

# 基于 AGA—CAHP 的商业银行 中小企业信用评价

朱向华 曹 莲\*

(江苏科技大学,镇江 212003)

**摘 要** 在介绍 AGA—CAHP 基本原理的基础上,设计了适用于 AGA—CAHP 算法的中小企业信用评价指标体系。该方法与专家法相结合,并通过案例对中小企业信用评价做了实证分析,说明 AGA—CAHP 方法在中小企业信用评价中的实用性。

**关键词** 商业银行 中小企业 信用评价 层次分析—直接修正判断矩阵(AGA—CAHP)

**中图分类号** F830.51; **文献标志码** B

## 0 引言

商业银行对企业进行信用评价,是指商业银行运用一定的方法对企业还贷的可能性或违约风险进行预测。目前商业银行基本都会采用模型法对企业进行信用评价,但我国商业银行目前采用的模型多为引进或简单模仿国外,并且大多模型都是针对大企业而设计,缺乏针对中小企业的专用模型。由于中小企业的固有特点,用这些模型评价的中小企业信用等级普遍较低,从而恶化了中小企业本就艰难的融资环境。

在借鉴已有研究成果的基础上,结合我国中小企业实际,在不违背商业银行盈利性原则的前提下,尝试采用修正判断矩阵一致性的遗传层次分析法(AGA—CAHP)和专家法对我国中小企业进行信用评价。

## 1 AGA—CAHP 模型基本原理

### 1.1 AGA—CAHP 模型的定义

在检验判断矩阵一致性的遗传层次分析法(AGA—AHP)的基础上,提出用 AGA<sup>[1-3]</sup>(Accelerating Genetic Algorithm)从全局直接修正(correct)判断矩阵的一致性,并同时计算 AHP<sup>[4]</sup>(Algorithm-Analytic Hierarchy Process)中各要素的排序权值的新方法,称为修正判断矩阵一致性的遗传层次分析法,简称 AGA—CAHP 模型<sup>[5]</sup>。

### 1.2 AGA—CAHP 模型的特点

AGA—CAHP 模型具有层次分析法(AHP)中合理的排序法应具有置换不变性、相容性、对称性和完全协调性等优良性质<sup>[6]</sup>,这些方法对处理不完全一致性判断矩阵、残缺判断矩阵和群体专家判断矩阵等方面具有适应性强的特点。该模型把权值计算与判断矩阵的一致性检验结合起来,在一致性指标最小化下推求权值,在判断矩阵已定的情况下,通过调整各要素的权值来改进一致性指标值,因此是一类“主动”方法<sup>[7]</sup>。

### 1.3 AGA—CAHP 模型的计算步骤

AGA—CAHP 模型完整的计算过程,包括 5 个步骤<sup>[5,7]</sup>:

2010年8月1日收到

第一作者简介:朱向华(1971—),女,江苏盱眙人,副教授,研究生。  
研究方向:商业银行经营管理。E-mail: zjhelen01@126.com。

\*通讯作者简介:曹 莲(1985—)女,江西九江人,在读硕士研究生,管理科学与工程专业,研究方向:商业银行经营管理。E-mail: nihaocaolian@163.com。

第一步:对所评价的中小企业信用体系建立层次结构模型。一般情况下,从上到下分别设立目标层 A、准则层 B、分准则层 C 和指标层 D 组成。A 层为系统的总目标,只有一个要素。D 层为  $m$  个评价指标  $D_1, D_2, \dots, D_m$ 。C 层为这些评价指标所隶属的  $n$  个评价子层  $C_1, C_2, \dots, C_n$ 。B 层为 C 层评价子层所隶属的  $p$  个评价子系统  $B_1, B_2, \dots, B_p$ 。层次结构模型各层中的总目标、评价子系统、评价子层和评价指标统称为系统的要素。

