

KMV模型在我国商业银行信用 风险度量中的具体应用

——以工商银行和南京银行为例

张雨佳

贵州大学经济学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2024年8月25日; 录用日期: 2024年9月18日; 发布日期: 2024年11月28日

摘 要

我国商业银行在发展过程中必须面对的最重要的风险之一就是信用风险。对信用风险的研究为商业银行降低不良贷款率、开展有效的信贷风险管理提供了理论框架。目前, 对我国商业银行信用风险的研究主要集中在理论和定性分析方面, 定量分析方面的研究较少。本文运用KMV模型, 对我国商业银行的信用风险进行了实证研究, 具有重要的理论意义和现实意义。本文首先强调了信用风险管理对银行企业的重要性, 然后分析了我国银行信用风险管理的现状, 最后以中国工商银行和南京银行为例, 运用KMV模型对信用风险进行了评价。

关键词

商业银行, 信用风险, KMV模型, 实证分析

The Specific Application of KMV Model in the Credit Risk Measurement of Commercial Banks in China

—A Case Study of Industrial and Commercial Bank of China and Bank
of Nanjing

Yujia Zhang

School of Economics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Aug. 25th, 2024; accepted: Sep. 18th, 2024; published: Nov. 28th, 2024

Abstract

One of the most important risks that commercial banks in China must face in the process of development is credit risk. The study of credit risk provides a theoretical framework for commercial banks to reduce the rate of non-performing loans and carry out effective credit risk management. At present, the research on credit risk of China's commercial banks mainly focuses on theory and qualitative analysis, with less research on quantitative analysis. This paper utilizes the KMV model to conduct an empirical study on the credit risk of China's commercial banks, which is of great theoretical significance and practical significance. This paper firstly emphasizes the importance of credit risk management to banking enterprises, then analyzes the current situation of credit risk management of banks in China, and finally evaluates the credit risk using the KMV model with Industrial and Commercial Bank of China and Bank of Nanjing as examples.

Keywords

Commercial Bank, Credit Risk, KMV Model, Empirical Analysis

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

目前,中国商业银行的信贷风险管理远不如西方发达国家。在分析信贷风险时,中国仍然严重依赖传统的比率分析和专业判断,这使得商业银行难以有效满足信贷要求。因此,使用先进的计量经济模型来评估中国的信贷风险管理非常重要。虽然中国没有详细的企业资不抵债和破产统计数据,但本模型所需的中国上市公司资本基础和财务数据相对容易获得,计算过程也相对简单。因此,该模型在我国具有一定的适用性。

KMV 模型为我国商业银行提供了一个新的量化管理方法,特别是对上市公司的信贷风险管理。该模型如果可以准确地预测上市公司的违约率,就能绝大程度地减少信贷风险的发生。这将对我国的商业银行实现信贷风险的量化管理产生巨大影响。

2. 文献综述

2.1. 国外文献综述

KMV 模型源自于国外学者的研究成果,起源于期权定价理论的应用。在 Black (1972) [1] 提出期权定价方法后,该理论逐渐发展并被应用于不同领域。Morton (1974) [2] 进一步发展了这一理论,并提出了一种具体的分析方法,为后来的 KMV 模型的发展奠定了基础。KMV 模型利用期权定价理论来有效评估信用风险。

国外学者对 KMV 模型在信用风险管理方面的研究主要集中在两个方面:一是验证模型的有效性与准确性,二是对模型参数的修正与优化。

在验证方面,多元判别模型是一种传统的方法,用于度量上市公司的违约概率。研究如 M. Tudela (2003) [3] 和 Irina (2007) [4] 对比了 KMV 模型预测的违约概率与实际发生的风险情况,认为 KMV 模型相较于传统的 Probit 多元判别模型具备更强的准确性。Saunders A (1999) [5] 等学者提出了结合传统信用风

