

Empirical Study on Logistic Model and KMV Model to Measure Credit Risk of China's Manufacturing Listed Companies

Honglin Chen Neng Jiang

School of Finance, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang Guizhou
550025, China

Abstract

This paper selects 20 financial indicators of stock market of our country manufacturing industry 26 ST companies and 26 non ST listed companies as the research sample to construct the logistic model, the study found that: the level of profitability and expansion capacity of enterprises compared using ability, solvency to determine whether the enterprise default has played a more significant role. In addition, the KMV model of the same sample enterprises, with the logistic model, logistic model to predict the sample enterprise default precision is higher than that of KMV model, it shows that the logistic model is compared with the KMV model is more suitable for China's manufacturing industry to determine the credit risk of listed companies.

Keywords

Manufacturing Listed Companies; Credit Risk Predictio; Logistic Model; KMV Model

Logistic 模型和 KMV 模型度量我国制造业上市公司信用风险实证研究

陈虹霖 江能

贵州财经大学金融学院, 贵阳 550025, 中国

摘要: 本文选取我国股票市场制造业 26 家 ST 上市公司和 26 家非 ST 上市公司中 20 个财务指标作为研究样本构建 logistic 模型, 研究发现: 企业盈利能力水平和扩张能力相比运用能力、偿债能力判定企业是否发生违约发挥了更为显著的作用。此外, KMV 模型在相同的样本企业选择下, 与 logistic 模型, logistic 模型预测样本企业违约精确度高于 KMV 模型, 这表明 logistic 模型相比较于 KMV 模型更适合判定我国制造业上市公司的信用风险。

关键词: 制造业上市公司; 信用风险预测; logistic 模型; KMV 模型

1. 引言

在新常态下，我国经济发展从高速增长转为中高速增长，转变我国经济发展方式，打造竞争新优势心动，关键在于发展制造业，重点在于突破制造业因信用风险方法选择不当导致难以判定是否对其融资。本文从企业内外部环境出发运用两种信用风险方法对我国制造业上市公司信用风险进行度量，预测哪种方法更适合度量我国制造业信用风险，以避免因选择不适当的信用风险方法而造成财务损失。因此，选择适合的风险衡量方法判定我国制造业上市公司具有重大的实际意义。刘瑞霞等（2008）介绍和运用 logistic 模型对我国 53 家具有代表性的上市公司进行研究和分析，研究结果表明多元 logistic 在衡量风险具有一定的可操作性和适应性。田秋丽（2010）运用 logistic 模型对我国中小企业违约概率进行了实证研究分析和验证，研究结果发现该模型所评估的中小企业对违约概率具有一定的实用，表明 logistic 可以评估中小企业的违约概率。周沅帆（2009）运用于 KMV 模型对我国保险业进行了信用风险衡量，研究表明我国保险业加强信用风险管理和监督促进保险业发展是必要的，并且通过 KMV 模型获得了保险业信用风险的违约概率。韩艳艳等（2011）将 KMV 模型纳入 logistic 模型，用 KMV 计算出的违约距离或概率作为 logistic 一个重要的解释变量，选取我国 A 股市场 68 家上市公司，用 logistic 回归 KMV 模型进行信用风险风险评价风险研究，研究结果表明，混和 logistic 的预测的效果更好。邹鑫，李莉莉，房琳（2014），选取 A 股市场非金融行业随机选取 29 家上市公司为研究样本，将 KMV 模型与 logistic 模型对样本进行研

究，研究发现，从总体效果来看 logistic 模型预测精度高于 KMV 模型。

2. logistic 模型介绍

2.1. logistic 模型

Logistic 模型实际上是普通多元回归模型推广，是一种非线性模型，该模型运用上市公司企业财务指标变量来判定公司破产或者违约概率，然后根据风险偏好程度设定风险预警线以判定企业的信用状况，其函数形式如下：

$$p = \frac{1}{1+e^{-Y}}, \quad Y = c_0 + \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

式中， $p \in (0, 1)$ ，为借款人可能发生违约概率， p 越大发生违约的可能性越大，反之，亦然； x_i 为影响企业产生信用风险的一系列财务指标变量； c_i 为变量系数，可以通过 logistic 回归后获得。

