

基于聚类分析与模糊可拓 AHP 的 中小企业信用评价 ——一个供应链金融的视角

● 刘长义 孙 刚

摘要:传统信贷政策下,银行对中小企业信用评价时是把单个企业作为评价主体,文章突破了这一限制,提出供应链金融模式下信用指标体系建立的准则,构建了信用评价指标体系,并建立了基于聚类分析和模糊可拓 AHP 的信用评价模型,该模型把区间模糊数的基本理论引入到 AHP 群组评价中,利用聚类分析法来确定专家的权重,并结合模糊综合评价法得出评价对象的信用评价价值。最后将其用于 A 企业的信用评价,实例表明了该方法的实效性。

关键词:供应链金融;信用评价;模糊综合评价;可拓 AHP;聚类分析

一、引言

供应链金融自从 2006 年被中国资金管理者沙龙发掘并深入研讨后,越来越多地被国内各大企业和银行应用,已成为破解当前中小企业融资难题的创新金融产品。国内外学者针对供应链金融业务,分别从不同角度进行了分析。Allen N 等人对中小企业融资提出了一些新的设想及框架,最早提出了供应链金融的思想。Gonzalo Guillen 等研究了短期供应链融资,提出了合理的供应链管理模型可以影响资金融通与企业运作,从而增加供应链整体收益。本文提出应用模糊可拓层次分析法对供应链金融模式下的中小企业信用风险进行评价的方法,该方法利用可拓区间数来表示各指标间的相对重要性,比传统层次分析法更科学、更合理,通过专家打分建立可拓区间个体判断矩阵,计算出各层次个体判断指标权重,应用聚类分析法,将专家个体排序向量进行系统聚类,确定

出专家权重系数,得出各层次综合权重,再结合模糊综合评价方法进行逐级评价,最终得到综合评价价值。

二、基于供应链金融的中小企业信用评价指标体系构建

本文借鉴传统信贷政策下中小企业信用评价的基本框架,根据供应链金融自身的特点,结合借款人的资信水平,重点考察单笔融资业务自我清偿的能力以及贷款人组织该笔供应链交易的能力,对供应链上中小企业进行信用评价。评价指标体系见图 1。

