

商业银行数字化转型与系统脆弱性

周颖刚^{1,2}, 潘骏^{3,4}, 刘岩⁵

(1. 厦门大学经济学院, 厦门 361005; 2. 厦门大学王亚南经济研究院, 厦门 361005; 3. 厦门大学邹至庄经济研究院, 厦门 361005; 4. 香港城市大学经济与金融系, 香港 999077; 5. 武汉大学经济与管理学院, 武汉 430072)

摘要 随着数字金融的飞速发展, 数字化转型已成为商业银行的一项战略要务。本文使用更加全面的中国银行业微观数据, 以银行数字化转型的不同阶段所具备的风险收益特征为切入点, 深入剖析其对系统脆弱性风险的动态影响机制。实证结果表明, 银行数字化转型水平与自身的系统脆弱性风险呈显著的倒U型关系且结果十分稳健, 在考虑内生性问题后依然成立。机制检验发现, 银行数字化转型通过改变银行收入获取效率与主动风险承担来间接影响银行自身的系统脆弱性风险。本文的实证发现对于防范银行业系统性金融风险, 理解数字化创新与风险管理的平衡, 具有重要现实意义。

关键词 数字化转型; 商业银行; 系统脆弱性

Digital Transformation of Commercial Banks and Systemic Vulnerability

ZHOU Yinggang^{1,2}, PAN Jun^{3,4}, LIU Yan⁵

(1. School of Economics, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 2. Wang Yanan Institute for Studies in Economics, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 3. Paula and Gregory Chow Institute for Studies in Economics, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 4. Department of Economics and Finance, City University of Hong Kong, Hong Kong 999077, China; 5. Economics and Management School, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract With the rapid development of digital finance, digital transformation has become a strategic imperative for commercial banks. This paper employs a more comprehensive data set from China Banking Database (CBD), and examines the

收稿日期: 2024-07-08

基金项目: 国家自然科学基金 (71988101, 72173091); 国家社会科学基金重大项目 (19ZDA060)

Supported by National Natural Science Foundation of China (71988101, 72173091); Major Program of National Social Science Foundation of China (19ZDA060)

作者简介: 周颖刚, 博士, 厦门大学经济学院、王亚南经济研究院教授, 研究方向: 实证资产定价、国际金融与贸易、金融与房地产市场, E-mail: yinggang.zhou@gmail.com; 潘骏, 博士研究生, 厦门大学邹至庄经济研究院、香港城市大学经济与金融系, 研究方向: 金融风险、实证资产定价, E-mail: pan-jun1153137@163.com; 通信作者: 刘岩, 博士, 副教授, 武汉大学经济与管理学院, 研究方向: 宏观金融、银行与金融中介、公司金融, E-mail: yanliu.ems@whu.edu.cn.

relationship between bank digital transformation and systemic vulnerability risks. Empirical results indicate that there is a significant inverted U-shaped relationship between the level of bank digital transformation and its own systemic vulnerability risks, and the results are robust, remaining valid even after addressing endogeneity issues. Mechanism analyses reveal that bank digital transformation indirectly affects its own systemic vulnerability risks by altering income acquisition efficiency and active risk-taking. The empirical findings of this paper have important practical implications for preventing systemic financial risks in the banking industry and understanding the balance between digital innovation and risk management.

Keywords digital transformation; commercial banks; systemic vulnerability

1 引言

随着信息技术的迅猛发展和数字化浪潮的推进, 新型数字技术与传统金融业务生态不断融合, 商业银行的数字化转型已成为其提升服务效率与市场竞争力的战略重点和关键路径 (Feyen et al., 2021). 2023 年 10 月中央金融工作会议提出, 要做好数字金融等五篇大文章, 推动金融高质量发展. 此外, 中国人民银行于 2019 年与 2022 年相继印发《金融科技发展规划》, 强调要引导金融机构加快推进数字化转型. 2022 年国务院印发的《“十四五” 数字经济发展规划》也强调要加快金融领域数字化转型, 推动大数据、人工智能、区块链等技术在银行等领域的深化应用.

与此同时, 当前我国金融领域风险隐患仍然较多, 金融服务实体经济质效亟待提升. 商业银行作为我国金融体系的核心组成部分, 正面临前所未有的机遇和挑战. 2023 年 11 月金融稳定局发文指出, 银行稳, 则金融稳, 要及早识别并妥善处置中小银行风险, 以牢牢守住不发生系统性风险的底线. 广义的系统性风险包含系统重要性与系统脆弱性两个方面, 系统重要性指个体对系统的风险贡献, 即单一机构违约会对整个系统造成的损失大小; 系统脆弱性侧重于衡量单个金融机构在系统中的风险敞口, 体现为抗风险能力. 当前, 高风险中小银行是整个银行业乃至金融业的重要风险源头. 近年来, 以包商银行为代表的中小银行风险事件时有发生, 引发广泛关注的同时也对金融市场产生重大影响¹. 由于商业银行业务具有高度关联、高杠杆经营特点, 且金融风险隐蔽性、突发性、传染性强, 单一银行的风险可通过业务关联传导至市场其他主体, 可能造成金融市场波动甚至引发系统性金融风险. 从这个角度来说, 包商银行虽不具备一般意义上的“系统重要性银行”特征, 但由于内部风险控制薄弱, 加之在同业市场中存在广泛的业务往来与风险敞口, 从而成为“系统脆弱性银行” (李政等, 2019; Duarte et al., 2021).

在此背景下, 本文从系统性风险的角度研究了商业银行数字化转型与系统脆弱性之间的关联. 本文基于商业银行的同业资产负债结构来构建银行间的同业关联网络, 并评估在遭遇

¹2019 年 5 月 24 日, 包商银行发生严重的信用风险, 被央行接管. 包商银行的个人客户 466.77 万户、企业及同业机构客户 6.36 万户, 服务的企业与合作的同业交易对手遍布全国各地. 一旦债务无法及时兑付, 极易引发银行挤兑、金融市场波动等连锁反应. 包商银行接管组表示, 若无公共资金介入, 债权受偿率将低于 60%. 破产清算后, 包商银行净资产为 -2055 亿元. 恒丰银行连续未披露 2017 年和 2018 年年报, 不良贷款高达 1400 亿元, 占贷款比重 31%.

外部冲击情境下,各银行在系统内的违约风险概率,以此作为量化银行层面系统脆弱性的关键指标。同时,本文使用商业银行数字化转型指数(谢绚丽和王诗卉,2022)衡量各银行的数字化转型程度,并进一步探究银行数字化转型如何影响系统脆弱性。相比于已有研究,本文的边际贡献体现为以下几点:

第一,丰富了银行数字化转型的系统性风险后果的相关研究。已有研究关于数字化转型对商业银行风险产生何种影响仍存在争议,且对于争议的原因尚未进行深入探讨。本文首次提出商业银行在数字化转型过程中会相继经历转型“阵痛期”和转型“红利期”,并从系统性风险视角探究银行数字化转型不同阶段特征对系统脆弱性风险的影响,是对已有文献的有效补充。实证结果表明,银行数字化转型水平与自身的系统脆弱性风险呈显著的倒U型关系且结果十分稳健,在考虑内生性问题后仍然成立。随着数字化转型的不断推进,银行脆弱性风险具有先升后降的特征,该发现为理解数字化转型的风险影响提供了新的见解。

第二,本文为数字化转型对银行系统性风险产生影响提供了新的微观机制证据。本文从收入获取效率与主动风险承担两个角度探讨了银行数字化转型对系统脆弱性产生影响的作用机制,进一步揭示银行在数字化转型不同阶段的风险收益的动态变化。这些发现强调了商业银行在推进数字化转型时需注重创新与风险的平衡,为防范化解银行业系统性风险提供了重要的经验参考。

2 文献综述

2.1 商业银行数字化转型的测度

有效测度商业银行数字化转型水平是开展此类研究的前提。目前国内关于商业银行数字化转型的度量方式主要有以下几类:一是通过从银行年报等文本提取与数字化转型相关的关键词,通过统计词频来衡量银行的数字化转型程度(胡俊等,2021;谢绚丽和王诗卉,2022);二是收集并统计商业银行与外部科技企业和互联网金融平台的合作事项来反映商业银行数字化转型情况(郭晔等,2022;徐晓萍等,2021);三是采用商业银行申请的专利中包含数字化转型相关关键词的专利数量来反映银行数字化研发的水平(李逸飞等,2022;蔡岑等,2023);四是收集银行年报披露的电子渠道和数字业务的直接数据(李建军和姜世超,2021),该数据能够直观反映银行数字业务和电子渠道的开展水平。以上研究从不同角度、采用不同方法度量商业银行数字化转型水平。相比之下,谢绚丽和王诗卉(2022)构建了更加全面的银行数字化转型指标体系,样本涵盖了200多家商业银行,具有良好的代表性,为理解银行数字化转型提供了新的定量数据。谢绚丽和王诗卉(2022)所构造的商业银行数字化转型指数已被较多应用于相关研究,比如银行数字化转型对劳动力需求(余明桂等,2022)与信贷配置等方面的影响(丁鑫和周晔,2024)。

2.2 银行数字化转型的经济后果

从已有研究来看,商业银行数字化转型的影响涉及诸多方面,除了最为常见的银行绩效与风险承担,数字化转型还对银行的经营转型、信贷配置、劳动力需求等产生影响。比如,李逸飞等(2022)研究发现,银行金融科技应用改变了传统金融的信贷配置模式,提升了银行的信息甄别能力,缓解了企业短债长用水平以及对民营企业的信贷歧视。丁鑫和周晔(2024)研

究发现, 商业银行数字化转型能够促进信贷供给增加, 并促使银行信贷由金融业配置到实体经济。罗煜等 (2022) 从银行传统业务结构变迁视角研究银行数字化转型与其经营转型的关系, 研究表明, 银行数字化水平与分支结构网点增长负相关, 与信用贷款比例正相关, 与贷款行业集中度负相关。余明桂等 (2022) 研究银行数字化转型对银行劳动力需求的影响, 发现银行数字化转型会降低银行劳动力总量需求, 同时会增加银行对高学历和技术人员的需求。

关于银行数字化转型对经营绩效的影响, 目前研究尚未形成一致结论。谢绚丽和王诗卉 (2022) 发现, 数字化转型虽未直接提高银行的整体绩效, 但能提升银行的净息差以及降低成本收入比。刘丹等 (2023) 从市场势力的角度研究了金融科技对农商行绩效的影响及作用机理, 一方面金融科技的发展会削弱农商行市场势力, 从而对绩效提升产生阻力, 但市场势力的变化会倒逼农商行加快数字化转型, 又为农商行绩效改善提供契机。赵家琪等 (2023) 认为中国商业银行数字化转型效果喜忧参半, 数字化转型程度高的银行可借助数字技术降本增效, 进而在缓解小微企业“贷款难、贷款贵”等问题上发挥作用; 而数字化转型程度低的银行则无法产生前述效果, 且不良率有恶化倾向。

