

Feasibility Analysis of Upward Mining of Coal Seam Group in a Coal Mine

Xiaoming Yan, Peng Zhang

Shanxi Coal Import and Export Group Hequ Jiuxian Opencut Coal Industry Co., Ltd., Xinzhou Shanxi
Email: 411835639@qq.com

Received: Nov. 23rd, 2018; accepted: Dec. 7th, 2018; published: Dec. 14th, 2018

Abstract

On the basis of introducing the basic conditions of coal mine, the physical model and numerical model of coal seam and rock formation are obtained and established, and the basic parameters of each rock layer and coal seam are determined. The analysis shows that it is necessary and urgent to use the upward mining method to exploit coal seam no. 8-2, while the study on the feasibility of using the mining method to exploit no. 8-2 is very urgent and plays a decisive role in the sustainable development of coal mine. In terms of the height of the third belt of the roof of no. 11 coal seam and the location of no. 8-2 coal seam, as well as the influence range of the plastic area of no. 11 coal seam and the location of no. 8-2 coal seam, it is considered feasible to use the upward mining method to mine no. 8-2 coal seam.

Keywords

Coal Seam Group, Thin Coal Seam, Upward Mining, Feasibility Analysis

某煤矿煤层群上行开采可行性分析研究

闫晓明, 张 鹏

山西煤炭进出口集团河曲旧县露天煤业有限公司, 山西 忻州
Email: 411835639@qq.com

收稿日期: 2018年11月23日; 录用日期: 2018年12月7日; 发布日期: 2018年12月14日

摘 要

在介绍煤矿基本条件的基础上, 总结获得并建立了煤矿煤层、岩层构成的物理模型及数值模型, 并确定了各岩层、煤层的基础参数; 分析认为煤矿开采8-2号煤层采用上行开采法开采具有必要性和紧迫性, 而

研究采用开采法开采8-2号煤层是否具有可行性, 非常迫切且对煤矿的可持续发展具有决定性作用; 从计算得到的11号煤层顶板三带高度及8-2号煤层所处位置方面、和数值模拟研究所得11号煤开采顶板塑性区影响范围及8-2号煤层所处位置方面, 均认为采用上行开采法开采8-2号煤层具有可行性。

关键词

煤层群, 薄煤层, 上行开采, 可行性分析

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

上行开采是煤矿特殊的开采方法, 是指煤层群开采时先开采下层煤而后再开采上层煤的开采顺序。上行开采在某些地质及开采技术条件下, 对安全、开采技术及提高经济效益方面具有独特作用, 可以解决下行开采无法解决的某些问题。

上世纪 60~70 年代, 煤层群上行开采引起了采矿界广泛的关注和研究。广大学者们从不同的地质、煤层赋存条件进行了上行开采的实践和研究, 对采用顶板垮落法上行开采的采场上覆岩层的活动规律、上覆岩层的移动变形规律、受下部煤层采动影响上覆岩(煤)层裂隙的变化规律、影响上行开采的最大障碍、上下煤层采动影响的时空关系等等, 诸多上行开采的机理进行了大量的研究并取得了丰硕成果[1] [2]。张勇[3]等利用数值模拟、现场实践手段研究了上行开采选择不同首采厚度时上覆煤层的运移破坏特征。张宏伟[4]等利用相似模拟手段确定了下煤层开采后上煤层的结构变化特征, 在此基础上确定了 3-3 煤上行开采巷道布置方案。马立强等[5]根据平四矿已 16 煤层的采动覆岩裂隙发育规律, 阐释了近距煤层上行开采机理, 分析了上行开采可行性的判别准则。黄庆亨等[6]分析了条带采空区上近距离煤层上行开采工作面底板稳定性, 探讨了底板关键层的失稳机理。雷明辉等[7]在相似材料模拟试验、有限元计算和生产实践基础上, 研究了缓倾斜煤层上行开采岩层运动发展规律和支承压力分布规律。上世纪 80 年代后, 上行开采技术已用于煤矿设计、矿井技术改造及老矿区(矿井)上部遗留煤层的开采中, 特别是用于地方老矿井采空区上方丢弃的煤炭资源的开采, 并获得了丰富的实践经验, 为煤层群上行开采提供了技术和理论上的依据。本文在总结前人研究成果基础上, 利用数值模拟计算, 探究煤层群上层开采的可行性。

