

基于多时点双重差分法的碳交易政策对可持续经济福利的影响研究

王嘉玮

北京林业大学经济管理学院 北京

【摘要】随着全球气候变化的挑战逐渐严峻，实现经济发展绿色转型和可持续成了各国政府的共同目标。中国作为世界上最大的碳排放国之一，其碳交易市场政策的实施对促进减排和推动经济、社会及环境的协调发展具有重要意义。本文在 2009-2017 年中国 30 个省级单位所构建的可持续经济福利指数 (ISEW) 的面板数据的基础上，使用 Stata 工具并运用多时点双重差分法 (MDID)，评估了中国碳交易市场政策对可持续经济福利的影响。并对这一结果进行了稳健性检验，结果显示，本文基准回归的模型具有稳健性且在统计上是显著的。同时，本文也对碳交易政策的区域异质性和影响机制进行了研究，得出以下结论：碳交易政策显著提升了试点地区的可持续经济福利，且东部地区由于经济基础雄厚、资源丰富、生产技术和工艺先进，从政策中获益最大。产业结构的成熟度和城市化进程与碳交易政策的交互作用对可持续经济福利有显著正向影响。这表明产业结构优化和城市化水平的提高是促进可持续经济福利增长的重要因素。本文也基于实证得出的结果提出了一系列政策优化建议，旨在为政策制定者提供量化工具，以评估和优化现有政策，促进社会、经济 and 环境的和谐共生。

【关键词】碳交易市场；Stata；多时点双重差分法；可持续经济福利；区域异质性；影响机制研究

【基金项目】北京市通州区园林绿化局项目 (LMZN230517)

【收稿日期】2024 年 10 月 25 日 **【出刊日期】**2024 年 12 月 3 日 **【DOI】**10.12208/j.aee.20240002

Study on the Impact of Carbon Trading Policy on Sustainable Economic Welfare Based on Multi-Time-Point Double Differences Method

Jiawei Wang

School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing

【Abstract】As the challenges of global climate change become increasingly severe, achieving the green transformation and sustainability of economic development has become the common goal of governments around the world. China, as one of the largest carbon-emitting countries in the world, the implementation of its carbon trading market policies is of great significance for promoting emissions reduction and driving the coordinated development of the economy, society, and environment. Based on the panel data of the Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW) constructed for 30 provincial-level units in China from 2009 to 2017, this paper uses the Stata tool and the multi-time-point difference-in-differences method (MDID) to evaluate the impact of China's carbon trading market policies on sustainable economic welfare. Robustness tests have been conducted on this result, and it shows that the benchmark regression model in this paper is robust and statistically significant. Meanwhile, this paper also conducts research on the regional heterogeneity and impact mechanism of carbon trading policies, and draws the following conclusions: The carbon trading policy has significantly improved the sustainable economic welfare in the pilot areas, and the eastern region, due to its solid economic foundation, abundant resources, and advanced production technologies and processes, has benefited the most from the policy. The interaction between the maturity of the industrial structure and the urbanization process and the carbon trading policy has a significant positive impact on

作者简介：王嘉玮，女，江苏人，北京林业大学，经济管理学院，硕士研究生，研究方向：社会统计分析。

sustainable economic welfare. This indicates that the optimization of the industrial structure and the improvement of the urbanization level are important factors in promoting the growth of sustainable economic welfare. Based on the results obtained from the empirical research, this paper also puts forward a series of policy optimization suggestions, aiming to provide quantitative tools for policymakers to evaluate and optimize existing policies and promote the harmonious coexistence of society, economy, and environment.

【Keywords】 Carbon Trading Market; Stata; Multi-time-point Difference-in-differences Method; Sustainable Economic Welfare; Regional Heterogeneity; Research on Impact Mechanism

1 引言

1.1 研究背景与意义

在当今世界，面对全球气候变化的严峻挑战，各国政府和国际组织正致力于寻求有效途径以减少温室气体排放并推动经济的绿色转型。中国，作为全球最大的碳排放国之一，其在应对气候变化方面采取的政策和措施对全球气候行动具有重要影响。自改革开放以来，中国经济的快速增长带来了显著的能源消耗和碳排放增加，这不仅对国内的环境质量构成了压力，也对全球气候变化的缓解工作带来了挑战。为了实现可持续发展目标，中国政府已经开始实施一系列碳减排政策，其中包括碳交易市场的建立和推广。

碳交易市场作为一种创新的环境经济政策工具，通过市场化手段促进减排，提高能源效率，并推动低碳技术的发展和應用。2011年，中国启动了碳交易试点政策，随后在2017年推出了《全国碳排放权交易市场建设总体方案（发电行业）》，标志着中国碳交易市场正式进入全国性推广阶段^[1]。然而，碳交易政策在促进减排的同时，也可能对企业的经济活动和竞争力产生一定的影响，其对经济、社会和环境的综合效应尚需深入研究和评估。

基于此背景，本文旨在深入探讨中国碳交易政策对可持续经济福利的影响，来评估政策在不同地区不同的实施效果，分析政策的先行和滞后效应，以及探讨其他控制变量对政策效果的潜在调节作用。通过对中国30个省（市）2009-2017年面板数据的分析，本研究不仅有助于推动经济从高碳向低碳转型，促进社会福祉和区域发展均衡，而且丰富了环境政策因果推断的实证研究，为相关理论提供新的实践案例，为构建更加公平、高效和可持续的碳交易市场体系贡献力量。

