

给水排水管道水平定向钻技术设计研究

李昌宏

中城科泽工程设计有限责任公司泰州分公司, 江苏 泰州 225300

[摘要]随着城市化建设进程的推进, 给水排水管道施工若遇到交通繁忙路段或河道等障碍物采取开挖方式, 则会影响城市交通及河道景观等, 阻碍城市正常运转, 因此水平定向钻非开挖技术在给水排水管道工程中应用愈发广泛。基于此, 文章首先阐述了水平定向钻技术在给水排水管道施工的技术优势, 并对水平定向钻技术设计进行研究分析。

[关键词] 给水排水管; 非开挖施工; 水平定向钻技术

DOI: 10.33142/ec.v4i2.3337

中图分类号: TU99

文献标识码: A

Research on Horizontal Directional Drilling Technology Design of Water Supply and Drainage Pipeline

LI Changhong

Taizhou Branch of Zhongcheng Keze Engineering Design Co., Ltd., Taizhou, Jiangsu, 225300, China

Abstract: With the progress of urbanization, if the construction of water supply and drainage pipeline meets the obstacles such as busy traffic sections or river courses, it will affect the traffic and river landscape and hinder the normal operation of the city. Therefore, the horizontal directional drilling and non excavation technology is widely used in water supply and drainage pipeline engineering. Based on this, the paper first expounds the technical advantages of horizontal directional drilling technology in the construction of water supply and drainage pipeline and studies and analyzes the design of horizontal directional drilling technology.

Keywords: water supply and drainage pipe; non excavation construction; horizontal directional drilling technology

引言

给水排水管道水平定向钻技术可降低管道施工对城市交通、居民生活的不利影响, 且具有机械化、自动化特征, 有效提升给水排水管道施工效率, 同时水平定向钻技术无需对原有城市地表结构造成大面积破坏, 消除以往沟槽开挖施工技术造成的灰尘污染及城市交通阻碍问题, 因此围绕水平定向钻技术展开研究是极有必要的。

1 水平定向钻技术在给排水管道施工中应用的技术优势

给水排水管道水平定向钻技术具有较强自动化特征, 在施工中具有较强优势。第一, 平定向钻技术穿越道路、河流等障碍物不必将城市道路、河道等大幅度开挖, 对城市环境及居民生活干扰性大幅度降低, 此外平定向钻技术无空气污染, 且噪音污染程度降低, 具有较强的环境效益。第二, 在以往给水排水管道施工中, 普遍采取沟槽开挖、吊装敷设、基底处理等工序, 在实际施工中易受环境及技术影响产生误差, 使施工质量效益降低, 而在平定向钻技术应用下, 可在高精度设备辅助下完成精细化施工, 更易调整埋深及敷设数据, 并在一定程度上降低地下障碍物干扰, 为给水排水管道工程高质量施工保驾护航。第三, 相较于传统工艺而言, 不必展开沟槽开挖、吊装敷设、基底处理工艺, 节约了时间成本及设备成本, 具有良好的经济效益。此外平定向钻技术不受施工场地制约, 在施工技术人员节点调整及参数控制下实现了工程施工效率提升, 施工建设周期被缩短, 不仅可降低对城市运营的阻碍, 更具有节约成本的作用, 彰显出非开挖施工技术经济性特征, 此外平定向钻技术中多采用新型设备, 对劳动力的依赖性降低, 且在工期缩短双重作用下降低了给水排水施工项目人力成本。^[1]

2 给水排水管道水平定向钻技术设计研究分析

2.1 工程勘察

给水排水工程勘察应以国家标准《岩土工程勘察规范(GB50021)》为标准展开, 从水文地质、地貌勘察、工程地质、地面建(构)筑物等方面了解工程水平定向钻法应用环境。

工程勘察应对场地做出工程地质评价, 并提供相应的岩土参数。

2.2 穿越轨迹设计

水平定向钻法管道施工牵引轨迹分为造斜段+直线段+造斜段, 牵引轨迹示意图如下图所示:

