

高位定向钻孔在综放工作面上隅角瓦斯抽采中的应用

段会军¹, 郝世俊¹, 武建军²

(1. 中煤科工集团西安研究院有限公司, 陕西 西安 710077; 2. 山西中煤华晋能源有限责任公司, 山西 河津 043300)

摘要:针对王家岭煤矿综放工作面瓦斯涌出量大、上隅角瓦斯超限的问题,使用定向钻机及机具,利用定向钻进技术进行高位定向钻孔瓦斯抽放。在分析工作面回采过程中瓦斯运移规律的基础上,通过大量现场实践,得出适用于该矿区的高位定向钻孔轨迹布设参数,有效地解决了上隅角瓦斯超限问题,实现高瓦斯矿井工作面安全高效开采。

关键词:高位钻孔;定向钻进;上隅角瓦斯抽采

中图分类号:P634.7;TD712.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2016)10-0215-04

Application of High-position Directional Drilling Hole for Gas Extraction at Upper Corner in Fully Mechanized Caving Face/DUAN Hui-jun¹, HAO Shi-jun¹, WU Jian-jun² (1. Xi'an Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group Corp., Xi'an Shaanxi 710077 China; 2. Shanxi China Coal Huajin Energy Co., Ltd., Hejin Shanxi 043300, China)

Abstract: Aiming at the problems of large gas emission in fully mechanized caving face and gas overrun at upper corner in Wangjialing coal mine, directional drilling machine and equipments are applied and directional drilling technology are used for gas extraction by high-position directional drilling. Based on the analysis on the law of gas migration in the mining process, large number of field practice is completed. The trajectory layout parameters of the high-position directional drilling hole suitable for Wangjialing coal mine is put forward. Upper corner gas overrun is effectively solved.

Key words: high-position borehole; directional drilling; gas extraction at upper corner

在煤矿生产中,瓦斯问题一直制约、威胁着矿井安全生产。如何加强综放工作面上隅角瓦斯的治理,已成为煤矿区安全生产的一大关键因素^[1-5]。

1 矿区概况及瓦斯抽采现状

1.1 矿区概况

王家岭煤矿位于山西省乡宁县和河津市境内,井田面积约180 km²,地质储量23.42亿t,可采储量10.36亿t,主要开采2号煤、10号煤,设计生产能力600万t/年。矿井绝对瓦斯涌出量为15.88 m³/min,相对瓦斯涌出量为1.64 m³/min,回采工作面最大绝对瓦斯涌出量5.53 m³/min,相对瓦斯涌出量0.3 m³/min。为高瓦斯矿井。

1.2 工作面瓦斯聚集情况及抽采现状

王家岭煤矿综放工作面采用“U”型通风方式,回风隅角容易形成通风盲区,工作面综采支架上部、后部压裂、松散的煤体解析出的瓦斯及采空区涌出的瓦斯积聚在支架尾部和机尾冒落空顶处,回风隅

角在微风或空顶垮落时,容易造成瓦斯溢出,引起瓦斯超限。

在上隅角瓦斯治理中,目前矿井采用的抽采方法有风障围挡法、插管抽采法以及穿层钻孔抽采法。其中,风障围挡属临时采用措施,不能长期使用且对王家岭煤矿高速回采工作面适用性不大;插管抽采法即在上隅角施工挡墙后在隅角位置布设插管延伸至采空区进行瓦斯抽采,但是王家岭煤矿回采速度快,挡墙垒砌无法及时跟进,所以插管位置布设太低,不能有效作用于隅角部位,所以没有获得较好的抽放效果;穿层钻孔抽采法中,施工了大量穿层钻孔,但深度有限,除去搭接长度,钻孔有效利用孔段较少。且轨迹不可控制,导致钻孔抽采效果极不稳定,抽采层位不易掌握。

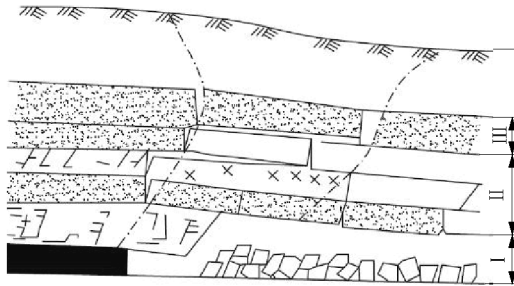
因此,目前急需针对王家岭煤矿综放工作面特点选用一种有效技术方法,完成对上隅角的瓦斯治理。

