

投资软环境之模糊综合评价

周林生 刘祖前

(南京大学国际商学院, 南京, 210093)

摘要 打破传统的评估方法, 运用模糊数学, 在定性的基础上, 通过合乎逻辑的数学推理, 有力的数据资料, 对投资软件环境作出综合评价。

关键词 投资软环境 模糊数学 综合评价

分类号 F224

投资环境分为“硬环境”和“软环境”两大类。硬环境是指与投资活动直接相关的外部物质条件, 软环境是指对投资活动有重大影响的政治、经济、社会、人文诸方面的外部条件。近年来, 我国的投资硬环境已有明显的改观, 而软环境建设却相对滞后。为了改善软环境, 首先必须了解投资软环境状况以及优劣所在, 这就涉及到投资软环境的评定问题。只有对投资软环境作出恰如其分而又有说服力的评定, 才能明确以后的努力方向, 以利采取相应的对策。因而, 探求一种客观的定量评价投资软环境的方法, 是一项很有实际意义的工作。投资软环境是由众多的因素组成的复杂系统, 对其评价也绝非“非此即彼”, 评价所用的词也不能用十分精确的数量语言来表述, 具有很强的模糊性, 对投资软环境的评价采用模糊数学的方法比较适宜。本文运用模糊综合评价原理, 试图对投资软环境作出符合客观实际的评价。

1 投资软环境的模糊综合评价模型

1.1 确定评价因素集

根据对投资软环境的定性分析, 得到了图1所示的投资环境系统结构图。由图1可知, 影响投资软环境的因素分为四大类, 即: 文化环境、法律环境、社会政治环境和经济环境, 我们称之为第一层次因素。对第一层次因素中的每一子集作进一步划分得到了第二层次因素。根据问题的实际意义, 第二层次因素中有的需要考虑的因素较多, 还有必要作进一步划分, 得到了第三层次因素。由此

得到了评价因素集。

1.2 确定模糊综合评价的评语集

评语分为五个等级, 即评语集 $V = \{\text{很差, 差, 一般, 好, 很好}\}$, 简记为 $V = \{\text{劣, 差, 中, 良, 优}\}$, 用符号记 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$, V 对 $U, U_i, U_{ij}, U_{ij}(j), U_{ij}(k)$ 均适用。

1.3 确定评语等级加权向量(见图1)

在实际问题中, 有的还需要获得相应参数(如分数), 或者使综合评价结构的优劣程度更易于区分, 这就要先确定评语等级加权向量, 它是评语等级在不考虑模糊边界下的值, 记为 $\mu_v = (\mu_{v_1} \mu_{v_2} \mu_{v_3} \mu_{v_4} \mu_{v_5})$ 。本文采用百分制。因此, 评语等级加权向量 $\mu_v = (20 \ 40 \ 60 \ 80 \ 100)$ 。

1.4 对 $U_i(j), U_{ij}(k)$ 作出单因素评价

对于 $U_i(j)$ 和 $U_{ij}(k)$, 不论其为定性还是定量指标, 评价者对它的表现水平的评价不可能完全相同。例如, 某国的年通货膨胀率为10%, 有些人可能会认为它较高, 影响了该国经济、社会的稳定发展, 对该国的投资软环境将产生不良影响; 但另外一些人也可能认为, 在该国特定的经济环境下, 这属于适度通货膨胀, 将促进该国的经济发展, 对该国的投资软环境将产生有益影响。这就要求我们在对单因素 $U_i(j), U_{ij}(k)$ 进行评判时, 应充分考虑各方面的意见对其作出较为客观、公正的评价。评价的具体方法如下:

如表1, 先由一组评判人员(如有关专家, 一般以20~50人为宜)在表1中画勾, 然后进行统计。在表2中, 每一因素某一评语等级所对应的数

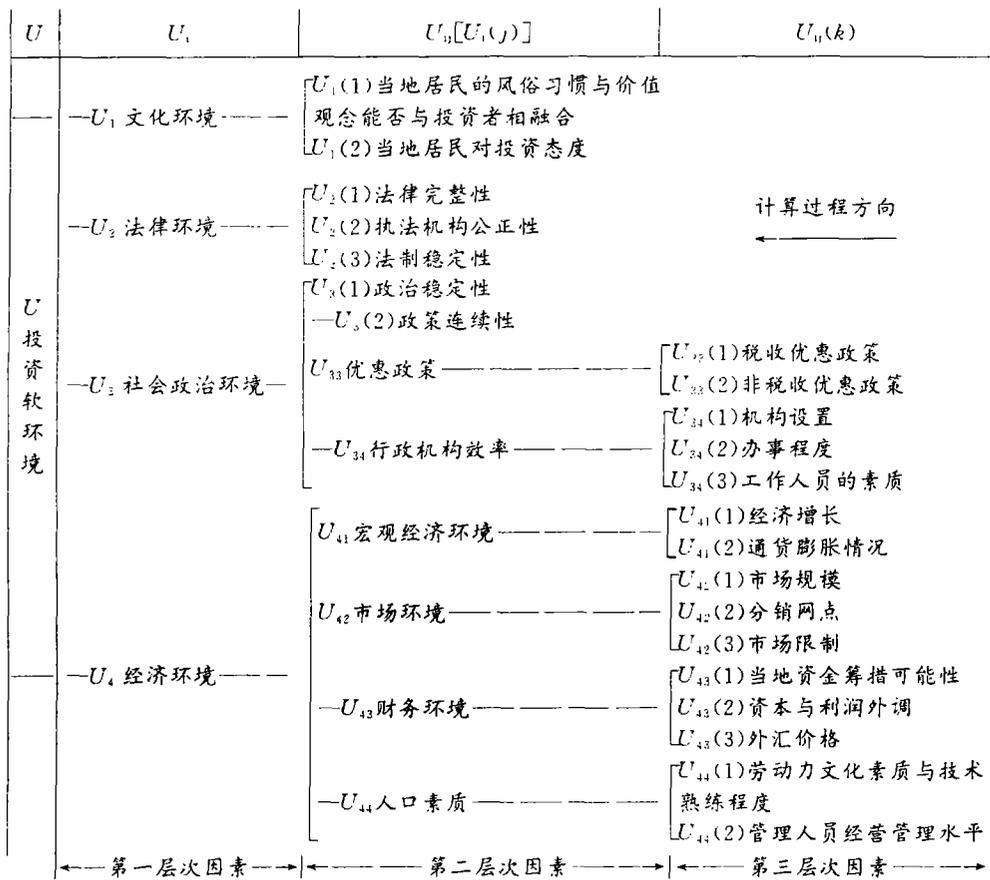


图 1 投资软环境系统结构图

值是认为该因素为该评语等级的评价者占全部评价者的比例。例如对 $U_1(1)$ 进行单因素评价, 可得到 $r_{11}^{(1)}, r_{11}^{(2)}, r_{11}^{(3)}, r_{11}^{(4)}, r_{11}^{(5)}$, 它们构成了 $U_1(1)$ 的单因素评价向量 $R_1(1)$, 即 $R_1(1) = (r_{11}^{(1)} \ r_{11}^{(2)} \ r_{11}^{(3)} \ r_{11}^{(4)} \ r_{11}^{(5)})$ 。

$r_{11}^{(1)}$ —认为 $U_1(1)$ 为劣的评价者占全部评价者的比例;

$r_{11}^{(2)}$ —认为 $U_1(1)$ 为差的评价者占全部评价者的比例;

$r_{11}^{(3)}$ —认为 $U_1(1)$ 为中的评价者占全部评价者的比例;

$r_{11}^{(4)}$ —认为 $U_1(1)$ 为良的评价者占全部评价者的比例;

$r_{11}^{(5)}$ —认为 $U_1(1)$ 为优的评价者占全部评价者的比例;

$r_{11}^{(j)}$ ($j=1, 2, 3, 4, 5$) 是隶属度, 其含意是: 评价者认为单因素 $U_1(1)$ 属于第 j 个评语的程度。

由此可得 $U_i(j)$ 的单因素评价向量 $R_i(j), U_{ij}(k)$ 的单因素评价向量 $R_{ij}(k)$ 。

表 1 单因素评价表

序号	因素代号	因素	劣	差	中	良	优
1	$U_1(1)$	当地居民的风俗习惯与价值观念能否与投资者相融洽					
2	$U_1(2)$	当地居民对投资态度					
3						

