

气候政策不确定性应对与绿色全要素生产率*

李保民 姜世巍

摘要:在“双碳”目标深入推进的背景下,政府气候政策的动态调整已成为影响企业绿色转型的关键举措。文章基于文本分析法获取各省气候政策不确定性指数和企业气候风险感知指数,通过两项相乘获得企业感知的气候政策不确定性指标,研究其对企业绿色全要素生产率的影响。研究表明,气候政策不确定性会阻碍企业绿色全要素生产率提升。调节机制分析表明,耐心资本和政府环保补贴会减缓气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的负向效应,而绿色金融发展水平并没有缓解这一负向效应。异质性分析发现,气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的负向效应在高竞争行业、非能源行业以及气候政策变化加速期更为明显,而在国企和非国企之间没有明显区别。对绿色全要素生产率分解后发现,气候政策不确定性短期内会显著降低企业绿色技术效率,而对绿色技术进步并没有显著负向影响。细分气候风险感知发现,无论是否有气候政策变化的影响,企业感知的气候物理风险均会阻碍企业绿色全要素生产率提升;而企业感知的气候转型风险在气候政策变化的影响下会显著降低企业的绿色全要素生产率水平。最后,文章提出企业应树立绿色发展理念、积极吸收耐心资本、合理获取政府补贴、强化产业链上下游企业间合作,并做好政策追踪和韧性投资,从而应对气候政策不确定性;政府在制定气候政策时要遵循循序渐进的原则,重视绿色补贴政策及绿色金融发展对企业绿色技术创新的激励作用。

关键词:气候政策不确定性;绿色全要素生产率;耐心资本;政府环保补贴;绿色金融

*李保民,安徽大学经济学院,邮政编码:230031,电子邮箱:3417623362@qq.com;姜世巍(通讯作者),安徽大学经济学院,邮政编码:230031,电子邮箱:3556477458@qq.com。

本文系2024年安徽省科研计划编制重大项目“科技创新促进安徽省制造业价值链升级研究”(2024AH040277)的阶段性成果。感谢匿名审稿人提出的宝贵意见,文责自负。

一、引言

工业革命以来,全球能源消耗量持续攀升。在人类对资源无节制地开发及缺乏长期有效的环境管制措施的情况下,地球生态系统已逼近其自我修复能力的临界点,洪涝、高温、干旱等极端气候事件频发,进而对全球经济系统和社会治理形成巨大挑战。进入21世纪以来,各国逐渐意识到可持续发展的重要性,呼吁共同参与到全球气候治理行动中。当前,在世界气候治理加速深化与“双碳”目标刚性约束的背景下,气候政策逐渐成为推动经济绿色转型的重要动力。然而,在气候政策落实期间,由于存在政策目标不清、执行标准不一或调整频率过高等因素,导致企业感知到的气候政策不确定性显著增加,其对企业绿色全要素生产率的影响机制需要进一步厘清。绿色全要素生产率作为测度绿色技术创新与环境绩效协同效率的核心指标,既是低碳转型的效能表征,也是经济-生态协同发展的驱动机制。现有研究多聚焦于确定性环境规制对绿色全要素生产率的影响,却忽视了气候政策不确定性可能引发的投资抑制、技术锁定与供应链波动等效应。尤其在碳中和进程中,各国政策频繁调整导致企业面临“战略抉择困境”:短期政策套利与长期绿色投入的冲突加剧,部分企业甚至陷入“高碳路径依赖”,反而削弱绿色全要素生产率提升潜力。理论层面,气候政策不确定性通过“实物期权效应”延迟企业绿色投资,通过“资源错配效应”扭曲技术选择方向,并借助“风险传导效应”抬高供应链协同成本,这一复杂链式反应尚未被系统性解构。从实践来看,行业异质性、企业属性异质性及区域政策协同度不均的现实约束,进一步加剧企业绿色全要素生产率的分化趋势。此外,绿色金融发展、政府补贴动态优化等调节机制如何缓冲气候政策不确定性的负面冲击,仍需进一步实证检验。

本研究基于环境经济学视角,构建“政策不确定性—行为响应—绿色全要素生产率演化”的分析框架,利用多源异构数据量化气候政策不确定性,揭示其对绿色全要素生产率的影响。通过引入调节变量,如绿色金融水平、耐心资本、政府环境补贴等,解析不同情境下企业的异质性应对策略。研究结论将为政策制定者优化气候治理工具、设计“稳预期”政策组合提供理论依据,同时为企业增强“政策韧性”、解锁绿色全要素生产率增长瓶颈提供实践启示。

二、文献综述与研究假说

(一)文献综述

1.气候政策不确定性的相关研究

Gavriilidis(2021)基于美国新闻报纸的关键词频测算美国的气候政策不确定性指数,开创以文本分析法测算气候政策不确定性的先河。随后国内外学者也开始效仿,郭晶和雍志婷(2023)基于中国十家代表性报纸测算中国气候政策不确定性指数;Ma等(2023)基于中国六

家权威报纸测算国家、省份、城市三层级气候政策不确定性指数;陈国荣等(2024)对国内外气候政策不确定性的研究作了总结,并进一步分析中国气候政策不确定性的变化趋势以及未来的应用前景,为后续研究气候政策不确定性拓展了思路。当前有关气候政策不确定性的经济后果检验主要围绕企业融资成本和绿色创新行为方面。汪顺和周泽将(2023)和翟鹏翔等(2024)发现气候政策不确定性会抬高企业债券信用利差,增加企业债券发行成本。刘德胜和谢艺娜(2024)认为气候政策不确定性会提高外部投资者绿色关注度,从而引起企业采取增加现金红利的方式吸引外部投资。在企业创新行为的有关研究中,郭晶和雍志婷(2023)的研究指出气候政策不确定性会降低企业绿色创新产出,而政府环境补贴能缓解这一不利影响。张娜等(2024)同样发现气候政策不确定性会降低企业的绿色创新产出,但深入分析发现企业数字化转型具有正向调节作用。汪顺等(2024)研究指出气候政策不确定性会通过挤出绿色创新投入抑制企业全要素生产率。王沐丹和胡文涛(2024)研究发现气候政策不确定性通过提高企业融资约束、削弱环境规制力度引起企业绿色创新产出不足,且绿色金融会放大气候政策不确定性的负向效应。

2.绿色全要素生产率的相关研究

在“双碳”目标下,绿色全要素生产率成为当前研究热点,围绕绿色全要素生产率的研究主要从宏观、中观和微观三个层面展开。在宏观层面,吴朝霞等(2025)测度了中国各省份绿色全要素生产率水平,研究发现区域绿色全要素生产率水平整体趋于上升,但东中西部之间的差距在逐渐拉大。许莹莹和高红贵(2025)研究发现,地方碳减排目标会对城市绿色全要素生产率同时产生溢出和挤出效应,且溢出效应占主导地位。在中观层面,王昀等(2023)从价值提升、能源节约和污染排放三个维度对制造业行业绿色升级潜力进行分析,研究发现相比技术密集型行业,资本密集型行业的绿色升级潜力更大。刘颖等(2024)把电力行业作为研究对象,研究发现碳交易政策通过推动技术进步提升行业碳排放效率,且地区数字化水平提升会强化这一作用。崔敏和王军生(2025)以服务业行业为研究对象,研究发现环境规制对服务业绿色全要素生产率具有U形特征,且这一过程中绿色技术进步是推动行业绿色全要素生产率提升的核心因素,而技术效率的效用会存在滞后性特征。在微观层面,王大勇(2025)基于重污染企业研究发现,企业推进绿色技术创新有利于提升绿色全要素生产率,进一步细分发现实用性绿色专利与企业绿色全要素生产率正相关,而非实用型专利与企业绿色全要素生产率负相关。石磊(2025)研究指出,企业环保投入与数字赋能的协同效应能够提升企业绿色全要素生产率,比较分析发现前端预防环保投入的协同效应要优于末端治理环保投入的协同效应,且这种协同效应能够对下游企业产生正向溢出。

