁钢与钢管、扁钢与角钢的搭接焊接时, 紧贴 3/4 钢管表面, 或紧贴角钢外侧两面, 上下两侧施焊。

3 接地模块安装应符合下列规定:

1) 接地模块顶面埋深不小于 0.6m, 接地模块间距不小于模块长度的 3~5 倍。接地模块埋设基坑, 一般为模块外形尺寸的 1.2~1.4 倍, 且在开挖深度内详细记录地层情况。

2) 接地模块垂直或水平就位, 不得倾斜设置, 并保持与原土层接触良好。

3) 接地模块集中引线, 用干线把接地模块并联焊接成一个环路, 干线的材质与接地模块焊接点的材质相同, 钢制的采用热浸镀锌扁钢, 引出线不少于 2 处。

12.4.8 接闪器安装应符合下列规定:

1 采用的型钢应调直或拉直。

2 明装接闪器安装应平正、顺直、牢固, 不应有高低起伏和弯曲现象, 距离构筑物应一致, 平直度允许偏差为 3/1000, 全长不得超过 10mm。

3 弯曲敷设时, 其弯曲半径不应小于 90°, 不得弯成死角。若采用圆钢敷设时, 其弯曲半径不得小于圆钢直径的 10 倍。

4 焊接采用搭接焊, 搭接长度应符合下列规定:

1) 扁钢与扁钢搭接为扁钢宽度的 2 倍, 不少于三面施焊; 当扁钢宽度不同时, 搭接长度以宽的为准。

2) 圆钢与圆钢搭接为圆钢直径的 6 倍, 双面施焊; 当直径不同时, 搭接长度以直径大的为准。

3) 圆钢与扁钢搭接为圆钢直径的 6 倍, 双面施焊。

4) 扁钢与钢管或圆钢与钢管的搭接焊接时, 为扁钢宽度的 2 倍、不少于三面施焊, 或圆钢直径的 6 倍、双面施焊。

5 焊接处的焊缝应饱满, 并有足够的机械强度, 不得有夹渣、咬肉、裂纹、虚焊、气孔等缺陷, 焊

接处应及时清除焊渣。

6 焊接处应防腐处理，先涂刷防锈漆 2 遍，再涂刷银粉漆 2 遍。

7 构筑物顶部的避雷针、避雷带必须与顶部外露的其他金属物体连成一个整体的电气通路，且与避雷针、引下线连接可靠。

8 壁厚大于 2.5mm 的金属管（如扶手栏杆），可作为接闪器；壁厚小于 2.5mm 的金属管（含不锈钢管），不得作为接闪器，可视为高出屋面的金属件，与接闪器做可靠连接。

9 高出屋面的构筑物、金属管道均应可靠接地，如金属 d 沟、铁栏杆、铁爬梯、冷却水塔、电视 d 线、透气管等，这些部位的金属导体均应与接闪器可靠连接成一体，顶层的烟囱应安装避雷带或避雷针。

10 避雷针应垂直安装牢固，垂直度允许偏差为 $3/1000$ 。采用镀锌钢管制作针尖时，针尖涮锡长度不得小于 70mm。

11 接闪器遇到变形缝时，应设置补偿装置。

12 避雷带与引下线连接处应标有明显的黑色的接地标志。

12.4.9 等电位安装应符合下列规定：

1 构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应形成环形网路，支线间不应串联连接。

2 等电位联结的可接近裸露导体或其它金属部件、构件与支线连接应可靠，熔焊、钎焊或机械紧固等连接应可靠导通。

3 构筑物每个电源进线均应做各自的总等电位联结，所有总等电位联结系统之间应就近互相连通，使整个建筑物电气装置处于同一电位水平。

4 所有进出建筑物金属管道及构件可就近进行总等电位联结或局部等电位联结。

5 金属管道连接处一般不需加跨接线，给水系统的水表需加跨接线。

6 装有金属外壳排风机、空调器的金属门、窗框或靠近电源插座的金属门、窗框以及距外露导电部分伸臂范围内的金属栏杆、顶棚龙骨等金属体需做等电位联结。

7 需等电位联结的高级装修金属部件或零件，应有专用接线螺栓与等电位联结支线连接，且有标识，连接处螺帽应紧固，防松零件应齐全。

8 设计要求接地的幕墙金属框架和建筑物的金属门窗，应就近与接地干线连接可靠，连接处不同金属间应有防电化腐蚀措施。

9 等电位联结内各联结导体间的连接可采用焊接，焊接处不应有夹渣、咬边、气孔及未焊透现象；可采用压接或熔接。等电位联结端子板应采取螺栓连接，以便拆卸进行定期检测。

10 等电位联结的焊接采用搭接焊时，其搭接长度应符合下列规定：

1) 扁钢与扁钢搭接为扁钢宽度的 2 倍，不少于三面施焊；当扁钢宽度不同时，搭接长度以宽的为准。

2) 圆钢与圆钢搭接为圆钢直径的 6 倍，双面施焊；当直径不同时，搭接长度以直径大的为准。

3) 圆钢与扁钢搭接为圆钢直径的 6 倍, 双面施焊。

11 等电位联结线在地下暗敷时, 其导体之间的连接严禁采用螺栓连接。

12 等电位联结安装完毕后应进行导通性测试, 测试用电源可采用空载电压 4~24V 直流或交流电源, 测试电流应不小于 0.2A, 当测得等电位联结端子板与等电位联结范围内的金属管道等金属体末端之间的电阻不超过 3Ω 时, 可判为等电位联结有效。若发现导通不良的管道连接处, 应做跨接线连接处理。

12.5 质量检验与验收

12.5.1 变压器、箱式变电所安装与验收应符合下列规定:

主控项目

1 变压器安装应位置正确, 附件齐全, 油浸变压器油位正常, 无渗油现象。

2 接地装置引出的接地干线与变压器的低压侧中性点直接连接; 接地干线与箱式变电所的 N 母线和 PE 母线直接连接; 变压器箱体、干式变压器的支架或外壳应接地 (PE)。所有连接应可靠, 紧固件及防松零件齐全。

3 变压器必须按《建筑电气工程施工质量验收规范》的规定交接试验合格。

4 箱式变电所及落地式配电箱的基础应高于室外地坪, 周围排水通畅。用地脚螺栓固定的螺帽齐全, 拧紧牢固; 自由安放的应垫平放正。金属箱式变电所及落地式配电箱, 箱体应接地 (PE) 或接零 (PEN) 可靠, 且有标识。

5 箱式变电所的交接试验, 必须符合下列规定:

1) 由高压成套开关柜、低压成套开关柜和变压器三个独立单元组合成的箱式变电所高压电气设备部分, 按本规范 2.3 的规定交接试验合格。

2) 高压开关、熔断器等与变压器组合在同一个密闭油箱内的箱式变电所, 交接试验按产品提供的技术文件要求执行;

3) 低压成套配电柜交接试验符合《建筑电气工程施工质量验收规范》的规定。

一般项目

6 有载调压开关的传动部分润滑应良好, 动作灵活, 点动给定位置与开关实际位置一致, 自动调节符合产品的技术文件要求。

7 绝缘件应无裂纹、缺损和瓷件瓷釉损坏等缺陷, 外表清洁, 测温仪表指示准确。
装有滚轮的变压器就位后, 应将滚轮用能拆卸的制动部件固定。

8 变压器应按产品技术文件要求进行检查器身, 当满足下列条件之一时, 可不检查器身。

1) 制造厂规定不检查器身者;

2) 就地生产仅做短途运输的变压器, 且在运输过程中有效监督, 无紧急制动、剧烈振动、冲撞或严重颠簸等异常情况者。

9 箱式变电所内外涂层完整、无损伤，有通风口的风口防护网完好。

10 箱式变电所的高低压柜内部接线完整、低压每个输出回路标记清晰，回路名称准确。

11 装有气体继电器的变压器顶盖，沿气体继电器的气流方向有 1.0%~1.5%的升高坡度。

12.5.2 成套配电柜、控制柜（屏、台）和动力、照明配电箱（盘）安装及验收应符合下列规定：

主控项目

1 柜、屏、台、箱、盘的金属框架及基础型钢必须接地(PE)或接零(PEN)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，且有标识。

2 低压成套配电柜、控制柜(屏、台)和动力、照明配电箱（盘）应有可靠的电击保护。柜(屏、台、箱、盘)内保护导体应有裸露的连接外部保护导体的端子，当设计无要求时，柜(屏、台、箱、盘)内保护导体最小截面积 CC 不应小于表 6.1.2 的规定。

3 手车、抽出式成套配电柜推拉应灵活，无卡阻碰撞现象。动触头与静触头的中心线应一致，且触头接触紧密，投入时，接地触头先于主触头接触；退出时，接地触头后于主触头脱开。

4 高压成套配电柜必须按《建筑电气工程施工质量验收规范》的规定交接试验合格，且应符合下列规定：

1) 继电保护元器件、逻辑元件、变送器和控制用计算机等单体校验合格，整组试验动作正确，整定参数符合设计要求。

2) 凡经法定程序批准，进入市场投入使用的新高压电气设备和继电保护装置，按产品技术文件要求交接试验。

5 低压成套配电柜交接试验，必须符合《建筑电气工程施工质量验收规范》相关的规定。

6 柜、屏、台、箱、盘间线路的线间和线对地间绝缘电阻值，馈电线路必须大于 $0.5M\Omega$ ；二次回路必须大于 $1M\Omega$ 。

7 柜、屏、台、箱、盘间二次回路交流工频耐压试验，当绝缘电阻值大于 $10M\Omega$ 时，用 2500V 兆欧表摇测 1min，应无闪络击穿现象；当绝缘电阻值在 $1\sim 10M\Omega$ 时，做 1000V 交流工频耐压试验，时间 1min，应无闪络击穿现象。

8 直流屏试验，应将屏内电子器件从线路上退出，检测主回路线间和线对地间绝缘电阻值应大于 $0.5M\Omega$ ，直流屏所附蓄电池组的充、放电应符合产品技术文件要求；整流器的控制调整和输出特性试验应符合产品技术文件要求。

