

# 微型顶管技术在嘉兴地区的首次应用

## ——以南湖区污水管网提升工程为例

陈强强

嘉兴市规划设计研究院有限公司

**摘要：**嘉兴地区针对小口径(<DN800)排水管道的非开挖工法以往常选用水平定向钻工法，因该种工法无法精准地形成排水管道坡度，因此，对于此类问题一直是设计的痛点。本文以南湖区污水管网提升工程为例，通过对小口径(<DN800)排水管道采用微型顶管工法设计及施工过程的介绍，验证了对小口径(<DN800)排水管道采用微型顶管工法可有效解决上述问题。同时，配套采用钢摇井技术，可大大节约传统沉井的施工工期等问题。对嘉兴地区今后小口径(<DN800)排水管道非开挖工法的选择起到重要示范意义。

**关键词：**非开挖；微型顶管；树脂混凝土顶管；钢摇井

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.24.098

### 一、引言

在城市建成区管线工程设计、施工中，涉及到众多地下管线，传统的工法会对周边建（构）筑物、地下管线、地面交通造成较大的影响，已无法满足日趋复杂的城市环境。城市排水管道尤其是污水管道相对于其他市政管线埋设深度最大，建设难度也是相对最高的。以往设计主要是采用开槽施工或者水平定向钻非开挖施工方式。但开槽施工对于埋深大且地质条件较差的区域影响太大，传统的水平定向钻非开挖施工方式管道易起伏，坡度难控制，无法满足排水工艺要求。因此，对于排水管道，宜顶管法施工，对于≥DN800管道的顶管工法，目前嘉兴地区已运用地十分成熟；但对于小口径(<DN800)顶管工法（微型顶管）尚无应用案例。

### 二、项目概况

#### （一）项目背景

《南湖区污水管网提升改造工程》星桥路（七星路口）现状污水管径为DN400，为七星街道2#泵站（规模：0.2万吨/日）的进水主管。根据CCTV检测结果，该条污水管道已严重变形，无法满足使用要求。因此，急需对该条污水管道进行改造。



图1 工程平面位置图

#### （二）工程地质条件

##### 1. 地基土结构与分布

场地15.00米勘探深度内，自上而下分述如下：

①杂填土（mlQ3/4）：杂色，松散，稍湿一湿。0.30米以上为人行道砖及水泥地坪，主要由碎石、砖块及建筑垃圾组成，含少量粘性土。层厚4.30~4.50米。

④-1粘土（al-1Q1/4）：灰黄色，硬可塑。可见铁锰质氧化斑；切面较光滑，无摇振反应，韧性及干强度中等。中压缩性。全场分布，层顶埋深4.30~4.50米，层厚4.30~4.70米。

④-2粉质粘土（al-mQ1/4）：灰黄、灰色，软可塑。土层下部夹软塑状粉质粘土。切面光滑，中韧性，干强度中等，摇振反应无。夹稍密状粉土薄层。中压缩性。全场分布，层顶埋深8.80~9.00米，层厚6.00~6.30米。

#### 2. 地下水类型及水位

勘察期间测得浅部孔隙潜水的稳定水位埋深为0.50~0.60米，其水位高程（1985国家高程基准，余同）为1.61~1.68米。

### 三、工程设计

#### （一）设计规模

因七星街道2#泵站现状规模为0.2万吨/日，该区域污水实际已超负荷运行。根据污水量测算，目前七星街道2#泵站所服务的片区已开发建设完成，因此，本次考虑该段管径采用DN500。

#### （二）工法比选

（1）根据地质勘探报告，该段地层存在4~4.5米厚的杂填土层，该土层大多为建筑垃圾回填，不利于埋设管道。因此，为避开不良土质，本次设计采用倒虹的型式，避开杂填土层，将管道敷设在粘土层。由于敷设深度较深，且为确保对现状道路交通影响最小，本次采用非开挖施工的方式。根据目前国内常用的非开挖方式，本次分别对“微型顶管工法”和“水平定向钻工法”进行比选，具体如下。

表1 方案优缺点比较表

分项	优点	缺点
方案一 (DN500 微型顶 管)	1) “取土施工”工法，安全可靠 2) 施工精准度高，坡度易控制 3) 对周边地下管线及环境影响较小 4) 采用树脂混凝土专用顶管，管材可靠性高	1) 顶管单价较高 2) 目前施工队伍较少
方案二 (dn560 水平定向 钻)	1) 单价较低 2) 施工队伍较多	1) 不适用土质较差地段 2) 施工精准度差，管道易起伏 3) 入土及出土需要造斜段，对周边地下管线及路面影响较大 4) 须采用PE实壁管，该种管材抗外压能力较差，易变形

#### （2）比选结论

综上所述，从技术及经济角度、并结合工程实施对

周边居民的影响以及今后的运行维护。推荐方案一，即微型顶管工法。

(三) 设计方案

1. 工艺设计

(1) 平面及高程设计

设计另寻管位采用微型顶管一次半工法施工工艺新建污水重力管，待新建污水管道建成通水后，对现状污水管道进行废弃。新建污水管道为DN500管，顶管长度约为66.0米，管内底标高-5.000~-5.076米。本工程工作井中心位置为原污水管道位置，摇井时需破除，待顶管施工结束后，再接入新建检查井，与新建管道连通。

