

市政工程顶管施工技术要点探讨

高跃跃

中国建筑第七工程局有限公司 河南郑州 450004

摘要: 市政工程顶管技术在施工领域中得到广泛应用并具有良好的使用效果, 结合下穿公路顶管施工技术实例, 分析在施工过程中顶管的关键工序的控制要点, 以期为后续类似工程作以参考。

关键词: 顶管; 施工技术; 市政工程

1 概述

随着城市扩容能力的不断提升, 配套设施也在不断的进步和延伸, 在有限的空间范围中尽可能减少对周边环境的扰动, 需要更加经济、可靠的施工手段来保障基础设施的建造, 顶管作为拓展城市地下空间的重要施工技术, 在施工中广泛应用, 其施工技术控制则是工程建设的核心组成。

2 工程概况

拟建管道穿越津沽公路。拟建工程范围及规模: 管道为混凝土圆管, 外径2.40m, 内径2.00m, 管道总长约100.2m, 双管穿越, 两管间隔约2.4m, 采用顶管技术进行施工。沿线地质情况为深度35.0m范围内的地基土属第四系全新统人工填土层、陆相沉积层、沼泽相沉积层及上更新统的陆相及海相沉积层。

3 顶管施工关键技术要点

3.1 顶管机型的选择

采用泥水平衡式顶管机, 适用于管道内径250~4200mm, 管顶覆土厚度 $H \geq 3m$ 或 $1.5D$; 地层稳定措施: 胸板前密封舱内的泥浆压力平衡地层和地下水压力, 以泥浆平衡装置自动控制, 管道周围注浆形成泥浆套; 适用地层: 地下水位以下的黏土层、砂性土, 渗透系数 $> 10^{-1} \text{cm/s}$, 地下水流速较大时, 严防泥浆被冲走; 适用环境: 允许管道周围地层和地面有很小变形, 精心施工条件下地面变形量可小于3cm。

拟采用NPD2000泥水平衡式顶管机, 尺寸为 $\phi 2420 \times 4200 \text{mm}$ (外径*长), 对抗土压 $\leq 50 \text{t/m}^2$, 重量

约30t。

3.2 施工参数设置

1、确定最佳顶进速度

顶管顶进速度不宜过快, 不应大于 2cm/min , 应以 $1.5 \sim 2 \text{cm/min}$ 为宜, 以确保顶管过程中不出现因速度过快而导致的迎面土压力过大, 从而进一步控制地面的隆起或沉降。

2、确定机头内部土仓压力

泥水平衡顶管机正常顶管工作土仓压力以 $1.0 \sim 1.5 \text{Mpa}$ 为宜, 应顶管机前方土体总是保持一个压力平衡的状态(主动土压力与被动土压力的临界平衡状态), 避免周边居既有地铁结构变形、地面沉降或者冒浆现象发生。

同时需确定泥浆置换的配比和注入方式、触变泥浆配比、管道顶进姿控及导轨安装误差控制。

3.3 预留洞口封门

由于洞门圈与顶管外壁间存在一定的间隙, 为了防止顶管始发、接收及施工过程中地下水、土体从该空隙中流失, 在洞门全周围安装环形橡胶止水板及钢压板作为预留洞门内衬封门措施。

开始顶进前, 将管道外侧的洞口封堵槽钢骨架进行拆除, 拆除完成后即可进行顶进施工。

3.4 顶管机安装、调试

1、顶管机安装前应作一次安装调试, 油管安装前应清洗, 防止灰尘等污物进入油管, 电路系统应保持干燥, 机头运转调试各部分动作正常, 液压系统无泄漏。

2、顶管机的尺寸和结构应完全符合实际工程要求, 在吊装前应做详细的检查。

3、在吊装顶管机时应平稳、缓慢、避免任何冲击和碰撞。一般重量较轻的小型简单顶管机可钢丝绳外套橡皮吊放, 对于大型顶管掘进机等重要设备, 必须采用专用吊具, 确保安全可靠。

作者简介: 高跃跃, 出生年月: 1991年10月, 民族: 汉族, 性别: 男, 籍贯: 安徽颍上, 单位: 中国建筑第七工程局有限公司, 职位: 项目部工程部经理, 职称: 工程师, 学历: 大学本科, 邮编: 300352, 邮箱: 867518013@qq.com, 研究方向: 道路桥梁与渡河工程。

4、顶管掘进机安防在导轨上后，应测量前后端中心的方向偏差和相对高差，并作好记录，顶管掘进机的接触面必须相互吻合。

5、顶管掘进机应按设计要求，正确定位，两边对称。

6、将掘进机和电路、油路、水路、气压、泥浆管路和控制系统等进行逐一连接，要求个部件安装正确、连接牢固、不得渗漏，要求安装后对个分系统进行认真检查和试运行，达到正常运转。

7、顶管掘进机下坑后，刀盘应离开封门1米左右，放置平稳后重测导轨标高，高程误差不应超过5mm，然后开始凿除砖封门，砖封门应尽量凿除干净，不要遗留块状物，使掘进机刀盘贴住前方土体。

3.5 泥水系统安装

泥浆池应尽量靠近工作坑边，可以减少排泥管路过长而且产生的管路摩阻力，沉淀池的配置可沉淀块状物，防止块状物直接进入排泥泵引起排泥泵堵塞和损坏。

注浆系统应尽量使用螺杆泵以减少脉动现象，浆液应保证搅拌均匀，系统应配置减压系统。在注浆泵出口处1米外以及掘进机机头注浆处各安装一只隔膜式压力表，便于准确观测注浆压力。