2. 矿井概况

2.1. 矿井基本情况

煤矿井田形状呈不规则多边形, 南北最长 4.9 km, 东西最宽 3.5 km, 井田面积 10.1 km², 设计生产能力为 60 万 t/a。井田内多为黄土覆盖, 基岩仅出露于沟谷底部及山脊。该矿获批开采侏罗系 5、8、11、14 号煤层, 其中 5 号煤层不可采, 11、14 号煤层基本采空, 目前主采 8 号煤层。8 号煤层包括 8-1、8-2 两层。其中, 8-1 号煤层位于大同组中部, 煤层厚度 0.30~1.40 m, 平均 0.98 m; 该煤层结构简单、不含夹矸, 为较稳定煤层; 顶板为中砂岩、底板为砂质泥岩; 已部分采空。8-2 号煤层上距 8-1 号煤层 10.64~26.17 m, 平均 18.66 m; 煤层厚度 0.70~1.50 m, 平均 1.10 m; 下距 11 号煤层平均间距 35.0 m, 煤层结构简单, 不含夹矸, 赋存范围内煤层厚度和煤质变化不大, 也为较稳定煤层; 其顶板为细砂岩, 底板为砂质泥岩。

2.2. 矿井面临的主要问题

由与该矿为整合矿井, 其开采历史比较复杂, 导致矿井开采实际情况也非常复杂, 主要表现在:

1) 矿井总体保有资源量有限, 必须开采 8-2 号煤层。虽然矿井获批开采 5、8、11、14 号 4 层煤, 但 5 号煤层不可采, 而 11、14 号两煤层已经开采完毕, 而 8-2 号煤层又符合国家规定的开采条件。故从维持该矿正常生产和尽量回收资源两个角度, 均必须开采 8-2 号煤。

2) 开采 8-2 号煤层时, 必须采取上行开采方式。因 11、14 号两煤层已经开采完毕, 而 5 号煤层又不可采。故, 要开采 8-2 煤层, 则必须在 11、14 号两煤层的采空区上进行, 是为必须采用上行开采。

3) 采取上行开采方式开采 8-2 号煤层时, 必须首先确定其可行性。因 8-2 号煤层开采是在 11、14 号煤层先采完情况下进行的, 故这两个煤层开采后的采动影响对 8-2 号煤层稳定性、采场稳定性产生了何种影响, 是否还可以安全的进行 8-2 号煤层的开采, 必须首先研究清楚。

3. 下层煤开采的三带高度分析

因该矿的上行开采是在下伏 11、14 号煤开采完毕后进行的。因此确定下煤层开采对上煤层的完整性、顶底板岩层产生的影响, 确定 8-2 号煤层处于下煤层“上三带”何位置, 对于该矿是否适用上行开采具有决定性作用[8][9]。对上述问题进行研究, 可应用理论分析与计算、数值模拟研究两种方式进行, 并可以这两种方式结果相互印证。

3.1. 下层煤开采顶板三带高度计算与理论分析

由于 11 号和 14 号两煤层为近距离煤层, 其间距在 1.10~12.77 m, 最小间距(C-08 孔)仅 1.10 m。所以在计算、分析煤层采后形成“三带”时, 以 11 号煤层为准。

1) 冒落带高度的确定

11 号煤层顶板覆岩内 13.0 m 厚的一层细砂岩, 可认为其顶板内包含坚硬岩层, 开采后能形成悬顶时, 冒落带的高度 H_m 可按下式计算[10][11]:

$$H_m = \frac{M}{(K_p - 1)\cos\alpha}$$

式中:

M ——煤层采高, 该矿 11 号煤层厚度变化在 0~5.70 m 之间, 取平均采高 $M = 4.02$ m;

K_p ——覆岩冒落后岩石的碎胀系数, 取 $K_p = 1.2$;

