

中国金融科技风险量化分析

——基于AHP + 模糊综合评价模型

李哲彤

湖南财政经济学院数学与统计学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2024年11月28日; 录用日期: 2024年12月20日; 发布日期: 2025年1月16日

摘 要

近年来, 随着我国科学技术的发展, 金融业也发生了显著的变化。在多元化金融领域, 以金融科技为首的多元化金融体系逐渐占据主导地位。金融科技的出现对提升金融服务效率起到了非常重要的作用。然而, 金融科技与金融科技风险密切相关。本文运用AHP + 模糊综合评价模型, 寻求50位金融专家对金融业风险进行综合量化, 探究当前我国金融业风险的主导因素, 从而进行可预测的干预。研究发现, 技术风险、道德风险和法律风险, 权重为76%, 模糊评价指标为“高”, 是影响金融科技风险的主要因素, 而传统金融风险占多数但仅占24%。虽然权重占比不大, 但仍不容忽视。本文旨在对模糊的金融业风险进行量化, 探讨金融科技风险和传统金融风险在当前金融业中的主导地位, 得出面对中国金融业未来的发展, 需要更加重视介入金融科技带来的风险, 以优化资源配置, 但传统金融风险也不容忽视。

关键词

层次分析法, 模糊综合评价模型, 金融风险, 金融科技

Quantitative Risk Analysis of China's Financial Industry

—Based on AHP + Fuzzy Comprehensive Evaluation Model

Zhetong Li

School of Mathematics and Statistics, Hunan University of Finance and Economics, Changsha Hunan

Received: Nov. 28th, 2024; accepted: Dec. 20th, 2024; published: Jan. 16th, 2025

Abstract

In recent years, with the development of science and technology in China, the financial industry has also undergone significant changes. In the diversified financial field, the diversified financial system

文章引用: 李哲彤. 中国金融科技风险量化分析[J]. 金融, 2025, 15(1): 199-216.

DOI: 10.12677/fin.2025.151022

headed by financial technology gradually occupies a dominant position. The cash of financial technology has played a very important role in improving the efficiency of financial services. However, fintech goes hand in hand with fintech risks. This paper uses AHP + fuzzy comprehensive evaluation model, seeks 50 financial experts to comprehensively quantify the risk of financial industry, and explores the leading factors of China's financial industry risks at present, so as to make predictable intervention. It is found that technical risk, moral risk and legal risk, with a weight of 76% and a fuzzy evaluation index of "high", are the main factors affecting financial technology risks, while traditional financial risks account for the majority but only account for 24%. Although the weight ratio is not large, it still cannot be ignored. The purpose of this paper is to quantify the vague financial industry risks, explore the dominance of financial technology risks and traditional financial risks in the current financial industry, and conclude that in the face of the future development of China's financial industry, it is necessary to pay more attention to intervening in the risks brought by financial technology, so as to optimize resource allocation, but traditional financial risks cannot be ignored.

Keywords

Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy Comprehensive Evaluation Model, Financial Risk, Fintech

Copyright © 2025 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,随着我国经济的不断发展和金融市场的日益复杂化,我国金融业面临的风险形势也日益严峻。而在我国金融市场的快速发展的过程,多种潜在风险点已逐渐显露出来,其潜在威胁着金融体系稳定的同时,也对经济增长和社会稳定产生了一定的影响[1]。因此,全面深入地分析我国金融业的风险因素,对于保证我国经济持续健康发展具有重要意义。

当前,随着金融市场与科技水平的快速发展,将金融市场与科技相结合,在一定程度上改变了金融业的发展[2]。根据金融稳定委员会(FSB)的定义,金融科技是指由大数据、区块链、云计算、人工智能等新兴前沿技术驱动,对金融市场和金融服务供给产生重大影响的新兴商业模式、新技术应用、新产品和服务,金融科技的发展对提高金融服务效率起到了非常重要的作用[3][4]。金融科技以其独特的技术支撑、商业模式和价值创造模式,影响着传统金融机构的理念、业务、结构和风控模式,逐渐成为整个金融生态系统不可忽视的力量。金融科技以其轻资产、高创新、规模大、易合规等优势,在全球范围内迅速发展。金融科技对包括互联网在内的新兴技术的要求更高,应用更深入,影响更深刻和广泛。它是在互联网金融基础上的进一步拓展和深化。

然而,金融科技发展与金融科技风险相伴而生。金融科技发展对金融监管提出了更高的要求[5]。而金融科技并没有改变金融业务的本质和风险属性。其开放性、互通性、科技性等特点,使金融风险的隐蔽性、传染性、普遍性、突发性特征更加明显,金融风险的传导机制更加复杂。

根据现有文献,学者们进行了大量有价值的研究:

首先,考察金融科技引入给传统金融体系带来的新风险[6][7]。

金融与科技融合的过程不仅改变了传统金融业务的术语转换、信用转换、收入转换和风险转换,也极大地重塑了金融体系本身的风险特征[8]。金融科技导致金融业从机构运营模式到融资模式乃至货币本身发生根本性变化[9][10],金融创新更加活跃。但金融创新也可能模糊现有行业边界,颠覆行业格局,加速金融脱媒,诱发新的金融风险[11][12]。金融科技的快速发展对传统金融业务产生了巨大冲击。

二是明确金融科技的风险特征，区分金融科技与传统金融风险体系[13]。

基于现有的研究和金融科技发展的现实，金融科技可能引发传统的金融风险，如信用风险、流动性风险和操作风险[14]。由于金融与科技相结合，其科技所带来的弊端也映射到金融层面，使金融科技带来了全新的风险，其中包含底层信息技术、技术伦理、法律技术等非金融因素引发的金融科技风险[15]：

(1) 技术风险，其体现在金融科技的许多创新虽然极大地促进了现代金融服务的开放性、在线性和虚拟化，使客户可以进行远程交易和实时资金流动，但这也增加了金融市场对互联网和信息技术的依赖，互联网业务运营流程、技术管理和网络维护一旦出现技术漏洞，就可能导致数据被盗、隐私侵权、网站攻击等信息技术风险，给客户和企业带来严重的经济损失。显然，金融科技不仅改变了传统的金融风险形态，也改变了金融风险的分布和权重，使得金融科技的技术漏洞所带来的技术风险，如技术不完备、数据安全隐患、网络安全隐患等日益严重[16]。

(2) 伦理风险：其风险体现在传统伦理风险和技术进步带来的伦理风险上。其中技术进步带来的伦理风险包括数据安全风险、算法滥用风险、无序竞争风险、数字鸿沟风险等技术伦理风险，这些风险一旦进入金融市场将会导致金融数据泄露、金融市场垄断等因素，破坏金融机构信誉的同时，可能引起社会金融的不平等，因此需要考虑金融科技带来的伦理风险的分布和权重[17][18]。

(3) 法律风险：目前随着金融科技发展，出现了新兴的法律技术风险，其中金融科技发展加大了金融交易的隐蔽性，很多交易行为都游离在现有监管框架之外，不受现行金融法规监管。同时，金融大数据技术应用，促使金融交易数据几何式膨胀，在海量数据中查找违法违规证据难度加大。此外，金融科技发展还加大跨境金融交易的便利程度，促使国际经济金融往来增多，但国际间的数据政策壁垒限制较多，影响跨境取证难度。因此结合目前主流观点和主要文献，在本文中以法律法规缺失风险、虚拟货币风险、网上洗钱风险二级指标为核心进行风险度量[19]。

