

# DB13

## 河北省地方标准

DB 13/T 5188—2020

---

### 地下管道非开挖铺设工程水平定向钻 施工技术规范

2020 - 06 - 28 发布

2020 - 07 - 28 实施

---

河北省市场监督管理局 发布

## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般规定.....	3
5 水平定向钻施工.....	3
6 工程质量检验.....	12
7 工程质量验收.....	14
8 安全生产、文明施工与环境保护.....	15
附录 A（资料性附录） 水平定向钻施工记录表.....	17
附录 B（资料性附录） 工程验收记录表.....	20

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由河北省水利厅提出并归口。

本标准起草单位：河北省水利工程局、河北省水利科学研究院、徐州徐工基础工程机械有限公司。

本标准主要起草人：王文田、朱永涛、张云涛、张忠海、刘冉、王洪培、韩俊杰、武孟元、呼锋、霍学平、卢玉超、赵斌、侯艳丽、苑红伟、马云龙、王路广、任志雄、韩铁钢、张超伟、陈立珍、吴晓光、王超。

# 地下管道非开挖铺设工程水平定向钻施工技术规程

## 1 范围

本标准规定了水平定向钻铺设地下管道工程施工及验收的技术要求。

本标准适用于水利行业水平定向钻铺设管道工程的施工、质量检验和验收，其他行业管道铺设工程在满足工艺要求的前提下可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12605 无损检测 金属管道熔化焊环向对接接头射线照相检测方法  
 GB 20904 水平定向钻机 安全操作规程  
 GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收规范  
 GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范  
 GB 50268-2008 给水排水管道工程施工及验收规范  
 GB 50289 城市工程管线综合规划规范  
 GB 50497 建筑基坑工程监测技术规程  
 GB 50683-2011 现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范  
 CJJ 63-2018 聚乙烯燃气管道工程技术规程  
 CJJ 95-2013 城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程  
 CJJ 101-2016 埋地聚乙烯给水管道工程技术规程  
 GA 182 道路作业交通安全标志  
 JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规程  
 DB13/ 2934 施工场地扬尘排放标准  
 DB13(J)/T 154 绿色施工管理规范

## 3 术语和定义

GB/T 25603界定的以及下列术语和定义适用于本文件，为了便于使用，以下重复列出了GB/T 25603中的某些术语和定义。

### 3.1

**非开挖技术** trenchless technology

在不开挖或少量开挖地表的条件下进行地下管道的探测、铺设、修复和更换的施工技术。

### 3.2

**水平定向钻** horizontal directional drilling technology

水平定向钻进铺管技术的简称。指使用水平定向钻机、控向仪器等设备，实施按预先设计的轨迹进行导向孔钻进、扩孔和回拖等工序，完成地下管道铺设的施工方法。

3.3

**泥浆 drilling slurry**

由水和膨润土或聚合物等构成的混合浆液，其作用是冷却钻头、润滑钻具、携带钻屑及稳定孔壁等。

3.4

**马氏漏斗黏度 funnel viscosity**

从装满泥浆的马氏漏斗黏度计中连续流出946mL泥浆所需时间（单位s）。

3.5

**起始工作坑（起始坑） entry shaft, entry pit, start shaft, strat pit**

靠近水平定向钻导向孔钻进开始位置，用于收集和暂存泥浆、拆卸钻具、切割拉管头等的工作坑。

3.6

**接收工作坑（接收坑） reception pit, reception shaft, exitpit, exit shaft**

靠近水平定向钻导向孔钻进结束位置，用于收集和暂存泥浆、安装钻具与拉管头等的工作坑。

3.7

**导向仪 steering tool**

导向孔钻进过程中用于测量并传输导向钻头的空间状态和工作状态参数的仪器，分为有缆式和无缆式两类。

3.8

**导向孔 pilot hole**

按设计轨迹钻进的最初的小直径钻孔。

3.9

**对穿工艺 opposing drilling**

采用两台定向钻钻机分别从障碍物两侧对钻导向孔，通过对接钻孔完成导向孔施工过程的一种水平定向钻施工方法。

3.10

**入/出土角 entry/exit angle**

水平定向钻施工时，钻具钻入地层或钻出地层时钻具与水平方向所形成的夹角。

3.11

**扩孔 reaming hole**

利用扩孔器扩大导向孔孔径的施工过程，扩孔可分级进行。

3.12

**回拖 pull-back**

将待铺设管道从接收工作坑向起始工作坑方向拉入钻孔内的过程。

3.13

**浮力控制 buoyancy control**

在大直径管道回拖过程中，为减少管道与孔壁的摩擦力，通过增加配重等方式改变穿越管道单位重量以获得所需浮力的方法。

## 4 一般规定

4.1 施工前应取得穿越场地的工程地质及水文地质资料，并对管道穿越地层进行工程地质评价。同时掌握施工现场占地、周边的建（构）筑物的位置、交通状况等。

4.2 施工单位应编制施工组织设计或施工方案，涉及危险性较大的分部分项工程、重要部位、关键环节等还应编制专项方案。

- a) 工程概况应包含工程地点、工程规模、工程地质与地下水情况、工程难点与重点等内容；
- b) 施工总体部署应包含施工机械的数量、人员配置、材料规格和用量、施工工期等内容；
- c) 施工现场平面布置图应包含：施工平面图与剖面图等内容。施工平面图应包括钻机位置、工作坑位置、泥浆配制位置、施工用水或泥浆存放位置、临时用电设施位置。剖面图应绘出钻头钻进轮廓线、既有地下管线或设施的分布与埋深；
- d) 施工技术方案应包含工作坑开挖与支护、导向孔轨迹设计、施工机具的选择、回扩与清孔、管道焊接工艺、管道回拖、泥浆的使用等内容；
- e) 主要施工保证措施应包含进度保证、质量保证、安全管理、文明施工管理、环境保护、季节性施工保证、交通组织、建（构）筑物及文物保护、应急措施等内容。

