

碳排放权交易政策对企业碳减排的影响研究

郝德生

四川大学公共管理学院, 四川 成都

收稿日期: 2024年3月11日; 录用日期: 2024年3月28日; 发布日期: 2024年4月16日

摘要

改革开放以来, 中国经济取得了巨大的发展成就。但是在经济发展过程中产生了一些不可忽视的环境问题, 尤其是碳排放问题。对此, 为了控制碳排放问题所带来的不利影响并按照预期实现我国的双碳目标, 2011年10月, 国家发布相关碳排放权交易通知, 批准在五省两市启动碳交易地方试点, 继而在2013、2014年陆续启动了地方碳排放权交易市场, 开展碳排放权交易。本文通过双重差分法对碳排放权交易政策对企业降低二氧化碳排放量进行研究, 发现我国碳排放权交易政策的政策效应明显, 对企业碳排放有显著抑制作用。并且对处于不同行业竞争程度的企业进行异质性分析, 发现碳排放权交易政策对于处于行业竞争弱的企业减排效果更强, 为碳排放权政策研究提供了新的视角。虽然我国碳排放权政策的实施取得了一些成就, 但是我国碳排放权交易市场起步晚, 不成熟, 依然有很大进步空间, 因此, 本文也相应给予了一些对策建议。

关键词

碳排放权交易政策, 企业碳减排, 双重差分法, 异质性分析

Study on the Impact of Carbon Emission Trading Policies on Corporate Carbon Emission Reduction

Desheng Hao

School of Public Administration, Sichuan University, Chengdu Sichuan

Received: Mar. 11th, 2024; accepted: Mar. 28th, 2024; published: Apr. 16th, 2024

Abstract

Since the reform and opening up, China's economy has made great achievements in development.

However, in the process of economic development, some environmental problems have arisen that cannot be ignored, especially the problem of carbon emissions. In this regard, in order to control the negative impacts of carbon emission problems and to achieve the country's dual carbon target as expected, in October 2011, the state issued a notice on carbon emissions trading, approved the launch of local pilot carbon trading in five provinces and two cities, and then in 2013 and 2014 launched the local carbon emissions trading market one after another to carry out carbon emissions trading. This paper researches the carbon emissions trading policy on the enterprise to reduce carbon dioxide emissions through the double difference method, and finds that the policy effect of China's carbon emissions trading policy is obvious, and it has a significant inhibition effect on the enterprise's carbon emissions. And it analyzes the heterogeneity of enterprises in different degrees of industry competition, and finds that the carbon emissions trading policy has a stronger emission reduction effect for enterprises in weak industry competition, which provides a new perspective for the study of carbon emissions policy. Although the implementation of China's carbon emission rights policy has made some achievements, China's carbon emission rights trading market started late, and immature, there is still a lot of room for progress, so this paper also gives some countermeasure suggestions accordingly.

Keywords

Carbon Emissions Trading Policy, Corporate Carbon Emission Reduction, Double Difference Method, Heterogeneity Analysis

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

气候变化已成为当今时代最紧迫的全球性挑战之一，需要世界各国立即采取协调一致的应对措施。我国作为世界上最主要的碳排放主体之一，深刻地认识到降碳的必要性以及自己身上的重担，并对碳减排工作重视程度也提升到了前所未有的高度。在 75 届联合国大会上，我国提出了双碳目标，给予了世界碳排放的重要承诺，体现出我国的大国担当。

我国也积极将承诺落实在行动中，在近些年，出台了一系列关于碳减排的政策文件，务实地去降低我国的排碳量。在这些政策中，碳排放权交易政策可谓是有里程碑的意义。2011 年，国家发改委发布了关于开展碳排放权交易试点工作的通知，批准北京、天津、上海、重庆、广东、湖北、深圳等省市作为碳排放权交易地方试点。2013 年，我国碳排放权交易市场陆续正式启动，碳排放权交易政策被正式运用到碳减排的工作中。

我国碳排放权交易政策的实施已历经数载，但是其政策对于企业的政策效果具体如何呢？鲜有文献从该视角出发进行分析，多数文献从省级、市级或者产业的角度出发，评估碳排放权交易政策，研究角度多偏宏观，本文的研究将补充碳排放权交易者交易政策对微观企业层面影响的文献；即便少数文献从企业角度出发，评估碳排放权交易政策的效果，但更多以中国 A 股上市公司的少数企业为样本进行评估，受制于数据少，样本量小，其所得结果可靠性差，而本文以中国税收调查所得的数据为样本，样本量大，所得结果可靠性更强。以下本文将从企业角度出发，深入探究碳排放权交易政策的影响。此外，本文还将碳排放权交易政策对不同行业竞争程度的企业进行异质性分析，为碳排放权交易政策的评估提供更多视角，以帮助相关政策制定者改进政策，增强政策的适配性。

