

# 给排水工程中非开挖技术的实践应用

毕志丁

(深圳市坪山区水务局, 广东 深圳 518000)

**摘要** 本文系统地介绍了城市道路建设中非开挖技术在给排水工程中的应用范围及相关技术手段。首先, 针对管道修复技术, 探讨了外部防腐修复和内部修复两种方法, 包括利用水压和气压衬里材料进行管道内壁修复, 以及采用PE材料进行老旧管道衬里修复; 其次, 对管道更换技术采用的爆管法、微隧道法和顶管法进行了详细介绍, 分析了各自的优势和适用范围; 最后, 阐述了在管道铺设方面采用的水平定向钻孔法、顶管法、盾构法和推管法等技术及其应用特点。

**关键词** 给排水工程; 非开挖技术; 管道修复技术; 管道更换; 管道铺设

**中图分类号**: TU99

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)08-0040-03

随着城市化进程的加速, 城市给排水系统的建设和维护成为城市基础设施建设的重要组成部分。然而, 传统的开挖施工方式往往会给城市交通、环境和居民生活带来诸多不便和破坏。因此, 非开挖技术在城市道路建设中的应用逐渐成为了一种重要的选择。本文旨在探讨城市给排水工程中非开挖技术的实践应用, 以期城市基础设施建设提供可行的解决方案和技术支持。

## 1 城市给排水工程非开挖技术应用范围

### 1.1 管道修复技术

老旧管道由于长期使用, 可能会出现腐蚀、破裂、泄漏等问题。通过非开挖技术, 可以在不破坏地表的情况下, 对管道内部进行修复和加固。常用的方法包括管道内衬、喷涂修复和CIPP(Cured-In-Place Pipe, 原位固化法)等技术。这些技术通过在管道内部形成新的内衬层, 从而延长管道的使用寿命<sup>[1]</sup>。

### 1.2 管道更换

管道老化可能出现漏水、爆管等问题。非开挖技术可以在不破坏地表的情况下, 将老旧管道更换为新的管道, 恢复管道的正常功能。常用的方法包括管道爆破法(Pipe Bursting)和管道顶管法(Pipe Jacking)等技术。这些技术通过利用机械设备在地下进行管道的破碎和更换, 避免了大规模的地面开挖。

非开挖技术在管道更换中的应用包括多种方法, 如管道爆破法、管道顶管法、水平定向钻(Horizontal Directional Drilling, HDD)等。这些方法各有优缺点, 可以根据具体情况选择最合适的技术方案。例如, 管道爆破法适用于更换老旧的铸铁管和钢管, 而水平定向钻

则适用于在复杂地质条件下进行长距离管道铺设<sup>[2]</sup>。

### 1.3 管道铺设

在新建城市给排水管道时, 非开挖技术可以避免大规模的地面开挖, 减少对城市交通和居民生活的影响。常用的方法包括水平定向钻(Horizontal Directional Drilling, HDD)和顶管法(Pipe Jacking)。这些技术通过在地下进行定向钻进和管道安装, 显著减少了施工区域的灰尘和噪声污染。

非开挖技术在管道铺设中的应用包括多种先进方法, 如微型隧道掘进机(Microtunneling)、水平定向钻和顶管法等。这些技术方法各有特点, 可以根据具体工程需求选择最合适的技术方案, 确保施工的高效性和安全性。例如, 微型隧道掘进机适用于小直径管道的铺设, 而水平定向钻则适用于长距离和大直径管道的安装<sup>[3]</sup>。

## 2 城市道路建设供水和排水建设非开挖技术应用

### 2.1 非开挖技术在新管道铺设中的应用

在城市道路建设供水和排水建设过程中, 采用非开挖技术主要如表1所示。

#### 2.1.1 水平定向钻孔法

水平定向钻孔法适用于多种地质条件和环境下的管道铺设, 包括城市道路下方、铁路和河流穿越、高速公路下方以及其他复杂地质条件。由于其无需大规模开挖地表, 非常适合在环境敏感区域和繁忙的城市中心区域进行施工, 有效减少了对环境和交通的影响。

在施工前, 进行详细的地质勘察和施工设计, 确定钻进路线和施工参数。根据现场条件, 选择合适的

表 1 新管道铺设中非开挖技术的特点与适用范围

技术方法	主要特点	适用范围
水平定向钻孔法	无需开挖即可完成管道铺设, 适用于较小直径管道	PVC 管、PE 管等
顶管法	适用于较大直径的管道铺设, 操作简单高效	钢管、混凝土管道
盾构法	前端掘进, 后端衬砌, 适用于复杂地形	复杂地形
推管法	适用于直径为 600 mm 至 4 000 mm 的管道铺设	污水管道、水管道