第二步:建立各层的判断矩阵。对 C 层、D 层分别以各自上层要素为准则进行两两比较,通常采用 1—9 级及其倒数来描述各要素的相对重要性,得到 C 层的判断矩阵为  $C = \{c_{ij} | i, j = 1 \sim n\}_{n \times n}$ , D 层的判断矩阵为  $\{d_{ij}^k | i, j = 1 \sim m\}_{m \times m}$ ,  $k = 1 \sim n$ , 元素  $c_{ij}$  表示从判断准则 B 角度考虑要素  $C_i$  对  $C_j$  的相对重要性。对应于 C 层要素  $C_k$  的,  $d_{ij}$  表示从判断准则 C 角度考虑的要素  $d_i$  对  $d_j$  的相对重要性。

第三步:计算各层次因素的权重。计算权重的方法有很多,本文采用和积法。

① 将  $n$  阶判断矩阵  $C$  的每一个列向量作归一化处理,即先计算每一列的和,然后计算该列中每个元素与列和的比例,得到  $\tilde{w}_{ij} = \sum_{i=1}^n \tilde{w}_{ij} (i = 1, 2, \dots, n)$

② 把上步计算得到的  $\tilde{w}_{ij}$  按行进行求和得  $\tilde{w}_i = \sum_{i=1}^n \tilde{w}_{ij} (i = 1, 2, \dots, n)$

$$\tilde{W} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n)^T$$

③ 对上步得到的矩阵进行归一化处理:  $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)^T$ , 然后计算  $AW$ 。

$$W_i = \tilde{w}_i / \sum_{i=1}^n \tilde{w}_i$$

第四步:各判断矩阵的一致性检验、及其修正。就是根据第三步计算得到的各判断矩阵的权重对其进行一致性检验,若不满足一致性则对其进行修正。

若判断矩阵  $C$  若满足三个条件,即①单位性,  $c_{ii} = w_i/w_i = 1$ ; ②倒数性,  $c_{ji} = w_j/w_i = 1/c_{ij}$ ; ③一致性,  $c_{ij}c_{jk} = (w_i/w_j)(w_j/w_k) = w_i/w_k = c_{ik}$ , 则称该判断矩阵满足一致性检验,且有如下两式成立。

$$c_{ij} = w_i/w_j (i, j = 1 \sim n) \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |c_{ij}w_j - w_i| = 0 \quad (2)$$

若判断矩阵  $C$  不能满足一致性,则需要修正。设  $C$  的修正判断矩阵为  $X = \{x_{ij}\}_{n \times n}$ ,  $X$  各要素的单排序权值仍记为  $\{w_k | k = 1 \sim n\}$ , 则能使式最小的  $X$  矩阵为  $C$  的最优一致性判断矩阵。

$$\min CIC(n) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_{ij} - c_{ij}|/n^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_{ij} - w_j - w_i|/n^2 \quad (3)$$

$$\text{s. t. } x_{ii} = 1 (i = 1 \sim n),$$

$$1/x_{ji} = x_{ij} \in [c_{ij} - dc_{ij}, c_{ij} + dc_{ij}] \cap [1/9, 9] (i = 1 \sim n,$$

$$j = i + 1 \sim n), w_k > 0 (k = 1 \sim n), \sum_{k=1}^n w_k = 1.$$

式(1—3)中,目标函数  $CIC(n)$  称为一致性指标系数;  $d$  为非负参数,根据经验可从  $[0, 0.5]$  内选取;其余符号同前。式(1—3)是一个常规方法较难处理的非线性优化问题,其中单排序权值  $w_k (k = 1 \sim n)$  和修正判断矩阵  $X = \{x_{ij}\}_{n \times n}$  的上三角矩阵元素为优化变量,对于  $n$  阶判断矩阵  $C$  共有  $n(n+1)/2$  个独立的优化变量。显然,式三左端的值  $CIC(n)$  越小则判断矩阵  $C$  的一致性程度就越高,当取全局最小值  $CIC(n) = 0$  时  $X = C$  及式(1)和式(2)成立,此时判断矩阵  $C$  具有完全的一致性。当  $CIC(n)$  值小于某一标准值时,可认为判断矩阵  $C$  具有满意的一致性,据此计算的各要素的单排序权值  $w_k$  是可以接受的;否则就需要提高参数  $d$  或调整  $C$ ,直到具有满意的一致性为止。同理,对判断矩阵  $D$  也可作同样的计算与修正。