α ——煤层倾角, 该矿煤层倾角约 $2^\circ \sim 4^\circ$, 取 $\alpha = 3^\circ$ 。

求得 H_m 为:

$$H_m = \frac{4.02}{(1.2 - 1) \cdot \cos 4} = 20.13 \text{ m}$$

2) 裂隙带高度的确定

按覆岩岩性坚硬计算 11 号煤层采后的裂隙带高度 H_1 为:

$$H_1 = \frac{100 \sum M}{1.2 \sum M + 2.0} \pm 8.9$$

式中:

$\sum M$ ——煤层累计采厚, 取采高 4.02 m;

± 8.9 ——误差修正系数, 计算时取+8.9。

求得 H_1 为:

$$H_1 = \frac{100 \times 4.02}{1.2 \times 4.02 + 2.0} + 8.9 = 73.38 \text{ m}$$

3) 理论分析

根据经典的“上三带”计算公式理论体系, 结合矿山实际情况, 计算得到了 11 号煤开采后导致的顶板内冒落带高度为 20.13 m, 裂隙带高度为 73.38 m。又根据地质资料可知, 8-2 号煤层下距 11 号煤层平均距离为 35.0 m, 故其处于下层煤开采后顶板冒落带之外、裂隙带之内, 大致位置关系如图 1 所示。

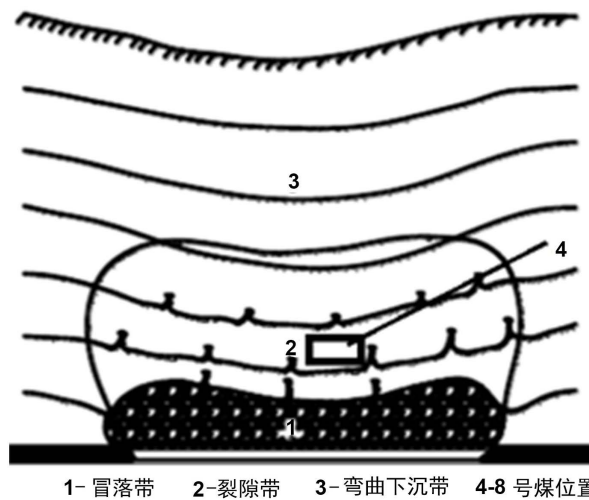


Figure 1. 8-2# coal location in three belts of roof
图 1. 8-2 号煤在顶板三带内的位置示意图

可见, 8-2 号煤处于具冒落带以上 15.0 m 处的裂隙带内, 可以认为该煤层是受到下伏 11 号煤层开采的影响的; 但其具冒落带边界较远且顶板岩层内有坚硬岩层, 形成悬顶结构的可能性较大, 故可以认为 8-2 号煤层虽受到下伏煤层开采的影响, 但可能仅为对煤体结构的改变而煤层整体上没有大的台阶式剧烈变化。故, 在采空区上采用上行开采方法开采 8-2 号煤层是可行的。

3.2. 数值模拟分析研究

数值模拟技术的发展为我们直观的研究煤层开采对其顶底板岩层产生的影响提供可靠的技术手段。FLAC3D 数值模拟软件在解决该类问题时, 优势非常明显[12]。故, 以矿井实际条件为基础, 适当简化建立数值模拟研究的数值模型, 各岩层参数如表 1 所示, 模型尺寸为长:宽:高为: 200 m:10 m:61 m, 如图 2 所示。

进行数值模拟研究时, 参考矿井每天的实际进刀尺寸, 确定每次开挖 7.5 m 来模拟矿井的每天进尺。观察依次开挖 11 号煤层后对上覆岩层产生的影响, 从而确定 11 号煤层开采对 8-2 号煤层及顶底板产生的影响, 从而确定在该矿 8-2 号煤层开采时是否可以采用上行开采方法。依次进行开挖并观察开挖导致的塑性区的影响范围, 如图 3 所示。

由数值模拟结果可知, 当开采 11 号煤时, 推进距离为 37.5 m 时, 因 11 号煤开采导致的岩层移动和变形产生的塑性区范围不会影响到 8-2 号煤; 但, 当推进距离为 45.0 m 时, 数值模拟结果显示出 8-2 号煤层已经处于 11 号煤层开采导致的塑性区的边缘, 8-2 号煤开始受到 11 号煤层开采导致的采动影响。但

