

非开挖定向技术在铺设不同材质污水管中的应用

查显东

(安徽省煤田地质局水文勘探队,安徽 宿州 234000)

摘要:非开挖技术在市政工程管网建设中已得到成功广泛的应用。传统非开挖定向拉管技术主要针对抗拉强度较好的钢管、PE 管施工,且多为电力、电信套管或压力管等,标高要求不严,但在非压力污(雨)水管铺设时,除标高控制严格外,污水管网的材质也是多样化的设计,给传统非开挖施工提出了难题。针对 PE 管柔性好,HDPE 管抗拉、抗压强度差,小口径砼管不适用顶管施工等特点,采用非开挖定向技术新工艺施工,取得了很好的效果。

关键词:非开挖铺管;水平定向钻进;顶管;PE 管;HDPE 中空缠绕管;F 型砼管

中图分类号:P634.7;TU992.05 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)09-0067-04

Application of No-dig Directional Technology for Different Sewage Pipe Laying/ZHA Xian-dong (Hydrogeological Team, Anhui Coalfield Geology Bureau, Su'zhou Anhui 234000, China)

Abstract: No-dig technology has been successfully applied in pipeline network construction of municipal engineering. Traditional no-dig directional technology is mainly applied in steel pipe with good tensile strength and PE pipe, generally for electric case, telecommunication case and pressure tube with low elevation requirement. But for non-pressure sewage pipe laying, besides strict requirement of elevation, the materials are designed with diversification. According to the characteristics of PE pipe with good flexibility, HDPE pipe with poor tensile and compressive resistance, and pipe jacking construction not suitable for small diameter concrete pipe, no-dig directional technology was applied with good effect.

Key words: no-dig pipe laying; horizontal directional drilling; pipe jacking; PE pipe; HDPE hollow winding pipe; F-type concrete pipe

随着城市建设的快速发展,生活水平的日益提高,环保意识的增强,城市污水处理及配套污水管网铺设、改造工程随之增多。传统的污水管网工程施工多采用开挖或人工顶管、机械顶管等方式。但开挖对城市道路的破坏、修复后地面的沉降、交通的影响、环境的污染都相当严重;而人工或机械顶管仅适用于抗压强度较好且管径较大的砼管、钢管施工(一般管径 ≤ 800 mm)。当设计污水管材采用 PE 管、HDPE 中空缠绕管、PVC 波纹管、玻璃钢夹砂管等抗压性能差或设计管径 < 800 mm 的砼管时就不适用顶管施工。在不能开挖施工时,为了解决这些矛盾,我们成功地将非开挖定向技术应用到污水管网施工中,弥补了污水管网开挖及顶管施工的空白,取得了很好的效果,得到了市政部门及设计单位的认可和推广。

1 非开挖定向技术铺设 PE 污水管

由于 PE 管性能好,焊接密封好,耐腐蚀,环保等优点,在污水管网得到广泛应用。另外 PE 管有抗拉性能好、柔性好等特点,施工时针对以上特点,

采取有效措施提高效率,节约成本,满足设计及规范要求。例如江苏省连云港市郁州路、胸凤路污水管道拉管工程总计达 3929 m,管材均采用 PE 管。其中 $\varnothing 450$ mm 管 1320 m, $\varnothing 560$ mm 管 2139 m, $\varnothing 630$ mm 管 470 m。 $\varnothing 450$ mm 检查井 23 座, $\varnothing 560$ mm 检查井 36 座, $\varnothing 630$ mm 检查井 4 座,管道平均埋深 4 m,其地层主要为淤泥质粉土。

1.1 施工长度设计

由于本拉管工程整体连续好,且 PE 管材本身抗拉性能好,长距离拉管施工,对控制标高质量和提高效率有较好效果。在钻机拉力及管材抗拉强度允许条件下,尽可能延长每次拉管长度,这样可以减少工作坑(接受坑)、造斜段整体数量,节约施工成本;另外还可以满足标高质量要求,因为非开挖技术控制污水管网标高的难点在工作坑(接受坑)与造斜段连接位置,导向施工从入(出)土点至工作坑(接受坑)位置时,设计标高、导向钻头倾角必须同时达到要求,在这有限的造斜段距离内导向钻头角度变化较大(入射角从 25° 变到 0°)。通过延长每次拉管长度、减少了造斜段数量,达到了控制整体污水管网

