

企业信用风险的主成分判别模型及其实证研究

梁 琪

(南开大学 经济学院金融系, 天津 300071)

摘 要:本文在运用主成分分析和典型判别分析方法的基础上,提出了预测我国上市公司经营失败的主成分判别模型,并对我国沪深两市 2000 年至 2002 年间 142 家上市公司进行了经营失败预测研究,结果显示企业的盈利指标、景气指标、资本市场指标和增长性指标等 4 个主成分最能解释我国上市公司的经营失败情况。模型方法和分析在企业内部风险控制、银行贷款信用评级和资本市场投资估价等领域具有较高的应用价值。

关键词:主成分判别度量模型;信用风险;经营失败

中图分类号:F224;F270 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2003)05-0052-06

一、引 言

信用风险是最古老的金融风险,也是企业所有者和经理人、投资者、商业银行等金融机构和政府面临的最重要的金融风险。以国际银行业为例,McKinsey 公司的研究表明以银行实际的风险资本配置为参考,信用风险占银行总体风险暴露的 60%,而市场风险和操作风险则仅各占 20%。因此,信用风险的度量一直以来都是这些机构面临的核心课题。随着国际银行业结构的变化以及认可银行采用内部评级法度量信用风险的《新巴塞尔资本协议》的出台,信用风险的度量逐步成为风险研究领域最具挑战性的课题之一。违约概率、赔付率和违约相关是度量信用风险的三个主要参数,其中违约概率是度量的关键和出发点,它可以通过企业破产或经营失败的预测研究实现替代度量。

企业破产或经营失败的预测研究最早可以追溯到上个世纪的 30 年代。Fitzpatrick(1932)对破产企业和非破产企业的财务比率进行了比较研究,发现后者的财务比率一般较差。随后,Beaver 和 Altman 分别在应用一元和多元判别分析方法上作出了开拓性的研究。Beaver(1966)对 30 多个企业的财务比率进行了研究,结果发现现金流/总负债是最具有解释企业破产能力的指标。Altman(1968)对 66 家美国制造业企业的经营状况进行了典型判别分析,建立了由 5 个企业财务比率组成的 Z 值模型。由于模型具有较强的判别能力,再加上简单实用,Z 值模型很快成为一种主流的信用风险度量方法,并被应用到了世界上超过 25 个国家的企业破产或经营失败的预测研究之中。迄今为止,国内对企业经营失败的预测研究所采用的方法也多集中于判别分析。陈瑜(2000)应用一元和多元分析对 135 家上市公司的财务状况进行了分类和预测研究,在多元分析中又分别采用了主成分分析法、回归分析法和判别分析法。以综合预测效果最好的主成分分析法为例,上市公司经营失败前 3 年的判别准确率分别为 93.1%、89.66% 和 79.31%。施锡铨(2001)等人采用典型判别分析对 1999 年至 2000 年 9 月间的 128 家上市公司

收稿日期:2003-02-19

基金项目:国家社科基金青年项目(00CJY026)。

作者简介:梁琪(1972-),男,陕西蒲城人,南开大学经济学院金融学系副教授,日本一桥大学商学研究科博士后流动站研究人员。

进行了经营失败预测研究,总判别准确率达到93.09%。张爱民(2001)等人应用主成分法对80家上市公司的财务失败进行了实证研究,企业经营失败前3年的检测正确率分别达到了92.50%、87.50%和77.50%。

本文在借鉴国内外已有研究成果的基础上,采用主成分分析法和典型判别分析法相结合的方法,提出了度量企业信用风险的主成分判别模型,并对我国上市公司的经营失败进行了实证分析,所得结果可以替代度量企业的违约概率。

