

碳交易市场对企业创新行为的影响研究

范庆泉 郭文

内容提要:让碳交易市场激发企业创新动力和推动技术升级,对于中国高质量发展有重要意义。本文在理论分析部分给出了碳交易市场中各主体产生激励作用的前提条件及作用机制,为构建合理的实证模型提供科学支持。理论研究发现,碳交易机制实现了交易双方利益的共同改进,体现为激励型环境规制的作用机制。进一步,结合以手工方式得到的碳交易企业的微观数据,将重点排污单位企业作为对照组,评估碳交易制度对企业技术创新行为影响的政策效果。实证结果表明,碳交易政策能够激励企业进行技术创新。机制分析结果显示,碳交易政策主要通过缓解融资约束、增加研发资金和科技人员投入来发挥创新效应,并且碳市场流动性越强,这种激励效果越明显。本文解释并验证了碳交易市场对企业创新行为的激励效应,可以为加速推进全国统一碳交易市场建设步伐提供科学指导和实践支撑。

关键词:碳交易 碳排放权 减排约束 减排激励 企业创新

中图分类号:F124.5;F279.233.1

文献标识码:A

文章编号:1000-7636(2025)02-0043-15

一、问题提出

中国政府高度重视“双碳”目标,注重发挥市场机制作用,正在加快建立有效的激励约束机制。碳交易是利用市场机制降低减排成本的一项重大制度创新,是实现“双碳”目标的重要政策工具。国家从2013年开始逐步开展碳交易试点,在2021年正式启动全国碳排放权市场交易,覆盖了全球规模最大的碳市场。表1列示了各试点地区及全国碳交易市场的政策设计情况。需要指出的是,尽管中国碳市场规模稳中有升,但是碳减排压力依然较大。而且,相较于发达国家,中国碳市场体系建设仍处于起步发展阶段,碳交易市场体量小,碳交易市场的功能并未完全发挥。实践中,碳交易可以推动碳资源的优化配置,实现社会减排成本最小化,同时促进交易双方互利共赢,被视为激励型的环境规制政策。创新是推动新旧动能转换、实现节能减排的核心驱动力,是政府实施环境规制政策的关键目标。因此,在绿色低碳发展背景下,科学评估碳交易市场的创新激励效应,探究其在降低社会减排成本的同时是否有助于激励企业提升创新水平、实现“技术升级—低碳减排”的良性循环,这对于全面评估碳交易市场的政策效应,坚定推进全国统一碳交易市场机制的战略定力,加快建成更加有效、更有活力、更具国际影响的碳市场具有十分

收稿日期:2024-03-20;修回日期:2024-11-22

基金项目:国家社会科学基金一般项目“创新联合体建设背景下财政支持政策协同效应及优化策略研究”(24BJY045)

作者简介:范庆泉 首都经济贸易大学财政税务学院教授、博士生导师,北京,100070;

郭文 首都经济贸易大学财政税务学院博士研究生,通信作者。

作者感谢匿名审稿人的评审意见。

重要的现实意义。

表 1 各试点地区及全国碳交易市场的政策设计情况

开市时间	试点区域	碳配额分配方法	纳入标准
2013年	深圳	历史强度法、基准线法	年二氧化碳排放量三千吨以上的企业和大型办公建筑
2013年	北京	历史排放法、基准线法	2009—2012年任意一年二氧化碳排放量一万吨及以上的企业
2013年	上海	历史排放法、基准线法	2010—2011年任意一年二氧化碳排放量两万吨及以上的工业企业;2010—2011年任意一年二氧化碳排放量一万吨及以上的非工业企业
2013年	广东	历史排放法、基准线法	2011年以来任意一年二氧化碳排放量两万吨及以上的企业
2013年	天津	历史排放法、历史强度法	钢铁、化工等重点排放行业和民用建筑领域中2009年以来二氧化碳排放量两万吨以上的企业
2014年	湖北	历史排放法	2010—2011年任意一年综合能源消费量六万吨标准煤及以上的企业
2014年	重庆	历史排放法	2008—2012年任意一年二氧化碳排放量两万吨以上或年能源消费量超过一万标准煤的企业
2016年	福建	历史强度法、基准线法	2013—2015年任意一年综合能源消费总量达一万吨标准煤以上的企业
2021年	全国	行业基准法	起始时期仅纳入发电行业;2024年全国碳市场首次扩容,加入水泥、钢铁、电解铝三大行业

碳交易使得碳配额成为一种新的生产要素^[1],可以优化碳资源配置,运用市场机制实现社会减排成本最小化,同时实现交易双方的利益改进。这种激励机制鼓励企业以新技术新方法来提高能效,从而在碳市场中获得竞争优势。碳交易市场将排放权分配给企业,并允许市场参与者以低于自身减排成本的价格购买排放权。从理论上讲,碳排放权交易能够使各排放方的边际减排成本均等,能够降低社会减排的总成本。实践中,自碳交易政策实施以来,参与碳交易的企业数量不断增加,交易规模也随之扩大。试点地区和全国碳交易市场已经积累了大量的市场数据和交易经验,为进一步优化政策和市场机制提供了坚实的数据支撑。现阶段,充分利用碳交易市场的实践数据,以碳交易市场的企业主体作为研究对象,科学识别并评估碳交易市场是否存在创新激励效应、是否有助于推动企业加大研发投入力度、能否促使企业实现技术升级和生产率提升,这对于建立健全绿色高质量发展的体制机制具有重要启示,也能够为加快推进全国统一碳交易市场建设步伐提供科学借鉴。

二、文献述评

碳排放权交易作为一种市场型的环境规制手段,通过明晰和界定企业排放二氧化碳的权利,将企业碳排放引起的外部成本内部化,同时,通过碳排放权配额在企业间的自发交易实现总排放量在企业之间的优化配置,最终实现社会减排成本最小化的目标^[2]。国内外学者围绕碳市场制度对中国碳交易的市场建设、政策效果进行了研究^[3-5]。

在市场建设方面,傅京燕等(2017)在碳市场制度设计中选取了国家核证自愿减排量(C CER)抵消机制、参与主体范围以及配额发放量三个要素,对其如何影响碳市场流动性进行机制分析^[5]。王文举和陈真玲(2019)从碳配额的定价与分配出发,研究兼顾公平和效率的最优碳配额分配方案^[6]。在此基础上,范庆泉等(2021)关注到中国碳交易由区域分离市场向全国统一市场的转变,根据碳排放成本和碳要素报酬间的辩证关系,给出了区域间碳排放再分配的可行方案^[1]。

