

数字金融能否助推绿色低碳发展?

黄永春^{1,2},黄瑜珊¹,胡世亮¹,贾琳³

(1. 河海大学 商学院,江苏 南京 211100;2. 江苏省“世界水谷”与水生态文明协同创新中心,江苏 南京 211100;
3. 北京理工大学 管理与经济学院,北京 100000)

摘要:数字经济时代,数字金融作为一种创新性金融模式,对绿色低碳发展有着重大影响。通过构建绿色低碳发展指标,运用固定效应模型和面板门槛回归模型,探索数字金融对绿色低碳发展的影响机制及门槛效应。研究发现:数字金融可以推动绿色低碳发展,并且科技创新是数字金融推动绿色低碳发展的传导路径;与此同时,数字金融与绿色低碳发展之间存在非线性关系,人力资本和金融监管对绿色低碳发展的影响均存在双门槛效应。进一步研究发现:数字金融对绿色低碳发展的促进作用仅存在于东中部地区,且东部地区的正向效应更强。

关键词:数字金融;绿色低碳发展;科技创新

中图分类号:F832;F124.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-6049(2022)04-0088-10

一、引言与文献综述

随着工业化进程的加快,能源消耗和污染废弃物排放量迅速增加,中国已经成为世界第一大能源消费国^[1]。根据《bp 世界能源统计年鉴》相关数据显示,2020 年中国能源消费增加 2.1%;碳排放连续四年持续增长,增幅 0.6%,并且在全球碳排放总量中的份额增加至 31%。为缓解日益严峻的资源和环境问题,中国政府提出人与自然和谐相处的绿色低碳发展理念,推动经济增长与生态保护协同发展。目前,绿色低碳发展已成为各行业转型升级、提升竞争力的必经之路,也成为实现生态文明的根本出路。金融作为构建市场导向型技术创新体系的基础和现代经济运行的核心要素^[2],是政府推动经济发展和环境治理的重要工具。但现阶段,我国传统金融服务存在发展不充分、传导机制不健全、资源配置效率低等诸多问题,严重抑制了企业绿色技术创新^[3],加之传统金融往往更加关注经济效应,缺少对生态效益的重视,因此,无法为绿色低碳发展提供良好的市场环境。而数字金融在传统金融的基础上,强化数字技术和大数据等科技手段的运用,具备更强的资源优化配置功能,逐渐成为中国经济转型升级的重要引擎。并且,数字金融可以降低金融行业的发展能耗,实现金融服务低碳化,促进居民消费绿色化,助推绿色低碳发展^[4]。因此,数字金融是构建现代金融体系的应有之义,也为促进绿色低碳发展提供了新的契机。

早期研究主要探讨了金融发展对环境的影响,认为金融发展可以通过技术进步效应、规模效应、

收稿日期:2022-03-11;修回日期:2022-06-27

基金项目:国家社会科学基金一般项目“‘产-才-城’适配视域下长三角人才一体化发展的协同机制研究”(21BGL016);江苏省教育厅哲学社会科学重大项目“技术型创业团队的成长机理与培育路径研究”(2021SJZDA027)

作者简介:黄永春(1982—),男,江苏盱眙人,管理学博士,河海大学商学院、江苏省“世界水谷”与水生态文明协同创新中心教授,研究方向为创新与创业管理;黄瑜珊(1997—),女,河南新县人,河海大学商学院硕士研究生,研究方向为金融学;胡世亮(1991—),男,江苏赣榆人,河海大学商学院博士研究生,研究方向为财务会计;贾琳(1987—),男,山东潍坊人,通讯作者,管理学博士,北京理工大学管理与经济学院副教授,研究方向为技术创新。

资本配置效应、结构效应等影响环境质量^[5-6]。随着数字经济时代的到来,数字技术与传统金融相结合的数字金融成为学术界关注的焦点。现有文献对数字金融的研究聚焦经济绩效问题,包括微观经济效应和宏观经济效应两个方面,前者认为数字金融可以提高企业创新水平^[7]、缓解企业融资约束^[8]、推进创业^[9]以及提升居民消费水平^[10];后者发现数字金融在推动经济高质量发展^[11]、促进包容性增长^[12]、推动产业结构升级^[13]以及缩小城乡收入差距^[14]等方面具有显著影响。少数学者对数字金融的环境绩效进行研究,认为数字金融能够促进污染减排^[15]、提升能源效率^[16],从而推动经济与生态环境协同发展^[17]。通过梳理相关文献发现,相较于数字金融的经济绩效而言,数字金融的环境绩效尚未受到足够的重视;已有研究重点关注数字金融对缓解工业污染的影响,但在“双碳目标”背景下,数字金融在发挥经济效应的同时如何有效推动绿色发展,从而促进全社会的绿色低碳发展的相关研究相对不足;此外,现有研究对数字金融影响绿色低碳发展的作用机理和调节机制的解析相对较少。

