

基于市政给排水施工的非开挖顶管施工技术研究

汪 琴

(思信集团有限公司, 安徽 潜山 246300)

摘 要 市政给排水工程施工中, 非开挖顶管技术因其适用范围广泛、易于控制开挖方向、挖掘精度较高等优势, 受到了广泛关注。为提升非开挖顶管技术施工质量和效率, 保障城市给排水系统高效运行, 相关人员应当全面把握相关技术应用要点。文章基于市政给排水施工实践, 对非开挖顶管施工技术的特征和优势进行了分析, 并对其施工技术的全过程应用进行详细介绍, 希望为相关工程施工提供有益参考。

关键词 市政给排水; 非开挖顶管施工技术; 顶进管道; 顶管机器; 顶管穿墙

中图分类号: TU99

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0121-03

给排水工程是市政工程的重要组成部分, 是城市给水、供水、污水处理的基础保障。在市政给排水施工中, 不仅需要确保施工质量符合国家相关标准, 更应当重视施工的效率 and 资源的节约, 更好地提升给排水服务水平。传统城市给排水施工技术存在着设备运行损耗较高、项目使用寿命较短等不足。非开挖顶管施工技术有效避免了此类不足, 相关人员需要在明晰其应用要点的基础上, 积极运用于市政给排水施工实践中, 为城市排水、污水处理等各项工作的实施提供保障。

1 非开挖顶管施工技术分析

1.1 非开挖顶管施工技术特征分析

非开挖顶管施工技术是指不开挖土层或仅开挖工作井、接收井, 在保持尽可能小的开挖量的作业条件下, 借助岩土钻掘技术定向钻进, 进而通过液压千斤顶等顶进设备将管道按照设计坡度、方向推入, 进行管道铺设、修复、更换的技术。非开挖顶管施工开挖面积较小, 不破坏上层地层, 能够迅速完成管道工作, 在综合管道施工、下穿建筑物、公路、铁路施工、给水排污管道施工、通信管道施工中均有着较广泛的应用空间。^[1]

1.2 市政给排水非开挖顶管施工技术应用优势分析

传统市政排水工程施工需要对路面进行大范围开挖, 为保障车辆、行人安全, 需要在施工现场周围设置路障, 或采取道路断交的方式进行。这样的施工对于车辆、行人影响较大, 增加了交通事故发生概率, 已经难以满足近年人口、车辆不断增多, 建设规模不断扩大的城市发展需求。同时, 对地面的长时间、多

次开挖会扰动土层, 伤害地层结构, 容易导致管道节点等部位发生变形, 损伤管道寿命, 且难以有效修复, 往往需要更换整段管道。非开挖顶管施工技术挖掘面积小, 不易受到周边环境、天气的影响, 避免噪声、粉尘污染和长时间占用道路, 对周边居民影响较小。同时, 非开挖顶管技术采取顶进方式直接放置管道, 不需要进行管线开挖或者穿越管线, 能够下穿公路、铁路、河流, 也能够从既有管线、建筑物的下方地层穿过, 节约了工程资源资金, 提高了管线设置精度, 有着多方面优势, 在市政排水施工中应用价值较高。

2 市政给排水施工的非开挖顶管施工技术要点

2.1 重视前期准备工作

为保障非开挖顶管施工技术的有效应用, 市政给排水施工相关人员需要重视前期准备工作, 合理选择顶进管道和顶管机器, 从多角度落实前期准备, 为后续实际施工打下基础, 保障整体施工质量和施工效率。^[2]

1. 合理选择顶进管道。顶进管道是非开挖顶管施工技术的亮点之一。为充分发挥非开挖顶管技术的优势, 相关施工人员应当依据工程设计目标和施工环境等实际情况, 合理选择顶进管道。如果施工现场不存在腐蚀等特殊情况, 通常情况下可以选择钢筋混凝土材质的顶进管。顶进管的直径、长度等均会影响整体施工质量和经济效益, 这一问题在钢筋混凝土顶进管方面更为突出, 相关施工人员应当充分结合技术规定、设计规范, 计算所需的顶进管参数。通常情况下, 市政给排水工程施工所需顶进管内径通常在 500 mm 范围内。在施工实践中, 往往结合非开挖顶进技术和传统

人工施工,受到施工环境等影响,符合设计、施工要求的顶进管仍会出现难以充分发挥期待效果等情况,相关施工人员可以积极运用大数据、VR等“互联网+”工具,构建施工环境模拟模型,结合顶进管的设计长度与管径,预判其使用效果,针对性加以修正,保障各环节施工质量的同时,进一步减少成本浪费,创造更多经济效益。

此外,近年重量较轻、耐腐蚀的MRP、PE等材料顶进管逐渐普及,相关施工人员可以按需选用。^[3]

