

市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术

贾荣荣

河北省第二建筑工程有限公司

DOI: 10.12238/j pm.v6i2.7695

[摘要] 随着城市化进程的加快,市政给排水工程的建设成为提升城市基础设施的重要组成部分。非开挖顶管施工技术因其具有施工速度快、对环境影响小、对城市交通影响较低等优点,已广泛应用于市政给排水工程的管道铺设中。本文从非开挖顶管施工技术的基本原理、施工方法、技术特点以及在市政给排水施工中的应用现状进行深入分析,结合实际工程案例,探讨了这一技术在施工过程中面临的主要问题及应对策略,并提出了改进技术和加强管理的建议。研究表明,非开挖顶管施工技术在市政给排水项目中具有重要的实际意义,能够有效提高工程质量和施工效率,同时降低环境污染和施工风险。

[关键词] 非开挖技术; 顶管施工; 市政给排水; 施工管理; 工程技术

Trenchless pipe jacking construction technology in municipal water supply and drainage construction

Jia Rongrong

Hebei No.2 Construction Engineering Co., Ltd.

[Abstract] With the acceleration of urbanization, the construction of municipal water supply and drainage projects has become an important part of improving urban infrastructure. Trenchless pipe jacking construction technology has been widely used in the pipeline laying of municipal water supply and drainage projects because of its advantages of fast construction speed, low environmental impact and low impact on urban traffic. This paper makes an in-depth analysis of the basic principles, construction methods, technical characteristics and application status of trenchless pipe jacking construction technology in municipal water supply and drainage construction, discusses the main problems and coping strategies faced by this technology in the construction process in combination with actual engineering cases, and puts forward suggestions for improving technology and strengthening management. The results show that trenchless pipe jacking construction technology has important practical significance in municipal water supply and drainage projects, which can effectively improve the project quality and construction efficiency, and reduce environmental pollution and construction risks.

[Key words] trenchless technology; pipe jacking construction; municipal water supply and drainage; construction management; Engineering technology

引言

市政给排水系统是城市基础设施建设中不可或缺的一部分,其建设质量直接关系到城市的环境保护与居民的生活质量。传统的给排水管道施工方法通常需要开挖大量的土方,这不仅会占用大量的土地资源,而且会严重影响城市交通、环境以及周围建筑物的安全。随着技术的不断进步,非开挖施工技术逐渐成为市政给排水施工中的一种新型工艺,尤其是顶管施工技术,因其能够在不破坏地面结构的情况下,完成管道的铺设,受到广泛应用。

非开挖顶管施工技术能够有效避免传统开挖施工带来的环境和社会成本,尤其适用于城市地下管线复杂、人口密集和交通繁忙的区域。尽管这一技术已在许多城市得到应用,但在实际施工过程中,仍面临一些技术和管理方面的挑战,例如施工精度控制、设备维护、地下管线的协调与风险防范等问题。因此,研究非开挖顶管施工技术的应用现状与发展趋势,探讨其在市政给排水施工中的实践意义,具有重要的理论价值和实际意义。

一、非开挖顶管施工技术的基本原理及发展历程

非开挖顶管是将非开挖施工与顶管施工技术结合的一种新工艺,能在较小范围内实现对地下管线的维护、更换及铺设。

其原理是通过一端的机械顶进装置,将管道从地面以下的隧道内顶进目标位置。施工过程中,管道前端会先进行破土作业,顶进装置将其推进到目标位置,最终完成管道的安装。该技术可以显著减少对地面交通、环境及周边设施的影响,特别适用于城市密集区域和不便开挖的场所。

非开挖技术的出现始于20世纪50年代,其最早应用于一些欧洲国家,并逐渐推广到世界各地。经过几十年的发展,非开挖技术已经经历了从最初的简单机械顶管到如今多种顶管设备、技术手段并存的阶段。随着施工设备的不断创新,非开挖顶管技术的施工精度和施工质量得到了显著提升,广泛应用于市政、交通、能源等多个领域的管道施工中。

(一) 非开挖顶管施工技术的应用领域

非开挖顶管施工技术的广泛应用,主要集中在市政给排水、燃气管道、电力通信光缆等项目中。尤其在市区内的管道铺设,非开挖顶管技术具有传统开挖施工无可比拟的优势。市政给排水管道的建设常常面临以下挑战:一是市区道路和交通繁忙,开挖施工不仅会造成交通堵塞,还会带来巨大的社会成本;二是市区地下管线密集,传统开挖施工容易导致现有管网的损坏,影响公共安全;三是城市环境问题日益严峻,传统施工方式会破坏绿化、景观甚至影响居民生活质量。而非开挖顶