三是探讨金融科技与传统金融风险之间的叠加效应。

金融科技作为新兴业态，金融科技风险难以度量，现有研究多着眼于传统金融风险防范以及金融科技对金融机构、区域性金融风险、实体经济的影响，学者们认为，金融科技的不当运用会导致传统金融风险和金融科技风险的双重叠加效应[20]，通过金融体系影响技术进步，直接反馈至实体经济，最终影响经济效率的提升[21][22]。

本文贡献，通过对我国金融业风险的全面分析，探究当前我国金融市场的主要风险特征和发展趋势以及金融科技带来的新兴金融风险因素，并对可探究的金融业风险进行量化分析，最后考虑金融科技使用不当引起的传统金融风险和金融科技风险双重叠加效应。本文运用层次分析法 + 模糊综合评价模型对金融业风险进行综合测度，综合分析和衡量传统金融风险和金融科技风险，以达到更好防治。为金融机构、监管部门和投资者提供决策参考，促进金融创新与风险防范的协调发展。因此，在本文中将综合分析和衡量传统金融风险和金融科技风险，已到达更好的预测与规制。本文具体研究过程如图1所示。

在现有研究的基础上，本文的增量工作在于：

(1) 现有研究侧重于金融业风险的识别和分类，缺乏必要的量化。我们试图综合评估金融科技蕴含的传统风险和信息技术等因素带来的新风险；

(2) 我们还运用 AHP + 模糊综合评价模型对金融科技风险进行了综合测度，发现技术风险、伦理风险和法律风险是影响金融业风险的主导因素；而传统金融领域其他突出的信用风险、市场风险、操作风险占比虽小，但也不容忽视。

下面是本文剩余部分的结构副本：第2节包含了研究背景和理论假设；第3节包含指标的确定和模型设置。第4节分别给出了权重确定、一致性检验、量化分析以及实证结果。第5节给出了稳健性检验；第6节总结了研究结果，并提出了政策建议。

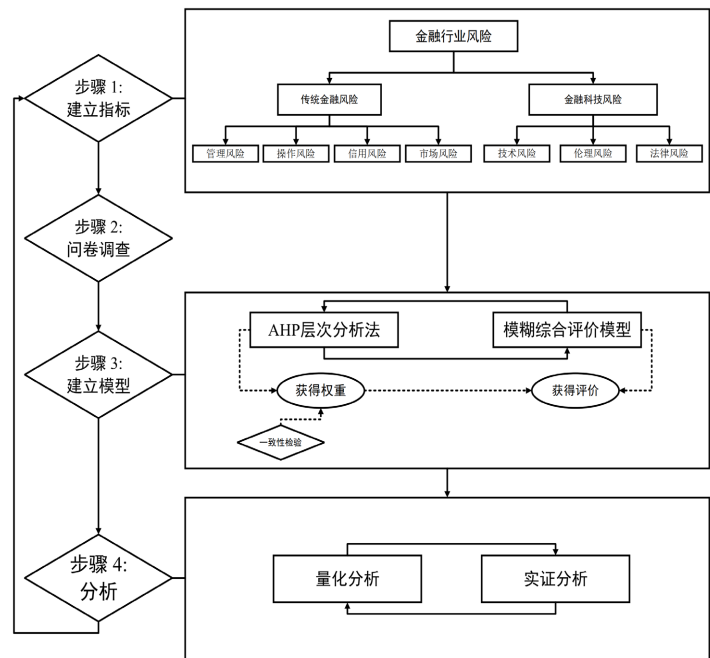


Figure 1. Research flow chart
图 1. 研究流程图

2. 研究背景和数据描述

2.1. 研究背景

2.1.1. 中国金融科技的发展现状

近年来，中国金融科技行业在大数据、云计算、人工智能、区块链等技术的推动下，实现了快速发展。支付结算、借贷融资、财富管理、保险科技等多个领域均取得了显著成果。根据中研普华研究院的数据，随着金融科技的不断进步和应用场景的拓展，科技金融行业的市场规模持续增长。2024 年上半年，全球金融科技行业投融资事件总次数为 471 次，总金额为 342 亿美元，显示出资本对科技金融行业的持续青睐。

2.1.2. 中国金融科技政策环境

中国政府高度重视金融科技的发展，出台了一系列政策以促进行业的健康发展。例如，2024 年 5 月，国家金融监督管理总局印发了《关于银行业保险业做好金融“五篇大文章”的指导意见》，明确提出要增强金融科技核心竞争力，提升综合金融服务能力。此外，中国还发布了《金融科技发展规划(2022~2025 年)》，明确了金融数字化转型的总体思路、发展目标、重点任务和实施保障。

2.1.3. 金融业科技风险分析

在中国金融科技快速发展的背景下，科技风险日益凸显。这些风险主要包括数据安全与隐私泄露、系统稳定性与操作性风险、合规与监管风险、技术采纳风险以及算法偏见与公平性风险等。例如，随着金融交易和数据存储的数字化，个人信息和交易数据的安全成为关注焦点。同时，高度依赖信息技术的金融系统面临技术故障、网络拥堵、软件漏洞等风险，可能影响金融市场的正常运行。

2.1.4. 研究的紧迫性与重要性

面对金融科技的快速发展和随之而来的科技风险，中国政府 and 金融机构需要采取积极措施，加强风险管理和监管。研究金融业科技风险，不仅有助于提升金融系统的稳定性和安全性，还能为政策制定提

供科学依据,促进金融科技的健康发展。此外,通过深入研究科技风险,还可以为金融机构提供风险防控策略,帮助其更好地应对潜在风险。

2.2. 数据描述

2.2.1. 数据来源

本文数据来源于金融领域专家打分和针对性线上问卷收集。取值以专家打分为主,针对性线上问卷收集数据只作为对照组起验证作用。值得说明的是:金融领域专家来源于各相关财经类高校(包括但不限于:重庆大学、湖南财政经济学院,等)金融领域教授、银行高管、证券金融顾问等。数据均通过有效性测试及现有文献佐证。

2.2.2. 数据处理

(1) 基于 AHP 层次分析法的数据处理

首先,通过委托对来自不同地区的 50 名金融专家进行线下问卷访谈,收集到关于各主要指标和二级指标的判断矩阵问卷,由于专家之间的问卷结果差异性较小且结果均为有效值,因此对其判断矩阵值进行加权取平均值即可。然后,通过问卷设计,在各财经类院校的金融相关专业学生中进行简单随机抽样发放问卷,收集到剔除极端值和不完整问卷后的 200 份有效问卷。最后,以专家打分为主因素,通过将线上问卷收集数据与加权平均后的专家打分进行交叉有效性验证,判断数据的有效性。若数据值超过给定的接受域,则扩大线上问卷样本量后继续重复交叉有效性验证,若还超过给定的接受域,则对专家评分进行核实。

(2) 基于模糊综合评价模型的数据处理

在本文是中,模糊综合评价模型是对 AHP 层次分析法所得数据的交叉检验。因此对于模糊综合评价模型,只采用 50 位金融业风险领域专家对各二级指标评分即可,通过加权平均和归一化处理得到最终隶属度。