2. 设计顶管导向轨迹。非开挖顶管技术需要顶进管道,合理的导向轨迹是确保成功的关键。同时,非开挖顶管技术对于管线、重力管等要求更高,相关施工人员必须科学设计顶管导向轨迹,尽最大可能规避设计误差,消除施工不利因素,降低施工风险,提升施工质量。与传统施工方式相比,非开挖顶管施工技术中,管线承受着来自多个方向的作用力,包括顶进时与岩石的摩擦力、承受前面和上部土层的压力、顶进机器的顶推力、地面的载荷等,同时施工中顶管的管体在衬板和盾构等静止结构的掩护下不断运动,需要承担轴向的载荷。采用一条与管外径相同的假定管沟进行计算的传统方式得出数值往往较小。在实际设计中,相关人员可以利用测控机器人等新型设备,使多个机器人构成一条直线,进一步将工作井的参考点的工程坐标传至顶管机首棱镜,绘制顶管头端的3D模型,精确计算导向轨迹,确保顶管水平范围在 $\pm 12^\circ$ 以内,水平精度在 $\pm 30''$ 以内,两轴跟踪速率在 $6\sim 8'/s$ (图1)。

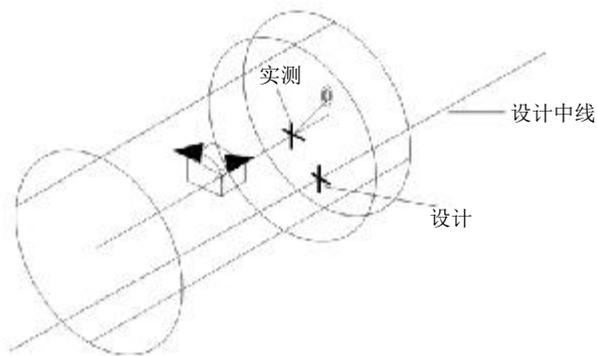


图1 非开挖顶管技术顶管导向轨迹设计示意图

3. 科学配置顶管机器。非开挖顶管施工技术需要机器顶进设置管道,顶管机器的选用与最终施工效果直接相关。相关施工人员需要充分考虑施工环境和土壤特点进行充分考虑,选择安全性、效率性突出的顶管机器。依据施工现场和地下水位的关系,顶管机器可分为敞开类顶管机和平衡类顶管机。通常情况下,

地下水位以上施工选用机械式顶管机、挤压式顶管机、人工挖掘式顶管机等敞开式顶管机;地下水位以下施工选用土压平衡式顶管机、泥水平衡式顶管机等平衡类顶管机。确定顶管机器类型后,相关施工人员还需结合依据顶管机器承受能力、机头迎面阻力、顶进贯入阻力、选用管材重量等,明确最终顶进总阻力,确定主顶油缸的参数,并将其与顶管能够承受的最大顶力进行对比,如不符合,需要合理调整顶管类型和顶管机器参数。施工开始前,相关施工人员还需调查工作井、接收井等设施,加设安全防护工作,结合顶管机器数据加固周围土体;并在工作井中加设千斤顶、轨道、测量设备、送风设备等辅助设备,确保顶管机器安全稳定运行。

2.2 明确非开挖顶管施工技术要点

1. 顶管穿墙施工。顶管穿墙是指将穿墙闷板与相应工具管放置在工作井外,并安装穿墙止水设备的施工,是非开挖顶管施工技术的重要环节。^[4]为进一步提升管道的抗水土能力,相关施工人员可以将强度较低的水泥黏土、夯实的黄黏土等填入穿墙工具管之中,并使用顶进管堵塞中间缝隙后,迅速进行穿墙管外侧注浆工作,待触变泥浆凝固后继续开展穿墙施工。闷板开启后,应当确保工具管推进作业和止水工作共同进行。相关施工人员需要选择拉伸性、耐磨性优异材料制成的止水环板,借助工具管直接将止水环板顶入橡胶板中。在实际施工中,相关人员应当密切关注管道、土层情况,及时优化调整施工方案,确保获得良好效果。

2. 顶管出洞。顶管穿墙施工结束后,如符合相关标准规定、设计规范,应当进入下一步顶管出洞施工,这一环节在整体非开挖顶管施工中尤为重要,应引起相关施工人员的重视。

在实际施工前,相关施工人员需要在接收井砖封门之前均匀铺设钢板桩,避免出现坍塌,保障施工安全。拆除砖封门后,顶管机器需沿砖封门方向迅速顶进管道,并当顶管机器整体出洞后,分离机头和管道。这一过程中,相关人员需要严格控制顶管机器出洞时间,避免水分渗入,造成水土流失。在实践中,相关人员需要首先拆除砖封门一端的钢板桩,并确保顶管机器和砖封门间保持 $50\sim 100\text{ mm}$ 间距,使得顶管机器由该端向另一端出洞。顶管出洞后,井内留下了一定空间,需要进行止水处理。相关人员应当提前在橡胶法兰板上编织钢丝,制作止水环,并在洞口位置设置钢法兰和钢筒,将止水环与其焊接,以及时封闭洞口。如洞口中没有水渗出,或沉积淤泥,拆卸止水环,将钢法

