

人工智能、中小企业融资与银行数字化转型

张一林, 郁芸君, 陈珠明

[摘要] 数字技术的发展促使银行服务中小企业的方式发生颠覆性的改变,银行不再局限于用人工、线下的劳动密集型方式服务中小企业,还可利用大数据和人工智能,以技术密集型的方式在线服务中小企业。这不仅催生了互联网银行,也使得传统银行面临数字化转型抉择,银行之间的竞争上升至技术层面的竞争。本文以掌握独特数据优势的互联网中小银行、具有规模经济优势的大银行、在线下搜集软信息方面具有比较优势的地区性中小银行为研究对象,构建了这三类银行相互竞争的理论模型,研究不同银行的数字化转型策略及其对中小企业融资渠道偏好的影响。研究发现,在人工智能时代,银行与中小企业有望形成“数字匹配”的关系:大银行和互联网中小银行在研发应用数字贷款技术上占据优势,服务有较多“数字足迹”的中小企业;长期扎根本地的地区性中小银行在传统贷款技术上占据优势,服务“数字足迹”较少的中小企业。银行应当根据自身禀赋条件(规模大小、数据积累、软信息甄别能力)选择转型方向和发展定位,这不仅关系到银行自身的发展,还关系到人工智能技术能在多大程度上改善中小企业的融资环境。本文的研究不仅为银行数字化转型策略的决策机制和人工智能技术对不同类型银行的适用边界提供了理论基础,也为政府更好地推动银行数字化转型和缓解中小企业融资约束提供了政策启示。

[关键词] 人工智能; 大数据; 数字化转型; 银行竞争

[中图分类号]F124 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1006-480X(2021)12-0069-19

一、引言

中小企业的发展状况对于经济增长、就业、创新等各个方面都具有重要影响,但以“融资难”“融资贵”为特征的融资约束问题长期制约着中小企业的发展。从全球范围看,中国中小企业的融资约束尤为突出,这根植于中小企业信用缺失、硬信息不足、银行信息甄别能力有限、风险控制能力(简称风控能力)不足及以大银行为主导的银行业结构等一系列问题(林毅夫和李永军,2001;赵驰等,

[收稿日期] 2020-08-30

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目“基于实物期权的传统企业数字化智能化生态化价值研究”(批准号72172164);广东省基础与应用基础研究基金面上项目“政府与社会资本合作(PPP)‘债务化’风险防范研究——基于监管套利与交易成本节约的双重视角”(批准号2019A1515012157);广东省基础与应用基础研究基金面上项目“风险投资行为特征的连续时间模型研究”(批准号2021A1515011354)。

[作者简介] 张一林,中山大学岭南学院副教授,中山大学国家治理研究院新结构经济学研究中心、中山大学高级金融研究院研究员,博士生导师,经济学博士;郁芸君,西南财经大学金融学院博士研究生;陈珠明,中山大学管理学院教授,博士生导师,管理学博士。通讯作者:郁芸君,电子邮箱:yuyunjun@smail.swufe.edu.cn。感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见,当然文责自负。

2012;张一林等,2019)之中。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》明确提出,“健全具有高度适应性、竞争力、普惠性的现代金融体系,构建金融有效支持实体经济的体制机制”。破解银企信息不对称问题、提高银行贷款技术对中小企业的适应性、加强银行对中小企业的信贷支持是实现上述目标的必要环节,更是深化金融供给侧结构性改革的客观要求。

在过去传统的技术条件下,由于中小企业缺乏以抵质押品和可靠财务报表为代表的硬信息,银行主要通过派遣信贷员、实地调研走访等手段,搜集与中小企业及其企业主相关的软信息(例如,企业家能力、声誉等),然后决定是否为企业授信,并在贷款发放后使用上述方式监督企业投资。但在当前中国以大银行为主导的银行业结构下,大银行的科层结构复杂、决策链条长,难以有效处理具有难以验证、不易传递等特性的软信息,大银行更偏好为拥有充足硬信息的大企业发放贷款(Stein, 2002;林毅夫和姜烨,2006a,b;Berger and Udell, 2011;张一林等,2019)。受限于信息获取方式的特殊性和人工审核企业资质的高成本,即便地区性中小银行具有搜集应用软信息的比较优势,也难以大规模、大范围地推广以软信息为决策依据的关系型贷款(黄益平和邱晗,2021)。上述复杂的条件约束导致中小企业参与贷款市场的门槛极高。

以人工智能为代表的数字技术为缓解中小企业融资约束问题带来重大突破。^①互联网的发展使得企业线下的生产、销售、支付等活动可在线上进行,留下许多与企业真实经营活动相关的“数字足迹”。面对这些复杂多样的数字信息,银行先利用信息收集技术,快速获取可用于验证企业信用和经营状况的多维数据(例如,物流、支付记录等),再应用人工智能技术解析数据,提炼出与企业违约风险相关的有效信息,据此精准地绘制“企业画像”,实时地监督企业的生产经营活动,并及时对风险事项进行干预。凭借强大且先进的算法和算力,数字技术对数据的读取、处理、运算、分析、预测能力远超人力(Frey and Osborne, 2017;Agrawal et al., 2019),如果银行将人工智能技术嵌入到信贷业务,则可以大幅提高在信息甄别和风险控制方面的准确性和及时性,显著降低银行的信贷风险(Liberti and Petersen, 2019;Gambacorta et al., 2019)。

正是因为数字技术在金融领域的创新应用具有缓解信息不对称、改善信贷质量的显著优势,通常认为,各类银行应积极研发应用新型技术以此把握数字技术带来的机遇,银行之间也随之涌现出以技术研发、数字化转型为典型特征的“技术装备竞赛”:不仅有互联网科技企业进入金融领域(即设立互联网中小银行),应用数字贷款技术开拓中小企业这一“长尾市场”(例如,信贷市场涌现出以大数据为底层技术的网络小微贷款产品),原本依靠线下人工方式发放贷款的传统银行也积极研发应用人工智能技术,以期提高自身的市场竞争力。

然而,与技术研发的如火如荼之态形成鲜明对比的是,当前研究对于人工智能技术的适用性问题和银行在数字化转型中的异质性仍缺乏足够的关注,进而难以回答:在银行之间相互竞争且不同银行比较优势各异的情况下,是否所有银行都适宜大力研发人工智能技术并将其用于服务中小企业?不同银行研发应用人工智能技术的最优边界为何?^②如果忽略人工智能技术对不同类型银行的适用性差异,只是片面甚至盲目地追逐数字化潮流,很有可能难以充分发挥人工智能技术的潜在积极作用,不仅无法有效缓解中小企业的融资约束,反而增加银行的负担,损害金融服务实体经济的效率。鉴于此,本文从人工智能的技术特性和不同类型银行的比较优势出发,讨论不同类型银行在数字化转型策略方面的最适选择及其差异性,并分析在数字化进程中,不同银行的相对竞争力、银

① 数字技术带来了技术创新和商业模式创新,具备诸多优势,并对实体经济产生了正面影响。相关研究包括但不限于黄益平和黄卓(2018)、Chen et al.(2019)、Goldstein et al.(2019)、李春涛等(2020)、宋敏等(2021)。

② 本文将银行研发应用人工智能技术的行为定义为银行数字化转型,研发力度为数字化转型的程度。

行与企业的匹配关系呈现出怎样的新特征。

本文指出,尽管人工智能技术有助于弥补传统贷款技术(线下人工方式)的固有局限和短板,但银行在研发人工智能技术时,不可避免地要为提升算法算力、获取足量数据付出较高的成本(Strubell et al.,2019)。对于任意一家银行,当且仅当银行规模足够大,以至于有足够多的业务种类和足够大的业务规模有效分摊技术研发成本时,技术研发才具有规模经济,银行的规模大小是决定研发人工智能技术必要性的重要因素之一。同时,人工智能技术的应用需要以充足的数据资源为前提条件(刘全等,2018;沈艳等,2019)。企业的数字化程度(内部沉淀的数字足迹的多与少)以及银行对企业数字信息的获取能力,共同决定了银行可读取的数据规模,进而影响人工智能技术的应用效果。对于一家因生存时间较短或采用传统生产经营模式而缺乏数字足迹的企业,即便银行研发了人工智能技术,也难以从匮乏的数字信息中准确推断出企业的信用水平和经营状况。反之,对于因数字化生产经营而保留大量数字足迹的企业,若银行可以获取相关数据,则可利用人工智能技术显著提高信息甄别和风险控制的准确性。

本文构建了三类银行在人工智能技术与服务中小企业方面相互竞争的理论模型,三类银行分别是服务范围在特定区域内、善于用线下人工方式甄别软信息并进行风险控制的地区性中小银行,在成本分摊、规模经济上占据显著优势的大型银行,以及由互联网科技企业支持建立、具有独特数据优势(这些数据难以在这家银行以外的其他银行复制和传递)的互联网中小银行。在相互竞争的市场环境中,各类银行权衡自身和其他银行的比较优势,在数字化转型和发展定位上做出适合自己的选择,然后确定向不同数据禀赋和信息特征的中小企业收取的贷款利率,中小企业观察到银行的贷款技术和贷款利率后选择向三类中的哪一类银行贷款。

