

## 南屯煤矿 17 煤底板奥灰突水危险性综合评价

于为雁<sup>1</sup>,魏久传<sup>2</sup>,于建龙<sup>3</sup>(1.中国矿业大学银川学院,宁夏银川 750021;2.山东科技大学地质科学与工程学院,山东青岛 266590;  
3.山东省核工业二七三地质大队,山东栖霞 265300)

**摘要:**针对南屯煤矿 17 煤开采中可能出现的底板奥灰突水问题,应用模糊-突水系数法和无量纲信息融合法进行综合预测评价。评价结果确定了 17 煤奥灰含水层突水危险性分区和各影响因素的影响程度。突水危险区主要在矿区的东北部,安全区在矿区的西部边界位置,其余地区为突水较危险区;采深和含水层水压为 17 煤开采底板突水危险性的主要影响因素。

**关键词:**底板突水;模糊-突水系数法;无量纲信息融合法;南屯煤矿

**中图分类号:**TD742+1

**文献标识码:**B

**引文格式:**于为雁,魏久传,于建龙.南屯煤矿 17 煤底板奥灰突水危险性综合评价[J].山东国土资源,2015,31(10):62-64.YU weiyan,WEI jiuchuan,YU jianlong. Comprehensive Evaluation of Ordovician Water Inrush of No.17 Coal Layer Floor in Nantun Coal Mine[J].Shandong Land and Resources, 2015,31(10):62-64.

传统的煤层底板突水危险性分析方法主要有:“下三带”理论<sup>[1]</sup>、突水系数法<sup>[2]</sup>、“四带”划分理论<sup>[3]</sup>、脆弱性指数法<sup>[4]</sup>、多源信息融合法<sup>[5]</sup>等。且随着软件技术的应用和发展,煤层底板突水危险性的分析出现了许多新方法:人工神经网络法<sup>[6]</sup>、支持向量机法(SVM)<sup>[7-8]</sup>、Fisher 判别法等<sup>[9]</sup>。前述理论方法只是通过不同的方式定性评价突水危险性,却没有定量判断各种因素对突水危险性的影响程度。该文采用模糊-突水系数法确定 17 煤底板突水危险性分区;然后通过无量纲信息融合法评价所选取影响因素对底板突水危险性的贡献大小<sup>[10]</sup>,从而有针对性的做好水害防治措施。

## 1 研究区地质及水文地质概况

南屯井田位于兖州煤田向斜 S 翼,总体呈单斜构造,井田东北部—东部存在多个褶曲,幅度较大的为井田东北部的 219 向斜,其余褶曲幅度均较小。地层自上而下分别为第四系、侏罗系、二叠系、石炭系和奥陶系。主要含煤地层为二叠纪山西组和石炭—二叠纪太原组,煤系和煤层沉积稳定,为华北型含煤建造,含煤地层在井田内起伏不大。

兖州煤田为一不完整的向斜盆地,东部为峰山断裂,西、北、南部为奥灰隐伏露头。盆地内除第四系外,其他含水层补给、径流、排泄条件均不好。对煤矿生产有影响的主要含水层自上而下为:第四系下组砂砾层孔隙承压含水层,侏罗系底部砂岩孔隙裂隙含水层,山西组 3 煤顶部砂岩裂隙承压含水层,太原组三灰、十<sub>下</sub>灰及本溪组十四灰溶解裂隙承压含水层,奥陶系石灰岩岩溶裂隙承压含水层。上述含水层煤系基底奥灰中等富水,含水量和水压较大。

## 2 评价方法的应用

根据南屯煤矿 17 煤开采的实际情况,将其底板突水的影响因素选取为:水压、隔水层厚度、煤层采深、含水层富水性。

### 2.1 模糊-突水系数法

第一步:数据标准化。在实际问题中,不同的数据一般有不同的量纲,为了使不同的量纲也能进行比较,通常需要对数据做适当的变换。就是要根据模糊矩阵的要求,将数据压缩到区间 $[0,1]$ 上。第二步:标定(建立模糊相似矩阵)。夹角余弦法所谓

