

市政给排水工程中的长距离顶管施工技术的应用分析

肖向民

济南市市政工程设计研究院(集团)有限责任公司

摘要: 城市化步伐不断加快,城市人口迅速增加,市政基础设施建设步伐也显著加快。给排水工程作为市政基础设施建设中的重要一环,直接关系到城市居民的日常生活品质。在市政给排水工程施工中,为了尽可能降低工程施工给城市生产生活带来的扰动,顶管施工技术得以广泛应用。由于顶管施工技术环节众多,尤其是长距离顶管施工活动,更是对施工技术要求极高。基于此,笔者结合自身工作实践,重点就市政给排水工程中的长距离顶管施工技术的应用展开分析。

关键词: 市政给排水工程;长距离顶管;施工技术;应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.20.057

一、长距离顶管施工技术概述

(一) 概念

长距离顶管施工本质上属于一种非开挖的管道铺设技术,在现场施工的前提下,顶管、液压千斤顶、市政给排水管道通过工作井进入地下,然后采取顶管施工方式,通过地下铺设给排水管道,直至管道铺设完毕。

(二) 技术特点

根据实际施工情况,长距离顶管技术具有不开挖、噪声振动小的工艺特点,这也是该技术应用价值的主要体现。其中,不开挖特点是,施工人员无需沿着市政给排水管道路由挖掘管道,铺设管道和回填沟,只在指定位置,通过地下顶管,尽量减少地面上的公路、铁路等基础设施的施工活动,同时,只在井场等施工区域,有利于控制工程综合施工成本。噪声和振动的小特点是,尽管在顶进给排水管道时会发生一些噪声和振动,但由于地层屏障的存在,噪声和振动的实际传播范围受到限制,不会对上层地面基础设施、周围地下管道的正常使用以及邻近建筑物居民的日常生活造成重大影响。

二、市政给排水工程中的长距离顶管施工流程及技术要点

(一) 长距离顶管施工工艺

泥水平衡顶管机顶进系统主要由主千斤顶、主顶油泵、顶铁、掘进机头、进排泥系统、泥水分离装置以及微机操作室等设备组成。顶管施工工艺流程如图1所示。

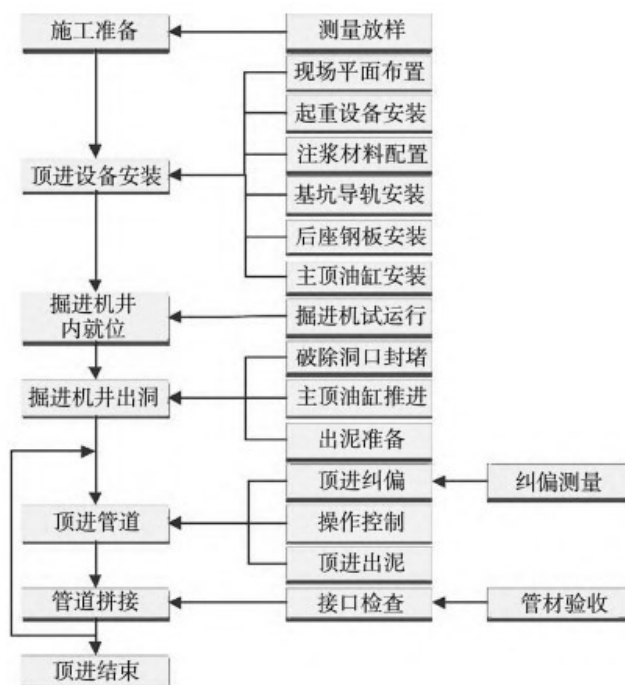


图1 顶管施工工艺流程

(二) 技术要点

1. 施工准备阶段

在施工之前,应该根据城市给排水工程的具体状况和工作区域的特征,对施工场地进行合理的布置,并对管材堆场、起重、注浆等施工装备的停靠地点进行科学的规划,同时还应该对施工场地进行整理,为后续的施工作业提供方便。与此同时,要在起始工作井内安装好主推千斤顶、顶管机、发射架和反力架等,并在工作井旁安装好下井扶梯,供工作人员进出。在施工准备期间,还应该对施工材料及设备的规格型号和数量进行仔细的核实,并且应该对管材外观、材料设备质量性能指标参数、施工设备的运转状况进行严格的检查,从而保证可以连续地进行中长距离顶管施工。

