

# 一种金融风险预警指标体系的构建方法与应用

黄福员

(湛江师范学院 商学院, 广东 湛江 524048)

**摘要:**针对现存方法的主观性、“选用冲突”等缺陷,提出了一种以粗糙集理论为基础的金融风险预警指标体系构建方法。新方法利用知识约简对样本数据去噪消冗,能在反映风险全面状况下精炼指标体系、甄别必要指标,而且方法的构建过程客观科学,可避免指标选择的“选用冲突”现象和主观性。应用实例的结果表明,该方法能降低预警模型的复杂程度,提高模型的预测准确性。

**关键词:**金融风险预警;指标体系;构建方法;粗糙集理论

**中图分类号:**F830 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2013)12-0168-05

近十多年来,亚洲金融危机、美国次贷危机及欧债危机等金融风暴的频繁爆发使得金融风险预警成为了金融风险管理领域热门的话题。金融预警的核心在于建立完善的风险评测模型,而模型建立的前提是构建一套科学有效的预警指标体系,因为指标选择的质量直接影响了模型预测的准确程度。自1932年Fitzpatrick从单指标角度研究财务危机预警问题以来,到1968年Altman在研究企业破产预测时采用经典的5个指标,再到近年来部分研究选择的指标多达几十个,预警指标越选越泛、越选越多<sup>[1-4]</sup>。从相关研究成果看,预警指标体系的构建还没形成统一认识和规范,指标的选择主要依赖于专家经验及研究人员的专业知识,具有很强的主观性;另一方面随着数据获取越来越容易,预警指标体系中包含的指标数也从几个逐渐扩展到几十个。预警指标体系的构建存在“选用冲突”现象:一方面全面刻画风险特征的期望要求建立的指标体系全面、广泛;另一方面从评测模型处理能力的角度往往要求指标体系简单、精炼,因为复杂的指标体系会造成模型处理的时间或空间困难,而且数据中存在的冗余和噪声往往会影响模型预测的准确程度。粗糙集理论是一种处理不确定、不完整、不精确数据的分析方法,由波兰数学家Z. Pawlak于1982年提出<sup>[5-6]</sup>。该方法的主要特征是:一不需要先验知识,规则的提取仅依赖于数据本身,数据处理过程具有很高的客观性;二在保持信息不丢失的

前提下,约简数据空间,剔除多余属性,具有很强的去噪消冗能力。因此,本文提出了一种基于粗糙集理论的金融风险预警指标体系构建方法,试图依赖粗糙集强大的去噪消冗能力避免“选用冲突”现象,利用粗糙集的客观性特征克服指标选择的主观片面性。

## 1 预警指标体系构建方法

### 1.1 定性法

定性法是指研究人员根据对指标信息内涵的主观认识和前人经验选择预警指标构建预警指标体系。该方法在国内外相关研究中被广泛采用:1968年Altman根据主观经验初步选择22个财务指标,经过实验测试不同指标组合的预测能力,构建由5个指标组成的预测模型<sup>[2]</sup>;1980年Ohlson在破产预测研究中,在Altman的5个指标基础上结合个人经验,构建了9个指标组成的预警指标体系<sup>[7]</sup>;1998年Kiviluoto等人在构建破产预测的神经网络模型时,人为采用营业毛利、权益比率等四个指标作为模型的输入<sup>[8]</sup>;2003年Kim&Han在研究企业危机预警时采用了行业风险、竞争性、经营风险等六个定性指标提取预警专家系统的决策规则<sup>[9]</sup>;2003年吴德胜和梁樑等在信用评价研究中主观选择了10个和12个指标进行评价建模<sup>[10]</sup>;2005年Pendharkar直接采用Altman的5个指标进行企业破产危机预警研究,并取得较好的预测准确性<sup>[11]</sup>。

