

大安山煤矿急倾斜煤层柔性掩护支架采煤法优化研究

霍丙杰¹, 张宏伟¹, 张茂林²

1. 辽宁工程技术大学矿业学院, 辽宁阜新 123000

2. 北京昊华能源股份有限公司, 北京 102300

摘要 为了提高急倾斜煤层柔性掩护支架采煤法的开采效率, 结合大安山煤矿开采实践对急倾斜煤层柔性掩护支架采煤法进行了优化研究。通过分析大安山煤矿柔性掩护支架采煤法“台炮工艺”的开采特点及其适应性, 提出了大安山煤矿柔性掩护支架采煤法的优化方案。方案主要从柔性掩护支架采煤法的巷道布置和爆破工艺 2 方面进行了优化。将柔性掩护支架采煤法回采巷道的伪斜角从 23° 增加到 28°, 将柔性掩护支架采煤法的“台炮爆破工艺”设计为“排炮爆破工艺”。优化后的柔性掩护支架采煤法减少了斜坡掘进工程量, 增加了斜坡及工作面煤炭的自溜能力, 提高了工作面的爆破效率和开采效率。

关键词 急倾斜煤层; 柔性掩护支架采煤法优化; 巷道布置; 回采工艺

中图分类号 TD821

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.21.011

Optimization of Flexible Shield Supports Mining Method for Steeply Coal Seam in Daanshan Colliery

HUO Bingjie¹, ZHANG Hongwei¹, ZHANG Maolin²

1. Mining Institute, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, Liaoning Province, China

2. Beijing Haohua Energy Resource Co., Ltd, Beijing 102300, China

Abstract With the demand for coal increasing, it is necessary to mine the steeply coal seams. The flexible shield supports mining method is a safe and efficient mining method for the steeply coal seams. It was first time employed in Huainan mining district in the 1970s. The flexible shield supports method is optimized on the basis of practices in Daanshan colliery for improving the work efficiency of steeply coal seam. The flexible shield supports method is optimized mainly on the entry layout and winning technology in order to improve the security, yield, and work efficiency by analyzing the distinctive features and adaptability of flexible shield supports method in Daanshan colliery. The mainly optimization contents include the entry layout and the coal breaking technology. One is increasing the angle of working face and changing mining traffic road from 23° to 28°; and the other is transforming from bench blasting technology to piecewise blasting technology. The advantages of the optimized flexible shield supports method are that the slope development length and the post-blasting blockage probability of the working face are reduced, transportation capacity is increased at the working face and slope, and the efficiency is improved.

Keywords steeply coal seam; optimized flexible shield supports mining method; entry laying-out; winning technology

0 引言

随着经济的发展, 煤炭的开发强度不断增大, 倾斜煤层(倾角 25°—45°)和急倾斜煤层(倾角 > 55°)的开采价值越来越

突显, 其原因有二个方面。一是倾斜煤层和急倾斜煤层储量丰富, 占全国总储量的 15%—20%^[1], 且西部矿区 50% 以上的矿井开采倾斜煤层和急倾斜煤层, 如主要产煤省(区)四川、

收稿日期: 2012-03-12; 修回日期: 2012-06-01

基金项目: 辽宁工程技术大学科学研究立项计划项目(2011ZR017)

作者简介: 霍丙杰, 讲师, 研究方向为复杂难采煤层开采理论与技术、矿山压力与岩层控制, 电子信箱: huobingjie@163.com

重庆、云南、贵州、新疆、甘肃和宁夏等。随着 21 世纪中国矿产资源开采重点西移,对倾斜煤层和急倾斜煤层的开采和研究是中国能源战略选择和能源安全的保障。二是多年的开采已使东部矿区赋存条件优越的煤炭储量越来越少,使急倾斜煤层的开采越来越受到重视。因此,研究急倾斜煤层开采技术对中国煤炭工业可持续发展具有重要的意义。