三、基于聚类分析与模糊可拓 AHP 中小企业信用评价模型

1. 可拓群组 AHP。

(1)可拓判断矩阵的构造。本文采用 Saaty 提出的互反性 1-9 标度法作为判断矩阵标量化准则,在这一准则下,每位专家两两比较隶属于同一

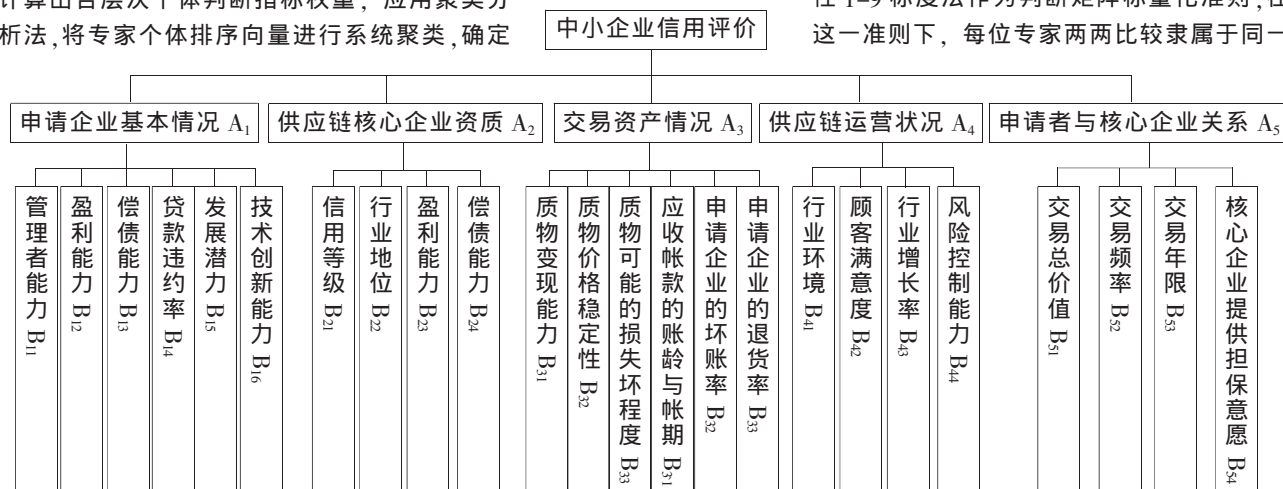


图 1 中小企业信用评价指标体系

备注:若是融通仓、保兑仓融资交易资产项考虑质物价格的变动性,若融资项下资产是应收帐款则考虑应收帐款的帐期与坏账率等指标。

层次的各个指标的相对重要性,为反映人类认识的模糊性,用具有一定弹性的区间数来进行重要性标度,假设 m 个专家参与决策,则每人所得的区间判断矩阵分别记为 A_1, A_2, \dots, A_m , 其中 $A_k = (a_{ijk})_{n \times n}$, $a_{ijk} = [a_{ijk}^-, a_{ijk}^+]$, $k=1, 2, \dots, m, i, j=1, 2, \dots, n$ 。

(2) 专家权重系数的确定。采用聚类分析法把相似的专家个体排序向量归成类, 首先把所有个体各自看作一类, 逐渐聚合, 设定一个聚合停止阈值, 最终聚合成若干类。两个个体排序向量之间的相似性采用向量夹角余弦来定义。设有 n 个评价对象, 专家 k 和专家 w 在某一准则层下给出的判断矩阵为 A_k 和 A_w , 由此求出的个体排序向量分别记 $U_k = (u_{k1}, u_{k2}, \dots, u_{kn})^T$, $U_w = (u_{w1}, u_{w2}, \dots, u_{wn})^T$, U_k 和 U_w

的相似系数为: $C(k, w) = [\sum_{i=1}^n u_{ki} u_{wi}] / [(\sum_{i=1}^n u_{ki}^2) \times (\sum_{i=1}^n u_{wi}^2)]^{1/2}$, 相似系数 $C(k, w)$ 越接近 1, 说明专家 k 和专家 w 的个体排序向量越相似。假设将 m 个体排序向量分为 t 类: S_1, S_2, \dots, S_t , 设类别 S_p 所包含的个体排序向量是 n_p 个, 定义 S_p 中所有个体排序向量的置信因子 $\mu_p = n_p / m$, 确定专家权重时, 认为同类别中的个体排序向量表达的评价信息是相似的, 故专家 k 的权重系数 λ_k 应与排序向量 U_k 的置信因子 μ_k 成正比,

即 $\lambda_1: \lambda_2: \dots: \lambda_m = \mu_1: \mu_2: \dots: \mu_m$, 因 $\sum_{k=1}^m \lambda_k = 1$, 所以 $\lambda_k = n_p / \sum_{q=1}^t n_q^2$ 。

(3) 确定权重向量。对于第 k 个专家组成的可拓判断矩阵 $A_k = \langle A_k^-, A_k^+ \rangle$, A_k^+ 是可拓区间上端点构成的矩阵, A_k^- 是可拓区间下端点构成的矩阵, 求权重向量可按以下步骤进行:

第一步, 求出 A_k^-, A_k^+ 最大特征值对应的归一化特征向量 X_k^-, X_k^+ 。

第二步, 令 $A_k^- = (a_{kij}^-)_{n \times n}$, $A_k^+ = (a_{kij}^+)_{n \times n}$, 计算 f, g 的值。

$$f = \sqrt{\sum_{j=1}^n (1 / \sum_{i=1}^n a_{ijk}^+)} \quad g = \sqrt{\sum_{j=1}^n (1 / \sum_{i=1}^n a_{ijk}^-)} \quad (1)$$

第三步, 判断矩阵的一致性。若 $0 \leq f \leq 1 \leq g$, 表示可拓判断矩阵具有较好的一致性。若不满足则需校正判断矩阵或请专家重新判断。

第四步, 求出权重向量。

$$S_k = (S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{knl})^T = \langle f x^-, g x^+ \rangle \quad (2)$$

