

金融科技的风险管理赋能： 基于中国银行业的经验研究

高昊宇 方锦程 李 梦

【摘 要】金融科技是赋能银行创新改革的关键。本文利用文本挖掘技术收集城市金融科技专利数据,创新构建城市金融科技发展水平指标,并基于2013—2018年中国148家商业银行的微观面板数据,定量考察城市金融科技发展对银行风险的影响。研究发现:城市金融科技发展赋能银行显著降低风险水平,且这一赋能效应对中小银行的影响更为显著。为控制内生性问题,本文选取“金融科技”主题类关键词获得城市层面的百度新闻数作为工具变量,实证结果依旧显著。主要发现在替换代理变量定义方法,控制空间溢出效应等一系列稳健性检验后依然成立。机制分析表明:金融科技赋能通过减缓信息不对称,促进业务边际拓展和增强风险应对能力等渠道实现银行风险降低的作用;同时,市场监管能力的提高和城市居民征信意识的增强均可以进一步提升金融科技的风险管理赋能效应。在商业银行布局金融科技进程加快的背景下,全面识别金融科技赋能银行风险管理的经济后果及其内在影响机制,对防范化解金融风险,促进金融业持续高质量发展具有重要启示。

【关 键 词】金融科技;银行风险;信息不对称;业务边际拓展;风险应对能力

【作者简介】高昊宇(1992-),男,汉,山东人,中国人民大学财政金融学院,副教授,博士,博士生导师,研究方向:银行与金融市场中介、金融风险管理、债务与信用市场、公司金融与中国资本市场,E-mail:gaohaoyu@ruc.edu.cn(北京 100872);方锦程(2000-),男,汉,黑龙江人,中国科学院大学经济与管理学院,中国科学院大学数字经济监测预测预警与政策仿真教育部哲学社会科学实验室(培育),硕士研究生,研究方向:数字经济,E-mail:fangjincheng2021@163.com(北京 100190);李梦(通讯作者)(1990-),女,汉,新疆人,北京交通大学经济管理学院,副教授,博士,硕士生导师,E-mail:limeng@bjtu.edu.cn(北京 100044)。

【原文出处】《系统工程理论与实践》(京),2022.12.3201~3215

【基金项目】国家自然科学基金(71901017,72273146);北京市社会科学基金一般项目(19JDYJB018);教育部人文社会科学研究青年基金(19YJC630081)。

1 引言

党的十九大把防范化解重大风险作为三大攻坚战之一,金融风险防范化解工作事关经济金融大局稳定,事关经济高质量发展和国家安全战略全局。现代银行业作为金融体系的主导,在国民经济活动中起到了促进资本配置的重要作用,但银行经营活

动风险较大且存在较强的风险扩散性^[1,2]。金融科技(FinTech)泛指技术驱动的金融创新^①,是商业银行减少信息不对称,重塑业务流程,增强风险管理能力并最终提高经营效益的重要手段^[3]。近年来,各大银行通过开设金融科技子公司对内加大科技投入,与互联网科技公司战略合作对接金融科技创新,

“内外兼修”金融科技能力^②。以人工智能、大数据、物联网和云计算为代表的新兴技术正逐步切入传统金融机构的腹地,成为变革传统银行体系的重要力量^[4]。在银行与金融科技不断融合的趋势下,金融科技将怎样赋能银行,从何种经济渠道对其风险管理产生影响?这一问题有待严谨的学术研究回答。

中国人民银行在《金融科技(FinTech)发展规划(2019—2021)》中明确指出,金融科技是防范化解金融风险的新利器。现阶段,金融科技已成为银行数字化转型的重要抓手,会显著改变银行所面临的风险敞口,是重要的金融风险管理工具^[5]。金融科技的应用拓宽了银行信贷审核的“数据面”^[6-8],使信息资产具备成为抵押品替代物的可能^[8,9]。在识别财务舞弊、降低风险评估成本、提升交易安全性上具有重要作用^[10-14]。以工商银行的金融科技产品“融安e信”为例,该科技赋能平台聚合社会依法公开的司法文书、失信被执行人、工商行政处罚等各类风险信息,依托用户画像技术实现智能风险反欺诈^③。

金融科技赋能银行风险管理的应用层出不穷^④,但遗憾的是,限于金融科技度量指标的缺失,现有学术文献集中在宏观层面上对金融科技的发展特征进行刻画^[7,15,16]。近些年少部分文献尝试研究金融科技对银行风险的影响,如邱晗等^[4]、郭品和沈悦^[17]、金洪飞等^[18],但结论并不一致。究其原因,首先是现有文献中对互联网金融及金融科技的区分并不明晰,金融科技对银行风险增加的作用实质上是非银行机构利用金融科技与银行开展业务竞争产生的市场挤出效应。如现有研究金融科技文献采用较多的北京大学数字普惠金融指数实际上是第三方互联网金融发展的代表性指标,重点度量了非银行机构互联网金融发展对传统银行业产生的替代效应,并不能刻画银行利用金融科技主动进行风险管理的行为。其次郭品和沈悦^[17]、李春涛等^[19]采用媒体关注指数等作为金融科技发展水平的代理变量,但该类变量在获取细分指标与去除度量噪音上存在一定程度的困难^⑤,准确捕捉城市金融科技的真实发展水平存在现实的挑战。

金融科技指标的构建是考察金融科技发展对银行风险影响的关键。寇宗来和刘学悦^[20]利用专利产出数量度量企业或城市的创新能力,这为本文金融科技发展水平指标的构建提供了一定启示。鉴于金融科技是创新活动的一种,本文借助中国知网专利数据库的高级检索工具,根据查询所得金融科技相关专利的结果数量来度量城市层面的金融科技发展水平。其核心逻辑在于,中国知网属于中国知识基础设施工程之一,其专利数据库直接对接国家专利局,在时效性和真实性上均有可靠的保证。除此以外,中国知网的搜索引擎采用了“自然语言处理结合深度神经网络”技术,充分保障了检索结果的准确性。本文进一步通过手动收集专利申请人的注册地址与各城市相匹配,进而捕捉各城市金融科技的发展水平差异。基于构建的城市金融科技发展水平指标,本文利用2013—2018年中国148家商业银行的微观面板数据,定量考察城市金融科技发展对银行风险的影响,并进一步讨论内部经济机制分析。

本文发现,金融科技赋能银行会显著降低其风险水平。该实证发现一定程度上会受到诸如反向因果和遗漏变量等内生性问题的困扰,回归分析中始终加入银行和年份固定效应控制银行层面随时间不变的不可观测因素和不同年份宏观经济波动的影响。而且,本文还参考李春涛等^[19]对金融科技媒体关注指数的度量方式,构建了金融科技相关的百度新闻数量作为工具变量解决潜在的内生性问题,在满足工具变量相关性和外生性约束的基础上,主要结论依然不变。在一系列稳健性检验之后主要研究结论仍然不变。机制分析表明减缓信息不对称,促进业务边际拓展,增强风险应对能力是金融科技赋能银行,降低风险的作用渠道。具体地,首先金融科技能够减缓银行经营活动中面临的信息不对称问题,降低信贷业务风险与经营扩张风险。其次金融科技能够促进银行零售业务的发展,这对银行资产端的风险分散有积极影响。最后金融科技的发展赋能银行提高其风险应对能力,从而有效应对宏观经济政策不确定性和城市经营环境不确定性的冲击。

