# 辽宁阜新盆地煤层气地质条件模糊综合评判

朱志敏, 沈冰, 刘飞燕
(中国地质科学院 矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

**摘要**: 应用模糊综合评判方法评价阜新盆地煤层气地质条件, 解决了盆地煤层气地质条件评价的复杂性和模糊性。选取煤层厚度、埋藏深度、资源量、含气量、渗透率、煤储层压力、围岩条件等 7 项指标作为盆地煤层气地质条件模糊评判的评价指标, 构成模糊评价因素集。将其分为好、较好、一般、较差和差 5 个级别。以阜新盆地煤层气地质特征为基础, 采用定性与定量相结合的综合集成方法, 划分盆地煤层气地质因素等级, 从而构阜新盆地煤层气地质条件模糊评判矩阵。根据专家调查结果, 确定以上各评价指标对总评价的权重为(0.0139, 0.0039, 0.0776, 0.1837, 0.5219, 0.0745, 0.1245)。最后, 得出阜新盆地煤层气地质因素模糊综合评价取值为 0.278245。所以阜新盆地煤层气地质条件较好, 适于进行煤层气开发利用。

**关键词**: 阜新盆地; 煤层气; 地质条件; 模糊综合评判; 评价指标
文章编号: 1003-8035(2006)03-0077-03 中图分类号: P618.11 文献标识码: A

## 0 引言

煤层气是一种在煤化作用中形成、并赋存在煤层中以甲烷为主的混合气体, 煤矿俗称瓦斯[1]。长期以来, 煤层气一直是影响煤矿安全生产的主要灾害。瓦斯爆炸与突出不仅给企业带来了巨大的经济损失, 而且造成了严重的人员伤亡。煤层气的开发利用预抽了赋存在煤层中的瓦斯, 可有效降低或杜绝煤矿生产过程中的瓦斯灾害。

煤储层的几何条件、含气性条件、储层的物性条件、盖层条件等任一地质条件的改变, 都会影响煤层气的开发利用, 因此, 必须对煤层气地质条件进行综合评价。但是, 由于地质条件的复杂性, 迄今为止人们对煤层气地质条件的认识是模糊的。而"模糊综合评价"方法, 是在对某一现象进行评价时, 对引起这一现象的各种因素(均带模糊性)进行评价, 最终获得对原现象的评价值[2]。所以, 可以利用模糊综合评价方法进行煤层气地质条件评判。

## 1 评价指标的确定

煤层气地质条件主要包括气含量、渗透性、煤阶、煤层的物理性质、煤层厚度、埋深、地温梯度、地应力、顶底板岩层特征、沉积环境及构造条件等[3,4,5,6]。根据以上主要组成因素, 考虑阜新盆地煤层气地质特征[8,9], 确定煤层气地质条件模糊综合评价指标为: 煤层厚度、埋藏深度、资源量、含气量、渗透率、煤储层压力、围岩条件。

## 2 确定评价因素集和评语集

将前述评价指标分别用 $u_1$、$u_2$、$u_3$、$u_4$、$u_5$、$u_6$、$u_7$ 表示, 构成评价因素集为: $U$= {煤层厚度, 埋藏深度, 资源量, 含气量, 渗透率, 煤储层压力, 围岩条件} = { $u_1$, $u_2$, $u_3$, $u_4$, $u_5$, $u_6$, $u_7$}。评语集为: $V$= {好, 较好, 一般, 较差, 差} = { $v_1$, $v_2$, $v_3$, $v_4$, $v_5$}。

## 3 构造评价矩阵

首先对评价因素集 $U$ 的单因素 $u_i$ ($i$= 1, 2, 4, 5, 6, 7) 作单因素评价, 确定 $u_i$ 对评语集 $v_j$ 的隶属度(可能性程度) $r_{ij}$, 这样就得出第 $i$ 个因素 $u_i$ 的单因素评判集 $r_i$= {$r_{i1}$, $r_{i2}$, $r_{i3}$, $r_{i4}$, $r_{i5}$}。它是评语集 $V$ 上的模糊子集。这样 7 个评价因素的评判集就构成了一个总的评价矩阵:

收稿日期: 2005-08-04; 修回日期: 2005-10-19
作者简介: 朱志敏(1978—), 男, 四川绵竹人, 硕士, 研究方向: 天然气地质学.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$R=\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} & r_{35} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} & r_{45} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} & r_{54} & r_{55} \\ r_{61} & r_{62} & r_{63} & r_{64} & r_{65} \\ r_{71} & r_{72} & r_{73} & r_{74} & r_{75} \end{bmatrix}$$