收稿日期:2016-07-06;修回日期:2016-08-26

作者简介:段会军,男,汉族,1986年生,工程师,硕士,地质工程专业,主要从事煤层气定向钻进及煤矿井下定向钻进技术与推广工作,陕西省西安市高新区锦业一路82号,yphj@163.com。

2 高位定向钻孔抽采瓦斯原理

工作面上覆岩层移动破坏以后,垂直方向形成“竖三带”,即冒落带、裂隙带、弯曲下沉带。沿水平方向即工作面回采方向形成“横三区”,即煤壁支撑影响区、离层区、重新压实区。而离层区,即采动裂隙“O”形圈。“O”形圈及裂隙带中下部,是瓦斯运移的主要通道,也是瓦斯积聚的主要场所^[6-8]。



高位定向钻孔正是利用覆岩破坏及瓦斯运移这一运移规律(图1),通过在回风巷内布置钻场,将高位钻孔设计在工作面及采空区上方顶板围岩内来抽放邻近层涌入及采空区丢煤产生的瓦斯。高位定向抽采钻孔的布置及设计参数主要是通过上隅角附近裂隙的分布规律来确定^[7-10]。

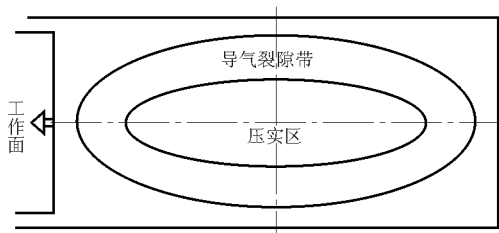


图1 覆岩移动规律

3 定向钻进设计原理与控制方法

煤矿井下定向钻进技术是通过高压水力驱动螺杆马达带动钻头钻进岩层。通过实时调整带弯角度的螺杆钻具控制钻头钻进方向参数,从而达到轨迹控制的目的^[11-15]。

依据工作面的煤层顶底板标高和地质构造情况及计划的钻孔走向,即可运用三角函数关系计算出各孔段的倾角、方位角、孔深等参数,完成定向钻孔轨迹剖面及平面的设计。

定向钻进工艺流程如图2所示。

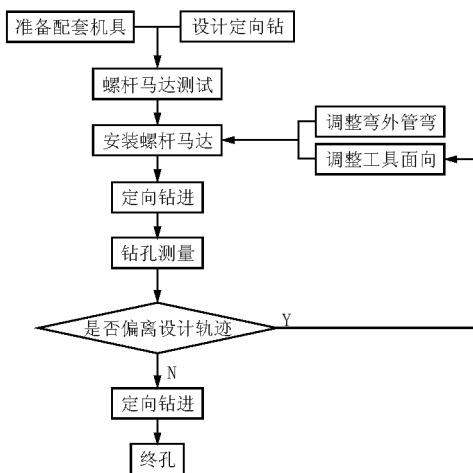


图2 定向钻进工艺流程

基于覆岩移动理论及采空区上隅角瓦斯运移集聚规律,通过理论计算与试验研究相结合,将长距离高位定向钻孔布置于竖向裂隙带中下部及采动裂隙“O”形圈区域内,提高瓦斯抽采浓度,延长瓦斯抽采时间。

王家岭煤矿2号煤综放工作面煤层平均厚度6.2 m,工作面顶板属于中硬岩层,岩石碎胀系数1.33~1.5,冒落带高度可由下式计算得出:

$$h = \frac{M^n \varphi}{K_k - 1} \quad (1)$$

式中: M^n ——采放有效厚度,m; φ ——采放有效厚度回采率; K_k ——煤、岩综合碎胀系数。

裂隙带的高度可由下式计算得出:

$$H_1 = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6 \quad (2)$$

式中: H_1 ——裂隙带高度,m; M ——煤层厚度,m。

将煤层厚度代入式(1)、(2),可得冒落带高度在12.36~18.73 m,裂隙带高度为40.26~51.46 m。同时参考中国矿业大学提供覆岩活动规律研究成果,得出裂隙带高度为114~129 m。依据该计算结论,拟定基础试验参数,并随试验效果进行不断更正,进而在获得试验数据的同时,尽可能对裂隙带中下部至冒落带范围得出试验结果。

4.2 设备机具

4.2.1 定向钻机

采用ZDY6000LD型履带式全液压钻机进行定

4 高位定向钻孔上隅角瓦斯抽采技术的应用

4.1 高位定向钻孔基本设计

向钻孔施工。该钻机属于自行式、低转速、大扭矩类型,适于采用复合片钻头施工大直径钻孔,主要用于煤矿井下施工近水平长距离瓦斯抽放钻孔,设计钻进能力1000 m,回转扭矩6000 N·m,最大起拔力180 kN。是进行煤矿高位定向钻孔施工的专业机型。

