

# 非开挖水平定向钻机拉管施工技术

吕兴涛

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 随着城市化建设进程不断加快,地下管网数量增多,非开挖水平定向钻机应用范围进一步扩大。相较于普通开挖施工技术而言,非开挖水平地下钻能够有效控制管道施工工作对周边具有环境造成的不利影响,施工便捷性强,但专业性要求更高。本文就针对以上背景,首先阐述非开挖水平定向钻机拉管施工设施及运行原理,提出施工技术应用流程,明确非开挖水平定向钻机拉管施工开展要点,以供参考。

**关键词:** 非开挖;水平定向钻机;拉管施工技术

**前言:** 现阶段地下管线数量不断增多,种类更加复杂。传统管线施工多采用开挖方式,使地面道路使用寿命缩短,严重影响到周边生产生活环境。在管道建设到更深位置时,既有市政设施及管道工程的矛盾更加突出,应积极使用非开挖水平定向钻机拉管施工技术手段,在更少破坏地面结构的基础上,提升管道施工质量与效率。

## 1 概述非开挖水平定向钻机拉管技术

### 1.1 非开挖水平定向钻机拉管施工设备

在非开挖水平定向钻机拉管施工环节涉及到的种类较多,如地下定位设备、水平定向钻机等。定位设备由地上和地下两部分组成,包括传感器、探头盒、导向仪及遥感装置。

水平定向钻能够为拉管施工提供重要的推动力,在造孔、成孔、拉管中提供拉力,因此需做好动力设备的固定工作。

### 1.2 非开挖水平定向钻机拉管施工要求

非开挖水平定向钻机拉管技术应用期间需要做好导向施工工作。前期测量放线后,施工人员需要做好导线施工,根据施工现场平面布置图设置管道安装位置,依照设计深度要求进孔<sup>[1]</sup>。

在导向过程中还应当判断导向的精准等级,确保不同种类及规格的管道均能够被安装在适宜位置。借助地下定位系统及工程勘察报告,将管线位置标注清晰,掌握管道准确埋深。

导线施工前还需要借助导向仪校准安装位置,根据不同导向设施设置校准度及精度要求。常用的导向传感

装置主要分为单频传感器、双频传感器等多种类型,采用单点校准、双点校准及地下校准等方式。

其中,单点校准就是利用校准系统平方向上的取量值与系统单点校准距离的长度开展校准工作,在实际施工过程中能够随意取量,适用范围更广;双点校准就是在传感器竖直方向处使用系统默认出厂数据开展校准工作,双点校准距离为15厘米、16厘米等<sup>[2]</sup>;地下校准就是在地下施工开展期间,受各类因素影响导致导向施工中断,再次导向期间应用到的校准技术,校准时的精度难以得到根本上把控。

在非开挖水平定向钻机拉管导向校准操作环节,技术人员需正确安装传感器及电源设施,确保设备处于高频标准状态。在传感器水平方向距离3米外,与传感器保持水平距离。标准误差值应尽量控制在 $\pm 3$ 厘米范围之内。系统校准完成后还需要对校准结果进行复测,避免复测距离小于管道深度。

在校验工作通过检验后才能够正式开展导向施工。按照预先在地面上放出的管道平面中心线以及管高程值进行钻孔。要求导向施工期间必须由专业技术人员跟踪导向全过程,每3米就测量一次导线距离,确定传感器位置与深度。

### 1.3 非开挖水平定向钻机拉管施工特征

第一,对周围环境的扰动较小。非开挖水平定向钻机拉管施工无需开挖地面就可穿越公路、河流或建筑物,有效控制了地下管线施工对交通环境、设施对大众生产生活质量造成的不利影响,社会效益显著;

第二,可延长管道寿命。由于非开挖水平定向钻机拉管施工工作不开挖地面,管道上层土壤不会过于被扰动,进一步延长管道使用寿命,避免管道在实际施工期间出现明显变形问题;

第三,效率高。非开挖水平定向钻机拉管技术适用于深埋管道施工,施工后无需再回填或开展地面恢复工

**通讯作者:** 吕兴涛,出生年月:1995年11月16日,民族:汉,性别:男,籍贯:河北省石家庄市赵县,单位:河北省水利工程局集团有限公司,职位:职员,职称:助理工程师,学历:函授本科,邮编:050000,研究方向:水利工程施工。

作,整体施工效率高。不仅如此,非开挖水平定向钻机拉管施工期间还使用到了水平定向钻设施,能够进一步提高施工期间的精准度。

第四,适用范围广。非开挖水平定向钻机拉管施工技术就是在地表设置钻机、钻探测量设备及钻具。首先沿铺设管路设计轨道钻取一个先导孔,而后回拉扩孔,将孔径扩张到管道铺设要求的宽度,将管线同步或分布拉入,并对管道进行加固处理。由于施工流程较为简便,能够被应用在管径为800毫米以下的压力管或者穿线管施工中,适用于城市给排水、天然气、煤气或石油管道铺设环节,在国内大部分非硬岩地区都可实施。

