

# 基于高位定向钻孔的上隅角瓦斯治理技术研究

杨永强

(晋能集团有限公司,太原 030032)

**摘要:**为了研究高位定向钻孔在上隅角瓦斯治理中的效果,基于采空区顶板“竖三带”理论,设计和施工了6个钻孔。试验结果表明:高位定向钻孔抽采率达86%,上隅角瓦斯浓度显著降低,有效地解决了上隅角瓦斯超限问题,实现了工作面安全高效开采。

**关键词:**高位定向钻孔;瓦斯治理;瓦斯抽放;上隅角

**中图分类号:**TD712

**文献标识码:**A

## Gas Control at the Upper Corner with High Position Directional Drilling Holes

YANG Yongqiang

(Jinneng Group, Co., Ltd., Taiyuan 030032, China)

**Abstract:** In order to study the effect of high position directional drilling holes in the gas control at the upper corner, 6 holes were designed and drilled based on the theory of Vertical Three-Belt in the roof of the goaf. The results show that the high position directional drilling extraction rate reaches 86%, and the gas concentration at the upper corner is significantly reduced, which has effectively solved the gas overlimit and achieved the safe and efficient mining of the working face.

**Key words:** high position directional drilling holes; gas control; gas drainage; upper corner

煤矿生产过程中,矿井瓦斯的涌出严重威胁、制约着矿井的安全生产<sup>[1]</sup>。研究表明,工作面回风流中50%以上瓦斯来自于采空区<sup>[2]</sup>,并在上隅角附近积聚,造成瓦斯超限,甚至引起瓦斯爆炸等事故。针对工作面上隅角瓦斯治理,国内外开展了大量的研究工作,采取的主要措施包括高抽巷法、尾巷法、地面钻孔法、埋管法、普通高位钻孔法等<sup>[3]</sup>,这些方法在一些矿区取得了较好的治理效果,但均存在一定的不足。高位定向钻孔由于具有轨迹可控、工程量小、施工周期短、钻孔有效长度长等优点<sup>[4-6]</sup>,已成为工作面上隅角瓦斯治理的重要手段,在我国多个集团公司得到广泛应用。因此,本文选择本集团一典型矿井工作面作为试验工作面,考察高位定向钻孔治理上隅角瓦斯的效果,从而为相关矿井高位定向

钻孔施工提供相关参数及经验。

## 1 高位定向钻孔参数设计

利用高位钻孔抽采上隅角瓦斯就是基于岩层移动关键层理论及采空区裂隙分布“O”型圈理论<sup>[7]</sup>,将施工钻孔的终孔布置在顶板采动裂隙发育范围内,通过钻孔抽采瓦斯,降低工作面上隅角及回风流中的瓦斯浓度,基本原理如图1所示。其中钻孔终孔位置的确定是影响抽采效果的关键参数。

试验工作面上覆顶板主要由泥质灰岩、砂质页岩、砂岩等组成,其顶板的冒落带和裂隙带垂直高度一般采用经验公式计算<sup>[8]</sup>:

$$H_m = \frac{100M}{4.7M + 19} \pm 2.2 \quad (1)$$

\* 收稿日期:2018-05-09

作者简介:杨永强(1973—),男,山西平遥人,大学本科,工程师,从事“一通三防”技术管理工作。

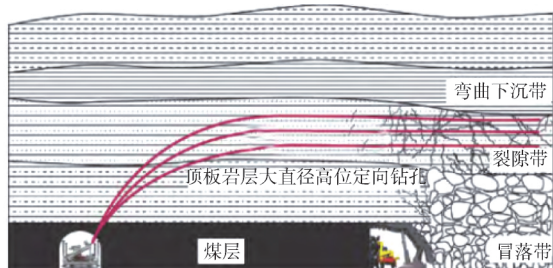


图 1 高位定向长钻孔抽采工作面上隅角瓦斯原理

Fig. 1 Principle of high position directional drilling gas in the upper corner

$$H_L = \frac{100M}{1.6M} \pm 5.6 \quad (2)$$

式中:  $M$  为累计开采厚度,  $m$ ;  $H_m$  为冒落带高度,  $m$ ;  $H_L$  为裂隙带高度,  $m$ 。

高位钻孔有效高度  $H$  应位于裂隙带范围, 因此应满足:  $H_m < H < H_L$ 。

该工作面煤层平均厚度为 12.6 m, 代入式(1)(2), 经计算得冒落带高度  $H_m$  为 13.90 m~18.30 m, 裂隙带高度  $H_L$  为 47.43 m~58.63 m。因此, 设计的高位钻孔高度取值范围为 18.30 m~58.63 m。本次试验高位定向钻孔设计在 18101 工作面 2 号回风顺槽 1 号横贯施工 1 组高位定向钻孔, 具体参数

