

# 大直径高位钻孔瓦斯抽放技术在特厚煤层矿区的应用

段会军<sup>1</sup>, 郝世俊<sup>1</sup>, 林来彬<sup>2</sup>, 赵永哲<sup>1</sup>, 郑玉柱<sup>1</sup>, 胡振阳<sup>1</sup>, 高宗飞<sup>2</sup>

(1. 中煤科工集团西安研究院, 陕西 西安 710077; 2. 陕西郭家河煤业有限公司, 陕西 宝鸡 721500)

**摘要:**针对郭家河煤矿1303工作面瓦斯涌出量大、上隅角及回风流瓦斯超限的问题,通过对高位钻孔瓦斯抽放原理及参数进行分析计算,并结合工作面生产情况,应用实践了常规高位钻孔及大直径高位钻孔瓦斯抽放技术。实践结果表明,大直径高位钻孔抽放效果远胜于常规高位钻孔,并有效地解决了瓦斯超限问题,改善了工作面的安全生产状况。

**关键词:**大直径高位钻孔;瓦斯抽放;特厚煤层

中图分类号:P634.5;TD712.6 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2013)12-0040-03

**Application of Gas Drainage Technology for High-position Borehole with Large Diameter in Extremely Thick Coal Seam Mining Area/DUAN Hui-jun<sup>1</sup>, HAO Shi-jun<sup>1</sup>, LIN Lai-bin<sup>2</sup>, ZHAO Yong-zhe<sup>1</sup>, ZHENG Yu-zhu<sup>1</sup>, HU Zhen-yang<sup>1</sup>, GAO Zong-fei<sup>2</sup>** (1. Xi'an Research Institute, China Coal Technology and Engineering Group Corp., Xi'an Shaanxi 710077, China; 2. Shaanxi Guojiahe Coal Industry Co., Ltd., Baoji Shaanxi 721500, China)

**Abstract:** For the problems of high gas emission and gas transfinite in upper corner and return air from 1303 working face of Guojiahe mine, by the analysis and calculation of the principles and parameters of gas drainage for high-position borehole and combined with the production conditions of working face, the gas drainage technologies for conventional high-position borehole and high-position borehole with large diameter were performed in practice. The practical results show that the latter is much better than the former and effectively solves the problems of the gas transfinite and improves the safe production conditions of the working face.

**Key words:** high-position borehole with large diameter; gas drainage; extremely thick coal seam

郭家河矿区位于陕西省麟游县西北部,设计年产能500万t。该矿属于低瓦斯煤矿,但随着采掘规模的不断增大,伴随着是逐年增加的瓦斯涌出量。尤其是采煤工作面上隅角瓦斯超限,直接影响着采煤工作面的生产。

郭家河矿区煤层均属于透气性差和较难抽放煤层,采用顺煤层钻孔预抽瓦斯时,瓦斯抽放率很低,也采取了诸如调配风量、挂设风障等方法,但始终未能解决综采工作面及上隅角瓦斯超限问题。为解决该问题,在1303综采工作面实施大直径高位钻孔抽放技术治理上隅角瓦斯,取得了明显效果<sup>[1,2]</sup>。

## 1 工作面概况

1303工作面,走向总长1520m,切眼长度235m。所采煤层为中侏罗统延安组3号煤层,煤层厚度变化较大,切眼附近煤层最厚,厚度达19.7m。工作面采用综合机械化放顶煤开采,采用U型通风方式<sup>[2]</sup>。3号煤层钻孔瓦斯流量衰减系数为0.5506d<sup>-1</sup>,煤层透气性系数0.0118m<sup>2</sup>/(MPa<sup>2</sup>·d),按照

国家安全生产监督管理总局发布的《煤矿瓦斯抽放规范》(AQ1027-2006)<sup>[3]</sup>中规定的煤层瓦斯抽放难易程度划分,属于较难抽放煤层。

## 2 工作面瓦斯积聚情况

该工作面属于特厚型煤层的开采,依据工作面采煤工艺和煤层赋存状况,工作面瓦斯涌出主要为2个方面:一部分来源于开采层的煤壁和落煤解吸的瓦斯涌出;另一部分来源于采空区丢煤解吸的瓦斯涌出<sup>[4]</sup>。通过监测数据分析表明,采空区涌出的瓦斯约占60%。