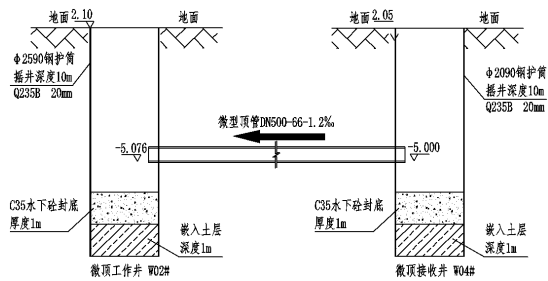


图2 工艺剖面设计图

(2) 管材

顶管施工污水重力管DN500采用树脂混凝土专用顶管，允许最大顶力≥1500KN；接口采用玻璃钢套筒（顶管专用）。

2. 结构设计

工作井摇管钢筒型号为Φ2590mm，接收井为Φ2090mm，壁厚为20mm，采用C35水下混凝土封底，厚度为1.0m，摇管深度均为10.0m。顶管进、出洞口采用注浆加固。

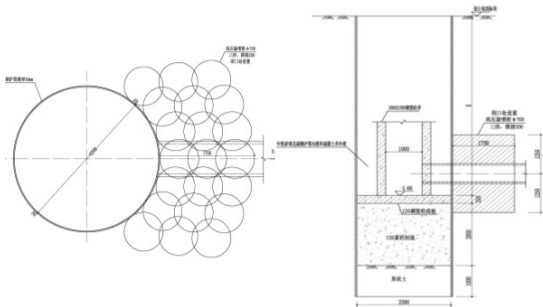
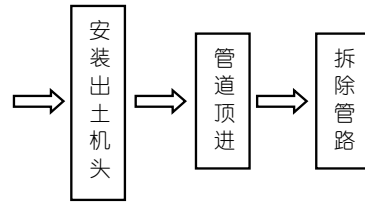
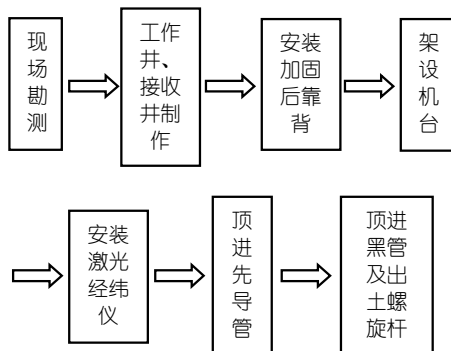


图3 检查井结构平面及剖面设计图

四、工程施工

(一) 微顶施工工艺流程图



(二) 推进机台、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，并安装莱卡激光经纬仪。

(三) 先导管顶进

激光经纬仪根据管线中心、高程架设完毕后，依据设计坡度调整坡比，仪器设定好后开始先导管顶进施工。

(四) 黑管顶进

先导管按照激光经纬仪设定坡度顶进进入接收坑，卸下导向头，开始连接黑管，顶进黑管。

(五) 穿螺旋杆、安装出土机头

黑管顶进入接收井后，内穿入螺旋出土杆，然后将出土机头安装好，缓慢推进洞内，待机头全部进洞后，装机头所用的液压油管及高压水管。

(六) 树脂混凝土管顶进

树脂混凝土管顶进过程中，每节管线需要进行油缸推进及回缩，安装液压油管及高压水管。顶进一米接收坑拆除出土外管，依次循环完成整个顶管施工过程。

(七) 机头进入接收坑

管线按照设计长度施工完成后，机头进入接收坑。卸下出土机头，此段管线顶管完成。

五、建设效果

采用CCTV检测设备进入施工完毕的管道内，观测管道接口、管材质量、坡度等质量情况。结果显示，管道结构性与功能性良好。

六、项目总结

嘉兴地区针对小口径(<DN800)排水管道的非开挖工法以往常选用水平定向钻工法。该工法施工结束后回扩孔与管材之间的空隙处理难度大，敷设好的管线标高控制难度高，可能出现局部低点，给以后的日常检修维护带来不便。

微型顶管技术亦称做二次顶管工法，技术成熟于德国与日本。根据场地制约情况选用直径2~3米的环形钢护筒围护结构，减小工作井基坑的施工难度及对周边环境的不良影响，同时运用止水镜面框等措施，实现管道顶进过程中对地下水流失的控制，相对于传统地下非开挖施工工艺，具有施工周期短、工作井作业面小、施工便捷、需要人工较少、对周边环境及既有管线影响小等特点。

本工程的成功应用，为今后嘉兴地区同类工程施工提供重要的示范，具有广阔的应用前景。

参考文献

[1] 颜纯文. 我国非开挖行业现状与展望[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(10): 56-60.  
 [2] 王雪, 王成虎, 马孝春, 等. 国内外顶管施工技术的对比分析[J]. 施工技术, 2017, 46(S2): 1018-1023.