

# 水平定向钻进技术在市政工程中的应用

仇党见 文志遥 郑永辉 黄 崧

中国建筑第四工程局有限公司 广东 广州 510000

**摘要:**近几年,随着城镇化的深入推进,城市的新建与改建项目日益增多,市政建筑产业迅速发展,新的建筑材料与建筑技术层出不穷。在此背景下,水平定向钻进技术已成为一项极具发展潜力的新技术。文章就水平定向钻进技术在市政工程中的应用进行了较为详尽地探究,以期能够推进我国水平定向钻进技术的发展,从而更好地进行市政工程建设。

**关键词:**水平定向钻进技术;市政工程;应用

伴随着人民的生活质量的日益提升,对城市管道体系的建设也提出了更高的要求,如安全性、降噪和环保。为此,探索一种不需要挖开地面就能完成城市地下管线铺设的新技术,已是一个亟待解决的问题<sup>[1]</sup>。普通的非挖掘路面技术指的是通过微挖掘或者不挖掘的施工技术来铺设、修复或者更换地下管线、管道和地下电缆等。在众多的非挖掘管线敷设技术中,管线的水平定向钻进被广泛应用于国内,它的发展速度快,技术先进,各种设备齐全,可以说是非挖掘管线敷设技术中的佼佼者。

## 1 水平定向钻技术概述

### 1.1 技术原理

水平定向钻进技术指的是使用特定的钻头与钻管,并在地下钻进一定长度后,把钻头弯成一个特定的角度,实现预定的孔倾角,并沿水平方向进行钻孔,从而完成预期施工目标<sup>[2]</sup>。钻孔过程中,钻杆的伸长与收缩实现了对孔眼的控制与调整。在实践中,由于需要实现钻头的伸缩、旋转和钻孔等,所以,机械设备的重要性不言而喻。要想要将该技术得到切实利用,就必须对该技术的原理了如指掌,特别要对孔斜角和水平方向的钻进角进行技术调控,然后才是对地下管道和隧道的横向控制和定位,如图1。

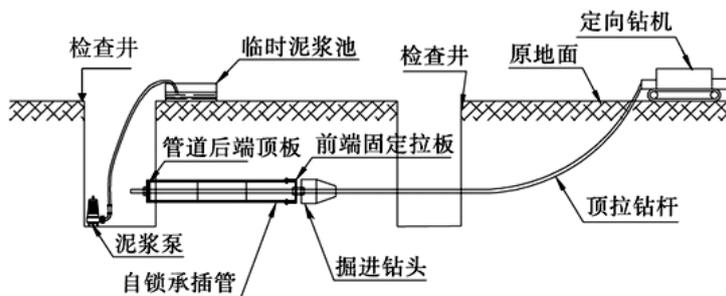


图1

水平定向钻进技术是一种常用的施工方法,其施工方法在城市市政建设中的运用广泛,如下水管道、电缆管道、煤气管道、供热管道、通讯管道等。采用此项技术,既能减少地表损害,又能减轻对环境保护的负担,又能提高项目施工效益。水平定向钻进技术的基本理论是利用直钻和弯钻等方法,并辅之以精密的控制,达到较高的技术实用价值。在实践中,必须对工艺理论有较深的了解,才能满足要求。该技术在城市基础设施施工中的运用,将极大地促进市政工程的顺利进行,从而大大地提升施工的品质与效率。

### 1.2 应用范围

水平定向钻进技术是目前我国城市基础设施施工中使用最多的一项施工技术。首先,对于城市埋地管线铺设而言,采用水平定向钻进技术,能够有效规避对市政路面的挖掘,缩短城区交通停顿所需的间隔时间,并能保持城区环境的清洁,降低工程建设的复杂程度与费用<sup>[3]</sup>。其次,在地铁、轻轨和高铁等重大基础设施工程中,采用水平定向钻进技术,不会对现有基础工程造成任何干扰,尤其是在原有基础上,利用水平定向钻进技术进行更新时,优势更为显著。

### 1.3 技术优点

水平定向钻进技术是近年来发展最为迅速的一种无土工程技术,它是指采用水平定向钻具,在不挖掘地面或极少挖掘地面的情况下,进行铺筑而成的一种用于市政工程(例如管道、电缆等)的技术,具有以下优点:

1、在进行水平定向钻进的过程中,不会对周围的交通造成影响,也不会对周围的绿地、植被造成破坏,更不会对商店、医院、学校以及居民的正常工作和生活环境造成影响,从而可以很好的解决传统的挖掘方法对居民的生活和出行造成的影响,还可以对交通、环境以及周围的建筑物地基造成破坏和不利影响。

2、现代化的穿插装置具有较高的穿插精度,铺设的方位和深度容易调节,管道弯曲铺设的长度较大,能够达到设计的深度,而且还能让管道绕开地面上的障碍。

3、市政管道的埋设深度通常在3米左右,过江时,管道的深度通常在9-18米之间,因此,通过水平定向钻进技术,不会对周边环境造成任何影响,也不会对地形造成任何伤害,符合所有的环保需求。

4、采用水平定向钻进法进行施工,不需要在表面或水中进行工作,不会对船只航行造成任何影响,也不会对河流的两岸的河岸和河床构造造成破坏,施工不会受到季节的制约,工期短、成功率高,施工安全可靠。

5、进出工地迅速,工地可根据需要进行灵活的调节。同时,它具有占用土地面积小、成本低廉、建设快速等优点<sup>[4]</sup>。

6、当管道穿越大型河道时,管道通常埋设在地下9-18米处,空气中的氧气及其他腐蚀物质极少,因此管道具有天然的耐腐蚀及隔热性能,可延长管道的使用寿命。

## 2 水平定向钻在市政工程中的应用

### 2.1 修建污水管道

首先,利用水平定向钻进技术,在污水管道的开挖过程中,可以避免对下水道、河道等地表基础设施造成损害,对周围环境造成的扰动与损害。例如,在城市中建设排水管网时,通常会涉及到对路面的挖掘,这将对城市的生态环境及居民的生活品质造成很大的影响。而采用水平定向钻进技术,则能保证排水系统不会对周围的环境造成任何影响。其次,采用水平定向钻进技术,施工工艺简单,速度快。污水管道管线施工往往对施工速度、质量和安全等方面有很高的要求,而水平定向钻进技术则能满足上述要求,解决在复杂地形条件下的地下管线铺设问题。常规的排水管网建设方式,在建设过程中,往往要进行大面积的基坑建设与回填,耗费巨大的人力与物力<sup>[5]</sup>。采用水平定向钻进技术,可以有效地避

开上述复杂的工作过程,从而大幅度地节约工程造价。综上所述,水平定向钻进技术在污水管道的建设中具有其它方式不可取代的优势,采用该技术进行城市建设中的污水管道铺设,具有快速、高效、安全、环保等特点。可以预见,在今后的城市建设中,水平定向钻进技术将会有较大的发展空间。

### 2.2 建造自来水管

首先,采用水平定向钻进技术,能够有效地规避常规挖掘施工对道路、铁路、广场等交通设备及居民生活造成的冲击,确保供水不受干扰,并对施工工艺进行了优化,节省了大量的人力、物力投资。其次,因为采用水水平定向钻进技术,可以较好地保留宝贵的城市绿化、园林景观资源,避免了管线建设中的开挖、裸露等工序,降低了对环境的影响<sup>[6]</sup>。最后,在自来水管建设过程中,经常会面对复杂的地质环境条件,采用水平定向钻进的方法,建设效果较好。这是由于水平孔在河道、河床,或在交通拥挤的十字路口,尤其适用。水平定向钻进能够在地层中竖直钻进,并能承受高压水环境,大大方便了地下管线的施工。将水平定向钻进技术用于自来水管施工,可以提高施工人员的工作效率和安全度,特别适合于城镇中的人群密度较大的地区,还可以减少对环境的污染。在今后的城市建设项目中,此项技术一定会得到进一步的普及与应用。

