

多层次灰色评价法在油气勘探开发项目风险评价中的应用

景怡然 中国石油大学(华东)经济管理学院

摘要: 以某油田油气勘探开发项目为例, 将其风险划分为地质风险、经济风险、技术风险、管理风险和政治风险5类, 并利用多层次灰色评价模型, 通过分析评价指标等级与权重, 建立评价样本矩阵, 确立评价灰类, 得出综合评价指标, 从而对该项目的风险进行评价分析。结果表明, 多层次灰色评价方法有效合理、切合实际, 能准确地给出油气勘探开发项目的风险程度, 为今后油气勘探开发项目的风险评价工作提供借鉴和参考。

关键词: 油气勘探开发; 多层次灰色评价; 风险; 评价

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.9.006

油气勘探开发项目具有投资金额大、风险程度高的特点, 且油气勘探开发项目涉及诸如勘探、钻井、完井、测井等众多环节, 每一个环节出现问题都可能给整个项目造成难以挽回的损失。因此, 构建客观、合适的评价模型, 准确识别和评价油气勘探开发项目中可能出现的风险, 采取及时有效的措施, 对于实现石油企业又好又快的发展具有重要的现实意义。

1 多层次灰色评价模型

鉴于油气勘探开发项目的复杂性, 需要对多个影响因素进行综合考虑。AHP(层次分析法)用于解决多指标多层次性问题, 而把灰色理论与之结合对于评价油气勘探开发项目这种多因素影响的问题则更为合理。本文考虑油气勘探开发项目的特点, 构建多层次灰色评价模型, 对油气勘探开发项目的风险进行评价^[1]。

1.1 建立评价指标体系

油气勘探开发项目受到多个风险因素的共同作用, 主要包括地质风险、技术风险、经济风险、管理风险和政治风险。按照评价目标 U 、一级评价指标 $U_i (i=1, 2, 3, 4, 5)$ 和二级评价指标 $U_{ij} (i=1, 2, 3, 4, 5; j=1, 2, 3, \dots, n_i)$ 构建三层次的评价指标体系, 如图1所示。

1.2 确定评价指标等级与权重

将油气勘探开发项目中的风险评价分为高、显著、一般和低4个评价等级, 不同的评价等级按照顺序依次打4、3、2、1分, 如果出现位于两个等级之间的情况, 则分别打3.5、2.5和1.5分^[2-3]。

权重的确定是多层次评价的重要环节, 传统的专家打分法由于其主观性强的缺点, 所得到的结果

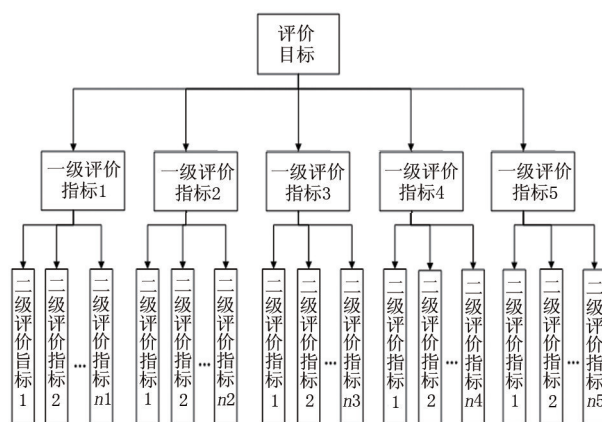


图1 层次评估指标体系

往往不够准确。本文采用层次分析法确定各个指标的权重。一级评价指标 U_i 和二级评价指标 U_{ij} 的权重向量分别为 $A=(W_1, W_2, W_3, W_4, W_5)$ 、 $B_i=(W_{i1}, W_{i2}, \dots, W_{in_i})$ 。

1.3 确立评价样本矩阵

寻找若干油气勘探开发的相关专家组成专家组, 假设有 $k(k=1, 2, \dots, p)$ 个专家, 对评价指标 U_{ij} 打分, 其中第 k 个专家对于指标 U_{ij} 的打分记为 d_{ijk} , 这些打分组成评价样本矩阵

$$D = \begin{bmatrix} d_{111} & d_{112} & \dots & d_{11k} \\ d_{211} & d_{212} & \dots & d_{21k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{i11} & d_{i12} & \dots & d_{i1k} \end{bmatrix}$$

1.4 确定评价灰类

评价灰类的确定是由其等级数、灰类的灰数以及白化权函数共同决定的。依据评价指标等级将评价灰类分为高、显著、一般和低4个等级。评价灰类用 $e(e=1, 2, 3, 4)$ 表示, 对应的白化权函数分别为 f_1, f_2, f_3, f_4 , 则评价灰类 $e=1$ 时, 评价灰数



$$\bar{1} \in [0, d_1, \infty], \text{白化权函数 } f_1 = \begin{cases} \frac{d_{ijk}}{d_1} & d_{ijk} \in [0, d_1] \\ 1 & d_{ijk} \in [d_1, \infty] \\ 0 & d_{ijk} \in [0, \infty] \end{cases};$$

评价灰类 $e=2$ 时, 评价灰数 $\bar{2} \in [0, d_2, 2d_2]$, 白

$$\text{化权函数, } f_2 = \begin{cases} \frac{d_{ijk}}{d_2} & d_{ijk} \in [0, d_2] \\ 2 - \frac{d_{ijk}}{d_2} & d_{ijk} \in [d_2, 2d_2] \\ 0 & d_{ijk} \in [0, 2d_2] \end{cases}, \text{当 } e=3,$$