第五步:在对各个判断矩阵进行一致性检验后,根据第三步计算的总排序权值确定各评价指标的优选排序,从而根据中小企业的实际情况,对其进行信用评分。

实践中我们可以将 AGA—CAHP 模型的权重计算原理及优选排序功能应用到中小企业的信用评价中。

## 2 构建中小企业信用评价指标体系

根据 AGA—CAHP 模型的算法要求,结合我国

中小企业的实际,我们考虑从企业整体状况、市场状况、财务状况、结算状况、创新状况以及风险状况

等角度,构建一个四层的中小企业信用评价体系<sup>[8-10]</sup>(表2-1)。

表2-1 中小企业信用评价指标体系

目标层	准则层	子准则层	指标层
企业整体情况 $B_1$		企业规模 $C_1$	资产总量 $D_1$ ; 销售收入 $D_2$ ; 职工人数 $D_3$
		交叉销售情况 $C_2$	
		企业业主个人情况 $C_3$	学历水平 $D_4$ ; 经营业绩 $D_5$ ; 决策能力 $D_6$ ; 工作经验 $D_7$ ; 个人品质 $D_8$
		企业管理水平 $C_4$	企业的组织制度 $D_9$ ; 管理规章 $D_{10}$ ; 基础工作 $D_{11}$
		企业员工素质 $C_5$	文化素质 $D_{12}$ ; 年龄结构 $D_{13}$ ; 技术等级 $D_{14}$
市场评价 $B_2$		所在行业的总体情况 $C_6$	市场集中度 $D_{15}$ ; 市场进入障碍度 $D_{16}$ ; 产业发展周期 $D_{17}$ ; 产业政策支持 $D_{18}$ ; 产业盈利性 $D_{19}$
		市场竞争情况 $C_7$	产品替代性 $D_{20}$ ; 消费者收入水平 $D_{21}$ ; 消费者消费结构 $D_{22}$ ; 企业市场占有率 $D_{23}$ ; 上游原材料供应 $D_{24}$ ; 供应商竞价能力 $D_{25}$
中小企业信用评价综合得分 指标 A	财务状况 $B_3$	资产营运能力 $C_8$	应收款周转率 $D_{26}$ ; 总资产周转率 $D_{27}$
		获利能力 $C_9$	主营业务收入利润率 $D_{28}$ ; 净资产收益率 $D_{29}$ ; 现金流量结构比率 $D_{30}$
		成长发展能力 $C_{10}$	销售收入增长率 $D_{31}$ ; 利润增长率 $D_{32}$ ; 总资产增长率 $D_{33}$ ; 应收账款增长率 $D_{34}$
		偿债能力 $C_{11}$	资产负债率 $D_{35}$ ; 流动比率 $D_{36}$ ; 资本积累率 $D_{37}$ ; 速动比率 $D_{38}$ ; 产权比率 $D_{39}$ ; 已获利息倍数 $D_{40}$
		获取现金能力 $C_{12}$	现金流动负债比率 $D_{41}$ ; 销售现金比率 $D_{42}$ ; 资产现金回收率 $D_{43}$
结算状况 $B_4$		在研究中某行开户结算年限 $C_{13}$	
		销售收入归行率 $C_{14}$	
创新情况 $B_5$		创新投入 $C_{15}$	创新人力投入 $D_{44}$ ; 物力投入 $D_{45}$ ; 财力投入 $D_{46}$
		创新效果 $C_{16}$	成果转化能力 $D_{47}$ ; 新产品获利能力 $D_{48}$
风险情况 $B_6$		经营风险 $C_{17}$	
		财务风险 $C_{18}$	
		担保风险 $C_{19}$	抵押和质押 $D_{49}$ ; 保证 $D_{50}$ ; 附属协议 $D_{51}$

根据表中设计的指标,由专家对各指标进行打分,按照 AGA-CAHP 模型的计算步骤分别计算权值,并求出子准则层、准则层及目标层的值,对照通行的中小企业信用等级标准从而判断出中小企业的信用等级。

A	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$
$B_1$	1	1	1/4	3	3	3
$B_2$	1	1	1/4	3	3	3
$B_3$	4	4	1	5	5	5
$B_4$	1/3	1/3	1/5	1	1/2	1/3
$B_5$	1/3	1/3	1/5	2	1	2
$B_6$	1/3	1/3	1/5	3	1/2	1