2. 文献回顾与研究假设

碳排放权交易是排污权交易的其中一种，相关研究也起源于排污权市场化的研究。Coase (1960) [1] 最早提出通过产权界定可以解决负外部性问题。Dales (1968) [2] 则首次把产权界定引入到污染治理领域，由政府分发排污额度，构建以市场为基础的交易机制，提升排控的效率。但是由于国情的不同，排污交易政策在实际运用中有效性仍然是一个存在争议的话题，碳排放权交易政策作为排污权交易政策的一种，自然自其实施之日起，就饱受争议。

经过对相关文献的梳理，发现部分研究人员对碳排放权政策持有否定的观点，认为该政策没有降碳作用。Streimikiene 等(2009) [3] 对波罗的海国家的减排情况进行分析，发现碳交易无法降低这些国家的碳排放量。Wang 等(2016) [4] 基于广东省的数据进行实证分析，发现碳交易未对该区域的碳减排产生影响。

但是绝大部分学者对碳排放权交易的减排效果持肯定的观点。刘宇等(2016) [5] 研究表明 2014 年启动的碳排放权交易市场在对天津经济轻微影响的基础上实现减排 0.62%。任胜钢等(2019) [6] 通过对上市公司的实证分析，肯定了碳交易政策降低二氧化碳排放量的作用。李胜兰和林沛娜(2020) [7] 研究表明碳排放权交易政策展现出显著的碳减排效应。

基于以上分析和对于文献的梳理，学者们对碳排放权交易政策的能否发挥减排效果，持有不同观点，尚存在争议，因此，有进一步探究的必要，本文提出如下假设：我国碳排放权交易政策能够有效降低企业的碳排放量。

3. 数据来源与模型

3.1. 数据来源

本文使用的数据来自中国税务调查(CTS) 2007~2016 年的数据。中国税务调查(CTS)是通过分层抽样选取具有代表性的约 75 万左右的企业，调查其财务、经营和能源消耗等方面的数据，数据量大，涵盖范围广，非常适用于研究环境规制手段对微观企业层面碳排放影响(Chen *et al.*, 2018) [8]。为了样本的完整可靠，剔除缺失值、异常值和重复值，最终得到共 1,475,313 个观测值。

3.2. 指标选取

本文的被解释变量为企业的碳排放。考虑到目前我国出台的政策文件中，多聚焦于碳排放强度。并且如果使用碳排放量的绝对量来进行衡量，不够科学客观，常常扭曲客观事实，本文参考程叶青等(2013) [9] 和 Liu 等(2021) [10] 的做法，以企业的碳排放强度(Carbon Emission Intensity)来衡量。碳排放强度由碳排放总量除以营业收入得到的。在回归中，企业的碳排放强度采用对数形式。具体公式，如表 1 和表 2 所示。

Table 1. The explained variable formula is summarized

表 1. 被解释变量公式汇总

被解释变量	具体公式
(碳排放强度) logY	碳排放强度 = $\log(\text{碳排放总量}/\text{营业收入})$
	碳排放总量 = 煤炭 * 煤炭标准碳转化系数 * 1000 (煤炭碳排放量 kg) + 石油 * 石油标准碳转化系数 * 1000 (石油碳排放量 kg) + 电力 * 电力标准碳转换系数 * 10,000 (电力碳排放 kg)

Table 2. Conversion coefficient of carbon emission intensity

表 2. 碳排放强度转化系数

电力标准碳转化系数	煤炭标准碳转化系数	石油标准碳转化系数
因具体电力公司而异	1.829	3.073

本文的核心解释变量是碳排放权交易政策，由于开启碳交易即是对于碳排放权交易政策的实施，因此基于本文多期渐进双重差分法，碳排放权交易政策是由两个虚拟变量的交乘项所构成。政策虚拟变量($treat_t$)反映是否为碳排放权交易试点地区的虚拟变量，地区为碳排放权交易试点地区取值为1，反之取值为0。时间虚拟变量($post_t$)是用以识别地区为碳排放权交易试点地区时间的变量，若企业所处的城市在 t 年被列为碳排放权交易试点地区及之后年份则取值为1，反之取值为0。

