

ICS 13.030.20

CCS Z 01

DB4401

广 州 市 地 方 标 准

DB4401/T 232—2023

市政排水管道设计施工技术规范

Code for design and construction of municipal sewers

2023-10-13 发布

2023-11-13 实施

广州市市场监督管理局 发布

目 次

前言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 符号和缩略语 3

5 总体要求 4

6 设计流量 5

 6.1 污水量 5

 6.2 雨水量 6

 6.3 合流污水量和截流倍数 8

7 排水管道设计 8

 7.1 一般规定 9

 7.2 水力计算 9

 7.3 管道 11

 7.4 倒虹管 12

 7.5 管线综合 12

8 附属构筑物设计 13

 8.1 检查井 13

 8.2 跌水井 14

 8.3 水封井 14

 8.4 雨水口 14

 8.5 截流井 15

 8.6 闸槽井 16

 8.7 出水口 16

 8.8 水质检测井 17

9 立体交叉道路排水设计 17

 9.1 高架道路排水 17

 9.2 下穿立交道路排水 17

10 排水管道结构设计 18

 10.1 一般规定 18

 10.2 承载能力极限状态计算规定 19

 10.3 正常使用极限状态验算规定 19

 10.4 基本构造要求 20

11 管道接口、基础及地基处理设计 20

 11.1 管道接口 20

11.2	管道基础设计	21
11.3	管道地基处理设计	21
12	基坑支护设计	22
12.1	一般规定	22
12.2	基坑支护设计	22
12.3	降排水设计	23
13	施工基本规定	24
14	土方工程	25
14.1	一般规定	25
14.2	沟槽开挖与支护	25
14.3	沟槽监测	26
14.4	施工降排水	27
14.5	沟槽回填	27
14.6	工程质量验收要求	29
15	开槽施工管道主体结构	29
15.1	一般规定	30
15.2	管道基础施工	33
15.3	高密度聚乙烯管（HDPE）的安装	33
15.4	钢筋混凝土管及预（自）应力混凝土管的安装	34
15.5	球墨铸铁管的安装	35
15.6	钢管安装	36
15.7	钢管的内外防腐	38
15.8	现浇钢筋混凝土箱涵管渠	43
15.9	工程质量验收要求	46
16	非开挖施工管道主体结构	49
16.1	一般规定	49
16.2	工作井	50
16.3	顶管	52
16.4	盾构	55
16.5	夯管	56
16.6	工程质量验收要求	57
17	沉管施工主体结构	58
17.1	一般规定	58
17.2	沉管施工	59
17.3	工程质量验收要求	62
18	管道附属构筑物施工	63
18.1	一般规定	63
18.2	预制装配式检查井	63
18.3	现浇钢筋混凝土检查井	66
18.4	雨水口	69
18.5	预制装配式钢筋混凝土雨水口	70
18.6	工程质量验收要求	70
19	管道检测及功能性试验	71

19.1 一般规定 71

19.2 管网监测 72

19.3 管道功能性试验 72

19.4 无压管道闭水试验 72

19.5 无压管道闭气试验 72

19.6 压力管道水压试验 72

20 安全生产 72

20.1 一般规定 72

20.2 施工安全要求 73

21 环保要求 76

21.1 工地路面硬化要求 76

21.2 工地砂土覆盖要求 76

21.3 施工作业降尘要求 76

21.4 施工车辆清洗要求 77

21.5 长期裸土处理要求 78

21.6 水土保持 78

21.7 水环境保护 78

21.8 噪声影响控制 78

参考文献 80

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广州市水务局提出并归口。

本文件起草单位：广州市净水有限公司、广州市市政工程设计研究总院有限公司。

本文件主要起草人：孙伟、李子逵、李碧清、唐霞、邱维、陈贻龙、周建华、常颖、陈锸鸣、潘金壮、王伟国、李鹏飞、侯毛宇、林学然、罗业燊、刘碧莹、李银波、傅翔、唐元、卢素娟、陈彦、李文涛、梁梓庆、杨先华、张作鹏、黄照南、张彤彤、黄兆辉、匡科、黄晓玲、李炜、王双、雷芳。

市政排水管道设计施工技术规范

1 范围

本文件规定了市政排水管道设计施工的术语和定义、符号和缩略语、总体要求、设计流量、排水管道设计、附属构筑物设计、立体交叉道路排水设计、排水管道结构设计、管道接口、基础及地基处理设计、基坑支护设计、施工基本规定、土方工程、开槽施工管道主体结构、非开挖施工管道主体结构、沉管施工主体结构、管道附属构筑物施工、管道检测及功能性试验、安全生产、环保要求。

本文件适用于广州市行政区域内新建、扩建和改建的城镇的永久性的室外市政排水管道和附属构筑物的设计和施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 4510 石油沥青脆点测定法 弗拉斯法
- GB 5725 安全网
- GB/T 8923.1—2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 11836 混凝土和钢筋混凝土排水管
- GB 50003 砌体结构设计规范
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50014 室外排水设计标准
- GB 50015 建筑给水排水设计标准
- GB 50026 工程测量规范
- GB 50032 室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范
- GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范
- GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB 50332 给水排水工程管道结构设计规范
- GB 50838 城市综合管廊工程技术规范
- CJJ/T 8 城市测量规范
- CJJ 143 埋地塑料排水管道工程技术规程
- JGJ 79 建筑地基处理技术规范
- JGJ 120 建筑基坑支护技术规范

JGJ 276 建筑施工起重吊装工程安全技术规范

JGJ 311 建筑深基坑工程施工安全技术规范

DBJ/T 15-20 建筑基坑工程技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

市政排水管道 municipal sewers

市政道路或城镇公共区间敷设的雨水、污水、合流管道，即俗称的“下水道”，又称公共排水管道。“排水管道”作为统称时，含义同“排水管渠”，包括排水管道、排水渠道。

3.2

压力管道 pressure pipeline

工作压力大于或等于0.1MPa的排水管道。

3.3

无压管道 powerless pipeline

工作压力小于0.1MPa的排水管道。

3.4

刚性管道 rigid pipeline

钢筋混凝土、预（自）应力混凝土管道和预应力钢筒混凝土管道等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。

3.5

柔性管道 flexible pipeline

钢管、化学建材管和柔性接口的球墨铸铁管管道等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平衡，管道的失效通常由变形造成而不是管壁的破坏。

3.6

刚性接口 rigid joint of pipelines

不允许连接管道借转的接口。

3.7

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。

3.8

化学建材管 chemical material pipelines

玻璃纤维管或玻璃纤维增强热固性塑料管（简称玻璃钢管）、硬聚氯乙烯管（UPVC）、聚乙烯管（PE）、高密度聚乙烯管（HDPE）、聚丙烯管（PP）及钢塑复合管的统称。

3.9

开挖施工 trench installation

从地表开挖沟槽、井坑等，在沟槽内敷设管道的施工方法。又称“开槽施工”。

3.10

非开挖施工 trenchless installation

在管道沿线地面下开挖成形的洞内敷设或浇筑管道的施工方法，有顶管法、盾构法、定向钻法（牵引法）等。又称“不开槽施工”。

3.11

顶管法 pipe jacking method

借助顶推装置，将预制管节顶入土中的地下管道非开挖施工方法。

3.12

定向钻法 directional drilling method

利用水平钻机钻进小口径的导向孔，然后用回扩钻头扩大钻孔，同时将管道拉入孔内的非开挖施工方法。

3.13

管道交叉处理 pipeline cross processing

指施工管道与既有管线相交或相距较近时，为保证施工安全和既有管线运行安全所进行的必要的施工处理。

3.14

预制装配式钢筋混凝土排水检查井 prefabricated reinforced concrete drainage inspection well

市政排水管道中用于检查维护管道、清理沉淀物、实施管径转换和管道分叉连接用的预制装配式竖向检查井，包括由井盖、井座、井筒及配件装配而成的或一次预制成型的钢筋混凝土排水检查井。

3.15

有限空间 finite space

在密闭或半密闭，进出口较为狭窄，未被设计为固定工作场所，自然通风不良，易造成有毒有害（硫化氢、一氧化碳、二氧化碳）、易燃易爆物质（甲烷）积聚或氧含量不足的空间。在排水管道系统主要为：泵站、管渠及管井等。

3.16

管道严密性试验 leak test

对已敷设好的管道用液体或气体检查管道渗漏情况的试验统称。

3.17

无压管道闭水试验 water obturation test for non-pressure pipeline

以水为介质对已敷设重力流管道所做的严密性试验。

3.18

压力管道水压试验 water pressure test for pressure pipeline

以水为介质，对已敷设的压力管道采用满水后加压的方法，来检验在规定的压力值时管道是否发生结构破坏以及是否符合规定的允许渗水量（或允许压力降）标准的试验。

4 符号和缩略语

下列符号适用于本文件。

4.1 生活污水量和工业废水量

Q_{di} : 截流井以前的设计旱流污水量。

Q_d : 设计综合生活污水量。

Q_m : 设计工业废水量。

4.2 雨水量

Q_s : 雨水设计流量。

Ψ : 径流系数。

q : 设计暴雨强度。

F : 汇水面积。

b : 暴雨强度公式参数。

n : 暴雨强度公式参数。

P : 雨水管渠设计重现期。

t : 降雨历时。

t_f : 地面集水时间。

t_d : 管内雨水流行时间。

4.3 合流污水量和截流倍数

n_0 : 截流倍数。

Q : 设计流量。

Q : 截流井以后管道的设计流量。

Q_s : 截流井以后汇水面积的设计雨水量。

Q_{dr} : 截流井以后的设计旱流污水量。

4.4 结构计算参数

E_p : 管材的弹性模量。

E_d : 管侧土的变形综合模量 (MPa), 应由试验确定, 如无试验数据时, 可按 GB 50332 的规定采用。

γ_{GI} : 管道结构自重分项系数。

$\gamma_{G,sv}$ 、 γ_G : 竖向土压力、地基不均匀沉降分项系数。

γ_{Gw} : 管内水重分项系数。

C_{GI} 、 $C_{G,sv}$ 、 C_{Gw} : 分别为管道结构自重、竖向土压力及管道水重的效应系数。

γ_q : 设计内水压力、地面车辆荷载、地面堆积荷载和温度作用的分项系数。

$C_{q,wd}$ 、 C_{qr} 、 C_{qm} 、 C_{qt} 、 C_q : 分别为设计内水压力、地面车辆荷载、地面堆积荷载、温度作用和地基不均匀沉降的效应系数。

Δs : 地基不均匀沉降标准值。

Ψ_c : 可变作用的组合系数。

5 总体要求

5.1 排水管道设计, 应符合下列规定:

- a) 以批准的国土空间规划和排水工程专业规划为主要依据, 并与城市防洪、城市综合防涝、海绵城市、综合管廊、河道水系、道路交通、地下管线与设施、园林绿化、环境保护、环境卫生等专项规划和设计相协调;
- b) 与城市布局和竖向规划相互协调。排水管道工程总体布局应与城市布局、竖向规划、区域防洪排涝互为协调, 结合地形、地貌、工程地质与水文等因素合理设计。竖向规划应基于排水规划, 在满足功能要求、保障城市防洪排涝安全的前提下, 合理安排各类城市用地竖向标高;
- c) 与城市发展、片区开发和市政道路建设现状实际相衔接。

5.2 排水体制的选择, 应根据城镇的总体规划、海绵城市规划, 结合当地的气候特征、地形特点、水文条件、水体状况、原有排水设施、污水处理程度和处理后再生利用等因地制宜地确定, 并应符合下列规定:

- a) 新建地区的排水系统应采用分流制;
- b) 具备雨污分流条件地区的改造项目应采用分流制。现有合流制排水系统, 应按城镇排水规划的要求, 实施雨污分流改造;
- c) 暂时不具备雨污分流条件的地区, 应采取截流、调蓄和处理相结合的措施, 提高截流倍数, 加强降雨初期的污染防治。

5.3 市政排水管道的管材、工程所用的原材料、半成品、成品等产品选取应符合国家有关标准, 生产企业应具备生产资质, 产品应取得有相应资质的检验机构出具的质量检验报告, 具有产品出厂合格证

等有效证明文件。不应使用国家明令淘汰、禁用的产品。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。

5.4 市政排水管道的施工应遵循以城市排水管道实践有效的施工技术，保证国家现行的有关技术标准的实现。在确保工程质量的前提下，实现科技进步，应采用新技术、开发新工法。在采用新技术、开发新工法时，应经过试验，进行评审，制定专门规定后方可实施。

5.5 排水管道管网监测和控制应根据排水系统规模和运行管理要求确定。排水管网关键节点宜设置液位、流速、流量监测装置。排水管网关键节点的自动监测控制系统应根据经济条件结合工程需要建立遥测和遥讯。

5.6 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，应遵守国家和广州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广州现行有关规定。

5.7 排水管道的质量和关系到城市的稳定发展和居民的生活质量，设计施工过程应注意社会风险的防范与化解，排水管道风险应关注场地周边情况及地质条件、管线交叉、材料监管、基础施工、基坑回填、施工组织管理等因素。

6 设计流量

6.1 污水量

6.1.1 污水系统设计中应确定旱季设计流量和雨季设计流量。

6.1.2 城镇分流制污水系统的旱流设计污水量，应按下式（1）计算：

$$Q_{dr}=KQ_d+K'Q_m+Q_u\cdots\cdots\cdots (1)$$

式中：

- Q_{dr} ——旱季设计流量（L/s）；
- K ——综合生活污水量变化系数；
- Q_d ——设计综合生活污水量（L/s）；
- K' ——工业废水量变化系数；
- Q_m ——设计工业废水量（L/s）；
- Q_u ——入渗地下水量（L/s），在地下水位较高地区，应予以考虑。

6.1.3 综合生活污水定额应根据当地采用的用水定额，结合建筑内部给排水设施水平确定，可按当地相关用水定额的 90%采用。

6.1.4 广州市人均综合生活污水量指标可参考表 1、2 采用。

表 1 广州市城镇地区人均综合生活污水量指标

区域名称	人均综合生活污水量 L/（cap·d）
中心六区	300～380
外围五区中心区	250～350
外围五区非中心区	200～300

注1：中心六区包括为越秀、海珠、荔湾、天河、白云、黄埔六个区。

注2：外围五区包括花都、番禺、南沙、从化、增城五个区。

注3：中心区指人口相对周边集中，经济和商业相对周边发展的市区地带。

注4：近、远期人均综合生活污水量可根据相应时期发展程度选择不同的指标。

表 2 广州市农村地区人均综合生活污水量指标

区域名称	人均综合生活污水量 L/（cap·d）
经济条件好，有独立淋浴、水冲厕所、洗衣机，旅游区	150~180
经济条件较好，有独立厨房和淋浴设施	120~150
经济条件一般，有简单卫生设施	80~120

6.1.5 综合生活污水量变化系数可根据当地实际综合生活污水量变化资料确定。无测定资料时，新建项目可按表 3 的规定取值；改、扩建项目可根据实际条件，经实际流量分析后确定，也可按表 3 的规定，分期扩建。

表 3 综合生活污水量总变化系数

平均日流量 Q（L/s）	5	15	40	70	100	200	500	≥1000
总变化系数 K _z	2.7	2.4	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5
注：当污水平均日流量为中间数值时，变化系数可用内插法求。								

6.1.6 工业废水量应根据工业企业工艺特点和生活污水量确定，并应符合国家和地方现行的工业取水定额和 GB 50015 的有关规定。工业废水量变化系数应根据工艺特点和工作班次确定。无测定资料时，工业用地单位废水量，可按表 4 的规定取值。

表 4 工业用地单位废水量指标

工业用地	单位用水量指标 (万 m ³ /km ² /d)	日变化 系数	管道漏 失率	工业废水 排放系数	单位废水量指标 (万 m ³ / km ² /d)
一类工业用地	1.2	1.2	1.1	0.7	0.65
二类工业用地	2.0	1.2	1.1	0.7	1.05
三类工业用地	3.0	1.2	1.1	0.7	1.60
高新技术产业用地	1.2	1.2	1.1	0.7	0.65
注1：一类工业用地指对居住和公共设施等环境基本无干扰和污染的工业用地，如电子工业、缝纫工业、工艺品制造工业等用地。					
注2：二类工业用地指对居住和公共设施等环境有一定干扰和污染的工业用地，如食品工业、医药制造工业、纺织工业等用地。					
注3：三类工业用地指对居住和公共设施等环境有严重干扰和污染的工业用地，如采掘工业、冶金工业、大中型机械制造业、化学工业、造纸工业、制革工业、建材工业等用地。					
注4：村经济发展用地的一类、二类工业用地单位用水量指标按照一类工业用地用水量指标取值。					

- 6.1.7 入渗地下水量应根据地下水位情况和管渠性质经测算后研究确定。无测定资料时，可按平均日综合生活污水和工业废水总量的 10%~15%计取。河网密布或地下水位较高地区可取高限。
- 6.1.8 分流制污水系统的雨季设计流量应在旱季设计流量基础上，根据调查资料增加截流雨水量。
- 6.1.9 分流制截流雨水量应根据受纳水体的环境容量、雨水受污染情况、源头减排设施规模和排水区域大小等因素确定。
- 6.1.10 分流制污水管道应按旱季设计流量设计，并在雨季设计流量下校核。
- 6.1.11 雨污分流制排水工程的新建污水管道，或改造污水管道具备实施条件时，宜采用 3 倍旱季平均日污水量复核管道满流过流能力。污水输送干管设计宜考虑污水系统之间的互连互通，保障系统运行安全，便利检修。

6.2 雨水量

6.2.1 采用推理公式法时，雨水设计流量应按式（2）计算。当汇水面积大于 2 km² 时，应考虑区域降雨和地面渗透性能的时空分布的不均匀性和管网汇流过程等因素，采用数学模型法确定雨水设计流量；并应校核内涝防治设计重现期下地面的积水深度等要素。

$$Q_s = q \times \Psi \times F \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Q_s ——雨水设计流量（L/s）；

q ——设计暴雨强度（L/s/hm²）；

Ψ ——径流系数；

F ——汇水面积（hm²）。

6.2.2 广州综合径流系数应按下列原则选取：

- 综合径流系数的确定应贯彻低影响开发的原则，新规划的区域综合径流系数不应高于原区域综合径流系数值；
- 应严格执行规划控制的综合径流系数，综合径流系数高于 0.7 的地区应采用渗透、调蓄措施降低地表径流；
- 不同地面类型的径流系数可按下表的规定取值，汇水面积的平均径流系数应按地面种类加权平均计算。径流系数，可按表 5 的规定取值；
- 综合径流系数应按地面种类加权平均计算，可按表 6 的规定取值，并应核实地面种类的组成和比例。

表 5 径流系数

地面种类	Ψ 面
各种屋面、混凝土或沥青路面	0.85~0.95
大块石铺砌路面或沥青表面各种的碎石路面	0.55~0.65
级配碎石路面	0.40~0.50
干砌砖石或碎石路面	0.35~0.40
非铺砌土路面	0.25~0.35
公园或绿地	0.10~0.20

表 6 综合径流系数

区域情况	Ψ
城镇建筑密集区	0.60~0.70
城镇建筑较密集区	0.45~0.60
城镇建筑稀疏区	0.20~0.45

6.2.3 雨水排水工程设计采用短历时暴雨强度公式。重现期 1、2、3、5、10、20、30、50、100（年）相应的设计暴雨强度宜采用单一重现期暴雨强度公式；其他重现期设计暴雨强度宜使用区间参数公式。广州市一至六区暴雨强度总公式详见公式（3）~（8）。以上一至六区各区边界的部分街道应根据暴雨强度使用分布图确定的范围使用暴雨强度公式。

$$\text{一区 } q = \frac{13290.630 (1+0.607 \lg P)}{(t+39.126)^{0.956}} \quad (\text{中心城区：越秀、荔湾、海珠、天河、白云}) \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{二区 } q = \frac{4052.127 (1+0.607 \lg P)}{(t+25.587)^{0.729}} \quad (\text{花都；白云区江高镇}) \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{三区 } q = \frac{3716.771 (1+0.750 \lg P)}{(t+18.390)^{0.776}} \quad (\text{番禺、南沙}) \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{四区 } q = \frac{1964.595 (1+0.672 \lg P)}{(t+8.025)^{0.613}} \quad (\text{增城；从化区吕田镇、流溪河林场、大岭山林场}) \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{五区 } q = \frac{3589.127 (1+0.438 \lg P)}{(t+16.816)^{0.721}} \text{ (从化) } \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{六区 } q = \frac{8618.173 (1+0.542 \lg P)}{(t+34.767)^{0.844}} \text{ (黄埔) } \dots\dots\dots (8)$$

式中:

q ——设计暴雨强度 ($L/(hm^2 \cdot s)$);

P ——设计重现期 (年);

t ——降雨历时 (min)。

6.2.4 新建项目、新建区域和成片改造区域雨水管渠设计重现期不小于 5 年,下沉式立交隧道、地下通道和下沉式广场等重要地区雨水管渠设计重现期不小于 50 年,特别重要地区鼓励更高标准取值;对已建城区中改造特别困难区域,经论证后雨水管渠设计重现期可选用 2 年~3 年,可利用源头减排、排水管渠改造、设置调蓄池、增加强排等综合措施实现区域排水系统的标准要求。

6.2.5 设计重现期标准达不到相应要求的排水设施,可采用综合措施实现区域排水系统的标准要求,采取排水管渠改造、控制地表径流、设置调蓄池、增加强排设施等综合措施,实现排涝达标。实施雨污分流改造时应同步解决内涝问题,实现污涝同治。

6.2.6 雨水管渠的降雨历时应按下式 (9) 计算:

$$t = t_1 + t_2 \dots\dots\dots (9)$$

式中:

t ——降雨历时 (min);

t_1 ——地面集水时间 (min),应根据汇水距离、地形坡度和地面种类通过计算确定,宜采用 5min~15min;

t_2 ——管渠内雨水流行时间 (min)。

6.3 合流污水量和截流倍数

6.3.1 对截流式合流制排水工程,截流井前合流管道的设计流量,应按下式 (10) 计算:

$$Q = Q_d + Q_m + Q_s \dots\dots\dots (10)$$

式中:

Q ——设计流量 (L/s);

Q_d ——设计综合生活污水量 (L/s);

Q_m ——设计工业废水量 (L/s);

Q_s ——雨水设计流量 (L/s);

6.3.2 对截流式合流制排水工程,截流井以后管渠的设计流量,应按下式 (11) 计算:

$$Q' = (n_0 + 1) \times (Q_d + Q_m) \dots\dots\dots (11)$$

式中:

Q' ——截流井以后管渠的设计流量 (L/s);

n_0 ——截流倍数。

6.3.3 截流倍数应根据旱流污水的水质、水量、接纳水体的环境容量和排水区域大小等因素经计算确定。在同一排水系统中可采用不同截流倍数,结合广州市实际情况,截流管渠和合流管渠按不小于 5 倍截流倍数选取。

7 排水管道设计

7.1 一般规定

7.1.1 排水管道系统应根据国土空间规划和建设情况统一布置，分期建设。排水管道断面尺寸应按远期规划设计流量设计，按现状水量复核，并考虑城镇远景发展的需要。

7.1.2 在现状市政道路上建设排水管道工程时，应进行必要的地形测量/修测、管线测量/物探、槽探、井探、地质钻探工作，为管道设计和施工提供准确可靠的现场基础资料。

7.1.3 排水管道的布置，应符合下列规定：

- a) 管渠平面位置和高程，应根据地形地势、岩土、地下水位、地下水侵蚀性、道路情况、地块内排水情况、现状和规划地下设施、施工条件以及养护管理方便等因素综合考虑确定；
- b) 排水干管应布置在排水区域内地势较低或便于雨污水汇集的地带。排水管道宜沿城镇道路敷设，并与道路中心线平行，收集支管宜设在快车道以外。若设置在车行道下，宜设在车道的中心线，避免排水检查井被车轮碾压；
- c) 新建道路红线宽度超过 40 m 的城镇干道，宜在道路两侧布置排水管道。随规划道路新建的市政雨水管道一般沿道路布置，就近排放。现状道路雨污水管道敷设应根据实际情况而定；
- d) 街坊接户管的位置与高程应根据地块内排水情况和其他地下设施的关系确定；
- e) 管顶最小覆土深度，应根据管材强度、外部荷载和土壤性质等条件确定。在人行道下管道覆土深度不宜小于 0.6 m，在车行道下管道覆土不宜小于 0.7 m。当不满足覆土要求时，应采用加强管材或对管道采取加固措施。

7.1.4 排水管线的平面坐标和竖向标高宜采用广州 2000 坐标系统和广州市高程系统。

7.1.5 排水管道系统的设计，应以重力流为主。当无法采用重力流或采用重力流不经济时，可采用压力流。

7.1.6 压力管接入自流管时，应有消能设施。

7.1.7 排水管道出水口的设计水位应不低于排放水体的设计洪水位。当排水管道出水口受水体水位顶托时，应根据出水水体水位情况核算雨水排水标准，必要时视地区重要性和积水所造成的后果，设置拍门、闸门等防倒灌措施或设置强排设施。

7.1.8 纳入综合管廊的排水管道应根据综合管廊工程规划确定，并应按照管线管理单位的要求做标识区分，设计应符合 GB 50838 相关规定。

7.1.9 压力排水管道进出综合管廊时，应在综合管廊外部设置阀门。

7.2 水力计算

7.2.1 排水管渠的流量，应按式 (12) 计算：

$$Q=A \times v \dots\dots\dots (12)$$

式中：

Q ——设计流量 (m^3/s)；

A ——水流有效断面面积 (m^2)；

v ——流速 (m/s)。

7.2.2 恒定流条件下排水管渠的流速，应按式 (13) 计算：

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

v ——流速 (m/s)；

R ——水力半径 (m)；

I ——水力坡降；

n ——粗糙系数。

7.2.3 排水管渠粗糙系数，宜按表 7 的规定取值。

表 7 排水管渠粗糙系数

管道类别	粗糙系数 n
混凝土管、钢筋混凝土管、水泥砂浆抹面渠道	0.013~0.014
UPVC 管、PE 管、玻璃钢管	0.009~0.010
水泥砂浆内衬球墨铸铁管	0.011~0.012
石棉水泥管、钢管	0.012
土明渠（包括带草皮）	0.025~0.030
干砌块石渠道	0.020~0.025
浆砌块石渠道	0.017
浆砌砖渠道	0.015

7.2.4 排水管渠的最大设计充满度和超高，应符合下列规定：

- a) 重力流污水管道应按非满流计算，其最大设计充满度，应按表 8 规定取值；

表 8 最大设计充满度

管径（mm）	最大设计充满度
200~300	0.55
350~450	0.65
500~900	0.70
≥1000	0.75

注：在计算污水管道充满度时，不包括短时突然增加的污水量，但当管径小于或等于 300 mm 时，应按满流复核；分流制污水管道过流能力按照安全系数复核时，按满流计算。

- b) 雨水管道和合流管道应按满流计算；
c) 明渠超高不应小于 0.2 m。

7.2.5 排水管道的最大设计流速，应符合下列规定：

- a) 金属管道宜为 10.0 m/s；
b) 非金属管道宜为 5.0 m/s，经试验验证可适当提高。

7.2.6 排水管道的最小设计流速，应符合下列规定：

- a) 污水管道及合流管道旱流时在设计充满度下应为 0.6 m/s；
b) 雨水管道和合流管道在满流时应为 0.75 m/s；
c) 设计流速不满足最小设计流速时，应增设防淤积或清淤措施。

7.2.7 排水管道采用压力流时，压力管道的设计流速宜采用 0.7 m/s~2.0 m/s。

7.2.8 新建市政雨水管的最小设计管径为 500 mm，雨水口连接管管径宜采用 300 mm；具有转输上游污水功能的市政污水管（截污限流管除外）最小设计管径宜为 500 mm，应按表 9、表 10 的规定取值。截污限流管根据截流量计算确定。

表 9 最小管径与相应的最小坡度

管道类别	最小管径（mm）	相应的最小设计坡度
雨水管	500	0.0012
雨水口连接管	300	0.01
污水管	500	0.002

注 1：市政雨水管的最小设计管径为 DN500，雨水口连接管管径宜采用 DN300。
注 2：具有转输上游污水功能的市政污水管（截污限流管除外）最小设计管径宜为 DN500。

表 10 常用管径的最小设计坡度

管径(mm)	最小设计坡度
400	0.0015
500	0.0012
600	0.0010
800	0.0008
1000	0.0006
1200	0.0006
1400	0.0005
1500	0.0005

7.2.9 管道在坡度变陡处，其管径可根据水力计算确定，由大变小，但不应超过 2 级，且不应小于相应条件下的最小管径。

7.3 管道

7.3.1 管道材质、管道构造、管道基础和管道接口，应根据排水水质、水温、断面尺寸、管内外所受压力，以及管道所在地的岩土、地下水位、地下水侵蚀性、施工条件与对养护工具的适应性等因素进行选择与设计。

7.3.2 排水管道管材应结合地质和技术经济条件进行方案比选后确定，新建排水管渠优先采用以下管材：

- 管径在 DN1200 以上的新建污水管，建议选用承插式钢筋混凝土管、钢管、球墨铸铁管等；
- 管径在 DN500~DN1200 的新建污水管，建议优先选用球墨铸铁管；
- 管径在 DN500 以下的新建污水管，建议选用钢筋混凝土管、钢管、球墨铸铁管、HDPE 管等；
- 顶管施工的新建污水管，建议选用顶管专用钢筋混凝土管、钢管、球墨铸铁管等；
- 大管径管渠及不良地质区域新建排水管渠不宜使用玻璃钢夹砂管、双壁波纹管等塑料或复合管材。

