

# 市政工程建设中顶管工程技术的应用分析

文 / 许 磊 山东泰诚城市建设发展有限公司

**摘要：**随着城市发展速度的加快，现阶段城市给排水管道施工规模与数量不断增加，而顶管施工技术作为一项关键技术，对于整个城镇管道施工质量具有极重要的作用。为满足居民需求，可以应用顶管技术，以此为基础开展施工建设，保证整体施工质量及施工效率，确保给排水系统运行的有效性。基于此，文章就市政给排水施工中顶管技术的适用范围展开了分析，提出市政给排水施工中顶管技术的应用特点，以及市政给排水施工中顶管技术的具体应用。

**关键词：**市政工程；顶管工程；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.039

## 引言

在现代市政工程中，顶管施工技术作为一种非开挖技术，具有不破坏地表、适应复杂地质条件、减小对地面交通影响的优点，被广泛应用于城市污水排放系统的建设。在这种情况下，非开挖的顶管施工工艺表现出了其独特的优势，其不仅具有施工周期短，不影响地面交通，对环境影响也小，施工安全可靠，特别适用于遇到需要穿越建筑物、道路及地下管线等障碍物的情况。

## 一、顶管施工技术原理

顶管施工技术，又称微隧道技术，属于非开挖管道铺设方法。其基本原理是利用地表下的顶管机，通过液压千斤顶将管道逐条推入土层，形成连续的管道系统，顶管施工技术原理如图1所示。顶管施工的关键技术环节包括顶管机选型、工作井和接收井设计与施工、管道对接和顶进过程控制等。顶管机通常根据土层性质和工程需求选择不同类型，如泥水平衡顶管机、土压平衡顶管机等设备，能在不同地质条件下保持掘进面稳定，防止塌方和地层变形。顶管施工的优势在于其施工过程中

对地面交通和环境影响较小，能在城市繁华地区和复杂地质条件下高效完成管道铺设。顶管施工配备监测和控制系统，通过实时监控顶进力、土压、浆液压力等参数，确保施工过程的安全和精确。该工艺的关键在于顶管机前端的泥水循环系统，其作用是通过泥水压力平衡控制切削面稳定，防止塌方和管道偏移。顶管机前部的切削刀盘切削土体，切削后的土体与泥水混合，通过泥水管道输送到地面进行处理。液压顶进装置通过多组顶进油缸向管道提供推力，其顶进力需根据土层硬度和摩擦力实时调节。为确保顶进精度，需采用激光导向系统监控顶管的轨迹偏差。顶进过程中，顶管机与管道必须保持同步，使用自动化监控系统实时监控顶进参数，确保安全与高效地施工。虽然非开挖顶管施工技术初期投资较高，但其施工速度快、对地面破坏小，长期分析具有更高经济效益。随着城市化进程加快，排水系统改造需求增加，非开挖顶管施工技术将成为未来市政排水管道铺设的重要手段。可用于新管道铺设，实现旧管道修复更换，为城市排水系统更新升级提供有力的技术支持。

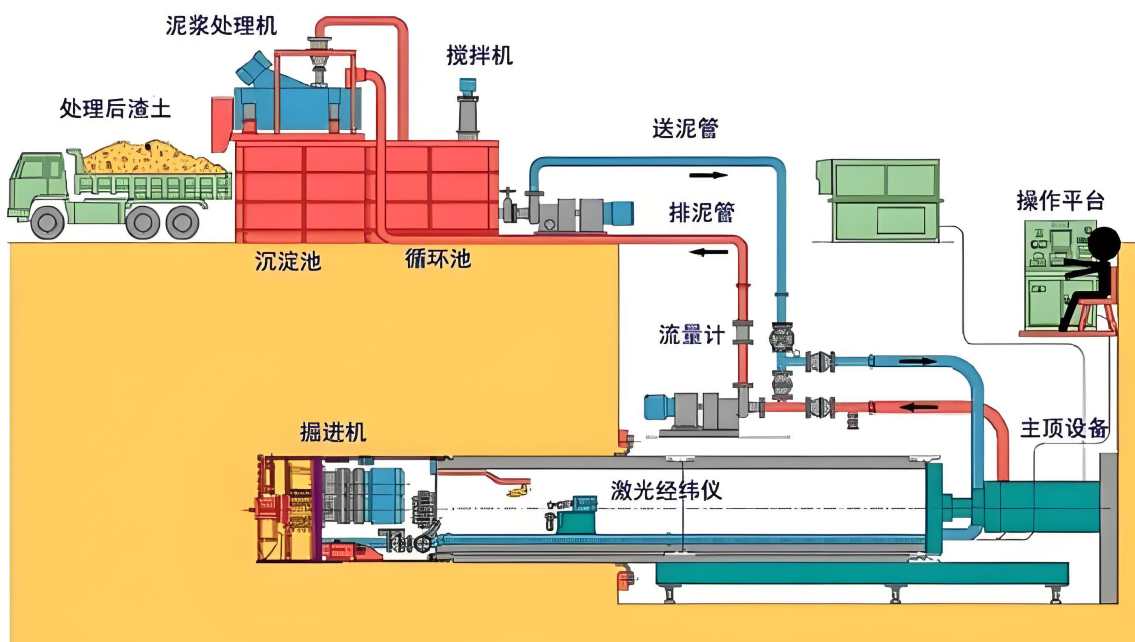


图1 顶管施工技术原理



表 1 工作坑开挖支护相关数据

序号	项目	数据 / 描述
1	工作坑位置	市政排水管道交叉点南侧, 地质稳定区域
2	开挖方法	机械开挖结合人工开挖
3	开挖深度	5 m
4	支护结构	钢板桩支护, 桩长 6 m, 间距 0.5 m
5	地质监测结果	土层稳定, 无异常情况
6	支护稳定性分析结果	支护结构稳定, 满足施工需求
7	安全防护与应急措施	设置安全警示标志, 配备防护网和安全带, 制定坍塌和涌水应急措施

**(三) 顶进力的计算**

在市政给排水施工方面, 长距离顶管施工技术的应用是一项极具挑战性和技术性的工程, 其中顶力计算这一关键环节更为关键。在该领域中, 每次施工均需进行精准计算和工艺操作才能保证项目顺利实施, 保证施工质量和安全。顶进力计算顾名思义就是对顶管施工中顶推所施加力的一种计算方法。在这一过程中, 既要考虑土的力学性质又要考虑管的材料, 直径和壁厚, 同时还要考虑施工条件和环境因素。一点的偏差都可能导致整个工程的失败, 因此工程师们在进行顶进力计算时必须严谨认真, 细致入微。实际顶管施工时顶进力计算既要准确又要灵活。工程师在施工过程中, 需根据施工现场实际状况不断做出调整, 以保证计算结果符合实际操作, 避免因理论计算忽略施工现场实际状况, 从而造成工程失误。只有理论联系实际, 长距离顶管施工才能顺利地完 成, 工程质量安全才能得到保障。正由于长距离顶管施工过程中顶进力的计算具有重要意义, 所以工程师在实际工作中要时刻提高警惕并严格执行工程要求, 决不马虎。只有这样才能保证市政给排水工程顺利实施, 从而为城市发展提供扎实的基础保障<sup>[4]</sup>。

**(四) 顶管施工**

顶管机安装在工作井内, 施工过程中需要对顶管机进行精确定位和固定, 以保证顶管机的稳定性和精度。安装过程中, 首先将导轨铺设在工作井底部, 并调整导轨的水平度和直线度, 确保顶管机的运动轨迹与设计轴线一致。随后, 安装液压千斤顶和注浆系统, 确保顶管机的动力和压力供应。安装完成后, 进行全面调试, 包括电气系统、液压系统和导向系统的检查和测试, 确保各系统运行正常、顶管机工作状态良好。顶管施工通常采用分段顶进的方法, 即将管道一节节顶入地下, 直至贯通整个顶进长度。顶进过程中, 通过液压千斤顶施加顶力, 使顶管机沿导轨推进, 并逐段推动管道。顶进过程中需实时监控顶进力、掘进速度和顶管机姿态, 确保顶进过程的安全和稳定。为了减少顶进阻力和防止地层变形, 需在顶进过程中进行注浆, 向顶管机前方注入泥浆, 平衡土压并润滑管道外壁。此外, 需进行定期测量和校正, 确保顶进轴线和标高的准确性, 防止顶管机偏离设计路

线。每节管道顶进后, 需进行接口处理, 以确保管道连接的牢固性和密封性。接口处理通常采用橡胶圈密封和注浆密封相结合的方式。首先, 在管道接口处安装橡胶密封圈, 并确保密封圈的位置和状态正确。然后, 通过注浆系统向接口处注入水泥浆或环氧树脂浆, 填充接口间隙, 增强接口的密封性和强度。

**(五) 自动化监控与沉降监测**

在自动化监控与沉降监测的施工过程中, AVN1200 顶管机配备德国西门子可编程逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)控制的自动化监控系统, 实时监测顶管推进力、泥浆压力、导向偏差等关键参数。一旦参数超出设定范围, 系统会自动调节推进力或泥浆压力, 以防止异常情况发生。地表沉降与地层位移的监控由美国天宝公司的四唯控制(Trimble 4D Control)系统完成, 在施工区域布设多达 50 个沉降监测点, 实时采集数据, 确保施工过程中对周边建筑及地下设施的影响降至最低<sup>[5]</sup>。

**结语**

顶管施工技术是市政给排水施工过程中一种高效环保的方法, 其应用前景广泛, 实践价值显著。我国大部分城市管网设施主要依靠重力流来输送, 其缺点是施工难度大、施工周期长、造价高、对城市环境影响大, 尤其是在一些老城区或历史文化名城更难实施。通过对现有技术资料的研究分析, 并与现场实际测量结果相比较, 验证了采用新工艺、新技术在工程施工中的适用性和有效性。该工艺和技术可供类似工程借鉴和参考, 也将推动我国市政地下管网建设的技术进步。

**参考文献**

[1] 陈波. 市政工程建设中顶管工程技术的应用[J]. 建材与装饰, 2019, (35): 21-22.  
 [2] 冯绍海. 市政工程建设中顶管施工技术的应用[J]. 现代物业(中旬刊), 2019, (11): 230.  
 [3] 韦汉重. 市政工程建设中顶管施工技术的应用[J]. 现代职业教育, 2019, (05): 204-205.  
 [4] 胡洁. 市政工程建设中顶管施工技术的应用[J]. 建材与装饰, 2019, (05): 21-22.  
 [5] 肖咸霖. 市政工程建设中顶管施工技术的应用探讨[J]. 居舍, 2018, (22): 62.