2.2. 研究数据、变量选取和处理

本文选取沪深股市的 52 家制造业上市公司前二年（2015 年）的财务数据进行预测，按照 1: 1 的随机配比，其中 26 家 ST 企业（违约企业）和 26 家非 ST 企业（正常企业）上市公司企业财务报表中的净资产收益率、总资产报酬率、主营业务利润率等 20 个变量分为 4 类即盈利能力状况、扩张能力状况、偿债能力状况、营运能力状况。将 20 个财务指标进行单样本 K-S 检验，判定各变量是否服从正态分布。通过单样本 K-S 检验大部分样本并不服从正态分布。因此，本文选择曼-惠特尼 U 统计量检验剔除不显著的 4 个指标变量。利用 spss23.0 统计软件将剩余的 16 个指标变量进行因子分析，得 4 个共同因子，总方差解释达到了 83.503%，4 个共同因子能够较好的反映原有的各指标变量的大部分信息。通过旋转后的因子

载荷矩阵, F1 更多反映盈利能力, 因此命名为盈利能力因子, F2 命名为运用能力因子, F3 命名为偿债能力因子, F4 命名为扩张能力因子。在对指标变量进行因子分析, 采用的是主成分分析法。

2.3. logistic 模型实证分析和预测结果

2.3.1 logistic 函数的基本形式及分析

$$P = \frac{1}{1 + e^{-Y}}$$

其中, P 为企业陷入财务危机的概率, 取值为 (0, 1); Y 为因变量, 分为二类随机变量, Y=0 表示企业没有陷入财务危机, Y=1 表示企业陷入财务危机。因此将 4 个共同因子运用 SPSS23.0 进行 logistic 回归模型分析得到违约判别模型。参数估计结果如表 1 所示。

表 1 Logistic 模型中的估计和检验

	偏回归系数	标准误差	显著性	优势比
F1	-4.05	1.597	0.011	0.017
F2	-0.674	0.538	0.21	0.51
F3	-3.104	1.08	0.004	0.045
F4	-0.728	0.59	0.217	0.483
常量	-0.443	0.61	0.468	0.624

根据表 1 分析结果构建制造业风险预警模型如下:

$$P = \frac{1}{1 + e^{0.443 + 4.05F1 + 0.674F2 + 3.104F3 + 0.728F4}}$$

从上述结果分析可见, 共同因子 F1 的显著性小于 0.05, 其他共同因子显著性均大于 0.05, 表明盈利能力状况相比其他状况更为关键; 并且 F1、F2、F3、F4 与企业陷入财务危机呈负相关, 表明企业的盈利能力越强, 越能使企业做更多的科研投入, 生出更多新产品抢占市场先机。从表 1 中还可以看到, 企业的盈利能力和扩张能力相比于企业的运营能力和偿债能力判定企业是否发生财务

危机发挥了更为显著的作用, 即企业的盈利能力和扩张能力问题是产生信用危机的主要原因, 因此提高我国制造业上市公司的扩张能力水平和获利能力是企业避免陷入财务危机的关键。

2.3.2 logistic 模型预测

本文选取了 52 家上市公司, 由 logistic 模型判定其准确率。选取 0.5 为风险预警模型的分割点即如果通过风险预警模型检验的概率 P 大约 0.5, 则认为企业会陷入财务危机; 反之, 则认为企业不会陷入财务危机。检验结果如表 2 所示。

表 2 临界值为 0.5 的 logistic 模型的预测结果

实测	临界值为 0.5 是的预测精度			
	股票类型			正确率
		0	1	
股票类型	0	20	6	76.9%
	1	8	18	69.2%
总体百分比				73.05%

通过表 2 检验结果可知: 对未陷入财务困境样本组来说, 26 家未陷入财务困境企业中有 20 判定正确, 准确率为 76.9%。对于陷入财务困境样本组来说, 26 家陷入财务困境企业中有 18 家判断正确, 准确率为 69.2%。总体正确判定正确率为 73.05%。

3. KMV 模型介绍

KMV 模型由 KMV 公司研发, 基于 BSM 模型开发得到。可以说 BSM 模型是 Black、Scholes 和 Merton (1972) 有关期权定价模型的研究, 经过改进得到了 KVM 模型。依据布朗运动估计企业的资产价值和资产波动率, 然后获得违约距离以及建立违约距离与相应预期违约概率之间的映射关系, 估计出违约概率, 违约概率表示上市公司未来违约可能性大小。