7.3.3 排水管道的断面形式，应符合下列规定：

- 排水管道的断面尺寸应按设计流量确定；
- 排水管道的断面形状应根据设计流量、埋设深度、工程环境条件，同时结合当地施工、制作技术水平和经济水平、养护管理要求综合确定，宜优先选用成品管。

7.3.4 污水和合流污水输送应采用管道或暗渠，严禁采用明渠。

7.3.5 排水管道应采用耐腐蚀材料或采取合适的防腐蚀措施，其接口和附属构筑物应采用相应的防腐蚀措施。

7.3.6 不同管径的管道在检查井内的连接，宜采用管顶平接或水面平接。

7.3.7 管道转弯和交接处，其水流转角不应小于 90°。当管径小于或等于 300 mm 且跌水水头大于 0.3 m 时，可不受此限制。

7.3.8 设计排水管道时，应防止在压力流情况下使接户管发生倒灌。

7.3.9 排水管道系统可根据需要，设置补气、排气和排空装置，并符合以下规定：

- 重力流管道系统宜在倒虹管和长距离直线输送变化段设置排气装置；
- 压力流管道系统应考虑水锤的影响，并在管道的高点和每隔一定距离处，设排气井、排气阀等排气装置；排气井的建筑应与周围环境相协调。在管道的低点以及每隔一定距离处，设排空装置。

7.3.10 承插式压力管道应根据管径、流速、转弯角度、试压标准和接口的摩擦力等因素，通过计算确定是否在垂直或水平方向转弯处设置支墩。

7.4 倒虹管

7.4.1 倒虹管应符合以下要求：

- a) 倒虹管为系统干管时的，或管道穿越河道、高速公路、铁路、轨道交通、综合管廊时，不宜少于两条；
- b) 通过谷地、旱沟或小河的倒虹管可采用一条；
- c) 通过障碍物的倒虹管，尚应符合与该障碍物相交的有关规定。

7.4.2 倒虹管的设计，应符合下列规定：

- a) 最小管径宜为 200 mm；
- b) 管内设计流速应大于 0.9 m/s，并应大于进水管内的流速，当管内设计流速不能满足上述要求时，应增加定期冲洗措施，冲洗时流速不应小于 1.2 m/s；
- c) 倒虹管的管顶距规划河底距离不宜小于 1.0 m；通过航运河道时，倒虹管的管顶距规划河底距离不应小于 2.0 m，其位置和管顶距规划河底距离应与当地航运管理部门协商确定；
- d) 倒虹管宜设置事故排出口；
- e) 倒虹管管材宜采用钢管；
- f) 倒虹管设计应满足 GB 50014 要求，可结合工程实际情况考虑采用泵井提升的方式。

7.4.3 倒虹管采用开槽埋管施工时，应根据管道材质、接口形式和地质条件，对管道基础进行加固或保护。刚性管道宜采用钢筋混凝土基础，柔性管道应采用包封措施。

7.4.4 合流管道设倒虹管时，应按旱流污水量校核流速。当管内设计流速不能满足要求时，应增加定期冲洗措施。

7.4.5 倒虹管进出水井的检修室净高宜高于 2 m。进出水井较深时，井内应设检修台，其宽度应满足检修要求。当倒虹管为复线时，井盖的中心宜设在各条管道的中心线上。

7.4.6 倒虹管进出水井内应设闸槽或闸门。

7.4.7 倒虹管穿过河道处，应设置标志，遇冲刷河床应考虑防冲措施。

7.4.8 倒虹管进水井的前一检查井，应设置沉泥槽。倒虹管起始检查井，宜设置沉泥槽。

7.5 管线综合

7.5.1 排水管线设计需符合以下规定：

- a) 排水管线宜按城市规划道路路网布置；
- b) 排水管线应结合用地规划优化布局；
- c) 新建管道工程应充分利用现状管线及线位；
- d) 排水管线应避开地震断裂带、沉陷区以及滑坡危险地带等不良地质条件区；
- e) 应优先考虑在慢车道下设置污水管道，以便清疏管养，并避免检查井设置在行车轨迹上。

7.5.2 排水管道设计时应减少管线在道路交叉口处交叉，排水管线与其他管线交叉冲突时，处理的基本原则如下：

- a) 管线交叉要尽量满足其最小净距。但不满足时，应采用局部加固方式；
- b) 有压管道让无压管道；
- c) 支管避让干线管；
- d) 小口径避让大口径管；
- e) 可弯曲管道让不可弯曲管道；
- f) 临时管道让永久管道；
- g) 非金属管宜加套管；
- h) 尽可能减少开挖工作面和填挖土方量，降低造价，保证工期；

- i) 无论采取何种处理措施，均应联系有关管道（线）主管部门，取得同意和协助。
- 7.5.3 排水管道与其他地下管线、建筑物、构筑物等相互间的位置，应符合下列要求：
 - a) 敷设和检修管道时，不相互影响；
 - b) 排水管道损坏时，不应污染生活饮用水；
 - c) 污水管道、合流管道与生活给水管道相交时，应敷设在生活给水管道的下面。
- 7.5.4 排水管道与其他地下管线（或构筑物）水平和垂直的最小净距，应根据两者的类型、高程、施工先后和管线破坏的后果等因素，按照城市管道综合规划确定，并满足 GB 50014 中排水管与其他地下管线（或构筑物）最小水平和垂直净距的要求。当相交管道垂直净距小于 GB 50014 要求时，应采取加固措施。
- 7.5.5 在城市建成区新建排水管线与其他管线平面和竖向发生矛盾时，应根据工程时效性、安全性、可实施性综合考虑对现有管线的保护、改线和迁移制定可行的方案。

8 附属构筑物设计

8.1 检查井

8.1.1 检查井在直线管段的最大间距应根据疏通方法等的具体情况确定，在不影响街坊接户管的前提下，宜按表 11 的规定取值。无法实施机械养护的区域，检查井的间距不宜大于 40 m。

表 11 检查井在直线段的最大间距

管径（mm）	最大间距（m）
300～600	75
700～1000	100
1100～1500	150
1600～2000	200

- 8.1.2 在新建、改建和扩建建设工程中，应优先使用预制装配式排水检查井。
- 8.1.3 混凝土排水检查井分为预制装配式混凝土排水检查井和现浇钢筋混凝土排水检查井。预制装配式混凝土排水检查井一般适用于：
 - a) 地下排水管道工程用圆形和矩形排水检查井；
 - b) 建筑小区车行道下及市政道路下的一般排水管，排水主管管径 $d \leq 1200$ mm 的工况。若排水主管管径 $d > 1200$ mm，建议采用现浇钢筋混凝土排水检查井；
 - c) 下游管管顶覆土 ≤ 7.0 m 的工况；
 - d) 接管管材为混凝土管、钢筋混凝土管、塑料管、钢管及球墨铸铁管的工况；
 - e) 跌水水头 < 2.0 m 的工况（对于跌水水头在 1.0 m～ 2.0 m 的工况，应采用沉砂井；跌水水头大于 2.0 m，应采用跌水井）。
- 8.1.4 预制装配式钢筋混凝土排水检查井所采用的模具、材料应符合现行相关标准规定，生产企业应具备生产资质，产品应取得有相应资质的检验机构出具的质量检验报告，具有产品出厂合格证等有效证明文件。
- 8.1.5 预制装配式钢筋混凝土详细规格尺寸、技术要求及试验方法应符合国家、省、市相关标准的规定。
- 8.1.6 预制检查井基础应符合以下几点要求：
 - a) 检查井应安装在符合设计要求的地基土层上，或是在开挖井坑后经处理密实的地基上，地基承载力应符合设计要求，设计未做要求的，地基承载力特征值不小于 100 kPa；
 - b) 检查井基础应按设计要求施工，砂、砾石垫层应采用不小于检查井直径加 400 mm 的基础尺寸铺垫，摊平、压实，压实系数不宜小于 0.95 ；

- c) 槽底局部超挖或发生扰动时候、排水不良造成基础土扰动时,按照 GB 50268 的有关规定进行处理;
- d) 检查井基础位于淤泥或其它不良土层时,检查井地基应按设计要求进行换填等形式的地基处理。

8.1.7 预制检查井安装前应该对坑槽基础进行验收。各部件拼装、检查井与管道的连接,应采取有效的措施,保证接口密封性性能可靠。

8.1.8 检查井井底应设流槽。污水检查井流槽顶可与 0.85 倍大管管径处相平,雨水(合流)检查井流槽顶可与 0.5 倍大管管径处相平。流槽顶部宽度宜满足检修要求。在管道转弯处,检查井内流槽中心线的弯曲半径应按转角大小和管径大小确定,但不宜小于大管管径。

8.1.9 位于车行道的检查井,应采用具有足够承载力和稳定性良好的井盖与井座,井盖与基座应和井体分离。

8.1.10 检查井井盖应具有防盗功能,位于路面上的井盖,宜与路面持平,位于绿化带内井盖,不应低于地面。排水检查井井环、井盖顶面须注有权属单位标志,以及检查井类型、承压等级、生产日期等字标。

8.1.11 对井深大于等于 1.5 m 的排水系统检查井应安装防坠落装置,防坠网网绳可采用锦纶、维纶、涤纶或其他材料制成,其物理性能、耐候性应符合 GB 5725 及国家、行业现行有关标准的规定。

8.1.12 新建、改建、扩建排水管道,应考虑管道维护和接驳工程对止水的要求,当管径为 DN800 以上(含 DN800)时,宜在每隔适当距离,或是管道交汇处、重要节点如穿越河道、地铁前、过障碍物前后和间隔约 1000 m 的距离处设置闸槽井。闸槽井宜设置在隔离带、绿化带或者人行道上、便于维护管理。

8.1.13 在排水管道每隔适当距离的检查井内、泵站前一检查井和每一个街坊接户井内,宜设置沉泥槽,沉泥槽深度宜为 0.5 m~0.8 m。设沉泥槽的检查井内可不设流槽。

8.1.14 在压力管道上应设置压力检查井。

8.1.15 高流速排水管道坡度突然变化的第一座检查井宜采用高流槽排水检查井,并采取增强井筒抗冲击和冲刷能力的措施,井盖宜采用排气井盖。

8.1.16 新建主干系统排水管宜按规划预留远期接驳井,接驳井宜设置闸门或闸槽。

8.1.17 为便于日后维护管理,管道配套检查井宜设置在市政公共区域(如隔离带、绿化带或人行道),以满足车辆及机械设备作业要求。

8.2 跌水井

8.2.1 管道跌水水头为 1.0 m~2.0 m 时,宜设跌水井;跌水水头大于 2.0 m 时,应设跌水井。管道转弯处不宜设跌水井。

8.2.2 跌水井的进水管管径不大于 200 mm 时,一次跌水水头高度不应大于 6 m;管径为 300 mm~600 mm 时,一次跌水水头高度不宜大于 4 m。跌水方式可采用竖管或矩形竖槽。管径大于 600 mm 时,其一次跌水水头高度及跌水方式应按水力计算确定。

8.3 水封井

8.3.1 当工业废水能产生引起爆炸或火灾的气体时,其管道系统中应设置水封井。水封井位置应设在产生上述废水的排出口处及其干管上每隔适当距离处。

8.3.2 室内排水沟与室外排水管道连接处,应设水封装置。

8.3.3 水封井水封深度不应小于 0.25 m,井上宜设通风设施,井底应设沉泥槽。

8.3.4 水封井以及同一管道系统中的其他检查井,均不应设在车行道和行人众多的地段,并应适当远离产生明火的场地。

8.4 雨水口

- 8.4.1 雨水口应采用成品雨水口。市政雨水口宜采用预制装配式钢筋混凝土雨水口。
- 8.4.2 雨水口宜设置污物截留设施，如截污挂篮等，合流制系统中的雨水口应采取防止臭气外溢的措施。
- 8.4.3 雨水口的形式、数量和布置，应按汇水面积所产生的流量、雨水口的泄水能力和道路形式确定。立算式雨水口的宽度和平算式雨水口的开孔长度和开孔方向应根据设计流量、道路纵坡和横坡等参数确定。
- 8.4.4 雨水口和雨水连接管流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的 1.5 倍～3 倍。
- 8.4.5 雨水口间距宜为 25 m～50 m。连接管串联雨水口组数不宜超过 3 组。雨水口连接管长度不宜超过 25m。
- 8.4.6 道路横坡坡度不应小于 1.5%，平算式雨水口的算面标高应比周围路面标高低 3 cm～5 cm，立算式雨水口进水处路面标高应比周围路面标高低 5 cm。新建和改造的雨水口在路缘石高度超过 15 cm 时，应优先选用联合式雨水口。
- 8.4.7 当绿地标高低于道路标高时，路面雨水应引入绿地，雨水口宜设在道路两边的绿地内，其顶面标高应高于绿地 20 mm～50 mm，且不应高于路面。当设置于下凹式绿地中时，雨水口的算面标高应根据雨水调蓄设计要求确定，且应高于周围绿地平面标高。
- 8.4.8 当道路纵坡大于 2%时，雨水口的间距可大于 50 m，其形式、数量和布置应根据具体情况和计算确定。坡段较短时可在最低点处集中收水，其雨水口的数量或面积应适当增加。

8.5 截流井

- 8.5.1 在合流管渠上截流污水，应设置截流井。截流井的位置应根据干管位置、合流管渠位置、溢流管渠位置、溢流管下游水位高程和周边环境等因素确定。
- 8.5.2 截流井应设在原合流管渠上，截流井内应设截污限流管将污水截流入截污管，截污限流管应顺流方向接入截污管。
- 8.5.3 截流井溢流管管径应大于或等于原合流管，溢流水位应根据原合流管水位确定，并宜在设计洪水位或者受纳管道设计水位以上。当不能满足要求时，应设闸门或者拍门等防倒灌设施，并不应降低原有合流管的排水能力。截流井内应设拦污设施，拦截垃圾等进入污水管道。
- 8.5.4 截流限流管管径应根据旱季污水量和截流倍数计算确定（截流倍数 n_0 一般不小于 5）。截污限流管的起点标高（即截流井内的标高）应结合原合流管内污水流水标高和截污干管高程确定。高程允许时，截流井应采用槽式，截污限流管水面标高应低于原合流管旱季时污水水面标高；高程不允许时，也可采用堰式或槽堰结合式，堰高和堰长应进行水力计算，且溢流口的过流能力应不小于原有合流管的过流能力。
- 8.5.5 当污水截流管管径为 300 mm～600 mm 时，堰式截流井内各类堰（正堰、斜堰、曲线堰）的堰高，可按下列公式（14）～（17）计算，污水截流量按公式（18）计算：

$d=300\text{ mm}, H_1=(0.233+0.013Q_j)\cdot d\cdot k\text{..... (14)}$

$d=400\text{ mm}, H_1=(0.226+0.007Q_j)\cdot d\cdot k\text{..... (15)}$

$d=500\text{ mm}, H_1=(0.219+0.004Q_j)\cdot d\cdot k\text{..... (16)}$

$d=600\text{ mm}, H_1=(0.202+0.003Q_j)\cdot d\cdot k\text{..... (17)}$

$Q_j=(1+n_0)\cdot (Q_d+Q_m+Q_u)\text{..... (18)}$

式中：

H_1 ——堰高（mm）；

Q_j ——污水截流量（L/s）；

d ——污水截流管管径（mm）；

k ——修正系数， $k=1.1\sim1.3$ ；

n_0 ——截流倍数；

Q_d ——设计综合生活污水量（L/s）；

Q_m ——设计工业废水量 (L/s)；

Q_0 ——入渗地下水量 (L/s)，在地下水位较高地区，应考虑。

8.5.6 当污水截流管管径为 300 mm~600 mm 时，槽式截流井的槽宽应等于截流管的管径，槽深、槽宽应分别按公式 (19)、(20) 计算。一般情况下，截污限流管的管底标高宜比合流管管底标高低不少于 20 mm。

$$H_2=63.9 \cdot Q_j^{0.43} \cdot k \dots\dots\dots (19)$$

式中：

H_2 ——槽深 (mm)；

Q_j ——污水截流量 (L/s)；

k ——修正系数， $k=1.1\sim1.3$ 。

$$B=d \dots\dots\dots (20)$$

式中：

B ——槽宽 (mm)；

d ——污水截流管管径 (mm)。

8.5.7 槽堰结合式截流井的槽深、堰高，应按下述方法计算。

- a) 根据地形条件和管道调和允许降落可能性，确定槽深 H_2 。
- b) 根据截流量，计算确定截流管管径 d 。
- c) 假设 H_1/H_2 比值，按表 12 计算确定槽堰总高 H 。

表 12 槽堰结合式井的槽堰总高计算表

D (mm)	$H_1/H_2 \leq 1.3$	$H_1/H_2 > 1.3$
300	$H= (4.22Q_j+94.3) \cdot k$	$H= (4.08Q_j+69.9) \cdot k$
400	$H= (3.43Q_j+96.4) \cdot k$	$H= (3.08Q_j+72.3) \cdot k$
500	$H= (2.22Q_j+136.4) \cdot k$	$H= (2.42Q_j+124.0) \cdot k$

- d) 堰高 H_1 ，可按公式 (21) 计算：

$$H_1=H-H_2 \dots\dots\dots (21)$$

式中：

H_1 ——堰高 (mm)；

H ——槽堰总高 (mm)；

H_2 ——槽深 (mm)。

- e) 校核 H_1/H_2 是否符合本条第 3 款的假设条件，不符合时应改用相应公式重复上述计算。
- f) 槽宽计算同公式 (20)。

8.5.8 在长距离截污干管上，应在原有污水分区基础上，根据高程情况在相应节点设置溢流井，溢流井设置限流管和溢流管，以免截污干管下游呈现压力流态。

8.5.9 在截污干管溢流口上，对不受珠江潮位和设计洪水位影响的截流井，不应设置拍门井。

8.6 闸槽井

新建、改建、扩建污水管道、合流管道，应考虑管道维护和接驳工程对止水的要求，当管径为 800 mm 以上 (含 800 mm) 时，宜在管道交汇处和每隔约 1000 m 处设置闸槽井便于维修封堵，闸槽井宜设置在隔离带、绿化带或者人行道上；有条件区域宜设置导流管，便于维护管理。

8.7 出水口

- 8.7.1 排水管道出水口位置、形式和出口流速，应根据受纳水体的水质要求、水体的流量、水位变化幅度、水流方向、波浪状况、水体的环境容量、地形变迁和气候特征等因素确定。出水口形式一般为一字式、八字式和门字式。雨水出水口高程有条件的，宜高于常水位。
- 8.7.2 出水口应采取防冲刷、消能、加固等措施，并视需要设置警示标志。

8.8 水质检测井

排水单元接至市政管网接户井之前的一个检查井应设置为水质检测井。检测井做法同沉泥井，沉泥槽深度宜为0.5 m~0.8 m，井内可不设流槽。

9 立体交叉道路排水设计

9.1 高架道路排水

- 9.1.1 高架道路排水应排除汇水区域的路面径流雨水，其形式应根据地区规划、现状水文地质条件、高架道路形式等工程特点确定。
- 9.1.2 高架道路排水系统的设计，应符合下列规定。
- a) 高架道路雨水管渠设计重现期不应小于5年，且不应低于地面道路雨水管渠设计重现期，同一高架道路的不同部位可采用不同的重现期。
 - b) 集水时间应根据道路坡长、坡度和路面粗糙度等计算确定，宜为2 min~5 min。当道路形状较为规则时，可采用曼宁公式计算，当道路形状不规则或边界条件不明确且坡长不大于370 m时，坡面汇流可按下式(22)计算：

$$t_1=1.455\left(\frac{n'\cdot n^{\cdot}L}{\sqrt{i}}\right)^{0.467}\dots\dots\dots (22)$$

式中：

- t₁——集水时间 (min)；
- n' ——地面粗糙度；
- L——坡长 (m)；
- i——地面坡度。

- c) 径流系数宜为0.9~1.0。
- d) 有条件的地区，高架道路雨水管道宜设置单独的收集管和出水口。
- e) 当高架道路直接与地下道路连接时，宜在接地段设置线型横截沟，同时在道路两翼设置挡墙，控制汇水面积，封闭汇水范围，避免客水汇入。

9.1.3 高架道路雨水口的间距宜为20 m~30 m。每个雨水口应单独用立管引至地面排水系统。雨水口的入口应设置格网。

9.2 下穿立交道路排水

- 9.2.1 下穿立交道路排水系统由雨水收集和雨水排出设施组成，并根据需要设置雨水调蓄设施。
- 9.2.2 下穿立交道路排水系统的设计，应符合下列规定：
- a) 下穿立交道路宜采用高水高排、低水低排且互不连通的系统，引道在两翼可设置挡墙与驼峰合围，封闭汇水范围，避免客水汇入；
 - b) 雨水管渠设计重现期不应小于50年，特别重要地区鼓励更高标准取值，同一下穿立交道路的不同部位可采用不同的重现期；
 - c) 地面集水时间应根据道路坡长、坡度和路面粗糙度等计算确定，宜为2 min~10 min；
 - d) 综合径流系数宜为0.9~1.0；

- e) 下穿立交道路的地面径流, 具备自流条件的, 可采用自流排除, 不具备自流条件的, 应设泵站排除。下穿立交道路泵站设计提升能力宜考虑不小于 1.2 的安全系数;
- f) 当采用泵站排除地面径流时, 应校核泵站及配电设备的安全高度, 采取措施防止变配电设施受淹;
- g) 宜采取设置调蓄池等综合措施达到规定的设计重现期。

9.2.3 下穿立交道路应设独立的排水系统, 其出水口应可靠, 并应符合下列规定:

- a) 当下穿立交道路出水靠近受纳水体时, 出水应就近排入受纳水体, 出水口的水流速度宜小于 0.5 m/s;
- b) 当下穿立交道路出水远离受纳水体, 出水管只能接入雨水管道时, 应复核受纳雨水管道的排水能力及排水安全性;
- c) 应采取防倒灌和调蓄等综合措施, 保障排水通畅, 使得下穿立交道路排水满足雨水管道设计重现期和内涝防治设计重现期的要求。

9.2.4 当下穿立交道路的最低点位于地下水位以下时, 应采取排水或控制地下水的措施。

9.2.5 下穿立交道路应设置面积水深度标尺、标识线和提醒标语等警示标识。

9.2.6 下穿立交道路宜设置积水自动监测和报警装置。当积水超过一定深度且无有效手段降低或抑制水位上升时, 采取措施限行; 当积水超过一定深度且水位得不到有效控制时, 应采取封闭交通措施, 以有效保证下穿立交道路运行的安全性。

9.2.7 下穿立交道路宜设置应急阻水、排水设施。

10 排水管道结构设计

10.1 一般规定

10.1.1 本文件采用以概率理论为基础的极限状态设计方法, 以可靠指标度量结构构件的可靠度, 除对管道验算整体稳定外, 均采用含分项系数的设计表达式进行设计。

10.1.2 管道结构设计应计算下列两种极限状态:

- a) 承载能力极限状态: 对应于管道结构达到最大承载能力, 管体或连接构件因材料强度被超过而破坏; 管道结构因过量变形而不能继续承载或丧失稳定(如横截面压屈等); 管道结构作为刚体失去平衡(横向滑移、上浮等);
- b) 正常使用极限状态: 对应于管道结构符合正常使用或耐久性能的某项规定限值; 影响正常使用的变形量限值; 影响耐久性能的控制开裂或局部裂缝宽度限值等。

10.1.3 管道结构的计算分析模型应按下列原则确定。

- a) 对于埋设于地下的矩形或拱形管道结构, 均应属刚性管道; 当其净宽大于 3.0 m 时, 应按管道结构与地基土共同作用的模型进行静力计算。
- b) 对于埋设于地下的圆形管道结构。应根据管道结构刚度与管周土体刚度的比值 a_s , 判别为刚性管道或柔性管道, 以此确定管道结构的计算分析模型:
 - 1) 当 $a_s \geq 1$ 时, 应按刚性管道计算;
 - 2) 当 $a_s < 1$ 时, 应按柔性管道计算。

10.1.4 圆形管道结构与管周土体刚度的比值 a_s 可按式 (23) 确定:

$$\alpha_s = \frac{E_p}{E_d} \left(\frac{t}{r_0} \right)^3 \dots\dots\dots (23)$$

式中:

E_p ——管材的弹性模量 (MPa);

E_d ——管侧土的变形综合模量 (MPa), 应由试验确定, 如无试验数据时, 可按 GB 50332 的规定采用;

t ——圆管的管壁厚 (mm)；

r_0 ——圆管结构的计算半径 (mm)，即自管中心至管壁中线的距离。

10.1.5 结构内力分析，应按弹性体系计算，不考虑由非弹性变形所产生的塑性内力重分布。

10.1.6 结构构件的截面承载力计算，应按 GB 50332 的规定执行。

10.1.7 埋地钢管管道，当其敷设方向改变处的一侧或两侧设有柔性接头时，应对敷设方向改变处进行抗滑稳定验算，抗滑稳定性抗力系数 K_s 不应小于 1.5。

10.2 承载能力极限状态计算规定

10.2.1 管道结构按承载能力极限状态进行强度计算时，结构上的各种作用均采用设计值，作用设计值应为作用分项系数与作用代表值的乘积。

10.2.2 管道结构进行强度计算时，应满足公式 (24) 要求：

$$\gamma_0 S \leq R \dots\dots\dots (24)$$

式中：

γ_0 ——管道的重要性系数，应根据 GB 50332 的规定采用；

S ——作用效应组合的设计值；

R ——管道结构的抗力强度设计值。

10.2.3 管道进行强度计算时，作用效应的基本组合设计值应按公式 (25) 确定：

$$S = \sum_{i=1}^m \gamma_{Gi} C_{Gi} G_{ik} + \gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1k} + \psi_c \sum_{j=2}^n \gamma_{Qj} C_{Qj} G_{jk} \dots\dots\dots (25)$$

式中：

γ_{Gi} ——第 i 个永久作用的分项系数；

γ_{Q1} 、 γ_{Qj} ——分别为第 1 个和第 j 个可变作用的分项系数；

C_{Gi} ——第 i 个永久作用的作用效应系数；

C_{Q1} 、 C_{Qj} ——分别为第 1 个和第 j 个可变作用的作用效应系数；

G_{ik} ——第 i 个永久作用标准值 (kN/m)；

Q_{1k} ——第 1 个可变作用标准值，该作用应为地下水或地表水产生的压力；

G_{jk} ——第 j 个可变作用标准值；

ψ_c ——可变作用的组合系数。

10.2.4 对管道结构的管壁截面进行强度计算时，应符合下列要求：

- 对沿线采用柔性接口连接的管道，计算管壁截面强度时，应计算在组合作用下，环向内力所产生的应力；
- 对沿线采用焊接、粘接或熔接连接的管道，计算管壁截面强度时，除应计算在组合作用下的环向内力外，尚应计算管壁的纵向内力，并核算环向与纵向内力的组合折算应力；
- 对沿线柔性接口连接的管道，当其接口处设有刚度较大的压环约束时，该处附近的管壁截面，亦应计算管壁的纵向内力，并核算在环向与纵向内力作用下的组合折算应力。

10.2.5 管壁截面由环向与纵向内力作用下的组合折算应力，按 GB 50332 的规定采用。

10.2.6 对埋在地下水位以下的管道，应根据最高地下水水位和管道覆土条件验算抗浮稳定性。验算时各种作用应采用标准值，并应满足抗浮稳定性抗力系数 K_f 不低于 1.1 的要求。

10.3 正常使用极限状态验算规定

10.3.1 管道结构按正常使用极限状态验算时，各种作用效应均应采用作用代表值计算。

10.3.2 管道结构按正常使用极限状态进行变形验算，对混凝土结构构件截面按控制裂缝出现设计时，应按短期效应的标准组合作用计算。作用效应的标准组合设计值 S_d 可按下式 (26) 计算：

$$S_d = \sum_{i=1}^m C_{Gi} G_{ik} + C_{Q1} Q_{1k} + \psi_c \sum_{j=2}^n C_{Qj} G_{jk} \dots \dots \dots (26)$$

10.3.3 对钢筋混凝土结构构件的裂缝展开宽度，应按准永久组合作用计算。作用效应的准永久组合设计值 S_d 可按式 (27) 计算：

$$S_d = \sum_{i=1}^m C_{Gi} G_{ik} + \sum_{j=2}^n \psi_{qj} C_{Qj} G_{jk} \dots \dots \dots (27)$$

式中： ψ_{qj} ——相应 j 项可变作用的准永久值系数。

10.3.4 钢管管道按正常使用极限状态进行变形验算时，作用效应设计值 S_d 可按式 (28) 计算：

$$S_d = C_{G,sv} F_{sv,k} + C_Q \psi_q q_{ik} \dots \dots \dots (28)$$

式中：

$C_{G,sv}$ ——竖向土压力的效应系数；

$F_{sv,k}$ ——管道单位长度上管顶竖向土压力标准值；

C_Q ——地基不均匀沉降的效应系数；

q_{ik} ——地面车辆荷载 q_{vk} 或地面堆积荷载 q_{mk} ，应根据设计条件采用其中较大者；

ψ_q ——准永久值系数，取 0.4。

10.3.5 柔性管道在准永久组合作用下，最大竖向变形限值应按下列规定采用：

- a) 当内防腐为水泥砂浆时，最大竖向变形不应超过 $0.03D_0$ ；
- b) 当内防腐为延性良好的涂料时，最大竖向变形不应超过 $0.04D_0$ 。

10.3.6 刚性管道在组合作用下，计算截面的受力状态处于受弯、大偏心受压或受拉时，截面允许出现的最大裂缝宽度，不应大于 0.2 mm。

10.3.7 排水管采用钢管时，钢管的强度、刚度、稳定性应满足 GB 50268 规定。

10.3.8 钢筋混凝土结构构件在组合荷载作用下，计算截面的受力状态处于受弯、大偏心受压或受拉时，截面允许出现的最大裂缝宽度不应大于 0.2 mm；受力状态处于轴心受拉或小偏心受拉时，截面设计应按不允许裂缝出现控制。

