

# 鉴江定向钻进穿越铺管工程施工技术

刘心庭<sup>1</sup>, 赵殿封<sup>2</sup>

(1 三峡大学土木水电学院, 湖北 宜昌 443002; 2. 武警水电部队三峡工程指挥部, 湖北 宜昌 443002)

**摘要:**以广东茂名鉴江定向钻进穿越铺管工程为例,叙述了定向钻进穿越铺管的施工方法、优缺点以及在本次穿越施工过程中遇到的挫折。所取得的经验和教训对今后定向钻施工技术的采用具有一定的指导意义。

**关键词:**非开挖;定向钻进;西南成品油管道;鉴江

**中图分类号:**P634.7 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)10-0064-03

**Constructing Technology of Pipeline Installation by Directional Drilling across Jianjiang/LIU Xin-ting<sup>1</sup>, ZHAO Dian-feng<sup>2</sup>** (1. College of Civil & Hydroelectric Engineering of China Three Gorges University, Yichang Hubei 443002, China; 2. Headquarter of the armed police forces in the Three Georges Dam, Yichang Hubei 443002, China)

**Abstract:** The paper takes the example of pipeline installation engineering project by directional across drilling, introduces the construction methods, the merits and demerits, and the difficulties encountered in construction.

**Key words:** trenchless technology; directional drilling; Southwestern oil product pipeline; Jianjiang

## 1 工程概述

西南成品油管道工程采用大型定向钻进穿越的河流多处,其中穿越鉴江最具有代表性。

鉴江是粤西地区较为大型的人海河流,全长231 km,流域面积9464 km<sup>2</sup>,注入南海。西南成品油管线在广东茂名市石鼓镇与镇江镇之间穿越鉴江,施工时水面宽度120~140 m,两岸大堤之间宽度约300 m,施工地点属滨河平原,地形平坦。

根据地质报告,穿越场地所揭露的地层为第四系素填土、冲积粉质粘土、粉土中砂、粗砂和圆砾、残积粉质粘土、白垩系泥质粉砂岩。

鉴江定向钻穿越长度528.3 m,入土角为10°,出土角为6°,曲率半径 $R = 1500DN$ ( $DN$ 为管道直径),穿越深度均为河床下4~9 m。入土端位于鉴江西岸,出土端在鉴江东岸,两岸的地形开阔,均能满足施工要求。

定向钻机采用德国虎特公司的HBR206D-150Z型钻机(图1),该钻机主机动力为400 kW,拖拉力为1500 kN,扭矩为8.7万kN·m(实际设定小于3万kN·m,才能使钻杆接头拆卸)。穿越管线为 $\varnothing 508 \text{ mm} \times 7.9 \text{ mm}$ 的直缝钢管,材质为API 5 L  $\times 60$ 直缝埋弧焊钢管,管道防腐采用专用的3PE,连接管段补口采用3PE热收缩套,管线设计工作压力7.5 MPa。



图1 HBR206D-150Z型钻机

工程先后经历4次穿越、3次改线,施工时间共计67天。

## 2 施工措施

### 2.1 施工工序

施工工序见图2。

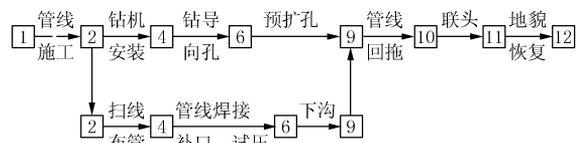


图2 施工工序示意图

### 2.2 施工方法

#### 2.2.1 钻机组装、调试

钻机锚固采用20 t预制锚固件(锚固件体积12 m $\times$ 2.5 m $\times$ 1.5 m,见图3)。根据测量点线及入土

收稿日期:2007-06-08

作者简介:刘心庭(1973-),男(汉族),湖北荆州人,三峡大学,水利水电施工专业,硕士,从事水电子施工及岩土工程方面的研究工作,湖北省宜昌市,palmsun@163.com。

点位置,确定锚固坑位置,挖好锚固件坑,用吊车将锚固件吊装就位后,四周回填碎石并压实。钻机就位后将钻机锚固爪与锚固件连接。



图3 20 t 预制锚固件

组装完毕,并经检验后,调校控向系统,进行设备试运转,钻机调校完成后,组装地下仪表单元,连接钻头、泥浆马达与蒙乃尔管,调试泥浆喷射系统,检查钻头水嘴,同时检查控向信号是否正常。一切正常后,按设计曲线进行钻机推进,由泥浆马达带动钻头旋转钻导向孔。

