

城市地下综合管廊工程施工及验收规范

山东省工程建设标准



DB37/T 5110—2018

J 14195—2018

城市地下综合管廊工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of urban underground
utility tunnel engineering

中国建筑工业出版社

2018-03-19 发布

2018-06-01 实施

山东省住房和城乡建设厅
山东省质量技术监督局

联合发布

统一书号: 155160 · 1287
定 价: 100.00 元



山东省工程建设标准

城市地下综合管廊工程施工及验收规范

**Code for construction and acceptance of urban underground
utility tunnel engineering**

DB37/T 5110—2018

住房和城乡建设部备案号：J 14195—2018

主编单位：山东省建筑科学研究院

中铁十四局集团有限公司

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省质量技术监督局

实施日期：2018 年 6 月 1 日

2018 济南

前 言

为贯彻落实国家及山东省关于推进城市地下综合管廊建设的有关文件及指示精神，加强山东省城市地下综合管廊工程施工管理，统一质量验收标准，确保工程质量，山东省建筑科学研究院组织有关单位进行广泛调查研究，认真总结综合管廊施工与质量验收的实践经验，并大量参考有关国内外研究成果，在此基础上编制本规范。

本规范主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 施工准备；5. 基坑工程和地基基础；6. 明挖施工管廊主体结构；7. 非开挖施工管廊主体结构；8. 防水工程；9. 附属构筑物；10. 附属设施；11. 管线工程；12. 信息管理系统；13. 质量验收。

本规范由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。各单位在实施过程中如有意见和建议，请寄送山东省建筑科学研究院（地址：山东省济南市无影山路29号，邮编：250031，电话：0531-85595357）。

主 编 单 位：山东省建筑科学研究院

中铁十四局集团有限公司

参 编 单 位：济南城建集团有限公司

山东省城乡规划设计研究院

山东建筑大学

济南市市政工程质量监督站

济南黄河路桥建设集团有限公司

青岛市政空间开发集团有限责任公司
青岛市市政工程设计研究院有限责任公司
菏泽城建工程发展集团有限公司
威海市滨海新城建设投资股份有限公司
青岛理工大学
临沂市政集团有限公司
日照市政工程有限公司
泰安市联强远大住宅工业有限公司
山东枣建远大住宅工业有限公司
山东齐通管业有限公司
山东康威通信技术股份有限公司
威海新城智能科技有限公司
中网云端科技有限公司
国网山东省电力公司经济技术研究院
济南热力集团有限公司
山东建科特种建筑工程技术中心
山东建科建筑设计有限责任公司

主要起草人员：王守宪 连 峰 李占先 刘 治 孙 杰
李 涛 郝兆亮 徐海博 刘近龙 丁尚辉
田贯三 于素健 高遵斌 王春慧 刘金宝
杨胜宽 杨震威 王志鹏 刘 源 朱 锋
张广龙 刘 永 何春晖 汤本文 阚卫国
谷永辉 李广平 李盘山 黄福标 吴崇明
主要审查人员：武道吉 刘俊岩 邵玉振 崔新壮 亓兴军
刘正银 贾 雍 辛公锋 崔忠英

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	施工准备	7
5	基坑工程和地基基础	9
5.1	一般规定	9
5.2	基坑工程	9
5.3	地基基础	10
5.4	土方回填	11
5.5	质量验收标准	12
6	明挖施工管廊主体结构	16
6.1	一般规定	16
6.2	现浇钢筋混凝土综合管廊	17
6.3	节段式预制钢筋混凝土综合管廊	21
6.4	预制装配整体式钢筋混凝土综合管廊	23
6.5	钢制综合管廊	24
6.6	质量验收标准	25
7	非开挖施工管廊主体结构	32
7.1	一般规定	32
7.2	顶管	34
7.3	盾构	49

7.4	浅埋暗挖	57
7.5	质量验收标准	67
8	防水工程	84
8.1	一般规定	84
8.2	主体防水	85
8.3	细部构造	96
8.4	质量验收标准	99
9	附属构筑物	104
9.1	一般规定	104
9.2	各类井室孔口	104
9.3	质量验收标准	106
10	附属设施	108
10.1	一般规定	108
10.2	消防系统	108
10.3	通风系统	109
10.4	供配电系统	110
10.5	照明系统	111
10.6	监控与报警系统	112
10.7	排水系统	115
10.8	标识系统	115
10.9	质量验收标准	116
11	管线工程	126
11.1	一般规定	126
11.2	支吊架	126
11.3	给、排水管道	128
11.4	电力电缆	129
11.5	通信线缆	129

11.6	热力管道	130
11.7	燃气管道	131
11.8	栏杆	133
11.9	支墩	133
11.10	质量验收标准	133
12	信息管理系统	145
12.1	一般规定	145
12.2	硬件设备	146
12.3	网络架构	147
12.4	管理软件	147
12.5	系统调试	150
12.6	质量验收标准	152
13	质量验收	155
附录 A	综合管廊单位工程、分部工程、分项工程划分 ...	161
附录 B	分项、分部、单位工程质量验收记录	167
附录 C	综合管廊结构实体质量检测	176
附录 D	混凝土构筑物渗漏水程度评定方法	178
附录 E	结构实体混凝土同条件养护试件强度检验	179
附录 F	结构实体混凝土回弹-取芯法强度检验	180
附录 G	结构实体钢筋保护层厚度检验	182
附录 H	结构实体位置与尺寸偏差检验	184
本规范用词说明		186
引用标准名录		187
附：条文说明		189

1 总 则

1.0.1 为加强城市地下综合管廊工程施工管理，统一施工质量标准，确保工程质量，做到技术先进、经济合理、安全适用，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于山东省范围内新建、改建、扩建的综合管廊工程施工及验收。

1.0.3 城市地下综合管廊工程建设应符合安全文明和绿色施工要求，宜推广应用有利于管廊建设管理和环境保护的新技术、新材料、新设备、新工艺。

1.0.4 城市地下综合管廊工程施工及验收，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 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。

2.1.2 干线综合管廊 trunk utility tunnel

用于容纳城市主干工程管线，采用独立分舱方式建设的综合管廊。

2.1.3 支线综合管廊 branch utility tunnel

用于容纳城市配给工程管线，采用单舱或双舱方式建设的综合管廊。

2.1.4 缆线管廊 cable trench

采用浅埋沟道方式建设，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，用于容纳电力电缆和通信线缆的管廊。

2.1.5 城市工程管线 urban engineering pipeline

城市范围内为满足生活、生产需要的给水、雨水、污水、再生水、天然气、热力/供冷、电力、通信等管线，不包含工业管线。

2.1.6 现浇钢筋混凝土综合管廊 cast-in-site reinforced concrete utility tunnel

采用在施工现场支模、钢筋连接、整体浇筑的钢筋混凝土综合管廊。

2.1.7 节段式预制钢筋混凝土综合管廊 segmental precast reinforced concrete utility tunnel

综合管廊分节段在工厂内制作成型，运输至建设现场，采用拼装工艺施工成为整体。

2.1.8 预制装配整体式钢筋混凝土综合管廊 assembled monolithic utility tunnel

将预制混凝土墙板构件或部件通过钢筋的连接，并现场浇筑混凝土形成整体结构的综合管廊。

2.1.9 非开挖施工 trenchless construction

采用顶管法、盾构法、浅埋暗挖等技术手段，在地表不开槽的情况下进行综合管廊的施作。

2.1.10 顶管 pipe jacking

借助于顶推装置，将预制管廊节段顶入土中，同时挖除并运走内部泥土，形成管廊主体结构的非开挖施工方法。

2.1.11 盾构 shield

采用盾构机在地层中掘进的同时，拼装预制管片或现浇混凝土形成管廊主体结构的非开挖施工方法。

2.1.12 浅埋暗挖 shallow undercutting

利用土层在开挖过程中短时间的自稳能力，采取适当的支护措施，使围岩或土层表面形成密贴型薄壁支护结构的非开挖施工方法。

2.2 符 号

- P ——计算的顶管总顶力，kN；
- γ ——管道所处土层的重力密度， kN/m^3 ；
- D_1 ——管道的外径/箱涵外立面高度，m；
- H ——管道顶部以上覆盖土层的厚度，m；
- φ ——管道所处土层的内摩擦角；
- ω ——管道单位长度的自重， kN/m ；

- L ——管道的计算顶进长度，m；
 f ——顶进时，管道表面与其周围土层之间的摩擦系数；
 P_1 ——顶进时顶管掘进机的迎面阻力，kN；
 D_2 ——顶管机外径，m；
 t_s ——切削工具管的壁厚，m；
 P_2 ——单位面积土的端部阻力，kN/m²；
 D_3 ——掘进机外径，m；
 N ——土的标准贯入指数；
 F_n ——顶进力，kN；
 K ——曲线顶管的摩擦系数；
 n ——曲线段顶进施工所采用的管节数量；
 F_0 ——开始曲线段顶进时的初始推力，kN；
 F' ——作用于单根管节上的摩阻力，kN；
 F_m ——曲线段后的直线段顶进力，kN。

3 基本规定

3.0.1 施工单位应建立健全施工技术、质量、安全生产绿色施工等管理体系，制定各项施工管理规定，并贯彻执行。

3.0.2 施工前，施工单位应组织有关施工技术管理人员深入现场调查，了解掌握现场情况，做好施工准备工作。

3.0.3 施工单位应按设计文件进行施工。发生设计变更及工程洽商应按国家现行有关规定程序办理设计变更与工程洽商手续，并形成文件。

3.0.4 施工单位应按照合同文件、设计文件和有关法规、标准要求，根据现场踏勘结果和工程特点编制施工组织设计和专项施工方案，并按程序进行审批。

3.0.5 施工单位应编制现场安全文明绿色施工管理方案，建立领导组织机构，制定工作目标和管理制度，落实管理措施和考核机制。

3.0.6 施工中应加强测量工作，按规定作业，内业资料完整，定期复核，确保准确。

3.0.7 施工中应建立安全技术交底制度，交底文件应包含绿色施工内容。

3.0.8 工程所用主要原材料、半成品、构（配）件、设备等产品，进入施工现场时应进行进场验收。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复验，验收合格后方可使用。现场配制的混凝土、砂浆、防腐与防水涂料等工程材料应经检测合格后方可使用。

3.0.9 所用材料、半成品、构（配）件、设备等在运输、保管

和施工过程中，应采取有效措施。

3.0.10 施工单位应遵守国家和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。

3.0.11 施工单位应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，确保安全生产。

3.0.12 在质量检验、验收中使用的计量器具和检测设备，应经计量检定、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。

3.0.13 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，应进行检验。

2 相关各分项工程之间，应进行交接检验，所有隐蔽分项工程应进行隐蔽验收，未经检验或验收不合格不得进行下道分项工程。

3 管线及附属设施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。

3.0.14 在危险性较大的分部分项工程施工前应编制专项方案，专项方案应当由技术部门组织施工技术、安全、质量等部门的专业技术人员进行审核。对于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，施工单位应当组织专家对专项方案进行论证。

3.0.15 管廊内管线安装施工应符合《山东省城市市政公用管网有限空间作业安全操作规程》及各专业管线安全作业管理规定。

3.0.16 工程应经过竣工验收合格后，方可投入使用。

3.0.17 综合管廊管理用房及配套的建（构）筑物按相应的房屋建筑工程规范进行施工及验收。

4 施工准备

4.0.1 建设单位在开工前应向施工单位提供施工现场地勘、气象、水文观测资料及其毗邻区域内各种地下管线等构筑物的现况翔实资料，相关设施管理单位应向施工、监理单位的有关技术管理人员进行详细交底；应研究确定施工区域内地上、地下管线等构筑物的拆移或保护、加固方案，并应形成文件后实施。

4.0.2 建设单位在开工前应组织设计、勘测单位向施工单位移交现场测量控制桩、水准点，并形成文件。施工单位应结合实际情况，制定施工测量方案，建立测量控制网、线、点。

4.0.3 施工单位应根据建设单位提供的资料，组织有关人员對施工现场进行全面深入的调查；应熟悉现场地形、地貌、环境条件；应掌握水、电、劳动力、设备等资源供应条件；并应核实施工影响范围内的管线、构筑物、河湖、绿化、杆线、文物古迹等情况。完成既有管线的加固工作和既有线路检测的测点布置。完成工作坑作业范围内的地上构筑物、地下管线改移或采取保护措施。

4.0.4 施工单位应组织技术人员熟悉和审查图纸，掌握设计意图与要求，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，应按照规定程序报审，经相关单位签证认定后实施。

4.0.5 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、专项施工方案应按照规定程序审批后执行，有变更时要办理变更审批。施工组织设计内容应符合市政工程施工组织设计要求。

4.0.6 施工单位在开工前应做好量具、器具的检定工作与原材

料的检验，对设计院提供的导线点、水准点进行复测，复测成果上报监理、业主，批复后方可使用，应对图纸坐标进行复核。

4.0.7 施工单位应根据施工组织设计确定的质量保证计划，确定工程质量控制的单位工程、分部工程、分项工程和检验批，报监理工程师批准后执行。

4.0.8 施工单位应根据安全、文明及绿色施工的法规规定，结合工程特点、现场环境条件，编制专项方案，搭建现场临时生产、生活设施，支设施工围挡，结合施工部署与进度计划，确保安全、文明和绿色施工。

5 基坑工程和地基基础

5.1 一般规定

5.1.1 建设单位应委托具备相应资质的第三方机构对基坑工程实施安全监测。

5.1.2 监测单位应编制监测方案，监测方案需经建设、设计、监理认可，必要时还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。

5.2 基坑工程

5.2.1 施工单位应根据设计文件及国家现行标准的相关规定编制基坑支护专项施工方案，经审批后方可施工。

5.2.2 当综合管廊施工需要降水时，应编制地下水控制施工方案；降水施工应采取有效措施，减少对周围建（构）筑物和环境的不良影响，应注意绿色施工及降水回收利用。

5.2.3 综合管廊不具备抗浮条件或施工期间，不得停止降排水，并应对降排水系统进行检查和维护，冬期施工应对降排水系统采取防冻措施。

5.2.4 降排水终止抽水后，降水井及拔除井点管的孔洞，应及时用砂、石等填实；地下静水位以上部分，可用黏土填实。

5.2.5 当基坑开挖可能对邻近建（构）筑物、地下管线、永久性道路产生危害时，应先支护后开挖。

5.2.6 基坑降水深度满足开挖条件后，方可进行土方开挖。

5.2.7 基坑开挖前应制定专项基坑开挖方案，开挖顺序、方法应与设计工况一致，应遵循“开槽支撑、先撑后挖、分层

开挖、不得超挖”的原则，并应按照“分层、分段、分块、对称、平衡、限时”的方法确定开挖顺序。施工中不应碰撞或损伤支护结构及降水设施。基坑周边使用荷载不应超过设计限值。

5.2.8 基坑土方施工中应做好基坑的安全防护工作，设置防护栏杆、警示标志、通行告知等。

5.2.9 基坑施工安全应符合现行行业标准《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ 311 的相关规定。

5.2.10 基坑安全监测应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 的相关规定。

5.2.11 当开挖揭露的实际土层性状或地下水情况与设计依据的勘察资料明显不符或出现异常现象时，应停止开挖，在采取相应处理措施后可继续开挖。

5.2.12 挖至基底时，应避免扰动基底持力土层的原状结构。

5.3 地基基础

5.3.1 地基基础施工除应执行本规范规定外，尚应符合国家现行标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定。

5.3.2 综合管廊垫层、基础施工前应对下列项目进行复验，符合设计要求和有关规定后方可进行施工：

- 1 基底标高及基坑几何尺寸、轴线位置；
- 2 天然地基、复合地基、桩基工程承载力等；
- 3 降排水系统。

5.3.3 抗浮锚杆、抗浮桩施工应符合下列规定：

- 1 抗浮锚杆，应采取打入式工艺或压浆工艺；
- 2 抗浮桩，应按设计要求进行桩身抗裂性能检验；

3 抗浮锚杆、抗浮桩，应按设计要求进行抗拔试验。

5.3.4 综合管廊的垫层、基础施工应符合下列规定：

- 1 对地基面层进行清理；
- 2 清除成桩顶端的预留高出部分和松散部分；
- 3 对桩顶的钢筋进行整形、处理；
- 4 按设计要求或有关规定设置变形缝。

5.4 土方回填

5.4.1 基坑回填应在综合管廊结构及防水工程验收合格后进行。

5.4.2 墙体的强度未达到要求时，其回填高度应符合设计要求。

5.4.3 回填材料应符合设计要求及国家现行标准有关规定。

5.4.4 综合管廊两侧应对称均匀回填、分层压实，回填土压实度应符合设计要求。当设计无要求时，应符合表 5.4.4 的规定。

表 5.4.4 回填土压实度

检查项目		压实度（%）	检查数量		检查方法
			范围	组数	
1	绿化带下	≥90	综合管廊两侧按 50 延米/侧·层；顶板以上按 1000m ² /层，压实度取最大值	1（3 点）	环刀法或灌砂法
2	人行道、机动车道下	≥95		1（3 点）	环刀法或灌砂法

注：1. 表中回填土压实度皆以轻型击实标准试验获得最大干密度为 100%；
2. 如管廊位于快速路及主干路下，路槽底以下 80cm 范围内回填土压实度应 ≥98%。

5.4.5 基坑支护结构的内支撑拆除应自下而上逐层进行；基坑填土压实高度达到支撑底高度或采取换撑措施后，方可拆除该层支撑；采用板桩支护时，拔出板桩后的孔洞应及时填实。

- 5.4.6** 综合管廊顶板上部 1000mm 范围内回填材料应采用人工分层夯实，大型碾压机不得直接在综合管廊顶板上部施工。
- 5.4.7** 基坑回填应达到设计高程，表面应整平，并利于排水。
- 5.4.8** 基坑回填前应清除基坑内的建筑垃圾、杂物，将积水排除干净。
- 5.4.9** 回填时应检验回填土的含水量，保证在最佳含水量范围内进行回填；基坑四周被破坏的土堤及排水沟应及时修复；雨天不宜填土；应注意现场排水，防止管廊漂浮。
- 5.4.10** 基坑回填后，应保持原有的测量控制桩点和沉降观测桩点；并应继续进行观测直至确认沉降趋于稳定，四周建筑物安全为止。

5.5 质量验收标准

5.5.1 综合管廊工程施工质量验收应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 及其他标准规范的相关规定。