2.2.3. 判断矩阵数据有效性检验

(1) 定义有效区间

根据下文中 Satty 层次分析法量表(见表 2)中评分意义说明,当判断矩阵中的值超过 2 个基准点波动时评分层级会发生改变,因此将数据有效性检验的接受域设定为 1.5 个基准点,此时的误差波动对 AHP 层次分析法的权重计算可忽略不计。

(2) 数据检验

本文数据有效性检验,将专家打分设置为主因素(实验组),通过将线上问卷收集数据(对照组)与加权平均后的专家打分进行交叉有效性验证,得到专家打分的判断矩阵在 1.5 个误差点以内,如图 2 所示,因此认为专家打分数据有效。

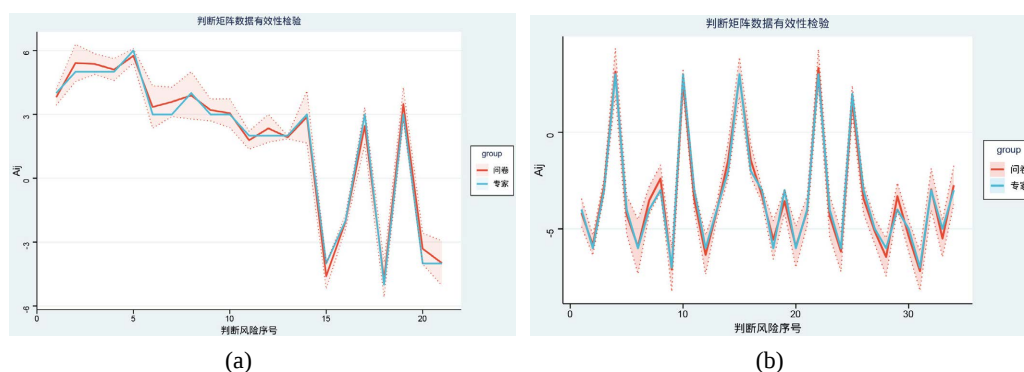


Figure 2. (a) Validity test of main risk indicators; (b) Validity test of secondary risk indicators
图 2. (a) 主要风险指标有效性检验; (b) 二级风险指标有效性检验

3. 模型设置

3.1. 基于德尔菲法的金融业风险评估体系的建立

德尔菲法是一种结构化、匿名、多轮的专家咨询方法。通过反复征求和总结专家意见，最终达成共识或预测未来某一事件发生的概率。金融业风险的定义是一个定性概念[23][24]。不同人员看法不同，缺乏统一的量化标准。因此，本文寻求研究过相关方面的专家，使定义结果更具权威性。本文邀请 50 位金融领域专家对一级指标进行两轮评分和修改，最终设计出二级金融业风险评估体系，再对二级金融指标进行再次评分。如表 1 所示。

Table 1. Financial industry risk assessment system
表 1. 金融业风险评估制度

评价对象	主要指标	二级指标
金融科技风险：U	技术风险：U ₁	网络系统安全风险：u ₁₁
		数据传输安全风险：u ₁₂
		数据传输安全风险：u ₁₃
	伦理风险：U ₂	社会伦理风险：u ₂₁
		责任伦理风险：u ₂₂
		技术伦理风险：u ₂₃
	管理风险：U ₃	消费者操作风险：u ₃₁
		供应商操作风险：u ₃₂
		调解人操作风险：u ₃₃
		支付方式创新风险：u ₃₄
	操作风险：U ₄	内部管理风险：u ₄₁
		流动性风险：u ₄₂
		相关风险：u ₄₃
	信用风险：U ₅	内部欺诈风险：u ₅₁
		外部欺诈风险：u ₅₂
		信用风险：u ₅₃
		信用信息滥用风险：u ₅₄
	市场风险：U ₆	利率风险：u ₆₁
		汇率风险：u ₆₂
		价格变动风险：u ₆₃
	法律风险：U ₇	法律法规缺失风险：u ₇₁
		监管空缺风险：u ₇₂
		受试者确认风险：u ₇₃
		虚拟货币风险：u ₇₄
		网上洗钱风险：u ₇₅

3.2. 基于层次分析法确定金融业风险指标权重

层次分析法将人的思维过程分为目标层、准则层和方案层，并借助数学模型进行分析。它是一种将决策者的定性判断和定量计算有效结合起来的实用决策分析方法。该方法系统、灵活、使用简单，适用于有组织的大型复杂系统。特别是当系统规模庞大、结构复杂、属性和目标多样，系统中许多要素仅有定性关系时，利用层次分析法进行评价和决策是非常高效的。

其基本原则是将复杂问题按主导关系划分为层次结构，每一层次由相互关联的要素构成。通过两两比较法量化层次结构中各元素的相对重要性，最终对总相对重要性进行排序[25]。

3.2.1. 构造判断矩阵

Satty (美国运筹学家)提出用数字 1~9 作为判断两个指标相对重要性的尺度[26]，如表 2 所示。

Table 2. Satty analytic hierarchy process scale

表 2. Satty 层次分析法量表

a_{ij}	意义
1	i 因子和 j 因子一样重要
3	i 因子比 j 因子稍重要
5	与因子 j 相比，因子 i 明显比因子 j 重要
7	i 因子比 j 因子更重要
9	i 因子绝对比 j 因子重要
2, 4, 6, 8	上述相邻判断的中间值
倒数	表示前者不如后者重要

利用表 2 的结果，通过比较各一级指标和二级指标所包含的风险因素，得到各风险的相对重要性，构建一级判断矩阵和二级判断矩阵。

3.2.2. 计算指标权重

计算指标权重

(1) 建立因子判断矩阵 A 矩阵，为元素判断矩阵。判断矩阵 A 中元素 i 与元素 j 的相对重要性之比用 a_{ij} 表示，并有如下关系：

$$a_{ij} \neq 0, a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, a_{ij} = 1, ij = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

a_{ij} 比率越大， i 的重要性越高。具体重要性如上表 2 所示。

(2) 用方根法计算判断矩阵特征向量的近似值。公式如下：

$$w_i = \frac{\left(\prod_{j=1}^n a_{ij}\right)^{\frac{1}{n}}}{\sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^n a_{ij}\right)^{\frac{1}{n}}}, ij = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

(3) 将特征向量归一化得到权重向量，公式如下：

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T \quad (3)$$

3.2.3. 检验模糊判断矩阵的一致性

首先根据判断矩阵计算最大特征值 $\lambda_{\max}$ ，公式如下：

$$\lambda_{\max} \approx \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nW_i} \quad (4)$$

其中 $(AW)_i$ 表示 AW 向量的第 i 个分量。

然后，通过计算出的 $\lambda_{\max}$ 和对应的特征向量后，需要检查判断矩阵的一致性。如果一致性检验通过，则特征向量可视为下一级指标相对于上一级指标的相对权重。否则，应重新调整判断矩阵中各元素的值，直至满足一致性检验。通过计算一致性比 CR 对结果进行校核， CR 的计算公式为：

$$CI = \frac{CR}{RI} \quad (5)$$

其中， CI 为一致性指数， RI 为随机一致性指数。 CI 的计算公式为：

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

RI 值如表 3 中所示，若一致性比 $CR < 0.1$ ，则一致性试验合格。

Table 3. Random consistency indicator RI values

表 3. 随机一致性指标 RI 值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

3.3. 用模糊综合评价法量化金融业风险

3.3.1. 确定评价因子集

假设金融业的风险因子集为 U ，根据表 1 中的评价体系：

$U = \{\text{技术风险 } U_1、\text{伦理风险 } U_2、\text{管理风险 } U_3、\text{操作风险 } U_4、\text{信用风险 } U_5、\text{市场风险 } U_6、\text{法律风险 } U_7\}$ 各因素可进一步分解为：

