

UG

北京市地方标准

DB

编号：DB 11/X X X X—201X

备案号：J×—201×

给水排水管道工程施工技术规程

Technical Specification for Construction of Water

Supply and Drainage Pipeline Project

（征求意见稿）

201×—××—××发布

201×—××—××实施

北京市住房和城乡建设委员会
北京市市场监督管理局

联合发布

北京市地方标准

给水排水管道工程施工技术规程

Technical Specification for Construction of Water
Supply and Drainage Pipeline Project

编 号：DB11/XXXX-201X

备案号：J× -201×

主编部门：北京市政建设集团有限责任公司
北京市市政三建设工程有限公司
批准部门：北京市市场监督管理局

施行日期：20××年×月×日

201× 北京

前 言

根据原北京市质量技术监督局《2018 年北京市地方标准制修订项目计划》（京质监发〔2018〕20 号）文件要求，编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内相关标准，在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容有：1 总则、2 术语、3 基本规定、4 测量、5 地下水控制、6 土方工程、7 下管、8 给水管道铺设、9 排水管道铺设、10 渠道、11 穿越河渠、管道、12 顶管施工、13 水平定向钻施工、14 夯管施工、15 盾构法施工、16 浅埋暗挖施工、17 非开挖修复、18 附属构筑物。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会和北京市市场监督管理局共同负责管理，北京市住房和城乡建设委员会归口并负责组织实施，由北京市政建设集团有限责任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，请寄送北京市政建设集团有限责任公司（地址：北京市海淀区昌运宫 17 号市政大厦；邮政编码：100089）。

本规程主编单位：北京市政建设集团有限责任公司

北京市市政三建设工程有限责任公司

本规程参编单位：北京市建设工程安全质量监督总站

北京市公联公路联络线有限责任公司

中国新兴建设开发有限责任公司

中国建筑一局（集团）有限公司

北京高新市政工程科技有限公司

北京市市政四建设工程有限责任公司

北京易成市政工程有限责任公司

北京市常青市政工程公司

北京建工路桥集团有限公司

北京建业通工程检测技术有限公司

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 基本规定	3
4 测 量	5
4.1 一般规定.....	5
4.2 管道中线控制测量.....	6
4.3 高程控制测量.....	11
4.4 施工测量.....	12
5 地下水控制	14
5.1 一般规定.....	14
5.2 帷幕隔水.....	14
5.3 降排水.....	17
5.4 冬、雨期施工.....	20
6 土方工程	22
6.1 一般规定.....	22
6.2 开 槽.....	22
6.3 支 护.....	25
6.4 地基处理.....	26
6.5 管道交叉处理.....	27
6.6 施工便桥.....	28
6.7 沟槽回填.....	28
7 下 管	33
7.1 一般规定.....	33
7.2 吊车下管.....	35
7.3 人工下管.....	36
8 给水管道铺设	38
8.1 一般规定.....	38
8.2 球墨铸铁管铺设.....	39
8.3 预应力钢筋混凝土管铺设.....	40
8.4 预应力钢筒混凝土管铺设.....	42
8.5 钢管铺设.....	44
8.6 硬聚氯乙烯（PVC-U）管铺设.....	48
8.7 聚乙烯管（PE 管）及其复合管铺设.....	50

8.8	玻璃钢管铺设.....	51
8.9	管道附件安装.....	51
8.10	管道内、外防腐.....	53
8.11	水压试验.....	58
8.12	冲洗消毒.....	64
9	排水管道铺设.....	66
9.1	一般规定.....	66
9.2	基础与稳管.....	66
9.3	水泥砂浆接口.....	68
9.4	钢筋混凝土管及预应力混凝土管安装.....	69
9.5	埋地塑料排水管道安装.....	69
9.6	闭水试验.....	72
9.7	闭气试验.....	75
9.8	冬、雨期施工.....	76
10	渠 道.....	77
10.1	一般规定.....	77
10.2	砌体砌筑渠道.....	77
10.3	现浇钢筋混凝土渠道.....	88
10.4	预制装配式渠道.....	100
10.5	渠道功能性试验.....	103
11	穿越河、渠管道.....	104
11.1	一般规定.....	104
11.2	施工准备.....	104
11.3	围堰或渡管导流.....	105
11.4	沉管法铺设管道.....	106
11.5	导流、降水开槽铺设.....	108
11.6	管桥施工.....	108
12	顶管施工.....	109
12.1	一般规定.....	109
12.2	工作井及后背.....	112
12.3	设备安装.....	115
12.4	顶 进.....	117
12.5	中 继 间.....	121
12.6	触变泥浆减阻.....	122

12.7	曲线顶管.....	124
12.8	土层加固.....	125
13	水平定向钻施工.....	126
13.1	一般规定.....	126
13.2	施工参数设计.....	126
13.3	施工准备.....	129
13.4	导向孔钻进.....	131
13.5	回扩、清孔.....	131
13.6	管道铺设.....	132
13.7	工作井回填.....	132
13.8	监控量测.....	132
14	夯管施工.....	133
14.1	一般规定.....	133
14.2	施工准备.....	134
14.3	夯进施工.....	135
14.4	管线排土.....	136
14.5	施工测量.....	136
15	盾构法施工.....	137
15.1	一般规定.....	137
15.2	工作竖井及施工.....	138
15.3	配套机械设备选择.....	139
15.4	盾构机安装.....	139
15.5	掘 进.....	140
15.6	注 浆.....	141
15.7	测量与监控.....	142
15.8	管 片.....	143
15.9	盾构法施工质量.....	143
16	浅埋暗挖施工.....	145
16.1	一般规定.....	145
16.2	施工准备.....	145
16.3	施工竖井.....	146
16.4	管道土层加固与土方开挖.....	147
16.5	初期衬砌.....	150
16.6	监控量测.....	154

16.7	防水层.....	154
16.8	二次衬砌.....	155
17	非开挖修复.....	157
17.1	一般规定.....	157
17.2	工作井.....	157
17.3	既有管道预处理.....	158
17.4	涂层法.....	158
17.5	穿插管法.....	159
17.6	原位固化法.....	160
17.7	现场制管法.....	161
18	附属构筑物.....	162
18.1	一般规定.....	162
18.2	检查井及闸井.....	162
18.3	雨水口.....	165
18.4	支 墩.....	166
附录 A	管道闭水试验.....	168
附录 B	管道闭气试验.....	169
附录 C	混凝土结构无压管道渗水量测与评定方法.....	172
本标准用词说明.....		174
引用标准名录.....		175
条文说明.....		177

Contents

1	General provisions.....	1
2	terms.....	2
3	basic regulations.....	3
4	Survey.....	5
4.1	General requirements.....	5
4.2	Control survey of pipeline midlin.....	6
4.3	Vertical control survey.....	11
4.4	Construction survey.....	12
5	groundwater control.....	14
5.1	General requirements.....	14
5.2	Curtain waterproof.....	14
5.3	Dewatering.....	17
5.4	Construction in winter and rain perio.....	20
6	earthwork.....	22
6.1	General requirements.....	22
6.2	Pipeline grooving.....	22
6.3	Trench support.....	25
6.4	Soil improvement.....	26
6.5	Pipeline crossover treatmen.....	27
6.6	Temporary bridge for construction.....	28
6.7	Trench backfill.....	28
7	downpipe.....	33
7.1	General requirements.....	33
7.2	Lower pipe of crane.....	35
7.3	Artificial drainage.....	36
8	Laying of water supply pipelin.....	38
8.1	General requirements.....	38
8.2	Ductile iron pipe laying.....	39
8.3	Laying of prestressed reinforced concrete pip.....	40
8.4	Laying of prestressed steel tube concrete pip.....	42
8.5	Steel pipe laying.....	44
8.6	Laying of PVC-U pipe.....	48
8.7	Polyethylene pipe (PE pipe) and its composite pipe layin.....	50
8.8	Fiberglass reinforced plastic pipe layin.....	51
8.9	Pipeline accessories installatio.....	51
8.10	Internal and external anticorrosion of pipelin.....	53
8.11	Hydraulic pressure test.....	58

8.12	Rinse and disinfect.....	64
9	Drainage pipeline laying.....	66
9.1	General requirements.....	66
9.2	Foundation and steadying pip.....	66
9.3	Cement mortar interface.....	68
9.4	Installation of reinforced concrete pipe and prestressed concrete pip.....	69
9.5	Installation of underground plastic drainage pipelin.....	69
9.6	water obturation test.....	72
9.7	Pneumatic pressure test.....	75
9.8	Construction in winter and rain perio.....	76
10	channel.....	77
10.1	General requirements.....	77
10.2	Masonry channel.....	77
10.3	Cast-in-place reinforced concrete channe.....	88
10.4	Prefabricated assembly channe.....	100
10.5	Channel functional test.....	103
11	Pipeline crossing rivers and canal.....	104
11.1	General requirements.....	104
11.2	Construction preparation.....	104
11.3	Cofferdam or ferry diversio.....	105
11.4	Pipeline laying by immersed pipe metho.....	106
11.5	Groove laying for diversion and precipitatio.....	108
11.6	Pipe bridge construction.....	108
12	pipe jacking construction.....	109
12.1	General requirements.....	109
12.2	Working shaft and back.....	112
12.3	Device installation.....	115
12.4	Pipe jacking.....	117
12.5	Pipe jacking relay.....	121
12.6	Thixotropic mud drag reductio.....	122
12.7	Curve pipe-jacking.....	124
12.8	Soil reinforcement.....	125
13	Horizontal directional drilling constructio.....	126
13.1	General requirements.....	126
13.2	Design of construction parameter.....	126
13.3	Construction preparation.....	129
13.4	Steering hole drilling.....	131
13.5	Back expansion and hole clearin.....	131

13.6	laying of pipeline.....	132
13.7	Backfilling of working shaf.....	132
13.8	Monitoring and measuring.....	132
14	Tamping pipe construction.....	133
14.1	General requirements.....	133
14.2	Construction preparation.....	134
14.3	Ramming construction.....	135
14.4	Pipeline dump.....	136
14.5	Construction survey.....	136
15	shield construction.....	137
15.1	General requirements.....	137
15.2	Work shaft and construction.....	138
15.3	Selection of matching machinery and equipmen.....	139
15.4	Shield machine installation.....	139
15.5	Shield tunneling.....	140
15.6	Grouting.....	141
15.7	Measurement and monitoring.....	142
15.8	Shield segment.....	143
15.9	Construction quality of shield tunneling metho.....	143
16	Construction of shallow buried underground excavatio.....	145
16.1	General requirements.....	145
16.2	Construction preparation.....	145
16.3	Construction shaft.....	146
16.4	Pipeline soil reinforcement and earthwork excavatio.....	147
16.5	Initial lining.....	150
16.6	Monitoring and measuring.....	154
16.7	Waterproof layer.....	154
16.8	Secondary lining.....	155
17	Trenchless repair.....	157
17.1	General requirements.....	157
17.2	Working shaft.....	157
17.3	Pretreatment of original pipelin.....	158
17.4	Coating.....	158
17.5	Insertion method.....	159
17.6	In-situ curing method.....	160
17.7	On-site pipe-making method.....	161
18	ancillary structure.....	162
18.1	General requirements.....	162

18.2	Inspection wells and sluice well.....	162
18.3	Catch basin.....	165
18.4	Pipeline pier.....	166
Appendix A	water obturation test.....	168
Appendix B	Pneumatic pressure test.....	169
Appendix C	measurement and evaluation of non-pressure concrete pipe leakage.....	172
	Term explanation for this code.....	174
	Referenced standard list.....	175
	clause explanation.....	177

1 总 则

1.0.1 为加强北京市给水、排水管道工程施工的技术管理，规范施工技术，确保工程质量，安全生产，节约材料，提高经济效益，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于北京市行政区域内，一般地质环境条件下的新建、扩建、改建的城市室外给水、排水管道工程。

1.0.3 对原材料、半成品和成品的技术条件与试验方法，本规程未作规定者，应按国家现行有关标准、规范执行，并具有出厂合格证。国家现行有关标准、规范未作规定者，应按设计文件规定的技术条件和试验方法进行。

1.0.4 有关施工期内的技术安全、劳动保护、重点文物保护和防火要求等，应遵守国家现行的有关标准与规定。施工现场的文明施工、环境保护与交通保障等方面应符合国家和地方现行有关规定。

1.0.5 本规程对工程质量所列要求，以国家现行标准为基本要求，凡严于国家现行有关标准、规定的，按本规程执行；本规程中未作规定的，可参照国家现行有关标准规定执行。

1.0.6 凡要求具有资质方能上岗的管道施工人员，应按规定经过相应培训，取得上岗证书后，方可从事相应工作。

2 术 语

2.0.1 压力管道 pressure pipeline

本规程指工作压力大于或等于 0.1MPa 的给排水管道。

2.0.2 无压管道 non-pressure pipeline

本规程指工作压力小于 0.1MPa 的给排水管道。

2.0.3 刚性管道 rigid pipeline

主要依靠管体材料强度支撑外力的管道，在外荷载作用下其变形很小，管道的失效是由于管壁强度的控制。本规程指钢筋混凝土、预（自）应力混凝土管道和预应力钢套筒混凝土管道。

2.0.4 柔性管道 flexible pipeline

在外荷载作用下变形显著的管道，竖向荷载大部分由管道两侧土体所产生的弹性抗力所平衡。本标准主要指钢管、化学建材管和球墨铸铁管管道。

2.0.5 刚性接口 rigid joint of pipelines

不允许连接管道借转的接口。

2.0.6 柔性接口 flexible joint of pipelines

允许连接管道在一定范围内借转的接口。

2.0.7 化学建材管 chemical material pipelines

本规程指聚氯乙烯管（PVC）、聚乙烯管（PE）、聚丙烯管（PP）、纤维增强塑料管等的统称。

2.0.8 渠道 canal; ditch; channel

指采用砖、石、混凝土砌块，钢筋混凝土现场浇筑的或采用钢筋混凝土预制构件装配的矩形、拱形等异形（非圆形）断面的输水通道。

2.0.9 开槽施工 trench installation

从地表开挖沟槽，在沟槽内敷设管道（渠）的施工方法。

2.0.10 不开槽施工 trenchless installation

在管道沿线地下开挖形成的洞内敷设或浇筑管道的施工方法。

2.0.11 非开挖修复技术 trenchless rehabilitation and renewal

采用少开挖或不开挖地表的方法进行给排水管道修复更新的技术。

2.0.12 混凝土模块 concrete masonry unit

混凝土模块是由混凝土通过专用加工设备制作而成，模块上下左右均有嵌锁结构，内部纵横孔道相互贯通，其开孔率在 35%~80%。砌筑后可在空心部位灌注混凝土（必要时可在孔内配置一定数量的钢筋，以增加砌体结构强度），形成模块与灌孔混凝土结合的墙体结构。

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、环境保护等管理体系，制订各项施工管理规定，并贯彻执行。施工人员应具备相应的资格。

3.0.2 施工单位应按合同文件、设计文件和有关规范、标准要求，根据建设单位提供的施工影响范围内地下管线、构（建）筑物资料、工程、水文地质等资料，组织有关施工技术管理人员深入调查，掌握现场实际情况，做好施工准备工作。

3.0.3 施工单位应熟悉和审查施工图纸，掌握设计意图与要求，实行审查、会审（设计交底）和签证制度；对施工图有疑问时，应及时提出意见和建议；如需变更设计，应按相应程序报审，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、专项施工方案应按规定程序审批后执行，有变更时应办理变更审批。

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，应配备备用动力和设备。

3.0.6 施工测量应实行施工单位复核制，填写相关记录，并应符合下列规定：

1 施工前，建设单位应组织有关单位进行现场交桩，施工单位应对所交桩进行复核测量；原测桩有遗失或变位时，应及时补钉桩校正，并应经相应的技术质量管理部门和人员认定；

2 临时水准点和管道轴线控制桩的设置应便于观测、不易被扰动且应牢固，并应采取保护措施；开槽铺设管道的沿线临时水准点，每 200m 不宜少于 1 个；

3 临时水准点、管道轴线控制桩、高程桩，应经过复核方可使用，并应经常校核；

4 不开槽施工管道，沉管、桥管等工程的临时水准点、管道轴线控制桩，应根据施工方案进行设置，并及时校核；

5 对既有管道、构（建）筑物与拟建工程衔接的平面位置和高程，开工前应校测。

3.0.7 工程所用的管材、管道附件、构（配）件和主要原材料等产品进入施工现场时应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，并按现行国家有关标准规定进行复验，验收合格后方可使用。

3.0.8 给排水管道工程所用的原材料、半成品、成品等产品的品种、规格、性能应符合现行国家有关标准的规定和设计要求；饮用水输配水设备和防护材料应符合有关卫生安全要求。

3.0.9 所用管节、半成品、构（配）件等在运输、保管和施工过程中，应采取有效措施防止其损坏、锈蚀或变质。

3.0.10 施工单位应遵守国家 and 地方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、废水、废弃物及噪声、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，确保安全施工。对不开槽施工、有限空间、过河管道或深基槽等特殊作业，应制定专项施工方案。

3.0.12 施工现场的机动车道与外电架空线路交叉时，架空线路的最低点与路面的垂直距离不应小于表 3.0.12 的规定。

通行车辆载物的最高点与外电架空线路，应保持安全距离。当外电路电压小于 1kV 时为 1.5m；1~15kV 时为 3m。

表 3.0.12 施工现场的机动车道与外电架空线路交叉时的最小垂直距离

外电路电压	1kV 以下	1~10kV	35kV
最小垂直距离 (m)	6	7	7

3.0.13 在施工质量检验、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。

3.0.14 给排水管道主体采用开槽施工的沟槽或基坑，视开挖深度及周围环境复杂情况实施监控量测。采用顶管、盾构、浅埋暗挖等工法进行施工的给排水管道工程，应对管（隧）道支护结构及沿线影响范围地表或地下管线等建（构）筑物设置观测点，进行监控量测。

3.0.15 监控量测应综合考虑工程设计情况、主体施工方法或施工方案设计、建设场地岩土工程条件、周边环境条件等因素，制定合理的监测方案，精心组织和实施监测。监测所采用的监测仪器及元件应满足各类监测工作的要求。

3.0.16 对于实施监控量测的施工项目，监测应与施工进度同步，监测单位应保证监测数据真实、有效，并及时反馈给工程建设各相关方。

3.0.17 给排水管道工程施工质量控制应符合下列规定：

1 各分项工程（检验批）应按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，所有隐蔽工程应进行验收，未经检验或验收不合格不得进行下道分项工程。

3.0.18 管道附属设备安装前应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。

3.0.19 施工单位应按相应的施工技术标准对工程施工质量进行全过程控制，建设单位、勘察单位、设计单位、监理单位等各方应按有关规定对工程质量进行管理。

3.0.20 工程应经过竣工验收合格后，方可投入使用。

4 测 量

4.1 一般规定

4.1.1 给排水管道工程施工测量作业开始前应完成如下工作：

- 1 学习设计文件及相应的技术规范与标准，掌握设计要求；
- 2 进行现场踏勘，依据有关部门提交的各种平面、高程控制桩、点资料，结合施工方案、施工组织设计编制工程测量技术方案；
- 3 使用的仪器设备、工具，应在规定有效期内，且在使用前完成检查、校正；
- 4 应完成交接桩手续，接收工程测量交接桩资料。

4.1.2 工程测量技术方案应包括下列内容：

- 1 工程的概况；
- 2 工程的平面、高程控制方法；
- 3 测量作业的具体方法；
- 4 计算手段及控制精度设计，测量误差分析和质量目标设计；
- 5 为配合工程特殊的施工方法，测量工作所采取的相应措施；
- 6 工程进行所需与工程测量有关的各种表格的表样及填写的相应要求；
- 7 配备符合控制精度要求的仪器设备、工具；
- 8 满足工程要求的测量人员。

4.1.3 施工单位在交接桩复测过程中，发现平面、高程控制点有疑问时，应向交桩单位查询，并应取得准确成果。

4.1.4 施工单位接到工程测量控制资料，加密施工导线，在合同规定的日期内，向建设单位或其代表提交工程加密导线成果。

4.1.5 应结合工程设计文件、施工组织设计和施工技术措施，提前做好工程的平面、高程测量数据的准备、计算工作。开工前，依内业准备做施工测量对现场地形的纵、横断面进行水平测量，实施现场加桩。转角桩、方向桩、高程桩应验桩，做出标志，妥加保护。

4.1.6 应复核接入既有管道或河道接头处的平面位置及高程。当分段出图或分段施工时，应相互校核结合部的平面位置和高程。

4.1.7 应施放挖槽边线，堆土、堆料界线及临时用地范围。

4.1.8 与测量有关的工序操作前，测量员应向操作人员进行测量交底，双方签认交底单。交底单应妥善保管。

4.1.9 测量的记录应使用专用表格，按规定填写，且应编号按序保存。

4.2 管道中线控制测量

4.2.1 给排水管道工程中线测量应采用合同规定的坐标、高程控制系统。在北京地区施工应采用北京地区坐标系统。

4.2.2 给排水管道中线控制网的布设，应因地制宜，作到确保精度，方便实用，满足施工的实际需要。

4.2.3 根据国家有关技术标准规定的各种精度三角点，含二级以上的导线点及相应精度的卫星定位点，根据施工需要，均可作为给排水管道中线测量的首级控制。

4.2.4 给排水管道中线控制网的建立可采用卫星定位测量、三角测量、导线测量、三边测量和边角测量等方法。

4.2.5 卫星定位测量应符合下列规定：

1 卫星定位测量控制网的主要技术指标，应符合下列表 4.2.5-1 的规定；

表 4.2.5-1 卫星定位测量控制网的主要技术要求

等级	平均边长(km)	固定误差 A(mm)	比例误差系数 B(mm/km)	约束点间的边长 相对中误差	约束平差后最弱 边相对中误差
一级	1	≤10	≤20	≤1/40000	≤1/20000
二级	0.5	≤10	≤40	≤1/20000	≤1/10000

2 卫星定位测量控制网的布设，应符合下列规定：

1) 应根据测区的实际情况、精度要求、卫星状况、接收机的类型和数量以及测区已有的测量资料进行综合设计；

2) 首级控制网布设时，宜联测 2 个以上高等级国家控制点或地方坐标系的高等级控制点；对控制网内的长边，宜构成大地四边形或中点多边形；

3) 控制网应由独立观测边构成一个或若干个闭合环或附和路线：各等级控制网中构成闭合环或附和路线的边数不宜多于 6 条；

4) 各等级控制网中独立基线的观测总数，不宜少于必要观测基线数的 1.5 倍；

5) 加密网应根据工程需要，在满足现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 规定精度要求的前提下可采用比较灵活的布网方式。

3 卫星定位测量控制网的设计、选点与埋石，应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的规定；

4 卫星定位测量作业的基本技术要求，应符合下列表 4.2.5-2 的规定；

表 4.2.5-2 卫星定位测量作业的基本技术要求

等级	接收机类型	仪器标称精度	观测量	卫星高度角(°)		有效观测卫星数		观测时段长度(min)		数据采样间隔(s)		点位几何图形强度因子
				静态	快速静态	静态	快速静态	静态	快速静态	静态	快速静态	
一级	双频或单频	10mm + 5ppm	载波相位	≥15	≥15	≥4	≥5	10~30	10~15	10~30	5~15	≤8
二级	双频或单频	10mm + 5ppm	载波相位	≥15	≥15	≥4	≥5	10~30	10~15	10~30	5~15	≤8

5 对于规模较大的测区，应编制作业计划；

6 卫星定位测量测站作业，应满足下列规定：

1) 观测前，应对接收机进行预热和静置，同时应检查电池的容量、接收机的内存和可储存空间是否充足；

2) 天线安置的对中误差，不应大于 2mm；天线高的量取应精确至 1mm；

3) 观测中，应避免在接收机近旁使用无线电通信工具；

4) 作业同时，应做好测站记录，包括控制点点名、接收机序列号、仪器高、开关机时间等相关的测站信息。

7 卫星定位测量外业观测的全部数据应经同步环、异步环和复测基线检核，并应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的规定；

8 当观测数据不能满足检核要求时，应对成果进行全面分析，并舍弃不合格基线，但应保证舍弃基线后，所构成异步环的边数不应超过本条第 3 款的规定。否则，应重测该基线或有关的同步图形。

4.2.6 三角测量应符合下列规定：

1 三角测量的主要技术要求，应符合下列表 4.2.6 的规定；

表 4.2.6 三角测量的主要技术要求

等级	平均边长(m)	平均角误差(″)	起始边长相对中误差	最弱边边长相对中误差	测回数		三角形最大闭合差(″)
					DJ2	DJ6	
一级 小三角	1000	5	≤1/40000	≤1/20000	2	4	15
二级 小三角	500	10	≤1/20000	≤1/10000	1	2	30

注：中误差、闭合差均为正负值。

2 三角测量的网（锁）布设应符合下列规定：

1) 各等级的首级控制网，宜布设成近似等边三角形的网（锁），且其三角形的内角最大不应大于 100°，最小不应小于 30°；因受地形、地物的限制个别的角可适当放宽，但也不应小于 25°；

2) 控制网的加密方法及一、二级小三角的布设，应符合现行国家标准《工程测量规范》

GB 50026 的规定。

4.2.7 导线测量应符合下列规定：

- 1 导线测量的主要技术要求，应符合下列表 4.2.7 的规定；

表 4.2.7 导线测量的主要技术要求

等级	导线长度 (km)	平均边长 (km)	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)	测距相对中误差	测回数		方位角闭合差 (")	相对闭合差
						DJ1	DJ2		
一级	4	0.5	5	15	$\leq 1/30000$	—	2	$10\sqrt{n}$	$\leq 1/15000$
二级	2.4	0.25	8	15	$\leq 1/14000$	—	1	$16\sqrt{n}$	$\leq 1/10000$
三级	1.2	0.1	12	15	$\leq 1/7000$	—	1	$24\sqrt{n}$	$\leq 1/5000$

注：表中 n 为测站数。

- 2 当导线平均边长较短时，应控制导线的边数，但不得超过表 4.2.7 中相应等级导线平均长度和平均边长算得的边数；当导线长度小于表 4.2.7 中规定的长度的 1/3 时，导线全长的绝对闭合差不应大于 130mm；

- 3 导线宜布设成直伸形状，相邻边长不宜相差过大。当附和导线长度超过规定时，应布设成结点网形。结点与结点、结点与高级点之间的导线长度，不应大于表 4.2.7 中规定长度的 0.7 倍。

4.2.8 三边测量应符合下列规定：

- 1 各等级三边网的起始边至最远边之间的三角形不宜多于 10 个，三边测量的主要技术要求，应符合下列表 4.2.8 中的规定；

表 4.2.8 三边测量的主要技术要求

等级	平均边长 (km)	测距中误差 (mm)	测距相对中误差
一级 小三边	1	25	$\leq 1/40000$
二级 小三边	0.5	25	$\leq 1/20000$

注：中误差为正负值。

- 2 各等级三边网的边长宜近似相等，其组成的各内角宜为 $30^\circ \sim 100^\circ$ 。当受条件限制时，个别角可适当放宽，但不应小于 25° ，图形欠佳时，应加测对角线边；

- 3 当以测边方法进行交汇插点时，至少应有一个多余观测，根据多余观测与必要观测的结果计算的纵、横坐标差值，不应大于 35mm。

4.2.9 水平角观测应符合下列规定：

- 1 水平角量测，技术要求和精度应符合控制测量中水平角观测的有关规定；
- 2 水平角观测所用的光学经纬仪、电子经纬仪和全站仪，在使用前，应进行下列项目的检验，并应符合的规定的技术要求：

- 1) 照准部旋转轴正确，各位置长气泡读数误差，DJ2 型仪器不应超过一格；
- 2) 光学仪器的测微器行差、仪器的隙动差，DJ2 型仪器不应大于 $2''$ ；

- 3) 水平轴不垂直于垂直轴之差，DJ2 型仪器不应超过 15”；
- 4) 仪器垂直螺旋使用时，视准轴在水平方向上不应产生偏移；
- 5) 仪器底部在照准部旋转时，应无明显位移；
- 6) 光学对点器的对中误差，不应大于 1mm。

3 水平角观测结束后，测角中误差应按下列公式（4.2.9-1）和（4.2.9-2）计算：

1) 三角网、边角网的测角中误差：

$$m_s = \sqrt{\frac{[ww]}{3n}} \quad (4.2.9-1)$$

式中： m_s ——测角中误差（”）；

w ——三角形闭合差（”）；

n ——三角形的个数。

2) 导线（网）测角中误差：

$$m_s = \sqrt{(f_B f_B / n) / N} \quad (4.2.9-2)$$

式中： m_s ——测角中误差（”）；

f_B ——附和导线或闭合导线环的方位角闭合差（”）；

n ——计算 f_B 时的测站数；

N ——附和导线或闭合导线环的个数。

4.2.10 距离测量应符合下列规定：

- 1 采用仪器、工具应符合规定的技术要求；
- 2 电磁波法测距仪使用应符合下列规定：

1) 采用电磁波测距仪时，应选用 I ~ II 级仪器合格控制值，电磁波测距仪按标称精度分级；

(1) 仪器标称精度表达式（4.2.10-1）为

$$m_D = (a + bD) \quad (4.2.10-1)$$

式中： m_D ——测距中误差（mm）；

a ——标称精度中的固定误差（mm）；

b ——标称精度中的比例误差系数（mm/km 或 ppm）；

D ——测距长度（km）。

(2) 当测距长度为 1（km）时，电磁波测距仪测距精度为：

I 级： $m_D \leq \pm 5\text{mm}$ ；

II 级： $\pm 5\text{mm} \leq m_D \leq \pm 10\text{mm}$ 。

2) 使用电磁波测距仪进行距离测量时，测距边的选择，应满足以下规定：

(1) 测距边宜选在地面覆盖物相同的地段，不宜选在烟囱、内燃机等发热体上空；

(2) 测线上不应有树枝、电线等障碍物，并应离开地面 1.3m 以上；

(3) 测线宜避开高压线、电焊机、配电箱等强电磁场的干扰；

(4) 测距边的测线倾角不宜太大。

3) 使用电磁波测距仪进行距离测量时，应满足以下规定：

(1) 应在仪器加电 3min 后观测；

(2) 测距时应在目标棱镜成像清晰和气象条件稳定时进行，雨、雪和大风天气不宜作业，严禁将仪器照准头对准太阳；

(3) 当在测线延长方向上有反射物体时，应在棱镜后方使用测伞遮挡；

(4) 宜按仪器性能在规定的测程范围内使用规定的棱镜个数，作业中使用的棱镜应与仪器检定时棱镜一致；

(5) 测距时，对讲机应暂时停止通话；

(6) 仪器安置后，测站、镜站不准离人，对仪器应专人保管和维护。

4) 电磁波测距仪测距边的水平距离计算，应符合下列规定：

(1) 气象改正应按相应的图表或公式进行；

(2) 仪器固定常数、比例常数的改正，应依照仪器计量检定的结果进行；

(3) 测距仪与棱镜在平均调和高程面上的水平距离，应按式（4.2.10-2）计算：

$$D_p = \sqrt{S^2 - h^2} \quad (4.2.10-2)$$

式中： D_p ——水平距离（m）；

S ——经气象及固定误差、比例误差改正后的斜距（m）；

h ——棱镜与仪器间的高差（m）。

5) 电磁波测距仪测距的主要技术指标，应符合下列表 4.2.10-1 的规定：

表 4.2.10-1 电磁波测距仪测距的技术要求

仪器等级	测回数	一测回读数较差 (mm)	测回间较差 (mm)	往返测或不同时间 所测较差 (mm)
I	>2	<5	<7	2 (a+b.d)
II	≥2	<10	<15	2 (a+b.d)

3 普通钢尺测距应符合下列技术规定：

1) 可采用一根钢尺往返丈量或两根钢尺同方向丈量一次。丈量时，应使用弹簧秤，丈量结果应进行尺长、温度、拉力、倾斜等项改正；

2) 普通钢尺测距的主要技术要求，应满足下列表 4.2.10-2 的规定。

表 4.2.10-2 普通钢尺测距的主要技术要求

边长丈量较差的相对误差	作业尺数	丈量总次数	定线量大偏差 (mm)	尺段高差较差 (mm)	估读值至 (mm)	温度读数值至 (°C)	读尺次数	同尺各次或同段各尺的较差 (mm)
1/40000	2	4	50	≤5	0.5	0.5	3	≤2
1/20000	12	2	50	≤10	0.5	0.5	3	≤2
1/10000	12	2	70	≤10	0.5	0.5	2	≤3

4.2.11 内业计算要求应符合下列规定：

- 1 计算所用全部外业资料与起算数据，应经两人独立检核，确认无误后，方可使用；
- 2 各级平面控制点的计算，可根据需要采用严密平差法或近似平差法。计算时，应采用两人对算或验算方式；
- 3 使用电子计算机平差计算时，应对所用程序进行确认，对输入数据进行校对，对输出数据进行检验；
- 4 经平差级的坐标值为控制的依据，对方位角、夹角和距离应按平差结果反算求得。

4.3 高程控制测量

4.3.1 高程控制测量应采用北京市高程系统。应采用直接水准测量辅以电磁波测距三角高程测量。给排水管道工程以二、三等水准测量方法建立首级工程控制。

4.3.2 水准测量的主要技术要求，应符合下列表 4.3.2 中的规定。

表 4.3.2 水准测量的主要技术要求

等级	每千米高差全中误差 (mm)	路线长度 (m)	水准仪的型号	水准尺	观测次数		往返较差、附和或环线闭合差
					与已知点联测	附和或环线	
二等	2	—	DS1	钢瓦	往返各一次	往返各一次	$4\sqrt{L}$
三等	6	≤50	DS1	钢瓦	往返各一次	往一次	$12\sqrt{L}$
			DS3	双面		往返各一次	

注：1 结点之间或结点与高级点之间，其路线的长度，不应大于表中规定的 0.7 倍；

2 L 为往返测段、附和或环线的水准路线长度 (km)；

3 三等水准测量可采用双仪高法单面尺施测。

4.3.3 水准测量所使用的仪器及水准尺，应符合下列规定：

- 1 水准仪视准轴与水准管轴的夹角，DS1 不应超过 15″，DS3 型不应超过在 20″；
- 2 水准尺上的米间隔平均长与名义长之差，对于钢瓦水准尺，不应超过 0.15mm，对于双面水准尺，不应超过 0.5mm；
- 3 二等水准测量采用补偿式自动安平水准仪时，其补偿误差 Δa 不得超过 0.2″；

4 水准观测的主要技术要求，应符合下列表 4.3.3 中的规定：

表 4.3.3 水准观测的主要技术要求

等级	水准仪的型号	视线长度 (m)	前、后视较差 (mm)	前、后视累计较差	视线距地面最低高度 (m)	基本分划、辅助分划、或黑面、红面的读数较差 (mm)	基本分划、辅助分划、或黑面、红面所测高差较差 (mm)
二级	DS1	50	1	3	0.5	0.5	0.7
三级	DS1	100	3	6	0.3	1.0	1.5
	DS3	75				2.0	3.0

注：1 二等水准视线长度小于 20m 时，其视线高度应不低于 0.3m；

2 三等水准采用变动仪器高度进行观测单面水准尺时，所测两次高差较差，应予黑面、红面所测高差之差要求相同。

5 采用电磁波测距三角高程测量进行高程控制测量，宜在平面控制点的基础上布设成三角高程网或高程导线；

6 高程观测应起迄于不低于三等水准的高程点上，其边长应不超过 1km，边数不应超过 6 条。当边长不超过 0.5km 或单纯作高程控制时，边数可增加 1 倍；

7 采用电磁波测距三角高程测量对向观测应在较短的时间内进行，计算高差时，应考虑折光差的影响；

8 三角高程测量的边长测定，应采用不低于 II 级精度的测距仪；

9 内业计算时，垂直角度的取值，应精确至 0.1″；高程的取值，应精确至 1mm。

4.3.4 对高程控制网应进行平差计算，高程控制点高程以平差结果为准。

4.4 施工测量

4.4.1 给排水管道工程施工测量应在交桩后进行。并应依据设计图提供的定线条件、结合工程施工的需要，做好测量所需各项数据的内业搜集、计算、复核工作。

4.4.2 对原交桩进行复核测量，原测桩有遗失或变位时，应补钉校正。凡施工单位补桩，应经监理工程师认定。

4.4.3 测定管道中线时，应在起点、终点、平面折点、竖向折点及直线段的控制点测设中心桩。桩顶钉中心钉。并应在沟槽外适当位置设置栓桩。

4.4.4 测定中心桩桩号时，应用测距仪或钢尺测量中心钉的水平距离。用钢尺丈量时应抻紧拉平。

4.4.5 临时水准点测设及校测，应采用两个控制水准点为一环进行闭合测量，其闭合差不大于 12Lmm（L 为两点间水平距离，以 km 计）。临时水准点应设在稳固及不易被碰撞的地点，其间距宜不大于 200m。宜经常校测，冬、雨期及季节变化时应进行校测。

4.4.6 应以两个临时水准点为一环进行施工高程点测设。其闭合差见本规程 4.3.2 有关规定。

施工高程点每次使用前应进行校测。

4.4.7 在挖槽见底前、灌注混凝土基础前、管道铺设或砌筑前，应校测管道中心线及高程桩的高程。

4.4.8 分段施工时，相邻施工段间的水准点，宜布设在施工分界点附近。并在工程开工前，由双方分别测量，如误差较大时，查找原因；如误差在允许范围内时，应取三次平均值作为水准基点。施工测量时应对相邻段已完成管道高程进行复核。遇有问题提请建设单位或其代表按其批准方案解决。

5 地下水控制

5.1 一般规定

5.1.1 当管道结构全部或部分位于地下水位以下，基坑（槽）施工时应采取合理地下水控制措施，根据工程地质和水文地质条件、周围地上与地下构筑物等环境条件、管道埋深、降水深度要求及支护结构形式采用帷幕隔水、降水、集水明排或其组合方法。

5.1.2 地下水控制应因地制宜，选择合理的地下水控制方案，设计和施工应考虑以下规定：

- 1 工程地质与水文地质条件；
- 2 基槽开挖与支护设计施工方案，管道基础埋深及降水深度；
- 3 周围地上与地下构筑物、地下管线分布及其变形控制要求；
- 4 施工条件及工期安排；
- 5 市政排水条件。

5.1.3 地下水控制施工应根据设计要求编制专项施工方案，并应包括以下主要内容：

- 1 设计依据；
- 2 工程所处场地地层分布、地下水分层情况及相互关系、周边环境条件；
- 3 隔水帷幕形式或降水形式的技术比较与选择；
- 4 不采用帷幕隔水方法理由和依据；
- 5 隔水帷幕进入下卧隔水层深度和坑底抗突涌稳定性计算；
- 6 降水抽水量计算方法及预估总抽水量、井数及井身结构设计和抽水设备能力的选择、抽水延续时间的估计；
- 7 降水方法对施工安全和环境影响评估；
- 8 地下水位监测要求；
- 9 施工质量检验要求；
- 10 地下水综合利用措施；
- 11 施工图。

5.1.4 地下水控制过程中抽排出的地下水应经沉淀处理后综合利用，多余地下水符合城市地表水排放标准时，可排入城市雨水管网，不应排入城市污水管道。地下水控制过程中，施工单位应采取有效措施，防止污染地下水和地表水。

5.2 帷幕隔水

5.2.1 管道基坑（槽）帷幕隔水方法应根据工程地质条件、水文地质条件、场地条件及基坑支护条件、周边环境等，选用水泥土搅拌桩帷幕、高压喷射注浆帷幕、咬合式排桩或注浆法

等，并应在施工现场进行工艺性试验，确定施工工艺参数。

5.2.2 当基坑（槽）底部以下存在连续分布、埋深较浅的隔水层时，应采用落底式竖向隔水帷幕；当基坑（槽）底部以下含水层厚度较大，隔水层不连续或埋深较深时，可采用悬挂式竖向隔水帷幕，同时应采取隔水帷幕内侧降水，必要时采取帷幕外侧回灌或与水平隔水帷幕结合的措施；地下暗挖隧道、涵洞工程可采用水平向或斜向隔水帷幕。

5.2.3 采用落底式帷幕，帷幕进入下卧隔水层的深度应满足下式（5.2.3）要求，且不宜小于 1.5m：

$$l \geq 0.2\Delta h_w - 0.5b \quad (5.2.3)$$

式中： l ——帷幕进入隔水层的深度（m）；

Δh_w ——基坑内外的水头差值（m）；

b ——帷幕的厚度（m）。

5.2.4 采用悬挂式帷幕，帷幕进入透水层的深度应满足地下水沿帷幕底端绕流的渗透稳定性要求，对渗透系数不同的非均质含水层，宜采用数值方法进行渗流稳定性分析；对均质含水层，地下水渗流的流土稳定性应符合下式（5.2.4）规定：

$$\frac{(2D + 0.8D_1)g'}{\Delta h g_w} \gg K \quad (5.2.4)$$

式中： K ——流土稳定性安全系数；安全等级为一、二、三级的地下水控制工程应分别不小于 1.6、1.5、1.4；

D ——悬挂式隔水帷幕在基坑底面以下的插入深度（m）；

D_1 ——潜水面或承压水含水层顶面至基坑底面的土层厚度（m）；

Δh ——帷幕内外的水头差（m）；

g' ——基坑底面以下土的浮重度（kN/m³）；

g_w ——水的重度（kN/m³）。

5.2.5 当基坑底之下存在承压水含水层，且承压水头高于坑底时，应进行坑底突涌稳定性计算。当不满足坑底抗突涌稳定性要求时，应在基坑内或外布设降压井。

5.2.6 隔水帷幕施工应与支护结构施工相协调，施工顺序符合下列规定：

1 独立、连续隔水帷幕，宜先施工帷幕，后施工支护结构；

2 嵌入式隔水帷幕，采用搅拌工艺成桩，宜先施工帷幕，后施工支护结构；采用高压喷射注浆工艺成桩，宜先施工支护结构，后施工帷幕；

3 咬合式排桩帷幕，宜先施工非加筋桩，后施工加筋桩。

5.2.7 采用搅拌桩帷幕施工，搅拌桩桩径宜取 450mm~800mm，搅拌桩的搭接宽度应符合下列规定：

1 采用单排搅拌桩帷幕搭接宽度，应符合下列表 5.2.7-1 的规定；

表 5.2.7-1 单排搅拌桩帷幕搭接宽度表

序号	搅拌深度	搭接宽度
1	≤10m	≥150mm
2	10m~15m	≥200mm
3	≥15m	≥250mm

2 采用双排搅拌桩截水帷幕，应符合下列表 5.2.7-2 规定。

表 5.2.7-2 双排搅拌桩截水帷幕表

序号	搅拌深度	搭接宽度
1	≤10m	≥100mm
2	10m~15m	≥150mm
3	≥15m	≥200mm

5.2.8 搅拌桩水泥浆液的水灰比宜取 0.6~0.8。搅拌桩的水泥掺量宜取土的天然重度的 15%~20%。

5.2.9 水泥土搅拌桩帷幕的施工应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定。

5.2.10 采用高压喷射注浆施工，应按水泥土固结体的设计有效半径和土的类别选择喷射压力、注浆流量、提升速度、旋转速度等工艺参数，对较硬的粘性土、密实的砂土和碎石土宜取较小提升速度、较大喷射压力。当缺少类似土层条件下的施工经验时，应通过现场工艺试验确定施工工艺参数。

5.2.11 高压喷射注浆帷幕的水泥体搭接宽度，应符合下列表 5.2.11 的规定：

表 5.2.11 高压喷射注浆帷幕的水泥体搭接宽度

序号	搅拌深度	搭接宽度
1	≤10m	≥150mm
2	10m~20m	≥250mm
3	20m~30m	≥350mm

5.2.12 高压喷射注浆水泥浆液的水灰比宜取 0.9~1.1，水泥掺量宜取土的天然重度的 25%~40%。当土层中地下水流速高时，宜掺入外加剂改善水泥浆液的稳定性与固结性。

5.2.13 高压喷射注浆帷幕施工应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JG J79 的有关规定。

5.2.14 管线隧道工程施工可采用注浆隔水帷幕，施工前应通过现场试验确定注浆材料、注浆参数及注浆效果检验方法；注浆材料应选用环保无害的普通水泥、工业水玻璃、超细水泥、

膨润土、快凝早强型特种水泥等注浆材料。浆液配比应符合设计要求，配浆时误差范围：水泥、水玻璃、水为±5%，外加剂为±1%。

5.2.15 隧道内隔水注浆应做止浆墙，可采用喷射混凝土或模筑混凝土的方法施作，止浆墙最小厚度应不小于 500mm，注浆压力大于 2MPa 时，应验算止浆墙的抗剪强度。

5.2.16 对所有的注浆孔按照序列编号，钻孔注浆顺序应采取分序跳双孔或多孔注浆施工。施工中若存在着较大的水流时，宜先对下游进行注浆截水，形成挡墙，后对流水上游范围注浆，以防止浆液的不不断流失。

5.2.17 隧道隔水每循环注浆段长不宜大于 20m，注浆完成后开挖预留长度 2m～5m 作为注浆循环长度。

5.2.18 双液注浆时，应使用带单向阀的浆液混合器，严禁用三通或者其他东西替代。

5.2.19 注浆结束后，应对注浆效果进行检查，评定注浆隔水效果，确认已达到注浆结束标准，方可结束注浆。

5.3 降排水

5.3.1 管道基坑（槽）降水应根据工程规模、工程地质、水文地质、周围环境等要求，可采取轻型井点、管井或集水明排等方法，可参考下列表 5.3.1 选取。

表 5.3.1 降水方法适用条件

适用条件 降水方法	含水土层	渗透系数（m/d）	降水深度（m）
集水明排	填土、粘性土、粉土	<3	<2
轻型井点	粉质粘土、粉土、粉砂、细砂、中细砂	0.1~20	单级<6 多级<12
喷射井点	粉土、砂土	0.1~20	<20
管井	粉质粘土、粉土、砂土、碎石土、岩石	>1	不限

5.3.2 降水设计计算宜包括以下内容：基坑涌水量、设计单井出水量、降水井的数量、深度及滤水管长度、承压水降水基坑开挖底板稳定性计算，降水区内地下水位预测计算，降水引起周边地面沉降计算。

5.3.3 降水深度在沟槽范围内不应小于沟槽底面以下 0.5m，必要时设置观测井以验证并完善降排水方案。

5.3.4 在管道沟槽两侧应根据计算确定采用单排或双排降水井。在沟槽端部，降水井外延长度应不小于沟槽宽度的 2 倍；地下暗挖工程降水井布置应考虑注浆和锁脚锚杆施工的影响，降水井布置距结构边线不宜小于 2m。

5.3.5 轻型井点施工应符合以下规定：

1 成孔工艺可选用清水或泥浆钻进、高压水套管冲击工艺（钻孔法、冲孔法或射水法），轻型井点井孔直径不宜大于 300mm，成孔深度宜大于降水井设计深度 0.5m~1.0m；

2 成孔后应冲洗钻孔，稀释泥浆。在井管与孔壁间及时用洁净中粗砂填灌密实均匀。用高压水反冲洗后，再进行粘土封孔，粘土封孔厚度应不小于 1m；

3 井点安装在管道沟槽槽台上时，槽台的宽度不应小于 1.5m。单独开挖井点槽时，槽底的宽度，不应小于 1m，槽底的高程，宜低于设计井点管顶高程 200mm；

4 每根井点管安装后，应即进行抽水，抽出合格清水后，应将井口临时封堵；

5 井点管、干管机泵的接头，应安装严密，不得漏气。每一组井点及机泵安装完成后，应进行试抽水，真空度符合要求；

6 降水时真空度应保持在 60kPa 以上，且抽水不应间断；

7 采用井点降水应设水位观测孔，观测孔应能有效观测降水情况，宜在距机组最近处、最远处各设一个；

8 轻型井点排水应做观测记录，冲点时应记录含水层的土质，抽水阶段应系统记录水位下降情况、真空度、排水流量等，并与井点设计进行比较和总结。

5.3.6 喷射井点施工应符合以下规定：

1 成孔工艺、滤料回填参考本规程第 5.3.5-1、5.3.5-2 条规定，喷射井点井孔直径不宜大于 600mm，井深应比滤管底部深 1m 以上；

2 工作水泵可采用多级泵，水压宜大于 0.75MPa，工作水箱不应小于 10m³；

3 每组喷射井点系统安装完毕，需进行试抽，不应有漏气或翻砂冒水现象。降水过程中，真空度应保持在 93kPa 以上。

5.3.7 管井施工应符合以下规定：

1 管井成孔宜采用机械成孔并护壁，在比较密实且砾石直径较小的砂砾石层或夹有粘性土的砂砾石层，也可采用清水钻孔。管井成孔直径应满足填充滤料的要求，直径不小于 500mm。钻孔深度宜大于降水井设计深度 0.5m~1m；

2 在凿井过程中，应记取有关的水文地质资料。含水层宜每 2m 取土样一次，非含水层宜每 3m 取土样一次；

3 管井应符合下列规定：

1) 无砂混凝土管、PE 管等均可作井管；

2) 井管内径宜比水泵外径大 50mm，且外径不宜小于 200mm；

3) 井管应无残缺、断裂和弯曲现象；管箍无破损，丝扣完整吻合，无砂混凝土井管管材的允许弯曲度≤3mm/m；

4) 滤管的孔隙率应大于 15%。滤管缠丝可用 12#镀锌铁丝。缠丝间距宜为 1.5~2.5mm；滤管缠丝应垫筋，缠丝与井管间的空隙应大于 3mm；

5) 滤管下端应装沉砂管，长度不宜小于 1m。

4 井管安装应符合下列规定:

- 1) 安装井管前应检查井孔, 井孔应圆整, 井管顶端应高出地面 300mm 以上;
- 2) 采用泥浆护壁的井孔在安装井管前, 应清除孔底沉渣并立即置入井管、注入清水, 调整井底泥浆的重度, 当泥浆比重不大于 1.05 时, 方可投入滤料; 遇塌孔时不得置入井管, 滤料填充体积不应小于计算量的 95%;
- 3) 井管安装应位于井孔中心, 并垂直, 垂直度偏差不得大于 1°;
- 4) 井管下入后应立即回填滤料, 填滤料时应沿井管外部四周均匀填入; 沉砂管应封底。
- 5 井管外滤料宜选用磨圆度好的硬质岩石的圆砾, 不宜采用棱角形石渣料、风化料或其他粘质岩石成分的砾石。滤料规格宜满足下列规定:

1) 砂土含水层

$$D_{50} = (6 \sim 8)d_{50} \quad (5.3.7-1)$$

式中: D_{50} ——小于该粒径的填料质量占总填料质量 50% 所对应的填料粒径 (mm);

d_{50} ——小于该粒径的土的质量占总土质量 50% 所对应的含水层土颗粒的粒径 (mm)。

2) $d_{20} < 2\text{mm}$ 的碎石土含水层

$$D_{50} = (6 \sim 8)d_{20} \quad (5.3.7-2)$$

式中: d_{20} ——小于该粒径的土的质量占总土质量 20% 所对应的含水层土颗粒的粒径 (mm)。

3) 对 $d_{20} \geq 2\text{mm}$ 的碎石土含水层, 宜充填粒径为 10mm~20mm 的滤料;

4) 滤料的不均匀系数应小于 2。

6 填入滤料后, 应及时洗井。当井内泥浆清除后, 先用活塞洗井器洗井, 再用压缩空气洗井;

7 当采用深井泵或潜水泵抽水时, 安装应符合下列规定:

- 1) 应检查井管与水泵及其部件的型号与尺寸;
- 2) 可用型钢、方木或混凝土做深井泵基座, 基座应水平;
- 3) 深井泵的安装, 应使水泵工作部分在动水位 500mm 以下, 使泵的滤网距井底 1.5m 以上;
- 4) 安装扬水管时应逐节检查传动轴, 确保轴心居中, 扬水管间联结螺栓应均匀对称拧紧;
- 5) 安装电动机时, 应使传动轴在电动机空心轴内居中;
- 6) 检查潜水泵及其各部件齐全、无损伤时, 方可进行安装;
- 7) 潜水泵电机下井前, 应灌满洁净的清水, 灌水应按水泵说明书进行;
- 8) 潜水泵吊入井管前应试运行, 检查电机转向;

9) 潜水泵电缆应牢固地附在扬水管上，且应妥善保管；不得使用聚氯乙烯电缆；

10) 深井泵安装后应进行试运转，并观测其出水量。

5.3.8 集水明排

1 对管道基坑（槽）底表面汇水、基坑周边地表汇水及降水井抽出的地下水，可采用明沟排水管道；基坑（槽）坡面渗水宜采用插导水管方式引排；

2 排水沟和集水井设置应根据基坑（槽）特点在合适位置设置，并随土方开挖进程适时调整；排水沟底面应比挖土面低 300mm~400mm，集水井底面应比沟底面低 500mm。明沟和盲沟坡度不宜小于 0.3%；

3 坑内设置的排水沟、集水井与基坑（槽）边坡坡脚距离不宜小于 300mm，盲沟、盲井与边坡坡脚距离不宜小于 100mm；

4 沿排水沟宜每隔 30m~40m 设置一口集水井，集水井可采用水泥砾石滤水管或钢筋笼外填级配石滤料的构造形式；

5 槽底为粉土、亚砂土或砂土，排水沟容易淤积时，宜埋排水管，排水管接口与进水部位，应用滤料回填，并作好保护层。采用管道排水时，排水管道的直径应根据排水量确定。排水管的坡度不宜小于 0.5%；

6 排水沟、排水管应在检查井等构筑物基础外绕过，不得穿越基础；

7 排水井与排水沟应经常进行养护，疏浚排水沟及进水口，掏挖排水井淤泥，保持排水正常。

5.4 冬、雨期施工

5.4.1 进入汛期前，应制定汛期排水方案；采用有效措施确保施工范围内的道路、管线、民房、工厂、仓库等的安全和通行方便。

5.4.2 当既有雨水管道，特别是旧砖沟与沟槽平行而且距离较近，或横跨沟槽时，应与管理部联系，并采取必要的加固防护措施。

5.4.3 汛期利用城市现有排水管道、明渠排除雨水时，应与主管单位联系，制定具体使用方案，且应有临时应急措施。

5.4.4 施工过程中对重点保护部位和地区应事先采取围堤或截流措施，并根据估算可能遇到暴雨影响的程度，及时调配足够数量的排水设备，以备紧急排水使用。

5.4.5 雨期施工采用排水井排水时，应适当缩短排水井的间距，并在槽底基础以外增设临时排水井。

5.4.6 沟槽及井点四周应围防水堤。

5.4.7 汛期前应对排水设备进行试运行，机务人员到岗，排水机房四周设防水堤、机房顶部不得漏水。

5.4.8 冬期施工，对露出地面的井点管、水泵进水管应采取防冻措施；水泵中断抽水时，应将进水管内的水放空。

5.4.9 进入冬期前，应对排水棚采取保暖、防寒措施，并符合消防要求。

6 土方工程

6.1 一般规定

6.1.1 建设单位应向施工单位提供施工影响范围内地下管线、建（构）筑物及其他公共设施资料，施工单位应采取措施加以保护。重要设施的施工保护措施应会同建设、勘察、设计、监理等单位共同确定。

