

引用格式:任晓松,马茜,刘宇佳,等.碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的影响:基于多重中介效应模型的实证分析[J].资源科学,2020,42(9):1750-1763.[Ren X S, Ma Q, Liu Y J, et al. The impact of carbon trading policy on the economic performance of highly polluting industrial enterprises: Empirical analysis based on multiple mediating effect model[J]. Resources Science, 2020, 42(9): 1750-1763.] DOI: 10.18402/resci.2020.09.10

# 碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的影响 ——基于多重中介效应模型的实证分析

任晓松<sup>1</sup>,马茜<sup>2</sup>,刘宇佳<sup>1</sup>,赵国浩<sup>3</sup>

(1. 山西财经大学管理科学与工程学院,太原 030031;2. 山西财经大学会计学院,太原 030031;3. 山西财经大学工商管理学院,太原 030031)

**摘要:**以中国2011年出台的碳交易政策作为一次天然外生冲击,选取2010—2018年微观企业数据构造准自然实验,分别采用三重差分模型及多重中介效应模型研究该政策对高污染工业企业经济绩效的影响,验证碳交易政策能否实现经济红利及其传导机制。结果发现:①碳交易政策显著提升了高污染工业企业的经济绩效,实现了经济红利。②机制检验表明:碳交易政策可通过低碳补助扶持效应、企业获益激励效应和研发创新动力效应间接影响高污染工业企业经济绩效,其中企业获益激励效应和研发创新动力效应两类机制表现出促进作用,而低碳补助扶持效应呈现出遮掩效果。③异质性分析显示:就总效应而言,碳交易政策对非国有企业和小规模企业经济绩效的提升效果更优;就中介效应而言,碳交易政策对国有企业 and 大规模企业经济绩效的总体中介效应明显,对非国有企业和小规模企业经济绩效只存在部分显著的并行及链式中介效应。本文从微观视角对中国碳市场理论构建了有益补充,为碳交易政策的差异化实施和高污染工业企业减排增效机制设计提供了数据支持和政策建议。

**关键词:**碳交易政策;企业经济绩效;三重差分模型;多重中介效应模型

DOI: 10.18402/resci.2020.09.10

## 1 引言

改革开放以来,依托资源禀赋和劳动力优势,中国经济迅猛发展,国内生产总值已由1978年3678.7亿元飞跃到2018年90万亿元<sup>[1]</sup>。然而,资源密集型的经济发展模式引发了高消耗、高排放和高污染问题。BP世界能源统计年鉴数据显示,2018年中国因能源消耗导致的碳排放增长了2%,是近7年来增速最快的一年<sup>[2]</sup>。同年,将近64.2%的地级及以上城市的环境空气质量严重超标,全年严重污染高达822天次<sup>[3]</sup>。面对2030年绝对碳排放量达到峰值的国际承诺压力和绿色高质量发展的国家战略需求,中国究竟采用何种环境政策以实现“绿水青山就是金山银山”的美好愿景,已成为社会各界关

注的焦点。

2011年,国家发改委印发《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》,正式批准北京、上海、广州等5省2市开展碳排放权交易试点工作。2017年12月,中国启动了全国统一碳市场。理论上,产权明晰的环境政策可将污染负外部性问题内部化,实现资源的有效配置,并可通过技术创新手段提升企业经济绩效<sup>[4,6]</sup>。现实中,碳交易政策能否有效促进高污染工业企业经济绩效,实现经济红利?如果经济红利能够实现,碳交易政策又是通过何种传导机制实现的?不同类型企业经济绩效的反应及传导机制又存在何种差异?这些问题均有待验证。

鉴于此,本文作出如下研究:第一,采用双重差

收稿日期:2020-01-29 修订日期:2020-05-22

基金项目:国家自然科学基金项目(71774105);教育部人文社会科学研究青年基金项目(18YJCZH143);山西省高校哲学社会科学研究项目(2019W064)。

作者简介:任晓松,男,山西运城人,博士,副教授,硕士生导师,研究方向为低碳经济与能源政策。E-mail: renxs@sxufe.edu.cn

2020年9月

分模型验证中国碳交易政策能否提升高污染工业企业经济绩效,并进行一系列稳健性检验保证结果可靠。第二,为排除其他并行政策的影响,利用三重差分模型对碳交易政策的实际经济效果进行干净剥离,并在此基础上引入多重中介效应模型探索碳交易政策实现经济红利的传导路径和异质性影响,试图从微观视角为中国碳市场建设机制补充理论依据,并为碳市场运行提供更多数据支持和政策建议。

## 2 文献回顾与机制解析

### 2.1 文献回顾

目前中国碳交易市场运行还处于“摸着石头过河”的阶段,对于作为碳交易中重要运行主体的高污染工业企业,其经济效果还有待验证。如何能在低碳可持续发展战略下实现高污染工业企业经济增效,对于现行碳交易政策机制的设计和完善有着深刻的理论价值和现实意义。现有碳交易政策的经济红利研究主要从两方面进行:第一,验证碳交易政策与经济增长的基本关系。现有研究大多论证了碳交易政策对经济发展的促进作用。宋晓玲等<sup>[7]</sup>研究发现,七大碳权交易市场中碳交易额能够显著优化地区经济结构。沈洪涛等<sup>[8]</sup>利用科斯定理解析了碳交易政策对企业价值的影响,发现该政策能够显著提高企业短期价值。Feng等<sup>[9]</sup>基于波特假说论证了碳交易机制的经济红利,即长期且持续性的碳交易市场运转可以实现良好的宏观经济增长。第二,研究碳交易政策对经济增长的作用机制。任亚运等<sup>[10]</sup>通过区分碳交易政策的减排效应及绿色发展效应,发现该政策协同SO<sub>2</sub>实现减排功能,并通过技术升级手段促进区间绿色高质量发展。Han等<sup>[11]</sup>从宏观层面解读了中国碳交易政策的作用机制,即研发强度促进了低碳经济转型,而能源结构和产业结构对低碳经济体现出遮掩效果。任胜钢等<sup>[12]</sup>研究发现排污权交易政策可以通过促进技术创新和改善资源配置两条路径提升试点地区上市公司的全要素生产率,且提升效率在滞后两期后逐年增强。

现有文献对碳交易政策与经济增长的关系提供了有益证据,但仍存在以下不足:①对碳交易政策与高污染工业企业经济绩效的关系研究尚不充

分。碳交易政策对宏观经济发展的影响分析已经受到广泛关注,且结论较为一致,但碳交易政策对微观运行主体的作用机理目前缺乏统一的理论框架。本文将低碳补助扶持效应、企业获益激励效应、研发创新动力效应纳入理论框架,分析碳交易政策对企业经济绩效的影响。②评估碳交易政策效果时并未排除其他政策和地区行业特征因素的干扰。现有文献虽对碳交易政策的经济红利作出相关论证,但未排除其他政策带来的干扰,试点期间地区特征及行业因素对碳交易政策评估的影响亦未充分考虑。本文采用三重差分固定效应模型,分析碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的“净”效应。③在碳交易政策提升企业经济绩效的机制研究中缺乏多重中介的深入探索。已有文献把碳交易政策对企业经济绩效的作用归结为单一机制或多个机制的并行影响,忽视了作用机制间的链式传导。本文引入多重中介模型,剖析低碳补助扶持效应、企业获益激励效应和研发创新动力效应的综合作用机制。

### 2.2 机制解析

中国碳交易市场在运营初期除少数电力企业外,碳配额量全部免费发放,且政府为实现减排目标,通常会对试点企业加以福利补贴<sup>[13]</sup>,能够为企业带来更多利润。碳交易市场的严格监管会使碳信息披露更为透明,督促企业的环保技术研发投入<sup>[14]</sup>。企业减排技术投入产生的溢出效应能够缓解多类污染,其协同减排效果能够实现大范围内的经济红利<sup>[10]</sup>。具体机制解析如下:

#### (1) 碳交易政策经济红利的并行中介作用

①碳交易政策可能通过影响低碳补助扶持效应间接影响企业经济绩效。

《关于切实做好全国碳排放权交易市场启动重点工作的通知》要求,各试点地区政府应安排专项资金,与合作方集团企业共同安排经费支持,合力开展碳交易活动。对于实施低碳行为的企业,政府会给予补贴扶持,缓解企业的减排成本压力,激励企业更专注于研发创新活动,促使企业竞争力的提升<sup>[15]</sup>。当企业承担更多政策目标时,政府补贴比例将逐步提升,企业因此获利<sup>[17]</sup>。不过,政府补助有时也存在低效之谜<sup>[18]</sup>。张杰等<sup>[19]</sup>研究发现中国政府创新补贴并未显著影响中小企业的研发水平,反而促

使企业进行投机活动。赵璨等<sup>[13]</sup>认为无论企业的盈利状况如何,都会通过寻租或负向盈余等操纵方式获得财政补贴,不仅弱化了因补贴产生的企业绩效,还导致政府补助的错配与浪费。

②碳交易政策可能通过影响企业获益激励效应间接影响企业经济绩效。

《碳排放权交易管理暂行办法》规定,国务院碳交易主管部门应制定碳配额分配方案,明确各试点省市免费分配的碳配额量及国家预留的配额数量,在碳交易初期以免费分配为主,随后可适时引入有偿分配,用以促进国家减排能力相关建设。碳配额量作为一类物权成为企业的一项特殊资产<sup>[20]</sup>,当碳配额免费发放时,企业可将剩余权限出售而获取更多营运现金流从而增加企业利润<sup>[15]</sup>。Oestreich等<sup>[22]</sup>研究欧盟排放交易体系对德国股票收益的影响,发现获得免费碳配额的公司平均表现明显好于没有获得免费碳配额的公司。另外,依据《关于做好全国碳排放权交易市场启动重点工作的通知》要求,第一阶段的碳交易市场中涵盖石化、钢铁、电力等重点排放行业,交易主体为这些行业中的重污染企业。当此类垄断性行业在拥有大量免费配额时,仍将碳价嵌入商品价格并最终转嫁给消费者而获取暴利补偿,并且提高碳价会使垄断企业的现金流更为可观<sup>[24]</sup>。相反,当企业实际碳排放量超越自身所拥有的配额量时,只能付出现金来购买配额,由此给企业绩效带来负面影响<sup>[25]</sup>。

③碳交易政策可能通过影响研发创新动力效应间接影响企业经济绩效。

《关于做好全国碳排放权交易市场启动重点工作的通知》强调,各地方政府应建立技术支撑队伍,为碳交易政策贯彻落实提供保障。同时,各行业协会应发挥自身专业技术优势,积极为本行业试点企业提供技术指导,协助其完成减排目标,提高碳交易政策的可操作性。在此过程中,研发创新所带来的效益一方面产生了新的节能技术而缓解污染问题,完成减排目标<sup>[27]</sup>,另一方面研发创新投入的溢出效应也会抵消遵循成本而增强企业在市场中的竞争力<sup>[12]</sup>。傅京燕等<sup>[28]</sup>认为排污权交易试点政策促进了绿色发展,并发现该政策主要通过提高研发强度而促进地区间绿色发展。也有学者对研发

创新的动力效应持怀疑态度。涂正革等<sup>[29]</sup>从现实和潜在两个角度对SO<sub>2</sub>排污权交易机制进行研究,发现排污权政策一定程度缓解了SO<sub>2</sub>排放,但由于低效运转的市场无法与政策协调配合,导致排污权交易政策并未显现经济红利。

(2)碳交易政策经济红利的链式中介作用

①碳交易政策下,低碳补助扶持效应可能通过企业获益激励效应间接影响企业经济绩效。

低碳补助作为政府干预碳交易市场的一类直接手段,对于实现减排增效目标意义重大。一方面,低碳补助有利于增加企业的经济效益。低碳补助会引起大量自有现金的流入,在增强公司偿债能力的同时有益于企业成长。低碳补助可通过调整企业的投资决策,增加就业机会,促进经济增长<sup>[17]</sup>。另一方面,低碳补助有助于扩充企业的社会效益。是否进行碳信息披露是上市公司能否获取低碳补助的必备考核因素之一,也是企业社会责任的重要组成部分,一直被媒体广泛关注。根据信号理论,不进行信息披露的企业会被默认为拥有消极信息,而进行信息披露的企业会及时发布信息,以此来引起市场的积极回应,扩充融资渠道,进而提高公司股价<sup>[14]</sup>。

②碳交易政策下,低碳补助扶持效应可能通过研发创新动力效应间接影响企业经济绩效。

碳交易市场中,实施低碳行为的企业,政府会给予一定补贴扶持。一方面,低碳补助可以直接有效的缓解企业融资约束,增加企业研发资金<sup>[15]</sup>,保证资源的合理配置。财政补贴的专款专用能够迅速补充企业所必需的技术资源,以此降低企业因创新努力所引致的不确定性风险<sup>[38]</sup>,进而带动企业开展研发活动<sup>[31]</sup>,促进经济增长。另一方面,低碳补助作为一种“利好信号”可以激励企业更专注于研发创新进而提升企业创新绩效<sup>[33]</sup>。即低碳补助充当了信号媒介的角色,有效降低了外部投资者与企业间的信息不对称性,为企业带来大量创新资源,督促企业创新行为,提升企业经济绩效。

③碳交易政策下,企业获益激励效应可能通过研发创新动力效应间接影响企业经济绩效。

碳交易使部分企业在买卖碳排放权时迅速集聚大量资金,以此督促企业的技术改革,并进一步提高生产效率带动经济增长<sup>[7]</sup>。就企业短期决策而

2020年9月

言,当企业买卖碳排放权所获得效益高于研发创新成本时,会更倾向于清洁技术的研发。企业凭借清洁工艺的研发优势亦可再次节约碳配额,并重新投入碳市场以此获利<sup>[15]</sup>。就企业长期战略而言,在资金充裕的条件下辅以适宜的环境政策,能够强化企业节能减排意识,加快企业绿色创新步伐,在实现工业绿色化转型升级的同时提升企业市场竞争力。

④碳交易政策下,低碳补助扶持效应可能先通过企业获益激励效应进而再通过研发创新动力效应间接影响企业经济绩效。

碳交易营造出优胜劣汰的市场竞争环境,迫使企业实施低碳行为,优化减排工艺<sup>[7]</sup>。一方面,当地政府为表现良好的企业提供财政补贴,带动了社会经济效益,以此激励企业增加研发投入,开展绿色创新,提高经济效益。另一方面,低碳补助所引致的获益激励,帮助企业扩大投资规模,利用规模经济优势带动企业发展<sup>[23]</sup>。同时,这种“获益激励”督促了产业结构的调整,令市场逐步淘汰高能耗低效益的落后产能,代以低污染可持续的新兴能源<sup>[34]</sup>,并配合绿色工艺创新,提高企业生产率水平。

基于上述分析,可提出如下假设:

H1:碳交易政策可以提升高污染工业企业经济绩效,实现经济红利。

H2:低碳补助扶持效应在碳交易政策与企业经济绩效间不仅可能发挥并行中介作用,还可能引导企业获益激励效应和研发创新动力效应发挥链式中介作用。

H3:企业获益激励效应在碳交易政策与企业经济绩效间不仅可能发挥并行中介作用,还可能引导研发创新动力效应发挥链式中介作用。

H4:研发创新动力效应可能在碳交易政策与企业经济绩效间发挥并行中介作用。

### 3 研究设计

#### 3.1 计量模型的设定

##### 3.1.1 基本模型

以碳交易政策的实施作为准自然实验,采用双重差分模型(DID)进行因果识别,分析碳交易政策能否实现经济红利,模型设定如下:

$$Eco_{rit} = \varphi_0 + \varphi_1 did_{rit} + \sum Control_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{rit} \quad (1)$$

