

晋蒙地区转型金融实践差异与效应研究

——以晋蒙煤炭行业低碳转型为实证

2025 年 10 月



第九年全球高校绿色金融研究大赛 初赛承诺书

题目名称：晋蒙地区转型金融实践差异与效应研究
——以晋蒙煤炭行业低碳转型为实证

聚焦方向：转型金融

作品类别：☒ 首次参赛 ☐ 迭代创新
(此处指是否曾投递、发表、出版到任何形式平台)

团队队长：

姓名 刘伊然

学校 北京外国语大学

联系邮箱：liuyiran0499@qq.com

团队成员：

姓名 娄满榆

学校 中央财经大学

姓名 王思涵

学校 北京外国语大学

姓名 赵佑恩

学校 中央财经大学

指导教师： 姓名
(如有)

学校

2025 年 10 月 13 日



参赛团队承诺与说明书

	团队名称：植物园 团队注册学校：北京外国语大学
是否首次参赛	首次参赛（是） 对于非首次参赛， 需要在附件中提交三个文档： 新作品、原参赛作品、新旧作品的比较说明。
是否团队原创	是
是否多投	否
论文查重率	9%
是否有AI写作	5%以内

我们郑重承诺：已仔细阅读大赛规则，并做如上承诺和必要说明，将严格按照大赛规则参加比赛。若遇争议，服从大赛组织仲裁。如果以上承诺未做到，我们承担相应的责任。

刘伊然

团队队长签字：
日期：2025 年 10 月 13 日

晋蒙地区转型金融实践差异与效应研究

——以晋蒙煤炭行业低碳转型为实证

刘伊然¹, 王思涵¹, 姜满榆², 赵佑恩²

(1. 北京外国语大学国际商学院, 北京, 100081; 2. 中央财经大学金融学院, 北京, 100098;)

摘要: 在全球气候治理与中国“双碳”目标背景下, 转型金融作为支持高碳行业低碳转型的关键金融工具, 其理论与实践探索尚处于初级阶段。本文以山西省和内蒙古自治区两大典型资源型地区为研究对象, 综合运用案例对比分析与双重差分模型, 系统考察了转型金融在传统煤炭行业的实践路径与政策成效。研究揭示, 晋蒙两地已形成“标准体系引领”与“产业路径驱动”两种差异化发展模式。实证结果表明, 转型金融政策能够显著提升区域绿色全要素生产率并有效降低工业二氧化硫排放, 但其对能源消费结构的优化效应在短期内尚未显现。机制分析进一步识别出绿色投资与绿色创新是政策生效的核心传导渠道。本研究结论对于完善中国转型金融政策体系、推动其他资源型地区可持续发展具有重要的参考价值。

关键词: 转型金融; 煤炭行业; 山西; 内蒙古; 案例对比; 政策评估; 双重差分模型

1 导论

1.1 研究背景: “双碳”目标下的金融支持与高碳行业转型挑战

当前, 全球正经历一场以绿色低碳为核心的经济社会系统性变革。推动全球经济绿色低碳转型, 已成为跨越国界的共同使命。在这一进程中, 金融作为资源配置的核心手段, 其角色正从支持纯粹的绿色项目, 向驱动高碳活动有序转型深化。2022年, 二十国集团(G20)领导人峰会批准的《G20转型金融框架》, 标志着全球主要经济体首次就此达成关键共识, 为各成员国构建本土化政策体系奠定了基石。这一覆盖世界经济总量90%的框架, 不仅明晰了转型金融的核心要素, 更释放出强烈的政策信号, 引导全球金融体系共同支持高排放产业的低碳转型。

中国提出“碳达峰、碳中和”目标, 不仅是应对气候变化的庄严承诺, 更是推动经济高质量发展的内在要求。“绿水青山就是金山银山”的“两山”理论, 从理念层面指引了发展方向, 而“双碳”目标则从行动层面设定了明确的时间表。在此重要历史节点, 如何有效发挥金融的资源配置与风险管控功能, 支持高碳行业平稳、有序、公正地实现低碳转型, 已成为关乎国家战略全局的核心议题。

传统绿色金融体系主要服务于清洁能源、节能环保等“纯绿”产业, 而占据中国经济重要地位的传统高碳行业, 如煤炭、钢铁、建材等, 其庞大的转型资金需求难以被完全覆盖。转型金融正是在此背景下应运而生, 它填补了绿色金融的空白, 旨在为高碳活动向低碳和零碳转型提供金融支持, 成为衔接“两山”理论与“双碳”目标实践的关键桥梁。

根据《转型金融研究报告2024》, 我国转型金融已在标准建设、工具创新与转型规划三大支柱上取得显著进展。中国人民银行正牵头制定煤电、钢铁等行业的转型金融标准, 并在多地开展试用; 转型债券、可持续发展挂钩贷款等金融工具规模稳步增长; 金融机构与企业也开始积极探索转型路径规划。然而, 报告也明确指出, 转型金融仍面临标准体系分散、产品结构单一、技术路径模糊等挑战^[1]。在此背景下, 深入剖析转型金融在具体高

碳行业的实践应用，尤其是其在最具挑战性的传统能源领域的落地情况，具有极强的理论价值与现实紧迫性。

1.2 研究主题价值：为何聚焦于晋蒙地区的煤炭行业？

在众多高碳行业中，煤炭行业的转型最为迫切，也最为复杂。它不仅是碳排放的主要来源，也关乎能源安全、区域经济与社会稳定。本研究选择山西省与内蒙古自治区（以下简称“晋蒙地区”）作为研究范本，源于其无可替代的典型性与研究价值：

1. 典型性与代表性：晋蒙地区是中国最重要的煤炭能源基地和典型的资源依赖型经济区域。两地的煤炭产量合计占全国半数以上，其产业结构、财政税收、就业人口与煤炭产业深度绑定，是全国高碳行业转型的“主战场”与“风向标”。

2. 转型实践的先行性与差异性：两地均已启动转型金融的初步探索。山西省发布了《山西省焦化、有色行业转型金融支持目录（试行）》，并在探索铝产业转型路径；内蒙古也在推动煤电节能降碳改造相关的金融支持。然而，由于资源禀赋、产业结构和政策导向的差异，两地的转型路径与金融需求各具特色，为对比研究提供了丰富素材。

3. 研究的政策启示价值：对晋蒙地区转型金融实践的深入研究，能够提炼出适用于全国其他资源型地区的、兼具普适性与区域性的政策启示，为构建中国特色的高碳行业转型金融支持体系提供关键的地方经验与实证支撑。

在全球形成转型金融共识的背景下，深入剖析晋蒙地区的实践更具时代意义。中国的转型金融探索，尤其是其在煤炭这一关键与艰难领域中的应用，是对《G20 转型金融框架》的积极响应与本土化实践。本研究通过解析晋蒙案例，旨在提炼可复制的经验与可规避的挑战，其结论不仅服务于中国区域转型，更旨在为面临类似困境的全球经济体提供“中国洞察”，贡献于全球转型金融知识体系与政策工具箱的完善。

1.3 研究目标与内容框架

立足本届大赛“绿色低碳转型的金融支持”的核心命题，本研究旨在以《转型金融研究报告 2024》为宏观框架，以晋蒙地区煤炭行业为微观案例，系统回答以下关键问题：

- 转型金融的标准与工具如何在晋蒙地区落地与应用？
- 两地在转型路径、金融需求与政策支持上有何异同？
- 如何量化评估不同金融支持模式的转型成效？
- 如何构建更有效的金融支持体系，以助推传统煤炭行业的公正转型与高质量发展？

为系统回答上述问题，本文的结构安排如下：

第二章 文献综述：以《转型金融研究报告 2024》为蓝本，结合《山西转型金融落地发展研究》与《金融支持中国煤炭依赖型城市煤炭产业低碳转型》两份报告，系统梳理转型金融的标准、工具与发展现状，并对照晋蒙两地的实际情况进行评述。

第三章 案例分析：深度剖析与对比晋蒙两地的转型实践案例，提炼其转型路径、金融需求与支持政策的异同。

第四章 模型构建：从案例中寻找可量化的转型成效指标，设计对比分析模型。

第五章 实证结果与分析：运行模型，检验并分析不同金融支持模式的作用效果。

第六章 结论与展望：总结共性与特性，提出具有普适性的政策建议，为中国乃至全球高碳行业转型贡献青年智慧与创新方案。

本研究期望通过严谨的案例分析和模型构建与实证检验，探索绿色金融与转型金融协同发力之道，为“双碳”目标的实现与经济高质量发展建言献策。

2 文献综述

在全球气候治理与中国“双碳”目标背景下，转型金融作为衔接传统产业升级与绿色发展的核心引擎，正逐步成为支持高碳行业低碳转型的重要金融工具。本文以《转型金融研究报告（2024年）》提出的“标准建设、工具创新、转型规划”三大支柱为分析框架[1]，结合《山西转型金融落地发展研究》与《金融支持中国煤炭依赖型城市煤炭产业低碳转型》两份报告，系统梳理山西与内蒙古两大典型资源型地区在转型金融标准、工具与发展现状方面的实践进展。