$U_1 = \{\text{网络系统安全风险 } u_{11}、\text{技术支持风险 } u_{12}、\text{技术伦理风险 } u_{13}\}$

$U_2 = \{\text{社会伦理风险 } u_{21}、\text{责任伦理风险 } u_{22}、\text{技术伦理风险 } u_{23}\}$

$U_3 = \{\text{消费者操作风险 } u_{31}、\text{供应商操作风险 } u_{32}、\text{中介操作风险 } u_{33}、\text{支付方式创新风险 } u_{34}\}$

$U_4 = \{\text{内部管理风险 } u_{41}、\text{流动性风险 } u_{42}、\text{关联风险 } u_{43}\}$

$U_5 = \{\text{内部欺诈风险 } u_{51}、\text{外部欺诈风险 } u_{52}、\text{信用风险 } u_{53}、\text{信用信息滥用风险 } u_{54}\}$

$U_6 = \{\text{利率风险 } u_{61}、\text{汇率风险 } u_{62}、\text{价格变动风险 } u_{63}\}$

$U_7 = \{\text{法律法规缺位风险 } u_{71}、\text{监管缺位风险 } u_{72}、\text{主体资格风险 } u_{73}、\text{虚拟货币风险 } u_{74}、\text{网络洗钱风险 } u_{75}\}$

3.3.2. 确定评估集

评价集是指各金融行业风险的模糊评价等级集。集合评估集为： $V = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\} = \{\text{非常高, 高, 中, 低, 非常低}\}$ ，对应于 $V_1、V_2、V_3、V_4$ 和 V_5 的分数分别为 9、7、5、3 和 1。

隶属度，用 r_{11} 表示，反映评价因素集(互联网金融各类风险)与评价集(风险模糊评价等级)之间的隶属关系。因子集中第 i 个风险对评价集 $\{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\}$ 的隶属度 R_{ij} 为第 i 个风险属于第 j 个风险等级的概率。

3.3.3. 单因素模糊评价矩阵的建立

建立 U 与 V 之间的模糊关系矩阵 R_i ，表示为：

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \cdots & r_{2n} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & \cdots & r_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{m3} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (0 < r_{ij} < 1, i = 1, 2, \dots, m). \quad (7)$$

3.3.4. 模糊综合评判

首先得到评价集 T :

$$T_i = W_i \cdot R_i \quad (8)$$

式中, W_i 为各二级的权重集, R_i 为隶属矩阵。分别计算 $T_1, T_2, T_3, \dots, T_m$ 的值, 然后对 $T_i (i = 1, 2, 3, \dots, m)$ 进行排列, 以便得到作为行向量的一阶指标评价矩阵。

$$T = \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ \vdots \\ T_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & \cdots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & \cdots & t_{2n} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} & \cdots & t_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{m1} & t_{m2} & t_{m3} & \cdots & t_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

由初始权重 W 可得到模糊综合评价矩阵 B , 模糊综合评价公式如下:

$$B = W \cdot T = (a_1, a_2, \dots, a_m) \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & \cdots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & \cdots & t_{2n} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} & \cdots & t_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{m1} & t_{m2} & t_{m3} & \cdots & t_{mn} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_n) \quad (10)$$

b_i 为评价对象 U (金融业风险) 综合各指标对评价集 $\{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\}$ 进行第 i 次评价的概率。根据最大隶属度原则, 取 $b = \max(b_1, b_2, b_3, \dots, b_n)$, 那么 b 对应的风险等级就是整个互联网金融的风险等级。

4. 基于模糊层次分析法的金融业风险实证分析

综合评判是借助模糊数学的一些概念为实际的综合评判问题提供评判, 即模糊综合评判是以模糊数学为基础, 应用模糊关系综合原理, 对一些界限不清、难以量化的因素进行量化, 进而进行综合评判的方法。

Table 4. Risk judgment matrix of financial industry

表 4. 金融业风险判断矩阵

U	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7
U_1	1	4	5	5	5	6	3
U_2	1/4	1	3	4	3	3	2
U_3	1/5	1/3	1	2	2	3	1/4
U_4	1/5	1/4	1/2	1	1/2	3	1/5
U_5	1/5	1/3	1/2	2	1	3	1/4
U_6	1/6	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1/4
U_7	1/3	1/2	4	5	4	4	1

4.1. 确定指标权重

4.1.1. 关键指标权重

基于 satty 1~9 评分标准和 50 位专家的意见, 本文得到了一级指标的判断矩阵, 如表 4 所示。

根据上述金融业风险判断矩阵, 根据数学公式, 我们可以得到:

权重矩阵 W 为:

$$W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ W_4 \\ W_5 \\ W_6 \\ W_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 38.703 \\ 18.636 \\ 8.375 \\ 5.24 \\ 6.871 \\ 3.573 \\ 18.602 \end{bmatrix} \quad (11)$$

层次分析法的权重计算结果(基于平方根法)显示, U_1 的权重为 38.703%, U_2 为 18.636%, U_3 为 8.375%, U_4 为 5.24%, U_5 为 6.871%, U_6 为 3.573%, U_7 为 18.602%, 其中指标权重最大值为 U_1 (38.703), 最小值为 U_6 (3.573)。

4.1.2. 二级指标权重

(1) 技术风险。与主要指标的权重计算方法类似, 技术风险的判断矩阵及指标为:

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 1/6 \\ 4 & 1 & 1/3 \\ 6 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

层次分析法(基于平方根法)权重计算结果表明, 技术风险下各二级指标的权重矩阵为(单位: 百分比): $W_1 = [8.522 \quad 27.056 \quad 64.422]$

U_{11} 的权重为 8.522%, U_{12} 的权重为 27.056%, U_{13} 的权重为 64.422%, 其中指标权重的最大值为 U_{13} (64.422), 最小值为 U_{11} (8.522)。

(2) 伦理风险。道德风险的判断矩阵和指标为:

$$A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/4 \\ 1/3 & 1 & 1/6 \\ 4 & 6 & 1 \end{bmatrix} \quad (13)$$

伦理风险下各二级指标的权重矩阵为(单位: 百分比): $W_2 = [21.764 \quad 9.14 \quad 69.096]$

(3) 管理风险。风险管理的判断矩阵及指标如下:

$$A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 1/3 & 1/7 \\ 4 & 1 & 3 & 1/3 \\ 3 & 1/3 & 1 & 1/6 \\ 7 & 3 & 6 & 1 \end{bmatrix} \quad (14)$$

管理风险下各二级指标的权重矩阵为(单位: 百分比): $W_3 = [5.761 \quad 24.664 \quad 11.143 \quad 58.431]$

(4) 操作风险。操作风险的判断矩阵及指标如下:

$$A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 1/2 \\ 4 & 1 & 3 \\ 2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \quad (15)$$

操作风险下各二级指标的权重矩阵为(单位: 百分比): $W_4 = [13.65 \quad 62.501 \quad 23.849]$

(5) 信用风险。信用风险的判断矩阵和指标为:

$$A_5 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1/6 \\ 2 & 1 & 1/3 & 1/6 \\ 3 & 3 & 1 & 1/4 \\ 6 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix} \quad (16)$$