4.3 施工组织设计或施工方案的审批程序应符合相关规定。

4.4 进场前应对钻进设备进行维护、调试，并应对设备、仪器、钻杆、钻具进行进场验收。

4.5 施工铺设的管道规格、材质、性能应符合国家现行标准的规定；金属管道接口焊接应符合 GB 50236 等标准的要求和设计要求，化学建材管道接口熔接应符合 CJJ 63-2018 第 5 章、CJJ 101-2016 中 5.3 等专业管线标准的要求和设计要求。

4.6 施工现场安全文明施工应符合 DB13(J)/T 154 相关内容的要求。施工现场临时用电应符合 JGJ 46 相关内容的要求。钻机操作应符合 GB 20904 相关内容的要求。现场扬尘控制应符合 DB13/ 2934 相关内容的要求。

4.7 铺设管道涉及与相邻管道、管件连接时应按设计要求采取温度应力控制措施。

4.8 涉及道路、公路、河湖、绿化带的开挖、回填、穿越等施工作业应按管理部门的要求进行申报、作业、恢复处理；占道作业时交通安全设施的设置应符合 GA 182 的要求。

4.9 穿越既有交通设施、地下管线、建（构）筑物等按规定应采取防护或保护措施并符合有关行业要求。

4.10 施工单位应根据设计人员的现场交底和工程设计图纸，对设计管道穿越段进行探测，核实施工现场既有地下管线或设施的埋深和位置，管线探测后超过六个月才开始施工的工程，施工前应重新进行地下管线复核探测。

## 5 水平定向钻施工

### 5.1 一般要求

5.1.1 施工用管道施工前检验应符合以下要求：

- a) 管道壁厚、单次铺管长度及管道接口应符合国家现行标准与设计要求；
- b) 单次铺管长度应结合埋深、地层岩性、管道材质类型等校核；
- c) 管节长度应综合考虑生产工艺和现场的施工工艺确定。

5.1.2 导向孔钻进轨迹的确定应满足以下要求:

- a) 轨迹内容宜包含: 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、出土角、入土角、直线段长度、曲线段长度等;
- b) 轨迹宜根据设备的特性、待铺设管道允许的最小曲率半径、已掌握的地下障碍物情况、地质条件状况、周边环境、地下水及地层情况等采用作图法或计算法确定;
- c) 轨迹参数计算宜参照如下规定:
  - 1) 钢管或钻杆的曲线段允许的最小曲率半径宜按公式(1)计算。

$$R_g = \beta D_g \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$R_g$  —钢管或钻杆的导向孔的曲率半径最小值, m;

$\beta$  —曲率半径系数,  $\beta = 1200 \sim 1500$ ;

$D_g$  —钢管或钻杆的外径, m。

- 2) 聚乙烯管曲线段允许的最小的曲率半径宜按公式(2)计算, 同时应满足施工使用的定向钻机配套钻杆的弯曲性能。

$$R_p = (ED_p) / (2\sigma_p) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$R_p$  —PE 材质管的导向孔的曲率半径最小值, m;

$E$  —PE 材质弹性模量, MPa;

$D_p$  —PE 材质管的外径, m;

$\sigma_p$  —PE 材质管允许的最大弯曲应力, MPa。

- 3) 改性聚丙烯管曲线段允许的最小的曲率半径宜按公式(3)计算, 同时应满足施工使用的定向钻机配套钻杆的弯曲性能。

$$R_m = 75D_m \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$R_m$  —改性聚丙烯管的导向孔的曲率半径最小值, m;

$D_m$  —改性聚丙烯管的外径, m。

- 4) 导向孔轨迹如图 1 所示, 参数宜按公式(4)~(12)计算, 参数计算应结合入土角和出土角与工程的实际需求等确定最佳的已知量, 实际导向中参数的控制还应适当修正。

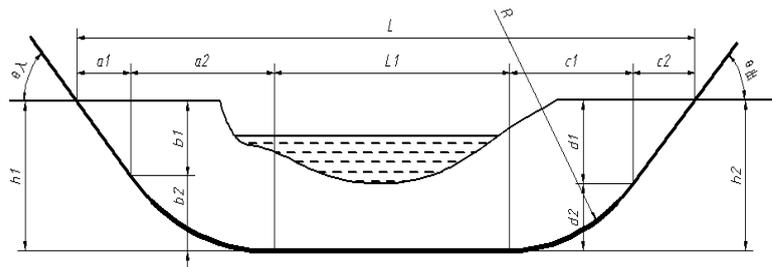


图1 导向孔轨迹示意图

$$a_2 = R \times \sin \theta_{\lambda} \dots\dots\dots (4)$$

$$b_2 = R \times (1 - \cos \theta_{\lambda}) \dots\dots\dots (5)$$

$$b_1 = h_1 - b_2 \dots\dots\dots (6)$$

$$a_1 = b_1 / \tan \theta_{\lambda} \dots\dots\dots (7)$$

$$c_1 = R \times \sin \theta_{\text{出}} \dots\dots\dots (8)$$

$$d_2 = R \times (1 - \cos \theta_{\text{出}}) \dots\dots\dots (9)$$

$$d_1 = h_2 - d_2 \dots\dots\dots (10)$$

$$c_2 = d_1 / \tan \theta_{\text{出}} \dots\dots\dots (11)$$

$$L_1 = L - a_1 - a_2 - c_1 - c_2 \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$a_2$  -- 入土端曲线的水平长度，m；

