**Sustainable Development** 可持续发展, 2026, 16(11), 1-15
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/sd
https://doi.org/10.12677/sd.2026.1611354

Hans汉斯

# 科技金融发展与地区绿色转型

## ——理论机制与实证检验

**张金媚[1*]，于寄语[1]，张佳佳[1]，赵　蕾[2#]**

[1]湖北经济学院金融学院，湖北　武汉
[2]文华学院基础科学学部，湖北　武汉

收稿日期：2026年9月29日；录用日期：2026年10月28日；发布日期：2026年11月3日

## 摘　要

**在绿色发展深入推进的背景下，科技金融作为连接绿色技术创新与金融资源的关键纽带，对推动地区绿色转型具有重要价值。本文利用2009~2023年中国省级面板数据，检验了科技金融发展对地区绿色转型的影响及其内在机理。研究发现：(1) 科技金融发展能够显著推动地区绿色转型，这一结论在多种稳健性检验和一系列因果识别设计后仍保持成立；(2) 科技金融通过提升金融服务实体经济效能、强化绿色金融资源配置以及促进金融发展多元化三条渠道提升地区绿色转型水平，其中绿色金融资源配置的中介效应最为突出；(3) 在科技金融赋能地区绿色转型的过程中，数据要素市场发展和绿色创新生态均起到正向调节作用；(4) 进一步的经济后果分析表明，科技金融驱动的绿色转型切实增强了地区经济韧性。本文为构建科技金融支撑绿色转型的长效机制，畅通“金融－创新”协同驱动绿色发展的传导路径提供了学理依据和经验参考。**

## 关键词

**科技金融，绿色转型，机制检验，调节效应**

# Sci-Tech Finance Development and Regional Green Transformation

## —Theoretical Mechanisms and Empirical Test

**Jinmei Zhang[1*], Jiyu Yu[1], Jiajia Zhang[1], Lei Zhao[2#]**

[1]School of Finance, Hubei University of Economics, Wuhan Hubei
[2]Department of Basic Sciences, Wenhua College, Wuhan Hubei

Received: September 29, 2026; accepted: October 28, 2026; published: November 3, 2026

[*]第一作者。
[#]通讯作者。

文章引用: 张金媚, 于寄语, 张佳佳, 赵蕾. 科技金融发展与地区绿色转型[J]. 可持续发展, 2026, 16(11): 1-15.
DOI: 10.12677/sd.2026.1611354

## Abstract

**Against the backdrop of deepening green development, sci-tech finance, as a key link connecting green technological innovation with financial resources, plays a vital role in promoting regional green transition. This paper utilizes provincial-level panel data from China covering the period 2009~2023 to examine the impact of sci-tech finance development on regional green transition and its underlying mechanisms. The study finds that: (1) Sci-tech finance development can significantly drive regional green transition, a conclusion that remains robust after various robustness tests and a series of causal identification designs; (2) Sci-tech finance enhances the level of regional green transition through three channels: improving the effectiveness of financial services in supporting the real economy, strengthening the allocation of green financial resources, and promoting the diversification of financial development, among which the mediating effect of green financial resource allocation is most prominent; (3) In the process of sci-tech finance empowering regional green transition, both the development of the data factor market and the green innovation ecosystem play positive moderating roles; (4) Further analysis of economic consequences indicates that sci-tech finance-driven green transition effectively strengthens regional economic resilience. This paper provides a theoretical foundation and empirical reference for establishing a long-term mechanism where sci-tech finance supports green transition and facilitates the transmission pathway of "finance-innovation" synergy in driving green development.**

## Keywords

**Sci-Tech Finance, Green Transformation, Mechanism Test, Moderating Effect**

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

## 1. 问题的提出

随着“双碳”目标的推进，推动经济社会发展全面绿色转型已成为中国发展面临的重要任务。然而，绿色转型并非简单的产业末端治理，而是依赖于绿色技术突破与绿色要素配置优化的系统性变革。这一过程对金融支持提出了特定要求：绿色技术创新和绿色项目多具有周期长、风险高的特征，它需要一种能够容忍高风险、跨越长周期，并提供持续耐心资本的长期资金供给机制。既有实践表明，传统金融模式难以匹配绿色技术创新的高风险、长周期特征。狭义的绿色金融工具(如绿色信贷、绿色债券)虽然直接指向环境目标，但在支持前端绿色技术攻关时往往力度有限且分布不均，其重心仍集中于技术相对成熟、市场风险较低的绿色产业后端，难以深度渗透到“绿色技术研发→成果培育→产业转化”这一激发绿色转型内生动力的核心链条。

为促进科技创新和科技成果转化，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》[1]明确提出要“大力发展科技金融”。该政策的初衷虽集中于科技创新，但科技金融通过重构风险识别和资金配置机制，恰好能够对接绿色技术研发中常见的高不确定性与长周期资金需求，从而为化解绿色转型所面临的金融支持绿色创新力度不足、全链条覆盖有限等结构性难题提供了可行路径。在这一背景下，本文试图探究：科技金融是否切实推动了地区绿色转型？其背后的作用机理与传导路径又为何？厘清上

[1]https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjfzgh/202603/U020260317369114704096.pdf

述问题对于推动科技金融深度嵌入绿色创新链和绿色产业链，进而持续提升地区绿色转型的质量和效益具有重要参考价值。

本文可能的边际贡献在于：(1) 将科技金融纳入绿色发展分析框架，拓展了现有文献对地区绿色转型驱动因素的研究边界；(2) 从金融支持逻辑出发，揭示了科技金融经由金融服务实体经济效能、绿色金融资源配置以及金融发展多元化这三条路径赋能绿色转型的作用渠道；(3) 引入外部数字要素和绿色创新环境变量进行调节效应检验，并结合经济后果讨论考察了科技金融驱动的绿色转型对地区经济韧性施加的正向影响，深化了研究的实践意涵与政策意义。

