

我国碳排放权交易市场对企业碳减排的效应与机制研究

邹小燕 毛雪莲

(重庆师范大学 经济与管理学院,重庆 401331)

摘要:碳排放权交易市场是我国政府激励企业碳减排、实现绿色低碳发展的重要环境规制工具。本文基于2008—2021年中国沪深两市A股上市企业的面板数据,从企业视角研究碳排放权交易市场对碳减排的影响及传导机制。研究表明:(1)碳排放权交易市场对企业碳减排有显著的促进作用;(2)在机制检验层面,绿色技术创新和企业碳信息披露在碳排放权交易市场对企业碳减排影响中发挥了中介作用,政府的参与加强了碳排放权交易市场对企业碳减排的促进作用;(3)异质性分析发现:碳排放权交易市场的实施对非国有企业的碳减排效果强于国有企业,相比于非高耗能行业,碳排放权交易市场的实施对促进高耗能行业碳减排效果更加明显。本文不仅为全国碳排放权交易市场建设提供理论参考,也为促进企业绿色低碳转型、推进碳达峰碳中和提供了政策智力支撑。

关键词:碳排放权交易市场;碳减排;绿色技术创新;碳信息披露;政府参与

中图分类号:F279

文献标识码:A

文章编号:1673-0429(2024)02-0070-13

doi:10.19742/j.cnki.50-1164/C.240207

一、引言

全球变暖导致的极端天气事件增加、海平面上升、生态系统受损等问题,正在严重威胁着人类未来的生存与发展,而二氧化碳被认为是加剧温室效应的主要因素。企业作为温室气体的主要产生者,不仅是碳减排和碳排放权交易市场的关键参与者,还是推动低碳经济转型的关键执行者。碳排放权交易市场作为环境规制的政策工具之一,是引导企业践行绿色低碳发展模式的重要手段。自2011年以来,我国已有7个省市被选为碳排放权交易试点,分别为北京市、上海市、天津市、重庆市、湖北省、广东省及深圳市,并在2013—2014年,试点地区逐步建立碳排放权交易市场,公布了参与碳排放交易的企业名单,进一步引导和规范企业生产经营行为,促进其向绿色低碳发展模式转型。2021年,全国碳排放权交易市场进行试运行,初期市场仅涵盖电力行业,后续将逐步扩展到其他行业,并最终实现覆盖全国的目标。2024年1月5日,国务院下发的《碳排放权交易管理暂行条例》更加明确地规范了碳排放权交易及相关活动,加强了对温室气体排放的控制,积极稳妥推进碳达峰、碳中和及生态文明建设。为了碳排放权交

收稿日期:2023-11-15

作者简介:邹小燕(1979—),女,四川资阳人,管理学博士,重庆师范大学经济与管理学院教授,硕士研究生导师,主要研究方向:能源经济。

易市场的健康发展以及政府制定更有效的政策,深入剖析碳排放权交易市场对企业碳减排的影响及其影响路径均有重要意义。

目前,学界在碳排放权交易市场对碳减排的影响方面的研究取得了较大进展,其主要集中在宏观领域视角上。学者们主要从行业^[1-2]、地级市^[3-4]、省级^[5-7]以及国际层面^[8-9]评估了碳排放权交易市场对碳排放量、碳排放强度的影响。大部分学者认为碳排放权交易市场有益于碳减排,少部分学者则对此持怀疑态度,认为碳排放权交易市场对碳减排几乎没有明显影响。在微观企业层面,研究成果略显薄弱,并且学术界对碳排放权交易市场影响企业碳减排的路径主要是从技术创新方面展开研究,如方兰和汤鹤延^[10]、潘敏和王晨^[11]及张婕等^[12]研究发现,碳排放权交易市场在减少企业碳排放量、碳排放强度方面有显著作用。遗憾的是,现有文献少有将企业碳信息披露和政府参与纳入碳排放权交易市场影响企业碳减排的分析框架。因此,本文将绿色技术创新、企业碳信息披露、政府参与纳入碳排放权交易市场影响企业碳减排的分析框架,并探讨绿色技术创新、企业碳信息披露在上述影响中的中介作用,以及政府参与在上述影响中的调节作用。

本文可能的边际贡献主要体现在以下两个方面:1. 研究视角的创新。现有涉及碳排放权交易市场对碳减排影响的文献主要集中在宏观领域,例如,行业、地级市、省级以及国际层面等,鲜有从企业层面出发进行研究。本文使用多期双重差分模型,从微观企业层面研究碳排放权交易市场对碳减排的影响,弥补现有研究在微观层面的不足。2. 作用机制的创新。以往研究主要从技术创新方面探讨了碳排放权交易市场对企业碳减排的路径,但普遍缺乏对企业碳信息披露和政府参与的关注。本文将绿色技术创新、企业碳信息披露、政府参与纳入碳排放权交易市场影响企业碳减排的分析框架中。分析发现,企业绿色技术创新和企业碳信息披露在碳排放权交易市场对企业碳减排影响中起着中介作用,政府参与在碳排放权交易市场对企业碳减排影响中起着调节作用。