4.2.2 随钻测量系统

YHD2-1000(A)型随钻测量系统可实时监测定向钻孔轨迹主要参数,并能动态输出钻孔参数、轨迹。

4.2.3 配套钻杆

为保证现场试验的顺利进行,按照需要的钻进工艺配套并使用了中心通缆钻杆。

Ø73 mm 中心通缆钻杆配套 YHD1-1000(A) 随钻测量仪器,实现钻孔轨迹参数的实时监测与显示^[11]。系统的连接如图3所示^[9-10]。

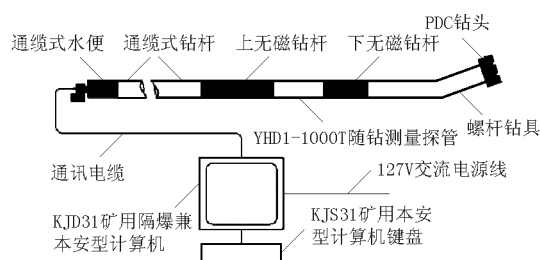


图3 YHD1-1000(A) 随钻测量系统连接示意图

4.3 高位定向钻孔瓦斯抽采技术试验情况

共完成长距离高位定向钻孔33个,其中完成抽采效果考评20余个。

累计试验工作面5处,在回风巷侧煤层开掘钻

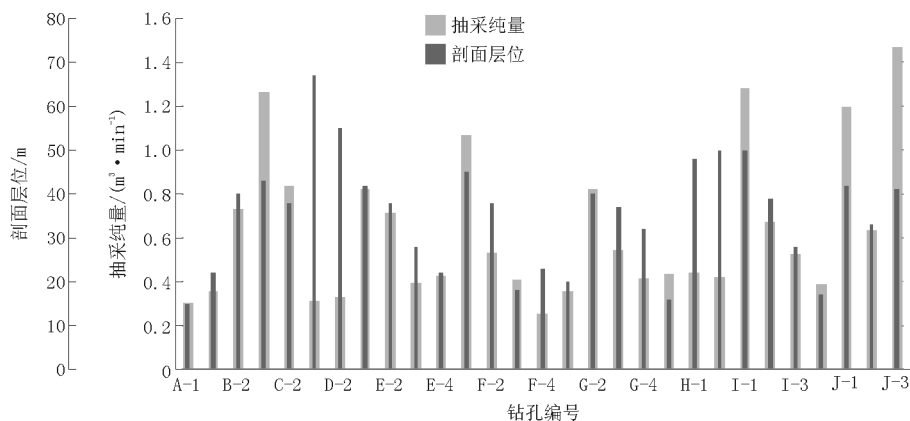


图4 综放工作面高位定向钻孔抽采纯量图

评价抽采效果的标准主要为抽采纯量,也就是抽采浓度与混量的乘积,因此剖面层位太高会进入

场,钻场尺寸9 m×5 m×3 m,由公式(1)、(2)计算及矿区生产条件,试验定向钻孔设计于煤层顶板10~70 m,同钻场定向钻孔垂直间距5~10 m。在工作面倾向方向,根据“O”形圈理论和采场通风因素对瓦斯流动的影响,按巷道卸压圈范围为巷道宽度(5.5 m)的2~4倍计算,定向钻孔分布在距回风巷10~20 m之间。同钻场钻孔间距5~10 m。每个钻场布置高位定向钻孔3~5个,单个钻孔孔深400~700 m,孔径133 mm。定向钻孔在煤层顶板及回风巷侧呈扇形状,钻场间距500 m,钻孔搭接60~100 m,以保证回采到搭接段的抽采效果。

5 定向钻孔瓦斯抽采效果分析

通过加大试验范围,在垂面距顶板10~70 m,平面距回风巷0~42 m,进行大量高位定向钻孔设计并完成抽采。随着工作面推采,高位定向钻孔陆续揭露并抽采,通过对抽采效果的监测,随着高位定向钻孔剖面层位的变化,钻孔抽采浓度和混量都随之改变,在钻孔剖面到70 m时,钻孔抽采浓度达到最大47%,但混量小于0.5 m³/min,在剖面10 m时,浓度为3%,混量为10.5 m³/min,见图4。在这2种条件下抽采效果都很差。通过推测当高位定向钻孔轨迹坐落于裂隙带中上部时瓦斯浓度较高,但裂隙发育差抽采混量很小;当高位定向钻孔轨迹贯穿冒落带时,抽采混量较高,但因不是瓦斯富集区域,瓦斯浓度较低。