### 1.2 定量法

**收稿日期:**2013-09-25

**基金项目:**广东省自然科学基金项目(10452404801006352);广东高校优秀青年创新人才培养项目(WYM10103)

**作者简介:**黄福员(1975—),男,广东廉江人,湛江师范学院商学院副教授,博士,研究方向:商务智能,风险管理。

定量法是指在较泛的范围内对指标进行初步选定,根据初定指标收集数据,然后运用统计分析等数据分析方法对数据进行分析,选择相关程度或重要程度高的指标构建预警指标体系。主要的研究有:1996年Jo& Han在研究企业破产预警中采用了t-检验方法构建预警指标体系<sup>[12-13]</sup>;随后Park& Han<sup>[14]</sup>、Shin& Lee<sup>[15]</sup>、孙星和邱苑华<sup>[16]</sup>等人也基于t-检验统计方法进行了指标变量的选择;1996年Back等人基于遗传算法构建指标体系,进而设计破产预警的神经网络模型,取得了良好的预测效果<sup>[17]</sup>;2002年,Galvao和Becerra在研究财务困境时也采用了遗传算法优化财务指标组合<sup>[18]</sup>。

综上所述,定性法构建的预警指标体系往往具有较强的解释能力,但该类方法的有效性依赖个人知识经验,受主观因素影响较大,缺乏科学根据和说服力。定量法构建的指标体系通常信息含量比较广泛、客观性好,但t-检验等数据分析方法往往会造成数据部分信息损失,从而导致指标体系有效性的降低,并且定量法构建的指标体系往往解释能力不强。

## 2 知识约简

知识约简是粗糙集理论的核心内容之一,所谓知识约简是指在保持数据的分类或决策能力不变的前提下,剔除冗余属性,精简问题表达空间,优化决策规则<sup>[5-6]</sup>。

下面简要介绍知识约简的相关概念<sup>[19]</sup>:

假设 $S=(U, A, V, f)$ 为一个知识表达系统。其中: $U$ 称为论域,为研究对象的非空有限集合; $A$ 为属性的非空有限集合; $V$ 为属性值域; $f$ 为 $U \times A \rightarrow V$ 的函数。当属性集 $A=C \cup D (C \cap D \neq \emptyset)$ 时,该知识表达系统称为决策表。其中 $C$ 称为条件属性集, $D$ 称为决策属性集。

定义1 设 $R$ 是论域 $U$ 上的一个等价关系, $X \subseteq U$ 是其中的某些对象的集合。若 $X$ 能表达为 $R$ 中的某些等价类的并,则称 $X$ 为 $R$ 可定义集,反之 $X$ 为 $R$ 不可定义集。其中 $R$ 不可定义集称为 $R$ 粗糙集,即粗糙集。

定义2 知识表达系统 $S=(U, A, V, f)$ 中,属性集 $A$ 中存在多个属性,而其中某些属性与系统的分类能力无关,因此可以在保持分类能力不变的前提下删除冗余属性,即为知识约简。

## 3 预警指标体系构建的粗糙集方法

### 3.1 方法机理

知识约简的数据处理是从数据本身出发,在保持信息不遗失的前提下寻求属性集的系列最小约简,具

有很强的去掉数据噪声、消除数据冗余能力,且处理过程客观科学。因此,基于粗糙集的知识约简方法构建的预警指标体系,一方面可从广泛指标中获取反映风险全面状况的信息;另一方面利用知识约简去噪消冗,精炼指标体系,能有效降低指标体系的复杂程度。因此该方法可克服指标选择的主观片面性,避免“选用冲突”现象。

该方法的基本思路如下:①按全面的原则初步建立指标体系;②根据初选指标收集目标样本数据;③处理数据,建立决策表;④对决策表进行知识约简,在保持决策表分类能力或决策能力不变的前提下,剔除不必要的指标,去掉冗余数据;⑤根据约简结果集选择预警指标体系。

### 3.2 构建步骤

#### 步骤一 指标初选

预警指标初步选择的原则是考虑数据可获取性的前提下,尽可能涵盖多方面的信息,力图从多层次、全方位反映金融风险特征。复杂的指标体系可能会存在指标之间相关、数据噪声多冗余大等问题,然而粗糙集是一种非线性的平行处理结构模式,具有强大的去噪消冗能力,因此这些问题对数据处理结果影响不大。