本文研究发现,由于不同银行的禀赋条件各异,不同银行的转型方向和发展定位也应当有所不同,贷款市场随之形成以“数字匹配”为特征的银企匹配关系。^①互联网中小银行和大银行分别凭借在数据获取和规模经济方面的比较优势,有动力和条件大力研发人工智能技术,然后基于人工智能技术向具有丰富数字足迹的中小企业发放贷款;善于以线下人工的传统方式甄别软信息的地区性中小银行,因数据获取能力薄弱、规模经济不足而更适合秉持自身在传统贷款技术方面的比较优势,为数字足迹匮乏的传统中小企业发放贷款。在不同类型银行错位竞争的市场环境中,随着实体经济数字化水平的不断提升,过去一些理论所提到的中小企业贷款市场的“小银行优势”有可能发生变化。短期看,许多中小企业的数字化水平仍处于较低水平,地区性中小银行将继续保持一定优势;长期看,随着越来越多的传统中小企业转型为数字足迹丰富的数字化企业,深度数字化的大银行和本身具有数字基因的互联网中小银行的竞争力将快速提升。

本文的边际贡献概括为以下三点:^①聚焦于银行在数字技术上竞争这一较新的竞争模式,并将新型互联网中小银行纳入考虑范围。已有研究缺乏对银行间技术竞争的深入讨论,本文关注不同类型银行在数字化转型中的比较优势差异,以及因银行数字化转型而形成的竞争态势、银企匹配关系等,丰富了银行业竞争、银行业结构等方面的研究。^②揭示出数字化对于不同类型银行的适用性边界。在人工智能的发展初期,技术研发的成本十分高昂,并非所有的银行都适合在数字技术方面

① 已有研究指出银行与企业存在“规模匹配”,中小(大)银行的规模结构与中小(大)企业的信息特性相匹配,中小(大)银行适宜为中小(大)企业发放贷款(刘畅等,2017;张一林等,2019)。

② 已有研究关注银行市场在价格、信贷行为等方面的竞争。近年来,Tseng and Guo(2018)、孟娜娜等(2020)、Chu and Wei(2021)、Vives and Ye(2021)探究了金融科技对信贷决策、银行竞争等方面的影响,但缺乏对银行间技术竞争的讨论。

进行大量的投入。政府应避免“一刀切”式地鼓励和推动所有银行在数字化上进行大量投入,以防出现不适合深度数字化的地区性中小银行在数字化转型上进行过多投入而造成资源浪费、效率损失的问题。③将数据纳入要素禀赋的考量。数据作为一种新的要素禀赋,不仅会对银行向人工智能转型的决策产生影响,也促使银行可以更高效地对企业贷款进行风险控制,其结果是,企业数字足迹的多与少将成为银企匹配选择的关键因素。

余文结构安排为:第二部分说明数字化进程中不同类型银行的比较优势和企业数字化转型的现实背景;第三部分介绍模型框架;第四部分讨论人工智能技术竞争下不同银行的数字化转型策略及其对银行业结构和银企匹配关系的影响;第五部分对数字化转型展开进一步讨论;第六部分是总结与政策启示。

二、数字化进程中不同类型银行的比较优势和企业数字化转型

1. 不同类型银行的比较优势

研发应用人工智能技术有助于改善银行的风控能力,但对于那些原本就擅长使用线下人工方式进行风险控制的银行,技术研发的必要性小,因此缺乏研发技术的激励。此外,从技术研发的成本效益看,技术研发的单位成本受银行规模的影响(王馨,2015),技术研发的应用效果受数据丰富度的影响(刘全等,2018)。基于以上与技术研发相关的特性,表1以传统线下方式甄别软信息的风控能力、数据获取能力、规模特性为划分标准,将市场上的银行分为三种类型。

表1 市场上的银行类型及其特征

	传统软信息甄别能力	数据获取能力	银行规模
地区性中小银行	强	弱	小
互联网中小银行	弱	强	小
大银行	弱	弱	大

(1)地区性中小银行。地区性中小银行是指资产规模较小、限于本地区经营的中小型银行,这些银行拥有很强的软信息甄别能力,擅长采用传统线下方式发放贷款。软信息的信息搜集要求银行与企业保持频繁而密切的接触或交易往来(Berger and Udell,2002;Ogura and Uchida,2014)。地区性中小银行的管理者一般以本地人为主,平常能够主动与当地客户接近,可通过多种渠道收集客户的真实信息并据此监测贷款风险。这种基于软信息进行信息识别和风险控制的能力构成了地区性中小银行的独特优势,能够与其他银行进行差异化竞争,抵御其他银行的竞争冲击。为此,地区性中小银行普遍深耕本地市场,大多采用线下人工方式开展信贷业务,通过线下网点为经营区域内的中小企业提供服务。

(2)互联网中小银行。数字技术在金融领域的创新应用使得一部分互联网科技企业进入金融领域,形成互联网中小银行,在中小企业贷款市场扮演着重要角色。互联网中小银行由互联网科技企业支持建立或发展而来,通常不设线下网点,而是基于互联网开展线上贷款业务。互联网科技企业长期从事数据的生产与传递,掌握了中小企业及其企业主的数字足迹(例如,社交网络的个人动态、支付记录、物流信息等),拥有比财务报表更具信息含量的海量独特数据。凭借与互联网科技企业的先天联系,互联网中小银行能够非常方便地接入这些数据,因此,互联网中小银行使用的不是信贷员与企业线下接触所获得的软信息,而是以社交网络、支付、物流、卫星图像等为代表的大数据,并应用人工智能技术进行数据分析,为贷款审批提供决策依据。

(3)大银行。大银行科层结构复杂,其虽不擅长搜集应用软信息,但拥有丰富的业务种类和庞大的资产规模,具有规模经济优势。研发人工智能技术需要耗费巨额资金(Strubell et al.,2019),大银行可以将人工智能技术的固定成本分摊在数量众多的资产业务上,具有显著的规模经济。这种规模经济效应帮助大银行在研发应用人工智能技术上获取优势,驱动大银行对以人工智能为代表的数字技术投入大规模的研发创新(Goldfarb and Treffer,2018)。根据中国物流与采购联合会区块链应用分会等多家行业权威机构联合发布的《2020 中国产业区块链企业 50 强榜单》,中国四大国有银行中有三家上榜,这三家有较强的技术研发和产业应用能力。与此同时,根据 A 股上市银行各自披露的 2020 年年报,银行的科技投入与其资产规模总体上呈现正相关关系(见图 1)。

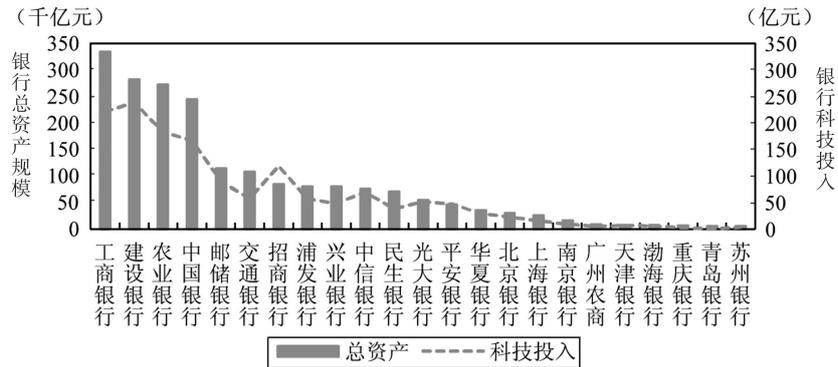


图 1 2020 年部分 A 股上市银行的总资产规模和科技投入

资料来源:各上市银行公开披露的 2020 年年报。

2. 企业数字化转型

数字技术对企业数字化转型、经济体数字禀赋的提升也大有裨益(许宪春和张美慧,2020)。随着数字技术及其相关产品(或服务)快速向各行业融合渗透,企业的数字化进程持续加快,生产、运营、管理、交易等方面均不同程度地接入到数字系统,产生许多数字足迹,所积累的数据较以往大大增加。以企业支付方式的数字化为例(图 2),随着信息通信技术和移动终端的普及,电子支付有可能取代现金成为主要的支付方式。其结果是,企业原本难以追溯的现金交易将因支付方式的革新而变为可核实的线上交易记录,数字化地表现出企业的真实经营情况,为贷款审批提供重要依据。受益于各式新兴技术的发展应用,企业在其他方面的数字化转型亦是如此。

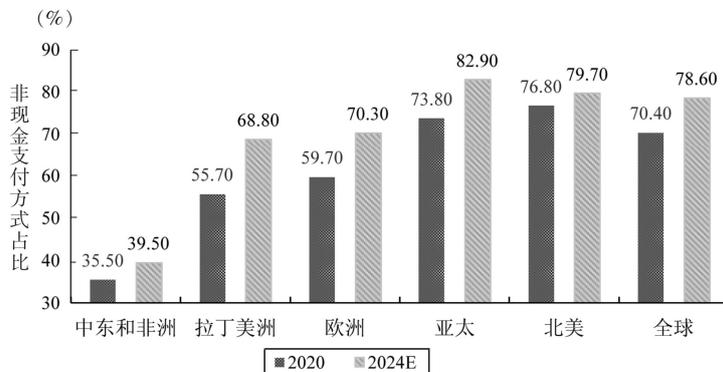


图 2 全球各区域销售点非现金支付方式占比

资料来源:《全球支付报告 2021》。非现金支付方式包括电子或手机钱包、借记卡和信用卡等。

三、模型设置

参照 Tseng and Guo(2018)、Chu and Wei(2021)、Vives and Ye(2021)等的理论框架,本文构建了一个由众多中小企业和不同类型银行构成的圆周经济(周长为 1)。企业和银行的所有者也是各自的经营者,企业和银行内部无委托代理问题,所有参与者均为风险中性。后文先给出基本的模型设定,再总结不同参与者的行为决策。

