DOI: 10.12164/j.issn.1003-8965.2022.04.025

水平定向钻施工中市政管道外防腐层防护探析

On protection of external anti-corrosion coating of municipal pipeline in horizontal directional drilling construction

狄艳林
（中冀建勘集团有限公司，河北 石家庄 050000）
DI Yanlin
(China Hebei Construction & Geotechnical Investigation Group Ltd., Shijiazhuang 050000)

摘要：结合市政管道工程，介绍水平定向钻施工技术，总结施工技术要点，提出工艺设计原则、技术经济性评价依据，阐述穿越管道预制工艺，对不同地质下水平定向钻穿越施工工艺与质量控制进行分析，探讨水平定向钻在市政管道外防腐层防护中的应用。

关键词：水平定向钻；市政管道工程；外防腐层保护

Abstract: Combined with municipal pipeline engineering, this paper introduces the construction technology of horizontal directional drilling, summarizes its key points, and puts forward the process design principles, technical and economic evaluation basis. This paper further expounds the prefabrication process of crossing pipeline, analyzes the crossing construction process and quality control of horizontal directional drilling under different geology, and discusses the application of horizontal directional drilling in the protection of external anti-corrosion coating of municipal pipeline.

Key words: horizontal directional drilling; municipal pipeline engineering; external anti-corrosion coating protection

中图分类号：TU990 **文献标志码：**B **文章编号：**1003–8965(2022)04–0090–02

随着对环保的重视，非开挖地下管线铺设技术受到关注。非开挖技术广泛应用于穿越公铁路、植物保护区等不允许开挖时，对石油天然气等地下管线铺设更换。水平定向钻穿技术自70年代发明后取得长足进步，在穿越建筑、公路等障碍物施工中得到应用。由于对其工艺研究还不够深入，经验指导多于规范操作。对于城镇燃气管道，如水平定向钻穿越管道技术施工中控制不严，会损伤管道外防腐层，缩短燃气管道的使用寿命，因此，对燃气管道外防腐层保护是施工质量控制的重要环节。本文以水平定向钻敷设钢质管道工程为例，探讨对钢质管道外防腐层的保护措施。

1 水平定向钻施工技术介绍

管道在输送流体产品方面有独特优势。由于自然条件限制，管道建设会穿越河流，穿越工程因涉及面广而成为工程关键控制点[1]。

1.1 水平定向钻施工技术发展

70年代以前，由于施工技术能力限制，油气管道穿越河流仅限于开挖施工，大中型河流只能采用挖泥船等方法水下开沟。国内外采用开挖施工油气管道穿越工程的调查显示，由于成沟难度大，管道就位准确性差，大多数存在安全隐患[2]，如防护层破坏严重，因洪水冲刷河床裸露悬空，产生共振断裂等。水下开挖土方工程量大，施工中影响航运，施工审批、完工验收均涉及土地水利等多个部门，手续繁琐。1972年美国加利福尼亚州首次采用水平定向钻施工方法，为管道等穿越河流、道路开辟了新的路径。

1.2 水平定向钻施工技术应用

水平定向钻施工相比传统开挖施工技术在缩短工期、保证工程质量等方面有优越性，可节省大量人力、物力[3]。发达国家普遍采用水平定向钻进行油气管道河流、道路等地段的穿越。我国油气管道建设起步较晚，1985年引进首台水平定向钻，最长穿越距离2308m。目前，水平定向钻施工仍存在较多问题，如对不同地质适应性不够，尚未形成统一的设计施工技术标准。

2 水平定向钻施工工艺

油气管道水平定向钻穿越技术采用定向钻进技术施工水平导向孔，在被穿越障碍物一侧出土后卸下导向用钻头，根据穿越路径地质条件换上适宜的回扩钻具钻至设计直径，再用钻机通过钻杆将待铺管线经孔道拉至钻机入土点[4]。导向孔钻进采用小直径钻头钻进，钻具内安装测量

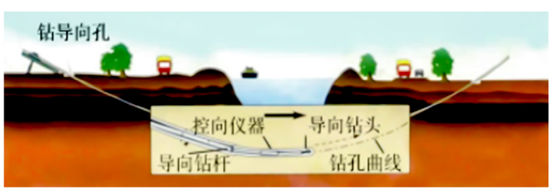

图1 定向钻穿越示意图

Fig.1 Schematic diagram of directional drilling crossing

作者简介：狄艳林(1989.2–)，河北河间人，本科，工程师，从事市政公用工程施工管理工作。

探头，通过有线方式实时发送测量数据，人工控制钻孔轨迹。水平定向钻穿越设备包括控向系统、操作系统等。

2.1 技术原理

水平定向钻穿越工艺包括工程设计、测量放线、设备安装调试、管道钻具连接等。大多数水平导向钻进使用辅助射流切削钻头，钻杆不停回转时钻头钻出直孔，钻孔轨迹偏斜时探头发出信号，操作人员通过监测信号观察钻头前进方向，确保钻孔按设计轨迹钻出地表。导向孔施工后需扩孔器扩孔，通常将钻孔扩大至成品管线直径的1.3~1.5倍，出口坑将回扩器连接在钻杆上，安装管线管径较大时，可根据钻机情况多次回扩。钻孔完成后将待铺管线连接在钻杆上，将管线拖入扩钻孔。