## 2 非开挖水平定向钻机拉管施工技术应用流程

### 2.1 施工准备

在工程施工工作开展前开展图纸会审及技术交底工作,做好参建职工培训与各类技术交底。结合现阶段管道工程施工及验收规范要求有序开展各项施工准备活动。

注重施工所需机械设备的采购、维护及保养,确保施工设备能够有序运输到施工现场。

结合施工图以及施工勘测资料认真核对施工材料及施工设备,并了解施工现场障碍物分布情况,在施工前还需要制定专项保护对策,避免非开挖水平定向钻机拉管施工工作对既有构筑物造成损害。

### 2.2 测量放线

测量放线工作应当由施工单位技术人员及测量人员共同开展,对测量工具进行前期校准,保障测量精准度<sup>[3]</sup>。结合施工平面图、设计控制桩、水准标桩等开展测量放线工作。保证测量管道穿越时的入土点、出土点。针对入土点钻机设备平面布置图设置占地边界线,出土点回托管线焊接所需的占地边线。在管道施工需要穿越地下障碍物或隐蔽工程的情况下,还应当在穿入两端作出明确标志。

### 2.3 管道布设

在非开挖水平定向钻机拉管施工管道布设过程中需要做好事先准备工作,检验布管顺序,填写布管检查记录,做好下道工序的布管准备工作,

为保障管道布设期间的安全性,需使用管端形式吊管以及专用尾钩设施,确保钢丝绳与管道夹角大于30度。

### 2.4 配置泥浆

泥浆配置水平可直接影响到非开挖水平定向钻机拉管技术应用效果。泥浆不得过于粘稠,泥浆中的膨润土必须处于悬浮状态。如果泥浆在较短时间内出现大量沉淀现象时,需调整泥浆配合比,确保现场配置泥浆水平。

泥浆主要由膨润土、添加剂与水组成。在配置过程中需要严格把控水质,避免水中杂质对泥浆质量造成不

利影响。

泥浆需要充分发挥出润滑及护壁作用,应当具备吸附、凝聚、悬浮等功能。吸附对象为扩孔产生的泥沙,可将其与泥浆充分融合在一起。悬浮可以使泥将不至于迅速沉淀堵塞扩张好的孔洞,确保泥沙在吸附作用下始终保持悬浮状态,起到润滑作用。凝聚及吸附就是泥浆吸附在刚成形孔壁上后能够快速凝结,形成稳固的护壁结构。

### 2.5 回拉扩孔

在非开挖水平定向钻机拉管导向施工完毕后应开展回拉扩孔工作。首先卸下载感器,换成指定规格钻头<sup>[4]</sup>。拉管设备施加旋转拉力,推动钻头沿导向轨迹修边扩控。在回拉扩孔过程中需要针对不同扩孔级别开展专项处理工作,不允许超级扩孔。孔孔径应当为设计管径的1.2~1.5倍。

### 2.6 拉管焊接

非开挖水平定向钻机拉管施工环节所需使用到的拉管设备多数为PE管、混凝土管、钢管等。其中,PE管设备较为常见,具有良好的抗拉及抗压性能,挠度值也较大。

PE管道焊接主要使用热熔焊接方式,在焊接过程中需要确保对孔对齐、温度合理、装卸便捷,压力能够被控制在设计范围。具体来说,PE管道固定在热熔机上时,两段管头需对齐,管道接口应当整洁。热熔期间的温度应当控制在220℃,热熔板的装卸及安放应当严格遵循施工现场具体要求。热熔板加热及接口冷却期间的油泵加压需及时,保障压力恒定,在焊口完全冷却后才能够逐步卸除压力。

PE管道质量与非开挖水平定向钻机拉管施工效果密切相关,热熔连接前需要将管道表面杂物清洗干净<sup>[5]</sup>。着重控制热熔连接保压冷却时间,在焊接过程中不得随意移动连接件或者在连接件上施加额外压力。

管道连接期间的管材需固定在支架处,注重检查管道两端间隙,将间隙值控制在3毫米以内。电容连接面需清理干净,认真刮除表面皮。

热熔对接连接过程中需校对两段管连接件长度,错边厚度不得大于壁厚10%。加热板温度应当控制在±220℃之间。指示灯亮起时需要等10分钟后使用,确保整个加热板温度均匀。

将加温度较为适宜的加热板放置在机架处,关闭卡具后设置系统压力。在达到预期吸热压力后应快速打开卡具,避免加热板与熔融断面发生碰撞。

卸管时需要将压力降低到0,移动焊机前应当首先拆下液压软管,好接头防尘工作。

检查焊缝质量,要求焊缝大小一致,无气孔、无裂缝。管道连接过程中应当做好沟槽焊接工作,对管口处

进行及时封堵。

### 2.7 拉管施工

在回拉扩孔工作检验合格后需要尽快开展拉管施工工作,根据固定拉管长度,将短管分段焊接。按照设计要求对管线焊缝进行全面检查,焊接质量不合格的位置应当及时补焊及进行防护处理。拉管头制作过程中需要首先使用锥形铁头连接管道与钻杆封堵管头,防止泥浆流入管道。注意封管道封口应封堵管道两头,避免泥浆进入到管道内,对施工质量与施工效率成不利影响。