10.4 基本构造要求

10.4.1 管道材料为钢管时，其设计厚度应采用计算厚度加构造厚度，构造厚度为 2 mm。其余应满足 GB 50268 的有关规定。

10.4.2 钢管的对接焊缝应予焊透。制作时，其对接焊缝的质量等级应不低于二级并符合设计文件的要求。施工安装时，其对接环向焊缝的质量应符合 GB 50268 的规定。钢管管道内外壁的防腐做法，应符合国家现行有关标准的规定。

10.4.3 钢筋混凝土底板应分段浇筑，分段长度不宜超过 30 m；或可设置后浇带，宽度可为 1.0 m，后浇带混凝土内应掺加微膨胀外加剂。先后浇筑的混凝土间隔时间不宜少于 30 d。

11 管道接口、基础及地基处理设计

11.1 管道接口

11.1.1 管道接口应根据管道材质和地质条件确定，并应符合 GB 50032 的要求。排水管道采用承插式管道时，应采用柔性连接。

11.1.2 当预制矩形钢筋混凝土箱涵敷设在软土地基或不均匀地基上时，宜采用钢带橡胶止水圈结合上下企口式接口形式。

11.1.3 对现浇钢筋混凝土矩形管道、混合结构矩形管道，沿线应设置变形缝。变形缝应贯通全截面，缝距不宜超过 25 m；缝处应设置防水措施（例如止水带、密封材料）。

11.2 管道基础设计

11.2.1 管道基础应根据管道材质、管道接口和地质条件确定，对地基松软或不均匀沉降地段，管道基础应采取加固措施。对地基沉降敏感的管段，应采取加强施工期及运行期沉降监测等管理手段，管节间沉降累计值控制在 10 mm~40 mm（压力刚性管道 10 mm~30 mm）。

11.2.2 管道底所在土层承载力特征值 f_{ak} 应满足管道承载力要求。管道承载力要求应根据管道土压力、地面荷载、管道自重和管内水重等条件经计算确定。

11.2.3 砂土基础包括弧形素土基础及砂垫层基础。弧形素土基础适用于无地下水、原土能挖成弧形的干燥土壤，管径小于 600 mm 的排水管道；砂垫层基础适用于无地下水，岩石或多石土壤，管径小于 600 mm 的排水管道。开槽法施工的混凝土管道，当地基承载力特征值 $f_{ak} \geq 100$ kPa 时，可选用砂土基础。

11.2.4 管道混凝土枕基在管道接口处设置，其适用于干燥土壤中的雨水管道与一般的污水支管。

11.2.5 管道混凝土带形基础沿管道全长铺设，适用于各种潮湿土壤、土壤条件差、震区、地基不均匀或重要的排水管道。

11.2.6 埋地塑料管应采用砂垫层基础，其不应采用刚性管基基础。

11.2.7 钢筋混凝土管应采用混凝土带形基础。金属管道应采用砂垫层基础。

11.2.8 埋地管道的回填土应满足上部荷载需求的压实度要求，并应在有关的设计文件中规定。

11.3 管道地基处理设计

11.3.1 在选择管道地基处理方案前，应完成下列工作：

- a) 搜集详细的岩土工程勘察资料、传到管道上部的各种作用及管道基础设计资料等；
- b) 结合工程情况，了解当地地基处理经验和施工条件，对于有特殊要求的工程，尚应了解其他地区相类似场地上同类工程的地基处理经验和使用情况等；
- c) 根据工程的要求和采用天然地基存在的主要问题，确定地基处理的目的和处理后要求达到的各项技术经济指标等；
- d) 调查邻近建筑、地下工程、周边道路及有关管线等情况；
- e) 了解施工场地的周边环境情况。

11.3.2 当管道地基处的土层承载力不满足设计要求时，须综合考虑管道大小、工程地质、水文地质、场地周边环境情况和对临近建筑的影响等因素进行分析，选取经济、技术可行、安全的管道地基处理方案。对地质条件变化大的管段，可根据不同情况采取差异化的地基处理方式，满足管道变形要求。

11.3.3 处理后的地基应满足管道地基承载力、变形、稳定性要求。地基处理计算方法按照规范 JGJ 79 执行。

11.3.4 对于管径小于等于 500 mm 的管道，当管道基底位于淤泥层、淤泥质土层等土层，宜采用抛填块石挤淤法或换填碎石砂进行管道地基处理。

11.3.5 对于管径大于 500 mm 的管道，当管道基底位于深厚（大于 3 m 以上时）淤泥层、淤泥质土层等软弱土层，宜采用预制方桩或水泥土搅拌桩（或高压旋喷桩）复合地基对管道基础进行处理。桩长、间距等技术参数应根据 JGJ 79 计算确定。

11.3.6 处理后复合地基宜在基础和桩顶之间设置褥垫层。褥垫层厚度宜为 200 mm~300 mm，褥垫层材料可选用中砂、粗砂和级配碎石等，褥垫层最大粒径不宜大于 20 mm。褥垫层夯填度不应大于 0.9。

11.3.7 对于顶管段管道地基位于深厚（大于 3 m 以上时）淤泥、淤泥质土层，且土层标贯贯入度（ $N_{63.5}$ ）小于 2 时，为防止顶管机头坠头，宜对顶管段地基进行处理。

11.3.8 对于管道地基位于砂层，周边（管道上下方、左右 50 m 范围内）长期存在动荷载影响时，为防止砂层在动荷载作用下液化效应，宜对管道基础进行加固处理。

- 11.3.9 管道基底下 5 m 范围内存在溶（土）洞不良地质时，宜对溶（土）洞进行预处理。
- 11.3.10 对粉质粘土、灰土、砂石、粉煤灰垫层的施工质量应选用环刀取样、静力触探、轻型动力触探或标准贯入试验等方法进行检验；对碎石的施工质量可采用重型动力触探试验等进行检验。压实系数可采用灌砂法、灌水法或其他方法进行检验。
- 11.3.11 换填垫层的施工质量检验应分层进行，并应在每层的压实系数符合设计要求后铺填上层。
- 11.3.12 水泥土搅拌桩、旋喷桩质量质量检验应符合 JGJ 79 要求。

12 基坑支护设计

12.1 一般规定

- 12.1.1 沟槽断面的选择与确定需符合下列规定：
- a) 槽底宽、槽深、分层开挖高度、各层边坡及层间留台宽度等，应方便管道结构施工，确保施工质量和安全，并尽可能减少挖方和占地；
 - b) 做好土（石）方平衡调配，应尽可能避免重复挖运；大断面深沟槽开挖时，应编制专项施工方案；
 - c) 沟槽外侧应设置截水沟及排水沟，防止雨水浸泡沟槽。
- 12.1.2 管道交叉处理需符合下列规定：
- a) 交叉管道之间需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；
 - b) 施工过程中需对既有管道进行临时保护且所采取的措施应征询有关单位意见；
 - c) 新建排水管道与既有管道交叉部位的回填压实度需满足上部荷载需求，并应使回填材料与被支承管道贴紧密实。

12.2 基坑支护设计

- 12.2.1 沟槽基坑支护应按 DBJ/T 15-20 要求进行具体设计与施工。
- 12.2.2 管道槽底部的开挖宽度，断面详见下图 1、图 2 所示。对于有条件放坡的管段，优先考虑沟槽放坡开挖处理。对于单沟双管沟槽，两管之间设计间距应满足管道检修要求。

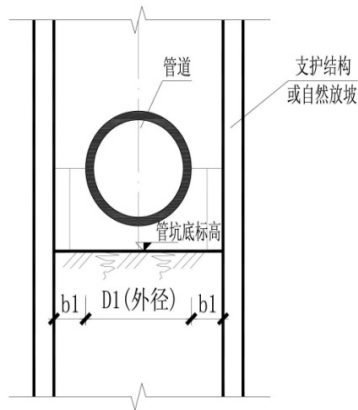


图 1 单沟单管沟槽剖面

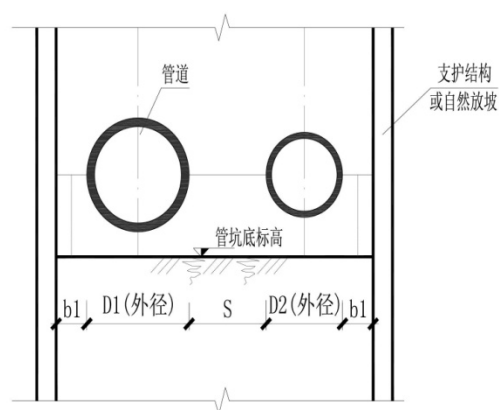


图 2 单沟双管沟槽剖面

标引序号说明：

b1——管道一侧工作面宽度（mm）（b1 取值详见表 13、表 14）。

- 12.2.3 开挖宽度宜按以下式（29）、（30）计算：

- a) 单沟单管道槽内安装：

$$B \geq D_1 + 2(b_1 + b_2) \dots\dots\dots (29)$$

式中：
B——沟槽底部的开挖宽度（mm）；
D₁——管道外径（mm）；
b₂——有支撑要求时，管道一侧的支撑厚度，取 150 mm。
b) 单沟双管道槽内安装：

$$B \geq D_1 + D_2 + 2(b_1 + b_2) + S \dots\dots\dots (30)$$

式中：
B——沟槽底部的开挖宽度（mm）；
D₁、D₂——管道外径（mm）；
S——两管之间设计间距（mm）。

表 13 b1 取值参考（钢筋混凝土管）

D ₁ /D ₂	b1
300	300
400	300
500~600	400
700~800	400
900~1000	400
1100~1200	500
1300~1500	500
大于 1500	600

表 14 b1 取值参考（PE、HDPE 排水管）

D ₁ /D ₂	b1
≤450	300
大于 450	500

- 12.2.4 地质条件良好、土质均匀、地下水位低于沟槽底面高程、周边环境简单、且开挖深度在 5 m 以内，可采用放坡开挖。沟槽边坡最陡坡度应满足 GB 50268 相关规定。地质条件差且开挖深度在 3 m 以上时，管坑支护宜采取挡土板、槽钢或钢板桩等形式。
- 12.2.5 开挖直槽时应及时做好围护与支撑结构，以免沟槽出现塌方，影响施工、危及人身和管线安全。在地质条件较好、槽深<2 m 时，管道基坑支护宜采用挡土板支护；对于槽深≥2 m 或在地质条件较差、地下水位高的地段，管道基坑支护宜采用槽钢或钢板桩支撑。
- 12.2.6 对于基坑边临近建（构）筑物的时，基坑支护宜选用刚度大的支护结构体系，并应根据周边环境对建（构）筑物进行针对性保护。

12.3 降排水设计

- 12.3.1 对有地下水影响的土方施工，应根据工程规模、工程地质、水文地质、周围环境等要求，制定施工降排水方案，方案应包括以下内容：
- a) 降排水量计算；
 - b) 降排水方法的选定；
 - c) 排水系统的平面和竖向布置，观测系统的平面布置以及抽水机械的选型和数量；
 - d) 降水井的构造，井点系统的组合与构造，排放管渠的构造、断面和坡度；
 - e) 电渗排水所采用的设施及电极；
 - f) 沿线地下和地上管线、周边构（建）筑物的保护和施工安全措施。
- 12.3.2 设计降水深度在基坑（槽）范围内不应小于基坑（槽）底面以下 0.5 m。
- 12.3.3 降水井的平面布置应符合下列规定：
- a) 在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，降水井外延长度应为沟槽宽度的 1 倍~2 倍；

- b) 在地下水补给方向可增加数量，在地下水排泄方向可减少数量。
- 12.3.4 降水深度必要时应进行现场抽水试验，以验证并完善降排水方案。
- 12.3.5 沟槽及井点四周应围防水堤。

13 施工基本规定

- 13.1 从事市政排水管道工程的施工单位应具备相应的施工资质，施工人员应具备相应的资格，市政排水管道工程施工和质量管理应具有相应的施工技术标准。
- 13.2 施工单位应在施工现场执行相应技术标准，建立、健全施工技术、质量、安全生产等管理体系，制定各项施工管理规定，并贯彻执行。
- 13.3 施工单位应按照合同文件、设计文件和有关规范、标准要求，根据建设单位提供的施工界域内地下管线、构（建）筑物资料、工程水文地质勘查资料，组织有关施工技术管理人员进行沿线深入调查，掌握现场实际情况，做好施工准备工作，必要时，须与建设单位相关技术人员进行现场踏勘复核。
- 13.4 施工单位应熟悉和审查施工图纸，掌握设计意图与要求，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方可实施。
- 13.5 施工单位在开工前应编制施工组织设计，对危险性较大的分项、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，有变更时要办理变更审批。
- 13.6 施工时宜按“先地下后地上，先深后浅”的顺序施工。
- 13.7 施工临时设施应根据工程特点合理设置，并有总体布置方案。对不宜间断施工的项目，应有备用动力和设备。
- 13.8 施工测量应实行施工单位复核制、监理单位复测制，填写相关记录，并符合下列规定：
- a) 施工前，建设单位应组织有关单位进行现场交桩，施工单位及监理单位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；
- b) 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 200 m 不宜少于 1 个；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；
- c) 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；
- d) 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。
- 13.9 施工测量的允许偏差，应符合表 15 的规定，并应满足 GB 50026 和 CJJ/T 8 的有关规定；对有特定要求的管道还应遵守其特殊规定。

表 15 施工测量的允许偏差

项目		允许偏差
水准测量高程闭合差（mm）		$\pm 12\sqrt{L}$
导线测量方位角闭合差（°）		$24\sqrt{n}$
导线测量相对闭合差	开槽施工管道	1/1000
	其他方法施工管道	1/3000
直接丈量测距的两次校差		1/5000
注1：L为水准测量闭合线路的长度（km）。		
注2：n为水准或导线测量的测站数。		

- 13.10 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，并按国家和广州市的有关标准规定进行复验，验收合格后方可使用。
- 13.11 凡涉及安全、节能、环境保护和主要使用功能的重要材料、产品，应按各专业工程施工规范、验收规范和设计文件等规定进行复验。

- 13.12 现场配制的工程材料应经检测合格后方可使用。
- 13.13 施工过程中所用管节、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、锈蚀或老化。
- 13.14 施工单位应遵守国家和地方政府有关环境保护的法律、法规，采取有效措施控制施工现场的各种粉尘、废气、废弃物以及噪声、振动等对环境造成的污染和危害。
- 13.15 施工单位应取得安全生产许可证，并应遵守有关施工安全、劳动保护、防火、防毒的法律、法规，建立安全管理体系和安全生产责任制，确保安全生产。对不开槽施工、过江河管道及深基坑等危险性较大的分部、分项工程以及高空、井下、管内、水上、水下风险性较高的施工作业，应制定相应的专项施工方案，安全生产条件符合规定后方可施工。
- 13.16 管道地基应符合设计要求，管道天然地基的强度和变形不能满足设计要求时应按设计要求加固。
- 13.17 管道附属设备安装前应对有关的设备基础、预埋件、预留孔的位置、高程、尺寸等进行复核。
- 13.18 施工单位应按照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。
- 13.19 本文件中所规定的质量验收事项仅针对工程质量方面的验收。
- 13.20 管道施工完成后应做好竣工测量，并按规定提供竣工图。对无法进入管道测量的，应用管道 CCTV 检测等其他方法。
- 13.21 工程应经过竣工验收合格后，方可投入使用。当实施埋深（管道埋深大于等于 10 m 时）的市政排水管道建设，推广应用管线探测高新技术（如管线陀螺仪等）进行竣工测量，确保信息的准确性。
- 13.22 当排水管道施工开挖深度大于或等于 5m 时，应符合现行行业标准 JGJ 311 的有关要求，从深基坑工程施工安全等级划分、施工前基坑环境调查、支护与降水设计、施工组织设计、安全监测等，编制专项施工方案并经评审与论证确保可行，施工过程中，落实监测、检测、巡查，及时反馈问题并妥善处置，保障施工安全。

14 土方工程

14.1 一般规定

- 14.1.1 本章适用于排水管道铺设前的施工降排水、沟槽开挖与支护、地基处理及管道铺设后的沟槽回填等土方工程施工。
- 14.1.2 排水管道的土方施工，除应符合本章规定外，还应符合 GB 50268、GB 50141 等相关国家标准的规定。
- 14.1.3 排水管道土方施工前，建设单位应向施工单位提供施工影响范围内地下管线及涵洞隧道、地铁线路站台、人防工程、地下市政场站等其他公共设施资料，施工单位应按照合同文件、设计文件和有关规范、标准要求，根据建设单位提供的施工界域内地下管线等构（建）筑物资料、工程水文地质资料，组织有关施工技术管理人员深入沿线调查，掌握现场实际情况，做好施工准备工作，并采取措施对既有构（建）筑物加以保护。
- 14.1.4 沟槽的开挖、支护方式应根据工程水文地质条件、施工方法、周围环境等要求进行技术经济比较，确保施工安全和环境保护要求。
- 14.1.5 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。
- 14.1.6 沟槽支护应根据沟槽的岩土质、地下水位、沟槽断面、荷载条件等因素进行设计；施工单位应按设计要求进行支护。
- 14.1.7 土石方爆破施工应按国家有关部门的规定，由有相应资质的单位进行施工。

14.2 沟槽开挖与支护

14.2.1 沟槽开挖、支护方式应根据工程水文地质条件、施工方法、周边环境等要求进行技术经济比较，确保施工安全和环境保护要求，并应编制应急预案。

14.2.2 土方开挖的顺序、方法应与设计工况相一致，并遵循“开槽支撑，先撑后挖，分层开挖，严禁超挖”的原则。

14.2.3 基坑(槽)、管沟的挖土应分层进行。在施工过程中基坑(槽)、管沟边堆置土方不应超过设计荷载，挖方时不应碰撞或损伤支护结构、降水设施。

14.2.4 基坑(槽)、管沟土方施工中应对支护结构、周边环境进行观察和监测，如出现异常情况应及时处理，待恢复正常后方可继续施工。

14.2.5 沟槽开挖与支护的施工方案主要内容应包括：

- a) 沟槽施工平面布置图及开挖断面图；
- b) 沟槽形式、开挖方法及堆土要求；
- c) 无支护沟槽的边坡要求；有支护沟槽的支撑形式、结构、支拆方法及安全措施；
- d) 施工设备机具的型号、数量及作业要求；
- e) 不良土地段沟槽开挖时采取的护坡和防止沟槽坍塌的安全技术措施；
- f) 施工安全、文明施工、沿线管线及构(建)筑物保护要求等。

14.2.6 沟槽底部开挖宽度应符合设计要求，设计无要求时，可按 12.2 条的相关计算方法计算沟槽底部开挖宽度。

14.2.7 沟槽边堆置土方应符合设计要求；在软土或其他不稳定土层中采用支护开挖时，开始支护的沟槽开挖深度不应超过 1.0 m；开挖与支护交替进行时，每次交替的深度宜为 0.4 m~0.8 m。

14.2.8 对于基坑边临近建(构)筑物的，宜选用刚度大的支护结构体系，并应考虑对建(构)筑物保护。

14.2.9 基坑(槽)、管沟的挖土应分层进行。在施工过程中基坑(槽)、管沟边堆置土方不应超过设计荷载，挖方时不应碰撞或损伤支护结构、降水设施。

14.2.10 沟槽开挖过程中，撑板、钢板桩等沟槽支护有关内容，应按照 GB 50268、GB 50141、GB 50202、JGJ 120 的规定执行。

14.2.11 拆除钢板桩应符合下列规定：

- a) 在回填达到规定要求高度后，方可拔除钢板桩；
- b) 钢板桩拔除后应及时回填桩孔；
- c) 回填桩孔时应采取措施填实；采用砂灌回填时，非湿陷性黄土地区可冲水助沉；有地面沉降控制要求时，宜采取边拔桩边注浆等措施。

14.2.12 铺设柔性管道的沟槽，支撑的拆除应按设计要求进行。

14.2.13 雨期施工应符合下列要求：

- a) 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；
- b) 沟槽与原有排水沟、排水管交叉时，应采取加固或新建渡槽、渡管等导流措施。受高程控制影响原有排水沟、排水管联通的地点，应设临时泵站。切断原有排水沟、排水管道时，应经主管部门同意；
- c) 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；
- d) 宜采取在沟槽周边围堤等护壁措施保护沟槽；
- e) 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，坝顶高度应较施工期间最高洪水位高 0.5 m；
- f) 雨期施工不宜靠房屋、围墙堆土；严禁靠危墙堆土。

14.3 沟槽监测

14.3.1 开挖深度大于等于 5 m 或开挖深度小于 5 m 但现场地质情况和周边环境较复杂的基坑工程应进行第三方基坑工程监测。

14.3.2 基坑（槽）、管沟土方工程验收应确保支护结构安全和周围环境安全为前提。当设计有指标时，以设计要求为依据，若无设计指标时应按表 16 的规定执行。

14.3.3 顶管工程施工过程应进行监测。监测方案应包含监测对象、监测项目、测点布置、监测频率、报警值及应急监测要求等内容。

14.4 施工降排水

14.4.1 采取明沟排水施工时，排水井宜布置在沟槽范围以外，其间距不宜大于 150 m。

14.4.2 施工降排水终止抽水后，降水井及拔除井点管所留的孔洞，应及时用砂石及水泥等填实；地下水静水位以上部分，可用黏土填实。

14.4.3 施工单位应采取有效措施控制施工降排水对周边环境的影响。

14.4.4 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。

表 16 基坑变形的监控值

基坑类型	围护结构墙顶位移监控值（mm）	围护结构墙体最大位移监控值（mm）	地面最大沉降监控值（mm）
一级基坑	30	50	30
二级基坑	60	80	60
三级基坑	80	100	100

注1：符合下列情况之一，为一级基坑：

- a) 重要工程或支护结构做主体结构的一部分；
- b) 开挖深度大于 10 m；
- c) 与邻近建筑物、重要设施的距离在开挖深度以内的基坑；
- d) 基坑范围内有历史文物、近代优秀建筑、重要管线等需严加保护的基坑。

注2：三级基坑为开挖深度小于 7 m，且周边环境无特别邀请时的基坑。

注3：除一级和三级外的基坑属二级基坑。

14.4.5 当原有雨水管道，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。

14.4.6 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。

14.4.7 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。

14.4.8 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。

14.4.9 汛期前应对排水设备进行试运行，机务人员到岗，排水机房四周防水堤、机房顶部不应漏水。

14.5 沟槽回填

14.5.1 排水管道铺设完毕并经检验合格后，应及时回填沟槽。无压管道在闭水或闭气试验合格后应及时回填；压力管道水压试验前，除接口外，管道两侧及管顶以上回填高度不应小于 0.5 m；水压试验合格后，应及时回填沟槽的其余部分。回填前，应符合下列规定：

- a) 沟槽内砖、石、木块等杂物清除干净，沟槽内不应有积水，应采取相应措施保证降排水系统正常运行，不应带水回填；
- b) 预制钢筋混凝土管道的现浇基础的混凝土强度、水泥砂浆接口的水泥砂浆强度不应小于 5 MPa；
- c) 现浇钢筋混凝土管渠的强度应达到设计要求；
- d) 混合结构的矩形或拱形管渠，砌体的水泥砂浆强度应达到设计要求；
- e) 回填时采取防止管道发生位移或损伤的措施；

- f) 化学建材管道或管径大于 900 mm 的钢管、球墨铸铁管等柔性管道在沟槽回填前，应采取措施控制管道的竖向变形；
 - g) 雨期应采取措施防止管道漂浮。
- 14.5.2 井室、雨水口及其他附属构筑物周围回填应符合下列规定：
- a) 井室、雨水口及其他附属构筑物的现浇混凝土强度或砌体水泥砂浆强度应达到设计要求；
 - b) 井室周围的回填，应与管道沟槽回填同时进行；不便同时进行，应留台阶形接茬；
 - c) 井室周围回填压实时应沿井室中心对称进行，且不应漏夯；
 - d) 回填材料压实后应与井壁紧贴；
 - e) 路面范围内的井室周围，应采用石灰土、砂、砂砾等材料回填，其回填宽度不宜小于 400 mm；
 - f) 严禁在槽壁取土回填。
- 14.5.3 除设计有要求外，回填材料应符合下列规定。
- a) 采用土回填时，应符合下列规定：
 - 1) 槽底至管顶以上 500 mm 范围内，土中不应含有机物以及大于 50 mm 的砖、石等硬块；在抹带接口处、防腐绝缘层或电缆周围，应采用细粒土回填；
 - 2) 回填土的含水量，宜按土类和采用的压实工具控制在最佳含水率 $\pm 2\%$ 范围内。
 - b) 采用石灰土、砂、砂砾等材料回填时，其质量应符合设计要求或有关标准规定。
- 14.5.4 每层回填土的虚铺厚度，应根据所采用的压实机具按表 17 的规定选取。

表 17 每层回填土的虚铺厚度

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

- 14.5.5 回填土或其他回填材料运入槽内时不应损伤管道及其接口，并应符合下列规定：
- a) 根据每层虚铺厚度的用量将回填材料运至槽内，且不应在影响压实的范围内堆料；
 - b) 管道两侧和管顶以上 500 mm 范围内的回填材料，应由沟槽两侧对称运入槽内，不应直接回填在管道上；回填其他部位时，应均匀运入槽内，不应集中推入；
 - c) 需要拌合的回填材料，应在运入槽内前拌合均匀，不应在槽内拌合。
- 14.5.6 回填作业每层土的压实遍数，按压实度要求、压实工具、虚铺厚度和含水量，应经现场试验确定。
- 14.5.7 采用重型压实机械压实或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。
- 14.5.8 软土、湿陷性黄土、膨胀土等地区的沟槽回填，应符合设计要求和当地工程标准规定。回填前应进行闭水试验，且应带井试验。
- 14.5.9 柔性管道回填至设计高程时，应在 12 h~24 h 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，应采取下列处理措施。

- a) 当钢管或球墨铸铁管道变形率超过 2%，但不超过 3%时；化学建材管道变形率超过 3%，但不超过 5%时，应采取下列处理措施：
 - 1) 挖出回填材料至露出管径 85%处，管道周围内应人工挖掘以避免损伤管壁；
 - 2) 挖出管节局部有损伤时，应进行修复或更换；
 - 3) 重新夯实管道底部的回填材料；
 - 4) 选用适合回填材料，按 GB 50268 中柔性管道沟槽作业回填的相关规定重新回填施工，直至设计高程；
 - 5) 按本条规定重新检测管道变形率。

- b) 钢管或球墨铸铁管道的变形率超过 3%时，化学建材管道变形率超过 5%时，应挖出管道，并会同设计单位研究处理。

14.5.10 管道埋设的管顶覆土最小厚度应符合设计要求。管顶覆土回填压实度达不到设计要求时应与设计协商进行处理。

14.6 工程质量验收要求

14.6.1 沟槽开挖与地基处理应符合下列规定。

- a) 原状地基土不应扰动、受水浸泡；
检查方法：观察，检查施工记录。
- b) 地基承载力应满足设计要求；
检查方法：观察，检查地基承载力试验报告。
- c) 进行地基处理时，压实度、厚度满足设计要求；
检查方法：按设计或规定要求进行检查，检查检测记录、试验报告。

14.6.2 沟槽支护应符合现行国家标准 GB 50202 的相关规定，对于撑板、钢板桩支撑还应符合下列规定。

- a) 支撑方式、支撑材料符合设计要求；
检查方法：观察，检查施工方案。
- b) 支护结构强度、刚度、稳定性符合设计要求；
检查方法：观察，检查施工方案、施工记录。
- c) 横撑不应妨碍下管和稳管；
检查方法：观察。
- d) 支撑构件安装应牢固、安全可靠，位置正确；
检查方法：观察。
- e) 支撑后，沟槽中心线每侧的净宽不应小于施工方案设计要求；
检查方法：观察，用钢尺量测。
- f) 钢板桩的轴线位移不应大于 50 mm，垂直度不应大于 1.5%；
检查方法：观察，用小线、垂球量测。

14.6.3 沟槽回填应符合下列要求。

- a) 回填材料符合设计要求；
检查方法：观察；按国家有关规范的规定和设计要求进行检查，检查检测报告。
- b) 沟槽不应带水回填，回填应密实；
检查方法：观察，检查施工记录。
- c) 柔性管道的变形率不应超过设计要求或第 17.5.9 条的规定，管壁不应出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况；
检查方法：观察，方便时用钢尺直接量测，不方便时用圆度测试板或芯轴仪在管内拖拉量测管道变形率；检查记录，检查技术处理资料；
检查数量：试验段（或初始 50 m）不少于 3 处，每 100 m 正常作业段（取起点、中间点、终点近处各一点），每处平行测量 3 个断面，取其平均值。
- c) 回填应达到设计高程，表面应平整；
检查方法：观察，有疑问处用水准仪测量。
- d) 回填时管道及附属构筑物无损伤、沉降、位移；
检查方法：观察，有疑问处用水准仪测量。

