

市政燃气管道非开挖定向穿越施工技术分析

杨福武（泰山燃气集团有限公司，山东 泰安 271000）

摘要：文章以某市政天然气利用工程配套天然气管网工程为例，结合现实施工需求选定了市政燃气管道定向非开挖穿越施工工艺，并对该工艺的施工流程安排以及前期部署工作要点进行了说明。在此基础上，从测量放线、导向钻进、防腐层破损的预防、泥浆控制与处理、场地恢复这几方面入手，着重阐述了市政燃气管道非开挖定向穿越施工的关键技术要点，以期为同类工程施工作业的高质量展开提供技术与操作方面的参考。

关键词：市政燃气管道；非开挖定向穿越施工；施工技术

0 引言

市政燃气管道施工的质量要求相对较高，且普遍存在着一定的施工难度。基于此，在实际的市政燃气管道工程施工期间，必须要参考现实需求选定更为合适的施工技术工艺，并合理把握各项施工技术要点，提升施工质量。

1 项目概述

某市政天然气利用工程配套天然气管网工程在A地进行定向穿越T湾天然气管道敷设。结合现场测量，确定出T湾的宽度约为60m；水面宽度约为400m；由东至西穿越为 $\Phi 273 \times 7.1\text{mm}$ 钢管。该工程定向钻穿越钢管的长度约为920m。施工期间，为确保该工程能够顺利进行，降低施工难度以及成本，主要选择了非开挖定向穿越施工技术。

2 市政燃气管道定向穿越施工的工艺确定

由于该工程施工期间需要穿越河道，因此难以形成稳定性较强的钻孔，所以可以使用开挖以及非开挖这两种形式完成市政燃气管道定向穿越施工。在施工设计阶段，重点针对开挖以及非开挖这两种燃气管道定向穿越施工方案进行对比分析，确定出更为合适的施工方案。

从施工成本费用方面来看。如果选用开挖形式，则需要安排至少27名施工人员入场；工期会持续28天左右；产生的破路费用约为35万元；产生的直接施工费用约为39万元。而如果选用非开挖形式，需要安排6名施工人员入场；工期会持续15天左右；产生的破路费用约为1.6万元；产生的直接施工费用约为26万元。相比较而言，使用非开挖方式所产生的成本费用更少，不需要安排更多的施工人员参与施工，且工期相对较短。

基于此，在本项目施工中，主要选用了市政燃气管道定向非开挖穿越施工工艺。

3 市政燃气管道定向非开挖穿越施工的流程设计与前期部署

3.1 市政燃气管道定向非开挖穿越施工的流程设计

组织展开测量放线；进行项目施工场地的平整处理；安排钻机就位、调校；管道组对焊接，实施无损检测；防腐补口；配制泥浆；导向钻进；防腐层检漏；预扩孔；管道试压；管道与钻具连接；回拖管道；拆卸钻机；清理项目施工现场并恢复原有地貌。

3.2 市政燃气管道定向非开挖穿越施工的前期部署

3.2.1 组织机构

参考项目实际施工需要，提前完成施工队伍、管理队伍的组建。总结同类工程施工经验，为本工程施工的高质量展开提供参考。

3.2.2 技术准备

提前组织所有参建人员进行施工图纸、施工技术要点、相关规范的学习；编写施工方案，在通过审核后下发至不同职能部门；提前完成技术交底与关键技术培训。

3.2.3 关键机械设备的选择

结合项目施工现实情况、施工方案，选择合适的施工机械设备，并及时安排相应设备入场。在本项目施工期间，投放的关键机械设备如下所示：ZT-85水平定向钻机；5m³泥浆系统；控向系统；钻头； $\phi 89\text{mm} \times 6\text{m}$ 钻杆；350~450~550~680回扩钻头；CAT250挖掘机；4寸水泵；90kW柴油发电机组等等。

3.2.4 施工场地部署

设定入土点为T湾北岸，需要约400m²的施工场地支持。在机坑内开挖出一个规格为3m×2m×4m的泥浆池，将其设定为泥浆净化处理池，结合潜水泵的投放，实现对处理后浆液的抽排。针对整个施工范围搭建围护结构。设定出土点以及钢管预制场地为T湾南岸，沿着穿越轴线，在出土点的前方规划出规格为

270m×15m 的场地, 将其设定为装载机、挖掘机的进出现场以及管道预制场地。在距离钻机约 5m 的位置, 完成规格为 3m×2.5m×3m 的土坑开挖与设置, 并在其一侧挖出回水沟; 在回水沟的支持下, 促使相应土坑能够与泥浆池保持连接状态, 以此实现对现场泥浆的集中处理。

4 市政燃气管道非开挖定向穿越施工的关键技术要点探究

4.1 测量放线

参考施工方案、设计图纸, 确定入土点与出土点, 并根据两点的坐标放出轴线; 放出项目施工现场的入土点基槽开挖边界线、出土点基槽开挖边界线、施工场地的边界线^[1]。

