

# 供热管道顶管施工技术的优化

贾兆丰

中铁三局集团投资有限公司 山西 太原 030000

**摘要：**本次研究以供热管道顶管施工工艺优化为重点，根据目前施工过程中出现的效率和质量等问题对技术瓶颈和提升空间进行了深入探究。研究的目的是在保证管道安全和长期平稳运行的前提下，通过技术创新和流程优化来促进施工效率的提高、能耗和成本的下降。方法方面，本次研究通过文献综述和实地调研等方法对既有施工技术优缺点进行系统分析，并在数据分析和模拟实验基础上提出一系列有针对性的优化策略。结论表明：优化顶管施工技术在明显提高施工效率和施工质量的同时，也有效地减少了对环境的影响，对供热管道工程可持续发展具有强大的支持作用。

**关键词：**供热管道；顶管施工技术；优化策略；施工效率；环境影响

## 引言

供热管道是城市基础设施中至关重要的一部分，供热管道施工质量的好坏直接影响着居民生活品质以及城市可持续发展。在城市化进程不断加快的背景下，供热管道施工所面临的环境愈加复杂和多变，技术要求也越来越高。顶管施工技术以其特有的非开挖等优点在供热管道建设中发挥着重要作用。但是目前供热管道的顶管施工工艺在实际应用中还面临着很多的挑战，例如施工精度不易控制，对环境的影响较大以及造价较高等，严重限制供热效率和施工安全。

### 1 供热管道顶管施工技术概述

#### 1.1 供热管道顶管施工技术原理与特点

供热管道的顶管施工方法是非开挖施工技术中的一种。它的主要作业是在工作井中利用顶管机及有关设备，采用液压或者机械力量，在开挖清除管线前土体的情况下，逐段把预制管线推入井下，从而完成管线的敷设。该方法集管道安装和土体挖掘于一体，显著减小地面开挖和减小对周边环境的影响。<sup>[1]</sup>

从技术上讲，顶管的关键是准确布置工作井与接收井。工作井作为顶管机作业平台，选址需要综合考虑地质特点，管道路线以及施工可行性等因素。接收井设置在管道推进结束处，承担接收和固定管道任务。推进时，顶管机主要靠推进油缸产生推力带动管道前进，而用刀盘或者切削工具对前方土体进行开挖，废土经泥浆循环系统或者出土装置流出。

#### 1.2 供热管道顶管施工技术的特点

供热管道采用顶管施工工艺的优点主要体现在以下几点：一是环保，减少地面的挖掘，有效减少扬尘、噪音的污染、保护生态环境；二是经济、缩短工期、减少

土方工程数量、降低工程成本；三是灵活多变，能适应多种复杂地质、地形，特别适用于城市密集区、交通要道周边，尽可能少受交通及居民生活影响；四是达到安全的目的，规避大量土方作业的危险，增加施工安全。

供热管道施工中顶管施工技术优势也在于可以保证管道质量稳定。预制管道由工厂加工而成，品质得到保证，并且推进时管道呈可控状态，利于满足管道直线度及坡度需求，降低因现场焊接或者连接而产生的危险。另外，本技术能够有效地阻止地下水冲刷管道，提高管道耐久性。

### 1.3 供热管道顶管施工技术现存问题与挑战

供热管道顶管施工技术是一项非开挖的施工技术，其在城市地下管线施工方面有着显著优势的同时也面临着很多的问题和挑战。<sup>[2]</sup>一是在施工时强烈的依赖地质条件，各地土壤性质，地下水位等因素影响着施工难度与安全。二是对顶管设备技术要求很高，其准确性与可靠性直接影响着施工成败，现有部分设备技术上还存在缺陷。另外，施工期监测与控制技术急需升级，如何精确监测顶进方向与姿态以保证管道稳定与安全是主要问题。再者施工人员专业技能与经验是影响施工质量最主要的因素，当前专业人才比较缺乏，培养教育机制不够健全。三是城市化进程不断加快使得地下管线变得越来越复杂，因此如何合理地安排有限空间进行施工以降低对周围环境及设施造成的影响也成为顶管施工技术中亟待解决的课题。这些问题的出现不仅会加大施工难度与费用，而且还会给施工安全与工程质量带来较高要求。