15 开槽施工管道主体结构

15.1 一般规定

15.1.1 对开槽施工管道，预制成品管道的运输和贮存管理、管道基础、下管、安装连接、防腐处理等施工，现浇钢筋混凝土管渠的原材料选择和配合比控制、模板、钢筋、混凝土、变形缝、局部结构处理等分项工程施工，以及工程质量验收等，除满足本文件外，还应按 GB 50141 的相关规定执行。

15.1.2 管道各部位结构和构造形式、所用管节、管件及主要工程材料等应符合设计要求。混凝土管材应确保植入电子追踪芯片后方可使用。

15.1.3 管节和管件装卸时应轻装轻放，运输时应垫稳、绑牢不应相互撞击，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应直接接触管节。

15.1.4 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表 18 的规定，使用管节时应自上而下依次搬运。

表 18 管节堆放层数与层高

管材种类	管径 D_0 (mm)			
	500~600	600~700	800~1200	≥ 1400
自应力混凝土管	——	——	——	——
预应力混凝土管	4 层	3 层	2 层	1 层
钢管、球墨铸铁管	层高 ≤ 3 m			
硬聚氯乙烯管、聚乙烯管	3 层	3 层	——	——
注： D_0 为管外径（mm）。				

15.1.5 化学建材管节、管件贮存、运输过程中应采取防止变形措施，并符合下列规定：

- 长途运输时，可采用套装方式装运，套装的管节间应设有衬垫材料，并应相对固定，严禁在运输过程中发生管与管之间、管与其他物体之间的碰撞；
- 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挡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，不应抛、摔、拖管以及受剧烈撞击和被锐物划伤；
- 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暴晒。堆放高度不应超过 2.0 m，堆放附近应有消防设施（备）。

15.1.6 橡胶圈贮存、运输应符合下列规定：

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

15.1.7 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。

15.1.8 管道施工应符合 GB 50268、CJJ 143 等有关规定和设计文件要求。

15.1.9 管道柔性接口连接应符合下列规定：

- 管材承口内工作面、插口外工作面应清洗干净；套在插口上的橡胶圈应位置准确，受力均匀、没有扭曲翻转现象；安装应平直、无扭曲；
- 钢筋混凝土管的橡胶圈应在插口上粘结定位，承插前橡胶圈表面和承口工作面宜涂刷无腐蚀性的润滑剂；
- 不应强力对口承插连接，避免管口端部受强力破损；
- 承插应达到规定深度，环向间隙应均匀一致；
- 双道橡胶止水圈柔性接口安装完成后，应按设计文件要求的试验压力进行接口单口水压检验。

15.1.10 高密度聚乙烯管等化学管材接口熔焊连接应符合下列规定：

- a) 首次使用管材或焊接工艺的，施工单位应在施焊前进行焊接工艺评定并编制焊接作业工艺规程等焊接作业文件，焊工应按经批准的焊接作业文件施焊；
 - b) 连接前，应确定连接条件、专用连接设备及工具、焊接参数、质量控制要求；熔焊连接施工人员应经试焊合格后方可正式施焊，并按技术指标和设备规定的操作程序作业；
 - c) 槽底不应有积水，接口不应受到侧向外力，且熔焊后在冷却期间应防止接口承受外力和移动。
- 15.1.11 钢管接口焊接时，不应进行强行组对，不应在对口间隙夹焊帮条或用加热法缩小间隙施焊，并应符合下列规定：
- a) 焊工应取得相应焊接工艺资格证书，方可上岗施焊；
 - b) 钢管焊接工艺应符合 GB 50236 的规定和设计文件要求；
 - c) 施工单位应制定焊接工艺指导书，进行焊接工艺评定，并根据评定合格的焊接工艺编制焊接作业工艺规程、缺陷修补作业工艺规程和焊接工艺卡等焊接作业文件。焊工应根据经批准的焊接作业文件施焊；
 - d) 对首次使用的钢种，以及改变焊接材料类型、焊接方法和焊接工艺的，施工单位应在施焊前进行焊接工艺评定；
 - e) 沟槽内焊接时，应采取翻转焊接等有效技术措施保证管道底部的焊缝质量。
- 15.1.12 柔性接口钢筋混凝土管道的相邻管接口接缝处理应按设计要求的柔性材料进行嵌填密实、平整。设计要求进行管外接口接缝加强处理时，应挤压嵌填，包覆的土工布应紧贴管外壁、两侧搭接宽度不小于 200 mm。
- 15.1.13 钢筋混凝土管接口安装要求：广州地区地下水位较高，土质比较松软，不均匀沉陷较严重，为减少管内雨、污水渗漏引起水土流失，造成管道不均匀沉降，雨、污水钢筋混凝土管宜采用橡胶圈接口，外抹 1:2 水泥砂浆。橡胶圈的性能指标应符合设计规定。
- 15.1.14 塑料管接口安装要求参照相关设计规定执行。
- 15.1.15 管道与检查井的连接应符合下列规定：
- a) 检查井采用钢筋混凝土预制井、化学建材预制井时，预制井安装位置应准确；管道接入前应复核管道和预制井的位置，保证管道与预制井的预留承口，插口呈直线顺接，不应借转角。
 - b) 检查井采用现浇钢筋混凝土结构时应符合下列规定：
 - 1) 管道应与井内壁齐平或伸入不大于 50 mm；
 - 2) 管道安装完成后，管外壁与井壁接触部位的中间位置应粘贴遇水膨胀止水橡胶圈，表面涂刷缓膨剂；
 - 3) 钢筋混凝土管与现浇钢筋混凝土检查井连接，应符合设计文件要求；
 - 4) 化学建材管管道，其管外壁与井壁接触部位应按 CJJ 143 的相关规定执行。
 - c) 接入检查井的管道，应采用相同接口类型的 2~3 根短管过渡；化学建材管的短管长度宜为 0.5 m~3.0 m，且不小于管外径长度；钢筋混凝土管的短管长度应为半管长度。
- 15.1.16 管道若与既有建（构）筑物、各类管道、铁路、地铁、道路相邻或相交，其间的水平或垂直净距应符合现行规范规定和设计文件要求。管道交叉处理或净距无法满足时，应征询相关管理部门的意见并按设计文件要求进行处理。
- 15.1.17 处于流砂地区施工时，管道铺设中应加强检查，发现沟槽侧壁、沟底冒泥浆，涌水，涌土应及时处理；管道铺设期间降排水措施不应间断、停用。
- 15.1.18 起重机下管时，起重机架设的位置不应影响沟槽边坡的稳定；起重机在架空高压输电线路附近作业时，与线路间的安全距离应符合电业管理部门的规定。
- 15.1.19 管道应在沟槽地基、管基质量检验合格后安装；安装时宜自下游开始，承口应朝向施工前进的方向。
- 15.1.20 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：
- a) 对于预应力、自应力混凝土管以及滑入式柔性接口球墨铸铁管，应符合表 19 规定；

- b) 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。

表 19 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、自应力混凝土管、滑入式柔性接口球墨铸铁管	600~1000	承口 外径 加	1000	200	承口长度 加 200	400
	1100~1500		1600			450
	>1600		1800			500

- 15.1.21 管节下入沟槽时，不应与槽壁支撑及槽下的管道相互碰撞；沟内运管不应扰动原状地基。
- 15.1.22 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。
- 15.1.23 管道安装时，应将管节的中心及高程逐节调整正确，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。
- 15.1.24 管道安装时，应随时清除管道内的杂物，暂时停止安装时，两端应临时封堵。
- 15.1.25 雨期施工应采取以下措施：
- a) 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；
 - b) 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；
 - c) 刚性接口作业宜避开雨天。
- 15.1.26 地面坡度大于 18%，且采用机械法施工时，应采取措施防止施工设备倾翻。
- 15.1.27 安装柔性接口的管道，其纵坡大于 18%时；或安装刚性接口的管道，其纵坡大于 36%时，应采取防止管道下滑的措施。
- 15.1.28 压力管道上的阀门，安装前应逐个进行启闭检验。
- 15.1.29 钢管内、外防腐层遭受损伤或局部未做防腐层的部位，下管前应修补，修补的质量应符合第 15.7 节的有关规定。
- 15.1.30 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。
- 15.1.31 管道保温层的施工应符合下列规定：
- a) 在管道焊接、水压试验合格后进行；
 - b) 法兰两侧应留有间隙，每侧间隙的宽度为螺栓长加 20 mm~30 mm；
 - c) 保温层与滑动支座、吊架、支架处应留出空隙；
 - d) 硬质保温结构，应留伸缩缝；
 - e) 施工期间，不应使保温材料受潮；
 - f) 保温层伸缩缝宽度的允许偏差应为 ± 5 mm；
 - g) 保温层厚度允许偏差应符合表 20 的规定。

表 20 保温层厚度的允许偏差

项目	允许偏差	
厚度 (mm)	瓦块制品	+5%
	柔性材料	+8%

- 15.1.32 污水和雨、污水合流的金属管道内表面，应按国家有关规范的规定和设计要求进行防腐层施工。
- 15.1.33 管道与法兰接口两侧相邻的第一至第二个刚性接口或焊接接口，待法兰螺栓紧固后方可施工。
- 15.1.34 管道安装完成后，应按相关规定和设计要求设置管道位置标识。

15.2 管道基础施工

15.2.1 混凝土基础施工应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 平基与管座的模板，可一次或两次支设，每次支设高度宜略高于混凝土的浇筑高度；
- c) 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；
- d) 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；
- e) 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；
- f) 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；
- g) 混凝土浇筑中应防止离析；浇筑后应进行养护，强度低于 1.2 MPa 时不应承受荷载。

15.2.2 砂石基础施工应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 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，不应用其他材料填充；
- c) 管道基础的允许偏差应符合表 21 的规定。

表 21 管道基础的允许偏差

检查项目			允许偏差（mm）
垫层	中线每侧宽度		不小于设计要求
	高程	无压管道	0， 15
		压力管道	±30
	厚度		不小于设计要求
混凝土基础、管座	平基	中线每侧宽度	+10， 0
		高程	0， -15
		厚度	不小于设计要求
	管座	肩宽	+10， -5
		肩高	±20
土（砂及砂砾）基础	高程	无压管道	0， -15
		压力管道	±30
	平基厚度		不小于设计要求
	土弧基础腋角高度		不小于设计要求

15.3 高密度聚乙烯管（HDPE）的安装

15.3.1 管节及管件的规格、性能应符合国家有关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：

- a) 不应有影响结构安全、使用功能及接口连接的质量缺陷；
- b) 内、外壁光滑、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；
- c) 管节不应有异向弯曲，端口应平整；
- d) 橡胶圈应符合第 15.4.5 条的规定。

15.3.2 管道铺设应符合下列规定：

- a) 采用承插式（或套筒式）接口时。宜人工布管且在沟槽内连接；槽深大于 3 m 或管外径大于 400 mm 的管道，宜用非金属绳索兜住管节下管；严禁将管节翻滚抛入内中；
- b) 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；移入沟槽时，管道表面不应有明显的划痕。

15.3.3 管道连接应符合下列规定：

- a) 承插式柔性连接、套筒（带或套）连接、法兰连接、卡箍连接等方法采用的密封件、套筒件、法兰、紧固件等配套管件，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气设备、挤出焊接设备和工具进行施工；
- b) 管道连接时应应对连接部位、密封件、套筒等配件清理干净，套筒（带或套）连接、法兰连接、卡箍连接用的钢制套筒、法兰、卡箍、螺栓等金属制品应根据现场土质并参照相关标准采取防腐措施；
- c) 采用承插式接口的管道安装时，承口内工作面、插口外工作面应清洗干净，沿直线安装时承插式管口间的纵向间隙不应大于 5 mm，套在插口上的橡胶圈应平直、无扭曲，应正确就位；橡胶圈表面和承口工作面应涂刷无腐蚀性的润滑剂；安装后放松外力，管节回弹不应大于 10 mm，且橡胶圈应设置在承、插口工作面上；
- d) 采用法兰接口的管道安装时，重力管轴线偏差不应大于 15 mm，高程偏差不应大于 10 mm；压力管轴线偏差不应大于 30 mm，高程偏差不应大于 20 mm；采用焊接接口时，两端管的环向焊缝处应齐平，内壁错边量不宜超过管壁厚度的 10%，且不应大于 2 mm；
- e) 承插式柔性接口连接宜在当日温度较高时进行、插口端不宜插到承口底部，应留出不小于 10 mm 的伸缩空隙，插入前应在插口端外壁做出插入深度标记；插入完毕后，承插口周围空隙均匀，连接的管道平直；
- f) 电熔连接、热熔连接、套筒（带或套）连接、法兰连接、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，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；
- g) 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；
- h) 管道系统设置的弯头、三通、变径处应采用混凝土支墩或金属卡箍拉杆等技术措施；非锁紧型承插连接管道，每根管节应有 3 点以上的固定措施；
- i) 安装完的管道中心线及高程调整合格后，即将管底有效支撑角范围用中粗砂回填密实，不应用水土或其他材料回填。

15.4 钢筋混凝土管及预（自）应力混凝土管的安装

15.4.1 管节的规格、性能、外观质量及尺寸公差应符合国家及广州市有关标准的规定。

15.4.2 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。

15.4.3 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。

15.4.4 采用混凝土基础时，管道中心、高程复验合格后，应按第 15.2.2 条的规定及时浇注管座混凝土。

15.4.5 柔性接口形式应符合设计要求，橡胶圈应符合下列规定：

- a) 材质应符合相关规范的规定；
- b) 应由管材厂配套供应；
- c) 外观应光滑平整，不应有裂缝、破损、气孔、重皮等缺陷；
- d) 每个橡胶圈的接头不应超过 2 个。

15.4.6 柔性接口的钢筋混凝土管、预（自）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、应正确就位；橡胶圈表面和承口工作面应涂刷无腐蚀性的润滑剂；安装后放松外力，管节回弹不应大于 10 mm，且橡胶圈应在承、插工作面上。

15.4.7 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：

- a) 选用粒径 0.5 mm~5 mm，含泥量不大于 3%的洁净砂；

- b) 选用网格 10 mm×10 mm、丝径为 20 号的钢丝网；
 - c) 水泥砂浆配比满足设计要求。
- 15.4.8 刚性接口的钢筋混凝土管道施工应符合下列规定：
- a) 抹带前应将管口的外壁凿毛、洗净；
 - b) 钢丝网端头应在浇筑混凝土管座时插入混凝土内，在混凝土初凝前，分层抹压钢丝网水泥砂浆抹带；
 - c) 抹带完成后应立即用吸水性强的材料覆盖，3 h～4 h 后洒水养护；
 - d) 水泥砂浆填缝及抹带接口作业时落入管道内的接口材料应清除；管径大于或等于 700 mm 时，应采用水泥砂浆将管道内接口部位抹平、压光；管径小于 700 mm 时，填缝后应立即拖平。
- 15.4.9 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，无明确要求时应符合表 22 的规定；预（自）应力混凝土管沿曲线安装时、管口间的纵向间隙最小处不应小于 5 mm，接口转角应符合表 23 的规定。

表 22 钢筋混凝土管管口间的纵向间隙

管材种类	接口类型	管内径 D _i	纵向间隙（mm）
钢筋混凝土管	平口、企口	500～600	1.0～5.0
		≥700	7.0～15
	承插式乙型口	600～3000	5.0～1.5

表 23 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	允许转角（°）
预应力混凝土管	500～700	1.5
	800～1400	1
	1600～3000	0.5
自应力混凝土管	500～800	1.5

- 15.4.10 预（自）应力混凝土管不应截断使用。
- 15.4.11 井室内暂时不接支线的预留管（孔）应封堵。
- 15.4.12 预（自）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。
- 15.5 球墨铸铁管的安装
- 15.5.1 管节及管件的规格、尺寸公差、性能应符合国家有关标准规定和设计要求、进入施工现场时其外观质量应符合下列规定：
- a) 管节及管件表面不应有裂纹，不应有妨碍使用的凹凸不平的缺陷；
 - b) 采用橡胶圈柔性接口的球墨铸铁管，承口的内工作面和插口的外工作面应光滑、轮廓清晰，不应有影响接口密封性的缺陷。
- 15.5.2 管节及管件下沟槽前，应清除承口内部的油污、飞刺、铸砂及凹凸不平的铸瘤；柔性接口铸铁管及管件承口的内工作面、插口的外工作面应修整光滑，不应有沟槽、凸脊缺陷；有裂纹的管节及管件不应使用。
- 15.5.3 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，确保接口的环向间隙应均匀。
- 15.5.4 采用滑入式或机械式柔性接口时，橡胶圈的质量、性能、细部尺寸，应符合国家有关球墨铸铁管及管件标准的规定，并应符合第 15.4.5 条的规定。接口工作坑的尺寸应符合表 24 的规定。
- 15.5.5 橡胶圈安装经检验合格后，方可进行管道安装。
- 15.5.6 安装滑入式橡胶圈接口时，推入深度应达到标记环，并复查与其相邻已安好的第一至第二个接口推入深度。
- 15.5.7 安装机械式柔性接口时、应使插口与承口法兰压盖的轴线相重合；螺栓安装方向应一致、用扭矩扳手均匀、对称地紧固。

表 24 接口工作坑的尺寸

接口形式	管径（mm）	工作坑尺寸（mm）				
		宽度		长度		深度
				承口前	承口后	
刚性口	500～700	管径+1.2		1.0	0.3	0.4
	800～1200	管径+1.2		1.0	0.3	0.5
滑入性柔性接口	≤500	承口外径加	0.8	0.5	承口长度加 0.2	0.2
	600～1000		1			0.4
	1100～1500		1.6			0.45
	≥1600		1.8			0.5
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。 注2：管径为管外径。						

15.5.8 管道沿曲线安装时，接口的允许转角应符合表 25 的规定。

表 25 沿曲线安装接口的允许转角

管径 D _i	允许转角 (°)
500~600	3
700~800	2
≥900	1

15.6 钢管安装

15.6.1 管道安装应符合 GB 50235、GB 50236 等规范的规定，并应符合下列规定：

- a) 对首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法或焊接工艺，施工单位应在施焊前按设计要求和有关规定进行焊接试验，并应根据试验结果编制焊接工艺指导书；
- b) 焊工应按规定经相关部门考试合格后持证上岗，并应根据经过评定的焊接工艺指导书进行施焊；
- c) 沟槽内焊接时，应采取有效技术措施保证管道底部的焊缝质量。

15.6.2 管节的材料、规格、压力等级等应符合设计要求，管节宜工厂预制。现场加工应符合下列规定：

- a) 管节表面应无斑疤、裂纹、严重锈蚀等缺陷；
- b) 焊缝外观质量应符合表 26 的规定，焊缝无损检验合格；
- c) 直焊缝卷管管节几何尺寸允许偏差应符合表 27 的规定；
- d) 同一管节允许有两条纵缝管径大于或等于 600 mm 时，纵向焊缝的间距应大于 300 mm；管径小于 600 mm 时，其间距应大于 100 mm。

表 26 焊接的外观质量

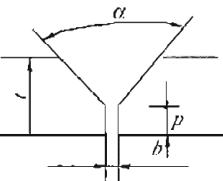
项目	技术要求
外观	不应有熔化金属流到焊缝外未熔化的母材上，焊缝和热影响区表面不应有裂纹、气孔、弧坑和灰渣等缺陷；表面光顺、均匀、焊道与母材应平缓过渡
宽度	应焊出坡口边缘 2 mm～3 mm
表面余高	应小于或等于 1+0.2 倍坡口边缘宽度，且不大于 4 mm
咬边	深度应小于或等于 0.5 mm，焊缝两侧咬边总长不应超过焊缝长度的 10%，且连续长不应大于 100 mm
错边	应小于或等于 0.2l，且不应大于 2 mm
未焊满	不允许
注：l 为壁厚（mm）。	

表 27 直焊缝卷管管节几何尺寸的允许偏差

项目	允许偏差	
周长	$D_i \leq 600$	± 2.0
	$D_i > 600$	$\pm 0.0035D_i$
圆度	管端 $0.005D_i$ ；其他部位 $0.001D_i$ ；	
端面垂直度	$0.001D_i$ ，且不大于 1.5	
弧度	用弧长 $\pi D_i/6$ 的弧形板测量于管内壁或外壁纵横处形成的间隙，其间隙为 $0.1l \pm 2$ ，且不大于 4；距管端 200 mm 纵缝处的间隙不大于 2	
注： D_i 为管内径（mm）， l 为壁厚（mm）。		

- 15.6.3 管道安装前，管节应逐根测量、编号，宜选用管径相差最小的管节组对对接。
- 15.6.4 下管前应先检查管节的内外防腐层，合格后方可下管。
- 15.6.5 管节组成管段下管时，管段的长度、吊距、应根据管径、壁厚、外防腐层材料的种类及下管方法确定。
- 15.6.6 弯管起弯点至接口的距离不应小于管径，且不应小于 100 mm。
- 15.6.7 管节组对焊接时应先修口、清根，管端端面的坡口角度、钝边、间隙，应符合设计要求，设计无要求时应符合表 28 的规定；不应在对口间隙夹焊帮条或用加热法缩小间隙施焊。

表 28 电弧焊管端倒角各部尺寸

倒角形式		间隙 b（mm）	钝边 p（mm）	坡口角度 α （°）
图示	壁厚 l（mm）			
	4～9	1.5～3.0	1.0～1.5	60～70
	10～26	2.0～4.0	1.0～2.0	60±5

- 15.6.8 对口时应使内壁齐平，错口的允许偏差应为壁厚的 20%且不应大于 2 mm。
- 15.6.9 对口时纵、环向焊缝的位置应符合下列规定：
- a) 纵向焊缝应放在管道中心垂线上半圆的 45° 左右处；
 - b) 纵向焊缝应错开，管径小于 600 mm 时，错开的间距不应小于 100 mm；管径大于或等于 600 mm 时，错开的间距不应小于 300 mm；
 - c) 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 100 mm；加固环距管节的环向焊缝不应小于 50 mm；
 - d) 环向焊缝距支架净距离不应小于 100 mm；
 - e) 直管管段两相邻环向焊缝的间距不应小于 200 mm，并不应小于管节的外径；
 - f) 管道任何位置不应有十字形焊缝。

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

15.6.11 管道上开孔应符合下列规定：

- a) 不应在干管的纵向、环向焊缝处开孔；
- b) 管道上任何位置不应开方孔；
- c) 不应在短节上或管件上开孔；
- d) 开孔处的加固补强应符合设计要求。

15.6.12 直线管段不应采用长度小于 800 mm 的短节拼接。

15.6.13 组合钢管固定口焊接及两管段间的闭合焊接，应在无阳光直照和气温较低时施焊；采用柔性接口代替闭合焊接时，应与设计协商确定。

15.6.14 钢管对口检查合格后，方可进行接口定位焊接。定位焊接采用点焊时，应符合下列规定：

- a) 点焊焊条应采用与接口焊接相同的焊条；
- b) 点焊时，应对称施焊，其焊缝厚度应与第一层焊接厚度一致；
- c) 钢管的纵向焊缝及螺旋焊缝处不应点焊；
- d) 点焊长度与间距应符合表 29 的规定。

表 29 点焊长度与间距

管外径 D_0 (mm)	点焊长度 (mm)	环向点焊点 (处)
500	50~60	5
600~700	60~70	6
≥ 800	80~100	点焊间距不宜大于 400mm

15.6.15 焊接方式应符合设计和焊接工艺评定的要求，管径大于 800 mm 时，应采用双面焊。

15.6.16 管道对接时，环向焊缝的检验应符合下列规定：

- a) 检查前应清除焊缝的渣皮、飞溅物；
- b) 应在无损检测前进行外观质量检查，并应符合表 28 的规定；
- c) 无损探伤检测方法应按设计要求选用；
- d) 无损检测取样数量与质量要求应按设计要求执行；设计无要求时，压力管道的取样数量应不小于焊缝量的 10%；
- e) 不合格的焊缝应返修、返修次数不应超过 3 次。

15.6.17 钢管采用螺纹连接时，管节的切口断面应平整，偏差不应超过一扣；丝扣应光洁，不应有毛刺、乱扣、断扣，缺扣总长不应超过丝扣全长的 10%；接口紧固后宜露出 2~3 扣螺纹。

15.6.18 管道采用法兰连接时，应符合下列规定：

- a) 法兰应与管道保持同心，两法兰间应平行；
- b) 螺栓应使用相同规格且安装方向应一致；螺栓应对称紧固，紧固好的螺栓应露出螺母之外；
- c) 与法兰接口两侧相邻的第一至第二个刚性接口或焊接接口，待法兰螺栓紧固后方可施工；
- d) 法兰接口埋入土中时，应采取防腐措施。

15.7 钢管的内外防腐

15.7.1 管体的内外防腐层宜在工厂内完成，现场连接的补口按设计要求处理。

15.7.2 水泥砂浆内防腐层应符合下列规定。

- a) 施工前应具备的条件应符合下列要求：
 - 1) 管道内壁的浮锈、氧化皮、焊渣、油污等，应彻底清除干净；焊缝突起高度不应大于防腐层设计厚度的 1/3；

- 2) 现场施做内防腐的管道，应在管道试验、土方回填验收合格，且管道变形基本稳定后进行；
- 3) 内防腐层的材料质量应符合设计要求。
- b) 内防腐层施工应符合下列规定：
 - 1) 水泥砂浆内防腐层可采用机械喷涂、人工抹压、拖筒或离心预制法施工；工厂预制时，在运输、安装、回填土过程中，不应损坏水泥砂浆内防腐层；
 - 2) 管道端点或施工中断时，应预留搭茬；
 - 3) 水泥砂浆抗压强度符合设计要求，且不应低于 30 MPa；
 - 4) 采用人工抹压法施工时，应分层抹压；
 - 5) 水泥砂浆内防腐层成形后，应立即将管道封堵，终凝后进行潮湿养护；普通硅酸盐水泥砂浆养护时间不应少于 7 d，矿渣硅酸盐水泥砂浆不应少于 14 d；通水前应继续封堵，保持湿润。
- c) 水泥砂浆内防腐层厚度应符合表 30 的规定。

表 30 钢管水泥砂浆内防腐层厚度要求

管径 D_1 (mm)	厚度	
	机械喷涂	手工涂抹
500~700	8	——
800~1000	10	——
1100~1500	12	14
1600~1800	14	16
2000~2200	15	17
2400~2600	16	18
2600 以上	18	20

- 15.7.3 液体环氧涂料内防腐层应符合下列规定。
- a) 施工前具备的条件应符合下列规定：
 - 1) 宜采用喷（抛）射除锈，除锈等级应不低于 GB/T 8923.1—2011 中规定的 Sa2 级；内表面经喷（抛）射处理后，应用清洁、干燥、无油的压缩空气将管道内部的砂粒、尘埃、锈粉等微尘清除干净；
 - 2) 管道内表面处理后，应在钢管两端 60 mm~100 mm 范围内涂刷硅酸锌或其他可焊性防锈涂料，干膜厚度为 20 μm ~40 μm 。
 - b) 内防腐层的材料质量应符合设计要求；内防腐层施工应符合下列规定：
 - 1) 应按涂料生产厂家产品说明书的规定配制涂料，不宜加稀释剂；
 - 2) 涂料使用前应搅拌均匀；
 - 3) 宜采用高压无气喷涂工艺，在工艺条件受限时，可采用空气喷涂或挤涂工艺；
 - 4) 应调整好工艺参数且稳定后，方可正式涂敷；防腐层应平整、光滑，无流挂、无划痕等；涂敷过程中应实时监测湿膜厚度；
 - 5) 环境相对湿度大于 85%时，应对钢管除湿后方可作业；严禁在雨、雪、雾及风沙等气候条件下露天作业。

15.7.4 埋地管道外防腐层应符合设计要求，其构造应符合表 31、表 32 及表 33 的规定。

表 31 石油沥青涂料外防腐层构造

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）
石油沥青涂料外防腐层构造	(1) 底料一层 (2) 沥青 (3) 玻璃布一层 (4) 沥青 (5) 玻璃布一层 (6) 沥青 (7) 聚氯乙烯工业薄膜一层	≥4.0	(1) 底料一层 (2) 沥青 (3) 玻璃布一层 (4) 沥青 (5) 玻璃布一层 (6) 沥青 (7) 玻璃布一层 (8) 沥青 (9) 聚氯乙烯工业薄膜一层	≥5.5	(1) 底料一层 (2) 沥青 (3) 玻璃布一层 (4) 沥青 (5) 玻璃布一层 (6) 沥青 (7) 玻璃布一层 (8) 沥青 (9) 玻璃布一层 (10) 沥青 (11) 聚氯乙烯工业薄膜一层	≥7.0

表 32 环氧煤沥青涂料外防腐层构造

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）
环氧煤沥青涂料外防腐层构造	(1) 底料 (2) 底料 (3) 底料 (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

表 33 环氧树脂玻璃钢外防腐层构造

材料种类	加强级	
	构造	厚度（mm）
石油沥青涂料外防腐层构造	(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

15.7.5 石油沥青涂料外防腐层施工应符合下列规定：

- a) 涂底料前管体表面应清除油垢、灰渣、铁锈；人工除氧化皮、铁锈时，其质量标准应达 St3 级；喷砂或化学除锈时，其质量标准应达 Sa2.5 级；
- b) 涂底料时基面应干燥，基面除锈后与涂底料的间隔时间不应超过 8 h。涂刷应均匀、饱满，涂层不应有凝块、起泡现象，底料厚度宜为 0.1 mm～0.2 mm，管两端 150 mm～250 mm 范围内不应涂刷；
- c) 沥青涂料熬制温度宜在 230 ℃左右，最高温度不应超过 250 ℃，熬制时间宜控制在 4 h～5 h，每锅料应抽样检查，其性能应符合表 34 的规定；