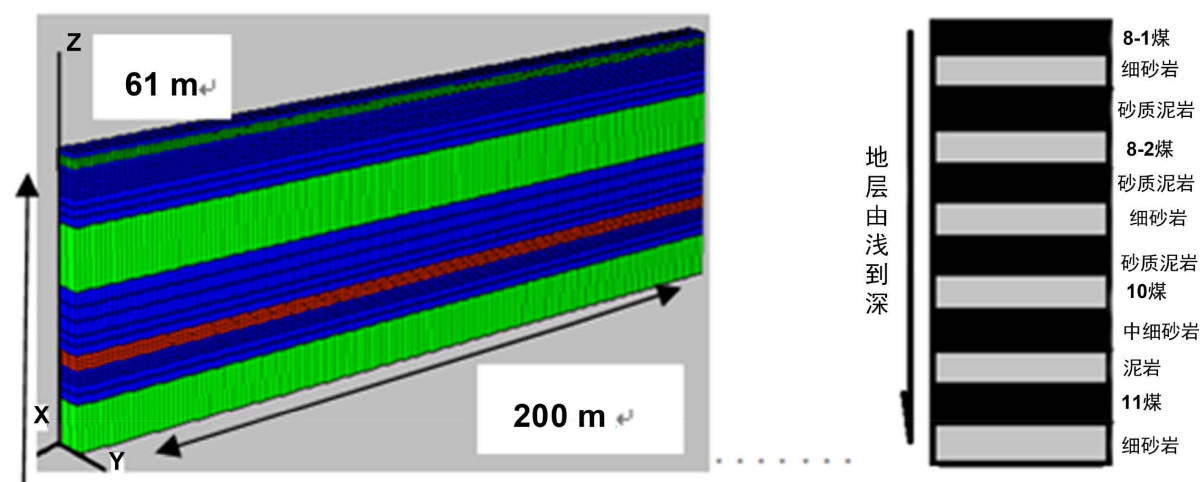


Figure 2. Diagram of relationship between numerical model and strata
图 2. 数值模型与岩层关系示意图

Table 1. Main parameters of numerical model

表 1. 数值模型的主要参数

煤岩层名称	剪切模量 (GPa)	体积模量 (GPa)	内聚力 (MPa)	内摩擦角 (°)	抗拉强度 (MPa)	密度 (Kg/m ³)	厚度 (m)
细砂岩	4.25	4.25	3.13	42	3.5	2300	10
11 号煤	1.19	2.58	1.23	26	1.28	2000	4
泥岩	0.75	1.20	0.80	20	0.5	2000	3
中细砂岩	4.35	6.74	3.50	33	2.20	2750	3
10 号煤	1.19	2.58	1.23	26	1.28	2000	4
砂质泥岩	2.7	5.8	0.69	35	0.9	2000	9
细砂岩	4.25	4.25	3.13	42	3.5	2300	13
砂质泥岩	2.7	5.8	0.69	35	0.9	2000	6
8-2 号煤	1.19	2.58	1.23	26	1.28	2000	1
砂质泥岩	2.7	5.8	0.69	35	0.9	2000	5
细砂岩	4.25	4.25	3.13	42	3.5	2300	12
8-1 号煤	1.19	2.58	1.23	26	1.28	2000	1

是, 当 11 号煤开采推进 45.0 m 时, 此推进距离已经远大于 11 号煤层开采的周期来压步距, 也就是说 11 号煤层的采后悬空顶板已经开始破断, 并充填到采空区并对上覆顶板产生明显的支撑作用, 而数值模拟研究中却没有考虑到这一点, 这一作用必将缓解 11 号煤开采对其顶板、包括 8-2 号煤产生的影响, 并自此进入周期循环规律状态; 没有考虑此缓解作用时, 8-2 号煤层也是处于 11 号煤层开采导致的岩层塑性区变形范围的边沿, 再加之此缓解作用, 故可认为 11 号煤层开采对 8-2 号煤层及其底板产生的影响有限, 并不能破坏 8-2 号煤层及其底板岩层的结构。因此, 从此角度来判断, 8-2 号煤层的开采采用上行开采法也具有可行性。

