

文章编号:1002-980X(2007)03-0001-05

基于 PCA / FCM 的企业信用评价研究

许皓^{1,2}, 吴登生², 谢阳群²

(1. 中国科学技术大学 管理学院, 合肥 230026; 2. 安徽大学 管理学院, 合肥 230039)

摘要:针对我国企业信用评价问题的特点,文章分析了企业信用评价基本原则和主要影响因素,建立了企业信用评价指标体系。企业信用评价是一类包括一系列独立变量的分类问题,将主成分分析与模糊理论引入信用评价中,构建基于 PCA / FCM 的企业信用评价模型,这使得模型更接近人们的思维方式、指标赋权更为客观。应用该模型及 SPSS11.0、MATLAB7.0 对所选企业研究显示:该模型非常有效和实用。

关键词:企业信用评价;信用能力;模糊一致矩阵(FCM);主成分分析法(PCA)

中图分类号: F272.2 **文献标志码:** A

信用是社会发展的必然产物,是现代市场经济正常运行的基础。现代市场经济是建立在错综复杂信用关系上的信用经济,信用经济是市场经济发展的高级形态,是实现降低交易成本、提高资源配置效率、活跃国民经济的经济发展模式。随着经济全球化、契约化的发展,企业信用已成为合作与交易的先决条件,并成为企业实施全球化战略的重要前提。信用评价就是根据客观、公正、科学的原则,采用规范程式和科学方法,综合评价履行经济承诺的行为、能力及可信任度。在信息不对称的经济环境下,科学评价企业信用有助于防范企业经营风险,促进现代企业制度建立与完善;有助于降低信息不对称,保护投资者利益;有助于保持资本市场的秩序稳定,为资本市场管理部门审查决策提供客观的依据;有助于减少商业银行的风险,为信贷资产的风险管理提供可靠依据,维护正常的社会经济秩序,也是建立社会信用体系的一项重要内容^[1-2]。

统计显示,我国企业坏账率高达 5%~10%,而美国企业坏账率仅 0.25%~0.5%。不仅如此,美国企业的账款拖欠期平均是 7 天,我国平均却有 90 多天。随着我国市场经济体制的建立与完善,为防范信用风险,维护正常的经济秩序,信用评价已引起学术界和企业界的极大关注,其研究得到不断深入,许多定量技术、支持工具和软件得到充分运用。然而,现行企业信用评价体系存在一些不容忽视的缺

陷,过度偏重于偿债能力指标,仅反映了企业过去的财务状况,未能充分体现未来的发展潜能,导致企业信用评价有一定的偏差。因此,建立一套基于企业价值的评价系统,着眼于企业的成长性,评价企业信用现状和未来发展潜力显得尤为重要。

1 企业信用评价指标体系

1.1 构建企业信用评价指标体系的原则

构建有效的评价指标体系,关键在于确定指标体系的原则。Neely 等提出了建立任何评价指标体系的有关原则,本文指标体系遵循下列原则^[3-4]:

1.1.1 科学性与导向性

指标选择、数据选取、权重确定和计算合成必须以科学理论为依据,平衡长期目标与短期目标,绝对指标和相对指标相结合。指标体系体现我国社会信用体系建设的目标,突出指标体系导向作用。

1.1.2 相互独立性

指标体系由一组相互联系的指标构成,但是各项指标必须相互独立,即同层次的各项指标线性无关,不存在相互包含与重叠,也不存在因果关系。

1.1.3 客观公正性

指标体系应系统准确地反映企业信用的客观状况,充分考虑我国现阶段的基本国情,与国民经济核算体系及统计标准相衔接。尽量减少人为主观因素,保证数据来源的可靠性、准确性和评价方法的科

收稿日期:2007-01-05

基金项目:国家社会科学基金资助项目(04BTQ015)