表 34 石油沥青涂料性能

项目	性能指标
软化点（环球法）	≥125 ℃
针入度（25 ℃，100g）	5～20（1/10 mm）
延度（25 ℃）	≥10 mm

- d) 沥青涂料应涂刷在洁净、干燥的底料上，常温下刷沥青涂料时，应在涂底料后 24 h 之内实施；沥青涂料涂刷温度以 200 ℃～230 ℃为宜；
- e) 涂沥青后应立即缠绕玻璃布，玻璃布的压边宽度应为 20 mm～30 mm，接头搭接长度应为 100 mm～150 mm，各层搭接接头应相互错开，玻璃布的油浸透率应达到 95%以上，不应出现大于 50 mm×50 mm 的空白；管端或施工中断处应留出长 150 mm～250 mm 的缓坡型搭茬；
- f) 包扎聚氯乙烯膜保护层作业时，不应有褶皱、脱壳现象；压边宽度应为 20 mm～30 mm，搭接长度应为 100 mm～150 mm；
- g) 沟槽内管道接口处施工，应在焊接、试压合格后进行，接茬处应粘结牢固、严密。

15.7.6 环氧煤沥青外防腐层施工应符合下列规定：

- a) 管节表面应符合第 15.7.5 条 a) 的规定；焊接表面应光滑无刺、无焊瘤、棱角；
- b) 应按产品说明书的规定配制涂料；
- c) 底料应在表面除锈合格后尽快涂刷、空气湿度过大时，应立即涂刷、涂刷应均匀，不应漏涂；管两端 100 mm～150 mm 范围内不涂刷，或在涂底料之前，在该部位涂刷可焊涂料或硅酸锌涂料，干膜厚度不应小于 25 μm；
- d) 面料涂刷和包扎玻璃布，应在底料表干后、固化前进行，底料与第一道面料涂刷的间隔时间不应超过 24 h。

- 15.7.7 雨期、冬期石油沥青及环氧煤沥青涂料外防腐层施工应符合下列规定：
- a) 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；环境相对湿度大于 85%时，未采取措施不应进行施工；
 - b) 不应在雨、雾或 5 级以上大风环境露天施工；
 - c) 已涂刷石油沥青防腐层的管道，炎热天气下不宜直接受阳光照射；冬期气温等于或低于沥青涂料脆化温度时，不应起吊、运输和铺设；脆化温度试验应符合 GB/T 4510 的规定。
- 15.7.8 环氧树脂玻璃钢外防腐层施工应符合下列规定：
- a) 管节表面应符合第 15.7.5 条 a) 的规定；焊接表面应光滑无刺、无焊瘤、无棱角；
 - b) 应按产品说明书的规定配制环氧树脂；
 - c) 现场施工可采用手糊法，具体可分为间断法或连续法；
 - d) 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；
 - e) 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 24 h，然后进行面层树脂的施工；
 - f) 玻璃布除涂刷树脂外，可采用玻璃布的树脂浸揉法；
 - g) 环氧树脂玻璃钢的养护期不应少于 7 d。
- 15.7.9 外防腐层的外观、厚度、电火花试验、粘结力应符合设计要求，设计无要求时应符合表 35 的规定。

表 35 外防腐层的外观、厚度、电火花试验、粘结力的技术要求

材料种类	防腐等级	构造	厚度 (mm)	外观	电火花试验		粘结力
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	16 kv	用电火花检漏仪检查无打火现象	以夹角为 45°～60° 边长 40～50 mm 的切口，从角尖端撕开防腐层，首层沥青层应 100%地粘附在管道的外表面
	加强级	四油三布	≥5.5		18 kv		
	特加强级	五油四布	≥7.0		20 kv		
环氧煤沥青涂料	普通级	三油	≥0.3		2 kv		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，不应露出金属表面
	加强级	四油一布	≥0.4		2.5 kv		
	特加强级	六油二布	≥0.5		3 kv		
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	3～3.5 kv		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，不应露出金属表面

- 15.7.10 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。
- 15.7.11 阴极保护施工应与管道施工同步进行。
- 15.7.12 阴极保护系统的阳极的种类、性能、数量、分布与连接方式，测试装置和电源设备应符合国家有关标准的规定和设计要求。
- 15.7.13 牺牲阳极保护法的施工应符合下列规定：
- a) 根据工程条件确定阳极施工方式，立式阳极宜采用钻孔法施工，卧式阳极宜采用开槽法施工；
 - b) 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；
 - c) 阳极连接电缆的埋设深度不应小于 0.7 m，四周应垫有 50 mm～100 mm 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；

- d) 阳极电缆可以直接焊接到被保护管道上、也可通过测试桩中的连接片相连。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、等级应与原有覆盖层一致；
- e) 电缆和阳极钢芯宜采用焊接连接，双边焊缝长度不应小于 50 mm；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；
- f) 阳极端面、电缆连接部位及钢芯均要防腐、绝缘；
- g) 填料包可在室内或现场包装，其厚度不应小于 50 mm；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，不应使用人造纤维织品；
- h) 填包料应调拌均匀，不应混入石块、泥土、杂草等；阳极埋地后应充分灌水、并达到饱和；
- i) 阳极埋设位置一般距管道外壁 3 m~5 m，不宜小于 0.3 m，埋设深度（阳极顶部距地面）不应小于 1 m。

15.7.14 外加电流阴极保护法的施工应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 非联合保护的平行管道间距，不宜小于 10 m；间距小于 10 m 时、后施工的管道及其两端各延伸 10 m 的管段做加强级防腐层；
- c) 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 0.3 m；小于 0.3 m 时，应设有坚固的绝缘隔离物，并应在交叉点两侧各延伸 10 m 以上的管段上做加强级防腐层；
- d) 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 10 m；小于 10 m 时，后施工的管道或电缆按 15.7.14 条 b) 的规定执行；
- e) 被保护管道与供电电缆交叉时，两者间垂直净距不应小于 0.5 m；同时应在交叉点两侧各延伸 10 m 以上的管道和电缆段上做加强级防腐层。

15.7.15 阴极保护绝缘处理应符合下列规定：

- a) 绝缘垫片应在干净、干燥的条件下安装，并应配对供应或在现场扩孔；
- b) 法兰面应清洁、平直、无毛刺并正确定位；
- c) 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两个垫圈的厚度；
- d) 连接螺栓在螺母下应设有绝缘垫圈。

15.8 现浇钢筋混凝土箱涵管渠

15.8.1 现浇钢筋混凝土管渠原材料应符合下列规定。

- a) 水泥宜选用强度等级不低于 42.5 级的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥。当选用矿渣硅酸盐水泥时，应掺用适宜品种的外加剂。
- b) 冬期施工宜采用普通硅酸盐水泥。有抗渗、抗冻要求的混凝土不宜采用火山灰质硅酸盐水泥，且水泥标号不宜小于 425 号；同标号、厂牌、品种、出厂日期的水泥不应混存、混用。
- c) 宜采用细度模数在 2.5 以上的洁净、坚硬、符合级配规定的粗中砂；用细砂时，应经配比试验，符合设计要求方可使用；砂中含泥量应小于 3%。
- d) 粗骨料最大粒径不应大于结构截面最小尺寸的 1/4，不应大于钢筋最小净距的 3/4，且不应大于 40 mm。其含泥量不应大于 1%；吸水率不应大于 1.5%：
 - 1) 当采用多级配时，其规格及级配应通过试验确定；
 - 2) 泵送混凝土的碎石最大粒径与输送管内径之比宜小于或等于 1:3，卵石宜小于或等于 1:2.5；
 - 3) 宜采用非活性骨料，不应使用高活性骨料。
- e) 外加剂宜使用无氯盐类的防冻剂、引气剂、减水剂等外加剂：
 - 1) 应采用具有生产资质厂生产的合格的外加剂；

- 2) 应掌握外加剂的性质, 进行掺配试验, 合格后方可使用;
- 3) 选用外加剂的应用条件、掺量范围应符合 GB 50119 规定。钢筋混凝土中不应掺入氯盐。
- f) 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) 钢筋不应有严重锈蚀、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、热处理钢筋, 应分别符合现行国家标准的规定。
- g) 止水带及嵌缝料材质、规格、型号应符合设计要求。

15.8.2 混凝土的配合比选择应符合下列要求:

- a) 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; 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;
- b) 宜采用膨胀量为 0.02%~0.06% 的低活性骨料, 并应控制混凝土中的总含碱量小于 6 kg/m³; 当骨料膨胀量为 0.06%~0.12% 时, 混凝土的总含碱量应小于 6 kg/m³。

15.8.3 现浇钢筋混凝土箱涵管渠的模板分项工程的具体施工过程应符合下列规定:

- a) 模板及其支架应满足浇筑混凝土时的承载能力、刚度和稳定性要求, 且应安装牢固;
- b) 各部位的模板安装位置正确、拼缝紧密不漏浆; 对拉螺栓、垫块等安装稳固; 模板上的预埋件、预留孔洞不应遗漏, 且安装牢固;
- c) 模板清洁、脱模剂涂刷均匀, 钢筋和混凝土接茬处无污渍;
- d) 浇筑混凝土前, 模板内的杂物应清理干净; 钢模板板面不应有明显锈渍;
- e) 对清水混凝土工程及装饰混凝土工程, 应使用能达到设计效果的模板;
- f) 现浇混凝土模板安装允许偏差应符合表 36 的规定。

表 36 外防腐层的外观、厚度、电火花试验、粘结力的技术要求

项目类型		允许偏差 (mm)
相邻板差		2
表面平整度		3
高程		±5
垂直度		5
平面尺寸	L≤20 m	+10, 0
	20 m≤L≤50 m	+L/2000, 0
截面尺寸	壁厚、板厚	±3
	预留孔、洞	±5
轴线位移	箱涵中轴线	10
	侧墙中轴线	5
预留洞中心位置		5
轴线位移	位置	5
	端面垂直度	5
注1: L为箱涵的长度;		
注2: 模板安装允许偏差, 应取检查范围内的较大值。		

15.8.4 现浇钢筋混凝土箱涵管渠的钢筋分项工程的具体施工过程应符合下列规定:

- a) 每批进场钢筋的出厂质量合格证明书及各项性能检验报告应符合国家有关标准规定和设计要求; 受力钢筋的品种、级别、规格和数量应符合设计要求; 钢筋的力学性能检验、化学成分检验等应按 GB 50204 的相关规定执行;
- b) 钢筋加工时, 受力钢筋的弯钩和弯折、箍筋的末端弯钩形式等应符合 GB 50204 的相关规定和设计要求;
- c) 纵向受力钢筋的连接方式应符合设计要求; 受力钢筋采用机械连接接头或焊接接头时, 其接头应按 GB 50204 的相关规定进行力学性能检验;
- d) 同一连接区段内的受力钢筋, 接头面积百分率及最小搭接长度应符合 GB 50204 的相关规定;
- e) 钢筋应平直、无损伤, 表面不应有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈;

- f) 成型的网片或骨架应稳定牢固，不应有滑动、折断、位移、伸出等情况；绑扎接头应扎紧并向内折；
- g) 钢筋安装就位后应稳固，无变形、走动、松散等现象；保护层符合要求；
- h) 钢筋加工形状、尺寸应符合设计要求，其偏差应符合表 37 的规定；
- i) 钢筋安装的允许偏差应符合表 38 的规定。

表 37 钢筋加工时的允许偏差

项目类型		允许偏差（mm）
受力钢筋成型长度		+5， -10
弯起钢筋	弯起点位置	±20
	弯起点高度	0， -10
箍筋尺寸		±5

表 38 钢筋安装位置允许偏差

项目类型		允许偏差（mm）
受力钢筋的间距		±10
受力钢筋的排距		±5
钢筋弯起点位置		20
箍筋、横向钢筋间距	绑扎骨架	±20
	焊接骨架	±10
圆环钢筋同心度		±10
焊接预埋件	中心线位置	3
	水平高差	±3
受力钢筋的保护层	基础	0， +10
	柱、梁	0， +5
	板、墙、拱	0， +3

- 15.8.5 现浇钢筋混凝土箱涵管渠的混凝土分项工程的具体施工过程应符合下列规定：
- a) 现浇混凝土所用的水泥、细骨料、粗骨料、外加剂等原材料，每批的出厂质量合格证明书及各项性能检验报告应符合 GB 50141 的规定和设计要求；
 - b) 混凝土配合比应满足施工和设计要求；
 - c) 结构混凝土的强度等级、抗渗性能应符合设计要求；
 - d) 混凝土结构应外光内实；施工缝、后浇带部位应表面密实，无冷缝、蜂窝、露筋现象；
 - e) 拆模时的混凝土结构强度应符合 GB 50141 的相关规定和设计要求；
 - f) 浇筑现场的混凝土坍落度或维勃稠度符合配合比设计要求；
 - g) 模板在浇筑中无变位、变形、漏浆等现象，拆模后无粘模、缺棱掉角及损伤表面等现象；
 - h) 施工缝、后浇带位置应符合设计要求，表面平顺，无明显漏浆、错台、色差等现象；
 - i) 混凝土表面无明显收缩裂缝；
 - j) 对拉螺栓孔的填封应密实、平整，无收缩现象。
- 15.8.6 现浇钢筋混凝土箱涵管渠的变形缝分项工程的具体施工过程应符合下列规定。
- a) 变形缝的止水带、柔性密封材料等产品，每批的出厂质量合格证明书及各项性能检验报告应符合设计要求，并应符合下列规定：
 - 1) 塑料或橡胶止水带的形状、尺寸及其材质的物理性能，均应符合国家有关标准规定，且无裂纹、气泡、孔洞；
 - 2) 塑料或橡胶止水带对接接头应采用热接，不应采用叠接；接缝应平整牢固，不应有裂口、脱胶现象；T 字接头、十字接头和 Y 字接头，应在工厂加工成型；
 - 3) 金属止水带应平整、尺寸准确，其表面的铁锈、油污应清除干净，不应有砂眼、钉孔；
 - 4) 金属止水带接头应视其厚度，采用咬接或搭接方式；搭接长度不应小于 20 mm，咬接或搭接应采用双面焊接；
 - 5) 金属止水带在伸缩缝中的部分应涂防锈和防腐涂料；

- 6) 钢边橡胶止水带等复合止水带应在工厂加工成型。
- b) 止水带位置应符合设计要求；安装固定稳固，无孔洞、撕裂、扭曲、褶皱等现象。
- c) 先行施工一侧的变形缝结构端面应平整、垂直，混凝土应密实，止水带与结构咬合紧密；端面混凝土外观严禁出现质量严重缺陷，且无明显质量一般缺陷。
- d) 变形缝应贯通，缝宽均匀一致；柔性密封材料嵌填应完整、饱满、密实。
- e) 变形缝结构端面部位施工完成后，止水带应完整，线形直顺，无损坏、走动、褶皱等现象。
- f) 变形缝内的填缝板应完整，无脱落、缺损现象。
- g) 柔性密封材料嵌填前缝内应清洁、干燥；嵌填应表面平整，其深度应符合设计要求，并与两侧端面粘结紧密。
- h) 变形缝施工允许偏差应符合表 39 的规定。

表 39 箱涵变形缝施工允许偏差

项目类型		允许偏差 (mm)
结构断面平整度		8
结构断面垂直度		2H/1000, 且 ≤8
变形缝宽度		±3
止水带长度		不小于设计要求
止水带位置	结构端面	±5
	止水带中心	±5
相邻错缝		±5
注：H为结构全高。		

- 15.8.7 现浇钢筋混凝土箱涵管渠的混凝土结构分项工程的具体施工过程应符合下列规定：
- a) 结构类型、结构尺寸以及预埋件、预留孔洞、止水带等规格、尺寸应符合设计要求；
- b) 混凝土强度等级、抗渗性能符合设计要求；
- c) 混凝土结构外观无明显质量一般缺陷，严禁出现质量严重缺陷；
- d) 混凝土结构表面应无明显渗水和水珠现象，严禁滴漏、线流；
- e) 各部位以及预埋件、预留孔洞、止水带等的尺寸、位置、高程、线形等的偏差不应影响结构性能和水处理工艺平面布置、设备安装、水力条件；
- f) 结构表面应光洁和顺线形流畅；
- g) 混凝土结构箱涵允许偏差应符合表 40 的规定。

表 40 混凝土结构箱涵的允许偏差

项目类型	允许偏差 (mm)
轴线位置	15
箱涵底高程	±10
管、拱圈断面尺寸	不小于设计要求
盖板断面尺寸	不小于设计要求
墙高	±10
箱涵底中线每侧宽度	±10
墙面垂直度	10
墙面平整度	10
墙厚	+10, 0
注：箱涵底高程在竣工后的贯通测量允许偏差可按 ±20 mm 执行。	

15.9 工程质量验收要求

15.9.1 管道基础应符合下列规定。

- a) 原状地基的承载力符合设计要求；
检查方法：观察，检查地基处理强度或承载力检验报告、复合地基承载力检验报告。
- b) 混凝土基础的强度符合设计要求；

检查方法：混凝土基础的混凝土强度验收应符合 GB/T 50107 及 GB 50141 的有关规定。

- c) 砂石基础的压实度符合设计要求；

检查方法：检查砂石材料的质量保证资料、压实度试验报告。

- d) 原状地基、砂石基础与管道外壁间接触均匀，无空隙；

检查方法：观察，检查施工记录。

- e) 混凝土基础外光内实，无严重缺陷；混凝土基础的钢筋数量、位置正确；

检查方法：观察，检查钢筋质量保证资料，检查施工记录。

15.9.2 高密度聚乙烯管(HDPE)采用热熔对接(或电熔)连接，因焊后无损检验(事后检验)无可行的应用性方法，因此质量控制重点在事前、事中控制，要求严格按焊接工艺、作业指导书及焊接设备、管材性能等要求进行连接。若管壁为构造壁结构，结构连接不应采用热熔焊接。

15.9.3 钢筋混凝土管、预(自)应力混凝土管连接应符合下列规定。

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

检查方法：观察，用探尺检查；检查单口水压试验记录。

- b) 刚性接口的强度符合设计要求，不应有开裂、空鼓、脱落现象；

检查方法：观察；检查水泥砂浆、混凝土试块的抗压强度试验报告。

- c) 刚性接口的宽度、厚度符合设计要求；其相邻管接口错口允许偏差：D 小于 700 mm 时，应在施工中自检；D 大于 700 mm、小于或等于 1000 mm 时，应不大于 3 mm；D 大于 1000 mm 时，应不大于 5 mm；

检查方法：两井之间取 3 点，用钢尺、塞尺量测；检查施工记录。

- d) 柔性接口的安装位置正确，其纵向间隙应符合第 15.4.9 条的相关规定；

检查方法：用直尺量测由线段接口。

- e) 管道接口的填缝应符合设计要求，密实、光洁、平整；

检查方法：观察，检查填缝材料质量保证资料、配合比记录。

15.9.4 球墨铸铁管接口连接应符合下列规定。

- a) 承插接口连接时，两管节中轴线应保持同心，承口、插口部位无破损、变形、开裂；插口推入深度应符合要求；

检查方法：逐个观察；检查施工记录。

- b) 法兰接口连接时插口与承口法兰压盖的纵向轴线一致，连接螺栓终拧扭矩应符合设计或产品使用说明要求；接口连接后，连接部位及连接件应无变形、破损；

检查方法：逐个接口检查，用扭矩扳手检查；检查螺栓拧紧记录。

- c) 橡胶圈安装位置应准确，不应扭曲、外露；沿圆周各点应与承口端面等距，其允许偏差应为 ± 3 mm；

检查方法：观察，用探尺检查；检查施工记录。

- d) 连接后管节间平顺，接口无突起、突弯、轴向位移现象；检查方法：观察；检查施工测量记录；

检查方法：观察；检查施工测量记录。

- e) 接口的环向间隙应均匀，承插口间的纵向间隙不应小于 3 mm；

检查方法：观察。用塞尺、钢尺检查。

- f) 法兰接口的压兰、螺栓和螺母等连接件应规格型号一致，采用钢制螺栓和螺母时，防腐处理应符合设计要求；

检查方法：逐个接口检查；检查螺栓和螺母质量合格证明书、性能检验报告。

- g) 管道沿曲线安装时，接口转角应符合第 15.5.8 条的规定；

检查方法：用直尺量测曲线段接口。

15.9.5 钢管接口连接应符合下列规定。

- a) 管节及管件、焊接材料等的质量应符合第 15.6.2 条的规定；
检查方法：检查产品质量保证资料；检查成品管进场验收记录检查现场制作管的加工记录。
- b) 法兰接口的法兰应与管道同心，螺栓自由穿入，高强度螺栓的终拧扭矩应符合设计要求和有关标准的规定；
检查方法：逐口检查；用扭矩扳手等检查；检查螺栓拧紧记录。
- c) 焊缝层次有明确规定时，焊接层数、每层厚度及层间温度应符合焊接作业指导书的规定，且层间焊缝质量均应合格；
检查方法：逐个检查；对照设计文件、焊接作业指导书检查每层焊缝检验记录。
- d) 法兰中轴线与管道中轴线的允许偏差应符合：D 小于或等于 300 mm 时，允许偏差小于或等于 1 mm；D 大于 300 mm 时，允许偏差小于或等于 2 mm；
检查方法：逐个接口检查；用钢尺、角尺等量测。
- e) 连接的法兰之间应保持平行，其允许偏差不大于法兰外径的 1.5%，且不大于 2 mm；螺孔中心允许偏差应为孔径的 5%；
检查方法：逐口检查；用钢尺、塞尺等量测。

15.9.6 钢管内防腐层应符合下列规定。

- a) 内防腐层材料应符合国家相关标准的规定和设计要求；
检查方法：对照产品标准和设计文件，检查产品质量保证资料；检查成品管进场验收记录。
- b) 水泥砂浆抗压强度符合设计要求且不低于 30 MPa；
检查方法：检查砂浆配合比、抗压强度试块报告。
- c) 液体环氧涂料内防腐层表面应平整、光滑、无气泡、无划痕等，湿膜应无流淌现象；
检查方法：观察，检查施工记录。

15.9.7 钢管外防腐层应符合下列规定。

- a) 外防腐层材料（包括补口、修补材料）、结构等应符合国家相关标准的规定和设计要求；
检查方法：对照产品标准和设计文件，检查产品质量保证资料和成品管进场验收记录。
- b) 钢管表面除锈质量等级应符合设计要求；
检查方法：观察；检查防腐管生产厂提供的除锈等级报告，对照典型样板照片检查每个补口处的除锈质量检查补口处除锈施工方案。
- c) 管体外防腐材料搭接、补口搭接、补伤搭接应符合要求；
检查方法：观察；检查施工记录。

15.9.8 管道铺设应符合下列规定。

- a) 管道埋设深度、轴线位置应符合设计要求，无压力管道严禁倒坡；
检查方法：检查施工记录、测量记录。
- b) 刚性管道无结构贯通裂缝和明显缺损情况；
检查方法：观察，检查技术资料。
- c) 柔性管道的管壁不应出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况；
检查方法：观察，检查施工记录、测量记录。
- d) 管道铺设安装应稳固，管道安装后应线形平直；检查方法：观察，检查测量记录。
- e) 管道内应光洁平整，无杂物、油污；管道无明显渗水和水珠现象；
检查方法：观察。
- f) 管道与井室洞口之间无渗漏水；
检查方法：逐井观察，检查施工记录。
- g) 管道内外防腐层完整，无破损现象；
检查方法：观察，检查施工记录。
- h) 钢管管道开孔应符合第 15.6.11 条的规定；
检查方法：逐个观察，检查施工记录。

- i) 闸阀安装应牢固、严密，启闭灵活，与管道轴线垂直；
检查方法：观察检查，检查施工记录。

16 非开挖施工管道主体结构

16.1 一般规定

- 16.1.1 本章适用于采用顶管、盾构及夯管等方法进行非开挖施工的室外排水管道工程。
- 16.1.2 施工前应进行现场调查研究，并对建设单位提供的工程沿线的有关工程地质、水文地质和周围环境情况，以及沿线地下与地上管线、周边建（构）筑物、障碍物及其他设施的详细资料进行核实确认；必要时应进行勘探。
- 16.1.3 非开挖施工方案应根据工程设计要求、工程水文地质条件、周围环境和现场条件，经技术经济比较后确定。
- 16.1.4 施工前应根据工程水文地质条件、现场施工条件、周围环境等因素，进行安全风险评估；并制定防止发生事故以及事故处理的应急预案，备足应急抢险设备、器材等物资。
- 16.1.5 根据工程设计、施工方法、工程水文地质条件，对邻近建（构）筑物、管线，应采用土体加固或其他有效的保护措施。
- 16.1.6 根据设计要求、工程特点及有关规定，对管（隧）道沿线影响范围地表或地下管线等建（构）筑物设置观测点，进行监控测量。监控测量的信息应及时反馈，以指导施工，发现问题及时处理。
- 16.1.7 监控测量的控制点（桩）设置应符合 GB 50268 的相关规定和设计文件要求，每次测量前应对控制点（桩）进行复核，如有扰动，应进行校正或重新补设。
- 16.1.8 顶管施工的管节应符合下列规定：
- a) 管节的规格及其接口连接形式应符合设计要求；
 - b) 钢筋混凝土成品管质量应符合 GB/T 11836 的规定。管节及接口的抗渗性能应符合设计要求；
 - c) 钢管制作质量应符合第 15 章的相关规定和设计要求，且焊缝等级应不低于 II 级；外防腐结构层满足设计要求，顶进时不应被土体磨损；
 - d) 双插口、钢承口钢筋混凝土管钢材部分制作与防腐应按钢管要求执行；
 - e) 橡胶圈应符合第 15.4.5 条规定及设计要求，与管节粘附牢固、表面平顺；
 - f) 衬垫的厚度应根据管径大小和顶进情况选定。
- 16.1.9 盾构管片的结构形式、制作材料、防水措施应符合设计要求，并应满足下列规定：
- a) 铸铁管片、钢制管片应在专业工厂中生产；
 - b) 现场预制钢筋混凝土管片时，应按管片生产的工艺流程，合理布置场地、管片养护装置等；
 - c) 钢筋混凝土管片的生产，应进行生产条件检查和试生产检验，合格后方可正式批量生产；
 - d) 管片堆放的场地应平整，管片端部应用枕木垫实；
 - e) 管片内弧面向上叠放时不宜超过 3 层，侧卧堆放时不应超过 4 层，内弧面不应向下叠放，否则应采取相应的安全措施；
 - f) 施工现场管片安装的螺栓连接件、防水密封条及其他防水材料应配套存放，妥善保存，不应混用。
- 16.1.10 顶管管材、盾构管片的结构、构造形式，橡胶止水圈（条）、衬垫等工程材料、半成品、成品应符合现行相关标准规定和设计文件要求。顶管管道的接口连接应符合第 18 章的相关规定和设计要求。顶管宜选用 III 级钢筋混凝土管、钢管或球墨铸铁管。
- 16.1.11 浅埋暗挖法施工的工程材料应符合设计和施工方案要求。
- 16.1.12 排水管道采用的材料有混凝土、钢筋混凝土、塑料、球墨铸铁、钢、钢筋混凝土箱涵以及土明渠等。金属管材使用时应充分考虑防腐要求。采用顶管施工方式的，可选用 F 型钢承口钢筋混凝土管、钢管或顶管用球墨铸铁管。

- 16.1.13 顶管施工的市政排水管道工程，宜选用Ⅲ级钢筋混凝土管、钢管或球墨铸铁管。
- 16.1.14 牵引施工的市政排水管道工程，宜选用钢管或 HDPE 管。
- 16.1.15 管道接口应根据管道材质和工程水文地质条件确定，并应符合 GB 50032 的要求。圆形管道的接口宜采用柔性连接。污水管道及合流管道应采用柔性接口。当管道穿过粉砂、细砂层并在最高地下水位以下，或在地震设防烈度为 7 度及以上设防区时，应采用柔性接口。

16.2 工作井

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

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

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

16.2.3 工作井施工应遵守下列规定：

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

16.2.4 顶管的顶进工作井后背墙应符合下列规定：

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

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

- a) 顶管工作井应符合下列规定：
 - 1) 应根据顶管机安装和拆卸、管节长度和外径尺寸、千斤顶工作长度、后背墙设置、垂直运土工作面、人员作业空间和顶进作业管理等要求确定平面尺寸；
 - 2) 深度应满足顶管机导轨安装、导轨基础厚度、洞口防水处理、管接口连接等要求；顶混凝土管时，洞圈最低处距底板顶面距离不宜小于 600 mm；顶钢管时，还应留有底部人工焊接的作业高度。
- b) 盾构工作井应符合下列规定：
 - 1) 平面尺寸应满足盾构安装和拆卸、洞门拆除、后背墙设置、施工车架或临时平台、测量及垂直运输要求；
 - 2) 深度应满足盾构基座安装、洞口防水处理、井与管道连接方式要求，洞圈最低处距底板顶面距离宜大于 600 mm。

