

# 千米定向钻高效探测 近煤层老空区边界技术与实践

韩志远

(山西煤炭运销集团忻州有限公司,山西 忻州 034000)

**摘要:**千米定向钻进技术以其高效的长钻孔定向钻进和精准控制钻孔轨迹的技术优势,逐渐被应用到煤矿水害防治及勘探领域。文章以千米定向钻高效的完成了对泰山隆安煤业近煤层老空区边界的探测,定向钻孔施工按照设计钻进至预定区域,准确地探明泰山隆安 11303 工作面南部和 11305 工作面中部的原桥头镇办煤矿老空区情况,消除了煤矿井下采掘施工作业中的水害隐患,解决了采掘衔接紧张问题,提高了资源回收率。

**关键词:**千米定向钻;超前探测;近煤层;老空区

**中图分类号:**TD166

**文献标识码:**A

## High-efficient Detection Technology and Practice of Goaf Boundary with Kilometer Directional Drilling

HAN Zhiyuan

(Xinzhou Branch Co., Ltd., Shanxi Coal Transportation and Sales Group, Xinzhou 034000, China)

**Abstract:** With its high-efficient long borehole directional drilling and precise control of the drilling trajectory, the kilometer directional drilling technology has gradually been applied to the prevention and exploration of water hazards in coal mines. The kilometer directional drilling efficiently detected the goaf boundary near the coal seam of Long'an Coal Mine in Taishan. Based on the design the directional drilling advanced to the predetermined area. The goaf of the previous Qiaotou Mine in the south of 11303 working face and the middle of 11305 working face of Long'an Mine was explored accurately, which eliminated the hidden water hazards in the underground coal mining, solved the problem of the tight connection between mining roadways, and improved the resource recovery rate.

**Key words:** kilometer directional drilling; advanced detection; close distance coal seam; goaf

山西煤炭运销集团泰山隆安煤业有限公司是由四座煤矿兼并重组整合而成,批准开采 813 号煤层,批采标高 1 180 m~680 m。目前泰山隆安煤业进入薄煤层开采,煤层厚度 1.8 m~2.7 m 左右,11 号上组煤厚度 1.4 m 左右,11 号下组煤厚度 1.8 m~2.5 m,平均 2.2 m,11 下 303 回采工作面北为 11 号煤西翼集中回风下山,南为原废弃民采平硐采空区,东为原桥头镇办煤矿采空区,西为 11301 回采工作面。根据前期矿方对原桥头镇办煤矿资料调查和走

访老工人,推断出 11 下 303 工作面东南有原桥头镇办煤矿采空区,该采空区可能存在积水,推测积水量为 34 047 m<sup>3</sup>。为了进一步验证泰山隆安矿 11303 工作面南部和 11305 工作面中部的原桥头镇办煤矿采空区,及时掌握老窑采空区的分布及积水情况就显得尤为重要。

### 1 千米定向钻的工作原理

定向钻进技术是利用自然造斜规律并结合专用

\* 收稿日期:2019-03-10

作者简介:韩志远(1986-),男,山西忻州人,大学本科,工程师,从事地测防治水工程技术管理工作。

工具使钻孔轨迹设计延伸钻进至指定目标层位的一种钻探方法<sup>[1-2]</sup>。定向钻进技术不仅能大幅提高单孔的施工进度还能够实现一个主孔内多个分支孔的施工,从而大幅度提高探测范围,并且具有精度高、直观性强、适应面宽等优点。近年来,定向钻进技术以其独有的技术优势在煤矿安全和地质勘探领域得到了广泛的应用,特别是在煤矿瓦斯防治、构造探测、水害防治及其它隐蔽致灾因素探查中发挥着越来越重要的作用<sup>[3-5]</sup>。

## 2 千米定向钻设备参数及施工设计方案

### 2.1 千米定向钻设备参数

本次老空区探测使用设备为 VLD-1000 型履带式液压钻机,由导向装置、孔底马达、注浆泵等组成。机身长度 3 742 mm,宽度 2 100 mm,高度 1 666 mm,重量 12 500 kg,动力部分主要靠电动马达、液压泵、主泵、液压水泵、辅助泵等五部分组成。钻进过程中钻杆不转动,钻头通过中空钻杆提供的高压水驱动,做工之后的水携带钻屑从钻杆与钻孔之间流出。钻头能够随时显示空间位置,并能够实现钻进方向的调节,实现定向钻进。

### 2.2 设计依据

结合泰山隆安煤矿地质报告、采掘平面图、泰山隆安煤业 11301 和 11303 工作面煤层顶底板综合柱状图以及泰山隆安煤业采掘现状,在保证正常掘进的前提下制定了钻探施工方案。