二、理论机理与研究假设

本部分拟从理论上分析碳排放权交易市场对企业碳减排影响,理论分析框架如图 1 所示。首先,探讨碳排放权交易市场对企业碳减排的直接影响,然后从企业绿色技术创新、企业碳信息披露和政府参与三个方面阐述碳排放权交易市场对企业碳减排的传导机制。

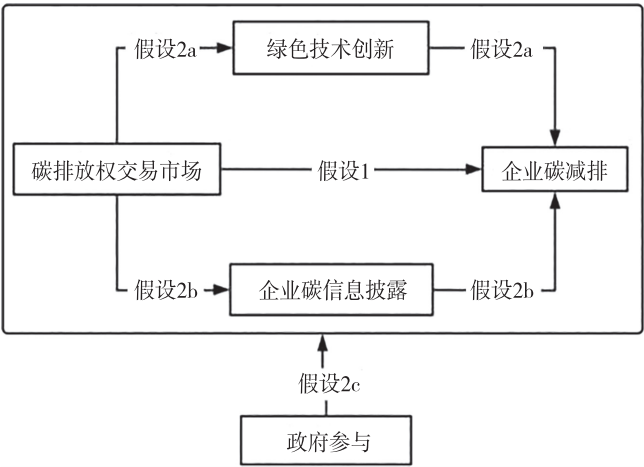


图 1 理论分析框架

(一) 碳排放权交易市场对企业碳减排的直接影响

企业的最终目标是追求利润最大化,企业的利润为企业的销售收入 F 减去生产成本 C_s ,再减去碳

减排成本 C 。企业可以采取两种方式完成减排目标,一是自身减排,二是从碳排放权交易市场购买排放权,企业需要在这两种方式间寻求平衡,以实现最大化的利润。企业利润函数如下:

$$\max \pi = F - C_s - C \quad (1)$$

其中,销售收入 F 是产量 Q 和销售价格 P_s 的函数; C_s 是生产产量 Q 和单位生产成本 P_c 的函数;碳减排成本 $C = C_g + C_t + f$, C_g 是企业生产过程中的碳减排成本、 C_t 是在碳排放权交易市场中购买碳配额的支出的成本、 f 是进入碳排放权交易所需支付的固定成本。

参考吴立波等^[13]研究成果,将生产过程中的边际减排成本曲线定义为线性,即边际减排成本 $MC_g = km$,其中 k 为碳减排成本的系数。当企业的减排量为 m 时,企业生产过程中总减排成本为 $C_g = 1/2 km^2$ 。参考吴茵茵等^[14]研究中有关碳排放权交易市场约束企业碳排放行为的假设,企业在碳排放权交易市场中购买碳配额的支出的成本 $C_t = p_t [\mu(n-m) - T]$,其中 p_t 为碳价、 μ 为碳排放权交易市场运行效率、 n 为自然碳排放量(即生产过程中未考虑碳减排时的排放量)、 m 为碳减排量、 T 为企业碳配额。将企业生产过程中总减排成本以及企业在碳排放权交易市场中购买碳配额的支出的成本带入企业利润函数,可得:

$$\max \pi = Qp_s - Qp_c - \{1/2 km^2 + p_t [\mu(\gamma Q - m) - T] + f\} \quad (2)$$

利润最大化求解:

$$\frac{\partial \pi}{\partial m} = -(km - up_t) = 0 \quad (3)$$

可得,企业碳减排量 m 与碳排放权交易市场运行效率 u 的关系为:

$$m = \frac{up_t}{k} \quad (4)$$

其中, k 和 p_t 均为正,可得出一般性结论,企业碳减排量随着碳排放权交易市场运行效率的提高而增加,碳排放权交易市场越完善则越能促进企业碳减排。在碳排放权交易市场中,企业可以买入或出售碳排放权,根据自身的碳排放情况进行相应的交易。如果企业的碳排放低于其分配的配额,它可以出售多余的碳排放权以获取收益;而如果企业的碳排放超过其分配的配额,它需要购买额外的碳排放权来弥补差额。这种交易机制为企业提供了经济激励和灵活性,促使其更加积极地进行碳减排。基于此,本文提出如下假设:

假设 1:碳排放权交易市场能够促进企业进行碳减排。

(二) 中介效应

与现有文献相比,本文在选择中介变量方面突出了绿色技术创新和企业碳信息披露的重要性。绿色技术创新可以促进企业碳减排并提高其竞争力。企业碳信息披露则可以提高企业碳排放信息的透明度,促进碳排放权交易市场的有效运作和监督。通过研究这两个中介变量,可以更深入地了解碳排放权交易市场对企业碳减排的传导机制,为政策制定提供理论支持。

1. 绿色技术创新的中介效应

波特假说认为,环境规制可以激励企业创新。碳排放权交易市场作为一种环境规制工具,可以促使企业加大绿色技术创新投入,以降低碳排放成本。通过交易市场的机制,企业会寻求更环保的生产方式,从而推动绿色技术的发展和运用。绿色技术创新水平的上升可以促进企业能源使用效率提高,减少对化石燃料等高碳能源的依赖,降低碳排放量。同时在生产后采用更加节能环保的生产工艺和设备,应用碳捕捉与储存技术,将二氧化碳等温室气体从排放源中捕捉并储存起来,以减少大气中的碳排放^[15]。绿色技术创新方面的水平提高不仅可以减少能源消耗,还可以减少二氧化碳等温室气体的排放,实现环境与经济的双重效益。据此,本文提出如下假设:

假设 2a:碳排放权交易市场能够通过绿色技术创新促进企业进行碳减排。

2. 企业碳信息披露的中介效应

碳排放权交易市场要求企业准确披露自身的碳排放数据并建立完善的碳排放信息披露制度。同时,碳排放权交易市场的监管机构会对企业的碳信息披露进行审核,对不符合要求的企业进行惩罚,强化企业自我监督和碳信息披露的自觉性,激励企业主动披露真实、准确的碳排放数据,避免信息篡改或虚假披露的行为。企业面临惩罚的风险,会更加重视碳信息披露质量,提高自身的管理水平和社会责任感。高质量的碳信息披露可以促使企业更加认识到其碳排放状况,从而激励其采取更加积极的减排措施^[16]。通过公开透明的碳数据,企业可以更好地监测和评估其碳排放情况,进而制定更为有效的碳减排策略,实现碳排放的降低和控制。据此,本文提出如下假设:

假设 2b:碳排放权交易市场能够通过企业碳信息披露促进企业进行碳减排。

(三) 调节效应

我国碳排放权交易市场在发展初期阶段面临多方面的问题,包括交易制度不完善、分配不公平以及市场活跃度低等。这些问题可能产生市场波动频繁、交易效率低下等负面影响。政府作为管理者和监管者,可以制定相关法律法规和政策措施,规范碳排放权交易市场的运作,确保市场秩序稳定和公平竞争^[17]。政府参与还可以提高市场的透明度和可预测性,减少信息不对称和市场失灵的风险,从而增强市场的稳定性和可持续性。另外,政府可以通过补贴和奖励机制等经济手段引导企业减少碳排放,激励企业投资于清洁能源和环保技术的研发与应用。因此政府参与可以在一定程度上平衡碳排放权交易市场和企业环境保护需求和利益诉求,实现经济增长和碳减排的双赢局面。据此,本文提出如下假设:

假设 2c:政府参与对碳排放权交易市场有效促进企业进行碳减排有正向调节作用。

三、模型、变量与数据说明

(一) 模型构建

碳排放权交易市场试点在各省市区逐步展开,为准确衡量各碳排放权交易市场时间变化趋势,构建以下多期双重差分模型:

$$CI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DID_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

其中, i 表示企业个体、 t 表示年份。 CI_{it} 为衡量企业的碳排放强度, DID_{it} 相当于传统双重差分的交互项, $\alpha_2 X_{it}$ 为控制变量,本文控制企业固定效应 μ_i 和时间固定效应 λ_t , ε_{it} 为随机干扰项。多期双重差分模型的系数 α_1 代表参与碳排放权交易市场对企业碳减排的影响,如果 α_1 显著为负,则假设 1 成立,说明参与碳排放权交易市场促进企业碳减排。

(二) 变量描述

被解释变量为企业的碳减排效应。借鉴 Chapple 等^[18]和张婕等^[12]的研究,使用企业碳排放强度(Carbon Intensity, CI)作为衡量指标。碳排放强度采用公式(6)和(7)计算得到,其中 co2 折算系数的取值为 2.493,该数值根据厦门节能中心的衡量标准确定。行业主营业务成本和行业能源消耗总量的数据分别来源于《中国统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》。

$$\text{企业碳排放强度} = \text{企业碳排放量} / \text{企业主营业务收入} \quad (6)$$

$$\text{企业碳排放量} = ((\text{行业能源消耗总量} * \text{co2 折算系数}) / \text{行业主营业务成本}) * \text{企业主营业务收入} \quad (7)$$

核心解释变量。本文引入虚拟变量 DID_{it} 作为试点企业参与碳排放权交易市场的度量,当企业 i 在第 t 年参与碳排放权交易市场以后,赋值为 1,其余为 0,该变量等同于传统双重差分法的交互项。

中介变量是绿色技术创新(GTI)和企业碳信息披露(TPL)。参与碳排放权交易市场的企业多为重污染企业,重污染上市企业研发活动和技改创新主要以绿色技术创新为主要方向,参照张云等^[19]的衡量方式,以企业的研发投入与当期营业收入总额的比值作为度量企业绿色技术创新指标。为建立碳信

息含量指标,首先创建一个年报词典,其次在企业 ESG 报告中寻找与这些指标相关的关键词,如战略和目标、碳减排管理、碳减排措施等,并对每种指标的关键词进行词频统计,最后,利用熵值法构建一个综合指标,以反映企业碳信息披露的程度。

调节变量是政府参与(GAM)。本文基于《中国各省市场化指数报告》,采用政府与市场关系自然对数的倒数衡量政府参与。

控制变量。参照张勇等^[20]对控制变量的选取,选取以下控制变量:企业规模(Size)即企业当年期末总资产的自然对数;上市年限(lnage)即企业当年距离在沪深两市 A 股市场首次公开募股的年数;资产负债率(Lev)即企业总负债与总资产的比率;固定资产收益率(Rnfa)为净利润与企业固定资产平均余额的比值;股权结构(Larshare)反映企业前十大股东持股比例;资本密集度(Capint)衡量总资产与营业收入的比值。

