

绿色金融创新对企业低碳技术研发投入的传导路径与实证

曹进宇^{1*}

(1. 滇西科技师范学院, 云南 临沧)

摘要: 本文聚焦绿色金融创新如何影响企业低碳技术研发投入, 构建涵盖政策工具、市场机制与企业响应的三层次传导路径框架。研究基于全国制造业上市企业十年面板数据, 采用双重差分法识别绿色信贷、绿色债券及碳金融试点等政策冲击的净效应, 并通过中介效应模型检验融资成本降低、环境信息披露强化与战略预期调整三条传导渠道的作用强度与异质性特征。实证结果表明, 绿色金融创新显著提升企业低碳研发支出, 平均增幅达 12.6%, 其中融资约束缓解贡献度最高; 该效应在重污染行业、高治理水平企业及东部地区更为突出。研究进一步揭示政策协同性不足与期限错配问题制约传导效率, 为优化绿色金融支持低碳创新的制度设计提供实证依据。

关键词: 绿色金融; 低碳技术; 研发投资; 传导机制

1. 引言

1.1 研究背景与现实紧迫性

全球气候治理进程显著加速, 中国“双碳”目标已构成对产业技术体系升级的刚性约束。在此背景下, 企业低碳技术研发面临融资可得性不足、投资回收周期长、技术不确定性高等结构性障碍。传统金融体系难以有效识别、定价与缓释绿色技术创新风险, 导致资金供给与低碳研发需求之间存在系统性错配。绿色金融作为兼具环境正外部性内化与资源配置优化功能的关键制度供给, 其创新实践亟需在理论与实证层面厘清其对企业低碳技术研发投入的传导机制与作用边界 [1]。

1.2 核心问题与理论缺口

绿色金融创新对企业低碳技术研发投入的影响机制尚未形成清晰的微观解析框架。现有研究多聚焦于宏观层面的资金规模与碳排放绩效的统计关联, 缺乏对资源配置效率、风险定价重构及治理结构响应等关键传导环节的解构与验证。尤其在异质性企业情境下, 绿色金融工具的信号功能、激励相容设计与技术转化门槛之间的动态匹配关系仍属理论盲区。本研究的核心科学问题即在于识别并检验绿色金融创新经由融资约束缓解、环境信息披露强化与战略导向校准三重路径影响企业低碳研发投入的因果链条, 并系统界定其作用边界与调节条件 [2]。

1.3 研究价值与结构安排

本研究在方法论层面创新性整合政策实验识别与中介效应检验, 构建“绿色金融工具—企业融资约束—低碳技术投入”的三阶段传导机制检验框架; 在实践维度, 通过量化不同绿色金融工具对研发决策的差异化影响强度, 为监管机构精准优化信贷贴息、绿色债券激励与碳金融产品组合提供实证依据。全文结构安排如下: 第二章梳理绿色金融与企业绿色创新的理论耦合逻辑; 第三章设计双重差分与中介效应联合识别策略; 第四章报告基准回归与稳健性检验结果; 第五章开展异质性分析与政策模拟; 第六章总结结论并提出分类施策建议 [3]。

2. 文献综述

2.1 绿色金融的内涵演进与工具谱系

绿色金融的内涵已突破早期以环保信贷为核心的狭义范畴，逐步演化为涵盖绿色债券、碳金融、ESG 投资、可持续挂钩贷款等多维工具的系统性制度安排。其实践逻辑呈现双重跃迁：工具维度由单一信贷扩展至跨市场、跨周期、跨主体的复合型金融产品谱系；功能维度则从满足环境合规的被动约束机制，转向驱动资源配置优化、风险溢价重估与长期价值创造的主动治理机制。这一演进本质上反映了金融体系对气候外部性内生化的制度响应能力提升 [4]。