#### 步骤二 数据离散化

粗糙集理论要求所处理的数据为离散型数据,而实践中大部分的预警指标是连续型数据。因此要预先对数据进行离散化处理。数据离散化的方法多种多样,不同方法离散化的效果往往也不尽相同,并且会影响到模型预测的精度。因此离散化处理方法的选择要符合以下原则:

①每个属性(指标)离散化后的空间维数尽量少,即经过离散化处理后的每一个属性包含的属性值种类尽量少;②保持知识系统的分类能力不变,即尽量减少数据离散化处理过程中的信息丢失。

#### 步骤三 建立决策表

以步骤二处理后的数据建立决策表,其形式如表1所示。

表1 预警决策表

| $U$      | $F_1$    | $F_2$    | $\cdots$ | $F_m$    | $D$      |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $X_1$    | $f_{11}$ | $f_{12}$ | $\cdots$ | $f_{1m}$ | $d_1$    |
| $X_2$    | $f_{21}$ | $f_{22}$ | $\cdots$ | $f_{2m}$ | $d_2$    |
| $X_3$    | $f_{31}$ | $f_{32}$ | $\cdots$ | $f_{3m}$ | $d_3$    |
| $\cdots$ | $\cdots$ | $\cdots$ | $\cdots$ | $\cdots$ | $\cdots$ |
| $X_n$    | $f_{n1}$ | $f_{n2}$ | $\cdots$ | $f_{nm}$ | $d_n$    |

其中  $U=\{X_1,X_2,\cdots,X_n\}$  代表研究样本,  $X_i,i=1,2,\cdots,n$  表示一个研究对象(如企业、银行等);  $C=\{F_1,F_2,\cdots,F_m\}$  为条件属性集合, 代表初选的预警指标体系;  $D$  为决策属性,  $d_i,i=1,2,\cdots,n$  代表预警信号, 用以判别警情的级别(如  $d_i=0$  或 1, “0”代表无警, “1”代表有警等等)。

步骤四 知识约简

采用约简算法对上述决策表进行知识约简, 得到决策表的一系列约简  $\{F^{(1)}, F^{(2)}, \cdots, F^{(k)}\}_i \subseteq C, i=1, 2, \cdots$ , 从中选择解释性强的指标集构建预警指标体系。

4 应用实例

信用风险是一类典型的金融风险, 因此本文以信用风险预警为例, 利用上述方法构建信用风险预警指标体系, 并应用到相应的模型设计中, 以检验方法在金融风险预警指标体系构建中的应用成效。

4.1 指标初选

在参阅国内外文献的基础上, 考虑数据的可获取性, 选定以下 21 项指标构成初选的预警指标体系<sup>[20-23]</sup>, 如表 2 所示。

表 2 初选的预警指标体系

| 变量       | 财务比率    | 变量       | 财务比率      |
|----------|---------|----------|-----------|
| $X_1$    | 净资产收益率  | $X_{12}$ | 利息保障倍数    |
| $X_2$    | 资产净利率   | $X_{13}$ | 产权比率      |
| $X_3$    | 主营业务利润率 | $X_{14}$ | 净利润增长率    |
| $X_4$    | 销售净利率   | $X_{15}$ | 主营业务收入增长率 |
| $X_5$    | 应收账款周转率 | $X_{16}$ | 主营业务利润增长率 |
| $X_6$    | 应收账款增长率 | $X_{17}$ | 资本保值增值率   |
| $X_7$    | 存货周转率   | $X_{18}$ | 总资产增长率    |
| $X_8$    | 存货周转增长率 | $X_{19}$ | 流动比率      |
| $X_9$    | 总资产周转率  | $X_{20}$ | 速动比率      |
| $X_{10}$ | 资产负债率   | $X_{21}$ | 现金流动负债比   |
| $X_{11}$ | 长期资产适合率 |          |           |