### 3 基于 AGA—CAHP 的中小企业信用评级实证

根据构建的中小企业信用评价指标体系,运用 AGA—CAHP 方法对镇江市某中小企业进行信用评级。

首先,专家根据自身的知识和经验,按照表2-1的标度建立两两比较的判断矩阵:

$B_1$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$C_1$	1	1/3	1/5	1/5	1/4
$C_2$	3	1	1/3	1/3	1/2
$C_3$	5	3	1	1	4
$C_4$	5	3	1	1	4
$C_{514}$	4	2	1/4	1/4	1
$B_2$	$C_6$	$C_7$			
$C_6$	1	1/2			
$C_7$	2	1			

$B_3$	$C_8$	$C_9$	$C_{10}$	$C_{11}$	$C_{12}$
$C_8$	1	1/2	2	1/3	1/3
$C_9$	2	1	3	1/2	1/2
$C_{10}$	1/2	1/3	1	1/4	1/4
$C_{11}$	3	2	4	1	1
$C_{12}$	3	2	4	1	1

$B_4$	$C_{13}$	$C_{14}$	$B_5$	$C_{15}$	$C_{16}$
$C_{13}$	1	2	$C_{15}$	1	3
$C_{14}$	1/2	1	$C_{16}$	1/3	1

$B_6$	$C_{17}$	$C_{18}$	$C_{19}$
$C_{17}$	1	1	1
$C_{18}$	1	1	1
$C_{19}$	1	1	1

$C_1$	$D_1$	$D_2$	$D_3$
$D_1$	1	3	5
$D_2$	1/3	1	3
$D_3$	1/5	1/3	1

$C_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$D_8$
$D_4$	1	1/4	1/5	1/3	1/5
$D_5$	4	1	1/3	3	1/3
$D_6$	5	3	1	4	1
$D_7$	3	1/3	1/4	1	1/4
$D_8$	5	3	1	4	1

$C_4$	$D_9$	$D_{10}$	$D_{11}$
$D_9$	1	1	1
$D_{10}$	1	1	1
$D_{11}$	1	1	1

$C_6$	$D_{15}$	$D_{16}$	$D_{17}$	$D_{18}$	$D_{19}$
$D_{15}$	1	2	5	3	4
$D_{16}$	1/2	1	4	2	3
$D_{17}$	1/5	1/4	1	1/3	1/2
$D_{18}$	1/3	1/2	3	1	2
$D_{19}$	1/4	1/3	2	1/2	1

$C_8$	$D_{26}$	$D_{27}$
$D_{26}$	1	1
$D_{27}$	1	1

$C_9$	$D_{28}$	$D_{29}$	$D_{30}$
$D_{28}$	1	21	3
$D_{29}$	1/2	1	2
$D_{30}$	1/3	1/2	1

$C_7$	$D_{20}$	$D_{21}$	$D_{22}$	$D_{23}$	$D_{24}$	$D_{25}$
$D_{20}$	1	1/3	1/3	1/4	1/3	1/5
$D_{21}$	3	1	1	1/2	1	1/3
$D_{22}$	3	1	1	1/3	1	1/5
$D_{23}$	4	2	3	1/2	1	1/3
$D_{24}$	3	1	1	1	1	1/4
$D_{25}$	5	3	5	3	4	1

$C_{10}$	$D_{31}$	$D_{32}$	$D_{33}$	$D_{34}$
$D_{31}$	1	2	3	2
$D_{32}$	1/2	1	2	3
$D_{33}$	1/3	1/2	1	3
$D_{34}$	1/2	1/3	1/3	1

$C_{12}$	$D_{41}$	$D_{42}$	$D_{43}$
$D_{41}$	1	2	1
$D_{42}$	1/2	1	1/3
$D_{43}$	1	2	1

$C_{11}$	$D_{35}$	$D_{36}$	$D_{37}$	$D_{38}$	$D_{39}$	$D_{40}$
$D_{35}$	1	2	2	2	3	3
$D_{36}$	1/2	1	1	1/2	3	2
$D_{37}$	1/2	1	1	1/3	2	1
$D_{38}$	1/2	2	3	1	3	2
$D_{39}$	1/3	1/3	1/2	1/3	1	1
$D_{40}$	1/3	1/2	1/2	1/2	1	1