5.5.2 围堰结构的质量验收应符合下列规定：

I 主控项目

- 1** 结构形式和高度、顶底宽度等应符合设计要求。
- 2** 整体稳固，变位、沉降在限定值内，无开裂、塌方、滑坡现象，背水面无线流。

II 一般项目

- 3** 所用材料应符合设计要求和有关标准规定。
- 4** 土、袋装土围护结构边坡应稳定、密实，边坡平整、耐水流冲刷；双层桩填芯的内外桩排列紧密一致，芯内填筑材料应分层压实；止水钢板桩垂直，相邻板桩锁扣咬合紧密。

5 施工允许偏差应符合表 5.5.2 的规定。

表 5.5.2 围堰施工允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)	检查数量		检查方法
			范围	点数	
1	围堰中心 轴线位置	50	每 10m	1	用经纬仪、钢尺量
2	堰顶高程	不低于设计要求			水准仪测量
3	堰顶宽度	不低于设计要求			钢尺量
4	边坡	不陡于设计要求			钢尺量
5	钢板桩、木桩 轴线位置	陆上: 100 水上: 200			用经纬仪、钢尺量
6	钢板桩顶 标高	陆上: 100 水上: 200	每 20 根	1	水准仪测量
7	钢板桩、 木桩长度	± 100			钢尺量
8	钢板桩垂直度	$1.0\% H$, 且不大于 100			线锤及直尺量

5.5.3 基坑开挖的质量验收应符合下列规定：

I 主控项目

- 1 基底不应浸泡或受冻，不得扰动、超挖。
- 2 基坑边坡稳定、围护结构安全稳定，无变形、沉降、位移，无线流现象；基底无隆起、沉陷、涌水（砂）等现象。
- 3 地基承载力应符合设计要求。

检查方法：检查验基（槽）记录；检查地基处理或承载力检验报告、复合地基承载力检验报告、工程桩承载力检验报告。

II 一般项目

- 4 基坑边坡护坡完整，无明显渗水现象；围护墙体排列整

齐，钢板桩咬合紧密，混凝土墙体结构密实、接缝严密，围檩与支撑牢固可靠。

5 基坑开挖允许偏差应符合设计要求和有关标准规定。

5.5.4 基坑支护的质量验收应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的相关规定。

5.5.5 综合管廊的地基处理及基础工程的质量验收应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的相关规定，有抗浮、抗侧向力要求的桩基应按设计要求进行检验。

5.5.6 抗浮锚杆应符合下列规定：

I 主控项目

1 钢杆件（钢筋、钢绞线等）以及焊接材料、锚头、压浆材料等的材质、规格应符合设计要求。

2 锚杆的结构、数量、深度等应符合设计要求。

3 锚杆的抗拔能力、压浆强度等应符合设计要求。

II 一般项目

4 锚杆施工允许偏差应符合表 5.5.6 的规定。

表 5.5.6 锚杆施工允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)	检查数量		检查方法
			范围	点数	
1	锚固段长度	±30	1 根	1	钢尺量测
2	锚杆式固体位置	±100	1 根	1	钢尺量测
3	钻孔倾斜角度	±1%	10 根	1	量测钻机倾角
4	锚杆与构筑物锁定	按设计要求	1 根	1	观察、试拔

5.5.7 钢筋混凝土基础工程的模板、钢筋、混凝土及分项工程质量验收应符合现行国家、行业、地方相关标准规范的规定。

5.5.8 基坑回填质量验收应符合下列规定：

I 主控项目

1 回填材料应符合设计要求，机动车道下回填材料应符合道路设计要求；回填土中不应含有淤泥、腐殖土、有机物、砖、石、木块等杂物。

2 回填高度符合设计要求；沟槽不得带水回填，回填应对称分层夯实。

3 回填时不得损伤管廊主体。

4 回填土压实度应符合设计要求。当实际无要求时，应符合表 5.4.4 的规定。

II 一般项目

5 压实后表面应平整，无松散、起皮、裂纹；粗细颗粒分配均匀。

6 回填前应检查防水保护层、接地线质量，过程中应持续观测记录。

7 回填表面平整度宜为 20mm。

5.5.9 基坑监测应查验仪器检测与巡视检查记录文件，质量验收应与工程设计方案相匹配，尚应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 的相关规定。

6 明挖施工管廊主体结构

6.1 一般规定

6.1.1 钢筋工程应符合下列规定：

- 1 钢筋工程宜采用专业化生产的成型配送钢筋。
- 2 施工现场宜采用数控、智能加工设备加工钢筋。
- 3 钢筋应具有出厂质量证明书和试验报告单，对进场的钢筋应抽取试样做力学性能试验。

4 当综合管廊混凝土中掺加钢筋阻锈剂时，应符合现行行业标准《钢筋阻锈剂应用技术规程》JGJ/T 192 的规定。

6.1.2 混凝土工程应符合下列规定：

- 1 混凝土浇筑应在模板和支架验收合格后进行。
- 2 预留孔、预埋管、预埋件及止水带等周边混凝土浇筑时，应辅助人工振捣。
- 3 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，应按变形缝分舱浇筑。

4 混凝土拌合物入模温度不应低于 5°C ，且不应高于 35°C 。

6.1.3 预制拼装综合管廊施工应符合下列规定：

- 1 预制构件安装前，应进行复验，合格后方可使用。
- 2 施工中使用的吊具应符合国家现行相关标准的有关规定。
- 3 综合管廊施工过程中应采取防漂浮措施。

6.1.4 混凝土中掺用外加剂的质量及应用技术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 等有关环境保护的规定。钢筋混凝土结构中，当使用含氯化物的外加剂时，混凝土中氯化物的总含量应符合现行国

家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

6.1.5 混凝土中氯化物和碱的总含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和设计要求。

6.2 现浇钢筋混凝土综合管廊

6.2.1 模板工程设计和搭设应符合下列规定：

1 模板宜使用胶合板、竹胶板、塑料模板、铝合金模板和钢模板。

2 模板和支架结构应接受力工况分别验算其强度、刚度和稳定性。

3 模板与钢筋安装工作应配合进行，妨碍绑扎钢筋的模板应待钢筋安装完毕后安设；模板不应与脚手架连接（模板与脚手架整体设计时除外）。

4 安装模板时，应拼缝严密、支撑牢固。

5 穿墙螺栓应符合现行行业标准《建筑用穿墙防水对拉螺栓套具》JG/T 478 的规定。

6 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 $1/1000 \sim 3/1000$ 。

7 变形缝处的端面模板安装应符合下列规定：

- 1) 变形缝止水带安装应固定牢固、线形平顺、位置准确；
- 2) 止水带平面中心线应与变形缝中心线对正，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。

8 固定在模板上的预埋管、预埋件的安装应牢固，位置准确。

9 模板支架的设计应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 等标准的规定。

6.2.2 混凝土模板的拆除应符合下列规定：

1 侧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；一般应在混凝土抗压强度达到 2.5MPa 时方可拆除侧模板。

2 底模板及其支架拆除时的混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，应在与结构同条件养护的混凝土试块达到表 6.2.2 规定的强度时，方可拆除。

表 6.2.2 整体现浇混凝土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	≤ 8	≥ 75
		> 8	≥ 100
3	悬臂构件	—	≥ 100

3 预留孔道内模，应在混凝土强度能保证其表面不发生塌陷和裂缝现象时，方可拔除，拔除时间应通过试验确定，以混凝土强度达到 0.4MPa ~ 0.8MPa 时为宜，抽拔时不应损伤结构混凝土。

4 模板拆除应按设计要求的顺序进行。设计无规定时，应遵循“先支后拆、后支先拆”的顺序；先拆非承重的模板，后

拆承重部分的模板。拆除时不得将模板从高处向下抛扔。

5 冬期施工时，模板应在混凝土表面温度与周围气温温差较小时拆除，温差不宜超过 15°C ，拆模后应立即覆盖保温。

6.2.3 钢筋工程应符合下列规定：

1 钢筋加工、连接与安装应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

2 机械连接接头应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中的有关规定。

3 镦粗直螺纹钢筋接头应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的规定。

4 钢筋安装时的保护层厚度应符合设计文件的要求。应在钢筋与模板之间设置间隔件，确保钢筋的混凝土保护层厚度，间隔件应与钢筋绑扎牢固、错开布置。

5 钢筋安装时间隔件的应用应符合现行行业标准《混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程》JGJ/T 219 的要求。

6 变形缝止水带安装部位、预留孔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。

7 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 $3/4$ 。

6.2.4 混凝土工程应符合下列要求：

1 混凝土应连续浇筑，施工缝的位置应在混凝土浇筑前按设计要求和施工方案确定，施工缝宜留置在结构受剪力和弯矩较小、便于施工的部位。施工缝的处理应按施工方案执行。

2 混凝土运输、浇筑及间歇的全部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。当底层混凝土初凝后浇筑上

一层混凝土时，应设置施工缝。

3 采用预拌混凝土时，入泵坍落度宜控制在 120mm ~ 140mm。

4 混凝土应分层连续浇筑，分层厚度不得大于 500mm；混凝土自由倾落高度超过 2m 时，应设串筒或溜槽；浇筑过程中，混凝土不得产生离析现象。

5 后浇带的留置位置应按设计要求和施工技术方案确定。后浇带混凝土浇筑应按施工技术方案进行。

6 混凝土浇筑完毕后，应按施工技术方案及时采取有效的养护措施，并应符合下列规定：

- 1) 应在浇筑完毕后的 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：对采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，不得少于 7d；对掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土，不得少于 14d；
- 3) 浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态；混凝土养护用水应与拌制用水相同；
- 4) 采用塑料布覆盖养护的混凝土，其敞露的全部表面应覆盖严密，并应保持塑料布内有凝结水；
- 5) 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) 当日平均气温低于 5℃ 时，不得浇水；
- 7) 当采用其他品种水泥时，混凝土的养护时间应根据所采用水泥的技术性能确定；
- 8) 混凝土表面不便浇水或使用塑料布时，宜涂刷养护剂。

7 混凝土强度达到 2.5MPa 后，方可承受小型施工机械荷载，进行下道工序前，混凝土应达到相应强度。

6.3 节段式预制钢筋混凝土综合管廊

- 6.3.1** 预制构件模板应采用精加工的钢模板。
- 6.3.2** 构件堆放的场地应平整夯实，并应具有良好的排水措施。
- 6.3.3** 构件的标识应朝向外侧。
- 6.3.4** 构件运输及吊装时，混凝土强度应符合设计要求。当设计无要求时，不应低于设计强度的 75%。
- 6.3.5** 预制构件安装前，应复验合格。当构件上有裂缝宽度超过 0.2mm 时，应进行鉴定。
- 6.3.6** 预制构件应按施工方案要求的顺序进行吊装，首节段应进行定位后采取固定措施，预制构件应经测量校准定位后再安装与其相邻的构件。
- 6.3.7** 预制构件安装前应对其外观、裂缝等情况进行检验，并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》GB 50204 的有关规定进行结构性能检验。
- 6.3.8** 采用预应力钢绞线连接时，应符合下列要求：
- 1 每组长度应符合设计要求。
 - 2 每安装一组应张拉一次。
 - 3 张拉力应符合设计要求。
 - 4 张拉顺序应符合设计要求。
 - 5 锚具锁牢后，应切断剩余的钢绞线。
- 6.3.9** 采用螺栓连接接头时，应符合下列要求：
- 1 预制构件采用螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。
 - 2 半整体预制拼装综合管廊应在上下预制构件安装到位后

先进行竖向螺栓连接，再进行横向连接。

6.3.10 连接完成后应及时注浆和封堵张拉孔，并应符合下列规定：

- 1 全部张拉完成后应清理张拉槽。
- 2 应用模板对张拉锚具工作孔进行封堵。
- 3 压浆前须进行孔道注水湿润，单端压浆至另一端出现浓浆止。
- 4 应在封锚完成 6 小时后拆除封锚钢板。

6.3.11 弹性密封垫和橡胶止水胶条粘贴应符合下列规定：

- 1 弹性密封垫粘贴前，应先清扫混凝土表面灰尘，粘贴止水条作业时，粘结面应保持干燥状态。
- 2 应在混凝土面和弹性密封垫粘贴面均匀涂刷黏结剂，涂上专用黏结剂后，压入弹性密封垫。
- 3 预制板迎水面侧弹性密封垫应采用专用黏结剂粘贴，弹性密封垫与相邻的预制外墙板应压紧、密实。
- 4 现场吊装前，应检查弹性密封垫粘贴的牢固性与完整性。
- 5 运输、堆放、吊装过程中应保护防水空腔、弹性密封垫与水平缝等部位，缺棱掉角及损坏处应在吊装就位前修复。

6.3.12 拼缝接头嵌缝槽防水密封胶施工应符合下列规定：

- 1 拼缝防水节点基层及空腔排水构造做法应符合设计要求。
- 2 水平、竖直接缝的防水密封胶封堵前，侧壁应清理干净，保持干燥。嵌缝材料应与板牢固粘接，不得漏嵌和虚粘。
- 3 外侧竖缝及水平缝防水密封胶的注胶宽度、厚度应符合设计要求，防水密封胶应在预制板校核固定后嵌填。
- 4 板“十”字拼缝处的防水密封胶注胶应连续完成。

6.4 预制装配整体式钢筋混凝土综合管廊

6.4.1 预制装配整体式钢筋混凝土综合管廊所用预制构件宜在工厂根据构件制作图制作，生产条件及设备应满足生产工艺要求。预制构件验收合格后应在显著位置统一进行标识，标识应满足唯一性和可追溯性要求。

6.4.2 预制构件的储存运输应符合下列规定：

1 预制构件堆放场地宜为硬化地面或经人工处理的自然地坪，应平整、坚实，排水情况良好。

2 预制构件应按吊装、存放的受力特征选择卡具、索具、托架等吊装和固定措施。

3 构件运输或吊装前，混凝土强度不应低于设计强度的75%。

4 应保证构件运输安全，防止损坏。

6.4.3 预制装配整体式钢筋混凝土综合管廊构件安装与施工应符合下列规定：

1 构件安装前应编制安装流程图、各类构件安装顺序图、测量放线图、支撑布置、吊装机械选型以及施工现场所需材料、工具清单。应合理选择装配吊装设备，编制详细的吊装方案。

2 预制构件吊装应慢起、稳升、缓放，起吊应依次逐级增加速度，不应越档操作；预制构件在吊装过程中，应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转。

3 预制混凝土墙板应依据安装顺序图逐块进行安装。构件临时支撑不应少于2道，支撑点距离底部的距离不宜小于高度的 $2/3$ ，且不应小于高度的 $1/2$ ，下部应有临时固定措施；构件吊装就位后应复核拼缝宽度、构件垂直度、外立面拼缝高低差等。

4 混凝土模板与支撑应根据施工工况设计，应具有足够的承载力、刚度，并应保证其整体稳固性。模板与支撑安装应保证工程结构的构件各部分现状、尺寸和位置的准确，模板安装应牢固、严密、不漏浆，且应便于钢筋敷设和混凝土浇筑、养护。

5 混凝土结构竖向现浇部分宜采用自密实混凝土，水平现浇部分宜采用抗渗混凝土。

6.5 钢制综合管廊

6.5.1 钢制综合管廊施工应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268、《工业金属管道工程施工规范》GB 50235、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 的相关规定。

6.5.2 钢制综合管廊构件在装卸、运输、堆放时，应轻抬轻放，避免抛落、拖滚和相互撞击。管廊成批运输时，应采用缆绳捆扎成整体，并固定牢固；缆绳固定处及管端宜用软质材料妥加保护。管廊构件装卸应采用软体吊具进行，管廊构件上方设有专门吊运吊环。运输、储存过程中管材、管件应保持清洁。

6.5.3 管廊构件存放场地应平整，堆放应整齐；构件应注明类型、规格及数量。构件叠放高度不应超过 3m。当露天堆放时应加以遮盖防止曝晒，并远离热源。

6.5.4 钢制综合管廊安装前，应保证基底层设计标高、中轴线复测无误。

6.5.5 钢制综合管廊构件应按设计要求做好防腐处理并现场检查合格后，方可进行吊装安装作业。

6.5.6 应采用可靠机械将管廊构件放入沟槽，下管时应采用可

靠吊具，平稳下沟，不得与沟壁、沟底发生激烈碰撞。

6.5.7 钢制综合管廊安装时，连接处应清理干净，确保连接件连接紧密。

6.5.8 钢制综合管廊内壁及隔墙的耐火涂层材料应按设计要求选用，性能指标应符合现行国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907 的有关规定。

6.5.9 钢制综合管廊与工艺井混凝土衔接处连接方式应符合设计要求。

6.6 质量验收标准

6.6.1 现浇钢筋混凝土综合管廊质量验收分为模板分项工程、钢筋分项工程、预应力分项工程、混凝土分项工程、现浇结构分项工程质量验收，按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定执行。

6.6.2 节段式预制钢筋混凝土综合管廊质量验收应符合下列规定：

I 主控项目

1 预制构件应在明显部位标明生产单位、构件型号、生产日期和质量验收标志。构件上的预埋件、插筋和预留孔洞的规格、位置和数量应符合标准图或设计的要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

2 预制构件的外观质量不应有严重缺陷。对已经出现的严重缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察；检查技术处理方案。

3 预制构件不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸

偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检查方法：量测；检查技术处理方案。

4 进入现场的预制构件，其外观质量、尺寸偏差及结构性能应符合标准图或设计的要求。

检查数量：按批检查。

检查方法：检查构件合格证。

5 预制构件接缝处防水材料应符合设计要求，并具有合格证、厂家检测报告及进场复试报告。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查出厂合格证及相关质量证明文件。

6 应对预制拼装综合管廊的严密性进行检验。在进行闭水试验时，内水压力值应符合设计要求，在规定的检验内水压力下允许有潮片，但潮片面积不得大于总外表面积的 5%，且不得有水珠流淌。

检查数量：每 1000 节检验 1 处，不足 1000 节的检验 1 处。

检查方法：检查现场闭水试验报告。

II 一般项目

7 预制构件的外观质量不宜有一般缺陷。对已经出现的一般缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察；检查技术处理方案。

8 预制构件的尺寸偏差应符合表 6.6.2-1 的规定。

检查数量：同一工作班组生产的同类型构件，抽查 5% 且不少于 3 件。

检查方法：按表 6.6.2-1 进行检查。

表 6.6.2-1 管廊预制构件尺寸的允许偏差

检查项目			允许偏差 (mm)	检查方法
1	长 度	板	+10, -5	钢尺检查
		侧墙	±5	
2	宽度、高 (厚) 度	板、侧墙	±5	钢尺量一端及中部, 取其中较大值
3	侧向弯曲	梁、板	$L/750$ 且 ≤ 20	拉线、钢尺量最 大侧向弯曲处
		侧墙	$L/1000$ 且 ≤ 20	
4	表面平整度	板、侧墙	5	2m 靠尺和塞尺检查
5	对角线差	板、侧墙	10	钢尺量两个对角线
6	预埋件	中心线位置	10	钢尺检查
		螺栓位置	5	
		螺栓外露长度	+10, -5	
7	预留孔	中心线位置	5	钢尺检查
8	预留洞	中心线位置	15	钢尺检查
9	主筋保护 层厚度	板	+5, -3	钢尺或保护层厚 度测定仪测量
		侧墙	+10, -5	
10	翘曲	板	$L/750$	调平尺在两端量测
		侧墙	$L/1000$	

