

北京市地方标准 **DB**

编 号：DB11/T 1835-2021

备案号：J15718-2021

---

**给水排水管道工程施工技术规程**  
**Technical specification for construction of water  
supply and drainage pipeline project**

**2021-03-29 发布**

**2021-07-01 实施**

---

北京市住房和城乡建设委员会  
北京市市场监督管理局 **联合发布**



北京市地方标准

给水排水管道工程施工技术规程  
**Technical specification for construction of water  
supply and drainage pipeline project**

编 号：DB11/T 1835-2021

备案号：J15718-2021

主编单位：北京市政建设集团有限责任公司  
北京市市政三建设工程有限公司  
批准部门：北京市市场监督管理局  
施行日期：2021年7月1日

中国建材工业出版社

2021 北京

给水排水管道工程施工技术规程  
Technical specification for construction of water supply and drainage  
pipeline project

DB11/T 1835-2021

中国建材工业出版社 出版（北京市海淀区三里河路1号）

北京墨阁印刷有限公司印刷

\*

开本：140mm×203mm 1/32 印张：8.875 字数：223千字

2021年7月第1版 2021年7月第1次印刷

印数：400册 定价：88.00元

统一书号：155160·2976

版权所有 翻印必究

# 北京市住房和城乡建设委员会 关于发布《装配式建筑评价标准》等 22 项 工程建设地方标准的通知

京建发（2021）103 号

各有关单位：

由北京市住房和城乡建设委员会组织北京市住房和城乡建设科技促进中心主编的《装配式建筑评价标准》《施工现场装配式路面技术规程》、北京城建科技促进会主编的《建筑工程施工工艺规程 第1部分：地基基础工程》《建筑工程施工工艺规程 第3部分：混凝土结构工程》《建筑工程施工工艺规程 第4部分：砌体结构工程》《建筑工程施工工艺规程 第17部分：电气动力安装工程》《建筑工程施工工艺规程 第18部分：照明系统工程》《地下室防水技术规程》、北京市政建设集团有限责任公司主编的《给水排水管道工程施工技术规程》《城市桥梁工程施工技术规程》《城市道路工程施工技术规程》《盾构法隧道修复加固工程施工质量验收规范》《市政基础设施工程门式和桥式起重机安全应用技术规程》、北京市房屋安全管理事务中心主编的《房屋结构检测与鉴定操作规程》、北京首钢建设投资有限公司主编的《既有工业建筑民用化绿色改造评价标准》、北京建工集团有限责任公司主编的《建筑工程施工安全操作规程》《现浇混凝土结构工程和砌体结构工程施工过程模型细度标准》、北京六建集团有限责任公司主编的《建筑电气工程施工过程模型细度标准》、北京市设备安装工程集团有限公司主编的《建筑给水排水及供暖工程施工过程模型细度标准》、中国建筑第八工程局有限公司主编的《幕墙工程施工过程模型细度标准》、中建一局集团第

五建筑有限公司主编的《通风与空调工程施工过程模型细度标准》、中建一局集团建设发展有限公司主编的《钢结构工程施工过程模型细度标准》等22项北京市地方标准，已经北京市市场监督管理局、北京市住房和城乡建设委员会共同批准发布。

以上标准由北京市住房和城乡建设委员会、北京市市场监督管理局共同负责管理，由标准主编单位负责具体技术内容的解释。

以上标准文本可登陆北京市市场监督管理局网站（[scjgj.beijing.gov.cn](http://scjgj.beijing.gov.cn)）或首都标准网（[www.capital-std.com](http://www.capital-std.com)）查阅。

另：原《建筑安装分项工程施工工艺规程》（DBJ/T01-26-2003）中第1篇：土方工程、第2篇：地基与基础工程、第4篇：钢筋混凝土工程、第5篇：砌筑结构工程、第14篇：建筑电气照明安装工程、第16篇：建筑电气动力安装工程同时废止，《城市道路工程施工技术规程》（DBJ01-45-2000）、《城市桥梁工程施工技术规程》（DBJ01-46-2001）、《给水排水管道工程施工技术规程》（DBJ01-47-2000）、《建筑工程施工安全操作规程》（DBJ01-62-2002）同时废止。

特此通知。

附件：批准发布的北京市地方标准目录 2021 年标字第 2 号（总第 277 号）

北京市住房和城乡建设委员会  
2021 年 4 月 11 日

附件

批准发布的北京市地方标准目录  
2021 年标字第 2 号（总第 277 号）

序号	标准号	标准名称	被修订标准号	批准日期	实施日期
1	DB11/T 367-2021	地下室防水技术规程	DB11/ 367-2006	2021-3-29	2021-7-1
2	DB11/T 849-2021	房屋结构检测与鉴定 操作规程	DB11/T 849-2011	2021-3-29	2021-7-1
3	DB11/T 1831-2021	装配式建筑评价标准		2021-3-29	2021-7-1
4	DB11/T 1832.1-2021	建筑工程施工工艺规程 第 1 部分：地基基础工程		2021-3-29	2021-7-1
5	DB11/T 1832.3-2021	建筑工程施工工艺规程 第 3 部分：混凝土结构工程		2021-3-29	2021-7-1
6	DB11/T 1832.4-2021	建筑工程施工工艺规程 第 4 部分：砌体结构工程		2021-3-29	2021-7-1
7	DB11/T 1832.17-2021	建筑工程施工工艺规程 第 17 部分：电气动力安 装工程		2021-3-29	2021-7-1
8	DB11/T 1832.18-2021	建筑工程施工工艺规程 第 18 部分：照明系统工程		2021-3-29	2021-7-1
9	DB11/T 1833-2021	建筑工程施工安全操作 规程		2021-3-29	2021-7-1
10	DB11/T 1834-2021	城市道路工程施工技术 规程		2021-3-29	2021-7-1
11	DB11/T 1835-2021	给水排水管道工程施工 技术规程		2021-3-29	2021-7-1
12	DB11/T 1836-2021	城市桥梁工程施工技术 规程		2021-3-29	2021-7-1
13	DB11/T 1837-2021	幕墙工程施工过程模型 细度标准		2021-3-29	2021-7-1
14	DB11/T 1838-2021	建筑电气工程施工过程 模型细度标准		2021-3-29	2021-7-1
15	DB11/T 1839-2021	建筑给水排水及供暖工 程施工过程模型细度标准		2021-3-29	2021-7-1
16	DB11/T 1840-2021	现浇混凝土结构工程和 砌体结构工程施工过程 模型细度标准		2021-3-29	2021-7-1

序号	标准号	标准名称	被修订标准号	批准日期	实施日期
17	DB11/T 1841-2021	通风与空调工程施工过程模型细度标准		2021-3-29	2021-7-1
18	DB11/T 1842-2021	市政基础设施工程门式和桥式起重机安全应用技术规程		2021-3-29	2021-7-1
19	DB11/T 1843-2021	盾构法隧道修复加固工程施工质量验收规范		2021-3-29	2021-7-1
20	DB11/T 1844-2021	既有工业建筑民用化绿色改造评价标准		2021-3-29	2021-7-1
21	DB11/T 1845-2021	钢结构工程施工过程模型细度标准		2021-3-29	2021-7-1
22	DB11/T 1846-2021	施工现场装配式路面技术规程		2021-3-29	2021-7-1

注：以上地方标准文本可登录北京市市场监督管理局网站（[scjgj.beijing.gov.cn](http://scjgj.beijing.gov.cn)）查阅。

## 前 言

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

本规程的主要技术内容有：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 测量；5 地下水控制；6 土方工程；7 运输与吊装；8 给水管道敷设；9 排水管道敷设；10 管渠；11 沉管和桥管施工；12 顶管施工；13 水平定向钻施工；14 夯管施工；15 盾构法施工；16 浅埋暗挖施工；17 非开挖修复；18 附属构筑物；19 季节施工。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会和北京市市场监督管理局共同负责管理，北京市住房和城乡建设委员会归口并负责组织实施，由北京市市政建设集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至北京市市政建设集团有限责任公司（地址：北京市海淀区昌运宫 17 号市政集团大厦；邮政编码：100089；电话：010-68778088）。

本规程主编单位：北京市市政建设集团有限责任公司  
北京市市政三建设工程有限公司

本规程参编单位：北京市建设工程安全质量监督总站  
北京市公联公路联络线有限责任公司  
北京市市政四建设工程有限公司  
北京高新市政工程科技有限公司  
中国建筑一局（集团）有限公司  
中国新兴建设开发有限责任公司  
北京建工路桥集团有限公司  
北京易成市政工程有限责任公司

**DB11/T 1835-2021**

北京市常青市政工程有限公司

本规程主要起草人员：孔 恒 汪 波 岳爱敏 刘海争  
梁文广 张丽丽 李永生 王文正  
乔国刚 王 渭 赵 欣 马少军  
梁志海 余家兴 刘 明 杨卫红  
王彦波 张迎伟 林向阳 田治州  
杨冬梅 蔡志勇 张艳秋 何少春  
许宏赞 梁 岩 郭 飞 马晓春  
董 凯 林雪冰 张 珣 李海峰  
王亚杰

本规程主要审查人员：焦永达 陈英盈 李红专 刘其铎  
李海燕 王增义 唐永讯

## 目 次

<b>1</b>	<b>总则</b> .....	1
<b>2</b>	<b>术语</b> .....	2
<b>3</b>	<b>基本规定</b> .....	3
<b>4</b>	<b>测量</b> .....	5
4.1	一般规定 .....	5
4.2	管道中线控制测量 .....	5
4.3	高程控制测量 .....	12
4.4	施工测量 .....	13
4.5	监测 .....	14
<b>5</b>	<b>地下水控制</b> .....	21
5.1	一般规定 .....	21
5.2	隔水帷幕 .....	22
5.3	降排水 .....	27
5.4	地下水回灌 .....	31
5.5	地下水监测 .....	31
<b>6</b>	<b>土方工程</b> .....	34
6.1	一般规定 .....	34
6.2	开槽 .....	34
6.3	支护 .....	36
6.4	地基处理 .....	39
6.5	管道交叉处理 .....	39
6.6	施工便桥 .....	40
6.7	沟槽回填 .....	41
<b>7</b>	<b>运输与吊装</b> .....	45
7.1	一般规定 .....	45

## DB11/T 1835-2021

7.2	机械吊装	46
7.3	人工下管	47
<b>8</b>	<b>给水管道敷设</b>	<b>49</b>
8.1	一般规定	49
8.2	球墨铸铁管敷设	49
8.3	预应力钢筋混凝土管敷设	51
8.4	预应力钢筒混凝土管敷设	53
8.5	钢管敷设	55
8.6	硬聚氯乙烯（UPVC）管敷设	60
8.7	聚乙烯管（PE）管及其复合管敷设	62
8.8	玻璃钢管敷设	63
8.9	管道附件安装	64
8.10	管道内、外防腐	66
8.11	水压试验	74
8.12	冲洗消毒	82
<b>9</b>	<b>排水管道敷设</b>	<b>84</b>
9.1	一般规定	84
9.2	基础与安管	84
9.3	水泥砂浆接口	86
9.4	钢筋混凝土管及预应力混凝土管安装	87
9.5	埋地塑料排水管道安装	88
9.6	闭水试验	91
9.7	闭气试验	94
<b>10</b>	<b>管渠</b>	<b>96</b>
10.1	一般规定	96
10.2	砌体砌筑管渠	96
10.3	现浇钢筋混凝土管渠	101
10.4	预制装配式管渠	106

<b>11</b>	<b>沉管和桥管施工</b> .....	108
11.1	一般规定.....	108
11.2	沉管施工.....	109
11.3	桥管施工.....	116
<b>12</b>	<b>顶管施工</b> .....	119
12.1	一般规定.....	119
12.2	工作井及后背.....	121
12.3	设备安装.....	125
12.4	顶进.....	127
12.5	中继间.....	131
12.6	触变泥浆减阻.....	133
12.7	曲线顶管.....	134
12.8	土层加固.....	138
<b>13</b>	<b>水平定向钻施工</b> .....	140
13.1	一般规定.....	140
13.2	施工准备.....	140
13.3	导向孔钻进.....	145
13.4	回扩、清孔.....	145
13.5	管道回拖.....	146
<b>14</b>	<b>夯管施工</b> .....	148
14.1	一般规定.....	148
14.2	工作井设备安装.....	148
14.3	夯进施工.....	150
14.4	管线排土.....	150
<b>15</b>	<b>盾构法施工</b> .....	151
15.1	一般规定.....	151
15.2	工作竖井及施工.....	152
15.3	配套机械设备选择.....	154

## DB11/T 1835-2021

15.4	盾构机安装	154
15.5	掘进	155
15.6	注浆	157
15.7	管片	157
15.8	盾构法施工质量	158
<b>16</b>	<b>浅埋暗挖施工</b>	<b>159</b>
16.1	一般规定	159
16.2	施工准备	159
16.3	施工竖井	160
16.4	马头门	162
16.5	地层超前支护	163
16.6	隧道开挖	165
16.7	初期衬砌	166
16.8	防水层	169
16.9	二次衬砌	171
<b>17</b>	<b>非开挖修复</b>	<b>175</b>
17.1	一般规定	175
17.2	工作井	175
17.3	既有管道预处理	176
17.4	涂层法	176
17.5	穿插管法	177
17.6	原位固化法	179
17.7	内衬管法	181
<b>18</b>	<b>附属构筑物</b>	<b>182</b>
18.1	一般规定	182
18.2	井室	182
18.3	雨水口	187
18.4	支墩、支吊架	188

<b>19 季节施工</b> .....	191
19.1 一般规定 .....	191
19.2 冬期施工 .....	191
19.3 雨期施工 .....	195
<b>附录A 管道闭水试验</b> .....	198
<b>附录B 管道闭气试验</b> .....	200
<b>附录C 混凝土结构无压管道渗水量测与评定方法</b> .....	203
<b>本标准用词说明</b> .....	206
<b>引用标准名录</b> .....	207
<b>条文说明</b> .....	209

## Contents

<b>1</b>	<b>General provisions</b> .....	1
<b>2</b>	<b>Terminologies</b> .....	2
<b>3</b>	<b>Basic regulations</b> .....	3
<b>4</b>	<b>Survey</b> .....	5
4.1	General requirements .....	5
4.2	Control survey of pipeline midlin .....	5
4.3	Vertical control survey .....	12
4.4	Construction survey .....	13
4.5	Monitoring measurement .....	14
<b>5</b>	<b>Groundwater control</b> .....	21
5.1	General requirements .....	21
5.2	Groundwater cut-off curtain .....	22
5.3	Dewatering .....	27
5.4	Groundwater recharge .....	31
5.5	Groundwater monitoring .....	31
<b>6</b>	<b>Earthwork</b> .....	34
6.1	General requirements .....	34
6.2	Pipeline grooving .....	34
6.3	Trench support .....	36
6.4	Soil improvement .....	39
6.5	Pipeline crossover treatmen .....	39
6.6	Temporary bridge for construction .....	40
6.7	Trench backfill .....	41
<b>7</b>	<b>Transportation and hoisting</b> .....	45
7.1	General requirements .....	45
7.2	Lower pipe of crane .....	46
7.3	Manual pipe laying .....	47
<b>8</b>	<b>Laying of water supply pipeline</b> .....	49
8.1	General requirements .....	49

8.2	Ductile iron pipe laying	49
8.3	Laying of prestressed reinforced concrete pipe	51
8.4	Laying of prestressed steel tube concrete pipe	53
8.5	Steel pipe laying	55
8.6	Laying of UPVC pipe	60
8.7	Polyethylene pipe(PE pipe)and its composite pipe laying	62
8.8	Fiberglass reinforced plastic pipe laying	63
8.9	Pipeline accessories installatio	64
8.10	Internal and external anticorrosion of pipeline	66
8.11	Hydraulic pressure test	74
8.12	Rinse and disinfect	82
<b>9</b>	<b>Drainage pipeline laying</b>	84
9.1	General requirements	84
9.2	Foundation and steadying pip	84
9.3	Cement mortar interface	86
9.4	Installation of reinforced concrete pipe and prestressed concrete pip	87
9.5	Installation of underground plastic drainage pipeline	88
9.6	Water obturation test	91
9.7	Pneumatic pressure test	94
<b>10</b>	<b>Channel</b>	96
10.1	General requirements	96
10.2	Masonry channel	96
10.3	Cast-in-place reinforced concrete channel	101
10.4	Prefabricated assembly channe	106
<b>11</b>	<b>Sinking construction and bridging pipeline</b>	108
11.1	General requirements	108
11.2	Sinking construction method	109
11.3	Bridging pipeline method	116
<b>12</b>	<b>Pipe jacking construction</b>	119
12.1	General requirements	119

**DB11/T 1835-2021**

12.2	Working shaft and back .....	121
12.3	Device installation .....	125
12.4	Pipe jacking .....	127
12.5	Pipe jacking relay .....	131
12.6	Thixotropic mud drag reduction .....	133
12.7	Curve pipe-jacking .....	134
12.8	Soil reinforcement .....	138
<b>13</b>	<b>Horizontal directional drilling construction .....</b>	<b>140</b>
13.1	General requirements .....	140
13.2	Construction preparation .....	140
13.3	Steering hole drilling .....	145
13.4	Back expansion and hole clearin .....	145
13.5	Draging back of pipeline .....	146
<b>14</b>	<b>Tamping pipe construction .....</b>	<b>148</b>
14.1	General requirements .....	148
14.2	Construction preparation .....	148
14.3	Ramming construction .....	150
14.4	Construction survey .....	150
<b>15</b>	<b>Shield construction .....</b>	<b>151</b>
15.1	General requirements .....	151
15.2	Work shaft and construction .....	152
15.3	Selection of matching machinery and equipment .....	154
15.4	Shield machine installation .....	154
15.5	Shield tunneling .....	155
15.6	Grouting .....	157
15.7	Shield segment .....	157
15.8	Construction quality of shield tunneling method .....	158
<b>16</b>	<b>Construction of shallow underground excavation .....</b>	<b>159</b>
16.1	General requirements .....	159
16.2	Construction preparation .....	159
16.3	Construction shaft .....	160
16.4	Ingate .....	162

16.5	Pipeline soil reinforcement and earthwork excavation	163
16.6	Excavation	165
16.7	Initial lining	166
16.8	Waterproof layer	169
16.9	Secondary lining	171
<b>17</b>	<b>Trenchless repair</b>	<b>175</b>
17.1	General requirements	175
17.2	Working shaft	175
17.3	Pretreatment of original pipeline	176
17.4	Coating	176
17.5	Insertion method	177
17.6	In-situ curing method	179
17.7	Slip lining	181
<b>18</b>	<b>Ancillary structure</b>	<b>182</b>
18.1	General requirements	182
18.2	Well chamber	182
18.3	Catch basin	187
18.4	Pipeline pier and supports and hangers	188
<b>19</b>	<b>Seasonal construction</b>	<b>191</b>
19.1	General provisions	191
19.2	Winter construction	191
19.3	Rainy season construction	195
<b>Appendix A</b>	<b>Water obturation test</b>	<b>198</b>
<b>Appendix B</b>	<b>Pneumatic pressure test</b>	<b>200</b>
<b>Appendix C</b>	<b>Measurement and evaluation of non-pressure concrete pipe leakage</b>	<b>203</b>
	<b>Explanation of wording in this standard</b>	<b>206</b>
	<b>List of quoted standards</b>	<b>207</b>
	<b>Explanation of provisions</b>	<b>209</b>



# 1 总 则

**1.0.1** 为提升北京市给水排水管道工程施工的技术管理水平，规范施工技术，确保工程质量，安全生产，节约材料，经济合理，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于北京市行政区域内，新建、扩建、改建的城市室外给水排水管道工程的施工。

**1.0.3** 室外给水排水管道工程施工，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 刚性管道 rigid pipeline

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

### 2.0.2 柔性管道 flexible pipeline

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

### 2.0.3 刚性接口 rigid joint of pipelines

不允许连接管道借转的接口。

### 2.0.4 柔性接口 flexible joint of pipelines

允许连接管道在一定范围内借转的接口。

### 2.0.5 化学建材管 chemical material pipelines

本规程指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）、聚丙烯管（PP）及其钢塑复合管的统称。

### 2.0.6 管渠 canal; ditch; channel

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

### 2.0.7 非开挖修复 trenchless rehabilitation and renewal

采用少开挖或不开挖地表的方法进行给水排水管道修复更新的技术。

### 2.0.8 混凝土模块 concrete module

混凝土通过专用加工设备制作，用于砌体构筑物，具有不同形式和系列化模数的混凝土预制单块砌筑产品，简称模块。

### 3 基本规定

**3.0.1** 施工单位应建立健全施工技术、质量、安全生产、环境保护等管理体系，制订各项施工管理规定。

**3.0.2** 施工单位应根据施工影响范围内地下管线、建（构）筑物资料、工程、水文地质等资料，组织施工技术管理人员对现场进行调查，并应做好施工准备。

**3.0.3** 施工单位应熟悉和审查施工图纸，并应掌握设计意图与要求，应实行审查、会审（设计交底）和签证制度。

**3.0.4** 施工单位在开工前应编制施工组织设计，关键的分项、分部工程应分别编制专项施工方案。施工组织设计、专项施工方案应按规定程序审批后执行，当变更时应办理变更审批。

**3.0.5** 施工临时设施应根据工程特点合理设置，并应有总体布置方案。对不宜间断施工的项目，应配备备用动力和设备。

**3.0.6** 施工中使用的计量器具和检测设备，应经计量检定、校准合格后方可使用。

**3.0.7** 施工测量应实行施工单位复核制，填写相关记录，并应符合下列规定：

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

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

3 临时水准点、管道轴线控制桩、高程桩，应经过复核方可使用，并应定期校核；

4 不开槽施工管道、沉管、桥管等工程的临时水准点、管道轴

## DB11/T 1835-2021

线控制桩，应根据施工方案进行设置，并及时校核；

**5** 既有管道、建（构）筑物与拟建工程衔接的平面位置和高程，开工前应校测。

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

**3.0.9** 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验收。进场验收时应检查每批产品的订购合同、质量合格证书、型式检验报告、使用说明书、进口产品的商检报告及证件等，并按有关规定进行复验，合格后方可使用。

**3.0.10** 所用管节、半成品、构配件等在运输、保管和施工过程中，应采取有效措施防止其损坏、锈蚀或变质。

**3.0.11** 施工现场的机动车道与外电架空线路交叉时，架空线路的最低点与路面的垂直距离应符合表3.0.11的规定。通行车辆载物的最高点与外电架空线路应保持安全距离。当外电线路电压小于1kV时宜为1.5m；1kV~15kV时宜为3m。

**表3.0.11** 施工现场的机动车道与外电架空线路交叉时的最小垂直距离

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

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

**3.0.13** 管道附属设备安装前应对设备基础、预埋件、预留孔的位置、高程、尺寸等进行复核。

## 4 测量

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 使用的测量仪器设备、工具，应在规定有效期内，并应在使用前完成检查、校正。

**4.1.2** 工程测量技术方案应包括下列内容：

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

**4.1.3** 施工单位接到工程测量控制资料，应加密施工导线。

**4.1.4** 应根据工程设计文件、施工组织设计和施工技术措施，提前进行工程平面、高程测量数据的准备、计算，并应根据现场条件进行加桩测量。

**4.1.5** 应施放挖槽边线，堆土、堆料界线及临时用地范围。

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

### 4.2 管道中线控制测量

**4.2.1** 给水排水管道中线控制网的布设，应因地制宜、确保精度、方便实用，并应满足施工需要。

**4.2.2** 三角点、二级（含二级）以上的导线点及相应精度的卫星定位点，可根据施工需要，作为给水排水管道中线测量的首级控制。

## DB11/T 1835-2021

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

**4.2.4** 卫星定位测量应符合下列规定：

**1** 卫星定位测量控制网的主要技术要求，应符合表4.2.4-1的规定；

**表4.2.4-1 卫星定位测量控制网的主要技术要求**

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

**2** 卫星定位测量控制网的布设，应符合下列规定：

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

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

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

4) 各等级控制网中独立基线的观测总数，不宜少于必要观测基线数的1.5倍；

5) 加密网应根据工程需要进行布网，并符合现行国家标准《工程测量标准》GB 50026规定的精度要求。

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

**4** 卫星定位测量作业的基本技术要求，应符合表4.2.4-2的规定；

表4.2.4-2 卫星定位测量作业的基本技术要求

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

5 对于规模较大的测区，应编制作业计划；

6 卫星定位测量测站作业，应符合下列规定：

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

2) 天线安置的对中误差，不应大于2mm；天线高的量取应精确至1mm；

3) 观测中，应避免在接收机近旁使用无线电通信工具；

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

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

8 当观测数据不能满足检核要求时，应对成果进行全面分析，并舍弃不合格基线，但应保证舍弃基线后，所构成异步环的边数不应超过本规程第4.2.4条第2款的规定。否则，应重测该基线或有关的同步图形。

4.2.5 三角测量应符合下列规定：

1 三角测量的主要技术要求，应符合表4.2.5的规定；

表4.2.5 三角测量的主要技术要求

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

注：中误差为正值，闭合差为正负值。

## 2 三角测量的网（锁）布设应符合下列规定：

1) 各等级的首级控制网，宜布设成近似等边三角形的网（锁），且其三角形的内角最大不应大于 $100^\circ$ ，最小不应小于 $30^\circ$ ；

2) 控制网的加密方法及一、二级小三角的布设，应符合现行国家标准《工程测量标准》GB 50026的规定。

## 4.2.6 导线测量应符合下列规定：

### 1 导线测量的主要技术要求，应符合表4.2.6的规定：

表4.2.6 导线测量的主要技术要求

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

注：表中 $n$ 为测站数。

2 当导线平均边长较短时，应控制导线的边数，但不得超过表4.2.6中相应等级导线平均长度和平均边长算得的边数；当导线长度小于表4.2.6中规定的长度的 $1/3$ 时，导线全长的绝对闭合差不应大于 $130\text{mm}$ ；

3 导线宜布设成直伸形状，相邻边长不宜相差过大。当附合导线长度超过规定时，应布设成结点网形。结点与结点、结点与高级

点之间的导线长度，不应大于表4.2.6中规定长度的0.7倍。

#### 4.2.7 三边测量应符合下列规定：

1 各等级三边网的起始边至最远边之间的三角形不宜多于10个，三边测量的主要技术要求，应符合表4.2.7中的规定：

表4.2.7 三边测量的主要技术要求

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

注：中误差为正值。

2 各等级三边网的边长宜近似相等，其组成的各内角宜为30°~100°；当受条件限制时，可放宽，但不应小于25°，图形欠佳时，应加测对角线边；

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

#### 4.2.8 水平角观测应符合下列规定：

1 水平角观测所用的光学经纬仪、电子经纬仪和全站仪，在使用前，应校验合格；

2 水平角观测结束后，测角中误差应按公式（4.2.8-1）和公式（4.2.8-2）计算：

1) 三角网、边角网的测角中误差：

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{[WW]}{3n}} \quad (4.2.8-1)$$

式中：  $m_{\beta}$  —测角中误差（"）；

$W$  —三角形闭合差（"）；

$n$  —三角形的个数。

## DB11/T 1835-2021

2) 导线(网)测角中误差:

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{1}{N} \left[ \frac{f_{\beta} f_{\beta}}{n} \right]} \quad (4.2.8-2)$$

式中:  $m_{\beta}$ —测角中误差 (″);

$f_{\beta}$  —附和导线或闭合导线环的方位角闭合差 (″);

$n$  —计算  $f_{\beta}$  时的测站数;

$N$  —附和导线或闭合导线环的个数。

### 4.2.9 距离测量应符合下列规定:

1 电磁波法测距仪使用应符合下列规定:

1) 采用电磁波测距仪时, 应选用 I ~ II 级仪器合格控制值, 电磁波测距仪按标称精度分级; 仪器标称精度表达式 (4.2.9-1) 为:

$$m_D = a + b \cdot D \quad (4.2.9-1)$$

式中:  $m_D$ —测距中误差 (mm);

$a$  —标称精度中的固定误差 (mm);

$b$  —标称精度中的比例误差系数 (mm/km 或 ppm);

$D$  —测距长度 (km)。

当测距长度为1km时, 电磁波测距仪测距精度为:

I 级:  $m_D \leq \pm 5\text{mm}$ ;

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

2) 使用电磁波测距仪进行距离测量时, 测距边的选择应符合下列规定: 测距边宜选在地面覆盖物相同的地段, 不宜选在烟囱、内燃机等发热体上空; 测线上不应有树枝、电线等障碍物, 并应离开地面1.3m 以上; 测线宜避开高压线、电焊机、配电箱等强电磁场的干扰; 测距边的测线倾角不宜过大;

3) 使用电磁波测距仪进行距离测量时, 应符合下列规定: 应在仪器加电3min 后观测; 测距时应在目标棱镜成像清晰和气象条件稳定时进行, 雨、雪和大风天气不宜作业, 不得将仪器照准头对准太

阳；当在测线延长方向上有反射物体时，应在棱镜后方使用测伞遮挡；宜按仪器性能在规定的测程范围内使用规定的棱镜个数，作业中使用的棱镜应与仪器检定时棱镜一致；测距时，对讲机应暂时停止通话；仪器安置后，测站、镜站不准离人，对仪器应专人保管和维护；

4) 电磁波测距仪测距边的水平距离计算，应符合下列规定：气象改正应按相应的图表或公式进行；仪器固定常数、比例常数的改正，应依照仪器计量检定的结果进行；测距仪与棱镜在平均调和高程面上的水平距离，应按公式（4.2.9-2）计算：

$$D_p = \sqrt{S^2 - h^2} \quad (4.2.9-2)$$

式中： $D_p$ —水平距离（m）；

$S$  —经气象及固定误差、比例误差改正后的斜距（m）；

$h$  —棱镜与仪器间的高差（m）。

5) 电磁波测距仪测距的主要技术要求，应符合表4.2.9-1的规定：

**表4.2.9-1 电磁波测距仪测距的技术要求**

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

**2 普通钢尺测距应符合下列规定：**

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

2) 普通钢尺测距的主要技术要求，应符合表4.2.9-2的规定。

**表4.2.9-2 普通钢尺测距的主要技术要求**

边长丈量 较差的 相对误差	作业 尺数	丈量 总次数	定线量 大偏差 (mm)	尺段高差 较差 (mm)	估读 值至 (mm)	温度读数 值至 (℃)	读尺 次数	同尺各次或 同段各尺的 较差 (mm)
1/40000	2	4	50	≤5	0.5	0.5	3	≤2
1/20000	12	2	50	≤10	0.5	0.5	3	≤2
1/10000	12	2	70	≤10	0.5	0.5	2	≤3

## DB11/T 1835-2021

**4.2.10** 内业计算要求应符合下列规定：

1 计算所用全部外业资料与起算数据，应经两人独立检核，确认无误后，方可使用；

2 各级平面控制点的计算，可根据需要采用严密平差法或近似平差法；计算时，应采用两人对算或验算方式；

3 使用电子计算机平差计算时，应对所用程序进行确认，对输入数据进行校对，对输出数据进行检验；

4 经平差级的坐标值为控制的依据，对方位角、夹角和距离应按平差结果反算求得。

### 4.3 高程控制测量

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

**4.3.2** 水准测量的主要技术要求，应符合表4.3.2的规定。

**表4.3.2 水准测量的主要技术要求**

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

- 注：1 结点之间或结点与高级点之间，其路线的长度，不应大于表中规定的0.7倍；  
2  $L$  为往返测段、附和或环线的水准路线长度 (km)；  
3 三等水准测量可采用双仪高法单面尺施测。

**4.3.3** 水准测量所使用的仪器及水准尺，应符合下列规定：

1 水准仪视准轴与水准管轴的夹角，DS1型不应大于 $15''$ ，DS3型不应大于 $20''$ ；

2 水准尺上的米间隔平均长与名义长之差，对于钢瓦水准尺，

不应大于0.15mm，对于双面水准尺，不应大于0.5mm；

3 当采用补偿式自动安平水准仪时，二等水准测量其补偿误差  $\Delta a$  不应大于0.2"，三等水准测量其补偿误差  $\Delta a$  不应大于0.5"；

4 水准观测的主要技术要求，应符合表4.3.3的规定：

**表4.3.3 水准观测的主要技术要求**

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

注：1 二等水准视线长度小于20m时，其视线高度不应低于0.3m；

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

3 电子水准仪观测，应满足相应等级技术要求。

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

6 高程观测应起迄于不低于三等水准的高程点上，其边长长度不应大于1km，边数不应大于6条。当边长长度不大于0.5km 或单纯作高程控制时，边数可增加1倍；

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

8 三角高程测量的边长测定，应采用不低于Ⅱ级精度的测距仪；

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

**4.3.4** 对高程控制网应进行平差计算，高程控制点高程应以平差结果为准。

## 4.4 施工测量

**4.4.1** 测定中心桩桩号时，应用全站仪或钢尺测量中心钉的水平距

## DB11/T 1835-2021

离。用钢尺丈量时应绷紧拉平。

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

**4.4.3** 分段施工时，相邻施工段间的水准点，宜布设在施工分界点附近。开工前，应由双方分别测量，取三次平均值作为水准基点。施工测量时，应对相邻段已完成管道的高程进行复核。

## 4.5 监 测

**4.5.1** 盾构施工开始前，应根据设计文件要求的工程内容与现场环境条件及盾构施工特点编制工程的监测方案。应包括：平面与高程控制测量方案；工作竖井内及隧道内控制测量方案；盾构施工中的测量项目、内容、要求；盾构贯通前的测控方案及盾构贯通后测量等。

**4.5.2** 盾构施工应建立施工平面、高程控制系统。平面与高程控制网建立应符合本规程第4章的规定，盾构施工平面控制网，应符合设计测量精度要求。

**4.5.3** 应将地面平面控制网点的坐标、方位与高程控制点高程准确传递至始发工作竖井内，在地下进行平面与高程控制测量。

**4.5.4** 坐标传递与方向传递宜同时作业，应采用全站仪进行坐标与方向传递及校核，盾构机离始发工作竖井100m 范围内，距接收工作竖井200m 范围内，应加测陀螺定向次数。

**4.5.5** 宜采用全自动测量系统随时显示盾构机推进过程中，高程与中线的变化动态。

**4.5.6** 盾构机就位后，应测量盾构机轴线的平面位置与高程，确定其与设计管道中心线与高程的关系。盾构机内应建立推进过程的测量视点。

**4.5.7** 盾构机开始掘土、推进后，每完成一环管片的安装，且完成推进后，应进行一次高程、中线测量，监控盾构机的姿态及管道状态，根据偏差状况，采取纠正措施。

**4.5.8** 管片拼装成环、推进就位后，应量测管片环的椭圆度、管片前沿的垂直直径、水平直径、管片前沿的进尺里程等。

**4.5.9** 盾构施工中，应对地面隆沉情况进行监控。监控应符合下列规定：

1 应根据施工环境条件，制定地面隆沉监测方案；

2 监测基准点应设在施工影响区域外，并具有良好通视与防干扰条件；

3 隆沉观测点，应沿盾构机前进轴线方向对称安排布置，具体布设尺寸，应结合初始推进试验，由施工设计确定；

4 对需要保护的建（构）筑物等，应设监控点；

5 设计要求进行管片受力状况量测时，应建立监测方案。

**4.5.10** 盾构施工过程中，应对已完成的管段进行沉降观测，观测间隔时间按控制测量方案确定。

**4.5.11** 盾构法施工管道完成贯通后，应进行最终测量，确定管道的中心线与管底高程、井位位置。

**4.5.12** 浅埋暗挖施工监控量测项目和测点布置应符合设计要求，并应及时监测与记录。监控量测应在施工前测得初始读数，并应跟随开挖、支护作业进行；所获取的监测信息应及时反馈。

**4.5.13** 基坑支护结构和围岩土体监测应符合下列规定：

1 基坑支护结构和围岩土体监测项目应根据表4.5.13-1选择；

**表4.5.13-1 基坑支护结构和围岩土体监测项目**

序号	监测项目	工程监测等级		
		一级	二级	三级
1	支护桩（墙）、边坡顶部水平位移	√	√	√
2	支护桩（墙）、边坡顶部竖向位移	√	√	√
3	支护桩（墙）体水平位移	√	√	○

续表4.5.13-1

序号	监测项目	工程监测等级		
		一级	二级	三级
4	支护桩（墙）结构应力	○	○	○
5	立柱结构竖向位移	√	√	○
6	立柱结构水平位移	√	○	○
7	立柱结构应力	○	○	○
8	支撑轴力	√	√	√
9	顶板应力	○	○	○
10	锚杆拉力	√	√	√
11	土钉拉力	○	○	○
12	地表沉降	√	√	√
13	竖井井壁支护结构净空收敛	√	√	√
14	土体深层水平位移	○	○	○
15	土体分层竖向位移	○	○	○
16	坑底隆起（回弹）	○	○	○
17	支护桩（墙）侧向土压力	○	○	○
18	地下水位	√	√	√
19	孔隙水压力	○	○	○

注：√—应测项目，○—选测项目。

2 基坑工程施工中支护结构、围岩土体和周边环境的监测频率可按表4.5.13-2确定；

表4.5.13-2 基坑工程监测频率

施工工况		基坑设计深度（m）				
		≤5	5~10	10~15	15~20	>20
基坑开挖深度（m）	≤5	1次/1d	1次/2d	1次/3d	1次/3d	1次/3d
	5~10	—	1次/1d	1次/2d	1次/2d	1次/2d
	10~15	—	—	1次/1d	1次/1d	1次/2d
	15~20	—	—	—	（1次~2次）/1d	（1次~2次）/1d
	>20	—	—	—	—	2次/1d

- 注：1 基坑开挖前的监测频率应根据工程实际需要确定；  
 2 底板浇筑后可根据监测数据变化情况调整监测频率；  
 3 支撑结构拆除工程中及拆除完成后3d内监测频率应适当增加。

3 对于竖井井壁支护结构净空收敛监测频率，在竖井及井壁支护结构施工期间应1次/1d，竖井井壁支护结构整体完成7d后宜1次/2d，30d后宜1次/7d，经数据分析确认井壁净空收敛达到稳定后可1次/（15d~30d）；

4 坑底隆起（回弹）监测不应少于3次，并应在基坑开挖之前、基坑开挖完成后、浇筑基础混凝土之前各进行1次监测，当基坑开挖完成至基础施工的间隔时间较长时，应增加监测次数。

4.5.14 盾构法隧道管片结构和周围岩土体监测应符合下列规定：

1 盾构法隧道管片结构和周围岩土体监测项目应根据表4.5.14-1选择；

表4.5.14-1 盾构法隧道管片结构和周围岩土体监测项目

序号	监测项目	工程监测等级		
		一级	二级	三级
1	管片结构竖向位移	√	√	√
2	管片结构水平位移	√	○	○
3	管片结构净空收敛	√	√	√
4	管片结构应力	○	○	○
5	管片连接螺栓应力	○	○	○
6	地表沉降	√	√	√
7	土体深层水平位移	○	○	○
8	土体分层竖向位移	○	○	○
9	管片围岩压力	○	○	○
10	孔隙水压力	○	○	○

注：√—应测项目，○—选测项目。

2 盾构法隧道工程施工中隧道管片结构、周围岩土体和周边环境的监测频率可按表4.5.14-2选择；

表4.5.14-2 盾构法隧道工程监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$5D < L \leq 8D$	1次/（3d~5d）
		$3D < L \leq 5D$	1次/2d
		$L \leq 3D$	1次/1d

续表4.5.14-2

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面后方	管片结构、周边岩土体和周边环境	$L \leq 3D$	(1次~2次) /1d
		$3D < L \leq 8D$	1次/ (1d~2d)
		$L > 8D$	1次/ (3d~7d)

注：1  $D$ —盾构法隧道开挖直径(m)， $L$ —开挖面至监测点或监测断面的水平距离(m)；

2 管片结构位移、净空收敛宜在衬砌环脱出盾尾且能通视时进行监测；

3 监测数据趋于稳定后，监测频率宜为1次/ (15d~30d)。

#### 4.5.15 浅埋暗挖隧道支护结构和周围岩土体监测应符合下列规定：

1 浅埋暗挖隧道支护结构和周围岩土体监测项目应根据表4.5.15-1选择；

表4.5.15-1 浅埋暗挖隧道支护结构和周围岩土体监测项目

序号	监测项目	工程监测等级		
		一级	二级	三级
1	初期支护结构拱顶沉降	√	√	√
2	初期支护结构底板竖向位移	√	○	○
3	初期支护结构净空收敛	√	√	√
4	隧道拱脚竖向位移	○	○	○
5	中柱结构竖向位移	√	√	○
6	中柱结构倾斜	○	○	○
7	中柱结构应力	○	○	○
8	初期支护结构、二次衬砌应力	○	○	○
9	地表沉降	√	√	√
10	土体深层水平位移	○	○	○
11	土体分层竖向位移	○	○	○
12	围岩压力	○	○	○
13	地下水位	√	√	√

注：√—应测项目，○—选测项目。

2 浅埋暗挖隧道工程施工中隧道初期支护结构、周围岩土体和周围环境的监测频率可按表4.5.15-2选择；

表4.5.15-2 浅埋暗挖隧道工程监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$2B < L \leq 5B$	1次/2d
		$L \leq 2B$	1次/1d
开挖面后方	初期支护结构、周围岩土体和周边环境	$L \leq 1B$	(1次~2次)/1d
		$2B < L \leq 5B$	1次/2d
		$L > 5B$	1次/(3d~7d)

注：1  $B$ —浅埋暗挖隧道或导洞开挖宽度（m）， $L$ —开挖面至监测点或监测断面的水平距离（m）；

- 2 当拆除临时支撑时应增大监测频率；
- 3 监测数据趋于稳定后，监测频率宜为1次/（15d~30d）。

**4.5.16** 隧道内初设的测点，应紧跟工作面，离工作面距离不宜大于2m，宜在工作面开挖以后24h测得初始值。

**4.5.17** 地表下沉监控点，布设在地面沿拱中线及其他规定位置。监测频率应根据被测数据变化趋势等具体情况确定和调整。

**4.5.18** 每次监测后应及时进行数据整理，分析测点变形规律，并根据时态曲线判定隧道稳定情况。

**4.5.19** 将监测数据及时绘制成时态曲线，并注明当时隧道施工情况，以分析测点变形规律，并应符合下列规定：

**1** 时态曲线呈现下列特征，应认为隧道达到基本稳定：

- 1) 拱脚收敛趋于稳定，水平收敛速度小于0.2mm/d；
- 2) 拱顶垂直位移速度小于0.1mm/d。

**2** 时态曲线呈现下列特征，应认为隧道处于不稳定状态，应及时采取措施：

- 1) 时态曲线的变化长时间没有变缓的趋势；
- 2) 监测数据有突变或不断增大的趋势；
- 3) 支护变形过大或出现明显的受力裂缝。

**4.5.20** 施工中监测数据、现场巡查结果应及时整理和反馈。出现下列情况之一时，应立即停工，并及时采取措施处理：

## **DB11/T 1835-2021**

- 1 支护结构位移达到设计要求的位移限值；
- 2 支护结构位移速率增长且不收敛；
- 3 支护结构构件的内力超过其设计值；
- 4 基坑周边建（构）筑物、道路、地面的沉降达到设计要求的沉降、倾斜限值；基坑周边建（构）筑物、道路、地面开裂；
- 5 支护结构构件出现影响整体结构安全性的损坏；
- 6 基坑出现局部坍塌；基坑出现流土、管涌现象；开挖面出现隆起现象。

## 5 地下水控制

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 当管道土方施工有地下水影响时，应根据工程地质和水文地质条件、周围地上与地下构筑物等环境条件、管道埋深、降水深度要求及支护结构形式采用合理的地下水控制措施，可采用隔水帷幕、降排水、回灌或其组合的方法。

**5.1.2** 地下水控制应因地制宜，选择合理的地下水控制方案，设计和施工应根据下列因素：

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

**5.1.3** 地下水控制施工应根据设计要求，编制专项施工方案，宜优先采用隔水帷幕，并应包括下列内容：

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

10 施工图。

5.1.4 地下水控制过程中，应采取有效措施，防止污染地下水和地表水，抽排出的地下水应经处理后综合利用。

5.2 隔水帷幕

5.2.1 隔水帷幕的形式，可根据布置方式、结构形式、施工方法按表5.2.1分类。

表5.2.1 帷幕形式分类

分类方式	帷幕形式
布置方式	悬挂式竖向帷幕、落底式竖向帷幕、水平向帷幕
结构形式	独立式帷幕、嵌入式帷幕、支护结构自抗渗式帷幕
施工方法	水泥土搅拌桩帷幕、高压喷射注浆帷幕、注浆帷幕、咬合式排桩帷幕、钢板桩帷幕、冻结帷幕等

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

5.2.3 采用落底式帷幕，帷幕进入下卧隔水层的深度应符合公式（5.2.3）要求，且不宜小于1.5m。

$$l \geq 0.2\Delta h_w - 0.5b \tag{5.2.3}$$

式中：l —帷幕进入隔水层的深度（m）；

$\Delta h_w$  —基坑内外的水头差值（m）；

b —帷幕的厚度（m）。

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

的流土稳定性应符合公式（5.2.4）要求：

$$\frac{(2D+0.8D_x)\gamma'}{\Delta h\gamma_w} \geq K \quad (5.2.4)$$

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

$D$  ——悬挂式隔水帷幕在基坑底面以下的插入深度（m）；

$D_x$  ——潜水面或承压水含水层顶面至基坑底面的土层厚度（m）；

$\Delta h$  ——帷幕内外的水头差（m）；

$\gamma'$  ——基坑底面以下土的浮重度（kN/m<sup>3</sup>）；

$\gamma_w$  ——水的重度（kN/m<sup>3</sup>）。

**5.2.5** 当基坑底之下存在承压水层，且承压水头高于坑底时，应进行坑底突涌稳定性计算。当不满足坑底抗突涌稳定性要求时，可在基坑内或外布设降压井或增加隔水帷幕深度。

**5.2.6** 隔水帷幕施工应与支护结构施工相协调，施工顺序应符合下列规定：

1 独立、连续隔水帷幕，宜先施工帷幕，后施工支护结构；

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

3 咬合式排桩帷幕，宜先施工非加筋桩，后施工加筋桩。

**5.2.7** 水泥土搅拌桩帷幕施工应符合下列规定：

1 水泥土搅拌桩帷幕施工可选用单轴、双轴、多轴搅拌工艺，搅拌桩直径宜取450mm~800mm，搅拌桩的搭接宽度应符合下列规定：

1) 采用单排搅拌桩帷幕搭接宽度，应符合表5.2.7-1的规定；

表5.2.7-1 单排搅拌桩帷幕搭接宽度

序号	帷幕深度 $H$ (m)	搭接宽度 $B$ (mm)
1	$H \leq 10$	$B \geq 150$
2	$10 < H < 15$	$B \geq 200$
3	$H \geq 15$	$B \geq 250$

2) 采用双排搅拌桩帷幕搭接宽度，应符合表5.2.7-2的规定。

表5.2.7-2 双排搅拌桩帷幕搭接宽度

序号	帷幕深度 $H$ (m)	搭接宽度 $B$ (mm)
1	$H \leq 10$	$B \geq 100$
2	$10 < H < 15$	$B \geq 150$
3	$H \geq 15$	$B \geq 200$

