

陷落柱对 W 矿 3#煤层底板破坏和隔水性能的影响

王路珍¹, 孔海陵¹, 陈占清²

(1. 盐城工学院 基础教学部, 江苏 盐城 224051; 2. 中国矿业大学 理学院, 江苏 徐州 221008)

摘要:为了评估陷落柱对煤层底板的危害,运用数值模拟对所选取的 W 矿 3#煤层进行了分析。根据柱状图,建立了一种计算模型,采用 RFPA^{2D}模拟了采场推进时煤层底板的破坏情况,估算了底板破坏深度。结果表明:随着回采工作面的推进,矿压和水压造成的顶板的破坏高度逐渐增加;工作面推进到 150 m 前,覆岩破坏没有发展到关键层 1;随着回采工作面的推进,矿压和水压造成的底板的破坏深度也逐渐增大,工作面推进到 135 m 时,底板的破坏深度不再发生明显的变化,此时底板破坏深度大约 16 m。工作面推进到 150 m 时,泥岩层尚未贯穿,成为隔水关键层,底板不受含水层的影响。另外,研究表明:贯穿煤层和达到煤层的陷落柱对底板破坏的影响比未达到煤层的陷落柱对底板破坏的影响大。

关键词:陷落柱;数值模拟;关键层;隔水性能

中图分类号:TU93.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2010)03-0062-04

煤矿水害是与瓦斯、煤尘等并列的煤矿生产过程中的主要安全灾害之一,一直是煤矿灾害防治的重点^[1-2]。据不完全统计,在过去的 20 多年里,有 250 多个矿井被水淹没,死亡 1 700 多人,经济损失高达 350 多亿元人民币。最近几年,由于高强度采煤方法的普遍应用,造成煤矿突水事故呈现出上升的趋势。

岩溶是发育分布在石灰岩地层中,由流动的地下水进行长期的溶蚀作用而形成的。在石灰岩中古代溶洞非常发育,由于地下水的不断溶蚀、洞穴越来越大。在地质构造力和上部覆盖岩层的重力长期作用下,有些溶洞发生坍塌,这时覆盖在上部的煤系地层也随之陷落,于是煤层遭受破坏。这种塌陷呈圆形或不甚规则的椭圆开柱状体,叫陷落柱。由于开采的影响,底板陷落柱经常会成为突水通道。许多学者对底板陷落柱突水的防治进行了重点研究^[3]。

本文以 W 矿为例,研究底板陷落柱对煤矿底板破坏和隔水能力的影响。

1 力学模型的建立

根据所选取的 W 矿某钻孔柱状图,合并岩性相同或相近的岩层,参考部分岩性力学指标,选取有关参数。岩层厚度取所提供的钻孔柱状图中岩层厚度值。单轴抗压强度等为根据相关材料所选取的参考值。

结合综采放顶煤工艺和方法^[4-5],建立了平面应变数值模拟模型,力学模型示意图如图 1 所示。回采 3#煤层时深度为 399 m,厚度为 6 m,模型左、右两侧为水平方向位移约束;底部受 5 MPa 的水压,且为铅垂方向位移约束。

2 RFPA^{2D}数值模拟结果

用岩石破断过程分析软件 RFPA^{2D}^[6],对随工作面推进时上覆岩层冒落及底板的变形破坏情况进行数值模拟。根据研究的需要,在实现数值模拟的精确性、可靠性和时间性的基础上,我们在建立模型时尽最大可能反映原始地质条件。

收稿日期:2010-03-17

基金项目:盐城工学院人才引进资助项目(XKR2010049)

