

doi:10.13301/j.cnki.ct.2015.10.003

软厚煤层大采高工作面采场覆岩运移规律研究

钱学森

(皖北煤电集团公司, 安徽 宿州 234000)

摘 要: 卧龙湖煤矿 8102 回采工作面为软厚煤层大采高工作面, 采用数值模拟、相似模拟与现场监测相结合的方法对其上覆岩层运移规律进行了分析研究, 得出了裂隙带、垮落带高度、裂隙演化及亚关键层破断规律。

关键词: 软厚煤层; 大采高; 裂隙演化; 亚关键层; 断裂步距

中图分类号: TD823

文献标志码: A

文章编号: 1008-8725(2015)10-007-03

Study of Movement Characteristics of Overburden Strata in Coalface with Soft Thick Coal Mass and Great Mining Height

QIAN Xue-sen

(Wanbei Coal and Electricity Group Co., Ltd., Suzhou 234000, China)

Abstract: Coal face 8102 in Wolonghu mine is characterized by soft thick coal mass and great mining height. Using numerical simulation, physical simulation, and field monitoring, analyzed the movement characteristics of the overlying strata, acquiring the height of the fractured zone and caved zone and understanding the characteristics of fracture evolution and the inferior key strata failure.

Key words: soft thick coal mass; great mining height; fracture evolution; inferior key stratum; breakage interval

1 工作面开采条件

8102 工作面位于皖北煤电集团卧龙湖煤矿北一采区, 东部以北翼轨道大巷保护煤柱线为界, 南部以 8101 工作面为界(已回采), 西部以 8 煤岩浆岩侵蚀边界为界, 北部以 8103 工作面为界。工作面可采走向长 623.8~802.2 m, 倾向宽 156.5~233.3 m, 平均煤厚 4.1 m。

煤层普氏系数 $f < 2$, 属软厚煤层, 8 煤层倾角 $3^{\circ} \sim 8^{\circ}$, 平均倾角 5° , 煤层可采性指数为 95%。8102 工作面上覆岩层如表 1 所示。

表 1 8102 工作面上覆岩层结构

序号	岩性	层厚/m	累深/m	备注
30	粉砂岩	2.1	421.5	
29	泥岩	12.1	433.6	
28	粉砂岩	6.2	439.8	
27	泥岩	2.4	442.2	
26	粉砂岩	10.6	452.8	亚关键层 3
25	泥岩	5.1	457.9	
24	细砂岩	4.0	461.9	
23	泥岩	18.1	480.0	
22	细砂岩	3.3	483.3	
21	粉砂岩	2.3	485.6	
20	泥岩	6.0	491.6	
19	粉砂岩	3.2	494.8	7# 位移测线
18	细砂岩	7.2	502.0	亚关键层 2
17	泥岩	6.3	508.3	5# 位移测线
16	细砂岩	1.7	510.0	
15	泥岩	8.5	518.5	
14	粉砂岩	3.7	522.2	
13	细砂岩	3.2	525.4	
12	泥岩	4.6	530.0	
11	6 煤	1.0	531.0	
10	泥岩	1.8	532.8	
9	细砂岩	1.2	534.0	
8	粉砂岩	4.5	538.5	
7	泥岩	2.0	540.5	
6	7 煤	1.5	542.0	
5	泥岩	1.8	543.8	
4	粉砂岩	6.0	549.8	亚关键层 1
3	泥岩	1.5	551.3	直接顶
2	8 煤	4.0	555.3	主采煤层
1	泥岩	4.3	559.6	8 煤底板

2 数值模拟研究

采用 UDEC 软件, 对覆岩运移特征进行数值分析, 主要研究内容如下:

- (1) 覆岩裂隙随工作面推进演化特征;
- (2) 覆岩位移随工作面推进分布规律。

2.1 模型建立

模型如图 1 所示。围岩物理力学性质如表 2、表 3 所示。节理特性考虑采动影响, 块体采用摩尔-库伦本构模型, 节理采用摩尔-库伦滑移本构模型。

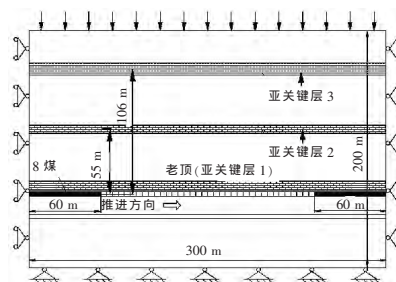


图 1 UDEC 模型

表 2 模拟的煤岩层力学性质参数

岩层性质	密度 d / $g \cdot cm^{-3}$	弹性模量 E /GPa	泊松比 μ	内摩擦角 $f/(^{\circ})$	黏聚力 C /MPa	抗拉强度 T_{cs} /MPa
煤	1 400	18.00	0.30	25.0	5.5	4.8
泥岩	2 450	9.96	0.24	30.0	6.2	7.0
细砂岩	2 500	15.34	0.18	36.0	8.0	7.0
粉砂岩	2 480	22.16	0.20	35.0	8.0	6.8
铝质泥岩	2 510	21.60	0.20	32.0	5.5	4.2

表 3 模拟的煤岩层节理力学性质参数

岩层性质	法向刚度 j_n /GPa·m ⁻¹	切向刚度 j_s /GPa·m ⁻¹	内摩擦角 $f/(^{\circ})$	黏聚力 j_c /MPa	抗拉强度 j_t /MPa
煤	2.0	1.7	14.0	1.0	1.2
泥岩	2.0	1.8	15.0	1.0	1.2
细砂岩	4.5	3.2	17.0	1.0	1.2
粉砂岩	4.0	3.0	18.0	1.0	1.2
铝质泥岩	2.0	1.0	16.0	1.0	1.2

2.2 覆岩运移特征分析

(1) 工作面覆岩裂隙演化特征

覆岩裂隙演化特征如图2所示。

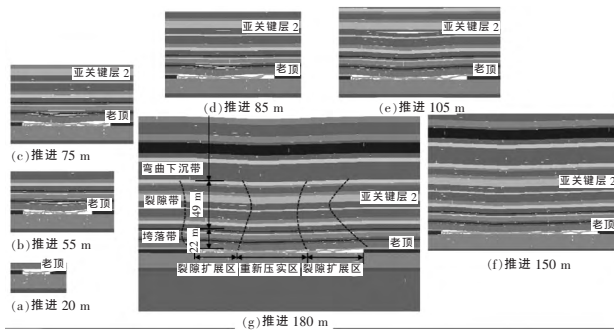


图2 覆岩裂隙演化特征

在工作面推进到20 m时,直接顶发生初次垮落,顶底板均有裂隙产生,且在老顶上方有离层出现;随工作面推进,直接顶随采随冒;工作面推进到距切眼55 m时,老顶出现初次断裂,覆岩裂隙进一步发育。

当工作面推进到75 m时,7煤和6煤在8煤层老顶断裂后协调变形下沉,覆岩裂隙已贯通至距8煤底板55 m高的亚关键层2下方,且在工作面推进85 m后在亚关键层2下方产生横向裂隙,预示离层的发生;工作面推进105 m时,亚关键层2下方离层最为明显,离层高度达2 m,工作面继续向前推进时,亚关键层2及其上方岩体协调下沉,离层高度减小,但离层横向扩展增大;工作面推进150 m时,离层消失,工作面中部裂隙逐渐闭合,两侧裂隙较为发育,且已贯通至亚关键层3。

图2(g)是工作面推进至距切眼180 m时覆岩垮落形态分布,此图中工作面中部近100 m范围内已压实,覆岩裂隙也重新闭合,两侧裂隙较为发育。从图2(g)可判断,6煤底板至8煤22 m为垮落带高度,亚关键层上方存在1层12.2 m的泥岩,可以明显看出厚泥岩下方裂隙发育显著,而其上方裂隙较少,以此49 m高度为裂隙带高度,厚泥岩及其上方直至地表为弯曲下沉带。

从图2(g)可知,当工作面推进180 m时,沿推进方向采空区中部已垮落压实,上覆岩层裂隙闭合,而采空区两侧为裂隙扩展区,覆岩裂隙多集中在此区域。随工作面继续向前推进,重新压实区范围不断增大,而工作面迎头裂隙扩展区随工作面推进也不断向前移动。