梳理相关文献可知,现有研究成果十分丰富。诸多学者在气候政策不确定性方面作出突出贡献,在测算方法、指标选取、分析维度上不断拓展,为后续多层次分析气候政策变化提供了

参考。在经济后果分析上,学界深入探讨了气候政策变化对融资成本、研发创新的影响,而缺少对绿色生产效率的深入分析,并且众多研究集中在气候政策变化的作用过程,而在应对气候政策变化影响方面关注较少,这也为本文的分析提供了一定的研究空间。相比当前研究,本文仍有如下边际贡献。第一,在指标构建方面,多数文献是以国家层面气候政策不确定性视角切入,忽略了中国行政区划及地理特征。中国31个省级行政单位(不包含港澳台地区)的气候特征与经济水平存在一定差异,且国家的气候政策更多的是在省一级单位执行的,因此以省级作为气候政策的决策单元更为合适。在既有文献中,孙海波等(2024)的研究考虑了省级行政和地理特征的因素。此外,所处同一地区的不同企业面对气候政策的变化反应也不同,因此参考汪顺等(2024)的研究,构建微观企业气候感知指数。文章将企业的气候风险感知指数与省级气候政策不确定性指数交乘,从而获取文章的核心指标,在指标构建上具有一定的创新性。第二,在研究对象方面,现有文献更多聚焦于债券市场、企业创新行为等方面,缺乏对企业绿色转型效率的探讨,文章以企业绿色全要素生产率为研究对象,丰富了气候政策对企业绿色效率方面的相关研究。第三,机制作用方面,现有研究更多关注气候政策不确定性对企业产生负面影响的作用过程,而且着重考察了耐心资本、政府环境补贴以及绿色金融发展在气候政策不确定性与企业绿色全要素生产率关系中的作用,这为应对气候政策不确定性带来的负面影响提供一定启示。

(二)研究假说

1.气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的影响

气候政策是政府进行气候治理的重要举措,气候政策变化产生的不确定性可能会通过前端绿色技术投入、后端绿色治理投入、供应链稳定性以及融资约束等方面影响企业的绿色全要素生产率。首先,在绿色技术开发上,一般而言,绿色技术创新项目具有风险高、周期长等特征,企业在做出绿色创新决策时会相当谨慎,尤其在气候政策不确定性增加时,企业对未来绿色技术市场走向的认识更加模糊,往往会减少绿色创新项目资金的投入,转而把资金投入短期收益可观的非实体项目上(汪顺等,2024),而企业创新投入的减少会直接减缓企业绿色技术进步,从而阻碍绿色全要素生产率提升(戴翔等,2025)。熊彼特创新理论指出企业通过研发投入能够实现持续创新,提升生产过程中的自动化、智能化水平,从而实现企业整体生产效率的提升;内生增长理论同样指出企业通过持续的研发投入能够不断升级技术和改进工艺,从而带动整个企业效率的提升。其次,在绿色环保设备投入上,一些非直接绿色技术投入的企业主要通过购买排污设备进而降低污染排放。随着气候政策不确定性的增加,企业对未来排污标准难以准确预估,担心政府排污标准的频繁变化使其高价购买的排污设备难以充分使用,因此会减缓现有排污设备的折旧率,从而导致其单位排放增加(董丹丹,2024)。再次,气候政策不确定性还会通过供应链传导影响企业绿色全要素生产率。一方面,气候政策变动可能导致部分高碳原材料价格上升,供应链中下游企业的价格成本会进一步传导至上游企

业,成本上升产生的研发挤出效应不利于企业绿色生产效率提升。另一方面,严格的碳排放标准可能迫使中小供应商退出市场,导致供应链集中度提高,依赖关键节点企业,从而降低供应链韧性和企业谈判能力,提高交易成本,不利于企业绿色生产率提升(Bag et al., 2023)。最后,气候政策不确定性增加会改变外部投资者对企业未来收益的预期,金融机构对政策敏感行业的贷款可能要求更高风险溢价,导致企业绿色项目融资难度加大(张娜等, 2024)。资源基础理论强调,资金、技术和人才是影响企业全要素生产率的重要因素,且资金的约束会进一步影响人才吸纳、技术持续投入和设备更新升级。气候政策不确定性带来的融资约束会影响企业绿色技术开发和应用。在气候政策压力下,即使企业会加大绿色技术投入力度,但受限于资金的困境,企业也难以有充足资金更新设备和优化生产流程,从而使得新技术效率难以充分发挥(蔡晓陈、徐红霞, 2022),影响到企业整体的绿色全要素生产率。基于以上分析提出假说1。

假说1:气候政策不确定性会降低企业绿色全要素生产率。

2.气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率影响的调节效应

耐心资本是一种关注长期可持续发展的资本,它对风险的容忍度较高,不会因政策短期波动撤资(陆岷峰、欧阳文杰, 2025)。耐心资本通常以环境效益和社会回报为目标,能够与企业绿色转型目标深度绑定。耐心资本能有效缓解气候政策不确定性带来的企业绿色创新信心不足、供应链波动以及融资约束等问题,从而缓解气候政策波动对绿色全要素生产率的不利影响。首先,耐心资本能够分担技术研发风险,通过与政府、科研机构合作设立专项基金,共同承担清洁技术早期研发成本,激励企业持续创新,提升企业绿色全要素生产率水平(徐翔、李涛, 2025; 崔婕等, 2025)。其次,耐心资本能够支持供应链协同,拥有较多耐心资本的企业能够资助上下游企业联合开发绿色技术,减少政策不确定导致的供应链断裂风险(何宇星等, 2026)。供应链稳定有利于企业生产工作的有序开展,减少交易成本的投入,从而把更多资金投入绿色技术研发和绿色产品量产的项目中。最后,耐心资本能提升企业社会信任,降低企业融资约束。一方面,其本身的长期持有行为就能向社会传达积极信号,提高企业绿色项目获取社会融资的概率(杨芳等, 2024);另一方面,耐心资本还会积极参与企业治理,减少企业短期主义决策,推动资源向核心绿色技术集中(邱蓉等, 2024; 贺城等, 2024)。综上,耐心资本通过提供长期资金保障、优化资源配置和提高企业长期主义倾向有效缓冲气候政策不确定性的冲击。基于以上分析,提出假说2。

假说2:耐心资本能够缓解气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的负向影响。

环保补贴是政府刺激企业提升绿色技术创新、降低污染排放的重要手段,其主要通过直接效应和信号传递效应缓解气候政策不确定带来的创新信心不足、融资约束以及供应链不稳定等问题。首先,政府环保补贴通过直接资金注入,降低企业因政策波动导致的投资风险。例如,政府研发补助可以分担企业绿色技术研发的前期成本,缓解政策不确定性对创新投入