### 2.3 建造燃气输送管道

燃气管道建设是城市基础设施建设中最主要的一项内容。以往燃气管道建设多为常规挖掘法,不仅所需工期较长,而且还易引起周边环境的污染与破坏,对可持续发展有着诸多的不利影响。加强对水平定向钻进技术的研究,是我国进行市政工程建设,完善燃气管道建设的必行之举。在燃气管道建设中,采用水平定向钻进技术,其最大优点是不会对周边环境造成任何影响。在不影响周围建筑、地下管网和交通设施等前提下,利用水平定向钻穿越固体岩石、泥岩和砂质地层,容易完成燃气管道的敷设。与常规的开挖施工方法进行比较,可以降低大量的土方开挖、地面破坏和水源污染,同时还节约了大量的机械设备和人力成本,提升了施工效率,确保施工工作的安全性<sup>[7]</sup>。在燃气管道的具体建设中,采用水平定向钻进技术,与燃气管道的前期勘察工作有着紧密的联系。通过对孔下障碍及地质条件的精确分析,来设计并制订出一套行之有效、严谨的工程计划及措施,以保证精确地定位钻孔位置及钻孔方向。为了保证工程的安全,还必须要有专门的工人和先进的机械设备,同时在施工过程中,必须遵守有关的安全标准,以保证施

工的安全性。

### 3 水平定向钻进技术施工要点

#### 3.1 施工前期准备工作

在采用水平定向钻进技术之前，必须对施工场地进行详细的勘察，看有没有其它的地下管道，并做好标注，这样才能防止在施工过程中对其他管道造成损坏。然后，以工程设计资料为依据，对全部的水准和引线点进行精准测量，最终，依据测量得到的数据，进行管道放样和水准点引线工作。

#### 3.2 预先对钻孔轨道进行设计与规划

在水平定向钻进法中，导孔道的设计能否正确，直接关系到管道建设的成功与否。钻孔轨道的规划与设计受到工程特征、工程现场地质与地形条件、地下障碍物位置、钻杆入土与出土角、敷设管道曲率半径等诸多因素的影响，具体计算方法可参考图2，其中式中： $\alpha$ 为入土角( $^\circ$ )； $\beta$ 为出土角( $^\circ$ )； $H$ 为最大敷管深度(m)； $R_1$ 、 $R_2$ 为管道的弯曲半径(m)。

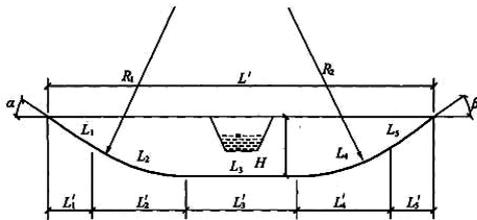


图 A.0.1 钻孔轨迹

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 \quad (\text{A.0.1-1})$$

$$L_1 = \frac{[H - R_1 \times (1 - \cos\alpha)]}{\sin\alpha} \quad (\text{A.0.1-2})$$

$$L_2 = R_1 \times \alpha \times \frac{2\pi}{360} \quad (\text{A.0.1-3})$$

$$L_4 = R_2 \times \beta \times \frac{2\pi}{360} \quad (\text{A.0.1-4})$$

$$L_5 = \frac{[H - R_2 \times (1 - \cos\beta)]}{\sin\beta} \quad (\text{A.0.1-5})$$

图2

#### 3.3 泥浆钻探技术的实际运用

在施工过程中，泥浆是必不可少的，对于水平定向钻进技术的实际应用具有很大的影响，其配合比例要按照不同的地质条件来进行，并确保其质量，使其在工程中起到更好的效果，确保工程的质量。钻液对水平定向钻进法的主要影响有：一是清理孔眼，减少回拖时对孔眼的影响，方便后续工作；二是进行成孔护墙，能较好地维持岩层原有的形态；三是有助于清除孔眼中的碎石，使碎石随着泥浆一起排出；四是减少动力消耗，减少钻孔工具的磨损。此外，在进行水平定向钻进的过程中还需要指出一件事，即不能用水来取代钻液，否则会

对工程的进度和钻孔的质量造成很大的影响<sup>[8]</sup>。在钻进导向孔的水平定向钻进施工中，应该根据项目的具体情况以及施工现场的地质地形条件来选择合适的钻具和钻进方法，之后才能展开导向孔的钻孔工作。

#### 3.4 钻进导向孔

在水平定向钻进施工过程中，应该根据项目的具体情况以及施工现场的地质地形条件，来对钻具和钻进方式进行选择，在选择了比较合适的钻具和钻进方式之后，才能展开导向孔的钻孔工作。

