

碳市场绿色创新的动力机制： 产权界定还是市场交易？

曹虹剑^{1,2}, 易玉凌峰¹, 姜建刚¹

(1. 湖南师范大学 商学院, 湖南 长沙 410081; 2. 湖南师范大学 中国经济史研究所, 湖南 长沙 410081)

摘要: 碳市场是利用市场机制推动绿色低碳发展的重大制度创新。理论上, 初始产权界定与市场交易都会影响碳市场的资源配置效率, 但二者对绿色创新的影响差异仍有待实证检验。文章基于中国各试点地区碳市场的建立这一准自然实验, 运用交错 DID 方法研究了碳市场对企业绿色创新的影响及其作用机制。研究发现: 碳市场对企业绿色创新有显著的激励效应。碳市场中不同初始产权界定方式对企业绿色创新的激励效果存在差异; 碳市场无法通过市场交易推动生产要素从效率低的企业流向效率高的企业; 碳市场中存在较高交易费用是造成上述事实的原因。碳市场中初始产权界定对企业绿色创新的影响大于碳市场交易对企业绿色创新的影响。碳市场促进了企业的实质性绿色创新, 但过高的碳价会抑制碳市场对企业绿色创新的激励效应。文章的研究丰富了碳市场与企业绿色创新之间的理论和实证研究, 为进一步完善中国碳市场的制度安排提供了参考。

关键词: 碳市场; 绿色创新; 产权界定; 市场交易; 交易费用

中图分类号: F062.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9952(2024)07-0080-15

DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.20240511.301

一、引言

党的二十大报告指出, 推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。作为全球最大的碳排放国家, 中国生态文明建设同时面临实现生态环境根本好转和碳达峰、碳中和两大战略任务(林伯强, 2022)。中国经济社会发展全面绿色转型需要以减污降碳协同增效作为总抓手, 也需要绿色创新作为战略支撑。中国长期以来以实施命令型环境规制为主, 但随着经济市场化程度的提升以及命令型环境规制局限性的凸显, 近年来更倡导使用市场型环境规制来引导市场主体保护和改善环境。中国碳排放权交易市场(下文简称“碳市场”)作为一种市场型环境规制, 既是实现“双碳”目标的重要政策手段, 也是推动经济绿色发展的重大制度创新(张希良等, 2021)。深入考察碳市场与绿色创新之间的关系, 对推动中国碳中和目标的实现和加快经济社会发展全面绿色转型有重要的意义。

碳市场在推动中国经济绿色低碳发展过程中发挥着关键作用。碳市场的基本思路为: 政府根据环境容量制定碳排放总量目标, 并将碳排放权作为一种权益性无形资产分配给碳市场中的

收稿日期: 2023-12-13

基金项目: 国家社会科学基金一般项目(22BJY059)

作者简介: 曹虹剑(1975-), 男, 湖南桃江人, 湖南师范大学商学院教授, 博士生导师;

易玉凌峰(1998-)(通讯作者), 男, 江西萍乡人, 湖南师范大学商学院博士研究生;

姜建刚(1983-), 男, 湖南邵阳人, 湖南师范大学商学院副教授, 硕士生导师。

企业，企业可在碳市场中自由交易该产权。理论上，碳市场中的企业可通过开展绿色创新，降低其生产的碳排放强度，将多余的碳排放额度出售给其他企业以获得相应的收益，同时，企业通过“卖碳”所获得的收益又可作为研发资金投入新一轮的绿色创新活动中，因此，碳市场可促进企业的绿色创新。但是，市场型环境规制能否有效地推动企业创新还依赖于高效的市场建设（涂正革和谌仁俊，2015）。那么，中国碳市场是否推动了企业的绿色创新？若是，是通过何种渠道？又有哪些因素会影响其作用效果呢？

本文将中国自2013年开始陆续在各试点地区建立的碳市场作为一项准自然实验，考察碳市场对企业绿色创新的影响以及作用机制。现有研究已经证明了碳市场会促进企业的创新或绿色创新（胡珺等，2020；张杨等，2024），本文重点研究以下两个问题：（1）碳市场的初始产权界定与市场交易是否会对企业绿色创新产生影响；（2）碳市场中的交易费用如何影响初始产权界定，以及碳市场交易与企业绿色创新之间的关系。本文以2006—2021年中国A股上市公司作为研究对象，以绿色专利数量衡量企业的绿色创新，运用交错DID（Staggered DID）研究发现，碳市场对企业的绿色创新有明显的激励效应。针对上述问题，本文发现：（1）碳市场中不同初始产权界定方式对企业绿色创新的激励效果存在差异；且碳市场无法通过市场交易推动生产要素从效率低的企业流向效率高的企业的方式来提高资源配置效率。（2）碳市场中的交易费用越高，初始产权界定对企业绿色创新的影响越大，碳市场通过市场交易提升资源配置效率的效果越弱。

本文丰富了以下两支文献：第一支文献是关于市场型环境规制对企业绿色创新影响的研究。环境规制根据规制主体和作用机制的不同可划分成命令型和市场型两类。命令型环境规制具有强制性的特征，政策见效快，但执行成本较大，容易对经济社会产生负面影响（刘金科和肖翊阳，2022）。相较而言，市场型环境规制可通过市场机制对资源进行合理配置，能够为技术创新提供更有效的激励（陶锋等，2021）。因此，近年来中国更倡导市场型环境规制。许多学者对市场型环境规制与企业绿色创新的关系进行了研究。齐绍洲等（2018）发现，二氧化硫排污权交易试点促进了企业绿色创新。刘金科和肖翊阳（2022）发现，中国环境保护税改革也能促进企业的绿色创新。如上文所述，学者们已证实碳市场对企业的绿色创新有激励效应，更进一步地，还有学者对企业是进行突破式创新还是渐进式创新（何彦妮，2022）、策略性创新还是实质性创新（张杨等，2024）等问题进行了讨论。本文着重探讨碳市场促进企业绿色创新的作用机制，发现碳市场可通过内部化创新的正外部性来促进企业的绿色创新，但市场机制作用有限，无法通过市场交易推动生产要素从效率低的企业流向效率高的企业。此外，在控制组与处理组的选择上，本文精准识别了各碳市场中的企业，并考虑了企业退出碳市场的情况，保证了试点企业的准确性。第二支文献是关于中国碳市场的市场建设对企业绿色创新影响的研究。在碳市场的实际运行中，要素设计、交易费用以及制度基础等都会影响碳市场的运行效率（张希良等，2021）。首先，在碳配额分配方式上，何彦妮（2022）发现，基准线法更有利于推动企业突破式创新，而历史法则更有利于推动企业渐进式创新。本文将碳配额分配方式对企业绿色创新的影响研究融入科斯定理的框架中，发现碳市场中不同产权界定方式对企业绿色创新的激励效应存在差异，且碳市场的交易费用越高，初始产权界定对企业绿色创新的影响越大。其次，在碳市场的流动性和相对交易规模方面，胡珺等（2020）发现，碳市场的流动性越高，其对企业创新的推动作用越大。而本文则发现，碳市场的流动性和相对交易规模对企业绿色创新的影响不明显。再次，在碳价方面，当技术创新的边际减排成本高于碳价格时，没有企业会通过改进技术来减少碳排放。但目前未有文献通过实证分析探讨碳价对企业绿色创新的影响。本文发现过高的碳价会抑制碳市场对企业绿色创新的激励效应，该结论丰富了现有关于碳市场对企业绿色创新影响的实证研

