

浅析软弱淤泥地质条件下地箭式微顶管施工技术应用

胡连超 杨作杰 冯守宁 王迎东 刘超

中国建筑第七工程局有限公司 河南郑州 450000

摘要: 随着城市的高速发展,人口的持续涌入导致城市对管网的需求增加,但是施工条件却变得更加错综复杂,对管线施工工艺提出了更高的要求。常用的小口径市政管道敷设方法有明开挖施工法,虽然施工工艺简单,施工机具投资少,但是受周边环境制约大,已经不能满足日益复杂的施工需求。在城市中心,人口密集区,交通压力较大时,在尽可能减小对周围居民生活环境的影响下,更多的选择非开挖施工技术。本文具体分析微型顶管工程的施工流程、关键技术,参考其他结构物预制节段设计,实现沉井井体预制,为以后的工程建设提供参考,并以温州轨道交通S3线附属配套工程DN600微顶管为例,进行研究。

关键词: 软弱淤泥地质;地箭式;微顶管施工

Application of ground-arrow pipe jacking technology under geological condition of weak silt

Hu Lianchao, Yang Zuojie, Feng shouning, Wang Yingdong, Liu Chao

China Construction No.7 Engineering Bureau Co., LTD. Henan Zhengzhou 450000

Abstract: With the rapid development of the city, the continuous influx of population leads to the increase of the demand for pipe network in the city, but the construction conditions have become more complex, and higher requirements are put forward for the pipeline construction technology. The commonly used small-diameter municipal pipeline laying method is clear excavation construction method. Although the construction technology is simple and the investment in construction machinery and tools is less, it is restricted by the surrounding environment and cannot meet the increasingly complex construction needs. In the urban center, densely populated areas, when the traffic pressure is high, the influence on the living environment of the surrounding residents. In this paper, the construction process and key technology of micro pipe jacking method are analyzed specifically analyzed, referring to the prefabricated section design of other structures to realize the prefabrication of caisson well body, to provide reference for future engineering construction, and take DN600 micro pipe jacking, the auxiliary supporting project of Wenzhou rail transit S3 line, as an example to conduct a study.

Key words: weak silt geology; arrow type; micro-jacking construction

引言

在给排水管道非开挖施工工法选用中,常见的地下非开挖施工技术包含泥水平衡顶管、水平定向钻(拖拉管)施工等,微型顶管技术(即地箭式工法)亦称做二次顶管工法,技术成熟于德国与日本,是一种从地下铺装管道的技术,在避免对地上建筑物构成破坏、不开挖地面情况下,首先利用液压装置将前导管按照设计轨迹推进贯通,然后通过前导管(出土螺旋管)作为导体,在前导管(出土螺旋管)末端连接扩孔切削头并将拟铺设的管道同时顶进,最终完成管道铺设的施工工艺。目前,小口径管道的铺设工艺仍以定向钻进拖拉管法为主,大口径管道多采用顶管施工工法。鉴于此基于顶管技术开发的微型顶管地下非开挖施工技术应运而生。通过在地下非开挖管道工程标准及改良型地箭式微型顶管中,采取控制管道顶进坡度、标高,并进行地下顶管施工,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(泥水平衡顶管、水平定向钻工程等),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。

1 工程概况

本项目位于温瑞大道南,北起新象街(顺接一期工程),南至环山路南侧段。快速路桩号范围:K5+145-K6+990,长约1845m;地面辅道桩号范围:K5+447-K7+000,长约1553m。主要施工内容包括:主线高架桥、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。快速路全线采用“主线高架+地面辅路”形式,其中主线高架宽25m,双向6车道规模,设计速度80km/h;地面辅路为主干路标准,双向6车道规模,设计速度50km/h。温州轨道交通S3线附属配套工程共有微顶管1100m, DN400管径146m、DN600管径954m。DN600位于甬台温高速南侧至环山路东侧辅助车道下方, DN400位于甬台温高速北侧,为连接温瑞大道东西两侧的污水管线。两种管径均采用地箭式微顶管施工,管材均采用离心浇筑玻璃纤维增强塑料夹砂管。浙江地区沉井多以现浇为主,施工进度缓慢,需要分节制作达到强度后菜可以下沉,通过工厂的整体预制,我们采用预制沉井不仅会缩短工期,还能减少施工交叉,同样也会为大体积沉井如何精确定位提供经验。

2 管道受力研究与顶力的影响因素分析

2.1 顶管参数

管道与周边土体之间的摩擦阻力与顶管的尺寸有关,包括顶管的长度,管径,以及顶管的埋深。当顶管的埋深一定时,管径越大,顶管的表侧面积就越大,在顶管前进过程中,管道与周边土体的摩擦阻力会增大;当土质比较松散时,在不考虑卸荷土拱的情况下,顶管埋设深度越大,作用在顶管上的竖向土压力就越大,相应的顶管与土层间的摩擦阻力也随之会增大。