在政策效果方面,大部分学者指出,碳交易政策可以通过技术创新、优化资源配置等途径推动企业减少碳排放,并提高企业创新和产出水平,此时碳交易制度发挥了激励效应^[7-12]。但也有学者发现,碳交易政策的存在使减排成本显著增加,进而抑制减排量并削弱企业创新的积极性,此时碳交易政策更多表现为一种约束机制。沈洪涛等(2017)、张等人(2019)发现碳交易政策仅是通过缩减产出规模的方式以达到降低碳排放量的目的,并没有降低企业碳强度,更没有推动企业进行技术创新^[2,13]。已有文献结论不一的一个重要原因在于,这些文献在微观个体样本选择上存在差异。在实证设计中,大多数文献都是采用双重差分法评估碳交易的政策效果。双重差分法运用的关键在于参照组和实验组的选择。在实验组的选择上,张等人(Zhang et al.,2019)、陈等人(Chen et al.,2021)和彭等人(Peng et al.,2022)选择碳市场试点涉及的行业中的所有企业作为实验组^[13-15],陈等人(Chen et al.,2020)、何彦妮(2022)、范丹等(2022)将试点地区的所有企业作为实验组^[9,16-17],这可能会导致研究结果产生估计偏差。胡珺等(2020)将试点地区的试点企业确认为实验组^[7],样本选择更为精细。在参照组的选择上,大多学者粗略地将其确定为全部上市公司中的非试点企业^[7]、非试点地区企业^[17-20]。此外,大部分学者在研究碳交易的政策效应时,仅对碳交易带来的成本或收益进行单独分析,并未深入剖析其微观机制。譬如,王文举和钱新新(2024)认为碳交易带来的成本约束是倒逼企业技术进步的重要机制^[21]。何彦妮(2022)、张扬等(2024)、余典范等(2023)进一步指出碳交易过程给卖方企业带来了收益,而买方企业则需要额外支付成本,碳交易政策激励企业创新主要通过出售剩余配额实现^[16,18,22]。

综上,已有研究对试点碳市场的创新效应进行了深入探讨,但存在待改进之处:一是未能厘清各主体在碳交易市场能够产生创新激励作用的微观机制;二是忽略了碳交易市场机制发挥激励效应的碳约束条件,而忽视这一问题很可能导致样本选择的偏误。企业是创新的主体,也是环境规制政策的直接影响对象。因此,将视角聚焦于微观领域,以理论分析为科学指导,合理选择参照组和实验组样本,客观评估碳交易市场对企业创新行为的政策效果,是本文实证研究的重点内容。基于以上分析,本文尝试将碳交易市场下碳约束的前提条件和发挥激励作用的微观机制置于同一理论框架中,并从理论角度和实证层面探究碳交易市场机制是如何提升企业创新水平的。本文的边际贡献主要体现在两个方面:一是同时考虑碳交易的约束条件和激励机制,从理论层面明确指出碳交易市场激励企业创新行为是有前提条件的,有助于丰富该领域的理论研究视角;二是精细化选择实验组和对照组样本,科学评估碳交易市场对企业创新行为的政策效果,有助于拓宽该领域的实证研究视角。

三、理论分析与研究假设

碳交易制度利用碳排放配额分配,将碳减排目标要求直接分解到企业层面,使企业成为减碳主体,压实企业责任,促使企业在排放决策时考虑成本,激励企业通过提高能效、采用清洁能源或改进工艺等措施减少单位碳排放量,帮助企业树立了“排碳有成本、减碳有收益”的低碳意识。碳交易制度将碳排放配额视为可交易的商品,其市场价值会促使企业改良生产工艺、提升设备性能,控制和减少生产过程中的能源消耗,提高产出能效^[23]。因此,碳交易机制既对企业的碳排放行为施加了约束,又为企业提供了一条通过减排获得经济效益的途径。买卖双方都能够从碳交易中获得利益。对于买方企业而言,由于其减排成本高于市场出售的碳配额价格,企业可以通过购买碳配额的方式获得更多碳排放权,从而能够避免因减排而产生的更大损失,即买方企业通过在交易中避免更多损失而获益。对于卖方企业而言,由于其减排成本低于市场出售的碳配额价格,故企业会选择更多减排,以结余碳排放权进行市场出售,同样能够在交易中受益。值得关注的是,上述经济利益产生的前提是碳约束的设定。具体来看,碳交易机制通过设定碳排放总量上限和配额

分配,对企业碳排放行为进行约束。正是碳排放约束使得买方企业愿意支付低于自身减排成本的价格购买碳排放权;同样,使得卖方企业愿意通过更多减排以节约更多碳排放权,并将节约出来的碳排放权进行出售,获得更高经济收益。由于经济激励效应,买卖双方都愿意且有更多经济资源加大减排技术研发力度、改善生产工艺,以获得碳交易中的更多利益,从而形成良性循环^[24]。这种经济激励和减排约束相结合的方式正是碳交易机制发挥创新激励效应的前提条件。因此,相比于同样受到碳减排约束的企业而言,参与到碳交易中的企业相当于找到了一个疏解碳排放压力的机制,进入一个灵活的交易平台,使得企业可以在碳排放配额的买卖中寻找盈利最高的减排路径,进而实现经济效益和环境效益的双重提升。随着碳交易市场的不断发展和完善,这种良性循环将进一步促进企业在技术创新和资源优化方面的投入,推动整个行业乃至整个经济体的绿色转型,为实现“双碳”目标做出积极贡献。

在交易过程中,碳交易机制为参与交易的买卖双方均能带来增量收益。对于减排成本较低的卖方企业来说,此类企业可以将通过节能减排、优化管理等措施实现的减排量在市场中以盈余配额的形式进行交易,以获得经济收益。据生态环境部统计,在全国碳市场第二个履约周期内,碳配额盈余企业平均每家盈余配额约14万吨,按2023年平均碳价(68元/吨)计,相当于获得952万元经济激励。再比如,京能集团积极推进“双碳”目标,增加科技投资,促进节能减排和效率提升。2021年,该集团在全国碳交易市场出售了1050万吨碳配额,实现了4.5亿元的盈利。这些减排收益不仅弥补了企业前期减排投入,还给予企业创新激励,鼓励企业积极加大技术投入,实现减排增效。而对减排成本较高的买方企业而言,碳交易市场提供的交易平台,使得买方企业能够以较低的成本满足减排要求,缓解企业所面对的碳约束,相比行政命令主导下的碳约束机制,更能促使企业扩大再生产,发挥其生产效率更高的优势。此外,买方企业也可以通过技术升级实现节能减排,减少在碳交易市场中对碳配额的需求。以中国石油天然气集团有限公司(简称“中国石油”)为例,2021年中国石油从全国碳交易市场采购了600余万吨碳排放配额,是率先完成履约任务的国有大型企业之一。在完成基本履约任务后,中国石油各分公司不断深入研发节能降耗技术,通过新技术推广应用、技术改造及管理创新等多项举措,根据《2023年中国碳市场年报》,2022年中国石油国内单位油气产量温室气体排放量同比下降了4%,为公司节约了大量资金。综上所述,碳交易机制具有约束与激励的双重功能,使得交易双方都有增量利益激励,这种激励作用有效激发了企业创新动力,促进企业加大技术创新力度、提升生产效率。因此,本文提出以下假设。

