

# 冲击地压危险区域保护层开采技术及应用

张秉德

黑龙江龙煤鹤岗矿业有限责任公司, 黑龙江 鹤岗

收稿日期: 2022年3月8日; 录用日期: 2022年4月11日; 发布日期: 2022年4月18日

## 摘要

通过开采保护层区域防治冲击地压措施能有效解决灾害严重矿井生产接续与灾害治理工程相互制约的问题, 优化生产布局、采掘部署, 兴安煤矿经过开采四水平南23层二区一段后, 23层工作面顶板能够断裂, 应力得到充分释放, 可判定准备回采21层工作面受下伏23层保护, 通过回采实践, 提供了可参考的依据, 在今后的技术工作中值得广泛借鉴与推广应用。

## 关键词

冲击地压, 保护层, 应力

# Mining Technology and Application of Protective Layer in Rock Burst Dangerous Area

Bingde Zhang

Heilongjiang LongMei Hegang Mining Co., Ltd., Hegang Heilongjiang

Received: Mar. 8<sup>th</sup>, 2022; accepted: Apr. 11<sup>th</sup>, 2022; published: Apr. 18<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

The prevention and control measures of rockburst in the mining protective layer area can effectively solve the problem of mutual restriction between mine production continuity and disaster control engineering, and optimize the production layout and mining deployment. After mining the first section of zone 2, layer 23 in the south of level 4 in Xing'an Coal Mine, the roof plate of layer 23 working face can be broken and the stress can be fully released. It can be determined that the working face of layer 21 ready to be mined is protected by the underlying layer 23. Through mining practice, It provides a reference basis, which is worthy of extensive reference, popularization

and application in the future technical work.

## Keywords

Rock Burst, Protective Layer, Stress

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

随着开采深度的不断加深,冲击地压灾害显现愈发严重[1] [2] [3],煤矿企业生产成本也在逐年升高,在保证安全的前提下,节约生产成本,提高效益是今后煤矿发展的必然趋势,这就要求我们从防治冲击地压角度出发,综合考虑生产布局,合理布置煤层开采顺序,优先开采保护层[4] [5] [6],解放被保护层,保证矿井可持续发展。

## 2. 工作面概况

### 2.1. 下保护层[7] [8] 23 层简要概况

兴安煤矿 23 层煤 2017 年经佳木斯瓦斯地质研究院鉴定煤层及顶、底板为弱冲击倾向性[9] [10],开采的四水平南 23 层二区一段根据地质因素及开采技术因素[9] [10] [11],综合评价为弱等冲击危险,评价参数及结果见表 1。该区工作面走向 540 米,面长 132 米,煤层平均倾角 27°,煤层平均厚度 3.0 米。23 号煤层直接顶板为 8.62 米厚灰色粉砂岩,坚硬,底板为 2.3 米厚灰色粉砂岩,坚硬。距上覆 23-1 号煤层 21.6 米,其间以粉细砂岩为主,煤层厚度为 0.85 米,未采,距下伏 24 号煤层 27.2~42.7 米左右,一般 35 米,煤层厚度 2.5 米左右,未采。工作面自 2017 年 10 月开采至 2018 年 10 月回采结束。

**Table 1.** Evaluation Result of the First Section of the second zone in the 23rd floor of the south of the fourth level

**表 1.** 四水平南 23 层二区一段评价结果

序号	影响因素	评估指数(Wt1、Wt2)	综合评估指数 $W_t = \max\{W_{t1}, W_{t2}\}$	冲击危险等级
1	地质因素	0.48	0.48	弱等冲击危险
2	开采技术因素	0.30		

### 2.2. 被保护层上覆 21 层简要概况

兴安煤矿三水平南 21 层二区三段轨道现由 5101 掘送队施工,机道由 5102 掘进队施工。地质因素及开采技术因素,综合评价为弱等冲击危险,评价参数及结果见表 2。该区工作面平均走向 310 米,倾斜宽平均 80 米,煤层平均倾角 31°,煤层平均厚度 3.02 米。21 号煤层赋存较稳定。直接顶为 6.32 米~10.32 米厚深灰色粉砂岩,具水平层理,中硬,底板为 6 米~11.4 米厚深灰色粉砂岩。距上覆 18 号煤层 26~38.5 米,一般 32.25 米左右,其间以粉细砂岩为主,距下伏 22-1 号煤层层间距为 6~11.4 米,一般 8.7 米左右,其间以深灰色粉砂岩为主,未采。