(三)数据说明

本文使用的样本为 2008—2021 年中国 A 股上市公司,删除未上市企业、金融类企业、ST 企业、PT 企业以及数据不可得的企业,最终得到 467 家上市公司共 4 618 个样本,其中碳排放权交易市场涉及 88 家上市企业。企业财务数据源于国泰安数据库,并对连续变量进行 1%水平的缩尾,如表 1 所示。

表 1 各变量定义

变量类型	变量名称	标量符号	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	碳排放强度	CI	4 618	0.608	0.669	0.033	2.511
核心解释变量	碳排放权交易市场	DID	4 618	0.151	0.358	0	1
中介变量	绿色技术创新	GTI	3 279	0.244	0.493	0.000	3.330
	碳信息披露	TPL	4 618	0.077	0.090	0	0.738
调节变量	政府参与	GAM	4 618	0.506	0.382	-5.774	7.581
企业层面控制变量	企业规模	Size	4 618	22.89	1.327	19.62	26.60
	上市年限	lnage	4 618	2.516	0.627	0	3.367
	资产负债率	Lev	4 618	0.454	0.191	0.016	2.290
	固定资产收益率	Rnfa	4 618	0.353	0.777	-2.502	18.80
	股权结构	Larshare	4 618	56.78	15.07	8.970	95.29
	资本密集度	Capint	4 618	1.985	1.374	0.140	16.91

四、实证分析

(一)基准回归

为验证碳排放权交易市场对企业碳减排的影响,本文采用多期双重差分模型对公式(5)进行估计。结果见表 2,列(1)为控制企业层面和时间层面的固定效应,但不包含任何控制变量。列(2)在列(1)的基础上加入控制变量的固定效应,并以列(2)作为基准回归结果进行讨论。从回归结果可以看出,核心解释变量系数为负,且通过 1%的显著性水平,说明碳排放权交易市场的实施有效促进了企业碳减排,验证了假设 1。影响系数为-0.071,说明相比于未加入碳排放权交易市场的企业,加入碳排放权交易市场的试点企业的碳排放强度减少约 7.1%,碳排放权交易市场的实施促进了企业碳减排。

表 2 基准回归

变量	(1)	(2)
<i>DID</i>	-0.069 *** (-3.90)	-0.071 *** (-3.95)
控制变量	否	是
企业固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
<i>N</i>	4 618	4 618
<i>R</i> ²	0.881 6	0.883 1

注：***、**、*分别表示在 1%、5%和 10%的下的显著性水平,括号内为估计的 t 值,下同

(二)平行趋势检验

在运用双重差分模型之前,需要进行平行趋势检验。本研究采用事件研究方法验证多期双重差分的平行趋势,并同时探讨碳排放权交易市场冲击的动态效应。具体模型如下所示:

$$CI_{it} = \alpha_0 + \sum_{t=-2}^5 \gamma_t DID_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

其中的变量符号含义与式(5)的符号相同。 γ_t 反映我国碳排放权交易市场实施的第 t 年参与碳排放权交易市场试点企业与未参与碳排放权交易市场试点企业的碳减排差异,如图 2 所示。

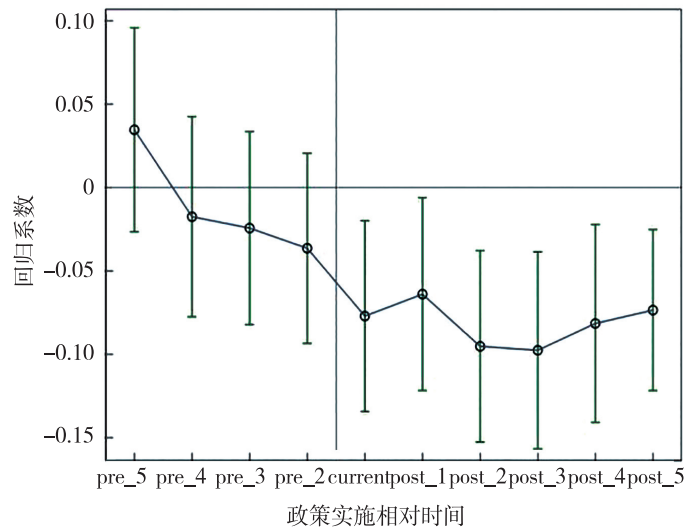


图 2 平行趋势图

平行趋势检验结果如图 2 所示, γ_t 在碳排放权交易市场实施之前 5 年到前 2 年由正值变为负值,对应的置信区间显著穿过 0,均未通过显著性检验,表明碳排放权交易市场在实施之前 5 年到前 2 年,碳减排的变动趋势满足平行趋势检验。此外,图 2 还反映碳排放权交易市场的实施对促进企业碳减排的动态效应, γ_t 在碳排放权交易市场实施之后,均在 90%的水平以上显著为负,其系数分别为-0.077、-0.064、-0.095、-0.098、-0.082、-0.073。说明碳排放权交易市场的实施对促进企业碳减排有良好的效果,在政策设立当年到 5 年能够显著促进企业碳减排,且系数绝对值平稳,说明碳排放权交易市场的实施对促进企业碳减排有持续性效果。

