

上海市水务局文件

沪水务〔2006〕1108号

上海市水务局关于印发《排水管道定向钻进敷设施工及验收规范（试行）》的通知

各有关单位：

上海市城市建设设计研究院等单位编制完成的《排水管道定向钻进敷设施工及验收规范（试行）》，经我局会同有关部门审核，现予以印发，自2006年11月1日起试行。试行中有关问题及建议请及时反馈我局。

二〇〇六年十月十三日



上海市水务局办公室

2006年10月13日印发

排水管道定向钻进敷设
施工及验收技术规范
(试行)

**The Specification
for Construction and Acceptance of
Drainage Pipelines by Directional Drilling
(Trial)**

2006 年 8 月 上海

前 言

近年来，上海地区室外埋地排水管道施工，在穿越河流、铁路和高速公路或在穿越交通繁忙的道路无法开挖施工时，采用拖拉管法施工。为规范市场，确保室外排水管道工程质量，特编制本非开挖敷设排水管道的《排水管道定向钻进敷设施工与验收技术规范（试行）》。

本规范在编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，本着既反映当前实际施工技术水平，掌握适用性、可操作性，又能满足工程使用功能的原则，充分征求各方面专家意见，并参照国内外一些相关标准编制完成本规范。

定向钻进敷设排水管道目前有二种施工方法：定向钻孔拖拉法和二程式拖拉法。本规范对上述二种施工方法的关键技术要求、施工顺序、注意事项及验收标准均作了规定。

本规范分七章二个附录，并附条文说明。主要内容有：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.工程勘察；5.施工准备；6.施工；7.工程质量验收。

在使用中如发现需要修改或补充之处，请将意见和资料邮寄（上海市城市建设设计研究院，上海市西藏南路 1170 号，邮编 200011、[电邮 paishui@sucdri.com](mailto:paishui@sucdri.com)）。

本规范主编单位：上海市城市建设设计研究院

参编单位：上海城投水务事业部

上海水环境建设有限公司

上海市第二市政工程有限公司

上海建工桥隧筑港工程有限公司

主要起草人：陈书玉 励建全（以下按姓氏笔画为序）

孙家珍 孙 斌 沈庞勇 沈建群 苏鼎国 周国明

范明星 项 源 黄金明 黄胜兵 蔡洁茵

目 录

1	总 则.....	1
2	术语、符号.....	2
2.1	术 语.....	2
2.2	符 号.....	3
3	基本规定.....	4
4	工程勘察.....	5
5	施工准备.....	6
5.1	管材.....	6
5.2	定向钻孔轨迹设计.....	6
5.3	控制井.....	8
5.4	进出洞口措施.....	9
5.5	回拉力计算.....	9
6	施 工.....	11
6.1	施工机械的安装、调试.....	11
6.2	定向钻进施工.....	12
7	工程质量验收.....	15
7.1	一般规定.....	15
7.2	试验与检测.....	16
7.3	工程竣工验收.....	17
附录一	施工记录表式.....	18
附录二	本规范用词说明.....	24

1 总 则

1.0.1 为了加强对排水管道定向钻进敷设施工的质量控制，特制订本规范。

1.0.2 本规范适用于上海地区永久性室外排水管道工程定向钻进敷设施工及验收，管道口径为 DN600mm 及以下。

1.0.3 本规范依据国家工程建设的法律、法规、管理标准和有关技术规范标准编制。除符合本规范所规定的要求外，尚应符合国家现行相关规范、规范。

1.0.4 工程中所需原材料、半成品和成品的质量及工程技术质量标准，应符合国家及上海市现行的有关规范、标准，同时应符合本规范规定。

此件由上海市水务业务受理中心提供

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 定向钻进拖拉法

定向钻进拖拉法是定向钻进敷设排水管道的施工方法之一。

定向钻机设在地面上，在表层开槽、清除杂填土后，采用雷达探测仪导向，控制钻头按管道设计轴线钻进，经多级扩孔后，将管道回拉就位，完成管道敷设的施工方法。

2.1.2 二程式拖拉法

二程式拖拉法也是定向钻进敷设排水管道的施工方法之一。

将钻进设备置于工作井中，采用经纬仪导向，控制钻头前进方向，从接收井拖拉管道就位，完成管道敷设的施工方法。

2.1.3 平壁管

内外壁光滑的均质实心的管壁管材。

2.1.4 环刚度

管道抵抗环向变形的能力。单位 kN/m^2 。

2.1.5 控制井

为有效控制定向钻孔高程而设立的定位井，设置在检查井位置。

2.1.6 工作井

在二程式拖拉法施工中放置钻机的井位。

2.1.7 接收井

二程式拖拉法定向钻头到达的井位，管道从该井回拉进入地层。

2.1.8 导向孔

根据定向钻进施工工艺要求，首先完成的小口径的先导孔。

2.1.9 雷达探测仪

一种用电磁波探测钻头位置及深度的仪器。

2.1.10 入土角

在定向钻孔钻进中，钻杆钻进地层时与地平面的夹角，称入土角。

2.1.11 出土角

在定向钻孔钻进中，钻杆钻出地层时与地平面的夹角，称出土角。

2.1.12 造斜段

钻杆由入土角转为水平及由水平转向出土角的过渡段。

2.1.13 多级扩孔

钻杆导向成孔后，由小到大不同口径的扩孔器在导向孔内回转切削，不断扩大口径，最终切削成所需孔径。

2.1.14 护孔泥浆

在钻进和扩孔过程中，起支承和润滑介质。

2.2 符 号

H—排水管埋深（管内底深度，单位为 m）

H_0 —排水管中心线深度 (m)

D—管外径 (mm)

DN—管公称内径 (mm)

L—定向钻造斜段水平距离 (m)

A—每节导向钻杆长度 (m)

α —相邻两节钻杆允许转向角($^{\circ}$)

$R_{\min}$ —管道最小曲率半径 (m)

E—管道弹性模量 (MPa)

σ_p —管道弯曲应力 (MPa)

R_z —钻杆曲率半径 (m)

3 基本规定

3.0.1 排水管道定向钻进敷设施工宜采用定向钻进拖拉法和二程式拖拉法：

定向钻进拖拉法适用范围：管道两端有足够的造斜距离；过河、过建筑物倒虹段。

二程式拖拉法适用范围：管道两端无造斜距离；管道长度小于 80m；对沉降要求高的场合。

3.0.2 为控制检查井与检查井之间的管道轴线在同一管位上，宜交替使用定向钻进拖拉法和二程式拖拉法施工。

3.0.3 控制井与管道施工顺序，宜采用先进行控制井施工，后进行管道定向钻进施工。

3.0.4 拖拉用的管材宜采用 HDPE（高密度聚乙烯管）平壁管，其材质及性能除符合本规范规定外，还应符合国家有关现行标准及相应规定。

3.0.5 定向钻进拖拉施工中的护孔泥浆应根据地质条件合理使用。

3.0.6 工程施工前应具有详尽有效的工程勘察资料，调查分析施工区域各方面情况，充分掌握现场资料，既有地下管线应予以查明，确定具体位置。

3.0.7 施工前应提出施工组织设计与专项施工方案并报建设、监理单位审批同意后方可实施。

3.0.8 定向钻进敷设排水管道施工应符合设计要求，并要求技术措施安全可行，减少环境污染，确保上方道路、相邻建（构）筑物及地下管线的安全。排水管道回拉到位后，必须及时进行管道外壁空隙和造斜段泥浆置换。

