

# Discussion on the Protection of Important Underground Pipelines in Directional Drilling Construction

Mei Tian

Xuzhou Shihua Pipeline Special Operation Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221008, China

## Abstract

Combined with the actual situation of the Hutuo River directional drilling crossing project in the Anping-Tai'an section of the Sino-Russian eastern natural gas pipeline project, this paper not only ensures the smooth implementation of the crossing project, but also takes effective measures to realize the safety protection of important underground pipelines, which has a good practical reference significance for similar projects in the future.

## Keywords

directional drilling crossing; important pipeline; safety protection

# 浅议定向钻施工对地下重要管道的保护

田梅

徐州实华管道特种作业有限公司, 中国·江苏 徐州 221008

## 摘 要

论文结合中俄东线天然气管道工程安平—泰安段滹沱河定向钻穿越工程实际, 保证了穿越工程的顺利实施的同时, 采取有效措施实现了对地下重要管道的安全防护, 对今后类似工程具有很好的实际借鉴意义。

## 关键词

定向钻穿越; 重要管道; 安全防护

## 1 引言

水平定向钻进技术是将石油工业的定向钻进技术和传统的管线施工方法结合在一起的一项施工新技术, 它具有施工速度快、施工精度高、成本低等优点, 广泛应用于供水、电力、通讯、天然气、石油等管线铺设施工过程中。遇到穿越点附近现有地下管道等复杂情况, 施工中稍有不慎就会发生损坏地下管道的事故, 造成不可挽回的经济损失, 而且还有损于企业在社会上的良好形象。因此, 施工中不但要采取更高的施工技术水平, 更重要的是要加强对地下重要管道的安全防护。

## 2 工程概况

中俄东线天然气管道工程的安平—泰安段为新建管道, 线路长度为 325.8km。根据线路总体走向, 在河北省衡水市安平县城西北约 5km 处穿越滹沱河, 采用定向钻穿越方案, 穿越工程等级为大型, 位于河北平原河湖滨岸带敏感生态保护红线<sup>[1]</sup>。穿越段管道设计压力为 10MPa, 输送温度为

25.4℃~48.5℃, 直径为 1219×27.5L555M 直缝埋弧焊钢管, 防腐采用 3LPE 加强级外防腐层。

设计范围为: 线路桩AA016-线路桩AA017 (HTHCY001桩-HTHCY002桩)。本穿越工程为两次定向钻穿越, 设计范围水平长度4194.3m。本段穿越为滹沱河定向钻穿越 (北段) 水平长度1716m, 管径1219mm。主要穿越地层为粉质粘土, 细砂。

穿越入土点附近与地下现有鄂安沧输气管道及光缆管交叉, 鄂安沧输气管道工程是落实国家产供储销体系建设规划、实现管网互联互通、是国家“十三五”重点工程, 目前该管道已实施运营。施工中做好该管道的安全防护, 意义重大。

## 3 交叉管线保护

### 3.1 优化设计曲线

根据管道埋深探测报告结果, 两管道主管与光缆管交叉处, 鄂安沧管道管底埋深见表 1。

由表 1 可知, 鄂安沧光缆管埋深较大, 因滹沱河穿越主管与光缆管穿越采取相同曲线, 故以鄂安沧光缆管埋深作为控制点控制两管道间距。

【作者简介】田梅 (1969—), 女, 中国浙江永康人, 本科, 工程师, 从事工程施工管理方面的研究。

表 1 滹沱河穿越与鄂安沧交叉管线埋深

序号	交叉位置	X	Y	管底埋深 (m)
1	中俄东线主管与鄂安沧光缆管交叉	4237418.2663	38623817.7877	17.34
2	中俄东线光缆管与鄂安沧光缆管交叉	4237403.0767	38623816.2429	17.58
3	中俄东线光缆管与鄂安沧输气管道交叉	4237390.2924	38623825.3393	13.49
4	中俄东线主管与鄂安沧输气管道交叉	4237405.5877	38623826.8081	12.99