(三) 稳健性检验

1. PSM-DID

前文初步验证碳排放权交易市场的实施对企业碳减排存在显著的促进作用,为使回归结果更具说服力,本文将 88 家试点的上市企业样本作为处理组,其余作为控制组;使用倾向得分匹配法,采用 1 : 3 匹配来进行矫正内生选择偏差问题,匹配后所有变量的标准化偏差均小于 10%,匹配效果较好。然后,基于双重差分方法(DID)对式(5)进行重新估计,结果见表 3 所示。结果发现,基准回归结论依然成立,碳排放权交易市场的实施对企业碳减排仍存在显著的促进作用,说明基准回归具有一定的稳健性。

表 3 PSM-DID 回归结果

变量	(1)	(2)
<i>DID</i>	-0.066 *** (-3.36)	-0.067 *** (-3.43)
控制变量	否	是
企业固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
<i>N</i>	3 156	3 156
<i>R</i> ²	0.887 3	0.889 1

2. 更换被解释变量的衡量方式

本文借鉴王浩等^[21]的研究,以总排放的计算方法:上市公司碳排放=燃烧和逃逸排放+生产过程排放+废弃物排放+土地利用方式转变(森林转为工业用地)导致的排放对被解释变量进行衡量,将碳排放量除以主营业务收入得到碳排放强度,对碳排放强度取对数后进行回归。回归结果如表 4 所示,虚拟变量 *DID_{it}* 的系数估计值为-0.032,且回归系数在 1%的水平上显著为负,说明碳排放权交易市场的实施对企业碳减排起到积极的促进作用。

表 4 更换被解释变量衡量方式回归结果

变量	(1)	(2)
<i>DID</i>	-0.033 *** (-3.92)	-0.032 *** (-3.80)
控制变量	否	是
企业固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
<i>N</i>	4 618	4 618
<i>R</i> ²	0.323 8	0.325 7

3. 安慰剂检验

本文借鉴现有学者的研究设计思路^[22-23],采用非参置换检验的方法进行安慰剂检验,回归系数和对应的 P 值如图 3 所示,在安慰剂检验中回归系数主要分布在 0 的附近,且大部分回归系数与基准回归系数-0.071 有较大的差距。这意味着其他偶然因素导致与基准回归结果相同的概率非常低,因此可以

推断基准回归结果观测到的政策效应很可能不是由其他因素引起的。

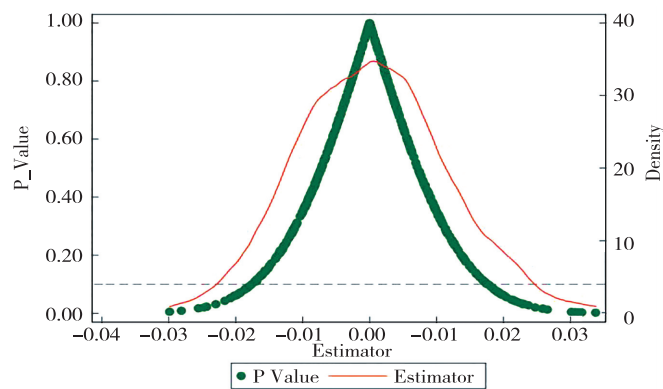


图 3 安慰剂检验

4. 内生性检验

为克服可能存在的内生性问题,本文采用二阶段最小二乘法(2SLS)进行检验。借鉴胡玉凤等^[24]的做法,选取距离样本期有 10 年距离的 1998 年样本所在地区年平均气温作为政策的工具变量,原因如下:碳排放权交易市场有助于减少温室气体排放,进而会影响地区的气温,满足相关性原则;1998 年的样本所在地区年平均气温不会直接对 2008—2021 年企业碳排放量产生影响,满足外生性原则。本文将选取截面工具变量乘以时间趋势项来匹配 2008—2021 年的企业面板数据。如果如表 5 所示。

表 5 内生性检验回归结果

变量	第一阶段	第二阶段
<i>DID</i>		-0.972*** (-10.02)
第一阶段 IV	0.002*** (20.11)	
控制变量	是	是
企业固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
K-P rk LM		318.89
C-D Wald F		453.16
<i>N</i>	4 618	4 618

实证结果如表 5 所示,第一阶段 1998 年样本所在地区年平均气温的回归系数在 1%水平上显著为正,说明核心解释变量和工具变量具有相关性;第二阶段碳排放权交易市场的回归系数仍在 1%水平上显著为负,说明在加入工具变量降低内生性后,碳排放权交易市场依然能够显著促进企业进行碳减排。此外,K-P rk LM 在 0.001 显著水平的统计量为 318.89,C-D Wald F 统计量为 453.16,也就是拒绝了不可识别检验和弱工具变量检验,表明所选工具变量符合内生性检验的要求。