### 2.3 设计方案

本次老空区在 11301 回风顺槽计划施工 2 个定向探放水钻场进行钻探:在 11301 回风顺槽 775 m 处的硐室内布置 1 号钻场,在 11301 回风顺槽 450 m 处的硐室内布置 2 号钻场分阶段探测。钻孔轨迹平面设计示意图,见图 1。

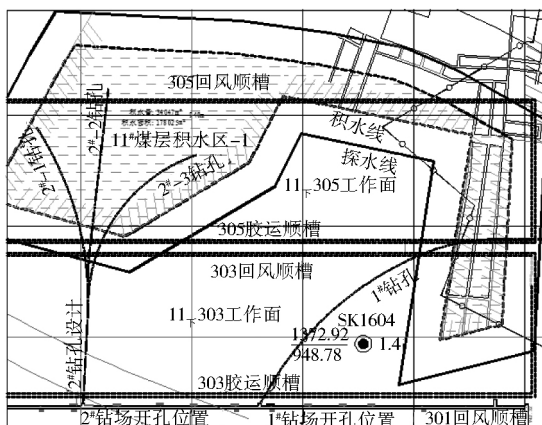


图 1 钻孔轨迹平面布置设计示意图  
Fig. 1 Plane layout of drilling trajectory

### 2.4 技术方案

1)在 1 号钻场内施工 1 号定向钻孔,1 号定向钻孔孔径 100 mm,开孔方位角  $120^\circ$ ,开孔倾角  $1^\circ$ ,目标方位角  $180^\circ$ 。1 号钻孔主孔长度 630 m(0~630 m),主孔层位于 11 号下煤层内,钻探范围为:11303 回风顺槽 1 270 m 至 1 387 m,轮廓线向东 25 m 的区域(即桥头镇办煤矿西南侧巷采空区)。

在施工完 1 号定向钻孔后,根据钻探结果再施工分支孔,主孔每隔 100 m 施工分支孔向上探至 11 号上煤层顶板,共计施工 5 个分支钻孔,每个探顶分支长度 70 m,计划在 3 号、5 号、7 号向 11 号下煤层顶板进行分支探测,每分支长度 150 m,总进尺 1 430 m。

2)在 2 号钻场内施工 2 号定向钻孔,2 号定向钻孔孔径 100 mm,设计开孔方位角  $93^\circ$ ,开孔倾角  $6^\circ$ ,目标方位角  $90^\circ$ 。2 号定向钻孔共 3 个主分支,主孔层位于 11 号下煤层内,其中 1 号主分支长度 516 m(0~516 mm),钻探范围为:305 回风顺槽 377 m 至 460 m,轮廓线向西 40 m 的区域。2 号主分支长度 366 m(204 m~570 m),钻探范围为:305 回风顺槽 460 m 至 506 m,轮廓线向东 25 m 的区域。3 号主分支长度 354 m(180 m~534 m),钻探范围为:305 回风顺槽 506 m 至 665 m,轮廓线向西 89 m 的区域。

在施工完成主分支孔后,根据钻探结果在钻孔的主分支每隔 100 m 向 11 号上煤层顶板施工分支孔,每个探顶分支长度 50 m,共施工 4 个分支孔。

## 3 定向钻进施工工序

根据本次定向钻孔设计要求和钻机操作规程进行施工工序为:移机定位→开孔和扩孔→耐压试验→定向施工。

### 3.1 移机定位

根据钻孔设计的要求和钻机操作规程的规定将钻机搬移至开孔位置,按照规定方位角和倾角固定钻机。

### 3.2 开孔和扩孔

使用  $\Phi 98$  mm 打钻钻头和普通钻杆采用旋转钻进方式直接开孔,然后用  $\Phi 153$  mm 扩孔钻头和普通钻杆采用旋转钻进方式直接扩孔。

### 3.3 耐压试验

依据《煤矿防治水规定》探放老空积水的超前钻距,下长度不小于 10 m 的止水套管。使用的水泥标号不低于 425 号,无变质、结块现象,按照 0.5:1 水泥浆封闭固结。48 h 后进行耐压试验,试验压力

必须达到 1 MPa, 稳定 30 min, 孔口管管壁及管口四周不漏水为耐压试验合格。耐压试验经验收合格后安装好法兰盘、水压表、高压防水球阀及反喷装置(抗水压 2 MPa)。

### 3.4 定向钻施工

1) 校正弯头方向。将孔内马达放入并连接孔底工具钻杆, 退回钻杆使弯头方向标记露出孔外并将弯头方向设置为  $360^\circ$ , 进行一次检查测量确认弯头方向为  $360^\circ$ , 加上钻杆直到孔内马达、孔底工具以及铜钻杆全部进入孔内。