基于此,本文采用2011—2019年中国281个地级及以上城市的面板数据,探讨数字金融对绿色低碳发展的影响、传导路径以及时空异质性,解析数字金融与绿色低碳发展之间的内在逻辑,探究人力资本和金融监管在数字金融影响绿色低碳发展过程中的非线性调节作用,丰富有关绿色低碳发展影响因素的文献。本文的研究不仅可以为推进金融数字化和经济绿色化、加速绿色低碳发展进程、实现数字金融与绿色低碳发展的深度融合提供理论参考与政策启示,还可以为加快我国自主创新进程、完善人力资本和金融监管等关键辅助性因素、助力数字金融推动绿色低碳发展提供科学依据。此外,本文的相关研究结论对我国各地区因地制宜推进绿色低碳转型、推动环境治理以及实现“双碳”目标具有重要的现实意义。

二、理论分析与研究假设

(一) 数字金融与绿色低碳发展

数字金融作为一种资源节约型、环境友好型的创新金融服务,具有较强的绿色属性,能够通过将传统金融服务线上化,减少行业发展的污染,实现金融服务低碳化,促进居民消费绿色化,助推绿色低碳发展。一方面,数字金融实现服务低碳化。数字金融运用互联网金融、网络银行等典型经营模式,通过线上虚拟网点实现无接触交易,用户通过数字金融服务平台进行线上交易,购买理财产品、实现移动支付以及获取信贷。这种以数字技术为核心进行信息传递、业务办理的方式,突破了传统金融因网点数量和人工成本高而造成的时空限制^[18],也减少了现金、纸张、乘车等能源消耗,降低交易过程中的碳排放,实现金融服务低碳化。另一方面,数字金融促使消费绿色化。依托数字金融搭建的众多环保服务平台,增强居民环保意识、引导居民绿色消费^[19],带动绿色产业发展,推动整个经济向绿色转型升级。如蚂蚁金服推出的“蚂蚁森林”等绿色公益活动,科学量化低碳行为,鼓励居民绿色消费,增强用户环保意识^[17]。此外,使用移动支付功能的闲鱼、转转等二手交易平台,具有低消费支付成本等优势,有助于优化消费体验,提升支付意愿^[15],开拓资源回收利用新渠道,减少资源浪费,提高居民环保参与度,促使居民消费绿色化。基于此,本文提出假说1。

假说1:数字金融可以显著促进绿色低碳发展。

(二) 科技创新的中介效应

熊彼特的创新理论提出,金融发展对创新具有较强的支持作用^[20]。新古典经济增长模型和内生增长理论也认为,内生的技术进步深受金融发展状况的影响^[21]。因此,数字金融可以通过提高科技创新能力助推绿色低碳发展。首先,数字金融可以提高科技创新能力。一方面,数字金融能够缓解融资约束。数字金融借助线上交易的方式,突破传统金融的发展瓶颈,有效覆盖传统金融无法触达的绿色企业,为绿色低碳技术创新提供资金支持^[22]。并且,数字金融可以存储企业在平台上的交易信息,对企业的经济实力与信用能力进行评价,有效解决金融服务中心的信息不对称问题,加快创新资本的流动率和周转率,推动企业进行科技创新。另一方面,数字金融具有溢出效应。基于数字技术、数据要素的数字金融具有流动性强的特征,降低了空间摩擦系数,加速了金融服务向邻边地区扩散^[23]。数字金融的溢出效应,可以有效引导金融资金流向,促进不同区域间资源共享,推动绿色技术转移转化,

促进邻边地区提升科技创新水平。其次,科技创新能力的提高具有节能效应和减排效应。一方面,科技创新通过提高能源利用效率节约能源消耗。具有较高创新能力的企业能够激励绿色低碳技术创新,通过开发新的替代能源技术和改进现有能源技术,提高能源利用效率^[24]。而对于能源节约偏向型企业来说,其可以通过科技创新淘汰生产技术落后、能源需求较高的设备,降低基于生产投入端的能源消耗。另一方面,科技创新通过改善能源消费结构减少污染排放。科技创新尤其是新能源方面的创新,能够增加清洁能源的使用、减少化石能源的消耗,有效减少甚至消除污染物排放。与此同时,企业通过科技创新加强绿色化改造,将绿色技术渗透到生产的各环节中,引导企业节能减排生产^[25],减少基于生产产出端的废弃物排放。基于此,本文提出假说2。

假说2:科技创新是数字金融对绿色低碳发展影响的中介变量,即数字金融通过提高科技创新能力实现绿色低碳发展。

(三) 人力资本与金融监管的门槛效应

舒尔茨的人力资本理论和波特的竞争优势理论认为,人力资本是技术进步的源泉^[26],能够对绿色低碳发展产生积极影响。因此,数字金融对绿色低碳发展的影响会受到人力资本门槛特征的约束。一方面,人力资本水平较高的地区,个体的认知能力较强。数字金融作为一种知识密集型和技术密集型金融服务,需要居民具备基本的文化知识和学习能力。在人力资本水平较低时,个体的知识储备有限、认知能力较低,居民做金融决策的错误率较高,导致金融市场参与度较低,阻碍数字金融的发展进程。随着人力资本水平的提高,个体的认知能力增强,信息获取能力和判断能力有所增加,居民能够识别市场风险,对数字金融产品和服务的接受度更高^[27],因此数字金融能够更好地发挥促进绿色低碳发展的作用。另一方面,人力资本水平较高的地区,知识溢出效应更强。创新作为助推绿色低碳发展的动力之一,需要知识、技术等资源的积累^[28]。在人力资本水平较高的地区,通过人才流动、技术转让等方式实现的知识溢出效应较强,有助于绿色知识和绿色技术的传播,提高绿色资源共享效率,促进绿色创新项目的产生^[29],此外,知识溢出效应可以促进隐性知识的生产和共享,降低创新成本,增加创新频率,助推产业绿色转型升级。基于此,本文提出假说3a。

