

薄煤层综采工作面围岩运动与矿压显现规律研究

孔祥义, 徐兆龙, 武孟雄

(辽宁工程技术大学 矿业学院, 辽宁 阜新 123000)

摘要: 采煤工作面顶板岩石经过长期的沉积构造作用, 岩石自身出现了多种多样的裂隙, 煤炭采出后采空区由于矿山压力的显现作用, 部分覆岩渐渐地发生变形、离层直至冒落。由于顶板冒落形成的空气冲击灾害与围岩运动及矿压显现规律有关, 因此掌握二者规律是矿井安全、高效生产的关键因素之一。本文以某矿 8214 薄煤层工作面为研究背景, 利用离散元软件 UDEC 对工作面采空区的初次来压步距、周期来压步距、裂隙发育情况进行研究。模拟结果真实地反应了工作面围岩运动规律及矿压显现规律, 为同类矿井了解顶板冒落问题提供了参考依据。

关键词: 薄煤层; 初次来压步距; 周期来压步距; 裂隙发育

中图分类号: TD822.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2013)01-0152-03

Research on law of surrounding rock movement and rock pressure in full-mechanized mining face of thin coal seam

KONG Xiangyi, XU Zhaolong, WU Mengxiong

(College of Mining Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

Abstract: After long-term sedimentary structure effect, the coal face roof rock itself appears various fractures, owing to mine pressure appearance after mining the coal, parts of goaf overburden rock gradually become distortion, delamination even fall. Due to the collapse of roofs, formation of air disasters is related to the rock pressure and the surrounding rock movement law. Therefore, to master the law is a key factor of realizing mine safe and effective production. This paper based on the background of one mine full-mechanized mining face in thin coal seam of 8214 and used UDEC to study working face of first weighting interval, cycle weighting interval and fracture development. By analyzing the simulation results, it reflected the law of rock pressure and the surrounding rock movement. The conclusion provided a reference for knowing the problem of mine roof collapse in similar mine.

Key words: thin coal seam; first weighting interval; cycle weighting interval; fracture development

通用离散元程序 (UDEC, Universal Distinct Element Code) 是 20 世纪 70 年代初出现的一种新的处理不连续介质的二维离散元程序。对于非连续介质 (如岩体中的节理裂隙等) 承受静载或动载作用所产生的响应, 利用 UDEC 进行细致的模拟。非连续介质是通过离散的块体集合体加以表示。不连续面处理为块体间的边界面, 允许块体沿不连续面发生较大位移和转动。块体可以是刚体或变形体。变形块体被划分成有限个单元网格, 依据给定的“应力-应变”准则, 对每一单元进行分析, 结果显示为线性或非线性两种特性。线性或非线性“力-位移”的关系可以控制不连续面所发生的法向和切向的相对运动。

在 UDEC 中开发了几种材料特性模型, 可很好地分析完整块体和不连续面。进而模拟不连续地质

界面可能出现的典型的特性。块体系统的变形和大位移, 都可以用 UDEC 基于“拉格朗日”算法模拟。

1 薄煤层开采数值模型的建立

1.1 模型建立

数值计算模型以某煤矿 8214 薄煤层工作面实际地质条件为原型, 根据 8214 工作面顶底板岩性及岩层分布, 建立 8214 工作面数值模拟的力学模型 (如图 1)。建立模型的几何尺寸长 $\times$ 宽为 $200\text{ m} \times 85\text{ m}$, 建立的数值计算模型见图 2。

本文根据煤层煤岩物理力学参数测试结果 (见表 1), 将顶板、底板、煤层的物理力学参数, 经过换算作为计算模型各煤岩层的力学性质参数。岩层节理裂隙划分依据现场观测与模拟经验选取。

收稿日期: 2012-09-15; 修回日期: 2012-10-11

作者简介: 孔祥义 (1954-), 男, 辽宁阜新人, 教授, 硕士生导师。研究方向: 矿山压力及其控制。

通讯作者: 徐兆龙 (1988-), 男, 江苏盐城人, 在读硕士研究生, 研究方向: 矿山压力与控制。

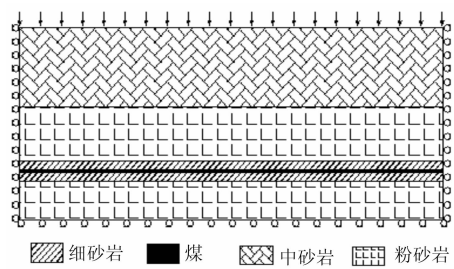


图 1 数值模拟力学模型

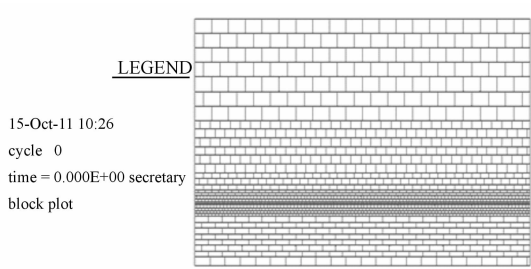


图 2 工作面开采 UDEC 计算模型

表 1 煤岩物理力学性质指标测定成果表

kg/m³, MPa, (°)