9 照明配电箱(盘)安装应符合下列规定：

1) 箱(盘)内配线整齐，无绞接现象。导线连接紧密，不伤芯线，不断股。垫圈下螺丝两侧压的导线截面积相同，同一端子上导线连接不多于 2 根，防松垫圈等零件齐全。

2) 箱(盘)内开关动作灵活可靠，带有漏电保护的回路，漏电保护装置动作电流不大于 30mA，动作时间不大于 0.1s。

3) 照明箱(盘)内，分别设置零线(N)和保护地线(PE 线)汇流排，零线和保护地线经汇流排配出。

一般项目

10 基础型钢安装应符合表 12.5.2 的规定。

表 12.5.2 基础型钢安装允许偏差

项目	允许偏差	
	(mm/m)	(mm/全长)
不直度	1	5
水平度	1	5
不平行度	/	5

11 柜、屏、台、箱、盘相互间或与基础型钢应用镀锌螺栓连接，且防松零件齐全。

12 柜、屏、台、箱、盘安装垂直度允许偏差为 1.5%，相互间接缝不应大于 2mm，成列盘面偏差不应大于 5mm。

13 柜、屏、台、箱、盘内检查试验应符合下列规定：

- 1) 控制开关及保护装置的规格、型号符合设计要求。
- 2) 闭锁装置动作准确、可靠。
- 3) 主开关的辅助开关切换动作与主开关动作一致。
- 4) 柜、屏、台、箱、盘上的标识器件标明被控设备编号及名称，或操作位置，接线端子有编号，且清晰、工整、不易脱色。

5) 回路中的电子元件不应参加交流工频耐压试验；48V 及以下回路可不作交流工频耐压试验。

14 低压电器组合应符合下列规定：

- 1) 发热元件安装在散热良好的位置。
 - 2) 熔断器的熔体规格、自动开关的整定值符合设计要求。
 - 3) 切换压板接触良好，相邻压板间有安全距离，切换时，不触及相邻的压板。
 - 4) 信号回路的信号灯、按钮、光字牌、电铃、电筒、事故电钟等动作和信号显示准确。
 - 5) 外壳需接地（PE）或接零（PEN）的，连接可靠。
 - 6) 端子排安装牢固，端子有序号，强电、弱电端子隔离布置，端子规格与芯线截面积大小适配。
- 15 柜、屏、台、箱、盘间配线：电流回路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；除电子元件回路或类似回路外，其他回路的电线应采用额定电压不低于 750V、芯线截面不小于 1.5mm^2 的铜芯绝缘电线或电缆。

二次回路连线应成束绑扎，不同电压等级、交流、直流线路及计算机控制线路应分别绑扎，且有标识；固定后不应妨碍手车开关或抽出式部件的拉出或推入。

16 连接柜、屏、台、箱、盘面板上的电器及控制台、板等可动部位的电线应符合下列规定：

- 1) 采用多股铜芯软电线，敷设长度留有适当裕量。
- 2) 线束有外套塑料管等加强绝缘保护层。

3) 与电器连接时, 部绞紧, 且有不开口的终端端子或搪锡, 不松散、断股。

4) 可转动部位的两端用卡子固定。

17 照明配电箱(盘)安装应符合下列规定:

1) 位置正确, 部件齐全, 箱体开孔与导管管径适配, 暗装配电箱箱盖紧贴墙面, 箱(盘)涂层完整。

2) 箱(盘)内接线整齐, 回路编号齐全, 标识正确。

3) 箱(盘)不采用可燃材料制作。

4) 箱(盘)安装牢固, 垂直度允许偏差为 1.5%; 底边距地面为 1.5m, 照明配电板底边距地面不小于 1.8m。

12.5.3 低压电气动力设备试验和试运行验收应符合下列规定:

主控项目

1 试运行前, 相关电气设备和线路应按本规范的规定试验合格。

2 现场单独安装的低压电器交接试验项目应符合以下表 12.5.3 规定。

表 12.5.3 现场单独安装的低压电器交接试验项目表

序号	试验内容	试验标准或条件
1	绝缘电阻	用 500V 兆欧表摇测, 绝缘电阻值大于等于 $\geq 1\text{M}\Omega$; 潮湿场所, 绝缘电阻值大于等于 $\geq 0.5\text{M}\Omega$
2	低压电器动作情况	除产品另有规定外, 电压、液压或气压在额定值的 85%~110% 范围内能可靠动作
3	脱扣器的整定值	整定值误差不得超过产品技术条件的规定
4	电阻器和变阻器的直流电阻差值	符合产品技术条件规定

一般项目

3 成套配电(控制)柜、台、箱、盘的运行电压、电流应正常, 各种仪表指示正常。

4 电动机应试通电, 检查转向和机械转动有无异常情况; 可空载试运行的电动机, 时间一般为 2h, 记录空载电流, 且检查机身和轴承的温升。

5 交流电动机在空载状态下(不投料)可启动次数及间隔时间应符合产品技术条件的要求; 无要求时, 连续启动 2 次的时间间隔不应小于 5min, 再次启动应在电动机冷却至常温下。空载状态(不投料)运行, 应记录电流、电压、温度、运行时间等有关数据, 且应符合建筑设备或工艺装置的空载状态运行(不投料)要求。

6 大容量(630A 及以上)导线或母线连接处, 在设计计算负荷运行情况下应做温度抽测记录, 温升值稳定且不大于设计值。

7 电动执行机构的动作方向及指示, 应与工艺装置的设计要求保持一致。

12.5.4 裸母线、封闭母线、插接式母线安装及验收应符合下列规定:

主控项目

1 绝缘子的底座、套管的法兰、保护网(罩)及母线支架等可接近裸露导体应接地(PE)或接零(PEN)可靠。不应作为接地(PE)或接零(PEN)的接续导体。

2 母线与母线或母线与电器接线端子,当采用螺栓搭接连接时,应符合下列规定:

1) 母线的各类搭接连接的钻孔直径和搭接长度符合表 12.5.4-1 规定。

表 12.5.4-1 母线的各类搭接连接的钻孔直径和搭接长度

搭接形式	序号	连接尺寸(mm)			钻孔要求		螺栓规格
		b1	b2	a	ϕ (mm)	个数	
直线连接	1	125	125	b1 或 b2	21	4	M20
	2	100	100	b1 或 b2	17	4	M16
	3	80	80	b1 或 b2	13	4	M12
	4	63	63	b1 或 b2	11	4	M10
	5	50	50	b1 或 b2	9	4	M8
	6	45	45	b1 或 b2	9	4	M8
直线连接	7	40	40	80	13	2	M12
	8	31.5	31.5	63	11	2	M10
	9	25	25	50	9	2	M8
垂直连接	10	125	125		21	4	M20
	11	125	100~80		17	4	M16
	12	125	63		13	4	M12
	13	100	100~80		17	4	M16
	14	80	80~63		13	4	M12
	15	63	63~50		11	4	M10
	16	50	50		9	4	M8
	17	45	45		9	4	M8
	18	125	50~40		17	2	M16
	19	100	63~40		17	2	M16
	20	80	63~40		15	2	M14
	21	63	50~40		13	2	M12
	22	50	45~40		11	2	M10
	23	63	31.5~25		11	2	M10
	24	50	31.5~25		9	2	M8
	25	125	31.5~25	60	11	2	M10
	26	100	31.5~25	50	9	2	M8
	27	80	31.5~25	50	9	2	M8
	28	40	40~31.5		13	1	M12

表 12.5.4-1 母线的各类搭接连接的钻孔直径和搭接长度 (续)

搭接形式	序号	连接尺寸(mm)			钻孔要求		螺栓规格
		b1	b2	a	ϕ (mm)	个数	
垂直连接	29	40	25		11	1	M10
	30	40	31.5 ~25		11	1	M10
	31	31.5	22		9	1	M8

2) 用力矩扳手拧紧钢制连接螺栓的力矩值符合表 12.5.4-2 的规定。

表 12.5.4-2 用力矩扳手拧紧钢制连接螺栓的力矩值符合

序号	螺栓规格	力矩值(N·m)
1	M8	8.8—10.8
2	M10	17.7—22.6
3	M12	31.4~39.2
4	M14	51.0~60.88
5	M16	78.5~98.1
6	M18	98.0~127.4
7	M20	156.9~196.2
8	M24	274.6~343.2

注：母线接触面保持清洁，涂电力复合脂，螺栓孔周边无毛刺。

3) 连接螺栓两侧有平垫圈，相邻垫圈间有大于 3mm 的间隙，螺母侧装有弹簧垫圈或锁紧螺母。

4) 螺栓受力均匀，不使电器的接线端子受额外应力。

3 封闭、插接式母线安装应符合下列规定：

1) 母线与外壳同心，允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。

2) 当段与段连接时，两相邻段母线及外壳对准，连接后不使母线及外壳受额外应力。

3) 母线的连接方法符合产品技术文件要求。

4 室内裸母线的最小安全净距应符合表 12.5.4-3 的规定：

表 12.5.4-3 室内裸母线的最小安全净距

符号	适用范围	图号	额定电压(kV)			
			0.4	1~3	6	10
A1	1. 带电部分至接地部分之间 2. 网状和板状遮栏向上延伸线距地 2.3m 处与遮栏上方带电部分之间	图 E. 1	20	75	100	125
A2	1. 不同相的带电部分之间 2. 断路器和隔离开关的断口两侧带电部分之间	图 E. 1	20	75	100	125

表 12.5.4-3 室内裸母线的最小安全净距 (续)

符号	适用范围	图号	额定电压 (kV)			
			0.4	1~3	6	10
B1	1. 栅状遮栏至带电部分之间	图 E. 1	800	825	850	875
	2. 交叉的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间	图 E. 2				
B2	网状遮栏至带电部分之间	图 E. 1	100	175	200	225
C	无遮栏裸导体至地 (楼) 面之间	图 E. 1	2300	2375	2400	2425
D	平行的不同时停电检修的无遮栏裸导体之间	图 E. 1	1875	1875	1900	1925
f	通向室外的出线套管至室外通道的路面	图 E. 2	3650	4000	4000	4000

5 高压母线交流工频耐压试验必须符合规定《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 规定的交接试验要求。

6 低压母线交接试验应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的规定。

一般项目

7 母线的支架与预埋铁件采用焊接固定时, 焊缝应饱满; 采用膨胀螺栓固定时, 选用的螺栓应适配, 连接应牢固。

8 母线与母线、母线与电器接线端子搭接, 搭接面的处理应符合下列规定:

- 1) 铜与铜: 室外、高温且潮湿的室内, 搭接面搪锡; 干燥的室内, 不搪锡。
- 2) 铝与铝: 搭接面不做涂层处理。
- 3) 钢与钢: 搭接面搪锡或镀锌。
- 4) 铜与铝: 在干燥的室内, 铜导体搭接面搪锡; 在潮湿场所, 铜导体搭接面搪锡, 且采用铜铝过渡板与铝导体连接。
- 5) 钢与铜或铝: 钢搭接面搪锡。