险评估模型的方法，通过联合分析来提高评估的精确性。

在模型参数修正方面，学者们进行了大量的实证研究。例如，Charitou (2000) [6]对 KMV 模型中的参变量进行了修正处理，利用公司市值变化与到期债务价值指标来预测破产概率，取得了显著的预测效果。Yuqian L (2008) [7]放宽了 KMV 模型的假设前提，例如对债务到期日的灵活性假设变动，以拓宽模型的适用领域与检验范围。Sean C (2006) [8]则制定了一套完整的技术流程，从多个角度评估模型的准确性，并与其他方法进行对比，得出了较低错误发生概率的结论。

综上所述，KMV 模型作为一种基于期权定价理论的信用风险评估模型，在国外学术界得到了广泛的研究和应用。通过验证其在不同环境下的有效性，并对模型参数进行精细化修正，KMV 模型为信用风险管理提供了有力的工具与理论支持。

2.2. 国内文献综述

对于中国学者对 KMV 模型的研究情况，可以看出近年来有显著的发展和應用。以下是提到的一些研究和进展的概括：

1. 理论基础与模型验证

王琮和陈金贤(2002) [9]首次采用期权理论基础定价方式与 KMV 模型结果进行类比，验证了模型的准确性。

李耀(2019) [10]则采用 Logit 模型对比，评估了 KMV 模型的有效性，这显示了对不同方法的比较研究。

韩立岩(2002) [11]根据当前经济环境对模型参数进行修正，以适应宏观经济变化和行业现状的巨大变化。

2. 模型改进与应用领域

阎庆民(2005) [12]和王星予、余丽霞、阳晓明(2019) [13]分别针对证券资产和商业银行资产证券化风险，改进了 KMV 模型以适应中国的特定条件。

金仁浩和董颖颖(2013) [14]在评估股票市场的信用风险时，通过修正模型参数解决了非流通股带来的问题。

3. 行业特异性和区域性研究

刘磊(2010) [15]首次考虑了中国公司的行业异质性因素，区分了 ST 公司和非 ST 公司的信用风险特征。

王慧和张国君(2018) [16]和王元月、景在伦、刘伟(2019) [17]分别对易产生金融风险的行业和具有全国普适性的行业进行了详细研究，例如房地产和地方特有的产业。

4. 研究不足和挑战

研究中样本规模普遍较小，标准组设定不超过 30 家上市公司，这对整体研究效果的可靠性可能存在挑战，特别是考虑到公司多元化经营和市场复杂性的情况。

当前的 KMV 模型实证结果中，违约距离与违约概率的映射关系尚未完全建立，多数研究集中在违约距离的输出，缺乏有效的违约概率参考指标。

总体而言，中国学者在 KMV 模型的研究和应用方面取得了显著进展，但仍面临一些方法和应用上的挑战。随着经济和市场环境的变化，未来的研究可能会进一步强调模型参数的动态调整和跨学科的研究方法，以提高模型在中国特定环境中的适用性和准确性。

3. 理论假设

信用风险产生的主要原因是宏观经济环境的综合因素和商业银行自身经营管理的微观因素，前者因素产生的是系统性风险，后者产生的是非系统性风险。系统性风险并不能通过分散投资加以消除，但是非系统性风险可以通过积极的风险管理方法来降低。因此我们主要研究的是非系统风险的部分，在非系

统风险中包含着许多风险,比如信用风险、流动性风险、操作性风险等,本文将系统地使用模型对信用风险进行度量,从而进一步减少商业银行在运行中的风险概率。

KMV 模型将股票期权的价值属性应用于信用风险,并将公司股票视为基于公司资产市场价值的欧式看涨期权,而行权价则是公司债务的名义价值。如果公司资产的市场价值下降到公司债务名义价值的水平,违约的概率就会增加,公司可能会选择违约。因此,KMV 模型假定公司的资产结构与其价值密切相关。

在 KMV 模型中,违约触发点(DPT)被定义为公司资产价值等于其负债总和。违约距离(DD)是公司资产的预期市场价值与违约触发点(DPT)之间的距离。该模型假定公司的信用风险由违约距离来衡量,DD 值越低,公司违约的可能性越大。KMV 模型假定公司的资产价值呈正态分布,因此使用预期违约概率(EDF)来衡量风险。