假说3a:数字金融对绿色低碳发展的促进作用受人力资本水平的影响呈现异质性,即随着人力资本水平的不断增加,数字金融对绿色低碳发展的正向效应逐渐增强。

数字金融在发展过程中难免会遭受各种风险的冲击,需要加强金融监管,保障其高效发展以及效能释放^[30]。因此,数字金融对绿色低碳发展的影响会受到金融监管门槛特征的约束。一方面,加强金融监管,有利于数字金融稳定发展。数字金融会衍生新的金融、技术等方面的风险,金融监管的缺失会导致行业竞争加剧、数字金融垄断、监管套利等乱象横生^[31-32],抑制数字金融的发展。对数字金融进行科学监管,完善数字金融治理手段,可以有效减少不当套利和风险衍生现象,有助于规范数字金融生产资料的流向,促使数字金融在适当容错与监管并举的环境中蓬勃发展。另一方面,加强金融监管,有利于数字金融功能发挥。在金融监管力度较弱时,金融溢出受阻,数字金融的覆盖范围和功能发挥受到束缚,因此,数字金融难以发挥资金支持和资源导向功能,无法缓解融资约束问题,导致技术创新机会转移受限,阻碍绿色创新。加强金融监管力度、打击数字金融违法行为,有助于守住金融风险底线,提高资源配置的安全性、靶向性和普惠性,保障数字金融聚焦绿色经济和低碳经济,加速企业实现绿色技术进步^[33]。基于此,本文提出假说3b。

假说3b:数字金融对绿色低碳发展的促进作用受金融监管力度的影响呈现异质性,即随着金融监管力度的不断加大,数字金融对绿色低碳发展的正向效应逐渐增强。

三、研究设计

(一) 变量选取

1. 被解释变量

绿色低碳发展水平(*Dev*)。本文基于绿色低碳发展需要同时满足绿色和低碳的特征,参考张友

国等^[34]的研究,最终选取绿色效益、低碳效益以及经济社会效益3个维度作为绿色低碳发展评价的一级指标(如表1所示)。在此基础上,我们基于科学性、综合性以及可获得性等原则,进行二级指标的选择。其中,绿色效益主要侧重于生活环境绿色化(生活垃圾无害化处理率、人均生活水耗)和生态环境绿色化(城市建成区绿化覆盖率、人均公共绿地面积);低碳效益主要侧重于生活低碳(人均电力消耗)和生产低碳(碳生产力);经济社会效益主要侧重于经济发展水平(人均GDP),考虑到目前我国正在大力推进对外贸易的绿色低碳转型,而本文研究的另一个核心变量“数字金融”对对外贸易的绿色低碳转型具有显著作用^[35],因此,在经济社会绩效中加入对外贸易水平(进出口总额占GDP比重)。本文采用熵权TOPSIS综合评价法,将8个二级指标数值逆向化、标准化后进行降维处理,得到绿色低碳发展水平,记为 Dev 。

表1 绿色低碳发展指标体系

| 一级指标 | 二级指标 | 指标属性 |
|--------|-------------|------|
| 绿色效益 | 生活垃圾无害化处理率 | 正 |
| | 城市建成区绿化覆盖率 | 正 |
| | 人均公共绿地面积 | 正 |
| 低碳效益 | 人均生活水耗 | 负 |
| | 碳生产力 | 正 |
| | 人均电力消耗 | 负 |
| 经济社会效益 | 人均GDP | 正 |
| | 进出口总额占GDP比重 | 正 |

2. 核心解释变量

数字金融(Fin)。本文参考郭峰等^[36]的研究,以北京大学数字金融研究中心发布的数字普惠金融指数来衡量我国各地区数字金融发展程度,后续稳健性检验中选取各地级市的互联网普及率作为工具变量。

3. 中介变量

科技创新(Inn)。科技创新常使用的衡量指标是专利授权量和专利申请量。但由于内生的技术进步依赖于科研投入,研发投入强度越大,对先进技术的消化吸收能力就越强。为此,本文借鉴曾婧婧和周丹萍^[37]的方法,采用科技支出占财政支出的比例来衡量科技创新能力。

4. 门槛变量

(1)人力资本(Hum)。本文借鉴苏科和周超^[38]的方法,采用每万人高等学校在校生数作为人力资本水平的代理变量。(2)金融监管(Sup)。本文借鉴唐松等^[39]的研究,以金融监管支出占金融业增加值的比重作为金融监管的代理变量。

5. 控制变量

为了更准确地反映数字金融对绿色低碳发展的影响,参照以往文献研究,选取以下指标作为控制变量纳入模型:(1)政府规模(Gov),选用财政支出与GDP之比来衡量。(2)外商投资(Fdi),选用实际利用外资与GDP之比来衡量。(3)人口密度(Den),选用单位面积人口数来衡量。(4)基础设施水平(Inf),选用人均城市道路面积来衡量。(5)教育支出(Edu),选用人均财政教育支出来衡量。(6)城市发展水平(Urb),选用人均城市建设用地面积。(7)工资水平(Wag),选用职工平均工资来衡量。(8)产业结构调整系数(Str),选用第三产业增加值与第二产业增加值之比来衡量。