3.1. KMV 模型相关的计算公式和步骤

本文运用 KMV 模型首先计算出各个企业的违约距离，然后依据违约距离与违约概率的关系估计出预期违约率（EDF），并用违约概率（EDF）的大小反映上市公司违约可能性的大小。相关的求解步骤如下：

3.1.1 求解资产价值 V_A 及其波动 σ_A

首先假设上市公司的股票价格满足对数正态分布，则股票的对数收益率 w_i 为：

$$w_d = \ln\left(\frac{P_i}{P_{i-1}}\right)$$

式中 P_i 表示第 i 个交易日的股票收盘价格； P_{i-1} 表示第 i 个交易日的股票收盘价格。依据股票的对数收益率 w_i ，计算股票收益的日标准差 σ_d ：

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (w_i - \bar{w}_i)^2}$$

其中， n 表示交易日的个数

$$\bar{w}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i$$

然后就可以求出股票收益的日标准差，即股票的年波动率 σ_E ：

$$\sigma_E = \sigma_d \times \sqrt{n}$$

公司股票价值和资产价值之间的关系如下：

$$V_E = V_A N(d_1) - D e^{-rT} N(d_2)$$

公司股票波动率和资产波动率之间的关系如下：

$$\sigma_E = \frac{V_A N(d_1)}{V_A} \sigma_A$$

其中， $d_1 = \frac{\ln(V_A/D) + (r + \sigma_A^2/2)T}{\sigma_A \sqrt{T}}$ ；

$$d_2 = d_1 - \sigma_A$$

式中： V_E 表示股权价值； V_A 表示资产价值； D 表债务账面价值； r 表示无风

险利率； T 表示债务到期时间； $N(d)$ 表示标准累积正态分布函数； σ_A 表示资产价值波动率； σ_E 是股票价值波动率；

3.1.2 求解违约点（DPT）、违约距离（DD）、违约概率

$$\begin{aligned} \text{DPT} &= \text{STD} + \frac{1}{2} \text{LTD} \\ \text{DD} &= \frac{V_A - \text{DPT}}{V_A \sigma_A} \end{aligned}$$

式中，STD，LTD 分别表示短期负债，长期负债。违约概率（EDF） $\text{EDF} = N(-DD)$ ，因此我们就可以得到了理论上的预期违约率。

3.2. KMV 模型对我国制造企业的信用实证研究

KMV 模型同样也选取与 logistic 模型相同企业，来自于 wind 数据库，选取 2016 年 4 月 28 日到 2017 年 4 月 28 日制造业上市公司作为研究样本。其中年交易天数为 244 天，以 2017 年 4 月 28 日当天人民银行公布的一年期定期存款利率 $r=1.75\%$ 作为实证研究中的无风险利率。运用 matlab2017a 估计出相关参数。样本企业违约距离（DD）和违约概率（EDF）描述性统计分析由表 3 所示。

表 3 样本企业违约距离（DD）和违约概率（EDF）描述统计分析

	违约距离（DD）		违约概率（EDF）	
	平均数	中位数	平均数	中位数
违约企业	0.299659	0.3029	0.3830	0.3809
非违约企业	0.3069	0.3061	0.3799	0.3797

从表中可以看到违约企业样本的平均违约距离 0.299659 小于非违约企业样本。

为了对 KMV 模型对信用风险进一步的研究, 本文借鉴邹鑫、房莉 (2014) 一文的方法利用 ROC 曲线中的灵敏度和特异度来确定 KMV 模型的切割值, 如果 EDF 大于或等于切割值, 则企业违约, 反之不违约。本文将 EDF (违约概率) 作为变量利用 SPSS23.0 运行 ROC 曲线, 并由敏感度和特异度之和最大的点所对应的概率值作为 EDF 阈值 (切割值), 通过 ROC 曲线确定违约概率的阈值为 0.385, 如果违约概率 (EDF) 大于或等于 0.385, 则为违约, 反之为非违约。

表 4 临界值为 0.385 的 KMV 模型的预测结果

实测	临界值为 0.385 的预测精度			
	股票类型			
		0	1	正确率
股票类型	0	7	19	26.92%
	1	5	21	87.77%
总体百分比				53.85%