## 2. 文献回顾

本部分对科技金融和地区绿色发展相关文献进行梳理，主要围绕相关概念演进和科技金融的绿色经济效应两方面展开。

### 2.1. 科技金融的理论概念与测度

学术界目前对“科技金融”的概念界定主要形成了三种代表性观点。部分学者提出了“工具论”，将科技金融定义为服务于技术开发、成果转化和高新技术产业扩张的创新型金融制度安排与服务集合[1]。部分学者从“本质论”出发[2]，主张科技金融并非简单的外加变量，而是一种深度的创新实践与新型技术–经济范式，它体现了科学技术向资本转化、金融资本有机构成不断提升的内在逻辑。还有学者进一步将研究视角拓展到宏观层面，提出“政策论”，认为科技金融本质上是一种创新政策，并强调政府的政策引导对其发展发挥着关键作用[3]。上述三种观点分别从微观、中观和宏观层面为科技金融提供了理论基础。

在实证测度上，已有研究主要形成了三种思路：一是通过构建综合指标体系测算科技金融发展指数衡量地区科技金融整体水平[4]；二是以“促进科技和金融结合试点”政策作为准自然实验，借助多期双重差分等方法识别政策效应[5]；三是基于投入产出思想，运用 DEA 等方法对科技金融效率进行测算[6]。

### 2.2. 科技金融的绿色经济效应

近年来，科技金融的经济效应研究逐步延伸至绿色发展领域。学者们从企业与地区两个维度，对科技金融的绿色经济效应展开了探讨。

在微观层面，科技金融对企业绿色活动的促进作用已得到初步验证。于海云和郑明波[7]利用“促进科技和金融结合试点”政策的准自然实验进行实证研究，发现试点政策通过增加媒体关注等渠道对企业的绿色创新活动产生推动作用。刘亦文等[8]的研究表明，科技金融通过缓解企业融资约束、降低财务违约距离，有效提升了企业的绿色创新投资效率。Li 等[9]利用 2007~2022 年上市企业数据，采用双重差分方法发现科技金融试点政策在总体上刺激了企业的绿色创新，但主要是策略性绿色创新，而对真正改善环境绩效的实质性绿色创新作用有限。

在中观层面，科技金融对产业和地区绿色发展的影响同样深远。华坚等[4]利用熵权法构建科技金融指数，发现科技金融通过驱动产业结构优化提升了区域生态效率。刘潭等[10]基于多期双重差分模型，发现城市绿色发展水平在科技金融政策的推动下得到较明显提升，且这一效应存在非线性特征。张优智等[11]指出，科技金融政策对经济绿色转型的影响在城市地域、城市类型和不同分位点存在异质性。部分研究[12]发现，科技金融与区域生态系统之间存在近似的“U”型关系，这表明，科技金融发展初期可能会对地区生态效率形成一定制约，当发展到一定程度后，将通过资源配置和科技进步有力提高生态效率。

尽管已有文献在科技金融与地区绿色发展领域已取得一定成果，但仍存在以下不足：第一，聚焦于科技金融对地区绿色转型影响的直接研究较少，两者之间的作用机理尚未得到充分讨论；第二，现有研究大多从技术创新或产业结构等视角切入对地区绿色发展问题进行探讨，立足于金融支持逻辑，系统剖

析科技金融赋能绿色转型传导路径的研究较为欠缺。实际上，科技金融在本质上仍是一种金融活动，其对地区绿色转型的影响主要来自科技创新引导下的金融服务对绿色活动提供的基础支撑与资源配置功能。基于此，本文从金融功能视角出发，结合理论分析与实证检验，尝试揭示科技金融赋能绿色转型的内在逻辑和传导机制，以期为现有研究提供增量补充。

## 3. 理论机制与研究假设

### 3.1. 科技金融发展对地区绿色转型的影响机制

科技金融依托多元工具与风险分担机制，为地区绿色转型提供了重要动能。其作用机制主要沿着提升金融服务实体经济效能、强化绿色金融资源配置以及促进金融发展多元化三条路径展开。

#### 3.1.1. 金融服务实体经济效能提升机制

科技金融对提升金融服务实体经济效能有直接推动作用。它将金融资源的供给重心精准锁定在创新活动上。创新是经济高质量发展的重要驱动力，科技金融通过缓解研发活动的融资约束，带动生产效率的提升和经济产出的实质增长，改善了整体经济发展质量和效益。同时，科技金融加快了先进管理技术在经济活动中的渗透，帮助企业实现降本增效与运营提质，这在微观上放大了金融服务实体经济的边际效果。另外，科技金融通过借助大数据、人工智能等新型信贷评估技术，突破了传统风控模式的局限，使金融资源与实体需求的匹配度更加精准，服务效率也明显提升。

随之，金融服务实体经济效能的提升会进一步推进地区绿色转型取得实效。绿色信贷是现代金融活动的重要组成部分，服务效能增强意味着绿色资金的配置更有效率，绿色项目更容易获得融资支持，从而激发地区绿色转型的活跃度。此外，服务效能的提升还改善了绿色资金的产出表现，即单位绿色信贷能够带来更大的环境改善和经济回报，这强化了地区绿色转型的质量[13]。

据此，本文提出假设 H1：科技金融通过提升金融服务实体经济效能促进地区绿色转型。

#### 3.1.2. 绿色金融资源配置强化机制

绿色金融资源配置，是指金融体系将资本定向引导至绿色项目、技术与产业，提升其发展效率的过程。基于信贷配给理论，传统金融市场常因环境效益的外部性和绿色技术的高研发风险面临双重市场失灵，导致绿色创新领域和绿色项目存在较严重的信贷配给约束。科技金融突破了传统金融依赖静态财务指标与实物抵押的局限，构建了纳入专利含量、技术壁垒及碳减排潜力的“技术流”评价体系，将企业隐性的社会正外部性转化为显性的信用资产，从而精准识别出具有高社会价值但短期财务表现受限的绿色创新主体。同时，科技金融的发展通过丰富投融资工具，推进了绿色项目中风险收益的跨期分担，由此优化绿色金融的资源配置结构[14]。以近期备受关注的科技金融产品“绿色科创票据”为例，该工具兼具“绿色”与“科创”双重属性，其通过专项融资精准支持企业绿色转型和核心技术攻关，极大提升了绿色技术和绿色项目的融资可得性，推进了绿色金融资源的配置效率。

随着绿色金融资源配置效率的提升，企业绿色研发的资金压力得到有效缓解，这有力激励了绿色技术的开发、创新和应用。同时，市场理论和既有文献指出，上述配置效率的提高可以借助价格信号和市场机制，纠正传统金融对高碳产业的路径依赖，推动资本加速向绿色产业集聚，驱动经济社会向绿色低碳转型[15]。

