

文章编号:1673-9469(2012)02-0061-04

吉克煤矿首采区上行开采可行性分析

李恩全¹,付永洁¹,孟辉²,张思华²

(1. 淄博矿业集团有限责任公司 地质测量处,山东 淄博 255120;2. 淄博矿业集团岱庄煤矿,山东 济宁 272051)

摘要:通过理论计算和数值模拟方法,对吉克煤矿首采区 M11 煤层上行开采的可行性进行了研究。结果表明,计算得出 M11 煤层开采后覆岩最大垮落带高度为 8.47 m,导水裂隙带高度为 21.1 m-32.4 m,M9 煤层位于导水裂隙带之内。数值模拟结果表明,M9 煤层内部的垂直应力显著下降,垮落带和导水裂隙带高度分别为 10 m 和 36 m,M11 煤层开采对 M9 煤层的卸压效果明显。首采区利用 M11 煤层作为 M9 煤层的解放层是可行的。

关键词:上行开采;首采区;解放层;覆岩运动

中图分类号:TD325

文献标识码:A

Feasibility analysis on upward mining in first mining area of Jike coal mine

LI En-quan¹, FU Yong-jie¹, MENG Hui², ZHANG Si-hua²

(1. Geological survey office, Zibo Coal Electricity Group Co. Ltd, Shandong Zibo 255120, China;

2. Daizhuang Coal mine, Zibo Mining Group Co. Ltd., Shandong Jining 272051, China)

Abstract: Based on method of theory analysis and numerical simulation, feasibility analysis on upward mining on NO. M11 coal seam in the first mining area of Jike colliery in Yunnan province was studied. The results showed that the height of caving zone after mining is 8.47 meters, and height of fracture zone is 21.1-32.4 meters, the M9 coal seam is in the fracture zone of M11 coal seam after mining. Numerical simulation results indicated that the vertical stress in M9 coal seam is obviously reduced. The maximum height of fracture zone is 36 meters. And the relief effect is significant. It is feasible to make M11 coal seam as the operation layer for M9 coal seam.

Key words: upward mining; first mining area; operation layer; overburden movement

煤层开采后,一般会导致其上一一定范围的覆岩发生运动破坏,形成垮落带、导水裂隙带和整体弯曲下沉带^[1-3]。通常煤层群开采情况下,为保证后续煤层的稳定性,多采用先采上煤层后采下煤层的下行式开采方式。由于地质和开采条件的不同,在高瓦斯矿井煤层群开采过程中,选择相对较薄的煤层首先开采,将高瓦斯煤层的瓦斯卸压,降低突出危险,再开采上部相对较厚、瓦斯含量较大的煤层,实现煤层的安全回采技术,称为解放层开采。实行上行开采,煤层间距及其破坏程度是最为重要的影响因素。文献[3-7]针对不同的上行开采条

件下覆岩运动规律及其可行性进行了研究。

曲靖地区煤炭资源相对贫乏,且地表多山地,开采经验不足,其特定地质条件下的覆岩运动规律尚未进行深入研究。本文借助上行开采的可行性进行分析,研究云南地区采动覆岩运动规律,尤其是上行开采时的覆岩破坏情况。

1 吉克煤矿首采区基本概况

吉克煤矿位于云南富源县墨红镇,地表为起伏的山地地形。矿井首采区可采煤层共5层(M7、

M9、M11、M15、M16),总厚度 14.41 m,其中 M7 为局部可采的薄煤层,其它煤层为中厚煤层,且全区可采。根据勘探资料初步判定 M9 为煤与瓦斯突出煤层,其它煤层不是突出煤层。首采区 M9 煤层平均埋深 290.1 m, M11 煤层平均埋深 309.69 m,煤层间距平均为 19.59 m,煤层倾角一般 $5^{\circ} - 10^{\circ}$ 。表 1 为首采区主要可采煤层特征表。

表 1 首采区可采煤层特征
Tab.1 The coal seam characteristics of the first mining area

煤层	煤层厚度 /m	煤层间距 /m	煤层稳定性	视密度 / $t \cdot m^{-3}$	可采范围
M7	0.89	25.11	不稳定	1.4	局部可采
M9	3.472	19.59	较稳定	1.4	全区可采
M11	1.69	18.9	稳定	1.4	全区可采
M15	1.82		较稳定	1.4	全区可采
M16	1.59	10.91	稳定	1.4	全区可采

