

Discussion on the Application of Trenchless Technology in the Construction of Small-diameter Municipal Drainage Pipelines

Wenhui Wu

Tianjin Urban Construction Design Institute Co., Ltd., Tianjin, 300122, China

Abstract

Non-excavation construction of drainage pipe with small pipe diameter, large buried depth, small construction operation surface and complex underground pipeline working conditions is one of the difficulties of municipal drainage pipeline construction. Through the comparative analysis of the characteristics of several small pipe diameter excavation construction method and the actual case, the top pipe construction technology integrates pipe jacking and pipe technology, has the advantages of small area, pipeline location and elevation correction, pipeline and soil ring gap, its construction technology in silt areas such as the Pearl River Delta, China.

Keywords

trenchless; small pipe diameter; grouting pull pipe construction; top pull pipe construction

浅谈非开挖技术在小管径市政排水管道施工中的应用

武文会

天津城建设计院有限公司, 中国·天津 300122

摘 要

管径小、埋深大、施工作业面小且地下管线复杂工况下的排水管道非开挖施工是市政排水管道施工的难点之一。论文通过对几种小管径非开挖施工方法的特点及实际案例进行对比分析发现,顶拉管施工技术融合了顶管和拉管技术的优势,具有占地面积小、管道位置及标高纠偏准确、管道和土体环隙小的优点,其施工工艺在中国珠三角等淤泥质等地区取得较好的应用。

关键词

非开挖; 小管径; 导浆拉管施工; 顶拉管施工

1 概述

在实际工程中,难免遇到地上施工空间狭小、地下现状管道错综复杂、管道需穿越现状公路、河道、铁路等障碍物等不适合明开挖施工的情况。为保证管道顺利敷设,需要采用管道非开挖技术。

2 常用非开挖技术

在不断的探索及实践中,目前小管径排水管道的非开挖技术主要有微顶管施工、水平定向钻技术、导浆拉管施工、顶拉管施工等。

2.1 常用非开挖施工技术

2.1.1 微顶管施工

微型顶管法也叫地箭式工法,施工时首先利用液压装

置将前导管(出土螺旋管)按照设计轨迹推进贯通,然后以前导管(出土螺旋管)作为引导,在前导管末端连接出土潜盾机或简易机头及预铺管节同步顶进,最终完成管道铺设的施工工艺。按照排土与不排土,其可分为标准地箭式与改良地箭式^[1]。改良地箭式采用简易机头代替出土潜盾机,管道推进过程中挤压周边土体,完全不排土。

2.1.2 水平定向钻技术

水平定向钻是将定向钻机设在地面上,采用探测仪导向,控制钻杆钻头方向,达到设计轴线的要求,再经过扩孔及回拉管道,完成管道建设的一种施工方法。该技术在全国范围内尤其是软土地区得到了广泛应用,常用于敷设小口径柔性管道。具有占地空间小,施工风险低,节约造价的优点;但在砂性土层或地下水较丰富的地区,具有成孔质量差,产品管和回扩孔之间的间隙难以填补密实而引起地表沉降等问题缺点。同时由于成型后管道为倒置抛物线,应用在雨污水施工时,易发生管道淤积且难以清理,影响管道的

【作者简介】武文会(1988-),女,中国河北衡水人,硕士,工程师,从事给排水工程研究。

使用功能。

2.1.3 导浆拉管施工工艺

导浆拉管施工是在水平定向钻基础上经改良而成，解决软土地基小管径排水管的非开挖施工问题。与水平定向钻相比，主要改良下列几方面：

①导浆拉管技术采用带导流槽的扩孔钻头，拉管时使泥浆流入管道，保持内外压力平衡的同时减小了拉管摩擦力和阻力；施工管道悬浮于孔道中心流水中，控制标高误差较小。

②导浆拉管技术先做控制井后导向拉管，减小扩孔孔径，加密导向控制点。

③在淤泥或砂层等不良地质条件下，通过采取“井内满水牵引加水下堵漏”的措施可满足施工需求。

2.1.4 顶拉管施工

顶拉管施工是一种可单边造斜的水平定向钻施工技术，可解决受场地限制无法双边造斜牵引的问题。该工艺介于定向钻工艺和泥水平衡之间，先采用定向钻技术导向管道敷设轨迹；后由地面定向钻机提供前进拉力和扭矩，带动地下掘进机克服迎面阻力和切削扭矩；同时利用工作井内千斤顶提供前进的顶力，克服通过钻杆传递的设备余力，实现各种复杂土体破碎并精准敷设管道。

定向导孔钻进阶段与导浆拉管施工基本相同。不同的

是导浆拉管是一次拖管穿过多个检查井；而顶拉管工艺是在全线末端的检查井开始装管顶拉，待两井段顶拉完成后，则从前一个井重新装管顶拉前一段，依次操作穿过全线检查井，每个井均可装管顶拉，单次数设长度比导浆拉管长。

回拉和顶进阶段分别与传统牵引管和泥水平衡顶管类同，不同的是顶拉管需配套使用柔性密封自锁接口实壁管。

2.2 非开挖技术比较

非开挖技术比较如表 1 所示。

3 工程实例

3.1 改良地箭式微顶管施工

中国上海市宝山区铁城路（江杨北路—铁谊路段）于现状道路人行道上敷设 $\phi 600\text{mm}$ 污水重力管道，深度约 3.5~4.0m，位于②₃灰色砂质粉土层，标准贯入击数N平均为8.5。此项目管道采用单节1m树脂混凝土管^[2]，单次顶进长度不超70m。采用改良地箭式微顶管施工工艺施工，工程顶管井及接收井均采用内径2590mm钢筒，筒体采用沉井施工，筒底嵌入封底以下土层深度不小于1m，保证顶进过程中筒体稳定。微型顶管工艺利用经纬仪与前导管箭头标控制前导管走向具有很高的施工精度，单段施工误差仅为 $\pm 30\text{mm}$ ，能够满足管道设计要求^[2]。