2. 测量校正技术

在城市给排水工程中,对顶管定位精度的精确控制起着举足轻重的作用。施工期间,建设方要安排专门的技术人员进行测量和放样,保证给排水管道的顶进高程控制点和中线的位置准确。在中心线的测定与放样过程中,中心线要分开设在顶管工作面的两边,并要保证其标高与钢管的顶进线相吻合。在上管道工作的坑道中,要有2-3个水平标点。基准点测设时,宜采用由基坑引出的方法,并要把测得的误差控制在容许的范围之内。尤其是在顶进第一节管件的时候,要强化对其进行的控

制和测量,以便能够及时地对其进行精确的顶进,如果出现偏差超出了容许的范围,则要结合具体的情况,使用千斤顶法或顶木法进行修正和调整。顶木方法通常适合于微小定位偏差的纠偏,在施工中,主要是在给水管道的偏移方向上,采用顶木的方式进行纠偏。

3. 工作井施工

在工作井的建设过程中,工作井拆分为刃脚和上部井壁两个部分,通常来说,工作井会采用分次混凝土现浇的方法,在工作井刃脚的地方先搭好模板,并现浇工作井刃脚的地方,当其强度达到70%的设计强度后,才会进行上部井壁的混凝土的浇灌,以连续的方式进行工作井现浇作业,并且不能留下任何的设施施工缝。其次,进行沉井施工,根据工程现场,合理选择带水下沉、不排水挖土下沉、钻吸排土下沉等技术,使工作井在下沉过程中一直处于竖直状态。最终,在沉井的时候,对现场的垃圾杂物进行了清理,并进行了轻量级的井点,并在此基础上,布置了素混凝土垫层或者砂垫层,并对其进行了一次沉井与二次沉井,在沉井的间隙进行了井点降水处理,在沉降结束之后进行了封底处理和浇筑底板。

4. 穿墙

在穿墙过程中,沿着城市排水管道的顶面,用现浇的水泥墙作为前止水墙,在墙上的特定部位留下一些孔洞,并在孔洞中设置一些类似于橡皮止水圈、法兰加压板之类的洞口止水设备。接着,将穿墙管内的杂物渣土进行清除,并填充低筋黏土或水泥黏土,对穿墙孔洞外部土体进行注浆增强,防止洞口外分布的黏土、软土等土体在拔除封门时出现流塑、塌方问题。最终,打开穿墙门板,将工具筒推到垂直方向上,实现了穿墙出洞作业。

5. 管道顶进

在管道顶进阶段,要结合项目的实际,制订顶进施工方案,确定给排水管道顶进方法、中继段划分、管道纠偏措施、顶管段单元长度等技术,将顶进设备、掘进机安装到位,详细检测后座钢板、注浆泵、基坑导轨、止水装置等设备。确认没有问题之后,工人们将给排气管安装到了基坑的轨道上,并在管道的前面挖掘出了一个合适的隧道,对管道的轴线和底面的标高进行了测试,并做好了开挖出泥的准备工作。接着,在后背固定不动的情况下,驱动油泵和液压千斤顶,不断向上推动管道,在单一冲程后,转换到液压千斤顶回油状态,完成首节管道顶进。然后,再由施工工人反复进行以上工序,以实现对其余管线的顶入工作,并在此基础上保证了整个给排水系统的顶入工作的连贯性,争取一次完成全部管道顶进任务。

