

市政道路排水工程顶管施工技术研究

张长帅 赵 壮

中建八局第二建设有限公司 山东 济南 250014

摘 要:随着城市化进程的迅猛推进,城市规模不断扩大,人口日益密集,市政道路排水工程作为城市基础设施的关键组成部分,其重要性愈发凸显。本文聚焦市政道路排水工程中的顶管施工技术,系统阐述其原理与特点,包括对环境影响小、适应性强、精度高、速度快及综合成本低等优势。文章详细梳理顶管施工的完整工艺流程,涵盖施工准备、工作井与接收井施工、顶管机选型安装、顶进施工、管道接口处理、注浆及设备拆除等环节,并深入分析顶力计算与控制、顶管机姿态控制、泥浆处理利用、管道防腐保护等技术要点,为市政排水工程顶管施工的实践应用提供了全面的技术参考。

关键词:市政道路;排水工程;顶管施工;技术研究

引言:在城市化进程不断加快的当下,市政道路排水工程建设规模日益扩大,对施工技术的要求也愈发严苛。传统排水施工方法在应对复杂地质条件和城市环境限制时,逐渐暴露出诸多弊端。顶管施工技术作为一种非开挖施工方法,凭借其独特优势,在市政道路排水工程中得到广泛应用。它不仅能减少对地面交通和周边环境的干扰,还能有效穿越地下障碍物,适应不同地质条件。深入研究市政道路排水工程顶管施工技术,对于提高工程质量、缩短工期、降低成本以及推动城市基础设施建设可持续发展具有重要意义。

1 顶管施工技术原理与特点

1.1 施工原理

顶管施工技术是一种非开挖的管道铺设方法。施工时,先在工作井内安装好顶管机及后续顶进设备,将待铺设的管道置于顶管机后方。通过主顶油缸产生的推力,推动顶管机及管道向前顶进,使其逐渐进入土体。在顶进过程中,顶管机前方配备的切削刀盘对土体进行切削、破碎,破碎后的土体通过螺旋输送机或泥浆泵等设备排出井外。随着顶管机不断前进,后续管道依次连接并顶进,直至到达接收井。整个过程无需大面积开挖地面,仅在工作井和接收井处进行局部施工,从而实现地下管道的铺设,最大程度减少了对地面交通、周边建筑物及地下管线等的影响。

1.2 技术特点

1.2.1 对环境影响小

顶管施工属于非开挖技术,无需大规模开挖地面。这极大地减少了施工对城市道路的破坏,避免了道路翻修带来的交通拥堵,保障了市民日常出行。同时,降低了施工产生的扬尘和噪音污染,减少了对周边居民生

活的干扰。而且,该技术不会破坏地下原有管线及周边建筑物的基础,有效保护了城市地下空间结构和生态环境,符合绿色施工理念。

1.2.2 施工适应性强

顶管施工技术能适应多种复杂地质条件,无论是软土、砂土还是含有卵石、孤石的地层,都能通过调整顶管机类型和施工参数顺利施工。同时,它不受地面建筑物、交通要道、河流湖泊等障碍物的限制,可在狭窄空间或特殊环境下进行管道铺设,为市政道路排水工程在复杂城市环境中的建设提供了可靠的技术解决方案。

1.2.3 施工精度高

借助先进的测量和导向系统,顶管施工能精确控制管道的顶进方向和标高。在施工过程中,可实时监测管道的位置偏差,并及时调整顶进参数,确保管道按照设计路线准确铺设,偏差控制在极小范围内。高精度的施工能有效避免管道错位、渗漏等问题,保证排水系统的正常运行,提高工程质量和使用寿命。

1.2.4 施工速度快

顶管施工实现了管道的连续顶进,减少了传统开挖施工中频繁的工序转换和等待时间。同时,无需进行大规模的土方开挖和回填,大大缩短了施工周期。而且,该技术可多工作面同时作业,进一步提高施工效率。在市政道路排水工程中,快速施工能减少对城市正常运转的影响,尽快恢复道路通行和周边环境秩序。

1.2.5 综合成本低

虽然顶管施工设备和技术投入相对较高,但从整体工程来看,其综合成本较低。一方面,减少了土方开挖、运输和回填等大量工程量,降低了材料和人工成本;另一方面,施工速度快,缩短了工期,减少了因施

工对周边环境和交通影响带来的间接经济损失。此外,对环境破坏小,后期维护成本也相对较低,具有显著的经济效益和社会效益^[1]。

2 市政道路排水工程顶管施工技术的工艺流程

2.1 施工准备

施工准备是市政道路排水工程顶管施工顺利开展的基础,涵盖多方面工作。在技术准备上,需组织施工人员熟悉施工图纸,明确设计意图与要求,开展技术交底,确保每个环节的技术要点清晰。同时,结合现场地质、水文等条件,编制详细的施工方案,并进行专家论证与审批。场地准备方面,要对工作井和接收井的位置进行精确测量定位,清理场地杂物、障碍物,进行场地平整与硬化,为施工设备和材料堆放提供稳定场地。搭建临时设施,如办公区、生活区、材料仓库等,满足施工期间人员生活和物资存储需求。材料与设备准备至关重要。根据设计要求,采购合格的管材、管件及辅助材料,并进行严格检验。

2.2 工作井和接收井施工

工作井和接收井是顶管施工的关键设施,其施工质量直接影响顶管作业的顺利进行。施工前,需依据设计图纸精准放线,确定井位。接着进行基坑开挖,根据地质条件选择合适的开挖方式,如放坡开挖或支护开挖。若地质较差,需采用钢板桩、地下连续墙等支护结构,确保基坑稳定,防止坍塌。开挖至设计标高后,进行基础施工,一般采用混凝土垫层,保证基底平整坚实。随后绑扎钢筋、支立模板,浇筑井壁混凝土,注意控制混凝土的浇筑质量和养护条件,避免出现裂缝等质量问题。在井壁施工过程中,要预留好洞口及预埋件,为后续顶管机的进出和管道连接做准备。

2.3 顶管机选型与安装

顶管机的合理选型与正确安装是顶管施工的核心环节,直接关系到施工效率与工程质量。选型时,需综合考量地质条件、管道直径、顶进距离等因素。在软土地层,可选择土压平衡式顶管机,它能够有效平衡开挖面土压力,防止地面沉降;若遇砂层或含卵石地层,泥水平衡式顶管机更为合适,其通过泥浆输送土体,能更好地适应复杂地质。同时,依据管道直径和顶进长度,确定顶管机的规格和动力参数。安装环节,先将顶管机吊运至工作井内指定位置,利用专用吊装设备精确就位。接着进行设备连接,将顶管机与主顶油缸、导轨等系统可靠连接,确保各部件传动顺畅。安装过程中,严格把控安装精度,利用水准仪、经纬仪等测量工具,保证顶管机的轴线与设计轴线一致,偏差控制在允许范围内。

2.4 顶进施工

顶进施工是顶管工程的关键步骤,需严格按照操作规范有序推进。顶进开始前,再次检查顶管机及各相关设备的运行状态,确保其处于最佳工作条件。启动主顶油缸,缓慢施加顶力,推动顶管机向前顶进。在顶进过程中,密切关注顶力变化,根据地质情况和顶进阻力,合理调整顶进速度和顶力大小,避免因顶力过大造成管道或设备损坏,或因顶力不足导致顶进停滞。同时,安排专人监测顶管机的姿态,利用测量仪器实时获取其位置和方向信息,一旦发现偏差,及时通过调整主顶油缸的推力分布或纠偏装置进行修正,确保顶管机沿设计轴线前进。

2.5 管道接口处理

管道接口处理是市政道路排水工程顶管施工中的重要环节,直接关系到管道的密封性和整体稳定性。在顶进施工完成后,需及时对管道接口进行清理。使用专用工具清除接口处的泥土、杂物以及多余的密封材料,确保接口表面干净、平整,为后续的密封处理提供良好基础。对于常见的柔性接口,一般采用橡胶圈密封。安装橡胶圈时,要保证其位置准确、无扭曲,均匀地嵌入管道接口的凹槽内,使橡胶圈能够充分发挥密封作用,防止污水渗漏。若采用刚性接口,需按照设计要求进行钢筋绑扎、支模和混凝土浇筑。在浇筑过程中,要严格控制混凝土的配合比和浇筑质量,振捣密实,确保接口处混凝土强度满足设计标准。接口处理完成后,还需进行闭水试验,检查接口的密封性能。

2.6 注浆施工

注浆施工在市政道路排水工程顶管施工中起着巩固成果、保障质量的关键作用。当管道顶进完成后,管壁与周围土体之间会存在一定间隙,若不及时处理,可能引发地面沉降等问题。此时需进行注浆作业,通过在管道周围注入浆液来填充这些间隙。施工前,要根据地质条件和设计要求精心调配浆液,确保其具有良好的流动性、稳定性和早期强度。注浆时,采用专业的注浆设备,从管道内部均匀布置的注浆孔向周边土体注入浆液。注浆过程中,严格控制注浆压力和注浆量,压力过小无法有效填充间隙,压力过大则可能破坏管道或导致浆液外溢。

2.7 接收井施工与顶管机拆除

接收井施工与顶管机拆除是顶管施工的收尾关键步骤,需严谨操作以确保安全与工程质量。接收井施工需提前做好准备,当顶管机接近接收井时,精确测量其位置与姿态,确保能准确进入井内。在接收井内安装好洞

口止水装置,防止顶管机接收时地下水涌入。随着顶管机顶进至接收井,及时调整其运行参数,缓慢平稳地将顶管机推入井内指定位置。顶管机拆除工作要在确保安全的前提下进行。先切断顶管机的动力源,按照从外到内、从上到下的顺序,依次拆除附属设备和零部件,并做好标记与分类存放,以便后续维修保养与再利用。对于大型部件,使用专业起重设备吊运出井^[2]。拆除过程中,安排专人监护,防止发生意外事故。

3 市政道路排水工程顶管施工技术的技术要点

3.1 顶力计算与控制

顶力计算与控制是市政道路排水工程顶管施工的核心技术要点之一,精准把控顶力对施工安全与质量至关重要。顶力计算需综合考虑多方面因素。地质条件是关键,不同土层的摩擦力、内聚力差异显著,软土层摩擦力小,所需顶力相对较小,而砂砾层则摩擦力大,顶力需求大幅增加。管道材质与规格也影响顶力,管径越大、管壁越厚,顶进时受到的阻力越大。此外,顶进距离越长,累计阻力也越大。通过理论公式结合现场实际地质勘查数据,能较为准确地计算出所需顶力。在施工过程中,要严格控制顶力。借助安装在主顶油缸上的压力传感器,实时监测顶力变化。一旦顶力接近设备极限或出现异常波动,立即分析原因,如调整顶进速度、改善出土情况或采取减阻措施等,确保顶力在合理范围内,避免因顶力过大造成管道破裂、设备损坏或地面隆起等事故,保障顶管施工顺利进行。

3.2 顶管机姿态控制

顶管机姿态控制是市政道路排水工程顶管施工中的关键技术环节,精准的姿态把控能确保管道按设计轴线准确铺设。在顶进过程中,顶管机易受地质不均匀、顶力不平衡等因素影响而发生偏移。为实时掌握其姿态,需采用高精度的测量仪器,如激光导向系统,持续监测顶管机的位置、方向和倾斜角度等参数,并将数据及时反馈至控制中心。一旦发现顶管机姿态出现偏差,要迅速采取纠偏措施。通过调整主顶油缸不同部位的顶力,使顶管机受力不均而产生转向力矩,从而实现姿态修正。对于较小的偏差,可采用缓慢、小幅度的纠偏方式;若偏差较大,则需综合分析原因,制定合理的纠偏方案,分阶段逐步调整。

3.3 泥浆处理与利用

在市政道路排水工程顶管施工中,泥浆处理与利用是不容忽视的技术要点,对施工效率和环境保护意义重

大。顶进过程中,为减少管壁与土体间的摩擦力,会向管道外注入触变泥浆。但随着施工推进,大量泥浆会从管道周边渗出,这些泥浆含有大量泥土、杂质及化学添加剂,若直接排放,会污染周边土壤和水体。需设置专门的泥浆处理系统。先通过泥浆池对泥浆进行收集和沉淀,去除大部分较大颗粒的泥土和杂质。接着利用泥浆分离设备,如振动筛、旋流器等,进一步分离出细砂和泥浆中的固体成分,使泥浆达到可循环利用的标准。处理后的泥浆可重新调配后再次注入管道周围,继续发挥减阻作用,实现泥浆的循环利用,降低施工成本。

3.4 管道防腐与保护

在市政道路排水工程顶管施工中,做好管道防腐与保护工作,是保障管道长期稳定运行、延长使用寿命的关键。由于排水管道常处于潮湿、含腐蚀性介质的环境中,易遭受化学腐蚀和电化学腐蚀。因此,在管道安装前,需根据管道材质和使用环境选择合适的防腐措施。对于金属管道,常采用涂刷防腐涂料、进行热镀锌或环氧煤沥青防腐等方式,在管道表面形成一层保护膜,隔绝管道与腐蚀介质的接触。对于混凝土管道,可通过添加防腐剂、采用高性能混凝土等方法提高其抗腐蚀能力。在顶进施工过程中,要避免管道受到机械损伤。操作顶管机时要控制好顶进力度和方向,防止管道与周围土体或障碍物发生剧烈碰撞。同时,在管道接口处要做好密封处理,防止污水渗漏侵蚀管道根部^[3]。

结束语

市政道路排水工程顶管施工技术作为一项先进且实用的非开挖施工技术,在解决城市排水难题、减少对地面交通和环境影响方面发挥着不可替代的作用。通过对顶力计算与控制、顶管机姿态控制、泥浆处理与利用以及管道防腐与保护等关键技术要点的深入研究与精准把握,能够有效提升顶管施工的质量和效率。未来,随着科技的不断进步,顶管施工技术将朝着智能化、绿色化方向发展。

参考文献

- [1]金霏霏,杨阳.基于水环境治理视角下的排水管理规划策略研究[J].安徽建筑,2021,28(08):114-116.
- [2]周荃.市政给排水工程设计中节能技术的应用浅析[J].四川水泥,2021(08):91-92
- [3]邱志川.市政路桥工程施工之中软土地基处理技术[J].四川水泥,2021(08):226-227.