本文的边际贡献有以下几点:第一,在现有文献的基础上,本文继续创新城市金融科技发展指标,利用文本分析技术从更微观的专利层面精确地度量城市金融科技发展能力。一定程度上补充和贡献了以往文献中利用媒体对金融科技的关注指数作为金融科技的代理变量^[19,21],以及采用互联网金融指标对金融科技水平进行度量的缺陷^[4,22,23]。本文借助细分领域的专利数量构建金融科技指标有助于精确识别不同银行所属城市金融科技发展水平的差异,而且扎根于金融科技的本质是一种创新的逻辑,使度量结果更为贴近金融科技的本质含义,为金融科技相关研究提供了重要的数据支撑。第二,无论是金融理论还是业务实践对金融科技赋能商业银行数字化经营和管理均有广泛讨论,但围绕金融科技影响银行风险管理水平的学术研究还处在起步阶段。本文利用城市金融科技专利创新数据验证了金融科技降低银行风险的有效性,支持了商业银行“内外兼修”科技能力的重要经济作用。第三,本文从微观层面精确地分析金融科技提升银行风险管理水平的潜在机制。提出并证明金融科技发展可以从减缓信息不对称,促进业务边际拓展,增强风险应对能力三个传导渠道对银行风险管理能力赋能。结论探明了银行风险水平不同的细分原因,为银行进行金融科技应用,赋能风险管理提供了思路上的启发,对银行业利用金融科技良性发展具有重要意义。

第2部分将进行文献综述;第3部分介绍本文使用的数据与模型;第4部分、第5部分和第6部分报告实证结果;第7部分给出研究结论。

2 文献综述与研究假设

关于金融科技发展对商业银行的影响,现有研究主要包含金融科技的竞争效应和赋能效应两类不同的视角。第一类研究侧重金融科技的竞争效应,但并未清晰区分互联网金融与金融科技的本质区别。由于互联网金融并未实质上变革金融业务本身,只是拓展了金融产品的销售渠道,因此其主要表现为对传统金融的竞争效应。具体表现为科技巨头利用自身互联网渠道引流的优势,在线上拓展金融

业务及销售渠道,挤压传统银行线下存贷业务的市场份额与存贷利差。例如,邱晗等^[4]借助北京大学数字普惠金融指数探究了互联网金融对传统银行业务的冲击,发现互联网金融的发展使得银行更加依赖于成本较高的批发性融资。顾海峰和杨立翔^[22]借助媒体关注指数构建互联网金融指标,表明互联网金融加剧了银行经营风险,表现为边际递增的门槛效应。战明华等^[23]选择第三方支付数据作为代理变量,证实互联网金融使得银行负债结构更加依赖于风险较高的理财产品。这类研究的主要结论为互联网金融的发展扩大了银行所面临的风险敞口,但从外部互联网金融视角的切入无法探寻商业银行自身对金融科技的探索。

与互联网金融不同,金融科技是以技术驱动的金融创新,能够创造新的商业模式,业务流程并提高传统金融效率。许多学者认为金融科技发展对商业银行更多的是赋能作用,能够提升商业银行对金融风险的甄别,防范和化解能力从而降低其风险水平^[3,13,24,25]。第二类金融科技的赋能效应研究主要从金融科技增强银行数据搜集及处理能力,优化信贷业务的视角出发。例如,盛天翔和范从来^[21]搜集百度指数代理城市金融科技变量,考察金融科技发展对银行增加小微企业的信贷投放的影响机制。李春涛等^[19]整理百度新闻媒体数据,证明了城市金融科技发展通过促进银行信贷发放,产生对企业创新的激励作用。这类研究仅从侧面考察了金融科技对银行业务的优化作用,其主要结论为金融科技能够促进信贷投放,但鲜有针对银行风险的实证研究。

首先,金融科技能够助力商业银行缓解信息不对称问题。第一,金融科技能够将传统的用户行为等“软信息”转化为“硬信息”^[26],利用先进技术分析多模态异构数据^[27,28],增强银行授信,贷前审查与贷后监督能力,缓解最关键的银行与客户信息不对称问题^[24,29]。第二,金融科技可以提高商业银行线上运营能力,减少对传统分支机构进行实地监管调查获取“软信息”的依赖^[26,30],也可以丰富银行对分支机构的沟通和监察手段,加强总行与支行间的信息

交流与沟通^[9],降低银行与分支机构的信息不对称问题,减小委托代理成本,进而降低银行风险水平。

其次,金融科技可以优化银行业务,通过分析企业经营或个人行为数据完善长尾客户的信用评分机制,减少银行信用贷款投放中面临的逆向选择与道德风险问题^[3]进而改善银行风险水平。金融科技有利于银行机构加大对长尾客户的信贷投放^[31],发展“信用白户”市场,减少对传统大型贷款客户的依赖。这促进了银行零售业务的发展,业务边界的拓展将会在一定程度上分散银行风险。

最后,金融科技可以助力银行经营范围突破时空限制,在重大经济冲击中也发挥了“稳定器”的作用,非接触银行抵消了经济不确定性对传统线下业务的负向冲击,提升商业银行应对经济不确定性的能力^[32]。人工智能技术带来的预测能力能够有效地改善金融科技银行的经营模式,提升对危机的前瞻性和预见性^[7,33],在应对外部风险时能够更有弹性的调整信贷供给^[32]。金融科技的灾难备份与恢复能力基础有助于提升银行业务连续性,增强银行风险应对能力。

根据上文分析,金融科技赋能商业银行,通过减缓信息不对称,促进业务边际拓展,增强风险应对能力从而减少其面临的风险敞口。基于此,本文提出如下四个假设,并在下文对此进行验证:

H1:金融科技发展能够降低银行风险水平。

H2:金融科技发展能够减缓银行信息不对称,降低其风险水平。

H3:金融科技发展能够促进银行业务边际拓展,降低其风险水平。

H4:金融科技发展能够增强银行风险应对能力,降低其风险水平。

3 研究设计

3.1 样本与数据

本文所使用的银行层面数据来源于国泰安(CSMAR)数据库和WIND数据库,银行所属城市特征数据来自《中国城市统计年鉴》,宏观经济数据来自国家统计局和中国人民银行所公开的数据,城市层面

金融科技发展程度来自中国知网高级检索相关关键词的专利结果数量。由于在银行信息科技部,信息科技管理委员会等多为总行内设机构,我们有理由认为总部所在地的金融科技发展水平对跨城市银行具有最主要的赋能效应,因此对跨地区银行所属城市的界定取其总部所在城市。为使样本数据更具代表性,本文对数据进行如下处理:1)剔除国家开发银行、中国进出口银行、中国农业发展银行三大政策性银行;2)剔除农商行,外资银行等数据严重缺失的样本;3)考虑到2013年1月1日起施行的《商业银行资本管理办法(试行)》对商业银行资本充足率计算方式的更改,以及余额宝成立(2013年)作为金融科技元年,本文选取2013年之后的样本;4)剔除主要变量存在数据缺失的样本;5)对连续型变量进行上下1%的缩尾处理(Winsorize),以便消除极端值对回归结果的影响。经过如上处理,本文最终得到2013—2018年共计148家商业银行的年度数据,包括6家国有大型银行,12家股份制商业银行,以及130家城市商业银行。