1. 圆周经济及其构成

市场上有众多中小企业(简称“企业”),数量记为 n 。^① 按照数字化程度的不同可以将企业分成“高数字禀赋企业(H)”和“低数字禀赋企业(L)”。数字化程度是指企业生产、销售、支付活动接入数字系统的程度,如果数字化程度越高,则企业内部沉淀的数字足迹越丰富(形成特殊的数字禀赋),可供信息技术读取的数字信息越多。本文将高、低数字禀赋企业的数字足迹(或数字信息)分别记为 q_H 、 q_L ,且有 $0 \leq q_L < q_H \leq 1$ 。^② 两类企业的数量依次为 $n_H = \alpha n$ 和 $n_L = (1 - \alpha)n$,其中, α 是高数字禀赋企业的市场比重,反映了整个企业群体数字化转型的深度。

高、低数字禀赋企业均匀地分布在圆周上,企业缺乏资本金和抵质押品,但各自拥有一个有风险的投资项目,需要向银行申请贷款以获取投资所需的资金,每家企业只从一家银行申请贷款。不失一般性,本文将不同企业的融资需求标准化为 1,即不同企业均向银行申请 1 单位信用贷款。当投资和贷款到期后,企业与银行的收益情况取决于项目投资的状态:若投资成功,则项目收益为 x ,企业使用项目收益偿还到期贷款的本金和利息,偿还债务后的剩余收益归企业所有;若投资失败,则项目收益为 0,企业无力偿还到期的银行贷款,企业和银行的收益均为 0。^③

市场上的银行分为地区性中小银行(S)、大银行(B)以及因技术赋能而涌现的互联网中小银行(F)。地区性中小银行和大银行在线下开展信贷业务,如果企业向这两类银行申请贷款,则需实地前往线下营业网点并提交贷款申请,企业与银行的地理距离构成贷款申请的交易成本(例如,交通成本)。互联网中小银行依托互联网为企业提供线上服务,如果企业向互联网中小银行申请贷款,则无需实地前往银行的分支机构,申请贷款的交易成本简化为 0。换言之,企业向银行申请贷款的交易成本取决于企业在圆周上的位置及其贷款银行的类型。

为了刻画上述特性,本文假设地区性中小银行和大银行对称地位于直径上的两个端点,互联网中小银行位于圆心。这时,圆周上不同位置的企业与地区性中小银行、大银行的距离不等,但与互联网中小银行的距离相同。为了便于表述,图 3 将地区性中小银行在圆周上的位置记为 0,大银行在圆周上的位置记为 0.5,并使用企业与地区性中小银行的距离标记企业在圆周上的位置,也即对于圆周上位置为 z 的 j 类型企业,其与地区性中小银行的距离为 $d_{S,j}^z = z$,与大银行的距离为 $d_{B,j}^z = 0.5 - z$ 。相应地,该企业向银行 i 申请贷款的交易成本为 $(1 - 1_{i=F})td_{i,j}^z$, $d_{i,j}^z$ 是企业 and 银行的最短距离, t 是每单位距离的交通成本, $1_{i=F}$ 表示银行 i 是否为互联网中小银行的示性函数,是则取 1,否则取 0,其中, $i \in \{S, B, F\}$, $j \in \{L, H\}$ 。^④

① 在本文范围内,“企业”均指“中小企业”,“贷款”均指“信用贷款”。

② 企业数字禀赋的取值范围为 $[0, 1]$,并非数字信息的绝对量,而是经标准化处理后的相对量。

③ 参照 Holmstrom and Tirole(1997),本文假设企业在投资项目时可以获得足够大且独立于投资状态的私人收益(如企业家的个人成就感),因此,企业总是愿意向银行借钱。注意到,由于私人收益与项目成败、贷款银行类型均无关,不会影响企业的融资渠道选择,因此,后文略去了对私人收益的讨论。

④ 本文使用 $j \in \{L, H\}$ 标识企业类型,不同数字禀赋企业 j 均指代 j 类企业,而非单个企业。

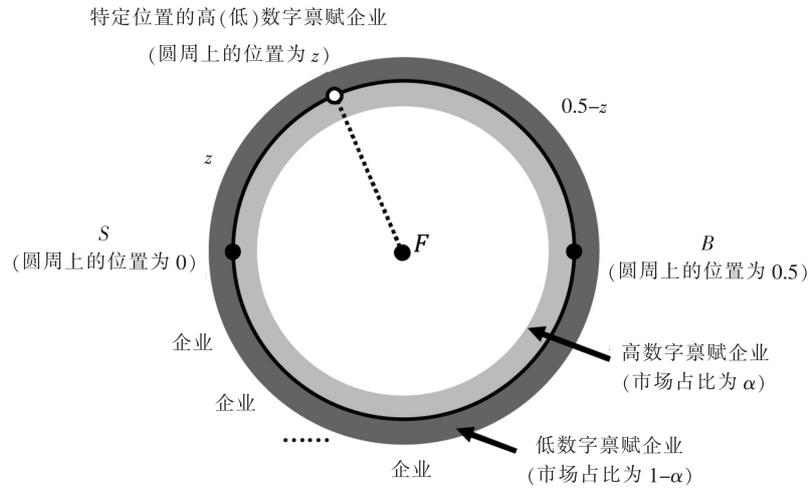


图3 圆周经济的参与者及其分布

注:使用内、外圈区分不同类型企业,圆周上每个点对应着一家或多家企业。

在本文的理论框架下,银行先吸收居民的储蓄存款,再以贷款的形式发放给企业。银行对贷款进行风险控制,即银行在发放贷款前考核评估企业家的资质,在贷款发放后监督与投资项目相关的各项活动(例如,评估企业家能力的变化、追踪项目进度和资金使用情况等),这有助于减少贷款风险,改善银行的资产质量。简化起见,假定不同银行的存款利率均为 r ,贷款利率取决于银行及企业的类型,银行 i 给 j 类型企业的贷款利率报价为 $R_{i,j}$, j 类型企业未来投资成功的概率等于银行 i 对该类企业的风控能力 $v_{i,j}$ 。因此,如果圆周上位置为 z 的 j 类型企业向银行 i 申请贷款,则企业收益

$$\text{为 } \chi_{i,j}^z = \begin{cases} x - R_{i,j} - (1 - 1_{i=F})td_{i,j}^z, & \text{发生概率为 } v_{i,j} \\ -(1 - 1_{i=F})td_{i,j}^z, & \text{发生概率为 } 1 - v_{i,j} \end{cases}, \text{ 其中, } i = \{S, B, F\}, j = \{L, H\}。$$

企业以利润最大化为目标,圆周上不同位置的高、低数字禀赋企业比较银行的风控能力 $v_{i,j}$ 、贷款利率报价 $R_{i,j}$ 和向银行贷款的交易成本 $(1 - 1_{i=F})td_{i,j}^z$,确定向哪家银行申请贷款。在这一设定下,任意一家银行 i 的利润不仅取决于自身的风控能力和贷款报价,还受到其他银行的影响,其原因是,银行 i 自身的风控能力和贷款报价决定了每发放一笔贷款后能获得多少利润,银行 i 风控能力和贷款报价与其他银行的相对差异决定了有多少企业愿意向银行 i 贷款。

2. 贷款技术和风控能力

银行对贷款的风控能力取决于贷款技术。特别地,本文考虑两种贷款技术:一是劳动密集型贷款技术,银行聘请专职信贷员线下搜集与企业投资相关的软信息,据此评估企业家能力、监督企业的生产经营活动;二是技术密集型贷款技术,银行研发应用人工智能技术,在线上获取与企业投资相关的数字足迹,据此克服和企业的信息不对称问题并监控企业投资。

如果银行 i 不研发人工智能技术,则通过人工调研、面对面沟通的方式搜集企业信息、监控企业投资。中小企业缺乏可靠的财务报表,线下人工的信息搜集方式主要获取的是与企业投资相关的软信息,但无法触及到企业内部沉淀的数字足迹。这时,不论银行面对的是高数字禀赋企业还是低数字禀赋企业,对贷款的风控能力 $v_{i,j}$ 都等于人工搜集软信息进行贷款风险控制的能力 u_i ,即 $v_{i,j} = u_i$ 。

相应地,银行给不同类型的企业的贷款报价也保持一致。因此,银行*i*为*j*类型企业发放贷款的期望收益是 $u_i R_{i,j} - r = u_i R_i - r$,其中, $i=\{S, B, F\}, j=\{L, H\}$ 。

如果银行*i*研发人工智能技术,则需要决定具体的研发力度 w_i 。考虑到银行在发放贷款时会对不同信息特征的企业应用不同的贷款技术,本文允许银行*i*对不同数字禀赋企业*j*投入不同的研发力度 $w_{i,j}$,即 $w_i = \sum_{j=\{L, H\}} w_{i,j}$ 。当银行研发人工智能技术后,不仅可以继续通过传统人工方式对企业进行风险控制,还可以利用人工智能对企业进行技术风控。技术风控能力的高低(人工智能技术的应用效果)受到算法、算力和数据等因素的影响,具体而言:大规模的研发投入有助于强化算法和算力,提升风险控制的效果;数据则依赖于企业本身的数字足迹 q_j 以及银行的数据获取能力 γ_i 。相应地,银行*i*对*j*类型企业的风控能力可表示为:

$$v_{i,j} = u_i + \gamma_i q_j w_{i,j} \quad (1)$$

尽管技术研发改善了银行的贷款技术,但要求银行投入研发成本,包括技术研发或引进的固定成本、聘请专家和技术团队的人力成本,以及升级改造银行信息系统的成本等。银行将这些研发成本分摊到资产业务上,每笔贷款分摊的研发成本为 $\frac{h_i}{2} w_{i,j}^2$,即说明研发成本边际递增至研发力度,银行成本分摊能力越差(体现在 h_i 越大),每笔贷款分摊的研发成本越高。因此,银行*i*为*j*类型企业发放贷款的期望收益是 $(u_i + \gamma_i q_j w_{i,j}) R_{i,j} - r - \frac{h_i}{2} w_{i,j}^2$,其中, $i=\{S, B, F\}, j=\{L, H\}$ 。

