

定向钻技术在燃气管道施工的应用

唐 黎（云南中石油昆仑燃气有限公司昆明分公司，云南 昆明 650000）

摘 要：随着燃气管道施工技术的不断发展，定向钻技术在该领域得到了广泛应用。本文介绍了水平定向钻进施工的原理和技术特点，以及定向钻孔施工技术在燃气管道施工中的优势和缺陷。还介绍了定向钻孔施工技术的流程，针对定向钻技术在燃气管道施工中的难点，提出了解决措施，同时分析了影响定向钻穿越成功的因素，包括场地环境条件和工程地质条件。本文的研究对于进一步推动定向钻技术在燃气管道施工中的应用具有重要意义。

关键词：定向钻技术；燃气管道；施工

0 引言

燃气管道的施工是一个关键而复杂的过程，需要使用高效和精确的技术来确保施工的安全和质量。近年来，水平定向钻穿越施工技术在穿越公路、铁路、建筑物、河流、各类保护区段得到了广泛运用，为解决管道穿越各类障碍物和复杂地质条件带来了创新的解决方案。定向钻技术通过控制钻孔方向和倾斜角度，实现了在不破坏地表和附近设施的情况下进行管道穿越施工。本文将介绍定向钻技术在燃气管道施工中的原理、优势、流程以及面临的挑战和解决措施，以期为燃气管道施工领域的相关从业人员提供参考和指导。

1 定向钻技术在燃气管道施工中的原理

水平定向钻进施工是一种在地下进行钻孔并穿越障碍物的技术，通过精确控制钻孔方向和倾斜角度，实现在复杂地质条件和障碍物中进行燃气管道施工的目标。在非开挖铺设管线或穿越河流、道路建筑等障碍物时，定向钻进施工优势十分明显。水平定向钻进施工依赖于钻头导向系统，通过导向钻头改变钻杆的方向，使钻孔在预定方向上进行，而导向装置可以感应钻头的位置和倾斜角度，从而确保了钻孔的准确性和可控性。其中水平定向钻进施工使用弯曲钢管作为钻杆的连接方式，弯曲钢管具有一定的弯曲能力，能够在地下进行转弯和调整方向，使得钻孔可以沿着预定的曲线进行，适应不同地质条件和障碍物的穿越。

2 定向钻孔施工技术在燃气管道施工中的优势

2.1 施工周期短

定向钻孔具备精确控制特性，使得施工过程更加高效快速，与传统的开挖技术相比，水平定向钻穿越施工技术辅助施工少，施工准备时间短，从施工准备、设备进场、现场施工、撤离各项环节的时间都便于控

制，工期低于开槽施工。在燃气管道施工工程中，传统的开挖方法需要对道路进行大规模的开挖工作，然后进行管道敷设，并最后进行回填和地表修复，这个过程可能需要数周甚至数月的时间，给道路交通和周边居民带来很大的不便。

2.2 适用范围广

定向钻孔施工技术展现出了极强的适应性，无论是面对河流、山脉、道路还是其他各种地情（如表1），定向钻孔技术都能够通过精确控制钻孔方向和倾斜角度来实现燃气管道的穿越施工。这种灵活性使得定向钻孔成为解决复杂地貌和障碍物的有效方法。传统的开挖方法可能需要暂时关闭道路、进行大面积的开挖工作，并投入大量的人力和资源来解决地质条件和地下管线的冲突问题，这样的施工过程既耗时又昂贵。

表1 水平定向钻穿越施工技术和地层条件适应性关系图

地层条件	适用	可行但有难度	困难极大
中硬-硬质黏土和淤泥	✓		
硬黏土和强化风化页岩	✓		
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-密实砂层 (30% < 砾石含量 < 50% 重量比)		✓	
松散-密实砂层 (30% < 砾石含量 < 85% 重量比)			✓
松散-密实卵砾石地层			✓
含有大量孤石、漂石或障碍物地层			✓
风华岩层或胶结地层	✓		
弱风化 -(#‘O’) 风化岩层		✓	

2.3 综合工程造价相对低

尽管定向钻孔施工的设备和技术要求较高,但在综合工程造价方面通常相对较低。定向钻孔施工不需要进行大规模的开挖和回填工作,减少了土方工程和人工修复的成本,定向钻孔施工还可以减少对自然资源的消耗,并对环境的影响较小,这在长远来看也有助于降低综合工程的运营和维护成本。燃气管道施工过程可能会面临很多复杂的施工情况,在一些生态保护区进行燃气管道施工,传统的开挖方法可能需要破坏植被、移除土壤,并进行大规模的回填和地表修复工作,对环境造成较大的破坏。定向钻孔施工技术通过精确控制钻孔方向和倾斜角度,施工人员可以在不破坏环境和植被的情况下完成管道的穿越施工。