有研究显示，企业的自身情况会影响企业的碳排放量。因此为尽可能地排除其他因素的影响，本文选择企业年龄(log age)、企业规模(size)、企业盈利能力(rate pro)、资产负债率(lever)、产权性质(soe)和政府补贴(subsidy)作为控制变量以减少估计偏差，并对上述数据进行预处理。以上所有变量的描述性统计分析见表3。

Table 3. Descriptive statistics

表 3. 描述性统计

变量名	符号	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
碳排放强度取对数	log ceinten	1,474,132	3.493	1.977	-1.696	9.479
碳排放权政策	did	1,475,313	0.0577	0.233	0	1
企业年龄取对数	log age	1,475,313	2.033	0.702	0	3.332
企业规模取对数	size	1,475,313	10.08	1.904	5.293	14.68
利润率	rate pro	1,475,313	0.00495	0.114	-0.602	0.373
资产负债率	lever	1,475,313	0.569	0.274	0	1
国有企业	soe	1,475,313	0.00958	0.0974	0	1
政府补贴取对数	subsidy	1,475,313	1.061	2.365	0	8.720

3.3. 模型构建

由于双重差分法评估政策而言，可以减少内生性问题，并且能够评估出政策的经效应，因此，本文将构建双重差分模型。我国在2013年和2014年陆续启动碳排放权交易市场时，即为准自然试验创造了条件，本文研究对象碳排放权交易试点区域是在不同年份确立的，采用多期渐进双重差分模型来评估碳排放权交易政策的实施效果更佳。本文参考董梅和李存芳(2020) [11]等学者的方法，构建基准模型如下：

$$\log Y_{it} = \alpha + \beta treat_i * post_t + \zeta control_{it} + \theta_i + \mu_t + \lambda_j + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， i 代表企业， t 代表年份， Y_{it} 为被解释变量，用碳排放强度表示。 $treat_i * post_t$ 为交互项，当其等于1时，代表位于碳排放权试点区域的企业受到了政策冲击。 β 为基准回归方程的交互项系数，是本文的核心系数。 $control_{it}$ 代表影响企业碳排放强度的一系列控制变量， θ_i 代表个体固定效应， μ_t 代表时间固定效应， λ_j 代表省份固定效应。 ε_{it} 为随机扰动项。

4. 实证分析

4.1. 基准回归结果

由表4列(1)可知，在未加入控制变量前，碳排放权交易政策的系数为-0.182，在1%的水平上呈现显著性，说明仅控制固定效应时，碳排放权交易政策对于企业碳排放有显著的负向影响；由列(2)可见，继续控制其他控制变量后的碳排放权交易政策的回归系数为-0.192，负向作用继续变大，并且依然在1%的统计水平下显著。两者都意味着碳排放权交易政策对企业二氧化碳排放抑制作用显著。因此，该结果验

证了本文的假设。

Table 4. Baseline regression result
表 4. 基准回归结果

	(1) log_ceinten	(2) log_ceinten
D_{it}	-0.182*** (0.019)	-0.192*** (0.018)
log_age		-0.033*** (0.010)
size		-0.141*** (0.008)
rate_pro		-0.956*** (0.030)
lever		-0.030** (0.012)
soe		0.014 (0.029)
subsidy		0.004*** (0.001)
Constant	3.504*** (0.002)	5.007*** (0.084)
θ_i	YES	YES
μ_t	YES	YES
λ_j	YES	YES
N	1,473,606	1,473,606
R^2	0.621	0.623

注：* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$ ；括号内为城市层面聚类稳健标准误。

4.2. 稳健性检验

4.2.1. 平行趋势检验

使用双重差分法来评估政策的有效性是基于一些前提，在这些众多的前提中最关键是要满足平行趋势假设。本文参考了已有研究普遍的做法(Jacobson *et al.*, 1993) [12]来验证是否满足平行趋势假定，构建时间研究模型如下：

$$\log Y_{it} = \alpha + \sum_{k=-7}^{k=+3} \beta_k * D_{i,t_0+k} + \zeta control_{it} + \theta_i + \mu_t + \lambda_j + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

