

文章编号:1002-980X(2007)12-0078-05

BOT项目风险模糊综合评价模型及其应用

马四海¹, 贺文慧², 杨秋林¹

(1. 中国农业大学 经济管理学院, 北京 100094; 2. 安徽大学 经济学院, 合肥 230039)

摘要:针对 BOT 项目风险体系复杂这一特点,采用多层模糊分析与层次分析法相结合,提出了一种综合考察 BOT 项目中各风险因素的多级模糊综合评价方法。最后以 S 省某道路建设 BOT 项目为例,介绍了该方法的应用。

关键词:BOT 项目风险评价;多层次模糊分析;模型应用

中图分类号:F830.593 **文献标志码:**A

BOT 项目风险的评价就是在预测和识别项目风险的基础上,对项目中可能发生的各类风险进行估计和度量。它不仅使项目风险管理建立在科学的基础上,而且使风险分析定量化,为选择最佳风险处置方法或手段提供了可靠的依据。鉴于 BOT 项目风险高低很大程度上取决于各种外部环境,而这些环境的不确定性和多边性,使得应用传统的概率统计和专家打分的方法无法有效解决这些问题。所以本文采用模糊综合评判法,利用模糊理论中模糊变换原理,采用定性与定量相结合的方法,从多个方面对事物隶属等级状况进行整体的评价,采用 Fuzzy 集合论与 AHP 结合的模糊综合评判法建立 BOT 项目风险评价模型^[1]。

1 BOT 项目风险评价的指标体系

为了对 BOT 项目风险的大小进行测定,本文将 BOT 项目的风险因素及其子因素划分为以下几类^[2],建立起 BOT 项目风险评价的指标体系(见图 1)。

1) 政治风险(u_1)。因变更法律以及产业、税收、环保政策的改变所引致的风险。包括法律政策 u_{11} ; 国家税收政策 u_{12} ; 项目获准 u_{13} ; 环保政策 u_{14} 。

2) 生产风险(u_2)。项目能否按期竣工并按设计指标进行生产和经营产生的风险称为生产风险。包括完工风险 u_{21} ; 费用超支风险 u_{22} ; 技术风险 u_{23} 。

3) 市场风险(u_3)。由于项目公司所提供的产品及服务缺乏市场前景而导致的风险。包括价格风险

u_{31} ; 消费需求风险 u_{32} ; 竞争风险 u_{33} ; 供应风险 u_{34} 。

4) 经营管理风险(u_4)。在项目的建设、运营及维护过程中,由于组织和管理问题而引起的各种风险及损失。包括:质量风险 u_{41} 、财务风险 u_{42} 、组织风险 u_{43} 、违约风险 u_{44} 。

5) 金融风险(u_5)。由于利率变化、汇率变动、通货膨胀以及宏观经济环境等金融市场的变化产生的风险。包括利率风险 u_{51} ; 外汇风险 u_{52} ; 通货膨胀风险 u_{53} ; 宏观经济环境恶化风险 u_{54} 。

6) 不可抗力风险(u_6)。是指项目的参与方不能预见且无法克服及避免的事件给项目造成损害或毁灭的风险。包括战争、内乱、罢工等社会风险 u_{61} 和地震、洪水、火灾等自然风险 u_{62} 。

2 BOT 项目风险评价模型——模糊综合评价模型

建立模糊综合评判模型,如果仅采用单级模糊综合评判,当因素众多时,权重难以恰当分配,因素的层次也难以考虑。对于二级模糊综合评判,若侧重解决权重分配,则因素的模糊性难以兼顾;若侧重考虑因素的模糊性,则对因素众多的情况又无能为力。因此,本文采用三级模糊综合评判,既能处理因素的模糊性,又可避免因素众多带来的权重分配的困难。该方法是把每个因素按其表现程度分为若干等级,又将所有因素按其性质分为若干类型。评判时,先按每一因素的各个等级进行一级模糊综合评判,得出单个因素的评判结果;再按每一类的各个因