收稿日期:2014-10-23;修订日期:2014-12-05;编辑:曹丽丽

作者简介:于为雁(1988—),男,山东聊城人,教师,主要从事水工环地质调查与灾害防治;E-mail:yuwydyx@126.com

标定就是按照某个准则或者方法,算出衡量被分类对象  $x_i$  与  $x_j$  之间相似系数  $r_{ij}$  从而确定论域  $U$  上的模糊关系矩阵<sup>[11]</sup>。第三步:聚类(求动态聚类图)。根据标定所得的模糊相似矩阵  $R'$ ,还要将其改造成模糊等价矩阵  $R^*$ 。然后根据不同的分类数,就可得到不同的聚类图。对所取影响因素进行归一化处理后,得到数据如表 1 所示。

表 1 17 煤聚类参数标准化数据统计(无量纲)

| 编号 | 钻孔    | 奥灰含水层水压 | 隔水层厚度  | 17 煤层采深 | 含水层富水性 |
|----|-------|---------|--------|---------|--------|
| 1  | O2-2  | 0.14    | 0.5359 | 0.1744  | 0.1453 |
| 2  | O2-3  | 0.29    | 0.3826 | 0.3428  | 0.0007 |
| 3  | O2-4  | 0.14    | 0.4182 | 0.1891  | 0.0015 |
| 4  | O2-5  | 0.02    | 0.5524 | 0.0297  | 0.3480 |
| 5  | O2-6  | 0.08    | 0.2626 | 0.1347  | 0.0654 |
| 6  | O2-7  | 0.52    | 0.6710 | 0.5095  | 0.0016 |
| 7  | O2-8  | 0.00    | 0.5570 | 0.0000  | 1.0000 |
| 8  | O2-9  | 0.87    | 0.4634 | 0.8579  | 0.0000 |
| 9  | O2-10 | 1.00    | 0.4036 | 1.0000  | 0.0026 |
| 10 | O2-11 | 0.35    | 0.4194 | 0.3606  | 0.0535 |
| 11 | O2-12 | 0.58    | 0.3356 | 0.6186  | 0.0081 |
| 12 | O2X-1 | 0.23    | 0.4179 | 0.3446  | 0.0711 |
| 13 | O2X-2 | 0.28    | 0.4250 | 0.3281  | 0.0089 |
| 14 | O2X-3 | 0.35    | 0.8137 | 0.3254  | 0.0040 |
| 15 | O2X-4 | 0.16    | 0.2881 | 0.2465  | 0.0139 |
| 16 | O2X-5 | 0.52    | 0.4475 | 0.6021  | 0.0330 |
| 17 | O2X-6 | 0.73    | 1.0000 | 0.6742  | 0.0154 |
| 18 | O2X-7 | 0.64    | 0.0000 | 0.7226  | 0.0594 |