信用风险下各二级指标的权重矩阵可确定为(单位: 百分比): $W_5 = [7.195 \quad 10.175 \quad 21.584 \quad 61.047]$

(6) 市场风险。市场风险的判断矩阵和指标为:

$$A_6 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/4 \\ 1/3 & 1 & 1/6 \\ 4 & 6 & 1 \end{bmatrix} \quad (17)$$

市场风险下各二级指标的权重矩阵为(单位: 百分比): $W_6 = [21.764 \quad 9.14 \quad 69.096]$

(7) 法律风险。法律风险的判断矩阵及指标如下:

$$A_7 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/3 & 1/5 & 1/6 \\ 2 & 1 & 1/4 & 1/5 & 1/7 \\ 3 & 4 & 1 & 1/3 & 1/5 \\ 5 & 5 & 3 & 1 & 1/3 \\ 6 & 6 & 5 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad (18)$$

法律风险下各二级指标的权重矩阵为(单位: 百分比): $W_7 = [6.415 \quad 4.45 \quad 13.135 \quad 26.146 \quad 49.853]$

4.2. 一致性测试

4.2.1. 主要指标一致性检验

通过计算判断矩阵主要指标的得分, 得到特征向量 λ :

$$\begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_5 \\ \lambda_6 \\ \lambda_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.672 \\ 1.768 \\ 0.795 \\ 0.497 \\ 0.652 \\ 0.339 \\ 1.765 \end{bmatrix} \quad (19)$$

其中最大特征根为 7.576, 据 RI 表对应的 RI 值为 1.341, 故 $CR = CI/RI = 0.072 \leq 0.1$, 通过一次试验。

4.2.2. 二级指标一致性检验

通过计算判断矩阵二级指标的得分, 得到各二级指标的最大特征根矩阵及对应的 RI 值矩阵如下:

$$\lambda_{\max} = [3.054 \quad 3.054 \quad 4.127 \quad 3.018 \quad 4.121 \quad 3.054 \quad 5.233] \quad (20)$$

$$RI = [0.525 \quad 0.525 \quad 0.882 \quad 0.525 \quad 0.882 \quad 0.525 \quad 1.11] \quad (21)$$

根据公式, $CR = CI/RI$, 得到的 CR 值矩阵为:

$$CR = [0.051 \quad 0.051 \quad 0.048 \quad 0.017 \quad 0.046 \quad 0.051 \quad 0.053] \quad (22)$$

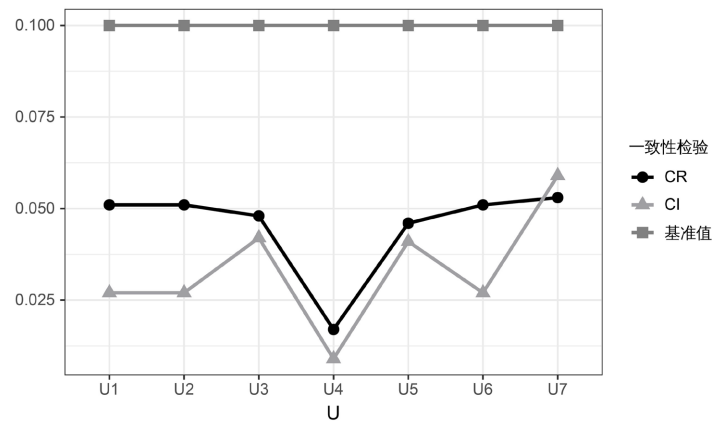


Figure 3. Consistency test chart of secondary risk indicators
图 3. 次要风险指标一致性检验图

根据上述数据和图表分析(见图 3), 各二级指标对应的 CR 值均小于 0.1, 通过一次性检验。因此, 可得 4.1 中确定的指标权重均为有效值, 可以进行下一步的模糊综合评价。

4.3. 模糊综合评判

本文邀请 50 位金融业风险领域专家对各二级指标的隶属度进行打分, 结果如表 5 所示。

Table 5. Single-factor fuzzy evaluation of financial industry risk
表 5. 金融业风险的单因素模糊评价

主要指标	二级指标	模糊评价程度				
		非常高	高	一般	低	非常低
技术风险: U_1 (38.703%)	网络系统安全风险: u_{11} (8.522%)	0.00	0.15	0.25	0.50	0.10
	技术支持风险: u_{12} (27.056%)	0.05	0.55	0.30	0.10	0.00
	数据传输安全风险: u_{13} (64.422%)	0.05	0.55	0.25	0.15	0.00
道德风险: U_2 (18.636%)	社会伦理风险: u_{21} (21.764%)	0.00	0.40	0.30	0.30	0.00
	责任道德风险: u_{22} (9.14%)	0.00	0.40	0.20	0.20	0.20
	技术伦理风险: u_{23} (69.096%)	0.00	0.35	0.20	0.35	0.10
管理风险: U_3 (8.375%)	消费者运营风险: u_{31} (5.761%)	0.05	0.15	0.50	0.30	0.00
	供应商操作风险: u_{32} (24.664%)	0.00	0.10	0.50	0.20	0.20
	调解人操作风险: u_{33} (11.143%)	0.00	0.15	0.50	0.15	0.20
	支付方式创新风险: u_{34} (58.431%)	0.05	0.40	0.40	0.10	0.05
操作风险: U_4 (5.24%)	内部管理风险: u_{41} (13.65%)	0.05	0.35	0.45	0.15	0.00
	流动性风险: u_{42} (62.501%)	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00
	相关风险: u_{43} (23.849%)	0.15	0.15	0.70	0.00	0.00
信用风险: U_5 (6.871%)	内部舞弊风险: u_{51} (7.195%)	0.00	0.30	0.30	0.30	0.10
	外部欺诈风险: u_{52} (10.175%)	0.00	0.30	0.40	0.30	0.00
	信用风险: u_{53} (21.584%)	0.00	0.00	0.10	0.50	0.40
	信用信息滥用风险: u_{54} (61.047%)	0.10	0.30	0.35	0.25	0.00

续表

市场风险: U_6 (3.573%)	利率风险: u_{61} (21.764%)	0.00	0.30	0.20	0.45	0.05
	汇率风险: u_{62} (9.14%)	0.00	0.50	0.20	0.30	0.00
	价格变动风险: u_{63} (69.096%)	0.00	0.10	0.40	0.50	0.00
法律风险: U_7 (18.602%)	法律法规缺失风险: u_{71} (6.415%)	0.05	0.35	0.45	0.15	0.00
	监管空缺风险: u_{72} (4.45%)	0.10	0.20	0.70	0.00	0.00
	受试者确认风险: u_{73} (13.135%)	0.00	0.30	0.70	0.00	0.00
	虚拟货币风险: u_{74} (26.146%)	0.00	0.65	0.20	0.10	0.05
	网上洗钱风险: u_{75} (49.853%)	0.25	0.50	0.15	0.10	0.00

根据模糊综合评价公式 $T_i = W_i \cdot R_i$ ，各二级指标评价结果如下：

$$T = \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \\ T_5 \\ T_6 \\ T_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 \cdot R_1 \\ W_2 \cdot R_2 \\ W_3 \cdot R_3 \\ W_4 \cdot R_4 \\ W_5 \cdot R_5 \\ W_6 \cdot R_6 \\ W_7 \cdot R_7 \end{bmatrix} \quad (23)$$