9 母线的相序排列及涂色, 当设计无要求时应符合下列规定:

- 1) 上、下布置的交流母线, 由上至下排列为 A、B、C 相; 直流母线正极在上, 负极在下。
- 2) 水平布置的交流母线, 由盘后向盘前排列为 A、B、C 相; 直流母线正极在后, 负极在前。
- 3) 面对引下线的交流母线, 由左至右排列为 A、B、C 相; 直流母线正极在左, 负极在右。
- 4) 母线的涂色: 交流, A 相为黄色、B 相为绿色、C 相为红色; 直流, 正极为赭色、负极为蓝色; 在连接处或支持件边缘两侧 10mm 以内不涂色。

10 母线在绝缘子上安装应符合下列规定:

- 1) 金具与绝缘子间的固定平整牢固, 不使母线受额外应力。
- 2) 交流母线的固定金具或其他支持金具不形成闭合铁磁回路。
- 3) 除固定点外, 当母线平置时, 母线支持夹板的上部压板与母线间有 1—1.5mm 的间隙; 当母线立置时, 上部压板与母线间有 1.5~2mm 的间隙。

4) 母线的固定点, 每段设置 1 个, 设置于全长或两母线伸缩节的中点。

5) 母线采用螺栓搭接时, 连接处距绝缘子的支持夹板边缘不小于 50mm。

11 封闭、插接式母线组装和固定位置应正确, 外壳与底座间、外壳各连接部位和母线的连接螺栓应按产品技术文件要求选择正确, 连接紧固。

12.5.5 普通灯具安装与验收应符合下列规定:

主控项目

1 灯具的固定应符合下列规定:

1) 灯具重量大于 3kg 时, 固定在螺栓或预埋吊钩上。

2) 软线吊灯, 灯具重量在 0.5kg 及以下时, 采用软电线自身吊装; 大于 0.5kg 的灯具采用吊链, 且软电线编叉在吊链内, 使电线不受力。

3) 灯具固定牢固可靠, 不使用木楔。每个灯具固定用螺钉或螺栓不少于 2 个; 当绝缘台直径在 75mm 及以下时, 采用 1 个螺钉或螺栓固定。

2 花灯吊钩圆钢直径不应小于灯具挂铺直径, 且不应小于 6mm。大型花灯的固定及悬吊装置, 应按灯具重量的 2 倍做过载试验。

3 当钢管做灯杆时, 钢管内径不应小于 10mm, 钢管厚度不应小于 1.5mm。

4 固定灯具带电部件的绝缘材料以及提供防触电保护的绝缘材料, 应耐燃烧和防明火。

5 当设计无要求时, 灯具的安装高度和使用电压等级应符合下列规定:

1) 一般敞开式灯具, 灯头对地面距离不小于下列数值(采用安全电压时除外)。

a、室内: 2m。

b、软吊线带升降器的灯具在吊线展开后: 0.8m。

2) 危险性较大及特殊危险场所, 当灯具距地面高度小于 2.4m 时, 使用额定电压为 36V 及以下的照明灯具, 或有专用保护措施。

6 当灯具距地面高度小于 2.4m 时, 灯具的可接近裸露导体必须接地(PE)或接零(PEN)可靠, 并应有专用接地螺栓, 且有标识。

一般项目

7 引向每个灯具的导线线芯最小截面积应符合表 12.5.5 的规定。

12.5.5 导线线芯最小截面积

灯具安装的场所及用途		线芯最小截面积(mm ²)		
		铜芯软线	铜线	铝线
灯头线	室内	0.5	1.0	2.5
	室外	1.0	1.0	2.5

8 灯具的外形、灯头及其接线应符合下列规定:

- 1) 灯具及其配件齐全, 无机械损伤、变形、涂层剥落和灯罩破裂等缺陷。
 - 2) 软线吊灯的软线两端做保护扣, 两端芯线搪锡; 当装升降器时, 套塑料软管, 采用安全灯头。
 - 3) 除敞开式灯具外, 其他各类灯具灯泡容量在 100W 及以上者采用瓷质灯头。
 - 4) 连接灯具的软线盘扣、搪锡压线, 当采用螺口灯头时, 相线接于螺口灯头中间的端子上。
 - 5) 灯头的绝缘外壳不破损和漏电; 带有开关的灯头, 开关手柄无裸露的金属部分。
- 9、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。
- 10、装有白炽灯泡的吸顶灯具, 灯泡不应紧贴灯罩; 当灯泡与绝缘台间距离小于 5mm 时, 灯泡与绝缘台间应采取隔热措施。
- 11、安装在重要场所的大型灯具的玻璃罩, 应采取防止玻璃罩碎裂后向下溅落的措施。
- 12、投光灯的底座及支架应固定牢固, 枢轴应沿需要的光轴方向拧紧固定。
- 13、安装在室外的壁灯应有泄水孔, 绝缘台与墙面之间应有防水措施。
- 12.5.6 专用灯具安装与验收应符合下列规定:**

主控项目

- 1 36V 及以下行灯变压器和行灯安装必须符合下列规定:
 - 1) 行灯电压不大于 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)可靠。
 - 3) 行灯变压器为双圈变压器, 其电源侧和负荷侧有熔断器保护, 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) 行灯灯体及手柄绝缘良好, 坚固耐热耐潮湿; 灯头与灯体结合紧固, 灯头无开关, 灯泡外部有金属保护网、反光罩及悬吊挂钩, 挂钩固定在灯具的绝缘手柄上。
- 2 水下灯及防水灯具的等电位联结应可靠, 且有明显标识, 其电源的专用漏电保护装置应全部检测合格。自电源引入灯具的导管必须采用绝缘导管, 严禁采用金属或有金属护层的导管。
- 3 应急照明灯具安装应符合下列规定:
 - 1) 应急照明灯的电源除正常电源外, 另有一路电源供电; 或者是独立于正常电源的柴油发电机组供电; 或由蓄电池柜供电或选用自带电源型应急灯具。
 - 2) 应急照明在正常电源断电后, 电源转换时间为: 疏散照明 $\leq 15s$; 备用照明 $\leq 15s$ (金融商店交易所 $\leq 1.5s$); 安全照明 $\leq 0.5s$ 。
 - 3) 疏散照明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低于 2m, 且安装在疏散出口和楼梯口里侧的上方。
 - 4) 疏散标志灯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。

不易安装的部位可安装在上部。疏散通道上的标志灯间距不大于 20m(人防工程不大于 10m)。

5) 疏散标志灯的设置, 不影响正常通行, 且不在其周围设置容易混同疏散标志灯的其他标志牌等。

6) 应急照明灯具、运行中温度大于 60℃的灯具, 当靠近可燃物时, 采取隔热、散热等防火措施。当采用白炽灯, 卤钨灯等光源时, 不直接安装在可燃装修材料或可燃物件上。

7) 应急照明线路在每个防火分区有独立的应急照明回路, 穿越不同防火分区的线路有防火隔堵措施。

8) 疏散照明线路采用耐火电线、电缆, 穿管明敷或在非燃烧体内穿刚性导管暗敷, 暗敷保护层厚度不小于 30mm。电线采用额定电压不低于 750V 的铜芯绝缘电线。

4 防爆灯具安装应符合下列规定:

1) 灯具的防爆标志、外壳防护等级和温度组别与爆炸危险环境相适配。当设计无要求时, 灯具种类和防爆结构的选型应符合表 12.5.6 规定。

表 12.5.6 灯具种类和防爆结构的选型

爆炸危险区域防爆结构	I 区		II 区	
	隔爆型 d	增安型 e	隔爆型 d	增安型 e
固定式灯	○	×	○	○
移动式灯	△		○	
携带式电池灯	○		○	
镇流器	○	△	○	○

注: ○为适用; △为慎用; ×为不适用。

2) 灯具配套齐全, 不用非防爆零件替代灯具配件(金属护网、灯罩、接线盒等)。

3) 灯具的安装位置离开释放源, 且不在各种管道的泄压口及排放口上下方安装灯具。

4) 灯具及开关安装牢固可靠, 灯具吊管及开关与接线盒螺纹啮合扣数不少于 5 扣, 螺纹加工光滑、完整、无锈蚀, 并在螺纹上涂以电力复合酯或导电性防锈酯。

5) 开关安装位置便于操作, 安装高度 1.3m。

一般项目

5 36V 及以下行灯变压器和行灯安装应符合下列规定:

1) 行灯变压器的固定支架牢固, 油漆完整。

2) 携带式局部照明灯电线采用橡套软线。

6 应急照明灯具安装应符合下列规定:

1) 疏散照明采用荧光灯或白炽灯; 安全照明采用卤钨灯采用瞬时可靠点燃的荧光灯。

2) 安全出口标志灯和疏散标志灯装有玻璃或非燃材料的保护罩, 面板亮度均匀度为 1: 10(最低: 最高), 保护罩应完整、无裂纹。

7 防爆灯具安装应符合下列规定：

- 1) 灯具及开关的外壳完整，无损伤、无凹陷或沟槽，灯罩无裂纹，金属护网无扭曲变形，防爆标志清晰。
- 2) 灯具及开关的紧固螺栓无松动、锈蚀，密封垫圈完好。

12.5.7 照明系统通电试运行验收应符合下列规定：

主控项目

- 1 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，风扇的转向及调速开关应正常。
- 2 管廊内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。

12.5.8 接地装置安装与验收应符合下列规定：

主控项目

- 1 人工接地装置或利用构筑物基础钢筋的接地装置必须在地面以上按设计要求位置设测试点。
- 2 测试接地装置的接地电阻值必须符合设计要求。
- 3 防雷接地装置：按接地装置的接地干线埋设，经人行通道处理地深度不应小于 1m，且应采取均压措施或在其上方铺设卵石或沥青地面。
- 4 接地模块顶面埋深不应小于 0.6m，接地模块间距不应小于模块长度的 3~5 倍。接地模块埋设基坑，一般为模块外形尺寸的 1.2~1.4 倍，且在开挖深度内详细记录地层情况。
- 5 接地模块应垂直或水平就位，不应倾斜设置，保持与原土层接触良好。