如表 1 所示。

表 1 高位定向钻孔设计参数  
Table 1 Design parameters of high position directional drilling holes

孔号	孔深/m	内错距离/m	高度/m
1	210	10	40
2	240	20	26
3	270	30	45
4	279	40	57
5	198	50	55
6	186	35	47

## 2 试验效果分析

### 2.1 高位定向钻孔施工情况

本次试验钻孔先用  $\Phi 98$  mm 的钻头开孔, 至基岩后更换  $\Phi 153$  mm 的钻头全煤段扩孔, 再更换  $\Phi 193$  mm 的钻头再次扩孔, 然后全煤段下  $\Phi 153$  mm 的套管后用水泥封孔, 待水泥凝固 24 h 后继续用  $\Phi 98$  mm 的钻头施工, 在钻孔的爬坡阶段预留分支点。其中 1 号、2 号和 5 号钻孔在施工过程中因钻进异常各产生一个分支短孔, 最终完成的钻孔轨迹如图 2 所示, 各钻孔终孔点具体位置如图 3 所示。

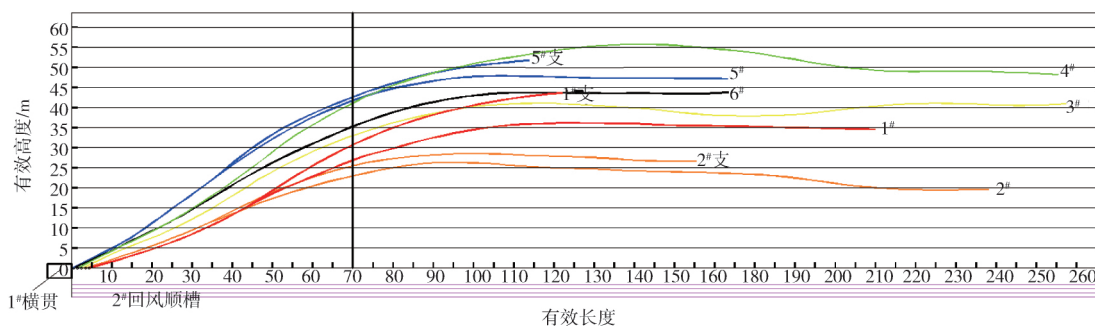


图 2 高位定向钻孔成孔轨迹图

Fig. 2 Trajectory chart of high position directional drilling

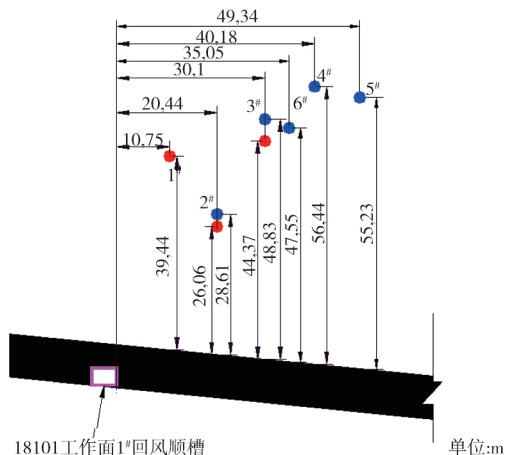


图 3 高位定向钻孔终孔位置图

Fig. 3 Final position of high position directional drilling holes

### 2.2 高位定向钻孔瓦斯抽采情况

由于钻孔成孔及抽采时间有先有后, 不同时间段同时作用的孔数不同, 从时间上看, 主要分为四个阶段, 即: 第一阶段是联抽初期, 钻孔还未进入采空区, 抽采浓度和混量均很低; 第二阶段是抽采纯量稳定阶段, 随着钻孔进入采空区, 抽采浓度和混量一段时间稳定; 第三阶段是衰减期, 随着钻孔有效长度的减少, 抽采浓度开始降低; 第四阶段是抽采末期, 钻孔在回采、矿压、塌孔等多重因素影响下, 浓度和压差没有规律性。不同时间段每个钻孔平均抽采纯量如表 2 所示。

表2 不同时间段每个钻孔平均抽采纯量  
Table 2 Average drainage per holes at different time period  
( $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ )

孔号	7月6日 -7月9日	7月10日 -7月12日	7月13日 -7月24日	7月25日 -7月30日	7月31日 -8月5日
1	-	-	-	0.34	0.40
2	-	2.65	1.07	0.28	0.24
3	-	-	1.23	0.20	0.11
4	1.46	1.63	2.04	1.17	0.71
5	-	-	-	-	0.59
6	-	-	-	2.36	2.05
合计	1.46	4.28	4.34	4.35	4.10