清孔钻头出土后,需组织人员及设备及时开展拉管作业。拉管应匀速回脱,实时观察回脱压力表、水压表及旋转压力表的变化情况。在压力表快速发生巨大变化的情况下应当使用其他设备辅助拉管。

为有效解决回拖力较大问题,在拉管施工前还需要在管线下铺设一层膨润土,减少施工摩擦力。在预制管线地段较为平坦时可使用发送钩方式回拖管段,发送沟内不得有石块或树根等硬物。

拉管工作完成后应当及时清洗设备,有序将设备运离现场,使施工现场重新恢复到原有状态。

## 3 非开挖水平定向钻机拉管施工技术应用要点

### 3.1 定向钻穿越工程阻力计算

非开挖水平定向钻机拉管施工技术具有效率高、质量好等优势。在施工现场地质环境较为复杂的情况下,钻进难度将进一步提升,应当首先做好地质勘查工作,要求各部门及工作人员需密切配合,针对施工期间可能出现的各类突发问题制定应急处理对策。

钻进环节的导向孔曲线需平滑,泥浆配制方案需要结合地层结构特征设置,确保成孔效果良好。

在拉管摩擦阻力计算过程中,泥擦摩擦系数可设定为0.2~0.6。计算环节需要利用到穿越管材直线段长度、管道内外径、管道厚度、管道自重及泥浆自重等参数<sup>[6]</sup>。

在泥浆粘滞力计算过程中也应当明确穿越管道的外径、总长度值。粘质系数一般为0.01~0.10之间。

弯曲阻力计算环节应当首先测量弯曲段弧长,分别计算出入土段与出土段的弯曲阻力值。

### 3.2 导向实施要点

在非开挖水平定向钻机拉管施工过程中,导向施工环节极容易受到各类因素影响出现较大偏差,加强导向施工全过程管控力度。

#### 3.2.1 信号干扰

干扰问题会使得地下定位设备的深度测量结果出现偏差,甚至失去倾角、面向角及传感器位置或方向。干扰源主要为地上交通线路、有线电视、光缆跟踪线、金

属构造物等。如附近使用相同频率的其他信号源,液会干扰到远程显示器。

为有效解决信号干扰问题,非开挖水平定向钻机拉管施工前需要充分分析现场信号源情况,尽量避开或移除干扰物。对于有较强干扰的施工段,需要配合使用专项抗干扰措施,优化施工流程。

#### 3.2.2 传感器定位

传感器定位是非开挖水平定向钻机拉管施工能否顺利开展的重要保障。定位传感器过程中需要结合现场实际情况,选择合理定位方式。在施工现场较为平整的情况下,将前后两点连线,取中间位置放置传感器;在施工现场为斜坡的情况下,找到前后两点并估算传感器轨迹。要求传感器需要放置在连线信号最强、最为稳定的位置。

#### 3.2.3 传感器的入土与出土

传感器的入土应当根据钻杆要求严格管控。在导向施工时,传感器的入土角度不得过大。在施工现场也可以事先设置一个斜坡面,确保钻杆能够以更加均匀的角度入土。在达到指定设计高程时,使钻杆角度转变为水平方向。

传感器出土环节也应当在施工现场制造一个斜坡面,要求该出土角度方向能够更好辅助拉管施工。

总结:总而言之,非开挖水平定向钻机拉管技术在实际应用过程中具有效率高、安全性强等优势,在实际施工过程中需要保障施工方案的科学性、合理性。为从根本上提升非开挖水平定向钻机拉管技术应用水平,施工部门还需要着重做好拉管阻力计算、注浆、拖管等环节管控工作,结合地下土层变化情况,选择适宜的拉管机械设备,确保非开挖水平定向钻机拉管技术能够充分发挥出应有作用。

### 参考文献

- [1]刘在政.水平定向钻进钻杆接头螺纹承载能力分析 & 结构优化研究[J].隧道建设(中英文),2022,42(S2):487-493.
- [2]狄传纲.非开挖水平定向钻机拉管相关施工技术研究[J].中国高新科技,2022(17):57-59.
- [3]蔡华模.市政管道工程非开挖水平定向钻进拉管施工技术[J].工程机械与维修,2021(06):272-273.
- [4]刘森.超大电驱水平定向钻机在复杂地质与水文环境下超长对穿导向的技术运用[J].福建建设科技,2021(03):72-76.
- [5]王卿权,高延武,王刚.基于PLC的水平定向钻机电气系统设计以及故障排查[J].工程机械与维修,2021(03):94-95.
- [6]李世民,陈学军,唐伟.非开挖水平定向钻机拉管相关施工技术探讨[J].中国水能及电气化,2015(05):16-19.