

# 浅析复合地质下的水平定向钻机的应用

苏 蕾

安徽省地质矿产勘查局 327 地质队 安徽合肥 230011

**摘要：**随着社会进步，建筑工程规模不断扩大，有越来越多的复杂施工环境。目前城市基础工程随着经济快速发展工程数量增加，而在实际工程施工期间，地面沉降和质量问题并不令人满意，尤其是地下的管道施工困难，要求高，而且风险大。传统的垂直钻机，难以满足实际需求。水平定向钻机具有勘探精度高、适应性强、环境友好、工作条件好等优点。水平钻穿技术是目前管道施工工作发展中一项非常成熟的技术，在使用期间不会对周围环境造成严重影响，可以实现对管道的合理保护，降低后期维护的难度。应适用于施工难度较大的复合地质环境。水平定向钻穿施工是一项非开挖施工工程，由于施工工作可以在不破坏环境和地形的情况下进行，实现了对生态平衡的有效保护，因此被广泛应用。

**关键词：**复合地质；水平定向钻应用

## 引 言：

利用传统施工技术进行地下管线施工的缺点逐渐暴露出来，环境污染和交通压力增加已成为建筑业亟待解决的问题。水平定向钻穿施工技术在不影响地形的情况下得到广泛应用，已成功完成的管道施工工程。水平定向钻穿技术主要是根据地质和水文特点开发的非开挖贯通法。水平定向钻穿技术是 1972 年发明的。经过不断的科学研究和施工人员的共同努力，水平定向钻穿技术目前已经达到了较高的应用水平，尽管水平定向钻穿施工技术已经得到了广泛的应用，但其穿越技术和施工工艺仍然在不断改进。水平定向钻穿越施工技术施工质量和距离与设计思路和穿越点的选择等因素有直接关系。复合地质主要由板块边界形成的岩石圈板块融合形成，地质结构复杂，给工程施工带来了困难。应注意建筑行业的现状，水平定向钻越技术具有相对适合复合地质施工的特点。

## 一、水平定向钻技术概述

水平定向钻穿越技术需要一台水平定向钻机在地下作业，并按照计划路线进行钻探。这种施工技术不会损坏土质，钻机会在地面的某个点进出。目前，水平定向钻机可以适应大多数地面施工要求，并将定向技术融入其操作中，使其更加智能，并广泛应用于各种市政工程项目中。当使用水平定向钻穿越技术时，有必要规划管道施工计划，因为钻机在操作过程中的方向需要提前来确定路线。制定计划后，有必要在施工现场确定导向孔的位置，这是钻孔作业的起点。水平定向钻孔是使用驱动钻杆进行的。这一过程需要水平定向钻机技术人员持续监控钻机的工作

方向是否符合规划要求。如果水平定向钻穿越施工发生偏差，地面反作用力可能会改变钻孔方向。如果钻机操作员在操作过程中遇到无法克服的障碍，他必须控制定向钻机的运动。钻孔后，水平定向钻机用回程扩孔器取代了钻机，更容易收回钻杆，并根据计划要求进一步扩大钻孔直径。最后管道施工完成。

在钻探复杂地质结构时，由于岩石强度和结构的差异，孔底部的钻探应力不均匀，导致孔方向发生变化。工艺组件的集成，即手动弯曲螺杆钻具的实时测量和 MWD 系统软件，可以控制钻孔路径并对其进行控制，以达到设计结果。当选择螺旋钻进行钻探时，可以使用或配置不同类

型的结构,以实现不同类型的固定工作时间。钻机根据目的运动路径和倾角信息调整钻机的位置,使钻机与目标之间的倾角基本达到最终目标。使用螺丝实现实体钻主要有三个因素:首先,螺旋钻可以随着麻花钻头旋转,而螺旋钻和麻花钻在石头破碎时不会旋转。其次,它可以连接到不同角度的固定部件或可调节的弯曲外管。最后,测量系统软件可以随时随地测量倾角和方位角。基于合理的计算模型,对实际钻孔路径进行数学建模,将钻孔平面中心线的空间坐标转换为数学分析模型。估算钻孔中心线的内部空间位移,将中心线切割成几个小段,然后在每个线段节点进行测量,使中心线的每个线段成为平行线或曲线,用于累积计算。

## 二、水平定向钻穿越技术施工应用分析

### (一) 现场勘察及管道穿越设计

为确保管道顺利通过,现场对管道线路范围内的地质、水文、地形、地貌等进行了全面细致的调查,了解土壤结构、地下管道分布、现有道路等具体施工条件,并与各单位进行沟通。同时应记录详细信息,为管道设计和优化提供参考。根据现场勘察结果和施工单位提供的施工图纸,设计管道穿越方案。