作者简介:王路珍(1982-),女,山西应县人,讲师,硕士,主要研究方向为采动岩石力学及灾害性防治。

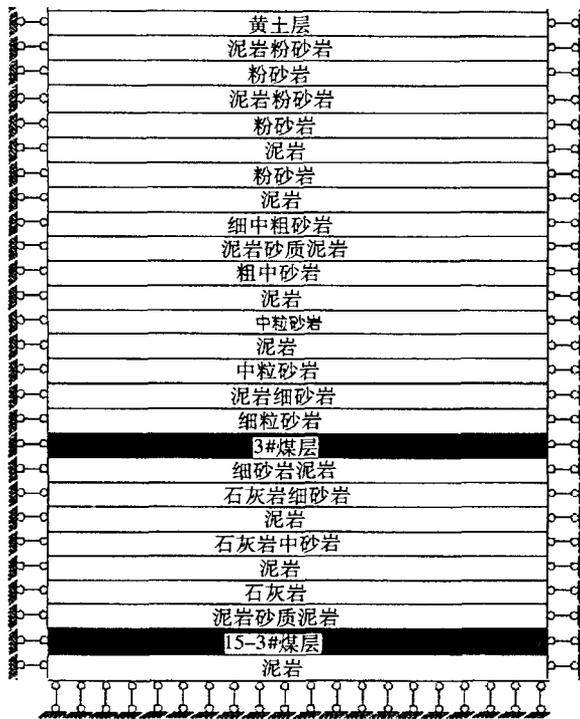


图1 力学模型示意图
Fig. 1 Mechanical model

用RFPA^{2D}软件建立一个177×300的模型。其中,工作面推进方向取900 m,铅垂方向从表土层向下取531 m,基元取3 m×3 m,总基元数为177×300=53 100个。工作面每步开挖15 m,开挖10步,共开挖150 m。岩层之间均设定了弱层。软件用基元弹性模量、单轴抗压强度等按WEIBULL随机分布,来模拟岩石材料的不均质性和各向异性,根据W矿岩层综合柱状图关于岩性的描述,取岩层的均质系数在2~8之间。取2表示很不均质,5为一般,8较为均质。RFPA2D矿压模型见图2。

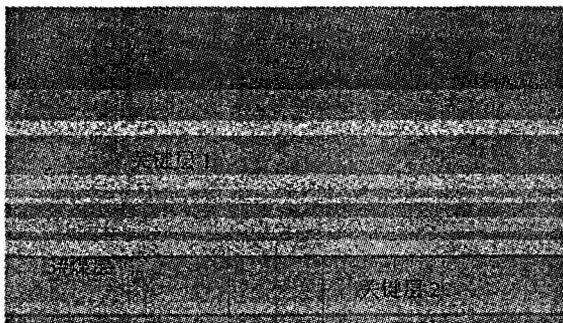
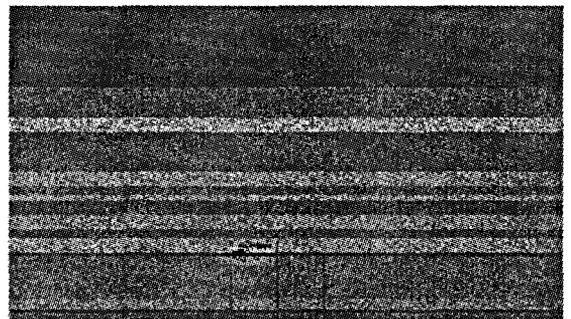


图2 RFPA2D矿压模型
Fig. 2 Mining pressure model

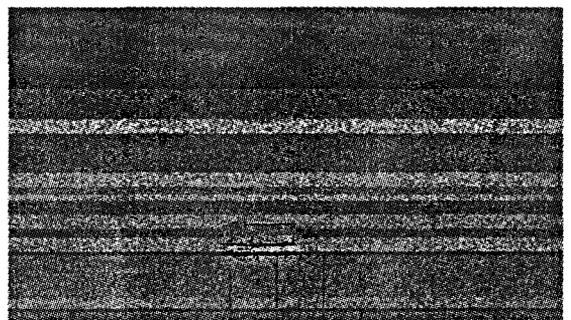
此外,根据岩层综合柱状图可以确定关键层1^[7-8]和关键层2^[9]的位置,如图2所示。另外,为了研究不同陷落柱对围岩的影响,在底板上有3个陷落柱,分别是未达到煤层的陷落柱,距煤层30 m;达到煤层的陷落柱;贯穿煤层的陷落柱,超过煤层20 m。

