

基于改进 KMV 模型的上市公司信用风险度量 ——以软件和信息技术服务业为例

郭晓旭 王永茂

(燕山大学理学院,河北 秦皇岛 066000)

摘要:本文主要研究 KMV 模型的改进问题,使其能够更准确有效地预测软件和信息技术服务业上市公司的违约风险。对违约点重新设定,采用动态粒子群算法,对权重和学习因子做线性变化策略,将其转化为求解标记 *ST、ST 和未被标记公司之间违约距离差距的最大值问题,来找到违约点的最优系数组合,实现对上市公司的信用风险度量与评估。

关键词:信用风险度量;KMV 模型;动态粒子群算法;权重因子

中图分类号:F23

文献标识码:A

doi:10.19311/j.cnki.1672-3198.2021.28.042

0 引言

随着信息产业价值的突显,软件和信息技术服务业作为新兴产业迎来了蓬勃发展。国家先后出台的一系列政策,给予了这个行业较为全面的政策支持。企业想要更好地生存和发展需要引入大量资金,但由于我国存在着社会信用体系不够完善,公司信息不够透明等问题,银行和金融机构不能准确地评估公司信用情况,造成了软件和信息技术服务业公司融资难的困境。因此,需要建立信用风险度量模型对软件和信息技术服务业的上市公司进行信用风险评估。

1 预备知识

1.1 KMV 模型参数估计

公司的股权价值 V_E 包括公司的流通市值 E_1 和非流通市值 E_2 两部分,即:

$$V_E = E_1 + E_2$$

其中,公司的流通市值 E_1 为股票流通股数乘以每股收盘价。本文根据年终股市交易来定价,公司流通股数 N_1 和每股收盘价 S 均取自 2019 年 12 月 31 日时的值,则流通市值 E_1 表示为:

$$E_1 = N_1 S$$

记净利润为 NI ,每股基本收益为 $BEPS$,每股净资产为 $BVPS$,则公司的非流通市值 E_2 表示为:

$$E_2 = \left(\frac{NI}{BEPS} - N_1\right) \cdot BVPS$$

股权价值波动率 σ_E 以公司流通股的股价年收益波动率为准。本文获取 2019 年 12 月份的股票交易收盘价,将上个月股票交易的天数记为 n ,设定全年股票交易的天数为 250,于是有:

股价日收益率 R_t 表示为:

$$R_t = \ln(S_t / S_{t-1})$$

股价日收益波动率表示为:

$$\sigma_R = \sqrt{\sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2 / n}$$

股权价值波动率 σ_E 即股价年收益波动率表示为:

$$\sigma_E = \sqrt{250} \sigma_R$$

违约点是衡量公司是否发生违约的重要因素。设定违约点 DP 是短期负债 STD 和长期负债 LTD 的线性回归方程,即:

$$DP = \alpha \times STD + \beta \times LTD$$

无风险利率选用 2019 年一年定期存款利率代替,取 $r = 1.75\%$ 。预测期限 T 设为 1。

1.2 KMV 模型公式

首先,根据 Black-Scholes 期权定价公式,求出当 $t = 0$ 时公司股权价值 V_E 的表达式为:

$$V_E = V_A N(d_1) - DP \cdot e^{-rT} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(V_A/DP) + (r + \sigma_A^2/2)T}{\sigma_A \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(V_A/DP) + (r - \sigma_A^2/2)T}{\sigma_A \sqrt{T}} = d_1 - \sigma_A \sqrt{T}$$

V_A 和 σ_A 表示公司的资产价值及其波动率, r 表示无风险利率, T 表示预测债务偿还期限。

其次,在实际生活中,公司股权价值 V_E 和股权价值波动率 σ_E 的数值更容易获取,而公司的资产价值 V_A 和资产价值波动率 σ_A 不易获取,通常未知。因此,可以利用已知的 V_E 和 σ_E 求未知的 V_A 和 σ_A 。

对 V_A 求偏导,通过化简并转化为微分方程,适当变形后得到股权价值波动率 σ_E 的表达式:

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

于是,通过联立 V_E 和 σ_E 的非线性方程组,便可求解得到 V_A 和 σ_A 。

最后,KMV 通过定义预期违约距离 DD 来衡量一个公司的信用风险,其表达式为:

$$DD = \frac{E(V_A) - DP}{E(V_A) \sigma_A \sqrt{T}}$$

1.3 动态粒子群算法

设有 N 个粒子,第 i 个粒子位置和速度分别为 $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iD})$ 和 $v_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{iD})$ 。那么,第 i 个粒子第 $k+1$ 次迭代的速度和位置更新公式定义如下:

$$v_i^{(k+1)} = \omega v_i^{(k)} + c_1 r_1 (p_{best} - x_i^{(k)}) + c_2 r_2 (g_{best} - x_i^{(k)})$$

$$x_i^{(k+1)} = x_i^{(k)} + v_i^{(k+1)}$$

其中, ω 是惯性因子, c_1 和 c_2 是学习因子, r_1 和 r_2 是 $[0, 1]$ 范围的随机数。 p_{best} 表示截至目前第 i 个粒子搜索的个体最优位置。 g_{best} 表示 N 个粒子截至目前搜索的全局最优位置。

本文对惯性因子和学习因子采用动态自适应策略来避免陷入局部最优导致结果误差较大。因此令 $\omega_{max} = 0.9, \omega_{min} = 0.4$, 有:

$$\omega = \omega_{max} - \frac{\omega_{max} - \omega_{min}}{T} t$$

$$\begin{cases} c_1 = 2.05 - 1.5t/T \\ c_2 = 2.05 + 1.5t/T \end{cases}$$

2 实证分析

2.1 传统 KMV 模型

本文选取软件和信息技术服务业截至 2019 年 6 月 30 日在 A 股、创业板、中小板各个板块单独上市的 193 家上市公司作为研究样本。按照股票代码排序,序号为 1~193。其中,有 8 家上市公司被中国证监会标记为 *ST,有 2 家上市公司被标记为 ST。

借助 MATLAB,求解传统 KMV 模型违约点系数

作者简介:郭晓旭(1996—),女,汉族,河北石家庄人,燕山大学硕士,主要研究方向:寿险精算及信用风险度量;王永茂(1958—),男,汉族,河北秦皇岛人,燕山大学理学院教授,主要研究方向:保险精算及金融风险控制。

组合为(1,0.5)时的193家上市公司的预期违约距离。发现编号为77、172和173的上市公司预期违约距离分别为-184、-2449和-1070,与其他值相差过大,于是作为异常值将其剔除。从表1可以看出,*ST标识的上市公司的违约距离平均值要比未标识公司的违约距离平均值大,二者相差4.62,这意味着*ST标识公司发生违约的概率比未标识公司要小得多,这样的研究结果显然不符合证监会把财务不佳、投资有风险的公司作*ST和ST标记的实际情况。这说明传统KMV模型并不能有效区分和评估软件和信息技术服务业上市公司的信用风险。因此,还需要进一步对KMV模型进行改进。

表1 上市公司违约距离平均值比较

违约点系数	*ST	ST	未标识	*ST与未标识之差	ST与未标识之差
(1,0.5)	9.74	4.50	5.11	-4.62	0.62

2.2 改进的KMV模型

本文基于动态粒子群算法对KMV模型的违约点进行修正,将KMV模型中的违约点最优系数求解问题转化为求ST、*ST和未标识上市公司之间违约距离差距的最大值问题,以寻求适合软件和信息技术服务业为上市公司的违约点,改进后的KMV模型的流程图如图1所示。

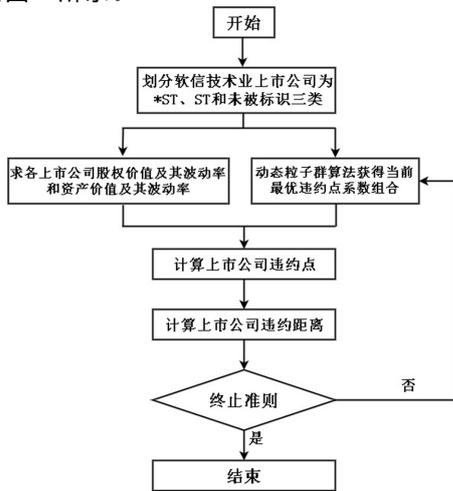


图1 基于动态粒子群算法改进的KMV模型流程图

借助MATLAB,经过10个初始粒子的20次迭代寻找,发现改进后的KMV模型适用于软件和信息技术服务业上市公司的最优违约点系数组合为(1.22, 8.26)。即,软件和信息技术服务业的上市公司的违约点应设定为:

$$DP = 1.22 \times STD + 8.26 \times LTD$$

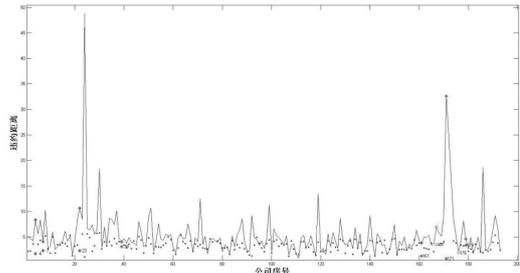
改进后的KMV模型的信用风险度量效果如表2所示。当违约点系数组合为(1.22, 8.26)时,*ST和ST标识公司的违约距离比未被标记的公司要小,即*ST和ST标识公司的违约概率要比未标识的公司大。改进后的KMV模型更能有效地区分和评估*ST和ST和未标识的上市公司的信用风险。

表2 KMV模型改进前后上市公司违约距离平均值比较

违约点系数	*ST	ST	未标识	未标识与*ST之差	未标识与ST之差
(1,0.5)	9.74	4.50	5.11	-4.62	0.62
(1.22,8.26)	2.14	2.68	3.25	1.12	0.57

图2是KMV模型改进前后上市公司的预期违约距离对比图。其中,黑色折线表示传统KMV模型,蓝色散点表示改进的KMV模型。红色“+”表示*ST标识公司,绿色“o”表示ST标识公司。可以看出,改进后的KMV模型求解的违约距离都在[0,6]范围波动,修正了传统KMV模型求解的个别上市公司违约距离

数值过大异常波动的问题。同时KMV模型改进后,带有*ST、ST标识的上市公司的违约距离普遍偏低,更符合实际情况。同时还可以看出,171号“*ST中安”的预期违约距离为0.7693,是软件和信息技术服务业所有上市公司中预期违约距离最小,发生违约的风险最高的,因此需要格外警惕。



2 模型改进前后软件技术业上市公司违约距离

2.3 改进前后模型的比较

利用R软件作ROC曲线,如图3所示。图中蓝色实线表示传统KMV模型,AUC值为0.659;红色虚线表示改进后的KMV模型,AUC值为0.784。当违约点系数组合从(1,0.5)修正到(1.22,8.26)时,ROC曲线向左上方移动,AUC的数值从0.659显著增加到0.784,接近于0.8。这说明经过动态粒子群算法改进的KMV模型比传统KMV模型更加理想。对*ST和ST标识的上市公司的区分效果更加优良,对软件和信息技术服务业上市公司的信用风险度量和评估效果更加有效。

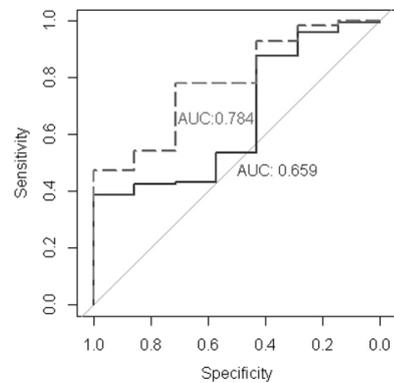


图3 模型改进前后的ROC曲线对比

3 结束语

本文在研究软件和信息技术服务业上市公司信用风险度量问题时,在KMV模型基础上,根据国内实际情况,采用动态粒子群算法进行优化,以是否被中国证监会标记作为判断准则,寻找违约点的最优系数组合为(1.22, 8.26),重新定义了违约点。由此可见,改进后的KMV模型具有一定的实用性,能够更准确有效地求解上市公司预期违约距离和评估上市公司违约风险。但是模型仍有不足的地方,比如模型严格的假设条件,未将信心不对称时的道德风险纳入考虑,违约点系数组合适用范围太窄等。因此,今后应该进一步对此进行深入研究。

参考文献

- [1] 马若微. KMV模型运用于中国上市公司财务困境预警的实证检验[J]. 数理统计与管理, 2006, 25(5): 593-601.
- [2] 章文芳, 吴丽美, 崔小岩, 等. 基于KMV模型上市公司违约点的确定[J]. 统计与决策, 2010, (14): 169-171.
- [3] 贾利. 基于KMV模型上市公司违约点的选择[J]. 商, 2016, (3): 182-183.
- [4] 安东尼·桑德斯著. 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: 13-14.
- [5] 王星予, 余丽霞, 阳晓明, 等. 商业银行信贷资产证券化信用风险研究——基于修正的KMV模型[J]. 收藏, 2019, (3): 53-66.