

基于KMV模型的我国上市券商公司 信用风险度量研究

穆 轩

贵州大学经济学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2024年4月15日; 录用日期: 2024年5月7日; 发布日期: 2024年8月5日

摘 要

随着我国市场竞争的加剧和金融创新的不断发展, 2019年中国证券业协会发布了《证券公司信用风险管理指引》, 标志着我国政府监督管理部门越来越关注证券公司的信用风险。但是由于新冠疫情这一大系统性风险事件的爆发, 使得我国证券公司的信用风险快速上升。因此如何准确地评估与度量我国证券公司的信用风险成为证券行业的一大重要课题。本文选取了我国A股市场上券商板块中的49家券商公司作为研究对象, 通过提取公司的股票交易数据以及财务报表数据, 利用KMV模型评估这些公司信用风险, 并对计算出的各券商公司的违约距离以及预期违约风险进行分析, 最后得出研究结论并为我国券商行业建立精准有效的风险评估与管理体制提出建议。

关键词

KMV模型, 上市券商公司, 信用风险, A股市场

Research on Credit Risk Measurement of Listed Brokerage Companies in China Based on KMV Model

Xuan Mu

School of Economics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Apr. 15th, 2024; accepted: May 7th, 2024; published: Aug. 5th, 2024

Abstract

With the intensification of market competition in China and the continuous development of finan-

cial innovation, the Securities Association of China issued the Guidelines for Credit Risk Management of Securities Companies in 2019, marking that China's government regulatory authorities are paying more and more attention to the credit risk of securities companies. However, due to the outbreak of the new crown epidemic, the credit risk of China's securities companies has risen rapidly. Therefore, how to accurately assess and measure the credit risk of China's securities companies has become an important issue in the securities industry. This paper selects 49 brokerage companies in the brokerage sector of China's A-share market as the research object, extracts the company's stock transaction data and financial statement data, uses the KMV model to evaluate the credit risk of these companies, analyzes the calculated default distance and expected default risk of each brokerage company, and finally draws research conclusions and puts forward suggestions for the establishment of an accurate and effective risk assessment and management system for China's brokerage industry.

Keywords

KMV Model, Listed Brokerage Companies, Credit Risk, A-Share Market

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,随着中国证券市场的快速发展和全球新冠疫情的爆发,券商行业的违约风险引起了广泛关注。2019年,中国证券业协会以加强证券公司对信用风险的管理和控制为目的,发布了《证券公司信用风险管理指引》,体现出中国证券业对于信用风险越来越重视。同时,2020年的新冠疫情对经济和金融市场造成了前所未有的冲击,股市的剧烈波动、经济活动的暂停以及企业经营困难,无疑给券商行业的信用风险带来了巨大压力。

信用风险度量是金融机构和投资者评估借款人或发行人违约风险的关键工具,也是信用风险管理的前提,对于理解和管理信用风险等问题上发挥出重要作用。通过信用风险度量,金融机构可以评估其信用风险敞口,制定适当的风险管理策略,从而降低违约风险带来的潜在损失。在现代金融领域,主要的信用风险度量模型包括 KMV 模型、Moody's 模型、CreditMetrics 模型、CreditRisk+模型。其中, KMV 模型作为一种基于结构性模型的信用风险度量方法,被广泛应用于国内外金融机构。本文选择 KMV 模型对我国上市券商的信用风险进行测度。

2. 文献综述

2.1. 国外研究现状

1997年,位于美国旧金山市的 KMV 公司建立了用来估计借款企业违约概率的 KMV 模型。KMV 公司通过利用 3400 家上市公司和 40,000 家非上市公司的信息,建立了企业信用资料数据库,同时也通过四千多家违约公司的数据,搭建了违约距离和预期违约概率之间的映射关系。由于 KMV 模型对于风险度量研究具有良好的准确性,因此国内外学者利用 KMV 模型进行了大量的研究。Bohn 和 Crosbie (2003) [1]利用了 KMV 模型对金融类企业信用状况进行研究,证明了由 KMV 模型计算出来的预期违约概率能够正确反映出信用状况的变化。Duffie D, Athey S 和 Wang K (2004) [2]在对研究样本进行风险度量研究

