

一种改进的建设工程项目风险评价方法

李剑

(河北工程大学 经济管理学院,河北 邯郸 056038)

摘要:为解决直觉模糊环境下建设工程项目的综合评价问题,给出一种改进的直觉模糊层次分析法,并建立了基于该种改进的直觉模糊层次分析法的建设工程项目风险评价模型。依据建设工程项目风险管理理论,结合工程项目特点,将风险影响因素识别并按层次关系分组,建立了建设工程风险评价指标体系,利用直觉模糊集理论,给出了改进的直觉模糊互补判断矩阵,利用直觉模糊层次分析法计算属性权重,给出最优决策。

关键词:直觉模糊集;直觉模糊层次分析法;工程项目;风险评价

中图分类号:F282

文献标识码:A

An improved method for risk assessment of engineering projects

LI Jian

(College of Economics and Management, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

Abstract: In order to solve the intuitionistic fuzzy environment comprehensive evaluation problem of engineering project, an improved intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process is given, and the project risk assessment model based on the improved intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process is also established. Risk factors are identified and grouped by hierarchical relationships based on engineering project risk management theory and project features, and engineering project risk evaluation index system is built, By using intuitionistic fuzzy set theory, an improved intuitionistic fuzzy complementary judgment matrix is proposed, attribute weights are given by the use of intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process and the optimal decision is got.

Key words: intuitionistic fuzzy sets; intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process; engineering project; risk assessment

尽管人们开始认识到对建设工程项目风险进行评价的重要性,并探索出了一些评价方法,目前德尔菲法、层次分析法等多种决策方法已应用到了建设工程项目风险的综合评价中^[1-3]。然而这些方法的评价结果易受主观因素的影响,为了避免确定权重时的主观片面性,模糊层次分析法^[4]利用 AHP 建立了各种影响因素指标权重集,同时利用模糊评价法,也解释了模糊因素在评价中的度量。为了有效处理直觉模糊环境下的综合评价问题,高红云等^[5]基于直觉模糊集理论,给出了直觉模糊层次分析法。在此基础上,建立了一个较为完善的风险评价指标体系,并从风险因素在此指标体系中的所占的比重进行分析,为风险管理提供了一种新思路。

1 评价指标体系的建立

评价指标体系是评价模型的主要部分,将其影响因素进行纵向划分为三个层次,即目标层、准则层和指标层,采用可量化的风险指标表达风险的等级大小,构建了风险评价指标体系,如图 1 所示。

2 评价模型的建立

1) 建立层次结构模型。对工程项目中的风险因素进行识别、分层可得到层次结构模型图。

2) 建立直觉模糊互补判断矩阵。直觉模糊层次分析中,对属性间的重要程度进行两两比较得到直觉模糊判断矩阵 $A_m = (a_{ij}, a_{ij} = (\mu_{ij}, \nu_{ij}))$, ($i, j = 1, 2, \dots, m$)。

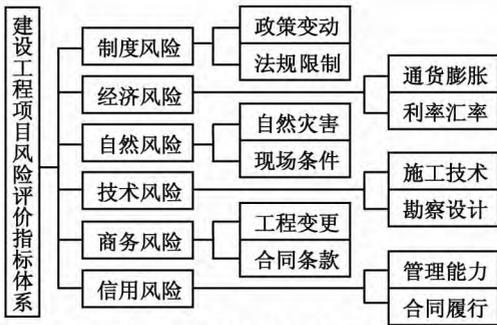


图1 建设工程项目风险评价指标体系

Fig 1. Construction engineering project risk evaluation index system

当A满足以下条件:

① $\mu_{ii} = 0.5, i = 1, 2, \dots, n;$

② 若 $a_{ij} = (\mu_{ij}, v_{ij}), a_{ji} = \bar{a}_{ij} = (v_{ij}, \mu_{ij}), (i, j = 1, 2, \dots, m)。$

则称A为直觉模糊互补判断矩阵。

为了对属性之间的重要程度进行定量的描述,我们定义标度^[7-8]如表1所示。

表1 属性重要程度定义的标度表

Tab. 1 Table of scale the importance of the attribute

评价等级	直觉模糊数
因素 <i>i</i> 比因素 <i>j</i> 极端重要	(0.90, 0.10)
因素 <i>i</i> 比因素 <i>j</i> 强烈重要	(0.80, 0.15)
因素 <i>i</i> 比因素 <i>j</i> 明显重要	(0.70, 0.20)
因素 <i>i</i> 比因素 <i>j</i> 稍微重要	(0.60, 0.25)
因素 <i>i</i> 比因素 <i>j</i> 同等重要	(0.50, 0.50)

