

近距离煤层群高瓦斯工作面瓦斯立体抽放模型的建立和应用

潘立友¹, 黄寿卿², 陈理强¹, 孔繁鹏³

(1. 山东科技大学 采矿工程研究院, 山东 泰安 271019; 2. 贵州盘江投资控股(集团)有限公司, 贵州 贵阳 550001; 3. 山东科技大学 资源与环境工程学院, 山东 青岛 266510)

摘要: 针对近距离煤层群高瓦斯工作面的地质和开采条件, 建立了高瓦斯工作面巷道掘进期间和工作面推采期间的瓦斯立体抽放巷模型。巷道掘进期间采用预掘内错底板低位巷或内错顶板高位巷并布置穿层钻孔或布置随掘进的瓦斯抽放钻场进行瓦斯的立体抽放; 工作面推采期间采用内错顶板高位巷穿层钻孔和工作面巷道顺层钻孔预抽瓦斯的立体抽放技术。以瓦斯立体抽放模型为基础, 结合矿井实际地质条件、矿井巷道围岩与开采环境条件和技术工艺条件, 进行了瓦斯立体抽放的实地实验和应用, 确定瓦斯抽放巷的垂距和内错距离为 15 m、高位巷钻场间距 100 m、顺层钻孔间距 2 m 等参数; 并进行了保护层瓦斯的预抽。通过瓦斯立体抽放实现了巷道掘进与工作面开采的瓦斯抽放要求, 既控制了本煤层工作面的瓦斯浓度, 实现了安全开采, 又释放了上部煤层的瓦斯。

关键词: 近距离; 煤层群; 瓦斯; 立体抽放

中图分类号: TD712.6

文献标志码: A

Establishment and application of the stereo drainage model for high gas working face of short distance seam group

PAN Li-you¹, HUANG Shou-qing², CHEN Li-qiang¹, KONG Fan-peng³

(1. Mining Engineering of Research Institute, Shandong University of Science and Technology, Taian 271019, China; 2. Guizhou Panjiang Investment Holding (Group) Co., Ltd., Guiyang 255001, China; 3. College of Natural Resources and Environmental Engineering, Shandong University of Science and Technology Qingdao 266510, China)

Abstract: According to the geological and mining conditions on high gas working face of short distance seam group, established a model for the gas stereo drainage roadway during the roadway excavation and mining at high gas working face. By pre-digging the inboard floor low-position roadway or the inboard roof high-position roadway, and arranging the drilling through seam or the drill field for gas stereo drainage during the roadway excavation; digging inboard high-position roadway drilling through seam and the crossheading bedding drilling for pre-drainage was done during the working face mining. Based on the stereo drainage model, combined with the geological conditions, the surrounding rock conditions of roadway and the exploitation of environmental and the technical conditions, through the field experiments and applications, some parameters are got, like that the vertical and inboard distance of the gas drainage roadway is 15 m, the drill field distance of high-position roadway is 100 m and the crossheading bedding drilling distance is 2 m. And the gas pre-drainage of protective seams is carried out. By the gas stereo drainage, it reaches the requirement of gas drainage between roadway excavations and working face mining, so the new technology can be used to control the concentration of gas, achieve the mining safety and release the gas of the upper seams.

Key words: short distance; seam group; gas; stereo drainage

对于近距离煤层群高瓦斯矿井工作面瓦斯含量高,瓦斯超限现象突出,随着煤矿产量和采深的增加,煤层瓦斯压力和含量越来越高,煤与瓦斯突出^[1-2]的危险性也越来越大。

攀枝花盘江矿区金佳煤矿具有单一煤层薄、煤层多、煤层间距小、各煤层瓦斯含量高特点。

为解决巷道掘进期间和工作面回采期间的瓦斯超限和邻近煤层的瓦斯释放问题,建立了巷道掘进期间和工作面回采期间的瓦斯立体抽放^[3-4]模型;并在金佳煤矿11223工作面预掘了低位巷和高位巷,进行了瓦斯立体抽放试验,通过实际抽放观测,获得了初步成果,验证了模型的可靠性。

