

下穿既有复杂管线市政道路条件下微顶管施工工艺技术分析

杨作杰 胡连超 舒鹏飞 肖乾红 郑林朋

中国建筑第七工程局有限公司 河南郑州 450000

摘要: 微型顶管法应用于实践, 优势明显, 施工场地小、路面破坏轻微、对周围环境影响小、高度精确的布管, 有着很好的应用前景, 值得大力推广。本文以顺接一期工程为例探讨了下穿既有复杂管线市政道路条件下微顶管施工工艺技术要点。

关键词: 微型顶管; 市政道路; 施工工艺

Technical analysis of micro-pipe jacking construction under the municipal road condition of the existing complex pipeline

Zuojie Yang, Lianchao Hu, Pengfei Shu, Qianhong Xiao, Linpeng Zheng

China Construction Seventh Engineering Bureau Co., LTD. Zhengzhou 450000, Henan Province

Abstract: The application of micro pipe jacking method in practice has obvious advantages, small construction site, slight pavement damage, little impact on the surrounding environment, and highly accurate pipe laying, which has a good application prospect and is worth popularizing. In this paper, the key points of micro-pipe jacking construction technology under the condition of crossing the existing complex pipeline municipal road are discussed by taking the first phase of Shunjie project as an example.

Keywords: Micro-pipe jacking; Municipal roads; Construction technology

引言

在复杂的路网环境下, 大挖掘埋置管道势必引起道路交通的干扰, 尤其是在主要道路上进行, 不但会导致道路的堵塞, 而且还会带来重大的经济损失, 而且当道路上有大量的建筑时更会导致道路的堵塞。所以, 它受到了越来越多的重视。顶管施工对地下的管线进行不挖掘或少量挖掘。在我国, 顶管技术得到了普遍应用, 并且在技术、设备和施工技术等方面都得到了很大的发展。

1 微型顶管工艺的优点

1.1 施工占地面积小

由于微型顶管属于非开挖技术, 相对于明沟采矿法, 微顶管法只需一个顶进孔和一个接收孔, 占地面积较大, 且相对于明沟采矿法而言, 占地面积较大。与以往的人工推大管道, 穿插小管道的方法比较, 由于小管道的高度集成, 因此所需的推进和接受工作坑径也较小, 因此可以大大节省空间。

1.2 对道路结构影响小

在施工过程中, 采用在工程范围内设置观测台的方法,

实时监控路面的沉陷状况。在没有进行灌浆等任何道路结构保护措施的情况下, 路面沉降的累计变形值、变形速率均符合有关要求(累计变形值 ≤ 15 mm, 变形速率 ≤ 2 mm/d)。在顶管工程结束后, 利用雷达法对整个管线工程范围进行了土层压实测试。从测试结果中得到的雷达图像来看, 在顶管区没有发现松散和孔隙现象, 土壤致密程度较好, 不会引起路面坍塌。

1.3 对现场周边环境影响小

无论是哪种施工方式, 都会对周围的环境产生不同程度的影响, 如果使用露天挖槽法, 那么需要做的是大量的土方工程, 这势必会对周围和周围的环境产生粉尘的污染。但是, 采用微型顶管技术之后, 土石方的挖掘量基本上都是在工作坑的挖掘上进行的。因此, 土石方的工作量要比明开槽的方法要小很多, 再加上一些降尘措施, 就可以确保达到环境的要求。如果是在现状公路上进行, 则可以通过减少基坑数量来减少公路的基坑维修成本。

1.4 对比常用的施工方法具体优势

对常用的施工方法进行比较, 具体优势如表1所示。

表1 常用的施工方法对比分析

施工细项	施工工法		
	明挖支护 施工工法	拉管施工工法	微型顶管 施工工法
施工机具投资	小	一般	较大
施工工艺	简单	一般	一般
周边环境影响	很大	小	小
周边地质影响	无	小	很小
占用施工场地、空间	很大	一般	小
施工支护费用	很大	小	很小
泥浆、余土等处理	小	小	小
施工进度	一般	一般	快
施工质量效果	很好	一般	好
施工造价	高	低	低
路面恢复费用	高	低	低
管道成形 效果	直线	好	偏差大, 难控制
	坡道	好	偏差大, 难控制
结论	好	一般	好

1.5 管道铺设精度高

斜锥形的导向头在不旋转的情况下, 始终沿着引导头倾斜的方向移动。激光发射目标位于导引头内, 它向后发射的激光讯号, 会被激光经纬仪在后方接收, 并将其上载到计算机中以供展示。发射靶上有若干靶点, 在射击目标上, 激光经纬度计总是对准中央目标, 在钻孔过程中, 若