1.2 研究目的与问题阐述

本文关注的主要问题包括：①中国碳交易政策

是否有效地提升了试点地区的可持续经济福利？②与非试点地区相比，试点地区在不同模型的结果上的表现如何？③此外，碳交易政策对于可持续经济福利的影响是否具有区域差异性，异质性是否显著？④政策的实施是否存在先行或滞后效应，这些效应对可持续经济福利的长期影响是什么？⑤碳交易政策对于可持续经济福利的影响机制是怎么样

的？
本文希望通过构建的可持续经济福利指数（ISEW），来量化分析碳交易政策实施前后试点地区与非试点地区的差异性从而分析以上提到的这些问题。为优化中国碳交易政策效力、推进可持续发展、提高社会福利水平提供科学支持。

2 碳交易市场政策概述

2.1 国际碳交易市场发展现状

国际碳交易市场正在经历快速发展，根据国际碳行动伙伴组织（ICAP）发布的《ICAP全球碳市场进展2024年度报告》，全球有58个碳市场正在运行或开发中，这些市场覆盖了全球GDP的58%和全球排放量的18%。2023年，全球碳排放交易体系的收入超过740亿美元，创下了历史新高，这表明碳市场在支持减排和社会公正转型方面发挥了重要作用。

全球碳市场的发展呈现出四大趋势：①已有36个系统到位，另外22个系统正在开发或考虑中，特别是在亚洲和拉美地区；②碳市场正在扩大覆盖范围、降低免费配额、减少总量，以与国家自主贡献目标保持一致；③基于强度的排放交易体系正在兴起，推动了新一代混合创新的碳市场设计；④碳市场收入的增加有效支持了减排和社会公正转型。

此外，全球主要碳市场如欧盟、英国、新西兰、美国区域温室气体减排倡议（RGGI）、加州-魁北克和韩国等，都在积极推动市场的发展和完善^[2]。对全球碳市场的未来展望显示，碳市场控排规模将持续

增加，碳市场和碳税的配合使用将成为未来趋势，并且全球碳市场衔接进程正在加快，这将有助于各国更好地完成其自主贡献目标，并推动国际碳减排合作。尽管目前全球统一的碳市场尚未形成，但各地市场的发展不均衡现象正在逐步改善，国际间的合作和衔接正在不断加强。

2.2 国内碳交易政策的演变与实施

碳交易市场政策是中国政府为了控制和减少温室气体排放，推动绿色低碳发展而采取的一项重要措施。根据中国政府网，全国碳排放权交易市场利用市场机制来控制和减少温室气体排放，是中国实现碳达峰和碳中和目标的重要政策工具。2021年，生态环境部表示，全国碳市场第一个履约周期纳入发电行业重点排放单位超过2000家，覆盖的碳排放量超过40亿吨二氧化碳，成为全球规模最大的碳市场。

自2011年10月起，北京、天津、上海、重庆、广东、湖北和深圳等地陆续启动了碳排放权交易地方试点。随着全国碳市场的建立，生态环境部强调了分阶段、有步骤地推动全国碳市场建设的重要性，确保全国统一的碳排放权交易市场平稳、有效运行^[3]。十多年的碳市场试点政策建设也取得了一定的成效，为全国碳市场的发展积累了丰富的经验^[4]。

2024年一季度，中国碳交易市场继续在双碳政策的护航下健康发展，致力于打造兼顾学术研究与应用实践的碳核算综合服务平台。此外，中国政府还发布了《碳排放权交易管理暂行条例》，进一步规范碳排放权交易及相关活动，加强对温室气体排放的控制。

中国碳市场建设的成效显著，已成为全球规模最大的碳市场。《全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业）》明确了碳市场作为控制温室气体排放的政策工具，以发电行业为突破口，分阶段稳步推进碳市场建设。

3 文献综述与研究假设

3.1 碳交易市场的理论基础

碳交易市场作为一种创新的环境经济政策工具，其理论基础深植于经济学的多个核心概念。

(1) 外部性理论

碳交易市场的核心在于解决由碳排放引起的负外部性问题。企业在生产过程中产生的温室气体排放，对环境和社会造成了损害，但这些成本并未在

企业的生产成本中得到反映。通过碳市场，可以内化这些外部成本，促使企业在经济激励下减少排放。

(2) 庇古税（Pigouvian Tax）理论

庇古税理论^[5]认为，政府可以通过税收手段来纠正市场失灵，对产生负外部性的活动征税，以此来调节其社会成本。碳税直接应用了这一理论，而碳交易市场政策则提供了一种更为灵活的机制，允许企业根据自身减排成本与市场进行交易，达到成本效益最大化。

(3) 科斯定理

科斯定理^[6]指出，在产权明确且交易成本较低的情况下，通过市场交易可以实现资源配置的效率。碳交易市场可以通过明确碳排放权的产权，并允许这些权利在市场上交易，这其中体现了科斯定理，促进了减排资源的有效分配。

(4) 市场激励机制

碳交易市场通过建立排放上限和交易机制，为企业提供了一个明确的经济信号，即减少碳排放可以带来经济利益。这种市场激励机制鼓励企业采取创新的减排技术，追求成本效益比最高的减排策略，从而提高整体经济的能源效率。

(5) 可持续发展理念

碳交易市场政策不仅是一个经济工具，更是推动社会向可持续发展转型的重要手段。通过促进温室气体排放的减少，碳市场有助于实现全球气候目标，同时推动经济结构的绿色转型^[7]，为实现长期的环境和社会福祉提供了支持。

同时，碳市场的发展还需要国际间的合作与政策协调。随着全球气候变化问题的日益严峻，各国政府和国际组织正在通过建立跨国界的碳市场机制，促进全球范围内的减排努力，体现了国际社会共同应对气候变化的决心和智慧。