的抑制作用(李政等,2019)。既有研究表明,命令型环境规制若缺乏补贴配套,可能会抑制企业投资,而政府补贴能显著提升企业对环境政策的适应性,增强长期投资信心(肖仁桥等,2022)。其次,补贴政策作为政府承诺的显性信号,不仅降低企业对政策方向不确定性的担忧,还能向社会传达积极信号,吸引社会资本在绿色项目上的投入,从而降低企业绿色项目的融资成本(董红燕、孙久文,2025)。最后,环境补贴政策常要求企业进行技术共享或供应链协同,从而带动整个产业链的升级。例如,新能源汽车补贴推动电池技术标准化,促进上下游企业联合研发,降低因政策不确定性导致的产业链断裂风险,提升了整个产业链的稳定性和创新效率(赵峰等,2024)。基于以上分析,提出假说3。

假说3:政府环保补贴能够缓解气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的负向影响。

绿色金融是支撑地方经济绿色转型的重要保障,从具体层面讲,绿色金融主要通过绿色资金支持和技术转让盈利共同推动企业绿色转型。气候政策不确定性增加会提升企业融资约束,降低企业对绿色技术创新项目的长期支持,阻碍企业绿色技术创新和绿色全要素生产率提升。绿色金融能够通过绿色信贷、绿色债券、绿色基金、绿色保险等多种工具为企业绿色技术创新提供直接资金支持,且具有长期性(文婷,2025)。此外,绿色金融发展也为企业技术创新变现提供支持,实现“创新补偿效应”,如绿色权益工具等。政府通过强化知识产权保护、完善知识产权交易平台,为有条件的企业提供绿色技术转让支持,推动绿色技术正向溢出,让企业多重获利,刺激企业加大绿色技术创新投入,从而提升绿色全要素生产率水平(王思博、庄贵阳,2023)。基于以上分析,提出假说4。

假说4:绿色金融能够缓解气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的负向影响。

三、研究设计及变量说明

(一)样本选择与数据来源

考虑到数据的获取难度,本文主要采用A股上市企业2011—2022年间的数​​据作为基础样本。文章对样本进行如下处理:剔除ST、ST*、非正常上市及金融类的企业;剔除样本量缺失较多的数据;对主要的连续变量进行2%的缩尾处理。气候政策不确定性指数主要通过抓取中国六家代表性新闻媒体报道关键词得出,数据来自WiseNews数据库;气候风险指数主要通过分析上市公司企业年报得出;企业绿色全要素生产率主要通过非径向SBM-ML指数方法测算得到,数据主要来源于《中国城市统计年鉴》《中国环境统计年鉴》等,企业和地区控制变量分别来自CSMAR和《中国统计年鉴》。

(二)变量测算

1.被解释变量

企业绿色全要素生产率。文章借鉴张倩和邢志华(2025)的方法,采用非径向SBM-ML方

法测算得到企业绿色全要素生产率。其中,以企业员工规模作为劳动的投入量,以企业固定资产净额为资本的投入量,以企业员工规模和城市劳动力规模的比值乘以城市工业用电量作为企业能源的投入变量;同时,采用企业营收规模作为企业期望产出,以企业员工规模和城市劳动力规模的比值乘以工业“三废”的排放量作为非期望产出。文章以企业2011年的企业绿色全要素生产率为基数,通过其与各期的ML指数相乘获得企业各期的绿色全要素生产率水平($GTFP$)。另外,通过分解ML指数,可获取企业绿色技术效率(GTE)和绿色技术进步(GTP)。

2.核心解释变量

气候政策不确定性指数。首先,文章主要借鉴Ma等(2023)以中国具有代表性的六家媒体^①测算的省级月度气候政策不确定性指数为基础,对月度指数汇总得到年度气候政策不确定性指数。其次,文章借鉴杜剑等(2023)的方法衡量企业的气候风险感知,通过文本分析企业年报中涉及气候风险的相关词汇获取企业风险感知指数(CR),并通过分析管理层报告与分析中的涉及气候风险词频作为气候风险指数的替代变量($CR1$)。最后文章将气候政策不确定性指数与企业气候风险感知指数交乘数作为核心解释变量(X)。

3.机制变量

耐心资本。文章借鉴邱蓉等(2024)的研究,在参考吴旻佳等(2022)方法的基础上,采用长期导向、风险承受力以及战略性关系三方面来测算企业耐心资本水平,具体测算指标如下表1所示。文章在对数据进行整理后,采用熵值法测算出A股上市企业2011—2022年间的耐心资本水平。

表1 耐心资本衡量指标

一级指标	二级指标	计算方法	方向	权重(%)
长期导向	投资者长期持股比率	参考黎文靖和路晓燕(2015)	+	31.14
	投资者短期持股比率		-	6.30
	投资者持股比率/过去三年持股比率的标准差	参考吴旻佳等(2022)	+	31.99
风险承受能力	长期资本负债率	非流动负债/(所有者权益+非流动负债)	+	23.26
	短期财务杠杆率	短期借款/权益账面资本	-	1.05
战略性关系	资本增长保持率	所有者权益的增长率	+	5.19
	短视主义	参考胡楠等(2021)	-	1.07

数据来源:作者通过手动整理计算得出。

绿色金融发展水平。当前国内大多数研究主要从绿色信贷、绿色债券、绿色保险、绿色投资等方面衡量绿色金融水平,考虑到数据的可得性和全面性,文章参考陈默等(2024)的研究,

^①代表性媒体包括人民日报、光明日报、环球时报、科技日报、经济日报和中国新闻社。

在原有指标上增加绿色支持、绿色基金和绿色权益等指标,共七个指标衡量各省的绿色金融发展水平。具体测算指标如表2所示。

表2 绿色金融衡量指标

一级指标	计算方法	方向	权重(%)
绿色债券	绿色债券发行量/省债券发行总量	+	14.79
绿色保险	环境污染保险收入/省总保费收入	+	14.88
绿色投资	环境污染治理投资/省生产总值	+	14.45
绿色信贷	环保项目贷款总额/省信贷总额	+	13.78
绿色权益	碳交易、用能权交易、排污交易权/省权益市场交易总额	+	13.37
绿色基金	绿色基金总市值/省所有基金总市值	+	14.67
绿色支持	财政环境保护支出/省财政一般预算支出	+	14.06

数据来源:根据中国经济统计年鉴和能源统计年鉴计算得出。

政府环保补贴。政府补贴是政府支持企业发展的重要举措,文章参考郭晶和雍志婷(2023)的研究,采用企业收到的政府环保补贴资金作为政府补贴的替代变量。文章从国泰安数据库中下载政府补贴的数据,并在政府补贴项目中筛选出带有环境保护、环保、可持续发展、清洁、节能、绿色等与环保相关关键词的政府环保补助金额,汇总后加一取对数便得到了企业的环保补贴变量(*SUB*)。

4.控制变量

在筛选控制变量时,文章主要参考王沐丹和胡文涛(2024)的研究,从企业和地区层面进行控制。在企业层面,选取企业规模、固定资产比率、资产负债率、企业市场价值、独立董事比率等指标;在地区层面,选取城市对外开放水平、产业结构水平以及经济发展水平等指标,如表3所示。