$e=4$ 时, 以此类推。

1.5 确定灰色评价系数和评价矩阵

对于指标 U_{ij} 属于第 e 个评价灰类的灰色评价

系数, 记为 $X_{ije} = \sum_{k=1}^p f_e$, 那么属于各个评价灰类的

总评价系数 $X_{ij} = \sum_{e=1}^4 X_{ije}$ 。记 $r_{ije} = \frac{X_{ije}}{X_{ij}}$, 表示评价者

认为指标 U_{ij} 属于第 e 个灰类的认同程度, 称之为

灰色评价权, 指标 U_{ij} 的各个评价灰类的评价权向

量 $r_{ij} = (r_{ij1}, r_{ij2}, \dots, r_{ije})$, 再把各个灰色评价权向

量进行综合, 就得到了综合评价矩阵

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{i1} \\ r_{i2} \\ \vdots \\ r_{ij} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{i11} & r_{i12} & r_{i13} & r_{i14} \\ r_{i21} & r_{i22} & r_{i23} & r_{i24} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{ij1} & r_{ij2} & r_{ij3} & r_{ij4} \end{bmatrix}$$

1.6 综合评价指标

指标的综合评价包括对一级和二级评价指标的

评价。首先对二级评价指标进行评价, 得到 U_{ij} 的

综合灰色评价权向量 $S_i = B_i \cdot R_i = (s_{i1}, s_{i2}, s_{i3}, s_{i4})$,

从而得到综合灰色评价矩阵

$R = (S_1, S_2, S_3, S_4, S_5)$; 对一级评价指标评价,

综合评价 $S = A \cdot R = (s_1, s_2, s_3, s_4)$ 。对各类等级按

照前面所定义的灰水平赋值, 然后把综合评价结果

进行单值化处理得到最终的综合评价价值 $C = S \cdot E^T$,

其数值的大小决定了综合评价能力的高低^[4-5]。

2 实例应用

以某油田油气勘探开发项目为例, 利用多层次

灰色评价模型, 对该项目的风险进行评价分析。该

项目的一级评价指标包括地质风险、经济风险、技

术风险、管理风险和**政治风险5类。地质风险又包

括构造的风险、储层风险和油藏风险3类; 而经济

风险则分为财务风险和市场风险2类; 技术风险包

括勘探风险、开发风险和地面建设风险3类; 管理

性风险分为工作制度风险、管理水平风险、管理方

式风险3类; 政治风险又分为税收政策风险、环保政策风险、进出口政策风险、货币及外币政策风险4类。这样就将二级评价指标分为15类, 基本考虑了油气勘探开发项目可能面临的**风险。

(1) 指标权重的确定。专家组对各个评价指标打分后, 利用AHP(层次分析法)处理可得到各个指标的权重

$$A = (0.296, 0.264, 0.184, 0.142, 0.114)$$

$$B_1 = (0.308, 0.388, 0.304)$$

$$B_2 = (0.496, 0.504)$$

$$B_3 = (0.278, 0.367, 0.355)$$

$$B_4 = (0.284, 0.366, 0.350)$$

$$B_5 = (0.232, 0.228, 0.166, 0.374)$$

(2) 构建评价样本矩阵。选取了5位专家对二级指标 U_{ij} 打分, 记录打分结果, 形成评价样本矩阵

$$D = \begin{bmatrix} 4 & 3.5 & 3.5 & 4 & 3.5 \\ 4 & 4 & 4 & 3.5 & 4 \\ 3.5 & 3.5 & 4 & 3 & 3.5 \\ 4 & 3 & 4 & 4 & 3.5 \\ 4 & 4 & 3.5 & 4 & 3.5 \\ 3.5 & 3.5 & 3.5 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 3.5 & 3.5 & 3.5 \\ 4 & 3 & 4 & 4 & 3.5 \\ 3.5 & 4 & 3 & 3.5 & 4 \\ 4 & 4 & 3.5 & 4 & 3.5 \\ 3.5 & 4 & 3 & 3.5 & 3.5 \\ 4 & 3.5 & 3 & 3 & 3.5 \\ 3.5 & 3 & 4 & 3.5 & 3.5 \\ 3.5 & 3 & 3.5 & 3.5 & 4 \\ 4 & 4 & 3.5 & 3 & 3.5 \end{bmatrix}$$

(3) 确定灰色评价权矩阵。按照上述规则, 处理样本矩阵, 得到评价权矩阵

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.502 & 262 & 0.416 & 29 & 0.081 & 448 & 0 \\ 0.529 & 412 & 0.380 & 09 & 0.027 & 149 & 0 \\ 0.475 & 113 & 0.452 & 489 & 0.135 & 747 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.502 & 262 & 0.416 & 29 & 0.081 & 448 & 0 \\ 0.515 & 837 & 0.398 & 19 & 0.054 & 299 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.502 & 262 & 0.416 & 29 & 0.081 & 448 & 0 \\ 0.502 & 262 & 0.416 & 29 & 0.081 & 448 & 0 \\ 0.502 & 262 & 0.416 & 29 & 0.081 & 448 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.488 & 688 & 0.434 & 389 & 0.108 & 597 & 0 \\ 0.515 & 837 & 0.398 & 19 & 0.054 & 299 & 0 \\ 0.475 & 113 & 0.452 & 489 & 0.135 & 747 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_5 = \begin{bmatrix} 0.461 & 538 & 0.470 & 588 & 0.162 & 896 & 0 \\ 0.475 & 113 & 0.452 & 489 & 0.135 & 747 & 0 \\ 0.475 & 113 & 0.452 & 489 & 0.135 & 747 & 0 \\ 0.488 & 688 & 0.434 & 389 & 0.108 & 597 & 0 \end{bmatrix}$$

(4) 综合评价指标。评价结果向量为

(下转第13页)

