

非开挖施工技术在市政排水管道工程中的综合应用

马志丹 夏晶 吴荣良

悉地(苏州)勘察设计顾问有限公司

摘要: 市政污水主管网埋深较深,同时要穿越现状道路、河道等,明挖施工经济成本高、施工影响大、社会效益差,基于以上原因,非开挖施工技术在市政污水管网建设工程中得到广泛的应用。文章通过工程实例,介绍了非开挖定向钻进工艺与微型顶管工艺结合使用,解决了市政污水主管施工与支管施工的衔接,经济性与可实施性做到了有机的结合。

关键词: 非开挖; 市政排水; 工程应用

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.03.031

苏州市相城区某镇市政道路现状市政污水管管径较小,不能满足生活污水转输要求,新建de800污水主管,总长约810米,预留DN600过路支管4处,总长约50米。其中,管径de800主管采用定向钻工艺施工,管道埋深5.2~6.8米;管径DN600过路支管采用微型顶管工艺施工,管道埋深4.5~5.5米。工程范围内有现状雨水、污水、给水、强电、弱电、燃气等地下管线,管线情况复杂,工程前已探明现状管线位置、埋深、管线规格。定向钻施工交汇工作井采用1.6m×2.4m钢筋砼不落底沉井,接收井采用φ2.0m钢筋砼不落底沉井。微型顶管工作井采用4.6m×4.6m拉森钢板桩护壁井,施工完成后内部浇筑φ1.5m钢筋砼不落底窰井;微型顶管接收井采用4.4m×4.4m拉森钢板桩护壁井,施工完成后内部浇筑φ1.25m钢筋砼不落底窰井。

一、工程地质情况

根据地勘报告显示,19米深度范围内,共分了6个大层,除填土外,其余为第四纪滨海、河湖相沉积物。各层具体评价如下:

- ①层素填土:松散,不均匀,成分复杂,工程性质差,未经处理不能直接利用。
- ②₋₁层粉土夹粉质黏土:稍密,中压缩性,工程性质较差。
- ②₋₂层淤泥质粉质黏土:流塑,高压缩性,工程性质差。
- ③层黏土:可塑,中压缩性,工程性质好。
- ④层粉质黏土:可塑,局部软塑,中压缩性,工程性质中等。
- ⑤₋₁层粉土:稍密~中密,中压缩性,工程性质中等。
- ⑤₋₂层粉砂:密实,中压缩性,工程性质好。
- ⑥层粉质黏土:软塑,中~高压缩性,工程性质一般。

表1 土层土质参数表

| 层号 | 层名 | 地基承载力特征值 f_{ak} (kPa) | 压缩模量 E_{s1-2} (MPa) 经验值 |
|-----------------|---------|-------------------------|---------------------------|
| ② ₋₁ | 粉土夹粉质黏土 | 90 | 8.0 |
| ② ₋₂ | 淤泥质粉质黏土 | 50 | 2.5 |
| ③ | 黏土 | 190 | 8.0 |
| ④ | 粉质黏土 | 150 | 6.0 |
| ⑤ ₋₁ | 粉土 | 140 | 9.0 |
| ⑤ ₋₂ | 粉砂 | 200 | 11.0 |
| ⑥ | 粉质黏土 | 120 | 4.5 |

新建管道基础基本位于③黏土层 $[f_{ak}] = 190\text{kPa}$,土质较好,不需要特殊处理。

二、定向钻施工技术

定向钻施工技术,能够进行有工作坑水平定向钻进回托布管和在工作坑下卧式定向钻进回托布管,适用于直径100~1200mm的钢管、PE管、MPP管等,地质情况适用于天然土、素土、回填土、杂填土、软质岩、硬质岩等^[1]。本文对有工作坑水平定向钻进的工艺进行研究,施工顺序:打设支护桩并开挖工作坑→定向钻机安装→定向钻孔→扩孔→回托布置管道→拆除机械设备→拔出支护桩→回填工作坑^[2]。