时,发现了 KMV 模型计算出来的违约概率具有显著的预测效果。Christopher Crossen 和 Xu Zhang (2011) [3]基于全球金融企业在 2001~2006 年和 2008 年~2010 年两个不同时期的数据利用 KMV 模型对这些企业的信用风险进行了实证研究,并得出在金融危机中利用 KMV 模型计量信用风险具有更强的有效性的结论。Boris 等(2015) [4]通过比较 KMV 模型和 Merton 模型,发现 KMV 模型在度量上市公司信用风险时由于使用了上市公司的资产价值和其波动率等因素进行计算会比 Merton 模型更加简便。

2.2. 国内研究现状

我国对企业信用风险的认识和度量是从上世纪八十年代开始,而近年来,国内的学者越来越多的使用 KMV 模型对我国的企业进行了深入的风险度量研究,并得到了大量有益的实证数据结果。张亚涛(2002) [5]认为由于市场决定了公开上市公司的股票价值,因此隐含的违约风险可以由包含公司股票价格和平衡表的信息转化而成,由此可得采用 KMV 模型进行风险度量研究比较合适。马坚、张卫朋和刘新梅(2004) [6]将安然公司的股票价格波动数据资料输入至 KMV 模型并计算出其 EDF 值,实证表明 KMV 模型能够更及时、动态和准确的度量一个公司的信用状况,并且更适合于度量上市公司的信用风险。孙小琰、沈悦和罗璐琦(2008) [7]利用 KMV 模型并结合中国证券市场的实际情况,对我国证券市场上的部分样本公司进行实证检验,表明中国证券市场可以使用 KMV 模型来进行风险度量研究。张鹏和曹阳(2012) [8]通过利用 KMV 模型计算我国上市公司的违约距离和概率,发现在 KMV 模型能够在对信用风险较大陷入财务危机的公司和信用风险较小的公司进行信用风险预测时发挥一定的功效和前瞻性。王慧和张国君(2018) [9]通过对 KMV 模型进行修正后,基于我国上海证券交易所上市的房地产企业数据对我国上市房地产企业的信用违约风险进行预测,有效补充了我国上市房地产企业信用风险的研究。王向荣和周静宜(2018) [10]使用了 Z 模型和 KMV 模型对我国四家上市保险公司进行信用风险度量并进行比较,研究结果表明 KMV 模型相较于 Z 模型能够更好地预测我国上市保险公司的信用风险。王佳和曹琼予(2022) [11]使用跳跃-扩散 KMV 模型对我国上市公司的跳跃风险进行估计以及对信用风险进行度量,验证了运用含资产价格跳跃的 KMV 模型度量上市公司信用风险的合理性和准确性。

3. KMV 模型的相关理论和计算过程

3.1. KMV 模型原理

KMV 模型是一种用于评估公司违约风险的结构模型。它的前提假设包括:第一,公司的资产价值是随机的,并且遵循几何布朗运动;第二,它假设公司的债务是固定的,并且存在违约阈值。基于 Merton 风险债务定价理论以及 BSM 期权定价理论,公司股权视作一份看涨期权,其中,公司的股权价值是标的资产,违约点值是资产的执行价格。基于这种思想,KMV 模型设置了违约点(DP),根据资产价值与违约点之间的关系算出违约距离(DD),而违约距离和公司的违约风险呈反向关系,违约距离越小,说明公司违约的可能性越大,违约风险越大。因此,KMV 模型可以评估借款企业的违约概率,并在资产市场价值与债务值之间的差异决定公司的股权价值。

3.2. KMV 模型

KMV 模型一般涉及以下

步骤一:估算上市公司的资产价值 V_a 及其波动率 σ_a

首先,公司的价值组成为:

$$V_a = D + V_e \quad (1)$$

但是由于没有直接获取上市公司的资产价值 V_a 及其波动率 σ_a 的途径,因此需要利用 BSM 模型,通

过带入股权价值 V_e 、债券价值 D 、股权价值波动率 σ_e 和无风险收益率 r ，反解出公司的资产价值 V_a 及其波动率 σ_a 。

假设上市公司的股票价格服从对数正态分布，则股票的对数收益率 μ_i 为：

$$\mu_i = \ln \frac{S_{i+1}}{S_i} \quad (2)$$

其中， S_i 表示第 i 天的股票收盘价。

在股票的对数收益率的基础上计算股票收益的日收益波动率 σ_n ：

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\mu_i - \bar{\mu})^2} \quad (3)$$