表3 控制变量指标

指标层面	指标名称	指标符号	指标计算方法
企业层面	资产负债率	<i>Lev</i>	总负债/总资产
	企业规模	<i>LnSize</i>	企业总资产的对数
	固定资产比率	<i>PPE</i>	固定资产净值/企业总资产
	独立董事比率	<i>Inboard</i>	独立董事/董事会人数
地区层面	企业市场价值	<i>TBQ</i>	国泰安数据库公布的企业托宾Q值
	对外开放水平	<i>Open</i>	省份进出口总值/所在省份国民生产总值
	产业结构水平	<i>Industry-structure</i>	第二产业增加值/所在省份国民生产总值
	经济发展水平	<i>Lnpgdp</i>	各省份人均GDP的对数

(三)描述性统计

从表4中可以看出,绿色全要素生产率最大值为1.071,最小值为0.951,标准差为0.02,说明样本企业间的绿色全要素生产率的差别并不大;气候政策不确定性感知指数的最大值为9.112,最小值为0.005,标准差为0.475,平均值为0.464,说明不同企业对气候政策不确定性感

知具有较大的差异性;耐心资本的最大值为0.953,最小值为0.000,说明不同企业对于耐心资本的吸引力具有显著差异性;绿色金融最大值为0.962,最小值为0.002,表明我国各省份绿色金融发展水平存在较大差异。

表4 主要变量的描述性统计

变量	观测值	平均值	最大值	最小值	标准差
绿色全要素生产率	29041	1.003	1.071	0.951	0.020
气候政策不确定性感知	29041	0.464	9.112	0.005	0.475
固定资产比率	29041	0.207	0.614	0.004	0.152
企业市场价值	29041	2.021	6.576	0.816	1.214
独立董事比率	29041	0.375	0.500	0.333	0.050
资产负债率	29041	3.310	13.02	1.149	2.516
企业规模	29041	22.25	25.70	20.19	1.258
产业结构	29041	0.394	0.620	0.160	0.093
对外开放水平	29041	0.489	1.464	0.008	0.328
经济发展水平	29041	11.23	12.15	9.682	0.478
耐心资本	23467	0.304	0.953	0.000	0.188
政府环境补贴	29041	2.646	15.411	0.000	5.269
绿色金融水平	29041	0.524	0.962	0.002	0.169

(四)模型设计

在前文已经探讨了气候政策不确定性与企业绿色生产率的关系,因此文章借鉴张娜等(2024)的研究构建如下模型:

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{it} + Controls_{it} + ind_h + year_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)中, $GTFP_{it}$ 表示企业*i*在*t*年的绿色全要素生产率, α_0 表示常数项, X_{it} 为企业感受到的气候政策不确定性, $Controls_{it}$ 表示控制变量组合, ind_h 表示行业固定效应, $year_t$ 表示年份固定效应, ε_{it} 是随机扰动项。

耐心资本、政府环保补贴与绿色金融发展能否有效缓解气候政策不确定性对企业绿色生产效率的影响还需要进一步检验,构建如下模型:

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{it} + \beta_0 ADJ_{it} + \beta_1 ADJ \times X_{it} + Controls_{it} + ind_h + year_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式(2)中, X_{it} 为气候政策不确定性感知; ADJ_{it} 表示调节变量包括耐心资本、政府环境补贴、绿色金融发展水平; $ADJ \times X_{it}$ 表示调节变量与主变量的交互效应; β_1 为回归系数,表示交互效应的大小和方向。

四、实证分析

(一)基准分析

基于前文构建的模型,文章采用实证分析验证气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率影响的假说。在研究时,文章采用行业和年份的固定效应并控制企业和地区的变化来减少

遗漏变量带来的问题。首先,文章验证了省级气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的影响,结果如表5第(1)列所示,气候政策不确定性会在1%的水平上显著抑制企业绿色全要素生产率提升。其次,文章又验证了企业气候风险感知对企业绿色全要素生产率的影响,结果如表5第(2)列所示,企业气候风险感知会在10%的水平上抑制绿色全要素生产率提升。最后,文章采用省级气候政策不确定性指数和企业气候风险感知指数的交乘项作为核心解释变量,结果发现企业微观气候政策不确定性感知对企业绿色生产率的回归系数为-0.00091,且在1%的水平上显著,即企业感受到的气候政策不确定性每增加一个单位,企业绿色全要素生产率将下降0.00091个单位,假说1得证。控制变量方面,企业资产负债率、独立董事比率以及产业结构水平显著为负,而企业规模和对外开放水平显著为正,这与大多数研究结论吻合。

表5 基准回归分析结果

变量	(1)	(2)	(3)
	绿色全要素生产率	绿色全要素生产率	绿色全要素生产率
省级气候政策不确定性指数	-0.00119*** (0.00018)		
企业气候风险感知		-0.00186* (0.00101)	
企业气候政策不确定性感知			-0.00091*** (0.00028)
资产负债率	-0.00037*** (5.68e-05)	-0.00038*** (5.71e-05)	-0.00038*** (5.70e-05)
固定资产比率	-0.00096 (0.00098)	-0.00080 (0.00099)	-0.00073 (0.00099)
企业规模	0.00175*** (0.00012)	0.00176*** (0.00012)	0.00178*** (0.00012)
企业市场价值	0.00104*** (0.00012)	0.00104*** (0.00012)	0.00104*** (0.00012)
独立董事比率	-0.00382 (0.00234)	-0.00400* (0.00236)	-0.00407* (0.00236)
对外开放水平	0.00133** (0.00057)	0.00191*** (0.00056)	0.00178*** (0.00056)
产业结构水平	-0.01060*** (0.00202)	-0.00256* (0.00136)	-0.00370*** (0.00143)
经济发展水平	0.00042 (0.00048)	-0.00024 (0.00046)	-0.00011 (0.00046)
常数项	0.967*** (0.00587)	0.968*** (0.00589)	0.967*** (0.00593)
样本量	29041	29041	29041
R ²	0.112	0.110	0.111
行业固定效应	是	是	是
年份固定效应	是	是	是

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%水平上显著,括号内为行业聚类标准误,下同。

(二)内生性检验

气候政策不确定性与企业绿色全要素生产率有可能产生反向因果问题,为进一步突出结果的可靠性,文章采用工具变量法进行验证。文章采用份额移动法(岳立、韩亮,2025)构建工具变量,以各省份2010年气候政策不确定性指数作为基期数,采用美国2011—2022年气候政策不确定性指数的增长率作为时变量,并将两者进行交乘获取气候政策的工具变量;一方面各省份2010年气候政策不确定性指数会影响后续气候政策制定,另一方面美国年均气候政策不确定性增长指数能够反映外部气候政策变化且不会直接影响我国企业的绿色全要素生产率水平,因此符合工具变量的构造条件。同时文章采用除本企业外同省份同行业的气候风险感知均值作为企业气候风险感知的工具变量,一方面同省同行业企业的气候风险感知一定程度反映了气候变化,另一方面该指标不会直接影响本企业的绿色生产效率。最后,交乘两个工具变量作为核心解释变量的工具变量,回归结果如表6第(1)—(2)列所示,工具变量对核心解释变量的回归结果显著为正,核心解释变量对企业绿色生产率的回归结果显著为负,且通过了弱工具变量识别检验和工具变量不可识别检验,加强了实证结果的可靠性。