3.2 可持续经济福利的概念与衡量

可持续经济福利指数（Index of Sustainable Economic Welfare, ISEW）是一个综合性的经济指标，它旨在衡量一个国家或地区在一定时期内经济活动的可持续性及其对人类福祉的贡献。它由美国经济学家赫尔曼·戴利（Herman Daly）和约翰·科布（John B. Cobb Jr.）^[8]于1989年提出。刘渝琳和余尊宝研究发现^[9]，与传统的国内生产总值（GDP）不同，可持续经济福利不仅考虑经济增长，还考虑经济增长的环境和社会成本，以及自然资源的消耗和

生态系统服务的价值, ISEW 更能体现经济与福利的增长。

ISEW 的核心思想是经济增长并不总是等同于社会福祉的提高。例如, 环境污染、资源枯竭、收入不平等和失业等社会问题可能会随着 GDP 的增长而加剧, 但这些问题在 GDP 的计算中并未得到反映。因此, ISEW 可能通过考虑以下因素来衡量真正的经济福利: 加权消费者支出、家庭劳动价值、防御性公共支出、防御性私人支出、环境污染和资本成本调整^[10]。

具体构造为: $ISEW = \text{调整后的个人消费} + \text{国内劳动力价值} + \text{非防御性公共支出} - \text{防御性私人支出} - \text{环境破坏成本} + \text{资本调整}$ 。

3.3 文献综述与研究缺口

随着对可持续发展和绿色发展理念的深入理解, 碳交易市场作为实现这些目标的关键政策工具, 其重要性日益凸显。众多学者通过实证研究, 从不同角度探讨了碳交易政策对经济和环境的多方面影响。

刘传明等人^[11]的研究揭示了碳排放权交易作为一种市场机制, 如何在中国多个省市试点中有效降低二氧化碳排放, 尤其是广东、天津、湖北和重庆等地的显著效果, 为其他地区提供了可借鉴的经验。谭静和张建华的研究^[12]进一步探讨了碳交易机制对产业结构升级的促进作用, 尤其是湖北试点的显著效果, 以及对技术创新和外商直接投资的积极影响。

这些发现表明, 碳交易政策不仅能够推动环境改善, 还能促进经济结构的优化和升级。宋德勇等人^[13]的研究则从企业角度出发, 深入分析了碳排放权交易政策如何激发企业的绿色技术创新。特别是基准法的配额分配方式, 对于激励大型企业和早期绿色创新积累较多的企业具有显著效果, 这为碳交易政策的优化提供了重要依据。王为东等人^[14]的研究通过合成控制法, 全面评估了中国七个碳排放权交易试点对低碳技术创新的整体影响, 发现北京和上海等地的技术创新效果尤为显著。研究还验证了政策“信号-预期”机制的积极作用, 以及碳交易市场建设与区域产业结构升级之间的协同效应, 为政策制定者提供了宝贵的参考。

这些研究的共同点在于, 它们都强调了碳交易政策在促进减排、产业结构升级和绿色创新方面的积极作用, 同时也指出了区域异质性和影响机制的

重要性。这些发现为政策制定者提供了重要的决策支持, 有助于优化碳交易政策, 实现更广泛的环境和经济双重效益。

还有一些学者提出碳交易政策具有经济和环境红利, 付强和李涛^[15]早就从碳排放权交易的原理入手, 讨论了我国建立全国统一碳排放权交易市场的路径选择并表示了碳排放权交易对我国发展低碳经济发展的重要作用。黄向岚等人^[16]利用双重差分模型做了准自然实验后对碳交易政策的环境红利进行了分析, 在消除了其他因素的影响后, 发现在中国六个碳交易试点省份都对二氧化碳减排产生了显著的政策效应并实现了环境红利。

当前文献对碳交易市场福利效应评估多基于单一方法, 如张跃军和王霞^[17]就是使用了双重差分法进行基准检验, 并把研究重心放在了分析区域的可持续经济福利的差异上, 同时研究了这一政策的滞后效应, 但是可能他们在研究过程中忽视了政策实施过程中的产生的动态变化。因为在实际应用中, 政策可能在不同时间点对不同的个体或地区实施。多时点双重差分法可以处理这种异步性, 允许每个个体或地区在不同时间接受政策干预, 所以本文在张跃军和王霞^[17]的研究基础之上使用了多时点双重差分法继续对碳交易政策对可持续经济福利进行研究。

多时点双重差分法在碳交易市场因果推断中的应用前景广阔, 能够有效评估和分析碳交易政策的动态效应、异质性反应及长期环境影响, 为碳市场的制度优化和政策制定提供强有力的实证支持。

未来, 随着碳交易市场的不断发展和完善, 可以预见将有更多的研究涌现, 进一步深化大众对碳交易政策效果的理解。这些研究将有助于指导政策制定, 促进碳交易市场的健康、可持续发展, 为全球应对气候变化和实现绿色发展目标作出贡献。

3.4 研究假设的提出

本文主要想探讨了中国碳交易市场政策对可持续经济福利的影响, 并运用多时点双重差分法 (MDID) 进行实证分析。基于当前论文的目的、研究背景、文献综述列出了以下的研究假设:

政策有效性假设 (H1): 碳交易政策的实施能够有效提升试点地区的可持续经济福利 (ISEW)。

稳健性假设 (H2): 即使在考虑了不同的统计方法和可能的干扰因素后, 碳交易政策对可持续经

济福利的正向影响依然稳健。

区域差异性假设 (H3): 碳交易政策对不同地区 (东部、中部、西部) 的可持续经济福利影响存在显著差异。

政策滞后效应假设 (H4): 碳交易政策对可持续经济福利的影响具有滞后性, 即政策效果可能不会立即显现, 而是在一段时间后才逐渐明显。

影响机制假设 (H5): 产业结构的成熟度和城市化进程是碳交易政策影响可持续经济福利的潜在机制。

控制变量作用假设 (H6): 科技人力资本、经济聚集程度、经济发展水平和研发强度等控制变量对可持续经济福利具有显著影响。

4 研究方法与数据

4.1 研究方法

本文想要研究碳排放交易政策的实施对试点地区与非试点地区的可持续经济福利是否存在差异化影响, 由于碳交易市场政策于 2013、2016 年分两批发布, 而多时点双重差分法可以有效评估某一政府政策在不同时期的渐进实施效果。

因此, 本文使用多时点双重差分法来研究这一问题。同时, 对多时点双重差分法的结果进行稳健性检验, 也就是要想办法证实所有效应确实是由政策实施所导致的。

4.1.1 多时点双重差分法的原理与应用

多时点双重差分法 (简称 MDID 或 MTDID) 是一种评估政策或干预效果的统计技术, 它是传统双重差分法 (DID) 的扩展。

DID 方法通常用于评估处理效应, 即在自然实验或准实验研究设计中, 某个政策或干预对处理组和控制组之间差异的影响。

MDID 方法则进一步考虑了时间的维度, 允许评估政策效果随时间的变化, 这种方法特别适用于那些需要评估政策效应随时间变化的情况, 例如, MDID 的关键在于平行趋势假设, 即在政策实施前, 两组的潜在结果应具有相同的趋势。

通过固定效应模型, 可以控制不随时间变化的未观测异质性, 从而更准确地估计政策效应。

$$ISEW_{it} = \beta_0 + \beta_1 DID_{it} + \alpha Controls_{it} + Province_i + Year_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$DID_{it} = treatment_i \times time_{it} \quad (2)$$

其中, i 表示地区, t 表示年份; $ISEW_{it}$ 是被解释变量, 表示地区的可持续经济福利; DID_{it} 是核心解释变量, $treatment_i$ 是政策实施对象的虚拟变量, $time_{it}$ 是政策实施时间的虚拟变量; $Controls_{it}$ 是控制变量^[18] (包括科技人力资本、经济聚集程度、经济发展水平和研发强度), $Province_i$ 是地区固定效应, $Year_t$ 是时间固定效应, ε_{it} 是误差扰动项。

4.1.2 变量选择

表 1 ISEW 构建的数据说明^[17]

变量	变量意义	变量公式	数据来源说明
CISEW	调整后的个人消费支出	CISEW=个人消费支出×收入分配不平等指数	个人消费支出数据来自《中国统计年鉴》, 收入分配不平等指数参考 Zhu 等 ^[10]
GISEW	家庭劳动价值	GISEW=家庭劳动小时数×家庭总户数×家庭劳动估计工资	数据来自《中国统计年鉴》
IISEW	耐用品服务收益	IISEW=耐用品消费支出×10%	数据来自《中国统计年鉴》
W	公共支出成本	W=75%×基础设施支出+50%×卫生和教育方面的公共支出	数据来自《中国统计年鉴》
D	社会成本	D=通勤成本+车祸成本+城市化成本	通勤成本由车辆数计算得出, 车祸成本是交通事故造成的直接财产损失, 城市化成本是城镇居民收入的
E	环境成本	E=水污染成本+空气污染成本+长期环境损害成本	参考 Zhu 等 ^[10] 的做法, 对水污染、空气污染和长期环境损害进行定价, 数据来自《中国统计年鉴》

$$ISEW = C_{ISEW} + G_{ISEW} + I_{ISEW} + W - D - E \quad (3)$$

(1) 被解释变量

本文研究的被解释变量 $ISEW_{it}$ 表示的是地区的可持续经济福利指数，是一种衡量经济福利的指标，它不仅考虑了宏观经济表现的国内生产总值，还考虑了社会变化、自然资源的消耗和环境的退化。

本文中的数据参考了张跃军和王霞^[17]根据的中国 30 个省（市）2009–2017 年面板数据构建的可持续经济福利指数。

其中 ISEW 的计算公式如公式（3）所示，计算调整后的个人消费支出、计算家庭的劳动价值、计算耐用品的服务收益、公共支出费用和社会、环境污染成本这六个部分分别对应了公式（3）中的 6 个因子，具体的构建指标和数据来源见表 1。

(2) 核心解释变量

本文关注的核心解释变量是 DID_{it} ，它是用来描述中国不同省市地区 i 在年份 t 是否启动了碳排放权交易机制。

中国的碳交易市场发展经历了几个关键阶段：2013 年，首批碳交易试点在北京市、天津市、广东省、上海市和深圳市启动；随后在 2014 年，重庆市和湖北省也加入了这一行列；到了 2016 年，四川省和福建省被纳入试点范围，使得试点地区总数达到九个。在本研究的分析框架中，将这九个实施了碳交易政策的省市被定义为处理组（即处理组包含北京、天津、广东、上海、四川、福建、重庆和湖北 8 个地区）， DID_{it} 记为 1，相对地，未实施该政策的其他 22 个地区则构成控制组，标记为 0，以便后续

进行比较分析。

(3) 控制变量

本文参考了张兆鹏等人对于中国碳交易政策推动低碳技术创新的效用测度的实证分析中的控制变量的选取，考虑到不同地区不同时间的经济、科技水平有较大的不同，故选取四个与经济、科技发展相关的指标作为控制变量，来消解处理组与控制组在经济、科技发展方面的异质性。