采用“定性与定量相结合的综合集成的方法”, 根据阜新盆地煤层气地质条件, 划分煤层气地质因素等级(表 1)。

得出阜新盆地煤层气地质条件模糊评判矩阵为:

$$R=\begin{bmatrix} 0.25 & 0.25 & 0.35 & 0.15 & 0 \\ 0.10 & 0.20 & 0.35 & 0.25 & 0.10 \\ 0.20 & 0.20 & 0.30 & 0.20 & 0.10 \\ 0.15 & 0.25 & 0.35 & 0.25 & 0 \\ 0.20 & 0.30 & 0.20 & 0.20 & 0.10 \\ 0.20 & 0.25 & 0.30 & 0.20 & 0.05 \\ 0.25 & 0.30 & 0.25 & 0.15 & 0.05 \end{bmatrix}$$

表 **1** 阜新盆地煤层气地质条件等级划分

**Table 1 Classification of geological conditions of coalbed methane**

| 对比级别 | 煤层厚度(m) | 埋藏深度(m) | 资源量亿($m^3$) | 含气量($m^3$/t) | 渗透率($\mu m^2$) | 储层压力(MPa) | 围岩性质 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | > 16 | < 300 | > 1000 | > 14 | > 5 | > 15 | 致密泥岩 |
| 2 | 12~ 16 | 300~ 600 | 600~ 1000 | 12~ 14 | 0. 5~ 5 | 10~ 15 | 疏松泥岩 |
| 3 | 8~ 12 | 600~ 1000 | 200~ 600 | 8~ 12 | 0. 1~ 0 5 | 9~ 10 | 粉砂质泥岩 |
| 4 | 4~ 8 | 1000~ 1500 | 50~ 200 | 4~ 8 | 0. 01~ 0. 1 | 8~ 9 | 泥质粉砂岩 |
| 5 | < 4 | > 1500 | < 50 | < 4 | < 0. 01 | < 8 | 砂岩、砾岩 |
| 阜新盆地 | 20~ 50 | 600~ 1000 | 86 | 9~ 11 | 0. 032 ~ 0. 047 | 6 7~ 8. 2 | 致密泥岩和粉砂质泥岩 |

## 4 确定评价因素的权重

评价因素的权重 $a_i$ 是衡量因素集中某一子因素对总评价影响程度相对大小的量。权重越大, 则意味着该因素对煤层气地质条件评价影响越大。反之则小。本文采用专家调查法确定评价因素的权重。将有关专家对各指标的重要性做出判断, 然后汇总专家的判断, 求得各指标的权重:

$$a_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \Big\backslash n$$

式中: $a_{ij}$ 一j 个专家对因素 $u_i$ 所赋的权重, 且满足:

$$\sum_{i=1}^{7} a_{ij} = 1, \quad a_{ij} \geqslant 0;$$

以上 i= 1, 2, …, 7

汇总各专家对各指标赋予的权重结果, 平均以后得出各指标的权重为:

$$A = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7)$$
$$= (0.0139, 0.0039, 0.0776, 0.1837, 0.5219, 0.0745, 0.1245)$$

## 5 综合评价

根据评价模型:

$$B = A \cdot R$$
$$= (0.0139, 0.0039, 0.0776, 0.1837, 0.5219, 0.0745, 0.1245) \cdot \begin{bmatrix} 0.25 & 0.25 & 0.35 & 0.15 & 0 \\ 0.10 & 0.20 & 0.35 & 0.25 & 0.10 \\ 0.20 & 0.20 & 0.30 & 0.20 & 0.10 \\ 0.15 & 0.25 & 0.35 & 0.25 & 0 \\ 0.20 & 0.30 & 0.20 & 0.20 & 0.10 \\ 0.20 & 0.25 & 0.30 & 0.20 & 0.05 \\ 0.25 & 0.30 & 0.25 & 0.15 & 0.05 \end{bmatrix}$$
$$= (0.197345, 0.278245, 0.25166, 0.20246, 0.07029)$$