6. 注浆减阻

由于城市给排水管道在顶管过程中会产生一定的阻力,会影响到顶管的效果,也会出现管道受损、地层沉降等级联问题。为此,为了改进长距离顶管施工,必须

在顶入的同时进行注浆和降压,并将其分解成三个阶段,即泥浆配合比设计、泥浆制备和注浆管理。首先,在触变液配方中,结合实际工程及施工环境,对触变液在施工过程中的受力特性进行了分析,并据此提出了触变液配方,确定了不同掺和比例下的不同掺和比例,保证了所研制的触变液的密度在 $1.05\text{g}/\text{cm}^3$ ~ $1.06\text{g}/\text{cm}^3$ 之间。以城市供水、排水管道的顶置施工为例,在穿过砂岩地层时,应将掺加的膨胀土掺和水的比例设置为1:8。其次,在配制泥浆的过程中,工人们做好了搅拌机的工作,测量好了混合的水量和膨胀土块的重量,重量的偏差不超过1%,然后把材料全部投入到搅拌机中,继续进行5分钟的混合,测试出了泥浆的质量。在浓度检测通过后,将泥浆静置1天,让它进行充分的水化,之后就可以将它投入到应用当中,在有需要的时候,在注浆之前,对它进行二次搅拌。最终,在注浆管理阶段,在现场布设多个灌浆孔,设置存浆箱和中继加压泵等装置,通过注浆管,向顶管机头部和尾部注射泥浆,从而在管道的四周固化,从而形成一个保护层。并对注浆减阻效果进行动态监测,及时调整注浆压力、注浆流量、注浆时间等技术指标,确保每一注浆孔口的注浆时间不超过3 min。

7. 管线纠偏

在管道纠偏过程中,施工人员要不断观察管道的轴线偏差情况、管道的高程和实际的顶管机的位置,当偏差接近最大值时,就需要进行纠偏,使管道慢慢的回零,同时要对管道的复位速度和修正角进行严格的控制,不能强行纠正,以免由于一次修正角太大,导致管道的方向发生变化,或者造成管道连接件的破坏。同时,也可以采用挖突、千斤顶或顶木等方法进行纠偏。挖空方法是在管线两边挖空,利用自重将管线重新定位到零点。起重装置是将起重装置安装在管线的侧面,用起重装置启动起重装置来进行管线的复位,主要是对一次校正的数量进行控制,并分几次对管线进行复位。顶木方法是将方木置于管线的一面,方木的一面面向前面的地层,利用方木分力使管线复位的方法。除此之外,在一些市政给排水工程中,采用了新型的智能控制技术,将传感器与PLC控制器等装置安装在顶管机上,通过传感器采集管道轴线、管道高程等参数的监测值与PLC控制器会自动将监测值与额定值进行比较,并根据两者的偏差情况,来下达控制指令,对千斤顶进行纠偏控制。

三、市政给排水工程中长距离顶管施工技术的应用策略

(一) 土压平衡控制

在长距离顶管时,由于土性等原因,理论计算值与真实值之间存在差异,从而造成了实际出土量和地表变形量的变化,从而不利于顶管施工过程的控制。为此,必须采用土压平衡控制措施,并依据实际情况,对土压控制与顶进速度、土压控制与排土量之间的关系进行分

析,并通过调整管道顶进速度和土壤排放量,来保持稳定理想的顶进控制土压力。在施工过程中,当施工过程中实际的土压力小于预计的时候,可以通过提高施工速度来提高施工中的土压力。

(二) 管节止转控制

从具体的施工来看,在给排水道顶进的时候,由于在刀盘和螺旋机械的作用下,有时会发生机头的转动问题,当转角达到一定的时候,管道顶进的状况就会发生变化,从而导致管道偏位、管道破裂等质量问题。因此,在飞机前端的横向部分的两边,必须预先安装翼板,焊接压铁支撑,并在支撑上安放合适的压铁。这样,在管道顶入过程中,机头前面的两个翼板将发挥着保持机头平衡状况、控制偏角角度的功能。而当发生了机头旋转问题的时候,可以通过调节机头两边的压铁体重,在引力的影响下进行纠正,在机头的偏转角重新回到了原来的位置后,可以将两边的压铁体重进行调整。

(三) 沉降监测

城市给排水管道在顶入时会引起地面沉降,导致地面沉降和土体塌落等工程问题,严重影响了顶管工作的效率。所以,为了将顶管工艺的整个流程控制好,必须要同步进行沉降监测工作,设置地表沉降、拱顶下沉、净空收敛等监测项目,在施工现场,以始发井为起点,在沿线布置多个监测点,利用锚钢尺、精确水准等仪器,不断观察地表沉降,将监测值与实测值进行比较,从而确定地表沉降对土体结构、铺设管道、基坑支护结构的影响。以地表下沉为例子,其监控的主要内容有两个方面,一个是轴向变形,一个是横向变形,轴向变形指的是对管道顶进至10m、20m、30m等各节点时的地面变形量进行收集,观察土体是否保持稳定状态,横向变形是采集顶管到达工作面前后时的地表沉降量,判断工作面深入对前方土体结构造成的扰动程度。

