

煤柱对下层煤层开采影响的数值分析

唐 治, 潘一山, 郑文红, 杨 月, 阎海鹏

(辽宁工程技术大学力学与工程学院, 辽宁 阜新 123000)

摘要:为得出煤柱对下层煤层开采的影响规律,采用有限元分析软件 ANSYS 对煤柱下方煤层开采模拟分析。得出煤柱下方煤层为应力升高区;随工作面推进距离的增加,工作面前方应力升高区的应力值增加;开采煤柱下方煤层时,工作面前方会形成双重应力升高,易发生动力灾害,应加强支护。并确定了煤柱对下煤层的影响范围。这为巷道选择合理支护形式和支护参数提供了依据,对实现煤层安全开采有一定的意义。

关键词:煤柱;数值模拟;应力集中

文章编号:1003-8035(2013)02-0083-04

中图分类号:TD823

文献标识码:A

0 引言

矿井高应力环境会导致冲击地压、巷道围岩非线性大变形等诸多工程地质灾害^[1-4]。在煤层开采过程中如果留有煤柱,那在煤柱下方的煤层会形成应力升高区。为了使煤柱下方煤层选择合理支护形式和支护参数,实现安全生产。就需要了解煤柱对下层煤层的影响范围及下层煤层的应力情况。数值模拟计算可以考虑多种影响因素,进行多方案的比较,在参数的选择分析中更具有明显的优势。目前,许多学者对应力场的数值模拟做了大量的研究^[5-10]。

某煤矿现要对13槽煤层进行开采。由于受上层14槽煤层所留煤柱影响,煤层推进到煤柱下方时,煤体应力增大,可能会造成冲击地压等灾害发生。所以用ANSYS软件对煤柱下方煤层工作面推进进行了模拟^[11-13],得出煤层推进过程中应力场的变化规律。为13槽煤层选择合理支护形式和支护参数提供依据,对实现煤层安全开采有一定的意义。

1 模型建立及参数选取

根据煤层柱状图、剖面图建立了2个计算模型,模型1(图1)用来计算13槽煤层在煤柱影响下没采时的应力大小;模型2(图2)用来计算工作面推进过程中的应力变化规律。模型说明如下:

(1)2个模型长、高均分别为286m、140m。

(2)2个模型均分7个煤岩层,从上至下分为细砂岩、砂岩、14槽煤、砂质、13槽煤、砂质、灰岩。煤岩力学参数如表1所示。

(3)2个模型底部均为固定约束边界,两侧均为X方向位移约束。顶面考虑为均布载荷即上覆岩层重量,所设模型上边界距地表的平均累深为400m,模型顶面受铅直地应力10MPa,并考虑整个模型体的自重。

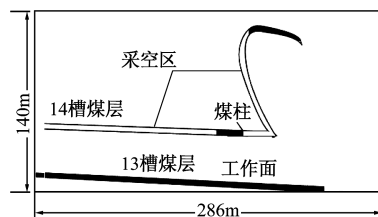


图1 有限元模型1

Fig. 1 Finite element model 1

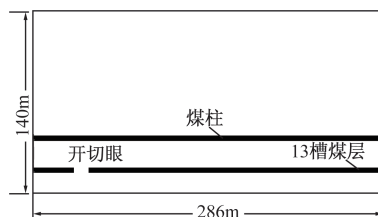


图2 有限元模型2

Fig. 2 Finite element model 2

收稿日期:2012-12-24;修订日期:2013-00-00

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973计划)(2010CB226803);国家自然科学基金青年项目(51204090)

作者简介:唐 治(1979—),男,博士研究生,主要从事矿山灾害力学研究工作。

E-mail:tangzhi0127@163.com

表 1 煤岩力学参数

Table 1 Coal mechanical parameters

岩性	粘聚力 (MPa)	内摩擦 角(°)	弹性模 量(GPa)	泊松 比	容重 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
细砂岩	4.22	34	29.32	0.27	2700
砂岩	2.35	37	26.27	0.25	2580
13 槽煤	0.57	39	3.46	0.24	1455
14 槽煤	0.58	39	3.47	0.24	1455
灰岩	5.30	36	15.23	0.21	2640