假设 H1:碳交易市场能够对企业创新行为产生激励作用。

基于前文分析可知,碳交易市场的参与主体能够从市场中获得经济激励。买方企业通过碳交易市场购入碳配额满足监管要求,有助于缓解企业所面对的碳约束,规避因碳排放超标而面临的罚款或其他法律风险,同时也有助于企业避免由于自身减排而产生更大的损失,缓解资金约束,使其能够将资金用于技术创新和提高生产效率,从而在市场中持续发挥比较优势。卖方企业则通过资源配置或技术改造降低碳排放量,出售多余碳配额,获得额外收益,这种额外收益的增加既激发了卖方企业的创新活力,也有助于缓解企业资金约束。因此,碳交易市场为买卖双方提供了经济激励与资金支持,缓解了企业的资金约束,有利于促进企业增加研发资金、科技人员等创新要素投入,进而推动技术创新和低碳发展。因此,本文提出以下假设。

假设 H2:碳交易政策能够缓解企业的融资约束,有助于企业加大研发资金和科技人员投入,进而提高企业的创新水平。

碳交易市场的活跃本身就意味着交易数量多和金额大,双方获得的收益也就更大,可以更大程度上推

动企业技术创新。碳市场的流动性可以体现碳市场交易规模、交易价格及活跃度情况。如果碳市场流动性较低,则难以发挥政策应有功能。涂正革和谌仁俊(2015)认为正是市场运转低效导致排污权交易机制难以在中国实现波特效应^[25]。一般而言,碳市场流动性的提高意味着企业在碳市场上的交易成本降低,交易效率提高。这使得企业更愿意参与市场交易,通过买卖碳排放权来实现效益最大化。在高流动性的市场中,企业能够更容易地将技术创新成果转化为实际减排成效,以获得经济收益。当碳市场流动性较高时,企业通过技术创新获得减排收益的空间更大,碳排放权交易机制对企业创新的推动作用会更加明显^[7]。因此,本文提出以下假设。

假设 H3:碳市场的活跃程度越高,碳交易政策产生的创新效应越大。

碳交易市场在整体上能够激励企业技术创新,但是在不同特征企业中很可能存在异质性影响。一方面,从企业自身的创新基础来看,创新能力强的企业通常拥有先进的技术和专业知识,能够迅速识别市场导向,开发出新的产品或改进现有产品。因此,相对于创新能力较弱的企业,创新能力强的企业面对碳交易政策时能够更快地响应碳市场激励,通过技术革新减少碳排放,进而在碳交易市场中占据优势地位。另一方面,从企业所属碳市场来看,试点地区经过多年的试验,法律法规较为完善,而且已经积攒了丰富经验。具体来说,在覆盖范围上,相比于全国碳市场,试点地区的地方碳市场覆盖了更多的行业和企业,如电力、钢铁、水泥等 20 多个行业。各行业间边际减排成本差异更大,买卖双方的交易空间更大,双方受益的额度也就更大。在实际实施过程中,地方碳市场能够根据自身的产业结构、排放特征、减排目标等情况自主规定交易覆盖的温室气体种类和行业范围、制定重点排放单位的确定条件以及年度碳排放配额总量和分配方案。此外,地方碳市场还可以根据自身特点和政策要求,制定交易品种、参与主体、履约周期、抵消机制等更为灵活的交易规则。由此可见,完善的制度体系、灵活的交易机制、活跃的交易市场使得试点地区企业在碳交易市场中具有更强的创新动力。所以,在试点地区管控的企业可以受到更强的激励约束,更能从碳交易市场中获得减排收益。因此,本文提出以下假设。

假设 H4:当企业创新能力较强或属于地方试点碳交易市场时,碳交易政策产生的创新效应更大。

四、碳交易市场机制对企业创新行为影响的实证研究

本文从微观企业主体入手,通过手工方式搜集并汇总了被纳入碳交易市场的企业名单,并将其与上市公司匹配,试图探究碳交易政策对企业创新行为的激励作用。

(一) 变量选取与数据说明

1. 变量选取

被解释变量:本文以公司创新水平作为被解释变量,参照已有文献^[7,26-27],采用公司新增的专利数量(*patent*)进行刻画,企业的专利数量越多,表明企业的创新水平越高。具体而言,使用的是上市公司专利数据的对数形式。进一步,为提高结果的稳健性,本文选择来自不同数据口径的上市公司专利授权量(*patentaut*)、绿色发明专利授权量(*green*)作为替代指标。

解释变量:本文使用政策效应变量 $treat \times post$ 作为解释变量。基于理论分析可知,碳减排约束是实施碳交易的前提条件,缺少这一前提条件,企业自愿参与碳交易的动机将不复存在,也就不存在碳交易的市场激励效应。因此,本文对照组选择对应着受到碳减排约束但未被纳入碳交易市场中的企业、实验组选择对应着被纳入到碳交易市场中的企业。此外,碳交易机制是缓解既定碳减排约束下企业融资约束的重要机制,

实验组企业之所以可能受到激励,恰是相比同样受到碳减排约束的对照组企业而言的,行政约束下面临减排压力的企业并未找到可以“缓解压力”的“通道”。具体而言,将通过手工方式收集和整理得到的被纳入碳交易市场的上市公司定义为处理组,确保处理组中的样本均为实际参与到碳交易过程中的企业主体,能够真正获得碳交易产生的增量利益,此时变量 *treat* 取值为 1。将环保部门公布的重点排污单位作为参照组,变量 *treat* 取值为 0,这是因为重点排污单位也往往是化石能源消耗的大户,相应地面临碳减排约束的可能性将会更大,对照组的选择相比以往文献也更为清洁。*post* 表示的是年份虚拟变量,公司被纳入碳交易市场后的年份,*post* 取值为 1,在纳入碳交易市场名单前的年份则取值为 0。需要说明的是,由于不同企业被纳入碳交易市场的时间点不同,所以每个公司 *post* 取值为 1 的起始点并不相同。

控制变量:参考已有相关文献^[28-31],本文选择企业规模(*asset*)、公司年龄(*birthys*)、总资产收益率(*roa*)、资产负债率(*rleve*)、固定资产投资(*fix*)、经营净现金流(*ocf*)、股权性质(*soe*)、董事长兼任情况(*dual*)、董事会规模(*board*)、创新补贴(*rdsb*)作为控制变量。