3) 判断矩阵权重的确定。一级权重的确定: 设专家P根据属性*i*和*j*的相对重要程度得到直觉模糊判断矩阵 $A^{(p)}, A^{(p)} = (a_{ij}^{(p)})_{n \times n}, a_{ij}^{(p)} = (\mu_{ij}^{(p)}, v_{ij}^{(p)}), (i, j = 1, 2, \dots, n), p = 1, 2, \dots, k,$ 其中 $\mu_{ij}^{(p)}$ 和 $v_{ij}^{(p)}$ 分别表示专家P对属性*i*与*j*相比的重要程度,下面这个公式可帮助计算相对权重,

$$(\omega^p)^T = [\omega_1^{(p)} \omega_2^{(p)} \dots \omega_n^{(p)}] = \left[\left(\frac{\sum_{j=1}^n \mu_{1j}^{(p)}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \mu_{ij}^{(p)}}, \frac{\sum_{j=1}^n v_{1j}^{(p)}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n v_{ij}^{(p)}} \right), \left(\frac{\sum_{j=1}^n \mu_{2j}^{(p)}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \mu_{ij}^{(p)}}, \frac{\sum_{j=1}^n v_{2j}^{(p)}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n v_{ij}^{(p)}} \right), \dots, \left(\frac{\sum_{j=1}^n \mu_{nj}^{(p)}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \mu_{ij}^{(p)}}, \frac{\sum_{j=1}^n v_{nj}^{(p)}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n v_{ij}^{(p)}} \right) \right] \quad (1)$$

根据公式 $WA_{\omega}(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n \omega_j a_j = (1 - \prod_{j=1}^n (1 - \mu_j)^{\omega_j}, \prod_{j=1}^n v_j^{\omega_j})$ 进行直觉模糊加权计算得

$$\lambda^T (\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_n) = (\omega_1 \omega_2 \dots \omega_k) \begin{bmatrix} \omega_1^{(1)} & \omega_2^{(1)} & \dots & \omega_n^{(1)} \\ \omega_1^{(2)} & \omega_2^{(2)} & \dots & \omega_n^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \omega_1^{(k)} & \omega_2^{(k)} & \dots & \omega_n^{(k)} \end{bmatrix}$$

$$= \left[\sum_{p=1}^k \omega_p \omega_1^{(p)} \sum_{p=1}^k \omega_p \omega_2^{(p)} \dots \sum_{p=1}^k \omega_p \omega_n^{(p)} \right]$$

其中 $\lambda_i = (\mu_i, v_i) = (1 - \prod_{p=1}^k (1 - \mu_j^{(p)}) \omega_p, \prod_{p=1}^k (v_i^{(p)} \omega_p)), i = 1, 2, \dots, n。$

则计算一级权重的得分权重为

$$H(\lambda_i) = \frac{1 - v_i}{1 + \pi_i}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

归一化得

$$\sigma_i = \frac{H(\lambda_i)}{\sum_{i=1}^n H(\lambda_i)}, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

二级属性综合权重确定: 设*k*个专家对二级指标属性*i*、*j*相对于一级指标*r* ($r = 1, 2, \dots, n$) 的重要程度的直觉模糊判断矩阵为 $B_r^{(p)} = (b_{rj}^{(p)})_{m \times m}, b_{rj}^{(p)} = (\mu_{rj}^{(p)}, v_{rj}^{(p)}),$ 其中 $i, j = 1, 2, \dots, m; p = 1, 2, \dots, k; r = 1, 2, \dots, n, \mu_{rj}^{(p)}, v_{rj}^{(p)}$ 分别表示决策者P对二级属性*i*、*j*相比较的重要程度。

首先,求出二级属性对一级属性的加权相对权重为 $\sigma = (\sigma_{ij})_{p \times m}, \sigma_{ij} = (\mu_{ij}, v_{ij}), p = 1, 2, \dots, k; i, j = 1, 2, \dots, m。$ 然后,根据一级属性权重对二级属性综合加权得到二级属性的综合权重为 $(\sigma^{(2)}) = (\sigma^{(1)})^T \sigma。$ 由公式(4)和公式(5)求得二级指标的综合权重为 $(\sigma^{(2)})^T = (\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_m)。$

