

文章编号:1673-9469(2012)02-0049-04

郭二庄9[#]煤带压开采底板突水灰色风险评价

杨晶晶, 赵存良, 王金喜

(河北工程大学 河北省资源勘测研究重点实验室, 河北 邯郸 056038)

摘要:针对郭二庄井田下组9[#]煤带压开采中存在的底板突水风险影响因素的不确定性,采用灰色风险计算模型和方法,结合井田已有突水、出水点水位标高、矿井最大涌水量及单位涌水量等相关信息统计,构建灰色风险计算模型,对井田受采动影响后煤层底板发生突水风险的概率和风险性变异进行评价。计算结果表明郭二庄井田下组9[#]煤带压开采存在底板突水风险性大,煤层开采前应慎重作出避让和分区隔离开采、探治结合等有效的补救措施,减少突发水害事故的发生。

关键词:郭二庄井田;9[#]煤层;带压开采;底板突水;灰色风险评价

中图分类号:TD745

文献标识码:A

Grey - risk estimation of water inrush from No. 9 coal seam floor during mining under high pressure in Guoerzhuang mine

YANG Jing - jing, ZHAO Cun - liang, WANG Jin - xi

(Key Laboratory for Resource Exploration Research of Hebei Province, Hebei University of Engineering, Handan Hebei 056038, China)

Abstract: This paper discussed the probability and variability risk of water inrush from No. 9 coal seam floor during mining under high pressure. The grey - risk model is used to calculate and evaluate the risk base on the statistical data about water levels of existing bursting points, maximum water yield and specific capacity discharge. It is concluded that the risk is very great to mine the lower group coal seam under the high pressure in Guoerzhuang mine. The author proposes that the measures, including mining by areas and mining - detecting, should be taken in advance to reduce accident emergency.

Key words: Guoerzhuang mine; No. 9 coal seam; mining of high pressure; water inrush from floor; grey - risk estimation

我国华北大部分地区煤层的开采都会受到奥灰水的威胁,随着煤层采深得增加,底板水压也会越来越大,突水问题也将越来越严重^[1-2]。传统的突水系数法^[3]、“下三带”理论计算法^[4]和“多源信息融合法”^[5-6]都需要大量的数据资料和信息源作为支撑来构建数据库框架,以进行矿井突水的风险性评价。近年来,模糊神经网络法和灰色系统理论法由于其显著的“模糊不确定性”特征在煤矿突水水源的判别和评价中得到了广泛的应用^[7-11]。吴泽宁等^[12]2002年将风险的概念及表示方法与水资源系统决策过程中部分模糊不确定

的信息相结合,通过对已知的少量信息进行灰色分析处理,提出了灰色风险评价的计算模型和方法,并结合工程实践验证了该模型的可行性。

考虑到郭二庄井田9[#]煤层在带压开采过程中,突水的频率及突水控制的因素存在的随机不确定性和模糊不确定性,采用灰色风险评价的计算模型和方法对其突水风险性进行评价。

1 井田水文地质概况

郭二庄井田位于河北邢台泉城的西南端,属

收稿日期:2011-12-28

基金项目:河北省科学技术研究与发展计划项目(10276701D)

作者简介:杨晶晶(1986-),女,山西省孝义人,硕士,从事矿产普查与勘探及地球化学研究。

于洛河-中关-百泉强径流带。井田开采下组9#煤层的主要地下水充水水源为奥陶系灰岩含水层,其次是本溪灰岩含水层、大青灰岩含水层、伏青灰岩含水层和岩浆岩裂隙含水层(图1)。