一般项目

- 6 当设计无要求时，接地装置顶面埋设深度不应小于 0.6m，圆钢、角钢及钢管接地极应垂直埋入地下，间距不应小于 5m。接地装置的焊接应采用搭接焊，搭接长度应符合下列规定：
 - 1) 扁钢与扁钢搭接为扁钢宽度的 2 倍，不少于三面施焊。
 - 2) 圆钢与圆钢搭接为圆钢直径的 6 倍，双面施焊。
 - 3) 圆钢与扁钢搭接为圆钢直径的 6 倍，双面施焊。
 - 4) 扁钢与钢管，扁钢与角钢焊接，紧贴角钢外侧两面，或紧贴 3/4 钢管表面，上下两侧施焊。
 - 5) 除埋设在混凝土中的焊接接头外，有防腐措施。
- 7 当设计无要求时，接地装置的材料采用为钢材，热浸镀锌处理，最小允许规格、尺寸应符合表 12.5.8 规定。

表 12.5.8 最小允许规格、尺寸

种类、规格及单位		敷设位置及使用类别			
		地 上		地 下	
		室 内	室 外	交流电流回路	直流电流回路
圆钢直径 (mm)		6	8	10	12
扁钢	截面 (mm ²)	60	100	100	100
	厚度 (mm)	3	4	4	6
角钢厚度 (mm)		2	2.5	4	6
钢管管壁厚度 (mm)		2.5	2.5	3.5	4.5

8 接地模块应集中引线，用干线把接地模块并联焊接成一个环路，干线的材质与接地模块焊接点的材质应相同，钢制的采用热浸镀锌扁钢，引出线不少于 2 处。

12.5.9 避雷引下线和变配电室接地干线敷设与验收应符合下列规定：

主控项目

1 暗敷在构筑物抹灰层内的引下线应有卡钉分段固定；明敷的引下线应平直、无急弯，与支架焊接处，油漆防腐，且无遗漏。

2 变压器室、高低压开关室内的接地干线应有不少于 2 处与接地装置引出干线连接。

3 当利用金属构件、金属管道做接地线时，应在构件或管道与接地干线间焊接金属跨接线。

一般项目

4 钢制接地线的焊接连接应符合 12.5.9 的规定，材料采用及最小允许规格、尺寸应符合表 12.5.9 的规定。

表 12.5.9 最小允许规格、尺寸

种类、规格及单位		敷设位置及使用类别			
		地 上		地 下	
		室 内	室 外	交流电流回路	直流电流回路
圆钢直径		6	8	10	12
扁钢	截面 (mm ²)	60	100	100	100
	厚度 (mm)	3	4	4	6
角钢厚度 (mm)		2	2.5	4	6
钢管管壁厚度 (mm)		2.5	2.5	3.5	4.5

5 明敷接地引下线及室内接地干线的支持件间距应均匀，水平直线部分 0.5~1.5m；垂直直线部分 1.5~3m；弯曲部分 0.3~0.5m。

6 接地线在穿越墙壁、楼板和地坪处应加套钢管或其他坚固的保护套管，钢套管应与接地线做电气连通。

7 变配电室内明敷接地干线安装应符合下列规定：

- 1) 便于检查，敷设位置不妨碍设备的拆卸与检修。
- 2) 当沿构筑物墙壁水平敷设时，距地面高度 250—300mm；与构筑物墙壁间的间隙 10~15mm。
- 3) 当接地线跨越构筑物变形缝时，设补偿装置。
- 4) 接地线表面沿长度方向，每段为 15~100mm，分别涂以黄色和绿色相间的条纹。
- 5) 变压器室、高压配电室的接地干线上应设置不少于 2 个供临时接地用的接线柱或接地螺栓。

8 当电缆穿过零序电流互感器时，电缆头的接地线应通过零序电流互感器后接地；由电缆头至穿过零序电流互感器的一段电缆金属护层和接地线应对地绝缘。

9 配电间隔和静止补偿装置的栅栏门及变配电室金属门铰链处的接地连接，应采用编织铜线。变配电室的避雷器应用最短的接地线与接地干线连接。

10 设计要求接地的幕墙金属框架和构筑物的金属门窗，应就近与接地干线连接可靠，连接处不同金属间应有防电化腐蚀措施。

12.5.10 接闪器安装与验收应符合下列规定：

主控项目

1 构筑物顶部的避雷针、避雷带等必须与顶部外露的其他金属物体连成一个整体的电气通路，且与避雷引下线连接可靠。

一般项目

2 避雷针、避雷带应位置正确，焊接固定的焊缝饱满无遗漏，螺栓固定的应备帽等防松零件齐全，焊接部分补刷的防腐油漆完整。

3 避雷带应平正顺直，固定点支持件间距均匀、固定可靠，每个支持件应能承受大于 49N(5kg)的垂直拉力。当设计无要求时，支持件间距符合表 12.5.10 的规定。

12.5.15 构筑物等电位联结安装与验收应符合下列规定：

主控项目

1 构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。

2 等电位联结的线路最小允许截面应符合下表 12.5.10 的规定：

表 12.5.10 线路最小允许截面

材 料	截 面(mm ²)	
	干 线	支 线
铜	16	6
钢	50	16

一般项目

3 等电位联结的可接近裸露导体或其他金属部件、构件与支线连接应可靠，熔焊、钎焊或机械紧固应导通正常。

4 需等电位联结的高级装修金属部件或零件，应有专用接线螺栓与等电位联结支线连接，且有标识；连接处螺帽紧固、防松零件齐全。

5 等电位联结的可接近裸露导体或其他金属部件、构件与支线连接应可靠，熔焊、钎焊或机械紧固应导通正常。

6 需等电位联结的高级装修金属部件或零件，应有专门接线螺栓与等电位联结支线连接，且有标识；连接处螺帽紧固、防松零件齐全。

13 智能化工程

13.1 一般规定

13.1.1 城市综合管廊智能化工程的子分部工程和分项工程划分应按表 13.1.1 要求执行。

表 13.1.1 城市综合管廊智能化工程的子分部工程和分项工程划分

子分部工程	分项工程
构筑物设备监控系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，传感器安装，执行器安装，控制器、箱安装，中央管理工作站和操作分站设备安装，软件安装，系统调试，试运行
火灾自动报警系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，探测器类设备安装，控制器类设备安装，其他设备安装，软件安装，系统调试，试运行
安全技术防范系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，设备安装，软件安装，系统调试，试运行
机房工程	供配电系统，防雷与接地系统，空气调节系统，给水排水系统，综合布线系统，监控与安全防范系统，消防系统，室内装饰装修，电磁屏蔽，系统调试，试运行
防雷与接地	接地装置，接地线，等电位联结，屏蔽设施，电涌保护器，线缆敷设，系统调试，试运行

13.1.2 城市综合管廊智能化工程施工除应符合本章规定外，尚应符合《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339 的规定要求。

13.1.3 本章适用于城市综合管廊智能化工程的火灾自动报警及消防联动系统的系统检测和竣工验收。

13.1.4 火灾自动报警及消防联动系统必须遵循《工程建设标准强制性条文》的规定。

13.1.5 火灾自动报警及消防联运系统的监测内容应逐条实施，检测结果符合设计要求为合格，否则为不合格。

13.1.6 本章适用于城市综合管廊智能化工程的安全防范系统的工程实施及质量控制、系统检测和竣工验收，在执行本章各项规定的同时，尚应遵守国家公共安全行业的有关法规。

13.2 智能化工程

13.2.1 设备及材料的进场验收除应符合《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339 的规定执行外，尚应符合下列规定：

- 1 电气设备、材料、成品和半成品的进场验收应按《建筑电气安装工程施工质量验收规范》GB50303 中的有关规定执行；
- 2 安全技术防范产品应经过国家或行业授权的认证机构（或检测机构）认证（检测）合格，并取得相应的认证证书（或检测报告）；
- 3 产品质量检查应按《智能建筑工程质量验收规范》GB50339 第 3.2 节的规定执行。
- 4 各类传感器、变送器、电动阀门及执行器、现场控制器等的进场验收应符合下列规定：
 - 1) 查验合格证和随带技术文件，实行产品许可证和强制性产品认证标志的产品应有产品许可证

和强制性产品认证标志；

2) 外观检查：铭牌、附件齐全，电气接线端子完好，设备表面无缺损，涂层完整。

3) 网络设备的进场验收应按《智能建筑工程质量验收规范》GB50339 第 3.2 节中的有关规定执行。

4) 软件产品的进场验收应按《智能建筑工程质量验收规范》GB50339 第 3.2 节中的有关规定执行。

13.2.2 构筑物设备监控系统安装前，构筑物工程应具备下列条件：

1 已完成机房、弱电竖井的建筑施工；

2 预埋管及预留孔符合设计要求；

3 空调与通风设备、给排水设备、动力设备、照明控制箱、电梯等设备安装就位，并应预留好设计文件中要求的控制信号接入点。

13.2.3 安全防范系统线缆敷设、设备安装前，构筑物工程应具备下列条件：

1 预埋管、预留件、桥架等的安装符合设计要求；

2 机房、弱电竖井的施工基本结束。

13.2.4 施工中的安全技术管理，应符合《建设工程施工现场供用电安全规范》GB50194 和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46 有关规定。

13.2.5 施工及施工质量检查除按《智能建筑工程质量验收规范》GB50339 的规定执行外，尚应符合下列规定：

1 电缆桥架安装和桥架内电缆敷设，电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设，电线、电缆导管和线路敷设，电线、电缆穿管和线槽敷线的施工应按《建筑电气安装工程施工质量验收规范》GB50303 中的有关规定执行，在工程实施中有特殊要求时应按设计文件的要求执行；

2 传感器、电动阀门及执行器、控制柜和其它设备安装时应符合《建筑电气安装工程施工质量验收规范》GB50303 的设计文件和产品技术文件的要求；

13.2.6 安全防范系统施工质量检查和观感质量验收，应根据合同技术文件、设计施工图进行，并应符合下列规定：

1 对电（光）缆敷设与布线应检验管线的防水、防潮，电缆排列位置，布放、绑扎质量，桥架的架设质量，缆线在桥架内的安装质量，焊接及插接头安装质量及接线盒接线质量等；

2 对接地线应检验接地材料、接地线焊接质量、接地电阻等；

3 对系统的各类探测器、摄像机、云台、防护罩、控制器、辅助电源、电锁、对讲设备等的安装部位、安装质量和观感质量等进行检验；

4 同轴电缆的敷设、摄像机、机架、监视器等的安装质量检验应符合《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB50198 的有关规定；

5 控制柜、箱与控制台等的安装质量检验应遵照《建筑电气安装工程施工质量验收规范》GB50303

第6章有关规定执行。

13.2.7 机房工程实施的质量控制除应符合《智能建筑工程质量验收规范》GB50339第3.2条的有关规定外，有防火性能要求的装饰装修材料还应检查防火性能证明文件和产品合格证。