二、研究方法

典型判别分析在选择最优判别指标时,采用的方法一般是求解财务比率的方差在同一组内达到最小而在不同组之间则达到最大。这样做的结果是绝大部分的财务比率被剔除了,它们包含的企业信用风险信息也被排除在了判别方程之外。然而,由于我国上市公司的财务数据具有高维性(指标多)的特点,因此如何能够在尽可能多地考虑所有财务比率提供的信息的前提下,实现对企业经营状况的准确判别和预测成为典型判别分析法面临的首要问题。主成分判别模型在对企业的经营失败进行典型判别分析之前,引入了主成分分析法,后者能够在财务比率众多的情况下,同时实现变量的降维,最大限度地减少变量中所含信息的丢失。作为数据降维的一种统计方法,主成分分析的思想出现于19世纪中叶,但直到20世纪30年代 Hotelling(1933)提出计算主成分的迭代算法之后,这一分析方法才得以被应用到实践当中。主成分分析法的基本思路是:从 p 个相关的财务比率中推算出 p 个相互独立的主成分,每一个主成分都是原始财务比率的线性拟合。第一个主成分的特征值最大,它最大限度地解释了原始财务比率数据的方差。第二个主成分则最大限度地解释了原始财务比率数据的剩余方差。如果 l 个($l < p$)主成分就可以解释大部分的原始财务比率数据的方差,那么 l 维主成分空间就能够最大限度地保留原始 p 维财务比率空间的信息。此外,由于主成分之间具有相互独立的关系,主成分判别模型还可以部分弥补我国上市公司财务比率之间相关性较强,从而违背判别分析假设的缺陷。主成分判别度量模型的具体设计如下:

设模型的样本数为 n , $X=(X_1, X_2, \dots, X_p)^T$ 是一个($p \times 1$)阶随机向量, X 为财务比率, p 为模型选取的财务比率的数目。令 Σ 为 X 的协方差矩阵, λ 是相应的特征值, Π 是相应的特征向量,则第 l 个主成分等于:

$$Y_l = \Pi_l^T X = \pi_{1l}x_1 + \pi_{2l}x_2 + \dots + \pi_{pl}x_p \quad l=1,2,\dots,p \quad (1)$$

Y_l 的方差以及 Y_l 和 Y_k 之间的协方差等于:

$$\text{Var}(Y_l) = \Pi_l^T \Sigma \Pi_l \quad l=1,2,\dots,p \quad (2)$$

$$\text{Cov}(Y_l, Y_k) = \Pi_l^T \Sigma \Pi_k \quad l, k \in p, l \neq k \quad (3)$$

式(1)的求解等同于求拉格朗日函数表达式的最大化,其推导过程为:

$$\phi_l = \Pi_l^T \Sigma \Pi_l - \lambda_l (\Pi_l^T \Pi_l - 1) \quad l=1,2,\dots,p \quad (4)$$

对 Π_l 求偏导,得:

$$\partial \phi_l / \partial \Pi_l = 2 \Sigma \Pi_l - 2 \lambda_l \Pi_l = 0$$

或

$$(\Sigma - \lambda_l I) \Pi_l = 0 \quad l=1,2,\dots,p \quad (5)$$

由于特征值 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_l \geq \dots \geq \lambda_p$,都是非负数,因此特征向量可以通过式(5)计算,从而主成分可以由式(1)完成求解。^①主成分之间既然是相互独立的,因此第 l 个主成分的方差在所有主成分方差和中的比重能够反映它对原始财务比率方差的解释程度以及它在所有主成分中的重要性。在财务比率数量较多的情况下,如果较少的 m 个主成分就解释了大部分财务比率数据的方差,那么这些主成分就可以在信息丢失最少的情况下实现对原有数据的替换。

将主成分分析得到的 Y_l 作为判别指标引入典型判别方程,其中 Z 是判别值, Y_k 是 t 期的判

别指标, b_l 是判别系数, b_0 是常数项, t 是样本时间期限。

$$Z = b_0 + \sum_{l=1}^m b_l Y_{ul} \quad l=1, 2, \dots, m \quad (6)$$

主成分判别度量模型采用最大似然法估计判别指标的系数和判别方程的常数项。设模型组数为 k , 样本数为 $n_g (g=1, 2, \dots, k)$, 判别指标(主成分)数为 m , 将企业 u 划分入组 g 的原则是 u 属于组 g 的后验概率最大, 即:

$$P(g|X_u) > P(g'|X_u) \quad g \neq g' \quad (7)$$

假设判别指标服从多元正态分布, 并具有等协方差阵 S , 则 u 属于组 g 的后验概率等于:

$$\hat{P}(g|X_u) = \frac{q_g \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} D_{ug}^2\right)}{\sum_{g'=1}^k q_{g'} \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} D_{ug'}^2\right)} \quad (8)$$