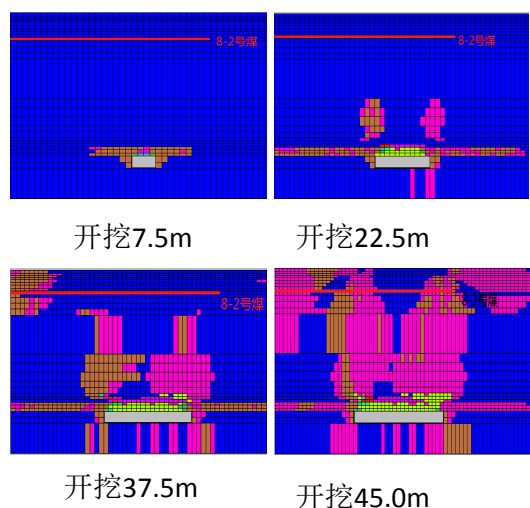


Figure 3. Effect of No.11 coal mining on 8-2# coal
图 3. 11 号煤开采对 8-2 号煤产生影响规律

4. 结论

根据本文进行的系统研究, 可得以下主要结论:

- 1) 开采 8-2 号煤层时采用上行开采法的必须性、紧迫性决定了对其采用上行开采法是否具有可行性展开研究, 要求迫切;
- 2) 根据三带高度计算理论, 计算得到了冒落带高度为 20.13 m、裂隙带高度为 73.28 m, 判断出距 11 号煤层 35.0 m 的 8-2 号煤层处于裂隙带较稳定部位, 采用上行开采法开采 8-2 号煤层具有可行性;
- 3) 根据数值模拟研究结果并考虑到顶板垮落后对采空区的支撑作用, 认为 11 号煤层开采产生的采动影响不足以改变 8-2 号煤层的煤层及底板的基本结构, 采用上行开采法开采 8-2 号煤层具有可行性。

参考文献

- [1] 吴宝杨, 邓志刚, 冯宇峰, 等. 特殊条件下层间岩层对上行开采的影响分析[J]. 煤炭学报, 2017, 42(4): 842-848.
- [2] 马少杰. 巷道式采空区上行开采安全性分析[J]. 现代矿业, 2014(8): 4-7.
- [3] 张勇, 刘传安, 张西斌, 等. 煤层群上行开采对上覆煤层运移的影响[J]. 煤炭学报, 2011, 36(12): 1990-1995.
- [4] 张宏伟, 韩军, 海立鑫, 等. 近距离煤层群上行开采技术研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2013, 30(1): 63-67.
- [5] 马立强, 汪理全, 乔京利, 等. 平四矿近距离煤层上行开采研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2008, 25(3): 357-360.
- [6] 黄庆享. 近距离煤层上行开采底板稳定性分析[J]. 西安科技大学学报, 1996(4): 291-294.
- [7] 雷明辉, 宋振骥. 缓倾斜煤层群上行开采的研究[J]. 矿业安全与环保, 1992(2): 213-219.
- [8] 李崇. 上行开采技术研究与实践[J]. 煤炭工程, 2007(7): 46-49.
- [9] 李志刚. 上行开采可行性分析与确定[J]. 山西煤炭管理干部学院学报, 2011, 24(4): 29-31.
- [10] 黄志安, 童海方, 张英华, 等. 采空区上覆岩层“三带”的界定准则和仿真确定[J]. 北京科技大学学报, 2006, 28(7): 609-613.
- [11] 何启林, 袁树杰, 王新建, 等. 徐庄煤矿综放采空区“三带”宽度的确定[J]. 煤矿安全, 2001, 32(2): 6-8.
- [12] 郑天涯, 周建军. 基于 FLAC 方法的煤矿开采沉降分析[J]. 三峡大学学报, 2010, 32(4): 203-206.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2329-7301，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：me@hanspub.org