其中，

$$\bar{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_i \quad (4)$$

式中， n 表示交易日的个数。随后求出股票收益的年收益波动率 σ_e ：

$$\sigma_e = \sigma_n \times \sqrt{n} \quad (5)$$

公司股票价值和资产价值之间关系如下：

$$V_e = V_a N(d_1) - D e^{-rT} N(d_2) \quad (6)$$

其中，

$$d_1 = \frac{\ln(V_a/D) + (r + \sigma_a^2/2)T}{\sigma_a \sqrt{T}} \quad (7)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_a \sqrt{T} \quad (8)$$

其中 T 为到期时间。

公司股权价值波动率 σ_e 与资产价值波动率 σ_a 的关系如下：

$$\sigma_e = \frac{V_a N(d_1)}{V} \sigma_a \quad (9)$$

$$\text{联立方程(6)和(9): } \begin{cases} V_e = V_a N(d_1) - D e^{-rT} N(d_2) \\ \sigma_e = \frac{V_a N(d_1)}{V} \sigma_a \end{cases}, \text{ 即可解出资产价值 } V_a \text{ 与资产价值波动率 } \sigma_a。$$

步骤二：估算上市公司的违约点 DP 和违约距离 DD

KMV 模型将违约点 DP 公式定义为：

$$DP = \text{流动负债}(CL) + 0.5 \times \text{非流动负债}(LL) \quad (10)$$

违约距离 DD 的公式为：

$$DD = \frac{V_a - DP}{V_a \sigma_a} \quad (11)$$

步骤三：估算上市公司的预期违约率(EDF)

计算 EDF 的方法有两种：公式法和经验法。而 KMV 模型采用经验法来计算 EDF，即基于大量的历史数据，在 DD 和 EDF 之间建立映射关系，通过 DD 来计算 EDF，关系如下：

$$EDF = P[V_a \leq DPT] = N\left(-\frac{V_a - DPT}{V_a \sigma_a}\right) = N(-DD) \quad (12)$$

4. 基于 KMV 模型的实证研究

4.1. 数据选取

本文首先选取我国 A 股市场券商板块的 50 家上市公司作为实证研究对象，计算日期为 2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。考虑到一家公司上市时间晚于 2023 年 1 月 1 日，因此最终剔除 1 家上市公司，选取剩下的 49 家上市公司作为研究对象。

本文所使用的股票相关数据均来源上市券商公司公开的 2023 年年报、证券交易所、同花顺、CSMAR 数据库和 tushare 数据库。

4.2. 参数设定

4.2.1. 无风险利率

众多学者在使用 KMV 模型对上市公司进行信用风险度量时，无风险利率为中国人民银行一年期的定期存款利率，因此无风险利率 $r = 1.5\%$ 。

4.2.2. 时间范围设定

根据 KMV 模型的时间设定和本文研究对象的时间跨度， $T = 1$ 。

4.2.3. 上市公司股权价值 V_e

我国上市公司发行的股票中通常包含流通股和非流通股，由于流通股的价值可以根据股票的市场交易价格进行计算，而非流通股没有能够作为参考标准的市场价值进行衡量，因此本文参考众多学者的做法，将每股净资产作为非流通股股价的代表，并对我国上市公司的股权价值的计算方法进行修正。股权价值的计算公式如下：

$$V_e = \text{流通股股数} \times \text{流通股股价} + \text{非流通股股数} \times \text{每股净资产}$$

4.2.4. 违约点 DP

KMV 公司在大量的实证研究分析下得出，一般公司最容易发生违约的临界点处于公司价值等于流动负债加上 50% 的长期负债的情况下，即：

$$DP = \text{流动负债}(CL) + 0.5 \times \text{非流动负债}(LL)$$

4.2.5. 股权价值波动率 σ_e

假设股票价格近似满足正态分布，利用价格的历史波动率法来估算股票价格波动率 σ_e 。

4.3. 实证过程

4.3.1. 股权价值波动率的计算

首先从 49 家样本上市公司股票的历史数据中获取每日收盘价格，代入对数收益率公式(2)，随后再将计算结果依次代入公式(3)和(4)，最终以公式(5)计算得出年收益波动率，其中 2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日的交易日天数 $n = 242$ 。

4.3.2. 估计资产价值 V_a 与资产价值波动率 σ_a

$$\text{联立公式(6)和(9)组建方程组: } \begin{cases} V_e = V_a N(d_1) - De^{-rT} N(d_2) \\ \sigma_e = \frac{V_a N(d_1)}{V_e} \sigma_A \end{cases}, \text{解出资产价值 } V_a \text{ 与资产价值波动率 } \sigma_a。$$