注: 1 L 为构件长度 (mm);

- 2 检查中心线、螺栓位置时, 应沿纵、横两个方向量测, 并取其中的较大值;
- 3 对形状复杂或有特殊要求的构件, 其尺寸偏差应符合标准图或设计的要求。

9 预制构件码放和运输时的支承位置和方法应符合标准图或设计要求。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 观察。

10 预制构件吊装前, 应按设计要求在构件和相应的支承结构上标志中心线、标高等控制尺寸, 按标准图或设计文件校核预

埋件及连接钢筋等，并做出标志。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察；钢尺检查。

11 预制构件应按标准图或设计的要求吊装。起吊时绳索与构件水平面的夹角不宜小于45°，否则应采用吊架或经验算确定。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

12 预制构件安装就位后，应采取保证构件稳定的临时固定措施，并应根据水准点和轴线校正位置。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察；钢尺检查。

13 预制构件安装尺寸允许偏差应符合表 6. 6. 2-2 的要求。

检查数量：在同一检验批内，对侧墙、顶板和底板，应抽查不小于总数量的 10%，且不少于 3 件。

表 6. 6. 2-2 管廊预制构件安装尺寸的允许偏差

检查项目			允许偏差（mm）	检查方法
1	垫层	中心轴线	5	经纬仪或钢尺检查
		高程	±5	水准仪
		宽度、厚度	不小于设计要求	钢尺量测
2	构件中心线偏位		5	经纬仪或钢尺检查
3	顶板底面或底板顶面标高		±5	水准仪或钢尺检查
4	构件垂直度		5	经纬仪或吊线、钢尺检查
5	接缝宽度		±5	钢尺检查
6	相邻段不均匀沉降		±5	水准仪或钢尺检查

6. 6. 3 预制装配整体式钢筋混凝土综合管廊质量验收除应符合本规范第 6. 6. 2 条的相关规定外，尚应符合下列规定：

I 主控项目

1 预制构件质量证明文件齐全。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

2 预制墙板和接缝处应进行淋水试验，检验其防水性能是否符合要求。

检查数量：同一检验批抽检不少于 3 处。

检查方法：检查现场淋水试验报告。

II 一般项目

3 预制构件外观应逐块进行检查，应符合表 6.6.3-1 的规定。

表 6.6.3-1 外观缺陷质量要求

检查项目		质量要求	检查方法	不合格处理
1	露筋	不应有	目测	根据具体情况由技术部门决定可否返修或技术处理
2	孔洞	不应有	目测	
3	蜂窝	不应有	目测	
4	麻面 气泡	装饰面	不应有	
		一般部位	每处面积小于 50mm^2 ，深度小于 3mm	
5	起砂、掉皮		不应有	目测
6	缺棱 掉角	装饰面	不应有	目测
		不显著部位	长度 20mm 以下，总面积不超过 20cm^2	目测、用尺量
7	裂缝	影响结构性能或宽度大于 0.3mm	不应有	可做技术处理
		非受力部位不影响结构性能和使用功能	不宜有	

续表 6.6.3-1

检查项目			质量要求	检查方法	不合格处理
8	预埋螺栓螺母	螺纹损伤 影响安装使用	不应有	目测、用标准 螺母检测	根据具体情况 由技术部门决 定可否返修 或技术处理
		螺纹轻微损伤 不影响安装 使用	不宜有		可返修

4 预制构件规格尺寸应全数检查，预制构件规格尺寸偏差应符合表 6.6.3-2 的规定。

表 6.6.3-2 管廊预制构件尺寸允许偏差

检查项目			允许偏差 (mm)	检查方法
1	长 (高) 度、宽度		± 3	钢尺检查
2	厚度		± 2	钢尺检查
3	侧向弯曲	墙板	$L/1000$ 且 ≤ 4	拉线、钢尺量最大弯处
		其他预制构件	$L/750$ 且 ≤ 3	
4	对角线差		5	钢尺量两个对角线
5	弯曲		3	拉线、钢尺量最大弯处
6	翘曲		5	调平尺在两端测量
7	表面平整度		≤ 3	2 米靠尺和塞尺检查
8	门窗口	长、宽	± 2	钢尺检查
		对角线差	3	钢尺量两个对角线
9	预埋螺栓、螺母	中心位移	2	钢尺检查
		螺栓外露长度	+5, -2	钢尺检查
10	预埋铁件	中心位移	± 2	钢尺检查
		平面高差	3	钢尺检查
11	预留孔、洞	中心位置	± 2	钢尺检查
		尺寸	+5, -2	钢尺检查

续表 6.6.3-2

检查项目			允许偏差（mm）		检查方法
12	外露钢筋	中心位置	±2		钢尺检查
		长度	+5，-2		钢尺检查
		保护层	墙板	±2	钢尺检查
			其他	±3	钢尺检查
13	主筋保护层厚度		+5，-3		钢尺检查

5 预制构件安装尺寸允许偏差应符合表 6.6.3-3 的要求。

检查数量：在同一检验批内，对侧墙、顶板和底板，应抽查不小于总数量的 10%，且不少于 3 件。

表 6.6.3-3 管廊预制构件安装尺寸允许偏差

检查项目			允许偏差 (mm)		检查方法
1	墙	标高	± 10		水准仪或钢尺检查
		中心线位置	5		钢尺检查
		垂直度	5		经纬仪或吊线、钢尺检查
2	板	中心线位置	5		钢尺检查
		标高	± 10		水准仪或钢尺检查
3	墙、板	板缝宽度	± 5		钢尺检查
		通长缝直线度	5		拉线、钢尺检查
		接缝高低差	5		钢尺、塞尺检查

6.6.4 钢制综合管廊基础、接口连接、内外防腐层、阴极保护、管道铺设等项目质量验收、严密性检验按现行国家标准《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 执行，尚应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《工业金属管道工程质量验收规范》GB 50184、《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683 的相关规定。

7 非开挖施工管廊主体结构

7.1 一般规定

7.1.1 施工前应对建设单位提供的工程地质、水文、地下管线、周边建（构）筑物的情况及时进行核实确认。

7.1.2 施工过程中应建立地上和地下的监控量测系统，做好地表及周边建（构）筑物的沉降观测工作；对因施工可能造成的影响，做出合理的预测，并制定相关的方案，做好地下管线及周邊建（构）筑物的保护工作。

7.1.3 非开挖施工方法的选择，应根据设计要求并结合工程水文地质情况及现场施工条件，经技术经济比较后确定。

7.1.4 施工前应对地面上建（构）筑物进行调查，并探明地下障碍物，在穿越铁路、高速公路等重要建（构）筑物时应提前向相关部门审批，并进行地质勘测，做好相应保护工作。

7.1.5 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，验收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，熟悉施工方法及各项技术参数，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，一般不高于36V。

5 采用顶管、盾构、浅埋暗挖法施工的管廊工程，应根据管（隧）道长度、施工方法和施工条件等确定管（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现行国家有关标准的规定。

6 供水系统在安装前应对设备及材料进行检查，设备、管道及水质应符合设计及相关规范要求，供水能力应满足施工要求。

7.1.6 工作井的结构应满足井壁支护以及顶管（工作井）、盾构（工作井）推进后坐力作用等施工要求，其位置选择应符合下列规定：

- 1** 宜选择在管道井室位置；
- 2** 便于设备组装、拆卸；
- 3** 便于排水、排泥、出土和运输；
- 4** 尽量避开现有建（构）筑物，减小施工扰动对周围环境的影响；

5 顶管单向顶进时宜设在下游一侧。

7.1.7 工作井施工应遵循下列规定：

1 工作井应根据工程地质及周边建（构）筑物情况设置相应的围护结构，并应满足安全、环保、经济等方面的要求，同时需制定专项施工方案。

2 根据工作井的尺寸、结构形式、环境条件等因素确定支护形式。

3 土方开挖过程中，应遵循“开槽支撑、先撑后挖、分层开挖、不得超挖”的原则进行开挖与支撑。

4 井底应保持稳定和干燥，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防汛墙、防雨设施、安全护栏及警示标志。

7 井内应设置便于上、下的安全通道。

7.1.8 应加强超前地质预报及监控量测，充分利用信息化手段指导现场施工。

7.1.9 施工方法、工艺参数、质量标准等除符合本规范要求之外，尚应符合国家相关规范要求。

7.2 顶 管

7.2.1 顶管施工应符合下列规定：

1 综合管廊顶进施工前应编制施工方案，施工方案需逐级进行审批。

2 综合管廊顶进前应调查以下内容：

- 1)** 调查现状铁道、市政道路地下管线、公路等及所属单位对施工的要求；
- 2)** 穿越铁路、道路目前正在运行的设施状况；
- 3)** 施工现场现状道路的交通状况，施工期间交通疏导方案的可行性。

3 综合管廊顶进宜避开雨期施工，如需跨雨期施工，应编制专项防洪排水方案。

4 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，一般情况下，相邻顶管外壁的间距应不小于大管道的外径。

5 一般情况下，顶管的覆土厚度不小于 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。

6 顶管施工采取技术措施应符合下列规定：

- 1) 在砂砾层或卵石层顶管时，应采取管节外表面熔蜡措施、触变泥浆技术等减少顶进阻力和稳定周围土体；
- 2) 长距离顶管应采用激光定向等测量控制技术。

7.2.2 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 采取敞口式（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，宜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，应制定相应的保护措施。

7.2.3 顶管施工应根据土质情况、地下水位、施工要求等，在保证工程质量、施工安全等的前提下，合理选用顶管机型。

7.2.4 工作井应符合下列规定：

1 顶进工作井后背墙应符合下列规定：

- 1) 两个方向有折角时，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、拆装方便的人工后背墙；
- 4) 利用已顶进完成的管道作后背时，待顶进管道的最大允许顶力应小于已完成顶进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，并应采取保护措施保护已顶入管道的接口不受损伤。

2 顶进工作井内布置及设备安装、运行应符合下列规定：

- 1)** 顶铁的强度、刚度应满足最大允许顶力要求；顶铁与管端面之间应采用缓冲材料衬垫；顶进作业时，作业人员不得在顶铁上方及侧面停留；
- 2)** 千斤顶宜固定在支架上，并与管道中心的垂线对称；油泵应与千斤顶相匹配，并应有备用油泵；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；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；
- 3)** 应根据计算的最大顶力确定顶进设备，并有备用千斤顶；液压传动系统的动力装置、高压油泵、油箱及其控制阀等工作压力应与千斤顶匹配；液压系统的各部件，应单体试验合格后方可安装，全部安装后应试运转，达到要求后方可使用；顶进过程中，当液压系统发生故障时应立即停止运转，不得在工作状态下检修。

3 工作井洞口施工应符合下列规定：

- 1)** 进、出洞口的位置应符合设计和施工方案的要求；
- 2)** 洞口土层不稳定时，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)** 顶进施工的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；采用钢管做预埋顶管洞口时，钢管外宜加焊止水环；在软弱地层，洞口外缘宜设支撑点。

7.2.5 综合管廊管节接口选型及检验应符合下列规定：

1 综合管廊顶管施工管节规定：

- 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现行国家标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836 的规定，管节及接口的抗渗性能应符合设计要求；
- 3) 橡胶圈应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中相关规定及设计要求，与管节粘附牢固，表面平顺；
- 4) 衬垫的厚度应根据管径大小和顶进情况选定。

2 综合管廊预制除应符合设计要求外，还应符合下列规定：

- 1) 侧墙的外表面前端 2m 范围内应向两侧各加宽 1.5cm ~ 2cm，其余部位不得出现正误差，不得出现前窄后宽的楔形现象；
- 2) 工作坑滑板与预制综合管廊底板间应铺设润滑隔离层；
- 3) 底板底面前端 2m ~ 4m 范围内，宜设可调整顶进过程高低偏差的高 5cm ~ 10cm 船头坡；
- 4) 综合管廊前端周边宜设钢刃脚；
- 5) 综合管廊混凝土达到设计强度后方可拆除顶板底模。

3 管节接头密封性应满足下列基本要求：

- 1) 能够承受管内超水压 0.05MPa；
- 2) 承受施工条件下所要求的管道内部气体超压；
- 3) 管外超水压 0.05MPa 的水渗入（对较深的地下水也应满足要求）；
- 4) 对密封性能的要求，也可以根据具体的工程情况而定；

供气和供水管道产品的密封性能检测应按照相关规定进行。

4 管节接头抗偏斜能力要求管道接头在最大允许偏斜的情况下应保持良好的密封性能；

5 采用橡胶圈防水接口时，应符合下列规定：

- 1) 混凝土管节表面应光洁、平整，无砂眼、气泡，接口尺寸符合规定；
- 2) 橡胶圈的外观和断面组织应致密、均匀，无裂缝、孔隙或凹痕等缺陷；
- 3) 安装前应保持清洁，无油污，且不得在阳光下直晒；
- 4) 钢套环接口无疵点，焊接接缝平整，肋部与钢板平面垂直，且应按设计规定进行防腐处理；
- 5) 木衬垫的厚度应与设计顶力相适应。

7.2.6 管道（涵）进、出洞口施工应符合下列规定：

1 进、出工作井时，应根据工程水文地质条件、埋设深度、周边环境和顶进方法，选择技术经济合理的技术措施，并应符合下列规定：

- 1) 应保证顶管进、出工作井和顶进过程中洞圈周围的土体稳定；
- 2) 应考虑顶管机的切削能力；
- 3) 洞口周围土体含地下水时，若条件允许可采取降水措施，采取注浆等措施加固土体以封堵地下水；在拆除封门时，顶管机外壁与工作井洞圈之间应设置洞口止水装置，防止顶进施工时泥水渗入工作井。

2 工作井洞口封门拆除应符合下列规定：

- 1) 钢板桩工作井，可拔起或切割钢板桩露出洞口，并采取措施防止洞口上方的钢板桩下落；

- 2) 工作井的围护结构为沉井工作井时，应先拆除洞圈内侧的临时封门，再拆除井壁外侧的封板或其他封填物；
- 3) 在不稳定土层中顶管时，封门拆除后应将顶管机立即顶入土层；
- 4) 拆除封门后，顶管机应连续顶进，直至洞口及止水装置发挥作用为止；
- 5) 在工作井洞口范围可预埋注浆管，管道进入土体之前可预先注浆。

7.2.7 管道（涵）顶进应符合下列规定：

1 顶进前的检查：

- 1) 全部设备经过检查并经过试运转；
- 2) 顶管掘进机在导轨上的中心线、坡度和高程应符合规定；
- 3) 制定了防止流动性土或地下水由洞口进入工作坑的措施；
- 4) 开启封门的措施完备。

2 顶进具备的条件：

- 1) 主体结构混凝土应达到设计强度，防水层及防护层应符合设计要求；
- 2) 顶进后背和顶进设备安装完成，经试运转合格；
- 3) 线路加固方案完成，并经主管部门验收确认；
- 4) 线路监测、抢修人员及设备应到位；
- 5) 劳动力组织及观测、试验人员分工明确。

3 试顶：

- 1) 各观测点均应有专人负责，随时检查变化情况；
- 2) 开泵后，每当油压升高 5MPa ~ 10MPa 时，应停泵观察，发现异常及时处理；

3) 当千斤顶活塞开始伸出,顶柱(铁)压紧后应即停顶,经检查各部位无异常现象时,再开泵直至涵身启动。

4 顶进作业应符合下列规定:

- 1) 应根据土质条件、桥涵的净空尺寸、周围环境控制要求、顶进方法、各项顶进参数和监控数据、顶管机工作性能等,确定顶进、开挖、出土的作业顺序和调整顶进参数;
- 2) 掘进过程中应严格量测监控,实施信息化施工,确保开挖掘进开挖面的土体稳定和土(泥水)压力平衡;并控制顶进速度、挖土和出土量,减少土体扰动和地层变形;
- 3) 采用敞口式(手工掘进)顶管机,在允许超挖的稳定土层中正常顶进时,管下部 135° 范围内不得超挖;管顶以上超挖量不得大于 15mm ;
- 4) 管道顶进过程中,应遵循“勤测量、勤纠偏、微纠偏”的原则,控制顶管机前进方向和姿态,并应根据测量结果分析偏差产生的原因和发展趋势,确定纠偏的措施;
- 5) 开始顶进阶段,应严格控制顶进的速度和方向;
- 6) 进入接收工作井前应提前进行顶管机位置和姿态测量,并根据进口位置提前进行调整;
- 7) 钢筋混凝土管(涵)接口应保证橡胶圈正确就位;钢管接口焊接完成后,应进行防腐层补口施工,焊接及防腐层检验合格后方可顶进;
- 8) 应严格控制管(涵)线形,对于柔性接口管(涵),其相邻管间转角不得大于该管材的允许转角;

- 9) 每次挖土进尺及开挖面的坡度,应根据土质和线路加固情况以及千斤顶的顶程确定,开挖坡面应平顺整齐,不得有反坡;
- 10) 两侧应欠挖 5cm,以使钢刃脚切土顶进;当为斜交涵时,前端锐角一侧清底困难,应优先开挖;当设有中刃脚时,应紧切土前进,使上下两层隔开,不得挖通,平台上不得积存土方;
- 11) 列车或车辆通过时不得挖土,人员应撤离至土方可能坍塌范围以外;当挖土或顶进过程中发生塌方,影响行车安全时应停止顶进,迅速组织抢修加固;
- 12) 挖运土方与顶进作业应循环交替进行,不得同时进行;
- 13) 顶进圆形箱涵均应安装导轨,导轨应顺直,安装时应稳定牢固,严格控制高程、内距及中心线;可按管节的外径制作弧形样板进行检查;导轨高程及内距允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$,中线允许偏差为 3mm,管节外径距枕木不得小于 20mm。

7.2.8 顶力计算应符合下列规定:

1 计算施工顶力时,应综合考虑管节材质、顶进工作井后背墙结构的允许最大荷载、顶进设备能力、施工技术措施等因素;施工最大顶力应大于顶进阻力,但不得超过管材或工作井后背墙的允许顶力。