1 巷道掘进期间瓦斯立体抽放模型分析

高瓦斯工作面巷道掘进期间为防止瓦斯超限,运用瓦斯立体抽放技术进行瓦斯抽放,采用预掘内错底板低位巷或内错顶板高位巷并布置穿层钻孔或布置随掘进的瓦斯抽放钻场进行瓦斯的抽放。

1.1 瓦斯立体抽放模型建立

高瓦斯矿井在首采工作面巷道掘进前需要设置顶板高位巷^[5-6]和底板低位巷进行工作面两条服务巷道的瓦斯抽放;非首采面可设置单侧高、低位巷(巷道位于工作面非沿空侧)进行瓦斯抽放,邻近已采工作面一侧巷道可不设置低位巷,如图1所示。

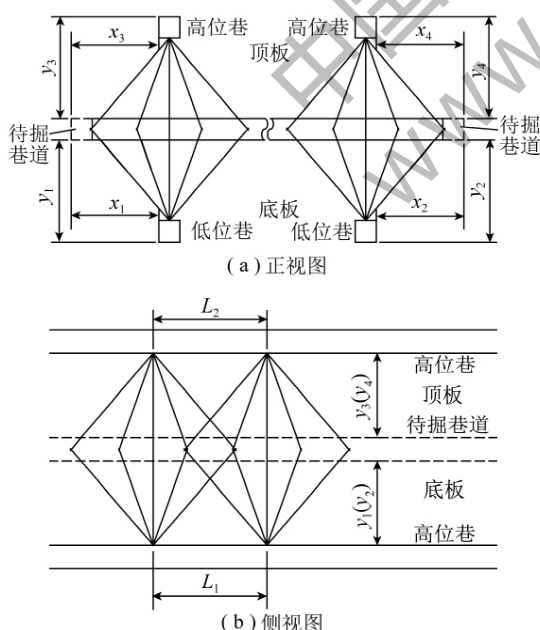


图1 巷道掘进期间瓦斯立体抽放

Fig. 1 Gas stereo drainage diagram during the roadway excavation

1.2 待定参数

巷道掘进期间瓦斯立体抽放模型建立后,需要根

据矿井本身实际地质和开采情况确定参数,实现模型与工程的实际结合应用。

(1) 底板低位巷待定参数。

低位巷与待掘巷道垂直距离(y_1, y_2):主要取决于低位巷稳定性、下部煤层情况和钻孔施工技术条件。

低位巷与待掘巷道水平内错距离(x_1, x_2):主要取决于低位巷稳定性和钻孔施工技术条件。

耳朵钻场间距(l_1):主要取决于瓦斯抽放效果和巷道掘进速度。

(2) 顶板高位巷待定参数。

高位巷与待掘巷道垂直距离(y_3, y_4):高位巷应位于本工作面开采时形成的垮落带和导气带高度之间。

高位巷与待掘巷道水平内错距离(x_3, x_4):主要取决于本工作面开采时形成的垮落带和导气带的范围和钻孔施工技术条件。

耳朵钻场^[7-8]间距(l_2):主要取决于瓦斯抽放效果和巷道掘进速度。

2 工作面回采期间瓦斯立体抽放模型分析

高瓦斯煤层工作面推采期间瓦斯采用内错顶板高位巷穿层钻孔和工作面巷道顺层钻孔进行瓦斯的抽放。

2.1 瓦斯立体抽放模型建立

在工作面设置顶板高位巷(图2)和工作面巷道钻场(图3)进行工作面推采期间的瓦斯抽放^[9-10]。顶板高位巷可用原巷道掘进期间瓦斯高位巷。

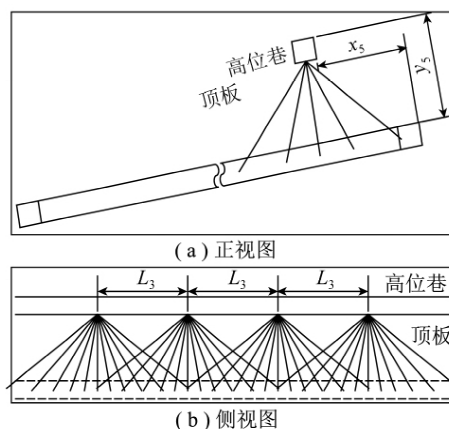


图2 工作面推采期间高位巷穿层钻孔布置

Fig. 2 Layout of high-position roadway drilling through seam during the working face mining