6.1.2 给排水管道工程的土方施工，除应符合本章规定外，涉及围堰、深基坑（槽）开挖与围护、地基处理等工程，还应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 及国家相关标准的规定。

6.1.3 对开挖段土质、地下水位、地下构筑物、沟槽附近的地上建（构）筑物、树木、输电、通讯杆线、地下管线等进行调查，依据设计的开槽断面、支护形式，确定堆土位置、施工道路和机械设备等，制定施工方案。

6.1.4 沟槽穿越道路，应制定导行方案，不能导行时，应根据道路的通行量及最大荷载，设计并架设施工临时便桥，经主管部门批准实施；施工便桥应设荷载标志、护栏、夜间设照明、警示灯。

6.1.5 沟槽开挖至设计高程后应由建设单位会同设计、勘察、施工、监理单位共同验槽；发现岩、土质与勘察报告不符或有其他异常情况时，由建设单位会同上述单位研究处理措施。

6.1.6 应根据管道的不同，制定沟槽回填方案，回填材料、回填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 的规定。

6.1.7 土石方爆破应按国家有关部门规定，由具有相应资质的单位进行施工。

6.2 开 槽

6.2.1 挖槽断面应按底宽、挖深、槽层、各层边坡、层间留台宽度与相邻构筑物关系及排水方式等因素确定。挖槽断面应符合管道结构施工方便、保证质量和安全，以少挖方、少占地为宜。

6.2.2 槽底宽度应根据施工设计确定，包括管道结构宽度及两侧工作宽度；当有支撑时槽底宽度指撑板间的净宽。每侧工作宽度可参照下列表 6.2.2 的规定选用。

表 6.2.2 管道一侧的工作面宽度

管道的外径 D_0	管道一侧的工作面宽度 b_1 (mm)	
	混凝土类管道	金属类管道、化学建材管道
$D_0 \leq 500$	300	300

管道的外径 D_0	管道一侧的工作面宽度 b_1 (mm)	
	混凝土类管道	金属类管道、化学建材管道
$500 < D_0 \leq 1000$	400	400
$1000 < D_0 \leq 1500$	500	500
$1500 < D_0 \leq 3000$	600	700

注：1 槽底需设排水沟时， b_1 应适当增加；

2 管道有现场施工的外防水层时， b_1 宜取 800mm；

3 采用机械回填管道侧面时， b_1 需满足机械作业的宽度要求；

4 关于管道结构宽度的计算，无管座者按管身外径计算，有管座者按管座宽计算，砖沟按墙外侧间距计算。

6.2.3 在天然湿度的土质地区开挖沟槽，地下水位低于槽底，直接开槽不设支撑的，应依据设计要求。

6.2.4 分层开挖沟槽，支撑方式应根据施工环境、土质条件确定。每层槽的开挖深度，应根据支撑方式、挖槽机械性能确定；人工挖槽宜为 2m（槽深）左右。

6.2.5 槽深 5m 以内坡顶无荷载不设支撑的槽帮坡度，可参照下列表 6.2.5 的规定选用：

表 6.2.5 深度在 5m 以内的沟槽边坡的最陡坡度

土的类别	边坡坡度（高：宽）		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1 : 1.00	1 : 1.25	1 : 1.50
中密的碎石类土（充填物为砂土）	1 : 0.75	1 : 1.00	1 : 1.25
硬塑的粉土	1 : 0.67	1 : 0.75	1 : 1.00
中密的碎石类土（充填物为黏性土）	1 : 0.50	1 : 0.67	1 : 0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1 : 0.33	1 : 0.50	1 : 0.67
老黄土	1 : 0.10	1 : 0.25	1 : 0.33
软土（经井点降水后）	1 : 1.25	—	—

6.2.6 挖槽前，应向操作人员详细交底，交底内容应包括挖槽断面、堆土位置、现有地下构筑物情况及施工要求等；并应指定熟悉机械挖土有关安全操作规程的专人与司机配合，且及时量测槽底高程和宽度。

6.2.7 人工开挖多层槽的层间留台宽度应按设计要求执行。

6.2.8 机械挖槽时，坑底以上 200mm~300mm 范围内的土方应采用人工修底的方法挖除，放坡开挖的沟槽边坡应采用人工修坡方法挖除，严禁超挖。

6.2.9 开槽及其他大型机械不得在架空输电线路下工作。当在架空输电线路一侧工作时，与线路的垂直、水平安全距离，应大于下列表 6.2.9 的规定。

表 6.2.9 挖土机及吊车在架空输电线路一侧工作时与线路的安全距离

电压 (kV) 作业距离	<1	10	35	110	220	330	500
垂直方向(m)	1.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.5
水平方向(m)	1.5	2.0	3.5	4.0	6.0	7.0	8.5

注：1 遇有大风、雷雨、大雾的天气时，机械不得在高压线附近施工；

2 如因施工条件所限，不能满足上表要求时，应与有关部门共同研究，采取必要的安全措施后，方可施工。

6.2.10 人工清挖槽底时，应控制槽底高程和宽度，并不得扰动或破坏槽底土壤结构。

6.2.11 在农田中开槽时，根据需要，应将表层熟土与生土分开堆存，填土时熟土仍填于表层。

6.2.12 应根据施工环境及施工需要制定土方开挖及弃土、暂存土方案，选择存土地点。

6.2.13 当沟槽两侧允许堆土时，堆土距槽边不得小于 1m，高度不超过 1.5m；应根据下管及运输的要求，确定沟槽两侧的堆土量与堆土方式。

6.2.14 在高压线下及变压器附近进行挖槽作业时，应按照供电管理部门的有关规定办理。

6.2.15 堆土不得掩埋消防栓、各地地下管道的井盖及雨水口，测量标志及道路附属构筑物等。

6.2.16 雨期施工应符合下列规定：

1 应制定施工阶段的具体防汛方案；沟槽开挖前应妥善安排排水疏导线路；宜先下游后上游安排施工，应尽量缩短开槽长度，快速施工；

2 沟槽与既有排水沟、排水管交叉时，应采取加固或建渡槽、渡管等导流措施。受高程控制影响既有排水沟、排水管联通的地点，应设临时泵站。切断既有排水沟、排水管道时，应经主管部门同意；

3 应制定防止塌槽及漂管的措施，并研究利用沟槽作应急防汛的可行性；

4 宜采取在沟槽周边围堤等护壁措施保护沟槽；

5 接通河道的管段，宜在枯水期施工，采取防止河水倒灌的措施。沟槽与河道挖通前，应先筑好防水坝，坝顶高度应较支撑施工期间最高洪水位高 0.5m。

6.2.17 冬期施工应符合下列规定：

1 计划在冬期施工的沟槽，宜在地面冻结以前，将地面刨松，深 300mm；

2 每日均应对施工沟槽槽底采取防冻措施；采用排水并排水的沟槽，应采取防止保温材料受水浸湿的措施；

3 开挖冻土时，应确定开挖方法和使用机具的种类，并制定安全措施；

4 冬期挖槽，对暴露出来的给水管或其他通水管道等，应根据需要采取防冻措施。

6.3 支 护

6.3.1 支护应按设计实施；无设计要求的，应根据土质情况、施工环境、工期及施工季节，经计算比较选择支护结构的类型。

6.3.2 沟槽、基坑支护结构的种类，可参考下列表 6.3.2 的规定：

表 6.3.2 常用支护结构适用条件和不宜使用条件

结构形式		适用条件	不宜使用条件
放坡		1 基坑周边开阔，满足放坡条件； 2 允许基坑边土体有较大水平位移； 3 开挖面以上一定范围内无地下水或已经降水处理； 4 可独立或与其他结构组合使用。	1 淤泥和流塑土层； 2 地下水位高于开挖面且未经降水处理。
土钉墙		1 允许土体有较大位移； 2 岩土条件较好； 3 地下水位以上为粘土、粉质粘土、粉土、砂土； 4 已经降水或止水处理的岩土； 5 开挖深度不宜大于 12m。	1 土体为富含地下水的岩土层、含水砂土层，且未经降水、止水处理的； 2 膨胀土等特殊土性土层； 3 基坑周边有需严格控制土体位移的建（构）筑物和地下管线。
水泥土墙		1 开挖深度不宜大于 7m，允许坑边土体有较大的位移； 2 填土、可塑～流塑粘性土、粉土、粉细砂及松散的中、粗砂； 3 墙顶超载不大于 20kPa。	1 周边无足够的施工场地； 2 周边建（构）筑物、地下管线要求严格控制基坑位移变形； 3 墙深范围内存在富含有机质淤泥。
排桩	悬臂	开挖深度不宜大于 8m。	周边环境不允许基坑土体有较大水平位移。
	桩锚	1 场地狭小且需深开挖； 2 周边环境对基坑土体的水平位移控制要求严格。	1 基坑周边不允许锚杆施工； 2 锚杆锚固段只能设在淤泥或土质较差的软土层。
	内撑	1 场地狭小且需深开挖； 2 周边环境对基坑土体的水平位移控制要求更严格； 3 基坑周边不允许锚杆施工。	—
地下连续墙		适用于所有止水要求严格以及各类复杂土层的支护工程；适用于任何复杂周边环境的基坑支护工程。	悬臂或与锚杆联合使用的地下连续墙，不宜使用与排桩相同。

6.3.3 支护应符合下列规定：

- 1 应通过支护设计，确定支护结构系统；支护结构系统应符合施工各阶段的强度、刚度与稳定性要求；
- 2 支撑撑杆间距与截面应经计算选定，布置整齐、划一，方便各工序施工操作及缓撑、倒撑；
- 3 支撑前，应将沟槽槽壁整修平整，撑板应紧密均匀地贴靠槽壁，纵梁应垂直，横梁与撑杆应水平，垂直相交，支靠紧密并联结牢固；
- 4 沟槽壁支撑应配合挖槽及时进行，不得“空槽”过夜；
- 5 施工便桥下的支撑应予加强；
- 6 宜选用带有长度调节器的撑杆，撑杆长度超过 4m 时，应加斜撑；
- 7 采用木料设置支撑时，撑板、梁与撑杆应相互接触紧密、联结牢靠。撑杆端头下应设

托木，撑杆长度宜比未撑紧前的槽宽长 20~50mm；联结撑板与撑杆的横梁下应设托木；横梁与撑杆应用“扒锯”钉牢；严禁以短木接长作撑杆；

8 采用木料设置横板密撑，应挖半槽时先行支撑；

9 采用钢材设置支撑，撑板、梁、撑杆应相互接触紧密，联结牢固；用焊接联结，撑杆与梁下应设支托；

10 钢材接长时，应用加强板焊接，焊接应符合钢结构焊接规定；

11 采用钻孔埋设型钢支护时，埋入槽底深度应经计算确定，且不小于 1.5m；开挖土方前应用梁将型钢支护联成整体，其间隙应加垫铁；随土方开挖，及时在型钢支护间插支撑板。

6.3.4 应经常检查沟槽支撑，发现撑杆、梁、撑板等有变形、松动、劈裂、损坏等迹象，应及时加固处理；每次雨后与化冻后均应进行检查。

6.3.5 严禁攀登支撑系统及利用支撑系统装卸施工机具材料。

6.3.6 拆除支撑应遵守下列规定：

1 拆除支撑前，应对沟槽两侧槽壁、建（构）筑物、管线、杆线等进行安全检查，结合实际制定拆除支撑的技术、安全措施和操作要求；

2 具有多层支撑的沟槽，应按自下而上的顺序逐层拆除支撑；在下层槽完成回填土前，严禁拆除上一层支撑；

3 立板撑应在回填土至下撑杆底面，拆除下撑杆；回填土至横梁底面拆除横梁；回填土至半槽再拆除上槽撑杆、梁及撑板；拔出撑板后的孔洞应采用砂或砂砾灌填处理；

4 横板密撑应随回填土的加高，自下而上拆除撑板；一次拆撑不能保证安全时，应进行倒撑；

5 单板撑、稀撑、井字型支撑，一次拆除不能保证安全时，应进行倒撑；

6 采用排水井排水的沟槽，应由排水井的分水线向两端延伸拆除；

7 拔除支撑系统的支护型钢、钢板桩，宜先用千斤顶将型钢顶活，再行拔除作业，当型钢拔出 1/2 长度时，应用绳索对型钢索定；拔除完成后，及时用砂回填孔洞。

6.3.7 支撑、拆撑、倒撑应由经过培训的工人进行作业。

6.3.8 上、下沟槽应设安全梯，不得攀登支撑。

6.3.9 当拆撑确有困难或拆撑后可能影响附近建（构）筑物安全时，应研究妥善处理措施。

6.4 地基处理

6.4.1 地基处理应按设计进行，遇特殊情况需会同建设、设计、勘察、监理单位协商解决。

6.4.2 槽底局部超挖或发生扰动时，应进行处理。超挖深度不超过 150mm 时，可用原土回填，压实度不低于原地基土的密实度；槽底地基土壤含水量较大，不适于压实时，应采取换填措施。

6.4.3 排水不良造成地基土扰动时，应进行处理。扰动深度在 100mm 以内，宜填天然级配砂石或砂砾处理；扰动深度在 300mm 以内，但下部坚硬时，宜填卵石或块石，再用砾石填充空隙并找平表面。

6.4.4 设计换填时，应按要求清槽，检查合格后回填。换填材料应符合设计要求或有关规定。

6.4.5 灰土地基、砂石地基和粉煤灰地基施工前应按本规程第 6.4.1 条规定验槽并处理。

6.4.6 柔性管道处理宜采用砂桩、搅拌桩等复合地基。

6.4.7 采用其他方法进行管道地基处理时，应满足国家有关规范规定和设计要求。

6.5 管道交叉处理

6.5.1 应按设计文件要求进行管道交叉处理；设计文件未要求的应根据管道交叉的实测资料，制定加固和保护管道的措施，应遵循如下原则：

1 应满足管道间最小净距的要求，且按有压管道避让无压管道、支管道避让干线管道、小口径管道避让大口径管道的原则处理；

2 新建给排水管道与其他管道交叉时，应按设计要求处理；施工过程中对既有管道进行临时保护时，所采取的措施应征求有关单位意见；

3 新建给排水管道与既有管道交叉部位的回填压实度应符合设计要求，并使回填材料与被支承管道贴紧密实。

6.5.2 应根据交叉管道的种类、断面、荷载、槽宽等确定加固方式，加固方式宜采用单梁、复合梁吊架或支架等。

6.5.3 管道断面大、荷载较大，宜采用支架加固；管道断面小且荷载较小时，如电缆、小口径给水管、煤气管等，宜采用单梁吊架或复合型吊架加固。

6.5.4 管道交叉加固应符合下列规定：

1 加固措施应征得管理单位的认可；重要的管道加固应邀请管理单位现场监护；

2 应经计算确定加固型式和所需杆件的断面。吊梁应水平，两端应支垫牢固，悬吊杆件应垂直、支架应落在原状土上；

3 应根据管道的种类制定防雨、防火、防冻、防碰撞的措施，并经常维护。

6.5.5 拆除加固设施应符合下列规定：

1 管道结构施工完成后，回填土之前吊架管道下部的沟槽部分，应采用砌体全部填实，当满足交叉管道所需的强度后，再拆除吊架；

2 拆除吊架前，应邀请管道的管理单位到现场，确认管道下方支垫牢固，并在管理单位监护下拆除吊架；

3 吊架拆除后应用砌体将管道交叉下的空隙补齐、填实。

6.6 施工便桥

6.6.1 便桥的宽度、结构形式和材料，应根据交通流量、通行车辆的荷载等级、路口的重要性、开槽的宽度和施工需要，经过计算选定。

6.6.2 支搭便桥的部位，开槽断面应选择直槽，并支撑加固，桥台顶面应平整、坚固，梁的下方应密排方木。

6.6.3 便桥梁与梁之间应联结牢固形成整体。横向联结点的数量应根据桥的跨径确定，但桥端和跨中应设置。

6.6.4 便桥桥面可采用横向密排 150mm×150mm 方木上铺钢、木车道板或在梁上直接铺钢板。桥面本身和梁，均应联结牢固。

6.6.5 便桥桥头应设限速、荷载标志、标志灯、夜间照明灯；桥体设栏杆；施工期间应随时维护。

6.6.6 便桥的拆除应符合下列规定：

1 管道结构经验收合格，且交通疏导便线已完成后，方可拆除。拆除便桥前，桥下回填宜到达距便桥底约 1.5m；

2 拆除便桥，应制定拆桥措施，减少对交通的影响；并设专人指挥，作好安全防护，夜间拆除应设足够照明；

3 拆除后应及时将沟槽土方回填、压实、找平。

6.7 沟槽回填

6.7.1 管道工程的主体结构经验收合格后，应及时回填，沟槽回填前应符合下列规定：

1 混凝土管基强度、抹带接口强度及装配式管道的接缝水泥砂浆强度不应小于 5MPa；

2 现浇混凝土渠道的混凝土强度及砌体砌筑渠道的水泥砂浆强度应达到设计要求；

3 砌体砌筑混合结构或装配式矩形渠道，应在盖板安装后进行；

4 采用砂砾基础的管道，腋角部位应按设计要求回填密实后，再按要求压实回填管道两侧；柔性接口管道回填土前，应采取措施将管身固定；

5 槽内的杂物已彻底清除；

6 地下水位已降至槽底以下 500mm。

6.7.2 应按设计要求选择使用回填土料；设计要求用现场土料回填时，应符合下列规定：

1 槽底至管顶以上 500mm 范围内不得含有机物，冻土及大于 50mm 的砖、石等硬块，塑料管及与抹带、防腐层或电缆周围的部位，应采用细粒土回填；

2 当现场土料含水量过高且不具备降低含水量条件，不能达到要求密实度时，管道两侧及沟槽位于路基范围内的管顶以上部位，应回填石灰土、砂、砂砾或其他可达到要求压实度的材料；

3 用石灰土、砂、砂砾材料回填时，应制定施工技术措施；

4 严禁采用掏洞法取土。

6.7.3 回填应符合下列规定：

1 采用排水井排水的沟槽，回填土应从两座排水井间的分水岭处向两端延伸进行；槽底如有积水，应先排除，不得在水中填土；当日回填者应当日夯实；

2 沟槽回填土应确保构筑物的安全，管道及井室等不位移，不破坏，接口及防腐绝缘层不受破坏；

1) 填土时不得将土直接砸在抹带接口及防腐绝缘层上；

2) 沟槽两侧应同时回填，两侧高差不得超过 300mm；

3) 管顶以上 500mm 范围内，宜用小型夯具，如木夯夯实；

4) 非同时进行的两个回填段的搭接处，不得形成陡坎，应将夯实层留成阶梯状，阶梯的长度应大于高度的 2 倍；

5) 井室等附属构筑物四周的回填土应同时进行；

6) 需要拌和的回填料，应在运入沟槽前拌和均匀，不得在槽内拌和；

7) 同一沟槽中有两排以上管道的基础面位于同一高程时，管道之间的回填压实应与管道与槽壁之间的回填压实对称进行；当有双排或多排管道，但基础底面的高程不等时，应先回填基础较低沟槽，当回填至较高基础底面高程后，再与管道与槽壁之间的回填压实对称进行；

8) 直径大于或等于 1000mm 的钢管、球墨铸铁管，回填施工中应在管内设竖向支撑。

3 当管道覆土较浅，管道承载力较低，压实工具荷载较大或原土回填达不到要求的压实度时，应提请设计进行洽商变更，如：采用石灰土、砂、砂砾等具有结构强度、可以达到要求的其他材料回填；

4 铺土厚度应根据夯实或压实机具的性能及压实度要求而定，每层回填土虚铺厚度宜按下列表 6.7.3 的规定：

表 6.7.3 每层回填土的虚铺厚度

压实机具	木夯、铁夯	轻型压实设备	压路机	振动压路机
虚铺厚度（mm）	150~200	200~250	200~300	≤400

5 填土压实遍数，应按要求的压实度、压实工具、虚铺厚度和填土的含水量，经现场试验确定；

6 填土夯实应夯夯相连，不得漏夯。压路机压实时，机轮重叠宽度应大于 200mm。采用压路机或振动压路机压实时，行驶速度不得大于 2km/h；

7 管顶以上 500mm 范围内不得使用压路机压实；

8 当采用重型压实机械压实，或有较重车辆在回填土上行驶时，管道顶部以上应有一定厚度的压实回填土，其最小厚度应按压实机械的规格和管道的设计承载力，通过计算确定；

9 在既有地下管道下面回填土时，应与有关单位联系，确定夯实方法或采取必要的加固措施；

10 采用土弧基础的管道，应按设计要求铺设砂砾层基础，管道下腋角部位，应采用木锤等特制工具填实或填砂捣实；

11 填土的含水量宜接近最优含水量。回填土前应对所回填土壤进行试验，求出最优含水量和最大干密度。

6.7.4 进行内水压试验的管道，应制定回填方案，除遵守本规程 6.7.2、6.7.3 条规定外，应符合下列规定：

1 进行水压试验的管道，除接口外，管道两侧应回填，管顶以上回填高度不应小于 500mm，水压试验合格后及时回填其余部位；

2 进行闭水、闭气试验的管道，沟槽回填应在闭水、闭气试验合格后进行。

6.7.5 雨期回填土应符合下列规定：

1 雨后回填土应先测土壤含水量，对过湿的土壤应采取降低含水量措施；

2 应排除槽内积水；

3 应避免因取土造成地面水流向槽内；

4 回填土应随还随夯，防止松土淋雨。

6.7.6 冬期回填土应符合下列规定：

1 路基以下不得回填冻土；

2 道路用地范围以外的管道沟槽两侧及管顶以上 500mm 范围内不得回填冻土，沟槽其他部分冻土含量不得超过 15%，冻块不得大于 100mm 且不得集中，并按常温规定分层夯实，应预留沉降量；建设单位有特殊要求时，应按要求制定回填措施。

6.7.7 沟槽回填土的压实度应逐层检查，其压实度应符合下列规定：

1 沟槽内回填部位划分见下列图 6.7.7-1；

地面		
原土分层回填	$\geq 90\%$	管顶 500~1000mm
符合要求的原土或中、粗砂、碎石屑，最大粒径 $<40\text{mm}$ 的砂砾回填。	$\geq 90\%$	管顶以上 500mm，且不小于一倍管径。
每层厚度 100~200mm	$\geq 95\%$	管道两侧
中、粗砂回填	$\geq 95\%$	$2\alpha + 30^\circ$ 范围
中、粗砂回填	$\geq 90\%$	管底基础，一般大于或等于 150mm。
槽底，原状土或经处理回填密实的地基		

图 6.7.7-1 柔性管道沟槽回填部位与压实度示意图

2 管道两侧回填土的压实度：混凝土管道、钢筋混凝土管道不应小于 90%；钢管道、球墨铸铁管道等不应小于 95%；

3 柔性管道回填至设计高程时，应在 12~24h 内测量并记录管道变形率，管道变形率应符合设计要求；设计无要求时，钢管或球墨铸铁管道变形率应不超过 2%，化学建材管道变形率应不超过 3%；当超过时，应采取处理措施；

4 矩形或拱形渠道沟槽两侧回填土按设计文件规定执行；设计文件无规定时，不应小于 90%；

5 管道沟槽在路基范围外，管顶以上 500mm，宽为管道结构外廓围的回填土压实度宜控制为 85%；其余部位当设计文件没有规定时，不应小于 90%；农田或绿地范围内的沟槽回填土，表层 500mm 范围内不宜压实，应预留沉降量并将表面整平；

6 当沟槽位于路基范围内，且路基要求的压实度大于上述有关条款的规定时。回填土的压实度应符合下列规定：

1) 管顶以上 250mm 范围内的回填土压实度应控制为 87%；

2) 其他部位的压实度应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

6.7.8 检查井、雨水口及井室等构筑物周围的回填应符合下列规定：

1 现浇混凝土、砌体水泥砂浆强度应达到设计要求；

2 路面范围内构筑物井室周围，应采用石灰土、砂、砂砾等材料回填，其宽度不宜小于 400mm；

3 构筑物周围的回填宜与管道沟槽回填同时进行，当不便同时进行，应留台阶接茬；

4 构筑物周围回填压实，应对称进行，高差不得大于 300mm，且不得漏夯；

- 5 紧贴构筑物部位应加细夯实；
- 6 回填土压实度应符合设计要求，设计无要求时，应符合现行北京市地方标准《排水管道工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

7 下 管

7.1 一般规定

7.1.1 下管应根据工人操作的熟练程度、管件重量、管长、施工环境、沟槽深度及吊装设备供应条件等，确定下管方法。

7.1.2 下管前应制定安全措施确保施工安全。应由经过培训的工人担任指挥。

7.1.3 下管时槽内工作人员应避开下管位置；起吊管子的下方严禁站人。

7.1.4 管节和管件装卸时应轻装轻放，运输时应垫稳、绑牢，不得相互撞击，接口及钢管的内外防腐层应采取保护措施。

金属管、化学建材管及管件吊装时，应采用柔韧的绳索、兜身吊带或专用工具；采用钢丝绳或铁链时不得直接接触管节。

7.1.5 下管前应对沟槽进行检查，并按下列规定进行处理：

1 应将槽底清理干净，槽底地基局部遇有松软地基、流砂、溶洞等应按设计要求进行处理；槽底遇有古墓、粪污、腐朽不洁之物，应妥善处理，按设计要求进行地基处理；

2 地基土壤被扰动、受冻，应进行处理；受冻土基上不得铺设管道；

3 槽底高程及沟槽宽度应符合质量标准；

4 槽壁有裂缝及坍塌危险处应处理；

5 应根据下管需要清理管侧堆土。

7.1.6 管道安装前，宜将管节、管件按施工方案的要求摆放，摆放的位置应便于起吊及运送。

7.1.7 在混凝土基础上下管时，除基础面高程与宽度应符合质量标准外，混凝土强度应不小于 5.0N/mm^2 。

7.1.8 当槽底为岩石或坚硬地基时应按设计要求进行基础施工，设计无规定时，应提请设计，在地基上铺砂垫层，其厚度应符合下列表 7.1.8 的规定。

表 7.1.8 砂垫层厚度 (mm)

管道种类	管 径 (mm)		
	≤ 500	> 500 且 ≤ 1000	> 1000
金属管	≥ 100	≥ 150	≥ 200
非金属管	150~200		

7.1.9 下管时，管子不得与槽壁支撑及槽下的管道相互碰撞，沟内运管不得扰动天然地基。

7.1.10 架空管道支架的高程、位置、结构质量应符合设计要求；脚手架应符合施工安全要求。管道吊装前应进行复核。

7.1.11 运至工地的管子、管件及闸门等，应合理安排卸存地点，卸存场地应平整。给水管

材的卸存场地及排放场地应清除有碍卫生的脏物。

7.1.12 管节堆放宜选用平整、坚实的场地；堆放时应垫稳，防止滚动，堆放层高可按照产品技术标准或生产厂家的要求；如无其他规定时应符合下列表 7.1.12 的规定，使用管节时应自上而下依次搬运。

表 7.1.12 管节堆放层数与层高

管材种类	管 径 D_0 (mm)							
	100~150	200~250	300~400	400~500	500~600	600~700	800~1200	≥1400
预应力混凝土管	—	—	—	—	4 层	3 层	2 层	1 层
钢管、球墨铸铁管	层高≤3m							
预应力钢筒混凝土管	—	—	—	—	—	3 层	2 层	1 层或立放
硬聚氯乙烯管、聚乙烯管	8 层	5 层	4 层	4 层	3 层	3 层	—	—
玻璃钢管	—	7 层	5 层	4 层	—	3 层	2 层	1 层

注： D_0 为管外径。

7.1.13 下管前应对管子、管件及闸门等逐件进行规格、质量检验，合格方可使用。

7.1.14 管节、管件运输时，全部直管宜设有支架，散装件运输应采用带档板的平台和车辆均匀堆放，承插口管节及管件应分插口、承口两端交替堆放整齐，两侧加支垫，保持平稳；管节、管件搬运时，应小心轻放，不得抛、摔、拖管以及受剧烈撞击和锐物的划伤；管节、管件应堆放在温度一般不超过 40℃，并远离热源及带有腐蚀性试剂或溶剂的地方；室外堆放不应长期露天曝晒。堆放高度不应超过 2.0m，堆放附近应有消防设施（备）。

7.1.15 吊装及运输时，应对法兰盘面、预应力钢筋混凝土管承插口密封工作面、钢管丝扣及金属管的绝缘防腐层，采取保护措施，不得损伤；闸门应关闭，严禁用钢丝绳捆绑操作轮、螺孔或用吊钩直接勾吊管件的接口部位。

7.1.16 施工现场布设管件、闸门及管材等，应设专人指挥。承插口管的承口排放方向应与管道铺设的方向一致。

7.1.17 接口工作坑应配合管道铺设及时开挖，开挖尺寸应符合施工方案的要求，并满足下列规定：

1 对于预应力混凝土管以及滑入式柔性接口球墨铸铁管，应符合下列表 7.1.17 的规定；

表 7.1.17 接口工作坑开挖尺寸

管材种类	管外径 D_0 (mm)	宽度 (mm)		长度 (mm)		深度 (mm)
				承口前	承口后	
预应力混凝土管、滑入式柔性接口球墨铸铁管	≤500	承口 外径加	800	200	承口长度 加 200	200
	600~1000		1000			400

管材种类	管外径 D_0 (mm)	宽度 (mm)		长度 (mm)		深度 (mm)
				承口前	承口后	
	1100~1500		1600			450
	>1600		1800			500

2 对于钢管焊接接口、球墨铸铁管机械式柔性接口及法兰接口，接口处开挖尺寸应满足操作人员和连接工具的安装作业空间要求，并便于检验人员的检查；

3 雨期施工应采取以下措施：

1) 合理缩短开槽长度，及时砌筑检查井，暂时中断安装的管道及与河道相连通的管口应临时封堵；已安装的管道验收后应及时回填；

2) 制定槽边雨水径流疏导、槽内排水及防止漂管事故的应急措施。

4 冬期施工不得使用冻硬的橡胶圈。

7.1.18 当钢管组成管段下管时，其长度及吊点距离，应根据管径、壁厚、防腐层种类及下管方法，在施工方案中确定。

7.1.19 下管所用工具、机械、设备，使用前应进行检查，符合技术、安全要求方可使用；发现不正常情况，应即时检查、纠正、处理。

7.1.20 露天或埋设在对橡胶圈有腐蚀作用的土质及地下水中的柔性接口，应采用对橡胶圈无不良影响的柔性密封材料，封堵外露橡胶圈的接口缝隙。

7.1.21 下管前应清扫管内外壁。

7.2 吊车下管

7.2.1 采用吊车下管，应事先与起重人员、吊车司机一起勘察现场，根据沟槽深度、土质、环境条件等，确定吊车距槽边的距离、管材排放位置及其他配合事宜。吊车进出道路应事先进行平整。

7.2.2 起重机下管时，起重机架设的位置不得影响沟槽边坡的稳定；严禁吊车在架空输电线路下工作，在架空线路一侧工作时，吊车的任何部位或被吊管节等物品边缘与架空线路边缘的最小垂直、水平安全距离，应符合本规程第 6.2.9 条规定。

7.2.3 吊车下管应有专人指挥。指挥人员应熟悉机械吊装有关安全操作规程、指挥信号，及所吊管材、管件、闸门等对吊装工艺要求。在作业过程中，指挥人员应精神集中；吊车司机和槽下工作人员应听从指挥。

7.2.4 指挥信号应统一明确由具有建筑施工特种作业操作资格证建筑起重信号指挥工（信号工）人员负责指挥。吊车进行各种动作之前，指挥人员应检查操作环境情况，确认安全后，方可向司机发出信号。

7.2.5 吊索应准确置于吊点，吊具应安装牢固，管子起吊应平稳，吊速应均匀，回转应平稳，下落应低速轻放，不得突然制动。

7.2.6 施工现场宜选用低噪音、低振动的设备，强噪声设备宜设置在远离居民区的一侧，并采用隔声、吸声材料搭设防护棚或屏障。

7.2.7 起重吊装检查评定应符合现行国家标准《起重机械安全规程》GB 6067 的规定。

7.2.8 起重吊装检查评定保证项目应包括：施工方案、起重机械、钢丝绳与地锚、索具、作业环境、作业人员。一般项目应包括：起重吊装、高处作业、构件码放、警戒监护。

7.2.9 施工现场的机械设备、车辆的尾气排放应符合国家和北京市环保排放标准。

7.3 人工下管

7.3.1 采取人工压绳下管法，应视管径、槽深制定下管技术措施。管径大于 900mm 的钢筋混凝土管，应开马道，埋设锚固管柱固定大绳；管径小重量轻的管子，宜靠槽壁斜立方木两根，并用铁钎锚固大绳。

7.3.2 压绳法应听从统一指挥，两根大绳用力一致，管体应平衡、均匀，稳定下入沟槽。

7.3.3 下管用的锚固混凝土管柱，其最小管径应符合下列表 7.3.3 的规定。管柱埋深为管长的二分之一，管柱外周应填土夯实。

表 7.3.3 锚固混凝土管柱最小管径

下管管径（mm）	管柱管径（mm）
≤1100	600
1250～1350	700
1500～1800	800

马道坡度不应陡于 1：1，宽度为管长加 500mm。如环境限制不能开马道时，可用穿心管下管，并应采取安全措施。

7.3.4 下管用的大绳，应质地坚固、不断股、不糟朽，无夹心。其截面直径应参照下列表 7.3.4 的规定。

表 7.3.4 下管大绳截面直径

管径（mm）			大绳截面直径（mm）
球墨铸铁管	预应力钢筋混凝土管	混凝土管及钢筋混凝土管	
≤300	≤200	≤400	20
300～500	300	500～700	25
600～800	400～500	800～100	30

管径 (mm)			大绳截面直径 (mm)
球墨铸铁管	预应力钢筋 混凝土管	混凝土管及 钢筋混凝土管	
900~1000	600	1100~1250	38
1100~1200	800	1350~1500	44
—	—	1600~1800	55

7.3.5 吊链下管的操作应符合下列规定：

- 1 在下管位置附近应先搭设吊链架；吊链架应支搭牢固，满足起吊负荷规定要求；
- 2 在下管处横跨沟槽放不少于两根枕梁，当钢管组成的管段较长时应增加；枕梁可用圆木或方木，其截面尺寸根据槽宽和管重确定；
- 3 将管子推至枕梁上，两边应用木楔楔紧；
- 4 用吊链将管子吊起，撤去枕梁，将管子匀速降至槽底。

7.3.6 槽底应采取保护管材的措施，为便于槽内转管与卸除吊装索具，下管时宜在槽底垫木板或方木。在混凝土或铺砂砾层基础的槽底上下管时，宜垫木板。

8 给水管道铺设

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于采用球墨铸铁管、预应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管、钢管、化工建材管等的给水管道工程。

8.1.2 管节及管件应采用吊带或专用工具起吊，装卸时应轻装轻放，运输应绑牢、垫稳，不得相互撞击；应采取措施防止管道接口及钢管的内外防腐层受到损伤。

8.1.3 管道暂停铺设时，应及时封堵管口。

8.1.4 管节堆放场地宜平整、坚实，堆放时应垫稳、堆放层高不应大于表 7.1.12 的规定。

8.1.5 橡胶圈贮存、运输应符合下列规定：

1 贮存环境温度宜为-5~30℃，湿度不应大于 80%，存放位置不宜长期受强紫外线光源照射，离热源距离不得小于 1m；

2 橡胶圈不得与溶剂、易挥发物、油脂等放在一起；应远离臭氧浓度高的环境；

3 贮存、运输中不得长期挤压。

8.1.6 安装前，宜将管节、管件，依施工设计的规定摆放，摆放的位置应便于起吊及运送。

8.1.7 管道应在沟槽地基、管基质量检验合格后安装，安装宜自下游开始，承口朝向施工前进的方向。

8.1.8 合槽施工时，应先安装埋设较深的管道，当回填土高程与邻近管道基础高程相同时，再安装相邻的管道。

8.1.9 管道安装时应将管节的中心、高程逐一调整正确，安装后的管节应进行复测，合格后，方可进行下一工序的施工。

8.1.10 设于管道上的闸阀，安装前应检验合格。

8.1.11 已验收合格入库存放的管节、管件、闸阀安装前应进行复验。

8.1.12 下管前应修补钢管内、外防腐层受损部位；固定口防腐层部位，在管道安装后补作。

8.1.13 雨期施工应严防雨水泡槽，造成漂管事故。除按本规程第 6 章土方有关雨季施工的要求，防止雨水进槽外，对已铺设的管道的两侧除接口部位外，应及时回填压实。

8.1.14 冬期施工不得使用冻硬的橡胶圈。进行水压试验应采取以下防冻措施：

1 管身应填土至管顶以上约 500mm；

2 暴露的接口及管段应用保温材料覆盖；

3 灌水及试压的临时管线应采取保温措施；

4 试压合格后，应即将水放空；

5 管径较小，气温较低，采取以上措施仍不能保证不结冻时，水中宜加食盐防冻。

8.2 球墨铸铁管铺设

8.2.1 球墨铸铁管铺设应符合下列规定：

1 球墨铸铁管及管件应符合现行国家有关质量标准的规定，铺设前应进行外观检查，有裂纹及外观缺陷不得使用。承口内部及插口外部飞刺、铸砂及过厚的沥青等应予铲除，损伤的内、外防腐层应经修补合格方可使用；

2 插口装入承口前，应将承口内部和插口外部清刷干净。插口装入承口后，应根据中线或边线调整管子中心位置；

3 沿直线安装管道时，宜选用管径公差组合最小的管节组对连接，接口的环向间隙应均匀，承插口间的纵向间隙不应小于 3mm；

4 管道沿曲线安装时，接口的允许转角，不得大于下列表 8.2.1-1 的规定；

表 8.2.1-1 沿曲线安装接口的允许转角

接口种类	管 径 (mm)	允许转角 (°)
滑入式 T 形、梯唇形橡胶圈接口及柔性机械式接口	75~600	3
	700~800	2
	≥900	1

5 接口工作坑的尺寸可参照下列表 8.2.1-2 的规定；

表 8.2.1-2 接口工作坑尺寸

接口型式	管径 (mm)	工作坑尺寸 (mm)				
		宽 度		长 度		深度
				承口前	承口后	
滑入式柔性接口	≤500	承口外 径加	800	200	承口长度加 200	200
	600~1000		1000			400
	1100~1500		1600			450
	≥1600		1800			500

注：1 机械式柔性接口，可参照滑入式柔性接口工作坑的各部尺寸，但承口前尺寸宜适当加大；

2 管径系管外径。

6 除接口部位外，应及时将管身两侧及管顶以上 500mm 的范围内回填土。

8.2.2 法兰接口应符合下列规定：

1 接口前应对法兰盘、螺栓及螺母进行检查。法兰盘表面应平整，无裂纹，密封面上不得有斑疤、砂眼及辐射状沟纹，密封槽符合规定，螺孔位置准确；螺栓、螺母型号符合设计要求；

2 法兰接口环形橡胶垫质量应符合下列规定：

1) 所用材料中不得含有任何有害橡胶垫使用寿命、污染水质的材料及再生胶；

2) 橡胶质地应均匀、厚度一致、无皱纹；当管径 $\leq 600\text{mm}$ 时，橡胶垫厚度宜为 $3\sim 4\text{mm}$ ，管径 $\geq 700\text{mm}$ 时，宜为 $5\sim 6\text{mm}$ ；

3) 橡胶垫内径应与法兰内径一致，其允许偏差，管径 $\leq 150\text{mm}$ 为 $+3\text{mm}$ ，管径 $\geq 200\text{mm}$ 为 $+5\text{mm}$ ；橡胶垫外径应与法兰密封面外缘相齐。

3 法兰接口安装时，应先将法兰密封面清理干净。橡胶垫应放置平正；

4 螺栓及螺母应涂防锈剂，对称地均匀拧紧，不得先将一侧拧紧再拧另侧。螺母应在法兰的同侧；

5 安装带有法兰的闸门或其他管件时，应防止闸门或其他管件产生拉应力。邻近法兰的一侧或两侧的接口，应在连接法兰的所有螺栓拧紧后，方可进行连接；

6 法兰接口完成安装后应对螺栓进行防腐处理；

7 法兰接口质量应符合下列规定：

1) 两法兰盘面应平行，法兰与管中心线应垂直；其偏差不得大于 $1.5\%D$ ；

2) 螺栓露出螺母外的长度不应小于2扣丝，且不得大于螺栓直径的 $1/2$ 。

8.2.3 柔性接口安装应符合下列规定：

1 球墨铸铁管柔性接口的胶圈，其材质与规格应符合相应管材的现行国家标准的规定；宜由管材供应单位配套供应；

2 安装滑入式橡胶圈接口时，应将承口内工作面与插口外工作面清扫干净后，将橡胶圈嵌入承口的凹槽内，并在橡胶圈外露的表面及插口工作面，涂以对橡胶圈质量无影响的滑润剂，待插口端部倒角与橡胶圈均匀接触后，再用专用工具将插口堆入承口内，推入深度应达到标志环，并复查与其相邻已安好的第一至第二个接口堆入深度；

3 当采用截断的管节进行安装时，端部应与管体纵向轴线垂直，进行接口连接前，应将被截端部加工出插口倒角并划出插入深度的标志环，再按本规程第8.2.3-2条规定，安装滑入式橡胶圈接口；

4 安装柔性机械接口时，应使插口与承口法兰压盖的纵向轴线相重合；螺栓安装方向应一致，并均匀、对称的紧固。紧固后的法兰盖与承口的法兰盘应平行，间隙均匀一致。

8.3 预应力钢筋混凝土管铺设

8.3.1 预应力钢筋混凝土管应符合现行国家有关质量标准规定。铺设前应进行外观检查，符合标准方可使用。

8.3.2 管道承插口密封工作面应平整光滑，厂家应配套供应橡胶圈。安装前，应逐根测量承口内径、插口外径及其椭圆度，作好记录。

8.3.3 预应力钢筋混凝土管接口橡胶圈的物理性能，质量要求及截面的选择，应符合下列规定：

- 1 橡胶圈材质和规格应符合相关产品标准的规定；
- 2 橡胶圈应由管材厂配套供应；
- 3 橡胶圈外观光滑平整，不得有裂缝、破损、气孔、卷褶等缺陷；
- 4 每个橡胶圈的接头不得超过 2 个，且两拼接点间的距离不应小于 600mm，橡胶圈的物理性能应符合下列表 8.3.3 的要求；

表 8.3.3 橡胶圈的物理性能

含胶量 (%)	邵氏硬度 (度)	拉伸强度 (kg/cm ²)	伸长率 (%)	永久变形 (%)	老化系数 70℃, 72h
≥65	45~55	≥160	≥500	<25	0.8

- 5 应根据管径与接口环形间隙选择橡胶圈环径与橡胶圈截面直径。橡胶圈截面直径与环径应按式 (8.3.3-1)、(8.3.3-2) 计算确定：

$$d_0 = \frac{e}{\sqrt{K_R \cdot (1-r)}} \quad (8.3.3-1)$$

$$D_R = K_R \cdot D_w \quad (8.3.3-2)$$

式中： d_0 ——橡胶圈截面直径 (mm)；

e ——接口环向间隙 (mm)；

r ——压缩率，35%~45%；

D_R ——安装前橡胶圈环向内径 (mm)；

K_R ——环径系数，为 0.85~0.90；

D_w ——插口端外径 (mm)。

- 6 冬期施工不得使用冻硬的橡胶圈。

8.3.4 下管前应检查沟槽及槽基，并经验收合格。安装前应先挖工作坑，其尺寸满足安装要求，且使管身与砂砾层接触均匀。

8.3.5 预应力混凝土管不得截断使用；预应力混凝土管道采用金属管件连接时，管件应进行防腐处理。

8.3.6 接口前应将承口内部和插口外部清扫干净，将橡胶圈套在插口端部。橡胶圈应保持平整，无扭曲现象。

8.3.7 对口应符合下列规定：

- 1 将管子稍吊离槽底，使插口橡胶圈准确地对入承口锥面内；
- 2 利用边线调整管身位置，使管身中线符合设计要求；
- 3 橡胶圈与承口接触是否均匀紧密，橡胶圈安装位置准确；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；
- 4 安装时应使管道中心及内底高程符合设计要求，稳管时应采取措施防止管道发生滚

动。

8.3.8 安装接口的机具，宜根据具体情况选取，顶拉设备能力应进行施工设计和计算。

8.3.9 安装接口时，顶、拉速度应缓慢，橡胶圈达到承、插口工作面预定的位置后，应用机具将接口锁定，连续锁定接口不得少于 2 个。

8.3.10 安装接口完成后，应立即将管道腋下部位填实。不妨碍继续安装的管段，应及时将管身两侧回填土。

8.3.11 钢筋混凝土管沿直线安装时，管口间的纵向间隙应符合设计及产品标准要求；预应力混凝土管沿曲线安装时，管口间的纵向间隙最小处不得小于 5mm，接口转角应符合下列表 8.3.11 的规定。

表 8.3.11 预应力混凝土管沿曲线安装接口的允许转角

管材种类	管内径 D_i (mm)	允许转角 (°)
预应力混凝土管（除钢制承插口）	500~700	0.75
	800~1500	0.5
	1600~3000	0.25
预应力混凝土管（钢制承插口）	1200~3000	0.5

注：预应力混凝土管（钢制承插口）沿曲线安装接口的允许转角数值，仅适用于管道转弯角度小于 3° 时，采用接头连续借转情况下。

8.3.12 预应力钢筋混凝土管所使用球墨铸铁或钢制的管件及闸门等的安装，按本规程 8.2 节球墨铸铁管铺设的有关规定执行。

8.3.13 采用混凝土基础时，管道中心、高程复验合格后，应按设计要求及时浇筑管座混凝土。

8.4 预应力钢筒混凝土管铺设

8.4.1 管节及管件的规格、性能应符合国家有关产品标准的规定和设计要求，进入施工现场时其外观质量应符合下列规定：

1 内壁混凝土表面平整光洁；承插口钢环工作面光洁干净；内衬式管（简称衬筒管）内表面不应出现浮渣、露石和严重的浮浆；埋置式管（简称埋筒管）内表面不应出现气泡、孔洞、凹坑以及蜂窝、麻面等不密实的现象；

2 管内表面出现的环向裂缝或者螺旋状裂缝宽度不应大于 0.5mm（浮浆裂缝除外）；距离管的插口端 300mm 范围内出现的环向裂缝宽度不应大于 1.5mm；管内表面不得出现长度大于 150mm 的纵向可见裂缝；

3 管端面混凝土不应有缺料、掉角、孔洞等缺陷。端面应齐平、光滑、并与轴线垂直。端面垂直度应符合下列表 8.4.1 的规定；

表 8.4.1 管端面垂直度

管内径 D_i (mm)	管端面垂直度的允许偏差 (mm)
400~1200	6
1400~3000	9
3200~4000	13

4 外保护层不得出现空鼓、裂缝及剥落；

5 橡胶圈应符合本规程第 8.3.3 条规定。

8.4.2 承插式橡胶圈柔性接口施工时应符合下列规定：

- 1 应清理管道承口内侧、插口外部凹槽等连接部位和橡胶圈；
- 2 应将橡胶圈套入插口上的凹槽内，保证橡胶圈在凹槽内受力均匀、无扭曲翻转现象；
- 3 应采用配套的润滑剂涂擦在承口内侧和橡胶圈上，检查涂覆是否完好、均匀；
- 4 应在插口上按要求做好安装标记，检查插入是否到位；
- 5 接口安装时，应将插口一次插入承口内，达到安装标记为止；
- 6 安装时接头和管端应保持清洁；
- 7 安装就位，放松紧管器具后应进行下列检查：
 - 1) 复核管节的高程和中心线，并应符合设计要求；
 - 2) 用特定钢尺插入承插口之间检查橡胶圈各部的环向位置，确认橡胶圈在同一深度；
 - 3) 接口处承口周围不应有胀裂现象；
 - 4) 橡胶圈应无脱槽、挤出等现象；
 - 5) 沿直线安装时，插口端面与承口底部的轴向间隙应大于 5mm，且不应大于下列表 8.4.2 的规定的数值。

表 8.4.2 插口与承口间的最大轴向间隙

管内径 D_i (mm)	内衬式管（衬钢管）		埋置式管（埋钢管）	
	单胶圈（mm）	双胶圈（mm）	单胶圈（mm）	双胶圈（mm）
400~1400	15	25	—	—
1200~4000	—	—	25	25

8 管道接口在第二次水压试验合格后，应立即按设计要求进行接口内、外间隙的密封施工。

8.4.3 采用钢制管件连接时，管件应进行防腐处理。

8.4.4 现场合拢应符合以下规定：

- 1 安装过程中，应严格控制合拢处上、下游管道接装长度、中心位移偏差；
- 2 合拢位置宜选择在设有人孔或设备安装孔的配件附近；

3 合拢管应设置在直管段；

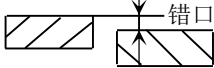
4 现场合拢施工焊接不宜在当日高温时段进行。现场焊接合拢管时，焊接点距离胶圈应大于 500mm。焊缝质量应符合设计要求和现行国家标准的有关规定。

8.5 钢管铺设

8.5.1 钢管的材质与厚度应符合设计要求和现行国家有关标准规定，内、外防腐层经检验合格。

8.5.2 钢管对口前应检查每根管节的管口尺寸，作好编号，选择管口相对偏差较小的管节组对；对口时应用 400mm 水平尺，在接口周围顺序找平，错口的允许偏差应符合下列表 8.5.2 的规定。

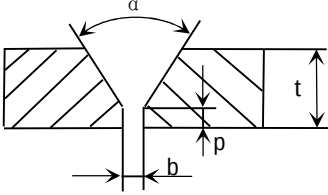
表 8.5.2 钢管对口时错口允许偏差

图 示	壁厚（mm）	3.5~5	6~10	12~14	≥16
	错口允许偏差（mm）	0.5	1.0	1.5	2.0

8.5.3 钢管对口应符合下列规定：

1 管节对口前应对管口整圆并修口，修口的各部尺寸应符合下列表 8.5.3 的规定。且管节端面应与管中心线垂直，允许偏差为 1mm；

表 8.5.3 电弧焊管端各部尺寸

修口形式		间隙 b（mm）	钝边 p（mm）	坡口角度 α（°）
图 示	壁厚 t（mm）			
	4~9	1.5~3	1.0~1.5	60~70
	10~26	2.0~4.0	1.0~2.0	60±5

2 管节对口时，纵向焊缝的位置应沿环向排开；纵向焊缝应放在管道中心垂线上半圆的 45°左右处；纵向焊缝应错开，当管径小于 600mm 时，错开的环向间距不得小于 100mm；当管径大于或等于 600mm 时，错开的环向间距不得小于 300mm；

3 不同壁厚的管节对口时，管壁厚度相差不得大于 3mm。不同管径的管节相连时，当两管径相差大于小管管径的 15%时，宜用渐缩管连接。渐缩管的长度不应小于或等于两管径差值的 2 倍，且不应小于 200mm。

8.5.4 直管管段两相邻环向焊缝的间距不应小于 200mm；在直线管段上加设短节时，短节的长度不应小于 800mm。

8.5.5 有加固环的钢管，加固环的对焊焊缝应与管节纵向焊缝错开，其间距不应小于 100mm；

加固环距管节的环向焊缝不应小于 50mm。

8.5.6 管道任何位置不得有十字形焊缝；弯管起弯点至接口的距离不得小于管径，且不得小于 100mm；环向焊缝距支架净距不应小于 100mm。

8.5.7 钢管焊接应符合下列规定：

1 焊条应与管材材质相匹配；应根据管材的材质、管道工作条件、焊接工艺条件选用焊条；

2 焊条在运输和贮存中，应采取措施防止焊条遭受损伤、沾污和潮湿；焊条使用前应进行烘干，并进行外观检查，受潮、掉皮的焊条不得使用；

3 焊接前，应将焊口两侧各不少于 10mm 范围内的铁锈、污垢、油脂等清理干净，使金属呈光泽状态。在焊接过程中，应采取措施，保护施焊范围不受风雪和雨水的侵袭；

4 点焊所用的焊条性能，应与焊接所用的焊条相同；点焊焊缝的质量应与焊缝质量相同；点焊厚度应与第一层焊接厚度相同，其焊缝根部应焊透，点焊长度和间距，宜按下列表 8.5.7 的规定选用；

表 8.5.7 钢管接口点焊长度和点数

管径（mm）	点焊长度（mm）	点数或处
80～150	15～30	3
200～300	40～50	4
350～500	50～60	5
600～700	60～70	6
800 以上	80～100	一般间距 400mm 左右

5 钢管的纵向焊缝端部及螺旋管焊缝的端部，不得进行点焊；

6 点焊后的焊口不得用大锤敲打。在焊接第一层前，应对点焊进行检查，如发现裂纹时，应铲除重焊。

8.5.8 电弧焊接应符合下列规定：

1 手工电弧焊接钢管及附件时，厚度小于 6mm 且带坡口的接口，焊接层数不得少于两层；

2 管道接口的焊接应制定焊接部位顺序和施焊方法，防止产生温度应力集中；

3 多层焊接时，第一层焊缝根部应焊透，且不得烧穿；焊接以后各层，应将前一层的熔渣清理干净。每层焊缝厚度宜为焊条直径的 0.8～1.2 倍。各层引弧点和熄弧点应错开；

4 钢管道的闭合接口焊接和异形管件焊接，应根据环境温度选择闭合温差较小的时段进行；夏季宜在较低温度时段，冬季宜在较高温度时段施焊；

5 平焊电流宜采用下式（8.5.8）计算：

$$I = kd \tag{8.5.8}$$

式中： I ——电流（A）；

d ——焊条直径（mm）；

k ——系数，根据焊条决定，宜为 35~50。

6 立焊和横焊电流应比平焊小 5%~10%；仰焊电流应比平焊小 10%~15%；

7 焊缝的焊接层数、焊条直径和电流强度，应根据被焊钢板的厚度、坡口形式和焊口位置确定，可按下列表 8.5.8-1、8.5.8-2、8.5.8-3 选用。横、立焊时，焊条直径不应超过 5mm；仰焊时，焊条直径不应超过 4mm；