管技术的应用，能够在不破坏地面结构的情况下顺利完成管道的铺设，有效避免了以上问题。

(二) 非开挖顶管施工技术的优势

非开挖顶管施工技术的最大优势在于其施工过程无需大规模开挖地面，可以在狭小的空间内完成管道铺设，减少了对交通、环境、周边建筑物及现有地下设施的影响。此外，非开挖顶管施工还能节省大量的人工、设备和材料成本，提高工程的施工效率和施工质量。在某些条件下，非开挖顶管技术还可以显著缩短工期，降低工程对社会生产生活的影响。

二、非开挖顶管施工技术的施工方法与流程

非开挖顶管施工的过程可以分为准备阶段、施工阶段和后期处理三个主要阶段。

(一) 准备阶段

在非开挖顶管施工的准备阶段，施工单位首先需要对施工现场进行全面详细的勘察。勘察的内容包括地下管线的分布、土质条件、地下水文情况以及周围环境等。为了确保施工的顺利进行，现场的地质勘查至关重要。通过详细了解土壤的类型（如粘土、沙土、砂砾土等）、土层厚度、地下水位变化以及可能存在的障碍物（如旧有地下管线、建筑物基础等），能够为后续施工提供有力依据。此外，考虑到施工区域的特殊性和复杂性，必须综合评估风险，并采取相应的安全措施。

在勘察基础上，施工单位根据现场的具体条件选择合适的顶管机型和施工方法。顶管机的类型和规格会受到土质、作业深度、管道直径及施工区域的限制。不同的顶管机型号在推力、推进精度、适应性等方面有所不同，因此，选择合适的设备非常关键。在此阶段，施工单位还需根据勘察结果和技术要求，拟定详细的施工方案。这不仅包括顶管机的选型，还涉及到施工流程、作业顺序、工期安排、人员配备等各项内容。与此同时，施工方还应提前准备好管道的材质、规格、长度及接口方式，确保在施工过程中能够顺利进行，并避免因物料不符而影响工程进度。

(二) 施工阶段

在施工阶段，首先需要使用钻孔机在地面开设出顶进通道。开孔是非开挖施工中的关键步骤，通常采用钻孔设备在地面上钻孔，以便为顶管机的推进提供空间。在开设通道后，对顶管机进行准确的定位非常重要。顶管机的定位需要依据现场的勘察数据，确保其能够按照既定路线推进。定向控制是顶管施工中的重要环节，施工单位需要利用激光定位系统、全站仪等先进的测量技术对顶管机进行实时跟踪和调整，避免因定位不准确而导致偏离设计轨迹。

接下来，顶管机通过其前端的压力系统开始推送管道进入地下。在这一过程中，顶管机的刀盘会在前进的过程中破土前进，并将土壤通过管道输送至地面。顶管机的推进是一个持续的过程，需要通过液压系统不断提供推进力。在推管过程中，土壤的性质、地下水位的变化、管道的受力情况等因素都可能影响施工的进度和精度。为了确保顺利推进，施工团队应定期对顶管机的运行状况进行监控，及时发现和排除可能的故障或异常。施工过程中，团队需要特别关注设备的运行状况，如顶管机的刀盘是否磨损严重、液压系统是否存在泄漏等问题。

(三) 后期处理

顶管施工完成后，并不意味着施工任务的结束。此时，管道的后期处理同样至关重要。在施工完成后，首先需要对安装好的管道进行全面检查，确保其符合设计要求。检查内容主要包括管道的外观、接缝、连接部位等是否完好，确保没有渗漏、裂纹等问题。此外，施工方还应根据实际需要进行管道的清理，去除可能存在的施工残渣或杂物，确保管道内部的畅通。

在完成初步检查后，管道需要与已有的供水、排水系统进行连接。这一环节要求施工方根据现场实际情况，设计管道接口的连接方式，并进行精确对接。管道接口处的密封性非常关键，必须使用符合标准的密封材料，确保管道连接处不发生渗漏。接口连接完成后，还需要对管道进行压力测试，测试管道在正常压力下的密封性和耐压能力，确保其满足长期使用的需求。

除了连接和密封之外，施工单位还应进行管道的最终验收，检查施工质量是否达到设计标准，并将相关资料如施工记录、检查报告、设备检修记录等交付给相关部门。

三、非开挖顶管施工技术面临的挑战与应对策略

尽管非开挖顶管施工技术相较于传统的开挖施工方式有着诸多优势，如对地面环境的破坏较小、施工周期短、适用于复杂地形等，但在实际施工过程中，这一技术依然面临诸多挑战，特别是在施工精度、地下管线协调和设备管理等方面。以下将详细探讨这些挑战及其应对策略。

(一) 施工精度的控制

非开挖顶管施工技术的核心优势之一是能够在不破坏地面结构的情况下完成地下管道的铺设。然而，由于顶管机在地下推进过程中，受到多种因素的影响，如土质变化、地下障碍物的存在以及机具性能的限制，施工精度可能出现一定偏差，进而影响管道的最终安装质量。例如，土壤的松软或坚硬程度、地下水位的变化、地面建筑物的压迫等都可能对顶管机的偏移，造成管道铺设不精确，甚至出现歪斜或弯曲现象，从而影响管道的通水性能和稳定性。

为了解决这一问题，首先需要在施工前进行详细的地质勘察，全面了解施工区域的土质结构和地下环境，准确预测可能出现的障碍物和风险点。其次，应加强对施工过程的实时监控，通过高精度的定位设备（如激光测量仪、全站仪等）对顶管机的位置进行实时跟踪，确保其按照预定路线推进。施工过程中，操作人员应严格控制顶管推进的速度与压力，避免过快或过猛的推进导致管道位置偏差。同时，提升施工设备的自动化程度，利用先进的计算机辅助技术来提高施工的精确度和操作的稳定性，从而确保施工精度。

(二) 地下管线的协调问题

城市地下管线网络的复杂性是非开挖顶管施工中常遇到的难题。许多城市的地下管线非常密集，包括水管、电力、燃气、通信等多种设施。这些管线往往相互交错，且不同管线的埋设深度、走向和材质各不相同。如果在施工前没有充分的勘察和协调，顶管施工可能会与现有地下管线发生冲突，造成管道损坏，甚至引发事故，影响城市的正常运行。

为解决这一问题，施工前必须进行全面的地下管线调查，获取准确的管线分布图，并与相关单位协调，明确各类管线的位置和特征。在此基础上，施工单位应采用“三维”地下管线探测技术，结合地质雷达、探地雷达等现代探测手段，进行更加精准的管线探测，确保管道施工的安全性。此外，在施工过程中，应实时监控施工进度，并根据实际情况调整施工路径或深度，避免与现有管线发生干涉。在此过程中，加强与其他相关单位（如水务、电力、通信等部门）的沟通与合作，确保各方信息共享，制定统一的施工方案，有效降低冲突风险。

(三) 施工设备的维护与管理

非开挖顶管施工技术对设备的要求非常高，顶管机作为施工的核心设备，其性能的稳定性直接决定了施工的顺利与否。然而，由于施工现场环境复杂，设备经常会面临极限工况的挑战，长时间、高强度的作业可能会导致设备发生故障。设备故

下转第 108 页

季节和室内外环境条件,合理调整空调系统的运行参数。经过培训的操作人员能够更好地运用节能技术,避免因操作不当而导致的能源浪费,从而实现建筑暖通空调工程的节能目标。

4.4 水循环和冷却水的问题处理

水循环和冷却水的问题处理主要要从管道入手。对于管道的选材是首要手段,选用高质量的管材可以有效减少水循环系统出现的故障,减低故障风险,并且要对其进行实践的测试,测试其抗压性能、抗腐蚀性、老化情况以及温度。选择高质量的材料后的下一步是进行合理精确的安装,对于管道布置需要进行一个事先的设计,管道的坡度和长度都会影响到水循环的工作,同时还要加装排气阀。在设计管道布局时,要充分考虑建筑物的结构特点以及整个水循环系统的运行需求。坡度的设置应遵循流体力学原理,以确保水能够顺利流动而不产生积水现象。管道长度的规划要尽量减少不必要的弯头和延长段,降低水流阻力。加装排气阀时,要根据管道的长度和走向确定合理的安装位置,确保能够及时排出管道内的空气,避免气塞对水循环的影响。

4.5 能量回收技术的应用

能量回收技术在建筑暖通空调工程节能方面发挥着重要的作用。在暖通空调系统运行过程中,存在着大量的能量可以被回收再利用。例如,在空调的排风系统中,排出的空气携带着一定的能量(冷量或热量)。如果直接将这些空气排到室外,就造成了能量的浪费。热回收转轮是一种常见的能量回收设备。它由特殊的金属或非金属材料制成,具有很大的表面积。当排风与新风分别通过转轮的不同部分时,转轮会在排风与新风之间传递热量。在夏季,排风中的冷量可以被回收并传递给

新风,降低新风的温度,从而减少空调系统对新风进行冷却的负荷;在冬季,排风中的热量则被传递给新风,提高新风的温度,降低供暖系统对新风加热的负荷。这种能量回收方式能够显著提高暖通空调系统的能源利用效率。板式热交换器也被广泛应用于能量回收。它通过分隔板将排风与新风隔开,热量通过分隔板从排风传递到新风或者相反。

结束语

建筑暖通空调工程节能技术的创新与应用是建筑领域实现可持续发展的重要举措。不断探索和应用新的节能技术,不仅能有效降低建筑能耗,还能提升室内环境质量,为构建资源节约型和环境友好型社会做出积极贡献。

[参考文献]

- [1]李红.建筑暖通空调系统节能优化设计分析[J].居业, 2024, (11): 85-87.
- [2]范涛,李翰劼.建筑暖通工程节能施工技术研究[J].建筑机械化, 2024, 45(11): 89-93.
- [3]阮文超.建筑暖通空调工程节能技术的创新与应用研究[J].新城建科技, 2024, 33(10): 33-35.
- [4]张宁.生态建筑空调暖通节能技术应用研究[J].产业与科技论坛, 2024, 23(18): 38-41.
- [5]徐彪.建筑工程中的暖通空调节能技术应用探讨[J].中国设备工程, 2024, (10): 217-219.
- [6]王永宝,钱文涛,尹春晓.暖通空调节能技术在建筑工程中的应用分析[J].中国战略新兴产业, 2024, (15): 132-134.
- [7]张美琪.建筑工程暖通空调系统节能技术要点及应用[J].石材, 2024, (05): 77-79.

上接第 105 页

障不仅会延误施工进度,还可能导致施工质量问题,甚至增加施工风险。

为应对这一挑战,施工单位需要定期对设备进行全面检查和维护,确保设备在施工期间能够处于最佳工作状态。维护工作不仅包括日常的清洁、润滑、紧固等,还应包括对关键部件如液压系统、电控系统、驱动装置等的全面检查,及时更换老化或损坏的零部件。同时,施工单位应建立完善的设备管理制度,明确设备的使用、保养、维修和检查流程,确保设备能够得到科学合理的管理。

此外,技术人员的操作水平和设备维护能力对施工质量和设备的长效运行至关重要。施工单位应加强对操作人员和技术人员的培训,提升其设备操作和故障排除的技能,确保施工过程中能够快速响应突发情况,最大限度减少设备故障对施工进度的影响。

四、结语

非开挖顶管施工技术作为市政给排水工程中的一种创新技术,具有重要的应用价值。随着城市化进程的加速以及城市地下管网的日益复杂,非开挖顶管技术必将发挥越来越重要的作用。尽管这一技术在施工过程中面临精度控制、地下管线协调、设备维护等诸多挑战,但通过加强技术研究、优化施工管理和提高设备维护水平,可以有效解决这些问题,确保施工的顺利进行。

未来,随着非开挖顶管技术的不断发展,特别是在新型设备、智能化技术和施工方法上的不断创新,非开挖顶管施工将在市政给排水等领域中得到更加广泛的应用。通过不断加强施工管理和技术创新,市政给排水工程的施工效率和质量将得到进一步提升,为城市基础设施建设提供更加科学、环保和高效的解决方案。同时,随着相关政策的进一步完善,非开挖顶管技术将在更多的工程项目中得到推广和应用,从而为城市可持续发展提供坚实的技术支持。

[参考文献]

- [1]党智军,何聪利,王科科.市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术[J].城市建设理论研究(电子版), 2024, (34): 144-146.D0I: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202434047.
- [2]张瀚文.探究市政给排水施工中长距离顶管施工技术的应用[J].大陆桥视野, 2024, (09): 127-129.
- [3]刘瑜.市政给排水施工中的长距离顶管施工技术研析[J].城市建设理论研究(电子版), 2024, (18): 105-107.D0I: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202418034.
- [4]张楠.市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术要点研究[J].水上安全, 2024, (09): 160-162.
- [5]桑军波.市政给排水施工中长距离顶管施工技术的研究与应用[J].建筑与预算, 2023, (10): 61-63.D0I: 10.13993/j.cnki.jzyys.2023.10.021.