2 计算结果分析

ANSYS 软件的其中一个功能为单元的生死,即如果模型中加入(或删除)材料,模型中相应的单元就“存在”(或“消亡”),本功能主要用于钻孔(如开矿和挖隧道等),建筑物施工过程(如桥梁的建造过程),顺序组装(如分层的计算机芯片组装)等。文中就利用了单元的生死来模拟煤层的开采。

2.1 煤层原岩应力分析

图 3、图 4 分别为 13 槽煤层在煤柱影响下没采时的垂直应力分布和水平应力分图。

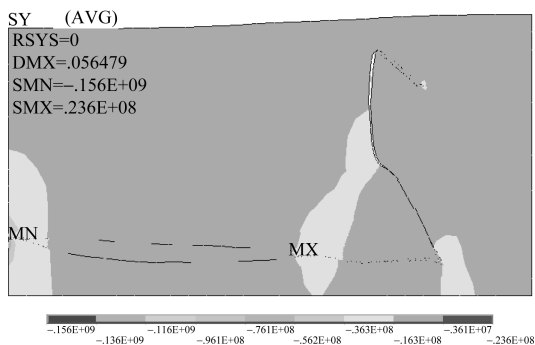


图 3 煤层垂直应力云图

Fig. 3 Vertical stress cloud of coal

由图 3 可见:

(1) 在离煤柱较远位置的 13 槽煤层的原岩垂直应力大小约为 16.3MPa。

(2) 在煤柱下方附近的 13 槽煤层垂直应力较高,大小约为 36.3MPa,垂直应力集中系数为 2.23。

(3) 煤柱对下煤层的影响范围为煤柱左侧 20m 到煤柱右侧 25m,煤柱左侧对下煤层开采的影响范围小于煤柱左侧对下煤层开采的影响范。

由图 4 可见:

(1) 在离煤柱较远位置的 13 槽煤层的原岩水平应力大小约为 8.73MPa。

(2) 在煤柱下方附近的 13 槽煤层水平应力较

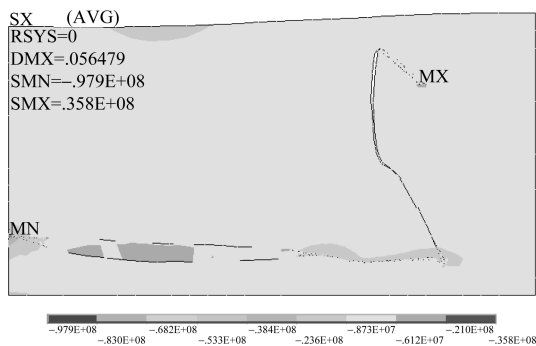


图 4 煤层水平应力云图

Fig. 4 Horizontal stress cloud of coal

高,大小约为 38.4MPa,水平应力集中系数为 4.39。

2.2 工作面推进过程中应力分析

模拟计算从距离模型 2 左侧边缘 40m 处的 13 槽煤开挖,开切眼长度为 5m,煤层从左到右开采,只列出 13 槽煤工作面推进到 40m、80m 处的垂直应力分布情况和水平应力分布情况,如图 5~8 所示。

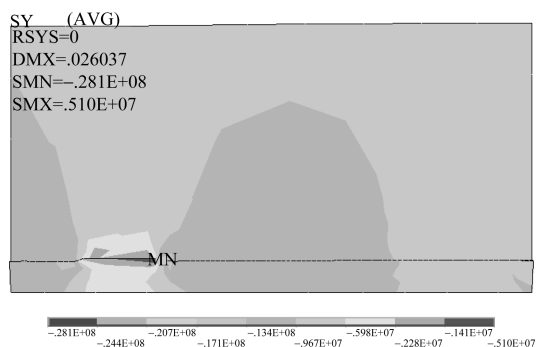


图 5 工作面推进 40m 处垂直应力云图

Fig. 5 Vertical stress cloud of the 40m mining face

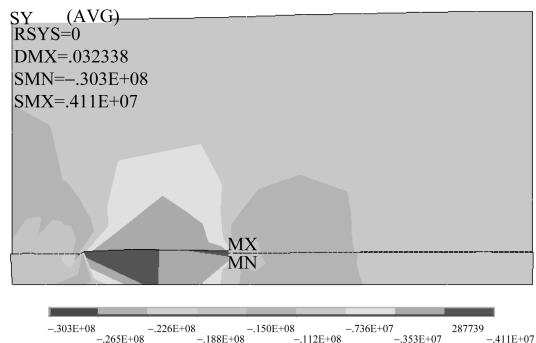


图 6 工作面推进 80m 处垂直应力云图

Fig. 6 Vertical stress cloud of the 80m mining face

由图 5~6 可见:

(1) 工作面前方 0~10m 为垂直应力降低区,工作面前方 10~40m 为垂直应力升高区。工作面后方

为垂直应力降低区。

(2)随工作面推进距离的增加,工作面前方垂直应力升高区的应力值增加。

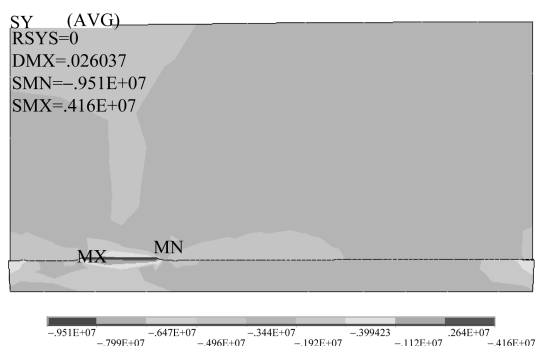


图7 工作面推进40m处水平应力云图

Fig.7 Horizontal stress cloud of the 40m mining face

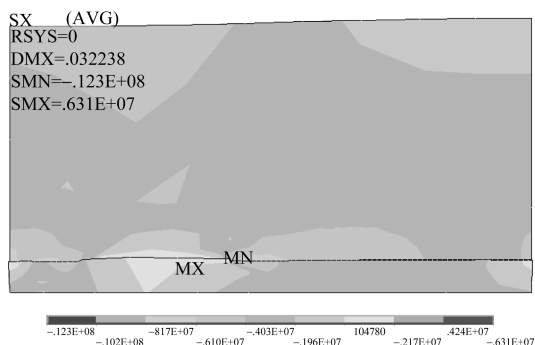


图8 工作面推进80m处水平应力云图

Fig.8 Horizontal stress cloud of the 80m mining face

由图7~8可见:

(1)工作面前方0~10m为水平应力降低区,工作面前方10~40m为水平应力升高区。工作面后方为水平应力降低区。

(2)随工作面推进距离的增加,工作面前方水平应力升高区的应力值增加。

通过对模型1、2的模拟分析可得出:煤柱下方煤层本来就处于应力升高区,随工作面推进,工作面前方又形成应力升高区。所以,在推进煤柱下方的工作面时,工作面前方就形成双重应力升高。

3 结论

(1)煤柱下方煤层为应力升高区,垂直应力集中系数为2.23,水平应力集中系数为4.39。

(2)随工作面推进距离的增加,工作面前方应力升高区的应力值增加。

(3)推进煤柱下方的工作面时,工作面前方会形

成双重应力升高,易发生动力灾害。所以在推进煤柱下方的工作面时需要加强支护强度。

(4)确定了煤柱对下煤层的影响范围。

煤柱下方工作面推进模拟得出的应力分布规律,为13槽煤层巷道选择合理支护形式和支护参数提供依据,对实现煤层安全开采有一定的意义。

参考文献:

- [1] 王卫军,侯朝炯,柏建彪,等.综放沿空巷道底板受力变形分析及底鼓力学原理[J].岩土力学,2001,22(3):319-322.
WANG Weijun, HOU Chaojiong, BAI Jianbiao, et al. Mechanical deformation analysis and principle of floor heave of roadway driving gob in fully mechanized sub-level caving face[J]. Rock and Soil Mechanics, 2001, 22(3):319-322.
- [2] 吴健,陆明心,张勇,等.综放工作面围岩应力分布的实验研究[J].岩石力学与工程学报,2002,21(增2):2356-2359.
WU Jian, LU Mingxin, ZHANG Yong, et al. Simulation research on stress distribution of surrounding rocks of LTCC workplace[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2002, 21(Sup. 2): 2356-2359.
- [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.
PAN Yishan, LI Zhonghua, ZHANG Meng tao. Distribution Type, mechanism and prevention of rockburst in China[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2003, 22(11):1844-1851.
- [4] 窦林名,何学秋.冲击矿压防治理论与技术[M].徐州:中国矿业大学出版社,2001:35-39.
DOU Linming, HE Xueqiu. Theory and technology of rock burst pre-vention [M]. Xuzhou: China University of Mining and Technology Press, 2001:35-39.
- [5] 吴洪词,胡兴,包太.采场围岩稳定性的FLAC算法分析[J].矿山压力与顶板管理,2002,(4):96-98.
WU Hongci, HU Xing, BAO Tai, et al. Analyzing of the stability of the surrounding rock with FLAC calculating in stope[J]. Ground Pressure and Strata Control, 2002, 4:96-98.
- [6] 陈忠辉,谢和平,王家臣.综放开采顶煤三维变形、破坏的数值分析[J].岩石力学与工程学报,2002,21(3):309-313.
CHEN Zhonghui, XIE Heping, WANG Jiachen. Numerical

