

水利管道工程中的顶管施工技术分析

苏文太

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330000

[摘要] 文章探讨了水利管道工程中顶管施工技术的特点、核心技术和应用措施。其中, 无开挖技术的应用实现了施工的高效快速; 灵活适应地质条件的技术保证了施工的安全和稳定; 减少对交通影响的措施提高了施工的社会效益。此外, 液压推进系统、土压平衡控制和管道连接技术也被阐述。这些技术和措施的应用推动了顶管施工的发展, 提高了工程质量和施工效率, 为水利管道工程的建设和维护提供了可靠的技术支持。

[关键词] 水利; 管道工程; 顶管施工

DOI: 10.33142/hst.v6i5.9526

中图分类号: TV52

文献标识码: A

Analysis of Pipe Jacking Construction Technology in Water Conservancy Pipeline Engineering

SU Wentai

Jiangxi Water Investment Construction Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract: The article explores the characteristics, core technologies, and application measures of pipe jacking construction technology in water conservancy pipeline engineering. Among them, the application of excavation free technology has achieved efficient and fast construction; The technology that flexibly adapts to geological conditions ensures the safety and stability of construction; The measures to reduce the impact on traffic have improved the social benefits of construction. In addition, hydraulic propulsion systems, soil pressure balance control, and pipeline connection technologies have also been elaborated. The application of these technologies and measures has promoted the development of pipe jacking construction, improved engineering quality and construction efficiency, and provided reliable technical support for the construction and maintenance of water conservancy pipeline projects.

Keywords: water conservancy; pipeline engineering; pipe jacking construction

在水利管道工程中, 顶管施工技术扮演着重要的角色。随着技术的不断进步和创新, 顶管施工已经成为一种广泛应用的无开挖施工方法。其独特的特点和应用措施为工程的顺利进行提供了保障。通过无开挖技术、灵活适应地质条件、减少对交通影响等方面的创新, 顶管施工在提高工程效率、质量和环保性方面取得了显著成就。文章将深入探讨顶管施工技术的特点、核心技术以及应用措施, 为水利管道工程的顶管施工提供更深入的理解和启示。

1 水利管道工程中顶管施工技术的特点

1.1 利用无开挖技术

无开挖技术能够减少对地表环境的破坏。在传统的开挖方法中, 需要大量挖掘土方, 这会破坏地表植被、土壤结构和生态系统。而顶管施工技术通过在地下推进管道, 不需要大规模开挖土方, 从而减少了对地表环境的破坏。这对于保护生态环境、维护城市绿化具有积极的意义。其次, 无开挖技术能够降低工程施工风险。传统开挖施工存在坍塌、塌方等风险, 特别是在地质条件复杂的地区。而顶管施工技术通过使用液压推进系统, 可以在不稳定的地质条件下进行施工, 避免了土方开挖带来的风险。这使得工程施工更加安全可靠, 减少了事故的发生。此外, 无开挖技术还能够在空间有限的地方实施。在城市密集区域或已建成的区域, 传统的开挖方法会占据大量的空间, 影响

周围的建筑和交通。而顶管施工技术通过在地下推进管道, 不需要开挖大型坑口, 因此可以在空间受限的地方进行施工, 如在道路下、建筑物下等地方。这为城市道路、高速公路等交通要道的管道施工提供了便利[□]。

1.2 灵活适应地质条件

顶管施工技术能够应对岩石地质。在传统开挖方法中, 遇到岩石地质往往需要进行爆破或钻孔等工序, 增加了施工的难度和成本。而顶管施工技术通过使用特制的顶管钻头, 在岩石地质中进行穿越。钻头可以根据具体地质情况进行调整, 适应不同硬度的岩石, 从而实现顶管的顺利推进。其次, 顶管施工技术适用于软土地质。传统的开挖方法在软土地质中可能会引起地层沉陷、土体塑性变形等问题。而顶管施工技术通过使用管道推进机, 可在软土地质中实现管道的穿越。推进机可以根据软土的承载力和稳定性进行控制, 从而保证施工的安全和稳定。最后, 顶管施工技术能够适应泥浆等复杂地质条件。在一些地区, 地下水位较高, 地下含水层泥浆含量较多, 给传统的开挖方法带来了困难。而顶管施工技术通过使用泥浆平衡系统, 可以在泥浆环境中进行施工。泥浆平衡系统能够控制施工现场的水位和压力, 保持施工的稳定性和管道的顺利推进。