(四) 异质性分析

1. 企业所有制的异质性检验

本文根据企业所有制类型将企业样本划分为非国有企业和国有企业,并对其进行分组回归分析。

回归结果见表6中列(1)和列(2),研究发现,碳排放权交易市场对不同所有制企业的碳减排效果存在差异。相比于国有企业,非国有企业的回归系数的绝对值要高1.065,说明开展碳排放权交易对促进非国有企业碳减排作用更加明显。可能的原因有两方面:一是国有企业一直比较注重碳减排,开展碳排放权交易对国有企业效果不明显。二是开展碳排放权交易对非国有企业的激励机制更明确、竞争压力更大。具体来说,激励机制方面,非国有企业由于相对更加灵活、市场化的运作方式,能够更好地适应碳排放权交易市场的需求,更有动力主动参与到碳减排行动中。在竞争压力方面,非国有企业通常处于更加激烈的市场竞争环境中,面临更大的竞争压力,因此更有动力主动寻求碳减排的机会,以提高自身的竞争力。这些因素不仅有助于实现碳减排目标,也为非国有企业提供了发展和转型的机遇。

表6 异质性回归结果

变量	(1)非国企	(2)国企	(3)高耗能行业	(4)非高耗能行业
<i>DID</i>	-1.114*** (-3.93)	-0.049** (-2.15)	-0.092*** (-4.74)	-0.058** (-2.18)
控制变量	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
<i>N</i>	2 020	2 598	2 151	2 467
<i>R</i> ²	0.840 7	0.904 6	0.953 9	0.745 5

2. 行业的异质性检验

本文将样本划分为高耗能行业和非高耗能行业,并对它们进行异质性检验。划分的依据是2020年2月国家发改委在《关于明确阶段性降低用电成本政策落实相关事项的函》中明确的6个高耗能行业,回归结果见表6中列(3)和列(4)。结果显示,碳排放权交易市场对不同行业企业的碳减排效果存在差异。相比于非高耗能行业,高耗能行业回归系数的绝对值要高0.034,说明碳排放权交易市场的实施对促进高耗能行业碳减排作用更加明显。这可能是因为相比于非高耗能行业,碳排放权交易市场的实施更能激励高耗能企业进行技术创新和优化产业结构等。具体来说,在技术创新方面,相比于非高耗能行业,高耗能行业为了降低碳排放成本,会更积极寻找和采用更加节能环保的技术和能源。在优化产业结构方面,碳排放权交易市场的实施会引导高耗能企业转变产业结构,从传统高碳排放行业向低碳排放行业转型,这种转型会促使资源从高碳排放行业向低碳排放行业的重新配置,从而提高资源配置效率,推动高耗能行业可持续发展。

(五) 机制分析

1. 中介效应

通过本文第二部分的理论分析可知,绿色技术创新和企业碳信息披露在开展碳排放权交易市场促进企业碳减排中起到中介作用。为检验上述结论,参照张婕等^[12]的研究,建立如下回归模型:

$$GTI_{it}/T_{it}L_{it}=\beta_0+\beta_1DID_{it}+\beta_2X_{it}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{it} \quad (9)$$

$$CI_{it}=\eta_0+\eta_1DID_{it}+\eta_2GTI_{it}/T_{it}L_{it}+\eta_3X_{it}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{it} \quad (10)$$

其中,中介变量GTI代表绿色技术创新水平,中介变量TPL代表企业碳信息披露水平。根据判别方法,式(5)表示碳排放权交易市场对企业碳减排直接效应的 α_1 显著是中介效应存在的必要条件。在此基础上,式(9)中碳排放权交易市场的系数 β_1 显著为正,且式(10)中绿色技术创新和企业碳信息披露的系

数 η_2 显著为负,则假设 2a 和假设 2b 成立。

(1)绿色技术创新的中介效应

模型估计结果如表 7 所示。列(1)是绿色技术创新作为被解释变量,碳排放权交易市场作为解释变量,其回归系数为 0.052,在 5%水平显著。这表明开展碳排放权交易市场对促进绿色技术创新具有积极作用。列(3)是在基础回归的基础上加入绿色技术创新的回归结果,碳排放权交易市场的系数为-0.042,在显著水平为 5%。根据判定标准,以上验证中介效应的存在,假设 2a 成立,可以得出绿色技术创新在碳排放权交易市场影响企业碳减排中起着中介作用。进一步分析可知,随着碳排放权价格的波动,企业在决策制定中更多考虑了碳减排的因素,加速绿色技术的研发和应用,推动企业的绿色技术创新和转型。

表 7 中介效应回归结果

变量	(1)GTI	(2)TPL	(3)CI	(4)CI
DID	0.052 *** (2.60)	0.031 *** (7.13)	-0.042 * (-1.67)	-0.067 *** (-3.72)
GTI			-0.042 * (-1.78)	
TPL				-0.117 * (-1.84)
控制变量	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
N	3 279	4 618	3 279	4 618
R ²	0.846 5	0.613 7	0.866 8	0.883 2