### (二) 测量放线

计量器具应经法定计量检验机构检验并在有效期内使用,测量人员应对提供的穿越处平面、横截面等资料信息进行现场检查,充分保护测量控制桩,确保每一个标记和记录都是正确的。

### (三) 安装钻机

制定好施工计划后,第一步就是安装钻机。根据建设项目的规划位置,安装钻机以及与钻机相关的设备,使用起重机放置在指定位置。该过程应确保钻机和管道之间的中心线重合。否则,在钻机运行过程中会出现明显的偏差。此外,钻机轨道与穿过入口的管道之间的角度必须与结构入口的角度一致。钻机的工作轨迹和进给角度的设计主要基于实际设计的地形、地质和管道直径。进料角度最终确定为 $-9^{\circ}$ ,出土角度为 $+6^{\circ}$ ,通过管段的曲率半径不小于 $800d$ 。一旦确定了钻机的位置和高度,将通过钻机的工作轨迹和进给角度来设计钻机。在固定钻机的区域进行地下勘探之前,还必须固定钻机,以防止在作业过程中可能导致钻机转向无法遵循施工计划路线。同时,不可靠的

锚固也会影响钻机的反向推力,这可能导致钻机不能向后拉伸,从而对钻机造成永久性损坏。

### (四) 泥浆配比方案

根据地质条件和现场钻孔速度,综合确定泥浆配比方案,并根据地质条件的变化及时调整方案。在施工过程中,通过烧碱和纯碱来调节溶液的pH值,将pH值控制在9和10之间。泥浆的作用与泥浆配比密切相关。

### (五) 泥浆循环

泥浆液循环正常稳定,钻屑能及时排出。钻孔压力和孔壁保持稳定。因此,在不同的施工阶段、施工条件等方面,设计了不同的解决方案组成:(1)导孔钻孔阶段。泥浆循环有利于泥浆和沙子从孔中排出,确保孔壁的稳定性。泥浆溶液与0.2%至0.4%的粘合剂、8%至9%的预水合钠膨润土和0.3%的脱水剂混合。(2)钻孔扩张阶段。为了保护孔壁的不稳定性和防止坍塌,有必要提高溶液的润滑性能。因此,将溶液与0.3%至0.5%的粘合剂、8%至9%的预水合钠膨润土和0.4%的脱水剂混合。(3)扩孔回拖阶段。在这个阶段,解决方案需要具有良好的保护孔壁和输送泥砂的能力,以及减少扭矩和具有良好润滑能力。因此,将溶液与0.3%至0.5%的粘合剂、8%至9%的预水合钠膨润土、0.4%的疏水剂和2%至3%的润滑剂混合。(4)清孔阶段。在这个阶段,要求溶液具有良好的润滑性,因此主要向溶液中添加2%至3%的润滑油,用于将管道拖回。同时,现场安装了一种特殊的溶液沉淀剂,用于溶液回收和再利用。此外,泥浆量应根据实际扩孔直径、钻孔长度和扩孔次数确定。

### (六) 导向孔的施工

施工精度能否满足与控制方向参数密切相关的标准要求,将直接影响管线回拖的质量。因此,在钻孔作业之前,有必要全面分析地质数据,充分了解管道的具体位置,根据需要制定定向钻孔管理计划,分析参数,合理控制各个环节,确保施工人员之间的相互配合,并对地面仪器和地质材料进行分析。为了分析孔的情况,确保开挖的准确性,确保导孔的最终质量能够满足预期要求。钻探前,应根据地质资料、施工长度、管径和现场相关情况,对施工场地的岩石和地层性质、地层结构特征、空间分布等进行仔细研究。对穿越地层的管道进行工程地质评价,确定走向图,并根据情况分析制定相应的施工方案。由于

定向钻孔是整个施工成功的关键因素，因此必须严格遵守施工规范，以确保钻孔过程中每个钻杆的曲率半径符合设计要求，为了确保每个钻杆的倾角和方位角的变化符合钻杆旋转的标准要求，控制整个旋转角度的速度至关重要，应缩短每次测量之间的距离。