由于主要指标的权重分布为：

$$W = [38.703 \quad 18.636 \quad 8.375 \quad 5.24 \quad 6.871 \quad 3.573 \quad 18.602] \quad (24)$$

根据综合模糊评价矩阵 B 的计算公式： $B = W \cdot T$ 可得：

$$B = [0.031 \quad 0.324 \quad 0.324 \quad 0.25 \quad 0.07] \quad (25)$$

从以上结果可以看出，最终综合评价结果为“高”。由此得出金融科技风险，即对应的第一风险等级为“高”，因此金融科技风险总体评价等级为“高”。

进一步，各指标模糊综合评价的计算结果可得各一级指标下的模糊评价矩阵 B_i 为：

$$B_i = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \\ B_6 \\ B_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.046 & 0.516 & 0.264 & 0.166 & 0.009 \\ 0 & 0.365 & 0.222 & 0.325 & 0.087 \\ 0.032 & 0.284 & 0.442 & 0.142 & 0.101 \\ 0.043 & 0.396 & 0.541 & 0.02 & 0 \\ 0.061 & 0.235 & 0.298 & 0.313 & 0.094 \\ 0 & 0.18 & 0.338 & 0.471 & 0.011 \\ 0.132 & 0.49 & 0.279 & 0.086 & 0.013 \end{bmatrix} \quad (26)$$

根据隶属度最大原则，即取值为 $\max(b_1, b_2, b_3, \dots, b_n)$ ，因此将得到各主要指标下的模糊评价结果。具体结果见以下主要指标分析。

4.4. 模糊评价结果分析

4.4.1. 量化结论分析：主要指标分析

首先，根据上面对金融业主要风险指标的权重结果，技术风险的权重值为 38.703%，占比最大，其次是伦理风险，占比 18.636%。三是法律风险，占比 18.602%。其余风险指标(管理风险、操作风险、信用

风险、市场风险)的权重分别为 8.375%、5.24%、6.871%、3.573%。

其次,根据意大利经济学家维尔弗雷多·帕累托在 19 世纪末 20 世纪初提出。他认为,在任何一组事物中,最重要的只占其中的一小部分,大约 20%,剩下的 80%虽然占大多数,但都是次要的。这一现象在经济学、管理学、社会学等诸多领域得到了广泛的应用和体现[27]。在这篇文章中可以看到,虽然只有三个风险指标,但技术风险、伦理风险和法律风险占据了近 76%的权重,而其余四个指标仅占 24%。由此,我们需要重点关注技术风险、伦理风险和法律风险引发的金融业问题,通过优化资源配置来最有效地控制金融业风险。

最后,由上表可知,针对 3 个指标(网络系统安全风险: u_{11} 、技术支持风险: u_{12} 、数据传输安全风险: u_{13} 和 5 个评语(非常高、高、中、低、非常低)进行模糊综合评价,可以得到 5 个评论集合的总体权重最高,从而得到集合的最大隶属度规则。最终综合评价结果为“高”。即在技术风险方面,根据评估结果 $B_1 = [0.046 \ 0.516 \ 0.264 \ 0.166 \ 0.009]$ 且风险评估值为 0.516,对应风险评估等级为“高”。

根据模糊综合评判分析和最大隶属度原则,得到风险评价矩阵 $\max B_i$ 如下:

$$\max B_i = [0.516 \ 0.365 \ 0.442 \ 0.541 \ 0.313 \ 0.471 \ 0.49] \quad (27)$$

由此得出相应的风险评估等级,即:技术风险、伦理风险和法律风险,相应的风险评估等级均为“高”;管理风险和操作风险对应的风险评估等级为“中等”;信用风险、市场风险对应的风险评估等级均为“低”。

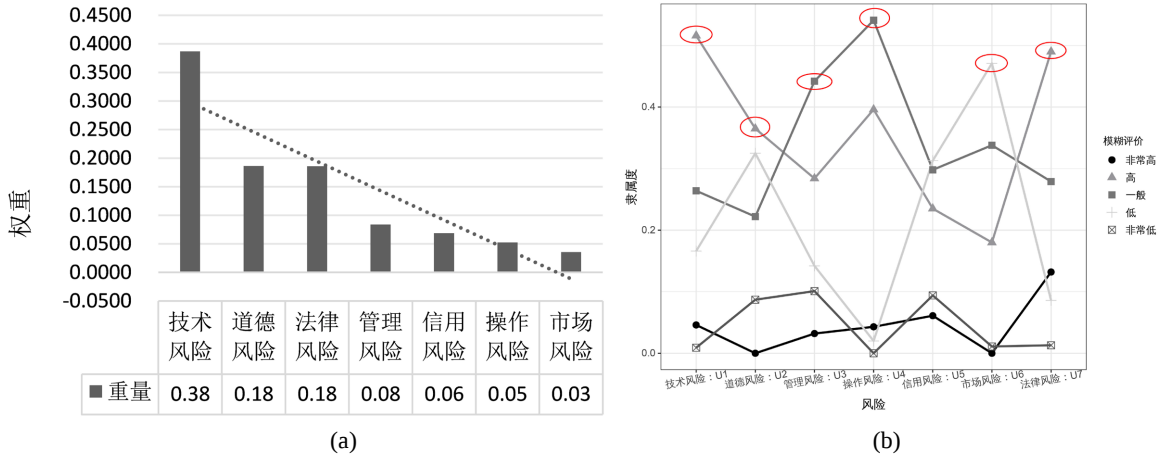


Figure 4. (a) Ranking chart of main risks in the financial industry; (b) Fuzzy comprehensive evaluation membership degree
图 4. (a) 金融业主要风险排名图; (b) 模糊综合评价隶属度

根据上图 4 结果,得到最终排序为:技术风险 > 法律风险 > 道德风险 > 操作风险 > 管理风险 > 信用风险 > 市场风险。通过将模糊综合评价模型结果与 AHP 层次分析法中权重分布大致一致,通过模型互证得出对于风险评估等级越高的风险进行治理,能越有效的提高金融业风险的防治。

4.4.2. 实证结论分析: 二级指标分析

(1) 技术风险

首先,从 $W_1 = [8.522 \ 27.056 \ 64.422]$,可以看出数据传输安全风险占比最大,为 64.422%。数据传输安全风险对金融业影响深远而严重。金融业作为数据处理和传输的密集型行业,其业务运营高度依赖于信息系统的稳定性和数据安全性。数据传输安全风险对金融行业影响较大的原因,主要源于金融行业对信息技术的高度依赖、敏感信息的保护需求、业务连续性和稳定性要求、监管合规压力以及技术挑战和漏洞。这些因素共同决定了金融行业数据传输安全风险的重要性和紧迫性。

其次是技术支持风险，占比 27.056%。技术支持风险对金融行业的影响是多方面的，包括业务运营中断、数据安全和隐私泄露、合规和法律风险、技术创新受阻和竞争力下降、客户信任度下降和品牌声誉受损等。因此，金融机构需要高度重视科技赋能风险的管控，确保业务经营的稳健性和可持续性。虽然权重相对适中，但金融机构需要高度重视科技风险的管理和控制，以确保其业务运营的稳健性和可持续性。