3.2 金融科技发展水平的识别

现有银行开展金融科技业务的主要模式可以分为对内加大科技投入与对外科技战略合作两种方式。第一种模式是银行通过加大科技投入,成立控股子公司等方式进行金融科技创新,但这种模式投资较大且周期长,众多银行难以及时转型负担这笔较大的开支。第二种模式是银行采取“借船出海”的科技战略合作模式,如国有五大行与百度、京东、腾讯、阿里、苏宁等互联网金融巨头进行合作。这种模式使得银行聚焦金融科技业务的开展,与科技企业的优势互补,不仅能更好地促进金融科技与业务场景的融合,而且业务开展成本更低速度更快。因此,第二种模式也成了银行机构开展金融科技业务的主要模式。根据中国支付清算业协会2020年《商业银行及非银行支付机构金融科技业务发展情况调查报告》,约91.49%^①的银行机构采取与外部机构合作的“借船出海”策略,发展自身的金融科技业务。

清晰的测度金融科技发展水平是本文研究的重

点和难点。表 1 报告了现有测度城市金融科技发展水平的度量。主要包括互联网金融,媒体对金融科技的关注指数以及银行开展金融科技业务的不同模式等三种度量方式。第一,互联网金融指标侧重科技巨头自身利用互联网渠道拓展信贷产品销售渠道,挤压传统银行的线下业务与存贷利差的角度,体现的更多是科技巨头的跨界经营对传统银行产生的竞争效应,缺乏金融科技对银行赋能作用的探索。第二,媒体关注指数则因曝光形式与资讯平台披露方式的限制,不能将新闻落实到个体层面,仅能从全量统计上识别新闻总量,难以排除其中存在的识别噪音。第三,成立子公司,对外合作以及自身研发等度量方式维度单一,没有全面覆盖银行开展金融科技业务的多种模式,在刻画金融科技对银行产生影响的渠道机制上存在困难。

为涵盖银行开展金融科技的不同模式以及外界技术对银行的赋能作用,本文选取城市金融科技相关专利产出数量作为城市金融科技发展水平的代理变量,专利产出数量越多,城市金融科技发展水平越高。选取城市金融科技专利产出数量的原因有三:

第一,金融科技的创新产出形式多样,应用模式繁多。诸如新产品新方法的创新,或老产品老方法的改进等。前者多为小额贷款、消费金融、零售银行等依托大数据、区块链新技术激发的全新业态,后者多为移动支付、微营销等传统业务的数字化拓展。

但这些业务指标均存在难以量化且覆盖范围不全面等问题。而金融科技专利数量是衡量城市金融科技创新能力的重要指标。由于国内的专利引证指标,专利族规模等数据存在系统性的缺失,且金融科技相关专利在专利分类号中尚不存在明确的划分。因此本文采用关键词频统计的文本识别方式,借助知网搜索引擎识别金融科技专利申请数量的数据。

第二,金融科技专利产出并非完全由银行所贡献,许多技术导向型企业也会参与金融科技专利的研发。以北京为例,年均银行申请的金融科技专利约占全部金融科技专利的 8.96%,说明非银行企业实际上主导了金融科技的研发。一方面银行可以通过开放合作,利用现有专利技术对自身进行赋能,从而降低银行风险。另一方面其他企业的金融科技专利产出也会对银行的金融科技发展具有技术溢出效应,促使银行加大研发投入,发展自身的金融科技。以国有五大行为例,工商银行、建设银行、中国银行、农业银行、交通银行在 2018 年年报中提及金融科技的数量分别是 15 次、64 次、7 次、21 次和 21 次。说明银行对金融科技的研发前所未有的重视,积极采取数字化转型措施,主动拥抱金融科技。

第三,从现有银行开展金融科技的实践来看,主要采取的方式为与外部机构合作,占比达 91.49%^⑥。一方面,银行的大部分研发能力掌握在总部手中,银行总部与同城市企业长久以来建立的互信机制促进

表 1 金融科技相关度量指标

指标类别	构建方式	来源	层级
互联网金融	北京大学数字普惠金融指数	北京大学数字金融研究中心	城市
	第三方支付交易规模	战明华等 ^[23]	城市
媒体关注	和讯银行金融科技新闻	王靖一和黄益平 ^[34]	城市,银行
	百度新闻(金融科技关键词)	李春涛等 ^[19]	城市,银行
	百度指数(金融科技关键词)	盛天翔和范从来 ^[21]	城市
成立子公司	银行官网是否成立子公司公告	Zhang 等 ^[35]	银行
对外合作	银行金融科技合作公告数量	徐晓萍等 ^[36]	银行
	城市金融科技公司数量	宋敏等 ^[37]	城市
自身研发	银行年报提及“金融科技”次数	唐亦然 ^[38]	银行

银企在新技术上合作,即使银行机构并没有足够的资金与时间进行金融科技研发,外部机构所发展的金融科技仍会存在一定的技术溢出效应。另一方面,由于中国金融市场发展仍处于初步阶段,企业融资渠道较为单一,银行信贷是企业与个人外部融资的最主要来源。以企业融资为例,长期以来银行贷款占其融资总额的60%以上^⑦。也正因此,金融科技的专利应用集中于银行业务场景^⑧。以北京市为例,79.32%的金融科技专利中包含“银行”这一关键词。这一数据说明,虽然城市金融科技的发展并非完全由银行所推动,但银行仍是金融科技赋能的关键主体。

基于上述分析,本文进行如下三个步骤提取金融科技发展水平指数。首先,利用《金融科技(Fin-Tech)发展规划(2019—2021年)》和《中国金融科技运行报告(2018)》等金融科技相关重要文件和媒体报道,在金融科技技术名称的段落中,借助TF-IDF算法排序关键词权重,人工提取与金融科技相关共计35个关键词。其次,将这些关键词与申请人注册地址相匹配,并在中国知网专利数据库中分年度进行搜索,得到分城市的金融科技专利产出数量^⑨。并手工整理所有数据。在随机抽样检查其摘要,权利要求书等项之后,发现搜索得到的专利结果绝大多数属于金融创新且能够应用于金融领域,主要由当地涉足金融的互联网企业(如百度)和传统金融机构(如工商银行)所申请,对城市金融科技的发展具有良好的代表性。最后,将每个城市层面的金融科技专利产出数量进行加总求和并除以城市生产总值(GDP),得到分年度的每GDP新增金融科技专利产出数量。

3.3 计量模型构建

参考郭品和沈悦^[17]、顾海峰和杨立翔^[22]的做法,本文构建如下计量模型来分析城市金融科技发展对银行风险的影响。

$$RISK_{it} = \alpha + \beta PATENT_{mt} + \gamma CONTROLS + \delta_i + \theta_t + \epsilon_{it}, \quad (1)$$