(二) 模型设定

1. 基准回归模型

本文首先研究数字金融对绿色低碳发展的影响,构建如下经验回归模型。

$$Dev_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Fin_{it} + \sum a_j Control + \varepsilon_{it} + \mu_i + \omega_t \quad (1)$$

其中, i 表示省份, t 表示年份, Dev 为绿色低碳发展水平, Fin 是数字金融发展指数, $Control$ 为控制变量, α_0 为常数项, ε_{it} 为随机干扰项, μ_i 为个体效应, ω_t 为时间效应。

2. 中介效应模型

为进一步验证科技创新是否在数字金融与绿色低碳发展之间发挥显著的中介效应,构建如下中介效应模型。

$$Inn_{it} = b_0 + b_1 Fin_{it} + \sum b_j Control + \varepsilon_{it} + \mu_i + \omega_t \quad (2)$$

$$Dev_{it} = c_0 + c_1 Fin_{it} + c_2 Inn_{it} + \sum c_j Control + \varepsilon_{it} + \mu_i + \omega_t \quad (3)$$

其中, a_1 反映了数字金融对绿色低碳发展的总效应, c_1 反映了数字金融对绿色低碳发展的直接效应, b_1 和 c_2 反映了数字金融对绿色低碳发展的中介效应。

3. 面板门槛模型

为验证假说 H3a 和 H3b, 本文利用面板门槛回归模型进行分析, 以人力资本和金融监管作为门槛变量, 构建如下面板门槛模型。

$$Dev_{it} = d_0 + d_1 Fin_{it} I(thr_{it} \leq \gamma) + d_2 Fin_{it} I(thr_{it} > \gamma) + \sum d_j Control + \varepsilon_{it} + \mu_i + \omega_t \quad (4)$$

其中, thr 表示门限变量, 包括人力资本 (Hum) 和金融监管 (Sup); I 为指标函数; γ 为具体的门槛值。

(三) 数据来源

本文选取 2011—2019 年中国 281 个地级及以上城市的面板数据。其中, 数字金融指数数据来源于《北京大学数字普惠金融指数(2011—2020)》, 其余数据主要来源于 EPS 数据库、《中国城市统计年鉴》以及中国国家统计局网站中公布的相关数据。个别缺失数据采用线性或均值插值法补齐。本文对控制变量进行取对数处理^①。

四、实证分析

(一) 基准回归结果

首先检验数字金融与绿色低碳发展之间的关系, 结果如表 2 所示, 数字金融总指标对绿色低碳发展具有显著的正向效应。具体而言, 在不考虑控制变量的情况下, 数字金融指数的估计系数为正, 且通过 1% 显著性水平的检验; 在加入控制变量后, 数字金融指数的估计系数依然显著为正, 但影响系数有所减小。这说明, 数字金融是一种资源节约型、环境友好型的创新金融服务, 具有较强的绿色属性, 可以直接推动绿色低碳发展。以上回归结果验证了假说 1 是成立的。

由于普遍认为数字金融发展包含使用深度、覆盖广度和数字化程度三个维度, 因此本文进一步将这三个指数作为被解释变量, 加入回归方程, 具体结果如表 2 的第(3)列至第(5)所示。检验结果显示, 数字金融指数的三个维度对绿色低碳发展都具有显著的正向效应。首先, 覆盖广度指数的估计系数为 0.376, 且通过 5% 显著性水平的检验, 表明覆盖广度对绿色低碳发展具有显著的正向效应, 其原因主要是, 覆盖广度表示获得金融服务的机会大小, 数字金融能够突破传统金融的瓶颈, 覆盖更多的用户, 促进居民进行绿色消费, 激发企业进行绿色创新, 从而促进绿色低碳发展。其次, 使用深度指数的估计系数为 0.507, 且通过 1% 显著性水平的检验, 表明使用深度对绿色低碳发展具有显著的正向效应, 这原因主要是, 使用深度代表了数字金融使用的多样性, 其水平越高, 表示数字金融中提供支付、保险、货币基金等金融服务类型越多, 获得金融服务的机会也越多, 绿色技术创新机会增加, 从而促进绿色低碳发展。最后, 数字化程度指数的估计系数为 0.141, 且通过 1% 显著性水平的检验, 表明数字化程度对绿色低碳发展具有显著的正向效应, 其原因可能是, 数字化程度主要是衡量使用数字技术程度, 现阶段数字技术程度不断加深, 运用互联网技术手段有利于缓解信息不对称、优化资源配置, 能够促进绿色消费、缓解绿色融资约束, 从而促进绿色低碳发展。

表 2 数字金融对绿色低碳发展水平影响的实证检验

| 变量 | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
|-------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 绿色低碳发展 水平_ Dev | 绿色低碳发展 水平_ Dev | 绿色低碳发展 水平_ Dev | 绿色低碳发展 水平_ Dev | 绿色低碳发展 水平_ Dev |
| Fin | 1.654 *** (10.32) | 0.953 *** (5.96) | | | |