(一) 工作井施工

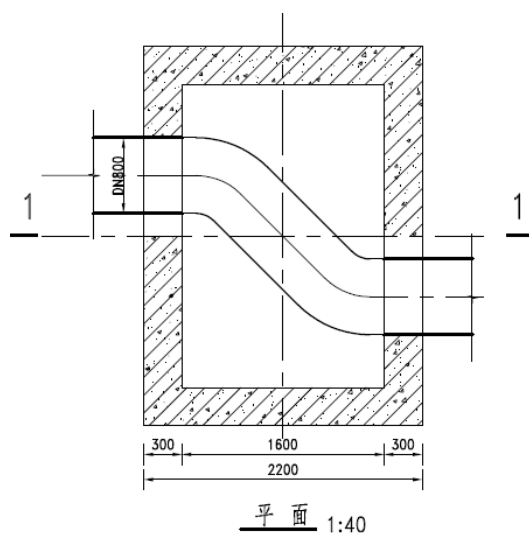


图1 定向钻施工工作井平面图

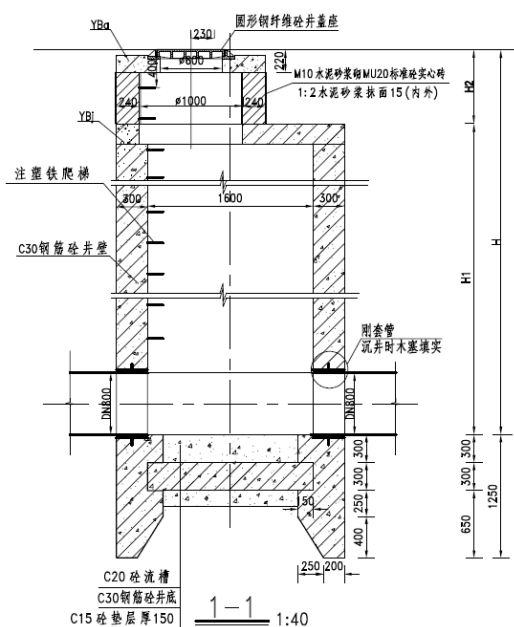


图2 定向钻施工工作井剖面图

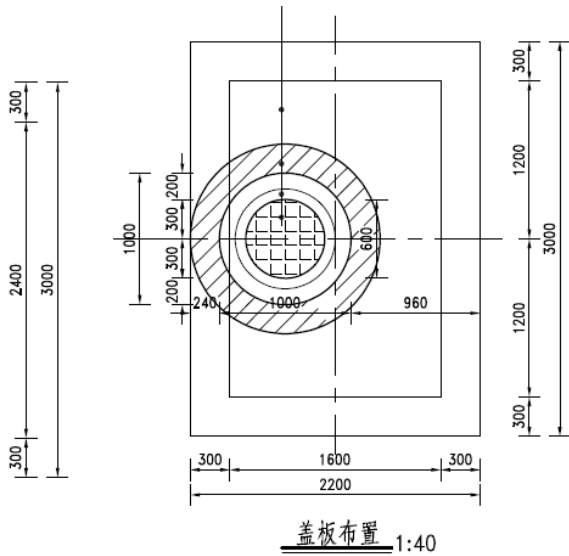


图3 定向钻施工工作井盖板布置图

定向钻拖拉管施工，工作井采用1.6m×2.4m钢筋砼不落底沉井，工作井按照设计标高预留孔洞，预留孔洞错开布置，方便往两侧分别进行拖拉管施工。定向钻拖拉管施工完成后，工作井进行收口永久使用，如上图所示，增加YBa、YBj预制钢筋砼盖板，上盖φ600钢纤维砼井盖。YBa、YBj盖板应在工厂预制，安装时采用M10水泥砂浆座浆，接缝处采用1:2水泥砂浆勾缝处理。

(二) 接收井施工

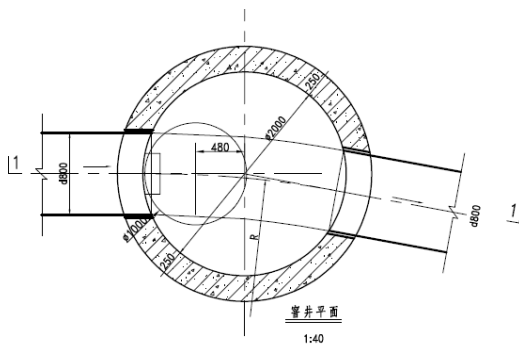


图4 定向钻施工接收井平面图

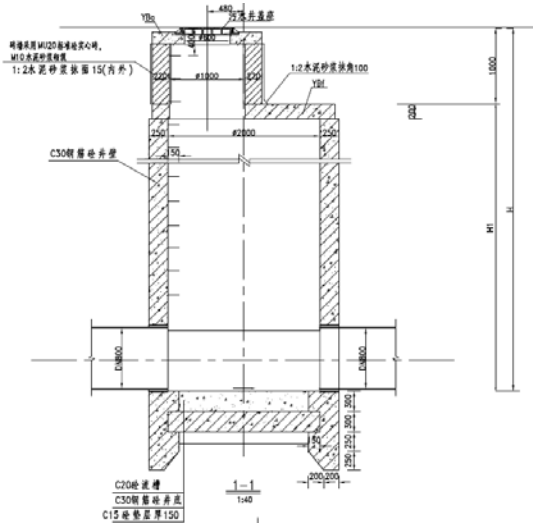


图5 定向钻施工接收井剖面图

定向钻拖拉管施工，接收井采用φ2.0m钢筋砼不落底沉井，C30钢筋砼井壁及底座，C20砼后浇流槽。定向钻拖拉管施工完成后，接收井进行收口永久使用，如上图所示，φ2.0m井体收口为φ1.0米井口，增加YBa、YBj预制钢筋砼盖板，上盖φ600钢纤维砼井盖。YBa、YBj盖板应在工厂预制，安装时采用M10水泥砂浆座浆，接缝处采用1:2水泥砂浆勾缝处理。