2.1 转型金融标准体系建设

《转型金融研究报告（2024年）》指出，标准是引导资金精准流向的基石。国家层面，中国人民银行正加速推进煤电、钢铁等四大行业转型金融标准的制定与试点。地方层面则呈现“百花齐放”态势，多地结合产业特色出台地方性目录与指引。

山西在标准体系建设方面走在前列。作为国家煤电、钢铁转型金融目录的先行先试地区，山西还自主发布了《山西省焦化、有色行业转型金融支持目录（试行）》，形成覆盖四大高碳行业的转型金融标准体系。配套操作指引如《山西省银行业金融机构转型贷款实施指引（试行）》和《山西省转型贷款企业方案编制手册（试行）》，进一步规范了转型贷款的流程与企业转型方案的编制要求，体现出较强的系统性与可操作性[2]。

内蒙古将煤炭产业转型划分为三个阶段：有序达峰期（2030年前）、快速减量期（2030-2050年）与迈向中和期（2050-2060年），并针对鄂尔多斯、霍林郭勒等典型城市提出差异化转型路径。尽管标准化建设相对滞后，但内蒙古在煤炭清洁利用、煤电灵活性改造、绿氢耦合煤化工等关键技术路径上的探索，为未来转型金融标准的细化提供了产业基础[3]。

2.2 转型金融工具创新

目前转型金融工具以债务性融资为主，可持续发展挂钩贷款（SLI）和债券（SLB）是典型代表。

山西的转型金融产品以信贷为主，2024年标准实施后转型信贷规模显著提升。典型案例包括浦发银行太原分行发放的可持续发展挂钩贷款，将贷款利率与企业碳减排绩效挂钩；交通银行山西省分行开展的转型金融信用证业务，将手续费与能耗强度挂钩。此外，山西也在碳足迹挂钩贷款、公正转型贷款等方面进行尝试，体现出产品设计的多样性与创新性。然而，债券、基金、保险等工具应用仍较少，产品结构单一问题突出[2]。

内蒙古在工具应用上更注重与产业转型路径的匹配。鄂尔多斯通过设立能源转型发展基金、煤炭清洁利用投资基金等，支持煤炭清洁高效利用与新能源耦合项目。霍林郭勒则依托“煤电铝”产业链，探索用能权质押、银保合作等模式，推动高耗能行业节能改造。尽管工具类型逐渐丰富，但仍面临资金成本高、风险收益不匹配、缺乏长期资金等问题[3]。

2.3 转型金融发展现状

转型金融的落地离不开基础设施支撑与市场主体能力建设。山西与内蒙古在碳账户、转型平台、企业转型规划等方面均有探索，但也面临诸多挑战。

山西在碳账户建设方面成效显著。太原、长治、大同、阳泉四地开展企业碳账户试点，构建“监测核算-信息披露-金融对接”数字化体系，推动碳数据向金融价值转化。此外，山西通过搭建转型金融综合服务平台、建立转型项目库等措施，初步形成转型金融生态。然而，企业在转型认知、碳数据管理、信息披露等方面仍存在短板，尤其是中小型民营企业能力不足[2]。

内蒙古在转型金融基础设施建设上相对滞后，但注重通过产业规划与财政金融协同推动转型。鄂尔多斯通过零碳产业园、绿氢煤化工等项目，推动煤炭与新能源融合发展；霍林郭勒则通过构建“煤电铝”循环产业链，探索高耗能行业低碳化路径。然而，金融机构在识别转型活动、获取企业能源环境数据、评估转型风险等方面能力不足，制约了转型金融的规模化发展[3]。

3 晋蒙地区转型金融实践对比

3.1 对比可行性论述

根据内蒙古自治区能源局及地方统计数据，2024 年内蒙古原煤产量约 12.97 亿吨^[4]；内蒙古现代煤化工综合产能约为 3835 万吨^[5]。在鄂尔多斯市，已公开资料显示其煤化工产能已达约 2400 万吨^[6]，而该市 2024 年规模以上原煤产量为 8.9 亿吨^[7]。由此可见，内蒙古煤化工产值高度集中于煤化工领域，且集中在个别市。以鄂尔多斯和若干类似能源密集型市级行政区代表省级改革样本，具备一定合理性和代表性。

3.2 多维度要素对比

对比维度	分析要素	山西省	内蒙古
I. 宏观背景与目标	1. 案例聚焦主体/范围	省域视角覆盖煤电、钢铁、焦化、有色四大行业，作为国家转型金融标准先行先试地区，承担着为全国转型金融发展探索路径的重要使命	聚焦鄂尔多斯和霍林郭勒两个典型煤炭依赖型城市，重点研究煤炭开采、煤化工、电解铝等产业的低碳转型路径和金融支持模式
	2. 转型阶段与目标	以“能源革命”综合改革为核心目标，通过建立转型金融引擎推动产业结构优化升级，逐步摆脱对传统高碳产业的过度依赖	以推动煤炭产业低碳转型为核心目标，通过新旧动能转换实现产业升级，逐步降低对煤炭资源的过度依赖，构建多元化现代产业体系
	3. 产业结构特征	产业结构以重工业为主，煤焦钢电四大行业占工业总产值比重超 70%，碳排放强度是全国平均水平的 2.5 倍，经济韧性较弱	鄂尔多斯和霍林郭勒均以煤炭产业为经济支柱，能耗强度居高不下，其中鄂尔多斯单位 GDP 能耗累计上升 53.8%，转型压力巨大
II. 政策与制度框架	4. 转型金融目录/标准	已建立涵盖四大行业的转型金融目录体系，国家煤电钢铁标准先行先试，自主制定焦化有色目录，出台转型贷款实施指引和企业方案编制手册	正在构建支持煤炭产业转型的政策体系，建议制定转型金融标准，但尚处于研究和建议阶段，缺乏系统性的制度安排

	5. 基础设施建设	太原、长治、大同、阳泉四地开展碳账户试点，构建监测核算-信息披露-金融对接数字化体系，推动企业碳资产向金融价值转化	建议构建内蒙古煤炭产业碳资产管理平台，设立包含公正转型因素的综合发展基金，在鄂尔多斯试点公平转型基金
	6. 公正转型考量	省级政策框架明确要求将公正转型因素纳入业务考量，关注转型过程中的就业保障、社会稳定和区域协调发展等关键问题	明确提出在鄂尔多斯率先试点建立公平转型基金，关注煤炭产业转型过程中的就业保障、社会稳定和区域协调发展
	7. 重点转型行业	聚焦煤电、钢铁、焦化三大传统优势产业，通过技术改造和清洁生产实现绿色低碳转型，同时培育新能源等战略性新兴产业	鄂尔多斯重点发展煤化工和新能源产业，霍林郭勒聚焦煤炭清洁利用、电解铝产业升级和现代服务业发展
	8. 核心转型方向	煤电领域重点推进节能改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”，提升发电效率，降低煤耗水平，实现深度降碳目标	强调煤炭产业的规模化、深度化升级，通过技术创新延伸产业链，提高附加值，实现从燃料向原料和材料的转变
IV. 转型金融工具与实践	9. 主要金融工具	以转型信贷为主要工具，包括可持续发展挂钩贷款、碳足迹挂钩贷款等产品，同时存量高碳产业债券规模较大，为转型提供基础	需要整合政策性金融、商业金融、直接融资与间接融资等多种金融工具，形成多层次、全方位的转型金融支持体系
	10. 创新融资探索	积极探索保贷联动、碳配额质押等创新融资模式，研究转型贷款贴息政策，强化财政金融协同效应，降低企业转型成本	建议创新发展环境权益融资，研究逐步强制落实煤炭企业转型融资要求，探索绿色金融与转型金融的有效衔接
V. 转型资金需求与缺口	11. 资金需求总量	未来十年（2025-2035 年）三大重点行业转型资金需求超 8000 亿元，其中煤电行业需求最大，约 5000 亿元，资金缺口巨大	两地煤炭产业转型面临巨大资金需求，需要多层次金融结构支撑，但具体资金规模测算尚不明确，需要进一步研究
	12. 融资能力现状	现有融资工具难以满足庞大的转型资金需求，传统融资渠道对高碳行业转型支持有限，金融产品创新不足，资金供给结构单一	金融生态基础相对薄弱，金融市场活跃度不足，金融机构对转型金融认知有限，产品创新能力和风险控制能力有待提升
VI. 面临挑战与建议	13. 标准与政策挑战	转型金融标准体系有待完善，操作指引需要细化，激励约束机制不健全，统计边界难以界定，政策协同效应有待加强	转型金融支持煤炭产业的金融供给机制尚未形成，政策框架不完善，缺乏明确的操作指引和评估标准
	14. 机构与企业挑战	金融机构面临企业数据获取困难、风险收益平衡挑战，企业缺乏主动转型意识和能力，信息披露不充分，第三方评估体系不健全	产业发展面临技术瓶颈，新兴动能尚处于培育期，金融支持缺乏专业性和创新性，风险分担机制不健全