收稿日期:2007-10-17

作者简介:马四海(1971—),男,河北沧州人,中国农业大学在读博士生,研究方向:项目投资与财务管理;贺文慧(1973—),女,安徽合肥人,安徽大学经济学院讲师,博士,主要研究方向:农村公共服务与公共财政;杨秋林(1942—),男,江西宜春人,中国农业大学经济管理学院教授,研究方向:项目投资与财务会计。

素进行二级模糊综合评判,得出一类因素的评判结果;最后再在各类之间进行综合评判,得出所有因素的评判结果^[3]。评判步骤如下:

1) 建立因素集。将上述 21 个 BOT 项目风险因素组成因素集 U ,

则 $U = \{ u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6 \}$

其中 $u_1 = \{ u_{11}, u_{12}, u_{13}, u_{14} \}; u_2 = \{ u_{21}, u_{22}, u_{23} \}$
 $\cdots, u_6 = \{ u_{61}, u_{62} \}$ 。

将每个因素 u_{ij} 按其表现程度分为 5 个等级,第 i 类因素中第 j 个因素的各个等级组成等级集 u_{ij} , 则 $u_{ij} = \{ u_{ij1}, u_{ij2}, u_{ij3}, u_{ij4}, u_{ij5} \}$ 。

为简化计算,各因素等级按影响评判对象的趋势一致为原则来排列,可选择使项目风险程度由低到高的顺序排列,可按“强、较强、中、稍低、低”排列,如“项目的生产能力”这一因素等级;而“基础产品的消费需求程度”这一因素可分为需求旺盛、较旺盛、一般、不旺盛、疲软等五个等级。

2) 建立权重集^[4]。因素的第 R 个等级对该因素的隶属度(也称等级权重) α_{ijk} ,由专家群组评定给出。具体过程是:先由一组评判人员(如技术、市场

营销、生产、管理、金融、法律等方面的专家,一般以 20 至 50 人为宜)对所调查的基因素进行等级评判,然后对评判结果进行统计整理。设参评专家总人数为 Q ,其中认为因素 u_{ij} 属于 u_{ijk} 等级的人数为 Q_{ijk} , 则 $\alpha_{ijk} = Q_{ijk} / Q$, 于是,因素的等级权重集为 $A_{ij} = \{ \alpha_{ij1}, \alpha_{ij2}, \alpha_{ij3}, \alpha_{ij4}, \alpha_{ij5} \}$ 。

对于多层次的综合评判问题,还需要根据每一层次中各个因素对上一层因素的重要程度,分别赋以相应的权数,即每个因素对于上层因素重要性的确认隶属度。第一层次因素权重集为 $A = \{ \alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_n \}$,第二层次因素的权重集为 $A_i = \{ \alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \cdots, \alpha_{in} \}$, (n 为各一层次因素中分别包含二次因素的个数,当 $i = 1, 3, 4, 5, n = 4$; 当 $i = 2, n = 3$; 当 $i = 6, n = 2$)。

本模型中权重集的确定采用 AHP(层次分析法)。基本步骤是:在因素递阶层次模型(图 1)的基础上,构造判断矩阵 M ,这一过程仍可通过咨询专家来进行。求解矩阵 M 的特征根, $M \odot \omega = \lambda_{\max} \omega$, 其解 ω^* (特征向量)即为同一层次各因素相对于某层因素相对重要性的排序权值,并进行一致性检验。