岩石编号	岩石名称	天然视密度	抗拉强度	抗压强度	弹性模量	泊松比 μ	凝聚力	内摩擦角	坚固性系数 f
顶板	细砂岩	2468	4.17	43.16	27763	0.23	6.60	53	4.32
煤	煤	1251	0.93	11.56	7604	0.33	1.74	52	1.16
底板	细砂岩	2468	3.50	42.62	28778	0.23	6.20	54	4.26

1.2 模型边界条件及加载方式

计算模型边界条件确定如下:① 模型左右边界施加水平约束,即边界水平位移为零;② 模型底部边界固定,即底部边界水平、垂直位移均为零;③ 模型顶部为自由边界。

计算模型载荷条件确定:根据煤层的埋藏深度,给模型加载垂直应力,由于煤层的埋藏深度较浅,水平应力按垂直应力的 1.3 倍取。煤层的埋藏深度为 225 m,所以,模型加载的垂直应力约为 $2.5 \times 2.25 = 5.6$ MPa,模型加载的水平应力约为 $5.6 \times 1.3 = 7.3$ MPa。

2 数值计算过程

2.1 计算方案及其说明

数值计算主要分析开采条件下上覆岩层移动规律、围岩变形规律和工作面矿压显现规律等。每次开采长度为 2 m,共开采 50 步。开采高度为 1.1 m。数值计算包括:①工作面矿压显现规律,确定初次垮落步距和周期垮落步距;②工作面围岩应力分布规律,工作面围岩位移量规律;③工作面上覆岩层运动规律。

2.2 数值计算过程

在 Udec 中设置好前述的模型后,继续设置模型的边界条件、加载条件、计算时步等参数后,开始进行数值计算。计算过程中,顶板的运动形态见图 3。

3 数值计算结果分析

3.1 工作面来压步距分析

随着开采的进行,原岩应力状态受到扰动,引起采空区围岩应力重新分布,顶板发生移动。工作面推进 32 m 时,直接顶初次垮落(图 3 (a)),老顶最

大位移为 10 cm;当工作面推进到 64 m 时,直接顶第二次垮落(图 3 (b)),老顶最大位移为 30 cm;当工作面推进 92 m 时,直接顶第三次垮落(图 3 (c)),老顶最大位移 45 cm;当工作面推进 100 m 时(图 3 (d)),老顶最大位移 45 cm。

3.2 工作面前方煤壁支撑压力分布规律分析

工作面来压时,工作面煤壁前方围岩垂直应力分布见图 4~6。工作面初次来压^[1]煤壁前方支撑压力的影响范围为 0~32 m,其中,1~4 m 范围内为应力峰值区,应力值为 16~25 MPa;工作面第二次来压时,煤壁前方支撑压力的影响范围为 0~36 m,其中,1~4 m 范围内为应力峰值区,应力值为 22~35 MPa。工作面第三次周期来压时,煤壁前方支撑压力的影响范围为 0~36 m,其中,1~4 m 范围内为应力峰值区,应力值为 24~35 MPa。

8214“两硬”^[2]条件下薄煤层工作面,工作面煤壁前方支承压力的分布规律为:来压期间工作面采动影响范围为工作面煤壁前方 0~36 m,来压期间支承压力峰值区为工作面煤壁前方 1~4 m,来压期间支承压力峰值区垂直应力值为 16~35 MPa。

3.3 工作面顶板岩层裂隙发育情况分析

随着工作面的推进,直接顶发生周期性垮落^[3-5]。当工作面推进 34 m 初次来压时,裂隙带发育高度为 22 m;当工作面推进 64 m 第二次来压时,裂隙带发育高度为 33 m,裂隙贯通老顶;当工作面推进 94 m 第三次来压时,裂隙带发育高度为 33 m(见图 7)。由此可见,随着工作面的推进,裂隙向上发育,当裂隙到达老顶顶部时,发育基本稳定。