### 2.2.2 泥浆配制与回收

泥浆的配比为(单位:kg):膨润土 405,纤维素钠 1,改性淀粉 2,磺化沥青 1.8,阴离子纤维素 0.19,石棉绒 0.328,纯碱 0.28。

管道穿越一般要经过几次预扩孔才能完成,特别是较大管径、长距离穿越工程,对泥浆的需求量很大,因此会对施工区域的周边环境造成污染。根据 HSE 管理目标,鉴江定向钻进穿越工程设置泥浆净化回收装置。

泥浆处理流程为:用注砂泵先将废泥浆经钻杆输送到泥浆池,再用注砂泵把泥浆池中的泥浆送到振动筛,进行一级净化处理,除去大颗粒钻屑;然后经除砂器除砂,进行二级净化处理;最后由除泥器除泥,进行三级净化处理。泥浆经 3 级处理后便可循环使用。泥浆回收利用的优点是保证泥浆粘度,减少环境污染,降低泥浆材料消耗,保证泥浆供给量。

### 2.2.3 钻孔施工

#### 2.2.3.1 导向孔施工

选用  $9\frac{1}{2}$  in ( $\varnothing 241$  mm) 钻头,5 in S-135 ( $\varnothing 127$  mm) 加强钻杆进行导向孔钻进。调校完毕后,组装地下仪表单元,连接钻头、泥浆马达与蒙乃尔管。试喷泥浆,检查钻头泥浆喷射孔,同时检查控向信号是否正常。一切正常后,按设计曲线采用射流法钻进导向孔。

#### 2.2.3.2 扩孔施工

钻头出土后,卸下钻头与蒙乃尔管,安装扩孔钻头(见图 4)。预扩前,试喷泥浆,检查切割刀和扩孔器水嘴是否通畅,泥浆压力是否正常。在预扩孔的时候,根据现场情况,要使用中心定位器。



图4 扩孔钻头

由于泥浆在长距离返排携砂过程中流动的阻力较大,泥浆清孔和洗孔的效果达不到理想的要求,相对减少环形空间的有效尺寸。经过扩孔,切割下的岩屑相对循环着的泥浆而言所需要返排的量减小,环形空间的有效尺寸得到保障。按照穿越地层、穿越长度及穿越管径,需在钻导向孔、预扩及回拖中采取措施,例如除保证传统配比外,再按一定比例加大泥浆材料用量,从而达到提高泥浆粘度、保证孔壁坚固的目的(扩孔完成后的照片见图 5)。



图5 扩孔完成

### 2.2.4 回拖管线

穿越管段预制完成,经试压及通球吹扫合格后,在管段端部焊上拖拉头,鉴于鉴江由于抽砂造成管线实际埋深较浅的实际情况,为防止管线在拖管过程中发生浮管,采用在管内注水拖管措施。沿管线作业带挖一条长 351 m 的  $1.5$  m  $\times$   $1.5$  m (宽  $\times$  深) 发送沟,沟内注满水后,采用 2 台吊管机将预制完毕的管线吊入发送沟中。

试喷泥浆,检查扩孔器水嘴通畅、泥浆压力正常后,开始回拖。回拖过程中必须严格控制泥浆压力、旋转扭矩、回拖力,密切注意管线回拖情况,直至管线在钻机侧出土。管线回拖完成后,标志着定向钻穿越成功。

### 3 鉴江穿越过程中的经验和教训

鉴江定向钻穿越过程中由于采用3年前测量的河床断面和地质水文资料,忽略鉴江常年采砂对河床地形的变化影响,没有对河床现状进行实地调查校核。事实上穿越段河床和3年以前地质调查时相比已经面目全非,设计最小埋深由9 m减到了3 m,因此在第一次开始挂管回拖至第22根钻杆时发生了浮管事件,第一次穿越宣告失败。