13.2.8 工程调试完成后，系统承包商要对传感器、执行器、控制器及系统功能（含系统联动功能）进行现场测试，传感器可用高精度仪表现场校验，使用现场控制器改变给定值或用信号发生器对执行器进行检测，传感器和执行器要逐点测试；系统功能、通信接口功能要逐项测试；并填写系统自检表。

13.2.9 工程调试完成经与工程建设单位协商后可投入系统试运行，应由建设单位或物业管理单位派出的管理人员和操作人员进行试运行，认真作好值班运行记录；并应保存系统试运行的原始记录和全部历史数据。

13.2.10 在安全防范系统设备安装、施工测试完成后，经建设方同意可进入系统试运行，试运行周期应不少于1个月；系统试运行时应做好试运行记录。

13.3 系统检测

13.3.1 设备监控系统的系统检测应符合下列规定：

1 设备监控系统的检测应以系统功能和性能检测为主，同时对现场安装质量、设备性能及工程实施过程中的质量记录进行抽查或复核。

2 设备监控系统的检测应在系统试运行连续投运时间不少于1个月后进行。

3 设备监控系统检测应依据工程合同技术文件、施工图设计文件、设计变更审核文件、设备及产品的技术文件进行。

4 设备监控系统检测时应提供以下工程实施及质量控制记录：

- 1) 设备材料进场检验记录。
- 2) 隐蔽工程和过程检查验收记录。
- 3) 工程安装质量检查及观感质量验收记录。
- 4) 设备及系统自检测记录。
- 5) 系统试运行记录。

13.3.2 火灾自动报警及消防联运系统的系统检测应符合下列规定：

1 在智能建筑工程中，火灾自动报警及消防联动系统的检测应按《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB50166的规定执行。

2 火灾自动报警及消防联动系统应为独立系统。

3 除《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB50166中规定的各种联动外，当火灾自动报警及消防联动系统与其它系统具备联动关系时，其检测应按本规范13.4.2条规定拟定检测方案进行，但检测程序不得与GB50166的规定相抵触。

4 火灾自动报警系统的电磁兼容性防护功能，应符合《消防电子产品环境试验方法和严酷等级》

GB16838 的有关规定。

5 应检测火灾报警控制器的汉化图形显示界面及中文屏幕菜单等功能，并应进行操作试验。

6 应检测消防控制室向建筑设备监控系统传输、显示火灾报警信息的一致性和可靠性，检测与建筑设备监控系统的接口、建筑设备监控系统对火灾报警的响应及其火灾运行模式，应采用在现场模拟发出火灾报警信号的方式进行。

7 检测消防控制室与安全防范系统等其他子系统的接口和通信功能。

8 检测智能型火灾探测器的数量、性能及安装位置，普通型火灾探测器的数量及安装位置。

9 新型消防设施的设置情况及功能检测应包括：

- 1) 早期烟雾探测火灾报警系统。
- 2) 大空间早期火灾智能检测系统、大空间红外图像矩阵火灾报警及灭火系统。
- 3) 可燃气体泄漏报警及联动控制系统。

10 公共广播与紧急广播系统共用时，应符合《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的规定，并应符合《智能建筑工程质量验收规范》GB50339-2013 第 12 条的规定。

11 安全防范系统中相应的视频安防监控（录像、录音）系统、门禁系统等对火灾报警的响应及火灾模式操作等功能的检测，应采用在现场模拟发出火灾报警信号的方式进行。

12 当火灾自动报警及消防联动系统与其他系统合用控制室时，应满足《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 和《智能建筑设计标准》GB/T50314 的相应规定，除消防控制系统应单独设置外，其他系统应合理布置。

13 应对上述检测内容逐项实施，检测结果符合设计要求者为合格；否则为不合格。

13.3.3 安全防范系统的系统检测应符合下列规定：

1 安全防范系统的系统检测应由国家或行业授权的检测机构进行检测，并出具检测报告，检测内容、合格判据应执行国家公共安全行业的相关标准。

2 安全防范系统检测应依据工程合同技术文件、施工图设计文件、工程设计变更说明和洽商记录、产品的技术文件进行。

3 安全防范系统进行系统检测时应提供：

- 1) 设备材料进场检验记录；
- 2) 隐蔽工程和过程检查验收记录；
- 3) 工程安装质量和观感质量验收记录；
- 4) 设备及系统自检测记录；
- 5) 系统试运行记录

4 安全防范系统综合防范功能检测应包括：

1) 防范范围、重点防范部位和要害部门的设防情况、防范功能，以及安防设备的运行是否达到设计要求，有无防范盲区；

- 2) 各种防范子系统之间的联动是否达到设计要求;
- 3) 监控中心系统记录(包括监控的图像记录和报警记录)的质量和保存时间是否达到设计要求;
- 4) 安全防范系统与其它系统进行系统集成时,应按本规范第 13.2.8 条的规定检查系统的接口、通信功能和传输的信息等是否达到设计要求。

5 视频安防监控系统的检测

1) 检测内容:

A 系统功能检测:云台转动,镜头、光圈的调节,调焦,变倍,图像切换,防护罩功能的检测。

B 图像质量检测:在摄像机的标准照度下进行图像的清晰度及抗干扰能力的检测。

检测方法:按《智能建筑工程质量验收规范》GB50339-2013 第 4.2.9 条的规定对图像质量进行主观评价,主观评价应不低于四级;抗干扰能力应按《安防视频监控系统技术要求》GA/T367 进行检测。

C 系统整体功能检测:

功能检测应包括视频安防监控系统的监控范围、现场设备的接入率及完好率;矩阵监控主机的切换、控制、编程、巡检、记录等功能。

对数字视频录像式监控系统还应检查主机死机记录、图像显示和记录速度、图像质量、对前端设备的控制功能以及通信接口功能、远端联网功能等。

对数字硬盘录像监控系统除检测其记录速度外,还应检测记录的检索、回放等功能。

D 系统联动功能检测:

联动功能检测应包括与出入口管理系统、入侵报警系统、巡更管理系统、停车场(库)管理系统等的联动控制功能。

E 视频安防监控系统的图像记录保存时间应满足管理要求。

2) 检测要求

摄像机抽检的数量应不低于 20%且不少于 3 台,摄像机数量少于 3 台时应全部检测;被抽检设备的合格率为 100%时为合格;系统功能和联动功能全部检测,功能符合设计要求时为合格,合格率为 100%时为系统功能检测合格。

6 入侵报警系统(包括周界入侵报警系统)的检测

1) 检测内容:

A 探测器的盲区检测,防动物功能检测。

B 探测器的防破坏功能检测应包括报警器的防拆报警功能,信号线开路、短路报警功能,电源线被剪的报警功能。

C 探测器灵敏度检测。

D 系统控制功能检测应包括系统的撤防、布防功能,关机报警功能,系统后备电源自动切换功能等。

E 系统通信功能检测应包括报警信息传输、报警响应功能。

F 现场设备的接入率及完好率测试。

G 系统的联动功能检测应包括报警信号对相关报警现场照明系统的自动触发、对监控摄像机的自动启动、视频安防监视画面的自动调入，相关出入口的自动启闭，录像设备的自动启动等。

H 报警系统管理软件(含电子地图)功能检测。

I 报警信号联网上传功能的检测。

J 报警系统报警事件存储记录的保存时间应满足管理要求。

2) 检测要求

探测器抽检的数量应不低于 20%且不少于 3 台，探测器数量少于 3 台时应全部检测；被抽检设备的合格率为 100%时为合格；系统功能和联动功能全部检测，功能符合设计要求时为合格，合格率为 100%时为系统功能检测合格。

7 出入口控制(门禁)系统的检测

1) 检测内容：

A 出入口控制(门禁)系统的功能检测：

a) 系统主机在离线的情况下，出入口(门禁)控制器独立工作的准确性、实时性和储存信息的功能。

b) 系统主机对出入口(门禁)控制器在线控制时，出入口(门禁)控制器工作的准确性、实时性和储存信息的功能，以及出入口(门禁)控制器和系统主机之间的信息传输功能。

c) 检测掉电后，系统启用备用电源应急工作的准确性、实时性和信息的存储和恢复能力。

d) 通过系统主机、出入口(门禁)控制器及其他控制终端，实时监控出入控制点的人员状况。

e) 系统对非法强行入侵及时报警的能力。

f) 检测本系统与消防系统报警时的联动功能。

g) 现场设备的接入率及完好率测试。

h) 出入口管理系统的数据存储记录保存时间应满足管理要求。

B 系统的软件检测：

a) 检测软件的所有功能，以证明软件功能与任务书或合同书要求一致。

b) 根据需求说明书中规定的性能要求，包括时间、适应性、稳定性等以及图形化界面友好程度，对软件逐项进行测试。

c) 对软件系统操作的安全性进行测试，如系统操作人员的分级授权、系统操作人员操作信息的存储记录等。

d) 在软件测试的基础上，对被验收的软件进行综合评审，给出综合评审结论，包括：软件设计与需求的一致性、程序与软件设计的一致性、文档（含软件培训、教材和说明书）描述与程序的一致性、完整性、准确性和标准化程度等。

2) 出/入口控制器抽检的数量应不低于 20%且不少于 3 台，数量少于 3 台时应全部检测；被抽

检设备的合格率为 100% 时为合格；系统功能和软件全部检测，功能符合设计要求为合格，合格率为 100% 时为系统功能检测合格。

8 巡更管理系统的检测

1) 检测内容：

- A 按照巡更路线图检查系统的巡更终端、读卡机的响应功能。
- B 现场设备的接入率及完好率测试。
- C 检查巡更管理系统编程、修改功能以及撤防、布防功能。
- D 检查系统的运行状态、信息传输、故障报警和指示故障位置的功能。
- E 检查巡更管理系统对巡更人员的监督和记录情况、安全保障措施和对意外情况及时报警的处理手段。

F 对在线联网式巡更管理系统还需要检查电子地图上的显示信息，遇有故障时的报警信号以及和视频安防监控系统等的联动功能。

G 巡更系统的数据存储记录保存时间应满足管理要求。

2) 巡更终端抽检的数量应不低于 20% 且不少于 3 台，探测器数量少于 3 台时应全部检测，被抽检设备的合格率为 100% 时为合格；系统功能全部检测，功能符合设计要求为合格，合格率为 100% 时为系统功能检测合格。