4.2 导向钻进

4.2.1 钻机安装与调试

在确定好的入土点位置布设、安装钻机, 控制钻机能够与出土点保持在相同的轴线上; 控制误差, 确保钻机安装位置的左右误差始终保持在不高 30cm 的水平; 调整钻机的入土角度, 将其控制在 9° 左右。当确定钻机精准就位后, 连接地锚箱与钻机, 要求二者牢固连接; 在此基础上, 配套安装辅助动力源、钻杆、泥浆系统, 完成各类控制电缆、泥浆泵、液压管线的连接。完成钻机以及其他配套结构的组装后, 实施性能检验, 并试运转设备; 确定设备可以正常运行后, 即可落实对钻机系统的调试, 安排专业技术人员在此过程中观察各类仪表的指示是否达到正常状态、各类操作手柄是否达到回位状态等等; 进行控向系统的调校, 在计算机系统内统一存储测量数据, 在此基础上实现对泥浆系统的调试。

4.2.2 导向孔施工

导向孔施工在整个市政燃气管道非开挖定向穿越施工中占据着重要地位, 实践中, 必须要严格参考轨迹设计参数、水平定向, 落实管线钻进与铺设施工。在本项目施工期间, 投放了规格为 $\phi 150\text{mm}$ 的导向钻头, 搭配使用 $\phi 89$ 加强钻杆, 完成整个导向孔施工作业。选定“导向钻头+控向仪+钻杆”为钻机导向孔钻具的组合形式, 依托设置在导向钻头中的发射棒, 能够及时向地面控向仪发射信号, 确保相关施工人员能够及时、准确的掌握导向孔以及导向钻头的所在深度、方位^[2]。进行定向钻穿越施工期间, 要求相关施工人员切实参考显示器所提供的数据, 对比分析设计轨迹。在此过程中, 一旦发现现实的钻进轨迹存在偏差问题, 则必须要迅速撤回钻杆并安排重新钻孔, 也可以利用相反方向钻进完成校正处理。同时, 必须要

以谨慎的态度处理施工期间所产生的所有控向数据, 在此基础上确定出更为合适的钻进速度。严格依照穿越施工规范、设计要求等确定定向钻钻进曲线, 并高质量完成导向统计。

4.2.3 反向扩孔

在导向孔施工结束后, 及时将钻机上的钻头卸下, 并进行回扩器的安装, 在此基础上实施逐层回扩处理。由于穿越管道实际所具有的直径相对较大, 且在穿越长度越长的条件下所面对的地层复杂程度也会随之提升, 因此在本次施工中, 主要将回扩孔的直径维持在 1.2 倍~1.5 倍管道直径的范围内, 并高质量落实扩孔统计。

4.2.4 回拖管道

在扩孔施工结束后, 利用一次性拖拉的方式, 将提前完成准备且通过各项检测的工作管道拖拉至孔洞内。在实际进行回拖管道操作前, 必须要全面落实对管道下膨润土袋滑道的检验, 要求提前垫好相应滑道, 避免在回拖管道期间损伤管道; 要重点检测硅芯管的固定位置与固定情况, 要求其能够牢固的固定在管道上。同时, 在回拖管道期间, 还要持续落实对管道滑道的检验与修整作业, 以此确保回拖管道的外表面防腐层结构完好。

连接好扩孔器后, 需要及时送泥浆冲洗处理。提前检验泥浆喷嘴是否保持在正常状态, 在判断泥浆喷嘴完好且可以正常使用后, 方可实施回拖管道处理。在定向钻机的支持下, 由回拖动力驱动钻杆动作, 以此完成向孔内拉入工作管道。要求连续展开回拖管道作业^[3]。在本项目施工期间, 控制钻机的回拖力最大值为 85t, 并调整回拖管道过程中的回拖速度均匀、缓慢; 实时观察回拖过程, 一旦发现问题必须要立即停止继续回拖作业, 确定问题成因并实施有效处理; 在确定问题得到彻底解决后方可继续进行回拖管道操作; 保证回拖统计的完整性。

4.3 防腐层破损的预防

为避免管道的防腐层在实际施工期间出现破损, 在本项目的非开挖定向穿越施工期间, 重点结合以下几项操作要点的落实, 完成对管道回拖过程中防腐层破损的有效预防, 具体有:

第一, 在实际展开管道回拖操作前, 必须要多次实施回扩处理, 并适当提升回扩时的转速。期间, 严禁孔洞内留存碎屑物与各种杂物, 并确保孔壁始终保持在表面光滑的状态下, 以此促使管道回拖期间受到的摩擦阻力有所下降, 为管道回拖作业的顺利展开提供有力支持。第二, 提前向孔洞内灌满品质优良的钻

进液,以此获取到更为理想的润滑效果。由于在相对较浓的钻进液中密封工作管,能够促使工作管始终保持在悬浮状态,所以可以更好的实现对钢管防腐层的保护。第三,在管道回拖作业期间,出于维护管道防腐层结构完整的考量,应对着重预防由于地面与管道表面之间的摩擦所引起的防腐层破损问题。在此过程中,需要在地面上,以每间隔 10m 投放一个膨润土麻袋的方式完成滑道的布设。同时,在实际的拖管作业期间,还要及时在其表面上浇水、涂抹润滑油,提升润滑效果,减少管道表面与滑道表面之间的摩擦。第四,管道回拖时,必须要及时安排防腐作业人员入场,在电火花检漏仪的支持下,逐根对所有管道实施检验。期间,一旦发现管道上存在着漏点,则必须要迅速组织展开针对性修补处理,保证所有管道在进入孔内前均拥有完好的防腐层。