股权价值波动率、资产价值及资产价值波动率计算结果如表 1 所示:

Table 1. Stock price volatility, asset value and asset value volatility of a sample of listed brokerage firms

表 1. 样本上市券商公司股票价格波动率、资产价值及资产价值波动率

股票名称	日收益波动率 σ_n	年收益波动率 σ_e	资产价值 V_a (亿元)	资产价值波动率 σ_a
光大证券	1.80%	27.95%	1061.18	18.73%
申宏万源	1.41%	21.96%	1659.39	14.42%
东北证券	1.64%	25.50%	248.02	17.08%
锦龙股份	3.39%	52.80%	196.07	35.39%
国元证券	1.43%	22.34%	444.85	14.97%
国海证券	2.01%	31.14%	339.14	20.87%
广发证券	1.16%	18.06%	1625.47	10.70%
长江证券	1.36%	21.12%	444.05	14.15%
山西证券	1.85%	28.73%	288.78	19.25%
国盛金控	3.02%	47.00%	252.30	31.49%
西部证券	1.32%	20.54%	424.19	13.76%
国信证券	1.38%	21.54%	1258.23	14.40%
第一创业	1.54%	24.06%	362.19	16.12%
华西证券	1.49%	23.30%	304.03	15.61%
长城证券	1.31%	20.32%	470.10	13.61%
华林证券	2.57%	39.93%	608.51	26.75%
中信证券	1.69%	26.42%	2999.69	20.19%
国投资本	1.38%	21.41%	646.37	11.51%
湘财股份	2.37%	36.86%	234.12	24.69%
国金证券	1.69%	26.31%	501.85	17.63%
华创云信	3.39%	52.73%	284.40	35.35%
西南证券	2.16%	33.53%	401.47	22.46%
华鑫股份	2.99%	46.46%	222.79	31.13%
海通证券	1.41%	21.92%	1878.67	13.29%
哈投股份	2.80%	43.50%	176.69	29.15%
财达证券	2.17%	33.81%	249.45	22.65%
华安证券	1.61%	25.06%	342.16	16.79%
中泰证券	1.33%	20.67%	662.61	11.27%

续表

东方证券	1.63%	25.30%	1103.31	16.95%
招商证券	1.09%	16.97%	1770.48	9.02%
中信建投	1.57%	24.39%	2289.64	16.34%
太平洋	3.36%	52.21%	376.41	34.99%
财通证券	1.62%	25.13%	537.85	16.84%
首创证券	4.11%	63.93%	231.69	42.96%
天风证券	2.39%	37.23%	399.66	24.94%
东兴证券	1.49%	23.26%	397.07	15.58%
国泰君安	1.01%	16.76%	1982.26	9.40%
红塔证券	2.01%	31.31%	534.34	20.98%
中原证券	1.88%	29.28%	265.41	19.62%
兴业证券	1.43%	22.30%	756.62	13.04%
国联证券	2.53%	39.33%	458.16	26.35%
东吴证券	2.17%	33.80%	546.35	22.64%
华泰证券	1.87%	29.12%	1893.19	19.36%
中银证券	1.83%	28.51%	345.03	19.10%
浙商证券	1.67%	26.05%	603.37	17.45%
中国银河	2.23%	34.69%	1823.22	23.24%
方正证券	2.70%	41.96%	990.32	28.11%
南京证券	1.26%	19.60%	435.80	13.13%
中金公司	2.01%	32.12%	2247.27	9.70%

4.3.3. 违约距离 DD 和预期违约概率 EDF 的计算

根据公式(11)来计算上市券商公司的违约距离 DD ，然后将计算结果代入公式(11)计算出预期违约概率 EDF 。计算结果如表 2 所示：

Table 2. Distance to default and expected probability of default of sample listed brokerage firms
表 2. 样本上市券商公司违约距离和预期违约概率

股票名称	违约距离	预期违约概率	股票名称	违约距离	预期违约概率
光大证券	3.55	0.019%	财达证券	2.94	1.664%
申宏万源	4.61	0.001%	华安证券	3.96	0.003%
东北证券	3.89	0.001%	中泰证券	5.90	0.001%
锦龙股份	1.88	3.012%	东方证券	3.92	0.004%
国元证券	4.44	0.001%	招商证券	7.37	0.001%
国海证券	3.19	0.072%	中信建投	4.07	0.002%
广发证券	6.21	0.001%	太平洋	1.90	2.871%
长江证券	4.70	0.001%	财通证券	3.95	0.004%