2.2 企业低碳研发的影响因素研究

现有研究普遍将企业低碳研发动因归结为四类核心变量：技术能力构成内生创新基础，市场压力驱动绿色产品适配性升级，政策激励通过补贴与规制双重路径施加外部引导，内部治理机制则影响战略资源配置效率。然而，金融供给侧变量——尤其是绿色金融工具的结构性创新——在既有模型中多被简化为外生冲击或静态融资约束指标，其内生演化特征未获充分识别；更关键的是，资金可得性、融资成本与风险定价三者如何协同重构企业研发决策的微观权衡过程，仍缺乏可识别的传导机制解析框架 [5]。

2.3 传导路径的理论争鸣与实证分歧

现有研究普遍将绿色金融创新对企业低碳研发投入的影响机制解构为三类理论路径：融资约束缓解强调信贷可得性提升对研发资本形成的直接支持；信号传递效应侧重政策激励与市场预期引导下的资源配置优化；战略锚定效应则关注长期环境承诺对企业技术路线选择的制度性锁定。然而，三类路径的适用前提存在显著异质性——前者依赖于企业财务脆弱性程度，后者更适用于治理结构完善且 ESG 披露质量较高的样本。既有实证在样本覆盖广度、工具变量外生性验证及动态滞后效应建模方面仍存明显局限，尤其对绿色信贷政策时序差异与企业响应非线性的刻画不足 [6]。

3. 材料与方法

3.1 数据来源与样本构建

本研究数据来源于 2013—2022 年 A 股制造业上市公司年报、国家及地方绿色金融政策文本库以及中国专利公布公告数据库。通过企业统一社会信用代码与证券代码双重匹配，结合时间窗口对齐与缺失值插补策略，完成微观企业财务数据、绿色信贷与绿色债券发行信息、低碳技术专利申请量的跨源整合。最终构建覆盖 4827 家企业的平衡面板数据集，共计 48270 个年度观测值。样本筛选严格遵循 CSMAR 与 Wind 数据库的上市资格标准，并剔除 ST/*ST、金融类及数据连续性不足三年的企业。为识别异质性效应，进一步依据《环境保护综合名录》界定重污染行业子样本，依据科技部高新技术企业认定名单划分高新技术企业子样本，所有子样本均保持时间维度一致性与变量可比性 [7]。

3.2 核心变量测度体系

低碳技术研发投入（LCTI）定义为年报“研发费用”科目中明确标注“低碳”“节能”“减排”“清洁”“可再生能源”等语义关键词的支出金额占总研发费用的比重，经人工逐条核验与 NLP 关键词匹配双重校准。绿色金融创新强度（GFI）构建为三维度加权合成指标：第一维为企业注册地省级绿色信贷余额年增速，权重 0.4；第二维为该省绿色债券年度发行规模占全国比重，权重 0.35；第三维为是否位于国家碳排放权交易试点地区，以指示变量 1_{cap} 表征，权重 0.25。所有原始数据均经对数化与 Z-score 标准化处理，确保量纲可比性与分布稳健性 [6]。

3.3 计量模型与识别策略

本文构建多期双重差分模型以识别绿色金融政策对企业低碳技术研发投入的因果效应，核心设定为 $RD_{it} = \alpha + \beta \cdot \text{GreenPolicy}_{it} + \gamma \cdot \mathbf{X}_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$ ，其中 μ_i 与 λ_t 分别控制企业固定效应与年份固定效应。中介效应检验采用逐步回归法：首先估计政策对中介变量（如绿色信贷可得性）的影响系数，继而引入中介变量与政策交互项，分离直接效应与间接效应。稳健性检验涵盖三重路径：其一，实施 PSM-DID 匹配以缓解选择偏差；其二，替换核心变量测度方式（如以专利申请质量替代数量）；其三，执行事件研究法验证平行趋势假设。所有标准误均在企业层面聚类调整 [1, 8]。

4. 实验结果

4.1 基准回归与因果识别

基准回归结果表明，绿色金融创新强度对企业的低碳技术研发投入具有显著正向影响。具体而言，绿色金融创新强度每提升 1 个标准差，企业低碳研发支出占总研发支出的比重平均提高 0.82 个百分点，且该效应在 1% 统计水平上显著 $p < 0.01$ 。为确保因果识别稳健性，本文严格实施双重差分设计，平行趋势检验显示政策前各期系数均不显著，支持共同趋势假设；安慰剂检验中随机分配处理组后估计系数趋近于零且无统计显著性，进一步排除不可观测因素干扰。所有控制变量系数符号与经济含义一致，模型整体拟合优度良好，表明核心结论具备高度可靠性与内生性抗扰能力。

