

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.11.063

微型顶管技术在 DN600 及以下污水管道中的应用

赵宁,吕康廷

(上海城建水务工程有限公司,上海市 200083)

摘要:对于 DN600 及以下需要穿越繁华道路口、大量地下管线、地铁隧道构筑物等不宜采用开槽埋管的污水管道,若采用拖拉管工艺,存在施工精度低、排管质量差、造浆环境污染等问题。通过宝山区二级污水管网工程的实际案例,介绍微型顶管技术在上海软弱地层中的应用,该技术解决了市政排管工程中的诸多难题,为小直径非开挖市政管网施工提供新技术保障。

关键词:微型顶管技术;摇管机;顶管机;非开挖

中图分类号: TU992.05

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)11-0240-04

0 引言

随着城市化进程的推进,市政管网的普及,明挖施工难度加大,给施工带来更大的挑战。找到快速有效的施工技术,是解决问题的关键。顶管法施工在地下空间被普遍应用。但对于 DN600 mm 以下管道,采用顶管技术却很少涉及。

在城市管网工程施工中目前主要存在以下问题:(1)地下各类管线更加密集,纵横交错,管线间距小,安全保护距离要求高,且管线搬迁费用较高,耽误工期较长,给明挖施工带来更多困难。(2)市政排水管道,多数在城市道路铺设,交通流量大,尤其在交通路口处,对于大面积明挖施工给交通带来较大影响,极易造成交通拥堵。(3)为满足项目应用需求,越来越多污水管网需要穿越河道、地铁、综合管廊等不宜开挖区段,拖拉管施工精确度又较低,无法准确导向,特别是对于埋深较大工程,且拖拉管施工直线效果差,对污水的排放影响较大。(4)对于埋深较深的污水管道,明挖施工时需采用钢板桩进行支护,宜破坏沿线道路及绿化,额外增加施工费用较高。

1 工程概况及重难点分析

宝山区二级污水管网工程涉及到微型顶管工艺共 3 条路段:真大路、锦秋路、上大路,累计总 10 段,施工总长度 389 m,管径为:DN300 mm、DN400 mm;每路段施工都在主管道上,为该工程施工的重点、难

点部位。

真大路:W39-W40 段长度 64 m,需穿越走马塘河道 50 m,埋深 9.08 m,管径 DN 300 mm。W40-W41 段长度 45 m,埋深 6.27 m,管径 DN 300 mm,在人行道上,一侧为围墙,另一侧为道路绿化树木,且地下横穿军用光缆和雨水管,打钢板桩支护较困难。

锦秋路:W118-W118-1-W119 段长度 54 m,埋深 8.50 m,管径 DN 300 mm。两段管位在十字路口处,交通流量大,且该段需穿越超高压电力、燃气、信息、路灯、雨水、信号、上话等多条管线,纵横交错,管线间距小,保护距离要求高。W119-W121 段长度 41 m,埋深 4.43 m,管径 DN300 mm。该段管位需穿越地铁隧道顶部,禁止明挖打钢板桩。

上大路:W69-W70 段长度 62 m,埋深 10.51 m,管径 DN300 mm。该段需穿越信息、移动、雨水等多条管线,且该处横穿 DN3 600 mm 顶管,管道较深,施工难度较大。W70-W72 段长度 48 m,埋深 4.63 m,管径 DN400 mm,穿越一处信息非开挖管线。W72-W82 段长度 5 m,埋深 5.08 m,管径 DN400 mm,接现状污水井。

2 微型顶管技术

2.1 摇管技术

2.1.1 施工工艺简介

Φ2 590 型摇管机可施工 Φ2 590 mm、Φ2 090 mm 和 Φ1 890 mm 尺寸的钢筒井。辅助设备为 200 型挖掘机。摇管法工作井及接收井钢筒壁厚为 20 mm,内径为 2 590 mm、2 090 mm 或 1 890 mm,每节钢筒的

收稿日期:2021-04-19

作者简介:赵宁(1986—),男,本科,高级工程师,从事市政工程、水利工程施工管理工作。

长度为 2.0 m, 钢筒之间采用焊接方式连接, 钢筒的下部切割为锯齿状, 齿深为 10 cm。摇管机将钢筒安装至设计标高后, 采用挖掘机将钢筒内的土取出, 取土结束后立即采用 C35 水下混凝土封底, 厚度为 100 cm。钢筒底部嵌入土层深度不少于 1.0 m。