选取的变量如下：①科技人力资本，选用“规模以上工业企业 R&D 人员折合全时当量”来衡量聚集科研从业人员，研究这一指标可以促进科研获得，为地区创新带来活力；②经济聚集水平，它可以影响地方的经济发展水平和生产效率，促进可持续经济福利指数的上涨，本文用“城市市区人口密度”来衡量这一指标；③经济发展水平，它是用来衡量地方整体经济发展状况的指标，较高的经济发展水平会带来较高的可持续经济福利指数，本文用“GDP 的现价”来衡量它；④研发强度，也是可以用来表示科技发展水平的指标之一，当研发强度越高时，该地区的科技潜力就越强，地区的经济发展也潜在地增强，本文用“R&D 投入强度”来衡量它。

4.2 数据说明

本文选取中国 30 个省级区域（不含西藏和港澳台特别行政区）的 2009–2017 年的面板数据作为研究对象，具体数据见图 1。

四个控制变量规模以上工业企业 R&D 人员折合全时当量、城市市区人口密度、GDP 的现价和 R&D 投入强度均来源于《中国统计年鉴》和 RESSET 数据库。

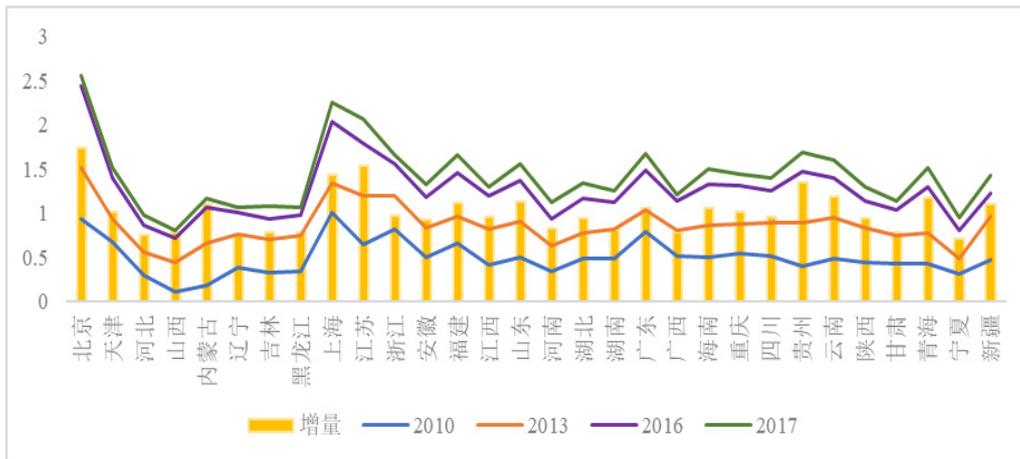


图 1 各省市自治区可持续福利情况

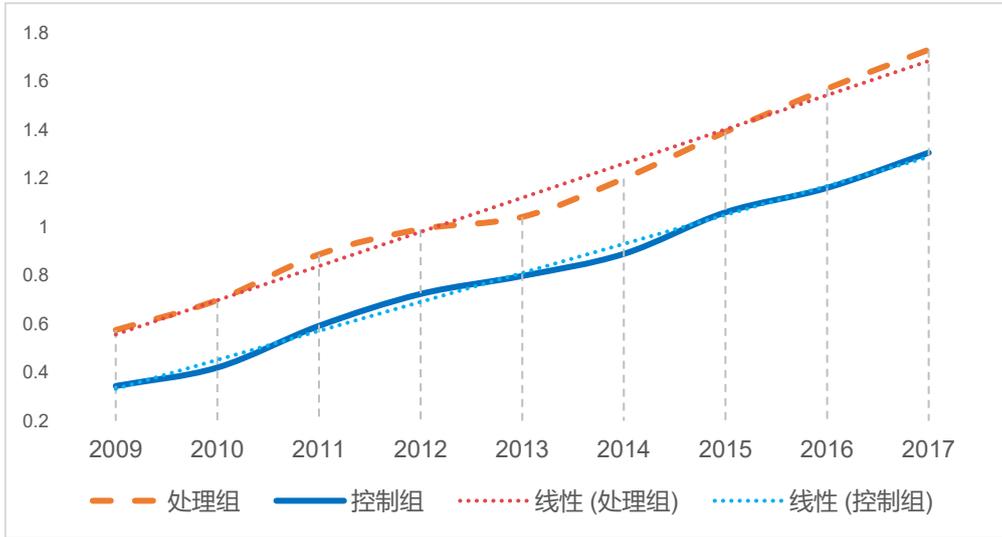


图 2 处理组和控制组可持续经济福利情况对比

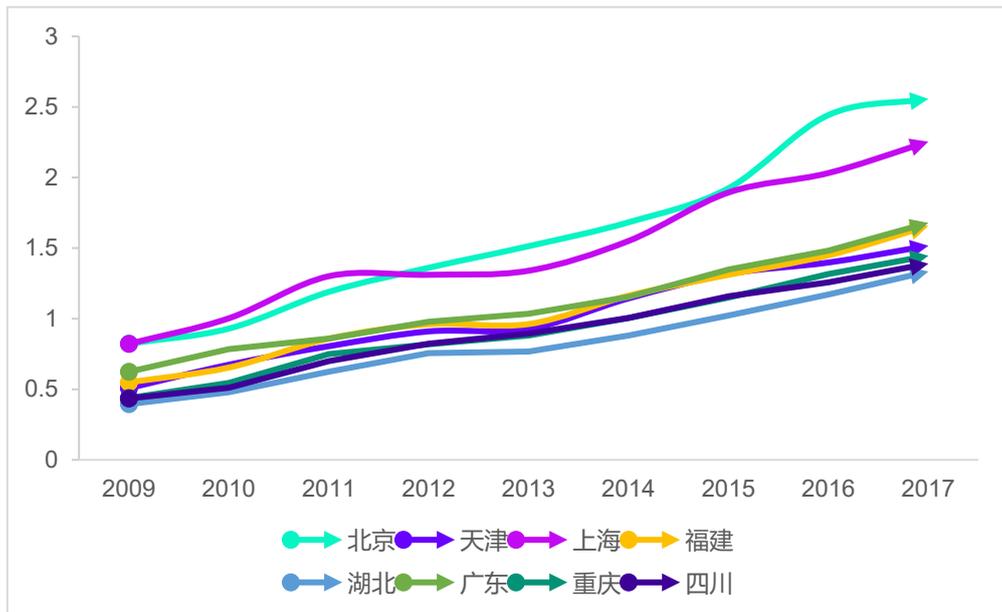


图 3 处理组各地区的可持续经济福利的情况

4.3 数据处理

本文根据地方政府启动碳交易市场的时间点，将研究样本划分为两个不同的时间段。

2009 年至 X 年被定义为非试点阶段，而 X 年至 2017 年则被视为试点阶段，其中 X 代表各地区碳市场试点的启动年份，具体年份可能是 2013 年、2014 年或 2016 年。

总体来看，从 2010 年试点前到 2017 年试点后，各省份的社会经济福利指数均显示出显著的增长趋势。

如图 1 所示，特别是北京、上海和江苏这三个

地区，其增长幅度尤为突出。

将政策试点区域划归为处理组，而其他省份、直辖市和自治区则归入控制组。对比两组在可持续福利方面的表现，结果如图 2 所示。

此外，处理组的可持续福利指数平均值始终显著高于控制组，并且处理组的增长趋势呈现出略高于控制组的线性增长趋势。

随着时间的推移，两组在可持续经济福利指数上的差异逐渐扩大。从地区角度分析(如图 3 所示)，各试点区域同样展现出线性增长的模式，这表明所选的试点区域具有一定的代表性。

5 实证分析

5.1 描述性统计分析

使用 Stata^[19]对各变量进行描述性统计结果见表 1, 所有变量的样本量均为 240, 可持续经济福利变量 ISEW 的均值为 0.942, 标准差为 0.415, 表明 ISEW 的分布相对分散, 不同省份之间的差异较大, 范围从 0.019 到 2.557。科技人力资本变量 HCAPITAL 的均值为 78514, 标准差为 103120, 范围从 1046 到 457342, 均值和标准差都很高, 表明人力资本在 30 个省市中的分布非常不均。

5.2 多时点 DID 模型的估计结果

本文分别使用了 (1) 未加入控制变量 (2) 加入

控制变量 (3) 加入控制变量并且双向固定效应 (控制省份和年份), 这三种模型分别进行估计, 以期得到更准确的估计结果。