4 工程勘察

4.0.1 排水管道定向钻进敷设施工前应进行工程勘察。工程勘察应符合《岩土工程勘察规范》GB50021 及《城市地下管线探测技术规程》CJJ61 的规定。

4.0.2 工程勘察工作应根据以下资料和要求进行：

- 1 管线工程平面图（1:200~1:1000）；
- 2 既有地下综合管线图；
- 3 工程的技术要求。

4.0.3 工程勘察应包括工程地质、水文地质、地形、地貌、地物及既有地下管线的探测、管道敷设路径勘察。

4.0.4 现场踏勘，应查明地形、地貌、地面建筑对工程的不利条件，应查清水域覆盖面积和深度，应查实有无影响检测的干扰源。

4.0.5 应沿管道轴线走向一定范围通过地质勘察取得详细的地层资料。

4.0.6 取心钻孔的平面位置和深度应符合下列规定：

- 1 勘探孔的设置应在管道轴线两侧 3m 距离内，勘探后应灌浆、封堵；
- 2 钻孔数量的确定可沿非开挖轨迹方向进行，其间距为 50m；
- 3 穿越公路、铁路、地表障碍物宜在其两侧布孔，勘探孔数量不宜少于 2 个；穿越河道、河道两岸及河床应布置勘探孔，数量不少于 3 个；
- 4 一般勘探孔的深度应在待敷设管道埋深以下 6m；
- 5 勘探孔钻进遇有砂层或卵砾石层时，宜将该层穿过；
- 6 在必须采用降低地下水位进行施工的区域应查清含水层的厚度。

4.0.7 既有地下管线探测范围应不小于所敷设管道中心线两侧 5m，并查明地下管线性质、类型及空间位置。

5 施工准备

5.1 管材

5.1.1 拖拉用的管材应采用 HDPE 平壁管，管材的强度及环刚度必须满足施工及使用阶段的荷载要求。

(1) 施工采购的管材，应符合现行国家标准有关材料要求。

(2) 本规范中采用的管材使用寿命不得低于 50 年。

5.1.2 HDPE 聚乙烯平壁管材的物理性能应符合下列规定：

密度：0.94~0.96g/cm³；

短期弹性模量：≥800MPa；

抗拉强度标准值：不小于 20.7MPa；

抗拉强度设计值：不小于 16.0MPa。

环刚度：不小于 8kN/m²

管材必须满足回拉力要求，但允许拉应力按不大于 12MPa 控制。

5.1.3 管材的外观质量及尺寸应符合下列要求：

(1) 管材外观颜色一致，内壁光滑平整，无划伤、毛刺等缺陷。

(2) 接前管材的端面应平整且与管中心轴线垂直，管接口外径与管材外径一致，不得有明显突出(小于 5mm)。

(3) 管材外壁应有统一的标识（生产企业、产品名称、公称直径、环刚度及生产日期等）。

(4) 管材的公称内径必须满足设计管径的要求。常用的有 DN300、DN400、DN500、DN600。

(5) 定向钻进敷设施工的 HDPE 平壁管采用对接热焊接口。

5.2 定向钻孔轨迹设计

5.2.1 定向钻孔轨迹线段由造斜直线段、曲线段、水平直线段（与管道排水坡度一致）等组成，为保证水平直线段精度要求，造斜段水平距离 L 见图 5.2.1、5.2.2，可按式 5.2.1-1 及式 5.2.1-2 计算确定。

$$H_0 = H - D_0 / 2 \quad \text{式 5.2.1-1}$$

$$L = 2A + [H_0 - A(\sin \alpha + \sin 2\alpha + \cdots + \sin(n\alpha))] / \tan(n\alpha) + A(\cos \alpha + \cos 2\alpha + \cdots + \cos(n\alpha)) \quad \text{式 5.2.1-2}$$

n 取值在 3~5 范围。

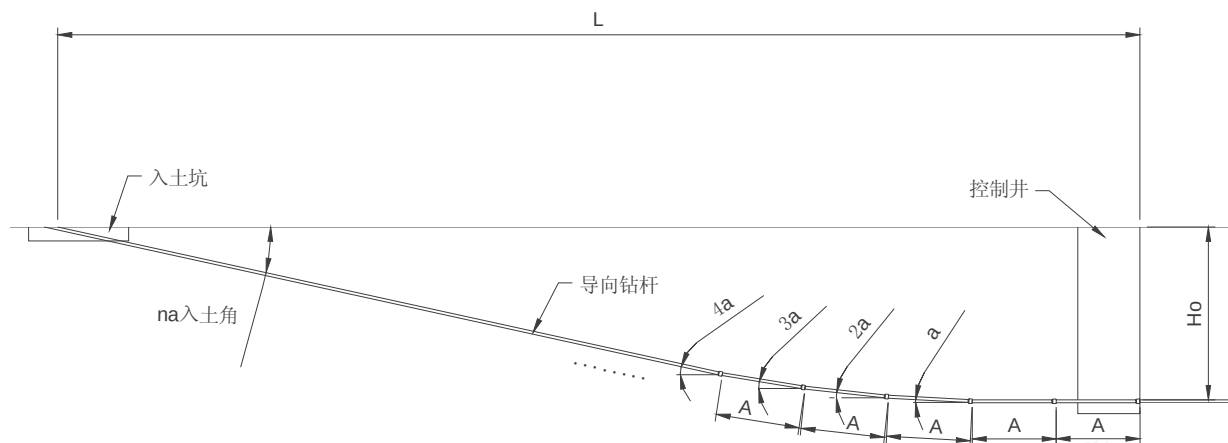


图 5.2.1 定向钻进轨迹设计图

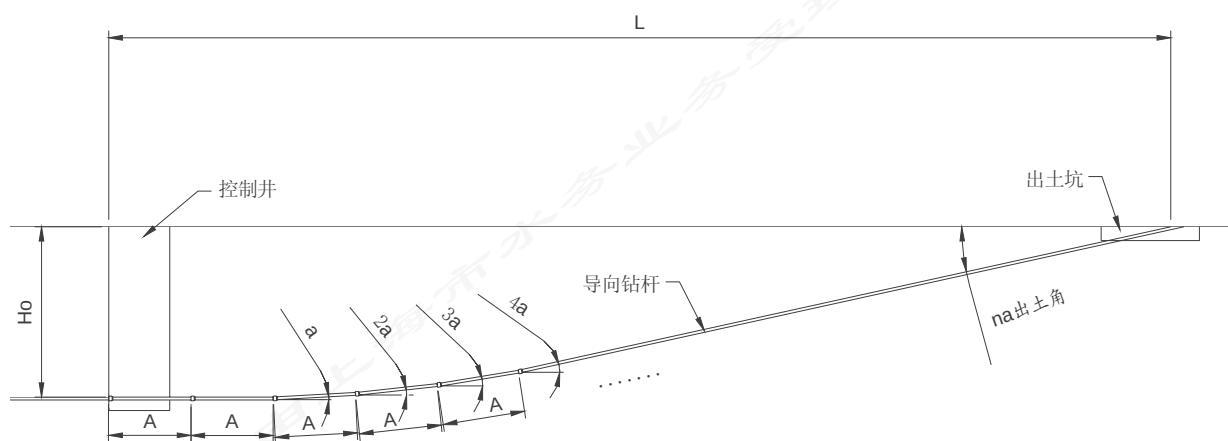


图 5.2.2 定向钻进轨迹设计图

5.2.2 入土造斜段与管道直线段之间及管道直线段与出土造斜段之间，至少应有一根钻杆长度达到管道直线段坡度要求。

5.2.3 入土角不宜超过 15° ，出土角按导向钻杆及拖拉管材允许曲率半径较大值确定，一般不宜超过 20° 。

5.2.4 相邻两节钻杆允许转向角根据土质条件，钻杆长度、材料等因素确定，土质越软弱， α 角越小， α 角取值一般在 $1.5^\circ \sim 3.0^\circ$ 。

5.2.5 定向钻进敷管穿越公路、铁路、河流时，最小覆土厚度应符合有关专业规范要求；当专业规范无特殊要求时，管道敷设最小覆土厚度应符合表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5 管道敷设最小覆土厚度