2 上行开采条件

吉克煤矿 M7、M11 煤层分别位于有瓦斯突出危险的 M9 煤层上方 25.11 m 处和下方 19.59 m 处,均可以作为 M9 煤层的解放层开采,但是 M7 煤层厚度相对较小,大部分厚度都在 0.7 m 以下,且灰分较高,达到 26.68%,开采 M7 煤层在经济上也不合理。若作为 M9 煤层的解放层开采,采动底板卸压效果可能并不理想;而 M11 煤层赋存相对稳定,煤厚相对较大,且不属突出煤层,因此可作为解放层开采。表 2 列出了在急倾斜和缓斜煤层条件下,抽放和不抽放两种方式下,上下保护层开采与被保护层的极限间距。

表 2 经验条件解放层开采间距

Tab.2 The exploitation of space in liberated seam under the experience conditions

煤层倾角	未抽放瓦斯/m		结合抽放瓦斯/m	
	下解放层	上解放层	下解放层	上解放层
急倾斜	50	40	80	60
缓倾斜和倾斜	80	30	100	50

吉克煤矿开采下解放层,煤层属缓倾斜煤层,其解放层的有效层间垂距在抽放时为 100 m,不抽放时为 80 m。M11 煤层到 M9 煤层的垂距在 15.99 - 22.1 m 之间,小于 80 m。由此可见,在 M11 煤层开采后,M9 煤层已完全处于有效保护范围。

根据经验数据判别,吉克煤矿首采区 M11 煤层和 M9 煤层具备上行开采的基本条件。

3 上行开采可行性分析

3.1 比值法

确定煤层间距是否满足上行开采条件是首要任务。当上煤层采掘活动应在下煤层采后 4 - 6 个月进行。用比值法进行判别^[2],即:

$$k = H/M$$

煤层间距离和下煤层采高比值 $k > 7.5$ 时,一般可以不影响上煤层开采。

根据吉克煤矿设计采区的基本条件,M11 煤层采厚平均 1.69 m,煤层间距平均 19.59 m,计算得 $k = 11.6 > 7.5$,可以采用上行开采。

3.2 “三带”判别法

“三带”判别法认为上下煤层间距小于或等于下煤层开采的垮落带高度,上煤层结构受到破坏,无法进行上行开采;当煤层间距小于或等于导水裂隙带高度的时候,上煤层发生中等程度破坏,采取一定措施之后可以采用上行开采;煤层间距大于下煤层开采导水裂隙带高度时,上煤层仅发生整体的移动,不用采取措施即可进行上行开采。对开采单一煤层时,按中硬岩层考虑,垮落带高度和导水裂隙带高度按经验公式确定^[8]。

$$H_m = \frac{100M}{4.7M + 19} \pm 2.2$$

$$H_d = \frac{100\Sigma M}{1.6\Sigma M + 3.6} \pm 5.6$$

式中 M_m - 垮落带高度, m; M_L - 导水裂隙带高度, m; M - 下煤层采高, m。计算得 $H_m = 4.1 - 8.47$ m, $H_L = 21.2 - 32.4$ m。

由于 M11 和 M9 煤层之间岩性多为砂质泥岩,因此取值应偏向下限。由理论计算结果可知,煤层间距远大于垮落带高度,导水裂隙带高度略大于煤层间距,上煤层发生中等甚至微弱程度破坏,下煤层采动稳定较长时间或针对上煤层采取一定措施之后可以采用上行开采,回采 M9 煤层。

3.3 附加值法

受单个煤层上行开采采动影响,保证上层煤正常开采的最小层间距离可按以下式计算

$$H > 1.14 \times M^2 + 4.14 + \Delta m \quad (1)$$

式中 H - 最小层间距离, m; M - 下层煤采厚, m; Δm - 安全系数(或附加值), 一般取 Δm 小于 1.0 m, 或不考虑。

根据式(1), 取最大 Δm 为 1 m, 计算出 M11 煤层最大厚度 1.96 m 和最小厚度 1.3 m 时, 最小层间距离 H 值均大于计算结果 9.5 m 和 7.1 m。由以上计算分析, M11 煤层可以作为下保护层开采。