2 施工最大顶力有可能超过允许顶力时,应采取减少顶进阻力、增设中继间等施工技术措施。

3 顶进阻力计算应按当地的经验公式,或参照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中相关规定计算。

4 顶管的顶力亦可按下式计算(亦可采用当地的经验公式

确定):

$$P=f\times\gamma\times D_1\times\left[2H+(2H+D_1)\operatorname{tg}^245^\circ-\frac{\varphi}{2}\right]+\frac{\omega}{\gamma\times D_1}\times L+P_1\tag{7.2.8-1}$$

式中： P ——计算的总顶力，kN；
 γ ——管道所处土层的重力密度，kN/m³；
 D_1 ——管道的外径/箱涵外立面高度，m；
 H ——管道顶部以上覆盖土层的厚度，m；
 φ ——管道所处土层的内摩擦角；
 ω ——管道单位长度的自重，kN/m；
 L ——管道的计算顶进长度，m；
 f ——顶进时，管道表面与其周围土层之间的摩擦系数，其取值可按表 7.2.8-1 所列数据选用；
 P_1 ——顶进时顶管掘进机的迎面阻力（其取值见表 7.2.8-2），kN。

表 7.2.8-1 顶进管道与其周围土层的摩擦系数

土层类型	湿	干
黏土、亚黏土	0.2 ~ 0.3	0.4 ~ 0.5
砂土、亚砂土	0.3 ~ 0.4	0.5 ~ 0.6

5 采用敞开式顶管法施工时，顶管掘进机的切入阻力可按下面公式计算：

$$P_1=\pi\times D_2\times t_s\times P_2\tag{7.2.8-2}$$

式中： P_1 ——顶进时顶管掘进机的迎面阻力，kN；
 D_2 ——顶管机外径，m；
 t_s ——切削工具管的壁厚，m；
 P_2 ——单位面积土的端部阻力（见表 7.2.8-2），kN/m²。

表 7.2.8-2 不同地层单位面积土的端部阻力

土层类型	P_2 (kN/m ²)
软岩, 固结土	12000
砂砾石层	7000
致密砂层	6000
中等密度砂层	4000
松散砂层	2000
硬 ~ 坚硬黏土层	3000
软 ~ 硬黏土层	1000
粉砂层, 淤积层	400

6 在封闭式压力平衡顶管施工中, 迎面阻力可以用如下经验公式进行计算:

$$P_1 = 13.2 \times \pi \times D_3 \times N \quad (7.2.8-3)$$

式中: D_3 ——掘进机外径, m;

N ——土的标准贯入指数。

7 曲线顶进时, 应分别计算其直线段和曲线段的顶进力, 然后累加即得总的顶进力; 直线段的顶进力按照上述公式来计算, 而曲线段的顶进力则可按照下面的公式进行计算:

$$F_n = K^n \times F_0 + \frac{F' \times [K^{n+1} - K]}{K - 1} \quad (7.2.8-4)$$

式中: F_n ——顶进力, kN;

K ——曲线顶管的摩擦系数; $K = \frac{1}{[\cos\alpha - k \cdot \sin\alpha]}$

其中: α 为每一根管节所对应的圆心角, k 为管道和土层之间的摩擦系数, $k = \tan \frac{\varphi}{2}$;

n ——曲线段顶进施工所采用的管节数量;

F_0 ——开始曲线段顶进时的初始推力, kN;

F' ——作用于单根管节上的摩阻力，kN。

7.2.9 后背设计应符合下列规定：

1 后背的最低强度应保证在设计顶进力的作用下不被破坏，并留有较大的安全度；要求其本身的压缩回弹量为最小，以利于充分发挥主顶工作站的顶进效率；在设计和安装后背时，应使其满足如下要求：

- 1) 要有充分的强度；
- 2) 要有足够的刚度；
- 3) 后背表面应平直；
- 4) 后背材料的材质要均匀一致；
- 5) 结构简单、装拆方便。

2 利用已顶进完毕的管道作后背时，应符合下列规定：

- 1) 待顶管道的顶进力应小于已顶管道的顶进力；
- 2) 后背钢板与管口之间应衬垫缓冲材料；
- 3) 采取措施保护已顶入管道的接口不受损伤。

7.2.10 中继间应符合下列规定：

1 采用中继间顶进时，其设计顶力、设置数量和位置应符合施工方案，并应符合下列规定：

- 1) 设计顶力不得超过管材允许顶力；
- 2) 第一个中继间的设计顶力，应保证其允许最大顶力能克服前方管道的外壁摩擦阻力及顶管机的迎面阻力之和；
- 3) 确定中继间位置时，应留有足够的顶力安全系数；
- 4) 中继间密封装置宜采用径向可调形式，密封配合面的加工精度和密封材料的质量应满足要求；
- 5) 超深、超长距离顶管工程，中继间应具有可更换密封止水圈的功能。

2 中继间的安装、运行、拆除应符合下列规定：

- 1) 中继间壳体应有足够的刚度；其千斤顶的数量应根据该段施工长度的顶力计算确定，并沿周长均匀分布安装；其伸缩行程应满足施工和中继间结构受力的要求；
- 2) 中继间外壳在伸缩时，滑动部分应具有止水性能和耐磨性，且滑动时无阻滞；
- 3) 中继间安装前应检查各部件，确认正常后方可安装；安装完毕应通过试运转检验后方可使用；
- 4) 中继间的启动和拆除应由前向后依次进行；
- 5) 拆除中继间时，应具有对接接头的措施；中继间的外壳若不拆除，应在安装前进行防腐处理。

7.2.11 减阻剂选择及相应措施应符合下列规定：

1 长距离顶管施工中，采用注浆方式降低顶进阻力时，应满足下列要求：

- 1) 选择优质的触变泥浆材料，对膨润土取样测试，主要指标为造浆率、失水量和动塑比；
- 2) 压浆方式要以同步注浆为主，补浆为辅；在顶进过程中，要经常检查各推进段的浆液形成情况；
- 3) 注浆工艺由专人负责，质量员定期检查。

2 宜采用具有触变性的悬浮液（如膨润土浆液或膨润土浆液加聚合物等）作为润滑材料；在水力输送微型隧道工法中，通常也采用清水或者清水加聚合物作为平衡和输送介质；顶管施工优先选用钠基膨润土。

3 注浆管道分为主管和支管两种，主管道宜选用直径为40mm~50mm的钢管，支管可选用25mm~30mm的橡胶管；要求管路接头在压力1kPa下无渗漏现象。

4 注浆孔的位置应尽可能均匀地分布于管道周围，其数量

和间距依据管道直径和浆液在地层中的扩散性能而定；每个断面可设置 3~5 个注浆孔，均匀地分布于管道周围；要求注浆孔具有排气功能。

5 采用触变泥浆减阻时，应编制施工设计，并应包括以下内容：

- 1) 泥浆配合比、压浆数量和压力的确定；
- 2) 泥浆制备和输送设备及其安装的规定；
- 3) 注浆工艺、注浆系统及注浆孔的布置；
- 4) 顶进洞口的泥浆封闭措施；
- 5) 泥浆的置换。

6 触变泥浆的压浆泵宜采用活塞泵或螺杆泵；管路接头宜选用拆卸方便、密封可靠的活接头。

7 触变泥浆的配合比，应按照管道周围土层的类别、膨润土的性质和触变泥浆的技术指标确定；触变泥浆的注浆量，可按照管道与其周围土层之间的环状间隙体积的 1.5~2.0 倍估算。

8 泥浆的灌注应符合下列规定：

- 1) 搅拌均匀的泥浆应静止一定时间后方可灌注；
- 2) 注浆前，应对注浆设备进行检查，确认设备工作正常后方可开始灌注；
- 3) 在注浆过程中，应根据减阻和控制地面变形的实际监测数据，及时调整注浆流量和注浆压力等工艺参数；在注浆时应密切进行沉降量的观测。

7.2.12 施工的测量与纠偏应符合下列规定：

1 施工过程中应对管道水平轴线和高程、顶管机姿态等进行测量，并及时对测量控制基准点进行复核；发生偏差时应及时纠正。

2 顶进施工测量前应对井内的测量控制基准点进行复核；

发生工作井位移、沉降、变形时应及时对基准点进行复核。

3 管道水平轴线和高程测量应符合下列规定：

- 1) 出顶进工作井进入土层，每顶进 300mm，测量不应少于 1 次；正常顶进时，每顶进 1000mm，测量不应少于 1 次；
- 2) 进入接收工作井前 30m 应增加测量，每顶进 300mm，测量不应少于 1 次；
- 3) 全段顶完后，应在每个管节接口处测量其水平轴线和高程；有错口时，应测出相对高差；
- 4) 纠偏量较大或频繁纠偏时应增加测量次数；
- 5) 测量记录应完整、清晰。

4 距离较长的顶管，宜采用计算机辅助的导线法（自动测量导向系统）进行测量；在管道内增设中间测站进行常规人工测量时，宜采用少设测站的长导线法，每次测量均应对中间测站进行复核。

5 纠偏应符合下列规定：

- 1) 顶管过程中应绘制顶管机水平与高程轨迹图、顶力变化曲线图、管节编号图，随时掌握顶进方向和趋势；
- 2) 在顶进中及时纠偏；
- 3) 采用小角度纠偏方式；
- 4) 纠偏时开挖面土体应保持稳定；采用挖土纠偏方式，超挖量应符合地层变形控制和施工设计要求；
- 5) 刀盘式顶管机应有纠正顶管机旋转的措施。

7.2.13 地表及构筑物变形及形变监测和控制措施应符合下列规定：

1 根据设计要求、工程特点及有关规定，对管（隧）道沿线影响范围地表或地下管线等建（构）筑物设置观测点，进行

监控测量；监控测量的信息应及时反馈，以指导施工，发现问题及时处理。

2 在市区内施工时，为了不影响对其他地上或地下建筑物或构筑物的扰动，应进行地面变形监测和建筑物的沉降观测。按建设单位的要求，在指定地段进行施工监测布置，观测在顶进过程中地面变形和土体位移情况，以便及时采取措施，保证地上或地下建筑物或构筑物的安全和正常使用。顶进结束后应绘制施工过程和竣工后的地面变形图。

3 监控测量的控制点（桩）设置应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定。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。

7.2.14 采用安全技术措施应符合下列规定：

1 施工前进行安全风险评估：

- 1)** 施工前应根据工程水文地质条件、现场施工条件、周围环境等因素，进行安全风险评估；并制定防止发生事故以及事故处理的应急预案，备足应急抢险设备、器材等物资；
- 2)** 根据工程设计、施工方法、工程水文地质条件，对邻近建（构）筑物、管线，应采用土体加固或其他有效的保护措施。

2 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，确认安全后方可起吊；起吊时工作井内不得站人；
- 4)** 不得超负荷使用；
- 5)** 工作井上、下作业时应有联络信号。

3 所有设备、装置在使用中应按规定定期检查、维修和保养。

7.3 盾 构

7.3.1 盾构施工应符合下列规定：

1 盾构掘进法施工，应根据管廊尺寸、埋深、地质、地下管线、构筑物、环境安全、开挖面稳定及地面隆陷值等的控制要求，经过经济、技术比较后选用盾构设备。

2 盾构施工应采取安全措施，确保施工人员和设备安全；盾构施工前，应对沿线地质资料、地下管线、建（构）筑物、邻近建筑物、特殊地层及有害气体等进行详细调查和核对，对疑难地段，必要时进行补勘；根据设计文件和现场调查结果，对危险源进行辨识和评估，施工中采取保护措施。

3 盾构掘进施工时应建立施工测量和监控量测系统，控制管廊位置和地表沉降，并及时反馈信息，保证地下管网和周边建（构）筑物等的安全。

4 盾构法管廊施工应采取必要的环境保护措施。

7.3.2 施工测量应符合下列规定：

1 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应进行直接联测；并与区间内的其他地面控制点构成附合路线或附合网。

2 盾构管廊贯通后应分别以始发和接收工作井的地下近井控制点为起算数据；采用附合路线形式，对原有控制点重新组合或布设并施测地下控制网。

7.3.3 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进行制造，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体系。

2 混凝土管片生产线布置应符合工艺要求。

3 钢筋混凝土管片应采用高精度钢模制作，模具应具有足够的承载能力、刚度、稳定性和良好的密封性能，并满足管片的尺寸和形状要求；在生产前应对管片模具进行初验，符合要求后进行试生产，在试生产的管片中，随机抽取三环进行试拼装检验，结果应合格，合格后方可正式验收；模具每周转 100 次，应进行系统检验。

4 钢筋的品种、级别和规格、钢筋骨架的连接等应符合设计要求；钢筋加工应采用焊接骨架，钢筋骨架应在符合要求的胎具上制作且应通过试生产，经检验合格后方可批量下料焊接制作。

5 检验混凝土强度用的试件尺寸及强度的尺寸换算系数应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 执行，试件的成型方法、养护条件及强度试验方法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，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/T 50107 的规定。

6 混凝土的冬期施工应符合国家现行标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104 的规定。

7 混凝土的抗渗等级应符合设计要求。

7.3.4 盾构掘进应符合下列规定：

1 施工准备

- 1) 完成工程地质、水文地质、地表地貌及建（构）筑物、地下管线及地下构筑物、环境保护要求等的调查。
- 2) 完成施工组织设计、特殊地段的施工方案等的编制并进行相应的交底和培训，做好施工前的技术准备。
- 3) 完成工作井施工；始发井的长度应大于盾构长度 3m

以上，宽度应大于盾构直径 3m 以上；接收井的平面内净尺寸应满足盾构接收、解体或整体位移的需要，始发、接收工作井的井底板宜低于进、出洞洞门底标高 700mm；盾构始发和接收时，工作井洞门外一定范围内的地层应加固完成，并对洞圈间隙采取密封措施，确保盾构始发和接收安全。

- 4) 完成盾构机的各项验收，根据盾构机类型和管廊施工各项工艺及现场实际情况，合理选型配置盾构配套设备（运输设备、砂浆站等）及其他辅助设施（反力架等）。
- 5) 建立施工测量和监控量测系统。

2 盾构掘进

- 1) 盾构施工应根据管廊穿越的地质条件、地表环境情况，通过试掘进确定合理的掘进参数和碴土改良的方法，确保盾构刀盘前方开挖面的稳定，做好掘进方向的控制，确保隧道轴线符合设计要求。
- 2) 应在盾构起始段 100m ~ 200m 进行试掘进，根据试掘进调整并确定掘进的各项参数。
- 3) 盾构掘进遇到下列情况之一时，须及时处理：
 - (1) 盾构前方发生坍塌或遇有障碍；
 - (2) 盾构自转角度过大，超过试掘进参数的 30%；
 - (3) 盾构轴线偏离过大，超过试掘进参数的 30%；
 - (4) 盾构推力与预计值相差较大，超过试掘进参数的 30%；
 - (5) 管片发生开裂或注浆发生故障无法注浆时；
 - (6) 盾构掘进扭矩发生较大波动时；
 - (7) 遇到不良地质条件。

- 4) 盾构掘进中应确保开挖面土体稳定，盾构掘进中应严格控制管廊轴线，发现偏离应逐步纠正，使其在允许值范围内，不得猛纠硬调。
- 5) 土压平衡式盾构在推进中应根据参数、排出渣土状况及时分析，调整掘进参数并保持稳定，控制盾构姿态；在掘进时，应根据地层条件选择相应的添加剂来增强开挖面的稳定及提高土体的可排性等。
- 6) 泥水平衡式盾构掘进时，根据开挖面土质及水土压力，适当设定泥浆压力、泥浆参数和性能，按掘进施工状况，对泥浆进行调整和控制；同时，在掘进时，使排土和开挖土量相平衡，保持开挖面稳定和开挖顺利进行。
- 7) 盾构掘进时应根据地层地质、地下水状况等选择合适的掘进模式；应根据地层状况确定刀具组合和更换刀具计划；同时根据地层状况采用相应的措施对地层和渣土进行改良。
- 8) 盾构施工应预先确定刀具检查或更换的地点和方法，若需进仓应符合下列规定：
 - (1) 通过计算和试验确定合理气压；稳定工作面和防止地下水渗漏；
 - (2) 刀盘前方地层和土仓满足气密性要求；
 - (3) 由专业技术人员对开挖面稳定状态和刀盘、刀具磨损状况进行检查；确定刀具更换专项方案与安全操作规定；
 - (4) 作业人员应按照刀具更换专项方案和安全操作规定更换刀具；
 - (5) 保持开挖面和土仓空气新鲜；

(6) 刀具更换应尽量选在地质条件较好的区域,如遇不稳定地层时,需进行降水并加固处理。

7.3.5 特殊地段及特殊地质条件施工应符合下列规定:

1 对于盾构进入以下特殊地段和特殊地质条件施工时,应有针对性地采取施工措施确保安全通过:

- 1) 覆土厚度小于盾构直径 D 的浅覆土层;
- 2) 小半径曲线地段;
- 3) 大坡度地段;
- 4) 穿过地下管线或重要交通干线地段;
- 5) 遇到地下障碍物的地段;
- 6) 穿越建(构)筑物的地段;
- 7) 平行盾构管廊净间距小于 $0.7D$ 的小净距地段;
- 8) 穿越江河地段;
- 9) 地质条件复杂地段。

2 特殊地段和特殊地质施工应共同遵循以下规定:

- 1) 盾构施工进入特殊地段和特殊地质条件前,应详细查明和分析工程的地质状况与管廊周边环境状况,对特殊地段及特殊地质条件下的盾构施工制定相应可靠的施工技术措施;
- 2) 根据管廊所处位置与地层条件,应合理设定和慎重管理开挖面压力,把地层变形值控制在预先确定的容许范围以内;
- 3) 应根据不同管廊所处位置与不同工程地质与水文地质条件,预计壁后注浆的材料和压力与流量,在施工过程中根据量测结果,进行注浆材料和压力与流量调整,防止浆液溢出,以达到严格控制地层隆陷的目的;
- 4) 施工中应对地表及建(构)筑物等沉降进行预测计