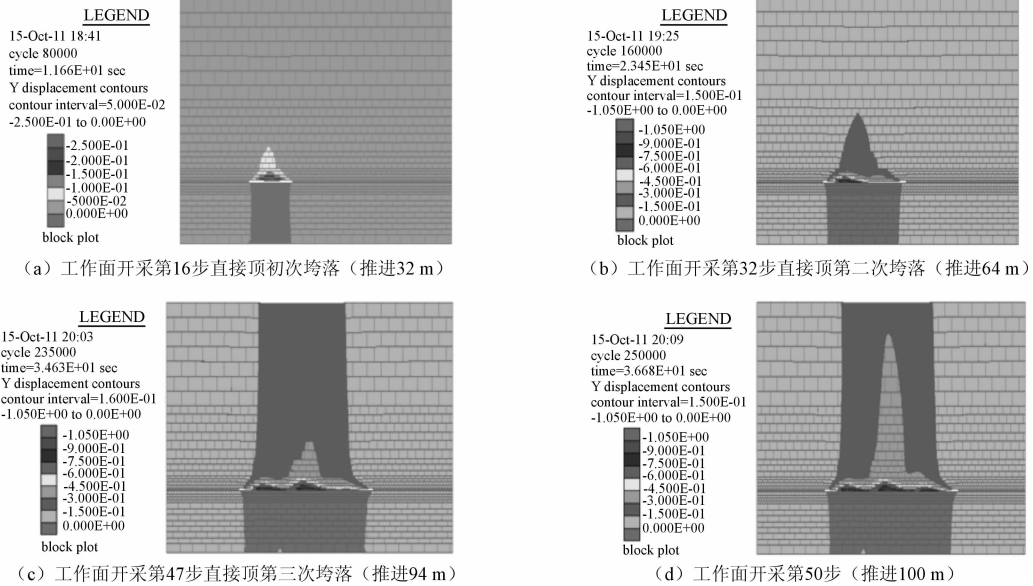


图3 8214工作面顶板来压模拟分析过程

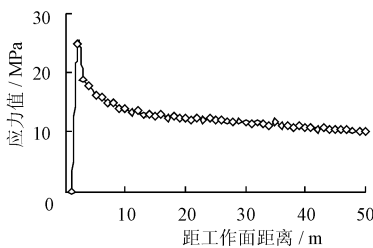


图4 初次来压时工作面前方应力分布

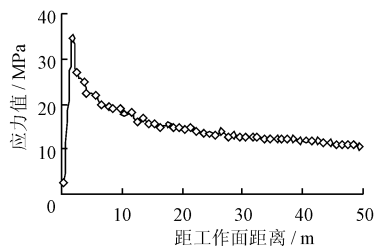


图5 第二次来压时工作面前方应力分布

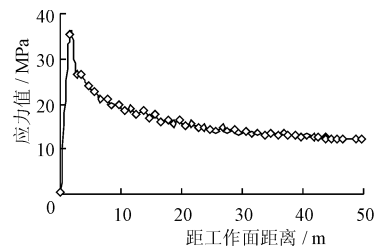
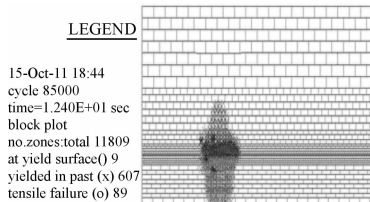
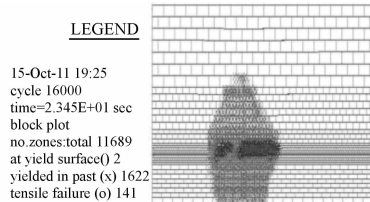


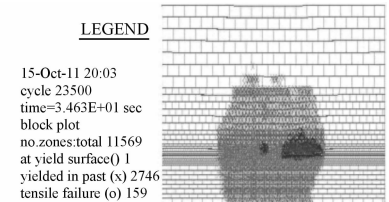
图6 第三次来压时工作面前方应力分布



(a) 工作面推进 34 m 塑性区分布



(b) 工作面推进 64 m 塑性区分布



(c) 工作面推进 94 m 塑性区分布

图7 工作面推进过程顶板岩层裂隙发育情况

4 结 语

(1) 在薄煤层的开采条件下, 由于开采空间较小, 工作面直接顶垮落基本可以充满采空区, 老顶只是局部产生裂隙, 老顶来压显现不明显。

(2) 根据数值模拟结果分析, 工作面直接顶初次来压步距为 32 m, 直接顶周期来压步距 30 m; 老顶产生裂隙, 老顶来压不明显。

(3) 由于工作面煤层及顶底板为“两硬”条件, 来压期间工作面采动影响范围较大, 来压期间支承压力峰值区较常规工作面前移, 来压期间支承压力峰值区垂直应力值为与类似埋深条件下中等坚硬顶底板工作面相比较, 因此做好安全防护是矿井安

全高效生产的关键。

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, 99-105.
- [2] 马江军, 王延国. 较薄煤层轻型综采工作面矿压显现研究[J]. 山东煤炭科技, 2005(4): 58-59.
- [3] 温庆华. 薄煤层开采现状及发展趋势[J]. 煤炭工程, 2009, 13(3): 85-88.
- [4] 苑玉杰, 赵强, 李少本. “两硬”条件下综采工作面的矿压规律与围岩控制技术探讨[J]. 内蒙古煤炭经济, 2008(2): 83-86.
- [5] 刘新杰, 张信, 林超. 薄煤层综采工作面矿压显现规律研究[J]. 山东煤炭科技, 2011(1): 188-189.