根据现场探测结果,当中俄南滹沱河穿越出土角为 $6^{\circ}$ 时,鄂安沧光缆管管底与中俄南主管管顶仅有 $2.9\text{m}$ ,不满足垂直间距不宜小于 $6\text{m}$ 的要求。调整出土角度至 $7^{\circ}$ 时,鄂安沧光缆管管底与中俄南主管管顶间距为 $6.4\text{m}$ ,鄂安沧光缆管管底与中俄南光缆管管顶间距为 $8\text{m}$ ,间距满足相关规范要求<sup>[1]</sup>,具体管道位置关系见图1。因此,在出土点保持不变的前提下,需将出土角度增大至 $7^{\circ}$ 。

### 3.2 定向钻穿越交叉点位置情况

中俄东线主管道采用定向钻方式自东南向西北穿越鄂安沧管道,交叉角度 $41^{\circ}$ ,穿越长度 $1716\text{m}$ ,主管线入钻角 $9^{\circ}$ ,出钻角 $7^{\circ}$ ,中俄东线主管出土点距离鄂安沧光缆管交叉点水平长度 $201\text{m}$ ,交叉深度约为 $24.4\text{m}$ ;中俄东线主管出土点距离鄂安沧输气管道交叉点水平长度 $216\text{m}$ ,交叉深度约为 $26\text{m}$ ;中俄东线光缆管出土点距离鄂安沧光缆管交叉点水平长度 $212\text{m}$ ,交叉深度约为 $25.6\text{m}$ ;中俄东线光缆管出土点距离鄂安沧输气管道交叉点水平长度 $228\text{m}$ ,交叉深度约为 $27.1\text{m}$ 。根据设计院提供的设计施工图纸,中俄东线定向钻穿越管管顶与鄂安沧管线管底最小垂直间距为 $6.4\text{m}$ ,垂直间距可满足相关规范要求。

### 3.3 管道保护措施

①根据《关于加强第三方与管道交叉工程管理的提示(终)》文件要求,定向钻穿越施工需要探坑应挖至露出管道底部,鄂安沧输气管道埋深为 $12.99\text{m}$ 。依据《中俄东线天然气管道工程(永清—上海)河北省段防洪评价报告》文件说明,滹沱河北大堤属于1级堤防,《GB50286—2013 堤防工程设计规范》13.2.4规定<sup>[3]</sup>,1级堤防保护范围为 $300\sim 200\text{m}$ ,在堤防的保护范围内不得从事开挖土方、打井、爆破等危害工程安全的活动。经与安平县水利局沟通,现场不能进行深基坑开挖,所以不具备开挖探坑暴露管道的保护条件。

②经由滹沱河定向钻穿越项目部委托具有专业资质的第三方检测单位对交叉管道进行探测,河南省啄木鸟地下管线检测有限公司使用PCM+(DM)检测仪探测(电磁法)和廊坊兴尔仪器有限公司使用地面磁法及井中磁梯度法进行检测,最终确定鄂安沧管道以及光缆管精确埋深。

③由于交叉点处鄂安沧管线最大埋深为 $17.58\text{m}$ ,根据管道埋深数据优化管道保护桩埋深为 $19.8\text{m}$ ,能更好地起到保护管线的作用,但受限于保护桩尺寸需要定制和施工难度较大,所以选择地面浅层土开挖与拉森钢板桩结合的方法进行硬隔离。