算，并加密监测点和频率，根据监测结果不断调整盾构掘进参数；当测量值超过允许值时，应采取应急对策。

7.3.6 管片拼装应符合下列规定：

- 1** 作为管廊结构的盾构管片应验收合格后方可运至工地。
- 2** 盾构施工前，拼装人员应熟悉管片排列位置、拼装顺序，施工过程中施工人员依据上一环管片位置、盾构姿态、盾尾间隙等准备、运输、安装管片。
- 3** 拼装管片时，拼装机作业范围内不得有人和障碍物。
- 4** 拼装前检查防水密封条，备齐连接件并将盾尾杂物清理干净，拼装机等设备经检查符合要求后方可开始管片拼装。
- 5** 在管片拼装过程中，应严格控制盾构千斤顶的压力和伸缩，使盾构位置保持不变。
- 6** 管片拼装时按拼装工艺要求进行拼装。
- 7** 平曲线段管片拼装时，应使各种管片在环向定位准确，保证管廊轴线符合设计要求。
- 8** 特殊位置管片拼装时，应根据特殊管片的设计位置，调整好盾构姿态和盾尾间隙，按设计拼装管片。
- 9** 管片无贯通裂缝，无大于 0.2mm 宽的裂缝及混凝土剥落现象，管片防水密封质量应符合设计要求，不得缺损，粘结应牢固平整。
- 10** 管片拼装后其质量应符合下列规定：

螺栓应拧紧，环向及纵向螺栓应全部穿进且连接螺栓紧固质量应符合设计要求。
- 11** 当管片出现混凝土剥落、缺棱掉脚等缺陷时，应制定修补方案后进行修补，修补材料强度不应低于管片强度。

7.3.7 壁后注浆应符合下列规定：

1 为控制地层变形，盾构掘进过程中应对成环管片与土体之间的建筑空隙进行充填注浆；充填注浆一般分为同步注浆、即时注浆和二次补强注浆；注浆可一次或多次完成。

2 注浆压力应根据地质条件、注浆方式、管片强度、设备性能、浆液特性和管廊埋深综合因素确定。

3 同步注浆或即时注浆的注浆量，根据地层条件、施工状态和环境要求，其充填系数一般取 1.30 ~ 2.50。

4 注浆控制有压力控制和注浆量控制，不宜单纯地采用一种控制方式。

5 当管片拼装成型后，根据管廊稳定、周边环境保护要求可进行二次补强注浆，二次补强注浆的注浆量和注浆速度应根据环境条件和沉降监测等确定。

7.3.8 防水应符合下列规定：

1 盾构法施工的管廊一般采用预制拼装式钢筋混凝土管片，其防水包括管片自身防水、管片接缝防水、螺栓孔防水、注浆孔防水等；盾构管廊防水以管片自防水为基础，以接缝防水为重点，辅以对特殊部位的防水处理，以保证管廊内面平均漏水量满足设计要求。

2 管片接缝防水

1) 管片粘贴防水密封条前应将槽内清理干净，粘贴应牢固、平整、严密、位置正确，不得有起鼓、超长和缺口等现象；

2) 管片防水密封条粘贴后，在进场、下井、拼装前要逐块进行检查，发现问题及时修补；拼装时应防止防水材料发生损坏、脱槽、扭曲和移位等现象；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；

3) 当盾构管廊基本稳定后应及时进行嵌缝防水处理。

3 特殊部位的防水

1) 管片连接螺栓孔应按设计要求进行防水处理；

2) 注浆孔应按设计要求进行防水处理；施工过程如采用注浆孔进行注浆时，注浆结束后要对注浆孔进行密封防水处理；

3) 盾构管廊与工作井、取排水口等附属构筑物的接缝防水按设计要求选择防水材料和施工方法。

7.3.9 监控量测应符合下列规定：

1 盾构掘进施工应有专人负责监控量测，盾构施工中应结合施工环境、地层条件、施工方法与进度确定监控量测方案。

2 监控量测范围应包括盾构管廊和施工环境，监控量测手段应直观、可靠、科学，对突发安全事故应有应急监测预案。

3 盾构施工中一般采用的监控量测项目见表 7.3.9；穿越江、河等特殊地段的监控量测项目应根据设计要求制定。

表 7.3.9 监控量测项目

类别	监测项目
必测项目	施工线路地表和沿线建筑物、构筑物和管线变形测量
	管廊结构变形测量（包括拱顶下沉、隧道收敛）
选测项目	土体内部位移（包括垂直和水平）
	衬砌环内力和变形
	土层与管片的接触应力
	孔隙水压力

4 管廊环境监控量测应包括线路地表沉降观测、沿线邻近

建（构）筑物变形测量和地下管线变形测量等。

线路地表沉降观测应沿线路中线按断面布设，观测点埋设范围应能反映变形区变形状况。当城市隧道埋深小于 2 倍洞径时，纵断面监测点间距宜为 3m ~ 10m，横断面间距宜为 50m ~ 100m，监测的横断面宽度应大于变形影响范围，监测点间距宜为 3m ~ 5m；地表地物、地下物体较少地区断面设置可放宽；对特殊地段，地表沉降观测断面和观测点的设置应编制专项方案。

变形测量频率应根据工程要求和监测对象的变形量和变形速率确定。

5 管廊结构监控量测内容应包括隧道沉降和椭圆度量测，必要时还应进行衬砌环应力等量测；变形测量频率应根据工程要求和监测对象的变形量和变形速率确定。

6 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。

当实测变形值大于允许变形的三分之二时，应及时通报建设、施工、监理等单位，并采取相应措施。

工程竣工后应提供监控量测技术总结报告。

7.4 浅埋暗挖

7.4.1 浅埋暗挖施工应符合下列规定：

1 入洞前应采用人工或机械的方法对洞口边仰坡进行“清障”“排危”，并按照设计进行加固处理。

2 浅埋段的地质条件很差时，宜采用地表锚杆、管棚、超前小导管、注浆加固围岩等辅助方法施工。

3 暗挖隧道一般地势较低，应在洞外建立排水系统及时将洞口积水排出以免侵入洞内；同时洞外与洞内排水系统须连通，以便能够及时将洞内的积水排出，防止软化基础。

4 当隧道进行反坡施工时，应设置集水坑且集水坑位置不影响施工和安全，并及时用水泵将积水排出洞外。

5 当开挖面有滴水或有小股集中涌水时，需采用预埋水管或凿槽的方式将水引出并排出洞外，以免在地面形成积水，软化基础。

6 当开挖面暂停开挖时，应用喷射混凝土封闭开挖面，喷射厚度宜为 5cm ~ 10cm。

7.4.2 隧道开挖应符合下列规定：

1 开挖方法

根据周围环境条件以及土层的稳定性，选择合适的开挖方法，具体可参考表 7.4.2-1。

表 7.4.2-1 开挖方法参照表

开挖方法	适用范围
全断面法	适用于Ⅰ~Ⅱ级围岩隧道施工，Ⅲ级围岩隧道在采用了有效的措施后，也可采用
台阶法	适用于Ⅲ~Ⅴ级围岩隧道施工；台阶长度宜为隧道开挖宽度的 1 ~ 2 倍
分部开挖法	适用于Ⅳ~Ⅴ级围岩隧道施工；核心土面积不应小于整个断面的 50%

注：分部开挖法包括环形开挖预留核心土法、双侧壁导坑法、中洞法、中隔壁法、交叉中隔壁法。

2 爆破作业

- 1) 浅埋暗挖工程开挖一般以机械开挖为主，如需采用爆破手段应采用弱爆破的方式，且爆破作业应符合现行国家爆破规程的相关要求；
- 2) 隧道爆破作业，应采用光面爆破或预裂爆破的方式；爆破参数应通过试验确定，并根据围岩状况及时调整，当无试验条件时可参照表 7.4.2-2；

表 7.4.2-2 光面爆破参数表

岩石类别	周边眼间距 E (cm)	周边眼抵抗线 W (cm)	相对距离 E/W	装药集中度 q (kg/m)
极硬岩	50 ~ 60	55 ~ 75	0.8 ~ 0.85	0.25 ~ 0.3
硬岩	40 ~ 50	50 ~ 60	0.8 ~ 0.85	0.15 ~ 0.25
软质岩	35 ~ 45	45 ~ 60	0.75 ~ 0.8	0.07 ~ 0.12

注：1 表中参数适用于炮眼深度 1m ~ 3.5m，炮眼直径 40mm ~ 50mm，药卷直径 20mm ~ 25mm；

2 当为小断面或者围岩较差时，周边眼间距 E 应取较小值， W 的值应适当增大；

3 一般情况下 W 的值应大于 E 的值；对于 E/W ，软岩取小值，硬岩及断面小时取大值；

4 表中装药集中度为 2 号岩石硝铵炸药，采用其他炸药时，应修正参数。

3) 钻眼前应测量放线，标注炮眼位置，辅助眼误差不大于 10cm，周边眼误差不大于 5cm；

4) 钻眼完成后，应按照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，经检查合格后才能装药；

5) 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；

6) 隧道爆破应根据施工条件选用适当的炸药品种和型号，并应采用导爆管或电力起爆，不宜采用火花起爆；

7) 爆破前，所有人员应撤至安全地点，爆破后应加强通风，须待洞内空气质量符合要求后方可进入开挖面作业；

8) 隧道爆破作业时，应加强围岩爆破影响深度以及爆破振动影响程度监测，保证周围建（构）筑物安全。

3 超欠挖控制

1) 应严格控制欠挖，如遇到大块完整坚硬岩石，在确认不影响衬砌结构稳定和强度时，允许岩石个别突出部

分（每 1m^2 内不大于 0.1m^2 ）欠挖，但其隆超量不得大于 5cm ；拱、墙脚以上 1m 内断面不得欠挖；

2) 应尽量减少超挖，超挖部分应按要求回填密实。

4 预留变形量的大小应符合设计及规范要求，当沉降量较大超出设计范围时，应及时上报，并调整预留量。

5 应严格控制开挖进尺，每循环开挖进尺 V 级不应大于 1 榀钢架间距，IV 级围岩不得大于 2 榀钢架间距；边墙每循环开挖支护进尺不得大于 2 榀。

6 双向开挖接近贯通时，两端施工应加强联系，统一指挥，当两开挖面间距离小于两倍洞径时，应改为单向开挖，直到贯通为止。

7.4.3 初期支护施工应符合下列规定：

1 喷射混凝土

- 1) 开挖后应对暴露围岩进行初喷处理保证施工安全，并应尽快施作初期支护；
- 2) 采用分部开挖时，应在初期支护喷射混凝土强度达到设计强度的 70% 以上时，方可进行下一分部的开挖；
- 3) 喷射混凝土的材料、配合比应满足设计要求，并满足施工工艺要求；
- 4) 混凝土宜采用湿喷方式，一次喷射混凝土的厚度要适当，喷射角度、距离、速度要适中；分层喷射时，应在前一层终凝后进行，回弹物不得重新用作喷射混凝土材料；
- 5) 为保证喷射混凝土的质量，喷射混凝土应在终凝 2h 后进行初期养护，喷射后 4h 内不得进行爆破作业。

2 锚杆

- 1) 锚杆放入孔内或注浆前，应清除孔内岩粉、土屑和

积水；

- 2) 锚杆长度、规格应符合设计要求；
- 3) 锚杆应保持直线，并宜与所在部位的岩层主要结构面垂直；
- 4) 对锚杆的抗拔力、灌浆强度、孔径进行检查验收合格，而且要求灌浆密实饱满；注浆体强度达到 70% 设计强度前，不得敲击、碰撞或牵拉；
- 5) 锚杆应与垫板配合使用，垫板应与混凝土面密贴；
- 6) 锚杆施工应在喷射混凝土前施工完成，不得在喷射混凝土施工完成后进行补打；
- 7) 锁脚锚杆应在仰拱开挖前完成，并与钢架连接牢固。

3 钢筋网

- 1) 钢筋网的尺寸规格要符合设计要求，搭接长度为 1 个~2 个网孔；
- 2) 钢筋网应贴近岩面铺设，与受喷面的最大间隙不宜大于 30mm；
- 3) 钢筋网应在初喷一层混凝土后再进行铺设，并与锚杆、钢架或其他固定装置连接牢固；
- 4) 双层钢筋网施工时，第二层钢筋网片应在第一层钢筋网片被喷射混凝土完全覆盖后进行施工，且覆盖厚度不小于 30mm。

4 钢架

- 1) 钢架的尺寸规格应符合设计及规范要求；
- 2) 钢架安装前应及时清除拱脚虚渣，将拱脚放置在牢固的基础上，并保护好各台阶连接处连接板；
- 3) 钢架各单元连接应符合规范和设计要求，连接板螺栓须拧紧且每处不应少于 4 颗；

- 4) 钢架安装就位后, 钢架与围岩之间的间隙应用喷射混凝土充填密实, 喷射混凝土应由两侧拱脚向上喷射, 并将钢架覆盖, 临空一侧的喷射混凝土保护层厚度应不小于 20mm。

7.4.4 二次衬砌施工应符合下列规定:

- 1 仰拱开挖深度要符合设计要求, 施工前须将隧底积水、杂物、虚渣清理干净。
- 2 纵向钢筋与横向钢筋的连接可采用绑扎或焊接的方式。
- 3 相邻主筋搭接位置应错开, 错开距离不应小于 1000mm; 同一受力钢筋的两个搭接距离不应小于 1500mm。
- 4 钢筋的规格、间距、搭接长度、保护层厚度和焊缝要符合设计要求。
- 5 二次衬砌应及时施做, IV 级围岩距离开挖面不得大于 90m, V 级围岩距离开挖面不得大于 70m。
- 6 模筑混凝土施工应符合下列要求:
 - 1) 混凝土浇筑前, 应将拱脚的杂物、虚渣、积水清理干净;
 - 2) 混凝土浇筑前, 应对预埋件和排水管路的位置、尺寸、规格进行复核确认, 确保符合设计及规范要求;
 - 3) 混凝土的配合比应满足设计和规范要求, 施工中要严格按照配合比进行施工; 施工中不得进行加水等随意改变配比的操作;
 - 4) 混凝土浇筑时, 应充分振捣, 当机械振捣有困难时, 可配合人工振捣, 但振捣中不得对预埋设施造成移位或破坏;
 - 5) 衬砌应连续浇注并在初凝前完成; 如因故中断, 其中断时间应小于前层混凝土的初凝时间或能重塑时间;

当超过允许中断时间时，应按施工缝处理；

- 6) 混凝土浇筑时，应在拱顶预留注浆孔，且注浆孔间距应不大于 3m；
- 7) 模板放样时，允许将设计的衬砌轮廓线扩大 50mm，确保衬砌不侵入隧道建筑限界；
- 8) 当不承受外荷载的拱、墙混凝土强度达到 5.0MPa，承受围岩压力的拱、墙以及封顶和封口的混凝土强度达到设计要求后方可进行拆模。

7 衬砌的施工缝应与设计的沉降缝、伸缩缝结合布置，在有地下水的隧道中，所有施工缝、沉降缝和伸缩缝均应进行防水处理。

7.4.5 辅助施工应符合下列规定：

1 开挖前应做好超前支护，注浆的浆液应符合设计要求，具体配比应依据土层类型，通过试验选定，并根据注浆效果及时地进行调整。

2 超前钢管（锚杆）的规格、长度、角度、间距要符合设计及规范要求，末端应固定在钢架上；搭接长度要符合设计要求，一般不宜小于 1m。

3 超前钢管（锚杆）注浆以加固土层或围岩为主，注浆压力宜控制在 0.15MPa ~ 0.3MPa，最大不得超过 0.5MPa；注浆后根据注浆效果确定开挖时间，一般 4h ~ 8h 后可开挖。

4 当二次衬砌需要充填注浆时，宜在衬砌混凝土强度达到 100% 后进行，且注浆砂浆的强度应符合设计要求，注浆压力控制在 0.1MPa。

7.4.6 施工测量与监控量测应符合下列规定：

- 1 施工前应进行测量方案设计，并对设计交桩进行复测。
- 2 控制测量桩点应稳固、可靠。

3 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。

4 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 监控量测可分为必测项目和选测项目；必测项目是隧道工程应进行日常控制测量的项目，具体见表7.4.6-1。

表 7.4.6-1 监控量测必测项目表

序号	监测项目	测试方法和仪表	测试精度（mm）
1	洞内、外观察	现场观察、罗盘仪	—
2	隧道净空	收敛仪或全站仪	0.1
3	拱顶下沉	全站仪、水准仪	0.1
4	地表下沉	全站仪、水准仪	0.5

6 选测项目是为了满足隧道设计与施工的特殊要求进行监控量测的项目，具体见表7.4.6-2。

表 7.4.6-2 监控量测选测项目表

序号	监控量测项目	测量仪器	测试精度
1	围岩应力	压力盒	0.01MPa
2	钢架内力	钢筋计、应变计	0.1MPa
3	喷射混凝土内力	混凝土应变计	0.01MPa
4	二次衬砌内力	混凝土应变计、钢筋计	0.01MPa
5	初期支护与二次衬砌间接触压力	压力盒	0.01MPa
6	锚杆轴力	钢筋计	0.01MPa
7	围岩内部位移	多点位移计	0.1mm
8	隧底隆起	水准仪、钢钢尺或全站仪	0.1mm
9	爆破振动	振动传感器、记录仪	—
10	孔隙水压力	水压计	0.01MPa
11	水量	三角堰、流量计	—
12	纵向位移	多点位移计、全站仪	0.1mm

7 隧道地表沉降点应在隧道开挖前布设，地表沉降点与洞内观测点应在同一横断面内；沉降观测点的间距应符合表 7.4.6-3 的要求；隧道内观测点间距Ⅳ级围岩不得大于 10m，Ⅴ级围岩（含土层）不得大于 5m。

表 7.4.6-3 沉降观测点间距表

序号	隧道埋深与开挖宽度	断面间距（m）
1	$2B < H \leq 2.5B$	5 ~ 10
2	$B < H \leq 2B$	10 ~ 20
3	$H \leq B$	20 ~ 50

注：H 为隧道埋深，B 为隧道开挖宽度。

8 地表沉降点横向间距为 2m ~ 5m，隧道中线附近测点应适当加密，隧道中线两侧量测范围不应小于隧道埋深与隧道开挖高度之和，地表有控制性建（构）筑物时，量测范围应适当加宽。

9 必测项目的监控量测频率应根据测点距开挖面的距离及位移速度确定，可分别按照表 7.4.6-4 和表 7.4.6-5；由位移速度决定的监控量测频率和由距离决定的监控量测频率之中，原则上采用频率较高的，当出现异常情况时应加强监控量测的频率。

表 7.4.6-4 按距开挖面距离确定的监控量测频率

监控量测断面距开挖面距离（m）	监控量测频率
$(0 \sim 1) B$	2 次/d
$(1 \sim 2) B$	1 次/d
$(2 \sim 5) B$	1 次/（2 ~ 3）d
$> 5B$	1 次/7d

注：B 为隧道开挖宽度。

表 7.4.6-5 按位移速度确定的监控量测频率

位移速度 (mm/d)	监控量测频率
≥ 5	2 次/d
1 ~ 5	1 次/d
0.5 ~ 1	1 次/ (2 ~ 3) d
0.2 ~ 0.5	1 次/3d
< 0.2	1 次/7d