2.1 开采3#煤层时陷落柱对围岩破坏影响的模拟结果

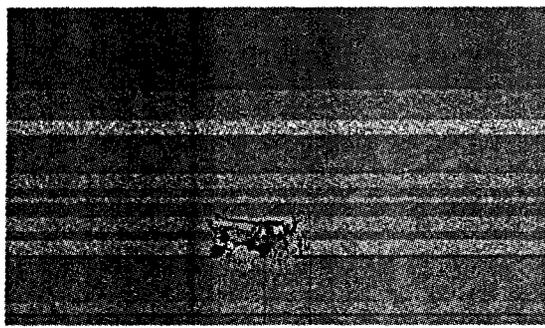
图3为回采3#煤层时模型采场覆岩和底板在不同回采阶段破坏变化图。当煤层回采45 m时,煤层顶板和底板都发生轻微破坏;如图3a所示,随着煤层的继续回采,由于关键层1的承载作用,老顶及老顶上部岩层基本未受影响;从图3b上可见,当煤层回采90 m时,在直接顶和老顶之间形成离层,离层区域不断向前扩展,但是关键层1仍未破坏,底板破坏深度增加;当煤层回采105 m时,覆岩发生明显的顶板垮落,在冒落带中部产生新的离层和裂隙,底板破坏深度几乎不发生变化;如图3c,当煤层回采120 m时,覆岩继续向上破坏,产生新的离层和裂隙,底板破坏深度几乎不发生变化;当煤层回采135 m时,覆岩破坏高度不再增加,底板破坏深度几乎不发生变化;如图3d,当煤层回采150 m时,关键层1破断,失去承载能力,上覆岩层全部破坏。



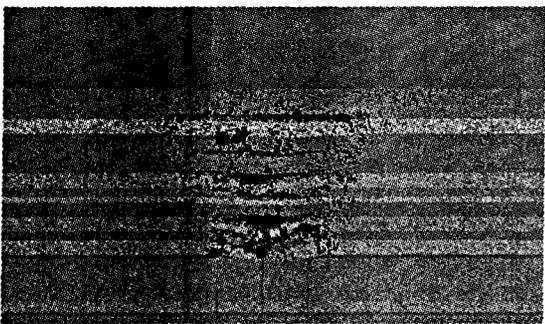
a 工作面推进60 m



b 工作面推进90 m



c 工作面推进 120 m



d 工作面推进 150 m

图 3 随着工作面的推进顶板和底板破坏效果图
Fig.3 The effect figures of destroyed roof and floor when the extracting face was pushed on

从模拟结果的整个过程来看,贯穿煤层的陷落柱对底板的影响最大,其破坏深度最深,达到煤层的陷落柱比未达到煤层的陷落柱对底板的破坏程度大。

2.2 开采 3#煤层时矿压、水压对底板破坏的模拟结果分析

根据数值模拟结果,当回采工作面推进到 30 m 时,底板几乎看不到破坏现象;当回采工作面推进到 45 m 时,底板发生细微破坏,形成的破坏带深度大约 4 m;当回采工作面推进到 60 m 时,底板破坏带深度大约 6 m;当回采工作面推进到 75 m 时,底板破坏带深度大约 7 m;当回采工作面推进到 90 m 时,底板破坏带深度大约 8 m;当回采工作面推进到 105 m 时,底板破坏带深度大约 10 m;当回采工作面推进到 120 m 时,底板破坏带深度大约 10 m;当回采工作面推进到 135 m 直至 150 m,底板破坏带深度几乎不变,约 16 m。采场底板破坏深度随煤层回采距离的关系见图 4。

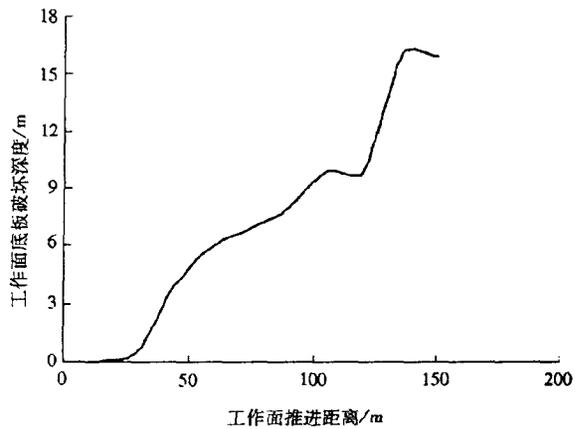


图 4 工作面底板破坏深度与工作面推进距离的关系
Fig.4 The relationship between depth of destroyed floor and the face advanced distance