表 8.5.8-1 不开坡口对接电弧焊接的焊接层数、焊条直径及电流强度表

钢板厚度 (mm)	焊缝 型式	间隙 (mm)	焊条直径 (mm)	电流强度平均值 (A)		备注
				平焊	立、仰焊	
3~5	单面	1	3	120	110	如焊不透时应开坡口
5~6	双面	1~1.5	4~5	180~260	160~230	

表 8.5.8-2 V 型坡口和 X 型坡口对接电弧焊接的焊接层数、焊条直径及电流强度表

钢板厚度 (mm)	层数	焊条直径 (mm)		电流强度平均值 (A)	
		第一层	以后各层	平焊	立、横、仰焊
6~8	2~3	3	4	120~180	90~160
10	2~3	3~4	5	140~260	120~160
12	3~4	4	6	140~260	120~160
14	4	4	5~6	140~260	120~160
16~13	4~6	4~5	5~6	140~260	120~160

表 8.5.8-3 搭接与角接电弧焊接的焊接层数、焊条直径及电流强度表

钢板厚度 (mm)	焊接层数	焊条直径 (mm)		电流强度平均值 (A)		
		第一层	以后各层	平焊	立焊	仰焊
4~6	1~2	3~4	4	120~180	100~160	90~160
8~12	2~3	4~5	5	160~180	120~230	120~160
14~16	3~4	4~5	5~6	160~320	120~230	120~160
18~20	4~5	4~5	5~6	160~320	120~230	120~160

注：搭接或角接的两块钢板厚度不同时，应以薄的计。

8 管道采用双面焊时，一面焊完后，焊接另一面时，应将表面熔渣铲除、清净后，再焊接。

8.5.9 冬期在 0℃ 以下的气温中进行焊接时，工作场所应作好防风、防雪的措施；清除管道上的冰雪；焊接时，应采取防止焊口加速冷却的措施；焊接过程中保证管道焊缝能自由收缩；不得在刚完成焊接的管道上敲打；冬期焊接时的气温和管材预热应符合下列表 8.5.9 的规定。

表 8.5.9 钢管焊接时气温与管材预热表

钢材材质	环境温度 (℃)	预热温度 (℃)
------	----------	----------

钢材材质	环境温度 (°C)	预热温度 (°C)
含碳量 $\leq 0.20\%$ 的碳素钢	低于-20	100~200
含碳量 0.20%~0.28%的碳素钢	低于-10	100~200
16Mn 钢	低于-10	250~400

注：焊口预热区，宽度为 200~250mm；宜用气焊烤热。

8.5.10 每道焊缝焊完后，应清除熔渣，并进行外观检查。如有气孔、夹渣、裂纹、焊瘤等缺陷时，应将焊接缺陷铲除，重新补焊。

8.5.11 管道对接时，环向焊缝的检验及质量应符合下列规定：

- 1 应在外观检查合格的条件下，进行无损检测、水压试验；
- 2 设计或合同要求进行无损探伤检验时，取样数量与要求等级应按设计要求执行；不合格的焊缝应进行返修；
- 3 焊缝的外观质量应符合下列表 8.5.11 的规定；

表 8.5.11 焊缝的外观质量

项目	技术要求
外观	不得有熔化金属流到焊缝外未溶化的母材上，焊缝和热影响区表面不得有裂缝、气孔、弧坑和灰渣等缺陷；表面光顺、均匀，焊道与母材应平缓过度。
宽度	应焊出坡口边缘 2~3mm。
表面余高	应 $\leq 1+0.2$ 倍坡口边缘宽度，且不应大于 4mm。
咬边	深度应 $\leq 0.5\text{mm}$ ，焊缝两侧咬边总长不得超过焊缝长度的 10%，且连续长度应 $\geq 100\text{mm}$ 。
错边	应 $\leq 0.2t$ ，且应 $\leq 2\text{mm}$ 。
未焊透	不允许。

注：1 t 为壁厚 (mm)；

- 2 不合格的焊缝应返修，返修次数不得超过三次。

4 设计要求进行焊缝机械性能检验时，应按现行国家标准《焊接接头拉伸试验方法》GB/T 2651、《焊接接头弯曲试验方法》GB/T 2653 进行取样和试验。

8.5.12 钢管螺纹连接，应符合下列规定：

- 1 管材不得有裂纹、重皮等缺陷。管节的切口断面应平整，偏差不得超过 1 螺距。螺纹应光洁，锥度符合规定，不得有乱纹断纹现象；
- 2 钢管螺纹长度应与零件螺纹匹配，松紧度适度，零件安装后剩余螺纹宜为 1~2 螺距；
- 3 管节应调直后使用；闸门管件等零件安装应位置准确，闸门方便操作；
- 4 安装完成后，应将接口处安装过程缠绕物残存体清除。

8.6 硬聚氯乙烯（PVC-U）管铺设

8.6.1 硬聚氯乙烯给水管管材、管件质量应符合现行国家有关标准的规定。

8.6.2 管道安装时，应对管材、管件进行外观检查，不得有损伤、变形、变质。超过规定的存放期限的管材应进行鉴定。

8.6.3 硬聚氯乙烯管材、管件运输、装卸不得抛扔或激烈碰撞、划伤；堆放储存应置于棚库内，避免暴晒；堆放时应放平垫实，堆放高度不得大于 1.5m；承插口式管材堆放时，相邻两管节的承口应相互倒置，并让出承口部位，不得使承口部位承受集中荷载。

8.6.4 硬聚氯乙烯给水管道宜采用橡胶圈接口、粘接接口、法兰接口，各种接口的适用范围应符合下列表 8.6.4 的规定。

表 8.6.4 各种接口适用范围

接口种类	接口性质	适用范围
橡胶圈接口	柔口	管外径 63~315mm
粘接接口	刚口	管径≤160mm
法兰接口	刚口	硬聚乙烯管与球墨铸铁或其他阀件过渡连接

8.6.5 采用刚性口联接，每距一定距离，应设一柔口，柔口设置间隔由设计确定。

8.6.6 管道穿墙处预留孔应设套管，套管两端与管道之间隙应采用柔性材料填塞，套管与填塞构造应由设计确定；管道接口不得设在套管内。

8.6.7 管道穿越铁路、道路时，禁止采用直埋法，应采用管廊或设套管；管廊或套管内廊最小尺寸，不应小于管外径最大尺寸加 300mm；管廊结构由设计确定。

8.6.8 硬聚氯乙烯给水管道可采用钻孔法接支管。相邻两孔口间的最小间距不得小于所开孔径的 7 倍。

8.6.9 橡胶圈材质应符合本规程第 8.3.3 条规定。

8.6.10 硬聚氯乙烯给水管道采用橡胶圈接口安装应符合下列规定：

- 1 管节承口内的沟槽、插口工作面及橡胶圈应清理干净；
- 2 胶圈位置应准确，不得扭曲；安装胶圈不得在橡胶圈上及承口沟槽内涂润滑剂；
- 3 管节的插口端应加工出坡口倒角，并划出插入长度标线，管端插入长度应留出由温差产生的伸量，伸量应按施工时闭合温差计算确定，宜参考下列表 8.6.10 确定；

表 8.6.10 管长 6m 时管端伸量表

插入时最低环境温度（℃）	设计最大升温（℃）	伸 量（mm）
≥15	25	10.5
10~15	30	12.6
5~10	35	14.7

注：1 表中的管道运行中的内外介质最高温度按 40℃计算，如大于 40℃时，应按实际升温计算；

2 管长不是 6m 时，伸量可按管实际长度依比例增减。

4 将滑润剂均匀涂刷在就位于承口沟槽内的橡胶圈表面和管节插口端外表面上。不得用黄油或其他油类做滑润剂；

5 在昼夜温差变化较大的地区，采用橡胶圈柔性接口的管道不宜在-10℃以下施工。

8.6.11 硬聚氯乙烯给水管道采用粘接接口安装，应符合下列规定：

1 在昼夜温差变化较大的地区，粘接接口不宜在 5℃以下施工；

2 采用切断管管节安装时，应保证断管管节的切割断面平整，与管轴线垂直，并在断口端加工出坡口倒角，坡口倒角应清理干净，坡口长度不宜小于 3mm；钝边厚度宜为壁厚的 1/2～2/3；

3 管节或管件在粘接前，应用绵纱或干布将承口内侧和插口外侧擦试干净，被粘接面应保持清洁，当表面沾有油污时应用棉纱蘸丙酮等清洁剂擦净；

4 粘接前应将接口试插一次，检查插入深度及配合状况，划出插入标线。插口端插入长度应为承口深度；

5 将粘接剂涂刷在插口外侧及承口内侧结合面上，宜先涂承口，后涂插口，沿轴向均匀涂刷，粘接剂宜由管材供应厂家配套供应；

6 粘接剂严禁含有影响生活饮用水卫生指标的成份；其物理化学指标应符合下列规定：

粘度：100～110 厘泊，含固量 11.9%～12%；

色度：<1°，混浊度<0.5°，无异味；

残余氯减量：<0.7mg/L，氰化物：不得检出；

挥发酸类：<0.005mg/L，高锰酸钾消耗量：<1mg/L。

7 承插口涂刷粘接剂后，应立即找正方向将插口端插入承口，用力挤压，使插入的深度达所划标线，并使承插接口顺直、位置正确，且应保持下列表 8.6.11-1 的规定的粘接接合时间，防止接口脱滑；

表 8.6.11-1 粘接接合最少保持时间表

公称外径（mm）	63 以下	63～160
保持时间（s）	>30	>60

8 承插接口连接完毕后，应及时将挤出的粘接剂擦试干净。粘接后，静置固化时间不应低于下列表 8.6.11-2 的规定，静置固化期不得对接合部位强行加载。

表 8.6.11-2 静置固化时间表（min）

公称外径（mm）	管材表面温度		
	45～70℃	18～40℃	5～18℃
63 以下	1～2	20	30
63～110	30	45	60
110～160	45	60	90

8.6.12 硬聚氯乙烯管与其他管材、阀门及消火栓等管件连接时，不得用板牙在塑料管上套丝，

应采用专用的法兰接头。

8.6.13 硬聚氯乙烯管与支架之间，应垫以柔软材质的垫板，如毛毡、橡胶垫等，金属支架表面不得有尖棱和毛刺。

8.6.14 硬聚氯乙烯管与钢管及带有法兰盘的管件应采用法兰盘接口连接，法兰盘材质规格应符合设计要求，法兰安装执行本规程第 8.2.2 条规定。

8.7 聚乙烯管（PE 管）及其复合管铺设

8.7.1 管节及管件的规格、性能应符合现行国家标准的有关规定和设计要求。进入施工现场外观质量应符合下列规定：

- 1 不得有影响结构安全、使用功能及接口连接的质量缺陷；
- 2 内、外壁表面应光滑、平整，无气泡、无裂纹、无脱皮和严重的冷斑及明显的痕纹、凹陷；管表面伤痕深度不应超过管壁厚度的 10%，且不大于 0.5mm；
- 3 管节不得有异向弯曲，端口应平整；
- 4 橡胶圈应符合本规程第 8.3.3 条规定。

8.7.2 下管及铺设作业应符合下列规定：

- 1 采用承插式（或套筒式）接口时，槽深小于 3m 管径小于 400mm 的下管作业，宜采用人工布管且在沟槽内连接；对槽深大于 3m 管径大于 400mm 的管道，宜用非金属绳索兜住管节下管；不得将管节从槽边翻滚入槽；
- 2 采用电熔、热熔接口时，宜在沟槽边上将管道分段连接后以弹性铺管法移入沟槽内；移入沟槽时，管道表面不得有明显的划痕。

8.7.3 管道连接应符合下列规定：

- 1 管道接口的连接配件，应由管节生产厂家配套供应；电熔连接、热熔连接应采用专用电器设备、挤出焊接设备和工具，并应由生产厂家派专业技工或由经过技术培训、持有相应技术资质证的工人进行施工；
- 2 管道连接时应对连接部位、密封件、套筒等配件清理干净，法兰连接用的法兰、螺栓等金属制品应根据现场土质并参照相关标准及设计要求采取防腐措施；
- 3 电熔连接、热熔连接、法兰连接及卡箍连接应在当日温度较低或接近最低时进行；电熔连接、热熔连接时电热设备的温度控制、时间控制以及挤出焊接时对焊接设备的操作等，应严格按接头的技术指标和设备的操作程序进行；接头处应有沿管节圆周平滑对称的外翻边，内翻边应铲平。

8.7.4 管道与井室宜采用柔性连接，连接方式符合设计要求；设计无要求时，可采用承插管件连接或中介层做法。

8.7.5 管道安装完后，应对管道的中心线和高程进行复测、调整，管底有效支撑角范围应采用中粗砂回填密实。

8.8 玻璃钢管铺设

8.8.1 管节及管件的规格、性能应符合现行国家标准的有关规定和设计要求。进入施工现场外观质量应符合下列规定：

- 1 管节内、外径偏差，承口深度（安装标记环）、有效长度、管壁厚度、管端面垂直度等应符合产品标准规定；
- 2 内、外壁表面应光滑、平整，无划痕、分层、针孔、杂质、碎裂等现象；玻璃钢管和玻璃钢塑料复合管表面不得有伤痕；增强材料不得有裸露现象，端口封口无裂纹或脱落；
- 3 管口端面应平齐，无毛刺、缺口等缺陷；
- 4 橡胶圈应符合本规程第 8.3.3 条规定。

8.8.2 接口连接、管道铺设应符合本规程第 8.4.2 条规定，并符合下列规定：

- 1 套筒式连接时，套筒内侧和插口外侧的污渍、附着物应清理干净；
- 2 施工中，应采取防止管节受损、内表层和外保护层剥落的技术措施；
- 3 管道安装就位后，接口周围不应有明显的变形和胀破。

8.8.3 检查井、阀门井、透气井等附属构筑物和水平折角处的管节，应采取避免不均匀沉降、防止接口转角过大的措施。

8.8.4 附属构筑物墙体內的管节，宜按设计要求设置橡胶圈或中介层，管道外壁与构筑物墙体的交界面应密实、不渗漏。

8.8.5 管道曲线铺设时，接口的允许转角应符合下列表 8.8.5 的规定。

表 8.8.5 沿曲线安装的接口允许转角

管道内径 D_i (mm)	允许转角 (°)	
	承插口接口	套筒式接口
400~500	1.5	3.0
$500 < D_i \leq 1000$	1.0	2.0
$1000 < D_i \leq 1800$	1.0	1.0
$D_i > 1800$	0.5	0.5

8.9 管道附件安装

8.9.1 各类阀门、消火栓、排气门、测流计等安装前，应核对产品规格、型号；检查产品外观质量，符合设计要求，具有产品合格证书方可使用。

8.9.2 阀门安装前应检查阀杆转动是否灵活，清除阀内污物。安装于泵房内的阀门应进行解体检查。反方向转动的阀门应加标志。

8.9.3 阀门安装的位置及安装方向应符合设计要求，阀杆方向应便于检修和操作；水平管道上阀门的阀杆宜垂直向上或装于上半圆。

8.9.4 止回阀的安装位置及方向应符合设计要求；止回阀应安装平整。

8.9.5 水锤消除器应在管道水压试验合格后安装，其安装位置应符合设计要求。

8.9.6 消火栓应在管道水压试验合格后安装，其安装位置应符合设计要求。

8.9.7 各类闸阀安装应符合下列规定：

- 1 安装前应检查管道中心线、高程与管端法兰盘垂直度，符合要求方可进行安装；
- 2 将阀体吊装就位，用螺栓对法兰盘进行连接，法兰盘连接的要求见本规程第 8.2.2 条规定；
- 3 阀门安装后，按设计要求或施工设计完成管道整体连接。应防止阀门、管件等产生拉应力；
- 4 蝶阀内腔和密封面未清除污物前，不得启闭蝶板；
- 5 蝶阀密封圈压紧螺栓，应对准阀井入孔一侧；
- 6 蝶阀手动阀杆应垂直向上。

8.9.8 伸缩节安装应符合下列规定：

- 1 伸缩节构造、规格、尺寸与材质应符合设计要求；
- 2 应根据安装时的大气温度，预调好伸缩节的可伸缩量，其值应符合设计要求。

8.9.9 管件制作应符合下列规定：

- 1 制作钢管件的母材应符合设计要求；
- 2 弯头的弯曲半径应符合设计要求，且不得小于 1.5 倍的管外径；
- 3 用直焊缝管焊制三通管件时，不得在直焊缝处开孔；开孔边缘距端部不得小于 100mm。

8.9.10 弯头、三通等管件安装应符合下列规定：

- 1 在管道直线段安装管件，管件坡度应与管道坡度一致；管件的中心线应与联接管道的中心线在同一直线上；
- 2 异径管件安装其坡度应与管道坡度一致；偏心异径管的安装应符合设计要求；
- 3 管件安装偏差应符合管道安装要求。

8.9.11 干管上开孔联接管件应符合下列规定：

- 1 管道上不得在纵、横、环向焊缝处开孔；
- 2 管道上任何位置不得开方孔；
- 3 不得在短管节及管件上开孔；
- 4 当支管管径大于 0.7 倍干管管径时，干管应采用厚壁管或加固焊缝；
- 5 主管开孔边缘距管端或焊缝距离不得小于 100mm；
- 6 干管上开孔，开孔的圆心应通过干管中心线。

8.10 管道内、外防腐

8.10.1 成品防腐钢管质量与内、外防腐层质量均应符合设计要求，并具有产品出厂合格证。使用前，应经检验合格。水泥砂浆内防腐层的材料质量应符合下列规定：

- 1 不得使用对钢管道具有腐蚀性及对水质造成污染的材料；
- 2 砂应采用坚硬、洁净、级配良好的天然砂，除符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 外，其含泥量不得大于 2%，最大粒径不应大于 1.2mm；砂的级配应根据施工工艺、管径、现场施工条件在砂浆配合比设计中选定；
- 3 水泥宜采用等级不低于 42.5 的硅酸盐、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥；
- 4 拌和水应采用对水泥砂浆强度，耐久性无影响的洁净水；
- 5 不得使用污染水质的外加剂；使用外加剂时，其掺量应经试验确定。

8.10.2 钢管水泥砂浆内防腐层施工应符合下列规定：

- 1 应选择满足施工工艺要求的水泥砂浆配合比，水泥砂浆抗压强度应符合设计要求；
- 2 先下管后做防腐层的管道，应在水压试验，土方回填验收合格，管道变形基本稳定后进行；管道竖向变形不得大于设计要求，且不应大于 2%管内径；
- 3 施作管道内防腐层前，应彻底清洗管道内壁的浮锈、氧化铁皮、焊渣、油污；焊缝及其突起部位应磨削，焊缝及其突起部位高度不得大于防腐层设计厚度的 1/3；
- 4 水泥砂浆内防腐层宜采用机械喷涂、人工抹压，采用人工抹压法施工时，应自下而上分层抹压；且应符合下列表 8.10.2 的规定；

表 8.10.2 水泥砂浆内防腐层人工抹压施工要求

层次	名称	操作要点
1	素浆层	纯水泥浆水灰比 0.4，稠糊状均匀涂刮厚约 1mm。
2	过渡层	1: 1 水泥砂浆厚 4~5mm 从两侧向上压实找平不必压光，24h 后再做找平层。
3	找平层	1: 1.5 水泥砂浆厚 5~6mm 抹的厚度稍大于规定值，再用大抹子压实找平，最后用 1000mm 杆尺进行环向弧面找平。
4	面层	1: 1 水泥砂浆厚 5~6mm 抹完后用铁抹子压光，表面应光滑、平整；面层抹面、压光，应在 10h 内完成。

5 水泥砂浆内防腐层成形后，应立即将管道封堵，不得形成空气对流；水泥砂浆终凝后应进行潮湿养护；养护期普通硅酸盐水泥不得少于 7 天，矿渣硅酸盐水泥不得少于 14 天；通水前应继续封堵，保持湿润；

6 管道端点或施工中断时，应预留阶梯形接茬；

7 预制厂施作水泥砂浆内防腐层，宜采用离心预制法；带有内防腐层的管节，在运输、安装、回填土过程中，应采取保护措施。

8.10.3 水泥砂浆内防腐层质量应符合下列规定：

- 1 裂缝宽度不得大于 0.8mm，沿管道长度不应大于管道周长，且不应大于 2m；

2 防腐层厚度允许偏差及麻点、空窝等表面缺陷的深度应符合下列表 8.10.3 的规定，缺陷面积每处不应大于 5cm²；

表 8.10.3 防腐层厚度允许偏差及表面缺陷的允许深度

管径 D (mm)	防腐层厚度允许偏差 (mm)	表面缺陷允许深度 (mm)
D≤1000	±2	2
1000<D≤1800	±3	3
D>1800	+4 -3	4

3 防腐层平整度：以 300mm 长的直尺，沿管道纵轴向贴靠管壁。量测防腐层表面和直尺间的间隙应小于 2mm；

4 防腐层空鼓面积，每平方米不得超过 2 处，每处不得大于 100cm²。

8.10.4 埋地管道外防腐的构造应符合设计要求，设计无要求时，其构造应符合下列表 8.10.4-1、8.10.4-2、8.10.4-3 的规定。

表 8.10.4-1 钢管道外防腐层构造

材料种类	普通级（三油二布）		加强级（四油三布）		特加强级（五油四布）	
	构造	厚度 (mm)	构造	厚度 (mm)	构造	厚度 (mm)
石油沥青涂料	1.底料一层 2.沥青（厚度≥1.5mm） 3.玻璃布一层 4.沥青（厚度 1.0mm～1.5mm） 5.玻璃布一层 6.沥青（厚度 1.0mm～1.5mm） 7.聚氯乙烯工业薄膜一层	≥4.0	1.底料一层 2.沥青（厚度≥1.5mm） 3.玻璃布一层 4.沥青（厚度 1.0mm～1.5mm） 5.玻璃布一层 6.沥青（厚度 1.0mm～1.5mm） 7.玻璃布一层 8.沥青（厚度 1.0mm～1.5mm） 9.聚氯乙烯工业薄膜一层	≥5.5	1.底料一层 2.沥青（厚度≥1.5mm） 3.玻璃布一层 4.沥青（厚度 1.0mm～1.5mm） 5.玻璃布一层 6.沥青（厚度 1.0mm～1.5mm） 7.玻璃布一层 8.沥青（厚度 1.0mm～1.5mm） 9.玻璃布一层 10.沥青（厚度 1.0mm～1.5mm） 11.聚氯乙烯工业薄膜一层	≥7.0
环氧煤沥青涂料	普通级（三油）		加强级（四油一布）		特加强级（六油二布）	
	构造	厚度 (mm)	构造	厚度 (mm)	构造	厚度 (mm)
	1.底料 2.面料 3.面料 4.面料	≥0.3	1.底料 2.面料 3.面料 4.玻璃布 5.面料 6.面料	≥0.4	1.底料 2.面料 3.面料 4.玻璃布 5.面料 6.面料 7.玻璃布 8.面料 9.面料	≥0.6
环	加强级					

材料种类	普通级（三油二布）		加强级（四油三布）		特加强级（五油四布）	
	构造	厚度（mm）	构造	厚度（mm）	构造	厚度（mm）
氧树脂玻璃钢	构造					厚度（mm）
	1.底层树脂 2.面层树脂 3.玻璃布 4.面层树脂 5.玻璃布 6.面层树脂 7.面层树脂					≥3

8.10.4-2 聚乙烯外防腐层构造

钢管公称直径 DN（mm）	材料种类	构造		防腐层最小厚度（mm）	
		二层结构	三层结构	普通级（G）	加强级（S）
DN≤100	聚乙烯防腐层	1.胶黏剂（厚度170~250μm） 2.聚乙烯	1.环氧粉末涂料（厚度≥120μm） 2.胶黏剂（厚度170~250μm） 3.聚乙烯	1.8	2.5
100<DN≤250				2.0	2.7
250<DN<500				2.2	2.9
500≤DN<800				2.5	3.2
DN≥800				3.0	3.7

注：要求防腐层机械强度高的地区，规定使用加强级，一般情况采用普通级。

表 8.10.4-3 无溶剂聚氨酯涂料外防腐层构造

管材	材料种类	构造	防腐层最小厚度（mm）
钢管	无溶剂聚氨酯	单层结构	≥500μm

8.10.5 钢管道外防腐层材料质量应符合现行国家标准的有关规定。

8.10.6 防腐管在下沟槽前应进行检验，检验不合格应修补至合格。沟槽内的管道，其补口防腐层应经检验合格后方可回填。管道接口现场防腐施工，应在焊接、试压合格后进行。

8.10.7 涂底层前应清除管子表面油垢、灰渣、铁锈，焊接表面应无焊瘤、棱角，光滑无刺。采用人工除锈时，其质量标准应达到《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407 中 St3 级；喷砂或化学除锈时，应达《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407 中 Sa2.5 级。

8.10.8 涂料配置应派专人负责，按产品说明书的规定操作。底层涂刷时基面应干燥，基面除锈后与涂层的间隔不得超过 8h；应涂刷均匀、饱满，不得有凝块、起泡现象，厚度符合设计要求。

8.10.9 石油沥青防腐施工应符合下列规定：

1 沥青涂料熔融温度在 230℃ 左右，最高温度不得超过 250℃，熔融时间不得大于 5h，每锅料应抽样检查，性能符合现行国家标准的規定；

2 沥青涂料应涂刷在洁净、干燥的底层上，常温下刷沥青涂料时，应在涂底层后 24h

之内实施；沥青涂料涂刷温度不得低于 180℃；

3 涂沥青后应立即缠绕玻璃布，玻璃布的压边宽度应为 30~40mm，接头搭接长度为 100~150mm 各层搭接接头应相互错开，玻璃布的油浸透率应达 95%以上，不得出现大于 50mm×50mm 的空白；管端或施工中断处应留出长 150~250mm 的阶梯，宽度应为 50mm；

4 沥青涂料温度低于 100℃，方可包扎聚氯乙烯工业薄膜保护层，包扎时不得有褶皱、脱壳现象，压边宽度应为 30~40mm，搭接长度为 100mm~150mm。

8.10.10 环氧煤沥青涂料面漆涂刷和包扎玻璃布，应在底漆表干后进行，底漆与第一道面漆涂刷的间隔不得超过 24h。

8.10.11 钢管道石油沥青及环氧煤沥青涂料外防腐层冬、雨期施工应符合下列规定：

1 环境温度低于 5℃时，不宜采用环氧煤沥青涂料；采用石油沥青涂料时，应采取冬期施工措施，环境温度低于-15℃或降雨、相对湿度大于 85%未采取措施不得施工；

2 不得在雨、雾、雪及五级以上大风中露天施工；

3 已涂石油沥青防腐层的管道，炎热天气下，不宜直接受阳光照射；

4 冬期当气温等于或低于沥青涂料脆化温度时，不得起吊、运输和铺设。脆化温度试验按现行国家标准《石油沥青脆点测定法 弗拉斯法》GB/T 4510 执行；用于管道防腐沥青的脆点温度不宜高于 0℃。

8.10.12 环氧树脂玻璃钢外防腐层施工应符合下列规定：

1 管节表面应符合本章节的有关规定；焊接表面应光滑无刺、无焊瘤、无棱角；

2 应按产品说明书的规定配制环氧树脂；

3 现场施工可采用手糊法，具体可分为间断法或连续法；

4 间断法每次铺衬间断时应检查玻璃布衬层的质量，合格后再涂刷下一层；

5 连续法作业，连续铺衬到设计要求的层数或厚度，并应自然养护 24h，然后进行面层树脂的施工；

6 玻璃布除刷涂树脂外，可采用玻璃布的树脂浸揉法；

7 环氧树脂玻璃钢的养护期不应少于 7d。

8.10.13 外防腐层的质量应符合下列表 8.10.13 的规定。

表 8.10.13 外防腐质量与检查

材料种类	防腐等级	构造	检查项目				
			厚度 (mm)	外观	电火花试验		粘附性
石油 沥青 涂料	普通级	三油二布	≥4.0	外观均 匀无褶皱、 空泡、凝块。	16kV	用 电 火 花 检 漏 仪 检 查 无 打 火 花 现象。	以夹角为 45°~60° 边长 40~50mm 的切口， 从角尖端撕开防腐层；首 层沥青层应 100%的粘附 在管道的外表面。
	加强级	四油三布	≥5.5		18kV		
	特加强级	五油四布	≥7.0		20kV		
环氧	普通级	三 油	≥0.3		2kV		以小刀割开一舌形

材料种类	防腐等级	构造	检查项目			
			厚度 (mm)	外观	电火花试验	粘附性
煤沥青涂料	加强级	四油一布	≥ 0.4		2.5kV	切口,用力撕开切口的防腐层,管道表面仍为漆皮所覆盖,不得露出金属表面。
	特加强级	六油二布	≥ 0.6		3kV	
环氧树脂玻璃钢	加强级	—	≥ 3	外观平整光滑、色泽均匀,无脱层、起壳和固化不完全等缺陷。	3~3.5kV	以小刀割开一舌形切口,用力撕开切口处的防腐层,管道表面仍为漆皮所覆盖,不得露出金属表面。
聚乙烯	普通级	二层结构 三层结构	≥ 1.8	外观平滑、色泽均匀,无暗泡、无麻点、无皱折、无裂纹。	25kV	以小刀沿环向划开切口,并撬起一端,用测力计记录数值,力值除以防腐层的剥离宽度,即为剥离强度。
	加强级	二层结构 三层结构	≥ 2.5			
无溶剂聚氨酯涂料	—	单层结构	≥ 0.5 或设计要求值	防腐层表面不得出现尖锐的突出部、龟裂、气泡和分层等缺陷。	5V/ μm	以小刀割开一圆形切口,圆形面积与锻件相符,用拉拔试验仪进行拉力试验,满足设计要求为合格。

8.10.14 阴极保护施工应与管道施工同步进行。阴极保护系统的阳极种类、性能、数量、分布与连接方式,测试装置和电源设备等应符合现行国家有关标准规定和设计要求。

8.10.15 牺牲阳极保护法的施工应符合下列规定:

- 1 牺牲阳极使用之前,应对表面进行处理,清除表面的氧化膜及油污;
- 2 阳极连接电缆的埋设深度不应小于 700mm,四周应垫有 50~100mm 厚的细砂,砂的顶部应覆盖水泥护板或砖,敷设电缆要留有一定富余量;
- 3 与钢质管道相连接的电缆应采用铝热焊接技术,焊点应重新进行防腐绝缘处理,防腐材料、等级应与既有覆盖层一致;
- 4 电缆和阳极钢芯宜采用焊接连接,双边焊缝长度不得小于 50mm。电缆与阳极钢芯焊接后,应采取防止连接部位断裂的保护措施;
- 5 阳极端面、电缆连接部位及钢芯均要防腐、绝缘;
- 6 填料包可在室内或现场包装,其厚度不应小于 50mm;并应保证阳极四周的填料包厚度一致、密实;预包装的袋子须用棉麻织品,不得使用人造纤维织品;
- 7 填料包应调拌均匀,不得混入石块、泥土、杂草等;阳极埋地后应充分灌水,并达到饱和;
- 8 阳极埋设位置一般距管道外壁 3~5m,不宜小于 300mm,埋设深度(阳极顶部距地面)不应小于 1m。

8.10.16 外加电流阴极保护法的施工应符合下列规定:

1 联合保护的平行管道可同沟敷设；均压线间距和规格应根据管道电压降、管道间距离及管道防腐层质量等因素综合考虑；

2 非联合保护的平行管道间距，不宜小于 10m；间距小于 10m 时，后施工的管道及其两端各延伸 10m 的管段做加强级防腐层；

3 被保护管道与其他地下管道交叉时，两者间垂直净距不应小于 300mm；小于 300mm 时，应设有坚固的绝缘隔离物，并应在交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段上做加强级防腐层；

4 被保护管道与埋地通信电缆平行敷设时，两者间距离不宜小于 10m；小于 10m 时，后施工的管道或电缆按本条第 2 款的规定执行；

5 被保护管道与供电电缆交叉时，两者间垂直净距不应小于 500mm；同时应在交叉点两侧各延伸 10m 以上的管道和电缆段上做加强级防腐层。

8.10.17 阴极保护绝缘处理应符合下列规定：

1 绝缘垫片应在干净、干燥的条件下安装，法兰面应清洁、平直、无毛刺，并正确定位；

2 连接螺栓在螺母下应设有绝缘垫圈；

3 在安装绝缘套筒时，应确保法兰准直；除一侧绝缘的法兰外，绝缘套筒长度应包括 2 个垫圈的厚度；

4 绝缘法兰组装后应对装置的绝缘性能按现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》GB/T 21246 进行检测；

5 阴极保护系统安装后，应按现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》GB/T 21246 的规定进行测试，测试结果应符合规范的规定和设计要求。

8.11 水压试验

8.11.1 压力试验前，施工单位应编制试验方案，其内容应包括：

1 后背及堵板的设计；

2 进水管路、排气孔及排水孔的设计；

3 加压设备、压力计的选择及安装的设计；

4 排水疏导措施；

5 升压分级的划分及观测措施；

6 试验管段的稳定措施和安全措施。

8.11.2 压力管道水压试验分为预试验和主试验，试验合格的判定依据分为允许压力降和允许渗水值，按照设计要求确定，设计无要求，应根据工程实际情况，选用其中 1 项值或同时采用 2 项值作为试验合格的最终判定依据。

8.11.3 管道水压试验前，应进行后背设计，后背设计应符合下列规定：

1 应根据试验压力、管径大小、接口种类，进行试压、后背支撑、堵板等设计；后背、

支撑、堵板及接口等在试压过程中不得被破坏；

2 采用预留不开挖沟槽土体作为试压后背，其预留土体长度和支撑宽度应进行安全核算；

3 管径小于或等于 500mm 的承插式球墨铸铁管试压，可利用已安装的管段作为试验后背。后背管段长度不宜小于 30m，并应填土夯实。柔性接口管段不得用作试压后背；

4 后背土质松软，不能满足试压要求，应采取措施建立人工后背；

5 后背及后背土体表面应平整，并与管道轴线垂直。后背土体支撑面积应根据土质和水压试验压力而定；

6 堵板的强度、刚度、接口型式应满足试压安全要求，在构造上应满足灌水、放气等需要；管径大于或等于 1000mm 时，宜采用伸缩量较大的特制试压柔口盖堵；

7 后背与盖堵间应设支撑，支撑的着力点应位于管堵与后背中心；方向与管中心线平行一致；使用 2 根支撑时，支撑位置应与管道中心线对称，前后应放横向顶铁，方向与管道中心线平行；

8 使用千斤顶支撑时，千斤顶顶力应满足试压需要，应在试压前对后背加一定压力，预加压力不宜过大，开始试压后随时调整顶力，保持第一个接口稳定。

8.11.4 水压试验应在管件支墩达到设计要求强度后进行。试压时尚未建成永久性支墩的管件后背应做临时支撑，临时支撑应经计算确定。

8.11.5 给水管道水压试验的管段长度不宜大于 1000m。

8.11.6 管道水压试验前的准备工作应符合下列规定：

1 应做好管段灌水与排水的管路设施；

2 试验管段端部盖堵的上部及管段中间的高点，应设排气孔，宜在管段最低点，设灌水口，灌水应缓缓进行，并应随时排气，检查排气效果；

3 试压前应对压力表进行标定。压力表的精度等级不得低于 1.5 级，最大量程，宜为试验压力的 1.3~1.5 倍，表壳的公称直径不应小于 150mm；

4 压力表的接表支管，应在试验最低点；装表前接表支管内空气应排净；

5 应对加压泵进行检查，加压泵应符合加压分级、升压速度要求，并能计量注水量；不得用离心式水泵进行水压试验；

6 试压前应进行灌水，灌水后应对管段进行浸泡，浸泡时的水压不得超过管道工作压力，浸泡时间应符合下列表 8.11.6 的规定：

表 8.11.6 管道试压前灌水浸泡时间表

管道种类	适用条件	浸泡时间 (h)
球墨铸铁管、钢管	无水泥砂浆衬里	≤24
	有水泥砂浆衬里	≤48
预应力混凝土管、预应力钢筒混凝土	管径≤1000mm	≤48

管道种类	适用条件	浸泡时间 (h)
管、预制钢筋混凝土管、 现浇钢筋混凝土管	管径>1000mm	≤72
硬聚氯乙烯管道、聚乙烯管、 玻璃钢管及复合管	—	≤12
现浇钢筋混凝土灌渠	管径≤1000mm	≤48
	管径>1000mm	≤72

7 水压试验前，应在管身两侧及管顶以上 500mm 范围内回填土，管道接口部位不回填，保持裸露，满足检查接口要求；

8 水压试验前，应建立指挥系统，统一指挥，明确分工。对后背、支墩、接口、排气阀等应设专人检查、管理、记录，并规定联络信号；

9 应进行预试压，预试压的压力宜取试验压力的 70%，进行试验段排气；并检查试压段接口后背、支墩的安全度；

10 预试压阶段，应逐步升压，每次升压宜为预试压力的 20%；每升一级应检查后背、支墩、管身及接口，当无异常时再继续升压，直至压力达到试验压力并稳压 30min，但压力不得高于试验压力，升压过程发现弹簧压力计表针摆动、不稳，且升压缓慢时，应检查接口等，重新排气后再行升压；当打开放气阀溢出不含空气的水柱，预试压完成；如有漏水、损坏现象时应及时停止试压，查明原因并采取措施后重新试压；

11 试验时，后背、支墩、管端等处应采取隔离措施。对后背、支撑、管端的检查，应在升压停止时进行。

8.11.7 水压试验应符合下列表 8.11.7 下列规定。

表 8.11.7 管道水压试验的试验压力 (MPa)

管材种类	工作压力 P	试验压力
钢管	P	P+0.5 且 ≤0.9
球墨铸铁管	≤0.5	2P
	>0.5	P+0.5
预应力混凝土管、 预应力钢筒混凝土管	≤0.6	1.5P
	>0.6	P+0.3
现浇钢筋混凝土渠道	≥0.1	1.5P
硬聚氯乙烯管、聚乙烯管、玻璃钢管		1.5P

8.11.8 管道正式压力试验（主试验阶段）应在水压升至试验压力后，保持恒压 15min，压力降不超过下列表 8.11.8 的规定，将试验压力降至工作压力并保持恒压 30min，进行外观检查，接口、管身无破损及漏水现象时，管道强度试验确认为合格。

表 8.11.8 管道允许压力降表 (MPa)

管材种类	试验压力	允许压力降
------	------	-------

钢管	P+0.5, 且不小于 0.9	0
球墨铸铁管	P+0.5	0.03
	1.5P	
预应力钢筋混凝土管、 预应力钢筒混凝土管	P+0.3	
现浇钢筋混凝土渠道	1.5P	
硬聚氯乙烯管、聚乙烯管、 玻璃钢管及复合管	1.5P, 且不小于 0.8	0.02

8.11.9 管道渗水量试验宜采用放水法或注水法。

8.11.10 放水法试验应符合下列规定：

1 将水压升至试验压力，关闭水泵进水节门，记录降压 0.1MPa 所需的时间 T_1 。打开水泵进水节门，再将管道压力升至试验压力后，关闭水泵进水节门；

2 打开连通管道的放水节门，记录降压 0.1MPa 时间 T_2 ，并测量在 T_2 时间内，从管道放出的水量 W ；

3 实测渗水量应按式（8.11.10）计算：

$$q = \frac{W}{(T_1 - T_2)L} \times 1000 \quad (8.11.10)$$

式中： q ——实测渗水量（L/min·km）；

T_1 ——从试验压力降压 0.1MPa 所经过的时间（min）；

T_2 ——放水时，从试验压力降压 0.1MPa 所经过的时间（min）；

W —— T_2 时间内放出的水量（L）；

L ——试验管段的长度（m）。

8.11.11 注水法试验应符合下列规定：

1 水压升至试验压力后开始记时，每当压力下降时，应及时向管道内补水，但管道最大降压不得大于 0.03MPa，保持管道试验压力恒定，恒压延续时间不得少于 2h，并计量恒压时间内补入试验管段内的水量；

2 实测渗水量应按下列公式（8.11.11）计算：

$$q = \frac{W}{T \cdot L} \times 1000 \quad (8.11.11)$$

式中： q ——实测渗水量（L/min·km）；

W ——恒压时间内补入管道的水量（L）；

T ——从开始计时至保持恒压结束的时间（min）；

L ——试验管段的长度（m）。

8.11.12 应按规定对管道强度试验及严密性试验进行记录，记录应清晰，作为隐蔽验收依据。

8.11.13 管径小于或等于 400mm 的钢管、球墨铸铁管，且试验管段长度小于或等于 1000m 的管

道，在试验压力下，10min 降压不大于 0.05MPa 时，且无漏水现象，可视为严密性合格。

8.11.14 压力管道采用允许渗水量进行最终合格判定依据时，管道实测渗水量应小于或等于下列表 8.11.14 的规定及下列公式（8.11.14-1~5）规定的允许渗水量。

表 8.11.14 管道允许渗水量表

管道内径 D_i (mm)	焊接接口钢管 (L/min·km)	球墨铸铁管、玻璃钢管 (L/min·km)	预应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管 (L/min·km)
100	0.28	0.70	1.40
125	0.35	0.90	1.56
150	0.42	1.05	1.72
200	0.56	1.40	1.98
250	0.70	1.55	2.22
300	0.85	1.70	2.42
350	0.90	1.80	2.62
400	1.00	1.95	2.80
450	1.05	2.10	2.96
500	1.10	2.20	3.14
600	1.20	2.40	3.44
700	1.30	2.55	3.70
800	1.35	2.70	3.96
900	1.45	2.90	4.20
1000	1.50	3.00	4.42
1100	1.55	3.10	4.60
1200	1.65	3.30	4.70
1300	1.70	—	4.90
1400	1.75	—	5.00

注：当管径大于表 8.11.14 规定时，应按下列公式计算允许渗水量：

$$\text{钢管: } Q = 0.05\sqrt{D_i} \quad (8.11.14-1)$$

$$\text{球墨铸铁管: } Q = 0.1\sqrt{D_i} \quad (8.11.14.2)$$

$$\text{预应力混凝土管: } Q = 0.14\sqrt{D_i} \quad (8.11.14-3)$$

式中： Q ——允许渗水量 (L/min·km) ；

D_i ——管道内径 (mm) 。

现浇钢筋混凝土渠道实测渗水量，应小于或等于按公式（8.11.14-4）计算的允许渗水量；

$$Q = 0.014D_i \quad (8.11.14-4)$$

式中： Q ——允许渗水量（L/min·km）；

D_i ——管道内径（mm）。

硬聚氯乙烯管道实测渗水量，应小于或等于按公式（8.11.14-5）计算的允许渗水量：

$$Q = 3 \cdot \frac{D_i}{25} \cdot \frac{P_{wd}}{0.3a} \cdot \frac{1}{1440} \quad (8.11.14-5)$$

式中： Q ——管道的允许渗水量（L/min·km）；

D_i ——管内径（mm）；

P_{wd} ——试验内压（MPa）；

a ——温度-压力折减系数；当试验水温 0℃～25℃时， a 取 1；25℃～35℃时， a 取 0.8；35℃～45℃时， a 取 0.63。

8.11.15 聚乙烯管、聚丙烯管及其复合管的水压试验除应符合本规程的规定外，其预试验、主试验阶段应按下列规定执行：

1 预试验阶段：按本规程第 8.11.6 条规定完成后，应停止注水补压并稳定 30min；当 30min 后压力下降不超过试验压力的 70%，则预试验结束；否则重新注水补压并稳定 30min 再进行观测，直至 30min 后压力下降不超过试验压力的 70%；

2 主试验阶段应符合下列规定：

1) 在预试验阶段结束后，迅速将管道泄水降压，降压量为试验压力的 10%～15%；期间应准确计量降压所泄出的水量（ ΔV ），并按下式（8.11.15）计算允许泄出的最大水量 $\Delta V_{\max}$ ：

$$\Delta V_{\max} = 1.2V\Delta P \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D_i}{e_n E_p} \right) \quad (8.11.15)$$

式中： V ——试压管段总容积（L）；

ΔP ——降压量（MPa）；

E_w ——水的体积模量，不同水温时 E_w 值可按下列表 8.11.15 采用；

E_p ——管材弹性模量（MPa），与水温及试压时间有关；

D_i ——管道内径（m）；

e_n ——管材公称壁厚（m）。

ΔV 小于或等于 $\Delta V_{\max}$ 时，则按本款的第 2）、3）、4）项进行作业； ΔV 大于 $\Delta V_{\max}$ 时，应停止试压，排除管内过量空气再从预试验阶段开始重新试验；

表 8.11.15 温度与体积模量关系

温度（℃）	体积模量（MPa）	温度（℃）	体积模量（MPa）
5	2080	20	2170
10	2110	25	2210
15	2140	30	2230

2) 每隔 3min 记录一次管道剩余压力, 应记录 30min; 30min 内管道剩余压力有上升趋势时, 则水压试验结果合格;

3) 30min 内管道剩余压力无上升趋势时, 则应持续观察 60min; 整个 90min 内压力下降不超过 0.02MPa, 则水压试验结果合格;

4) 主试验阶段上述两条均不能满足时, 则水压试验结果不合格, 应查明原因并采取相应措施后再重新组织试压。

8.11.16 大口径球墨铸铁管、玻璃钢管及预应力钢筒混凝土管道的接口单口水压试验应符合下列规定:

1 安装时应注意将单口水压试验用的进水口(管材出厂时已加工)置于管道顶部;

2 管道接口连接完毕后进行单口水压试验, 试验压力为管道设计压力的 2 倍, 且不得小于 0.2MPa;

3 试压采用手提式打压泵, 管道连接后将试压嘴固定在管道承口的试压孔上, 连接试压泵, 将压力升至试验压力, 恒压 2min, 无压力降为合格;

4 试压合格后, 取下试压嘴, 在试压孔上拧上 M10×20mm 不锈钢螺栓并拧紧;

5 水压试验时应先排净水压腔内的空气;

6 单口试压不合格且确认是接口漏水时, 则应马上拔出管节, 找出原因, 重新安装, 直至符合要求为止。

8.11.17 单口水压试验合格的大口径球墨铸铁管、玻璃钢管、预应力钢筒混凝土管或预应力混凝土管等管道设计无要求, 压力管道可免去预试验阶段, 而直接进行主试验阶段。

8.12 冲洗消毒

8.12.1 管道冲洗消毒及与既有管道接通前应与建设、管理单位制定实施方案, 当管理单位授权施工单位实施时, 应在建设、管理单位人员配合下进行。

8.12.2 新建管道与既有管道的预留闸门、预留三通或切管连接, 应先与建设、管理单位联系, 取得配合。

8.12.3 新建管道与运行管道接通前, 应做好以下准备工作:

1 挖好工作坑, 并根据需要做好支撑围栏标灯, 照明及其他安全措施;

2 需要放出旧管中的存水时, 应根据排水量, 建造集水坑、排水沟, 并准备好排水机具;

3 管件、闸门、接口材料、其规格、质量、品种、数量应符合要求; 装配设备、工具等应齐备;

4 夜间接管应预设备用电源;

5 切管锯口位置设定完毕, 切管长度应按换装管件有效长度确定。

8.12.4 停水接管应符合下列规定:

1 应避开用水高峰时段, 在停水期限内完成接管工作;

- 2 应与管理单位派至现场的人员密切配合，统一指挥，明确分工；
- 3 闸门关闭、开启工作应由管理单位的人员操作，施工单位派人配合；
- 4 关闸后，应开启停水管段内的消火栓或用户水龙头放水，管段内仍有水压，应检查原因，采取措施；
- 5 切管或卸盖堵时，应控制从管道中排出的水量，流入集水坑的水，应即时排除，始终保持集水坑水面低于管底；
- 6 切管前应将截管段支护或吊装固定；拆卸盖堵时应悬吊，并将堵端支牢；
- 7 新装闸门与既有管道之间的管件，除消除污物并冲洗干净外，还应用消毒溶液洗刷两遍，进行消毒后，方可安装。在安装过程中，应防止再受污染。接口用的油麻应经蒸汽消毒，接口用的胶圈和接口工具，应用消毒溶液消毒。

8.12.5 接通旧管后，开闸通水时应采取排气措施。

8.12.6 开闸通水后，应仔细检查接口是否漏水，管径大于或等于 400mm 的干管，对接口观察时间不应小于 0.5h。

8.12.7 管道冲洗应符合下列规定：

- 1 给水管道放水冲洗前应与管理单位联系，共同商定放水时间、取样化验时间及冲洗用水量事宜；
- 2 放水前应先检查放水线路是否影响交通及附近建（构）筑物的安全；
- 3 放水口四周应有明显标志或栏杆，夜间应设警示灯；
- 4 放水时应先开出水闸门再开来水闸门，并做好排气工作；
- 5 管道第一次冲洗应用清洁水冲洗至出水口水样浊度小于 3NTU 为止，冲洗流速应大于 1.0m/s；
- 6 冲洗结束后，应先关出水闸门，但不得关死，应留 1~2 扣，待来水闸门关闭后，再将出水闸门全部关闭。

8.12.8 冲洗完毕，管内存水达 24h，由管理单位取水样化验。

8.12.9 给水管道经冲洗后，应用消毒溶液消毒。给水管道消毒，应采用有效氯离子含量不低于 20mg/L 的清洁水浸泡 24h，再用清洁水进行二次冲洗直至水质检测、管理部门取水化验合格为止。

9 排水管道铺设

9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于压力小于 0.1MPa 的排水管道的铺设。

9.1.2 管材应符合现行国家有关质量标准；管材不得有裂纹，管口不得有残缺。塑料排水管道应进行进场检验，应查验材料供应商提供的产品质量合格证和检验报告；应按设计要求对管材及管道附件进行核对；应按产品标准及设计要求逐根检验管道外观；应重点抽验规格尺寸、环刚度、环柔度、冲击强度等项目，符合要求方可使用。

9.1.3 采用混凝土基础的排水管道宜按下列方法铺设：

1 管径小于或等于 600mm 时可采用平基、稳管、管座、抹带四个工序合在一起的施工方法；

2 管径大于 600mm 时，宜按下列方法施工：

1) 在垫块上稳管，然后浇筑混凝土基础及抹带；

2) 先浇筑混凝土平基，待平基强度大于或等于 5.0MPa 后，进行稳管、浇筑混凝土管座及水泥砂浆抹带。

9.1.4 应按设计要求修建管道的预留口及进行封堵；封堵应严密牢固，并便于拆除。

9.1.5 新建与既有排水管道接通时，应事先会同建设、管理单位制定技术安全措施，并在管理单位配合下实施。

9.1.6 进入既有排水管道与检查井，应先取得管理单位的文字批准，方可实施。施工时，应遵守安全操作的有关规定。

9.1.7 进入既有或停施的排水管道前，应先进行管道通风，进行气体含量测定，根据测定结果，采取安全技术措施后方可进入。

9.1.8 新建排水管道施工前，应核对与既有管道联接点、检查井的位置与高程、管道内的现况，并以此制定施工方案与施工措施。

9.1.9 管道应在沟槽地基、管基质量验收合格后进行安装，安装时宜从下游开始。

9.2 基础与稳管

9.2.1 排水管道基础应按设计要求施工。

9.2.2 混凝土基础施工应符合下列规定：

1 平基与管座的模板，可 1 次或 2 次支设，每次支设高度宜略高于混凝土的浇筑高度；

2 平基、管座的混凝土设计无要求时，宜采用强度等级不低于 C15 的低坍落度混凝土；

3 管座与平基分层浇筑时，应先将平基凿毛冲洗干净，并将平基与管体相接触的腋角部

位，用同强度等级的水泥砂浆填满、捣实后，再浇筑混凝土，使管体与管座混凝土结合严密；

4 管座与平基采用垫块法一次浇筑时，应先从一侧灌注混凝土，对侧的混凝土高过管底与灌注侧混凝土高度相同时，两侧再同时浇筑，并保持两侧混凝土高度一致；

5 管道基础应按设计要求留变形缝，变形缝的位置应与柔性接口相一致；

6 管道平基与井室基础宜同时浇筑；跌落水井上游接近井基础的一段应砌砖加固，并将平基混凝土浇至井基础边缘；

7 混凝土浇筑中应防止离析；浇筑后应进行养护，强度低于 1.2MPa 时不得承受荷载。

9.2.3 砂石基础施工应符合下列规定：

1 铺设前应先对槽底进行检查，槽底高程及槽宽须符合设计要求，且不应有积水和软泥；

2 柔性管道的基础结构设计无要求时，宜铺设厚度不小于 100mm 的中粗砂垫层；软土地基宜铺垫 1 层厚度不小于 150mm 的砂砾或 5~40mm 粒径碎石，其表面再铺厚度不小于 50mm 的中、粗砂垫层；

3 柔性接口的刚性管道的基础结构，设计无要求时一般土质地段可铺设砂垫层，亦可铺设 25mm 以下粒径碎石，表面再铺 20mm 厚的砂垫层（中、粗砂），垫层总厚度应符合下列表 9.2.3 的规定；

表 9.2.3 柔性接口刚性管道砂石垫层总厚度

管径（ D_0 ）	垫层总厚度（mm）
300~800	150
900~1200	200
1350~1500	250

4 管道有效支承角范围应用中、粗砂填充插捣密实，与管底紧密接触，不得用其他材料填充。

9.2.4 稳管时应根据高程线控制管内底高程。调整管子高程量，所垫垫块应稳固。

9.2.5 对管道中心线的控制，宜采用边线法或中线法。采用边线法时，边线的高度应与管子中心高度一致，其位置宜距管外皮 10mm。

9.2.6 在垫块上稳管时，应符合下列规定：

1 垫块应放置平稳，使管内底高程符合设计要求；

2 稳管时管子两侧应设置保险杠，防止管子从垫块上滚下伤人。

9.2.7 管径大于或等于 700mm 稳管的对口间隙宜为 10mm，宜进入管内检查对口；管径小于或等于 700mm 时，可不留间隙。

9.2.8 在平基或垫块上稳管时，管子稳好后，宜用预制楔块等将管两侧卡牢、固定。稳管后应及时灌注混凝土管座。

9.3 水泥砂浆接口

9.3.1 水泥砂浆接口适用于企口管。

9.3.2 接口用水泥砂浆配合比应符合设计要求，设计无规定时嵌缝、抹带砂浆可采用水泥：砂子质量比为 1：2.5，水灰比不应大于 0.5。宜采用等级不低于 42.5 的硅酸盐、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥，砂子粒径应小于 2mm，含泥量不得大于 2%。

9.3.3 抹带宜在灌筑管座后随即进行，使抹带与管座结合成一体；管座与抹带分期施工时，抹带前管座应凿毛、洗净。

9.3.4 管径大于或等于 700mm 的管道，管缝超过 10mm 时，抹带前应在管道内顶部管缝处支垫托，不得在管缝内填塞碎石、碎砖、木片或纸屑等。

9.3.5 水泥砂浆抹带施工应符合下列规定：

1 先将管口洗刷干净，并刷水泥浆一道；

2 管径小于或等于 400mm，抹带宜一次抹压完成；

3 管径大于 400mm，应分层抹压，第一层以管缝作中心线，每侧按 1/2 带宽抹压，厚度约为带厚的 1/3，压实后表面应划槽线；第一层砂浆初凝后，抹第二层，并用弧形抹子捋压成形，初凝后，再用抹子擀光压实。