序号	穿越对象	最小覆土深度
1	城市道路	与路面垂直净距 1.5m
2	公 路	与路面垂直净距 1.8m；路基坡脚地面下 1.2m
3	高速公路	与路面垂直净距 2.5m；路基坡脚地面下 1.5m
5	铁 路	路基坡脚处地表下 5m； 路堑地形轨顶下 3m； 0 点断面轨顶下 6m
6	河 流	一级主河道规划河底标高以下 3m； 二级河道规划河底标高以下 1.5m；

5.2.6 待敷设管道与建筑物和既有地下管线的距离应符合下列规定：

- 1 敷设在建筑物基础以下时，与建筑物基础的水平净距必须在持力层扩散角范围以外，尚应考虑土层扰动后的变化，扩散角不得小于 45°；
- 2 在建筑物基础以下敷设管道时，必须经验算后确定深度；
- 3 与既有地下管线平行敷设时，扩孔与地下管线水平净距不得小于 0.6m；
- 4 从既有地下管线下部交叉敷设时，扩孔与地下管线垂直净距应符合下列要求：
 - ①粘性土不得小于 0.5m；②砂性土不得小于 1.0m；
- 5 遇可燃性管道和特种管线及弯曲孔段应考虑加大水平净距和垂直净距。达不到上述距离时，应增设有效的技术安全防护措施。

5.2.7 HDPE 管材的弯曲半径应大于管材外径的 40 倍。控制的最小曲率半径可按公式（5.2.7）计算。

$$R_{\min}=ED/(2\sigma_p) \quad \text{式 5.2.7}$$

5.2.8 钻杆的曲率半径应由钻杆的弯曲强度值所确定。根据经验一般 $R_z \geq 1200D_z$ 。

5.3 控制井

5.3.1 控制井结构形式应由设计单位确定，井尺寸根据工艺方法不同而定。管道洞口处理要有密封措施，防止渗漏。

5.3.2 控制井应根据钻进长度，并结合场地条件、水文地质条件 and 设计参数，设置若干控制井，且至少在两端检查井位置设置，井距不宜大于 100m。

5.3.3 控制井支护形式按管道埋深、水文地质条件及地下管线分布由工程设计单位确定。

5.3.4 二程式拖拉法工作井、接收井平面内净尺寸不小于长×宽=4.0m×2.5m，管道中心与底板顶面净距

不小于 750mm。

5.3.5 二程式拖拉法施工每节长度应控制在 80m 以内。

5.3.6 回拉后，管材需要一定时间恢复回拉时产生的轴向应变，其值大小与回拉力大小、材料物性、长度、温度等有关，通常需等待 24 小时恢复后，再切断管道。

5.4 进出洞口措施

5.4.1 定向钻进施工进出控制井洞口应根据不同水文地质条件、埋深、周围环境和经济性，选择合适的进出洞口防渗或土体稳定措施。可采用降水、注浆等方法。

5.4.2 对条件允许的场合，可优先考虑降水法。若采用注浆法，应考虑钻头的切削能力，土体加固的强度和 时间。在深基坑条件下，在施工前应经计算确定其加固处理方法和尺寸。进出洞口措施应保证扩孔及管道进出洞口过程中的土体稳定。

5.4.3 控制井洞口要设置能满足不同口径要求的密封止水装置，防止渗漏。

5.5 回拉力计算

5.5.1 管道回拉力计算按图 5.5.1 所示如下：

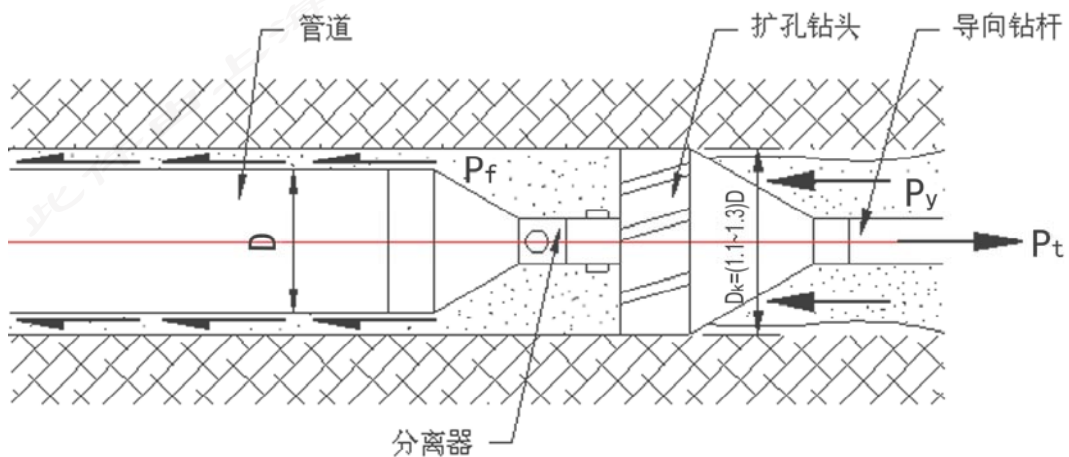


图 5.5.1 回拉力计算示意图

$$P_t = P_y + P_f \quad \text{式 5.5.1-1}$$

$$P_y = \pi D_k^2 R_a / 4 \quad \text{式 5.5.1-2}$$

$$P_f = \pi D L f \quad \text{式 5.5.1-3}$$

式中 P_t —回拉力 (kN);

P_y —扩孔钻头迎面阻力 (kN);

P_f —管周摩阻力 (kN);

D_k —扩孔钻头外径 (m), 一般为管道外径 1.1~1.3 倍;

D —管道外径 (m);

R_a —迎面土挤压力 (kPa)。上海地区, 在护孔泥浆中粘性土 R_a 在 50~60kPa; 砂性土在 80~100kPa;

L —管道长度 (m);

f —管周与土的单位侧壁摩擦力 (kPa)。在上海地区, 粘性土 f 在 0.3~0.4kPa; 砂性土在 0.5~0.7kPa;

此件由上海市水务业务受理中心提供

6 施 工

6.1 施工机械的安装、调试

6.1.1 定向钻进拖拉施工钻机的分类及技术性能宜按表 6.2.1 选用。

表 6.1.1 定向钻机的分类

分类	小型	中型	大型
回拉力 kN	<100	100~450	>450
扭矩 kN·m	<3	3~30	>30
回转速度 r/min	>130	100~130	<100
功率 kW	<100	100~180	>180
钻杆长度 m	1.5~3.0	3.0~6.0	6.0~12.0
传动方式	钢绳和链条	链条或齿轮齿条	齿轮齿条
敷管深度 m	<6	6~15	>15

城市定向钻进拖拉法施工一般选用中型钻机。

6.1.2 定向钻机安装应符合下列要求：

- 1 钻机应安装在管道中心线延伸的起始位置；
- 2 调整机架方位应符合设计的钻孔轴线；
- 3 按钻机倾角指示装置调整机架，应符合轨迹设计规定的入土角，施工前应用雷达探测仪复查或采用测量计算的方法复核；
- 4 钻机安装后，起钻前应用锚杆锚固，满足钻机回拉力支撑要求。土层坚硬和含水率低时，宜用直锚杆；土层较软时，宜采用螺旋锚杆。

6.1.3 雷达探测仪的配置应根据机型、穿越障碍物类型、探测深度和现场测量条件及定向钻机类型选用，使用前应符合以下要求：

- 1 操作人员必须经过培训并具有掌握仪器原理、性能、适用范围、操作方法的知识和技能；
- 2 雷达探测仪在施工前应进行校准，合格后方可使用。

6.1.4 导向钻头的类型和尺寸应按岩土的类型、土层的造斜能力、造斜配套工具等要求进行确定，钻头类型和尺寸可参照表 6.1.4 选用。

表 6.1.4 导向钻头类型选择

土层类别	钻头类型
淤泥质粘土	较大掌面的铲形钻头
软粘土	中等掌面的铲形钻头
砂性土	小锥形掌面的铲形钻头

6.1.5 二程式拖拉法施工钻机安装，要求导轨面平整，方向与管道设计水力坡度一致。钻机与井壁支撑稳固，特别是钻机前后与井壁传递较大反力。经纬仪安装调整须与钻杆同高，且方向一致，固定可靠，基础与钻机隔离，分别固定在底板上。