(2) 工作面覆岩垂直位移分布规律

在8102工作面老顶层位布置1条水平测线,观测岩层垂直位移变化规律。

如图3所示,随着工作面向前推进,采空区上方岩层弯曲下沉,在推进到50 m后发生1次明显

的下沉,原因是老顶发生初次破断,在工作面推进140 m左右,又发生1次显著下沉,此次是亚关键层2破断。总体规律是随着工作面不断推进,顶板下沉量逐渐增大,但下沉总量低于煤层开采厚度。

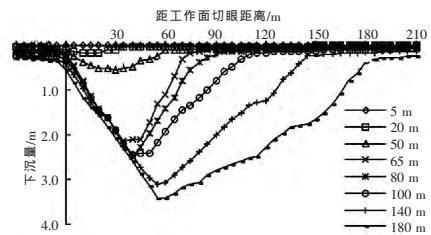


图3 随工作面推进顶板垂直位移分布曲线

3 相似模拟研究

通过相似模拟,对亚关键层破断规律进行补充分析。

3.1 相似模拟模型

模型长×宽×高2 500 mm×200 mm×1 400 mm,共布置11排12列位移监测点。

3.2 相似模拟实验结果分析

5#测线布置在亚关键层2下方,6#测线布置在亚关键层2中,7#测点布置在亚关键层2上方。如图4(a)所示,工作面推进95 m时,亚关键层2与其下方岩层离层量达1 m,而与上方岩层协调下沉;亚关键层2随工作面继续推进趋于破断,其下方离层趋于闭合,当工作面推进145 m时,如图4(b)所示,亚关键层2上下岩层下沉趋于一致,说明亚关键层2已经破断。

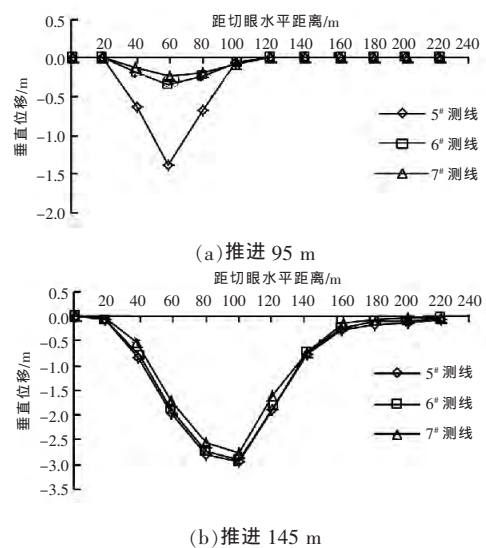


图4 相似模拟覆岩下沉曲线

如图5所示,监测到老顶(亚关键层1)初次破断距离为50.18 m,9次周期破断距依次为12.56、12.96、14.92、13.72、12.32、16.33(亚关键层2初次破断前)、10.28、11.29、11.25 m,亚关键层2初次破断距为137.71 m,周期破断距为23.32 m。受亚关键层

doi:10.13301/j.cnki.ct.2015.10.004

风积砂在膏体充填材料中的添加研究及应用

吕文宏¹, 孙凯华², 郑天斌¹

(1. 陕西中能煤田有限公司, 陕西 榆林 719000; 2. 天地科技股份有限公司 开采设计事业部, 北京 100013)

摘要: 为了采用在我国西北地区广泛存在的风积砂作为充填骨料, 降低充填成本, 并实现榆阳煤矿充填材料的本地化, 进行了风积砂的物理力学性能实验, 在实验室配合比实验的基础上进行了风积砂在膏体充填材料中的添加应用研究和工业性实验。通过风积砂的添加, 使充填材料成本下降了25.6%。不仅取得了较好的经济效益, 还实现了对生态环境的合理保护。

关键词: 风积砂; 膏体充填材料; 配比实验; 工业性实验

中图分类号: TD823.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1008-8725(2015)10-009-03

Research and Application on Aeolian Sand Paste Stowing Material for Mine

LYU Wen-hong¹, SUN Kai-hua², ZHENG Tian-bin¹

(1. Shaanxi Zhongneng Coalfield Co., Ltd., Yulin 719000, China; 2. Coal Mining and Design Department, Tiandi Science and Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: In order to make aeolian sand as aggregate of stowing material and developed aeolian sand paste stowing material, reduce the cost of stowing materials, localize the stowing material in Yuyang coal mine, by testing the physical and mechanical properties of aeolian sand, experimental study on paste material properties by different aeolian sand content, conducted a series of industrial experiments on the basis of laboratory experiments. By adding the aeolian sand in paste material the cost of stowing materials reduced by 25.6%. Not only has achieved economic benefit, also implements the protection of the ecological environment.