上式中， D_{i,t_0+k} 代表一连串虚拟变量的集合，指的是该区域成为碳排放权交易试点区域后的第 k 年。

图 1 为平行趋势检验结果，横轴表示碳排放权交易政策出台的前后时间，纵轴表示系数 β_k 的值，上下虚

线代表 5% 的显著性水平。从图 1 可知，在碳排放政策出台前($k < 0$)的 7 期， β_k 的值较为平缓，且该时期的 95% 置信区间均穿过 0，说明碳排放权试点区域企业和非碳排放权试点区域企业的碳排放水平变化趋势大体平行，基本满足平行趋势。然而，从 $k = 0$ 开始，即政策实施开始，由于政策作用的发挥具有时滞性(李治国和王杰, 2021) [13]，第一年政策实施不显著，此后期间，系数 β_k 的数值均显著为负，表明碳排放权交易政策对企业碳排放的抑制作用愈发明显，这表明回归结果稳健。

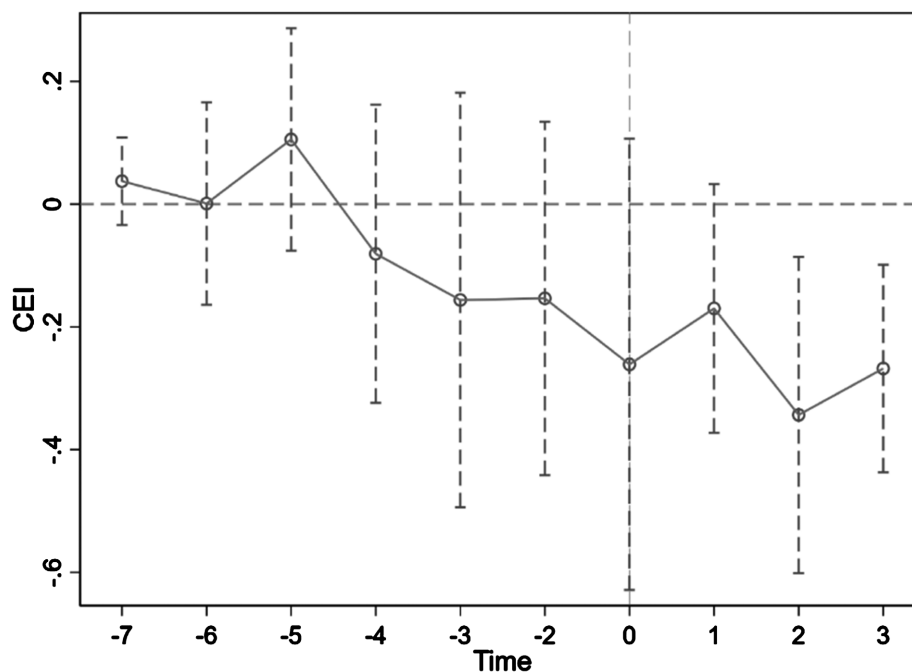


Figure 1. Parallel trend test chart
图 1. 平行趋势检验图

4.2.2. 安慰剂检验

为了加强本文基准回归结果的可靠性，本文进行安慰剂检验。本研究参考任胜钢和李波(2019) [14] 的做法进行安慰剂检验，具体实施步骤如下：(1) 随机生成一个碳交易试点名单；(2) 重复 500 次上述步骤，得到 500 个交乘项系数以及对应的 p 值。得到的结果如图 2 所示，大部分随机抽取生成的交互项系数集中于零轴附近，并且服从正态分布，说明虚拟政策时间节点的影响较小。并且图中左边的红色竖虚线为基准方程回归结果(-0.192)，安慰剂检验中随机抽样得到的系数距离实际系数距离较远，这说明本文的基准回归结果受其他因素的影响较小。

4.3. 异质性分析

企业所处的行业竞争情况直接影响企业行为，因此，考虑到企业所处的行业竞争情况也可能影响到企业对于政策的反馈程度，因此，本文参考韩忠雪和周婷婷(2011) [15] 的做法，以 HHI 指数为行业竞争程度的划分依据，若该值大于当年中国 HHI 平均值，则市场较集中，行业竞争程度弱，反之则较强。本文对初始样本划后分别进行回归。表 5 的回归结果显示政策效果针对不同竞争程度的企业具有差异性，该政策对于行业竞争程度弱的企业作用更强，这可能是由于行业竞争程度弱的企业面临的生存压力较小，有更多的精力倾注于企业碳减排工作；而处于竞争更激烈行业的企业面临生存危机，对于碳减排工作所投入较少，因此，对其的影响相对较弱。