S_{knl} 表示专家 k 给出的 l 层的第 n 个因素对上一层因素的权重向量。

(4) 确定排序向量。设 $S_{ki} = \langle S_{ki}^-, S_{ki}^+ \rangle$, $S_{kj} = \langle S_{kj}^-, S_{kj}^+ \rangle$, 用 $\rho(S_{ki}, S_{kj}) \geq 0 (i \neq j)$ 来度量 $S_{ki} \geq S_{kj}$ 的可能性程度, 用 ρ_{ki} 表示第 k 个专家给出的某一层第 i 个因素对上层某个因素的单排序, 则有下式:

$$\begin{cases} \rho_{kj} = 1 \\ \rho_{ki} = \rho(S_{ki} \geq S_{kj}) = \frac{2(S_{ki}^+ - S_{kj}^-)}{(S_{kj}^+ - S_{kj}^-) + (S_{ki}^+ - S_{ki}^-)} \end{cases} \quad (3)$$

经归一化后得到向量 $\rho_k = (\rho_{k1}, \rho_{k2}, \dots, \rho_{kn})^T$, 所有专家给出的单排序向量求出后, 再乘上已得出的专家权重系数就可得到因素的单排序权重向量, 按照上述过程同样可得到全体因素对总目标的排序向量。

2. 模糊综合评价。下面给出二级模糊综合评价的基本步骤:

(1) 划分因素集。设因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, 评价尺度集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$, 根据 U 中各因素间的关系将 U 分成 k 份, 设第 i 个子集 $U_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{in}\}$, $i=1, 2, \dots, k$ 。

(2) 一级评价。利用一级模型对每个 U_i 进行综合评价, 计算其综合评价向量,

$$B_i = W_i \cdot R_i \quad i=1, 2, \dots, n \quad (4)$$

式中, “ \cdot ” 为模糊合成运算; W_i 为 $1 \times n_i$ 阶权重向量; R_i 为对 U_i 的 $n_i \times m$ 阶单因素评价矩阵; B_i 为 U_i 上的 $1 \times m$ 阶一级综合评价结果矩阵。

(3) 多级综合评价。将每一个 U_i 作为一个元素, 用 B_i 作为它的单因素评判, 构成二级评判矩阵:

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \dots \\ B_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

设关于 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 的权重分配为 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$, 则可以得到 U 的二级评判结果为:

$$B = W \cdot R = (b_1, b_2, \dots, b_m) \quad (6)$$

按照最大隶属度原则, 用 $b_j = \max(b_1, b_2, \dots, b_m)$ 对应的

表 1 指标层对企业基本情况维度的右上三角判断值

No	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄	a ₁₅	a ₁₆	a ₂₃	a ₂₄	a ₂₅	a ₂₆	a ₃₄	a ₃₅	a ₃₆	a ₄₅	a ₄₆	a ₅₆
1	0.4-0.67	0.33-0.5	0.67-1	1-1.5	1-2	0.67-1	1-1.5	1.5-2.5	2-3	1.5-2.5	1.5-2.5	2-4	1-2	1.5-2.5	1-1.5
2	0.5-0.67	0.33-0.5	0.5-0.67	2-3	1-2	0.4-0.67	1-1.5	4-5	2-3	1.5-2.5	5-6	3-4	4-5	2-3	0.5-1
3	0.33-0.5	0.4-0.67	0.67-1	1-1.5	1-2	1-1.5	1.5-2.5	2-3	3-4	1-1.5	1.5-2.5	2-3	1-2	2-3	1-2
4	0.4-0.67	0.33-0.5	0.67-1	1-1.5	1.5-2.5	0.5-1	1-1.5	2-2.5	2-3	1.5-2.5	1.5-2.5	2-2.5	1-1.5	1.5-2.5	2-3
5	0.33-0.5	0.4-0.67	0.67-1	1-1.5	1-2	1-1.5	1.5-2.5	2-3	3-4	1-2	1.5-2.5	2-3	1-2	2-3	1-2
6	0.33-0.5	0.4-0.67	0.5-1	1-1.5	1-1.5	1-1.5	1.5-2.5	2-3	3-4	1.5-2.5	1.5-2.5	2-3	1-1.5	2-3	1-1.5
7	0.33-0.5	0.4-0.67	0.5-1	1-1.5	1.5-2.5	1-1.5	1.5-2.5	2-2.5	3-4	1-2	1.5-2.5	2-3	1-2	1-2	1-2
8	0.33-0.5	0.4-0.67	0.67-1	1-1.5	1-2	1-1.5	1.5-2	2-3	3-4	1-2	1.5-2.5	2-3	1-1.5	2-3	1-2
9	0.5-0.67	0.33-0.5	0.5-0.67	1-2	2-3	0.5-1	1-1.5	2-3	4-5	1.5-2.5	3-4	5-6	2.5-3.5	2.5-3.5	2-2.5
10	0.25-0.5	0.4-0.67	0.67-1	1-1.5	1-2	1-1.5	1.5-2.5	1.5-2.5	2-4	1-1.5	1.5-2.5	2-3	1-2	1.5-2.5	1-1.5