$R$  -- 曲率半径，m；

$\theta_{\lambda}$  -- 入土角，°；

$b_2$  -- 入土端曲线的高度，m；

$h_1$  -- 入土端地面与底部直线段的高度，m；

$b_1$  -- 入土端直线段的高度，m；

$a_1$  -- 入土端直线段的水平长度，m，应大于 10m；

$c_1$  -- 出土端曲线的水平长度，m；

$\theta_{\text{出}}$  -- 出土角，°；

$d_2$  -- 出土端曲线的高度，m；

$h_2$  -- 出土端地面与底部直线段的高度，m。

$d_1$  -- 出土端直线段的高度，m；

$c_2$  -- 出土端直线段的水平长度，m，应大于 10m；

$L_1$  -- 底部直线段的长度，m，不宜小于 10m；

$L$  -- 穿越长度水平距离，m；

- 5) 定向钻穿越入土角、出土角应根据穿越长度、管道埋深、穿越管径、弹性敷设条件、地形条件确定。入土角：塑料管宜为  $8^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、钢管宜为  $8^{\circ} \sim 18^{\circ}$ ；出土角：塑料管宜为  $4^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 、钢管宜为  $4^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ，穿越管径较大时出土角宜取低值，特殊条件下可进行调整；
- 6) 下列情况宜采用导向孔对穿工艺：
  - 穿越长度大于 2000m 时；
  - 出土、入土两端均设套管时。

5.1.3 最终扩孔直径应根据管径、穿越长度、地质条件和钻机能力确定，扩孔可采取分级、多次扩孔的方式进行。一般情况下，最小扩孔直径与穿越管径的关系应符合表 1 的规定。

表 1 最小扩孔直径与穿越管径关系表

单位为毫米

管道直径	扩孔直径
<219	管道直径 + 100
219~610	1.5 倍的管道直径
>610	管道直径 + 300

5.1.4 应根据设计管道外径、铺管地层等条件，合理选择单次铺管长度、最大的扩孔直径、始钻方式、导向仪、钻具、钻机、导向及司钻人员等，以满足施工质量要求。

5.1.5 定向钻铺设管道的最小覆土厚度不宜小于待铺设管道外径的 2 倍，且不应小于 0.8m。

5.1.6 定向钻铺设管道与其他管线、建（构）筑物的最小净距应符合以下要求：

- a) 与排水设施（含管线）的净距应符合 GB 50289 的规定。
- b) 与其它既有管线的净距应符合国家现行标准和设计要求，或可按下列要求确定：
  - 1) 与既有管线并行时，水平净距不宜小于最终扩孔直径的 2 倍，且不应小于 0.6m；
  - 2) 在既有管线上部交叉时，垂直净距不宜小于 0.5m；
  - 3) 在既有管线下部交叉时的垂直净距：在粘性土地层，不宜小于最终扩孔直径的 1 倍；在粉性土地层，不宜小于最终扩孔直径的 1.5 倍；在砂性土地层，不宜小于最终扩孔直径的 2 倍；待铺设管道直径 200mm 以下时不宜小于 0.5m。
- c) 与建（构）筑物、公路、道路、河道的净距，应按下列要求控制：
  - 1) 应符合各相关行业标准及部门规定，并满足产权或管理单位的要求；
  - 2) 待铺设管道在建（构）筑物基础标高以上时，与建（构）筑物基础外沿的水平净距不宜小于 1.5m；在建（构）筑物基础标高以下时，应经验算确定；
  - 3) 穿越城市道路时，与路面垂直净距不宜小于 1.5m。穿越公路时，与路面垂直净距不宜小于 1.8m，且与路基坡脚地面净距不宜小于 1.2m。穿越高速公路时，与路面垂直净距不宜小于 2.5m，且与路基坡脚地面净距不宜小于 1.5m；
  - 4) 穿越铁路时，与铁路基础下沿的垂直净距不宜小于 4m；
  - 5) 穿越一级主河道时，与河底规划标高的垂直净距不宜小于 3m，应位于河道最大冲刷线下 2m；穿越二级主河道时，与河底规划标高线的垂直净距不宜小于 3m，且应符合水行政部门防洪评价规定。

5.1.7 穿越管道回拖力的计算和钻机的选择应符合下列规定：

- a) 穿越管道为钢管时回拖力宜按公式（13）计算：

$$F_p = L \cdot f \cdot \left[ \frac{\pi \cdot D^2}{4} \gamma_m - \pi \cdot \frac{\delta}{4} \cdot (2D - \delta) \gamma_s - W_b \right] + k \cdot \pi \cdot D \cdot L \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$F_p$  ——计算的拉力，kN；

$L$  ——管道长度，m；

$f$  ——摩擦系数，取 0.1~0.3；

$D$  ——钢管的外径，m；

$\gamma_m$  ——泥浆重度，取 11.5~12，kN/m<sup>3</sup>；

$\gamma_s$  ——钢管重度，取 78.5，kN/m<sup>3</sup>；

$\delta$  ——管子壁厚，m；

$\omega$ —定向钻回拖过程中单位长度配重, kN/m;

$k$ —粘滞系数, 取 0.1~0.3。

b) 穿越管道为塑料管道时回拖力应按下列方法进行估算:

1) 无水平或垂向弯曲的水平孔内拖拉管道的回拖力, 应按公式 (14) 计算:

$$T = f_h \omega_f L \dots\dots\dots (14)$$

式中:

$f_h$ —塑料管道与孔壁的摩擦系数, 可取0.3;

$\omega_f$ —单位长度空管道所受的净浮力, kN/m;

$L$ —管道长度, m。

2) 沿着曲线或弯曲轨迹拖拉管道的回拖力, 应按公式 (15) 计算:

$$T = e^{f_h \theta} (f_h \omega_f L) T = e^{f_h \theta} (f_h \omega_f L) \dots\dots\dots (15)$$

式中:

$f_h$ —塑料管道与孔壁的摩擦系数, 可取 0.3;

$\omega_f$ —单位长度空管道所受的净浮力, kN/m;

$\theta$ —管道弯曲角度, °;

$L$ —管道长度, m。

3) 无水平方向弯曲的钻孔, 其典型轨迹由曲线段—直线段—曲线段组成, 如图 2 所示。宜采用递推关系式 (16)~式 (19) 计算需要的回拖力。

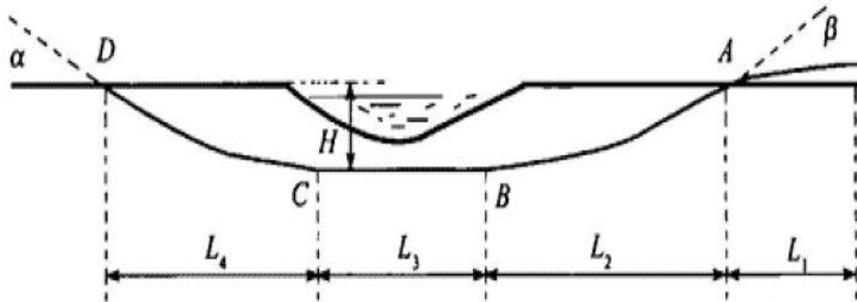


图 2 钻孔典型轨迹图

$$T_A = e^{f_h \beta} f_R \omega_P (L_1 + L_2 + L_3 + L_4) \dots\dots\dots (16)$$

$$T_B = e^{f_h \beta} (T_A + f_h |\omega_f| L_2 + \omega_f H - f_R \omega_P L_2 e^{f_h \beta}) \dots\dots\dots (17)$$

$$T_C = T_B + f_h |\omega_f| L_3 - e^{f_h \beta} (f_R \omega_P L_3 e^{f_h \beta}) \dots\dots\dots (18)$$

$$T_D = e^{f_h \alpha} [T_C + f_h |\omega_f| L_4 - \omega_f H - e^{f_h \beta} (f_R \omega_P L_4 e^{f_h \beta})] \dots\dots\dots (19)$$

式中:

$T_A$ —A点处管道所受回拖力, kN;

$T_B$ —B点处管道所受回拖力, kN;

$T_C$ —C点处管道所受回拖力, kN;

$T_D$  --D点处管道所受回拖力, kN;

$L_1$  --由于管道焊接和热收缩而额外增加的管段长度, m;

$L_2$  --管道入土端曲线段所对应的水平长度, m;

$L_3$  --管道最大埋深处水平延伸距离, m;

$L_4$  --管道出土端曲线段所对应的水平长度, m;

$f_R$  --塑料管道与地面之间的摩擦系数, 可取0.5;

$f_h$  --塑料管道与孔壁的摩擦系数, 可取0.3;

$\omega_p$  --单位长度管道重力, kN/m;

$\omega_f$  --单位长度管道所受的净浮力, kN/m;

$\alpha$  --入土角, °;

$\beta$  --出土角, °;

$H$  --管道最大埋深, m。

c) 水平定向钻机回拖力宜按上面公式计算值的 1.5~3 倍选择, 均质稳定地层宜取小值, 复杂地层宜取大值。

#### 5.1.8 钻具选择宜符合以下要求:

- a) 钻杆外径、长度、扣型、制造方式及各部分材质等参数应结合钻机类型确定;
- b) 导向钻头宜根据地层条件参照表 2 选定;

表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
黏性土	中等掌面的铲形钻头
砂性土	小锥型掌面的铲形钻头
岩石	牙轮钻头或气动冲击锤

c) 扩孔器宜根据地层、铺管长度、铺管外径、施工工艺等参照表 3 选定。

表3 扩孔器类型选择

地层类别	适用的扩孔器类型
淤泥质黏土	挤压型
黏性土	切削型或组合型
砂性土和岩石	牙轮组合型或滚刀组合型

5.1.9 导向仪应根据工程规模、穿越障碍的类型、管线铺设深度及施工现场周边环境选择。采用无线导向仪时, 每段导向应在现场对导向仪进行校核。当施工距离较长、埋深较大时, 宜采用有线导向仪。

## 5.2 施工前准备

5.2.1 施工人员应结合施工现场情况认真审图。

- 5.2.2 应校核桩点，了解场地周边环境，明确穿越区域地下障碍物、相邻及相交管线的确切位置。
- 5.2.3 应确定临时用水与临时用电的接点、设备及材料的进出路线、材料码放位置、钻机位置、泥浆混合设备位置、泥浆储存位置、工作坑等临时设施位置。
- 5.2.4 应在施工现场标定待铺设管道的中心线，每隔 5m 应设定标识点，并在中心线上标示穿越障碍和交叉管线的位置，涉及河流、障碍物等不便于标示的应提前确定导向措施。

### 5.3 设备安装

- 5.3.1 钻机、泥浆泵等的位置应符合施工组织设计的要求。
- 5.3.2 应按设备使用说明书要求完成现场油管、水管、电路的拼装。
- 5.3.3 应使钻机动力头中心线与待铺设管道的中心线重合，并确保钻机底盘高程满足导向需要。
- 5.3.4 钻机钻架的角度调节，应确保钻杆倾角满足入土角要求。
- 5.3.5 钻机前支点的固定宜采用地锚固定、坑壁固定、带基础的预制件固定等的一种或两种组合，应确保前支点稳固，必要时进行稳定性计算，回拖前应校核钻机的定位。
- 5.3.6 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，同时检查显示器和对讲机的工作状态。
- 5.3.7 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，钻杆总长度宜大于待铺设管道长度的 1.2 倍。