表 2 单因素评价结果统计表

序号	因素代号	因素	劣	差	中	良	优
1	$U_1(1)$	当地居民的风俗习惯与价值观念能否与投资者相融洽	$r_{11}^{(1)}$	$r_{11}^{(2)}$	$r_{11}^{(3)}$	$r_{11}^{(4)}$	$r_{11}^{(5)}$
2	$U_1(2)$	当地居民对投资态度	$r_{12}^{(1)}$	$r_{12}^{(2)}$	$r_{12}^{(3)}$	$r_{12}^{(4)}$	$r_{12}^{(5)}$
3						

1.5 确定因素权重向量

本文采用改进的层次分析法来确定权重, 因为该方法将复杂的人脑思维转化为指标间的两两比较, 较好地定性问题信息做了量化。具体方法如下:

设某因素 X_k 由 n 个子因素构成。相对于 X_k , 决策者通过两两比较各子因素的重要关系后, 用三标度法可得到下列比较矩阵 C :

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix}$$

其中

$C_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{第 } i \text{ 个子因素比第 } j \text{ 个子因素重要} \\ 1, & \text{第 } i \text{ 个子因素和第 } j \text{ 个子因素同样重要} \\ 0, & \text{第 } i \text{ 个子因素没有第 } j \text{ 个子因素重要} \end{cases}$
 且有 $C_{ii} = 1 (i = 1, 2, \dots, n)$, 也即子因素自身比较重要性相同。

计算各子因素的重要性排序指数 r_i :

$$r_i = \sum_{j=1}^n C_{ij} (i = 1, 2, \dots, n)$$

若用 r_{\max} 表示最大的排序指数, r_{\min} 表示最小的排序指数, A_{\max} 表示排序指数最大的子因素, A_{\min} 表示排序指数最小的子因素, 则当选取这两个子因素作为基点, 经决策者比较, 用某种标度给出基点的相对重要性程度 $d_m (> 1)$ 后, 通过下面的交换式可以求得子因素间的相对重要性程度:

$$d_{ij} = \begin{cases} \frac{r_i - r_j}{r_{\max} - r_{\min}} (d_m - 1) + 1, & r_i - r_j \geq 0 \\ \frac{1}{[\frac{r_j - r_i}{r_{\max} - r_{\min}} (d_m - 1) + 1]} & r_i - r_j < 0 (i, j = 1, 2, \dots, n) \end{cases}$$

用 d_{ij} 来构成一间接的判断矩阵 $D = (d_{ij})_{n \times n}$ 计算出判断矩阵 D 的最大特征 λ_{\max} 以及相应的正规化特征向量 $A = (a_1 \ a_2 \ \dots \ a_n)$ 。 A 就是权重向量, 各分量即为在单一准则 X_k 下的各子因素的权重。

对判断矩阵进行一致性检验, 步骤如下:

计算一致性指标 $C.I$

$$C.I = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (n: \text{判断矩阵阶数})$$

根据 n , 查平均随机一致性指标 $R.I$ 表(表 3)。

表 3 平均随机一致性指标 $R.I$

阶数 n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R.I$	0	0	0.58	0.90	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46

计算一致性比例 $C.R$

$$C.R = C.I / R.I$$

如果 $C.R < 0.1$, 则可认为判断矩阵有满意的一致性, 从而已确定的权重是合理的。否则, 重新修正判断矩阵。

采用以上介绍的方法, 我们可以计算出与 U

关联的第一层次因素 U_1, U_2, U_3, U_4 的权重向量 A , 与因素 $U_i (i = 1, 2, 3, 4)$ 关联的第二层次因素的权重向量 A_i , 与因素 U_i 关联的第三层次因素的权重向量 A_{ij} 。

1.6 计算模糊综合评价向量及相应分数、等级

① 模糊综合评价模型的选用

为了减少信息的损失, 本文在进行模糊综合评价时计算模型选取加权平均型。

设 A 为权重向量 $A = (a_1 \ a_2 \ \dots \ a_n)$

R 为模糊评价矩阵

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1m} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nm} \end{bmatrix}$$

其中 $R_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 为第 i 个因素的评价向量。那么, 模糊综合评价向量 B 通过下列模糊合成运算求得

$$B = A \cdot R = (b_1 \ b_2 \ \dots \ b_m)$$

对于加权平均型, $b_j (j = 1, 2, \dots, m)$ 计算方法为

$$b_j = \bigoplus_{i=1}^n a_i \cdot r_{ij} = (a_1 \cdot r_{1j}) \oplus (a_2 \cdot r_{2j}) \oplus \dots \oplus (a_n \cdot r_{nj})$$