究。最后,在碳市场的交易费用方面,Wang 等(2018)研究了碳市场的交易费用与碳市场有效覆盖范围之间的关系。但目前未有文献就碳市场的交易费用与企业绿色创新之间的关系进行讨论。本文将碳市场的产权界定与市场机制对企业绿色创新的作用效果进行对比,发现碳市场中初始产权界定对企业绿色创新的影响大于其市场交易对企业绿色创新的影响,并揭示了碳市场中存在较高的交易费用是造成该现象的原因。

二、政策背景与理论分析

(一)中国碳市场的政策背景与发展现状。中国碳排放权交易市场从其概念的提出,到设立试点地区以及全国性碳市场的建立,背后有着深刻的发展逻辑。中国碳市场遵循“由点到面”的发展模式,首先在有限的几个地区进行试点运营,并根据试点地区碳市场运行情况对碳市场的制度安排进行优化,再将碳市场推广到全国(谢晓闻等,2017)。2010年,国务院颁布《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》,首次提出在中国建立碳排放权交易制度。2011年,国家发展和改革委员会颁布《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》(下文简称《通知》),批准北京、天津、上海、重庆、湖北、广东以及深圳开展碳市场试点。上述7个省市在《通知》颁布后3年内先后建立了各自的碳市场,并逐步健全碳市场的制度安排。2016年,中国又陆续建立了四川和福建碳市场。2017年,国家发展和改革委员会发布《全国碳排放权交易市场建设方案(电力行业)》,以发电行业为突破口,率先启动发电行业全国性碳市场。2020年底,在汲取各试点地区碳市场的建设经验后,中国生态环境部发布《碳排放权交易管理办法(试行)》,决定建设全国性碳市场,并于2021年正式启动全国碳市场上线交易,这意味着中国碳市场已实现“由点到面”的转变,正式成为一项全国性的政策。

北京作为全国首批碳市场试点城市,其碳市场成立时间较早、市场中企业数目最多并且碳市场的制度安排也较为完善,故本文以北京碳市场为例,对碳市场主要制度安排进行介绍和分析:(1)在被纳入碳市场的排放门槛方面,北京碳市场的参与主体为固定设施年CO₂排放量大于1万吨的单位。这说明企业被纳入碳市场中并非是随机的,试点企业存在自选择偏差的内生性问题。(2)在碳配额分配方式上,根据行业的不同,北京碳市场采用历史强度法、历史排放总量法、基准值法以及行业先进值法为碳市场中的企业界定“碳产权”。碳配额分配方式会影响试点企业具体所获得的碳排放额度,进而影响企业的生产与创新决策。(3)在交易方式上,交易双方可采用公开竞价和协议转让等方式进行配额交易。市场主体进入碳市场需要缴纳开户费和年费,交易双方进行碳排放权交易需要缴纳交易手续费,开户费、年费以及交易手续费的收费标准由价格主管部门制定。同时,市场主体需要监测和报告自身的碳排放情况,主管部门需要对市场主体的碳排放情况进行核查,这些环节也会产生费用。以上情况说明,碳市场中存在着交易费用,而交易费用的高低可能会影响碳市场的运行效率。

其他试点地区碳市场的制度安排与北京碳市场在原则上基本相同,但具体规则略有差异。差异主要体现在重点排放单位的类型、纳入碳市场的排放门槛、交易手续费费率以及碳配额的分配方式方面。值得一提的是,在全国性碳市场中,若企业连续两年温室气体排放未超过2.6万吨CO₂当量,则将该企业从重点排放单位名录中移出,即企业退出碳市场,此外还有其他因素导致企业退出碳市场。因此,在本文的实证分析中也考虑企业退出碳市场的情况。

(二)理论分析。Porter 和 van der Linde(1995)认为,合理的环境规制在长期可以激励企业开展更多的创新活动,产生的创新成果可补偿由环境规制给企业造成的额外成本负担,进而提高企业的竞争力。聚焦到碳市场中,面对碳排放约束所带来的减排压力,试点企业的应对方式一般有三种:(1)企业可以通过减少产量或向其他企业购买碳排放额度以确保其碳排放量不超过

相应的限额。(2)企业可以选择搬迁至其他非试点地区进行生产。但此举将产生巨额的沉没成本,且随着政策的推广,新址也有可能被纳入碳市场中(谢晓闻等,2017)。(3)企业可通过绿色创新,既提高生产效率,又减少单位产出的碳排放强度,并获取由碳减排后出售多余碳排放权所带来的经济收益(胡珺等,2023),以协调企业生产与碳排放限额之间的关系。从长远看,企业所面临的减排压力只会越来越大,若仅依靠第一种方式组织生产,当市场整体的绿色创新成本低于作为生产要素的碳排放权价格时,企业在市场型环境规制的压力下容易被市场淘汰。因此,进行绿色创新才是提高企业竞争力的根本途径。综上所述,碳市场建立后产生的创新补偿效应大于成本效应,进而能推动企业的绿色创新。据此,提出假说1:碳市场能够促进企业的绿色创新。

绿色创新具有很强的正外部性,这在一定程度上抑制了企业进行绿色创新的积极性。知识的非竞争性和部分排他性导致知识具有“溢出效应”(Romer, 1990),使得创新主体的创新成果容易被模仿和复制,创新主体难以获得所有的创新收益,即创新具有由知识“溢出效应”造成的正外部性(Audretsch 和 Feldman, 1996)。而绿色创新除了含有一般技术创新所具有的“溢出效应”之外,还能通过保护环境而对社会产生环保方面的正收益,但该部分收益却难以被创新主体获取,因此绿色创新具有“双重外部性”的特点。由于“双重外部性”的作用往往会相互强化,使得绿色创新投资可能低于社会最优水平,对企业绿色创新水平产生一定的抑制作用,因此需要制定相应的环境规制以激励绿色创新活动(Jaffe 等, 2005)。

碳市场可通过界定产权和利用市场交易来解决绿色创新的正外部性问题。产权是实现外部性内部化的动力(Demsetz, 1967)。碳市场建立前,企业排放CO₂却不必为此支付合理的价格;碳市场建立后,政府将碳排放权作为一种产权纳入企业的资产中,界定产权后,企业便可将绿色创新带来的环境收益留在企业内部,即产权界定可内部化绿色创新的正外部性(唐跃军和黎德福, 2010)。此外,碳市场允许企业之间进行碳配额的买卖交易,企业可根据自身情况选择最优的排放与交易策略,即市场交易可将该绿色创新带来的环境收益最大化。这意味着,绿色创新的正外部性越强,企业越难以获取绿色创新的收益,进而会对绿色创新产生更大的抑制作用。而因碳市场能将创新的正外部性内部化,这将对绿色创新产生更大的激励效应。反之,绿色创新的正外部性越小,说明企业获取绿色创新收益越容易,此时碳市场内部化创新正外部性的效果越弱,对绿色创新产生的激励效应也越小。综上所述,提出假说2:内部化创新的正外部性是碳市场影响企业绿色创新的作用机制,绿色创新的正外部性越大,碳市场对企业绿色创新的激励效应越大。

