

煤层顶板砂岩水定向钻孔预疏放效果检验

刘卫卫, 彭旭, 王庆, 孙阳
(中煤科工集团西安研究院有限公司, 陕西 西安 710077)

摘要:煤矿井下定向钻进技术具有钻孔轨迹可精确控制、有效距离长、一孔多用等优点。针对唐家会矿顶板水害, 采用定向长钻孔进行预疏放, 通过首采工作面的疏放水实践以及穿层钻孔检验, 顶板水疏放效果明显, 为工作面掘进和回采提供了安全保障。

关键词:顶板水害; 疏放水; 定向钻进; 放水效果

中图分类号: P634.7; TD74 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2017)06-0062-03

Drainage Effect Test of Directional Drilling Construction for Coal Seam Roof Sandstone Water Pre-drainage/LIU Wei-wei, PENG Xu, WANG Qing, SUN Yang (Xi'an Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group Corp., Xi'an Shaanxi 710077, China)

Abstract: Directional drilling technology in coal mine has lots of advantages such as precisely controlled drilling trajectory, long effective distance and one hole for multiple purposes. For the roof flood in Tangjiahui mine, pre-drainage was carried out with long directional borehole, by the drainage practice in the first coal mining face and the inspection by boring through seam, obvious drainage effect is presented, which provide safety guarantee for working face tunneling and actual mining.

Key words: roof flood; water drainage; directional drilling; drainage effect

0 引言

水害是煤矿的主要灾害之一,在煤矿重大事故中,水害事故数仅次于瓦斯事故,易造成群死群伤事故。水害一旦发生,抢救难度大、救援复矿时间长、经济损失严重、社会影响恶劣,同时也对矿区水资源与环境造成巨大破坏。由于我国煤矿水文地质条件复杂,煤炭开采会受到老空(窑)水、地表水、松散孔隙水和基岩裂隙岩溶水等多种水源的严重威胁^[1]。

唐家会煤矿6煤是主采煤层,61101工作面为其首采工作面。井筒在掘进煤系地层时,均有不同程度的出水现象,根据研究成果推断煤层顶板含水性强,为砂岩裂隙-孔隙水。因此,当6煤综放开采时,形成的冒落带及裂隙带势必会使顶板的裂隙-孔隙水导入6煤,造成重大水害隐患。为保证后期6煤回采安全顺利进行,必须对水害进行提前预防。煤矿井下定向钻进技术目前已广泛应用于瓦斯抽采、地质勘探及水害防治^[2]。针对唐家会矿的顶板水害,采取了定向长钻孔工艺进行预疏放。

1 首采面顶板水害防治

根据充水通道进行分类,煤矿水害主要分为以

下类型:直接揭露型水害、顶板水害、底板水害、断层水害、陷落柱水害和封闭不良钻孔水害。

顶板水害的通道为工作面顶板导水裂隙带以及巷道松动圈等,可能沟通的水源多为煤层顶板砂岩或薄层灰岩水。工作面顶板导水裂隙带的发育高度与采高、顶板岩性和开采方式等相关,突水量主要与沟通的含水层富水性有关。顶板水害防治工作的主要内容包括:(1)计算、观测导水裂隙带高度,留设足够的防水煤柱;(2)提前探查、疏放顶板水。

唐家会矿含水层富水性较好,为确保首采工作面安全,必须对煤层顶板砂岩水进行提前疏放。在该矿首采工作面共布置6个定向长钻孔,分别对5、6煤层顶板砂岩水进行预疏放。定向钻孔实钻轨迹如图1所示。

2 定向钻进技术特点及钻孔轨迹设计

2.1 定向钻进技术特点

定向钻进技术是利用造斜工具使钻孔轨迹按设计要求延伸至预定靶点,即有目的地将钻孔轴线由弯变直或由直变弯,同时随钻测量仪器实时监测钻孔参数、钻具姿态,进而确定造斜工具的造斜延伸方向。

收稿日期:2016-12-05; 修回日期:2017-05-05

作者简介:刘卫卫,男,汉族,1987年生,地质工程专业,硕士,从事煤矿井下定向钻进技术研究及推广工作,陕西省西安市高新区锦业一路82号,liuweimei@cctegxian.com。