以上计算均基于长壁冒落法开采进行的, 而实际开采过程中, 如果 M11 采用条带开采方案, 垮落带和导水裂隙带的高度将更低。所以, 根据吉克煤矿 M11 煤层的赋存条件, 完全可以采用上行开采方案。

4 数值模拟分析

为进一步了解上行条带开采可行性, 根据实际条件进行了数值模拟研究。数值模型采用 UDEC3.0 软件建立。该软件提供了适合岩土的 7 种材料本构模型和 5 种节理本构模型, 能够较好地适应不同岩性和不同开挖状态条件下的岩层运动需要, 是目前模拟岩层破碎后移动过程较为理想的数值模拟软件。UDEC 能够分析研究直接和不连续特征相关的潜在的岩体破坏方式及煤层开挖后顶板垮落、离层的过程, 可以较准确地分析条带开采后覆岩的移动和地表的沉降。

4.1 模型建立

表 3 数值模型中岩性力学参数

Tab. 3 Numerical model of rock mechanics parameters

岩性	容重 /kg · m ⁻³	体积 模量 /GPa	剪切 模量 /GPa	内聚 力 /MPa	内摩 擦角 /(°)	抗拉 强度 /MPa
细粒砂岩	2 700	10	6.5	10.0	36	4.2
砂质页岩	2 300	2.8	1.8	5.0	28	2.5
粉砂岩	2 600	6.7	4	7.5	30	3.5
泥岩	2 100	0.6	3	5	25	1.8
煤层	1 300	1.3	1.5	3.2	28	1.2

模型中岩性分布情况根据吉克煤矿首采 101

采区 ZK2203 钻孔柱状进行划分, 模型总长度为 500 m, 总高度为 300 m。模型中各岩层岩性物力学参数如表 3 所示。实际数值模型见图 1。

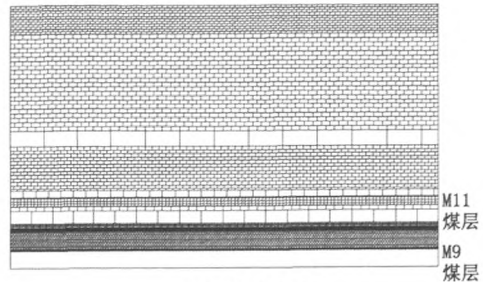


图1 数值模型

Fig. 1 Numerical model

4.2 模拟结果分析

通过在 M9 煤层顶板布置的测线, 监测 M11 煤层开采对 M9 煤层的卸压效果。工作面开采至 40 m 时, 垮落带发育到最大高度并保持稳定, 此时导水裂隙带发育高度约为 10 m, M9 煤层中部测线应力变化稳定, 因此可以判断, 此时还没有达到预期的卸压效果。

工作面继续向前开采至 120 m 时, 导水裂隙带发育至 M9 煤层, 两层煤之间基岩出现大量裂隙空间。图 2 为开采 120 m 时 M9 煤层中垂直应力分布情况。M9 煤层中的垂直应力均明显低于原岩应力值, 说明在开采 M11 煤层之后, 完全可以达到对 M9 煤层的卸压效果。

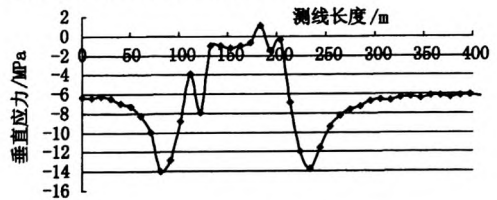


图2 开采120m时M9煤层中垂直应力分布

Fig. 2 The vertical stress distribution in M9 coal seams when mine to one hundred twenty meter

当工作面开采至 120 m 时, 导水裂隙带发育至最大高度达 26 m, 说明 M9 煤层已经处于导水裂隙带之内, 但由于裂缝并非充分发育, 因此在进行长期稳定或简单修护之后, 仍然可以进行后期巷道系统的布置。

数值模拟结果与理论计算结果基本一致, 即 M11 煤层开采之后, 导水裂隙带顶部发育至 M9 煤层, 起到对 M9 煤层的卸压作用。M9 煤层受采动影响长期稳定之后, 仍具有开采的可行性。