#### （七）管道的回拖

管道回拖是在保护管道防腐层的同时，首先向管道的沟槽中注入少量的水，以减少反拖过程中的阻力。因此，回拖前必须派专业人员对管道进行检查，确保管道符合要求。管道回拖是在钻杆上安装扩散器并将其连接到管头，以确保管道的正常反向拖动。如果水不能降低阻力，则应添加适当的润滑脂，以确保管道回拖工作正常进行。此外，在回拖过程中，会形成一部分粘土溶液并进行特殊处理，以确保周围环境不会损坏。开挖管道时，应确保回拖能够顺利进行，避免在地下回拖时出现管道无法拖动的情况，并控制开挖角度和方向。

#### （八）配套机具

由于钻孔轨迹差异较大，为了确保钻孔液的有效循环，应合理选择钻孔泵，最大压力为10MPa。两台钻孔泵并联使用。施工期间使用钻机需要大量的钻孔泵，以实现钻孔液的更好循环。考虑到钻孔液的容量，主要目的是提高钻孔井液的动塑性比、静剪切等指标，适度降低钻孔泥浆的粘度，提高其流动性，增加流速可以产生更好的效果。由于制备钻孔泥浆的成本很高，它可以用于长距离钻孔岩石。在振动筛等钻孔泥浆净化系统后，可以增加离心机固相去除设备，更好地去除钻孔泥浆中的固相成分，提高钻孔速度和钻孔液携带能力。

### 总结

综上所述，水平定向钻穿越技术由于其定位精度高、灵活性强，对生态环境影响相对较小，在复合地质施工中得到了广泛应用。水平定向钻穿越技术在管道施工中的应用起着不可或缺的重要作用。在实践中，有必要克服地质和水文因素带来的障碍。考虑到水平定向钻穿越施工过程中影响边坡稳定性的各种因素，有必要在施工过程中不断优化水平定向钻穿越技术。根据工程标准要求灵活选择这项技术可以减少施工任务量，防止对土壤环境的干扰，避

#### （九）扩孔的施工

导孔施工完成后，必须进行管道安装。为了确保管道安装的最大连续性，有必要扩大孔。通常，扩孔直径应为导向孔直径的1.5倍。同时，应根据导孔的实际尺寸、施工现场的地质特征和管道的直径进行数次扩孔，以确保施工质量。扩孔工具必须根据地质条件和施工图进行选择。根据现场地质分析充分考虑扩孔最终直径。钻机到达指定开挖地点后，安装工具并向导向孔中倒入泥浆，然后进行扩孔作业。

#### （十）钻孔纠偏

在操作过程中，钻机不可避免地会受到许多其他未知因素的影响，这些因素会导致钻机方向出现微小偏差。因此，有必要继续关注控制台上的当前情况。钻机配备了传感器系统。如果控制台屏幕上显示的方向与计划中的方向不匹配，则应调整钻杆的位置，并将钻机导向指定的路线。不要移动太快，因为钻机的调整主要是通过调整钻杆来实现的。如果操之过急，则容易出现管线无法回拖现象。

#### （十一）周边环境保护措施

（1）有效控制扩孔过程中产生的反向扭矩，确保它们保持一定的比例。（2）认真跟踪施工现场的地质条件和管径，加强管道回拖施工。（3）设计科学合理的扩孔数据。根据规划要求，对污浆配比进行动态控制。（4）根据施工现场地质条件，随时优化施工方案。（5）通过导孔、扩孔和管道回拖过程数据监测进行反馈，将加强对施工区域内泥浆泄漏监测。当监测到泄漏或异常时，必须立即停止钻孔作业。

免管道变形，降低施工过程安全事故的发生。

#### 参考文献：

- [1]赵海凤.水平定向钻技术在市政给排水管道项目中的应用研究[J].中国新技术新产品,2022(20):125-127.
- [2]姚宁平.我国煤矿井下近水平定向钻进技术的发展[J].煤田地质与勘探,2020(04):78-80.
- [3]赵春会,钱铁柱.水平定向钻技术在排水管道工程中的应用[J].水利水电技术,2019,50(S1):262-264.

[4]丁伟杰,郑航.水平定向钻进拉管施工技术在市政管网工程中的应用研究[J].住宅与房地产,2020(29):151-152.

[5]杨楠,申琪玉.大口径长距离水平定向钻穿越项目施工安全风险评价研究[J].项目管理技术,2021,19(7):64-70.

[6]朱海锋,李伟.长输管道水平定向钻穿越施工的冒浆

风险及应对措施[J].建设监理,2018(10):74-77.

[7]陈杨,费晓炜,赵涛,等.德胜河定向钻穿越燃气管道施工风险控制[J].城市燃气,2019(1):20-27.

[8]梅英军.水平定向钻进技术在市政供水管道施工中的应用分析[J].住宅与房地产,2019(24):188.