其中 $a \oplus b$ 表示 $a \oplus b = \min(a + b, 1)$

\cdot 表示普通乘法。

② 计算模糊综合评价向量

在复杂的系统中, 对某一事物进行评价, 需要考虑的因素很多。因素间有不同的层次, 这样, 对诸因素的权重分配将会出现困难。这时, 我们可以使用多层次综合评价模型。基于同样原因, 本文对投资环境进行模糊综合评价时使用三级综合评价模型。

首先进行第三级模糊综合评价。影响因素 U_{ij} 的第三层次因素 $U_{ij}(k)$ 的单因素评价向量是 $R_{ij}(k)$, 它构成了 U_{ij} 的模糊评价矩阵 R_{ij} 的第 k 行。由 R_{ij} 和权重向量 A_{ij} 得 U_{ij} 模糊综合评价向量

$$B_{ij} = A_{ij} \cdot R_{ij}$$

同样方法, 由权重向量 A_i 和模糊评价矩阵 R_i , 我们可以得到 U_i 的模糊综合评价向量

$$B_i = A_i \cdot R_i$$

所有的 B_i 又组成了 U 的模糊评价矩阵

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix}$$

由 R 和权重向量 A , 得投资软环境 U 的模糊综合

评价向量

$$B = A \cdot R$$

③计算每一级模糊综合评价向量的分数(参数)

计算公式为

$$\mu = \frac{\sum_{j=1}^5 b'_j \mu_{vj}}{\sum_{j=1}^5 b'_j} \quad (1)$$

式中 μ_{vj} 是在不考虑模糊边界条件下评语等级为 v_j 时的值, 本文 $t=2$ 。

①根据最大隶属度原则确定每一级模糊综合评价向量的等级评语。

2 应用实例

作为以上介绍的方法的应用, 这里举一实例。由于计算过程较长, 只摘取其中的一部分。

U_1 (文化环境), U_2 (法律环境), U_3 (社会政治环境), U_4 (经济环境)的模糊综合评价结果为 B_1, B_2, B_3, B_4 。经过计算得

$$\begin{aligned}
 B_1 &= (0 \quad 0.02 \quad 0.34 \quad 0.43 \quad 0.21) \\
 B_2 &= (0 \quad 0.15 \quad 0.35 \quad 0.36 \quad 0.14) \\
 B_3 &= (0 \quad 0.08 \quad 0.25 \quad 0.47 \quad 0.2) \\
 B_4 &= (0 \quad 0 \quad 0.26 \quad 0.48 \quad 0.26)
 \end{aligned}$$

2.1 确定 U_1, U_2, U_3, U_4 的权重

通过对 U_1, U_2, U_3, U_4 两两比较(针对 U) 重要关系后, 可得出如下的比较矩阵

U	U_1	U_2	U_3	U_4	r
U_1	1	0	0	0	1
U_2	2	1	0	0	3
U_3	2	2	1	2	7
U_4	2	2	0	1	5

$r_{max}=7, r_{min}=1$, 取 $d_m=2$, 则判断矩阵为

$$D = \begin{bmatrix} 1 & 3/4 & 1/2 & 3/5 \\ 4/3 & 1 & 3/5 & 3/4 \\ 2 & 5/3 & 1 & 4/3 \\ 5/3 & 4/3 & 3/4 & 1 \end{bmatrix}$$

计算出 D 的最大特征根 $\lambda_{max}=4.0019$ 以及相应的正规化特征向量 $A=(0.1657 \quad 0.2117 \quad 0.3493 \quad 0.2733)$ 。 A 就是权重向量。 $\lambda_{max}=4.0019$, $C.I=6.33 \times 10^{-4}$, 查表 3 可得 $R.I=0.90$

$$C.R = \frac{C.I}{R.I} = 7.04 \times 10^{-4} < 0.1$$

判断矩阵有满意的一致性, 从而已确定的权重是合理的。权重向量 A 为

$$A = (0.1657 \quad 0.2117 \quad 0.3493 \quad 0.2733)$$

2.2 计算 U (投资软环境)的模糊综合评价向量 B

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0.02 & 0.34 & 0.43 & 0.21 \\ 0 & 0.15 & 0.35 & 0.36 & 0.14 \\ 0 & 0.08 & 0.25 & 0.47 & 0.2 \\ 0 & 0 & 0.26 & 0.48 & 0.26 \end{bmatrix}$$