基于上述论述，本文提出假设 H2：科技金融通过强化绿色金融资源配置促进地区绿色转型。

#### 3.1.3. 金融发展多元化促进机制

科技金融是驱动金融发展多元化的重要力量。它所服务的创新活动具有长周期、高风险和资产无形化的特征，这与传统金融“重抵押、低风险偏好”的模式存在天然错配。这种错配形成的融资缺口，倒逼

科技金融在产品供给和服务创新上必须突破单一信贷模式，在业态、市场与工具多个维度实现金融服务的多元化。在此过程中，科技金融不仅催生了诸如风险投资、科技保险等新兴金融业态，还推动了资本市场的制度性变革。以 2019 年科创板开市并试点注册制为例，该举措通过构建包容性的准入标准与市场化定价机制，实现了资本市场对科技创新全生命周期的渗透，并在业态与制度层面推动了金融体系的结构性多元化。

金融发展的多元化为地区绿色转型提供了多层次的基础设施和工具支撑。依托投贷联动、科创票据、科技保险等多元化金融工具，金融资源可以通过更灵活、高效的方式持续流向绿色低碳领域。另外，多元化的金融发展促进了金融结构的优化[16]，既有研究指出，这有助于提升地区绿色全要素生产率[17]，由此强化金融资源服务地区绿色转型的整体效果。

据此，本文提出研究假设 H3：科技金融通过促进金融发展多元化推动地区绿色转型。

### 3.2. 科技金融赋能地区绿色转型的外部调节指标

科技金融对地区绿色转型的赋能效应深刻依赖于外部宏观环境的支持。这种支持不仅需要要素数字化带来的信息维度拓宽与流转优化，还离不开技术绿色化进程中形成的协同支撑。

#### 3.2.1. 数据要素市场发展

数据流通理论[18]视角下，数据要素市场为科技金融驱动地区绿色转型提供了有力支持。具体体现在，完善的数据要素市场可以打破“数据孤岛”，推进跨区域、跨行业的信息互通，这为科技金融快速识别、追踪绿色项目提供了信息基础。同时，数据要素市场的发展推进了数据权益的界定与数据认证，这为环境绩效等绿色指标提供了可核验路径，降低了绿色资产的确权成本，促使金融机构开发更多与绿色表现挂钩的产品。此外，数据要素市场的发展直接促进了数据技术的深入应用，提升了科技金融活动对复杂绿色场景的动态评估与风险定价能力。

据此，本文提出假设 H4：数据要素市场的建设能够强化科技金融对地区绿色转型的促进作用。

#### 3.2.2. 绿色创新生态

绿色创新生态构成了科技金融驱动地区绿色转型的重要环境保障。一方面，它通过确立清晰稳定的绿色创新导向与环境规制，促使金融机构乐于将金融资源投向绿色研发领域。另一方面，绿色创新生态的优化提高了绿色创新成果转化的成功率，通过强化绿色技术落地与市场应用的衔接，放大了科技金融服务绿色发展的效能。此外，绿色创新生态完善的地区往往拥有高度集聚的创新人才网络、多元化的绿色技术平台和丰富的绿色创新项目储备。这些条件能够实现不同类型、不同风险绿色创新活动与差异化金融支持的精准匹配，从而强化区域绿色创新的活力与成果转化效率[19]。

据此，本文提出假设 H5：绿色创新生态的完善正向调节科技金融对地区绿色转型的促进作用。

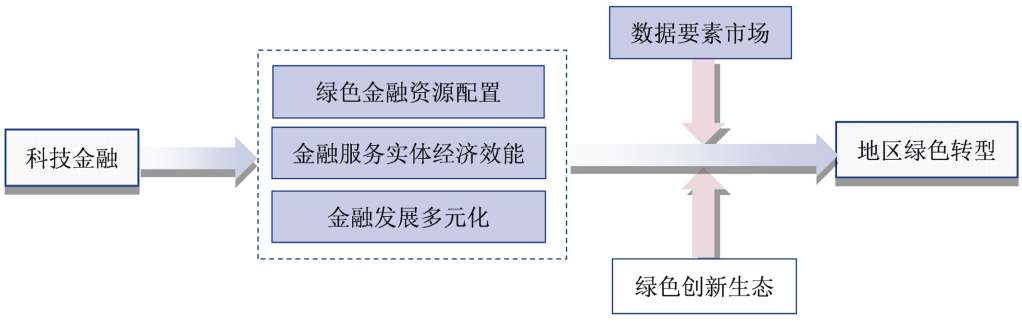



**Figure 1.** Theoretical mechanism diagram of Sci-Tech finance and green transition
**图 1.** 科技金融与绿色转型理论机制图

图 1 对本部分理论逻辑进行了可视化展示。

## 4. 指标选取与数据来源

### 4.1. 指标选取

#### 4.1.1. 被解释变量

绿色转型(*gt*)。借鉴祝树金和李啸霄[20]的研究，通过构建含非期望产出的 SBM 模型测算地区绿色转型效率。在投入方面，除了考虑资本与劳动投入外，还纳入能源和资源投入指标；在产出方面，从绿色经济发展可持续性方面来衡量绿色转型中的期望产出，从环境污染和碳排放情况方面衡量非期望产出，具体的投入－产出指标说明如表 1 所示。

**Table 1.** Description of input-output indicators for green transition
**表 1.** 绿色转型投入产出指标说明

| 投入－产出设定 | 具体指标 | 计算方法 |
|---|---|---|
| 投入 | 劳动投入 | 年末就业人数(万人) |
| | 资本投入 | 全社会固定资产投资(亿元) |
| | 资源投入 | 建成区面积(平方公里) |
| | | 供水总量(亿立方米) |
| | 能源投入 | 用电总量(亿千瓦时) |
| 产出 | 绿色经济发展可持续性(正向) | 名义 GDP (亿元) |
| | | 环境保护支出(万元) |
| | | 绿地面积(公顷) |
| | 环境污染和碳排放情况(负向) | 工业二氧化硫排放量(万吨) |
| | | 工业废水排放量(万吨) |
| | | 工业烟尘排放量(万吨) |
| | | 二氧化碳排放量(万吨) |