收稿日期:2010-08-16;修回日期:2010-08-30

作者简介:查显东(1971-),男(汉族),安徽怀宁人,安徽省煤田地质局水文勘探队市政公司经理、工程师,探矿工程专业,从事非开挖、桩基工程、勘查工程、市政管网工程施工与管理工作,安徽省宿州市地质路4号,zxd.7190@163.com。

工程标高的目的。本工程 $\text{Ø}450\text{ mm}$ 、 $\text{Ø}560\text{ mm}$ 管网每次拉管长度按 150 m (检查井每 50 m 一座) 施工, $\text{Ø}630\text{ mm}$ 管网每次拉管长度按 120 m 施工 (检查井每 60 m 一座)。整个污水管分成 27 段拉管。

1.2 钻孔轨迹设计

非开挖水平定向钻机导向是通过控制钻头上的造斜面决定的,当钻头一边回转一边给进时,则造斜面在一周内所受阻力不变,钻孔实现直线钻进;当钻头只给进而不回转时,钻头的造斜面在造斜方向受到阻力,导向孔将向造斜方向弯曲。这样就可以根据钻具的当前姿态及时调整钻头的造斜方向,实现可控向钻进,因此,必须实现钻具姿态的实时测量^[3]。导向钻孔有效段设计轨迹按污水管设计坡度通过仪器角度变化控制标高,每 10~20 m 实测深度验证标高的准确性。入土造斜段导向孔的轨迹受水平定向钻机本身倾角制约,钻机入射倾角一般选择 25° 左右,随着导向距离加大,倾角逐渐减小,当导向达到工作坑位置时,除标高达设计要求外,导向钻头倾角必须达到 $\pm 0^\circ$ (如导向顺设计流水方向施工,钻头倾角为 -0° ;如导向逆设计流水方向,钻头倾角为 $+0^\circ$)。导向达接受坑位置时,导向孔出土造斜段(管道入口段)轨迹受拉管曲率半径限制,在造斜段轨迹设计中首先考虑的便是管材的允许最小弯曲半径,为了易于拉管,铺设管道的钻孔弯曲段应尽可能的缓慢过渡,即最小弯曲半径应尽可能的大,最小弯曲半径可以根据相关文献的公式计算或查表得到^[2]。但是管材弯曲半径越大,要求造斜段距离越长,施工成本越高。由于 PE 管柔性好,为了节约施工成本,导向出土造斜段不宜太大,拉管时采用吊机或挖机帮助连接拉管头与钻头分动器,并将管吊起沿造斜段钻孔角度顺利入孔,入孔后 PE 管材通过本身的柔性克服弯曲半径要求。PE 管施工时,入(出)土点距工作坑距离(造斜段)为一般管道设计深度的 5~6 倍;本工程管网埋深约 4 m,入(出)土造斜段距离分别按 25 m 设计,导向孔轨迹长度 = 拉管长度 + 入土造斜段距离 + 出土造斜段距离, $\text{Ø}450$ 、 560 mm 导向孔长度 200 m, $\text{Ø}630\text{ mm}$ 导向孔长度 170 m。

1.3 管材焊接

尽管 PE 管本身抗拉强度好,但拉管施工时焊接点易发生拉断事故。PE 管采用热熔对接时,温度、时间和压力是焊接过程中最重要的 3 个因素。热熔对接是通过专用连接板被加热到 $210\text{ }^\circ\text{C}$ (不同材料牌号的熔化温度一般亦不相同)后,使熔接管

的两端通过加热板加热熔化,抽出加热板的同时迅速将两端贴合,通过机具保持一定的压力,冷却后(约 30 min)达到连接的目的。本工程现场无三相动力电源,施工采用 20 kW 发电机焊接。焊接结束检查:(1)检查卷边是否正常均匀,使用卷边测量器测量其宽度应在指定的大小范围内;(2)割除卷边后,检查卷边底部、管道的焊接界面不应有污染物;(3)检查卷边底部的焊接界面不应出现熔和不足而造成的裂缝;(4)将卷边向背后屈曲,不应出现熔和不足而造成的裂缝;(5)检查两端管道在接口上应对准成一直线,每次拉管长度一次焊接成形。

PE 管拉管结束后,工作坑排浆砌井,中间设计检查井砌成污水图集骑马井。由于准备充分,考虑周全,整个工程 27 条拉管平均每段施工时间 5 天,每条线拉管用时 2 h,最大拉力 200 kN,两台 FKW-30 型钻机用时 70 天圆满完成 3929 m PE 管拉管施工。