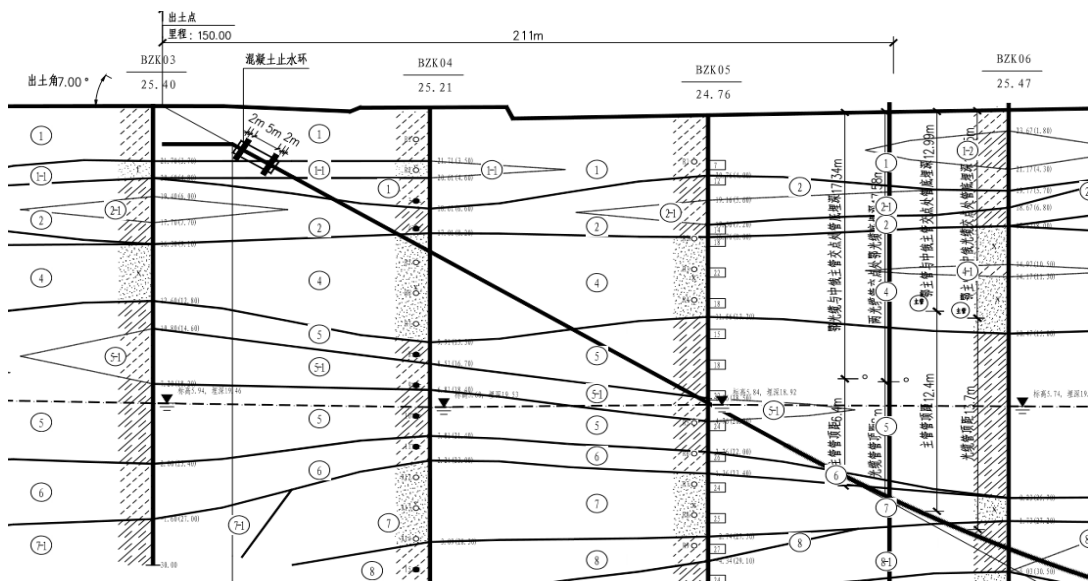


图 1 两工程管道相对位置关系

在中俄东线主管及光缆管定向钻穿越施工轴线上,距鄂安沧输气管道交叉点和鄂安沧光缆管道交叉点各10m位置处,开挖基坑4.8m深,开挖坡比为1:1,打入管道保护桩<sup>[3]</sup>,保护桩型号400mm×15m×12mm。管道埋深数据优化管道保护桩埋深为19.8m,保护桩宽36m,中俄东线主管道及中俄东线光缆管道外侧即深4.8m基坑位置处各打宽10m,长15m的保护桩,内侧宽16m,长15m的保护桩,满足保护鄂安沧管道的要求;若再向下增加保护桩深度,将会对定向钻穿越此处产生极大的冒浆风险。具体布置见图2基坑开挖打桩示意图。

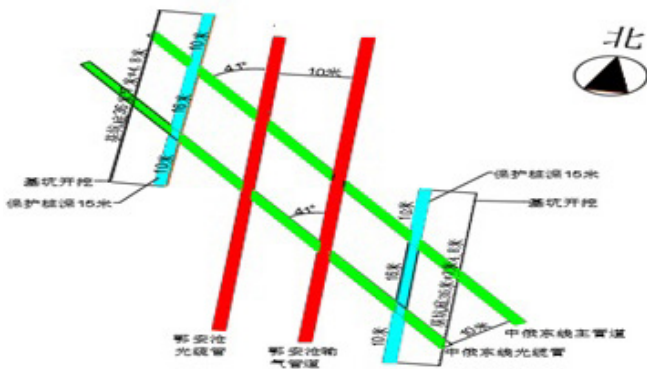


图2 基坑开挖打桩示意图

④导向孔施工前应对控向工程师进行详细交底;定向钻施钻期间,安排专业人员跟踪导向,24h密切监控施工运行状态,保证定向钻的导向曲线符合设计方案要求,若发现偏差时或出现冒浆等异常现象应停止施工,采取纠偏措施且确保安全后方可继续施工。

⑤为保证导向孔按设计度曲线穿越交叉位置,我公司采用目前国际上先进的ParatrackII控向系统,全程布置人工磁场并在交叉位置前后200m范围内布置磁靶进行控向复核。当磁靶和人工磁场接通交流电后产生交变磁场,ParatrackII控向系统即通过采集磁场数据并分析这些频率,对导向探头和磁靶之间,导向探头和人工磁场之间进行矢量计算,筛选和取平均值后,最后得出导向探头精确位置。同时,在施工中严格按照施工规范进行操作以确保每根钻杆的方位角和倾角,使得导向孔曲线与设计曲线相吻合。

⑥预制管线交叉点铺设路基板用以保护管道。

⑦在所有定向钻施工作业完成后方可对施工现场保护措施进行撤离。

## 4 定向钻施工主要技术措施

### 4.1 导向孔钻进施工

①本次穿越采用的钻具主要有:钻杆采用6-5/8 API标准内部加厚型钻杆、钻头采用10-5/8 镶齿三牙轮钻头;无磁钻铤;螺杆式泥浆马达;控向系统采用国产P2有线控向系统可以确保出土位置准确<sup>[3]</sup>。