2.2 待定参数分析

工作面回采期间瓦斯立体抽放模型建立后,需要根据矿井本身实际地质和开采情况确定参数,实现模

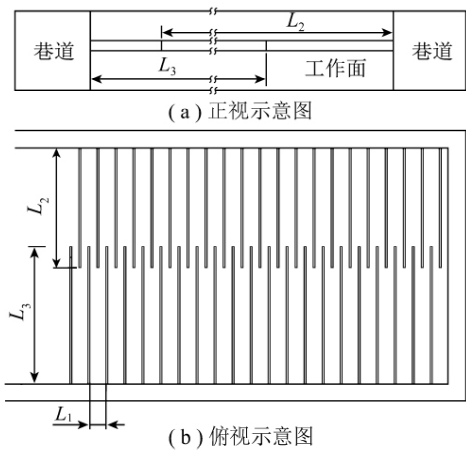


图 3 工作面推采期间巷道顺层钻孔布置

Fig. 3 Crossheading bedding drilling layout during the working face mining

型与工程的实际结合应用。

(1) 顶板高巷待定参数。

工作面推采期间的高位巷一般选用巷道掘进期间高水平的高位巷(即工作面上角处高位巷)。

钻孔群间距(l_3):主要取决于瓦斯抽放效果和工作面推采速度。

(2) 工作面巷道顺层钻场待定参数。

顺层钻孔间距(L_1):主要取决于瓦斯抽放效果和施工工艺。

工作面上角处巷道顺层钻孔深度(L_2)和工作面下角处巷道顺层钻孔深度(L_3):主要取决于工作面长度、瓦斯抽放效果和施工工艺。

3 现场试验研究

贵州盘江矿区高瓦斯矿井金佳煤矿煤层瓦斯含量高、煤层间距小且煤层密集。22 号煤层距下部 24 号煤层约 11 m,距上部 20 号煤层约 11 m,距 17 号煤层约 48 m,距 12 号煤层约 80 m,如图 4 所示。

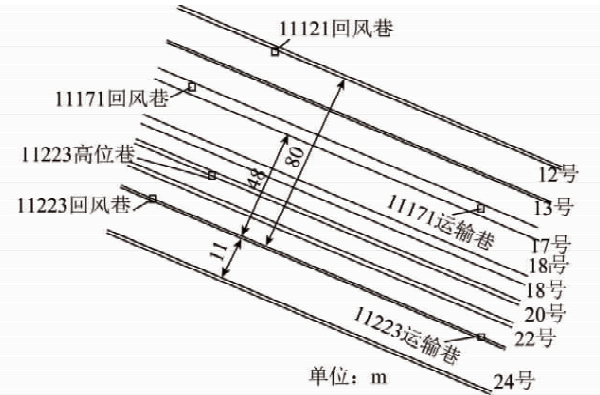


图 4 地层剖面

Fig. 4 Geological formation profile

11223 工作面掘进和推采期间通过采用顶板高位巷和顶板低位巷以及工作面巷道进行的瓦斯抽放和消突措施,有效降低了 11223 工作面的瓦斯含量的同时,保护了上部煤层。

3.1 11223 工作面基本情况

11223 工作面走向 846 m,倾向 150 m,上部有瓦斯抽放巷(高位巷)位于 18 号煤层,上部有 11121 采煤工作面,层间距 60 ~ 80 m。瓦斯对瓦斯涌出量 79 m³/min,原始瓦斯压力至少为 1.18 MPa。位置关系如图 5 所示。