其中: q_g 和 $q_{g'}$ 分别是 u 属于组 g 和 g' 的先验概率, D_{ug} 和 $D_{ug'}$ 分别是 u 的投影得分向量与组 g 和 g' 的判别指标的均值的投影得分向量之间的距离。式(7)的求解等同于求式(8)中分子的最大化, 或其自然对数的最大化, 即:

$$\begin{aligned} L_{ug} &= \ln q_g - \frac{1}{2} D_{ug}^2 = \ln q_g - \frac{1}{2} (X_u - \bar{X}_g)' S^{-1} (X_u - \bar{X}_g) \\ &= [\bar{X}'_g S^{-1}] X_u + \left[-\frac{1}{2} \bar{X}'_g S^{-1} \bar{X}_g + \ln q_g \right] \end{aligned} \quad (9)$$

式(9)第一项括号中的表达式为判别方程的系数 b_l , 第二项为常数 b_0 。 L_{ug} 与 X_u 之间的线性关系表明主成分判别模型使用了线性判别法则来分类和预测企业的经营失败。

三、实证分析

(一)模型样本。模型样本包括经营失败组和经营正常组。经营失败组选择了沪深两市2000~2002年间由于企业财务状况异常导致其A股股票交易被实行特别处理的上市公司71家。^② 这些企业来自中国证监会划分的22个上市公司行业部门类别中的18个, 具有很强的行业普遍性。因此在选择经营正常组的企业时, 模型只考虑了资产规模的因素, 并在所有非“ST”上市公司中随机抽选了71家企业, 模型样本总计为142家上市公司。

(二)财务比率。财务比率的设计和选取是企业经营失败预测分析的关键。本文选取的财务比率数据大部分来自企业的财务报表, 但也尝试纳入了部分能够反映投资者对企业未来经营前景预期的资本市场数据, 如流通股股票的市场价格和流通股股本的数量等。在参考已有的研究文献以及考虑我国上市公司的特色和本研究需要的基础上, 本文选取了16个企业财务比率, 统计检验显示这些比率在两组之间有着显著的不同(见表1)。^③

表1 模型选取的财务比率*

财务比率名称	均值	t	p	财务比率名称	均值	t	p
总资产利润率	0.03/0.10	-9.27	0.000	总资产周转率	0.42/0.79	-4.86	0.000
主营业务利润率	0.17/0.28	-4.25	0.000	现金比率	0.20/0.48	-5.34	0.000
总资产收益率	0.04/0.11	-8.57	0.000	应付账款周转率	9.22/51.45	-1.69	0.093
股东权益收益率	0.05/0.20	-7.85	0.000	固定资产周转率	1.96/4.70	-2.89	0.004
企业留存/总资产	0.03/0.07	-3.53	0.001	其他应收款周转率	0.57/0.19	3.42	0.001
利息和税前利润率	0.17/0.25	-2.33	0.021	财务杠杆效应	49.16/11.16	2.92	0.004
利息支付倍数	6.01/19.26	-2.21	0.029	总资产增长率	0.17/0.33	-2.56	0.012
利息和税前收入/总资产	0.05/0.13	-9.07	0.000	流通股股本的市场价值/总负债	0.59/1.70	-7.29	0.000

* 均值中前一项为经营失败组数据, 后一项为经营正常组数据。

(三)主成分分析。模型采用了上市公司被特别处理前3年期的财务比率数据。由于上市公

司在出现财务状况异常被“戴帽”之前,都已连续两年亏损或每股净资产低于股票面值,因此能否在前3年期时对企业的经营状况进行准确的预测就显得更为重要。本文运用SPSS11.5统计软件进行实证分析。如何决定从所有主成分中抽取的个数是主成分分析的关键。尽管以特征值大于1为标准选取主成分是一些学者经常采用的方法,而且也是许多统计软件进行主成分分析时的默认设置,但是这种方法与Scree检验法相比有许多不足之处,经常导致主成分的过度抽取。Cortina(2002)认为以主成分特征值大于1作为抽取标准的缺陷恰恰在于这种方法的出发点是先考虑保留,而非剔除主成分。在Scree检验的基础上,模型从16个主成分中最终抽取了4个,并根据它们与原始财务比率之间的相关系数,分别定义它们为盈利指标、景气指标、资本市场指标和成长性指标。这4个主成分将作为判别指标进入典型判别分析。