对上面所列数据直接利用 matlab 软件编程分别求其相似矩阵  $R'$  和等价矩阵  $R^*$ , 并进行聚类分析, 画出聚类分析图(图 1)。

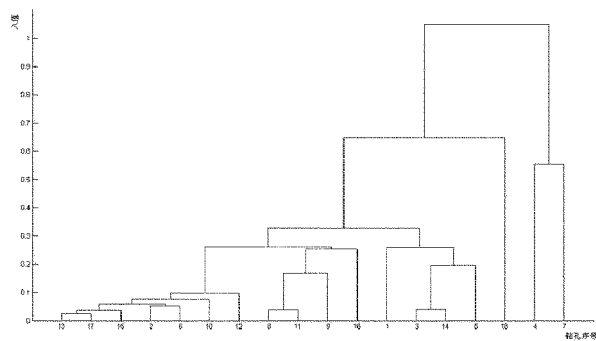


图 1 聚类分析图

将聚类分析结果与用突水系数法所做分类结果进行综合分析, 得综合分析表 2。

### 2.2 无量纲信息融合法

(1) 因为前面对所选取的影响因素已经做了归一化处理, 所以直接应用上面数据分别作出各等值线图。

(2) 前面已经做了突水危险性分区, 所以直接

将突水系数  $>0.1$  MPa/m 的危险区面积与各影响因素等值线图进行信息融合处理, 得到危险区与各影响因素信息融合图(图 2)。

表 2 17 煤底板奥灰突水评价

| 钻孔序号 | 钻孔名称  | 突水系数法 | 聚类分析法 | 综合评价结果 |
|------|-------|-------|-------|--------|
| 1    | O2-2  | 安全    | 较危险   | 较危险    |
| 2    | O2-3  | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 3    | O2-4  | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 4    | O2-5  | 安全    | 安全    | 安全     |
| 5    | O2-6  | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 6    | O2-7  | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 7    | O2-8  | 安全    | 安全    | 安全     |
| 8    | O2-9  | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 9    | O2-10 | 危险    | 较危险   | 危险     |
| 10   | O2-11 | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 11   | O2-12 | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 12   | O2X-1 | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 13   | O2X-2 | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 14   | O2X-3 | 安全    | 较危险   | 较危险    |
| 15   | O2X-4 | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 16   | O2X-5 | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 17   | O2X-6 | 较危险   | 较危险   | 较危险    |
| 18   | O2X-7 | 危险    | 危险    | 危险     |

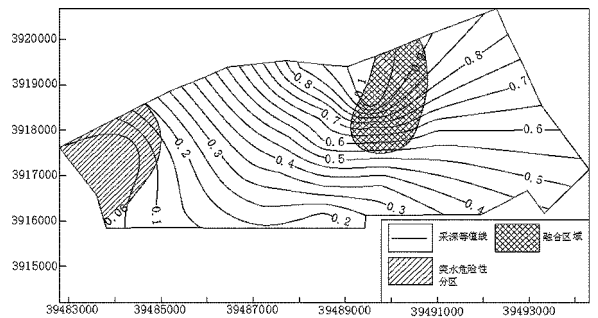


图 2 危险区与采深信息融合图

利用下述公式计算各比重图影响因子:

$$F = \sum_{i=1}^n K_i \times S_i$$

式中:  $F$  为影响因子;  $K_i$  为等值线权值;  $S_i$  为等值线分面积。各影响因子面积如表 3 所示。

$$F_{\text{水压}} = 0.5 \times 60940.3 + 0.6 \times 436451.7 + 0.7 \times 406829.3 + 0.8 \times 408342.5 + 0.9 \times 623731.1 + 1 \times 1014107.9 = 2479261.57$$

$$\text{同理可得: } F_{\text{厚度}} = 1056391.23; F_{\text{采深}} = 2553769.19; F_{\text{富水性}} = 292821.27. \text{ 因此, } F_{\text{采深}} > F_{\text{水压}} > F_{\text{厚度}} > F_{\text{富水性}}.$$

可以看出, 在南屯矿区, 17 煤开采奥灰底板突水影响因素的重要性次序为: 17 煤采深 > 奥灰含水层水压 > 隔水层厚度 > 奥灰含水层富水性。因此, 17 煤采深和奥灰含水层水压在众多因素中占主导作用, 含水层富水性影响作用最小。说明随着开采深度的增加, 采深和含水层水压等外部因素影响作用逐渐明显, 含水层本身性质的影响开始减弱。

表3 影响因子面积

| 权值  | $S_{\text{水压}}$ | $S_{\text{厚度}}$ | $S_{\text{采深}}$ | $S_{\text{富水性}}$ |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 0.1 | 0               | 122882.5        | 0               | 2928212.7        |
| 0.2 | 0               | 489951.8        | 0               | 0                |
| 0.3 | 0               | 848664.7        | 0               | 0                |
| 0.4 | 0               | 1100128.9       | 0               | 0                |
| 0.5 | 60940.3         | 502923.3        | 0               | 0                |
| 0.6 | 436451.7        | 0               | 206942.5        | 0                |
| 0.7 | 406829.3        | 0               | 472165.7        | 0                |
| 0.8 | 408342.4        | 0               | 478415.7        | 0                |
| 0.9 | 623731.1        | 0               | 694809.6        | 0                |
| 1   | 1014107.9       | 0               | 1091026.5       | 0                |

