

# KMV 模型在上市公司信用风险评价中的应用研究\*

张 玲, 杨贞柿, 陈 收

(湖南大学 工商管理学院, 湖南 长沙 410082)

**摘 要:**针对中国上市公司股权结构及其所处市场环境的特殊性,分别调整 KMV 模型中股权市值计算和违约点设定方法。运用 KMV 模型评价 ST(Special Treatment)公司和非 ST 公司的信用风险,并检验模型识别上市公司信用风险的能力。结果表明,参数调整后的 KMV 模型能够提前 2 年识别上市公司个体的信用风险差异;提前 4 年识别上市公司整体上的信用风险变化趋势。

**关键词:**上市公司;KMV 模型;违约距离;信用风险

**中图分类号:**F421.36

**文献标识码:**A

## 1 前言

随着资本市场的快速发展,信用风险评价已经不再仅仅局限于对企业财务报表的分析,而是开始注重资本市场信息中所反映出的信用风险信息。Altman(1989)的债券违约模型和 Asquith(1989)的期限方法,按照穆迪和标准普尔的信用等级和债券到期年限,用债券实际违约历史数据建立的违约概率经验值来衡量各类信用等级和期限债券的违约风险。穆迪公司开发的 KMV 模型(1993)已经在世界许多国家开始商业应用。KMV 模型的理论基础是 Black-Scholes(1973)、Merton(1974)以及 Hull 和 White(1995)的期权定价模型。该模型认为企业信用风险主要决定于企业资产市场价值、波动率以及负债账面价值。当企业资产未来市场价值低于企业所需清偿的负债面值时,企业将会违约。企业资产未来市场价值的期望值到违约点之间的距离就是违约距离  $DD$ (Distance to Default),它以资产市场价值标准差的倍数表示。违约点  $DP$ (Default Point)处于流动负债与总负债面值之间的某一点。基于企业违约数据库,模型可依据企业的违约距离得出一个期望违约频率  $EDF$ (Expected Default Frequency),这个期望违约频率就是企业未来某一时期的违约概率。由于 KMV 模型中既有财务数据,又有市场交易信息,能更全面地反映上市公司的信用状况,因此,特别适合评价上市公司信用风险。

近年来,国内开始对 KMV 模型进行了相关研究。张玲、张佳林(2000),王琼、陈金贤(2002)先后对 KMV 模型与其它模型进行了理论上的比较研究,认为 KMV 模型比其它只注重财务数据的信用风险模型更适合于评价上市公司的信用风险。吴冲锋、程鹏(2002)使用 KMV 模型对沪深股市 15 家上市公司的信用状况进行分析,得出绩优公司信用状况最好,高科技公司信用状况其次,ST 公司信用状况最差的结论。鲁伟等(2003)认为,企业资产市场价值波动率和企业股权市场价值波动率的关系随市场不同而不同。杨星(2004)应用 KMV 模型研究发现上市公司股票价格波动与  $EDF$  显著负相关, $EDF$  与公司信用资质变化吻合。需要注意的是,在计算上市公司股权市场价值时,如不考虑我国的上市公司股权割裂导致的流通股和非流通股之间的价格差异,以流通股市场价格乘以总股本来估算公司股权的市场价值,可能低估公司的信用风险;在中国上市公司所处的特殊市场环境下,违约点  $DP$  的设定可能影响模型预测能力。

本文将针对中国上市公司股权结构及所处市场环境的特殊性,分别调整 KMV 模型中股权市值计算方法和违约点设定。以 1999~2002 年 30 家 ST 公司和 30 家配对非 ST 公司为研究样本,研究 KMV 模型在中国股票市场中评价上市公司信用风险的能力。

## 2 KMV 模型及研究方法

\* 收稿日期:2004-06-24

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70172018)

作者简介:张玲(1960-),女,湖南长沙人,湖南大学工商管理学院教授;杨贞柿(1974-),男,湖南武冈人,湖南大学工商管理学院研究生;陈收(1956-),男,广东龙川人,湖南大学工商管理学院院长,教授,博士生导师。