2.1.2 施工流程

工作坑放样→摇管机安装→钢筒焊接沉设→开挖封底→钢筒回收

(1) 工作坑放样

根据设计图纸, 放出工作坑中心点位置。施工时, 需查明工作坑范围内地下管线情况, 与相邻管线保持足够的安全距离。

(2) 摇管机安装

工作坑位置确定后, 开挖至 1.8 m 深度, 放入第一节钢筒, 摇管机安放在钢筒上方, 见图 1。



图 1 摇管机安装、安放钢筒

(3) 钢筒焊接下沉

摇管机安放完成后, 放入第二节钢筒, 与第一节钢筒接口对齐, 焊接完成后, 与挖掘机油路连接, 摇管下沉直至达到设计标高。

(4) 开挖封底

摇管结束后, 根据施工图纸, 开挖至设计深度。

2.1.3 摇管工艺优势

摇管工艺与传统工艺对比见表 1。

2.2 管道顶进技术

2.2.1 微型顶管原理

首先微型顶管分为两次施工, 第一次施工为先将前导管推进贯通, 第二次施工则以前导管作为导体, 利用简易机头扩孔并将管材推进。地箭式工法依排土和不排土, 又分为标准地箭式及改良地箭式; 前者为有排土的推进, 后者为不排土的压密推进; 地箭式工法特点为利用前导管先行贯通设计路径, 但是

表 1 摇管工艺与传统工艺对比

工艺	摇管工艺	传统工艺
施工工期	2 d	15 ~ 20 d
施工占地面积	30 ~ 50 m ²	200 m ² 以上
对周围环境影响	周围环境无沉降	周围环境沉降
施工费用	低	高于摇管工艺 3 ~ 5 倍
施工安全	零安全事故	安全事故频发
施工现场环境	整齐, 干净, 无泥浆	杂乱, 扬尘及泥浆多

低强度的前导管若遇到较坚硬或者非均匀地层, 容易造成方向便宜或者遇阻, 且后方管扩大后容易造成底盘挤压隆起, 对整个推进工程的精度影响较大。因此, 地箭式工法适用于松软的地层; 如果能首先掌握推进段的土层为软弱土层, 使用该工法可较大节省时间及成本, 对交通影响时间也较短。本文主要介绍改良地箭式工艺。

2.2.2 微型顶管工艺流程和要领

工艺流程:

前导管及箭头导向→简易机头连接及一次扩孔→扩孔管连接顶进→简易机头连接及二次扩孔→树脂混凝土管顶进排管。

(1) 工作坑及后背安装

工作坑底板浇筑完成后, 首先安装顶管后背。

a. 微型顶管配套工作坑一般需要两座, 推进坑与接收坑各一座。工作坑深度为管底标高以下 0.82 m 左右。坑底浇筑 1.0 m 厚混凝土做基坑底板, 预留深 50 cm 的集水坑一座;

b. 机械顶管后背为: 钢筒井井壁;

c. 顶进坑后背与机台间隙用三角铁焊接加固后才能进行顶管施工;

d. 后背墙为钢筒, 安装时钢筒中心与顶进管道的轴线要调整好, 避免产生偏心受压。

e. 后背的安装允许偏差为:

垂直度: 0.1% H ; 水平扭转度: 0.1% L , 其中: H 为后背的高度, L 为后背的宽度。

(2) 推进机台、机台底座、激光经纬仪安装

根据管道中心轴线安装推进机台底座及机台, 并安装激光经纬仪。

(3) 前导管及箭头

前导管在推进过程中会不停旋转, 由工作井内经纬仪的雷射光点投射至箭头测量灯具上光标 (见图 2、图 3), 光标上显示绿灯时表示目前位置为往设计中心线前进, 若显示红灯表示偏离设计中心