续表

山西证券	3.45	0.028%	首创证券	1.55	6.086%
国盛金控	2.11	1.736%	天风证券	2.67	0.384%
西部证券	4.83	0.001%	东兴证券	4.28	0.001%
国信证券	4.62	0.001%	国泰君安	7.07	0.001%
第一创业	4.12	0.002%	红塔证券	3.17	0.076%
华西证券	4.26	0.001%	中原证券	3.39	0.035%
长城证券	4.88	0.001%	兴业证券	5.10	0.001%
华林证券	2.49	0.647%	国联证券	2.52	0.581%
中信证券	5.92	0.050%	东吴证券	2.94	0.166%
国投资本	5.78	0.001%	华泰证券	3.44	0.030%
湘财股份	2.69	0.354%	中银证券	3.48	0.025%
国金证券	3.77	0.008%	浙商证券	3.81	0.007%
华创云信	1.88	3.001%	中国银河	2.86	0.211%
西南证券	2.96	0.154%	方正证券	2.37	0.901%
华鑫股份	2.14	1.632%	南京证券	5.06	0.001%
海通证券	5.00	0.001%	中金公司	6.85	0.001%
哈投股份	2.28	1.126%			

4.4. 实证结果分析

根据以上 KMV 模型的数据结果，可以得出以下结果。

这 49 家上市券商公司中，部分公司的股权价值波动率大于其资产价值波动率，说明这些公司的资产变化比较稳定。总体而言，我国上市券商公司的信用风险较低且可控。本文选择已经标准化的违约距离作为本文的度量方法，对各上市券商公司进行信用风险的比较分析。从以上 49 家上市券商公司的违约距离数据中可以看出，大部分公司的违约距离都保持在 2 以上，33 家上市券商公司的违约距离高于 3，说明我国上市券商公司信用风险普遍较低。其中锦龙股份、华创云信、太平洋、首创证券四家公司违约距离处于低于 2 的水平，相较于其他公司而言信用风险较高。原因可能如下：

第一，华创云信证券公司自 2019 年来就有成为太平洋证券第一大股东之位的意愿，并最终在 2023 年获得了太平洋证券公司 7.44 的股权。但是收购过程中，由于两家公司的业务、运营和财务结构可能会发生变化，进而会增加各自的风险。同时市场可能对收购交易产生不利的反应，导致太平洋证券公司和华创云信证券公司的信用风险增加。并且本次收购引发证监会的审查，两个公司的风险也随之增加。另外，太平洋在 2023 年不仅受到市场整体环境的不利影响和市场主要指数下降影响，导致其证券经纪业务收入下滑和权益投资出现亏损，并且股权融资业务和债券承销业务进展未达预期，导致投行业务收入下降，风险增加。综上，华创云信和太平洋两个证券公司信用风险较高。

第二，锦龙股份持有综合类券商中山证券 67.78% 的股份以及东莞证券 40% 的股份，主要依托中山证券和东莞证券开展证券业务。根据锦龙股份披露的 2023 年三季报显示，该公司 1~9 月实现净利润-2.62 亿元，其中第 3 季度净利润亏损 1.1 亿元。负债合计 154.5 亿元，资产负债率为 76.76%。近两年由于中山证券业务被限制，已连续两年亏损。同时，锦龙股份筹划转让东莞证券 20% 股份，希望能够降低公司

负债率，可以推测出锦龙股份存在着较为严重的债务问题。再加上锦龙股份在盈利能力和资产规模上均没有满足综合类券商控股股东要求，总资产和净资产也与监管要求差距较大。并且锦龙股份在近两年内两次定增失败，使其信用违约风险激增。

第三，首创证券在 2022 年年底的券商寒流中敲钟上市，随即在 2023 年三月，证监会点名首创证券担任“20 东林 G1”主承销商，对债务逾期情况和违规担保事项核查不充分，对其予以监管警示，记入诚信档案。并且，在五月再次收到了监管罚单，监管函中显示：首创证券研究报告业务管理制度不健全，对第三方刊载或转发公司研究报告管理不到位，存在被媒体长期未经授权转载研究报告而未及时维权的情况；发布的某研究报告中存在信息引用不严谨、底稿留存不全面、部分结论不够严谨的情况；同时还存在“资产管理产品运作不规范、风险评估不到位、识别产品实际投资者审慎不足”等情况。作为一个才上市不久的公司，短时间内收到证监会两次惩罚，不免使得其风险激增。