中国急倾斜煤层具有成煤时期多、分布地域广等特点,据不完全统计^[1],全国 626 处国有重点煤矿和地方煤矿中,开采急倾斜煤层的矿井有 103 处,占 16.5%。这些急倾斜煤层的储量主要集中在乌鲁木齐、北京、淮南等 12 个矿区,不同矿区急倾斜煤层的赋存条件差异大。总体分析,急倾斜稳定煤层的开采技术已比较成熟,近几年关于急倾斜煤层的研究主要集中在急倾斜不稳定煤层开采方面。王卫军等^[2]针对急倾斜不稳定煤层提出了急倾斜煤层巷道放顶煤采煤法,并先后在广西合山、广东梅田、河北开滦、安徽淮南、湖南资兴、四川攀枝花等矿区进行了工业性试验。霍丙杰等^[3]根据北京昊华能源股份有限公司大安山煤矿的具体条件进行了急倾斜巷道放顶煤采煤法回采技术研究;张宏伟等^[4]提出了“柔掩+单体”的倾角较小急倾斜煤层的开采技术;京煤集团于福国、关杰和山东大学谭云亮^[5]提出了柔掩侧放煤开采技术。这些研究成果极大提高了急倾斜不稳定煤层的回采率和开采效率。近年,随着中国新疆乌鲁木齐矿区特厚急倾斜煤层的开发,急倾斜水平分层综采放顶煤采煤法得到了长足的发展。

为了提高急倾斜柔性掩护支架采煤法工作面的单产、开采效率和安全性,在大安山煤矿急倾斜柔性掩护支架采煤法工作面现场调研的基础上,通过对工艺过程生产经验的分析,研究了工艺的不足和安全隐患,对提高急倾斜煤层的开采效率和改善工作面顶板管理具有重要意义。

1 大安山煤矿柔性掩护支架采煤法

1.1 采区地质条件

采区位于百草台倒转向斜南翼单斜构造部位,煤层总体走向北东 30°—50°,倾角 18°—70°,平均倾角 52°。根据现有资料分析,本区地质构造复杂,发育有一“S”型倒转构造,预

计在+720m—+780m 水平可能出现倒转倾向南东,倾角在 20°—30°之间;本煤层顶底板发育有小断层及波状起伏,尤其在倒转部位较发育。采区为低瓦斯,煤尘无爆炸倾向性,煤层不易自燃,地温正常。+680m 西二东巷北石门单斜 14 槽煤层厚度为 1.3—3.2m,平均厚度为 2.0m,平均倾角为 52°。工作面走向长 220m,倾斜长 30m。本区水文地质条件简单,在顶板裂隙发育地段顶板有滴淋水现象,区内未发现火成岩侵入现象。

1.2 巷道布置

由于大安山煤矿煤层赋存条件较复杂,柔性掩护支架采煤法巷道布置不采用经典的立眼上山工作面走向推进的巷道布置方式,通常采用石门揭煤斜坡上山、工作面伪斜推进的布置方式,如图 1 所示。由采区石门掘 1 条岩石斜巷进入煤层,煤层中回采巷道按 21°—23°伪斜角布置成斜坡,这种布置方式有利于探明煤层的赋存形态,且方便运输顺槽和工作面的煤炭自溜运输,节省运输设备。

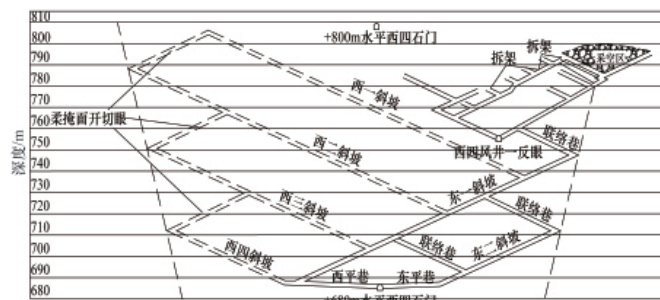


图 1 大安山煤矿柔性掩护支架采煤法巷道布置
Fig. 1 Entry laying-out of flexible shield supports mining method in Daanshan colliery