2 非开挖定向技术铺设 HDPE 中空缠绕污水管

HDPE 中空缠绕管由于管材价格低,性能好,在污水管网建设中得到了广泛的应用。采用非开挖定向技术施工时,由于 HDPE 中空缠绕管抗拉能力较差,长距离拉管施工易出现拉断管材事故。为了避免出现以上事故,采用钢筋加固措施提高管材抗拉能力,取得了较好的效果。

例:2007 年苏州某污水工程,设计 $\text{Ø}820\text{ mm}$ 中空缠绕管 2700 m,设计管道平均深度达 5 m,检查井每 80 m 一座,施工地段地层为淤泥质粉土。

2.1 施工方案

考虑到管径较大,采用 FKW-50 型钻机施工;每次拉管长度按 160 m 设计(检查井每 80 m 一座),全线平分 17 条拉管;工作坑 18 个,采用人工开挖内径 3.5 m 砖砌倒挂井施工工艺,满足管头错位及拉管贮浆容积要求;入(出)造斜段距离 30 m,满足钻机导向角度变化及管材曲率半径的要求;扩孔直径达 1100 mm 能满足 $\text{Ø}820\text{ mm}$ 拉管要求。因扩孔直径较大,施工时采用了优质化学泥浆(钠质膨润土)平衡孔内压力、改变孔内泥浆性能,减小拉管阻力;其它施工工艺与 PE 污水管施工相同。

HDPE 中空缠绕管连接方式采用热熔带外包管头熔焊,为了提高整个 HDPE 中空缠绕管抗拉强度,在 HDPE 中空缠绕管外围制作钢筋笼并固定在管外壁,拉管时钢筋笼与 HDPE 中空缠绕管同步移动,随着拉力的增大,钢筋笼与管材胶结越紧,钢筋分担的拉力越大,从而达到较好的效果。如图 1 所示。

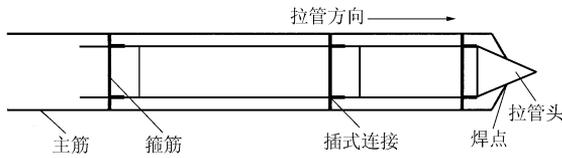


图1 HDPE 管材连接示意图

2.2 主筋规格

采用 Ø12 mm 圆钢 4 根,在箍筋连接位置带挂钩,且均匀分布,形状如图 2 所示。

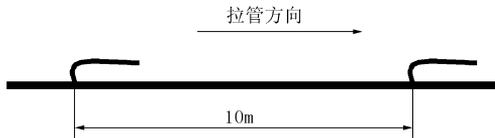


图2 主筋示意图

主筋长度 = 拉管长度 (160 m) + 导向出土造斜段长度 (30 m) + 余量 (10 m) = 200 m。

2.3 箍筋规格

采用 2~3 cm 宽扁薄铁制作成两半圆形卡子,直径等于 HDPE 外径,外围均匀焊接 4 个螺帽,方便主筋挂钩插入,形状如图 3 所示。为防止拉管时箍筋在管上产生相对移动,箍筋通过紧螺丝卡在 HDPE 接头的热熔带处 (热熔带塑性好,固定牢固),相邻箍筋间距 10~15 m。

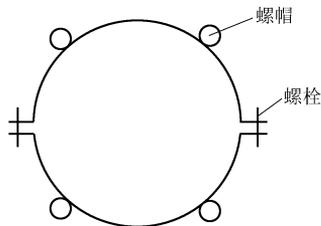


图3 箍筋示意图

2.4 拉管

拉管时,将主筋挂钩全部插入箍筋焊接螺帽内 (箍筋上每个螺帽对应主筋一个挂钩),主筋一头焊接于拉管头上,顺方向拉管越拉越紧、反方向拉主筋则可脱离管道,待拉管至设计位置后 (接受坑),排浆拆卸拉管头,切断主筋拉管头上的焊头,用挖机反方向将主筋抽出重复利用。

非开挖定向技术施工 PVC 波纹管、玻璃钢夹砂管等抗拉性较差的污水管网时,同样可以采用钢筋笼固管方式,并已在实践中得到了应用。如钢筋笼不重复利用,钢筋笼长度大于拉管长度的一半即可。

3 非开挖定向技术铺设 F 型砼管

污水管网中 F 型砼管一般仅能顶管施工,且管

的内径 < 800 mm,当管的内径 < 800 mm 时,人工、机械顶管均无法施工。而采用非开挖定向技术施工存在 2 大难题:一是 F 型砼管的连接;二是砼管自重太大,远超过非开挖定向钻机所能提供的拉力。