5. 结论与政策建议

本文在借鉴以往关于券商公司信用风险研究以及大量学者使用 KMV 模型进行风险度量研究的文献基础上，创新性地研究了在我国爆发新冠疫情这类系统性风险的情况下我国上市券商公司 2023 年信用风险，并选取了我国 A 股市场上划分的券商板块中的 49 家公司作为研究样本，基于 2023 年样本上市券商公司的财报数据和股票交易数据，实证检验了 KMV 模型对于我国上市券商公司信用风险方面的适用性。研究发现，我国上市券商公司的信用风险可以通过 KMV 模型进行有效的度量，其优点为计算方法简便、数据容易获取、思路整体清晰等，对研究我国上市券商公司的信用违约风险具有良好的现实意义。

基于此，为加强我国券商行业在风险度量和控制管理方面的能力，本位提出以下政策建议：

第一，加快建设与完善我国信用风险数据库。我国在现代公司信用风险研究的起步较晚，缺乏建立公司历史违约数据库以及适用于反映上市公司违约距离与预期违约率的映射关系，严重阻碍了信用风险管理及度量的研究及信用风险度量模型的运用。因此，唯有加快建设我国信用信息数据库，特别是公司违约数据库，才能满足现代信用风险评估模型的需求，提高信用风险度量的准确性与实用性。

第二，强化资本市场监管和信息披露规范。KMV 模型要应用于度量上市公司信用风险，需要有效的资本市场基础。然而，我国资本市场改革尚需深化，在这种情况下 KMV 模型的精确程度较低，对信用风险度量产生负面影响。因为，为确保股票市场健康运行，需要强对券商信息披露的监管，充分披露上市公司重大事件，确保数据真实准确，加强监管防止虚假财务信息和掩盖信用风险，通过强化资本市场监管和信息披露规范，为 KMV 模型提供可靠数据基础和操作环境，提高准确性和实用性。

第三，改善信用评级制度和推广 KMV 模型应用。首先需要健全和完善信用评级制度，目前，我国证券公司主要依赖内部信用评级体系对交易对手或发行人的信用水平进行评估，因此加强外部信用评级机构的建设可以提升券商的信用风险管理能力。其次，建议评级机构和其他金融机构将 KMV 模型广泛运用于各行业信用风险的评估，不仅有利于增强评级结果的真实性和有效性，也有利于促进 KMV 模型在我国的本土化应用与发展。

参考文献

- [1] Crosbie, P. and Bohn, J.R. (2003) Modeling Default Risk. White Paper: Moody's KMV Revised.
- [2] Duffie, D., Ke, W., Cantor, R., et al. (2012) Multi-Period Corporate Failure Prediction with Stochastic Covariates, Working Paper. *General Information*, 83, 635-666. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2005.10.011>
- [3] Crossen, C. and Zhang, X. (2011) Validating the Public EDF Model for Global Financial Firms. Moody's Analysis Quantitative Research.
- [4] Kollár, B., Weissová, I. and Siekelová, A. (2015) Comparative Analysis of Theoretical Aspects in Credit Risk Models.

Procedia Economics and Finance, **24**, 331-338. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00673-5](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00673-5)

- [5] 张亚涛. 现代信用风险度量模型的对比分析[J]. 山西财经大学学报, 2002(6): 107-108
- [6] 马坚, 张卫朋, 刘新梅. 现代信用风险模型比较分析[J]. 商业研究, 2004(8): 3-6.
- [7] 孙小琰, 沈悦, 罗璐琦. 基于 KMV 模型的我国上市公司价值评估实证研究[J]. 管理工程学报, 2008(1): 102-108.
- [8] 张鹏, 曹阳. 上市公司信用风险度量研究[J]. 财经问题研究, 2012(3): 66-71.
- [9] 王慧, 张国君. KMV 模型在我国上市房地产企业信用风险度量中的应用[J]. 经济问题, 2018(3): 36-40.
- [10] 王向荣, 周静宜. 中国上市保险公司风险度量适用性研究——基于 Z 模型与 KMV 模型的应用比较[J]. 会计之友, 2018(23): 84-88.
- [11] 王佳, 曹琼予. 基于跳跃-扩散 KMV 模型的上市公司信用风险评估[J]. 技术经济, 2022, 41(1): 160-168.