

市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术分析

李 薇¹, 李长宽², 刘 丹², 李晶婧³, 张靖怡²

(1. 山西众志成城工程设计有限公司, 山西 太原 030000;

2. 水发规划设计有限公司沈阳分公司, 辽宁 沈阳 110000;

3. 中国华西工程设计建设有限公司辽宁北方分公司, 辽宁 沈阳 110000)

摘 要 在我国, 市政管网建设是一项非常重要的民生建设工程, 涉及领域较多, 对建设项目的技术要求也高。市政给排水管网是保障城市供水、生活用水和生活污水处理的重要组成部分。在此类工程的施工中, 要全面、严格地控制工程质量, 确保工程的各项质量符合国家规定的要求, 也要确保工程按时竣工。在实践中, 非开挖顶管可以有效地减少工程的开挖量, 显著减少施工用地, 同时不会对周围环境造成太大影响, 并且可以在提高建筑效率和质量之间取得平衡。

关键词 市政工程; 给排水施工; 非开挖技术; 顶管施工

中图分类号: TU99

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)10-0049-03

1 市政给排水工程的建设价值

市政给排水系统是城市规划的重要组成部分, 也是城市建设的一个重要组成部分。市政雨水系统与人民生活密切相关, 其便捷性特点主要体现在最大限度地利用自然资源, 在保护环境的同时推进城市防洪排涝工作。当前, 我国已进入城市化高速发展阶段, 如何保持生态环境的可持续发展, 如何保持社会经济的均衡发展, 是社会建设面临的重大问题。市政给排水系统不仅可以保证人们的生活质量, 还可以促进城市给排水的市场化发展。市政工程给排水管网是保证城市正常运行的重要环节。城市给排水工程建设的成功实施, 将极大地促进城市居民内需, 促进城市经济的发展^[1]。目前, 我国城市给排水工程建设仍有很大的改进空间, 包括技术创新、升级和应用。当前, 技术进步在各个方面取得了显著进展, 城市居民的整体素质不断提高。因此, 城市给排水系统的建设显得尤为重要。随着城市化进程的加快, 城市人口规模不断扩大, 城市用水总量也在不断增加。因此, 有关部门应进行合理的规划和建设, 以确保城市的健康发展。

2 非开挖顶管施工技术的应用优势

非开挖顶管技术是一种采用不开挖或少开挖的方法, 采用钻孔法铺设、修复和更换管道的技术。与传统的深基坑施工方法相比, 非开挖施工方法具有工期短、成本低、安全可靠的优点, 适用于城市和市政建设。在城市地下管线的敷设过程中, 采用非开挖方式敷设。非开挖顶管具有不开挖地表、不影响管道上部土层、

不影响管线连接端面变形、延长管线使用寿命的优点。在各种工况下, 非开挖法与顶管法相结合具有广阔的应用前景。不需要挖掘表面, 这可以通过道路、铁路或现有建筑下方的土层来实现。非开挖顶管施工因其安全可靠而备受业界关注。

3 给排水工程中顶管技术应用特点

首先, 相对而言, 它对周边地块的影响并不显著。这种方法不会改变施工现场的土壤结构, 在工程实践中也不需要挖沟开渠。另外, 在施工期间, 灰尘和噪声亦相对较低, 不会影响周围建筑物和地下其他管道的正常使用。其次, 施工点的空间布局独具特色。与顶管法相比, 传统的埋地管道开挖方法为直线法, 存在占地面积大、对周围环境影响大等缺点, 社会效益较差^[2]。顶管施工技术可以将施工界面由直线过渡为点状, 有效克服传统埋地管道施工技术的不足, 减少工程占地, 对解决我国土地资源稀缺问题具有重要意义。最后, 施工期间无需开挖土方。不仅可以节省项目时间, 而且可以提高施工效率。实践证明, 该技术不会对施工现场的交通产生影响, 也不需要拆除地面建筑。这项技术可以直接通过下穿土层进行施工, 大大降低了工程成本。

4 市政给排水非开挖顶管施工技术的应用

4.1 合理选择顶进管

在顶部管段, 应根据地质条件情况选择顶进管。常用的顶进管有钢筋混凝土管、钢管、玻璃钢管

等,单根钢筋混凝土管长度为2m~3m,内部水压可达0.2MPa,在实际工程中具有较高的应用价值^[3]。尽管这些管道体积相对较大,但不需要做防腐处理。单管长4m~6m,密封性能好,不渗水,但易变形,成本相对较高;玻璃纤维砂管具有良好的抗拉强度、光滑的内壁、自重轻,较大的一次性顶进长度,但由于其价格高,无法重复使用。因此,在工程施工中,应进行综合分析,最终确定最适合项目采用的顶进管道。