已有文献关于银行数字化转型的风险影响也存在一定争论。其中一类观点认为商业银行对金融科技的应用会降低个体风险承担。比如, 蒋海等 (2023) 研究认为数字化转型可促进银行降本增效, 进而抑制其风险承担水平, 且对于小规模银行风险承担的抑制效果更加明显。此外, 商业银行可借力金融科技实现普惠金融“数智化”, 实现提质增效, 进而降低风险承担 (郭丽虹和朱柯达, 2021; 朱小能和李雄一, 2024)。

另一类观点则认为数字金融发展从多个方面加剧银行风险承担。比如, 郭品和沈悦 (2019) 研究认为互联网金融在发展初期有助于商业银行减少管理费用, 但在后期会加剧银行存款竞争、抬高资金成本。与此同时, 随着金融科技应用场景的不断增加和深化, 由此累积的模型风险的系统性影响也日益增强, 若缺乏有效应对措施, 会导致银行决策失误和管理失灵, 进而给其经营和发展造成严重危害, 甚至冲击整个金融系统的稳定 (宋首文, 2023)。此外, 一些地方性银行和中小银行可能成为数字化浪潮的落后者, 面临小微贷款占比不增反降、不良率上升、市场份额缩减等问题, 从而成为金融风险的来源 (赵家琪等, 2023)。

2.3 银行业系统性风险研究

现有文献对于狭义系统性风险 (即系统重要性) 的研究成果已颇为丰硕, 其中用于衡量系统性风险的主流方式包括复杂网络模型、收益率尾部风险、以及外部压力测试等。金融市场或金融机构间的风险传播方式可通过网络模型来刻画, 巧妙地贴合了系统性风险的关联性特征 (杨子暉和周颖刚, 2018; Elliott et al., 2014; Jackson et al., 2019)。尾部风险侧重于捕捉资产价格的极端表现 (Acharya et al., 2017; Tobias and Brunnermeier, 2016), 然而这类方法在覆盖众多未上市中小银行时, 其适用性受到限制。

近年来, 一些学者开始研究金融机构与金融系统的脆弱性特征及其背后的驱动因素。Greenwood et al. (2015) 从金融机构间的资产结构相似度出发, 去评估商业银行的脆弱性水平, 还深入分析了一家银行的降杠杆行为对其他银行可能产生的连锁反应。Duarte et al. (2021) 进一步指出, 银行间高度相似的资产关联网络构成了潜在的风险传导渠道, 任何一家的资产抛售都可能触发风险溢出效应, 进而评估了整个银行系统及其个体银行的脆弱状态。

关于中国市场的研究,李政等(2019)创新性地构造 Exposure- Δ CoVaR 指标,用于衡量银行的系统脆弱性风险,但这一方法目前也只局限于上市银行样本。

综上所述,已有研究尚未考虑系统脆弱性风险与商业银行数字化转型的潜在关系。需要指出的是,数字化转型带来的业务创新和服务升级可能改变商业银行的风险特征和风险传播路径,对潜在系统性风险的影响也不容忽视。对此,本文深入研究了银行数字化转型对系统脆弱性风险的影响,对于防范银行数字化转型过程的金融风险具有重要的现实意义。

3 理论分析与实证设定

3.1 银行数字化转型对系统脆弱性的影响

仅有少量文献研究了数字化转型对银行系统性风险的影响,且相关探讨尚未达成一致结论。一方面,吴文洋等(2024)研究发现数字化转型对银行系统性风险(SRISK)具有抑制作用,还能弱化经济政策不确定性、国际金融市场波动等负外部冲击对银行系统性风险的不利影响。另一方面,顾海峰和卞雨晨(2022)的研究表明,数字金融的发展加剧了银行系统性风险,且相对于国有银行部门,数字金融对非国有银行部门系统性风险的影响更大。关于商业银行数字化转型对银行系统风险的研究仍相对缺乏,相关结论也具有双重性;且所使用的样本局限于少数上市银行,忽略了众多非上市中小银行的系统脆弱性特征。对此,本文使用更加全面的中国银行业微观数据,从银行数字化转型的不同阶段(水平)所具备的不同风险收益特征出发,来分析其对系统脆弱性风险的动态影响。

首先,商业银行的数字化转型是一个复杂且长期的过程,涉及技术升级、业务流程优化、组织文化变革等多个方面。在数字化转型的初期阶段,银行需要投入大量的资源进行基础设施建设、人员培训和系统调试等工作,这些投入在短期内可能无法立即转化为经营绩效的提升,同时要面对各种挑战与困难,此时银行不仅需要应对技术上的难题,还需要处理业务、组织、文化等多方面的变革所带来的冲击,本文将此称为“转型阵痛期”。在这一阶段,银行可能会面临业务中断、客户流失、成本增加等风险,使得短期内的转型风险大于转型收益,银行的脆弱性风险增加。

然而,随着数字化转型的深入推进和逐步成熟,银行逐渐进入“转型红利期”,开始享受到数字化转型带来的各种好处,经营绩效也随之呈现出上升趋势。在此阶段,数字化转型能够提升银行的业务效率、降低运营成本、优化客户体验、拓展服务范围等,从而增强银行的竞争力;同时随着数字化人才队伍的完善,通过采用智能化风险预警与监控系统以及严格的业务规范,可有效降低银行脆弱性风险。考虑到商业银行数字化转型的阶段性特征,结合已有研究对于数字化转型与系统性风险相关结论的双重性,本文认为两者之间可能存在非线性影响特征。

基于以上分析,本文提出研究假说:在整个数字化转型过程中,商业银行的系统脆弱性与数字化转型水平之间的关系可能存在倒U型特征。即随着数字化转型的不断深化,银行的脆弱性风险先增加后下降。

3.2 基准模型设定

为检验商业银行数字化转型对系统脆弱性的影响, 本文设置基准回归模型如式 (1):

$$\text{Fragility}_{i,t+1} = \beta_0 + \beta_1 \text{DI}_{i,t} + \beta_2 \text{DI}_{i,t}^2 + \mu \text{Controls}_{i,t} + \gamma_i + \theta_t + \epsilon_{i,t+1}. \quad (1)$$

在模型 (1) 中, i 表示银行, t 表示年份, Fragility 是单一银行在整个银行体系内的系统脆弱性水平, DI 是商业银行数字化转型指数. 为了缓解同期变量之间的内生性问题, 解释变量和控制变量都滞后一期. Controls 是控制变量构成的向量, 本文选取的控制变量包含银行层面与宏观层面的指标. 银行层面的控制变量包括总资产对数值、资产收益率 (郭晔和赵静, 2017)、成本收入比、同业资产占比 (杨子晖等, 2018)、杠杆率、风险加权资产占比、第一大股东持股比例 (祝继高等, 2016)、独立董事比例 (孔爱国和卢嘉圆, 2010), 控制变量涵盖了商业银行经营、风险、治理方面的指标. 由于商业银行的经营绩效及风险水平与所在地区的经济环境息息相关, 且本文的商业银行样本中既有全国性的商业银行, 比如国有大型商业银行和全国性股份制商业银行, 也有区域性的城商行、农商行, 本文加入全国及各省的年度 GDP 增长率 (郭晔和赵静, 2017) 作为宏观区域层面的控制变量. 为了控制遗漏变量造成的偏差, 本文加入了年份固定效应 θ_t 和个体固定效应 γ_i .

4 数据与变量

4.1 数据来源

本文使用谢绚丽和王诗卉 (2022) 构建的中国商业银行数字化转型指数²来度量每家银行的数字化转型特征, 包括总指数、以及战略、业务、管理三个维度的子指数. 具体来说, 战略数字化维度衡量银行整体战略层面对数字技术的关注程度; 业务数字化维度关注银行将数字技术融合于自身提供的金融服务的程度, 该指标通过数字化渠道、数字化产品、数字化研发三个维度进行构建; 管理数字化关注银行将数字技术融合于治理结构和组织管理的程度, 该指数从数字化架构、数字化人才、数字化合作三个维度进行度量³.

商业银行数字化转型指数使用主成分分析法对指标的权重进行构造, 客观性较强. 该指标体系所覆盖的样本超过 200 家银行, 在各个年度占商业银行总资产比重超过 95%, 因此样本具有充分代表性. 指标频率为年度, 并经过无量纲化处理以便于指标间的横向与纵向比较.

本文实证部分所用的银行财务数据来源于中国银行业数据库 (China Banking Database, 简称 CBD 数据库)⁴, 数据期间为 2010–2019 年, 数据频率为年度, 涵盖银行经营、风险、治理三个方面.

²本文作者感谢北京大学谢绚丽教授对于商业银行数字化转型指数体系数据集的分享.

³注: 在构造商业银行数字化转型总指数以及战略数字化、业务数字化、管理数字化三个子指数时, 由于指标构造所涉及的数据类型丰富, 且具有不同的单位、量纲, 为了便于指标间的对比与融合, 谢绚丽和王诗卉 (2022) 采用线性功效函数将性质和计量单位不同的指标均进行了无量纲化处理. 同时, 为便于对各银行数字化转型水平同时进行横向和纵向比较, 也对所有指标均进行了标准化转换处理. 因此, 指标大小不受年报文本文长度的直接影响.

⁴CBD 数据库是由武汉大学 CBD 项目组创建, 致力于建立完善的中国银行业微观数据体系, 包括银行经营、风险和治理三大模块, 具备涵盖范围广, 贴近中国银行体系特点等优势.