由 A 和 R 得

$$B = A \cdot R = (0 \quad 0.06 \quad 0.29 \quad 0.44 \quad 0.21)$$

2.3 计算 B, B_1, B_2, B_3, B_4 的分数

B, B_1, B_2, B_3, B_4 的分数记为 $\mu, \mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$ 。

根据公式(1)得

$$\begin{aligned}
 \mu &= \frac{0.06^2 \times 40 + 0.29^2 \times 60 + 0.44^2 \times 80 + 0.21^2 \times 100}{0.06^2 + 0.29^2 + 0.44^2 + 0.21^2} \\
 &= 77.1
 \end{aligned}$$

同理可得:

$$\mu_1 = 75.8, \mu_2 = 69.9, \mu_3 = 77.9, \mu_4 = 80$$

2.4 确定等级评语

U 的模糊综合评价向量

$$B = (0 \quad 0.06 \quad 0.29 \quad 0.44 \quad 0.21)$$

其最大隶属度为 0.44, 这说明投资软环境 U 属于“良”的程度最高, 故 U 属于“良”。同理可知 U_1 属于“良”, U_2 属于“良”, U_3 属于“良”, U_4 属于“良”。见表 4。

表 4 投资软环境模糊综合评价

因素代号	因素	等级隶属度					等级	分数
		劣	差	中	良	优		
U_1	文化环境	0	0.02	0.34	0.43	0.21	良	75.8
U_2	法律环境	0	0.15	0.35	0.36	0.14	良	69.9
U_3	社会政治环境	0	0.08	0.25	0.47	0.2	良	77.9
U_4	经济环境	0	0	0.26	0.48	0.26	良	80.0
U	投资软环境	0	0.06	0.29	0.44	0.21	良	77.1

(下转第 58 页)

解扰方案,以获得最佳的社会效益和经济效益。

参 考 文 献

- 1 李正武等. 适合中国国情的电视加解扰可寻址收费管理系统. 中国有线电视. 1998, (10): 23~24

Adding and Ridding Interference to TV Signal

Ding Jian Wang Jing

(Yancheng Cable Televiion, Yancheng, 224003, PRC)

Abstract With the development of the technology of the CATV, the CATV users are increasing quickly. But it is hard to manage and hard to collect fees. All these made the CATV managers puzzled. It is very important to find a way to resist no costing users. While, with the CATV developing towards the wide comprehensive net, every user has different requirement. Therefore, it is important to develop the technology of Adding Interference and Ridding Interference, and set up a normail, fitting our country condition's new CATV net.

Keywords Adding Interference; Ridding Interference; Approximate signal; Digital signal

(上接第 10 页)

3 结束语

本文所介绍的方法有以下一些特点:

- (1)充分体现集体的意见和作用,所得结果客观公正,可信度强。
- (2)评价结果采用三种方法表示。评价向量常

用于个体分析;定性评语和分数一般用于个体间的比较。因此,该方法不仅仅是一种投资软环境的科学的评价手段,还是一种进行投资软环境比较分析的有效工具。

(3)具备某种对投资软环境变化进行监测、预警和预报的功能。

参 考 文 献

- 1 汪培庄. 模糊集合论及其应用. 上海:上海科技出版社,1983
- 2 许仁忠. 模糊数学及其在经济管理中的应用. 重庆:西南财经大学出版社,1987
- 3 吴秉坚. 模糊数学及其经济分析. 北京:中国标准出版社,1994
- 4 左军. 层次分析法中判断矩阵的间接给出法. 系统工程,1988(6)

The Evaluation of the "soft" Envirenment of Investment by Mean of the dim Mathematics

Zhou Linsheng Liu Zhuqian

(Yancheng Institute of Technology the S/B of the Nanjing University, Nanjing, 210093, PRC)

Abstract On basis of quaulitative analysis and logical deduction this thesis comprehhensively evaluates the "soft" envirenment of investment with abundant datum.

Keywords the "soft" envirenment of investment; dim mathematics; comprehensive evaluation