1.3 减少对交通影响

顶管施工技术无需开挖大型坑口, 不会占据道路空间。

传统开挖施工常常需要在道路上开挖大型的施工坑口,导致道路封闭或交通狭窄,给交通流畅带来很大困扰。相比之下,顶管施工技术通过在地下进行推进,无需在地表开挖大型坑口,从而不会占用道路空间,确保交通的顺畅进行。其次,顶管施工技术可以避免对交通流线的干扰。传统开挖施工往往需要改变交通流线,例如通过设置交通导向标志、临时绕行路线等。这不仅给驾驶员造成困扰,还可能引发交通事故。而顶管施工技术不需要改变交通流线,因为施工在地下进行,不会对交通产生干扰,保持了交通的正常运行。同时,顶管施工技术施工期间的噪声、尘土等污染物排放也相对较少,对周围居民和交通参与者的生活和健康造成的影响较小。这进一步减少了对周边环境和交通用户的不利影响,为城市居民提供更好的生活环境。

2 水利管道工程中顶管施工的核心技术点

2.1 液压推进系统

液压推进系统具备精密的控制能力。通过控制液压缸的工作,可以实现对顶管机的前进、停止和回退等精确控制。操作人员可以根据实际情况调整液压系统的工作参数,如液压压力、速度等,以适应不同地质条件和顶管要求。这种精密控制能力保证了顶管施工的准确性和可控性。其次,液压推进系统具有强大的推进力。通过液压系统提供的高压液体作用在顶管机上,产生强大的推进力,能够克服地质阻力、摩擦力等,推进顶管的前进。这种强大的推进力使得顶管机能够应对各种地质条件,包括岩石、软土和泥浆等,保证施工的连续进行。此外,液压推进系统具备灵活调节的特点。在顶管施工中,地质条件可能会不断变化,需要根据实际情况进行调整。液压系统能够根据操作人员的指令,快速调节液压压力和速度,以适应不同地质条件的推进要求。这种灵活性使得顶管施工可以在复杂的地质环境中进行,保证了施工的顺利进行。

2.2 土压平衡控制

土压平衡控制技术能够避免地层沉陷和管道变形。在顶管施工中,施工机械推进管道时,会对管道周围的土体施加一定的压力。若压力过大,可能导致地层沉陷、土体塑性变形或管道挤压变形等问题。而土压平衡控制技术通过在顶管前方注入泥浆或气体,形成一定的土压平衡,减少对管道和地层的不利影响,保持土体的稳定状态。其次,土压平衡控制技术具备调节能力和适应性。不同地质条件和施工要求需要不同的土压平衡控制方案。该技术可以根据实际情况,通过调整注入泥浆或气体的压力、流量和稠度等参数(表1),实现对土压的精确控制。这种灵活的调节能力使得土压平衡控制技术能够适应不同地质条件和管道要求,保证施工的安全和稳定。最后,土压平衡控制技术还能够降低施工过程中的地表沉降风险。在传统的开挖施工中,地表沉降是一个常见问题,会给周围建筑物和交通设施带来不利影响。而顶管施工中采用土压平衡控制技术,可以减少开挖导致的土体松动和沉降,降低地表

沉降的风险,确保周围环境的稳定性^[1]。

表1 土压平衡控制的控制

土压平衡控制参数	控制方式	控制设备	控制参数范围	控制精度
注浆压力	自动调节	注浆设备	0-10 MPa	±0.5 MPa
泥浆流量		泥浆泵	0-1000 L/min	±10 L/min
气压控制		气压系统	0-1.0 MPa	±0.02 MPa
注浆稠度		注浆设备	0%-10%	±0.5%