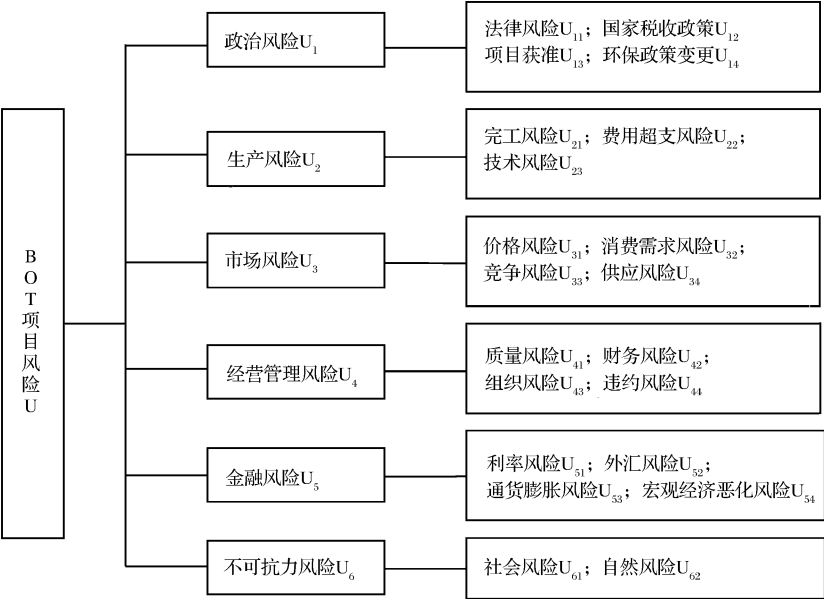


图 1 BOT 项目风险评价指标递阶层次结构图

3) 建立评判集。评判集是对评判对象可能做出的各种总的评价结果组成的集合,评判集大小可根据实际细分程度及计算量大小设定。本文将 BOT 项目风险程度分为低、较低、中等、较高、高五个等级。于是,评判集 $V = \{ v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 \}$, v_1 至 v_5 表示投资风险由低至高的各个等级。

4) 做模糊综合评判。①一级模糊综合评判。按第 i 类中第 j 个因素的第 k 个等级进行评判,评判对象对评判集中第 L 个元素的隶属度为: $r_{ijkl} (i = 1, 2, 3, 4, 5, 6; j = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, 3, 4, 5; l = 1, 2, 3, 4, 5)$, 则因素的等级评判矩阵为: $R_{ij} = (r_{ijkl})_{6 \times 5}$, 于是,一级模糊综合评判集为: $B_{ij} =$

$A_{ij} \circ R_{ij} = (b_{ij1}, b_{ij2}, \cdots, b_{ij5})$,这里的运算“ $\circ$ ”是一个算子符号。在进行模糊矩阵运算时采用该算子的计算方法进行。②二级模糊综合评判。即按因子集的所有因素进行评判。显然, U_j 的单因素评判集应是一级模糊综合评判集,故 U_i 的单因素评判矩阵为: $R_i = (r_{ij1})_{6 \times 5} = (b_{ij1})_{6 \times 5}$,于是,二级模糊综合评判集为: $B_i = A_i \circ R_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{i5})$ 。③三级模糊综合评判。即在各类之间进行综合评判。显然,第 i 类的单因素评判集应为二级模糊综合评价集,故 U 的单因素评判矩阵为: $R = (b_{ii})_{6 \times 5} = (r_{ii})_{6 \times 5}$ 。于是,三级模糊综合评判集为: $B = A \circ R = (b_1, b_2, \cdots, b_5)$

5) 评判指标的处理。上述三级模糊评判集 B 中各分量 $b_1, b_2, \dots, b_5$ 分别表示 BOT 项目风险 U 对于评语 V_1 (风险低), V_2 (风险较低), $\dots, V_5$ (风险

高)的隶属度。本模型评判指标的处理可选择使用最大隶属度法、模糊分布法或是加权平均法。

3 BOT 项目风险评价 ——以 S 省某交通 BOT 项目为例

1) 项目简介。某公路是 S 省国道的组成路段, 路线全长 53. 108km, 沿线有互通式立交 5 处, 共计 4 208m, 隧道 2 座共计 379. 33 m。建立如图 1 的项目风险指标体系。