(三) 管材选用

定向钻拖拉管施工，采用de800 PE直壁管，壁厚58.8mm，采用PE100级，公称压力1.25Mpa，电熔或热熔接口。管材满足《非开挖工程用聚乙烯管》(CJ/T358-2019)规范的要求。

三、微型顶管施工

(一) 工作井及接收井施工

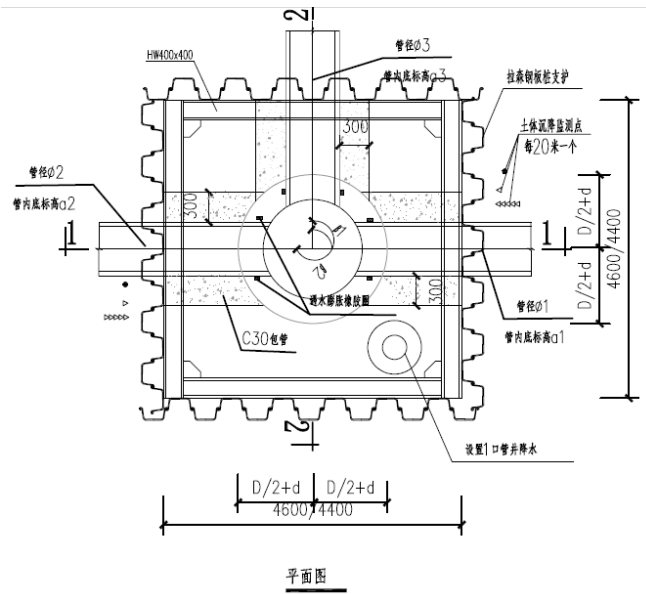


图6 微顶施工工作井及接收井平面图

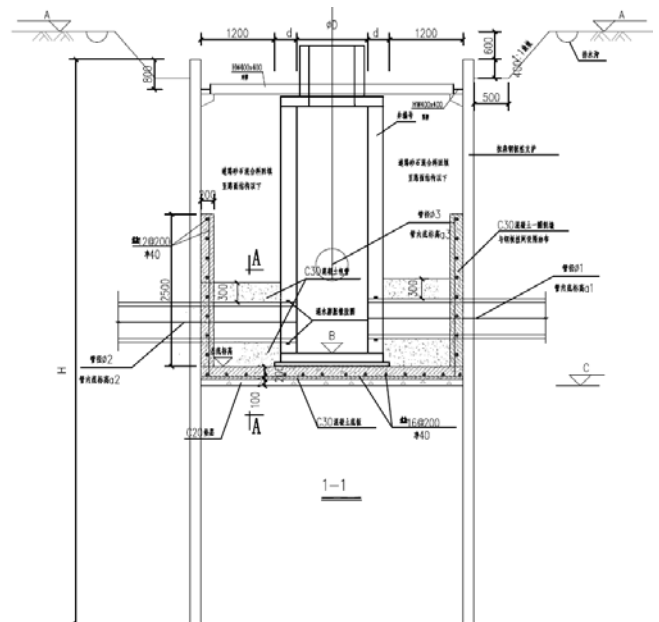


图7 微顶施工工作井及接收井剖面图
微型顶管工作井采用4.6m×4.6m拉森钢板桩护壁

井，施工完成后内部浇筑 $\phi 1.5\text{m}$ 钢筋砼不落底窨井；微型顶管接收井采用 $4.4\text{m}\times 4.4\text{m}$ 拉森钢板桩护壁井，施工完成后内部浇筑 $\phi 1.25\text{m}$ 钢筋砼不落底窨井。钢板桩工作井及接收井围檩、内撑、槽钢选用Q235b型钢，拉森钢板桩为IV型。

施工顺序：场地平整→钢板桩施工→开挖至支撑底→围檩、支撑施工→分层开挖至坑底→施工顶管及窨井→基坑回填→回填到支撑底，拆除支撑和围檩→回填至钢板桩顶面→钢板桩拔除→钢板桩空隙内注浆加固→回填至设计地面^[3]。

(二) 管材选用

微型顶管施工段DN800污水管采用微型顶管专用玻璃纤维增强树脂混凝土顶管，管节长为1m，管材需满足《玻璃纤维增强塑料顶管》(GB/T 21492-2019)质量要求，环刚度 $\geq 100000\text{N}/\text{m}^2$ ，抗压强度 $\geq 80\text{Mpa}$ 。