等级 v_j 可以判定评判因素的等级。

(4) 计算方案的综合评价值。若取评价尺度的隶属度集为 $V=(\text{好}, \text{较好}, \text{中等}, \text{较差}, \text{差})$, 并赋以相应的分值, 如 $V=(100, 80, 60, 40, 20)$, 各级因素的综合得分即为

$$M=BV^T \quad (7)$$

四、评价实例

A 是某地的炼油企业, 其上游供应商是中国石化公司的 B 分公司, B 公司每月按照原油指标给 A 企业稳定的原油供应, A 企业进行炼制生产, A 企业与 B 公司采用预付货款的方式。由于 A 企业存在预付货款的资金需求, 向银行申请基于预付货款的供应链金融融资。

聘请 10 位专家, 按照 A 企业的基本状况、供应链的交易状况等, 对照图 1 给出的评价指标体系, 建立可拓判断矩阵, 由于判断矩阵的对称性, 这里仅列出申请企业基本情况维度的判断矩阵的右上三角形的量值(如表 1), 并给出模糊评价值的求法, 其余各维度及总目标层的评价值可类似求出。

由个体排序向量和相似系数 $C(k, w)$ 的计算公式, 可以得到相似性计算的下三角阵 $D^{(0)}$, 其中 $C(3, 5)=0.998$ 为最大, 合并专家 3 和 5 为一新类, 此新类和其余分类组成降一阶的相似性测度矩阵 $D^{(1)}$, 重复以上步骤, 并输入阈值 $T=0.95$, 最终聚合为 4 类, $\{3, 5, 8, 7, 6, 10\}$, $\{1, 4\}$, $\{2\}$, $\{9\}$ 根据聚类结果, 得出专家的权重系数分别为: $\lambda_1=\lambda_4=1/21$, $\lambda_2=\lambda_9=1/42$, $\lambda_3=\lambda_5=\lambda_6=\lambda_7=\lambda_8=\lambda_{10}=1/7$ 。

下面以专家 3 可拓判断为例计算权重向量。

$$x_1^+=(0.120, 0.288, 0.215, 0.192, 0.107, 0.078)^T$$

$$x_1^+=(0.122, 0.277, 0.214, 0.190, 0.115, 0.080)^T$$

$$f=0.91 < 1 < g=1.1$$

所以判断矩阵的一致性良好。

由公式(2)可得 $S_1=<0.109, 0.135>$, $S_2=<0.262, 0.305>$, $S_3=<0.195, 0.235>$, $S_4=<0.174, 0.210>$, $S_5=<0.097, 0.127>$, $S_6=<0.071, 0.088>$ 。