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

3 搅拌桩施工时，搅拌机提升和下沉速度应保持匀速。干法搅拌时，钻头每转一圈提升或下沉高度宜为10mm~15mm。湿法搅拌时，水泥浆到达出浆口后，应喷浆搅拌30s，在水泥浆与桩端土充分搅拌后，再开始提升搅拌头；

4 搅拌桩停浆（粉）面应高于桩顶设计标高0.5m。

5.2.8 高压喷射注浆帷幕施工应符合下列规定：

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

2 高压喷射注浆帷幕的水泥土固结体搭接宽度应符合表5.2.8的规定；

表5.2.8 高压喷射注浆帷幕的水泥土固结体搭接宽度

序号	帷幕深度 $H$ (m)	搭接宽度 $B$ (mm)
1	$H < 10$	$B \geq 200$
2	$10 \leq H < 20$	$B \geq 250$
3	$20 \leq H < 30$	$B \geq 350$

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

4 高压喷射注浆帷幕应采用隔孔施工，相邻孔喷射注浆的间隔时间不宜小于24h；

5 喷射注浆的停浆面宜高于帷幕设计顶面1.0m。

#### 5.2.9 注浆隔水帷幕施工应符合下列规定：

1 管渠隧道注浆隔水帷幕施工前应通过现场试验确定注浆材料、注浆参数及注浆效果检验方法；注浆材料应选用环保无害的普通水泥、工业水玻璃、超细水泥、膨润土、快凝早强型特种水泥等注浆材料。浆液配比应符合设计要求，配浆时误差范围：水泥、水玻璃、水为 $\pm 5\%$ ，外加剂为 $\pm 1\%$ ；

2 管渠隧道内采用注浆隔水帷幕应做止浆墙，可采用加筋喷射混凝土或模筑混凝土的方法施作，止浆墙最小厚度不应小于500mm，注浆压力大于2MPa时，应验算止浆墙的抗剪强度；

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

4 隧道内隔水帷幕每循环注浆段长不宜大于20m，注浆完成后开挖预留长度2.0m~5.0m作为注浆循环长度；

5 双液注浆时，应使用单向阀的浆液混合器，不应使用三通阀门；

## DB11/T 1835-2021

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

### 5.2.10 咬合式排桩帷幕施工应符合下列规定：

1 咬合式排桩施工前应在桩顶上部沿排桩两侧施做钢筋混凝土导墙，导墙宜高出地面100mm，导墙定位孔直径应比咬合桩直径大30mm；

2 采用软切割施工，加筋桩应在非加筋桩初凝前进行施工；

3 钻机就位后，对钻管进行垂直度检查，垂直度应小于1/350。

### 5.2.11 钢板桩帷幕施工应符合下列规定：

1 钢板桩帷幕应采用锁口式构造；打桩前，应逐根检查，锁口锈蚀、变形严重的钢板桩不得使用；

2 打桩前，钢板桩锁口内应涂抹油脂等止水材料；

3 钢板桩锁口应平直通顺，互相咬合，使用前应通过套锁检查。

### 5.2.12 冻结法帷幕施工应符合下列规定：

1 冻结方式应根据工程结构和环境条件、地层条件等确定，可选择垂直冻结、水平冻结或倾斜冻结；

2 冻结范围应根据地层性质、地下水条件和开挖范围等确定，并通过工程类比和计算分析确定冻结壁的形状和尺寸，包括冻结壁的长度、厚度和宽度等；

3 冻结孔的布置参数应依据冻结壁的厚度、积极冻结扩展速度等经计算确定，并应包括冻结孔的间距（包括开孔间距、终孔控制间距）、角度、排数（单排、双排或多排）及排列形式；

4 冻结孔宜间隔施工，钻进过程中应及时进行测斜，成孔后应根据测斜数据绘制冻结孔成孔偏斜图；

5 冻结管材质和规格确定应符合设计要求，不得采用焊接钢管；

6 冻结管安装完毕后，应进行水压试漏，试验压力应为冻结工作面盐水压力的1.5倍~2.0倍，且不宜低于0.70MPa。经试压30min压力下降不应超过0.05MPa，再延续15min压力保持不变，为合格；

7 冻结管周围及冻结区域不得漏水漏泥，出现漏水漏泥时应采用注浆方法封堵；

8 冻结系统应按设计要求施工，并配备备用电源。安装完成后应进行试运转，定时检测盐水温度、盐水流量和冻土帷幕扩展情况，必要时调节运行参数达到设计运行要求；

9 开挖前应对冻结壁进行检测，开挖过程中应对冻结壁的位移和温度进行监测，并维持地层温度稳定。

### 5.3 降排水

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

表5.3.1 降水方法适用条件

降水方法	适用条件		
	含水土层	渗透系数 (m/d)	降水深度 (m)
集水明排	填土、黏性土、粉土	<3.0	<2.0
轻型井点	粉质黏土、粉土、粉砂、细砂、中细砂	0.1~20.0	单级<6 多级<12
喷射井点	粉土、砂土	0.1~20.0	<20
管井	粉质黏土、粉土、砂土、碎石土、岩石	>1.0	不限
真空管井	粉质黏土、粉土、细砂、中细砂	0.1~20.0	不限
辐射井	粉砂、细砂、中砂、粗砂、卵石和黏性土	>0.1	<30

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

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

5.3.4 在管道沟槽两侧应根据计算确定采用单排或双排降水井。在

## **DB11/T 1835-2021**

沟槽端部，降水井外延长度不应小于沟槽宽度的2倍；地下暗挖工程降水井布置应考虑注浆和锁脚锚杆施工的影响，降水井布置距结构边线不宜小于2.0m。

### **5.3.5 轻型井点施工应符合下列规定：**

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

**2** 成孔后应冲洗钻孔，稀释泥浆。在井管与孔壁间及时用洁净中粗砂填灌密实均匀。用高压水反冲洗后，再进行黏土封孔，黏土封孔厚度不应小于1.0m；

**3** 井点安装在管道沟槽槽台上时，槽台的宽度不应小于1.5m。单独开挖井点槽时，槽底的宽度不应小于1.0m，槽底的高程宜低于设计井点管顶高程200mm；

**4** 每根井点管安装后，应立即抽水，抽出合格清水后，应将井口临时封堵；

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

**6** 降水时真空度应保持在60kPa以上，且抽水不应间断；

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

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

### **5.3.6 喷射井点施工应符合下列规定：**

**1** 成孔工艺、滤料回填应符合本规程第5.3.5条第1、第2款的规定，喷射井点井孔直径不宜大于600mm，井深应比滤管底部深1m以上；

**2** 工作水泵可采用多级泵，水压宜大于0.75MPa，工作水箱不应小于10m<sup>3</sup>；

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

**5.3.7 管井施工应符合下列规定：**

1 管井成孔宜采用机械成孔并护壁，在比较密实且砾石直径较小的砂砾石层或夹有黏性土的砂砾石层，也可采用清水钻孔。管井成孔直径应满足填充滤料的要求，直径不宜小于500mm，成孔深度宜比降水井设计深度低0.5m~1.0m；

**2 管井构造应符合下列规定：**

1) 无砂混凝土管、钢管、带孔塑料管等均可作井管滤管。采用无砂混凝土滤管时，孔隙率宜为20%。采用钢管圆孔滤管时，孔隙率不宜低于30%，且不宜高于35%。采用塑料滤管时，孔隙率不宜低于10%，且不宜大于30%；

2) 井管内径宜比水泵外径大50mm，且外径不宜小于200mm；

3) 井管应无残缺、断裂和弯曲现象。无砂混凝土管管材的允许弯曲度不应大于3.0mm/m。钢管管材的允许弯曲度不应大于1.5mm/m；

4) 滤管下端应装沉砂管，长度不宜小于1.0m。

**3 井管安装应符合下列规定：**

1) 安装井管前应检查井孔，井孔应圆整，井管顶端应高出地面300mm 以上；

2) 采用泥浆护壁的井孔在安装井管前，应清除孔底沉渣并立即置入井管、注入清水，调整井底泥浆的重度，当泥浆相对密度不大于1.05g/cm<sup>3</sup>时，方可投入滤料；遇塌孔时不得置入井管；

3) 井管安装应位于井孔中心，安装时应平稳、垂直，垂直度偏差不应大于1°；

4) 井管下入后应立即回填滤料，填滤料时应沿井管外部四周均匀填入，滤料填充体积不应小于计算量的95%。

4 井管外滤料宜选用磨圆度好的硬质岩石的圆砾，不宜采用棱角形石碴料、风化料或其他黏质岩石成分的砾石；

## DB11/T 1835-2021

5 洗井应在填入滤料后立即进行。先用活塞洗井器洗井，再用压缩空气洗井；当洗井效果不好时，可采用化学方式洗井；

6 当采用深井泵或潜水泵抽水时，安装应符合下列规定：

1) 深井泵安装，应使水泵工作部分在动水位500mm以下，泵的滤网距井底1.5m以上；

2) 安装扬水管时应逐节检查传动轴，确保轴心居中，扬水管间联结螺栓应均匀对称拧紧；安装电动机时，应使传动轴在电动机空心轴内居中；

3) 潜水泵电机下井前，应灌满洁净的清水，灌水应按水泵说明书进行；

4) 潜水泵吊入井管前应试运行，检查电机转向；

5) 潜水泵电缆应牢固地附在扬水管上，且应妥善保护；不得使用聚氯乙烯电缆；

6) 深井泵安装后应进行试运转，并观测其出水量。

### 5.3.8 集水明排施工应符合下列规定：

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

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

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

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

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

宜小于0.5%；

6 排水沟、排水管应在检查井等构筑物基础外绕过，不得穿越基础；

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

## 5.4 地下水回灌

5.4.1 地下水回灌宜采用井灌法。宜首选同层地下水回灌，非同层回灌时，地下水水质不应低于回灌目标含水层地下水的水质。

5.4.2 回灌井施工应符合下列规定：

1 回灌井成井后应及时洗井，使用前应进行冲洗；

2 回灌井过滤器长度应根据场地水文地质及回灌量综合确定，管径应与井点管直径一致，滤水段管长度应大于1.0m。管壁渗水孔宜呈梅花形布置，空隙率应大于15%；

3 沉砂管长度不宜小于1.0m；井壁外应填筑级配石英砂作为滤层，填砂粒径宜为含水层颗粒级配的8倍~12倍。

5.4.3 回灌过程中，回灌井点应与降水井点同时工作。回灌水量应根据地下水位变化及时调整，保证抽灌平衡。

5.4.4 回灌期间，应对抽水设备及运行状态进行维护检查，每天不少于2次。

5.4.5 回灌过程中应对回灌井定期进行回扬，当回灌流量明显减少时，应立即回扬。

5.4.6 完成地下水回灌后，应回填封井。回填材料宜选用直径20mm~30mm的黏土球。

## 5.5 地下水监测

5.5.1 地下水控制工程应对地下水控制效果及影响进行监测，监测项目的选择应符合表5.5.1的规定。

表5.5.1 地下水控制工程监测项目

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

### 5.5.2 地下水监测应符合下列规定：

1 监测实施前应编制专项方案，监测方案应根据地下水控制方法、设计要求，结合围护结构综合确定；

2 监测开始、终止时间应根据设计要求和施工情况确定，并应覆盖地下水控制实施全过程；

3 监测点布置、信息采集的频率应根据设计要求、施工需要、监测对象特点、地质条件和周边环境条件综合确定；

4 监测点应妥善保管，当监测点失效或被破坏时，应及时补充；

5 监测项目监测数据异常时应分析原因并加密监测频率；

6 监测的记录、数据和图表应真实、完整，并应按工程要求及时整理分析，监测资料应及时向相关方报送，现场监测完成后应提交成果报告。

5.5.3 地下水控制运行稳定后，监测过程中出现下列情况之一时应立即进行预警，并应加密监测频率：

- 1 当地下水位上升达到设计预警值；
- 2 地下水位上升速率加大且持续上升；
- 3 隔水帷幕工程渗漏较严重或帷幕后水位突变；
- 4 降水过程中抽取地下水的含砂量超过规范要求；
- 5 降水工程地下水出水量、回灌工程回灌量发生突变；
- 6 地下水控制工程范围含水层水质发生恶化；
- 7 建（构）筑物、道路、地下管线等工程环境发生较大沉降、倾斜、裂缝，达到设计预警值；
- 8 根据工程经验判断，出现其他需进行预警的情况。

## 6 土方工程

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 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建（构）筑物资料。施工单位应制定相应的保护措施。

**6.1.2** 施工前，施工单位应对沟槽影响范围内的地下管线、地下及地上建（构）筑物等进行现场调查，并应根据开槽断面、支护形式、地质和水文条件，确定适宜的土方施工方案。

**6.1.3** 沟槽穿越道路，应制定导行方案，宜设置专人疏导交通。施工便桥应根据交通流量及荷载设计，并应设荷载标志、护栏、夜间照明及警示灯等。

**6.1.4** 沟槽开挖至设计高程后应由建设单位组织设计、勘察、施工、监理单位共同验槽；当槽底与设计不符、地基承载力不足时，应由建设单位组织设计、勘察等单位提出处理措施。

**6.1.5** 土石方爆破应由具有相应资质的单位施工。

**6.1.6** 围堰、深基坑（槽）支护应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的规定，地基处理应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202的规定。

### 6.2 开槽

**6.2.1** 沟槽断面应根据土质条件、周边建（构）筑物以及排管方式等因素确定。

**6.2.2** 槽底宽度应满足施工要求，每侧工作宽度宜按表6.2.2的规定选用。

表6.2.2 管道一侧的工作面宽度

管道的外径 $D_1$	管道一侧的工作面宽度 $b_1$ (mm)	
	混凝土类管道	金属类管道、化学建材管道
$D_1 \leq 500$	300	300
$500 < D_1 \leq 1000$	400	400
$1000 < D_1 \leq 1500$	500	500
$1500 < D_1 \leq 3000$	600	700

- 注：1 当槽底需设排水沟时， $b_1$ 应当增加；  
 2 当管道有现场施工的外防水层时， $b_1$ 宜取800mm；  
 3 当采用机械回填管道侧面时， $b_1$ 需满足机械作业的宽度要求；  
 4 关于管道结构宽度的计算，无管座者按管身外径计算，有管座者按管座宽计算，砖沟按墙外侧间距计算。

**6.2.3** 分层开挖沟槽，支撑方式应根据施工环境、土质条件确定。每层槽的开挖深度，应根据支撑方式、挖槽机械性能确定；人工挖槽深度不宜大于2.0m。

**6.2.4** 槽深5m 以内不设支撑的边坡坡度，可按表6.2.4的规定选用：

表6.2.4 深度在5m 以内沟槽边坡的最陡坡度

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

**6.2.5** 挖槽前，施工单位应向操作人员详细交底，交底内容应包括沟槽断面、堆土位置、地下构筑物情况、开挖方法和施工要求等；挖槽应设专人与挖掘机司机配合，槽底高程和宽度应经复核符合设计要求。

**6.2.6** 机械挖槽时，槽底以上200mm~300mm 范围内的土方应由人

## DB11/T 1835-2021

工清理，修坡后的沟槽边坡表面应平顺，不应超挖。

**6.2.7** 大型机械不得在架空输电线路下工作。当在架空输电线路一侧工作时，与线路的垂直、水平安全距离，应大于表6.2.7的规定。

**表6.2.7 施工机械在架空输电线路一侧工作时与线路的安全距离**

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

注：1 遇有大风、雷雨、大雾的天气时，机械不得在高压线附近施工；

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

**6.2.8** 人工清挖槽底时，应控制槽底高程和宽度，并不得扰动或破坏槽底地基。

**6.2.9** 在农田中开槽时，应将表层熟土与生土分开堆存，填土时熟土填于表层。

**6.2.10** 土方开挖、外弃或暂存方案应根据周边环境及施工需要制定，现场暂存时应选择合适的存土地点。

**6.2.11** 槽边堆土时，堆土与槽边净距不宜小于1.0m，高度不宜超过1.5m；槽边堆土数量、方式应根据管道安装要求，经边坡稳定性验算确定。

**6.2.12** 堆土不得掩埋消火栓、各类地下管线的井盖、雨水口、测量标志及道路附属构筑物等。

## 6.3 支 护

**6.3.1** 沟槽支护应根据地质和水文条件、施工环境及工期等因素合理选择，沟槽、基坑支护结构的种类，可按表6.3.1的规定选用。支护结构应经计算确定，支护系统的强度、刚度与稳定性应满足施工要求。

表6.3.1 常用支护结构适用条件和不宜使用条件

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

### 6.3.2 板撑支护应符合下列规定：

1 支撑宜选用带有长度调节器的撑杆，撑杆长度超过4.0m时，应加斜撑；撑杆间距与截面应经计算确定，支撑安装应整齐，便于管道施工和支撑倒换、拆除；施工便桥下的支撑应予加强；

2 支撑前，应将沟槽槽壁整修平整，撑板应紧密均匀地贴靠槽壁，纵梁应垂直，横梁与撑杆应水平，垂直相交，支顶紧密并联结牢固；

## DB11/T 1835-2021

3 采用木料设置支撑时，撑板、梁与撑杆应相互接触紧密、联结牢固。撑杆端头下应设托木，撑杆长度宜比未撑紧前的槽宽长20mm~50mm；联结撑板与撑杆的横梁下应设托木；横梁与撑杆应用扒锯钉牢；不得以短木接长作撑杆；

4 采用钢材设置支撑时，撑板、梁、撑杆应相互接触紧密，联结牢固；用焊接联结，撑杆与梁下应设支托；钢材接长时，应用加强板焊接，焊接应符合钢结构焊接规定；

5 沟槽槽壁支撑应配合挖槽及时进行；采用木料设置横板密撑时，应挖半槽时先行支撑；

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

**6.3.3** 应定期检查沟槽支撑，当撑杆、梁、撑板等有变形、松动、劈裂、损坏等迹象时，应及时加固处理；每次雨后与化冻后均应进行检查。

**6.3.4** 不得攀登支撑系统及利用支撑系统装卸施工机具材料。

**6.3.5** 拆除支撑应符合下列规定：

1 拆除支撑前，应对沟槽槽壁、建（构）筑物、管线、杆线等进行安全检查，应根据实际情况制定拆除支撑的技术、安全措施；

2 具有多层支撑的沟槽，应按自下而上的顺序逐层拆除支撑；应在下层槽回填完成后拆除上一层支撑；

3 横板密撑、单板撑、稀撑、井字形支撑，当一次拆除不能保证安全时，应进行倒撑；

4 拔除支撑系统的支护型钢、钢板桩，宜先用千斤顶将型钢松动，再行拔除作业。拔除钢桩、支撑板的孔洞，应采用砂或砂砾灌填。

**6.3.6** 上、下沟槽应设安全梯，不得攀登支撑。

**6.3.7** 拆撑施工中，对影响范围内建（构）筑物应加强监测，并应

根据变形情况采取相应的保护措施。

## 6.4 地基处理

**6.4.1** 槽底局部超挖或发生扰动时，应进行处理。超挖深度不超过150mm时，可用原土回填，压实度应符合设计要求；槽底地基土壤含水率较大，不适于压实时，应采取换填措施。

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

**6.4.3** 设计换填时，应清槽，并应检查合格后回填。换填材料、压实度应符合设计要求。

**6.4.4** 灰土地基、砂石地基和粉煤灰地基施工前应按本规程第6.1.4条规定验槽并处理。

**6.4.5** 柔性管道软弱地基宜采用砂桩、搅拌桩等复合地基进行处理。

## 6.5 管道交叉处理

**6.5.1** 新建给水排水管道与其他管道交叉时，应按设计要求处理，并应根据管道交叉的实际情况，制订加固和保护管道的措施；应符合下列规定：

1 宜按有压管道避让无压管道、支线管道避让干线管道、小口径管道避让大口径管道的原则进行处理；管道间最小净距应符合设计要求；

2 应根据相关单位要求对既有管道进行加固和保护；

3 管道交叉部位应回填密实，回填材料与被支承管道紧密贴实，压实度应符合设计要求。

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

**6.5.3** 管道断面大、荷载较大时，宜采用支架加固；管道断面小且

## **DB11/T 1835-2021**

荷载较小时，宜采用单梁吊架或复合型吊架加固。

### **6.5.4 管道交叉加固应符合下列规定：**

- 1** 加固施工时，产权单位应现场监护；
- 2** 应经计算确定加固型式和杆件的断面。吊梁应水平，两端应支垫牢固，悬吊杆件应垂直、支架应落在原状土上；
- 3** 应根据管道的种类制订防雨、防火、防冻、防碰撞等措施，并应定期维护。

**6.5.5** 悬吊管道下部的沟槽回填完成后或结构强度达到设计要求后，方可进行加固设施拆除，吊架拆除后应将管道交叉下的空隙补齐、填实。

## **6.6 施工便桥**

**6.6.1** 施工便桥的宽度、结构形式和材料，应根据交通流量、车辆荷载、道路等级、跨度和施工需要，经过计算选定。

**6.6.2** 施工便桥跨越的沟槽断面宜选择直槽，并支撑加固，桥台顶面应平整、坚固，主梁端部应用密排方木支垫。

**6.6.3** 便桥主梁之间应联结牢固形成整体。横向联结节点的位置和数量应根据便桥跨径确定，梁端和中部应设置连接点。

**6.6.4** 便桥桥面可采用横向密排150mm×150mm 方木上铺钢、木车道板或在梁上直接铺钢板，桥面和主梁应联结牢固。

**6.6.5** 便桥桥头应设限速、荷载标志、标志灯、夜间照明灯；桥体设栏杆；施工期间应设专人进行维护。

**6.6.6** 施工便桥拆除应在管道结构验收合格、沟槽回填完成后进行，并应符合下列规定：

- 1** 施工前，应制订拆桥措施，合理安排时间以减少对交通的影响；
- 2** 拆除便桥前，桥下沟槽填土与便桥底高度不宜大于1.5m；拆除后应及时将沟槽土方回填、压实、找平；

3 拆除作业应设专人指挥，作好安全防护，夜间拆除应设足够照明。

## 6.7 沟槽回填

6.7.1 沟槽回填前应对管道安装进行检验，并应符合下列规定：

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

2 现浇混凝土管渠的混凝土强度及砌体砌筑管渠的水泥砂浆强度应达到设计要求；

3 管渠盖板已安装完成；

4 采用砂砾基础的管道，腋角部位应先回填密实；柔性接口管道回填前，应采取固定管身的措施；

5 槽内杂物应清除干净；

6 地下水位已降至槽底以下500mm。

6.7.2 回填土料应符合设计要求，不应采用掏洞法取土。回填应符合下列规定：

1 填土中不得含有机物，冻土及大于50mm的砖、石等硬块，塑料管及与抹带、防腐层或电缆周围的部位，应采用细粒土回填；

2 填土的含水率宜接近最佳含水率，应控制在最佳含水率 $\pm 2\%$ 范围内，槽底如有积水，应先排除，不得在水中填土；

3 沟槽两侧应同时回填，两侧高差不得超过300mm；管顶以上500mm范围内，宜用小型夯具，不得使用压路机压实；砂砾层基础管道腋角部位，应采用木槌等特制工具填实或填砂捣实；

4 填土时不得将土直接砸在抹带接口及防腐绝缘层上；

5 直径大于或等于1000mm的钢管、球墨铸铁管，应在管内设竖向支撑。

6.7.3 两个回填段的搭接处不应形成陡坎，应将夯实层留成阶梯状，阶梯的长度应大于高度的2倍。

## DB11/T 1835-2021

**6.7.4** 多排管道基础底面存在高差时，应先回填基础较低沟槽。

**6.7.5** 铺土厚度应根据夯实或压实机具的性能及压实度要求确定，每层回填土虚铺厚度宜按表6.7.5的规定执行：

**表6.7.5 每层回填土的虚铺厚度**

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

**6.7.6** 填土压实的遍数、压实工具、虚铺厚度和填土的含水率，应经现场试验确定，并应符合下列规定：

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

**2** 当采用重型压实机械压实，或有较重车辆在回填土上行驶时，管道顶部以上应有一定厚度的压实回填土，其最小厚度应按压实机械和管道承载力，经计算确定；

**3** 在既有地下管道周围回填时，应与有关单位确定夯实方法或加固措施。

**6.7.7** 进行水压试验的管道，除接口外，管道两侧应回填，管顶以上回填高度不应小于500mm，水压试验合格后应及时回填其余部位。进行闭水、闭气试验的管道，回填宜在闭水、闭气试验合格后进行。

**6.7.8** 沟槽回填土压实度应逐层检查，合格后方可进行上层填土施工，其压实度应符合下列规定：

**1** 沟槽内回填部位划分应符合图6.7.8的规定；

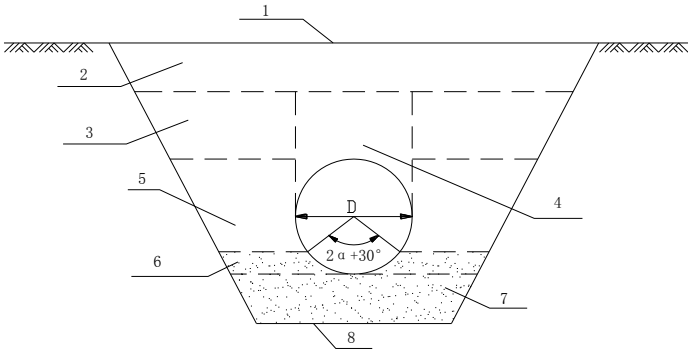


图6.7.8 管道沟槽回填部位划分示意图

1-地面或路基底; 2-管顶以上500mm~1000mm; 3-管顶以上500mm(管道两侧); 4-管顶以上500mm(管道上部); 5-管道两侧; 6-管道基础( $2\alpha+30^\circ$ )范围; 7-管道基础; 8-沟槽地基

2 管道沟槽回填土的压实度应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268中沟槽回填土压实度的规定;

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

4 矩形或拱形管渠沟槽两侧回填土应按设计文件要求执行;不应小于90%;

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

6 当沟槽位于路基范围内,且路基要求的压实度大于本规程第6.7.8条第2、4款的规定时,回填土的压实度应符合下列规定:

1) 管顶以上250mm范围内的回填土压实度不应小于87%;

## **DB11/T 1835-2021**

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

**6.7.9** 检查井、雨水口及井室等构筑物周围的回填应符合下列规定：

- 1 现浇混凝土、砌体水泥砂浆强度应达到设计要求；
- 2 路面范围内构筑物井室周围，回填宽度不宜小于400mm；
- 3 构筑物周围的回填宜与管道沟槽回填同时进行，分段回填时应按本规程第6.7.3条预留台阶接槎；
- 4 构筑物周围回填应对称进行，高差不得大于300mm，不得漏夯；
- 5 紧贴构筑物部位应加细夯实；
- 6 回填土压实度应符合设计要求，并应符合现行地方标准《排水管(渠)工程施工质量检验标准》DB11/1071的规定。

## 7 运输与吊装

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 管节、管件运输时，直管宜设置支架，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，不得相互撞击，接口及钢管的内外防腐层应采取保护措施，管内应加内支撑；管节、管件搬运时，应小心轻放，不得抛、摔、拖管以及受剧烈撞击和锐物的划伤；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；管节、管件堆放场所温度不应超过40℃，并远离热源及腐蚀性物质；室外堆放不应长期曝晒；堆放附近应有消防设施（备）。

**7.1.2** 橡胶圈贮存、运输和使用应符合下列规定：

1 贮存环境温度宜为-5℃~30℃，湿度不应大于80%，存放位置不宜长期受强紫外线光源照射，离热源距离不应小于1.0m；受冻变硬的橡胶圈不得使用；

2 橡胶圈不得与溶剂、易挥发物、油脂等放在一起；应远离臭氧浓度高的环境；

3 贮存、运输中不得长期挤压。

**7.1.3** 施工现场布设管件、闸门及管材等，应设专人指挥。管道吊装所用工具、机械、设备，使用前应进行检查，符合技术、安全要求后方可使用。

**7.1.4** 吊装及运输时，应对法兰盘面、承插口密封工作面、钢管丝扣及绝缘防腐层等部位，采取保护措施，不得损伤，闸门应关闭，不应用钢丝绳捆绑操作轮、螺孔或用吊钩直接勾吊管件的接口部位。

**7.1.5** 管道安装前，宜将管节、管件按施工方案的要求摆放，摆放的位置应便于吊装及运输。运输至施工现场的管节、管件及闸门等，

## DB11/T 1835-2021

应合理安排卸存地点，卸存场地应平整。给水管材的卸存场地应卫生、清洁。

**7.1.6** 管节堆放宜选用平整、坚实的场地；堆放时应垫稳，防止滚动，堆放层数应符合表7.1.6的规定，使用管节时应自上而下依次搬运。

表7.1.6 管节堆放层数与层高

管材种类	管 径 $D_1$ (mm)							
	100~ 150	200~ 250	300~ 400	400~ 500	500~ 600	600~ 700	800~ 1200	$\geq 1400$
预应力混凝土管	—	—	—	—	4层	3层	2层	1层
钢管、球墨铸铁管	层高 $\leq 3m$							
预应力钢管混凝土管	—	—	—	—	—	3层	2层	1层或 立放
硬聚氯乙烯管、 聚乙烯管	8层	5层	4层	4层	3层	3层	—	—
玻璃钢管	—	7层	5层	4层	—	3层	2层	1层

注： $D_1$ 为管外径。

**7.1.7** 应根据管件重量、管长、沟槽深度及施工环境等条件，确定管道吊装方法。

**7.1.8** 当钢管组成管段吊装时，其长度及吊点距离，应根据管径、壁厚经计算确定。

**7.1.9** 管道吊装时，管节不得与槽壁支撑及槽下的管道相互碰撞，沟槽内运管不得扰动天然地基。

**7.1.10** 承插口管的承口排放方向应与管道铺设的方向一致。

**7.1.11** 露天、埋设在有腐蚀作用的土层或位于地下水中的柔性接口，应采用柔性材料对接口进行密封，使用的材料应符合设计要求。

**7.1.12** 管道吊装前应清扫管内外壁。

## 7.2 机械吊装

**7.2.1** 采用起重机进行管道吊装，应根据沟槽深度、土质、环境条

件等，合理确定起重机型号、与槽边的距离，保证沟槽边坡稳定。

**7.2.2** 起重机不得在架空输电线路下工作，在架空线路一侧工作时，起重机的边缘或被吊装管节与架空线路边缘的最小垂直、水平安全距离，应符合本规程第6.2.7条规定。

**7.2.3** 管道吊装应有专人指挥，指挥信号应统一明确，起重机操作人员和槽下作业人员应听从指挥，吊装方法应符合安全操作规程及管材、管件、阀门等吊装技术要求。

**7.2.4** 吊点位置应符合施工方案或设计的要求，吊具应安装牢固，管节起吊应平稳，吊速应均匀，回转应平稳，下落应低速轻放，不得突然制动。

### 7.3 人工下管

**7.3.1** 人工压绳下管法进行管道安装时，应根据管径、槽深制订相应的安全技术措施。管径大于900mm的钢筋混凝土管，应设置马道，埋设锚固绳索的管柱。

**7.3.2** 人工压绳下管法进行管道安装应设置专人指挥，各绳所用力应一致，管体应平衡、均匀，稳定吊入沟槽。

**7.3.3** 锚固绳索的混凝土管柱，其最小管径应符合表7.3.3的规定。管柱埋深为管长的1/2，管柱外周应填土夯实。马道坡度不应陡于1:1，宽度为管长加500mm。如受环境限制不能开马道时，可用穿心管吊装管节，并应采取安全措施。

**表7.3.3 锚固混凝土管柱最小管径**

吊装管材管径 (mm)	管柱管径 (mm)
≤1100	600
1200~1400	700
1500~1800	800

**7.3.4** 吊链吊装管道应符合下列规定：

- 1 在吊装管道位置附近应先搭设吊链架；吊链架应支搭牢固，

## **DB11/T 1835-2021**

满足起吊负荷规定要求；

**2** 在吊装管道处横跨沟槽放置不应少于2根枕梁，当钢管组成的管段较长时应增加枕梁数量；枕梁可用圆木或方木，其截面尺寸应根据槽宽和管重确定；

**3** 将管节推至枕梁上，两边应用木楔楔紧；

**4** 用吊链将管节吊起，撤去枕梁，将管节匀速降至槽底。

## 8 给水管道敷设

### 8.1 一般规定

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

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

**8.1.3** 管道安装时应将管节的中心、高程逐一调整正确，安装后的管节应进行复测，合格后，方可进行下一工序的施工。管道接口工作坑应满足安装要求；已敷设的管道的两侧除接口部位外，应及时回填压实。管底有效支撑角范围应采用中粗砂回填密实，管身与砂砾层应接触均匀。

**8.1.4** 管道安装前应修补钢管内、外防腐层受损部位；固定口防腐层应在管道安装后补作。

**8.1.5** 管道穿墙处预留孔宜设套管，套管两端与管道之间隙应采用柔性材料填塞，柔性材料应符合设计要求；管道接口不得设在套管内。

**8.1.6** 管道暂停敷设时，应及时封堵管口。

### 8.2 球墨铸铁管敷设

**8.2.1** 球墨铸铁管及管件敷设前应进行外观检查，有裂纹及外观缺陷不得使用。

**8.2.2** 球墨铸铁管安装应符合下列规定：

- 1 插口装入承口前，承口内部和插口外部应清刷干净；
- 2 沿直线安装管道时，宜选用管径公差组合最小的管节组对连接，接口的环向间隙应均匀，承插口间的纵向间隙不应小于3mm；
- 3 管道沿曲线安装时，接口的允许转角不应大于表8.2.2-1的规定；

表8.2.2-1 沿曲线安装接口的允许转角

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

4 接口工作坑的尺寸宜符合表8.2.2-2的规定；

表8.2.2-2 接口工作坑尺寸

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

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

2 管径系管道公称直径。

8.2.3 接口法兰盘表面应平整，无裂纹，密封面上不得有斑疤、砂眼及辐射状沟纹，密封槽符合规定，螺孔位置准确；螺栓、螺母型号符合设计要求；法兰接口橡胶垫片应符合下列规定：

1 所用材料中不应含有影响橡胶垫使用寿命、污染水质的成分，不得使用再生胶；

2 垫片质地应均匀、厚度一致、无皱纹；厚度应符合设计要求；

3 橡胶垫片应与法兰配套。

8.2.4 法兰接口安装应符合下列规定：

1 法兰接口安装前，法兰密封面应清理干净；

2 螺栓及螺母应对称均匀拧紧，不得先将一侧拧紧再拧另侧，螺母应在法兰的同侧；

3 阀门或其他管件安装时，应防止阀门或其他管件产生拉应力。

邻近法兰的接口，应在法兰的所有螺栓拧紧后，方可进行连接；

4 法兰接口安装完成后，应按设计要求进行防腐处理。

**8.2.5** 法兰接口安装允许偏差应符合下列规定：

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

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

**8.2.6** 滑入式橡胶圈柔性接口安装应符合下列规定：

1 安装接口前，承口内工作面与插口外工作面应清扫干净；

2 橡胶圈外露的表面及插口工作面的滑润剂应涂抹均匀，滑润剂应符合给水卫生标准，并对橡胶圈质量无影响；

3 插口端部倒角应与橡胶圈均匀接触，插口推入承口的深度应达到标志环，并复查相邻的已安装接口的推入深度；

4 截断管节安装时，被截端部应先加工插口倒角并划出插入深度的标志环，端部应与管体纵向轴线垂直。

**8.2.7** 柔性机械接口安装应符合下列规定：

1 安装柔性机械接口时，应使插口与承口法兰压盖的纵向轴线相重合；

2 螺栓安装方向应一致，紧固应均匀、对称；

3 紧固后的法兰盖与承口的法兰盘应平行，间隙应均匀一致。

**8.2.8** 管道安装合格后，除接口部位外，应及时将管身两侧及管顶以上 $500\text{mm}$  的范围内回填土。

### 8.3 预应力钢筋混凝土管敷设

**8.3.1** 管道承插口密封工作面应平整光滑。

**8.3.2** 管道接口橡胶圈材质和规格应符合设计要求，并符合下列规定：

1 橡胶圈外观应光滑平整，不得有裂缝、破损、气孔、卷褶等

## DB11/T 1835-2021

现象，应配套使用；

### 2 橡胶圈的物理性能应符合表8.3.2的规定：

表8.3.2 橡胶圈的物理性能

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

3 橡胶圈尺寸应符合设计要求。橡胶圈截面直径与环径应按公式(8.3.2-1)、(8.3.2-2)计算确定：

$$d_0 = \frac{e}{\sqrt{K_R} \cdot (1 - \rho)} \quad (8.3.2-1)$$

$$D_R = K_R \cdot D_w \quad (8.3.2-2)$$

式中： $d_0$ —橡胶圈截面直径（mm）；

$e$ —接口环向间隙（mm）；

$\rho$ —压缩率，35%~45%；

$D_R$ —安装前橡胶圈环向内径（mm）；

$K_R$ —环径系数，为0.85~0.90；

$D_w$ —插口端外径（mm）。

**8.3.3** 预应力混凝土管不应截断使用。

**8.3.4** 接口前应将承口内侧和插口外侧清扫干净，将橡胶圈套在插口端部。橡胶圈应保持平直，无扭曲现象。

**8.3.5** 管节对口应符合下列规定：

1 安装时，应调整管道高度，保证管道插口橡胶圈准确地对入承口锥面内；

2 橡胶圈应在承、插口工作面上，位置准确；橡胶圈与承口接触应均匀紧密；安装后，管节回弹不得大于10mm；

3 管道中心及内底高程应符合设计要求；

4 安装接口完成后，应立即将管道腋下部填实；

5 应根据实际情况采取防止管道发生滚动的措施。

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

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

**8.3.8** 钢筋混凝土管沿直线安装时，管口间的纵向间隙应符合设计要求及产品标准的规定；预应力混凝土管沿曲线安装时，管口间的纵向间隙最小处不得小于5mm，接口转角应符合表8.3.8的规定。

**表8.3.8 预应力混凝土管沿曲线安装接口的允许转角**

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

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

**8.3.9** 预应力混凝土管道采用金属管件连接时，管件应进行防腐处理。

**8.3.10** 预应力钢筋混凝土管采用球墨铸铁或钢制的管件及阀门等的安装，应按本规程第8.2节球墨铸铁管敷设的规定执行。

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

## 8.4 预应力钢筒混凝土管敷设

**8.4.1** 管节及管件进场时应进行检查验收，其外观质量应符合下列规定：

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

## DB11/T 1835-2021

窝、麻面等不密实现象；

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

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

表8.4.1 管端面垂直度

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

4 保护层不得出现空鼓、裂缝及剥落；

5 橡胶圈应符合本规程第8.3.2条的规定。

### 8.4.2 承插式橡胶圈柔性接口施工时应符合下列规定：

1 安装前，管道承口内侧、插口外部凹槽等连接部位和橡胶圈应清理干净，安装时接头和管端应保持清洁；

2 橡胶圈安装应符合设计要求，在插口上的凹槽内受力均匀、无扭曲翻转现象；

3 承口内侧和橡胶圈上润滑剂应符合设计要求，涂覆应完好、均匀；

4 接口安装时，应将插口一次插入承口内，达到安装标记为止；橡胶圈应无脱槽、挤出等现象，各部的环向位置应在同一深度；接口处承口周围应无胀裂现象；

5 管节的高程和中心位置应符合设计要求；沿直线安装时，插口端面与承口底部的轴向间隙应大于5mm，且不应大于表8.4.2的规定。

表8.4.2 插口与承口间的最大轴向间隙

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

**8.4.3** 管道接口安装完成后, 应按设计要求进行接口水压试验, 合格后, 按设计要求进行接口内、外间隙的密封施工, 钢制连接管件应按设计要求进行防腐处理。

**8.4.4** 现场合龙应符合下列规定:

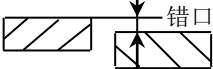
- 1 安装过程中, 应严格控制合龙处上、下游管道接装长度、中心位移偏差;
- 2 合龙位置宜选择在设有人孔或设备安装孔的配件附近;
- 3 合龙管应设置在直管段;
- 4 现场合龙施工焊接不宜在当日高温时段进行。现场焊接合龙管时, 焊接点距离胶圈应大于500mm。

## 8.5 钢管敷设

**8.5.1** 钢管的材质、厚度及内、外防腐层应经检验合格。

**8.5.2** 钢管对口前应检查每根管节的管口尺寸, 选择管口相对偏差较小的管节组对; 错口的允许偏差应符合表8.5.2的规定。

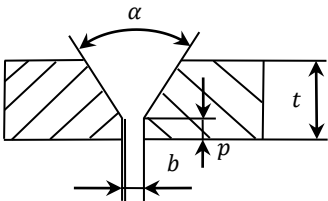
表8.5.2 钢管对口时错口允许偏差

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

**8.5.3** 钢管对口应符合下列规定:

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

表8.5.3 电弧焊管端各部尺寸

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

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

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

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

**8.5.5** 有加固环的钢管，加固环的对焊焊缝应与管节纵向焊缝错开，其间距不应小于100mm；加固环距管节的环向焊缝不应小于50mm。

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

**8.5.7** 钢管焊接应符合下列规定：

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

2 焊条在运输和贮存中，应采取措施防止焊条遭受损伤、沾污

和潮湿；焊条使用前应进行烘干，并进行外观检查，受潮、掉皮的焊条不得使用；

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

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

表8.5.7 钢管接口点焊长度和点数

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

5 钢管的纵向焊缝端部及螺旋管焊缝的端部，不得进行点焊；

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

#### 8.5.8 电弧焊接应符合下列规定：

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

2 管道接口的焊接应制订焊接部位顺序和施焊方法，防止产生温度应力集中；

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

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

**DB11/T 1835-2021**

5 平焊电流宜按公式（8.5.8）计算：

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

式中：I — 电流（A）；

d — 焊条直径（mm）；

k — 系数，根据焊条决定，宜为35~50。

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

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

**表8.5.8-1 不开坡口对接电弧焊接的对口间隙、焊条直径及电流强度表**

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

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

钢板厚度 (mm)	层数	焊条直径 (mm)		电流强度平均值 (A)	
		第一层	以后各层	平焊	立、横、仰焊
6~8	2~3	3	4	120~180	90~160
10	2~3	3~4	5	140~260	120~160
12	3~4	4	6	140~260	120~160
14	4	4	5~6	140~260	120~160
16~18	4~6	4~5	5~6	140~260	120~160

表8.5.8-3 搭接与角接电弧焊接的焊接层数、焊条直径及电流强度表

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

注：搭接或角接的两块钢板厚度不同时，应以较薄者的计。

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

8.5.9 每道焊缝焊完后，应及时清除熔渣进行外观检查。当有气孔、夹渣、裂纹、焊瘤等缺陷时，应将焊接缺陷铲除，重新补焊。

8.5.10 管道对接时，环向焊缝的检验及质量应符合下列规定：

1 应在外观检查合格的条件下，进行无损检测、水压试验；

2 进行无损探伤检验时，取样数量与要求等级应符合设计要求；不合格的焊缝应进行返修；

3 焊缝的外观质量应符合表8.5.10的规定；

表8.5.10 焊缝的外观质量

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

注：1 t为壁厚 (mm)；

2 不合格的焊缝应返修，返修次数不得超过3次。

8.5.11 钢管螺纹连接，应符合下列规定：

## DB11/T 1835-2021

1 管材不得有裂纹、重皮等缺陷。管节的切口断面应平整，偏差不得超过1倍螺距。螺纹应光洁，锥度应符合规定，无乱纹、断纹现象；

2 钢管螺纹长度应与零件螺纹匹配，零件安装后剩余螺纹宜为1~2螺距；

3 管节应调直后使用；阀门等管件安装应位置准确，方便操作。

### 8.6 硬聚氯乙烯（UPVC）管敷设

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

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

**8.6.3** 硬聚氯乙烯给水管道接口应符合设计要求，采用刚性口连接，每隔一定距离，应设一柔口，柔口设置间隔由设计确定。

**8.6.4** 管道穿墙处预留孔应设套管，套管两端与管道之间隙应采用柔性材料填塞，柔性材料应符合设计要求；管道接口不得设在套管内。

**8.6.5** 硬聚氯乙烯给水支管可采用钻孔法开孔。相邻孔口的最小间距不得小于孔径的7倍。

**8.6.6** 橡胶圈应符合本规程第8.3.2条规定。

**8.6.7** 硬聚氯乙烯给水管道橡胶圈接口安装应符合下列规定：

1 管节承口内侧、插口外侧及橡胶圈应清理干净；

2 胶圈位置应准确，不得扭曲；滑润剂应在承口沟槽内的橡胶圈表面和插口端外表面涂刷均匀，不应采用黄油或其他油类材料；

3 管节的插口端应按设计要求加工坡口倒角，并划出插入长度标线，管端插入长度应留出由温差产生的伸量，伸量应符合设计要

求，宜符合表8.6.7的规定；

**表8.6.7 管长6m时管端伸量表**

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

注：1 表中的管道运行中的内外介质最高温度按40℃计算，如大于40℃时，应按实际升温由设计单位计算确定；

2 单根管道长度为其他数值时，伸量可根据管实际长度按比例增减。

4 橡胶圈柔性接口的管道不宜在-10℃以下施工。

**8.6.8 硬聚氯乙烯给水管道粘接接口安装应符合下列规定：**

1 粘接接口不宜在5℃以下施工；

2 管道断面应平整，与管轴线垂直；现场切断的管节，还应在断口端进行坡口倒角加工，坡口倒角应清理干净，坡口长度不宜小于3mm；钝边厚度宜为壁厚的1/2~2/3；

3 管节或管件在粘接前，承口内侧和插口外侧应擦试干净，被粘接面应保持清洁；

4 粘结剂应均匀涂刷在承口内侧及插口外侧结合面，粘结剂应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219的规定；

5 承插口插入的深度达所划标线，并使承插接口顺直、位置正确，粘接接合时间应符合表8.6.8-1规定，防止接口脱滑；粘接后，静置固化时间不应低于表8.6.8-2的规定，固化期不得对接合部位强行加载。

**表8.6.8-1 粘接接合最少保持时间表**

公称外径(mm)	<63	63~160
保持时间(s)	>30	>60

表8.6.8-2 静置固化时间表 (min)

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

**8.6.9** 硬聚氯乙烯管与钢管及带有法兰盘的管件应采用法兰盘接口连接，法兰盘材质规格应符合设计要求，法兰安装应符合本规程第8.2.4条的规定。

**8.6.10** 硬聚氯乙烯管与支架之间，应垫柔软材质的垫板，金属支架表面应平整、光滑，无尖棱和毛刺等现象。

## 8.7 聚乙烯管 (PE 管) 及其复合管敷设

**8.7.1** 管节及管件的规格、性能应符合设计要求。外观质量应符合下列规定：

1 内、外壁表面应光滑、平整，无气泡、无裂纹、无脱皮和严重的冷斑及明显的痕纹、凹陷；管表面伤痕深度不应超过管壁厚度的10%，且不应大于0.5mm；

2 管节不得有异向弯曲，端口应平整；

3 橡胶圈应符合本规程第8.3.2条的规定。

**8.7.2** 承插式（或套筒式）接口应在沟槽内进行连接；采用电熔、热熔接口时，宜在沟槽边上将管道分段连接后以弹性铺管法移入沟槽内；移入沟槽时，管道表面不得有明显的划痕。

**8.7.3** 管道连接应符合下列规定：

1 管道接口的连接配件，应由管节生产厂家配套供应；电熔连接、热熔连接应采用专用电器设备、挤出焊接设备和工具；

2 管道连接时，应对连接部位、密封件、套筒等配件清理干净，法兰连接用的法兰、螺栓等金属制品根据现场土质应采取防腐措施；

3 电熔连接、热熔连接、法兰连接及卡箍连接应在当日温度较低或接近最低时进行；电熔连接、热熔连接时电热设备的温度控制、时间控制及挤出焊接时对焊接设备的操作等，应严格按产品的技术指标和设备的操作程序进行；接头处应有沿管节圆周平滑对称的外翻边，内翻边应铲平。