3. 银行特性与贷款竞争

在本文的理论框架下,不同银行在贷款市场上存在竞争关系,具体表现在贷款规模上“你增我减”的替代关系。除了经营模式的不同,不同银行的差别还体现在以下三方面:

(1) 线下人工方式的传统软信息风控能力 u_i 。正如林毅夫等(2009)指出,虽然大银行和地区性中小银行都可以派遣信贷员进行实地考察、面对面访谈等信息搜集工作,但大银行的科层结构复杂、信息传递链条较长,不具有搜集应用软信息的先天条件,难以有效地利用软信息进行贷款风险控制。此外,互联网中小银行通常不设立线下分支机构,很难实地委派信贷员搜集软信息,应用软信息进行贷款风险控制的能力 u_F 较低。为突出地区性中小银行的软信息优势并尽可能简化后文的数学分析,本文假设 $0 < u_F = u_B < u_S < 1$ 。

(2) 数据获取能力 γ_i 。如果银行研发应用人工智能技术,则可以获取企业的数字足迹,并利用前沿算法从中提取出与投资项目相关的有效信息。但受限于数据权限和数据开放的有限性问题,不同银行对企业数字足迹的获取能力并不相同。凭借与互联网科技企业的先天联系,互联网中小银行对企业数字足迹的获取能力优于地区性中小银行与大银行。简化起见,本文假设 $\gamma_0 < \gamma_S = \gamma_B = \gamma < \gamma_F = 1$ 。特别地,如果 γ 越小,则说明互联网中小银行的数据优势越大,相应地,地区性中小银行和大银行面临的数字壁垒或数字门槛越高。

(3) 研发新技术时的成本分摊能力(反映银行的规模经济) h_i 。以人工智能为代表的数字技术是通用目的技术(Bresnahan and Trajtenberg, 1995; Trajtenberg, 2018; Cockburn et al., 2019),除了融资业务外,关键技术还可推广应用到其他业务场景,因而表现出明显的规模经济。^① 大银行多样化的

① “规模经济”一词中的“规模”特指银行的业务总规模、总量资金规模等,而非在中小企业贷款市场的贷款规模。以区块链技术为例,除了贸易融资、区块链抵押贷款估值系统为代表的应用场景之外,银行还可以将这一技术应用于支付清算、跨境结算、数字票据、资金管理等业务场景。

业务种类、庞大的总资产规模能够有效分摊技术研发的固定成本,降低每笔贷款分摊到的成本,因此,大银行研发新技术的规模经济强于地区性中小银行和互联网中小银行。为突出大银行的规模经济优势并尽可能简化后文的数学分析,本文假设 $h_S=h_F>h_B$ 。

4. 不同参与者的行为决策^①

本文重点考察不同类型银行在数字化转型策略方面的最适选择及其差异性,具体而言,不同银行 i 权衡自身和其他银行在传统软信息风控能力 u_i 、数据获取能力 γ_i 和成本分摊能力 h_i 等方面的特点和比较优势,决定对人工智能技术的研发决策,银行可以对不同数字禀赋企业 j 投入不同的研发力度 $w_{i,j}$ 。由于不同的技术研发决策对应不同的风控能力和成本,银行 i 依据特定的技术研发决策确定向不同数字禀赋企业 j 收取多少贷款利率 $R_{i,j}$,其中, $i=\{S,B,F\},j=\{L,H\}$ 。

在本文的模型框架下,银行的技术研发决策和贷款定价决策通过两个渠道影响银行利润。一方面,技术研发决策影响银行回收贷款本息的概率,贷款定价决策影响回收贷款时的收益,二者共同决定了银行每发放一笔贷款时的期望利润;另一方面,技术研发决策和贷款定价决策影响市场上不同企业的融资渠道选择,由此决定了银行面临的融资需求和总计发放的贷款规模。在竞争性的市场环境下,不同银行权衡技术研发和贷款定价对单笔贷款期望利润和贷款总规模的影响,制定适宜的研发决策和贷款定价决策,以最大化自身在贷款市场上的期望利润。

5. 基本假设

基于以上模型设定,本文提出:

假设 1: 不同类型银行的传统软信息风控能力满足 $\frac{t}{3}<(u_S-u_B)x<\min\left\{\frac{t}{2},\frac{(1-u_S)(h_S-h_B)x}{2h_S}\right\}$ 。

假设 2: 不同类型的企业的数字足迹满足 $q_H>\frac{1}{x}\sqrt{\frac{[3(u_S-u_B)x-t]2h_S h_B}{4h_B-(3h_B+h_S)\gamma_0^2}}$, $q_L\leq\frac{1}{x}\sqrt{\frac{[3(u_S-u_B)x-t]2h_S h_B}{4h_B-(3h_B+h_S)\gamma_0^2}}$ 。

假设 3: 不同银行研发新技术的成本分摊能力满足 $h_F=h_S>h_B>\frac{q_H x}{1-u_S}$ 。

假设 4: $\underline{h}<\frac{h_S-h_B}{h_S h_B}<\bar{h}$, 其中, $\underline{h}\equiv\frac{2(u_S-u_B)}{\gamma^2 q_H^2 x}$, $\bar{h}\equiv\frac{2(u_S-u_B)}{\gamma^2 q_L^2 x}$ 。

假设 1 表明,地区性中小银行具备区别于其他银行的软信息风控能力,同时,大银行和互联网中小银行的软信息风控能力不至于过低。假设 2 的经济含义是,高、低数字禀赋企业的数字足迹具有系统性差异。假设 3 保证了银行对贷款的风控能力是不完全的(恒小于 1)。假设 4 是本文的技术性假设,其经济含义是大、小银行研发新技术时的成本效率差异达到了一定水平,既不至于过小,也不至于过大。这一假设帮助本文聚焦银行数字化转型后的错位竞争。

四、人工智能技术竞争下的银行数字化转型决策

本文从人工智能的技术特性和不同类型银行的比较优势出发,讨论不同类型银行在数字化转

^① 本文涉及的主要变量及其经济含义参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

型策略方面的最适选择,以及均衡状态下不同类型银行的相对竞争力和银企业匹配关系等。^①

1. 不同银行的均衡决策

当人工智能技术嵌入银行市场后,银行权衡比较自身和其他银行的比较优势,先决定对人工智能技术的研发力度,再确定向不同类型企业收取的贷款利率。上述行为改变了企业的融资渠道选择,为此,首先确定圆周上不同位置的高、低数字禀赋企业会选择向哪家银行贷款,据此计算银行的贷款规模。对于圆周上位置为 z 的 j 类型企业,其向不同银行申请贷款的期望利润分别是:

$$E(\chi_{S,j}^z) = v_{S,j}(x - R_{S,j}) - tz \quad (2)$$

$$E(\chi_{B,j}^z) = v_{B,j}(x - R_{B,j}) - t(0.5 - z) \quad (3)$$

$$E(\chi_{F,j}^z) = v_{F,j}(x - R_{F,j}) \quad (4)$$

易知,如果 $E(\chi_{S,j}^z) > E(\chi_{B,j}^z)$ 且 $E(\chi_{S,j}^z) > E(\chi_{F,j}^z)$, 则企业选择向地区性中小银行贷款。等式 $E(\chi_{S,j}^z) = E(\chi_{B,j}^z)$ 对应的位置 $\overline{z_{0,j}}$ 和等式 $E(\chi_{S,j}^z) = E(\chi_{F,j}^z)$ 对应的位置 $\overline{z_{1,j}}$ 决定了地区性中小银行收到贷款申请的最远距离。当 j 类型企业与地区性中小银行的距离小于 $\min\{\overline{z_{0,j}}, \overline{z_{1,j}}\}$ 时,选择向地区性中小银行贷款。类似地,等式 $E(\chi_{S,j}^z) = E(\chi_{B,j}^z)$ 对应的位置 $\overline{z_{0,j}}$ 和等式 $E(\chi_{B,j}^z) = E(\chi_{F,j}^z)$ 对应的位置 $\overline{z_{2,j}}$ 决定了大银行收到贷款申请的最远距离。当 j 类型企业与地区性中小银行的距离大于 $\max\{\overline{z_{0,j}}, \overline{z_{2,j}}\}$ 时,选择向大银行贷款。剩余 j 类型企业选择向互联网中小银行贷款,其中, $j = \{L, H\}$ 。

由于企业均匀地分布在圆周上,不同银行高、低数字禀赋企业发放的贷款规模分别为:^②

$$L_{S,j} = n_j \times 2 \min\{\overline{z_{0,j}}, \overline{z_{1,j}}\} = \frac{2n_j[v_{S,j}(x - R_{S,j}) - v_{F,j}(x - R_{F,j})]}{t} \quad (5)$$

$$L_{B,j} = n_j \times 2(0.5 - \max\{\overline{z_{0,j}}, \overline{z_{2,j}}\}) = \frac{2n_j[v_{B,j}(x - R_{B,j}) - v_{F,j}(x - R_{F,j})]}{t} \quad (6)$$

$$L_{F,j} = n_j - L_{S,j} - L_{B,j} = \frac{n_j[t + 4v_{F,j}(x - R_{F,j}) - 2v_{S,j}(x - R_{S,j}) - 2v_{B,j}(x - R_{B,j})]}{t} \quad (7)$$

