

# 顶管技术在水利输水工程中的应用分析

李晓庆

北京金河水务建设集团有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i1.6005

**[摘要]** 本文旨在探讨顶管技术在现代水利输水工程中的应用情况,分析其在施工过程中的优势与挑战。顶管技术作为一种非开挖地下管道施工技术,近年来在水利输水工程领域得到了广泛的应用。该技术通过在地面上设置工作井,利用顶进设备将预制的管道逐节顶入地下,从而实现长距离的管道铺设,避免了传统开挖施工对地面交通和环境的影响。基于此,本文对顶管技术在水利输水工程中的应用进行了分析,旨在为未来水利输水工程建设发挥更加重要的作用。

**[关键词]** 水利工程; 水利输水; 顶管技术; 应用分析

中图分类号: TV5 文献标识码: A

Analysis on the application of pipe jacking technology in water conservancy water transfer project

Xiaoqing Li

BEIJING GOLDEN RIVER WATER RESOURCES & HYDROPOWER CONSTRUCTION GROUP Co., LTD.

**[Abstract]** The purpose of this paper is to discuss the application of pipe jacking technology in modern water conservancy water transfer projects and analyze its advantages and challenges in the construction process. As a kind of non-excavation underground pipe construction technology, pipe jacking technology has been widely used in the field of water conservancy water transmission project in recent years. This technology achieves long-distance pipeline laying by setting up working wells on the ground and using jacking equipment to jack the prefabricated pipeline into the ground section by section, thus avoiding the impact of traditional excavation construction on ground transportation and environment. Based on this, this paper analyzes the application of pipe jacking technology in water conservancy water transfer project, aiming to play a more important role in the future water conservancy water transfer project.

**[Key words]** water conservancy project; water conservancy water transfer; pipe jacking technology; application analysis

## 引言

水利输水工程是指为了将水资源从水源地输送至水需求地,以满足人类生产生活 and 生态环境需求而设计、建设和管理的工程项目。顶管技术在水利输水工程中的应用,可以有效解决地形复杂、地下管线密集等问题,减小施工对环境的影响,保护地表生态环境,降低施工风险。该技术还能够提高工程的施工效率和质量,缩短工期,降低成本,为水利输水工程的建设提供有效手段和技术支持。因此,对顶管技术在水利输水工程中的应用进行研究和探讨,不仅有助于推动水利工程建设的进步和发展,还能对相关领域的技术创新和工程管理提供参考和借鉴。

## 1 顶管技术定义与原理

顶管技术,作为一种非开挖施工方法,其核心在于利用顶进设备产生的顶力,将预制管道按设计的坡度顶入土中,并逐步顶

替原有土壤,从而在不破坏地面的前提下完成管道铺设。这一技术的原理基于土壤的可压缩性和管道材料的强度,通过精确控制顶进速度和力度,确保管道在顶进过程中既不会因土壤压力过大而损坏,又能有效克服土壤阻力,实现管道的平稳穿越。据不完全统计,全球范围内采用顶管技术完成的水利输水工程项目已超过数千项,其中不乏穿越复杂地质条件、长距离输水等挑战性工程。

顶管技术的发展,离不开对土壤力学特性的深入研究。工程师们通过实验室测试和现场监测,掌握了不同土壤类型在顶管过程中的变形规律和承载力特性,为顶管方案的设计提供了科学依据。例如,在软土地区,采用泥水平衡顶管技术,通过注入泥浆来平衡土壤压力,减少地面沉降,确保施工安全。而在硬岩地区,则可能采用岩石掘进机进行顶进,利用高扭矩、高转速的刀

具破碎岩石,实现管道的快速穿越。这些技术的应用,不仅提高了顶管技术的适用性,也推动了相关设备和技术的发展<sup>[1]</sup>。

## 2 顶管技术在水利输水工程中的重要性

顶管技术在水利输水工程中的重要性不容忽视,它作为一种非开挖的地下管道铺设方法,具有显著的优势和应用价值。这项技术不仅能够有效减少施工对地面交通和周边环境的影响,而且在穿越繁忙的城市道路、历史建筑群以及河流等复杂地形时,展现出了无可比拟的优越性。通过顶管技术,可以实现长距离的管道铺设,同时保持地面的完整性和美观,这对于城市基础设施建设来说至关重要。此外,顶管技术的使用还大幅缩短了工期,降低了工程成本,提高了施工效率,因此在现代水利输水工程中扮演着越来越重要的角色。在面对日益增长的城市化需求和环境保护的双重压力下,顶管技术提供了一种既高效又环保的解决方案,使得城市能够更加和谐地发展,同时确保了水资源的有效输送和利用。工程师们在采用顶管技术时,能够精确控制管道的铺设方向和深度,确保了工程的精准度和可靠性。这项技术的普及,不仅体现了现代工程技术的进步,也反映了社会对于可持续发展和绿色施工理念的重视。

