

中国用能权交易对新能源技术国际转移的影响分析

全鑫, 姜苑

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2025年4月11日; 录用日期: 2025年4月25日; 发布日期: 2025年5月31日

摘要

新能源技术知识的国际转移与大规模采用是推动能源转型、促进经济持续增长的重要途径。而用能权交易制度作为我国绿色发展理念实践中的一种创新性国际经贸政策, 对于构建“国内国际双循环”新发展格局具有重要的意义, 但对新能源技术国际转移的作用研究尚未开展。因此, 文章以用能权交易试点作为切入点, 基于全国256个地级市的面板数据, 以专利信息反映新能源技术国际转移, 采用双重差分法实证检验用能权交易制度对新能源技术国际转移的影响。研究发现: 用能权交易制度能够在总体上有效促进新能源技术国际转移, 且对国内外技术转移均产生显著影响。进一步的分析发现, 能源结构调整, 能源利用效率和市场化水平均有助于强化城市试点政策的促进作用。同时, 试点城市的工业基础和能源禀赋等因素会影响政策效果的异质性。基于上述研究成果, 我们认为在用能权交易市场建设过程中, 要及时总结试点经验, 加强促进新能源技术转移的国际协调, 主动消除要素流动的国际贸易壁垒, 以形成促进新能源技术国际转移的政策合力。

关键词

用能权交易制度, 新能源技术, 国际转移

Analysis of the Impact of China's Energy Use Rights Trading on the International Transfer of New Energy Technologies

Xin Quan, Yuan Jiang

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Apr. 11th, 2025; accepted: Apr. 25th, 2025; published: May 31st, 2025

Abstract

The international transfer and large-scale adoption of new energy technology knowledge are important ways to promote energy transformation and facilitate sustained economic growth. As an innovative international economic and trade policy in the practice of China's green development concept, the energy use rights trading system is of great significance for constructing a new development pattern of "dual circulation at home and abroad". However, the research on its impact on the international transfer of new energy technologies has not been carried out yet. Therefore, taking the energy use rights trading pilot as a breakthrough point, based on the panel data of 256 prefecture-level cities across the country, this paper uses patent information to reflect the international transfer of new energy technologies and adopts the difference-in-differences method to empirically test the impact of the energy use rights trading system on the international transfer of new energy technologies. The study finds that the energy use rights trading system can effectively promote the international transfer of new energy technologies in general, and has a significant impact on both domestic and international technology transfers. Further analysis reveals that the adjustment of the energy structure, energy utilization efficiency, and the level of marketization all contribute to strengthening the promoting effect of the urban pilot policy. At the same time, factors such as the industrial base and energy endowment of the pilot cities will affect the heterogeneity of the policy effects. Based on the above research results, it is believed that in the process of building the energy use rights trading market, it is necessary to promptly summarize the pilot experience, strengthen international coordination to promote the transfer of new energy technologies, and actively eliminate international trade barriers to factor flows, so as to form a policy synergy to promote the international transfer of new energy technologies.

Keywords

Energy Use Rights Trading System, New Energy Technologies, International Transfer

Copyright © 2025 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

“必须牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，站在人与自然和谐共生的高度谋划发展。”习近平总书记饱含深情与高度思辨的平实话语体现了中国对绿色发展理念的高度重视。当前中国经济正处于由高速增长向高质量发展转变的关键阶段。摆脱高能耗、高污染和高排放的经济增长模式，实现高质量发展是当前面临的最大挑战。作为全球最大的能源生产国和消费国，中国虽然降低了传统化石能源和煤炭的消费占比，但总体来看中国尚未摆脱传统化石能源尤其是以煤炭为主的能源消费结构，导致空气污染和碳排放问题依然严峻，进而对经济可持续发展形成长期制约。为了达成“2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和”这一远景目标，中国向光伏、风电等清洁的新型能源转型成为必然要求[1]。新能源技术的不断进步是推动新能源采用的关键所在[2]。2010年至2020年间，新能源技术进步使得公共用途的太阳能光伏、陆上风电和海上风电的成本下降了一半左右，且仍处于下降趋势[3]。在这一过程中，不仅需要新能源技术的开发与创造，更需要新能源技术的国际转移与应用[4]-[6]。在此背景下，选择合理有效的能源环境政策，促进新能源技术国际转移是中国实现节能减排目标的重要途径之一。