5 结论

采取比值法、“三带”判别法以及数值模拟计算等方法, M11 煤层开采后, 垮落带高度为 8 - 9 m, 导水裂隙带高度为 21.2 - 32.4 m, 导水裂隙带顶部可以发育到 M9 煤层, 实现预期的卸压效果, M9 煤层经过长期稳定或简单修护后, 可以继续开采。

参考文献:

- [1] 钱鸣高, 石平五, 许家林. 矿山压力与岩层控制[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2010.
- [2] 杜计平, 孟宪锐. 采矿学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2009.
- [3] 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.
- [4] 程新明. 复杂地质条件下上行开采的研究与实践[J]. 煤炭科学技术, 2004, 32(1): 44 - 46.
- [5] 张仲春, 余耀锋, 杨洪滨. 上行开采近距离煤层群的探讨与应用[J]. 煤, 2007, 16(9): 61 - 64.
- [6] 张恩强, 李军, 惠双林, 等. 赵家梁煤矿上行开采可行性研究[J]. 西安科技大学学报, 2010, 30(1): 39 - 43.
- [7] 肖同强, 樊克恭. 上行开采上覆岩层运动规律及可行性研究[J]. 煤, 2007, 16(7): 7 - 10.
- [8] 国家煤炭工业局. 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000. (责任编辑 刘存英)
- [9] 王锦山, 尹伯悦, 谢飞鸿. 水 - 气两相流在煤层中运移规律[J]. 黑龙江科技学院学报, 2005, 15(1): 16 - 19.
- [10] 王凤清. 沁水盆地胡底井田地质特征及煤层气赋存规律[J]. 中国煤炭地质, 2011, 23(7): 22 - 27.
- [11] 冀涛, 杨德义. 沁水盆地煤与煤层气地质条件[J]. 中国煤炭地质, 2007, 19(5): 28 - 30.
- [12] 宋岩, 柳少波, 赵孟军, 等. 煤层气藏边界类型、成藏主控因素及富集区预测[J]. 天然气工业, 2009, 29(10): 5 - 9.
- [13] 唐书恒. 煤储层渗透性影响因素探讨[J]. 中国煤田地质, 2001, 13(1): 28 - 30.
- [14] 秦勇, 宋党育, 王超. 山西南部晚古生代煤的煤化作用及其控气特征[J]. 煤炭学报, 1997, 22(3): 230 - 235.
- [15] 郑柏平. 水文地质条件对白额勘探区煤层气富集的影响[J]. 河北工程大学学报: 自然科学版, 2012, 29(1): 71 - 73.
- [16] 朱建刚. 乡宁矿区煤储层地质特征研究[J]. 河北工程大学学报: 自然科学版, 2010, 27(4): 52 - 54.
- [17] 韦重韬, 桑树勋. 河东煤田乡宁地区主煤层储层物性特征及意义[J]. 中国矿业大学学报, 1997, 26(4): 45 - 48.
- [18] 叶建平, 秦勇, 林大扬. 中国煤层气资源[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1999.
- [19] 张延庆, 唐书恒. 华北部分矿区煤储层压力研究[J]. 地球学报, 2001, 22(2): 165 - 168. (责任编辑 刘存英)

(上接第 56 页) 特征、含煤岩系的岩性、岩相组成及其空间组合。山西组沉积体系较太原组沉积体系对煤层气成藏更有利, 山西组顶板 - 煤层 - 底板沉积相组合较太原组更有利于煤层气富集和保存。

参考文献:

- [1] 王锦山, 尹伯悦, 谢飞鸿. 水 - 气两相流在煤层中运移规律[J]. 黑龙江科技学院学报, 2005, 15(1): 16 - 19.
- [2] 王凤清. 沁水盆地胡底井田地质特征及煤层气赋存规律[J]. 中国煤炭地质, 2011, 23(7): 22 - 27.
- [3] 冀涛, 杨德义. 沁水盆地煤与煤层气地质条件[J]. 中国煤炭地质, 2007, 19(5): 28 - 30.
- [4] 宋岩, 柳少波, 赵孟军, 等. 煤层气藏边界类型、成藏主控因素及富集区预测[J]. 天然气工业, 2009, 29(10): 5 - 9.
- [5] 唐书恒. 煤储层渗透性影响因素探讨[J]. 中国煤田地