本文具体的多时点 DID 的基准回归结果如表 3 所示, 表格第 1、2、3 列分别对应三种模型的不同结果。是否实施碳交易政策 DID 在所有模型中都显著正相关于 ISEW, 系数分别为 0.618、0.454 和 0.069 且至少在 5% 的显著性下显著, 这表明实施碳交易政策对可持续经济福利有显著的正向影响。并且 R 方从未加入控制变量时的 0.257 增加到加入控制变量和双向固定效应的 0.963, 表明加入双向固定效应后, 模型的解释能力更高。

表 2 主要变量的描述性统计结果

变量类型	变量名称	变量名	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	可持续经济福利	ISEW	240	0.942	0.415	0.019	2.557
解释变量	是否实施政策	DID	240	0.133	0.341	0	1
	科技人力资本	HCAPITAL	240	78,514	103,120	1,046	457,342
控制变量	经济聚集程度	ECON_CLU	240	2,815	1,169	764	5,821
	经济发展水平	GDP	240	2.244e+12	1.847e+12	1.144e+11	9.995e+12
	研发强度	RD	240	2.813e+06	3.703e+06	22,616	1.865e+07

表 3 碳交易政策对可持续经济福利的影响的基准回归结果

变量	可持续经济福利 ISEW		
	(1)	(2)	(3)
DID	0.618*** (9.07)	0.454*** (6.86)	0.069** (2.45)
HCAPITAL		-0.000*** (-3.28)	-0.000 (-0.47)
ECON_CLU		-0.000 (-0.84)	-0.000*** (-2.96)
GDP		0.000*** (3.19)	0.000* (1.86)
RD		0.000* (1.78)	-0.000 (-0.06)
Constant	0.860*** (34.56)	0.718*** (11.00)	0.939*** (12.51)
省份固定	NO	NO	YES
时间固定	NO	NO	YES
样本量	240	240	240
R-squared	0.257	0.394	0.963

注: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5.3 稳健性检验

为了保证回归结果具有稳健性，即保证处理组和控制组在政策实施之前必须具有相同的发展趋势。本文分别使用了稳健标准误和聚类标准误来衡量实证的稳健性，同时确保了不会因为存在标准误

不同而引起的分析结果差异。具体检验结果分别是表4的第1、2列，从回归结果来看，不管是用稳健标准误还是聚类标准误来衡量这种差异，所有核心变量均在统计意义上显著，因此本文基准回归的模型具有稳健性。

表4 DID 稳健性检验结果

变量名	(1)	(2)
DID	0.454*** (6.09)	0.454*** (3.41)
HCAPITAL	-0.000*** (-3.39)	-0.000 (-1.68)
ECON_CLU	-0.000 (-0.84)	-0.000 (-0.47)
GDP	0.000*** (3.27)	0.000* (1.79)
RD	0.000** (2.03)	0.000 (1.00)
Constant	0.718*** (11.01)	0.718*** (6.21)
Observations	240	240
R-squared	0.394	0.394