然而,由于中国没有全面的违约数据库,因此尚未建立完整的经验违约概率函数。因此,本文定义了基于正态分布的理论违约概率函数,检验其是否反映了上市公司的经营状况,并研究了 EDF 与违约概率函数之间的关系。

4. 实证分析

4.1. 样本选取

我们选取了工商银行和南京银行作为分析样本,分别比较它们的 DD(预期违约概率)和 EDF(违约概率的期望)来评估其信用风险。使用两个资产规模一大一小的银行进行比较,是为了更加深入地了解两者在资产规模不同的情况下,产生的信用风险方面的差距,从而分析出在什么样的资产规模下,信用风险会更加显著地减少。

我们分析了工商银行和南京银行从 2020 年到 2023 年的四年间数据,以研究 DD 和 EDF 的变化趋势。这种纵向和横向两方面的比较方法,有助于全面把握银行信用风险的特征,以便进一步探讨影响银行信用风险的因素。

样本的数据主要来源于国泰安数据库、两家上市银行年报和东方财富 Choice 数据。

4.2. 参数设定和计算步骤

各个参数的具体确定如下:

1. 股权价值 V_E 的确定。是指该项股权投资的账面余额减去该项投资已提的减值准备,股权投资的账面余额包括投资成本、股权投资差额。

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

2. 违约点 DPT 的确定。企业 1 年以下短期债务的价值加上未清偿长期债务账面价值的一半。

违约点 = 短期债务价值 + 50% 长期债务价值

3. 无风险利率 r 的确定。采用中国人民银行公布的一年期定期存款利率作为无风险利率,即 1.5%。

4. 股权价值波动率 σ_E 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,则股票日收益率 μ_i 为:

$$\mu_i = \ln \frac{P_i}{P_{i-1}}$$

收益率日波动率为:

$$\sigma_{day} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\mu_i - \bar{\mu})^2}$$

收益率日波动率可以转化为年波动率:

$$\mu_e = \sigma_{day} \times \sqrt{250}$$

5. 资产价值(V_A)和资产价值波动率(σ_A)的确定。根据 Black-Scholes 期权定价公式和 Merton 的风险债务定价理论, 结合 KMV 模型的基本思想, 同时根据上述的第(2)和(3)条假设, V_A 、 σ_A 的计算公式如下:

$$\begin{aligned} V_E &= V_A N(d_1) - e^{-n} DN(d_2) \\ d_1 &= \frac{\ln\left(\frac{V_A}{D}\right) + \left(r + \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T}{\sigma_A \sqrt{T}} \\ d_2 &= d_1 - \sigma_A \sqrt{T} \\ \sigma_E &= \frac{N(d_1) V_A \sigma_A}{V_E} \end{aligned}$$

计算中一般考虑的计算时间为一年, 因此 $T = 1$, 则针对上述的非线性方程组可以使用 Matlab 软件编程求解 V_A 、 σ_A 。

6. 违约距离(DD)和违约概率(EDF)的计算。计算出上述指标后, 就可以根据上述指标来计算出违约距离和违约概率。我们可以计算负债企业的违约距离 DD:

$$DD = \frac{E(V_A) - DPT}{E(V_A) \sigma_A}$$

根据之前的假设, 企业资产未来的市场价值大致符合正态分布。在这种假设下, 我们可以使用 KMV 模型来计算负债企业的违约距离(DD)。

7. 预期违约率 EDF 是通过对企业资产价值的波动性进行测算, 判断企业当前市场价值或资产价值水平降低到违约触发点水平的概率, 理论 EDF 算法:

$$EDF = N(-DD) = 1 - N(DD)$$

4.3. 实证分析

1. 从上述计算过程中可以得出两家银行在 2020 年到 2023 年的股权价值和股权波动率如表 1 所示:

Table 1. Equity value and equity volatility
表 1. 股权价值和股权波动率

年份	银行	股权价值	股权波动率
2020	工商银行 A 股	1,712,803,119,034.57	0.179311993
2021	工商银行 A 股	1,560,540,911,681.52	0.136352184
2022	工商银行 A 股	1,481,789,677,443.48	0.129307488
2023	工商银行 A 股	1,589,206,562,315.45	0.176003148
2020	工商银行 H 股	2,035,078,084,495.24	0.269248

