

非开挖顶管施工技术在市政工程中的应用

王倡田

(伟浩建设集团有限公司, 山东 东营 257091)

摘要:当前,随着社会经济的快速发展,我国城市化的步骤越来越快,城市建设水平也有显著提升。与此同时,城市建设也在蓬勃发展,基础设施的建设直接影响到城市建设质量的好坏和发展水平的高低。在市政基础工程施工中,城市内部给排水工程作为人们日常生产生活的保障,其施工质量备受人们广泛关注与重视。在市政工程施工工作当中,非开挖顶管技术非常适宜不需开挖、不宜开发等处地下管道的敷设。非开挖顶管施工技术在工作坑中安装相应的顶管装置,继而将管道安装到土质结构中,能有效避免周边土质对管道产生影响,同时也减少了开挖敷设项目及其带来的不便和环境影响。基于此,本文主要就针对非开挖顶管施工技术在市政工程中的应用相关方面进行分析和探讨。

关键词:非开挖顶管施工技术;市政工程;应用

中图分类号:TU998

文献标识码:A

0 引言

非开挖技术是指在地表不用挖槽或通过最小开挖量的基础上完成各类地下管线铺设、修复或更换的一类施工新技术,涉及到的技术包括现有地下管线探测与检测、现场勘察等。该技术在20世纪60年代早期就已在欧洲发达国家率先兴起,当前已发展成一项政府支持、社会倡导、企业参与的新技术。因现代经济的发展推动了建筑行业的进步,城市内部各种建筑相继拔地而出,增加了建筑物的密集度,地下管线数量也不断增加,使得市政工程施工存在开挖难度加剧。市政工程施工中非开挖技术的应用,加快了施工速度,让施工进程免受干扰,故而致力于市政工程施工中非开挖施工技术应用的研究很有必要。

1 非开挖技术的优势、工艺和特点

1.1 非开挖技术的优势

非开挖技术进入我国较晚,但是由于该项技术的优势较为明显,在当前已被广泛引入实际建设中。此技术在实施时,能够有效减少与地下其他燃气、排水、电力等公共设施管道的重叠与冲撞,在通信工程、电力工程管道安装等方面的应用获得了专业人员的一致认可。在施工的过程中,对于周边居民的影响较小,不会产生噪声污染,同时减少施工过程阻拦交通运输情况发生,地下作业也能避免出现扬尘现象^[1]。

1.2 非开挖技术的工艺

目前,非开挖顶管施工技术在我国应用时间较短,

但其应用广泛,不仅经济效益显著,而且对周边环境及居民的影响很小。该技术的工艺可简化为四个环节:

(1)在管道的一段将工作井挖掘并固定;(2)在其中安装顶进设备;(3)在管道顶进的过程中,共同推进顶进与挖土工作;(4)使管道逐节顶入到土层之中,直到完成设计的总体长度为止。

1.3 非开挖技术的特点

1.3.1 安全、高效、造价低

随着我国城市改造项目的逐步推进,老城区改造政策的提出与实行,在基础公共基础设施建设中,如果利用常规的施工手段,不利于城市的交通、通讯等运行,且工程量相对较大,对于施工的成本也相应增加。为了减少开挖带来的影响,非开挖顶管技术有效应用到实际的建设中。此种技术具有高效、安全及造价低等特点,且施工人员的要求相对较低,实施困难程度较小。

1.3.2 对周围环境的影响较小

在城市的建设环境中,在商业较为繁华或者一些居住人群密集的区域,建筑物的分布也较为密集,地下铺设的管道与线路众多。采用常规的施工办法,施工难度也会相应地提升,此种施工手段,能够合理地选择管道线路,及时避开其他管道的冲突,减少各线路之间的干扰,降低对原有公共基础建设的破坏。

1.3.3 不受恶劣气候等因素影响

顶管施工技术的实施主要是在地下,施工环境较为闭塞,不会受到环境的影响,更多的是对设备的依赖,

而人员、气候的因素影响可以忽略。顶管施工技术的精度是其中最高的，也是与给排水管道最契合的，适用管径可以控制在350mm~4000mm之间，虽然施工时间较长，但是能够解决一些其他技术不能解决的问题^[2]。

1.4 顶管法

顶管法是指在地面实施工作坑开挖，并依靠顶管机保证施工有序推进的一种施工技术。顶管机的组成包括五个部分，分别为切削部分、出渣部分、顶进部分、导向部分及控制系统导向系统全方位监测顶管机所处位置及方向，再精准测量偏斜参数，通过纠偏系统完成纠偏。实际施工精度与操作人员密切相关，一般情况下把垂直和水平两大方向的实际允许偏差控制在±25mm，这样更高的精度可保证管道所受外力更均匀。

