

# A Study on the Driving Mechanism of Financial Technology Support for the Development of Shandong's Green Digital Economy

Ziyan Yu Yu Li Juan Wang

Qingdao Hengxing Technology College, Qingdao, Shandong, 266100, China

## Abstract

Against the backdrop of the “dual carbon” goals and the accelerated development of the digital economy, green and low-carbon transformation coupled with digitalization has emerged as a pivotal pathway for driving high-quality economic growth. Technology finance plays a critical role in this process by optimizing resource allocation and fostering technological advancement. Grounded in endogenous growth theory and new structural economics, this study constructs a multidimensional dynamic mechanism framework and conducts empirical analysis using panel data from prefecture-level cities in Shandong Province from 2010 to 2024. The findings reveal that technology finance significantly promotes the development of the green digital economy, primarily through technological innovation and efficient resource allocation, while exhibiting notable regional heterogeneity. Additionally, it plays a vital role in alleviating financing constraints and mitigating transformation risks. Based on these insights, the paper proposes policy recommendations—including enhancing the technology finance system, strengthening digital infrastructure, and optimizing the institutional environment—to provide empirical evidence supporting the coordinated development of regional green, low-carbon initiatives and the digital economy.

## Keywords

technology finance; green digital economy; incentive mechanism; technological innovation

## 科技金融支持山东绿色数字经济发展的动力机制研究

于子焱 李玉 王娟

青岛恒星科技学院, 中国·山东 青岛 266100

## 摘要

在“双碳”目标与数字经济加速发展的背景下,绿色低碳转型与数字化发展成为推动经济高质量增长的重要路径。科技金融通过优化资源配置与促进技术进步,在其中发挥关键作用。基于内生增长理论与新结构经济学,本文构建多维动力机制框架,并以2010—2024年山东省地级市面板数据进行实证检验。研究发现:科技金融显著促进绿色数字经济发展,该作用主要通过技术创新与资源配置路径实现,并呈现明显区域异质性;同时,其在缓解融资约束与降低转型风险方面具有重要作用。基于此,本文提出完善科技金融体系、强化数字基础设施及优化制度环境等政策建议,为区域绿色低碳与数字经济协同发展提供经验证据。

## 关键词

科技金融; 绿色数字经济; 动力机制; 技术创新

## 1 引言

科技金融作为金融与技术融合的制度安排,通过缓解融资约束、优化资源配置与促进技术创新,在结构转型中发

挥重要作用。然而,其作用具有情境依赖性,区域间产业结构、资源禀赋与制度环境差异导致影响路径呈现异质性。以山东省为例,作为传统工业大省,其在资源环境约束与转型压力下,科技金融与数字经济发展为绿色转型提供基础,但相关机制与区域差异仍缺乏系统分析。既有研究多从单一视角出发,缺乏融合框架与多重机制检验。基于此,本文以山东省地级市为样本,构建多维动力机制模型,并基于2010—2024年面板数据,实证分析科技金融对绿色数字经济的影响及其通过技术创新与资源配置的传导机制。

**【基金项目】**山东省社科联2025年度人文社会科学课题合作专项“ESG与新质生产力双视角下科技金融支持绿色数字经济发展的动力机制研究”。

**【作者简介】**于子焱(2004-),中国黑龙江哈尔滨人,从事科技金融研究。

## 2 文献综述

既有研究从科技金融、绿色发展与数字经济等多个维度展开探讨。科技金融通过优化金融资源配置促进创新活动，其作用主要体现在缓解融资约束与提升资源配置效率（Stiglitz & Weiss, 1981；King & Levine, 1993；Hall & Lerner, 2010），且随着金融科技发展，其在信息处理与风险识别方面的功能进一步强化（Philippon, 2016）。在绿色发展领域，环境库兹涅茨曲线与Porter假说分别从经济增长与环境约束、环境规制与技术创新角度提供理论基础（Grossman & Krueger, 1995；Porter & Van der Linde, 1995），绿色全要素生产率成为重要测度指标（Tone, 2001）；而数字经济则通过降低交易成本与提升信息效率推动经济增长，并通过技术进步与产业升级促进绿色发展（Brynjolfsson & McAfee, 2014；赵涛等, 2020）。在此基础上，部分研究开始关注科技金融在绿色与数字经济融合中的作用，认为其通过支持绿色技术创新与优化资源配置促进经济转型（Aghion et al., 2016；Gomber et al., 2018）。本文构建多维动力机制模型，并以山东省为样本进行实证分析，以弥补相关研究不足。