作者简介:许皓(1964-),男,江苏江阴人,安徽大学管理学院副教授,中国科学技术大学博士生,主要从事信息管理与企业管理研究。

学性。

1.1.4 可比性

指标体系必须反映评价对象共同的属性,要能进行横向、纵向比较。指标选择应借鉴国际通行的统计标准和规范,能够进行国际分析比较。

1.1.5 整体完备性

企业信用评价是一个复杂的系统,涉及诸多因素,只有建立完备的指标体系,从多个角度分析比较,才能准确地评价企业信用。

1.1.6 可操作性

评价目标是通过各项指标对评价对象的实测来实现,故指标设置应考虑统计工作的现状,尽量采用易于获取的数据,提高指标体系的可操作性。

1.1.7 主次分明,层次清晰

影响企业信用评价的指标涉及面广,应认真调查、仔细分析,在保证指标体系整体完备性的基础上,突出影响评价目标的主要因素,避免指标之间的交叉与耦合。

1.1.8 具有一定的灵活性和可扩展性

随着市场环境和技术的变化,企业信用评价追求的目标也会随之改变,评价指标在不同时期、不同环境有所差异。因此,指标体系应具有一定的灵活性和可扩展性,从实际情况出发,对评价体系进行相应的动态调整。

评价指标体系建立后,要继续开展指标体系优化工作,使其日趋完善,满足信用评价工作的需要。

1.2 构建企业信用评价指标体系

在研究国内外企业信用评价体系、分析其互补性的基础上,依照评价指标体系的基本原则,针对我国企业信用评价的特点,构建企业信用评价指标体系(见表 1),其中既有效益指标,又有成本指标;不仅反映过去财务状况,也充分体现其发展潜能,从而客观反映了企业信用^[5-8]。

2 企业信用评价的 PCA / FCM 模型

2.1 PCA 确定评价指标的权重

确定权重有主观赋权法、客观赋权法和主客观结合赋权法,主要包括:专家咨询法(Delphi 法)、比较矩阵法(CMM)、层次分析法(AHP)、重要性排序法(IOM)和主成分分析法(PCA)等。本文采用能消除指标样本之间相关关系的 PCA 赋权,在保持样本主要信息前提下,提取少量有代表性的主要指标。各项指标权重由原始数据计算得到,保证了评价的客观准确性^[9-12]。

表 1 企业信用评价指标体系

一级指标(f_i)	二级指标(f_{ij})	评价方法
偿债能力	资产负债率	财务报表
	速动比率	财务报表
	流动比率	财务报表
盈利能力	净资产收益率	财务报表
	主营业务利润率	财务报表
	总资产报酬率	财务报表
运营能力	流动资产周转率	财务报表
	总资产周转率	财务报表
	应收账款周转率	财务报表
现金获取能力	现金流动负债比率	财务报表
	现金总负债比率	财务报表
	盈利现金比例	财务报表
发展创新能力	技术人员比重	财务报表
	总资产增长率	财务报表
	所有者权益增长率	财务报表
	产品发展趋势	专家评定
	经营规模和策略	专家评定
	净利润增长率	财务报表

针对企业信用评价的多目标决策问题,本文所建立的二级评价体系,取一级指标 f_i 具有相同的重要性。设有 n 个样本企业、 m 项二级指标,可得原始样本矩阵 X 。对于指标体系中的定量指标,直接将实际数据代入矩阵中;对于定性指标,请专家按照 1 - 9 标度法将其转换成数值。

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nm} \end{bmatrix}$$

式中: x_{ij} 为第 i 个样本企业的第 j 项二级指标的原始数据, $i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$

原始数据标准化: $x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}$; 其中:

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}, s_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2};$$

设指标数据相关系数矩阵为:

$R = (r_{hj})_{m \times m}$, 则指标 h 与指标 j 的相关系数:

$$r_{hj} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_{ih}^* x_{ij}^*,$$

其中: $h, j = 1, 2, \dots, m$;

由特征方程 $|R - \lambda I| = 0$, 解出 R 的 m 个特征值 $\lambda_j, \lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_m \geq 0$; 及相应的特征向量 θ_j , 则第 k 个主成分的方差贡献率为:

$$\beta_k = \lambda_k / \sum_{j=1}^m \lambda_j;$$

前 k 个主成分累计贡献率为:



$$\varepsilon = \sum_{i=1}^k \lambda_i / \sum_{j=1}^m \lambda_j ;$$

实际中,通常取累计贡献率达 85 %,即 $\varepsilon \geq 85 \%$,或者是特征值 λ_j 大于 1 的主成分。本文选取累计贡献率达 85 %的主成分 u 个,并得前 u 个主成分对总体方差贡献矩阵 $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_u)$,以及各指标在前个主成分上的贡献矩阵: $\mathfrak{a} = (\mathfrak{a}_1, \mathfrak{a}_2, \dots, \mathfrak{a}_u)$, $\mathfrak{a}$ 为特征值 λ_i 所对应的特征向量;