4.2 系统脆弱性指标构建

本文所指银行层面的系统脆弱性特征与已有文献中常用的银行个体风险承担指标及常见的系统性风险指标有所不同。银行的个体风险承担未考虑与外部机构之间的风险关联(交叉风险敞口)。常用的系统性风险指标多用于衡量个体对银行部门整体的系统性风险贡献,而非银行个体的系统性风险敞口,且前者的测度几乎局限于上市银行,无法衡量我国众多非上市中小银行的系统脆弱性风险。

本文构建的系统脆弱性指标弥补了这一不足。由于该指标构建过程中仅依赖银行资产负债表数据,故适用于非上市中小银行,因此可以更全面地刻画我国商业银行体系的整体特征。由于银行极端风险事件在现实生活中较少发生,所以本文借鉴基于银行系统损失概率分布的SYMBOL模型,并采用模拟方法测算单一银行的系统脆弱性(De Lisa et al., 2011; 杨子暉和李东承, 2018; Zedda et al., 2020; 潘骏, 2021)。需要说明的是,本文测算的系统性脆弱性风险,必须在银行系统框架下进行测量,自然会包含国有大型银行与股份制银行;此外本文的系统脆弱性指标构建,考虑了各个银行之间的同业关联网络在风险扩散方面的作用,因此包括各类型银行是必要且合理的。接下来,本文对系统脆弱性指标构建方式进行介绍,具体如下:

第一步:估计每家银行所持有的信贷资产的隐含违约概率 PD_i 。给定每家银行的总资产 A_i 以及最低资本要求 K_i (风险加权资产与法定资本充足率的乘积),通过模拟逼近的方法可以计算得到 PD_i 的近似值。因为本文所采用的样本数据涵盖了众多非上市中小银行,囿于数据可得性,故将 FIRB 函数中的违约损失率 LGD (loss given default)、期限 M (Maturity) 以及规模 S (Size) 等输入变量设定为标准值⁵。

$$\widehat{PD}_i : K(\widehat{PD}_i | LGD = 0.45, M = 2.5, S = 50) = K_i, \quad (2)$$

其中,式(2)中 K 函数为商业银行应持有最低法定准备金数额,每家银行的最低资本要求 K_i 为银行 i 持有的投资资产组合中每类资产所对应的资本充足率 C_{ik} 与账面金额 A_{ik} 乘积之和,见式(3):

$$K_i(PD_{ik}, LGD_{ik}, M_{ik}, S_{ik}) = \sum_k C_{ik}(PD_{ik}, LGD_{ik}, M_{ik}, S_{ik}) \times A_{ik}, \quad (3)$$

其中, C_{ik} 被定义为能够吸收该类资产未来一年内 99.9% 置信水平下的非预期损失,如式(4)所示:

$$C_{ik}(PD_{ik}, LGD_{ik}, M_{ik}, S_{ik}) = \left[LGD_{ik} \times N \left[\sqrt{\frac{1}{1 - R(PD_{ik}, S_{ik})}} N^{-1}(PD_{ik}) + \sqrt{\frac{R(PD_{ik}, S_{ik})}{1 - R(PD_{ik}, S_{ik})}} N^{-1}(0.999) \right] - PD_{ik} \times LGD_{ik} \right] \times [1 + (M_{ik} - 2.5)B(PD_{ik})] \times (1 - 1.5 \times B(PD_{ik}))^{-1} \times 1.06. \quad (4)$$

⁵此处将 FIRB 函数中的违约损失率 LGD (loss given default)、期限 M (Maturity) 以及规模 S (Size) 取为标准值是因为各银行详细贷款数据的不可得,若能够获得各家银行详细的贷款数据,则此处可以使用更进一步的数据对各银行贷款的隐含违约率进一步校准,使得由 FIRB 函数计算出的隐含违约率更为准确(Zedda et al., 2020; 杨子暉和李东承, 2018)。

式 (4) 中的 $B(PD_{ik})$ 用于计算到期期限修正因子, $R(PD_{ik}, S_{ik})$ 为有效相关系数, 二者均为 PD_{ik} 的函数, 见式 (5)~(6):

$$B(PD_{ik}) = [0.11852 - 0.05478 \ln(PD_{ik})]^2, \tag{5}$$

$$R(PD_{ik}, S_{ik}) = 0.12 \frac{1 - e^{-50PD_{ik}}}{1 - e^{-50}} + 0.24 \left[1 - \frac{1 - e^{-50PD_{ik}}}{1 - e^{-50}} \right] - 0.04 \left[1 - \frac{S_{ik} - 5}{45} \right]. \tag{6}$$

第二步: 将计算得到的 PD_i 作为模型下一步的输入变量, 进一步计算系统中各家银行受到外生冲击时的资产损失. 给定外生随机冲击, 根据式 (7) 就可以计算出系统中每家银行 i 在面临冲击时的资产损失率 L_{ij} .

$$L_{ij}(z_{ij}, \widehat{PD}_i) = \left[0.45N \left[\sqrt{\frac{1}{1 - R(\widehat{PD}_i, 50)}} N^{-1}(\widehat{PD}_i) + \sqrt{\frac{R(\widehat{PD}_i, 50)}{1 - R(\widehat{PD}_i, 50)}} N^{-1}(z_{ij}) \right] - 0.45\widehat{PD}_i \right] \times (1 - 1.5 \times B(\widehat{PD}_i))^{-1} \times 1.06, \tag{7}$$

其中, $z_{ij} \sim N(0, 1)$, i 表示第 i 家银行, j 表示为第 j 轮随机冲击, z_j 是由 z_{ij} 组成的相互关联的随机向量⁶.

第三步: 本文进一步考虑银行间资产负债关联可能带来的风险传染和扩散. 一家银行破产后, 若无法全额偿还银行间负债, 将影响其他同业银行, 可能导致更多违约. 本文使用最大熵法 (范小云等, 2012) 估计银行间同业资产负债网络作为风险传染渠道, 并参照杨子暉和李东承 (2018) 的做法, 将模拟同业损失率设定为 0.7. 银行在模拟中可能因外部冲击和风险传染而遭受损失. 通过同业渠道, 市场传染可能会一直蔓延, 直至没有新的违约或所有银行都违约. 若银行遭受的损失超过相应的资本金, 则视为违约, 如式 (8):

$$\text{Failure}_{ij} = 1\{L_{ij}(z_{ij}, \widehat{PD}_i) \geq \text{CAP}_i\}, \tag{8}$$

其中 1 为示性函数, 表示在第 j 次模拟中, 若 $L_{ij}(z_{ij}, \widehat{PD}_i) \geq \text{CAP}_i$, 则 $\text{Failure}_{ij} = 1$, 否则为 0.

第四步: 在前三步的基础上, 为了满足本文测度单一银行系统脆弱性的需要, 本文提出了第四步. 具体而言, 对于每年的数据, 均将上述风险传播过程进行 10 万次模拟, 以增加结果的稳定性. 在每次模拟中, 本文统计每家银行是否出现违约, 并以该年所有模拟过程中每家银行的违约率来衡量单一银行的系统脆弱性, 如式 (9):

$$\text{Frag}_{it} = \frac{\sum_{j=1}^n \text{Failure}_{ijt}}{n}, \quad n \text{ 为总模拟次数.} \tag{9}$$

式 (9) 中, 若在第 j 次模拟中, 银行 i 出现违约, 则 $\text{Failure}_{ijt} = 1$, 否则为 0.

⁶参考杨子暉和李东承 (2018) 将随机冲击的相关性设置为 0.5.

4.3 数据描述性统计

本文将银行数字化转型指标体系与 CBD 数据库进行匹配, 匹配之后的样本一共涵盖 167 家银行, 其中包含 5 家国有大型商业银行, 12 家股份制银行, 128 家城商行, 22 家农商行. 样本期间为 2010–2019 年, 数据频率为年度⁷. 为了剔除异常值的影响, 银行层面所有连续型变量在 1% 水平上进行缩尾处理. 主要变量的描述性统计如表 1 所示, 其中, 本文对银行数字化转型指标均除以 100 以提高回归结果的可读性, 表 1 中所有比率型指标均转换为百分比形式.

本文所构造的系统脆弱性指标衡量单一银行的违约率, 由于只有在极端风险事件发生时银行才可能违约, 因此将脆弱性指标转换为万分之一 (bps). 系统脆弱性指标均值为 8.526, 说明平均违约率为 0.085%. 模拟违约率的中位数水平为 7.5, 低于平均值, 呈右偏特征. 在整个样本期内, 银行数字化转型总指数的均值为 0.494, 其中战略数字化指数均值为 0.701, 业务数字化指数均值为 0.749, 管理数字化指数均值为 0.264. 相比于战略与业务维度, 管理数字化处于相对较低水平.

同业业务是银行间业务关联的重要渠道, 本文所构造的系统脆弱性考虑了同业关联网

表 1 主要变量描述性统计

变量名	变量符号	N	Mean	q5	q25	Median	q75	q95
模拟违约率	fragility	1348	8.526	0.7	3.7	7.5	13.025	18.5
数字化转型总指数	digital_all	1356	0.494	0.014	0.206	0.461	0.723	1.14
战略数字化	digital_strategy	1356	0.701	0	0.234	0.573	1.139	1.626
业务数字化	digital_operation	1356	0.749	0	0.422	0.844	1.08	1.552
管理数字化	digital_manage	1356	0.264	0	0	0.208	0.432	0.726
同业资产占比	ibasset_pct	1348	11.107	1.55	4.499	8.458	15.459	28.575
同业负债占比	ibliability_pct	1348	15.308	1.002	7.451	13.842	21.872	33.4
风险加权资产占比	rwa_pct	1348	63.046	43.252	56.625	63.616	70.242	80.169
营业支出与收入比	cost2inc	1341	58.2	38.3	49.4	57	65.5	81
业务支出与收入比	ocost2inc	1337	33.7	21.3	28.7	32.8	37.8	47.2
薪酬支出与收入比	lcost2inc	1190	19.2	11.5	15.5	18.3	21.7	28.7
金融负债占比	findebt_pct	1348	9.3	0	0.8	3.8	14.9	33
金融资产占比	finasset_pct	1348	71	13.6	36.2	60.3	91.7	158.2
存款负债占比	deposit_pct	1348	74.7	55.5	66.2	74	84.1	94.5
贷款资产占比	loan_pct	1348	43.5	26.6	37	44	50.7	58.4
第一大股东持股	bigshare	1347	19.256	6.125	10	17.28	20.11	50.98
资产报酬率	roa	1348	0.908	0.315	0.687	0.886	1.096	1.568
杠杆率	lev	1348	14.549	10.105	12.365	14.227	16.398	20.207
总资产对数	lnasset	1348	12.142	10.102	11.127	11.866	12.764	15.504
独立董事比例	indirect_pct	1307	26.345	7.692	18.75	27.273	35.294	40.824
年度 GDP 增长 (省)	gdp	1348	3.816	0.187	2.852	3.702	4.839	8.128

⁷本文所使用的数据和代码请参见科学数据银行 (ScienceDB) 期刊社区, DOI: 10.57760/sciencedb.j00214.00027 和 CSTR: 31253.11.sciencedb.j00214.00027. 若使用文中数据信息, 请注明引文和数据出处.