## 3 顶管技术在水利输水工程中的具体应用

### 3.1 在输水管道建设中的应用

顶管技术在水利输水工程的应用中,输水管道的建设是一个至关重要的环节。顶管技术以其非开挖的特性,在输水管道建设中展现出了独特的优势。相较于传统的开挖方式,顶管技术能够大幅减少对地面的破坏,降低施工难度和成本。例如,在输水工程中采用顶管技术建设的输水管道总长超过50km,成功穿越了复杂的地质结构,不仅保证了工程的进度和质量,还显著减少了施工对周边环境的影响。

在输水管道的具体建设过程中,顶管技术的应用细节至关重要。首先,需要对施工区域的地质条件进行详细的勘探和分析,以确保顶管施工的顺利进行。通过地质雷达、钻探等手段,可以获取地下土层的分布、厚度、强度等关键信息,为顶管施工提供科学依据。其次,在顶管机的选择和配置上,需要根据管道直径、长度、地质条件等因素进行综合考虑,以确保顶管机的性能和效率满足施工要求。在顶管施工过程中,还应注意对管道材料的选择和质量控制。输水管道作为水利工程的重要组成部分,其质量和性能直接关系到整个工程的安全和稳定运行。因此,在管道材料的选择上,需要优先考虑其耐腐蚀性、抗压性、密封性等关键指标,以确保管道在长期使用过程中能够保持良好的性能。同时,在管道的安装和连接过程中,需要严格按照相关标准和规范进行操作,以确保管道的密封性和稳定性<sup>[2]</sup>。

此外,顶管技术在输水管道建设中的应用还需考虑环保和可持续性发展的要求。在施工过程中,需要采取有效措施减少对环境的污染和破坏,如采用低噪音、低振动的顶灌机、合理安排施工时间等。同时,在管道材料的选择上,也需要优先考虑环保和可再生材料,以降低工程对环境的影响。

### 3.2 在河床下的管道穿越中应用

在水利输水工程中,河床下管道穿越是一项极具挑战性的任务,而顶管技术凭借其独特的优势,在这一领域展现出了非凡的应用价值。河床下的地质条件复杂多变,包括软土、硬岩、流沙等多种类型,这对管道穿越提出了极高的技术要求。顶管技术通过液压顶进的方式,将管道逐步推入河床下的预定位置,有效避免了传统开挖方式可能带来的环境破坏和安全隐患。例如,某工程需要在一条宽达200m的河流下方穿越管道。面对河床下复杂的地质条件,工程团队选择了顶管技术进行施工。通过精确的地质勘探和模拟分析,团队确定了最佳的管道穿越路径和施工方案。在施工过程中,顶管机以稳定的顶进速度和压力,成功穿越了河床下的软土层和硬岩层,确保管道的准确安装和稳固性。河床下的管道穿越不仅要求技术上的精准,还需要对安全风险进行严格控制。顶管技术在这一方面同样表现出色。通过实时监测和数据分析,工程团队能够及时发现并处理施工过程中的异常情况,确保施工安全。此外,顶管技术还减少了施工对河流生态环境的影响,符合可持续发展的理念<sup>[3]</sup>。

### 3.3 在环境敏感区施工中的应用

在水利输水工程中,环境敏感区的施工是顶管技术应用的关键环节之一。这类区域通常包括自然保护区、生态脆弱区以及人类活动密集区等,施工活动必须严格遵守环境保护法规,确保对生态环境的影响最小化。顶管技术以其非开挖的特点,在环境敏感区施工中展现出显著优势。

在环境敏感区进行顶管施工时,首要任务是进行全面的环境评估。这包括对施工区域的地质结构、水文条件、生物多样性以及人类活动影响等进行详细调查。例如,某大型水利输水工程,施工团队在施工前对目标区域进行长达一年的环境监测,收集了大量数据,为后续施工提供了科学依据。通过环境评估,可以准确识别施工可能带来的潜在风险,从而制定针对性的环境保护措施。在环境敏感区施工中,顶管技术的非开挖特性显得尤为重要。传统开挖方式不仅会对地表植被造成破坏,还可能引发水土流失、土壤污染等问题。而顶管技术通过地下顶进管道的方式,避免了地表开挖,显著降低了对环境的干扰。此外,在环境敏感区施工中,还需特别关注施工噪声、振动以及废水排放等环境问题。顶管技术通过优化施工工艺和选用环保材料,可以有效控制施工噪声和振动。例如,施工团队采用先进的低噪音、低振动顶进设备,同时配备废水处理系统,确保施工废水达标排放。这些措施不仅保护了施工区域的环境,也提高了周边居民的生活质量<sup>[4]</sup>。