机制变量:基于前文理论假设,本文的机制变量分别为企业融资约束(*kz*)、研发投入强度(*rdpercent*)、研发人员占比(*rdpeocent*)、碳市场流动性(*liqum*)。

2. 数据来源

2013—2021 年被纳入碳交易市场的公司名单来自各地区的发展和改革委员会网站、生态环境部门网站等,共计 24 000 余条。本文将碳交易市场中的企业名单与深圳希施玛数据科技有限公司 CSMAR 中国经济金融研究数据库的上市公司名单相匹配,又将其与 CSMAR 公布的碳市场重点排污单位进行对比,最终得到 1 000 余条公司-年份基础数据。作为参照组选择基础的重点排污单位名单是生态环境部公布的,从万得(Wind)数据库中得到后,将 2011—2019 年公布的重点排污单位进行无重复筛选,进而确定一个较为完整的重要排污单位名单。上市公司新增的专利数据来源于同花顺 iFinD 数据库,绿色专利数据来自国家知识产权局专利数据库和世界知识产权组织的国际专利分类绿色清单匹配,专利授权数据来自中国研究数据服务平台(CNRDS)。其他企业层面数据则主要来自 CSMAR。

主要变量的含义和描述性统计结果见表 2^①。

表 2 主要变量的含义和描述性统计结果

变量名称	变量符号	变量含义	样本量	均值	标准差
专利数量	<i>patent</i>	公司每年专利数量的对数形式	8 033	1.723 1	1.305 8
政策变量	<i>treat × post</i>	公司为碳排放管控单位, <i>treat</i> 取 1,否则取 0;公司成为碳排放管控单位后 <i>post</i> 取 1,否则取 0	8 033	0.094 1	0.292 0
总资产收益率	<i>roa</i>	公司净利润/总资产	8 033	0.057 7	0.046 6
资产负债率	<i>rleve</i>	公司总负债/总资产	8 033	0.408 2	0.188 1
企业规模	<i>lnasset</i>	公司总资产的对数形式	8 033	3.854 8	1.204 1
公司年龄	<i>birthys</i>	财务年度减去公司成立年份的对数形式	8 033	2.871 1	0.345 1
固定资产投资	<i>fix</i>	固定资产净额/总资产	8 033	0.258 1	0.141 3

① 政策变量 *treat × post*、总资产收益率、资产负债率、企业规模、公司年龄等控制变量均是基准回归中使用的变量,故表 2 报告的是该口径下的描述性统计结果;专利授权量和绿色专利授权量作为稳健性检验使用的变量,是单独匹配的数据,样本量与前者略有差异。

表2(续)

变量名称	变量符号	变量含义	样本量	均值	标准差
经营净现金流	<i>ocf</i>	经营活动的净现金流/总资产	8 033	0.058 5	0.063 2
股权性质	<i>soe</i>	公司为国企, <i>soe</i> 取1,否则取0	8 033	0.349 3	0.476 0
董事长兼任情况	<i>dual</i>	董事长兼任总经理, <i>dual</i> 取1,否则取0	8 033	0.259 1	0.438 1
董事会规模	<i>board</i>	董事会董事数量的对数形式	8 033	2.140 5	0.183 8
创新补贴	<i>rdsub</i>	公司每年获得政府创新补贴金额的对数形式	8 033	13.037 5	5.947 5
专利授权量	<i>patentaut</i>	公司专利授权量的对数形式	8 927	1.440 1	1.276 9
绿色专利授权量	<i>green</i>	公司绿色发明专利授权量的对数形式	7 938	0.113 8	0.362 2
融资约束	<i>kz</i>	公司所受融资约束程度	7 225	0.866 8	1.727 3
研发强度	<i>rdpercent</i>	研发支出/主营业务收入	8 033	0.019 1	0.014 7
研发人员	<i>rdpeocent</i>	研发人员数量/员工总人数	8 033	0.078 8	0.077 7
碳市场流动性	<i>liqum</i>	碳市场流动性高于年度均值时, <i>liqum</i> 取1,否则取0	1 942	0.329 0	0.470 0

(二) 实证模型构建

2013年正式启动碳交易试点可以视作一项准自然实验。该政策是在一些试点城市“先行先试”,分批次扩大城市和企业范围。为了探究碳交易制度对企业创新行为的影响,参照刘冲等(2022)^[32]的思路,本文选择使用渐进双重差分(staggered differences in differences,渐进DID)方法,通过对比政策前后变动对参与企业(实验组)与非参与企业(对照组)的影响差异,将不随时间变化且不可观察到的混淆因素排除,评估政策的因果促进效应。模型设定如下:

$$patent_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 treat_{it} \times post_{it} + X'_{it} \alpha_2 + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $patent_{it}$ 为被解释变量,表示的是企业新增的专利数量,用来衡量企业创新水平。 $treat_{it} \times post_{it}$ 为本文的政策效应变量。 α_1 是验证碳交易政策能否对企业创新产生影响的关键系数:当 α_1 大于0时,表明碳交易政策对企业创新产出具有积极影响;当 α_1 小于0时,则表示为消极影响。 X'_{it} 为控制变量, μ_i 为时间固定效应, δ_t 为个体固定效应, ε_{it} 为随机误差项。

(三) 实证结果分析

1. 平行趋势检验

双重差分估计量的一致性需要平行趋势检验假设成立,即在政策实施前参照组和实验组的时间趋势是大体一致的^①。以企业正式被纳入碳交易市场范围的时点作为第0期,将早于碳交易政策实施前6年的数据合并到第-6期,将晚于政策实施后6年的数据合并到第6期。此外,参照陈登科(2020)^[33]、卞泽阳等(2021)^[34]的研究,将基准期设定为样本观测的起始期(-6期)。图1是本文的平行趋势检验图,可以发现企业成为试点企业前,实验组和对照组的企业在创新水平上并无显著差异,这说明本文的实验组与控制组在实验前满足平行变动趋势,符合应用双重差分模型的前提条件。在企业正式被纳入碳交易市场范围

① 限于篇幅,本文没有展示处理组和控制组在研究时段内的折线图。

后,企业在加入碳市场的当年,碳交易政策的影响系数为正,政策效果已经显现;在政策实施之后的年份,碳交易政策的影响系数为正,并在总体上呈现上升趋势,表明碳交易政策能够产生提高企业创新水平的政策效应。

2. 基准回归结果分析

表3报告了基准回归结果。实证结果显示, $treat \times post$ 的估计系数为正且通过了显著性检验,这表明碳交易政策增加了企业的专利产出,提升了企业的创新水平。碳交易制度对企业创新行为发挥了激励作用,支持了本文的假设 H1。