的风险传染效应。样本中银行平均同业资产和同业负债占比分别为 11.1% 和 15.3%。样本内银行总资产对数平均值为 12.1, 第一大股东平均持股比例为 19.25%。此外, 商业银行的杠杆率 (lev) 均值为 14.55, 风险加权资产比重均值为 63.05%, 总资产收益率均值为 0.91%。

此外, 表 1 也列出了本文用于机制讨论的衡量银行成本收入比的变量, 本文分别选择银行营业支出 (营业支出总额, 不应包括利息支出, 只应包括营业税金及附加、业务支出、资产减值准备等)、业务支出 (营业支出项目下业务及管理费) 和薪酬支出 (营业支出项目下业务及管理费中职工费用当年总额) 这三个非利息成本指标, 再分别除以银行营业收入总额, 得到三个衡量银行成本收入比指标。

5 实证结果

5.1 基准回归结果

5.1.1 商业银行数字化转型与系统脆弱性

表 2 展示了基准回归结果, 包含了国有大行、股份行、城商行和农商行在内的所有银行样本。首先, 第 (6) 列结果显示数字化转型总指数的回归系数为 -1.087 , 在 10% 水平上显著, 说明数字化转型水平越高, 银行抗风险能力倾向于上升。进一步地, 本文在模型中同时加入数字化总指数的一次项和二次项, 考察银行数字化转型总体水平与系统脆弱性之间的非线性关系。结果表明, 数字化转型程度与系统脆弱性存在倒 U 型关系, 主要变量的回归系数都在 1% 置信水平上显著。第 (1) 仅控制了个体和时间固定效应, 但未加入其他控制变量, 第 (2)~(5) 列分别在此基础上加入银行经营、治理、风险及银行所在地区经济增长率等方面的因素, 回归结果仍然十分稳健。以第 (5) 列结果来说, 一次项系数为 4.587 , 二次项系数为 -4.546 , 随着银行数字化程度的上升, 系统脆弱性先上升后下降; 经计算, 倒 U 型关系拐点值约为 0.505, 由于所有样本的数字化总指数中位数水平为 0.461, 75% 分位数为 0.723, 说明大部分银行的数字化转型程度对脆弱性的影响处于倒 U 型曲线的上升阶段。这种倒 U 型关系的存在, 既体现了数字化转型过程中银行风险变化的动态性与复杂性, 也揭示了银行在数字化转型过程中需要平衡创新发展与风险控制的必要性。

一般来说, 商业银行在数字化转型初期阶段, 既没有提高自身的获客和风险管理能力, 但又因为数字化提高了行内资金管理运用效率, 可能增加了银行间市场的参与度, 此外数字化转型可能加剧银行之间的竞争, 导致部分银行为了追求短期利益而忽视风险管理, 结果带来较高的系统脆弱性。随着数字化转型进一步深化, 银行通过构建全面、精准的风险管理模型, 能够实现对各类风险实时监测和预警, 有效防范和化解潜在风险, 从而降低了脆弱性。

对于传统商业银行来说, 银行需要投入大量资源进行数字化转型的规划和实施, 而新的系统和流程在初期存在不稳定和漏洞, 可能导致风险增加。此外, 数字化转型带来业务模型的改变, 使得银行面临新的风险类型和风险敞口。然而, 随着数字化转型的深入推进, 系统脆弱性风险逐渐降低, 形成倒 U 型的下降趋势。在这一阶段, 银行积累了丰富的数字化转型经验和资源, 系统的稳定性与安全性大幅提升, 因而能够更好地应对和管理风险。同时, 数字化转型带来的业务创新和效率提升也有助于增强银行的抗风险能力。

控制变量方面, 银行持有的同业资产比重、风险加权资产比重和杠杆率与系统脆弱性存在显著的正相关关系。同业风险敞口越大, 商业银行在面临银行体系流动性压力时更易受到

表 2 数字化转型与系统脆弱性

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
数字化总指数	6.060*** (1.245)	4.946*** (1.193)	4.184*** (1.180)	4.120*** (1.182)	4.587*** (1.285)	-1.087* (0.630)
数字化总指数平方	-4.882*** (0.825)	-3.902*** (0.795)	-4.157*** (0.791)	-4.109*** (0.792)	-4.546*** (0.844)	
同业资产占比		0.125*** (0.016)	0.131*** (0.015)	0.129*** (0.015)	0.134*** (0.017)	0.131*** (0.015)
风险加权资产占比		0.077*** (0.015)	0.064*** (0.015)	0.064*** (0.015)	0.057*** (0.016)	0.071*** (0.015)
杠杆率		0.273*** (0.044)	0.256*** (0.045)	0.252*** (0.046)	0.275*** (0.051)	0.256*** (0.046)
总资产回报率		-0.816** (0.396)	-0.313 (0.407)	-0.41 (0.405)	-0.117 (0.479)	-0.720* (0.405)
营业支出与收入比			0.012*** (0.004)			0.011*** (0.004)
业务支出与收入比				0.011** (0.005)		
薪酬支出与收入比					0.011* (0.006)	
大股东持股			-0.006 (0.023)	-0.008 (0.023)	-0.021 (0.025)	-0.002 (0.024)
独立董事比例			0.028* (0.016)	0.028* (0.016)	0.026 (0.017)	0.028* (0.016)
总资产对数			-0.769 (0.537)	-0.761 (0.539)	-1.148* (0.605)	-0.221 (0.534)
GDP 增长率			-0.029 (0.042)	-0.023 (0.042)	-0.035 (0.045)	-0.044 (0.042)
Individual FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Time FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	1,189	1,180	1,145	1,144	1,017	1,145
R ²	0.033	0.135	0.154	0.151	0.157	0.130

注: 括号内为稳健标准误, * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$, 下同。

对手方的风险外溢影响进而加剧自身的系统脆弱性风险。风险加权资产比重与杠杆率体现了商业银行的主动风险承担水平, 与同业业务类似, 都反映了银行经营的风险偏好。此外, 第(3)~(5)列分别控制了银行的营业支出总额、业务支出及薪酬支出与营业收入总额的比率, 考察银行的成本收入比对系统脆弱性的影响, 结果表明, 银行的成本收入比与系统脆弱性呈显著正相关, 说明银行的获利效率越高, 可提升银行的风险缓冲能力, 从而降低脆弱性。

5.1.2 细分维度数字化与系统脆弱性

本文进一步从战略、业务、管理这三个维度, 检验银行各维度数字化转型对系统脆弱性的影响. 如表3所示, 模型(1)~(3)未加入控制变量, 仅控制个体和年度固定效应, 第(4)~(6)列则是加入了所有控制变量的回归结果. 可以看到, 商业银行在战略、业务与管理维度的数字化转型同时对系统脆弱性产生类似影响.

表3 数字化转型子指数与系统脆弱性

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
战略数字化	2.739*** (0.810)			1.744** (0.755)		
战略数字化平方	-1.586*** (0.451)			-1.316*** (0.424)		
业务数字化		3.209*** (0.710)			2.612*** (0.682)	
业务数字化平方		-1.862*** (0.425)			-1.719*** (0.406)	
管理数字化			2.659* (1.400)			1.751* (1.010)
管理数字化平方			-3.866*** (1.444)			-3.157*** (1.032)
同业资产占比				0.131*** (0.015)	0.132*** (0.015)	0.131*** (0.015)
风险加权资产占比				0.067*** (0.015)	0.066*** (0.015)	0.071*** (0.015)
杠杆率				0.250*** (0.046)	0.257*** (0.046)	0.263*** (0.046)
总资产回报率				-0.54 (0.408)	-0.444 (0.408)	-0.680* (0.406)
营业支出与收入比				0.012*** (0.004)	0.013*** (0.004)	0.011*** (0.004)
大股东持股				0.001 (0.024)	-0.006 (0.023)	-0.008 (0.024)
独立董事比例				0.028* (0.016)	0.029* (0.016)	0.027* (0.016)
总资产对数				-0.395 (0.536)	-0.619 (0.540)	-0.327 (0.536)
GDP 增长率				-0.034 (0.042)	-0.036 (0.042)	-0.045 (0.042)
Individual FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Time FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	1,189	1,189	1,189	1,145	1,145	1,145
R ²	0.012	0.021	0.008	0.137	0.143	0.134

首先, 战略数字化是商业银行整体数字化转型的顶层设计和方向指引, 在数字化转型的初期阶段, 由于新技术的引入和业务流程的重构, 战略层面的调度与协调需要时间来适应, 期间可能产生新的潜在风险点. 然而, 随着战略数字化的深入推进和经验积累, 银行逐渐掌握了数字化转型的核心要素, 系统脆弱性风险逐渐降低.

其次, 业务数字化主要体现在银行各类业务流程的智能化改造和优化过程中. 在数字化转型初期, 由于业务流程的复杂性和交互项增强, 系统可能面临更多的安全挑战和风险点, 从而导致脆弱性的上升. 然而, 随着业务数字化技术的不断完善, 比如研发出成熟的智能化风险预警与监控系统以及健全严格的业务规范, 这些举措将能够降低银行业务风险.

最后, 管理数字化与系统脆弱性的倒 U 型关系主要体现在银行内部管理流程的改进和优化上. 在数字化转型水平较低时期, 由于数据集中和自动化决策等新的管理方式的引入, 可能导致系统的不稳定和 risk 增加. 但随着管理数字化的深入发展, 银行通过不断优化管理流程, 完善数字化管理架构与数字化人才队伍建设, 并积极与外部科技企业开展深度数字化合作等方式, 能够更好地识别和管理潜在风险, 进一步降低脆弱性.

5.2 稳健性检验

5.2.1 内生性讨论

为了缓解基准模型 (1) 可能存在的内生性问题, 本文寻找适合于商业银行数字化转型的工具变量进行检验. 从已有研究来看, 张勋等 (2020) 和余明桂等 (2022) 使用银行总部所在城市到杭州的距离作为银行数字化转型的工具变量. 具体来说, 蚂蚁集团对于中国金融科技创新发展具有市场引领作用, 而杭州作为蚂蚁集团总部所在地, 其金融科技水平处于全国领先地位 (郭峰, 2020). 银行总部所在地离杭州距离越小, 银行越能吸收其技术溢出效应, 且地理距离满足严格外生性要求. 此外, 余明桂等 (2022) 也使用了非银行金融科技普及率作为工具变量进行检验, 所用指标为北京大学数字金融研究中心课题组构造的城市层面的数字普惠金融指数 (郭峰等, 2020).

本文选用的工具变量是省级层面的数字金融覆盖广度指标, 用来衡量每个省份的平均非银行金融科技普及率. 从工具变量的相关性来看, 银行总部所在地的数字金融发展程度越高, 银行数字化转型程度也可能越高. 关于工具变量的外生性, 由于本文研究对象是银行层面的系统脆弱性风险, 系统脆弱性衡量单一银行在银行体系内的抗风险能力, 主要与银行的经营审慎度有关, 比如银行的同业风险敞口、主动风险承担水平等, 而这些风险特征与银行内部金融科技应用水平比较相关, 但与银行总部所在地的区域金融科技普及率的关联并不大. 主要理由如下: 根据郭峰等 (2020) 定义, 数字金融覆盖广度主要衡量第三方支付账户覆盖率, 具体由以下 3 个子指标加权构造: 1) 每万人拥有支付宝账号数量; 2) 支付宝绑卡用户比例; 3) 平均每个支付宝账号绑定银行卡数. 由此可知, 该指标主要测度该地区的居民使用数字化支付方法的普及程度, 而所在地居民对互联网金融服务的使用情况与银行脆弱性风险的影响因素没有直接关联. 因此, 使用省级数字金融覆盖广度作为银行数字化转型的工具变量相对外生. 以上分析表明, 使用非银行金融科技发展程度作为银行数字化转型的工具变量具有合理性.