下面通过工程实例介绍如何克服以上 2 个难题,将非开挖定向技术在小口径 (< 800 mm) F 型砼管施工中取得成功应用的。

3.1 工程概况

安徽省淮河流域水污染防治世界银行贷款项目宿州市三期污水管网工程,设计工程量 20 km,均采用非开挖施工 (主要为顶管),管材采用 F 型砼管,其中 Ø800 mm 以下小口砼管、过路管工程量 5 km,地层情况多为粘土层。Ø800 mm 以上 F 型砼管采用了人工顶管和机械顶管施工方法,Ø800 mm 以下小口径 F 型砼管采用非开挖定向技术施工,施工工艺同 PE 污水管,关键是拉管时管道的连接问题。

3.2 拉管方式的选择

其拉管方式有 2 种:

(1) 钻机拉力能承受时:采用钻杆连接砼管如图 4 所示。非开挖水平定向钻机完成拉管前所有工序后,抽排空工作坑、接受坑内的泥浆,F 型砼管分节从接受坑下入,钻杆从拉管头中进入砼管内贯穿全长,砼管后面用托盘固定钻杆,回拉钻杆时,托盘带动砼管前进。每拉完一节砼管后,卸开接受坑内管后座固定钻杆的托盘,钻杆回推一节管长度,安装砼管固定托盘再拉管,如此循环往复直到结束,卸除托盘抽出钻杆,本工程中此方法一般施工 Ø300、400 mm 砼管、拉管长度 60 m 以内过路管。

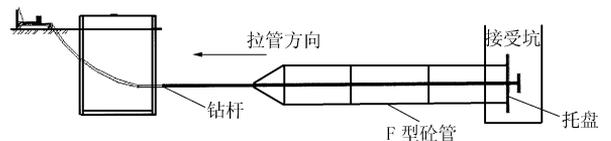


图4 F 型砼管施工示意图一

(2) 钻机拉力不能承受时:采用顶管机与水平定向钻机配套使用完成距离较长、管径较大的砼管施工。当非开挖水平定向钻机完成拉管前所有工序后,同样抽排空坑内泥浆,在工作坑后背位置安置一套能克服整段管道顶进设计距离所需最大顶力的顶管机,在工作坑内将清孔钻头更换成拉管钻头,钻头后连接分动器及特制钢套管,钢套管长度与砼管节长相等 (砼管每节长 2 m),钢套管内径较砼管外径大 3~5 cm,先将钢套管拉入孔内,安装第一节砼管顶进至钢套管内,再次回拉钢套管,使钢套管与顶进内砼管产生相对滑动,当第一节砼管脱离钢套管

长度 1.7 m 时(一般通过钻杆控制让砵管在钢套管内留 20~30 cm),停止拉管,安装第二节砵管顶进,如此循环往复直到结束。整个拉管过程中,水平定向钻机仅需较小拉力回拉钢套管。水平定向钻机拉动钢套管时,为防止中间砵管脱节,保证第一节砵管与钢套管产生滑动,可以通过钢丝绳将顶入孔内的砵管串连固定。如图 5 所示。

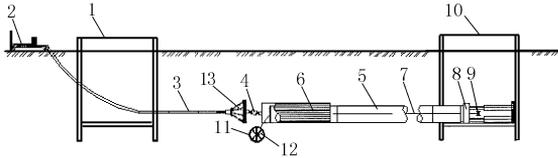


图 5 F 型砵管施工示意图二

1—接受坑;2—定向钻机;3—钻杆;4—分动器;5—F 型砵管;6—钢套管;7—钢丝绳;8—顶管护铁;9—固定卷扬机;10—工作坑;11—管头;12—十字架;13—回拉钻头

3.3 钢套管作用

(1)对砵管顶进起导向、护孔作用;

(2)将水平定向钻机与顶管机配合由同步变异步,起到缓冲作用,因为同步操作信号很难一致,顶管机顶力较大,极容易顶断钻具或分动器(曾经出

现过无钢套管缓冲施工时类似事故)。

3.4 施工效果

通过以上 2 种非开挖定向技术施工污水砵管方式,成功完成了宿州三期整个 6 km 长、直径 < 800 mm 砵管的非开挖施工,最大、最长完成 $\varnothing 600$ mm 砵管非开挖定向施工 90 m,取得了较好的社会效益及经济效益。此方法对地层要求较高,要求保证拉管时坑内泥浆抽空情况下,孔相对稳定,一般仅在粘土等相对稳定的地层中应用。

4 结语

非开挖水平定向技术在不同污水管网施工中成功的应用,进一步推动了非开挖技术的发展,为市政管网工程的建设、投资提供了很好的参考与借鉴,前景十分可观。

参考文献:

- [1] GB 50268-2008, 给水排水管道工程施工及验收规范[S].
- [2] 乌效鸣,胡郁乐,李粮纲,等. 导向钻进与非开挖技术[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2004.
- [3] 徐涛,罗武胜,吕海宝,等. 地下定向钻进姿态测量系统的设计[J]. 中国惯性技术学报,2004,12(2):5-8.