^①限于篇幅, 描述性统计结果并未展示, 备索。

表 2(续)

| 变量 | (1) 绿色低碳发展 水平_ <i>Dev</i> | (2) 绿色低碳发展 水平_ <i>Dev</i> | (3) 绿色低碳发展 水平_ <i>Dev</i> | (4) 绿色低碳发展 水平_ <i>Dev</i> | (5) 绿色低碳发展 水平_ <i>Dev</i> |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <i>Width</i> | | | 0.376 ** (2.23) | | |
| <i>Depth</i> | | | | 0.507 *** (4.92) | |
| <i>Digital</i> | | | | | 0.141 *** (3.67) |
| <i>lnWag</i> | | 0.017 * (1.71) | 0.014 (1.39) | 0.016 (1.63) | 0.015 (1.56) |
| <i>lnFdi</i> | | 0.002 *** (4.12) | 0.002 *** (4.18) | 0.002 *** (4.41) | 0.002 *** (3.99) |
| <i>lnGov</i> | | -0.084 *** (-11.90) | -0.090 *** (-12.73) | -0.090 *** (-12.90) | -0.090 *** (-12.90) |
| <i>lnStr</i> | | -0.010 * (-1.89) | -0.011 ** (-2.23) | -0.011 ** (-2.12) | -0.012 ** (-2.25) |
| <i>lnEdu</i> | | 0.040 *** (5.56) | 0.042 *** (5.77) | 0.044 *** (6.18) | 0.045 *** (6.36) |
| <i>lnDen</i> | | 0.014 *** (2.83) | 0.016 *** (3.14) | 0.015 *** (3.02) | 0.016 *** (3.18) |
| <i>lnUrb</i> | | -0.026 *** (-4.40) | -0.028 *** (-4.77) | -0.027 *** (-4.56) | -0.028 *** (-4.83) |
| <i>lnInf</i> | | -0.012 *** (-3.17) | -0.013 *** (-3.22) | -0.012 *** (-2.98) | -0.012 *** (-3.13) |
| <i>controls</i> | 0.126 *** (14.49) | 0.176 *** (3.73) | 0.194 *** (3.98) | 0.208 *** (4.45) | 0.228 *** (4.87) |
| 年度固定效应 | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes |
| 城市固定效应 | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes |
| N | 2 529 | 2 529 | 2 529 | 2 529 | 2 529 |
| R ² | 0.25 | 0.32 | 0.31 | 0.32 | 0.32 |

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为*t*值。

(二) 中介效应检验

为验证假说 2,本文进行中介效应检验,结果如表 3 所示。检验结果表明,数字金融对绿色低碳发展具有促进作用,并且数字金融可以通过提高科技创新能力间接促进绿色低碳发展。即科技创新在数字金融与绿色低碳发展之间具有中介效应,其表现出“数字金融→科技创新→绿色低碳发展”的传导机制。具体而言,在引入科技创新的模型中,数字金融指数和科技创新的估计系数均为正,且均通过显著性水平检验;Sobel 检验的*Z*值为 1.699,通过 10% 显著性水平的检验。这说明,数字金融的发展可以通过科技创新推动绿色低碳发展。由此,假说 2 得到证明。

(三) 面板门槛结果

为进一步探究数字金融对绿色低碳发展的作用是

表 3 科技创新的中介效应检验结果

| 变量 | (1) <i>Dev</i> | (2) <i>Inn</i> | (3) <i>Dev</i> |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Fin</i> | 0.953 *** (5.96) | 0.246 *** (6.93) | 0.912 *** (5.64) |
| <i>Inn</i> | | | 0.167 * (1.75) |
| <i>controls</i> | Yes | Yes | Yes |
| 年度固定效应 | Yes | Yes | Yes |
| 城市固定效应 | Yes | Yes | Yes |
| Sobel _{<i>z</i>} | | 1.699 | |
| Sobel _{<i>p</i>} | | 0.089 | |
| N | 2 529 | 2 529 | 2 529 |
| R ² | 0.32 | 0.09 | 0.32 |

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为*t*值。

否受到人力资本和金融监管门槛效应的影响,本文采用面板门槛模型进行实证检验。首先进行自抽样门槛效应检验,结果如表4所示。由表4可看出,人力资本和金融监管均存在显著的双重门槛效应。

表4 门槛效应检验结果

| 门槛变量 | 门槛类型 | 门槛值 | F 值 | P 值 | BS 次数 | 1% | 5% | 10% |
|------|------|-------------|-----------|-------|-------|---------|---------|---------|
| Hum | 一重门槛 | 0.011 | 68.411*** | 0.000 | 300 | 18.126 | 9.929 | 7.178 |
| | 双重门槛 | 0.006,0.023 | 48.702*** | 0.000 | 300 | -42.629 | -61.324 | -66.081 |
| | 三重门槛 | — | 0.000* | 0.063 | 300 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Sup | 一重门槛 | 0.174 | 15.288*** | 0.000 | 300 | 9.452 | 4.731 | 3.412 |
| | 双重门槛 | 0.108,0.17 | 12.861*** | 0.000 | 300 | 9.936 | 5.947 | 3.886 |
| | 三重门槛 | — | 0.000* | 0.083 | 300 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著。