其中, $v_{i,j} = u_i + \gamma_i q_j w_{i,j}$, $i = \{S, B, F\}$, $j = \{L, H\}$, $n_L = (1 - \alpha)n$, $n_H = \alpha n$ 。

接着讨论银行 i 给 j 类型企业的贷款利率报价 $R_{i,j}$ 。三类银行权衡比较风控能力的相对大小,确定贷款利率报价,以此实现利润最大化。三类银行的优化方程可以统一表示为:

$$\max_{R_{i,j}} E(\pi_i) = \sum_{j=\{L,H\}} E(\pi_{i,j}) = \sum_{j=\{L,H\}} (v_{i,j} R_{i,j} - r - \frac{h_i}{2} w_{i,j}^2) L_{i,j} \quad (8)$$

将(5)—(7)式的贷款规模代入(8)式并求解相应的最优化问题,可知,如果不同银行的研发决策为 $w_{i,j}$,则银行 i 向 j 类型企业收取的贷款利率满足:^③

$$R_{S,j}^D = \frac{t + 5v_{S,j}x + 7(r + \frac{h_s}{2} w_{S,j}^2) - (v_{B,j}x - r - \frac{h_B}{2} w_{B,j}^2) - 4(v_{F,j}x - r - \frac{h_F}{2} w_{F,j}^2)}{12v_{S,j}} \quad (9)$$

① 如果 j 类型企业向银行 i 申请的信用贷款大于其他银行,银行 i 在 j 类型企业贷款市场的期望利润高于其他银行,则说明银行 i 和 j 类型企业形成了良好的匹配关系,其中, $i = \{S, B, F\}$, $j = \{L, H\}$ 。

② $\overline{z_{0,j}}$, $\overline{z_{1,j}}$ 和 $\overline{z_{2,j}}$ 的表达式及相关说明参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

③ 本文使用上角标 D 标识数字化转型阶段的均衡结果。

$$R_{B,j}^D = \frac{t+5v_{B,j}x+7(r+\frac{h_B}{2}w_{B,j}^2)-(v_{S,j}x-r-\frac{h_S}{2}w_{S,j}^2)-4(v_{F,j}x-r-\frac{h_F}{2}w_{F,j}^2)}{12v_{B,j}} \quad (10)$$

$$R_{F,j}^D = \frac{t+2v_{F,j}x+4(r+\frac{h_F}{2}w_{F,j}^2)-(v_{S,j}x-r-\frac{h_S}{2}w_{S,j}^2)-(v_{B,j}x-r-\frac{h_B}{2}w_{B,j}^2)}{6v_{F,j}} \quad (11)$$

将上述贷款利率定价规则代入(5)–(7)式,三类银行为*j*类型企业发放的贷款规模依次是:

$$L_{S,j}^D = \frac{n_j[t+5(v_{S,j}x-r-\frac{h_S}{2}w_{S,j}^2)-(v_{B,j}x-r-\frac{h_B}{2}w_{B,j}^2)-4(v_{F,j}x-r-\frac{h_F}{2}w_{F,j}^2)]}{6t} \quad (12)$$

$$L_{B,j}^D = \frac{n_j[t+5(v_{B,j}x-r-\frac{h_B}{2}w_{B,j}^2)-(v_{S,j}x-r-\frac{h_S}{2}w_{S,j}^2)-4(v_{F,j}x-r-\frac{h_F}{2}w_{F,j}^2)]}{6t} \quad (13)$$

$$L_{F,j}^D = \frac{n_j[4t+8(v_{F,j}x-r-\frac{h_F}{2}w_{F,j}^2)-4(v_{S,j}x-r-\frac{h_S}{2}w_{S,j}^2)-4(v_{B,j}x-r-\frac{h_B}{2}w_{B,j}^2)]}{6t} \quad (14)$$

将(9)–(11)式的贷款利率和(12)–(14)式的贷款规模代入(8)式,得到三类银行的期望利润。在此基础上,本文基于银行的利润最大化问题研究银行的数字化转型策略,即银行*i*对人工智能技术的研发力度*w_{i,j}*。三类银行的最优化问题可以统一表示成:

$$\max_{w_{i,j}} E(\pi_i) = \sum_{j=\{L,H\}} \frac{t}{[2 \times (1 - 1_{i=F}) + 4 \times 1_{i=F}] n_j} (L_{i,j}^D)^2 \quad (15)$$

求解(15)式,不同类型银行的均衡研发策略是 $w_{i,j}^D = \operatorname{argmax}_{w_{i,j}} E(\pi_i) = \operatorname{argmax}_{w_{i,j}} L_{i,j}^D = \frac{\gamma_i q_j x}{h_i}$ 。最后将均衡研发策略代入(12)–(15)式,得到不同银行的均衡贷款规模和均衡期望利润。^①

2. 均衡分析:人工智能技术对不同银行的适用性

这里基于银行*i*在高、低数字禀赋中小企业贷款市场上的均衡研发策略 $w_{i,j}^D = \frac{\gamma_i q_j x}{h_i}$ 分析银行对人工智能技术的适应性,其中, $i=\{S,B,F\}, j=\{L,H\}$ 。

首先,讨论均衡研发力度 $w_{i,j}^D$ 与银行特性的比较静态关系。技术研发旨在弥补软信息甄别与应用方面的短板,如果银行的数据获取能力越强,则人工智能技术的应用效果越好,相应地,银行倾向于增加研发力度,以此利用数字贷款技术提高对贷款的风控能力,即 $\frac{\partial w_{i,j}^D}{\partial \gamma_i} > 0$ 。此外,均衡研发力度还与研发成本有关。如果银行研发人工智能技术的规模经济效应越强,从技术研发中获取的风控能力可以覆盖每笔贷款分摊到的研发成本,有效提高银行为企业发放贷款的能动性,由此激励银行加大对人工智能技术的研发力度,即 $\frac{\partial w_{i,j}^D}{\partial h_i} < 0$ 。

接着,比较不同银行均衡研发力度的相对大小,可以发现:当 $\gamma_0 < \gamma \leq \frac{h_B}{h_S}$ 时, $w_{S,j}^D < w_{B,j}^D \leq w_{F,j}^D$; 当 $\frac{h_B}{h_S} < \gamma \leq \bar{\gamma}$ 时, $w_{S,j}^D < w_{F,j}^D < w_{B,j}^D$, 其中, $j=\{L,H\}$ 。本文将这一规律总结为:

① 均衡结果的表达式参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

命题 1:由于地区性中小银行不具备研发新技术的成本优势,也不具有接入企业数字足迹的数据优势,其对人工智能技术的适应性最差,均衡研发力度最小。大银行具有摊薄成本的规模经济优势,互联网中小银行具有数据获取优势,二者对人工智能技术的适应性较地区性中小银行更强。如果互联网中小银行的数据优势足够大,则互联网中小银行的研究力度领先于大银行,反之,大银行的研究力度领先于互联网中小银行。

图 4 展示了命题 1 的结论,也即不同类型银行差异化的数字化转型策略。地区性中小银行的资产规模小、业务种类有限,难以有效分摊成本,技术研发呈现出规模不经济的特征。另外,地区性中小银行不具有获取企业数字足迹的比较优势,难以充分发挥人工智能技术的应用效果。为此,地区性中小银行不适宜大规模研发人工智能技术。相比之下,大银行和互联网中小银行适合大力研发应用人工智能技术,但二者的比较优势并不相同:大银行规模大、业务多,研发应用人工智能技术容易产生规模经济;互联网中小银行的激励源自于依托互联网科技企业的数据优势。如果互联网中小银行的数据优势足够强,则互联网中小银行的数据优势给传统银行的数字化转型带来数字壁垒,进而削弱大银行对人工智能技术的研发激励,互联网中小银行对人工智能技术的研发力度位列三类银行之首;相反,如果互联网中小银行的数据优势相对较弱,则大银行的数字化转型不受数字壁垒的制约,研发力度赶超互联网中小银行,成为数字化转型的领军者。

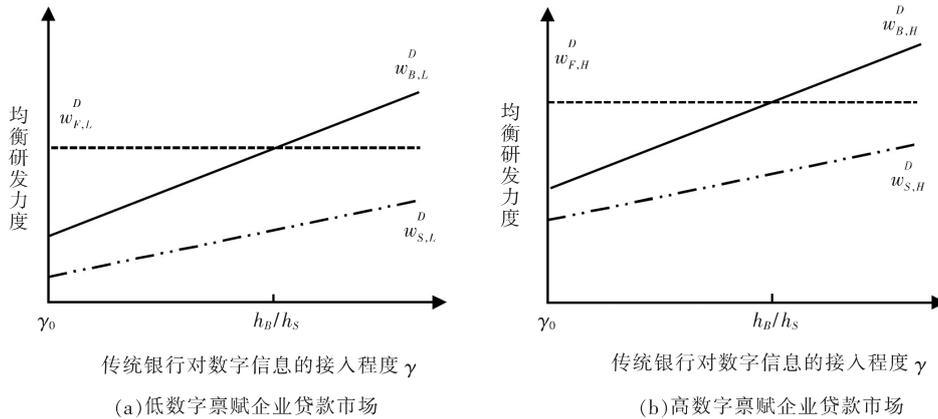


图 4 不同银行的均衡研发力度

3. 均衡分析:不同银行在贷款市场的相对竞争力

这里基于银行 i 在高、低数字禀赋中小企业贷款市场的均衡贷款规模 $L_{i,j}^D$ 、均衡期望利润 $E(\pi_{i,j}^D)$ 分析不同类型银行的相对竞争力和银企匹配关系等问题,其中, $i=\{S,B,F\}$, $j=\{L,H\}$ 。

