

市政道路排水管道顶管施工技术应用分析

王 梅

(青岛军民融合发展集团有限公司, 山东 青岛 266000)

摘 要 市政道路排水管道作为城市基础设施的重要组成部分, 其施工质量直接关系到城市的防洪排涝能力和居民的生活质量。随着城市化进程的加快, 传统的开挖埋管施工方式已难以满足现代城市建设的需要, 顶管施工技术因其独特的优势逐渐在市政道路排水管道施工中得到广泛应用。本文首先概述了顶管施工技术的概念, 随后深入探讨了市政道路排水管道顶管施工技术的优势, 最后详细阐述了施工技术的应用要点, 旨在为市政道路排水管道施工提供科学指导。

关键词 市政道路; 排水管道; 顶管施工技术

中图分类号: TU992.05; U417

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.15.014

0 引言

市政道路排水系统的建设质量直接关系到城市的防洪排涝能力和居民生活的舒适度。在排水管道施工中, 顶管施工技术作为一种先进的非开挖施工方法, 凭借其独特的优势在市政道路排水管道建设中得到了广泛应用。本文详细探讨其在实际施工中的应用要点, 以期进一步推动顶管施工技术在市政道路排水管道建设中的广泛应用与发展。

1 顶管施工技术概述

顶管施工技术作为一种先进的非开挖地下管线施工方法, 其核心价值在于高效、环保与低干扰性。该技术的精髓在于通过精心构建的工作井作为操作平台, 安装高性能的顶管机设备, 随后, 依托强大的顶进系统, 将预先精心制造的管道构件沿着预设的轨迹与设计坡度稳步、精准地顶入地下土层之中, 从而构建起地下给排水、燃气输送或通信电缆铺设等关键基础设施。该过程有效避免了传统施工带来的交通堵塞、建筑损害和污染问题, 显著减少了对环境的负面影响, 控制了成本, 提高了效率和质量, 是现代城市建设中重要的绿色施工技术。

2 市政道路排水管道顶管施工技术的优势

2.1 减少对城市交通的干扰

顶管施工技术通过精细规划的工作井作为操作平台, 巧妙运用液压千斤顶等先进设备, 实现了管道的非开挖式地下顶进作业。这一过程不仅极大地减少了对城市地面的直接开挖面积, 从而有效避免了大规模施工对城市交通网络的即时性干扰, 确保了交通流的连续性与稳定性, 降低了因施工引发的交通拥堵和临

时断路情况, 为市民的日常出行提供了极大的便利^[1]。此外, 该技术还显著减轻了施工噪声、尘土等环境污染, 保护了周边居民的生活质量, 彰显了现代城市建设中的环保与人文关怀, 进一步提升了城市的整体通行环境与居民的生活满意度。

2.2 保护城市生态环境

相较于传统的开挖式施工方法, 顶管技术以其独特的非开挖作业模式, 显著降低了对城市地表景观的破坏程度。它巧妙地在地下进行管道铺设, 不仅有效避免了大规模开挖导致的地面植被和绿地环卫设施的损毁, 还极大地减少了施工过程中的噪声污染与粉尘飞扬, 为城市居民营造了一个更加宁静、清洁的生活环境。此外, 该技术还通过减少地表施工废弃物的产生, 从源头上遏制了对城市环境的潜在污染, 充分体现了现代城市建设中的绿色施工理念与可持续发展原则, 是城市基础设施建设中环境保护与经济效益并重的重要体现。

2.3 提高施工效率, 缩短工期

顶管施工技术突破了传统开挖施工法的局限, 通过非开挖方式, 即利用液压顶进设备将预制管道穿越土层, 直达预设位置, 从而完全规避了气候与天气的制约因素。无论是风雨交加还是严寒酷暑, 均能保持连续作业, 有效避免了因不可抗力导致的施工中断与工期延误。此外, 顶管施工大幅削减了地面开挖面积与后期恢复工作量, 简化了施工流程, 显著提高了施工效率, 使得项目能够更快地完成。这一优势不仅显著降低了施工单位的运营成本与时间成本, 更关键的是, 它极大地减少了因长时间施工封闭道路而对城市交通与居民日常生活造成的不便与影响, 彰显了其在现代城市建设中的先进性与优越性^[2]。

2.4 适应性强,可穿越障碍物

在现代城市化进程中,市政道路排水管道的建设面临着复杂多变的施工环境,其中,需频繁穿越的各类障碍物成为传统施工方法难以逾越的挑战。顶管施工技术以其卓越的适应性和灵活性,在这一领域展现出独特魅力。该技术不仅能够有效克服建筑物密集、道路繁忙、桥梁交错等难题,更能在不影响地面交通和居民生活的前提下,精准穿越各类地下结构,确保施工顺利进行。其强大的穿越能力,不仅简化了施工流程,降低了对周边环境的干扰,还极大地提高了施工效率与安全性,成为解决城市排水管道建设难题的关键技术之一^[3]。

3 市政道路排水管道顶管施工技术的应用要点

3.1 施工前期准备工作的充分性

3.1.1 现场勘查与设计优化

在市政道路排水管道顶管施工技术实施之初,施工前期准备工作的充分性显得尤为重要,它直接关系到后续施工的顺利进行与项目质量的高低。具体而言,现场勘查作为首要环节,需由经验丰富的专业技术人员携带高精度探测设备,对拟施工区域进行全面而细致的地质勘查。在勘查过程中,不仅要精确掌握地下既有管线的分布位置、埋深及材质,还需深入分析土壤类型、分层结构、含水率及承载力等地质特性,这些数据是制定科学合理施工方案不可或缺的基石。基于详尽的勘查报告,设计团队需运用先进的 CAD 及 BIM 等信息技术手段,对顶管线路进行精细化设计优化。在设计中,需综合考虑地形地貌、地质条件、交通状况及环境影响等多重因素,力求在保证施工安全的前提下,实现线路的最短化、成本的最小化及对环境的最小干扰。通过反复论证与调整,最终确定一套既经济合理又技术可行的施工方案,为后续顶管施工的高效有序开展奠定坚实的基础。

3.1.2 设备选型与材料准备

在设备选型与材料准备环节,需细致考量工程的具体规模、地质条件、施工环境及设计标准等多方面因素。针对顶管机的选择,需优先考虑其技术先进性、适应复杂地质条件的能力以及自动化与智能化水平,确保其在施工过程中能够高效、稳定地推进。注浆设备的配置则需满足注浆压力、流量控制精确的需求,以有效支撑管周土体,减少地面沉降风险。在材料准备方面,管道材料作为工程主体,其选择应严格遵循设计文件要求,确保管道材质不仅具有足够的强度和刚度以承受内外压力及地质变动,还需具备优秀的耐腐蚀性能,以延长管道使用寿命,减少后期维护成本。

同时,对于管道接口材料、注浆浆液等辅助材料,亦需进行严格筛选与检测,确保所有材料均符合国家或行业相关标准,为工程的顺利进行提供坚实的保障。此外,还应提前做好材料的存储与保护措施,避免材料在存储过程中受损或变质,影响施工质量^[4]。

3.2 顶管施工过程中的精确控制

3.2.1 导向与纠偏技术

精确控制是确保工程质量与安全的关键环节。具体而言,导向与纠偏技术作为此过程的基石,其重要性不言而喻。在施工过程中,需部署高精度的导向系统,该系统集成了先进的定位与传感技术,能够全天候、不间断地监测顶管机的前进方向,确保每一米的推进都严格遵循设计图纸中的预定轨迹。这一举措极大地提升了施工的精确性和效率,有效避免了因方向偏差而导致的返工与资源浪费。一旦发现顶进方向出现微小偏差,立即启动快速响应机制,运用先进的纠偏技术进行精准调整。这包括但不限于:动态调整顶进速度,根据偏差大小适时增减推力,以柔和而有效的方式引导管道回归正确路径;同时,灵活调整顶进角度,利用顶管机的微调功能,对偏差进行细微而精准的纠正,确保管道铺设的直线度与高程控制达到设计要求。整个过程要求操作人员具备高度的专业技能与责任心,严格遵循施工规范与操作规程。

3.2.2 注浆减阻与地层加固

在顶管施工过程中,注浆减阻与地层加固技术尤为重要。具体而言,注浆减阻作业需精细规划,施工人员需根据地质勘察报告,科学调配触变泥浆或其他高效减阻材料的配比,通过专用注浆设备,以均匀、连续的方式注入管道外周,形成一层润滑层,显著降低顶进过程中管道与土层的摩擦阻力,从而提高施工效率,减少能源消耗,同时有效保护管道免受磨损,延长使用寿命。此外,地层加固措施亦不容忽视。针对地质条件复杂或软弱地层区域,需预先采取注浆加固、打入注浆管桩或设置地下连续墙等加固手段,以增强地层承载力,预防施工期间及后续可能出现的地面沉降、坍塌等安全隐患。这些加固措施不仅保障了施工顺利进行,也最大限度地减少了对周边环境的干扰与破坏,体现了市政工程建设中的环保与可持续发展理念^[5]。因此,在顶管施工过程中,精确控制注浆减阻与地层加固技术,是确保工程质量、安全及环境保护的必然要求。

3.3 环境保护与安全管理

3.3.1 环境保护措施

在市政道路排水管道顶管施工技术的应用中,就

环境保护措施而言,必须严格遵守国家及地方环境保护法律法规,将绿色施工理念贯穿于项目始终。在施工过程中,应优先采用低噪声、低振动的机械设备,并在施工区域周边合理设置隔音屏障与减震设施,以最大限度降低施工噪声与振动对周边居民及生态环境的不良影响。同时,精心规划施工时间,避免在夜间及居民休息时间进行高噪声作业,体现对社区生活的尊重与关怀。此外,废弃物管理亦是环保工作的重点,需建立完善的废弃物分类、收集、运输与处置体系,确保施工废弃物如泥土、碎石、废旧管材等得到妥善处理与回收利用,减少环境污染。对于可能产生有害物质的施工环节,采取严格防护措施,确保污染物不泄露至土壤、水体或空气中,保护自然环境的纯净与生态平衡。

3.3.2 安全生产管理

就安全生产管理而言,必须构建一套完善、严谨的安全生产责任体系,明确各级管理人员及施工人员的安全职责,确保责任到人,形成上下联动、齐抓共管的安全生产格局。同时,加强施工现场的日常安全管理,通过定期安全检查与不定期抽查相结合的方式,及时发现并消除安全隐患,为施工人员营造一个安全、有序的作业环境。在施工过程中,严格要求所有参与人员佩戴符合国家标准的安全防护装备,包括但不限于安全帽、反光背心、防护鞋及必要的呼吸防护装置,以最大限度地减少意外伤害风险^[6]。此外,加强对施工人员的安全教育与培训,确保每位员工都能熟练掌握操作规程,增强自我保护意识和能力。针对可能发生的突发事件,要提前制定详尽可行的应急预案,并定期组织应急演练,以检验预案的有效性,提升团队的应急响应与处置能力,全方位保障施工安全。

3.4 施工质量控制与验收

3.4.1 严格质量控制

在市政道路排水管道顶管施工技术的实施中,为确保施工质量达到设计标准与规范要求,必须实施严格而全面的质量控制体系。首先,针对管道接口处理这一关键环节,需采用先进的密封材料和工艺,确保接口严密不漏,能够承受地下水压及地面荷载,防止渗漏现象发生。同时,注浆作为稳定土层、减少地面沉降的重要措施,其质量亦不容忽视,需精确控制注浆压力、注浆量及注浆材料配比,确保注浆层均匀、连续,有效支撑管道周围土体。此外,管道铺设的精度直接关系到后续排水功能的顺畅与否,因此,在铺设过程中应严格遵循设计图纸与施工规范,利用高精度测量仪器进行定位与校核,确保管道轴线、高程及

坡度等关键指标准确无误。为进一步提升质量管理的有效性,还将实施自检、互检与专检相结合的三级质量检查制度,即施工班组进行日常自检,相邻班组间进行互检,以及由专业质检人员进行的专项检查,形成多层次、全方位的质量控制网络,确保施工质量。

3.4.2 规范验收流程

施工完成后,必须遵循国家及地方颁布的相关施工规范、设计文件及技术标准,进行全面而细致的验收工作。这一流程不仅涵盖了对管道位置精确度的复核,确保每一节管道均按照设计坐标精准铺设,避免偏移影响排水效率;还要严格检查管道的高程与坡度设置,确保水流能够顺畅无阻,避免积水或逆流现象的发生。此外,闭水试验作为验收的核心环节之一,通过模拟实际工况下的水压测试,检验管道的密封性能与结构强度,确保无渗漏现象,从而保障整个排水管道系统在未来长期运行中能够稳定、高效地发挥作用。各项检测均达到或超过设计标准与规范要求后,方可正式交付使用^[7]。

4 结束语

市政道路排水管道顶管施工技术的应用,需从施工前期准备、施工过程控制、环境保护与安全管理、施工质量控制与验收等多个方面入手,确保施工的高效、安全、环保与高质量完成,为城市排水系统的建设与发展贡献力量。展望未来,随着材料科学、信息技术及自动化控制技术的不断进步,顶管施工技术将在精准度、智能化、节能环保等方面实现更大突破,为构建更加绿色、智能、高效的排水系统贡献力量,助力城市可持续发展迈上新台阶。

参考文献:

- [1] 邓永彬.顶管施工技术在市政大型排水管道工程中的应用研究[J].居业,2025(01):13-15.
- [2] 何文权.市政道路给排水管道长距离顶管施工技术研究[J].工程建设与设计,2024(19):93-95.
- [3] 杨刚.市政道路排水工程顶管施工技术研究[J].工程技术研究,2024,09(05):68-70.
- [4] 茆训源.市政道路排水工程顶管施工技术研究[J].四川水泥,2023(10):272-274.
- [5] 张爱国.市政排水工程中小型管道顶管施工技术研究[J].工程技术研究,2024,09(23):99-101.
- [6] 李熙浩.浅析简析市政道路排水管道顶管施工技术的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(24):103-105.
- [7] 谭威威.顶管技术在市政排水中的应用探讨[J].低碳世界,2024,14(02):88-90.