- c) 浅埋暗挖竖井的平面尺寸和深度应根据施工设备布置、土石方和材料运输、施工人员出入、施工排水等的需要以及设计要求进行确定。应在地面上设置竖井防雨棚。井口周围应设防汛墙和安全护栏。
- 16.2.6 工作井洞口施工应符合下列规定。
- a) 预留进、出洞口的位置应符合设计和施工方案的要求。
- b) 洞口土层不稳定时，应对土体进行改良，进出洞施工前应检查改良后的土体强度和渗漏水情况。
- c) 设置临时封门时，应考虑周围土层变形控制和施工安全等要求。封门应拆除方便，拆除时应减小对洞门土层的扰动。
- d) 顶管或盾构施工的洞口应符合下列规定：
- 1) 洞口应设置止水装置，止水装置联结环板应与工作井壁内的预埋件焊接牢固，且用胶凝材料封堵；
 - 2) 采用钢管做预埋顶管洞口时，钢管外宜加焊止水环；
 - 3) 在软弱地层，洞口外缘宜设支撑点。
- e) 浅埋暗挖施工的洞口影响范围的土层应进行预加固处理。
- 16.2.7 顶管的顶进工作井内布置及设备安装、运行应符合下列规定。
- a) 导轨应采用钢质材料，其强度和刚度应满足施工要求；导轨安装的坡度应与设计坡度一致。
- b) 顶铁应符合下列规定：
- 1) 顶铁的强度、刚度应满足最大允许顶力要求；安装轴线应与管道轴线平行、对称，顶铁在导轨上滑动平稳且无阻滞现象，以使传力均匀和受力稳定；
 - 2) 顶铁与管端面之间应采用缓冲材料衬垫，并宜采用与管端面吻合的U形或环形顶铁；
 - 3) 顶进作业时，作业人员不应在顶铁上方及侧面停留，并应随时观察顶铁有无异常现象。
- c) 千斤顶、油泵等主顶进装置应符合下列规定：
- 1) 千斤顶宜固定在支架上，并与管道中心的垂线对称，其合力的作用点应在管道中心的垂线上；千斤顶对称布置且规格应相同；
 - 2) 千斤顶的油路应并联，每台千斤顶应有进油、回油的控制系统；油泵应与千斤顶相匹配，并应有备用油泵；高压油管应顺直、转角少；
 - 3) 千斤顶、油泵、换向阀及连接高压油管等安装完毕，应进行试运转；整个系统应满足耐压、无泄漏要求，千斤顶推进速度、行程和各千斤顶同步性应符合施工要求；
 - 4) 初始顶进应缓慢进行，待各接触部位密合后，再按正常顶进速度顶进；顶进中若发现油压突然增高，应立即停止顶进，检查原因并经处理后方可继续顶进；
 - 5) 千斤顶活塞退回时，油压不应过大，速度不应过快。
- 16.2.8 盾构始发工作井内布置及设备安装、运行应符合下列规定。
- a) 盾构基座应符合下列规定：
- 1) 钢筋混凝土结构或钢结构，并置于工作井底板上；其结构应能承载盾构自重和其他附加荷载；
 - 2) 盾构基座上的导轨应根据管道的设计轴线和施工要求确定夹角、平面轴线、顶面高程和坡度。
- b) 盾构安装应符合下列规定：
- 1) 根据运输和进入工作井吊装条件，盾构可整体或解体运入现场，吊装时应采取防止变形的措施；
 - 2) 盾构在工作井内安装应达到安装精度要求，并根据施工要求就位在基座导轨上；
 - 3) 盾构掘进前，应进行试运转验收，验收合格方可使用。
- c) 始发工作井的盾构后座采用管片衬砌、顶撑组装时，应符合下列规定：

- 1) 后座管片衬砌应根据施工情况确定开口环和闭口环的数量，其后座管片的后端面应与轴线垂直，与后背墙贴紧；
 - 2) 开口尺寸应结合受力要求和进出材料尺寸而定；
 - 3) 洞口处的后座管片应为闭口环，第一环闭口环脱出盾尾时，其上部与后背墙之间应设置顶撑，确保盾构顶力传至工作井后背墙；
 - 4) 盾构掘进至一定距离、管片外壁与土体的摩擦力能够平衡盾构掘进反力时，为提高施工进度可拆除盾构后座，安装施工平台和水平运输装置。
- d) 工作井应设置施工工作平台。

16.3 顶管

16.3.1 顶管施工应根据工程具体情况采用下列技术措施：

- a) 顶管机在导轨上的中心线、坡度和高程应符合设计要求，无压管道严禁倒坡；开始顶进阶段，应严格控制顶进的速度和方向；
- b) 一次顶进距离大于 100 m 时，宜根据计算采用中继间技术；
- c) 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；
- d) 长距离顶管应采用激光定向等测量控制技术；
- e) 掘进过程中应严格量测监控，确保开挖掘进工作面的土体稳定和土（泥水）压力平衡；并控制顶进速度、挖土和出土量，减少土体扰动和地层变形。

16.3.2 顶管施工方案应包括以下内容：

- a) 施工现场平面布置图；
- b) 地下、地面水的排除方法及排水设备选定；
- c) 顶管顶力计算及后背结构的设计及安装；
- d) 顶进方法的选择，顶管管段单元长度的确定，以及中继件、减阻措施的设计；
- e) 顶管工作坑位置的选定，工作坑的开挖断面、支撑方法及其工作平台、工作棚的支搭方法；
- f) 垂直运输和水平运输布置，下管、挖土、运土或泥水排除方法；
- g) 控制地面隆起、沉降的措施。

16.3.3 应根据管道所处土层性质、岩层特质、管径、地下水位、地上与地下建筑物、构筑物和各种设施等因素，选择管道顶进的方法。并应符合下列要求：

- a) 在粘性土或砂性土层，且无地下水影响时，宜采用机械挖掘式顶管法。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；
- b) 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；
- c) 在粘土层中需控制地面隆陷时，宜采用土压平衡顶管法；
- d) 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；
- e) 在遇到岩层时宜采用破岩机头；
- f) 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。
- g) 当管径小于、等于 800 mm 时，不应采用手掘进式顶管及相应的挤压网格式顶管。

16.3.4 采用机械式挖土法顶进时，应在水位降至工作坑底下 0.5 m 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。

16.3.5 开始顶进前应检查下列内容，确认条件具备时方可开始顶进：

- a) 全部设备经过检查、试运转；
- b) 顶管机在导轨上的中心线、坡度和高程应符合要求；
- c) 防止流动性土或地下水由洞口进入工作井的技术措施；
- d) 拆除洞口封门的准备措施。

16.3.6 顶管进、出工作井时应注意：

- a) 根据工程地质和水文地质条件、埋设深度、周围环境和顶进方法，选择技术经济合理的技术措施，并应符合应保证顶管进、出工作井和顶进过程中洞圈周围的土体稳定，考虑顶管机的切削能力；
 - b) 当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；
 - c) 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。
 - d) 工作井洞口封门拆除与顶管顶进应符合施工规定，在工作井洞口范围可预埋注浆管，管道进入土体之前可预先注浆。
- 16.3.7 采用中继间顶进时，其设计顶力、设置数量和位置应符合施工方案，中继间的安装、运行、拆除应符合规范。
- 16.3.8 触变泥浆注浆工艺应符合下列规定。
- a) 注浆工艺方案应包括下列内容：
 - 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。
 - b) 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。
 - c) 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。
 - d) 触变泥浆应搅拌均匀，并具有规定性能：
 - 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。
 - e) 顶管机尾部的后续几节管节应连续设置注浆孔。
 - f) 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。
 - g) 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。
- 16.3.9 触变泥浆注浆系统中，制浆装置容积、注浆泵、注浆管、注浆孔等应符合规定需要，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。
- 16.3.10 顶进应连续作业，顶进过程中遇下列情况之一时，应暂停顶进，及时处理，并应采取防止顶管机前方塌方的措施：
- a) 顶管机前方遇到障碍；
 - b) 后背墙变形严重；
 - c) 顶铁发生扭曲现象；
 - d) 管位偏差过大且纠偏无效；
 - e) 顶力超过管材的允许顶力；
 - f) 油泵、油路发生异常现象；
 - g) 管节接缝、中继间渗漏泥水、泥浆；
 - h) 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。
- 16.3.11 顶管穿越铁路、公路或其他设施时，除符合本文件的有关规定外，尚应遵守铁路、公路或其他设施的有关技术安全的规定。
- 16.3.12 顶管道贯通后应做好下列工作。
- a) 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 0.5 m, 且不应有接口;
- 3) 工作井中露出的混凝土管道端部应及时浇筑混凝土基础。
- b) 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。
- c) 钢筋混凝土管顶进结束后, 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、不应凸入管内。

16.3.13 钢筋混凝土管曲线顶管应符合下列规定。

- a) 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。
- b) 最小曲率半径计算应符合 GB 50268 的相关规定。
- c) 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。
- d) 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。

16.3.14 管道的垂直顶升施工应符合下列规定。

- a) 垂直顶升范围内的特殊管段, 其结构形式应符合设计要求, 结构强度、刚度和管段变形情况应满足承载顶升反力的要求; 特殊管段土基应进行强度、稳定性验算, 并根据验算结果采取相应的土体加固措施。
- b) 顶进的特殊管段位置应准确, 开孔管节在水平顶进时应采取防旋转的措施, 保证顶升口的垂直度、中心位置满足设计和垂直顶升要求; 开孔管节与相邻管节应联结牢固。
- c) 顶升前应检查规定施工事项, 合格后方可顶升。
- d) 垂直顶升应符合下列规定:
 - 1) 应按垂直立管的管节组对编号顺序依次进行;
 - 2) 立管管节就位时应位置正确, 并保证管节与止水框装置内圈的周围间隙均匀一致, 止水嵌条止水可靠;
 - 3) 立管管节应平稳、垂直向上顶升: 顶升各千斤顶行程应同步、匀速, 并避免顶块偏心受力;
 - 4) 垂直立管的管节间接口连接正确、牢固, 止水可靠;
 - 5) 应有防止垂直立管后退和管节下滑的措施。
- e) 垂直顶升完成后, 应完成下列工作:
 - 1) 做好与水平开口管节顶升口的接口处理, 确保底座管节与水平管连接强度可靠;
 - 2) 立管进行防腐和阴极保护施工;
 - 3) 管道内应清洁干净, 无杂物。

- f) 垂直顶升管在水下揭去帽盖时，应在水平管道内灌满水并按设计要求采取立管稳管保护及揭帽盖安全措施后进行。
- g) 外露的钢制构件防腐应符合设计要求。

16.4 盾构

16.4.1 盾构施工应根据设计要求和工程具体情况确定盾构类型、施工工艺，布设管片生产及地下、地面生产辅助设施，做好施工准备工作。

16.4.2 钢筋混凝土管片生产应符合有关规范的规定和设计要求，并应符合下列规定：

- a) 模具、钢筋骨架按有关规定验收合格；
- b) 经过试验确定混凝土配合比，普通防水混凝土坍落度不宜大于 70 mm；水、水泥、外掺剂用量偏差应控制在 $\pm 2\%$ ；粗、细骨料用量允许偏差应为 $\pm 3\%$ ；
- c) 混凝土保护层厚度较大时，应设置防表面混凝土收缩的钢筋网片；
- d) 混凝土振捣密实，且不应碰钢模芯棒、钢筋、钢模及预埋件等；外弧面收水时应保证表面光洁、无明显收缩裂缝；
- e) 管片养护应根据具体情况选用蒸汽养护、水池养护或自然养护。

16.4.3 在脱模、吊运、堆放等过程中，应避免碰伤管片。

16.4.4 管片应按拼装顺序编号排列堆放。管片粘贴防水密封条前应将槽内清理干净；粘贴时应牢固、平整、严密，位置准确，不应有起鼓、超长和缺口等现象；粘贴后应采取防雨、防潮、防晒等措施。

16.4.5 盾构进、出工作井施工应符合下列规定：

- a) 土层不稳定时需对洞口土体进行加固。盾构出始发工作井前应对经加固的洞口土体进行检查；
- b) 出始发工作井拆除封门前应将盾构靠近洞口，拆除后应将盾构迅速推入土层内，缩短正面土层的暴露时间；洞圈与管片外壁之间应及时安装洞口止水密封装置；
- c) 盾构出工作井后的 50~100 环内，应加强管道轴线测量和地层变形监测；并应根据盾构进入土层阶段的施工参数，调整和优化下阶段的掘进作业要求；
- d) 进接收工作井阶段应降低正面土压力，拆除封门时应停止推进，确保封门的安全拆除；封门拆除后盾构应尽快推进和拼装管片，缩短进接收工作井时间；盾构到达接收工作井后应及时对洞圈间隙进行封闭；
- e) 盾构进接收工作井前 100 环应进行轴线、洞门中心位置测量，根据测量情况及时调整盾构推进姿态和方向。

16.4.6 盾构掘进应符合下列规定：

- a) 应根据盾构机类型采取相应的开挖面稳定方法，确保前方土体稳定；
- b) 盾构掘进轴线按设计要求进行控制，每掘进一环应对盾构姿态、衬砌位置进行测量；
- c) 在掘进中逐步纠偏，并采用小角度纠偏方式；
- d) 根据地层情况、设计轴线、埋深、盾构机类型等因素确定推进千斤顶的编组；
- e) 根据工程地质及水文地质、埋深、地面的建筑设施及地面的隆沉值等情况，及时调整盾构的施工参数和掘进速度；
- f) 掘进中遇有停止推进且间歇时间较长时，应采取维持开挖面稳定的措施；
- g) 在拼装管片或盾构掘进停歇时，应采取防止盾构后退的措施；
- h) 推进中盾构旋转角度偏大时，应采取纠正的措施；
- i) 根据盾构选型、施工现场环境，合理选择土方输送方式和机械设备；
- j) 盾构掘进每次达到 1/3 管道长度时，对已建管道部分的贯通测量不少于一次；曲线管道还应增加贯通测量次数；
- k) 应根据盾构类型和施工要求做好各项施工、掘进、设备和装置运行的管理工作。

16.4.7 盾构掘进中遇有下列情况之一，应停止掘进，查明原因并采取有效措施：

- a) 盾构位置偏离设计轴线过大；

- b) 管片严重碎裂和渗漏水；
- c) 盾构前方开挖面发生坍塌或地表隆沉严重；
- d) 遭遇地下不明障碍物或意外的地质变化；
- e) 盾构旋转角度过大，影响正常施工；
- f) 盾构扭矩或顶力异常。

16.4.8 管片拼装应符合下列规定：

- a) 管片下井前应进行防水处理，管片与连接件等应有专人检查，配套送至工作面，拼装前应检查管片编组编号；
- b) 千斤顶顶出长度应满足管片拼装要求；
- c) 拼装前应清理盾尾底部，并检查拼装机运转是否正常；拼装机在旋转时，操作人员应退出管片拼装作业范围；
- d) 每环中的第一块拼装定位准确，自下而上，左右交叉对称依次拼装，最后封顶成环；
- e) 逐块初拧管片环向和纵向螺栓，成环后环面应平整；管片脱出盾尾后应再次复紧螺栓；
- f) 拼装时保持盾构姿态稳定，防止盾构后退、变坡变向；
- g) 拼装成环后应进行质量检测，并记录填写报表；
- h) 防止损伤管片防水密封条、防水涂料及衬垫；有损伤或挤出、脱槽、扭曲时，及时修补或调换；
- i) 防止管片损伤，并控制相邻管片间环面平整度、整环管片的圆度、环缝及纵缝的拼接质量，所有螺栓连接件应安装齐全并及时检查复紧。

16.4.9 盾构掘进中应采用注浆以利于管片衬砌结构稳定，注浆应根据注浆目的选择材料，作业应与盾构掘进同步，注浆后应及时将注浆孔封闭；注浆前应对注浆孔、注浆管路和设备进行检查；注浆结束及时清洗管路及注浆设备。

16.4.10 盾构法施工及环境保护的监控内容应包括地表隆沉、管道轴线监测，以及地下管道保护、地面建（构）筑物变形的量测等。有特殊要求时还应进行管道结构内力、分层土体变位、孔隙水压力的测量。施工监测情况应及时反馈，并指导施工。

注：采用盾构机在地层中掘进的同时，拼装预制管片或现浇混凝土地下管道的非开挖施工方法。

16.4.11 盾构施工中对已成形管道轴线和地表变形进行监测应符合规定。穿越重要建（构）筑物、公路及铁路时，应连续监测。

16.4.12 盾构施工的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；现浇钢筋混凝土二次衬砌、全断面钢筋混凝土二次衬砌的施工应符合 GB 50204、GB 50141 的有关规定。

16.5 夯管

16.5.1 夯管施工应根据设计要求和施工方案组织实施。

16.5.2 夯管施工前应检查工作井结构施工、气动系统、各类辅助系统的选择和布置符合要求，确保管路连接、阀门及仪器仪表安装使用安全可靠，保证工作井内的导轨安装方向与管道轴线一致；保证进、出洞口范围土体稳定。

16.5.3 夯管施工应符合下列规定。

- a) 第一节管入土层时应检查设备运行工作情况，并控制管道轴线位置；每夯入 1 m 应进行轴线测量，其偏差控制在 15 mm 以内。
- b) 后续管节夯进应符合下列规定：
 - 1) 第一节管夯至规定位置后，将连接器与第一节管分离，吊入第二节管进行与第一节管接口焊接；
 - 2) 后续管节每次夯进前，应待已夯入管与吊入管的管节接口焊接完成，按设计要求进行焊缝质量检验和外防腐层补口施工后，方可与连接器及穿孔机连接夯进施工；

- 3) 后续管节与夯入管节连接时, 管节组对拼接、焊缝和补口等质量应检验合格, 并控制管节轴线, 避免偏移、弯曲;
 - 4) 夯管时, 应将第一节管夯入接收工作井不少于 500 mm, 并检查露出部分管节的外防腐层及管口损伤情况。
 - c) 管节夯进过程中应严格控制气动压力、夯进速率, 气压应控制在穿孔机工作气压定值内; 并及时检查导轨变形情况以及设备运行、连接器连接、导轨面与滑块接触情况等。
 - d) 夯管完成后进行排土作业, 排土方式采用人工结合机械方式排土; 小口径管道可采用气压、水压方法; 排土完成后应进行余土、残土的清理。
 - e) 出现下列情况时, 应停止作业, 待问题解决后方可继续作业:
 - 1) 设备无法正常运行或损坏, 导轨、工作井变形;
 - 2) 气动压力超出规定值;
 - 3) 穿孔机在正常的工作气压、频率、冲击功等条件下, 管节无法夯入或变形、开裂;
 - 4) 钢管夯入速率突变;
 - 5) 连接器损伤、管节接口破坏;
 - 6) 遇到未预见的障碍物或意外的地质变化;
 - 7) 地层、邻近建(构)筑物、管线等周围环境的变形量超出控制值。
- 16.5.4 出现下列情况时, 应停止夯管作业, 待问题解决后方可继续作业:
- a) 设备无法正常运行或损坏, 导轨、工作井变形;
 - b) 气动压力超出规定值;
 - c) 穿孔机在正常的工作气压、频率、冲击功等条件下, 管节无法夯入或变形、开裂;
 - d) 钢管夯入速率突变;
 - e) 连接器损伤、管节接口破坏;
 - f) 遇到未预见的障碍物或意外的地质变化;
 - g) 地层、邻近建(构)筑物、管线等周围环境的变形量超出控制值。
- 16.5.5 夯管施工管道贯通后应做好下列工作:
- a) 检查露出管节的外观、管节外防腐层的损伤情况;
 - b) 工作井洞口与管外壁之间进行封闭、防渗处理;
 - c) 夯管施工管道应进行贯通测量和检查, 并按规定和设计要求进行内防腐施工。
- 16.5.6 夯管施工过程中, 入土点、出土点以及夯管的起始、接收工作井设有专人联系和有效的联系方式; 定向钻施工时, 应做好待回拖管段的检查、保护工作, 并根据水文地质条件、周围环境、施工方式等, 对沿线地面、建(构)筑物、管线等进行监测, 做好保护工作。
- 16.6 工程质量验收要求**
- 16.6.1 工作井的围护结构、井内结构施工质量验收标准应按 GB 50202、GB 50141 的相关规定执行。
- 16.6.2 工作井应符合下列规定。
- a) 工程原材料、成品、半成品的产品质量应符合国家相关标准规定和设计要求;
检查方法: 检查产品质量合格证、出厂检验报告和进场复验报告。
 - b) 工作井结构的强度、刚度和尺寸应满足设计要求, 结构无滴漏和线流现象;
检查方法: 观察, 检查施工记录。
 - c) 混凝土结构的抗压强度等级、抗渗等级符合设计要求;
检查方法: 检查混凝土浇筑记录, 检查试块的抗压强度、抗渗试验报告。
 - d) 顶管顶进工作井、盾构始发工作井的后背墙应坚实、平整; 后座与井壁后背墙联系紧密;
检查方法: 逐个观察; 检查相关施工记录。
 - e) 两导轨应顺直、平行、等高, 盾构基座及导轨的夹角符合规定; 导轨与基座连接应牢固可靠, 不应在使用中产生位移;

检查方法：逐个观察、量测。

- 16.6.3 顶管管道的施工质量验收标准，应参照 GB 50268 的相关规定执行。
- 16.6.4 垂直顶升管道的施工质量验收标准，应参照 GB 50268 的相关规定执行。
- 16.6.5 盾构管片的施工质量验收标准，应参照 GB 50268 相关规定执行。
- 16.6.6 盾构掘进和管片拼装的施工质量验收标准，应参照 GB 50268 的相关规定执行。
- 16.6.7 盾构施工管道的钢筋混凝土二次衬砌施工质量验收标准，应参照 GB 50268 的相关规定执行。
- 16.6.8 夯管施工管道的施工质量验收标准，应参照 GB 50268 的相关规定执行。

17 沉管施工主体结构

17.1 一般规定

- 17.1.1 当河道水面宽、水深时，宜采用沉管法施工。穿越水体的管道施工方法，应根据水下管道长度和管径、水体深度、水体流速、水底土质、航运要求、管道使用年限、潮汐和风浪情况等因素确定。
- 17.1.2 施工前应结合工程详细勘察报告、水文气象资料和设计施工图纸，进行现场调查研究，掌握工程沿线的有关工程地质、水文地质和周围环境情况和资料，以及沿线地下和地上管线、建（构）筑物、障碍物及其他设施的详细资料。
- 17.1.3 施工场地布置、土石方堆弃及成槽排出的土石方等，不应影响航运、航道及水利灌溉。施工中，对危及的堤岸、管线和建筑物应采取保护措施。
- 17.1.4 沉管施工方案应征求相关河道管理等部门的意见。施工船舶、水上设备的停靠、锚泊、作业及管道施工时，应符合航政、航道等部门的有关规定，并有专人指挥。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。
- 17.1.5 施工前应对施工范围内及河道地形进行校测，建立施工测量控制系统，并可根据需要设置水上、水下控制桩。设置在河道两岸的管道中线控制桩及临时水准点，每侧不应少于 2 个，且应设在稳固地段和便于观测的位置，并采取保护措施。
- 17.1.6 管段吊运时，起吊点、牵引点位置宜设置管段保护装置，起吊缆绳不宜直接捆绑在管壁上。
- 17.1.7 管节进行陆上组对拼装应符合下列规定：
 - a) 作业环境和组对拼装场地应满足接口连接和防腐层施工要求；
 - b) 浮运法沉管施工，应选择溜放下管方便的场地；底拖法沉管施工，组对拼装管段的轴线宜与发送时的管段轴线一致；
 - c) 管节组对拼装时应校核沉管的长度；分段沉放水下连接的沉管，其每段长度应保证水下接口的纵向间隙符合设计和安装连接要求；
 - d) 钢管组对拼装的接口连接应符合第 18 章的有关规定，且钢管接口的焊接方法和焊缝质量等级应符合设计要求；
 - e) 钢管内、外防腐层施工应符合第 18 章相关规定和设计要求；
 - f) 沉管施工时，管节组对拼装完成后，应对管道（段）进行预水压试验，合格后方可进行管节接口的防腐处理和沉管铺设；
 - g) 组对拼装后管道（段）预水压试验应按设计要求进行，设计无要求时，试验压力应为工作压力的 2 倍，且不应小于 1.0 MPa，试验压力达到规定值后保持恒压 10 min，不应有降压和渗水现象。
- 17.1.8 沉管施工采用斜管连接时，其斜坡地段的现浇混凝土基础施工，应自下而上进行浇筑，并采取防止混凝土下滑的措施。
- 17.1.9 沉管与斜管段之间应采用弯管连接。钢制弯头处的加强措施应符合设计要求。
- 17.1.10 与陆上管道连接的弯管，在支墩施工前应按设计要求对弯管进行临时固定，以免发生位移、沉降。

17.1.11 沉管工程的管道功能性试验应符合下列规定：

- a) 管道宜单独进行水压试验；
- b) 特殊地段的管道，可不分段进行整体水压试验。

17.1.12 处于通航河道时，夜间施工应有保证通航的照明。沉管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。

17.2 沉管施工

17.2.1 沉管施工方法的选择，应根据管道所处河流的工程地质、水文地质、气象、航运交通等条件，周边环境、建（构）筑物、管线，以及设计要求和施工技术能力等因素，经技术经济比较后确定；不同施工方法的适应性宜满足下列规定：

- a) 水文和气象变化相对稳定，水流速度相对较小时，可采用水面浮运法；
- b) 水文和气象变化不稳定、沉管距离较长、水流速度相对较大时，可采用铺管船法；
- c) 水文和气象变化不稳定，且水流速度相对较大、沉管长度相对较短时，可采用底拖法；

17.2.2 沉管施工中应根据设计要求、现场情况及施工能力采用下列施工技术措施。

- a) 水面浮运法可采取下列措施：
 - 1) 整体组对拼装、整体浮运、整体沉放；
 - 2) 分段组对拼装、分段浮运，管间接口在水上连接后整体沉放；
 - 3) 分段组对拼装、分段浮运，沉放后管段间接口在水下连接。
- b) 铺管船法的发送船应设置管段接口连接装置、发送装置；发送后的水中悬浮部分管段，可采用管托架或浮球等方法控制管道轴向弯曲变形。
- c) 底拖法的发送可采取水力发送沟、小平台发送道、滚筒管架发送道或修筑牵引道等方式。
- d) 利用管道自身弹性能力进行沉管铺设时，管道及管道接口应具有相应的力学性能要求。

17.2.3 沉管工程施工方案应包括以下主要内容：

- a) 施工平面布置图及剖面图；
- b) 沉管施工方法的选择及相应的技术要求；
- c) 陆上管节组对拼装方法；分段沉管铺设时管道接口的水下或水上连接方法；铺管船铺设时待发送管与已发送管的接口连接及质量检验方案；
- d) 水下成槽、管道基础施工方法；
- e) 稳管、回填方法；
- f) 船只设备及管道的水上、水下定位方法；
- g) 沉管施工各阶段的管道浮力计算，并根据施工方法进行施工各阶段的管道强度、刚度、稳定性验算；
- h) 管道（段）下沉测量控制方法；
- i) 施工机械设备数量与型号的配备；
- j) 水上运输航线的确定，通航管理措施；
- k) 施工场地临时供电、供水、通讯等设计；
- l) 水上、水下等安全作业和航运安全的保证措施。

17.2.4 沉管基槽浚挖应符合下列规定。

- a) 水下基槽浚挖前，应对管位进行测量放样复核，开挖成槽过程中应及时进行复测。
- b) 根据工程地质和水文条件因素，以及水上交通和周围环境要求，结合基槽设计要求选用浚挖方式和船舶设备。
- c) 基槽采用爆破成槽时，应进行试爆确定爆破施工方式，并符合下列规定：
 - 1) 炸药量计算和布置，药桩（药包）的规格、埋设要求和防水措施等，应符合国家相关标准的规定和施工方案的要求；
 - 2) 爆破线路的设计和施工、爆破器材的性能和质量、爆破安全措施的实施，应符合

国家相关标准的规定；

3) 爆破时，应有专人指挥。

- d) 基槽底部宽度和边坡应根据工程具体情况进行确定，必要时进行试挖。
- e) 在回淤较大的水域，或河床岩土层不稳定、河水流速度较大时，应根据试挖实测情况确定浚挖成槽尺寸，必要时沉管前应对基槽进行二次清淤。
- f) 基槽浚挖深度应符合设计要求，超挖时应采用砂或砾石填补。
- g) 基槽经检验合格后应及时进行管基施工和管道沉放。
- h) 沉管管基处理应符合下列规定：
 - 1) 管道及管道接口的基础，所用材料和结构形式应符合设计要求，投料位置应准确；
 - 2) 基槽宜设置基础高程标志，整平时可由潜水员或专用刮平装置进行水下粗平和细平；
 - 3) 管基顶面高程和宽度应符合设计要求；
 - 4) 采用管座、桩基时，施工应符合国家相关标准、规范的规定。管座、基础桩位置和顶面高程应符合设计和施工要求。