引理 1:在数字化转型阶段,大银行和地区性中小银行的相对竞争力满足:地区性中小银行在低数字禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势, $L_{S,L}^D > L_{B,L}^D$, $E(\pi_{S,L}^D) > E(\pi_{B,L}^D)$,大银行在高数字禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势, $L_{S,H}^D < L_{B,H}^D$, $E(\pi_{S,H}^D) < E(\pi_{B,H}^D)$ 。

引理 1 说明,数字技术将以技术赋能扭转大银行的竞争劣势。在银行向人工智能转型之前,大银行不具有人工搜集软信息的比较优势,在与地区性中小银行的市场竞争中处于劣势。当人工智能技术嵌入银行市场后,大银行的规模经济优势促使其积极向人工智能转型,逐步建立起竞争优势。在高数字禀赋中小企业的贷款市场,人工智能技术的应用效果显著,大银行借由数字化转型提高贷款技术对中小企业的适应性,风控能力赶超地区性中小银行,相应地,总计发放的贷款规模和期望

利润均大于地区性中小银行;相反,在低数字禀赋中小企业的贷款市场,人工智能技术的应用效果不佳,无法扭转大银行的劣势,其结果是,地区性中小银行的贷款规模更大,期望利润更高。

引理 2:在数字化转型阶段,地区性中小银行与互联网中小银行的相对竞争力满足:①地区性中小银行在低数字禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势, $L_{S,L}^D > L_{F,L}^D, E(\pi_{S,L}^D) > E(\pi_{F,L}^D)$;②当 $\gamma_0^2 < \gamma^2 \leq \underline{\gamma}_u$ 时,互联网中小银行在高数字禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势,或者 $L_{S,H}^D < L_{F,H}^D$,或者 $E(\pi_{S,H}^D) < E(\pi_{F,H}^D)$;③当 $\underline{\gamma}_u < \gamma^2 \leq \bar{\gamma}^2$ 时,地区性中小银行在高数字禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势, $L_{S,H}^D > L_{F,H}^D, E(\pi_{S,H}^D) > E(\pi_{F,H}^D)$ 。①

引理 2 说明,技术竞争有利于互联网中小银行,助其取得为高数字禀赋中小企业发放人工智能贷款的竞争优势。互联网中小银行借助技术研发获取可比肩于地区性中小银行的风控能力,但在低数字禀赋中小企业的贷款市场,人工智能的应用效果较差,不足以弥补互联网中小银行的短板,互联网中小银行总计发放的贷款规模和期望利润均落后于地区性中小银行。在高数字禀赋中小企业的贷款市场,丰富的数字足迹有望充分发挥人工智能的技术优势,如果互联网中小银行的数据优势足够大,则技术研发的效果显著,风控能力较过去有明显改进。相应地,互联网中小银行在中小企业贷款市场的竞争力赶超地区性中小银行,或者总计发放的贷款规模大于地区性中小银行,或者总利润高于地区性中小银行;但如果互联网中小银行不具备区别于其他银行的数据优势,则研发效果不够突出,互联网中小银行仍处于竞争劣势。

引理 3:在数字化转型阶段,大银行与互联网中小银行的相对竞争力满足:①当 $\gamma_0^2 < \gamma^2 \leq \underline{\gamma}_h$ 时,互联网中小银行在高、低数字禀赋中小企业贷款市场兼具竞争优势, $L_{B,j}^D < L_{F,j}^D, E(\pi_{B,j}^D) < E(\pi_{F,j}^D)$,其中, $j=\{L,H\}$;②当 $\underline{\gamma}_h < \gamma^2 \leq \bar{\gamma}^2$ 时,大银行在高数字禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势, $L_{B,H}^D > L_{F,H}^D, E(\pi_{B,H}^D) > E(\pi_{F,H}^D)$,互联网中小银行在低数字禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势,或者 $L_{B,L}^D < L_{F,L}^D$,或者 $E(\pi_{B,L}^D) < E(\pi_{F,L}^D)$ 。②

引理 3 说明,大银行与互联网中小银行的相对竞争力取决于互联网中小银行的数据优势。在银行向人工智能转型之前,在线发放贷款的交易模式降低了企业申请贷款的交易成本,中小企业对互联网中小银行的偏好强于大银行,大银行的市场竞争力较弱。当人工智能技术嵌入银行市场后,大银行和互联网中小银行开展技术装备竞赛以此提升在中小企业贷款市场的竞争力。当互联网中小银行的数据优势足够强时,大银行的数字化转型面临数字壁垒,或者研发力度小于互联网中小银行,或者研发效果落后于互联网中小银行,相应地,总计发放的贷款规模和期望利润均小于互联网中小银行;当互联网中小银行的数据优势相对较小时,大银行的数字化转型不受数据获取能力的限制,但受限于企业自身的数据资源问题,技术研发只能提高大银行对高数字禀赋企业的风控能力,但不足以改善大银行对低数字禀赋企业的风控能力,其结果是,大银行在高数字禀赋企业贷款市场赶超互联网中小银行,在低数字禀赋企业贷款市场仍落后于互联网中小银行。

引理 1—引理 3 表明,当不同类型银行共同开展数字化转型时,地区性中小银行将逐渐失去市

① $\underline{\gamma}_u$ 的表达式及相关证明参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

② $\underline{\gamma}_h$ 的表达式及相关证明参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

市场竞争力,相反,原本处于竞争劣势的大银行在技术装备竞赛中获益良多,银行与企业之间呈现出以“数字匹配”为特征的匹配关系。^①

命题 2:在数字化转型阶段,地区性中小银行不具有研发应用人工智能技术的优势,主要使用传统人工方式的贷款技术,与低数字禀赋中小企业形成匹配;大银行和互联网中小银行具有研发应用人工智能技术的优势,主要使用以人工智能为代表的数字贷款技术,与高数字禀赋中小企业形成匹配。

图 5 展示了命题 2 的结论,描绘了错位竞争的市场格局。当人工智能技术嵌入银行市场后,大银行和互联网中小银行有条件 and 动力大力研发人工智能技术,而地区性中小银行不适宜大规模研发人工智能技术,这种差异化的数字化转型策略重塑了中小企业贷款市场的竞争格局。在低数字禀赋中小企业的贷款市场,人工智能技术的应用效果有限,即使大银行和互联网中小银行积极开展技术研发,对贷款的风控能力也不足以赶超地区性中小银行,低数字禀赋中小企业优先向地区性中小银行申请贷款。在高数字禀赋中小企业的贷款市场,人工智能技术的应用效果显著,大银行和互联网中小银行的风控能力超越地区性中小银行,高数字禀赋中小企业优先向大银行和互联网中小银行申请贷款。换言之,在人工智能时代,在数字贷款技术上占据优势的银行(大银行和互联网中小银行)与数字足迹丰富的企业(高数字禀赋中小企业)相匹配;在传统贷款技术上占据优势的银行(地区性中小银行)与数字足迹匮乏的企业(低数字禀赋中小企业)相匹配,由此形成了以“数字匹配”为特征的银企匹配关系。

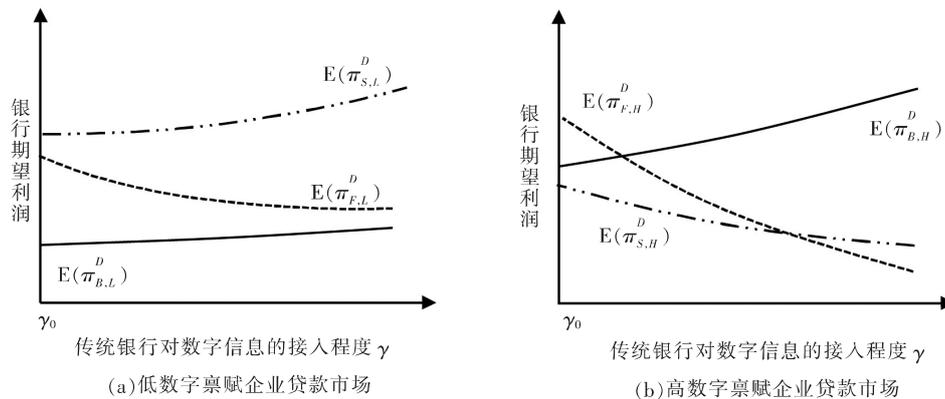


图 5 不同银行的期望利润及其在贷款市场的相对竞争力

注:由于银行的贷款规模和期望利润存在相关性,仅以期望利润为例展示不同类型银行的相对竞争力。

4. 均衡分析:对银行业结构的拓展讨论

除了金融领域的创新应用之外,数字技术还将推动企业数字化转型,原本缺乏数字禀赋的企业逐渐转型成为高数字禀赋企业,改变高、低数字禀赋企业的市场分布。另外,数字技术将带动以数据超市、数据中心为代表的配套服务,大大提高数字信息的开放度和流通性。为此,这里将考察企业群体的数字化转型及数据开放度(表现为 α, γ 的动态变化)对银行业结构的影响。本文提出:

^① 本文还研究了“互联网中小银行和人工智能均未出现的传统阶段”以及“互联网中小银行出现但未研发应用人工智能技术的市场竞争阶段”,讨论银行数字化转型之前不同银行在中小企业贷款市场的相对竞争力,并从中剥离出市场竞争、技术竞争对银行业结构的不同影响。具体参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