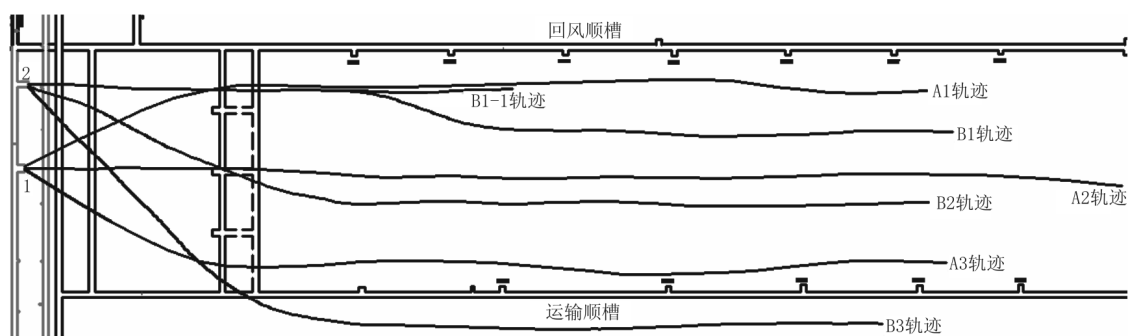


图 1 顶板砂岩疏放水定向钻孔轨迹

该技术具有如下特点。

(1) 钻孔轨迹可控,通过随钻测量定向钻进技术,保证钻孔沿设计轨迹延伸。顶板疏放水钻孔施工是采用定向钻进技术进行,直至钻孔到达预定含水层位,调整钻孔倾角与地层倾角一致后,使钻孔在含水层内延伸,增加在含水层中的延伸距离,最大限度地将钻孔内承压水放出^[3]。

(2) 钻孔有效距离长、钻进效率高、集中放水效果好^[4]。在该矿定向钻孔单孔最大深度达 1002 m,与普通钻孔相比,可大量缩减钻孔工程量,能够实现高效超前探放水,可实现钻孔集中放水。

(3) 一孔多用。顶板疏放水钻孔定向长,在最大限度疏放顶板水的同时,能够高效超前探水并掩护巷道掘进,解决巷道掘进过程中顶板淋水问题。

2.2 定向钻孔轨迹设计

本次钻孔施工在 2 个钻场进行,1 号钻场为了实现覆盖 61101 工作面且达到疏放 5 煤顶板砂岩水的目的,共布设 3 个定向长钻孔 A1、A2、A3,定向轨迹控制在距顶板 0~7 m 砂岩内。A1 和 A3 分别距回风顺槽和运输顺槽 30 m 左右,A2 钻孔布设在工作面中间位置。2 号钻场为了实现覆盖 61101 工作面且达到疏放 6 煤顶板砂岩水的目的,该钻场布设 3 个定向长钻孔 B1、B2、B3 和一个分支孔 B1-1,B1 和 B3 分别距回风顺槽和运输顺槽 30 m 左右,B2 钻孔布设在工作面中间位置;B1-1 是对钻孔拐弯盲区的补充施工。

6 个定向钻孔实现工作面全覆盖,最大程度疏放煤层顶板砂岩水,距顺槽较近钻孔能够同时起到超前探水,掩护巷道掘进,解决巷道掘进淋水等作用。

3 长钻孔定向施工工艺方法

3.1 定向钻进系统原理

定向钻进系统由定向钻机、随钻测量仪器、专用定向钻具、配套钻进工艺等组成。在煤矿井下定向钻探施工中,选用适当口径的孔底马达,通过选择不同角度的弯接头,可达到不同的造斜效果,实现定向钻进^[5-10],定向钻进系统组成见图 2。

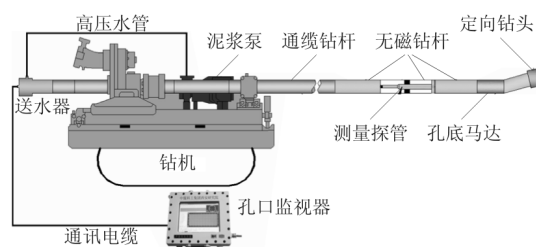


图 2 定向钻进系统组成示意图

3.2 钻探用主要设备及仪器(参见表 1)

表 1 钻探主要设备仪器

序号	名称	型号	性能参数
1	定向钻机	ZDY6000LD	开孔倾角 -10°~20°,最大额定扭矩 6000 N·m,最大给进/起拔力 180 kN
2	泥浆泵	3NB-320/8-30	泵压 3.0~8.0 MPa,流量 118~320 L/min
3	随钻测量系统	YHD1-1000T(A)	倾角 ±0.2°,方位角 ±1.5°,工具面角度 ±1.5°,额定电压 127 V
4	孔底动力钻具	Ø73 mm 螺杆马达	额定输出扭矩 460 N·m,转速 109~260 r/min