(4) 最终评价计算。假设有*t*个候选方案,有*k*个专家根据二级指标对这些方案进行对比得到*k*个直觉模糊判断矩阵, $C_1^{(p)} = (c_{ij}^{(p)})_{m \times k}, c_{ij}^{(p)} = (\mu_{ij}^{(p)}, v_{ij}^{(p)}), i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, t; p = 1, 2, \dots, k。$ 其中 $\mu_{ij}^{(p)}, v_{ij}^{(p)}$ 分别表示第*k*个专家认为属性*i*对方案*j*的满足程度。加权计算求出各方案的综合得分 $H(d_p) (p = 1, 2, \dots, k)$ 并比较大小。

3 实证分析

以邯郸市三个住宅项目为例,引入直觉模糊层次法对影响此项目风险的诸因素进行评价,最终进行评分,选取最优方案,操作步骤如下:

1) 建立递阶结构的直觉模糊评价指标体系,见图1。

2) 通过专家评分对准则层各指标对于上层目标层的重要程度进行两两比较,综合各位专家的意见,给出直觉模糊判断矩阵。

$$A = \begin{bmatrix} (0.5, 0.5) & (0.25, 0.6) & (0.7, 0.2) & (0.9, 0.1) & (0.6, 0.25) & (0.2, 0.7) \\ (0.6, 0.25) & (0.5, 0.5) & (0.25, 0.6) & (0.1, 0.9) & (0.7, 0.2) & (0.25, 0.6) \\ (0.2, 0.7) & (0.6, 0.25) & (0.5, 0.5) & (0.15, 0.8) & (0.8, 0.15) & (0.6, 0.25) \\ (0.9, 0.1) & (0.9, 0.1) & (0.8, 0.15) & (0.5, 0.5) & (0.9, 0.1) & (0.8, 0.15) \\ (0.25, 0.6) & (0.2, 0.7) & (0.15, 0.8) & (0.1, 0.9) & (0.5, 0.5) & (0.15, 0.8) \\ (0.7, 0.2) & (0.6, 0.25) & (0.25, 0.6) & (0.15, 0.8) & (0.8, 0.15) & (0.5, 0.5) \end{bmatrix}$$

专家给出的判断矩阵转化为直觉模糊数为((0.183,0.167)(0.136,0.217)(0.162,0.153)(0.273,0.046)(0.076,0.235)(0.170,0.178)) 得分为(0.504 0.475 0.502 0.567 0.452 0.497)。

归一化之后得到的权重(0.168 0.159 0.167 0.189 0.151 0.166)。

3)专家对二级指标相对于一级指标A两两比较的重要程度评价矩阵分别为

$$A_1 = \begin{bmatrix} (0.5,0.5) & (0.25,0.6) \\ (0.6,0.25) & (0.5,0.5) \end{bmatrix}, A_2 = \begin{bmatrix} (0.5,0.5) & (0.6,0.25) \\ (0.25,0.6) & (0.5,0.5) \end{bmatrix},$$

$$A_3 = \begin{bmatrix} (0.5,0.5) & (0.7,0.2) \\ (0.2,0.7) & (0.5,0.5) \end{bmatrix}, A_4 = \begin{bmatrix} (0.5,0.5) & (0.15,0.8) \\ (0.8,0.15) & (0.5,0.5) \end{bmatrix}$$

$$A_5 = \begin{bmatrix} (0.5,0.5) & (0.9,0.1) \\ (0.1,0.9) & (0.5,0.5) \end{bmatrix}, A_6 = \begin{bmatrix} (0.5,0.5) & (0.8,0.15) \\ (0.15,0.8) & (0.5,0.5) \end{bmatrix}。$$

以 A_1 (制度风险)为例,专家给出的判断矩阵转化为直觉模糊数为((0.405,0.594)(0.594,0.405)),得分为(0.405 0.594)。

归一化之后得到权重 $\omega_1 = (0.405, 0.595)$,同理,求得其他二级指标相对于一级指标的权重 $\omega_2 = (0.595, 0.405)$, $\omega_3 = (0.632, 0.368)$, $\omega_4 = (0.333, 0.667)$, $\omega_5 = (0.700, 0.300)$, $\omega_6 = (0.667, 0.333)$ 。

4)集结各层指标因素之间的权重,进行归一化处理后,得到各元素相对于目标层元素的组合权重为 $w = (0.680, 0.0999, 0.0946, 0.0643, 0.1055, 0.0624, 0.0629, 0.1260, 0.1057, 0.0453, 0.1102, 0.0552)$ 。