4
模型构建

在完成现有文献的梳理和对于山西、内蒙古两个传统能源大省的案例分析后，我们于第五、第六章进行实证检验，测量两地转型金融实践的有效性，并加以分析，识别优势与不足，提出针对性建议，并给出政策建议。

4.1 研究设计与识别策略

4.1.1 政策事实与处理组设定

本文的核心目标是通过评估山西和内蒙古转型金融政策试点的政策效果，识别转型金融政策手段的有效性，并根据实证结果，给出一套优化的、一般性的转型金融实施方案。山西和内蒙古转型金融试点政策的实施，对于经济学研究而言，构成了一次准自然实验，为采用因果推断方法提供了可能。

首先，在处理组设定上，山西和内蒙古作为以煤炭等传统化石能源为主要能源的省份，其作为国家转型金融先行区具有较强的政策发展空间和改革空间。

山西初步构建覆盖重点高碳行业的转型金融制度框架，并以信贷工具为突破口推动实践落地，转型金融发展进入有序探索阶段。山西既是国家煤电、钢铁转型金融目录先行先试的重点地区，也发布了省级焦化、有色转型金融目录，围绕四大转型关键行业建立了较为全面的转型金融标准体系。在体系下，山西转型金融产品发展整体处于起步阶段，在转型信贷方面已积累实践经验。2024 年转型金融标准实施后，山西转型信贷增量相比之前提升明显。当前，山西转型金融产品以信贷为主，可持续发展挂钩贷款、碳足迹挂钩贷款、转型信贷等产品均有实践。

内蒙古作为国家重要的能源和战略资源基地，同样被纳入转型金融支持高碳产业低碳转型的重点区域。地方层面，鄂尔多斯市率先出台《推动转型金融支持重点产业绿色低碳发展的指导意见》，探索建立适用于煤电、煤化工、电解铝等本地支柱行业的转型技术路径与金融支持清单。在政策引导下，内蒙古转型金融实践以试点城市为突破口，金融机构对接高碳企业低碳改造需求。2023 年以来，鄂尔多斯、霍林郭勒等地陆续落地多笔可持续发展挂钩贷款（SLI）和转型项目贷款，用于支持煤电机组节能改造、绿电替代、煤化工 CCUS 技术研发等具体项目。当前，内蒙古转型金融产品以贷款类为主，政策引导、企业需求、金融支持三个环节已经初步形成闭环，显示出较强的政策落地活力和地方创新潜力。

综上，山西和内蒙古不仅在能源结构上高度依赖煤炭等传统化石能源，具备典型高碳区域特征，且均已纳入国家及地方层面的转型金融政策试点体系，在制度建设、标准制定、产品实践和区域创新等方面展现出先行先试的政策深度与改革动能。因此，将两省作为实证分析中的处理组具有充分的政策事实依据与典型代表性。

其次，在识别策略上，本文使用双重差分法（DID）检测政策效果。Imbens 和 Wooldridge（2009）系统阐述了政策评估的主流计量方法，指出在满足识别假设的前提下，双重差分法能够可靠地估计政策施行的平均处理效应^[8]。

4.1.2 变量选取与说明

文章收集、构造了 2007 年至 2022 年 30 个省、市、自治区与直辖市的相关面板数据三十余项。其中，选取四个被解释变量，分别为：gtfp_level，so2，co2 和 coal_share_pctg。四个变量分别是：

绿色全要素生产率是综合衡量经济增长“绿色质量”的效率指标，综合考虑了以工业增加值为代表的期望产出和以污染物为代表的非期望产出，代表工业部门产生的、与燃煤高度相关的主要大气污染物水平。二氧化碳排放量，代表一个地区总体的温室气体排放水平，反映其对气候变化的宏观影响。其中，绿色全要素生产率来自薛若男（2024）的研究^[9]，二氧化硫排放量和二氧化碳排放量来自全球大气排放数据库（EDGAR），各省能源煤炭占比，代表一个地区能源消费结构对煤炭的依赖程度，是能源结构转型的核心指标。来自中国能源统计年鉴。

对于解释变量，文章将其分为政策变量和机制变量。

政策变量是为了应用双重差分模型，精确识别转型金融政策的净效应而构建的变量。基础的 DID 模型通过构建处理组虚拟变量 $treat$ （山西、内蒙古=1）与政策时期虚拟变量 $post$ （2021 年及以后=1）的交互项 $treat * post$ 来捕捉政策的平均处理效应。然而，为了更严谨地检验 DID 模型的平行趋势前提，并考察政策效果随时间变化的动态路径，本文同时采用更高级的事件研究法。我们首先定义了一个相对时间变量： $event_time = year - 2021$ ，并以此为基础，构建了一系列动态政策虚拟变量。这些变量分为两组，在回归中扮演着截然不同的角色：一是平行趋势检验变量 (did_pre_*)：该系列变量，如 did_pre2 ，代表了政策实施前处理组与控制组的差异。在回归中，这些变量的系数在统计上不显著，是证明本研究满足平行趋势假设、模型设定可靠的关键证据。二是动态政策效应变量 (did_post_*)：该系列变量，如 did_post0 （政策当年效应）和 did_post1 （政策后一年效应），是衡量政策效果的核心。系数清晰地刻画了转型金融政策在实施后，逐年对被解释变量产生的净影响，从而构成了本文的核心研究发现。

机制变量是衡量转型金融具体金融工具对转型贡献的变量。我们使用云虹，付湘（2025）的数据，涵盖绿色信贷、绿色债券、绿色投资、绿色保险、绿色基金、绿色权益、碳金融七个指标^[10]。同时，为了衡量技术创新在绿色转型中的核心驱动作用，本文额外引入了绿色发明专利和绿色实用新型专利两个指标，通过统计各省每年与绿色发展的专利数得到。这九个指标一定程度上共同构成了能够全面刻画我国省级层面转型金融发展的综合衡量体系。

我们发现云虹，付湘（2025）构建的七个指标在经济学含义上存在一定程度的重叠，若将它们全部直接放入回归模型会引发严重的多重共线性问题，从而使得回归结果不稳定、难以解释。如表 3 所示，七个指标间存在显著的相关性，为避免多重共线性并提炼出转型金融的核心传导机制，本文采用主成分分析法是必要而合理的。

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1) credit	1.000								
(2) bond	0.965	1.000							
(3) investment	-0.201	-0.220	1.000						
(4) insurance	0.550	0.567	-0.344	1.000					
(5) equity	0.960	0.984	-0.216	0.574	1.000				
(6) fund	0.953	0.980	-0.211	0.551	0.972	1.000			
(7) carbon_finance	-0.415	-0.432	0.784	-0.418	-0.433	-0.420	1.000		
(8) green_invention_patents	0.448	0.445	-0.201	0.717	0.447	0.441	-0.245	1.000	
(9) green_utility_patents	0.454	0.462	-0.204	0.735	0.462	0.451	-0.256	0.899	1.000

表1. 云虹，付湘 （2025）构建的七个绿色金融指标及绿色发明专利和绿色实用新型专利的相关系数

本文同时探索了技术创新与绿色金融机制的相关性，最终通过九个变量识别并构建了三个相互正交（即统计上不相关）且具有清晰经济学含义的综合因子，它们分别代表了转型金融的三个核心传导机制：绿色金融市场（factor_1）、绿色创新（factor_2）和绿色投资（factor_3）。这三个因子将作为核心的机制变量，应用到的计量模型中进行检验。