## 2.1 KMV 模型

KMV 模型的基本思路是: 当企业资产市场价值  $V$  低于企业所需清偿的负债面值  $D$  时, 企业将发生违约; 以违约距离  $DD$  表示企业资产市场价值期望值  $V$  距离违约点  $DP$  的远近, 距离越大, 企业发生违约的可能性越小, 反之较大; 基于企业违约数据库得出某一违约距离企业实际的期望违约频率  $EDF$ , 即未来违约概率。计算某一企业的期望违约频率主要有三步: 估计企业资产市场价值  $V$  和波动率  $\sigma_v$ ; 计算违约距离  $DD$ ; 计算期望违约频率  $EDF$ 。由于不能直接观测到  $V$  和  $\sigma_v$ , 因此需要从它们与股权市场价值  $E$ 、股权市场价值波动率  $\sigma_E$  以及企业负债面值  $D$  之间的关系中推导得出。

KMV 模型将企业负债看作是买入一份欧式看涨期权, 即企业所有者持有一份以公司债务面值为执行价格, 以公司资产市场价值为标的的欧式看涨期权。如果负债到期时企业资产市场价值高于其债务, 企业偿还债务; 当企业资产市场价值小于其债务时, 企业选择违约。由于企业股权市场价值可以用 Black-Scholes-Merton 期权定价模型来定价, 因此, KMV 模型中的两个未知变量  $V$  和  $\sigma_v$  可从以下联立方程组中求解:

$$\begin{cases} E = VN(d_1) - De^{-r\tau}N(d_2) \\ \sigma_E = \frac{VN(d_1)}{E}\sigma_v \end{cases} \quad (1)$$

其中

$$d_1 = \frac{\ln \frac{V}{D} + \left(r + \frac{1}{2}\sigma_v^2\right)\tau}{\sigma_v \sqrt{\tau}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_v \sqrt{\tau}$$

式中:  $E$  为企业股权市场价值,  $V$  为企业资产市场价值,  $D$  为企业债务面值,  $r$  为无风险收益率,  $\tau$  为债务偿还期限,  $N(d)$  为标准累积正态分布函数,  $\sigma_v$  为企业资产价值波动率,  $\sigma_E$  为企业股权市场价值波动率。假设企业资产未来市场价值围绕企业资产市场价值的均值呈正态分布, 那么, 我们可以用式(2)计算负债企业的违约距离  $DD$  (Distance to Default):

$$DD = \frac{V - DP}{V\sigma_v} \quad (2)$$

式中:  $DP$  (Default Point) 为违约点值, 处于公司的流动负债与总负债之间的某一点。违约距离  $DD$  以资产市场价值标准差的倍数表示, 评估企业在  $\tau$  时间后信用风险的大小。根据违约距离  $DD$  的定义, 公司资产市场价值低于违约点的概率, 即理论上发生违约的概率为  $1 - N(DD)$ 。而基于违约数据库, 依据违约距离可以映射出公司实际的期望违约频率  $EDF$ 。由于我国当前还没有公开的违约数据库可以使用, 本文仅以违约距离  $DD$  作为上市公司信用评

价的依据。

## 2.2 研究方法及参数设计

针对中国上市公司股权结构和所处市场环境的特殊性, 考虑中国上市公司股权割裂导致的流通股和非流通股之间的价格差异, 以及在中国上市公司所处特殊市场环境下, 违约点设定对模型预测能力的影响。本文首先调整模型中股权市场价值计算方法; 根据已经确定的各项参数, 由式(1)求解出未知的两项  $V$  和  $\sigma_v$ ; 再由式(2)计算出三种违约点值情况下样本公司的违约距离  $DD$ ; 然后对配对样本的违约距离作  $t$  检验和 Wilcoxon 秩检验, 检验 KMV 模型对上市公司整体信用风险的识别能力; 最后使用 ROC 曲线图评价模型对上市公司个体信用风险的识别能力。

### (1) 上市公司股权市场价值波动率的估计

采用历史波动率法估计上市公司股权市场价值未来一年的波动率。假设上市公司股票价格满足对数正态分布, 则股票周收益率  $u_i$  为

$$u_i = \ln \frac{s_i}{s_{i-1}} \quad (3)$$

式中:  $s_i, s_{i-1}$  为股票复权后的周收盘价。计算出公司股权市场价值的年波动率  $\sigma_E$ :

$$\sigma_E = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n u_i^2 - \frac{1}{n(n-1)} \left( \sum_{i=1}^n u_i \right)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n}}} \quad (4)$$