4.2 顶管顶进

(1) 选择顶管机。根据地质结构和施工条件,选用保水性能好的顶管设备。(2) 初始顶进。推入时,将孔洞口的石块清除,以防止泥浆和水的压力过大,将泥水灌入工作井。为了保证密封防水,可以在井口安装一个单法兰穿墙钢套管。从门板上拆下密封件,打开顶进冲头的刀盘,慢慢地将顶管机推入泥土中,然后将机头后部的两根混凝土管连接到机头前部的管道上。(3) 常规顶进。严格按规范安装顶铁,用油泵撑出千斤顶活塞,打开回油阀,启动下管作业。(4) 顶进时刻。施工过程必须持续进行,非必要不暂停,若不得不中止作业,则施工过程中的暂停时间不得超过12小时。(5) 注浆减阻。由于灌浆阻力降低会影响顶部管道的成孔质量,因此有必要在灌浆剂中适当混合润滑剂。为了保证灌浆的可靠进行,亦有必要合理布置灌浆孔。混凝土管道连接处采用三个钻孔,出水压力可采用 $1 \times 1052.4 \times 105 \text{ Pa}$ 的规格^[4]。在顶管法施工中,必须采用多个灌浆系统进行灌浆。灌浆水泵的选择应具有一定的节流和控压能力。并在施工过程中,做好顶管、注浆、补浆等工作,确保注浆与顶进作业的良好配合。

4.3 顶进纠偏

顶管机在工作时,不可避免地会出现顶进误差,这时需要按照“缓慢、多次”的原则进行校正。管道连接校正应逐步恢复,在此期间不允许强制纠偏。在一般情况下,顶管过程中,激光光斑的中心与被测物体的靶心重合。如果顶管掘进机的头部偏移,这两个部分将不会重叠。在这种情况下,偏移图像信息将传输到监视器,在分析了具体的偏差情况后,应采取相应的纠正措施,以确保顶进倾斜度达到合理的水平。在功率校正过程中,探头总是朝着激光指定的方向前进。在起拱阶段,检测和纠正起拱过程中产生的偏差是非常重要的。以距切割头顶部5m~10m的距离为例,该截面的基本要求是:轴线位置的最大偏差不得超过50mm,高程的最大偏差也不超过30mm。如果超过该限值,

应立即安排纠正。刀头前面有一个校正接头,其中内置一个校正千斤顶。在施工过程中,如果有偏差则可以借助校正千斤顶进行校正。通过调整偏心校正圆柱体,圆柱体的方向发生变化,圆柱体的朝向恢复到原来的水平。为了防止偏移积累过多而难以纠正,有必要及时识别和纠偏。例如,如果钻头的方位误差大于10mm,则需要进行校正。

4.4 操作控制系统

施工中应安排经过专门培训的人员在现场操作,仔细检查操作系统,并随时注意掘进机的油压状态。当掘进机到达接收井口时,掘进工作须短暂暂停。如果有地下水或松散的土壤,则需要在进水口的侧壁上安装止水环。掘进机进入接收井后,埋管工作也随之结束。之后,挖掘机被从施工现场移走,待留置好出口后密封接收井。(1) 开挖机械进入隧道前,应适当布置接收轨道,其方位和标高应满足工程需要;用起重机械将上部管道的第一段放置在井口轨道上,然后用千斤顶将管道推至井口末端。连接后,继续进行其他管道的施工。由于工程所用管道多为承插式接口,因此在施工过程中有必要用密封橡胶圈对接口进行严格密封。(2) 管段稳定后,依次放置弯曲的顶部铁皮和U形顶部铁皮。首先放置U形顶部铁皮,然后放置弯曲的顶部铁皮,最后放置下一个管段。用螺钉将稳定的管段固定在前一节上,并将其连接到灌浆管道上。重复以上操作,直到完成所有管道连接。(3) 使用接口灵活的钢套管,以防止管道连接点泄漏。这种管道具有高刚性和高承载能力的特点。顶管施工完成后,更换整个管道,在水泥浆中加入粉煤灰,并在留下灌浆孔的地方更换浆筒。泥浆凝固后,取下管道并密封钻孔^[5]。

4.5 进洞口措施

1. 在顶进钻孔中,应预留一个直径比钻头大20cm的孔洞,孔周围埋有钢板和螺栓,以加固钻孔。用于连接进口管道的成品管道必须确保其质量和性能符合标准要求。运至施工现场的钢管接头应按有关规定进行检验,检验合格后方可用于顶管施工。掘进机进入隧道后,必须检查其轴向、姿态等,以免对随后的管节顶进产生不利影响。顶管作业时,掘进机的机头必须连接到5段导管上,并用拉杆固定,以防止机头因质量问题而下沉。为了保证管节顶进法施工的质量,顶进轴线的误差控制是重要的一步。在安装过程中,可以通过控制面板上显示的点对液压缸进行微调,使管路连接始终处于轴线位置。施工过程中,要严格遵守施工规定,校正后的倾角不应超过1度,避免水力