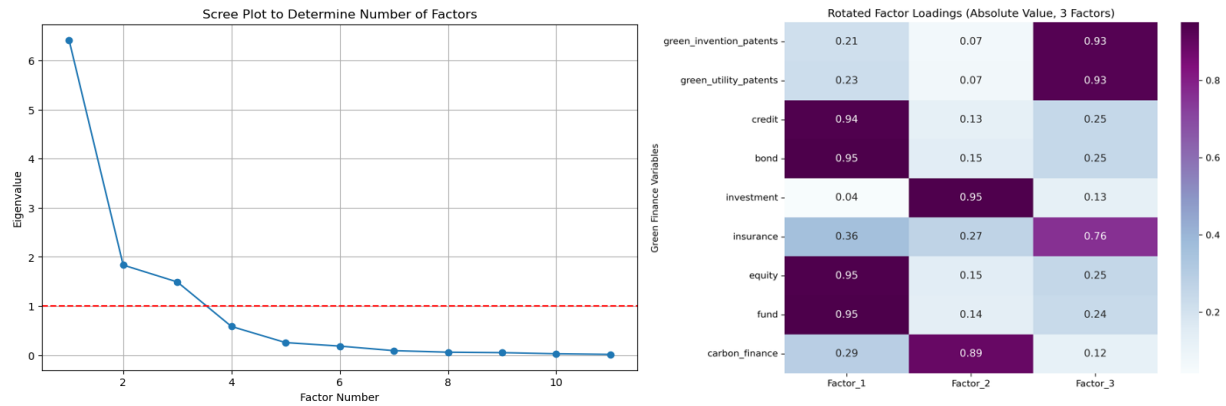


图1. 绿色金融机制与基础创新指标的主成分分析碎石图与因子载荷矩阵

根据图 1，我们选取三个因子（Factor_1, Factor_2, Factor_3）解释九个变量。Factor_1 解释了 credit, bond, equity 以及 fund 四个变量；Factor_2 解释了 investment, carbon_finance 两个变量。而 Factor_3 解释 green_invention_patents, green_utility_patents 以及 insurance 三个变量。Factor_2 的结果与 Kun Tian 等人发现碳交易制度通过提高碳成本信号，间接推动被覆盖的行业和地区进行企业绿色转型与绿色直接投资的研究结果一致^[11]；而 Factor_3 的结果与 Hu et al., 2023 的研究一致，即绿色保险等绿色直接投资工具能够显著促进企业绿色创新与碳减排绩效，验证了其在碳金融体系中的积极作用^[12]。对于三个因子，可以总结为：

综上所述，本文的解释变量体系由两部分构成：一是用于识别转型金融政策净效应的政策变量，二是用于解释政策传导路径的机制变量。前者探究政策是否有效，而后者通过主成分分析法提炼出三个因子，深入探究了转型金融政策落地的内在逻辑。

因子名称	因子标签	主要构成指标	经济学含义
factor_1	绿色金融市场因子	credit	衡量一个地区绿色金融市场的整体发展水平、规模和活跃度
		bond	
		equity	
		fund	
factor_2	绿色投资因子	investment	衡量更具政策引导性和针对性的绿色投资活动及碳交易活动
		carbon_finance	
factor_3	绿色创新生态因子	green_invention_patents	衡量一个地区完整的绿色创新生态系统。专利代表了技术创新的供给；保险则代表了创新成果应用的保障
		green_utility_patents	
		insurance	

表 2. 主成分分析因子名称与含义

对于控制变量，文章选取 `gdp`, `urbanization_rate` 等七个控制变量，以控制经济基础、经济结构、社会人口因素和政府与制度环境四个方面对于被解释变量的影响。由于被解释变量包括二氧化碳、二氧化硫排放量和煤炭占一次能源比例，而经济基础、结构与人口结构的变化会导致社会总能源需求的变动，进而对被解释变量产生影响。文章具体的控制变量选取逻辑如下：

1. 经济维度：添加了两个变量同时控制经济发展水平 (`gdp`) 和产业结构 (`sec_gdp`)。GDP 指标用于控制经济规模扩张导致的能源消耗和污染排放的增加，而后者控制了以工业为主的第二产业在经济中的权重，因为工业部门通常是能源消耗和污染物排放的主要来源，且不同省份的工业化差异使得不同省份污染情况各异。
 2. 社会维度：文章控制了人口规模(`population`)和城镇化率 (`urbanization_rate`)。人口规模与能源的总需求相关程度较高，而城镇化进程则通过改变居民的生活方式、消费模式和产业集聚效应，对能源消耗的强度与结构有较大的影响。
 3. 政策与制度维度：为了排除其他政策和制度环境的干扰，同时加入三个关键变量。第一，环保支出占比 (`env_exp_share`)，它代理了地方政府在环境治理上的主动规制强度。第二，国家绿色金融改革创新试验区虚拟变量 (`green_finance_pilot`)，这是一个至关重要的控制，它剔除了同期另一项重要的国家级绿色金融政策可能产生的混淆效应，使得本研究对“转型金融”政策的评估更为纯净。第三，市场化指数 (`market_index`)，用以控制各地区市场化进程和制度环境的差异，因为这会影响资源配置效率和企业对政策信号的响应速度[13]。
- 在模型中添加上述三组七个控制变量，本研究的计量模型较好地排除了其他混杂因素的干扰，从而能够更可靠地估计出转型金融政策对绿色转型各维度的真实影响。

变量类别	变量	说明	衡量维度	来源
被解释变量	gftp_level	绿色全要素生产率	绿色经济增长质量	薛若男，2024
	so2	经过对数变换，so2 = $\ln(\text{so2}+1)$	宏观气候影响	EDGAR
	co2	经过对数变换，co2 = $\ln(\text{co2}+1)$	工业污染治理	EDGAR
	coal_share_pctg	某省份的煤炭消费总量/该省份的一次能源消费总量	能源消费结构	中国能源统计年鉴
解释变量	treat	处理组虚拟变量	标识一个省份是否为转型金融试点区域（山西、内蒙古 = 1；其他省份 = 0）	根据两地转型金融报告整理
	did_pre_*	动态双重差分交互项	用于平行趋势检验	基于 <i>treat</i> 变量和年份数据生成
	did_post_*	动态双重差分交互项	用于衡量动态政策效果	基于 <i>treat</i> 变量和年份数据生成
	credit	绿色信贷占总贷款比重	衡量银行体系对绿色产业和项目的资金支持力度，是绿色金融体系中最主要的组成部分	云虹，付湘 （2025）
	bond	绿色债券发行额占总债券发行额比重	衡量债券市场在为绿色项目提供中长期资金方面的发展程度	云虹，付湘 （2025）
	investment	绿色领域投资额占总投资比重	衡量政府与企业在环保、节能、新能源等领域的直接资本投入规模	云虹，付湘 （2025）
	insurance	绿色保险保费收入占总保费收入比重	衡量保险市场在为绿色项目分担风险、管理环境责任方面的作用	云虹，付湘 （2025）
	equity	绿色相关上市公司市值占比	衡量股票市场对绿色和环保产业的估值与支持程度	云虹，付湘 （2025）
	fund	绿色主题基金资产净值占比	衡量基金（资产管理）行业在引导社会资本进行绿色责任投资方面的活跃度	云虹，付湘 （2025）

控制变量	carbon_finance	碳金融市场交易额	衡量以碳排放权为标的的市场化定价与交易活动的规模	云虹, 付湘 (2025)
	green_invention_patents	绿色发明专利授权量	衡量地区在高质量、突破性绿色技术创新方面的产出水平	国家知识产权局
	green_utility_patents	绿色实用新型专利授权量	衡量地区在应用型、改良型绿色技术创新方面的产出水平	国家知识产权局
	gdp	对数化地区生产总值	控制经济发展规模对能源消耗、污染排放和技术进步的总体影响。	历年《中国统计年鉴》
	sec_gdp	第二产业增加值占 GDP 比重	控制以工业为主的第二产业在经济中的权重, 尤其是能源消耗和污染物排放的主要来源。	历年《中国统计年鉴》
	coal_share_pctg	煤炭消费占一次能源消费总量的比重	控制地区固有的能源消费结构和对煤炭的依赖程度。	历年《中国统计年鉴》
	population	年末常住人口	控制人口规模对能源总需求和排放总量的影响。	历年《中国统计年鉴》
	urbanization_rate	城镇人口占总人口比重	控制城镇化进程中, 生产生活方式变迁对能源消费强度和结构的影响。	历年《中国统计年鉴》
	env_exp_share	环保支出占财政支出比重	控制地方政府在环境治理上的主动规制强度和投入力度。	历年《中国财政年鉴》、《中国环境统计年鉴》
	green_finance_pilot	国家绿色金融改革创新试验区虚拟变量	控制同期其他绿色金融政策可能产生的干扰效应, 使本研究的政策评估结果更纯净。	根据中国人民银行等部委发布的官方政策文件手动整理。
	market_index	中国分省市场化指数	控制各地区市场化进程和制度环境的差异, 因此会影响资源配置效率和企业行为。	王小鲁、樊纲等编制的《中国市场化指数年度报告》, 整理后的数据来自解学梅, 朱琪玮, 2021[7]

表 2. 主要变量的类别、说明、衡量位度与数据来源

4.2 计量模型设定

本节将根据上一节的变量构建计量模型，以检验转型金融政策的净效应及转型金融下的机制效应。为此，我们首先设定一个基准回归模型，用以考察绿色金融发展水平的普遍影响：

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^3 \delta_j \text{factor}_{jit} + \Theta Z_{it} + \alpha_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