9.3.6 钢丝网水泥砂浆抹带，应符合下列规定：

1 应选用无锈、无油垢，符合设计要求的钢丝网，按设计要求尺寸加搭接长度预先裁截；

2 管径大于或等于 600mm 的管子，抹带部分的管口应凿毛；管径小于 600mm 的管子抹带部分的管口应刷去浆皮；

3 将已凿毛的管口洗刷干净，并刷水泥浆一道；

4 在灌筑混凝土管座时，将钢丝网按设计要求位置和深度插入混凝土管座内，并加适量抹带砂浆，捣固密实；

5 应安装抹带用弧形边模；

6 抹压第一层水泥砂浆，厚度约为 15mm，使其密实密实与管壁粘结牢固，然后将 2 片钢丝网包拢，用 20 号或 22 号镀锌铁丝将 2 片钢丝网扎牢；

7 第一层水泥砂浆初凝后，抹压第二层水泥砂浆厚约 10mm，同上法包第二层钢丝网，搭接应与第一层错开；如只用 1 层钢丝网时，这一层砂浆即与模板抹平，初凝后擀光压实；

8 第二层水泥砂浆初凝后，抹压第三层水泥砂浆，与模板抹平，初凝后擀光压实；

9 抹带完成后，应立即养护，常温下 4~6h 拆除模板，拆模时应保护抹带的边角不受破坏，拆模后继续养护至回填土为止。

9.3.7 管径大于或等于 700mm 的管子的内缝，应用水泥砂浆填实抹平，砂浆不得突出管内壁。管座部位的内缝，应配合灌筑混凝土时勾抹，管座以上的内缝宜在管带终凝后勾抹。

9.3.8 管径小于或等于 600mm 时，应配合灌筑混凝土管座，用拖具在管内来回拖动，将流入管内的砂浆拖平。

9.3.9 水泥砂浆接口，宜采用覆盖、湿养，适时洒水。

9.4 钢筋混凝土管及预应力混凝土管安装

9.4.1 管节的规格、性能、外观质量及尺寸公差应符合现行国家有关标准规定。

9.4.2 管节安装前应进行外观检查，发现裂缝、保护层脱落、空鼓、接口掉角等缺陷，应修补，并经鉴定合格后方可使用。

9.4.3 管节安装前应将管内外清扫干净，安装时应使管道中心及内底高程符合设计要求，稳管时应采取措施防止管道发生滚动。

9.4.4 采用混凝土基础时，管道中心、高程复验合格后，及时浇筑管座混凝土。

9.4.5 柔性接口的钢筋混凝土管、预应力混凝土管安装前，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，就位应正确；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。

9.4.6 刚性接口的钢筋混凝土管道，钢丝网水泥砂浆抹带接口材料应符合下列规定：

- 1 选用粒径 0.5~1.5mm，含泥量不大于 3%的洁净砂；
- 2 选用网格 10mm×10mm、丝径为 20 号的钢丝网；
- 3 水泥砂浆配比满足设计要求。

9.4.7 刚性接口的钢筋混凝土管道施工见本规程 9.3 节水泥砂浆抹带做法。

9.4.8 钢筋混凝土管沿直线安装时，管口间的纵向间隙应符合设计及产品标准要求；预应力混凝土管沿曲线安装时，管口间的纵向间隙最小处不得小于 5mm，接口转角应符合本规程表 8.3.11 的规定。

9.4.9 预应力混凝土管不得截断使用；预应力混凝土管道采用金属管件连接时，管件应进行防腐处理。

9.4.10 井室内暂时不接支线的预留管（孔）应有防渗封堵措施。

9.5 埋地塑料排水管道安装

9.5.1 塑料排水管道下管前，对应进行管道变形检测的断面，应首先量出该管道断面的实际直径尺寸，并做好标记。

9.5.2 承插式密封圈连接、双承口式密封圈连接、卡箍（哈夫）连接所用的密封件、紧固件等配件，以及胶粘剂连接所用的胶粘剂，应由管材供应商配套供应；承插式电熔连接、电热熔带连接、挤出焊接连接应采用专用工具进行施工。

9.5.3 塑料排水管道安装时应对连接部位、密封件等进行清洁处理；卡箍（哈夫）连接所用的卡箍、螺栓等金属制品应按相关标准要求进行防腐处理。

9.5.4 应根据塑料排水管道管径大小、沟槽和施工机具情况，确定下管方式。采用人工方式下管时，应使用带状非金属绳索平稳溜管入槽，不得将管材由槽顶滚入槽内；采用机械方式下管时，吊装绳应使用带状非金属绳索，吊装时不应少于 2 个吊点，不得串心吊装，下沟应平稳，不得与沟壁、槽底撞击。

9.5.5 塑料排水管道安装时应将插口顺水流方向，承口逆水流方向；安装宜由下游往上游依次进行；管道两侧不得采用刚性垫块的稳管措施。

9.5.6 弹性密封橡胶圈连接（承插式或双承口式）操作应符合下列规定：

1 连接前，应先检查橡胶圈是否配套完好，确认橡胶圈安放位置及插口应插入承口的深度，插口端面与承口底部间应留出伸缩间隙，伸缩间隙的尺寸应由管材供应商提供，管材供应商无明确要求的宜为 10mm。确认插入深度后应在插口外壁做出插入深度标记；

2 连接时，应先将承口内壁清理干净，并在承口内壁及插口橡胶圈上涂覆润滑剂，然后将承插口端面的中心轴线对正；

3 公称直径小于或等于 400mm 的管道，可采用人工直接插入；公称直径大于 400mm 的管道，应采用机械安装，可采用 2 台专用工具将管材拉动就位，接口合拢时，管材两侧的专用工具应同步拉动。安装时，应使橡胶密封圈正确就位，不得扭曲和脱落；

4 接口合拢后，应对接口进行检测，应确保插入端与承口圆周间隙均匀，连接的管道轴线保持平直。

9.5.7 卡箍（哈夫）连接操作应符合下列规定：

1 连接前应对待连接管材端口外壁进行清洁处理；

2 待连接的两管端口应对正；

3 应正确安装橡胶密封件，对于钢带增强螺旋管应在管端的波谷内加填遇水膨胀橡胶塞；

4 安装卡箍（哈夫），并应紧固螺栓。

9.5.8 胶粘剂连接操作应符合下列规定：

1 应检查管材质量，并应将插口外侧和承口内侧表面擦拭干净，不得有油污、尘土和水迹；

2 粘接前应对承口与插口松紧配合情况进行检验，并应在插口端表面划出插入深度的标线；

3 应在承、插口连接表面用毛刷涂上符合管材材性要求的专用胶粘剂，先涂承口内面，后涂插口外面，沿轴向由里而外均匀涂抹，不得漏涂或涂抹过量；

4 涂抹胶粘剂后，应立即校正对准轴线，将插口插入承口，并至标线处，然后将插入管旋转 1/4 圈，并保持轴线平直；

5 插接完毕应及时将挤出接口的胶粘剂擦拭干净，静止固化，固化期间不得在连接件上施加任何外力，固化时间应符合相关标准规定。

9.5.9 热熔对接连接操作应符合下列规定：

- 1 应根据管材或管件的规格，选用相应的夹具，将连接件的连接端伸出夹具，自由长度不应小于公称直径的 10%，移动夹具使连接件端面接触，并校直对应的待连接件，使其在同一轴线上，错边不应大于壁厚的 10%；
- 2 应将管材或管件的连接部位擦拭干净，并铣削连接件端面，使其与轴线垂直；连续切屑平均厚度不宜大于 0.2mm，切削后的熔接面应防止污染；
- 3 连接件的端面应采用热熔对接连接设备加热，加热时间应符合相关标准规定；
- 4 加热时间达到工艺要求后，应迅速撤出加热板，检查连接件加热面熔化的均匀性，不得有损伤；并应迅速用均匀外力使连接面完全接触，直至形成均匀一致的对称翻边；
- 5 在保压冷却期间不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

9.5.10 承插式电熔连接操作应符合下列规定：

- 1 应将连接部位擦拭干净，并在插口端划出插入深度标线；
- 2 当管材不圆度影响安装时，应采用整圆工具进行整圆；
- 3 应将插口端插入承口内，至插入深度标线位置，并检查尺寸配合情况；
- 4 通电前，应校直两对应的连接件，使其在同一轴线上，并应采用专用工具固定接口部位；
- 5 通电加热时间应符合相关标准规定；
- 6 电熔连接冷却期间，不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

9.5.11 电热熔带连接操作应符合下列规定：

- 1 连接前应对连接表面进行清洁处理，并应检查电热熔带中电热丝是否完好，并应将待焊面对齐。
- 2 通电前应采用锁紧扣带将电热带扣紧，电流及通电时间应符合相关标准规定；
- 3 电熔带长度应不小于管材焊接部位周长的 1.25 倍；
- 4 对于钢带增强聚乙烯螺旋波纹管，应对波峰钢带断开处进行挤塑焊接密封处理；
- 5 严禁带水作业。

9.5.12 热熔挤出焊接连接操作应符合下列规定：

- 1 连接前应对连接表面进行清洁处理，并对正焊接部位；
- 2 应采用热风机预热待焊部位，预热温度应控制在能使挤出的熔融聚乙烯能够与管材融为一体范围内；
- 3 应采用专用挤出焊机和与管材材质相同的聚乙烯焊条焊接连接端面；
- 4 对公称直径大于 800mm 的管材，应进行内外双面焊接。

9.5.13 塑料排水管道在雨期施工或地下水位高的地段施工时，应采取防止管道上浮的措施。当管道安装完毕尚未覆土，遭水泡时，应对管中心和管底高程进行复测和外观检测，当发现位移、漂浮、拔口等现象时，应进行返工处理。

9.5.14 塑料排水管道施工和道路施工同时进行，若管顶覆土厚度不能满足标准要求，应按道路路基施工机械荷载大小验算管侧土的综合变形模量值，并宜按实际需要采用以下加固方式：

- 1 对公称直径小于 1200mm 的塑料排水管道，可采用先压实路基，再进行开挖敷管的方式。当地基强度不能满足设计要求时，应先进行地基处理，然后再开挖敷管；
- 2 对管侧沟槽回填可采用砂砾、高（中）钙粉煤灰、二灰土等变形模量大的材料；
- 3 上述两种加固方式同时进行。

9.5.15 塑料排水管道与塑料检查井、混凝土检查井或砌体检查井的连接，可按本规程第 18.2.2 条规定执行。

9.6 闭水试验

9.6.1 污水管道及雨、污水合流管道、倒虹吸管道应做闭水试验。雨水管道除设计有要求外，不做闭水试验。

9.6.2 进行闭水试验的管道工作压力小于 0.1MPa，应按设计要求，进行闭水试验；试验方法见本规程附录 A。

9.6.3 闭水试验管段应按井距分隔，抽样选取，带井试验。管道的试验长度除本规程规定和设计另有要求外，无压力管道的闭水试验，条件允许时可一次试验不超过 5 个连续井段；对于无法分段试验的管道，应由工程有关方面根据工程具体情况确定。

管道采用两种（或两种以上）管材时，宜按不同管材分别进行试验；不具备分别试验的条件应组合试验，且设计无具体要求时，应采用不同管材的管段中试验控制最严的标准进行试验。

9.6.4 管道闭水试验时，试验管段应符合下列规定：

- 1 管道及检查井外观质量已验收合格；
- 2 闭水试验应在渠道回填土前，地下水位控制在管底以下，沟槽内无积水；
- 3 全部预留管（孔）封堵严密，管道两端堵板承载力经核算应大于水压力的合力，并封堵加固，不得渗漏水；
- 4 顶管施工，其注浆孔封堵且管口按设计要求处理完毕。

9.6.5 排水管（渠）闭水检验频率应符合下列表 9.6.5 及相关规定：

表 9.6.5 排水管（渠）闭水检验频率表

序号	项目		允许偏差	检验频率		检验方法
				范围	点数	
1	倒虹吸管		渗水量 不大于表 9.6.7 规定。	每道	1	灌水计 算渗水量。
2	管径	$D_i < 700$		每个井段	1	

序号	项目		允许偏差	检验频率		检验方法
				范围	点数	
3	(mm)	$D_i=700\sim 2400$		每三个井段 抽检一段	1	
4		$D_i=2500\sim 3000$		每五个井段 抽检一段	1	

1 管径 700mm~2400mm，检验频率按表 9.6.5 的规定，如工程不足 3 个井段时，亦抽检 1 个井段，不合格者全线进行闭水检验；

2 管径 2500mm~3000mm，检验频率按表 9.6.5 的规定，不合格者，加倍抽取井段再做检验。如仍不合格者，则全线进行闭水检验；

3 如现场缺少试验用水时，当管内径小于等于 700mm，可按井段数量的 1/3 抽检进行闭水试验，但应经建设、设计、监理单位确认。当现场水源确有困难，可采用单口试压方法。但是应确认管材符合设计要求后，才能进行单口试压。单口试压标准参见相关标准；

4 管径小于 1200mm 的混凝土沟埋排水管道可采用闭气检验方法，试验方法见本规程附录 B。

9.6.6 管道闭水试验应符合下列规定：

1 试验段上游设计水头不超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游管顶内壁加 2m 作为标准试验水头；

2 试验段上游设计水头超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游设计水头加 2m 计；

3 计算出的试验水头小于 10m，但已超过上游检查井井口时，试验水头应以上游检查井井口高度为准，但不得小于 500mm；

4 试验管段灌满水后浸泡时间，钢筋混凝土渠道不得少于 24h，化工管不得少于 12h；

5 观测管道的渗水量，应从达到试验水头开始计时，直至观测结束。观测期间应不断的向试验管段内补水，保持试验水头恒定。渗水量的观测时间不得小于 30min，实测渗水量应按式（9.6.6）计算：

$$q = \frac{W}{T \cdot L} \quad (9.6.6)$$

式中： q ——实测渗水量（L/min·m）；

W ——补水量（L）；

T ——实测渗水观测时间（min）；

L ——试验管段的长度（m）。

6 渠道闭水试验应按照本规程附录 A（闭水法试验）进行。

9.6.7 管道闭水试验时，应进行外观检查，不得有漏水现象，且符合下列规定时，管道闭水试验为合格：

1 实测渗水量小于或等于下列表 9.6.7 的规定允许渗水量；

表 9.6.7 排水管（渠）闭水试验允许渗水量

管道内径 D_i (mm)	允许渗水量[m ³ / (24h·km)]
150 以下	6
200	12
300	18
400	20
500	22
600	24
700	26
800	28
900	30
1000	32
1100	34
1200	36
1300	38
1400	40
1500	42
1600	44
1700	46
1800	48
1900	50
2000	52

2 管道内径大于 2000mm 时，实测渗水量应小于或等于按下式（9.6.7-1）计算的允许渗水量：

$$q = 1.25\sqrt{D_i} \quad (9.6.7-1)$$

式中： q ——允许渗水量（m³/24h·km）；

D_i ——管道内径（mm）。

3 异形截面管道的允许渗水量可按周长折算为圆形管道计；

4 化学建材管道的实测渗水量应小于或等于标准试验水位的允许渗水量，应按下式（9.6.7-2）计算确定：

$$q = 0.0046D_i \quad (9.6.7-2)$$

式中： q ——允许渗水量（ $\text{m}^3/24\text{h}\cdot\text{km}$ ）；

D_i ——管道内径（mm）。

9.6.8 不开槽施工的排水渠道闭水试验执行本节相关规定，实测渗水量应小于或等于按公式 9.6.7-1、9.6.7-2 计算的允许渗水量。

9.6.9 不开槽施工的内径大于或等于 1500mm 的钢筋混凝土管道或等效内径的渠道，设计无要求且地下水位高于管道顶部时，可采用内渗法测渗水量；渗漏水量测方法按附录 C 的规定进行，符合下列规定时，则管道抗渗性能满足要求，不必再进行闭水试验：

- 1 管壁不得有线流、渗漏现象；
- 2 对有水珠、渗水部位应进行抗渗处理；
- 3 管道内渗水量允许值 $\leq 2[L/(\text{m}^2\cdot\text{d})]$ 。

9.6.10 在水源短缺情况下，不开槽施工的排水渠道闭水试验应采用抽样法进行。抽样渠道部位应由建设方或监理方指定，抽样渠道段进行闭水，但段长不得小于 50m。试验段经 24h 浸泡后进行渗水量检测，测定值小于允许渗水量时，闭水试验合格，视为全线试验合格。否则加倍抽取渠道段进行闭水试验。

9.7 闭气试验

9.7.1 闭气试验使用管径小于 1200mm 的混凝土开槽施工的排水管道，地下水位低于管外底 150mm，在回填土前进行的严密性试验。

9.7.2 闭气试验时环境温度为 $-15^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。下雨时不得进行闭气试验。

9.7.3 排水管道闭气试验允许偏差及标准应符合下列表 9.7.3 的规定。

表 9.7.3 排水管道闭气试验标准

序号	管径（mm）	管内压力（Pa）		规定闭气时间（Sec）
		起点	终点	
1	300	2000	≥ 1500	105
2	400			135
3	500			160
4	600			180
5	700			210
6	800			240
7	900			275
8	1000			320
9	1100			385

序号	管径 (mm)	管内压力 (Pa)		规定闭气时间 (Sec)
		起点	终点	
10	1200			480

注：时间单位为秒 (Sec)。

9.7.4 管道闭气试验方法及程序见本规程附录 B 管道闭气试验方法。

9.8 冬、雨期施工

9.8.1 雨期施工应符合下列规定：

- 1 防止雨水地面径流和泥土进入沟槽、管道内；
- 2 配合管道铺设及时砌筑检查井和连接井；
- 3 凡暂时不接支线的预留管口及时砌堵抹严；
- 4 铺设暂时中断或未能及时砌井的管口应临时堵严；
- 5 已做好的雨水口应暂时封闭，防止进水；
- 6 采取措施防止漂管；
- 7 雨天进行接口施工，应采取防雨措施；
- 8 混凝土雨期施工见本规程第 10.3.8 条规定。

9.8.2 冬期施工应符合下列规定：

- 1 拌制水泥砂浆的砂料中，不得含有冰块及大于 10mm 的冻块；
- 2 宜采用热拌水泥砂浆，热拌水泥砂浆所用水温不得超过 80℃；砂温不得超过 40℃；
- 3 对水泥砂浆有防冻要求时，拌和时应掺防冻剂；当掺加氯盐时，其掺量，宜参照下列

表 9.8.2 的规定；

表 9.8.2 水泥砂浆掺盐量表

最低温度 (℃)	0~-3	-4~-6	-7~-8	-8 以下
掺盐量 (按水重%)	2	4	6	8

注：1 最低温度指一昼夜中最低的大气温度；

2 掺盐量最大不得超过水重的 8%。

- 4 不得使用加热水的方法融化已冻结的砂浆；
- 5 水泥砂浆接口应及时保温养护，保温材料覆盖厚度应根据气温选定；
- 6 混凝土冬期施工见本规程第 10.3.9 条规定。

10 渠 道

10.1 一般规定

10.1.1 本章所使用的各种材料与设备、其品种规格、质量、性能应符合设计文件要求和现行国家有关标准规定。

10.1.2 应按设计要求修建渠道的预留接入口及进行封堵；封堵应严密牢固，并便于拆除。

10.1.3 新建与既有渠道接通时，应事先会同建设、管理单位制定安全技术措施，并在管理单位配合下实施。

10.1.4 渠道若进入既有排水管道与检查井，应先取得管理单位的文字批准，方可实施。施工时，应遵守安全操作的有关规定。

10.1.5 进入既有或停施的渠道前，应先进行管道通风，进行气体含量测定，根据测定结果，采取技术安全措施后方可进入。

10.1.6 新建排水渠道施工前，应核对与既有渠道联接点、检查井的位置与高程、渠道内的现况，并以此制定施工方案与施工措施。

10.2 砌体砌筑渠道

10.2.1 砌筑用原材料应符合下列规定：

- 1 砖质量应符合设计要求及现行国家有关标准的规定；
- 2 砌筑砂浆用砂应符合设计要求及现行国家有关标准的规定以中砂、粗砂为宜，含泥量应小于或等于 3%；
- 3 水泥应符合现行国家有关标准规定；品种应符合设计要求，无侵蚀性地下水条件下宜用等级不低于 42.5 以上的硅酸盐、普通硅酸盐水泥；受潮、标号不明或贮存过久的水泥，应经试验鉴定合格后方可使用；
- 4 拌和水应采用饮用水或不含油等有机物杂质的中性水；
- 5 用于给水渠道的外加剂不得影响水质及有害人身健康；
- 6 混凝土砌块的抗压强度、抗渗、抗冻指标，应符合设计要求。

10.2.2 砌筑水泥砂浆应符合下列规定：

- 1 砂浆的强度等级应符合设计要求；
- 2 砂浆的配合比应采用质量比，并经试验确定；
- 3 砂浆应拌和均匀，流动性以圆锥体沉入度计测定，符合施工要求且保水性好；
- 4 机械拌和砂浆，搅拌时间宜为 1~1.5min；
- 5 砌筑砖拱所用砂浆流动性宜为 50~70mm；砌筑砖墙用砂浆的流动性宜为 70~

100mm;

6 灌浆用的砂浆应在容器内加水拌和均匀后使用,不得采用水冲灌浆;

7 已拌和好的砂浆应在初凝前使用完毕;已凝结的砂浆不得使用;

8 每 50m³ 砌体应制作试块一组,不足 50m³ 按每一砌筑段计,测定砂浆强度,每组试块为 6 块,6 个试块应取自同盘砂浆;砂浆试块抗压强度的评定应符合下列规定:

1) 试块抗压强度的评定:同标号砂浆各组试块强度的平均值不应低于设计要求;任意一组试块强度不得低于设计抗压强度标准值的 0.85 倍;

2) 当每单位工程中仅有一组试块时,其测得强度值不应低于砂浆设计抗压强度标准值;

3) 砂浆有抗渗、抗冻要求时,应在配合比设计中予以保证。施工中应适当取样检验,配合比变更时应增留试块;

4) 砌筑或安装段按变形缝分段的段长计。

10.2.3 砌筑砖墙预制混凝土盖板矩形渠道施工应符合下列规定:

1 砌砖前应检查基础尺寸、高程及中线位置,合格后且混凝土抗压强度标准值达到 1.2N/mm²,方可开始砌筑;

1) 与混凝土基础相接的砌筑面应先清扫,并用水冲刷干净;

2) 砌砖前应根据中心线放出墙基线,撈底摆缝,确定砌法;

3) 常温施工,使用前砖应浸水,不得有干心现象。

2 砖砌体应上下错缝,内外搭接,宜采用一顺一丁或三顺一丁砌法,侧墙宜采用五顺一丁砌法,但最下一层和最上一层砖,应用丁砖砌筑;

3 砌砖时,砂浆应满铺满挤,灰缝不得有竖向通缝,水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度应为 10mm,允许偏差为±2mm;

4 砌筑直墙应挂线。砌体表面应平直,随砌随找,不得敲打找平;每米高的墙体砖层数应一致,墙高超过 1.2m 时,宜立“皮数杆”,墙高小于 1.2m 时,应拉通线;每日砌筑高度不应超过 1.2m;

5 砖墙的伸缩缝与底板伸缩缝应垂直贯通,缝的间隙尺寸应符合设计要求,并砌筑齐整,缝内挤出的砂浆应随砌随刮干净;

6 砖墙的转角处和交接处应与墙体同时砌筑。当砌筑间断时,应砌成斜茬。接茬砌筑时,应先将斜茬用水冲洗干净,并使砂浆饱满;

7 半头砖可作填墙心用,但应先铺砂浆后放砖,然后再用灌缝砂浆将空隙灌平且不得集中使用;

8 清水墙的表面应选用边角整齐、颜色均匀、规格一致的砖;清水墙,应随砌随撈缝,其缝深宜为 10mm;

9 清水砖墙勾缝前,应使砌体灰缝的撈缝深度符合规定:

1) 瞎缝应予凿开,并将墙面上粘结的砂浆、泥土及杂物等清除干净后,洒水湿润墙面;

2) 勾缝砂浆塞入灰缝中，应压实拉平，深浅一致，横竖缝交接处应平整。凹缝宜比墙面凹入 3~4mm；

3) 勾完一段应及时将墙面清扫干净，灰缝不应有搭茬、毛刺、“舌头灰”等现象。

10 气温高、干燥、易失水的环境下，砌筑后应立即行覆盖，洒水养护；

11 有抹面的砖墙，应随砌随将挤出的砂浆刮平，进行砂浆抹面施工应符合下列规定：

1) 砌体表面粘结的残余砂浆应清除干净；已勾缝的砌体应将勾缝的砂浆剔除；将砖墙面洒水湿润；

2) 抹面水泥砂浆强度等级应符合设计要求，稠度满足施工需要，底层砂浆稠度宜为 120mm，其他宜为 70~80mm；

3) 抹面厚度，应符合设计要求；

4) 水泥砂浆抹面应分两道抹成。第一道砂浆抹成后，用杠尺刮平，并将表面划出纹道，完成后间隔 48h，进行第二道抹面；第二道砂浆应分两遍压实抹光完成；

5) 抹面的施工接茬应留阶梯形茬，上下层接茬应错开，留茬的位置应离开交角处 150mm 以上。接茬时，应先将留茬均匀地涂刷水泥浆一道，然后按照层次操作顺序层层搭接，接茬应严密。

12 渠道底板水泥砂浆抹面，可一次抹成，抹面前应将混凝土面湿润，随抹随用杠尺刮平，压实或拍实后，用木抹搓平，然后用铁抹分两遍压实擀光；

13 顶板抹面时，应将表面清理干净，并做成粗糙面，刷水泥砂浆一道；再行抹面；

14 水泥砂浆抹面完成后，应进行养护：

1) 抹面砂浆终凝后，应保持表面湿润，宜每隔 4h 洒水一次；

2) 潮湿、通风不良的地下渠道墙体，当抹面表面出现大量冷凝水时，宜减少洒水养护；

3) 渠道受阳光照射的部位及易风干的出入口部位，应覆盖后浇水养护；

4) 养护时间宜为两周。

15 钢筋混凝土盖板的安装应符合下列规定：

1) 应检查钢筋混凝土盖板的外观质量，核对出厂合格证及相应的钢筋、混凝土原材料检测试验资料，符合设计要求，方可使用；

2) 盖板安装前，墙顶应清扫干净，洒水湿润，再铺砂浆安装盖板；

3) 盖板就位后相邻板底错台不应大于 10mm，盖板端部压墙长度的允许偏差为±10mm；

4) 板缝及板端的三角灰应采用水泥砂浆填抹密实；

5) 盖板就位后吊环应卧平。

16 砌筑渠道变形缝的施工应符合下列规定：

1) 应按设计要求设置变形缝；变形缝应上、下垂直贯通；

2) 填料前应将变形缝内杂物清除干净；在缝壁上应涂刷一道冷底子油；

3) 填缝料应填塞密实，表面平整；

4) 灌注沥青等填料应掌握温度，待灌注底板缝的沥青冷却后，再灌注墙缝，并应一次连续灌满灌实；

5) 当缝外墙面铺贴防水卷材时，应将底层抹平，铺贴平整，不得有拥包现象。

17 砖砌渠道雨期施工应符合下列规定：

1) 雨期施工，应采取防止雨水冲刷墙体灰缝的措施；

2) 砖砌墙体，应随砌随安装盖板，防止沟槽塌方挤坏渠道墙体；

3) 未初凝的砂浆受雨水浸泡时，应调整配比。

18 砖砌筑渠道冬期施工应符合下列规定：

1) 当日平均气温低于+5℃，且最低气温低于-3℃时，按冬期施工要求施工；

2) 砖不得洒水湿润，砌筑前应将冰、雪清除干净；

3) 冬期施工用砂浆，应符合本规程第 9.8.2 条规定；

4) 冬期施工时，砂浆强度标准值应以标准条件下养护 28d 的试块试验结果为依据；每次宜同时制作和砌体同条件养护的试块，供安排施工作业的参考；

5) 冬期施工完成一砌砖段或临时停止作业时，应用保温材料覆盖；

6) 抹面应在气温正温度时进行；抹面前宜用热水将墙面刷净；外露的抹面应覆盖养护；有顶盖的内墙抹面，应堵塞风口。

10.2.4 砖拱砌筑应符合下列规定：

1 砌筑前，应检查沟槽中线、宽度及槽底高程，合格后方可作业；

2 按设计图样制作拱胎，拱胎上的模板应按要求留出变形缝；

3 支搭拱胎应稳固，高程准确，拆卸简易；

4 砌拱前应校对拱胎高程，并检查其稳固性，拱胎应用水充分湿润，经水浸透后，凸、凹部分应找平，缝隙应塞严；冲洗干净后，应在拱胎表面刷脱膜剂；

5 根据挂线样板，在拱胎表面划出砌砖的标线，拱底灰缝宽度宜为 5~8mm；

6 砌砖时，应自两侧同时向拱顶中心推进，灰缝应用砂浆填满；保证拱心砖的位置正确、灰缝严密；

7 砌拱应用退茬法，每块砖退半块留茬，当砌筑间断，接茬再砌时，应将留茬冲洗干净，并使砂浆饱满；

8 不得使用碎砖及半头砖砌拱环，拱环应当日封顶，拱环上不得堆置器材；

9 预留户线管应随砌随安，不得预留孔洞；

10 砖拱砌筑后，应及时洒水养护，砂浆达到设计抗压强度标准值的 25%时，方准在无振动条件下拆除拱胎；

11 砌筑砖反拱应按设计要求的弧度制作样板，宜每隔 10m 放一块。

1) 根据样板挂线，先砌中心一列砖，找准高程后，再铺砌两侧，灰缝不得凸出砖面；

2) 反拱表面应光滑平顺，高程允许偏差为±10mm；

3) 反拱砌完后砂浆强度达到设计强度标准值的 25%时，方准踩压。

10.2.5 混凝土砌块砌筑渠道应符合下列规定：

1 混凝土砌块砌筑施工技术要求见本规程第 10.2.1～10.2.4 条规定；

2 砌筑拱形渠道或渠道的弯道时，宜采用楔形或扇形砌块，当砌体垂直灰缝宽度大于 30mm 时，应采用细豆石混凝土灌筑，混凝土强度等级不应小于 C20。

10.2.6 砖及混凝土砌块砌筑渠道质量应符合下列规定：

1 砌筑方法正确，砂浆饱满，灰缝整齐均匀，缝宽符合设计要求；抹面应压光，不得有空鼓、裂缝等现象；

2 墙体和拱圈的伸缩缝与底板伸缩缝应对正，缝宽应符合设计要求，墙体不得有通缝；止水带安装应位置正确、牢固、闭合，且浇注混凝土过程中保证止水带不变位、不垂、不浮，止水带附近的混凝土应插捣密实；

3 渠底应清理干净、平整、密实；

4 预制盖板安装压墙长度应符合设计要求、位置准确、平稳、塞缝严实，铺垫砂浆及抹三角灰均应密实、饱满；

5 渠道砌筑质量及允许偏差应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

10.2.7 石砌渠道用原材料应符合下列规定：

1 砌筑用石材质量应符合设计要求；

2 砌筑砂浆用砂见本规程第 10.2.1-2 条规定；

3 水泥：见本规程第 10.2.1-3 条规定；

4 水：见本规程第 10.2.1-4 条规定；

5 外加剂：见本规程第 10.2.1-5 条规定。

10.2.8 石砌渠道砌筑水泥砂浆流动性宜为 70～100mm，其他均应符合本规程第 10.2.2 条规定。

10.2.9 矩形断面砌石墙混凝土盖板渠道施工应符合下列规定：

1 砌筑前应检查基础尺寸、中线及高程合格后，且混凝土抗压强度达到 $1.2\text{N}/\text{m}^2$ ，方可开始砌筑；

2 应先将石料表面的泥垢和水锈清理干净，并用水湿润；

3 按设计要求，测定砌筑外露面边线及内面边线，并立好线杆挂线，曲线段挂线杆应加密；

4 块石砌体的第一层及转角处、交叉处和洞口处，应用较大较平整的块石砌筑；在砌筑基础的第一层块石时，应将大面向下；

5 与既有构筑物基础相衔接时，应按设计要求处理好基础部位的结合；

6 采用分段砌筑时，相邻高差不宜超过 1.2m，且分段位置宜设在伸缩缝、沉降缝处；

7 同一墙体每天连续砌筑高度不宜超过 1.2m；块石砌体应用铺浆法砌筑。砌筑时，石块宜分层卧砌大面向下或向上，上下错缝，内外搭砌。每 0.7m² 墙面内应设拉结石一块。在同层内的接结石中距不应大于 2m。不得采用外面侧立石块中间填心的砌筑方法，不得有空缝；

8 预埋管、预埋件及砌筑预留口应位置准确；

9 砌筑工作中断时，应留阶梯形茬，并将已砌好的石层空隙用砂浆填满，再砌筑时，石层表面应清扫干净，洒水湿润；

10 砌筑曲线段镶面石应从曲线部分开始，并应先安角石；

11 勾缝前应将墙面粘结的砂浆、泥土及杂物等清理干净，并洒水湿润墙面；

12 块石砌体勾缝的形式及其砂浆强度等级应符合设计要求；设计无规定时，可勾凸缝或平缝，砂浆强度等级不得低于 M10；

13 勾缝应保持砌筑的自然缝，勾凸缝时，灰缝应整齐，弧线圆滑，宽度一致，并压光密实，不得出毛刺、裂纹和脱落；

14 盖板安装应符合本规程第 10.2.3-15 条规定；

15 雨期施工应符合本规程第 10.2.3-17 条规定；

16 冬期施工应符合本规程第 10.2.3-18 条规定。

10.2.10 石砌渠道质量应符合下列规定：

1 墙面应垂直，砂浆应饱满，嵌缝应密实，勾缝整齐，不得有通缝、裂缝等现象。墙和拱圈及底板的伸缩缝应对正贯通，柔性填缝应严密、饱满、粘结牢固、不流淌、无气泡、无夹渣；

2 渠道内应清扫干净，渠底应平整、密实、光洁；

3 盖板安装压墙尺寸应符合设计要求，位置准确、平稳、塞缝严实，砂浆铺垫及抹三角灰应饱满密实；

4 石砌渠道质量及允许偏差应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

10.2.11 砌体渠道结构的砌筑施工除符合本节规定外，还应符合现行国家标准《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203 的相关规定和设计要求。

10.2.12 混凝土模块砌体所用的材料应有产品合格证书、产品性能检验报告、质量应符合现行国家标准的有关要求。

10.2.13 模块砌体砌筑砂浆的强度等级应为 M7.5、M10 和 M15，并应符合设计要求。

10.2.14 模块砌体砂浆宜采用预拌砂浆，流动性宜为 50mm～70mm，稠度宜为 50mm～80mm，分层度宜为 10mm～30mm，保水性不应小于 88%，其余各项技术性能指标应符合现行行业标准按《混凝土小型空心砌块和混凝土砖砌筑砂浆》JC 860 的有关规定。

10.2.15 模块砌体灌孔混凝土的强度等级应为 C20、C25 和 C30，并应符合设计要求。

10.2.16 模块砌体灌孔混凝土中的骨料最大粒径应控制在墙厚的 $1/10 \sim 1/15$ 且不宜超过 30mm, 构造柱混凝土中的粗骨料粒径宜为 10mm~30mm, 并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 的有关规定。

10.2.17 砌块砌体灌孔混凝土应具有高流动性、硬化后体积微膨胀或有补偿收缩性能, 塌落度应控制在 $180\text{mm} \pm 20\text{mm}$, 其余各项性能指标应符合现行行业标准《混凝土砌块(砖)砌体用灌孔混凝土》JC 861 的有关规定。

10.2.18 模块砌体灌孔混凝土的抗渗及抗冻性能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 及《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的有关规定。用于污水工程模块砌体灌孔混凝土的抗渗性能应在上述规范要求的基础上提高一个等级。

10.2.19 模块砌体芯柱钢筋应采用 HRB335、HRB400 和 HRB500 级热轧带肋钢筋, 质量应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分: 热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的有关规定。水平钢筋、构造柱、箍筋可采用 HRB335、HRB400 级热轧带肋钢筋及 HPB300 级热轧光圆钢筋, 热轧光圆钢筋质量应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 1 部分: 热轧光圆钢筋》GB 1499.1 的有关规定。

10.2.20 模块的原材料应符合下列规定:

- 1 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定;
- 2 砂应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 的有关规定, 骨料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 的有关规定;
- 3 粉煤灰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;
- 4 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的有关规定;
- 5 水质应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

10.2.21 模块式矩形排水渠道宜为混合式结构, 由预制钢筋混凝土盖板、模块砌体墙体和现浇钢筋混凝土底板组成。

10.2.22 模块式矩形排水渠道可用于流速小于 5m/s 的重力流排水管道工程。

10.2.23 模块式矩形排水渠道结构的勾板缝、座浆和抹三角灰宜采用 M10 防水水泥砂浆, 当盖板位于地下水位以下时宜采用聚合物防水砂浆。

10.2.24 当模块式矩形排水渠道结构中心转弯半径大于 15m 时, 侧墙可直接采用标准模块砌筑。

10.2.25 模块砌体工程施工应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 及《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的有关规定。

10.2.26 模块检查应符合下列规定:

- 1 进入施工现场的模块应提供产品的合格证, 标明生产厂家的名称、模块的强度等级、型号、批量和生产日期。应核对模块的强度等级、模数, 特别是圆形井的弧度模块数是否符合

合设计要求；

2 模块外表应完好，表面和孔内污物应清理干净；

3 采用已预留管道孔的预制模块应检查孔径是否和管道外径尺寸一致。当模块无预留管道孔模块时应在地面进行管道孔切割并进行标记。

10.2.27 模块应对孔、错缝砌筑。轴头模块砌筑采取约束措施时可重缝。

10.2.28 当气候干燥炎热时，应在砌筑前 1h~2h 对模块进行喷水湿润。

10.2.29 模块日砌筑高度应根据气温、墙体部位等不同情况分别控制，常温条件下的日砌筑高度宜控制在 2m 内，干砌施工可适当增加日砌筑高度。

10.2.30 不同强度等级混凝土模块不得在同一结构中混砌。

10.2.31 当模块砌体高度大于 2m 时应搭设脚手架，脚手架不得与正在砌筑的模块砌体连结。

10.2.32 现场施工用电应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定。

10.2.33 基础施工应符合下列规定：

1 模块砌体底板钢筋的品种、级别、规格及数量等应根据结构计算的强度或最小配筋率等构造要求确定。底板钢筋加工、连接、安装和验收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 首层模块与底板混凝土应一次性浇筑，首层模块嵌入底板应控制在 30mm~50mm。

10.2.34 模块砌筑施工应符合下列规定：

1 砂浆砌筑应符合下列规定：

1) 砌筑砂浆的强度等级应符合设计要求，砌筑砂浆应拌和均匀，符合施工规定且具有良好的保水性；

2) 砌筑应分层进行，宜使用专用工具均匀铺浆，铺浆应均匀、饱满；

3) 砌筑时每个混凝土模块间应槽榫相接，竖缝内侧面宽度应控制在 6mm~14mm；

4) 当砌筑因故停顿砂浆已超过初凝时间时，应待砂浆强度达到 2.5MPa 后才可继续施工；在继续砌筑前，应将原砌体表面的浮渣清除；砌筑时应避免振动下层砌体；

5) 模块砌体灰缝应横平竖直，不得有瞎缝和透明缝；

6) 直墙模块砌体、弧形模块砌体上下层应错缝对孔砌筑，轴头模块应对缝、对孔砌筑；

7) 勾缝宜采用防水水泥砂浆进行碾缝，井壁勾缝宜采用平缝；

8) 采用已预留管道孔的预制模块或自行加工的管道口模块砌体砌筑时应配合管道安装的平面方向和高程要求；

9) 对于砌筑过程中因振捣不当，碰撞、踩踏等原因造成模块松动、失稳等情况，应进行修补或重新砌筑。

2 干码砌筑应符合下列规定：

1) 首层模块完成定位后，方可采用干码砌筑方式；

- 2) 干码砌筑时, 应按排块要求码砌模块, 并应及时校正模块的水平和垂直度;
- 3) 干码砌筑构筑物时, 每砌筑 3 层~5 层应用砂浆修正累计误差。
- 3 接入管道宜采用随砌随安同步施工的方式, 亦可在接入管位置预留孔洞;
- 4 不同系列模块不同组合, 可构成不同模块砌体。

10.2.35 模块灌孔施工应符合下列规定:

- 1 灌孔前应清除芯柱孔洞内的杂物及削掉孔内凸出的砂浆, 并用水冲洗干净。校正钢筋位置并绑扎或焊接固定后, 方可浇筑芯柱混凝土;
- 2 平面结构复杂的模块砌体构筑物, 灌孔前应制定混凝土灌注运输路线, 确保混凝土连续灌注;
- 3 灌孔前应做临时支撑, 可在构筑物的最上层模块用紧固工具紧固、构筑物的角部采取支护措施后进行混凝土灌孔;
- 4 砌块砌体一次连续灌注高度不应大于 2m, 当采取可靠技术措施时, 一次连续灌注高度可适当增加;
- 5 砂浆砌筑模块砌体, 灌孔应在砌筑砂浆强度达到 1.0MPa 以上时进行;
- 6 灌注应分层、均匀、连续进行, 厚度应控制在 300mm~500mm。当与圈梁衔接时, 墙体应预留 200mm~300mm 与圈梁一并灌注;
- 7 顶层模块灌注应与模块顶面上沿平齐, 不得出现局部凹凸不平情况;
- 8 混凝土实际灌注量应与计算灌注量相吻合。当有较大偏差时应检测是否有空洞、漏浆情况, 发现问题应采取补救措施;
- 9 振捣应符合下列规定:
 - 1) 宜采用高频插入式混凝土振捣棒, 振捣棒直径可视模块规格确定: 当模块砌体厚度不大于 400mm 时, 可选用振捣棒直径为 20mm~30mm; 当模块砌体厚度大于 400mm 时, 可选用振捣棒直径为 50mm;
 - 2) 连续浇灌芯柱混凝土, 应每浇灌 300mm~500mm 振捣一次, 或边浇灌边振捣密实, 不得灌满整根芯柱后再振捣;
 - 3) 振捣棒插入混凝土应上下移动振捣, 直至无上升气泡时为最佳。振捣过程中不得漏振、过振。

10.2.36 配筋模块砌体施工应符合下列规定:

- 1 模块砌体的类型、强度等级, 砌体砂浆的强度等级, 配筋模块砌体的混凝土或砂浆强度等级及钢筋的品种、规格和数量应符合设计要求;
- 2 钢筋设置、连接、锚固、搭接长度及在模块砌体内定位应符合设计和有关规定;
- 3 模块竖孔内宜采用焊接骨架定位装置固定钢筋, 钢筋骨架底段 100mm~200mm 范围内的竖向钢筋应向内收敛 20mm~30mm, 且竖筋底端宜用 f 10mm 钢筋封闭;
- 4 模块砌体构造柱应与砌体墙同时施工, 箍筋应同时砌入模块体内。构造柱应随砌筑墙

体同时绑扎钢筋，应分段浇筑混凝土或砂浆并捣实，构造柱的外侧模板应固定牢固，并防止漏浆，构造柱竖向钢筋应按设计要求设置。箍筋应在环筋槽中间设置；

5 钢筋混凝土构造柱与模块砌体组合墙施工时，应先砌墙后浇混凝土构造柱，构造柱与墙体连接处应砌成马牙槎，马牙槎应先退后进，并应正确预留拉结筋位置；

6 配筋模块砌体剪力墙内竖向插筋应与基础或基础梁内的预埋钢筋连接；

7 设置在潮湿环境或有化学侵蚀性介质环境中的模块砌体，芯柱内钢筋应采取防腐措施；

8 当在配筋模块砌体横墙上留置施工洞口时，洞口的高度不得超过 $2/3$ 墙高，并应设置洞口过梁和拉结筋，拉结筋沿洞口高度方向间距不应大于 500mm ，伸入两侧墙内长度不应小于 500mm 。

10.2.37 附属构配件施工应符合下列规定：

1 踏步安装应符合下列规定：

1) 踏步应满足设计要求，可配套使用模块专用踏步；

2) 踏步间距应为两层模块高度；

3) 踏步应随砌随安，安装踏步后，应做临时固定。当灌孔混凝土及砌筑砂浆未达到规定的强度时，不得踩踏。

2 盖板可采用能够与模块铰接的预留凸起槽口预制盖板，如因运输及施工条件等因素限制，也可现场原位现浇。底板或基础可现浇成型，也可预制成型；

3 勾板缝、座浆和抹三角灰均应采用 M10 水泥砂浆；当盖板位于地下水以下时应采用 M10 聚合物水泥砂浆；

4 流槽砌筑可选用配套专用流槽砖，流槽砖应具有导流功能及闭水作用；

5 伸缩缝应按设计要求设置、施工。止水带安装应位置准确、牢固，并应符合下列规定：

1) 止水带中线应与伸缩缝及结构厚度中心线重合，并应做到定位措施可靠、嵌缝材料位置准确；

2) 橡胶止水带接头不得留在转角处，宜留在相对高的位置；

3) 橡胶止水带在浇筑混凝土前应固定于专用的定位装置上，不得穿孔或用铁钉固定；

4) 橡胶止水带宜采用热焊接头；

5) 混凝土浇筑时止水带部位不应窝气和漏振。

6 当支管接入井室时，应在井室施工的同时安装预留支管，预留管径、方向、高程应符合设计要求，管与井壁衔接处应严密，预留管管口宜采用不低于砌筑砂浆强度的砂浆进行封口抹平。

10.2.38 回填施工应符合下列规定：

1 基坑回填应在模块砌体达到设计强度、盖板已安装，并在闭水试验合格后实施；

2 构筑物两侧应保持同步回填，其高度差不得大于 300mm ，回填时不得使用重型机械，

回填土的压实度应按设计文件要求执行。当设计文件未明确具体要求时，回填土的压实度不应低于 0.94。回填材料不得采用淤泥、有机土等，冻深范围内肥槽应使用非冻胀材料回填；

3 当构筑物位于路基、广场范围内，路基要求的压实度大于 0.94 时，应按路基要求的压实度执行，路基的压实度系数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 的有关规定；位于绿地或农田范围的构筑物基坑回填土的压实度可适当降低，但不应低于 0.85；

4 构筑物盖板顶以上 500mm 范围内的覆土回填不得使用重型及振动压实机械碾压。构筑物盖板顶 500mm 以上的覆土回填如需使用重型及振动压实机械作业，应根据压实机械的规格和盖板设计承载力进行验算；

5 路面范围内，构筑物周边不易压实部位，应采取措施确保压实度，并应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的有关规定；

6 构筑物回填材料可采用气泡混合轻质土，性能指标应符合现行行业标准《气泡混合轻质土填筑工程技术规程》CJJ/T 177 的有关规定。

10.2.39 雨期和冬期施工应符合下列规定：

1 雨期施工模块存放不应被积水浸泡和雨淋。当降雨较大时应停止砌筑，并对已经砌筑的模块砌体采取遮雨措施，防止雨水浸入墙体。应及时抽离基槽积水，防止浸泡造成墙体失稳。雨后继续施工应检查墙体的垂直度；

2 不得使用水浸后受冻的模块，砌筑前应清除冰雪等冻结物，不得采用冻结法施工；

3 砌筑砂浆应防止水分蒸发。夏季应采取遮阳措施，冬季应采取保温措施。储存地点的环境温度不宜超过 35℃，且不宜低于 5℃；

4 当日最低气温高于或等于-15℃时，采用抗冻砂浆的强度等级应按常温施工提高一级。气温低于-15℃时不得进行模块的砌筑施工；

5 冬期砌筑施工后应使用保温材料覆盖新砌的模块砌体；

6 解冻期间应对模块砌体进行观察，当发现裂缝、不均匀下沉等情况时，应分析原因并采取措施；

7 灌芯、圈梁等混凝土工程冬期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》GB 50204 的有关规定。冬期施工应按现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 和现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的有关规定执行。

10.2.40 渠道应按设计要求施作防水层。

10.2.41 当防水层采用水泥砂浆五层作法作时，应符合下列规定：

1 水泥砂浆宜采用 M20，水灰比应符合下列规定：

第一层水泥砂浆，用于砖墙面者宜采用 0.8~1.0，用于水泥混凝土面者采用 0.37~0.40；

第二层、第四层水泥砂浆水灰比宜采用 0.5；

第三、五层水泥砂浆宜采用 0.6。

2 水泥浆及水泥砂浆宜掺用一定比例的防水剂。

10.2.42 砖墙面防水抹面五层作法，施工应符合下列规定：

1 第一层刷水泥浆 1.5~2mm 厚，先将水泥浆甩入砖墙缝内，再用刷子在墙面上、下、左、右方向，各刷两遍，应刷密实均匀，表面呈布纹状；

2 当第一层水泥浆初干，表面不显水光时，立即抹第二层水泥浆 5~7mm，厚度均匀，不得用力揉压；

3 当第二层水泥砂浆初凝后，立即刷第三层水泥浆 1.5~2mm，按上下、左右，再上下各刷一遍，应刷密实均匀，表面呈布纹状；

4 当第三层水泥浆初凝时，立即抹第四层水泥砂浆 5~7mm，用木抹子找平、搓平，在凝固过程中用铁抹子轻轻压出水光，不得反复用力揉压；

5 在第四层水泥砂浆初凝前，将第五层刷水泥浆均匀涂刷在第四层表面上，随第四层压光。

10.2.43 水泥混凝土面防水抹面五层作法，施工应符合下列规定：

1 第一层抹水泥浆 2mm 厚，水泥浆分二次抹成，先抹 1mm 厚，用铁抹子往返刮抹 5~6 遍，刮抹均匀，使水泥浆与基层牢固结合，随即再抹 1mm 厚，找平，在水泥浆初凝前，用排笔蘸水按顺序均匀涂刷一遍；

2 第二、三、四、五层与本规程第 10.2.42 条砖墙面防水抹面操作相同。

10.3 现浇钢筋混凝土渠道

10.3.1 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》GB 50204 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；也可按底板、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) 冬期施工宜采用普通硅酸盐水泥；

3) 有抗冻要求的混凝土，宜采用普通硅酸盐水泥，不宜采用火山灰质硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥；

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

5) 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现行国家标准《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，其质量应符合现行国家有关标准规定，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；

8 钢筋的品种、规格，应符合设计要求；有出厂合格证并经复验、鉴证取样检验合格；

1) 钢筋不得有严重锈蚀、麻坑、劈裂、夹砂、夹层等缺陷；

2) 钢筋应按类型、直径、钢号、批号等条件分别堆放，并应避免油污、锈蚀；

3) 热轧钢筋，应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1、《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2、《钢筋混凝土用钢 第 3 部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3 的规定。

9 止水带及嵌缝料材质、规格、型号应符合设计要求。

10.3.2 混凝土的配合比选择应符合下列规定：

1 混凝土配合比的选择，应根据抗压强度、抗渗、抗冻等要求的指标与施工和易性、坍落度，通过计算及试验确定，并满足施工的要求；有抗渗要求的混凝土砂率宜为 35%~40%，灰砂比宜为 1：2~1：2.5；

2 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；

3 配制混凝土时，应根据施工设计要求掺入适宜品种的外加剂，有抗渗、抗冻要求的混凝土应掺入引气剂；引气剂的掺加量应根据混凝土的含气量确定，混凝土的最小含气量应符合下列表 10.3.2-1 的规定；混凝土的含气量不宜大于 7%；

表 10.3.2-1 抗渗、抗冻混凝土中的最小含气量

粗骨料最大粒径（mm）	最小含气量值（%）
>31.5	4
16	5

粗骨料最大粒径 (mm)	最小含气量值 (%)
10	6

4 混凝土的最大水灰比和最小水泥用量应符合下列表 10.3.2-2 的规定；有抗渗、抗冻要求的混凝土每立方米混凝土中的水泥用量不宜小于 320kg。抗渗混凝土最大水灰比应符合下列表 10.3.2-3 的规定；抗冻混凝土最大水灰比应符合下列表 10.3.2-4 的规定；

表 10.3.2-2 混凝土最大水灰比和最小水泥用量表

项 目	混凝土的工作条件	最大水灰比	最小水泥用量 (kg/m³)	
			钢筋混凝土	无筋混凝土
1	不受雨雪影响的混凝土	不作规定	250	200
2	受雨雪影响的混凝土，位于水中及水位升降范围内的混凝土；在潮湿环境中的混凝土	0.70	250	225
3	寒冷地区水位升降范围内的混凝土，受水压作用的混凝土	0.65	275	250
4	严寒地区水位升降范围内的混凝土	0.60	300	275

- 注：1 水灰比指水与水泥用量之比；水泥用量包括外掺混合料；
2 采用矾土水泥时，最大水灰比可比表中数值大 0.05；
3 表中的水泥用量，仅适用于机械振捣的混凝土；
4 严寒地区指最寒冷月份平均温度低于-15℃者；寒冷地区指最冷月份的平温度在-5℃~-15℃者。

表 10.3.2-3 抗渗混凝土最大水灰比表

抗渗等级	最大水灰比	
	C20~C30 混凝土	>C30 混凝土
S6	0.60	0.55
S8~S12	0.55	0.50
>S12	0.50	0.45

- 注：1 抗渗等级大于或等于 S6 级的混凝土称抗渗混凝土；
2 水工抗渗混凝土以“S”表示，建筑用“P”表示。

表 10.3.2-4 抗冻混凝土最大水灰比

抗冻等级	无引气剂时	掺引气剂时
D50	0.55	0.60
D100	—	0.55
>D100	—	0.50

- 注：水工混凝土抗冻以“D”表示；建筑用“F”表示。

5 泵送混凝土的坍落度，按泵车、输送管的需要进行设计，宜选用 120~200mm，普通混凝土的坍落度，宜按下列表 10.3.2-5 选用；

表 10.3.2-5 混凝土浇筑时坍落度表

项次	结构种类	坍落度 (mm)	
		机械振捣	人工振捣
1	基础或垫层	0~30	20~40
2	无筋的墙板或稀疏的配筋结构	10~30	30~50
3	配筋密集的渠壁、管壁结构等	50~70	70~90
4	配筋特密的结构	70~90	90~120

6 抗渗混凝土施工配合比的抗渗水压值，应比设计值提高 0.2MPa；

7 施工混凝土配合比的确定，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。

10.3.3 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》GB 50204 的相关规定执行，并应符合下列规定：