8.7.4 管道与井室连接方式应符合设计要求；可采用承插管件连接或中介层做法。

## 8.8 玻璃钢管敷设

8.8.1 管节及管件的规格、性能应符合设计要求。外观质量应符合下列规定：

- 1 管节内、外径偏差，承口深度（安装标记环）、有效长度、管壁厚度、管端面垂直度等应符合现行国家产品标准规定；
- 2 内、外壁表面应光滑、平整，无划痕、分层、针孔、杂质、碎裂等现象；玻璃钢管和玻璃钢塑料复合管表面应无伤痕；增强材料应无裸露现象，端口封口无裂纹或脱落；
- 3 管口端面应平齐，无毛刺、缺口等缺陷；
- 4 橡胶圈应符合本规程第8.3.2条规定。

8.8.2 管道承插口接口连接应符合本规程第8.4.2条规定，并应符合下列规定：

- 1 施工中，应采取技术措施防止管节受损、内表层或外保护层剥落；
- 2 管道安装就位后，接口周围不应有明显的变形和胀裂。

8.8.3 套筒式连接时，套筒内侧和插口外侧的污渍、附着物应清理干净。

8.8.4 管道曲线铺设时，接口的允许转角应符合表8.8.4的规定。

表8.8.4 沿曲线安装的接口允许转角

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

**8.8.5** 检查井等附属构筑物和水平折角处的管节，应采取措施，防止出现不均匀沉降。

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

## 8.9 管道附件安装

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

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

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

**8.9.4** 止回阀的安装位置及方向应符合设计要求；止回阀应安装平整。

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

**8.9.6** 消火栓应在管道水压试验合格后安装，其安装位置应符合设计要求。

**8.9.7** 阀门安装应符合下列规定：

- 1 安装前应检查管道中心线、高程与管端法兰盘垂直度，符合

要求方可进行安装；

2 将阀体吊装就位，用螺栓对法兰盘进行连接，法兰盘连接要求应符合本规程第8.2.4条的规定；

3 阀门安装后，应按设计要求或施工设计完成管道整体连接。应防止阀门、管件等产生拉应力；

4 蝶阀内腔和密封面未清除污物前，不得启闭蝶阀；

5 蝶阀密封圈压紧螺栓，应对准阀井入孔一侧；

6 蝶阀手动阀杆应垂直向上。

**8.9.8** 伸缩节安装应符合下列规定：

1 伸缩节构造、规格、尺寸与材质应符合设计要求；

2 应根据安装时的大气温度，预调好伸缩节的可伸缩量，其值应符合设计要求。

**8.9.9** 管件制作应符合下列规定：

1 制作钢管件的材质应符合设计要求；

2 弯头的弯曲半径应符合设计要求，且不应小于1.5倍的管外径；

3 用直焊缝管焊制三通管件时，不得在直焊缝处开孔；开孔边缘距端部不得小于100mm。

**8.9.10** 弯头、三通等管件安装应符合下列规定：

1 在管道直线段安装管件，管件坡度应与管道坡度一致；管件的中心线应与联接管道的中心线在同一直线上；

2 异径管件安装其坡度应与管道坡度一致；偏心异径管的安装应符合设计要求；

3 管件安装偏差应符合管道安装要求。

**8.9.11** 干管上开孔联接管件应符合下列规定：

1 管道上不得在纵、横、环向焊缝处开孔；

2 管道上任何位置不得开方孔；

3 不得在短管节及管件上开孔；

4 当支管管径大于0.7倍干管管径时，干管应采用厚壁管或加固

## DB11/T 1835-2021

焊缝；

- 5 主管开孔边缘距管端或焊缝距离不应小于100mm；
- 6 干管上开孔，开孔的圆心应通过干管中心线。

### 8.10 管道内、外防腐

**8.10.1** 成品防腐钢管的规格、材质和型号应符合设计要求，产品质量证明文件应齐全。使用前，应经进场检验合格。水泥砂浆内防腐层不得使用对钢管具有腐蚀性和对水质造成污染的材料，并应符合下列规定：

1 砂应采用坚硬、洁净、级配良好的天然砂，应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的规定，含泥量不应大于2%，最大粒径不应大于1.2mm；砂的级配应根据施工工艺、管径、现场施工条件在砂浆配合比设计中选定；

2 水泥宜采用强度等级不低于42.5的硅酸盐、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥；

3 拌和水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定；采用饮用水作为混凝土用水时，可不检验；采用中水、搅拌站清洗水、施工现场循环水等其他水源时，应对其成分进行检验；

4 外加剂的掺量应经试验确定。

**8.10.2** 钢管水泥砂浆内防腐层强度应符合设计要求，现场施工应符合下列规定：

1 管道防腐层应在水压试验，土方回填验收合格，管道变形基本稳定后进行；管道竖向变形不应大于设计要求，且不应大于2%的管道内径；

2 施工前，管道内壁的浮锈、氧化铁皮、焊渣、油污应清理干净；焊缝及其突起部位应磨削，焊缝及其突起部位高度不得大于防腐层设计厚度的1/3；

3 水泥砂浆内防腐层宜采用机械喷涂、人工抹压，采用人工抹

压法施工时，应自下而上分层进行，各层应符合表8.10.2的规定；

**表8.10.2 水泥砂浆内防腐层人工抹压施工要求**

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

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

5 管道端点或施工中断时，应预留阶梯形接槎。

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

**8.10.4** 水泥砂浆内防腐层质量应符合下列规定：

1 裂缝宽度不应大于0.8mm，沿管道长度不应大于管道周长，且不应大于2.0m；

2 防腐层厚度应符合设计要求，允许偏差及麻点、空窝等表面缺陷应符合表8.10.4的规定，缺陷面积每处不应大于5cm<sup>2</sup>；

**表8.10.4 防腐层厚度允许偏差及表面缺陷的允许深度**

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

3 防腐层应平整，平整度应小于2mm；

**DB11/T 1835-2021**

4 防腐层空鼓面积，每平方米不应超过2处，每处不得大于100cm<sup>2</sup>。

8.10.5 埋地管道外防腐的构造应符合设计要求，其构造应符合表8.10.5-1、8.10.5-2、8.10.5-3的规定。

**表8.10.5-1 钢管道外防腐层构造**

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

续表 8.10.5-1

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 树脂 玻 璃 钢	加强级					
	构造					厚度 (mm)
	1.底层树脂 2.面层树脂 3.玻璃布 4.面层树脂 5.玻璃布 6.面层树脂 7.面层树脂					≥3

表8.10.5-2 聚乙烯外防腐层构造

钢管公称直径 DN (mm)	材料种类	构造		防腐层最小厚度 (mm)	
		二层结构	三层结构	普通级 (G)	加强级 (S)
DN≤100	聚乙烯防腐层	1.胶粘剂(厚度170μm~250μm) 2.聚乙烯	1.环氧粉末涂料(厚度≥120μm) 2.胶粘剂(厚度170μm~250μm) 3.聚乙烯	1.8	2.5
100<DN≤250				2.0	2.7
250<DN<500				2.2	2.9
500≤DN<800				2.5	3.2
800≤DN≤1200				3.0	3.7
DN>1200				3.3	4.2

表8.10.5-3 无溶剂聚氨酯涂料外防腐层构造

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

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

**8.10.7** 涂底层前应清除管道表面油垢、灰渣、铁锈，焊接表面应无焊瘤、棱角，光滑无刺。采用人工除锈时，其质量标准应达到现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407中 St3级；喷砂或

## DB11/T 1835-2021

化学除锈时，应达现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407中 Sa2.5级。

**8.10.8** 涂料配置应按产品说明书的规定操作。底层涂刷时基面应干燥，基面除锈后与涂层的间隔不应超过8h；应涂刷均匀、饱满，不应有凝块、起泡现象，厚度应符合设计要求。

**8.10.9** 石油沥青防腐施工应符合下列规定：

1 沥青涂料熔融温度在230℃左右，最高温度不应超过250℃，熔融时间不应大于5h，每锅料应抽样检查，性能应符合现行国家标准的规定；

2 沥青涂料应涂刷在洁净、干燥的底层上，常温下刷沥青涂料时，应在涂底层后24h之内实施；沥青涂料涂刷温度不应低于180℃；

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

4 包扎聚氯乙烯工业薄膜保护层时，沥青涂料温度应低于100℃，包扎不应有褶皱、脱壳现象，压边宽度应为30mm~40mm，搭接长度宜为100mm~150mm。

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

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

1 环氧煤沥青涂料施工环境温度不应低于5℃；石油沥青涂料施工环境温度不应低于-15℃，相对湿度不应大于85%；

2 不应在雨、雾、雪及五级以上大风中露天施工；

3 冬期起吊、运输和铺设沥青涂料，气温不应等于或低于涂料的脆化温度。脆化温度试验应按现行国家标准《石油沥青脆点测定

法 弗拉斯法》GB/T 4510的规定执行；用于管道防腐沥青的脆点温度不宜高于0℃。

**8.10.12** 环氧树脂玻璃钢外防腐层施工应符合下列规定：

- 1 管节表面应光滑无刺、无焊瘤、无棱角；
- 2 间断法刷涂树脂，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；
- 3 连续法作业，连续铺衬到设计要求的层数或厚度，并应自然养护24h，然后进行面层树脂的施工；
- 4 环氧树脂玻璃钢的养护期不应少于7d。

**8.10.13** 外防腐层的质量应符合表8.10.13的规定。

**表8.10.13 外防腐质量与检查**

材料种类	防腐等级	构造	检查项目				
			厚度 (mm)	外观	电火花试验	粘附性	
石油沥青涂料	普通级	三油二布	≥4.0	外观均匀无褶皱、空泡、凝块。	16kV	以小刀割开一舌形切口，用力撕开切口处的防腐层，管道表面仍为漆皮所覆盖，不得露出金属表面。	
	加强级	四油三布	≥5.5		18kV		
	特加强级	五油四布	≥7.0		20kV		
环氧煤沥青涂料	普通级	三油	≥0.3		2kV		用电火花检测仪检查无打火花现象。
	加强级	四油一布	≥0.4		2.5kV		
	特加强级	六油二布	≥0.6		3kV		
环氧树脂玻璃钢	加强级	—	≥3	外观平整光滑、色泽均匀，无脱层、起壳和固化不完全等缺陷。	3~3.5kV	以小刀割开一舌形切口，用力撕开切口处的防腐层，管道表面仍为漆皮所覆盖，不得露出金属表面。	
聚乙烯	普通级	二层结构 三层结构	≥1.8	外观平滑、色泽均匀，无暗泡、无麻点、无褶皱、无裂纹。	25kV	以小刀沿环向划开切口，并撬起一端，用测力计记录数值，力值除以防腐层的剥离宽度，即为剥离强度。	
	加强级	二层结构 三层结构	≥2.5				

续表8.10.13

材料种类	防腐等级	构造	检查项目			
			厚度 (mm)	外观	电火花试验	粘附性
无溶剂聚氯脂涂料	—	单层结构	≥0.5或设计要求值	防腐层表面不得出现尖锐的突出部、龟裂、气泡和分层等缺陷。	5V/μm	以小刀割开一圆形切口，圆形面积与锻件相符，用拉拔试验仪进行拉力试验，满足设计要求为合格。

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

**8.10.15** 牺牲阳极保护法的施工应符合下列规定：

1 牺牲阳极使用之前，应对表面进行处理，表面的氧化膜及油污应清除干净；

2 阳极连接电缆的埋设深度不应小于700mm，四周应垫有50mm~100mm厚的细砂，砂的顶部应覆盖水泥护板或砖，敷设电缆应预留一定的长度；

3 与钢质管道相连接的电缆应采用铝热焊接技术，焊点应进行防腐绝缘处理，防腐材料、等级应与既有覆盖层一致；

4 电缆和阳极钢芯宜采用焊接连接，双边焊缝长度不应小于50mm。电缆与阳极钢芯焊接后，应采取防止连接部位断裂的保护措施；

5 阳极端面、电缆连接部位及钢芯均应按设计要求进行防腐、绝缘；

6 填料包可在室内或现场包装，其厚度不应小于50mm；阳极四周的填料包应厚度一致、密实；预包装的袋子应采用棉麻织品，不应使用人造纤维织品；

7 填料包应搅拌均匀，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；

8 阳极埋设位置与管道外壁间距宜为3.0m~5.0m，不宜小于300mm，埋设深度（阳极顶部距地面）不应小于1.0m。

**8.10.16** 外加电流阴极保护法的施工应符合下列规定：

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

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

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

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

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

**8.10.18** 阴极保护绝缘处理应符合下列规定：

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

2 连接螺栓在螺母下应设有绝缘垫圈；

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

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

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

## 8.11 水压试验

**8.11.1** 压力试验前，施工单位应编制试验方案，内容应包括：

- 1 后背及堵板的设计，检查固定墩、支吊架；
- 2 进水管路、排气孔及排水孔的设计；
- 3 加压设备、压力计的选择及安装的设计；
- 4 排水措施；
- 5 升压分级的划分及观测措施；
- 6 试验管段的稳定措施和安全措施。

**8.11.2** 压力管道水压试验应包括预试验和主试验，试验合格的判定依据应包括允许压力降值和允许渗水量值，应按设计要求确定，且应根据工程实际情况，选用其中1项或同时采用2项作为试验合格的最终判定依据。

**8.11.3** 管道水压试验前，应进行后背设计，后背设计应符合下列规定：

1 应根据试验压力、管径大小、接口种类，进行试压、后背支撑、堵板等设计；后背、支撑、堵板及接口等在试压过程中不应被破坏；

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

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

4 后背土质松软，不能满足试压要求，应采取措施建立人工后背；

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

6 堵板的强度、刚度、接口型式应满足试压安全要求，在构造上应满足灌水、放气等需要；管径大于或等于1000mm时，宜采用伸

缩量较大的特制试压柔口盖堵；

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

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

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

**8.11.5** 给水管道水压试验的管段长度不宜大于1000m。

**8.11.6** 管道水压试验的准备工作应符合下列规定：

1 应做好管段灌水与排水的管路设施；不锈钢管道试验时，水中氯含量不应大于25mg/L；

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

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

4 压力表的接表支管，应在试验最低点；装表前接表支管内空气应排净；

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

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

表8.11.6 管道试压前灌水浸泡时间

管道种类	管道内径 $D_i$ (mm)	浸泡时间 (h)
球墨铸铁管 (有水泥砂浆衬里)	$D_i$	$\geq 24$
钢管 (有水泥砂浆衬里)	$D_i$	$\geq 24$
化学建材管	$D_i$	$\geq 24$
现浇钢筋混凝土管渠	$D_i \leq 1000\text{mm}$	$\geq 48$
	$D_i > 1000\text{mm}$	$\geq 72$
预应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管、预制钢筋混凝土管	$D_i \leq 1000\text{mm}$	$\geq 48$
	$D_i > 1000\text{mm}$	$\geq 72$

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

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

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

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

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

8.11.7 水压试验应符合表8.11.7的规定。

表8.11.7 压力管道水压试验的试验压力 (MPa)

管材种类	工作压力 P	试验压力
钢管	P	P+0.5且不小于0.9
球墨铸铁管	$\leq 0.5$	2P
	$> 0.5$	P+0.5
预应力混凝土管、 预应力钢筒混凝土管	$\leq 0.6$	1.5P
	$> 0.6$	P+0.3
现浇钢筋混凝土管渠	$\geq 0.1$	1.5P
化学建材管	$\geq 0.1$	1.5P, 且不小于0.8

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

表8.11.8 管道允许压力降表 (MPa)

管材种类	试验压力	允许压力降
钢管	P+0.5, 且不小于0.9	0
球墨铸铁管	P+0.5	0.03
	1.5P	
预应力钢筋混凝土管、 预应力钢筒混凝土管	P+0.3	
现浇钢筋混凝土管渠	1.5P	0.02
化学建材管	1.5P, 且不小于0.8	

**8.11.9** 管道渗水量试验宜采用放水法或注水法。

**8.11.10** 放水法试验应符合下列规定:

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

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

## DB11/T 1835-2021

3 实测渗水量应按公式 (8.11.10) 计算:

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

式中:  $q$  —实测渗水量 (L/min·km);

$T_1$  —从试验压力降压0.1MPa 所经过的时间 (min);

$T_2$  —放水时,从试验压力降压0.1MPa 所经过的时间 (min);

$W$  — $T_2$  时间内放出的水量 (L);

$L$  —试验管段的长度 (m)。

8.11.11 注水法试验应符合下列规定:

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

2 实测渗水量应按公式 (8.11.11) 计算:

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

式中:  $q$  —实测渗水量 (L/min·km);

$W$  —恒压时间内补入管道的水量 (L);

$T$  —从开始计时至保持恒压结束的时间 (min);

$L$  —试验管段的长度 (m)。

8.11.12 管径小于或等于400mm 的钢管、球墨铸铁管,且试验管段长度小于或等于1000m 的管道,在试验压力下,10min 降压不大于0.05MPa 时,且无漏水现象,可视为严密性合格。

8.11.13 压力管道采用允许渗水量进行最终合格判定依据时,管道实测渗水量应小于或等于表8.11.13规定的允许渗水量。

表8.11.13 管道允许渗水量表

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

**8.11.14** 当管径大于本规程表8.11.13规定时，应按下列公式计算允许渗水量：

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

$$2 \text{ 球墨铸铁管: } Q = 0.1\sqrt{D_i} \quad (8.11.14-2)$$

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

式中： $Q$ —允许渗水量（L/min·km）；

$D_i$ —管道内径（mm）。

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

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

式中：  $Q$  —允许渗水量 (L/min·km)；

$D_i$  —管道内径 (mm)。

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

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

式中：  $Q$  —管道的允许渗水量 (L/min·km)；

$D_i$  —管内径 (mm)；

$P_{wd}$  —试验内压 (MPa)；

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

**8.11.15** 硬聚氯乙烯 (UPVC) 管、聚乙烯 (PE) 管及其复合管的水压试验的预试验、主试验阶段应符合下列规定：

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

2 主试验阶段应符合下列规定：

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

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

式中：  $V$  —试压管段总容积 (L)；

$\Delta P$  —降压量 (MPa)；

$E_w$  —水的体积模量，不同水温时  $E_w$  值可按表8.11.15选用；

$E_p$  — 管材弹性模量 (MPa)，与水温及试压时间有关；

$D_i$  — 管道内径 (m)；

$e_n$  — 管材公称壁厚 (m)。

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

表8.11.15 温度与体积模量关系

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

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

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

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

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

1 安装时应将单口水压试验用的进水口置于管道顶部；

2 管道接口连接完毕后进行单口水压试验，试验压力应为管道设计压力的2倍，且不得小于0.2MPa；水压试验时应先排净水压腔内的空气，恒压2min，无压力降为合格；

3 试压合格后，试压孔采用不锈钢螺栓拧紧封闭；

4 单口试压不合格且确认是接口漏水时，则应拆除管节重新安装，直至符合要求为止。

**8.11.17** 单口水压试验合格的大口径球墨铸铁管、玻璃钢管、预应力钢筒混凝土管或预应力混凝土管等管道设计无要求，压力管道可免

## DB11/T 1835-2021

去预试验阶段，而直接进行主试验阶段。

### 8.12 冲洗消毒

**8.12.1** 管道冲洗消毒及与既有管道接通前应编制专项施工方案，经建设、管理单位审批后方可实施。

**8.12.2** 新建管道与既有管道的预留阀门、预留三通或切管连接时，开工前应取得建设、管理单位配合。

**8.12.3** 新建管道与运行管道接通前，应完成下列准备工作：

1 工作坑开挖完成，工作坑支撑、围拦、标志、照明及其他安全措施已完成；

2 应根据旧管的存水量，设置集水坑、排水沟，并配备相应的排水机具；

3 管件、阀门和接口材料的规格、品种、质量、数量应符合设计要求；装配设备、工具等应齐备；

4 夜间接管应设置备用电源；

5 切管锯口位置应根据现场条件和设计要求设定完毕。

**8.12.4** 停水接管应符合下列规定：

1 应避开用水高峰时段，在停水期限内完成接管工作；

2 阀门关闭、开启工作应由管理单位的人员操作，施工单位派人配合；阀门关闭后，管段内应进行检查，无水压；

3 切管前应将截管段支护或吊装固定；拆卸盖堵时应悬吊，并将堵端支牢；

4 切管或卸盖堵时，应控制从管道中排出的水量，流入集水坑的水，应即时排除，保持集水坑水面低于管底；

5 阀门与既有管道之间的管件，安装前应冲洗干净，并应用消毒溶液洗刷消毒合格。接口用油麻应经蒸汽消毒，胶圈和接口工具应用消毒溶液消毒。安装过程，应采取防止措施防止管件再受污染。

**8.12.5** 接通旧管后，打开阀门通水时应采取排气措施。

**8.12.6** 通水后，接口不应漏水，管径大于或等于400mm的干管，接口观察检查时间不应小于0.5h。

**8.12.7** 管道冲洗应符合下列规定：

1 冲洗前应与管理单位共同商定放水时间、取样化验时间及冲洗用水量事宜；

2 放水前应检查放水线路是否影响交通及附近建（构）筑物的安全；

3 放水口四周应有明显标志或栏杆，夜间应设警示灯；

4 放水时应先开出水阀门再开来水阀门，并做好排气工作；

5 管道第一次冲洗应用清洁水，冲洗流速应大于1.0m/s，出水口水样浊度小于3NTU为合格；

6 冲洗结束后，应先关出水阀门，但应留1~2扣，在来水阀门关闭后，再将出水阀门全部关闭。

**8.12.8** 冲洗完毕，管内应存水，时间不应小于24h，由管理单位取水样化验。

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

## 9 排水管道敷设

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 应按设计要求对管材及管道附件进行核对；管道的规格尺寸、环刚度、环柔度、冲击强度应符合设计要求，外观质量应符合产品标准的规定。

**9.1.2** 管道施工前，应核对与既有管道连接点、检查井的位置与高程、管道内的现况，并以此制定相应的施工措施。

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

**9.1.4** 承插口管道应将插口顺水方向，承口逆水方向；安装宜由下游往上游依次进行。

### 9.2 基础与安管

**9.2.1** 混凝土基础施工应符合下列规定：

1 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；

2 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；

3 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；

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

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

### 9.2.2 砂石基础施工应符合下列规定：

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

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

3 柔性接口刚性管道的基础结构，一般土质地段可铺设砂垫层，亦可铺设25mm 以下粒径碎石，表面再铺20mm 厚的砂垫层（中、粗砂），垫层总厚度应符合表9.2.2的规定；

**表9.2.2 柔性接口刚性管道砂石垫层总厚度**

管径（ $D_0$ ）	垫层总厚度（mm）
300~800	150
900~1200	200
1300~1500	250

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

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

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

9.2.5 在垫块上安管时，应符合下列规定：

1 垫块应放置平稳，使管内底高程符合设计要求；

2 安管时管节两侧应设置保险杠，防止管节从垫块上滚下伤人。

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

9.2.7 在平基或垫块上安管时，管节安好后，宜用预制楔块等将管两侧卡牢、固定。安管后应及时灌注混凝土管座。

### 9.3 水泥砂浆接口

9.3.1 钢筋混凝土企口管可采用水泥砂浆接口。

9.3.2 水泥砂浆抹带宜在灌筑管座后进行，管座与抹带分期施工时，抹带前管座应凿毛、洗净。

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

9.3.4 水泥砂浆抹带施工应符合下列规定：

- 1 先将管口洗刷干净，并刷水泥浆一道；
- 2 管径小于或等于400mm的管道接口，抹带宜一次抹压完成；
- 3 管径大于400mm的管道接口，应分层抹压，第一层以管缝作中心线，每侧按1/2带宽抹压，厚度约为带厚的1/3，压实后表面应划槽线；第一层砂浆初凝后，抹第二层，并用弧形抹子捋压成形，初凝后，再用抹子擀光压实。

9.3.5 钢丝网水泥砂浆抹带施工应符合下列规定：

- 1 应选用无锈、无油垢，符合设计要求的钢丝网，按设计要求尺寸及搭接长度预先裁截；
- 2 管径大于或等于600mm的管节，抹带部分的管口应凿毛；管径小于600mm的管节，抹带部分的管口应刷去浆皮；
- 3 应将已凿毛的管口洗刷干净，并刷水泥浆一道；
- 4 在灌筑混凝土管座时，应将钢丝网按设计要求位置和深度插入混凝土管座内，并加适量抹带砂浆，捣固密实；
- 5 应安装抹带用弧形边模；
- 6 应抹压第一层水泥砂浆，厚度为15mm，使其密实与管壁粘结牢固，然后将2片钢丝网包拢，用20号或22号镀锌铁丝将2片钢丝网扎牢；
- 7 第一层水泥砂浆初凝后，应抹压第二层水泥砂浆，厚度为10mm，同上法应包第二层钢丝网，搭接应与第一层错开；当只用一

层钢丝网时，这一层砂浆应与模板抹平，初凝后擗光压实；

**8** 第二层水泥砂浆初凝后，应抹压第三层水泥砂浆，与模板抹平，初凝后擗光压实；

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

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

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

**9.3.8** 水泥砂浆接口，宜采用覆盖、湿养，适时洒水。

#### **9.4 钢筋混凝土管及预应力混凝土管安装**

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

**9.4.2** 安管时应采取措施防止管道发生滚动。

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

**9.4.4** 柔性接口的钢筋混凝土管、预应力混凝土管安装前，承口内侧、插口外侧应清洗干净；套在插口上的橡胶圈应平直、无扭曲，就位应正确；安装后放松外力，管节回弹不应大于10mm，且橡胶圈应在承、插口工作面上。

**9.4.5** 刚性接口的钢筋混凝土管道接口施工见本规程第9.3节水泥砂浆抹带的做法。

**9.4.6** 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的要求；预应力混凝土管沿曲线安装时，管口间的纵向间隙最小不应小于5mm，接口转角应符合本规程表8.3.8的规定。

**9.4.7** 预应力混凝土管不得截断使用；预应力混凝土管道采用金属

## DB11/T 1835-2021

管件连接时，管件应进行防腐处理。

**9.4.8** 井室内暂时不接支线的预留管（孔）应有防渗封堵措施。

### 9.5 埋地塑料排水管道安装

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

**9.5.2** 承插式密封圈、双承口式密封圈、卡箍连接所用的密封件、紧固件等配件及胶粘剂，应由管材供应商配套供应；承插式电熔、电热熔带、挤出焊接应采用专用焊接设备进行施工。

**9.5.3** 塑料排水管道安装时，应对连接部位、密封件等进行清洁处理；卡箍连接所用的卡箍、螺栓等金属制品应进行防腐处理。

**9.5.4** 承插口管道应将插口顺水流方向，承口逆水流方向；安装宜由下游往上游依次进行；管道两侧不得采用刚性垫块的稳管措施。

**9.5.5** 承插式橡胶圈连接应符合下列规定：

1 管道连接前，应检查橡胶圈配套完好情况，确定橡胶圈安放位置及插口应插入承口的深度，插口端面与承口底部间应留出伸缩间隙，伸缩间隙宜为10mm。确认插入深度后应在插口外壁做出插入深度标记；

2 管道连接时，宜在承口内壁及插口橡胶圈上涂覆润滑剂，然后将承插口端面的中心轴线对正；

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

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

**9.5.6** 卡箍连接应符合下列规定：

1 待连接的管道端口应对正；

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

3 安装卡箍，并应紧固螺栓。

#### 9.5.7 胶粘剂连接应符合下列规定：

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

2 应在承、插口连接表面用毛刷涂上胶粘剂，先涂承口内面，后涂插口外面，沿轴向由里而外均匀涂抹，不得漏涂或涂抹过量；

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

4 插接完毕应及时将挤出接口的胶粘剂擦拭干净，静止固化，固化期间不得在连接件上施加任何外力。

#### 9.5.8 热熔连接应符合下列规定：

1 根据管材或管件的规格，选用相应的夹具，应将连接件的连接端伸出夹具，自由长度不应小于公称直径的10%，移动夹具使连接件端面接触，并校直对应的待连接件，使其在同一轴线上，错边不应大于壁厚的10%；

2 应铣削连接件端面，使其与轴线垂直；连续切削平均厚度不宜大于0.2mm，切削后的熔接面应防止污染；

3 连接件的端面应采用热熔对接连接设备加热，加热时间应符合相关标准规定；

4 加热时间达到工艺要求后，应迅速撤出加热板，检查连接件加热面熔化的均匀性，不得有损伤；并应迅速用均匀外力使连接面完全接触，直至形成均匀一致的对称翻边；

5 在保压冷却期间不得移动连接件或在连接件上施加外力。

#### 9.5.9 电熔连接应符合下列规定：

1 当管材不圆度影响安装时，应采用整圆工具进行整圆；

2 应将插口端插入承口内，至插入深度标线位置，并应检查尺

## DB11/T 1835-2021

寸配合情况；

3 通电前，应校直两对应的连接件，使其在同一轴线上，并应采用专用工具固定接口部位；

4 通电加热时间应符合相关标准规定；

5 电熔连接冷却期间，不得移动连接件或在连接件上施加外力。

**9.5.10** 电热熔带连接应符合下列规定：

1 检查电热熔带中电热丝的完好情况，应将待焊面对齐；

2 通电前应采用锁紧扣带将电热带扣紧，电流及通电时间应符合相关标准规定；

3 电熔带长度不应小于管材焊接部位周长的1.25倍；

4 对于钢带增强聚乙烯螺旋波纹管，应对波峰钢带断开处进行挤塑焊接密封处理；

5 不得带水作业。

**9.5.11** 热熔挤出焊接连接应符合下列规定：

1 管道连接前，应对正焊接部位；

2 应采用热风机预热待焊部位，预热温度应控制在能使挤出的熔融聚乙烯能够与管材融为一体的范围内；

3 应采用专用挤出焊机和与管材材质相同的聚乙烯焊条焊接连接端面；

4 对公称直径大于800mm的管材，应进行内外双面焊接。

**9.5.12** 道路内塑料排水管道覆土厚度不能满足设计要求时，应按道路路基施工机械荷载验算管侧土的综合变形模量值，并宜按实际情况采用下列加固方式：

1 对公称直径小于1200mm的塑料排水管道，可采用先压实路基，再进行开挖敷管的方式；

2 对管侧沟槽回填可采用变形模量大的材料；

3 上述两种加固方式同时进行。

**9.5.13** 塑料排水管道与塑料检查井、混凝土检查井或砌体检查井的

连接，可按本规程第18.2.2条规定执行。

## 9.6 闭水试验

**9.6.1** 污水管道、雨污水合流管道、倒虹吸管道和设计有闭水要求的其他排水管道，应进行闭水试验。

**9.6.2** 试验管段应按井距分隔，带井试验，并抽样选取。管道的试验长度，工作压力小于0.1MPa的管道的闭水试验，条件允许时可一次试验不超过5个连续井段；无法分段试验的管道，应根据工程实际情况确定。

**9.6.3** 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。

**9.6.4** 管道闭水试验时，试验管段应符合下列规定：

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

**9.6.5** 排水管（渠）闭水检验频率应符合表9.6.5的规定；

**表9.6.5 排水管（渠）闭水检验频率表**

序号	项目		允许偏差	检验频率		检验方法
				范围	点数	
1	倒虹吸管		渗水量不大于表9.6.7规定	每道	1	灌水计算渗水量
2	管径 (mm)	$D_i < 700$		每个井段	1	
3		$D_i = 700 \sim 2400$		每三个井段抽检一段	1	
4		$D_i = 2500 \sim 3000$		每五个井段抽检一段	1	

## DB11/T 1835-2021

1 管径700mm~2400mm，检验频率应按表9.6.5的规定执行，如工程不足3个井段时，亦应抽检1个井段，不合格时，应全线进行闭水检验；

2 管径2500mm~3000mm，检验频率应按表9.6.5的规定执行，不合格时，应加倍抽取井段再做检验。当仍不合格时，则应全线进行闭水检验；

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

4 闭水试验应按照本规程附录A管道闭水试验进行。管径小于1200mm的混凝土沟埋排水管道可采用闭气检验方法，试验方法见本规程第9.7节及附录B管道闭气试验。

### 9.6.6 管道闭水试验应符合下列规定：

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

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

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

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

1 实测渗水量小于或等于表9.6.7的规定允许渗水量；

表9.6.7 排水管（渠）闭水试验允许渗水量

管道内径 $D_i$ (mm)	允许渗水量 [ $\text{m}^3 / (24\text{h} \cdot \text{km})$ ]
<150	6
200	12
300	18
400	20

续表9.6.7

管道内径 $D_i$ (mm)	允许渗水量[m <sup>3</sup> / (24h·km) ]
500	22
600	24
700	26
800	28
900	30
1000	32
1100	34
1200	36
1300	38
1400	40
1500	42
1600	44
1700	46
1800	48
1900	50
2000	52

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

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

式中： $q$  —允许渗水量 (m<sup>3</sup>/24h·km)；

$D_i$ —管道内径 (mm)。

3 异型截面管道的允许渗水量可按周长折算为圆形管道计；

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

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

式中： $q$  —允许渗水量 (m<sup>3</sup>/24h·km)；

$D_i$ —管道内径 (mm)。

**9.6.8** 不开槽施工的内径大于或等于1500mm 的钢筋混凝土管道或

## DB11/T 1835-2021

等效内径的渠道，设计无要求且地下水位高于管道顶部时，可采用内渗法测渗水量；渗漏水量测方法按本规程附录 C 的规定进行，当符合下列规定时，则管道抗渗性能符合要求，不必再进行闭水试验：

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

**9.6.9** 在水源短缺情况下，不开槽施工的排水管渠闭水试验应采用抽样法进行。抽样管渠部位应由建设方或监理方指定，抽样管渠段进行闭水，单段长不得小于50m。试验段应经24h浸泡后进行渗水量检测，测定值小于允许渗水量时，闭水试验合格，视为全线试验合格。不合格时应加倍抽取管渠段进行闭水试验。

### 9.7 闭气试验

**9.7.1** 闭气试验适用于开槽施工的管径小于1200mm 的混凝土排水管道，地下水位低于管外底150mm，在回填土前进行的严密性试验。

**9.7.2** 闭气试验时环境温度应为-15℃~50℃范围内。降雨时不得进行闭气试验。

**9.7.3** 管径1200mm 以下的排水管道当采用闭气试验时，其检查井应进行闭水试验。排水管道闭气试验标准应符合表9.7.3的规定。

表9.7.3 排水管道闭气试验标准

序号	管径 (mm)	管内压力 (Pa)		规定闭气时间 (s)
		起点	终点	
1	300	2000	≥1500	105
2	400			135
3	500			160
4	600			180
5	700			210
6	800			240
7	900			275
8	1000			320
9	1100			385
10	1200			480

注：时间单位为秒 (s)。

**9.7.4** 管道闭气试验方法及程序应符合本规程附录B管道闭气试验。

## 10 管 渠

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 管渠预留接口应符合设计要求，封堵应严密牢固，便于拆除。

**10.1.2** 与既有管线连接时，应先勘察接入口的位置、高程和现况管线运行状况，编制接口专项施工方案，并应在管理单位配合下实施。

**10.1.3** 进入现况管渠前，应进行通风，并应检测有害气体含量，合格后方可施工。

### 10.2 砌体砌筑管渠

**10.2.1** 管渠施工前应检查基础尺寸、高程及中线位置，底板混凝土抗压强度应符合设计要求，混凝土强度不应低于 $1.2\text{N/mm}^2$ ，合格后方可砌筑。

**10.2.2** 管渠底板钢筋混凝土施工，底板水泥砂浆抹面宜一次抹成，并应符合下列规定：

1 抹面前应将混凝土面湿润，随抹随用杠尺刮平，压实或拍实后，用木抹搓平，然后用铁抹分两遍压实擀光；

2 水泥砂浆抹面完成后，应进行养护。

**10.2.3** 砖墙砌筑施工应符合下列规定：

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

2 砌砖时，砂浆应满铺满挤，灰缝不得有竖向通缝，水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度应为 $10\text{mm}$ ，允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}$ ；

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

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

5 填墙心时可使用半头砖，但应先铺砂浆后放砖，然后再用灌缝砂浆将空隙灌平且不得集中使用；

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

7 有抹面的砖墙，应随砌随将挤出的砂浆刮平；

8 气温高、干燥、易失水的环境下，砌筑后应即行覆盖，洒水养护。

**10.2.4** 预制钢筋混凝土盖板安装应符合下列规定：

1 盖板安装前，墙顶应清扫干净，洒水湿润，再铺砂浆安装盖板；

2 盖板就位后相邻板底错台不应大于10mm，盖板端部压墙长度的允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ ；

3 板缝及板端的三角灰应采用水泥砂浆填抹密实；

4 盖板就位后吊环应卧平。

**10.2.5** 砌筑管渠变形缝的施工应符合下列规定：

1 砖墙的变形缝与底板变形缝应上、下垂直贯通，缝的间隙尺寸应符合设计要求，并砌筑齐整，缝内挤出的砂浆应随砌随刮干净；

2 填料前应将变形缝内杂物清除干净；在缝壁上应涂刷一道冷底子油；

3 填缝料应填塞密实，表面平整；

4 当缝外墙面铺贴防水卷材时，应将底层抹平，铺贴平整，不得有拥包现象。

**10.2.6** 砖拱砌筑应符合下列规定：

1 拱胎应按设计图样制作，拱胎上的模板应按要求留出变形缝；

2 支搭拱胎应稳固，高程准确，拆卸方便；

## DB11/T 1835-2021

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

4 根据挂线样板，在拱胎表面划出砌砖的标线，拱底灰缝宽度宜为5mm~8mm；

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

6 砌拱应采用退槎法，每块砖退半块留槎，当砌筑间断，接槎再砌时，应将留槎冲洗干净，并使砂浆饱满；

7 不得使用碎砖及半头砖砌拱环，拱环应当日封顶，拱环上不得堆置器材；

8 预留户线管应随砌随安，不得预留孔洞；

9 砖拱砌筑后，应及时洒水养护，砂浆达到设计抗压强度的25%时，方可在无振动条件下拆除拱胎；

10 砌筑砖反拱应按设计要求的弧度制作样板，宜每隔10m放一块。

**10.2.7** 混凝土砌块砌筑应符合下列规定：

1 混凝土砌块砌筑施工应符合本规程第10.2.3条规定；

2 砌筑拱形管渠或弧形管渠时，宜采用楔形或扇形砌块，当砌体垂直灰缝宽度大于30mm时，应采用细豆石混凝土浇筑，混凝土强度等级不应小于C20。

**10.2.8** 块石砌筑施工应符合下列规定：

1 应先将石料表面的泥垢和水锈清除干净，并用水湿润；

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

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

4 采用分段砌筑时，相邻高差不宜超过1.2m，且分段位置宜设

在伸缩缝、沉降缝处；

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

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

7 曲线段镶面石安装应从曲线部分开始，并应先安角石；

8 勾缝前应将墙面粘结的砂浆、泥土及杂物等清理干净，并洒水湿润墙面；

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

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

**10.2.9** 模块式管渠模块应符合设计要求，强度等级不同的模块不应在同一结构中混砌。勾板缝、坐浆和抹三角灰宜采用 M10防水水泥砂浆，当管渠位于地下水水位以下时宜采用聚合物防水砂浆。

**10.2.10** 首层模块与底板混凝土应一次性浇筑，首层模块嵌入底板应控制在30mm~50mm。

**10.2.11** 模块日砌筑高度应根据气温、墙体部位等不同情况分别控制，常温条件下的日砌筑高度宜控制在2m内，干砌施工可适当增加日砌筑高度。当模块砌体高度大于2m时应搭设脚手架，脚手架不得与正在砌筑的模块砌体连接。

**10.2.12** 模块砂浆砌筑施工应符合下列规定：

1 砌筑应分层进行，砂浆应拌和均匀，保水性能良好，宜使用专用工具均匀铺浆，铺浆应均匀、饱满；当气候干燥炎热时，应在砌筑前1h~2h对模块进行喷水湿润；

2 砌筑时混凝土模块间应槽榫相接，竖缝内侧面宽度应控制在

## DB11/T 1835-2021

6mm~14mm;

3 砌筑应连续进行，中断时间超过砂浆初凝时间时，应在砂浆强度达到2.5MPa后继续施工；继续砌筑前，应将砌体表面的浮渣清除，并应避免振动下层砌体；

4 模块砌体灰缝应横平竖直，不得有瞎缝、透明缝；

5 直墙模块砌体、弧形模块砌体应错缝、对孔砌筑，轴头模块应对缝、对孔砌筑；

6 勾缝宜采用防水水泥砂浆进行碾缝，井壁勾缝宜采用平缝；

7 预留管道孔模块砌体砌筑时应符合管道设计方向和高程。

**10.2.13** 模块干码砌筑应符合下列规定：

1 应在首层模块定位检查合格后方可施工；

2 应按排块要求码砌模块，并应及时校正模块的水平 and 垂直度；

3 干码砌筑时，每砌筑3层~5层应用砂浆调整累计误差；

4 接入管道宜采用随砌随安同步施工的方式，或可在接入管位置预留孔洞。

**10.2.14** 模块灌孔施工应符合下列规定：

1 灌孔前应清除芯柱孔洞内的杂物及削掉孔内凸出的砂浆，并用水冲洗干净。钢筋位置正确，并应绑扎、焊接牢固；

2 平面结构复杂的模块砌体构筑物，灌孔前应制订混凝土灌注运输路线，混凝土应连续灌注；

3 灌孔前应做临时支撑，可在构筑物的最上层模块用紧固工具紧固、构筑物的角部采取支护措施后进行混凝土灌孔；

4 砌块砌体一次连续灌注高度不应大于2m；

5 砂浆砌筑模块砌体，灌孔应在砌筑砂浆强度达到1.0MPa以上时进行；

6 灌注应分层、均匀、连续进行，厚度应控制在300mm~500mm；

7 顶层模块灌注应与模块顶面上沿平齐，局部不得凹凸不平；

8 混凝土实际灌注量应与计算灌注量相吻合。当有较大偏差时

应检测是否有空洞、漏浆情况，发现问题应采取补救措施；

9 连续浇灌芯柱混凝土，应每浇灌300mm~500mm 振捣一次，或边浇灌边振捣密实，不得灌满整根芯柱后再振捣，宜振捣至无上升气泡。

### 10.3 现浇钢筋混凝土管渠

**10.3.1** 现浇钢筋混凝土管渠钢筋加工、连接、安装应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定；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 $1.2\text{N}/\text{mm}^2$ 后，将钢筋骨架放在垫层预埋架立筋的预定位置，使其平直后与架立筋焊牢；钢筋骨架段与段之间的纵向钢筋的焊接与绑扎应相间进行。

**10.3.2** 管渠钢筋绑扎应符合下列规定：

- 1 钢筋的加工尺寸、模板和钢筋的安装位置应正确；
- 2 模板支撑体系、钢筋骨架等应安装固定且牢固，确保在施工荷载下不变形、移动；
- 3 控制保护层的垫块、杆件等尺寸正确、布置合理、支垫稳固；
- 4 基础、顶板钢筋采取焊接排架的方法固定时，排架固定的间距应根据钢筋的刚度选择；
- 5 成型的钢筋网片或骨架应稳定牢固，不得有滑动、折断、位移、伸出等情况；
- 6 变形缝止水带安装部位、预留开孔等处的钢筋应预先制作成型，安装位置准确、尺寸正确、安装牢固；
- 7 预埋件、预埋螺栓及插筋等，其埋入部分不应超过混凝土结构厚度的 $3/4$ 。

**10.3.3** 模板施工前，应根据结构形式、施工工艺、设备和材料供应等条件进行模板及支架设计。模板及支架的强度、刚度及稳定性应满足受力要求。模板设计应包括下列内容：

- 1 模板与支架的选型和选材；

## DB11/T 1835-2021

2 模板及其支架的强度、刚度、稳定性验算，其中包括支杆支承面积的计算、受力铁件的垫板厚度及木材接触面积的计算；

3 防止吊模变形、位移的措施；

4 模板及其支架在风载作用下防止倾倒的措施；

5 防止管渠结构内模漂浮的措施；

6 模板内模应加撑杆；

7 各部模板的结构设计，接点构造以及预埋件、止水带等的固定方法；

8 模板支架不得直接支设在槽底或槽帮上，支点应根据支点的承载力核算所需加设垫板的支承面积与厚度；

9 变形缝处模板的定位措施；

10 隔离剂的选择；

11 模板拆除程序、方法及安全措施。

### 10.3.4 矩形管渠模板安装应符合下列规定：

1 矩形管渠的模板可一次或分次支设，当侧墙与顶板一次支模时，侧墙模板与顶板模板应分为2个独立系统支设，不得因拆除侧墙模板影响顶板混凝土强度的正常增长；

2 墙模板可采用两侧穿墙止水螺栓固定，安装螺栓的数量与布局应经计算确定。拆模后应剔除橡胶锥，抽出螺栓使用微膨胀水泥砂浆补孔压平；

3 矩形管渠的直墙侧模，不采取螺栓固定时，其两侧模板间应加临时支撑杆，且在浇筑时，应随混凝土面接近撑杆时，将撑杆拆除；

4 管渠顶板的底模，当跨度大于或等于4m时，其底模应预设适当的拱度，其起拱度宜为全跨长2%~3%。

### 10.3.5 拱形管渠模板支设时，其拱架结构应简单、坚固，便于制作与拆装，并应符合下列规定：

1 倒拱形渠底流水面部分应使内模略低于设计高程，且拱面模

板应圆整光滑；采用木模时，拱面中心宜设八字缝板一块；

2 侧墙模板与拱模板的支设应自成体系，不得因侧墙拆模影响拱混凝土强度的正常增长。

**10.3.6** 圆形管渠模板的支设应符合下列规定：

1 浇筑基础混凝土时，应按施工设计的预定位置埋设固定钢筋骨架的架立筋、内模箍筋地锚和外模地锚；

2 当基础混凝土抗压强度达到 $1.2N/mm^2$ 后，方可将钢筋骨架固定，此后将管内模穿入并与地锚锚固；

3 内模尺寸不应小于设计要求，并便于拆装；当采用木模时，应在圆内对称位置各设八字缝板一块；浇筑前模板应洒水湿透；

4 管外模直面部分和堵头板一次支起，直面部分应适当设置八字缝板；弧面部分宜在浇筑过程中随浇随装，外模采用框架固定时，应防止整体结构的纵向扭曲变形。

**10.3.7** 管渠变形缝止水带安装应固定牢固、线形平顺、位置准确，止水带面中心线与变形缝中心线应对正，嵌入混凝土结构端面的位置应符合设计要求，其变形缝处端面模板安装应符合下列规定：

1 止水带应与端部支模同步完成；

2 架立止水带的钢筋应预先制作成型；

3 止水带接头应根据不同材质采用不同的接头方式；

4 止水带宜用专用工具固定；

5 止水带和模板安装中，不得损伤带面，不得在止水带上穿孔或用铁钉固定就位；

6 端面模板安装位置应正确，支撑牢固，无变形、松动、漏缝等现象。

**10.3.8** 模板及其支架的拆除应按施工方案确定的程序进行，并应符合下列规定：

1 侧模板应在混凝土强度达到其表面及棱角不因拆除而受损伤时进行拆除；

## DB11/T 1835-2021

2 现浇混凝土拱或矩形顶板的底模应在与结构同条件养护的混凝土试块达到表10.3.8规定的抗压强度时方可拆除；

表10.3.8 现浇混凝土底模拆除时所需强度值

结构类型	结构跨度 (m)	达到设计强度标准值 (%)
板、拱	$\leq 2$	50
	$> 2$ 且 $\leq 8$	75

注：根据实测抗压强度验算结构安全有保障时，可不受此限。

3 现浇混凝土管渠的内模，混凝土应达到设计强度标准值的75%后，方可拆除；预留孔洞的内模混凝土强度，构件和孔洞表面不应发生坍塌和裂缝后，方可拆除；

4 管渠应在模板拆除后方可进行回填土施工。

**10.3.9** 在地基上浇筑混凝土前，对地基应事先按设计标高和轴线进行校正；并应清除淤泥、杂物，排除积水；在浇筑管渠侧墙和顶板混凝土前，应对模板、支架、钢筋和预埋件进行全面检查并记录，检查项目应包括下列内容：

- 1 模板的标高、位置、支架空间尺寸、构件的预留拱度；
- 2 支架、支柱支撑的稳定性、牢固性和模板固定可靠性；
- 3 模板的紧密性；
- 4 钢筋与预埋件的安装及构件接点焊缝连接，应符合设计要求；
- 5 按设计要求设置的预留孔洞所用的装置、其他预埋件、锚定螺栓及为下道工序所应留设的部件、配件，安装齐全正确。