#### 3.5 回拉、扩容和敷设管线

在进行回拉扩孔及管道敷设时，应根据地质土层、成孔直径等条件，选用适当的回扩钻具、泥浆配方及用盘。扩孔工具种类繁多，可分为挤扩式、剪扩式和流道式。如果在软质地层中，最好使用挤扩型扩孔钻，它可以对松软土壤进行挤压，对孔壁周围进行加固。在施工现场地质条件属于硬性地层的情况下，应该首先使用切扩式扩孔钻具进行施工，然后再使用挤扩式扩孔钻具进行施工，从而保证地下孔道的成孔质量。当工程地质条件为无粘性土壤时，宜选用导流管扩孔器，保证成孔效率。在完成了扩容工作之后，可以进行回拉，并且对于天然气和石油等耐压管道，必须根据有关规定，对其焊接接头进行检测和验收，经检验无误后，方可进行回拉铺设的管道。

#### 3.6 聚乙烯管的设计与使用规程

因为水平定向钻孔技术的一些特点，所以在选择埋设在地面上的聚乙烯管材时，应注意以下几个方面的问题：第一，聚乙烯管材的特性及规格应达到国家或行业规范的标准；二是对聚乙烯管材焊接接头进行认真的检测和验收，要求焊接接头要达到相应的规范要求，并且要有很高的拉伸强度；三是聚乙烯管材的硬度要达到相应的标准，如果用聚乙烯管材做保护层，硬度达不到标准，很容易引起管材的扭曲或者断裂，影响电缆的穿插。四是随着聚乙烯管道的大量使用，会使得地下空间日益紧张，所以在埋设聚乙烯管道时，要注意如何快速便捷地进行检测，以尽量减少管道的扭曲和破坏。

#### 3.7 施工过程中应考虑的其他问题

首先，在水平定向钻进之前，必须对施、工场地的地质、地貌有较好的认识和把握，才能合理选用钻孔工具。其次是要对正在开挖的线路进行全面的认识，对线路类型、材质、埋设深度等一系列的信息进行精确的把握，以便制定出一套较为合理的施工计划<sup>[9]</sup>。此外，在钻进导引孔之前，为保证测点的准确性，应对导引孔进行反复检测。在钻孔中，要每2米测深，如有偏差，要及时

修正。在吊装管道之前,要做好相应的防护措施,特别是在吊装非金属管道时,要注意防止损坏管道。在管线牵引完毕之后,要按照管道压力测试规范对管道进行压力测试,确认通过后方可进行管道接驳。

结束语:综上所述,使用水平定向钻进技术对市政工程的施工工作,无论是在技术层面,还是在施工对城市环境的影响方面,或者施工经济层面,都有着明显的优点,可以彰显出良好的社会效益和经济效益。在我国城市快速发展的今天,市政工程项目数量不断增加、规模不断扩大,水平定向钻进技术一定也会得到更多应用与发展。

#### 参考文献

[1]沈春嵩.水平定向钻技术在市政工程中的应用[J].技术与市场,2023,30(01):104-106+110.  
[2]丁伟杰,郑航.水平定向钻进拉管施工技术在市政基础建设工程中的应用研究[J].住宅与房地产,2020(29):151-

152.

- [3]梅英军.水平定向钻进技术在市政工程中的应用分析[J].住宅与房地产,2021(24):188.  
[4]周扬林.水平定向钻进技术在市政基础建设工程中的应用研究[J].建材与装饰,2022(07):22-23.  
[5]赖国香.浅析水平定向钻施工技术在市政管网工程中的应用[J].江西建材,2022(13):99-100.  
[6]黄文宁.水平定向钻进技术在市政工程施工中的应用[J].现代商贸工业,2020,22(21):342-343.  
[7]张耀文.水平定向钻技术在市政工程建设中的应用[J].建材技术与应用,2021(07):18-20.  
[8]周伟彪.水平定向钻进技术在市政工程建设中的应用[J].广东土木与建筑,2020(10):52-53+58.  
[9]林生炜.水平定向钻进技术在市政工程中的应用[J].中国住宅设施,2020(03):124-127.