### 5.4 工作坑施工

- 5.4.1 工作坑施工应符合设计要求。无明确设计要求时，应根据地形、施工场地大小、管道材质、管道种类、管径大小、管道埋设深度和地质条件等确定工作坑施工方案。
- 5.4.2 工作坑的位置应满足设计的管道长度及管道埋深的要求，还应结合泥浆的回收与暂存方式。起始工作坑宜靠近泥浆调制、存储、处理装置。
- 5.4.3 工作坑中心线宜与待铺设管道的中心线重合。
- 5.4.4 工作坑的净尺寸应满足导向钻头与扩孔器的安装与拆卸的工艺要求。当采用坑内钻进的方式时，起始工作坑的净尺寸应满足钻机放置、钻杆连接操作等要求。接收工作坑的净尺寸应满足拉入管道连接作业等的要求。
- 5.4.5 应满足施工安全、环境保护的需要。
- 5.4.6 工作坑的开挖或支护应符合 GB 50268-2008 中 6.2 的相关要求。

### 5.5 泥浆制作

- 5.5.1 泥浆应满足排砂排泥、稳定孔壁、冷却钻头、润滑钻具和所铺管道、软化并辅助破碎硬地层、调整钻进方向以及在钻进硬地层时为泥浆马达提供动力等要求。
- 5.5.2 泥浆的配比及性能参数应根据不同的地层特性、孔径、钻孔长度、钻进工艺、孔内情况等因素调整和控制。
- 5.5.3 泥浆性能应根据地质条件确定，可按表 4 选择。

表4 泥浆性能

泥浆性能	地层特性				
	黏性土和活性软土层	松散粉砂、细砂及粉土层	密实粉砂、细砂层和砂岩、泥页岩层	花岗岩等坚硬岩石层	中砂、粗砂、卵砾石及砾岩、破碎岩层
马氏漏斗黏度 /s	35~50	60~90	40~60	40~80	80~120
塑性黏度 PV /MPa·s	6~12	12~15	8~12	8~12	15~25
动切力 YP /Pa	3~6	>10	5~10	5~8	>10
表观黏度 AV /MPa·s	6~12	15~25	12~20	8~25	20~40
静切力 $G_{10s}/G_{10min}$ /Pa	2~5/3~8	5~10/15~20	3~8/6~12	2~6/5~10	5~10/15~20
滤失量/mL	8~12	8~12	8~12	10~20	8~12
pH	9~11	9.5~11.5	9.5~11.5	9~11	9.5~11.5
密度/ $g \cdot cm^{-3}$	1.02~1.25				
含砂量/%	<3%				

5.5.4 泥浆配制原料宜为水、膨润土、工业碱、钠羧甲基纤维素、聚丙烯酰胺、植物胶、生物聚合物等，加料顺序宜为水、膨润土、工业碱以及其它所需的处理剂。

5.5.5 配制泥浆所需的原料用量应根据钻进时的地质条件、管径、铺设长度等确定。

5.5.6 泥浆宜在专用搅拌箱内配制，场地允许时也可在专用工作坑内配制。

5.5.7 泥浆应由经过培训的专业人员配制，并填写泥浆配比记录表，参见附录 A 的表 A.1。

## 5.6 管道焊接

5.6.1 管道焊接应按规定编制管道焊接工艺规程，并应严格按照焊接工艺规程要求的工艺参数执行。

5.6.2 钢管焊接组对时，相邻管道纵向或螺旋焊缝的中心距离不应小于 100mm 且不小于管道直径。

5.6.3 塑料管热熔焊接应符合 CJJ 63-2018 中 5.2 的要求。

5.6.4 钢管焊接后应按设计要求对焊缝进行防腐处理，防腐应符合 CJJ 95-2013 第 5 章、GB 50268-2008 中 5.4 等专业管线的相关要求。

## 5.7 导向孔钻进

5.7.1 导向员应经过专业培训，掌握控向系统（导向仪）工作原理及使用方法。

5.7.2 导向孔钻进应按设计的轨迹参数控制。导向员应及时将测量数据与设计轨迹的数据比较，引导司钻钻孔，将偏差值控制在要求的范围内。

5.7.3 穿越地下管线或调整导向轨迹等节点段导向时应加密轨迹控制点。

5.7.4 导向孔钻进过程中遇到突然的振动、卡钻应立即停钻，查明原因并解决问题后方可继续施工。

5.7.5 钻进中，导向员、司钻员应填写导向钻进记录表，参见附录 A 的表 A.2。

## 5.8 回扩与清孔

5.8.1 回扩与清孔应根据待铺设管道的管径、长度、地层等选择扩孔或清孔器类型。

5.8.2 回扩与清孔钻具连接顺序应为：钻杆、扩孔器或清孔器、分动器、转换卸扣、钻杆。

5.8.3 回扩与清孔施工时每连接一根钻杆，必须在钻杆丝扣连接处涂抹丝扣油，每拆卸一根钻杆应立即安装好丝扣护帽。

5.8.4 回扩与清孔时应控制动力头行走速度，保障成孔质量。

5.8.5 回扩次数应根据最大扩孔直径、待铺设管道长度等因素确定，采取一次或多次逐级扩孔，相邻两级扩孔级差宜控制在 100mm~300mm。

5.8.6 清孔次数应根据孔内残留的泥渣量、钻进参数等确定。

5.8.7 回扩与清孔时应由司钻员填写回扩记录表，参见附录 A 表 A.3。

## 5.9 管道回拖

### 5.9.1 钢管的回拖：

- a) 采用焊接方式连接管道时，回拖前应检查预制管道长度、焊缝、防腐质量；
- b) 回拖时，如果管径大于 1000mm，宜采用浮力控制措施；
- c) 设置防腐层的管道宜将管道端部防腐层拉出预定位置外 1.5m；
- d) 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。