从科斯定理来看,若市场的交易费用为零,那么不管权利的初始界定如何,市场机制都会使资源配置达到帕累托最优状态(Coase, 1960)。在碳市场中则具体表现为:若碳市场的交易费用为零,碳配额将无成本地流入到资源利用效率最高的企业中,致使碳配额的初始界定方式对企业绿色创新的激励效果不存在明显差异。然而,市场运行是有成本的,权利不可能无成本地进行转让或修正(Coase, 1937)。当存在交易费用时,不同的初始权利界定会带来不同的资源配置效率,即合法权利的初始界定会影响经济制度的运行效率(Felder, 2001)。政府在界定产权和配置资源时所犯的错误的,可以利用市场的交易机制进行纠正(Coase, 1960)。然而,当市场中的交易费用非常高昂时,这种纠正机制可能会失效,因为高额的交易费用会阻碍权利的重新配置,使得初始权利界定对市场运行效率的影响更为显著。综上所述,本文提出如下假说:

假说 3a: 碳市场中初始产权界定会对企业绿色创新的激励效应产生影响。

假说 3b: 碳市场的交易费用越高,初始产权界定对企业绿色创新的影响越大。

制度是优化生产效率和要素市场的关键因素(North, 1971),而要素市场中资源配置效率的提高对企业的创新存在正向激励效应(诸竹君等, 2022)。资源配置的过程本质上是通过市场交

易来实现的,这反映了市场的自我调节和优化功能。在理想化的竞争环境下,假设交易费用为零,市场将展现出强大的资源配置能力,为资源的稀缺性问题提供高效的解决方案。在完全竞争市场中,竞争机制会导致资源从生产效率低的企业流向生产效率高的企业,最终市场中所有企业的生产率相同,资源达到最优配置状态,具体表现为行业内企业层面的生产率离散度的下降(Syverson, 2004)。碳市场作为企业间碳排放权交易的平台,其实质是碳配额这一生产要素在企业间的再分配过程。理论上,通过碳市场的交易机制,企业可以灵活调整自身的碳配额持有量,实现资源从利用效率低的企业向利用效率高的企业转移。但值得注意的是,现实中的市场并非完全竞争,交易费用也并非为零。因此,在碳市场的实际运作中,还需要考虑市场摩擦和交易费用的影响。综上所述,本文提出如下假说:

假说 4a: 碳市场可通过市场交易推动生产要素从效率低的企业流向效率高的企业,提升资源配置效率,从而促进企业的绿色创新。

假说 4b: 碳市场的交易费用越高,其提升资源配置效率的效果越弱。

三、研究设计

(一)模型设定与变量选取。考虑到碳市场试点地区的成立时间有差异,并且市场中企业的进入与退出情况也不尽相同,故本文采用交错 DID,建立模型(1)检验碳市场对企业绿色创新的影响(Beck 等, 2010):

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 post_{it} + \beta X_{it} + \lambda_i + \gamma_{t,j} + \delta_{t,k} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

模型(1)中的 Y_{it} 为被解释变量,表示企业*i*在第*t*年的绿色创新水平。本文使用上市公司年度绿色专利申请数加1并取对数($\ln gp$)来衡量企业的绿色创新。选择专利申请数量而非授权数量是因为专利从申请到授权通常需要1至2年的时间,而专利在申请过程中就可能会对企业绩效产生影响,专利申请数量指标的时效性更强(黎文靖和郑曼妮, 2016)。 $post_{it}$ 为核心解释变量,表示企业*i*在第*t*年是否被纳入碳市场。若企业*i*在第*t*年被纳入碳市场,则 $post_{it}=1$,否则为0。

参考相关文献,本文在考察碳市场对企业绿色创新的影响时,控制了企业层面的一系列控制变量 X_{it} ,具体包括企业规模、企业年龄、员工数量、资产负债率、资产回报率、成长能力、销售费用率、固定资产占比和流动比率。具体变量含义及计算方式见表1。此外, λ_i 为个体固定效应; $\gamma_{t,j}$ 为时间×地区固定效应,以控制地区层面随时间变化的不可观测因素; $\delta_{t,k}$ 为时间×行业固定效应,以控制行业层面随时间变化的不可观测因素; ε_{it} 为干扰项。

表 1 主要变量定义表

变量类型	变量符号	变量名称	定义
被解释变量	$\ln gp$	绿色专利申请数量	$\ln(1+上市公司绿色专利申请数量)$
核心解释变量	$post_{it}$	政策实施虚拟变量	若上市公司 <i>i</i> 第 <i>t</i> 年在碳市场中,取1;否则取0
控制变量	$\ln assets$	企业规模	$\ln(上市公司总资产)$
	$\ln age$	企业年龄	$\ln(上市公司企业年龄)$
	$\ln staff$	员工数量	$\ln(上市公司员工数目)$
	lev	资产负债率	负债总额/资产总额
	roa	资产回报率	净利润/平均资产总额
	$tobinQ$	企业成长能力	市值/总资产
	ser	销售费用率	销售费用/营业收入
	far	固定资产占比	固定资产/总资产
	$liquidity$	流动比率	流动资产/流动负债

(二)数据说明。本文使用 2006—2021 年中国 A 股上市公司为初始样本,涉及数据主要包括上市公司的绿色专利数据、财务指标数据以及上市公司是否被纳入碳市场。上市公司的绿色专利数据来自中国研究数据服务平台(CNRDS),绿色专利数据是结合中国专利数据以及世界知识产权组织(WIPO)公布的绿色专利分类号标准检索得到。上市公司的财务指标以及碳市场中的企业信息来自国泰安数据库(CSMAR)。碳市场企业信息数据集记录了各年度碳市场中的企业名称和企业代码等信息,包含上市公司与非上市公司,根据该数据提供的信息,可以统计出各年度被纳入碳市场中的企业。囿于企业财务数据的可得性,本文手工剔除了该数据集中的非上市公司,只保留中国 A 股市场的上市公司进行分析。本文对所有的样本进行了以下筛选:(1)剔除金融、房地产类上市公司;(2)剔除股票简称中含有“ST”“*ST”字样的上市公司年度样本;(3)剔除上市状态为“ST”“*ST”“暂停上市”“终止上市”的上市公司年度样本;(4)剔除当年财务数据缺失的上市公司年度样本;(5)删除公司注册地为开曼群岛和中国香港的上市公司。其他数据的来源以及处理过程都在文中相应位置进行了说明。对连续型经济变量进行了 1% 和 99% 的缩尾处理,以减少异常值对研究结果的影响。经上述处理后,最终得到一套含有 3 753 家上市公司(其中有 236 家上市公司被纳入碳市场中)、31 804 条年度样本的非平衡面板数据。

(三)描述性统计。^①描述性统计结果表明,上市公司绿色专利申请数量的中位数为 0,说明上市公司在很多年份并未申请绿色专利,这意味着整个市场绿色创新的体量还较小。此外,经过缩尾处理后,各控制变量的描述性统计结果也都处于合理的区间内。组间均值比较结果表明,非试点企业的绿色专利申请数量显著小于试点企业。此外,各控制变量在试点企业与非试点企业之间也存在显著的差异,因此下文将在控制这些变量的基础上,对碳市场和企业绿色创新的关系进行分析。