通过分析底板破坏的深度和关键层 2 的作用,可知:当回采工作面推进到 150 m 时,底板破坏带深度大约 16 m,此时关键层 2 尚未贯穿。关键层 2 为泥岩,其渗透特性较弱,隔水性能较强。因此,关键层 2 成为隔水关键层,底板不会受下部含水层的影响。

3 结论

根据 W 矿钻孔柱状图,利用数值模拟软件 RFPA2D 的模拟,得到以下主要结论:

(1) 开采埋深为 399 m 的 3#煤层时,在工作面推进到 150 m 前,矿压造成的覆岩破坏没有发展到关键层 1。

(2) 在开采 3#煤层时,随着回采工作面的推进,矿压和水压造成的顶板的破坏高度逐渐增加。

(3) 在开采 3#煤层时,当工作面推进到 45 m 时,底板开始发生破坏,破坏深度大约 4 m,随着回采工作面的推进,矿压和水压造成的底板的破坏深度也逐渐增大,工作面推进到 150 m 时,底板的破坏深度不再发生明显的变化,此时底板破坏深度大约 16 m,关键层 2 尚未贯穿,岩性为泥岩的关键层 2 成为隔水关键层,底板不会受下部含水层的影响。

(4) 在开采 3#煤层时,随着回采工作面的推进,贯穿煤层和达到煤层的陷落柱对底板破坏的影响比未达到煤层的陷落柱对底板破坏的影响大。

参考文献:

- [1] 靳德武. 我国煤层底板突水问题的研究现状及展望[J]. 煤炭科学技术, 2002(30): 1-4.
- [2] 虎维岳, 王广才. 煤矿水害防治技术的现状及发展趋势[J]. 煤田地质与勘探, 1997, 25(S1): 17-23.
- [3] 吴文金. 岩溶陷落柱充填特征与堵导水分析[J]. 北京工业职业技术学院学报, 2006, 5(2): 106-109.
- [4] 尚海涛, 王家臣. 综采放顶煤的发展与创新-2005年综采放顶煤与安全技术研讨会论文集[C]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2005.
- [5] 《综采技术手册》编委会. 综采技术手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001.
- [6] 唐春安, 王述红, 傅宇方. 岩石破裂过程数值实验[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [7] 钱鸣高, 石平五. 矿山压力与岩层控制[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2003.
- [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, 许家林, 缪协兴. 煤矿绿色开采技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2003.

Research of the Destruction and Water – resisting Ability of Floor of Subsidence Columns in W Coal Mine Seam 3

WANG Lu-zhen¹, KONG Hai-ling¹, CHEN Zhan-qing²

(1. Department of Fundamental Sciences Teaching, Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224051, China;
2. School of Sciences, China University of Mining & Technology, Jiangsu Xuzhou 221008, China)

Abstract: The damage resulting from subsidence columns in the coal seam of W Coal Mine was analyzed by numerical simulation. Based on the column of rock mass in this coal mine, the destruction of the roof and floor were simulated by using a numerical soft (RFPA^{2D}) while long – wall mining was pushed on. Failure altitude of depth of floor was estimated. The results show that: when the extracting face of coal seam 3 was pushed on, the failure overburden resulting from rock pressure didn't grow to key stratum 1. The failure depth became larger when the workface still pushed on, and it didn't change any more when the workface was pushed on to 135 meters, the failure depth was about 16 meters. At this time the mudstone wasn't throughout and it was impenetrable, so it was considered as the water – resisting key stratum. The floor wasn't effected by aquifer. The results also show that: the influence which result from impenetrable subsidence columns and achieved subsidence columns was much more than from un-achieved subsidence columns.

Keywords: subsidence columns; numerical simulation; key stratum; water – resisting ability

(责任编辑:沈建新;校对:张英健)