$C_{15}$	$D_{44}$	$D_{45}$	$D_{46}$
$D_{44}$	1	3	1
$D_{45}$	1/3	1	1/3
$D_{46}$	1	3	1

$C_{16}$	$D_{47}$	$D_{48}$	$C_{19}$	$D_{49}$	$D_{50}$	$D_{51}$
$D_{47}$	1	1/2	$D_{49}$	1	3	5
$D_{48}$	2	1	$D_{50}$	1/3	1	3
			$D_{51}$	1/5	1/3	1

其次,用和积法计算各判断矩阵的权重如下:  
 $W_A = (0.17, 0.17, 0.442, 0.052, 0.088, 0.078)$ ,

$$W_{B_1} = (0.056, 0.125, 0.337, 0.337, 0.145),$$

$$W_{B_2} = (0.333, 0.667),$$

$$W_{B_3} = (0.11, 0.19, 0.066, 0.317, 0.317),$$

$$W_{B_4} = (0.667, 0.333),$$

$$W_{B_5} = (0.75, 0.25),$$

$$W_{C_1} = (0.633, 0.261, 0.106),$$

$$W_{C_3} = (0.052, 0.168, 0.343, 0.094, 0.343),$$

$$W_{C_4} = (1/3, 1/3, 1/3),$$

$$W_{C_5} = (0.261, 0.106, 0.633),$$

$$W_{B_6} = (1/3, 1/3, 1/3),$$

$$W_{C_8} = (0.5, 0.5),$$

$$W_{C_9} = (1/3, 1/3, 1/3),$$

$$W_{C_6} = (0.416, 0.263, 0.063, 0.162, 0.096),$$

$$W_{C_7} = (0.048, 0.12, 0.106, 0.178, 0.129, 0.419),$$

$$W_{C_{12}} = (0.41, 0.18, 0.41),$$

$$W_{C_{15}} = (0.429, 0.142, 0.429),$$

$$W_{C_{10}} = (0.412, 0.281, 0.191, 0.116),$$

$$W_{C_{11}} = (0.302, 0.161, 0.125, 0.248, 0.077, 0.087),$$

$$W_{C_{16}} = (0.333, 0.667),$$

$$W_{C_{19}} = (0.633, 0.261, 0.106)。$$

最后,由6位专家对该中小企业的各项指标进行打分,并计算每个评价指标的平均得分并记为 $F_D$ ,并且 $F_D = (F_{D_1}, F_{D_2}, \dots, F_{D_{51}})$ ;

由上面得到的权重和指标评分,计算子准则层的分数 $F_C = (F_{C_1}, F_{C_2}, \dots, F_{C_{19}})$ , $F_C = W_C \cdot F_D^T$ 。如

$$F_{C_1} = W_{C_1} \cdot (F_{D_1}, F_{D_2}, F_{D_3})^T,$$

$$F_{C_3} = W_{C_3} \cdot (F_{D_4}, F_{D_5}, \dots, F_{D_8})^T, \dots, F_{C_{19}} = W_{C_{19}} \cdot (F_{D_{49}}, F_{D_{50}}, F_{D_{51}})^T。$$

同理,由计算的 $F_C$ 计算准则层B的评价结果,记为 $F_B$ 并且 $F_B = W_B \cdot F_C$ 。

通过计算得知中小企业的最后得分 $F_B = 80.81$ 分。比照中小企业信用评级标准:信用卓著(AAA)级90—100分,信用优秀(AA)级80—90分,信用良好(A)级70—80分,信用一般(BBB)级为60—70分,信用较差(BB)级为50—60分,信用极差(B)级为50分以下,该中小企业属于信用优秀即AA级,与商业银行运用其他方法对其评价的结果一致。