注：考虑到产出指标过多会导致模型甄别能力下降，本文主要选取工业烟尘排放量近似表征污染排放情况。经检验，采用其他污染排放指标替换后核心结论依然成立。

#### 4.1.2. 核心解释变量

科技金融(*tf*)。科技信贷是科技金融的核心组成部分，能够直接反映金融资源对科技创新活动的支持力度。由此，本文选取科技信贷供给水平作为科技金融的代理变量。参考殷金朋等[21]的测算思路，具体采用金融机构科技贷款额占 GDP 的比重衡量。

#### 4.1.3. 中介变量

(1) 金融服务实体经济效能(*eff*)。借鉴已有研究[22]，采用金融机构贷款余额占地区生产总值的比重对该变量进行表征。取值越大，表明单位 GDP 所对应的金融信贷投放越充分，金融服务实体经济的效能越高。

(2) 绿色金融资源配置。借鉴已有研究，分别选取绿色信贷、绿色债券、绿色投资三个指标进行表征。其中，绿色信贷(*gc*)采用地区环保项目信贷余额占金融机构信贷余额的比重计算；绿色债券(*gb*)采用地区绿色债券发行规模占全部债券发行规模的比重衡量；绿色投资(*gi*)采用地区环境污染治理投资占 GDP 的比重计算。

(3) 金融发展多元化(*fdi*)。参考 Jiang 和 Han [23]的做法，借助赫芬达尔－赫希曼指数(*HHI*)构建该指标。*HHI* 的计算公式为：

$$HHI = \sum_{i=1}^{n} \left( \frac{Num_i}{\sum_{i=1}^{n} Num_i} \right)^2 \tag{1}$$

其中，$Num_i$ 表示第 $i$ 类金融机构的网点数量。*HHI* 的取值范围为(0, 1]，该值越小，表明各类金融机构网点分布越均匀，金融资源集中度越低。为直观反映多元化程度，后文采用 1-*HHI* 表征金融发展多元化水平，取值越大，金融发展多元化水平越高。

#### 4.1.4. 调节变量

(1) 数据要素市场发展(*dmk*)。参考张辽等[24]的做法，采用软件业务收入作为数据要素化的代理变量，衡量各省(市)的数据要素市场发展水平。

(2) 绿色创新生态(*gie*)。本文以 2017 年以来设立的“绿色金融改革创新试验区”作为绿色创新生态的代理变量，借鉴多期双重差分思路设定政策虚拟变量：某省份在获批设立试验区的当年及后续年份取 1，否则取 0。

#### 4.1.5. 控制变量

本文选取经济发展水平、地区产业结构、政府干预程度、能源消费和对外开放程度作为控制变量。其中，经济发展水平(*pgdp*)采用人均 GDP 衡量；地区产业结构(*is*)以二、三产业增加值占 GDP 比重衡量；政府干预程度(*gov*)以地方财政支出占 GDP 比重衡量；能源消费(*energy*)以地区用电量占全国总用电量的比重衡量；对外开放程度(*open*)采用货物进出口总额与地区生产总值的比值衡量。

### 4.2. 样本选择与数据来源

#### 4.2.1. 样本选择

考虑到部分地区数据的可得性与统计口径的一致性，剔除数据缺失严重的省份，最终保留我国 30 个省(自治区、直辖市) 2009~2023 年的面板数据。针对样本中极个别的缺失数据，本文采用线性插值法与相邻年份均值法予以填补。

#### 4.2.2. 数据来源

以上指标所涉及数据来自各省份历年统计年鉴、中国科技统计年鉴、中国能源统计年鉴、中国金融年鉴、环境统计年鉴、Wind 数据库、CSMAR 数据库。

## 5. 面板回归设计与实证建模

### 5.1. 模型设定

本文建立固定效应模型进行分析，模型如下：

$$gt_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 tf_{it} + \beta controls_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \tag{2}$$

其中，$gt_{it}$ 为被解释变量，代表省(市) $i$ 在 $t$ 年的绿色转型水平；$tf_{it}$ 为核心解释变量，代表科技金融发展水平；$controls_{it}$ 为一系列控制变量；$\mu_i$、$\varepsilon_{it}$ 分别为省份固定效应与随机误差项。

### 5.2. 描述性分析

各主要变量的描述性统计结果如表 2 所示。除虚拟变量外，连续变量均取自然对数处理。取对数后，科技金融(*tf*)均值为−7.794，标准差为 0.8，极差约 4.64，表明样本期内各地区科技金融整体水平偏低，且

存在一定区域差异。绿色转型(*gt*)均值为−1.004，标准差为 0.533，极差为 1.775，表明多数地区仍处于绿色转型进程中，地区间差距相对较小。其他变量取值均在合理范围内。

**Table 2.** Descriptive statistics of main variables
**表 2.** 主要变量描述性统计

| 变量 | 样本数 | 均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 |
|---|---|---|---|---|---|
| *tf* | 450 | −7.794 | 0.800 | −9.982 | −5.338 |
| gt | 450 | −1.004 | 0.533 | −1.775 | 0.000 |
| *eff* | 450 | 0.354 | 0.304 | −0.400 | 1.020 |
| *gc* | 450 | −3.138 | 0.513 | −4.510 | −2.101 |
| *gi* | 450 | −4.509 | 0.523 | −5.898 | −3.270 |
| *gb* | 450 | −5.010 | 0.541 | −6.396 | −3.555 |
| *fdi* | 450 | −0.497 | 0.110 | −2.056 | −0.328 |
| *dmk* | 360 | −3.187 | 2.229 | −10.527 | 0.982 |
| *gie* | 450 | 0.093 | 0.291 | 0.000 | 1.000 |
| *gov* | 450 | −1.490 | 0.378 | −2.339 | −0.442 |
| *pgdp* | 450 | 9.321 | 0.468 | 8.363 | 10.807 |
| *is* | 450 | −0.106 | 0.061 | −0.324 | −0.002 |
| *energy* | 450 | −3.622 | 0.675 | −5.612 | −2.316 |
| *open* | 450 | −1.745 | 0.957 | −4.876 | 0.381 |