式中,被解释变量 $RISK_{it}$ 表示银行 i 在第 t 年的风险水平;解释变量 $PATENT_{mt}$ 表示银行 i 所在城市 m 第 t 年的金融科技发展水平;CONTROLS 表示银行个体特征和所在城市特征的控制变量; δ_i 表示银行个体固定效应,由于城市固定效应会被银行固定效应所吸收,因此本文事实上也控制了城市固定效应; θ_t 表示年份固定效应; ϵ_{it} 表示随机误差项。本文所关注的核心系数为 β ,其度量了城市金融科技发展对银行风险的影响,预期该系数显著为负。

3.4 核心变量定义

1)被解释变量:银行风险(RISK)。有关银行风险的度量,现有研究中一般利用风险加权资产占总资产的比例、不良贷款比例、Z-score 等指标作为衡量银行风险水平的变量。但后两者均度量银行被动贷后风险,并非银行主动的风险管理行为。因此本文主要参考金鹏辉等^[39]、邱晗等^[4]的做法,采用风险加权资产占总资产的比例(RISK)作为银行风险的代理变量,以银行风险加权资产比度量银行的主动风险承担行为,更为贴近本文研究金融科技赋能风险管理的目的。银行风险加权资产主要是依据《商业银行资本充足率管理办法》对各类表内资产赋予不同的风险权重求和所得。风险加权资产占比越高,说明银行风险水平越大。

2)解释变量:城市金融科技发展水平(PATENT)。选取上文构建的每GDP新增金融科技专利数量。由于金融科技发展水平指标具有显著的右偏性,本文将其进行对数变换,作为衡量银行所在地该年度的金融科技发展水平(PATENT)指标。

3)机制变量:信贷业务规模(CREDITLOAN),经营扩张规模(BRANCH)度量银行面临的信息不对称水平。零售业务规模(CREDITLOAN),中间业务规模(IBN)度量银行的业务边际拓展水平。经济政策不确定性(EPU),营商环境不确定性(ROASD)度量银行面临的外部风险水平。

4)控制变量:在商业银行风险水平的影响因素中,除了金融科技发展水平以外,还包括商业银行个体特征、城市经济发展状况两大类控制变量。参考

马理和李书灏^[40]、顾海峰和杨立翔^[22]的做法。考虑取对数后银行总资产(SIZE)、取对数后银行年龄(AGE)、资产回报率(ROA)、成本收入比(CRR)、贷款增长率(LGR)、存款增长率(DGR)、贷款拨备率(LPV)作为商业银行个体层面控制变量。考虑到本文核心解释变量为城市金融科技发展水平,因此本文引入城市国民生产总值增速(GDPR)、广义货币供应量增速(M2R)、城市贷存比(LDR)作为城市经济发展状况控制变量。另外,本文也控制了北京大学数字普惠金融指数(PKUFIN)以排除城市互联网金融发展水平的影响。本文的主要变量定义汇总于表2。

3.5 描述性统计

表3报告了主要变量的基本统计特征。从各变量的中位数与均值差异来看,总体上本文的变量

分布较为合理,不存在严重的偏态特征。其中PATENT在缩尾处理后的最大值,平均值和标准差也远大于中位数,可能的原因在于中国金融科技的发展极不平均,主要依靠少数城市的企业带动。表4报告了中国银行金融科技占比前10城市的金融科技发展水平。其中银行占比最高的长春市也仅有10.68%,对于年均新申请金融科技专利数量最多的北京,银行申请的金融科技专利也仅占全部金融科技专利的8.96%,说明非银行企业实际上主导了金融科技的研发。表5报告了金融科技专利中包含“银行”关键词专利的分年度统计,新增银行科技专利占比在30%左右波动,说明银行是金融科技的赋能主体。基本统计数据与本文的预期一致。

表2 主要变量的基本定义		
变量	符号	定义方式
银行风险	RISK	银行加权风险资产总额与总资产的比值
金融科技发展水平	PATENT	城市每GDP新增金融科技专利数量的自然对数
信贷业务规模	CREDITLOAN	银行当年信用贷款余额与贷款余额的比值
经营扩张规模	BRANCH	银行当年拥有分支机构总数的自然对数
零售业务规模	RETAILLOAN	银行当年个人贷款余额与贷款余额的比值
中间业务规模	IBN	银行当年手续费与佣金收入与营业收入的比值
经济政策不确定性	EPU	Baker等 ^[41] 经济政策不确定性指数
营商环境不确定性	ROASD	银行同城市企业三年滚动ROA标准差的平均值
银行规模	SIZE	银行总资产的自然对数
银行年龄	AGE	当前年份与银行注册时间之差的自然对数
资产回报率	ROA	银行当年资产回报率
成本收入比	CRR	银行营业费用加折旧与营业收入之比
贷款增长率	LGR	相对去年同期银行贷款总额增长率
存款增长率	DGR	相对去年同期银行存款总额增长率
贷款拨备率	LPV	银行当年贷款拨备率
国民生产总值增速	GDPR	相对去年同期城市国民生产总值增长率
广义货币供应量增速	M2R	相对去年同期广义货币供应量增长率
城市贷存比	LDR	各城市当年贷款余额与存款余额之比
互联网金融发展水平	PKUFIN	北京大学数字普惠金融指数

表 3 主要变量的描述性统计

变量名称	样本量	平均值	标准差	最小值	p25	中位数	p75	最大值
RISK	751	66.18	9.69	39.72	60.22	66.12	72.07	90.87
PATENT	833	12.38	27.53	0.00	0.37	1.90	8.31	111.46
CREDIT- LOAN	726	1.08	0.96	0.01	0.34	0.81	1.51	4.06
RETAILLOAN	740	2.14	1.26	0.04	1.19	1.97	2.99	5.43
BRANCH	835	4.88	1.42	2.20	4.06	4.62	5.31	10.12
IBN	830	9.69	8.16	0.44	3.28	7.41	14.19	35.88
EPU	835	2.67	1.34	1.14	1.24	1.81	3.65	4.60
ROASD	812	4.22	5.47	0.31	1.85	2.66	3.98	35.95
SIZE	835	16.72	1.61	14.03	15.67	16.39	17.33	21.42
AGE	834	2.81	0.43	1.10	2.71	2.89	3.04	3.47
ROA	835	0.88	0.36	0.05	0.66	0.86	1.06	1.88
CRR	830	33.92	7.84	18.46	28.76	32.97	38.49	59.73
LGR	835	9.84	0.46	8.83	9.51	9.78	10.10	10.88
DGR	835	9.48	0.48	8.50	9.09	9.56	9.88	10.52
LPV	797	3.20	0.88	1.49	2.60	3.00	3.68	6.54
GDPR	835	7.35	5.82	-22.19	6.00	8.32	10.30	19.75
M2R	835	11.10	2.02	8.08	9.04	11.33	13.34	13.59
LDR	824	63.06	12.78	29.10	54.11	64.19	71.35	95.94
PKUFIN	835	1.99	0.44	1.16	1.67	1.99	2.32	2.85

表 4 主要城市年度新增金融科技专利

城市	新增值	银行新增值	银行占比
长春	103	11	10.68%
烟台	30	3	10.00%
北京	18268	1637	8.96%
贵阳	59	4	6.78%
台州	18	1	5.56%
唐山	29	1	3.45%
成都	944	32	3.39
南昌	102	2	1.96%
深圳	9355	124	1.33%
济南	439	5	1.14%