9 安全防范综合管理系统的检测

综合管理系统完成安全防范系统中央监控室对各子系统的监控功能，具体内容按工程设计文件要求确定。

1) 检测内容：

A 各子系统的数据通信接口：各子系统与综合管理系统以数据通信方式连接时，应能在综合管理监控站上观测到子系统的工作状态和报警信息，并和实际状态核实，确保准确性和实时性；对具有控制功能的子系统，应检测从综合管理监控站发送命令时，子系统响应的情况。

B 综合管理系统监控站：对综合管理系统监控站的软、硬件功能的检测，包括：

- a) 检测子系统监控站与综合管理系统监控站对系统状态和报警信息记录的一致性。
- b) 综合管理系统监控站对各类报警信息的显示、记录、统计等功能。
- c) 综合管理系统监控站的数据报表打印、报警打印功能。
- d) 综合管理系统监控站操作的方便性，人机界面应友好、汉化、图形化。

2) 综合管理系统功能应全部检测，功能符合设计要求为合格，合格率为 100% 时为系统功能检测合格。

13.3.4 机房工程的系统检测应符合下列规定：

1 弱电间检测应符合下列规定：

- 1) 室内装饰装修应检测下列内容，检测结果符合设计要求的应判定合格。

A 房间面积、门的宽度及高度和室内顶棚净。

B 墙、顶和地的装修面层材料。

C 地板铺装。

D 降噪隔声措施。

2) 线缆路由的冗余应符合设计要求。

3) 供配电系统的检测应符合下列规定：

A 电气装置的型号、规格和安装方式应符合设计要求。

B 电气装置与其他系统联锁动作的顺序及响应时间应符合设计要求。

C 电线、电缆的相序、敷设方式、标志和保护等应符合设计要求。

D 不间断电源装置支架应安装平稳、稳固，内部接线应连接正确，紧固件应齐全、可靠不松动，焊接连接不应有脱落现象。

E 配电柜（屏）的金属框架及基础型钢接地应可靠。

F 不同回路、不同电压等级和交流与直流的电线的敷设应符合设计要求。

G 工作面水平照度应符合设计要求。

4) 空调通风系统应检测下列内容，检测结果符合设计要求的应判定合格。

A 室内温度和湿度。

B 室内洁净度。

C 房间内与房间外的压差值。

2 对于弱电间以外的机房，应按现行国家标准《电子信息系统机房施工及验收规范》GB50462 中有关供配电系统、防雷与接地系统、消防系统、室内装饰装修和电磁屏蔽等系统的检验项目、检验要求及测试方法的规定执行，检测结果符合设计要求的应判定合格。

13.3.5 防雷与接地的系统检测应符合下列规定：

1 防雷与接地宜包括智能化系统的接地装置、接地桩、等电位联结、屏蔽设施和电涌保护器，检测的范围应根据设计要求确定。

2 防雷与接地系统检测前，宜检查构筑物防雷工程的质量验收记录。

3 防雷与接地系统检测应检查下列内容，结果符合设计要求的应判定合格。

1) 接地装置及接地连接点的安装。

2) 接地电阻的阻值。

3) 接地导体的规格、敷设方法与连接方法。

4) 等电位联结带的规格、联结方法和安装位置。

5) 屏蔽设施的安装。

6) 电涌保护器的性能参数、安装位置、安装方式和连接导线规格。

13.4 质量检验与验收

13.4.1 构筑物设备监控系统验收应符合下列规定：

- 1 竣工验收应在系统正常连续投运时间超过 3 个月后进行。
- 2 竣工验收文件资料应包括下列内容：
 - 1) 工程合同技术文件。
 - 2) 竣工图纸。
 - A 设计说明。
 - B 系统结构图。
 - C 各子系统控制原理图。
 - D 设备布置及管线平面图。
 - E 控制系统配电箱电气原理图。
 - F 相关监控设备电气接线图。
 - G 中央控制室设备布置图。
 - H 设备清单。
 - I 监控点（I/O）表等。
 - 3) 系统设备产品说明书。
 - 4) 系统技术、操作和维护手册。
 - 5) 设备及系统测试记录：
 - A 设备测试记录。
 - B 系统功能检查及测试记录。
 - C 系统联动功能测试记录。
 - 6) 其他文件：
 - A 工程实施及质量控制记录。
 - B 相关工程质量事故报告表。
- 3 必要时各子系统可分别进行验收，验收时应作好验收记录，签署验收意见。

13.4.2 火灾自动报警系统验收应符合下列规定：

- 1 火灾自动报警系统提供的接口功能应符合设计要求。
- 2 火灾自动报警系统工程实施的质量控制、系统检测和工程验收应符合现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB50166 的规定。

13.4.3 安全技术防范系统验收应符合下列规定：

- 1 智能建筑工程中的安全防范系统的验收应按照《安全防范系统验收规则》GA308 的规定执行；
- 2 以管理为主的电视监控系统、出入口控制（门禁）系统等系统的竣工验收按《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB50166-2007 第 3.4 节规定执行。

3 竣工验收应在系统正常连续投运时间超过 1 个月后进行。

4 系统验收的文件及记录应包括下列内容：

1) 工程设计说明，包括系统选型论证，系统监控方案和规模容量说明，系统功能说明和性能指标等。

2) 工程竣工图纸，包括系统结构图、各子系统原理图、施工平面图、设备电气端子接线图、中央控制室设备布置图、接线图、设备清单等。

3) 系统的产品说明书、操作手册和维护手册。

4) 工程实施及质量控制记录。

5) 设备及系统测试记录。

6) 相关工程质量事故报告、工程设计变更单等。

5 必要时各子系统可分别进行验收，验收时应作好验收记录，签署验收意见。

13.4.4 机房工程验收应符合下列规定：

1 机房工程宜包括供配电系统、防雷与接地系统、空气调节系统、给水排水系统、综合布线系统、监控与安全防范系统、消防系统、室内装饰装修和电磁屏蔽等。验收的范围应根据设计要求确定。

2 机房工程验收时，应检测供配电系统的输出电能质量，检测结果符合设计要求的应判定合格。

3 机房工程验收时，应检测不间断点源的供电时延，检测结果符合设计要求的应判定合格。

4 机房工程验收时，应检测静电防护措施，检测结果符合设计要求的应判定合格。

5 机房工程验收文件除应符合本《智能建筑工程质量验收规范》GB50339-2013 第 3.3.4 的规定外，尚应包括机柜设备装配图。

13.4.5 防雷接与接地系统验收应符合下列规定：

1 防雷与接地宜包括智能化系统的接地装置、接地桩、等电位联结、屏蔽设施和电涌保护器，验收的范围应根据设计要求确定。

2 防雷接与接地系统的验收文件除应符合《智能建筑工程质量验收规范》GB50339-2013 第 3.3.4 外，尚应包括防雷保护设备的一览表。

14 工程竣工验收

14.0.1 开工前，施工单位应会同建设单位、监理工程师确认构成建设项目的单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程和检验批，作为施工质量检验、验收的基础，并应符合下列规定：

1 建设单位招标文件确定的每一个独立合同应为一个单位工程。

当合同文件包含的工程内涵较多，或工程规模较大、或由若干独立设计组成时，宜按工程部位或工程量、每一独立设计将单位工程分成若干子单位工程。

2 单位（子单位）工程应按工程的结构部位或特点、功能、工程量划分分部工程。

分部工程的规模较大或工程复杂时宜按材料种类、工艺特点、施工工法等，将分部工程划为若干子分部工程。

3 分部工程可由一个或若干个分项工程组成，应按主要工种、材料、施工工艺等划分分项工程。

4 分项工程可由一个或若干检验批组成。检验批应根据施工、质量控制和专业验收需要划定。各地区应根据工程建设实际需要，划定适应的检验批。

5 各单位（子单位）工程、分部（子分部）工程相应的分项工程、检验批应按表 1 的规定执行。本规范未规定时，施工单位应在开工前会同建设单位、监理工程师共同研究确定，并经建设单位同意后上报监督机构备案。

14.0.2 单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程（验收批）的划分可按本规范附录 A 在工程施工前确定，质量验收记录应按本规范附录 B 填写。

14.0.3 验收批质量验收合格应符合下列规定：

1 主控项目的质量经抽样检验均应合格。

2 一般项目的质量经抽样检验合格，当采用计数抽样时，合格点率应符合有关专业验收规范的规定，且不得存在严重缺陷。对于计数抽样的一般项目、正常检验一次、二次抽样可按《建筑工程施工质量验收标准》GB50300 的附录 D 判定。

3 具有完整的施工操作依据、质量验收记录。

14.0.4 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

1 所含检验批的质量均应验收合格；

2 所含检验批的质量验收记录应完整。

3 主要工程材料的进场验收和复验合格，试块、试件检验合格。

4 主要工程材料的质量保证资料以及相关试验检测资料齐全、正确；具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

14.0.5 分部（子分部）工程质量验收合格应符合下列规定：

1 分部（子分部）工程所含分项工程的质量均应验收合格；

2 质量控制资料应完整；

3 分部(子分部)工程中,地基基础处理、桩基础检测、混凝土强度、混凝土抗渗、管廊接口连接、管廊位置及高程、综合管廊防水防渗、设备安装调试、回填压实度等有关安全、节能、环保和主要使用功能的抽样检验结果应符合相应规定;

4 外观质量应符合要求。

14.0.6 单位(子单位)工程质量验收合格应符合下列规定:

- 1 单位(子单位)工程所含分部工程的质量均应验收合格;
- 2 质量控制资料应完整;
- 3 单位(子单位)工程所含分部工程有关安全、节能、环保和主要使用功能的检验资料应完整;
- 4 主要使用功能的抽查结果应符合相关专业验收规范的规定;
- 5 外观质量应符合要求。

14.0.7 综合管廊工程质量验收不合格时,应按下列规定处理:

- 1 经返工重做或更换材料、构件或设备等的分项工程,应重新进行验收。
- 2 经有相应资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的验收批,应予以验收。

3 经有相应资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求,但经原设计单位验算认可,能够满足结构安全和使用功能要求的分项工程,可予以验收。