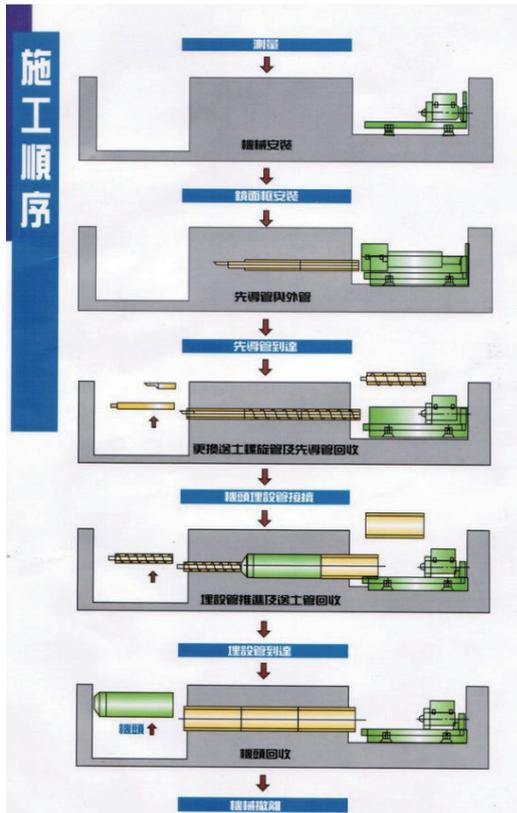


图1 微型顶管施工示意图

中部目标出现偏移, 则可转动导引头, 对其进行顶线调节, 使埋管精度在±2厘米以内。

2 工程概况

该项目选址在温瑞大街以南, 从新象街(一期)开始, 从环山路以南路段开始。高速道路的桩数: K5+145-K6+990, 全长1845米; K5+447-K7+000, 长约1553m。建设的主要部分有: 主高架、2处出入口匝道桥、2处地面桥、路基路面工程、给排水工程、管线新建及迁改工程、交通绿化及附属工程等。整条高速公路全部采取了“主线高架+地上辅路”的方式, 其中, 主线高架宽度为25米, 为双向6车道, 设计时速80公里; 地下辅道采用城市快速干道, 采用两条6条车道, 设计时速50公里。本工程设计微顶管1095.3m, 其中DN400微顶管156m、DN600微顶管939.3m, 微顶管管材均为离心浇筑玻璃纤维增强塑料夹砂管。

3 施工工艺技术

3.1 技术参数

3.1.1 微顶管方案选择顶进方案比选

微顶管主要施工方法有螺旋出土法和二次顶管工法。根据温州地质和设计概况, 本工程微顶管选用二次工法, 既地箭式顶管法(微型顶管施工示意如图1所示)。

3.1.2 管道设计参数

微顶管管材内径为DN600mm、DN400mm, 管道设计允许顶力1520KN, 单节管长1m。管道采用离心浇筑玻璃纤维增强塑料夹砂(F型接口)。管节接口采用弹性密封材料(双组份聚硫橡胶)进行密封。

3.2 微顶管施工

3.2.1 微顶管工艺流程

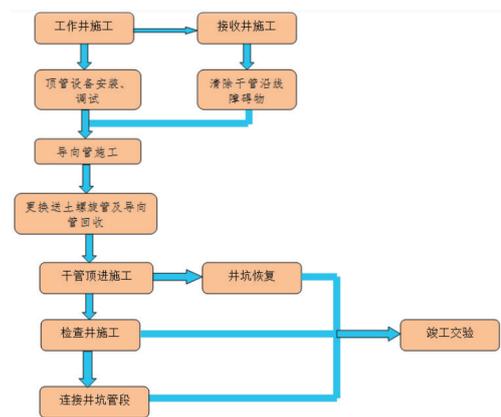


图2 微顶管工艺流程

3.3 微顶管施工方案

3.3.1 沉井制作

(1) 微顶管沉井概况。微顶管沉井共有4种, 分别为外径2.8m的DN400管微顶管圆形顶管井, 外径3.3m的DN600管微顶管圆形顶管井, 外尺寸2*2m的DN400管微顶管矩形顶管井, 外尺寸2.1*2.1m的DN600管微顶管矩形顶管井。

(2) 微顶管沉井工艺。微顶管沉井工艺流程及制作工艺同沉井制作工艺, 具体详见污水工程顶管工作井及接收

井专项施工方案。

3.3.2 微顶管施工准备

利用专用车辆将微型顶管机及其配套设备运送至现场，指派专业人员对设备进行调试，将起重设备搭设在工作井及接收井适当位置。

测量人员依照设计要求在工作井及接收井中心线上搭设经纬仪，检测出沿线工作井所处方位，牵拉出衔接两个位点的连水准线，借用垂线、卷尺对顶管进行定位。

3.3.3 设备安装

(1) 后背安装。1) 微型顶管后背结构为混凝土加后背钢桶形式；2) 后背钢桶的厚度为0.2米，高度2米；3) 在后背墙前垂直地面放置后背钢桶，后背钢桶与后背墙之间的空隙以C25素混凝土浇灌填充；4) 顶入坑底应具有一定的支撑力，能够在顶入时承担最大压力；5) 钢桶中心与顶进管道的轴线一致，避免偏心受压。