表 5 银行金融科技专利年度新增值

城市	新增值	银行新增值	银行占比
2013	3455	849	24.57%
2014	4405	1456	33.05%
2015	5722	1997	34.90%
2016	7008	2403	34.29%
2017	9297	2878	30.96%
2018	12914	3768	29.18%

4 实证分析

4.1 基准回归结果

表6汇报了城市金融科技发展对银行风险的模型(1)回归结果。列(1)未加入控制变量和固定效应，

表 6 城市金融科技发展对银行风险的影响

因变量 = RISK	(1)	(2)	(3)	(4)
PATENT	-0.0242* (0.0125)	-0.0658*** (0.0220)	-0.0908*** (0.0301)	
L_PATENT				-0.0864*** (0.0301)
SIZE			-4.989 (3.899)	-4.479 (3.768)
AGE			-5.962 (5.884)	-5.622 (5.775)
ROA			3.583** (1.528)	3.816** (1.555)
CRR			-0.102 (0.0926)	-0.107 (0.0902)
LGR			-3.208 (4.807)	-4.400 (4.611)
DGR			2.878 (5.246)	3.196 (5.179)
LPV			1.334** (0.558)	1.190** (0.594)
GDPR			-0.0143 (0.0515)	0.00742 (0.0519)
M2R			-3.245** (1.549)	-3.564** (1.554)
LDR			0.266*** (0.0555)	0.266*** (0.0573)
PKUFIN			-8.312 (7.899)	-10.18 (7.766)
BANKFE		Control	Control	Control
YEARFE		Control	Control	Control
N	751	751	735	732
Adj. R ²	0.005	0.722	0.792	0.792

注：括号内的数值为城市层面的聚类标准误，***，**，* 分别表示 1%，5%，10%（双尾）的统计显著性水平。以下各表同。

列(2)未加入固定效应,列(1)(2)(3)回归结果显示 PATENT 的系数均显著为负。这表明金融科技越发达的城市,银行的风险水平越低,符合经济直觉和理论预期。金融科技赋能银行数字化转型,降低银行风险水平。在基础设施层,云计算技术赋能银行 IT 架构从分散式变迁至集中式,降低数据存储与计算机算力成本。在业务中台层,大数据技术赋能银行在单笔贷款层面进行精细化数据管理,降低数据处理成本,提高业务流转效率。在业务应用层,银行利用人工智能技术的预测能力,采用大数据风控,智能风控,实时风控等手段有效地减少对人工经验判断贷款风险的依赖,利用更具客观性的风险特征画像,精准地预测并应对未来风险。列(4)中 L_PATENT 为金融科技发展水平的滞后一期,在 1% 水平上显著为负,说明金融科技发展对银行风险管理能力的赋能作用具有时间延续性。从列(3)的经济显著性来看,PATENT 每增加一个标准差,RISK 平均降低 3.77%^⑩。上述结论证实了本文的假设 H1。

4.2 减缓信息不对称

信息不对称是影响金融机构经营稳定最主要难题之一,传统征信体系难以覆盖市场中银行的全部贷款客户^[31],这无疑是加剧银行风险的主要“痛点”之一。由于面临这一问题,长期以来银行对贷款的发放极为谨慎,申请流程较为复杂^[42]。传统征信方式侧重对财务报表和银行存款等“硬信息”进行信用评估,但这对于缺乏相关信息披露的小微企业以及个人是不全面的。因此传统银行主要依托分支机构的实地调研获取客户信用信息,但分支机构扩张所导致的经营层级增多也带来了委托代理问题。而金融科技可以采用大数据分析技术获取客户的更多“软信息”并将其转化为“硬信息”^[26],经营活动以及消费行为所产生的“软信息”能够丰富银行在征信中采纳的数据维度,使银行进行更为精准的信用评估,提升银行的征信能力^[9],降低对银行分支机构实地调研征信的依赖,减少银行风险。

本文采用银行当年信用贷款余额占贷款余额的

比值(CREDITLOAN)度量银行信贷业务规模,以及当年银行分支机构数量的自然对数(BRANCH)来度量经营扩张规模。理由在于信贷业务缺乏抵质押品,信息不对称的问题使其风险不确定性相对较高。而银行的分支机构扩张意味着商业银行自身管理半径的扩大,层级增多,总行与分行间信息不对称和委托代理问题凸显,从而导致银行风险水平上升^[43,44]。

表7汇报了金融科技降低信息不对称作用的机制检验,其中列(1)(2)分别为金融科技对信贷风险,扩张风险的降低作用检验。列(1)(2)中CREDITLOAN、BRANCH的交互项系数显著为负,表明金融科技发展水平越高的城市,银行所面临的信贷风险与扩张风险越低。金融科技增进了银行的数据获取,存储和处理能力,增强对贷款客户的征信能力以及对分支机构的监督能力,减小银行与信贷客户及分支机构的信息不对称,降低风险水平。

因变量=RISK	(1)	(2)
PATENT	-0.0539 (0.0374)	-0.0498 (0.0379)
PATENT×CREDITLOAN	-0.0262* (0.0149)	
PATENT×BRANCH		-0.0288** (0.0113)
CREDITLOAN	0.266 (0.683)	
BRANCH		4.827** (2.329)
BANKFE	Control	Control
YEARFE	Control	Control
控制变量	Control	Control
N	686	735
Adj. R ²	0.797	0.798

综上分析,金融科技可以通过减缓信息不对称问题从而降低银行风险承担水平。具体表现为减少

银行所面临的信贷风险和扩张风险,假设H2成立。

4.3 促进业务边际拓展

作为一种重要的银行经营战略,业务边际拓展所带来的风险分散化能够显著的降低银行风险,但风险分散战略对资产相关性具有严格的要求。相关性较低的业务边际拓展有助于银行进行风险分散^[40,45]。而相关性较大且波动性较高的业务反而会增加银行风险^[46]。就本文而言,金融科技助力银行向长尾市场渗透,促进零售业务的发展。其交易呈现交易零星分散,单笔金额较小,业务关联度低,流动性较强等特点^[31],在借助金融科技解决征信难的问题,使信息成为抵质押品之后能够有效发挥风险分散作用^[47]。因此,金融科技所推动的零售业务的发展有助于增强银行业务分散化进而降低其风险水平。但在其他非利息收入如中间业务等方面,银行可能较少采取金融科技手段。其原因在于:一方面,中间业务涵盖广泛,且复杂性与不确定性较高,短期内难以形成标准化的科技业务流程,属于金融科技应用领域的深水区,短期内无法实现突破^[48]。另一方面,银行的中间业务收入与利息收入相关度较高且波动性较大,在非存贷业务敞口过大时反而会增加银行风险^[46],盲目推进金融科技在中间业务的应用可能不利于银行的风险分散。

为了考察金融科技发展对银行业务边际拓展的作用,本文采用银行当年个人贷款余额占贷款余额的比例(RETAILLOAN)度量银行零售业务规模,银行当年手续费及佣金收入占营业收入的比值(IBN)度量银行中间业务规模进行实证检验。