在导向孔钻进过程中,严格按设计给出的穿越曲率半径施工,本标段河流穿越曲率半径为1500D。

在钻进过程中,还应注意每根钻杆的折角,折角不宜过大。钻杆折角应符合表2钻杆折角的要求。

表2 钻杆折角

孔径 Φ(mm)	每根钻杆最大折角 (°)	4根钻杆累加折角 (°)
φ1219	0.8	2.2

②任用经验丰富的控向人员进行控向作业,导向孔施工前应对控向工程师进行详细交底;严格按照设计图纸进行施工,保证定向钻的导向曲线符合设计方案要求,定向钻施钻期间,安排专业人员跟踪钻头走向,24h密切监控施工运行状态,若发现偏差时或出现冒浆等异常现象应停止施工,采取纠偏措施且确保安全后方可继续施工。

③导向孔钻进过程中,全程在穿越轴线上铺设专用信号线,宽度为40~60m,长度为40~60m,导向探头和人工磁场之间进行矢量计算,筛选和取平均值后,确保按设计曲线进行钻进<sup>[1]</sup>。并使用小线框,圆线框及标靶多种测量方式进行校准。

### 4.2 扩孔施工

本工程扩孔采用7级扩孔作业,2级洗孔作业<sup>[3]</sup>。

#### 4.2.1 7级扩孔作业

①第一级扩孔:6-5/8" S-135 钻杆+24" 刀板式扩孔器+6-5/8" S-135 钻杆。

②第二级扩孔:6-5/8" S-135 钻杆+36" 流道桶式扩孔器+6-5/8" S-135 钻杆。

③第三级扩孔:6-5/8" S-135 钻杆+46" 流道桶式扩孔器+6-5/8" S-135 钻杆。

④第四级扩孔:6-5/8" S-135 钻杆+50" 流道桶式扩孔器+6-5/8" S-135 钻杆。

⑤第五级扩孔:6-5/8" S-135 钻杆+54" 流道桶式扩孔器+6-5/8" S-135 钻杆+42" 扶正器。

⑥第六级扩孔:6-5/8" S-135 钻杆+61" 桶式扩孔器+6-5/8" S-135 钻杆+42" 扶正器。

⑦第七级扩孔:6-5/8" S-135 钻杆+67" 流道桶扩孔器+6-5/8" S-135 钻杆+42" 扶正器。

#### 4.2.2 洗孔作业

①第一级洗孔:6-5/8" S-135 钻杆+60" 桶式扩孔器+6-5/8" S-135 钻杆+42" 扶正器。

②第二级洗孔:6-5/8" S-135 钻杆+60" 桶式扩孔器+6-5/8" S-135 钻杆。

### 4.3 泥浆配置

根据穿越地层主要为细砂,粉质粘土。施工中及时测量返浆含沙量和泥浆比重,根据返浆情况及时调整泥浆配比,保证泥浆性能。为保证回收浆量能达到施工浆量,本工程配备三台200m³ 泥浆回收装置(除砂),四台泥浆泵,

一台离心机（除泥）。

#### 4.4 降浮措施

大管经穿越回拖管道自重不能够全部抵消泥浆浮力，因此要采取必要的降浮措施。本工程降浮措施通过在穿越主管内放入 1000m，D800mmPE 管，回拖前将 PE 管放入预制管道中，并使用滚轮支撑，防止 PE 管划伤管内防腐层。PE 管头固定在预制管道内壁上，防止 PE 管在预制管内移动失衡，影响回拖。回拖前将 PE 管注满水，再焊接回拖头。

#### 4.5 推管机安装

由于管径较大，长度较长，为保证回拖成功，本工程使用 800T 推管机进行助力回拖。

#### 4.6 管道回拖

管道回拖使用钻具组合为：6-5/8" S-135 钻杆+54" 桶式扩孔器+500T 万向节+500T “U” 型环+ 预制管线。回拖

前，开挖发送沟，保证管道顺利进入洞口。回拖过程中使用推管机助力，并使用一台 600T 夯管锤保驾。

整个回拖过程，定向钻机平均扭矩 35000N·M，平均拉力 135T。历时 48h 回拖成功。

### 5 结语

本工程水平定向钻施工时，采取防止地下管道破坏的防护措施安全有效，既保护了现有地下重要管道设施的安全运行，又使得水平定向钻钻进施工更加安全可靠，同时为企业取得了良好的经济效益和社会效益。

#### 参考文献

- [1] GB50423—2015 油气输送管道穿越工程设计规范[S].
- [2] GB50286—2013 堤防工程设计规范[S].
- [3] GB50424—2015 油气输送管道穿越工程施工规范[S].