顶管法适宜所有类型的土质地层，前提是不能存在地下水，管径为100~5000mm，长距离顶管施工长度可达1000m以上，例如：在我国西气东输的关键工程中，全长3600m、管径1800mm的钢管从23~25m深的地下，于2002年9月成功横穿黄河，这是世界上大口径钢管一次性施工距离最长的顶管工程。

顶管法应用优势在于不会为地表带来极大干扰，若埋深非常大，那么相较于传统施工方法成本更低，且有极高的精准度。同时因其所投入的设备较多，在工程量偏少的情况下会使成本升高，且对设备操作者专业技术要求相当高。

2 施工中应注意的问题

2.1 施工条件

虽然非开挖顶管技术在对于与土质层敷设重力流的排水管道和大口径管道是目前最节省成本的方法，但与其他方式相比较也在一定程度上存在局限性，尤其是在土层厚度比较深，土质均匀，并且主要为软塑、流塑粘性土、其迎面阻力过大等情况，尤其是在土质情况较为特殊的环境中，该种施工技术受到环境制约。

2.2 补救措施方面

在某工程中，采用泥水平衡顶管施工工艺，应用注浆减阻技术，加设中继间等辅助措施，降低了管线顶力，极大地增加了每次顶进的距离，减少了工作井和接收井的数量，达成了成本控制的目标，同时采用了“F”型钢承插口管材，由于接口形式更加合理、适应性强，增加了在砂层中使用的可靠性^[3]。

3 非开挖顶管施工技术在市政工程中的应用

某工程根据地质勘察资料，提供该场地埋深25.00m深度范围内，地基分布大致如下：（1）人工

填土层全场地均有分布，厚度1.00~3.30m，底板标高为2.80~0.52m，主要由素填土组成，呈褐色，软塑状态，粉质黏土、黏土及淤泥质土质、含少量石子，属高压缩性土。（2）全新统中组海相沉积层土质为软土，是全新世长乐组上部的淤泥，为河口海湾相沉积，厚2.2~21.2m，顶板埋深1.5~22.0m，呈深灰色，饱和，流塑，高压缩性，天然含水量50%~60%，剪切波速为100~200m/s，承载力45~50kPa。（3）根据该区域工程地质和水文地质情况及施工要求，施工方经过技术调研，在充分了解泥水平衡顶管特点后，与其他非开挖施工进行了适用性、经济性、合理性对比后，建议工程采用泥水平衡顶管施工法。

3.1 初顶——顶进前准备

对施工人员进行顶前交底，明确以下事项：①明确地质情况，包括该段施工的土质，地下水变化情况；②明确周边环境，包括地下管线类型、位置、埋深、间距、使用状态，地下构筑物的类型、位置、埋深、间距，地面建（构）筑物、障碍物的类型、位置及施工对其影响程度；③明确工程设计情况，包括顶进的管道类型、管材、管径、接口形式、顶进长度、覆土深度、工期要求等；④明确顶进方式，明确顶进参数，包括土舱（泥水舱）的压力设定值、注入润滑泥浆的压力值、顶力限定值、中继间的安装位置等；⑤明确工程的验收规范和质量要求；⑥明确其他需要明确的事宜。

3.2 顶进前的复核、检查

（1）顶进前确认事项：①全部设备经过检查并试运转正常；②在基坑导轨上的顶管掘进机（工具管）中线、高程、坡度均符合设计要求。（2）开启封门前检查：①洞外的地下水位是否符合要求；②洞口土体是否稳定，地面无明显隆起后沉降；③洞口止水圈与管外壁的环形间隙是否均匀、密封是否良好。当以上事项确认完毕即可开始顶进作业，利用50t吊车将第一节管道与掘进机同心连接并将接口密封，胶圈涂抹上防水密封胶后安装，开动主顶泵站进行顶进，之后管道依次进行。（3）防旋转。从掘进机后方看，掘进机发生顺时针方向旋转时称为右转，掘进机逆时针方向旋转时称为左转。应采用以下措施防止掘进机旋转：①初顶进洞时，应放慢顶推速度，减小刀盘切土深度②尽快连接掘进管，增大摩擦力矩；③根据掘进机的旋转趋势，正向、反向交替旋转刀盘；④开顶时，先启动刀盘，再推进管道；停顶时，先停止推进管道，再关闭刀盘^[4]。

3.3 注浆减阻

注浆手段是缝隙填充中主要应用的技术。在进

行管道拼接的过程中,注浆技术的应用对注浆孔相关零件进行固定,浆液不断被挤压涌出,可在混凝土管节外壁以钢套环形成混凝土外壳,进而被挤出,减少摩擦力^[5]。(1)根据图纸情况对压浆混合材料进行调配,保证其稳定性的同时,满足其不同的需要。(2)科学选定注浆孔。本次施工中,专业技术人员选择采用在混凝土管节雄头处设计孔洞,间隔7.2m,角度120°,顶管机后连续三节都持续注浆。(3)选择合理的注浆工艺,根据压浆操作的技术规范施工流程,保障施工质量。使顶进过程中形成的建筑间隙能够被泥浆填补成为泥浆套,泵送出口压力需尽可能控制在1-1.25×10⁵Pa。(4)压浆孔的位置固定在管节一测后,施工人员在管节拼接的过程中,注浆孔被前一节的钢环完全遮挡,压出的浆液首先会在钢环套与混凝土之间形成浆套,这样浆套也就比较容易形成,降低摩擦力的效果也逐渐被凸显出来^[6]。