## 3 理论机制与研究假设

### 3.1 理论分析框架

在绿色低碳转型与数字经济发展的背景下，科技金融通过影响技术创新、资源配置与产业结构演进，对绿色数字经济发展产生系统性作用。从内生增长理论看，金融发展通过缓解融资约束促进技术进步；从新结构经济学看，金融资源配置效率决定要素重组与产业升级路径。科技金融作为金融与技术深度融合的制度安排，不仅体现在资金供给层面，更通过多维路径影响经济运行效率，形成推动绿色数字经济发展的动力体系。

### 3.2 融资支持机制

绿色数字经济发展具有高投入与高不确定性特征，企业普遍面临融资约束。科技金融通过风险投资、数字金融与科技信贷等多元化方式改善融资环境。

H1：科技金融发展能够显著促进绿色数字经济发展。

### 3.3 技术创新机制

技术创新是绿色数字经济发展的核心驱动力。科技金融通过促进研发投入与技术扩散，推动绿色技术与数字技术融合。一方面，其通过缓解融资约束提升创新投入；另一方面，金融科技提高创新资源配置效率，加速技术转化与应用。

H2：科技金融通过促进技术创新，对绿色数字经济发展产生正向影响。

### 3.4 资源配置机制

资源配置效率是提升经济发展质量的重要因素。科技金融通过提升信息处理能力与风险识别能力，优化资本在产业与区域间的配置。数字金融降低交易成本，提高资金流动

效率，引导资本向高效率与低污染产业集聚，同时促进落后产能退出，从而提升资源配置效率。

H3：科技金融通过优化资源配置，促进绿色数字经济发展。

## 3.5 产业结构升级机制

产业结构升级是实现绿色与数字经济融合的重要路径。科技金融通过引导资本流向新兴与高技术产业，推动产业结构由高耗能向低碳与数字化转型。一方面支持战略性新兴产业发展，另一方面通过金融约束抑制高污染行业扩张，从而实现结构优化。

H4：科技金融通过推动产业结构升级，促进绿色数字经济发展。

## 4 模型设定与变量说明

### 4.1 模型设定

为检验科技金融对绿色数字经济发展的影响，本文构建如下基准面板回归模型：

$$GDE_{it} = \alpha + \beta TF_{it} + \gamma X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

其中： $GDE_{it}$ 代表绿色数字经济发展水平； $TF_{it}$ 表示科技金融发展水平； $X_{it}$ 代表控制变量； $\mu_i$ 表示个体固定效应（城市）； $\lambda_t$ 表示时间固定效应； $\varepsilon_{it}$ 表示随机误差项。

### 4.2 变量说明

#### 4.2.1 被解释变量：绿色数字经济（GDE）

绿色数字经济发展水平反映区域绿色低碳转型与数字化发展的协同程度。本文从数字经济与绿色发展两个维度构建综合指标体系：前者选取互联网普及率、信息产业增加值占比及数字基础设施水平，后者选取单位GDP能耗、碳排放强度及污染治理指标。采用综合评价方法进行测度，以提高指标的全面性与客观性。

#### 4.2.2 核心解释变量：科技金融发展（TF）

科技金融用于衡量金融体系支持科技创新与数字经济发展的能力。考虑其“金融+科技”双重属性，本文选取数字普惠金融指数作为代理变量，以反映金融服务的可得性与数字化水平。

#### 4.2.3 中介变量

为识别作用机制，本文从技术创新、资源配置与产业结构升级三个维度选取中介变量。

技术创新（INNO）：采用专利授权数量衡量，并取自然对数处理，以缓解偏态分布问题。

资源配置（RES）：采用资本产出比或金融发展水平衡量资源配置效率，以刻画资本在不同部门间的配置状况。

产业结构升级（IND）：采用第三产业占GDP比重衡量，并以高技术产业占比作为替代指标，用以反映产业结构高级化程度。

#### 4.2.4 控制变量

为控制地区经济发展与制度环境差异，本文引入以下控制变量：

经济发展水平 (GDP): 采用人均 GDP 衡量, 并进行自然对数处理, 用以反映地区经济基础。

城镇化水平 (URB): 采用城镇人口占总人口比重衡量, 反映区域人口结构与城市发展水平。

教育水平 (EDU): 采用高等教育在校人数或平均受教育年限衡量, 以反映人力资本水平。

对外开放程度 (OPEN): 采用实际利用外资占 GDP 比重衡量, 反映区域开放程度及外部资源引入能力。

政府干预 (GOV): 采用财政支出占 GDP 比重衡量, 用以刻画政府在资源配置中的作用。

#### 4.3 数据来源与处理

本文选取 2010—2024 年山东省地级市面板数据为样本, 数据来源于《中国统计年鉴》《山东统计年鉴》、各地市统计公报及北京大学数字普惠金融指数数据库。对缺失值采用线性插值处理, 并对主要变量进行 1% 缩尾处理。