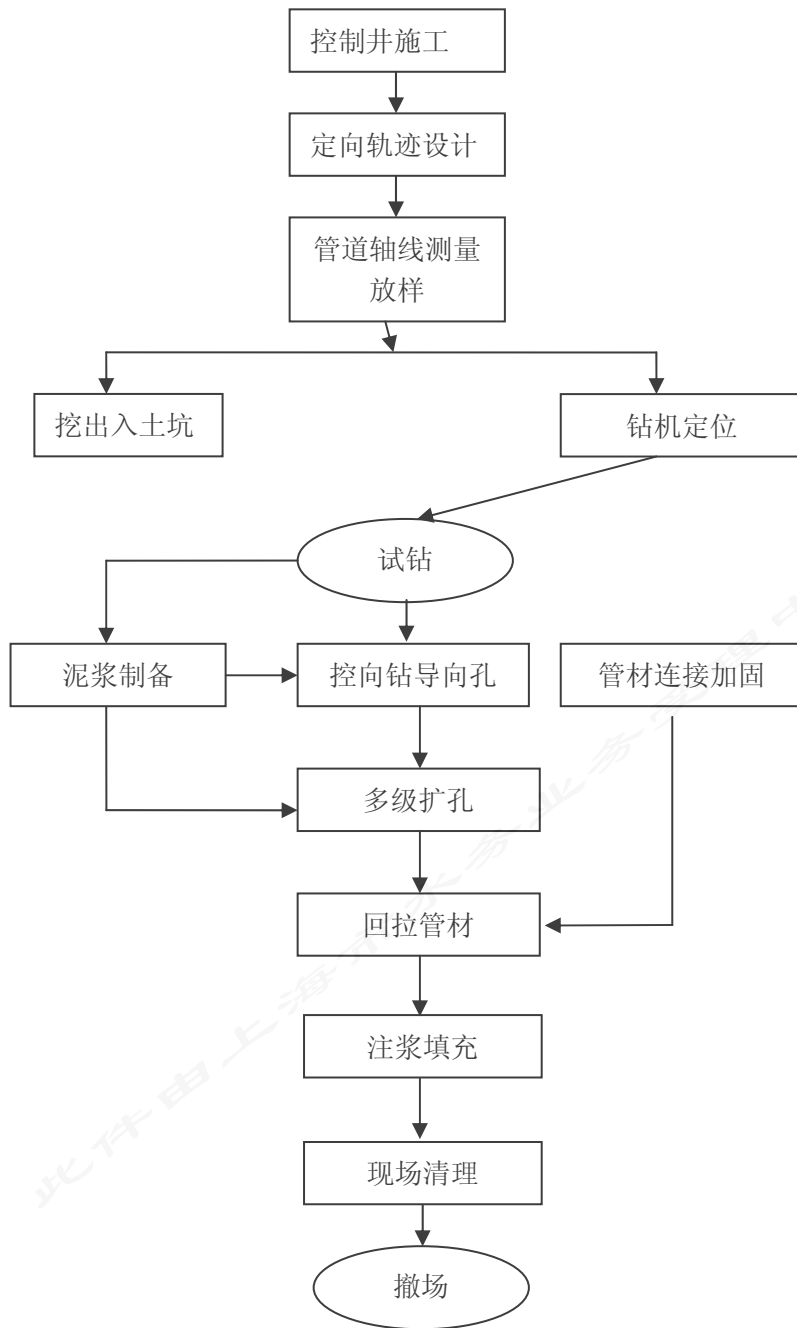
6.1.6 钻杆的使用应符合下列规定：

- 1 钻杆的机械性能主要是强度和扭矩，其规格、型号应符合扩孔扭矩和回拉力的要求；
- 2 钻杆外径宜大于 73mm，钻杆的曲率半径应不小于钻杆外径的 1200 倍；
- 3 钻杆的螺纹应洁净，旋扣前应涂上丝扣油；
- 4 弯曲和有损伤的钻杆不得使用；
- 5 钻杆内不得混进土体和杂物以免堵塞钻杆和钻具的喷嘴。

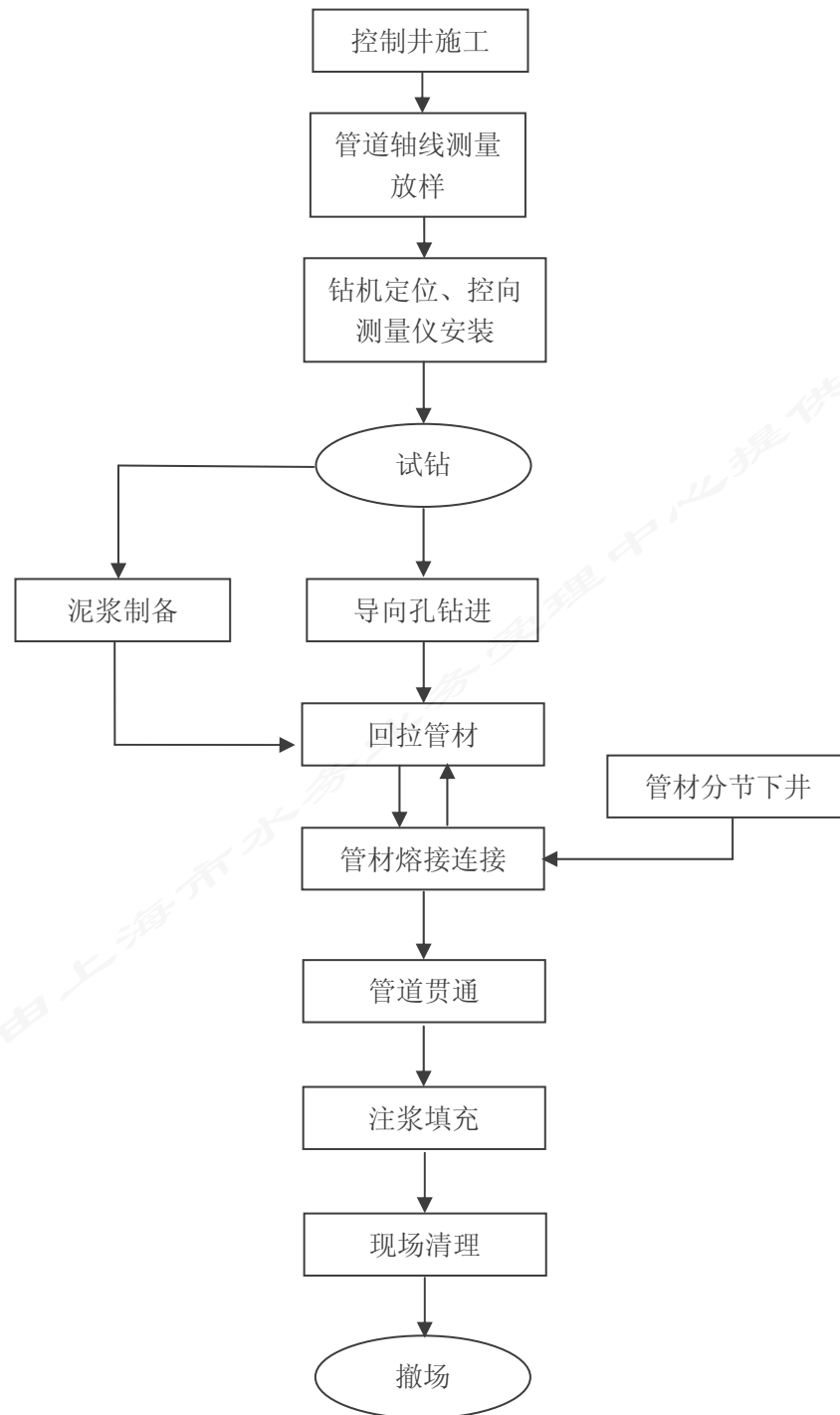
6.2 定向钻进施工

6.2.1 施工工艺流程

定向钻进拖拉法施工工艺：



二程式拖拉法施工工艺：



6.2.2 导向孔钻进应符合下列规定：

- 1 钻机开动后，必须先进行试运转，时间不少于15分钟，确定各部分运转正常后方可钻进；
- 2 首根钻杆入土钻进时，应采用轻压慢转的方法，稳定入土点位置，符合设计入土倾角后方可开始