Key words: aeolian sand; paste stowing material; mix proportion experiment; industrial experiment

2 破断影响, 亚关键层1的周期破断距减小。

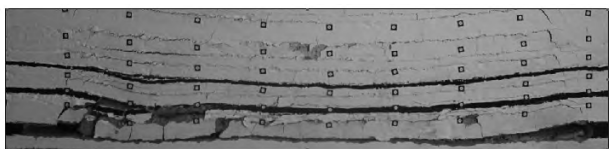


图5 亚关键层破断示意图

4 工程实践

一般情况下, 老顶的来压步距与老顶的断裂步距相当。通过对工作面初次来压步距和周期来压步距的判定, 可大致确定老顶的断裂步距。

选取典型的68#支架, 支架循环末阻力如图6所示。周期来压步距为10.2~16.2 m, 在工作面推进145 m左右以后, 工作面液压支架循环末阻力明显增大, 周期来压也更加剧烈, 除此之外, 根据现场反应, 8102机巷巷旁充填墙体维持亦变得十分困难, 可判断为亚关键层2破断所致, 数值模拟与相似模拟结果较吻合。

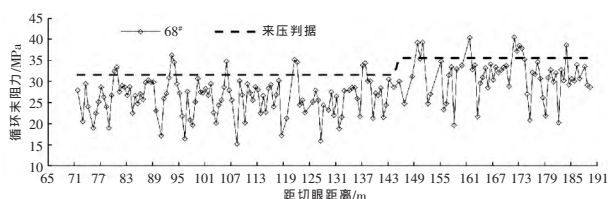


图6 支架循环末阻力曲线图

5 结语

(1) 卧龙湖煤矿8102工作面老顶初次破断距为55 m, 周期断裂步距为10~17 m, 亚关键层2初次破断距约为145 m, 周期破断距约为23 m。上覆岩层垮落带高度22 m, 裂隙带高度49 m。

(2) 受关键层影响, 覆岩下沉存在非协调性。亚关键层对覆岩破断下沉影响显著, 深部岩层较浅部岩层下沉协调性更佳。上方亚关键层破断加剧了下方亚关键层破断速度。

(3) 覆岩裂隙随工作面推进沿横向和纵向扩张, 最终位于采空区中部覆岩裂隙逐渐闭合, 位于采空区两侧覆岩裂隙发育。

参考文献:

- [1] 文志杰, 汤建泉, 王洪彪. 大采高采场力学模型及支架工作状态研究[J]. 煤炭学报, 2011, 36(S1): 42-46.
- [2] 弓培林, 靳钟铭. 大采高采场覆岩结构特征及运动规律研究[J]. 煤炭学报, 2004, 29(1): 7-11.
- [3] 肖家平, 韩磊, 姚向荣, 等. “三软”煤层大采高工作面采场覆岩运动规律数值研究[J]. 煤矿开采, 2012, 17(1): 8-11.
- [4] 张军, 王建鹏. 采动覆岩“三带”高度相似模拟及实证研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2014, 31(2): 249-254.
- [5] 缪协兴, 茅献彪, 孙振武, 等. 采场覆岩中复合关键层的形成条件与判别方法[J]. 中国矿业大学学报, 2005(5): 547-550.
- [6] 许家林, 鞠金峰. 特大采高综采面关键层结构形态及其对矿压显现的影响[J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30(8): 1547-1556.
- [7] 许家林, 钱鸣高. 覆岩关键层位置的判别方法[J]. 中国矿业大学学报, 2000, 29(5): 463-467.
- [8] 钱鸣高, 缪协兴, 许家林, 等. 岩层控制的关键层理论[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2003.
- [9] 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.
- [10] 李向阳, 李俊平, 周创兵, 等. 采空场覆岩变形数值模拟与相似模拟比较研究[J]. 岩土力学, 2005(12): 1907-1912.

作者简介: 钱学森(1964-), 安徽泗县人, 高级工程师, 现任皖北恒源煤电副总经理, 从事煤矿生产和管理工作。

责任编辑: 王秀丽 收稿日期: 2015-03-20