4.2 数据采集

中国上市公司中的 ST 公司面临获利能力低下、信用风险过高等问题, 将 ST 公司视为信用不好的公司是合理的<sup>[24]</sup>。因此, 实例以上市公司中 ST 和非 ST 公司为研究对象, 随机选取 168 家上市公司为样本, 并按初选的预警指标体系采集相关的数据, 其中 120 份数据为训练样本, 48 份数据为测试样本。注: 本文研究数据来源于锐思数据([www.resset.cn](http://www.resset.cn))。

4.3 数据约简

4.3.1 数据离散化

本文应用等频率划分算法( Equal Frequency Intervals)进行数据的离散化处理, 主要原则是在不影响分类能力的前提下尽可能提高数据的离散程度。

4.3.2 决策表

根据数据离散化处理的结果, 以初选的预警指标  $X_1,X_2,\cdots,X_{21}$  为条件属性, 属性  $ST$  为决策属性, 取值为 0 或 1, “0”表示该公司为非 ST 公司, “1”表示该公司为 ST 公司, 建立预警指标体系的决策表, 如表 3 所示。

表 3 预警指标体系的决策表

| $U$       | $X_1$    | $X_2$    | $X_3$    | $X_4$    | $\cdots$ | $X_{20}$ | $X_{21}$ | $ST$     |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $C_1$     | 0        | 0        | 0        | 0        | $\cdots$ | 0        | 0        | 1        |
| $C_2$     | 0        | 0        | 0        | 0        | $\cdots$ | 1        | 0        | 0        |
| $C_3$     | 0        | 0        | 1        | 0        | $\cdots$ | 1        | 0        | 1        |
| $\cdots$  | $\cdots$ | $\cdots$ | $\cdots$ | $\cdots$ | $\cdots$ | $\cdots$ | $\cdots$ | $\cdots$ |
| $C_{168}$ | 2        | 2        | 2        | 2        | $\cdots$ | 2        | 2        | 0        |

注:  $C_i$  表示某个上市公司实体。

4.3.3 知识约简

采用 ROSETTA 粗糙集软件包<sup>①</sup>对决策表进行知识约简, 得到条件属性的系列约简, 如表 4 所示。

表 4 决策表的简约结果

| 指标                                          | 分类能力% | 维数 |
|---------------------------------------------|-------|----|
| $\{X_6, X_8, X_9, X_{11}, X_{14}, X_{21}\}$ | 100   | 6  |
| $\{X_3, X_5, X_8, X_9, X_{12}, X_{20}\}$    | 100   | 6  |
| $\{X_1, X_3, X_6, X_9, X_{13}, X_{20}\}$    | 100   | 6  |
| $\{X_5, X_7, X_9, X_{13}, X_{17}, X_{18}\}$ | 100   | 6  |

从指标的解释合理性方面考虑, 本文选用约简  $\{X_1, X_3, X_6, X_9, X_{13}, X_{20}\}$  作为信用风险预警指标体系, 如表 5 所示。

表 5 信用风险预警指标体系

| 变量    | 财务指标    | 变量       | 财务指标   |
|-------|---------|----------|--------|
| $X_1$ | 净资产收益率  | $X_9$    | 总资产周转率 |
| $X_3$ | 主营业务利润率 | $X_{13}$ | 产权比率   |
| $X_6$ | 应收账款增长率 | $X_{20}$ | 速动比率   |

4.4 应用分析

为了分析预警指标体系构建的有效性, 本文基于上述数据分别设计了 Logit、BP 神经网络等四个模型, 具体如表 6 所示。

注: ①ROSETTA 粗糙集软件包下载网址: <http://www.idi.ntnu.no/~aleks/thesis>

表 6 按样本构建的四个预警模型

| 序号   | 简称        | 模型                      |
|------|-----------|-------------------------|
| 模型 1 | Logit(21) | 以初选 21 个指标设计的 Logit 模型  |
| 模型 2 | Logit(6)  | 以约简 6 个指标设计的 Logit 模型   |
| 模型 3 | BP(21)    | 以初选 21 个指标设计的 BP 神经网络模型 |
| 模型 4 | BP(6)     | 以约简 6 个指标设计的 BP 神经网络模型  |