推论 1:随着企业数字化转型的深入发展,高数字禀赋企业数量增多,大银行在中小企业贷款市场的期望利润不断扩张,地区性中小银行在中小企业贷款市场的期望利润日渐萎缩。

推论 1 的经济含义是,企业分布结构在数字化浪潮下的动态调整会弱化地区性中小银行的竞争力。命题 2 表明,大银行对人工智能技术的高适应性赋予其在高数字禀赋中小企业贷款市场的竞争优势,地区性中小银行卓越的软信息风控能力帮助其在低数字禀赋中小企业贷款市场保持“小银行优势”。结合企业分布结构可知,在企业群体数字化水平较低的发展阶段,高数字禀赋中小企业的市场比重较低(图 6 横轴 α 靠近 0),大银行的市场竞争力依然落后于地区性中小银行。但在企业数字化进程持续加快的发展阶段,高数字禀赋企业的比例和数量日益增多(图 6 横轴 α 逐渐增大),大银行在中小企业贷款市场的期望利润不断扩张,有望超越地区性中小银行。

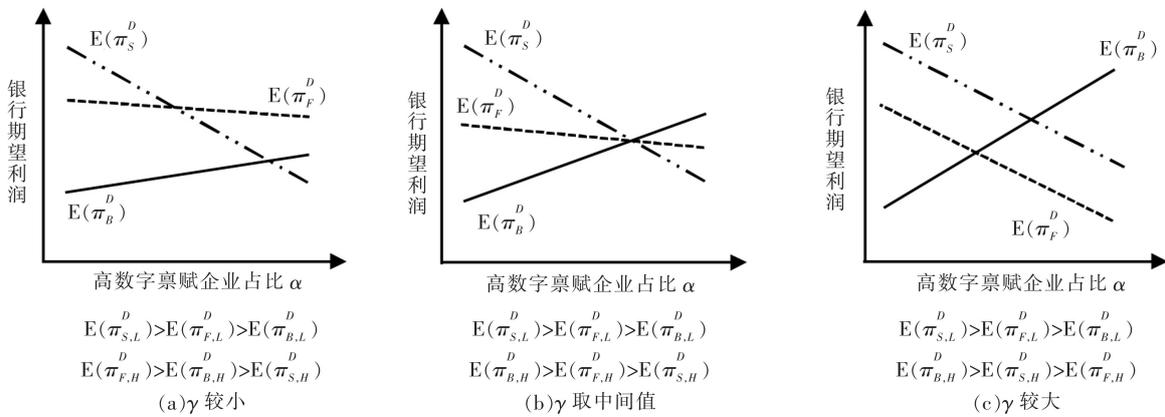


图 6 企业数字化转型与银行业结构

推论 2:随着数据开放度和流通性的提升,互联网中小银行的数据优势逐渐下降,在中小企业贷款市场的期望利润相应减少。

在数字化发展初期,由于数字信息的种类单一、数据开放和流程程度有限,企业的数字足迹很容易被互联网科技企业垄断,其结果是,互联网中小银行的数据获取能力显著高于其他银行(图 6(a)中 γ 较小)。这时,互联网中小银行大力研发人工智能技术,具有为高数字禀赋中小企业贷款的比较优势,期望利润高于大银行。随着数据开放度提升(图 6(b)中 γ 取中间值),在数字壁垒被破除后,大银行成为数字化转型的领军者,在高数字禀赋中小企业贷款市场的竞争力有望超越互联网中小银行。长期看,一旦数据完全开放流通,则不同银行的数据获取能力趋于一致(图 6(c)中 γ 较大),在这一阶段,互联网中小银行因规模效应不足、软信息甄别能力薄弱而处于竞争劣势。

本文的理论推演表明,大银行在数字化转型中受益最多。凭借技术研发的规模经济优势,大银行努力向人工智能转型,建立起在高数字禀赋中小企业贷款市场的竞争优势。推论 1、推论 2 进一步发现,在银行数字化转型和企业数字化转型的后期,数据开放度的提升有助于强化大银行在高数字禀赋中小企业贷款市场的竞争优势,又由于高数字禀赋中小企业的市场比重随企业数字化转型而增多,数字大银行在中小企业贷款市场的盈利空间和竞争力将快速提升。

推论 3:随着银行、企业数字化转型的持续发展,中小企业贷款市场由过去的“小银行优势”过渡为“小银行优势”与“数字大银行优势”的共生共存,之后再发展为“数字大银行优势”。

五、进一步讨论

1. 避免部分中小企业被边缘化

在数字化转型进程中,数据稀少的传统中小企业存在被边缘化的风险。在人工智能时代,主要由地区性中小银行为缺乏数字足迹的传统中小企业发放贷款。但随着企业数字化转型的不断深入,传统中小企业的数量越来越少,地区性中小银行的盈利空间将不断收窄。如果将银行维持固定经营的各项成本纳入考量(例如网点运营和人力成本),日渐萎缩的利润很可能不足以支撑地区性中小银行的正常运营。在这一情形下,地区性中小银行会缩减网点数量,甚至退出市场,导致那些尚未进行数字化转型、几乎没有数字禀赋的传统中小企业面临被边缘化的风险。

应对这一问题的关键不是阻碍银行数字化转型,而是应当全方位、高普及率地推动整个中小企业群体的数字化转型。政府在这一方面可以发挥重要的作用,包括夯实企业数字化转型所需的软硬基础设施以及在保证数据安全的前提下推动数据开放和数据流通等。例如,政府可以加大对数字研发、数字运营、数字营销等数字化人才的培养,以此降低企业数字化转型的各项门槛。此外,政府掌握着企业在税务、海关、电力、通讯以及社会信用等方面的数据,适度的数据开放有助于增加传统中小企业的数字足迹,降低传统中小企业被边缘化的风险。

2. 数字信贷和风险投资在服务中小企业方面的差异

本文研究表明,数字技术会改变最优银行业结构,那么,数字技术是否会对最优金融结构产生影响,不同融资方式与企业的匹配关系是否会发生变化?为了回答这一问题,这一部分尝试性地讨论数字信贷和风险投资在服务中小企业方面的差异。本文预期数字技术不足以扭转金融结构,数字信贷的服务对象大概率集中于低创新密度的中小企业,具体而言,金融结构理论指出由于风险特性和专业知识方面的显著不同,银行适宜为低创新密度的中小企业提供信贷支持,风险投资适宜为创新型中小企业提供金融支持(Gompers and Lerner, 2001; 林毅夫和李永军, 2001; 张一林等, 2016)。^① 本文认为,人工智能技术难以改变银行的负债来源,也无法改变储户对资金安全性和流动性的要求,因此,人工智能技术不会改变银行不适合投资创新型中小企业和项目的规律。^②

进一步地,考虑到风险投资的金融特性和人工智能的技术特性,本文预期风险投资在为创新型中小企业提供融资服务时,(至少在短期内)尚不能用人工智能代替人工决策。银行为中小企业发放人工智能贷款的一个前提条件是,企业之间具有高度的同质性,可以通过一部分企业的历史数据推测出另一部分企业的未来盈利、违约风险等,这对于创新密度低、技术和产品相对成熟的中小企业而言是适宜的。但是,创新型中小企业所做的是不同于过去、历史上未曾发生过的创新活动,通常孕育着历史不可预见的新技术、商业模式等,难以用历史数据做预测。因此,对于创新型中小企业的评估更依赖于投资人和基金管理者富有前瞻性的战略眼光,更需要“人工”而非“人工智能”的判断和参与。此外,风险投资不仅仅扮演着资金提供者的角色,还为创新型企业提供技术前沿和行业发展潜力等方面的专业指导,这是数字技术难以替代的。

^① 低创新密度中小企业具有技术和产品成熟、风险较低等特点;创新型中小企业具有不确定性大、风险高、回报周期长等特点。

^② 银行的信贷资金来源于储蓄存款,储户对回报稳定性、资金流动性的要求决定了银行应当把大部分资金配置给回报相对稳定、投资期限相对较短的低创新密度中小企业。风险投资的资金来源于自有资金或股权资本,不要求固定回报和固定期限,因此适合于高风险、长周期的创新型中小企业。

六、总结与政策启示

以人工智能为代表的数字技术给金融领域带来了前所未有的变革,本文构建了一个包含地区性中小银行、大银行和互联网中小银行的理论模型,探讨不同银行对人工智能技术的适应性及其在技术装备竞赛中的比较优势,并进一步剖析银行数字化转型进程中银行业结构、银企匹配关系呈现了怎样的新特征。基于上述分析,本文就银行与企业的数字化转型提出以下政策启示:

(1)依据银行的禀赋条件差别化地推出数字化转型的鼓励政策。以人工智能为代表的数字技术能在多大程度上提高银行发放贷款的效率,取决于银行原有的软信息甄别能力、数据获取能力、研发新技术的规模经济等禀赋条件。本文从理论上证明,相对于地区性中小银行,大银行与互联网中小银行具有研发人工智能技术的比较优势,二者的数字化转型水平远高于地区性中小银行。若政府忽视银行在禀赋条件和比较优势方面的差异,“一刀切”式地鼓励不同银行同等地推进数字化转型,很可能导致银行的竞争优势不增反降,既造成技术资源浪费,也损害银行的经营效率,无助于缓解中小企业的融资约束问题。鉴于此,政府一方面要重视推动银行数字化转型,鼓励银行创新金融与科技的融合模式;另一方面要立足不同银行的禀赋条件,实行差异化转型策略。