## 4 顶管技术在水利输水工程中应用的注意事项

### 4.1 注意地质条件对施工的影响

在水利输水工程中,地质条件对顶管技术的施工影响显著。不同地质结构对顶管施工的难度、成本及安全性均有直接影响。例如,在软土地区,土壤流动性强,顶管施工易导致地面沉降,严重时甚至威胁周边建筑物的安全。因此,在软土地区进行顶管施工时,需采取加固措施,如注浆加固、钢板桩支护等,以提高土壤的稳定性,减少地面沉降的风险。

在硬岩地区,顶管施工则面临更大的挑战。硬岩地质条件下,顶管机头需承受更大的阻力,施工效率大幅降低。同时,硬岩地质还可能导致顶管机头磨损严重,增加施工成本,严重影响了施工进度。为解决这一问题,工程团队引入了先进的顶管机头耐磨材料,并优化了施工工艺,最终成功穿越了硬岩地层。

此外,地质条件对施工的影响还体现在地质灾害的防范上。如地震、滑坡等地质灾害,均可能对顶管施工造成严重影响。因此,在施工前,需对地质条件进行详细的勘察和分析,采用科学的地质灾害预测模型,评估地质灾害发生的可能性及危害程度。同时,还需制定针对性的应急预案,确保在地质灾害发生时,能够迅速采取有效措施,保障施工人员的安全和工程的安全稳定<sup>[5]</sup>。

#### 4.2 技术难点的注意事项

技术难题也是顶管施工中的一大挑战。例如,在水利输水工程进行顶管施工时,穿越河流、湖泊以及其他类型的水域,施工团队必须面对并克服一系列复杂的技术难题。这些难题包括但不限于水下作业的难度大,因为水下环境的特殊性使得施工操作变得异常困难;此外,水流的冲刷力也是一个不容忽视的因素,它会对施工设备和结构造成潜在的损害,因此需要采取特别的措施来确保施工的安全和顺利进行。在面对这些挑战时,工程师们必须运用他们的专业知识和经验,设计出既安全又高效的施工方案。他们可能会使用先进的水下探测技术来评估水体的地质条件,或者采用特殊的材料和结构来抵抗水流的侵蚀。此外,团队成员之间的紧密合作和沟通也是成功完成顶管施工的关键。每一个细节都需要经过精心的策划和执行,以确保整个工程能够顺利进行,最终达到预期的目标<sup>[6]</sup>。

#### 4.3 人为操作失误的注意事项

在顶管技术的实际应用过程中,由于操作人员的疏忽、经验不足或对技术细节掌握不够,可能会导致一系列的人为操作失误。这些失误可能包括顶管机的错误定位、推进速度的不当控制,以及对地下复杂地质条件的误判等。这些失误不仅会延误水利输水工程建设进度,增加成本,更有可能引发安全事故,对施工人员的安全构成威胁。为了减少这些风险,施工团队必须

进行充分的前期准备和培训,确保每个操作人员都对顶管技术有深入的理解和实践经验。同时,采用先进的监控设备和自动化控制系统,可以有效提高操作的精确度,减少人为失误的发生。此外,定期对施工方案进行复审,结合现场实际情况进行调整,也是确保顶管工程顺利进行的重要措施<sup>[7]</sup>。

## 5 结束语

综上所述,顶管技术作为一种非开挖施工方法,在现代水利输水工程中扮演着越来越重要的角色。它通过在地下建立工作井,利用液压顶进设备将预制的管道逐步顶入地下,从而实现长距离的管道铺设,而无需大规模开挖地面。这种方法不仅减少了对地面交通和周边环境的影响,而且提高了施工效率,缩短了工期。在城市密集区域和环境敏感区域的水利输水工程中,顶管技术的应用尤为突出,因为它能够有效避免传统开挖施工所带来的诸多问题。随着技术的不断进步和创新,顶管技术在未来的水利输水工程中将发挥更加重要的作用,为建设更加高效、环保的水利工程提供强有力的技术支持。

### [参考文献]

- [1]邱学山,李帆,孙丹,等.大直径顶管在水利输水工程中的运用[J].江苏科技信息,2023,40(04):69-72.
- [2]石新中.水利工程施工中顶管施工技术研究[J].珠江水运,2022,(21):77-79.
- [3]马江红,李宗蔚,杜荣波.顶管施工在大型水利引水工程中的应用分析[J].安徽建筑,2022,29(05):69-70.
- [4]许志猛,阚俊.顶管在水利输水工程中的应用[J].中国水能及电气化,2020,(06):6-8+5.
- [5]施忠锐.某水库输水工程竖井投料技术在水利水电中的应用分析[J].黑龙江水利科技,2019,47(04):137-139+143.
- [6]辛海生.PCCP管在长距离输水工程中的施工要点与质量控制[J].工程建设与设计,2018,(10):139-140.
- [7]赖真义.顶管在水利取水工程中的应用[J].甘肃水利水电技术,2018,54(02):46-49.

### 作者简介:

李晓庆(1987--),女,汉族,本科,助理工程师。