**10.3.10** 管渠混凝土浇筑应符合下列规定：

1 浇筑混凝土前，应清除钢筋上的油污等杂物及模板上的泥土等杂物。木模板应润湿，但不得留有积水；木模板中或金属模板中的缝隙和孔洞应予堵塞；

2 浇筑混凝土应连续进行；浇筑中的最长的间歇时间，应按水泥的凝结时间及混凝土硬化条件确定，且间歇不应超过2h；在前层混凝土凝结之前，将次层混凝土浇筑完毕；

3 应用振动器捣实混凝土，插入式振捣器的移动间距不应大于作用半径的1.5倍，表面振动器的移动间距，振动器的平板应覆盖已振捣完毕的区段的边缘部分，在每一位置上的振捣延续时间，混凝土应捣实；

4 浇筑混凝土时，混凝土不得产生离析现象。混凝土自由倾落高度不宜超过2m；大于2m时，应采取串筒、斜槽、溜管或振动溜管等措施；

5 混凝土浇筑层的厚度不得超过表10.3.10的规定；

表10.3.10 混凝土浇筑层的厚度

序号	混凝土捣实的方法	浇筑层的厚度（mm）
1	插入式振捣	振捣器作用长度的1.25倍
2	表面振动	200
3	人工捣固：	
	（1）在基础或无筋混凝土和配筋稀疏的结构中；	250
	（2）在梁、墙板、柱结构中；	200
	（3）在配筋密列的结构中。	150

6 管渠侧墙混凝土的浇筑速度应对称均匀，高差不宜大于300mm，模板不应偏移；

7 用钢模板作侧模时，混凝土应用振捣器振捣，并宜用捣固铲顺模板进行插捣，至出浆为止，混凝土表面不应出现气泡和鱼鳞状；

8 变形缝处混凝土应设专人振捣密实，止水带位置应正确；

9 底板、顶板混凝土表层应在接近初凝时进行二次压光。

10.3.11 浇筑混凝土前，施工缝应进行凿毛处理，混凝土表面的水泥薄膜、松动石子或软弱混凝土层应清除，吹扫、冲洗干净，并充分湿润。浇筑前，水平施工缝宜先铺与混凝土内砂浆成分相同的砂浆一层，混凝土应结合紧密。

10.3.12 混凝土养护应符合下列规定：

1 混凝土浇筑完毕后的12h内，应覆盖和洒水，洒水次数应满足混凝土保持湿润的要求；

## DB11/T 1835-2021

2 混凝土的洒水养护期，普通水泥不得少于7d；矿渣水泥、火山灰质水泥或掺用外加剂时，不得少于14d；对于抗渗混凝土，不得少于14d；

3 气温低于+5℃时，不得洒水，宜采取覆盖保温，或涂刷乳液保护层，混凝土内水分不应蒸发。

### 10.4 预制装配式管渠

10.4.1 预制构件存放应符合下列规定：

1 堆放构件的场地，应平整坚实，排水顺畅；

2 应按构件刚度及受力特点采取平放或立放方法，并保持稳定；块体的堆放应以其刚度较大的方向作为竖直方向；

3 构件堆垛时应放置在垫木上；吊环应向上，标志应向外；

4 水平分层堆放构件时，其堆垛高度应根据构件强度、地面承载力、垫木强度及堆垛的稳定性确定；层与层之间应以垫木隔开，各层木垫的位置应在一条垂直线上。

10.4.2 构件安装应符合下列规定：

1 管渠基础及杯口混凝土应符合质量要求，并应经验收合格；

2 配合安装的支撑结构应进行结构计算，支撑结构的尺寸、平面位置及标高，应符合安装工艺的要求；

3 板、柱、梁等主要承重构件应标有中心线；

4 安装构件前，应用仪器校核支承结构和预埋件的标高及平面位置。校核时，应在支承结构上划上中心线和标高，并应做记录；

5 构件安装时，混凝土的强度不应低于设计吊装强度，并不应低于设计强度的75%；预应力混凝土构件，孔道灌浆的强度应符合设计要求，且不应低于15.0N/mm<sup>2</sup>；

6 起吊点应符合设计要求，且应经计算确定；起吊平面式或空间式的大型构件，应设置临时联杆和横撑；构件起吊时，绳索与构件水平面所成的角度不宜小于45°。

**10.4.3** 管渠构件安装应符合下列规定：

1 基础杯口混凝土抗压强度应达到设计抗压强度的75%时，方可进行安装；

2 安装前，构件连接部位应凿毛、清理干净，杯底应按设计高程铺设水泥砂浆；

3 安装时，构件稳固、接缝间隙应符合设计要求，上、下构件的竖向企口接缝应错开；

4 管渠采用现浇底板后装配墙板法施工时，墙板安装应位置准确，与相邻板板顶平齐；采用钢管支撑器临时固定时，支撑器应待板缝及杯口混凝土达到规定强度，盖板安装完毕后方可拆除；

5 后浇杯口混凝土，宜在墙体接缝填筑完毕后，进行浇筑；后浇杯口混凝土应达到设计抗压强度标准值的75%以后方可回填土；采用内部单杯口时，应在做完外缝及底部三角灰、杯口混凝土达到规定抗压强度后方可回填土；

6 构件进行装配施工时，水平企口应铺满水泥砂浆，接缝应咬合，且安装后应及时对接缝内外面勾抹压实；

7 管渠顶板的安装应轻放，且应使顶板板缝与墙板板缝错开；

8 管渠侧墙两板间的竖向接缝材料应符合设计要求；

9 矩形或拱形管渠构件的嵌缝或勾缝应先做外缝，后做内缝，并应定期洒水养护；无闭水要求的管渠内部嵌缝或勾缝，应在管渠外部回填土后进行；

10 装配式管渠墙板安装应直顺，杯口混凝土应密实，强度应符合设计要求；

11 装配式管渠顶板安装应平顺，灌缝密实；

12 梁、柱构件吊装后不得出现扭曲、损坏等现象；

13 装配式管渠预制构件安装允许偏差应符合现行地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071的规定。

## 11 沉管和桥管施工

### 11.1 一般规定

**11.1.1** 穿越水体的管道可采用沉管、桥管等方式铺设，施工前应检查水下管段长度、管径、水体深度、水体流速、水底土质、航运要求、管道使用年限、风浪等情况。

**11.1.2** 沉管和桥管施工前应编制专项施工方案。施工过程中的场地布置、土方堆弃及排泥等，不得影响航运及水利灌溉，并应采取保护堤岸和建（构）筑物等的安全措施。

**11.1.3** 施工前应对施工范围内及河道地形进行校测，应建立施工测量控制系统，可设置水上、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，并应采取保护措施。

**11.1.4** 管节陆上组对拼装时应校核沉管及桥管的长度；分段沉放、水下连接的沉管，水下接口的纵向间隙应符合设计和安装连接要求；分段吊装拼接的桥管，其每段接口拼接位置应符合设计和吊装要求。

**11.1.5** 采用沉管施工，管节组对拼装完成后，应对管道（段）进行预水压试验，试验压力应为工作压力的2倍，且不应小于1.0MPa，试验压力达到规定值后保持恒压10min，不应有降压和渗水现象；合格后方可进行管节接口的防腐处理和沉管铺设。

**11.1.6** 沉管和桥管段与斜管段之间应采用弯管连接。

**11.1.7** 沉管和桥管工程的管道功能性试验应符合本规程第8章、第9章的规定，且给水管道宜单独进行水压试验；超过1km的管道，可不分段进行整体水压试验。大口径钢筋混凝土沉管，可按本规程附录C的规定进行检查。

**11.1.8** 穿越通航河道的过河管道竣工后，沉管应设置浮标或在两岸设置标志牌，标明水下管线的位置；桥管应按有关规定和设计要求

设置防冲撞的设施或标志，桥管结构底部高程应满足通航要求。

## 11.2 沉管施工

**11.2.1** 沉管施工可采用水面浮运法、铺管船法、底拖法等方式，应根据河流的工程水文地质、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。

**11.2.2** 采用拖运法或浮运法铺设管道时，应根据河道水位情况确定施工时间，不宜安排在洪水季节。

**11.2.3** 预制钢筋混凝土管沉管施工应采用浮运法，管道接口可采用水力压接法柔性接口、浇筑钢筋混凝土刚性接口等形式。

**11.2.4** 沉管工程施工方案应包括下列内容：

- 1 施工平面布置图及剖面图；
- 2 沉管施工方法的选择及相应的技术要求；
- 3 陆上管节组对拼装方法；分段沉管（段）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；
- 4 水下成槽、管道基础施工方法；
- 5 稳管、回填方法；
- 6 船只设备及管道的水上、水下定位方法；
- 7 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（段）强度、刚度、稳定性验算；
- 8 管道（段）下沉测量控制方法；
- 9 施工机械设备数量与型号的配备；
- 10 水上运输航线的确定，通航管理措施；
- 11 施工场地临时供电、供水、通讯等设计；
- 12 水上、水下等安全作业和航运安全的保证措施；
- 13 预制钢筋混凝土管沉管工程，还应包括：临时干坞施工、

## DB11/T 1835-2021

钢筋混凝土管节制作、管道基础处理、接口连接、最终接口处理等施工技术方案。

**11.2.5** 水下基槽开挖应符合下列规定：

- 1 水下基槽可采用机械挖泥船、泵吸船或爆破法开挖；
- 2 爆破成槽时，爆破线路的设计和施工、爆破器材的性能和质量、爆破安全措施制订和实施，应符合国家相关标准的规定；
- 3 沟槽底宽应根据管道结构的宽度、开挖水底泥土流动性确定。并应符合下列规定：

1) 河床岩土层相当稳定、河水流速度小、回淤量小，且水下开挖施工对土层扰动影响较小时，底部宽度可按公式（11.2.5）确定；

$$B \geq D_1 + 2b + 1000 \quad (11.2.5)$$

式中： $B$  —管道沟槽底部的开挖宽度（mm）；

$D_1$  —管外径（mm）；

$b$  —管道保护层及沉管附加物等宽度（mm）。

2) 缺乏相关试验资料和经验资料时，基槽底部宽度可按表11.2.5的规定执行。

**表11.2.5 沉管基槽底部宽度和边坡尺寸**

岩土类别	底部宽度 (mm)	边坡	
		开挖深度<2.5m	开挖深度≥2.5m
淤泥、粉砂、细砂	$D_1 + 2b + 2500 \sim 4000$	1 : 3.5~4.0	1 : 5.0~6.0
砂质粉土、中砂、粗砂	$D_1 + 2b + 2000 \sim 4000$	1 : 3.0~3.5	1 : 3.5~5.0
砂土、含卵砾石土	$D_1 + 2b + 1800 \sim 3000$	1 : 2.5~3.0	1 : 3.0~4.0
黏质粉土	$D_1 + 2b + 1500 \sim 3000$	1 : 2.0~2.5	1 : 2.5~3.5
黏土	$D_1 + 2b + 1200 \sim 3000$	1 : 1.5~2.0	1 : 2.0~3.0
岩石	$D_1 + 2b + 1200 \sim 2000$	1 : 0.5	1 : 1.0

4 开挖沟槽的泥土应抛在与河流相交沟槽断面的下游。回填后，多余的土不得堆积在河道内或岸边。

**11.2.6** 沉管基础施工时，沟槽两侧定位桩上应设置基础高程标志，投料位置应准确。

**11.2.7** 沉管管道下水浮运施工应符合下列规定：

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，潮汐河流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）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；

4 管道（段）采用起重浮吊吊装时，应正确选用吊点，并进行吊装应力与变形验算；

5 下水、浮运、拖运作业时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，并避免外力损伤防腐层。

**11.2.8** 浮运法沉管管道（段）沉放前应符合下列规定：

1 设置管道下沉定位标志；

2 沟槽断面及槽底高程符合规定；

3 管道和施工船舶采用缆绳绑扎牢固，船体保持平稳；

4 压重助沉时，压重装置应安装准确、稳固；

5 灌水设备及排气阀门齐全完好；

6 潜水员装备完毕，做好下水准备。

**11.2.9** 浮运法沉管管道沉放施工应符合下列规定：

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 控制沉放速度，管道（段）整体应均匀、缓慢下沉；

## DB11/T 1835-2021

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，方可撤走起重设备；

5 及时做好管道（段）沉放记录；

6 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、焊接检验等应符合本规程第8章的规定和设计要求；

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（段）轴线方向应设置与管径匹配的弧形管托，应止水严密；浮箱及进水、排水装置应安装、运行可靠，并应由专人指挥操作；

4) 管道（段）接口完成后应防腐处理。

7 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（段）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应经检查合格；

2) 采用管夹抱箍连接时，管夹下半部分可在管道沉放前，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（段）沉放就位后，将管夹上半部分与下半部分对合，并进行水下螺栓安装固定；

3) 采用法兰连接时，两分段管道（段）沉放就位后，法兰螺栓应全部穿入，并进行水下螺栓安装固定；

4) 管夹与管道（段）外壁、及法兰表面的止水密封圈应设置正确。

**11.2.10** 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、锚泊定位等装置应经检查符合要求；应设置专用的管道（段）扶正和对中装置，组装拼接不应受风浪影响；

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 发送管及接口拼装、管位测量等沉管应及时记录。

#### 11.2.11 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，牵引力不应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（段）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；

6 管道（段）沉放完成后，应检查下列内容，并应记录。

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；

## DB11/T 1835-2021

3) 测量管道(段)高程和位置。

### 11.2.12 预制钢筋混凝土管沉管施工应符合下列规定:

#### 1 构筑干坞应符合下列规定:

1) 预制钢筋混凝土管的干坞平面尺寸应满足管节制作、主要设备、工程材料堆放和运输的布置需要;干坞深度应保证管节制作后浮运前的安装工作和浮运出坞的要求,并留出富余水深;

2) 干坞地基强度应满足管节制作要求;表面应设置起浮层,保证干坞进水时管节(段)能顺利起浮;坞底表面允许偏差控制:平整度为10mm、相邻板块高差为5mm、高程为 $\pm 10$ mm。

#### 2 钢筋混凝土管节(段)制作应符合下列规定:

1) 混凝土体积较大的管节预制,宜采用低水化热配合比;应按大体积混凝土施工要求制定施工方案,严格控制混凝土配合比、入模浇筑温度、初凝时间、内外温差等;

2) 管节防水处理、施工缝处理等应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108规定和设计要求;

3) 接口尺寸满足水下连接要求;采用水力压接法施工的柔性接口,管端部钢壳制作应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的规定和设计要求;

4) 管节抗渗检验时,应按设计要求进行预水压试验,或可在干坞中放水按本规程附录C的规定在管节内检查渗水情况。

#### 3 钢筋混凝土管节(段)两端封墙及压载施工应符合下列规定:

1) 封墙结构位置不宜设置在管节(段)接口施工范围内、并便于拆除;

2) 封墙应设置排水阀、进气阀,并根据需要设置人孔,所有预留洞口应设止水装置;

3) 压载装置应满足设计和施工方案要求并便于装拆,布置应对称、配重应一致。

#### 4 沉管基槽开挖施工应符合本规程第11.2.5的规定,采用砂石基

础时厚度可根据施工经验留出压实虚厚，管节（段）沉放前应再次清除槽底回淤、异物；在基槽断面方向两侧可打两排短桩设置高程导轨，便于控制基础整平施工；

5 管节（段）在浮起后出坞前，管节（段）四角干舷有高差、倾斜时，可通过分舱压载调整，不得倾斜出坞；

6 管节（段）浮运、沉放应符合下列规定：

1) 管节（段）下沉前应设置接口对接控制标志并进行复核测量；下沉时应控制管节（段）轴向位置、已沉放节（段）与待沉放节（段）间的纵向间距，接口应准确对接；

2) 所有沉放设备、系统经检查应运行可靠，管段定位、锚碇系统设置应可靠；

3) 沉放应分初步下沉、靠拢下沉和着地下沉阶段，应按施工方案执行，并应连续测量和及时调整压载；

4) 沉放作业应根据管节的惯性运行影响，下沉应缓慢均匀，压载应平稳同步，管节（段）受力应均匀稳定、无变形损伤。

7 管节（段）下沉后的水下接口连接应符合下列规定：

1) 采用水力压接法施工柔性接口时，施工程序可见图11.2.12，管节（段）轴向位置在压接完成前应稳定，并应悬浮在管基上；



图11.2.12 水力压接法主要施工程序

2) 采用刚性接口钢筋混凝土管施工时，应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的规定。

**11.2.13** 管道验收合格后应及时回填沟槽。回填时，应投抛砂砾石将管道拐弯处固定后，再均匀回填沟槽。水下部位的沟槽管顶以上的覆土厚度，应大于河床的冲刷深度。

### 11.3 桥管施工

#### 11.3.1 桥管工程施工方案应包括下列内容：

- 1 施工平面布置图及剖面图；
- 2 桥管吊装施工方法的选择及相应的技术要求；
- 3 吊装前地上管节组对拼装方法；
- 4 管道支架安装方法；
- 5 施工各阶段的管道强度、刚度、稳定性验算；
- 6 管道吊装测量控制方法；
- 7 施工机械设备数量与型号的配备；
- 8 水上运输航线的确定，通航管理措施；
- 9 施工场地临时供电、供水、通讯等设计；
- 10 水上、水下等安全作业和航运安全的保证措施。

#### 11.3.2 桥管管道安装铺设前准备工作应符合下列规定：

1 桥管的地基与基础、下部结构工程经验收合格，并满足管道安装条件；

2 墩台顶面高程、中线及孔跨径，经检查满足设计和管道安装要求；与管道支架底座连接的支承结构、预埋件已找正合格；

3 应对不同施工工况条件下临时支架、支承结构、吊机能力等进行强度、刚度及稳定性验算；

4 待安装的管节（段）应符合下列规定：

- 1) 钢管组对拼装及管件、配件、支架等经检验合格；
- 2) 分段拼装的钢管，其焊接接口的坡口加工、预拼装的组对满足焊接工艺、设计和施工吊装要求；
- 3) 钢管除锈、涂装等处理应符合设计要求；
- 4) 表面附着污物已清除。

11.3.3 施工中应对管节（段）的吊点和其他受力点位置进行强度、稳定性和变形验算，必要时应采取加固措施。

11.3.4 管节（段）移运和堆放，应有相应的安全保护措施，管体不

应损伤；堆放场地应平整夯实，支承点应与吊点位置一致。

**11.3.5 管道支架安装应符合下列规定：**

- 1 应在支架安装完成后方可进行管道施工；
- 2 支架底座的支承结构、预埋件等的加工、安装应符合设计要求，且连接牢固；
- 3 管道支架安装应符合下列规定：
  - 1) 支架与管道的接触面应平整、洁净；
  - 2) 有伸缩补偿装置时，固定支架与管道固定之前，应先进行补偿装置安装及预拉伸（或压缩）；
  - 3) 导向支架或滑动支架安装应无歪斜、卡涩现象；安装位置应从支承面中心向位移反方向偏移，偏移量应符合设计要求，宜为设计位移值的1/2；
  - 4) 弹簧支架的弹簧高度应符合设计要求，弹簧应调整至冷态值，其临时固定装置应待管道安装及管道试验完成后方可拆除。

**11.3.6 管节（段）吊装应符合下列规定：**

- 1 吊装设备的安装与使用应遵守有关安全技术规定；
- 2 采用吊环起吊时，吊环应顺直；吊绳与起吊管道轴向夹角小于60°时，应设置吊架或扁担使吊环尽可能垂直受力；
- 3 管节（段）吊装就位、支撑稳固后，方可卸去吊钩；就位后不能形成稳定的结构体系时，应进行临时支承固定；
- 4 按规定做好管节（段）吊装施工监测，发现问题及时处理。

**11.3.7 桥管采用分段拼装时还应符合下列规定：**

- 1 高空焊接拼装作业时应设置防风、防雨设施，并应做安全防护措施；
- 2 分段悬臂拼装时，每管段轴线安装的挠度曲线变化应符合设计要求；
- 3 管段间拼装焊接应符合下列规定：
  - 1) 接口组对及定位应符合国家现行标准的相关规定和设计要求，

## **DB11/T 1835-2021**

不得强力组对施焊；

2) 临时支承、固定措施可靠，避免施焊时该处焊缝出现不利的施工附加应力；

3) 采用闭合、合龙焊接时，施工技术要求、作业环境应符合设计及施工方案要求；

4) 管道拼装完成后方可拆除临时支承、固定设施。

**4** 应进行管道位置、挠度的跟踪测量，必要时应进行应力跟踪测量。

## 12 顶管施工

### 12.1 一般规定

**12.1.1** 应根据管道所处土层性质、管径、地下水位、地上与地下建（构）筑物和各种设施等因素，选择管道顶进的方法。

**12.1.2** 采用手掘式或机械式挖土法顶进时，地下水控制应符合本规程第5章地下水控制的规定。

**12.1.3** 顶管管节长度应根据井室位置、现场条件、顶管顶力、后背承载能力和管道允许承载能力等因素综合确定。

**12.1.4** 顶管的顶力宜按公式（12.1.4）计算：

$$F_p = \pi D_1 L f_k + N_F \quad (12.1.4)$$

式中： $F_p$ —顶进阻力（kN）；

$D_1$ —管道的外径（m）；

$L$ —管道设计顶进长度（m）；

$N_F$ —顶管机的迎面阻力（kN）；不同类型顶管机的迎面阻力按表12.1.4-1选择计算式；

$f_k$ —管道外壁与土的单位面积平均摩阻力（kN/m<sup>2</sup>），通过试验确定；对于采用触变泥浆减阻技术的宜按表12.1.4-2选用。

表12.1.4-1 顶管机迎面阻力（ $N_F$ ）的计算公式

顶进方式	迎面阻力（kN）	式中符号
敞开式	$N_F = \pi(D_g - t)tR$	$t$ —工具管刃脚厚度（m）
挤压式	$N_F = \frac{\pi}{4} D_g^2 (1 - e)R$	$e$ —开口率
网格挤压	$N_F = \frac{\pi}{4} D_g^2 \alpha R$	$\alpha$ —网格截面参数，取 $\alpha = 0.6 \sim 1.0$

续表12.1.4-1

顶进方式	迎面阻力 (kN)	式中符号
气压平衡式	$N_f = \frac{\pi}{4} D_g^2 (\alpha R + P_n)$	$P_n$ —— 气压强度 (kN/m <sup>2</sup> )
土压平衡和泥水平衡	$N_f = \frac{\pi}{4} D_g^2 P$	$P$ —— 控制土压力

注: 1  $D_g$ ——顶管机外径 (m);

2  $R$  —— 挤压阻力 (kN/m<sup>2</sup>), 取  $R=300\text{kN/m}^2\sim 500\text{kN/m}^2$ 。

表12.1.4-2 采用触变泥浆的管外壁单位面积平均摩擦阻力  $f$  (kN/m<sup>2</sup>)

管材	土类			
	黏性土	粉土	粉、细砂土	中、粗砂土
钢筋混凝土管	3.0~5.0	5.0~8.0	8.0~11.0	11.0~16.0
钢管	3.0~4.0	4.0~7.0	7.0~10.0	10.0~13.0

注: 当触变泥浆技术成熟可靠、管外壁能形成和保持稳定、连续的泥浆套时,  $f$  值可直接取  $3.0\text{kN/m}^2\sim 5.0\text{kN/m}^2$ 。

### 12.1.5 长距离顶管宜采取下列措施:

- 1 提高后背及后背墙体的承载力;
- 2 采用减阻剂如触变泥浆减小管壁与土壤的摩擦力;
- 3 采用中继间接力顶进;
- 4 采用对顶方法。

12.1.6 顶管宜采用工作井壁作后背墙, 应根据顶力, 按下列规定对后背的安全进行核算, 并采取加固措施。后背原土不能满足顶力要求时, 应设计结构稳定可靠、拆除方便的人工后背。

1 根据需要的总顶力及后背墙及墙后土体的单位面积允许承载力 (kN/m<sup>2</sup>) 估算后背受力面积;

2 核算后背受力宽度, 应根据需要的总顶力, 使土壁单位宽度上受力不大于土壤的总被动土压力。后背每米宽度上土壤的总被动土压力 (kN/m) 可按公式 (12.1.6-1) 计算:

$$P = \frac{1}{2} \gamma h^2 \tan^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) + 2Ch \tan(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \quad (12.1.6-1)$$

式中： $\gamma$ —土壤的重度（ $\text{kN/m}^3$ ）；  
 $h$ —天然土壁后背的高度（ $\text{m}$ ）；  
 $\varphi$ —土壤的内摩擦角（ $^\circ$ ）；  
 $C$ —土壤的粘聚力（ $\text{kN/m}^2$ ）。

3 后背长度可采用公式（12.1.6-2）核算：

$$L = \sqrt{\frac{P}{B}} + L_a \quad (12.1.6-2)$$

式中： $L$ —后背长度（ $\text{m}$ ）；  
 $P$ —顶管需要的总顶力（ $\text{kN}$ ）；  
 $B$ —后背受力宽度（ $\text{m}$ ）；  
 $L_a$ —附加安全长度（ $\text{m}$ ），砂土可取2；亚砂土可取1；粘土、亚粘土取0。

**12.1.7** 顶钢管时，应根据设计要求进行防腐绝缘，检验合格后，应对绝缘防腐层采取保护措施。当采用钢丝网水泥保护层时，应在适当距离焊制保护钢丝网水泥的肋板。顶进设备与管口接触部位，应设特制护口边圈保护管壁。

**12.1.8** 顶管过程中，挖土或校正造成管外空隙过大时，应对管外空隙进行灌浆填充。

**12.1.9** 钢筋混凝土管完成顶进后，应及时浇筑两端管下混凝土基础，管端不能及时浇筑混凝土基础时，宜垫临时方木，并应及时将管内及管缝清理干净，按设计要求进行接口施工。

**12.1.10** 管内出土运输采用干式出土时宜直接吊至地面，采用湿式出土时，地面应设泥水分离装置，不应污染环境。

## 12.2 工作井及后背

**12.2.1** 顶管工作井位置的选定，应符合下列规定：

- 1 宜选在管道的井室位置；
- 2 应靠近电源与水源，便于设备、材料运输及下管、出土、排

## DB11/T 1835-2021

水等；

3 当顶管段两端条件相近时，宜选在管线下游；

4 在有曲线又有直线的顶管中，工作井应设置在直线段的一端；

5 工作井距铁路路基与公路路基的距离，应根据路基及井壁的安全坡度确定，并征得管理单位的同意；

6 宜避开现有建（构）筑物，减少施工扰动对周围环境的影响，对地上与地下构筑物应采取保护与安全措施。

**12.2.2** 顶管工作井的开挖断面，应根据工作井类型、现场环境、土质、挖深、地下水位及支撑材料规格、管径、管长、顶管机具规格、下管及出土方法等条件确定。

**12.2.3** 工作井的支撑应根据开挖断面、挖深、土质条件、地下水状况及总顶力等进行施工设计，确定支撑形式，并应符合下列规定：

1 应制订防护、支撑结构方案；

2 应制订开挖方法、开挖顺序和放测方案；

3 工作井支护形式宜选用逆作锚喷支护、SMW 工法、地下连续墙、钢板桩、沉井等；

4 除沉井和连续墙外，其他形式的工作井，当顶力较大时皆应设置钢筋混凝土后背墙；

5 可采用圆形、矩形、多边形工作井。管线中间的工作井和深度较大的工作井，应采用圆形或多边形工作井。

**12.2.4** 顶进工作井底部平面尺寸大小宜根据顶进管道的管径大小、管节长度、操作空间、设备及后背尺寸等情况而定。接收工作井底部平面尺寸大小宜根据顶进方式、管线井室大小确定。并应符合下列规定：

1 工作井底尺寸应按公式（12.2.4-1）和（12.2.4-2）计算：

$$L=L_1+L_2+L_3+L_4+L_5 \quad (12.2.4-1)$$

$$B=D_1+S \quad (12.2.4-2)$$

式中： $L$ —工作井最小长度（m）；

$B$  —工作井最小宽度 (m) ;

$S$  —操作宽度 (m) , 取2.4m~3.2m, 采用泥水平衡顶管机时宜用大值;

$D_1$ —管外径 (m) ;

$L_1$ —管节顶进后, 尾部压在导轨上的最小长度 (m) , 顶钢筋混凝土管取0.3m~0.5m; 金属管取0.6m~0.8m; 机械挖土、挤压出土及管前使用其他工具管时, 工具管长度如大于上述铺轨长度的要求,  $L_1$  应取工具管长度;

$L_2$ —取管节、设计井室长和顶管机长度较大者 (m) ;

$L_3$ —护口顶铁厚度 (m) , 通常取0.2m~0.3m;

$L_4$ —液压油缸长度 (m) ;

$L_5$ —后背所占工作井长度 (m) , 包括横木、立铁、横铁, 取0.5~0.85m。

2 接收工作井底宽、底长 (圆形井选二者中较大者为直径) 最小值宜按公式 (12.2.4-3) 和 (12.2.4-4) 计算:

$$L_0 = L_2 + L_4 \quad (12.2.4-3)$$

$$B_0 = D_1 + S_1 \quad (12.2.4-4)$$

式中:  $L_0$ —接收井最小长度 (m);

$B_0$ —接收井最小宽度 (m) ;

$D_1$ —管外径 (m);

$S_1$ —接收井操作宽度 (m) , 取0.6m~1.0m;

$L_2$ —取管节、设计井室长和顶管机长度较大者 (m) ;

$L_4$ —液压油缸长度 (m) 。

3 工作井深度应符合公式 (12.2.4-5) 和 (12.2.4-6) 的规定:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 \quad (12.2.4-5)$$

$$H_2 = h_1 + h_2 \quad (12.2.4-6)$$

## DB11/T 1835-2021

式中： $H_1$ —顶进井地面至井底的深度（m）；

$H_2$ —接收井地面至井底的深度（m）；

$h_1$ —地面至管道底部外缘的深度（m）；

$h_2$ —管底操作空间（m）：

钢管可取  $h_2=0.7\text{m}\sim 0.8\text{m}$ ；

其他管材可取  $h_2=0.4\text{m}\sim 0.5\text{m}$ ；

$h_3$ —基础及其垫层的厚度。不应小于该处井室的基础及垫层厚度（m）。

**12.2.5** 工作井应设防雨罩，工作井内应设集水坑，四周设安全护栏和上、下工作井安全爬梯及安全指示灯。

**12.2.6** 采用原状土作后背墙时，后背墙的安装应符合下列规定：

1 后背墙土壁应铲修平整，并使壁面与管道顶进方向垂直；

2 后背宜采用型钢和钢板焊接加工的整体式后背，组装后的后背应有足够的强度和刚度；后背面积应使后背墙后土体的承载能力满足顶力要求，其埋深应低于工作井底，且不应小于500mm；

3 后背墙土体壁面应与后背紧贴，孔隙应用砂石料填塞密实；

4 根据后背施工设计安装后背，紧贴土体的后背材料，如型钢、预制后背等应横放，在其前面应放置立铁，立铁前应放置横铁。

**12.2.7** 顶管工作井及后背墙的施工允许偏差应符合现行地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071的规定。

**12.2.8** 工作井为沉井或地下连续墙墙体时，可采用拼装式后背，后背墙为原状土或桩体时，应采用整体式后背。当无原状土后背墙时，应设计满足顶力需求的人工后背。利用已完成顶进的管段作后背墙时，顶力中心宜与已完工管道中心重合，顶力应小于已顶管道的顶力；后背钢板与管口间应垫缓冲材料，管口不应损伤。

**12.2.9** 顶管入土洞口处，在工作井壁上应设密封圈及洞口封门。

**12.2.10** 顶管完成后，应及时拆除、清理工作井，并应进行检查井

施工等工序，经检验合格后应及时回填。

### 12.3 设备安装

**12.3.1** 后背安装应符合本规程第12.2.6条的规定，安装质量应符合本规程第12.2.7条的规定。

**12.3.2** 导轨安装应符合下列规定：

- 1 导轨应选用钢质材料制作，宜根据管材质量选配钢轨作导轨；
- 2 应在检验合格的基础上安装枕铁、枕木，在检验合格的枕铁上安装导轨；
- 3 枕铁宜用型钢制成，并附有固定导轨的特制螺栓，枕铁应直顺、平整；采用枕木时，截面宜采用150mm×150mm；
- 4 两根导轨应顺直，两根导轨的内距按公式（12.3.2）计算：

$$A = 2\sqrt{\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 - \left[\frac{D_1}{2} - (h - e)\right]^2}$$

$$= 2\sqrt{[D_1 - (h - e)](h - e)} \quad (12.3.2)$$

式中：A — 两导轨内距（mm）；

$D_1$  — 管外径（mm）；

$h$  — 导轨高（mm）；

$e$  — 管外底距枕铁（枕木）面的距离（mm）。

5 导轨及枕铁的安装质量应符合现行地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071的规定。

**12.3.3** 工作平台安装应符合下列规定：

- 1 工作平台应在顶管工作井开挖与支护完成后进行；
- 2 工作平台应按施工设计图要求支搭；
- 3 工作平台承重主梁应根据管重、人重及其他附加荷载，计算选用，主梁两端伸出工作井壁搭接不得小于1.2m；平台口的尺寸宜按公式（12.3.3-1）和（12.3.3-2）确定：

$$\text{长度 } L = L_2 + 0.8 \quad (12.3.3-1)$$

$$\text{宽度 } B = D_1 + 0.8 \quad (12.3.3-2)$$

式中： $L_2$ —管节长度（m）；

$D_1$ —管外径（m）。

4 应根据起吊设备能力及起吊物质量核算起重架；支搭于工作平台上的起重架，宜与防雨、雪棚架结合成一体，安装应牢固；

5 工作井上的平台孔口应安装护栏，上、下人的地方设置牢固方便的爬梯。

#### 12.3.4 垂直起重运输设备安装应符合下列规定：

1 安装前应对卷场机、电动葫芦、手动葫芦等起重设备进行全面检查，设备应完好，方可安装；

2 检查电动葫芦走行轮应与走行轨道匹配；

3 起重设备安装后在正式作业前应试吊，吊离地面100mm左右时，应检查重物、设备，确认安全后，方可起吊；

4 起重设备应设专人检验、安装，并应遵守安全操作规程；

5 现场起重吊装施工作业应符合现行行业标准《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276的规定。

#### 12.3.5 顶进设备安装应符合下列规定：

1 安装前应对液压油缸、高压油泵、液压管路控制系统及顶铁等进行检查，设备应完好，方可安装；

2 应根据顶管工作井的施工设计，安装高压油泵、管路及控制系统。油泵宜设置在液压油缸附近；油管应直顺、转角少；油泵应与液压油缸相匹配，并应有备用油泵；液压油缸的油路应并联，每台液压油缸应有进油、退油的控制系统；液压油缸的着力中心宜位于管节（段）总高的1/4左右处，且不小于组装后背高度的1/3；

3 顶管机或工具管，应在导轨、工作平台、垂直起重设备安装完成后进行安装；安装前应对设备进行检查，使其处于完好状态；顶管机安装完毕后，应对刀盘、铰接和控制阀组等系统进行试运转调试，使其处于正常工作状态；顶铁应放置在工作井内顶进方向的

两侧，摆放整齐，方便安装；顶进设备安装后应试车运行；

4 工作井的总电源闸箱及用电设备，应执行三相五线制，应安装漏电保护装置，工作井及管内应使用36V以下的照明设备，管节材质为钢管时，管内应使用12V以下的照明设备。现场临时用电应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46的规定；

5 长度超过150m的进人操作顶管，应配置通风设施。

## 12.4 顶 进

**12.4.1** 顶进前应检查下列内容，确认条件具备时方可顶进：

1 全部设备应经过检查，并应经试运转确认正常；

2 顶管机或首节管在导轨上的中心线、坡度、高程应符合本规程第12.3.2条的规定；

3 已具备防止流动性土或地下水由洞口进入工作井的措施，并应符合下列规定：

1) 洞口周围土体含地下水，条件允许可采取降水措施时，可采取注浆等措施加固土体以封堵地下水；

2) 在拆除封门时，顶管机外壁与工作井洞圈之间应设置洞口止水装置，顶进施工时泥水不应渗入工作井；

3) 现场地下水控制施工作业应符合本规程第5章的规定。

4 已制订开启封门的措施。

**12.4.2** 顶管机及首节管空顶就位后，拆除洞口封门，拆除洞口封门应符合下列规定：

1 采用钢板撑支架、逆作锚喷支护时，应采取保持洞口上方支撑稳固；

2 采用沉井、地下连续墙，应先拆除内侧的临时封门，再拆除井壁外侧的封门或其他的封堵设施；

3 在不稳定土层中顶管时，封门拆除后应将顶管机立即顶入土层内。

## **DB11/T 1835-2021**

**12.4.3** 封门拆除后，顶管机应连续顶进，直至洞口及止水装置发挥作用为止。初始顶进5m~10m 范围内，应增加测量密度，顶管机或首节管允许偏差为：轴线位置3mm；高程0mm~+3mm。当接近允许偏差时，应采取措施纠偏。

**12.4.4** 顶进应连续施工。

**12.4.5** 穿越铁路、道路、公路、地下管线和建（构）筑物时，应经相关管理单位和产权单位取得批准，并建立配合组织机构；顶进应在道轨路基加固后进行。

**12.4.6** 人工挖土顶管应符合下列规定：

1 管前挖土长度，土质良好，在正常顶管地段，不宜超越管端500mm；铁路道轨下不得超越管端以外100mm，并随挖随顶，在道轨以外不得超过300mm；在土质不良地段，开挖超越管端距离，不得大于300mm，或按照施工组织设计的要求；

2 敞口式（手工掘进）顶管施工的分为有工具管和无工具管两种方式，采用敞口式（手工掘进）顶管施工时，不得管前超挖；

3 人工挖土顶管时，管前挖土人员应在管内操作。土质不良，管前应加工具管，挖土人员不应在工具管外进行作业；

4 有工具管的顶管施工中，人工挖土前应先先将工具管刃口部分切入周边土体中，挖土应根据地层条件，辅以必要的止水或注浆加固等措施，使正面土体挖土程序按自上而下分层开挖；

5 在顶进过程中遇到突发情况时，应立即停止顶进，采取相应措施；

6 液压油缸及出土运输机械的操作人员，应听从挖土指挥人员的指挥。

**12.4.7** 顶钢筋混凝土管时，接口处应安装内胀圈，安装胀圈时应使管口居中。胀圈宜用整体式或分块式。使用整体式胀圈时，上部及两侧与混凝土管的间隙用木楔背紧。使用分块组成的胀圈时，宜通过调整反正扣螺栓，使内胀圈与混凝土管壁贴紧。企口混凝土管内

胀圈可适量安设。

**12.4.8** 顶钢筋混凝土管时，两管接口处应加衬垫。并应符合下列规定：

1 企口管应垫于外榫处，使顶进后的管内缝宽10mm~20mm，并应进行填缝；

2 采用T形钢套环橡胶圈防水接口时，应符合下列规定：

1) 水泥混凝土管节表面应光洁、平整、无砂眼和气泡；

2) 钢套环尺寸符合设计要求，接口无斑点，焊接接缝平整，肋部与钢板平面垂直，且应按设计要求进行防腐处理；

3) 橡胶圈应符合本规程第8.3.2条规定；安装前应保持清洁，无油污，且不应在阳光下暴晒。

**12.4.9** 顶进钢管接口焊接后，接口处应补作防腐绝缘层及钢丝网水泥保护层，抹钢丝网水泥时，宜加速凝剂。

**12.4.10** 管道采用焊接口时，应开挖接口焊接工作井，焊接工作井处导轨宜断开150mm左右，导轨应采取加固措施。

**12.4.11** 在软土层中顶进混凝土管时，为防止管节漂移，可将前3节~5节管与工具管用柔性连接装置联成一体。

**12.4.12** 顶进作业时，不宜进行工作井内的垂直运输；进行垂直运输时，不宜顶进作业。

**12.4.13** 每班均应填写施工记录。施工记录应包括顶进长度、顶力数值或油泵压力表数值、管位偏差及其校正情况、机械运转情况、土质水位变化以及出现的问题和应注意事项。交接时应将施工记录向下一班交接清楚。施工记录应符合现行地方标准《地下管线非开挖铺设工程施工及验收技术规程 第2部分 顶管施工》DB11/T 594.2的规定。

**12.4.14** 人工顶管对向施工时，在顶至两管端相距约1.0m时，宜从两端中心掏挖小洞，使两管能通视，校核两管中心线及高程，进行纠偏、对口。

## DB11/T 1835-2021

**12.4.15** 顶管终止顶进后，应向管外壁与土层间形成的空隙，或减阻触变泥浆层进行充填、置换，应保障被穿越的地面构筑物安全。

**12.4.16** 采用机械顶进时，应在导轨上安装顶管机，并与首节管对接。且应校核顶管机、首节管的中心线及前后两端的高程，确认无误后，方可顶进，并应符合下列规定：

1 顶管机与首节管节连接时，其尾部在导轨上的长度不应小于300mm，混凝土管为企口管时，应在顶管机或工具管尾部处先安装承口钢环，与企口管的插口均匀吻合；

2 顶管机与首节管节之间应有设置多个可调节长度的拉紧装置，该拉紧装置应拉紧顶管机与管节并调节两者之间的角度；

3 应根据土质及顶管机或工具管的机械性能，确定顶进速度；挖土量、输土量与顶速应匹配，当土质变化时应及时调整；

4 当产生切削功率陡增或顶力陡增及遇突发情况时，应停止顶进，分析原因，采取措施后再恢复顶进。

**12.4.17** 顶进过程，顶铁拆装及使用应符合下列规定：

1 顶铁应无歪斜扭曲现象，安装应直顺；

2 每次退回液压油缸活塞换放顶铁时，应换用可能安放的最长顶铁；

3 顶进过程中，顶铁上方及侧面不得站人，并应随时观察，顶铁有错位、扭曲迹象时，应采取措施，防止崩铁。

**12.4.18** 施工的测量与纠偏应符合下列规定：

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

2 顶进施工测量前应对井内的测量控制基准点进行复核；发生工作井位移、沉降、变形时应及时对基准点进行复核；

3 顶进施工中应对管道水平轴线和高程进行连续测量。距离较长的顶管，宜采用计算机辅助的导线法（自动测量导向系统）进行测量；在管道内增设中间测站进行常规人工测量时，宜采用少设测

站的长导线法，每次测量均应对中间测站进行复核，并采取措施减少长距离相对密闭管道内的测量误差；

4 顶管过程中应绘制顶管机水平与高程轨迹图、顶力变化曲线图、管节编号图，随时掌握顶进方向和趋势；在顶进中及时纠偏，宜采用小角度纠偏方式，不宜采用大角度急纠偏；纠偏时开挖面土体应保持稳定；采用挖土纠偏方式，超挖量应符合地层变形控制和施工设计要求。

**12.4.19** 顶管管道贯通后，工作井中的管端应按下列规定处理：

- 1 进入接收工作井的顶管机和管端下部应设枕垫；
- 2 管道两端露在工作井中的长度不小于500mm，且不得有接口；
- 3 工作井中露出的管道端部应及时浇筑混凝土基础。