模型中， Y_{it} 为被解释变量， factor1_{it} ， factor2_{it} ， factor3_{it} 为三个核心机制变量， Z_{it} 为一系列控制变量， α_i 和 λ_t 分别代表省份个体固定效应和年份时间固定效应，以控制省份异质性和个别年份对经济表现的冲击。

随后，在基准模型的基础上引入动态双重差分项，构建最终的实证研究模型。我们构建以下模型：

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=-2, k \neq -1}^2 \beta_k D_{it}^k + \sum_{j=1}^3 \delta_j \text{factor}_{jit} + \Theta Z_{it} + \alpha_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

该模型在基准模型的全部变量之外，主要增加了 $\sum_{k=-2, k \neq -1}^2 \beta_k D_{it}^k$ 项，以捕捉转型金融政策在实施前后相对于政策前一年的逐年净效应。其中，政策实施前的系数用于平行趋势检验，而政策实施后的系数用于衡量政策动态效果。

5 实证结果与分析

本章呈现本文核心计量模型的回归结果，以系统性地检验转型金融政策的净效应及其内在传导机制。如上文所述，所有模型均采用双向固定效应模型，以控制不随时间变化的省份个体特征和不随省份变化的年度宏观冲击，同时在省份层面进行聚类稳健标准误调整。

5.1 基准模型

本章的核心发现集中呈现于表 1。为了全面而清晰地探索政策效应与传导渠道，表 1 列出了对每一个被解释变量（绿色全要素生产率、工业二氧化硫、煤炭消费占比、二氧化碳排放）构建了两个递进的模型的回归分析结果。

1. 机制分析基准模型（表 1 中的奇数列）：该模型不包含政策冲击的 did 变量。该模型的意义在于检验通过主成分分析法构建的三个核心机制变量（市场因子、投资因子、创新因子）在全国范围内的普遍影响，以理解在没有特定政策干预时，广义的绿色金融发展如何影响经济与环境。
2. 动态 DID 模型（表 1 中的偶数列）：在基准模型的基础上，该模型进一步加入了转型金融政策的动态 did 虚拟变量。该模型同时回答两个关键问题：第一，转型金融政策本身是否产生了显著的净效应（由 did 系列变量的系数回答）？第二，在控制了政策冲击后，绿色金融的传导渠道（由 factor 系列变量的系数回答）又扮演了怎样的角色？

我们将首先对表 1 的主回归结果进行深入解读，随后通过一系列严格的稳健性检验来巩固本文核心结论的可靠性。

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	(gtfp_level)	(gtfp_level)	(so2)	(so2)	(coal_share_pctg)	(coal_share_pctg)	(co2)	(co2)
VARIABLES	PCA	DID	PCA	DID	PCA	DID	PCA	DID
did_pre2		0.339*		-0.141**		0.0278		-0.00693
		(0.179)		(0.0639)		(0.0307)		(0.0233)
did_post0		1.022*		-0.354***		0.0361*		0.0430
		(0.544)		(0.0808)		(0.0191)		(0.0413)
did_post1		4.235***		-0.348***		0.0200		0.0787*
		(0.429)		(0.0970)		(0.0382)		(0.0446)
factor_1	0.116	0.115	0.112	0.114	0.0101	0.00989	-0.0542*	-0.0543*
	(0.168)	(0.154)	(0.0745)	(0.0730)	(0.0128)	(0.0128)	(0.0310)	(0.0311)
factor_2	0.206**	0.229***	0.00798	0.00452	0.00963	0.00993	-0.0734*	-0.0729*
	(0.0947)	(0.0741)	(0.0597)	(0.0588)	(0.0110)	(0.0110)	(0.0422)	(0.0425)
factor_3	-0.159	-0.288	-0.254	-0.236	-0.0989**	-0.100***	0.0628	0.0601
	(0.285)	(0.244)	(0.190)	(0.188)	(0.0361)	(0.0357)	(0.0982)	(0.0986)
ln_gdp	1.358**	1.351**	0.246	0.237	-0.118	-0.116	0.162	0.161
	(0.551)	(0.558)	(0.376)	(0.368)	(0.0729)	(0.0721)	(0.163)	(0.162)
sec_gdp	8.922***	6.992***	1.269	1.510	-0.0338	-0.0525	0.158	0.115
	(2.297)	(2.170)	(0.992)	(0.947)	(0.270)	(0.273)	(0.354)	(0.351)
coal_share_pctg	0.478	0.230	1.216**	1.264***			0.323*	0.318*
	(1.038)	(0.878)	(0.449)	(0.441)			(0.178)	(0.183)
population	-0.000519**	-0.000442**	-0.000219	-0.000227	1.69e-05	1.73e-05	9.56e-05**	9.74e-05**
	(0.000224)	(0.000195)	(0.000139)	(0.000139)	(3.70e-05)	(3.67e-05)	(4.57e-05)	(4.61e-05)
urbanization_rate	-7.222***	-7.066***	1.045	1.059	-0.178	-0.182	0.0333	0.0398

	(1.701)	(1.647)	(1.345)	(1.343)	(0.177)	(0.178)	(0.311)	(0.310)
env_exp_share	1.765	0.0321	-3.590	-3.349	-0.881	-0.894	-0.594	-0.639
	(5.343)	(4.936)	(2.535)	(2.467)	(0.539)	(0.539)	(0.742)	(0.735)
green_finance_pilot	-0.122	-0.124	0.241*	0.241*	-0.0161	-0.0158	0.100	0.0999
	(0.188)	(0.174)	(0.120)	(0.119)	(0.0217)	(0.0219)	(0.0784)	(0.0788)
market_index	0.0808	0.119**	-0.104**	-0.111**	-0.000722	-6.77e-05	-0.0123	-0.0116
	(0.0596)	(0.0484)	(0.0476)	(0.0474)	(0.00828)	(0.00808)	(0.0192)	(0.0194)
Constant	-9.298**	-8.891**	2.058	2.073	1.567**	1.551**	17.03***	17.04***
	(4.099)	(3.832)	(2.874)	(2.803)	(0.596)	(0.590)	(1.207)	(1.202)
Observations	480	480	480	480	480	480	480	480
R-squared	0.686	0.755	0.946	0.947	0.750	0.752	0.847	0.848
Number of province_id	30	30	30	30	30	30	30	30

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, **p<0.05, * p<0.1

表 1. 四个被解释变量的主回归结果

从表的偶数列（DID 回归结果）可知，转型金融政策对试点地区的绿色转型产生了显著而又复杂的结构性影响。在提升经济增长质量方面，政策对绿色全要素生产率（gtfp_level）有显著的正向作用，但该效应存在明显的滞后性，在政策实行后第一年（did_post1）集中体现。在推动工业污染治理方面，政策对二氧化硫排放量（ln_so2）则表现出更强的即时效应，在政策当年（did_post0）和次年均有显著的负向抑制作用[14]。值得注意的是，对于调整能源结构（coal_share_pctg）和降低总碳排放（ln_co2），我们并未发现政策在短期内有显著的正面效果。尽管观察到个别系数存在边际显著的正值，但考虑到其显著性水平较弱且在经济学含义上与政策目标相悖，更稳健的结论是政策的短期影响尚不明确。

从表的奇数和偶数列（机制变量因子回归结果）的分析可以得到，不同的绿色金融渠道在转型过程中扮演着高度分工的差异化角色。绿色投资因子（factor_2）提质减污，其对绿色全要素生产率的提升效应显著为正，表明以项目投资和碳金融为代表的资金投入是提升经济绿色内涵的关键。绿色创新生态因子（factor_3）是结构调整的抓手，其系数在煤炭消费占比模型中显著为负，说明由技术产出和风险保障构成的创新体系在推动能源结构优化方面发挥了重要作用[15]。绿色金融市场因子（factor_1）则在宏观层面展现出对整体二氧化碳减排的影响。

最后，一个必须正视的计量问题是，在 gtfp 和 so2 这两个被解释变量中，表中第一行 did_pre2 的系数显著，这说明双重差分模型所依赖的平行趋势检验假设可能没有完全通过。这一方法论上的挑战将在后续的稳健性检验部分使用通过更严格的模型设定（即表 4）解决。

5.2 控制变量稳健性检验

基准回归模型（表 1）的结果包含了预设的全部控制变量。尽管该模型已尽可能全面地缓解了遗漏变量问题，但解释变量相对于被解释变量的高度显著性及由此观察到的政策效应和机制渠道可能高度依赖于特定控制变量的组合。为了验证这一假设并检验基准模型结论的可靠性，我们首先进行逐步增加控制变量的稳健性检验。具体而言，我们以一个仅包含核心解释变量（did_*与 factor_*）和最基础的经济发展水平（ln_gdp）的模型为起点，随后依次分组加入经济结构、社会人口以及制度环境层面的控制变量，并观察核心政策效应变量，尤其是 did_post1 和机制变量的系数大小与显著性的变化。