组织展开管道防腐检测与评价是保证所有进入孔内的管道均拥有完好防腐层结构的重要举措。实践中,需要重点落实对管道防腐层绝缘电阻值的测定,结合相应数据,评价非开挖条件下管道的防腐层性能水平,以此为防腐蚀管理工作的展开以及相关决策的形成提供支持^[4]。管道单位面积的绝缘层电阻为管道防腐层绝缘电阻,其与管道绝缘层的漏敷大小、数量息息相关,可以用于对管道绝缘层质量水平的衡量方面。在本项目施工实践中,所遵循着的管道外防腐层绝缘电阻值评价指标与相关标准如下所示:在一级管道防腐层的评价中,要求其外表面防腐层绝缘电阻值始终保持在高于 $100000\Omega \cdot m^2$ 的水平,对应的绝缘电阻评级为“优”;在二级管道防腐层的评价中,要求其外表面防腐层绝缘电阻值始终保持在 $50000\Omega \cdot m^2$ – $100000\Omega \cdot m^2$ 的范围内,对应的绝缘电阻评级为“良”;在三级管道防腐层的评价中,要求其外表面防腐层绝缘电阻值始终保持在 $10000\Omega \cdot m^2$ – $50000\Omega \cdot m^2$ 的范围内,对应的绝缘电阻评级为“合格”;在四级管道防腐层的评价中,要求其外表面防腐层绝缘电阻值始终保持在低于 $10000\Omega \cdot m^2$ 的水平,对应的绝缘电阻评级为“不合格”。

4.4 泥浆控制与处理

切实参考地质勘察结果,确定更为合适的泥浆配比。在此基础上,还要纳入对管道穿越距离的考量,避免在实际的施工作业中发生泥土包裹钻具的问题。实践中,可以配制并投放专用的凯斯防糊钻液,以此促使钻孔期间钻具实际面对着的阻力有所下降。

综合利用泥浆搅拌系统与钻机,组织展开泥浆搅拌。在钻机遭遇不同的地层时,需要对应投放不同的

泥浆。钻进期间,膨润土泥浆为钻机主要遭遇的泥砂地层。依托泥浆的投放,能够提升孔壁的稳定性,降低孔壁坍塌问题的发生概率,促使钻头在钻进期间及时冷却,并起到一定程度的润滑效果。投放以清水、膨润土为主要材料配制的泥浆,提升钻进的环保性。另外,必须要切实参考国家环保要求、现行行业标准展开各项施工操作,严禁在施工期间投放有毒、有害或是会对环境造成污染的施工材料;对于施工期间所产生的泥浆,要求在经过沉淀处理后才可以向外部集中排出。

4.5 场地恢复

连接处理穿越段管线以及开挖段管线,在确定两种管线的连接达到预期状态后,即可组织展开对项目施工现场的恢复处理。期间,针对临近管线段的区域,可以选用细土实施回填处理^[5]。在此过程中,需要重点规避回填土以及所使用的工具撞伤、砸伤已经完成铺设的管道。严禁在回填期间投放掺杂石块等硬质杂物的回填土,以此更好的实现对管道防腐层的有效保护,实施成品保护。由于本项目的施工地点包含在农田范围内,所以需要选用软泥土对工作坑与管道实施回填处理,在回填达到原有地貌状态后即可停止。

综上所述,使用非开挖方式所产生的成本费用更少,不需要安排更多的施工人员参与施工,且工期相对较短。基于此,在市政燃气管道施工中,可以选用市政燃气管道定向非开挖穿越施工技术。实践中,需要在结合项目实际需求完成施工流程设计以及前期部署准备的基础上,依托测量放线、导向钻进、防腐层破损的预防、泥浆控制与处理、场地恢复等操作的高质量落实,更好维护了管道定向非开挖穿越施工的安全性,提升了市政燃气管道施工质量。

参考文献:

- [1] 张雄. 市政燃气管道非开挖定向穿越施工技术 [J]. 四川建材, 2023, 49(07): 131-133.
- [2] 何时, 李健杨. 定向穿越施工中的钢管防腐层防划伤措施探讨 [A]. 2022 年第五届燃气安全交流研讨会论文集 (下册) [C]. 中国城市燃气协会安全管理工作委员会, 中国城市燃气协会, 2023: 2.
- [3] 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): 9-12.
- [4] 张俊卿. 天然气管道水平定向钻穿越施工中 3PE 防腐层防护措施的探讨 [J]. 工程质量, 2020, 38(06): 98-100.
- [5] 王文彬. 探讨城镇燃气管道非开挖定向穿越施工技术的应用 [J]. 化工管理, 2020(15): 107-108.