如表5第(1)列所示,数字金融对绿色低碳发展具有显著的正向影响,且人力资本对这种正向影响具有双门槛效应。具体而言,当人力资本水平小于0.006时,数字金融指数的估计系数为0.756;当人力资本水平大于0.006小于0.023时,数字金融指数的估计系数增大到0.813;当人力资本水平大于0.023时,数字金融指数的估计系数下降到0.648,且该系数在门槛前后均通过1%显著性水平的检验。这说明,人力资本水平较低时,个体的认知能力较低、知识溢出效应较弱,居民的金融决策错误率较高,导致金融市场参与度较低,无法对居民的绿色消费以及大型企业的绿色创新融资产生有效作用,从而导致数字金融对绿色低碳发展的正向促进作用较弱;随着

人力资本水平的提高,个体认知能力增强,对数字金融产品及服务的接受能力增强,创新项目数量也会相应增加,数字金融对绿色低碳发展的正向效应逐渐增强;但是随着人力资本的进一步增加,出现人力资本的“内耗性”和“时效性”,导致边际报酬递减,使得数字金融对绿色低碳发展的正向效应有所削弱。由此,假说3a得到验证。

如表5第(2)列所示,数字金融对绿色低碳发展具有正向影响,且金融监管对这种正向影响具有双门槛效应。具体而言,当金融监管程度小于0.108时,数字金融指数的估计系数为0.734;当金融监管程度大于0.108小于0.170时,数字金融指数的估计系数增大到0.800;当金融监管程度大于0.170时,数字金融指数的估计系数下降到0.682,且该系数在门槛前后均通过1%显著性水平的检验。这说明,在较差的金融监管环境下,数字金融发展受阻,无法缓解对绿色企业的融资约束,弱化资源导向功能,阻碍企业进行绿色技术创新以及技术创新机会转移,使得数字金融对绿色低碳发展的正向效应表现得较弱;随着金融监管力度的增大,不当套利和风险衍生事件会减少,有助于数字金融提供稳定、及时的资金支持,促进企业绿色技术创新,因此,数字金融对绿色低碳发展的正向效应逐渐增强,但是随着金融监管力度的进一步加大,数字金融以及绿色低碳技术创新缺乏足够的发展空间,使得数字金融对绿色低碳发展的正向效应有所削弱。由此,假说3b得到验证。

(四) 稳健性检验

考虑到研究过程中可能会出现内生性问题,本文采用工具变量法、剔除样本以及加入滞后变量这

表5 面板门槛回归结果

| 变量 | Threshold_Hum(1) | Threshold_Sup(2) |
|----------|--------------------|--------------------|
| | Dev | Dev |
| Fin_1 | 0.756*** (4.31) | 0.734*** (4.74) |
| Fin_2 | 0.813*** (4.87) | 0.800*** (5.09) |
| Fin_3 | 0.648*** (3.77) | 0.682*** (4.33) |
| controls | Yes | Yes |
| 年度固定效应 | Yes | Yes |
| 省份固定效应 | Yes | Yes |
| N | 2529 | 2529 |

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为t值。

三种方法进行稳健性检验。首先,采用互联网普及率作为工具变量,运用工具变量法进行稳健性检验;其次,从研究样本中将四个直辖市剔除进行稳健性检验;最后,将核心解释变量滞后一期进行稳健性检验。以上三种方法的检验结果均表明本文结论是稳健可靠的,限于篇幅,回归结果备案。

五、进一步分析

考虑到地区发展水平差异可能会导致数字金融对绿色低碳发展的影响存在偏差,本文进一步将全国分为东、中、西部三大地区进行空间异质性分析,回归结果如表6所示。结果表明,数字金融对东部和中部地区的绿色低碳发展具有显著的正向影响,但对西部地区绿色低碳发展的影响并不显著。可能的原因是:首先,对于东部地区而言,由于经济发展水平较高,劳动和资本要素市场发育相对完善,创新要素集聚,人力资本和金融监管均处于较高水平,数字金融可以充分发挥改善要素扭曲、缓解融资约束等方面的作用,从而推动绿色低碳发展。其次,对于中部地区而言,其与东部地区毗连,可以承接东部地区的金融、技术外溢,有利于推动绿色低碳发展,但由于中部地区劳动力资源丰富,企业可以获取价格相对低的劳动和资本要素,没有动力去增加研发投入以及升级绿色技术,会制约绿色低碳发展,因此,中部地区的数字金融对绿色低碳发展的正向效应相比于东部地区较弱。最后,对于西部地区而言,由于经济发展水平较低,创新要素流失较为严重,数字技术发展水平有限,加之其人力资本水平较低、金融监管能力较弱,导致数字技术无法与金融有效结合,数字金融的适用性存在一定风险,无法为绿色低碳发展提供有效的助推作用。