2) 权重计算。先由具有项目风险管理经验的专家评估小组评价出影响该项目投资的各因素的相对重要性, 得出判断矩阵 M 。通过表 1 计算各因素几何平均值 $\overline{\omega_k}$ 。 $\overline{\omega_k}$ 归一化值 ω_k (即各因素的相对权重)。

表 1 某 BOT 项目风险递阶层次评价模型计算

	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	$\overline{\omega_k}$	ω_k	$(M\omega)_k/\omega_k$
U_1	1	3	1	1	5	5	2. 371 4	0. 275 453	6. 156 03
U_2	0. 333 33	1	0. 2	3	3	3	0. 902 9	0. 104 877	6. 380 16
U_3	1	5	1	7	5	5	2. 809 4	0. 326 329	6. 198 33
U_4	0. 333 33	1	1	1	3	1	1. 657 9	0. 192 575	6. 278 33
U_5	0. 2	0. 333 33	0. 2	5	1	1	0. 581 8	0. 067 58	6. 753 57
U_6	0. 2	0. 333 33	0. 142 86	1	0. 2	1	0. 285 7	0. 033 186	6. 525 56

由 $\lambda_{\max} = \frac{\sum_{k=1}^n (M\omega)_k}{n\omega_k}$

其中, $(M\omega)_k$ 为向量 $M\omega$ 的 k 个元素, 计算判断矩阵的最大特征值 $\lambda_{\max}$,

$\lambda_{\max} = 6. 402728$

检验判断矩阵的一致性指标为:

$C \cdot I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0. 0805456$

$C \cdot I \leq 0. 1$ 就可以认为该判断矩阵的一致性可以接受。

同理, 可得出 u_{ij} 层目标 $u_{i1}, u_{i2}, \cdots, u_{i2}$ 相对于上层

$u_i (i = 1, 2, \cdots, 6)$ 的单权重 $A_i = \{a_1, a_2, \cdots, a_n\}$, (当 $i = 1, 2, \dots, 5; n = 4$; 当 $i = 6, n = 2$) , 结果见表 2。

表 2 u_{ij} 层目标 $u_{i1}, u_{i2}, \cdots, u_{i2}$ 相对于上层 u_i 的单权重

	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6
u_{11}	0. 023 81	0. 137 763	0. 017 606	0. 045 631	0	0
u_{12}	0. 104 63	0. 046 379	0. 024 895	0. 073 512	0	0
u_{13}	0. 079 63	0. 094 738	0. 074 864	0. 021 083	0. 070 902	0. 070 902
u_{14}	0. 008 085	0. 062 659	0. 070 001	0. 053 279	0	0
u_{21}	0. 071 111	0. 173 596	0. 114 047	0. 038 546	0	0
u_{22}	0. 050 333	0. 011 694	0. 029 061	0. 069 317	0	0
u_{23}	0. 102 926	0. 063 805	0. 134 328	0. 040 988	0	0
u_{31}	0. 142 222	0. 034 258	0. 161 984	0. 031 273	0	0
u_{32}	0. 052 407	0. 078 317	0. 040 11	0. 047 614	0. 070 831	0. 070 831
u_{33}	0. 022 741	0. 037 295	0. 041 54	0. 106 624	0. 136 41	0. 136 41
u_{34}	0. 014 632	0. 012 537	0. 028 632	0. 052 172	0. 025 374	0. 025 374
u_{41}	0. 040 593	0. 020 045	0. 022 764	0. 032 464	0. 067 487	0. 067 487
u_{42}	0. 076 741	0. 050 599	0. 021 385	0. 108 521	0. 057 69	0. 057 69
u_{43}	0. 023 296	0. 006 741	0. 036 272	0. 106 555	0. 061 744	0. 061 744
u_{44}	0. 011 506	0. 029 853	0. 008 428	0. 025 442	0. 051 35	0. 051 35
u_{51}	0. 035 198	0. 064 832	0. 014 367	0. 021 393	0. 020 342	0. 020 342
u_{52}	0. 043 891	0. 007 432	0. 034 227	0. 021 393	0. 160 342	0. 160 342
u_{53}	0. 045 643	0. 048 723	0. 053 216	0. 065 438	0. 064 323	0. 064 323
u_{54}	0. 050 605	0. 018 734	0. 072 273	0. 038 755	0. 064 517	0. 064 517
u_{61}	0	0	0	0	0. 074 326	0. 074 326
u_{62}	0	0	0	0	0. 074 362	0. 074 362