文章样本选取于上市公司,其数据量庞大,可能存在样本自选择偏误问题,为避免样本自选择偏误对回归结果的干扰,文章采用PSM法对样本进行重新匹配与检验。首先,文章以基准分析中的控制变量为协变量、以企业绿色全要素生产率为结果变量,采用可放回的1:3近邻匹配的方法计算倾向匹配得分,观察到平均处理效应的结果拒绝不存在显著差异的原假设。文章对匹配后的样本进行检验,表7列(1)结果显示匹配后核心解释变量的回归系数仍在1%的水平下显著为负,文章结果的可靠性加强。此外,文章还增加了核匹配和半径匹配检验,回归结果如表7的第(2)列和第(3)列所示,核心解释变量的回归系数在1%的水平上显著为负,基准回归结果的可靠性进一步加强。

表6 工具变量分析

变量	(1)第一阶段	(2)第二阶段
	企业气候政策不确定性感知	绿色全要素生产率
工具变量	0.140*** (0.00941)	
企业气候政策不确定性感知		-0.0131*** (0.00180)
控制变量	是	是
Kleibergen-Paap rk LM 统计量		211.4061***
Cragg-Donald Wald F 统计量		249.3100
样本量	29041	29041
R ²	0.368	-0.032
行业固定效应	是	是
年份固定效应	是	是

表7

PSM 检验

变量	(1)近邻匹配	(2)核匹配0.02	(3)半径匹配0.02
企业气候政策 不确定性感知	-0.00088*** (0.00030)	-0.00091*** (0.00028)	-0.00091*** (0.00028)
常数项	0.968*** (0.00630)	0.967*** (0.00593)	0.966*** (0.00591)
控制变量	是	是	是
样本量	25918	29037	29037
R ²	0.113	0.111	0.111
行业固定效应	是	是	是
年份固定效应	是	是	是

(三)稳健性检验

虽然文章研究对象为企业个体,但考虑到政府环境政策变动更多是以行业为标准的,因此文章把企业聚类标准误改为行业聚类标准误进行检验,以排除聚类标准变化带来的实证结果不可靠性。结果如表8第(1)列所示,气候政策不确定性回归系数在5%水平上显著为负,排除了聚类标准变化带来的不稳定。其次,考虑到文章主要采用的省级气候政策不确定性指标,为此文章加入省份和行业联合固定效应。结果如表8第(2)列所示,核心解释变量的回归系数在5%的水平上显著为负,基准回归结果得到加强。再次,考虑到测算方法可能会对实证结果产生影响,文章采用从管理层讨论文本中筛选的指标作为企业气候变化感知的替代变量,并与省级气候政策不确定性指数进行交乘作为文章的核心解释变量,结果如表8第(3)列所示,更换指标后核心解释变量的回归系数在1%的水平上显著为负,说明基准结果稳健。最后,考虑到2020—2021年是新冠疫情较为严重的两年,政府政策和企业决策受到疫情影响较大,因此为避免这一突发公共卫生事件对结果的影响,文章删除这两年数据后再次回归,结果如表8第(4)列所示,气候政策不确定性仍在5%的水平上显著降低企业绿色生产率。此外,考虑到采用城市用电量和“三废”排放衡量企业的能源投入和非期望产出的颗粒度较大,文章进一步参考崔兴化和林明裕(2019)的研究,以行业层面的能源投入和排污量进行摊派,从而减小指标测度颗粒度较大问题。文章采用企业经营成本与所在行业经营成本的比值与行业能源耗费率来衡量企业能源投入;采用折算当量后的二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和烟尘排放量衡量企业的非期望产出(钟海燕等,2024)。最后,重新计算企业绿色全要素生产率(*GTFPI*)。结果如表8第(5)列所示,气候政策不确定性仍会对企业绿色生产效率具有负面影响。

表 8 稳健性检验结果

	(1)行业聚类	(2)省份-行业联合固定	(3)更换解释变量	(4)剔除特殊年份	(5)替换被解释变量
企业气候政策不确定性感知 1			-0.02550*** (0.00862)		
企业气候政策不确定性感知	-0.00091** (0.00042)	-0.00105** (0.00042)		-0.00059** (0.00030)	-0.23300** (0.09210)
控制变量	是	是	是	是	是
常数项	0.967*** (0.00696)	0.465** (0.19800)	0.967*** (0.00592)	0.955*** (0.00630)	1.106*** (0.0662)
样本量	29041	10674	28738	22787	19264
R ²	0.111	0.201	0.111	0.106	0.03
行业-省份联合固定效应		是			
行业固定效应	是		是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是

(四)机制分析

气候政策不确定性会对企业绿色全要素生产率产生负向作用,而如何消除这一不利影响成为当前研究的关键。文章分别采用耐心资本、政府环境补贴以及省级绿色金融发展水平等指标进行分析。首先,文章分析了耐心资本对绿色全要素生产率的调节作用,回归结果如表9第(1)列所示,耐心资本与气候政策不确定性交乘项回归系数在1%水平上显著为正,说明提升企业耐心资本水平能够缓解气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的不利影响,假说2得到验证。其次,文章采用政府环境补贴作为调节变量进行分析,回归结果如表9第(2)列所示,政府环保补贴与气候政策不确定性交乘项的回归系数在1%水平上显著为正,说明政府提升环保补贴支出有利于缓解气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的不利影响,假说3得到验证。最后,文章采用省级绿色金融发展水平进行分析,研究结果如表9的第(3)列所示,绿色金融指数的回归系数显著为正,而绿色金融指数与气候政策不确定性指数交乘项的系数为负且不显著,说明绿色金融发展会提升企业绿色全要素生产率,但提升绿色金融发展水平并没有缓解气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的不利影响,假说4未得到验证。究其原因,绿色金融对于企业绿色转型的支持是个渐进的过程,而气候政策不确定性可能会加剧企业的“漂绿”行为,影响金融机构的判断,导致绿色资金错配,从而影响绿色金融对企业绿色转型的支持。吴婷婷和王通达(2023)研究发现在环境监管较为严格的地区,部分重污染企业会通过“漂绿”来缓解融资约束,从而导致部分地区绿色金融政策失效。此研究结论也为文章的结论提供了一定的支撑。

表9 调节机制分析结果

	(1)	(2)	(3)
	绿色全要素生产率	绿色全要素生产率	绿色全要素生产率
企业气候政策 不确定性感知	-0.00080*** (0.00029)	-0.00098*** (0.00028)	-0.00076*** (0.00028)
耐心资本	0.00115 (0.00072)		
耐心资本交乘项	0.00306*** (0.00124)		
政府环境补贴		4.02e-05* (2.07e-05)	
政府环境补贴交乘项		0.00010*** (3.57e-05)	
绿色金融			0.00443*** (0.00072)
绿色金融交乘项			-0.00119 (0.00126)
控制变量	是	是	是
常数项	0.970*** (0.00615)	0.966*** (0.00593)	0.978*** (0.00610)
样本量	23466	29041	29041
R ²	0.138	0.111	0.113
行业固定效应	是	是	是
年份固定效应	是	是	是