钻进；

3 导向孔钻进时，造斜段探测控制点设置间距为 1.5~3.0m,直线段可按一根钻杆长度设置,现场记录按附录一表 1 要求填写,并应绘制出钻孔轨迹剖面图；

4 造斜段曲线钻进时，应按地层条件及时调定推进力，防止钻杆发生过度弯曲；

5 导向孔轨迹偏差不得大于终孔直径，超出误差允许范围应退回进行纠偏；

6 二程式拖拉法导向孔应按管道设计高程及坡度控向钻进，钻头光源必须密封可靠，电路连接稳定，经纬仪安装稳固。钻进过程中，经纬仪轴线每钻进 5m，复核一次，现场记录按附录一表 2 要求填写。

6.2.3 扩孔的最终直径宜采用管道外径的 1.1~1.3 倍。

6.2.4 扩孔的回拉力、转速、钻进液流量等技术参数应认真记录，密切关注其变化，现场记录按附录一表 3 要求填写。

6.2.5 定向钻进及扩孔应按地层条件配制泥浆，泥浆性能指标的调整应符合下列要求：

1 粘度应能维护孔壁的稳定，并将钻屑携带到地表；

2 泥浆的失水量控制，一般地层 30min 内泥浆的失水量宜控制 10~15ml；水敏性易坍塌和松散地层失水量宜控制 5ml 以下；

3 泥浆的 PH 值应控制在 8~10 之间。

6.2.6 护孔泥浆应在专用的搅拌器中配制，并具有足够的供应量，从钻孔中返回的泥浆应及时外运，满足工程文明施工和环保要求处理。

6.2.7 护孔泥浆压力应视不同扩孔阶段分别选用泥浆压力和流量。

6.2.8 回拉管道前应检查管道连接的热熔焊接质量，待焊接自然冷却后，检查合格方能进行回拉管道。

6.2.9 回拉管材施工中，操作人员应密切注意钻机回拉力、扭矩变化，采取措施尽可能减少摩擦阻力。现场记录按附录一表 4 要求填写。

6.2.10 管道拖拉就位后，清理控制井，砌筑检查井窖井。管道与检查井墙接头处应安放遇水膨胀橡胶止水圈等止水材料。控制井外侧回填时，先回填中粗砂至管顶以上 0.5m，分层浇水密实。

6.2.11 造斜段以及管道外壁必须注浆充填密实。

7 工程质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 施工中对每道关键步骤的施工质量进行检验，建设单位或监理单位应对施工质量进行监督和检查，

按照备案制要求验收。

7.1.2 HDPE 聚乙烯平壁管接口焊接质量应符合下列要求：

- 1 对接热熔焊焊缝焊接力学性能不低于母材。
- 2 对接热熔接后应形成凸缘，且凸缘形状大小均匀一致，无气孔、鼓泡和裂缝；接头具有沿管材整个圆周平滑对称的翻边，翻边最低处不低于管材外表面；对接错边量不大于管材壁厚的 10%，且不大于 3mm；
- 3 管道内壁凸缘必须处理平整。

7.2 试验与检测

7.2.1 管材质量检验：

- 1 检查数量：外观质量全数检查；热熔焊缝焊接力学性能试验每 200 个接头不少于 1 组；当单位工程中接头数量不足 200 个，做 1 个接头热熔焊缝焊接力学性能试验。
- 2 检查方法：观察；检查焊接力学性能检测报告；

上述检验中若有不合格的则应加倍抽检，加倍检验仍不合格时应停止焊接，查明原因进行整改后方可进行焊接。

7.2.2 管道接口应不渗漏泥水，可抽检进行闭水试验。

7.2.3 窨井处管道口连接密封牢固，洞口不渗漏泥水。

7.2.4 管道水力坡度符合设计要求。窨井处管道平面位置、管内底标高应进行测量，允许偏差应符合下表 7.2.4 的规定：

表 7.2.4 允许偏差

序号	项目	检验方法	允许偏差（mm）
1	中线平面位移	经纬仪测量	100
2	管道内底标高	水准仪测量	+40 -80

两段拖拉管交叉处中线平面位移偏差,可根据管道直径、土质条件确定，在控制井内接顺管道。

7.3 工程竣工验收

7.3.1 竣工验收前，施工单位应编制竣工报告。

7.3.2 工程竣工验收应在施工单位自检合格的基础上进行，验收工作应由建设单位负责组织设计、监理、施工等单位及质监站等有关部门按照备案制方式进行，验收应提出验收文件。

7.3.3 竣工验收后，应及时归档。

此件由上海市水务业务受理中心提供

附录一 施工记录表式

表 1 定向钻控向记录

表 2 导向杆钻进控向记录

表 3 回扩成孔记录表

表 4 拉管记录表

表 5 定向拖拉施工工序质量评定表

此件由上海市水务业务受理中心提供

表 1 定向钻控向记录

工程名称：
钻杆直径、长度：

井位区段：
开钻时间：

钻进长度：
停钻时间：

验收长度：
入土角度：

出土角度：
天气：

水平距离 (m)																							
探测深度 (m)																							
平面偏移 (m)																							
水平距离 (m)																							
探测深度 (m)																							
平面偏移 (m)																							
水平距离 (m)																							
探测深度 (m)																							
平面偏移 (m)																							
水平距离 (m)																							
探测深度 (m)																							
平面偏移 (m)																							
导向钻进平面图												钻进计划剖面图											

本班负责人：

司钻员：

探测员：

接班人：

表 2 导向杆钻进控向记录

工程名称: _____ 井位区段: _____

设计长度(m): _____ 验收长度(m): _____ 钻杆长度(m): _____ 钻杆根数: _____

本班钻进情况

操作日期：_____年____月____日____班 操作班组：_____

[illegible]

本班负责人:

观察人：

接班人:

表 3 回扩成孔记录表

工程名称: _____ 井位区段: _____
扩孔直径(mm): _____ 总长(m): _____ 钻杆长度(m): _____ 钻杆根数: _____
年 月 日 编号: _____

序号	时间				历时 (分)	钻进长度		钻进参数				泥浆性能				备注
	起		止			本次 m	累计 m	回拉 力 MPa	扭力 MPa	转速 r/min	泵泥 浆量 L	粘度 s	比重	静切 力 Pa	动切 力 Pa	
	时	分	时	分												
01																
02																
03																
04																
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																
36																
37																
38																
39																
40																

技术负责人: _____ 施工负责人: _____ 记录员: _____

表 4 拉管记录表

工程名称: _____ 井位区段: _____

设计管径(mm): _____ 总长(m): _____ 钻杆长度(m): _____ 钻杆根数: _____

年 月 日

编号:

[illegible]

技术负责人:

施工负责人:

记录员：

表 5 定向钻拖拉施工工序质量评定表

单位工程名称:

分部工程名称:

管道直径:

井位区段:

主要工程数量										
序号	外观检查项目	质量情况								
1	施工设备、仪器	拉管机械、导向仪器及导向探头、对讲机等设施完好								
2	控制点设置	地面已放好导向轴线及一根钻杆长度间距的控制点								
3	管材	外观质量尺寸，环刚度符合设计与规范要求								
4	管接口质量	管节热熔焊接接口牢固，无渗水，管内无泥土垃圾								
序号	井位	项目性质	实测项目	检查频率	允许偏差(mm)	实测偏差值 (mm)		应量测点数	合格点数	合格率 (%)
						上游	下游			
1		主控项目	管内底高程	2 点/每段	+40 -80					
		副控项目	中线平面位移	2 点/每段	100					
2		主控项目	管内底高程	2 点/每段	+40 -80					
		副控项目	中线平面位移	2 点/每段	100					
3		主控项目	管内底高程	2 点/每段	+40 -80					
		副控项目	中线平面位移	2 点/每段	100					
4		主控项目	管内底高程	2 点/每段	+40 -80					
		副控项目	中线平面位移	2 点/每段	100					
5		主控项目	管内底高程	2 点/每段	+40 -80					
		副控项目	中线平面位移	2 点/每段	100					
6		主控项目	管内底高程	2 点/每段	+40 -80					
		副控项目	中线平面位移	2 点/每段	100					
7		主控项目	管内底高程	2 点/每段	+40 -80					
		副控项目	中线平面位移	2 点/每段	100					
8		主控项目	管内底高程	2 点/每段	+40 -80					
		副控项目	中线平面位移	2 点/每段	100					
交方班组							平均合格率			
接方班组							评定等级			

技术负责人:

施工负责人:

质检员:

年 月 日

附录二 本规范用词说明

一、为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词，说明如下：

1、表示很严格，非这样作不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2、表示严格，在正常情况下均应这样的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3、表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样作的：

正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”。

二、条文中指明必须按其它有关标准和规范执行时的写法为“应按……执行”或“应符合……的要求（或规定）”；非必须按所指定的标准和规范执行的写法为“可参照……的要求（或规定）”。

此件由上海市水务业务受理中心提供

排水管道定向钻进敷设 施工及验收技术规范 (试行)

条文说明

目 录

1、总则	3
2、术语、符号	4
2.1、术语	4
2.2、符号	5
3、基本规定	6
4、工程勘察	7
5、施工准备	8
5.1 管材	8
5.2 定向钻进轨迹设计	9
5.3 控制井	9
5.4 进出洞口措施	10
6、施工	11
6.1 施工机械的安装、调试	11
6.2 定向钻进敷设管道	11
7、工程质量验收	13
7.1 一般规定	13
7.2 试验与检测	13
7.3 工程竣工验收	13
引用标准及参考文献	14

1 总则

1.0.1 本规范只适用于定向钻进非开挖敷设小口径排水管道，目前该施工方法已广泛应用于通信电缆、电力电缆、给水管道及燃气管道等非开挖施工，并推广应用到小口径排水管道施工，为了确保排水管道工程施工质量，需要制定相应的技术规范。

1.0.2 本条明确了本规范适用范围。管道口径在 DN600mm 以上建议采用其他非开挖施工方法。

1.0.3~1.0.4 明确了本规范与其他技术标准关系，便于工程技术人员掌握应用。

此件由上海市水务业务受理中心提供

2 术语、符号

2.1、术语

2.1.1 定向钻进拖拉法

定向钻进拖拉法，是定向钻进敷设排水管道的施工方法之一。

2.1.2 二程式拖拉法

二程式拖拉法，也是定向钻进敷设排水管道的施工方法之一。

2.1.3~2.1.4 参照上海市工程建设规范“埋地塑料排水管工程技术规程” J10185-2002 中同类术语。

环刚度通常采用测试方法确定。

2.1.5~2.1.13 为“定向钻进拖拉法”专用术语。术语明确了该施工方法各个工序的含义、功能及技术要求。

2.1.6 二程式拖拉法施工用工作井，如图 2.1.6 所示。根据不同土层条件，粘性土中， P_d 顶力不超过 15 t， P_t 拉力不超过 40 t；砂性土中， P_d 顶力不超过 20 t， P_t 拉力不超过 60 t；通常由于定向钻杆顶力不大，无须制作后靠墙，工作井围护根据土层条件及开挖深度采用沉井、SMW 工法井等。

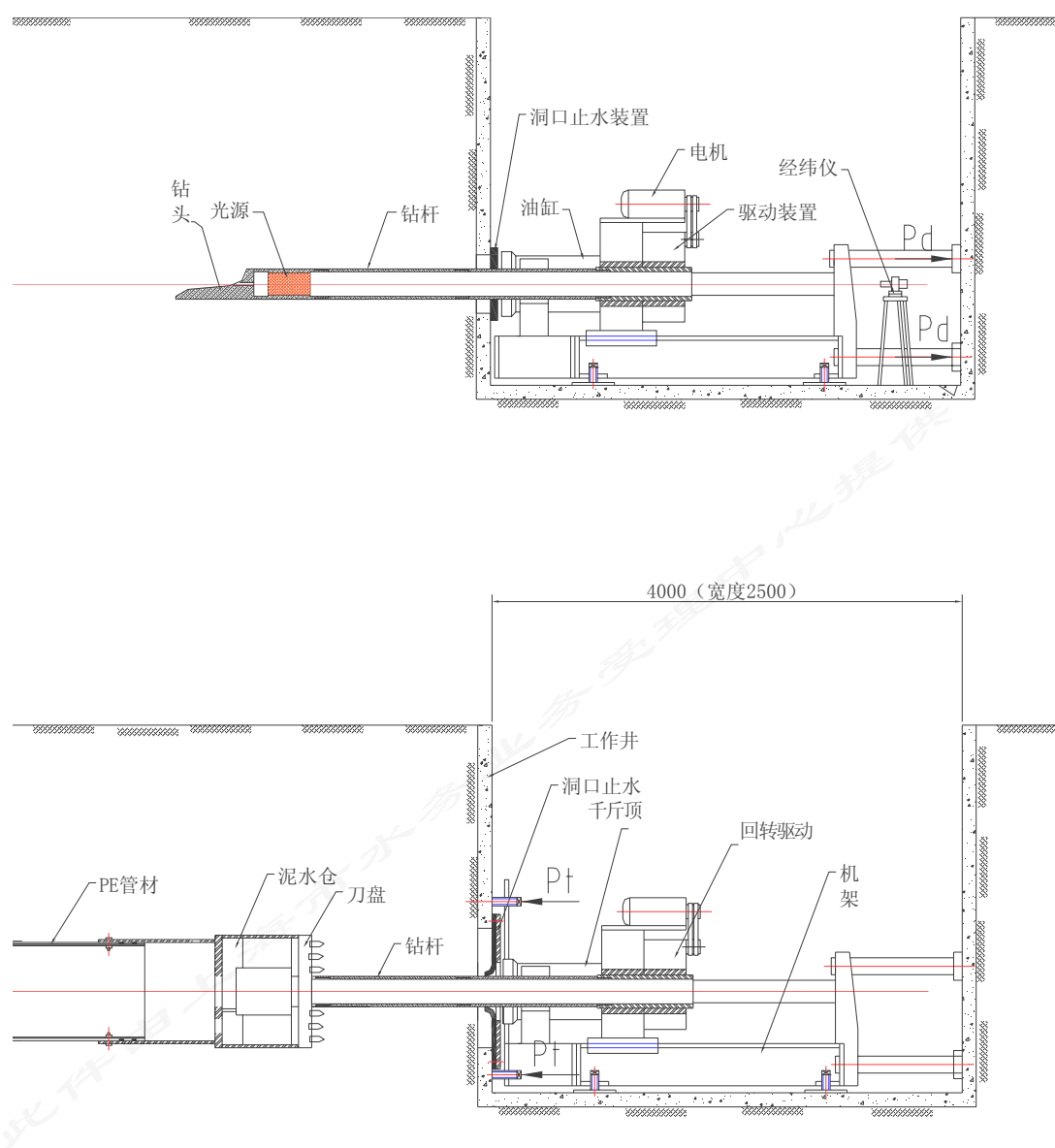


图 2.1.6 二程式拖拉法工作井受力状况

2.1.14 护孔泥浆采用以水、膨润土为主的拌和浆液，定向钻进敷管施工对泥浆的主要指标是对孔壁的支承作用和润滑作用，防止塌孔和堵塞排泥通道。

2.2 符号

主要符号是参照国家标准“工程结构设计基本术语和通用符号”GBJ132—90 和“建筑结构设计术语和符号标准”GB/T50083—97 确定的。

3 基本规定

3.0.1 本条为排水管道定向钻进敷设排水管道施工的二种常用方法和适用范围。

3.0.2 本规范推荐间隔使用定向钻进拖拉法工艺和二程式拖拉法施工工艺，目前也有采用错开管位的施工方法，但增加了管道在短距离内二次转弯的局部水头损失，须经设计同意。另外，道路下管道不处在同一管位需得到规划部门的许可。