## 5.3. 基准回归结果

**Table 3.** Regression analysis
**表 3.** 回归分析

| 变量 | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
|---|---|---|---|---|---|
| *tf* | 0.115*** | 0.066*** | 0.068*** | 0.066*** | 0.096*** |
| | (0.027) | (0.024) | (0.025) | (0.025) | (0.025) |
| *gov* | | 0.417*** | 0.436*** | 0.427*** | 0.275*** |
| | | (0.085) | (0.092) | (0.093) | (0.094) |
| *pgdp* | | 0.674*** | 0.736*** | 0.804*** | 0.706*** |
| | | (0.099) | (0.116) | (0.126) | (0.115) |
| *is* | | 3.627*** | 4.140*** | 4.612*** | 4.208*** |
| | | (0.624) | (0.679) | (0.693) | (0.676) |
| *energy* | | −0.346*** | −0.474*** | −0.509*** | −0.451*** |
| | | (0.071) | (0.093) | (0.094) | (0.092) |
| *open* | | −0.016 | −0.016 | −0.046 | −0.012 |
| | | (0.032) | (0.034) | (0.036) | (0.035) |
| 省份固定效应 | 否 | 否 | 是 | 是 | 是 |
| $R^2$ | | | 0.288 | 0.299 | 0.301 |
| *N* | 450 | 450 | 450 | 450 | 420 |

注：括号内为标准误，***、**、*分别代表在 1%、5%和 10%的水平上显著，后表同。

表 3 报告了回归结果。在逐步加入控制变量并纳入省份固定效应后(列 1~3)，*tf* 的估计系数保持在 1%水平上显著为正，说明科技金融对地区绿色转型产生了显著的推动作用。为保证结论的可靠性，本文还进一步做了稳健性检验。列(4)对所有连续变量做了前后 5%缩尾处理后重新回归，以排除极端值干扰；考虑到 2020 年公共卫生事件可能对经济运行带来异常冲击，列(5)进一步剔除该年样本后再次估计，*tf* 的系数符号和显著性均未发生实质变化，基准结论依然稳健。

## 5.4. 因果关系验证

### 5.4.1. 使用滞后期解释变量

为了更可靠地识别科技金融发展与地区绿色转型之间的因果关系，我们采用核心解释变量的滞后项重新进行估计。原因在于，滞后期的科技金融发展水平在时间顺序上先于当期的绿色转型表现，这种先后顺序有助于使因果推断的逻辑更加清晰。表 4 第(1)列的估计结果表明，滞后一期(*L.tf*)和滞后二期(*L2.tf*)下的系数均在 10%水平上显著为正，与基准回归的发现一致，说明科技金融对绿色转型的推动作用具有时间上的先行特征，前文结论依然稳健。

### 5.4.2. 工具变量估计

为规避可能的反向因果关系带来的内生性干扰，采用两阶段最小二乘法(*2SLS*)进行工具变量估计。本文采用相同年度所有接壤省(市)科技金融发展水平的均值(*iv*)作为工具变量。相邻地区的科技金融发展会通过资本流动、技术扩散等渠道带动本地区科技金融发展，满足工具变量的相关性要求；但接壤地区的科技金融发展水平主要反映周边地区的金融供给环境，难以直接作用于本地区，满足外生性要求，估计结果见表 4 列(2)。由于海南省没有接壤省份，故剔除。第一阶段工具变量*iv*的系数和第二阶段 *tf* 的系数均显著为正，进一步证实了科技金融发展对绿色转型的正向因果效应。

**Table 4.** Causal identification design
**表 4.** 因果识别设计

| 变量 | (1) 使用滞后 1~2 期解释变量 | | (2) 工具变量回归 | | (3) 双重差分估计 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 第一阶段估计 | 第二阶段估计 | |
| *L.tf* | 0.046* | | | | |
| | (0.026) | | | | |
| *L2.tf* | | 0.050* | | | |
| | | (0.030) | | | |
| *iv* | | | 0.266*** | | |
| | | | (0.081) | | |
| $\widehat{tf}$ | | | | 0.675*** | |
| | | | | (0.231) | |
| *did* | | | | | 0.113*** |
| | | | | | (0.032) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 省份固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| *N* | 420 | 390 | 435 | 435 | 450 |

### 5.4.3. 双重差分法

我们还采用了“促进科技和金融结合”这一城市层面的外生金融试点政策进行 *DID* 建模，为科技金融和绿色转型的因果链条提供辅助支持。为适应本文省级面板分析，本文将城市试点信息汇总至省级层面构造多时点双重差分变量 *did*：若某省份在第 *t* 年有至少一个城市被列入试点名单，该省份当年及之后年份的 *did* 赋值为 1，否则为 0。表 4 列(3)给出了 *DID* 回归结果，核心解释变量 *did* 的系数在 1%水平上显著为正。这表明，在控制其他因素和固定效应后，科技金融试点政策显著促进了地区绿色转型，这与前文基准回归结论一致。

图 2 为基于事件研究法的平行趋势检验结果。考虑到多时点面板数据的长周期特征，本文对事件窗口两端进行了归并处理，将政策前 3 年及以上归并为≤−3，政策后 3 年及以上归并为≥3，并以政策实施前一年作为基准期。由图可知，在政策实施前的各期，政策动态效应的估计系数均不显著异于 0，这表明在科技金融试点政策实施前，处理组与控制组的绿色转型水平不存在显著的系统性差异，满足平行趋势假设。进一步观察政策实施后的动态效应可以发现，政策当期至实施后第二年，估计系数虽呈现正向趋势但并未达到显著水平，这体现了政策实施的滞后性。政策实施后第三年及以后科技金融的促转效应呈现出显著的正向跃升，说明科技金融对地区绿色转型具有实质性驱动作用，更充分彰显了其赋能效应具有持久、长效的释放特征，与前文结论一致。