3.3 钻具组合

主孔为二开孔身结构(见图 3),一开主要目的是下入孔口管,安装孔口三通防喷防突装置;二开主要是对 5、6 煤层顶板砂岩水进行疏放。

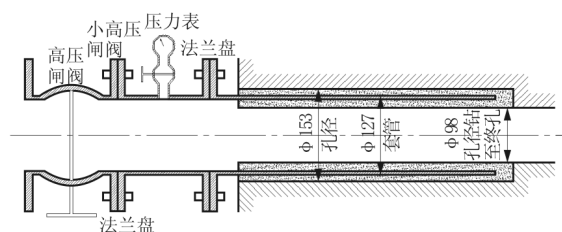


图 3 钻孔结构示意图

3.3.1 一开钻具组合

开孔: $\varnothing 98$ mm PDC 钻头 + $\varnothing 73$ mm 普通钻杆串 + $\varnothing 73$ mm 送水器。

扩孔: $\varnothing 98/153$ mm PDC 钻头 + $\varnothing 73$ mm 普通钻杆串 + $\varnothing 73$ mm 送水器。

3.3.2 二开钻具组合

定向钻进: $\varnothing 98$ mm PDC 钻头 + $\varnothing 73$ mm 螺杆马达 + $\varnothing 73$ mm 下无磁钻杆 + 随钻测量仪器 + $\varnothing 73$ mm 上无磁钻杆 + $\varnothing 73$ mm 通缆钻杆串 + $\varnothing 73$ mm 送水器。

回转钻进: $\varnothing 98$ mm PDC 钻头 + $\varnothing 73$ mm 普通钻杆串 + $\varnothing 73$ mm 送水器。

3.4 定向钻进施工工艺

定向钻进是有目的地将钻孔轴线由弯变直或由直变弯,定向钻进工艺流程如图4所示。

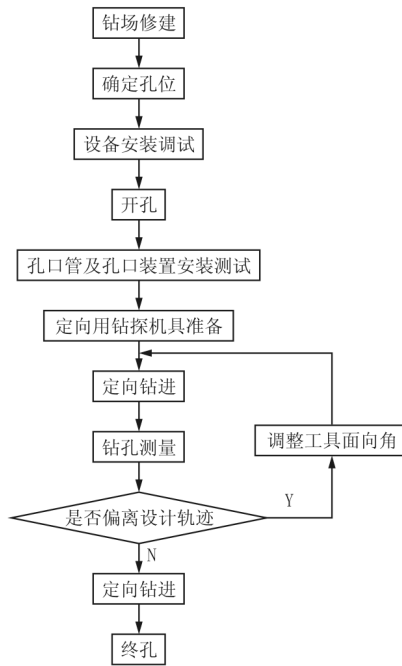


图4 定向钻进工艺流程示意图

4 定向钻孔放水效果检验

4.1 钻探施工及放水量情况

钻孔施工情况及终孔后初始水量见表2。

表2 施工钻孔基本情况

孔号	孔深/ m	初始水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	孔号	孔深/ m	初始水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)
A1	868.0	90.0	B1	850.0	99.0
A2	1002.0	80.0	B3	862.5	15.8
A3	865.5	35.0	B2	855.0	22.0

自定向钻孔开钻至竣工,4个月内累计放水已超过 $38.9 \times 10^4 \text{ m}^3$,疏放水效果明显。

4.2 放水效果检验

定向长钻孔施工完成后,对定向长钻孔覆盖区域施工穿层放水检验钻孔(钻孔参数见表3),对未覆盖区域施工穿层钻孔进行放水(见图5)。

表3 放水检验钻孔施工情况

序号	孔号	孔深/ m	方位角/ ($^\circ$)	倾角/ ($^\circ$)	终孔水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)
1	H1-1	127.0	200	32	4.0
2	H1-2	127.0	153	32	1.0
3	H2-1	140.0	200	32	0.5
4	H4-1	127.0	200	32	0.5
5	H4-2	127.0	153	32	1.0
6	Y1-1	128.0	30	32	0
7	Y1-2	141.0	77	32	0
8	Y2-1	127.5	30	32	0
9	Y2-2	127.0	77	32	0
10	Y3-1	127.5	30	32	3.0
11	Y3-2	127.5	77	32	1.0
12	Y4-1	127.0	30	32	0.5
13	Y4-2	127.0	77	32	1.0

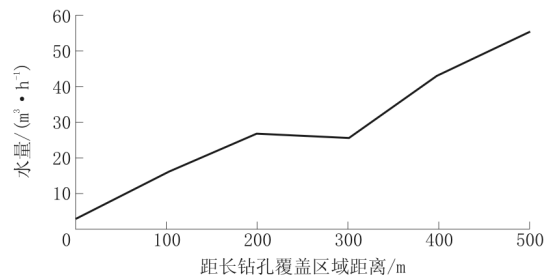


图5 穿层钻孔平均单孔出水量变化曲线

表3中的钻孔为定向钻孔施工结束后在工作面两顺槽内施工的放水检验钻孔,单孔平均水量 $< 1 \text{ m}^3/\text{h}$,定向长钻孔的疏放效果得到验证。