### 5.9.2 塑料管的回拖：

- a) 铺设塑料管时宜选择预制的钢质拉接头或先将一根与被铺设的塑料管内径相同、长 300mm~500mm 的圆木塞入塑料管内，再于塞入段中部钻孔、穿钢绳连接待铺设的管道；
- b) 回拖塑料管道时，作用在管道上的拉力应严格控制在设计或管材标注的拉力范围之内；
- c) 塑料管铺设后，管端部长度控制应考虑管道回缩变形的影响，应在管道回缩变形稳定后（不少于 12h）切除多余部分。

5.9.3 回拖管道时，宜用滚轮支架架起管道或将管道置于发送沟内。

## 5.10 管外注浆置换与充填

5.10.1 管道铺设后，管道外的泥浆的置换、空隙充填应根据设计要求确定是否需要进行注浆作业，并按设计要求或经设计确认的方案进行注浆。

5.10.2 注浆应在回拖结束后进行，注浆前宜对管道进行定位。

5.10.3 对于管道高程偏差要求高的管线，注浆前应进行管道高程测量或管道机器人检测；管道定位宜利用管道内空间、结合管道高程检测的结果。

5.10.4 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。

5.10.5 注浆前，应在管道端部有效封堵钻孔与管道之间的空隙，并在一端或两端预留溢浆孔。

5.10.6 注浆应控制注浆压力、注浆量，并填写记录。注浆压力应根据穿越地质、覆土厚度、相邻建（构）筑物及管线的距离等确定。注浆量不宜小于理论注浆量的 1.2 倍。

5.10.7 浆液宜以水泥浆液为主，其配比应根据地层等条件确定，可适量加入粉煤灰、砂、缓凝剂等。

5.11 工作坑回填

5.11.1 工作坑回填应满足设计要求或符合 GB 50268-2008 中 6.2 的要求。

5.11.2 回填后应清除地表的钻屑、垃圾，回收剩余泥浆。

5.12 监控量测

5.12.1 监控量测范围应包括工作坑、施工影响范围的地表、既有地下管线与建（构）筑物和周边建造物等。

5.12.2 监测项目、监测要求等应满足设计要求。监测单位、监测方案的管理流程、监测记录、监测仪器、监测点、监测内容、监测频率应符合 GB 50497 的相关要求。

5.12.3 穿越既有交通设施工程的监控量测应符合相关专业要求。

6 工程质量检验

6.1 一般要求

6.1.1 工程完工后应进行已铺设管道的轨迹测量，做出管道竣工测量图。

6.1.2 工程质量应符合现行规范和设计文件的要求。

6.1.3 定向钻法管道工程的分部工程、分项（单元）工程（检验批）的划分可按表 5 在工程施工前确定。

表5 定向钻法管道工程分部、分项（单元）工程划分

分部工程	定向钻法管道工程	
	分项（单元）工程	说明
工作坑	降排水、开挖、支护、地基处理、坑底结构、回填	除工作坑分项（单元）工程执行本规范第 6.2 节规定外，其他分项（单元）工程，验收批按 GB 50202 的规定执行
管道铺设	钻机定位、导向孔、扩孔、回拖管道、管道接口连接（钢管、塑料管）、功能试验、钢管防腐（内防腐、外防腐）	除钻机定位、导向、扩孔、回拖分项（单元）工程执行本规范第 6.3 节规定外，其他分项（单元）工程、检验批按相关行业现行规范的规定执行，每 100m 宜为一个检验批
附属工程	井室（现浇混凝土结构、砖砌结构、预制拼装结构）、设备安装（阀门、弯头、伸缩节等）、钢管阴极保护	分项（单元）工程、验收批的划分和质量验收按国家现行规范执行

6.2 工作坑

6.2.1 工作坑的降排水、开挖、支护结构施工、地基处理、坑底结构施工、回填等分项（单元）工程施工质量验收应符合 GB 50202 的规定和设计要求。

6.2.2 工作坑施工质量应符合安全和定向钻施工的需要，留作永久使用的工作坑施工质量应符合下列规定：

a) 主控项目：工作坑施工材料及结构质量要求应符合表 6 的规定。

表6 工作坑施工材料及结构质量检验要求

检查项目	项目要求	查验方法
地基处理原材料、主体结构所用的原材料	质量应符合国家相关标准规定和设计要求。	检查产品质量合格证、出厂检验报告和进场复验报告
工作坑结构的强度、刚度、稳定性以及坑内尺寸	应符合设计要求；工作坑结构应无滴漏和线流水。	观察；检查相关施工、检验、分项工程验收记录
混凝土结构的抗压强度等级	符合设计要求；检查数量：抗压强度标准试块和同条件养护试块各留置不应少于1组。	检查混凝土浇筑记录，检查试块的抗压强度试验报告。

b) 一般项目：工作坑施工的允许偏差应符合表 7 的规定。

表7 工作坑施工质量检验要求

检查项目		允许偏差/mm	检查数量		查验方法	
			范围	点数		
1	坑中心轴线位置	20	每座	沿管线水平轴纵、横向各1点	用经纬仪、钢尺等测量	
2	坑底高程	±20		1点	用水准仪、钢尺测量	
3	坑平面净尺寸	不小于设计要求		中心轴线长、宽各1点	用钢尺测量	
4	坑内结构断面尺寸	+10, -5		每侧壁	用钢尺测量	
5	起始、接收坑预留洞口	中心位置		20	每孔竖、水平各1点	用经纬仪测量
		内径尺寸		±20	每孔垂直向1点	用钢尺测量
6	起始、接收坑墙体	垂直度	0.1%H	每靠壁1点	用垂线、角尺量测	
		水平扭转度	0.1%L			