10 地表下沉量测应在开挖面前方，隧道埋深与隧道开挖高度之和处开始，直到衬砌结构封闭、下沉基本停止为止；每次量测后应对监控量测数据进行整理分析，并绘制变化速率曲线。

11 根据围岩变化速率及时调整施工参数，优化施工工艺，若变形速率较大超出要求范围时，应及时向建设、设计等单位汇报并建议变更设计。

7.4.7 特殊地段施工应符合下列规定。

不良地质和特殊岩土地段隧道施工前，应根据建设单位提供的工程地质水文条件制定专项施工方案，并进行评审，同时还应符合下列要求：

1 利用超前地质预报技术提前勘察开挖面前方地质及水文情况，并根据勘测情况制定相应的处治措施。

2 严格控制开挖进尺，当围岩较差时宜选用分部开挖法，墙脚、拱脚处应严格控制超欠挖。

3 施工过程中应加强沉降观测，当沉降数据异常时应暂停开挖并及时上报，加强临时支护，并根据监控量测数据调整支护参数。

4 应严格按照设计要求进行施工，当地下水丰富时，应提前采取排水措施，并利用注浆等方式对土层进行加固和防水处理，做好超前支护。

5 特殊地质施工除符合上述要求外,还应符合现行行业标准《公路隧道施工技术规范》JTG F60、《公路隧道施工技术细则》JTG/T F60 和《铁路隧道工程施工技术指南》TZ 204—2008 等相关规范的要求。

7.5 质量验收标准

7.5.1 工作井的围护结构、井内结构施工质量验收标准应按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202、《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的相关规定执行。

7.5.2 工作井应符合下列规定:

I 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。

检查方法:观察,按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 附录 F 第 F.0.3 条的规定逐座进行检查,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。

II 一般项目

4 工作井施工的允许偏差应符合表 7.5.2 的规定。

表 7.5.2 工作井施工的允许偏差

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
		水平扭转度		0.1% L			

注：H 为后背墙的高度（mm）；L 为后背墙的长度（mm）。

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。

检查方法：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。

检查方法：逐个观察、量测。

7 结构无明显渗水和水珠现象。

检查方法：按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 附录 F 第 F.0.3 条的规定逐座观察。

7.5.3 顶管管节应符合下列规定：

I 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现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 第 5 章的相关规定，焊缝无损探伤检验符合设计要求。

检查方法：逐个接口观察；检查钢管接口焊接检验报告。

3 无压管道、综合管廊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 管节接口端部应无破损、顶裂现象，接口处无滴漏。

检查方法：逐节观察，其中渗漏水程度检查按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 附录 F 第 F.0.3 条执行。

II 一般项目

5 钢管防腐层及焊缝处的外防腐层及内防腐层质量验收合格。

检查方法：观察；按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的相关规定进行检查。

6 管节与工作井出、进洞口的间隙连接牢固，洞口无渗漏水。
检查方法：观察每个洞口。

7 管节内应线形平顺，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。

检查方法：按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 附录 F 第 F.0.3 条、附录 G 的规定逐节观察。

8 有内防腐层的钢筋混凝土管道及构件，防腐层应完整、附着紧密。

检查方法：观察。

9 管道、综合管廊内应清洁，无杂物、油污。
检查方法：观察。

10 顶管施工贯通后管道的允许偏差应符合表 7.5.3 的规定。

表 7.5.3 顶管施工贯通后管道的允许偏差

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			

续表 7.5.3

检查项目				允许偏差 (mm)	检查数量		检查方法
					范围	点数	
4	曲线顶管内底高程	$R \leq 150D_i$	水平曲线	+100, -150	每管节	1点	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			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			

注：D_i为管道内径（mm）；L为顶进长度（mm）；ΔS为曲线顶管相邻管节接口允许的最大间隙与最小间隙之差（mm）；R为曲线顶管的设计曲率半径（mm）。

7.5.4 综合管廊顶进应符合下列规定：

I 主控项目

1 滑板轴线位置、结构尺寸、顶面坡度、锚梁、方向墩等应符合施工设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察，检查施工记录。

II 一般项目

2 滑板允许偏差应符合表 7.5.4-1 的规定。

表 7.5.4-1 滑板允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)	检查数量		检查方法
			范围	点数	
1	中线偏位	50	每座	4	用经纬仪测量纵、横各 1 点
2	高程	+ 50		5	用水准仪测量
3	平整度	5		5	用 2m 直尺、塞尺量

3 预制管廊允许偏差应符合表 7.5.4-2 的规定。

表 7.5.4-2 预制管廊允许偏差

检查项目			允许偏差 (mm)	检查数量		检查方法
				范围	点数	
1	断面尺寸	净空宽	± 30	每座 每节	6	用钢尺量，沿全长中间及两端的左、右各 1 点
		净空高	± 50		6	用钢尺量，沿全长中间及两端的上、下各 1 点
2	厚度		± 10		8	用钢尺量，每端顶板、底板及两侧壁各 1 点
3	长度		± 50		4	用钢尺量，两侧上、下各 1 点
4	侧向弯曲		$L/1000$		2	沿构件全长拉线、用钢尺量，左、右各 1 点
5	轴线偏位		10		2	用经纬仪测量
6	垂直度		$\leq 0.15\%$ H 且不大 于 10		4	用经纬仪测量或垂线和钢尺量，每侧 2 点
7	两对角线 长度差		75		1	用钢尺量顶板
8	平整度		5		8	用 2m 直尺、塞尺量（两侧内墙各 4 点）

4 混凝土结构表面应无孔洞、露筋、蜂窝、麻面和缺棱掉角等缺陷。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

5 综合管廊顶进允许偏差应符合表 7.5.4-3 的规定。

表 7.5.4-3 顶进允许偏差

检查项目			允许偏差 (mm)	检查数量		检查方法
				范围	点数	
1	轴线 偏位	$L > 15\text{m}$	100	每座 每节	2	用经纬仪测量， 两端各 1 点
		$15\text{m} \leq L \leq 30\text{m}$	200			
		$L > 30\text{m}$	300			
2	高程	$L > 15\text{m}$	+20 -100		2	用水准仪测量， 两端各 1 点
		$15\text{m} \leq L \leq 30\text{m}$	+20 -150			
		$L > 30\text{m}$	+20 -200			
3	相邻两端高差		50		1	用钢尺量

注：表中 L 为箱涵沿顶进轴线的长度（m）。

6 分节顶进的综合管廊就位后，接缝处应直顺、无渗漏。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

7.5.5 盾构施工应符合下列规定：

I 主控项目

1 盾构施工管廊贯通测量中误差应符合表 7.5.5-1 中的技术要求，贯通距离大于 2km 时贯通测量中误差应由设计、施工、测量人员共同确定。

表 7.5.5-1 管廊贯通测量中误差要求

贯通距离（km）		≤ 2
盾构管廊	横向贯通测量中误差（mm）	± 75
	高程贯通测量中误差（mm）	± 25

2 管片出厂时的混凝土强度与抗渗等级应符合设计要求。

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 的规定。

检查方法：检查同条件混凝土试件的强度和抗渗报告。管片

的出厂强度可用回弹法检测。

3 管片模具允许偏差应符合表 7.5.5-2 中的要求。

表 7.5.5-2 管片模具允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）	检查数量	检查方法
1	宽度	±0.4	6 点/片	内径千分尺
2	弧弦长	±0.4	2 点/片，每点 2 次	样板、塞尺
3	内腔高度	-1 ~ +2	4 点/片	高度尺

4 管片钢筋骨架施工应符合表 7.5.5-3 中的要求。

表 7.5.5-3 管片钢筋骨架加工、安装偏差

检查项目		允许偏差（mm）	检查数量	检查方法
1	主筋间距	±10	按每日生产量的 3% 进行抽检，每日抽检不少于 3 件，每片骨架检查 4 点	尺量
2	主筋层距	±5		
3	保护层厚度	+5， -3		
4	箍筋间距	±10		
5	分布筋间距	±5		
6	骨架长、宽、高	+5， -10		

5 预制钢筋混凝土管片日生产 15 环应抽取 1 块管片进行检验，尺寸允许偏差和检查方法应符合表 7.5.5-4 中的要求。

表 7.5.5-4 预制成型管片允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）	检查数量	检查方法
1	宽度	±1	3 点	卡尺
2	弧弦长	±1	3 点	样板塞尺
3	厚度	+3/ - 1	3 点	钢卷尺

6 钢筋混凝土管片应定期进行检漏测试；每套钢模每生产 200 环后应进行水平拼装检验一次，检验结果应符合表 7.5.5-5 的要求。

表 7.5.5-5 管片水平拼装检验允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）	检查数量	检查方法
1	环向缝间隙	2	每环测 6 点	塞尺
2	纵向缝间隙	2	每条缝测 2 点	塞尺
3	成环后内径	±2	测 4 条（不放衬垫）	用钢卷尺量
4	成环后外径	+6，-2	测 4 条（不放衬垫）	用钢卷尺量

7 钢管片构件应采用整块钢材，不得拼接。钢管片尺寸偏差、水平拼装和检验方法应符合混凝土预制成型管片允许误差和水平拼装检验允许偏差的要求。

钢管片焊缝表面不得有焊接缺陷，主要焊缝应按 50% 比例进行着色探伤或磁粉探伤检查。

8 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 7.5.5-6 划分。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察或尺量。

表 7.5.5-6 混凝土管片外观质量缺陷等级

缺陷		缺陷描述	等级
1	露筋	管片内钢筋未被混凝土包裹而外露	严重缺陷
2	蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	严重缺陷
3	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
4	夹渣	混凝土内夹有杂物且深度超过保护层厚度	严重缺陷
5	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	严重缺陷
		非贯穿性干缩裂缝	一般缺陷
6	外形缺陷	棱角磕碰、飞边等	一般缺陷
7	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

9 结构表面应无裂缝、无缺棱掉角，管片接缝应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查，检查施工日志。

10 隧道防水应符合设计要求。

检查数量：逐环检查。

检查方法：观察检查，检查施工日志。

11 隧道轴线平面位置和高程偏差应符合表 7.5.5-7 的规定。

表 7.5.5-7 隧道轴线平面位置和高程偏差

检查项目		允许偏差（mm）	检查数量	检查方法
1	隧道轴线平面位置	± 150	15 环	用经纬仪测量
2	隧道轴线高程	± 150	15 环	用水准仪测量

II 一般项目

12 存在一般缺陷的管片数量不得大于同期生产管片总数量的 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。

检查方法：观察，检查技术处理方案。

13 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 块管片进行检漏测试。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，应逐块检测。

检查方法：观察、尺量。

14 隧道允许偏差值应符合表 7.5.5-8 的规定。

表 7.5.5-8 隧道允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）	检查数量	检查方法
1	衬砌环直径椭圆度	$\pm 1\% D$	15 环	尺量后计算
2	相邻管片的径向错台	20	3 点/环	尺量
3	相邻管片环向错台	25	1 点/环	尺量

注：D 指隧道的外直径，单位：m。

7.5.6 浅埋暗挖施工应满足下列规定：

I 主控项目

1 隧道总体允许偏差应符合表 7.5.6-1 的要求。

表 7.5.6-1 隧道总体允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）	检查数量		检查方法
			范围	点数	
1	隧道净宽	不小于设计规定	每 20m 一个断面	1	用尺量
2	隧道净高	不小于设计规定	每 20m 一个断面	1	用尺量
3	轴线偏移	20	每 20m	1	用经纬仪检查
4	轴线中心线与隧道中心线的衔接	20	每 20m	1	用经纬仪检查

注：若为曲线段，检查频率可为每 50m 检测一个点。

2 隧道开挖断面的中线、高程应符合设计要求。开挖轮廓线力求圆顺，应预留围岩变形量，以防止出现净空不够的情况，严格控制局部超挖现象。

检查数量：每一开挖循环检查一次。

检查方法：激光断面仪、全站仪、经纬仪、水准仪测量。

3 隧道不应欠挖，如遇到大块完整坚硬岩石，在确认不影响衬砌结构稳定和强度时，允许岩石个别突出部分（每 1m² 内

不大于 0.1m^2) 欠挖, 但其隆超量不得大于 5cm 。拱、墙脚以上 1m 内断面不得欠挖。

检查数量: 每一开挖循环检查一次。

检查方法: 采用激光断面仪、全站仪、经纬仪量测周边轮廓断面, 绘断面图与设计断面核对。

4 喷射混凝土的强度应符合设计要求, 用于检查喷射混凝土强度的试件, 可采用喷大板切割法制取。当对强度有怀疑时, 可在混凝土喷射地点采用钻芯取样法随机抽取制作试件做抗压试验。

检查数量: 每一作业循环检验一次, 每个循环至少在拱部和边墙各留置一组检验试件。

检查方法: 进行混凝土强度试验; 检查混凝土强度试验报告。

5 喷射混凝土表面基本平整密实, 无裂缝、空鼓、脱落现象, 无锚杆和钢筋网外露情况。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 观察; 用小锤轻击检查。

6 锚杆数目、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; 锚杆与岩面的倾角符合施工规定。

检查数量: 全部。

检查方法: 观察; 尺量。

7 锚杆插入孔内的长度不得短于设计长度的 95% , 锚杆长度不得短于设计值。

检查数量: 检查锚杆数的 10% 。

检查方法: 尺量。

8 钢筋网的制作应符合设计要求。

检查数量: 全数检查。

检查方法：观察；尺量。

9 钢架安装的位置、接头连接、纵向拉杆应符合设计要求，钢架安装不得侵入二次衬砌断面，脚底不得有虚碴。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察；尺量。

10 沿钢架外缘每隔 2m 应用钢楔或混凝土预制块与围岩顶紧，钢架与围岩间的间隙应采用喷射混凝土喷填密实。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

11 钢架安装间距和保护层厚度允许偏差应符合表 7.5.6-2 的要求。

表 7.5.6-2 钢架安装间距和保护层允许偏差

	检查项目	允许偏差（mm）	检查数量	检查方法
1	安装间距	± 100	每榀	尺量
2	保护层厚度	-5	每榀自拱顶 每 3m 检查 1 点	凿孔检查，尺量

12 管棚（超前小导管）搭接长度应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察；尺量。

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

检查数量：管棚（超前小导管）数量的 10%。

检查方法：尺量。

II 一般项目

14 隧道开挖断面允许超挖值和检查方法应符合表 7.5.6-3 的要求。

表 7.5.6-3 隧道洞身开挖允许偏差

检查项目			规定值或允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
1	拱部超挖	破碎岩、土等 (V 级围岩)	平均 100, 最大 150	每一开挖循环检查一个断面	水准仪或激光断面仪
		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	每侧	+100, 0		尺量
		全宽	+200, 0		
3	仰拱、隧底超挖		平均 100, 最大 250		水准仪

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。

15 喷射混凝土施工质量应符合表 7.5.6-4 的要求。

表 7.5.6-4 喷射混凝土施工质量标准

检查项目	规定值或允许偏差	检查数量	检查方法
1 喷射厚度	平均厚度 $\geq$ 设计厚度; 检查点的 90% $\geq$ 设计厚度; 最小厚度 ≥ 0.5 倍设计厚度, 且 $\geq 50\text{mm}$	每 10m 检查一个断面, 每个断面从拱顶中线起每 3m 检查 1 点	凿孔法或雷达探测仪
2 空洞检测	无空洞、无杂物	每 10m 检查一个断面, 每个断面从拱顶中线起每 3m 检查 1 点	凿孔法或雷达探测仪

16 喷射前要检查开挖断面的质量, 用不低于喷射混凝土强度的混凝土处理好超挖, 不允许欠挖。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 观察。

17 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，喷层内不得添加石渣和木板等杂物，必要时应进行黏结力测试。喷射混凝土不得挂模喷射，受喷面应是原岩面。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

18 锚杆孔应保持直线，一般情况下应保持与隧道衬砌法线方向垂直。当隧道内岩层结构面出露明显时，锚杆孔宜与岩层主要结构面垂直，锚杆垫板应与基面密贴。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

19 锚杆施工允许偏差应符合表 7.5.6-5 的规定。

表 7.5.6-5 锚杆施工允许偏差

检查项目		允许偏差	检查方法
1	锚杆拔力	拔力平均值，不小于设计值，最小均值不小于设计值的 90%	用拔力机进行，300 根抽检一组
2	孔眼深度（mm）	± 50	用尺量
3	锚固长度	不小于设计规定值	用尺量
4	孔距误差（mm）	± 15	用尺量

20 钢筋网搭接长度应为 1 个~2 个网孔，允许偏差为 ±50mm。

检查数量：每批检验 1 次，随机抽样 5 片。

检查方法：尺量。

21 钢筋网实测项目允许偏差应符合表 7.5.6-6 的规定。

表 7.5.6-6 钢筋网施工允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）	检查数量	检查方法
1	钢筋保护层厚	≥10	每 20m 检查 5 点	凿孔检查，尺量

续表 7.5.6-6

检查项目		允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
2	与受喷岩面的间隙	≤ 30	每 20m 检查 10 点	尺量
3	网的长、宽	± 10	全数	尺量
4	网格间距	± 10	每批检验 1 次, 随机抽样 5 片	尺量

22 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: 全数检查。

检查方法: 观察; 试验。

23 钢架施工允许偏差应符合表 7.5.6-7 的规定。

表 7.5.6-7 钢架施工质量标准

检查项目			允许偏差	检查数量	检查方法
1	倾斜度 ($^{\circ}$)		± 2	每榀	用经纬仪测量
2	安装偏差 (mm)	横向	± 50	每榀	尺量
		竖向	不低于设计标高		
3	拼装偏差 (mm)		± 3	每榀	尺量

24 混凝土衬砌施工质量应符合表 7.5.6-8 的规定。

表 7.5.6-8 混凝土衬砌施工质量标准

检查项目		规定值或允许偏差	检查数量	检查方法
1	混凝土强度	在合格标准内	全数	检查试件强度报告
2	边墙平面位置 (mm)	± 10	全数	尺量
3	拱部高程 (mm)	+30, 0	按桩号	用水准仪测量
4	衬砌厚度	不小于设计值	随机	用激光断面仪或地质雷达检测
5	边墙、拱部表面平整度 (mm)	15	每侧检查 5 处	2m 直尺、塞尺或断面仪测量