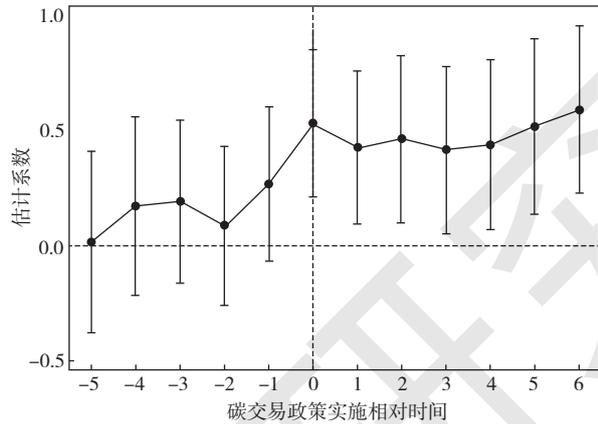


图1 平行趋势检验结果

表3 碳交易政策对企业专利影响的基准回归结果

变量	(1)	(2)
$treat \times post$	0.7036*** (12.0893)	0.3825*** (5.2688)
控制变量	控制	控制
固定效应	未控制	控制
样本量	8033	8033

注:列(1)为仅加入控制变量的估计结果,列(2)在列(1)的基础上加入了时间固定效应、个体固定效应。*、**、***、分别表示在10%、5%和1%的水平下显著,括号内为t值。后表同。

(四) 稳健性检验

1. 安慰剂检验

为了检查实证结果是否受遗漏变量的影响,本文通过随机选取实验组的方式对主要结果进行安慰剂检验。本文的样本共包含1175家上市公司,其中230家为碳排放管控企业。本文从1175家企业中随机选取230家上市公司作为实验组,将其设定为伪处理组,之后采用双重差分对伪处理组的政策效果进行检验。因为伪处理组是随机生成的,所以碳交易政策对企业创新行为理应不会产生显著影响。为避免其他小概率事件干扰安慰剂检验的识别能力,本文将这一过程重复1000次。图2是本文1000次回归的估计系数分布,横轴表示伪处理组估计系数的大小,

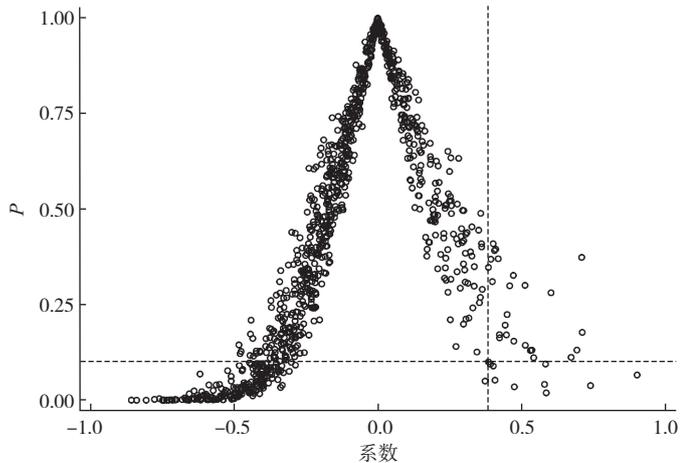


图2 安慰剂检验结果

纵轴表示 P 值,黑色圆点是估计系数对应的 P 值,竖虚线是前文真实实验组的回归系数(0.3825),水平虚线是显著性水平 0.1。从图 2 可以发现,随机生成的处理组的政策效果的估计系数大都偏离真实回归系数,大多数的 P 值都大于 0.1。这表明碳交易政策对企业创新行为的激励作用估计结果并没有因为遗漏变量而存在严重偏误。

2. 替换被解释变量

为了保证回归结果的稳健性,本文进一步考察碳交易政策对来自不同数据口径企业专利授权量的影响,依次使用企业专利授权量和绿色发明专利授权量作为专利数量的替代变量^[30,35-36]。表 4 的回归结果显示,碳交易政策对企业专利的授权数量和绿色发明专利的授权数量影响的估计系数均为正且通过了显著性检验,即提升了企业创新水平,支持了本文的理论假设。

3. 剔除其他政策的影响

为避免碳交易政策在实施过程中受其他政策影响,造成估计结果的偏误,本文主要考虑了三个可能产生影响的政策。第一个可能产生影响的政策是 2018 年正式施行的《中华人民共和国环境保护税法》,即中国正式征收环境保护税。因此,本文剔除 2018 年及以后的样本,仅考虑 2007—2017 年的样本。二是国家发展改革委于 2010 年 7 月 19 日发布的《国家发展改革委关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知》,即低碳城市试点政策。本文在基准回归模型基础上加入低碳试点城市与碳交易试点企业的交乘项 (*carboncity*),以排除低碳试点城市政策的干扰。在低碳试点城市虚拟变量的构造中,将低碳试点省份的所有城市都视为低碳试点城市,如果一个城市有多个政策实施时间,则按照最早时间进行界定^[37]。第三个可能产生影响的政策是研发费用加计扣除政策。参考靳卫东等(2022)^[38]的研究,使用研发费用加计扣除政策负面行业清单以及 2015 年政策改革时点构建研发费用加计扣除政策(*rddec*)行业-年份虚拟变量,将其加入控制变量中,以此剔除研发费用加计扣除政策对本文估计结果的干扰。结果如表 4 所示。可以发现,在控制了三类政策后,碳交易政策的估计系数依然为正且通过了显著性检验,在一定程度上说明碳交易政策能够提升企业的创新水平,支持了本文的理论假设。

4. 倾向得分匹配-双重差分(PSM-DID)

为减轻样本自选择偏差,提高估计结果的精确性,进一步使用 PSM-DID 模型来估计碳交易政策对试点企业创新的影响。在估计过程中,分别采用了近邻匹配(1:1、1:2、1:3 匹配原则)、核匹配方法对实验组和参照组样本进行匹配,尽可能缩小实验组和参照组在碳交易政策实施前的特征差异,然后以满足共同假设的样本为基础,采用双重差分法估计碳交易政策实施对企业创新的影响。实证结果见表 4。可以发现,无论采取何种匹配原则,*treat*×*post* 的估计系数均为正且通过了显著性检验,这表明,碳交易政策对企业创新的影响估计结果较为稳健,潜在样本自选择影响较小。

表 4 稳健性检验回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
<i>treat</i> × <i>post</i>	0.4053***	0.0430*	0.3803***	0.3908***	0.3800***	0.3174*	0.3125**	0.3704***	0.3820***
	(6.7766)	(1.8211)	(3.5209)	(5.0598)	(5.2318)	(1.7661)	(2.2710)	(3.1330)	(5.2619)
<i>carboncity</i>				-0.0372					
				(-0.3129)					

表4(续)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
<i>rddec</i>					0.1851 (1.2849)				
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
样本量	8 927	7 938	4 529	8 033	8 033	1 397	2 032	2 568	8 033