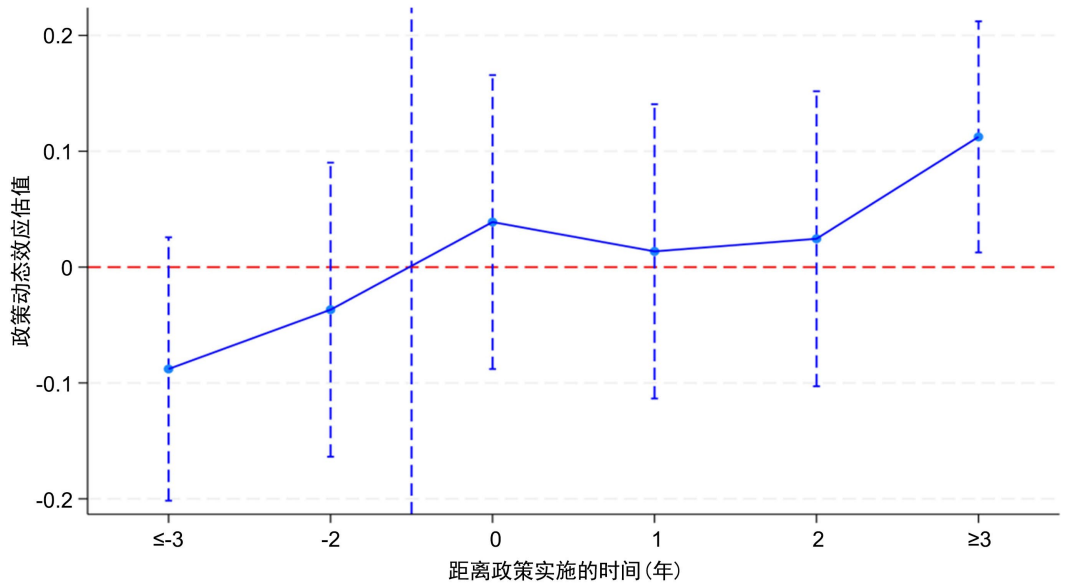



**Figure 2.** Parallel trends test results
**图 2.** 平行趋势检验结果

## 5.5. 中介机制检验

遵循前文研究假设，选取金融服务实体经济效能、绿色金融资源配置和金融发展多元化作为中介机制变量。前文理论分析就上述变量对地区绿色转型的促进作用已提供了较清晰的证据支持。借鉴江艇[25]的做法，后文主要通过观察核心解释变量(*tf*)对相应机制变量的影响(式 3)，验证上述中介机制，$M_{it}$ 表示相应中介变量，其他变量含义不变。

$$M_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 tf_{it} + \beta controls_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \tag{3}$$

表 5 列(1)为金融服务实体经济效能路径的检验结果。*tf* 的系数在 5%水平上显著为正，表明科技金融

的发展有利于提高金融服务实体经济效能。前文分析指出，金融服务实体经济效能的提高可以引导金融资源以更低成本精准流向绿色低碳领域，加快地区绿色转型进程，较多文献也从侧面印证了该效能与地区绿色转型间的因果关联[26]。由此，假设 H1 得以验证。

列(2~4)报告了绿色金融资源配置渠道下的检验结果。列(2~4)的被解释变量依次为地区绿色信贷、绿色投资和绿色债券指标，相应回归下科技金融的系数均在 1%的水平上显著为正，表明科技金融对绿色金融资源配置存在明显的促进效应。前文理论和实证文献已指出，绿色金融资源配置效率的提升有助于缓解绿色技术研发所面临的资金约束，激励企业进行绿色技术创新，进而推进地区绿色转型[27]。据此，假设 H2 获得了验证。

列(5)进一步呈现了金融发展多元化机制下的检验结果。*tf* 的系数在 5%的水平上显著为正，反映出科技金融的发展使金融体系更加多元化。结合前文的理论分析，金融发展多元化程度的提高，能够增强金融机构对绿色项目价值的识别能力，使金融资源更精准、更全面地配置到绿色低碳领域，从而强化科技金融对地区绿色转型的赋能效果。由此，假设 H3 也得到验证。

此外，对比表 5 不同中介路径的估计结果可以发现，绿色金融资源配置路径下科技金融的估计系数在 1%水平上显著为正，且绿色信贷、绿色投资和绿色债券等子指标结果一致，稳健性较强。结合既有文献对绿色金融资源配置与绿色转型关系的理论论证，本文认为绿色金融资源配置是科技金融影响绿色转型的关键传导渠道。

**Table 5.** Mediation effect test
**表 5.** 中介机制检验

| 变量 | 路径 1：提升金融服务实体经济效能 | 路径 2：强化绿色金融资源配置 | | 路径 3：促进金融发展多元化 |
|---|---|---|---|---|
| | (1) *eff* | (2) *gc* | (3) *gi* | (4) *gb* | (5) *fdi* |
| *tf* | 0.045** | 0.077*** | 0.118*** | 0.156*** | 0.023** |
| | (0.019) | (0.016) | (0.023) | (0.028) | (0.010) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 省份固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| $R^2$ | 0.399 | 0.380 | 0.307 | 0.275 | 0.461 |
| *N* | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |

## 5.6. 调节机制检验

模型(4)就数据要素市场发展(*dmk*)和绿色创新生态(*gie*)在科技金融赋能地区绿色转型过程中的调节作用进行检验，$W_{it}$ 表示调节变量，$tf_{it} \times W_{it}$ 为科技金融与调节变量的交互项，其他变量含义不变。

$$gt_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 tf_{it} + \alpha_2 W_{it} + \alpha_3 tf_{it} \times W_{it} + \beta controls_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

表 6 汇报了调节机制的估计结果。列(1)显示，科技金融与数据要素市场发展的交互项(*tf* × *dmk*)系数显著为正，这意味着数据要素市场发展正向调节了科技金融对绿色转型的促进效应。列(2)中，科技金融与绿色创新生态的交互项(*tf* × *gie*)系数也显著为正，反映出绿色创新生态越完善，科技金融对绿色转型的赋能效果越明显。上述发现验证了假设 H4 和 H5。

# 6. 经济后果分析

前文已证实科技金融对地区绿色转型的助推作用。科技金融通过把金融和创新深度耦合、形成协同闭环，在推进地区绿色转型上具有显著优势。不过，现有研究多指出，绿色转型在推动地区产业结构优

化、提高资源高效利用的过程中，可能会因为路径依赖对地区发展带来一些短期冲击[28]。一个值得关注的问题是：科技金融在促进绿色转型过程中能否弱化地区绿色转型的负向效应，实质性推进地区经济韧性增强？