(2)碳信息披露的中介效应

模型估计结果如表 7 所示,列(2)是碳信息披露作为被解释变量,碳排放权交易市场作为解释变量,其回归系数为 0.031,在 1%水平显著。这表明碳排放权交易市场的实施对提高企业碳信息披露质量具有积极作用。列(4)是在基础回归的基础上加入碳信息披露的回归结果,碳排放权交易市场的回归系数为-0.067,在显著水平为 1%。根据判定标准,以上验证中介效应的存在,假设 2b 成立,可以得出碳信息披露在碳排放权交易市场影响企业碳减排中发挥中介效应。这可能是因为碳排放权交易市场对企业采取信息公开要求、碳信用评级和市场准入要求等方面的措施,激励企业进行碳信息披露。这些措施帮助提高企业的环境透明度,促进碳减排行动。

2. 政府参与的调节效应

通过本文第二部分的理论分析可知,政府参与在碳排放权交易市场对促进企业进行碳减排中发挥协同作用。为检验上述分析,本文以政府与市场关系的自然对数的倒数作为政府参与的代理变量,借鉴王洪亮等^[25]的做法,将政府参与作为调节变量与 DID 变量进行交乘,并构建如下模型:

$$CI_{it} = \alpha + \beta_1 DID_{it} \times GAM_{it} + \beta_2 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

$$CL_{it} = \alpha + \beta_1 DID_{it} \times GAM_{it} + \beta_2 GAM_{it} + \beta_3 DID_{it} + \beta_4 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

回归结果如表 8 所示。列(1)中仅加入调节效应交互项时,交互项系数在 1%的水平上显著为负。列(2)在控制政府参与和 DID 变量基础上,交互项系数仍在 10%的水平上显著为负,假设 2c 成立。回

归结果表明政府参与作为促进企业碳减排的重要外部环境,碳排放权交易市场的实施对促进企业碳减排具有不容忽视的影响。原因在于,政府参与对碳排放权交易市场和企业碳减排起到引导和监管的作用,通过制定政策、管理市场和监督企业,促使企业积极参与碳减排,推动低碳经济的发展。

表 8 调节效应的回归结果

变量	(1)	(2)
<i>DID</i>		0.261 (1.29)
<i>DID</i> × <i>GAM</i>	-0.148 *** (-4.07)	-0.679 * (-1.64)
<i>GAM</i>		0.026 (1.06)
控制变量	是	是
企业固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
<i>N</i>	4 618	4 618
<i>R</i> ²	0.885 4	0.885 5

五、结论与政策建议

本文首先探讨碳排放权交易市场对企业碳减排的直接影响,然后从企业绿色技术创新、企业碳信息披露和政府参与三个方面阐述碳排放权交易市场对企业碳减排的传导机制,并从企业所有制属性和所属行业层面,讨论碳排放权交易市场对企业碳减排的异质性。研究表明:(1)碳排放权交易市场对企业碳减排有显著的促进作用。(2)在机制检验层面,绿色技术创新和企业碳信息披露在碳排放权交易市场对企业碳减排影响中发挥中介作用;政府参与加强了碳排放权交易市场对企业碳减排的促进作用。(3)异质性分析发现:碳排放权交易市场的实施对非国有企业的碳减排效果强于国有企业;相比于非高耗能行业,碳排放权交易市场的实施对促进高耗能行业碳减排效果更加明显。

- 基于上述研究结论,本文得出以下政策启示:
- 第一,坚持绿色发展理念,提升企业创新水平。政府和金融机构应当给予绿色技术创新项目适当的财政和金融支持,鼓励企业加大绿色技术研发投入。同时,要大力培养创新型人才,为绿色技术创新提供人才支撑。只有企业不断提高自主创新能力,才能够研发出更加节能环保的新技术,为碳减排贡献力量。
- 第二,健全碳信息披露制度。强化企业碳排放等环境信息的披露制度,提高信息披露的质量和透明度,为社会各方监督和参与碳减排提供依据。同时,还应当建立健全第三方碳审计机制,确保企业披露信息的真实性和可靠性。
- 第三,碳排放权交易市场的发展要将“市场决定”与“政府参与”相结合,充分发挥政府与市场的相互补充作用。继续坚持市场在碳排放权资源配置中的决定性作用,促进碳排放权交易市场的健康发展;同时,加强政府参与的调节作用,建立完善的监管机制,确保碳减排目标的实现。

第四,实施差异化激励政策。对不同所有制性质的企业采取差异化的激励措施,加大对非国有企业的政策支持力度,促进更多企业参与碳减排行动。对于不同行业的企业,也应当采取差异化的激励措施。对于高耗能行业,可以实施更加严格的碳配额管控;对于非高耗能行业,则可以给予更多的绿色发展支持。

[参 考 文 献]