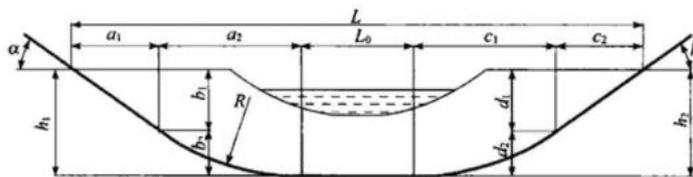


图1 典型的先导孔轨迹设计图

根据地质勘察报告，水平定向钻宜按下表1将穿越适宜的土层。

表1 水平定向钻和地层条件的适应性关系^[2]

地层条件	适用	可行但有难度	困难极大
软至极软黏土、淤泥和有机堆积物		√	
中硬-硬质黏土和淤泥	√		
硬黏土和强风化泥页岩	√		
非常松散至松散砂层（砾石含量<30%重量比）		√	
中-致密砂层（砾石含量<30%重量比）	√		
松散-密实砂砾石层（30%<砾石含量<50%重量比）		√	
松散-密实砂砾石层（50%<砾石含量<85%重量比）			√
松散-密实卵石层			√
含大量孤石、漂石或障碍物地层	√		√
风化岩层或强胶结地层		√	
弱风化-未风化地层			

当水平定向钻穿越轨迹内存在不稳定地层、卵石层时，为保障施工顺利进行，可采用地质改良、套管、开挖等方式进行地质处理，完成后方可借助水平定向钻法展开管线敷设。

水平定向钻先导孔轨迹设计图1应按下列公式计算：

$$\begin{aligned}
 a_1 &= b_1 / \tan\alpha; \quad a_2 = R \sin\alpha \\
 b_1 &= h_1 - b_2; \quad b_2 = R(1 - \cos\alpha) \\
 c_1 &= R \sin\beta; \quad c_2 = d_1 / \tan\beta \\
 d_1 &= h_2 - d_2; \quad d_2 = R(1 - \cos\beta) \\
 L_0 &= L - a_1 - a_2 - c_1 - c_2
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

式(1)中： α 为入土角(°)； β 为出土角(°)； a_1 、 a_2 分别为入土端直线水平长度(m)、入土端曲线水平长度(m)； b_1 、 b_2 分别为入土端直线段高度(m)、入土端曲线高度(m)； c_1 、 c_2 分别为出土端曲线水平长度(m)、出土端直线段水平长度(m)； d_1 、 d_2 分别为出土端直线段高度(m)、出土端曲线高度(m)； h_1 、 h_2 分别为入土端底部与地面直线段的高度(m)、出土端底部与地面曲线段的高度(m)； L 为穿越长度(m)，而 L_0 则为底部直线段长度(m)。

水平定向钻先导孔轨迹入土角、出土角及曲率半径可按表2选取

表2 水平定向钻先导孔轨迹参数^[2]

管材类型	入土角	出土角	曲率半径		
			$D_1 < 400\text{mm}$	$400 \leq D_1 < 800\text{mm}$	$D_1 \geq 800\text{mm}$
塑料管	8-30	4-20	不应小于1200倍钻杆外径	不应小于250 D_1	不应小于300 D_1
钢管	8-18	4-12	宜大于1500 D_1 ，且不应小于1200 D_1		

2.3 穿越覆土厚度设计

水平定向钻穿越城镇河道时，需控制规划河床、管道顶部间的覆土厚度至少为3m，规避疏浚、冒浆、抛锚等问题；穿越地面建筑物、铁路、公路时，则需控制最小覆土深度具体数值，按表3行业标准展开精准化施工。

表 3 最小覆土厚度^[2]

项目	最小覆土厚度
城市道路	与路面垂直净距大于 1.5m
公路	与路面垂直净距大于 1.8m；路基破角地面以下大于 1.2m
高等级公路	与路面垂直净距大于 2.5m；路基破角地面以下大于 1.5m
铁路	路基破角处地表下 5m；路堑地形轨顶下 3m；零点断面轨顶下 6m
地面建筑	根据基础结构类型，经计算后确定