1.3 回采工艺

工作面回采工序为检查准备打眼→警戒装药、放炮、通风→运煤、移架→放取架后煤。

(1) 破煤

工作面炮眼按台阶爆破的方式布置,简称台炮。爆破参数见表 1。台炮如图 2 所示。

表 1 工作面炮眼爆破参数

Table 1 Borehole blasting parameters of working face

眼号	炮眼名称	眼深/m	眼数	装药量		角度		起爆顺序	联线方式
				条数	质量/kg	仰俯/(°)	水平/(°)		
1,2,3	1 排眼	1.6	3	3×3	1.8	23	85	I	串联
4,5,6	2 排眼	1.6	3	3×3	1.8	23	85	II	
合计			6	18	3.6				

(2) 运煤、移架

工作面及回采巷道的煤炭靠自溜运输。柔掩支架在自重、垮落矸石和垫层的重力作用下落。当煤层厚度及倾角变化时,配合单体液压支柱可以灵活调整柔掩支架。单体的应用提高了柔掩支架对煤层赋存状态变化的适应性,提高了移架

效率(图 3)。

(3) 侧向放煤

当煤层厚度变大时,为了提高回采率,要尽量放取柔掩支架后的煤体,侧向放煤技术的应用大大提高了柔掩面的回采率,如图 4 所示^[5]。

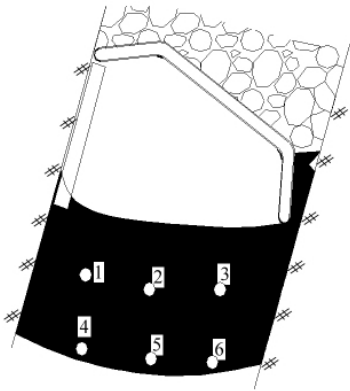


图2 台炮炮眼布置方式示意图

Fig. 2 Sketch map of borehole arrangement of bench blasting technology

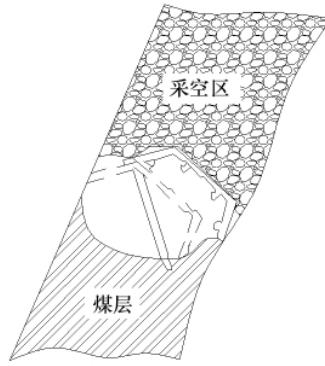


图3 支架配合单体移架示意图

Fig. 3 Sketch map of advancing flexible shield supports with hydraulic prop

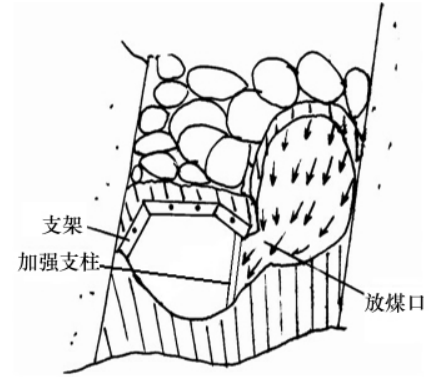


图4 不稳定煤层侧放煤示意图

Fig. 4 Sketch map of lateral caving when the coal thickness becomes larger

2 大安山煤矿柔性掩护支架采煤法优化研究

2.1 工作面巷道布置优化

为了提高柔性掩护支架采煤法运输顺槽和工作面煤炭的运输能力,降低工作面爆破后堵塞的概率,对回采巷道的布置进行了优化研究,即准备巷道不变,工作面巷道布置与原布置方式相似,将斜坡倾角从 23°增加到 28°;将柔性掩护工作面伪斜角从 23°增加到 28°。斜坡角度增加可减少斜坡掘进工程量,经计算,每 100m 阶段斜长可使每个斜坡少掘 36m;同时,工作面伪斜角增加可增加工作面煤炭的流动速度、增加运量,减小工作面放炮后堵塞的概率。同时,每个炮眼爆破的有效深度增加了 0.057m(图 5),提高了工作面的单

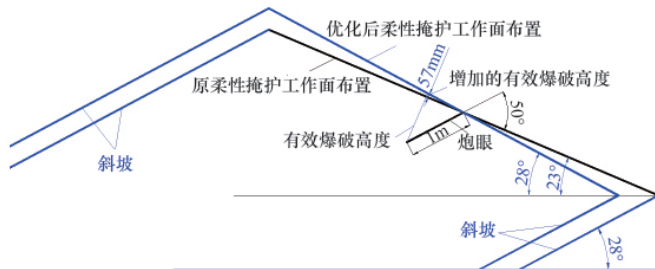


图5 柔性掩护工作面倾角优化布置

Fig. 5 Angle arrangement of the working face for flexible shield supports mining method