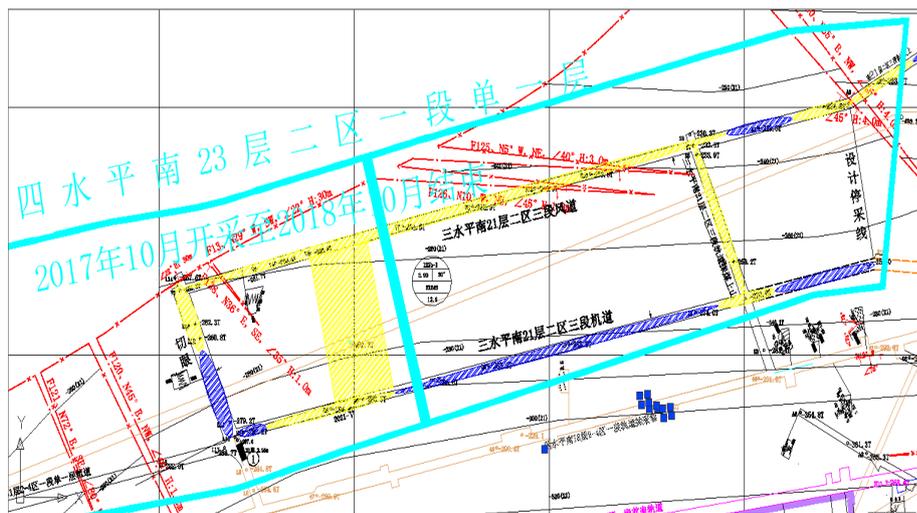
**Table 2.** Evaluation result of 21st floor, 2nd District and 3rd Section in south of Sanshuiping  
**表 2.** 三水平南 21 层二区三段评价结果

序号	影响因素	评估指数(Wt1、Wt2)	综合评估指数 $W_t = \max\{W_{t1}, W_{t2}\}$	冲击危险等级
1	地质因素	0.48	0.48	弱等冲击危险
2	开采技术因素	0.47		

### 3. 保护层开采论证

#### 3.1. 邻层关系对照说明

三水平南 21 层二区三段和四水平南 23 层二区三段平面关系如图 1，由于三水平南 21 层二区三段下伏四水平南 23 层二区三段已采完，层间距在 50~60 米左右，23 层工作面自工作面开采至回采结束，采用 SOS 微震监测、钻屑法监测[11]。工作面开采期间，钻屑数值均未超过临界值，现场施工钻屑钻孔时，孔内无动力现象，巷道无变化。通过微震监测，该工作面发生 1E + 03J 以上震动 423 次、1E + 04J 以上震动 12 次。出现 1E + 04J 以上震动时，采取钻屑法检验后，均未超过临界值，工作面自开采至结束，机轨两巷及工作面无压力显现。



**Figure 1.** Comparison of plane relationship between protective layer under No. 23 coal seam and No. 21 coal sea under protective layer

**图 1.** 23 号煤层下保护层与被保护层 21 号煤层平面关系对照图

#### 3.2. 两带高度经验估算

依据《煤矿防治水细则》两带高度经验计算公式：

$$(1) H_{\text{冒}} = \frac{100 \sum m}{0.49 \sum m + 19.2} \pm 4.71 = [100 \times 3.0 \div (0.49 \times 3.0 + 19.2)] + 4.71 = 19.22 \text{ 米}, \text{ 即 23 层采后冒落带}$$

盖度为 19.22 米；

$$2) H_{\text{裂}} = \frac{100 \sum m}{0.26 \sum m + 6.88} + 11.49 = [100 \times 3.0 \div (0.26 \times 3.0 + 6.88)] + 11.49 = 50.65 \text{ 米}, \text{ 23 层采后裂隙带}$$