奥陶系灰岩含水层是郭二庄井田带压开采9#煤层的主要充水水源,同时也是9#煤开采时防范突水的主要对象。此含水层总厚约600m,为强岩溶裂隙承压含水层,按照沉积旋回和岩性的特点可将此含水层分为三组八段,与下组9#煤开采有直接或间接充水含水层段为奥灰七段和八段(表1)。奥陶系灰岩含水层的富水性在剖面和平面上都具有不均一性,垂向上的不均一性主要表现为浅部岩溶发育,而深部相对变差;平面上则为北部强而南部弱。另外,由于燕山期闪长岩类岩浆岩呈似层状侵入到中奥陶系地层中将厚层灰岩在水平上分为多块,但岩浆岩的侵入可与已形成的构造形成阻水边界,成为控制区域岩溶地下水运动的主要制约因素。

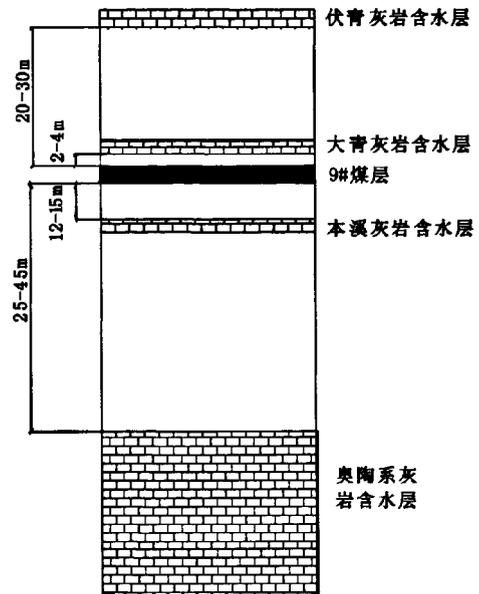


图1 含水层示意图

Fig.1 Sketch map of aquifer

表1 郭二庄井田中奥陶统分组及分段示意图

Tab.1 Sketch map of the middle Ordovician limestone's fragment in Guoerzhaung minefield

组段	代号	平均段厚/m	岩性描述	
第三组	8	O_2^{3-3}	30	白云质角砾状灰岩为主,夹纯及缟纹状灰岩,泥质白云质胶结,风化后疏松。
	7	O_2^{3-2}	85	厚层状花斑灰岩和纯灰岩为主,中下部夹白云质角砾岩及角砾状灰岩,岩溶发育。
	6	O_2^{3-1}	50	白云质灰岩、白云质角砾岩、纯灰岩。灰褐色、灰黄色,风化后呈蜂窝状。
第二组	5	O_2^{2-3}	70	顶部纯灰岩为主,灰黑色厚层、致密坚硬,顶部中下部有一层巨块角砾灰岩,底部为白云质角砾岩及白云质灰岩。
	4	O_2^{2-2}	120	上部纯灰岩为主,浅灰色,具水平层理,坚硬致密纯灰岩,顶部0.5m薄层白云质灰岩。下部为纯灰岩与花斑灰岩互层,浅红色及灰白、灰黄色,风化后呈蠕虫状,普遍含燧石。
	3	O_2^{2-1}	50	白云质角砾岩,中上部为灰黄、浅红色角砾岩,钙质、泥质胶结,下部为钙质泥岩及薄层白云质灰岩互层,风化后呈碎片状,底部白云质灰岩。
第一组	2	O_2^{1-2}	120	上部花斑灰岩和纯灰岩,灰色浅灰色中厚层状。中部白云质角砾岩为主,夹薄层纯灰岩和花斑灰岩,中厚层状,花斑为绛红色,侵染性明显呈云雾状。下部为纯灰岩,薄层板状,致密质纯、具水平层理。
	1	O_2^{1-1}	40	上部为角砾岩,厚层、团块状。下部为白云质角砾岩、姜黄色、松散易风化呈碎块状。

2 灰色风险评价模型的建立

$$E(A) = \frac{\sum_{x \in A} \frac{u(x) + \overleftarrow{u}(x)}{2} p(x)}{P(A)} \quad (1)$$