钻机和钻头。使用定向钻机按照预定路线钻进导向孔, 通过导向仪器实时监测和调整钻进方向, 确保钻孔路径准确无误。完成导向孔钻进后, 使用扩孔钻头对导向孔进行扩孔, 扩大到所需的管道直径。扩孔过程可能需要进行多次, 以逐步达到目标直径。扩孔完成后, 将预制好的管道连接在钻杆尾部, 通过钻机将管道从扩孔中回拖到预定位置。回拖过程中需要注意控制速度和力量, 确保管道不受损。管道回拖到位后, 进行管道连接和密封处理。完成所有施工后, 进行管道的压力测试和验收, 确保管道的质量和安全性<sup>[4]</sup>。

### 2.1.2 顶管法

顶管法主要适用于长度小于 100 m 的钢管铺设。这种方法在管道铺设过程中, 不需要大规模的地面开挖, 能够在各种复杂地形条件下进行施工, 如城市道路、铁路和河流下方的管道铺设。

施工前, 首先进行挖掘和清理工作, 确保施工区域内没有障碍物。清理过程主要是对钢管进行检查和处理, 确保其表面光滑无杂质。在顶管法的应用过程中, 管道的方向、角度和高度控制需要通过经纬仪和水准仪进行精确测量。这些仪器确保了每一段管道的铺设位置准确, 避免管道偏离预定轨道。顶管法利用动态负荷将钢管顶入地下, 无需后部支撑。这种方法可以在施工过程中不进行土壤作业, 避免了塌方的风险。顶管法适用于各种地形, 施工周期短, 能够快速完成管道铺设任务。

顶管法通过动态负荷顶管, 无需后部支撑, 能够有效避免土壤作业和塌方风险, 即使在复杂地形和土质条件下也能顺利进行施工。可以适应不同地形, 包括城市中心、河流下方和铁路交叉口等, 能够在不破坏地表环境的情况下进行施工。由于顶管法施工效率高, 能够在较短的时间内完成管道铺设任务, 减少了对周围环境和交通的影响, 提高了施工效率。

### 2.1.3 盾构法

盾构法主要利用盾构设备进行。盾构指的是前端

进行掘进, 后端进行衬砌的设备。其外壳采用钢材材料制成, 主要由切削环、支撑环、衬砌环组成, 其中切削环位于盾构机的前端, 支撑环位于盾构机的中间, 衬砌环位于盾构机的尾部。切削环起到保护作用, 通过刀刃边缘进入土壤, 然后通过切削, 需在衬砌环中进行。当衬砌完成后, 再次通过千斤顶将砖块拼合为背砌, 向前拖动盾构机, 进行下一环衬砌与挖掘操作, 如此循环。

### 2.1.4 推管法

推管法利用专用设备将管道从一端推送到另一端, 整个过程在地下进行, 不需要破坏地表结构。其主要优势在于能够在不影响地面交通和周边环境的情况下完成管道铺设。

在施工开始前, 需要进行详细的地质勘察和施工设计, 确定推管的路线和深度。准备工作包括设置工作井和接收井, 这些井用于设备操作和管道的进出。安装推管设备, 将待铺设的管道固定在设备上。推管设备会在工作井内逐段推进管道, 同时接收井内进行管道的引导和固定。启动推管设备, 通过液压或机械装置, 将管道从工作井推送到接收井。整个推送过程在地下进行, 设备会不断推进管道, 直至管道到达预定位置。完成推送后, 将管道连接到已有的管网中, 并进行密封和加固处理。最后进行管道的压力测试和验收, 确保管道系统的安全和稳定<sup>[5]</sup>。

## 2.2 非开挖技术在老旧管道修复中的应用

### 2.2.1 原位固化法

原位固化法通过将预浸树脂的纤维管道衬入原有管道内部, 然后利用热水、蒸汽或紫外光进行固化, 使其在原有管道内部形成一层新的管道内衬。整个过程无需挖掘地面, 减少了对周围环境和交通的影响。在施工前, 对待修复管道进行详细的检测和清洗, 确保管道内部无杂物和堵塞物。同时, 根据管道的直径和长度, 准备好合适的预浸树脂的纤维管道衬。将预浸树脂的纤维管道衬通过特制设备送入待修复的管道内