续表

2021	工商银行 H 股	1,908,685,068,103.62	0.194176
2022	工商银行 H 股	1,658,837,392,326.48	0.211161
2023	工商银行 H 股	1,753,665,293,544.00	0.236762
2020	南京银行	80,856,697,141.84	0.263367
2021	南京银行	89,663,519,653.12	0.313232
2022	南京银行	107,741,183,607.92	0.263056
2023	南京银行	76,336,749,008.64	0.161798

2. 工商银行和南京银行流动负债、非流动负债和 DPT 的值如表 2 和表 3 所示:

Table 2. ICBC debt & DPT

表 2. 工商银行债务及 DPT

年份	银行	流动负债	非流动负债	DPT
2020	工商银行	956,443,000,000.0000	658,765,000,000.0000	1,285,825,500,000.00
2021	工商银行	966,828,000,000.0000	655,515,000,000.0000	1,294,585,500,000.00
2022	工商银行	1,332,800,000,000.0000	786,799,000,000.0000	1,726,199,500,000.00
2023	工商银行	1,919,941,000,000.0000	1,250,598,000,000.0000	2,545,240,000,000.00

Table 3. Bank of Nanjing debt & DPT

表 3. 南京银行债务及 DPT

年份	银行	流动负债	非流动负债	DPT
2020	南京银行	172,093,940,000.0000	207,325,716,000.0000	275,756,798,000.00
2021	南京银行	231,422,044,000.0000	224,089,090,000.0000	343,466,589,000.00
2022	南京银行	221,594,709,000.0000	233,220,486,000.0000	338,204,952,000.00
2023	南京银行	276,015,035,000.0000	260,405,716,000.0000	406,217,893,000.00

3、资产价值(V_A)和资产价值波动率(σ_A)的计算。本文通过编写 Matlab 程序求解。求解结果如表 4 和表 5 所示:

Table 4. ICBC asset value (V_A) and asset value volatility (σ_A)

表 4. 工商银行资产价值(V_A)和资产价值波动率(σ_A)

年份	资产价值(V_A)	资产价值波动率(σ_A)
2020	30,124,511,961,055.40	0.010195205
2021	31,407,067,501,317.70	0.006775005
2022	35,363,434,517,125.90	0.005418211
2023	40,308,542,229,977.10	0.006939124

4、违约距离(DD)与违约概率(EDF)的计算。根据上述理论中提到的计算公式可以求得,如表 6 所示。

5、实证结果剖析: 我们首先来比较两家银行的 DD 值, 为了得到更加直观的比较结果, 我们将表 6

画图分析如图 1 所示。

Table 5. Bank of Nanjing's asset value (V_A) and asset value volatility (σ_A)

表 5. 南京银行资产价值(V_A)和资产价值波动率(σ_A)

年份	资产价值(V_A)	资产价值波动率(σ_A)
2020	1,468,920,000,000.00	0.014497712
2021	1,691,830,000,000.00	0.016609109
2022	1,981,210,000,000.00	0.014306024
2023	2,160,520,000,000.00	0.005716745

Table 6. Distance to default (DD) and probability of default (EDF) of two banks

表 6. 两家银行的违约距离(DD)与违约概率(EDF)

工商银行			南京银行		
年份	违约距离(DD)	违约概率(EDF)	年份	违约距离(DD)	违约概率(EDF)
2020	4.178684656	0.00%	2020	2.811667249	0.25%
2021	5.214069297	0.00%	2021	2.329129421	0.99%
2022	5.061301685	0.00%	2022	2.802259097	0.25%
2023	3.58977412	0.02%	2023	3.630283688	0.01%