## 3 高位钻孔抽放参数理论计算方法

高位钻孔的抽放区域主要为裂隙带、部分采空区以及受采空区影响的上覆临近层。裂隙带裂隙充分发育的位置在中下部,瓦斯主要聚集在该区,且具有瓦斯含量高、浓度大的特点,是抽放瓦斯的最佳层位,即冒落带上方,裂缝带中下方,靠近回风顺槽一侧的离层带是高位钻孔抽放的最佳位置<sup>[5-8]</sup>。

收稿日期:2013-06-29

作者简介:段会军(1986-),男(汉族),山西忻州人,中煤科工集团西安研究院助理工程师,地质工程专业,硕士,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,458610027@qq.com。

高位瓦斯抽放钻孔参数见图 1,计算方法如下。

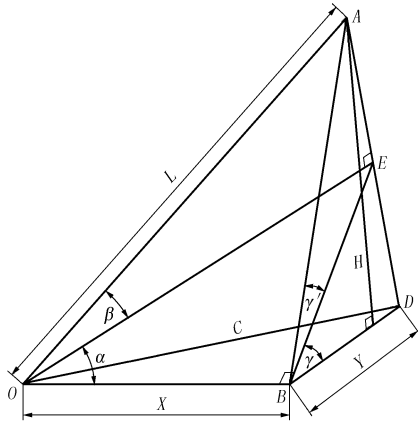


图 1 高位瓦斯抽放钻孔参数计算示意图

注: OBD——煤层面; OEB——水平面; OA——钻孔;  
OB——巷道。

$$X = (\cos\alpha\cos\beta)L \quad (1)$$

$$Y = (\sin\alpha\cos\alpha/\cos\gamma)L \quad (2)$$

$$\gamma' = \arcsin \frac{\sin\beta}{\sqrt{1 - (\cos\alpha\cos\beta)^2}} \quad (3)$$

$$H = h_1 + h_2 + L\sin(\gamma + \gamma') \cdot \sqrt{1 - (\cos\alpha\cos\beta)^2} \quad (4)$$

式中:  $X$ ——巷道方向上钻孔轨迹轴线的投影,  $m$ ;  
 $\alpha$ ——钻孔水平投影线与巷道的夹角,  $(^\circ)$ ;  
 $\beta$ ——钻孔的仰角,  $(^\circ)$ ;  
 $L$ ——钻孔孔深,  $m$ ;  
 $Y$ ——终孔位置垂直水平面到煤层面的投影点距巷道的长度,  $m$ ;

$\gamma$ ——煤层的倾角,  $(^\circ)$ ;  
 $\gamma'$ ——,  $(^\circ)$ ;  
 $H$ ——终孔位置距顶板法线的长度,  $m$ ;  
 $h_1$ ——钻场与顶板间距离,  $m$ ;  
 $h_2$ ——钻孔开孔的高度,  $m$ 。