(四)典型判别分析。判别分析的结果显示盈利指标是最具有解释企业经营失败能力的主成分,其次为景气指标、成长性指标和资本市场指标。盈利指标和景气指标的p统计量均小于0.001,然而其余两个指标的F统计量却并不显著,但若剔除它们,判别准确率就会出现较大幅度的下降。出现这种现象的原因在于它们与盈利指标和景气指标之间有着负相关的关系。在典型判别分析中,指标之间负的相关关系可以进一步提高整个方程的判别能力(参见Altman(1968))。此外,由这4个主成分构成的判别方程显示出了相当好的拟合度,典型判别相关系数达到了0.692,说明判别指标解释了近70%企业经营状况的变化。考虑到判别分析使用的是企业经营失败前3年期的数据,这一统计量还是比较令人满意的。相应的判别方程为:

$$Z=0.091+1.287\times Y_1+0.724\times Y_2+0.179\times Y_3+0.641\times Y_4 \quad (10)$$

(五)主成分判别模型的预测结果。本文将模型样本随机划分为估计样本和测试样本。估计样本用来估计判别方程和检验分类准确率,测试样本用来检验预测准确率。此外,本文还采用Jack-knife法估计了判别方程的误判比率。这种方法可以检验模型原始样本的判别结果是否存在高估的偏差。具体做法是从模型样本数n中依次去掉一个企业,用剩余的n-1个样本建立判别方程,对被去除企业的经营状况进行判别,如此n次,用误判样本的比率作为模型样本的估计误判比率。研究表明,Jack-knife法估计判别方程误判的概率比其他方法要精确得多。表2给出了主成分判别模型的综合分类和预测结果。估计样本的总分类准确率为86.9%,测试样本的总预测准确率为86.0%。使用Jack-knife法得到的样本误判率分别为:第I类错误18.0%,第II类错误12.2%,总判别准确率为84.8%。企业经营失败预测研究中的第一类错误显然更加严重,因为它是将经营失败的企业误诊为经营正常的企业,这可能导致投资者的损失。相比之下,第二类错误仅使投资者错过了一笔投资收益。18.0%这一误判概率尽管较高,但与国内已有的研究成果相比,主成分判别模型给出了企业经营失败前第3年的最高判别准确率,因此可以说建立在主成分分析法和典型判别分析法基础上的主成分判别模型具有相当好的企业经营失败预测能力(见表2)。

表2 主成分判别度量模型的综合分类和预测结果(经营失败前3年期)

	实际经营状况	模型分类结果	
		经营失败	经营正常
估计样本	失败	43(86.0%)	7(14.0%)
	正常	6(12.2%)	43(87.8%)
Jack-knife法	失败	41(82.0%)	9(18.0%)
	正常	6(12.2%)	43(87.8%)
测试样本	失败	20(95.2%)	1(4.8%)
	正常	5(22.7%)	17(77.3%)

本文还在原始财务比率的基础上对企业经营失败进行了典型判别分析,结果显示其对模型估计样本的总分类准确率(87.9%)与主成分判别模型的结果大体相似,但对测试样本的总预测准确率(79.1%)则相对较低,这在一定程度上削弱了模型适用的普遍性。

四、分析结论

能否在上市公司经营失败前更长的一段时间内对其信用质量的变化进行度量是企业经营失败研究的关键。越早监控到企业信用质量的恶化,企业所有者和经理人就能够及时采取相应的预防措施,商业银行等债权人就能够减少甚至挽回可能遭受的损失。另一方面,上市公司经营失败预测研究还必须考虑到我国经济和金融数据具有高维性和非正态性等特点。基于以上这两方面的考虑,本文应用主成分分析法对企业财务比率进行了降维,得到了盈利指标、景气指标、资本市场指标和增长性指标等4个主成分。盈利指标和增长性指标都与企业的获利能力密切相关,它们是目前影响我国上市公司经营失败与否的主要原因。景气指标的数据反映出经营失败组企业的经营效率较低,普遍存在着存货周转速度和其他应收款流动速度较慢等现象,这些都影响到了企业正常的经营活动。资本市场指标则反映了具有“前瞻性”的资本市场数据在企业信用风险度量中的重要性。主成分的优势是能够在最大限度地减少原始财务比率信息丢失的同时,集中体现它们的类别特色,使判别方程更具有经济意义上的说服力。因此,主成分判别模型在对企业前3年期的信用状况进行度量时显示出了相当好的企业经营失败预测能力。