3 定向钻技术在燃气管道施工中的技术缺陷

3.1 工作场地占地面积大

进行定向钻孔施工时,必须在地表设置钻井平台和相关设备,需要较大的工作场地,尤其是在长距离、大口径的情况下,往往需要大面积的排管及泥浆处理场地。然而,在繁忙的城市区域或有限的工作空间中,为这些设备寻找足够的空间可能会面临一些挑战,在这种情况下,需要进行适当的场地选择和规划,以确保施工的顺利进行。这需要与相关利益相关方进行协商,克服地理限制,并考虑改进定向钻孔设备的设计,以减少对场地的占用。

3.2 回拖阶段风险较大

管道回拖阶段是定向钻孔施工过程中十分关键的阶段,它涉及将钻杆和钻头从地下拉回到地表,具体过程(如图1)所示,这个过程受到多种因素的影响。例如钻杆可能会在钻孔中卡住,需要使用回拖工具或增加回拖力度。地下的地质条件会增加回拖过程中的摩擦和阻力,使操作变得更加复杂且风险增加。为了解决这些问题,降低回拖阶段的风险,要求施工人员需要具备专业知识和丰富经验,通过合适的技术和操作,使钻杆和钻头能够安全地从地下拉回到地表,以确保回拖过程的顺利进行。

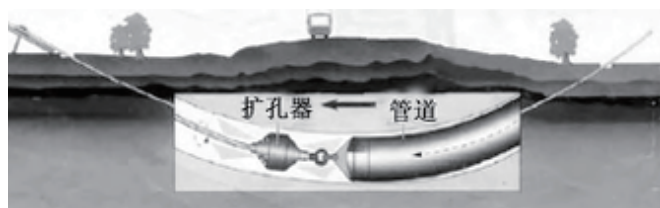


图1 管道回拖示意图

3.3 易出现地表隆起和冒浆问题

当穿越软硬交替、较大裂隙的地层时,可能会引发地表隆起和冒浆现象。这是由于在钻孔过程中注入的注浆液体所施加的压力扰动了地下岩土层,导致部分岩土变得松动并从钻孔孔口冒出。地表隆起和冒浆可能对周围的基础设施和环境产生不良影响,如造成道路、建筑物或地下管道的破坏,以及扰动环境土壤。为了减小地表隆起和冒浆问题,在施工过程中可以通过控制注浆液体的压力和流量来限制隆起和冒浆现象的发现,同时选择合适的注浆材料以确保在施工过程中能够有效地控制地下岩土的稳定性。

4 定向钻技术在燃气管道施工中的技术流程

4.1 扩孔修孔钻具组合使用

由于穿越地层有几种不同硬度的岩石,一般会采用扩孔和修孔钻具的组合来防止局部变形过大。扩孔钻具的作用是扩大钻孔直径,以适应后续管道的安装需求。修孔钻具则用于精修和校准钻孔,以确保其符合设计要求并满足施工标准。合理组合和使用这两种钻具,能够有效地完成定向钻孔的工作,并为后续的管道安装奠定良好的基础。

4.2 泥浆调配

在定向钻孔施工过程中,泥浆扮演着重要的角色,它不仅用于冷却钻头、清除钻屑和稳定钻孔,还承担传递钻井信息的功能,在不同的施工阶段对泥浆的要求是不同的。在开挖燃气管道沟槽时,泥浆被用作支护剂和冲刷剂,能够提供足够的支护力,同时能够有效冲刷土壤并将其排出沟槽。在管道安装过程中,泥浆的主要作用是提供冷却和润滑管道,泥浆应具有适当的黏度和润滑性,能够减少管道与沟槽壁的摩擦,并保证管道的顺利安装。在完成管道安装后,需要进行试压以确保管道的密封性和强度,在试压过程中泥浆被用作密封介质,要求泥浆具有较高的密封性和抗渗透性,以确保试压的有效性和安全性。

4.3 管道回拖

管道回拖涉及使用专用的回拖工具和适当的回拖力度,克服地下的摩擦和阻力,使钻杆和钻头从地下成功拉回到地表。这个过程需要经验丰富的操作人员来控制回拖工具的运行,并根据地下情况调整回拖力度,以确保顺利回拖钻具并避免潜在的问题。对于回拖管道较长,管道在孔内浮力较大的问题,采取滚轮架配合吊车吊起,减少回拖拉力,有效地保护管道防腐层。