注：若未对上覆土层处理，则最小覆土厚度需大于管道管径 5~6 倍以上。

2.4 与建筑物及地下管线间距要求

采用水平定向钻法展开管道铺设时，应控制其与地下管线、建筑物间的距离，防止管道摩擦受损，具体应符合以下规定：

- (1) 若管道敷设于建筑物上方，则需控制管道与建筑物间水平净距至少 1.5m；
- (2) 若管道敷设于建筑物下方，则需控制管道与建筑物间水平净距超出持力层扩散角范围，此时扩散角需低于 45°；同时应验算水平定向钻深度；
- (3) 平行于既有地下管线敷设时，若管道外径超出 200mm，则净距需为 2 倍最大扩孔直径，若管道外径低于 200mm，则控制净距至少为 0.6m；
- (4) 与既有地下管线上不交叉敷设时，需控制垂直净距至少 0.6m，若水平定向钻穿过淤泥质地层，此时垂直净距至少为 1.0m；
- (5) 与既有地下管线下部交叉敷设时，应根据地质情况控制垂直净距，即：黏性土地层需保障垂直净距超出扩孔直径；粉土地层需保障垂直净距超出 1.5 倍扩孔直径；砂土地层需保障垂直净距超出 2 倍扩孔直径；若小直径管道 (D1<110mm)，则垂直净距需至少为 0.5m；
- (6) 采用水平定向钻法敷设燃气管道时，管道与建（构）筑物或相邻管道之间的水平和垂直净距应根据现行标准《城镇燃气设计规范（GB50028）》展开施工控制

2.5 扩孔设计要求

水平定向钻穿越管道所需钻孔应按表 4 规定控制最终扩孔直径：

表 4 穿越管道所需的钻孔最终扩孔直径^[2]

管道外径 D ₁	最终扩孔直径 (mm)
<200	D ₁ +100
200-600	D ₁ X (1.2-1.5)
>600	D ₁ + (300-400)

根据管道直径来看，穿越管道直径超出 250mm 时，应采用多级扩孔方式；若站在地层土质角度来看，当管道穿越砂砾土、粗砂、中砂时，同样是以采用多级扩孔方式。此外应综合考量钻机能力与地层条件，以此为标准选择扩孔程序，管径越大，扩孔次数越多，钻机能力小，也应增加扩孔次数。此外，若管道需穿过沉降严格控制地区，需将运用水泥砂浆置换管道与孔壁环空间隙内原有泥浆。

由于施工底层不确定性，需使钻孔、注浆工序同时进行，以免地层情况变化造成施工质量问题，其中泥浆配比应根据实际情况确定^[1]。

2.6 管道回拖力计算

采用水平定向钻法敷设的塑料管除应具有足够的强度外，且应能承受管道回拖过程中荷载作用的总应力以及回拖力。

管道在回拖施工时，管材所能承受的最大回拖力可按下列式计算：

$$F = \sigma \times \frac{\pi(D_1^2 - D^2)}{4N} \quad (2)$$

式(2)中: F 、 D 分别为管道能承受的最大回拖力(N)、符道内径(mm), 而 N 为安全系数, 给水、排水、通信、电力管道等低压管道取 2.0, 燃气等高压管道取 3.0。

σ ---管材的屈服强度(MPa);

D_1 ---钢管外径(mm);

3 结束语

综上所述, 在给水管排水管道施工中, 水平定向钻技术降低了对城市道路、河道及障碍物的周边环境影响及施工难度, 且具有缩短工期的作用, 降低施工成本, 具有广泛的应用前景。设计人员要精细化设计保障水平定向钻技术应用。

[参考文献]

[1]张千千. 浅谈市政工程非开挖施工技术[J]. 建筑工程与设计, 2018(1).

[2]中国计划出版社. 水平定向钻法管道穿越工程技术规程. (CECS 382-2014)[Z]. 武汉. 中国计划出版社, 2014.

作者简介: 李昌宏(1986.10-), 扬州大学, 市政工程(给水排水)硕士毕业, 建设工程给排水中级工程师, 工作于中城科泽工程设计有限公司泰州分公司, 从事给排水设计工作约8年。