VARIABLES	(1) (gtfp_level) +Base	(2) (gtfp_level) +Econ	(3) (gtfp_level) +Social	(4) (gtfp_level) +Full	(5) (lso2) +Base	(6) (so2) +Econ	(7) (so2) +Social	(8) (so2) +Full
did_pre2	0.177 (0.124)	0.130 (0.123)	0.336* (0.180)	0.339* (0.179)	-0.0244 (0.163)	-0.0820 (0.0736)	-0.0894 (0.0704)	-0.141** (0.0639)
did_post0	1.394* (0.707)	1.166* (0.572)	1.072* (0.531)	1.022* (0.544)	-0.179 (0.144)	-0.323*** (0.0796)	-0.303*** (0.0831)	-0.354*** (0.0808)
did_post1	4.756*** (0.267)	4.464*** (0.391)	4.304*** (0.432)	4.235*** (0.429)	-0.161 (0.170)	-0.307*** (0.0957)	-0.283*** (0.0954)	-0.348*** (0.0970)
factor_1	0.258 (0.172)	0.269* (0.140)	0.141 (0.131)	0.115 (0.154)	-0.0496 (0.0945)	0.0329 (0.0762)	0.0808 (0.0703)	0.114 (0.0730)
factor_2	0.213** (0.0832)	0.260*** (0.0675)	0.238*** (0.0550)	0.229*** (0.0741)	-0.150** (0.0705)	-0.0913 (0.0540)	-0.0317 (0.0720)	0.00452 (0.0588)
factor_3	-0.420** (0.193)	-0.469*** (0.129)	-0.360* (0.193)	-0.288 (0.244)	-0.196* (0.108)	-0.219** (0.0939)	-0.265 (0.157)	-0.236 (0.188)
ln_gdp	1.296*** (0.417)	0.520 (0.477)	1.397** (0.539)	1.351** (0.558)	0.140 (0.302)	-0.0164 (0.309)	0.0694 (0.391)	0.237 (0.368)
sec_gdp		5.080** (1.914)	5.736*** (1.886)	6.992*** (2.170)		1.914** (0.882)	1.522 (0.912)	1.510 (0.947)
coal_share_pctg		0.0929 (0.792)	0.0433 (0.685)	0.230 (0.878)		1.305*** (0.404)	1.298*** (0.424)	1.264*** (0.441)
population			-0.000386** (0.000172)	-0.000442** (0.000195)			-9.15e-05 (0.000113)	-0.000227 (0.000139)
urbanization_rate			-7.137*** (1.597)	-7.066*** (1.647)			0.961 (1.489)	1.059 (1.343)

env_exp_share				0.0321 (4.936)				-3.349 (2.467)
green_finance_pilot				-0.124 (0.174)				0.241* (0.119)
market_index				0.119** (0.0484)				-0.111** (0.0474)
Constant	-8.546** (3.308)	-4.735 (3.654)	-7.793** (3.627)	-8.891** (3.832)	2.543 (2.398)	2.524 (2.462)	2.136 (2.944)	2.073 (2.803)
Observations	720	600	540	480	720	600	540	480
R-squared	0.786	0.768	0.776	0.755	0.906	0.930	0.939	0.947
Number of province_id	30	30	30	30	30	30	30	30

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2：绿色全要素生产率、二氧化硫排放量逐步增加控制变量的稳健性检验

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
VARIABLES	(coal_share_pctg) +Base	(coal_share_pctg) +Econ	(coal_share_pctg) +Social	(coal_share_pctg) +Full	(co2) +Base	(co2) +Econ	(co2) +Social	(co2) +Full
did_pre2	0.00871	0.00954	0.0231	0.0278	0.0573	0.0176	-0.00611	-0.00693
	-0.0344	-0.0345	-0.0351	-0.0307	-0.0647	-0.0369	-0.0289	-0.0233
did_post0	0.0179	0.0202	0.0286	0.0361*	0.0846	0.0359	0.0357	0.043
	-0.0154	-0.0185	-0.0191	-0.0191	-0.0805	-0.0511	-0.0476	-0.0413
did_post1	0.000214	0.00295	0.012	0.02	0.106	0.0618	0.0701	0.0787*
	-0.0364	-0.0399	-0.0398	-0.0382	-0.0911	-0.0551	-0.0511	-0.0446
factor_1	-0.0162	-0.0166	-0.00688	0.00989	-0.0663**	-0.0495**	-0.0468	-0.0543*
	-0.0126	-0.0135	-0.00979	-0.0128	-0.0298	-0.0233	-0.0294	-0.0311
factor_2	-0.00572	-0.00607	-0.0024	0.00993	-0.0546*	-0.044	-0.073	-0.0729*
	-0.0129	-0.0134	-0.0112	-0.011	-0.0305	-0.0263	-0.0482	-0.0425
factor_3	-0.0178	-0.0177	-0.0548***	-0.100***	0.00475	0.0135	0.0265	0.0601
	-0.016	-0.0162	-0.0173	-0.0357	-0.0502	-0.0497	-0.0765	-0.0986
ln_gdp	-0.0912	-0.0836	-0.116*	-0.116	0.346***	0.212*	0.156	0.161
	-0.0694	-0.0627	-0.0661	-0.0721	-0.107	-0.111	-0.142	-0.162
sec_gdp		-0.0429	0.0195	-0.0525		0.441	0.273	0.115
		-0.223	-0.266	-0.273		-0.304	-0.325	-0.351
coal_share_pctg						0.307	0.339**	0.318*
						-0.186	-0.16	-0.183
population			0.0000127	0.0000173			0.000118	9.74e-05**
			-0.000037	-0.0000367			-0.0000716	-0.0000461
urbanization_rate			-0.108	-0.182			0.22	0.0398

			-0.21	-0.178			-0.287	-0.31
env_exp_share				-0.894				-0.639
				-0.539				-0.735
green_finance_pilot				-0.0158				0.0999
				-0.0219				-0.0788
market_index				-0.0000677				-0.0116
				-0.00808				-0.0194
Constant	1.238**	1.194**	1.448**	1.551**	15.54***	16.46***	16.59***	17.04***
	-0.562	-0.505	-0.53	-0.59	-0.863	-0.911	-1.274	-1.202
Observations	600	600	540	480	720	600	540	480
R-squared	0.7	0.7	0.725	0.752	0.949	0.923	0.888	0.848

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, **

p<0.05, * p<0.1

表 2：煤炭占一次能源比例、二氧化碳排放量逐步增加控制变量的稳健性检验

对于核心产出变量，政策效应表现出高度的稳定性。在表 2.1 中，针对绿色全要素生产率（`gtfp_level`）的回归显示，`did_post1` 的系数在所有四个模型中始终保持为显著的正值。尽管其系数大小随着控制变量的增加而略有吸收，但其经济学含义和统计显著性均未发生根本改变。同样在表 2.1 中，针对工业二氧化硫（`ln_so2`）的回归（第 5-8 列）显示，`did_post1` 的系数在加入经济结构控制变量后，立即转为显著为负（-0.307），并在后续更复杂的模型中保持了其显著的抑制作用。这表明在充分控制了相关因素后，政策的减排效应是清晰且稳健的。

对于结构性指标，稳健性检验结果同样印证了基准回归的发现。在表 2.2 中，针对煤炭消费占比和总二氧化碳排放量的回归显示，`did_post1` 的系数在所有模型设定下均不具备统计显著性。

逐步增加控制变量的检验结果表明，转型金融政策能够显著提升绿色全要素生产率、降低工业 SO2 排放，但短期内对能源结构和总碳排影响有限这一结论是高度稳健的。这一结论并不依赖于特定控制变量组合的选择。

5.3 指标替代与 PCA 验证

为检验本文采用主成分分析法构建机制变量的合理性，并确保核心结论不依赖于特定的因子构建方式，我们以绿色全要素生产率（`gtfp_level`）为被解释变量，分别构建了平行的动态 DID 模型和两组固定效应模型。两组模型的区别在于：衡量绿色金融发展的机制变量分别采用了九个原始指标和主成分分析法降维提取的三个主成分因子。