利用测试样本对上述所构建的模型分别进行测试,并对训练样本的数据进行返回判定,其仿真结果

表 7 信用风险预警模型仿真结果汇总表

|      | 训练样本      |          |           | 测试样本      |           |           |
|------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|      | 第一类错误     | 第二类错误    | 总误判       | 第一类错误     | 第二类错误     | 总误判       |
| 模型 1 | 3(10.0%)  | 3(3.33%) | 6(5%)     | 4(33.33%) | 5(13.89%) | 9(18.75%) |
| 模型 2 | 5(16.67%) | 6(6.67%) | 11(9.20%) | 3(25%)    | 2(5.56%)  | 5(10.42%) |
| 模型 3 | 0(0.00%)  | 0(0.00%) | 0(0.00%)  | 2(16.67%) | 4(11.11%) | 6(12.5%)  |
| 模型 4 | 0(0.00%)  | 0(0.00%) | 0(0.00%)  | 1(8.33%)  | 2(5.56%)  | 3(6.25%)  |

注:括号外数字为误判个数,括号内为误判率。

5 结束语

构建科学有效的预警指标体系是金融风险预警成功的基础,传统指标体系的建立往往依赖于专家经验,具有较高的主观片面性,缺乏科学根据和说服力,并且存在“选用冲突”现象。本文提出的预警指标体系构建方法能在反映风险全面状况下精炼指标体系、甄别必要指标,避免指标选择的“选用冲突”现象,而且该方法的构建过程客观科学,不受主观因素影响。应用实例的结果表明了该方法所构建的指标体系能大幅度提高模型预测的准确性,在金融风险预警领域中具有良好的应用前景和现实意义。

参考文献

[1] FITZPATRICK P J. A comparison of ratios of successful industrial enterprises with those of failed firms[M]. Certified Public Account,1932;598—605.

[2] EDWARD I. Altman. Financial Ratios,Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy[J]. The Journal of Finance,1968, 23 (4): 589 - 609.

[3] SINGH ROHIT,SENGUPTA RAGHU NANDAN. Bankruptcy prediction using artificial immune systems[C]//Proceedings of the 6th International Conference on Artificial Immune Systems. 2007: 131—141.

[4] CHO SUNGBIN, KIM JINHW, BAE JAEKWON. An integrative model with subject weight based on neural network learning for bankruptcy prediction[J]. Expert Systems with Applications,2009,36(1):403—410.

[5] PAWLAK Z. Rough sets[J]. International Journal of Com-

如表 7 所示。

从表 7 的结果可以看出,无论是第一类错误还是总误判率,采用约简预警指标体系设计的模型(模型 2 及模型 4)均有大幅度的降低。表明了基于粗糙集理论的金融预警指标体系构建方法是一种行之有效的方 法,能在不遗失信息的前提剔除冗余指标,消除数据噪声,降低预警模型的复杂程度,提高模型的泛化能力,进而提高了模型的预测准确性。

puter and Information Science,1982,11(5):341—356.

[6] PAWLAKZ. Rough sets: theoretical aspects of reasoning about data[M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1991.

[7] JAMESA, OHLSON. Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy[J]. Journal of Accounting Research,1980,18: 109—131.

[8] K KIVILUOTO. Predicting Bankruptcies with the Self-Organizing Map[J]. Neurocomputing,1998, 21(1): 191—201.

[9] M-J KIM, I HAN. The discovery of experts’ decision rules from qualitative bankruptcy data using genetic algorithms [J]. Expert Systems with Applications,2003, 25: 637—646.

[10] 吴德胜, 梁樑. 基于 V-fold Cross-validation 和 Elman 神经网络的信用评价研究[J]. 系统工程理论与实践,2004,(4): 92—98.