(五)异质性分析

1.企业性质

文章按所有权性质把样本划分为国有和非国有企业,并进行分组回归。现有研究普遍认为,相比非国有企业,国有企业的特殊性使其在人才集聚和资金获取上具有独特优势。在资金和人才优势的加持下,国有企业在面临外部政策变化时会有更优的表现。回归结果如表10的第(1)列和(2)列所示,气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率在国企和非国企均具有显著负向影响,但国有企业的回归系数绝对值小于非国有企业,为此文章进行组间系数差异性检验,得到系数差异P值为0.47,说明国有和非国有企业不具有显著差异。究其原因,国有企业虽然有足够的资金和人才支持企业绿色发展,但是其制度并没有非国有企业灵活,可能存在决策滞后等问题,导致其在绿色效率方面并没有表现出相对于非国有企业的优越性。

2.行业竞争度

气候政策不确定性加剧时,企业绿色转型的决策可能会受到所处行业竞争程度的影响。一般而言,企业所处行业竞争越激烈,外部环境对企业的倒逼作用越强,企业改革的决心越

大,但行业竞争越激烈企业获取资源的难度越大,实际支撑企业变革的资源也越少。文章采用HHI指数衡量企业所处行业的竞争度,并根据年份中位数将企业所在行业分为高、低竞争行业。分组回归的结果如表10的第(3)和(4)列所示,在高竞争行业,气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的回归结果显著为负,而在低竞争行业,气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的回归结果不显著。究其原因,气候政策不确定性会提升企业的融资约束,而高竞争行业的企业陷于资源竞争的困境中,不能有效提升企业绿色全要素生产率;而在低竞争行业内,部分头部企业凭借自身强大的资金优势,能够率先实现技术创新,并进行规模化量产,同时其技术溢出带来的积极效应会提升其他中小企业的绿色全要素生产率水平。

表10 企业性质与行业竞争度异质性分析结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	国企	非国企	低竞争行业	高竞争行业
企业气候政策不确定性感知	-0.00098** (0.00042)	-0.00105*** (0.00039)	-0.00060 (0.00043)	-0.00134*** (0.00037)
常数项	0.969*** (0.00865)	0.961*** (0.00818)	0.957*** (0.00880)	0.969*** (0.00850)
控制变量	是	是	是	是
样本量	10499	18532	13685	13733
R ²	0.129	0.108	0.111	0.134
行业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是

3.是否为能源型企业

在面临政府气候政策变化时,由于对要素的依赖度不同,企业间有可能会表现出差异性反应。一般而言,能源型企业对能源消耗量较大,污染排放较高,通常会受到相关部门的重点监控,因此其与政府相关部门交集较多,在政府环境政策变动预测和环境政策解读方面更具有经验,能够及时调整生产计划,推动企业绿色转型。而非能源型企业对政府气候政策了解相对较少,在政府气候政策变动时处于被动的接受状态,难以及时调整生产规划来应对新的气候政策,导致其在绿色技术投入和绿色生产效率方面受到较大影响。文章根据2012年上市企业行业分类代码将企业划分为能源行业和非能源行业进行分组回归^①,回归结果如表11第(1)和(2)列所示,气候政策不确定性对于能源行业企业的绿色全要素生产率没有显著影响,而会降低非能源型企业的绿色全要素生产率。

^①能源行业主要包括B06(煤炭开采和洗选业)、B07(石油和天然气开采业)、B08(黑色金属矿采选业)、B09(有色金属矿采选业)、C25(石油加工、炼焦及核燃料加工业)、D44(电力、热力生产和供应业)、D45(燃气生产和供应业)。

4.气候政策变化阶段

作为全球最大的发展中国家,中国政府在参与全球气候合作和治理过程中始终保持着积极的态度,展现着大国担当。但中国政府在积极推进气候政策变革过程中,在不同的阶段所采用的力度有所不同,对企业的影响也会存在差异。陈国荣等(2024)把中国政府气候治理力度划分为四个阶段。第一阶段为初创期(2008—2009年),这一阶段政府开始重视气候治理问题;第二阶段为发展期(2010—2015年),这一阶段由于国际社会并未达成太多气候治理共识,更多以国内自我治理阶段为主;第三阶段为夯实期(2016—2020年),这一阶段由于国际社会在《巴黎协定》中已经达成共识,各国纷纷加速气候治理;第四阶段为深化期(2021年至今),这一阶段中国政府向世界作出“双碳”承诺,政府气候政策更加严格和密集。文章把前两个阶段归类为稳步推进期,把后两个阶段归类到加速推进期,并做分组回归,结果如表(11)第(3)和(4)列所示,在气候政策变化稳步推进期,气候政策不确定性相对较小,其对企业绿色生产率的回归系数为负,但并不显著;而在气候政策变化加速期,气候政策不确定性相对较高,其对企业绿色生产率具有显著负向影响。

表 11 行业异质性和时间异质性分析结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	能源型行业	非能源型行业	气候政策稳步期	气候政策加速期
企业气候政策不确定性感知	0.00056 (0.00063)	-0.00128*** (0.00032)	-0.00052 (0.00045)	-0.00133*** (0.00034)
常数项	0.984*** (0.02420)	0.965*** (0.00611)	1.008*** (0.00846)	0.949*** (0.00827)
控制变量	是	是	是	是
样本量	1415	27626	8978	20063
R ²	0.121	0.112	0.037	0.097
行业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是

(六)进一步分析

文章把企业绿色全要素生产率又进一步分解为纯技术效率和纯技术进步,验证气候政策不确定性对企业技术效率和技术进步的影响。研究结果如表12第(2)和(3)列所示,气候政策不确定性对企业技术效率具有显著的负向影响,而对企业技术进步的回归系数为负但并不显著。究其原因,这与绿色技术效率和技术进步的本身特性有关。技术效率是指在当前技术水平下,通过管理创新、流程改进等方式发挥企业现有技术水平上的最大效率,强调短期内的

优化。技术进步强调企业通过长期研发投入扩大企业生产可能性边界,从而实现更高产出,具有长期性。具体来说,气候政策变化会提高企业融资约束,挤压企业用于管理优化和设备优化的资金,对企业技术效率的影响较大;而企业技术进步需要长期投入,当前的融资约束可能会降低企业创新投入,从而影响企业技术进步,但这种影响可能存在一定的滞后性。因此可以认为气候政策不确定性感知对企业绿色全要素生产率的影响在短期内主要通过降低企业技术效率发挥作用。

表 12 企业绿色全要素生产率分解回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	绿色全要素生产率	技术效率	技术进步
企业气候政策不确定性感知	-0.00091*** (0.00028)	-0.00080*** (0.00026)	-7.78e-05 (0.00030)
常数项	0.967*** (0.00593)	0.986*** (0.00551)	0.965*** (0.00658)
控制变量	是	是	是
样本量	29041	29041	29041
R ²	0.111	0.043	0.115
行业固定效应	是	是	是
年份固定效应	是	是	是