注:列(1)和列(2)的被解释变量分别为专利授权量、绿色发明专利授权数量;列(3)、列(4)和列(5)分别是控制了环境保护税法、低碳城市试点政策和研发费用加计扣除政策的结果;列(6)、列(7)和列(8)的匹配原则分别为1:1、1:2和1:3;列(9)是核匹配的结果。

5. 考虑渐进 DID 异质性处理效应

德谢兹马丹和德奥尔特弗耶(de Chaisemartin & D'Haultfœuille, 2020)研究发现,当处理组样本受到处理的开始时点不同,即采用渐进 DID 识别政策效果时,可能会由于异质性处理效应的存在而产生估计偏误^[39]。在渐进 DID 中,估计系数可视为各受处理样本在每个时间点上的处理效应的加权平均和。尽管权重总和为1,但很可能存在负权重现象。如果负权重的样本过多,极易产生估计偏误,甚至使得估计系数与真实的估计系数符号相反。本文首先参考德谢兹马丹和德奥尔特弗耶(2020)^[39]提出的 `twowayfeweights` 命令,检验负权重的存在情况,发现负权重占比仅为 23.3%,因此认为本文的基准结果是稳健的。此外,本文又参考了德谢兹马丹和德奥尔特弗耶(2023)^[40]提出的 `did_multiplegt` 命令,得到考虑渐进双重差分法处理异质性时的回归结果^[41]。该命令的估计思想和传统 DID 的估计思想类似,但是实验组是仅为政策发生时点前后处理状态发生变化的个体,控制组仅为政策发生时点前后处理状态未发生变化的个体,反映的是由 $t-1$ 期到 t 期的即时处理效应^[32]。同时,本文又参照加德纳(Gardner, 2022)^[41]的研究,使用两阶段双重差分法进行回归。表 5 的结果显示,两种命令的估计系数都为正且通过了显著性检验,这表明实证估计结果是稳健的。

表 5 渐进 DID 异质性处理效应结果

德谢兹马丹和德奥尔特弗耶(2023) ^[39-40] 的方法	0.2691** (1.9486)
加德纳(2022) ^[41] 的方法	1.7453*** (8.4215)

五、机制检验与异质性分析

(一) 机制检验

前文理论假设中提出碳交易政策对企业技术创新的影响可能存在三个传导机制,分别为缓解融资约束、增加研发资金及科技人员投入,而且碳交易市场的流动性也发挥着重要的作用。据此,本文设定如下模型以验证碳交易市场促进企业技术创新的传导链条:

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 treat_{it} \times post_{it} + X'_{it} \beta_2 + \mu_t + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, M_{it} 为机制变量,其余变量含义与模型(1)一致,在此不再赘述。实证检验过程中,主要关注碳交易市场对于机制变量 M_{it} 的影响情况,即关注回归系数 β_1 的情况。此外,对碳交易市场流动性在模型(1)的基础之上进行分组检验,不再单独设定实证模型。

1. 缓解融资约束

基于前文理论分析,在碳交易政策实施过程中,交易双方均从碳交易中获得了增量收益,这有助于缓解企业研发活动的融资约束。参考卡普兰和津加莱斯(Kaplan & Zingales, 1997)^[42]的研究,本文采用 KZ 指数

(kz)来度量企业面临的融资约束,实证检验碳交易的融资约束缓解机制。表6的结果显示,碳交易政策的估计系数为负且通过了显著性检验,表明碳交易政策的实施降低了企业面临的融资约束,支持了本文的假设H2。

2. 增加研发投入

对于企业来说,进行创新活动需要投入大量的研发人员和科研资金。因此,本文从企业创新投入的投入要素入手,分析碳交易政策的作用机制。分别使用研发资金投入($rdpercent$)、研发人员数量($rdpeocent$)作为被解释变量,考察碳交易政策对这两个指标的影响。表6的结果显示该试点政策能够提高实验组企业的研发资金和科技人员投入,支持了本文的假设H2。

3. 碳市场流动性

中国碳排放权交易机制推动企业技术创新以实现创新效应,在很大程度上还依赖于碳市场的流动性。不同碳市场流动性下,企业从碳市场中获得增量利益的空间不同。参照胡珺等(2020)^[7]的研究,本文构建了各个碳市场的流动性指标,并按照年度均值将样本分为高流动性碳市场和低流动性碳市场两组,估计结果见表6,可以发现只有在高流动性碳市场中,碳交易政策才能发挥促进企业创新的激励效应。这也意味着,要实现碳交易政策的创新效应,提高交易市场的流动性是关键举措。在碳约束目标下,更加活跃的交易才能显现更大的边际减排成本的差异,匹配更多的交易对数,使得买卖双方获得更多利益,也会进一步激发双方的创新动力,支持了本文的假设3。

综合上述作用机制分析,可以发现碳交易政策通过约束与激励机制缓解了企业的融资约束,有助于企业加大研发资金和科技人员投入,进而提高企业的创新水平,碳市场的流动性在碳交易政策发挥创新效应过程中发挥着重要的调节作用,形成了一个较为完整的影响机制逻辑链条。

表6 机制检验回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$treat \times post$	-0.131 0*	0.001 9***	0.007 3*	-0.127 9	0.429 0**
	(-1.833 8)	(3.161 1)	(1.932 3)	(-0.808 9)	(2.044 5)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
样本量	7 225	8 033	8 033	1 303	639

注:列(1)—列(5)分别为 kz 、 $rdpercent$ 、 $rdpeocent$ 、低流动性市场和高流动性市场样本的回归结果。

(二) 异质性分析

1. 创新能力差异

企业创新能力强弱不同,受政府政策的影响也会有所差异。创新能力弱的企业会受到资金、技术、人才等创新资源的限制,创新风险较高,预期收益具有较大不确定性;而创新能力强的企业创新风险较低,此时企业创新活动的预期收益额也较高,能够更加迅速地适应碳交易市场机制。因此,相对于创新能力弱的企业,碳交易政策对原始创新能力较强的企业的作用可能更为明显。为此,本文用碳交易政策实施前一年企业专利数量衡量企业原始创新能力^[36],并按照中位数划分企业创新能力强弱,然后进行分组检验,进一步探究碳交易政策是否会对创新能力不同的企业产生异质性影响。回归结果如表7所示,从显

著性水平来看,碳交易政策促进了不同创新能力企业的专利申请数量的增加;从估计系数来看,碳交易政策对高创新能力企业的影响更大。似无相关检验也证明创新能力强弱分组的回归系数之间确实存在显著差异。