参考余明桂等 (2022) 的做法, 本文使用郭峰等 (2020) 构造的省级层面数字金融覆盖广

度 (coverage breadth) 作为工具变量进行检验, 数据来源于北京大学数字普惠金融指数中的覆盖广度子指数. 在“互联网+”的数字金融模式下, 传统银行提供的数字化服务往往与金融科技企业深度关联, 数字金融服务主要通过已绑定银行卡的第三方支付账户来实现. 该指数提供了 2011–2020 年各省的年度变化, 对于全国性银行而言 (国有大型银行与股份制商业银行), 本文计算每年度各省级指数的平均值作为全国层面的指标值.

表 4 报告了使用数字金融覆盖广度作为工具变量的检验结果, 采用了两阶段最小二乘 (2SLS) 估计方法. 其中, A 组为第一阶段回归结果, B 组为第二阶段回归结果. 第一阶段回归结果显示, 数字金融覆盖广度与银行数字化转型水平具有显著正相关关系, 且 F 值均远超过经验值 10, 说明工具变量满足相关性要求. 使用第一阶段回归的拟合值作为在第二阶段新的解释变量, 结果表明, 在控制可能存在的内生性问题后, 商业银行数字化转型仍然与系统脆弱性存在显著的倒 U 型关系.

5.2.2 倒 U 型关系稳健性检验

前文的基准回归结果已经表明, 商业银行数字化转型与系统脆弱性存在显著的倒 U 型关系. 换言之, 在数字化转型程度较低时, 银行数字化程度与系统脆弱性之间的关系处于倒 U 型的上升阶段, 即数字化转型初期可能增加系统脆弱性风险; 而在数字化转型程度较高时, 银行数字化程度与系统脆弱性之间的关系进入倒 U 型关系的下降阶段, 即数字化转型会降低系统脆弱性. 基于此, 本文以基准回归结果的倒 U 型拐点值作为分组依据, 设定指示低于拐点值和高于拐点值的虚拟变量, 分别考察高、低水平数字化转型程度对系统脆弱性的不同影响. 具体来说, 若数字化转型指标低于基准回归的拐点值, 则定义 $D_1 = 1$, 否则 $D_1 = 0$; 若高于基准回归的拐点值, 则定义 $D_2 = 1$, 否则为 0; 然后分别构建数字化转型指标与 D_1 、 D_2 的交互项, 以此作为新的解释变量进行回归. 比如, 由前文可知, 数字化转型总指数与系统脆弱性之间的倒 U 型关系拐点值约为 0.505, 则若数字化转型总指数值低于 0.505, 则 $D_1 = 1$, 否则为 0; 若高于 0.505, 则 $D_2 = 1$, 否则为 0; 然后构建数字化总指数与 D_1 、 D_2 的交互项分别代表数字化水平低、高两种水平. 对于战略、业务与管理维度数字化, 均进行类似处理.

表 5 展示了相应的检验结果. 可以看到, 不论是总指数还是细分维度指数, 较低水平 (拐点左侧) 的数字化转型与系统脆弱性呈显著的正相关 (对应倒 U 型的上升阶段), 而较高水平的数字化转型 (拐点右侧) 与系统脆弱性存在显著的负相关关系 (对应倒 U 型的下降阶段), 这与基准回归结果相互印证, 说明本文主要实证结果具有稳健性.

5.3 异质性分析

5.3.1 银行产权异质性

为进一步探究商业银行数字化转型对系统脆弱性的影响是否会由于银行产权性质不同而具有异质性, 本文参考汪莉等 (2021) 做法, 以商业银行第一大股东是否为国有股东 (财政部门 (财政部或地方财政局)、国资委、国有企业) 作为产权性质的划分依据, 将样本划分为国有大股东银行 (简称国有银行) 和非国有大股东银行 (简称民营银行) 两个子样本, 再分别探究不同产权性质银行的数字化转型对系统脆弱性的影响差异.

表 6 汇报了相应的分样本实证结果, 第 (1) 和 (2) 列分别是国有银行和民营银行样本的数字化转型总指数与系统脆弱性的回归结果, 均存在显著的倒 U 型关系, 但是拐点值不一样.

表4 数字金融覆盖广度作为工具变量的检验结果

A 组 IV-First Stage				
	总指数	战略数字化	业务数字化	管理数字化
	(1)	(2)	(3)	(4)
数字金融覆盖广度	0.340*** (0.114)	0.685*** (0.247)	0.276*** (0.031)	0.330*** (0.115)
Controls	YES	YES	YES	YES
Individual FE	YES	YES	YES	YES
Observations	1,253	1,253	1,260	1,253
R^2	0.749	0.448	0.697	0.498
F Statistic	191.944***	51.461***	154.691***	63.066***
B 组 IV-Second Stage				
	(1)	(2)	(3)	(4)
数字化总指数	8.333*** (2.932)			
数字化总指数平方	-6.579*** (1.226)			
战略数字化		5.753** (2.332)		
战略数字化平方		-3.343*** (0.699)		
业务数字化			7.379*** (2.705)	
业务数字化平方			-2.569*** (0.537)	
管理数字化				11.471*** (4.288)
管理数字化平方				-10.728*** (2.947)
Controls	YES	YES	YES	YES
Individual FE	YES	YES	YES	YES
Time FE	YES	YES	YES	YES
Observations	1,094	1,094	1,094	1,094
R^2	0.165	0.158	0.159	0.153
F Statistic	19.928***	19.382***	19.283***	18.102***

国有银行样本倒 U 型关系的拐点值为 0.489, 民营银行样本的拐点值为 0.619, 说明国有银行相比于民营银行而言更容易达到数字化转型导致脆弱性风险下降的阶段. 此外, 本文检验不同子样本回归中主要回归系数的组间差异, 通过检验 0-1 产权性质分组变量与核心解释变量的交互项的统计显著性来判断. 表 5 第 (1) 和 (2) 列表明, 数字化转型总指数对系统脆弱性的影响在国有银行与民营银行之间的组间系数差异具有统计显著性.

从战略、业务与管理数字化这三个维度来看, 回归结果呈现明显的异质性. 首先是战略

表5 倒U型关系稳健性检验

	数字化总指数		战略数字化		业务数字化		管理数字化	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
数字化总指数 (低)	2.305***							
	(0.543)							
数字化总指数 (高)		-1.409***						
		(0.364)						
战略数字化 (低)			0.929*					
			(0.548)					
战略数字化 (高)				-0.439*				
				(0.236)				
业务数字化 (低)					0.973*			
					(0.533)			
业务数字化 (高)						-1.785***		
						(0.249)		
管理数字化 (低)							2.269**	
							(1.087)	
管理数字化 (高)								-1.156**
								(0.531)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Individual FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Time FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145
R ²	0.14	0.138	0.127	0.127	0.127	0.125	0.128	0.129

数字化转型维度, 主要回归系数在国有和民营样本中均不显著. 战略数字化衡量银行整体战略层面对数字技术的关注程度, 数字化转型需要长期的投入和持续的实质推进, 仅有战略规划可能难以产生显著影响, 而脆弱性风险更多反映银行在资产与业务方面的风险暴露, 与数字化战略层面关联较弱. 从业务数字化维度来看, 第(6)列民营银行样本中具有显著的倒U型关系, 而国有银行样本回归结果不显著. 业务数字化衡量银行将数字技术融合于自身提供的金融服务的程度, 民营银行与国有银行相比在市场竞争方面处于相对弱势地位, 民营银行实施业务数字化转型更有利于自身提升市场竞争力, 但也面临转型初期的阵痛期, 随着业务数字化步入正轨, 将会充分享受到数字化转型所带来的红利. 从管理数字化维度来看, 第(7)列国有银行样本中具有显著的倒U型关系, 而民营银行样本回归结果不显著. 管理数字化衡量银行将数字技术融合于治理结构和组织管理的程度, 银行内部治理质效也是影响系统脆弱性风险的深层次因素. 在我国, 由国有股东主导的银行多数属于大中型银行, 这些银行往往拥有更完善的治理结构, 同时由于自身规模庞大可能导致银行内部管理效率较低. 在数字化转型浪潮下, 国有银行理应在内部治理和经营管理方面发挥引领作用, 开启治理架构、人才队伍建设与对外合作的数字化转型, 更好地实现风险控制.

表 6 银行产权异质性分组检验结果

	国有	民营	国有	民营	国有	民营	国有	民营
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
数字化总指数	2.701** (1.308)	6.388*** (2.151)						
数字化总指数平方	-2.757*** (0.855)	-5.159*** (1.349)						
战略数字化			1.31 (0.901)	1.989 (1.444)				
战略数字化平方			-0.869* (0.516)	-1.386* (0.768)				
业务数字化					0.581 (0.822)	5.165*** (1.273)		
业务数字化平方					-0.526 (0.487)	-3.035*** (0.770)		
管理数字化							3.848** (1.809)	0.905 (2.310)
管理数字化平方							-3.834** (1.533)	-2.462 (2.206)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Individual FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Time FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	792	389	792	389	792	389	792	389
R^2	0.098	0.228	0.095	0.199	0.093	0.233	0.094	0.195
p -value diff (x)		0.003**		0.308		0.0004***		0.194
p -value diff (x^2)		0.027**		0.535		0.006**		0.359

5.3.2 区域异质性

为进一步考察商业银行数字化转型对系统脆弱性的影响是否会由于银行总部所在区域数字金融发展程度不同而具有异质性, 本文以郭峰等 (2020) 构造的省级层面数字金融覆盖广度 (coverage breadth) 作为分组变量, 根据各省的平均数字金融覆盖广度以及银行总部所在地, 将所有样本银行划分为位于高数字金融发展地区 (简称发达地区) 和低数字金融发展地区 (简称欠发达地区) 的两组子样本, 再分别检验银行数字化转型对系统脆弱性风险影响的区域异质性。

表 7 报告了分区域子样本的回归结果。第 (1) 和 (2) 列分别是处于发达地区和欠发达地区的银行数字化转型总指数与系统脆弱性的回归结果, 均存在显著的倒 U 型关系。从拐点值大小来看, 发达地区银行样本的拐点值为 0.453, 欠发达地区银行样本的拐点值为 0.662。组间系数差异性检验结果显示, 只有数字化总指数的组间系数在 10% 水平上显著, 而二次项并不显著。

从数字化转型的三个细分维度来看, 分地区的子样本回归结果有明显的异质性。首先, 不管是数字金融发展程度高或低的地区的银行, 战略数字化对系统脆弱性的影响都不显著。对

表 7 区域异质性分组检验结果

	高 (1)	低 (2)	高 (3)	低 (4)	高 (5)	低 (6)	高 (7)	低 (8)
数字化总指数	3.244** (1.617)	4.178** (1.810)						
数字化总指数平方	-3.577*** (1.229)	-3.155*** (1.146)						
战略数字化			0.908 (0.989)	1.627 (1.181)				
战略数字化平方			-0.772 (0.567)	-1.079 (0.655)				
业务数字化					2.051** (0.921)	1.012 (1.099)		
业务数字化平方					-1.455** (0.587)	-0.326 (0.637)		
管理数字化							0.364 (1.794)	4.147** (1.950)
管理数字化平方							-1.414 (2.164)	-4.366** (1.762)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Individual FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Time FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	740	441	740	441	740	441	740	441
R^2	0.122	0.16	0.113	0.149	0.118	0.146	0.11	0.157
p -value diff (x)		0.083*		0.749		0.036**		0.037**
p -value diff (x^2)		0.276		0.716		0.182		0.261

于那些总部所在地的数字金融发展程度高的银行, 业务数字化转型程度与系统脆弱性之间的倒 U 型关系仍然存在. 相反的是, 只有那些总部所在地的数字金融发展程度较低的银行, 管理数字化与系统脆弱性之间的倒 U 型关系才显著存在.