则各指标对总体方差的贡献率矩阵:

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_m)$$

$$w_j = \sum_{i=1}^u \lambda_i \cdot \mathfrak{a}_i \text{ 其中:}$$

对 W 各元素值归一化处理,即为相应二级指标 f_{ij} 的权重 ($j = 1, 2, \dots, m$) 。

2.2 模糊一致矩阵及信用总排序

企业信用评价可看成一类包括一系列独立变量的分类问题,传统分类方法难以很好解决。采用符合人们思维决策的模糊理论,用 FCM 将多维指标综合起来,使多目标多方案决策更具科学性^[13]。

对于有 n 个样本企业、 m 项指标构成的优选问题,首先建立 m 个单指标模糊优先关系矩阵: $B_k = (b_{ij}^k)_{n \times n}$,其中 b_{ij}^k 为在因素 k ($k = 1, 2, \dots, m$) 下企业 x_i 对企业 x_j 的优先关系系数,其值为:

$$b_{ij}^k = \begin{cases} 0, & x_i \text{ 劣于 } x_j; \\ 0.5, & x_i \text{ 与 } x_j \text{ 等优}; \\ 1, & x_i \text{ 优于 } x_j; \end{cases}$$

将单指标优先矩阵改造成模糊一致矩阵:

$$R^k = (r_{ij}^k)_{n \times n}$$

其中: $r_{ij}^k = (r_i^k - r_j^k) / 2n + 0.5, r_j^k = \sum_{j=1}^n b_{ij}^k$;

运用方根法计算各样本企业 x_i 在指标 k 下的优属度值为: $s_i^k = s_i / \sum_{j=1}^n s_j$,其中 $s_j = (\prod_{i=1}^n r_{ij}^k)^{\frac{1}{n}}$

得样本企业的总体优属度值为: $S_i = \sum_{k=1}^m w_k \cdot s_i^k$;

S_i 为样本企业的最终信用得分,将其从大到小排序,形成样本企业信用从优到劣的次序^[14-15]。

3 实例分析

在收集数据过程中,需要考虑样本的代表性、可靠性和抽样误差。由于不同行业的企业生产经营流程、资产规模、经营周期、经营性质等差异,导致反映状况的信用指标有所不同,也会影响和制约样本的代表性,影响抽样误差,故本文选择同一行业内的企业进行信用评价。基于非上市公司的资料难以收集,故样本取自 2004 年深市 10 家信息技术及相关

行业上市公司数据,这些数据统计口径变动不大,连贯性强,既可以横向比较,又可以纵向分析。

表 2 特征值及主成分贡献率

主成分	方差贡献率		
	特征值	贡献率 (%)	累计贡献率 (%)
1	5.627	31.263	31.263
2	4.139	22.995	54.259
3	3.317	18.426	72.685
4	2.315	12.863	85.548
5	1.257	6.985	92.533
6	0.559	3.107	95.640
7	0.468	2.599	98.239
8	0.239	1.328	99.566
...	...	...	...