1 热轧钢筋、热处理钢筋、预应力混凝土钢筋的预应力钢绞线，应符合现行国家有关标准。应按设计文件规定选用钢筋的类别和规格。当用其他类别和规格的钢筋代用时，应与设计洽商确定；

2 浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收，钢筋隐蔽工程验收应包括下列内容：

- 1) 钢筋的品种、规格、数量、位置等；
- 2) 钢筋的连接方式、接头位置、接头面积百分率等；
- 3) 预埋件的规格、数量、位置等。

3 钢筋使用前应清除污锈、油渍，钢筋应顺直、无局部扭曲；

4 钢筋调直处理后，表面不得有明显擦伤伤痕，抗拉强度不得低于设计要求；

5 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；

6 冷拉钢筋的闪光对接焊或电弧焊，应在冷拉前进行；冷拔低碳钢丝的接头应采用绑扎接头，不得采用闪光接触对焊或电弧焊；

7 电弧焊采用的焊条应符合设计要求，当设计未要求时，应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《热强钢焊条》GB/T 5118 的规定；

8 钢筋下料长度应计入钢筋弯曲角度的延伸率，各种弯曲角度的延伸率，宜按下列表 10.3.3-1 的规定计算；

表 10.3.3-1 钢筋弯曲角度的延伸长度

弯曲角度	延伸角度
45°	钢筋直径的 2/3 倍
90°	钢筋直径的 1 倍
180°	钢筋直径的 1.5 倍

9 钢筋下料后应分批堆放，不得混淆，防止锈蚀和污染；

10 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) 钢筋绑扎搭接接头连接区段长度为 $1.3 L_1$ （ L_1 为搭接长度）凡搭接接头中点位于连接区段长度内的搭接接头均属于同一连接区段；同一连接区段内，纵向钢筋搭接接头面积百分率为该区段内有搭接接头的纵向受力钢筋截面面积的比值；

3) 同一连接区段内，纵向受力钢筋搭接接头面积百分率应符合设计要求；设计无具体要求时，受压区不得超过 50%；受拉区不得超过 25%；沟渠底部和顶部与顶板施工缝处的预埋竖向钢筋可按 50%控制，并应按本规程规定的受拉区钢筋搭接长度增加 30%；

4) 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下列表 10.3.3-2 的规定执行。

表 10.3.3-2 钢筋绑扎接头的最小搭接长度

序号	钢筋级别	受拉区 (mm)	受压区 (mm)
1	HPB235	$35 d_0$	$30 d_0$
2	HRB335	$45 d_0$	$40 d_0$
3	HRB400	$55 d_0$	$50 d_0$
4	低碳冷拔钢丝	300	200

注： d_0 为钢筋直径，单位 mm。

11 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》GB 50204 的相关规定执行；

12 轴心受拉和小偏心受拉杆件中的钢筋接头，应采用焊接接头，不得采用绑扎接头；

13 渠道钢筋骨架的安设与定位，应在垫层混凝土抗压强度达到 1.2N/mm^2 后，将钢筋骨架放在垫层预埋架立筋的预定位置，使其平直后与架立筋焊牢；钢筋骨架段与段之间的纵向钢筋的焊接与绑扎应相间进行；

14 现浇混凝土渠道中钢筋骨架的安装允许偏差应符合下列表 10.3.3-3 的规定；

表 10.3.3-3 渠道钢筋骨架的安装允许偏差

项目	允许偏差
环筋同心度	±10mm
环筋内底高程	±5mm
倾斜度	1%H

注：H 为钢筋骨架高度（mm）。

15 钢筋安装时的保护层厚度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 的相关规定；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) 模板支撑体系、钢筋骨架等应安装固定且牢固，确保在施工荷载下不变形、走动；
- 3) 控制保护层的垫块、杆件等尺寸正确、布置合理、支垫稳固。

16 基础、顶板钢筋采取焊接排架的方法固定时，排架固定的间距应根据钢筋的刚度选择；

17 成型的网片或骨架应稳定牢固，不得有滑动、折断、位移、伸出等情况；

18 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；

19 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。

10.3.4 混凝土模板安装应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定执行，并应符合下列规定：

1 应保证结构尺寸和相互位置的准确性；应具有足够稳定性、刚度和强度，能可靠的承受灌注混凝土的质量和侧压力以及施工过程中所产生的荷载；应便于拆装；模板的接缝不得漏浆；模板与脚手架不得发生联系；

2 模板施工前，应根据结构形式、施工工艺、设备和材料供应等条件进行模板及支架设计。模板及支架的强度、刚度及稳定性应满足受力要求。模板设计应包括以下主要内容：

- 1) 模板与支架的选型和选材；
- 2) 模板及其支架的强度、刚度、稳定性验算，其中包括支杆支承面积的计算、受力铁件的垫板厚度及木材接触面积的计算；
- 3) 防止吊模变形、位移的措施；
- 4) 模板及其支架在风载作用下防止倾倒的措施；
- 5) 防止渠道结构内模漂浮的措施；
- 6) 模板内模应加撑杆；
- 7) 各部模板的结构设计，接点构造以及预埋件、止水带等的固定方法；
- 8) 模板支架不得直接支设在槽底或槽帮上，支点应根据支点的承载力核算所需加设垫板的支承面积与厚度；

9) 变形缝处模板的定位措施;

10) 隔离剂的选择;

11) 模板拆除程序、方法及安全措施。

3 矩形渠道的模板可一次或分次支设,当侧墙与顶板一次支模时,侧墙模板与顶板模板应分为2个独立系统支设,不得因拆除侧墙模板影响顶板混凝土强度的正常增长;

1) 墙模板可采用两侧带橡胶锥且有套管的定型穿墙螺栓固定,并安装居中,安装螺栓的数量与布局应经计算确定。拆模后剔除橡胶锥,抽出螺栓用微膨胀水泥砂浆补孔压平;

2) 矩形渠道的直墙侧模,不采取螺栓固定时,其两侧模板间应加临时支撑杆,且在浇筑时,应随混凝土面接近撑杆时,将撑杆拆除;

3) 渠道顶板的底模,当跨度等于或大于4m时,其底模应预设适当的拱度,其起拱度宜为全跨长2%~3%。当设计有要求时按设计执行;

4 拱形渠道模板支设时,其拱架结构应简单、坚固,便于制作与拆装;

1) 倒拱形渠底流水面部分应使内模略低于设计高程,且拱面模板应圆整光滑;采用木模时,拱面中心宜设八字缝板一块;

2) 侧墙模板与拱模板的支设应自成体系,不得因侧墙拆模影响拱混凝土强度的正常增长。

5 现浇圆形钢筋混凝土渠道模板的支设应符合下列规定:

1) 浇筑基础混凝土时,应按施工设计的预定位置埋设固定钢筋骨架的架立筋、内模箍筋地锚和外模地锚;

2) 当基础混凝土抗压强度达到 1.2N/mm^2 后,方可将钢筋骨架固定,此后将管内模穿入并与地锚锚固;

3) 管内模尺寸不应小于设计要求,并便于拆装。当采用木模时,应在圆内对称位置各设八字缝板一块。浇筑前模板应洒水湿透;

4) 管外模直面部分和堵头板一次支起,直面部分应适当设置八字缝板;弧面部分宜在浇筑过程中随浇随装,外模采用框架固定时,应防止整体结构的纵向扭曲变形。

6 现浇钢筋混凝土渠道,其变形缝的止水带安装应固定牢固、线形平顺、位置准确,止水带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,其变形缝处端面模板安装还应符合下列规定:

1) 止水带应与端部支模同步完成;

2) 架立止水带的钢筋应预先制作成型;

3) 止水带接头宜用热接,并由经过培训的熟练技工完成;

4) 止水带宜用专用止具固定;

5) 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;

6) 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。

7 管道基础及管座模板支设应符合下列规定：

- 1) 管座基础模板的高度应大于基础厚度，模板内部应划出控制灌筑混凝土的高度线；
- 2) 当管座基础包角大于 135° ，且与平基一次连续浇筑时，模板应分层安装。上层模板应事先拼装好，配合混凝土的灌筑及时安装。

8 模板支设完毕后，应在内侧涂刷脱模剂；

9 模板支设质量应符合下列规定：

- 1) 模板支设应牢固、不跑模、板缝严密、不跑浆；
- 2) 管道基础及管座模板允许偏差应符合下列表 10.3.4-1 的规定；

表 10.3.4-1 管道基础及管座模板允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
基础中心线 (每侧宽度)	0 +5
基础高程	0 5
管座肩宽及肩高	± 5

3) 现浇混凝土渠道模板安装允许偏差应符合下列表 10.3.4-2 的规定。

表 10.3.4-2 现浇混凝土渠道模板安装允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
轴线位置	基础	10
	墙板、管、拱	5
相邻两板表面高低差	刨光模板、钢模	2
	不刨光模板	4
表面平整度	刨光模板、钢模	3
	不刨光模板	5
垂直度	墙、板	$0.1\%H$ ，且 ≥ 6 。
截面尺寸	基础	10 20
	墙、板	3 8
	管、拱	$\leq$ 设计断面
中心位置	预埋管、件及止水带	3
	预留洞	5

注：H 为墙的高度 (mm)。

10 模板及其支架的拆除应按程序进行。重要部位的拆除程序，应在模板设计中规定。
整体现浇模板及支架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而受损伤;
- 2) 现浇混凝土拱或矩形顶板的底模应在与结构同条件养护的混凝土试块达到下列表 10.3.4-3 的规定的抗压强度时方可拆除;

表 10.3.4-3 现浇混凝土底模拆除时所需强度值

结构类型	结构跨度(m)	达到设计强度标准值 (%)
板、拱	≤ 2	50
	$> 2, \leq 8$	75

注: 根据实测抗压强度验算结构安全有保障时, 可不受此限。

- 3) 现浇渠道的内模应待混凝土达到设计强度标准值的 75%以后, 方可拆除。预留孔洞的内模, 在混凝土强度能保证构件和孔洞表面不发生坍塌和裂缝时, 即可拆除;
- 4) 拆模后即进行回填土的渠道, 其顶部模板应在混凝土达到设计强度标准值后拆除。

10.3.5 混凝土运输应符合下列规定:

- 1 混凝土应以最少的转载次数从拌制地点运往浇筑地点。混凝土在运输过程中, 应保持其匀质性; 如在运至浇筑地点有离析现象时, 应在浇筑前进行二次搅拌; 混凝土运至浇筑地点时, 应符合配合比设计要求的坍落度; 不得随意加水调整坍落度;
- 2 从搅拌地点运至浇筑地点水泥混凝土拌和料的运输时间不宜超过下列表 10.3.5 的规定。

表 10.3.5 水泥混凝土拌和物运输时间限制表

气温 (°C)	无搅拌设施运输 (min)	有搅拌设施运输 (min)
20~30	30	60
10~19	45	75
5~9	60	90

注: 1 当运距较远时, 宜用搅拌运输车干拌料到浇筑地点后再加水搅拌;

2 掺用外加剂或采用快硬水泥拌制混凝土时, 应通过试验, 查明所配制水泥混凝土的凝结时间, 确定运输时间限制;

3 表列时间系指从加水搅拌到入模时间。

- 3 运送混凝土的容器不得滑浆、不得吸水, 并应随时清除容器中的混凝土残渣。

10.3.6 混凝土浇筑应符合下列规定:

- 1 在地基上浇筑混凝土前, 对地基应事先按设计标高和轴线进行校正; 并应清除淤泥和杂物;
- 2 应在浇筑混凝土前对模板、支架、钢筋和预埋件进行全面检查并记录。检查的主要项目如下:
 - 1) 模板的标高、位置、支架空间尺寸、构件的预留拱度;
 - 2) 支架、支柱支撑的稳定性、牢固性和模板固定可靠性;

- 3) 模板的紧密性;
- 4) 钢筋与预埋件的安装及构件接点焊缝连接, 应符合设计要求;
- 5) 按设计要求设置的预留孔洞所用的装置、其他预埋件、锚定螺栓及为下道工序所应留设的部件、配件, 安装齐全正确。

3 在灌筑混凝土之前, 应排除灌注段内沟槽中的积水和流入的流动水, 对已灌筑而尚未硬化的混凝土亦应采取临时的排水和防水措施, 以防止冲刷新灌筑的混凝土;

4 对于干燥的非粘性土地基, 应用水润湿; 对岩石地基应用水清洗, 但其表面不得留有积水;

5 灌筑混凝土前, 应清除: 钢筋上的油污等杂物; 模板上的泥土等杂物。木模板应润湿, 但不得留有积水; 木模板中或金属模板中的缝隙和孔洞应予堵塞;

6 灌筑混凝土, 应连续进行; 灌筑中的最长的间歇时间, 应按水泥的凝结时间及混凝土硬化条件确定, 且间歇不应超过 2 小时; 在前层混凝土凝结之前, 将次层混凝土灌筑完毕;

7 用振动器捣实混凝土时, 应遵守下列规定:

- 1) 插入式振捣器的移动间距不应大于作用半径的 1.5 倍;
- 2) 表面振动器的移动间距, 应保证振动器的平板能覆盖已振捣完毕的区段的边缘部分;
- 3) 使用振动器时, 不得将其支承在结构的钢筋上, 并应避免碰撞钢筋、芯管和预埋件;
- 4) 在每一位置上的振捣延续时间, 应保证混凝土捣实;
- 5) 使用高频振动器时, 其振动时间可酌予缩短。

8 灌筑柱和墙连成整体的梁和板时, 应在柱和墙灌筑完毕后停歇 1~2h, 使其获得初步沉实, 再继续灌筑; 间歇时间超过本规程第 11.3.6-1 条规定时, 宜待混凝土的抗压强度不小于 1.2N/mm^2 时, 方可继续灌筑;

注: 1 在混凝土抗压强度小于 1.2N/mm^2 需继续灌筑时, 应采取防止振动及其他外力作用的措施, 以免破坏已灌筑的混凝土的内部结构;

2 混凝土继续灌筑时, 混凝土强度达到 1.2N/mm^2 的时间, 应根据试验确定, 当无试验条件、且混凝土等级大于或等于 C15 时, 继续灌筑的期限可参见下列表 11.3.6-1。

表 10.3.6-1 混凝土达到 1.2N/mm^2 强度参考时间表 (h)

水泥种类及标号	外界温度 ($^{\circ}\text{C}$)			
	1~5	5~10	10~15	15 以上
42.5 号和高于 42.5 号的普通水泥	60	48	36	24
矿渣水泥、火山灰质水泥	90	72	48	36

注: 表中的温度系指混凝土硬化期中, 气温无突变的平均温度。

9 用矿渣水泥或其他泌水性较大的水泥拌制的混凝土, 在灌筑完毕后, 应排除泌水, 宜进行二次振捣;

10 灌筑混凝土不得使混凝土产生离析现象。混凝土自由倾落高度不宜超过 2m; 大于

2m 时，应采取串筒、斜槽、溜管或振动溜管等措施；

11 混凝土灌筑层的厚度不得超过下列表 10.3.6-2 的规定；

表 10.3.6-2 混凝土灌筑层的厚度

序号	混凝土捣实的方法	灌筑层的厚度 (mm)
1	插入式振捣	振动器作用长度的 1.25 倍
2	表面振动	200
3	人工捣固	
	(1) 在基础或无筋混凝土和配筋稀疏的结构中；	250
	(2) 在梁、墙板、柱结构中；	200
	(3) 在配筋密列的结构中。	150

12 灌筑渠道混凝土基础时，应控制基础面设计高程，其允许偏差为 0~100mm；

13 渠道侧墙混凝土的灌筑速度应对称均匀，高差不宜大于 300mm，以防模板偏移；

14 用钢模板作侧模时，混凝土除用振捣器振捣外，还宜用捣固铲顺模板进行插捣，至出浆为止，以防混凝土面出现气泡和鱼鳞状；

15 在灌筑变形缝处的混凝土时，应细致操作，确保止水带的位置正确与止水带相接的混凝土密实；

16 大型方沟在灌筑侧墙后，连续灌筑顶板时，应对顶板混凝土的铺灰厚度、灌筑顺序等作出组织设计，以确保每层混凝土的接茬时间不超过 2h；

17 有钢筋的混凝土外表层，应在接近初凝时，进行二次压光；在已硬化的混凝土表面上继续灌筑混凝土前，应凿毛处理，除掉水泥薄膜和混凝土表面上的松动石子或软弱混凝土层，并加以充分湿润和冲洗干净。残留在混凝土表面的积水应予以清除；灌筑前，水平施工缝宜先铺与混凝土内砂浆成分相同的砂浆一层，使其与施工缝紧密结合；

18 整体式钢筋混凝土结构灌筑混凝土时，均应随时填写混凝土施工记录；施工中的重大问题，应作专题记录；

19 雨、污水管道的混凝土管座灌筑应符合下列规定：

1) 雨水、污水管道的混凝土管座和平基可一次灌筑；在垫块上稳管，一次灌筑平基和管座时，应先从管道一侧灌筑，至混凝土已充满管子下面的 90°范围时，另一侧方得灌筑，然后两侧同时灌筑；

2) 先灌筑平基，稳管后再灌筑管座时，平基应凿毛或刷毛，并在灌筑管座前冲洗干净，管座应两侧同时灌筑。对污水管，浇筑管座前应填三角灰，即管底与平基之间的三角形空隙，用与混凝土同配合比的水泥砂浆填捣密实；

3) 灌筑管座混凝土时，应将管口处插捣密实。管径大于或等于 700mm 的管子应进入管内，配合勾抹管座部分的内缝。

10.3.7 混凝土的养护应符合下列规定：

- 1 混凝土灌筑完毕后的 12h 以内，应覆盖和洒水；
- 2 混凝土的洒水养护期，普通水泥不得少于 7d；矿渣水泥、火山灰质水泥或在施工中掺用塑性外加剂时，不得少于 14d；对于有抗渗性要求的混凝土，不得少于 14d；
 - 1) 混凝土表面不便洒水时，宜涂刷乳液保护层，防止混凝土内水分蒸发；
 - 2) 如气温低于+5℃时，不得洒水；
 - 3) 体积厚大的混凝土结构物，在气候炎热的条件下灌筑和养护混凝土时，应采取降温措施。
- 3 洒水次数应使混凝土保持湿润状态；
- 4 养护用水宜采用饮用水，或不含有机物质与油等杂质的中性水；当采用非饮用水，应对水质进行检验。符合要求方可使用；
- 5 混凝土强度达到 1.2N/mm² 以后，方可在已灌筑的结构上踩踏和架设建造上层结构用的支撑和模板。

10.3.8 雨期施工应符合下列规定：

- 1 掌握气象情况，制定雨期施工方案；
- 2 经常测定砂、石含水量，严格控制混凝土的水灰比；
- 3 搅拌站及料库应设防雨棚；
- 4 浇筑混凝土前应备好防水棚；
- 5 混凝土运输与浇筑过程中不得淋雨；浇筑完成后应及时覆盖防雨，雨后应及时检查混凝土表面并及时修补。

10.3.9 冬期施工应符合下列规定：

- 1 当环境日平均温度低于+5℃、环境最低气温低于-3℃时、室外日平均气温连续 5 天低于+5℃、开始养护前混凝土温度低于+2℃时视为进入冬期施工；
- 2 冬期条件下养护的混凝土，在冻结以前混凝土的强度不应低于设计标号的 40%，且不得低于 5.0N/mm²；
- 3 为保证混凝土达到要求的强度，应根据热工计算及技术经济比较。选择混凝土骨料加热、搅拌、运输、浇筑、养护的方法以及施工的其他措施；水泥不得直接加热，拌和水及骨料最高加热温度，应符合下列表 10.3.9 的规定；

表 10.3.9 拌和水及骨料最高温度

项 目	拌和水	骨料
标号小于 52.5 的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	80℃	60℃
标号等于及大于 52.5 的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	60℃	40℃

注：当骨料不加热时，水可加热到 100℃，但水泥不应与 80℃以上的水直接接触，投料顺序为先投入骨料和已加热的水，然后再投入水泥。

- 4 混凝土不得灌筑在冻土上。灌筑混凝土前，应清除附着在模板及钢筋上的冰雪；

5 混凝土拌和物的出机温度宜控制在 10℃左右。且不高于 30℃，入模温度宜控制在 5℃左右；

6 混凝土温度的检查次数，应符合下列规定：

1) 用蓄热法养护时，在养护期间每昼夜四次；

2) 用蒸气加热时，在升温期间每小时一次，恒温期间每两小时一次；

3) 用电流加热时，在升温期间每小时一次，恒温及降温期间每一工作班三次。室外空气温度及周围环境温度，每一昼夜内测量不应少于三次。

7 拆除模板，应根据试块的试验证明混凝土已达到本规程第 10.3.4 条规定的强度后，方可拆模；但拆模应在模板与混凝土相互冻结前进行；加热结构的模板和保温层，在混凝土冷却至+5℃以后方可拆模；

8 混凝土与外界空气温度相差大于 20℃时，拆除模板后的混凝土的外露表面应加以覆盖，使混凝土外露表面的冷却过程缓慢进行。

10.3.10 混凝土质量检验与评定应符合下列规定：

1 检查混凝土组成材料的质量和用量，每一工作班不应少于二次；

2 检查混凝土在拌制地点及灌筑地点的坍落度或工作度，每一工作班不应少于二次；

3 在一工作班内，如混凝土配合比有变动时，应及时检查；

4 混凝土强度检查，以抗压试验为准。设计有要求时，应作混凝土的抗冻性、抗渗性等试验。试块应用钢模制作；

5 混凝土的强度检验与评定应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》GB 50204 的规定。

10.3.11 现浇混凝土、钢筋混凝土渠道质量应符合下列规定：

1 渠底、墙面、板面光洁，不得有蜂窝、露筋、漏捣等现象；

2 墙和拱圈的变形缝应与底板的变形缝对正、垂直贯通；

3 止水带安装位置应准确、牢固、闭合，且浇注混凝土过程中保持止水带不变位、不垂、不浮，止水带附近的混凝土应插捣密实；

4 预制构件安装应位置准确、平稳、塞缝严实，铺垫砂浆及抹三角灰均应密实、饱满；

5 渠底清理干净、平整、坚实；

6 混凝土及钢筋混凝土渠道的质量及允许偏差应符合现行北京市地方标准《排水管(渠)工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

10.4 预制装配式渠道

10.4.1 运抵现场的预制钢筋混凝土墙板等构件安装前，应进行质量认证。

1 墙板等构件应有生产日期、检验合格出厂标识及相应的钢筋、混凝土原材料检测、试

验资料；

2 预制墙板质量应符合下列规定：

- 1) 混凝土的原材料、配合比应符合本规程 10.3 节有关规定，强度应符合设计要求；
- 2) 墙板外露面光洁、色泽一致，不得有蜂窝、露筋、缺边、掉角现象；
- 3) 墙板有结构损坏、裂缝不得使用。

3 预制顶板质量应符合下列规定：

- 1) 混凝土的原材料、配合比，应符合本规程 10.3 节有关规定，强度符合设计要求；
- 2) 预制顶板不得有露筋、蜂窝、裂缝、破损等现象。

4 预制梁的质量应符合下列规定：

1) 钢筋混凝土梁的混凝土配合比应按有关标准经过计算、试配，使用商品混凝土应有合格证明；

- 2) 混凝土梁不应有蜂窝、露筋和裂缝；
- 3) 梁混凝土外观应光滑、平整、颜色一致。

5 预制钢筋混凝土柱的质量应符合下列规定：

- 1) 预制柱混凝土配合比应按照有关标准经过计算试配，使用商品混凝土应有合格证明；
- 2) 预制混凝土柱成品不应有蜂窝、露筋和裂缝；
- 3) 预应力柱在预制场地张拉后，应及时灌浆、封锚后方可吊装。现场就位后的总体张拉束孔道应畅通。

6 预制混凝土构件尺寸的允许偏差应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

7 当采用槽型、梯型、拱型等异型预制构件拼装渠道时，应根据设计要求，制定构件的加工尺寸及允许偏差；混凝土的强度与抗渗等级应符合设计要求；外观质量应符合本规程第 10.4.1 条规定。

10.4.2 预制构件运输应符合下列规定：

- 1 应根据构件的结构特点、运输路况，确定运输方法；
- 2 构件运输过程的支撑位置、紧固方式，应经计算确定，不得损伤混凝土构件；运输时墙板和顶板宜直立或稍微倾斜放置；梁应直立放置；其他构件应按运输时的受力情况，水平或直立放置；
- 3 运输时，构件混凝土的强度不应低于设计要求的吊装强度，且不低于设计强度标准值的 70%。

10.4.3 预制构件的存放应符合下列规定：

- 1 堆放构件的场地，应平整坚实，排水顺畅；
- 2 应按构件的刚度及受力情况平放或立放，并应保持稳定；芯棒及块体的堆放，应以其刚度较大的方向作为竖直方向；

3 构件堆放时应放置在垫木上；吊环应向上，标志应向外；

4 水平分层堆放构件时，其堆放高度应按构件强度、地面承载力、垫木强度以及堆垛的稳定性确定；层与层之间应以垫木隔开，各层木垫的位置，应在一条垂直线上。

10.4.4 构件安装应符合下列规定：

1 渠道基础及杯口混凝土符合质量要求，并已验收合格；

2 配合安装的支撑结构应进行结构计算，支撑结构的尺寸、平面位置及标高，应符合安装工艺的要求；

3 板、柱、梁等主要承重构件应标有中心线；

4 安装构件前，应用仪器校核支承结构和预埋件的标高及平面位置。校核时，应在支承结构上划上中心线和标高，并做出记录；

5 构件安装时，混凝土的强度不应低于设计吊装强度，并不低于设计强度标准值的 75%；对于预应力混凝土构件，孔道灌浆的强度应符合设计要求，且不应低于 15.0N/mm^2 ；

6 起吊点应符合设计要求，设计未规定时，应经计算确定；起吊平面式或空间式的大型构件，应设置临时联杆和横撑；构件起吊时，绳索与构件水平面所成的角度不宜小于 45° 。

10.4.5 矩形或拱形渠道构件的安装应符合下列规定：

1 基础杯口混凝土达到设计强度标准值的 75%以后，方可进行安装；

2 安装前应将与构件连接部位凿毛洗净、杯底应按高程控制要求铺设水泥砂浆；

3 安装时应使构件稳固、接缝间隙符合设计要求。并使上、下构件的竖向企口接缝错开；

4 渠道采用现浇底板后装配墙板法施工时，墙板安装应位置准确，与相邻板板顶平齐。采用钢管支撑器临时固定时，支撑器应待板缝及杯口混凝土达到规定强度，盖板安装完毕后方可拆除；

5 后浇杯口混凝土，宜在墙体接缝填筑完毕后，进行浇筑；后浇杯口混凝土达到设计抗压强度标准值的 75%以后方可回填土；采用内部单杯口时，应在做完外缝及底部三角灰、杯口混凝土达到规定抗压强度后方可回填土；

6 矩形或拱形构件进行装配施工时，其水平企口应铺满水泥砂浆，使接缝咬合，且安装后应及时对接缝内外面勾抹压实；

7 渠道顶板的安装应轻放，且应使顶板板缝与墙板板缝错开；

8 渠道侧墙两板间的竖向接缝材料应符合设计要求；

9 矩形或拱形渠道构件的嵌缝或勾缝应先做外缝，后做内缝。并适时洒水养护；无闭水要求的渠道内部嵌缝或勾缝，应在渠道外部回填土后进行；

10 采用石棉水泥嵌缝时，宜先填入 $3/5$ 深度的麻辫后，方可填打石棉水泥至缝平；

11 装配式渠道墙板安装应直顺，杯口混凝土应密实，强度符合设计要求；

12 装配式渠道顶板安装应平顺，灌缝密实；

13 梁、柱构件吊装后不得出现扭曲、损坏等现象；梁的压墙、柱长度符合设计要求；

14 装配式渠道预制构件安装允许偏差应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

10.5 渠道功能性试验

10.5.1 渠道按设计要求进行严密性试验。

10.5.2 整体现浇钢筋混凝土结构污水渠道、雨污水合流渠道和设计有闭水要求的其他排水渠道，应进行闭水试验。渠道的闭水试验方法，参照附录 A 执行。

10.5.3 对于设计未提出有闭水要求的污水及雨污水合流渠道，应按现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 要求进行满水试验。

11 穿越河、渠管道

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于钢管、球墨铸铁管、预应力混凝土管及混凝土、钢筋混凝土管水下铺设，导流、断流铺设和管桥架设的过河管道。

11.1.2 水下过河管道应按设计施工抗漂浮构造，当设计无要求时，应校核施工期管道排空时，管道产生的浮力，采取相应的防漂浮措施，并报建设单位或其代表批准。

11.1.3 给水管道应作强度和严密性试验及冲洗消毒。其试验方法、质量标准，应符合本规程第 8 章的有关规定。

11.1.4 污水管道作闭水试验，其试验方法、质量标准，应符合本规程第 9 章的有关规定。

11.1.5 穿越河渠的管道，施工前应 与河渠主管及有关部门协调配合，获批准后，方可实施。

11.1.6 过河管道的施工场地布置、土方堆弃及排泥等，不得影响航运及水利灌溉。施工中，应采取措施保护堤岸和建（构）筑物等的安全。

11.1.7 穿越通航河道的过河管道竣工后，应按国家航运部门有关规定设置浮标或在两岸设置标志牌，标明水下管线的位置。

11.2 施工准备

11.2.1 过河管道开工前，应对河道的水文资料及地质资料进行调查，其内容包括：流域面积、降水强度、最高洪水位、流量、流速、上下游闸堤建筑、通航及冰凌情况、施工范围内的地上与地下设施等。

11.2.2 过河管道施工前，应与河道管理部门申办断流或导流、航务运行等手续，并与河道及有关部门办理临时占地手续，经批准后方可施工。

11.2.3 应根据水文调查资料、河道管理部门的要求和施工工期编制施工组织设计，确定工力配置、材料供应、机械设备等。

11.2.4 施工前应编制施工设计，其内容宜包括：

- 1 过河管施工平面布置图及沟槽开挖断面图；
- 2 导流或断流工程施工图；
- 3 施工机械设备数量与型号；
- 4 施工场地临时供电、供水、通讯等设计；
- 5 沟槽开挖与回填的方法；
- 6 管道的制作与组装方法；
- 7 管道运输方法与浮力计算；

- 8 水上运输航线的确定;
- 9 管基的打桩方法;
- 10 管道铺设方法;
- 11 安全保护措施。

11.2.5 过河管道施工前,应对施工范围内的堤岸与河床进行地形校测。设置在河道两岸的管道中线控制桩及临时水准点,应设在稳固地段和便于观测的位置,且每侧不应少于 2 个,并采取保护措施。

11.3 围堰或渡管导流

11.3.1 围堰施工应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 和《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的有关规定。当采用断流法碾压式土石坝施工时,应符合现行行业标准《碾压式土石坝施工规范》DL/T 5129 的有关规定。

11.3.2 筑堰坝宜就地取材,宜优先选用粘土。当粘土料源不足时,宜采用粘土心墙堰坝。堰坝表层应码放一层装土的编织袋。

11.3.3 应从岸边向河道中间填筑坝或围堰,其背水面坡底与沟槽边的安全距离,应根据坝、堰体高度和迎面水深、沟槽深度、水下地质情况及施工时的运输、堆土、排水设施等因素确定。堰、坝顶高度应比最高水位高 1m 以上。

11.3.4 上、下游围堰的宽度,除满足过河管道开槽、安装的宽度外,尚应在槽口两侧留有工作宽度、排水沟的宽度和附加宽度,附加宽度应满足安全要求。

11.3.5 当河渠流量较小,宜采用全河宽渡管导流围堰,渡管导流围堰的构造应符合下列规定:

- 1 渡管应采用钢管焊接;
- 2 上、下游围堰内,导流管外壁应设止水环;
- 3 导流管上、下游进、出水口,距围堰外缘不应小于 5m;
- 4 当导流管为 2 排或 2 排以上时,导流管之间的净距应大于或等于 2 倍管径。

11.3.6 渡管导流的过水流量宜用下式 (11.3.6) 计算:

$$Q = m_c w \sqrt{2gh} \quad (11.3.6)$$

式中: Q ——过水流量 (m^3/sec);

h ——围堰上下游水位差 (m);

w ——渡管的过流面积 (m^2);

g ——重力加速度 (m/sec^2);

m_c ——流量系数,圆管 $m_c = \frac{1}{\sqrt{\sum h + \frac{lL}{d}}}$;

$\sum h$ ——局部水头损失系数之和;

l ——管壁摩擦损失系数;

L ——管道长度 (m);

d ——管径 (m)。

11.3.7 坝和围堰填筑前,应清除基底淤泥、石块及杂物等,当坝基落于透水性较强土层时,应作好防渗处理。

11.3.8 坝与围堰,应在过河管道铺设完毕,经水压试验合格、内外防腐工程验收后、沟槽回填土至原河底高程后方可拆除。

11.3.9 拆除围堰应事先通知河道管理部门。拆除围堰应从河道中心向两岸进行,并应将坝或围堰拆除干净,不得遗留影响航运和污染水体的物质。

11.4 沉管法铺设管道

11.4.1 当河道水面宽、水深时,宜采用沉管法施工。

11.4.2 施工船舶停靠、锚泊、作业及管道浮运、沉放等,应符合航务部门的有关规定。

11.4.3 采用拖运法或浮运法铺设管道及倒虹管时,应根据河道水位情况确定施工时间,不宜在洪水季节进行。

11.4.4 水下沟槽应采用机械挖泥船或泵吸船开挖。沟槽底宽应根据管道结构的宽度、开挖水底泥土流动性确定。成槽后,槽底管道中心线距边坡下角处每侧宽度应符合下式(11.4.4)的规定:

$$\frac{B}{2} \geq \frac{D_1}{2} + b + 500 \quad (11.4.4)$$

式中: B ——管道沟槽底部的开挖宽度 (mm);

D_1 ——管外径 (mm);

b ——管道保护层及沉管附加物等宽度 (mm)。

11.4.5 沟槽边坡应根据土质情况、水流速度、方向、沟槽深度及开挖方法确定,并应满足管道下沉就位时的要求。

11.4.6 开挖沟槽的泥土应抛在与河流相交沟槽断面的下游。回填后,多余的土不得堆积在河道内或岸边。

11.4.7 沟槽挖好后,应测量槽底高程和沟槽横断面,并在沟槽两侧设置定位桩。测量间距应根据沟槽开挖方法及地质情况等确定,在全管段沟槽范围内不得小于设计断面。

11.4.8 过河管基础施工时,沟槽两侧定位桩上应设置基础高程标志,投料位置应准确,由潜水员下水检验和整平。

11.4.9 沟槽挖至槽底或基础施工完成经检验合格后,应及时铺设管道。

- 11.4.10** 钢制倒虹管的制作成型宜与开挖沟槽同时进行或提前制作与组装。
- 11.4.11** 过河管道采用钢管组装时，应选择溜放方便的场地。组装时可制作平台。平台应牢固、易拆卸，其高度应在管节施焊过程中不被水淹没，并设有滑移装置。
- 11.4.12** 组装的钢管段应逐段进行水压试验，合格后方可进行管段防腐处理。其试验压力应符合设计要求，设计无规定时，应为工作压力的 2 倍。且不得小于 1.0MPa，试压达到规定压力后 10min 不得降压，并不得有渗水现象。
- 11.4.13** 过河管道整体浮动时，下水前管道两端管口应采用堵板封堵，并在堵板上设置进水管、排气管和阀门。当采用分段浮运在水上连接时，管段两端管口宜采用橡胶球堵塞。
- 11.4.14** 当过河管道整体或分段浮运所承受浮力不足以使管漂浮时，宜在管两旁系结刚性浮筒、柔性囊等。
- 11.4.15** 钢管过河管道在水中采用浮运或在岸上、冰上采用拖运时，应有保护外防腐层不受损坏的措施，当外防腐层局部损坏时应及时修补。
- 11.4.16** 过河管道浮运至下沉位置时，在下沉前准备工作应符合下列规定：
- 1 设置管道下沉定位标志；
 - 2 沟槽断面及槽底高程符合规定；
 - 3 管道和施工船舶采用缆绳绑扎牢固，船体保持平稳；
 - 4 牵引起重设备布置及安装完毕，试运转良好；
 - 5 灌水设备及排气阀门齐全完好；
 - 6 潜水员装备完毕，做好下水准备。
- 11.4.17** 钢管吊装前应正确选用吊点，并进行吊装应力与变形验算，吊装的吊环宜焊在钢制包箍上，再用紧固件固定在管段的吊点位置上。
- 11.4.18** 钢管下沉时应符合下列规定：
- 1 测量定位准确，并在下沉中经常校测；
 - 2 管道充水时同时排气；
 - 3 下沉时，应在上游设拉结绳以克服水流的干扰，下沉速度不得过快；
 - 4 沉管两端起重设备在吊装过程应保持管道水平，并同步将管道沉放于槽底就位，待管道稳固后，再撤走起重设备。
- 11.4.19** 钢管在水中采用浮箱法分段连接时，浮箱应止水严密。管道接口应作防腐处理。
- 11.4.20** 管道铺设后，应检查下列项目，并作好记录。
- 1 检查管底与沟底接触的均匀程度和紧密性，管道下如有冲刷，应采用砂或砾石铺填；
 - 2 检查接口情况；
 - 3 测量管道高程和位置。
- 11.4.21** 倒虹管水平段与斜坡段交接处应按设计制作弯头连接。钢管弯头处的加强措施应符合设计要求。

11.4.22 管道纵向有转角变化时，应提请设计单位在适当位置增设柔口。

11.4.23 管道验收合格后应及时回填沟槽。回填时，应抛投砂砾石将管道拐弯处固定后，再均匀回填沟槽。水下部位的沟槽管顶以上的覆土厚度，应大于河床的冲刷深度。

11.5 导流、降水开槽铺设

11.5.1 采用导流施工的穿越河渠的管道施工，在完成筑坝、围堰降水后，宜参照本规程第7、8、9章的有关规定执行。

11.5.2 采用导流法或断流法铺设倒虹管时，宜在枯水期进行。当与水利灌溉、取水水源、通航河道等有关时，应先经过有关部门同意和协商办理。

11.5.3 采用导流法施工时，宜分段进行围堰和铺设管道。

11.5.4 排水倒虹管的混凝土弯头宜现浇或预制，混凝土强度等级和抗渗标号不应低于设计要求。

11.5.5 在斜坡地段的倒虹管现浇混凝土基础时，应自下而上进行浇筑，并采取防止混凝土下滑的措施。

11.5.6 管道安装的质量应符合本规程第8章、第9章的有关规定。

11.6 管桥施工

11.6.1 应按设计要求的结构施作管桥墩柱，位置、高程应符合设计要求；

11.6.2 管道的滚动、滑动支座安装，应符合设计要求。

11.6.3 管道伸缩补偿器安装时，应根据在桥上安装时的闭合温差计算预留伸缩量，定位准确后再将两端压盖紧固。

11.6.4 按管道严密性要求进行水压试验合格后，应将柔口支座加强环焊接固定。

11.6.5 伸缩节安装应符合下列规定：

- 1 伸缩节构造、规格、尺寸与材质应符合设计要求；
- 2 应根据安装时的大气温度，预调好伸缩节的可伸缩量，其值应符合设计要求。

12 顶管施工

12.1 一般规定

12.1.1 顶管施工前，应学习图纸，进行现场调查研究，了解下列情况，作为编制施工方案的依据：

- 1 管道结构、埋深及设计要求；
- 2 顶管段的土质及水文地质情况；
- 3 顶管段地上、地下构筑物的结构及其基础做法和高程，以及这些构筑物的管理单位对顶管施工的要求和意见；
- 4 现场地形及交通运输、水源、电源、排水条件。

12.1.2 顶管施工方案应包括以下内容：

- 1 编制依据、编制原则；
- 2 施工现场平面布置图、工作井平面布置图；
- 3 顶管机选型及各类设备的规格、型号及数量；
- 4 管理机构、劳动力计划、施工主要材料计划、机械调配计划、工期计划；
- 5 地下水处置施工及排水设备选定；
- 6 顶管顶力计算及后背结构的设计及安装；
- 7 顶进方法的选择，顶管管段单元长度的确定，以及中继间设置；
- 8 工作井位置选择、结构类型及其洞口封门设计；
- 9 顶管进、出洞口技术措施，地基改良措施；
- 10 垂直运输和水平运输布置，下管、挖土、运土或泥水处置方法；
- 11 施工测量及纠偏的方法；
- 12 曲线顶进及垂直顶升的技术控制及措施；
- 13 地表及构筑物变形与形变监测和控制措施；
- 14 减阻剂选择及相应技术措施；
- 15 穿越构筑物的技术与安全的措施；
- 16 冬雨期施工措施；
- 17 施工安全保证措施；
- 18 绿色文明施工措施、应急预案。

12.1.3 应根据管道所处土层性质、管径、地下水位、地上与地下建（构）筑物和各种设施等因素，选择管道顶进的方法。并应符合下列规定：

- 1 在粘性土或砂性土层，且无地下水影响时，宜采用手掘式、机械挖掘式顶管法。当土质为砂砾土时，宜采用具有支撑的工具管或注浆加固土层的措施；

- 2 在软土层且无障碍的条件下，管顶以上土层较厚时，宜采用挤压式或网格式顶管法；
- 3 在粘土层中需控制地面隆陷时，宜采用土压平衡顶管法；
- 4 在粉砂土层中且需要控制地面隆陷时，宜采用加泥式土压平衡或泥水平衡顶管法；
- 5 在潮湿的黏土、砂土、粉质黏土层中，且对地面变形要求不严格时，顶进长度短、管径小的金属管宜采用一次顶进的挤密土层顶管法；
- 6 当管径小于、等于 800mm 时，不得采用手握进式顶管及相应的挤压网格式顶管。

12.1.4 采用手握式或机械式挖土法顶进时，应在水位降至工作井底下 500mm 后进行，采用排水井降水时，宜在达到降水水位后再行顶进。在构筑物下面严禁带水顶管。

12.1.5 当管前设置密闭机构，对工作面施以气压、水压或土压来支撑开挖面时，除竖井部分需降水施工外，顶管段沿线可不降水。

12.1.6 顶管单元长度应根据设计要求的井室位置、地面运输与开挖工作井的条件、顶管需要的顶力、后背与管口可能承受的顶力，以及支持性技术措施等因素综合确定。当穿越构筑物或河道顶管时，应根据穿越长度，确定顶管单元长度。

12.1.7 顶管的顶力宜按下式（12.1.7）计算：

$$F_p = pD_0Lf_k + N_F \quad (12.1.7)$$

式中： F_p ——顶进阻力（kN）；

D_0 ——管道的外径（m）；

L ——管道设计顶进长度（m）；

f_k ——管道外壁与土的单位面积平均摩阻力（kN/m²），通过试验确定；

对于采用触变泥浆减阻技术的宜按下列表 13.1.7-1 选用；

N_F ——顶管机的迎面阻力（kN）；不同类型顶管机的迎面阻力按下列表 12.1.7-2 选择计算式。

表 12.1.7-1 顶管机迎面阻力（ N_F ）的计算公式

顶进方式	迎面阻力（kN）	式中符号
敞开式	$N_F = p(D_g - t)tR$	t ——工具管刃脚厚度（m）
挤压式	$N_F = \frac{p}{4}D_g^2(1-e)R$	e ——开口率
网格挤压	$N_F = \frac{p}{4}D_g^2aR$	a ——网格截面参数，取 $a = 0.6 \sim 1.0$
气压平衡式	$N_F = \frac{p}{4}D_g^2(aR + P_n)$	P_n ——气压强度（kN/m ² ）
土压平衡和泥水平衡	$N_F = \frac{p}{4}D_g^2P$	P ——控制土压力

注：1 D_g ——顶管机外径（m）；

2 R ——挤压阻力（kN/m²），取 $R = 300 \sim 500$ kN/m²。

表 12.1.7-2 采用触变泥浆的管外壁单位面积平均摩擦阻力 f (kN/m²)

土类管材	黏性土	粉土	粉、细砂土	中、粗砂土
钢筋混凝土管	3.0~5.0	5.0~8.0	8.0~11.0	11.0~16.0
钢 管	3.0~4.0	4.0~7.0	7.0—10.0	10.0~13.0

注：当触变泥浆技术成熟可靠、管外壁能形成和保持稳定、连续的泥浆套时， f 值可直接取 3.0~

5.0kN/m²。

12.1.8 需要加长顶管单元长度时，宜采取以下措施：

- 1 提高后背顶力；
- 2 采用减阻剂，如触变泥浆等减小管壁与土壤的摩擦力；
- 3 采用中继间接力顶进；
- 4 采用对顶方法。

12.1.9 顶管宜采用工作井壁的原土作后背，应根据顶力，按下列规定对后背的安全进行核算，并采取加固措施。后背原土不能满足顶力要求时，应设计结构稳定可靠、拆除方便的人工后背。

1 根据需要的总顶力及后背土体单位面积允许承载力 (kN/m²) 估算后背受力面积；土体的允许承载力 (kN/m²) 可取下列数值：

一般土壤	150
湿度较大的粉砂	100
比较干的粘土、亚粘土及密实的砂土	200

2 核算后背受力宽度，应根据需要的总顶力，使土壁单位宽度上受力不大于土壤的总被动土压力。后背每米宽度上土壤的总被动土压力 (kN/m) 可按式 (12.1.9-1) 计算：

$$P = \frac{1}{2}gh^2 \tan^2(45^\circ + \frac{j}{2}) + 2Ch \tan(45^\circ + \frac{j}{2}) \quad (12.1.9-1)$$

式中： g ——土壤的重度 (kN/m³) ；

h ——天然土壁后背的高度 (m) ；

j ——土壤的内摩擦角 (°) ；

C ——土壤的粘聚力 (kN/m²) 。

根据上式计算之各种高度的每米宽度上总被动土压力值，见下列表 12.1.9 的规定。

表 12.1.9 每米宽度上总被动土压力计算值

土壤类别	g	j	C	各种高度的每米宽度上总被动土压力 (kN/m)		
	kN/m ³	°	kN/m ²	h=2	h=4	h=6
亚粘土（较软）	19	20		135	423	873
亚粘土（较硬）	20	25		224	645	1260
亚砂土（较软）	16	25		110	378	802
亚砂土（较硬）	18	30	10	177	570	1180
中细砂	17.5	30	20	105	420	945
粗砂砾石	20	35	5	148	590	1330

3 后背长度可采用下列公式（12.1.9-2）核算

$$L = \sqrt{\frac{P}{B}} + L_a \quad (12.1.9-2)$$

式中： L ——后背长度（m）；

P ——顶管需要的总顶力（kN）；

B ——后背受力宽度（m）；

L_a ——附加安全长度（m），砂土可取 2；亚砂土可取 1；粘土、亚粘土取 0。

12.1.10 顶钢管时，应根据设计要求进行防腐绝缘，检验合格后，应对绝缘防腐层采取保护措施。当采用钢丝网水泥保护层时，应在适当距离焊制保护钢丝网水泥的肋板。顶进设备与管口接触部位，应设特制护口边圈保护管壁。

12.1.11 顶管过程中，由于挖土或校正造成管外空隙过大，应对管外空隙进行灌浆填充。

12.1.12 钢筋混凝土管完成顶进后，应及时浇筑两端管下混凝土基础，管端不能及时浇筑混凝土基础时，宜用方木临时垫好。并应及时将管内及管缝清理干净，按设计要求进行接口施工。

12.1.13 管内出土运输采用干式出土时宜直接吊至地面，采用湿式出土时，地面应设泥水分离装置，减少污染。

12.2 工作井及后背

12.2.1 顶管工作井位置的选定，应符合下列规定：

- 1 宜选在管道的井室位置；
- 2 应靠近电源与水源，便于设备、材料运输及下管、出土、排水等；
- 3 当顶管段两端条件相近时，宜选在管线下游；

4 在有曲线又有直线的顶管中，工作井应设置在直线段的一端；

5 工作井距铁路路基与公路路基的距离，应根据路基及井壁的安全坡度确定，并征得管理单位的同意；

6 尽量避开现有构（建）筑物，减少施工扰动对周围环境的影响，对地上与地下构筑物易于采取保护与安全措施。

12.2.2 顶管工作井的开挖断面，应根据工作井类型、现场环境、土质、挖深、地下水位及支撑材料规格、管径、管长、顶管机具规格、下管及出土方法等条件确定。

12.2.3 工作井支护结构施工应按设计要求进行施工。

12.2.4 工作井的支撑应根据开挖断面、挖深、土质条件、地下水状况及总顶力等进行施工设计，确定支撑形式，且符合下列规定：

1 制定网护、支撑结构方案；

2 制定开挖方法、开挖顺序和放测方案；

3 工作井支护形式宜选用：锁口圈梁+双层钢网+格栅+锚喷、单层钢网+锚喷+工字钢内支撑、SMW 工法、地下连续墙、钢板桩、沉井等；

4 除沉井外，其他形式的工作井，当顶力较大时皆应设置钢筋混凝土后背墙；

5 工作井可分为圆形、矩形、多边形 3 种。管线中间的工作井和深度较大的工作井，应采用圆形或多边形工作井。

12.2.5 顶进工作井底部平面尺寸大小宜根据顶进管道的管径大小、管节长度、操作空间、设备及后背尺寸等不同情况而定。接收工作井底部平面尺寸大小宜根据顶进方式、管线井室大小确定。

1 工作井底尺寸应按下式（12.2.5-1）和（12.2.5-2）计算：

$$L = D_1 + S \quad (12.2.5-1)$$

$$B = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 \quad (12.2.5-2)$$

式中： L ——工作井最小长度（m）；

B ——工作井最小宽度（m）；

S ——操作宽度（m），取 2.4~3.2m，采用泥水平衡顶管机时宜用大值；

D_1 ——管外径（m）；

L_1 ——管子顶进后，尾部压在导轨上的最小长度（m），顶钢筋混凝土管取 0.3~0.5m；金属管取 0.6~0.8m；机械挖土、挤压出土及管前使用其他工具管时，工具管长度如大于上述铺轨长度的要求， L_1 应取工具管长度；

L_2 ——取管节、设计井室长和顶管机长度较大者（m）；

L_3 ——护口顶铁厚度（m），通常取 0.2~0.3m；

L_4 ——液压油缸长度 (m) ;

L_5 ——后背所占工作井长度 (m) , 包括横木、立铁、横铁, 取 0.5~0.85m。

2 接收工作井底宽、底长 (圆形井选二者中较大者为直径) 最小值宜按公式 (12.2.5-3) 和 (12.2.5-4) 计算。

$$L_0 = D_1 + S_1 \quad (12.2.5-3)$$

$$B_0 = L_2 + L_4 \quad (12.2.5-4)$$

式中: L_0 ——接收井最小长度 (m) ;

B_0 ——接收井最小宽度 (m) ;

D_1 ——管外径 (m) ;

S_1 ——接收井操作宽度 (m) , 取 0.6~1.0m;

L_2 ——取管节、设计井室长和顶管机长度较大者 (m) ;

L_4 ——液压油缸长度 (m) 。

3 工作井深度应符合下式 (12.2.5-5) 和 (12.2.5-6) 的规定:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 \quad (12.2.5-5)$$

$$H_2 = h_1 + h_2 \quad (12.2.5-6)$$

式中: H_1 ——顶进井地面至井底的深度 (m) ;

H_2 ——接受井地面至井底的深度 (m) ;

h_1 ——地面至管道底部外缘的深度 (m) ;

h_2 ——管底操作空间 (m) ;

钢管可取 $h_2 = 0.7 \sim 0.8\text{m}$;

其他管材可取 $h_2 = 0.4 \sim 0.5\text{m}$;

h_3 ——基础及其垫层的厚度。不应小于该处井室的基础及垫层厚度 (m) 。

12.2.6 工作井应设防雨罩, 工作井内应设有集水坑, 四周设安全护栏和上、下工作井安全爬梯及安全指示灯。

12.2.7 采用原土作后背时, 后背墙的安装应符合下列规定:

1 后背土壁应铲修平整, 并使壁面与管道顶进方向垂直;

2 后背墙宜采用型钢和钢板焊接加工的整体式后背, 组装后的后背墙应有足够的强度和刚度; 承压面积, 一般土质宜按承压不超过 150kN/m^2 计算, 其埋深应低于工作井底, 不小于 500mm;

3 后背土体壁面应与后背墙紧贴, 孔隙应用砂石料填塞密实;

4 根据后背施工设计安装后背, 紧贴土体的后背材料, 如型钢、预制后背、方木等应横

放，在其前面放置立铁，立铁前放置横铁。

12.2.8 顶管工作井及后背墙的施工允许偏差应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

12.2.9 当无原土作后背时，应设计结构简单、稳定可靠、就地取材、拆除方便的人工后背墙。利用已完成顶进的管段作后背时，顶力中心宜与已完工管道中心重合，顶力应小于已顶管道的顶力；后背钢板与管口间应垫以缓冲材料，保护管口不受损伤。

12.2.10 顶管入土洞口处，在工作井壁上应设密封圈及洞口封门。

12.2.11 顶管完成后，应及时拆除、清理工作井，并进行检查井施工等工序，经检验合格后及时回填。

12.3 设备安装

12.3.1 顶管设备包括：后背、导轨、垂直运输设备（卷扬机、电葫芦等）、管内水平运输设备（皮带机、斗车等）、机头（掘进机、工具管等）、顶进设备（液压泵、液压油缸、液压管路及液压控制系统、中继间、顶铁等）、顶管工作井平台、照明设备、排水设备、通风设备、测量设备等。

12.3.2 后背安装应参照本规程第 12.2.7 条执行，安装质量应符合本规程第 12.2.8 条规定。

12.3.3 导轨安装应符合下列规定：

1 导轨应选用钢质材料制作，宜根据管材质量选配钢轨作导轨；

2 应在检验合格的基础上安装枕铁、枕木，在检验合格的枕铁上安装导轨；

1) 当工作井底有水，或土质松软，或管质量大时，应浇筑水泥混凝土基础，将枕铁、枕木埋设于混凝土中；宜结合管道基础设计，确定混凝土面的高程及宽度，水泥混凝土基础的宽度宜比管外径大 400mm，厚度可采用 200~300mm，混凝土基础顶面应低于枕木面 10~20mm；

2) 当工作井底无水，土质坚实，可挖土槽埋设枕铁、枕木。枕铁、枕木长度宜采用 2~3m，宜比导轨外缘两边各长出 200~300mm，其埋设间距可根据管重、顶力和土质选取 400~800mm；

3 枕铁宜用型钢制成，并附有固定导轨的特制螺栓，枕铁应直顺、平整；采用枕木时，截面宜采用 150mm×150mm；

4 两根导轨应顺直，两根导轨的内距按下列公式（12.3.3）计算；

$$\begin{aligned} A &= 2\sqrt{\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 - \left[\frac{D_1}{2} - (h - e)\right]^2} \\ &= 2\sqrt{[D_1 - (h - e)](h - e)} \end{aligned} \quad (12.3.3)$$