注：H 为墙体的高度，mm；L 为墙体的长度，mm。

### 6.3 管道焊接

6.3.1 钢管焊接后应进行外观检验。外观质量检验应符合 GB 50683-2011 第 8 章的要求，合格等级应符合设计文件的要求。

6.3.2 塑料管焊接后应进行外观检验。塑料管焊接外观应符合 CJJ 63-2018 第 5 章或 CJJ 101-2016 中 5.3 的要求。

6.3.3 钢管焊缝的内部质量检验频率应符合设计要求，焊缝检验及评级要求应符合 GB/T 12605 的相关规定，以不低于 II 级为合格。

### 6.4 管道铺设

6.4.1 钻机就位、导向、回扩、回拖管道应符合下列规定：

a) 主控项目：管材及管道轨迹应符合表 8 的规定。

表8 管材及管道轨迹的质量检验要求

检查项目	项目要求	查验方法
管材、防腐、保温等产品质量	符合国家、相关行业标准的规定和设计要求	检查产品质量保证资料；检查产品进场验收记录或复验报告
压力管道	管道接口连接、钢管外防腐层的质量检验应合格，管道压力试验应合格	管节及接口全数观察；检查接口连接、钢管防腐的检验记录或报告以及分项工程验收记录；检查管道压力试验记录。管道水压试验：连接后的管道水压试验应按国家、相关行业标准规定和设计要求进行
管道轨迹	轨迹应曲直过渡平缓、无陡弯现象；施工曲率半径符合设计要求	观察；检查导向钻进、扩孔、回拖、管道连接施工记录，检查导向仪定位的管道轨迹记录

b) 一般项目：钻机固定安装应符合表 9 的规定。

表9 钻机固定及安装的质量检验要求

检查项目	项目要求	查验方法
钻机安装位置	满足设计要求的钻头入土点、入土角，位置偏差应满足表10的要求	观察；检查钻机安装记录；用经纬仪、水准仪等测量
钻进设备的工作反力墙、基座、基础等	应坚实、平整	逐个观察；检查相关施工记录
钻机安装	应安装牢固、平稳，倾角符合轨迹设计要求	观察；检查钻机安装、导向仪测量、倾角指示装置记录，检查钻机调试检验记录等

6.4.2 导向孔实际曲线与设计穿越曲线的偏差不应大于 1%，且偏差应符合表 10 要求。

表 10 导向孔施工质量检验要求

导向孔曲线		出土点	
横向偏差/m	上下偏差/m	横向误差/m	纵向误差/m
±3, 且 $\leq L/100$	+1, 且 $\leq L/100$ -2, 且 $\leq L/100$	±3, 且 $\leq L/100$	+9, 且 $\leq L/100$ -3, 且 $\leq L/100$

## 6.5 管道功能性试验

6.5.1 回拖前管道的功能性试验或检验应符合现行国家的标准规定。

6.5.2 铺设后的管道应参与管线系统的功能性试验，功能性试验应符合现行行业标准规定。

## 7 工程质量验收

### 7.1 质量验收记录

- 导向孔钻进质量验收记录参见附录 B 表 B.1；
- 扩孔质量验收记录参见附录 B 表 B.2；
- 管道回拖验收记录参见附录 B 见表 B.3。

## 7.2 附属工程质量验收

附属工程的质量验收应符合国家现行标准的规定。

## 7.3 水平定向钻施工的竣工资料

### 7.3.1 根据工程的性质和规模应提供以下竣工资料：

- a) 工程测绘记录；
- b) 管道复测记录；
- c) 工程施工组织设计或方案；
- d) 导向钻进记录表和导向孔钻进质量验收记录表；
- e) 钻进回扩记录表和扩孔质量验收记录表；
- f) 管道回拖质量验收表；
- g) 泥浆配比记录表；
- h) 管道接口（如有）检测记录；钢质管道防腐（如有）记录；
- i) 功能性试验记录；
- j) 竣工测量图（含管道轨迹图）；
- k) 地质勘察报告（如有）；
- l) 物探报告（如有）。

### 7.3.2 竣工资料应按规定归档。

## 8 安全生产、文明施工与环境保护

8.1 施工前，施工人员应认真勘察现场，了解施工现场地下各类设施、既有管线分布和周边环境，制定有针对性的安全技术措施。

8.2 施工单位应根据被穿越管线的性质，制定相应的预案。穿越区域内有易燃、易爆介质管线时应有应急预案。

8.3 施工前应通知沿线的相关单位，说明施工方案和对既有管线的保护措施。

8.4 选用符合环保标准的施工机械；加强施工机械的保养维修，尽可能地降低施工噪声的排放。

8.5 施工前应对施工机械、电气设备进行调试检查。

8.6 施工人员进入施工现场前，应接受安全培训 and 安全教育，特种作业操作人员必须持证上岗。

8.7 施工场地布置应按照相关部门指定的位置设置，不应任意侵占场地、道路。

8.8 施工现场应设置围挡，围挡上设置警示灯。

8.9 施工现场应设有醒目的安全标志。

8.10 施工现场应挂牌施工，接受社会监督。

8.11 施工现场应设置隔音墙、选择低噪声的机械，控制施工的噪声。

8.12 夜间施工应提前办理夜间施工许可证，并采取有效的措施尽量减少声、光的不利影响；无夜间施工手续的不得施工。

8.13 施工现场非操作人员不应擅自操作机械设备和电气设施。

8.14 施工现场应建立和执行安全消防管理制度，消防设施保持良好的备用状态。

8.15 施工电气装置应有可靠的接地线和防雨设施。潮湿环境或雨季焊接作业应采取安全防护措施。

- 8.16 施工期间应保持施工现场道路畅通、排水系统良好、场地容貌整洁、裸露土覆盖或硬化、垃圾清运及时。
- 8.17 现场材料码放应做到整齐稳妥，不影响消防设备、公共事业地面设施和自身的工程排水。
- 8.18 操作钻机应遵守 GB 20904 的规定。钻进中如遇特殊声响，应停机排查原因；钻进中如钻杆特殊抖动，应停机排查原因。
- 8.19 施工应采取集中堆放土方、覆盖或固化土方；密闭运输土车辆的车厢等措施控制施工扬尘。
- 8.20 泥浆应选取有效、对地下水无不良影响的添加剂；钻进中应确保泥浆可控，发生泥浆泄漏应立即停机。
- 8.21 泥浆废浆应及时处理。现场分离、排放的水，其酸碱度应为中性；其余废弃物质的暂存、外运或排放应符合相关规定要求。
- 8.22 施工结束应按相关管理部门的要求恢复现场。