2.3 管道连接技术

现场无缝连接技术能够实现高效快速的管道连接。顶管施工过程中,管道需要进行段间连接,传统的连接方法可能需要焊接、螺纹连接或套管等繁琐工序。而现场无缝连接技术,如螺旋接头、橡胶密封环等,可以在现场实现快速、简便的管道连接。这种高效连接技术能够大幅缩短施工周期,提高施工效率。其次,管道连接技术可以保证管道的密封性。水利管道工程对于密封性的要求较高,以确保水流不泄漏和外界介质不进入管道。采用密封环、橡胶垫片等密封材料,在管道连接处形成有效的密封,防止漏水和渗漏问题。这种管道连接技术能够保证管道系统的稳定运行,防止管道损坏和水资源浪费。此外,管道连接技术还能够确保管道的结构强度。顶管施工中,管道需要承受一定的水压和地负荷,要求连接点具备足够的强度和刚性。采用优质材料和合理设计的连接方式,如螺纹连接、承插连接等,能够保证连接点的强度和稳定性,防止管道连接处的松动和变形,确保管道系统的安全运行^[1]。

3 水利管道工程中的顶管施工技术应用措施

3.1 地质勘察与预测

地质勘察与预测通过全面的地质勘察和预测,获取地下地质信息,包括地层性质、地下水位等,为顶管施工提供准确的地质数据和风险评估,从而制定合理的施工方案。这一应用措施具有以下几个关键点:①地质勘察的目的是了解施工区域的地质条件。这包括地层的组成、厚度、坚硬程度、水位等关键参数。通过钻探、取样和地质勘测技术,可以获得地下地质结构的详细信息。这些数据对于确定施工过程中可能遇到的地质问题具有重要意义,如岩石层、软土层、泥浆等。②地质预测的目的是根据地质勘察数据和相关经验,对施工过程中可能遇到的地质问题进行预测和评估。通过地质模型的建立和分析,可以预测地层变化、地下水位的变动、地质构造的复杂性等。这有助于工程团队更好地了解施工区域的地质特点,为制定施工方案提供依据。③基于地质勘察和预测结果,制定合理的施工方案至关重要。例如,在遇到岩石层时,可能需要采用特制的顶管钻头进行穿越;在软土地质中,可以使用推进机进行施工。此外,预测地下水位的变化可以提前做好排水准备,确保施工的安全和稳定^[1]。

3.2 施工参数实时监测

施工参数实时监测是应用现代化监测技术,如传感器、

监测设备等,对施工过程中的推进力、土压、沉降等参数进行实时监测(表2)。这一应用措施具有以下几个关键点:①施工参数实时监测可以提供准确的施工数据。通过布设传感器和监测设备,可以实时、连续地监测施工过程中的关键参数,如顶管机的推进力、推进速度、土压等。这些数据能够准确反映施工的实际情况,为施工过程的控制和调整提供科学依据。②实时监测可以实现施工过程的安全和稳定控制。通过监测设备获取的数据,可以及时发现和识别施工中的异常情况,如土体松动、土压过大等。一旦发现异常,可以立即采取措施进行调整和控制,避免事故的发生,保障施工的安全性和稳定性。③施工参数实时监测还可以为施工过程中的质量控制提供支持。通过监测设备对关键参数进行实时监测,可以及时发现和纠正施工中的问题,如管道连接的密封性、焊接质量等。这有助于提高施工的质量和可靠性,保证顶管工程的长期稳定运行。④实时监测技术能够提供数据记录和分析功能。通过对监测数据的记录和分析,可以形成完整的施工过程档案,并为今后类似工程的经验积累提供参考。同时,通过对数据的分析,可以发现施工中的潜在问题和改进空间,促进施工技术的进一步优化和提升。

表2 施工参数实时监测数据

监测参数	监测设备	监测方法	监测范围	监测频率
推进力	力传感器	力学测量	0-1000 kN	每秒1次
土压	压力传感器	压力测量	0-10 MPa	每秒1次
沉降	沉降仪	光电测量	0-100 mm	每分钟1次
倾斜	倾斜仪	角度测量	±5°	每分钟1次
温度	温度传感器	温度测量	-10℃至50℃	每分钟1次
湿度	湿度传感器	湿度测量	0%-100% RH	每分钟1次