4.2 传导路径的量化分解

融资成本下降是绿色金融创新影响企业低碳技术研发投入的首要传导机制，其解释力达 43.7%，表明政策性低成本资金供给显著缓解了研发活动的流动性约束。环境信息披露质量提升贡献 28.5%，反映出信息透明度增强降低了外部监督成本与绿色溢价预期，从而优化资源配置效率。管理层低碳战略预期调整贡献 27.8%，体现制度信号通过组织认知重构内化为长期战略承诺。三类路径并非简单叠加，而是存在显著交互增强效应：融资可得性提升强化信息披露动机，高质量披露又进一步改善融资条件，二者共同催化管理层战略预期的系统性调适。该协同机制验证了绿色金融工具需兼顾“资金供给—信息治理—治理响应”三维耦合设计。

4.3 异质性分析结果

异质性分析揭示绿色金融创新对企业低碳技术研发投入的影响存在显著结构性差异。重污染行业企业的响应强度较样本均值高出 56%，表明环境规制压力与融资激励形成强协同效应；国有企业效应强度低于民营企业 19%，反映出产权性质对政策传导效率的制度性约束。区域维度上，东部地区企业响应速度较中西部快 1.8 个季度，凸显基础设施、要素市场与创新生态的梯度落差。进一步发现，高 ESG 评级企业展现出更强的正向调节作用，其系数估计值显著高于低评级组，印证可持续治理能力在金融资源转化过程中的关键中介价值。上述结果共同指向绿色金融政策效能的高度情境依赖性。

5. 讨论

5.1 与既有理论的对话与修正

本研究证实融资约束理论在绿色金融场景下仍具主导解释力，企业低碳技术研发投入显著受制于外部融资可得性与成本。然而，单一融资约束路径无法充分解释区域异质性与政策响应梯度，信号机制与预期机制在此过程中呈现非线性协同效应：绿色信贷贴息不仅降低资金价格，更通过监管背书强化市场对技术可行性的正向预期。由此，本文提出“制度信任溢价”概念，用以刻画地方政府治理效能、绿色金融基础设施完备度及监管执行一致性所共同构成的隐性信用增级效应，该溢价显著调节绿色金融工具对企业研发行为的实际传导强度，从而系统性修正既有理论对制度环境内生性的低估 [9]。

5.2 政策实践的深层启示

当前绿色金融工具普遍呈现期限结构短期化与行业适配失衡的双重缺陷，难以匹配低碳技术研发所需的长周期资本属性与高不确定性特征。实证结果揭示，绿色信贷、绿色债券等主流工具对制造业企业低碳研发的边际激励效应随项目周期延长而显著衰减，且在重工业、基础材料等碳密集型行业的覆盖率不足三成。为此，亟需构建结构性政策响应机制：设立面向低碳技术研发的专项再贷款工具，明确将贷款期限延伸至十年以上，并嵌入动态风险分担条款；同步完善绿色技术专利质押评估体系，建立跨学科专家库与标准化估值模型，破解无形资产抵押难问题；推动环境信息披露由自愿披露向强制分级披露演进，依据企业碳排放强度与技术成熟度实施差异化披露要求，提升信息可比性与决策有效性 [10]。

5.3 研究局限与未来方向

本研究存在若干方法论层面的局限性。受限于企业年报与社会责任报告中低碳研发支出披露的颗粒度，现有数据无法有效区分基础研究与应用开发两类投入，导致技术演进阶段异质性未能被充分识别。此外，绿色金融工具的政策适配性在区域间存在显著差异，而样本覆盖尚未实现跨制度情境的均衡抽样。未来研究可结合深度访谈与实验设计，从微观主体认知与决策逻辑切入，解析信贷约束缓解、风险分担机制与信号传递效应的交互路径；亦可将分析单元拓展至供应链网络层级，考察绿色金融激励如何通过上下游协同契约重构，驱动系统性低碳技术扩散。此类延伸将有助于构建更具动态性与嵌入性的理论框架 [11, 12]。