根据公式(3)有 $\rho_1=V(S_1 \geq S_6)=3$, $\rho_2=V(S_2 \geq S_6)=7.87$, $\rho_3=V(S_3 \geq S_6)=5.75$, $\rho_4=V(S_4 \geq S_6)=5.36$, $\rho_5=V(S_5 \geq S_6)=2.38$, $\rho_6=1$, 进行归一化处理, 从而得出专家 3 对此因素给出的权重向量 $W_{31}=(0.118, 0.310, 0.226, 0.211, 0.093, 0.040)$, 同理可得到其他专家给出的权重向量, 这里不一一列举。集合专家自身权重可以得到在这个维度的综合权重 $W_1=(0.117, 0.305, 0.211, 0.192, 0.096, 0.080)$, 给出此因素下指标的评价值矩阵, 便可得到此因素的隶属度向量 $B_1=(0.139, 0.443, 0.212, 0.126, 0.08)$ 。

依照此法求出准则层的权重向量 $W=(0.338, 0.114, 0.305, 0.164, 0.079)$, 总评价矩阵

$$R = \begin{bmatrix} 0.139 & 0.443 & 0.212 & 0.126 & 0.08 \\ 0.687 & 0.251 & 0.044 & 0.015 & 0.003 \\ 0.514 & 0.357 & 0.072 & 0.048 & 0.009 \\ 0.435 & 0.418 & 0.113 & 0.03 & 0.004 \\ 0.234 & 0.562 & 0.106 & 0.051 & 0.047 \end{bmatrix}$$

利用公式(6)和公式(7)计算出企业 A 信用评价综合

得分为 $M=81.5$, 信用评价结果良好。若按传统模式进行信用评价, 只考虑企业自身的情况, 本例中用申请企业基本情况维度计算 A 企业信用评价得分为 60.7, 很难获得银行的信贷支持, 这也是很多中小企业面临的融资困境, 供应链金融信用评价体系从关注中小企业自身的风险, 转变成关注供应链的整体风险, 从对中小企业的静态财务数据进行评价, 转变到关注单笔交易的自偿性, 对交易全过程进行评价, 银行通过对融资项下资产的有效控制, 有效地解决了中小企业融资难题。

五、结论及建议

本文所建立的模型, 解决了构造判断矩阵和系统综合评价时人类认识的模糊性问题, 聚类分析法的应用, 解决了群决策问题中专家权重的确定问题, 在实际应用中, 发现该方法具有数据处理方便、结论客观合理、可操作性强等特点, 为供应链金融环境下中小企业的信用评价提供了有效的新途径。同时我们也应该注意到, 在银行业刚刚开展供应链金融业务四五年的时间里引入和应用信用风险评价模型, 企业信用数据的缺乏将是遇到的首要问题。银行必须切实做好收集、整理及存储企业的财务信息、信用信息以及与之相关的供应链信息, 建立起自己的基础数据库, 选择或开发适合自身的信用评价方法, 才能提高信贷决策的科学性和准确性。

参考文献:

1. Alen N. Berger Gregory F. Udell. A More Complete Conceptual Framework for SME Finance. World Bank Conference on Small and Medium Enterprises Overcoming Growth Constraints USA 2004.
 2. Gonzalo Guillen Mariana Bader II. A Holistic Framework for Shortterm Supply Chain Management Integrating Production and Corporate Financial Planning. Production Economics 2006, (7): 25-27.
 3. 陈祥锋, 石代论, 朱道立. 融通仓与物流金融服务创新. 科技导报 2005 23(9): 30-33.
 4. 弯红地. 供应链金融风险模型分析研究. 经济问题 2008 (11): 109-112.
 5. 熊熊, 马佳, 赵文杰. 供应链金融模式下的信用风险评价. 南开管理评论 2009, 12(4): 92-98.
 6. 迟国泰, 冯雪, 赵志宏. 商业银行经营风险预警模型及其实证研究. 系统工程学报 2009 24(4): 408-416.
 7. 毛义华, 刘悦. 基于 RBF 神经网络的商业银行客户信用评级. 统计与决策 2010, 30(2): 151-153.
- 基金项目: 安徽省教育厅人文社会科学基金资助项目(项目编号 2008sk239, 2010sk3210)。

作者简介: 刘长义, 安徽工程大学管理工程学院副教授, 合肥工业大学机械与汽车学院博士生; 孙刚, 安徽工程大学管理工程学院副教授。

收稿日期: 2011-02-13。