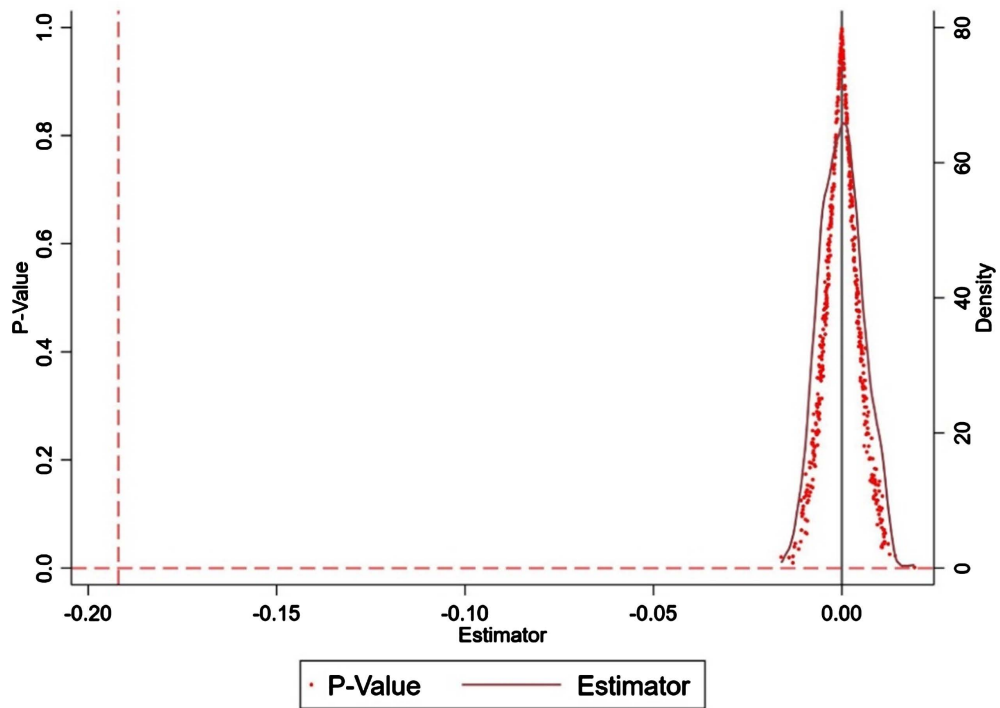


Figure 2. Placebo test result
图 2. 安慰剂检验结果

Table 5. Heterogeneity analysis of industry competition degree
表 5. 行业竞争程度异质性分析

	行业竞争弱回归结果	行业竞争强回归结果
D_{it}	-0.240*** (0.022)	-0.139*** (0.029)
Constant	5.025*** (0.113)	4.900*** (0.144)
control	YES	YES
θ_i	YES	YES
μ_t	YES	YES
λ_j	YES	YES
N	666,837	664,860
R^2	0.647	0.646

注: * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$; 括号内为城市层面聚类稳健标准误。

5. 结论与建议

5.1. 结论

本文在构建基准回归模型时, 最大程度控制了影响企业碳排放的因素、时间固定效应、省份固定效应以及个体固定效应后进行回归分析, 回归结果表明碳排放权交易政策显著地抑制了企业碳排放, 通过

市场化的机制可以有效降低企业碳排放。为了提升基准回归结果的可靠性，本文验证了平行趋势假设，实证结果表明碳排放权试点区域企业和非碳排放权试点区域企业的碳排放水平变化趋势大体平行。此外，本文还进行了安慰剂检验，进一步验证了基准回归结果的稳健性。此外，另一方面，因各个企业所处行业的竞争程度不同，企业行为也因此有所不同，本文还讨论了处于不同行业竞争环境的企业对于碳排放权交易政策的反馈，发现碳排放权交易政策对行业竞争程度弱的企业作用更强。

5.2. 对策建议

基于本文的实证结论，碳排放权交易政策对企业碳减排促进作用显著，但是我国碳排放权交易市场起步晚，不成熟，依然有很大进步空间。因此，本文结合上述分析，提出以下对策建议：

第一，完善并健全碳交易市场建设，进一步提升碳交易市场化程度。可考虑将试点政策推广到更多地区，扩大碳交易市场覆盖范围，积极推动重点城市及区域碳减排一体化，引导城市技术创新发展与产业结构优化，不断优化碳减排机制设计。此外，还应进一步提升碳交易市场化程度，逐步拓展碳交易市场的覆盖范围，推出碳期货、碳远期等各类碳金融衍生产品，逐步丰富交易方式和种类，大力发展碳金融市场，提升碳交易市场的活跃度，充分发挥碳交易市场的资源配置作用。