17.2.5 组对拼装管道（段）的沉放应符合下列规定。

- a) 水面浮运法施工前，组对拼装管道下水浮运时，应符合下列规定：
 - 1) 岸上的管节组对拼装完成后进行溜放下水作业时，可采用起重吊装、专用发送装置、牵引拖管、滑移滚管等方法下水，对于潮汐河流还可利用潮汐水位差下水；
 - 2) 下水前，管道（段）两端管口应进行封堵；采用堵板封堵时，应在堵板上设置进水管、排气管和阀门；
 - 3) 管道（段）溜放下水、浮运、拖运作业时应采取措施防止管道（段）防腐层损伤，局部损坏时应及时修补；
 - 4) 管道（段）浮运时，浮运所承受浮力不足以使管漂浮时，可在两旁系结刚性浮筒、柔性浮囊或捆绑竹、木材等；管道（段）浮运应适时进行测量定位；
 - 5) 管道（段）采用起重浮吊吊装时，应正确选择吊点，并进行吊装应力与变形验算；
 - 6) 应采取措施防止管道（段）产生超过允许的轴向扭曲、环向变形、纵向弯曲等现象，并避免外力损伤。
- b) 水面浮运至沉放位置时，在沉放前应做好下列准备工作：
 - 1) 管道（段）沉放定位标志已按规定设置；
 - 2) 基槽浚挖及管基处理经检查符合要求；
 - 3) 管道（段）和工作船缆绳绑扎牢固，船只锚泊稳定；起重设备布置及安装完毕，试运转良好；
 - 4) 灌水设备及排气阀门齐全完好；
 - 5) 采用压重助沉时，压重装置应安装准确、稳固；
 - 6) 潜水员装备完毕，做好下水准备。
- c) 水面浮运法施工，管道（段）沉放时，应符合下列规定：
 - 1) 测量定位准确，并在沉放中经常校测；
 - 2) 管道（段）充水时同时排气，充水应缓慢、适量，并应保证排气通畅；
 - 3) 应控制沉放速度，确保管道（段）整体均匀、缓慢下沉；
 - 4) 两端起重设备在吊装时应保持管道（段）水平，并同步沉放于基槽底，管道（段）稳固后，再撤走起重设备；
 - 5) 及时做好管道（段）沉放记录。
- d) 采用水面浮运法，分段沉放管道（段），水上连接接口时，应符合下列规定：
 - 1) 两连接管段接口的外形尺寸、坡口、组对、焊接检验等应符合第 18 章的有关规定和设计要求；
 - 2) 在浮箱或船上进行接口连接时，应将浮箱或船只锚泊固定，并设置专用的管道（段）扶

正、对中装置；

- 3) 采用浮箱法连接时，浮箱内接口连接的作业空间应满足操作要求，并应防止进水；沿管道轴线方向应设置与管径匹配的弧形管托，且止水严密；浮箱及进水、排水装置安装、运行可靠，并由专人指挥操作；
 - 4) 管道接口完成后应按设计要求进行防腐处理。
 - e) 采用水面浮运法，分段沉放管道（段），水下连接接口时，应符合下列规定：
 - 1) 分段管道水下接口连接形式应符合设计要求，沉放前连接面及连接件经检查合格；
 - 2) 采用管夹抱箍连接时，管夹下半部分可在管道沉放前，由潜水员固定在接口管座上或安装在先行沉放管段的下部；两分段管道沉放就位后，将管夹上半部分与下半部分对合，并由潜水员进行水下螺栓安装固定；
 - 3) 采用法兰连接时，两分段管道沉放就位后，法兰螺栓应全部穿入，并由潜水员进行水下螺栓安装固定；
 - 4) 管夹与管道外壁，以及法兰表面的止水密封圈应设置正确。
 - f) 铺管船法施工应符合下列规定：
 - 1) 发送管道（段）的专用铺管船只及其管道（段）接口连接、管道（段）发送、水中托浮、锚泊定位等装置经检查符合要求；应设置专用的管道（段）扶正和对中装置，防止受风浪影响而影响组装拼接；
 - 2) 管道（段）发送前应对基槽断面尺寸、轴线及槽底高程进行测量复核；待发送管与已发送管的接口连接及防腐层施工质量应经检验合格；铺管船应经测量定位；
 - 3) 管道（段）发送时铺管船航行应满足管道轴线控制要求，航行应缓慢平稳；应及时检查设备运行、管道（段）状况，管道（段）弯曲不应超过管材允许弹性弯曲要求；管道（段）发送平稳，管道（段）及防腐层无变形、损伤现象；
 - 4) 及时做好发送管及接口拼装、管位测量等沉管记录。
 - g) 底拖法施工应符合下列规定：
 - 1) 管道（段）底拖牵引设备的选用，应根据牵引力的大小、管材力学性能等要求确定，且牵引功率不应低于最大牵引力的1.2倍；牵引钢丝绳应按最大牵引力选用，其安全系数不应小于3.5；所有牵引装置、系统应安装正确、稳定安全；
 - 2) 管道（段）底拖牵引前应对基槽断面尺寸、轴线及槽底高程进行测量复核；发送装置、牵引道等设置满足施工要求；牵引钢丝绳位于管沟内，并与管道轴线一致；
 - 3) 管道（段）牵引时应缓慢均匀，牵引力严禁超过最大牵引力和管材力学性能要求，钢丝绳在牵引过程中应避免扭缠；
 - 4) 应跟踪检查牵引设备运行、钢丝绳、管道状况，及时测量管位，发现异常应及时纠正；
 - 5) 及时做好牵引速率、牵引力、管位测量等沉管记录。
 - h) 管道沉放完成后，应检查下列内容，并做好记录：
 - 1) 检查管底与沟底接触的均匀程度和紧密性，管下如有冲刷，应采用砂或砾石铺填；
 - 2) 检查接口连接情况；
 - 3) 测量管道高程和位置。
- 17.2.6 管节（段）沉放经检查合格后应及时进行稳管和回填，防止管道漂移，并应符合下列规定。**
- a) 采用压重、投抛砂石、浇筑水下混凝土或其他锚固方式等进行稳管施工时，应符合下列规定：
 - 1) 对水流冲刷较大、易产生紊流、施工中对河床扰动较大等之处，以及沉管拐弯、分段接口连接等部位，沉放完成后应先进行稳管施工；
 - 2) 应采取保护措施，不应损伤管道及其防腐层。
 - b) 回填施工时，应符合下列规定：
 - 1) 回填材料应符合设计要求，回填应均匀、并不应损伤管道；水下部位应连续回填至满槽，水上部位应分层回填夯实；

- 2) 回填高度应符合设计要求,并满足防止水流冲刷、通航和河道疏浚要求;
- 3) 采用吹填回土时,吹填土质应符合设计要求,取土位置及要求应征得航运管理部门的同意,且不应影响沉管管道;
- 4) 应及时做好稳管和回填的施工及测量记录。

17.3 工程质量验收要求

17.3.1 沉管基槽浚挖及管基处理应符合下列规定。

- a) 沉管基槽中心位置和浚挖深度符合设计要求;
检查方法:检查施工测量记录、浚挖记录。
- b) 沉管基槽处理、管基结构形式应符合设计要求;
检查方法:可由潜水员水下检查;检查施工记录、施工资料。
- c) 浚挖成槽后基槽应稳定,沉管前基底回淤量不大于设计和施工方案要求,基槽边坡不陡于本文件的有关规定;
检查方法:检查施工记录、施工技术资料;必要时水下检查。
- d) 管基处理所用的工程材料规格、数量等符合设计要求;
检查方法:检查施工记录、施工技术资料。

17.3.2 组对拼装管道(段)的沉放应符合下列规定。

- a) 管节、防腐层等工程材料的产品质量保证资料齐全,各项性能检验报告应符合相关国家相关标准的规定和设计要求;
检查方法:检查产品质量合格证明书、各项性能检验报告,检查产品制造原材料质量保证资料;检查产品进场验收记录。
- b) 陆上组对拼装管道(段)的接口连接和钢管防腐层(包括焊口、补口)的质量经验收合格;
钢管接口焊接、聚乙烯管、接口熔焊检验符合设计要求,管道预水压试验合格;
检查方法:管道(段)及接口全数观察,按第18章的相关规定进行检查;检查焊接检验报告和管道预水压试验记录。
- b) 管道(段)下沉均匀、平稳,无轴向扭曲、环向变形和明显轴向突弯等现象;水上、水下的接口连接质量经检验符合设计要求;
检查方法:观察;检查沉放施工记录及相关检测记录;检查水上、水下的接口连接检验报告等。
- c) 沉放前管道(段)及防腐层无损伤,无变形;
检查方法:观察,检查施工记录。
- d) 对于分段沉放管道,其水上、水下的接口防腐质量检验合格;
检查方法:逐个检查接口连接及防腐的施工记录、检验记录。
- e) 沉放后管底与沟底接触均匀和紧密;
检查方法:检查沉放记录;必要时由潜水员检查。

17.3.3 沉放的预制钢筋混凝土管节制作应符合下列规定。

- a) 原材料的产品质量保证资料齐全,各项性能检验报告应符合国家相关标准的规定和设计要求;
检查方法:检查产品质量合格证明书、各项性能检验报告、进场复验报告。
- b) 钢筋混凝土管节制作中的钢筋、模板、混凝土质量经验收合格;
检查方法:按国家有关规范的规定和设计要求进行检查。
- c) 混凝土强度、抗渗性能应符合设计要求;
检查方法:检查混凝土浇筑记录,检查试块的抗压强度、抗渗试验报告。
- d) 混凝土管节无严重质量缺陷;
检查方法:观察,对可见的裂缝用裂缝观察仪检测;检查技术处理方案。
- e) 管节抗渗检验时无线流、滴漏和明显渗水现象;经检测平均渗漏量满足设计要求;

检查方法：逐节检查；进行预水压渗漏试验；检查渗漏检验记录。

17.3.4 预制钢筋混凝土管的沉放应符合下列规定：

- a) 沉放前、后管道无变形、受损；沉放及接口连接后管道无滴漏、线漏和明显渗水现象；
检查方法：观察；检查管道沉放、接口连接施工记录。
- b) 沉放后，对于无裂缝设计的沉管严禁有任何裂缝；对于有裂缝设计的沉管，其表面裂缝宽度、深度应符合设计要求；
检查方法：观察，对可见的裂缝用裂缝观察仪检测；检查技术处理方案。
- c) 接口连接形式符合设计文件要求；柔性接口无渗水现象；混凝土刚性接口密实、无裂缝，无滴漏、线漏和明显渗水现象；
检查方法：逐个观察；检查技术处理方案。
- d) 管道及接口防水处理符合设计要求；
检查方法：观察；检查防水处理施工记录。
- e) 管节下沉均匀、平稳，无轴向扭曲、环向变形、纵向弯曲等现象；
检查方法：观察；检查沉放施工记录。
- f) 管道与沟底接触均匀和紧密；
检查方法：潜水员检查；检查沉放施工及测量记录。

17.3.5 沉管的稳管及回填应符合下列规定。

- a) 稳管、管基二次处理、回填时所用的材料应符合设计要求；
检查方法：观察；检查材料相关的质量保证资料。
- b) 稳管、管基二次处理、回填应符合设计要求，管道未发生漂浮和位移现象；
检查方法：观察；检查稳管、管基二次处理、回填施工记录。
- c) 管道未受外力影响而发生变形、破坏；
检查方法：观察。
- d) 二次处理后管基承载力符合设计要求；
检查方法：检查二次处理检验报告及记录。
- e) 基槽回填应两侧均匀，管顶回填高度符合设计要求。
检查方法：观察，用水准仪或测深仪每 10 m 测 1 点检测回填高度；检查回填施工、检测记录。

18 管道附属构筑物施工

18.1 一般规定

18.1.1 市政排水管道工程中的各类检查井、雨水口、出水口工程除了满足本文件规定外，还应符合 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要求施工。

18.1.3 管道附属构筑物的施工除应符合本章规定外，其砌筑结构、混凝土结构施工还应符合国家及广州市有关规范规定。

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 管道接口不应包覆在附属构筑物的结构内部。

18.2 预制装配式检查井

18.2.1 检查井安装宜编制专题施工方案，应包括工程概况、施工方法、主要机械设备的配置、施工质量的保证和安全措施等内容。

18.2.2 检查井构件的类型、编号、数量应在施工前根据设计文件进行现场核对，核对时应检查井壁预留的接口尺寸及位置是否准确，工作面是否光滑、平整，对不合格的进行修正处理或更换，有缺陷的构件不应投入使用。

18.2.3 检查井基础应符合以下要求：

- a) 检查井应安装在符合设计要求的地基土层上，或是在开挖井坑后经处理密实的地基上，地基承载力应符合设计要求，设计未作要求的，地基承载力特征值不小于 100 kPa；
- b) 检查井基础应按设计要求施工，砂、砾石垫层应采用不小于检查井直径加 400 mm 的基础尺寸铺垫，摊平、压实，压实系数不宜小于 0.95；
- c) 检查井底板下铺 100 mm 厚 1:1 碎石砂压实，上面铺 100 mm C20 素砼调平；
- d) 槽底局部超挖或发生扰动时候、排水不良造成基础土扰动时，按照 GB 50141 的有关规定进行处理；
- e) 检查井基础位于淤泥或其他不良土层时，检查井地基应按设计要求进行换填。

18.2.4 检查井井口高程、砂砾石垫层顶面高程、配管中心高程应根据设计的井位桩号、井内底高程确定。

18.2.5 安装前应先清除构件上的灰尘和杂物，应对构件标示吊装轴线标记。

18.2.6 检查井吊装作业应符合以下要求：

- a) 在底板安装位置经检验合格后，按照标示的轴线进行安装；
- b) 吊装作业宜用专用吊具进行吊装；
- c) 吊装构件时要求施工现场有足够的吊装作业空间，选用使用合适的吊车及起重设备。吊装作业应按照 JGJ 276 相关要求执行；
- d) 为了保护井壁，起吊时起吊角应大于 60° ，施工时由人工配合起重机械进行安装（如图 3 所示）；

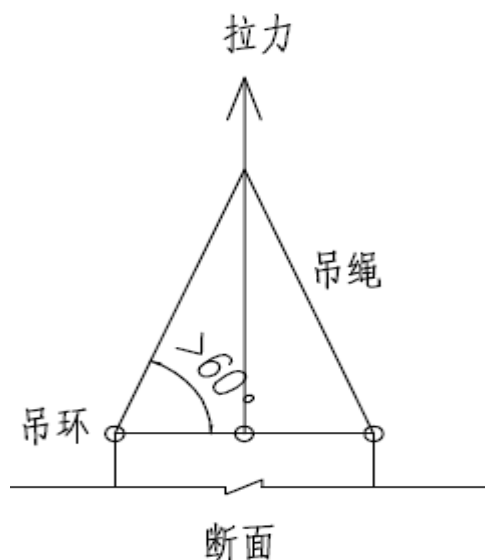


图 3 起重机起吊角要求

- e) 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。

18.2.7 井筒接缝处应采用止水橡胶圈，止水橡胶圈的安装应平整、圆顺、严密；止水橡胶圈周边采用 1:2 微膨胀水泥砂浆或聚氨酯水泥砂浆嵌缝，嵌缝水泥砂浆应强度符合设计要求、填塞严密，抹角光滑平整。

18.2.8 检查井与管道连接应符合以下要求：

- a) 排水管应完全嵌入井筒井壁内；
- b) 当连接位间隙不大于 100 mm 时，混凝土管应“凿毛”处理，采用 1:2 防水水泥砂浆或聚氨酯水泥砂浆嵌缝封堵，接缝处管外包 200×200mm 的 C30 钢筋混凝土环（如图 4 所示）；



图 4 连接位间隙不大于 100 mm 时“凿毛”处理

- c) 当连接位间隙介于 100 mm~200 mm 时，混凝土管应“凿毛”处理，采用 1:2 微膨胀水泥嵌缝封堵，接缝处管外包 200 mm×200 mm 的 C30 钢筋混凝土环（如图 5 所示）；

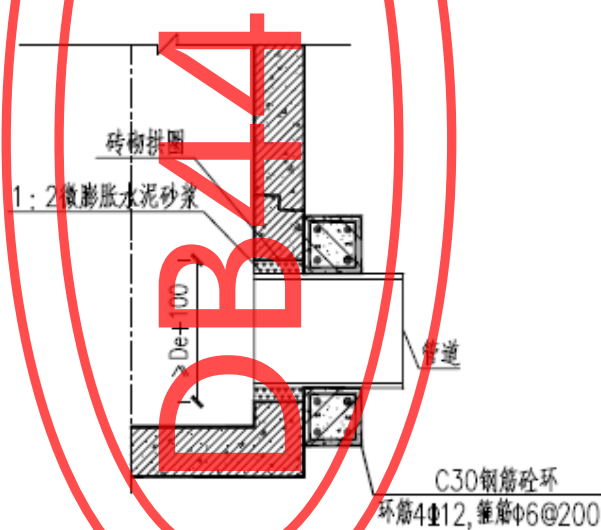


图 5 连接位间隙介于 100 mm~200 mm 时“凿毛”处理

- d) 当连接位间隙大于 200 mm 时，混凝土管应在连接位置中部套上遇水膨胀橡胶密封圈，采用现浇 C20 混凝土封闭，接缝处管外包 200×200 的 C30 钢筋混凝土环（如图 6 所示）；

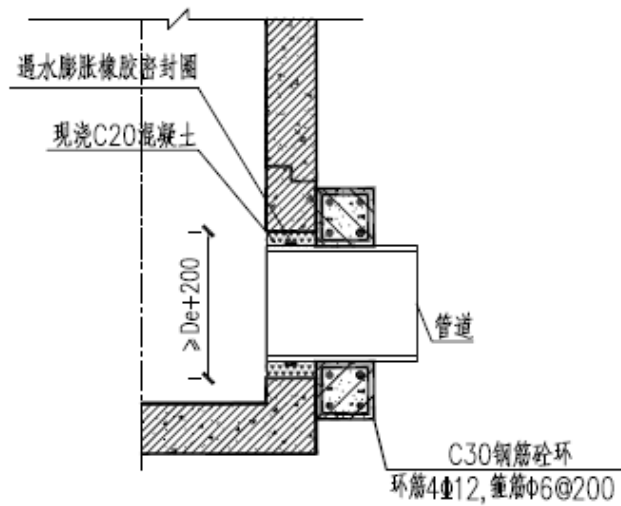


图 6 连接位间隙大于 200 mm 时“凿毛”处理

- e) 当采用钢管、塑料管等其他管材时，应采用“中介层法”处理，具体为管道和检查井开孔连接面涂聚氯乙烯粘结剂一层，面撒干燥粗砂一层，然后按照检查井与混凝土管连接的要求进行施工处理。
- 18.2.9 检查井应在回填土前进行管井一体的闭水试验。闭水试验要求见第 18.2 节有关规定。经闭水合格、隐蔽验收后，方可进行回填。回填土要求见第 17.5 节规定。
- 18.2.10 井盖未安装封闭前，应采取有效的临边防护安全措施。
- 18.2.11 铸铁井口圈下混凝土垫层应采用 C30 级混凝土，厚度应根据路面高程及井圈顶高程确定。井圈安装应与路面平齐。

18.3 现浇钢筋混凝土检查井

- 18.3.1 现浇钢筋混凝土检查井井位应按设计文件设置。
- 18.3.2 当先施作检查井时，应根据井底设计高程和接入。
- 18.3.3 现浇检查井模板支设，应符合下列规定。
 - a) 保证筑体位置和结构尺寸的准确性；能承受浇筑混凝土的质量和侧压力以及施工过程中所产生的荷载；便于装拆；接缝处严密不漏浆；脚手架与模板相互独立、不牵连。
 - b) 模板及支架设计应包括以下内容：
 - 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，包括支杆支承面积的、受力铁件的垫板厚度及木材接触面积的计算；
 - 3) 防止模板发生变形、位移的措施；
 - 4) 模板内模撑杆设计；
 - 5) 模板结构设计，接点构造以及预埋件、止水带等的固定方法；
 - 6) 模板支架不应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；
 - 7) 模板隔离剂的选择；
 - 8) 模板拆除程序、方法及安全保障措施。
 - c) 模板支设完后应在内侧涂刷脱模剂。
 - d) 模板支设不跑模、牢固可靠，板缝严密、不跑浆。
 - e) 模板及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。
- 18.3.4 现浇检查井钢筋加工与安装，应符合下列规定。

- a) 钢筋的品种、规格，应符合设计要求，钢筋不应有缺陷；钢筋应按类型分别堆放，采取保护措施避免污染、锈蚀。
- b) 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，应与设计人员洽商确定。
- c) 钢筋应经验收合格后方可用于施工，施工前应对钢筋进行除油、除锈、调直修正处理，处理过程不应损伤钢筋，保证其强度不低于设计要求。
- d) 热轧钢筋的接头应采用电弧焊或闪光接触对焊，钢筋焊接接头符合国家相关规定。
- e) 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，不应采用闪光接触对焊或电弧焊。
- f) 电弧焊采用的焊条应符合设计规定，当设计未做规定时，应符合设计规定。
- g) 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宜按表 41 的规定计算。
- h) 钢筋下料后应分批堆放，不应混淆，防止锈蚀和污染。
- i) 钢筋的绑扎接头应符合下列规定：
 - 1) 搭接长度的末端与钢筋弯曲处的距离，不应小于钢筋直径的 10 倍，接头不宜位于构件最大弯矩处；
 - 2) 受拉区内 I 级钢筋绑扎接头的末端应做弯钩，I、III 级钢筋可不做弯钩；
 - 3) 直径小于或等于 12 mm 的受压钢筋的末端，以及轴心受压构件中任意直径受力钢筋的末端，可不做弯钩，但搭接长度不应小于钢筋直径的 35 倍；
 - 4) 钢筋搭接处，应在中心和两端用铁丝扎牢；
 - 5) 绑扎接头的搭接长度应符合表 42。
- j) 受力钢筋的绑扎接头位置应相互错开，在受力钢筋直径 30 倍且不小于 500 mm 的区段内，绑扎接头的受力钢筋截面面积占受力钢筋总截面面积的百率；受压区不应超过 50%；受拉区不应超过 25%。
- k) 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，不应采用绑扎接头。
- l) 管渠钢筋骨架的安设与定位，应在垫层混凝土抗压强度达到 1.2 N/mm² 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。

表 41 钢筋弯曲角度的延伸长度

弯曲角度	延伸长度
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

表 42 绑扎接头的搭接长度

钢筋类型	受拉区（mm）	受压区（mm）
I	30d ₀	20d ₀
II	35d ₀	25d ₀
III	45d ₀	30d ₀
低碳冷拔钢丝	300	
注1：d ₀ 为钢筋直径。		
注2：钢筋绑扎接头的搭接长度除应符合本表要求外，在受拉区不小于250 mm；在受压区不应小于200 mm。		
注3：当混凝土设计强度标准值大于15 N/mm ² 时，其最小搭接长度应按表41的规定执行；当混凝土设计强度标准值为15 N/mm ² 。除低碳冷拔钢丝外，最小搭接长度应按表中增加5 d。		

18.3.5 现浇检查井混凝土及混凝土浇筑，应符合下列规定。

- a) 应按混凝土施工配合比进行拌制，各种原料计量的允许偏差应符合下列规定：

- 1) 水泥和干燥状态的外掺混合材料——按质量计，允许偏差为 2%；
- 2) 骨料——按质量计，允许偏差为 3%；
- 3) 水、潮湿状态的外掺混合材料——按质量计，允许偏差为 2%。

注 1：混凝土搅拌站搅拌混凝土时，材料的配合比应按质量计，其允许偏差：水泥、水和混合材料为 1%，骨料为 2%。

注 2：各种衡器应按规定的制度校验，保持准确。

注 3：骨料含水率应经常测定，雨天施工时应增加测定次数。

- b) 混凝土各种组成材料应均匀搅拌混合。自全部材料装入搅拌筒中起至混凝土由筒中开始卸料止，其延续搅拌的最短时间应按表 43 选用。
- c) 搅拌站应符合下列要求：
 - 1) 据施工方案、施工路线长短、运输工具等条件，选择搅拌站位置。搅拌站站址应具备水、电源与运输道路，并应有堆放砂石料及搭建水泥仓的条件；
 - 2) 搅拌站应有足够运输能力，满足使浇筑工作不间断，且使水泥混凝土运到浇筑地点时，仍保持均匀性和规定的坍落度；
 - 3) 搅拌站的面积据搅拌设备而定。搅拌机安装高度应满足上料、卸载需要。
- d) 混凝土运输应符合下列要求：
 - 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，应在灌注前进行二次搅拌；混凝土运至浇筑地点时，应符合配合比设计规定的坍落度；不应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表 44 规定。
- e) 运送混凝土的容器不应滑浆、不应吸水，并应随时清除容器中的混凝土残渣。
- f) 浇筑混凝土前，应按设计标高和轴线对地基进行校正，并清除淤泥和杂物。
- g) 在浇筑混凝土前应对模板、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) 按设计规定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。
- h) 在浇筑混凝土之前，应排除积水和流入的流动水，对已浇筑而尚未硬化的混凝土亦应采取临时的排水和防水措施，以防止冲刷新浇筑的混凝土。
- i) 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，但其表面不应留有积水。
- j) 灌注混凝土前，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，但不应留有积水；木模板中或金属模板中的缝隙和孔洞应予堵塞。
- k) 灌注混凝土，应连续进行；灌注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 h；在前层混凝土凝结之前，将次层混凝土灌注完毕。
- l) 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，不应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。
- m) 用矿渣水泥或其他泌水性较大的水泥拌制的混凝土，在灌注完毕后，应排除泌水，宜进行二次振捣。

- n) 灌筑混凝土不应使混凝土产生离析现象。混凝土自由倾落高度不宜超过 2 m；大于 2 m 时，应采取串筒、斜槽、溜杆或振动溜管等措施。
 - o) 混凝土灌注层的厚度不应超过表 45 规定。
 - p) 混凝土的养护应符合下列要求：
 - 1) 混凝土灌注完毕后的 12 h 以内，应覆盖和洒水；
 - 2) 混凝土的洒水养护期，普通水泥不应少于 7 d；矿渣水泥、火山灰质水泥或在施工中掺用塑性外加剂时，不应少于 14 d；对于有抗渗性要求的混凝土，不应少于 14 d；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；如气温低于+5℃时，不应洒水；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) 混凝土强度达到 1.2 N/mm² 以后，方可在已灌注的结构上踩踏和架设建造上层结构用的支撑和模板。
 - q) 雨期施工应符合下列要求：
 - 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) 搅拌站及水泥库应设防雨棚；
 - 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应淋雨；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。
- 18.3.6 现浇检查井质量应符合下列规定：
- a) 混凝土抗压强度应符合设计规定；
 - b) 井室位置及尺寸应符合设计规定，预留孔、预埋件符合设计要求；
 - c) 底板、墙面、顶板混凝土，应振捣密实，表面平整、光滑，不应有裂缝、蜂窝、麻面、漏振现象。
- ## 18.4 雨水口
- ### 18.4.1 雨水口的位置及深度应符合设计要求。
- ### 18.4.2 基础施工应符合下列要求：
- a) 应按设定雨水口位置、高程及外形尺寸，开挖雨水口支管槽，每侧宜留出 30 cm~50 cm 的施工宽度；
 - b) 槽底应夯实，当为松软土质时，应换填石灰土，并及时浇筑混凝土基础；
 - c) 采用预制雨水口时，当槽底为松软土质，应换填石灰土后夯实，并应据预制雨水口底厚度，校核高程，宜低 20 cm~30 cm 铺砂垫层。
- ### 18.4.3 雨水口砖砌应符合下列要求：
- a) 在基础上放出雨水口侧墙位置线，并安放雨水管。管端面露于雨水口内，其露出长度不应大于 2 cm，管端面应完整无破损；
 - b) 当立缘石内有 50 cm 宽平石，且使用宽度小于或等于 50 cm 雨水口框时，宜与平石贴路面一侧在一直线上；
 - c) 砌筑雨水口应灰浆饱满，随砌随勾缝；
 - d) 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；
 - e) 雨水口底应用水泥砂浆抹出雨水口泛水坡。
- ### 18.4.4 预制雨水口安装应牢固，平面位置与高程准确。并符合第 18.4.3 条第 a 款的规定。
- ### 18.4.5 雨水口与检查井的连接管的坡度应符合设计要求，管道铺设应符合第 18 章的有关规定。

18.4.6 位于道路雨水口、雨水支管及连接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 级混凝土全包封，且在包封混凝土达到 75% 强度前，不应放行交通，施工车辆通过的路段应采取管道保护措施。

18.4.7 雨水口质量应符合下列规定：

- a) 雨水口位置符合设计要求；内壁勾缝应直顺、坚实，不应漏勾、脱落；
- b) 井框、井箅应完整无损，安装平稳、牢固。

18.4.8 井周回填土应符合设计要求和第 17 章的有关规定。

18.5 预制装配式钢筋混凝土雨水口

18.5.1 雨水口位置、尺寸应符合设计条件，平面尺寸误差不超过 ± 10 mm，高程误差不超过 ± 10 mm；预制构件尺寸误差不超过 2 mm，对角线尺寸误差不超过 ± 2 mm。