## 4 结论

对中小企业信用进行客观合理的评估有利于改善和提升中小企业的信用水平,评估的关键在于有一套科学的指标体系以及权数的科学计算。AHP常把判断矩阵的最大特征根与判断矩阵的阶数的差异来度量判断矩阵的一致性指标,而AGA—CAHP方法计算指标的权重并对其进行修正,然后对权重进行排序,为决策者提供依据。AGA—CAHP直接根据判断矩阵的定义导出描述判断矩阵一致性程度的一致性指标系数,后者的指标更为直观和合理。实证表明:AGA—CAHP方法的计算精度高、结果稳定,符合银行稳健经营的原则,在银行对中小企业信用评价中具有推广应用价值。

## 参 考 文 献

- 1 金菊良,杨晓华,丁晶.标准遗传算法的改进方案——加速遗传算法.系统工程理论与实践,2001;21(4):8—13
- 2 Franchini M. Use of a genetic algorithm combined with a local search method for the automatic calibration of conceptual rainfall-runoff models. Hydrological Science Journal 1996;41(1):21—39
- 3 周双喜,杨彬.影响遗传算法性能的因素及改进措施.电力系统自动化,1996;20(7):24—31
- 4 刘万里,雷治军.关于AHP中判断矩阵校正方法的研究.系统工程理论与实践,1997;17(6):30—33,39
- 5 金菊良,魏一鸣.复杂系统广义智能评价方法与应用.科学出版社,2008
- 6 徐泽水.层次分析中判断矩阵排序的新方法——广义最小平方方法.系统工程理论与实践,1998;(9):38—43
- 7 金菊良,张礼兵,张少文等.层次分析法在水资源工程环境影响评价中的应用.系统工程理论方法应用,2004;2(13):188—190
- 8 谢爱荣,田盈,袁壹.多层次灰色评价法在中小企业信用评级中的应用.成都大学学报(自然科学版),2007;2(26):160—161
- 9 王素义,朱传华.中小企业信用评级指标的选择与拓展,生产力研究,2009;11:180—181
- 10 仲姚.基于因子分析的商业银行中小企业贷款信用评级研究.上海海事大学硕士学位论文,2007

## Credit Evaluation of SMEs Comes from Commercial Bank which Based on AGA—CAHP

ZHU Xiang-hua, CAO Lian

(Jiangsu University, Jiangsu 212003, P. R. China)

**[ Abstract ]** On the basis of introducing the AGA—CAHP's basic principles, designing a SMEs' (small and medium enterprises) credit evaluation index system which is applicable to the AGA—CAHP algorithm. The method combined with expert and made an empirical analysis for the credit rating of SMEs by a case. The result finally shows the practicality of AGA—CAHP Credit Evaluation Method in SMEs.

**[ Key words ]** commercial bank SMEs credit evaluation AGA—CAHP

(上接第 7851 页)

- |  |  |
|--|--|
| <p>4 飞思科技产品研发中心. 小波分析理论与 MATLAB7 实现. 北京: 电子工业出版社, 2005</p> <p>5 吕金虎, 路君安, 陈士华. 混沌时间序列分析及其应用. 武汉: 武汉大学出版社, 2005</p> | <p>6 陈敏, 叶小舟. 混沌时间序列的判定方法研究. 信息技术, 2008; (6): 23—25</p> <p>7 孟庆芳, 彭玉华. 混沌时间序列改进的加权一阶局域预测法. 计算机工程与应用, 2007; 43(35): 62—64</p> |
|--|--|

## The Traffic Flow Prediction Based on Wavelet De-noising and Chaotic Time Series Theory

DONG Rui, JIA Yuan-hua, AO Gu-chang

(School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, P. R. China)

**[ Abstract ]** Based on the analysis of the characteristics of nonlinearity and strong interference of traffic flow to the complex and uncertainty of time variance in real traffic system, a new approach was proposed for traffic flow prediction. First, wavelet transform is employed to eliminate the noise of original traffic data to reflect the essence and variation of traffic flow. According to the nonlinearity and predictability in short time of traffic flow, a chaotic time series model was applied to forecast traffic flow with the worked data was proposed. The test result indicates that the model based on wavelet denoising was an efficient method to the real-time dynamic traffic flow prediction.

**[ Key words ]** wavelet de-noising chaos time series traffic flow prediction