**12.4.20** 顶管结束后进行触变泥浆置换。置换用泥浆宜采用水泥砂浆、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。拆除注浆管路后，将管道上的注浆孔封闭严密。

**12.4.21** 钢筋混凝土管、玻璃钢管顶进结束后，管道内的管节接口间隙应按设计要求处理；设计无要求时，可采用弹性密封胶密封，其表面应抹平、不得凸入管内。

**12.4.22** 现场起重吊装施工作业应符合现行行业标准《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276的规定。

## 12.5 中继间

**12.5.1** 中继间的加设及数量，应根据顶进作业总顶力的计算和顶进管材的管壁承受能力经施工设计确定。

**12.5.2** 中继间应符合下列规定：

- 1 应具有足够刚度、卸装方便，在使用中应具有良好的连接性、密封性；
- 2 液压油缸应保证顶进与纠偏需要；

## DB11/T 1835-2021

3 中继间的设计最大顶力不宜超过管节承压面抗压能力的70%；

4 第一个中继间的设计顶力，其允许最大顶力应能克服前方管道的外壁摩擦阻力及顶管机的迎面阻力之和；而后续中继间设计顶力应克服两个中继间之间的管道外壁摩擦阻力；

5 确定中继间位置时，中继间顶力宜留有30%的顶力储备；第一个中继间位置应根据经验确定并提前安装，同时考虑正面阻力反弹，防止地面沉降；

6 中继间密封装置宜采用径向可调形式，密封配合面的加工精度和密封材料的质量应满足要求；

7 超深、超长距离顶管工程，中继间应具有可更换密封止水圈的功能；

8 中继间设备应简洁、体积小，其液压设备与工作井顶进设备宜集中控制。

### 12.5.3 中继间安装应符合下列规定：

1 中继间壳体应有足够的刚度；其千斤顶的数量应根据该段施工长度的顶力计算确定，并沿周长均匀分布安装；其伸缩行程应满足施工和中继间结构受力的要求；

2 中继间外壳在伸缩时，滑动部分应具有止水性能和耐磨性，且滑动时无阻滞；

3 中继间安装前应检查各部件，确认正常后方可安装；安装完毕应通过试运转检验后方可使用；

4 中继间应在道轨上与顶进管连接牢固，顶进中不得错位；

5 第一个中继间距首节管距离由施工设计确定；第二个中继间加设位置应根据顶管迎面阻力情况确定；

6 中继间超过3个时，宜设启动中继间的联动装置，其工作顺序应自距顶管机或工具管最近的中继间开始。

### 12.5.4 中继间使用应符合下列规定：

1 中继间使用中发生故障应立即组织修复；

2 中继间液压油缸伸出时，其他中继间应保持不动，在所有中断间依次完成顶伸后，工作井内主顶液压油缸完成最后顶进作业；

3 完成管段顶进作业后，中继间应从第一组起逐组拆卸，并在中继间与管节合拢前安装止水材料，或浇筑钢筋混凝土。

**12.5.5** 中继间拆除应符合下列规定：

1 中继间的启动和拆除应由前向后依次进行；

2 拆除中继间时，应具有对接接头的措施；中继间的外壳不拆除时，应在安装前进行防腐处理；

3 钢管顶管的中继间闭合焊接完成后，应对焊接部位进行100%的探伤检测。

## 12.6 触变泥浆减阻

**12.6.1** 触变泥浆注浆工艺应包括下列规定：

1 泥浆配比、注浆量及压力的确定；

2 制备和输送泥浆的设备及其安装；

3 注浆工艺、注浆系统及注浆孔的布置。

**12.6.2** 顶管过程中，宜采用在管节四周注触变泥浆，确保顶进时管外壁和土体之间的间隙能形成稳定、连续的泥浆套，减少顶力和防止土层坍塌。

**12.6.3** 泥浆材料的选择、组成和技术指标要求，应经现场试验确定；顶管机尾部同步注浆宜选择黏度较高、失水量小、稳定性好的材料；补浆的材料宜黏滞小、流动性好。

**12.6.4** 触变泥浆注浆系统应符合下列规定：

1 制浆装置容积应满足形成泥浆套的需要；

2 注浆泵宜选用液压泵、活塞泵或螺杆泵；

3 注浆管应根据顶管长度和注浆孔位置设置，管接头拆卸方便、密封可靠；

4 注浆孔的布置按管道直径大小确定，每个断面可设置3~5个；

## **DB11/T 1835-2021**

相邻断面上的注浆孔可平行布置或交错布置；每个注浆孔宜安装球阀，在顶管机尾部和其他适当位置的注浆孔管道上应设置压力表；

5 注浆前，应检查注浆装置水密性；注浆时压力应逐步升至控制压力；注浆遇有机械故障、管路堵塞、接头渗漏等情况时，经处理后方可继续顶进。

**12.6.5** 采用触变泥浆顶管应包括下列设备：泥浆封闭设备、注浆泵、输浆干管、分浆罐及注浆孔等灌浆设备；拌和机及储浆罐等调浆设备。

**12.6.6** 顶混凝土管时，应在接口处衬垫麻辫或橡胶板等材料，防止接口漏浆。内胀圈宜用分块组成的胀圈，以便于和管壁贴紧，垫放防漏材料。

**12.6.7** 灌浆应从顶管的前端进行，待顶进数米后，再从后端及中间进行补浆。

**12.6.8** 灌浆用注浆泵进行。输浆管宜用钢管或高压胶管，布设至注浆孔，加装注浆分闸门和止逆阀。顶管机尾部的后续几节管节应连续设置注浆孔。

**12.6.9** 应根据“同步注浆与补浆相结合”和“先注后顶、随顶随注、及时补浆”的原则，制定合理的注浆工艺。

**12.6.10** 施工中应对触变泥浆的黏度、重度、pH 值、注浆压力、注浆量进行检测。

**12.6.11** 触变泥浆宜采用膨润土配制，膨润土在使用前应测定其胶质价。

## **12.7 曲线顶管**

**12.7.1** 曲线顶进时，应分别计算其直线段与曲线段顶力，累加得到总顶力。直线段的顶力应按公式（12.1.4）计算，曲线段的顶力宜按公式（12.7.1-1）计算；无经验公式时，可按相同条件下直线顶管的顶进阻力并考虑安全系数进行估算：

$$F_c = K^n F_0 + \frac{F'(K^{n+1} - K)}{K - 1} \quad (12.7.1-1)$$

式中： $F_c$  — 顶力 (kN)；

$K$  — 曲线顶管的摩擦系数；

$$K = \frac{1}{(\cos a - k \sin a)} \quad (12.7.1-2)$$

$a$  — 每一根管节所对应的圆心角 ( $^\circ$ )；

$k$  — 管道与土层之间的摩擦系数， $k = \tan\left(\frac{\varphi}{2}\right)$ ；

$n$  — 曲线段顶进施工所采用的管节数量；

$F_0$  — 开始曲线顶进时的初始顶力 (kN)；

$F'$  — 作用于单根管节上的摩阻力 (kN)。

### 12.7.2 最小曲率半径计算应符合下列规定：

1 应根据管道周围土体承载力、施工顶力传递、管节接口形式、管径、管节长度、管口端面木衬垫厚度等因素；

2 当传力面一侧压应力为零，另一侧压应力为最大的受力模式时，可按公式 (12.7.2-2)、(12.7.2-3)、(12.7.2-4) 计算：

$$R_1 = \frac{L + a}{\tan \theta} \quad (12.7.2-1)$$

$$\tan \theta = \frac{2(f_{p2} - f_{p1})}{d} \left[ \frac{a}{E_p} + \frac{h_p L / t}{E_c} \right] \quad (12.7.2-2)$$

$$f_{p1} = \frac{F_{di}}{A_p} \quad (12.7.2-3)$$

$$f_{p1} = \frac{2F_{di}}{A_p} \quad (12.7.2-4)$$

## DB11/T 1835-2021

式中： $R_1$  —曲率半径（mm）；  
 $L$  —管段的长度（mm）；  
 $a$  —木垫圈厚度（mm）；  
 $\theta$  —接头处转角（弧度）；  
 $E_p$  —垫圈材料弹性模量（N/mm<sup>2</sup>）；  
 $E_c$  —管材弹性模量（N/mm<sup>2</sup>）；  
 $t$  —管壁设计厚度（mm）；  
 $h_p$  —垫圈宽度（mm）；  
 $d$  —垫圈外径（mm）；  
 $f_{p1}$  —中心顶力作用下表面均匀压应力（N/mm<sup>2</sup>）；  
 $f_{p2}$  —偏心顶力作用下表面最大压应力（N/mm<sup>2</sup>）；  
 $F_{di}$  —顶力作用设计值（N）；  
 $A_p$  —垫圈与管材接触面积（mm<sup>2</sup>）。

3 管道接头出现张口时的受力模式，可按公式（12.7.2-5）、（12.7.2-6）计算：

$$R_1 = \frac{D_1 - Z}{D_1} \left( \frac{L + a}{\tan \theta} \right) \quad (12.7.2-5)$$

$$\tan \theta = \frac{2(f_{p2} - f_{p1})}{d - Z} \left[ \frac{a}{E_p} + \frac{h_p L / t}{E_c} \right] \quad (12.7.2-6)$$

式中： $Z$ —接头处张口高度（mm）。

**12.7.3** 管节接口在一定角变位时应保持良好的密封性能要求，F型钢承口可增加钢套环承插长度。应垫特殊的楔形垫块，曲线顶管过程中管口不应破坏。垫块可选用无硬节松木板，厚度应满足管节接口端面均匀受力的要求，曲率半径小的曲线顶管应选用较厚的和弹性模量较小的木垫圈。

**12.7.4** 曲线顶管施工时，应根据管节所在曲线段的转弯半径控制相

邻两个管节之间的间隙，管节间隙可按公式（12.7.4-1）、（12.7.4-2）、（12.7.4-3）计算：

$$S_1 = \frac{lD_1}{R - \frac{D_1}{2}} + S_0 \quad (12.7.4-1)$$

$$S_2 = \frac{l(D_1 - t)}{R - \frac{D_1}{2}} + S_0 \quad (12.7.4-2)$$

$$S_3 = \frac{lt}{R - \frac{D_1}{2}} + S_0 \quad (12.7.4-3)$$

式中：  $S_0$  —管外最小开口间隙（mm）；

$S_1$  —管外最大开口间隙（mm）；

$S_2$  —管内最大开口间隙（mm）；

$S_3$  —管内最小开口间隙（mm）；

$l$  —管节长度（mm）；

$R$  —转弯半径（mm）；

$t$  —管壁设计厚度（mm）；

$D_1$  —管节外径（mm）

#### 12.7.5 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；并根据轴向顶力、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 曲线段前部若干管节接口处可通过预埋钢板、预设可调节的拉紧装置，控制和保持接口张开量；软土层或曲率半径较小的顶管，

## DB11/T 1835-2021

可在顶管机后续管节的每个接口间隙位置，预设间隙调整器，形成整体弯曲弧度导向管段；

5 采用敞口式（手掘进）顶管机时，在弯曲轴线内侧可进行超挖；超挖量的大小应考虑弯曲段的曲率半径、管径、管长度等因素，应满足地层变形控制和设计要求，并经现场试验确定；

6 曲线顶管宜选用较短的管节；焊接钢管不宜进行曲线顶管。

**12.7.6** 施工测量应符合本规程第12.4.18条的规定。

## 12.8 土层加固

**12.8.1** 当顶管开挖面及管顶部位遇有粉细砂及砂砾石土层时，应注浆加固土层，防止顶进过程管前坍塌。加固范围应根据土层性质、管径、施工环境条件等，经施工设计确定。

**12.8.2** 土层加固可采用地面垂直钻孔灌浆加固、工作井内管顶水平钻孔灌浆加固、顶进中管内水平钻孔灌浆加固等方法。应在施工设计中选择具体的加固方法、确定加固的具体方案。

**12.8.3** 对松散砂砾层及回填土层，宜采用水泥浆液进行土壤加固。加固应符合下列规定：

1 注浆设备应包括：灰浆搅拌机、注浆泵、注浆干管、注浆孔分闸门等；

2 浆液宜采用水泥粉煤灰系列，应搅拌均匀、无结块；

3 灌浆压力应根据管顶以上覆盖土层的厚度确定，压力宜控制在0.1MPa~0.3MPa。

**12.8.4** 粉细砂及砂砾地层宜采用水玻璃浆液加固。水玻璃灌浆应符合下列规定：

1 应对注浆原料进行检验，测试凝结时间，渗透半径、酸碱度等指标；

2 浆液在配制搅拌时，混合顺序应按：硫酸溶液稀释、降温后，方可进入搅拌装置内→水玻璃溶液稀释→碳酸氢钠溶液进行混合。

水玻璃、碳酸氢钠稀释溶液应根据混合液凝结时间掺入；

- 3** 应根据现场注浆速度及需求量配制浆液。

## 13 水平定向钻施工

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 水平定向钻管道穿越工程施工前，施工单位应根据设计图纸、相关资料进行现场勘察，采用坑探、物探等方法时，应核实穿越段地下管线的位置，并应掌握地下管线运营、周边建（构）筑物位置及交通情况。

**13.1.2** 采用水平定向钻法穿越既有建（构）筑物、铁路、公路、河湖等设施时，施工前，应编制专项施工方案，并应采取有效的防护措施。

**13.1.3** 工作井回填应符合设计要求及现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的规定。

**13.1.4** 回填后应清除地表的钻屑、垃圾，回收剩余钻进液。

### 13.2 施工准备

**13.2.1** 水平定向钻施工前，应根据设计图纸，结合地质、地下管线等条件进行钻进轨迹设计，确定轨迹分段形式、出土点、入土点、直线段最大深度、曲线段的曲率半径、入土角、出土角、直线段长度、曲线段长度等技术参数，并绘制剖面图。

**13.2.2** 水平定向钻钻进曲线段曲率半径宜按下列规定计算：

1 钢管或钻杆的曲线段允许的最小曲率半径可按公式（13.2.2-1）计算：

$$R_g = \beta D_g \quad (13.2.2-1)$$

式中： $R_g$ —钢管或钻杆的导向孔曲率半径最小值（m）；

$\beta$ —曲率半径系数 $\beta=1200\sim 1500$ ；

$D_g$ —钢管或钻杆外径（m）。

2 聚乙烯 PE 材质管道曲线段允许的最小曲率半径可按公式

(13.2.2-2) 计算:

$$R_p = (ED_p)/(2\sigma_p) \quad (13.2.2-2)$$

式中:  $R_p$  —PE 材质管道的导向孔曲率半径最小值 (m);

$E$  —PE 材质弹性模量 (MPa);

$D_p$  —PE 材质管道外径 (m);

$\sigma_p$  —PE 材质允许的最大弯曲应力 (MPa)。

**13.2.3** 水平定向钻进 (出) 土角宜参考下列规定计算:

**1** 无直线段管道入 (出) 土角 (图13.2.3-1) 可按公式 (13.2.3-1)、(13.2.3-2) 计算:

$$\alpha = \frac{90L}{\pi R} \quad (13.2.3-1)$$

$$\alpha = \arcsin \frac{b}{2R} \quad (13.2.3-2)$$

式中:  $\alpha$  —入 (出) 土角 ( $^\circ$ );

$L$  —从入土点到出土点之间的管道铺设长度 (m);

$R$  —导向孔曲率半径 (m);

$b$  —从入土点到出土点之间的水平长度 (m)。

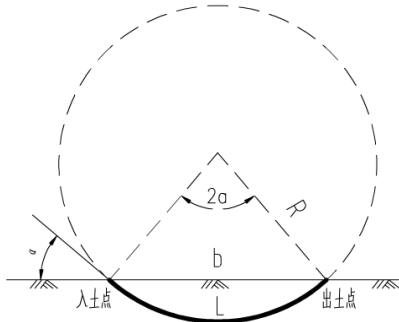


图13.2.3-1 无直线段入 (出) 土轨迹示意图

**2** 五段式导向孔轨迹的管道入 (出) 土角 (图13.2.3-2) 可按公式 (13.2.3-3)、(13.2.3-4)、(13.2.3-5)、(13.2.3-6) 计算:

DB11/T 1835-2021

1) 入土角:

$$\alpha_1 = \arccos \frac{(R_1 - H) + \sqrt{(R_1 - H)^2 + 4R_1L_3}}{2R_1} \quad (13.2.3-3)$$

2) 入土弯曲线段水平长度:

$$L_1 = \sqrt{(H - L_3 \times \tan \alpha_1)(2R_1 - H + L_3 \tan \alpha_1)} \quad (13.2.3-4)$$

3) 出土角:

$$\alpha_2 = \arccos \frac{(R_2 - H) + \sqrt{(R_2 - H)^2 + 4R_2L_4}}{2R_2} \quad (13.2.3-5)$$

4) 出土弯曲线段水平长度:

$$L_2 = \sqrt{(H - L_4 \times \tan \alpha_2)(2R_2 - H + L_4 \tan \alpha_2)} \quad (13.2.3-6)$$

式中:  $H$  — 管道中心线埋深 (m);

$\alpha_1$  — 入土角 ( $^\circ$ );

$R_1$  — 入土曲线段的曲率半径 (m);

$\alpha_2$  — 出土角 ( $^\circ$ );

$R_2$  — 出土曲线段的曲率半径 (m);

$L_1$  — 入土曲线段的水平长度 (m);

$L_2$  — 出土曲线段的水平长度 (m);

$L_3$  — 入土直线段的水平长度 (m);

$L_4$  — 出土直线段的水平长度 (m)。

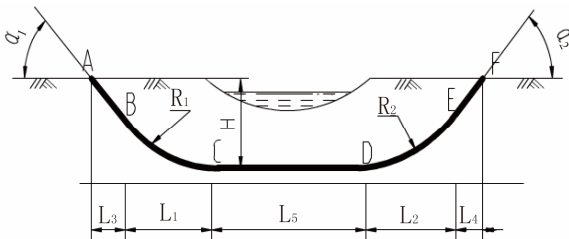


图13.2.3-2 五段式导向孔轨迹示意图

**13.2.4** 水平定向钻机的选型应根据计算回拖力、工艺和施工条件确定，计算回拖力值不应大于钻机额定回拖力的70%。水平定向钻回拖力计算可按公式（13.2.4-1）、（13.2.4-2）、（13.2.4-3）计算：

$$F = (G_1 - G_2)K \quad (13.2.4-1)$$

$$G_1 = (\pi/4)D_1^2 L \gamma_1 \quad (13.2.4-2)$$

$$G_2 = (\pi/4)(D_1^2 - D_i^2)L \gamma_2 \quad (13.2.4-3)$$

式中：  $F$  —回拖力（kN）；

$G_1$  —管线排开钻进液的重量（kN）；

$G_2$  —管线在空气中重量（kN）；

$K$  —管壁与孔壁间摩擦系数，一般取0.2~0.8；

$D_1$  —管道外径（m）；

$D_i$  —管道内径（m）；

$L$  —管线长度（m）；

$\gamma_1$  —钻进液重度（kN/m<sup>3</sup>）；

$\gamma_2$  —管线重度（kN/m<sup>3</sup>）。

**13.2.5** 设备安装应符合下列规定：

1 钻机、泥浆泵等的位置应符合施工组织设计的要求，按使用说明书要求完成现场油管、水管、电路的拼装；

2 钻机动力头中心线与待铺设管道的中心线重合，钻机底盘高程应满足导向需要；

3 钻机桅杆的角度调节，钻杆倾角应满足入土角要求；

4 钻机前支点的固定宜采用地锚固定、井壁固定、带基础的预制件固定等措施的一种或两种组合，前支点应稳固。回拖前应校核钻机的定位；

5 信号发射器安装前应现场校核其测量值与实际值，无线式导向仪的发射器装入导向钻头前，还应检查其电池电量、同步显示器、与之配套的对讲机的工作状态；

## DB11/T 1835-2021

6 钻杆数量应大于待铺设管线长度的1.2倍，且应对钻杆进行检查，及时更换弯曲、含有裂纹、钻杆螺纹损坏的钻杆。

### 13.2.6 工作井施工应符合下列规定：

1 工作井的位置应满足设计的管道长度及管道埋深的要求，还应考虑钻进液的回收与暂存方式。起始工作井宜靠近钻进液调制、存储、处理装置；

2 工作井中心线宜与待铺设管道的中心线重合；

3 工作井的净尺寸应满足导向与回扩孔钻头的安装与拆卸的工艺要求。当采用井内钻进的方式时，起始工作井的净尺寸应满足钻机放置、钻杆连接操作等要求。接收工作井的净尺寸应满足拉入管道连接作业等的要求；

4 工作井的开挖或支护应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268及现行地方标准《建筑基坑支护技术规程》DB11/489的规定。

### 13.2.7 钻进液配置应符合下列规定：

1 钻进液应在专用的搅拌装置中配制，钻孔中返回的泥浆宜进行处理，循环使用；

2 应根据现场条件，通过试验确定钻进液配合比、相对密度、黏度、静切力、动切力、失水量、泥饼厚度、允许含砂量、pH值等基本参数；

3 钻进液的pH值应控制在8~10的范围之内；

4 钻进液的密度宜为 $1.02\text{ g/cm}^3\sim 1.25\text{ g/cm}^3$ ，现场用标准比重称进行测试；

5 钻进液粘度宜符合表13.2.7的规定。

表13.2.7 钻进液马氏粘度

项目	管径	地层					
		亚粘土	粉砂细砂	粗砂砾砂	中砂	粘土	岩石
导向孔	—	35~40	35~40	40~45	45~50	50~55	40~50
扩孔及回拖	$\phi 426\text{mm}$ 以下	35~40	35~40	40~45	45~50	50~55	40~50
	$\phi 426\text{mm} \sim \phi 711\text{mm}$	40~45	40~45	45~50	50~55	55~60	45~55
	$\phi 711\text{mm} \sim \phi 1016\text{mm}$ 以下	45~50	45~50	50~55	55~60	60~80	50~55
	$\phi 1016\text{mm}$ 以上	45~50	50~55	55~60	60~70	65~85	55~65

### 13.3 导向孔钻进

**13.3.1** 钻进过程中应随时将测量数据与设计轨迹比较，调整钻进轨迹，发生偏差时宜采用小角度逐步纠偏。钻孔的轨迹偏差不得大于终孔直径，超出误差允许范围宜退回进行纠偏。

**13.3.2** 导向孔施工应符合下列规定：

1 施工前钻机应进行试运转，时间不应少于15min，确定机具各部分运转正常且钻头喷嘴有泥浆流动后方可钻进；

2 第一根钻杆入土钻进时，应采取轻压慢转的方式，稳定钻进导入位置和保证入土角；且入土段和出土段应为直线钻进，其直线长度宜控制在20m左右；

3 导向孔钻进时，每进一根钻杆应进行钻进距离、深度、侧向位移等的导向探测，曲线段和有相邻管线段应加密探测；

4 导向钻头钻进临近既有管线时，应慢速钻进并复核先导孔轨迹，测算与交叉管线的距离，确认在安全许可范围后再恢复正常钻进；

5 曲线段钻进时，应采取分段施钻，使延伸长度顶角变化均匀。

### 13.4 回扩、清孔

**13.4.1** 回扩、清孔应根据待铺设管道的管径、长度、地层等选择扩孔钻头或清孔器型式。当设计的终孔直径较大或施工设备能力有限

## DB11/T 1835-2021

时，宜采用多次逐级扩孔。

### 13.4.2 回扩、清孔应符合下列规定：

- 1 应从出土点向入土点回扩，扩孔器与钻杆连接应牢固；
- 2 回扩、清孔时应控制动力头行走速度和钻进液黏度，保障孔壁稳定，无坍塌、缩孔等现象；
- 3 分次扩孔时每次回扩的级差宜控制在100mm~150mm；
- 4 待铺设管道的长度大于80m 或导向轨迹为曲线时，终孔孔径宜为待铺设管道的外径的1.2倍~1.5倍；否则宜在1.2倍范围内；
- 5 清孔次数应根据孔内残留的泥渣量、钻进参数等确定。

## 13.5 管道回拖

**13.5.1** 采用焊接方式连接管道时，管道回拖前，应检查管道焊缝、防腐质量，按设计要求进行强度试验，并应经验收合格。

**13.5.2** 回拖管道宜用滚筒支架架起管道或将管道置于发送沟内。

**13.5.3** 管道应从出土点向入土点回拖，应符合下列规定：

- 1 铺设钢管时应根据待铺设管道的管径和长度，制作拉接头或焊接既有拉接头，再将拉接头与分动器、转换卸扣和钻杆连接；
  - 2 铺设塑料管宜采用预制的钢质拉接头，或在管端设置圆木塞，圆木直径应与塑料管内径相同，长度宜为300mm~500mm；
  - 3 宜采用匀速慢拉的方法进行管道回拖。设置防腐层的管道宜将管道端部防腐层拉出预定位置外2m；
  - 4 作用在管道上的拉力应严格控制在设计或管材标注的拉力范围之内，管道示踪线材质、规格应符合设计要求，并应随管道一起回拖就位；
  - 5 塑料管回拖，管端部长度控制应考虑管道回缩变形的影响，应在管道回缩变形稳定后，不少于12h，切除多余部分；
  - 6 回拖后露出的管节外观、管节外防腐层应进行损伤检查。
- 13.5.4** 定向钻管道轴向伸长量经校测应符合设计要求，并应等待

24h 后方可与已敷设的上下游管道连接。

**13.5.5** 管道回拖结束后，应对管道周围的钻进泥浆（液）进行置换改良，减少管道后期沉降量。工作井洞口与管外壁之间应进行封闭、防渗处理。

## 14 夯管施工

### 14.1 一般规定

**14.1.1** 夯进管道应为钢管，夯进管道长度不宜超过80m。

**14.1.2** 在卵砾石地层中夯进，地层中最大粒径卵砾石或最大块状物尺寸不宜大于0.5倍的夯入管道外径。

**14.1.3** 管道穿越道路等设施时，管顶覆土厚度不应小于管道外径的2倍，且应大于1m。

### 14.2 工作井设备安装

**14.2.1** 工作井设置应符合下列规定：

1 地下水位高于工作井井底时，应采取降排水措施，降水深度应低于工作井基底0.5m；

2 工作井基底施工应符合下列规定：

1) 无地下水影响的井底宜采用夯实井底原状土或铺设约200mm厚的级配石作基础及垫层；

2) 有地下水影响或井底原状土为软土时，井底宜先铺设200mm厚的级配石再浇筑混凝土或钢筋混凝土。

**14.2.2** 工作井施工应符合下列规定：

1 起始工作井底部长度宜按公式（14.2.2-1）计算：

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 \quad (14.2.2-1)$$

式中： $L$ —工作井底部长度（m）；

$L_1$ —单根管节长度（m）；

$L_2$ —夯管锤总长（m）；

$L_3$ —夯管附件长度（m），一般为0.4m~1m；

$L_4$ —夯管锤安装、焊接操作间距（m），一般为1m。

2 起始工作井底部宽度宜按公式（14.2.2-2）计算；

$$W = D_1 + 2b \quad (14.2.2-2)$$

式中： $W$  —工作井底宽度（m）；

$D_1$  —管道外径或夯管锤支架宽度中的最大者（m）；

$b$  —单侧操作宽度（m），一般为0.8m~1.2m。

**3** 起始工作井底部深度宜按公式（14.2.2-3）计算：

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \quad (14.2.2-3)$$

式中： $H$  —工作井开挖深度（m）；

$H_1$  —地面至管道外管底的距离（m）；

$H_2$  —管道外管底至基础顶面的距离（m），宜为0.1m~0.3m；

$H_3$  —基础及垫层的厚度（m），宜为0.2m~0.5m。

**14.2.3** 夯管锤应根据管径、夯管长度、地质条件等选择夯管锤外径。

**14.2.4** 导轨安装应符合下列规定：

**1** 导轨应选用槽钢或工字钢制作；

**2** 钢管直径小于排土锥或夯管锤外径时，应在导轨上设置调节高程的活动导轨；

**3** 当夯进管外壁有防腐要求时，应在导轨上设置防摩擦的活动导轨；

**4** 导轨方向、坡度应与管道方向、坡度相同，导轨中心线、高程允许偏差应小于5mm、坡度允许偏差应小于0.1%。

**14.2.5** 首节管宜设置管靴。管靴宽度宜为50mm~200mm，管靴外径宜大于夯入钢管外径15mm~25mm，管靴内径宜小于夯入钢管内径15mm~25mm。管靴后宜设置减阻泥浆注浆孔。

**14.2.6** 夯管锤与钢管连接应符合下列规定：

**1** 连接时夯管锤宜放置在可调节高度的支架上，应使锤体中心线与夯入钢管中心线一致；

**2** 夯管锤应通过撞击环与夯入钢管尾部连接，钢管穿越的土质疏松或含卵砾石时宜设置排土锥；

## DB11/T 1835-2021

3 夯管锤与夯入钢管应通过张紧带、带爪卡盘固定。

### 14.3 夯进施工

**14.3.1** 正常夯进前应进行试夯，试夯长度宜为3m~5m，试夯时应慢速夯进，控制供气量，正常夯进时可增加供气量。

**14.3.2** 试夯应严格控制管道中心线偏差，第一根管在夯进0.5m后，应复测套管中线和坡度，超过规范允许范围应进行纠偏。正常夯进每1m应进行轴线测量，夯进结束后应进行贯通测量。

**14.3.3** 夯进每节管应填写夯进施工记录。

**14.3.4** 夯管过程中应随时观察管线行进状况、检查气压，当出现管线行进异常、超出允许偏差、管线开裂、地面隆起、沉降或遇不能排除和击碎的障碍时应停止夯进、查明原因，处理后方可继续施工。

**14.3.5** 夯进中宜采取减阻措施，宜采用管外壁注润滑油或涂抹润滑脂。

**14.3.6** 每节管夯进后预留长度不应小于0.6m管头，操作坑内的管道应便于连接。

**14.3.7** 夯管过程中应加强对周边地下管线、建（构）筑物的变形监测。

### 14.4 管线排土

**14.4.1** 根据管径、现场施工条件和土质，可选用气压式、水压式、人工式或机械式排土方式排出管线内积土。

**14.4.2** 穿越河流夯管，应根据地下水位、地层的透水性、有害气体的浓度等因素选择排土方式，并根据有害气体、涌水等制订应急预案。

**14.4.3** 采用气压、水压排土时，加压处的管口应设置堵板、密封圈进行加固和密闭，作业中应无漏气、漏水现象，管内土不得喷溅排出。

**14.4.4** 工作井井口应设置安全防护装置，并应采取安全防护措施。

## 15 盾构法施工

### 15.1 一般规定

**15.1.1** 盾构机的选型，应根据工程地质和水文地质、隧道线路及结构设计文件、施工安全、施工环境及其保护要求、工期条件、辅助施工方法、类似工程施工经验等，经技术经济比较后确定。

**15.1.2** 盾构法施工组织设计编制应包括下列资料：

- 1 盾构机的构造、特性及适用范围；
- 2 施工沿线地表环境调查报告；
- 3 施工沿线地下障碍物的调查报告；
- 4 工程地质与水文地质勘查报告；管道沿线探孔间距不应大于50m，地质变化地段应加密；
- 5 设计文件对工程的技术要求与规定。

**15.1.3** 盾构法施工方案、施工组织设计应包括下列内容：

- 1 施工现场平面布置图；
- 2 盾构机的现场组装、安装及吊装方案；
- 3 工作竖井的施工方案与检查井的施工方案；
- 4 盾构法施工的临时给水、排水、照明、供电、消防、通风、通信等设计；
- 5 管片运输、贮存、防水、拼装与一次注浆、二次注浆、补浆方案；
- 6 配套辅助施工机械设备的选型、规格、数量与现场及工作竖井垂直运输、水平运输等机械设备布置；
- 7 盾构机的入土、穿越土层、出土的条件以及掘进与运土方案；
- 8 测量与监测；
- 9 应有防漏电、防缺氧、防爆、防毒等安全监测和保护措施；
- 10 盾构法施工的供电应设置双路电源及应急自备电源。

## **DB11/T 1835-2021**

**15.1.4** 采用降水施工，工作竖井应进行抗浮校核。

**15.1.5** 应根据土层性质、邻近建（构）筑物及地表的允许沉降要求，进行土壤加固及保护等措施。

**15.1.6** 应建立地面与地下控制测量系统。地面测量系统应对沿线地面、主要建（构）筑物和设施设置观测点进行观测；测定导轨和盾构管道的轴线和高程。

**15.1.7** 自盾构机入土至100m 的施工阶段，应及时观测和掌握地表沉降、隆起状况，地上、地下建（构）筑物等监测数据信息，并根据工程地质、水文地质等情况，优化推进参数。

### **15.2 工作竖井及施工**

**15.2.1** 工作竖井位置应根据设计文件及施工方案确定，宜设在管道检查井的位置。

**15.2.2** 工作竖井结构形式、位置、尺寸及封门构造，应依据设计文件要求，结合施工环境、工程地质与水文地质条件，确定施工方法与相应技术措施，并应符合下列规定：

- 1 工作竖井的施工隔水止水应符合本规程第5章的规定；
- 2 工作竖井的土方开挖应符合本规程第6章的规定；
- 3 工作竖井的支撑，应按施工技术设计实施；
- 4 现浇钢筋混凝土工作竖井施工，应符合本规程10.3节的规定。

**15.2.3** 始发工作竖井与接收工作竖井平面尺寸，应符合盾构机安装或组装、拆除、局部检修、施工工艺设备布置、封门拆除、后背墙设置、测量、运输等要求。盾构采用整体吊装时，盾构始发井宽不宜小于盾构机外径加4000mm；井长不宜小于盾构机总长加6000mm；盾构采用分体井下组装时，盾构始发井长度应大于盾构主机长度3000mm，宽度应大于盾构直径3000mm。

**15.2.4** 始发工作竖井深度应满足盾构机机座安装、封门防水处理及工作竖井与管道连接、处理等要求。竖井底面高程宜比封门下边缘

低1000mm；井壁应高出地面500mm，并应符合防汛要求。工作井预留洞门直径应满足盾构始发和接收的要求，并按公式（15.2.4）计算：

$$D_s \geq B \cdot \tan \alpha + (D / \cos \alpha) + \Delta e + \Delta s + \Delta g \quad (15.2.4)$$

式中： $D_s$  —工作井预留洞门直径（m）；

$B$  —洞门井壁厚度（m）；

$\alpha$  —隧道轴线与洞门轴线的夹角（°），通常取平面或纵坡夹角值；

$D$  —盾构外径（m）；

$\Delta e$  —设计要求的始发或接收工作竖井预留口直径大于盾构外径的差值（m），始发工作竖井取0.10m，接收工作竖井取0.20m；

$\Delta s$  —测量误差（m），取0.10m；

$\Delta g$  —盾构基座安装高程误差（m），取0.05m。

**15.2.5** 工作竖井应设置安全护栏、安全梯道及通信设备；井底应设集水井、排水泵。

**15.2.6** 宜结合工作竖井施工，建立垂直起吊设备的基础。

**15.2.7** 始发工作竖井后背墙应坚实平整，能有效传递顶力；封门应符合设计要求。

**15.2.8** 工作竖井内盾构机基座应符合下列规定：

1 基座及其上的导轨强度与刚度，应符合盾构机安装、拆除及施工规定；

2 宜采用现浇钢筋混凝土基座或预制型钢基座。基座应与工作竖井连接牢固；导轨顶面高程与间距应经计算确定；

3 导轨的轴线应与管道轴线平行对称，安装中心线轴线形成的夹角为60°~90°；

4 始发工作竖井导轨顶面高程，宜比封门对应部位高程高30mm；接收工作竖井导轨顶面高程，宜比封门对应部位高程低20mm；

## **DB11/T 1835-2021**

5 始发或接收工作竖井设有封门的井壁与基座、导轨间，应留有进行防漏、密封的操作间隙，间隙不宜小于500mm。

### **15.3 配套机械设备选择**

**15.3.1** 与盾构机配套的水平与垂直运输设备、通风设备、照明设备、注浆设备等，应根据盾构机的种类、性能、最大的生产能力及施工方案选择。

**15.3.2** 工作竖井上的垂直运输设备，应按最大起吊量选型，并应符合起重设备使用的有关规定。

**15.3.3** 通风设备应根据管道内的工作环境条件选定，挖掘面及管道内应有足够的新鲜空气量。

**15.3.4** 管道内应采用低压照明系统。

**15.3.5** 注浆系统应与掘进中最大的壁后注浆量匹配，压力应符合设计要求。

### **15.4 盾构机安装**

**15.4.1** 整体式盾构机运抵施工现场，应在地面进行检查、空转试验，合格后方可吊入始发工作竖井安装就位。

**15.4.2** 采用解体方式运输抵达现场的盾构机，应在地面进行检验，达到设计要求与工厂安装的精度，方可吊入始发工作竖井安装就位。

**15.4.3** 盾构机采用整体或解体方式运输、吊装和安装过程中，均应采取保护措施，不得使盾构机及其部件受损、变形。

**15.4.4** 在始发工作竖井内安装盾构机前，应对基座、导轨的位置、高程进行复核，并应符合本规程第15.2.8条规定后，方可进行盾构机安装。

**15.4.5** 盾构机在竖井内组装就位后，应进行各系统的空载调试，然后应进行整机空载调试。

## 15.5 掘 进

**15.5.1** 盾构机在始发工作竖井内正式掘进前，应进行盾构机轴线位置校核。符合要求后，应进行掘进系统及垂直与水平运输、通风、照明、注浆、通讯、监测等配套设备系统的运转试车。

**15.5.2** 运转试车安装的负管片位置经校测，应符合设计要求。

**15.5.3** 盾构机掘进井壁封门部位的土体，应在掘进前完成加固，合格后后方可始发掘进。

**15.5.4** 始发竖井井壁封门拆除及封闭，应符合下列规定：

1 盾构机经过空载运转，已推进至靠近竖井井壁封门不小于500mm处，应停止推进，拆除封门；

2 封门拆除应采取措施，减少对封门处土体扰动，可采用静力法拆除；

3 封门拆除后，应及时将盾构机推入土体，并将封门与盾构机间的间隙密封；

4 当盾构机全部进入土体时，应及时将封门与管片环间的封堵和填充注浆，注浆完成后方可掘进。

**15.5.5** 初始掘进的50m~200m长度，应加密对盾构机轴线的测量与监控，及时调整盾构机位置，使管道的中线、高程符合设计要求。盾构机掘进速度，应根据地层性质、埋深、地面隆、沉变化确定。

**15.5.6** 在松散软弱土层中掘进，应根据盾构机类型、掘进方式，采取不同的正面支护方法。

**15.5.7** 开挖土方应符合下列规定：

1 密封式机械开挖，每次开挖长度应与每环管片的宽度相适应，挖土速度应与盾构机推进速度、出土能力匹配；

2 当人力开挖时，应自上向下开挖，工作人员应在盾构机的防护檐内操作，每次开挖长度应与每环管片的宽度相适应，不得超挖；

3 采用水力出土或加压挖掘时，应将泵送至地面的泥水加以分离妥善处理，不得污染环境；

## DB11/T 1835-2021

4 采用有轨运输车出土，当运距超过1000m时，可设置道岔便于增加运输车编组以提高出土能力；

5 在拼装管片或盾构机推进停歇时，应采取防止盾构机后退的措施；

6 盾构机推进中，遇有故障停止推进时，应做好正面封闭、盾尾密封，并及时处理。

**15.5.8** 盾构机掘进过程中，宜使管片环受力均匀。

**15.5.9** 接收工作竖井井壁封门拆除及封闭，应符合下列规定：

1 盾构机临近接收工作竖井井壁封门10m范围内时，应调整、控制盾构机掘进速度，加密对盾构机的轴线测控；

2 接收工作竖井洞口段土体应提前进行加固，在盾构接收前，应对洞口段土体进行质量检查，合格后方可接收掘进；

3 封门拆除后，盾构机应及时通过封门，并及时将封门与盾构机间的缝隙密封。当盾构机全部进入接收工作竖井后，应及时将封门与管环间的缝隙密封。

**15.5.10** 盾构机每推进一环，应进行一次管片环的中线、高程测量。同时应测量盾构机轴线位置及绕轴线的偏离转角，据测量结果进行纠偏，纠偏应符合下列规定：

1 高程、中线纠偏应在推进中逐步进行；纠偏过程宜增加测量密度；宜采用液压缸分组控制、使用仿形刀适量超挖或反转刀盘的措施纠偏；

2 应在推进中对盾构旋转进行纠正，纠正应采取设定的措施。

**15.5.11** 管片安装应符合下列规定：

1 拼装前应清理盾尾底部；管片安装设备应处于正常状况；

2 拼装每环中的第一块时，应准确定位，拼装顺序应自下而上，左右交叉对称安装，最后封顶成环；

3 管片下井前，应由专人核对编组、编号；对管片表面进行清理、粘贴止水材料、检查合格后，将管片与连接件配套送至工作面；

管片质量应符合本规程15.8节的规定；

4 拼装时，应采取措施保护管片、衬垫及防水胶条，不受损伤；

5 拼装时，应逐块初拧环向和纵向螺栓，螺栓与螺栓孔间应加防水垫圈；

6 拼装成环后，管片安装质量应符合现行地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071的规定，复紧环向螺栓继续顶进时，复紧纵向螺栓；

7 应按设计要求布设注浆孔；

8 千斤顶顶出长度应符合管片安装要求；

9 管片沉降稳定后，应将管片填缝槽填实，对渗漏环缝，应及时封堵进行处理。

## 15.6 注 浆

15.6.1 盾构法施工的管道结构与土层间的间隙，应进行注浆。

15.6.2 注浆材料应通过试验确定。

15.6.3 注浆应与地面监测相配合，应采用多点注浆将管道与土层间的间隙充分填满。注浆量宜按计算空隙体积的150%控制。

15.6.4 注浆压力应根据地质条件、注浆方式、管片强度、设备性能、浆液特性和隧道埋深等因素确定，砂卵石层宜控制在0.1MPa~0.2MPa。

15.6.5 注浆结束后，应在规定时间内将注浆孔封闭。

15.6.6 注浆前应对浆液搅拌、浆液灌注设备进行检查，保持设备在注浆过程处于良好工作状态。

## 15.7 管 片

15.7.1 应按设计要求制作管片。

15.7.2 制作管片用的钢筋、水泥、砂、石、外加剂等原材料及混凝土的配制，应符合本规程10.3节的规定。

15.7.3 预制钢筋混凝土管片混凝土强度及抗渗性，应符合设计要求；

## **DB11/T 1835-2021**

外形尺寸准确，且不得有影响工程质量的缺陷。

**15.7.4** 管片混凝土强度达到设计强度标准值85%，方可脱模。管片脱模后每100环，应进行整环拼装检验；拼装后的管片质量应符合现行地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071规定。

**15.7.5** 管片吊运、堆放时，应内弧面向上，堆放高度不得超过四层，层间应放托架或垫木，托架、垫木应稳固。吊运应使用专用工具。

**15.7.6** 管片混凝土强度达到设计要求时，方可在工程中拼装使用。

### **15.8 盾构法施工质量**

**15.8.1** 盾构管片混凝土的强度、抗渗，应符合设计要求；外形尺寸准确。

**15.8.2** 盾构管片拼装符合设计要求；管片楞角外观无损坏现象。

**15.8.3** 管片防水密封材料粘贴应符合设计要求。

**15.8.4** 盾构管片环间、块间螺栓紧固牢固柔性衬垫完好。

**15.8.5** 盾构管片环与土体间隙注浆饱满。

**15.8.6** 盾构法施工排水管道，管道安装允许偏差应符合现行地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071的规定。

**15.8.7** 现浇钢筋混凝土二次衬砌前应隐蔽验收合格。

## 16 浅埋暗挖施工

### 16.1 一般规定

**16.1.1** 浅埋暗挖施工前应采取超前支护及加固措施，开挖后及时施作初期衬砌并封闭，施工过程中应进行监测。

**16.1.2** 隧道开挖前应根据土层条件选择超前小导管、超前大管棚、深孔注浆等进行土体加固。

**16.1.3** 暗挖施工应在无水条件下进行，开挖深度范围内遇有地下水时，应根据现场条件采取适宜的地下水控制措施，并应符合本规程第5章的规定。

**16.1.4** 隧道施工过程中轴线和净空尺寸应满足设计文件要求，并应做测量控制，初期衬砌、二次衬砌完成后均应进行贯通测量。

**16.1.5** 隧道初期衬砌、二次衬砌完成后均应进行地质检测。

**16.1.6** 隧道工程施工前应编制完整的监测方案，对工程结构和施工影响范围内的地上和地下建（构）筑物、地下管线等设施的沉降、变形、变位等进行监测，做到信息化施工。

**16.1.7** 暗挖施工管道完成后，应进行功能性试验，有闭水要求的管道，其试验要求应按现行地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071的规定执行。

### 16.2 施工准备

**16.2.1** 浅埋暗挖施工应编制专项施工方案，方案应包括下列内容：

1 工程概况：工程概况和特点、施工平面布置、施工要求和技术保证条件；

2 编制依据：相关法律、法规、规范性文件、标准、规范及施工图设计文件、施工组织设计等；

3 施工计划：包括施工进度计划、材料与设备计划；

## DB11/T 1835-2021

4 施工工艺技术：技术参数、工艺流程、施工方法、操作要求、检查要求等；

5 施工安全保证措施：组织保障措施、技术措施、监测监控措施等；

6 施工管理及作业人员配备和分工：施工管理人员、专职安全生产管理人员、特种作业人员、其他作业人员等；

7 验收要求：验收标准、验收程序、验收内容、验收人员等；

8 应急预案；

9 计算书及相关施工图纸。

**16.2.2** 施工前，施工单位应编制应急预案，配备应急物资，建立抢险应急组织机构，组建抢险专业队伍，组织应急演练。

**16.2.3** 隧道穿越或靠近房屋、铁路、轨道交通、道路、公路、地下管线等建（构）筑物时，应采取防护措施。

### 16.3 施工竖井

**16.3.1** 竖井施工应符合下列规定：

1 施工前应调查施工范围内各种地下管线，编制保护方案；

2 竖井应设置全封闭施工棚，井口周围应设挡水墙和安全护栏；

3 竖井施工范围内应人工开挖十字探沟，确认地下管线具体位置。

**16.3.2** 施工竖井锁口圈梁施工应符合下列规定：

1 锁口圈梁混凝土达到设计强度后方可进行竖井开挖和初期支护的施工；

2 锁口圈梁与格栅应按设计要求进行连接，井壁不得出现脱落；

3 锁口圈梁的尺寸、钢筋、模板应符合设计图纸和国家现行标准的有关规定。

**16.3.3** 竖井提升系统应符合下列规定：

1 提升机械不应超负荷运行，且应具有限速器、限位器和松绳

信号等安全装置；

2 提升吊桶所用钩头连接装置应设防脱装置，并应有缓转器；

3 提升速度应符合设备技术要求，与竖井支撑构件安全距离不应小于15cm；工作吊盘应有允许载荷及不应超载警示标志，且载重不应超过设计载重负荷；

4 钢丝绳和各种悬挂使用的连接装置，应按规定的安全系数确定规格；

5 提升系统应进行设计验算，使用中应按规定进行日常检查、维修和保养。

#### 16.3.4 竖井开挖支护应符合下列规定：

1 竖井应采用对角开挖，开挖时应控制循环进尺，并应及时支护、封闭；

2 采用型钢支撑时，对撑、角撑与预埋件应焊接牢固，盘撑应与初期支护密贴；

3 竖井支撑的位置、间距及安装方法应符合设计要求，并根据监测信息及时调整；

4 喷射混凝土的强度和厚度等应符合设计要求。喷射混凝土应密实、平整，不得出现裂缝、脱落、漏喷、露筋、空鼓和渗漏水等现象；

5 竖井内应设置安全梯，安全梯预埋件应独立设置。

#### 16.3.5 锚杆（管）钻孔应符合下列规定：

1 钻孔机具应根据锚杆（管）类型，规格及围岩情况选择；

2 钻孔孔距允许偏差应为0mm~150mm；

3 钻孔角度应符合设计要求，深度及直径应与锚杆（管）相匹配。

#### 16.3.6 锚杆（管）安装应符合下列规定：

1 锚杆（管）安装位置应居中；

2 锚杆（管）内灌注砂浆应饱满密实；

## DB11/T 1835-2021

3 锚杆（管）应与格栅连接。

16.3.7 锚杆（管）应按设计要求进行拉拔试验。

### 16.4 马头门

16.4.1 竖井初期支护施工至马头门处应预埋暗梁，并应沿马头门拱部外轮廓线打入超前小导管，注浆加固地层。

16.4.2 马头门洞口处竖井格栅应环向封闭，在洞口两侧应增设竖向连接钢筋。

16.4.3 马头门的开挖应符合下列规定：

1 马头门开启应按顺序进行，同一竖井内的马头门不得同时施工。一侧隧道掘进15m后，方可开启另一侧马头门。马头门标高不一致时，宜按“先低后高”的原则执行；

2 隧道洞口处应分段破除竖井井壁，开挖上台阶土方时应保留核心土；

3 安装上部洞口补强钢架及洞体初支钢架，连接纵向钢筋，挂初支钢筋网，喷射混凝土；

4 采用台阶法分断面开挖时，上台阶掌子面进尺1倍洞径至1.5倍洞径后，及时开挖下台阶实现初衬封闭成环，并应根据地质情况、周边环境复杂程度、隧道开挖洞径、监测数据的情况确定科学合理的台阶长度；