四、实证结果与分析

(一)基准回归结果。本文利用模型(1)检验碳市场对企业绿色创新的影响,结果如表 2 所示。回归结果表明,在完全不控制固定效应,以及逐渐控制个体、时间×地区、时间×行业固定效应的情况下,核心解释变量 $post$ 的估计系数 α_1 皆为正,且至少在 5% 的水平上显著。这说明碳市场对企业绿色创新有明显的激励效应,假说 1 得到验证。

表 2 基准回归结果

	(1) $lngp$	(2) $lngp$	(3) $lngp$	(4) $lngp$
$post$	0.2704*** (0.0854)	0.1896*** (0.0545)	0.1292** (0.0566)	0.1172** (0.0548)
控制变量	控制	控制	控制	控制
个体固定	不控制	控制	控制	控制
时间×地区固定	不控制	不控制	控制	控制
时间×行业固定	不控制	不控制	不控制	控制
N	31 804	31 415	31 415	31 324
$Adj. R^2$	0.2414	0.6756	0.6921	0.7085

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著;括号内为企业层面聚类标准误。下表统同。

平行趋势假设检验。平行趋势是指处理组与控制组在政策实施前必须具有相同的发展趋势,若该条件不满足,那么政策前后处理组与控制组的差异就不一定是由政策本身造成的,而可

^① 限于篇幅,未汇报描述性统计与组间均值比较的具体结果,详见本文工作论文版本。

能是由处理组与控制组本身所存在的差异或者其他难以观测到的因素造成的。在本文的交错 DID 模型中,平行趋势是指在碳市场建立前,试点企业与非试点企业的绿色创新没有显著差异。本文采用事件研究法,建立模型(2)来检验是否满足平行趋势假设:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \sum_{t=-5(t \neq -1)}^5 \alpha_t D_{it} + \beta X_{it} + \lambda_i + \gamma_{t,j} + \delta_{t,k} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

模型(2)中, D_{it} 为一组虚拟变量,企业 i 在进入碳市场后(前)第 t 年取 1, 否则取 0。系数 α_t 表示企业 i 在进入碳市场后(前)第 t 年绿色创新的变化。其余变量的含义与模型(1)相同。

本文将碳市场建立前 5 年的数据汇总至第 -5 期,碳市场建立后 5 年的数据汇总至第 5 期。为了避免多重共线性,参考已有文献做法(刘金科和肖翊阳, 2022), 本文以碳市场建立前 1 年作为基期。平行趋势检验的结果如图 1 所示,碳市场建立前任意一期系数均不显著,说明碳市场建立前,试点企业与非试点企业的绿色创新无显著差异,即通过了平行趋势检验。此外,在碳市场建立前两年,企业绿色创新有下降趋势,但不显著,而在后续的

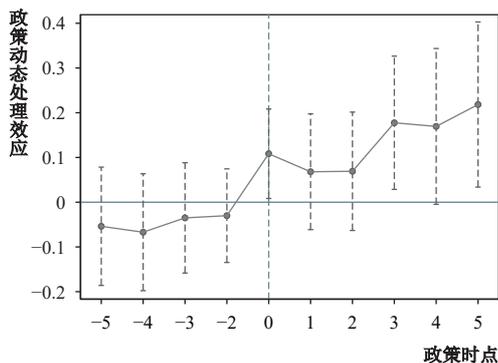


图 1 平行趋势假设检验

三年中又有明显提升,且第三年和第五年的系数至少在 10% 的水平上显著。出现该趋势是因为环境规制带来的创新补偿效应一般滞后于成本效应(张成等, 2011)。碳市场建立实际上增加了企业的生产成本,进而减少了创新投入与产出,故在碳市场建立之初企业绿色创新水平有所下降。然而,企业若想在碳市场的约束下保持竞争力,只能通过绿色创新来降低碳排放强度,再加上创新投入与产出之间往往存在一定程度的时滞性,故而在之后的年份企业绿色创新水平明显提高。

(二)稳健性检验。^①

1. 倾向得分匹配双重差分模型。双重差分法需要满足实验是完全随机地选择实验对象并将实验对象分配至控制组和处理组中。但根据碳市场相关制度安排及文件的内容来看,企业只有达到一定的碳排放门槛才会被纳入碳市场中,这意味着企业是否被纳入碳市场并非是完全随机的。为了缓解自选择偏差所带来的内生性问题,本文利用倾向得分匹配法(PSM)从非试点企业中筛选出符合要求的控制组。选择上市公司碳排放量、企业规模、企业年龄、员工数量、资产负债率、资产回报率、成长能力、销售费用率、固定资产占比、流动比率作为协变量,使用 Logit 回归,采用卡尺内最近邻 1:2 的最近距离匹配方式对样本进行逐年匹配,并利用满足共同支撑假设的样本进行回归。结果说明本文的结论是稳健的。

2. 其他稳健性检验。

(1)异质性处理效应:由于交错 DID 的处理组在不同时间点接受处理,且处理时长各异,这导致同一处理在个体间产生的效果不尽相同,即存在异质性处理效应,这种效应可能使得估计系数产生偏差(刘冲等, 2022)。本文采用了两种估计方法来解决异质性处理效应问题。(2)熵平衡法:对于样本的自选择偏差问题,本文通过更换匹配方法,利用熵平衡法加权后进行回归。(3)安慰剂检验:为进一步排除其他不可观测因素对基准回归结果造成影响,本文通过替换试点企业以及企业被纳入碳市场的时间来进行安慰剂检验。(4)绿色创新的滞后性:本文对核心解

^① 限于篇幅,未汇报稳健性检验的具体回归结果,详见本文工作论文版本。

释变量进行滞后 3 期处理，对所有控制变量也滞后相应时间，以检验企业绿色创新活动的滞后性。(5) 替换被解释变量：本文将被解释变量替换为绿色专利授权数量加 1 并取对数。(6) 更改样本窗口期：为避免 2008 年国际金融危机以及 2019 年年底突发公共卫生事件对政策效果产生影响，本文选取 2010—2019 年的样本重新进行回归。(7) 排除其他政策影响：为了排除低碳城市、中央环保督察、绿色信贷以及环保法庭政策可能对回归结果造成的影响，在基准回归模型的基础上，采用增加虚拟变量的方式进一步控制上述四项政策。以上回归结果均表明结论是稳健的。

(三) 碳市场与科斯定理。交易费用是科斯定理的核心，准确理解并度量碳市场中的交易费用对探究碳市场与企业绿色创新之间的关系至关重要。根据交易费用的内涵，碳市场中存在的交易费用可分为三类：开户费和年费，交易手续费，以及监测、报告和核查(MRV)费用。开户费和年费是指市场主体进入碳市场需要缴纳的费用，具体收费标准由各地区碳市场交易所制定。交易手续费是交易双方进行碳配额交易时需要支付的费用，具体费率由各价格主管部门规定并与交易方式相关。MRV 费用是指在试点企业制定并实施监测计划、进行排放报告，第三方核查机构在对监测计划和报告进行核查的过程中所产生的费用。由于开户费和年费具有“沉没成本”的性质，对企业进行碳交易决策的影响较小，且多数碳市场在试点期间免除开户费和年费，而 MRV 费用无法获取，因此本文以交易手续费来衡量碳市场的交易费用。借鉴 Wang 等(2018)的做法，本文收集整理了各试点地区碳市场的交易手续费明细，比较了各试点地区碳市场交易费用的高低，并将各碳市场划分为交易费用高的碳市场和交易费用低的碳市场。