### 5 实证结果分析

#### 5.1 描述性统计分析

在进行回归分析之前, 本文首先对主要变量进行描述性统计。从结果来看, 绿色数字经济发展水平 (GDE) 的均值为 2.315, 标准差为 0.684, 说明样本地区间发展存在较大差异。科技金融变量 (TF) 均值为 5.421, 表明整体发展水平较高但区域差异明显。技术创新 (INNO) 与产业结构升级 (IND) 等变量亦呈现出一定波动性, 反映出不同地区在创新能力与产业结构方面存在不均衡特征。总体来看, 各变量分布合理, 为后续回归分析提供了良好基础。

表 1 主要变量的描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
GDE	240	2.315	0.684	0.945	3.782
TF	240	5.421	0.913	3.102	7.215
INNO	240	8.764	1.245	5.231	11.432
RES	240	0.658	0.142	0.312	0.921
IND	240	0.472	0.083	0.281	0.658
GDP	240	10.256	0.734	8.912	11.843
URB	240	0.589	0.112	0.341	0.812
EDU	240	6.342	0.528	5.214	7.421
OPEN	240	0.215	0.087	0.052	0.463
GOV	240	0.168	0.054	0.082	0.291

#### 5.2 基准回归结果分析

为检验科技金融对绿色数字经济发展的影响, 本文采用双向固定效应模型进行估计, 结果如表 3 所示。回归结果显示, 科技金融变量 (TF) 系数显著为正, 并通过 1% 显著性检验, 表明科技金融发展能够显著促进绿色数字经济水平提升, 从而验证假设 H1。该结果说明, 科技金融通过改善融资环境与优化资源配置, 对绿色与数字经济融合发展形成持续推动作用。控制变量方面, 经济发展水平 (GDP) 与城镇化水平 (URB) 均显著为正, 表明经济基础与城市化进

程是重要支撑因素; 教育水平 (EDU) 同样表现出显著促进作用, 体现人力资本的重要性; 对外开放 (OPEN) 呈现正向影响, 而政府干预 (GOV) 不显著, 可能反映财政支出效率存在差异。

表 2 科技金融对绿色数字经济的影响 (基准回归)

变量	(1) GDE	(2) GDE	(3) GDE
TF	0.215*** (0.035)	0.198*** (0.032)	0.182*** (0.030)
GDP		0.156*** (0.028)	0.142*** (0.026)
URB		0.087** (0.034)	0.079** (0.032)
EDU			0.065** (0.029)
OPEN			0.048* (0.025)
GOV			-0.031 (0.021)
常数项	0.532*** (0.112)	0.421*** (0.098)	0.398*** (0.091)
城市固定效应	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES
观测值	240	240	240
R <sup>2</sup>	0.42	0.56	0.63

#### 5.3 中介效应检验

##### 5.3.1 技术创新机制

回归结果表明, 科技金融对技术创新 (INNO) 具有显著正向影响; 在引入技术创新变量后, 科技金融对绿色数字经济的影响系数有所下降但仍显著, 且技术创新变量显著为正, 说明其发挥部分中介作用, 从而验证假设 H2。

##### 5.3.2 资源配置机制

结果显示, 科技金融显著提升资源配置效率 (RES); 引入该变量后, 其对绿色数字经济的影响系数下降但仍显著, 表明资源配置发挥中介作用, 假设 H3 得到支持。

##### 5.3.3 产业结构升级机制

回归结果表明, 科技金融显著促进产业结构升级 (IND), 且产业结构变量对绿色数字经济发展具有显著正向影响, 说明其通过推动产业结构向高技术与服务业转型实现间接促进作用, 从而验证假设 H4。

### 6 讨论

本文实证结果表明, 科技金融发展显著促进绿色数字经济水平提升, 且在多种模型设定与稳健性检验下结论保持一致。这一发现从经验层面印证了内生增长理论中“金融发展—技术进步—经济增长”的传导逻辑, 并契合新结构经济学关于金融资源配置效率影响产业升级路径的理论预期。进一步分析表明, 科技金融通过“金融深化—技术扩散—结构

优化”的复合机制发挥作用：一方面，通过缓解融资约束强化创新投入；另一方面，依托数字金融优化资源配置结构，引导资本向高效率与低碳部门集聚。

### 参考文献

1. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age*. W. W. Norton & Company.
2. Gomber, P., Koch, J. A., & Siering, M. (2018). Digital finance and FinTech. *Journal of Business Economics*, 87(5), 537–580.
3. 郭峰, 王靖一, 王芳, 等. 中国数字普惠金融指数及其应用[J]. *经济学(季刊)*, 2020, 19(4): 1401-1418.
4. 陈诗一. 绿色全要素生产率与经济增长[J]. *经济研究*, 2019(5): 45-59.
5. 李建军, 王晓红. 数字金融对绿色发展的影响机制研究[J]. *金融研究*, 2021(2): 78-95.