式中:  $n$  为一年内的交易周数。通过式(3)、式(4)可以估算每一公司股权市场价值的年波动率。

### (2) 上市公司股权市场价值计算方法

中国证券市场发展历史较为特殊, 上市公司股票被人为分割为上市流通股和暂不上市流通股两种。在计算上市公司股权市场价值时需要考虑以什么样的价格来计算非流通股市场价值。由于非流通股没有市场交易价格, 因此如何给非流通股定价是一件困难的事情。本文参考上市公司股票全流通研究中非流通股定价, 以每股净资产计算非流通股的价格。

流通股市场价值 = 12 月份周平均收盘价格 × 流通股股数

非流通股市场价值 = 每股净资产 × 非流通股股数

上市公司股权市场价值

= 流通股市场价值 + 非流通股市场价值

### (3) 债务面值、债务期限和无风险利率

公司债务面值  $D$  为公司财务年报中总负债面值。考虑到数据和工作量的限制, 我们设定违约距离的计算时间为一年, 即  $\tau = 1$ 。无风险利率使用中国人民银行公布的一年期定期整存整取的存款利率, 见表 1。

表 1 一年期定期存款利率表

年份	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年
年利率	$r=2.25\%$	$r=2.25\%$	$r=2.25\%$	$r=1.98\%$

## (4) 违约点的确定

当公司资产市场价值接近债务面值总额时,公司违约风险增加;当公司资产市场价值低于债务面值总额时,公司发生违约。但是,负债总额中的长期负债往往能缓解公司偿还债务的压力。KMV 公司研究表明,违约点值处于债务面值总额与流动负债之间的某一点,并且模型预测准确性对违约点值的变动比较敏感。因此,如何在中国股票市场中确定违约点值从而最大程度地提高模型的预测能力是必须重点研究的问题。为了考察不同违约点值对违约距离度量信用风险能力的影响,分别讨论三种情况:

- ① 违约点值  $DP = \text{流动负债}$
- ② 违约点值  $DP = \text{流动负债} + 50\% \text{ 长期负债}$
- ③ 违约点值  $DP = \text{流动负债} + 75\% \text{ 长期负债}$

## 3 实证研究

## 3.1 样本数据

众所周知,上市公司连续两年亏损即被 ST 处理,ST 公司比一般上市公司存在较高的信用风险。本文研究样本选取 2003 年被 ST 的 30 家上市公司及与之配对的 30 家非 ST 公司,共 60 家上市公司 1999~2002 年期间的市场和财务数据。为保证研究样本的连续性及上市公司股权市场价值计算准确,样本选取的 60 家公司均是 1999 年 1 月 1 日前上市并且在 2003 年 1 月 1 日前仅发行 A 股的上市公司。在 ST 公司和非 ST 公司中,沪深两市各有 15 家。考虑到样本公司之间的可比性及最大限度避免交易场所、行业及规模对实证结论的干扰,本文选择配对非 ST 公司主要依据以下 3 个条件:①与配对 ST 公司同在一个证券交易所;②与配对 ST 公司同属一个行业;③与配对 ST 公司