式中: $Eco_{rit}$ 表示 $r$ 省(市、区)中高污染工业企业 $i$ 在

第 $t$ 年的经济绩效; $\varphi_0$ 为常数项; $did_{rit}$ 表示企业 $i$ 在2012年及以后是否为“碳交易政策”干预的试点企业,“是”取值为1,“否”则为0;系数 $\varphi_1$ 表示碳交易政策对高污染企业经济绩效的影响程度; $Control_{it}$ 表示影响企业经济绩效的控制变量; $\mu_i$ 、 $\delta_t$ 分别表示个体和时间固定效应, $\varepsilon_{rit}$ 为随机因素。

考虑到现行碳交易政策主要针对高污染工业行业,而对非高污染行业而言,政策的环境规制力度相对较小,它们或许更易受到其他政策或各类不随时间变化的因素影响。因此通过比较碳交易政策对高污染工业企业及非高污染工业企业经济绩效的不同影响,进一步剥离不可观测的和试点政策之外的干扰因素,从而提炼干净的政策效应。引入三重差分模型<sup>[12,30,31]</sup>,将行业属性作为第三重差分项来更为彻底地评估碳交易政策对企业经济绩效的净效应。模型设定如下:

$$Eco_{jrt} = c_0 + c(\text{area}_r \times \text{time}_t \times \text{industry}_j) + \sum Control_{it} + v_r \times \text{time}_t + \omega_j \times \text{time}_t + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{jrt} \quad (2)$$

式中:被解释变量 $Eco_{jrt}$ 表示 $r$ 省(市、区) $j$ 行业的高污染工业企业 $i$ 在第 $t$ 年的经济绩效; $c_0$ 为常数项;核心解释变量 $\text{area}_r \times \text{time}_t \times \text{industry}_j$ 是本文最为关注的三重交互项; $\text{area}_r$ 为碳交易政策试点地区虚拟变量,如果是政策试点省(市)时取值为1,反之为0; $\text{time}_t$ 为碳交易政策试点前后时间虚拟变量,如果属于政策试点期间(2012年及以后)则取值为1,反之为0; $\text{industry}_j$ 为政策涉及行业虚拟变量,如果属于高污染行业则取值为1,反之为0;系数 $c$ 指代碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的总效应。此外,模型控制了可能影响企业经济绩效的其他经济因素,用 $Control_{it}$ 表征。同时,引入 $v_r \times \text{time}_t$ 控制地区的时间趋势效应, $\omega_j \times \text{time}_t$ 控制行业的时间趋势效应,剔除不随时间变化的地区层面和行业层面不可观测到的混淆因素。最后, $\mu_i$ 和 $\delta_t$ 分别表示个体及时间固定效应, $\varepsilon_{jrt}$ 则表示随机扰动项。

##### 3.1.2 多重中介效应模型

本文采用Bootstrap方法构建复合式多重中介效应模型<sup>[32,34]</sup>来验证低碳补助扶持效应( $Lcs_{jrt}$ )、企业获益激励效应( $Cash_{jrt}$ )及研发创新动力效应

( $RD_{ijrt}$ )对高污染工业企业经济绩效的影响。为了探索这3个中介变量之间是否存在链式联系,建立如下三重差分多重中介效应模型(具体中介路径如图1所示):

$$Lcs_{ijrt} = a_0 + a_1 area_r \times time_t \times industry_j + \sum Control_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{ijrt} \quad (3)$$

$$Cash_{ijrt} = a_0 + a_2 area_r \times time_t \times industry_j + d_1 Lcs_{ijrt} + \sum Control_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{ijrt} \quad (4)$$

$$RD_{ijrt} = a_0 + a_3 area_r \times time_t \times industry_j + d_2 Lcs_{ijrt} + d_3 Cash_{ijrt} + \sum Control_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{ijrt} \quad (5)$$

$$Eco_{ijrt} = c_0 + c' area_r \times time_t \times industry_j + b_1 Lcs_{ijrt} + b_2 Cash_{ijrt} + b_3 RD_{ijrt} + \sum Control_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{ijrt} \quad (6)$$

式中:系数  $c'$  表示碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的直接效应。碳交易政策对企业经济绩效的间接效应称为中介效应,包含并行中介效应及链式中介效应。并行中介效应包括公式(3)-(6)系数交乘项  $a_1 \times b_1$ 、 $a_2 \times b_2$ 、 $a_3 \times b_3$ ,链式中介效应包括公式(3)-(6)系数交乘项  $a_1 \times d_1 \times b_2$ 、 $a_1 \times d_2 \times b_3$ 、 $a_2 \times d_3 \times b_3$ 、 $a_1 \times d_1 \times d_3 \times b_3$ ,即总体中介效应等于并行中介效应及链式中介效应之和,其余变量解释与基本模型一致。

### 3.2 变量选择

#### (1)被解释变量

企业经济绩效( $Eco$ )可用企业利润率等相关指标度量<sup>[35]</sup>,选取企业净利润占总资产比重( $Ea$ )来衡量。此外,使用资产净收益率( $Roa$ )作为替代的被解释变量<sup>[36]</sup>,以保证碳交易政策微观经济绩效的稳健性。

#### (2)核心解释变量

碳交易政策于2011年10月正式批准,2013年6月各试点省市才陆续开始试行碳交易模式。由于

企业的行为决策存在一定前瞻性<sup>[36]</sup>,且不能排除企业在2012年就作出相关反应,综合现实因素,选取2012年作为碳交易政策冲击时点,若某企业在2012年及以后受到碳交易政策影响,则模型(1)中  $did_{it}$  和模型(2)中  $area_r \times time_t \times industry_j$  取值为1,反之为0。

#### (3)中介变量

$Lcs_{ijrt}$  代表低碳补助扶持效应,用低碳行为与政府补助相乘的交互项表征。其中,低碳行为选用企业是否遵循GRI《可持续发展报告指南》来表示,若遵循GRI,低碳行为取值为1,反之为0;政府补助则用政府补助对数值度量。 $Cash_{ijrt}$  代表企业获益激励效应,借鉴刘晔等<sup>[36]</sup>的做法,选用营运现金流占总资产比重表示。 $RD_{ijrt}$  代表研发创新动力效应,选用研发投入对数值表示<sup>[5]</sup>。

#### (4)控制变量

现有研究已表明企业规模( $lnass$ )、资本结构( $asslia$ )、股权集中度( $share$ )、企业社会财富创造力( $tbq$ )、企业性质( $owner$ )等因素对于企业的经济绩效具有重大影响<sup>[5,31]</sup>,因而分别选用总资产对数值、资产负债率、第一大股东持股比例、托宾Q值、是否为国有企业的哑变量等指标作为影响企业经济绩效的控制变量。

### 3.3 样本选取及数据来源

以2010—2018年间中国所有A股上市公司作为初始样本,参照《上市公司行业分类指引(2012年修订)》,依据《关于切实做好全国碳排放权交易市场启动重点工作的通知》,选取石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸和电力七大行业企业作为高污染工业企业,令试点省(市、区)中高污染工业企业样本作为实验组,非试点省(市、区)内高污染工业企业样本作为对照组,通过剔除标有ST、\*ST等标志的企业、数据缺失较大的企业和2010年以后上市的企业,最终获得246家企业数据,其中实验组89家,对照组157家,共计2214个有效观测值。运用三重差分法需要找到另外一组不受碳交易政策影响的企业,即非高污染工业企业。通过随机抽样的方式挑选中国工业行业中除上述7类高污染行业以外的其余行业,最后随机选中100家非高污染行业企业样