线,必须停止旋转并且让法线方向(箭头斜面)反方向修正回设计中心线,再旋转前导管向前推进(见图 4~图 6)。



图 2 箭头测量指示灯

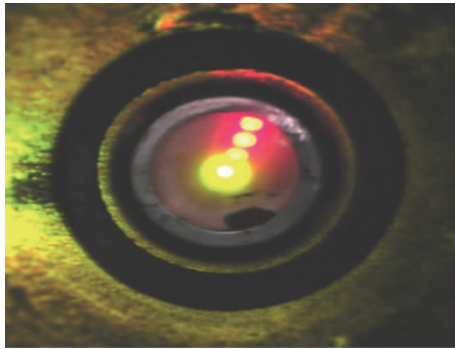


图 3 指示灯视图

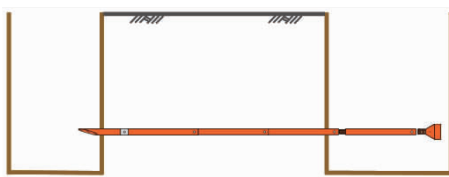


图 4 前导管及箭头示意图



图 5 前导管箭头

(4) 简易机头①

前导管推进贯通后,利用简易机头续接扩孔管,将前导管贯通路径扩大,见图 7、图 8。

(5) 扩孔管

简易机头①续接扩孔管,扩孔管沿设计轴线将



图 6 前导管

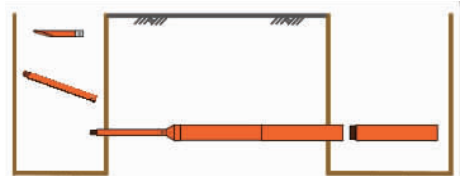


图 7 简易机头①示意图



图 8 简易机头①

直径扩大,扩孔管长短依据土质软硬决定,见图 9~图 11。

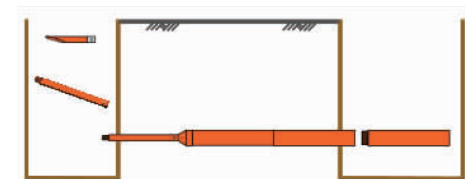


图 9 扩孔管示意图



图 10 扩孔管



图 11 扩孔管简易机头

(6) 简易机头②

扩孔管利用简易机头②与树脂混凝土管连接,推进完成,可通过简易机头②斜面上的出水口,向地层注入水,以起到润滑效果,减小推进阻力,见图12、图13。



图12 简易机头②示意图



图13 简易机头②

(7) 续接树脂混凝土管

利用简易机头②续接树脂混凝土管,顶进管材,直至顶进完成,见图14。



图14 管道顶进示意图

3 应用工艺评价

3.1 工程应用效果及优势

(1) 施工占地面积小

微型顶管工艺出发井占地面积 30 m^2 , 接收井占地面积 10 m^2 , 累计一段占用面积 40 m^2 , 施工场地比较集中。

其中工作坑直径 2.6 m , 接收坑直径 2.1 m ; 亦可只开挖一个工作坑进行接入现况管道的勾头施工(单边接井)。

(2) 施工周期短

顶进速度快, 单段施工不超过 3 d ; 土层越软施工速度越快。对于普通道路管道铺设: 明挖施工法以 40 m 一段为例, 需用时 10 d 。本工程真大路段, 微型顶管长度 64 m , 制作井 2 d 、顶进贯通 3 d 、设备拆除

1 d , 共用 6 d 。

(3) 施工质量高

管道铺设精度高, 基本控制在 $\pm 3 \text{ cm}$ 之内, 经纬仪激光制导满足排水管道重力流要求; 无空隙、不沉降, 顶管时挤土不扩孔, 管壁与土层之间, 不存在沉降隐患。

(4) 适用范围广

对于需要穿越河道、地铁隧道、大直径顶管等无法开挖段, 微型顶管工艺仍然可按照普通施工段施工, 解决明挖法施工的难题。

(5) 周围环境影响小

首先是在支护过程中, 不需要打钢板桩, 产生噪音小; 顶进时, 动力采用液压装置, 基本不产生噪声。

本工程顺利穿越了光缆、雨水管、电力、燃气、信息等管线, 也顺利穿越了 $\text{DN}3\ 600 \text{ mm}$ 顶管、走马塘河道、地铁隧道、场地围墙等障碍物。

3.2 下一步改进方向

(1) 管道材质限制: 通常施工使用的管材为树脂混凝土管、玻璃钢夹砂管和钢筋混凝土管, 每节 1 m , 需引入高强度且价格合适的新型管材。

(2) 单段顶距不宜大于 80 m 。对前导向管强度进一步改进, 使用高强度导向管, 延长顶进距离, 减少钢护筒井制作。

(3) 管径限制: 目前工艺适用 $\text{DN}600$ 以下管道, 对设备进行改进, 扩大管径适用范围。目前 $\text{DN}800$ 一般采用出土方式的顶管机。

(4) 遇到地下障碍物, 通过困难, 需调整井位或高程, 增加工作量。对箭头及旋转设备进行改进, 箭头增加切削功能, 对确定的障碍物实行破碎, 提高工艺一次成功率。

参考文献:

- [1] GB/T 21873—2008, 橡胶密封件给、排水管及污水管道用接口密封圈[S].
- [2] GB/T 21492—2008, 玻璃纤维增强塑料顶管[S].
- [3] 汤天杰. 顶管在市政排水管道中的应用[J]. 工程技术研究, 2017(2): 95, 195.
- [4] 贺昆海. 顶管工程关键技术及其实施的风险与应用[D]. 长沙: 湖南大学, 2012.