具有相近的总资产规模。样本公司的财务数据和市场数据来自深圳市国泰安(GTA)信息技术有限公司中国上市公司财务数据库和天软金融分析数据库。

## 3.2 实证结果分析

## (1) 模型能够识别上市公司整体的信用风险变化趋势

从 1999 年~2002 年 ST 公司与配对非 ST 公司违约距离的配对样本 t 检验结果(表 2)中,发现上市公司被 ST 前 1 年和前 2 年,在三种不同违约点值情况下,ST 公司和非 ST 公司的违约距离的差异在  $\alpha=0.05\%$  显著水平下都是统计显著的;在被 ST 前 3 年及前 4 年,违约距离差异在  $\alpha=0.05\%$  显著水平下是统计不显著的。尽管如此,我们还是可以看出,在公司被 ST 的前 4 年内,两类公司的违约距离均值的差距有逐渐增大的趋势;特别是在上市公司被 ST 的前 2 年,模型输出的违约距离即显著性地反映出 ST 公司信用状况变坏的趋势;在被 ST 前 1 年时,两类公司违约距离均值的差距达到最大,为 -0.7642,ST 公司的违约距离均值远小于非 ST 公司。Wilcoxon 检验表明(同见表 2),在上市公司被 ST 的前 1 年和前 2 年,ST 公司和非 ST 公司的违约距离的中值在  $\alpha=0.05\%$  显著水平下也存在显著性差异;同样可以看出,从公司被 ST 前 4 年开始,ST 公司与非 ST 公司违约距离中值差异的显著性在逐渐增大,越是接近被 ST 的时候,违约距离中值的差异越是显著。ST 公司和非 ST 公司违约距离均值以及中值的显著性差异说明,KMV 模型在上市公司被 ST 前 4 年,即具有较强的识别公司信用状况变化趋势的能力。ST 公司和非 ST 公司之间违约距离差距的逐渐扩大,且差异逐渐显著,充分反映出了 ST 公司信用状况逐渐恶化的过程。也就是说,与非 ST 公司相比,ST 公司的信用风险在逐年增大。因此,在中国股票市场中,运用参数调整过的 KMV 模型能够提前 4 年识别出上市公司整体的信用风险变化趋势,ST 公司与非 ST 公司作为两类不同的公司,整体上的信用风险存在显著性的差异。

表 2 违约距离检验结果表

违约点值 DP			前 4 年	前 3 年	前 2 年	前 1 年
DP=流动负债	均值	ST 公司	2.2942	3.0785	2.1722	2.2933
		非 ST 公司	2.3787	3.2987	2.4798	3.0445
	t-检验	均值差	-0.0845	-0.2202	-0.3076	-0.7512
		t-值	-0.6299	-1.1968	-1.9480	-3.0077
		P 值(双尾)	0.5316	0.2364	0.0565	0.0039
	Wilcoxon 秩检验	z-值	-0.5656	-0.5862	-1.8409	-3.4041
		P 值(双尾)	0.5716	0.5577	0.0656	0.0007

DP=流动负债 +50%长期负债	均值	ST 公司	2.2596	3.0455	2.1269	2.1999
		非 ST 公司	2.3142	3.2227	2.4532	2.9582
	t-检验	均值差	-0.0547	-0.1772	-0.3264	-0.7583
		t-值	-0.4294	-0.9808	-2.0889	-3.3978
		P 值(双尾)	0.6695	0.3308	0.0413	0.0014
	Wilcoxon 秩检验	z-值	-0.3805	-0.3805	-2.0260	-3.3218
		P 值(双尾)	0.7036	0.7036	0.0428	0.0009
DP=流动负债 +75%长期负债	均值	ST 公司	2.2423	3.0290	2.1043	2.1429
		非 ST 公司	2.2820	3.1847	2.4395	2.9071
	t-检验	均值差	-0.0397	-0.1557	-0.3352	-0.7643
		t-值	-0.3176	-0.8641	-2.1511	-3.5263
		P 值(双尾)	0.7521	0.3911	0.0358	0.0010
	Wilcoxon 秩检验	z-值	-0.4217	-0.2365	-2.0465	-3.3835
		P 值(双尾)	0.6733	0.8130	0.0407	0.0007

## (2) 模型具有较强的个体信用风险识别能力

### ROC 曲线 (Receiver Operating Characteristic Curves)

反映了信用风险模型在某一临界点时识别评价对象信用风险的能力。在本文中, X 轴依据违约距离大小把非 ST 公司从小到大排列, Y 轴是违约距离少于或等于某一给定 X 值时的 ST 公司累积百分比。ROC 曲线体现了模型在排除一定比例非 ST 公司时能够排除多少比例 ST 公司的能力。该曲线离 45° 对角线越远, 模型的分辨能力越强, 反之则越弱。从图 1、图 2、图 3、图 4 可以看出, 在被 ST 前 1 年、前 2 年、前 3 年和前 4 年, 当模型的违约点值设定为违约点值  $DP = \text{流动负债}$  时, 模型对上市公司具有最强的分辨能力; 违约点值  $DP = \text{流动负债} + 50\% \text{ 长期负债}$ , 以及违约点值  $DP = \text{流动负债} + 75\% \text{ 长期负债}$  时, 模型具有相近的分辨能力。这一点与 KMV 公司推荐的违约点等于流动负债加 50% 长期负债时, 模型的判别分辨能力最强的结论略有不同。说明在中国上市公司中, ST 公司比非 ST 公司具有较大的短期债务偿还压力。我国的上市公司在经营绩效下降即将陷入财务困境的时候, 较多地采取了增加短期债务融资的方式来维持公司的经营活动, 因此在未来一年内其违约风险比非 ST 公司要大得多。从图 5 看出, 模型在上市公司被 ST 前 1 年具有最强的分辨能力; 在被 ST 前 2 年, 次之; 在被 ST 前 3 年, 再次之; 在被 ST 前 4 年, 最差。在公司被 ST 的前 2 年起, 模型即具有较强的识别公司信用风险大小的能力; 而且, 越是接近公司被 ST 时, 模型的识别能力越强。