1. 正外部性的内部化。如假说 2 所述，内部化创新的正外部性是碳市场影响企业绿色创新的作用机制，创新的正外部性越大，碳市场对绿色创新的激励效应越明显。企业层面的研发投入指标与本文的被解释变量存在较大的相关性，存在自我解释的嫌疑，因此本文从行业创新收益的可获得性角度来衡量碳市场对绿色创新正外部性的内部化程度。若某个行业创新收益的可获得性越高，即该行业创新的正外部性越小，则碳市场可以内部化创新的收益就越小，进而碳市场对绿色创新的激励效应就越小。本文借鉴曹虹剑等(2022)的思路，利用创新收益与研发投入存量之比($benefit = \text{行业营业收入} / \text{行业研发投入存量}$)来刻画行业层面创新收益的可获得性程度，该值越大，说明该行业将创新收益内部化的程度越高，该行业创新的正外部性越小。由于过去的研发支出也会对现在的研发成果产生影响，因此使用研发投入存量而非研发投入流量。研发投入存量使用上市公司年度研发费用，根据行业进行加总，再采用永续盘存法，按照每年 15% 的比率进行折旧。考虑到该指标还受市场条件和公司管理水平的影响，此处回归中还加入了行业总销售收入的对数、职工薪酬与营业收入之比、管理费用率、现金流周转速率、高管是否有海外背景的虚拟变量作为控制变量；考虑到行业创新收益的内部化程度可能与碳市场对绿色创新的激励效应之间存在内生性关系，本文将 $benefit$ 进行滞后一期处理。最终，本文以所有试点企业与非试点企业为样本，建立模型(3)对假说 2 进行验证：

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 post_{it} \times benefit_{it} + \alpha_2 post_{it} + \alpha_3 benefit_{it} + \beta X_{it} + \lambda_i + \gamma_{t,j} + \delta_{t,k} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

模型(3)中 $post \times benefit$ 的系数 α_1 为此处重点关注的对象。模型(3)的回归结果如表 3 所示， α_1 为负且在 5% 的水平上显著，说明行业创新的正外部性越小，碳市场对企业绿色创新的激励效应越小，假说 2 得到了验证。

2. 初始产权的界定。权利界定是市场交易的先决条件，且合法权利的初始界定会对经济制度的运行效率产生影响(Coase, 1960)。政府为企业分配碳配额可视为一种对初始产权的界定方式，科斯定理中所指的“合法权利的初始界定”对应着碳市场中初始碳配额的分配方式，因此碳

市场的配额分配方式可能会对企业的绿色创新产生影响。本文通过手工收集各试点地区碳市场的政策文件，整理出各试点地区碳配额分配方式的安排表，并根据分配方式的实质内核思想，将碳配额分配方式划分为基准法和历史法两大类。基准法是指根据行业碳排放强度的基准值来分配碳配额，基准值代表了行业的某一生产水平，企业获得的碳配额等于其产量乘以基准值。历史法是指根据试点单位的历史碳排放水平来分配碳配额。由于历史法是根据企业以往年度的碳排放量来确定今后的碳排放额度，这可能导致进行粗放型生产的企业比节能减排的企业获得更多的碳排放额度，即产生一种“鞭打快牛”的逆向选择效应，不利于激励企业进行绿色创新。而相较于历史法，基准法将导致生产效率高的企业获得更多的碳排放额度，可更有效地激励企业积极开展绿色创新活动(胡珺等, 2023)。

参考 Fan 等(2021)与胡珺等(2023)的做法，本文根据各试点地区碳配额分配方式的具体安排，将试点企业划分为历史法组和基准法组，其他所有非试点企业为控制组。表 4 列(1)是以历史法组和控制组为样本的回归结果，结果显示 *post* 的系数为 0.0692，但不显著；列(2)是以基准法组和控制组为样本的回归结果，结果显示 *post* 的系数为 0.3200，且在 5% 的水平上显著；同时，两组回归系数的差异检验表明二者的差异是显著的。因此，假说 3a 得到验证，即碳市场中初始产权界定会对企业绿色创新的激励效应产生影响。

表 4 初始产权界定

	(1)历史法	(2)基准法	高交易费用碳市场		低交易费用碳市场	
			(3)历史法	(4)基准法	(5)历史法	(6)基准法
<i>post</i>	0.0692 (0.0603)	0.3200** (0.1264)	0.0012 (0.0802)	0.3110** (0.1349)	0.1375 (0.0900)	0.2251* (0.1187)
<i>N</i>	31 222	30 510	30 671	30 499	30 959	30 500
<i>Adj. R</i> ²	0.7084	0.7030	0.7042	0.7030	0.7071	0.7022
<i>post</i> 差异	0.2509* (0.1400)		0.3097** (0.1569)		0.0876 (0.1489)	

在上述结论的基础上，本文进一步检验碳市场中的交易费用与初始产权界定对企业绿色创新激励效应的影响。与上述分组方法类似，本文再将各碳市场划分为交易费用高和交易费用低的碳市场。此时，试点企业被划分为高交易费用历史法组、高交易费用基准法组、低交易费用历史法组和低交易费用基准法组，其他所有非试点企业仍为控制组。表 4 列(3)是以高交易费用历史法组和控制组为样本的回归结果，结果显示 *post* 的系数为 0.0012，但不显著；列(4)是以高交易费用基准法组和控制组为样本的回归结果，结果显示 *post* 的系数为 0.3110，且在 5% 的水平上显著，两组回归系数的差异检验表明二者的差异是显著的。表 4 列(5)是以低交易费用历史法组和控制组为样本的回归结果，结果显示 *post* 的系数为 0.1375，但不显著；列(6)是以低交易费用基准法组和控制组为样本的回归结果，结果显示 *post* 的系数为 0.2251，在 10% 的水平上显著，但是，两组回归系数的差异检验表明二者的差异不显著。由列(3)、列(4)与列(5)、列(6)的回归结果对比分析可知，当碳市场交易费用较高时，初始产权界定会对企业绿色创新产生明显影响；而当碳市场交易费用较低时，初始产权界定对企业绿色创新的影响不明显。因此，假说 3b 得到了验证，即碳市场的交易费用越高，初始产权界定对企业绿色创新的影响越大。

表 3 正外部性内部化

	<i>ln</i> <i>g</i> <i>p</i>
<i>post</i> × <i>benefit</i>	-0.4906** (0.2480)
<i>N</i>	23 959
<i>Adj. R</i> ²	0.7287