最后是网络系统安全风险占比 8.522%。网络系统安全风险虽然对金融业有潜在影响，但由于金融机构对网络安全的高度重视、先进技术的应用、严格的合规要求、应急响应和韧性能力、客户教育和防范意识、行业合作和信息共享以及风险分散和分散的努力，其影响可能相对较小。但这并不意味着金融机构可以放松对网络安全风险的警惕和管理。相反，他们应该继续加强网络安全建设，确保客户数据和交易安全。

(2) 伦理风险

首先，根据权重分布 $W_2 = [21.764 \quad 9.14 \quad 69.096]$ ，技术伦理风险是最显著的风险，占 69.096%。技术伦理风险对金融行业影响巨大，因为它直接涉及数据安全和隐私保护、算法决策的公平性和透明度、技术滥用风险以及监管滞后和合规问题。这些问题不仅影响金融机构的声誉和业务稳定，而且威胁到整个金融市场的公平和稳定。

其次是社会伦理风险，占 21.764%。虽然社会伦理风险的权重相对适中，但社会伦理风险涉及社会行为、伦理规范和价值观等方面，当这些方面出现问题时，可能会对金融业产生负面影响。这包括但不限于欺诈、贪污、腐败、利益冲突、不公平交易等行为，以及这些行为对金融机构声誉、客户信任和业务稳定性的影响。

最后是责任伦理风险占 9.14%。虽然负债道德风险对金融业的影响可能相对较小，但其存在仍不容忽视。金融机构应强化社会责任意识，完善内部控制和风险管理，加强客户沟通和信任建设，积极参与行业自律和监管合作，以应对潜在的责任伦理风险，促进金融业健康发展。

(3) 管理风险

首先，根据权重分布 $W_3 = [5.761 \quad 24.664 \quad 11.143 \quad 58.431]$ ，最主要的风险是支付方式创新风险，占比 58.431%。其次是供应商操作风险，占比 24.664%。最后是调解员操作风险和消费者操作风险，占比分别为 11.143%和 5.761%。在管理风险下，由于支付方式创新风险在金融业管理风险中占比最大，实证分析显示，因为支付方式日益多样化和复杂化，技术创新带来的不确定性，监管滞后于创新，跨境支付和跨平台支付的风险，以及用户行为和安全意识的变化等。为了有效管理这些风险，金融业需要不断加强技术创新和监管合作，提高用户安全意识，建立完善的风险管理体系。

(4) 操作风险

首先，根据权重值 $W_4 = [13.65 \quad 62.501 \quad 23.849]$ ，流动性风险是最主要的风险，占比 62.501%。流动性风险在金融业操作风险中占比最大的原因主要包括金融业的本质特征、复杂多变的市场环境、金融机构内部流动性管理不当、投资者行为和市场信心的影响、全球化和互联互通的金融市场等因素。为有效管理和防范流动性风险，金融机构需要采取一系列措施加强流动性风险管理和防范其次是关联风险和内部管理风险，占比分别为 23.849%和 13.65%。这两者的权重虽小，但同样不可忽视，在金融业风险分析中也发挥着重要作用。

(5) 信用风险

根据权重值 $W_5 = [7.195 \quad 10.175 \quad 21.584 \quad 61.047]$ ，信用风险中征信滥用风险最为突出，占比 61.047%。征信滥用风险在金融业信用风险中占比最大的原因主要有监管缺失和法律法规不完善、金融机构内控薄弱、信息不对称和利益驱动因素等。为了降低这种风险，需要加强法律法规建设，加强金融机构内部控制，提高征信评估的准确性，加强公众教育和提高认识。

(6) 市场风险

首先,根据权重分布 $W_6 = [21.764 \ 9.14 \ 69.096]$, 最主要的风险是价格变动风险, 占比为 69.096%。其次是利率风险, 占比 21.764%。最后是汇率风险, 占比 9.14%。

(7) 法律风险

首先,从 $W_7 = [6.415 \ 4.45 \ 13.135 \ 26.146 \ 49.853]$, 可以看出, 最主要的风险是网络洗钱风险占比最大, 为 49.853%。根据权重分析, 网络洗钱风险对金融业的影响是深远而复杂的。这种风险会损害金融机构的声誉、合规和操作风险, 金融市场波动、资本异常流动和系统性金融风险, 以及金融监管的难度、手段和技术更新、成本增加。因此, 金融机构和监管机构需要共同努力, 加强反洗钱工作, 提高风险防范能力, 以维护金融市场的稳定和健康。其次是虚拟货币风险和主体资质风险, 占比分别为 26.146% 和 13.135%。最后是法律法规缺位风险和监管缺位风险, 占比为 6.415% 和 4.45%。

5. 稳健性检验

本文建模的意义在于通过实证分析得出各风险等级的高低, 从而有针对性、有针对性地进行风险防范, 风险评估值越高, 预防力度就应该越大。在前文中已经通过模型互验, 即由于 AHP 层次分析法和模糊综合评价模型问卷设置不同, 而金融风险指标等级排序一致, 因此通过模型互验证明了主观评价的一致性。

而由于 AHP 层次分析法模型自身具有一定主观性, 其稳健性检验还需检验专家打分是否具有普适性和代表。通过更换研究样本, 再次选取 20 个不同金融领域专家进行打分, 得到 20 份有效判断矩阵, 将其与原数据进行比对, 得到以下结果:

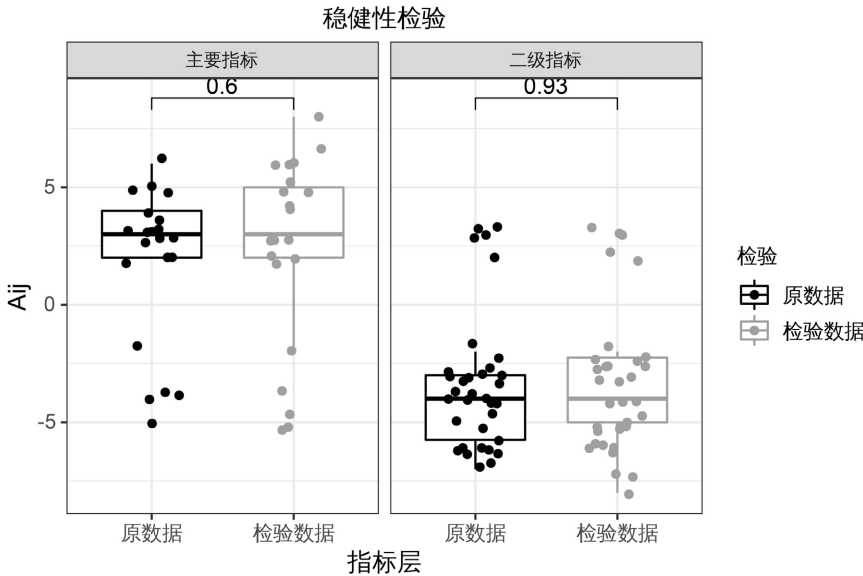


Figure 5. Robustness test
图 5. 稳健性检验

根据上述结果(见图 5)得到主要风险指标的判断矩阵原数据与检验数据之间的拟合度为 0.6, 而二级风险指标的判断矩阵原数据与检验数据之间的拟合度为 0.93, 均大于 0.5 呈现出高度拟合性, 因此通过更换研究样本, 再次选取 20 个不同金融领域专家进行打分, 仍能得到近似相同的金融风险权重和分布排序。结果可说明上文中得到的金融风险权重和分布排序具有一定的代表性和结果的普适性, 可为决策者提供一定的帮助。