- simulation on three dimensional deformation and failure of top coal caving [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2002, 21(3): 309 - 313.
- [7] 陈卫忠, 朱维申, 王宝林, 等. 节理岩体中洞室围岩大变形数值模拟及模型试验研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 1998, 17(3): 223 - 229.
- CHEN Weizhong, ZHU Weishen, WANG Baolin, et al. Numerical simulation and testing study of largedeformation for cavern's surrounding jointed rockmass [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 1998, 17(3): 223 - 229.
- [8] 孙玉福. 水平应力对巷道围岩稳定性的影响 [J]. 煤炭学报, 2010, 35(6): 891 - 895.
- SUN Yufu, Affects of in-situ horizontal stress on stability of surrounding rock roadway [J]. Journal of China Coal Society, 2010, 35(6): 891 - 895.
- [9] 康红普, 王金华, 高富强. 掘进工作面围岩应力分布特征及其与支护的关系 [J]. 煤炭学报, 2009, 34(12): 1585 - 1593.
- KANG Hongpu, WANG Jinhua, GAO Fuqiang. Stress distribution characteristics in rock surrounding heading face and its relationship with supporting [J]. Journal of China Coal Society, 2009, 34(12): 1585 - 1593.
- [10] 赵瑜, 李晓红, 顾义磊, 等. 高应力区隧道围岩变形破坏的数值模拟及物理模拟研究 [J]. 岩土力学, 2007, 28(S): 393 - 397.
- ZHAO Yu, LI Xiaohong, GU Yilei, et al. Numerical simulation on deformation and failure of surrounding rock in high in-situ stress and its verification in physical model [J]. Rock and Soil Mechanics, 2007, 28(S): 393 - 397.
- [11] 唐治, 潘一山, 阎海鹏, 等. 急倾斜煤柱开采后对巷道影响的数值模拟 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2010, 22(2): 64 - 67.
- TANG Zhi, PAN Yishan, YAN Haipeng, et al. Numerical simulation about influences of steep inclined coal pillar after mining on laneway [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control. 2010, 22(2): 64 - 67.
- [12] 蒲海, 缪协兴. 综放采场覆岩冒落与围岩支承压力动态分布规律的数值模拟 [J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(7): 1122 - 1126.
- PU Hai, MIAO Xiexing. Numerical simulation of dynamic falling of overlying rocks and abutment pressure in surrounding rocks for fully-mechanized top-coal caving stope [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2004, 23(7): 1122 - 1126.
- [13] 肖明. 地下洞室施工开挖三维动态过程数值模拟分析 [J]. 岩土工程学报, 2000, 22(4): 421 - 425.
- XIAO Ming. Three-dimensional numerical model of construction process for underground opening [J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2000, 22(4): 421 - 425.

Numerical simulation on the influence of the pillar on the lower coal seam mining

TANG Zhi, PAN Yi-shan, ZHENG Wen-hong, YANG Yue, YAN Hai-peng

(School of Mechanics and Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

Abstract: In order to get the effective laws of coal pillar on the lower coal seam mining, the lower coal seam mining was simulated by using software ANSYS. Conclusions are drawn as follows: the seam below pillar is the stress increasing zone; as the face advanced distance increases, stress values of the stress increasing zone front of the working place increases; when it comes to mining coal seam below pillar, double stress increasing zone will be formed in front of the working place and the dynamic disaster is active in this place, the support strength should be strengthened and the influence scope of pillar on the lower coal seam should be determined. The study provides theoretic supports for the rational support form and timbering parameter of the tunnel. it makes sense for safely mining.

Key words: pillar; numerical simulation; concentrating stress