5)计算各个项目的得分,三个项目的直觉模糊决策矩阵为 D 。

$$D = \begin{bmatrix} (0.7,0.2) & (0.3,0.5) & (0.4,0.5) & (0.3,0.4) & (0.6,0.2) & (0.4,0.3) \\ (0.5,0.3) & (0.7,0.2) & (0.3,0.6) & (0.8,0.1) & (0.4,0.5) & (0.5,0.4) \\ (0.5,0.4) & (0.3,0.5) & (0.7,0.1) & (0.6,0.2) & (0.5,0.4) & (0.2,0.5) \\ (0.6,0.3) & (0.5,0.4) & (0.3,0.5) & (0.9,0.0) & (0.7,0.1) & (0.4,0.3) \\ (0.7,0.1) & (0.4,0.3) & (0.6,0.3) & (0.5,0.3) & (0.5,0.3) & (0.4,0.5) \\ (0.3,0.4) & (0.4,0.2) & (0.6,0.1) & (0.7,0.1) & (0.2,0.5) & (0.3,0.5) \end{bmatrix}$$

由直觉模糊数的运算法则可得出三个项目各自的综合属性值 $d_i (i=1,2,3)^{[6-7]}$:

$$d_1 = IFWA((0.7,0.2)(0.3,0.5)(0.4,0.5)(0.3,0.4)(0.6,0.2)(0.4,0.3)(0.7,0.2)(0.3,0.6)(0.8,0.1)(0.4,0.5)(0.5,0.4)(0.5,0.4)(0.3,0.5)(0.7,0.1)(0.6,0.2)(0.5,0.4)(0.2,0.5)(0.6,0.3)(0.5,0.4)(0.3,0.5)(0.9,0.0)(0.7,0.1)(0.4,0.3)(0.7,0.1)(0.4,0.3)(0.6,0.3)(0.5,0.3)(0.5,0.3)(0.4,0.5)(0.3,0.4)(0.4,0.2)(0.6,0.1)(0.7,0.1)(0.2,0.5)(0.3,0.5))) = (0.5122, 0.3289),$$

$$d_2 = IFWA((0.5,0.4)(0.3,0.5)(0.7,0.1)$$

$$(0.6,0.2)(0.5,0.4)(0.1,0.5)(0.6,0.3)(0.5,0.4)(0.3,0.5)(0.9,0.0)(0.7,0.1)(0.4,0.3))) = (0.5564, 0.3081),$$

$$d_3 = IFWA((0.74,0.1)(0.4,0.3)(0.6,0.3)(0.5,0.3)(0.5,0.3)(0.4,0.5)(0.3,0.4)(0.4,0.2)(0.6,0.1)(0.7,0.1)(0.7,0.1)(0.2,0.5)(0.3,0.5))) = (0.4788, 0.2564)。$$

利用得分函数算出各个项目的得分 $s(d_i)$, ($i=1,2,3$), $s(d_1) = 0.5790$, $s(d_2) = 0.6098$, $s(d_3) = 0.5879$ 。

综上可得排序为 $s(d_2) > s(d_3) > s(d_1)$,则应选项目2。

4 结论

根据建设工程项目的特点及发展状况,对其风险因素进行评价研究,可知技术风险是风险管理中影响风险评价的最主要的因素,项目2为最优投资方案。

参考文献:

- [1] 武乾,武增海,李慧民. 工程项目风险评价方法研究[J]. 西安建筑科技大学学报, 2006, 26(4): 258-560.
- [2] 赵亮,李前明. 基于层次分析法的建设工程项目风险分析[J]. 建筑工程, 2013, 23(1): 159-160.
- [3] 贺剑平. 层次分析法在承包工程项目风险评价中的应用研究[J]. 水利科技与经济, 2008, 32(4): 298-300.
- [4] 陈贇,吴竹青,刘君健. 基于模糊层次分析法的公路工程项目风险评价[J]. 长沙交通学院学报, 2008, 25(4): 121-124.
- [5] 高红云,王超,哈明虎. 直觉模糊层次分析法[J]. 河北工程大学学报:自然科学版, 2011, 29(4): 101-105.
- [6] ATANASSOV K. Intuitionistic fuzzy sets [J]. Fuzzy Sets and Systems, 1986, 26(1): 87-96. 2013, 34(4): 326-329.
- [7] 赖晓燕,宁正元,王长缨,等. 基于直觉模糊集的构件质量评价模型研究[J]. 河北科技大学学报, 2013, 34(4): 326-329.
- [8] 徐泽水. 直觉模糊信息集成理论及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2008.

(责任编辑 刘存英)