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)
	(1) Raw Indicators	(3) PCA Factors	(4) DID + Raw	(6) DID + PCA
<code>did_pre2</code>			0.269 (0.198)	0.339* (0.179)
<code>did_post0</code>			1.094* (0.579)	1.022* (0.544)
<code>did_post1</code>			4.326*** (0.404)	4.235*** (0.429)
<code>green_invention_patents</code>	4.99e-05** (2.12e-05)		7.48e-05*** (1.60e-05)	
<code>green_utility_patents</code>	-7.54e-06 (1.64e-05)		-1.70e-05 (1.50e-05)	
<code>credit</code>	24.94* (13.74)		15.01 (11.20)	
<code>bond</code>	-24.94 (17.46)		-16.85 (15.44)	
<code>investment</code>	0.973 (0.748)		0.547 (0.580)	
<code>insurance</code>	0.214 (3.771)		-2.322 (2.869)	
<code>equity</code>	11.09 (15.10)		13.09 (12.63)	

fund	5.859 (9.182)		-2.508 (6.885)	
carbon_finance	-0.0728*** (0.0240)		-0.0806*** (0.0219)	
factor_1		0.116 (0.168)		0.115 (0.154)
factor_2		0.206** (0.0947)		0.229*** (0.0741)
factor_3		-0.159 (0.285)		-0.288 (0.244)
gdp	1.179** (0.537)	1.358** (0.551)	0.985* (0.538)	1.351** (0.558)
sec_gdp	9.156*** (2.231)	8.922*** (2.297)	7.307*** (2.053)	6.992*** (2.170)
coal_share_pctg	0.701 (0.890)	0.478 (1.038)	0.377 (0.775)	0.230 (0.878)
population	-0.000429* (0.000217)	-0.000519** (0.000224)	-0.000342* (0.000186)	-0.000442** (0.000195)
urbanization_rate	-5.849*** (2.010)	-7.222*** (1.701)	-4.989** (1.844)	-7.066*** (1.647)
env_exp_share	4.048 (6.135)	1.765 (5.343)	6.192 (5.139)	0.0321 (4.936)
green_finance_pilot	-0.136 (0.204)	-0.122 (0.188)	-0.0989 (0.186)	-0.124 (0.174)
market_index	0.0911 (0.0631)	0.0808 (0.0596)	0.131** (0.0526)	0.119** (0.0484)
Constant	-8.376** (3.710)	-9.298** (4.099)	-6.851* (3.477)	-8.891** (3.832)
Observations	480	480	480	480
R-squared	0.698	0.686	0.767	0.755

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 3. 针对主成分分析的稳健性检验

本检验的结果如表 3 所示，其有力地支持了基准回归的设定和结论。首先，直接使用多指标的局限性得以验证。我们将九个原始指标或标准化指标直接放入 DID 模型时，可以观察到明显的多重共线性问题。尽管部分指标表现出显著性，但许多重要变量，如绿色信贷、绿色投资的系数并不显著，难以从中清晰地识别出独立的传导渠道，结果的经济学解释力有限。这反向印证了在面对多个高度相关的指标时，进行降维处理的必要性。

核心政策效应表现出一致性与稳健性。尽管两组模型中机制变量的设定不同，但 did_post1 的系数回归结果一致，其系数分别为 4.326 和 4.235，均在 1%的水平上显著。

替换核心解释变量的稳健性检验得出了两个层面的重要结论：第一，它充分暴露了直接使用多个相关指标进行回归的局限性，从而有力地论证了本文采用主成分分析法来构建机制变量的合理性。第二，它证明了本文关于“转型金融政策能够显著提升绿色全要素生产率”这一核心发现是极其稳健的，该结论并不会因为机制变量具体衡量方式的改变而发生改变，具有很强的可靠性。

5.4 趋势异质性修正

在本文的核心回归结果（表 1）中，我们发现对于被解释变量绿色全要素生产率（gtfp_level）和工业 SO2 排放（ln_so2），政策实施前的交互项 did_pre2 系数在统计上显著。这一结果表明，在这两个维度上，处理组（山西、内蒙古）与控制组在政策实施前可能已存在系统性的趋势差异，即双重差分模型所依赖的“平行趋势假设”未能完全满足。如果不对这种异质性趋势加以控制，可能会导致对政策效应的估计产生偏误。

为确保研究结论的可靠性，我们采用一种更严格的稳健性检验方法：在双向固定效应模型的基础上，进一步加入“处理组虚拟变量与时间趋势的交互项”
c.sec_pctg_2019_final#c.year。这允许了处理组和控制组拥有各自独立的线性时间趋势，可以有效剥离并控制那些在政策实施前就已经存在的、随时间线性发展的趋势差异。通过这种设定，模型能够更纯净地识别出由政策冲击本身带来的效应。调整后的模型回归结果如表 4 所示。

VARIABLES	(1) (gtfp_level) DID with 2019 Trends	(2) (so2) DID with 2019 Trends
did_pre2	0.340 (0.227)	-0.212*** (0.0714)
did_post0	1.046* (0.595)	-0.485*** (0.0969)
did_post1	4.249*** (0.551)	-0.517*** (0.119)
factor_1	0.0801 (0.162)	0.0902 (0.0703)
factor_2	0.227* (0.113)	0.0575 (0.0631)
factor_3	-0.124 (0.244)	0.0121 (0.198)
gdp	1.374*** (0.437)	0.485 (0.334)
sec_pctg	7.079*** (1.585)	0.825 (0.802)
coal_share_pctg	0.132 (0.864)	0.959* (0.474)

population	-0.000353 (0.000209)	-0.000187 (0.000145)
urbanization_rate	-6.250*** (1.781)	0.289 (1.177)
env_exp_share	0.339 (4.963)	-1.222 (3.101)
green_finance_pilot	-0.157 (0.180)	0.169 (0.126)
market_index	0.140*** (0.0484)	-0.0785* (0.0428)
year	0.184* (0.100)	-0.0786 (0.0552)
c.sec_pctg_2019_final#c.year	-0.144 (0.166)	-0.00642 (0.104)
Constant	-208.7** (100.8)	381.7*** (61.95)
Observations	480	480
R-squared	0.757	0.951

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 4. 控制了省份异质性后关于绿色全要素生产率和二氧化硫排放量的稳健性检验

在控制了省份异质性趋势后，绿色全要素生产率的平行趋势假设得到了满足。如第(1)列所示，(gtfp_level) DID with 2019 Trends 的系数变得不再显著，这表明新模型的设定有效，解决了基准模型中存在的问题。ln_so2 的 did_pre2 仍显著，说明在政策实行之前山西和内蒙古的二氧化硫的排放变化相对其他省较为显著。推测 2010 年左右，中国北方地区雾霾严重，国家实行蓝天保卫战政策，山西和内蒙古分别作为排放大省，成为重点治理对象，一定程度上减少了两个省的二氧化硫排放量。但对于政策实行后山西和内蒙古的二氧化硫的排放变化相对其他省较为显著，调整后模型因子解释性不强。

政策实施后第一年的绿色全要素生产率(did_post1)系数为 4.249，仍在 1%的水平上显著为正。这再次确认了转型金融政策对提升经济增长质量具有显著的、但存在一定滞后性的促进作用。同时，绿色投资因子(factor_2)的系数依然为正并显著，其作为关键传导机制的结论保持不变。

5.4 实证总结

本章运用双重差分模型，系统性检验了转型金融试点政策的实施效果及其内在传导机制。

基准回归分析（表 1）表明，该政策对试点地区的绿色转型产生了显著的结构性的影响。政策显著提升了区域的绿色全要素生产率并降低了工业二氧化硫排放，但其效果在提升增长质量方面存在滞后，在工业污染治理方面则表现出更强的即时性。然而，研究并未

发现政策在短期内对能源消费结构与碳排放总量产生显著影响。机制分析进一步识别出“投资驱动的结构调整”与“创新驱动的质量提升”是政策发挥作用的两条核心传导路径。

为确保上述结论的可靠性，本文实施了一系列严格的稳健性检验。结果证明，核心发现不受特定控制变量组合（表 2）或机制变量具体衡量方式（表 3）的影响。尤为重要的是，本研究正视并解决了基-模型中存在的平行趋势假设不满足问题。在采用控制了省份异质趋势的模型（表 4）后，政策对绿色全要素生产率的提升效应在克服了计量挑战后依然稳健，为该因果关系的成立提供了强有力的证据，但发现二氧化硫排放量在政策前后仍然显著，表明存在其他因素影响处理组省份二氧化硫排放情况。

但模型仍然存在无法解释的部分。第一，转型金融的界定标准仍在发展，本研究无法区分不同质量和标准的转型活动对经济与环境产生的差异化影响。第二，模型设定与数据层面的固有约束。本研究的实证模型也存在未能完全解释的问题：首先，对于工业二氧化硫（ \ln_so2 ）指标，即使在控制了省份异质性趋势后（表 4），平行趋势假设仍未完全满足。这表明处理组省份在政策前已存在更强的减排趋势，本模型虽已尽力剥离，但政策净效应的估算仍可能包含这种预先存在的趋势^{[14][15]}。其次，本研究的考察期有限，样本数据仅覆盖政策实施后的两年，这决定了本研究的结论主要聚焦于政策的短期效应。对于能源消费结构（ $coal_share_pctg$ ）和碳排放总量（ \ln_co2 ）这类惯性极强的宏观指标，其调整可能需要更长的政策周期才能显现，本研究无法对其长期效果做出判断。