4 经返修或加固处理的分项工程、分部(子分部)工程,改变外形尺寸但仍能满足结构安全和使用功能要求,可按技术处理方案文件和协商文件进行验收。

14.0.8 通过返修或加固处理仍不能满足结构安全或使用功能要求的分部(子分部)工程、单位(子单位)工程,严禁验收。

14.0.9 工程质量控制资料应齐全完整。当部分资料缺失时,应委托有资质的检测机构按有关标准进行相应的实体检验或抽样试验。

14.0.10 分项工程(验收批)应由专业监理工程师组织施工项目质量负责人等进行验收。

14.0.11 分部(子分部)工程应由专业监理工程师组织施工项目质量负责人等进行验收。

对于涉及重要部位的地基基础、主体结构、主要设备等分部(子分部)工程,设计和勘察单位工程项目负责人、施工单位技术质量部门负责人应参加验收。

14.0.12 单位工程经施工单位自行检验合格后,应由施工单位向建设单位提出验收申请。单位工程有分包单位施工时,分包单位对所承包的工程应按本规范的规定进行验收,验收时总承包单位应派人参加;并对分包单位进行管理;分包工程完成后,应及时地将有关资料移交总承包单位。

14.0.13 工程质量验收组织应符合下列规定:

1 隐蔽工程应由专业监理工程师负责验收。检验批及分项工程应由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量(技术)负责人等进行验收。关键分项工程及重要部位应由建设单位项目负责人组织总监理工程师、施工单位项目负责人和技术质量负责人、设计单位专业设计人员等进行验收。

2 分部工程应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和技术质量负责人等进行验收。

3 单位工程验收应符合下列规定：

- 1) 施工单位应在自检合格基础上将竣工资料与自检结果，报监理工程师申请验收。
- 2) 监理工程师应约请相关人员审核竣工资料进行预检，并据结果写出质量评估报告，报建设单位。
- 3) 建设单位收到施工单位提交的工程竣工报告和完整的质量控制资料，以及项目监理单位提交的工程质量评估报告、勘察单位的勘察文件质量检查报告、设计单位的设计文件质量检查报告后，由建设单位项目负责人组织设计、勘察、监理、施工等单位项目负责人和各专业技术人员参加验收。该工程的设施运行管理单位应派员参加工程验收。

4 工程竣工验收，应由建设单位组织验收组进行。验收组应由建设、勘察、设计、施工、监理、设施管理等单位的有关负责人组成，亦可邀请有关方面专家参加。验收组组长由建设单位担任。

5 工程竣工验收应在构成工程的各分项工程、分部工程、单位工程质量验收均合格后进行。当设计规定进行安全和主要使用功能性试验时，验收必须在试验完成后进行。工程竣工资料应于竣工验收前完成。

14.0.14 工程竣工验收应符合下列规定：

1 质量控制资料应符合本规范相关的规定。

检查数量：查全部工程。

检查方法：查质量验收、隐蔽验收、试验检验资料。

2 安全和主要使用功能应符合设计要求。

检查数量：查全部工程。

检查方法：查相关检测记录，并抽检。

3 观感质量检验应符合本规范要求。

检查数量：全部。

检查方法：目测并抽检。

4 竣工验收时，应对各单位工程的实体质量进行检查。

5 当参加验收各方对工程质量验收意见不一致时，应由政府行业行政主管部门或工程质量监督机构协调解决。

6 工程竣工验收合格后，建设单位应将有关文件和技术资料归档，并应按规定将工程竣工验收报告和有关文件，报政府行政主管部门备案。

附录 A 城市综合管廊工程单位（子单位）、分部（子分部）工程与相应的分项工程、检验批

单位工程	子单位工程	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
管廊主体	/	土方工程	/	沟槽土方(沟槽开挖、沟槽支撑、沟槽回填)、 基坑土方(基坑开挖、基坑支护、基坑回填)	①按流水施工长度； ②管廊里程段划分； ③管廊按一定长度连续施工段或自然划分段(路段)；④其他便于过程质量控制方法
		基础	桩基础	/	每条桩或每里程段
			地基	/	管廊按一定长度连续施工段或自然划分段(路段)
		管廊主体开槽结构工程	/	防水	同上
				底板(模板、钢筋、混凝土)	同上
				侧墙	同上
				顶板现浇(模板、钢筋、混凝土)	同上
				预制砼构件安装	每一节或每一施工段
				支架工程	同上
		管廊主体不开槽结构工程	工作井	工作井围护结构、工作井	每座井
			顶管	管道接口连接、顶管管道(钢筋混凝土管、钢管)、垂直顶升	顶管顶进：每 100m； 垂直顶升：每个顶升管
			盾构	管片制作、掘进及管片拼装、二次内衬(钢筋、混凝土)、垂直顶升	盾构掘进：每 100 环； 二次内衬：每施工作业断面； 垂直顶升：每个顶升管；
			暗挖	土层开挖、初期衬砌、防水层、二次内衬、垂直顶升	暗挖：每施工作业断面 垂直顶升：每个顶升管

附录 A 城市综合管廊工程单位（子单位）、分部（子分部）工程与相应的分项工程、检验批（续）

单位工程	子单位工程	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
/	/	电气工程	变配电室安装	变压器、箱式变电所安装，成套配电柜、控制柜（屏、台）和动力、照明配电箱（盘）安装，裸母线、封闭母线、插接式母线安装，电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设，电缆头制作、导线连接和线路电气试验，接地装置安装，避雷引下线和变配电室接地干线敷设	
			供电干线安装	裸母线、封闭母线、插接式母线安装，桥架安装和桥架内电缆敷设，电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设，电线、电缆穿管和线槽敷线，电缆头制作、导线连接和线路电气试验	
			电气动力安装	成套配电柜、控制柜（屏、台）和动力、照明配电箱（盘）及安装，低压电动机、电加热器及电动执行机构检查、接线，低压电气动力设备检测、试验和空载试运行，桥架安装和桥架内电缆敷设，电线、电缆导管和线槽敷线，电线、电缆穿管和线槽敷线，电缆头制作、导线连接和线路电气试验，插座、开关、风扇安装	
			备用和不间断电源安装	成套配电柜、控制柜（屏、台）和动力、照明配电箱（盘）安装，柴油发电机组安装，不间断电源的其它功能单元安装，裸母线、封闭母线、插接式母线安装，电线、电缆导管和线槽敷线，电线、电缆导管和线槽敷线，电缆头制作、导线连接和线路电气试验，接地装置安装	
			防雷及接地装置安装	接地装置安装，避雷引下线和变配电室接地干线敷设，建筑物等电位连接，接闪器安装	
/	/	智能化工程	构筑物设备监控系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，传感器安装，执行器安装，控制器、箱安装，中央管理工作站和操作分站设备安装，软件安装，系统调试，试运行	
			火灾自动报警系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，探测器类设备安装，控制器类设备安装，其他设备安装，软件安装，系统调试，试运行	
			安全技术防范系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，设备安装，软件安装，系统调试，试运行	
			机房工程	供配电系统，防雷与接地系统，空气调节系统，给水排水系统，综合布线系统，监控与安全防范系统，消防系统，室内装饰装修，电磁屏蔽，系统调试，试运行	
			防雷与接地	接地装置，接地线，等电位联结，屏蔽设施，电涌保护器，线缆敷设，系统调试，试运行	

附录 A 城市综合管廊工程单位（子单位）、分部（子分部）工程与相应的分项工程、检验批（续）

单位工程	子单位工程	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
附属工程	消防系统	钢结构防火保护	超薄型钢结构防火涂料	超薄型钢结构防火涂料的施工	
			薄涂型钢结构防火涂料	薄涂型钢结构防火涂料的施工	
			厚涂型钢结构防火涂料	厚涂型钢结构防火涂料的施工	
			室外钢结构防火涂料	室外钢结构防火涂料的施工	
			钢结构防火板材	钢结构防火板材的施工	
			钢结构防火喷射纤维	钢结构防火喷射纤维的施工	
		防火卷帘、防火门、防火窗	防火卷帘	设备进场 装置安装 功能调试	
			防火门		
			防火窗		
		消火栓系统	室内、室外消火栓及消防水喉	消火栓及消防水喉的安装、试验用消火栓的布置、临时高压给水系统的室内消火栓的安装、室内消火栓的压力、消火栓的标志、消火栓箱的安装、消火栓的排水、消火栓箱内设备的安装、地下式消火栓的安装	
			消火栓给水设备	消防水泵的安装、消防水泵和稳压设备的安装、消防水泵的出水管上的安装、主、备泵的故障互投功能和双电源切换功能、消防水泵的三种启动方式、消防水池和消防水箱的满水试验或水压试验、保障消防用水、泵的减振器、吸水管的安装、消防水池和消防水箱支架、水箱溢流管和泄放管、消防水箱、管道穿过的安装	
			消火栓水泵接合器	消火栓水泵接合器的安装	
			管道及配件安装	管道的设置场所、管道的防腐、管道的防冻、管道的水压实验、管道的冲洗、管道的防晃支架、管道穿墙的安装、管道的阀门、管道的安装位置、管道支、吊、防晃架的安装、管道的色标	

附录 A 城市综合管廊工程单位（子单位）、分部（子分部）工程与相应的分项工程、检验批（续）

单位工程	子单位工程	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
附属工程		防烟与排烟系统	管道	普通风管的制作、安装、防火风管的制作、安装，风道的制作	
			管道部件	送风口、排烟口的安装；防火阀、排烟防火阀的安装	
			风机	/	
			其它附件	排烟窗的安装、挡烟垂壁的安装	
		应急照明及疏散指示标志	消防应急疏散指示标志灯	设备进场、安装、调试	
			消防应急照明灯		
			集中应急电源		
			集中控制器		
			蓄光型疏散标志牌		
			系统功能		
	/	供电系统	电缆线路	线路面罩、电缆敷设、电缆头制作与安装、桥架与支架安装	
			电缆槽施工	盖板安装	
			变电站	安装、安全防护	
			接地装置	接地网敷设	
	/	照明系统	电气照明安装	普通灯具安装，专用灯具安装，插座、开关、照明配电箱安装，照明通电试运行	
	排水系统	构筑物	/	集水坑、明沟	
		排水系统	/	水泵、管道	
	/	标识系统	/	外观、数量、位置、照度值	

附录 A 城市综合管廊工程单位（子单位）、分部（子分部）工程与相应的分项工程、检验批（续）

单位工程	子单位工程	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
附属工程	/	监控与报警系统	设备、材料进场检验；安装与施工；系统调试；系统验收	材料类、探测器类设备、控制器类设备、其他设备	/
		通风系统	设备	通风口、风管、风机、支架	/
			安装	风管安装、支架安装、风口安装	/
			运转验收	/	/
	供热管道	管道安装	/	管道安装	
			/	管道除锈	
			/	管道保温	
			/	设备及附件安装	
	燃气输配管网工程	/	主干管、支管	井池、凝水井	
				管道焊接、管道敷设、阀门安装、	
				管道吹扫、管道试压	
				金属管道防腐、阴极保护	
				调压装置安装、计量装置安装	
	供水管道	/	管线	管道焊接、管道敷设、阀门安装、	
				管道吹扫、管道试压	
				金属管道防腐、阴极保护	
				调压装置安装、计量装置安装	