**Table 6.** Moderation effect test
**表 6.** 调节机制检验

| 变量 | (1) | (2) |
|---|---|---|
| *tf* | 0.087** | 0.043* |
| | (0.044) | (0.025) |
| *dmk* | 0.124* | |
| | (0.074) | |
| *tf* × *dmk* | 0.017* | |
| | (0.009) | |
| *gie* | | 1.211*** |
| | | (0.428) |
| *tf* × *gie* | | 0.133** |
| | | (0.053) |
| 控制变量 | 是 | 是 |
| 省份固定效应 | 是 | 是 |
| $R^2$ | 0.430 | 0.332 |
| *N* | 360 | 450 |

本部分进一步延长“科技金融－绿色转型”的逻辑链条，结合模型(5)考察科技金融通过赋能绿色转型对地区经济韧性产生的影响。经济韧性反映的是地区在遭受外部冲击后的抵御能力和动态适应能力。在测算方法上，我们参考徐圆和张林玲[29]、潘敏等[30]的研究，采用敏感性指标构建的方法，以地区就业变化作为观测指标，通过观察地区发展过程中的实际就业表现与潜在表现差异来测度地区经济韧性。式(5)中的 $RI_{it}$ 表示省份 $i$ 在 $t$ 时刻的经济韧性，其余变量含义与基准模型(2)保持一致。

$$RI_{it} = \beta_0 + \beta_1 gt_{it} + \lambda controls_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

考虑到新的《环境保护法》于 2015 年正式实施，在此之前的环境政策体系相对分散，为更稳健地识别科技金融通过绿色转型影响经济韧性的因果效应，我们以该政策实施为界，将全样本划分为两个阶段进行分析。表 7 列(1)为政策实施前的结果，列(2)和列(3)为政策实施后的结果，其中列(3)剔除了 2020 年公共卫生事件冲击年份。结果显示，政策实施后绿色转型的系数显著为正，而政策实施前则不显著。这验证了科技金融能够通过赋能绿色转型来增强地区经济韧性，且这一传导效应在环境规制力度较强的制度环境下更为凸显。

从现实场景看，科技金融通过赋能绿色转型来增强经济韧性的内在逻辑，主要体现在以下两个方面。第一，区别于传统绿色金融，科技金融着力破解绿色创新技术从研发到中试的融资瓶颈，有力推动了低碳技术的突破与产业化落地。这对于培育具有技术含量的绿色新兴产业，增强经济系统的技术多样性与产业韧性具有重要意义，由此降低传统产业衰退带来的外部冲击风险。第二，科技金融通过打通绿色创新成果的转化链条，加速了清洁要素对传统要素的替代，实现从“浅层绿色”向“深度绿色”的跃迁，有

力提升了经济系统对外部环境变化的适应能力与转型再造能力。

**Table 7.** Analysis of economic consequences
**表 7.** 经济后果分析

| 变量 | (1) 2009~2014 | (2) 2015~2023 | (3) 2015~2023 (剔除 2020 年) |
|---|---|---|---|
| *gt* | 0.159 | 0.235* | 0.287* |
| | (0.276) | (0.120) | (0.146) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 |
| 省份固定效应 | 是 | 是 | 是 |
| $R^2$ | 0.032 | 0.203 | 0.204 |
| *N* | 180 | 270 | 240 |

## 7. 结论

本文选取 2009~2023 年中国省级层面面板数据，在理论分析的基础上构建实证模型，系统考察了科技金融发展对地区绿色转型的影响效应、作用机制和可能带来的经济后果。研究发现：(1) 科技金融对于推进地区绿色转型具有显著的正向影响。在缩尾处理、剔除异常年份以及进行一系列因果识别设计后，该结论依然稳健。(2) 金融服务实体经济效能、绿色金融资源配置和金融发展多元化是科技金融推动地区绿色转型的重要作用路径，这其中，绿色金融资源配置的中介路径效应最为突出。(3) 数据要素市场发展和绿色创新生态可以强化科技金融对地区绿色转型的驱动效应。(4) 科技金融在推动地区绿色转型过程中可以达成增强地区经济韧性这一额外经济后果，提升地区应对外部冲击的抵抗力和适应能力。这与现有文献既有一致也有补充。主效应上，与多数研究结论一致，但部分研究发现科技金融对绿色转型存在非线性关系，差异可能源于样本期与指标选取。机制上，本文识别出绿色金融资源配置是关键渠道，并补充了金融服务实体经济效能和金融发展多元化两条路径。调节与经济后果方面，数据要素市场、绿色创新生态的调节作用及经济韧性结果，为相关研究提供了地区层面的补充证据。上述发现为优化科技金融支持绿色转型的长效机制建设提供了经验依据。

基于上述研究结论，我们就深化科技金融体系建设、赋能地区绿色低碳转型提出如下政策建议。

第一，将科技金融深度纳入绿色发展战略框架，发挥其对绿色转型的赋能作用。各地区在绿色发展规划中要借助知识产权质押、专利集群融资及“投贷联动”等专属科技金融服务，将金融资源精准嵌入绿色科技从研发、中试到产业化的全生命周期，加速培育具有技术含量的绿色新兴产业。同时，积极推动绿色经济模式创新，引导金融活水支持绿色供应链与循环经济中的各类场景创新与商业模式创新，通过资本驱动技术迭代与模式升级，推进绿色经济发展的高效运行，从而以科技金融深入驱动地区绿色转型。

第二，畅通科技金融驱动地区绿色转型的传导渠道，有效激活其提升金融服务效能、优化资源配置及推动金融多元化的核心机制。在政策设计上，政府应引导金融机构充分利用大数据技术精准识别绿色科技项目，通过破解银企间的信息不对称，切实提升金融服务绿色经济发展的效能。同时，需建立健全绿色项目库与科技金融资源的对接机制，搭建常态化的产融对接平台，确保金融资源精准、高效地流向绿色科技企业，从而在优化资源配置的过程中带动金融服务体系的多元化发展。

第三，优化数据要素环境与绿色创新生态，强化科技金融的绿色赋能作用。政府应加快完善数据产权、流通交易及安全治理等相关法规体系，推动企业能耗、碳排放等环境数据的标准化开放与共享，在此基础上，搭建面向金融机构的统一绿色数据查询接口，降低银行对绿色企业和绿色项目的筛选与风控

成本。同时，应大力推动绿色创新数字平台的建设与跨界合作，建立健全绿色创新氛围激励机制，激发企业绿色转型的内生动力。此外，针对早期绿色创新项目风险高、抵押难的痛点，可以由地方政府牵头设立政银担多方参与的风险补偿资金池，引导金融资源向绿色创新项目前端的延伸，释放科技金融驱动绿色发展的乘数效应。

## 基金项目

湖北省大学生创新创业训练计划项目：数字金融对地区能源转型的赋能效应研究－基于 2010~2024 年城市面板数据的实证探讨(编号：S202511600032)；

2025 年文华学院科研项目：数字技术进步驱动城市土地绿色利用的实证探究－－基于城市面板数据(项目编号：2025Y09)。

## 参考文献

[1] 赵昌文, 陈英发, 唐英凯. 科技金融[M]. 北京: 科学出版社, 2009.