- [1] 李广明,张维洁. 中国碳交易下的工业碳排放与减排机制研究[J]. 中国人口·资源与环境,2017(10):141-148.
- [2] 王文军,谢鹏程,李崇梅,等. 中国碳排放权交易试点机制的减排有效性评估及影响要素分析[J]. 中国人口·资源与环境,2018(04):26-34.
- [3] 邵帅,徐乐,章绍一. 碳排放权交易能否助力实现“双碳”目标?:来自能源供给侧与消费侧的异质性证据[J]. 兰州大学学报(社会科学版),2022(04):27-40.
- [4] 张晗,孟佑贤. 激励约束视角下中国碳市场的碳减排效应[J]. 资源科学,2022(09):1759-1771.
- [5] 董直庆,王辉. 市场型环境规制政策有效性检验:来自碳排放权交易政策视角的经验证据[J]. 统计研究,2021(10):48-61.
- [6] 成琰文,杨玉婷. 碳排放权交易试点政策的碳减排效应:基于绿色技术创新和能源结构转型的中介效应[J]. 科技管理研究,2023(04):201-210.
- [7] Yi L, Bai N, Yang L, et al. Evaluation on the effectiveness of China's pilot carbon market policy[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 246:119039.
- [8] 张伟伟,祝国平,张佳睿. 国际碳市场减排绩效经验研究[J]. 财经问题研究,2014(12):35-40.
- [9] 郭敏平,张翔,王遥. 基于理论机制与国际实践的全国碳市场建设建议[J]. 环境保护,2022,50(22):25-31.
- [10] 方兰,汤鹤延. 碳排放权交易对企业碳减排的效应:基于中国上市公司数据的准自然实验方法分析[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版),2022(05):14-29.
- [11] 潘敏,王晨. 碳排放权交易试点阶段企业减排效应研究[J]. 经济纵横,2022(10):73-81.
- [12] 张婕,王凯琪,张云. 碳排放权交易机制的减排效果:基于绿色技术创新的中介效应[J]. 软科学,2022(05):102-108.
- [13] 吴力波,钱浩祺,汤维祺. 基于动态边际减排成本模拟的碳排放权交易与碳税选择机制[J]. 经济研究,2014(09):48-61+148.
- [14] 吴茵茵,齐杰,鲜琴,陈建东. 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(08):114-132.
- [15] 赵昕,白雨,丁黎黎. 碳捕捉与封存技术(CCS)商业化运营的融资激励机制[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),2022(01):24-38+120.
- [16] 郭四代,雷高文,苏伟洲,等. 企业碳信息披露的碳减排效应及其作用机制[J]. 中国人口·资源与环境,2023,33(12):51-59.
- [17] Pan X, Pu C, Yuan S, et al. Effect of Chinese pilots carbon emission trading scheme on enterprises' total factor productivity: The moderating role of government participation and carbon trading market efficiency[J]. Journal of Environmental Management, 2022(05):128-152.
- [18] Chapple L, Clarkson M P, Gold L D. The Cost of Carbon: Capital Market Effects of the Proposed Emission Trading Scheme (ETS)[J]. Abacus, 2013(01):1-33.
- [19] 张云,杨凌霄,张紫婷,等. 股权质押、融资约束与企业绿色技术创新[J]. 华东师范大学学报(哲学社会科学版),2022(05):175-187+192.
- [20] Zhang Y, Liu J. Does carbon emissions trading affect the financial performance of high energy-consuming firms in China? [J]. Natural Hazards, 2019(1-2):91-111.
- [21] 王浩,刘敬哲,张丽宏. 碳排放与资产定价:来自中国上市公司的证据[J]. 经济学报,2022(02):28-75.
- [22] Ferrara L E, Chong A, Duryea S. Soap Operas and Fertility: Evidence from Brazil[J]. American Economic Journal: Ap-

plied Economics, 2012(04):1-31.

[23] 王亚飞,刘静. 自由贸易试验区设立对制造业企业韧性的影响机制及其效应研究[J]. 重庆师范大学学报(社会科学版), 2024(01):59-73.

[24] 胡玉凤,丁友强. 碳排放权交易机制能否兼顾企业效益与绿色效率? [J]. 中国人口·资源与环境, 2020(03):56-64.

[25] 王洪亮,颜国强. 自贸区设立缓解了企业的融资约束吗?:基于上市公司的经验证据[J]. 南京审计大学学报, 2023(03):92-101.

Research on the Impact of Carbon Emissions Trading Market on Corporate Carbon Reduction Efforts in China

Zou Xiaoyan Mao Xuelian

(School of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: The carbon emission trading market is an important environmental regulatory tool in China to incentivize enterprises to reduce carbon emissions and achieve green and low-carbon development. Based on panel data of A-share listed companies in the Shanghai and Shenzhen stock markets in China from 2008 to 2021, this article studies the impact and transmission mechanism of the carbon emissions trading market on carbon reduction from the perspective of enterprises. The study shows: (1) The carbon emissions trading market significantly promotes carbon reduction by enterprises. (2) At the level of mechanism testing, enterprise green technology innovation and enterprise carbon information disclosure play intermediary roles in the impact of the carbon emissions trading market on enterprise carbon reduction, and government participation strengthens the promotion of carbon reduction by enterprises through the carbon emissions trading market. (3) Heterogeneity analysis reveals that the implementation of the carbon emissions trading market has a stronger effect on carbon reduction by non-state-owned enterprises than state-owned enterprises; compared to non-high energy-consuming enterprises, the promotion of carbon reduction in high energy-consuming enterprises is more pronounced through the implementation of the carbon emissions trading market. This article not only provides theoretical support for the construction of the national carbon emission trading market, but also offers policy insights for promoting the green and low-carbon transformation of enterprises and advancing carbon peaking and neutrality.

Keywords: carbon emissions trading market; carbon emission reduction; green technology innovation; carbon information disclosure; government participation

[责任编辑:左福生、尹亚华]