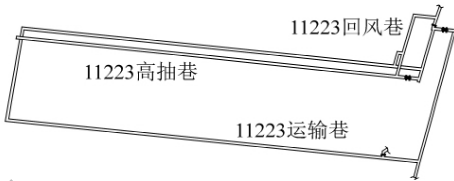


图 5 11223 工作面位置

Fig. 5 Layout drawing of working face 11223

3.2 11223 工作面巷道掘进期间瓦斯抽放布置

(1) 顶板高位巷确定。

考虑 22 号煤层与上部 18 号煤层间距为 15 m,因此为将高位巷布置在 18 号煤层,因此选取高位巷垂距(y_3)工作面 15 m。高位巷内错距离(x_3)选取为 15 m^[11-12]。

顶板高位巷布置在高瓦斯煤层,且其掘巷晚于工作面巷道掘进,高位巷主要用于工作面推采期间的瓦斯抽放。

(2) 底板低位巷确定。

在工作面底板设置低位巷,为统一施工和技术措施制定,底板低位巷选取位置相对高位巷作为参考,确定垂距(y_1)为 15 m,内错距离(x_1)为 15 m^[13-14]。

(3) 底板低位巷耳朵钻场确定。

钻场规格为 3 m×3 m×2 m(深×宽×高),上、下两帮钻场间距(l_1)为 20 m,上、下帮各每隔 40 m 施工一个钻场,钻场高于巷道底板 200 mm,第 1 个钻场相对巷道内移 25 m,如图 6 所示。

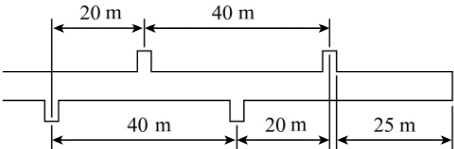


图 6 耳朵钻场布置

Fig. 6 Ears drill field layout

钻孔以达到上部 22 号煤层中为准,最长钻孔 35 m,最短钻孔 17 m。如图 7 所示。

3.3 11223 工作面预抽及推采期间瓦斯抽放布置

(1) 顶板高位巷确定。

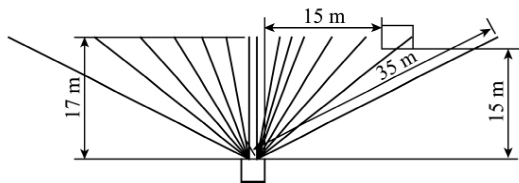


图7 低位巷耳朵钻场钻孔布置

Fig. 7 Drilling layout of ears drill field of low-position roadway

继续采用掘巷期间布置的顶板高位巷作为工作面推采期间的瓦斯高位抽放巷。高位巷垂距(y_5)工作面15 m。高位巷内错距离(x_5)选取为15 m。

(2) 顶板高位巷耳朵钻场确定。

顶板高位巷钻场同巷道掘进期间底板低位巷钻场布置相同。上、下两帮钻场间距(l_3)为50 m,上、下两帮各钻场间距为100 m,第1个钻场相对巷道内移23 m。

钻孔以达到上部22号煤层中为准,最长钻孔约35 m,最短钻孔约17 m(图7)。采用2BE3 670 2BY4抽放泵配合20寸铁管进行密闭留管低负压抽放,混合量 $150 \text{ m}^3/\text{min}$,瓦斯抽放浓度按20%,瓦斯抽放量 $30 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