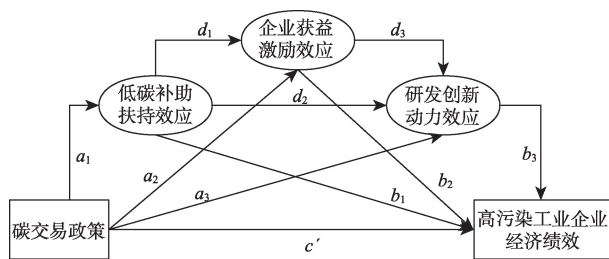


图1 多重中介效应研究框架图

Figure 1 Research framework of multiple mediating effects

2020年9月

本,其中试点省(市、区)50家,非试点省(市、区)50家,共计900条观测值。企业数据多来源于CSMAR数据库,研发创新相关数据取自万得数据库。

## 4 结果与分析

### 4.1 碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的基本估计

#### 4.1.1 双重差分估计

借鉴 Abadie<sup>[16]</sup>的研究,引入倾向得分匹配方法(PSM)不仅可以改善样本选择偏误问题,同时也可使双重差分的平行趋势前提得以满足。建立 logit 模型计算倾向得分,并采用“K近邻匹配”方法进行匹配,同时选择全部控制变量作为匹配特征变量,匹配完成后剩余1688条观测值。结果如表1所示,匹配后所有变量的标准化偏差绝对值均小于5%<sup>[21]</sup>,同时T检验结果表明,所有匹配特征变量在实验组与对照组之间均不存在系统性差异,证实匹配有效,满足平衡性假设。

由表2(1)-(2)列可知,无论是否加入控制变量,核心变量 *did* 的系数在1%的水平下均显著为正。为了减少代理指标选择差异带来的估计偏误,将因变量替换为资产净收益率(*Roa*), (3)-(4)列 *did* 系数均显著为正,说明碳交易政策实施对企业经济绩效有显著促进作用,假设H1得到初步验证。经过PSM方法处理后的双重差分检验结果如表2(5)-(8)所示,碳交易政策对试点地区高污染企业经济绩效的提升效果依旧显著,说明企业间的个体

差异对最终的政策效果并没有产生严重影响。

#### 4.1.2 稳健性检验

为进一步验证假设H1的稳健性,除了替换被解释变量和应用PSM-DID模型外,分别采用平行趋势检验、增加控制变量、更换时间窗检验等方式对假设H1进行交叉验证,实证结果均表明,碳交易政策对企业经济绩效的提升有显著而持续的作用,政策效果良好<sup>①</sup>。

### 4.2 碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的作用机制检验

#### 4.2.1 三重差分估计

三重差分法估计结果见表3。(1)-(4)列显示“ $area_i \times time_t \times industry_j$ ”交互项系数在1%的水平下均显著为正,表明碳交易政策显著提升了企业经济绩效。替换因变量的回归结果如(5)-(8)列所示,三次交互项系数仍旧显著为正,说明在剥离其他并行政策的干扰后,碳交易政策对企业经济绩效的提升作用是显著且稳健的,该总效应是后续进行多重中介效应检验的必备前提<sup>[9]</sup>。

#### 4.2.2 多重中介效应检验

借鉴 Preacher<sup>[32]</sup>提出的 Bootstrap 方法(bias-corrected confidence interval),以低碳补助扶持效应、企业获益激励效应、研发创新动力效应作为中介变量,通过模型(3)-(6)对碳交易政策提升企业经济绩效的作用机制作出论证。总体中介效应是指碳交易政策通过三大中介变量间接对企业经济绩效

表1 PSM匹配后的平衡性检验结果

Table 1 Balance test of propensity score matching (PSM)

变量		均值		误差率 %	误差变动率 %	T检验	
		对照组	实验组			t value	p> t
lnass	匹配前	22.986	22.635	23.2	92.0	5.14	0.000
	匹配后	22.998	22.969	1.9		0.31	0.758
asslia	匹配前	48.200	50.182	-10.2	96.1	-2.14	0.033
	匹配后	48.219	48.141	0.4		0.07	0.945
share	匹配前	35.944	37.955	-12.4	73.7	-2.62	0.009
	匹配后	36.044	35.514	3.3		0.60	0.551
tbq	匹配前	2.246	1.941	17.7	87.0	4.19	0.000
	匹配后	2.160	2.120	-2.3		-0.46	0.644
owner	匹配前	0.560	0.632	-14.6	87.0	-3.11	0.002
	匹配后	0.562	0.571	-1.9		-0.33	0.742

① 限于篇幅,此处省略的稳健性检验内容可与作者索取。

表2 碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的影响结果

Table 2 Impact of carbon trading policies on the economic performance of highly polluting industrial enterprises

	DID				PSM-DID			
	Ea		Roa		Ea		Roa	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>did</i>	1.959*** (3.69)	1.911*** (3.86)	2.174*** (4.37)	2.117*** (4.60)	2.024*** (2.98)	1.915*** (3.10)	2.314*** (3.66)	2.208*** (3.87)
<i>lnass</i>		2.577*** (7.54)		2.512*** (7.91)		3.630*** (9.01)		3.450*** (9.27)
<i>asslia</i>		-0.190*** (-15.65)		-0.186*** (-16.49)		-0.202*** (-13.46)		-0.197*** (-14.23)
<i>share</i>		0.033* (1.73)		0.030* (1.69)		0.034 (1.47)		0.030 (1.39)
<i>tbq</i>		0.846*** (7.70)		0.841*** (8.24)		1.655*** (9.93)		1.617*** (10.51)
<i>owner</i>		0.591 (0.49)		0.133 (0.12)		1.099 (0.82)		0.658 (0.53)
个体固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
时间固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
常数项	4.672*** (14.70)	-47.15*** (-6.21)	5.278*** (17.72)	-44.86*** (-6.35)	4.925*** (11.99)	-72.98*** (-8.13)	5.529*** (14.44)	-68.05*** (-8.21)
R-square	0.020	0.131	0.027	0.159	0.020	0.125	0.025	0.152
N	2214	2214	2214	2214	1688	1688	1688	1688

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示 1%、5% 和 10% 的显著性水平。下同。

表3 碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的三重差分估计结果

Table 3 Estimation results of difference-in-differences-in-differences (DDD) models of carbon trading policy effect on economic performance of highly polluting industrial enterprises

	Ea				Roa			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$area_i \times time_t \times industry_j$	1.994*** (4.58)	2.211*** (4.14)	1.602*** (3.56)	1.935*** (3.38)	2.274*** (5.45)	2.414*** (4.26)	1.890*** (4.18)	2.037*** (3.46)
控制变量	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
个体固定效应	Y	Y		Y	Y	Y		Y
时间固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
地区×时间趋势固定效应		Y	Y	Y		Y	Y	Y
行业×时间趋势固定效应			Y	Y			Y	Y
常数项	-43.17*** (-7.45)	135.6 (0.42)	-27.8*** (-5.81)	222.0 (0.31)	-43.65*** (-7.85)	81.01 (0.22)	-29.0*** (-6.02)	-125.9 (-0.18)
R-square	0.153	0.002	0.251	0.001	0.177	0.001	0.285	0.001
N	3114	3114	3114	3114	3114	3114	3114	3114

(Ea)产生的效用之和。如表4所示,低碳补助扶持效应、企业获益激励效应和研发创新动力效应在碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的影响中发挥了显著正向的总体中介作用,在5%显著性水平下总中介效应为0.235。同时,将企业经济绩效效用替换变量(Roa)表征时,总中介效应为0.226,结论稳健。