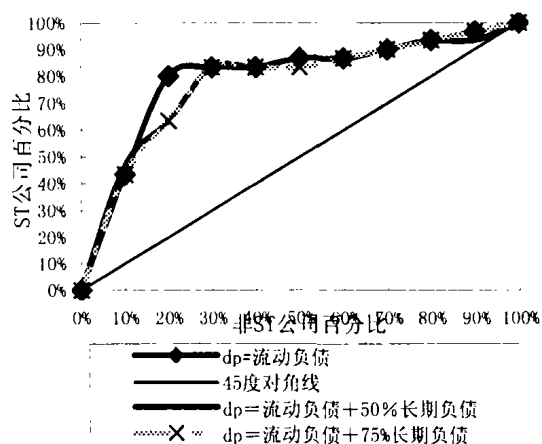


图 1 被 ST 前 1 年的 ROC 曲线

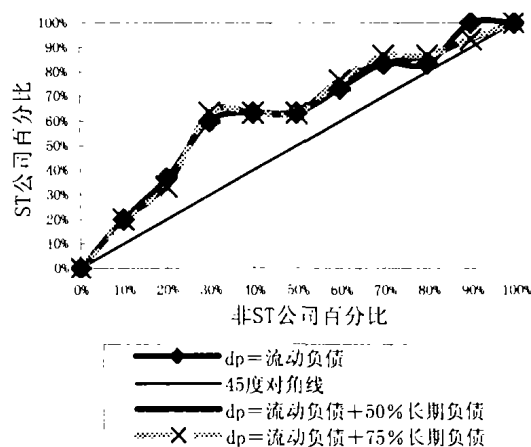


图 2 被 ST 前 2 年的 ROC 曲线

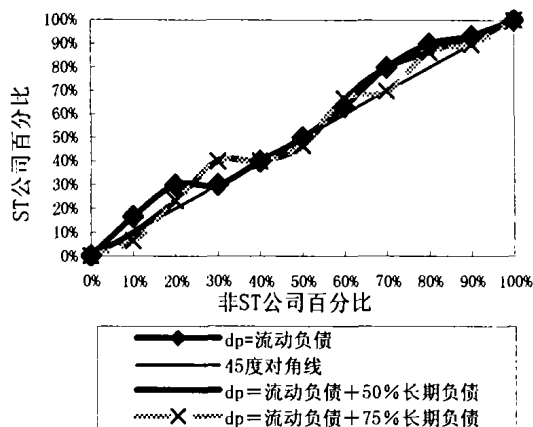


图3 被ST前3年的ROC曲线

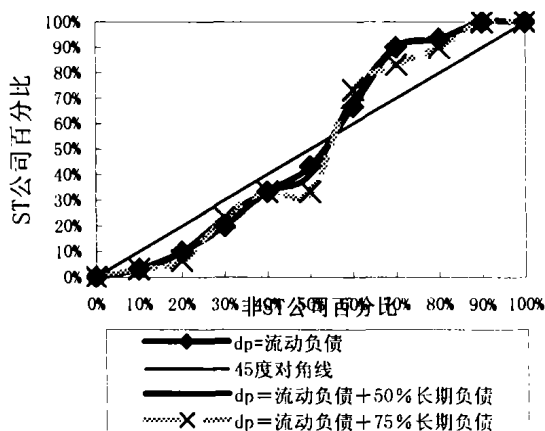


图4 被ST前4年的ROC曲线

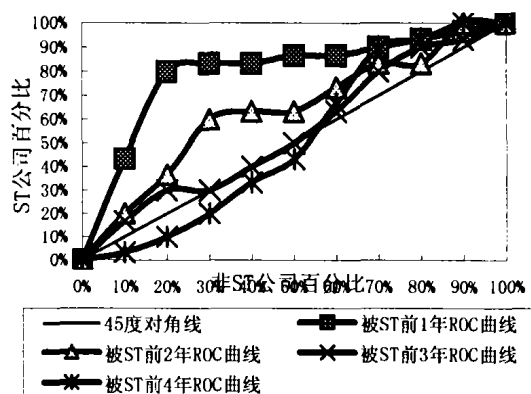


图5 被ST前1~4年的ROC曲线

## 4 结论

针对中国上市公司股权结构及其所处市场环境的特殊性,本文调整了KMV模型中股权市场价值的计算方法以及讨论了三种不同违约点值对违约距离识别上市公司信用风险能力的影响。实证表明,KMV模型不仅能够在于上市公司被ST的前4年识别出上市公司整体上的信用

状况变化趋势;而且在上市公司被ST的前2年对上市公司个体具有较强的信用

风险判别能力。此外,违约点等于流动负债情况时,KMV模型对上市公司信用风险具有最强的识别能力;其他两种违约点情况下模型的识别能力非常接近。

根据上述结论,在中国证券市场完全可以利用KMV模型来及时识别上市公司的信用风险,为投资者、债权人、监管机构等相关人员和部门提供较为可靠的信用风险评价信息,为及时发现从而规避或者消除信用风险提供有益的策略参考。另外,由于股票价格信息除了反映公司历史状况,更为重要的是包含了市场对公司未来发展前景的预期。因此,投资者还可以参考模型的信用风险评价结果选择低风险高收益的投资组合,最大限度地化解信用风险,保障资金的安全,实现收益最大化。

## 参考文献:

- [1] Altman. Measuring corporate bond mortality and performance[J]. Journal of Finance, 1989, 9: 909~922.
- [2] Asquith, Mullins, Wolff. Original issue high yield bonds: aging analysis of defaults, exchanges and calls [J]. Journal of Finance, 1989, 9: 924~953.
- [3] Crosbie, Bohn. Modeling default risk [R]. KMV LLC, 1993.
- [4] Black F, Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities [J]. Journal of Political Economy, 1973, 8: 637~659.
- [5] Merton R. On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates [J]. Journal of Finance, 1974, 28: 449~470.
- [6] Hull J, White A. The impact of default risk on the prices of options and other derivative securities [J]. Journal of Banking and Finance, 1995: 299~322.