表 1 非开挖技术比较

	小口径螺旋二次顶管	微顶管施工	水平定向钻	导浆拉管施工	顶拉管施工
管材	混凝土管、钢管、PVC 等	混凝土管、钢管、PVC 等	钢管、PE、HDPE 等	HDPE、PE	密封自锁承插接口型式的聚乙烯缠绕实壁管
管径 mm	DN300~600	DN800 以下	DN100~DN1200	DN600 以下	DN100~DN800
施工长度 m	一般 60	25~250	10~100	一般小于 200	小于 80m
适用土质	黏土、粉土等	黏土、砂砾等	黏土、粉土、砂土等	淤泥层、砂层	流沙、淤泥层等
优点	纠偏控制相对较准确。	占地空间小、管线敷设精确、施工速度较快	工艺较成熟、地区应用广泛	拉管阻力小、标高控制精准、止水及造斜加固方面有较大改善	融合顶管及拉管优势，管道定位及高程纠偏准确，仅需入土造斜，占用空间小
缺点	前段出泥浆，需现场设置泥浆池	在淤泥质等不良地质中效果不理想	标高控制不准、两边造斜所需空间大、造斜与环隙段需注浆处理，否则容易沉降	施工速度相对较慢；环隙段需注浆处理	需要专用配套管材及机械；目前尚未全国推广
适用性	适于环境要求不高、施工场地较大的管道地方	适合砂性及黏性土施工	适于短距离、对标高控制精度要求不高的管道	适用于淤泥质土层、地下水位高、长距离、小口径排水管道	适用于长距离、场地空间小，无双边造斜空间排水管道施工

3.2 微型顶管螺旋出土施工

中国北京通州潞苑东路 PPP 项目中雨污合流改造子项^[3],采用微型顶管螺旋出土施工 1.2km 的 d400~600mm 钢筋混凝土污水管道。敷设管道位于砂土、黏土及粉细砂等土层。施工时开挖 4×4m 工作坑,起重机、动力站及钢护筒、管材对方所需工作面面积约 40m²,本工程利用下游检查井作为接收坑。管道液压顶进系统最大推力 1265kN,最大钻孔直径 1020mm,管道顶进速度折合 6m/台班,管道敷设完成后误差在 ±2cm。

3.3 导浆拉管施工

中山市民众园幸福大道建设项目中^[4],采用导浆拉管施工工艺敷设 DN500mm 污水重力主干管管道。管道采用拉管专用 PE100 聚乙烯实壁管,管道埋深 4~5m,位于淤泥质土层。此项目主管单次拉管长度约 200m,设置转接井尺寸为 φ2400mm 的圆形井。对于井底软基采用高压旋喷桩处理使地基承载力 >100kpa,为维持扩孔及拉管进、出过程中定位孔施工过程中井外泥水平衡,在井外上述洞口左右 1m 范围内打 2 排高压旋喷桩。同时在井内进、出洞方向增设密封板止水。每沿米管道折合造价 2717 元/m,工期 10m/d。

3.4 顶拉管施工

中山市黑臭水体综合整治工程(项目三)的团结涌截污子项工程中,沿团结涌河道东侧敷设 DN400~DN600mm 截污管,管道中心线距挡墙约 3.5~4.2m,管道埋深约 3.7~6.4m,敷设于 Q₄^{al} 淤泥质层。采用顶拉管工艺进行施工,管道采用长度为 1m 的密封自锁承插接口形式的聚乙烯缠绕

实壁排水管,环刚度 SN≥12.5KN/m²。

工作井及装管井均为内径 2000mm 钢筋混凝土圆形结构,沉井施工,基底及洞口采用高压旋喷桩处理。每沿米管道折合造价 3667 元,工期 13m/d。施工完毕后每检查井管口标高精度控制 +20mm、-30mm。

4 结语

目前小管道排水管道非开挖施工工艺尚无全国统一标准,实际工程中应根据地质条件、施工场地大小、当地施工经验选择适合的施工方式。顶拉管施工工艺在珠三角地区应用较广,多项工程已表明,此施工工艺在开挖作业面小、淤泥质不良土层中取得良好的效果;同时在管道高程精度控制方面具有明显优势;该工艺配备的密封自锁承插接口型式的聚乙烯缠绕实壁管在减少渗漏方面具有良好的效果,是值得借鉴和推广的一种小管径管道非开挖施工方法。

参考文献

- [1] 纪清泉.微型顶管技术在市政污水管道施工中的应用研究——以上海临港新城主城区污水管道大中修工程(一期)项目为例-二次顶进[J].科学技术创新,2021(14):138-140.
- [2] 滕宇峰.微型顶管工艺在市政排水管道工程中的应用探析[J].低温建筑技术,2020,5(263):143-146.
- [3] 牛运君.微型顶管技术在非开挖污水管线施工中的应用[J].建筑技术,2008,49(11):1216-1217.
- [4] 陈伟鹏.排水工程中定向钻导浆拉管、顶拉管的应用技术[J].城市道桥与防洪,2021,11(271):163-166.