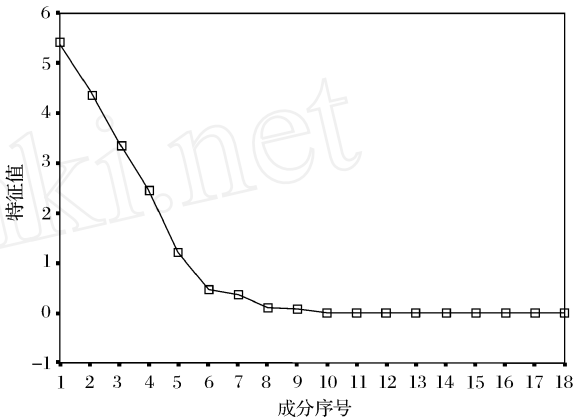


图 1 因素陡坡图

表 3 成分贡献矩阵

序号 \ 指标	1	2	3	4
资产负债率	- 0.1803	1.7379	0.3600	- 0.07985
流动比率	0.4178	- 1.5501	- 0.3013	0.6559
速动比率	- 0.2428	- 1.5973	- 0.6164	0.7282
净资产收益率	1.7840	- 0.8306	0.6716	- 0.5085
主营业务利润率	- 1.6796	0.8529	- 0.6821	0.6096
总资产报酬率	1.7232	- 0.8656	0.6653	- 0.5748
固定资产周转率	1.6266	1.1689	- 0.0326	0.5111
总资产周转率	1.3153	0.9762	- 1.0220	0.0792
应收账款周转率	0.9988	1.1555	0.8123	0.0569
现金流动负债比率	- 0.4363	- 0.1320	1.4915	0.7397
现金总负债比率	1.1187	0.3078	0.6752	1.0040
盈利现金比例	- 0.4347	- 0.2924	1.3757	0.5312
技术人员比重	0.2219	- 1.2779	- 1.0614	0.4370
总资产增长率	1.2944	0.9798	- 1.0394	0.0900
产品的发展趋势	2.0395	- 0.1585	- 0.2947	0.0410
经营规模和策略	1.8102	0.1847	- 0.5872	0.1966
所有者权益增长率	1.6630	0.2122	0.2003	0.9153
净利润增长率	1.8691	- 0.6623	0.2901	- 0.4962

表 4 各指标的相对权重

指标	归一化权重	指标	归一化权重
资产负债率	0.060	现金流动负债比率	0.051
流动比率	0.033	现金总负债比率	0.072
速动比率	0.021	盈利现金比例	0.047
净资产收益率	0.061	技术人员比重	0.025
主营业务利润率	0.025	总资产增长率	0.062
总资产报酬率	0.059	产品发展趋势	0.067
固定资产周转率	0.079	经营规模和策略	0.065
总资产周转率	0.062	所有者权益增长率	0.074
应收账款周转率	0.075	净利润增长率	0.062

利用 SPSS11.0 和 MATLAB7.0 软件进行数据分析计算,选取累计贡献率达 85 %的主成分 4 个,其对总体方差贡献矩阵(见表 2、图 1)为 $\lambda =$

表 5 样本企业信用优属度评价结果

样本企业 指标	归一化 权重	中兴 通讯	甬成功	闽福发	世纪 光华	数源 科技	兰光 科技	长城 电脑	创智 科技	南天 信息	新大陆
资产负债率	0.060	0.084	0.048	0.073	0.095	0.061	0.117	0.128	0.139	0.106	0.15
流动比率	0.033	0.128	0.061	0.048	0.106	0.117	0.095	0.084	0.15	0.073	0.139
速动比率	0.021	0.128	0.117	0.073	0.084	0.048	0.106	0.095	0.15	0.061	0.139
净资产收益率	0.061	0.15	0.048	0.095	0.117	0.084	0.061	0.139	0.073	0.106	0.128
主营业务利润率	0.025	0.139	0.150	0.106	0.095	0.073	0.048	0.061	0.128	0.084	0.117
总资产报酬率	0.059	0.127	0.047	0.094	0.116	0.072	0.072	0.148	0.083	0.105	0.137
固定资产周转率	0.079	0.150	0.106	0.084	0.061	0.139	0.073	0.117	0.048	0.128	0.095
总资产周转率	0.062	0.139	0.117	0.073	0.061	0.128	0.048	0.106	0.084	0.150	0.095
应收账款周转率	0.075	0.139	0.084	0.095	0.048	0.150	0.106	0.117	0.061	0.128	0.073
现金流动负债比率	0.051	0.139	0.084	0.095	0.106	0.150	0.117	0.073	0.128	0.048	0.061
现金总负债比率	0.072	0.150	0.073	0.084	0.095	0.128	0.106	0.139	0.117	0.048	0.061
盈利现金比例	0.047	0.106	0.073	0.128	0.117	0.150	0.061	0.095	0.139	0.048	0.084
技术人员比重	0.025	0.128	0.106	0.095	0.061	0.084	0.073	0.048	0.150	0.117	0.139
总资产增长率	0.062	0.138	0.106	0.073	0.061	0.127	0.084	0.106	0.084	0.149	0.073
产品的发展趋势	0.067	0.143	0.048	0.122	0.072	0.103	0.091	0.103	0.091	0.111	0.117
经营规模和策略	0.065	0.148	0.072	0.127	0.072	0.087	0.087	0.102	0.087	0.109	0.109
所有者权益增长率	0.074	0.150	0.061	0.106	0.117	0.095	0.048	0.139	0.084	0.073	0.128
净利润增长率	0.062	0.095	0.048	0.073	0.128	0.106	0.061	0.139	0.117	0.150	0.084
综合评价值		0.134	0.076	0.092	0.089	0.110	0.081	0.114	0.098	0.104	0.103
排序		1	10	7	8	3	9	2	6	4	5