2.2 土质性质

顶管周边的土体的重度 γ ,粘聚力 c ,内摩擦角 ϕ 以及弹性模量 E 等都是影响顶管施工过程中顶力的主要因素。当土体参数发生改变时,顶管的总顶力也会随之改变。

2.3 施工技术因素

在水平螺旋钻微型顶管施工过程中,影响顶管顶力的因素很多,其中最重要的因素有以下几个

(1)管道顶进线路的纠偏;(2)设备的排泥速度

2.4 渣土改良因素

微型顶管施工时,千斤顶所承受的推力不仅要承担管道前端工具头的迎面阻力同时还要克服管道与周边土体之间的摩擦阻力。将气泡孔通过管道顶部特制的灌浆孔注入,并在顶管和周围土体之间的空隙内注入改良后的特殊泡沫和泥浆,可以有效的降低顶管和周边土体之间的摩擦力。

2.5 新设备选用

顶管机主要是由工具管、激光导向系统、出渣系统、顶进系统、管道润滑系统、操作控制系统以及管节等几部分组成。其中工具管和激光导向系统是长距离顶管控制的关键因素,因此需要通过市场调查,选择最适宜的设备。

3 软弱淤泥地质条件下地箭式微顶管施工措施的选定

本项目可能遇到的地层有淤泥、黏土、含碎石粉质黏土,通过本项目的地层变化,将地层和管线位置进行BIM建模,收集穿越各土层时顶进参数。研究本项目不同地层的掘进参数和出土,研究各土层渣土排出的特性,为其他类似地层总结经验。

3.1 地质条件确定

土层的特性是确保顶力的主要因素。土体的各项指标,包括孔隙水压力、容重、摩擦系数、内摩擦角、渗透性、粘聚力等。地下

水作为土层中不可避免的主要因素,所以在顶管施工过程中需要考虑地下水对土层的影响,防止出现坍塌以及涌水现象。施工前先研究地勘报告,根据地勘报告对地层及管线位置进行 BIM 建模。

3.2 顶管管材研究

顶管管材多为钢筋混凝土管与钢管,本工程采用离心浇筑玻璃纤维增强塑料夹砂管,此种管材应用较少,供货商较少,施工过程中管材特性,对管材与土体间的作用力影响较大。需要根据现场情况确定顶力与顶进参数。

3.3 顶进时不同地层顶进特性与渣土改良后规律总结

3.3.1 软塑地层顶进特性

微顶管比较适用于软塑地层,本工程也以淤泥与淤泥质土为主,不需要进行渣土改良,从其他项目现场施工情况看,极少出现顶进困难与路线偏移现象,此种地质可以为沿海地区淤泥质土提供参考。

3.3.2 硬塑地层顶进情况与渣土改良

从现场施工情况来看,顶管的顶力和刀盘扭矩过大,顶进时间较长,顶进较困难,顶管容易出现偏离预设的路线,会导致地层的稳定性遭到破坏。在顶管施工过程中,为提高微型顶管和地层之间的适应性,需对渣土进行必要的改良。在砂土土层中,由于稳定性较差,容易产生坍塌,影响开挖面的稳定性。由于砂土稳定性差,刀盘对土体的切削能力降低,导致渣土的输送效率降低,甚至渣土不易排出。当顶管施工处于富水砂地层时,由于土层中含水率较高,在顶进过程中容易发生现喷涌,造成坍塌,致使地面出现沉降,进而对周边的建筑物和环境造成不利的影晌全。需要从理论角度分析渣土改良的可实施性,再结合室内试验,包括膨润土泥浆改良、泡沫改良和综合改良方案,总结出规律。

先将沉井种类进行划分,选择适合的制作节段高度,制作节段确定后选择定型钢模板对模板进行定制,模板定制完成后开始制作沉井。现场进行沉井定位与定位钢筋制作。沉井满足强度后吊运至现场进行下沉。主要研究思路和技术路线如图 1:

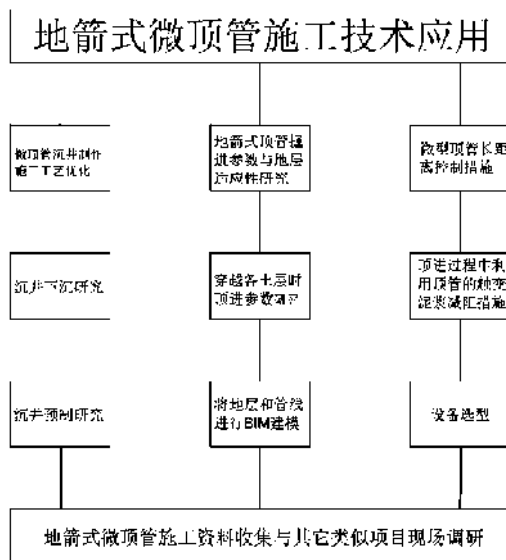


图 1 沉井微顶管施工技术路线

4 预制微顶管沉井制作施工工艺

微顶管工艺流程:工作井及接收井施工→安装加固后靠背→架设机台、安装激光经纬仪→顶进箭头及先导管→顶进黑管→安装机头→管材顶进→拆除管路。

4.1 沉井预制研究

本项目微顶管工作沉井尺寸共分为两种,分别为外径 2.8m 和 3.3m 两种,沉井重量约 40 吨。沉井拟采用预制场集中预制,由预制厂家进行生产、养护、运输至施工现场。研究内容主要包括预制沉井的模板选择,沉井的预制高度与节段连接。采用定型钢模板可以代替原来的木模板,实现快速制作并减少现场地形限制。

4.2 沉井下沉研究

沉井定位方式拟采用类似于钢护筒埋设,在四周打设 4 根定位

钢筋,保证井位。下沉时利用长臂挖机配合汽车吊进行下沉,施工过程中保证井体不偏斜,或偏斜后能及时纠偏。拟研制一种可以将沉井精准定位的定位装置,实现沉井的精准、快速定位。下沉时利用长臂挖机配合汽车吊进行下沉,施工过程中保证井体不偏斜,或偏斜后能及时纠偏(外径 2.8m、3.3m 的 $\phi 400$ 、 $\phi 600$ 管微顶管圆形顶管井钢护筒埋设位图如图 2 所示)。

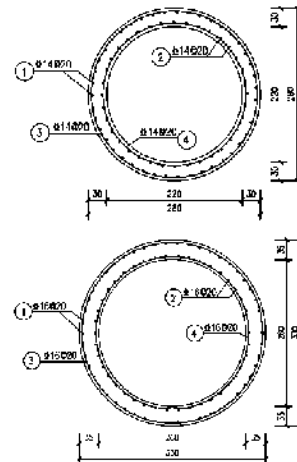


图 2 外径 2.8m、3.3m 的 $\phi 400$ 、 $\phi 600$ 管微顶管圆形顶管井 4.3 微型顶管长距离的控制技术

本工程选用的离心浇筑玻璃纤维增强塑料夹砂管单节管材约 0.8m,如果顶管距离过长,会造成接头过多,线型难以保持,顶力不够,对工作井允许顶力要求增加。另外螺旋钻杆顶进距离过长会扭矩不足,进尺缓慢,激光导向测量难以控制。微顶管最佳顶距约 45m,本工程最长一段微顶管约 60m,长度增长会造成施工困难。我们拟调研市场上最先进的设备,通过选用新型的螺旋钻杆、新型的顶管机。参考顶管施工技术,利用减阻泥浆,看能否达到长距离控制,另外配备先进的控制仪器,实现长距离微顶管。

先进行管道受力研究与顶力的影响因素分析,之后通过公式计算出管道的顶力。顶力确定后我们拟调研市场上最先进的设备,通过选用新型的螺旋钻杆、新型的顶管机。参考顶管施工技术,利用减阻泥浆,看能否达到长距离控制,另外配备先进的控制仪器,实现长距离微顶管。

5 结语

微型顶管施工主要是以地箭式的方式出土,其出土方式又可以细分为标准地箭式及改良地箭式。标准地箭式是分步骤进行排土的,而改良地箭式是通过压密向前推进,不排土。地箭式工艺是用前导管做导体,并在其后端连接上螺旋出土管、扩孔切削头及预敷设的管材,再通过液压设备将前导管按设计轨迹要求逐步顶进,最终实现管道敷设的目标。微型顶管技术在市政给排水工程建设中有非常重要的地位及应用价值。如果需要微型顶管施工达到预期的效果,应根据现场施工条件选择合适的工艺方法,制定合理可行的施工方案,优化施工参数,并严格控制各环节的施工质量,保证施工进度,合理降低施工成本,不断提高顶管施工技术水平。本项目施工条件比较复杂,穿越区域以淤泥淤泥粉质黏土为主,另外,管道均为小口径管材,常规非开挖技术难以满足施工要求,因此应用微型顶管施工技术进行施工,最终不仅完成了施工任务保证整体工程的工期及效益。

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]孙金昭, 周皓雪, 吉驰等.微型顶管技术在复杂环境条件下排水管道工程中的应用[J].城市道桥与防洪, 2023 (02): 134-136+145+19.
- [5]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(电子版), 2023 (04): 61-63.