的高度为 50.65 米，21 层回采处于下伏 23 层采后的裂隙带之上缓慢下沉带内[12]-[17]。

### 3.3. 保护层效果分析

根据防治煤矿冲击地压细则中保护层选取范围确定：

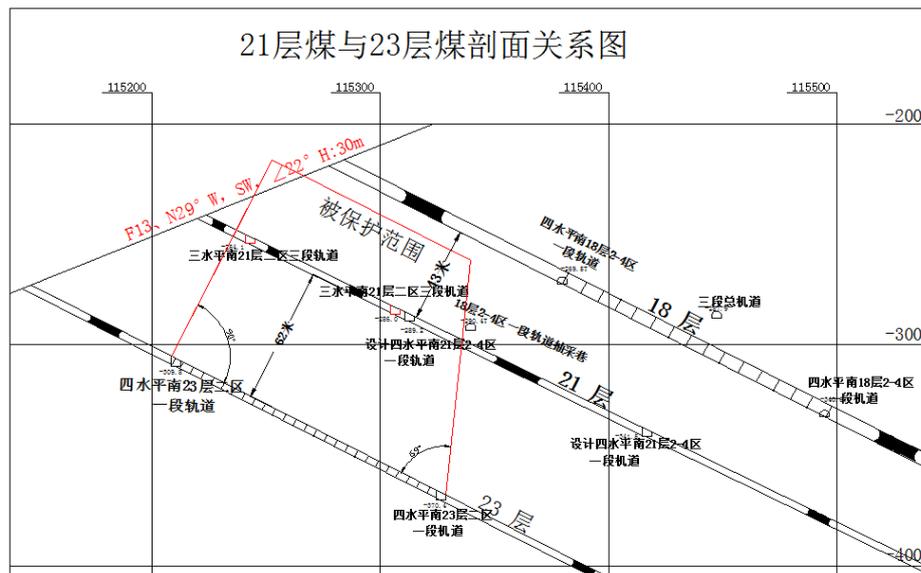
**Table 3.** Pressure Relief Angle of the protective layer in the inclined direction (°)  
**表 3.** 保护层沿倾斜方向的卸压角(°)

煤层倾角	卸压角 $\delta$			
	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$	$\delta_4$
0	80	80	75	75
10	77	83	75	75
20	73	87	75	75
30	69	90	75	70

**Table 4.** Maximum protective distance between the protective layer and the protected layer  
**表 4.** 保护层与被保护层之间的最大保护垂距

煤层类别	最大保护垂距	
	上保护层	下保护层
急倾斜煤层	<60	<80
缓倾斜煤层和倾斜煤层	<50	<100

由于四水平南 23 层煤层顶板上方 22.47 米有一层 25.2 米厚粉砂岩，属坚硬岩层，该粉砂岩在 23 层裂隙带范围内，其岩层在开采期间，能够充分断裂，不存在能量积聚[18] [19] [20]。按表 3、表 4 数据得知，掘送及回采 21 层煤时，选取下保护层范围为<100。根据表 3 得出结果，轨道取  $\delta_2 = 90^\circ$ ，机道取  $\delta_1 = 69^\circ$ 。根据图 2，21 层煤与 23 层煤剖面关系图，无论保护层沿倾斜方向的卸压角，还是保护层与被保护层之间的距离都说明了 21 层煤处于下伏 23 层采后保护有效范围内。



**Figure 2.** Relationship between 21-layer coal and 23-layer coal section  
**图 2.** 21 层煤与 23 层煤剖面关系图

## 4. 结论

1) 根据以上理论分析、数值计算和微震、钻屑等现场观测后发现,通过开采 23 层煤后 23 层工作面顶板能够断裂、应力得到充分释放[18][19],因此 21 层工作面受下伏 23 层保护,依据防治煤矿冲击地压细则规定,对被保护区域的 21 层煤进行钻屑监测,指标无异常,确定 21 层二区三段保护层有效无冲击危险。