5 破除下台阶隧道洞口竖井井壁，开挖下台阶土方；

6 安装下部洞口补强钢架及洞体初期支护钢架，形成封闭，并连接纵向钢筋，挂初支钢筋网，喷射墙体及仰拱混凝土。

16.4.4 马头门支护应符合下列规定：

1 支护方案应根据围岩特性、外部环境、开挖洞口尺寸、施工方法和施工机械确定；

2 应加强对竖井马头门开轮廓线的动态测量控制，施工中采取措施，减少自然超挖；

3 开挖前应对马头门上部或周边围岩进行超前加固与支护，并应确保达到稳定状态；

4 开挖面应保持在无水条件下施工；

5 施工期间应对地质条件进行监测，必要时应根据实际情况提出变更意见，修改开挖方法和参数。

## 16.5 地层超前支护

**16.5.1** 应根据施工设计进行地层加固，地层加固后方可开挖。

**16.5.2** 施工时应进行现场注浆试验，确定浆液类型、配合比、扩散半径、间距和注浆量等参数。采用超前小导管加固地层，应依据地层种类选用注浆液，并通过试验确定。

**16.5.3** 注浆施工设备应符合下列规定：

1 浆液泵送设备选型应满足注浆工艺要求，具有调节流量、压力的功能，泵送浆液应能保持均匀稳定，泵压能力应大于设计最大注浆压力的1.5倍；

2 浆液配制设备生产能力和注浆泵泵送能力应与设计要求的注浆速度相匹配，供浆应不间断；

3 双液注浆泵混合器应有单向逆止功能，不应使用三通代替；

4 输浆管应采用高压胶管，高压胶管和阀门能承受的压力不应低于注浆泵额定压力的1.2倍；

5 注浆孔口应设置压力表，压力表宜采用抗振型压力表，压力表量程应与高压胶管承压匹配。

**16.5.4** 注浆过程应记录钻孔情况及异常情况。

**16.5.5** 注浆施工时应确保周边环境安全。

**16.5.6** 采用超前小导管应符合下列规定：

1 超前小导管注浆适用于隧道拱部处于自稳能力差的粉土、砂土及卵石地层；

2 超前小导管沿拱部轮廓线外侧设置；间距由施工设计确定；

## DB11/T 1835-2021

孔位、孔深、孔径符合设计要求；

3 小导管应顺直，长度宜采用2m~4m，直径宜为32mm的钢管；

4 超前小导管的后端应支承在已设好的钢筋格栅上，其前端应嵌固在土层中，前后两排小导管的重叠长度不宜小于1m；

5 超前小导管施作可根据地质情况及小导管长度，采用直接顶入、吹管后顶入、风钻或煤电钻引孔后放入等工艺；

6 超前小导管外插角不应大于15°。

**16.5.7** 水泥~水玻璃、改性水玻璃注浆应符合下列规定：

1 应取样进行注浆效果检查，未达要求时，应调整浆液或调整小导管间距；

2 砂层中宜采用定量注浆，注浆量经渗透试验确定，不具备试验条件时，每延米导管注浆液宜在30L~50L范围；

3 注浆压力宜控制在0.15MPa~0.3MPa之间，最大不应超过0.5MPa，每孔稳压时间不应少于5min；

4 注浆时应经常观测注浆压力和流量的变化，发生漏浆、串浆等异常情况时，应采用间歇注浆、封堵等措施处理。

**16.5.8** 超前大管棚注浆应符合下列规定：

1 隧道在开马头门及接近风险源施工时可采用超前管棚注浆；

2 超前大管棚可与超前小导管、超前深孔注浆等组合使用，亦可单独作为超前支护措施使用；

3 超前大管棚宜采用直径为76mm~180mm无缝钢管或焊接钢管，壁厚不宜小于5mm，宜沿隧道拱顶150°设置；管棚尾部2m范围内不应设溢浆孔；

4 超前大管棚注浆宜仅作为加固隧道拱顶前方地层使用，注浆加固厚度不宜大于500mm，不宜用于止水；

5 超前大管棚注浆参数，注浆终压不宜大于0.3MPa，扩散半径不宜大于250mm，注浆速度不宜大于50L/min；

6 大管棚连接形式可采用丝扣组合或内、外衬管焊接，不得将

管材直接对齐拼焊；

7 超前大管棚注浆施作宜采用二序跳孔间隔进行。

**16.5.9** 深孔注浆应符合下列规定：

1 竖井施工止水加固、隧道超前止水加固、地表垂直止水加固注浆，宜采用深孔注浆工艺；

2 深孔注浆可采用全孔一次性、分段前进式、钻杆后退式和袖阀管后退式等工艺；

3 深孔注浆施工前应通过施工现场有代表性的地段进行试验确定注浆工艺及参数；

4 在注浆部位标识孔位，孔位偏差宜不大于200mm，成孔偏斜率宜不大于1%；

5 注浆前应确保止浆墙密封完好，若发现漏浆应及时封堵；

6 注浆应从外圈向内圈按顺序进行作业；

7 隧道开挖前，宜进行注浆效果检验；隧道开挖后，及时对注浆效果进行观测与分析，并对薄弱带进行动态补充注浆。

## 16.6 隧道开挖

**16.6.1** 宜用激光准直仪控制中线和隧道断面仪控制外轮廓线。

**16.6.2** 隧道施工应按施工设计确定的开挖方式开挖；管道内径小于3m的管道，宜选用正台阶法或全断面开挖。

**16.6.3** 每开挖一榀钢拱架长度，应进行支护、喷锚；不得超挖。

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

**16.6.5** 土层变化较大时，应及时控制开挖长度；在稳定性较差的地层中，应采用保留核心土的方法进行开挖，留核心土法应先开挖上台阶的环形拱部，及时施工拱部初期支护后方可挖核心土。核心土应留坡度，不得出现反坡。上台阶施工完成后，应按台阶法施工下

## DB11/T 1835-2021

台阶及仰拱。

**16.6.6** 在稳定性差的地层中停止开挖，或停止作业时间较长时，掌子面封闭措施应按施工要求施作。

**16.6.7** 相向开挖的两个开挖面相距约2倍管（隧）径且不小于10m时，应停止一个开挖面作业，进行封闭；并应提前进行测量，由另一开挖面作贯通开挖。

**16.6.8** 隧道贯通误差，平面位置应为 $\pm 30\text{mm}$ ，高程应为 $\pm 20\text{mm}$ 。

**16.6.9** 开挖断面超挖值应符合表16.6.9的规定。

表16.6.9 开挖断面允许超挖值

岩层类别		部位	允许超挖值（mm）	
			平均值	最大值
爆破岩层	硬岩	拱部	100	200
		边墙及仰拱	100	150
	软岩	拱部	150	250
		边墙及仰拱	100	150
土质和不需要爆破岩层		拱部	80	100
		边墙	20	50
		仰拱	50	100

## 16.7 初期衬砌

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

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

**16.7.3** 钢筋网加工及铺设应符合下列规定：

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

**16.7.4** 格栅钢架加工应符合下列规定：

1 钢筋格栅、型钢钢架，加工制作除应符合设计文件要求的弧度和尺寸外，还应满足方便安装的要求；

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

3 格栅钢架矢高及弧长不应小于设计文件规定值，组装后应在同一平面。

**16.7.5** 格栅钢架安装应符合下列规定：

1 安装前应检查各部尺寸并进行试拼，合格后方可进洞组装；

2 组装后格栅应在同一个平面内，连接板位置应符合设计要求，连接件应齐全；

3 应使用激光定位仪控制格栅中心、高程；格栅钢架平面应与隧道轴线垂直，横向允许偏差应为 $\pm 30\text{mm}$ ，纵向允许偏差应为 $\pm 50\text{mm}$ ，高程允许偏差应为 $\pm 30\text{mm}$ ，垂直度允许偏差不应大于5%，钢架保护层厚度允许偏差应为 $-5\text{mm}\sim 0\text{mm}$ ；

4 不得侵入二次衬砌断面，底脚不得有虚渣；

5 沿钢架外缘每隔1m应用混凝土预制块等与围岩顶紧，钢架与围岩间的间隙应采用喷射混凝土喷填密实。

**16.7.6** 格栅就位后，钢筋格栅节点及相邻格栅纵向连接筋应连接牢固。

**16.7.7** 锁脚锚杆（管）施工应符合下列规定：

1 钢拱架就位后，应及时打设锁脚锚杆（管），钢拱架不应下沉；

2 根据地层情况，锚杆（管）打设可锤击打入，也可用小型机具预成孔后插入；

3 安装后，杆体与钢拱架间夹角应符合设计文件要求，且应连接牢固；

4 锚杆（管）与孔壁应紧密，入孔后不得径向锤击；

## DB11/T 1835-2021

5 需要注浆的锚杆（管）应及时注浆。

**16.7.8** 锚杆应在初期支护结构喷射混凝土后按设计要求及时安装，并应进行抗拔试验。同一批试件抗拔力的平均值不得小于设计锚固力，且同一批试件抗拔力的最低值不应小于设计锚固力的90%。

**16.7.9** 喷射混凝土的强度应符合设计要求，喷射方式应根据工程地质及水文地质、喷射量等条件确定，宜采用湿喷方式。

**16.7.10** 喷射混凝土材料及设备应符合设计文件要求及现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086的规定。

**16.7.11** 喷射水泥混凝土施工应符合下列规定：

1 检查管道开挖断面尺寸，清除松动的浮石、土块和杂物，清除基脚下的堆积物；

2 应埋设控制喷射混凝土厚度的标志；

3 喷射作业应分段分片进行，喷射顺序应由上而下；先喷钢架与壁面间混凝土，再喷两钢架之间的混凝土；

4 喷射混凝土时，喷嘴应与受喷面应保持垂直；喷嘴与受喷面的距离不宜大于1.5m；

5 一次喷射混凝土的厚度：混凝土喷射厚度大于100mm时，应采用分层喷射；当分层喷射时，应在前一层喷混凝土终凝后进行，若在终凝1h后再进行喷射时，喷层表面应用水清洗；

6 喷射混凝土回弹率边墙不宜大于15%，拱部回弹率不宜大于25%；不得使用回弹料；

7 喷射混凝土喷层应无干斑和滑落流淌现象，当基面有滴水、淌水、集中出水点的情况时，应采用埋管等方法进行引导疏干。喷射混凝土应密实、平整，平整度应满足防水层对基面的要求。

**16.7.12** 喷射混凝土宜采用喷水养护，也可采用薄膜覆盖养护；喷水养护应在喷射混凝土终凝后2h进行，养护时间不应少于14d；气温低于5℃时不得喷水养护。

**16.7.13** 初期衬砌混凝土闭合并达到设计强度后，应进行背后注浆，

注浆作业应符合下列规定：

- 1 初期衬砌的背后注浆作业距开挖面的距离不宜小于5m；
- 2 注浆管宜布置在拱顶至两侧起拱线以上的范围内；
- 3 初期支护施工时应按设计要求预埋回填注浆管，注浆管宜外露100mm，并应用棉纱塞孔；
- 4 初期支护背后注浆时，应从两边墙底部向拱顶交叉进行，并应从无水或少水孔向有水孔注浆；
- 5 注浆结束后应及时封闭注浆孔；
- 6 注浆完成后应进行注浆效果检查，对不符合要求的区段应进行补孔注浆。

## 16.8 防水层

**16.8.1** 防水层应在初期支护基本稳定，并验收合格，结合二衬施工施作。

**16.8.2** 初期衬砌混凝土铺设防水层，应先清理混凝土表面，剔除尖、突部位，并用水泥砂浆压实、找平，防水层铺设基面凹凸高差不应大于50mm，基面阴阳角应处理成圆角或钝角，圆弧半径不宜小于50mm。

**16.8.3** 卷材防水层衬垫施工应符合下列规定：

- 1 衬垫宜选用厚度为4mm~5mm的聚乙烯泡沫塑料板；
- 2 衬垫材料应直顺，用垫圈固定，钉牢在基面上；固定衬垫的垫圈，应与防水卷材同材质，并焊接牢固；
- 3 衬垫固定时宜交错布置。间距应符合设计要求；固定钉距防水卷材外边缘的距离不应小于500mm；
- 4 衬垫材料搭接宽度不宜小于50mm。

**16.8.4** 防水卷材铺设应符合下列规定：

- 1 初期衬砌经验收合格；
- 2 衬垫铺设合格并经验收后，方可铺设防水卷材；

## **DB11/T 1835-2021**

3 防水卷材应牢固地固定在初期衬砌面上，当采用软塑料类防水卷材时，宜采用热焊固定在垫圈上；

4 防水卷材应采用专门热合机焊接；采用双焊缝搭接，焊缝宽不应小于10mm；焊缝应均匀连续；

5 防水卷材宜环向铺设，卷材环向与纵向搭接宽度不应小于100mm；

6 相邻两幅防水卷材的接缝应错开布置，并错开结构转角处，错开距离不宜小于600mm；

7 焊缝不得有漏焊、假焊、焊焦、焊穿等现象。

### **16.8.5 施工过程中防水层成品保护应符合下列规定：**

1 不应穿带有鞋钉的硬底鞋在已完成的防水材料上行走；

2 不应将木板、钢管、钢筋等尖硬物斜靠、横放、竖立在防水材料上；

3 绑扎、焊接钢筋时应对已完防水材料采取防刺穿、防灼伤等保护措施；

4 底板（仰拱）防水板铺设后，应按设计要求及时施作防水保护层；

5 防水层的成品保护应由专人负责，发现问题应及时修补。

### **16.8.6 变形缝止水带安装应符合下列规定：**

1 止水带应采用中埋式与背贴式复合施工，同时应按设计图纸要求施做相应的防水层，变形缝的复合防水构造形式应符合设计要求和现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的规定；

2 变形缝设置中埋式止水带时，混凝土浇筑前应校正止水带位置，且表面应清理干净，止水带损坏处应进行修补；

3 中埋式止水带的接缝应设在边墙高于水平施工缝钢筋甩头的位置上，不得设在结构转角处，接缝应采用热压焊接，且应平整、牢固。中埋式止水带在转弯处应做成圆弧形；

4 中埋式止水带中心线应和变形缝中心线重合，止水带不得穿

孔或用铁钉固定；

5 止水带位置应正确，表面应平直，不应有卷曲现象；

6 填密封材料时，变形缝两侧的基面应密实、洁净、干燥，并应涂刷基层处理剂。嵌缝底部应设置背衬材料。密封材料嵌填应严密、连续、饱满、粘结牢固，不得有气泡、开裂、脱落等现象。

**16.8.7 施工缝应符合下列规定：**

1 墙体水平施工缝宜设置在高出底板表面不小于300mm的墙体上，拱（板）墙结合的水平施工缝宜设置在拱（板）墙接缝线以下150mm~300mm处，垂直施工缝应避开地下水较丰富的地段，并宜与变形缝相结合；

2 止水条（胶）、中埋式止水带等的规格与性能应符合设计要求；

3 采用遇水膨胀橡胶腻子等材料止水条时，应将止水条安装在缝表面预留槽内；

4 采用中埋式止水带时，止水带位置应准确，埋设应牢固；

5 止水带在转弯处的转角半径不应小于200mm；

6 在施工缝处继续浇筑混凝土前，已浇筑的水平施工缝混凝土强度不应小于1.2MPa，垂直施工缝混凝土强度不应小于2.5MPa；

7 水平施工缝浇筑混凝土前，应将其表面浮浆和杂物清除，铺设净浆或涂刷混凝土界面处理剂、水泥基渗透结晶型防水涂料后，再铺设30mm~50mm厚的1:1水泥砂浆；

8 垂直施工缝浇筑混凝土前，应将其表面清理干净，涂刷混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料。

## 16.9 二次衬砌

**16.9.1** 隧道初期支护、防水层验收合格后方可进行二次衬砌施工。

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

## **DB11/T 1835-2021**

**16.9.3** 二衬衬砌钢筋绑扎时，应按设计图纸中标注的钢筋保护层厚度设置好保护层垫块。

**16.9.4** 模板的结构应能满足钢筋安装和混凝土灌注等工艺要求，并宜简单、便于施工、装拆灵活、利于搬运。

**16.9.5** 模板支撑的强度和稳定性应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定。

**16.9.6** 模板铺设应牢固、平整，接缝应严密，支撑系统连接应牢固、稳定；用作模板的地坪、胎模等应平整光洁，不得出现影响构件质量的下沉或起鼓。

**16.9.7** 模板安装应符合下列规定：

1 模板接缝应紧密，不得产生漏浆；

2 模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷隔离剂，并不应采用影响结构性能或妨碍装饰工程施工的隔离剂；

3 浇筑混凝土前，应将模板内的杂物清理干净；

4 结构变形缝端头模板处的填缝板中心应与初期支护结构变形缝中心线重合，变形缝止水带的安装位置应准确且牢固，止水带应与变形缝垂直；

5 安装现浇结构的上层模板及其支架时，下层板应具有承受上层荷载的承载能力，或加设支架；上、下层支架的立柱应对准，并应铺设垫板。模板安装和浇筑混凝土时应对模板及其支架进行观察和维护，发生异常情况时，应按施工技术方案的及时处理。

**16.9.8** 使用模板台车时，应进行专项设计，并应符合下列规定：

1 在底板浇筑完成后，拱、墙宜整体浇筑，底板浇筑时其边墙水平施工缝高度应与台车下口的搭接高度匹配；

2 台车在浇筑混凝土后隧道轮廓线应符合设计文件要求，强度和刚度满足浇筑混凝土受力要求；

3 应满足移动和施工设备、材料、人员通过的需求；

4 台车长度应根据隧道曲线确定，不宜大于12m；

5 台车应根据其长度和浇筑方式设置浇筑口和混凝土输送管接口装置；

6 台车应经试拼装验收合格后方可使用。

**16.9.9** 应制定混凝土浇筑方案。划分浇筑部位，混凝土应从下向上浇筑。

**16.9.10** 混凝土工程应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定。混凝土的冬期施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的规定和施工技术方案的有关要求。

**16.9.11** 混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间，同一施工段的混凝土应连续浇筑。

**16.9.12** 混凝土浇筑过程中应随时观测模板、支撑、钢筋预埋件和预留洞等情况，发现问题应及时处理。

**16.9.13** 变形缝设置中埋式止水带时，混凝土浇筑应符合下列规定：

1 浇筑前应校正止水带的位置，止水带的表面应清理干净，止水带不得有损坏；

2 顶拱、底板结构止水带的两侧混凝土应振实，将止水带压紧后方可继续浇筑混凝土；

3 边墙处的止水带位置应正确，固定应牢靠，且止水带应平直、无卷曲现象。内外侧混凝土应均匀水平浇筑。

**16.9.14** 二次衬砌混凝土施工完成后，应检查混凝土浇筑质量，发现问题应及时处理。

**16.9.15** 混凝土终凝后应立即养护，并保持湿润，养护期不得少于14d。

**16.9.16** 混凝土结构拆模应符合下列规定：

1 拆模时，混凝土结构表面温度与周围气温的温差不应大于20℃；

2 拆除混凝土结构底模及其支架时，其强度要求应符合相关规

## DB11/T 1835-2021

定；

3 拆除的模板应及时清除灰渣、维修，并应妥善保管。

**16.9.17** 二次衬砌背后充填注浆应符合下列规定：

1 注浆管宜选用  $\Phi 32\text{mm}$  钢管；

2 注浆管长度应与结构内表面平齐或外露结构内表面100mm；

3 注浆管与防水层距离不应小于10mm，注浆管处的防水层应为双层，模板处注浆管口应设置丝堵；

4 注浆管侧壁应设置溢浆孔；

5 充填注浆应从两端拱脚开始向拱顶压注，并应每5min 观察、记录压力和流量；

6 充填注浆完成后，应对注浆效果进行检查，对于检查不符合要求的区段应进行补注。

## 17 非开挖修复

### 17.1 一般规定

**17.1.1** 本章适用于排水管道涂层法、内衬管法、原位固化法和内衬管法等非开挖修复技术施工。

**17.1.2** 施工方案编制应根据既有管道检测评估报告和设计文件。编制前应根据既有排水管道的材质、施工方法、使用状况、外观尺寸、内壁损坏程度、清理工作需求情况、地上交通条件、周边建（构）筑物、障碍物等环境情况资料进行核实确认并留存影像记录。

**17.1.3** 施工单位在施工组织设计中应根据既有管道内的作业环境特点以及周边环境、交通条件与施工的相互影响，并根据工程特点、工艺要求合理选用施工设备，确定总体施工布置方案。

**17.1.4** 应设专人防护，有毒有害气体检测、安全防护应符合现行地方标准《有限空间作业安全技术规范》DB11/T 852的规定。

**17.1.5** 施工单位应根据现场情况制定临时导流措施，现况污水应排除。

**17.1.6** 非开挖修复工程施工前，应对结构状况检测发现的局部缺陷进行预处理，采用专用工具或局部开挖的方式清除管内影响施工障碍。

**17.1.7** 非开挖修复工程施工作业完成后，应及时清理现场垃圾和工具，并应对受到施工影响的检查井、支线进行复原处理，满足管线运行安全要求。

### 17.2 工作井

**17.2.1** 工作井的位置在满足工艺要求 and 环境要求的前提下宜优先选择利用既有井室。选择位置时应避让重要交通路段、地上建（构）筑物及其他地下管线或构筑物。

## **DB11/T 1835-2021**

**17.2.2** 利用井室结构作为工作井时，应符合下列规定：

**1** 井室结构强度应能承受修复施工时设备或管道所产生的作用力，并应符合设计要求；

**2** 井室周边其他管线应位于修复施工时所产生的作用力的应力影响范围以外，并应符合设计要求；

**3** 井室上口应满足设备、人员、材料进出使用要求。恢复部分应满足设计要求，设计无要求时应按原状恢复。

**17.2.3** 工作井宽度、长度应满足修复工艺设备、材料及施工操作和支护的要求。应结合修复方法、修复管段长度、地下物情况及对周边环境的影响等因素选择新工作井的位置。

### **17.3 既有管道预处理**

**17.3.1** 修复作业时应按检测评估报告、设计文件和工艺条件要求对管道内部状况进行复检，对局部缺陷进行预处理，清除影响施工质量的淤泥、杂质，排水或导水，达到工艺要求的施工条件并应符合设计要求。

**17.3.2** 无水作业条件的修复工艺，施工前应采取断水或导水措施，并按设计要求及修复工艺需要进行疏通、除锈与清洗。

**17.3.3** 应采用专用设备、工具清除管内影响内衬施工的障碍，应包括锈蚀剥离、露筋变形、树根、混凝土等明显突出物或附着物；应封堵漏水部位，满足施工要求。

**17.3.4** 管道除锈、清洗时，不得对管壁造成剥蚀、刻槽、裂缝及穿孔等损坏。

**17.3.5** 复检后和预处理作业中发现与设计文件要求不符的情况时，应停止预处理作业并应与设计沟通。

### **17.4 涂层法**

**17.4.1** 施工前应检查备料种类、数量和配比情况，并应满足计划作业量的需求；应检查喷涂、送风、动力等机具的可靠性。

**17.4.2** 应按设计要求的配比、温度等控制指标配制喷涂材料；配制拌合后的喷涂材料宜进行试喷，并应在初凝前使用。

**17.4.3** 水泥砂浆喷涂作业应符合下列规定：

1 当采用机械喷涂施工工艺时，对弯头、三通、闸阀附近等特殊部位可采用手工涂抹，并以光滑的渐变段与机械喷涂部分相接；

2 应按单层喷涂厚度控制机械行走速度，宜保持匀速，同一工作长度内应减少或避免停顿；

3 喷涂的水泥砂浆达到终凝后，应立即进行保湿养护，保持涂层湿润状态时间应在7d以上；达到设计要求的养护期限后，应及时投入使用；

4 水泥砂浆喷涂作业结束后，应对喷涂端口与既有管道进行连接处理或采取封堵包覆等措施。

**17.4.4** 化学涂料喷涂作业应符合下列规定：

1 喷涂作业的最低环境温度、硬化或固化温度、时间应符合设计要求及产品说明；

2 空气喷涂作业时应按顺序操作：涂料注入涂料机、涂料机与空压机相连、打开阀门和气阀、待喷管吹出涂料、正常喷涂；

3 离心喷涂作业时应根据需求调整涂料管压力，并应控制喷涂车的运行速度、减少停顿；

4 通过多次喷涂达到设计内衬厚度时，每遍喷涂应在前一遍喷涂层达到表干后进行。

## 17.5 穿插管法

**17.5.1** 施工前应检查所使用穿插管、缩径管或折叠管等管材，管材的型号、材质、长度、接口形式应符合设计要求，外观不得存在可见的裂缝、孔洞、划伤、夹杂物、变形等缺陷。

**17.5.2** 内衬管可通过牵引、顶推或两者结合的方法置入既有管道中。动力设备牵引、顶推速度与内衬管送入既有管道应配合同步，内衬

## DB11/T 1835-2021

管道受力应与管道轴线重合或平行。

**17.5.3** 在内衬管穿插时应应对既有管道端口、牵引或顶推连接端、内衬传送接触部位采取保护措施，不得损伤内衬管。

**17.5.4** 连续管道穿插施工应符合下列规定：

1 内衬管牵拉应匀速、可控，在管道有弯曲或变形较大的管道段，施工应减慢速度；

2 一个施工段的牵拉操作宜一次完成，不宜中途停止；

3 牵拉时最大牵拉力不应大于内衬管的设计拉力，无设计值时最大牵拉力不应大于内衬管允许拉力的50%；

4 内衬管道牵拉就位应考虑应力变形和热胀冷缩的变形量；就位后宜经过24h的应力恢复后方可进行后续操作。

**17.5.5** 不连续内衬管（短管）穿插施工应符合下列规定：

1 内衬管顶推或牵拉时应匀速、可控；一个施工管段宜在同一连续作业时段内完成；

2 顶推或牵拉时最大作用力不应大于内衬管的设计压力或拉力以及接口的允许最小拉力，无设计值时最大顶推或牵拉力不应大于内衬管允许压力或拉力的50%；

3 内衬管道顶推或牵拉就位应考虑应力变形和热胀冷缩的变形量；就位后宜经过24h的应力恢复后方可进行后续操作；

4 顶推作业应保证形成的内衬管平顺，不宜出现“蛇形”变形和起伏；

5 接口连接时，连接方式和操作应符合设计、工艺或加工厂家的要求。

**17.5.6** 穿插管工艺带水作业时，水位和流速应根据作业安全和修复质量要求确定。

**17.5.7** 内衬管穿插完成后，应将管道两端切割整齐，在修复管道端部处应对既有管道和内衬管之间的环状间隙进行密封处理。

**17.5.8** 当在内衬管与原管道的环状间隙注浆时，应符合下列规定：

1 注浆前应采取保护措施避免浆液泄漏进入支管或从注浆孔、内衬接头处泄漏；注浆后应密封注浆孔，并对管道端口进行处理，使其平整；

2 注浆压力应小于内衬管可承受的外压力；如条件不能满足时，应对内衬管进行支护或采取其他保护措施；

3 浆液应具有较强的流动性，并满足固化过程收缩量小、放热量低的要求；

4 注浆应饱满、无空隙，且不得造成内衬管的移动和变形；每一作业管段的注浆均应一次完成。

**17.5.9** 施工中应同步完成相关记录和检验，包括牵引或顶推力大小和速度、内衬管长度和拉伸率、就位后静置时间、内衬管与既有管道间隙注浆量等。

## 17.6 原位固化法

**17.6.1** 内衬软管的储存与运输应符合下列规定：

1 内衬软管在施工现场浸渍以及储存和运送过程中，应按内衬软管产品说明书的要求控制作业环境温度和储存、运送温度；

2 内衬软管运至施工现场后、开始下井或进入管道作业前，应采取控温措施或在临时储运控温环境中存放。

**17.6.2** 内衬软管以翻转方式置入待修复管道应符合下列规定：

1 翻转压力值应在使内衬软管充分扩展所需最小压力和内衬软管所能承受的最大内部压力之间，并应符合内衬软管材料的指标要求；

2 翻转过程应连续、匀速，压力保持稳定；

3 内衬软管翻转后伸出既有管道两端的长度应大于1m。

**17.6.3** 内衬软管以牵拉方式置入待修复管道应符合下列规定：

1 拉入内衬软管前应在旧管道内铺设垫膜；垫膜应置于旧管道底部，宽度宜覆盖大于1/3的管道周长，两端应固定牢固；

## DB11/T 1835-2021

2 拉入内衬软管应在所有管口衬垫保护垫膜，在改变牵引方向的井口、管口等处设置固定的滚动转向支撑装置；

3 拉入启动时的最大拉力应小于内衬软管的允许最大拉力，牵拉机械、索具与内衬软管连接应牢固，连接点不得撕裂；

4 牵拉过程应连续、匀速，拉入速度宜控制在5m/min以内，送入端与牵拉设备操作端应有及时、通畅的联络措施；

5 内衬软管拉入结束后伸出既有管道两端的长度不宜小于500mm，管口处贴合应紧密。

**17.6.4** 以充气方式扩张内衬管时，两端应安装牢固的扎头装置，且露出管道部分的内衬管应有防止过度膨胀措施。充气装置应装有控制和显示压缩空气压力的装置，内衬管端口宜安装调压阀。充气、放气时应符合下列规定：

1 内衬软管充气前应检查充气管、测压管与扎头装置的连接牢固性和密封性；

2 应缓慢打开充气阀门、平稳进气，实时观察记录内衬管内的气压值；

3 充气的最终压力应能使内衬管充分膨胀并紧贴旧管道内壁，最佳充气压力应以内衬管供应商品使用说明或设计提供为准；

4 内衬管内气压上升到最终压力后应进行保压控制，直到内衬管固化结束，固化结束后应缓慢降低管内压力至大气压。

**17.6.5** 内衬软管采用热固化时，应符合下列规定：

1 固化过程中应对温度进行测量和监控；

2 热水应从标高较低的端口通入，蒸汽应从标高较高的端口通入；

3 固化温度应均匀升高，固化所需的温度和时间及温度升高速度宜按内衬材料生产商提供数据，可根据修复管段的材质、环境温度等情况进行适当调整；

4 固化完成后内衬管应逐渐降温，降温接近管道周围土壤温度后逐步释放内衬管内压力至大气压力；其后的降温应保持内衬管与

外界大气连通，不得形成负压。

**17.6.6** 内衬软管采用紫外光固化时，应符合下列规定：

1 应根据内衬管管径和壁厚合理控制紫外光灯的前进速度，固化应完全；

2 固化过程中内衬管内应保持压力稳定；固化完成后应缓慢降低管内压力至大气压；

3 应详细实时地记录固化过程中管内压力、温度和紫外光发生装置的巡航速度等参数，并提供固化前后过程的影像资料；

4 固化完成并冷却至常温后应及时拆除扎头、充气、检测装置和紫外线光发生装置等。

**17.6.7** 内衬管端口应切除多余的内衬管并切割整齐。应检查管口处旧管道与内衬管的黏合情况，环形缝隙处应充填速凝型树脂混合物进行密封处理。

## 17.7 内衬管法

**17.7.1** 制管材料的尺寸、性能、存储、运输条件等应满足现场作业条件的要求；进场前应进行抽样检测，相关试验应符合设计要求，进场后应在现场验收并合格。

**17.7.2** 在同一个修复管段内应使用相同型号、同一生产厂家的管材或型材，管材或型材不得存在可见的裂缝、孔洞、划伤、夹杂物、变形等缺陷。

**17.7.3** 使用机械设备进行拼装施工时，施工前应检验设备完好情况和材料准备情况，施工时一个管段应以连续作业方式完成。

**17.7.4** 内衬管拼装完成后，应将管道两端切割整齐，在修复管道端口处应采用具有弹性和防水性能的材料对既有管道和内衬管之间的环状间隙进行密封处理。

**17.7.5** 当在内衬管与原管道的环状间隙注浆时应符合本规程第17.5.8条规定。

## 18 附属构筑物

### 18.1 一般规定

**18.1.1** 本章适用于给水管道（输配管网）、排水管道工程中的各类井室、支墩、雨水口工程。管道中涉及的小型提升泵房及其取水口、排放口构筑物应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的规定。

**18.1.2** 砌筑附属构筑物所用原材料、砌筑工艺应符合本规程第10.2节砌体砌筑渠道施工工艺的规定；现浇混凝土附属构筑物所用材料、工艺应符合本规程10.3节现浇钢筋混凝土渠道施工工艺的规定。

**18.1.3** 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。

**18.1.4** 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，结构不得开裂、变形、破坏。

**18.1.5** 井室砌完后，应及时安装检查井盖板或井盖。

**18.1.6** 在道路面上的井盖面应与路面平齐；井室设置在绿地、农田内，其井盖宜高出地面300mm左右。

**18.1.7** 井室及沟槽回填土前，预留管洞口应封堵严密。

### 18.2 井室

**18.2.1** 检查井、闸井的混凝土基础应与管道基础同时浇筑。检查井基础混凝土强度达到设计要求且表面清理干净方可砌筑井内流槽。

**18.2.2** 管道穿过井壁的施工应符合设计要求，并应符合下列规定：

1 混凝土类管道、金属类无压管道穿过井壁时，其管外壁与砌筑井壁预留洞之间为刚性连接时水泥砂浆应坐浆饱满、密实；

2 金属类压力管道穿过井壁时，井壁预留洞应预设防水套管，管道外壁与套管的间隙应四周均匀一致，其间隙宜采用柔性或半柔

性材料填嵌密实；

- 3 化学建材管道宜采用中介层法与井壁预留洞连接；
- 4 对于现浇混凝土结构井室，井壁预留洞四周应振捣密实；
- 5 排水管道接入检查井时，管口外缘与井内壁平齐；砌筑结构井室的预留洞口应做加固处理。

### 18.2.3 砌筑结构检查井及闸井砌筑应符合下列规定：

1 排水管道检查井内的流槽，宜与井壁同时进行砌筑；有预留支管的检查井砌井时，应按设计做预留管；当采用砌块砌筑时，表面应采用砂浆分层压实抹光，流槽应与上、下游管道接顺；

2 砌筑时，对接入的支管应与砌筑同步安装，管口宜伸入井内30mm；不得将截断管端放在井内，预留管口应封堵严密，封口抹平，封堵应便于拆除；

3 砌筑圆井应随时掌握直径尺寸，进行收口时，应按设计要求的位置设置钢筋混凝土梁进行收口；四面收口的每层砖不应超过30mm；三面收口的每层砖不应超过40mm~50mm。圆井筒的楔形缝应以适宜的砖块填塞，砌筑砂浆应饱满；

4 模块砌筑检查井、闸井井壁砌体底层模块的灌孔混凝土需与底板混凝土同步浇筑；灌孔混凝土应连续灌注，当模块宽度小于或等于300mm时，灌注的控制高度不宜超过15层；当模块宽度大于或等于400mm时，灌注的控制高度不宜超过20层，且混凝土应分层捣固，确保灌孔混凝土密实；

5 检查井及闸井内的踏步，安装前应刷防锈剂，在砌筑时用砂浆埋固，砂浆未凝固前不得踩踏；

6 砌筑检查井及闸井的内壁应用原浆勾缝，有抹面要求时，内壁抹面应分层压实，外壁用砂浆搓缝应密实；

7 有闭水要求的排水管道检查井，回填土前应进行管道、井体的一体闭水试验；闭水试验要求见本规程第9.6节的规定；

- 8 有闭水要求的检查井经闭水合格、隐蔽验收后，方可进行回

## DB11/T 1835-2021

填土，回填土要求见本规程第6.7.2条的规定；

**9** 砌筑给水管道的闸井前，应核对井位中心线与闸门安装中心线位置；井室顶板上的人孔位置设置，应便于闸门启闭及人员出入；井室应有足够的闸门安装操作、维修空间，具体尺寸应符合设计要求；

**10** 当闸井内设置排水（泥）管时，排水（泥）管应按排水管道要求敷设，接入指定排水（泥）井内；排水（泥）井底应比接入排水管底低不小于300mm；消火栓、排泥阀、泄水阀等管道附件排水（泥）时，不得在排放过程中冲刷附件基础；

**11** 砌筑井室质量应符合下列规定：

1) 井壁砌筑应位置准确，灰浆饱满，灰缝平整，不得有通缝、瞎缝，抹面应压光，不得有空鼓、裂缝等现象；

2) 井内流槽应平顺圆滑，不得有建筑垃圾等杂物；

3) 砂浆强度等级应符合设计要求，配合比准确；

4) 井室盖板尺寸及预留孔位置应正确，压墙尺寸符合设计要求，勾缝整齐；

5) 踏步应安装牢固、位置正确；

6) 井圈、井盖应完整无损，安装稳固，位置准确。

**18.2.4** 预制装配式检查井、闸井安装应符合下列规定：

**1** 根据设计文件规定的井位桩号、井内底高程，确定砂砾石垫层顶面高程、检查井井口高程、配管中心高程等参数，控制施工；

**2** 按设计文件要求核对运至现场的预制检查井构件的类型、编号、数量等，井壁预留的短管接口应尺寸、位置准确，工作面应光滑、平整；

**3** 井室地基不得扰动。砂浆垫层厚度应符合设计要求，垫层长度、宽度尺寸应比预制混凝土底板的长、宽尺寸各大100mm，垫层夯实后用水平尺校平，垫层顶面高程应符合设计文件要求，垫层应留预沉量；

**4** 预制检查井底板、井室、井筒等构件均应标示吊装轴线标记；

**5** 宜用专用吊具进行底板吊装，底板应水平就位，底板就位后，应对轴线及高程进行测量，底板轴线位置安装允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ 、底板高程允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ ；

**6** 井室、井筒应在底板安装位置经检验合格后进行安装，安装前应清除底板上的灰尘和杂物；并按标示的轴线进行井室和顶板安装；

**7** 井室吊装时，应使管道承口位于检查井的进水方向；插口应位于检查井的出水方向；

**8** 底板与井室或井壁、井室或井壁与盖板安装就位后，应将预埋连接件连接牢固，做好防腐；边缝均应润湿后，用1：2水泥砂浆填充密实，并应做 $45^\circ$ 抹角；

**9** 井筒、井口吊装前应清除企口上的灰尘和杂物；企口部位湿润后，用1：2水泥砂浆座浆约厚 $10\text{mm}$ ，吊装时应使踏步的位置符合设计要求；

**10** 检查井预制构件全部就位后，应采用1：2的水泥砂浆对所有接缝里外勾平缝；

**11** 检查井和管道采用刚性连接时，管节端面宜与井内壁平齐，不得凸出，回缩量不得大于 $50\text{mm}$ ；井壁预留孔与管节外壁间间隙，按设计要求填塞；设计未规定时，宜用石棉水泥捻缝；再用水泥砂浆将管节与井内壁接顺，井外壁做 $45^\circ$ 抹角；

**12** 柔性连接使用的密封胶圈，其材质应采用耐腐蚀的排水管专用密封橡胶，其性能及外形尺寸符合设计要求；胶圈应安装稳固，止水应严密可靠；

**13** 设有预留短管的预制构件，其与管道的连接应按本规程第8章的规定执行；

**14** 有闭水要求的排水管道检查井的闭水试验，应按本规程第18.2.3条第7款的规定执行；

## DB11/T 1835-2021

15 有闭水要求的检查井回填土，应按本规程第18.2.3条第8款的规定执行；

16 给水管道的闸井井位及人孔设置，应按本规程第18.2.3条第9款的规定执行；

17 排水管道检查井应按设计要求施作井室内流槽，将上、下游管道接顺；

18 预制检查井安装应符合下列规定：

1) 底板与井室、井室与盖板的拼缝水泥砂浆填塞应严密，抹角应光滑、平整；水泥砂浆强度应符合设计要求；

2) 室及井筒尺寸应符合设计要求；

3) 检查井与管道刚性接口连接，环形间隙应均匀，砂浆填塞密实、饱满；

4) 检查井与管道采用柔性接口连接，胶圈应就位准确，压缩均匀。

**18.2.5** 现浇钢筋混凝土检查井、闸井应符合下列规定：

1 当先施作检查井时，应根据井底设计高程和接入管道尺寸、位置确定预留口尺寸与位置；

2 现浇检查井、闸井模板支设、钢筋加工与安装、混凝土及混凝土浇筑，应符合本规程10.3节的规定；

3 现浇检查井、闸井施工应符合本规程第18.1节及第18.2.1～18.2.3条的规定；

4 现浇检查井及闸井底板、墙面、顶板混凝土，应振捣密实，表面平整、光滑，不得有裂缝、蜂窝、麻面、漏振现象。

**18.2.6** 检查井、闸井应根据路面高程及井圈顶高程，确定铸铁井口圈下混凝土垫层厚度，垫层混凝土强度等级应符合设计要求，设计无要求时宜采用 C30级；铸铁井口圈安装应与周围路面平顺。

### 18.3 雨水口

**18.3.1** 雨水口应与道路工程配合施工，应根据路面高程确定雨水口位置。

**18.3.2** 按雨水口位置及设计要求确定雨水口支管的槽位；施工中应对雨水口加盖，并应安全施工。

**18.3.3** 基础施工应符合下列规定：

1 按设计雨水口位置及外形尺寸，开挖雨水口槽，开挖雨水口支管槽，每侧宜留出300mm~500mm的肥槽；

2 槽底应夯实，并及时浇筑混凝土基础；

3 采用预制雨水口时，基础顶面宜铺设20mm~30mm厚的砂垫层。

**18.3.4** 砌筑雨水口及雨水口支管应符合下列规定：

1 在基础上放出雨水口侧墙位置线，并安放雨水口支管，雨水口支管应直顺、无错口，坡度符合设计要求；雨水口支管端面露于雨水口内，其露出长度不得大于20mm，管端面应完整无破损；

2 雨水口与检查管的连接管的坡度符合设计要求，管道铺设应符合本规程第9章的有关规定；

3 砌筑雨水口应灰浆饱满，随砌随勾缝；

4 雨水口内应保持清洁，砌筑时应随砌随清理，砌筑完成后及时加盖，保证安全；

5 雨水口底应用水泥砂浆抹出雨水口泛水坡；

6 雨水口四周回填土，应在完成勾缝、防渗抹面后进行。

**18.3.5** 预制雨水口及雨水口支管安装应符合下列规定：

1 预制雨水口安装应牢固，平面位置与高程准确；

2 预制雨水口与检查管的连接管与雨水口壁连接处，应填抹密实；

3 雨水口支管安装及预制雨水口回填施工应符合本规程第18.3.4条规定。

## **DB11/T 1835-2021**

**18.3.6** 路下水口水口、雨水支管应根据设计要求浇筑混凝土基础。坐落于道路基层内的雨水支管应做 C25混凝土全包封,且在包封混凝土达到75%强度前,不得放行交通,施工车辆通过应采取保护措施。

**18.3.7** 雨水口施工质量应符合下列规定:

- 1 雨水口位置符合设计要求;内壁勾缝应直顺、坚实,不得漏勾、脱落;
- 2 井框、井篦应完整、无损,安装平稳、牢固;
- 3 井周回填应符合本规程第6章的有关规定;
- 4 支管应直顺,管内应清洁,不得有错口、反坡、管内接口灰浆外露的舌头灰、存水及破损现象。管端面应完整无破损与井壁平齐。

### **18.4 支墩、支吊架**

**18.4.1** 管道及管件的支墩和锚定结构应按设计要求施工,位置准确,锚定牢固。支墩应有足够的体积和稳定性,并有锚固装置固定配件;钢制锚固件应采取相应的防腐处理;当阀门关闭时可能产生轴向推力,支墩还应该具有支承轴向推力的能力。

**18.4.2** 支墩应在在原状土地基或原状土沟槽边坡上修筑。无原状土作后背墙时,应采取措施保证支墩在受力情况下,不致破坏管道接口。采用砌筑支墩时,原状土与支墩之间应采用砂浆填塞。

**18.4.3** 支墩应在管道接口做完,管道位置固定后修筑。在土壤摩擦阻力较小,或管道坡度较大地段施工,应及时采取加固措施,并按设计施工支墩。

**18.4.4** 支墩施工前,应将支墩部位管道、管件表面清理干净。

**18.4.5** 现浇混凝土支墩,应振捣密实;砌筑支墩管道、管件与支墩间隙,应在砂浆填实,并抹八字。

**18.4.6** 管道安装过程中的临时固定支架,应在支墩的砌筑砂浆或混凝土达到规定强度后方可拆除。

**18.4.7** 施工设置的临时支墩，应修筑在密实的土基或坚固的基础上。其后背应与原状土或基背紧密相接，原状土与支墩间应用砂浆填塞；当无原状土后背采用砌筑支墩时，应采取措施建立人工后背。

**18.4.8** 临时支墩承载力应进行施工设计。

**18.4.9** 管件、管道支墩施工完毕，并达到强度要求后，方可进行水压试验。

**18.4.10** 支墩质量应符合下列规定：

- 1 支墩地基承载力、位置符合设计要求；支墩无位移、沉降；
- 2 混凝土支墩应表面平整、密实；砖砌支墩应灰缝饱满，无通缝现象，其表面抹灰应平整、密实；
- 3 支墩支承面与管道外壁接触紧密，无松动、滑移现象。

**18.4.11** 管道支、吊、托架的安装，应符合下列规定：

- 1 位置正确，埋设应平整牢固；
- 2 固定支架与管道接触应紧密，固定应牢靠；
- 3 滑动支架应灵活，滑托与滑槽两侧间应留有3mm~5mm的间隙，纵向移动量应符合设计要求；
- 4 无热伸长管道的吊架、吊杆应垂直安装；
- 5 有热伸长管道的吊架、吊杆应向热膨胀的反方向偏移；
- 6 固定在构筑物结构上的管道支、吊架不得影响结构的安全。

**18.4.12** 钢管水平安装的支、吊架间距应符合表18.4.12的规定。

**表18.4.12 钢管管道支架的最大间距**

公称直径 (mm)	15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300
支架的 最大间距 (m)	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	6	6.5	7	8	9.5	11	12

**18.4.13** 给水塑料管及复合管垂直或水平安装的支、吊架间距应符合表18.4.13的规定。采用金属制作的管道支架，应在管道与支架间加衬非金属垫或套管。

**DB11/T 1835-2021**

**表18.4.13 塑料管及复合管管道支架的最大间距**

管径 (mm)	12	14	16	18	20	25	32	40	50	63	75	90	110	
最大 间距 (m)	立管	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4
	水平管	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.35	1.55