根据最大隶属度原则, 研究区煤层气地质条件综合评价取值:

$$d = \max\{0.197345, 0.278245, 0.25166, 0.20246, 0.07029\} = 0.278245$$

所以研究区煤层气地质条件较好。

## 6 结论和建议

应用模糊综合评判法对阜新盆地煤层气地质条件进行评价, 结果为盆地煤层气地质条件较好, 与盆地勘探开发实践很好的吻合。建议在其他的含煤盆地煤层气地质条件评价中推广。鉴于含煤盆地煤层气地质条件的特殊性, 在确定评价指标时, 应定性选出影响因素较大的地质因素, 简化评价模型。

参考文献:

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[1] 张泓,彭格林.简评《地质辞典》中的"煤层气"词条[J].煤田地质与勘探,2001,29(2):21-24.
[2] 胡宝林,杨起,刘大锰,等.鄂尔多斯盆地煤层气资源多层次模糊综合评价[J].中国煤田地质,2003,15(2):15-19.
[3] 孙万禄,应文敏,王树华,等.煤层气地质学基本问题的探讨[J].石油与天然气地质,1997,18(3):189-194.
[4] 刘洪林,张建博,王红岩.中国煤层气形成的地质条件[J].天然气工业,2004,24(2):5-7.
[5] 刘贻军,辛文杰.煤层气开发关键地质控制因素探讨[J].中国煤炭,2003,29(11):13-15.
[6] 秦勇.中国煤层气地质研究进展与述评[J].高校地质学报,2003,9(3):339-358.
[7] 杨永国.基于煤层气经济评价指标体系的多层次模糊综合评判模型[J].地质论评,2000,46(S0):249-253.
[8] 朱志敏.阜新盆地中部煤层气地质特征研究[D].辽宁工程技术大学,2004.
[9] 张俊宝.对阜新煤田刘家区影响煤层气地质因素的分析[J].辽宁工程技术大学学报,2003,22(6):764-766.
[10] 安震.刘家勘探区煤储层特征及煤层气开发条件研究[J].中国矿业大学学报.2003,32(2):183-185.
[11] 赵明鹏,路爱平,周立岱,等.阜新煤田煤层气开发选区研究[J].煤田地质与勘探,2000,28(1):28-31.
[12] 陈兆山.阜新盆地刘家区煤层气储层特征及产出特点[J].辽宁工程技术大学学报,2002,21(5):567-570.
[13] 宁正伟,柴美德,张宝庆.阜新王营子煤层气成藏地质条件探讨[J].天然气工业,2000,20(6):39-41.

# Comprehensive assessment of geological conditions of coal-bed gas in Fuxin Basin using fuzzy method

ZHU Zhi-min, SHEN Bing, LIU Fei-yan
(Insitute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Chengdu 610041, China)

**Abstract**: Comprehensive fuzzy method can solve the complexity and fuzziness of coal-bed gas geological conditions. Thickness of coal-bed, depth of imbedding, quantity of resource, gas content, permeability, stress of reservoir and wall rock conditions are defined as the seven indexes in this study. Based on the characteristics of coal-bed gas geology in Fuxin Basin, grade of coal-bed gas geological conditions is classified by using integration of quality and quantity. So the matrix of fuzzy comprehensive judgement is established. Considering investigation result of experts, the weights of the indexes are confirmed. The result shows that the coal-bed gas geological conditions in Fuxin Basin are preferably good.

**Key words**: Fuxin Basin; coal-bed gas; geological conditions; fuzzy comprehensive judgement; assessment index

·会讯·

## "第 34 届国际水文地质大会"即将在京召开

水文地质学作为与国民经济发展密切相关的应用学科,在世界各国水资源调查、保护和管理方面发挥着重要的支撑作用。2006 年是国际水文地质学家协会(IAH)成立五十周年。因此,2006 年 10 月 09 日—2006 年 10 月 13 日国际水文地质学家协会和中国国土资源部将在北京市联合举办"第 34 届国际水文地质大会"。这将是继 1988 年中国在桂林市成功举办"第 21 届国际水文地质大会"之后,再次在中国举办国际水文地质大会。这次会议将为促进地下水科学技术的发展提供一个地下水资源调查、规划、管理和保护的学科大讲台。会议议题包括:水资源与经济社会可持续发展;地下水开发利用中的问题与对策;区域地下水系统演化规律与趋势;含水层修复、涵养与地下水生态功能;城市与农村发展中的地下水;地下水水质安全与水污染修复,特殊类型地下水(地热、矿泉水、土壤水及凝结水等);矿业开发、基础工程、地质灾害中的地下水及地下水勘查技术。

(钟立勋 摘)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net