2.1 理论

在对灰色事件发生的风险性分析评价过程中,对于灰色风险出现的概率及高低可以用两种方法来度量^[12]:灰色风险率和灰色风险度。

2.1.1 灰色风险率计算

定义灰色事件A的概率为P(A),可表示为

$$P(A) = \sum_{x \in A} \frac{u(x) + \overleftarrow{u}(x)}{2} p(x)$$

式中:p(x)—x对应的概率;u(x)—灰数。

如果灰色事件A为“失事事件”,则灰色事件A的灰色风险率就是灰色事件A的概率,即

$$FP(A) = P(A)$$

反之,FP(A) = 1 - P(A)

灰色风险率表示风险出现的概率,其数值越大,风险出现的可能性就越大。

2.1.2 灰色风险度计算

灰色事件A的期望E(A)为

另外,灰色事件A的方差σ²(A)为

$$\sigma^2(A) = \frac{1}{P(A)} \int (x - E(A))^2 \frac{u(x) + \overleftarrow{u}(x)}{2} dx = E(A^2) - (E(A))^2 \quad (2)$$

其中, $E(A^2) = \frac{1}{P(A)} \int x^2 \frac{u(x) + \overleftarrow{u}(x)}{2} dp$

则灰色事件A的灰色风险度为

$$FD(A) = \frac{\sqrt{\sigma^2(A)}}{E(A)} \quad (3)$$

灰色风险度表示风险出现的高低,其数值越大,风险出现的程度越高。

2.2 模型建立

由于郭二庄井田突水的频繁性和突水控制诸因素(例如:水量、水源、出水部位等)都存在着不确定性,结合现有井田突水资料(表2)构建灰色风险计算模型,对井田突水情况的风险率和风险度作出定量评价(表3)。

表2 郭二庄井田以往奥灰出水情况一览表

Tab. 2 The list of the past water conditions in Guoerzhuang minefield

序号	时间	出水点标高/m	最大水量/(m ³ ·h ⁻¹)	稳定水量/(m ³ ·h ⁻¹)	单位涌水量/(L·s ⁻¹ ·m ⁻¹)
1	1956.02.23	+107.0/+240.0	1 086.0	120.0	2.269
2	1959.11.06	+106.0	120.0	4.8	0.667
3	1971.01.11	+74/+174.6~+177.9	129.6	-	0.360
4	1981.01.02	+84.9/+120.0	129.3	-	1.030
5	1981.07.10	-5.0/+118.0	306.3	-	0.690
6	1996.08.13	+90.0/+140.0	430.0	360.0	2.389
7	2003.05.06	+74.0/+46.7	70.0	-	0.987

表3 井田突水量区间及对应概率

Tab. 3 The interval of water inrush and the corresponding probability

序号	突水量区间/(m ³ ·h ⁻¹)	水量代表值/(m ³ ·h ⁻¹)	概率	影响程度
1	(0,100)	70	0.1	小
2	(100,200)	130	0.4	较大
3	(200,400)	300	0.2	巨大
4	(400,600)	430	0.2	巨大
5	(600,&)	1 086	0.1	巨大

由于郭二庄井田的涌水量会因自然条件的改变和人为条件的不同而造成不同的结果,因此属于灰色事件。根据矿井以往突水的实际情况,定义突水灰色事件 A 为

$$A = (0,0)/70 + (0,0.5)/130 + (0.5,1)/300 + (1,1)/430 + (1,1)/1086$$

灰色事件 A 的概率 $P(A)$ 为

$$P(A) = 0.1 \times 0 + 0.4 \times 0.25 + 0.2 \times 0.75 + 0.2 \times 1 + 0.1 \times 1 = 0.55$$