(四) 顶管机适用分析与改造

在市政给排水长距离顶管施工中,经常使用的顶管机设备有手掘式、气压平衡式、泥水式、土压式等种类,这些种类的顶管机的适用土质、操作难度与施工危险性都有显著的区别,因此要结合实际工程现场条件和顶管施工的需要来进行合理的选择。当工程现场以泥沙质泥土层为主存在时,为了防止土体挤压变形问题的发生,应该设置泥水式顶管机,通过压力泵与工作仓,将泥水渗透到土体中,从而形成泥膜、提高土体紧密度、维持水土压力平衡状态。泥水平衡顶管机分为刀头、前筒和后筒三部分。在护盾的保护下,泥水平衡顶管机对岩石圆盘进行切割开挖。通过切割机,该设备还配备了排水系统、线偏校正设备和监测测量系统,保证了顶进施工的正确进行。

(五) 解决顶管问题

在长距离顶管过程中,由于地质条件等因素的影响,有时会发生管道抱死、刀盘被卡等施工问题,这些

问题会妨碍顶管施工作业正常进行,从而造成了一些质量隐患。因此,施工企业一定要对这种典型施工问题的发生原因进行深刻认识,并采取相应对策。管道抱死问题的主要特征是:在顶力不断增加的情况下,管道是固定不动的,并在总推力保持较高的程度时,会发生液压油管爆裂和后背墙开裂的现象。问题的产生原因主要有:管道外壁面打蜡不均匀、管道两侧注浆压力偏差、注浆孔阀门启闭顺序与时间发生偏差,从而造成管道被砂层抱死。为了解决这个问题,必须采用分级注浆、多次顶管的方式,把推进力保持在一个安全的区域,把所有的注浆孔洞都填满,形成浆套拉力,降低摩阻,然后启动顶管机,再往前顶一小段,然后反复进行注浆顶进,直到管道完全脱离困境。刀盘被卡问题的具体表现形式是:在刀盘运转的过程中,它会被卡住,而且在施工人员反复调试之后,它依然不能进行正常的旋转。造成这种情况的主要原因是,在顶管机上,在最初的一段时间里,它的抬头次数太多,导致了土仓的较低的位置上,堆积了太多的素墙混凝土块,最后由于混凝土块没有及时地排放出来,而将刀盘给卡住了。对于这种情况,可以采用成槽清渣、旋喷清渣和定点横喷清渣等方式。其中,成槽清渣指的是在被卡刀盘的前面,控制钻机在顶管机的底部挖出一个稍深于顶管机的凹槽,对凹槽内进行清理,将堆积的渣土和混凝土块推进凹槽。旋喷式清渣是指将高稠度的泥浆以高压的方式喷射到被卡刀盘的前端,在冲击力的作用下,将堆积如山的渣土和水泥块一起喷出,直到堵塞物被清除,刀盘才能恢复正常旋转。定点横向喷砂清渣是指将多根直接喷砂的泥浆管道并在管道的一端与潜泵相连,通过喷砂管道对被卡刀盘进行高压水的喷射,直到刀盘重新旋转为止。

综上所述,长距离顶管技术在现代城市给排水工程中发挥着越来越重要的作用,施工水平和工程施工质量得到了显著提高。施工企业应提高长距离顶管技术的重要性,严格控制工艺流程,掌握所有技术操作要点,实施土压平衡控制、管段截至控制、沉降监测、顶管施工等五项策略,解决顶管施工问题,解决施工问题,保证市政给排水长距离顶管施工活动的科学性。

参考文献

- [1] 劳维挺. 市政给排水工程中的长距离顶管施工技术的应用分析[J]. 工程与建设, 2022, 36(05): 1424-1426+1467.
- [2] 孙琦. 长距离顶管施工技术在市政给排水施工中的应用[J]. 绿色环保建材, 2016(2): 81-82.
- [3] 汪凯举. 市政给排水工程长距离顶管施工技术[J]. 新型工业化, 2022, 12(05): 176-179.
- [4] 王都臣. 市政给排水工程中的长距离顶管施工技术研究[J]. 中国设备工程, 2022(08): 175-176.
- [5] 吴文贵. 市政给排水工程中的长距离顶管施工技术分析[J]. 住宅与房地产, 2021(34): 200-201.