3.4 施工技术措施

应注意以下施工技术措施:①顶进前,应根据顶进管道的不同位置的覆土厚度、土体性质、地下水埋深等因素确定泥水舱压力的控制值。②顶进中,根据泥水舱的压力变化,调节进水速度、排泥速度与推进速度,使泥水舱的压力始终保持在预设范围以内^[7]。③开顶时,应先启动进、排泥泵,进行机内循环,然后进行机外循环,再启动刀盘转动,最后启动油缸推进;停顶时,应先停止油缸推进,然后进行机外循环,再停止刀盘转动,转到机内循环,最后关闭进、排泥泵。④使用面板式刀盘时,应根据土质的条件确定刀盘开口的数量与面积。⑤对掘进机内进水阀、排泥阀、旁通阀操作时,不能将所有的阀门同时处于“关”的状态;从机内循环转换到机外循环时,应先打开进水、排泥直通阀,然后再关闭转换阀;从机外循环状态转换到机内循环状态时,应先打开转换阀,再关闭进水、排泥阀。⑥顶进中,须同步向管外壁注入减阻泥浆,并根据泥浆的损失适当补充注浆;贯通后,应向管外壁注入土体固结浆,置换减阻泥浆。⑦顶进过程中,应随时对掘进机位置进行测量定位,偏差较大时,应及时纠偏。⑧距离地下管道、地下和地上构筑物较近时,应适当降低泥水舱的压力。⑨当周边环境对土体变形要求严格时,应进行土体变形监测,根据监测数据随时调整顶进参数;初顶时,应防止顶管机转动,发生转动后应及时纠正。

3.5 顶后处理

(1)管材修补。贯通后管材有以下破损时必须进行修补。(2)钢筋混凝土管材要求。贯通后钢筋混凝土管材有以下破损时须更换:管道表面破损总面积超过管材内表面积 $\frac{1}{20}$;管道接口处破损总长度超过管口周长的 $\frac{1}{4}$;钢筋混凝土管材的钢筋变形严重,出现断裂;管身出现结构性裂缝;无法通过严密性检验。(3)管缝、注浆孔和管端封闭。贯通后,须对管材接缝与注浆孔进行封闭处理,对于柔性接口管缝封闭时应使用柔性材料,对于刚性接口使用防渗水泥;注浆孔应使用防渗水泥封闭^[8]。顶进贯通后,应填充管外壁与土体之间的空隙,并对被扰动的土体进行胶结固化处理,使用注浆法填充管外壁的空隙及固结土体,并将管端与工作井接口处补齐,注浆材料适宜为水泥+粉煤灰浆液。

4 结论

非开挖顶管施工技术已被广泛应用于市政工程建设中,顶管作业的低成本、工期的有效控制,都是很明显的优势,在实际建设上获得了较大的效益。在实践过程中,在实施环节利用注浆技术对产生的阻力进行调节,利用轴线对方向进行控制,快速顶进技术的实施减少塌方的可能性。在作业中,专业施工人员可以对建筑与实际施工管道的方位进行确定。若距离不在可控制范围内,采用支护技术进行防护,减少对建筑周边环境以及地下其他的管道线路的影响。

参考文献

- [1] 钟汉杰.非开挖顶管施工技术在市政管网中的应用[J].工程技术研究,2019,4(21):89-90.
- [2] 熊海滨.非开挖顶管施工技术在市政管网中的应用探究[J].城市建设理论研究(电子版),2018(20):160.
- [3] 牟红梅.非开挖顶管施工技术在市政给排水施工中的研究[J].科学中国人,2017(12):39.
- [4] 王素红.浅谈非开挖顶管施工技术在市政管网中的应用[J].山东工业技术,2016(13):120-121.
- [5] 赵东峰.非开挖顶管技术在市政排水管线施工中的应用[J].企业技术开发,2015,34(24):44-45.
- [6] 窦技强.浅谈非开挖顶管施工技术在市政排水的应用[J].给水排水,2011,47(S1):396-399.
- [7] 任国平.顶管施工技术在通信电缆管道施工中的应用[J].IT经理世界,2021(1):86-87.
- [8] 宋秋颖,于博涵.顶管技术在市政给排水管道施工中的应用[J].IT经理世界,2021(2):132.