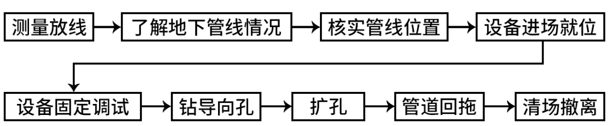

图2 水平定向钻穿越施工工艺流程

Fig.2 Process of horizontal directional drilling crossing

2.2 工艺设计

油气管道水平定向钻穿越需要孔道满足管道回拖要求，管道回拖阻力不超过钻机额定能力，管道回拖完成前孔道保持良好形态取决于扩孔工艺适应性。水平定向钻施工工艺是系统工程，包括工艺设计、控向工艺等[5]。水平定向钻穿越施工方案多样，由于所处环境不同，方案也不同。工艺设计研究目的是找到适用的设计模式，要遵循选点合理，距离适当的原则。

2.3 施工技术要点

水平定向钻穿越施工控向步骤包括工程测量、控向操作。水平定向钻穿越工程测量以现场交接控制桩为依据，测量步骤包括设计交桩、现场布置。应与设计人员核实大地坐标控制桩。控向磁方位角是控制穿越曲线横向误差的基本依据，穿越地域空旷采用大地磁方位角。应在穿越轴线不同位置多次测量。水平定向钻施工控制钻进方向机构包括钻具采用孔底动力加弯接头结构，根据预先拟定控向曲线确定控向指令等。可以在定向钻进中随时根据井下信息进行钻具倾角控制。钻导向孔是水平定向钻穿越施工关键工序，由于导向孔曲线依赖钻进方向改变形成，可采用几何计算得到造斜段单根钻杆角度变化。

3 定向钻穿越管道防腐层损伤分析

某工程穿越段管道水平长1963.1m，定向钻施工段水平长1820.1m，入土角为10° 34′，曲率半径1500mm，直缝埋弧焊三层PE加强级防腐管。定向钻穿越工程设计未考虑回拖中对外防腐层的保护措施，管道回拖至入土点发现防腐层碎片。采用电流衰减法检验管道防腐层性能，结果表明，防腐层平均50m检测信号破损为681.67mdBmA，参照《油气管道安全工程》[6]对防腐层质量评价，管道回拖中土壤发生激烈摩擦。

定向钻穿越技术实施中会对管道防腐层造成损伤。定向钻施工前需对出入土点测量、预扩孔等施工步骤严格把关，按设计要求充分洗孔，保证定向钻孔洞圆滑，回拖时防止擦伤，确保管道防腐层完好。设计时应考虑对防腐层采取保护措施，常用措施包括光固化保护套等。光固化保护套是高强度脂料添加剂复合材料，防水效果好，利用自然光在规定时间内固化，可加强抗机械外力冲击。

某工程水平定向钻穿越G205国道，不允许开挖施工，燃气管道采用DN350mm螺旋缝钢管，套管为DN500mm钢套管，穿越最深为路面下6m。管道回拖施工将钢套管一端焊接，出土后焊接一端切掉400–500mm。施工中将水平定向钻机固定在地面，采用探测仪导向，使导向孔路径达到设计轴线要求，将管道顺发送沟回拖入孔中。

水平定向钻穿越施工可能破坏钢质管道防腐层，钢质管道焊口防腐补口为薄弱点。由于未对穿越施工区域地勘，管道发送沟内有尖锐物，特殊地质孔洞未充分清孔，拖管线路与管道不同轴，以及孔洞达不到拖管曲率要求，膨胀土配比控制不当等，均会对管道防腐层造成破坏。GB 50424–2015《油气输送管道穿越工程施工规范》规定，建设方应提供穿越工程岩土工程勘察报告。

燃气主管道采用3PE加级防腐，使用电火花检测仪对防护层进行检测，燃气主管道安装聚乙烯管支架，预防燃气主管道穿越损伤。在燃气主管道安装镁阳极带。入钻口前，管道发送沟内安装滚轮支架，将燃气主管道吊放在滚轮支架上，防止杂物对外腐层划伤。GB 50242–2015规定，扩孔采用多次方式，选用直径为300、600、900mm的回扩头，使扩孔孔径达到要求，避免外防腐层受到损伤。泥浆由膨润土加添加剂与水搅拌而成，使用粘度计检测泥浆粘度，沙土层泥浆粘度为40~60s，工程穿越土质为素土，钻孔导向中泥浆粘度为45s，回拖中保持良好润滑。

4 结语

水平定向钻进施工技术因其施工简单、高效、安全等优势，在穿越河流、护坡等障碍物管道工程中被广泛应用，能有效提高工程质量水平。由于水平定向钻进施工技术应用时间较短，实际工程中遇到各种技术问题，需结合工程实际选取合适的施工方案。对于燃气管道施工，要在施工中形成完善的燃气管道防腐层防护方法，保证燃气管道外防腐层的完整性。

参考文献

[1]梁春芳,魏莉. 探析市政工程污水管道铺设中水平定向钻技术的应用[J]. 江西建材,2015(024):80.

[2]马明刚. 水平定向钻施工中燃气管道外防腐层防护[J]. 煤气与热力,40(7):3.

[3]吴爱华. 环氧玻璃钢防护层在管道定向钻穿越中的应用[J]. 商品与质量:房地产研究,2014(2):478.

[4]左雷彬,冯亮,马晓成,等. 水平定向钻穿越冰水沉积层技术探索与实践[J]. 地质科技情报,2016(02):121–125.

[5]刘法杰. 浅谈水平定向钻技术在市政管线施工中的应用[J]. 城市建设理论研究:电子版,2016(014):831.

[6]杨筱蘅. 油气管道安全工程[M]. 北京:中国石化出版社,2005.