六、结论与建议

本文采用2011—2019年中国281个地级及以上城市层面的面板数据,检验数字金融与绿色低碳发展之间的关系以及科技创新的中介效应,并且实证分析数字金融对绿色低碳发展的影响受到人力资本和金融监管等因素的调节作用。研究发现:(1)数字金融能够推动绿色低碳发展,并且科技创新是数字金融推动绿色低碳发展的传导路径。(2)数字金融对绿色低碳发展的正向促进作用受到人力资本和金融监管双重门槛效应的影响,表现为随着人力资本水平和金融监管力度的不断增加,数字金融对绿色低碳发展的正向效应先增加后减小。(3)数字金融对绿色低碳发展的影响存在异质性,具体表现为东部和中部地区的数字金融对绿色低碳发展具有显著的正向效应,并且东部地区的促进作用要大于中部地区。

基于以上实证研究结论,本文提出以下建议来推动绿色低碳发展:(1)加快数字金融发展进程,以资金助力绿色低碳发展。优化数字金融的区域布局,加强数字金融体系的服务质量和效率,加快我国绿色低碳经济结构调整;加快数字金融基础设施建设,完善数字金融发展的制度环境,提高数字金融向绿色经济和低碳经济倾斜的应用能力;强化数字金融对绿色低碳技术创新的激励和保障作用,缓解企业绿色低碳创新的融资约束,更好地推动绿色低碳发展。(2)加快我国自主创新进程,以创新驱动推动绿色低碳发展。政府应加大财政科技支出,提升总体绿色技术创新水平,加快我国经济向绿色转型升级。与此同时,出台相关政策激励企业加大科技创新投入,倡导企业研发节能减排技术,构建新能源技术体系,减少传统能源的消耗,更好地推动绿色低碳发展。(3)完善人力资本、金融监管等关键辅助性因素,助力数字金融推动绿色低碳发展。对于人力资本方面,既要注重构建全方位、多元化的人才培养体系,强化培养本土人才的能力,也要加大人才引进力度,并通过不断优化人才环境,留住人才;建立科技人才共享机制,实施有效的激励措施,促进资源共享与合作,优化人力资本配置,以最大限度发挥数字金融推动绿色低碳发展的效果与优势。对于金融监管,要加大金融监管力度,与时俱进变革金融监管体系,建立起科学的风险管理机制,降低数字金融的整体风险,优化数字金融服务促进

表6 数字金融对绿色低碳发展的异质性检验

| 变量 | (1) 东部_Dev | (2) 中部_Dev | (3) 西部_Dev |
|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| <i>Fin</i> | 1.298*** (3.80) | 0.980*** (4.05) | -0.120 (-0.35) |
| <i>controls</i> | Yes | Yes | Yes |
| 年度固定效应 | Yes | Yes | Yes |
| 城市固定效应 | Yes | Yes | Yes |
| N | 900 | 972 | 657 |
| R ² | 0.37 | 0.40 | 0.31 |

注:***、**、*分别表示1%、5%和10%的显著性水平,括号内为*t*值。

绿色低碳发展的功能和效率。

参考文献:

- [1] 林伯强,谭睿鹏. 中国经济集聚与绿色经济效率[J]. 经济研究,2019(2):119-132.
- [2] 王馨,王莹. 绿色信贷政策增进绿色创新研究[J]. 管理世界,2021(6):173-188+11.
- [3] 聂秀华,江萍,郑晓佳,等. 数字金融与区域技术创新水平研究[J]. 金融研究,2021(3):132-150.
- [4] 何建坤. 全球绿色低碳发展与公平的国际制度建设[J]. 中国人口·资源与环境,2012(5):15-21.
- [5] DOGAN E, SEKER F. Determinants of CO₂ emissions in the European Union: the role of renewable and non-renewable energy[J]. Renewable energy, 2016, 94:429-439.
- [6] 王伟. 县域金融与绿色全要素生产率增长——来自长江经济带上游流域证据[J]. 统计与信息论坛,2017(9):69-77.
- [7] HSU P H, TIAN X, XU Y. Financial development and innovation: cross-country evidence [J]. Journal of financial economics, 2014, 112(1): 116-135.
- [8] 任晓怡. 数字普惠金融发展能否缓解企业融资约束[J]. 现代经济探讨,2020(10):65-75.
- [9] 谢绚丽,沈艳,张皓星,等. 数字金融能促进创业吗? ——来自中国的证据[J]. 经济学(季刊),2018(4):1557-1580.
- [10] 易行健,周利. 数字普惠金融发展是否显著影响了居民消费——来自中国家庭的微观证据[J]. 金融研究,2018(11):47-67.
- [11] 马黄龙,屈小娥. 数字普惠金融对经济高质量发展的影响——基于农村人力资本和数字鸿沟视角的分析[J]. 经济问题探索,2021(10):173-190.
- [12] 张勋,万广华,张佳佳,等. 数字经济、普惠金融与包容性增长[J]. 经济研究,2019(8):71-86.
- [13] 涂强楠,何宜庆. 数字普惠金融、科技创新与制造业产业结构升级[J]. 统计与决策,2021(5):95-99.
- [14] 张贺,白钦先. 数字普惠金融减小了城乡收入差距吗? ——基于中国省级数据的面板门槛回归分析[J]. 经济问题探索,2018(10):122-129.
- [15] 许钊,高煜,霍治方. 数字金融的污染减排效应[J]. 财经科学,2021(4):28-39.
- [16] 张云辉,李少芳. 数字金融发展能提升能源效率吗[J]. 财经论丛,2022(3):47-55.
- [17] 刘潭,徐璋勇,张凯莉. 数字金融对经济发展与生态环境协同性的影响[J]. 现代财经(天津财经大学学报),2022(2):21-36.
- [18] LU L. Promoting SME finance in the context of the fintech revolution: a case study of the UK's practice and regulation [J]. Banking and finance law review, 2018,33(3):317-343.
- [19] 郑万腾,赵红岩,赵梦婵. 数字金融发展有利于环境污染治理吗? ——兼议地方资源竞争的调节作用[J]. 产业经济研究,2022(1):1-13.
- [20] AGHION P, ASKENAZY P, BERMAN N, et al. Credit constraints and the cyclicity of R&D investment: evidence from France[J]. Journal of the European economic association, 2012, 10(5): 1001-1024.
- [21] 张帆. 金融发展影响绿色全要素生产率的理论和实证研究[J]. 中国软科学,2017(9):154-167.
- [22] 申明浩,谭伟杰. 数字金融发展能激励企业创新吗? ——基于中国上市企业的实证检验[J]. 南京财经大学学报,2022(3):66-77.
- [23] 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.
- [24] WANG J, WANG S, LI S, et al. Evaluating the energy-environment efficiency and its determinants in Guangdong using a slack-based measure with environmental undesirable outputs and panel data model [J]. Science of the total environment, 2019, 663: 878-888.
- [25] 李兰冰,李焕杰. 技术创新、节能减排与城市绿色发展[J]. 软科学,2021(11):46-51.
- [26] MARVEL M R, LUMPKIN G T. Technology entrepreneurs' human capital and its effects on innovation radicalness[J]. Entrepreneurship theory and practice, 2007, 31(6): 807-828.