### 3 结论

(1)通过模糊-突水系数法,综合多种影响因素共同分析,确定了17煤底板奥灰突水危险性的合理分区:突水系数 $<0.06$ 的区域在矿区的西部边界位置,突水系数 $>0.1$ 的区域在矿区的东北部区域,突水系数介于两者之间的区域几乎占据了矿区面积的3/4,分布在矿区的中部及东部区域。

(2)通过无量纲信息融合法,确定了各影响因素的重要性次序:17煤采深 $>$ 奥灰含水层水压 $>$ 隔水层厚度 $>$ 奥灰含水层富水性。说明随着开采深度的增加,采深和含水层水压等因素成为影响煤层底板突水危险性的关键因素,这对深部煤层开采过程中有针对性的底板突水危险性防治提供了依据。

(3)该文通过模糊-突水系数法和无量纲信息

融合法的有机结合,较全面的分析了17煤开采底板奥灰突水危险性问题。

### 参考文献:

- [1] 李白英.预防矿井底板突水的“下三带”理论及其发展与应用[J].山东科技大学学报(自然科学版),1999,18(4):11-18.
- [2] 魏久传,李白英.承压水上采煤安全性评价[J].煤田地质与勘探,2000,(4):57-59.
- [3] 施龙青,韩进.开采煤层底板“四带”划分理论与实践[J].中国矿业大学学报,2005,42(1):16-23.
- [4] 武强,张志龙,张生元,等.煤层底板突水评价的新型实用方法II——脆弱性指数法[J].煤炭学报,2007,32(11):1121-1126.
- [5] 李丽,程久龙.基于信息融合的矿井底板突水预测[J].煤炭学报,2006,31(5):623-626.
- [6] 杨志磊,孟祥瑞,王向前,等.基于GA-BP网络模型的煤矿底板突水非线性预测评价[J].煤矿安全,2013,44(2):36-39.
- [7] 秦洁璇,李翠平,李仲学,等.基于支持向量回归机的矿井突水量预测[J].中国安全科学学报,2013,23(5):114-119.
- [8] 高卫东,王正帅.基于粒子群优化支持向量机的煤层底板突水量等级预测[J].煤田地质与勘探,2012,40(6):44-47.
- [9] 陈凯,董青红,杜占吉,等.基于Fisher判别法的煤层底板突水预测模型及其应用[J].煤矿安全,2013,44(2):32-35.
- [10] 李忠建,魏久传,尹会永,等.底板突水影响因素评价新方法——无量纲信息融合法[J].中国矿业,2010,19(1):95-113.
- [11] 刘双跃,陈丽娜,王娟,等.基于模糊聚类分析和模糊模式识别的煤层底板突水区域预测[J].矿业安全与环保,2013,40(2):85-88.

## Comprehensive Evaluation of Ordovician Water Inrush of No.17 Coal Layer Floor in Nantun Coal Mine

YU Weiyan<sup>1</sup>, WEI Jiuchuan<sup>2</sup>, YU Jianlong<sup>3</sup>

(1.Yinchuan College of China University of Mining and Technology, Yinchuan Ningxia 750021, China; 2. Geological Science and Engineering College of Shandong University of Science and Technology, Shandong Qingdao 266590, China; 3.No. 273 Geological Brigade of Nuclear Industry, Shandong Qixia 265300, China)

**Abstract:** Pointing to the possibility of water inrush in No.17 coal floor in Ordovician limestone when mining in nantun coal mine, by using the fuzzy - bursting water coefficient law and imensionless information fusion, comprehensively prediction and evaluation have been carried out. Risk zoning of Ordovician limestone aquifer water inrush has been classified and the degree of influence factors has been determined. The most dangerous water inrush areas mainly distributed in the northeastern part of coal mine, safe areas mainly distributed in the western boundary of the mine, and the rest areas are the more dangerous areas. The mining depth and aquifer water pressure are the main factors of the danger of water inrush in the process of No.17 coal mining.

**Key words:** Water inrush from floor; fuzzy - bursting water coefficient law; dimensionless information fusion; Nantun coal mine