5.4 机制讨论

关于机制分析, 本文未选择传统的中介效应模型, 有以下原因. 江艇 (2022) 详细论述了中介效应模型有诸多限制性较强的条件, 尤其是难以对中介变量 (M) 的内生性进行检验, 并指出中介效应方法在实证研究中存在不同程度的误用. 具体来说, 中介效应分析的根本目的是考察处理变量 (D) 对结果变量 (Y) 的因果关系的作用渠道, 这是 D 对 Y 的因果关系研究的一个拓展. 但是, 在 Y 对 D 的回归中加入中介变量 M 后, 不论 D 的系数是否发生变化, 这一结果都无法使得 D 对 Y 的因果关系变得更加可信, 因此江艇 (2022) 不建议使用中介效应的逐步检验法, 更不需要估计间接效应的大小并检验其显著性. 基于以上原因, 近两年中文实证方法学文献一般建议避免使用中介效应模型.

同时, 关于影响机制的中介效应分析, 江艇 (2022) 指出应把研究重点聚焦到如何提高 D

对 Y 的因果关系识别的可信度, 根据经济学理论提出能够反映 D 对 Y 的作用渠道的中介变量 M , 其中 M 对 Y 的影响应该是直接而显然的, 只识别 D 对 M 的因果关系即可. 这种机制分析方法已逐渐被应用, 比如余明桂等 (2022) 在研究商业银行数字化转型降低劳动力需求的机制时, 通过理论分析说明银行数字化技术的运用可能通过减少营业网点从而减少劳动力需求. 为验证这一点, 余明桂等 (2022) 使用银行基层网点和分支机构数量作为被解释变量进行检验, 证明了银行数字化转型减少了银行网点与分支机构, 同时银行网点和分支机构数量作为控制变量时也与银行劳动力需求呈正相关关系, 至此作者即论证了银行营业网点和分支机构数量的变化是数字化转型对劳动力需求产生影响的一个作用机制.

基于以上分析, 由于本文聚焦于商业银行数字化转型与系统脆弱性之间的关系, 前文的理论分析部分也论述了银行数字化转型存在“阵痛期”与“红利期”的阶段特征, 在数字化转型的不同阶段, 银行的盈利能力与风险特征具有不同的特点. 基准回归结果 (表 2) 表明, 银行的风险加权资产比重与成本收入比作为控制变量时均与系统脆弱性呈显著的正相关关系, 本文认为, 数字化转型可能通过这两种机制对系统脆弱性风险产生间接影响. 因此本文从收入获取效率与主动风险承担两个角度进一步探讨银行数字化转型对系统脆弱性的作用机制.

5.4.1 数字化转型与收入获取效率

商业银行在积极探索数字技术与金融业务的结合过程中需要持续的转型成本投入, 据统计, 多家银行科技投入占收入比重超过 4%, 并呈逐年攀升态势. 在数字化转型水平较低的阶段, 转型所带来的盈利能力提升可能难以覆盖转型成本的支出 (谢绚丽和王诗卉, 2022).

本文认为, 数字化转型的大额成本投入在短期内可能无法立即转化为经营绩效的提升, 甚至可能因为转型过程中的不确定性而导致经营绩效的短暂下滑. 但随着数字化转型的不断深化, 银行开始享受到数字化转型带来的各种好处, 转型所产生的边际成本将逐渐低于转型所带来的绩效提升. 基于以上分析, 本文进一步探究银行数字化转型与成本收入比 (营业支出总额/营业收入总额) 之间的非线性关联. 成本收入比越高, 说明银行的获利效率越低. 本文推测数字化转型与成本收入比之间存在倒 U 型关系, 即随着银行数字化转型程度从较低水平不断上升的过程中, 对银行收入获取效率的影响先由负向降低再转变为正向促进作用.

表 8 展示了银行数字化转型与成本收入比之间的检验结果, 模型 (1) 为数字化转型总指数与成本收入比之间的回归结果, 在模型中同时加入核心解释变量的一次项和二次项, 其中二次项系数为 -0.109 , 一次项系数为 0.170 , 且均在 1% 置信水平上显著, 说明银行数字化转型程度与成本收入比存在倒 U 型关系, 随着转型的不断深化, 银行的收入获取效率先下降后上升. 第 (2)~(4) 列分别将核心解释变量替换为战略数字化、业务数字化和管理数字化, 回归结果仍然成立.

在数字化转型初期, 银行可能面临技术实施困难、员工适应性不足以及客户接受度不高等挑战. 这些问题可能导致银行在运营成本、客户维护 and 市场份额等方面受到一定影响, 从而在短期内出现盈利能力的下降. 然而, 随着数字化转型的不断推进和成熟, 银行从“转型阵痛期”迈入“转型红利期”, 转型对获利效率的影响也由负转正. 以上分析表明, 数字化技术在银行业的应用通过影响银行收入获取效率来间接影响银行的系统脆弱性风险.

表 8 数字化转型与成本收入比-倒 U 型

	(1)	(2)	(3)	(4)
数字化总指数	0.170*** (0.042)			
数字化总指数平方	-0.109*** (0.028)			
战略数字化		0.068** (0.027)		
战略数字化平方		-0.036** (0.015)		
业务数字化			0.041* (0.024)	
业务数字化平方			-0.024* (0.014)	
管理数字化				0.154*** (0.046)
管理数字化平方				-0.122*** (0.108)
Controls	YES	YES	YES	YES
Individual FE	YES	YES	YES	YES
Time FE	YES	YES	YES	YES
Observations	1,140	1,140	1,140	1,140
R ²	0.037	0.026	0.023	0.031

5.4.2 数字化转型与主动风险承担

接下来, 本文检验银行数字化转型是否会通过影响所持资产的风险结构进而影响其系统脆弱性. 对商业银行而言, 更高的风险加权资产比重意味着银行持有的风险资产需要更多的资本金来维持, 以满足最低资本充足率要求, 因此风险加权资产比重反映了银行经营的主动风险承担水平.

本文认为, 在数字化转型初期, 技术升级与业务创新难以立即转化为风险管理的效益, 反而可能由于技术的不成熟和流程不完善而增加风险敞口. 此外, 数字化转型所带来的新的业务模式和产品创新, 往往也伴随着较高的风险, 从而导致风险加权资产比例上升. 然而, 随着数字化转型的深入推进, 银行风险管理流程逐渐整合与优化, 提高了风险管理的效率和准确性, 从而降低了风险敞口与潜在损失. 因此, 本文推测银行数字化转型与风险加权资产比重之间可能存在类似的倒 U 型关系, 即随着数字化转型程度的提升, 风险资产比例先上升后下降. 同样地, 本文以风险加权资产比重作为被解释变量, 在模型中加入数字化转型指标的一次项和二次项, 对上述作用机制进行检验.

表 9 展示了银行数字化转型与风险加权资产比例的回归结果. 模型 (1) 为数字化转型总指标与风险加权资产比重之间的回归结果, 一次项系数为 6.616, 二次项系数为 -4.927, 均在 1% 置信水平上显著, 证明了银行数字化与主动风险承担之间存在倒 U 型关系. 第 (2)~(4)

表 9 数字化转型与主动风险承担-倒 U 型

	(1)	(2)	(3)	(4)
数字化总指数	6.616*** (2.514)			
数字化总指数平方	-4.927*** (1.685)			
战略数字化		4.140*** (1.600)		
战略数字化平方		-2.327*** (0.899)		
业务数字化			3.838*** (1.444)	
业务数字化平方			-2.016** (0.866)	
管理数字化				-1.985 (2.774)
管理数字化平方				1.792 (2.846)
Controls	YES	YES	YES	YES
Individual FE	YES	YES	YES	YES
Time FE	YES	YES	YES	YES
Observations	1,173	1,173	1,173	1,173
R^2	0.22	0.218	0.218	0.213

列分别将核心解释变量替换为战略数字化、业务数字化和管理数字化, 可以看到战略数字化和业务数字化与风险加权资产比重的倒 U 型关系仍显著存在, 管理数字化的回归结果不再具有类似关系. 以上检验结果表明, 银行数字化转型可通过改变主动风险承担进而影响其系统脆弱性.

5.5 进一步讨论

5.5.1 数字化转型对金融市场业务的影响

过去十年, 我国商业银行体系的资产负债结构发生了较大变化. 贷款与存款作为商业银行最为传统的资产负债形式, 其占总资产或总负债的比重在过去十年内明显下降, 与之对应的则是金融资产和金融负债比例的上升, 反映了银行参与金融市场业务的程度不断提高⁸.

一些研究发现数字金融技术的发展改变了商业银行的业务结构. 例如, 邱晗等 (2018) 提出金融科技的发展改变了银行的负债端结构, 使得银行负债端对同业拆借等批发性资金的依赖度增加, 并进一步导致了银行资产端的风险偏好上升. 贾盾和韩昊哲 (2023) 发现外部金融科技发展正在显著改变中国地区层面商业银行的存款分布和增长趋势. Buchak et al. (2021)

⁸作者通过 CBD 数据整理得到的结论. 关于金融资产, 新 CAS 下为公允价值资产 + 可供出售资产 + 持有至到期资产 + 应收款项类资产 + 长期股权投资期末余额; 旧 CAS 下为债券投资等项目期末余额合计. 关于金融负债, 新 CAS 下为应付债券 + 公允价值负债期末余额; 旧 CAS 为金融债券等项目期末余额合计.