兰收回,完成止水工作。同时,相关施工人员需要注重控制顶管机器出洞姿态,确保基坑导轨安装合理,开挖面土体稳定,并时刻监督操作流程,避免出现操作不当。

3. 注浆施工。非开挖顶管施工中,为方便管道设置,使用的顶进机器外径需要较管道外径大 2~5 cm,在管道和土层中留下了一定的缝隙,影响后续管道填埋工作的进行。如管道线路较长,或管道直径不符合设计规范,缝隙过大,甚至会导致土方塌陷等严重事故。管道设置结束后,相关施工人员需要进行注浆施工,向缝隙部位注入触变泥浆,使其逐渐在土层中扩散,最终于土层融为一体,在管道外侧形成“泥浆套”,以保护管道缝隙,同时平衡土层压力,减少管道和土壤间阻力,延长管道使用寿命,提升给排水管道的整体施工质量。

首先,相关施工人员应当结合相关法律法规、施工规范和工程实际情况,合理选用触变泥浆材料^[5]。通常情况下,可以将总量在 2% 以内的优质膨润土加入泥浆中,保障触变泥浆的流动性和黏性。此外,也需要在触变泥浆中加入石灰等凝固剂、松香酸钠等塑化剂,以及聚合物强化型材料,进一步提升触变泥浆的稳定性。在实际施工中,可以以 3 个注浆孔为一组进行注浆,并确保泵送出口压力维持在 105~130 Pa,最大限度地避免空气阻力影响,进行高质量注浆。触变泥浆配置后,会逐渐失水,失去原有特性,如设置管道较长,需要间隔 2 至 5 根管道,设置多组注浆孔,同时开展顶进和注浆施工,及时补充新鲜的触变泥浆。

2.3 注重顶管测量和偏差校正

在非开挖顶管施工中,受到土层特性、管道连接方式的影响,导致顶管中线偏离,顶管机器的顶进会产生一定的震动,引发土层的微小沉降,也会偏离顶进方向。相关施工人员应当注重顶管测量和偏差校正。

顶管测量包含顶管中线桩测试工作、导轨安装测量工作、高程测量工作等多样工作。通常情况下,首节顶进约 200~300 mm,后续管道每顶进约 0.5~1.0 m 便需进行顶管测量,及时发现偏差问题。发现偏差后,相关人员应当依据施工特性、设计要求等合理选用挖土校正、强制校正、工具管校正等方式进行校正工作,将垂直、横向偏差控制在 30~50 mm 间,进一步确保管道设置的精确性,推动整体给排水施工工作顺利进行。

为最大限度地避免偏差问题,相关工作人员应当遵守实时定位、实时测量、实时校正的原则,将顶管测量和偏差校正融入施工的每一环节。同时,相关人

员应当重视首节管道设置,合理选择管道长度,实地验证顶进精准度。如顶管机器头部显著偏离管道轴线,需要立即通过千斤顶进行调整,为后续管道设置打下基础。

2.4 合理进行管道试压

为确保整体工程符合设计标准,保障给排水管道的使用性,在管道顶进施工结束后,相关施工人员需要合理地进行管道试压,检测管道水压承受能力^[6]。

在管道隐蔽处理前,相关施工人员应对单一管道进行试压,整体管道设置后,也需进行系统试压。管道试压前,相关施工人员应当首先排除安装完毕管道中的空气,往其中注水加压,达到设计工作压力的约 1.5 倍后停止注水,并观察管道连接处、各阀门位置是否出现泄漏情况,以全面检查管道密封性。通常情况下,金属管道、复合管道经过约 10 min,塑料管道经过约 1h 后,相关施工人员需要进一步注水或排水,改变管道内试验压力,确认压力排出时的具体情况。

3 结束语

非开挖顶管施工技术作为近些年的新型技术之一,施工简便性、精确性大大提升,有效弥补了传统市政给排水施工的不足,有着不可替代的应用价值。相关施工人员应当具备较强的综合素质与专业能力,把握非开挖顶管施工技术工作流程,重视前期准备工作,合理选择顶管材料,科学配置顶管机器;明确顶管穿墙、顶管出洞、注浆施工等技术要点;并注重顶管测量与偏差校正、合理进行管道试压,从多方面入手确保非开挖顶管施工有效开展,并严格遵循相关标准与设计规范,保证施工质量和效率,更好地为城市给排水服务。

参考文献:

- [1] 林志金. 建筑给排水工程施工质量管理的实践举措之研究[J]. 居业, 2023(12):185-187.
- [2] 郑泊轩. 市政给排水施工中长距离顶管施工技术的应用与分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(28):214-216.
- [3] 郝传宝, 鲍林, 陈敏. 现代市政道路给排水管道工程设计与施工研究[J]. 住宅产业, 2023(07):66-68.
- [4] 沈寒峰, 李鹏飞. 市政工程给排水管道防渗漏施工技术[J]. 北方建筑, 2023, 08(03):55-59.
- [5] 陈骥驰. 市政给排水工程施工存在的不足及处理措施[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(04):137-139.
- [6] 王俊. 长距离顶管施工技术在市政给排水项目中的应用研究[J]. 科技创新与生产力, 2022(12):128-130, 133.