### 1.4 供热管道顶管施工技术国内外研究现状

供热管道顶管施工技术是一种有效的非开挖施工手段，近年来已被国内外广泛研究与采用。国外对这方面

的研究开展得比较早、技术也比较成熟,尤其在设备研发、施工工艺等方面有明显的优势。如德国、日本等国家顶管机设计、制造、建造等工艺领先,它们精度高、可靠性好的装备保证了复杂地质条件下施工。国内的研究更多地集中在施工技术的实际运用和优化上,特别是在城市供热管道的建设过程中,经过持续的探索和实践,已经积累了大量的施工经验。与此同时,我国学者积极地引进、吸收国外的先进技术并根据我国的实际情况进行技术创新与完善。但无论在国内还是在国外,我国顶管施工技术仍然面临地质条件复杂,对设备要求较高以及施工风险较大等方面的挑战,因此有必要对其进行深入研究探索,以便于促进施工效率与安全性的提高。

## 2 供热管道顶管施工技术的优化策略

### 2.1 施工方案优化设计

施工方案优化设计作为顶管施工技术最优化的基石,对于整个项目的顺利进行以及最终结果都有着决定性的作用。<sup>[1]</sup>合理地布置工作井和接收井,是优化施工方案的一个关键环节。通过准确测量与地质勘察来确定最佳井位与间距不仅可以减少施工难度而且可以显著提高施工效率。布置时需要考虑地质条件,管道走向和今后的维护需求等因素,才能保证井位设置的经济实用;针对供热管道对输送介质,工作压力以及温度等方面的需求,选用合适的管材,如耐高温耐腐蚀钢管或者PE管,能够有效地延长管道使用寿命,增加管道安全性。合理的确定管道规格不仅可以满足供热的需要,同时也可以避免资源的浪费。与此同时,还要考虑到管道连接方式,比如焊接,法兰连接或者卡箍连接,这样才能保证连接牢固性以及密封性;通过细化施工步骤,合理地安排施工顺序,使用先进施工工艺及设备等措施,可显著缩短施工周期并提高施工效率。以顶进为例,利用自动化控制系统精确控制顶进的速度,压力及其他参数,能有效地降低偏差与误差,从而提高施工精度。加强对施工过程的监控与调整,发现问题及时解决,同样是保证施工顺利实施的关键。

### 2.2 施工技术创新与应用

随着科学技术的进步,供热管道顶管施工工艺也得到了不断的创新与发展。新型顶管设备及工艺的开发应用为优化施工技术提供强大支持。泥水平衡顶管机、土压平衡顶管机以及其他先进设备的使用大大提高了顶管施工精度及效率;通过设置传感器及监控设备实现施工现场各参数的实时监控及数据传输,使施工人员能够在远程控制中心准确调控施工过程。该智能化,信息化施工方式在提高施工效率与准确性的同时,也加强了施工

过程的安全与可控;采用VR技术能够模拟实际施工环境,有利于施工人员预先熟悉施工过程及注意事项;并且AR技术能够对施工过程进行实时引导与辅助,降低误操作与事故发生率。这些工艺的运用,在促进施工人员技能水平与安全意识提高的同时,也为不断优化与创新施工工艺提供强有力的支撑。

### 2.3 施工管理与质量控制

在供热管道顶管的建设中,施工管理和质量控制是保证项目顺利实施和实现既定目标至关重要的环节。<sup>[4]</sup>施工现场作为直接进行技术实施的地方,管理水平的高低直接影响着施工的进度、安全和成本的控制。所以,需要建立和完善施工现场管理制度,明确各项岗位职责,保证施工人员按照操作规程进行施工,减少人为失误。要引进无人机巡检和远程监控系统这类先进施工监控技术对施工现场进行实时全面的监测,发现和整改可能存在的问题。强化施工现场安全管理,定期进行安全教育培训,隐患排查和整改等工作,保证了施工安全无危险;质量控制要贯穿在整个施工过程中,从材料采购、设备选型、施工操作直至成品验收等各个环节都要建立起明确的质量标准和检验方法。要制定严格的材料检验制度以保证管道材料和先进设备满足设计要求和行业标准;施工期间,落实了质量跟踪和记录、重点工序的旁站监督和检验,保证了施工质量符合规范要求;成品验收阶段组织专业技术人员对其进行综合检验和考核,以保证供热管道顶管整体工程质量满足设计要求。

### 2.4 供热管道顶管施工技术对环境影响评估与应对策略

供热管道顶管施工技术是一项非开挖的技术,对于降低环境破坏有着显著优点。但在施工期间仍然会给周边环境带来一些影响,如干扰土壤结构,改变地下水位和施工噪音。要评价和处理这些对环境的影响,必须采取一系列的措施。首先对施工区域内土壤特性,地下水状况及周围环境敏感性等做了详细地质及环境调查。其次对施工方案进行了优化,选用了适宜的顶管设备及施工工艺以降低对土壤及地下水的扰动。与此同时,在施工期间加强环境监测并适时调整施工方法,减少对环境造成不利影响。另外采取有效噪音控制措施以降低建设对附近居民造成影响。采取上述综合措施可将供热管道顶管对环境的影响降到最低,达到绿色施工的目的。