部,确保其与管道内壁紧密贴合。根据需要,可以使用水压或气压将纤维管道衬膨胀,使其完全覆盖管道内壁。通过热水、蒸汽或紫外光等方式对管道内衬进行固化处理,使树脂在纤维管道衬内硬化,形成一层新的、坚固的内衬。固化过程需要控制温度和时间,确保内衬材料的完全固化和黏附。固化完成后,对修复后的管道进行检测和验收,确保新内衬的质量和性能符合要求。如果发现有任何缺陷或问题,需及时进行修补和处理。

原位固化法适用于各种类型的老旧管道修复,包括供水管道、排水管道、污水管道和工业管道等。特别是在城市中心和交通繁忙区域,原位固化法能够在不影响地面交通的情况下进行管道修复,具有广泛的应用前景。

### 2.2.2 缠绕法

缠绕法通过在原有管道内部进行螺旋缠绕,形成一层新的内衬,从而修复老旧管道。整个施工过程在地下进行,无需开挖地面,极大地减少了对交通和环境的影响。对待修复的污水管道进行清洗和检测,确保管道内无杂物和障碍物,并评估管道的损坏情况。在管道两端设置工作井和接收井,安装缠绕设备。缠绕设备将高强度的热塑性材料带送入管道内部。缠绕设备在管道内部进行螺旋缠绕,将热塑性材料带逐层缠绕在管道内壁,形成一个新的内衬。通过加热和挤压,使材料带紧密结合,形成一个无缝的内衬管。完成缠绕后,对新形成的内衬进行固化和加固处理,确保其具有足够的强度和耐久性。最后对修复后的管道进行检测,确保新内衬的质量和性能符合标准。如果发现问题,需进行修补和处理。

## 3 城市道路建设中的非开挖技术措施要点

### 3.1 施工前的准备工作

在使用非开挖技术之前,需要进行必要的准备工作。对于城市排水工程的施工,需要检查项目现场,进行周边环境调查,了解管道布局、管道穿越区域的地质条件以及地表地下水分布情况。只有在施工管道区域确定了地质情况,才能设计出合理的维护方案,制定相应的施工路线图,确定出入孔的位置,并根据地质条件选择合适的管道维护技术。只有在施工前的准备工作中,才能为非开挖技术的应用提供保护,并使非开挖工程对周围环境的影响降到最低。

### 3.2 施工的合理安排

城市道路市政供水排水工程施工过程中,由于不

同的管道材料、管道功能和管道所处环境的不同,需要根据实际情况和主要技术要点,制定相应的项目维护方案。特别是对于套管选择、水泥砂浆配置和导孔轨迹设计。在管道绘制设计过程中,城市道路排水管道的作用不同,需要满足导孔轨迹设计深度要求,并允许坡度误差的要求;对于拉回计算、钻机选择,需要遵循《水平定向钻孔管道铺设工程技术规程》的规定,按照标准要求选择管道材料。

### 3.3 非开挖技术的要点

非开挖技术的要点包括以下几个方面:

1. 严格控制轴线定位测量,确保数据的准确性,并及时进行修正、调整。在导孔钻进操作中,务必遵循轴线定位测量,使用水平导向钻进法。对于非开挖区域的地面,使用导线和经纬仪,测量钻进方向和深度,以确保施工质量,使套管的铺设形成直线。

2. 在钻进过程中,根据实际情况有效调整钻进参数,防止岩石等障碍物对钻进设备造成损坏。

3. 监控施工规则,注意土壤结构变化,避免泥浆流失和不稳定情况的发生。

## 4 结束语

非开挖技术在城市给排水工程中的应用具有重要的实践意义。通过采用管道修复技术、管道更换技术和管道铺设技术,可以有效地提高工程的施工效率、减少对周围环境的影响,并为城市基础设施建设和城市化进程提供可持续发展的解决方案。然而,需要进一步加强对非开挖技术的研究和应用,提高技术水平和工程质量,以满足城市发展的需求和挑战。

## 参考文献:

- [1] 章国鹏.非开挖修复技术在城市给排水管道中的应用[J].中国建筑金属结构,2024,23(05):72-74.
- [2] 巨晓东.非开挖技术在市政给排水工程中的实践应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(13):192-194.
- [3] 许世明.论非开挖技术在市政给排水工程中的实践[J].居业,2023(01):19-21.
- [4] 郑满水.市政给排水管道非开挖修补技术研究[J].科学技术创新,2022(26):104-107.
- [5] 王俊.市政排水管道非开挖修复技术研究及工程应用[J].工程机械与维修,2022(06):244-246.