式中：A——两导轨内距（mm）；

D_1 ——管外径 (mm) ;

h ——导轨高 (mm) ;

e ——管外底距枕铁 (枕木) 面的距离 (mm) 。

5 导轨及枕铁的安装质量应符合现行北京市地方标准《排水管 (渠) 工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

12.3.4 工作平台安装应符合下列规定:

- 1 工作平台应在顶管工作井开挖与支护完成后进行;
- 2 工作平台应按施工设计图要求支搭;
- 3 工作平台承重主梁应根据管重、人重及其他附加荷载, 计算选用, 主梁两端伸出工作井壁搭接不得小于 1.2m; 平台口的尺寸宜按下式 (12.3.4-1) 和 (12.3.4-2) 确定:

$$\text{长度 } L = L_2 + 0.8 \quad (12.3.4-1)$$

$$\text{宽度 } B = D_1 + 0.8 \quad (12.3.4-2)$$

式中: L_2 ——管节长度 (m) ;

D_1 ——管外径 (m) 。

4 应根据起吊设备能力及起吊物质量核算起重架; 支搭于工作平台上的起重架, 宜与防雨、雪棚架结合成一体, 安装应牢固;

5 工作井上的平台孔口应安装护栏, 上、下人的地方设置牢固方便的爬梯。

12.3.5 垂直起重运输设备安装应符合下列规定:

- 1 安装前应对卷场机、电动葫芦、手动葫芦等起重设备进行全面检查, 设备完好, 方可安装;
- 2 电动葫芦走行轮应与走行轨道匹配;
- 3 起重设备安装后在正式作业前应试吊, 吊离地面 100mm 左右时, 检查重物、设备有无问题, 确认安全方可起吊;
- 4 起重设备设专人检验、安装, 并应遵守安全操作规程。

12.3.6 顶进设备安装应符合下列规定:

- 1 安装前应对液压油缸、高压油泵、液压管路控制系统及顶铁等进行检查; 设备完好, 方可安装;
- 2 应根据顶管工作井的施工设计, 安装高压油泵、管路及控制系统。油泵宜设置在液压油缸附近; 油管应直顺、转角少; 油泵应与液压油缸相匹配, 并应有备用油泵;
- 3 液压油缸的油路应并联, 每台液压油缸应有进油、退油的控制系统;
- 4 液压油缸的着力中心宜位于管子总高的 1/4 左右处, 且不小于组装后背高度的 1/3;
 - 1) 使用一台液压油缸时, 其平面中心应与管道中心线一致, 使用多台液压油缸时, 各液压油缸中心应与管道中心线对称;
 - 2) 使用多台液压油缸时, 各液压油缸的油管应并联;

3) 多台液压油缸宜配置油缸台架，且应使油缸布置对称。

5 顶管机或工具管，应在导轨、工作平台、垂直起重设备安装完成后进行安装；安装前应对设备进行检查，使其处于完好状态；

6 顶铁应放置在工作井内顶进方向的两侧，摆放整齐，方便安装；

1) 顶铁应有足够的刚度；顶铁上宜有锁定装置；顶铁单块旋转时应能保持稳定；

2) 顶铁宜采用铸铁整体浇铸或采用型钢焊接成型；当采用焊接成型时，焊缝不得高出表面，且不得脱焊；

3) 安装后的顶铁轴线应与管道轴线平行、对称，顶铁与导轨和顶铁之间的接触面不得有泥土、油污；

4) 更换顶铁时，应先使用长度大的顶铁；顶铁的允许联接长度，应根据顶铁的截面尺寸确定。当采用截面为 200mm×300mm 顶铁时，单行顺向使用的长度不得大于 1.5m；双行使用的长度不得大于 2.5m，且应在中间加横向顶铁相联；

5) 顶铁与管口之间应采用缓冲材料衬垫。顶力作用下，管节承压面的应力接近其设计抗压强度时。应采用 U 形或环形顶铁等措施，减少管节承压面的应力。

7 顶进设备安装后应试车运行：

1) 试车运行及顶进时，工作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迹象；

2) 顶进开始时，应缓慢进行，待各接触部位密合后，再按正常顶进速度顶进；

3) 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；

4) 液压油缸活塞退回时，油压不得过大，速度不得过快。

8 工作井的总电源闸箱及用电设备，应执行三相五线制，且应安装漏电保护装置，工作井及管内应使用 36V 以下的照明设备；

9 长度超过 150m 的进入操作顶管，应配置通风设施：

1) 短距离顶管可采用鼓风机和风管通风；长距离顶管应采用压缩空气通风；

2) 通风的空气质量应符合环保规定；

3) 地面空气温度较高且地面温度高于地下温度的季节，应采用经除湿后的压缩空气通风；

4) 配置通风设施的顶管工程每人所需的通风量为 30m³/h；

5) 地层中存在有害气体时应采用封闭式顶管机，并应增大通风量。

12.4 顶 进

12.4.1 顶进前应检查下列内容，确认条件具备时方可顶进：

1 全部设备经过检查，并经试运转确认正常；

2 机头或首节管在导轨上的中心线、坡度、高程应符合本规程第 12.3.3 条规定；

3 已具备防止流动性土或地下水由洞口进入工作井的措施：

1) 洞口周围土体含地下水时，若条件允许可采取降水措施，或采取注浆等措施加固土体以封堵地下水；

2) 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。

4 已制定开启封门的措施。

12.4.2 机头及首节管空顶就位后，拆除洞口封门，拆除洞口封门应符合下列规定：

1 采用钢木支架、立板密撑时，应采取措施保持洞口上方支撑稳固；

2 采用沉井、地下连续墙，应先拆除内侧的临时封门，再拆除井壁外侧的封门或其他的封堵设施；

3 在不稳定土层中顶管时，封门拆除后应将机头立即顶入土层内。

12.4.3 封门拆除后，顶管机应连续顶进，直至洞口及止水装置发挥作用为止。初始顶进 5~10m 范围内，应增加测量密度，机头或首节管允许偏差为：轴线位置 3mm；高程 0~+3mm。当接近允许偏差时，应采取措施纠偏。

12.4.4 顶进应昼夜三班连续施工，除不可抗拒情况外，不得中途停止作业。

12.4.5 穿越铁路、道路、公路、地下管线和构（建）筑物时，应经相关管理单位和产权单位取得批准，并建立配合组织机构；顶进应在道轨路基加固后进行。

12.4.6 人工挖土顶管应符合下列规定：

1 管前挖土长度，土质良好，在正常顶管地段，可超越管端 300~500mm；铁路道轨下不得超越管端以外 100mm，并随挖随顶，在道轨以外不得超过 300mm，同时应遵守管理单位对挖掘、顶进的有关规定；在土质不良地段，开挖超越管端距离，不得大于 300mm，由施工组织设计具体规定；

2 采用敞口式（手工掘进）顶管施工时，不得管前超挖；

3 人工挖土顶管时，管前挖土人员应在管内操作。土质不良，管前应加工具管。严禁挖土人员在工具管外进行作业；

4 人工挖土前，应先将工具管刃口部分切入周边土体中，挖土应根据地层条件，辅以必要的降水或注浆加固等措施，使正面土体挖土程序按自上而下分层开挖；

5 在顶进过程中遇到下列情况之一时，应立即停止顶进，及时采取措施，处理完善后，再继续顶进；

1) 发生塌方或遇到障碍；

2) 后背倾斜或严重变形；

3) 顶铁发现扭曲迹象；

4) 管位偏差过大，且校正无效；

- 5) 顶力较预计增大, 接近管节端面许可承受的顶力;
- 6) 油泵、油路发生异常现象;
- 7) 管节接缝、中继间渗漏泥水、泥浆;
- 8) 地层、邻近建(构)筑物、管线等周围环境的变形量超出控制允许值。

6 液压油缸及出土运输机械的操作人员, 应听从挖土指挥人员的指挥。

12.4.7 顶钢筋混凝土管时, 接口处应安装内胀圈, 安装胀圈时应使管口居中。胀圈宜用整体式或分块式。使用整体式胀圈时, 上部及两侧与混凝土管的间隙用木楔背紧。使用分块组成的胀圈时, 宜通过调整反正扣螺栓, 使内胀圈与混凝土管壁贴紧。企口混凝土管内胀圈可适量安设。

12.4.8 顶钢筋混凝土管时, 两管接口处应加衬垫。

1 企口管应垫于外榫处, 使顶进后的管内缝宽 10~20mm, 进行填缝;

2 采用 T 形钢套环橡胶圈防水接口时, 应符合下列规定:

1) 水泥混凝土管节表面应光洁、平整、无砂眼和气泡; 接口尺寸符合规定;

2) 钢套环尺寸符合设计要求, 接口无疵点, 焊接接缝平整, 肋部与钢板平面垂直, 且应按设计要求进行防腐处理;

3) 橡胶圈应符合本规程第 8.3.3 条规定; 安装前应保持清洁, 无油污, 且不得在阳光下直晒。

12.4.9 顶进钢管接口焊接后, 接口处应补作防腐绝缘层及钢丝网水泥保护层, 抹钢丝网水泥时, 宜加速凝剂。

12.4.10 管道采用焊接口时, 应开挖接口焊接工作井, 焊接工作井处导轨宜断开 150mm 左右, 导轨应采取加固措施。

12.4.11 在软土层中顶进混凝土管时, 为防止管节飘移, 可将前 3~5 节管与工具管联成一体。

12.4.12 顶进作业时, 禁止进行工作井内的垂直运输; 进行垂直运输时, 禁止顶进作业。

12.4.13 每班均应填写施工记录。施工记录应包括顶进长度、顶力数值或油泵压力表数值、管位偏差及其校正情况、机械运转情况、土质水位变化以及出现的问题和应注意事项。交接时应将施工记录向下一班交接清楚。

12.4.14 对顶管施工时, 在顶至两管端相距约 1000mm 时, 宜从两端中心掏挖小洞, 使两管能通视, 校核两管中心线及高程, 进行纠偏、对口。

12.4.15 顶管终止顶进后, 应向管外壁与土层间形成的空隙, 或减阻触变泥浆层进行充填、置换, 保障被穿越的地面构筑物安全。注浆应符合下列规定:

1 应由管内均匀分布的注浆孔向外侧空隙压注浆液;

2 浆液搅拌、注浆泵、压浆管、注浆孔节门和注浆孔等可见本规程 12.6 节触变泥浆减阻的应用;

3 采用水泥砂浆、粉煤灰水泥砂浆等易于固结或稳定性较好的浆液置换泥浆，填充管外侧超挖、塌落等原因造成的空隙；

4 灌浆压力应根据管顶覆盖土层的厚度确定，宜为 0.1~0.3MPa。

12.4.16 采用机械掘进时，应在导轨上安装工具管，并与首节管对接。且应校核工具管，首节管的中心线及前后两端的高程，确认无误后，方可顶进。

1 顶管机或工具管与第一节混凝土管节连接时，其尾部在导轨上的长度应不小于 300mm，混凝土管为企口管时，应在顶管机或工具管尾部处先安装承口钢环，与企口管的插口均匀吻合；

2 应根据土质及顶管机或工具管的机械性能，确定顶进速度；挖土量、输土量与顶速应匹配，当土质变化时应及时调整；

3 当产生切削功率陡增或顶力陡增及发生本规程第 12.4.6-5 条规定现象时，应停止顶进，分析原因，采取措施后再恢复顶进。

12.4.17 顶进过程，顶铁拆装及使用应符合下列规定：

1 顶铁应无歪斜扭曲现象，安装应直顺；

2 每次退回液压油缸活塞换放顶铁时，应换用可能安放的最长顶铁；

3 在顶进过程中，顶铁上方及侧面不得站人，并随时观察，顶铁有错位、扭曲迹象时，应采取措施，防山崩铁。

12.4.18 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，测量不应少于一次；正常顶进时，每顶进 1000mm，测量不应少于一次；

2) 进入接收工作井前 30m 应增加测量，每顶进 300mm，测量不应少于一次；

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，并采取措施减少长距离相对密闭管道内的测量误差；

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，不得大角度急纠偏；

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措施。

12.4.19 顶管管道贯通后应做好下列工作：

1 工作井中的管端应按下列规定处理：

1) 进入接收工作井的顶管机和管端下部应设枕垫；

2) 管道两端露在工作井中的长度不小于 500mm，且不得有接口；

3) 工作井中露出的管道端部应及时浇筑混凝土基础。

2 顶管结束后进行触变泥浆置换时，应采取下列措施：

1) 采用水泥砂浆、粉煤灰水泥砂浆等易于固结或稳定性较好的浆液置换泥浆，填充管外侧超挖、塌落等原因造成的空隙；

2) 拆除注浆管路后，将管道上的注浆孔封闭严密；

3) 将全部注浆设备清洗干净。

3 钢筋混凝土管、玻璃钢管顶进结束后，管道内的管节接口间隙应按设计要求处理；设计无要求时，可采用弹性密封膏密封，其表面应抹平、不得凸入管内。

12.4.20 顶管质量应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

12.5 中 继 间

12.5.1 中继间的加设及数量，应依据顶进作业总顶力的计算和顶进管材的管壁承受能力经施工设计确定。

12.5.2 中继间应符合下列规定：

1 具有足够刚度、卸装方便，在使用中具有良好的连接性、密封性；

2 液压油缸应保证顶进与纠偏需要；

3 中继间的设计最大顶力不宜超过管节承压面抗压能力的 70%；

4 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；而后续中继间设计顶力应克服两个中继间之间的管道外壁摩擦阻力；

5 确定中继间位置时，中继间顶力宜留有 30%的顶力储备；第一个中继间位置应根据经验确定并提前安装，同时考虑正面阻力反弹，防止地面沉降；

6 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;

7 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;

8 中继间设备应简洁、体积小,其液压设备与工作井顶进设备宜集中控制。

12.5.3 中继间安装应符合下列规定:

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 中继间应在道轨上与顶进管联接牢固,顶进中不得错位;

5 第一个中继间距首节管距离由施工设计确定;第二个中继间加设位置应根据顶管迎面阻力情况确定;

6 中继间超过 3 个时,宜设启动中继间的联动装置,其工作顺序应自距顶管机或工具管最近的中继间开始。

12.5.4 中继间使用应符合下列规定:

1 中继间使用中发生故障应立即组织修复;

2 中继间液压油缸伸出时,其他中继间应保持不动,在所有中断间依次完成顶伸后,工作井内主顶液压油缸完成最后顶进作业;

3 完成管段顶进作业后,中继间应从第一组起逐组拆卸,并在中继间空档将管节碰拢前安装止水材料,或在中继间空档放钢筋浇筑混凝土。

12.5.5 中继间拆除应符合下列规定:

1 中继间的启动和拆除应由前向后依次进行;

2 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;

3 钢管顶管的中继间闭合焊接完成后,应对焊接部位进行 100%的探伤检测。

12.6 触变泥浆减阻

12.6.1 触变泥浆注浆工艺应符合下列规定:

1 泥浆配比、注浆量及压力的确定;

2 制备和输送泥浆的设备及其安装;

3 注浆工艺、注浆系统及注浆孔的布置。

12.6.2 顶管过程中,宜采用在管节四周注触变泥浆,确保顶进时管外壁和土体之间的间隙

能形成稳定、连续的泥浆套，减少顶力和防止土层坍塌。

12.6.3 泥浆材料的选择、组成和技术指标要求，应经现场试验确定；顶管机尾部同步注浆宜选择黏度较高、失水量小、稳定性好的材料；补浆的材料宜黏滞小、流动性好。

12.6.4 触变泥浆注浆系统应符合下列规定：

- 1 制浆装置容积应满足形成泥浆套的需要；
- 2 注浆泵宜选用液压泵、活塞泵或螺杆泵；
- 3 注浆管应根据顶管长度和注浆孔位置设置，管接头拆卸方便、密封可靠；
- 4 注浆孔的布置按管道直径大小确定，每个断面可设置 3~5 个；相邻断面上的注浆孔可平行布置或交错布置；每个注浆孔宜安装球阀，在顶管机尾部和其他适当位置的注浆孔管道上应设置压力表；

5 注浆前，应检查注浆装置水密性；注浆时压力应逐步升至控制压力；注浆遇有机械故障、管路堵塞、接头渗漏等情况时，经处理后方可继续顶进。

12.6.5 采用触变泥浆顶管应包括以下设备：泥浆封闭设备、注浆泵、输浆干管、分浆罐及注浆孔等灌浆设备；拌和机及储浆罐等调浆设备。

12.6.6 顶混凝土管时，应在接口处衬垫麻辫或橡胶板等材料，防止接口漏浆。内胀圈宜用分块组成的胀圈，以便于和管壁贴紧，垫放防漏材料。

12.6.7 灌浆应从顶管的前端进行，待顶进数米后，再从后端及中间进行补浆。

12.6.8 灌浆用注浆泵进行。输浆管宜用钢管或高压胶管，布设至注浆孔，加装注浆分闸门和止逆阀。顶管机尾部的后续几节管节应连续设置注浆孔。

12.6.9 应遵循“同步注浆与补浆相结合”和“先注后顶、随顶随注、及时补浆”的原则，制定合理的注浆工艺。

12.6.10 施工中应对触变泥浆的黏度、重度、PH 值、注浆压力、注浆量进行检测。

12.6.11 触变泥浆宜采用膨润土配制。膨润土在使用前应测定其胶质价。测定方法应符合下列规定：

- 1 将蒸馏水注入直径 25mm、容量 100ml 的量筒中，至 60~70ml 刻度处；
- 2 称膨润土试料 15g，放入量筒中，再加水至 95ml 刻度，加盖封闭，摇动 5min，使膨润土与水混合均匀；
- 3 加入氧化镁 1g，再加入水至 100ml 刻度，加盖封闭，摇动 1min；
- 4 静置 24h，使之沉淀，沉淀物的界面刻度即为膨润土的胶质价。

12.6.12 触变泥浆拌和应符合下列规定：

- 1 在输送和注浆过程中应呈胶状液体，具有相应的流动性；
- 2 注浆后经一定的静置时间应呈胶凝状，具有一定的固结强度；
- 3 管道顶进时，触变泥浆被扰动后胶凝结构破坏，但应呈胶状液体；
- 4 触变泥浆材料对环境无危害；

5 拌制好的触变泥浆应静置 12h 后方可使用。

12.7 曲线顶管

12.7.1 顶进阻力计算宜采用当地的经验公式确定；无经验公式时，可按相同条件下直线顶管的顶进阻力进行估算，并考虑曲线段管外壁增加的侧向摩阻力以及顶进作用力轴向传递中的损失影响。

12.7.2 最小曲率半径计算应符合下列规定：

1 应考虑管道周围土体承载力、施工顶力传递、管节接口形式、管径、管节长度、管口端面木衬垫厚度等因素；

2 按式（12.7.2-1）计算；不能满足公式计算结果时，可采取减小预制管管节长度的方法使之满足：

$$\tan \alpha = l / R_{\min} = \Delta S / D_0 \quad (12.7.2-1)$$

式中： α ——曲线顶管时，相邻管节之间接口的控制允许转角（°）一般取管节接口最大允许转角的 1/2，F 型钢承口的管节宜小于 0.3°；

$R_{\min}$ ——最小曲率半径（m）；

l ——预制管管节长度（m）；

D_0 ——管外径（m）；

ΔS ——相邻管节之间接口允许的最大间隙与最小间隙之差（m）；其值与不同管节接口形式的控制允许转角和衬垫弹性模量有关。

12.7.3 所用的管节接口在一定角变位时应保持良好的密封性能要求，对于 F 型钢承口可增加钢套环承插长度；衬垫可选用无硬节松木板，其厚度应保证管节接口端面受力均匀。

12.7.4 曲线顶进应符合下列规定：

1 采用触变泥浆技术措施，并检查验证泥浆套形成情况；

2 根据顶进阻力计算中继间的数量和位置；并考虑轴向顶力、轴线调整的需要，缩短第一个中继间与顶管机以及后续中继间之间的间距；

3 顶进初始时，应保持一定长度的直线段，然后逐渐过渡到曲线段；

4 曲线段前几节管接口处可预埋钢板、预设拉杆，以备控制和保持接口张开量；对于软土层或曲率半径较小的顶管，可在顶管机后续管节的每个接口间隙位置，预设间隙调整器，形成整体弯曲弧度导向管段；

5 采用敞口式（手掘进）顶管机时，在弯曲轴线内侧可进行超挖；超挖量的大小应考虑弯曲段的曲率半径、管径、管长度等因素，满足地层变形控制和设计要求，并应经现场试验确定。

12.7.5 施工测量应符合本规程第 12.4.18 条规定，并符合下列规定：

- 1 宜采用计算机辅助的导线法（自动测量导向系统）进行跟踪、快速测量；
- 2 顶进时，顶管机位置及姿态测量每米不应少于 1 次；
- 3 每顶入一节管，其水平轴线及高程测量不应少于 3 次。

12.8 土层加固

12.8.1 当顶管开挖面及管顶部位遇有粉细砂及砂砾石土层时，应注浆加固土层，防止顶进过程管前产生坍塌。加固范围应根据土层性质、管径、施工环境条件等，经施工设计确定。

12.8.2 土层加固可采用：地面垂直钻孔灌浆加固、工作井内管顶水平钻孔灌浆加固、顶进中管内水平钻孔灌浆加固等。应在施工设计中选择具体的加固方法、确定加固的具体方案。

12.8.3 对松散砂砾层及回填土层，宜采用水泥浆液进行土壤加固。加固应符合下列规定：

- 1 注浆设备包括：灰浆搅拌机、注浆泵、注浆干管、注浆孔分闸门等；
- 2 浆液宜采用水泥粉煤灰系列，应搅拌均匀、无结块；
- 3 灌浆压力应根据管顶以上覆盖土层的厚度确定，压力宜控制在 0.1~0.3MPa。

12.8.4 对粉细砂及砂砾地层，宜采用水玻璃浆液进行土层加固。水玻璃灌浆应符合下列规定：

- 1 应对注浆原料进行检验，并测试凝结时间，渗透半径、酸碱度等指标；
- 2 浆液在配制搅拌时，混合顺序应按照：硫酸溶液稀释、降温后，方可进入搅拌装置内→水玻璃溶液稀释→碳酸氢钠溶液进行混合。水玻璃、碳酸氢钠稀释溶液应按混合液凝结时间需要掺入；
- 3 每次配制浆液，需与现场注浆速度及所需量相适宜。

13 水平定向钻施工

13.1 一般规定

13.1.1 水平定向钻管道穿越工程设计前应进行工程勘察，取得工程地质、水文地质、地形地貌、地面建（构）筑物、地下管线等信息；施工前，施工人员应根据设计人员的现场交底和工程设计图纸勘察现场，核实设计穿越段地下既有各类设施、管线的分布情况，掌握施工现场周边建（构）筑物位置及交通情况，必要时应进行坑探。

13.1.2 水平定向钻铺设的管道规格、材质、性能应满足现行国家有关标准规范的规定。

13.1.3 采用水平定向钻法穿越既有建（构）筑物、铁路、公路、河湖等领域时，应按其相关主管部门的要求进行申报、作业、回填，并采取有效的防护措施。

13.1.4 施工单位应编制施工组织设计或施工方案，涉及危险性较大的分部分项工程、重要部位、关键环节还应编制专项方案。施工组织设计或施工方案审批应符合相关规定。

13.1.5 施工单位应做到绿色、文明施工，施工过程中所产生的废弃物、噪声及振动应符合国家及地方有关标准的规定。

13.2 施工参数设计

13.2.1 水平定向钻钻进轨迹的确定应包括：轨迹分段形式、出土点、入土点、直线段最大深度、曲线段的曲率半径、入土角、出土角、直线段长度、曲线段长度等。

13.2.2 水平定向钻钻进曲线段曲率半径宜参考以下规定计算：

1 钢管或钻杆曲线段允许的最小曲率半径可按式（13.2.2-1）计算：

$$R_g = bD_g \quad (13.2.2-1)$$

式中： R_g ——钢管或钻杆的导向孔曲率半径最小值，（m）；

b ——曲率半径系数， $b = 1200 \sim 1500$ ；

D_g ——钢管或钻杆外径，（m）。

2 PE 材质管道曲线段允许的最小曲率半径可按式（13.2.2-2）计算：

$$R_p = (ED_p)/(2s_p) \quad (13.2.2-2)$$

式中： R_p ——PE 材质管道的导向孔曲率半径最小值，（m）；

E ——PE 材质弹性模量，（MPa）；

D_p ——PE 材质管道外径，（m）；

s_p ——PE 材质允许的最大弯曲应力，（MPa）。

3 MPP 材质管道曲线段允许的最小曲率半径可按式（13.2.2-3）计算：

$$R_m = 75D_m \quad (13.2.2-3)$$

式中: R_m ——MPP 材质管道的导向孔曲率半径最小值, (m);

D_m ——MPP 材质管道外径, (m)。

13.2.3 水平定向钻进(出)土角宜参考以下规定计算:

1 无直线段管道入(出)土角可按式(13.2.3-1)、(13.2.3-2)计算:

$$a = \frac{90L}{pR} \quad (13.2.3-1)$$

$$a = \arcsin \frac{b}{2R} \quad (13.2.3-2)$$

式中: a ——入(出)土角, (°);

L ——从入土点到出土点之间的管道铺设长度, (m);

R ——导向孔曲率半径, (m);

b ——从入土点到出土点之间的水平长度, (m)。

2 五段式导向孔轨迹的管道入(出)土角可按式(13.2.3-3)、(13.2.3-4)、(13.2.3-5)、(13.2.3-6)计算:

1) 入土角:

$$a_1 = \arccos \frac{(R_1 - H) + \sqrt{(R_1 - H)^2 + 4R_1L_3}}{2R_1} \quad (13.2.3-3)$$

2) 入土弯曲段水平长度:

$$L_1 = \sqrt{(H - L_3 \times \tan a_1)(2R_1 - H + L_3 \tan a_1)} \quad (13.2.3-4)$$

3) 出土角:

$$a_2 = \arccos \frac{(R_2 - H) + \sqrt{(R_2 - H)^2 + 4R_2L_4}}{2R_2} \quad (13.2.3-5)$$

4) 出土弯曲段水平长度:

$$L_2 = \sqrt{(H - L_4 \times \tan a_2)(2R_2 - H + L_4 \tan a_2)} \quad (13.2.3-6)$$

式中: H ——管道中心线埋深, (m);

a_1 ——入土角, (°);

R_1 ——入土曲线段的曲率半径, (m);

a_2 ——出土角, (°);

R_2 ——出土曲线段的曲率半径, (m);

L_1 ——入土曲线段的水平长度, (m);

L_2 ——出土曲线段的水平长度, (m);

L_3 ——入土直线段的水平长度, (m);

L_4 ——出土直线段的水平长度, (m)。

13.2.4 水平定向钻回拖力计算可按式（13.2.4-1）、（13.2.4-2）、（13.2.4-3）计算：

$$F = (G_1 - G_2)K \quad (13.2.4-1)$$

$$G_1 = (p / 4)D^2 Lg_1 \quad (13.2.4-2)$$

$$G_2 = (p / 4)(D^2 - d^2)Lg_2 \quad (13.2.4-3)$$

式中： F ——回拖力，（kN）；

G_1 ——管线排开钻进液的重量，（kN）；

G_2 ——管线在空气中重量，（kN）；

K ——管壁与孔壁间摩擦系数，一般取 0.2~0.8；

D ——管道外径，（m）；

d ——管道内径，（m）；

L ——管线长度，（m）；

g_1 ——钻进液重度，（kN/m³）；

g_2 ——管线重度，（kN/m³）。

13.2.5 水平定向钻铺设管线与建（构）筑物及既有地下管线的最小净距，可参考规定设置：

1 水平定向钻铺设管线穿越地面建（构）筑物时，宜根据基础结构类型，通过验算确定其合理间距，并满足下列规定：

1) 当待铺设管道在建（构）筑物基础标高以上时，与建（构）筑物基础外沿的水平净距不宜小于 1.5m；

2) 在建（构）筑物基础标高以下时，与建（构）筑物基础的水平净距应大于持力层扩散角范围，扩散角不应小于 45°。

2 与排水设施（含管线）的净距应符合现行北京市地方标准《地下工程建设中城镇排水设施保护技术规程》DB11/T 1276 的规定；与其他既有管线的净距应符合现行国家标准和设计要求，如设计无明确要求，可参考下列规定确定：

1) 与既有管线并行时，水平净距不宜小于最终扩孔直径的 2 倍，且不应小于 600mm；

2) 在既有管线上部交叉铺设时，垂直净距不宜小于 500mm；

3) 在既有管线下部交叉时的垂直净距：在粘性土地层，不宜小于最终扩孔直径的 1 倍；在粉性土地层，不宜小于最终扩孔直径的 1.5 倍；在砂性土地层，不宜小于最终扩孔直径的 2 倍；待铺设管道直径小于 200mm 时，不宜小于 500mm。

3 水平定向钻铺设管线穿越城市道路时，与路面垂直净距不宜小于 1.5m；穿越公路时，与路面垂直净距不宜小于 1.8m，与路基坡脚地面净距不宜小于 1.2m；穿越高速公路时，与路面垂直净距不宜小于 2.5m，与路基坡脚地面净距不宜小于 1.5m；

4 水平定向钻铺设管线穿越铁路时，与铁路基础下沿的垂直净距不宜小于 4m；

5 水平定向钻铺设管线穿越一级主河道时，与河底规划标高的垂直净距不宜小于 3m、且应位于河道最大冲刷线下 2m；穿越二级主河道时，与河底规划标高线的垂直净距不宜小

于 3m。

13.3 施工准备

13.3.1 施工前应按设计图纸放出拟敷设管线的中心线，确定入土点、出土点，并在中心线上标示穿越障碍和交叉管线的位置；根据施工组织设计内平面布置图确定各功能区域位置布置，做好围挡、安全提示及交通疏导工作。

13.3.2 水平定向钻机的选型应以回拖力计算值小于或等于 70%的钻机额定回拖力为依据，结合工艺和施工条件进行确定，钻机及相关设备的选型可参考以下规定：

1 钻机选型可参考下列表 13.3.2-1 确定；

表 13.3.2-1 定向钻机类型及性能选型参考表

分 类	小 型	中 型	大 型
按回拖力（kN）	<100	100～450	>450
按扭矩（kN·m）	<3	3～30	>30
按回转速度（r/min）	>180	100～180	<100
按功率（kW）	<100	100～180	>180
按钻杆长度（m）	1.0～3.0	3.0～9.0	9.0～12.0
按传动方式	钢绳和链条	链条或齿轮条	齿轮齿条
按结构形式	分体式	整体式	整体式
按敷管深度（m）	<6	6～15	>15

2 钻具选型可参考下列表 13.3.2-2、表 13.3.2-3 确定。

表 13.3.2-2 导向钻头类型选择

地层类别	适用的导向钻头类型
淤泥质粘土	较大掌面的铲形钻头
软粘土	中等掌面的铲形钻头
砂性土	小锥型掌面的铲形钻头
砂、砾石层	镶焊硬质合金，中等尺寸弯接头钻头
岩石层	泥浆马达驱动的牙轮钻头或气动冲击锤

表 13.3.2-3 扩孔钻头类型选择

地 层	适用的扩孔器类型
松软地层	挤压型或组合型
软土层	切削型或组合型
硬土和岩石	牙轮组合型或滚刀组合型

13.3.3 设备安装

- 1 钻机、泥浆泵等的位置应符合施工组织设计的要求，按使用说明书要求完成现场油管、水管、电路的拼装；
- 2 钻机动力头中心线与待铺设管道的中心线重合，并确保钻机底盘高程满足导向需要；
- 3 钻机桅杆的角度调节，应确保钻杆倾角满足入土角要求；
- 4 钻机前支点的固定宜采用地锚固定、井壁固定、带基础的预制件固定等措施的一种或两种组合，应确保前支点稳固。回拖前应校核钻机的定位；
- 5 信号发射器安装前应现场校核其测量值与实际值，无线式导向仪的发射器装入导向钻头前，还应检查其电池电量、同步显示器、与之配套的对讲机的工作状态；
- 6 钻杆数量应大于待铺设管线长度的 1.2 倍，且应对钻杆进行检查，及时更换弯曲、含有裂纹、钻杆螺纹损坏的钻杆。

13.3.4 工作井施工

- 1 工作井施工方案应符合设计要求。设计无要求时，应根据地形、施工场地大小、管线材质、管道种类、管径大小、管道埋设深度和地质条件等确定工作井施工方案；
- 2 工作井的位置应满足设计的管道长度及管道埋深的要求，还应考虑钻进液的回收与暂存方式。起始工作井宜靠近钻进液调制、存储、处理装置；
- 3 工作井中心线宜与待铺设管道的中心线重合；
- 4 工作井的净尺寸应满足导向与回扩孔钻头的安装与拆卸的工艺要求。当采用井内钻进的方式时，起始工作井的净尺寸应满足钻机放置、钻杆连接操作等要求。接收工作井的净尺寸应满足拉入管道连接作业等的要求；
- 5 应满足施工安全、环境保护的需要；周边应保持清洁；
- 6 工作井的开挖或支护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 及现行北京市地方标准《建筑基坑支护技术规程》DB11/489 相关要求。

13.3.5 钻进液配置

- 1 钻进液应满足排砂排泥、稳定孔壁、冷却钻头、润滑钻具、润滑所铺管道、软化并辅助破碎硬地层、调整钻进方向、在钻进硬地层时为泥浆马达提供动力等要求。施工前应根据地层条件、穿越管道直径和长度，选择配置合适的钻进液；
- 2 钻进液应由专业人员配置，包含以下内容：
 - 1) 确定钻进液的比重、黏度、静切力、动切力、失水量、泥饼厚度、允许含砂量、PH

值等基本参数；

- 2) 钻进液材料的配合比；
- 3) 钻进液材料用量计算；
- 3 钻进液的 PH 值应控制在 8~10 的范围之内；
- 4 钻进液的密度一般应控制在 $1.02 \sim 1.25 \text{g/cm}^3$ ，现场用标准泥浆比重称进行测试；
- 5 钻进液粘度应根据地质情况确定，可按下列表 13.3.5 进行选取。

表 13.3.5 钻进液粘度

项目	管径	亚粘土	粉砂细砂	粗砂砾砂	中砂	粘土	岩石
导向孔	—	35~40	35~40	40~45	45~50	50~55	40~50
扩孔及回拖	φ426mm 以下	35~40	35~40	40~45	45~50	50~55	40~50
	φ426~φ711mm	40~45	40~45	45~50	50~55	55~60	45~55
	φ711~φ1016mm 以下	45~50	45~50	50~55	55~60	60~80	50~55
	φ1016mm 以上	45~50	50~55	55~60	60~70	65~85	55~65

13.4 导向孔钻进

13.4.1 钻进导向孔时应由经过培训的导向员指挥司钻钻孔。导向员应随时将测量数据与设计轨迹比较，调整钻进轨迹。

13.4.2 导向孔施工时，应符合下列规定：

- 1 施工前钻机应进行试运转，时间不应少于 15min，确定机具各部分运转正常且钻头喷嘴有泥浆流动后方可钻进；
- 2 第一根钻杆入土钻进时应轻压慢转、稳定入土位置，符合设计入土角后方可继续钻进；
- 3 导向孔钻进时，每进一根钻杆应进行钻进距离、深度、侧向位移等的导向探测，曲线段和有相邻管线段应加密探测；
- 4 钻进至既有管线临近区域时，应慢速钻进并复核先导孔轨迹，测算与交叉管线的距离，确认在安全许可范围后再恢复正常钻进；
- 5 曲线段钻进时，应采取分段施钻，使延伸长度顶角变化均匀。

13.5 回扩、清孔

13.5.1 回扩、清孔应根据待铺设管道的管径、长度、地层等选择扩孔钻头或清孔器型式。当设计的中孔直径较大或施工设备能力有限时，宜采用多次逐级扩孔。

13.5.2 回扩、清孔应符合下列规定：

- 1 回扩、清孔钻具连接顺序宜为：钻杆、扩孔钻头或清孔器、分动器、转换卸扣、钻杆；

- 2 回扩、清孔时应控制动力头行走速度和钻进液粘度，保障孔壁稳定；
- 3 待铺设管道的长度大于 80m 或导向轨迹为曲线时，最大扩孔直径宜为待铺设管道的外径的 1.2~1.5 倍；否则宜在 1.2 倍范围内；
- 4 清孔次数应根据孔内残留的泥渣量、钻进参数等确定。

13.6 管道铺设

13.6.1 采用焊接方式连接管道时，回拖前应检查预制管道长度、焊缝、防腐质量。

13.6.2 回拖管道时宜用滚轮支架架起管道或将管道置于发送沟内。

13.6.3 管道回拖作业时应符合以下规定：

- 1 铺设钢管时应根据待铺设管道的管径和长度，制作拉接头或焊接既有拉接头，再将拉接头与分动器、转换卸扣和钻杆连接；
- 2 铺设塑料管时宜选择预制的钢质拉接头或先将一根与被铺设的塑料管内径相同、长 300mm~500mm 的圆木塞入塑料管内，再于塞入段中部钻孔、穿钢绳连接待铺设的管道；
- 3 宜采用匀速慢拉的方法进行管道回拖。设置防腐层的管道宜将管道端部防腐层拉出预定位置外 2m；
- 4 回拖塑料管道时，作用在管道上的拉力应严格控制在设计或管材标注的拉力范围之内，并应同时拉入一根与拉入管同长的条状金属线作为示踪标志，示踪标志宜为专用金属示踪带，或选用涂石油沥青保护层的 f 6mm 钢筋；
- 5 塑料管铺设后，管端部长度控制应考虑管道回缩变形的影响，应在管道回缩变形稳定后（不少于 12h）切除多余部分；
- 6 管道铺设后，管道外的钻进液的置换、空隙充填应按设计要求或经设计确认的方案进行注浆。

13.7 工作井回填

13.7.1 工作井回填应满足设计要求或符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的要求。

13.7.2 回填后应清除地表的钻屑、垃圾，回收剩余钻进液。

13.8 监控量测

13.8.1 监控量测范围应包括工作井、施工影响范围的地表、既有管线与建（构）筑物等。

14 夯管施工

14.1 一般规定

14.1.1 夯管法施工应采用钢管，管材的规格、性能还应满足现行国家有关标准规范的要求。

夯入钢管壁厚除设计有特殊要求外，宜符合下列表 14.1.1 的规定。

表 14.1.1 夯入钢管的壁厚

夯入管线长度 L (m)	夯入管道外径 D (mm)	钢管壁厚 (mm)	
		地层一	地层二
L<35	D<325	≥6.3	≥12.5
	325≤D<630	≥7	
	630≤D<813	≥9	≥14.2
	813≤D<1219		
	D≥1219	≥12	≥16
35≤L<60	630≤D<813	≥10	≥14.2
	813≤D<1219	≥12.5	≥16
	1219≤D<1829		
	D≥1829	≥16	≥20
60≤L≤80	630≤D<813	≥12.5	≥16
	813≤D<1219		
	1219≤D<1829	≥14.2	≥17.5
	D≥1829	≥20	≥22

14.1.2 施工前，施工人员应根据设计人员的现场交底和工程设计图纸勘察现场，对施工区域进行地质核查。

14.1.3 夯进管道长度不宜超过 80m。

14.1.4 在卵砾石、杂填地层中夯进，地层中最大粒径卵砾石或最大块状物尺寸不宜大于 0.5 倍的夯进管外径。

14.1.5 夯管管道穿越道路等设施时，管顶覆土层厚度应不小于管道外径的 2 倍，且应大于 1m。

14.2 施工准备

14.2.1 夯管锤应根据管径、夯管长度、地质条件等选择夯管锤外径。夯管锤外径可参考下列表 14.2.1 的规定。

14.2.1 气动夯管锤选择表

夯入管线长度 L (m)	夯入管道外径 D (mm)	夯管锤主参数代号	夯管锤缸体外径最小值 D_1 (mm)
L < 35	D < 325	155	150
	325 ≤ D < 630	190	190
	630 ≤ D < 813	350	350
	813 ≤ D < 1219	420	415
	D ≥ 1219		
35 ≤ L < 60	630 ≤ D < 813	420	415
	813 ≤ D < 1219		
	1219 ≤ D < 1829	610	610
	D ≥ 1829		
60 ≤ L ≤ 80	630 ≤ D < 813	420	415
	813 ≤ D < 1219		
	1219 ≤ D < 1829	610	610
	D ≥ 1829		

14.2.2 导轨的选择与安装应符合下列规定：

- 1 导轨应选用槽钢或工字钢制作，型号和结构应按铺设管道的管径确定；
- 2 钢管直径小于排土锥或夯管锤外径时，应在导轨上设置调节高程的活动导轨；
- 3 当夯进管外壁有防腐要求时，应在导轨上设置防摩擦的活动导轨；
- 4 导轨的铺设方向和倾斜角度应与管线设计轴线一致，导轨安装中心线水平与竖直位置允许偏差应小于 5mm。

14.2.3 首节管宜设置管靴。管靴宜采用焊接的方式制作，管靴宽度宜为 50mm～200mm，管靴外径宜大于被夯管外径 15mm～25mm，管靴内径宜小于被夯管内径 15mm～25mm。管靴后宜设置减阻泥浆注浆孔。

14.2.4 夯管锤与钢管连接应符合下列规定：

- 1 连接时夯管锤宜放置在可调节高度的支架上，应使锤体中心线与被夯入管线的中心线一致；
- 2 夯管锤应通过撞击环与被夯入钢管的尾部连接，钢管穿越的土质疏松或含卵砾石时宜

设置排土锥；

3 夯管锤与被夯入钢管应通过张紧带、带爪卡盘固定。

14.2.5 工作井施工

1 起始工作井底部长度宜按公式（14.2.5-1）计算：

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 \quad (14.2.5-1)$$

式中： L ——工作井底部长度（m）；

L_1 ——单根管节长度（m）；

L_2 ——夯管锤总长（m）；

L_3 ——夯管附件长度（m），一般为 0.4m~1m；

L_4 ——夯管锤安装、焊接操作间距（m），一般为 1m。

2 起始工作井底部宽度宜按（14.2.5-2）计算：

$$W = D_0 + 2b \quad (14.2.5-2)$$

式中： W ——工作井底宽度（m）；

D_0 ——管道外径或夯管锤支架宽度中的最大者（m）；

b ——单侧操作宽度（m），一般为 0.8m~1.2m。

3 起始工作井底部深度宜按（14.2.5-3）计算：

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \quad (14.2.5-3)$$

式中： H ——工作井开挖深度（m）；

H_1 ——地面至管道外管底的距离（m）；

H_2 ——管道外管底至基础顶面的距离（m），宜为 0.1m~0.3m；

H_3 ——基础及垫层的厚度（m），宜为 0.2m~0.5m。

4 地下水位高于工作井井底时，应采取降排水措施，降水深度应低于工作井基底 0.5m；

5 工作井基底施工应符合下列规定：

1) 无地下水影响的井底宜采用夯实井底原状土或铺设约 200mm 厚的级配石作基础及垫层；

2) 有地下水影响或井底原状土为软土时，井底宜先铺设 200mm 厚的级配石再浇筑混凝土或钢筋混凝土。

14.3 夯进施工

14.3.1 开始夯进时应先进行试夯，试夯长度宜为 3~5m，试夯时应控制供气量慢速夯进，正常夯进时可增加供气量。

14.3.2 正常夯进前应测量管道中心线的偏差，夯进结束后应进行贯通测量。

14.3.3 夯进每节管应填写夯进施工记录。

14.3.4 夯管过程中应随时观察管线行进状况、检查气压，当出现管线行进异常、超出允许偏差、管线开裂、地面隆起、沉降或遇不能排除和击碎的障碍时应停止夯进、查明原因，处理后方可继续施工。

14.3.5 夯进中宜采取减阻措施，一般采用管外壁注润滑液或涂抹润滑脂。

14.3.6 需进行焊接连接时，每节管夯进后应预留约 600mm 长的管头在焊接操作坑内。

14.3.7 管节与夯管锤不易分离时宜切割部分管头。

14.3.8 夯管施工中空压机供气压力应控制在空压机额定压力内，适时调整油雾器的供油量。

14.4 管线排土

14.4.1 根据管径、现场施工条件和土质，可选用气压式、水压式、人工式或机械式排土方式排出管线内积土。

14.4.2 穿越河流夯管，应结合地下水位、地层的透水性、有害气体的浓度等选择排土方式。

14.4.3 压缩空气或水压排土时应设置堵板、夯进管定位装置、管内清土装置、连接堵板与压源的气管等。

14.4.4 工作井井口应设置安全防护装置。

14.5 施工测量

14.5.1 施工测量应实行施工单位复核制、监理单位复测制，应填写记录。

14.5.2 临时水准点和管道轴线控制桩的设置应便于观测且应牢固，并应采取保护措施。

14.5.3 临时水准点、管道轴线控制桩、高程桩，应经复核方可使用，并应经常校核。

14.5.4 开工前应校测既有管道、建（构）筑物与拟建工程衔接的平面位置和高程。

15 盾构法施工

15.1 一般规定

15.1.1 盾构法施工是采用盾构机掘进的不开槽施工地下管道方法之一。宜用于管径1500mm 以上有特殊要求的长距离管段施工。

15.1.2 盾构机的选型、设计，应根据工程地质和水文地质；隧道线路及结构设计文件；施工安全；施工环境及其保护要求；工期条件；辅助施工方法；类似工程施工经验等；经技术经济比较后确定。

盾构的壳体结构应能保证其所承受的正常施工荷载作用下，各结构件均应处于安全可靠状态。

15.1.3 盾构法施工组织设计编制应具备以下资料：

- 1 盾构机的构造、特性及适用范围；
- 2 施工沿线地表环境调查报告；
- 3 施工沿线地下障碍物的调查报告；
- 4 工程地质与水文地质勘察报告；管道沿线探孔间距不应大于 50m，地质变化地段应加密；
- 5 设计文件对工程的技术要求与规定。

15.1.4 盾构法施工方案、施工组织设计应包括下列内容：

- 1 施工现场平面布置图；
- 2 盾构机的现场组装、安装及吊装方案；
- 3 工作竖井的施工方案与检查井的施工方案；
- 4 盾构法施工的临时给水、排水、照明、供电、消防、通风、通讯等设计；
- 5 管片运输、贮存、防水、拼装与一次注浆、二次注浆、补浆方案；
- 6 配套辅助施工机械设备的选型、规格、数量与现场及工作竖井垂直运输、水平运输等机械设备布置；
- 7 盾构机的入土、穿越土层、出土的条件以及掘进与运土方案；
- 8 测量与监控；
- 9 应有防漏电、防缺氧、防爆、防毒等安全监测和保护措施；
- 10 盾构法施工的供电应设置双路电源及应急自备电源。

15.1.5 采用降水施工，工作竖井应进行抗浮校核。

15.1.6 应根据土层性质、邻近建（构）筑物及地表的允许沉降要求，土壤加固及保护等措施。

15.1.7 应建立地面与地下控制测量系统。地面测量系统应对沿线地面、主要建（构）筑物

和设施设置观测点进行观测；测定导轨和盾构管道的轴线和高程。

15.1.8 自盾构机入土至 100m 的施工阶段，应及时观测和掌握地表沉降、隆起状况，地上、地下建（构）筑物等监测数据信息，并根据工程地质、水文地质等情况，经综合分析优化各推进参数。

15.2 工作竖井及施工

15.2.1 工作竖井位置应根据设计文件及施工方案确定，宜设在管道检查井的位置。

15.2.2 工作竖井结构形式、位置、尺寸及封门构造，应依据设计文件要求，结合施工环境、工程地质与水文地质条件，确定施工方法与相应技术措施。

- 1 工作竖井的施工隔水止水应符合本规程第 5 章的有关规定；
- 2 工作竖井的土方开挖应符合本规程第 6 章的有关规定；
- 3 工作竖井的支撑，应按施工技术设计实施；
- 4 现浇钢筋混凝土工作竖井施工，应符合本规程 10.3 节的有关规定。

15.2.3 始发工作竖井与接收工作竖井平面尺寸，应符合盾构机安装或组装、拆除、局部检修、施工工艺设备布置、封门拆除、后背墙设置、测量、运输等要求。盾构采用整体吊装时，盾构始发井宽不宜小于盾构机外径加 4000mm；井长不宜小于盾构机总长加 6000mm；盾构采用分体井下组装时，盾构始发井长度应大于盾构主机长度 3000mm，宽度应大于盾构直径 3000mm。

15.2.4 始发工作竖井深度应满足盾构机机座安装、封门防水处理及工作竖井与管道联接、处理等要求。竖井底面高程宜比封门下边缘低 1000mm；井壁应高出地面 300mm，并应符合防汛要求。

工作井预留洞门直径应满足盾构始发和接收的要求，并应按式（15.2.4）计算：

$$D_s \geq H \cdot \tan a + (D / \cos a) + \Delta e + \Delta s + \Delta g \quad (15.2.4)$$

式中： D_s ——工作井预留洞门直径（m）；

H ——洞门井壁厚度（m）；

a ——隧道轴线与洞门轴线的夹角（°），通常取平面或纵坡夹角值；

D ——盾构外径（m）；

Δe ——设计要求的始发或接收工作竖井预留口直径大于盾构外径的差值（m），始发工作竖井取 0.10m，接收工作竖井取 0.20m；

Δs ——测量误差（m），取 0.10m；

Δg ——盾构基座安装高程误差（m），取 0.05m。

15.2.5 工作竖井应设置安全护栏、安全梯道及通讯设备；井底应设集水井、排水泵。

15.2.6 宜结合工作竖井施工，建立垂直起吊设备的基础。

15.2.7 始发工作竖井后背墙应坚实平整，能有效传递顶力；封门应按设计文件施工。

15.2.8 工作竖井内盾构机基座应符合下列规定：

- 1** 基座及其上的导轨强度与刚度，应符合盾构机安装、拆除及施工过程规定；
- 2** 宜采用现浇钢筋混凝土基座或预制型钢基座。基座应与工作竖井联接牢固；导轨顶面高程与间距应经计算确定；
- 3** 导轨的轴线应与管道轴线平行对称，安装中心线轴线形成的夹角为 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ；
- 4** 始发工作竖井导轨顶面高程，宜比封门对应部位高程高 30mm；接收工作竖井导轨顶面高程，宜比封门对应部位高程低 20mm；
- 5** 始发或接收工作竖井设有封门的井壁与基座、导轨间，应留有进行防漏、密封的操作间隙，间隙不宜小于 500mm。

15.3 配套机械设备选择

15.3.1 与盾构机配套的水平与垂直运输设备、通风设备、照明设备、注浆设备等，应根据盾构机的种类、性能、最大的生产能力及施工方案选择。

15.3.2 工作竖井上的垂直运输设备，应按最大起吊量选型，应符合起重设备使用的有关规定。

15.3.3 通风设备应结合管道内的工作环境条件选定，应保证挖掘面及管道内有足够的新鲜空气量。

15.3.4 管道内应采用低压照明系统。

15.3.5 注浆系统应与掘进中最大的壁后注浆量匹配，压力符合施工设计要求。

15.4 盾构机安装

15.4.1 整体式盾构机运抵施工现场，应在地面进行检查、空转试验，合格后方可吊入始发工作竖井安装就位。

15.4.2 采用解体方式运输抵达现场的盾构机，应在地面进行检验，达到设计要求与工厂安装的精度，方可吊入始发工作竖井安装就位。

15.4.3 盾构机采用整体或解体方式运输、吊装和安装过程中，均应采取保护措施，不得使盾构机及其部件受损、变形。

15.4.4 在始发工作竖井内安装盾构机前，应对基座、导轨的位置、高程进行复核，符合本规程第 15.2.8 条规定后，方可进行盾构机安装。

15.4.5 盾构机在竖井内组装就位后，应进行各系统的空载调试，然后应进行整机空载调试。

15.5 掘 进

15.5.1 盾构机在始发工作竖井内正式掘进前，应进行盾构机轴线位置校核。符合要求后，应进行掘进系统及垂直与水平运输、通风、照明、注浆、通讯、监控量测等配套设备系统的运转试车。

15.5.2 运转试车安装的负管片位置经校测，应符合施工设计要求。

15.5.3 盾构机掘进井壁封门部位的土体，应在掘进前完成加固，合格后方可始发掘进。

15.5.4 始发竖井井壁封门拆除及封闭，应符合下列规定：

1 盾构机经过空运转，已推进至靠近竖井井壁封门不小于 500mm 处，停止推进，拆除封门；

2 封门拆除应采取措施，减少对封门处土体扰动，宜采用静力法拆除；

3 封门拆除后，应及时将盾构机推入土体，并将封门与盾构机间的间隙密封；

4 当盾构机全部进入土体时，应及时将封门与管片环间的封堵和填充注浆，注浆完成后方可掘进。

15.5.5 初始掘进的 50m~200m 长度，应加密对盾构机轴线的测量与监控，及时调整盾构机位置，使管道的中线、高程符合设计要求。盾构机掘进速度，应根据地层性质、埋深、地面隆、沉变化确定。

15.5.6 在松散软弱土层中掘进，应根据盾构机类型、掘进方式，采取不同的正面支护方法。

15.5.7 开挖土方应符合下列规定：

1 密封式机械开挖，每次开挖长度应与每环管片的宽度相适应，挖土速度应与盾构机推进速度、出土能力匹配；

2 当人力开挖时，应自上向下开挖，工作人员应在盾构机的防护檐内操作，每次开挖长度应与每环管片的宽度相适应，严禁超挖；

3 采用水力出土或加压挖掘时，应将泵送至地面的泥水加以分离妥善处理，不得污染环境；

4 采用有轨运输车出土，当运距超过 1000m 时，可设置道岔便于增加运输车编组以提高出土能力；

5 在拼装管片或盾构机推进停歇时，应采取防止盾构机后退的措施；

6 盾构机推进中，遇有故障停止推进时，应做好正面封闭、盾尾密封，并及时处理。

15.5.8 盾构机掘进过程中，宜使管片环受力均匀。

15.5.9 接收工作竖井井壁封门拆除及封闭，应符合下列规定：

1 盾构机临近接收工作竖井井壁封门 10m 范围内时，应调整、控制盾构机掘进速度，加密对盾构机的轴线测控；

2 接收工作竖井洞口段土体应提前进行加固，在盾构接收前，应对洞口段土体进行质量检查，合格后方可接收掘进；

3 封门拆除后,盾构机应及时通过封门,并及时将封门与盾构机间的缝隙密封。当盾构机全部进入接收工作竖井后,应及时将封门与管环间的缝隙密封。

15.5.10 盾构机掘进中,宜用激光准直系统对实际掘进线路连续观测。

15.5.11 盾构机每推进一环,应进行一次管片环的中线、高程测量。同时应测量盾构机轴线位置及绕轴线的偏离转角,据测量结果进行纠偏。

1 高程、中线纠偏应在推进中逐步进行;纠偏过程宜增加测量密度;宜采用液压缸分组控制或使用仿形刀适量超挖或反转刀盘的措施纠偏;