2) 三水平南 21 层二区三段已由综采二队于 2021 年 9 月 5 日~11 月 5 日开采完毕,日推进度最高可达 8 米,工作面自开采至结束,机轨两巷及工作面均无矿山压力显现,微震监测没有震动显现,钻粉率检验数值正常[18]。通过下保护层开采,解放安全煤量 10.6 万吨,科学释放了安全经济产能,上覆保护层无灾害治理工程量,节省灾害治理费用 54.4 万元,取得了良好的经济效益。

3) 通过开采保护层区域防治冲击地压措施能有效解决灾害严重矿井生产接续与灾害治理工程相互制约的问题,为日后优化生产布局、采掘部署,提供了可参考的依据,在今后的技术工作中值得广泛借鉴与推广应用。

## 参考文献

- [1] 沈荣喜,王恩元,刘贞堂,等. 近距离下保护层开采防冲机理及技术研究[J]. 煤炭学报, 2011, 36(增 1): 63-66.
- [2] 田厚强,成云海,颜磊. 埋深超千米近距离煤层上行开采防冲技术研究[J]. 煤矿开采, 2016, 21(1): 89-92, 79.
- [3] 潘一山,李忠华,章梦涛. 我国冲击地压分布、类型、机理及防治研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(11): 1844-1851.
- [4] 史文波. 突出矿井的保护层开采技术应用浅析[J]. 山西煤炭, 2014, 34(12): 10-11.
- [5] 李海涛,闫大鹤,浦仕江,等. 近距离煤层群保护层开采底板卸压瓦斯抽采技术研究[J]. 煤炭工程, 2020, 52(7): 78-82.
- [6] 李元霖. 保护层开采工作面开采期间的瓦斯治理技术[J]. 能源环境保护, 2013, 27(4): 38-40.
- [7] 徐刚. 下保护层开采技术在渝阳煤矿的应用[J]. 中州煤炭, 2011(9): 70-72.
- [8] 梅福树,戴广龙,周言安,等. 下保护层开采卸压瓦斯治理技术研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2013, 9(10): 89-93.
- [9] 欧阳振华,张广辉,秦洪岩,彭瑞,等. 瓦斯煤层冲击危险性改进型综合指数评价方法及应用[J]. 煤炭科学技术, 2018, 46(10): 30-36.
- [10] 易强,袁胜辉,丁宝国,白忠建. 鹤岗矿区巨厚砾岩复杂条件下三维地震勘探技术研究[J]. 中国煤炭地质, 2021, 33(8): 6-11.
- [11] 窦林名,何学秋. 煤矿冲击矿压的分级预测研究[J]. 中国矿业大学学报, 2007, 36(6): 717-722.
- [12] 张宏伟,韩军,海立鑫,等. 近距离煤层群上行开采技术研究[J]. 采矿与安全规程学报, 2013, 30(1): 63-67.
- [13] 汪理全,李中颀. 煤层(群)上行开采技术[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1995.
- [14] 刘天泉. 用垮落法上行开采的可行性[J]. 煤炭学报, 1981, 3(1): 18-28.
- [15] 孙中辉,王怀新,刘瑞举. 深井近距离倾斜煤层上行开采技术探讨[J]. 矿山压力与顶板管理, 2002(3): 70-71, 74.
- [16] 朱月明,张与林,潘一山. 急倾斜冲击地压的可行性研究[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2003, 22(3): 332-333.
- [17] 蒋金泉,孙春江,尹增德,等. 深井高应力难采煤层上行卸压开采的研究与实践[J]. 煤炭学报, 2004, 29(1): 1-6.
- [18] 陈亮. 中远距离煤层群保护叠加开采双重卸压效应数值分析[J]. 煤炭工程, 2018, 50(7): 92-96.
- [19] 齐庆新,程志恒,张浪,等. 近距离突出煤层上保护层开采可行性分析[J]. 煤炭工程技术, 2015, 43(4): 43-47, 52.
- [20] 程志恒,齐庆新,李宏艳,等. 近距离煤层群叠加开采采动应力-裂隙动态演化特征实验研究[J]. 煤炭学报, 2016, 42(2): 367-375.