顶管排出的废弃泥浆先进行沉淀，然后采用泥浆罐车进行外运或者，沉淀物采用运输车外运。

3.6 洞门封堵拆除及始发

1、在开始顶进前应检查下列内容，确认条件具备时方可开始顶进。

(1) 全部设备经过检查并经过试运转。主要包括液压、电器、压浆、气压、水压、照明、通讯、通风等操作系统是否正常工作，各种电表、压力表、换向阀、传感器、流量计等是否能正确显示其处于正常工作状态，然后进行联动调试，确认没有故障后，方可准备顶管始发；

(2) 顶管掘进机在导轨上的中心线、坡度和高程应符合规定；

(3) 严格按照设计给出的洞门封堵措施进行封门，防止流动性土或地下水由洞口进入工作坑。

2、拆除封门前应分别检查以下技术措施是否有效：

(1) 洞口止水圈与机头外壳的环形间隙应保持均匀、密封良好、无泥浆流入；

(2) 洞口加固段应有检测结果，确保在增加洞外土体固结力的同时地面无明显隆起或沉降。

3、拆除封门时应符合下列规定：

(1) 采用沉井时，应先拆除内侧的临时砖墙封门，再拆除井壁外侧的封板或其他封填措施；

(2) 封门和封板一旦拆除后，必须在确保人身安全的前提下，立即清除洞口外可能存在的金属物件（如短钢筋、钢管等）或较大的硬块等障碍物；

(3) 封门拆除后应马上将顶管机切入土层，避免前方土体松动和坍塌。

3.7 管道接口处理

1、管节未进入土层前，接口外侧应垫麻丝、油毡或木垫板，管口内侧应留有10~20mm的空隙；顶紧后两管间的孔隙宜为10~15mm。

2、管节入土后，管节相邻接口处安装内胀圈时，应使管节接口位于内胀圈的中部，并将内胀圈与管道之间的缝隙用木楔塞紧。

3、采用橡胶圈密封的企口或防水接口时，应符合下列规定：

(1) 粘结木衬垫时凹凸口应对中，环向间隙应均匀；

(2) 插入前，滑动面可涂润滑剂；插入时，外力应均匀；

(3) 安装后，发现橡胶圈出现位移、扭转或露出管外，应拔出重新安装。

3.8 顶管机姿态控制

1、在管道顶进的全部过程中，应控制顶管掘进机前进的方向，并根据测量结果分析偏差产生的原因和发展趋势，确定纠偏的措施。

2、管道顶进过程中，顶管掘进机的中心和高程测量应符合下列规定：

(1) 管道进入土层后正常顶进时，每顶进1000mm，测量不应少于一次，纠偏时应增加测量次数；

(2) 全段顶完后，应在每个管节接口处测量其轴线位置和高程；有错口时，应测出相对高差。

3、纠偏时应符合下列规定：应在顶进中纠偏；应采用小角度逐渐纠偏；纠正顶管掘进机旋转时，宜采用挖土方法进行调整或采用改变切削刀盘的转动方向，或在管内相对于机头旋转的反向增加配重。

3.9 顶管机接收

本工程中工作井及接收井用作顶管施工的预留洞口均采用相同的洞门加固、封堵及止水措施。顶管机进洞前的3倍管径范围内，应减慢顶进速度，减少管道正面阻力对接收井的不利影响。

在顶管机距离洞口封门50~100mm时，再依次拆除洞门槽钢，洞门砌体利用顶管机顶进推倒。拆除封门前

应分别检查洞口止水圈间隙是否有效。

在接收顶管机时,应避免引起顶管机前方土体不规则坍塌,使顶管机再次推进时方向失控和向上爬高。对于较重的顶管机或掘进机,应防止其在达到接收坑时产生叩头现象,接收孔轴线上可安装工作架,防止顶管机头下落。另外,应把掘进机与第一节混凝土管联接在一起。

顶管机接收后,首尾管节处预埋件与洞口预埋件焊接固定,管外与洞口空隙填筑C30细石混凝土。

3.10 触变泥浆置换

置换水泥浆前,应把顶管过程中注入的触变泥浆排除,采用打开安装在注浆孔的单向阀,使泥浆自然流出的方式。但是在实际操作过程中,管材外所形成的空间近似真空状态,所以导致打开单向阀后触变泥浆无法流出或流出量极小。

打开顶管段落两侧管节的单向阀,将水泥浆注入点设置在全段中间位置,依靠注入水泥浆的压力逐步将管周的触变泥浆从顶管两侧的注浆孔挤出去。根据注浆量

逐步把水泥浆的注浆点从中部向两侧移动,逐步将管周的触变泥浆全部赶出去。待两侧的出浆孔不在排除触变泥浆即可完成置换。置换注浆压力应控制不大于触变泥浆注浆压力,应控制为0.4~0.45Mpa。

4 结语

顶管作为一项高效、精准的施工技术,在施工过程中发挥了节省资源、快速建造的优势,保证了施工工期和质量控制。本工程顶管施工反复试验考察选用施工机具、确定参数设置,施工过程中对顶进作业姿态控上进行了严格控制、实时量测,消减偏差,充分确保了工程的顺利实施。

参考文献:

- [1]王斌.简述管道铺设中的泥水平衡式顶管施工技术[J].四川水力发电.2018,37(02):106-109.
- [2]向炎标.城市道路下埋管道的顶管施工技术研究[J].城市道桥与防洪.2018,(02):130-132.
- [3]刘涵.泥水平衡顶管施工技术在市政工程施工中的应用[J].中国高新科技.2020,(14):62-63.