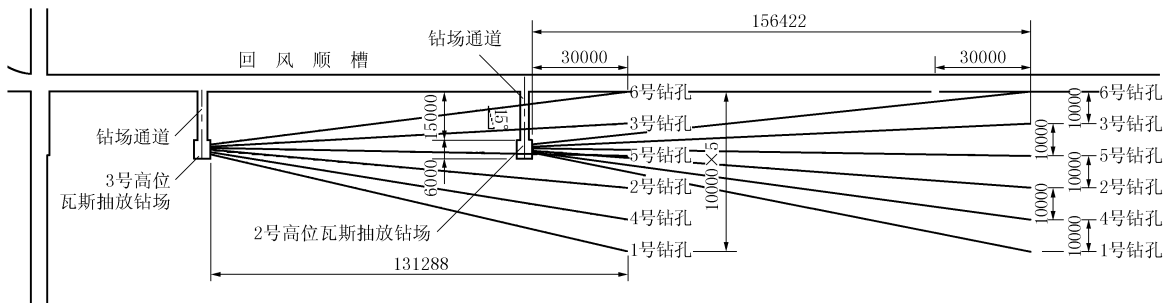
### 4 大直径高位钻孔瓦斯抽放技术的应用

#### 4.1 高位钻场及钻孔的设计

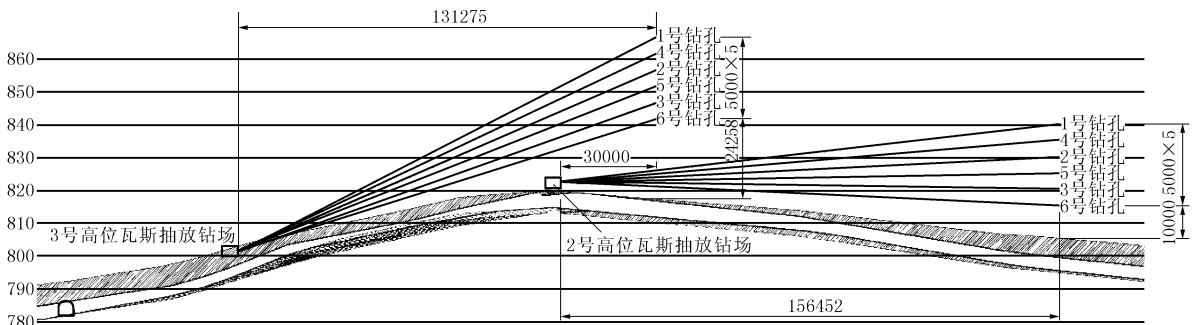
根据郭家河矿的情况,高位钻场处于煤层顶板以上约 5 m 处,钻场延伸到工作面距离回风顺槽约 15 m 处,钻场尺寸为 6 m × 5 m × 3 m。依据 1303 工作面煤层参数,由公式(1)、(2)计算及郭家河矿区生产条件,在 1303 工作面距切眼 200 m 处开始布置 1 号钻场,依次布置 2 号、3 号钻场,间距 130 m。钻孔长度 105 ~ 163 m,压茬距离 30 m,保证在回采过程中,采空区瓦斯一直得到抽放。

钻孔设计参数的选择主要考虑钻孔终孔层位于冒落带上部,裂缝带中下部,依据现场情况及计算得高位瓦斯钻孔终孔点距离顶板 25 ~ 50 m,根据通风类型与工作面的瓦斯流动情况,确定终孔点与回风巷间距为 5 ~ 55 m。

在确定出钻场间距,钻孔平均长度及钻场参数后,计算得出每个钻孔的方位角及倾角,在 1 号、2 号、3 号钻场依次呈扇形布置 6 个钻孔,终孔位置保证在顶板裂隙发育带内,钻孔布置如图 2,钻场及开孔位置布置如图 3。1 号钻场钻孔直径 113 mm,2 号、3 号钻场采用大直径钻孔,孔径 200 mm。



(a) 高位瓦斯抽放钻孔布置平面图



(b) 高位瓦斯抽放钻孔布置纵断面图

图 2 高位瓦斯抽放钻孔布置示意图

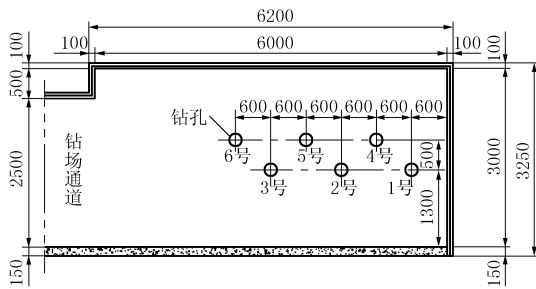


图3 高位瓦斯钻场及孔位布置图

#### 4.2 设备机具选用

钻孔施工选用中煤科工集团西安研究院研制并生产的ZDY4000S型全液压坑道钻机。该钻机设计钻进能力达350 m,回转扭矩4000 N·m,给进起拔力最大达123 kN,能够满足大直径钻孔的钻进要求;钻进过程中采用清水作为循环介质,选用BW-250型泥浆泵提供高压水排除岩粉;钻杆使用 $\varnothing 73$  mm外平高强钻杆;钻孔和扩孔全部采用胎体式PDC钻头,保证了钻孔施工的顺利进行;采用YHQ-X(B)全方位钻孔测斜仪进行钻孔倾角及方位角的测量。

#### 4.3 钻孔施工

本次施工共完成常规高位瓦斯抽放孔6个,大直径高位瓦斯抽放钻孔12个,累计进尺2500 m。采用普通回转全面钻进法和多次成孔工艺进行高位钻孔施工,即先采用和钻杆直径接近的 $\varnothing 113$  mm导向钻头进行先导孔施工,成孔后逐级换用大一级的扩孔钻头即 $\varnothing 153$ 、200 mm扩孔钻头进行扩孔,直至达到设计终孔孔径200 mm,钻孔实际施工参数见表1(分别选取3个钻场共6个钻孔参数)。