认为金融科技的发展增加了银行负债端理财产品的规模, 其以中国的数据为样本进行研究发
现, 对余额宝暴露程度较高的银行倾向于以市场利率发行类似的表外理财产品, 作为对外部
金融科技工具竞争冲击的应对措施。

商业银行数字化转型为银行深度参与金融市场业务提供诸多便利, 借助数字技术, 银行
能够更精确的分析客户需求和市场趋势, 通过金融市场业务提高资金调度效率. 为了探究数
字化转型是否会改变银行参与金融市场的行为, 本文以金融资产或金融负债占比作为被解释
变量进行检验. 表 10 汇报了相应的回归结果, 第 (1)~(4) 列为金融负债比例, 第 (5)~(8) 列
为金融资产比例. 结果显示, 数字化转型水平与银行持有金融负债的比例呈显著正向关联, 而
业务数字化转型则与金融资产比重存在一定程度的负相关关系。

表 10 数字化转型对金融市场业务的影响

	金融负债比重				金融资产比重			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
数字化总指数	0.041** (0.017)				-0.076 (0.058)			
战略数字化		0.01 (0.008)				-0.008 (0.028)		
业务数字化			0.023** (0.010)				-0.055* (0.031)	
管理数字化				0.029 (0.018)				-0.032 (0.060)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Individual FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Time FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140
R ²	0.035	0.031	0.035	0.032	0.043	0.041	0.044	0.041

5.5.2 数字化转型对存贷业务的影响

最后, 本文考察数字化转型对银行传统存贷款业务的影响. 存贷利差是商业银行的主要
收入来源之一, 随着利率市场化改革以及互联网金融等新型业态的发展, 其对商业银行的存
贷业务可能会产生一些影响. 比如, 余额宝等互联网理财产品凭借着高额的回报和便捷的支
付手段, 吸引了大量居民储蓄存款, 而这些理财产品的大部分资金都会投向银行间市场. 在
这种情况下, 邱晗等 (2018) 研究发现外部金融科技的发展导致银行的储蓄性存款流失, 这
也会反过来推动银行布局数字化转型并与金融科技企业进行业务竞争. 战明华等 (2018) 指
出互联网金融的发展显著的促使银行多发行无准备金要求的理财产品, 尤其是中小银行会
通过多发行理财产品来应对准备金率的提高, 进而影响银行的广义负债结构. 比如, 为了
拓宽存款资金来源, 除了传统的线下吸储方式之外, 更多的中小银行通过线上销售存单
(类存款业务) 来吸收存款性资金. 总体来说, 银行外部金融科技发展一方面会导致银行
传统储蓄性存款流失, 但银行内部数字化转型可助力发行类存款理财产品来维持稳定的
资金来源, 这两种因素共同发挥作用. 表 11 第 (1)~(4) 列的回归结果表明, 数字化转型
与银行存款型负债比重并无显著

表 11 数字化转型对存贷业务的影响

	存款型负债比重				贷款型资产比重			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
数字化总指数	0.003 (0.015)				0.029*** (0.011)			
战略数字化		0.002 (0.007)				0.004 (0.005)		
业务数字化			0.007 (0.008)				0.019*** (0.006)	
管理数字化				-0.009 (0.015)				0.020* (0.012)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Individual FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Time FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140
R ²	0.077	0.077	0.077	0.077	0.117	0.111	0.119	0.113

关联,可能的原因是银行自身数字化转型带来的吸储能力提升与外部金融科技给银行造成的存款分流压力相互抵消。

表 11 第 (5)~(8) 列展示了数字化转型与贷款型资产比重的关系,两者存在显著的正向关联,这可能与数字金融的发展有效降低了金融机构获客与风控成本有关(黄益平和黄卓, 2018),从而显著提高了银行的信贷服务效率与质量,促使信贷供给增加(丁鑫和周晔, 2024)。

6 结论与启示

在数字经济飞速发展的时代,传统金融业务与数字化技术高度融合,积极探索数字化转型路径已成为商业银行的战略“必选项”。与此同时,当前我国金融领域各种风险隐患仍然较多,高风险中小银行仍是银行业乃至整个金融业的重要风险源。在数字化转型创新与金融风险防范相互交织的背景下,本文首次从系统脆弱性风险视角,研究了商业银行数字化转型的系统性风险影响。主要结论如下:

首先,银行数字化转型水平与自身的系统脆弱性风险存在显著的倒 U 型关系且结果十分稳健,在考虑了内生性问题后仍然成立。本文认为,在数字化转型初期,银行需要投入大量资源进行数字化转型的规划和实施,可能面临新的系统和流程不稳定等问题,以及数字化转型可能带来业务模式的改变,使得银行面临新的风险类型和风险敞口。然而,随着数字化转型的深化,银行积累了丰富的数字化转型经验和资源,有助于增强银行的抗风险能力进而降低系统脆弱性。

其次,本文根据银行产权性质与地区数字金融发展水平进行分组异质性分析。银行产权异质性分析发现,业务数字化主要在民营银行样本发挥作用,而管理数字化则主要在国有银行样本内产生影响。区域异质性分析发现,业务数字化主要在数字金融覆盖广度较高地区的银行样本内发挥作用,而管理数字化则仅在数字金融覆盖广度较低地区的银行样本内产生显

著影响。

接着, 本文的机制检验发现, 银行数字化转型通过改变银行获利效率与主动风险承担来间接影响银行自身的系统脆弱性风险。收入获取效率方面, 数字化转型的大额成本投入会在转型初期提高银行的成本收入比, 但随着数字化转型的不断深化, 转型所产生的边际成本将逐渐低于转型所带来的盈利提升。风险承担方面, 在数字化转型初期, 技术升级与业务创新往往无法立即转化为风险管理的效益, 反而可能与更高的风险暴露有关; 然而随着数字化转型优势逐渐占据主导地位, 可以降低风险承担水平。

最后, 本文讨论了数字化转型与银行资产负债结构调整之间的潜在关联。从资金来源端来看, 数字化转型与存款型负债无显著关系但会增加金融负债; 在资产配置端, 数字化转型可能促使银行降低金融类资产配置, 转而增加信贷类资产投放。

从本文的研究结果可得到一些启示。首先, 应认识银行数字化转型是一个复杂且长期的过程, 既有转型初期的阵痛, 也有转型深化带来的红利。积极引导商业银行稳步推进数字化转型, 妥善处理好整个银行业在转型过程中创新与风险的动态平衡, 有助于系统性风险的防范和化解。商业银行需充分考虑自身的实际情况和条件, 根据自身的发展战略、资源禀赋和风险承受能力等因素, 制定符合自身特点的数字化转型方案。此外, 银行可建立科学的评估机制, 定期对数字化转型的成效进行评估和反馈, 及时调整和优化转型策略。

参 考 文 献

- 蔡岑, 殷晓晴, 陈选娟, (2023). 金融科技创新路径选择与银行经营效率 [J]. 财经研究, 49(3): 19-33.
- Cai C, Yin X Q, Chen X J, (2023). The Path of Fintech Innovation and Bank Performance[J]. Journal of Finance and Economics, 49(3): 19-33.
- 丁鑫, 周晔, (2024). 数字化转型与银行信贷配置——基于银行贷款投向实体经济的视角 [J]. 数量经济技术经济研究, 41(3): 193-216.
- Ding X, Zhou Y, (2024). Digital Transformation and Bank Credit Allocation: Based on the Perspective of Bank Lending to the Real Economy[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics, 41(3): 193-216.
- 范小云, 王道平, 刘澜飏, (2012). 规模、关联性与中国系统重要性银行的衡量 [J]. 金融研究, (11): 16-30.
- Fan X Y, Wang D P, Liu L B, (2012). The SIFIS: “Too Big to Fail” or “Too Connected to Fail” — An Analysis of China’s Banking Sector[J]. Journal of Financial Research, (11): 16-30.
- 顾海峰, 卞雨晨, (2022). 数字金融会影响银行系统性风险吗? —— 基于中国上市银行的证据 [J]. 中国软科学, (2): 32-43.
- Gu H F, Bian Y C, (2022). Does Digital Finance Affect Banking Systemic Risk? — Evidence from Chinese List Banks[J]. China Soft Science Magazine, (2): 32-43.
- 郭峰, 王靖一, 王芳, 孔涛, 张勋, 等, (2020). 测度中国数字普惠金融发展: 指数编制与空间特征 [J]. 经济学(季刊), 19(4): 1401-1418.
- Guo F, Wang J Y, Wang F, Kong T, Zhang X, et al. (2020). Measuring China’s Digital Financial Inclusion: Index Compilation and Spatial Characteristics[J]. China Economic Quarterly, 19(4): 1401-1418.
- 郭丽虹, 朱柯达, (2021). 金融科技、银行风险与经营业绩——基于普惠金融的视角 [J]. 国际金融研究, (7): 56-65.