附 录 A  
(资料性附录)  
水平定向钻施工记录表

泥浆配比记录表见表A.1，导向钻进记录表见表A.2，钻机回扩记录表见表A.3。

表A.1 泥浆配比记录表

工程名称：										
施工地点：					泥浆配制人员：					
施工阶段：										
泥浆配方及净浆性能参数										
配制时间：			配制容量：							
序号	泥浆配料名称	加量	马氏漏斗黏度/s	静切力	动切力	失水量/ml/30min	pH值	比重	含砂量/%	
1										
2										
3										
4										
5										
泥浆性能测试记录										
序号	测试时间	马氏漏斗黏度/s	静切力	动切力	失水量/ml/30min	pH值	比重	含砂量/%	备注	
1										
2										
3										
4										
施工单位 质量检查结果		施工班长：			施工员：			质检员：		
		年 月 日			年 月 日			年 月 日		

表A.2 导向钻进记录表

工程名称:								
承建单位:					施工班组:			
施工地点:					施工日期:			
钻机型号:					导向设备:			
司钻员:			导向员:		开钻时间:		结束时间:	
钻杆	距离/m	深度/m		方位角	偏差/mm (右偏差 为正)	倾斜角/%		备注
		设计	实际			设计	实际	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
施工单位 质量检查结果		施工班长:  年 月 日			施工员:  年 月 日		质检员:  年 月 日	

表A.3 钻机回扩记录表

工程名称:					地点:			施工长度:	
回扩孔径/mm:					日期:			钻机型号:	
开关机时间:					天气:			钻杆长度:	
钻杆	扭矩	拖力	钻进液 压力	钻进液 用量	钻杆	扭矩	拖力	钻进液 压力	钻进液 用量
1					21				
2					22				
3					23				
4					24				
5					25				
6					26				
7					27				
8					28				
9					29				
10					30				
11					31				
12					32				
13					33				
14					34				
15					35				
16					36				
17					37				
18					38				
19					39				
20					40				
施工单位 质量检查结果		施工班长:  年 月 日			施工员:  年 月 日			质检员:  年 月 日	

附 录 B  
(资料性附录)  
工程验收记录表

导向孔钻进质量验收记录表见表B. 1,扩孔质量验收记录表见表B. 2,管道回拖验收记录表见表B. 3。

表B.1 导向孔钻进质量验收记录表

工程名称		分部工程名称		验收部位	
施工单位		专业负责人		项目经理	
施工执行标准 名称及编号				检验批 编号	
质量验收规范规定			施工单位 自检检查记录	监理单位检查记录	
1	导向孔钻进曲线的曲率半径应符合设计要求				
2	入土点坐标符合设计要求				
3	导向孔曲线 与设计曲线 偏移量	项目	允许偏差/m		实测偏差
		横向	$\pm 3$ , 且 $\leq L/100$		
		上下	+1, 且 $\leq L/100$ -2, 且 $\leq L/100$		
4	出土点坐标 偏移量	项目	允许偏差/m		实测偏差
		横向	$\pm 3$ , 且 $\leq L/100$		
		上下	+9, 且 $\leq L/100$ -3, 且 $\leq L/100$		
施工单位检查评定 结果		项目质检员  年 月 日			
监理单位验收结论		监理工程师  年 月 日			
设计单位验收结论		设计工程师  年 月 日			
建设单位验收结论		建设单位项目代表  年 月 日			

表B.2 扩孔质量验收记录表

工程名称		分部工程名称		验收部位	
施工单位		专业负责人		项目经理	
施工执行标准 名称及编号				检验批 编号	
质量验收规范规定			施工单位 自检检查记录	监理单位检查记录	
<p>一般情况下，当穿越管段外径 <math>D \leq 219\text{mm}</math> 时，最小扩孔直径宜比管道外径大 100mm；当穿越管段外径 <math>219\text{mm} &lt; D &lt; 610\text{mm}</math> 时，最小扩孔直径宜为管道外径的 1.5 倍；当穿越管段外径 <math>D \geq 610\text{mm}</math> 时，最小扩孔直径宜比管道外径大 300mm</p>					
施工单位检查评定 结果	<p>项目质检员 _____ 年 月 日</p>				
监理单位验收结论	<p>监理工程师 _____ 年 月 日</p>				
设计单位验收结论	<p>设计工程师 _____ 年 月 日</p>				
建设单位验收结论	<p>建设单位项目代表 _____ 年 月 日</p>				

表B.3 管道回拖质量验收记录表

工程名称		分部工程名称		验收部位	
施工单位		专业负责人		项目经理	
施工执行标准 名称及编号				检验批 编号	
质量验收规范规定			施工单位 自检检查记录	监理单位检查记录	
穿越管段回拖前应对管道防腐层及补口进行检查					
施工单位检查评定 结果	项目质检员 年 月 日				
监理单位验收结论	监理工程师 年 月 日				
设计单位验收结论	设计工程师 年 月 日				
建设单位验收结论	建设单位项目代表 年 月 日				