- [7] 张玲, 张佳林. 信用风险评估方法发展趋势 [J]. 预测, 2002, 4: 72~75.
- [8] 王琼, 陈金贤. 信用风险定价方法与模型研究 [J]. 现代财经, 2002, 4: 14~16.
- [9] 陈鹏, 吴冲锋. 上市公司信用状况分析新方法 [J]. 系统工程理论方法应用, 2002, 6: 89~93.
- [10] 鲁伟, 赵恒珩, 刘冀云. KMV模型关系函数推测及其在中国股市的验证 [J]. 运筹与管理, 2003, 3: 43~48.
- [11] 杨星, 张义强. 中国上市公司信用风险管理实证 [J]. 中国软科学, 2004, 1: 43~47.
- [12] 约翰·赫尔. 期权、期货与衍生证券 [M]. 北京: 华夏出版社, 1997.
- [13] 杨承, 胡运权. 股票市场非流通股全流通价格的选

择与比较[J]. 学术交流, 2003, 4: 90~94.

(ROC) methodology: the state of the art[J]. Critical Reviews in Diagnostic Imaging, 1989, 29, 3.

[14] Hanley, John A. Receiver operating characteristic

## An Application of KMV Model in Credit Risk Evaluation of Public Companies

ZHANG Ling, YANG Zhen-shi, CHEN Shou

(College of Business Administration, Hunan University, Changsha 410082, China)

**Abstract:** In this paper, a KMV model with adjusted methods of assessing equity value and default point is reconstructed by taking into consideration the particularity of companies' equity structures and market circumstance of China stock market. We use KMV model to evaluate the credit risk of ST (Special Treatment) and Non-ST companies and test its ability to recognize the credit risk. Our results indicate that parameters-adjusted KMV model can discriminate individually the credit risk of public companies two years prior to ST, and recognize on the whole the trend of credit risk of them four years prior to ST.

**Key words:** Public Company; KMV Model; Distance to Default; Credit Risk