- Guo L H, Zhu K D, (2021). FinTech, Banks' Risks and Business Performance — From the Perspective of Inclusive Finance[J]. *Studies of International Finance*, (7): 56–65.
- 郭品, 沈悦, (2019). 互联网金融、存款竞争与银行风险承担 [J]. *金融研究*, (8): 58–76.
- Guo P, Shen Y, (2019). Internet Finance, Deposit Competition, and Bank Risk-taking[J]. *Journal of Financial Research*, (8): 58–76.
- 郭晔, 未钟琴, 方颖, (2022). 金融科技布局、银行信贷风险与经营绩效——来自商业银行与科技企业战略合作的证据 [J]. *金融研究*, (10): 20–38.
- Guo Y, Wei Z Q, Fang Y, (2022). FinTech Deployment, Bank Credit Risk, and Performance: Evidence from Strategic Cooperation between Banks and Tech Companies[J]. *Journal of Financial Research*, (10): 20–38.
- 郭晔, 赵静, (2017). 存款保险制度、银行异质性与银行个体风险 [J]. *经济研究*, 52(12): 134–148.
- Guo Y, Zhao J, (2017). Deposit Insurance, Heterogeneous Banks and Bank Idiosyncratic Risk[J]. *Economic Research Journal*, 52(12): 134–148.
- 胡俊, 李强, 刘颖琛, 曾勇, (2021). 商业银行金融科技对零售贷款的影响——基于年报的文本分析 [J]. *管理评论*, 33(11): 298–311.
- Hu J, Li Q, Liu Y C, Zeng Y, (2021). The Impact of Banks' Fintech on Retail Lending: Based on Textual Analysis of Banks' Annual Reports[J]. *Management Review*, 33(11): 298–311.
- 黄益平, 黄卓, (2018). 中国的数字金融发展: 现在与未来 [J]. *经济学 (季刊)*, 17(4): 1489–1502.
- Huang Y P, Huang Z, (2018). The Development of Digital Finance in China: Present and Future[J]. *China Economic Quarterly*, 17(4): 1489–1502.
- 贾盾, 韩昊哲, (2023). 金融科技与商业银行竞争性负债 [J]. *世界经济*, (2): 183–208.
- Jia D, Han H Z, (2023). FinTech, Bank Liabilities and Competition[J]. *The Journal of World Economy*, (2): 183–208.
- 蒋海, 唐绅峰, 吴文洋, (2023). 数字化转型对商业银行风险承担的影响研究——理论逻辑与经验证据 [J]. *国际金融研究*, (1): 62–73.
- Jiang H, Tang S F, Wu W Y, (2023). Research on the Impact of Digital Transformation on Commercial Banks' Risk-taking — Theoretical Logic and Empirical Evidence[J]. *Studies of International Finance*, (1): 62–73.
- 孔爱国, 卢嘉圆, (2010). 市场约束、商业银行治理与风险的实证研究 [J]. *金融研究*, (5): 102–115.
- Kong A G, Lu J Y, (2010). The Empirical Study on the Market Discipline, the Commercial Bank Governance and Insolvency Risk[J]. *Journal of Financial Research*, (5): 102–115.
- 李建军, 姜世超, (2021). 银行金融科技与普惠金融的商业可持续性——财务增进效应的微观证据 [J]. *经济学 (季刊)*, 21(3): 889–908.
- Li J J, Jiang S C, (2021). Bank Financial Technology and Commercial Sustainability of Inclusive Finance — Micro Evidence of Financial Enhancement Effect[J]. *China Economic Quarterly*, 21(3): 889–908.
- 李逸飞, 李茂林, 李静, (2022). 银行金融科技、信贷配置与企业短债长用 [J]. *中国工业经济*, (10): 137–154.
- Li Y F, Li M L, Li J, (2022). Bank-fintech, Credit Allocation and Enterprises' Short-term Debt for Long-term Use[J]. *China Industrial Economics*, (10): 137–154.
- 李政, 梁琪, 涂晓枫, (2016). 我国上市金融机构关联性研究——基于网络分析法 [J]. *金融研究*, (8): 95–110.
- Li Z, Liang Q, Tu X F, (2016). The Connectedness of Chinese Listed Financial Institutions: A Study Based on Network Analysis[J]. *Journal of Financial Research*, (8): 95–110.
- 刘丹, 尤佳, 张龙耀, (2023). 金融科技对农村商业银行绩效的影响: “契机”还是“阻力”——以江苏省为

- 例[J]. 中国农村经济, (11): 122-139.
- Liu D, You J, Zhang L Y, (2023). “Opportunity” or “Obstacle”? The Impact of Fintech on the Performance of Rural Commercial Banks: An Example from Jiangsu Province[J]. China Rural Economy, (11): 122-139.
- 罗煜, 崔书言, 旷纯, (2022). 数字化与商业银行经营转型——基于传统业务结构变迁视角 [J]. 国际金融研究, (5): 34-44.
- Luo Y, Cui S Y, Kuang C, (2022). The Digitalization and Business Transformation of Commercial Banks — From the Perspective of Structure Changes in Banks’ Traditional Business[J]. Studies of International Finance, (5): 34-44.
- 潘骏, (2021). 中国银行业系统脆弱性风险研究——基于同业和银行治理的视角 [D]. 厦门: 厦门大学.
- Pan J, (2021). Systemic Vulnerability Risk of China’s Banking System: From the Perspective of Interbank and Governance[D]. Xiamen: Xiamen University.
- 邱晗, 黄益平, 纪洋, (2018). 金融科技对传统银行行为的影响——基于互联网理财的视角 [J]. 金融研究, (11): 17-29.
- Qiu H, Huang Y P, Ji Y, (2018). How does FinTech Development Affect Traditional Banking in China? The Perspective of Online Wealth Management Products[J]. Journal of Financial Research, (11): 17-29.
- 宋首文, (2023). 银行数字化转型下的模型风险管理框架 [J]. 金融监管研究, (9): 12-31.
- Song S W, (2023). Model Risk Management Framework for the Digital Transformation of Banks[J]. Financial Regulation Research, (9): 12-31.
- 汪莉, 邵雨卉, 汪亚楠, (2021). 网络结构与银行效率: 基于时变“银行-股东”网络的研究 [J]. 经济研究, 56(12): 60-76.
- Wang L, Shao Y H, Wang Y N, (2021). Network Structure and Bank Efficiency: A Study of Time-varying Bank-Shareholder Network[J]. Economic Research Journal, 56(12): 60-76.
- 吴文洋, 蒋海, 唐绅峰, (2024). 数字化转型、网络关联性与银行系统性风险 [J]. 中国管理科学, 32(3): 9-19.
- Wu W Y, Jiang H, Tang S F, (2024). Digital Transformation, Network Relevance and Banking Systemic Risk[J]. Chinese Journal of Management Science, 32(3): 9-19.
- 谢绚丽, 王诗卉, (2022). 中国商业银行数字化转型: 测度、进程及影响 [J]. 经济学 (季刊), 22(6): 1937-1956.
- Xie X L, Wang S H, (2022). Digital Transformation of Commercial Banks in China: Measurement, Progress and Impact[J]. China Economic Quarterly, 22(6): 1937-1956.
- 徐晓萍, 李弘基, 戈盈凡, (2021). 金融科技应用能够促进银行信贷结构调整吗? ——基于银行对外合作的准自然实验研究 [J]. 财经研究, 47(6): 92-107.
- Xu X P, Li H J, Ge Y F, (2021). Can the Application of Fintech Promote the Adjustment of Bank Credit Structure? A Quasi-natural Experiment Based on the External Cooperation of Banks[J]. Journal of Finance and Economics, 47(6): 92-107.
- 杨子晖, 李东承, (2018). 我国银行系统性金融风险研究——基于“去一法”的应用分析 [J]. 经济研究, 53(8): 36-51.
- Yang Z H, Li D C, (2018). An Investigation of the Systemic Risk of Chinese Banks: An Application Based on Leave-one-out[J]. Economic Research Journal, 53(8): 36-51.
- 杨子晖, 周颖刚, (2018). 全球系统性金融风险溢出与外部冲击 [J]. 中国社会科学, (12): 69-90.
- Yang Z H, Zhou Y G, (2018). Global Systemic Financial Risk Spillovers and Their External Shocks[J]. Social Sciences in China, (12): 69-90.
- 余明桂, 马林, 王空, (2022). 商业银行数字化转型与劳动力需求: 创造还是破坏? [J]. 管理世界, 38(10): 212-

- 230.
- Yu M G, Ma L, Wang K, (2022). Digital Transformation of Commercial Banks and Labor Demand: Creation or Destruction[J]? *Management World*, 38(10): 212–230.
- 战明华, 张成瑞, 沈娟, (2018). 互联网金融发展与货币政策的银行信贷渠道传导 [J]. *经济研究*, 53(4): 63–76.
- Zhan M H, Zhang C R, Shen J, (2018). Development of Internet Finance and the Bank Lending Transmit Channel of Monetary Policy[J]. *Economic Research Journal*, 53(4): 63–76.
- 张勋, 杨桐, 汪晨, 万广华, (2020). 数字金融发展与居民消费增长: 理论与中国实践 [J]. *管理世界*, 36(11): 48–63.
- Zhang X, Yang T, Wang C, Wan G H, (2020). Digital Finance and Household Consumption: Theory and Evidence from China[J]. *Management World*, 36(11): 48–63.
- 赵家琪, 江弘毅, 胡诗云, 沈艳, (2023). 数字普惠金融下的小微信贷与风险——基于银行数字化转型的视角[J]. *经济学 (季刊)*, 23(5): 1686–1703.
- Zhao J Q, Jiang H Y, Hu S Y, Shen Y, (2023). Fintech, Small Enterprise Credit and Credit Risk — Evidence from Bank Digitization in China[J]. *China Economic Quarterly*, 23(5): 1686–1703.
- 祝继高, 胡诗阳, 陆正飞, (2016). 商业银行从事影子银行业务的影响因素与经济后果——基于影子银行体系资金融出方的实证研究 [J]. *金融研究*, (1): 66–82.
- Zhu J G, Hu S Y, Lu Z F, (2016). The Causes and Economic Consequences of Commercial Banks' Engagement in Shadow Banking: From The Perspective of Outflow of Capital in Shadow Banking[J]. *Journal of Financial Research*, (1): 66–82.
- 朱小能, 李雄一, (2024). 金融科技发展与银行提质增效研究 [J]. *金融论坛*, 29(1): 25–34.
- Zhu X N, Li X Y, (2024). Research on the Development of Financial Technology and Improvement of Bank Quality and Efficiency[J]. *Finance Forum*, 29(1): 25–34.
- Acharya V V, Pedersen L H, Philippon T, Richardson M, (2017). Measuring Systemic Risk[J]. *The Review of Financial Studies*, 30(1): 2–47.
- Buchak G, Hu J, Wei S J, (2021). FinTech as a Financial Liberator[R]. National Bureau of Economic Research.
- De Lisa R, Zedda S, Vallascas F, Campolongo F, Marcbesi M, (2011). Modelling Deposit Insurance Scheme Losses in a Basel 2 Framework[J]. *Journal of Financial Services Research*, 40: 123–141.
- Duarte F, Eisenbach T M, (2021). Fire-sale Spillovers and Systemic Risk[J]. *The Journal of Finance*, 76(3): 1251–1294.
- Elliott M, Golub B, Jackson M O, (2014). Financial Networks and Contagion[J]. *American Economic Review*, 104(10): 3115–3153.
- Feyen E, Frost J, Gambacorta L, Natarajan H, Saal M, (2021). Fintech and the Digital Transformation of Financial Services: Implications for Market Structure and Public Policy[J]. *BIS Papers*, 117.
- Greenwood R M, Landier A, Thesmar D, (2015). Vulnerable Banks[J]. *Journal of Financial Economics*, 115(3): 471–485.
- Jackson M O, Pernoud A, (2019). What Makes Financial Networks Special? Distorted Investment Incentives, Regulation, and Systemic Risk Measurement[J]. *Social Science Electronic Publishing*. <https://papers.ssrn.com/abstract=3311839>.
- Tobias A, Brunnermeier M K, (2016). CoVaR[J]. *The American Economic Review*, 106(7): 1705.
- Zedda S, Cannas G, (2020). Analysis of Banks' Systemic Risk Contribution and Contagion Determinants Through the Leave-one-out Approach[J]. *Journal of Banking & Finance*, 112: 105160.