3) 项目风险分析模糊综合评价模型计算。子因素层指标 u_{ij} 相对于项目主因素层指标 $u_i (i = 1, 2, \cdots, 6)$ 进行风险评定,统计结果见表 3。

表 3 相对于项目的政治风险评定统计

统计人次	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
u ₁₁		2	3	7	8
u ₁₂	2	6	6	3	3
u ₁₃		2	8	7	3
u ₁₄		3	10		7
u ₂₁			12	2	6
u ₂₂		3	3	10	4
u ₂₃		6	4	7	3
u ₃₁		1	2	12	5
u ₃₂	2	11	6	1	
u ₃₃	5	12			3
u ₃₄	6	7	7		
u ₄₁	3	5	10		2
u ₄₂	1	8		7	4
u ₄₃	5	1		9	5
u ₄₄		6		8	6
u ₅₁	5	8	4	3	
u ₅₂		4	8	6	2
u ₅₃	6	1	5	8	
u ₅₄		6	12	2	
u ₆₁					
u ₆₂					

计算 u_{ij} 相对于项目政治风险的隶属度,见表 4。

表 4 相对于项目政治风险的隶属度

隶属度 B_{ij}	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
u ₁₁		0.1	0.15	0.35	0.4
u ₁₂	0.1	0.3	0.3	0.15	0.15
u ₁₃		0.1	0.4	0.35	0.15
u ₁₄		0.15	0.5		0.35
u ₂₁			0.6	0.1	0.3
u ₂₂		0.15	0.15	0.5	0.2
u ₂₃		0.3	0.2	0.35	0.15
u ₃₁		0.05	0.1	0.6	0.25
u ₃₂	0.1	0.55	0.3	0.05	
u ₃₃	0.25	0.6			0.15
u ₃₄	0.3	0.35	0.35		
u ₄₁	0.15	0.25	0.5		0.1
u ₄₂	0.05	0.4		0.35	0.2
u ₄₃	0.25	0.05		0.45	0.25
u ₄₄		0.3		0.4	0.3
u ₅₁	0.25	0.4	0.2	0.15	0
u ₅₂		0.2	0.4	0.3	0.1
u ₅₃	0.3	0.05	0.25	0.4	
u ₅₄		0.3	0.6	0.1	
u ₆₁					
u ₆₂					

由 $B_{1j} = A_1 \circ R_1 = (b_{11}, b_{12}, \cdots, b_{15})$ 可得到主因素层指标 u_{1j} 对于评语 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ 的隶

属度 B_{ij}

$$B_{1j} = (0.01919, 0.03139, 0.04708, 0.10267, 0.05133)$$

同理,可得 u_{ij} 相对于生产、市场、经营管理、金融以及不可抗力的风险隶属度,得出 B_{ij} 矩阵。

对 B_{ij} 进行模糊矩阵运算,即可得到目标层 u_i 对于评语集 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ 的隶属度向量 B_i

$$\text{由 } B = \omega \circ B_{ij} = (\omega_1, \omega_2, \cdots, \omega_6) = \begin{bmatrix} B_{1j} \\ B_{2j} \\ \cdots \\ B_{5j} \end{bmatrix} = (B_1, B_2, \cdots, B_5)$$

$$\text{得 } B = (0.003527, 0.013708, 0.010062, 0.095025, 0.039281)$$

归一化处理得到

$$\tilde{B} = (0.030815, 0.1295, 0.149249, 0.325445, 0.36499)$$

令 $G = [0.1(\text{低风险}), 0.3(\text{较低风险}), 0.5(\text{一般风险}), 0.7(\text{较高风险}), 0.9(\text{高风险})]$,