2. 不同碳市场类型下碳交易政策对企业创新的影响

本文的试点企业样本不仅包含八大碳试点地区的企业,也包含全国碳市场中的企业。试点地区碳市场和全国碳市场在覆盖行业范围和排放门槛上不尽相同,可能会使结果产生偏差。因此,本文将企业样本按照所处市场类型进一步拆分为试点地区管控企业和全国碳市场管控企业,分别评估碳交易市场机制对两类实验组企业创新行为的影响,以识别企业所处碳市场的不同是否会对前文的分析结果产生异质性影响。需要说明的是,也有少量企业既处于试点地区管控范围,又被纳入了全国碳市场,由于这些企业在较早年份已经被纳入试点地区管控中,所以将其归为试点地区的企业样本。表7的结果显示,无论是对试点地区的管控企业还是对全国碳市场中的管控企业,碳交易政策对企业的创新行为均产生了激励效应。但似无相关检验结果证明不同碳市场类型下的系数之间存在显著差异。从估计系数来看,碳交易政策对试点地区的企业影响更大,这可能是因为经过多年的探索和实践,试点地区企业已经逐渐适应了碳市场的激励与约束机制,更容易利用碳交易机制获得创新的激励。通过以上两类异质性检验,本文的假设 H4 得以验证。

表 7 异质性分析回归结果

变量	创新能力		碳市场类型	
	强创新能力企业	弱创新能力企业	试点地区	全国碳市场
<i>treat</i> × <i>post</i>	0.650 8*** (4.883 0)	0.243 3*** (2.854 1)	0.637 9*** (3.978 7)	0.321 4*** (3.963 9)
控制变量	控制	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制	控制
样本量	2 198	5 835	7 330	7 980
似无相关检验	5.98**		2.97**	

六、结论及建议

本文的研究结果表明:第一,碳交易市场机制能够实现交易双方的利益改进,交易双方均可以分享碳市场产生的“增量蛋糕”,有助于各主体降低研发投入的融资成本,进而激发企业的技术创新动力;第二,碳交易市场对企业创新行为具有积极影响;第三,碳交易市场的激励效应是通过缓解企业融资约束,促使企业加大研发资金、科技人员投入力度,来实现技术水平提升的,碳市场流动性越高,这种效果越明显。

基于以上研究结论,本文对加速推进全国统一碳交易市场建设步伐提出如下建议:

第一,政府要加速推进全国统一碳交易市场建设步伐,不断完善碳交易制度要素和支撑体系,为推动各主体间碳要素的自由流动提供市场平台。具体而言,政府要加速碳排放权交易管理立法进程,建立碳排放权交易管理的基本制度,明确碳排放权交易覆盖的种类和行业范围等,使覆盖范围更广、交易方式更灵活、交易主体更丰富、交易运行更规范,也让碳交易市场的有序运行和健康持续发展有法可依,最终降低交易成

本,实现碳资源的市场优化配置。

第二,政府应给予创新企业必要的优惠与激励。碳约束是推动碳交易市场运行的前提条件,也是影响社会边际减排成本的关键。碳交易市场为企业缓解减排压力提供了一个疏导机制,但相关的激励效应也仅是在碳约束条件下产生的“相对收益”。政府要综合运用税收优惠、政府采购、政府补贴等政策工具,保持企业成本稳定,缓解企业研发融资约束,鼓励企业增加研发资金和科技人员投入,提升技术创新水平。还应配套更多的金融支持政策。譬如探索开展碳基金、碳资产质押贷款、碳保险等碳金融服务,协助解决企业创新融资难、融资贵等问题,这也将有助于激发企业的创新动力。

第三,政府应促进市场活跃度、提升碳市场流动性。政府应鼓励各方参与,包括能源供给方、最终使用方、涉及受排放约束的企业等,提高碳市场交易量,促进形成合理的价格发现机制。根据全国碳市场和地方碳市场碳配额供需情况,收紧配额分配预期,扩大碳配额缺口,逐步推行免费分配和有偿分配相结合的方式,倒逼企业参与碳市场交易,提供最基本的流动性。适当鼓励金融机构围绕碳交易开发碳金融产品,通过碳市场交易工具和产品的扩容提升碳排放权交易市场的活跃度,降低交易的波动性。

第四,政府应加强碳排放数据质量与碳配额分配机制建设。碳排放数据的科学核算、碳配额的分配机制,均涉及市场主体参与的公平问题,也是保障碳交易市场机制有序运行的前提。为此,政府要建立准确的碳排放识别机制,完善配额核算与分配原则,严控严查严防碳数据造假,提高碳市场的数据质量,推动碳交易市场的有效运行和健康发展。

参考文献:

- [1] 范庆泉,梁美健,乔元波. 碳排放权要素报酬与区域间再分配机制研究[J]. 财贸经济,2021,42(11):101-115.
- [2] 沈洪涛,黄楠,刘浪. 碳排放权交易的微观效果及机制研究[J]. 厦门大学学报(哲学社会科学版),2017(1):13-22.
- [3] JOTZO F, LÖSCHEL A. Emissions trading in China: emerging experiences and international lessons[J]. Energy Policy, 2014, 75: 3-8.
- [4] ZHANG D, KARPLUS V J, CASSISA C, et al. Emissions trading in China: progress and prospects[J]. Energy Policy, 2014, 75: 9-16.
- [5] 傅京燕,章扬帆,谢子雄. 制度设计影响了碳市场流动性吗——基于中国试点地区的研究[J]. 财贸经济,2017,38(8):129-143.
- [6] 王文举,陈真玲. 中国省级区域初始碳配额分配方案研究——基于责任与目标、公平与效率的视角[J]. 管理世界,2019,35(3):81-98.
- [7] 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.
- [8] 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,2023,58(4):77-94.
- [9] CHEN S, SHI A N, WANG X. Carbon emission curbing effects and influencing mechanisms of China's emission trading scheme: the mediating roles of technique effect, composition effect and allocation effect[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 264: 121700.
- [10] 任晓松,马茜,刘宇佳,等. 碳交易政策对工业碳生产率的影响及传导机制[J]. 中国环境科学,2021,41(11):5427-5437.
- [11] 宋德勇,朱文博,王班班. 中国碳交易试点覆盖企业的微观实证:碳排放权交易、配额分配方法与企业绿色创新[J]. 中国人口·资源与环境,2021,31(1):37-47.
- [12] 谭静,张建华. 碳交易机制倒逼产业结构升级了吗? ——基于合成控制法的分析[J]. 经济与管理研究,2018,39(12):104-119.
- [13] ZHANG H J, DUAN M S, DENG Z. Have China's pilot emissions trading schemes promoted carbon emission reductions? —The evidence from industrial sub-sectors at the provincial level[J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 234: 912-924.
- [14] CHEN Z F, ZHANG X, CHEN F L. Do carbon emission trading schemes stimulate green innovation in enterprises? Evidence from China[J].