附录 B 质量验收记录

B.0.1 检验批质量验收记录

检验批质量验收记录应由施工项目专业质量检查员填写，专业监理工程师组织项目专业质量检查员、专业工长等进行验收，并按表 B.0.1 记录。

表 B.0.1 检验批质量验收记录

单位（子单位）工程名称		分部（子分部）工程名称		分项工程名称		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位项目负责人		检验批部位		
施工依据		验收依据				
主控项目	验收项目		设计要求及规范规定	最小/实际抽样数量	检查记录	综合结果
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
一般项目	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
施工单位检查结果		专业工长： 项目专业质量检查员： 年 月 日				
监理单位验收结论		专业监理工程师： 年 月 日				

B.0.2 分项工程质量验收记录

分项工程质量应由专业监理工程师组织施工单位项目专业技术负责人等进行验收，并按表 B.0.2 记录。

表 B.0.2 分项工程质量验收记录

单位（子单位）工程名称				分部（子分部）工程名称		
分项工程数量				检验批数量		
施工单位				项目负责人		项目技术负责人
分包单位				分包单位项目负责人		分包内容
序号	检验批名称	检验批容量	部位/区段	施工单位检查结果	监理单位验收结论	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
说明：						
施工单位检查结果			项目专业技术负责人： 年 月 日			
监理单位验收结论			专业监理工程师： 年 月 日			

B.0.3 分部（子分部）工程验收记录

分部工程质量应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和有关的勘察、设计单位项目负责人等进行验收，并按表 B.0.3 记录。

表 B.0.3 分部（子分部）工程验收记录

单位（子单位）工程名称				子分部工程数量		分项工程数量	
施工单位				项目负责人		技术（质量）负责人	
分包单位				分包单位负责人		分包内容	
序号	子分部工程名称	分项工程名称	检验批数量	施工单位检查结果		监理单位验收结论	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
质量控制资料							
安全和功能检验结果							
观感质量检验结果							
综合验收结论							
施工单位： 项目负责人： 年 月 日		勘察单位 项目负责人： 年 月 日		设计单位 项目负责人： 年 月 日		监理单位 项目负责人： 年 月 日	

注：1 地基与基础分部工程的验收应由施工、勘察、设计单位项目负责人和总监理工程师参加并签字。

2 主体结构、节能分部工程的验收应由施工、设计单位项目负责人和总监理工程师参加并签字。

B.0.4 单位（子单位）工程质量竣工验收记录

单位（子单位）工程质量竣工验收应按表 B.0.4 记录，单位（子单位）工程质量控制资料核查应按表 B.0.5 记录，单位（子单位）工程安全和功能检验资料核查应按表 B.0.6 记录，单位（子单位）工程观感质量检查应按表 B.0.7 记录。

表 B.0.4 单位（子单位）工程质量竣工验收记录

工程名称		结构类型		层数	
				建筑面积	
施工单位		技术负责人		开工日期	
项目负责人		项目技术负责人		完工日期	
序号	项目	验收记录		验收结论	
1	分部工程	共 分部，经查 分部，符合设计及标准规定 分部			
2	质量控制资料核查	共 项，经核查符合规定 项，经核查不符合规定 项			
3	安全和使用功能核查及抽查结果	共 核查项，符合规定 项，共 抽查项，符合规定 项，经返工处理符合要求 项			
4	观感质量验收	共抽查 项，符合规定 项，不符合规定 项			
5	综合验收结论				
参加验收单位	建设单位	监理单位	施工单位	设计单位	勘察单位
	（公章） 项目负责人： 年月日	（公章） 总监理工程师： 年月日	（公章） 项目负责人： 年月日	（公章） 项目负责人： 年月日	（公章） 项目负责人： 年月日

注：单位工程验收时，验收签字人员应由相应单位的法定代表人书面授权。

表 B.0.5 单位（子单位）工程质量控制资料核查记录 2

工程名称				施工单位			
附属工程							
序号	项目	资料名称	份数	施工单位		监理单位	
				核查意见	核查人	核查意见	核查人
1	附属工程	图纸会审记录、设计变更通知单、工程洽商记录、竣工图					
2		原材料出厂合格证书及进场检验、试验报告					
3		功能性试验记录					
4		隐蔽工程验收记录					
5		施工记录					
6		分项、分部工程质量验收记录					
7		子单位工程质量验收记录					
8		设备运行、调试记录					
9		新技术论证、备案及施工记录					
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
20							
结论： 施工单位项目负责人：_____ 总监理工程师：_____ 年 月 日 年 月 日							

表 B.0.6 单位（子单位）工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录 1

工程名称		施工单位					
序号	项目	安全和功能检查项目	份数	施工单位		监理单位	
				核查意见	核查人	核查意见	核查人
1	管廊主体	混凝土试块抗压强度试验汇总					
2		混凝土试块抗渗、抗冻试验汇总					
3		地基基础加固检测报告					
4		桥管桩基础动测或静载试验报告					
5		混凝土结构管道渗漏水调查记录					
1	供水管道	压力管道水压试验(无压力管道严密性试验)记录					
2		给水管道冲洗消毒记录及报告					
3		阀门安装及运行功能调试报告及抽查检验					
4		其他管道设备安装调试报告及功能检测					
5		管道位置高程及管道变形测量及汇总					
6		阴极保护安装及系统测试报告及抽查检验					
7		防腐绝缘检测汇总及抽查检验					
8		钢管焊接无损检测报告汇总					
1	供热管道	供热管道通水试验记录					
2		暖气管道、散热器压力试验记录					
3		卫生器具满水试验记录					
4		消防管道、燃气管压力试验记录					
5		排水干管通球试验记录					
1	燃气管	燃气管道、散热器压力试验记录					
2		燃气管压力试验记录					
3		阀门安装及运行功能调试报告及抽查检验					

表 B.0.6 单位（子单位）工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录 2

工程名称		施工单位					
序号	项目	安全和功能检查项目	份数	施工单位		监理单位	
				核查意见	核查人	核查意见	核查人
1	电气工程	建筑照明通电试运行记录					
2		灯具固定装置及悬吊装置的载荷强度试验记录					
3		绝缘电阻测试记录					
4		剩余电流动作保护器测试记录					
5		应急电源装置应急持续供电记录					
6		接地电阻测试记录					
7		接地故障回路阻抗测试记录					
1	智能化工程	系统试运行记录					
2		系统电源及接地检测报告					
3		系统接地检测报告					
结论：							
施工单位项目负责人： 年 月 日				总监理工程师： 年 月 日			

注：抽查项目由验收组协商确定。

表 B.0.7 单位（子单位）工程观感质量检查记录

工程名称		施工单位	
序号	项目	抽查质量状况	质量评价
1	管廊主体	主体结构外观	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
2		主体结构尺寸、位置	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
3		主体结构垂直度、标高	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
4		变形缝	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
5		风井尺寸、位置	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
1	供水管道	管道接口、坡度、支架	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
2		支架、阀门	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
3		检查口、压力表	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
1	供热管道	管道接口、坡度、支架	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
2		支架、阀门	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
3		检查口	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
4		散热器、压力表	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
1	燃气管道	管道接口、坡度、支架	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
2		支架、阀门	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
3		检查口	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
4		压力表	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
1	供电管线	配电箱、盘、板、接线盒	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
2		设备器具、开关、插座	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
3		防雷、接地、防火	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
1	排水系统	地面建筑	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
2		水泵机电设备	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
	电气工程	配电箱、盘、板、接线盒	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
		设备器具、开关、插座	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点
		防雷、接地、防火	共检查 点, 好 点, 一般 点, 差 点

本规范用词说明

1、为便于在执行本规范条文时区别对待，对于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”或“可”，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、条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 2 《工程测量规范》GB 50026
- 3 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 4 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
- 5 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
- 6 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
- 7 《地下工程防水技术规范》GB 50108
- 8 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
- 9 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168
- 10 《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB50198
- 11 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202
- 12 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204
- 13 《地下防水工程施工质量验收规范》GB50208
- 14 《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235
- 15 《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236
- 16 《电气装置安装工程电力变流设备施工及验收规范》GB50255
- 17 《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB50254
- 18 《电气装置安装工程起重机电气装置施工及验收规范》GB50256
- 19 《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB50257
- 20 《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263
- 21 《建筑工地施工质量验收统一标准》GB 50300
- 22 《综合布线系统工程验收规范》GB50312
- 23 《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339
- 24 《安全防范工程技术规范》GB50348
- 25 《入侵报警系统设计规范》GB 50394
- 26 《出入口控制系统工程设计规范》GB50396
- 27 《电子信息系统机房施工及验收规范》GB 50462
- 28 《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497
- 29 《智能化工程施工规范》GB 50606
- 30 《城市综合管廊工程技术规范》GB50838
- 31 《混凝土结构工程施工规范》GB50666

- 32 《建设工程施工现场消防安全技术规范》 GB50720
 - 33 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
 - 34 《混凝土外加剂》 GB 8076
 - 35 《预拌混凝土》 GB/T 14902
 - 36 《混凝土用再生粗骨料》 GB/T 25177
 - 37 《混凝土和砂浆用再生细骨料》 GB/T 25176
 - 38 《城市测量规范》 CJJ8
 - 39 《盾构隧道管片质量检测技术标准》 CJJ/T164
 - 40 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
 - 41 《民用建筑电气设计规范》 JGJ16
 - 42 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
 - 43 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ46
 - 44 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52
 - 45 《混凝土用水标准》 JGJ 63
 - 46 《建筑地基处理技术规范》 JGJ79
 - 47 《建筑基桩检测技术规范》 JGJ106
 - 48 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
 - 49 《建筑施工现场环境与卫生标准》 JGJ146
 - 50 《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193
 - 51 《黑白可视对讲系统》 GA/T269
 - 52 《通信线路工程施工及验收技术规范》 YD5103
 - 53 《通讯线路工程验收规范》 YD5121
 - 54 《光缆进线室验收规定》 YD/T5152
 - 55 《建筑地基处理技术规范》 DBJ15-38
 - 56 《建筑地基基础检测规范》 DBJ15-60
-