注:表示未抽采

从表2可知:

1) 6#、5#、4#孔整体抽采效果要好于3#、2#和1#孔,其中6#和4#钻孔的单孔抽采纯量最大可达 $3 \text{ m}^3/\text{min}$ ,且浓度和流量较稳定。2#孔压差最大,但浓度也最低,抽采纯量较小。

2) 在本次施工范围内,瓦斯抽采纯量与终孔位置高低呈现较好的相关性,终孔位置越高,抽采纯量越大。

3) 高位定向钻孔抽采效果主要取决于回采后顶板围岩冒落规律,与裂隙带分布规律基本吻合。

4) 6个钻孔平均抽采纯量为 $4.3 \text{ m}^3/\text{min}$ ,回采过程中工作面平均风排瓦斯量仅为 $0.7 \text{ m}^3/\text{min}$ 。根据测风报表和瓦斯日报表可知,回采工作面配风 $800 \text{ m}^3/\text{min}$ 左右,瓦斯浓度在 $0.09\%$ 左右,工作面抽采率达 $86\%$ 。

5) 抽采末期的抽采纯量较稳定期降低 $60\%$ 左

右,但也能保持在 $1 \text{ m}^3/\text{min}$ 以上,只要下一组的接茬钻孔能及时联抽上一组钻孔,就能保证抽采效果。

### 2.3 上隅角瓦斯涌出情况

该工作面上隅角瓦斯治理之前主要靠上隅角风障导风,但在拉架或采空区顶板冒落时瓦斯浓度时常超过 $0.8\%$ ,在采用高位定向钻孔后,上隅角瓦斯涌出情况如表3所示。

表3 高位定向钻孔抽采前后上隅角瓦斯浓度变化情况

Table 3 Upper corner gas concentration variation before and after the high position directional drilling

	平均浓度/ $\%$	拉后3架时 平均浓度/ $\%$	一个月 上 $0.5\%$ 次数	最大值/ $\%$
抽采前	0.40	0.46	48	0.82
抽采后	0.21	0.34	5	0.56

由表3可见,在采用高位定向钻孔抽采后上隅角的瓦斯浓度降低较为明显,未出现瓦斯超限事故,有效解决了上隅角瓦斯超限。

## 3 结论

1) 试验及应用表明,高位定向钻孔瓦斯抽采纯量占到工作面瓦斯涌出量的 $86\%$ ,有效解决了上隅角瓦斯超限的问题。

2) 通过试验工作面高位定向钻孔抽采瓦斯的实践,为该矿区的钻孔布置提供了参考,探索出了适用于该矿的上隅角瓦斯治理的技术经验,保障了矿井的安全高效生产。

### 参考文献:

- [1] 申宝红,刘见中,张泓.我国煤矿瓦斯治理的技术对策[J].煤炭学报,2007,32(7):673-679.  
SHEN Baohong, LIU Jianzhong, ZHANG Hong. The Technical Measures of Gas Control in China Coal Mines[J]. Journal of China Coal Society, 2007, 32(7): 673-679.
- [2] 李铁良,陶玉梅,刘先平,等.采空区瓦斯涌出特征与抽放方法综述[J].煤矿安全,2003,34(4):21-24.  
LI Tieliang, TAO Yumei, LIU Xianping, et al. Comprehensive Review on the Features of Methane Emission and Drainage Methods in Goaf[J]. Safety in Coal Mines, 2003, 34(4): 21-24.
- [3] 林柏泉.矿井瓦斯防治理论与技术[M].徐州:中国矿业大学出版社,2010.
- [4] 赵建国.煤层顶板高位定向钻孔施工技术与发展趋势[J].煤炭科学技术,2017,45(6):137-141.  
ZHAO Jianguo. Construction Technology and Development Tendency of High Level Directional Drilling in Seam Roof[J]. Coal Science and Technology, 2017, 45(6): 137-141.
- [5] 李彦明.基于高位定向长钻孔的上隅角瓦斯治理研究[J].煤炭科学技术,2018,46(1):215-218.  
LI Yanming. Upper Corner Gas Control Based on High Level Directional Long Borehole[J]. Coal Science and Technology, 2018, 46(1): 215-218.
- [6] 赵磐,周春山,吴晋军,等.凤凰山矿15号煤顶板高位钻孔抽放瓦斯技术研究[J].煤炭工程,2013(5):68-70.
- [7] 钱鸣高,缪协兴,许家林,等.岩层控制的关键层理论[M].徐州:中国矿业大学出版社,2000.
- [8] 国家安全监管总局,国家煤矿安监局,国家能源局,等.建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范[S].北京:中国标准出版社,2017.

(编辑:樊 敏)