4 结束语

本文根据我国企业信用评价问题的特点,构建了企业信用评价指标体系。针对企业信用评价是一类基于一系列独立变量的分类问题,传统分类方法难以很好解决现状,给出基于 PCA / FCM 的企业信用评价模型。PCA 是一种客观赋权的动态评价方法,包含了多指标的综合性和权数的动态可变性,指标系数是由样本数据本身给出,更能客观地反映指标的真实权重;FCM 使得评价结果更加符合人类决策思维。应用该模型对深市 10 家信息技术及相关行业上市公司进行研究,利用 SPSS11.0 和

(5.627,4.139,3.317,2.135),并得到各指标在前 4 个主成分上的贡献矩阵 α (见表 3),综合运算和归一化得各指标的相对权重(见表 4)。最后计算出各样本企业的总体优属度值,即得出样本企业信用优劣次序(见表 5)。

相关研究表明:企业信用等级与其经营业绩显著正相关。从二级市场的股价走势看,信用评价最优的中兴通讯股价由 2004 年底的 26.69 元,大幅上升至 2005 年底的 40.25 元(复权价),涨幅高达 51.81%,而同期上证指数从 1340.77 点跌至 1161.06 点,跌幅为 13.4%;反观信用评价最劣的甬成功,于 2005 年 11 月惊爆财务漏洞,已于 2006 年初退市,给广大投资者造成巨大损失。

MATLAB7.0 对样本数据进行计算,评价结果显示了模型的科学性和实用性,为企业信用管理提供了理论性和实践性的参考。

参考文献

[1] 安东尼·桑德斯. 信用风险度量:风险估值的新方法与其他范式[M]. 北京:机械工业出版社,2001.
[2] Altman E I, Saunders A. Credit risk measurement: Developments over the last twenty years[J]. Journal of Banking and Finance, 1997(21): 1721 - 1742.
[3] Neely A, Gregory M, Platts K. Performance Measurement System Design: A Literature Review and Research Agenda [J]. International Journal of Operations and Production Management, 1995, 15(4): 80 - 116.



[4] Medori D, Steeple D. A framework for auditing and enhancing performance measurement systems [J]. International Journal of Operations & Production Management, 2000, 20 (5) :520 - 533.

[5] Odom M D, Sharda R. A Neural Network Model for Bankruptcy Prediction[C]. Proceedings of the IEEE International Joint Conference on Neural Networks, 1990, (2) :163 - 168.

[6] Chen Mu - Chen, Huang Shih - Hsien. Credit scoring and rejected instances reassigning through evolutionary computation techniques[J]. Expert Systems with Applications, 2003, 24(4) :433 - 441.

[7] 吴德胜, 梁 . 遗传算法优化神经网络及信用评价研究[J]. 中国管理科学, 2004, 12(1) :68 - 72.

[8] 浙江省企业信用基准性评价指标体系和评价方法 [EB/OL]. (2005 - 11 - 18). http://www.ccn86.com/newslook_20050301.asp?id=10136.

[9] Basilebsky A. Statistical factor analysis and related methods: theory and applications[M]. New York: John Wiley and Sons ,1994.