- [27] WELCH F. Education in production[J]. Journal of political economy, 1970, 78(1): 35-59.
- [28] 徐军海, 黄永春. 科技人才集聚能够促进区域绿色发展吗[J]. 现代经济探讨, 2021(12): 116-125.
- [29] 牛冲槐, 张帆, 封海燕. 科技型人才聚集、高新技术产业聚集与技术创新[J]. 科技进步与对策, 2012(15): 46-48+50-51.
- [30] TRELEAVEN P. Financial regulation of Fintech[J]. Journal of financial perspectives, 2015, 3(3): 114-121.
- [31] 王兰. 全球数字金融监管异化的软法治理归正[J]. 现代法学, 2021(3): 109-122.
- [32] 王霄, 邱星宇, 叶涛. 数字金融能提升民营企业创新吗? ——基于动态能力理论的实证研究[J]. 南京财经大学学报, 2021(6): 45-55.
- [33] 史宇鹏, 顾全林. 知识产权保护、异质性企业与创新: 来自中国制造业的证据[J]. 金融研究, 2013(8): 136-149.
- [34] 张友国, 窦若愚, 白羽洁. 中国绿色低碳循环发展经济体系建设水平测度[J]. 数量经济技术经济研究, 2020(8): 83-102.
- [35] 中国社会科学院财经战略研究院课题组, 何德旭, 赵瑾. “十四五”时期推进中国贸易高质量发展的方法与对策[J]. 财贸经济, 2021(10): 21-35.
- [36] 郭峰, 王靖一, 王芳, 等. 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), 2020(4): 1401-1418.
- [37] 曾婧婧, 周丹萍. 政府创新投入和城市规模等级对城市创新能力的影响[J]. 城市问题, 2019(5): 55-64.
- [38] 苏科, 周超. 人力资本、科技创新与绿色全要素生产率——基于长江经济带城市数据分析[J]. 经济问题, 2021(5): 71-79.
- [39] 唐松, 伍旭川, 祝佳. 数字金融与企业技术创新——结构特征、机制识别与金融监管下的效应差异[J]. 管理世界, 2020(5): 52-66+9.

(责任编辑:王顺善;英文校对:葛秋颖)

Can Digital Finance Boost Green and Low-carbon Development?

HUANG Yongchun^{1,2}, HUANG Yushan¹, HU Shiliang¹, JIA Lin³

(1. Business School, Hohai University, Nanjing 211100, China;

2. Jiangsu Provincial Collaborative Innovation Center of World Water Valley and Water Ecological Civilization, Nanjing 211100, China;

3. School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100000, China)

Abstract: In the era of digital economy, digital finance, as an innovative financial model, has a significant impact on green and low-carbon development. This paper explores the influence mechanism and threshold effect of digital finance on green and low-carbon development by constructing green and low-carbon development indicators and applying fixed effect model and panel threshold regression model. The study has found that digital finance can promote green and low-carbon development, and scientific and technological innovation is the transmission path for digital finance to promote green and low-carbon development. At the same time, there is a non-linear relationship between digital finance and green and low-carbon development. There are double threshold effects in the development stage of human capital and financial regulation on green and low-carbon development. Further research shows that digital finance promotes green and low-carbon development only in eastern and central China, and the positive effect is stronger in eastern China. This study provides theoretical reference and policy inspiration for promoting financial digitization and economic greening, and realizing the deep integration of digital finance and green and low-carbon development.

Key words: digital finance; green and low-carbon development; science and technology innovation