## 19 季节施工

### 19.1 一般规定

**19.1.1** 冬期、雨期等特殊条件下给水排水管道施工，应根据不同条件特点制订相应的施工技术方案及应急预案，并有针对性的工程技术措施及安全防范工作，保证工程质量和施工安全。

**19.1.2** 给水排水管道施工进入特殊条件施工时，除应符合本章节规定外，尚应符合本规程其他章节的相关规定。

### 19.2 冬期施工

**19.2.1** 当室外日平均气温连续5d 稳定低于5℃时，给水排水管道施工应进入冬期施工。当室外日平均气温连续5d 高于5℃时，可解除冬期施工。给水排水管道工程冬期施工应符合下列规定：

1 进入冬期施工前应编制冬期施工措施和计划，并应有突然降温的防冻措施；

2 对室外气温和结构物的养护温度，应定时测量并记录；

3 结构物基础的地基，施工前、施工期及施工后均不得受冻；

4 混凝土抗压试件的留置应增设不少于2组同条件养护试件。

**19.2.2** 土方及地基的冬期施工应符合下列规定：

1 冻土层的开挖宜根据冻层的厚度、数量及经济原则选用开挖方法，可采用人工或机械凿劈冻土，并应制定安全保证措施，具备条件时，可采用爆破开挖冻土；

2 基槽边坡应随挖土的进展及时进行修整和加固；

3 开挖基坑应符合下列规定：

1) 基坑周围宜设防风挡；

2) 土方开挖当日未见槽底时，应将槽底300mm 刨松或覆盖保温材料防冻；

## **DB11/T 1835-2021**

3) 挖土至基础设计标高以上300mm~400mm时,应留待基础施工前一次挖出;已挖至设计标高又不能及时施工的基础应覆盖防冻;

4) 基础下的土层已经受冻后继续基础施工时,应将冻层全部挖出,进行换土处理;

5) 应对施工沟槽槽底采取防冻措施;排水井保温材料应采取措施防止受水浸泡;

6) 冬期挖槽,对现况给水等通水管道,应采取保温防冻措施。

**4** 路基以下不得回填冻土;

**5** 道路用地范围以外的管道沟槽两侧及管顶以上500mm范围内不得回填冻土,沟槽其他部分冻土含量不得超过15%,冻块不得大于100mm且不得集中,并按常温规定分层夯实,应预留沉降量。

**19.2.3** 钢筋加工、焊接的冬期施工应符合下列规定:

**1** 钢筋冷弯温度不宜低于-20℃;

**2** 冬期焊接钢筋宜在室内进行,焊接完成的钢筋应完全冷却后方可运至室外。室外焊接时,室外温度不宜低于-20℃,且应有蔽雪挡风设施,未完全冷却的焊接接头不得碰触冰雪。

**19.2.4** 管道冬期施工应符合下列规定:

**1** 宜采用热拌水泥砂浆,热拌水泥砂浆所用水温不得超过80℃;

**2** 对水泥砂浆有防冻要求时,拌和时应掺防冻剂;

**3** 不得使用加热水的方法融化已冻结的砂浆;

**4** 水泥砂浆接口应及时保温养护,保温材料覆盖厚度应根据气温选定;

**5** 冬期进行管道闭水试验时,应采取防冻、防滑等措施。

**19.2.5** 管道水压试验冬期应符合下列规定:

**1** 管身应填土至管顶以上500mm;

**2** 暴露管道、接口、临时管线应用保温材料覆盖;

**3** 根据现场条件,水中宜加食盐防冻;

**4** 试压合格后,应及时将水放空。

### 19.2.6 混凝土的养护应符合下列规定：

1 混凝土的受冻临界强度应根据技术经济比较和热工计算，选择养护方法及根据不同结构拆模所需达到的混凝土强度确定养护时间；

2 混凝土的养护方法应采用以保温覆盖为主的蓄热养护法，仅当气温低于 $-15^{\circ}\text{C}$ ，结构物的表面系数大于 $15\text{m}^{-1}$ ，不能满足强度增长要求时，可采用蒸汽养护法、暖棚法和电热法等养护方法。采用蓄热法养护时应符合下列规定：

1) 覆盖方法应经过热工计算选择，可采用双层模板、塑料布等覆盖物。在温度降至 $0^{\circ}\text{C}$ 时，混凝土应达到抗冻强度；

2) 宜利用未冻土壤热量或采用棚罩和加强养护，延长正温养护时间；

3) 对易冷却部位应加强保温，在与旧混凝土接槎部位 $1.5\text{m}$ 范围和长度在 $1\text{m}$ 范围内的外露钢筋，进行防寒保温；

4) 混凝土表面不得洒水；

5) 及时测温，并应有气温突然下降的防冻措施。

3 当采用蒸汽加热法养护时，应符合下列规定：

1) 对不得受水浸的土基、使用铝酸盐水泥掺有引气型外掺剂的混凝土，均不得使用蒸汽养护法；

2) 蒸汽养护的混凝土，当采用普通硅酸盐水泥时，养护最高温度不宜超过 $80^{\circ}\text{C}$ ；当采用矿渣硅酸盐水泥时，养护最高温度可提高到 $85^{\circ}\text{C}$ ，采用内部通汽法时，最高温度不得超过 $60^{\circ}\text{C}$ ；

3) 整体浇筑的结构蒸养时，混凝土的升降温速度不得超过表19.2.6-1的规定。

**表19.2.6-1 加热养护混凝土的升、降温速度 ( $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ )**

表面系数	升温速度	降温速度
$\geq 6$	15	10
$< 6$	10	5

注：1 大体积混凝土应根据实际情况确定；

2 表面系数是指结构物的冷却表面积 ( $\text{m}^2$ ) 与其全部体积 ( $\text{m}^3$ ) 的比值。

## DB11/T 1835-2021

4 采用暖棚法养护混凝土时，应符合下列规定：

- 1) 暖棚的结构应简单，但应严密、防风，入口、出口均应存保温设施，暖棚的容积应在满足操作的条件下减小；
- 2) 暖棚热源可为蒸汽，棚内宜适量洒水以保持空气潮湿；
- 3) 暖棚应设专人日夜看管，保持温度和湿度的均匀，其棚内温度应经常保持在 $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，不得低于 $5^{\circ}\text{C}$ 。

5 采用电热法养护时，电极的布置应使混凝土受热均匀，且混凝土仅应加热到设计强度的50%，同时应符合下列规定：

- 1) 对混凝土表面进行保温覆盖再通电；
- 2) 宜采用工作电压为 $50\text{V}\sim 110\text{V}$ ；
- 3) 混凝土的升降温速度应见本规程表19.2.6-1的规定，且混凝土加热的最高温度应符合表19.2.6-2规定；

表19.2.6-2 电加热混凝土最高温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）

所用水泥强度等级	结构表面系数 $\text{m}^{-1}$	
	$\leq 15$	$> 15$
42.5	40	35

4) 在加热过程中，应观察混凝土表面是否有干燥现象，出现干燥现象时，应先停电，并用温水湿润混凝土表面。

6 模板拆除应符合下列规定：

- 1) 拆除模板前，结构物同条件养护的试件强度应达到受冻临界强度，并应符合本规程第10.3节的规定；
- 2) 加热养护的结构物应保持混凝土温度降到 $5^{\circ}\text{C}$ 时方可拆模。当与外界气温相差大于 $15^{\circ}\text{C}$ 时，应采取临时覆盖措施，随拆随盖，并应缓慢冷却。

19.2.7 砌体冬期施工应符合下列规定：

- 1 砖石表面的冰雪应清除干净，砂石中不得含有冰块和直径大于 $10\text{mm}$ 的冻结块；
- 2 冬期使用和拌制砂浆应符合下列规定：

1) 砂浆宜优先采用普通硅酸盐水泥配置的砂浆,不得使用无水泥拌制的砂浆;

2) 冬期使用砂浆宜适当增大稠度10mm~30mm,应使用机械搅拌,且搅拌时间应比常温加长50%~100%;

3) 水加热的温度最高不得超过80℃;

4) 砂浆应随拌随用,已经冻结的砂浆在任何情况下,均不得使用。施工气温在5℃以下时,不宜进行砂浆砌筑。

**19.2.8** 防水层冬期施工应符合下列规定:

1 采用涂刷沥青胶结材料,或采用水乳型橡胶沥青卷材防水层时,施工温度不得低于5℃,温度过低时应采取保温措施;

2 采用高分子防水卷材冷粘法施工时,施工温度不得低于5℃;采用高聚物改性沥青防水卷材热熔法施工时,温度不得低于-10℃,温度过低时应采取保温措施;

3 施工前应对前一道工序进行质量检查验收,做好记录,隐检合格后方可施工。

### 19.3 雨期施工

**19.3.1** 给水排水管道工程雨期施工应符合下列规定:

1 在降雨量集中的季节施工,对工程质量造成影响时,应采取雨期施工措施;

2 雨期施工应提前准备必要的防汛抢险器材、机具及遮盖材料,工程材料应有防雨防潮措施,施工场地及生活区应有排水措施,施工机械设备应有防雷防触电措施;

3 雨期施工应分期、分段、分片施工,工作面不宜过大;

4 雨期施工期间应随时关注天气变化,遇大风、暴雨或洪水等恶劣天气应提前预警,并及时停止现场施工作业。

**19.3.2** 土方及地基的雨期施工应符合下列规定:

1 基坑周边应设置挡水墙,基坑外应设置截水沟,防止地面水

## **DB11/T 1835-2021**

流入。基坑内应设置集水井，并应配备足够的抽水设备；

2 基坑坑底挖至设计标高后，应及时进行结构施工，防止泡槽。若因故未能及时进行下一道工序而发生泡槽，应挖除被浸泡部分，并应采取换填处理措施，宜选用砂砾材料，换填后地基承载力应满足相关设计要求；

3 雨期施工应适当加强边坡支护，或适当放大边坡坡度，地质条件不良地段的边坡应加强监测，发现异常情况及时处理；

4 沟槽开挖前，施工现场应设置排水疏导线路；宜先下游后上游安排施工，应缩短开槽长度，快速施工；

5 沟槽与既有排水沟、排水管交叉时，应采取加固或设置渡槽、渡管等导流措施；受高程控制影响既有排水沟、排水管连通的地点，应设临时泵站；切断既有排水沟、排水管道时，应经产权部门同意；

6 应制定防止沟槽坍塌及漂管的措施；

7 宜采取护坡、在槽边设置围堤等保护沟槽措施；

8 接通河道的管段，宜在枯水期施工，应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，坝顶高度应比施工期间最高洪水位高0.5m；

9 雨后回填应检测填土含水率，对过湿的土壤应采取晾晒、换填等技术措施；

10 回填土应随填随夯，防止松土淋雨；

11 应采取的措施防止地表水流向沟槽，槽内积水应及时排除。

### **19.3.3 管道雨期施工应符合下列规定：**

1 掌握气象情况，制定雨期施工方案；

2 应采取防护措施，防止雨水地面逕流和泥土进入沟槽、管道内，并防止漂管现象；

3 管道敷设完成后应及时进行检查井施工；

4 暂时不接支线的预留管口应及时进行封堵；

5 暂时中断施工的管口应临时封堵；

6 雨天进行管道接口施工，应采取防雨措施。

**19.3.4 结构混凝土的雨期施工应符合下列规定：**

1 雨期施工模板支架的地基承载力应满足强度和稳定性要求，雨后应检查地基的情况，如因地面软化引起地基沉降及支架失稳，应采取措施进行加固；

2 雨期施工应防止模板内积水，如遇积水应排除后再进行后续施工，并应对模板进行检查，模板应选用具有防雨水冲刷性能的脱模剂；

3 钢筋、钢绞线等钢材应支垫并覆盖存放，结构外露钢筋、钢绞线及预埋钢件等应采用覆盖或缠绕等防潮措施，钢筋的加工和焊接应在防雨棚内进行；

4 浇筑混凝土前应备好防水棚；

5 未初凝的砂浆受雨水浸泡时，应调整配比；

6 混凝土运输与浇筑过程中不得淋雨；浇筑完成后应及时覆盖防雨，雨后应及时检查混凝土表面并及时修补；

7 如未采取良好的防护措施，小雨、中雨天气不宜进行混凝土露天浇筑，且不应进行大面积的混凝土露天浇筑作业；大雨、暴雨天气不得进行混凝土露天浇筑；

8 混凝土浇筑完毕后，应及时采取覆盖塑料薄膜等防雨措施，新浇筑的混凝土在达到终凝前不得淋雨。

**19.3.5 砌体的雨期施工应符合下列规定：**

1 砌体施工前，应将砌筑材料表面的淤泥等杂物清理干净；

2 砌体施工过程中，遇大雨应停工，对已砌筑砌体应进行苫盖；

3 砌体砂浆及现场制作的砂浆试块在达到终凝前，应采取防雨措施。

## 附录 A 管道闭水试验

**A.0.1** 闭水法试验应符合下列程序：

1 试验管段灌满水后混凝土管浸泡时间不应少于24h，化工建材管浸泡时间不应少于12h；

2 试验水位应按本规程第9.6.6条的规定确定；

3 试验水头达规定水头时开始计时，观测管道的渗水量，直至观测结束时，应不断地向试验管段内补水，保持试验水头恒定，渗水量的观测时间不得小于30min；

4 实测渗水量应按公式（A.0.1）计算：

$$q = \frac{W}{T \cdot L} \quad (\text{A.0.1})$$

式中： $q$  —实测渗水量（L/min·km）；

$W$  —补水量（L）；

$T$  —实测渗水观测时间（min）；

$L$  —试验管段的长度（m）。

**A.0.2** 闭水试验应作记录，记录表格应符合表 A.0.2的规定。

表 A.0.2 污水管道闭水试验记录

污水管道闭水试验记录 (表 A.0.2)				编号	
工程名称					
施工单位					
起止井号	_____号井段至_____号井段，带_____号井				
管道内径	mm	接口型式		管材种类	
试验日期	年	月	日	试验次数	第 次共试 次
试验水头	高于上游管顶 m				
允许渗水量	$m^3/24h \cdot km$				
试验结果	1、全长 m，经 h 共渗水 $m^3$				
	2、折合 $m^3/24h \cdot km$				
目测渗漏情况					
鉴定意见					
监理（建设）单位			施工单位		
			技术负责人	施工负责人	

本表由施工单位填写。

## 附录 B 管道闭气试验

### B.0.1 试验方法

将进行闭气试验的排水管道两端用管堵密封，然后向管道内充入空气至一定的压力，在规定闭气时间测定管道内压降值。

### B.0.2 试验步骤

1 对闭气试验的排水管道两端与管堵接触部分的内壁应进行处理，使其清洁光滑；

2 分别将管堵安装在管道两端，每端接上压力表和充气嘴；

3 用打气筒给管堵充气，加压至（0.15~0.20）MPa 将管道密封，用喷洒发泡液检查管堵密封情况并处理；

4 用空气压缩机向管道内充气至3kPa，关闭气阀，使气压趋于稳定；用喷雾器喷洒发泡液检查管堵对管口的密封情况，管堵对管口完全密封后，目测管体内的气压；管体内气压从3kPa 降至2kPa 历时不少于5min，即可认为稳定；气压下降较快时，可适当补气，下降太慢时，可适当放气；

5 根据不同管径的规定闭气时间，测定并记录管道内气压从2kPa 下降后的压力表读数，其下降到1.5kPa 的时间不得少于表 B.0.2-1的规定，管道闭气试验记录格式参见表 B.0.2-2；

6 管道闭气试验完毕，首先排除管道内的气体，再排除管堵内的气体，最后卸下管堵；

7 管道闭气试验的工艺流程参见图 B.0.2的规定。

表 B.0.2-1 排水管道闭气试验标准

序号	管径（mm）	管内压力（kPa）		规定闭气时间（s）
		起点	终点	
1	300	2	≥1.5	105
2	400			135
3	500			160

续表 B.0.2-1

序号	管径 (mm)	管内压力 (kPa)		规定闭气时间 (s)
		起点	终点	
4	600	2	≥1.5	180
5	700			210
6	800			240
7	900			275
8	1000			320
9	1100			385
10	1200			480

注：时间单位为秒 (Sec)。

表 B.0.2-2 管道闭气试验记录表

工程名称

年 月 日

序号	桩号 (xx~xx)	管径 (mm)	规定闭气时间内的实测压降 (Pa)	实测压力自 2kPa 降到 1.5kPa 的时间 (Sec)	标准规定闭气时间 (Sec)	试验评定结果	备注 (管材及气象情况等)
1							
2							
3							
4							
5							
6							

审核：

观测：

记录：

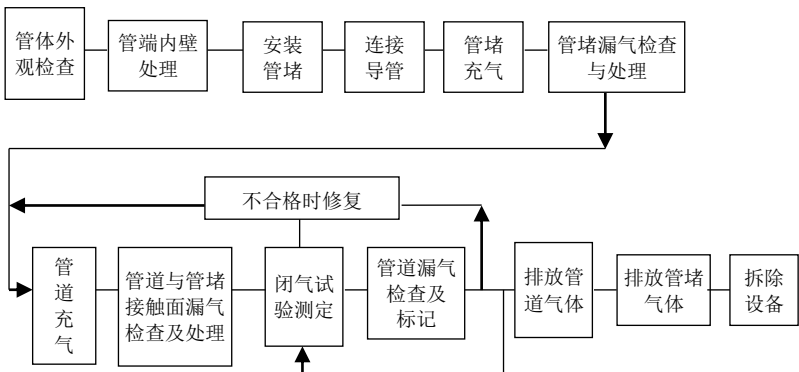


图 B.0.2 管道闭气试验流程示意框图

## DB11/T 1835-2021

**B.0.3** 管道闭气试验常用设备见表 B.0.3。

**表 B.0.3** 管道闭气试验设备参考

序号	名称	规格	数量
1	管道密封管堵	Φ300mm~Φ1200mm	各2个
2	空气压缩机	ZV-0.1—0.3/7型	1台
3	打气筒		1个
4	膜盒压力表	0Pa~4kPa	1个
5	普通压力表	0MPa~0.4MPa	2个
6	喷雾器		1个
7	秒表		1块

**B.0.4** 检验管堵与管体密封情况时，可用喷雾器喷洒发泡液，发泡液的配合比参见表 B.0.4。

**表 B.0.4** 发泡液配合比参考表

温度 (°C)	水 (kg)	TIF-表面活性剂 (kg)	M3-防冻剂 (kg)
0以上	100	0.4	
0~-5	100	4.9	17.5
-5~-10	100	5.9	42.4
-10~-15	100	7.1	71.4

## 附录 C 混凝土结构无压管道渗水量测与评定方法

**C.0.1** 混凝土结构无压管道渗水量测与评定适用于下列条件：

- 1 大口径 ( $D_i \geq 1500\text{mm}$ ) 钢筋混凝土结构的无压管道；
- 2 地下水位高于管道顶部；
- 3 检查结果应符合设计要求的防水等级标准；无设计要求时，不得有滴漏、线流现象。

**C.0.2** 漏水调查应符合下列规定：

- 1 施工单位应提供管道工程的“管内表面的结构展开图”；
- 2 “管内表面的结构展开图”应按下列要求进行详细标示：
  - 1) 检查中发现的裂缝，并标明其位置、宽度、长度和渗漏水程度；
  - 2) 经修补、堵漏的渗漏水部位；
  - 3) 有渗漏水，但满足设计防水等级标准允许渗漏要求而无需修补的部位。

3 经检查、核对标示好的“管内表面的结构展开图”应纳入竣工验收资料。

**C.0.3** 渗漏水程度描述使用的术语、定义和标识符号，可按表 C.0.3 采用。

表 C.0.3 渗漏水程度描述使用的术语、定义和标识符号

术语	定义	标识符号
湿渍	混凝土管道内壁，呈现明显色泽变化的潮湿斑；在通风条件下潮湿斑可消失，即蒸发量大于渗入量的状态	#
渗水	水从混凝土管道内壁渗出，在内壁上可观察到明显的流挂水膜范围；在通风条件下水膜也不会消失，即渗入量大于蒸发量的状态	○
水珠	悬挂在混凝土管道内壁顶部的水珠、管道内侧壁渗漏水用短棒引流并悬挂在其底部的水珠，其滴落间隔时间超过1min；渗漏水用干棉纱能够拭干，但短时间内可观察到擦拭部位从湿润至水渗出的变化	◇

续表 C.0.3

术语	定 义	标识符号
滴漏	悬挂在混凝土管道内壁顶部的水珠、管道内侧壁渗漏水用细短棒引流并悬挂在其底部的水珠，具滴落速度每分钟至少1滴；渗漏水用干棉纱不易拭干，且短时间内可明显观察到擦拭部位有水渗出和集聚的变化	▽
线流	指渗漏水呈线流、流淌或喷水状态	↓

**C.0.4** 管道内有结露现象时，不宜进行渗漏水检测。

**C.0.5** 管道内壁表面渗漏水程度宜采用下列检测方法：

1 湿渍点：用手触摸湿斑，无水分浸润感觉；用吸墨纸或报纸贴附，纸不变颜色；检查时，用粉笔勾划出施渍范围，然后用钢尺测量长宽并计算面积，标示在“管内表面的结构展开图”；

2 渗水点：用手触摸可感觉到水分浸润，手上会沾有水分；用吸墨纸或报纸贴附，纸会浸润变颜色；检查时，要用粉笔勾划出渗水范围，然后用钢尺测量长宽并计算面积，标示在“管内表面的结构展开图”；

3 水珠、滴漏、线流等漏水点宜采用下列方法检测：

1) 管道顶部可直接用有刻度的容器收集测量；侧壁或底部可用带有密封缘口的规定尺寸方框，安装在测量的部位，将渗漏水导入量测容器内或直接量测方框内的水位；计算单位时间的渗漏水量（单位为 L/min 或 L/h 等），并将每个漏水点位置、单位时间的渗漏水量标示在“管内表面的结构展开图”；

2) 直接检测有困难时，允许通过目测计取每分钟或数分钟内的滴落数目，计算出该点的渗漏量；据实践经验：漏水每分钟滴落速度3滴~4滴时，24h 的渗漏水量为1L；如果滴落速度每分钟大于300滴。则形成连续细流；

3) 应采用国际上通用的 L/（m<sup>2</sup>·d）标准单位；

4) 管道内壁表面积等于管道内周长与管道延长的乘积。

**C.0.6** 管道总渗漏水量的量测可采用下列方法，并应通过计算换算

成  $L/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  标准单位:

1 集水井积水量测法: 测量在设定时间内的集水井水位上升数值, 通过计算得出渗漏水量;

2 管道最低处积水量测法: 测量在设定时间内的最低处水位上升数值, 通过计算得出渗漏水量;

3 有流动水的管道内设量水堰法: 量测水堰上开设的 V 形槽口水流量, 然后计算得出渗漏水量;

4 通过专用排水泵的运转, 计算专用排水泵的工作时间、排水量, 并将排水量换算成渗漏量。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件允许时，首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- |   |              |
|---|--------------|
| 1 《工程测量标准》                                | GB 50026     |
| 2 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》                    | GB 50086     |
| 3 《地下工程防水技术规范》                            | GB 50108     |
| 4 《给水排水构筑物工程施工及验收规范》                      | GB 50141     |
| 5 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》                      | GB 50202     |
| 6 《混凝土结构工程施工质量验收规范》                       | GB 50204     |
| 7 《钢结构工程施工质量验收标准》                         | GB 50205     |
| 8 《给水排水管道工程施工及验收规范》                       | GB 50268     |
| 9 《石油沥青脆点测定法 弗拉斯法》                        | GB/T 4510    |
| 10 《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》              | GB/T 17219   |
| 11 《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》                     | GB/T 21246   |
| 12 《钢筋焊接及验收规程》                            | JGJ 18       |
| 13 《施工现场临时用电安全技术规范》                       | JGJ 46       |
| 14 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》                   | JGJ 52       |
| 15 《混凝土用水标准》                              | JGJ 63       |
| 16 《建筑工程冬期施工规程》                           | JGJ/T 104    |
| 17 《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》                     | JGJ 276      |
| 18 《涂装前钢材表面处理规范》                          | SY/T 0407    |
| 19 《建筑基坑支护技术规程》                           | DB11/489     |
| 20 《地下管线非开挖铺设工程施工及验收技术规程 第 2 部分 顶管<br>施工》 | DB11/T 594.2 |
| 21 《有限空间作业安全技术规范》                         | DB11/T 852   |
| 22 《排水管（渠）工程施工质量检验标准》                     | DB11/ 1071   |



北京市地方标准

给水排水管道工程施工技术规程

**Technical specification for construction of water  
supply and drainage pipeline project**

DB11/T 1835-2021

条文说明

2021 北京



## 目 次

1	总则	215
2	术语	216
3	基本规定	217
4	测量	219
	4.2 管道中线控制测量	219
5	地下水控制	220
	5.1 一般规定	220
	5.2 隔水帷幕	221
6	土方工程	223
	6.1 一般规定	223
	6.2 开槽	223
	6.3 支护	224
	6.4 地基处理	224
	6.5 管道交叉处理	224
7	运输与吊装	225
	7.1 一般规定	225
8	给水管道敷设	226
	8.1 一般规定	226
	8.2 球墨铸铁管敷设	226
	8.3 预应力钢筋混凝土管敷设	227
	8.4 预应力钢筒混凝土管敷设	227
	8.5 钢管敷设	228
	8.6 硬聚氯乙烯 (UPVC) 管敷设	228
	8.7 聚乙烯管 (PE) 管及其复合管敷设	229
	8.8 玻璃钢管敷设	229

## DB11/T 1835-2021

8.10	管道内、外防腐	230
8.11	水压试验	230
8.12	冲洗消毒	230
9	排水管道敷设	232
9.1	一般规定	232
9.2	基础与安管	232
9.6	闭水试验	232
9.7	闭气试验	232
10	管渠	233
10.1	一般规定	233
10.2	砌体砌筑管渠	233
10.3	现浇钢筋混凝土管渠	233
11	沉管和桥管施工	234
11.1	一般规定	234
11.2	沉管施工	235
11.3	桥管施工	235
12	顶管施工	236
12.1	一般规定	236
12.2	工作井及后背	240
12.3	设备安装	241
12.4	顶进	243
12.6	触变泥浆减阻	244
12.7	曲线顶管	245
13	水平定向钻施工	248
13.1	一般规定	248
13.2	施工准备	248
13.4	回扩、清孔	250
13.5	管道回拖	251

<b>14</b>	<b>夯管施工</b>	252
14.1	一般规定	252
14.2	工作井设备安装	253
14.4	管线排土	254
<b>15</b>	<b>盾构法施工</b>	255
15.1	一般规定	255
15.2	工作竖井及施工	255
15.4	盾构机安装	255
15.5	掘进	255
15.8	盾构法施工质量	255
<b>16</b>	<b>浅埋暗挖施工</b>	256
16.1	一般规定	256
16.4	马头门	256
16.7	初期衬砌	256
16.8	防水层	257
16.9	二次衬砌	257
<b>17</b>	<b>非开挖修复</b>	259
17.1	一般规定	259
17.3	既有管道预处理	260
17.4	涂层法	260
17.5	穿插管法	261
17.6	原位固化法	261
<b>18</b>	<b>附属构筑物</b>	262
18.1	一般规定	262
18.2	井室	262



# 1 总 则

**1.0.1** 阐述了编制本规程的目的。

**1.0.2** 室内外给水排水管道的界线，以室外检查井或闸阀分界，排水管道以污水排出建筑物外部的第一个检查井（含检查井）的管道视为外部管道；给水管道以供水管道进入建筑物前的第一个闸阀井（含闸阀井）之外的管道视为外部管道；再生水管道工程施工技术可参照本规程中给水管道工程施工技术部分的相关内容执行。

## 2 术 语

**2.0.1~2.0.4** 刚性管道、柔性管道、刚性接口和柔性接口的术语参考了现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268；在结构设计上柔性管道、刚性管道的区分主要是考虑或不考虑管道和管周土体弹性抗力共同承担荷载。柔性管道失效通常由管道的环向变形过大造成，因而在工程施工涉及到基础处理与回填要求不同。

**2.0.5** 近年来，化学建材管发展较快，应用于给水排水工程的管道品种日益增多，如单体浇铸尼龙-钢复合管（CJ/T 438）、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）管（CECS 270），纤维增强聚丙烯（FRPP）加筋管（QB/T 4011）等，既有常用的聚氯乙烯等材料的管道品种也有较多发展，如丙烯酸共聚聚氯乙烯管（CJ/T 218）、抗冲改性聚氯乙烯（PVC-M）管（CJ/T 272）、抗冲抗压双轴取向聚氯乙烯（PVC-O）管（CJ/T 445）等，纤维增强塑料管也不仅局限于热固性塑料材质，热塑性管材也有相应发展，故在参考了现行国家标准《纤维增强塑料术语》GB/T 3961等标准的基础上，将纤维增强热固性塑料管和纤维增强热塑性塑料管统一称纤维增强塑料管。

**2.0.8** 根据现行行业标准《排水工程混凝土模块砌体结构技术规程》CJJ/T 230增加术语“混凝土模块”。

### 3 基本规定

**3.0.2** 本条根据给水排水管道工程施工的特点，强调施工准备中对现场沿线及周围环境进行调查，以便了解并掌握地下管线等建（构）筑物真实资料；是基于近年来的工程实践经验与教训而做出的规定。

**3.0.3** 工程施工项目应实行审查、会审（设计交底）和签证制度，这是工程施工准备中重要环节；发现施工图有疑问、差错时，应及时提出意见和建议；如需变更设计，应按照相应程序报审，经相关单位签证认定后实施。

**3.0.4** 对施工组织设计和施工方案的编制以及审批程序做出规定。对于施工组织设计和施工方案审批程序，各行业均有不同的规定，本规程不宜对此进行统一的规定，而强调其内容要求和按“规定程序”审批后执行。

**3.0.7** 为施工测量条文，本次修订没有增加更多内容，主要考虑施工测量已有现行国家标准《工程测量标准》GB 50026和现行行业标准《城市测量规范》CJJ/T 8的具体规定，本规程仅列出专业的基本规定。

**3.0.8** 给水排水管道工程所使用的管材、管道附件及其他材料的品种类型较多、产品规格不统一，产品质量会直接影响工程结构安全、使用功能及环境保护。为此，管材、管件及其他材料应符合国家有关的产品标准。为保障人民身体健康，供应生活饮用水管道的卫生性能应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219的规定。本规程提倡应用新材料、新技术、新工艺，不得使用国家明令淘汰、禁用的产品。

**3.0.9** 本条规定工程所用的管材、管件、构（配）件和主要原材料等产品应执行进场验收制和复验制，验收合格后方可使用。

**3.0.12** 为强调基槽部位的施工安全特别制定。依据现行国家标准

## **DB11/T 1835-2021**

《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497的规定：给水排水管道主体采用开槽施工的沟槽或基坑，开挖深度大于等于5m 或开挖深度小于5m，但现场地质情况和周围环境复杂的基坑工程以及其他需要监测的基坑工程应实施监测。

土方开挖前应制定监测方案，包括监测项目、监测布点、监测方法、监测频率等内容，并随施工展开监测。监测频率可以依据施工方法、施工周边环境情况、支护设计情况、规范设计要求等综合考虑后制定。

## 4 测量

### 4.2 管道中线控制测量

**4.2.4** 根据目前北京市工程建设现状情况，依据现行国家标准《工程测量标准》GB 50026中有关卫星定位测量内容新增本条，主要针对卫星定位测量控制网的主要技术指标、布设、设计、选点、基本技术要求及外业测设等内容提出了要求。

**4.2.10** 对测量的内业计算提出了具体的要求。

## 5 地下水控制

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 施工降水是指在建设工程施工过程中，采用管井、井点等方法抽排地下水的施工措施。传统施工控制地下水一般采用施工降水的方法。由于水资源日益稀缺，为保护地下水，北京市住建委和北京市水务局于2007年印发《北京市建设工程施工降水管理办法》（京建科教【2007】1158号），要求自2008年3月1日起，本市所有新开工的工程限制进行施工降水，推广采用隔水帷幕方法。因地下结构、地层及地下水、施工条件和技术等原因，使得采用隔水帷幕方法很难实施或者虽能实施，但增加的工程投资明显不合理的，施工降水方案须通过专家评审。专家评审方案内容之一为：采用隔水帷幕方法不可行的依据和理由是否充分。2012年北京市发布《北京市节约用水办法》（第244号政府令），第三十二条规定，新建、改建、扩建建设项目的建设单位应当采取措施，限制施工降水：确需进行施工降水的，应当按照本市有关规定执行，并按照地下水资源费标准缴费。2013年北京市发布《北京市建设工程施工现场管理办法》（第247号政府令），第二十二项规定，新建、改建、扩建建设项目严格限制施工降水。确需要进行降水的，施工单位应当按照规定组织专家论证审查，取得排水许可，并依法缴纳地下水资源费。

市政给水排水管线工程一般施工距离较长，埋深较浅，工期较短，对抽排地下水量相对有限，依据现行地方标准《城市建设工程地下水控制技术规范》DB11/1115的规定：长度和直径比大于100且埋深不大于10m的市政管线基坑工程，可选择降水方法。

**5.1.3** 地下水控制应编制专项方案。当不具备条件（如地下结构、地层、施工条件、技术或工程投资明显不合理等原因）采用隔水帷幕时，专项方案应阐述不采用隔水帷幕方法的理由和依据，并通过

专家评审。

**5.1.4** 施工现场应综合利用工地抽排的全部地下水，减少资源浪费。降水应优先用于工地钢筋混凝土的养护、降尘、冲厕、工地车辆的洗刷等方面；剩余部分，施工单位应主动与园林、环卫部门和居民社区联系，将其用于周边指定绿地、景观及环境卫生。需要进行排放时，排放标准应符合现行地方标准《水污染物综合排放标准》DB11/307中的规定。

## 5.2 隔水帷幕

**5.2.1** 基坑支护设计时首先应确定地下水控制方法，再依据地下水控制方法选择支护结构形式。当采用隔水帷幕时，应充分考虑场地及邻近地层结构、水文条件特征分析地下水渗流规律，选择适当的帷幕形式和施工方法，在开工前要进行施工现场工艺性试验，确定施工工艺参数。同一工程可选用多种帷幕形式，并与基坑支护结构形式相互协调。

**5.2.3** 公式（5.2.3）落底式帷幕如图5.2.3。

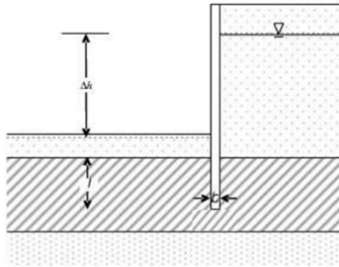


图5.2.3 落底式帷幕

**5.2.4** 公式（5.2.4）悬挂式帷幕如图5.2.4。

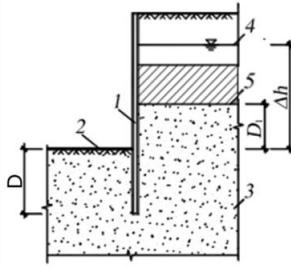


图5.2.4 悬挂式帷幕

- 1-截水帷幕；2-基坑底面；3-含水层；4-承压水水位；  
5-承压含水层顶面

5.2.9 本条第6款可依据现行地方标准《城市建设工程地下水控制技术规范》DB11/1115中下表方法有针对性的组合使用，评定注浆效果。

评定方法		评定标准
分析法	P-Q-t 曲线法	注浆施工中 P-t 曲线呈上升趋势，Q-t 曲线呈下降趋势，注浆结束时，注浆压力达到设计终压，注浆速度达到设计结束速度（常取5L/min~10L/min）
	涌水量对比法	随着注浆进行，钻孔涌水量不断减少； 注浆堵水率达到80%以上
	浆液填充率反算法	当地层中含水率不大时，浆液填充率应达到70%以上； 当地层富含水时，浆液填充率应达到80%以上
检查孔法	检查孔取芯法	检查孔能取出带浆液的芯样，岩芯强度达到0.2MPa 以上
	检查孔观察法	注浆后，检查孔成孔完整，不得有涌砂、涌泥现象，流水量<0.2L/min。检查孔放置1h 后，也不得发生上述现象，否则应进行补孔注浆或重新设计
	检查孔渗透系数测试法	注浆后地层的渗透系数降低一个数量级，且注浆隔水时地层的渗透系数应<10 <sup>-4</sup> cm/s
过程类	加固效果观察法	开挖面浆液填充饱满，能自稳，掌子面无水
	注浆机理分析法	开挖观察注浆加固机理达到预期的设计目的，如劈裂、渗透等
	监测数据判定法	在注浆结束后工程开挖过程中，帷幕注浆圈外水位应保持不变。注浆过程中，被保护单位时间的变形速度和全部时间的变形总量始终满足设计沉降允许要求
物探类	雷达法	根据雷达探测成果的前后对比，判定注浆效果
	电法	根据电法探测成果的前后对比，判定注浆效果

## 6 土方工程

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 根据《中华人民共和国建筑法》第四十条“建设单位应当向建筑施工企业提供与施工现场相关的地下管线资料，建筑施工企业应当采取措施加以保护”的规定制定本条。重要设施的施工保护措施应会同建设、勘察、设计、监理等单位共同确定。

**6.1.2** 地上及地下建（构）筑物除房屋建筑、道路、桥梁、轨道交通设施外，还包括沟槽附近的树木、输电、通讯杆线以及河渠等设施，通过调查，确定地下管线、建（构）筑物的准确位置，通过分析施工风险，有针对性的制定施工技术方案，以保证施工和周边环境完全。土方施工方案中包括确定使用的机械设备、开挖方法，确定适宜的堆土位置，并设置施工临时道路。

### 6.2 开槽

**6.2.1** 沟槽断面包括槽底宽度、槽深、各层边坡以及层间留台宽度等参数。

**6.2.2** 槽底宽度应根据施工设计确定，应能保证施工排水、管道安装、回填压实能够安全进行。管道宽度一般是指管道结构宽度及两侧工作宽度；当有支撑时槽底宽度指撑板间的净宽。

**6.2.5** 配合挖掘机司机的专人应熟悉机械挖土有关安全操作规程，并能及时组织槽底标高和宽度的量测，保证沟槽开挖符合设计要求。

**6.2.6** 放坡开挖的沟槽边坡应随开挖随时进行清理修坡，不能出现反坡、超挖等现象。

**6.2.11** 槽边堆土包括两侧堆土、单侧堆土等方式。

### **6.3 支护**

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

### **6.4 地基处理**

**6.4.1** 原土应经回填压实，压实后的填土密实度不低于原地基土的密实度。

### **6.5 管道交叉处理**

**6.5.5** 悬吊管道下方可采用砂石料进行回填处理，也可采用高流动性的低标号混凝土回填或设置砌体结构，当结构强度达到设计强度时，方可拆除悬吊构件。

## 7 运输与吊装

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 对于管节、管件运输、堆放场所提出了具体要求。堆放场所温度不应超过40℃，并远离热源及腐蚀性物质；室外堆放不应长期曝晒。堆放附近应有消防设施（备）。

**7.1.6** 本条规定了不同管材的管节堆放层数与层高，本规程表7.1.6管节堆放层数与层高的规定取自工程实践的经验资料，无具体规定时参照执行。

## 8 给水管道敷设

### 8.1 一般规定

**8.1.3** 管道安装前应先挖工作坑，其尺寸满足安装要求。每个井段安装完成后，即可进行沟槽回填，以保证管段稳定。管道安装完后，应对管道的中心线和高程进行复测、调整。

### 8.2 球墨铸铁管敷设

**8.2.3** 接口前应对法兰盘、螺栓及螺母进行检查。橡胶垫片的厚度应按照设计要求选择，一般情况下，当管径小于等于600mm时，橡胶垫片厚度宜为3mm~4mm，管径大于等于700mm时，宜为5mm~6mm。

**8.2.4** 为保证法兰连接时垫片受力均匀，做到不渗不漏，密封严密，均匀对称拧紧螺栓，不得先将一侧拧紧再拧另一侧。接口防腐主要包括螺栓和螺母防腐，一般应涂防锈剂。

**8.2.5** 本条第1款中1.5%D的D为法兰公称直径。

**8.2.6** 滑入式橡胶圈柔性接口包括滑入式T形、梯唇形橡胶圈接口等多种形式，接口胶圈按照现行国家标准《水及燃气管道用球墨铸铁管、管件和附件》GB 13295的规定执行。安装滑入式橡胶圈接口时，应将承口内工作面与插口外工作面清扫干净后，将橡胶圈嵌入承口的凹槽内，并在橡胶圈外露的表面及插口工作面，涂以对橡胶圈质量无影响的滑润剂，待插口端部倒角与橡胶圈均匀接触后，再用专用工具将插口推入承口内，推入深度应达到标志环，并复查与其相邻已安好的第一至第二个接口推入深度。

**8.2.7** 球墨铸铁管柔性接口胶圈按照现行国家标准《水及燃气管道用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295的规定执行。

**8.2.8** 及时回填是方便管道保护，是管道水压试验的基本要求；预

留接口位置是便于水压试验时接口渗漏检查和处理。

### 8.3 预应力钢筋混凝土管敷设

**8.3.2** 橡胶圈应由管材厂配套供应，本条从物理性能、质量要求及截面的选择的方法对预应力钢筋混凝土管接口橡胶圈提出要求，以保证接口安装质量。橡胶圈环径与橡胶圈截面直径应根据管径与接口环形间隙选择，一般由设计单位确定，或由厂家根据管道设计确定，配套供应。

**8.3.3** 预应力混凝土管需要特殊长度时，应在厂家预制，以保证管身和接口质量。

**8.3.5** 混凝土管道对口施工时，一般先将管节稍吊离槽底，使插口橡胶圈准确地对入承口锥面内；利用边线调整管身位置，使管身中线符合设计要求；管身位置符合设计要求后，应对管道进行加固、支撑，防止管道发生滚动，一般采取设置支撑架、及时回填腋角和设置垫块等方法。

### 8.4 预应力钢筒混凝土管敷设

**8.4.2** 本条对承插式橡胶圈柔性接口施工进行规定，以保证施工质量。接口施工前，应清理管道承口内侧、插口外部凹槽等连接部位和橡胶圈；橡胶圈是接口施工质量的重要环节，其在凹槽内安装是控制重点，不能出现扭曲翻转现象。润滑剂主要起到润滑作用，保证安装顺利进行，防止管口损伤，润滑剂应采用符合卫生标准的产品，防止管口污染，影响验收。安装前，按照设计要求在插口上做好安装标记，以方便检查插入是否到位。安装就位，放松紧管器具后应进行下列检查：

- 1 复核管节的高程和中心线，并应符合设计要求；
- 2 用特定钢尺插入承插口之间检查橡胶圈各部的环向位置，确认橡胶圈在同一深度；

## DB11/T 1835-2021

- 3 接口处承口周围不应有胀裂现象；
- 4 橡胶圈应无脱槽、挤出等现象。

### 8.5 钢管敷设

**8.5.2** 对口时应用400mm 水平尺，在接口周围顺序找平。

### 8.6 硬聚氯乙烯（UPVC）管敷设

**8.6.3** 硬聚氯乙烯给水管道宜采用橡胶圈接口、粘接接口、法兰接口，各种接口的适用范围宜按表8.6.3的规定选择。

表8.6.3 各种接口适用范围

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

**8.6.7** 管端插入预留伸量是由管道安装和管道运行温度之差产生的，伸量应按照设计要求执行，一般按施工时闭合温差计算确定。

**8.6.8** 硬聚氯乙烯给水管道应根据现场条件调整管道长度，进行管道现场切断和加工，因此本条对管道端面加工提出技术要求，以保证接口质量。采用切断管管节安装时，应保证断管管节的切割断面平整，与管轴线垂直，并在断口端加工出坡口倒角，坡口倒角应清理干净，坡口长度不宜小于3mm；钝边厚度宜为壁厚的1/2~2/3。管节或管件在粘接前，应用绵纱或干布将承口内侧和插口外侧擦试干净，被粘接面应保持清洁，当表面沾有油污时应用棉纱蘸丙酮等清洁剂擦净。粘接前应将接口试插一次，检查插入深度及配合状况，划出插入标线。插口端插入长度应为承口深度；将粘结剂涂刷在插口外侧及承口内侧结合面上，宜先涂承口，后涂插口，沿轴向均匀涂刷，粘结剂宜由管材供应厂家配套供应；粘结剂不得含有影响生活饮用水卫生指标的成份；其物理化学指标一般应符合下列要求：

粘度：100厘泊~110厘泊，含固量11.9%~12%；

色度：小于1°，混浊度小于0.5°，无异味；

残余氯减量：小于0.7mg/L，氰化物：不得检出；

挥发酸类：小于0.005mg/L，高锰酸钾消耗量：小于1mg/L。

承插口涂刷粘结剂后，应立即找正方向将插口端插入承口，用力挤压，使插入的深度达所划标线，保持一定的粘接结合时间，防止接口脱滑；承插接口连接完毕后，应及时将挤出的粘接剂擦试干净。

**8.6.9** 硬聚氯乙烯管与其他管材、阀门及消火栓等管件连接时，不得用板牙在塑料管上套丝，应采用专用的法兰接头。

## 8.7 聚乙烯管（PE）管及其复合管敷设

**8.7.1** 管节及管件不得有影响结构安全、使用功能及接口连接的质量缺陷，因此本条对外观质量提出要求。

**8.7.2** 本条对下管及敷设作业进行规定。采用承插式（或套筒式）接口时，槽深小于3.0m，管径小于400mm的下管作业，宜采用人工布管且在沟槽内连接；对槽深大于3.0m，管径大于400mm的管道，宜用非金属绳索兜住管节下管；不得将管节从槽边翻滚入槽；弹性铺管法应采用机械设备吊装管道，在沟槽进行整体敷设。

**8.7.3** 本条对管道连接提出要求，管道焊接操作应由生产厂家派专业技工或由经过技术培训、持有相应技术资质证的工人进行施工。

**8.7.4** 管道与井室宜采用柔性连接，承插管件连接或中介层做法均为柔性连接。

## 8.8 玻璃钢管敷设

**8.8.1** 玻璃钢管应执行相应的国家产品标准，并按照产品标准验收合格后方可使用。

**8.8.5** 检查井包括阀门井、排气井等类型，控制不均匀沉降主要有

## DB11/T 1835-2021

加强回填压实度、选择回填材料等方法进行控制。

### 8.10 管道内、外防腐

**8.10.1** 本条主要对内防腐层材料质量、卫生提出要求。

**8.10.2** 本条对现场内防腐层施工提出要求。水泥砂浆内防腐层应选择满足施工工艺要求的水泥砂浆配合比，水泥砂浆抗压强度应符合设计要求。

**8.10.4** 防腐层平整度以300mm长的直尺，沿管道纵轴向贴靠管壁，量测防腐层表面和直尺间的间隙。

**8.10.12** 环氧树脂玻璃钢外防腐层施工可采用玻璃布刷涂树脂或玻璃布树脂浸揉法等方法；现场玻璃布涂刷树脂施工可采用手糊法，具体可分为间断法或连续法等方法。

### 8.11 水压试验

**8.11.6** 试压采用手提式打压泵，管道连接后将试压嘴固定在管道承口的试压孔上，连接试压泵，将压力升至试验压力，恒压2min，无压力降为合格；试压合格后，取下试压嘴，在试压孔上拧上M10×20mm不锈钢螺栓并拧紧。

### 8.12 冲洗消毒

**8.12.1** 当管理单位授权施工单位实施时，也应在建设、管理单位人员配合下进行实施。

**8.12.3** 接管一般夜间进行，以减少对周边居民、单位的影响，一般应配备应急电源，切管长度和位置应按换装管件有效长度在现场具体确定。

**8.12.4** 停水接管应与管理单位派至现场的人员密切配合，统一指挥，明确分工，以保证工作的安全顺利进行。阀门关闭后，应开启停水管段内的消火栓或用户水龙头放水，管段内仍有水压，应检查原因，采取措施；新装阀门与既有管道之间的管件，除消除污物并冲洗干