表1 钻孔及钻进工艺参数

序号	倾角/ /(°)	方位角/ /(°)	孔深/ /m	终孔孔 径/mm	钻压/ /MPa	转速/(r· min <sup>-1</sup> )	泵量/(L· min <sup>-1</sup> )
1-1	21.12	102.03	138	113	0~1.0	90~130	118~168
1-2	17.75	97.27	109.5	113	0~1.0	90~130	118~168
2-3	-0.63	87.40	157	200	0~1.5	90~110	118
2-4	4.62	97.68	158	200	0~2.0	75~110	118
3-5	19.93	19.93	155	200	0~1.5	80~115	118
3-6	19.03	90.90	153	200	0~1.0	80~120	118

#### 4.4 封孔工艺

钻孔封孔采用马丽散封孔,封孔长度为6 m。为了便于割煤,预抽钻孔和高位钻孔的封孔管采用 $\varnothing 225$  mm矿用PE管。高位钻孔的孔口段采用 $\varnothing 270$  mm钻头进行扩孔,扩孔长度为6 m。用可控式袋装马丽散包裹封孔管,挤压混合后将封孔管插

入钻孔,封孔完成,整个操作时间 $\geq 5$  min。

### 5 大直径高位钻孔瓦斯抽放效果及比较分析

随着采掘工作的推进,施工完成的钻孔相继实施瓦斯抽放,首先实施抽放的为1号钻场中施工的钻孔,即常规高位钻孔,顺次抽放2、3号钻场钻孔,即大直径高位钻孔。对抽放效果进行统计分析,将抽放时间重新对比排列,得出30天抽放期不同类型钻孔抽放瓦斯浓度、标准纯流量的变化曲线图,如图4及图5。

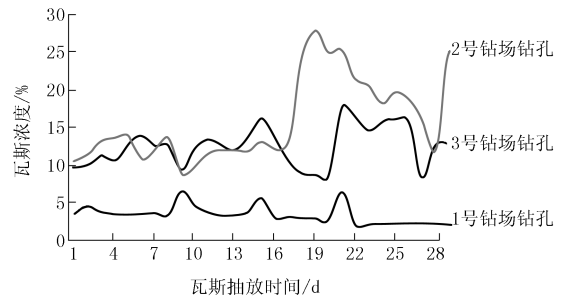


图4 钻孔瓦斯抽放浓度曲线图

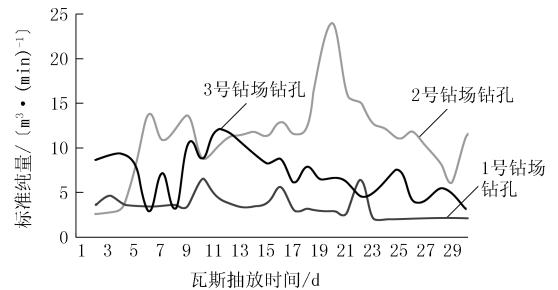


图5 钻孔瓦斯抽放标准纯流量曲线图

由图4与图5可知常规高位钻孔最高瓦斯抽放浓度6.51%,平均抽放浓度3.34%,大直径高位钻孔最高瓦斯抽放浓度28.01%,平均浓度14.37%;常规高位钻孔最高瓦斯抽放标准纯流量4.36 m<sup>3</sup>/min,平均瓦斯抽放标准纯流量2.37 m<sup>3</sup>/min,大直径高位钻孔最高瓦斯抽放标准纯流量23.94 m<sup>3</sup>/min,平均瓦斯抽放标准纯流量9.12 m<sup>3</sup>/min。显而易见,大直径高位瓦斯抽放钻孔效果显著,有不可比拟的抽放优势。

截止5月底,2、3号钻场大直径高位钻孔累计抽放瓦斯715915 m<sup>3</sup>,回风巷内瓦斯浓度最高为0.70%,上隅角瓦斯浓度最高为0.30%,有效地解决了上隅角及回风巷内瓦斯超限问题,保证了工作面安全生产。

(下转第46页)