2) 开新孔操作。将孔内马达送入已扩好孔的孔底, 启动水泵, 待孔中返出水, 确认返渣正常后, 用孔内马达钻进至 9 m 处。按复位按钮进行检查测量, 记录方位角读数。正常钻进操作每 6 m 进行一次测量, 与设计轨迹进行对比, 根据偏移情况决定弯头方向的调整策略。

3) 开分支操作。从图上找到分支点, 要求有至少  $0.5^\circ$  的爬升, 记下孔外电脑上欲开分支点的孔深米数和左侧的测量编号。

4) 完孔。当钻孔施工至设计深度后, 应进行一次洗孔, 以确保退钻顺利和通道畅通。完孔后应及时将井下记录的终孔参数进行处理并输入数据库, 将钻孔轨迹及时描绘在矿图上。

5) 撤钻。钻孔施工完毕后将钻杆全部退出, 卸下孔底马达, 断开地锚与钻机之间的联接。退出钻杆后, 连接高压软管引入矿方排水系统。若钻孔探测结果为无水, 退出钻杆后及时对钻孔用水泥浆进行封堵, 封堵长度不小于 0.5 m, 并在孔口加装法兰堵板。

## 4 施工分析评价

### 4.1 定向钻进施工分析

本次探放水钻孔施工以 11 号下煤为目标层位。

#### 参考文献:

- [1] 程远平. 煤矿瓦斯防治理论与工程应用[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2010.
- [2] 韩广德. 中国煤炭工业钻探工程学[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000.
- [3] 缪小成, 路喜. 井下千米定向钻机在麻家梁矿探测底板高承压含水层的应用[J]. 山西煤炭, 2014(12): 49-50.  
MIU Xiaocheng, LU Xi. Application of Kilometer Directional Rig in High-pressure Confined Aquifer Detection in Majialiang Mine[J]. Shanxi Coal, 2014(12): 49-50.
- [4] 姜海峰, 李晓旭. 千米定向钻机对断层构造的探测应用[J]. 矿业工程, 2018, 16(1): 47-49.  
JIANG Haifeng, LI Xiaoxu. Detection Application of Kilometer Directional Drilling Machine on Fault Structure[J]. Mining Engineering, 2018, 16(1): 47-49.
- [5] 冉星仕, 白成杰, 孙万明. 千米定向钻高效超前探测井田边界采空区技术与实践[J]. 地质与勘探, 2016, 21(6): 20-21, 5.  
RAN Xingshi, BAI Chengjie, SUN Wanming. High Efficient Advanced Exploration Technology and Practical of Mine Border Goaf with Kilometer Directional Drill[J]. Coal Mining Technology, 2016, 21(6): 20-21, 5.

(编辑: 樊 敏)

由于 11 号下煤层较薄、断层多、钻孔施工时转弯半径大的原因, 导致 4 号钻孔见煤孔段较少, 后经过调整钻进工艺参数, 5 号钻孔见煤孔段较多。根据 2 个钻孔孔内返水、返渣情况及钻机工作参数判断煤层沿钻孔方向高程变化及是否存在采空区。

根据探放水钻孔实测, 钻孔施工已经钻进至预定区域, 1 号定向钻孔未探出采空区及积水, 2 号定向钻孔已经完整覆盖 305 工作面煤层推断的采空区, 并探测至 305 回风顺槽东侧, 未发现采空区及积水。施工过程中存在煤层起伏与原有等高线不符、构造等情况, 导致与设计线路轨迹有个别出入, 通过不断探顶分支的施工确定煤层的顶底板, 使施工轨迹始终保持在 11 号下煤层中, 直至老空区及煤层积水区域。

### 4.2 勘探效果评价

本次探放水工程质量合格, 依据煤矿探放水质量验收制度, 本次探放水工程严格按照设计和施工安全措施施工, 详细记录钻孔施工中的数量、角度、孔深和孔内情况等数据。严格按照现场验收规定对已经施工完毕的钻孔进行验收记录并递交钻孔参数。

## 5 结束语

本次采用千米定向钻高效地完成了对泰山隆安煤业近煤层探测, 老空区边界探测定向钻孔施工按照设计钻进至预定区域, 达到了设计预期的效果, 准确地探明泰山隆安 11303 工作面南部和 11305 工作面中部的原桥头镇办煤矿老空区情况, 及时掌握了老窑采空区的分布及积水情况, 消除了泰山隆安煤矿井下采掘施工作业中的水害隐患, 缓解了采掘衔接紧张的局面, 增加了资源回收率, 为矿井的安全回采创造了良好条件。