3.0.3 推荐采用控制井与管道施工顺序。

3.0.4 为了控制定向钻进拖拉法施工的标高，而采取的施工顺序。定向拖拉使用的管道材质很重要，对产品质量要求高，采用的管材必须符合有关的国家和行业标准。对管材质量的控制要求。

3.0.5 护孔泥浆被称为定向拖拉法施工的血液，根据不同的地层物理性质，应有针对性的选用泥浆。在钻进过程中，应随时监控和调整泥浆的粘度、静（动）切力、失水量和 PH 值等技术参数。

3.0.6 定向钻进敷设排水管道工程应严格执行现行的基本建设程序。勘察是为设计和施工而进行的可行性研究，应查明工程地质、水文地质及地下设施、既有管线等资料，论证场地的适应性，以确保工程的顺利进行的前期工程措施。

3.0.7 本条为保证施工质量的施工程序之一。

为了确保工程质量，进行安全生产，必须尊重设计、增强环保意识，执行行业规章制度，遵守相应的法律、法规。

环境污染包括噪声、粉尘、交通干扰、植被的破坏以及泥浆和土屑的处理。施工时应遵守政府有关管理规定。

施工组织设计应对施工技术方案的合理性、可靠性、先进性进行全方位综合论述，同时要编制施工进度计划、施工质量目标和保证措施、环保措施、文明施工措施、安全生产措施。确定项目管理体系为确保施工质量和按期完成任务提供有利保障。建设方及监理方对“施工方案”的审查是保证工程施工管理的重要步骤，既有利于提高工程设计、施工的综合质量，也有利于改善工程实施的条件，避免出现误工、返工和质量下降的不良后果。

3.0.8 本条为对确保施工安全和避免对周边环境影响提出的要求和技术措施。

4 工程勘察

4.1.1 勘察工作是为了保障施工安全和环境保护的需要，关系到施工方法和设备的选择。

4.1.2 本条规定了建设单位在委托任务时应提供的相关资料。

4.1.3 本条规定了定向拖拉法工程勘察测量的项目。

4.1.4 现场踏勘的主要内容是：了解工程场区地面建筑物的功能，基础型式及尺寸，区域环境的植被和地形变化；道路交通状况，施工现场进出道路；估算水域覆盖面积和丈量深度，查看高空及地表有无强磁场干扰以确定采用定向钻拖拉法是否可以以及通过地面标志窨井等确定可能存在的施工危险等。

4.1.5 工程勘察的目的在于了解土层的结构，在垂直方向和水平方向的变化，以及土的主要物理力学特性。

4.1.6 本条为定向钻进对地层取心钻孔提出具体要求，比常规工程勘察要求更高。

4.1.7 本条规定了非开挖施工地下管线探测范围，并查明地下管线的性质、类型和空间位置。

5 施工准备

5.1 管材

5.1.1 施工管材选择与施工方法有关。目前市场上常用管材有 HDPE 聚乙烯平壁管和 HDPE 聚乙烯缠绕结构壁管，前者接口采用热熔焊接，强度高，能承受较大拉力；后者接口采用电热熔带连接，抗拉强度低，须外加钢筋网以传递拖拉力需钻孔直径较大。从实际施工情况看，采用 HDPE 聚乙烯缠绕结构壁管，暴露问题较多，接口容易拉脱。为保证工程质量，因规范规定建议采用 HDPE 平壁管。

5.1.2 明确 HDPE 聚乙烯管材的物理性能指标，PE80 SDR21 0.6MPa 管材环刚度在 8kN/m^2 左右，实际环刚度以实测值为准。管材允许的回拉应力是作为管道允许回拉力计算依据，以管材不发生塑性变形为限。

5.1.3 本条规定 HDPE 聚乙烯平壁管应符合现行国家标准“给水用聚乙烯(PE)管材”GB/T13663-2000 的规定，用于排水管道须选用 PE80 SDR21 内压 0.6MPa 以上管材，其规格尺寸如表 5.1.3 示：

表 5.1.3 HDPE 聚乙烯平壁管规格尺寸

规格	公称外径 mm(DN/OD)	壁厚 mm	公称内径 mm (DN/ID)
PE80 SDR21 0.6MPa	200	9.6	180.8
	225	10.8	203.4
	250	11.9	226.2
	280	13.4	253.2
	315	15.0	285.0
	355	16.9	321.2
	400	19.1	361.8
	450	21.5	407.0
	500	23.9	452.2
	560	26.7	506.6
	630	30.0	570.0

排水管道均以内径计算，故必须采用满足内径设计要求的规格。若图中标注为 DN400，则应选用 PE80OD 为 450mm、内径为 407mm 规格的管子。

5.2 定向钻进轨迹设计

5.2.1 定向钻进拖拉法施工前必须进行钻进轨迹设计，并在施工过程中予以控制。曲线段的曲率半径取决于土层的造斜能力（土层能提供反力大小），钻头掌面的造斜能力或两者综合作用所能达到的造斜强度。当试钻过程中，发现造斜强度不够，不能满足轨迹设计要求时，应分析原因，采取改变轨迹设计或增强造斜强度。

本条规定计算造斜段水平距离的公式，L 值大小直接影响管道段轴线控制精度，国内 L 值一般为管道埋深的 8~10 倍，国外则高达 11 倍以上。

5.2.2 为保证管道段轴线精度，导向钻杆在控制井进出洞时，其走向要有提前量和滞后量。

5.2.3 对于排水管道定向钻进拖拉法施工，其入土角更要小些，可较容易过渡到水平面，钻杆弯曲程度也较小；出土角控制在保证管道轴线精度的前提下，以方便管道的回拉施工为准，一般可较入土角大。

5.2.4 相邻两节钻杆允许转向角不能太大，否则回转扭距增大，钻杆容易折断；同时，转向角太大，回扩孔钻头容易跑偏。

5.2.5 本条规定考虑了施工对地面道路、铁路、建筑物、河流的影响范围，其根据目前积累的施工经验而编制，有待工程进一步实践，不断改进和完善。

5.2.6 定向钻进敷设管道钻孔的稳定性取决于土层的性质，特别是土的抗剪强度和土层的内摩擦角。在实际施工中，钻孔的钻掘面上的应力释放后失去平衡并产生剪切应力，若大于抗剪强度，钻掘面就发生坍方；泥浆护壁是短时间维护孔壁的稳定性，随着时间的推移，应力的转移将逐渐趋于平衡。这涉及两个问题：1、土层的自立高度；2、最小覆土深度。通过计算提出能安全施工的最小间距。