表8汇报了业务边际拓展对降低银行风险的中介效应。列(1)中PATENT的系数显著为正,表明金融科技发展会显著增加银行的零售业务边际拓展,促进业务分散化。列(2)在加入RETAILLOAN后PATENT的系数仍然显著,但绝对值有所降低,支持了金融科技促进零售业务发展进行风险分散的间接中介效应。列(3)中PATENT的系数在10%水平上并不显著,表明金融科技尚未突破银行中间业务的应用深水区,尚不能拓展中间业务规模。

表 8 金融科技促进业务边际拓展的机制检验

	(1)	(2)	(3)
因变量	RETAILLOAN	RISK	IBN
PATENT	0.00521* (0.00288)	-0.0856*** (0.0286)	0.0123 (0.0203)
RETAILLOAN		-0.602 (0.935)	
BANKFE	Control	Control	Control
YEARFE	Control	Control	Control
控制变量	Control	Control	Control
N	736	696	790
Adj. R ²	0.903	0.794	0.895

综上所述,金融科技可以通过促进银行业务边际拓展从而降低银行风险,具体表现为促进银行零售业务边际拓展,假设 H3 成立。

4.4 增强风险应对能力

金融科技不仅能够赋能商业银行提升其风险管理能力,还能够全面提升商业银行的核心竞争力和风险应对能力,有效应对外来冲击。金融科技发展也能够有效减轻银行在经营决策中对人的主观经验判断的依赖,促进银行的无人化、智能化。特别是在外部环境不确定性较高的时期,智能化银行对危机的预见性使其决策更具有弹性,有助于银行渡过难关。

本文纳入宏观经济政策不确定性(EPU)和营商环境不确定性(ROASD)度量银行面临的外部冲击^[41],从而衡量金融科技对银行风险应对能力的提升作用。其中,宏观经济政策不确定性以年度化的EPU指数度量,营商环境不确定性以城市企业平均滚动三年资产回报率的标准差度量,分别与城市金融科技发展程度交互,用以验证城市金融科技发展对银行风险应对能力的提升作用。

表 9 中汇报了金融科技增强银行风险应对能力的检验。列(1)(2)中EPU、ROASD的交互项系数显著为负,表明在金融科技发展水平越高的城市,经济政策不确定性和城市营商环境不确定性对银行风险

的提升作用越低。城市金融科技发展能够赋能商业银行优化经营结构,重塑业务流程,表现为银行应对外部风险能力的提升。综上分析,金融科技可以赋能银行业务,提升其风险应对能力从而降低风险水平,具体表现为减轻宏观经济政策不确定性和营商环境不确定性的影响,假设 H4 成立。

表 9 金融科技增强风险应对能力的机制检验

因变量=RISK	(1)	(2)
PATENT	-0.0908*** (0.0181)	-0.108*** (0.0198)
PATENT×EPU	-0.0175*** (0.00501)	
PATENT×ROASD		-0.0202*** (0.00637)
EPU	-0.471 (1.997)	
ROASD		-0.0624 (0.0812)
BANKFE	Control	Control
YEARFE	Control	Control
控制变量	Control	Control
N	735	720
Adj. R ²	0.797	0.808

5 异质性分析

5.1 规模异质性

在中国,国有大型银行和股份制商业银行往往具有规模,人才和科技基础设施建设等优势,但其也面临着内部层级复杂、决策链长、委托代理成本较高等问题。且这类银行由于其国有背景或上市背景,受各方面监督和股东制约较强,在采用金融科技的决策上更加审慎。而以城市商业银行为代表的中小银行则具有决策半径小,管理层距离市场近等比较优势,开展金融科技业务上更具灵活性,所产生的风险管理边际效应更为显著。为了考察不同银行规模下,金融科技发展对降低银行风险的异质性影响。本文

银行风险的影响因素较为混杂,可能存在遗漏变量问题进而导致回归结果出现偏误。

参考李春涛等^[19]构建的媒体对金融科技的关注指数的做法。本文使用上文中构造城市金融科技发展水平所采用的 35 个关键词。利用百度新闻高级检索分年度的收集“城市+关键词”新闻数量(BAIDU)并进行汇总求和^①,用其当年人均数量的自然对数代表各城市媒体对城市或银行层面金融科技发展的新增关注度,作为 PATENT 的工具变量。一方面,城市金融科技的发展水平会影响到媒体对该城市金融科技的关注度。城市金融科技发展水平越高,媒体对城市金融科技的关注力度越强。另一方面,由于媒体并不直接影响金融机构的行为,难以直接通过关注力度的强弱影响银行风险。因此该类型工具变量满足相关性和外生性两个约束条件。

表 12 汇报了城市层面媒体对金融科技关注度的工具变量回归结果。Cragg-Donald *F* 值 81.77,其值大于 10,拒绝弱工具变量假设,说明本文选取的工具变量是有效的。第一阶段回归结果中,BAIDU 的系数在 1% 水平上显著为正,表明媒体金融科技关注度与城市金融科技发展水平正相关,符合理论预期。

表 12 工具变量回归结果

	(1)	(2)
因变量=RISK	PATENT_IV	RISK
BAIDU	18.00*** (1.730)	
PATENT_IV		-0.275*** (0.0534)
BANKFE	Control	Control
YEARFE	Control	Control
控制变量	Control	Control
<i>N</i>	724	662
Cragg-DonaldWaldF	81.77	
Adj. <i>R</i> ²		0.746

第二阶段结果显示,在减轻内生性问题之后,PATENT 的工具变量预测值 PATENT_IV 系数方向及显著性与原有结果相近,表明城市金融科技发展可以有效地降低银行风险。这与前文结论保持一致。

6.2 稳健性检验

1)增加控制变量。首先,考虑影响银行风险水平的因素较多,可能存在遗漏变量偏误,本文增加省份×年份双向固定效应进行检验。其次,考虑银行风险可能存在跨期效应,当期风险水平与上一期风险水平相关,本文增加银行风险的滞后项(L_RISK)作为控制变量进行检验。最后,考虑邻近城市的金融科技空间溢出效应,本文增加最近球面距离 3 个城市(PATENT3),5 个城市(PATENT5),10 个城市(PATENT10)金融科技专利占 GDP 比重的自然对数作为控制变量。稳健性检验结果报告于表 13,PATENT 的回归系数与前文的发现保持一致。

2)更换解释变量。为排除变量统计与计算方式对回归结果的影响。本文计算了城市新增金融科技专利数(PATENT_A),城市累计金融科技专利数(PATENT_B),城市新增金融科技专利数占 GDP 的比重(PATENT_C),城市累计金融科技专利数占 GDP 的比重(PATENT_D),城市累计金融科技专利数占 GDP 比重的自然对数(PATENT_E),银行金融科技专利占 GDP 比重的自然对数(BANKFIN),非银行金融科技专利占 GDP 比重的自然对数(NON-BANKFIN)作为解释变量。稳健性检验结果报告于表 14,结论仍与上文保持一致。

3)删除极端样本。考虑到中国金融科技发展存在明显的地区异质性,超一线城市(北上广深),支付宝(中国)网络技术有限公司所在地杭州或浙江省,以及央行公布的金融科技创新监管试点城市的平均金融科技发展水平可能稍高于其他城市的金融科技发展水平,使得本文的回归结果可能受到部分极端值的影响。为此本文剔除逐步隶属于上述地区的样本,回归结果报告于表 15,主要结论仍与前文保持一致,进一步增强了结果的可信度。