3.3 管道材料选择与质量控制

管道材料选择与质量控制涉及对管道材料的选择和质量控制,对于保证管道的质量、密封性和结构强度至关重要。这一应用措施具有以下几个关键点:①管道材料选择是关键的一步。在顶管施工中,需要选择符合工程要求的管道材料,如钢管、钢筋混凝土管等。材料选择要考虑管道的工作环境、压力要求、耐腐蚀性等因素。同时,要确保所选材料符合相关的国家标准和规范,具有良好的质量和可靠性。②质量控制是确保管道施工质量的关键。通过严格的质量控制措施,如原材料检测、焊接质量检验、连接点密封性测试等,可以确保顶管施工中管道的质量和可靠性。对于钢管,要进行材质检验、强度检验等,以保证材料的符合要求。对于焊接工艺,要进行焊缝检测和质量评估,确保焊接接头的质量和强度。此外,还要进行连接点的密封性测试,以确保连接处的密封效果达到要求。③质量控制还包括施工过程中的过程控制和现场监督。施工过程中,需要严格按照规范和施工方案进行操作,确保施工的正确性和一

致性。现场监督人员应对施工过程进行全程监控,及时发现和解决可能出现的问题,确保顶管施工的质量和安

3.4 环境保护措施

环境保护措施旨在减少施工过程对环境的不利影响,保护周围生态环境和人民健康。这一应用措施具有以下几个关键点:①噪音控制是重要的环境保护措施之一。顶管施工过程中可能会产生噪音,对周围居民和环境造成干扰。为了减少噪音对周围环境的影响,可以采用降噪设备和隔音措施,如声屏障、噪音防护罩等。这些措施可以有效降低施工噪声水平,减少对周围居民和生态环境的干扰。②振动控制也是重要的环境保护措施。顶管施工可能会产生振动,对周围建筑物和地下设施造成影响。为了减少振动对结构的损害,可以采用振动监测和控制技术,限制施工振动的传播范围和幅度。此外,可以采取基础加固措施,如地基加固和防震措施,保护周围建筑物的安全。③颗粒物排放的控制也是环境保护的重要内容。施工过程中可能会产生粉尘和颗粒物,对空气质量和环境造成污染。为了控制颗粒物的排放,可以采用喷雾降尘、覆盖物料堆放和现场扬尘控制等措施。这些措施能够有效控制颗粒物的扩散和沉降,保护周围环境的空气质量。④土壤保护也是环境保护的重要环节。顶管施工可能涉及土壤的开挖和移动,对土壤的保护至关重要。可以采取覆盖和隔离等措施,保护裸露土壤不受风蚀和水蚀的影响。此外,还可以采取植被恢复和土壤修复等措施,保护和修复施工过程中受损的土壤生态功能。

4 结语

在水利管道工程中,顶管施工技术的应用措施对于工程质量、施工效率和环境保护至关重要。通过地质勘察与预测、施工参数实时监测、管道材料选择与质量控制以及环境保护措施的应用,我们能够实现施工过程的准确控制、质量保证和环境保护。这些新颖的技术和措施为水利管道工程的顶管施工带来了全面的技术支持,推动了工程的可持续发展。通过不断创新和应用,我们将进一步提高工程质量、施工效率和环境友好性,为水利管道工程建设和维护做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1]张瑞.水利管道工程中的顶管施工技术分析[J].智慧城市,2021,7(20):155-156.
 - [2]秦蒙.水利管道工程中顶管施工技术分析[J].江西建材,2021(6):176-178.
 - [3]王超.水利管道工程中的顶管施工技术分析[J].水利电力技术与应用,2022,4(1).
 - [4]于雄.水利管道工程中的顶管施工技术分析[J].电脑校园,2020(3):1121-1122.
- 作者简介:苏文太(1989.5—),毕业院校:南昌工程学院,所学专业:土木工程,当前工作单位:江西省水投建设集团有限公司,职务:施工员,职称级别:助理工程师。