表4报告了碳交易政策分别通过三大作用机制对高污染工业企业经济绩效产生的并行及链式中介影响。①低碳补助扶持效应的中介作用。低碳补助效应单独发挥的并行中介作用为-0.058,还通过影响企业获益激励效应进而影响企业研发创新发挥了微弱的链式中介效应为-0.001。此外,低碳补助分别通过影响企业获益激励效应和研发创新

表4 碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的多重中介效应机制分析

Table 4 Mechanism analysis of the multiple mediating effect of carbon trading policy on the economic performance of highly polluting industrial enterprises

变量	<i>Ea</i>	<i>Roa</i>
总体中介效应	0.235** [0.017, 0.450]	0.226** [0.002, 0.443]
并行中介效应	<i>Lcs</i> ( $a_1b_1$ )	-0.058** [-0.101, -0.020]
	<i>Cash</i> ( $a_2b_2$ )	0.210** [0.001, 0.426]
	<i>R&amp;D</i> ( $a_3b_3$ )	0.034** [0.005, 0.079]
链式中介效应	<i>Lcs</i> → <i>Cash</i> ( $a_1d_1b_2$ )	0.049** [0.026, 0.080]
	<i>Lcs</i> → <i>R&amp;D</i> ( $a_1d_1b_3$ )	0.004** [0.001, 0.011]
	<i>Cash</i> → <i>R&amp;D</i> ( $a_2d_2b_3$ )	-0.003** [-0.010, -0.001]
	<i>Lcs</i> → <i>Cash</i> → <i>R&amp;D</i> ( $a_1d_1d_2b_3$ )	-0.001** [-0.002, -0.001]

注:运用Bootstrap方法得出中介效应的置信区间,若置信区间不包含0,则表示在5%水平上显著。

动力效应发挥了正向显著的链式中介作用,中介效应分别为0.049和0.004,总体来看,低碳补助发挥的累计中介效应为-0.006,拉低了总中介效应的2.55%。即低碳补助扶持效应的累计中介作用在碳交易政策实现企业经济绩效的过程中体现出遮掩效果,假设H2得到验证。政府为实施低碳行为的试点企业提供了专项资金扶持,虽然一定程度上增加了企业现金流,也激励了企业进行研发创新,但总体上,低碳补助的扶持效应是低效负向的。从企业自身行为而言,由于试点企业在获得政府补助后,往往会先将其用于弥补因减排导致的遵循成本,当低碳补助尚未产生创新效应,或者产生的创新效应远不能覆盖成本缺口时,企业的经济绩效自然偏低;从政府诉求而言,地方政府在强制减排压力下向试点企业派发补贴,而企业为了骗取补贴对外释放出实施低碳行为的虚假信号,此类“骗补”行为降低了企业竞争力致使其经济绩效偏低<sup>[23]</sup>。

②企业获益激励效应的中介作用。企业获益激励效应独立发挥的正向并行中介作用为0.210,但其通过影响研发创新效应发挥的负向链式中介作用为-0.003,企业获益激励效应发挥的累计中介作用为0.207,在总中介效应中占比为88.09%,假设H3得到验证。企业获益激励效应是碳交易政策提升高污染企业经济绩效的重要中介渠道,即在碳排放

权交易市场中,部分企业利用免费配额及特有的成本转嫁能力获取了大量现金流<sup>[22]</sup>,经济绩效也随之提升。与此同时,不乏某些企业存在惰性思维,认为即使不进行研发创新也能使企业利润有所增长,盲目追求短期效益却忽视研发创新的长效动力,导致了企业现金流对研发创新的负向链式中介影响。

③研发创新动力效应的中介作用。研发创新效应单独发挥的正向显著的并行中介作用为0.034,在总中介效应中占比为14.47%,假设H4得到验证。目前中国碳交易政策对高污染工业企业产生了显著的波特效应,即合理的环境规制方式不仅激活了企业进行研发创新<sup>[6]</sup>,并能通过研发创新动力效应提升企业经济绩效。

综上,就贡献度而言,企业获益激励效应(88.09%)在碳交易政策提升企业经济绩效的过程中发挥最大中介作用,效果最为明显;研发创新动力效应(14.47%)的中介作用次之,对提升经济绩效有一定作用;低碳补助扶持效应(-2.55%)的中介作用则体现遮掩效果,反向抑制了企业经济绩效。

### 4.3 碳交易政策提升高污染工业企业经济绩效的异质性分析

#### 4.3.1 企业异质性的三重差分估计

##### (1)企业所有制异质性

根据高污染工业企业所有制的不同,运用模型



(2)进行分组回归,得出碳交易政策对国有企业及非国有企业经济绩效的不同总效应。如表5前两列所示,碳交易政策对国有和非国有企业经济绩效均产生正向显著影响。国有企业  $area_i \times time_t \times industry_j$  系数 1.782 小于非国有企业的回归系数 2.618,说明相比于国有高污染企业,非国有企业在碳交易政策实施下经济绩效提升效果更为明显。国有企业是由国家对其资本拥有所有权或控制权,与非国有企业相比可以享受较多财政支持和政策柔性,其生产经营活动更多地受到政府意志和其他非市场因素影响,对市场类环境政策并不敏感。而非国有企业自负盈亏,更多从市场的供求关系中生存和获利,受市场调节类政策的影响极大。在节能减排的国家战略下,碳交易政策通过市场调控碳排放权进行交易,非国有企业必须通过积极响应和策略调整寻求发展空间,从而表现出更好的经济绩效。

#### (2)企业规模异质性

以高污染工业企业总资产样本均值为标准,大于该标准的划为大规模企业,反之为小规模企业,并进行分组回归,讨论不同规模企业在碳交易政策影响企业经济绩效中的不同反应。如表5后两列所示,  $area_i \times time_t \times industry_j$  系数在不同规模企业间均显著为正,相对于大规模企业(回归系数为 1.485),碳交易政策对小规模企业经济绩效的影响程度更大(回归系数为 2.655)。小规模企业对市场的反应敏感而灵活,能够把握机遇从大规模企业的间隙中寻找碳排放权交易项目,并迅速开展交易活动,而

大规模企业拥有雄厚资金与人才优势,会更倾向于选择大规模投资及长线研究开发等相关碳交易项目模式。在目前的碳交易试点运行初期,大规模企业往往伴随着重资产特性,碳交易政策引发的经济绩效表现会弱于小规模企业。

#### 4.3.2 企业异质性的多重中介效应检验

##### (1)企业所有制异质性

对比表6前两列发现,在不同所有制企业中,低碳补助扶持效应、企业获益激励效应和研发创新动力效应在碳交易政策提升企业经济绩效的过程中表现出明显的传导异质性,正向的总体中介效应只在国有企业中表现显著,而在非国有企业并未显现。具体来看:①低碳补助扶持效应在不同所有制企业中均发挥了显著的并行及链式中介作用,其在国有企业中发挥了负向的并行中介效应(-0.119)和正向的链式中介效应(0.045),低碳补助扶持效应的累计中介作用为-0.074,即面对碳交易政策,对国有高污染企业进行低碳补助扶持一定程度能够提升此类企业的获益激励效应,但低碳补助扶持效应的中介作用总体上会降低此类企业的经济绩效。而在非国有企业中同时发挥了正向的并行中介效应(0.114)和链式中介效应(0.028),低碳补助扶持效应的累计中介作用为0.142,即面对碳交易政策,对非国有企业进行低碳补助扶持不但能够提升此类企业的经济绩效,而且能够通过促进此类企业的获益激励效应进一步强化企业增效,低碳补助扶持效应的总体中介作用在非国有高污染企业形成叠加

表5 碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的异质性分析结果

Table 5 Heterogeneity analysis of carbon trading policy effect on economic performance of highly polluting industrial enterprises

