

# 水下成沟穿越河流技术在长输管道工程的应用

左治武, 刘明辉, 李松奎

(河南油田油建公司三分公司, 河南 南阳 474780)

**摘 要:**长输管道施工水网地区河流众多, 采用挖泥船方法水下成沟、预制管段、加载配重块牵引漂浮就位, 沉管下沟的施工方法, 安全系数高, 施工成本低、建设速度快。

**关键词:**长输管道; 管道穿越; 水下成沟; 配重块

文章编号: 1006-5539(2009)06-0012-03 文献标识码: B

## 1 概况

汉北河穿越是湖北省孝感市五市县天然气工程的难点之一, 该河最大流量  $1\ 540\ \text{m}^3/\text{s}$ , 最大流速  $2.46\ \text{m}/\text{s}$ , 最小流量  $0.13\ \text{m}^3/\text{s}$ , 两岸大堤间距  $740\sim 800\ \text{m}$ , 河中间有  $420\sim 480\ \text{m}$  宽的漫滩; 两侧两条河道枯水期均宽  $70\sim 90\ \text{m}$ 。汉北河表层以粘性土为主, 并夹有植物根系, 可塑, 其下分别是粉质粘土和淤泥质粘土, 管道敷设在粉质粘土层, 该河流血吸虫近些年比较严重。

## 2 施工设计

因采用定向钻施工费用比较高决定采用水下成沟法穿越本河, 为减少施工难度河流穿越选择在枯水季节施工。穿越河堤时沿堤面敷管, 河流部分采用挖泥船水下成沟方式穿越。在河岸开辟施工场地预制穿越管道; 计算管道、配重块及附属设施总重及其浮力差配置浮筒, 根据管底埋深及水面深度计算吊装支架的高度, 根据穿越管道和配重块总重选择支架型号。在岸上安装浮筒及吊架倒链后总体吊装到水面上, 靠近河岸平行布置便于利用挖掘机配合安装配重块。采用挖泥船水下成沟后, 牵引穿越管道漂流到位, 使用倒链下放管道至管沟内, 如图 1 所示。



图 1 漂管结构图

## 3 施工工艺

### 3.1 施工工艺流程

施工工艺流程见图 2

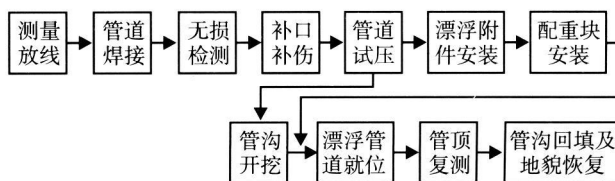


图 2 施工工艺流程

### 3.2 测量放线

在认真分析施工图及河流的水文地质图的基础上, 引出相对坐标点和标高以确定基准点位置, 在测

收稿日期: 2009-10-20

作者简介: 左治武 (1974-), 男, 河南信阳人, 工程师, 1998年毕业于原江汉石油学院, 主要从事石油化工建设施工工作。电话: (0377)63845138

出管沟中心线,计算出沟底标高和宽度,定出挖泥船挖沟边沿线和河岸处人工挖沟边线,保证穿越符合设计要求。

### 3.3 管道预制

在岸上完成穿越管段的预制,穿越管道采用三层 PE 加强级外防腐 X42 螺旋缝埋弧焊  $\Phi 457 \times 8.0$  钢管。管道组焊采用 E6010 纤维素焊条手工下向焊工艺;管道焊缝进行 100% 超声波探伤外加 100% X 射线检验;外防腐层的补口均采用 HSPT 热收缩套,补伤采用补伤片和补伤棒。管道试压完毕后预制段两头用盲板封死,通球、干燥与主干道同时进行;计算浮管、吊链及支架的数量,在岸上和干线进行组装。

### 3.4 重量、浮力计算及吊装配重块

$$G = G_{管} + G_{配} + G_{其他} = 2/3 E_{浮}$$

$$E_{浮} = G_{管浮} + G_{配浮} + G_{其他浮}$$

式中  $G_{管}$ ——穿越段裸管及管道防腐层在水中的重量, kg

$G_{配}$ ——配重块在水中的重量, kg

$G_{其他}$ ——漂浮配管和吊链等附件重量, kg

$E_{浮}$ ——管道、配重块及浮管在水中浮力, N

在岸上安装浮管、倒链等其它辅助设施后把管道吊装入水中,并与河岸平行便于采用挖掘机配合安装配重块。每段浮管由两段  $\Phi 457 \times 8$  钢管和固定钢管  $\Phi 76 \times 4$  组成,浮管根据浮力计算确定并平衡均匀分布;管道和两侧浮管预留足够间隙保证配重块的安装,吊链架四条支架分别固定在浮管配管处,支架高度根据水面至沟底深度、倒链本身基本高度确定。