## 3 优化效果的评估与展望

### 3.1 优化效果评估方法

评价优化效果,需要建立在一个科学、综合的指标体系之上。<sup>[5]</sup>我们要清楚地认识到评价的维度包括施工效

率、成本节约、质量控制以及环境友好性。以施工效率为目标,可采用对比优化前、后施工周期、日平均顶进距等定量指标进行测算;从成本节约的角度来看,要从材料消耗,人力成本以及设备折旧几个角度来分析其成本效益。在质量控制方面,按照管道铺设平整度,密封性及强度标准对其进行检测,以保证施工质量达到设计要求。环境友好性评价要注意建设过程中产生的噪音、振动、废水排放及土壤扰动等环境因子,并评价这些因子对周围环境的影响程度。

为对优化效果进行更为精确的量化评估,可综合运用多种评估方法进行综合评估。对比分析则是最为基础和直观的手段,它通过对优化前和优化后各种数据的对比来直观地显示优化所产生的改变。模拟仿真技术又是一种重要工具,它可以对施工中各种复杂状况进行仿真,对不同优化策略进行预测和评价。通过建立三维仿真模型我们能够模拟出管道顶进时土压力的分布情况,地下水位的变化情况等信息,从而对优化策略提供了数据支撑。

### 3.2 优化效果预期分析

从上述优化策略实施情况来看,可以预计供热管道的顶管施工会得到多方面的明显改进。从施工效率上看,科学规划施工方案,使用新型顶管设备及工艺,施工周期有望大大缩短,日平均顶进距离明显增加,进而提高了施工的整体效率。从成本节约的角度来看,经过优化的施工方案减少了不必要的材料浪费与人力投入,而新设备的引进则会带来工作效率的提高与维护成本的降低,并最终达到有效的降低施工成本之目的。

就质量控制而言,优化策略的落实会进一步提高管道铺设精度与稳定性。通过严格质量控制及检测手段保证了管道铺设符合设计要求并降低了后期检修及更换次数,进而延长了管道使用寿命。环境友好性也是优化成效的一个重要表现。通过建立严密的环境保护措施与应急预案来降低建设对周围环境的影响,从而达到绿色建筑与可持续发展的目的。

### 3.3 未来发展趋势与展望

展望未来,供热管道顶管管工技术必将呈现出更加智能化、绿色化、高效化等趋势。伴随着物联网,大数据与人工智能的日益融合,顶管施工必将得到更准确的把控,更智能的管理。如通过设置传感器对施工中各参数进行实时监控,及时调整施工方案及设备参数等,保证了施工质量与安全。智能化管理系统会对施工过程进行可视化、信息化、远程化管控,提升施工管理效率与水平。供热管道优化顶管施工工艺是一个连续的过程。科技在进步,应用环境在改变,我们要不断地探索创新出新的优化策略与手段来满足新的要求与挑战。与此同时,还需加强各方面的合作与协作,促进供热管道顶管施工技术不断提高与发展。

## 4 结束语

供热管道顶管施工工艺的优化对于提高供热系统效能,降低施工成本,确保环境安全具有十分重要的意义。对顶管施工技术原理进行了深入分析,并比较了国内外研究状况,揭示了施工存在的技术难点和管理挑战。我们从施工方案的优化设计,施工技术的创新和运用,施工管理和质量控制以及环境影响的评价和应对策略几个方面提出了相应的优化策略来促进供热管道的顶管综合效益的提高。供热管道顶管施工工艺的不断优化需要依靠技术创新、管理模式革新以及对环境影响的深度考虑。期望更多的学者和工程师投入到研究和实践中去,促进科技朝着高效,环保和可持续发展的方向不断发展。

## 参考文献

- [1]吕东东.直埋供热管道施工技术分析[J].建材发展导向,2023(11):111-113.
- [2]翟朝旭,贾文斌.复杂地质环境下大直径长输供热管道施工技术研究[J].工程技术研究,2023(11):63-65.
- [3]孙亿海,肖斌,左欢,等.直埋供热管道施工技术[J].安装,2023(10):36-38.
- [4]岳卫保.供热管网无补偿冷安装直埋管道敷设施工技术分析[J].建材发展导向,2023(23):93-95.
- [5]武斌.大口径直埋长输供热管道施工技术[J].安装,2023(12):20-22.