从 4 表中我们可以得到, KMV 模型对违约 26 家样本企业的判定正确的有 21 家企业正确率为 80.77%, 对非违约样本 26 企业的判定正确的有 7 家正确率为 26.92%, 从而综合正确率为 53.85%。

3.3. logistic 模型与 KMV 模型对比分析

Logistic 模型和 KMV 模型对信用样本企业对信用风险都具有一点的判定效果。为了更好的对模型进行对比分析, 因此将上述两种模型结果进行整合, 如表 5 所示:

表 5 logistic 模型与 KMV 模型比较

	logistic 模型 (临界值 0.5)	KMV (临界值 0.385)
犯 I 错误的概率 (H0: 公司违约)	23.10%	19.23%
犯 II 错误的概率 (H1: 公司正常)	30.8%	73.80%

(1) logistic 模型在临界值为 0.5 时, 犯 I 错误的概率为 23.10%, 而 KMV 模型犯 I 错误的概率为 19.23%, 此时 logistic 模型判定正确率为 76.90% 低于 KMV 模型的正确率 80.77%; 犯 II 错误的概率为 30.8% 低于 KMV 模型错误率 73.80%, 相应的 logistic 模型判定正确率为 69.2% 大于 KMV 模型判定正确率 26.92%。

(2) logistic 模型和 KMV 模型都具有信用风险的判定能力, 预测正确率各有不同。在两类样本企业的判定中, Logistic 模型总体判定正确率要高于 KMV 模型。

4. 结论

本文从我国股票市场中选取 26 家 ST 上市公司和 26 家非 ST 上市公司为研究样本, 通过信用风险实证衡量寻找适合我国制造业上市公司风险衡量模型, 经过研究表明:

(1) 本文选取了 20 个财务指标, 并将 20 个分为四类 (盈利能力、运营能力、偿债能力、扩张能力) 构建 logistics 模型, 通过 logistic 模型研究分析发现: 企业盈利能力水平和扩张能力判定企业是否发生财务危机发挥了更为显著的作用, 即企业的盈利能力和扩张能力问题是产生信用危机的主要原因, 因此提高我国制造业上市公司的获利能力和扩张能力水平是企业避免陷入财务危机的关键。

(2) KMV 模型在选择 logistic 模型相同的样本企业条件下, 两个模型在判定信用风险正确率比较发现, 从模型整体判定有效性来看 logistic 模型要优于 KMV 模型, 虽然 KMV 模型的犯 I 错误概率 19.23% (将非违约企业判定为违约企业的概率) 要低于 logistic 模型概率 23.10%, 但是 logistic 模型的犯 II 错误的概率 23.10% (将违约企业判定为非违约企业的概率) 要低于 KMV 模型错误概率 73.80%。这表明 logistic 模型相比较于 KMV 模型更适合判定我国制造业上市公司的信用风险。

参考文献

- [1] 刘瑞霞、张晓丽、郝艳丽. 多元有序 logistic 模型用于上市公司信用评级探析 [J]. 财会月刊, 2008, 02:54-55.
- [2] 田秋丽, Logistic 模型在中小企业信用风险度量中的应用分析 [J]. 中国商贸, 2010, 08:64-65.
- [3] 邹鑫、李莉莉、房琳. 基于 logistic 和 KMV 的我国上市公司信用风险的比较研究 [J]. 青岛大学学报 (自然科学版), 2014, 27 (2):90-94.
- [4] 郑志勇. 金融数据分析—基于 MATLAB 编程 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2009:83-88.
- [5] 韩艳艳、王波. 基于 logistic 回归-KMV 模型的上市公司信用风险评价研究 [J]. 科技与管理, 2011, 01:104-107.
- [6] 赖国毅、陈超. SPSS23 中文版统计分析典型实例精粹 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [7] 王强、陈景武、陈广. ROC 曲线在累积比数 Logistic 判别模型效果评价中的应用 [J]. 数量统计与管理, 2008, 27 (3): 453-457.
- [8] 陈千红, 中小企业融资业务信用风险管理实证研究分析 [B]. 企业融资, 2010, (258):52-54.
- [9] 韩云、孙林岩. 我国低端制造业形成路径、内在矛盾与提升方向 [J]. 预测, 2010 (2): 1-4.