2 应在推进中对盾构旋转进行纠正,纠正应采取设定的措施。

15.5.12 管片安装应符合下列规定:

1 拼装前应清理盾尾底部;管片安装设备应处于正常状况;

2 拼装每环中的第一块时,应准确定位,拼装顺序应自下而上,左右交叉对称安装,最后封顶成环;

3 管片下井前,应由专人核对编组、编号;对管片表面进行清理、粘贴止水材料、检查合格后,将管片与联接件配套送至工作面;管片质量要求见本规程 15.8 节有关规定;

4 拼装时,应采取措施保护管片、衬垫及防水胶条,不受损伤;

5 拼装时,应逐块初拧环向和纵向螺栓,螺栓与螺栓孔间应加防水垫圈;

6 拼装成环后,应符合现行北京市地方标准《排水管(渠)工程施工质量验收检验标准》DB11/1071 的规定,复紧环向螺栓继续顶进时,复紧纵向螺栓;

7 应按设计要求布设注浆孔;

8 千斤顶顶出长度应符合管片安装要求;

9 管片沉降稳定后,应将管片填缝槽填实,对渗漏环缝,应及时封堵进行处理。

15.6 注 浆

15.6.1 盾构法施工的管道结构与土层间的间隙,应进行注浆。注浆方式由施工设计确定。

15.6.2 注浆材料应通过试验确定。宜采用水泥浆、水泥砂浆、水泥粉煤灰浆及水玻璃等浆液。

15.6.3 注浆应与地面监测相配合,应采用多点注浆将管道与土层间的间隙充分填满。注浆量宜按计算空隙体积的 150%控制。

15.6.4 注浆压力应根据地质条件、注浆方式、管片强度、设备性能、浆液特性和隧道埋深等因素确定,砂卵石层宜控制在 0.1~0.2MPa。

15.6.5 注浆结束后,应在规定时间内将注浆孔封闭。

15.6.6 注浆前应对浆液搅拌、浆液灌注设备进行检查,保持设备在注浆过程处于良好工作状态。

15.6.7 注浆工艺施工设计，应包括补充辅助注浆措施。

15.7 测量与监控

15.7.1 盾构施工开始前，应根据设计文件要求的工程内容与现场环境条件及盾构施工特点编制工程的量测与监控方案。主要包括：平面与高程控制测量方案；工作竖井内及隧道内控制测量方案；盾构施工中的测量项目、内容、要求；盾构贯通前的测控方案及盾构贯通后测量等。

设计要求进行管片受力状况量测时，应建立量测方案，经监理单位或其代表批准后实施。

15.7.2 盾构施工应建立施工平面、高程控制系统。平面与高程控制网建立除符合本规程第4章有关规定外，盾构施工平面控制网，应符合设计测量精度要求。

15.7.3 应将地面平面控制网点的坐标、方位与高程控制点高程准确传递至始发工作竖井内，在地下进行平面与高程控制测量。

15.7.4 坐标传递与方向传递宜同时作业，应采用全站仪进行坐标与方向传递及校核，盾构机离始发工作竖井100m范围内，应根据隧道的长短加测陀螺定向次数；距接收工作竖井200m范围内，亦应加测陀螺定向次数。

15.7.5 宜采用激光准直随时显示盾构机推进过程中，高程与中线的变化动态。

15.7.6 盾构机就位后，应测量盾构机轴线的平面位置与高程，确定其与设计管道中心线与高程的关系。盾构机内应建立推进过程的测量视点。

15.7.7 盾构机开始掘土、推进后，每完成一环管片的安装，且完成推进后，应进行一次高程、中线测量，监控盾构机的姿态及管道状态，根据偏差状况，采取纠正措施。

15.7.8 管片拼装成环、推进就位后，应量测管片环的垂直直径、水平直径、管片前沿的进尺里程等。

15.7.9 盾构施工中，应对地面隆、沉情况进行监控。监控应符合下列规定：

- 1 应根据施工环境条件，制定地面隆、沉监控方案；
- 2 监控基准点应设在施工影响区域外，并具有良好通视与防干扰条件；
- 3 隆、沉观测点，应沿盾构机前进轴线方向对称安排布置，具体布设尺寸，应结合初始推进试验，由施工设计确定；
- 4 对需要保护的建（构）筑物等，应设监控点。

15.7.10 盾构施工过程中，应对已完成的管段进行沉降观测，观测间隔时间按控制测量方案确定。

15.7.11 盾构法施工管道完成贯通后，应进行最终测量，确定管道的中心线与管底高程、井位位置。

15.7.12 盾构施工中的最终量测数据，应准确填写，并经监理工程师签认。

15.8 管 片

- 15.8.1** 应按设计要求制作管片。
- 15.8.2** 制作管片用的钢筋、水泥、砂、石、外加剂等原材料及混凝土的配制，应符合本规程 10.3 节的有关规定。
- 15.8.3** 预制钢筋混凝土管片混凝土强度及抗渗性，应符合设计要求；外形尺寸准确，且不得有影响工程质量的缺陷。
- 15.8.4** 管片混凝土强度达到设计强度标准值 85%，方可脱模。管片脱模后每 100 环，应进行整环拼装检验；拼装后的管片质量应符合本规程第 15.8.7 条规定。
- 15.8.5** 管片吊运、堆放时，应内弧面向上，堆放高度不得超过四层，层间应放托架或垫木，托架、垫木应稳固。吊运应使用专用工具。
- 15.8.6** 管片混凝土强度达到设计强度标准值时，方可在工程中拼装使用。
- 15.8.7** 管片的质量应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 规定。

15.9 盾构法施工质量

- 15.9.1** 盾构管片混凝土的强度、抗渗，应符合设计要求；外形尺寸准确。
- 15.9.2** 盾构管片拼装符合设计要求；管片楞角外观无损坏现象。
- 15.9.3** 管片防水密封材料粘贴应符合设计要求。
- 15.9.4** 盾构管片环间、块间螺栓紧固牢固柔性衬垫完好。
- 15.9.5** 盾构管片环与土体间隙注浆饱满。
- 15.9.6** 盾构法施工排水管道，管道安装允许偏差应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 规定。
- 15.9.7** 盾构施工的给排水管道应按设计要求施作现浇钢筋混凝土二次衬砌；现浇钢筋混凝土二次衬砌前应隐蔽验收合格。
- 15.9.8** 盾构施工管道完成后，应进行功能性试验，有闭水要求的管道，闭水试验应符合下列规定：
- 1 应在管道质量符合本规程第 15.9.1～15.9.6 条规定后进行；
 - 2 管道的实测渗水量，应小于公式（15.9.8）计算值：

$$Q \leq 1.25\sqrt{D} \quad (15.9.8)$$

式中： Q ——允许渗水量（ $\text{m}^3/24\text{h} \cdot \text{km}$ ）；

D ——管道内径（ mm ）。

3 当管道内径小于或等于 3m 时，试验水头为管内顶高程加 2m；当管道内径大于 3m 时，试验水头为管内顶高程加管壁厚；

4 当管道处于地下水位以下时，宜采用内渗法量测渗水量；管壁不得有线流、滴漏现象；对有水珠、渗水部位应进行抗渗处理；管道内渗水量允许值 $q \leq 2L/[m^2 \cdot d]$ ；

5 闭水试验选用，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 相关规定。

16 浅埋暗挖施工

16.1 一般规定

16.1.1 浅埋暗挖施工法是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不开槽施工工法,适用于北京地区第四纪洪积地层中的粘性土层、砂层、砂卵石层等土层。宜用于直径 2m 以上或相应跨径断面特殊管段施工。

16.1.2 应按设计文件规定的结构与断面进行施工。

16.1.3 施工前应认真学习施工图纸和进行现场调查研究,了解情况,编制工程项目质量计划、施工方案、施工组织设计、施工技术与施工设计。

16.1.4 应根据土层性质、结构形式、施工工艺,选择适宜的土壤加固措施。

16.1.5 开挖深度范围内遇有地下水或浅层滞水应进行降排水,不得扰动槽底地基。

16.1.6 施工应备有双电源,并能自动切换,或自备电源;应按动力、照明分路供电;作业面移动照明应采用低压供电。

16.1.7 喷射混凝土用水,水质应符合本规程第 10.2.1-4 条规定,水压宜为 0.3MPa 左右。

16.1.8 应根据管道长度、施工方法和设备条件等确定通风方式。主机通风不能保障掘进通风时,应设有局部通风系统。作业环境中氧气含量按体积计不应小于 20%;风速在全断面开挖时不应小于 0.15m/s;管道内扬尘浓度不得大于 $2\text{mg}/\text{m}^3$;噪声不得大于 90dB。

16.1.9 施工现场应按施工设计要求备足抢险器材,如:方木、编织袋、泡沫砖、水泵等。

16.1.10 应由有资质的施工单位进行施工。操作工人应经过培训。

16.2 施工准备

16.2.1 施工总体部署与网络进度计划要求,应依据下列条件制定:

- 1 管道结构、埋深及设计要求;
- 2 管道施工段的土质及水文地质情况;
- 3 管道施工段的地上及地下管道、构筑物情况;
- 4 现场地形、交通运输、水源、电源、排水条件;
- 5 施工测量与监控条件。

16.2.2 施工设计应包括以下内容:

- 1 根据施工部署与总体网络计划设置的开挖作业面;劳动力与机械设备配置设计;
- 2 现场施工平面布置图;
- 3 根据土质条件、开挖面的自稳性能和结构形式,确定土层加固措施和开挖方式;

- 4 根据地下的涌水量选择施工降排水方案;
- 5 土层加固、土方开挖、初期支护、防水层、二次衬砌各工序操作程序设计;
- 6 符合现场连续作业的材料、设备设计;
- 7 施工现场的临时供水、排水、照明、供电、消防、通风、通讯等设计;
- 8 土方水平及垂直运输设计;
- 9 测量与监控设计;
- 10 技术、安全、保护措施。

16.2.3 施工方案、施工设计应报建设单位或其代表批准。

16.2.4 按施工设计完成下列准备工作:

- 1 施工用材料已运抵现场且不少于正常作业 3 台班用量;
- 2 主要机械设备已安装完毕, 通过试车;
 - 1) 垂直起重运输设备;
 - 2) 水平运输设备;
 - 3) 混凝土料仓及搅拌设备;
 - 4) 混凝土喷射设备;
 - 5) 空气压缩机及其配套设备储气罐、输送管路等;
 - 6) 钻孔与注配浆设备;
 - 7) 降排水设备;
 - 8) 通风设备;
 - 9) 动力及照明设备。
- 3 抢险物资已按施工设计要求用量运抵现场;
- 4 已完成管线的高程、中线控制测量; 地面监控测量点已设置完毕;
- 5 操作人员应完成安全技术培训, 考试合格后, 持证上岗;
- 6 开工申请已被批准。

16.3 施工竖井

16.3.1 施工竖井应选择在管道的检查井位置, 其结构形式依水文地质条件、场地条件和作业要求确定。

16.3.2 竖井施工应符合下列规定:

- 1 竖井应按设计开挖, 土方开挖应分层进行, 每次开挖高度不得大于 1.5m;
- 2 竖井应随开挖、随支护, 宜根据地质条件选用支护措施, 如: 灌注桩、钻栽钢桩或锚喷混凝土倒挂井壁等支护;
- 3 施工竖井在地面应设锁口圈梁;

4 竖井开挖到管道结构外缘基底后,应及时进行封底。竖井底部应按施工设计设置集水坑等;

5 施工中应将管道的中线点、高程控制点及时引入竖井,并栓钉牢固。

16.3.3 按施工设计安装提升架和起重设备,起重设备安装后,应进行空载和重载的安全检验。

16.3.4 竖井应在地面上设置防雨棚。井口周围应设防汛墙和安全护栏。

16.4 管道土层加固与土方开挖

16.4.1 应根据施工设计进行土层加固,土层加固后方可开挖。

16.4.2 采用超前小导管加固土层时,应符合下列规定:

- 1 超前小导管注浆适用于隧道拱部处于自稳能力差的粉土、砂土及卵石土地层;
- 2 隧道断面开挖仍坚持“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”及环装开挖,预留核心土的施工原则,小导管注浆宜仅作为施工防坍塌和沉陷的辅助技术措施;
- 3 超前小导管沿拱部轮廓线外侧设置;间距由施工设计确定;孔位、孔深、孔径符合设计要求;
- 4 小导管应顺直,长度宜采用 3~4m,直径宜为 40~50mm 的钢管;
- 5 超前小导管的后端应支承在已设好的钢筋格栅上,其前端应嵌固在土层中,前后两排小导管的重叠长度不应小于 1m;
- 6 超前小导管外插角不应大于 15°。

16.4.3 采用超前小导管加固土层时,加固注浆液,应依据土层种类,并通过试验选定。

16.4.4 采用水玻璃、改性水玻璃注浆加固时应符合下列规定:

- 1 应取样进行注浆效果检查,未达要求时,应调整浆液或调整小导管间距;
- 2 砂层中宜采用定量注浆,注浆量经渗透试验确定,不具备试验条件时,每延米导管注浆浆液宜在 30~50 升范围;
- 3 注浆压力:宜控制在 0.15~0.3MPa 之间,最大不得超过 0.5MPa,每孔稳压时间不得小于 2min;
- 4 注浆应有序,自一端起跳孔顺序注浆,并观察有无串孔现象,发生串孔时应封闭相邻孔;
- 5 注浆后,应据注浆液种类及相应加固试验效果,确定土层开挖时间,4~8h 后,方可开挖土层;
- 6 小导管单孔注浆结束条件应当符合下列规定:
 - 1) 注浆压力达到设计终压,同时达到设计注浆量的 80%以上,可结束单孔注浆;
 - 2) 注浆压力未能达到设计终压,注浆量已达到设计注浆量 1.5 倍,并无漏浆现象亦可结

束单孔注浆；

3) 注浆压力达到设计终压，但注浆量未达到设计量的 80%时，宜根据相邻小导管注浆量的大小，作为是否可以终止单孔注浆的参考依据，必要时应补浆；

4) 小导管注浆孔 80%到达注浆结束要求，并且无漏注现象，即可完成单循环注浆。

16.4.5 采用钢筋锚杆加固土层时，钢筋锚杆应符合下列规定：

1 稳定洞体时采用的锚杆类型、锚杆间距、锚杆长度及排列方式，应符合施工设计要求；

2 锚杆孔距允许偏差：普通锚杆 $\pm 100\text{mm}$ ，预应力锚杆为 $\pm 200\text{mm}$ ；

3 灌浆锚杆孔内应砂浆饱满，砂浆配比及强度符合设计要求；

4 锚杆安装经验收合格后，应及时填写记录；

5 锚杆试验要求，同批每 100 根为一组，每组 3 根，同批试件抗拔力平均值不得小于设计锚固力。

16.4.6 采用超前管棚注浆加固土层时，应符合下列规定：

1 隧道在开马头门及接近风险源施工时可采用超前管棚注浆；

2 超前管棚可与超前小导管、超前深孔注浆等组合使用，亦可单独作为超前支护措施使用；

3 超前管棚宜采用直径为 76mm~180mm 无缝钢管或焊接钢管，壁厚不宜小于 5mm，宜沿隧道拱顶 150°设置；

4 超前管棚注浆参数，注浆终压不宜大于 0.3MPa，扩散半径不宜大于 250mm，注浆速度不宜大于 50L/min；

5 禁止管材直接对齐拼焊，可用丝扣组合或内、外衬管焊接的连接方式；

6 超前管棚单孔注浆结束条件应当符合下列规定：

1) 注浆压力达到设计终压，同时达到设计注浆量的 80%以上，可结束单孔注浆；

2) 注浆压力未能达到设计终压，注浆量已达到设计注浆量 1.5 倍，并无漏浆现象亦可结束单孔注浆；

3) 注浆压力达到设计终压，但注浆量未达到设计量的 80%时，宜根据相邻管棚注浆量的大小，作为是否可以终止单孔注浆的参考依据，必要时应补浆；

4) 管棚注浆孔 90%到达注浆结束要求，并且无漏注现象，即可完成单循环注浆。

16.4.7 采用深孔止水注浆加固土层时，应符合下列规定：

1 竖井施工止水加固、隧道超前止水加固、地表垂直止水加固注浆，宜采用深孔注浆工艺；

2 深孔注浆施工前应通过施工现场有代表性的地段进行试验确定注浆工艺及参数；

3 应记录好钻孔过程中钻探详细数据；

4 在注浆部位标识孔位，孔位偏差宜不大于 200mm，成孔偏斜率不宜大于 1%。

5 注浆前应确保止浆墙密封完好，若发现漏浆应及时封堵；

6 注浆应从外圈向内圈按顺序进行作业；

7 隧道开挖前，应进行注浆效果检验；隧道开挖后，及时对注浆效果进行观测与分析，应对薄弱带进行动态补充注浆；

8 深孔注浆单孔注浆结束条件应当符合下列规定：

1) 深孔注浆达到设计孔深，随着注浆压力的逐渐上升，流量开始逐渐减少，达到注浆终压，可结束单孔注浆；

2) 深孔注浆达到设计孔深，注浆压力未能达到设计终压，注浆量已达到设计注浆量 2.0 倍，并无漏浆现象可结束单孔注浆；

3) 注浆压力达到设计终压，但注浆量未达到设计量的 80%时，宜根据相邻管棚注浆量的大小，作为是否可以终止单孔注浆的参考依据，必要时应补浆；

4) 90%注浆孔到达注浆结束要求，并且无漏注现象，注浆效果满足设计要求，即可完成单循环注浆。

16.4.8 马头门处施工应符合下列规定：

1 马头门开启应按顺序进行，同一竖井的马头门不得同时施工。一侧隧道掘进 15m 后，方可开启另一侧马头门。马头门标高不一致时，应遵循“先低后高”的原则；

2 马头门开挖轮廓线宜采用有效的测量手段进行监控；

3 开挖面应保持无水条件下，方可施工；

4 开洞门后，宜在洞内施作临时支撑；

5 马头门开挖轮廓线宜进行有效的测量监控；

6 竖井初期支护至马头门处应预埋暗梁，沿马头门拱部外轮廓线打入超前小导管，注浆加固；

7 马头门洞口处竖井格栅应环向封闭，在洞口两侧增设竖向连接钢筋；

8 隧道洞口应分段破除井壁，上台阶开挖时应留置核心土；

9 安装上部洞门补强钢架及隧道初支钢架，连接纵向钢筋，挂钢筋网，喷射混凝土；

10 应上台阶进尺 3~5m 时开挖下台阶，方可破除下台阶洞口井壁，进行台阶土方施工；

11 安装下部洞门补强钢架及隧道初支钢架，连接纵向钢筋，挂钢筋网，喷射混凝土。

16.4.9 土层开挖应符合下列规定：

1 应在完成土层加固、降排水后，进行开挖；宜用激光准直控制中线与外轮廓线；

2 应按施工设计确定的开挖方式开挖；管道内径小于 3m 的管道，宜选用正台阶法或全断面开挖；

3 每开挖一榀钢拱架长度，即应进行支护、喷锚；严禁超挖；

4 挖掘中，土层变化较大时，应及时控制开挖长度；在稳定性较差的地层中，应采用保留核心土的方法进行开挖，核心土的长度不宜小于 2.5m；

5 停止开挖时，应以喷射混凝土封闭开挖面；在稳定性差的地层中，工作面开挖后，应

及时用喷射混凝土封闭。如停止作业时间较长，封闭措施应按施工设计施作；

6 同一管道以两个开挖面相向开挖时，当开挖面相距约 2 倍管径时，应停止一个开挖面作业，进行封闭，由另一开挖面作贯通开挖；

7 整个管段未完成开挖及初期混凝土衬砌、防水前，不得停止降排水；

8 土层开挖质量应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

16.5 初期衬砌

16.5.1 初期衬砌混凝土的强度应符合设计要求，并按设计要求留置变形缝，间距宜不大于 15m。

16.5.2 用于初期衬砌的支护钢筋格栅宜在工厂加工，其加工、安装质量应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

16.5.3 初期衬砌支护的钢架加工与安装，应符合下列规定：

1 钢架的型钢截面与钢架结构形式、加工尺寸应符合设计要求。可在现场预制，使用前应进行试拼装；

2 纵向应与管道断面垂直，倾角不大于 2°；

3 左右偏差为 30mm；

4 钢格架纵向安装间距偏差为 50mm。

16.5.4 初期衬砌的钢筋网铺设应符合下列规定：

1 网片应与钢筋格栅、钢架或锚杆联结牢固；

2 网片搭接长度不应小于 200mm；

3 钢筋网片采用双层钢筋网时，应在第一层敷设好后，在铺设第二层钢筋网片。

16.5.5 衬砌喷射混凝土应符合下列规定：

1 喷射混凝土应在钢筋格栅、钢架及钢筋网安装完成，符合要求后进行；

2 据管道规模、工程地质及水文地质、喷射量等条件确定喷射混凝土干喷、潮喷、湿喷施工的方式，宜优先采用湿喷方式；

3 不同部位喷射厚度应符合设计要求；

4 混凝土应符合下列规定：

1) 水泥宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；有特殊要求时，可采用特种水泥；

2) 细骨料应采用中砂或粗砂，细度模数宜大于 2.5，干拌法喷射时，骨料的含水率应保持恒定并不大于 6%；

3) 粗骨料应采用卵石或碎石，粒径不宜大于 12mm；

4) 喷射混凝土用的骨料级配料级配宜控制在下列表 16.5.5-1 所给范围内；

表 16.5.5-1 混凝土骨料通过各筛径的累计质量百分数

骨料通过量 (%)	筛孔直径 (mm)							
	0.15	0.30	0.60	1.20	2.50	5.00	10.00	15.00
优	5~7	10~15	17~22	23~31	34~43	50~60	73~82	100
良	4~8	5~22	13~31	18~41	26~54	40~70	62~90	100

5) 喷射混凝土应掺速凝剂，当使用碱性速凝剂时，不得使用含有活性二氧化硅的石料，且混凝土中各类材料的总含碱量应小于 3kg/m^3 ；氯离子含量不应超过胶凝材料总量的 0.1%。喷射混凝土宜采用无碱或低碱速凝剂；

6) 速凝剂质量应合格。速凝剂使用前应做与水泥的相溶性试验、水泥净浆凝结效果试验，初凝时间不应大于 3min，终凝时间不应大于 112min；掺加的喷射混凝土试件，28d 强度不应低于未掺加速凝剂强度的 90%；

7) 水质应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

5 混合料应符合下列规定：

1) 水泥与砂石重量比宜取 1：4.0~1：4.5；砂率宜取 45%~55%；速凝剂掺量应通过试验确定；

2) 原材料按重量计，其称量允许偏差：水泥和速凝剂均为 $\pm 2\%$ ；砂和石均为 $\pm 3\%$ ；

3) 混合料应用机械搅拌均匀，所用的材料应拌合均匀随用随拌。搅拌时间不得少于 120s，湿拌混合料的搅拌应在工厂或现场专门的混凝土搅拌站完成；

4) 干拌法喷射混凝土拌合料在运输、存放过程中，应采取防晒、防水措施、应严防水滴、大石块等杂物混入，装入喷射设备前应过筛。湿拌混凝土运输应使用搅拌运输车。喷射混凝土拌合物拌制后至喷射的最长间隔应符合下列表 16.5.5-2 的规定。

表 16.5.5-2 喷射混凝土拌合物拌制后至喷射的最长间隔

拌制方法	有无速凝剂	环境温度 ($^{\circ}\text{C}$)	喷射前拌合物最长停放时间 (min)
湿拌法	无	5~30	120
	无	>30~35	60
干拌法	有	5~30	20
	无	5~30	90
	有	>30~35	10
	无	>30~35	45

6 喷射混凝土前应做好下列准备工作：

1) 检查管道开挖断面尺寸，清除松动的浮石、土块和杂物，清除基脚下的堆积物；

2) 埋设控制喷射混凝土厚度的标志；

- 3) 作业区应有足够的通风、照明装置；
- 4) 作好降排水，地层如有积、渗水，应首先做好疏干；
- 5) 应确保喷射手与喷射设备司机之间的联系畅通，配备对讲机等通讯设备；
- 6) 喷射作业前应对设备、风水、输料管路及电缆线路进行全面检查及试运行；
- 7) 应用压缩空气，清扫遇水易潮解、泥化的面层。

7 混凝土作业应符合下列规定：

- 1) 喷射作业分段、分层进行，喷射顺序由下而上；
- 2) 喷射混凝土时，喷头与受喷面应保持垂直，喷头距受喷面距离不宜大于 1m；

3) 一次喷射混凝土的厚度：混凝土喷射厚度大于 100mm 时，应采用分层喷射；当分层喷射时，应在前一层喷混凝土终凝后进行。若在终凝 1h 后再进行喷射时，喷层表面应用风水清洗；喷射混凝土一次喷射厚度应符合下列表 16.5.5-3 的规定；

表 16.5.5-3 喷射混凝土一次喷射厚度（mm）

拌制方法	部位	掺速凝剂	不掺速凝剂
干拌	边墙	70~100	50~70
	拱部	50~60	30~40
湿拌	边墙	80~150	
	拱部	60~100	

4) 喷射混凝土应控制水灰比，保持喷层表面平整、光滑、无干斑或流淌滑坠现象。应采取减少喷射混凝土材料的回弹损失。

8 钢格栅、钢架、钢筋网的喷射混凝土保护层不应小于 20mm；

9 喷射混凝土的养护应在其终凝 2h 后进行。养护时间不小于 14 昼夜。冬期施工时不得用水养护。混凝土强度低于 6MPa，不得受冻；且用普通硅酸盐水泥制备的喷射混凝土强度不得低于设计强度的 40%；

10 地下工程喷射混凝土处于相对湿度 95% 以上的环境中时，可不进行养护；

11 冬期施工喷射混凝土，作业区环境温度应不低于 5℃；干混合料及水进入喷射机口温度应不低于 5℃；

12 初期衬砌，喷射混凝土的质量应符合下列规定：

1) 其喷层表面还应保持平整、圆顺、密实、无空鼓、无漏筋、无漏喷、无渗漏水、无裂缝。平整度允许偏差为+50mm；

2) 每个断面上检查点处的喷层厚度，有 60% 以上不小于设计厚度，其余点处的最小厚度不小于设计厚度的 1/2；同时该断面全部检查点喷层厚度平均值不应小于设计厚度；

3) 喷射混凝土的强度应符合设计要求。

12 喷射混凝土厚度检查应符合下列规定：

1) 喷层厚度可用钻孔法或其他有效方法检查；

2) 管道每 20m 检查一个断面，每断面以拱部中线开始，每间隔 2~3m 设一个点，但每一检查断面的拱部不应少于 3 个点，总计不应少于 5 个点。

13 喷射混凝土强度检验应以抗压强度为主要指标；

1) 试件制作组数：对同一配合比管道拱部和侧墙每 20m 各取一组；

2) 试件应在喷射现场抽样制取；标准养护检验 R_{28} 抗压强度。

16.5.6 喷射混凝土机具设备应符合下列规定：

1 喷射设备应参考工程特点、基底条件、混凝土配合比以及喷射方量等施工条件进行选择。

2 湿拌法喷射设备的性能应符合下列规定：

1) 具有良好的密封性和连续均匀输料能力；

2) 生产能力不宜小于 $5\text{m}^3/\text{h}$ ，允许输送骨料的粒径不宜大于 15mm；

3) 输料水平距离不宜小于 30m，输料竖向距离不宜小于 20m；

4) 机旁粉尘应不小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

3 干拌法喷射设备

1) 具有良好的密闭性和连续均匀输料能力；

2) 生产能力宜大于 $3\text{m}^3/\text{h}$ ，允许输送骨料的粒径不宜大于 20mm；

3) 输送距离水平不宜小于 100m，垂直输料距离不宜小于 30m。

4 空压机：泵送型湿拌喷射混凝土用空气压缩机的供风量不应小于 $4\text{m}^3/\text{min}$ ；风送型湿拌混凝土机的供风量不应小于 $12\text{m}^3/\text{min}$ ；干拌法喷射混凝土用空气压缩机的供风量不应小于 $9\text{m}^3/\text{min}$ ；

5 输送管：应能承受 0.8MPa 以上压力，并具有良好的耐磨性能；

6 供水系统：干拌法喷射混凝土施工应保证喷头处水压不低于 0.15MPa。

16.5.7 每次喷射混凝土前，应检查机械设备系统状况，试车良好，方可作业；完成喷射作业后，应清理、维护、整修各机械设备系统；作业中发现设备系统异常，应及时修理。

16.5.8 操作人员应穿着安全防护衣具。

16.5.9 管道初期衬砌混凝土闭合并达到设计强度后，应进行背后注浆，注浆作业应符合下列规定：

1 初期衬砌的背后注浆作业距开挖面的距离不宜小于 5m；

2 注浆管宜布置在拱顶至两侧起拱线以上的范围内；

3 浆液材料、配合比和注浆压力应符合设计或施工组织设计要求。

16.5.10 初期衬砌应尽早闭合。大断面分部开挖的每一阶段应通过施作临时仰拱或横隔板达到闭合。中隔壁、临时仰拱、横隔板等临时性支护，应在管道周边的初期衬砌完成后，方可拆除。

16.6 监控量测

16.6.1 监控量测工作应编入施工组织设计，基本项目包括：

- 1 开挖面地质和支护状态的观察；
- 2 拱顶、地表下沉值；
- 3 管道拱脚水平收敛值。

16.6.2 管道内初设的测点，应紧跟工作面，离工作面距离不宜大于 2m，宜在工作面开挖以后 24h 测得初始值。

16.6.3 地表下沉监控点，布设在地面沿拱中线及其他规定位置。量测频率应根据被测数据变化趋势等具体情况确定和调整。

16.6.4 将量测数据及时绘制成时态曲线，并注明当时管道施工情况，以分析测点变形规律。

16.6.5 时态曲线呈现下列特征，应认为管道达到基本稳定。

- 1 拱脚收敛趋于稳定，水平收敛速度小于 0.2mm/d；
- 2 拱顶垂直位移速度小于 0.1mm/d。

16.6.6 时态曲线呈现下列特征，应认为管道处于不稳定状态，应及时采取措施。

- 1 时态曲线的变化长时间没有变缓的趋势；
- 2 量测数据有突变或不断增大的趋势；
- 3 支护变形过大或出现明显的受力裂缝。

16.7 防水层

16.7.1 防水层应在初期支护基本稳定，并检查合格，结合二衬施工施作。

16.7.2 排水管道宜采用柔性防水层。柔性防水层材料应符合设计要求。

16.7.3 防水层施工应符合下列规定：

1 在初期衬砌混凝土铺设防水层，应先清理混凝土表面，剔除尖、突部位，并用水泥砂浆压实、找平，防水层铺设基面凹凸高差不应大于 50mm，基面阴阳角应处理成圆角或钝角，圆弧半径不宜小于 50mm；

2 防水卷材铺设应符合下列规定：

- 1) 初期衬砌经验收合格；
- 2) 衬垫铺设合格并经验收后，方可铺设防水卷材；
- 3) 防水卷材应牢固地固定在初期衬砌面上。当采用软塑料类防水卷材时，宜采用热焊固定在垫圈上；

4) 防水卷材应采用专门热合机焊接；采用双焊缝搭接，焊缝宽不应小于 10mm；焊缝应均匀连续；

- 5) 防水卷材宜环向铺设，卷材环向与纵向搭接宽度不应小于 100mm；

- 6) 相邻两幅防水卷材的接缝应错开布置,并错开结构转角处。错开距离不宜小于 600mm;
- 7) 焊缝不得有漏焊、假焊、焊焦、焊穿等现象。焊缝应经充气试验,气压 0.15MPa 经 3min 其下降值不大于 20%,可认为合格。

3 铺设防水层前,应先在初期衬砌表面铺设衬垫,当铺设塑料类时,衬垫应符合下列规定:

- 1) 衬垫宜选用厚度为 4~5mm 的聚乙烯泡沫塑料板;
- 2) 衬垫材料应直顺,用垫圈固定,钉牢在基面上;固定衬垫的垫圈,应与防水卷材同材质,并焊接牢固;
- 3) 衬垫固定时宜交错布置。间距应符合设计要求;固定钉距防水卷材外边缘的距离不应小于 500mm;
- 4) 衬垫材料搭接宽度不宜小于 50mm。

16.8 二次衬砌

16.8.1 二次衬砌应在初期衬砌验收合格,土层变形基本稳定的条件下修筑。防水层应配合二次衬砌施作。

16.8.2 二次衬砌施工中,应采取措施保护防水层完好。

16.8.3 二次衬砌伸缩缝的设置应根据设计与初期支护变形缝位置重合;止水带安装应在两侧加设支撑筋,并固定牢固,浇筑混凝土时不得有移动位置、卷边、跑灰等现象。

16.8.4 二次衬砌模板施工应符合下列规定:

- 1 模板和支架的强度、刚度和稳定性应满足设计要求。使用前应经过检查,重复使用时应经修整;
- 2 模板支搭的允许偏差应符合现行北京市地方标准《排水管(渠)工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定;
- 3 模板支架预留沉落量为 10~30mm;
- 4 模板接缝应拼接严密,不得漏浆;
- 5 二次衬砌变形缝端头模板处的填缝中心应与初期支护变形缝位置重合,端头模板支立应垂直、牢固。

16.8.5 应制定混凝土浇筑方案。划分浇筑部位,混凝土应从下向上浇筑。做好施工缝处理。宜采用泵送混凝土浇筑。

16.8.6 二次衬砌混凝土灌注应符合下列规定:

- 1 二次衬砌混凝土灌注前,应对所立模板的外形尺寸、中线、标高、各种预埋件等进行隐蔽工程检查,并填写记录。检查合格后,方向进行灌注;
- 2 各部位应对称浇筑,振捣器不得触及防水层;

3 混凝土应振捣密实；

4 施工缝应采取措施进行处理；

5 泵送混凝土应符合下列规定：

1) 混凝土坍落度宜采用 160～200mm；

2) 骨料粒径宜选用碎石级配，最大粒径 $\leq 25\text{mm}$ ；

3) 外加剂宜选用减水型、缓凝型，其掺量应经试验确定。掺加防水剂、微膨胀剂时应以动态运转试验控制掺量；

4) 混凝土的总含碱量应小于 3kg/m^3 。

6 应在二次衬砌混凝土浇筑现场取样制作试件。每 30m^3 混凝土或不足 30m^3 时，每台班取样制作 2 组试件，进行标养，供作 R_7 、 R_{28} 强度检验。控制现场施工的与现场同条件养护试件，由施工设计确定。

16.8.7 二次衬砌混凝土拆模时间，应据结构断面形式确定。矩形断面、侧墙应达到设计强度标准值的 70%；顶板应达到 100%。

16.8.8 二次衬砌的质量应符合现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 的规定。

17 非开挖修复

17.1 一般规定

17.1.1 本章适用于采用增加管道内壁涂层、内衬管、现场拼制管材或固化内衬软管材料形成管道等非开挖方法对既有给排水管道进行修复施工的给排水管道工程。

17.1.2 施工方案编制应依据既有管道检测评估报告和设计文件。在编制前应对既有给排水管道的材质、施工方法、使用状况、外观尺寸、内壁损坏程度、清理工作需求情况，以及地上交通条件、周边建（构）筑物、障碍物等环境情况资料进行核实确认并留存影像记录。

17.1.3 施工单位在施工组织设计中应充分考虑既有管道内的作业环境特点以及周边环境、交通条件与施工的相互影响，并根据工程特点、工艺要求合理选用施工设备，确定总体施工布置方案。

17.1.4 非开挖修复工程施工应按有限空间作业要求执行。

17.1.5 施工期间需采取临时导水、断水措施时，应提前通知管道的管理单位，并不应影响公共用户的正常使用。

17.1.6 非开挖修复工程施工前，应对结构状况检测发现的局部缺陷进行预处理，采用专用工具或局部开挖的方式清除管内影响施工的障碍。

17.1.7 非开挖修复工程施工作业完成后，应及时清理现场垃圾和工具，并对受到施工影响的检查井、支线进行复原处理，满足管线运行安全要求。

17.1.8 修复工程中使用的主要原材料、成品、半成品的产品质量应满足设计要求，并应符合现行国家有关产品标准的规定。

17.2 工作井

17.2.1 工作井的位置在满足工艺要求 and 环境要求的前提下宜优先选择利用既有井室。选择位置时应避让重要交通路段、地上建（构）筑物及其他地下管线或构筑物。

17.2.2 利用井室结构作为工作井时，应符合下列规定：

- 1 井室结构强度应能承受修复施工时设备或管道所产生的作用力或符合设计要求；
- 2 井室周边其他管线应位于修复施工时所产生作用力的应力影响范围以外或符合设计要求；
- 3 井室上口应满足设备、人员、材料进出使用要求，不能满足时可采取临时拆改措施，并在完工时及时恢复。恢复部分应满足设计要求，设计无要求时应按原状恢复。

17.2.3 工作井宽度、长度应满足修复工艺设备、材料及施工操作和支护的要求。应结合修复方法、修复管段长度、地下物情况及对周边环境影响等因素选择新开工作井的位置。

17.3 既有管道预处理

17.3.1 修复作业时应按检测评估报告、设计文件和工艺条件要求对管道内部状况进行复检，对局部缺陷进行预处理，清除影响施工质量的淤泥、杂质，排水或导水，达到工艺要求的施工条件并应符合设计要求。

17.3.2 要求无水作业条件的修复工艺，施工前应采取断水或导水措施，并应按设计要求或修复工艺需要进行疏通、除锈与清洗。

17.3.3 应采用专用设备、工具清除管内影响内衬施工的障碍，包括锈蚀剥离、露筋变形、树根、混凝土等明显突出物或附着物；应封堵漏水部位，满足施工要求。

17.3.4 管道除锈、清洗时，不得对管壁造成剥蚀、刻槽、裂缝及穿孔等损坏。

17.3.5 复检后和预处理作业中发现与设计文件要求不符的情况时，应停止预处理作业并与设计沟通。

17.4 涂层法

17.4.1 施工前应检查备料种类、数量和配比情况，保证满足计划作业量的需求；应检查喷涂、送风、动力等机具的可靠性。

17.4.2 应按设计要求的配比、温度等控制指标配制喷涂材料；配制拌合后的喷涂材料宜进行试喷，并应在初凝前使用。

17.4.3 水泥砂浆喷涂作业应符合下列规定：

1 当给水管线采用机械喷涂施工工艺时，对弯头、三通、闸阀附近等特殊部位可采用手工涂抹，并以光滑的渐变段与机械喷涂部分相接；

2 应按单层喷涂厚度控制机械行走速度，宜保持匀速，同一工作长度内应减少或避免停顿；

3 喷涂的水泥砂浆达到终凝后，应立即进行保湿养护，保持涂层湿润状态时间应在 7d 以上；达到设计要求的养护期限后，应及时投入使用；

4 水泥砂浆喷涂作业结束后，应对喷涂端口与既有管道进行连接处理或采取封堵包覆等措施。

17.4.4 化学涂料喷涂作业应符合下列规定：

1 喷涂作业的最低环境温度、硬化或固化温度、时间应符合设计要求或产品说明；

2 空气喷涂作业时应按顺序操作：涂料注入涂料机、涂料机与空压机相连、打开阀门和气阀、待喷管吹出涂料、正常喷涂；

3 离心喷涂作业时应按需调整涂料管压力并控制喷涂车的运行速度、减少停顿；

4 通过多次喷涂达到设计内衬厚度时，每遍喷涂应在前一遍喷涂层达到表干后进行。

17.5 穿插管法

17.5.1 施工前应检查所使用穿插管、缩径管或折叠管等管材，管材的型号、材质、长度、接口形式应符合设计要求，外观不得存在可见的裂缝、孔洞、划伤、夹杂物、变形等缺陷。

17.5.2 内衬管可通过牵引、顶推或两者结合的方法置入既有管道中。动力设备牵引、顶推速度与内衬管送入既有管道应配合同步，内衬管道受力应与管道轴线重合或平行。

17.5.3 在内衬管穿插时应对既有管道端口、牵引或顶推连接端、内衬管接触部位采取保护措施，不得损伤内衬管。

17.5.4 连续管道穿插施工应符合下列规定：

- 1 内衬管牵拉应匀速、可控，在管道有弯曲或变形较大的管道段，施工应减慢速度；
- 2 一个施工段的牵拉操作宜一次完成，不宜中途停止；
- 3 牵拉时最大牵拉力不应大于内衬管的设计拉力，无设计值时最大牵拉力不应大于内衬管允许拉力的 50%；
- 4 内衬管道牵拉就位应考虑应力变形和热胀冷缩的变形量；就位后宜经过 24h 的应力恢复后方可进行后续操作。

17.5.5 不连续内衬管（短管）穿插施工应符合下列规定：

- 1 内衬管顶推或牵拉时应匀速、可控；一个施工管段宜在同一连续作业时段内完成；
- 2 顶推或牵拉时最大作用力不应大于内衬管的设计压力或拉力以及接口的允许最小拉力，无设计值时最大顶推或牵拉力不应大于内衬管允许压力或拉力的 50%；
- 3 内衬管道顶推或牵拉就位应考虑应力变形和热胀冷缩的变形量；就位后宜经过 24h 的应力恢复后方可进行后续操作；
- 4 顶推作业应保证形成的内衬管平顺，不宜出现“蛇形”变形和起伏；
- 5 接口连接时，连接方式和操作应符合设计、工艺或加工厂家的要求。

17.5.6 穿插管工艺带水作业时，水位和流速应根据作业安全和修复质量要求确定。

17.5.7 内衬管穿插完成后，应将管道两端切割整齐，在修复管道端部处应对既有管道和内衬管之间的环状间隙进行密封处理。

17.5.8 当在内衬管与原管道的环状间隙注浆时，应符合下列规定：

- 1 注浆前应采取保护措施避免浆液泄漏进入支管或从注浆孔、内衬接头处泄漏；注浆后应密封注浆孔，并对管道端口进行处理，使其平整；
- 2 注浆压力应小于内衬管可承受的外压力；如条件不能满足时，应对内衬管进行支护或采取其他保护措施；
- 3 浆液应具有较强的流动性，并满足固化过程收缩量小、放热量低的要求；
- 4 注浆应饱满、无空隙，且不得造成内衬管的移动和变形；每一作业管段的注浆均应一

次完成。

17.5.9 施工中应同步完成相关记录和检验，包括牵引或顶推力大小和速度、内衬管长度和拉伸率、就位后静置时间、内衬管与既有管道间隙注浆量等。

17.6 原位固化法

17.6.1 内衬软管的储存与运输应符合下列规定：

1 内衬软管在施工现场浸渍以及储存和运送过程中，应按内衬软管生产厂商的要求控制作业环境温度和储存、运送温度；

2 内衬软管运至施工现场后、开始下井或进入管道作业前，应采取控温措施或在临时储运控温环境中存放。

17.6.2 内衬软管以翻转方式置入待修复管道应符合下列规定：

1 翻转压力值应在使内衬软管充分扩展所需最小压力和内衬软管所能承受的最大内部压力之间，并应符合内衬软管材料的指标要求；

2 翻转过程应连续、匀速，压力保持稳定；

3 内衬软管翻转后伸出既有管道两端的长度应大于 1m。

17.6.3 内衬软管以牵拉方式置入待修复管道应符合下列规定：

1 拉入内衬软管前应在旧管道内铺设垫膜；垫膜应置于旧管道底部，宽度宜覆盖大于 1/3 的管道周长，两端应固定牢固；

2 拉入内衬软管应在所有管口衬垫保护垫膜，在改变牵引方向的井口、管口等处设置固定的滚动转向支撑装置；

3 拉入启动时的最大拉力应小于内衬软管的允许最大拉力，牵拉机械、索具与内衬软管连接应牢固，连接点不得撕裂；

4 牵拉过程应连续、匀速，拉入速度宜控制在 5m/min 以内，送入端与牵拉设备操作端应有及时、通畅的联络措施；

5 内衬软管拉入结束后伸出既有管道两端的长度不宜小于 500mm，管口处贴合应紧密。

17.6.4 以充气方式扩张内衬管时，两端应安装牢固的扎头装置，且露出管道部分的内衬管应有防止过度膨胀措施。充气装置应装有控制和显示压缩空气压力的装置，内衬管端部宜安装调压阀。充气、放气时应符合下列规定：

1 内衬软管充气前应检查充气管、测压管与扎头装置的连接牢固性和密封性；

2 应缓慢打开充气阀门、平稳进气，实时观察记录内衬管内的气压值；

3 充气的最终压力应能使内衬管充分膨胀并紧贴旧管道内壁，最佳充气压力应以内衬管供应商品使用说明或设计提供为准；

4 内衬管内气压上升到最终压力后应进行保压控制，直到内衬管固化结束，固化结束后

应缓慢降低管内压力至大气压。

17.6.5 内衬软管采用热固化时，应符合下列规定：

- 1 固化过程中应对温度进行测量和监控；
- 2 热水应从标高较低的端口通入，蒸汽应从标高较高的端口通入；
- 3 固化温度应均匀升高，固化所需的温度和时间及温度升高速度宜按内衬材料生产商提供数据，可根据修复管段的材质、环境温度等情况进行适当调整；
- 4 固化完成后内衬管应逐渐降温，降温接近管道周围土壤温度后逐步释放内衬管内压力至大气压力；其后的降温应保持内衬管与外界大气连通，不得形成负压。

17.6.6 内衬软管采用紫外光固化时，应符合下列规定：

- 1 应根据内衬管管径和壁厚合理控制紫外光灯的前进速度，固化应完全；
- 2 固化过程中内衬管内应保持压力稳定；固化完成后应缓慢降低管内压力至大气压；
- 3 应详细实时地记录固化过程中管内压力、温度和紫外光发生装置的巡航速度等参数，并提供固化前后过程的影像资料；
- 4 固化完成并冷却至常温后应及时拆除扎头、充气、检测装置和紫外线光发生装置等。

17.6.7 内衬管端头应切除多余的内衬管并切割整齐。应检查管口处旧管道与内衬管的粘合情况，环形缝隙处应充填速凝型树脂混合物进行密封处理。

17.7 现场制管法

17.7.1 制管材料的尺寸、性能、存储、运输条件等应满足现场作业条件的要求；进场前应进行抽样检测，相关试验应符合设计要求，进场后应在现场验收并合格。

17.7.2 在同一个修复管段内应使用相同型号、同一生产厂家的管材或型材，管材或型材不得存在可见的裂缝、孔洞、划伤、夹杂物、变形等缺陷。

17.7.3 使用机械设备进行拼装施工时，施工前应检验设备完好情况和材料准备情况，施工时一个管段应以连续作业方式完成。

17.7.4 内衬管拼装完成后，应将管道两端切割整齐，在修复管道端部处应采用具有弹性和防水性能的材料对既有管道和内衬管之间的环状间隙进行密封处理。

17.7.5 当在内衬管与原管道的环状间隙注浆时应符合本规程第 17.5.8 条规定。

18 附属构筑物

18.1 一般规定

18.1.1 本章适用于给水管道（输配管网）、排水管道工程中的各类井室、支墩、雨水口工程。管道中涉及的小型提升泵房及其取水口、排放口构筑物应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的有关规定。

18.1.2 管道附属构筑物的位置、结构类型和构造尺寸等应按设计文件施工。

18.1.3 砌筑附属构筑物所用原材料、砌筑工艺，除符合本章的规定外，尚应遵守本规程 10.2 节砌体砌筑渠道施工工艺的有关规定；现浇混凝土附属构筑物所用材料、工艺，除符合本章的规定外，尚应遵守本规程 10.3 节现浇钢筋混凝土渠道施工工艺的有关规定。

18.1.4 管道附属构筑物的基础（包括支墩侧基）应建在原状土上，当原状土地基松软或被扰动时，应按设计要求进行地基处理。

18.1.5 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。

18.1.6 井室砌完后，应及时安装检查井盖板或井盖。

18.1.7 在道路面上的井盖面应与路面平齐；井室设置在绿地、农田内，其井盖宜高出地面 300mm 左右。

18.1.8 井室及沟槽回填土前，应将所有未接通预留管洞口堵死。

18.2 检查井及闸井

18.2.1 检查井、闸井的混凝土基础应与管道基础同时浇筑；施工应满足本规程第 9.2.2 条规定。检查井基础混凝土强度达到设计要求且表面清理干净方可砌筑井内流槽。

18.2.2 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 混凝土类管道、金属类无压管道穿过井壁时，其管外壁与砌筑井壁预留洞之间为刚性连接时水泥砂浆应坐浆饱满、密实；

2 金属类压力管道穿过井壁时，井壁预留洞应预设防水套管，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 化学建材管道宜采用中介层法与井壁预留洞连接；

4 对于现浇混凝土结构井室，井壁预留洞四周应振捣密实；

5 排水管道接入检查井时，管口外缘与井内壁平齐；砌筑结构井室的预留洞口应做加固处理。

18.2.3 砌筑结构检查井及闸井砌筑应符合下列规定：

1 排水管道检查井内的流槽，宜与井壁同时进行砌筑；有预留支管的检查井砌井时，应按设计将预留管做好；当采用砌块砌筑时，表面应用砂浆分层压实抹光，流槽应与上、下游管道接顺；

2 砌筑时，对接入的支管应随砌随安，管口宜伸入井内 30mm。不得将截断管端放在井内，预留管口应封堵严密，封口抹平，封堵便于拆除；

3 砌筑圆井应随时掌握直径尺寸，进行收口时，应按设计要求的位置设置钢筋混凝土梁进行收口；四面收口的每层砖不应超过 30mm；三面收口的每层砖不应超过 40~50mm。圆井筒的楔形缝应以适宜的砖块填塞，砌筑砂浆应饱满；

4 模块砌筑检查井、闸井井壁砌体底层模块的灌孔混凝土需与底板混凝土同步浇筑；灌孔混凝土应连续灌注，灌注的控制高度：当模块宽度小于或等于 300mm 时，不宜超过 15 层；当模块宽度大于或等于 400mm 时，不宜超过 20 层，且混凝土应分层捣固，确保灌孔混凝土密实；

5 检查井及闸井内的踏步，安装前应刷防锈剂，在砌筑时用砂浆埋固，砂浆未凝固前不得踩踏；

6 砌筑检查井及闸井的内壁应用原浆勾缝，有抹面要求时，内壁抹面应分层压实，外壁用砂浆搓缝应密实；

7 有闭水要求的排水管道检查井，回填土前应进行管道、井体的一体闭水试验。闭水试验要求见本规程 9.6 节有关规定；

8 有闭水要求的检查井经闭水合格、隐蔽验收后，方可进行回填土。回填土要求见本规程第 6.7.8 条规定；

9 砌筑给水管道的闸井前，应核对井位中心线与闸门安装中心线位置；井室顶板上的人孔位置设置，应便于闸门启闭及人员出入；井室应有足够的闸门安装操作、维修空间，具体尺寸应符合设计要求；

10 当闸井内设置排水（泥）管时，排水（泥）管按排水管道要求敷设，接入指定排水（泥）井内；排水（泥）井底应比接入排水管底低不小于 300mm；消火栓、排泥阀、泄水阀等管道附件排水（泥）时，不得在排放过程中冲刷附件基础；

11 砌筑井室质量应符合下列规定：

1) 井壁砌筑应位置准确，灰浆饱满，灰缝平整，不得有通缝、瞎缝，抹面应压光，不得有空鼓、裂缝等现象；

2) 井内流槽应平顺圆滑，不得有建筑垃圾等杂物；

3) 砂浆标号应符合设计要求，配比准确；

4) 井室盖板尺寸及预留孔位置应正确，压墙尺寸符合设计要求，勾缝整齐；

5) 踏步应安装牢固、位置正确；

6) 井圈、井盖应完整无损，安装稳固，位置准确。

18.2.4 预制装配式检查井、闸井安装应符合下列规定：

- 1 应根据设计文件规定的井位桩号、井内底高程，确定砂砾石垫层顶面高程、检查井井口高程、配管中心高程等参数，控制施工；
- 2 应按设计文件要求核对运至现场的预制检查井构件的类型、编号、数量等。井壁预留的短管接口应尺寸、位置准确，工作面光滑、平整；
- 3 井室地基不得扰动。砂浆垫层厚度应符合设计要求。垫层长度、宽度尺寸应比预制混凝土底板的长、宽尺寸各大 100mm。垫层夯实后用水平尺校平，并使垫层顶面高程符合设计文件要求，垫层应留预沉量；
- 4 预制检查井底板、井室、井筒等构件均应标示吊装轴线标记；
- 5 宜用专用吊具进行底板吊装。底板应水平就位，底板就位后，应对轴线及高程进行测量，底板轴线位置安装允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ 、底板高程允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ ；
- 6 井室、井筒应在底板安装位置经检验合格后进行安装。安装前应清除底板上的灰尘和杂物；并按标示的轴线进行井室和顶板安装；
- 7 井室吊装时，应使管道承口位于检查井的进水方向；插口位于检查井的出水方向；
- 8 底板与井室或井壁、井室或井壁与盖板安装就位后，应将预埋联接件联接牢固，做好防腐；边缝均应润湿后，用 1: 2 水泥砂浆填充密实，并做 45°抹角；
- 9 井筒、井口吊装前应清除企口上的灰尘和杂物；企口部位湿润后，用 1: 2 水泥砂浆座浆约厚 10mm。吊装时应使踏步的位置符合设计要求；
- 10 检查井预制构件全部就位后，用 1: 2 水泥砂浆对所有接缝里外勾平缝；
- 11 检查井和管道采用刚性联接时，管节端面宜与井内壁平齐，不得凸出，回缩量不得大于 50mm；井壁预留孔与管节外壁间间隙，应按设计要求填塞；设计未规定时，宜用石棉水泥捻缝；再用水泥砂浆将管节与井内壁接顺，井外壁做 45°抹角；
- 12 柔性连接使用的密封胶圈，其材质应采用耐腐蚀的排水管专用密封橡胶，其性能及外形尺寸应符合设计要求；胶圈应安装稳固，止水严密可靠；
- 13 设有预留短管的预制构件，其与管道的连接应按本规程第 8 章的有关规定执行；
- 14 有闭水要求的排水管道检查井的闭水试验，见本规程第 18.2.3-7 条规定；
- 15 有闭水要求的检查井回填土，见本规程第 18.2.3-8 条规定；
- 16 给水管道的闸井井位及人孔设置，见本规程第 18.2.3-9 条规定；
- 17 给水管道检查井应按设计要求施作井室内流槽，将上、下游管道接顺；
- 18 应根据路面高程及井圈顶高程，确定铸铁井口圈下混凝土垫层厚度，垫层混凝土为 C30 级；铸铁井口圈安装应与四周路面平顺；
- 19 预制检查井安装应符合下列规定：
 - 1) 底板与井室、井室与盖板的拼缝水泥砂浆填塞严密，抹角光滑、平整；水泥砂浆强度符合设计要求；