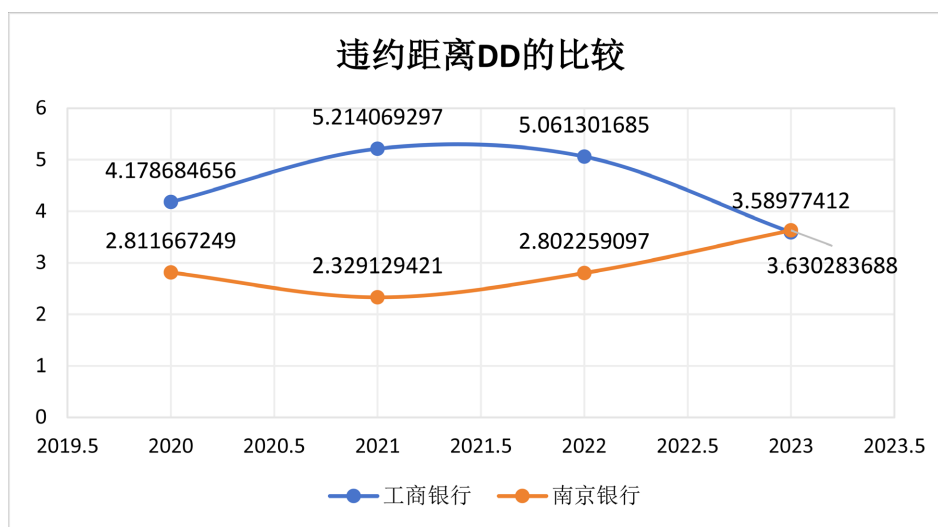


Figure 1. Comparison of the DD values of ICBC and Bank of Nanjing

图 1. 工商银行和南京银行 DD 值的比较

从上图我们可以看出，工商银行从 2020~2021 年违约距离是上升的，但在 2021 年以后开始不断下降，由于违约距离大，发生违约的可能性小，可以得出工商银行今年来违约的可能性在不断变大，与此同时，南京银行的局势与工商银行完全相反，2020~2021 年违约距离是下降的，而在 2021 年之后，违约距离就开始不断上升，在 2023 年几乎与工商银行的违约距离相同。总体上工商银行的违约距离明显大于南京银行，根据 KMV 模型，资产规模大和业绩相对好的公司，其违约距离大，发生违约的可能性小。图 2 验证了工商银行业绩好，违约距离大，违约概率小这一事实。但是工商银行总体的趋势是违约概率在不

断变大，南京银行的违约距离在变小，最终在 2023 年接近相同。

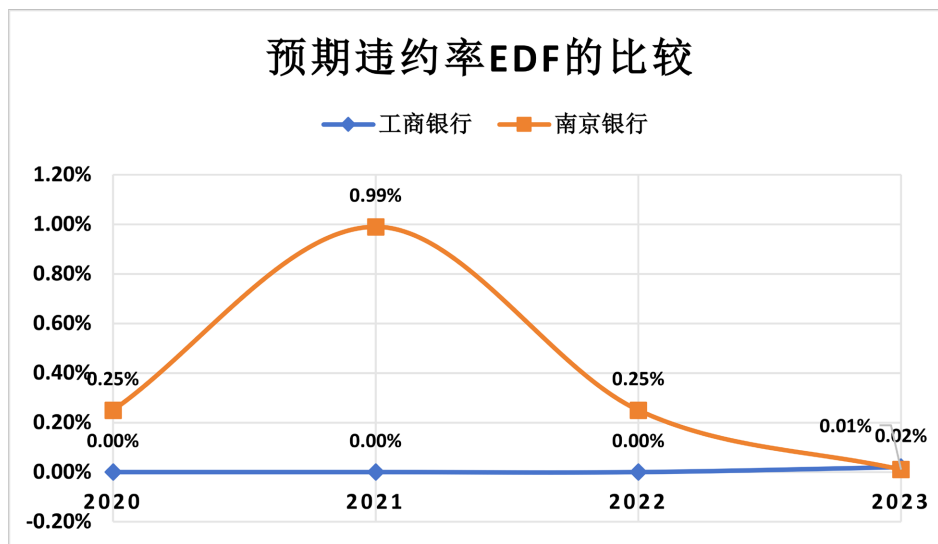


Figure 2. Comparison of the expected default probabilities of ICBC and Bank of Nanjing
图 2. 工商银行和南京银行预期违约概率的比较