偏差过大,造成施工困难和管节坍塌。

2. 顶管法施工过程中,地层容易变形,必须采取相应的措施加以控制。根据土质、覆土深度、地表沉降等因素,通过调整注浆水量和土压力的平衡值来确保边坡的稳定性,根据管节顶进速度,监测岩层变形情况,及时适当调整注浆流量和压力,确保岩层变形在可接受的范围内。

3. 减少泥浆摩擦是顶管施工中的一项重要技术措施。顶管施工过程中,采用减摩泥浆填充管道连接处与土层之间的空隙,以减少摩擦力。为了保证管道接头的抗摩擦效果,必须在管道接头外设置一个完整的泥盖,以保证顶板结构的平滑。

4. 当掘进机前部到达接收位置时,使用挖掘机开挖土壤。当开挖距离井口约 50cm 时,应停止机械开挖,改为人工开挖,小心清除井口附近的泥土,使其充分暴露;在挖掘机正式入井前,必须重新检查顶部管道的位置,以确保挖掘机正常入井。

5 市政给排水施工质量控制措施

1. 在施工期间,有必要对水泥管道进行质量监督,并确保其具有相应的检测证书。施工过程中,施工单位和技术人员应对管道进行全面检查,确保其符合要求后方可投入使用。

2. 顶管施工时,应在管道上方的表面设置下沉观测点,定期观测顶管机机头通过表面的情况。顶进各阶段完成后,应进行观测,并保存详细的沉降记录。通过将实测沉降点的原始数据整理成册,可以及时调整沉降量,防止顶管对路面的影响。

3. 由于顶管施工的困难,以及建筑和施工现场周围地质条件的各种影响,有必要对其进行监测。然而,目前在工程中,由于其工作程序复杂,所以容易受到地表和地下障碍物的影响,从而影响工程进度与质量。此处障碍物多为岩石、埋藏的木材等,故此要及时解除清除这些障碍物,并加强施工环境的异常监测。

4. 防止地表异常沉降。(1) 填充的砂砾或土壤。采用回填方法,快速填充土壤中的孔洞,填充土壤侵蚀引起的裂缝,并在回填过程中加入适量的水,以加速砂浆的扩散。在沉降区内进行局部灌浆,并在沉降区上方 3cm 处进行加固。(2) 灌浆采用水泥浆和水玻璃浆。灌浆时,灌浆压力在 0.25~0.6MPa 之间,灌浆速率在 30 升/分钟之间。灌浆顺序从深到深,每次 0.3m。灌浆时,先在规定深度钻孔,然后密封浆液,然后将塑料止回阀导管旋入设计深度;水泥浆固化后,将双向密封芯放入塑料阀中,完成灌浆工作。灌浆前,必

须对相关材料、设备和辅助设备进行检查,以确保水电的正常运行。灌浆完成后,不得擅自停止。

5. 浇筑混凝土时,垫层内的所有混凝土均应采用 C10 强度等级,顶部管井底部和侧壁的混凝土应采用 C30 强度等级。确保商品混凝土的质量符合标准。混凝土可以使用输送泵进行运输。混凝土浇筑应分阶段进行,每层最大浇筑厚度为 70cm,每段控制长度为 2m~3m。在 20℃~30℃ 的温度范围内,每层混凝土浇筑一次,允许间隔为 90 分钟,钢渣硅酸盐水泥浇筑一次。振捣混凝土时,振捣棒应面朝下 5cm,以确保混凝土的密实度符合设计要求。

6. 非开挖法和顶管法对工人的整体技能有很高的要求。因此,施工单位必须重视考察施工人员的综合素质,并在施工前对其进行培训,确保其熟练掌握施工技能,对施工技术有清晰的认识,对施工质量和安全有足够的重视。同时,要建立科学的奖惩制度,严惩不按规定办事的劳动者,对按规定办事者给予合理奖励。

6 结语

在我国经济持续快速增长的背景下,人们对更高质量的要求越来越高。市政给排水管道系统建设的安全与高效建设已成为城市管网建设中的热点问题。在市政给排水工程中,采用非开挖顶管施工技术,可以有效提高工程施工质量,提高施工效率。然而,实践中仍面临着施工现场条件复杂、顶管施工和深基坑开挖导致周边建构筑物不均匀沉降等问题。在此基础上,需要施工单位及项目负责人结合实际,不断总结和进步非开挖顶管施工技术,以满足施工要求,促进我国给排水工程技术的向好发展。

参考文献:

- [1] 高涵. 市政给排水工程非开挖顶管施工技术分析[J]. 四川水泥, 2022(06):177-179.
- [2] 杨宇. 市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术要点研究[J]. 工程建设与设计, 2022(05):174-176.
- [3] 马海东. 市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(04):184-185.
- [4] 王成. 市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术[J]. 智能城市, 2021,07(22):137-138.
- [5] 邱海宇. 非开挖技术在市政给排水工程中的应用[J]. 工程技术研究, 2021,06(15):112-113.