产、工效且节省爆破材料。

2.2 柔性掩护支架采煤法回采工艺优化

(1) 爆破工艺优化

将“台阶”爆破工艺优化为工作面全长分段排炮爆破的方式,简称“排炮”,即工作面分段打眼,分段内 1 次装药,1 次起爆,分段下放,分段长度约 8—10m。柔性掩护支架采煤法工作面分段爆破炮眼布置如图 6 所示,炮眼的爆破参数见表 2。

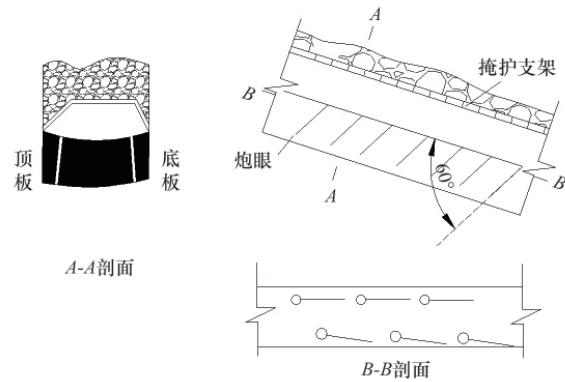


图6 排炮工艺炮眼布置

Fig. 6 Borehole arrangement of segmentation blasting technology

表2 工作面排炮炮眼的爆破参数

Table 2 Borehole blasting parameters of segmentation blasting in the working face

炮眼名称	眼距/mm			炮眼与工作面 夹角/(°)	每眼装 药量/kg	炮眼深度 /mm	封泥长度 /mm	炮眼利用率 /%
	间距	距顶	距底					
顶眼	1200	300	1700	60	0.4	1000	300	90
底眼	1200	1700	300	60	0.4	1000	300	
备注	(1)使用毫秒延期电雷管和煤矿许用乳化炸药;(2)联线方式为串联或串并联							

(2) 2种爆破工艺侧向放煤空间分析

台炮工艺侧放煤空间如图7所示。分析计算表明,台炮的侧放煤空间面积为 3.56m^2 ,放煤空间最大高度约 1.6m 。所以,台炮形成的放煤空间大,有利于不稳定急倾斜煤层进行侧向放煤作业。

排炮工艺侧放煤空间如图8所示。分析计算表明,排炮

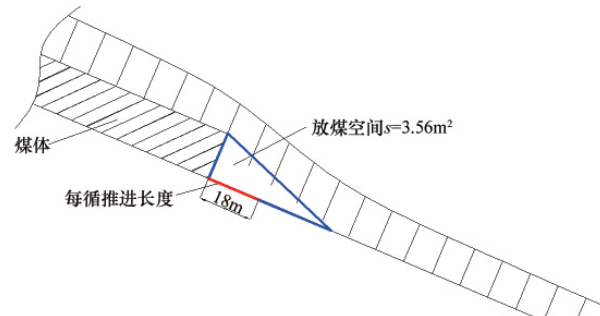


图7 台炮工艺侧放煤空间示意图

Fig. 7 Sketch map of lateral caving space of bench blasting technology

的侧放煤空间面积为 1.4m^2 ,放煤空间最大高度约 0.7m ,且每循排炮约有 5m 的侧帮煤体,基本没有放煤空间,其余部分侧煤的放煤空间也很小。同时,工作面作业空间较台炮小。所以,排炮工艺对急倾斜稳定煤层开采有利,可实现集中放炮,节约躲炮时间,提高开采效率。