[2] 房汉廷. 关于科技金融理论、实践与政策的思考[J]. 中国科技论坛, 2010(11): 5-10+23.

[3] 李华军. 改革开放四十年: 科技金融的实践探索与理论发展[J]. 科技管理研究, 2019, 39(11): 63-70.

[4] 华坚, 施明月, 王育芳. 科技金融、产业结构优化与区域生态效率——基于空间计量模型的实证分析[J]. 技术经济, 2021, 40(5): 16-26.

[5] 阳灿, 刘明显, 刘忍妹. 科技金融政策提高了企业全要素生产率吗?——来自中国工业企业的证据[J]. 武汉金融, 2022(10): 33-41.

[6] 王韧, 李志伟. 中国科技金融效率的结构异质性与空间分布特征: 基于二维产出视角[J]. 管理评论, 2022, 34(9): 35-46.

[7] 于海云, 郑明波. 科技金融会激励中国企业进行绿色创新吗?——基于“促进科技和金融结合试点”政策的证据[J]. 科学学研究, 2025, 43(6): 1237-1249.

[8] 刘亦文, 周韶成, 陈熙钧. 科技金融发展对企业绿色创新的影响研究[J]. 财经理论与实践, 2022, 43(6): 17-23.

[9] Li, L., Gan, Y., Bi, S. and Fu, H. (2025) Substantive or Strategic? Unveiling the Green Innovation Effects of Pilot Policy Promoting the Integration of Technology and Finance. *International Review of Financial Analysis*, **97**, Article ID: 103781. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103781

[10] 刘潭, 徐璋勇, 宋甜甜. 科技金融政策的绿色发展效应评价——基于科技和金融结合试点的准自然实验[J]. 科技管理研究, 2024, 44(3): 56-66.

[11] 张优智, 刘寅可, 赵璟, 等. 科技金融政策对经济绿色转型的影响效应研究——基于“促进科技和金融结合试点”的准自然实验[J]. 生态经济, 2025, 41(5): 147-157+167.

[12] 刘应元, 阳天伦. 科技金融发展对区域生态效率的影响——基于省级面板数据的空间计量分析[J]. 武汉金融, 2021(5): 74-81+28.

[13] 游士兵, 杨芳. 金融服务实体经济的效率测度及影响因素——基于绿色发展视角[J]. 金融论坛, 2019, 24(4): 29-44.

[14] 汪淑娟, 马跃, 李佳瑞. 科技金融的绿色生产力提升效应: 理论机制与经验证据[J]. 金融发展研究, 2026(1): 53-63.

[15] 李健, 郭一达, 王晓祺. 绿色金融改革、金融资源配置与企业降碳减污扩绿增长[J]. 农村金融研究, 2024(10): 3-18.

[16] 胡金焱, 郭太然, 张博. 金融发展与制造业集聚——基于专业化与多元化集聚的双重视角[J]. 财贸经济, 2025, 46(7): 106-123.

[17] 汪红驹, 丁少斌. 金融结构优化与绿色全要素生产率增长——基于高技术产业发展的门槛效应分析[J]. 改革, 2023(9): 67-84.

[18] 高富平. 数据流通理论数据资源权利配置的基础[J]. 中外法学, 2019, 31(6): 1405-1424.

[19] 何涌, 孙姣. 金融科技赋能企业绿色创新——基于资源配置与环境披露双重视角[J]. 金融理论探索, 2025(1): 29-

41.

[20] 祝树金, 李啸霄. 数字经济如何赋能地区绿色化发展——基于降低资本错配的视角[J]. 湖南大学学报(社会科学版), 2025, 39(6): 30-40.

[21] 殷金朋, 杨雅茹, 李昕蔚, 等. 科技金融发展何以有效提升区域创新绩效?——基于 2011-2022 年我国省级面板数据的经验证据[J]. 产业经济评论(山东大学), 2025, 24(3): 100-128.

[22] 严丹, 湛泳, 王诗茹. 金融服务实体经济效率测度及影响因素研究[J]. 金融经济, 2024(5): 32-41.

[23] Jiang, H.C. and Han, L.Y. (2018) Does Income Diversification Benefit the Sustainable Development of Chinese Listed Banks? Analysis Based on Entropy and the Herfindahl-Hirschman Index. *Entropy*, **20**, Article No. 255. https://doi.org/10.3390/e20040255

[24] 张辽, 胡忠博. 数据要素化对共同富裕程度的影响研究[J]. 软科学, 2024, 38(11): 18-25+33.

[25] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.

[26] 李昕昱, 郭光庭, 杨韶艳. 金融发展视域下黄河流域城市绿色发展效率研究[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2025, 53(1): 13-22.

[27] 陈浩, 黄小洪, 张文萱, 等. 绿色金融改革创新试验区政策如何影响企业绿色创新——基于创新资源再配置视角[J]. 长江流域资源与环境, 2025, 34(2): 239-251.

[28] 姜晶晶. 绿色低碳转型对宏观经济的冲击与中央银行政策应对——理论研究进展及评析[J]. 南方金融, 2022(12): 3-15.

[29] 徐圆, 张林玲. 中国城市的经济韧性及由来: 产业结构多样化视角[J]. 财贸经济, 2019, 40(7): 110-126.

[30] 潘敏, 秦力宸. 地方性商业银行发展与城市经济韧性[J]. 经济理论与经济管理, 2024, 44(8): 27-45.