表 14 更换解释变量的稳健性检验

因变量=RISK	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
PATENT	-0.0899*** (0.0270)							
PATENT_A		-0.438*** (0.0944)						
PATENT_B			-0.0679*** (0.0229)					
PATENT_C				-0.845*** (0.250)				
PATENT_D					-0.231*** (0.0640)			
PATENT_E						-0.339*** (0.0880)		
BANKFIN							-0.476*** (0.138)	
NONBANKFIN								-0.857** (0.385)
BANKFE	Control	Control	Control	Control	Control	Control	Control	Control
YEARFE	Control	Control	Control	Control	Control	Control	Control	Control
控制变量	Control	Control	Control	Control	Control	Control	Control	Control
N	735	735	735	735	735	735	735	735
Adj. R ²	0.793	0.796	0.795	0.793	0.796	0.797	0.793	0.792

表 15 去除极端样本的稳健性检验

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
因变量=RISK	去除北上广深	去除北上广深杭	去除浙江省	非金融科技创新试点城市	金融科技创新试点城市
PATENT	-0.0880** (0.0392)	-0.0774** (0.0353)	-0.0941*** (0.0304)	-0.732*** (0.0268)	-0.107*** (0.0537)
BANKFE	Control	Control	Control	Control	Control
YEARFE	Control	Control	Control	Control	Control
控制变量	Control	Control	Control	Control	Control
N	633	618	658	137	598
Adj. R ²	0.751	0.755	0.743	0.750	0.732

注释:

①来自金融稳定理事会(FSB)对金融科技的定义,现已成为全球共识。

②见零壹智库 Pro《商业银行科技战略案例库》<https://www.01caijing.com/topic/1117.htm>。

③截至2020年10月已拦截金融诈骗超39万笔,避免直接经济损失超97亿元,在实现风险管理,推动诚信社会建设上发挥了重要作用。

④自2019年12月央行启动金融科技创新监管试点以来,截至2021年10月12日,已有132个金融科技创新应用公示。

⑤如依托百度新闻搜索量形成的媒体关注指数存在广告推送,新闻联想结果不精确等噪音问题。

⑥2020年3月,中国支付清算协会《商业银行及非银行支付机构金融科技业务发展情况调查报告》。

⑦来源于Wind数据计算。

⑧另一代表性数据:截至2021年10月12日,132个金融科技创新应用中有124个项目由银行申报,银行参与度93.24%。

⑨对济南市的金融科技专利检索式:FT=(云计算+人工智能+大数据+区块链+物联网+征信+机器学习+数据分析+移动支付+智能合约+生物识别+人脸识别+语音识别+语义搜索+异构数据+自然语言处理+计算机视觉+文本挖掘+差分隐私+NFC+虚拟现实+智能投顾+商业智能+并发+数字货币+网联+身份验证+信息安全+网络安全+5G+全息投影+流计算+数据挖掘+存储+深度学习)ANDFT=金融 ANDDZ% 济南。

⑩经济显著性的计算方式为自变量回归系数与自变量标准差的乘积除以因变量的平均值。

⑪如汇总求和北京市的金融科技媒体关注指数方法:“北京市+大数据”“北京市+人工智能”“北京市+物联网”等35个关键词组合的新闻数量。

参考文献:

[1]张健华,王鹏. 银行风险、贷款规模与法律保护水平[J]. 经济研究,2012,47(5):18-30.

Zhang J H, Wang P. Finance and taxation policy motivation, high-tech industry development and industrial structure adjustment [J]. Economic Research Journal, 2012, 47(5): 18-30.

[2]胡题,谢赤. 基于GMM方法的银行业竞争程度对银行

风险影响的研究[J]. 中国管理科学,2013,21(S1):249-254.

Hu T, Xie C. Empirical work on effect of Chinese banking competition on bank risk based on GMM[J]. Chinese Journal of Management Science, 2013, 21(S1): 249-254.

[3]Sutherland A G. Does credit reporting lead to a decline in relationship lending? Evidence from information sharing technology[J]. Journal of Accounting and Economics, 2018, 66(1):123-141.

[4]邱晗,黄益平,纪洋. 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,2018(11):17-29.

Qiu H, Huang Y P, Ji Y. How does FinTech development affect traditional banking in China? The perspective of online wealth management products[J]. Journal of Financial Research, 2018(11):17-29.

[5]Choi T M, Chan H K, Yue X. Recent development in big data analytics for business operations and risk management[J]. IEEE Transactions on Cybernetics, 2016, 47(1):1-12.

[6]Lin M, Prabhala N R, Viswanathan S. Judging borrowers by the company they keep[J]. Management Science, 2013, 59(1):17-35.

[7]Philippon T. The FinTech opportunity [R]. National Bureau of Economic Research, 2016.

[8]Donald D C. Smart precision finance for small businesses funding[J]. European Business Organization Law Review, 2020, 21(1):199-217.

[9]Vives X. Digital disruption in banking [J]. Annual Review of Financial Economics, 2019, 11(1):243-272.

[10]Ravisankar P, Ravi V, Rao G R, et al. Detection of financial statement fraud and feature selection using data mining techniques[J]. Decision Support Systems, 2011, 50(2):491-500.

[11]Lin C C, Chiu A A, Huang S Y, et al. Detecting the financial statement fraud: The analysis of the differences between data mining techniques and experts' judgments[J]. Knowledge-Based Systems, 2015, 89:459-470.

[12]Ahmed M, Mahmood A N, Islam R. A survey of anomaly detection techniques in financial domain[J]. Future Generation Computer Systems, 2016, 55(2):278-288.