变量	企业所有制		企业规模	
	国有企业	非国有企业	大规模企业	小规模企业
$area_i \times time_t \times industry_j$	1.782*** (3.43)	2.618** (2.27)	1.485** (2.31)	2.655*** (3.07)
控制变量	Y	Y	Y	Y
个体固定效应	Y	Y	Y	Y
时间固定效应	Y	Y	Y	Y
地区×时间趋势固定效应	Y	Y	Y	Y
行业×时间趋势固定效应	Y	Y	Y	Y
常数项	-43.16 (-0.09)	-68.33 (-0.04)	145.2 (0.22)	-347.0 (-0.30)
R-square	0.014	0.031	0.010	0.014
N	1903	1211	1422	1692

表6 碳交易政策对高污染工业企业经济绩效的多重中介效应异质性分析结果

Table 6 Heterogeneity analysis of the multiple mediating effect of carbon trading policy on the economic performance of highly polluting industrial enterprises

变量	企业所有制		企业规模	
	国有企业	非国有企业	大规模企业	小规模企业
总体中介效应	0.370** [0.147, 0.617]	0.277 [-0.140, 0.620]	0.534** [0.257, 0.847]	0.187 [-0.180, 0.547]
总体中介效应	$Lcs(a_1, b_1)$	-0.119** [-0.120, -0.058]	0.114** [0.033, 0.240]	-0.126** [-0.238, -0.059]
	$Cash(a_2, b_2)$	0.443** [0.213, 0.679]	-0.024 [-0.425, 0.314]	0.619** [0.353, 0.935]
	$R\&D(a_3, b_3)$	0.002 [-0.010, 0.027]	0.161** [0.062, 0.329]	0.004 [-0.007, 0.044]
链式中介效应	$Lcs \rightarrow Cash(a_1, d_1, b_2)$	0.045** [0.017, 0.082]	0.028** [0.008, 0.066]	0.036 [-0.001, 0.082]
	$Lcs \rightarrow R\&D(a_1, d_2, b_3)$	0.003 [-0.001, 0.012]	-0.003 [-0.024, 0.006]	-0.001 [-0.006, 0.001]
	$Cash \rightarrow R\&D(a_2, d_3, b_3)$	-0.004 [-0.012, 0.002]	-0.001 [-0.011, 0.004]	0.002 [-0.004, 0.010]
	$Lcs \rightarrow Cash \rightarrow R\&D(a_1, d_1, d_3, b_3)$	-0.001 [-0.001, 0.01]	0.001 [-0.001, 0.002]	0.001 [-0.001, 0.001]

效果。不同所有制企业因资源禀赋不同而表现出“补贴后差异”。对国有企业而言,由低碳补助而提升企业绩效尚存在众多现实问题。因其国有属性和重资产特征,在面临亏损时,政府常会给予额外补贴与税收优惠<sup>[26]</sup>,国有企业获取各类补贴后所面临的政策性负担及繁琐管理问题,往往很难弥补其运营成本,致使低碳补助的扶持效应变得失效。而非国有企业处于资源劣势地位,一旦获取适度补贴将激发其运营热情,提高企业经济绩效<sup>[33]</sup>。

②企业获益激励效应只在国有企业中发挥了正向显著的并行中介作用(0.443),而对非国有企业并无明显影响。即碳交易政策能够通过促进国有高污染企业的获益激励效应实现绩效提升。与非国有企业相比,国有企业与政府之间有天然的密切联系,更容易获取大多数碳配额,又由于必须承载的减排政策目标使国有企业在碳交易市场中因资源优势 and 交易主动权而获取大量现金流,经济绩效得以显著提升。

③研发创新动力效应在非国有高污染企业中发挥了正向显著的并行中介作用(0.161),对国有企业并无明显中介作用。相较于国有企业,非国有企业在应对合规压力时进行企业内部资源配置及效率改革更为灵活,而且其对市场提供的优质信息更为敏感,研发创新动力更强,所以此类企业更有条

件通过研发创新动力效应引发企业获得长久经济效益<sup>[12]</sup>。而国有企业对外部市场信息不甚敏感,对企业内部体制的调整改革也较为困难,因此波特效应未能显现。

(2)企业规模异质性

表6后两列显示,三大中介机制在不同规模企业中表现出明显的异质性,总体中介效应只在大规模企业中显著为正。对大规模企业而言,只存在低碳补助扶持效应和企业获益激励效应两类并行中介,中介效应分别为-0.126和0.619,说明碳交易政策通过企业获益激励效应提升了大规模企业的经济绩效,通过低碳补助扶持效应反而降低了该类企业的经济绩效。大规模企业依靠自身庞大的资金实力和经营管理优势参与到碳排放权市场的交易中,通过出售免费配额,迅速积攒大量现金提升绩效水平。同时,因其成熟的企业特征而负担较高的减排成本,当低碳补助专款专用时并不能完全补足遵循成本的空缺,导致该扶持效应呈现负向显著特征,从而降低了企业经济绩效。另外,研发创新在大规模企业中并未发挥明显中介效应,主要是由于大规模企业拥有严格而高耸的层次决策结构,其决策者与研发人员之间的沟通力相对较弱,致使创新机能与协调能力不足,降低了大规模企业的技术创新效率,所以目前碳交易政策尚无法通过刺激研发

创新动力效应实现大规模企业的经济增效。

对于小规模企业而言,三大中介机制的总体中介效应虽不显著,但其存在部分显著的并行及链式中介效应。低碳补助扶持效应在碳交易政策提升小规模企业的经济绩效中发挥了显著的并行及链式中介作用,并行中介效应为0.050,链式中介效应累计为0.018,意味着低碳补助累计发挥了0.068的中介效应。由此说明碳交易政策可以通过低碳补助扶持效应实现小规模企业经济绩效的提升,也可以通过低碳补助激发企业获益激励效应和研发创新动力效应,最终实现小规模企业经济增效的叠加效果。另外,研发创新发挥了正向显著的并行中介效应(0.206),强于低碳补助所发挥的中介效应。小规模企业获得低碳补助后,相当于收获了政府的“认可”,这种认可信号促使市场中的投资观望者向企业提供外部融资,不仅提高了企业经济绩效还有利于扩展其创新资源渠道<sup>[37]</sup>。另一方面,小规模企业决策环节少,能够迅速将创新决策落实并先发明人进行研发创新,而且小规模企业的两权分离度低,其创新效益直接为决策者所有,激励领导层的创新积极性,提高了企业绩效水平。

总体来看,针对所有制结构和规模结构的异质性,三大中介效应对高污染企业经济绩效的提升效果表现出明显路径差异。低碳补助扶持效应对国有企业和大规模企业经济绩效起抑制作用,而对非国有企业和小规模企业经济绩效起促进作用;企业获益激励效应只能有效提升国有企业和大规模企业的经济绩效;研发创新动力效应只能有效提升非国有企业和小规模企业的经济绩效。由此说明,国有企业和大规模企业的经济绩效得以提升,主要依靠企业获益激励效应,而非国有企业和小规模企业主要通过低碳补助扶持效应和研发创新动力效应的综合传导提升自身绩效水平。

## 6 结论及政策建议

### 6.1 结论

碳交易政策是中国实现绿色高质量发展的一类重要政策工具,高污染工业企业又是节能减排的重要微观主体,准确全面地评估该政策对高污染工业企业经济绩效的影响效果及传导机制对全国碳市场微观机制运行和节能减排工作具有重要意义。

本文基于三重差分固定效应模型和多重中介效应模型,从微观视角对中国碳交易政策能否提升高污染工业企业经济绩效及其传导机制进行了实证研究,具体来看:

(1)基准回归表明,碳交易政策与高污染工业企业经济绩效之间呈显著正向关系,即碳交易政策的实施总体上提升了高污染企业经济绩效,经济红利明显。

(2)多重中介效应显示,碳交易政策的经济红利是通过低碳补助扶持效应、企业获益激励效应和研发创新动力效应三大中介机制实现的,其中企业获益激励效应和研发创新动力效应对高污染企业经济绩效产生促进作用,而低碳补助扶持效应表现出负向遮掩效果。三者相较而言,企业获益激励效应是目前碳交易政策提升高污染工业企业经济绩效最有效的传导机制。

(3)企业异质性下基准回归表明,碳交易政策对不同类型企业经济绩效的提升效果均为正向显著,但程度有所差异。具体而言,相对于国有企业,非国有企业在碳交易政策的支持下拥有更优的经济绩效;相对于大规模企业,小规模企业经济绩效的提升效果更为明显。

(4)企业异质性下多重中介效应显示,传导路径的差异会影响碳交易政策对不同类型高污染企业经济绩效的提升效果。其中,国有企业和大规模企业的经济绩效虽然受到低碳补助扶持效应的一定遮掩,但经由企业获益激励效应进行正向促进后,绩效提升效果仍旧显著;非国有企业和小规模企业主要依靠低碳补助扶持效应和研发创新动力效应两条路径提升自身绩效水平。

### 6.2 政策建议

为了实现高污染工业企业节能减排和经济增效的双重目标,本文针对上述结论提出如下政策建议:

(1)发挥低碳信号的引导作用,制定柔性的补贴计划。低碳补助扶持效应在碳交易政策实现经济红利过程中表现出遮掩效果,为解决该效应的负效之谜,政府理应设计一款具有针对性的动态补贴计划,一方面根据不同企业特征将补贴提供给真正需要的非国有企业和小规模企业,另一方面将补贴

2020年9月

与预算绩效管理动态结合,对获取补贴的企业进行绩效后评价,以此提高财政资金的使用效率。

(2)健全相关法律,适度收紧碳配额量。现阶段,企业获益激励效应是碳交易政策经济红利的重要实现机制,随着国家创新驱动战略的推行,环境政策应充分发挥资源配置的调节作用,拓宽企业获益渠道和内在动力,积极探索有效的低碳发展模式。一方面令政府辅助市场制定相关政策法规,弥补因市场局限性而致的垄断和资源信息不对称等问题;另一方面应适度收紧碳配额量,促使已活跃在碳市场中的国企及大规模企业舍弃企业获益的诱导,通过研发创新提升经济绩效,激发市场活性。

(3)调整企业经营管理策略,提高绿色工艺创新水平。中国推进绿色高质量发展的关键在于灵活运用碳交易政策的研发创新动力效应,但该效应在目前的总体中介机制中贡献度较低。因此,碳交易政策的具体设计应着重强调创新战略,促使企业合理调整经营管理模式,不断更新生产工艺,积极开展绿色创新活动,使研发创新覆盖遵循成本成为企业经济增长的助推剂。

(4)政策的制定和实施要做到效率优先且兼顾公平。碳交易政策对不同类型企业经济绩效的提升效果存在异质性,因而一方面在政策设计时要充分考虑不同所有制企业的差异,国企应优化其制度设计,推动其内部体制深化改革,使其适应市场类政策的调控机制,同时应适当降低非国有企业的碳交易参与门槛,以此激活大范围内的碳市场交易机制,更好地激励其实施低碳创新活动。另一方面碳交易政策理应关注到不同规模企业的不同需求,除了为小规模企业营造宽裕的公平竞争环境,还可以在配额监管设计上给予大规模企业合规压力,督促其提高创新效率进一步增加企业利润。

#### 参考文献(References):

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2019. [National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. China Statistical Yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2019.]
- [2] BP. BP世界能源统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2019. [BP. BP World Energy Statistical Yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2019.]
- [3] 中华人民共和国生态环境部. 2018中国生态环境状况公报[EB/OL]. (2019-05-22) [2020-01-29]. <http://www.mee.gov.cn/hjzl/zghjzkgb>. [Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. The State of China's Ecological Environment Bulletin 2018 [EB/OL]. (2019-05-22) [2020-01-29]. <http://www.mee.gov.cn/hjzl/zghjzkgb>.]
- [4] Coase R H. The problem of social cost[J]. The Journal of Law and Economics, 1960, 3(4): 1-44.
- [5] 李百兴, 王博. 新环保法实施增大了企业的技术创新投入吗? 基于PSM-DID方法的研究[J]. 审计与经济研究, 2019, 34(1): 87-96. [Li B X, Wang B. Has the implementation of the new environmental protection law increased the company's technological innovation investment? Research based on PSM-DID method[J]. Journal of Audit & Economics, 2019, 34(1): 87-96.]
- [6] 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.
- [7] 宋晓玲, 孔垂铭. 中国碳交易市场对地区经济结构影响的实证分析[J]. 宏观经济研究, 2018, (9): 98-108. [Song X L, Kong C M. An empirical analysis of the impact of China's carbon trading market on regional economic structure[J]. Macroeconomics, 2018, (9): 98-108.]
- [8] 沈洪涛, 黄楠. 碳排放权交易机制能提高企业价值吗?[J]. 财贸经济, 2019, 40(1): 144-161. [Shen H T, Huang N. Will the carbon emission trading scheme improve firm value? [J]. Finance & Trade Economics, 2019, 40(1): 144-161.]
- [9] Feng D, Dai Y J, Zhang S N, et al. Can a carbon emission trading scheme generate the Porter effect? Evidence from pilot areas in China[J]. The Science of the Total Environment, 2019, 653: 565-577.
- [10] 任亚运, 傅京燕. 碳交易的减排及绿色发展效应研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(5): 11-20. [Ren Y Y, Fu J Y. Research on the effect of carbon emissions trading on emission reduction and green development[J]. China Population, Resources and Environment, 2019, 29(5): 11-20.]
- [11] Han W, Chen Z P, Wu X Y, et al. Can a carbon trading system promote the transformation of a low-carbon economy under the framework of the porter hypothesis? Empirical analysis based on the PSM-DID method[J]. Energy Policy, 2019, 129: 930-938.
- [12] 任胜钢, 郑晶晶, 刘东华, 等. 排污权交易机制是否提高了企业全要素生产率: 来自中国上市公司的证据[J]. 中国工业经济, 2019, (5): 5-23. [Ren S G, Zheng J J, Liu D H, et al. Does emissions trading system improve firm's total factor productivity: Evidence from Chinese listed companies[J]. China Industrial Economics, 2019, (5): 5-23.]
- [13] 赵璨, 王竹泉, 杨德明, 等. 企业迎合行为与政府补贴绩效研究: 基于企业不同盈利状况的分析[J]. 中国工业经济, 2015, (7): 130-145. [Zhao C, Wang Z Q, Yang D M, et al. Research on the catering behavior of enterprise and government subsidy performance: Based on the analysis of the enterprise's profitability[J].