四、施工监测

拟建场地位于苏州市相城区某镇东西向市政道路南侧5m，本场地四周现均为空地，北侧为宽30m现状道路，南侧为宽30m~35m区级河道。参考周边环境、基坑开挖深度、土层情况，并结合现场实际情况以及方便施工等因素，按照国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012中规定，基坑安全等级为二级，结合《江苏省工程建设标准》DGJ32/J195-2015本工程基坑监测等级定为二级。

(一) 监测目的

施工过程中由于土体挤压效应，可能使周围土体产生变形，所以在施工过程中设置监测点是对工程施工质量及安全性监督，是对工程设计经验及安全系数的动态诠释，是保证工程顺利完成的必需条件。在预先周密安排好的计划下，在适当的位置和时刻用先进的仪器进行监测可收到良好的监测效果，特别是工程师根据监测数据及时调整各项施工参数，使施工处于最佳状态，实行“信息化”施工。

通过对本工程监测主要达到以下目的：

(1) 通过准确、系统性的动态监测，全面反映土体以及周边环境变形情况的发展趋势，及时预报施工中出现的不稳定因素，确保安全、预防事故发生；

(2) 将监测信息及时反馈给甲方、设计、施工方，为信息化施工提供参数，使设计和施工达到优质安全、经济合理；

(3) 将监测数据与预测值相比较，判断前一步施工工艺和施工参数是否符合预期要求，进一步可以确保和调整下一步施工，确保施工安全；

(4) 验证设计的合理性、科学性，为周边类似工程积累数据；

(5) 保障业主及相关社会利益。

(二) 监测项目

施工期间应重点监测沉井及钢板桩水平位移和沉降、地表沉降、地下管线位移、建筑沉降倾斜、地下水位、坡顶水平位移、土体深层水平位移、桩深层水平位移等参数。

表2 主要监测内容统计表

| 监测项目 | 监测点数量(个) | 点位布置说明 |
|---------------------|----------|--|
| 支护{坡}顶水平、竖向位移(共用)监测 | 24 | 结构顶部每15~20m等间距布置1个监测点。 |
| 支护深层桩体位移监测 | 4 | 纵向间距20~50m，深度不宜小于围护结构的深度。 |
| 坑外地下水位监测 | 4 | 在基坑、被保护对象的周边或在基坑与被保护对象之间布置，监测点间距为20m~50m一个。 |
| 支撑轴力监测 | 4组(2个) | 钢支撑轴力监测点一组应布设2个轴力计，各层支撑的监测点位置宜在竖向保持一致。 |
| 地表沉降监测 | 4组(20个) | 沿基坑围护边，监测断面应与坑边垂直，数量视具体情况确定，每个监测断面点数量不宜少于5个。 |
| 立柱沉降监测 | 4 | 每层支撑的轴力监测点不应少于3个，各层支撑的监测点位置宜在竖向保持一致 |

基坑工程容易发生的工程事故多为围护结构坍塌，土体滑坡，支撑体系变形，周围建筑物沉陷、裂缝等。很多工程事故的发生都是在监测正常进行下发生的，监测点的数量有限，都分布于常见的重要位置，有时仅从监测数据上并不能预测到基坑的个别部位。通过现场安全巡视往往能更及时的发现事故的前兆，特别是对暴雨天气后基坑周围土体的一些细微变化，土体的局部的沉陷，地面与建筑的裂缝等的发现。仪器的监测均是定量的数据，我们从数据上发现的往往是量变的过程，而一些规范和工程经验的警戒限值都是大家长期沿用下来的安全底限，它是一个具体的量值。而直接导致工程事故或其前兆现象发生的量值具有很大的范围，有时会远远高于常规警戒值，有时甚至会低于常规警戒值。监测有时则能及时发现质变的前兆，对相应现象做出定性结论，因此现场安全巡视是施工监测重要的补充。

结束语

微型顶管施工工艺在解决市政污水过路管施工有比

较大的优势，市政道路红线范围内现状管线较多，与泥水平衡顶施工工艺相比，微型顶管工作井及接收井尺寸小，施工时需要迁改的现状管线较少。定向钻施工工艺整体造价较低，在工程整体投资有限的情况下，污水主管可采用此工艺。但由于造斜距离较长，过路支管不适用此工艺。微型顶管施工工艺与定向钻施工工艺结合使用，可以解决市政污水管道主管与支管施工中存在的问题。

参考文献

[1] 给水排水管道工程施工及验收技术规范，CB50268-2008[S].
 [2] 魏风华，王团磊. 浅谈市政排水工程中非开挖拉管技术的应用[J]. 建筑工程技术与设计，2015(20): 1263.
 [3] 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，2020.42(5): 143-146.