区域地质调查凸显基础支撑与先行作用

国土资源部网站消息 1999年,经国务院批准,国土资源部组织开展了新一轮国土资源大调查工作,下设“一项计划,五项工程”。即:基础调查计划,土地资源监测调查工程、矿产资源评价工程、地质灾害预警工程、数字国土工程、资源调查与利用技术发展工程。其中,“一项计划”和“五项工程”中的后四项是地质大调查的主要任务。

12年来,中央财政共投入地质调查经费 117 亿元,中国地质调查局通过组织所属 27 个单位和 31 个省(区、市)的地质调查院、地质环境监测总站,并调动地勘单位、科研院所、高等院校等力量,共计 184 个单位、每年约 1.5~2 万人共同参与地质调查工作,取得一批有重要影响的重大成果,在经济社会发展大局中发挥了重要的基础性支撑和保障作用。

1999 年以来,区域地质调查累计投入 15 亿元,形成的陆域中比例尺区调、成矿带大比例尺区调、区域性基础地质图件等一系列成果,为地质找矿、国土规划和国家重大工程建设提供了有力的基础支撑,区调的基础性与先行作用充分显现。

据统计,自大调查实施以来,地质工作者共完成 1:25 万区调 494 万 km^2 、1:5 万区调 30 万 km^2 ,提交 1040 幅国际分幅的 1:25 万、1:5 万区域地质图,编制了重要成矿带系列地质图件,获得了重要的国家基础地质数据和原创性发现,实现了一批区域性地质图的更新,并初步建立国家区域地质数据更新体系。特别是青藏高原 152 万 km^2 空白区 1:25 万区调工作的完成,宣告了我国陆域中比例尺区调的全面覆盖,在中国地质工作历史上竖立了新的丰碑,使我国区域地质调查工作程度得到显著提高,为我国地质找矿、国土规划和国家重大工程建设提供了有力的基础支撑。

在为地质找矿提供有力支撑和引领方面,开展的重要成矿带成矿地质背景综合研究,解决了制约找矿突破的关键地质问题,为地质找矿指明了方向。以填图中新发现的 1280 余处(化)点和矿化线索为基础,通过检查验证后,80 余处转入后续矿产勘查,获得许多重要找矿发现。其中:尼雄特大型富磁铁矿,铁资源量达数亿吨。新疆新源林场金矿、新疆塔什库尔干铁矿、库木库里湖砂砾岩型铜矿、大九坝斑岩型铜矿、阿尔金长沙沟钨钛磁铁矿、黑龙江黑河三道弯金矿、湖南湘西冲积砂矿、湖南城步平滩钨矿、福建顺昌南舟萤石矿等具大中型以上规模。同时,区调工作还为矿产资源远景调查提供了靶区,带动了新疆、内蒙古、黑龙江、青海、湖南、云南等省(区)矿产调查评价工作。

在为国家重大建设提供重要基础保障方面,配合大理—瑞丽铁路、南水北调西线工程、三峡水利枢纽、青藏铁路及辽宁江石底核电站等重大工程建设开展了区调工作,为重大工程建设提供可靠的地质数据和科学依据;完成了北京、上海、杭州、广州、天津、南京六个城市地质调查试点,建立了城市三维可视化的地学信息管理与应用系统,成果广泛应用于城市规划、地下空间利用、地质灾害监测与防治、地铁等重大工程监测等方面,为城市规划与建设提供了重要支撑;开展了经济区区域地质调查和综合研究,成为国土规划的重要基础。

在为经济社会发展提供基础支撑的同时,通过区调,青藏高原地质、重要生物群、“金钉子”剖面、蛇绿岩带和高压变质带、前寒武纪构造事件、中国东部中生代火山岩、第四纪等调查和研究,均取得了突破性的新进展、新认识、新发现,极大地提高了国土认知水平;有关区调理论、方法、技术的创新与研发,推动我国区域地质调查方法技术实现跨越式发展。