大型银行和中小型银行的低倒闭率表明，我国银行目前资本充足，偿债能力强。然而，这些结果不仅可能受到银行稳健经营业绩的影响，也可能受到各种制度因素的影响，如不完善的利率交易和垄断活动。

KMV 模型在评估中国商业银行的信用风险方面具有较好的效果，能够较好地反映银行的相对信用水平。然而，由于中国缺乏不良贷款的历史数据，KMV 模型在实际应用中存在一些缺陷。特别是基于标准正态分布计算的违约距离和预期违约率可能偏低，这可能会导致对银行实际违约风险的低估，从而影响信用风险管理的效果。同时只有在企业公布的信息是真实完整的和企业状况符合模型假设的条件之下，KMV 模型的有效性才比较高，所以 KMV 模型在应用过程中仍然存在改进之处。

5. 研究结论与建议

5.1. 研究结论

本文通过 KMV 模型来计算工商银行和南京银行的违约距离和预期的违约率，随着企业规模和营运资本比率的增加，违约距离会增加，信用风险会降低。总体来看，KMV 模型在实证分析中表现出较好的实用性，特别是在评估上市银行面临的信用风险时，其违约距离(DD)指标能够提供有价值的信息。

综上所述，尽管 KMV 模型在评估银行信用风险方面有其优势，但在实际应用中仍需考虑和解决上述问题，以提高模型的准确性和适用性。

本文的主要创新点在于对商业银行进行有针对性的信用风险度量，选择两个规模不同的银行进行对比，可以更加直观地感受到信用风险在两者之间的可比性。

5.2. 建议

(1) 培养专业人才对现代信用风险度量至关重要，特别是在信贷领域。为此，我国应采取以下措施：

① 建立理论基础与实践经验并重的培养体系。商业银行应设立上岗资格考试，确保从业人员具备必要的理论和实际操作能力。同时，定期对现有信贷人员进行培训，强化现代计量模型及财务知识的应用

能力，以提升信用风险管理水平。

② 设立绩效考核激励机制。商业银行应建立有效的绩效考核机制，以激励信贷从业者的积极性，并提升其风险防范和度量能力，从而提高整体信用风险管理水平。

③ 全面推进专业人才选拔与培养。现代信用风险度量涵盖多个环节，应在每个环节建立专业人才队伍，确保信用风险度量工作有序进行，提升整体管理效能。

(2) 提高信用风险度量意识是至关重要的，特别是根据巴塞尔委员会的要求，商业银行高层应及时向全体员工传达信用风险度量和内部控制的重要性，同时明确各岗位的职责分工，以确保银行经营稳健并提升信用风险管理水平。

① 商业银行的信用风险度量意识应该贯穿从行长到普通职工的全体员工。作为信贷业务的主要负责人，行长不仅承担业务审批的责任，还需领导全体员工关注信用风险度量的重要性。行长对信用风险度量的重视程度直接影响到信贷客户经理、审批人员以及全体员工的态度和实践。

② 绩效考核体系在提升信用风险防范意识和信用风险度量水平方面具有重要作用。目前我国商业银行普遍存在重视业务而轻视风险管理的问题，这不利于有效开展信用风险度量工作。因此，商业银行必须建立符合规定和实际业务操作情况的绩效考核体系，以激励员工在风险管理方面的积极表现。

通过上述措施，可以有效提升商业银行的信用风险度量意识，确保银行运营的稳健性和风险管理水平的持续提升。

强化和完善基础数据库和信用评级体系对商业银行至关重要。数据库在商业银行中的应用日益重要，是推动信用风险度量水平持续发展的核心要素之一。为了提升信用风险度量模型的实际应用能力，必须加强基础数据库的建设水平。

5.3. 不足之处及展望

第一、违约点的设计可能不适用于本文的研究对象。虽然 KMV 模型源于美国，且本文的违约临界点计算基于已有研究，但这种方法可能不适合中国市场。因此，需要对我国资本市场进行深入研究，调整违约点，并通过大量数据进行反复试验，以找到最符合我国国情的违约点计算方法。