- Technological Forecasting and Social Change, 2021, 168: 120744.
- [15] PENG H R, CUI J B, ZHANG X L. Does China emission trading scheme reduce marginal abatement cost? A perspective of allowance allocation alternatives[J]. *Sustainable Production and Consumption*, 2022, 32: 690-699.
- [16] 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, 32(7): 37-48.
- [17] 范丹, 付嘉为, 王维国. 碳排放权交易如何影响企业全要素生产率? [J]. *系统工程理论与实践*, 2022, 42(3): 591-603.
- [18] 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, 27(3): 129-140.
- [19] JIA L J, ZHANG X, WANG X N, et al. Impact of carbon emission trading system on green technology innovation of energy enterprises in China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2024, 360: 121229.
- [20] 姚星, 陈灵杉, 张永忠. 碳交易机制与企业绿色创新: 基于三重差分模型[J]. *科研管理*, 2022, 43(6): 43-52.
- [21] 王文举, 钱新新. 试点碳排放权交易市场对中国工业低碳转型的作用机制研究[J]. *经济与管理研究*, 2024, 45(1): 16-34.
- [22] 余典范, 蒋耀辉, 张昭文. 中国碳排放权交易试点政策的创新溢出效应——基于生产网络的视角[J]. *数量经济技术经济研究*, 2023, 40(3): 28-49.
- [23] 李荣华, 杜昊. “双碳”目标下碳排放权交易试点的减排效应与区域差异[J]. *经济与管理研究*, 2023, 44(11): 25-44.
- [24] 苑泽明, 黄灿, 刘甲. 碳排放权交易对企业高质量发展的溢出效应——来自供应链联盟的经验证据[J]. *经济与管理研究*, 2024, 45(8): 58-80.
- [25] 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, 50(7): 160-173.
- [26] 江轩宇. 政府放权与国有企业创新——基于地方国企金字塔结构视角的研究[J]. *管理世界*, 2016(9): 120-135.
- [27] 王永钦, 李蔚, 戴芸. 僵尸企业如何影响了企业创新? ——来自中国工业企业的证据[J]. *经济研究*, 2018, 53(11): 99-114.
- [28] 王刚刚, 谢富纪, 贾友. R&D 补贴政策激励机制的重新审视——基于外部融资激励机制的考察[J]. *中国工业经济*, 2017(2): 60-78.
- [29] 张璇, 刘贝贝, 汪婷, 等. 信贷寻租、融资约束与企业创新[J]. *经济研究*, 2017, 52(5): 161-174.
- [30] 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, 53(12): 129-143.
- [31] 何晴, 刘净然, 范庆泉. 企业研发风险与补贴政策优化研究[J]. *经济研究*, 2022, 57(5): 192-208.
- [32] 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, 39(9): 177-204.
- [33] 陈登科. 贸易壁垒下降与环境污染改善——来自中国企业污染数据的新证据[J]. *经济研究*, 2020, 55(12): 98-114.
- [34] 卞泽阳, 李志远, 徐铭遥. 开发区政策、供应链参与和企业融资约束[J]. *经济研究*, 2021, 56(10): 88-104.
- [35] 李青原, 肖泽华. 异质性环境规制工具与企业绿色创新激励——来自上市企业绿色专利的证据[J]. *经济研究*, 2020, 55(9): 192-208.
- [36] 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.
- [37] 王锋, 葛星. 低碳转型冲击就业吗——来自低碳城市试点的经验证据[J]. *中国工业经济*, 2022(5): 81-99.
- [38] 靳卫东, 任西振, 何丽. 研发费用加计扣除政策的创新激励效应[J]. *上海财经大学学报*, 2022, 24(2): 108-121.
- [39] DECHAISEMARTIN C, D'HAULTFŒUILLE X. Two-way fixed effects estimators with heterogeneous treatment effects[J]. *American Economic Review*, 2020, 110(9): 2964-2996.
- [40] DECHAISEMARTIN C, D'HAULTFŒUILLE X. Two-way fixed effects and differences-in-differences estimators with several treatments[J]. *Journal of Econometrics*, 2023, 236(2): 105480.
- [41] GARDNER J. Two-stage differences in differences[J/OL]. *arXiv*, 2022[2024-07-03]. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.05943>.
- [42] KAPLAN S N, ZINGALES L. Do investment-cash flow sensitivities provide useful measures of financing constraints? [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 1997, 112(1): 169-215.

Impact of Carbon Trading Market on Firm Innovation

FAN Qingquan, GUO Wen

(Capital University of Economics and Business, Beijing 100070)

Abstract: The carbon trading market provides a platform for firms to trade emission allowances and serves as an important policy tool to achieve the “dual carbon” goals. From regional pilots to the establishment of a national carbon trading market, carbon trading attracts an increasing number of enterprises, with continuously growing transaction volumes. Whether carbon trading can improve firm innovation and promote technological upgrading is crucial for the government to strengthen its strategic resolve on the construction of a national carbon trading market.

By clarifying the constraints imposed by the carbon trading market on corporate emissions reduction, this paper identifies the preconditions for incentivizing entities within the carbon trading market, providing scientific support for constructing a reasonable empirical model. Furthermore, by combining manually sorted micro-level data of carbon trading firms and using key emission reduction firms as the control group, the paper evaluates the policy effects of the carbon trading system on firm innovation. Theoretical study indicates that the emission reduction constraints and incentive mechanisms of the carbon trading market reflect the operational mechanism of incentive-based environmental regulation, leading to mutual benefits for both trading parties. The empirical result shows that under the common constraint of carbon emission reduction, the incentive mechanism of carbon trading can motivate both parties to increase their R&D investment. Mechanism analysis reveals that the incentive effect of the carbon trading market is achieved by alleviating corporate financing constraints and encouraging firms to increase R&D investment, thereby enhancing technological levels. The higher the liquidity of the carbon trading market, the more pronounced this effect becomes. The findings explain and verify the micro mechanism of the carbon trading market, providing scientific guidance and practical support for accelerating the building of a national carbon trading market.

This paper has some policy implications for maximizing the emission reduction incentive effects of the carbon trading system. First, the government should improve the elements of the carbon trading system and its supporting framework, providing a market platform to promote the free flow of carbon elements among various entities. Second, as the carbon trading market serves as a channel mechanism to help firms alleviate the pressure of emission reduction, the government should use a combination of policy tools such as tax incentives and subsidies to stabilize firms' costs, alleviate their financing constraints for R&D, encourage increased R&D investment, and enhance technological innovation. Third, the government should encourage the participation of all parties, including energy suppliers, end users, and firms subject to emission constraints, to improve carbon market liquidity. Finally, it is essential to strengthen data security, establish a data quality management mechanism for carbon emissions, and strictly control and investigate any instances of data falsification.

Keywords: carbon trading; carbon emission rights; emission reduction constraint; emission reduction incentive; firm innovation

责任编辑:蒋 琰;姚望春