第二，对所处不同行业竞争环境的企业实行差异化政策引导，激发减排积极性。对于高竞争行业的企业，由于市场竞争激烈，这些企业往往更注重短期效益和成本控制，对减排政策的反馈效果可能不佳。因此，针对这类企业，政府应着重通过财政补贴、税收减免等经济激励手段，降低其减排成本，提高其参与减排的积极性和可持续性。相比之下，低竞争行业的企业可能面临较小的市场压力，有更多资源和动力去响应减排政策。针对这类企业，政府可以通过设立更高的减排标准、加强监管和执法力度，推动其积极采取减排措施。此外，政府应建立定期评估和调整机制，对政策的实施效果进行跟踪和评估。根据评估结果，适时调整政策力度和措施，确保政策能够精准有效地引导企业参与减排行动。

第三，加强碳排放权交易政策监管力度。加强碳排放权交易政策监管力度是确保政策实施效果的关键所在。相关政府部门应当建立严格的碳排放权交易监管机制。加强对碳排放权交易市场的日常监管，定期对市场运行情况进行检查和评估。对于发现的违规行为，要及时进行处理和纠正，并公开曝光，以儆效尤。同时，建立跨部门协作机制，形成监管合力，确保碳排放权交易市场的稳定有序运行。此外，提升碳排放权交易数据的准确性和透明度。建立健全碳排放数据监测、报告和核查体系，确保碳排放数据的真实可靠，以保证政策效果。

5.3. 不足之处

受到所得数据的限制，本研究的实证样本集中于 2007~2016 年，无法反映近几年碳排放权交易政策的效果。若未来得到更多数据，将提供更为全面的分析。

参考文献

- [1] Coase, R.H. (1960) The Problem of Social Cost. In: Gopalakrishnan, C., Ed., *Classic Papers in Natural Resource Economics*, Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1057/9780230523210_6
- [2] Dales, J.H. (1968) *Pollution, Property & Prices: An Essay in Policy-Making and Economics*. University of Toronto Press, Toronto.
- [3] Streimikiene, D. and Roos, I. (2009) GHG Emission Trading Implications on Energy Sector in Baltic States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **13**, 854-862. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.02.005>
- [4] Wang, J., Yang, J., Ge, C., et al. (2004) Controlling Sulfur Dioxide in China: Will Emission Trading Work? *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, **46**, 28-39. <https://doi.org/10.1080/00139150409604389>
- [5] 刘宇, 温丹辉, 王毅, 等. 天津碳交易试点的经济环境影响评估研究——基于中国多区域一般均衡模型

- TermCO₂ [J]. 气候变化研究进展, 2016, 12(6): 561-570.
- [6] 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.
- [7] 李胜兰, 林沛娜. 我国碳排放权交易政策完善与促进地区污染减排效应研究——基于省级面板数据的双重差分分析[J]. 中山大学学报(社会科学版), 2020, 60(5): 182-194.
- [8] Chen, Z., Liu, Z., Suárez Serrato, J.C., *et al.* (2021) Notching R&D Investment with Corporate Income Tax Cuts in China. *American Economic Review*, **111**, 2065-2100. <https://doi.org/10.1257/aer.20191758>
- [9] 程叶青, 王哲野, 张守志, 等. 中国能源消费碳排放强度及其影响因素的空间计量[J]. 地理学报, 2013, 68(10): 1418-1431.
- [10] Liu, X., Ji, Q. and Yu, J. (2021) Sustainable Development Goals and Firm Carbon Emissions: Evidence from a Quasi-Natural Experiment in China. *Energy Economics*, **103**, Article 105627. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105627>
- [11] 董梅, 李存芳. 低碳省区试点政策的净碳减排效应[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(11): 63-74.
- [12] Jacobson, L.S., LaLonde, R.J. and Sullivan, D.G. (1993) Earnings Losses of Displaced Workers. *The American Economic Review*, **83**, 685-709. <https://doi.org/10.17848/wp92-11>
- [13] 李治国, 王杰. 中国碳排放权交易的空间减排效应: 准自然实验与政策溢出[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(1): 26-36.
- [14] 任胜钢, 李波. 排污权交易对企业劳动力需求的影响及路径研究——基于中国碳排放权交易试点的准自然实验检验[J]. 西部论坛, 2019, 29(5): 101-113.
- [15] 韩忠雪, 周婷婷. 产品市场竞争、融资约束与公司现金持有: 基于中国制造业上市公司的实证分析[J]. 南开管理评论, 2011, 14(4): 149-160.