尽管如此,主成分判别模型依然违背了判别分析的一些基本假设,如等协方差阵和变量服从多元正态分布等。修正的方法包括选取更大容量的模型样本、采用数据挖掘技术或应用假设条件更为宽松的其他统计模型等,限于篇幅,恕不在此累叙。

注释:

- ①如果财务比率取值的范围不同或度量单位存在差异,就需要对财务比率进行标准化处理,然后利用X的相关系数矩阵的特征向量来推算主成分。
- ②2000—2002年间沪深两市共新增“ST”上市公司93家,模型剔除了其中由于其他状况异常(前一期财务报告被会计师事务所出具无法表示意见或否定意见的审计报告等)导致“ST”的公司22家。
- ③本文最初选择了25个财务比率,但其中9个比率在组间均值比较的双尾t检验中被剔除。

参考文献:

- [1]Altman, E. I. (1968), Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy [J]. Journal of Finance, Vol. XXIII, pp. 589—609.
- [2]Basilevsky, A. (1994), Statistical Factor Analysis and Related Methods: Theory and Applications[M]. John Wiley & Sons, Inc.
- [3]Beaver, W. (1996), Financial Ratios as Predictors of Failure, Empirical Research in Accounting: Selected Studies[J]. Journal of Accounting Research 5, supplement, pp. 71—111.
- [4]Cortina M. J. (2002), Big Things have Small Beginnings: An Assortment of “Minor” Methodological Misunderstandings[J]. Journal of Management 28, pp. 339—362.
- [5]Huberty, C. J. (1994), Applied Discriminant Analysis[M]. John Wiley & Sons, Inc.
- [6]Such, C. A., Rajagopalan, X. Li, and K. Rajan. (1998), The Application of Principle Component Analysis to Materials Science Data[R]. Working Paper, Rensselaer Polytechnic Institute.
- [7]施锡铨, 邹新月. 典型判别分析在企业信用风险评估中的应用[J]. 财经研究, 2001, (10).
- [8]王春峰, 李文华. 商业银行信用风险评估: 投影寻踪判别分析模型[J]. 管理工程学报, 2000, (2).
- [9]陈瑜. 对我国证券市场ST公司预测的实证研究[J]. 经济科学, 2000, (6).
- [10]张爱民, 祝春山, 许丹健. 上市公司财务失败的主成分预测模型及其实证研究[J]. 金融研究, 2001, (3).

PCA & Multivariate Discriminant Model and Prediction of Corporate Distress

LIANG Qi

(Department of Finance, School of Economics, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: Based on principle component analysis and canonical discriminant analysis, the paper presents a new approach named PCA discriminant model to empirically predict the corporate distress in China. The study on the prediction of the corporate distress of 142 companies in both the stock markets of Shanghai and Shenzhen between 2000 and 2002 shows that the profit barometer, business barometer, capital market barometer as well as growth barometer are four principle components which can, to the greatest extent, explain the corporate distress of listed companies in China. Through PCA, the paper has identified four components that have notable potential in prognosis. The approaches and results of the model is highly applicable in internal risk control, credit evaluation and capital market investment guidelines.

Key words: PCA discriminant model; credit risk; corporate distress

(上接第 21 页)

参考文献:

- [1]上海产权交易所. 上海技术产权交易所年度工作报告[R]. 上海:上海产权交易所, 2002, (12).
- [2]上海产权交易所. 上海产权交易所年度工作报告[R]. 上海:上海产权交易所, 2002, (12).
- [3]桑榕. 全球证券交易所合并联盟:原因、影响及障碍[J]. 经济导刊, 2001, (3).

Strategic Suggestion of Accelerating the Development of Assets and Equity Market in Shanghai

PU Zai-ming, GENG Hong-fu, CHEN Ting

(Economic System Reform Office, Shanghai Municipal Government, Shanghai 200003, China)

Abstract: An opportunity to accelerate the development of assets and equity market in Shanghai has now been rendered with the acceleration of marketing process, the deepening of the reform of state-owned enterprises, the relaxing of the limitation of market access and the deepening of the reform of finance system. We must reform the existing organization form, operation mode and regulation system of market in order to accelerate the development of the assets and equity market in Shanghai. Starting from the strategy of "one dragon head and four centers", the paper provides an overall plan of accelerating the development of the assets and equity market in Shanghai from the angel of the innovation of organization form, operation mode, regulation system and trading variety.

Key words: assets and equity market in Shanghai; development; innovation