### 3.5 管沟开挖及复验

沿已经确定的管沟中心线使用全站仪测量管沟中线河底面标高,绘制地面高程断面图。根据管道设计埋深及河底面标高计算各纵向弹性敷设管道埋深,绘制管沟深度断面图。按照管沟断面图采用挖泥船倒退方式开挖管沟,管沟土方放置在河流下游。边施工边使用全站仪和自制工具测量每米的管沟宽度、深度,标高测量要以两岸的水准控制点为准。测量值与已绘制管沟深度断面图进行对比以保证管沟深度符合要求。管沟开挖的宽度和深度根据河床时土质情况而定,深度要比设计要求深 0.5~1.0 m

宽度比设计宽 1.0~2.0 m 以防止管沟回淤和塌方等对管沟埋深造成影响,管沟成型后沟底不平整处采用清沟爬犁清沟。管道下沟前再次复测,经测量管沟深度、管沟平整度满足设计要求。

### 3.6 漂管到位及管道下沉

管沟开挖和配重块安装完成后在河流的下游开始漂管工作。首先在预制管段河对岸设一台挖沟机(或设卷扬机)固定管子一端,另一侧采用绳索固定管道另一端,由设备把管道由顺河流牵引到穿越位置;这样不仅加快漂管速度而且工艺比较简单,见图 3 所示。管道就位后采用吊链使管道慢慢下沉,如果管道、配重块总体重量小于管道浮力,可以逐渐向管内充水使管道下沉,沉管完成后再次测量管顶检查管道埋深,经水平测量管顶埋深、弹性敷设段管顶埋深及管道悬空最大符合设计要求。管道因水流动而产生的水平推力  $F_x$  即需要最小牵引力;计算公式如下:

$$F_x = \frac{C_x D_H \gamma_B V}{2g}$$

式中  $C_x$ ——取决于管子表面粗糙度和水的流态,一般取 0.8

$D_H$ ——每单位长度管道在水流方向的投影面积,  $m^2$ ;

$\gamma_B$ ——穿越水域中水的密度,  $kg/m^3$ ;

$V$ ——河底水的流速,  $m/s$ ;

$g$ ——重力加速度,  $m/s^2$ 。

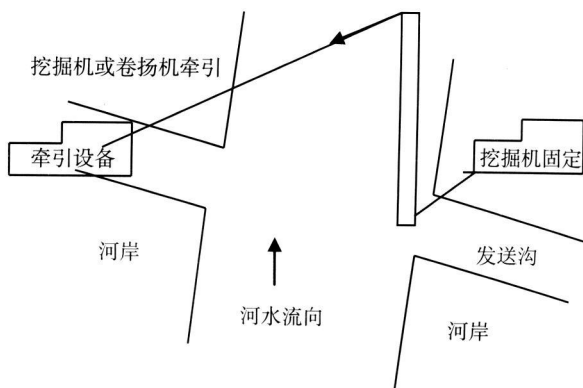


图 3 漂管示意图

## 4 施工中应注意的问题

由于本施工方法部分在水上作业,在施工施工过程中必须注意施工人员安全。

b 根据现场实际情况施工前编制施工方案,合理安排各道施工工序和时间,保证工程按计划顺利进行。

c 由于配重块在管道漂浮过程中加载,如果采用固定式混凝土配重块在安装过程中易出现管道倾覆,配重块应设计成铰链式配重块。由于预制混凝土配重块和管道连接在一起,不仅易施工而且在冲刷度大、河床不稳定的河流中也起很好的效果<sup>[1]</sup>。

d 施工前要准确计算管道、浮管等重力及浮力,取 1/3 安全系数保证浮力大于重力,以免在加载配重块等时出现管道下沉,造成施工达不到理想目的。

e 管道浮管可以采用干线安装废弃的短节,可以避免增加做浮箱的费用。

f 管沟开挖根据管道规格和河床地质情况增加

管沟深度和宽度,保证管道就位要求管沟埋深。

## 5 结论

本施工工艺不仅避免围堰施工大笔费用及风险,而且避免常规配重块水下作业,该方案比围堰、定向钻穿越费用小,比同类方案水下加配重块质量、安全易保证,而且避免施工人员感染血吸虫概率。应该说本方案是安全可靠、方便施工、技术先进合理、技术经济效益好的方案,在江南水网施工过程中穿越中小型河流值得推荐。

参考文献:

- [1] 王毓民. 混凝土加重稳管在管道穿越水域中的应用  
[J] 天然气与石油, 1999 17(1): 1-6