注：*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表5 碳交易政策对可持续经济福利的影响的区域异质性

变量名	西部	中部	东部
DID	-0.040 (-0.47)	0.011 (0.23)	0.174*** (3.61)
HCAPITAL	0.000*** (2.71)	-0.000 (-0.83)	0.000 (0.36)
ECON_CLU	-0.000 (-0.14)	0.000 (0.29)	-0.000*** (-3.82)
GDP	0.000*** (5.27)	0.000 (0.82)	0.000 (1.53)
RD	-0.000*** (-5.57)	-0.000 (-0.25)	-0.000 (-0.66)
Constant	0.501*** (4.38)	0.706*** (5.36)	1.357*** (7.45)
省份	YES	YES	YES
时间	YES	YES	YES
Observations	64	72	96
R-squared	0.977	0.978	0.965

注：*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

6 结果讨论

6.1 政策效应的区域差异性分析

本文深入分析了不同地区实施碳交易试点政策对可持续经济福利的差异性影响，具体结果见表 4。结果显示，东部地区从碳交易试点政策中获得的可持续经济福利提升最为显著，且这一影响在统计学上具有重要意义。不过，碳交易试点政策对各地区可持续经济福利的促进作用呈现出明显的区域差异性。具体来说，东部地区因碳交易试点政策而实现了可持续经济福利的显著增长，而中部和西部地区则未观察到显著效果。

产生这种区域差异的原因主要有两个：一方面，东部地区由于经济基础雄厚、资源丰富、生产技术和工艺较为先进，因此实施碳交易政策更易于促进其可持续经济福利的提升。另一方面，中西部地区由于传统制造业占比大，且在技术吸收和创新能力方面相对较弱，因此在短期内，碳交易试点政策对提升其可持续经济福利的效果并不明显。

6.2 对可持续经济福利的影响机制探讨

城市化进程和产业结构的成熟度受多种因素影响，且它们对环境和经济的作用不容忽视。城市化程度的提升可能会增加城市碳排放，对环境保护产生负面效应，但同时可能会对经济增长带来内在的正面推动作用。城市化水平的提高，通过其对经济发展和环境效益的动态影响，间接影响了可持续经济福利的水平。另外，产业结构的优化能够促进经济从传统的资源密集型生产方式向更加可持续的模式转变，这不仅有助于降低减少碳排放的成本，也是推动经济可持续发展的关键，对经济福利的可持续性产生了积极的影响。

因此，本文分别使用了产业结构化成熟度(STR)和城市化进程(Urban)与碳交易试点政策的交互项，进行基准估计，结果见表 6。由结果可知，双重差分(DID)与产业结构(STR)的交互作用对可持续经济福利有显著正向影响。另外，双重差分与城市化的交互作用对可持续经济福利也有显著正向影响。

表 6 城市化和产业结构对可持续经济福利的影响机制研究

变量名	(1)	(2)
DID*STR		0.463*** (6.31)
STR		0.302*** (5.48)
DID*Urban	0.779*** (3.68)	
Urban	-0.915 (-1.55)	
DID	-0.515*** (-3.42)	0.403*** (6.72)
HCAPITAL	-0.000 (-0.27)	-0.000 (-0.44)
ECON_CLU	-0.000*** (-3.23)	-0.000*** (-2.87)
GDP	0.000*** (2.82)	0.000 (1.21)
RD	-0.000 (-0.77)	0.000 (0.89)
Constant	1.406*** (3.99)	0.647*** (7.78)
Observations	232	232
R-squared	0.968	0.973

注：*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

7 结论与政策建议

7.1 研究的主要发现

(1) 碳交易政策的正向影响: 研究发现实施碳交易政策对各试点地区的可持续经济福利 (ISEW) 具有显著的正向影响。这表明碳交易政策作为一种环境经济政策工具, 能够有效促进我国经济、社会和环境的发展。

(2) 稳健性检验: 通过使用稳健标准误和聚类标准误来衡量实证的稳健性, 证实了研究结果的稳定性和可靠性。

(3) 区域差异性: 碳交易政策对不同地区的可持续经济福利影响存在区域差异性。特别是东部地区, 由于经济基础雄厚、资源丰富、生产技术和工艺较为先进, 从碳交易政策中获得的可持续经济福利提升最为显著。

(4) 政策效应的滞后性: 本文研究还发现碳交易政策对可持续经济福利具有一定的滞后效应, 即政策效应并非立即显现, 而是在一段时间后才逐渐明显。

(5) 影响机制: 产业结构的成熟度和城市化进程与碳交易政策的交互作用对可持续经济福利有显著正向影响。这表明产业结构优化和城市化水平的提高是促进可持续经济福利增长的重要因素。

(6) 控制变量的作用: 研究中包括的控制变量, 如科技人力资本、经济聚集程度、经济发展水平和研发强度, 也在不同程度上对可持续经济福利产生影响。

7.2 政策优化建议

本文深入分析了碳交易市场政策对可持续经济福利的影响, 并在此基础上提出一系列政策优化建议。

首先, 政策制定者应认识到碳交易政策在促进经济增长的同时, 也需兼顾环境和社会成本, 实现经济、环境和社会三个维度的协调发展。

其次, 也要考虑到不同地区实施碳交易政策时的异质性, 从而采取差异化策略, 确保政策的公平性和有效性。

此外, 政策制定者应通过财政激励和税收减免等措施, 鼓励清洁能源和低碳技术的研发与应用, 以推动技术创新和产业升级。同时, 加强市场监管, 确保碳交易市场的透明度和公正性, 提高市场参与者的信心和参与度。教育和公众宣传也是关键, 有