5.2.7 本条通过计算规定了定向钻进敷设排水管道的最小曲率半径。

5.2.8 本条引用《非开挖敷设地下管线施工技术与实践》一书中有关极限弯曲强度的确定编制。

5.3 控制井

5.3.1 设置控制井目的是能直观地控制定向钻进平面和高程，以精确控制管道水力坡度。

5.3.2 推荐控制井施工顺序，是保证排水管道高程控制的措施之一。

5.3.3 控制井的支护形式是否稳定、安全，由设计单位计算确认。二程式拖拉法使用的控制井还须考虑顶、拉力对支护结构的影响。

5.3.4 按二程式拖拉法施工设备尺寸要求，规定最小尺寸，实际施工中可根据现场条件作适当调整。

5.3.5 本条规定二程式拖拉法每节施工最大长度，便于设计和施工控制。

5.3.6 此条为防止管道回拉完成后隔若干时间会发生回缩的措施。

5.4 进出洞口措施

5.4.1 本条规定了控制井洞口防渗的加固的常用方法，应根据土质条件和沉降控制要求，采取有效的技术措施。

5.4.2 在深基坑情况下，应经计算确定洞口加固方法。

5.4.3 本条针对二程式拖拉法施工工艺须采取的技术措施，类似顶管施工的“洞口密封止水装置”，但实际操作中更复杂。

5.5 回拉力计算

通过工程实践摸索和总结的经验公式。理论上， P_y 、 P_f 与管道埋深有关，但实际情况，当护壁成孔稳定的前提下，回拖力与管道埋深关系不大。回拖力与护壁成孔是否稳定有关。

表 5.5 最大拖拉长度控制表

管道口径(mm)	所处土层	最大长度(m)	备注
DN300	粘性土	250	
	砂性土	180	
DN400	粘性土	200	
	砂性土	150	
DN600	粘性土	160	
	砂性土	120	

当采用特殊、有效的成孔及减摩措施时，最大拖拉长度可适当增加。

6 施工

6.1 施工机械的安装、调试

6.1.1 根据国内外钻机性能归纳分类，排水管道定向拖拉法施工一般采用中型钻机。

6.1.2 本条规定了定向钻进设备安装应符合的基本条件。钻机的锚固不得忽视，要满足钻机最大回拖力要求，严防钻机锚固时将地锚打在既有地下管线上，造成对地下管线的损坏。合理的钻机锚固可保证钻机在给进和回拉施工时，机械功率的正常使用，并按设计轨迹完成导向孔施工，减小设备、钻杆的磨损和损坏。

6.1.3 导向探测仪是定向钻进的眼睛，其探测精度及抗干扰能力直接决定导向孔轴线精度。通常情况下，导向钻进多配备手持式导向仪，用来测量深度、倾角、温度等基本参数，必须要有具备相关知识和技能、具有丰富操作经验的技术人员上岗作业。

6.1.4 本条规定对不同的地层采用不同的钻头，以更好地实现方向控制，同时减小推进阻力，适应地层的切削破碎，减小钻头磨损，提高钻进效果。

6.1.5 二程式拖拉法钻机调整精度高，与井壁支撑须有足够的强度和刚度。

6.1.6 采用强度足够的钻杆才能承受钻进扭矩和回拖负荷，钻杆的外径和壁厚对钻孔的弯曲半径有影响。对于排水管道定向钻进法施工，对管道位置精度有严格要求，因此，推荐使用大直径钻杆，保证导向钻杆具有足够的强度、刚度。

6.2 定向钻进敷设管道

6.2.1 定向钻进拖拉法和二程式拖拉法有自身的工艺控制要求，必须严格按工艺流程操作。

6.2.2 本条规定了导向孔钻进中应注意的问题和采取的必要方法。导向孔钻进时最重要的技术环节是钻孔轨迹的监测和控制。采用带斜面非对称钻头钻进导向孔时，地面导向仪可直接探测出钻头位置、深度等钻进参数，判断钻孔位置与设计轨迹的偏差（尤其在造斜段钻进时），二程式拖拉法用经纬仪则可直接观察到偏差值，根据偏差大小随时进行调整，以确保钻孔沿设计轨迹钻进。

6.2.3 扩孔直径的大小应根据地层条件和管道类型确定，要在实际施工中进行经验总结，控制适当的扩孔直径，孔径过小，影响回拉，孔径过大，且容易造成孔凹陷，或扩孔直径较大时，扩孔钻头类型和土层条件将直接影响扩孔速度。

6.2.4 回拉力、钻速、钻进液流量之间存在最佳的配合关系，应根据理论及经验通过调节这些参数，使钻进施工达到安全、高效、低耗。

6.2.5 泥浆配比应通过实验和现场试配确定。泥浆性能指标：所配制的泥浆在流动时具有将更多的土屑带出钻孔的能力，停止流动时能够悬浮土屑，而不发生骤沉造成孔内堆积，同时可在钻孔的周围形成薄而致密坚韧的泥皮维持钻孔的稳定性。

6.2.6 钻进及扩孔施工泥浆用量较大，应根据现场具体情况和经济原则预先设计好泥浆处理措施，制定环境保护方案。

6.2.7 原则是确保将孔内钻屑携带出孔外和保持孔壁稳定性。

6.2.8 对所敷设的 HDPE 管道按相关标准焊接，并进行相应的检测。

6.2.9 回拉管道时，应控制回拉速度，监测拉力、扭矩、钻进液流量，所采取相应的减阻措施，以减小回拉阻力。

6.2.10 本条规定管道与窨井的连接构造，要做到密封可靠，不渗漏水，并对控制井施工时振动的土处理好。需根据工程实践不断改进。

6.2.11 采用注浆加固填充空隙，控制土体沉降。

7 工程质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 本条规定了 HDPE 平壁管的焊接质量要求。

7.2 试验与检测

7.2.1 本条参照现行国家标准《给水用聚乙烯（PE）管材》GB/T13663-2000，关于聚乙烯管材热熔对接接口质量检验技术要求，在检查数量确定上，较给水管道少，但在检查项目上，必须提供足够说明接口质量的依据。

7.2.2 本条参照“埋地聚乙烯排水管道工程技术规程”CECS 164：“管道密闭性检验”的要求进行闭水试验。

7.2.3 本条参照“埋地聚乙烯排水管道工程技术规程”CECS 164：“管道与检查井连接”的要求执行。

7.2.4 管道定位偏差，特别是管内底高程，首先要达到设计功能要求，同时兼顾到目前的施工普遍水平。根据行业调查，施工机械设备、技术手段及施工管理水平等方面，对管道定位影响很大，偏差控制水平也参差不齐。考虑到高程对于小口径排水重力流管道的重要性，故对下偏差标准适当放宽，对上偏差标准从严。

7.3 工程竣工验收

7.3.1 工程交验前，施工单位应以记载的工程建设过程整理竣工资料并编制竣工报告。

7.3.2 本条规定了工程的验收程序和主要内容。验收文件要全面、真实、签署齐全。

7.3.3 提出工程结束后及时归档要求。

引用标准及参考文献

《岩土工程勘察规范》(GB 50021)

《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268-97)

《室外排水设计规范》(GB50014-2006)

《城市地下管线探测技术规程》(CJJ61)

《工程结构设计基本术语和通用符号》(GBJ132—90)

《建筑结构设计术语和符号标准》(GB/T50083—97)

《给水用聚乙烯 (PE) 管材》(GB/T13663-2000)

《埋地聚乙烯排水管道工程技术规程》(CECS 164: 2004)

《埋地塑料排水管道工程技术规程》(DG/TJ08-308-2002 上海市)

《市政排水管道工程施工及验收规程》(DBJ08-220-96 上海市)

《地下管线非开挖技术规程》(DB29-73-2004 天津市)

《微型管道非开挖施工轴线精度控制》 范明星著

刊于《2004 年亚洲非开挖技术研讨会》论文集

《非开挖敷设地下管线施工技术与实践》叶建良、蒋国盛、窦斌编著。

《用水平定向钻孔铺设聚乙烯管》美国塑料协会 PPI 资料, 北京塑料工业协会何其志翻译, 张玉川

校对