$$\text{由 } Z = \tilde{B} \cdot G^T = \{\tilde{B}_1, \tilde{B}_2, \cdots, \tilde{B}_5\} \cdot (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9)^T, \text{计算得}$$

$$Z = 0.6728585$$

由于 $Z = 0.6728585$ 接近 0.7,故该项目风险属较高风险。

4 结论

本文在考虑 BOT 项目风险特点的基础上,建立了较完善的综合评价体系,使项目评价排序有具体指标进行操作。以层次分析法和模糊评价的算法为基础,建立了风险评价模型,从定性和定量的角度对 BOT 项目的风险进行了度量,并在实际项目中进行了模拟运用,对项目风险的规避和决策有较高的参考价值。

参考文献

[1]张星,孙建平,李胜. BOT 项目风险的模糊综合评价[J]. 上海经济研究,2004 (10) :70.
[2]毕星,陈锋. BOT 项目融资风险评价[J]. 河北建筑科技学院学报,2006(3) :101.
[3]马力,常相全. BOT 项目风险评价体系研究[J]. 济南大学学报,2001 (2) :91 - 92.
[4]贾晓霞,于琛琛,杨乃定. 项目区域风险评价[J]. 科技进步与对策,2003 (8) :126.

The Fuzzy Comprehensive Assessment Model and Application of BOT Projects Risk

MA Si-hai¹, HE Wen-hui², YANG Qiu-lin¹

(1. China Agricultural University, Beijing 100094, China; 2. College of Economicist, Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract : As far as the complexity of BOT project risk system, multi-hierarchy mistiness synthesis and hierarchy analysis method are combined in the article and the author puts forward one kind of multi-hierarchy synthesis appraise model and takes road construction of S province as an example and introduces the application.

Key words : BOT project risk appraise; multi-hierarchy synthesis; application of model

(上接第 64 页)

Taiwan's Experience in Industrial Structure Change and Its Implication for Zhejiang

J IN Ge

(Zhejiang University, Hangzhou 310014, China)

Abstract : Zhejiang and Taiwan are similar in many aspects such as geographic location, resource endowment and culture foundation. And Zhejiang's current industrial structure and economic development level are also similar to Taiwan's in 1980s. The paper studies Taiwan's development strategies, industrial policies and industrial structure change in every stage, especially in 1980s~1990s, and wish to provide some implications for Zhejiang's next industrial upgrading.

Key words : industrial structure; industrial upgrading; Taiwan; Zhejiang

(上接第 69 页)

[25] TEECE D J. Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy [J]. Research Policy, 1986, 15: 285 - 305.

[26] ROTH A E R M E L F T. Incumbent's Advantage through Exploiting Complementary Assets via Interfirm Cooperation [J]. Strategic Management Journal, 2001, 22: 687 - 699.

[27] NAGARAJAN A, MITCHELL W. Evolutionary Diffu-

sion: Internal and External Methods Used to Acquire Encompassing, Complementary, and Incremental Technological Changes in the Lithotripsy Industry [J]. Strategic Management Journal, 1998, 19: 1063 - 1077.

[28] HUNT S D, MORGAN R M. The Resource - advantage Theory of Competition: Dynamics, Path Dependencies, and Evolutionary Dimensions [J]. Journal of Marketing (October), 1996, 60: 107 - 114.

Research on the Technological Innovation of Clustered Firms based on Shared Resources of Industrial Clusters

GU Zhi-gang, WU Xiao-bo

(Management School of Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract : The concept of shared resources of industrial clusters is one of the important outcomes of the research of resources - based view on industrial clusters. Based on literature review, the paper puts forward the model of clustered firms' technological innovation supported by shared resources of industrial clusters. The influencing factors are analyzed, and related policy implications are discussed in the end.

Key words : resource - based view; industrial clusters; shared resources; collective learning; clustered firms; technological innovation