4.4 防腐层保护

在工程施工中, 安装的管道需要采取措施来保护其免受腐蚀和环境侵蚀的影响, 从而提高其耐用性和抗腐蚀性能, 防腐层保护是该工程的难点之一, 需要在各个环节中严格控制施工质量。最为常见的防腐措施为选择在管道表面施加防腐涂层或使用防腐包裹材料, 以形成一层保护层, 隔绝外界环境和介质对管道的侵蚀作用, 这样的防腐层保护措施可以有效地延长管道的使用寿命。

5 影响定向钻技术在燃气管道施工中使用成功的因素

5.1 场地环境条件

在定向钻穿越过程中, 场地环境条件会对施工产生影响。有限的工作空间可能会限制钻探设备的操作和调整, 增加了定向钻穿越的难度。地下存在的管道、电缆等设施可能会干扰定向钻穿越的路径, 甚至增加穿越的风险。复杂的地形, 如山岭、河流和湖泊等, 也会增加定向钻穿越的挑战, 需要采用特殊的技术和设备来应对

5.2 工程地质条件

地质条件多变, 土层松散易塌, 软硬不一, 可能遇到岩石、卵砾石或其他障碍物, 这些都会影响工程施工的进度。不同类型的岩石和土壤具有不同的硬度和强度, 特别是硬度大的岩层会增加钻探难度和卡钻的风险。存在破碎带和断层可能导致地下岩层不稳定, 增加了定向钻穿越的风险。

6 定向钻技术在燃气管道施工的难点及解决措施

6.1 地层中实际涌水量大于地勘中预测涌水量

在燃气管道施工中, 地层实际涌水量超过预测值时十分常见并且难以预料, 为了应对这种情况, 有几项解决措施可供考虑。首先, 在工程施工之前加强地质勘探工作, 提高对地下水情况的准确预测, 将各个施工路段的地下水位信息精准勘测出来, 以便更好地应对涌水问题。

6.2 穿越岩层硬度大, 有破碎带, 易卡钻

由于穿越岩层硬度大, 导向钻进中钻头磨损十分严重, 中途须多次回抽钻杆以更换新导向钻头及泥浆马达。面对这种情况我们需要选用适合的钻头和钻具, 如硬质合金刀具或具有牙齿设计的钻具, 以应对高硬度岩层的钻进需求, 改变钻进技术, 使用旋转钻进、冲击钻进或振动钻进等, 以克服岩层硬度和破碎带的影响。

6.3 穿越山体较高, 导向仪器测量数据误差大

面对穿越较高山体时导向仪器测量数据误差大的问题, 可以选择高精度的导向仪器和测量设备, 以确保测量数据的准确性。其次, 增加测量频率, 进行多次测量并取平均值, 以减小数据误差, 结合地质勘探数据和地形图等信息, 进行综合分析和判断, 对导向器的测量数据进行必要的修正和调整。针对复杂地形和山体情况, 可以考虑采用特殊的导向技术, 使用惯性导航系统或地磁导航系统等技术, 以提高定位精度并减少测量误差。

6.4 检查井地下导向控制

在入土点和出土点之间的中间位置放出检查井的位置, 先施工检查井到设计标高, 后导向孔钻进。使用专业的测量设备和技术, 对检查井的位置进行准确测量, 在施工现场的地面上设置地下导向标志, 用于指示检查井的位置和方向, 通过标志杆、地面标记、颜色标识等方式实现, 以便施工人员准确地定位和安装检查井。

7 结论

定向钻穿越在城镇燃气管道施工中已经成为一项重要的施工技术。随着国民经济的高速发展和政府对环境的日益重视, 我国非开挖的工程施工技术和投入的设备数量正处在高速增长期, 伴随着天然气时代的来临, 我们有理由相信水平定向钻穿越在城镇燃气市场上, 将有着广阔的发展应用前景, 经济效益和社会效益都将非常大。

参考文献:

- [1] 王和荣. 定向钻进技术应用及水平井施工的意义 [J]. 建筑工程技术与设计, 2019(30):1553.
- [2] 吴健辉. 燃气管道定向钻穿越施工技术管理 [J]. 建材与装饰, 2019(5):35-37.
- [3] 龙飞泉. 城市燃气管道水平定向钻穿越施工技术探讨 [J]. 工程与施工, 2018(4):42-45.
- [4] 覃龙. 长输管道定向钻穿越施工技术与管理探讨 [J]. 石化技术, 2015, 22(8):247-248.
- [5] 吴玮祥. 燃气管道水平定向钻技术施工时风险因素的影响 [J]. 上海煤气, 2020(03).
- [6] 张春光. 定向钻穿越技术在盘-锦输油管道施工中的应用 [J]. 管道技术与设备, 2006.
- [7] 霍军. 水平定向钻技术在城市燃气管网施工中的应用及方法 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017(19).