企业感受到的气候风险包括物理风险和转型风险,在两种不同风险的感知下,企业决策也可能存在一定差异。其中,物理风险主要是指极端天气或者慢性气候条件对企业资产价值产生的影响,转型风险是指政策法规对企业资产价值产生的影响(Li et al., 2020)。文章借鉴杜剑等(2023)的研究,根据企业年报收集的词频将风险划分为物理风险(*PHR*)和转型风险(*TFR*),并分别与省级气候政策不确定性指数交乘。回归结果如表 13 所示,第(1)和(2)列表明企业感知到的物理风险会对企业绿色生产率产生负面影响,在受到气候政策不确定性影响下,企业的绿色生产率仍旧会下降;第(3)和(4)列表明企业感受到转型风险并不会显著降低企业绿色生产率水平,而在受到气候政策不确定性的影响后,企业的绿色生产率明显下降。究其原因,无论是否有政策的影响,物理风险本身对企业固定资产具有一定的破坏,企业可能会加大固定资产投资,从而挤出研发资金,进而降低了企业绿色全要素生产率水平。企业在面临转型风险时会加大绿色创新投入力度,而气候政策不确定性会加速企业资产贬值,影响企业抵押再贷款,提高了企业融资约束,从而降低企业技术投入,并最终降低企业绿色全要素生产率水平。

表 13 物理风险与转型风险回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	绿色全要素生产率	绿色全要素生产率	绿色全要素生产率	绿色全要素生产率
物理风险	-4.079* (2.369)			
物理风险交乘项		-1.404* (0.761)		
转型风险			-0.128 (0.0841)	
转型风险交乘项				-0.0885*** (0.0276)
控制变量	是	是	是	是
常数项	0.969*** (0.00582)	0.968*** (0.00584)	0.968*** (0.00585)	0.967*** (0.00590)
样本量	29041	29041	29041	29041
R ²	0.111	0.111	0.111	0.111
行业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是

五、研究结论与政策建议

(一) 研究结论

文章基于A股上市企业2011—2022年度的数据,采用了双向固定效应模型验证了气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的影响。研究结论如下:气候政策不确定性会抑制企业绿色全要素生产率提升。耐心资本和政府环保补贴能够减缓气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的抑制作用,而绿色金融发展水平并没有体现出这一效应。分维度分析发现,气候政策不确定性对企业绿色全要素生产率的抑制作用在高竞争行业、能源型行业以及气候政策变化加速期表现得更为明显,而对国有企业和非国有企业没有显著区别。进一步对企业绿色全要素生产率分解后发现,气候政策不确定性对企业的技术效率具有显著负向作用,而对企业技术进步不具有显著负向影响。细分气候风险感知发现,有无气候政策的加持,物理风险均不利于企业绿色生产率提升;而转型风险会在气候政策不确定性的影响下降低企业绿色全要素生产率水平。

(二) 政策建议

气候政策是政府进行气候治理,推动绿色可持续发展的重要抓手,但本文研究表明气候政策不确定性会降低企业绿色全要素生产率,而如何在气候治理下实现企业绿色生产率提升是亟待解决的问题。文章认为政府和企业可以从以下方面着手。

政府政策制定方面。第一,政府在制定气候政策时要做好政策的组合拳,保证政策实施

的连贯性和渐进性,给企业营造相对稳定的政策环境,降低企业不确定性感知,增加其长期技术投入信心。第二,政府补贴政策要充分透明,对补贴对象、方式与强度做到充分调研,细化补贴环节,完善补贴对象进入与退出考核标准,使得政府补贴的激励效应最大化。第三,政府在实施补贴政策的同时,要强化社会资本对企业绿色转型的支持,推动绿色金融的发展。一方面,政府需要积极立法,规范市场金融行为,强化对绿色金融的审核和监管,严厉打击以“漂绿”获取绿色贷款的行为,为绿色资金的流通提供舒适的外部环境;另一方面,政府要协助金融机构开发绿色金融工具,推动金融机构机制创新,为企业获取绿色资金提供更多途径。

企业运营管理方面。第一,企业在应对气候政策变化时,要对气候治理做好长期预期,树立环保理念,加强环保技术与设备投入,提升自身绿色生产率水平。第二,疏通融资约束堵点。一方面企业需强化自身治理,提升形象,吸收更多耐心资本;另一方面,企业需要熟知政府补贴政策,通过获取政府支持缓解自身资金压力,并借助政府补贴的信号传导效应吸收更多社会资本。第三,在短期内,企业应加强数字化转型,通过数据驱动管理、数据优化流程,提升企业技术效率,实现绿色生产率提升。第四,企业应注重产业链协同,强化上下游间合作,降低企业间协调成本,推动产业链上下游企业绿色生产率的整体提升。第五,企业在应对物理风险时,应做好韧性投资,提升固定资产的使用效率;此外,企业还要时刻关注政府政策风向,做好趋势研判,避免转型风险给企业带来的巨大资金损失。

参考文献:

- [1] 蔡晓陈,徐红霞. 经济政策不确定性与绿色经济效率[J]. 南京财经大学学报, 2022(01):54-63.
- [2] 陈国荣,王苏萨,邓晶,等. 中国气候政策不确定性指数:构建、分析与应用前景[J]. 气候变化研究进展, 2024, 20(03):361-372.
- [3] 陈默,张济建,徐哲. 气候政策不确定性与企业短债长用[J]. 广东财经大学学报, 2024, 39(03):35-51.
- [4] 崔婕,张健玮,武玉鹏. 气候转型风险对企业可持续发展的影响[J]. 环境经济研究, 2025, 4(08):166-187.
- [5] 崔敏,王军生. 环境约束下服务业绿色全要素生产率异质性、影响机制与动态演化[J]. 统计与决策, 2025, 41(05):98-102.
- [6] 崔兴华,林明裕. FDI如何影响企业的绿色全要素生产率?——基于 Malmquist-Luenberger 指数和 PSM-DID 的实证分析[J]. 经济管理, 2019, 41(03):38-55.
- [7] 戴翔,华笑焯,林金官. 环境规制、绿色全要素生产率与经济增长——人与自然和谐共生的经济学逻辑[J]. 经济纵横, 2025(03):66-86.
- [8] 董丹丹. 企业环境政策不确定性感知如何影响绿色投资?[J]. 湖南科技大学学报(社会科学版), 2024, 27(01):138-148.
- [9] 董红燕,孙久文. 政府注意力配置对本地合作创新特征的影响——基于创新激励和资源配置扭曲视角的分析[J]. 社会科学, 2025(02):107-119.
- [10] 杜剑,徐筱彧,杨杨. 气候风险影响权益资本成本吗?——来自中国上市公司年报文本分析的经验证据[J]. 金融评论, 2023, 15(03):19-46, 125.