6. 总结与展望

根据上述定量结论分析和实证结论分析,可以得出技术风险、伦理风险和法律风险虽然只占三个风险指标,但却占了近 76%的权重,而其余四个指标仅占 24%。但这三个风险指标恰恰是随着时代科技发展,金融与科技结合带来的新兴金融科技风险,而其他大部分传统金融风险占比较小。这一数据反映出,随着金融科技的出现,我国金融产品设计逻辑和金融市场运行机制发生根本性变化,金融科技商业模式的复杂化导致金融风险的表现形式和内涵不断更新,增加了风险识别的难度和风险传导的速度。科技本身既是金融科技发展的动力,也是金融科技的风险点。

展望未来,面向中国金融业,金融科技利用大数据、人工智能、区块链等先进技术,大幅提升金融服务的效率和便利性。但这些技术的快速发展也带来了诸多不确定性,如系统安全、数据安全等问题,加大了金融科技风险。因此,我们需要更加关注科技发展带来的潜在金融科技风险。但传统金融业的风险在金融专家的判断下虽然占比较小,但也构成了金融业风险的一部分不容忽视。

参考文献

- [1] Ma, Y. and Liu, D. (2017) Introduction to the Special Issue on Crowdfunding and Fintech. *Financial Innovation*, **3**, Article No. 8. <https://doi.org/10.1186/s40854-017-0058-9>
- [2] Pi, T., Hu, H., Lu, J. and Chen, X. (2022) The Analysis of Fintech Risks in China: Based on Fuzzy Models. *Mathematics*, **10**, Article 1395. <https://doi.org/10.3390/math10091395>
- [3] Scholtens, B. and van Wensveen, D. (2000) A Critique on the Theory of Financial Intermediation. *Journal of Banking & Finance*, **24**, 1243-1251. [https://doi.org/10.1016/s0378-4266\(99\)00085-0](https://doi.org/10.1016/s0378-4266(99)00085-0)
- [4] Grohmann, A., Klühs, T. and Menkhoff, L. (2018) Does Financial Literacy Improve Financial Inclusion? Cross Country Evidence. *World Development*, **111**, 84-96. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.06.020>
- [5] 李展. 我国金融科技风险的度量与监管研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2022.
- [6] Vives, X. (2017) Endogenous Public Information and Welfare in Market Games. *The Review of Economic Studies*, **84**, 935-963. <https://doi.org/10.1093/res/rdw062>
- [7] Breidbach, C.F., Keating, B.W. and Lim, C. (2019) Fintech: Research Directions to Explore the Digital Transformation of Financial Service Systems. *Journal of Service Theory and Practice*, **30**, 79-102. <https://doi.org/10.1108/jstp-08-2018-0185>
- [8] Zhou, H. and Li, S. (2022) Effect of COVID-19 on Risk Spillover between Fintech and Traditional Financial Industries. *Frontiers in Public Health*, **10**, Article 979808. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.979808>
- [9] Wilson, J.P. and Campbell, L. (2016) Financial Functional Analysis: A Conceptual Framework for Understanding the Changing Financial System. *Journal of Economic Methodology*, **23**, 413-431. <https://doi.org/10.1080/1350178x.2016.1157200>
- [10] Mansour, N. (2024) The Impact of Fintech Development on Commercial Banks' Profitability. *Journal of Organizational and End User Computing*, **36**, 1-18. <https://doi.org/10.4018/joeuc.349933>
- [11] Wald, A. (2013) Knowledge Is Power: A Case for Wider Herpes Simplex Virus Serologic Testing. *JAMA Pediatrics*, **167**, 689-690. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2013.459>
- [12] Li, J., Li, J., Zhu, X., Yao, Y. and Casu, B. (2020) Risk Spillovers between Fintech and Traditional Financial Institutions: Evidence from the U.S. *International Review of Financial Analysis*, **71**, Article ID: 101544. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101544>
- [13] Kou, G., Olgu Akdeniz, Ö., Dinçer, H. and Yüksel, S. (2021) Fintech Investments in European Banks: A Hybrid IT2 Fuzzy Multidimensional Decision-Making Approach. *Financial Innovation*, **7**, Article No. 39. <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00256-y>
- [14] Virglerova, Z., Dvorsky, J., Kozubikova, L. and Cepel, M. (2020) Perception of Non-Financial Risk Determinants in Smes in Visegrad Countries. *Oeconomia Copernicana*, **11**, 509-529. <https://doi.org/10.24136/oc.2020.021>
- [15] African Energy Week (2024) African Energy Week (AEW) 2024: Petrosen Targets Final Investment Decision (FID) for Yakaar-Teranga in 2025, Seeks Third-Party Partner. M2 Presswire.
- [16] Kong, M.Q., Tang, J.X., et al. (2020) Financial Risk Assessment of an Ocean Shipping Company Based on the AHP. *Journal of Coastal Research*, **106**, 481-485.

-
- [17] Ferreira, F.A.F., Santos, S.P. and Dias, V.M.C. (2014) An AHP-Based Approach to Credit Risk Evaluation of Mortgage Loans. *International Journal of Strategic Property Management*, **18**, 38-55. <https://doi.org/10.3846/1648715x.2013.863812>
- [18] Hou, X., Gao, Z. and Wang, Q. (2016) Internet Finance Development and Banking Market Discipline: Evidence from China. *Journal of Financial Stability*, **22**, 88-100. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2016.01.001>
- [19] Brady, S.R. (2015) Utilizing and Adapting the Delphi Method for Use in Qualitative Research. *International Journal of Qualitative Methods*, **14**, 597-228. <https://doi.org/10.1177/1609406915621381>
- [20] Vives, X. (2017) The Impact of Fintech on Banking. *European Economy*, **2**, 97-105.
- [21] 程雪军. 我国监管科技的风险衍生与路径转换: 从金融科技“三元悖论”切入[J]. 上海大学学报(社会科学版), 2022, 39(1): 74-90.
- [22] 张晓燕. 金融科技风险及其治理机制研究[J]. 甘肃社会科学, 2023(2): 225-236.
- [23] Barrios, M., Guilera, G., Nuño, L. and Gómez-Benito, J. (2021) Consensus in the Delphi Method: What Makes a Decision Change? *Technological Forecasting and Social Change*, **163**, Article ID: 120484. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120484>
- [24] Bodin, L. and Gass, S.I. (2003) On Teaching the Analytic Hierarchy Process. *Computers & Operations Research*, **30**, 1487-1497. [https://doi.org/10.1016/s0305-0548\(02\)00188-0](https://doi.org/10.1016/s0305-0548(02)00188-0)
- [25] Zhu, L. (2020) Research and Application of AHP-Fuzzy Comprehensive Evaluation Model. *Evolutionary Intelligence*, **15**, 2403-2409. <https://doi.org/10.1007/s12065-020-00415-7>
- [26] Chan, H.K., Sun, X. and Chung, S. (2019) When Should Fuzzy Analytic Hierarchy Process Be Used Instead of Analytic Hierarchy Process? *Decision Support Systems*, **125**, Article ID: 113114. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113114>
- [27] Cato, S. (2011) Pareto Principles, Positive Responsiveness, and Majority Decisions. *Theory and Decision*, **71**, 503-518. <https://doi.org/10.1007/s11238-011-9261-8>