(2)完善与技术研发、技术应用相关的软硬基础设施,为银行数字化转型创造有利条件。可行的措施包括推动公共数据的信息开放、加大对关键技术的基础研究等。人工智能技术的应用效果高度依赖于银行的数据获取能力,政府应在保障数据安全的前提下,加强信息归集、共享、公开,建立公共信用信息和金融信息的共享整合机制,打通数据传递和沟通的渠道,以此充分发挥人工智能技术的优势。此外,技术研发的成本负担会阻碍银行的转型进程,政府应加快人工智能关键共性技术的基础研究,加大对基础研发和相关学科理论研究的支持力度,通过实施补贴、直接投入、积极引进专业人才等扶持政策有效促进共性技术的研发和突破,以此帮助银行克服技术研发的阻碍,确保银行数字化转型不受技术条件的限制。

(3)降低企业数字化转型的技术门槛,谨防缺乏数字足迹的企业被边缘化。本文预期,当市场上绝大多数中小企业转型为拥有丰富数字足迹的数字企业后,少数缺乏数字足迹的传统中小企业很可能面临被边缘化的风险。为了防范这一问题,政府应全方位、高普及率地推动整个中小企业群体的数字化转型,建立跨领域、复合型数字化人才的培养机制,降低企业信息系统建设、升级改造等方面的成本,以此夯实企业数字化转型所需的软硬基础设施,让所有中小企业同等地享有数字化发展的机会,以防因数字化发展不平等不充分而造成的信贷歧视和金融不平等。

本文未来的改进方向包括两个方面:一是讨论其他与研发效果相关的影响因素对银行数字化转型的潜在影响。本文的理论模型主要关注研发力度、数据资源对研发效果的影响,但研发效果还可能受到其他因素的影响,例如技术研发和资源利用效率等;二是探索以人工智能为代表的数字技术在其他金融领域的创新应用。本文的理论模型聚焦于人工智能在信用贷款和风险控制方面的应用,但事实上,人工智能技术可以应用在以智能投资顾问为代表的财务管理业务领域,未来可以考察这些新型交易模式的福利效应。

〔参考文献〕

- [1]黄益平,黄卓.中国的数字金融发展:现在与未来[J].经济学(季刊),2018,(4):1489-1502.
- [2]黄益平,邱晗.大科技信贷:一个新的信用风险管理框架[J].管理世界,2021,(2):12-21.
- [3]李春涛,闫续文,宋敏,杨威.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.

- [4]林毅夫,姜烨. 发展战略,经济结构与银行业结构:来自中国的经验[J]. 管理世界, 2006a,(1):29-40.
- [5]林毅夫,姜烨. 经济结构、银行业结构与经济发展——基于分省面板数据的实证分析[J]. 金融研究,2006b,(1):7-22.
- [6]林毅夫,李永军. 中小金融机构发展与中小企业融资[J]. 经济研究, 2001,(1):10-18.
- [7]林毅夫,孙希芳,姜烨. 经济发展中的最优金融结构理论初探[J]. 经济研究, 2009,(8):4-17.
- [8]刘畅,刘冲,马光荣. 中小金融机构与中小企业贷款[J]. 经济研究, 2017,(8):65-77.
- [9]刘全,翟建伟,章宗长,钟珊,周倩,章鹏,徐进. 深度强化学习综述[J]. 计算机学报, 2018,(1):1-27.
- [10]孟娜娜,粟勤,雷海波. 金融科技如何影响银行业竞争[J]. 财贸经济, 2020,(3):66-79.
- [11]沈艳,陈赟,黄卓. 文本大数据分析在经济学和金融学中的应用:一个文献综述[J]. 经济学(季刊), 2019,(4):1153-1186.
- [12]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.
- [13]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.
- [14]许宪春,张美慧. 中国数字经济规模测算研究——基于国际比较的视角[J]. 中国工业经济, 2020,(5):23-41.
- [15]张一林,龚强,荣昭. 技术创新、股权融资与金融结构转型[J]. 管理世界, 2016,(11):65-80.
- [16]张一林,林毅夫,龚强. 企业规模、银行规模与最优银行业结构——基于新结构经济学的视角[J]. 管理世界, 2019,(3):31-47.
- [17]赵驰,周勤,汪建. 信用倾向、融资约束与中小企业成长——基于长三角工业企业的实证[J]. 中国工业经济, 2012,(9):77-88.
- [18]Agrawal, A., J. Gans, and A. Goldfarb. Prediction, Judgement, and Complexity: A Theory of Decision-Making and Artificial Intelligence[M]. Chicago: University of Chicago Press, 2019.
- [19]Berger, A. N., and G. F. Udell. Small Business Credit Availability and Relationship Lending: The Importance of Bank Organizational Structure[J]. Economic Journal, 2002,112(447):32-53.
- [20]Berger, A. N., and L. K. Black. Bank Size, Lending Technologies and Small Business Finance [J]. Journal of Banking and Finance, 2011,35(3):724-735.
- [21]Bresnahan, T. F., and M. Trajtenberg. General Purpose Technologies “Engines of Growth”[J]. Journal of Econometrics, 1995,65(1):83-108.
- [22]Chen, M. A., Q. Wu, and B. Yang. How Valuable Is Fintech Innovation [J]. Review of Financial Studies, 2019,32(5):2062-2106.
- [23]Chu, Y., and J. Wei. Fintech Entry and Credit Market Competition[R]. SSRN Working Paper, 2021.
- [24]Cockburn, I. M., R. Henderson, and S. Stern. The Impact of Artificial Intelligence on Innovation: An Exploratory Analysis[M]. Chicago: University of Chicago Press, 2019.
- [25]Frey, C. B., and M. A. Osborne. The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2017,114:254-280.
- [26]Gambacorta, L., Y. Huang, H. Qiu, and J. Wang. How Do Machine Learning and Non-Traditional Data Affect Credit Scoring: New Evidence from a Chinese Fintech Firm[R]. SSRN Working Paper, 2019.
- [27]Goldfarb, A., and D. Trefler. AI and International Trade[R]. NBER Working Paper, 2018.
- [28]Goldstein, I., W. Jiang, and G. A. Karolyi. To FinTech and Beyond [J]. Review of Financial Studies, 2019, 32(5):1647-1661.
- [29]Gompers, P., and J. Lerner. The Venture Capital Revolution [J]. Journal of Economic Perspectives, 2001,15(2):145-168.
- [30]Holmstrom, B., and J. Tirole. Financial Intermediation, Loanable Funds, and the Real Sector [J]. Quarterly Journal of Economics, 1997,112(3):663-691.

- [31]Liberti, J. M., and M. A. Petersen. Information: Hard and Soft [J]. *Review of Corporate Finance Studies*, 2019,8(1):1–41.
- [32]Ogura, Y., and H. Uchida. Bank Consolidation and Soft Information Acquisition in Small Business Lending[J]. *Journal of Financial Services Research*, 2014,45(2):173–200.
- [33]Stein, J. C. Information Production and Capital Allocation: Decentralized versus Hierarchical Firms [J]. *Journal of Finance*, 2002,57(5):1891–1921.
- [34]Strubell, E., A. Ganesh, and A. McCallum. Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP[R]. *ArXiv Working Paper*, 2019.
- [35]Trajtenberg, M. AI as the next GPT: A Political–Economy Perspective[R]. *NBER Working Paper*, 2018.
- [36]Tseng, P. L., and W. C. Guo. Fintech, Credit Market Competition, and Bank Risk–Taking [R]. *SFM Working Paper*, 2018.
- [37]Vives, X., and Z. Ye. Information Technology and Bank Competition[R]. *SSRN Working Paper*, 2021.

Artificial Intelligence, SME Financing and Bank Digitalization

ZHANG Yi–lin^{1,2,3}, YU Yun–jun⁴, CHEN Zhu–ming⁵

- | | |
|--|--------------------------|
| (1. Lingnan College, Sun Yat–sen University, | Guangzhou 510275, China; |
| 2. Institute of NSEISG, Sun Yat–sen University, | Guangzhou 510275, China; |
| 3. Advanced Institute of Finance, Sun Yat–sen University, | Guangzhou 510275, China; |
| 4. School of Finance, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 611130, China; | |
| 5. School of Business, Sun Yat–sen University, | Guangzhou 510275, China) |

Abstract: With the development of digital technology, the way banks serve small and medium enterprises (SMEs) has undergone a disruptive change. Banks are no longer limited to serving SMEs in labor–intensive ways but can also use big data and artificial intelligence (AI) to serve SMEs in technology–intensive ways. This gives birth to internet banks and makes traditional banks face the choice of digitalization, thus igniting the technological competition in the banking market. This paper conducts a competition model among three types of banks, including internet banks with unique data, large banks with scale economy, and small regional banks with comparative advantages in acquiring soft information, and then studies the digitalization strategy of different banks and its influence on financing options of SMEs. The model shows there may be a digital–matching relationship between banks and SMEs in the era of AI. Large banks and internet banks have the advantage of developing digital loans for SMEs with sufficient digital records, while small regional banks have the advantage of making traditional loans to SMEs without digital records. It’s suggested that banks should choose the transformation direction and development orientation according to their own conditions (bank scale, data acquisition, screening ability with soft information), which affects the development of banks and the extent to which AI can improve the financing environment for SMEs. These conclusions not only provide a theoretical basis for the decision–making mechanism of banks’ digitalization strategy and the applicability of AI to different banks but also have important policy implications for the government to better promote the digital transformation of banks and alleviate the financing constraints of SMEs.

Key Words: artificial intelligence; big data; digital transformation; bank competition

JEL Classification: G21 G32 D83

[责任编辑:李鹏]