则灰色事件 A 的灰色风险率为

$$FP(A) = P(A) = 0.55$$

由式(1)、式(2)得

$$E(A) = 459.27$$

$$\sigma^2(A) = 98361.25$$

由式(3)得到事件 A 的灰色风险度为

$$FD(A) = \frac{\sqrt{98361.25}}{459.27} = 0.68$$

即,郭二庄下组 9#煤层带压开采底板突水风险率为 0.55,突水风险度为 0.68。

2.3 结果分析

郭二庄下组 9#煤层带压开采,奥陶系灰岩含水层是主要的充水水源,且在奥陶系灰岩含水层中主要富水段为第三组第七、八段,而第七、八段主要以花斑状和角砾状灰岩为主,其富水性较弱,对 9#煤带压开采构成威胁。另外,9#煤层底板隔水层之下赋存有高承压奥灰水,在煤层未开采前,岩水关系处于一定的力学平衡状态之下,一旦煤层被开采,在隔水层之上形成临空边界并产生应力释放后,在矿压和水压的作用下,隔水底板岩层必然受到不同程度的破坏,形成新的破裂面或使原有的闭合裂隙活化,一旦这种破裂面或裂隙沟通奥陶系灰岩含水层,必然导致奥灰水涌入矿井,突水风险较大。

2.4 预防措施

郭二庄井田 9#煤带压开采底板突水风险性大,实际开采过程中应进行分区隔离开采;充分利用隔水层的隔水性能实施带压开采,开采过程应该由水文地质条件简单地区逐渐向复杂地区推进;加强顶底板管理,将煤层底板破坏深度控制在一定范围之内;对于煤层底板薄弱区段应注浆加固;进行实时的水文监测工作;探治结合等措施防治井田底板突水,减少突水事故的发生。

3 结论

通过构建灰色风险评价模型,计算得到郭二庄下组 9#煤层带压开采底板突水风险率为 0.55,突水风险度为 0.68,宏观上确定井田遭受 9#煤层底板突水威胁程度大,但能否实现真正意义上的做到安全开采则取决于对水文地质条件的认识、改造和预防程度,所以有必要在实际开采中做到分区开采、超前探测、对突水风险较大的区域及煤层底板薄弱区段进行注浆加固等有针对性的防治水安全技术措施。

参考文献:

- [1] 邵军战. 淮北煤田矿井充水因素与防治水措施研究[J]. 中国煤田地质, 2007, 19(3): 22-25.
- [2] 国家安全生产监督管理总局, 国家煤矿安全监察局. 煤矿防治水规定[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2009.
- [3] 王成绪. 底板突水的数值计算方法研究[J]. 煤田地质与勘探, 1997, 25(12): 45-47.
- [4] 李万军, 杨家兵. “下三带”理论和“P-h”临界曲线法预测底板突水[J]. 煤炭开采, 2010, 15(5): 45-47.
- [5] BAR-SHALOM Y. Extension of the probabilistic data association filter inmultitarget tracking[C]//HUANG D S, LI K, IRUIN G W. Proceedings of the 5th Symposium on Nonlinear Estimation. Berlin: Springer, 1974: 16-21.
- [6] 谢桂华, 张家生. 基于 K-L 信息距离的多源信息融合法[J]. 岩土力学, 2010, 31(9): 2983-2986.
- [7] 姜成志, 张绍兵. 建立在神经网络基础上的煤矿突水预测模型[J]. 黑龙江科技学院学报, 2006, 16(1): 8-11.
- [8] 魏永强, 梁化强, 任印国. 神经网络在判别煤矿突水水源中的应用[J]. 江苏地质, 2004, 28(1): 36-38.
- [9] 程军, 姚光华. 鱼田堡煤矿水文地质特征及深部突水模式分析[J]. 中国煤田地质, 2007, 19(5): 31-34.
- [10] 王玉海, 姜本, 邢兆楷. 带压开采煤层底板的承压能力研究[J]. 中国煤田地质, 2007, 19(5): 44-47.
- [11] 关英斌, 郑建, 丰成, 等. 灰色关联分析在牛西矿水源判别中的应用[J]. 河北工程大学学报:自然科学版, 2011, 28(1): 81-84.
- [12] 吴泽宁, 王敬. 水资源系统灰色风险计算模型[J]. 郑州大学学报:工学版, 2002, 23(3): 22-40.

(责任编辑 马立)