[11] P C PENDHARKAR. A Threshold Varying Artificial Neural Network Approach for Classification and Its Application to Bankruptcy Prediction Problem[J]. Computers & Operations Research,2005,32: 2561—2582.

[12] H JO,I HAN. Integration of Case-Based Forecasting, Neural Network, and Discriminant Analysis for Bankruptcy Prediction[J]. Expert Systems with Applications,1996, 11 (4): 415—422.

[13] H JO, I HAN. Bankruptcy Prediction Using Case-Based Reasoning, Neural Networks, and Discriminant Analysis [J]. Expert Systems with Applications,1997, 13 (2): 97—108.

[14] C-S PARK,I HAN. A Case-Based Reasoning with the Feature Weights Derived by Analytic Hierarchy Process for Bankruptcy Prediction[J]. Expert Systems with Applications,2002, 23 (3): 255—264.

[15] K-S SHIN, Y-J LEE. A Genetic Algorithm Application in Bankruptcy Prediction Modeling[J]. Expert Systems with Applications, 2002, 23: 321—328.

[16] 孙星, 邱苑华. 企业财务危机预警双基点距离比值法[J]. 管理工程学报, 2005, 19(3): 106—110.

[17] B BACK, T LAITINEN, K SERE. Neural Networks and Genetic Algorithms for Bankruptcy Predictions[J]. Expert Systems with Applications, 1996, 11 (4): 407—413.

[18] R K H GALVAO, V M BECERRA, M ABOU-SEA-DA. Variable Selection for Financial Distress Classification Using a Genetic Algorithm[C]//Proceedings of the 2002 Congress on Evolutionary Computation. 2002.

[19] 张文修, 吴伟志. 粗糙集理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

[20] SELWYN PIRAMUTHN. Financial credit risk evaluation with neural and neurofuzzy systems[J]. European Journal of Operational Research, 2006, 112: 310 - 321.

[21] E I ALTMAN, G MARCO, F VARETTO. Corporate Distress Diagnosis: Comparisons Using Linear Discriminant Analysis and Neural Networks[J]. Journal of Banking and Finance, 1994, 18: 505—529.

[22] 财政部统计评价司. 企业绩效评价问答[M]. 北京: 经济科学出版社, 1999.

[23] 章彰. 解读巴塞尔新资本协议[M]. 北京: 中国经济出版社, 2005.

[24] 李志辉, 李萌. 我国商业银行信用风险识别模型及其实证研究[J]. 经济科学, 2005(5): 61—71.

A Construction Method for Indicator System of Financial Risk Early Warning and It’s Application

HUANG Fu-yuan

(School of Business, Zhanjiang Normal College, Zhanjiang Guangdong 524048, China)

**Abstract:** In view of the subjectivity and “choose confliction” of the existing methods, a construction method for indicator system of financial risk early warning was proposed based on rough set theory. The new method can refine indicator system and identify the necessary index under reflecting comprehensively the risk condition by using the reduction of knowledge to eliminate redundant and noise of the sample data, and the process is objective and scientific which could avoid the “choose confliction” and the influence of subjective factors. The example result indicates that the mothed can reduce the complexity of the early-warning model and improve the prediction accuracy .

**Key words:** financial risk early warning; indicator system; construction method; rough set theory

(上接第 118 页)

The Beijing Traffic Flow Analysis and Control Research

QIAN Jun-ming, LI Xin-wei

(School of Business Administration, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu Anhui 233030, China)

**Abstract:** According to the specific problems of congestion in Beijing, analysis of the basic reasons. Urban traffic flow characteristics and calculated parameters, and cited traffic study research methods, specific data on the the Beijing intersection of traffic flow SPSS data analysis, cluster analysis, correlation analysis and other means to determine the traffic congestion in Beijing classification of different reasons, and proposed management measures to control traffic flow.

**Key words:** traffic flow; cluster analysis; analysis