- 2) 井室及井筒尺寸符合设计要求;
- 3) 检查井与管道刚性接口连接, 环形间隙应均匀, 砂浆填塞密实、饱满;
- 4) 检查井与管道采用柔性接口连接, 胶圈应就位准确, 压缩均匀。

18.2.5 现浇钢筋混凝土检查井、闸井应符合下列规定:

- 1 应按设计位置设置井位;
- 2 当先施作检查井时, 应根据井底设计高程和接入管道尺寸、位置确定预留口尺寸与位置;
- 3 现浇检查井、闸井模板支设、钢筋加工与安装、混凝土及混凝土浇筑, 应符合本规程 10.3 节的有关规定;
- 4 现浇检查井、闸井施工及质量, 应符合本规程 18.1 节及第 18.2.1~18.2.3、18.2.5 条规定;
- 5 现浇检查井及闸井质量应符合下列规定:
 - 1) 混凝土抗压强度应符合设计要求;
 - 2) 井室位置及尺寸应符合设计要求, 预留孔、预埋件符合设计要求;
 - 3) 底板、墙面、顶板混凝土, 应振捣密实, 表面平整、光滑, 不得有裂缝、蜂窝、麻面、漏振现象。

18.3 雨水口

18.3.1 雨水口应与道路工程配合施工。

18.3.2 施工准备符合下列规定:

- 1 雨水口位置应按道路设计图确定;
- 2 应按雨水口位置及设计要求确定雨水支线管的槽位;
- 3 应按设计图纸要求, 选择砌筑或预制雨水口;
- 4 施工中应对雨水口加盖保证施工安全。

18.3.3 基础施工应符合下列规定:

- 1 应按设计雨水口位置及外形尺寸, 开挖雨水口槽, 开挖雨水口支管槽, 每侧宜留出 300~500mm 的肥槽;
- 2 槽底应夯实, 并及时浇筑混凝土基础;
- 3 采用预制雨水口时, 基础顶面宜铺设 20~30mm 厚的砂垫层。

18.3.4 砌筑雨水口应符合下列规定:

- 1 在基础上放出雨水口侧墙位置线, 并安放雨水口支管, 雨水口支管应直顺、无错口, 坡度符合设计要求; 雨水口支管端面露于雨水口内, 其露出长度不得大于 20mm, 管端面应完整无破损;

2 雨水口与检查井的连接管的坡度应符合设计要求,管道铺设应符合本规程第 9 章的有关规定;

3 砌筑雨水口应灰浆饱满,随砌随勾缝;

4 雨水口内应保持清洁,砌筑时应随砌随清理,砌筑完成后及时加盖,保证安全;

5 雨水口底应用水泥砂浆抹出雨水口泛水坡;

6 雨水口四周回填土,应在完成勾缝、防渗抹面后进行。

18.3.5 预制雨水口安装应符合下列规定:

1 预制雨水口安装应牢固,平面位置与高程准确;

2 预制雨水口与检查井的连接管与雨水口壁连接处,应填抹密实;

3 雨水口支管安装及预制雨水口回填施工应符合本规程第 18.3.4 条规定。

18.3.6 路下雨水口、雨水支管应根据设计要求浇筑混凝土基础。坐落于道路基层内的雨水支管应做 C25 混凝土全包封,且在包封混凝土达到 75%强度前,不得放行交通,施工车辆通过应采取保护措施。

18.3.7 雨水口施工质量应符合下列规定:

1 雨水口位置符合设计要求;内壁勾缝应直顺、坚实,不得漏勾、脱落;

2 井框、井篦应完整、无损,安装平稳、牢固;

3 井周回填应符合本规程第 6 章的有关规定;

4 支管应直顺,管内应清洁,不得有错口、反坡、管内接口灰浆外露的“舌头灰”、存水及破损现象。管端面应完整无破损与井壁平齐。

18.4 支 墩

18.4.1 管道及管件的支墩和锚定结构应按设计要求施工,位置准确,锚定牢固。支墩应有足够的体积和稳定性,并有锚固装置固定配件;钢制锚固件应采取相应的防腐处理;当阀门关闭时可能产生轴向推力,支墩还应该具有支承轴向推力的能力。

18.4.2 支墩应在原状土地基或原状土沟槽边坡上修筑。无原状土作后背墙时,应采取措施保证支墩在受力情况下,不致破坏管道接口。采用砌筑支墩时,原状土与支墩之间应采用砂浆填塞。

18.4.3 支墩应在管道接口做完,管道位置固定后修筑。在土壤摩擦阻力较小,或管道坡度较大地段施工,应及时采取加固措施,并按设计施工支墩。

18.4.4 支墩施工前,应将支墩部位管道、管件表面清理干净。

18.4.5 现浇混凝土支墩,应振捣密实;砌筑支墩管道、管件与支墩间隙,应在砂浆填实,并抹“八字”。

18.4.6 管道安装过程中的临时固定支架,应在支墩的砌筑砂浆或混凝土达到规定强度后方

可拆除。

18.4.7 施工设置的临时支墩，应修筑在密实的土基或坚固的基础上。其后背应与原状土或基背紧密相接，原状土与支墩间应用砂浆填塞；当无原状土后背采用砌筑支墩时，应采取措
施建立人工后背。

18.4.8 临时支墩承载力应进行施工设计。

18.4.9 管件、管道支墩施工完毕，并达到强度要求后，方可进行水压试验。

18.4.10 支墩质量应符合下列规定：

- 1 支墩地基承载力、位置符合设计要求；支墩无位移、沉降；
- 2 混凝土支墩应表面平整、密实；砖砌支墩应灰缝饱满，无通缝现象，其表面抹灰应平
整、密实；
- 3 支墩支承面与管道外壁接触紧密，无松动、滑移现象。

附录 A 管道闭水试验

A.0.1 闭水法试验应符合下列程序：

- 1 试验管段灌满水后混凝土管浸泡时间不应少于 24h，化工管浸泡时间不应少于 12h；
- 2 试验水位应按本规程第 9.6.6 条的规定确定；
- 3 试验水头达规定水头时开始计时，观测管道的渗水量，直至观测结束时，应不断地向试验管段内补水，保持试验水头恒定。渗水量的观测时间不得小于 30min；
- 4 实测渗水量应按下式（A.0.1）计算：

$$q = \frac{W}{T \cdot L} \quad (\text{A.0.1})$$

式中： q ——实测渗水量（L/min·km）；

W ——补水量（L）；

T ——实测渗水观测时间（min）；

L ——试验管段的长度（m）。

A.0.2 闭水试验应作记录，记录表格应符合下列表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 管道闭水试验记录表

工程名称				试验日期		年 月 日	
桩号及地段							
管道内径（mm）		管材种类		接口种类		试验段长度（m）	
试验段上游设计水头（m）		试验水头（m）		允许渗水量[m³/（24h·km）]			
渗水量测定记录	次数	观测起始时间 t_1	观测结束时间 t_2	恒压时间 T （min）	恒压时间内补入的水量 W （L）	实测渗水量 q [L/（min·km）]	
	1						
	2						
	3						
	折合平均实测渗水量[L/（min·km）]						
外观记录							
评语							

施工单位：

试验负责人：

监理单位：

设计单位：

建设单位：

记录员：

附录 B 管道闭气试验

B.0.1 试验方法

将进行闭气试验的排水管道两端用管堵{充气压力（0.15~0.2）MPa}密封，然后向管道内充入空气至一定的压力，在规定闭气时间测定管道内压降值。

B.0.2 试验步骤

- 1 对闭气试验的排水管道两端与管堵接触部分的内壁应进行处理，使其清洁光滑；
- 2 分别将管堵安装在管道两端，每端接上压力表和充气嘴；
- 3 用打气筒给管堵充气，加压至（0.15~0.20）MPa 将管道密封，用喷洒发泡液检查管堵密封情况并处理；
- 4 用空气压缩机向管道内充气至 3000Pa，关闭气阀，使气压趋于稳定；用喷雾器喷洒发泡液检查管堵对管口的密封情况，管堵对管口完全密封后，目测管体内的气压；管体内气压从 3000Pa 降至 2000Pa 历时不少于 5 分钟，即可认为稳定。气压下降较快时，可适当补气。下降太慢时，可适当放气；
- 5 根据不同管径的规定闭气时间，测定并记录管道内气压从 2000Pa 下降后的压力表读数，其下降到 1500Pa 的时间不得少于下列表 B.0.2-1 的规定。管道闭气试验记录格式参见下列表 B.0.2-2；
- 6 管道闭气试验完毕，首先排除管道内的气体，再排除管堵内的气体，最后卸下管堵；
- 7 管道闭气试验的工艺流程参见下列图 B.0.2 的规定。

表 B.0.2-1 排水管道闭气试验标准

序号	管径（mm）	管内压力（Pa）		规定闭气时间（Sec）
		起点	终点	
1	300	2000	≥1500	105
2	400			135
3	500			160
4	600			180
5	700			210
6	800			240
7	900			275
8	1000			320
9	1100			385
10	1200			480

注：时间单位为秒（Sec）。

表 B.0.2-2 管道闭气试验记录表

工程名称

年 月 日

序号	桩号（0+xx～0+xx）	管径（mm）	规定闭气时间内的实测压降（Pa）	实测压力自2000Pa 降到1500Pa 的时间（Sec）	标准规定闭气时间（Sec）	试验评定结果	备注（管材及气象情况等）
1							
2							
3							
4							
5							
6							

审核：

观测：

记录：

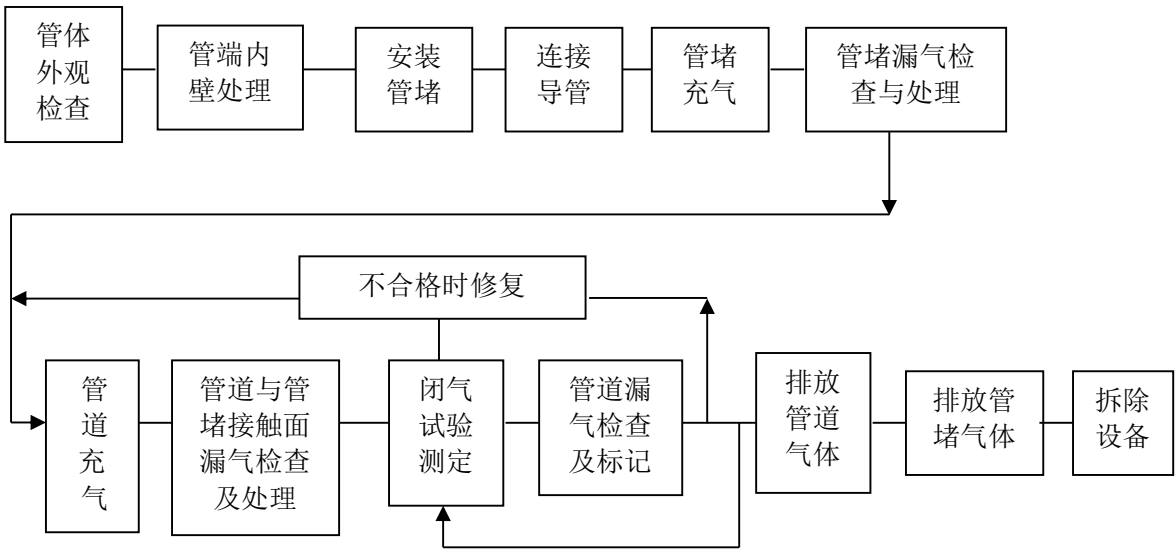


图 B.0.2 管道闭气试验流程示意框图

B.0.3 管道闭气试验常用设备见下列表 B.0.3。

表 B.0.3 管道闭气试验设备参考

序号	名称	规格	数量
1	管道密封管堵	Φ300mm~Φ1200mm	各 2 个
2	空气压缩机	ZV-0.1—0.3/7 型	1 台
3	打气筒		1 个
4	膜盒压力表	0~4000Pa	1 个
5	普通压力表	0~0.4MPa	2 个
6	喷雾器		1 个
7	秒表		1 块

B.0.4 检验管堵与管体密封情况时，可用喷雾器喷洒发泡液，发泡液的配合比参见下列表 B.0.4。

表 B.0.4 发泡液配合比参考表

温度 (℃)	水 (kg)	TIF-表面活性剂 (kg)	M3-防冻剂 (kg)
0 以上	100	0.4	
0~-5	100	4.9	17.5
-5~-10	100	5.9	42.4
-10~-15	100	7.1	71.4

附录 C 混凝土结构无压管道渗水量测与评定方法

C.0.1 混凝土结构无压管道渗水量测与评定适用于下列条件：

- 1 大口径（ $D_i \geq 1500\text{mm}$ ）钢筋混凝土结构的无压管道；
- 2 地下水位高于管道顶部；
- 3 检查结果应符合设计要求的防水等级标准；无设计要求时，不得有滴漏、线流现象。

C.0.2 漏水调查应符合下列规定：

- 1 施工单位应提供管道工程的“管内表面的结构展开图”；
- 2 “管内表面的结构展开图”应按下列要求进行详细标示：
 - 1) 检查中发现的裂缝，并标明其位置、宽度、长度和渗漏水程度；
 - 2) 经修补、堵漏的渗漏水部位；
 - 3) 有渗漏水，但满足设计防水等级标准允许渗漏要求而无需修补的部位。
- 3 经检查、核对标示好的“管内表面的结构展开图”应纳入竣工验收资料。

C.0.3 渗漏水程度描述使用的术语、定义和标识符号，可按下列表 C.0.3 采用。

表 C.0.3 渗漏水程度描述使用的术语、定义和标识符号

术语	定 义	标识符号
湿渍	混凝土管道内壁，呈现明显色泽变化的潮湿斑；在通风条件下潮湿斑可消失，即蒸发量大于渗入量的状态。	#
渗水	水从混凝土管道内壁渗出，在内壁上可观察到明显的流挂水膜范围；在通风条件下水膜也不会消失，即渗入量大于蒸发量的状态。	○
水珠	悬挂在混凝土管道内壁顶部的水珠、管道内侧壁渗漏水用细短棒引流并悬挂在其底部的水珠，其滴落间隔时间超过 1min；渗漏水用干棉纱能够拭干，但短时间内可观察到擦拭部位从湿润至水渗出的变化。	◇
滴漏	悬挂在混凝土管道内壁顶部的水珠、管道内侧壁渗漏水用细短棒引流并悬挂在其底部的水珠，具滴落速度每 min 至少 1 滴；渗漏水用干棉纱不易拭干，且短时间内可明显观察到擦拭部位有水渗出和集聚的变化。	▽
线流	指渗漏水呈线流、流淌或喷水状态。	↓

C.0.4 管道内有结露现象时，不宜进行渗漏水检测。

C.0.5 管道内壁表面渗漏水程度宜采用下列检测方法：

1 湿渍点：用手触摸湿斑，无水分浸润感觉；用吸墨纸或报纸贴附，纸不变颜色；检查时，用粉笔勾划出施渍范围，然后用钢尺测量长宽并计算面积，标示在“管内表面的结构展开图”；

2 渗水点：用手触摸可感觉到水分浸润，手上会沾有水分；用吸墨纸或报纸贴附，纸会浸润变颜色；检查时，要用粉笔勾划出渗水范围，然后用钢尺测量长宽并计算面积，标示在“管内表面的结构展开图”；

3 水珠、滴漏、线流等漏水点宜采用下列方法检测:

1) 管道顶部可直接用有刻度的容器收集测量;侧壁或底部可用带有密封缘口的规定尺寸方框,安装在测量的部位,将渗漏水导入量测容器内或直接量测方框内的水位;计算单位时间的渗漏水(单位为 L/mm 或 L/h 等),并将每个漏水点位置、单位时间的渗漏水标示在“管内表面的结构展开图”;

2) 直接检测有困难时,允许通过目测计取每分钟或数分钟内的滴落数目,计算出该点的渗漏量;据实践经验:漏水每分钟滴落速度 3~4 滴时,24h 的渗漏水量为 1L;如果滴落速度每分钟大于 300 滴。则形成连续细流;

3) 应采用国际上通用的 L/(m²·d) 标准单位;

4) 管道内壁表面积等于管道内周长与管道延长的乘积。

C.0.6 管道总渗漏水量的量测可采用下列方法,并应通过计算换算成 L/(m²·d) 标准单位:

1 集水井积水量测法:测量在设定时间内的集水井水位上升数值,通过计算得出渗水量;

2 管道最低处积水量测法:测量在设定时间内的最低处水位上升数值,通过计算得出渗水量;

3 有流动水的管道内设量水堰法:量测水堰上开设的 V 形槽口水流量,然后计算得出渗水量;

4 通过专用排水泵的运转,计算专用排水泵的工作时间、排水量,并将排水量换算成渗漏量。

本标准用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可：

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：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3 表示允许有选择，在条件许可时，应这样做：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样作的词均采用“可”。

4 条文中说明必须按其他有关标准执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……的要求（或规定）”。非必须按所指定的标准执行的写法为：“可参照……的要求（或规定）”。

引用标准名录

- 《焊接接头拉伸试验方法》（GB/T 2651）
- 《焊接接头弯曲试验方法》（GB/T 2653）
- 《石油沥青脆点测定法 弗拉斯法》（GB/T 4510）
- 《起重机械安全规程》（GB 6067）
- 《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》（GB/T 21246）
- 《工程测量规范》（GB 50026）
- 《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB 50069）
- 《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB 50141）
- 《砌体结构工程施工质量验收规范》（GB 50203）
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB 50268）
- 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》（GB 50202）
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）
- 《给水排水工程管道结构设计规范》（GB 50332）
- 《混凝土外加剂应用技术规范》（GB 50119）
- 《通用硅酸盐水泥》（GB 175）
- 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》（GB/T 1596）
- 《非合金钢及细晶粒钢焊条》（GB/T 5117）
- 《热强钢焊条》（GB/T 5118）
- 《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》（GB/T 1499.1）
- 《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》（GB/T 1499.2）
- 《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》（GB/T 1499.3）
- 《混凝土外加剂》（GB 8076）
- 《建设用砂》（GB/T 14684）
- 《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ 1）
- 《气泡混合轻质土填筑工程技术规程》（CJJ/T 177）
- 《建筑基坑支护技术规程》（DB11/489）
- 《排水管（渠）工程施工质量检验标准》（DB11/1071）
- 《地下工程建设中城镇排水设施保护技术规程》（DB11/T 1276）
- 《碾压式土石坝施工规范》（DL/T 5129）
- 《混凝土小型空心砌块和混凝土砖砌筑砂浆》（JC 860）
- 《混凝土砌块（砖）砌体用灌孔混凝土》（JC 861）

《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46）

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》（JGJ 52）

《混凝土用水标准》（JGJ 63）

《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79）

《涂装前钢材表面处理规范》（SY/T 0407）

北京市标准

给水排水管道工程施工技术规程

DB11/T XXXX-201X

条文说明

条文说明

目 录

1 总则.....	179
2 术语.....	179
3 基本规定.....	179
4 测量.....	180
5 地下水控制.....	181
6 土方工程.....	181
7 下管.....	182
8 给水管道铺设.....	182
9 排水管道铺设.....	183
10 渠道.....	184
12 顶管施工.....	184
13 水平定向钻施工.....	188
14 夯管施工.....	189
15 盾构法施工.....	189
16 浅埋暗挖施工.....	190
17 非开挖修复.....	190
18 附属构筑物.....	192

1 总则

1.0.2 室内外给排水管道的界线，以室外检查井或闸阀分界，排水管道以污水排出建筑物外部的第一个检查井（含检查井）的管道视为外部管道；给水管道以供水管道进入建筑物前的第一个闸阀井（含闸阀井）之外的管道视为外部管道。

2 术语

2.0.1 压力管道定义为管道内输送的介质是在压力状态下运行，工作压力大于或等于 0.1MPa 的给排水管道；并以此来界定压力管道和无压管道。

2.0.3~2.0.6 刚性管道、柔性管道、刚性接口和柔性接口的术语参考了现行国家标准《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268；在结构设计上柔性管道、刚性管道的区分主要是考虑或不考虑管道和管周土体弹性抗力共同承担荷载。柔性管道失效通常由管道的环向变形过大造成，因而在工程施工涉及到基础处理与回填要求不同。

2.0.7 近年来，化学建材管发展较快，应用于给排水工程的管道品种日益增多，如单体浇铸尼龙-钢复合管（CJ/T 438）、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）管（CECS 270），纤维增强聚丙烯（FRPP）加筋管（QB/T 4011）等，既有常用的聚氯乙烯等材料的管道品种也有较多发展，如丙烯酸共聚聚氯乙烯管（CJ/T 218）、抗冲改性聚氯乙烯（PVC-M）管（CJ/T 272）、抗冲抗压双轴取向聚氯乙烯（PVC-O）管（CJ/T 445）等，纤维增强塑料管也不仅局限于热固性塑料材质，热塑性管材也有相应发展，故在参考了现行国家标准《纤维增强塑料术语》GB/T 3961 等标准的基础上，将纤维增强热固性塑料管和纤维增强热塑性塑料管统一称纤维增强塑料管。

3 基本规定

3.0.2 本条根据给排水管道工程施工的特点，强调施工准备中对现场沿线及周围环境进行调查，以便了解并掌握地下管线等建（构）筑物真实资料；是基于近年来的工程实践经验与教训而做出的规定。

3.0.3 工程施工项目应实行审查、会审（设计交底）和签证制度，这是工程施工准备中重要环节；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 对施工组织设计和施工方案的编制以及审批程序做出规定。对于施工组织设计和施工

方案审批程序，各行业均有不同的规定，本标准不宜对此进行统一的规定，而强调其内容要求和按“规定程序”审批后执行。

3.0.6 为施工测量条文，本次修订没有增加更多内容，主要考虑施工测量已有现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 和现行行业标准《城市测量规范》CJJ 8 的具体规定，本标准仅列出专业的基本规定。

3.0.7 本条规定工程所用的管材、管件、构（配）件和主要原材料等产品应执行进场验收制和复验制，验收合格后方可使用。

3.0.8 给排水管道工程所使用的管材、管道附件及其他材料的品种类型较多、产品规格不统一，产品质量会直接影响工程结构安全、使用功能及环境保护。为此，管材、管件及其他材料应符合国家有关的产品标准。为保障人民身体健康，供应生活饮用水管道的卫生性能应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的规定。本标准提倡应用新材料、新技术、新工艺，严禁使用国家明令淘汰、禁用的产品。

3.0.11 本条根据住房和城乡建设部的有关规定，施工单位应取得安全生产许可证，且对安全风险较高的分项工程和特种作业应制定专项施工方案。

3.0.14 为强调基槽部位的施工安全特别制定。依据现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 中 3.0.1 的规定：给排水管道主体采用开槽施工的沟槽或基坑，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复杂的基坑工程以及其他需要监测的基坑工程应实施监控量测。

3.0.15 土方开挖前应制定监测方案，包括监测项目、监测布点、监测方法、监测频率等内容，并随施工展开监测。监测频率可以依据施工方法、施工周边环境情况、支护设计情况、规范设计要求等综合考虑后制定。

3.0.17 本条给出了给排水管道工程施工质量控制基本规定：

第 1 款强调工程施工中各分项工程应按照施工技术标准进行质量控制，且在完成后进行检验（自检）；

第 2 款强调各分项工程之间应进行交接检验（互检），所有隐蔽分项工程应进行隐蔽验收，规定未经检验或验收不合格不得进行其后分项工程或下道工序。分项工程和工序在概念上应有所不同的，一项分项工程由一道或若干工序组成，不应视同使用。

4 测量

4.2.5 根据目前北京市工程建设现状情况，依据现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 中“3.2 卫星定位测量”新增本条，主要针对卫星定位测量控制网的主要技术指标、布设、设计、选点、基本技术要求及外业测设等内容提出了要求。

5 地下水控制

5.1.1 施工降水是指在建设工程施工过程中,采用管井、井点等方法抽排地下水的施工措施。传统施工控制地下水一般采用施工降水的方法。由于水资源日益稀缺,为保护地下水,北京市住建委和市水务局于 2007 年印发《北京市建设工程施工降水管理办法》(京建科教【2007】1158 号),要求自 2008 年 3 月 1 日起,本市所有新开工的工程限制进行施工降水,推广采用帷幕隔水方法。因地下结构、地层及地下水、施工条件和技术等原因,使得采用帷幕隔水方法很难实施或者虽能实施,但增加的工程投资明显不合理的,施工降水方案须通过专家评审。专家评审方案内容之一为:采用帷幕隔水方法不可行的依据和理由是否充分。2012 年北京市发布《北京市节约用水办法》(第 244 号政府令),第三十二条规定,新建、改建、扩建建设项目的建设单位应当采取措施,限制施工降水:确需进行施工降水的,应当按照本市有关规定执行,并按照地下水资源费标准缴费。2013 年北京市发布《北京市建设工程施工现场管理办法》(第 247 号政府令),第二十二条规定,新建、改建、扩建建设项目严格限制施工降水。确需要进行降水的,施工单位应当按照规定组织专家论证审查,取得排水许可,并依法缴纳地下水资源费。

依据现行北京市地方标准《城市建设工程地下水控制技术规范》DB11/1115 中 3.2.5-2 长度和直径比大于 100 且埋深不大于 10m 的市政管线基坑工程,可选择降水方法。

5.1.4 施工现场应综合利用工地抽排的全部地下水,减少资源浪费。降水应优先用于工地钢筋混凝土的养护、降尘、冲厕、工地车辆的洗刷等方面;剩余部分,施工单位应主动与园林、环卫部门和居民社区联系,将其用于周边指定绿地、景观及环境卫生。

5.2.1 支护结构采用排桩时,可采用高压喷射注浆与排桩相互咬合的组合帷幕。对碎石土、杂填土、泥炭质土或地下水流速较大时,宜通过试验确定高压喷射注浆帷幕的适用性。

6 土方工程

6.1.1 根据《中华人民共和国建筑法》第四十条“建设单位应当向建筑施工企业提供与施工现场相关的地下管线资料,建筑施工企业应当采取措施加以保护”的规定制定本条。

6.1.2 本规程涉及一般沟槽开挖支护的有关内容,增加大型给排水管道工程还涉及到围堰、深基坑(槽)围护、地基处理等工程,应执行现行国家标准《给水排水构筑物施工及验收规范》GB 50141、《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的规定。

7 下管

7.1.12 本条规定了不同管材的管节堆放层数与层高，本规程表 7.1.12 管节堆放层数与层高的规定取自工程实践的经验资料，无具体规定时参照执行。

7.2.6 根据北京市环境保护及文明施工有关要求，依据现行行业标准《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146 中 4.4.2 条，新增本条内容，施工现场宜选用低噪音、低振动的设备，强噪声设备宜设置在远离居民区的一侧，并采用隔声、吸声材料搭设防护棚或屏障，推广使用低噪声机械设备，减少扰民。

7.2.7 根据北京市关于起重吊装作业的有关要求，依据现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59 中 3.18.1 条，新增本条内容，起重吊装检查评定应符合现行国家标准《起重机械安全规程》GB 6067 的规定。

7.2.8 根据北京市关于起重吊装作业的有关要求，依据现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59 中 3.18.2 条，新增本条内容，起重吊装检查评定保证项目应包括：施工方案、起重机械、钢丝绳与地锚、索具、作业环境、作业人员。一般项目应包括：起重吊装、高处作业、构件码放、警戒监护。

7.2.9 根据北京市大气治理的有关要求，依据现行行业标准《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146 中 4.2.10 条，新增本条内容。施工现场的机械设备、车辆的尾气排放应符合国家和北京市环保排放标准。

8 给水管道铺设

8.2.3 球墨铸铁管柔性接口胶圈按照现行国家标准《水及燃气管道用球墨铸铁管、管件和附件》GB 13295 的规定执行。

8.3.9 安装接口时，应设专人检查胶圈就位状况，发现就位不匀，应停止顶拉，调整胶圈位置均匀后，再继续顶拉，胶圈达到承、插口工作面预定的位置后，停止顶、拉，立即用机具将接口锁定。（本条将原来施工过程描述删除。）

8.4.2 安装就位，放松紧管器具后进行下列检查：1) 复核管节的高程和中心线，并应符合设计要求；2) 用特定钢尺插入承插口之间检查橡胶圈各部的环向位置，确认橡胶圈在同一深度；3) 接口处承口周围不应有胀裂现象；4) 橡胶圈应无脱槽、挤出等现象。（本条主要对技术要求的说法进行调整，保持文字简洁、明了。）

8.6.10 施工中，应将插口对准承口，保持管节的平直，用安装机具，将管安装至插口标线；插入阻力过大，应将管节插口端拔出，调整胶圈重新安装；用塞尺顺承口间隙插入，沿管周检查橡胶圈安装是否正常。

8.10.5 石油沥青涂料应符合下列规定：1) 沥青应采用建筑 10 号石油沥青；2) 玻璃布应采用干燥、脱腊、无捻、封边、网状平纹、中碱的玻璃布；当采用石油沥青涂料时，其经纬密度应根据环境温度选用 8 根×8 根/cm²~12 根×12 根/cm² 的玻璃布见下列表 8.10.5-1；3) 外包保护层应采用可适应环境温度变化的聚氯乙烯工业薄膜，其厚度宜为 0.2mm，拉伸强度大于或等于 14.7N/mm²，断裂伸长率应大于或等于 200%。

表 8.10.5-1 玻璃布经纬密度的选择

施工环境温度（℃）	玻璃布经纬密度（根/cm）
<25	8×8
25~35	10×10
>35	12×12

石油沥青涂料的配制应符合下列规定：1) 底层与面层涂料应采用同一标号的沥青配制，底层涂料沥青与汽油的体积比例应为 1：2~3；汽油应经沉淀、脱水；2) 涂料宜采用建筑 10 号石油沥青配制。其性能应符合下列表 8.10.5-2 的规定。

环氧煤沥青涂料，宜采用双组份，常温固化型的涂料，其性能应符合现行行业标准《埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准》SY/T 0447 的规定。

表 8.10.5-2 石油沥青防腐涂料性能

项 目	指 标	现行国家标准试验方法
软化点（℃）环球法	95	石油沥青软化点测定法
针入度（1/10mm）	5~20	石油沥青针入测定法
延度（mm）	>10	石油沥青延度测定度

9 排水管道铺设

9.1.2 根据现行行业标准《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143 中 5.1.3 条内容，增加塑料排水管道进场检验项目。

9.2.2 根据现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中 5.2 节内容，新增混凝土基础施工要求。

9.6.1~9.6.10 根据现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 中 9.1、9.2 节内容，对闭水试验的具体要求进行修改。

9.7.1~9.7.4 根据现行北京市地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 中 9.3 节内容，新增管道闭气试验的具体要求。

10 渠道

10.1.1~10.1.6 总结北京地区渠道施工的具体情况，归纳增加渠道“一般规定”。

10.2.12~10.2.39 根据目前北京市地方设计、施工情况及现行行业标准《排水工程混凝土模块砌体结构技术规程》CJJ/T 230 中 3.1、3.2、4.1 及 6 节有关条款增加有关混凝土模块砌体渠道施工要求。

10.3.1 根据现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 中 6.2.6 条内容，对原条款钢筋混凝土原材料要求进行修改。

10.3.3 根据现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 中 6.2.4 条内容，对原条款钢筋加工、安装施工要求进行修改。

10.3.4 根据现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 中 6.2.1 条内容，对原条款模板支搭施工要求进行修改。。

10.5.2 参照现行北京地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071 中的 9.2.1 条，增加渠道闭水试验的适用范围。

12 顶管施工

12.1.1 本条强调顶管施工前应进行现场沿线的调查，仔细核对建设单位提供的工程勘察报告，特别是对既有地下管线和建（构）筑物应人工挖探孔（通称坑探）确定其准确位置，以免施工造成损坏。

12.1.2 顶管施工的始发井、接收井通称为工作井，进出工作井是施工过程的关键环节；在工作井内，施工设备按设计高程及坡度从井壁预留洞口进入土层的施工过程定义为“出工作井”；反之，施工设备从土层中进入工作井壁预留洞口并完全脱离预留洞口的过程定义为“进工作井”。本规程所称的顶管机包括机械顶管的机头和人工顶管的工具管。

12.1.3~12.1.5 施工方法选择：

1 敞开式顶管机。

1) 机械式：

指采用机械方法掘进的顶管机。如全断面切削的顶管机，遇岩层用滚刀，硬土层用切削刀。挖掘机械可固定，也可移动，适用于整体稳定性好的地层，如胶结土层和强风化岩等。

2) 挤压式：

依靠顶力挤压出泥的顶管机。最适用于具有流塑性较好的软土层，在这层土中施工效率很高。网格挤压式是挤压式的一种，在机头上加设网格，达到更好的稳定土体。

3) 人工挖掘式：

这是一种最简单的顶管机，工作面一目了然，排障容易。适用于土体稳定、地下水较少、易开挖的土体。

2 平衡类顶管机。

1) 土压平衡式：

普通土压平衡式最佳使用土层是淤泥和流塑性的粘性土，带加泥装置的可用于粉性土，但施工时用于淤泥和流塑性的粘性土，仍是最“可靠、经济、环保”。加泥是辅助手段。加泥不但增加施工成本，而且还会影响工期，如操作不当，会增加设备负荷。如在流砂层加泥，螺旋输送机出口容易产生喷发，增加施工的危险性。如果主要土层是粉性土，则不应采用土压平衡式，而应改用泥水平衡式。

2) 泥水平衡式：

普通泥水平衡式可用于淤泥和粘性土、粉质土、粉土、砂土，适用土层较广，最佳使用土层是粉质土和渗透系数小的砂性土。但施工最“可靠、经济、环保”的土层是粉性土和渗透系数较小的砂性土。泥水平衡式用于粘粒含量较高的土层，泥分离困难，废泥浆很多，对环境污染较大；用于渗透系数较大的砂性土，进水管中的运载液要改用化学泥浆，随着渗透系数的继续增加，运载液要改用特殊的化学泥浆，这样会提高施工成本。虽然泥水平衡式的最佳土层也可采用气压平衡式，但气压平衡出泥效率低、施工成本高。

3) 气压平衡式：

气压平衡式可用于淤泥和粘性土、粉质土、粉土、砂土，与泥水平衡基本一致，适用土层也较广，最佳使用土层是有障碍物的复杂土层。但施工最“可靠、经济、环保”的地层是渗透系数较大的砂土（渗透系数比泥水平衡大）。在渗透系数较大的砂土中施工，采用气压平衡式不需要另加措施，而采用泥水平衡式要付出运载液改用高分子化学泥浆后的高额代价，另外还要污染环境。

3 顶管施工应根据工程具体情况采用下列技术措施：

1) 一次顶进距离大于 100m 时，应采用中继间技术；

2) 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；

3) 长距离顶管应采用激光定向等测量控制技术。

12.1.6 本条规定了顶管施工顶力应满足的条件，一般来说只要顶进的顶力大于顶进的阻力，管道就能正常顶进。顶进的阻力增大时，由于管节和工作井后背墙的结构性能不可能无限制（也没有必要）的增加，继续增加顶力也毫无意义，更何况顶进设备的自身能力也有一定的限度。因此在确定施工最大允许顶力时，应综合考虑管材力学性能、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。

12.1.7 由于地质条件的复杂、多变等不确定因素，顶进阻力计算（也可称为估算）很复杂，且实践性很强，因此本条规定，应首先采用当地应用成熟的经验公式。当无当地的经验公式

时,可采用本条给出的计算公式(12.1.7)进行计算。该公式与原“规程”公式(11.1.7)不同点在于:

1 本规程公式(12.1.7),顶力即顶进阻力 F_p 为顶进 L 长度的管道外壁摩擦阻力(pD_0Lf_k)与工具管迎面阻力(N_F)两部分之和。原“规程”公式(11.1.7),顶力为 L 长度的管道自重与周围土层之间的阻力、 L 长度的管道周围土压力对管道产生的阻力和工具管迎面阻力三部分之和。

2 本规程公式(12.1.7)中 f_k 为管道外壁与土的单位面积平均摩阻力,单位为 kN/m^2 ,通过试验确定,有表可查;对于采用触变泥浆减阻技术的可参照表 12.1.7-2 选用;原“规程”公式(11.1.7),则需计算管道自重与土压力之和,然后乘以 f 摩擦系数。

3 本规程公式(12.1.7), N_F 为顶管机的迎面阻力,单位为 kN 。不同类型顶管机的迎面阻力可参照表 12.1.7-1 选择计算式。原“规程”公式(11.1.7)中顶管机迎面阻力 P_F 需按照原“规程”表 11.1.7-2 计算。

经工程实践计算对比证明,本规程的计算公式计算较为简便、实用。

12.1.8 本规程所指的长距离顶管是指一次顶进长度 300m 以上并设置中继间的顶管施工。施工最大顶力有可能超过管材或工作井的允许顶力时,应考虑采用中继间和管道外壁润滑减阻等施工技术措施,计算应留出一定的安全系数,以确保顶管施工顺利进行。

12.1.9 对后背承载面积的核算,建议首先用 12.1.9-1 款,根据北京地区经验估算,然后用 12.1.9-2 款的理论公式核算。如估算面积小于理论计算值时,以理论公式核算的后背面积为准。

12.1.13 地面临时堆放的渣土应按照北京地区相关规定,制定如遮盖、定期洒水除尘等相应的文明施工措施。

12.2.1 工作井承受千斤顶的推力,应满足在顶力和周边水土压力作用下的强度和变形要求。工作井变形过大就必然导致顶管轴线偏移,如果用土坑或板桩替代工作井一定要慎重。

12.2.2 圆形工作井受力性能好,特别适用于超深的情况,而矩形井则适用于多根管平行顶进的工作井,可根据使用功能选择。

12.2.4 工作井的围护结构应考虑工程水文地质条件、工程环境、结构受力、施工安全等因素。并经技术经济比较选用钢木支撑、喷锚支护、钢板桩、钻孔灌注桩、加筋水泥土搅拌桩、沉井、地下连续墙等形式。

12.2.5 接收井的尺寸满足工艺管道的连接要求,以及顶管机拆除吊出的尺寸要求。确定顶管工作井长度所需的各种平衡类顶管机的参考长度如下:

小于 DN1000mm 的小直径顶管机长度为 3.5m。

大中直径顶管机长度大于或等于 5.5m。

12.2.9 装配式后背墙指用方木、型钢、钢板或其他材料加工的构件,在现场组合而成的后

背墙。人工后背墙指钢板桩、沉井和连续墙等非原状土后背墙。

12.3.5 起重设备的选择应满足以下要求：

- 1 根据管材及顶管机的重量、工期、场地，选择适宜的卷扬机或汽车起重机；
- 2 选择起重设备应满足顶管机和顶进设备的拆卸、土方和管材的垂直运输。

12.3.6 本条款第 4 条，主顶千斤顶的选择与安装应满足以下要求：

- 1 安装在顶进工作井中的支架上，并与管道中心的铅垂面对称；
- 2 偶数个数的千斤顶规格应相同、缸体伸出速度应同步；
- 3 使用压力不得大于其额定的工作压力，伸出的最大行程，应小于其油缸行程 100mm。

本条款第 9 条，轴流风扇通风的缺点是噪声较大，管道越小噪声越大，在较长距离顶管中不宜采用。压缩空气通风不但可降低噪声，而且输送距离长应优先采用。顶管内有害气体超标时人员应迅速撤离，使空气有害气体含量达标时，才能恢复施工。

12.4.15 本条第 3 款规定了顶管顶进结束后，须进行泥浆置换；特别是管道穿越道路、铁路等重要设施时，填充注浆后应使用雷达探测等方法检测。

12.4.18 本条第 1 款规定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，以便发现偏差；顶管机姿态应包括其轴线空间位置、垂直方向倾角、水平方向偏转角、机身自转的转角。

第 5 款规定了纠偏基本要领：及时纠偏和小角度纠偏；挖土纠偏和调整顶进合力方向纠偏；刀盘式顶管机纠偏时，可采用调整挖土方法、调整顶进合力方向、改变切削刀盘的转动方向、在管内相对于机头旋转的反向增加配重等措施。

12.6.2 触变泥浆注浆工艺要求是保证顶进时管道外壁与土体之间形成稳定的、连续的泥浆套，其效果可通过顶力降低程度来验证。

12.6.4 触变泥浆注浆系统应由拌浆装置、注浆装置、注浆管道系统等组成，本条给出其布置、安装和运行的基本规定；制浆装置容积计算时宜按 5~10 倍管道外壁与其周围土层之间环形间隙的体积来设置拌浆装置、注浆装置。

12.6.8 由于机械化顶管的顶进速度较快，减阻浆液的流逝速度也随之加快，为保证管外壁形成完整的减阻泥浆套，顶管机尾部需要及时补充浆液，因此需要在顶管机尾部的后续几节管节连续设置注浆孔，便于浆液的及时补充。

12.7.5 本条给出了管道曲线顶进顶力计算和最小曲率半径的计算，以及顶进的具体规定。管节接口的最大允许转角有表可查或在产品技术参数中提供。曲线顶管的测量是很关键的，除采用先进仪器设备外，还应由专业测绘单位承担，以保证曲线顶进的顺利进行。

13 水平定向钻施工

13.1.1 先勘察后设计是工程应遵守的程序，了解地层条件和地下埋设物的分布情况极为重要。同时，勘察工作也是保障施工安全和环境保护的需要，并关系到施工方法和设备的选择。工程勘察应符合现行国家和地方现行有关标准的规定。水平定向钻法管道穿越工程勘察应分阶段进行，当工程规模较小时可进行一次详勘。施工过程中若发现勘察报告有不足部分，施工单位可向建设单位提出补充勘察。工程勘察、地下管线和建（构）筑物探测可按现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289 和现行行业标准《市政工程勘察规范》CJJ 56、《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 等的相关规定执行。

13.1.2 水平定向钻法对使用的管材材质有严格要求，推荐使用钢管、PE 管、PVC-U 管和 MPP 管等柔性管材；目前部分刚性管材通过特殊设计的承拉接头也可以采用水平定向钻法进行敷设。管材质量应符合现行国家有关标准的相关规定，可参考的标准有现行国家标准《结构用无缝钢管》GB/T 8162 和现行行业标准《非开挖铺设用高密度聚乙烯排水管》CJ/T 358。

13.1.3 水平定向钻法一般用于不具备开挖条件的管道敷设工程。由于在钻进过程中，钻孔仅通过泥浆来维持稳定，在穿越重要设施如建（构）筑物、铁路、高等级公路、重要水域等时，应事先进行风险评估并根据评估结果采取相关安全防护措施，防止施工中可能出现的地面沉降、塌陷或地层压裂等造成的危害。

13.1.4 定向钻法施工方案包括下列主要内容：1) 定向钻的入土点、出土点位置选择；2) 钻进轨迹设计（入土角、出土角、管道轴向曲率半径要求）；3) 确定终孔孔径及扩孔次数，计算管道回拖力，管材的选用；4) 定向钻机、钻头、钻杆及扩孔头、拉管头等选用；5) 钻进液的配制及泥液系统的布置；6) 地面管道布置走向及管道材质、组对拼装、防腐层要求；7) 导向定位系统设备的选择及施工探测（测量）技术要求、控制措施；8) 周围环境保护及监控措施。

13.1.5 水平定向钻施工中产生的废弃物主要有泥浆、钻屑、油污等，若直接弃置会对周边环境造成污染，应按照现行国家和地方有关规定进行回收处理。夜间施工时，应采取措施减少噪音。

13.2.1 本条规定了定向钻先导孔轨迹设计应包含的主要内容。曲线段的曲率半径取决于管道特性、岩土层的造斜能力、机具设备的造斜能力及工程的整体性要求等综合因素。在各方面条件允许的情况下，曲率半径越大越好。

13.2.2 公式参考现行北京市地方标准《地下管线非开挖铺设工程施工及验收技术规程 第 1 部分：水平定向钻施工》DB11/T 594.1 中曲率半径计算方法。

13.2.3 公式参考现行北京市地方标准《地下管线非开挖铺设工程施工及验收技术规程 第 1 部分：水平定向钻施工》DB11/T 594.1 中入（出）土点计算方法。

13.2.4 公式参考现行北京市地方标准《地下管线非开挖铺设工程施工及验收技术规程 第 1

部分：水平定向钻施工》DB11/T 594.1 中回拖力计算方法。

13.3.2 每一种型号的水平定向钻机都有其能力范围。在选择钻机时，需要结合管道规格、地层特点等因素合理选用钻机，施工过程不宜超出钻机的能力极限。表 13.3.2-1、表 13.3.2-2、表 13.3.2-3 给施工人员提供了定向钻机设备的选型参考依据。

13.5.1 软土层可使用铣刀型扩孔钻头或组合型扩孔钻头，硬土层和岩层可使用组合型扩孔钻头、硬质合金扩孔钻头或牙轮扩孔钻头。

13.6.3 管道注浆应在回拖结束后进行，注浆前宜对管道进行定位；注浆宜通过注浆管进行，注浆管长度、管壁上注浆孔的数量与分布应根据地层条件、铺管直径与长度确定。注浆管应可靠固定在已铺设管道外侧；浆液宜以水泥浆液为主，其配比宜根据地层等条件确定，可适量加入粉煤灰、砂、缓凝剂等；注浆量不宜小于理论注浆量的 1.2 倍。

13.8.1 监测项目、监测要求等应满足设计要求。监测单位、监测方案的管理流程、监测记录、监测仪器、监测点、监测内容、监测频率应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 和现行北京市地方标准《地铁工程监控量测技术规程》DB11/490 的相关规定。穿越既有交通设施工程的监控量测应符合现行北京市地方标准《穿越既有道路设施工程技术要求》DB11/T 716 的规定。

14 夯管施工

14.1.1 夯管施工时，夯入钢管壁厚除设计有特殊要求外，应符合表 14.1.1 的规定。

14.1.2 地质核查的重点范围宜为待铺设管线中心线周围 2m。地质核查的内容应包含地质核查重点范围内的地层与地下水状况，施工影响区的地上及地下建（构）筑物，与待铺设管线相邻的其他管线的种类、管径及位置。

14.1.3 施工组织设计编写的内容应包括以下几个方面：1) 工作井位置选择、结构类型、尺寸要求及其进、出洞口技术措施；2) 计算锤击力，确定管材、规格；3) 夯管锤及辅助设备的选用及作业要求；4) 减阻技术措施；5) 管组对焊接、防腐层施工要求，外防腐层的保护措施；6) 施工测量技术要求、控制措施；7) 管内土排除方式；8) 周围环境控制要求及监控措施；9) 安全技术措施、应急预案。

15 盾构法施工

15.2.4 新增工作井预留洞门直径计算公式，引自现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 中 4.5.1 条的内容。

15.4.5 将原条款修改为“各系统的空载调试，然后应进行整机空载调试。”，参考自现行

国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 中 7.2.4 条的内容。

15.5.4 本条款第 4 条修改为“封堵和填充注浆，注浆完成后方可掘进”，参考现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 中 7.4.7 条的内容。

15.5.9 本条款第 1 条修改为“10m 范围内”，参照现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 中 7.9.4 条的内容。

15.5.11 本条款第 1 条修改为“液压缸分组控制或使用仿形刀适量超挖或反转刀盘等措施”，参照现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 中 7.7.1 条的内容。

15.9.7 新增本条款，参考现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中 6.4.12 条的内容。

16 浅埋暗挖施工

16.4.2 新增本条款第 1、2 条内容，参考现行北京市地方标准《城市轨道交通隧道工程注浆技术规程》DB11/1444 中 5.1 条的内容。

16.4.4 新增本条款第 6 条（1-4），参考现行北京市地方标准《城市轨道交通隧道工程注浆技术规程》DB11/1444 中 5.3 条的内容。

16.4.6 新增本条款关于超前管棚注浆加固土层要求，参考现行北京市地方标准《城市轨道交通隧道工程注浆技术规程》DB11/1444 中 6.3 条的内容。

16.4.7 新增本条款关于深孔止水注浆加固土层要求，参考现行北京市地方标准《城市轨道交通隧道工程注浆技术规程》DB11/1444 中 9.3 条的内容。

16.4.8 新增本条款第 1 条，参考现行电力企业标准《电力隧道浅埋暗挖法施工技术规程》Q/GDW02 中 8.3 条的内容；新增本条款第 1~11 条，参考现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 中 14.10 条的内容。

16.5.4 新增本条款第 3 条，参考现行国家标准《地下铁道工程施工标准》GB/T 51310 中 10.6.3 条的内容。

16.5.5 新增本条款第 4 条（1）、（2）、（5）、（6）、（7）项，参考现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB50086 中 6.2.1、6.2.2、6.2.4、6.2.7、4.4.6 条、现行行业标准《喷射混凝土应用技术规程》JGJ/T 372 中 3.3.1、3.4.1 条的内容。

17 非开挖修复

17.1.1 根据给排水管道性质的不同以及管道管径、内部状况、施工环境条件的不同，逐步发展出不同适用性的非开挖修复技术。根据工作原理和主要施工方式的不同，主要用于给排

水管道的修复工艺可以归纳为涂层法、穿插管法、原位固化法、现场制管法等四类。又由于实际作业工法、设备的不同，每类中又有不同的工艺方法，其特点和适用条件、范围有所不同，具体参见下列表 17.1.1 的规定。

17.1.1 非开挖修复方法的工艺、工法及适用范围

非开挖修复方法	非开挖修复工艺、工法	主要适用范围
涂层法	水泥砂浆涂层、环氧树脂涂层、聚酯树脂涂层、水泥基聚合物(聚脲)涂层。	管道及附属构筑物的防腐、防渗、水力条件改善。 适用管径：水泥砂浆涂层：≥100mm；环氧树脂、聚酯树脂涂层：≥75mm；水泥基聚合物涂层：≥800mm。
穿插管法	折叠内衬法、缩径法、短管插管法、胀管法、胀插管法。	管道的结构性修复及防腐、防渗、水力条件改善。 适用管径：折叠内衬：200mm~1400mm；缩径内衬：200mm~1400mm；插管：200mm~600mm。
原位固化法	翻转内衬（热水固化、热蒸汽固化）、紫外光固化法。	管道的结构性修复及防腐、防渗、水力条件改善。 适用管径：翻转内衬：200mm~2200mm；紫外光固化内衬：200mm~1600mm。
现场制管法	螺旋缠绕、不锈钢内衬、管片内衬（拼装）、贴壁内衬。	管道及附属构筑物的防腐、防渗、水力条件改善。 适用管径：螺旋缠绕：≥200mm 不锈钢内衬、管片内衬：≥800mm。

17.1.2 既有管道在设计过程中多处于使用状态，设计勘察距实际施工有一定的时间间隔，因此施工方案编制前应对设计的管道情况进行复核，包括管道的使用状况、外观尺寸、内壁损坏程度、清理工作需求情况，以及地上交通条件、周边建（构）筑物、障碍物等环境情况资料进行核实确认；管道内情况复核一般宜进行闭路电视管道检测。

17.1.4 给水管道非开挖修复的施工安全应按现行行业标准《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207 执行；排水管道非开挖修复的施工安全应按现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 执行。

17.1.8 二次加工形成的半成品管材通过修复工艺形成修复后的成品管道时，使用的原材料应为质量合格产品。用于生活饮用水管道修复时的原材料和修复后的成品均应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的有关规定。

17.3.1 在既有管道预处理或修复作业前，受处于使用状态、淤积、内表面被覆盖等情况的影响，通常设计文件对既有管道预处理的具体内容、位置、方式未能明确，需要结合修复作业同时进行确定或校核。因此，一般需要在对管道缺陷处理前，结合导水、清淤作业对管道结构缺陷或病害进行复核确认，确定预处理的内容和工作量，必要时与设计沟通。

不同类型的修复工艺对既有给排水管道的作业条件要求不同，主要工艺的作业条件要求或预处理后应达到的要求如下表17.3.1的规定。

17.3.1 非开挖修复工法预处理要求

非开挖修复工法	预处理要求
涂层法	管道内壁无破损（或局部预处理后）、无结垢、沉积、障碍物及尖锐凸起物；化学类涂层金属管内表面质量应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定》GB/T 8923的有关规定；内部干燥状况符合具体工艺要求。
穿插管法	管道内壁无影响衬入的沉积、结垢、障碍物，无尖锐凸起物。
原位固化法	管道内壁无明显附着物、尖锐凸起物、障碍物，管内不得有积水、淤泥。
现场制管法	管道内壁无影响衬入的沉积、结垢、障碍物及尖锐凸起物，管内壁保持干燥（贴壁内衬）。

17.4.1~17.4.4 在排水管道修复施工中化学材料涂层法由于对基底洁净度、干燥度要求较高，所以施工难度大、涂层附着质量不宜把控，在选用时比较慎重；在供水管道中对水泥内防腐修复是较经济、有效的修复方法，所以应用较多。

17.5.1~17.5.9 本规程中的穿插法包括连续穿插法和不连续穿插法两种施工方法，其中连续穿插法包括折叠内衬法、缩径法、胀管法等；不连续穿插法为短管插管法、胀插管法等。

折叠内衬法是采用牵拉的方法将压制成“C”型或“U”型的管道置入既有管道中，然后通过解除约束、加热、加压等方法使其恢复原状形成管道内衬的修复方法。

采用胀（裂）管设备从内部以液压动力切割、胀碎既有管道，将既有管道碎片挤入周围土体形成管孔，并同步拉入新管道对旧管道进行等径和扩径替换的胀插管法也属同类工艺，但一般应符合结构性修复更新的相关要求，同时对临近管道的影响应予以考虑。

17.6.1~17.6.7 原位固化法中内衬软管置入既有管道的方式分为翻转式和拉入式；固化方式分热固化或光固化两类，热固化主要有常温固化、热水固化、蒸汽固化，光固化目前常用紫外光固化。采用其他方式固化树脂内衬软管的修复方式也属原位固化法。

18 附属构筑物

18.1.1 增加本条款内容，参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268中 8.1.1 条的内容。

18.1.2 增加本条款内容，参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268中 8.1.2 条的内容。

18.1.4 增加本条款内容，参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268中 8.1.4 条的内容。

18.1.5 增加本条款内容，参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268中 8.1.5 条的内容。

18.2.2 本条款增加内容参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268，中介层法参照现行标准化协会标准《埋地硬聚氯乙烯排水管道工程技术规程》CECS 122 中 7.0.2 条的内容。

18.2.4 本条款修改第 12、13 条，参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中 8.2.4 条的内容。

18.4.1~18.4.2 增加本条款内容，参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中 8.3 条的内容。

18.4.10 增加本条款内容，参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268.5.3 条的内容。