- [11] 郭晶, 雍志婷. 气候政策不确定性与企业绿色创新——基于新闻媒体文本分析方法的测度[J]. 金融与经济, 2023(09): 75-86.
- [12] 贺城, 高鹤鹏, 林鹏. 以耐心资本发展新质生产力: 中西分野、二重属性与实践探索[J]. 中国经济问题, 2024(06): 29-42.
- [13] 何宇星, 吾买尔江·艾山, 秦洋. 耐心资本赋能企业供应链韧性: 理论机制与实证检验[J]. 财会月刊, 2026, 47(04): 60-66.
- [14] 胡楠, 薛付婧, 王昊楠. 管理者短视主义影响企业长期投资吗?——基于文本分析和机器学习[J]. 管理世界, 2021, 37(5): 139-156, 11, 19-21.
- [15] 黎文靖, 路晓燕. 机构投资者关注企业的环境绩效吗?——来自我国重污染行业上市公司的经验证据[J]. 金融研究, 2015(12): 97-112.
- [16] 李政, 杨思莹, 路京京. 政府补贴对制造企业全要素生产率的异质性影响[J]. 经济管理, 2019, 41(03): 5-20.
- [17] 刘德胜, 谢艺娜. 气候政策不确定性与投资者绿色关注: 传导机制与经济影响[J]. 环境经济研究, 2024, 9(04): 43-67.
- [18] 刘颖, 吕明俐, 刘双丰. 碳交易政策对高碳产业绿色全要素生产率的影响研究[J]. 经济纵横, 2024(07): 56-66.
- [19] 陆岷峰, 欧阳文杰. 耐心资本: 发展框架、国际经验与中国路径[J]. 经济学家, 2025(02): 14-25.
- [20] 邱蓉, 田子豪, 买俊鹏, 等. 耐心资本与企业全要素生产率提升[J]. 证券市场导报, 2024(12): 3-12.
- [21] 石磊. 异质性环保投资、数字赋能与绿色全要素生产率[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2025, 25(02): 120-132.
- [22] 孙海波, 曹迪, 刘忠璐. 气候政策不确定性、数字化转型与企业投资效率[J]. 上海财经大学学报, 2024, 26(06): 62-77.
- [23] 王大勇. 绿色技术创新对绿色全要素生产率的影响——基于重污染行业上市企业的实证研究[J]. 工程管理科技前沿, 2025, 44(01): 69-75.
- [24] 汪顺, 周泽将. 气候政策不确定性与企业债券发行——基于债券信用利差的经验证据[J]. 上海财经大学学报, 2023, 25(06): 59-72, 87.
- [25] 汪顺, 余璐, 雷玲. 气候政策不确定性与中国企业升级困境[J]. 财经研究, 2024, 50(02): 123-138.
- [26] 王沐丹, 胡文涛. 气候政策不确定性与企业绿色低碳创新[J]. 工业技术经济, 2024, 43(10): 109-118.
- [27] 王思博, 庄贵阳. 生态技术创新: 理论阐释、作用机制与案例检验[J]. 经济体制改革, 2023(01): 24-33.
- [28] 王昀, 付琳, 董艳. 中国制造业绿色升级潜力的动态演化[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2023, 44(04): 27-41.
- [29] 文婷. 数字创新如何赋能环保企业高质量发展[J]. 山西财经大学学报, 2025, 47(01): 115-126.
- [30] 吴旻佳, 张普, 赵增耀. 耐心资本、创新投入对企业绩效的影响——基于中小板上市企业的数据[J]. 科学决策, 2022, (09): 55-72.
- [31] 吴婷婷, 王通达. 绿色信贷能促进企业绿色转型吗?[J]. 中南财经政法大学学报, 2023(05): 31-43.
- [32] 吴朝霞, 龙思宇, 杨胜苏, 等. 中国省域绿色全要素生产率空间关联网络的结构特征及其演化机制[J]. 生态学报, 2025, 45(12): 5736-5752.
- [33] 肖仁桥, 陈小婷, 钱丽. 异质环境规制、政府支持与企业绿色创新效率——基于两阶段价值链视角[J]. 财贸研究, 2022, 33(9): 79-93.
- [34] 徐翔, 李涛. 耐心资本: 数字经济高质量发展的驱动力[J]. 人民论坛, 2025(05): 76-79.
- [35] 许莹莹, 高红贵. 碳减排目标约束对城市绿色全要素生产率的双边效应研究[J]. 自然资源学报, 2025, 40(11): 3117-3139.

- [36] 杨芳,张和平,孙晴晴,等. 耐心资本何以助力企业新质生产力发展?[J]. 西部论坛,2024,34(06):31-47.
- [37] 岳立,韩亮. 数智化能否提升资源型城市绿色创新效率——基于环境分权和地方政府竞争的调节效应[J]. 兰州大学学报(社会科学版),2025,53(02):86-98.
- [38] 翟鹏翔,雷雷,范英,等. 气候政策不确定性与企业债券融资成本[J]. 系统工程理论与实践,2024,44(11):3520-3536.
- [39] 张娜,孙妍雨,赵晓军,等. 气候政策不确定性对企业绿色创新的影响[J]. 气候变化研究进展,2024,20(05):636-650.
- [40] 张倩,邢志华. 数字化转型、绿色创新与重污染企业绿色全要素生产率——兼论公司治理的调节作用[J]. 资源与产业,2025,27(02):32-45.
- [41] 赵峰,喻坤,陈孟,等. 政府补贴下新能源汽车供应链创新发展研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版),2024,40(04):469-475.
- [42] 钟海燕,王江寒,李敏鑫. 环保信用评价提高企业绿色全要素生产率了吗?[J]. 审计与经济研究,2024,39(02):96-106.
- [43] Bag, S., M. S. Rahman, H. Rogers. Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction in the Garment Industry Supply Chain Network[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2023, 171: 103031-103062.
- [44] Gavrilidis, K. Measuring Climate Policy Uncertainty[R]. 2021.
- [45] Li, Q., H. Y. Shan, Y. H. Tang. Corporate Climate Risk: Measurements and Responses[R]. 2020.
- [46] Ma, Y. R., Z. Liu, D. Ma. A News-Based Climate Policy Uncertainty Index for China [J]. Scientific Data, 2023, 10(1): 881-904.

Climate Policy Uncertainty Response and Green Total Factor Productivity

Li Baomin, Jiang Shiwei

(School of Economic, Anhui University)

Abstract: Against the backdrop of the deepening implementation of the “dual carbon” goals, dynamic adjustment of climate policies has become a key measure for governments to influence enterprises’ behavior in green transformation. Based on the text analysis method, the paper obtains the provincial climate policy uncertainty index and the enterprise climate risk perception index, and obtains the climate policy uncertainty index perceived by enterprises through two transfers, and studies the impact on the green total factor productivity of enterprises. The study found that climate policy uncertainty will reduce the green total factor productivity of enterprises. The analysis of the regulation effect shows that patient capital and government environmental protection subsidies will mitigate the negative effect of climate policy uncertainty on the green total factor productivity of enterprises, while the development level of green finance does not alleviate this negative effect. Heterogeneity analysis found that the negative effect of climate policy un-

certainty on the green total factor productivity of enterprises is more obvious in highly competitive industries, non-energy industries and the accelerating period of climate policy change, while there is no obvious difference between state-owned enterprises and non-state-owned enterprises. After the decomposition of green total factor productivity, it is found that the uncertainty of climate policy will significantly reduce the efficiency of green technology, but has no significant impact on the progress of green technology. Subdivided climate risk perception found that the physical risk perceived by enterprises will hinder the improvement of enterprise green productivity, regardless of whether there is the impact of climate policy change. The perceived risk of transformation by enterprises will significantly reduce the green productivity level of enterprises under the impact of climate policy change. Finally, the article proposes that enterprises should establish a green development concept, actively absorb patient capital, reasonably obtain government subsidies, strengthen cooperation between upstream and downstream enterprises in the industrial chain, and do a good job in policy tracking and resilient investment to cope with changes in climate policies. When formulating climate policies, the government should follow the principle of gradual progress, pay attention to the incentive role of green subsidy policies and green finance in promoting green technological innovation of enterprises.

Keywords: Climate Policy Uncertainty; Green Total Factor Productivity; Patient Capital; Government Environmental Subsidies; Green Finance

JEL Classification: Q50

(责任编辑:卢玲)