25 衬砌钢筋施工质量应符合表 7.5.6-9 的规定。

表 7.5.6-9 衬砌钢筋施工质量标准

检查项目		规定值或允许偏差	检查数量	检查方法
1	主筋间距 (mm)	± 10	连续 3 处以上	尺量
2	两层钢筋间距 (mm)	± 5	两端、中间各一处以上	尺量
3	箍筋间距 (mm)	± 20	连续 3 处以上	尺量
4	钢筋加工长度 (mm)	$-10, +5$	每 20m 检查 2 根	尺量
5	钢筋保护层厚度 (mm)	$+10, -5$	两端、中间各一处	尺量

26 超前小导管施工允许偏差和检验方法应符合表 7.5.6-10 的规定。

表 7.5.6-10 超前小导管施工允许偏差

检查项目	外插角 (°)	孔间距 (mm)	孔深 (mm)	检查数量	检查方法
小导管	2	± 50	大于钢管长度设计值	每环抽查 3 根	仪器测量、尺量

27 超前管棚施工允许偏差和检验方法应符合表 7.5.6-11 的规定。

表 7.5.6-11 超前管棚施工允许偏差

检查项目	外插角 (°)	孔间距 (mm)	孔深 (mm)	检查数量	检查方法
管棚	2	± 50	大于钢管长度设计值	全数	仪器测量、尺量

8 防水工程

8.1 一般规定

8.1.1 防水材料应经具备相应资质的检测单位进行抽样检验，并出具产品性能检测报告。

8.1.2 综合管廊使用的防水材料及其配套材料，应符合现行行业标准《建筑防水涂料中有害物质限量》JC 1066 的规定，不得对周围环境造成污染。

8.1.3 综合管廊防水工程施工期间，应保持地下水位稳定在工程底部最低高程 0.5m 以下，必要时应采取降水措施。对采用明沟排水的基坑，应保持基坑干燥。

8.1.4 综合管廊防水材料施工环境气温条件宜符合表 8.1.4 的规定。

表 8.1.4 防水材料施工环境气温条件

防水材料	施工环境气温条件	
高聚物改性沥青防水卷材	冷粘法、自粘法	$\geq 5^{\circ}\text{C}$
	热熔法	$\geq -10^{\circ}\text{C}$
合成高分子防水卷材	冷粘法、自粘法	$\geq 5^{\circ}\text{C}$
	焊接法	$\geq -10^{\circ}\text{C}$
有机防水涂料	溶剂型	$-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$
	反应型、水乳型	$5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$
无机防水涂料	$5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$	
防水混凝土、防水砂浆	$5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$	

8.1.5 综合管廊防水工程施工前，应掌握结构主体及细部构造的防水要求，编制防水工程专项施工方案，按程序报批后组织

实施。

8.1.6 综合管廊工程应按设计的防水等级标准进行验收。

8.2 主体防水

I 防水混凝土

8.2.1 防水混凝土抗渗等级应符合设计要求。

8.2.2 防水混凝土应满足抗渗等级的要求，并根据综合管廊所处的环境和工作条件，满足抗压、抗冻和抗侵蚀等耐久性要求。

8.2.3 水泥的选择应符合下列规定：

1 水泥品种宜采用符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的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。

8.2.4 砂、石的选择应符合下列规定：

1 用砂质量要求应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 的规定。

2 碎石或卵石质量要求应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685 的规定。

3 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。

8.2.5 矿物掺合料的选择应符合下列规定：

1 粉煤灰的品质应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的有关规定。

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/T 18046 的有关规定。

4 复合掺合料的品质应符合现行国家标准《混凝土用复合掺合料》JG/T 486 的有关规定。

8.2.6 混凝土拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

8.2.7 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》GB 50119 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 不得使用对人体产生危害、对环境产生污染的外加剂。

8.2.8 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 $3\text{kg}/\text{m}^3$ 。

7 预拌混凝土的初凝时间宜为 6h ~ 8h。

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

8.2.10 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 8.2.10-1 的规定。

表 8.2.10-1 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/T 50080 的有关规定。混凝土坍落度允许偏差应符合 8.2.10-2 的规定。

表 8.2.10-2 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，应进行二次搅拌。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参加同品种的减水剂进行搅拌，不得直接加水。

8.2.11 防水混凝土应分层连续浇筑，分层厚度不得大

于 500mm。

8.2.12 用于防水混凝土的模板应拼缝严密、支撑牢固。

8.2.13 防水混凝土应采用机械振捣，避免漏振、欠振和超振。

8.2.14 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。拱（板）墙结合的水平施工缝，宜留在拱（板）墙接缝线以下 150mm ~ 300mm 处。墙体有预留孔洞时，施工缝距孔洞边缘不应小于 300mm。

2 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 30mm ~ 50mm 厚的 1 : 1 水泥砂浆，并及时浇筑混凝土。

3 选用遇水膨胀止水条（胶）时，应与接缝表面密贴；遇水膨胀止水条（胶）应具有缓胀性能，7d 的净膨胀率不大于最终膨胀率的 60%，最终膨胀率宜大于 220%。

4 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。

8.2.15 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应穿过混凝土结构时，可采用工具式螺栓或螺栓加堵头，螺栓上应加焊止水环。拆模后应将留下的凹槽用密封材料封堵密实，并用聚合物砂浆抹平。

8.2.16 防水混凝土终凝后应立即进行养护，养护时间不得少于 14d。

8.2.17 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，不得采用电热法或蒸汽直接加热法。

3 应采取保湿保温措施。

8.2.18 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》GB 50204 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/T 50081 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/T 50107 的有关规定。

8.2.19 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 500m^3 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/T 50082 的有关规定。

8.2.20 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。

8.2.21 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 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

II 水泥砂浆防水层

8.2.22 水泥砂浆防水层可用于综合管廊工程主体结构的迎水面

或背水面。不适用于受持续振动的综合管廊工程。

8.2.23 水泥砂浆防水层应在综合管廊主体结构验收合格后施工。

8.2.24 水泥砂浆防水层所用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。

2 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%。

3 用于拌制水泥砂浆的水，应符合现行国家标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

4 聚合物乳液的外观为均匀液体，无杂质、无沉淀、不分层。

5 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。

8.2.25 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，并应充分湿润、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，再施工水泥砂浆防水层。

8.2.26 水泥砂浆防水层施工应符合下列规定：

1 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。

2 水泥砂浆防水层各层应紧密粘合，每层宜连续施工；应留设施工缝时，应采用阶梯坡形槎，但与阴阳角处的距离不得小于 200mm。

3 水泥砂浆终凝后应及时进行养护，养护温度不宜低于

5℃，并应保持砂浆表面湿润，养护时间不得少于 14d。

4 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。

5 冬季施工时，气温不得低于 5℃，夏季不宜高于 30℃ 或烈日强射下施工。

8.2.27 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。

III 卷材防水层

8.2.28 卷材防水层适用于经常处在地下水环境且受侵蚀性介质作用或受振动作用的综合管廊工程；卷材防水层应铺设在主体结构的迎水面。

8.2.29 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。

8.2.30 卷材防水层的基面应坚实、平整、清洁，阴阳角应做成圆弧或 45° 坡角，其尺寸应根据卷材品种确定；在转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位应铺贴卷材加强层，加强层宽度不应小于 300mm ~ 500mm。

8.2.31 铺贴卷材不得在雨天、雪天、五级以上大风中施工；冷粘法、自粘法施工的环境气温不宜低于 5℃，热熔法、焊接法施工的环境气温不宜低于 -10℃。在施工过程中下雨或下雪时，应做好已铺卷材的防护工作。

8.2.32 防水卷材的搭接宽度应符合表 8.2.32 的要求。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，且两层卷材不得相互垂直铺贴。

表 8.2.32 卷材防水搭接宽度

卷材品种	搭接宽度 (mm)
弹性体改性沥青防水卷材	100
改性沥青聚乙烯胎防水卷材	100
自粘聚合物改性沥青防水卷材	80
三元乙丙橡胶防水卷材	100/60 (胶粘剂/胶粘带)
聚氯乙烯防水卷材	60/80 (单焊缝/双焊缝)
	100 (胶粘剂)
聚乙烯丙纶复合防水卷材	100 (粘结料)
高分子自粘胶膜防水卷材	70/80 (自粘胶/胶粘带)

8.2.33 冷粘法铺贴卷材应符合下列规定：

- 1 胶粘剂应涂刷均匀，不得露底、堆积。
- 2 根据胶粘剂的性能，应控制胶粘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，辊压粘贴牢固。
- 4 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得扭曲、皱折。
- 5 卷材接缝部位应采用专用胶粘剂或胶粘带满粘，接缝口应用密封材料封严，其宽度不应小于 10mm。

8.2.34 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，并粘贴牢固。
- 3 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得扭曲、皱折。
- 4 卷材接缝部位应溢出热熔的改性沥青胶料，并粘贴牢固、

封闭严密。

8.2.35 自粘法铺贴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 侧墙、顶板铺贴时，排除卷材下面的空气，辊压粘贴牢固。
- 3 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得扭曲、皱折和起泡。
- 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。

8.2.36 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 焊接时应先焊长边搭接缝，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。

8.2.37 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黏结材料。
- 2 卷材与基层粘贴应采用满粘法，黏结面积不应小于90%，刮涂黏结料应均匀，不得露底、堆积、流淌。
- 3 固化后的黏结料厚度不应小于1.3mm。
- 4 卷材接缝部位应挤出黏结料，接缝表面处应涂刮1.3mm厚50mm宽聚合物水泥黏结料封边。
- 5 聚合物水泥黏结料固化前，不得在其上行走或进行后续作业。

8.2.38 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，短边应采用胶粘带搭接，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。

8.2.39 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。

8.2.40 采用外防外贴法铺贴卷材防水层时，应符合下列规定：

1 应先铺平面、后铺立面，交接处应交叉搭接。

2 临时性保护墙宜采用石灰砂浆砌筑，内表面宜做找平层。

3 从底面折向立面的卷材与永久性保护墙的接触部位，应采用空铺法施工；卷材与临时性保护墙或围护结构模板的接触部位，应将卷材临时贴附在该墙上或模板上，并应将顶端临时固定。

4 当不设保护墙时，从底面折向立面的卷材接槎部位应采取可靠的保护措施。

5 混凝土结构完成,铺贴立面卷材时,应先将接槎部位的各层卷材揭开,并应将其表面清理干净,如卷材有局部损伤,应及时进行修补。

6 铺贴卷材需要临时固定时,不得损伤主体结构。

IV 涂料防水层

8.2.41 无机防水涂料施工前,基层表面应干净、平整、无浮浆,基面充分润湿后,不得有明水。

8.2.42 有机防水涂料基层表面应干燥。当基层面较潮湿时,应涂刷湿固化型胶结剂或潮湿界面隔离剂。

8.2.43 涂料防水层的施工应符合下列规定:

1 多组分涂料应按配合比准确计量,搅拌均匀,并应根据有效时间确定每次配制的用量。

2 涂料应分层涂刷或喷涂,涂层应均匀,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。

3 涂料防水层的甩槎处接槎宽度不应小于 100mm,接涂前应将其甩槎表面处理干净。

4 采用有机防水涂料时,基层阴阳角处应做成圆弧;在转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位应增加胎体增强材料和增涂防水涂料,宽度不应小于 500mm。

5 胎体增强材料的搭接宽度不应小于 100mm。上下两层和相邻两幅胎体的搭缝应错开 1/3 幅宽,且上下两层胎体不得相互垂直铺贴。

6 涂膜固化前如有降雨可能时,应及时做好已完涂层的保护工作。

8.2.44 涂料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。

8.2.45 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。

8.3 细部构造

8.3.1 综合管廊防水工程细部构造工程有：变形缝、施工缝、穿墙管、埋设件、预留通道接头、集水坑等防水处理。

8.3.2 综合管廊结构应在纵向设置变形缝，变形缝的设置应符合下列规定：

1 结构纵向刚度突变处以及上覆荷载变化处或下卧土层突变处，应设置变形缝。

2 变形缝的宽度宜为 20mm ~ 30mm。

3 变形缝应设置橡胶止水带、填缝材料和镶嵌材料等止水构造。

8.3.3 中埋式止水带施工应符合下列规定：

1 止水带埋设应准确，中间空心圆环应与变形缝的中心线重合。

2 止水带应固定，顶板、底板内止水带应安装成盆状。

3 中埋式止水带先施工一侧混凝土时，其端模应支撑牢固，并应严防漏浆。

4 止水带的接缝应设在边墙较高位置上，不得设在结构转角处，接头宜用热压焊接，接缝应平整、牢固，不得有裂口和脱

胶现象。

5 中埋式止水带在转弯处应做成圆弧形，并宜采用专用钢筋套或扁钢固定。

8.3.4 在综合管廊止水带安装过程中，不得损伤、污染止水带。支、拆模板，清理施工缝，嵌缝时不得用锐利物品接触止水带，不得有油污、泥土等。

8.3.5 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、涂刷混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料，再铺 30mm ~ 50mm 厚的 1 : 1 水泥砂浆，并及时浇筑混凝土。

8.3.6 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，并及时浇筑混凝土。

8.3.7 墙体水平施工缝应留设在高出底板表面不小于 300mm 的墙体上。拱、板与墙结合的水平施工缝，宜留在拱、板与墙交接处以下 150mm ~ 300mm 处；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。

8.3.8 变形缝处表面粘贴卷材或涂刷涂料前，应在缝上设置隔离层和加强层。

8.3.9 用于伸缩的变形缝宜少设，可根据不同的工程结构类别、工程地质情况采用后浇带、加强带、诱导缝等代替措施。

8.3.10 变形缝处的混凝土结构厚度不应小于 300mm，变形缝的宽度宜为 20mm ~ 30mm。

8.3.11 遇水膨胀止水带应具有缓膨胀性能；止水条与施工缝基面应密贴，中间不得有空鼓、脱离等现象；止水条应牢固地安装在缝表面或预埋凹槽内；止水条采用搭接连接时，搭接宽度不得小于 30mm。

8.3.12 遇水膨胀止水胶应采用专用注胶器挤出粘结在施工缝表面，并做到连续、均匀、饱满，无气泡和孔洞，挤出宽度及厚度应符合设计要求；止水胶挤出成型后，固化期内应采取临时保护措施；止水胶固化前不得浇筑混凝土。

8.3.13 预埋注浆管应设置在施工缝断面中部，注浆管与施工缝基面应密贴并固定牢靠，固定间距宜为 200mm ~ 300mm；注浆导管与注浆管的连接应牢固、严密，导管埋入混凝土内的部分应与结构钢筋绑扎牢固，导管的末端应临时封堵严密。

8.3.14 安设于结构内侧的可卸式止水带所需配件应一次配齐，转角处应做成 45°坡角，并增加紧固件的数量。

8.3.15 嵌填密封材料的缝内两侧基面应平整、洁净、干燥，并应涂刷基层处理剂；嵌缝底部应设置背衬材料。

8.3.16 当主体结构迎水面有柔性防水层时，防水层与穿墙管连接处应增设加强层。

8.3.17 固定式穿墙管应加焊止水环或环绕遇水膨胀止水圈，并做好防腐处理；穿墙管应在主体结构迎水面预留凹槽，槽内应用密封材料嵌填密实。

8.3.18 套管式穿墙管的套管与止水环及翼环应连续满焊，并做好防腐处理；套管内表面应清理干净，穿墙管与套管之间应用密封材料和橡胶密封圈进行密封处理，并采用法兰盘及螺栓进行固定。

8.3.19 穿墙盒的封口钢板与混凝土结构墙上预埋的角钢应焊严，并从钢板上的预留浇注孔注入改性沥青密封材料或细石混凝土，封填后将浇注孔口用钢板焊接封闭。

8.3.20 密封材料嵌填应密实、连续、饱满，黏结牢固。

8.3.21 埋设件端部、集水坑或预留孔、槽底部的混凝土厚度不得小于 250mm；当混凝土厚度小于 250mm 时，应局部加厚或采

取其他防水措施，并应使防水层保持连续。

8.3.22 预留孔、槽内的防水层应与主体防水层保持连续。

8.3.23 用膨胀螺栓固定可卸式止水带时，止水带与紧固件压块以及止水带与基面之间应结合紧密。采用金属膨胀螺栓时，应选用不锈钢材料或进行防锈处理。

8.3.24 孔口防水构造应符合设计要求。

8.3.25 通向地面的各种空口应采取防地面水倒灌的措施，人员出入口应高出地面不应小于 500mm。

8.4 质量验收标准

8.4.1 防水层应符合下列规定：

I 主控项目

1 防水砂浆的原材料及配合比应符合设计要求。

检查方法：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 防水砂浆的黏结强度和抗渗性能应符合设计要求。

检查方法：检查砂浆黏结强度、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。

检查数量：每 100m² 抽查 1 处，每处 10m²，且不得少于 3 处。

检查方法：观察；用小锤轻击检查。

4 卷材防水层所用卷材及其配套材料应符合设计要求。

检查方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

5 卷材防水层在转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位做法应符合设计要求。

检查方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

6 涂料防水层所用的材料及配合比应符合设计要求。

检查方法：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。

7 涂料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 90%。

检查数量：每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

检查方法：用针测法检查。

8 涂料防水层在转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位做法应符合设计要求。

检查方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

9 塑料防水板及其配套材料应符合设计要求。

检查方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

II 一般项目

10 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。

检查数量：每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

检查方法：观察。

11 水泥砂浆防水层施工缝留槎位置应正确，接槎应按层次序操作，层层搭接紧密。

检查数量：每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

检查方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

12 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%。

检查数量：每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

检查方法：用针测法检查。

13 水泥砂浆防水层表面平整度的允许偏差应为 5mm 。

检查数量：每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

检查方法：用 2m 靠尺和楔形塞尺检查。

14 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。

检查数量：每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

检查方法：观察。

15 采用外防外贴法铺贴卷材防水层时，立面卷材接槎的搭接长度，高聚物改性沥青类卷材应为 150mm ，合成高分子类卷材应为 100mm ；当使用两层卷材时，卷材应错槎接缝，上层卷材应盖过下层卷材。

检查数量：每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

检查方法：观察；尺量。

16 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。

检查数量：每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

检查方法：观察；尺量。

17 卷材搭接宽度的允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ 。

检查数量：每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

检查方法：观察；尺量。

18 涂料防水层应与基层粘结牢固，涂刷均匀，不得流淌、起泡、露槎。

检查数量：每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

检查方法：观察。

19 涂层间夹铺胎体增强材料时，防水涂料胎体应充分浸透，不得露胎体、翘边和皱折。

检查数量：每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处。

检查方法：观察。

20 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。

检查方法：观察。

8.4.2 防水细部构造工程应符合下列规定：

I 主控项目

1 综合管廊防水细部构造工程用止水带、填缝材料、遇水膨胀止水条或止水胶、水泥基渗透结晶型防水涂料、预埋注浆管和密封材料应符合设计要求。

检查方法：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 综合管廊防水细部构造工程防水构造应符合设计要求。