6 结论与展望

6.1 研究结论

本研究通过对山西与内蒙古转型金融实践的系统比较与实证检验，主要得出以下三方面结论：

第一，案例对比分析表明，晋蒙两地基于其资源禀赋与产业结构的差异，形成了各具特色但成效显著转型金融实践模式。山西省依托国家试点优势，致力于构建覆盖煤电、钢铁、焦化、有色四大高碳行业的转型金融标准体系，并配套以碳账户为代表的数字化基础设施，呈现出“标准先行、系统推进”的顶层设计特征。相比之下，内蒙古自治区更侧重于从产业实际出发，明确了煤炭产业转型的阶段性目标，并在鄂尔多斯、霍林郭勒等典型城市探索出与煤炭清洁利用、绿氢耦合、产业链循环化等具体技术路径紧密挂钩的金融支持方案，体现了“因地制宜、项目驱动”的实践导向。两种模式为中国不同发展条件的资源型地区提供了有益的范本。

第二，基于双重差分模型的实证检验证实，转型金融政策对试点地区的绿色低碳转型产生了积极且结构化的影响。具体而言，政策实施后，处理组省份的绿色全要素生产率得到了显著提升，且该效应在政策实施一年后更为凸显。同时，政策对工业二氧化硫排放的抑制效果呈现出即时性特征。然而，研究并未发现政策在短期内对降低煤炭消费占比及二氧化碳排放总量产生显著作用。这一结果揭示出，转型金融在推动效率提升与末端治理方面见效较快，但对于牵引能源系统这一根本性结构的变革，则是一项更为长期和艰巨的任务。

第三，对政策传导机制的深入剖析表明，转型金融主要通过“绿色投资”与“绿色创新”两条路径发挥作用。绿色投资因子（代表直接的绿色资本投入与碳市场活动）是提升绿色全要素生产率的关键驱动力；而绿色创新生态因子（涵盖绿色技术创新与风险保障）

则在推动能源结构优化方面展现出潜力。这一发现从理论上厘清了转型金融支持实体转型的内在逻辑，也为后续政策的精准发力指明了方向。

6.2 政策建议

基于上述结论，本文提出以下政策建议：

第一，构建多层次、动态化的转型金融标准体系。国家层面应加快出台覆盖主要高碳行业的基础转型活动目录，为市场提供统一基准。地方层面则应鼓励像山西一样，制定符合本地产业特色的细化目录与指引，并借鉴内蒙古的经验，将技术路径与转型阶段纳入标准考量，实现标准的精准化与动态化。

第二，推动金融工具从“单一”向“多元协同”转变。鼓励山西在巩固信贷优势的基础上，加快发展转型债券、基金、保险等多元化工具。支持内蒙古深化产业基金、环境权益质押等创新模式的实践，并重点解决其面临的长期资金缺乏、风险收益不匹配等问题，形成“股、债、贷、基、保”协同发力的综合金融支持方案。

第三，强化基础设施与能力建设，突破数据与风险瓶颈。全面推广山西“碳账户”体系的经验，建立企业碳足迹和转型活动的动态监测、核算与披露平台，化解金融机构与转型主体之间的信息不对称。同时，加强对地方政府、金融机构及高碳企业（尤其是中小企业）的转型规划与风险管理能力培训，提升整个生态系统的转型金融能力。

6.3 展望

未来十年是我国转型金融体系从探索期迈向成长期的关键阶段。晋蒙地区的实践表明，只有在制度标准、金融工具与社会机制的三位一体协同下，才能实现从“绿色融资”到“结构性转型”的跨越。随着转型金融标准体系的全国推广、财政金融协同机制的深化以及公正转型理念的制度化，中国有望在全球范围内率先形成兼顾减排、公平与安全的转型金融模式，为全球气候治理贡献可复制的“中国方案”。

参考文献

- [1] 北京绿色金融与可持续发展研究院. 转型金融研究报告（2024 年）[R/OL]. 北京：北京绿色金融与可持续发展研究院, 2024[引用日期 2025-10-13]. 可获得于：
<https://www.ifs.net.cn/storage/uploads/file/2025/07/30/%E8%BD%AC%E5%9E%8B%E9%87%91%E8%9E%8D%E7%A0%94%E7%A9%B6%E6%8A%A5%E5%91%8A2024%E5%B9%B4.pdf>
- [2] 山西科城能源环境创新研究院；北京绿研公益发展中心；自然资源保护协会. 山西转型金融落地发展研究[R/OL]. 2025[引用日期 2025-10-13]. 可获得于：
<https://www.ghub.org.cn/storage/uploads/file/2025/07/report-transition-finance-shanxi-25jul.pdf>
- [3] 中央财经大学绿色金融国际研究院. 金融支持中国煤炭依赖型城市煤炭产业低碳转型——以内蒙古鄂尔多斯和霍林郭勒为案例[R/OL]. 北京：中央财经大学绿色金融国际研究院, 2022-12-01[引用日期 2025-10-13]. 可获得于：<https://www.efchina.org/Attachments/Report/report-lecg-20221201/%E9%87%91%E8%9E%8D%E6%94%AF%E6%8C%81%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E7%85%A4%E7%82%AD%E4%BE%9D%E8%B5%96%E5%9E%8B%E5%9F%8E%E5%B8%82%E7%85%A4%E7%82%AD%E4%BA%A7%E4%B8%9A%E4%BD%8E%E7%A2%B3%E8%BD%AC%E5%9E%8B-%E4%BB%A5%E5%86%85%E8%92%99%E5%8F%A4%E9%84%82%E5%B0%94%E5%A4%9A%E6%96%AF%E5%92%8C%E9%9C%8D%E6%9E%97%E9%83%AD%E5%8B%92%E4%B8%BA%E6%A1%88%E4%BE%8B.pdf>
- [4] 内蒙古自治区能源局. 2024 年同比增长 5.4%达 12.97 亿吨 内蒙古原煤产量跃居全国第一[EB/OL]. 2025-01-20[引用日期 2025-10-13]. 可获得于：
<https://www.nmxbhq.gov.cn/nmxbhq/zyzx/zzqxx/2025012010492475013/index.html>
- [5] 煤价持续下行，煤炭行业破局谋变[EB/OL]. 新华网, 2025-06-23[引用日期 2025-10-13]. 可获得于：
<https://www.news.cn/20250623/dfba4d6dd24b40e3b903b758fda3eaf5/c.html>
- [6] 鄂尔多斯力量[EB/OL]. 新华网, 2024-05-06[引用日期 2025-10-13]. 可获得于：
<https://www.xinhuanet.com/20240506/eb0865f553d54a038a65dab073abc253/c.html>
- [7] 鄂尔多斯市 2024 年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. 地方统计公报平台, 2025-04-13[引用日期 2025-10-13]. 可获得于：<https://tjgb.hongheiku.com/djs/58974.html>
- [8] Imbens G W, Wooldridge J M. Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation[J]. Journal of Economic Literature, 2009, 47(1): 5 - 86. DOI: 10.1257/jel.47.1.5.
- [9] 薛若男. 环境规制对工业绿色全要素生产率的影响研究[D]. 昆明：云南财经大学, 2024.
- [10] 云虹,付湘. 国内外绿色金融研究综述[J]. 财会月刊,2025,46(5):102-108. DOI:10.19641/j.cnki.42-1290/f.2025.05.015.
- [11] Tian K, Zhai D, Han S. Impact of carbon emission trading on urban green innovation: empirical evidence from China's carbon emission trading pilot policy[J]. Frontiers in Environmental Science, 2024, 12: -. doi:10.3389/fenvs.2024.1419720
- [12] Hu Y, Du S, Wang Y, Yang X. How Does Green Insurance Affect Green Innovation? Evidence from China[J]. Sustainability, 2023, 15: 12194. DOI: 10.3390/su151612194.
- [13] 王小鲁, 樊纲. 中国分省份市场化指数报告（2021）[M]. 北京：社会科学文献出版社, 2021. ISBN 978-7-5201-8572-8.
- [14] Chen Y, Zhang S, Li X. Green Finance and Energy Structure Transformation: Evidence from Chinese Provincial Data[J]. Energy Economics, 2022, 108: 105884. DOI: 10.1016/j.eneco.2022.105884.
- [15] Han L, Li Z. Regional Heterogeneity and the Effectiveness of Green Finance in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2023, 394: 136456. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.136456.