**DB11/T 1835-2021**

净外，还应用消毒溶液洗刷两遍，进行消毒后，方可安装。在安装过程中，应防止再受污染。接口用的油麻应经蒸汽消毒，接口用的胶圈和接口工具，应用消毒溶液消毒。

## 9 排水管道敷设

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 根据现行行业标准《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143中第5.1.3条内容，增加塑料排水管道进场检验项目；污水管道应进行闭水试验或闭气试验。

### 9.2 基础与安管

**9.2.1** 根据现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268中第5.2节内容，新增混凝土基础施工要求。

### 9.6 闭水试验

**9.6.1~9.6.9** 根据现行地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071中9.1、9.2节内容，对闭水试验的具体要求进行修改。

### 9.7 闭气试验

**9.7.1~9.7.4** 根据现行地方标准《排水管（渠）工程施工质量检验标准》DB11/1071中9.3节内容，新增管道闭气试验的具体要求。

## 10 管 渠

### 10.1 一般规定

**10.1.1~10.1.3** 总结北京地区管渠施工的具体情况，归纳增加管渠“一般规定”。

### 10.2 砌体砌筑管渠

本节砌筑管渠主要包括砌体砖墙砌筑预制混凝土盖板矩形管渠、拱形管渠、混凝土砌块砌筑管渠、石砌管渠等类型，一般底板为钢筋混凝土结构，矩形管渠顶部设置预制钢筋混凝土盖板。

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

**10.2.9~10.2.14** 据目前北京市地方设计、施工情况及现行行业标准《排水工程混凝土模块砌体结构技术规程》CJJ/T 230中第3、4、6节有关条款增加有关混凝土模块砌体渠道施工要求。

### 10.3 现浇钢筋混凝土管渠

**10.3.1** 根据现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141中第6.2.4条内容，对原条款钢筋加工、安装施工要求进行修改。

**10.3.2** 根据现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141中第6.2.1条内容，对原条款模板支搭施工要求进行修改。

**10.3.3** 模板设计应保证结构尺寸和相互位置的准确性；应具有足够稳定性、刚度和强度，能可靠的承受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；应便于拆装；模板的接缝不得漏浆；模板与脚手架不得发生联系。

## 11 沉管和桥管施工

### 11.1 一般规定

**11.1.1** 在河流等水域施工给水排水工程管道，应根据工程水文地质等具体情况选择明挖铺设管道施工、管道和桥管铺设施工。明挖管道铺设是采取开槽施工方法；桥管是以桥梁形式跨越河道的管道铺设方法；沉管法是采用浮运法、拖运法等施工方法，将已经组装拼接好的管道（如钢管、或化学建材管）直接沉入河底，并视工程具体情况不留或仅留少数接口在水上（或水下）连接。对于管内水压较小的管道（如取水管、排放管等），目前也采用预制钢筋混凝土管分节下沉、水下接口连接的方法施工。常用的沉管法主要分为以下几种：浮运法（或漂浮敷设法）指管道在水面浮运（拖）到位后下沉的施工方法，又称为浮拖法；底拖法（或牵引敷设法）指管道从水底拖入槽内的施工方法；铺管船法指管道在船上发送并通过船只沿规定线路进行下沉的施工方法，铺管船法也应属于浮运法的一种，但其施工技术与常规的水面浮运法有很大的不同。钢筋混凝土管沉管也应属于浮运法，只是管材和管道形成方式的不同。

由于沉管施工涉及水下、水面作业，工程技术要求高、设备使用多、施工安全和航运安全控制等复杂因素，沉管施工方法确定后，还应根据施工现场条件、工程地质和水文条件、航运交通以及设计要求和施工技术能力，制定相应的施工技术措施，保证沉管施工质量。

**11.1.7** 本条规定采用沉管或桥管给水管道部分宜单独进行水压试验，并应符合本规程第8章、第9章的有关规定；根据工程具体情况，不必受1km的管道试验长度限制，可不分段进行整体水压试验；大口径钢筋混凝土管沉放管道可在铺设后可按内渗法和附录 C 的规定进行管道严密性检验。

## 11.2 沉管施工

**11.2.1** 近些年来在江河、湖海中进行沉管施工的工程越来越多，且工程施工难度的增加，水面浮运法施工的局限性很难满足一些特殊沉管工程的施工要求（如漂管要求水流速度小于0.2m/s以下）；可采用底拖法、铺管船法、钢筋混凝土管沉放等施工方法，以适应给水排水管道穿越水域的工程施工需要。

**11.2.5** 本条中公式（11.2.5）和表11.2.5的规定参考了相关资料，管道外壁保护层及沉管附加物在管道两侧都有，计算开挖宽度应取2b；表11.2.5中数据不包括回淤量、潜水员潜水操作宽度；若遇流砂，底部宽度和边坡应根据施工方法确定；浚挖时，若对河床扰动较小可采用表中低值，反之则取大值；当采用挖泥船开挖时，底部宽度和边坡还应考虑挖泥船类型、斗容积、定位方法等因素。

**11.2.10** 本条第3款管道（段）弯曲包括发送装置处形成的管道（段）“拱弯”与发送后水中管道（段）形成的“垂弯”，均不应超过管材允许弹性弯曲要求。

## 11.3 桥管施工

**11.3.1** 桥管管道施工应根据工程具体情况确定施工方法，并编制专项施工方案。桥管管道安装可采取整体吊装、分段悬臂拼装、在搭设的临时支架上拼装等方法。桥管管道施工方法的选择，应根据工程规模、桥管位置、管道吊装场地和方法、河流水文条件、航运交通、周边环境等条件，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。

桥管的下部结构、地基与基础及护岸等工程施工和验收应按照现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2的有关规定。

**11.3.5~11.3.7** 条文参考工业管道桥管的施工要求，对支架和支座施工做出规定；支架主要承重，支座强调固定方式。管道安装按整体吊装、分段悬臂拼装、在搭设的临时支架上拼装等不同施工方式做出规定。

## 12 顶管施工

### 12.1 一般规定

**12.1.1** 根据施工情况的不同选择管道顶进的方法，应符合下列规定：

1 在黏性土或砂性土层，且无地下水影响时，宜采用手掘式、机械挖掘式顶管法。当土质为砂砾土时，宜采用具有支撑的工具管或注浆加固土层的措施；

2 在软土层且无障碍的条件下，管顶以上土层较厚时，宜采用挤压式或网格式顶管法；

3 在粘土层中需控制地面隆陷时，宜采用土压平衡顶管法；

4 在粉砂土层中且需要控制地面隆陷时，宜采用加泥式土压平衡或泥水平衡顶管法；

5 在潮湿的黏土、砂土、粉质黏土层中，且对地面变形要求不严格时，顶进长度短、管径小的金属管宜采用一次顶进的挤密土层顶管法；

6 当管径小于、等于800mm时，不得采用手掘进式顶管及相应的挤压网格式顶管。

本条强调顶管施工前应进行现场沿线的调查，仔细核对建设单位提供的工程勘察报告，特别是对既有地下管线和建（构）筑物应人工挖探孔（通称坑探）确定其准确位置，以免施工造成损坏。

顶管施工的始发井、接收井通称为工作井，进出工作井是施工过程的关键环节；在工作井内，施工设备按设计高程及坡度从井壁预留洞口进入土层的施工过程定义为“出工作井”；反之，施工设备从土层中进入工作井壁预留洞口并完全脱离预留洞口的过程定义为“进工作井”。本规程所称的顶管机包括机械顶管的顶管机和人工顶管的工具管。

**12.1.3~12.1.5** 施工方法选择：

1 敞开式顶管机。

1) 机械式:

指采用机械方法掘进的顶管机。如全断面切削的顶管机,遇岩层用滚刀,硬土层用切削刀。挖掘机械可固定,也可移动,适用于整体稳定性好的地层,如胶结土层和强风化岩等。

2) 挤压式:

依靠顶力挤压出泥的顶管机。最适用于具有流塑性较好的软土层,在这层土中施工效率很高。网格挤压式是挤压式的一种,在顶管机上加设网格,达到更好的稳定土体。

3) 人工挖掘式:

这是一种最简单的顶管机,工作面一目了然,排障容易。适用于土体稳定、地下水较少、易开挖的土体。

2 平衡类顶管机。

1) 土压平衡式:

普通土压平衡式最佳使用土层是淤泥和流塑性的黏性土,带加泥装置的可用于粉性土,但施工时用于淤泥和流塑性的黏性土,仍是最“可靠、经济、环保”。加泥是辅助手段。加泥不但增加施工成本,而且还会影响工期,如操作不当,会增加设备负荷。如在流砂层加泥,螺旋输送机出口容易产生喷发,增加施工的危险性。如果主要土层是粉性土,则不应采用土压平衡式,而应改用泥水平衡式。

2) 泥水平衡式:

普通泥水平衡式可用于淤泥和黏性土、粉质土、粉土、砂土,适用土层较广,最佳使用土层是粉质土和渗透系数小的砂性土。但施工最“可靠、经济、环保”的土层是粉性土和渗透系数较小的砂性土。泥水平衡式用于粘粒含量较高的土层,泥分离困难,废泥浆很多,对环境污染较大;用于渗透系数较大的砂性土,进水管中的运载液要改用化学泥浆,随着渗透系数的继续增加,运载液要改用

## DB11/T 1835-2021

特殊的化学泥浆，这样会提高施工成本。虽然泥水平衡式的最佳土层也可采用气压平衡式，但气压平衡出泥效率低、施工成本高。

### 3) 气压平衡式：

气压平衡式可用于淤泥和黏性土、粉质土、粉土、砂土，与泥水平衡基本一致，适用土层也较广，最佳使用土层是有障碍物的复杂土层。但施工最“可靠、经济、环保”的地层是渗透系数较大的砂土（渗透系数比泥水平衡大）。在渗透系数较大的砂土中施工，采用气压平衡式不需要另加措施，而采用泥水平衡式要付出运载液改用高分子化学泥浆后的高额代价，另外还要污染环境。

### 3 顶管施工应根据工程具体情况采用下列技术措施：

- 1) 一次顶进距离大于100m时，应采用中继间技术；
- 2) 在砂砾层或卵石层顶管时，应采取管节外表面熔蜡措施、触变泥浆技术等减少顶进阻力和稳定周围土体；
- 3) 长距离顶管应采用激光定向等测量控制技术。

**12.1.4** 本条规定了顶管施工顶力应满足的条件，一般来说只要顶进的顶力大于顶进的阻力，管道就能正常顶进。顶进的阻力增大时，由于管节和工作井后背墙的结构性能不可能无限制（也没有必要）的增加，继续增加顶力也毫无意义，更何况顶进设备的自身能力也有一定的限度。因此在确定施工最大允许顶力时，应综合考虑管材力学性能、工作井后背墙结构的允许最大荷载、顶进设备能力、施工技术措施等因素。

由于地质条件的复杂、多变等不确定因素，顶进阻力计算（也可称为估算）很复杂，且实践性很强，因此本条规定，应首先采用北京市应用成熟的经验公式。当无北京市的经验公式时，可采用本条给出的计算公式（12.1.4）进行计算。该公式与原“规程”公式（11.1.7）不同点在于：

**1** 本规程公式（12.1.4），顶力即顶进阻力 $F_p$ 为顶进 $L$ 长度的管道外壁摩擦阻力（ $\pi D_0 L f_k$ ）与工具管迎面阻力（ $N_F$ ）两部分之和。

原“规程”公式(11.1.6), 顶力为 $L$ 长度的管道自重与周围土层之间的阻力、 $L$ 长度的管道周围土压力对管道产生的阻力和工具管迎面阻力三部分之和。

2 本规程公式(12.1.4)中 $f_k$ 为管道外壁与土的单位面积平均摩阻力, 单位为 $\text{kN/m}^2$ , 通过试验确定, 有表可查; 对于采用触变泥浆减阻技术的可参照表12.1.4-2选用; 原“规程”公式(11.1.6), 则需计算管道自重与土压力之和, 然后乘以 $f$ 摩擦系数。

3 本规程公式(12.1.4),  $N_F$ 为顶管机的迎面阻力, 单位为 $\text{kN}$ 。不同类型顶管机的迎面阻力可参照表12.1.4-1选择计算式。原“规程”公式(11.1.6)中顶管机迎面阻力 $P_F$ 需按照原“规程”表11.1.6-2计算。

经工程实践计算对比证明, 本规程的计算公式计算较为简便、实用。

**12.1.5** 本规程所指的长距离顶管是指一次顶进长度300m 以上并设置中继间的顶管施工。施工最大顶力有可能超过管材或工作井的允许顶力时, 应考虑采用中继间和管道外壁润滑减阻等施工技术措施, 计算应留出一定的安全系数, 以确保顶管施工顺利进行。

**12.1.6** 根据公式(12.1.6-2)计算之各种高度的每米宽度上总被动土压力值, 见表12.1.6的规定。

**表12.1.6 每米宽度上总被动土压力计算值**

土壤类别	$\gamma$	$\phi$	$C$	各种高度的每米宽度上总被动土压力 ( $\text{kN/m}$ )		
	$\text{kN/m}^3$	$^\circ$	$\text{kN/m}^2$	$h=2$	$h=4$	$h=6$
亚黏土(较软)	19	20		135	423	873
亚黏土(较硬)	20	25		224	645	1260
亚砂土(较软)	16	25		110	378	802
亚砂土(较硬)	18	30	10	177	570	1180
中细砂	17.5	30	20	105	420	945
粗砂砾石	20	35	5	148	590	1330

## DB11/T 1835-2021

土体的允许承载力可取下列数值：

一般土壤 $150\text{kN/m}^2$ ，湿度较大的粉砂 $100\text{kN/m}^2$ ，比较干的粘土、亚粘土及密实的砂土 $200\text{kN/m}^2$ 。

**12.1.7** 钢丝网水泥是以钢丝网或钢丝网和加筋为增强材，水泥砂浆为基材组合而成的一种薄壁结构材料，在顶管工程中用于管节之间缝隙的防渗漏保护层。

**12.1.10** 面临时堆放的渣土应按照北京地区相关规定，制订如遮盖、定期洒水除尘等相应的文明施工措施。

### 12.2 工作井及后背

**12.2.1** 工作井承受千斤顶的推力，应满足在顶力和周边水土压力作用下的强度和变形要求。工作井变形过大就必然导致顶管轴线偏移，如果用土坑或板桩替代工作井一定要慎重。

**12.2.2** 圆形工作井受力性能好，特别适用于超深的情况，而矩形井则适用于多根管平行顶进的工作井，可根据使用功能选择。

**12.2.3** 工作井的围护结构应考虑工程水文地质条件、工程环境、结构受力、施工安全等因素，并经技术经济比较，选用钢木支撑、喷锚支护、钢板桩、钻孔灌注桩、加筋水泥土搅拌桩、沉井、地下连续墙等形式。

**12.2.4** 接收井的尺寸满足工艺管道的连接要求，以及顶管机拆除吊出的尺寸要求。确定顶管工作井长度所需的各种平衡类顶管机的参考长度如下：小于  $\text{DN}1000\text{mm}$  的小直径顶管机长度为 $3.5\text{m}$ ；大直径顶管机长度大于或等于 $5.5\text{m}$ 。

**12.2.7** 后背墙后土体的承载力应按照设计说明及地勘报告给出的数据计算，如果设计说明和地勘报告没有给出相关数据，则一般土质宜按承压不超过 $150\text{kN/m}^2$ 计算。

**12.2.8** 装配式后背墙指用方木、型钢、钢板或其他材料加工的构件，在现场组合而成的后背墙。人工后背墙指钢板桩、沉井和连续墙等

非原状土后背墙。

### 12.3 设备安装

顶进设备包括后背、导轨、顶管机（掘进机、工具管等）、液压泵、液压油缸、液压管路及液压控制系统、中继间和顶铁等；垂直运输设备包括卷扬机、电葫芦、起重机等；水平运输设备包括皮带机、斗车等；浆液运输设备包括泥水平衡顶管机使用的泥浆输送设备、减阻泥浆注入设备等。

**12.3.2** 本条第2款，工作井应浇筑水泥混凝土基础，将枕铁、枕木埋设于混凝土中；宜结合管道基础设计，确定混凝土面的高程及宽度，水泥混凝土基础的宽度宜比管外径大400mm，厚度可采用200mm~300mm，混凝土基础顶面应低于枕木面10mm~20mm。

**12.3.4** 起重设备的选择应满足下列要求：

1 根据管材及顶管机的质量、工期、场地，选择适宜的卷扬机或汽车起重机；

2 选择起重设备应满足顶管机和顶进设备的拆卸、土方和管材的垂直运输。

**12.3.5** 本条第3款：

1 主顶千斤顶的选择与安装应满足下列要求：

1) 安装在顶进工作井中的支架上，并与管道中心的铅垂面对称；

2) 偶数个数的千斤顶规格应相同、缸体伸出速度应同步；

3) 使用压力不得大于其额定的工作压力，伸出的最大行程，应小于其油缸行程100mm；

4) 使用一台液压油缸时，其平面中心应与管道中心线一致，使用多台液压油缸时，多台液压油缸宜配置油缸台架，各液压油缸中心应与管道中心线对称；

5) 使用多台液压油缸时，各液压油缸的油管应并联。

2 顶铁的选择与安装应满足下列要求：

## DB11/T 1835-2021

1) 顶铁应有足够的刚度；顶铁上宜有锁定装置；顶铁单块旋转时应能保持稳定；

2) 顶铁宜采用铸铁整体浇铸或采用型钢焊接成型；当采用焊接成型时，焊缝不得高出表面，且不得脱焊；

3) 安装后的顶铁轴线应与管道轴线平行、对称，顶铁与导轨和顶铁之间的接触面不得有泥土、油污；

4) 顶铁与管口之间应采用缓冲材料衬垫。顶力作用下，管节承压面的应力接近其设计抗压强度时。应采用U形或环形顶铁等措施，减少管节承压面的应力。

### 3 顶进设备安装后应试车运行；

1) 试车运行及顶进时，工作人员不得在顶铁上方及侧面停留，并应随时观察顶铁有无异常迹象；

2) 顶进开始时，应缓慢进行，待各接触部位密合后，再按正常顶进速度顶进；

3) 顶进中若发现油压突然增高，应立即停止顶进，检查原因并经过处理后，方可继续顶进；

4) 液压油缸活塞退回时，油压不得过大，速度不得过快。

本条第5款，管道内通风应符合下列要求：

1 管道长度小于50m的顶管可采用通风机和鼓风机通风；管道长度大于等于50m的顶管应采用压缩机通风；

2 通风的空气质量应符合环保规定；

3 地面空气温度较高且地面温度高于地下温度的季节，应采用经除湿后的压缩空气通风；

4 配置通风设施的顶管工程每人所需的通风量为 $30\text{m}^3/\text{h}$ ；

5 地层中存在有害气体时应采用封闭式顶管机，并应增大通风量。

轴流风扇通风的缺点是噪声较大，管道越小噪声越大，在较长距离顶管中不宜采用。压缩空气通风不但可降低噪声，而且输送距离长应优先采用。顶管内有害气体超标时人员应迅速撤离，使空气

中有害气体含量达标时，才能恢复施工。

## 12.4 顶 进

**12.4.6** 本条第5款，在顶进过程中遇到突发情况时，应立即停止顶进，采取下列措施：

- 1 发生塌方或遇到障碍；
- 2 后背倾斜或严重变形；
- 3 顶铁发现扭曲迹象；
- 4 管位偏差过大，且校正无效；
- 5 顶力较预计增大，接近管节端面许可承受的顶力；
- 6 油泵、油路发生异常现象；
- 7 管节接缝、中继间渗漏泥水、泥浆；
- 8 地层、邻近建（构）筑物、管线等周围环境的变形量超出控制允许值。

**12.4.15** 管顶进结束后，须进行泥浆置换；特别是管道穿越道路、铁路等重要设施时，填充注浆后应使用雷达探测等方法检测。泥浆置换施工应满足下列要求：

- 1 应由管内均匀分布的注浆孔向外侧空隙压注浆液；
- 2 浆液搅拌、注浆泵、压浆管、注浆孔节门和注浆孔等可见本规程12.6节触变泥浆减阻的应用；
- 3 采用水泥砂浆、粉煤灰水泥砂浆等易干固结或稳定性较好的浆液置换泥浆，填充管外侧超挖、塌落等原因造成的空隙；
- 4 灌浆压力应根据管顶覆盖土层的厚度确定，宜为0.1MPa～0.3MPa。

**12.4.18** 本条第1款规定，施工过程中应对管道水平轴线和高程、顶管机姿态等进行测量，并及时对测量控制基准点进行复核，以便发现偏差；顶管机姿态应包括其轴线空间位置、垂直方向倾角、水平方向偏转角、机身自转的转角。

## DB11/T 1835-2021

第3款规定，管道水平轴线和高程测量应符合下列规定：

1 出顶进工作井进入土层，每顶进300mm，测量不应少于一次；正常顶进时，每顶进1000mm，测量不应少于一次；

2 进入接收工作井前30m应增加测量，每顶进300mm，测量不应少于一次；

3 全段顶完后，应在每个管节接口处测量其水平轴线和高程；有错口时，应测出相对高差；

4 纠偏量较大、频繁纠偏时应增加测量次数；

5 测量记录应完整、清晰。

第4款规定，纠偏基本要领：及时纠偏和小角度纠偏；挖土纠偏和调整顶进合力方向纠偏；刀盘式顶管机纠偏时，可采用调整挖土方法、调整顶进合力方向、改变切削刀盘的转动方向、在管内相对于顶管机旋转的反向增加配重等措施。纠偏还应符合下列规定：

1 顶管过程中应绘制顶管机水平与高程轨迹图、顶力变化曲线图、管节编号图，随时掌握顶进方向和趋势；

2 在顶进中及时纠偏；

3 采用小角度纠偏方式，不得大角度急纠偏；

4 纠偏时开挖面土体应保持稳定；采用挖土纠偏方式，超挖量应符合地层变形控制和施工设计要求；

5 刀盘式顶管机应有纠正顶管机旋转措施。

### 12.6 触变泥浆减阻

**12.6.2** 触变泥浆注浆工艺要求是保证顶进时管道外壁与土体之间形成稳定的、连续的泥浆套，其效果可通过顶力降低程度来验证。

**12.6.4** 触变泥浆注浆系统应由拌浆装置、注浆装置、注浆管道系统等组成，本条给出其布置、安装和运行的基本规定；制浆装置容积计算时宜按5倍~10倍管道外壁与其周围土层之间环形间隙的体积来设置拌浆装置、注浆装置。

**12.6.8** 由于机械化顶管的顶进速度较快，减阻浆液的流逝速度也随之加快，为保证管外壁形成完整的减阻泥浆套，顶管机尾部需要及时补充浆液，因此需要在顶管机尾部的后续几节管节连续设置注浆孔，便于浆液的及时补充。

**12.6.11** 膨润土在使用前应测定其胶质价，测定方法应符合下列规定：

- 1 将蒸馏水注入直径25mm、容量100ml 的量筒中，至60ml～70ml 刻度处；
- 2 称膨润土试料15g，放入量筒中，再加水至95ml 刻度，加盖封闭，摇动5min，使膨润土与水混合均匀；
- 3 加入氧化镁1g，再加入水至100ml 刻度，加盖封闭，摇动1min；
- 4 静置24h，使之沉淀，沉淀物的界面刻度即为膨润土的胶质价。

触变泥浆拌和应符合下列规定：

- 1 在输送和注浆过程中应呈胶状液体，具有相应的流动性；
- 2 注浆后经一定的静置时间应呈胶凝状，具有一定的固结强度；
- 3 管道顶进时，触变泥浆被扰动后胶凝结构破坏，但应呈胶状液体；
- 4 触变泥浆材料对环境无危害；
- 5 拌制好的触变泥浆应静置12h 后方可使用。

## 12.7 曲线顶管

**12.7.1** 考虑到曲线段管节的允许顶力比直线段小，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，曲线段顶管的顶进阻力宜大于相同条件下直线顶管的顶进阻力。

**12.7.2** 曲线顶管的曲率半径计算假定截面不脱离，即接触面应力呈三角形分布，参照美国土木工程师协会（American Society of Civil Engineers）的《预制混凝土管顶管设计规范》（《Standard Practice for Direct Design of Precast Concrete Pipe for Jacking In Trenchless

## DB11/T 1835-2021

Construction》ASCE 27—00），考虑接头处垫圈的厚度、弹性模量和管材弹性模量等因素推导建立。如果考虑截面有张口，曲率半径可按公式（12.7.2-5）计算。

**12.7.1~12.7.2** 本条给出了管道曲线顶进顶力计算和最小曲率半径的计算，以及顶进的具体规定。管节接口的最大允许转角有表可查或在产品技术参数中提供。曲线顶管的测量是很关键的，除采用先进仪器设备外，还应由专业测绘单位承担，以保证曲线顶进的顺利进行。

**12.7.3** 焊接钢管不宜进行曲线顶管，但曲线顶管曲率半径较大时可以使用焊接钢管。对于顶管施工而言，管道刚度小、厚度薄的管节，可纠性好，更适于顶管。确实需要做曲线顶管时，可以多设中继间，用若干短折线顶管替代曲线，在折线交点处设置中继间。

**12.7.4** 曲线顶管施工时，先利用工具管刃口（顶管机）千斤顶在线路的最前端顶出曲线形状，然后在后续管节之间依次插入楔形垫块并逐节顶进，形成曲线段；进入直线段时，先利用刃口千斤顶将线路修正成直线，后续管节依次撤去楔形块并逐节顶开闭合张口，形成直线段。

衬垫在管节张角的顶端被压缩到  $S_0$  厚度。这时，相邻两个管节的张角在管内外可测得四个间隙：管外最小开口间隙  $S_0$ ；管外最大开口间隙  $S_1$ ；管内最大开口间隙  $S_2$ ；管内最小开口间隙  $S_3$ 。在这些间隙中， $S_0$  是由相邻两个管节之间的衬垫压缩以后形成，可以预先计算或通过试验得出，该间隙是由前向后，每一个管节递减。

如果用普通的混凝土管作为曲线顶管用管，则  $S_1$  应控制在 20mm~30mm 以内。在含水率少的粘性土中，可取上限 30mm；在含水率大、水压较高的砂性土中，则应取下限 20mm。否则容易造成管口渗漏。

**12.7.6** 顶管中轴线测量应符合下列要求：

- 1 宜采用计算机辅助的导线法（自动测量导向系统）进行跟踪、

快速测量；

- 2 顶进时，顶管机位置及姿态测量每米不应少于1次；
- 3 每顶入一节管，其水平轴线及高程测量不应少于3次。

## 13 水平定向钻施工

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 定向钻系指地表式定向钻，给水排水管道工程应用定向钻机铺设小、中口径管道，长度可达数百米。通常用于均质黏性土地层，不适用于杂填土、自稳能力差的砂性土层、砾石层、岩石或坚硬夹层中钻进。水平定向钻管道穿越工程施工前，施工单位应进行现场勘查，核实穿越段地下既有设施、管线分布情况及周边环境，必要时应进行坑探，过程中若发现勘察报告有不足部分，施工单位可向建设单位提出补充勘察。工程勘察、地下管线和建（构）筑物探测可按现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289和现行行业标准《市政工程勘察规范》CJJ 56、《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61等的相关规定执行；重力流排水管道不建议使用定向钻进行施工。

**13.1.2** 水平定向钻法一般用于不具备开挖条件的管道敷设工程。由于在钻进过程中，钻孔仅通过泥浆来维持稳定，在穿越重要设施如建（构）筑物、铁路、高等级公路、重要水域等时，应事先进行风险评估并根据评估结果采取相关安全防护措施，防止施工中可能出现的地面沉降、塌陷或地层压裂等造成的危害。

**13.1.4** 水平定向钻施工中产生的废弃物主要有泥浆、钻屑、油污等，若直接弃置会对周边环境造成污染，应按照现行国家和地方有关规定进行回收处理。夜间施工时，应采取减少噪声的措施。

### 13.2 施工准备

**13.2.1** 定向钻法施工前应编制专项方案，包括下列主要内容：

- 1 定向钻的入土点、出土点位置选择；
- 2 钻进轨迹设计（入土角、出土角、管道轴向曲率半径要求）；

- 3 确定终孔孔径及扩孔次数，计算管道回拖力，管材的选用；
- 4 定向钻机、钻头、钻杆及扩孔头、拉管头等选用；
- 5 钻进液的配制及泥液系统的布置；
- 6 地面管道布置走向及管道材质、组对拼装、防腐层要求；
- 7 导向定位系统的选择及施工探测（测量）技术要求、控制措施；
- 8 周边环境保护及监控措施。

本条还规定了定向钻先导孔轨迹设计应包含的主要内容。曲线段的曲率半径取决于管道特性、岩土层的造斜能力、机具设备的造斜能力及工程的整体性要求等综合因素。在各方面条件允许的情况下，曲率半径越大越好。

**13.2.2** 公式参考现行地方标准《地下管线非开挖铺设工程施工及验收技术规程 第1部分：水平定向钻施工》DB11/T 594.1中曲率半径计算方法。

**13.2.3** 公式参考现行地方标准《地下管线非开挖铺设工程施工及验收技术规程 第1部分：水平定向钻施工》DB11/T 594.1中入（出）土点计算方法。

**13.2.4** 公式参考现行地方标准《地下管线非开挖铺设工程施工及验收技术规程 第1部分：水平定向钻施工》DB11/T 594.1中回拖力计算方法。

每一种型号的水平定向钻机都有其能力范围。在选择钻机时，需要结合管道规格、地层特点等因素合理选用钻机，施工过程不宜超出钻机的能力极限。定向钻机设备的选型可参考表13.2.4-1、表13.2.4-2、表13.2.4-3。

## DB11/T 1835-2021

表13.2.4-1 定向钻机类型及性能选型参考表

分 类	小 型	中 型	大 型
按回拖力 (kN)	<100	100~450	>450
按扭矩 (kN·m)	<3	3~30	>30
按回转速度 (r/min)	>180	100~180	<100
按功率 (kW)	<100	100~180	>180
按钻杆长度 (m)	1.0~3.0	3.0~9.0	9.0~12.0
按传动方式	钢绳和链条	链条或齿轮条	齿轮齿条
按结构形式	分体式	整体式	整体式
按敷管深度 (m)	<6	6~15	>15

表13.2.4-2 导向钻头类型选择

地层类别	适用的导向钻头类型
淤泥质黏土	较大掌面的铲形钻头
软黏土	中等掌面的铲形钻头
砂性土	小锥型掌面的铲形钻头
砂、砾石层	镶焊硬质合金，中等尺寸弯接头钻头
岩石层	泥浆马达驱动的牙轮钻头或气动冲击锤

表13.2.4-3 扩孔钻头类型选择

地 层	适用的扩孔器类型
松软地层	挤压型或组合型
软土层	切削型或组合型
硬土和岩石	牙轮组合型或滚刀组合型

**13.2.6** 工作井施工方案应符合设计要求。设计无要求时，应根据地形、施工场地大小、管线材质、管道种类、管径大小、管道埋设深度和地质条件等确定工作井施工方案。

### 13.4 回扩、清孔

**13.4.1** 软土层可使用铣刀型扩孔钻头或组合型扩孔钻头，硬土层和岩层可使用组合型扩孔钻头、硬质合金扩孔钻头或牙轮扩孔钻头。

### 13.5 管道回拖

**13.5.5** 管道注浆应在回拖结束后进行，注浆前宜对管道进行定位；注浆宜通过注浆管进行，注浆管长度、管壁上注浆孔的数量与分布应根据地层条件、铺管直径与长度确定。注浆管应可靠固定在已铺设管道外侧；浆液宜以水泥浆液为主，其配比宜根据地层等条件确定，可适量加入粉煤灰、砂、缓凝剂等；注浆量不宜小于理论注浆量的1.2倍。

## 14 夯管施工

### 14.1 一般规定

**14.1.1** 本规程的夯管法指在不开挖沟槽的条件下，在工作井中利用夯管锤（气动夯锤）将钢管按管道设计轴线直接夯入地层中（通过撞击管道传力托架直接把管道顶进地下，不需要设置反作用力墙），实现不开挖铺管。夯进过程中，土体进入管内，待管道贯通后将管内土体清出。夯管法施工一般采用钢管，接口为焊接连接方式，通常用于短距离的中、小口径管道的铺设，夯入管道长度不宜超过80m。当周围施工环境许可时也用于大口径管道铺设。钢管管材性能应符合现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793、《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091等标准规定。

参考夯入钢管壁厚应符合设计要求，设计无要求时，依据现行地方标准《地下管线非开挖铺设工程施工及验收技术规程第3部分：夯管施工》DB11/T 594.3，宜符合表14.1.1的规定。

**表14.1.1 夯入钢管的壁厚**

夯入管线长度 $L$ (m)	夯入管道公称直径 DN (mm)	钢管壁厚 (mm)	
		砂土、粉土、黏性土	最大粒径不大于钢管直径30%的卵砾石
$L < 35$	$DN < 300$	$\geq 6.3$	$\geq 12.5$
	$300 \leq DN < 600$	$\geq 7$	
	$600 \leq DN < 1200$	$\geq 9$	$\geq 14.2$
	$DN \geq 1200$	$\geq 12$	$\geq 16$
$35 \leq L < 60$	$600 \leq DN < 800$	$\geq 10$	$\geq 14.2$
	$800 \leq DN < 1800$	$\geq 12.5$	$\geq 16$
	$DN \geq 1800$	$\geq 16$	$\geq 20$
$60 \leq L \leq 80$	$600 \leq DN < 1200$	$\geq 12.5$	$\geq 16$
	$1200 \leq DN < 1800$	$\geq 14.2$	$\geq 17.5$
	$DN \geq 1800$	$\geq 20$	$\geq 22$

夯管施工前，施工人员应对现场核查，核查的重点范围宜为待铺设管线中心线周围2m。地质核查的内容应包含地质核查重点范围内的地层与地下水状况，施工影响区的地上及地下建（构）筑物，与待铺设管线相邻的其他管线的种类、管径及位置。夯管施工应编写专项方案，包括下列几个方面：

- 1 工作井位置选择、结构类型、尺寸要求及其进、出洞口技术措施；
- 2 计算锤击力，确定管材、规格；
- 3 夯管锤及辅助设备的选用及作业要求；
- 4 减阻技术措施；
- 5 管组对焊接、防腐层施工要求，外防腐层的保护措施；
- 6 施工测量技术要求、控制措施；
- 7 管内土排除方式；
- 8 周围环境控制要求及监控措施；
- 9 安全技术措施、应急预案。

## 14.2 工作井设备安装

**14.2.3** 依据现行地方标准《地下管线非开挖铺设工程施工及验收技术规程第3部分：夯管施工》DB11/T 594.3，夯管锤外径可参考表14.2.1的规定。

**表14.2.1 气动夯管锤选择**

夯入管线长度 L (m)	夯入管道公称直径 DN (mm)	夯管锤主参数代号	夯管锤缸体外径最小值 $D_1$ (mm)
L < 35	DN < 300	155	150
	300 ≤ DN < 600	190	190
	600 ≤ DN < 800	350	350
	800 ≤ DN < 1200	420	415
600 ≤ DN < 1200			
35 ≤ L < 60	1200 ≤ DN	610	610
	60 ≤ L ≤ 80	600 ≤ DN < 1200	420
		1200 ≤ DN	610

## **DB11/T 1835-2021**

**14.2.5** 管靴宜采用焊接方式制作，保护管口，减小土层对钢管外壁的摩擦力。

### **14.4 管线排土**

**14.4.1** 管道内径小于0.8m时，不应采用人工排土，可选用气压、水压排土；管道内径不小于0.8m时，可采用人工结合机械方式排土。排土过程中应设专人指挥，禁止非作业人员在工作井附近逗留。人工排土时应保证管内通风有效。

**14.4.3** 采用气压、水压排土，夯进管固定柱、密封板、气管连接应牢固，安全影响范围内应采取全封闭作业。

**14.4.4** 管内出土射程范围内、工作井内、工作井井口应有安全防护措施。

## 15 盾构法施工

### 15.1 一般规定

**15.1.1** 隧道直接用于输水时，应在隧道内设置防水隔层。

### 15.2 工作竖井及施工

**15.2.4** 新增工作井预留洞门直径计算公式，引自现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446中第4.5.1条的内容。

**15.2.8** 安装中线夹角即两条导轨内侧，接触盾构机外壳的点到安装中心线连线所形成的夹角，角度宜为 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。

### 15.4 盾构机安装

**15.4.5** 将原条款修改为“各系统的空载调试，然后应进行整机空载调试。”，参考自现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446中第7.2.4条的内容。

### 15.5 掘进

**15.5.4** 本条款第4条修改为“封堵和填充注浆，注浆完成后方可掘进”，参考现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446中第7.4.7条的内容。

**15.5.9** 本条款第1条修改为“10m 范围内”，参照现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446中第7.9.4条的内容。

### 15.8 盾构法施工质量

**15.8.7** 新增本条款，参考现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268中第6.4.12条的内容。

## 16 浅埋暗挖施工

### 16.1 一般规定

**16.1.4** 隧道贯通后，应立即进行平面和高程贯通误差测量。贯通测量误差满足标准要求后进行导线整体平差，平差原则是车站控制点不进行调整，将贯通误差分配到区间控制点内，并用贯通平差后的数据进行后续施工基准。如果受工期要求，在隧道未完成贯通进行二衬施工，需增加测量次数，并采取其他控制方法。为保证先期施工的二衬结构与贯通后的结构顺利衔接，在贯通前端预留一定长度的区间不进行二衬施工，预留长度一般不小于150m。

**16.1.5** 初支完成后的检测能够有效的发现初支厚度、与围岩的密实和脱空程度及初支内钢架的分布。二衬完成后的检测能够发现衬砌的厚度、二衬内部混凝土的密实性及二衬与初支的密实和脱空程度。

**16.1.6** 监测是为了及时发现异常现象，需要由施工单位和第三方监测单位同时进行监测，并及时反馈给建设、设计、监理等相关单位，保证施工安全。

### 16.4 马头门

**16.4.1** 开马头门时，是竖井初期支护结构受力最薄弱的环节，因此为保证工程质量，要采取措施，防止出现安全事故。

**16.4.3** 施工中除严格控制开挖进尺外，还要注意核心土留置坡度、面积的问题，以避免开挖工作面的塌方。

### 16.7 初期衬砌

**16.7.1** 由于钢筋格栅拱架加工精度要求高，制作数量大，为防止拼装质量不合格，要求制作出第一榀钢筋格栅拱架进行试拼合格后再进行批量生产，避免制造出废品，造成浪费。

**16.7.4** 钢筋格栅加工允许偏差是为保证安装质量而制定的，施工单位加工钢筋格栅前还要考虑因做防水层及防水保护层而占用的净空所需要的空间。

**16.7.5** 为控制隧道净空或二次衬砌结构的尺寸，减少格栅拱架在安装、混凝土浇筑过程的变形，制定此规定，数据引自现行国家标准《地下铁道工程施工质量验收标准》GB 50299。

**16.7.7** 在开挖断面大及围岩不稳定的情况下，锁脚锚杆或锚管对初期支护的稳定及控制围岩的变形能起到较好的作用。

**16.7.8** 锚杆的锚固力与安装施工工艺操作有关，为保证质量，锚杆安装后要进行拉拔试验。

**16.7.11** 数据引自现行国家标准《地下铁道工程施工质量验收标准》GB 50299。

**16.7.13** 用棉纱塞孔是为了避免别处补浆时浆液反渗回隧道。

## 16.8 防水层

**16.8.2** 对基面的要求是为了保证防水板的铺设和焊接质量，确保防水效果。绝对不允许出现露筋、漏水现象。

**16.8.7** 根据现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定：施工缝应设置在剪力及弯矩较小及便于施工方便的位置；在已硬化的混凝土表面上继续浇筑混凝土前，先浇筑的混凝土强度水平施工缝不应小于1.2MPa，垂直施工缝不应小于2.5MPa

## 16.9 二次衬砌

**16.9.7** 模板是钢筋混凝土结构成型的重要环节，为保证混凝土质量，易于拆除模板，故模板支立前应涂刷隔离剂，并支立牢固、平整、不漏浆。

**16.9.13** 隧道结构变形缝处钢筋比较密，同时又有止水带，为保证混凝土质量和止水带位置正确，作出具体规定。

## **DB11/T 1835-2021**

**16.9.15** 防水混凝土在最初14d内硬化速度快，如果这段时间养护不好，混凝土易于失水，抗渗性能下降，收缩率增大，致使混凝土易产生裂缝。另外，混凝土浇筑后，产生大量的水化热，如果过早的拆模，使混凝土过早暴露在大气层中，由于与周围环境温差过大，也会使混凝土产生裂缝。

## 17 非开挖修复

### 17.1 一般规定

**17.1.1** 根据给水排水管道性质的不同以及管道管径、内部状况、施工环境条件的不同，逐步发展出不同适用性的非开挖修复技术。根据工作原理和主要施工方式的不同，主要用于给水排水管道的修复工艺可以归纳为涂层法、穿插管法、原位固化法、现场制管法等四类。又由于实际作业工法、设备的不同，每类中又有不同的工艺方法，其特点和适用条件、范围有所不同，具体参见表17.1.1的规定。

#### 17.1.1 非开挖修复方法的工艺、工法及适用范围

非开挖修复方法	非开挖修复工艺、工法	主要适用范围
涂层法	水泥砂浆涂层、环氧树脂涂层、聚酯树脂涂层、水泥基聚合物（聚脲）涂层	管道及附属构筑物的防腐、防渗、水力条件改善。 适用管径：水泥砂浆涂层：≥100mm；环氧树脂、聚酯树脂涂层：≥75mm；水泥基聚合物涂层：≥800mm
穿插管法	折叠内衬法、缩径法、短管插管法、胀管法、胀插管法	管道的结构性修复及防腐、防渗、水力条件改善。 适用管径：折叠内衬：200mm~1400mm；缩径内衬：200mm~1400mm；插管：200mm~600mm
原位固化法	翻转内衬（热水固化、热蒸汽固化）、紫外光固化法	管道的结构性修复及防腐、防渗、水力条件改善。 适用管径：翻转内衬：200mm~2200mm；紫外光固化内衬：200mm~1600mm
现场制管法	螺旋缠绕、不锈钢内衬、管片内衬（拼装）、贴壁内衬	管道及附属构筑物的防腐、防渗、水力条件改善。 适用管径：螺旋缠绕：≥200mm 不锈钢内衬、管片内衬：≥800mm

**17.1.2** 既有管道在设计过程中多处于使用状态，设计勘查距实际施工有一定的时间间隔，因此施工方案编制前应对设计的管道情况进行复核，包括管道的使用状况、外观尺寸、内壁损坏程度、清理工作需求情况，以及地上交通条件、周边建（构）筑物、障碍物等环境情况资料进行核实确认；管道内情况复核一般宜进行闭路电视管道检测。

**17.1.4** 给水管道非开挖修复的施工安全应按现行行业标准《城镇供

## DB11/T 1835-2021

水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207执行；排水管道非开挖修复的施工安全应按现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6执行。

### 17.3 既有管道预处理

**17.3.1** 在既有管道预处理或修复作业前，受处于使用状态、淤积、内表面被覆盖等情况的影响，通常设计文件对既有管道预处理的具体内容、位置、方式未能明确，需要结合修复作业同时进行确定或校核。因此，一般需要在对管道缺陷处理前，结合导水、清淤作业对管道结构缺陷或病害进行复核确认，确定预处理的内容和工作量，必要时与设计沟通。

不同类型的修复工艺对既有给水排水管道的作业条件要求不同，主要工艺的作业条件要求或预处理后应达到的要求如下表17.3.1的规定。

#### 17.3.1 非开挖修复工法预处理要求

非开挖修复工法	预处理要求
涂层法	管道内壁无破损（或局部预处理后）、无结垢、沉积、障碍物及尖锐凸起物；化学类涂层金属管内表面质量应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定》GB/T 8923的有关规定；内部干燥状况符合具体工艺要求
穿插管法	管道内壁无影响衬入的沉积、结垢、障碍物，无尖锐凸起物
原位固化法	管道内壁无明显附着物、尖锐凸起物、障碍物，管内不得有积水、淤泥
现场制管法	管道内壁无影响衬入的沉积、结垢、障碍物及尖锐凸起物，管内壁保持干燥（贴壁内衬）

### 17.4 涂层法

**17.4.1~17.4.4** 在排水管道修复施工中化学材料涂层法由于对基底洁净度、干燥度要求较高，所以施工难度大、涂层附着质量不宜把控，在选用时比较慎重；在供水管道中对水泥内防腐修复是较经济、有效的修复方法，所以应用较多。

## 17.5 穿插管法

**17.5.1~17.5.9** 本规程中的穿插法包括连续穿插法和不连续穿插法两种施工方法，其中连续穿插法包括折叠内衬法、缩径法、胀管法等；不连续穿插法为短管插管法、胀插管法等。

折叠内衬法是采用牵拉的方法将压制成 C 型或 U 型的管道置入既有管道中，然后通过解除约束、加热、加压等方法使其恢复原状形成管道内衬的修复方法。

采用胀（裂）管设备从内部以液压动力切割、胀碎既有管道，将既有管道碎片挤入周围土体形成管孔，并同步拉入新管道对旧管道进行等径和扩径替换的胀插管法也属同类工艺，但一般应符合结构性修复更新的相关要求，同时对临近管道的影响应予以考虑。

## 17.6 原位固化法

**17.6.1~17.6.7** 原位固化法中内衬软管置入既有管道的方式分为翻转式和拉入式；固化方式分热固化或光固化两类，热固化主要有常温固化、热水固化、蒸汽固化，光固化目前常用紫外光固化。采用其他方式固化树脂内衬软管的修复方式也属原位固化法。

## 18 附属构筑物

### 18.1 一般规定

**18.1.1** 原“规程”内容包括检查井及闸井、雨水口、支墩和进出水口构筑物，本规程内容涵盖了给排水管道工程中的各类井室、雨水口、支墩工程。管道工程中涉及的进出水口构筑物可参照现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的有关内容。

**18.1.2** 本规程规定给排水管道附属构筑物的专业施工要求，砌体结构、混凝土结构施工基本要求应符合现行国家标准《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204及《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的有关规定。

### 18.2 井室

**18.2.1** 给水、再生水管道的蝶阀（闸阀）井、排气井、消防栓井、流量计井（水表）、排泥（湿）井等附属构筑物均执行本规程。

**18.2.2** 本条对设计无要求时混凝土类管道、金属类压力（无压）管道和化学建材管道穿过井壁的施工作出具体规定。

**18.2.3** 本条对模块砌筑检查井、闸井的模块灌孔混凝土的施工作出具体规定。

北京市地方标准  
《给水排水管道工程施工技术规程》  
(DB11/T 1835-2021)  
(2021年7月第1版)

\* \* \* \* \*

北京城建科技促进会  
如有印装质量问题，可寄我会退换

地 址：北京市西城区广莲路1号建工大厦A座9层910-1室

邮 编：100055

电 话：63989081 转 801，63964562

网 址：[www.cjjch.net](http://www.cjjch.net)

微信公众号：BJCJKJCJH

统 一 书 号：

155160·2976



北京城建科技促进会