[10] Twining C J, Taylor C J. The use of kernel principal component analysis to model data distributions[J]. Pattern Recognition, 2003, 36(11) :217 - 227.

[11] F Jia , E B Martin , A J Morri . Non - linear principal component analysis with application to process fault detection [J]. International Journal of System Science, 2000 , 31 (11) :1473 - 1487.

[12] 吴云燕, 华中生, 查勇. AHP 中群决策权重的确定与判断矩阵的合并[J]. 运筹与管理, 2003, 12(4) ,16 - 21.

[13] 姚敏. 计算机模糊信息处理技术[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1999.

[14] Fu Guoyao. An Algorithm for Computing the Transitive Closure of a Fuzzy Similarity Matrix[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1992, 51(2) :189 - 194.

[15] 张燕姑. 基于模糊一致矩阵的研究[J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(6) :1491 - 1493.

附表：样本企业原始数据

样本企业 指标	中兴 通讯	甬成功	闽福发	世纪 光华	数源 科技	兰光 科技	长城 电脑	创智 科技	南天 信息	新大陆
资产负债率	0.538	0.564	0.552	0.503	0.552	0.438	0.299	0.271	0.537	0.155
流动比率	1.86	1.38	1.13	1.57	1.69	1.49	1.48	2.55	1.39	2.36
速动比率	1.40	1.32	0.97	1.02	0.62	1.28	1.23	2.09	0.84	1.92
净资产收益率	0.819	- 11.5	0.021	0.04	0.008	- 0.15	0.212	0.007	0.024	0.079
主营业务利润率	0.415	16.320	0.238	0.223	0.122	0.048	0.060	0.316	0.132	0.288
总资产报酬率	0.051	- 4.960	0.008	0.016	0.004	- 0.080	0.156	0.005	0.013	0.053
固定资产周转率	12.19	2.73	2.02	1.15	8.35	1.89	2.76	1.09	8.10	2.12
总资产周转率	32.24	13.12	- 10.70	- 11.30	22.11	- 21.00	12.19	3.54	66.64	7.34
应收账款周转率	7.82	3.41	4.92	1.79	13.18	5.60	7.61	1.97	6.27	2.38
现金流动负债比率	0.165	0.049	0.072	0.109	0.196	0.120	0.032	0.141	- 0.210	- 0.070
现金总负债比率	1.313	0.048	0.068	0.104	0.196	0.119	0.704	0.141	- 0.210	- 0.070
盈利现金比例	1.630	- 0.550	4.321	3.162	29.540	- 0.650	0.063	7.592	- 32.000	- 0.420
技术人员比重	0.325	0.293	0.221	0.157	0.168	0.167	0.089	0.705	0.370	0.605
总资产增长率	0.322	0.140	- 0.110	- 0.110	0.211	- 0.210	0.122	0.035	0.662	0.073
产品发展趋势	9	1	7	3	5	3	5	3	7	9
经营规模和策略	9	3	7	3	3	3	5	3	7	7
所有者权益增长率	0.819	- 0.100	0.022	0.041	0.009	- 0.130	0.222	0.006	0.003	0.084
净利润增长率	0.341	- 13.100	0.248	1.305	0.449	- 6.300	2.038	1.062	2.263	0.311

数据来源：中国上市公司资讯网. <http://www.cnlist.com>

Study on Enterprise Credit Evaluation Based on PCA / FCM

XU Hao^{1,2}, WU Deng-sheng², XIE Yang-qun²

(1. Management School, USTC, Hefei 230026, China;

2. Management School, Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract : Considering the characteristics of credit evaluation on Chinese enterprises , this paper analyzes the basic principles and the influential factors of credit evaluation to establish an evaluation index system. As enterprise credit evaluation is a kind of problem classification influential including many independent variables , fuzzy consistent matrix and principle component analysis are introduced and an evaluation model is set up based on PCA / FCM. It results in the evaluation model closing to people's thinking pattern and the index weights are more objective. Using the model and SPSS11.0 , MATLAB7.0 to evaluate sample enterprises , the result demonstrates that the described model is very efficient and practical.

Key words : enterprise credit evaluation ; credit capacity ;fuzzy consistent matrix(FCM) ;principal component analysis (PCA)