(2) 推进机台、机台底座安装。在混凝土施工完成后，利用25 t的汽车吊将小型顶管机吊装至工作坑的底部，以管道中心轴线为参考，安装推进机台底座和机台，固定机台与顶进坑底板。要求施工中不得移动。设备固定完成后，连接液压油管，启动设备，要求油缸顶进、回缩，查看设备是否正常工作。

3.3.4 激光经纬仪定向

在工作坑中，测量员根据已有的密接点，将管道的中心线和高度进行连线计算，将激光经纬仪布设于中点线上，根据测量得到的高度，对经纬仪斜率进行校正，将激光经纬仪按设计斜率投射到前管道上，经纬仪主要用于对前导管的顶进。

3.3.5 先导管顶进

首先导管使用的是 $D=104\text{ mm}$ 的双臂中空钻杆，它的每段长度在 $1\text{ m}\sim 1.5\text{ m}$ 之间，利用激光经纬仪的定位和电子纠偏显示屏的控制，可以准确地按照设计的坡度进行顶进，顶管机顶进一节先导管之后再回缩，将下一节先导管进行安装，直到先导管抵达接受坑为止。首先，将钻头做成一个倾斜的表面，在倾斜的表面后面有一个测量标靶，在工作坑里的激光经纬仪可以看到在钻头中央的光源，然后用扭转的力量来控制箭头的方向，这样就可以让激光点一直照射到光靶的中央。

3.3.6 出土外管顶进

挖出外部管道使用与已建管道直径相同的钢管，当第一根管道抵达接受井时，再将外部出土管道装上，在顶入挖掘外管段的时候，要将螺旋式刀盘与导向管段的尾端紧密结合，利用扭矩对土壤进行切削，切削后的土壤由螺旋式刀具输送到工作坑中。各节段的挖掘螺旋刀盘与挖掘的外管之间的距离为 $1.0\sim 1.5\text{ m}$ ，每次顶进 $1.0\sim 1.5\text{ m}$ ，完成一次挖掘螺旋刀盘与挖掘的外管的安装和连接。持续不停地进行，直到螺旋式的刀具和挖出的外部管道抵达接受坑。

3.3.7 管材顶进

当螺旋式刀盘离出土层外管还有 $1\sim 2\text{ m}$ 时，将转换节安装到工作坑中，该转链接的一端与发掘外管连接，另一端与管材承插连接（离心浇筑玻璃纤维增强塑料夹砂管，每节的长度为 1 m ），之后，进行顶进，在工作井中，管子在每个地方都会被顶进一节，而在接受井中，则会被取出一节，这样的话，就可以进行一个循环往复的过程，一直到机头进入接受坑中，才算结束了整个顶管施工。因为输水管及挖掘外部管子起到了引导的效果，所以在推进过程中，不需要重新调节机器的头部，就能精确地到达预先设定的位置和高度。

3.3.8 设备拆除

(1) 先导管拆除。先导管到达接受井后，将螺旋式刀盘和出土外管安装在工作井上，每次螺旋式刀盘和出土外管顶进一节，就在接受井口将第一节管子拆除并收回，如此反复，直到螺旋式刀盘和出土外管抵达工作井为止。

(2) 螺旋刀盘拆除。待出土外管与螺旋刀盘到达接收井后，启动油缸回缩，将螺旋刀盘带至工作井，在工作井拆卸回收。

(3) 出土外管拆除。离心浇筑玻璃纤维增强塑料夹砂管（每节管道长度 1 m ）通过转换节与出土外管连接，混凝土管每顶进一节，出土外管在接受井内拆卸一节，直至管材到达接收井内。

(4) 微型顶管机拆除。管材顶进结束后，停止顶管机工作，拆卸液压油管，拆除顶管机机台与接收井底板固定，采用汽车吊将顶管机吊至现况地面，进行下一步管道施工。

4 结语

随着各项工作的开展，城市道路在施工中，常见的施工方法为开挖与非开挖工艺，微型顶管工艺是一项十分有意义的非开挖工艺，将微型顶管工艺引入城市道路施工项目中，将大大减少施工对周边环境的影响，进一步改善城市居民生活条件。本工程采用微型顶管技术，大幅度缩减占地范围，不影响周围结构的稳定性，不影响地面交通，有效地解决了现场施工场地受限制的情况，很好地保证了工程施工质量和施工安全。

参考文献：

- [1] 尹莎莎. 市政雨污分流工程项目中的顶管施工工艺[J]. 四川建材, 2023, 49 (04): 247-249.
- [2] 胡平, 祁胜林. 复杂工况条件下微顶管施工的顶力计算与分析[J]. 江西建材, 2023 (02): 161-163.
- [3] 乐宣涛. 二次微顶管技术在城市软弱地基排水管道施工中的应用[J]. 江西建材, 2023 (02): 185-186+191.
- [4] 何彪. 浅谈触变泥浆减阻法顶管施工工艺流程[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023 (04): 61-63.
- [5] 叶凌志. 小口径顶管施工在市政污水管道项目中的应用研究[J]. 建筑技术开发, 2023, 50 (01): 91-94.