助于提高公众对气候变化和企业碳交易政策的认知, 促进社会对可持续发展目标的共识和参与。

考虑到碳交易政策对可持续经济福利的影响具有滞后效应, 政策制定者在制定和评估环境政策时, 应采取长远视角, 考虑政策的长期效应, 避免因短期波动而频繁调整政策, 确保政策的连续性和稳定性。

利用碳交易试点的优势, 根据现有经验形成体系, 加快完善全国碳交易市场, 为提高经济、社会和环境的综合效益提供政策和市场支撑。

在资源禀赋不同的地区, 设计不同的碳排放交易辅助性政策, 特别是在东部地区, 加快推进清洁能源消费占比和研发投入水平, 发挥其示范及带动作用。

7.3 研究限制与未来研究方向

尽管在本文中采用了多时点双重差分法深入分析了碳交易政策对可持续经济福利的影响, 并得出了一系列有意义的结论, 但仍存在一些限制。

首先, 研究的数据集限定在 2009 至 2017 年间的中国 30 个省、自治区、直辖市, 这没有涵盖更广泛地区或更长时间跨度的政策效应, 可能会限制发现的普遍适用性。此外, 尽管多时点双重差分的方法是评估政策效应的一种强有力的工具, 但其依赖于平行趋势的假设, 这在实际应用中可能难以完全满足。同时, 我们在变量选择上可能也未能涵盖所有相关因素, 例如社会态度、文化差异等, 这些因素也可能会对碳交易政策的效果产生影响。

此外, 本研究在探讨区域差异性时, 可能未能充分挖掘造成这些差异的深层次原因。政策效应的滞后性也是本文未能完全捕捉的, 特别是在不同地区和行业的长期影响方面。最后, 研究结果的外部有效性可能受限, 需要进一步研究以验证其在不同政策环境和经济体系下的适用性。

鉴于以上提到的限制, 在未来的研究中还可以从多个角度进行拓展:

首先, 开展纵向研究来追踪碳交易政策的长期效应, 特别是考察不同地区和行业的长期影响。其次, 将研究范围扩展向外扩展至国际层面, 进行跨国比较研究; 向内扩展到市县层面, 了解更加微观的政策影响变化, 以此来增强研究结果的普遍性和适用性。

此外, 深入特定行业或部门进行分析, 探讨碳

交易政策在不同行业中的应用效果和影响机制，也是后续扩展研究的一个很重要的方向。

同时，也需要同时考虑社会态度、文化差异等社会文化因素，评估这些因素如何影响碳交易政策对于可持续经济福利指数的影响效果，这样可以为政策制定提供更全面的视角。

最后，可以建立政策动态评估机制，实时监测政策调整对可持续经济福利的影响，为政策制定提供及时反馈，从而有助于政策的持续优化和改进。

参考文献

- [1] 张敏思,张昕.对《全国碳排放权交易市场建设方案(发电行业)》的分析[J].中国经贸导刊,2018(06):71-72.
- [2] 张敏思,张昕,苏畅.试点碳市场配额有偿分配经验及对全国碳市场的借鉴意义分析[J].中国环境管理,2023,15(01):48-54.
- [3] 翟丽影.碳交易市场:碳中和的“排头兵”[J].中国工业和信息化,2021(05):48-53.
- [4] 齐绍洲,程师瀚.中国碳市场建设的经验、成效、挑战与政策思考[J/OL].国际经济评论:1-21[2024-06-15].
- [5] 沈满洪,何灵巧.外部性的分类及外部性理论的演化[J].浙江大学学报(人文社会科学版),2002(01):152-160.
- [6] 刘渝琳,王雨豪,朱鑫城.共同富裕目标下可持续经济福利结构均衡增长[J].数量经济技术经济研究,2022,39(05):3-24.
- [7] 吴武林,程俊恒,白华.“十四五”时期中国绿色发展趋势分析与政策展望[J].经济研究参考,2020(12):44-54.
- [8] Gilland, B., & Cobb, J. B. For the Common Good: Redirecting the Economy Toward Community, the Environment, and a Sustainable Future., by H. E. Daly. Population and Development Review, 16(3), 571-576(1990).
- [9] 刘渝琳,余尊宝.经济与社会福利非均衡增长的考量——我国 ISEW 核算及实证研究[J].软科学,2014,28(10):6-10.
- [10] Zhu, X., Liu, Y. & Fang, X. Revisiting the Sustainable Economic Welfare Growth in China: Provincial Assessment Based on the ISEW. Soc Indic Res 162, 279-306 (2022).
- [11] 刘天明,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.
- [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] 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(01):37-47.
- [14] 王为东,王冬,卢娜.中国碳排放权交易促进低碳技术创新机制的研究[J].中国人口·资源与环境,2020,30(02):41-48.
- [15] 傅强,李涛.低碳经济与中国应对:碳排放权交易市场的探索[J].商业经济与管理,2010(09):65-70.
- [16] 黄向岚,张训常,刘晔.我国碳交易政策实现环境红利了吗?[J].经济评论,2018(06):86-99.
- [17] 张跃军,王霞.中国碳交易政策对可持续经济福利的影响研究[J].系统工程理论与实践,2023,43(02):309-320.
- [18] 张兆鹏,刘泽棠,祝金甫.中国碳交易政策推动低碳技术创新的效用测度——基于多时点双重差分法的实证研究[J/OL].科技进步与对策,1-12[2024-06-11].
- [19] 陈强.高级计量经济学及 Stata 应用[M].高等教育出版社,2014.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS