

# 市政道路排水工程中的顶管施工技术研究分析

吕继建 徐京生 王飞 王伟伟  
北京城建道桥建设集团有限公司  
DOI:10.12238/bd.v9i1.4325

**[摘要]** 随着城市基建范围越来越大,人们用水需求越来越高,对城市排水系统的要求也在不断逐渐增加。排水工程多位于地下,管道多结构复杂,传统的开挖施工方式具有一定的局限性,不仅影响城市交通运行,不利于周围市民日常出行,还会破坏周围的绿植环境、地下的管道线路,增加工程施工成本和社会成本。顶管施工技术是一种非开挖施工技术,只需在工作井和接收井处进行局部开挖,减少对地面交通和周围环境的影响。本文将从顶管施工技术的原理展开,分析顶管施工技术的特点,研究顶管施工技术在市政道路排水工程中的应用。

**[关键词]** 市政道路; 排水工程; 顶管施工技术; 施工

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A

## Research and analysis of pipe jacking construction technology in municipal road drainage engineering

Jijian Lv Jingsheng Xu Fei Wang Weiwei Wang

Beijing Urban Road and Bridge Construction Group Co., LTD.

**[Abstract]** With the increasing scope of urban infrastructure, people's water demand is getting higher and higher, and the requirements for urban drainage systems are also gradually increasing. Drainage projects are mostly located underground, with complex pipeline structures. The traditional excavation construction method has certain limitations, which not only affects the urban traffic operation, is not conducive to the daily travel of surrounding citizens, but also destroys the surrounding green environment and underground pipeline lines, increasing the construction cost and social cost. The pipe jacking construction technology is a trenchless construction technology, which only needs to be excavated locally at the working well and receiving well to reduce the impact on the surface traffic and the surrounding environment. This paper will start from the principle of pipe jacking construction technology, analyze the characteristics of pipe jacking construction technology, and study the application of pipe jacking construction technology in municipal road drainage engineering.

**[Key words]** municipal road; Drainage works; Pipe jacking construction technology; Construction

随着城市现代化进程的加快,市政道路排水系统也要与时俱进。但是新管道的建设不仅影响周围交通,还影响社会、环境,如何在保护城市道路的同时减少开挖次数开设新的管道成为城市管理难题。

驹子房路(姚家园路~东坝南二街)项目位于北京市朝阳区东坝地区,是首都交通网络的重要节点和交通连接线,同时是连接东坝地区保障房的主要道路,是去往东坝北西区、第四使馆区的重要道路之一。本项目全长3000m,红线宽60米,规划为城市次干路,随路进行雨水管线施工,其中涉及多处现况道路下方雨水管接驳情况,为保证现况交通顺畅,采用顶管工艺进行雨水管道施工。

## 1 顶管施工技术的概述

### 1.1 顶管施工技术的原理

顶管施工技术是一种不需要开挖或者少开挖的管道埋设施工技术。施工前,需要在管道的起始端和终端挖出工作井和接受井,工作井是顶管顶进系统的始发地承担着主顶油缸反作用力的构筑物,可以安放所有顶进设备。接收井是接收顶管掘进机或工具管的场所。施工时,将顶管机放置在工作井内的导轨上,通过主顶油缸的推力,将顶管机沿着预设的管道轴线方向顶进土层<sup>[1]</sup>。顶管机前端的刀盘或切削装置在前进过程中切削土体,被切削下来的土体通过排土系统排出,如泥水平衡顶管机通过泥水输送系统将切削下来的土体与泥水混合后排出,土压平衡

顶管机则通过螺旋输送机将土舱内的土体排出。随着顶管机的推进,后方的管道一节一节地被顶入土层,形成连续的管道。在顶进过程中,通过激光导向系统等设备对顶管机的位置和方向进行实时监测和调整,以确保管道按照设计的轴线和坡度顶进,纠正管道在地下延伸的偏差。

### 1.2 顶管施工技术的特点

#### 1.2.1 非开挖施工

顶管施工技术可以做到少开挖,非必要不开挖。在城市建设中,地下管道复杂,采用传统开挖施工不仅需要拆除路面建筑物,还需要对地下管道位置进行检测,避免因开挖导致的地下管道被破坏,造成经济损失。顶管施工技术只需要在管道的起始端和终端挖出工作井和接收井,减少对地面设施的破坏,不影响周围居民正常生活<sup>[2]</sup>。

#### 1.2.2 对周围环境影响小

顶管施工技术不需要大面积的开挖,因此在施工过程中所产生的噪音、粉尘等污染物也相对较少。在传统水管道施工中需要用到大型设备,大型设备运转会产生大量噪音,影响周围居民生活。同时,在施工过程中会产生大量的粉尘和废弃物,如果不及处理,粉尘会随风飘散污染周围空气,废弃物会污染周围土壤和水体。而顶管施工技术是在顶管中施工,施工环境不暴露在外,降低施工对环境的污染,实现绿色施工。

#### 1.2.3 施工精度高

顶管施工技术中的顶管机具有激光导向系统,通过测量设备能够实时监测管道的顶进方向和位置,可以精确控制管道的顶进轨迹,还可以按照设计要求的轴线和坡度进行铺设,便于施工人员操作查看施工进度。

#### 1.2.4 适应性强

顶管施工技术广泛适用于软土、砂土、岩石等地质。施工人员可以针对不同的地质情况选择合适的顶管机和施工工艺。软土层可以选择土压平衡顶管机,通过控制土舱内的土压力来平衡开挖面的土体压力。砂土层可以选择泥水平衡顶管机,利用泥水压力来平衡土压力和地下水压力。岩石层需要根据岩石的可切削性进行选择顶管设备和刀具。页岩相对较软,可切削性好,石英含量高的岩石硬度极高,可切削性差<sup>[3]</sup>。

#### 1.2.5 综合成本低

顶管施工技术虽然前期投入大,但是从长远的角度来看,顶管施工技术可以避免对地面设施的破坏、降低对周围环境的影响、缩短了施工周期、提高施工效率、减少人工成本和设备租赁成本,保障工程经济效益。

## 2 顶管施工技术在市政道路排水工程中的应用流程

### 2.1 现场勘查

在施工前,施工人员需要对施工现场地下管网、地形地貌、水文地质、周围建筑物、交通道路进行详细勘察,精准掌握施工区域各种信息。在勘察地下管网时需要运用专业的地下管线探测仪对施工区域及周边的水管、排水管、燃气管、电力电缆、通信电缆进行探测,掌握管网的具体位置、走向、

管径、材质、埋深等具体信息并在图纸上标注,避免施工时挖掘误伤管线导致信号中断、煤气泄漏、断电等,保障地下管线的安全<sup>[4]</sup>。

在勘测地形地貌时需要借助全站仪、水准仪等仪器,绘制详细的地形图。地形图应准确反映出准备施工地区的地形起伏、坡度、高差等信息,根据地形勘测结果,选择相对平缓的地段设置工作井和接收井,采取相应的支护措施,确保施工可以安全顺利进行。

在勘测水文地质时需要当前位置进行钻探、抽水试验等方法,获取施工区域的地下水水位、水量、水质、地层岩性、土壤物理力学性质等信息,判断地下水对顶管施工的影响,选择合适的顶管施工方法,避免出现顶管机在顶进过程中出现涌水、坍塌等事故。

### 2.2 施工方案设计

根据现场勘查结果施工人员结合工程要求、法律法规、国家标准开始设计施工方案,确定顶管施工方法、设备选型、施工顺序、进度计划等内容。在确认顶管施工方法时要结合现场地质勘测报告结果。①泥水平衡顶管是一种以全断面切削土体,通过泥水压力来平衡土压力和地下水压力,并将泥水作为输送弃土介质的机械自动化顶管施工法,适用于软土、粘土、砂土、砂砾土等多种土质。②土压平衡顶管是一种根据土压平衡原理,通过顶管机的刀盘切削和支承机内土压舱的正面土体,抵抗开挖面的水、土压力从而实现土体稳定,是一种全土质的顶管方法。③气压平衡顶管是一种通过调节出泥舱的气压稳定开挖面,弃土以泥水方式排放出,以气体压力阻止地下水,适用于淤泥和粘性土、粉质土、粉土、砂土等土层。

设备选型直接影响施工效率、施工质量。常用的顶管施工设备有顶管机、千斤顶、油泵、注浆设备、测量仪器等。设备选型应根据施工方法、管道直径、长度、地质条件进行综合考虑。顶管机是顶管施工技术的核心,在选择时需要考虑其类型、刀盘形式、切削能力、密封性能。针对大直径管道的顶管施工人员可以选择具有较大推力和切削能力的顶管机,针对地质条件复杂的施工区域施工人员可以选择适应能力强、密封性能好的顶管机<sup>[5]</sup>。

在制定施工顺序时工程师应遵循先深后浅、先主后次的原则,做好各工序之间的衔接配合。在顶进过程中采用分段顶进,每段顶进长度根据地质条件和顶管机的性能确定,合理安排注浆、测量等工序,避免因施工混乱导致的工期延误问题,保障施工的连续性和高效性。

### 2.3 工作井、接收井施工

工作井、接收井施工时需要考虑井口尺寸、结构、支护。工作井的平面尺寸应满足顶管机、千斤顶、油泵等设备的安装和操作空间要求及管道堆放、运输要求留有一定空间,通常工作井的平面尺寸为6米×4米,深度为8米,具体可以根据施工情况而定。接收井的平面尺寸应满足顶管掘进机或工具管的接收和吊出要求,通常接收井的平面尺寸为6米×3米,深度为7米。工作

井、接收井的尺寸过小会导致设备无法安装或操作不便,影响施工效率和质量,尺寸过大会增加施工成本和施工难度<sup>[6]</sup>。

工作井、接收井常见的结构形式有钢筋混凝土结构、钢板桩结构、沉井结构等。在地质条件较好、地下水位较低的情况下,采用钢筋混凝土结构或钢板桩结构。在地质条件复杂、地下水位较高的情况下,采用沉井结构,沉井结构具有整体性好、防水性能强、对周边环境影响小等优点,能够有效保证工作井和接收井的稳定性和安全性。

工作井、接收井中常见的支护方式有放坡开挖、土钉墙支护、排桩支护、地下连续墙支护等。在地质条件较好、开挖深度较浅的情况下,可以采用放坡开挖或土钉墙支护。在地质条件复杂、开挖深度较深的情况下,宜采用排桩支护或地下连续墙支护。

#### 2.4 顶管施工过程

在施工前需要对顶管机进行安装与调试,使用起重机将顶管机吊运至工作井内的导轨上,吊运过程中要保持顶管机的平稳,避免碰撞工作井壁和导轨。顶管机放置在导轨上后,通过测量仪器对顶管机位置进行定位和调整,确保其中心轴线与管道的设计轴线重合,误差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内,保证其安装精度。安装完成后对顶管机的电气系统、液压系统、推进系统、切削系统、测量系统进行调试,严格按照设备操作规范进行操作,根据步骤逐一检查和测试。首先检查电气系统的接线是否正确,各电器元件是否正常工作,绝缘性能是否良好,其次检查液压系统的油管连接是否牢固,有无漏油现象,油泵的工作压力和流量是否符合要求,测试推进系统的千斤顶推力是否均匀,行程是否满足要求,再检查切削系统的刀盘转动是否灵活,刀具的切削能力是否正常,最后调试测量系统的激光导向仪、陀螺仪等设备,确保其测量精度和稳定性<sup>[7]</sup>。

顶管机安装、调试后进行管道顶进工作,在顶进过程中要严格按照设定的参数进行操作,通过顶管机的控制系统,实时监测顶进速度、顶力、土压力、泥水压力等参数,并根据实际情况进行调整。当顶力突然增大时,可能是遇到了障碍物或土体阻力增大,此时应立即停止顶进,查明原因并采取相应措施,调整顶进方向或对土体进行加固,当土压力或泥水压力发生变化时,要及时调整顶进速度或注浆量,以保证挖掘面的稳定。在管道顶进的同时还要对顶管内的土体排除工作井,运输到指定地点进行处理。不同的顶管机处理方式不同,泥水平衡顶管机通过泥水输送系统将切削下来的土体与泥水混合后排出,而土压平衡顶管机是通过螺旋输送机将土舱内的土体排出。

#### 2.5 工作井、接收井处理

顶管施工完成后要对管道进行封堵和回填工作,封堵工作是为了防止地下水和杂物进入工作井和接收井影响排水系统的正常运行,通常采用钢筋混凝土盖板进行封堵。在封堵前需要对井口进行清理,确保井口表面平整、无杂物,再将预制好的钢筋混凝土盖板安装在井口上,并用水泥砂浆将盖板与井口之间的缝隙填充密实。在填充水泥砂浆时,可以采用分层振捣的方法,保证水泥砂浆的密实度,防止出现裂缝和渗漏现象。

回填工作需要将工作井、接收井周围的土体回填至原状,恢复地面的平整度和稳定性。回填时需要避免使用含有杂质和有机物的土壤,分层进行回填和夯实,可以采用小型夯实机进行分层夯实,每层回填厚度不宜过大,回填厚度应控制在 $200\sim 300\text{mm}$ 左右,每层回填后进行压实度检测。在回填过程中,还需要注意保护周边的地下管线和建筑物,避免回填过程中对地下管线造成损坏。针对靠近地下管线的区域,可以采用人工夯实的方法。

### 3 结语

如今,顶管施工技术凭借施工精度高、适应性强、综合成本低、对周边环境影响小等优势,广泛应用在市政道路排水工程中。但是在面对不同土质时还会给施工带来不同程度的困难。未来,仍需不断加强对顶管技术的研究,改进和完善现有技术,提高施工的技术标准和质量标准,促进管道的利用率,减少经济损失。

#### [参考文献]

- [1]傅飞越.污水管顶管施工技术在市政道路排水工程中的应用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(9):116-119.
- [2]李金鹏.泥水平衡顶管施工技术在市政道路排水工程中的应用[J].中国厨卫,2024,23(8):157-159.
- [3]倪小莉.市政道路排水工程中的污水管顶管施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(6):83-86.
- [4]武群凯.关于市政道路排水工程污水管顶管施工技术的探讨[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(7):25-27.
- [5]袁庚午.市政道路排水工程中的污水管顶管施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(4):124-127.
- [6]邢照亮.市政道路给排水工程顶管施工技术研究[J].建筑技术开发,2024,51(8):57-59.
- [7]王贵文.市政道路排水工程污水管道顶管施工技术研究[J].门窗,2024(16):61-63.

#### 作者简介:

吕继建(1989--),男,汉族,山东省菏泽市人,大学本科,工程师,从事的研究方向或工作领域:道路与桥梁施工。