注：本表控制了其他控制变量以及个体、时间×地区、时间×行业固定效应。表4、表6统同。

3. 资源配置的优化。如上文理论分析所述，企业在碳市场中进行碳排放权的交易，实质上是作为生产要素的碳排放权通过市场交易在企业间进行再分配的过程。下面本文将通过实证分析检验碳市场是否可通过市场交易促进生产要素从效率低的企业流向效率高的企业，从而提高行业内企业层面的资源配置效率。在方法的选择上，首先，本文通过估计对数柯布—道格拉斯生产函数得到上市公司的全要素生产率(TFP)：

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln M_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中， Y 为上市公司主营业务收入(元)，并用制造业出厂价格指数进行调整； K 为上市公司固定资产净值(元)，并用固定资产价格指数进行调整； L 为上市公司职工人数(人)； M 为上市公司购买商品、接受劳务实际支付的现金(元)，并用原材料购进价格指数进行调整，然后计算出残差测度企业全要素生产率。本文采用LP法(Levinsohn和Petrin, 2003)并利用ACF法修正计算出企业的 TFP 值。其次，利用 TFP 分别计算出行业内企业 TFP 的标准差、 TFP 的90—10分位离差、泰尔指数、变异系数和基尼系数来衡量行业生产率离散度(江艇等, 2018; 李蕾蕾和盛丹, 2018; 诸竹君等, 2022)。^①行业生产率离散度越小，说明行业内企业层面的资源错配问题越小，资源的配置效率越高。最后，本文以所有试点企业与非试点企业为样本，将上述5个指标作为被解释变量代入模型(1)中进行回归，表5中Panel A列(1)至列(5)汇报了相应的回归结果，核心解释变量 $post$ 的估计系数皆为负，但只有被解释变量为90—10分位离差时， $post$ 的系数在5%的水平上显著，其余皆不显著，说明碳市场的市场交易作用有限，碳市场建立后不能有效地提高资源配置效率，假说4a不成立。

表5 资源配置优化

		(1)标准差	(2)90—10分位离差	(3)泰尔指数	(4)变异系数	(5)基尼系数
Panel A: 所有试点企业	$post$	-0.0164 (0.0104)	-0.0522** (0.0266)	-0.0001 (0.0001)	-0.0009 (0.0010)	-0.0008 (0.0005)
	N	31319	31400	31226	31147	31226
	$Adj. R^2$	0.6491	0.6220	0.6218	0.6361	0.6412
Panel B: 高交易费用组	$post$	0.0037 (0.0116)	-0.0017 (0.0302)	0.0001 (0.0001)	0.0010 (0.0010)	0.0003 (0.0005)
	N	30757	30838	30666	30587	30666
	$Adj. R^2$	0.6488	0.6214	0.6217	0.6356	0.6409
Panel C: 低交易费用组	$post$	-0.0352** (0.0137)	-0.0961*** (0.0348)	-0.0002* (0.0001)	-0.0028** (0.0013)	-0.0018** (0.0007)
	N	31051	31132	30959	30880	30959
	$Adj. R^2$	0.6490	0.6215	0.6215	0.6356	0.6404
$post$ 差异(Panel B与Panel C)		-0.0389** (0.0180)	-0.0944** (0.0461)	-0.0003** (0.0001)	-0.0038** (0.0017)	-0.0022** (0.0009)

注：本表控制了其他控制变量以及个体、时间×地区固定效应。

在上述结论的基础上，本文进一步验证碳市场中过高的交易费用是否是造成假说4a不成立的原因。与前文分组方法类似，本文将各碳市场划分为交易费用高的碳市场和交易费用低的碳市场，并将试点企业划分为高交易费用组和低交易费用组，其他所有非试点企业为控制组。

^① 为避免 TFP 测算方法对结论造成影响，本文使用OP法并利用ACF法修正对 TFP 重新进行测算，采用相同的方法分析了碳市场对资源配置效率的影响，结果是稳健的，备索。感谢匿名评审专家的建议。

表 5 的 Panel B 是以高交易费用组和控制组为样本的回归结果, 结果显示 *post* 的系数皆不显著, 即在较高交易费用的情况下, 碳市场通过市场交易提升资源配置效率的作用渠道完全失效。表 5 的 Panel C 是以低交易费用组和控制组为样本的回归结果, 结果显示 *post* 的系数皆显著为负, 即当交易费用较低时, 碳市场能够通过市场交易推动资源在企业间进行流动, 提高资源配置效率。所有 *post* 的分组回归系数差异检验表明差异皆是显著的。以上结论说明, 碳市场的交易费用越高, 其提升资源配置效率的效果越弱, 假说 4b 得到验证。^①

五、进一步分析

(一)碳价、碳市场的相对交易规模与流动性。市场活跃度高、配额有一定的流动性是碳市场运行良好的特征(张希良等, 2021)。下文将从三个方面验证碳市场的市场机制对企业绿色创新的影响。(1)碳价。分析碳价在碳市场影响企业绿色创新中的角色有两种不同的思路: 对于减排先进企业来说, 碳价越高, 企业“卖碳”所获收益越大, 企业有更多资金可投入到新一轮的科研活动中, 进而促进企业的绿色创新; 对于减排后进企业来说, 碳价越高, 企业在碳市场中购买等量碳配额的支出越大, 这会挤占研发资金投入, 进而抑制绿色创新。因此, 实证检验碳价对企业绿色创新的影响是有必要的。本文利用各试点地区碳市场的日交易数据, 计算出各地区碳市场年度碳价, 并利用工业生产者购进价格指数进行价格平减得到最终碳价 $price_{jt}$ 。(2)碳市场的相对交易规模。借鉴吴茵茵等(2021)的思路, 本文利用各地区 CO₂ 排放量以及各试点地区碳市场的日交易数据, 构建各试点地区碳市场年度相对交易规模指标, $marketization_{jt}$ =地区碳交易成交量/地区 CO₂ 排放量。该指标越大, 说明碳市场的相对交易规模越大。(3)碳市场的流动性。借鉴吴茵茵等(2021)的思路, 本文采用碳市场交易天数占比来衡量碳市场流动性, $liquid_{jt}$ =碳市场非零交易天数/当年碳市场开放天数。该指标越大, 说明碳市场的流动性越大。建立模型(5)检验碳价、碳市场的相对交易规模、碳市场流动性在碳市场对企业绿色创新影响中的作用:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 post_{it} \times market_{jt} + \alpha_2 post_{it} + \alpha_3 market_{jt} + \beta X_{it} + \lambda_i + \gamma_{t,j} + \delta_{t,k} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

模型(5)中解释变量 *market* 即表示上述三个指标, *post*×*market* 的系数 α_1 为此处重点关注的对象。三者的回归结果如表 6 所示, 系数 α_1 的估计值皆为负, 但只有 *post*×*price* 的估计系数在 1% 的水平上显著, 其余二者皆不显著。这说明过高的碳价会抑制碳市场对企业绿色创新的激励效应, 而碳市场的相对交易规模以及流动性对其促进企业绿色创新的影响不明显。上述结论说明, 碳市场的市场交易机制对促进企业绿色创新的作用有限。