裂隙带中上部,浓度很高但纯量很小,层位太低会进入冒落带,虽然混量较大,但浓度很低,也就是说高

位定向钻孔轨迹必须进入顶板裂隙带中下部或者冒落带顶部,才是抽采纯量的最优层位。从图4可看出,满足抽采纯量在 $0.64 \sim 1.47 \text{ m}^3/\text{min}$ 理想范围的剖面层位在顶板以上 $30 \sim 50 \text{ m}$,其中层位在 $40 \sim 50 \text{ m}$,抽采纯量能达 $1 \text{ m}^3/\text{min}$ 以上。

截至目前高位定向钻孔累计抽采瓦斯纯量 $2.009 \times 10^9 \text{ m}^3$,试验及应用工作面上隅角瓦斯浓度由原 $0.56\% \sim 0.87\%$ 降至 $0.42\% \sim 0.68\%$ 。表明高位定向钻孔轨迹位置合理,抽采效果良好。

6 结论

(1)通过经验公式计算得到初步试验参数,实施高位定向钻孔抽采试验并监测抽采数据,得出高位定向钻孔轨迹布置的最佳层位布置,即距煤层顶板 $40 \sim 50 \text{ m}$ 内,距回风侧水平距离 $10 \sim 30 \text{ m}$ 范围内,在该层位能实现抽采效率最大化,该结论不仅适用于王家岭井田目前开采盘区,也适用于相邻矿区等河东井田。

(2)试验及应用表明,高位定向钻孔瓦斯抽采纯量 $0.64 \sim 1.47 \text{ m}^3/\text{min}$,上隅角瓦斯浓度由原 $0.56\% \sim 0.87\%$ 降至 $0.42\% \sim 0.68\%$,基本解决了上隅角瓦斯超限问题。

(3)高位定向钻孔抽采技术的应用,探索出了适用于该矿区的高位定向钻孔布设及治理上隅角瓦斯超限的技术经验,保障了矿井的安全高效生产。

参考文献:

- [1] 石智军. 煤矿井下瓦斯抽采(放)钻孔施工新技术[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2008.
- [2] 刘泽功, 戴广龙, 等. 高位巷道抽放采空区瓦斯实践[J]. 煤炭科学技术, 2001, (12): 10-13.
- [3] 王明, 方新秋, 等. 大孔径超长定向钻孔综合瓦斯抽采技术[J]. 煤炭工程, 2011, (5): 46-48.
- [4] 郝世俊. 煤矿井下大直径定向钻孔成孔工艺及其瓦斯抽采效果的研究[D]. 西安: 煤炭科学研究总院西安研究院, 2005.
- [5] 段会军, 郝世俊, 等. 大直径高位钻孔瓦斯抽放技术在特厚煤层矿区的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(12): 40-42.
- [6] 林柏泉. 矿井瓦斯防治理论与技术[M]. 江苏徐州: 中国矿业大学出版社, 2010.
- [7] 翟成. 近距离煤层群采动裂隙场与瓦斯流动场耦合规律及防治技术研究[D]. 江苏徐州: 中国矿业大学, 2008.
- [8] 刘泽功. 开采煤层顶板抽放瓦斯流场分析[J]. 矿业安全与环保, 2000, (3): 4-6.
- [9] 赵耀江, 郭海东, 等. 综采面顶板走向大直径长钻孔瓦斯抽采技术参数的研究[J]. 太原理工大学学报, 2009, (1): 74-76.
- [10] 赵永哲. 煤矿井下近水平定向孔螺杆钻具钻进受控机理研究[D]. 陕西西安: 煤炭科学研究总院西安研究院, 2008.
- [11] 孙荣军. 煤矿井下随钻测量技术及钻孔轨迹数据处理方法研究[D]. 陕西西安: 煤炭科学研究总院西安研究院, 2009.
- [12] 陆军, 熊克剑. 近水平千米定向钻机在矿井瓦斯抽采中的应用[J]. 煤炭科学技术, 2011, (12): 92-95.
- [13] 杨旭, 黄寒静, 等. 定向长钻孔施工技术在急倾斜煤层中的应用[J]. 煤炭科学技术, 2010, (10): 80-83.
- [14] 孔伟, 刘荣辉, 等. 松藻煤矿井下水平定向钻进中螺杆马达失效分析[J]. 煤矿安全, 2015, (12): 214-216.
- [15] 杜利猛, 石浩, 等. 水平定向钻进技术在胡底煤矿地质构造勘探中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(6): 38-43.