第二、目前，我国尚无法通过 KMV 模型精准测算违约概率，且传统上，商业银行和监管单位主要通过财务分析来进行风险评估和管理。因此，需要在 KMV 模型基础上引入新指标进行改进，以实证分析大型银行与小型银行之间的信用风险差异。由于专业水平和科研能力的限制，本文的研究仍有提升空间。比如可以进一步精确指标的选取和计算，在数据方面保持严谨的态度等，同时在信用风险度量的过程中可以尝试结合一些新的方法和模型，与 KMV 模型同时进行，得到更加精确的结果。

参考文献

- [1] Yeh, C., Lin, F. and Hsu, C. (2012) A Hybrid KMV Model, Random Forests and Rough Set Theory Approach for Credit Rating. *Knowledge-Based Systems*, **33**, 166-172. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2012.04.004>
- [2] Keller, M. (1974) Corporate Power and Social Change: The Politics of the Life Insurance Industry. *Business History Review*, **48**, 575-576. <https://doi.org/10.2307/3113560>
- [3] Tudela, M. and Saunders, A. (2003) Credit Risk Measurement, Development over the Last 20 Years. *Journal of Banking and Finance*, **21**, 1721-1742.
- [4] Irina, A. (2007) Series Normal Expansion for the Bivariate Integral. KMV Corporation.
- [5] Saunders, A. (1999) Credit Risk Measurement. John Miley & Sons.
- [6] Charitou, A., Clubb, C. and Andreou, A. (2000) The Value Relevance of Earnings and Cash Flows: Empirical Evidence for Japan. *Journal of International Financial Management & Accounting*, **11**, 1-22. <https://doi.org/10.1111/1467-646x.00053>

-
- [7] Zhao, J.Q., Liu, S.Z., *et al.* (2009) Commercial Bank Risk Management Study of the Status Quo and Countermeasures. International Conference of Lang Fang Urban Economy and Industrial.
https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=J38Mj5ylEu_-76rhks_Je4KgTPrlc68io5NdZ_MU-Jem_gw79kBz5qhesLx8keN8ZQeXbCjKmbfA85mtkY-nsWDft9o6mFYwkcoiqNA3PsRv3LcqF9yxMIeqYdJA-EIMqes8U7hhq0laPZnroC0P4umIjxEM18Wd6jU-9Z67ITShQwsOif5IA2Kf_TrGsf5BjHh5q5fQBxs=&uniplatform=NZKPT&language=CHS
- [8] Sean, C. and Zhou, Z.F. (2006) An Application of Parametric Programming Based on Interval Number in Risk Management of Commercial Bank. *Journal of University of Electronic Science and Technology of China*, **35**, 137-139.
- [9] 王琮, 陈金贤. 信用风险定价方法与模型研究[J]. 现代财经-天津财经学院学报, 2002, 22(4): 14-16.
- [10] 李耀. 上市公司信用风险测度评价——基于 KMV 与 Logit 模型的实证研究[J]. 现代营销(信息版), 2019(2): 30-31.
- [11] 韩立岩, 郑承利. 期权定价中的非统一理性与模糊测度[C]//中国系统工程学会. 中国系统工程学会模糊数学与模糊系统委员会第十一届年会论文选集. 北京: 北京航空航天大学, 2002: 5.
- [12] 阎庆民. 银行业公司治理与外部监管[J]. 金融研究, 2005(9): 84-95
- [13] 王星予, 余丽霞, 阳晓明. 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]. 金融监管研究, 2019(3): 54-66
- [14] 金仁浩, 董颖颖. 我国上市公司融资行为实证研究[J]. 经济研究导刊, 2008(12): 90-91.
- [15] 刘磊. 对目前我国上市公司股利政策的思科[J]. 特区经济, 2010(11): 131-132.
- [16] 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.
- [17] 王元月, 景在伦, 刘伟. KMV 模型在渔业上市公司财务预警中的运用——以獐子岛为例[J]. 中国渔业经济, 2019, 37(3): 56-61.