台炮作业空间大,工作面最大作业高度可达 2m 多,有利

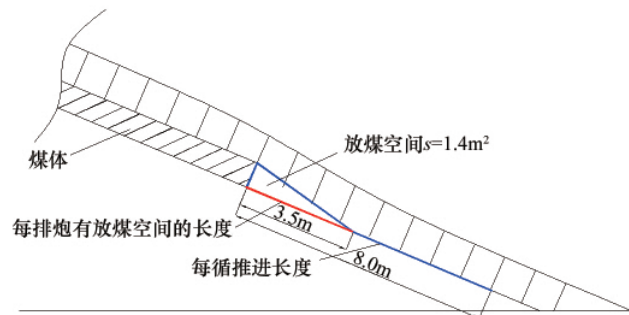


图8 排炮工艺侧放煤空间示意图

Fig. 8 Sketch map of lateral caving space of segmentation blasting technology

于破煤和放煤作业,生产效率较高。由于工作空间大,台阶处顶板不易管理,侧向容易发生漏矸,支架受力不均容易折断钢丝绳,有安全隐患。

排炮作业空间小,响炮前工作面最大作业高度约 0.7m ,打炮困难,且炮眼的角度有时受作业空间的影响,不利于破煤和放煤作业,生产效率较低。由于工作空间小,排炮工艺工作面没有明显的台阶波折,支架受力较小,不易变形损坏。

2.3 优化后的柔掩工艺开采效益分析及评价

(1) 将斜坡角度从 23° 增加到 28° ,减少了斜坡掘进工程量,增加了斜坡煤炭的自溜能力;

(2) 柔性掩护工作面伪斜角从 23° 增加到 28° ,增加了工作面煤炭自溜的能力,减少了工作面放炮后堵塞的概率;每个炮眼爆破有效深度增加了 0.057m ,可以提高工作面的爆破效率,降低爆破材料的消耗。

(3) 排炮工艺支架不易出现明显的台阶波折,支架受拉力相对较小,不易变形损坏,有利于顶板管理。且排炮工艺缩短了放炮时间,提高了工时利用。

(4) 台炮工艺适用于急倾斜不稳定煤层的开采,有利于提高急倾斜不稳定煤层的回采率;排炮工艺则适用于急倾斜稳定煤层的开采。

3 结论

(1) 针对大安山煤矿急倾斜煤层条件和开采效果,提出了柔性掩护支架采煤法巷道布置的优化方案,即将回采巷道的伪斜角从 23° 增加到 28° 。优化后的巷道布置方式节省了掘

进工程量,增加了煤炭的自溜能力,减少了柔性掩护支架采煤法排炮工艺爆破后工作面堵塞的概率。

(2) 确定了大安山煤矿急倾斜煤层柔性掩护支架采煤法爆破工艺、参数及适用条件,即对稳定的急倾斜煤层工作面采用排炮工艺,对不稳定的急倾斜煤层工作面采用台炮工艺。

参考文献 (References)

- [1] 谢东海, 冯涛, 赵伏军. 我国急倾斜煤层开采的现状与发展趋势[J]. 科技信息, 2007(14): 211-213.
Xie Donghai, Feng Tao, Zhao Fujun. *Science Information*, 2007(14): 211-213.
- [2] 王卫军, 朱川曲, 谢东海, 等. 急倾斜煤层巷道放顶煤理论与实践[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001.
Wang Weijun, Zhu Chuanqu, Xie Donghai, et al. *Theory and practice of gateway top caving in steep seam* [M]. Beijing: China Coal Industry Publishing House, 2001.
- [3] 霍丙杰, 张宏伟, 耿养谋. 急倾斜煤层巷道放顶煤回采工艺研究[J]. 矿业研究与开发, 2009, 29(4): 8-9, 49.
Huo Bingjie, Zhang Hongwei, Geng Yangmou. *Mining Research and Development*, 2009, 29(4): 8-9, 49.
- [4] 张宏伟, 张文军, 王新华. 急倾斜厚煤层顶板运动规律与柔性掩护支架受力分析[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2005, 24(1): 57-59.
Zhang Hongwei, Zhang Wenjun, Wang Xinhua. *Journal of Liaoning Technical University*, 2005, 24(1): 57-59.
- [5] 于福国, 关杰, 谭云亮. 急倾斜厚煤层柔掩侧向放煤开采技术研究[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2002, 21(4): 426-428.
Yu Fuguo, Guan Jie, Tan Yunliang. *Journal of Liaoning Technical University*, 2002, 21(4): 426-428.

(责任编辑 孙秀云, 马骁骁)