- [13] Livshits I D, MacGee J C, Tertilt M. The democratization of credit and the rise in consumer bankruptcies[J]. Review of Economic Studies, 2016, 83(4): 1673-1710.
- [14] Hajek P, Henriques R. Mining corporate annual reports for intelligent detection of financial statement fraud: A comparative study of machine learning methods [J]. Knowledge - Based Systems, 2017, 128: 139-152.
- [15] Chen M A, Wu Q, Yang B. How valuable is FinTech innovation[J]. Review of Financial Studies, 2019, 32(5): 2062-2106.
- [16] Goldstein I, Jiang W, Karolyi G A. To FinTech and beyond[J]. Review of Financial Studies, 2019, 32(5): 1647-1661.
- [17] 郭品, 沈悦. 互联网金融、存款竞争与银行风险承担[J]. 金融研究, 2019(8): 58-76.
- Guo P, Shen Y. Internet finance, deposit competition, and bank risk-taking[J]. Journal of Financial Research, 2019(8): 58-76.
- [18] 金洪飞, 李弘基, 刘音露. 金融科技、银行风险与市场挤出效应[J]. 财经研究, 2020, 46(5): 52-65.
- Jin H F, Li H J, Liu Y L. FinTech, banking risks and market crowding-out effect[J]. Journal of Finance and Economics, 2020, 46(5): 52-65.
- [19] 李春涛, 闫续文, 宋敏, 等. 金融科技与企业创新——新三板上市公司的证据[J]. 中国工业经济, 2020(1): 81-98.
- Li C T, Ren X W, Song M, et al. FinTech and corporate innovation: Evidence from Chinese NEEQ-listed companies[J]. China Industrial Economics, 2020(1): 81-98.
- [20] 寇宗来, 刘学悦. 中国企业的专利行为: 特征事实以及来自创新政策的影响[J]. 经济研究, 2020, 55(3): 83-99.
- Kou Z L, Liu X Y. On patenting behavior of chinese firms: Stylized facts and effects of innovation policy[J]. Economic Research Journal, 2020, 55(5): 83-99.
- [21] 盛天翔, 范从来. 金融科技、最优银行业市场结构与小微企业信贷供给[J]. 金融研究, 2020(6): 114-132.
- Sheng T X, Fan C L. FinTech, optimal banking market structure, and credit supply for SMEs [J]. Journal of Financial Research, 2020(6): 114-132.
- [22] 顾海峰, 杨立翔. 互联网金融与银行风险承担: 基于中国银行业的证据[J]. 世界经济, 2018, 41(10): 75-100.
- Gu H F, Yang L X. Internet finance and bank risk-taking: Evidence from the Chinese banking sector[J]. Journal of World Economy, 2018, 41(10): 75-100.
- [23] 战明华, 张成瑞, 沈娟. 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, 2018, 53(4): 63-76.
- Zhan M H, Zhang C R, Shen J. Development of internet finance and the bank lending transmit channel of monetary policy [J]. Economic Research Journal, 2018, 53(4): 63-76.
- [24] Mocetti S, Pagnini M, Sette E. Information technology and banking organization [J]. Journal of Financial Services Research, 2017, 51(3): 313-338.
- [25] Zhu C. Big data as a governance mechanism[J]. Review of Financial Studies, 2019, 32(5): 2021-2061.
- [26] Cenni S, Monferra S, Salotti V, et al. Credit rationing and relationship lending: Does firm size matter? [J]. Journal of Banking and Finance, 2015, 53(4): 249-265.
- [27] 崔毅安, 熊熊, 韦立坚, 等. 金融科技视角下的计算实验金融建模[J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(2): 373-381.
- Cui Y A, Xiong X, Wei L J, et al. Agent-based modeling from the perspectives of FinTech[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2020, 40(2): 373-381.
- [28] 吴俊杰, 刘冠男, 王静远, 等. 数据智能: 趋势与挑战[J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(8): 2116-2149.
- Wu J J, Liu G N, Wang J Y, et al. Data intelligence: Trends and challenges [J]. Systems Engineering —Theory & Practice, 2020, 40(8): 2116-2149.
- [29] Berg T, Burg V, Gombovi A, et al. On the rise of FinTechs: Credit scoring using digital footprints [J]. Review of Financial Studies, 2020, 33(7): 2845-2897.
- [30] Jaksic M, Marinic M. Relationship banking and information technology: The role of artificial intelligence and FinTech[J]. Risk Management, 2017, 21(1): 1-18.
- [31] 王馨. 互联网金融助解“长尾”小微企业融资难问题研究[J]. 金融研究, 2015(9): 128-139.
- Wang X. A study on internet finance helping relieve SMEs financing constraints[J]. Journal of Financial Research, 2015(9): 128-139.
- [32] Fuster A, Plosser M, Schnabl P, et al. The role of technology in mortgage lending[J]. Review of Financial Studies, 2019,

32(5):1854-1899.

[33] Langkvist M, Karlsson L, Loutfi A. A review of unsupervised feature learning and deep learning for time-series modeling [J]. Pattern Recognition Letter, 2014, 42(1):11-24.

[34] 王靖一, 黄益平. 金融科技媒体情绪的刻画与对网贷市场的影响[J]. 经济学(季刊), 2018, 17(4):1623-1650.

Wang J Y, Huang Y P. Characterizing the media sentiment on FinTech and its impact on online lending market[J]. China Economic Quarterly, 2018, 17(4):1623-1650.

[35] Zhang A, Wang S, Liu B, et al. How FinTech impacts pre-and post-loan risk in Chinese commercial banks[J]. International Journal of Finance and Economics, 2022, 27(2):2514-2529.

[36] 徐晓萍, 李弘基, 戈盈凡. 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, 2021, 47(6):1-16.

Xu X P, Li H J, Ge Y F. 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, 2021, 47(6):1-16.

[37] 宋敏, 周鹏, 司海涛. 金融科技与企业全要素生产率——“赋能”和信贷配给的视角[J]. 中国工业经济, 2021(4):138-155.

Song M, Zhou P, Si H T. Financial technology and enterprise total factor productivity: Perspective of "enabling" and credit rationing[J]. China Industrial Economics, 2021(4):138-155.

[38] 唐也然. 商业银行发展金融科技如何影响信贷业务? ——基于上市银行年报文本挖掘的证据[J]. 金融与经济, 2021(2):38-44.

Tang Y R. How the FinTech affect the credit business of commercial banks? Evidence from the annual reports of listed banks [J]. Journal of Finance and Economics, 2021(2):38-44.

[39] 金鹏辉, 张翔, 高峰. 货币政策对银行风险承担的影响——基于银行业整体的研究[J]. 金融研究, 2014(2):16-29.

Jin P H, Zhang X, Gao F. The effect of monetary policy on

bank risk taking: From the banking industry perspective [J]. Journal of Financial Research, 2014(2):16-29.

[40] 马理, 李书灏. 资产管理业务对商业银行收益与风险的影响效应研究[J]. 统计研究, 2016, 33(11):32-41.

Ma L, Li S H. Impact of asset management business on the revenue and risk of China's commercial banks[J]. Statistical Research, 2016, 33(11):32-41.

[41] Baker S R, Bloom N, Davis S J. Measuring economic policy uncertainty[J]. Quarterly Journal of Economics, 2016, 131(4):1593-1636.

[42] Gomber P, Kauffman R J, Parker C, et al. On the FinTech revolution: Interpreting the forces of innovation, disruption and transformation in financial services[J]. Journal of Management Information Systems, 2018, 35(1):220-265.

[43] Goetz M, Laeven L, Levine R. The valuation effect of geographic diversification: Evidence from U. S. banks[J]. Review of Financial Studies, 2011, 26(7):1787-1823.

[44] Goetz M, Laeven L, Levine R. Identifying the valuation effects and agency costs of corporate diversification: Evidence from the geographic diversification of U. S. Banks[J]. Review of Financial Studies, 2013, 26(7):1787-1823.

[45] 曾雪云, 徐雪宁, 马添翼. 上市商业银行表外业务收入与风险绩效研究[J]. 会计研究, 2020(10):82-96.

Zeng X Y, Xu X N, Ma T Y. Off-balance-sheet income and risk-adjusted performance of Chinese listed commercial banks [J]. Accounting Research, 2020(10):82-96.

[46] Ahamed M M. Asset quality, non-interest income, and bank profitability: Evidence from indian banks[J]. Economic Modelling, 2017, 63(C):1-14.

[47] Hossein H, Xu H, Emmanuel S. Digitalisation and big data mining in banking[J]. Big Data and Cognitive Computing, 2018, 2(3):1-13.

[48] Guo Y, Liang C. Blockchain application and outlook in the banking industry[J]. Financial Innovation, 2016, 2(1):1-12.

[49] Silber W. The process of financial innovation[J]. American Economic Review, 1983, 73(2):89-95.