18.5.2 施工完成后，道路雨水口进水处路面标高应比周边路面标高低 5 cm，在 0.5 m 范围内 10% 找坡。

18.5.3 设于下凹式绿地中的雨水算面标高应根据雨水调蓄设计要求确定，且应高于周围绿地平面标高。

18.5.4 预制混凝土构件应保证表面平整、光滑、无蜂窝麻面。

18.5.5 预制混凝土构件安装时应采用 1:2 水泥砂浆坐浆抹平。

18.5.6 回填土时，在井室周围应同时均匀回填，回填土密度应按道路设计要求确定，并不应低于 95%。

18.5.7 立算式成品盖板安装就位后，需在三边浇筑 C20 素混凝土。盖板及混凝土顶面要求与人行道路面齐平。

18.5.8 联合式算子安装就位后，需在三边浇筑 C20 素混凝土。

18.5.9 在雨水口范围内应采用小型压路机进行路面碾压以避免对已完成的雨水井结构产生不利影响。

18.5.10 雨水口连接管的敷设、接口、回填土要求和标准与市政道路雨水管相同，并应满足现行相关规范、标准与规程的要求。

18.5.11 预制混凝土构件应注意在制造、运输、堆放及安装过程中保持构件的完好性，避免破损。

18.6 工程质量验收要求

18.6.1 井室应符合下列要求。

- a) 所用的原材料、预制构件的质量应符合国家有关标准的规定和设计要求；
检查方法：检查产品质量合格证明书、各项性能检验报告、进场验收记录。
- b) 砌筑水泥砂浆强度、结构混凝土强度符合设计要求；
检查方法：检查水泥砂浆强度、混凝土抗压强度试块试验报告。
- c) 砌筑结构应灰浆饱满、灰缝平直，不应有通缝、瞎缝；预制装配式结构应坐浆、灌浆饱满密实，无裂缝；混凝土结构无严重质量缺陷；井室无渗水、水珠现象；
检查方法：逐个观察。
- d) 井壁抹面应密实平整，不应有空鼓、裂缝等现象；混凝土无明显一般质量缺陷；井室无明显湿渍现象；
检查方法：逐个观察。
- e) 井内部构造符合设计和水力工艺要求，且部位位置及尺寸正确，无建筑垃圾等杂物；检查井流槽应平顺、圆滑、光洁；
检查方法：逐个观察。
- f) 井室内踏步位置正确、牢固；
检查方法：逐个观察，用钢尺量测。
- g) 井盖、座规格符合设计要求，安装稳固；

检查方法：逐个观察。

18.6.2 雨水口及支、连管应符合下列要求。

- a) 所用的原材料、预制构件的质量应符合国家有关标准的规定和设计要求；
检查方法：检查产品质量合格证明书、各项性能检验报告、进场验收记录。
- b) 雨水口位置正确，深度符合设计要求，安装不应歪扭；
检查方法：逐个观察，用水准仪、钢尺量测。
- c) 井框、井算应完整、无损，安装平稳、牢固；支、连管应直顺，无倒坡、错口及破损现象；
检查数量：全数观察。
- d) 井内、连接管道内无线漏、滴漏现象；
检查数量：全数观察。
- e) 雨水口砌筑勾缝应直顺、坚实，不应漏勾、脱落；内、外壁抹面平整光洁；
检查数量：全数观察。
- f) 支、连管内清洁、流水通畅，无明显渗水现象；
检查数量：全数观察。

18.6.3 支墩应符合下列要求。

- a) 所用的原材料质量应符合国家有关标准的规定和设计要求；
检查方法：检查产品质量合格证明书、各项性能检验报告、进场验收记录。
- b) 支墩地基承载力、位置符合设计要求；支墩无位移、沉降；
检查方法：全数观察；检查施工记录、施工测量记录、地基处理技术资料。
- e) 砌筑水泥砂浆强度、结构混凝土强度符合设计要求；
检查方法：检查水泥砂浆强度、混凝土抗压强度试块试验报告。
- c) 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；
检查方法：逐个观察。
- d) 支墩支承面与管道外壁接触紧密，无松动、滑移现象；
检查方法：全数观察。

19 管道检测及功能性试验

19.1 一般规定

19.1.1 排水管道安装完成后应按下列要求进行管道功能性试验。

- a) 无压管道应进行管道的严密性试验，严密性试验分为闭水试验和闭气试验，按设计要求确定；设计无要求时，应根据实际情况选择闭水试验或闭气试验进行管道功能性试验。
- b) 以气体为介质对已敷设重力流管道所做的严密性试验。
- c) 压力管道应进行压力管道水压试验，试验分为预试验和主试验阶段；试验合格的判定依据分为允许压力降值和允许渗水量值，按设计要求确定；设计无要求时，应根据工程实际情况，选用其中一项值或同时采用两项值作为试验合格的最终判定依据。

19.1.2 管道功能性试验涉及水压、气压作业时，应有安全防护措施，作业人员应按相关安全作业规程进行操作。管道水压试验排出的水，应及时排放至规定地点，不应影响周围环境和造成积水，并应采取保护措施确保人员、交通通行和附近设施的安全。

19.1.3 压力管道水压试验或闭水试验前，应做好水源的引接、排水的疏导等方案。

19.1.4 管道内注水应从下游缓慢注入，注入时在试验管段中的高点应将管道内的气体排出。

19.1.5 单口水压试验合格的大口径球墨铸铁管或预应力混凝土管等管道，设计无要求时应符合下列要求：

- a) 压力管道可免去预试验阶段，而直接进行主试验阶段；
- b) 无压管道应认同严密性试验合格，无需进行闭水或闭气试验。

19.1.6 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。

19.1.7 管道的试验长度除本文件规定和设计另有要求外，压力管道水压试验的管段长度不宜大于 1.0 km；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。

19.2 管道功能性试验

19.2.1 排水管道安装完成后应进行管道功能性试验，包括强度试验或严密性试验。

19.2.2 无压污水、雨污水合流管道及湿陷土、流砂地区雨水管道和附属构筑物，应经严密性试验合格后方可投入运行。

19.2.3 压力排水管道，应经压力管道水压试验合格后方可投入运行。

19.3 无压管道的闭水试验

19.3.1 闭水试验应按设计要求和试验方案进行。

19.3.2 试验管段应按井距分隔，抽样选取，带井试验。

19.3.3 无压管道闭水试验时，试验管段要求、管道闭水试验的要求、合格标准等，应参照 GB 50268 的相关规定执行。

19.4 无压管道的闭气试验

19.4.1 闭气试验适用于混凝土类的无压管道在回填土前进行的严密性试验。

19.4.2 闭气试验时，地下水位应低于管外底 150 mm，环境温度为-15℃~50℃。下雨时不应进行闭气试验。

19.4.3 无压管道闭气试验时，试验管段要求、管道闭气试验的要求、合格标准等，应参照 GB 50268 的相关规定执行。

19.5 压力管道的水压试验

19.5.1 试压试验前，施工单位应编制的试验方案，其内容应包括：

- a) 后背及堵板的设计；
- b) 排水管路、排水孔及排水孔的设计；
- c) 加压设备、压力计的选择及安装的设计；
- d) 排水疏导措施；
- e) 升压分级的划分及观测制度的规定；
- f) 试验管段的稳定措施和安全措施。

19.5.2 压力管道闭水试验时，试验管段要求、管道水压试验的要求、合格标准等，应参照 GB 50268 的相关规定执行。

20 安全生产

20.1 一般规定

20.1.1 排水管道工程施工应对工程本体、围护结构体系和周围环境等做好工程监测。穿越河道、铁路、桥梁等特殊重要构筑物的排水管道在施工前应查明工程场地周边状况，重视施工过程对周边环境、人员、构筑物的安全影响，设计及施工需报主管部门审批后方可实施。

20.1.2 施工位置有轨道交通、高压电塔、高压走廊、地下电缆、光纤缆线、供水管、燃气管等设施的，施工前应及相关设施管理单位协调好施工安全事宜。

20.1.3 工程监测警戒建议值应得到建设、设计及相关设施管理单位的确认，工程监测方案经审查批准后实施。

20.1.4 沟槽、基坑、顶管、盾构、定向钻及夯管、浅埋暗挖工程监测应符合相关规定和设计文件要求。其中主要监测内容包括沿线地表隆沉、影响范围内的管线、建（构）筑物、柔性管道竖向变形、盾构隧道变形和沉降等。

20.1.5 监测仪器和设备应在校验或鉴定有效期内，并满足测量精度、抗干扰等要求。

20.1.6 各类监测点应按经审批的监测方案布置，并建立监测初始值；监测点埋设成活率应满足工程监测需要，重要监测点损坏后应及时修复或重布。

20.1.7 工程监测频率应根据工程特点和环境要求确定；变化量达到警戒值时，应立即报警并增加监测频率。

20.1.8 第三方监测单位应符合以下要求：

- a) 建设单位应按规定选择有测量专业资质的第三方监测单位；
- b) 第三方监测单位应编制工程项目的监测方案，内容应包含：测点布设形式、测量精度、测量频率以及提交测量资料的方式等内容；
- c) 第三方监测成果应及时提交，其内容包括监测数据、对应工况及分析说明。

20.1.9 施工单位在排水工程施工过程中，应开展工程必要的沉降和位移的跟踪测量工作，并加强与第三方监测单位的信息联系工作，及时指导施工。

20.1.10 排水工程施工完成后，施工单位应及时拆除封堵墙，并对管道、检查井进行疏通清障，防止垃圾沉积，确保管道畅通。

20.1.11 监理单位在排水工程施工过程中，应加强工程监测管理工作。

20.1.12 建设单位应做好前期调查工作，在广州市地下管线综合管理信息系统查询既有管线现状资料。

20.1.13 钻探或施工前委托具有相关资质的第三方单位进行管线详查，保证所移交的地下管线资料真实、准确、完整。

20.1.14 施工单位应编制地下管线保护方案（含应急预案），报监理、建设、管线权属单位审核通过。

20.1.15 在设计文件中应提出明确的保证有限空间作业安全的措施，并对施工、监理单位进行交底说明。

20.2 施工安全要求

20.2.1 根据施工工法、工程地质及水文地质条件、工程实际，制定排水工程施工安全技术操作规程，确保施工作业在安全和卫生环境下进行。

20.2.2 施工应尽可能避开汛期、雨季；当无法避免在施工过程中遇到长期的雨季，土方开挖前应备好防洪器材与排水器械设备，做好截水排水设施，尽量减少开槽的长度、宽度、深度；对于各类施工机械设备、电气设备应落实全面检修，确保安全稳定运行；现场管理人员应实时掌握天气情况，严禁雷雨天气作业，如遇特殊危险情况及时撤离、汇报、解决。

20.2.3 排水管道敷设位置应符合以下要求：

- a) 与房屋建筑距离较近时，应对房屋建筑进行鉴定，根据需要做好房屋支护，确保安全方可开挖施工；
- b) 拔出钢板桩时应应对周边房屋沉降做好监测，监测值超过允许范围时，钢板桩不应拔出；
- c) 开挖施工时，在沟槽边坡稳固后应设置供施工人员上下沟槽的安全梯，严禁施工人员攀爬支护结构。

20.2.4 顶管、盾构、水平定向钻等非开挖施工以及管道内防腐涂装作业，应根据设备状况、工程地质及水文地质条件、施工方法、进度和管道长度等条件，选用合适的通风方式、通风设备及洞内温控措施；管道内作业场所应设置安全照明设施和配备消防设施。

20.2.5 为确保作业人员安全，任何作业位置与场所应保证作业通道的畅通。

20.2.6 预测可能存在可燃性或有害气体时，在顶管、盾构等非开挖顶进、掘进前，应使用仪器进行检测，作业中应加强通风和检测。如果超过安全允许值，应停止施工，采取有效应急措施进行处理。

20.2.7 在设计文件中应提出明确的保证有限空间作业安全的措施，并对施工、监理单位进行交底说明。

20.2.8 在地下有限空间进行挖掘施工作业的，作业前应向施工单位提交地下管线探测报告。

20.2.9 对于有限空间，应当在入口处附近设置醒目的警示标志标识，并告知存在的有毒有害因素，防止作业人员和其他人员误入。

20.2.10 有限空间作业应当严格遵守“先通风换气、再检测评估、后安排作业”的原则，未经通风换气和检测不合格的，任何人员不应进入有限空间作业。检测的时间不应早于作业开始前 30 min。

20.2.11 对随时可能产生有毒有害气体或进行内防腐处理的有限空间作业，应在施工过程中进行定时检测或连续监测，必要时，应当在作业现场设置有毒有害气体及缺氧报警装置，有任一项指标不合格或出现其他异常情况的，应当停止作业并撤离作业人员。气体检测应符合下列规定：

- a) 强制通风 30 min 后，在有限空间外上风侧，使用泵吸式气体检测报警仪对有限空间内气体进行检测；
- b) 有限空间内仍存在未清除的积水、积泥或物料残渣时，应先在有限空间外利用工具进行充分搅动，使有毒有害气体充分释放；
- c) 应由专业人员携带专业防护器具，从出入口开始，沿人员进入有限空间的方向，由近至远至少检测三点，检测点应选择通风最不利点；
- d) 应根据有限空间内可能存在的气体种类进行有针对性检测，但应至少检测氧气、可燃气体、硫化氢和一氧化碳；
- e) 当有限空间内气体环境复杂，作业单位不具备检测能力时，应委托具有相应检测能力的单位进行检测；
- f) 检测人员应当记录检测的时间、地点、气体种类、浓度等信息；
- g) 检测结果不合格的，应继续进行通风，并分析可能造成气体浓度不合格的原因，采取更具针对性的防控措施；
- h) 气体连续检测两次合格后方可进入有限空间作业，两次检测时间间隔不少于 15 min；
- i) 经重新检测评估和审批的，方可恢复作业，作业中断超过 30 min，作业人员再次进入有限空间作业前，应当重新通风、检测评估合格后方可进入。

20.2.12 有限空间作业时，应符合下列规定：

- a) 作业人员在进入有限空间前，应佩戴隔离式呼吸防护装备、安全帽、全身式安全带、安全绳等防护用品，全身式安全带应通过安全绳与有限空间外的挂点可靠连接；
- b) 作业人员与有限空间进出口之间应通畅、无障碍物阻挡；
- c) 作业人员在有限空间内连续工作时间不应超过 1 h。应通过轮换作业等方式合理安排工作时间，避免人员长时间在有限空间工作；
- d) 应保证两名以上（含两名）作业人员同行和在场内工作，有限空间内只能容一人进入作业的，应强化监护措施。

20.2.13 管道内作业环境应符合下列规定。

- a) 维护人员不应进入以下管渠作业：
 - 1) 管径小于 0.8 m 的管道或宽度小于 0.8 m 的渠道；
 - 2) 管内流速大于 0.5 m/s；
 - 3) 充满度大于 50%；
 - 4) 水深大于 0.5 m。
- b) 检查管渠内部情况时，宜采用反光镜或影像检测仪等工具。

- c) 如采用橡胶气囊封堵作业管段（管道截面为圆形或椭圆形），需要考虑管道管径是否在气囊的适用范围内，同时管道变形严重、崩坏或有碎石、棱角的，不应使用橡胶气囊作为封堵工具。
 - d) 空气中氧气含量不应小于 19.5%，不大于 23.5%。
 - e) 可燃气体浓度应小于 0.5%。
 - f) 有害气体浓度：硫化氢不应超过 10 mg/m^3 或 $<6.6 \text{ ppm}$ ；一氧化碳时间加权平均容许浓度不应大于 20 mg/m^3 或 $<16 \text{ ppm}$ ；二氧化碳不应超过 0.5%（按体积计）。氮氧化物换算成二氧化氮不应超过 5 mg/m^3 。
 - g) 管道内温度不应高于 32°C 。
 - h) 管道内噪声不应大于 90 dB。
- 20.2.14 管道水下作业环境应符合下列规定：
- a) 潜水作业的排水管渠，管径或渠高不应小于 1.2 m，流速不应大于 0.5 m/s ；
 - b) 潜水员需身体健康，年龄不小于 18 岁，不超过 55 岁；并全部购买人身意外伤害保险；
 - c) 潜水员应经过专门安全作业培训合格，持潜水员证方可。潜水员证书与潜水员健康证书合并使用，潜水员证书获得评估通过之日起（除超龄者外），有效期 5 年；持证潜水员应每年出具体检合格的有效证明，其健康证书有效期为 12 个月。身体不合格的或未提供有效健康证明的，其潜水员健康证失效，潜水员证书同时停止使用；
 - d) 1 名潜水员在水下作业时，潜水现场应指定一名预备潜水员（现场待命，能够随时入水援助水中遇险潜水员的潜水员），有 2 名以上潜水员在水下作业时，每两名潜水员至少指定一名预备潜水员；
 - e) 潜水作业班组应设置一名潜水监督员，在没有同等资格人员替班的情况下，潜水监督员不能潜水。
- 20.2.15 施工通风应符合下列规定：
- a) 应采取机械通风；
 - b) 按管道内施工高峰期人数，每人需供应新鲜空气不应小于 $3 \text{ m}^3/\text{min}$ ，最低风速不应小于 0.5 m/s 。
- 20.2.16 针对施工可能发生对周边环境的影响，应采取相应措施，减少施工噪声、振动、水质和土壤污染，减少地表下沉等。并符合下列规定：
- a) 施工作业的噪音在夜间距离施工作业面 10 m 处应不大于 80 dB；
 - b) 施工作业应减少扬尘影响周边环境；
 - c) 城市区域管道工程宜提倡非开挖施工工法；开槽施工应有降噪、减尘措施。
- 20.2.17 施工需要下井进行封堵和拆除管道头子、封堵和拆除闭水试验封墙、管道内防腐涂装、管道内清理等作业，应制定安全监护和防范专项方案，经审批同意后方可下井作业。下井安全作业操作应符合相关规定。
- 20.2.18 在有限空间内作业时如遇危险，应根据实际情况，采取作业人员自救、非进入式救援、进入式救援等应急救援方式处置。
- 20.2.19 实施救援时，应满足以下条件。
- a) 非进入式救援实施条件：
 - 1) 发生意外的作业人员所处位置与有限空间出入口之间通畅、无障碍物阻挡；
 - 2) 发生意外的作业人员穿全身式安全带且通过安全绳与有限空间外的挂点可靠连接；
 - 3) 非进入式救援不需要救援人员进入有限空间，从而可避免救援人员伤亡。
 - b) 进入式救援是一种风险较大的救援方式，容易导致人员伤亡的扩大。实施进入式救援需满足以下条件：
 - 1) 救援人员应经过专业培训，能够熟练使用防护用品和救援设备，具备沉着冷静的处置能力；
 - 2) 救援人员能够得到足够的防护。

20.2.19 开展应急救援工作时，应服从现场调度，杜绝盲目救援，避免伤亡扩大。作业人员发现险情，应立即撤离有限空间并及时反馈信息；监护人发现异常情况，应及时发出撤离警报，协助撤离工作，必要时应依靠 120、119 等专业救援手段进行救援，不应强行施救。

21 环保要求

21.1 工地路面硬化要求

21.1.1 施工现场大门内外通道、临时设施室内地面、材料堆放场、钢筋加工场、仓库地面等区域，应当浇厚度不小于 20 cm，强度不低于 C25 的混凝土进行硬底化。

21.1.2 工地内采用可重复使用的预制混凝土构件或钢板铺设技术，进行全面硬底化处理。

21.1.3 生活服务区范围内，严格按照建筑工地文明施工管理的相关规定，全面采取地面硬化措施，并加强洒水，降低扬尘。

21.1.4 行车范围的施工作业面（含天然地基、路基、基坑面、边坡、施工作业便道等）。施工工地在基坑开挖阶段，施工便道应当及时铺填碎石或钢板或其他材料，防止扬尘，施工到±0.00 时，施工道路应实现硬底化。当施工现场具备条件实行水泥混凝土硬地化条件的，尽量采用地面硬化措施，当无法采取硬化措施时，应采用以下技术措施控制扬尘：

- a) 施工作业持续时间在 15 日内的采取洒水防尘措施；
- b) 施工作业持续时间在 15 日至 3 个月的，采取使用表面喷洒沥青乳液或其他表面固化材料，并加强洒水的防尘措施；
- c) 施工作业持续时间在 3 个月以上的，采取沥青乳液改善土（集中搅拌混合料后现场摊铺碾压成型或现场喷洒沥青乳液后现场机械拌和碾压成型）防尘措施；其摊铺厚度、沥青乳液用量等根据施工作业时间、施工车辆的大小及数量等通过试验论证后确定。

21.2 工地砂土覆盖要求

21.2.1 非施工作业面的裸露土或临时存放的土堆闲置 3 个月内的，应该进行覆盖、压实、洒水等压尘措施。

21.2.2 裸露地面或临时存放的土堆闲置在 3 个月以上的，应当对其裸露泥地进行临时绿化或者铺装。

21.2.3 弃土、弃料以及其他建筑垃圾的临时覆盖可用编织布或者密布网。

21.2.4 对裸露的砂土可采用密布网进行覆盖或料斗封闭。

21.3 施工作业降尘要求

21.3.1 排水管道施工过程涉及既有的地上、地下建（构）筑物拆除工程的，应采取喷水降尘措施，气象预报风速达到 5 级时，应当停止拆除工程施工。渣土要及时清运或者覆盖，在拆除施工完成之日起 3 日内清运完毕，并应遵守拆除工程管理的相关规定。

21.3.2 喷淋系统设置部位如下：

- a) 工地围墙上方；
- b) 在基础施工及土方阶段的基坑周边；
- c) 房屋建筑主体阶段的外排栅、爬升脚手架；
- d) 塔吊等易产生扬尘的部位；
- e) 市政道路施工铣刨作业；
- f) 拆除作业、爆破作业、预拌干混砂浆施工；
- g) 房屋建筑和市政工程围挡；
- h) 施工现场主要道路等部位；
- i) 施工作业阶段应当采取喷雾、喷淋或者洒水等扬尘污染防治措施时。

21.3.3 喷淋系统设置要求:

- a) 有土方作业的基坑布设间距 1.5 m, 喷头大小 4 cm, 布设范围围绕基坑一圈;
- b) 有外排栅结构, 喷淋系统以间距 3 m, 喷头大小 4 cm 一圈设置, 原则上第一道设置在 15~20 m, 然后每隔 25 m 设置一道;
- c) 工地围墙外围、施工现场主要道路间距 3 m, 喷头大小 4 cm 一圈设置;
- d) 其他易产生扬尘的施工作业根据扬尘污染程度设置相应的喷雾设备或者洒水降尘。

21.3.4 开启喷淋系统或者洒水降尘的时间安排:

- a) 根据施工现场扬尘情况, 每天安排洒水不少于 4 次, 洒水沿施工道路进行, 早上 7:30~8:00, 中午 11:00~12:00, 下午 14:30~15:00、17:30~18:00 各一次, 扬尘较多或者遇重污染天气时应该安排 6 次以上;
- b) 开启喷淋系统大致按此时间进行, 每次持续 1 h 以上, 对于基坑开挖或者拆除工程等易产生扬尘的作业, 应全时开启喷淋系统和雾炮设备;
- c) 场内道路车辆流量每 30 min 高于 4 架次的路面, 维持整段路面湿润;
- d) 责任落实。每天洒水和开启喷淋系统、喷雾设备要安排专人负责, 设立专门的登记本, 责任人负责登记并签名。

21.3.5 雾炮设备设置和扬尘达标要求:

- a) 土方阶段在基坑周边按照 30 m 间隔加设雾炮设备 1 台;
- b) 土方作业阶段, 达到作业区目测扬尘高度小于 1.5 m, 不扩散到场区外;
- c) 结构施工、安装装饰装修阶段, 作业区目测扬尘高度小于 0.5 m;
- d) 施工现场非作业区达到目测无扬尘的要求。超过这个标准, 则安排开启雾炮设备和喷淋系统。

21.3.6 施工现场应安装空气质量监测设备, 有条件的可与主管部门监控系统联网。在场界四周隔挡高度位置测得的大气总悬浮颗粒物 (TSP) 月平均浓度与城市背景值的差值不大于 0.08 mg/m^3 。超过这个标准, 则安排开启雾炮设备和喷淋系统。

21.4 施工车辆清洗要求

21.4.1 工地的出入口应当安排专人进行车辆清洗和登记, 进出工地的运输车辆的轮胎和车身外表应当完全冲洗干净后, 方可进出工地, 要求如下:

- a) 车辆冲洗干净标准: 进出工地的运输车辆的轮胎和车身外表应当完全除泥, 冲洗完毕后车身及车轮无散落土方, 以不见泥水滴落为标准;
- b) 建立泥头车管理台账, 详细记录车辆证照信息、进出场信息、冲洗情况、密闭情况等;
- c) 工地在余泥运输阶段, 施工单位要安排配备专职建筑废弃物运输管理人员, 负责对余泥的装载和“一不准进、三不准出”的相关制度的落实和检查, 其中, “一不准进”是指无《建筑垃圾准运证》的车辆不准进, “三不准出”是指未冲洗干净车辆不准出、未密闭遮盖的车辆不准出、超限超载车辆不准出;
- d) 运输建筑余泥的车辆, 应采取措施完全封闭严密且平装, 保证车辆清洁;
- e) 土方装载高度不能超过运输车辆侧壁标准高度。

21.4.2 工地内车辆出入口内侧应当设置洗车场 (槽) 设施; 车辆冲洗设施按要求配套排水、泥浆沉淀设施; 现场机具、设备、车辆冲洗用水应设立循环用水装置。

21.4.3 车辆冲洗设施的配备标准。应配备高压冲洗水枪或者安装自动洗车装置; 不具备设置洗车设施的市政、管线工程, 经所在工程的监管部门同意后, 施工单位应采用移动式冲水设备冲洗工地车辆。

21.4.4 建筑废弃物装载要求。驶出工地的渣土和粉状物料运输车辆应该平装, 不能高于车厢围栏且严密遮盖。

21.4.5 施工现场泥头车或建筑材料 (沙、石粉或余泥) 运输车辆, 车箱不宜用帆布或安全网覆盖, 宜采用两旁带自动挡板的车箱, 并且要做到全密封, 防止建筑材料、垃圾和工程渣土飞扬、洒落、泄漏等。

21.4.6 全面安装视频监控设备:

- a) 开工时,项目施工现场出入口须安装视频监控设备,并确保能清晰监控车辆出场冲洗情况及运输车辆车牌号码;项目土方作业期间,应在土方作业区域周边安装视频监控设备;
- b) 城市建成区范围内,建筑面积在 5000 m²的土地开挖、平整施工作业项目应安装扬尘视频监控设备,有条件的可与当地监督部门的视频监控中心进行联网,实时监控工地施工扬尘管理和出场车辆冲洗情况。

21.5 长期裸土处理要求

21.5.1 施工现场内裸露 3 个月以上的土地,应当采取绿化措施;裸露 3 个月以下的土地,应当采取覆盖、压实、洒水等压尘措施。

21.5.2 绿化处理应按照下列要求施行:

- a) 需要堆放 3 个月以上的渣土、堆土等应覆盖遮阴网,喷水保湿、培育自然植被;
- b) 或者种植成本不高、覆盖性强、生长较快的草本植物,实行临时绿化;
- c) 短期内不能按规划实施的空间规划绿地,应播种三叶草或采取生态喷播的办法试行临时绿化;
- d) 施工工地裸露土地绿化率应不小于 95%,成活率应不低于 95%。

21.5.3 防扬尘处理应按下列要求施行:

- a) 对土堆的边缘应适当垒砌砖石加以围挡处理,土堆应全面覆盖遮阴网,经常喷水,防止扬尘;
- b) 进行草种、花卉播种,应使植物种子与表层土壤结合密切,然后喷水保湿,勤于养护,直至植物正常生长达到覆盖目的;
- c) 施工工地堆土场宜设置简易喷灌设施,适时喷水保湿。

21.6 水土保持

21.6.1 为防止施工过程中水土流失现象的发生,对周围环境产生较为严重的影响,从而影响到工程进度和工程质量,要求施工过程中采取必要的水土保持防范措施。

21.6.2 应尽量避免雨季施工,避免大规模水土流失。

21.6.3 在施工中,应合理安排施工计划、施工程序,协调好各个施工步骤,雨季中减少地面坡度,减少开挖,并争取土料随挖随运,减少堆土、裸土的暴露时间,以免降水的直接冲刷,在暴雨期,还应采取应急措施,尽量用覆盖物覆盖新挖的陡坡,防止冲刷和塌崩。

21.6.4 挖方、填方施工时,应做好施工排水,先做好排水沟,不宜地表流水漫坡流动,面蚀裸露土壤;同时合理划分工作面。

21.6.5 填方应边填土,边碾压,不让疏松的土壤长期搁置。压密实的土壤在水流作用下的流失量将大大小于疏松土壤。

21.6.6 开挖临时堆土时,外侧边缘采用编织袋挡护措施,其他裸露面采用密目网遮盖措施防护。

21.6.7 统一调度土石方,合理安排施工时序,防治弃渣过多堆积。

21.6.8 施工期注意运输器材的维护,运渣土车辆加盖篷布,不应任意抛洒弃渣。

21.7 水环境保护

21.7.1 各类施工废水、生活污水应根据属地排水行业主管部门、生态环境部门、住建部门的要求,采取污水收集或处理措施,不应直接排入农田、河流或渠道等。

21.7.2 骨料清洗、场地冲刷及其他施工废水,应采取过滤、沉淀等预处理措施处理后,达到排放标准后,方可排放市政排水管网或自然水体,避免污染环境。

21.7.3 生活污水、施工器械废油、废水,应通过隔油池等预处理设施处理后,达标排放市政排水管网。

21.8 噪声影响控制

- 21.8.1 加强施工现场人员及秩序管理，加强人员作业及器械操作培训，严格控制人为噪声。
- 21.8.2 在人口稠密区进行强噪声作业时，应严格控制作业时间，尽量避免夜间施工，确系特殊状况必须昼夜施工时，应采取降低噪声的措施，协调属地居委等部门获得群众谅解，出具安民告示等
- 21.8.3 加强日常作业器械检修与保养，从声源上降低噪声。
- 21.8.4 作业车辆行驶、施工机械、材料运输过程中，途经居民区、办公区等场所时，应注意减速慢行、尽量减少鸣笛，降低噪声影响。



参 考 文 献

- [1] 广州市水务局广州市气象局 广州市暴雨强度公式编制与设计暴雨雨型研究技术报告(穗水科信〔2023〕3号)
- [2] 广州市水务局 广州市排水工程技术管理规定(穗水规字〔2022〕8号)
-