第一次改线:首次穿越失败后,建设各方开会研究了失败的原因,设计单位重新布置了穿越曲线,并委托茂名学院进行地质勘探。第二次穿越由于在钻进过程中遇到坚硬岩层,钻机无法继续钻进,被迫撤回钻杆,第二次穿越失败。

第二次改线:经过茂名学院重新进行地质补探后,参建各方再次开会决定穿越轴线向上游侧偏移一定距离。导向孔钻进中发生塌方事故,发现钻杆顶出江面,第三次穿越失败。

第三次改线:建设各方再次开会分析,根据茂名学院的地质补探资料,认为穿越失败的主要原因是定向钻进位于鉴江西岸,而鉴江东岸为埋深较浅的坚硬岩层,当钻杆到达出土侧时遇到坚硬岩层,由于钻杆长度已经超过200 m,穿越能力下降,并且江面覆盖层较浅,压重不足,在钻机推力作用下,极易出现顶杆事件。会议决定穿越轴线向上游侧平移150 m,在薄覆盖层处采取压重措施,并在鉴江东岸采用另外一台小钻机钻进导向孔,穿越鉴江后牵引大钻机钻杆过江的措施。

由小型定向钻机在鉴江东岸开始钻导向孔,在西岸出土后开始回扩,扩孔成功,进行充水拖管,穿越成功。

穿越完成后,经过了中间交验,认为穿越曲线符合设计要求,经过用仪器检测穿越深度,满足了设计和规范要求,能够保证管道安全运行。

针对工程中出现的一些问题,对于定向钻进穿越施工有如下体会。

(1)采用定向钻进穿越方案施工,一定要有严谨的科学态度,有充分的地质资料作保证。定向钻进穿越施工受地层条件制约很大,能否成功进行定向钻进穿越工程,首先取决于地层情况。目前我国进口的定向钻机大多适用于粘土层、强风化地段。鉴江定向钻进穿越中曾受到几次挫折,均因地质资料与现场实际情况不符,遇到弱风化砂岩,钻具磨损大,难以通过;其次,在卵石(砾石)地层中,如果卵

石直径、含量超过一定数值后也难以成孔,这都是定向穿越的“禁区”。

(2)本工程采用的钻机不适合钻进弱风化岩层,在第四次穿越过程中,在出土侧岸坡附近还是遇到了部分弱风化岩层,由于钻杆已经长达260 m左右,继续钻进困难,最后采取了在出土侧用另外一台小定向钻钻导向孔将大定向钻牵引出孔的措施。这是解决局部遇到较硬岩石采取的创新措施,具有一定的借鉴意义。

(3)工程施工前必须对设计图纸进行现场实地校核,否则有可能造成严重的后果。此次穿越施工前就发现捞砂船在穿越轴线附近作业,但并没给予足够的重视,也没有对穿越河床进行实地查勘,这是造成此次穿越浮管事件的主要原因。

后来在充分吸取前面教训的基础上,开工前经过详细地质调查,确定了科学的穿越方案,工程从正式开钻到拖管完成,历时仅18天,充分展示了定向钻进技术所具有的安全、环保、高效的优点。

### 4 结语

长输管道输送方式作为现代社会第五大运输行业,在我国已经有了30多年的发展历史,主要用于输送各种液体、气体等流体介质。长输管道建设过程中,不可避免地要穿过高山、大河、公路、铁路以及各种建(构)筑物,定向钻进穿越方式与传统大开挖、隧洞方式比较具有不影响河流、公路、铁路及建(构)筑物正常运行,安全、可靠的优势。为适应形势的发展,我国20世纪80年代中期引进了第一台R-B5型定向穿越钻机,经过20多年的发展已经有了长足的进步,施工技术日臻成熟。

鉴江定向钻进穿越工程,是一次大管径( $\varnothing 508$  mm)、长距离(528.3 m)条件下的成功穿越,充分体现了非开挖技术快速、安全、环保的特点,对类似工程施工积累了宝贵的经验。

### 参考文献:

- [1] 陈杰,等.非开挖穿越新技术[J].天然气与石油,2006,(6):9-11.
- [2] 范培焰.定向钻进伊通河岩石穿越工程[J].非开挖技术,2005,22(2,3):55-57.
- [3] Eising J Teer J.隆河河谷的对接穿越[J].霍宇翔,译.非开挖技术[J].2005,22(2,3):80-81.