- China Industrial Economics, 2015, (7): 130-145.]
- [14] 李雪婷, 宋常, 郭雪萌. 碳信息披露与企业价值相关性研究[J]. 管理评论, 2017, 29(12): 175-184. [Li X T, Song C, Guo X M. Enterprise-value effect of carbon disclosure[J]. Management Review, 2017, 29(12): 175-184.]
- [15] 刘传明, 孙喆, 张瑾. 中国碳排放权交易试点的碳减排政策效应研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(11): 49-58. [Liu C M, Sun Z, Zhang J. Research on the effect of carbon emission reduction policy in China's carbon emissions trading pilot[J]. China Population, Resources and Environment, 2019, 29(11): 49-58.]
- [16] Abadie A, Drukker D, Herr J L, et al. Implementing matching estimators for average treatment effects in Stata[J]. The Stata Journal, 2004, 4(3): 290-311.
- [17] 唐清泉, 罗党论. 政府补贴动机及其效果的实证研究: 来自中国上市公司的经验证据[J]. 金融研究, 2007, (6): 149-163. [Tang Q Q, Luo D L. An empirical study on the motivation and effect of government subsidy: Empirical evidence from Chinese listed companies[J]. Journal of Financial Research, 2007, (6): 149-163.]
- [18] 范子英, 王倩. 财政补贴的低效率之谜: 税收超收的视角[J]. 中国工业经济, 2019, (12): 23-41. [Fan Z Y, Wang Q. The inefficiency of governmental subsidies: Perspective of tax over-collection[J]. China Industrial Economics, 2019, (12): 23-41.]
- [19] 张杰, 陈志远, 杨连星, 等. 中国创新补贴政策的绩效评估: 理论与证据[J]. 经济研究, 2015, 50(10): 4-17. [Zhang J, Chen Z Y, Yang L X, et al. On evaluating China's innovation subsidy policy: Theory and evidence[J]. Economic Research Journal, 2015, 50(10): 4-17.]
- [20] Cook A. Emission rights: From costless activity to market operations[J]. Accounting Organizations & Society, 2009, 34(3): 456-468.
- [21] Rosenbaum P R, Rubin D B. Constructing a control group using multivariate matched sampling methods that incorporate the propensity score[J]. The American Statistician, 1985, 39(1): 33-38.
- [22] Oestreich A M, Tsiakas I. Carbon emissions and stock returns: Evidence from the EU emissions trading scheme[J]. Journal of Banking & Finance, 2015, 58: 294-308.
- [23] 邵敏, 包群. 政府补贴与企业生产率: 基于我国工业企业的经验分析[J]. 中国工业经济, 2012, (7): 70-82. [Shao M, Bao Q. Government subsidies and firm's productivity: An empirical study based on Chinese industrial plants[J]. China Industrial Economics, 2012, (7): 70-82.]
- [24] Da Silva P P, Moreno B, Figueiredo N C. Firm specific impacts of CO2 prices on the stock market value of the Spanish power industry[J]. Energy Policy, 2016, 94: 492-501.
- [25] Brouwers R, Schoubben F, Van H, et al. The initial impact of EU ETS verification events on stock prices[J]. Energy Policy, 2016, 94: 138-149.
- [26] Liang X Y, Lu X W, Wang L H. Outward internationalization of private enterprises in China: The effect of competitive advantages and disadvantages compared to home market rivals[J]. Journal of World Business, 2012, 47(1): 134-144.
- [27] Goodchild A, Toy J. Delivery by drone: An evaluation of unmanned aerial vehicle technology in reducing CO<sub>2</sub> emissions in the delivery service industry[J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2018, 61(6): 58-67.
- [28] 傅京燕, 司秀梅, 曹翔. 排污权交易机制对绿色发展的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(8): 12-21. [Fu J Y, Si X M, Cao X. Research on the influence of emission trading mechanism on green development[J]. China Population, Resources and Environment, 2018, 28(8): 12-21.]
- [29] 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. [Tu Z G, Shen R J. Can emissions trading scheme achieve the Porter effect in China? [J]. Economic Research Journal, 2015, 50(7): 160-173.]
- [30] Cai X Q, Lu Y, Wu M Q, et al. Does environmental regulation drive away inbound foreign direct investment? Evidence from a quasi-natural experiment in China[J]. Journal of Development Economics, 2016, 123: 73-85.
- [31] 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. [Qi S Z, Lin S, Cui J B. Do environmental rights trading schemes induce green innovation? Evidence from listed firms in China[J]. Economic Research Journal, 2018, 53(12): 129-143.]
- [32] Preacher K J, Hayes A F. Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models[J]. Behavior Research Methods, 2008, 40(3): 879-891.
- [33] 杨洋, 魏江, 罗来军. 谁在利用政府补贴进行创新? 所有制和要素市场扭曲的联合调节效应[J]. 管理世界, 2015, (1): 75-86. [Yang Y, Wei J, Luo L J. Who innovate from the government subsidies? The joint moderate effects of the ownership and the factor market distortions[J]. Management World, 2015, (1): 75-86.]
- [34] 逯进, 王恩泽. 新能源示范城市建设对区域环境污染治理的影响[J]. 资源科学, 2019, 41(11): 2107-2118. [Lu J, Wang E Z. Impact of new energy demonstration city construction on regional environmental pollution control[J]. Resources Science, 2019, 41(11): 2107-2118.]
- [35] 龙小宁, 万威. 环境规制、企业利润率与合规成本规模异质性[J]. 中国工业经济, 2017, (6): 155-174. [Long X N, Wan W. Environmental regulation, corporate profit margins and compliance cost heterogeneity of different scale enterprises[J]. China Industrial Economics, 2017, (6): 155-174.]
- [36] 刘晔, 张训常. 碳排放交易制度与企业研发创新: 基于三重差分模型的实证研究[J]. 经济科学, 2017, (3): 102-114. [Li Y, Zhang X C. Carbon emission trading system and enterprise R&D innovation: An empirical study based on triple difference model[J]. Economic Science, 2017, (3): 102-114.]

- [37] Kleer R. Government R&D subsidies as a signal for private investors[J]. *Research Policy*, 2010, 39(10): 1361–1374.
- [38] Hussinger K. R&D and subsidies at the firm level: An application of parametric and semiparametric two step selection models[J]. *Journal of Applied Econometrics*, 2008, 23: 729–747.
- [39] 任晓松, 刘宇佳, 赵国浩. 经济集聚对碳排放强度的影响及传导机制[J]. *中国人口·资源与环境*, 2020, 30(4): 95–106. [Ren X S, Liu Y J, Zhao G H. The impact and transmission mechanism of economic agglomeration on carbon intensity[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2020, 30(4): 95–106.]

## The impact of carbon trading policy on the economic performance of highly polluting industrial enterprises : Empirical analysis based on multiple mediating effect model

REN Xiaosong<sup>1</sup>, MA Qian<sup>2</sup>, LIU Yujia<sup>1</sup>, ZHAO Guohao<sup>3</sup>

(1. School of Management Science and Engineering, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030031, China;

2. School of Accounting, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030031, China; 3. School of Business

Administration, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030031, China)

**Abstract:** Taking China's carbon trading policy introduced in 2011 as a natural exogenous shock, this study used the micro-enterprise data from 2010 to 2018 to construct a quasi-natural experiment. The triple difference model and multiple mediating effect models were used to examine the impact of this policy on the economic performance of highly polluting industrial enterprises, and to verify whether carbon trading policies can achieve economic dividends and its transmission mechanisms. The results show that: (1) Carbon trading policy significantly improves the economic performance of high-pollution industrial enterprises and realizes economic dividends. (2) Mechanism test shows that the carbon trading policy can indirectly affect the economic performance of highly polluting industrial enterprises through the low-carbon subsidy support effect, corporate benefit incentive effect and R&D innovation dynamic effect. Enterprise benefit incentive effect and innovation motivation effect show positive effects, while the support effect of low-carbon subsidies shows a concealing effect. (3) The heterogeneity analysis shows that, in terms of the overall effect, carbon trading policy has a better effect on the economic performance of non-state-owned enterprises and small-scale enterprises. As for the mediating effect, the whole mediation effect of carbon trading policy on the economic performance of state-owned enterprises and large-scale enterprises is obvious, and there are only some significant parallel and chain-mediated mediation effects on the economic performance of non-state-owned enterprises and small-scale enterprises. This study makes a beneficial supplement to the theoretical construction of China's carbon market from a micro perspective, and provides data support and policy suggestions for the differentiated implementation of carbon trading policies and the design of emission reduction and efficiency enhancement mechanism for highly polluting industrial enterprises.

**Key words:** carbon emissions trading; corporate economic performance; Difference-in-difference-in-difference Model; Multiple Mediating Effect Model