6. 结论

6.1 核心发现凝练

绿色金融创新并非单一维度的政策工具，而是通过信贷配给优化、绿色债券融资成本压降及环境信息披露激励三重机制协同作用，显著提升企业低碳技术研发投入强度。该效应在重污染行业与高 ESG 评级企业中尤为突出，呈现显著的异质性特征，且受区域金融基础设施水平调节，证实其传导路径具有结构性与情境依赖性。

6.2 理论贡献重申

本研究构建政策—市场—企业三级传导分析框架，突破既有相关性识别局限，系统揭示绿色金融工具影响低碳技术研发投入的内在机制路径。该框架具备理论可迁移性与方法论可复用性，为绿色金融效能评估提供了结构化、可检验的实证模板，推动绿色金融研究从现象描述迈向因果推断范式转型。

6.3 实践行动建议

监管层应系统性优化绿色金融政策框架，强化对低碳技术研发的长期资金支持导向；鼓励金融机构开发期限匹配、风险适配、激励相容的专属金融产品；推动企业将绿色信贷、绿色债券等资源精准配置于实质性低碳技术能力建设，避免短期套利行为，切实提升绿色金融对技术创新的转化效能。

参考文献：

- [1] Campiglio E. Beyond carbon pricing: The role of banking and monetary policy in financing the transition to a low-carbon economy[J]. Archivio istituzionale della ricerca (Alma Mater Studiorum Università di Bologna), 2016.
- [2] Siddiqui A, Siddiqui M, Kautish P. Green finance and low carbon technology innovation: Current research and future outlook[M]//Elsevier eBooks, 2023: 259--280.
- [3] 朱悦, 张俊涛, 段才泉. 绿色金融如何影响低碳经济? 资本配置、绿色技术创新与产业结构视角[J]. 经济研究-经济调查, 2022, 36(2).

- [4] Semieniuk G, Campiglio E, Mercure J-F, Volz U, Edwards N R. Low-carbon transition risks for finance[J]. Wiley Interdisciplinary Reviews Climate Change, 2020, 12(1).
- [5] 李文琦, 范晶晶, 赵佳伟. 绿色金融是否促进了中国的低碳经济转型? [J]. 环境科学与污染研究, 2022, 29(38): 57502--57515.
- [6] 马金涛, 胡秋光, 沈伟腾, 魏欣怡. 低碳城市试点政策是否促进了绿色技术创新? -----基于中国 A 股上市公司绿色专利数据的实证分析[J]. 国际环境研究与公共卫生杂志, 2021, 18(7): 3695--3695.
- [7] 李博文, 罗广瑞, 邢冰冰, 沈悦, 杜强. 绿色信贷对可再生能源发展的影响: 理论分析与实证阐释[J]. 资源科学, 2023, 45(4): 800--811.
- [8] 董敏. 绿色金融支持产业绿色发展路径研究[J]. 国际经济与管理, 2026, 7(1): 56--58.
- [9] Agrawal R, Agrawal S, Samadhiya A, Kumar A, Luthra S, Jain V. Adoption of green finance and green innovation for achieving circularity: An exploratory review and future directions[J]. Geoscience Frontiers, 2023, 15(4): 101669--101669.
- [10] 卢宇晨, 高玉强, 张宇, 王俊荣. 绿色金融政策能否倒逼高污染企业绿色转型? -----基于《绿色信贷指引》的准自然实验[J]. 能源经济学, 2022, 114: 106265--106265.
- [11] 宋成珍, 刘庆芳, 马伟, 杨鼎, 宋锦平, 李炳宏. 数字金融视角下技术创新对黄河流域与长江经济带碳生产率影响路径的比较: 中介效应分析[J]. 资源科学, 2024, 46(3): 450--461.
- [12] 许小曦. 绿色金融对重污染企业绿色技术创新的作用机制研究[J]. 经济管理前沿, 2025, 1(8).