~2 h 即可透孔。

(3) 采用地勘水泥堵漏。选用 R 硫铝酸盐地勘水泥和纤维短节进行混合搅拌, 水灰比 0.5 ~ 0.7 之间, 添加减水剂。采用孔口灌入法灌入孔内。纤维在进入孔内裂隙时, 形成架桥, 将水泥浆留在裂隙内固结, 从而达到堵漏的目的。

## 7 安全管理

矿区部分地带因往年对植被的破坏, 矿区山体暴露严重, 矿区在 5 ~ 8 月雨雪天气过多, 再加上气温升高, 导致山上积雪融化, 易发生山体滑坡和洪水。

(1) 为有效的保证生产安全, 在每年的 5 月初, 将河道进行清理, 保证河道的畅通。在山体开裂的上部, 修筑防水坝, 避免水对裂缝的冲洗, 造成山体滑坡。

(2) 住宿营区建在宽阔地带, 对矿区的山体进行清查, 发现有滑坡的现象, 及时做好人员的撤离工作, 并对滑坡带进行治理。

(3) 由项目经理、技术员及各机台机长组成安全检查小组, 对生产进行安全检查, 发现隐患, 下发整改书, 并限时解决。

## 8 环境保护

在钻探施工过程中, 捞取内管倒取岩心时, 内管中的泥浆会流到现场, 使得现场到处都是泥浆。为改善这一情况, 当内管平放在地上时, 在内管总成下方挖一小坑, 将内管总成里的水倒进小坑内, 可避免

机场到处都是泥浆。

为尽量避免对河流的污染和减少泥浆材料对植被的损伤, 在修筑施工现场时, 在现场挖一废浆坑, 对废浆进行统一收集。终孔后, 清理机场的垃圾, 对泥浆坑和废浆坑进行掩埋。

## 9 结语

经过对往年的生产施工经验进行总结, 通过对矿区生产施工进行安排布署, 优化矿区施工条件, 在矿区建立泵站、配备爬山虎、配备氧气袋和高海拔地区必备药品, 为钻探施工保驾护航, 确保施工的顺利进行; 设立专职安全员和技术员, 为矿区施工提供安全和技术保障。

在施工中, 因钻探施工队伍的技术力量不足, 多次出现孔内事故, 不仅带来了安全隐患, 同时也影响了项目的施工周期。因此, 提高钻探施工队伍的技术力量, 是高效、快速、安全的完成高海拔矿区施工的主要任务, 也是保质保量完成矿区施工的必要条件。

## 参考文献:

- [1] 翟东旭. 嵩县大西沟矿区复杂地层钻探施工综合治理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(10): 32-35.
- [2] DZ/T 027-2010, 地质岩心钻探规程[S].
- [3] 乌效鸣, 胡郁乐, 贺冰新, 等. 钻井液与岩土工程浆液[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 2002.
- [4] 李世忠. 钻探工艺学[M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- [5] 张荣清. 金刚石钻头的选型及应用[J]. 国外地质勘探技术, 1982, (7).

(上接第 42 页)

## 6 结语

大直径高位钻孔瓦斯抽放技术在 1303 综放工作面的成功应用, 大大提高了工作面生产过程中的安全系数, 保证了该工作面的正常回采和安全生产。也为今后特厚煤层矿区瓦斯综合防治及矿井高产高效提供有价值的参考, 具有实际借鉴意义。

大直径高位钻孔瓦斯抽放技术可实现大流量、高效率瓦斯抽放, 抽放效率是常规高位钻孔的 4 ~ 5 倍, 具有更显著的经济效益和社会价值。

## 参考文献:

- [1] 王志清. 综放工作面瓦斯治理技术措施[J]. 煤矿安全, 2005,

36(6): 10-12.

- [2] 范向军, 高宗飞, 林来彬, 等. 特厚煤层综放工作面上隅角瓦斯治理技术[J]. 煤矿安全, 2012, 43(9): 53-54.
- [3] AQ1027-2006, 煤矿瓦斯抽放规范[S].
- [4] 李贤忠, 朱传杰, 刘洋, 等. 高位钻孔瓦斯抽放技术的研究及应用[J]. 煤炭工程, 2010, (6): 38-41.
- [5] 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.
- [6] 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]. 陕西西安: 煤炭科学研究总院西安研究院, 2005.
- [7] 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.
- [8] 高洋, 赵志强, 丁自伟, 等. 高位钻孔瓦斯抽放技术在开滦矿区的应用[J]. 中国煤炭, 2011, 37(2): 84-86.