表 6 碳价、碳市场的相对交易规模与流动性的作用

	(1)ln gp	(2)ln gp	(3)ln gp
<i>post</i> × <i>price</i>	-0.0057*** (0.0019)		
<i>post</i> × <i>marketization</i>		-0.6831 (1.0553)	
<i>post</i> × <i>liquid</i>			-0.0592 (0.2337)
<i>N</i>	31 324	30 558	31 324
<i>Adj. R</i> ²	0.7088	0.7062	0.7085

^① 为避免资源配置效率指标的选取对结论造成影响, 本文还以资本配置效率来衡量资源配置效率, 结果是稳健的, 备索。感谢匿名评审专家的建议。

(二)碳市场对企业绿色创新质量的影响。^①从创新动机的角度来看,有时候企业进行“创新”并非为了提高其竞争力,而是为了获取某种利益,更多地表现为对政府政策和监管的一种迎合(黎文靖和郑曼妮,2016)。而控制温室气体排放、推动经济绿色低碳转型升级,是建立碳市场的根本目标,该目标的实现要求企业进行高质量绿色创新。因此,碳市场能否推动企业进行高质量绿色创新是衡量碳市场是否高效运行的一项重要标志。一般来说,发明专利的技术含量高于实用新型专利(刘金科和肖翊阳,2022)。因此,本文用上市公司绿色发明专利申请数量加1并取对数来衡量企业的实质性创新,用绿色实用新型专利申请数量加1并取对数来衡量企业的策略性创新,分别将二者作为被解释变量代入模型(1)进行回归。研究发现,碳市场对企业绿色发明专利有显著的激励效应,对绿色实用新型专利的激励效应不显著,且对前者的影响更大。这可能是因为,碳市场的建立给企业带来了成本压力,企业只有通过实质性创新才能降低碳排放强度,以缓解碳市场带来的环境成本压力,而策略性创新对降低碳排放强度没有太大的帮助。

(三)异质性分析。^②异质性分析将从以下两个方面来进行:一是地区的碳排放强度。本文参考马龙龙(2011)的研究,采用聚类分析法对地区碳排放强度进行分组。使用k-median聚类法,以地区碳排放强度(地区CO₂排放总量/地区生产总值)作为分类指标(张科等,2023),采用欧氏距离衡量样本间的相似性,将地区划分为高碳排放强度地区和低碳排放强度地区两类,然后进行分组回归。分组回归结果表明,碳市场对低碳排放强度地区企业绿色创新的激励效应显著,而对高碳排放强度地区企业绿色创新的激励效应不显著,且前者的系数大于后者,费舍尔组合检验表明二者的差异是显著的。这可能是因为,碳密集度越高,意味着碳市场带来的成本压力越大,挤占了企业在科研方面的投入。二是企业的产权性质。本文根据企业的产权性质将上市公司划分为国有企业和非国有企业,然后进行分组回归。分组回归结果表明,相较于国有企业,碳市场对非国有企业绿色创新的激励效应更大,费舍尔组合检验表明二者差异显著。这可能是因为,一方面,国有企业比非国有企业肩负着更为广泛的社会责任,因此环境规制对国有企业绿色创新活动的激励效果可能并不会立即显现(齐绍洲等,2018);另一方面,非国有企业面临更加激烈的市场竞争,在环境规制压力下,需要及时开展绿色创新活动以提高生产效率进而弥补环境规制带来的生产成本(徐佳和崔静波,2020)。因此,非国有企业在面对环境规制时通常表现出更高的创新积极性,创新的研发投入更高,进而绿色创新的激励效应更大。

六、结论与政策启示

碳排放权交易市场是中国实现碳中和目标与经济发展方式绿色低碳转型的一项重要制度安排。本文以中国在各地区设立的碳市场作为准自然实验,运用交错DID,实证检验了碳市场对企业绿色创新的影响。本文的主要结论有:(1)碳市场对企业的绿色创新有明显的激励效应,且该激励效应在经过一系列的稳健性检验后依然成立。(2)碳市场可以内部化创新的正外部性以促进企业的绿色创新。碳市场中不同初始产权界定方式对企业绿色创新的激励效果存在差异;碳市场无法通过市场交易推动生产要素从效率低的企业流向效率高的企业;碳市场中存在

^① 限于篇幅,未汇报碳市场对企业绿色创新质量影响的具体回归结果,详见本文工作论文版本。

^② 限于篇幅,未汇报异质性分析的具体回归结果,且未汇报关于地区的市场化程度、地区环境规制强度、战略性新兴产业、行业污染程度的异质性分析,详见本文工作论文版本。

较高的交易费用是造成上述事实的原因。比较分析发现,碳市场中初始产权界定对企业绿色创新的影响,大于其市场交易对企业绿色创新的影响。(3)进一步分析发现,过高的碳价会抑制碳市场对企业绿色创新的激励效应;碳市场促进了企业的实质性绿色创新,而对策略性绿色创新没有明显影响。(4)从异质性角度看,碳市场对企业绿色创新的影响还与地区、行业以及企业的特征相关。根据以上结论,本文得到如下政策启示:

(1)应充分发挥碳市场对企业绿色创新的激励效应。政策制定者应充分利用好碳市场的绿色激励效应,加快碳市场的基础设施建设,扩大碳市场的行业参与度,鼓励更多企业加入碳市场中,鼓励第三方机构对碳市场中的企业进行绿色创新价值评估,强化碳市场的政策作用效果,加快推进产业结构的转型升级。同时,由于碳市场会给企业带来一定程度的成本效应,所以在推动碳市场发展的过程中应循序渐进,避免在短时间内给企业造成过重的成本负担。

(2)要完善碳市场的制度设计,降低市场中的交易费用,发挥市场在资源配置中的决定性作用。在碳市场存在较高交易费用的情况下,其市场机制作用有限,无法有效提高资源配置效率。因此,政策制定者应发挥市场在资源配置中的决定性作用,推动碳资源的优化配置。政府应建立“竞争中性的碳市场制度安排,在设置碳排放总量约束目标后应尽量减少对市场的干预,让企业能够平等地进入碳市场并平等地获取碳配额,避免设租、寻租行为的发生。

(3)需增强碳市场制度设计和市场主体之间的适配性。政策制定者应根据地区、行业和企业不同特征,制定差异化的制度安排,在扩大碳市场积极影响的同时尽量避免负面效果。一方面,健全碳市场碳排放信息披露机制,建立碳市场运行情况的动态追踪和评价体系,在碳市场运行出现问题时及时做出相应的调整;另一方面,可在碳市场的制度基础上,辅以相关的配套政策,并加强其与其他政策和机制的互动,以形成完整的制度体系。

参考文献:

- [1]曹虹剑,张帅,欧阳晓,等.创新政策与“专精特新”中小企业创新质量[J].中国工业经济,2022,(11):135-154.
- [2]何彦妮.碳交易市场对企业创新策略的影响及作用机制[J].中国人口·资源与环境,2022,(7):37-48.
- [3]胡珺,方祺,龙文滨.碳排放规制、企业减排激励与全要素生产率——基于中国碳排放权交易机制的自然实验[J].经济研究,2023,(4):77-94.
- [4]胡珺,黄楠,沈洪涛.市场激励型环境规制可以推动企业技术创新吗?——基于中国碳排放权交易机制的自然实验[J].金融研究,2020,(1):171-189.
- [5]江艇,孙鲲鹏,聂辉华.城市级别、全要素生产率和资源错配[J].管理世界,2018,(3):38-50.
- [6]李蕾蕾,盛丹.地方环境立法与中国制造业的行业资源配置效率优化[J].中国工业经济,2018,(7):136-154.
- [7]黎文靖,郑曼妮.实质性创新还是策略性创新?——宏观产业政策对微观企业创新的影响[J].经济研究,2016,(4):60-73.
- [8]林伯强.碳中和进程中的中国经济高质量增长[J].经济研究,2022,(1):56-71.
- [9]刘冲,沙学康,张妍.交错双重差分:处理效应异质性与估计方法选择[J].数量经济技术经济研究,2022,(9):177-204.
- [10]刘金科,肖翊阳.中国环境保护税与绿色创新:杠杆效应还是挤出效应?[J].经济研究,2022,(1):72-88.
- [11]马龙龙.企业社会责任对消费者购买意愿的影响机制研究[J].管理世界,2011,(5):120-126.
- [12]齐绍洲,林岫,崔静波.环境权益交易市场能否诱发绿色创新?——基于我国上市公司绿色专利数据的证据[J].经济研究,2018,(12):129-143.

- [13]唐跃军,黎德福.环境资本、负外部性与碳金融创新[J].中国工业经济,2010,(6):5-14.
- [14]陶锋,赵锦瑜,周浩.环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质”吗——来自环保目标责任制的证据[J].中国工业经济,2021,(2):136-154.
- [15]涂正革,谌仁俊.排污权交易机制在中国能否实现波特效应?[J].经济研究,2015,(7):160-173.
- [16]吴茵茵,齐杰,鲜琴,等.中国碳市场的碳减排效应研究——基于市场机制与行政干预的协同作用视角[J].中国工业经济,2021,(8):114-132.
- [17]谢晓闻,方意,李胜兰.中国碳市场一体化程度研究——基于中国试点省市样本数据的分析[J].财经研究,2017,(2):85-97.
- [18]徐佳,崔静波.低碳城市和企业绿色技术创新[J].中国工业经济,2020,(12):178-196.
- [19]张成,陆昶,郭路,等.环境规制强度和生产技术进步[J].经济研究,2011,(2):113-124.
- [20]张科,熊子怡,黄细嘉.绿色债券、碳减排效应与经济高质量发展[J].财经研究,2023,(6):64-78.
- [21]张希良,张达,余润心.中国特色全国碳市场设计理论与实践[J].管理世界,2021,(8):80-94.
- [22]张杨,袁宝龙,郑晶晶,等.策略性回应还是实质性响应?碳排放权交易政策的企业绿色创新效应[J].南开管理评论,2024,(3):129-138.
- [23]诸竹君,袁逸铭,焦嘉嘉.工业自动化与制造业创新行为[J].中国工业经济,2022,(7):84-102.
- [24]Audretsch D B, Feldman M P. R&D spillovers and the geography of innovation and production[J]. The American Economic Review, 1996, 86(3): 630-640.
- [25]Beck T, Levine R, Levkov A. Big bad banks? The winners and losers from bank deregulation in the united states[J]. The Journal of Finance, 2010, 65(5): 1637-1667.
- [26]Coase R H. The nature of the firm[J]. *Economica*, 1937, 4(16): 386-405.
- [27]Coase R H. The problem of social cost[J]. *The Journal of Law and Economics*, 1960, 3: 1-44.
- [28]Demsetz H. Towards a theory of property rights[J]. The American Economic Review, 1967, 57(2): 347-359.
- [29]Fan Y, Yi J J, Zhang J S. Rising intergenerational income persistence in China[J]. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2021, 13(1): 202-230.
- [30]Felder J. Coase theorems 1-2-3[J]. *The American Economist*, 2001, 45(1): 54-61.
- [31]Jaffe A B, Newell R G, Stavins R N. A tale of two market failures: Technology and environmental policy[J]. *Ecological Economics*, 2005, 54(2-3): 164-174.
- [32]Levinsohn J, Petrin A. Estimating production functions using inputs to control for unobservables[J]. *The Review of Economic Studies*, 2003, 70(2): 317-341.
- [33]North D C. Institutional change and economic growth[J]. *The Journal of Economic History*, 1971, 31(1): 118-125.
- [34]Porter M E, van der Linde C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9(4): 97-118.
- [35]Romer P M. Endogenous technological change[J]. *Journal of Political Economy*, 1990, 98(5): S71-S102.
- [36]Syverson C. Product substitutability and productivity dispersion[J]. *The Review of Economics and Statistics*, 2004, 86(2): 534-550.
- [37]Wang X, Zhu L, Fan Y. Transaction costs, market structure and efficient coverage of emissions trading scheme: A microlevel study from the pilots in China[J]. *Applied Energy*, 2018, 220: 657-671.

The Driving Mechanism of Green Innovation in Carbon Emissions Trading Markets: Property Rights Definition or Market Transactions?

Cao Hongjian^{1,2}, Yi Yulingfeng¹, Jiang Jiangang¹

(1. Business School, Hunan Normal University, Changsha 410081, China; 2. Institute of Chinese Economic History, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

Summary: The carbon emissions trading market (CETM) is a major institutional innovation that utilizes the market mechanism to promote green and low-carbon development. An in-depth study of the impact of the CETM on green innovation (GI) is of great significance in promoting China's economic and social green transformation and realizing sustainable development. Theoretically, both initial property rights definition and market transactions affect the resource allocation efficiency of the CETM, but the differences in the impacts of the two on GI remains to be empirically tested.

Based on the quasi-natural experiment of the establishment of the CETM in each pilot region in China, this paper takes A-share listed companies as the research object, and applies staggered DID to study the impact of the CETM on GI and its mechanism of action. The study finds that the CETM has a significant incentive effect on GI, and this effect still holds after a series of robustness tests. Mechanism testing shows that the CETM can incentivize GI by internalizing the positive externalities of innovation. There are differences in the incentive effect of different initial property rights definition methods in the CETM on GI; the CETM is unable to promote the flow of production factors from inefficient firms to efficient firms through market transactions; and the existence of high transaction costs in the CETM is the reason for the above facts. The impact of initial property rights definition on GI is greater than that of market transaction on GI. Further analysis reveals that excessively high carbon prices may inhibit the incentive effect of the CETM on GI, and the CETM promotes substantive GI. Heterogeneity analysis finds that the incentive effect of the CETM on GI is related to the characteristics of regions, industries, and firms.

The marginal contributions of this paper are as follows: First, it finds that transaction costs are the reason for the differences in the incentive effect of different initial property rights definition methods on GI, and also the reason for the differences in the impacts of initial property rights definition and market transactions on GI, providing a realistic basis for the application of the Coase Theorem in the CETM. Second, the impacts of carbon price, relative trading size, and liquidity on GI are discussed empirically, enriching the research on the impact of the market mechanism of the CETM on GI. Third, firms in the CETM are precisely identified, and their exit from the CETM is considered to ensure the accuracy of pilot firms and the reliability of empirical conclusions.

Key words: carbon emissions trading market; green innovation; property rights definition; market transactions; transaction costs

(责任编辑 石慧)