对定向长钻孔未覆盖的工作面顶板区域,在巷道掘进过程中施工穿层钻孔对顶板水进行疏放。图5中穿层钻孔水量变化趋势为距离定向钻孔覆盖区域0~500 m范围内的单孔平均出水量,离定向钻孔覆盖区域越远,钻孔平均水量越大。由此可判断定向钻孔疏放水效果明显。

5 结语

采用定向长钻孔对顶板水进行预疏放,钻孔覆盖区域广、具有超前性,并能有效解决控制区域内巷道掘进过程中淋水问题。(下转第68页)

用双主支同侧等距4分支,且分支与主支呈 45° 夹角结构。

(2)在水平段多分支井钻进中,各分支悬空侧钻成功的关键在于:控时、降斜、变方位。

(3)在煤储层起伏较大中水平钻进时,应采用方位伽马来保证在煤层中的钻遇率。

(4)实践证明,运用水平对接多分支井钻井工艺能够有效解决在高陡构造煤层中开采煤层气的技术难题,取得了良好的排采效果。

参考文献:

- [1] 杨力.和顺地区煤层气远端水平连通井钻井技术[J].石油钻探技术,2010,38(3):40-43.
- [2] 罗开艳,李巨龙,王冲.煤层气多分支水平井钻井技术研究[J].科技信息,2011,(7):364-365.
- [3] 张绍雄,张媛.煤层气开发的多分支水平井钻井技术[J].石油工业技术监督,2010,26(12):56-58,66.
- [4] 王彦祺.煤层气水平连通井钻井技术[J].中国煤层气,2010,7(2):28-31.
- [5] 徐云龙.川西采气厂首口地质导向水平井钻井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(2):1-3.
- [6] 孙庆仁,郭盛堂,孟祥波.达深CP302开窗侧钻水平井钻井实践与认识[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(4):36-38.
- [7] 武程亮.对接井钻井靶点位置问题探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(1):58-60,65.
- [8] 杨全枝,于小龙,马振锋,等.延长油田浅层高密井网水平井防碰绕障技术研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(1):40-43.
- [9] 陈林,范红康,胡恩涛,等.控压钻井技术在涪陵页岩气田的实践与认识[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(7):45-48.
- [10] 张金成.涪陵页岩气田水平井组优快钻井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(7):1-8.
- [11] 于文涛,张辉,孙振刚,等.五级分支井井眼连接总成设计及有限元分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(2):33-36.
- [12] 奚广春,刘永贵,王迎成,等.大庆朝阳沟油田浅层水平井钻井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(6):21-23.
- [13] 高启瑜,周贵宗,周光,等.松软低透性薄煤层中水平对穿连通井钻井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(1):20-23.
- [14] 卢周芳.大牛地气田欠平衡水平井钻井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(9):10-14.

(上接第64页)

通过定向钻孔放水量显示,定向钻孔疏放水效果极为明显。施工的穿层放水检验钻孔,平均水量 $<1\text{ m}^3/\text{h}$,而在定向钻孔覆盖区域以外,穿层钻孔水量随距离增大呈增大趋势,定向长钻孔疏放水效果得到了有效检验。

参考文献:

- [1] 武强,赵苏启,董书宁,等.煤矿防治水手册[M].北京:煤炭工业出版社,2013.
- [2] 石智军,李泉新,许超,等.煤矿井下随钻测量定向钻进技术及应用[J].地质装备,2013,14(6):32-36.
- [3] 史海岐.随钻测量定向钻进技术在煤矿水害防治中的应用[J].现代矿业,2014,(4):38-41.
- [4] 杨忠,段会军,白刚,等.定向钻进技术在煤矿采空区疏放水中的应用[J].中州煤炭,2015,(6):16-18.
- [5] 石智军,田宏亮,田东庄,等.煤矿井下随钻测量定向钻进使用手册[M].北京:地质出版社,2012.
- [6] 白刚,段会军,王庆.定向钻进技术在煤矿采空区防灭火工程中的应用[J].煤矿安全,2016,47(6):132-135.
- [7] 赵祥龙,金鑫.水平定向钻孔探放煤层顶板砂岩水技术及其应用[J].煤矿机械,2016,37(5):135-137.
- [8] 任鹏飞.定向长钻孔在母杜柴登煤矿顶板探放水中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(5):17-19.
- [9] 张洪健,李长青,姜文治,等.千米钻机定向钻进技术在矿井防治水中的应用[J].中州煤炭,2012,(9):112-114.
- [10] 李得新,首照兵,章述.螺杆马达在极倾斜地层中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(2):67-69,73.