检查方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

3 中埋式止水带埋设位置应准确，其中间空心圆环与变形缝的中心线应重合。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

4 止水带埋设位置应准确，固定应牢靠，并与固定止水带的基层密贴，不得出现空鼓、翘边等现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

5 遇水膨胀止水胶应采用专用注胶器挤出粘结在施工缝表面，并做到连续、均匀、饱满，无气泡和孔洞，挤出宽度及厚度应符合设计要求；止水胶挤出成型后，固化期内应采取临时保护措施；止水胶固化前不得浇筑混凝土。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

6 止水条施工应符合表 8.4.3 的要求。

表 8.4.3 止水条施工质量标准

检查项目		规定值或允许 偏差 (mm)	检查数量	检查方法
1	纵向偏差	± 50	每环至少 3 处	尺量
2	偏离衬砌中心线	≤ 30	每环至少 3 处	尺量

9 附属构筑物

9.1 一般规定

9.1.1 综合管廊附属构筑物主要包括检查井、投料口、通风口等各类井室孔口。

9.1.2 附属构筑物工程施工应合理安排与其相关的构筑物施工顺序，确保结构和施工安全。

9.1.3 附属构筑物水平位置、高程、结构尺寸、工艺尺寸等应符合设计要求。

9.1.4 综合管廊附属构筑物的施工除应符合本节规定外，其砌体结构、混凝土结构、预埋件、接地体和栏杆施工尚应符合国家有关规范的规定。

9.1.5 综合管廊附属工程验收时应检查下列文件和记录：

- 1 施工图设计说明及其他设计文件。
- 2 材料的产品合格证书、性能检测报告、进场验收记录和复验报告。
- 3 隐蔽工程验收记录。
- 4 施工记录。

9.1.6 施工中应采取相应的技术措施，避免管道主体结构与附属构筑物之间产生过大差异沉降，而致使结构开裂、变形、破坏。

9.2 各类井室孔口

9.2.1 管道接口不应包覆在附属构筑物的结构内部。

9.2.2 管道穿过井壁的施工应符合设计要求，设计无要求时应

符合下列规定：

1 金属类无压力管道，其管外壁与砌筑井壁洞圈之间为刚性连接时，水泥砂浆应坐浆饱满、密实。

2 金属类压力管道，井壁洞圈应预设套管，管道外壁与套管的间隙应四周均匀一致，其间隙宜采用柔性或半柔性材料填嵌密实。

3 对于现浇混凝土结构井室，井壁洞圈应振捣密实。

9.2.3 综合管廊工程检查井、投料口、通风口等工程采用现浇钢筋混凝土结构的井室施工应符合下列规定：

1 浇筑前，钢筋、模板工程经检验合格，混凝土配合比满足设计要求。

2 振捣密实，无漏振、走模、漏浆等现象。

3 应及时进行养护，强度等级未达设计要求不得受力。

4 浇筑时应同时安装踏步，踏步安装后在混凝土未达到规定抗压强度前不得踩踏。

9.2.4 有支管、连接管接入的井室，应在井室施工的同时安装预留支管、连接管，预留管的管径、方向、高程应符合设计要求，管与井壁衔接处应严密，应符合防水要求。

9.2.5 设备基础、穿墙管道等采用二次混凝土或灌浆施工时应密实不渗，宜选择具有流动性好、早强快凝的微膨胀混凝土或灌浆材料。穿墙部位施工，其填缝填料、止水措施应符合设计要求。

9.2.6 井盖选用的型号、材质应符合设计要求；设计未要求时，宜采用标志明显的球墨铸铁井盖；道路上的井室应使用重型井盖，装配稳固；井盖下方安装尼龙防坠网。

9.2.7 安装管廊盖板应符合以下规定：

1 安装前，墙顶应清扫干净，洒水湿润，而后铺浆安装。

安装的板缝宽度应均匀一致，吊装时应轻放，不得碰撞。

2 盖板就位后，相邻板底错台不应大于 10mm，板端压墙长度允许偏差 $\pm 10\text{mm}$ ，板缝及板端的三角灰采用水泥砂浆填实。

9.3 质量验收标准

各类检查井、投料口、通风口工程应符合下列规定：

I 主控项目

1 所用的原材料、预制构件的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、性能检验报告、进场验收记录。

2 砌筑水泥砂浆强度、结构混凝土强度符合设计要求。

检查数量：每 50m^3 砌体或混凝土每浇筑 1 个台班一组试块。

检查方法：检查水泥砂浆强度、混凝土抗压强度试块试验报告。

3 砌筑结构应灰浆饱满、灰缝平直，不得有通缝、瞎缝；预制装配式结构应坐浆、灌浆饱满密实，无裂缝；混凝土结构无严重质量缺陷；井室无渗水、水珠现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

II 一般项目

4 混凝土无明显一般质量缺陷；无明显湿渍现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

5 检查井、投料口、通风口内部构造符合设计要求，且位置及尺寸正确，无建筑垃圾等杂物。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察；尺量。

6 踏步位置正确、牢固。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察；尺量。

7 井盖规格符合设计要求，安装稳固。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

8 各类检查井、投料口、通风口的允许偏差应符合表 9.3 的规定。

表 9.3 检查井、投料口、通风口的允许偏差

检查项目			允许偏差 (mm)	检查数量		检查方法
				范围	点数	
1	平面轴线位置（轴向、垂直轴向）		15	每座	2	尺量、经纬仪测量
2	结构断面尺寸		+9，0		2	尺量
3	尺寸	长、宽	±20	每座	2	尺量
		直径				
4	顶部高程	农田或绿地	+20	每座	1	用水准仪测量
		路面	与道路规定一致			
5	底部高程		±15	每座	2	用水准仪测量
6	踏步安装	水平及垂直间距、 外露长度	±9	每处	1	尺量偏差较大值

10 附属设施

10.1 一般规定

10.1.1 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%。

10.1.2 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质量验收规范》GB 50093 的有关规定。

10.1.3 电气设备、照明、接地施工安装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、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《建筑电气照明装置施工与验收规范》GB 50617 及《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169 的有关规定。

10.1.4 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。燃气泄漏报警工程施工应符合现行国家标准有关规定。

10.1.5 通风系统施工应符合现行国家标准《风机、压缩机、泵安装施工及验收规范》GB 50275 的有关规定和国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的规定。

10.2 消防系统

10.2.1 综合管廊消防系统施工应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的有关规定。

10.2.2 综合管廊的防火门施工应符合现行国家标准《防火卷帘、防火门、防火窗施工及验收规范》GB 50877 的有关规定。

- 10.2.3** 综合管廊的灭火器材施工应符合现行国家标准《建筑灭火器配置验收及检查规范》GB 50444 的有关规定。
- 10.2.4** 综合管廊的气体灭火系统施工应符合现行国家标准《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50261 的有关规定。
- 10.2.5** 综合管廊的细水雾灭火系统施工应符合现行国家标准《细水雾灭火系统技术规范》GB 50898 的有关规定。
- 10.2.6** 综合管廊内两侧设置支架或管道时，手动报警按钮宜安装在方便人员操作的位置且不影响专业管线的维护安装，安装应牢固。
- 10.2.7** 火灾自动报警系统设施安装应符合现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 的有关规定。
- 10.2.8** 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 和《电力电缆隧道设计规程》DL/T 5484 及《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。

10.3 通风系统

- 10.3.1** 通风系统的通风量应符合设计要求，检验方法符合通风系统风量验收规定。
- 10.3.2** 通风系统安装材料的不可燃性要求应符合设计要求，使用的主要原材料、成品、半成品和设备进场应按设计要求进行验收，并有相应的验收质量记录和监理工程师的认可签字。
- 10.3.3** 风管、附件及设备的安装位置、标高、走向、尺寸应与设计要求一致。
- 10.3.4** 风管接口位置不得安装在廊壁或分界墙内，应预留维修

空间满足维修要求。

10.3.5 管道固定应符合设计要求，固定支架、吊架安装要牢固，在最大通风负荷条件下，管道应平稳、无振动。

10.3.6 风量测定应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的规定。

10.3.7 送风口设置应符合设计要求，安装牢固，进风不得受到周边环境污染。

10.3.8 排风口设置应符合设计要求，安装牢固，含有燃气等有害气体的排风不应对排风口人行通道造成污染，避免交通明火引燃排风中的可燃气体。

10.3.9 严密性试验应按现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 中的漏光法进行，并应符合设计要求。

10.4 供配电系统

10.4.1 电气设备、电力电缆、接地施工安装应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 和《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169 的有关规定，且应符合下列规定：

1 配电柜（箱）及控制柜（台、箱）和配电箱（盘）的安装位置与方式应符合设计要求，并应便于操作和维护。

2 配电柜（箱）及控制柜（台、箱）不应安装在影响管廊内专业管线敷设、人员通行及有漏水隐患的孔口下方等部位。

3 配电柜（箱）及控制柜（台、箱）等应采取防水防潮措施，防护等级不应低于 IP54。

4 配电柜（箱）及控制柜（台、箱）间线路的线间和线对地的绝缘电阻值不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

10.4.2 天然气管道舱等爆炸环境下低压电气设备的安装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、《爆炸性环境 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境》GB 3836.14、《爆炸性气体环境用电设备 第15部分：危险场所电气安装（煤矿除外）》GB 3836.15的有关规定。

10.4.3 电气设备通电前应按照现行国家标准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150的规定进行耐压试验，并应合格。

10.5 照明系统

10.5.1 照明配电箱（柜）安装应符合现行国家标准《建筑电气照明装置施工与验收规范》GB 50617的有关规定，且应符合下列规定：

1 应急照明箱应有明显标识。

2 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。

10.5.2 照明灯具、开关、插座的安装应符合现行国家标准《建筑电气照明装置施工与验收规范》GB 50617的有关规定，且应符合下列规定：

1 当在管道或线缆支架上安装时，疏散指示灯应固定牢靠。

2 插座、开关、灯具应采取防水防潮措施，并应具有防外力冲撞的防护措施。

10.5.3 防爆灯具、开关、插座的安装及验收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、《爆炸性环境 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境》GB 3836.14、《爆炸性气体环境用电设备 第15部分：危险场所电气安装（煤矿除

外)》GB 3836.15 的有关规定。

10.6 监控与报警系统

10.6.1 城市综合管廊监控与报警系统设置应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的有关规定。

10.6.2 管槽的预埋应符合现行国家标准《电缆管理用导电系统 第21部分：刚性导管系统的特殊要求》GB/T 20041.21 的有关规定。管线安装应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的有关规定。

10.6.3 光缆敷设、接续、引入应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB 50312 的有关规定。

10.6.4 控制箱、柜、盘和控制、显示、记录等终端设备的安装应符合下列规定：

1 应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093 和《安全防范工程技术规范》GB 50348 的有关规定。

2 施工人员应根据施工图纸及产品设计图对控制箱、柜、盘等进行全面检查，应数量准确，外观良好，内部部件齐全，安装稳固，配线正确。

3 控制箱、柜、盘的线缆孔应设置为敲落孔，线缆敷设接续完成后应对线缆孔进行密封处理。

4 控制箱、柜、盘的安装位置与方式应符合设计要求，并应便于操作和维护。

5 控制箱、柜、盘不应安装在影响管廊内专业管线敷设、人员通行及有漏水隐患的孔口下方等部位。

6 所有控制、显示、记录等终端设备的安装应平稳，便于

操作。

10.6.5 现场仪表的安装应符合设计要求，并应符合下列规定：

1 安装位置应方便操作和维护。

2 显示仪表安装高度应距离地坪 1.2m ~ 1.5m，并应方便人员巡视观察。

3 安装应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的有关规定。

10.6.6 安全技术防范系统设备安装应符合现行国家标准《安全防范工程技术规范》GB 50348 的有关规定，并应符合下列规定：

1 综合管廊内两侧设置支架或管道时，电子巡查系统的信息采集点（巡查点）宜安装在支架外端或方便人员操作的位置，安装应牢固，并不应影响专业管线的维护安装。

2 入侵报警探测器的安装位置和声光警报器应安装在不易发现的位置。

10.6.7 火灾自动报警系统设施安装应符合现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 的有关规定，并应符合下列规定：

1 综合管廊内两侧设置支架或管道时，手动报警按钮宜安装在支架外端或方便人员操作的位置，安装应牢固，并不影响专业管线的维护安装。

2 管廊顶部敷设的线型感温火灾探测器，应采用钢锁固定。

10.6.8 电源与接地、防浪涌应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定；设备电源接线、设备接地、浪涌保护器设置应符合设计要求。

10.6.9 防爆环境内设备、安装与接线技术要求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。

10.6.10 爆炸及火灾危险环境监控与报警系统的电气装置施工应执行现行国家标准《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。

10.6.11 环境监测系统在线实时监测装置安装位置应符合设计要求，且下列检测装置应符合设计要求：

- 1 各舱室温度、氧气、积水水位检测装置；
- 2 排水管线舱室的 H_2S 气体、 CH_4 气体实时监测装置。

10.6.12 附属设备监控系统应符合下列要求：

- 1 管廊内的通风设备、排水泵、照明设备、供电设备进行状态监测和控制装置安装、调试符合设计要求。
- 2 就地联动控制、远程控制等控制方式安装符合设计要求。
- 3 控制器、网络交换机等符合设计要求。

10.6.13 安全防范系统安装应符合设计要求，且应符合下列要求：

- 1 在综合管廊内现场监控电气设备集中安装地点、人员有可能进出处、监控中心等场所设置摄像机；综合管廊沿线每个防火分区内应设置一台摄像机，不分防火分区的舱室，摄像机设置间距应不大于 100m。

- 2 应在综合管廊沿线人员有可能进出处设置入侵报警探测装置。

- 3 应在综合管廊人员出入口设置出入口控制系统（包括门禁和电控盖板）。

- 4 应在综合管廊设置电子巡查系统，系统宜采用离线式。

- 5 其他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。

10.6.14 综合管廊应设置火灾自动报警系统，且应符合下列要求：

- 1 电力电缆火灾探测应采用接触式的线型感温火灾探测器。
- 2 应在各舱室顶部设置线型光纤感温火灾探测器。
- 3 其他应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

10.6.15 天然气管道进入综合管廊的，天然气管道舱设置的燃气浓度检测报警系统应符合设计要求，与联动启动天然气管道舱通风设备连锁调试符合设计要求；其他应符合现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493、《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。

10.6.16 可燃有害气体报警器规格应符合现行国家标准《作业场所环境气体检测报警仪 通用技术要求》GB 12358—2006、《可燃气体探测器 第1部分：测量范围为0~100%LEL的点型可燃气体探测器》GB 15322.1 和《可燃气体报警控制器》GB 16808 的规定。

10.7 排水系统

10.7.1 综合管廊内的排水系统管沟及井池的施工、沟底的处理等，均应参照排水管沟及井室的规定执行，并符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的有关规定。

10.7.2 水泵安装应符合现行行业标准《泵站设备安装及验收规范》SL 317 中的有关规定。

10.8 标识系统

10.8.1 标识系统施工应符合现行国家标准《城市综合管廊工程

技术规范》GB 50838 及相关行业标准的相关规定。

10.8.2 各类标识、标牌所用材料应满足耐久、耐火、防潮、防锈要求，标注内容及颜色等方面应符合设计要求。

10.8.3 各类标识、标牌安装应符合设计要求，安装牢固，位置醒目端正、无遮挡。

10.9 质量验收标准

10.9.1 消防系统应符合下列规定：

I 主控项目

1 消防资料审查

检查方法：检查产品质量合格证明书、性能检验报告、进场验收记录。

检查明细：

- 1) 综合管廊工程消防验收申报表；
- 2) 工程竣工验收报告；
- 3) 消防产品质量合格证明文件；
- 4) 有防火性能要求的建筑构件、建筑材料、室内装修装饰材料符合国家标准或行业标准的证明文件、出厂合格证；
- 5) 消防设施、电气防火技术检测合格证明文件；
- 6) 施工、工程监理、检测单位的合法身份证明和资质等级证明文件；
- 7) 消防设计变更情况、消防设计专家论证会纪要及其他需要的材料。

2 现场抽样检查及功能测试

检查方法：

- 1) 对综合管廊防（灭）火设施等外观质量进行现场抽样

查看；

- 2) 通过专业仪器设备对涉及距离、宽度、长度、面积、厚度等可测量的指标进行现场抽样测量；
- 3) 对消防设施的功能进行现场测试；
- 4) 对消防产品进行现场抽样判定；
- 5) 对其他涉及消防安全的项目进行抽查、测试。

II 一般项目

3 综合管廊的墙体、装修材料、嵌缝材料、防火分隔等施工质量验收应符合现行国家标准《建筑工程消防验收评定规则》GA 836 的有关规定。

检查方法：观察及检查施工记录。

4 综合管廊的气体灭火系统质量验收应符合现行国家标准《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263 的相关规定。

检查方法：观察及检查施工记录。

5 火灾自动报警系统质量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》GB 50166 的有关规定。

检查方法：观察及检查施工记录。

10.9.2 通风系统应符合下列规定：

I 主控项目

1 通风系统材料、半成品、成品等建设材料质量验收

检查方法：检查材料、半成品、成品产品质量合格证明书、性能检验报告、进场验收记录。

2 设计变更的验收

验收方法：检查设计变更提出的原因、变更内容、变更程序是否符合设计变更要求。

3 现场抽样检查及功能测试

检查方法：

- 1) 对综合管廊防通风设施等外观质量和运维的方便性进行现场抽样查看；
- 2) 对风机、各类风阀与风口、阻火器等关键部位，核查安装位置、尺寸及验收资料；
- 3) 对通风设施的通风量与密封性进行检查，查看施工单位对通风设施通风量测试和密封试验记录；
- 4) 对其他涉及通风安全可靠项目抽查、测试。

II 一般项目

4 综合管廊的通风管道、管道材质、风阀、风口、阻火器、分隔墙等施工质量验收应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定。

检查方法：观察及检查施工记录。

10.9.3 供配电系统应符合下列规定：

I 主控项目

1 所有电气设备应按照《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169 等相关规范的规定交接试验合格。

2 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。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 柜、屏、台、箱、盘的金属框架及基础型钢应接地（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。

4 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满足设计要求。

5 高压成套配电柜应符合下列规定：

- 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。

6 电动机、电加热器及电动执行机构的可接近裸露导体应接地（PE）或接零（PEN）。

II 一般项目

7 变压器应按产品技术文件要求检查器身。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。

8 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。

9 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。

10 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；