钻孔以达到上部22号煤层中为准,最长钻孔约51 m,最短钻孔约17 m。如图8所示。

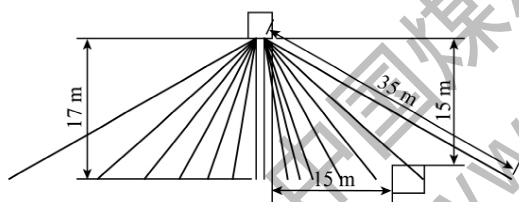


图8 耳朵钻场钻孔布置

Fig. 8 Drilling layout of ears drill field

(3) 顺层钻孔布置。

工作面运输和回风巷道顺层瓦斯抽放钻孔布置是根据立体抽放模型结合实际施工工艺选取。两巷道钻孔间距(L_1)为1 m,运输、回风巷道各每隔2 m施工一个钻孔;回风巷道(上角处巷道)钻孔深度(L_2)为60 m,采用2BE3 520 2BY4抽放泵配合12寸铁管进行密闭留管高负压抽放,混合量 $20 \text{ m}^3/\text{min}$,瓦斯抽放浓度按10%,瓦斯抽放量 $2 \text{ m}^3/\text{min}$;运输巷道(下角处巷道)钻孔深度(L_3)为90 m,采用2BE3 520 2BY4抽放泵配合12寸铁管进行密闭留管高负压抽放,混合量 $30 \text{ m}^3/\text{min}$,瓦斯抽放浓度按12%,瓦斯抽放量 $3.6 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

在回风巷采用2BE3 670 2BY4抽放泵配合20寸铁管对11223采空区进行留管抽放,混合量 $150 \text{ m}^3/\text{min}$,瓦斯抽放浓度按17%,瓦斯抽放量 $25.5 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

3.4 保护层瓦斯预抽布置

为保护上部煤层^[10-15],采取了在11223工作面运输巷道布置穿层钻孔和高位巷布置穿层和本层钻孔预抽瓦斯。均采用2BE3 520 2BY4抽放泵进行密闭留管高负压抽放^[15]。

运输巷穿层钻孔采用12寸铁管进行抽放,混合量 $30 \text{ m}^3/\text{min}$,瓦斯抽放浓度按12%,瓦斯抽放量 $3.6 \text{ m}^3/\text{min}$,钻场间距50 m。

18号煤层高位巷本煤层及穿层钻孔采用12寸铁管进行抽放,混合量 $30 \text{ m}^3/\text{min}$,瓦斯抽放浓度按15%,瓦斯抽放量 $4.5 \text{ m}^3/\text{min}$,本层钻孔间距1 m,穿层钻场间距140 m。

3.5 瓦斯抽放效果分析

(1) 1223回采工作面回采区域煤层残余瓦斯含量降低到 $1.35 \sim 7.20 \text{ m}^3/\text{t}$;

(2) 11223回采工作面回采区域的煤层残余瓦斯压力降低到了0.36 MPa以下;

(3) 11223回采工作面瓦斯抽排率为77.04%;

(4) 11223回采工作面在采取了瓦斯立体抽放措施后,工作面回采区域内煤体已消除了煤与瓦斯突出危险性;

(5) 18号煤高位巷抽放浓度平均保持在60%以上,高位钻孔抽放浓度保持在45%以上;12号煤采面11121工作面密闭抽放瓦斯浓度保持在20%左右。实现了对18号、12号等上部煤层瓦斯的释放。

4 结 论

(1) 巷道掘进期间瓦斯立体抽放应采用预掘内错顶板高位巷和内错底板低位巷进行巷道掘进期间的瓦斯抽放;垂距、内错距离、钻场间距和钻孔长度为其主要参数。

(2) 工作面推采期间瓦斯立体抽放应采用内错顶板高位巷和工作面巷道进行工作面推采期间瓦斯预抽;钻场间距、钻孔长度、抽放浓度和负压为其主要参数。

(3) 通过对金佳煤矿11223工作面的瓦斯立体抽放模型的运用,采用高低位巷、工作面巷道的瓦斯立体抽放,实现了残余瓦斯含量、残余瓦斯压力和抽排率均不超限的显著抽放效果。

(4) 金佳煤矿的试验工作面,因其处于近距离煤层群中,且其高位巷布置在18号煤层中,可进行了上部各煤层的瓦斯预抽,因此通过11223工作面巷道和18号煤层高位巷穿层钻孔和顺层钻孔的预抽,实现了上部各煤层的瓦斯释放。

参考文献:

- [1] Odintsev V N. Sudden outburst of coal and gas failure of natural coal as a solution of methane in a solid substance [J]. Journal of Mining Science, 1997, 33(6): 117 – 119.
- [2] Paterson L. A model for outbursts in coal [J]. Int. J. Rock Mech. Sci. & Geomech. Abstr., 1986, 23(4): 327 – 332.
- [3] 谢生荣, 武华太, 赵耀江, 等. 高瓦斯煤层群“煤与瓦斯共采”技术研究 [J]. 采矿与安全工程学报, 2009, 26(2): 173 – 178.
Xie Shengrong, Wu Huatai, Zhao Yaojiang, et al. Technology of coal and gas simultaneous extraction for high gassy coal seams group [J]. Journal of Mining and Safety Engineering, 2009, 26(2): 173 – 178.
- [4] Li S, Zhang H W. Coal and gas outburst model recognition and regional prediction [A]. Proceedings in Mining Science and Safety Technology [C]. Beijing: 2002: 331.
- [5] 祖自银. 近距离煤层群保护层开采瓦斯治理技术 [J]. 煤炭工程, 2009(8): 56 – 57.
Zu Ziyin. Study on the released range and the critical interlayer spacing of upper protective coal seam with closed distance [J]. Coal Engineering, 2009(8): 56 – 57.
- [6] Hudecek V. Solution of coal and gas outbursting problematics [M]. Ostrava: Technical University, 2004.
- [7] 潘立友, 张若祥, 黄寿卿, 等. 构造性近距离煤层群底板瓦斯抽放巷控制机理与应用 [J]. 煤炭学报, 2011, 36(12): 2002 – 2006.
Pan Liyou, Zhang Ruoxiang, Huang Shouqing, et al. Control mechanism and application of floor gas drainage roadways in tectonic type of closed distance seam group [J]. Journal of China Coal Society, 2011, 36(12): 2002 – 2006.
- [8] 袁东升. 保护层开采瓦斯立体抽放技术探索 [J]. 煤炭工程, 2009(10): 45 – 47.
Yuan Dongsheng. Cover mining gas stereo drainage technology to explore [J]. Coal Engineering, 2009(10): 45 – 47.
- [9] 汪有清. 底抽巷上向穿层钻孔抽放远程卸压瓦斯技术研究 [D]. 淮南: 安徽理工大学, 2006: 15 – 19.
Wang Youqing. Bottom drainage roadway in bed drilling drainage pressure relief gas in long distance technology research [D]. Huainan: Anhui University of Science and Technology, 2006: 15 – 19.
- [10] 胡殿明. 煤层瓦斯赋存规律及防治技术 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2006: 20 – 31.
Hu Dianming. Coal seam gas occurrence regularity and control techniques of [M]. Xuzhou: China University of Mining and Technology Press, 2006: 20 – 31.
- [11] 张铁岗. 矿井瓦斯综合治理技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001: 25 – 29.
Zhang Tiegang. Mine gas comprehensive control technology [M]. Beijing: China Coal Industry Publishing House, 2001: 25 – 29.
- [12] 孙 森, 夏仕柏, 张安福. 下邻近层卸压瓦斯的涌出与治理 [J]. 矿业安全与环保, 2000, 27(3): 16 – 17.
Sun Sen, Xia Shibo, Zhang Anfu. Control of pressure-released gas emission from lower adjacent seam [J]. Mining Safety and Environmental Protection, 2000, 27(3): 16 – 17.
- [13] 舒 生. 高瓦斯矿井综采工作面立体式抽放卸压瓦斯技术探讨 [J]. 矿业安全与环保, 2008, 35(S): 77 – 79.
Shu Sheng. The mine gas drainage integrated fully mechanized working face discharging pressure gas technology is discussed [J]. Mining Safety and Environmental Protection, 2008, 35(S): 77 – 79.
- [14] 张忠福. 煤巷掘进瓦斯立体抽放技术及应用 [J]. 中国煤炭, 2008(7): 93 – 95.
Zhang Zhongfu. Coal seam roadway heading: 3 – D gas extraction technology and its application [J]. China Coal, 2008(7): 93 – 95.
- [15] 林柏泉, 崔恒信. 矿井瓦斯防治理论与技术 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1998: 64 – 68.