为进一步推动绿色发展，促进能耗“双控”目标的实现，“用能权交易制度”孕育而生。中国在《能

源发展“十三五”规划》中明确提出“开展用能权交易试点, 推动建设全国统一的碳排放交易市场。”为新能源技术国际转移提供了战略指引, 对推进经济可持续发展有着深远意义[7]。评估用能权交易制度的政策效应对于地方政府完善用能权交易制度、建立中国用能权交易市场具有重要的理论指导和实践借鉴意义。因此, 本文聚焦于用能权交易政策对新能源技术国际转移的影响问题, 基于 2006 年以来全国 256 个城市数据, 采用双重差分法检验中国用能权交易试点政策是否促进了新能源技术国际转移。

2. 理论机制

作为一种创新性的国际经贸政策, 用能权交易制度不仅能够实现节能减排, 还有利于激励企业技术进步, 实现波特效应[8] [9]。欧美国家实施的白色证书制度与之类似[10]。该制度不仅有利于降低污染物的排放总量和强度, 产生环境红利, 而且有助于提升经济发展水平和速度, 产生经济红利[11]。各试点政府推出了促进新能源技术发展的政策, 吸引专业化生产和高科技水平, 促进新能源技术的国内外转移。通过市场机制, 它旨在提高能源分配效率, 达到帕累托最优, 从而以较低的成本达成节能和减排目标。这一市场型制度安排增强了企业提升能源使用效率行为的节约成本激励, 而采用日益具有成本优势的新能源技术成为重要选项同时, 试点城市的成功经验可能引领其他城市在环境政策、产业发展和技术领域的发展方向。这种示范效应和警示效应可能会推动新能源技术的国际转移。据此提出如下假说:

假说 1a: 用能权交易制度有效促进新能源技术国际转移。

假说 1b: 用能权交易制度有效促进新能源技术国内技术转移。

假说 1c: 用能权交易制度有效促进新能源技术国外技术转移。

用能权交易试点对新能源技术国际转移的作用发挥可能与能源结构调整, 能源利用效率和市场化水平相关。首先, 该制度通过推动能源结构调整, 鼓励企业采用清洁低碳能源, 减少碳排放, 从而促进新能源技术国际转移。其次, 引入能源权交易机制鼓励提高能源利用效率, 推动企业投入新能源技术研发和合作。然而, 实际中需注意市场竞争不完全问题, 市场化水平则影响政府与市场的协调度, 对企业生产率和技术创新产生正向影响。据此提出如下假说:

假说 2a: 能源结构调整加强用能权交易制度对新能源技术国际转移的作用。

假说 2b: 能源利用效率提升加强用能权交易制度对新能源技术国际转移。

假说 2c: 用能权交易制度通过市场化水平提升推动新能源技术国际转移。

用能权交易建设对能源技术国际转移的作用还可能因城市自身的工业基础、城市规模与资源禀赋等个体属性特征不同而表现出差异。首先是工业基础差异。老工业城市过度依赖资源密集型产业, 发展模式粗放型。因此, 用能权交易政策在老工业基地城市有更大的发展空间, 更有利于技术的转移[12] [13]。其次是资源禀赋差异性。资源禀赋充足的城市具有最大的转型发展动力和技术创新动力。基于以上差异, 提出如下假说:

假说 3: 用能权交易制度对新能源技术国际转移的影响因城市的工业基础与资源禀赋不同而呈现异质性。

3. 研究设计

3.1. 模型构建

(1) 模型设定

本文采用双重差分法来分析用能权交易制度对新能源技术国际转移的影响。构建如下的计量模型:

$$\ln ET_{it} = \beta_0 + \beta_1 treat_i \times period_t + \delta control_{it} + \alpha_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$\ln ET_{it}$ 是时间 t 时城市 i 的新能源技术国际转移水平。 $treat_i$ 是政策虚拟变量。系数 β 显示了用能权交易对新能源技术国际转移的影响。 $control_{it}$ 是控制变量的集合。 α_i 和 γ_t 分别是城市固定效应和时间固定效应。 ε_{it} 是随机扰动项。

3.2. 变量定义和测量

(1) 被解释变量

参考 Dechezleprêtre [14]的专利分类方法，使用 incopat 专利数据库进行查询和统计的新能源技术专利引用次数，并借鉴余泳泽[12]的“万人为单位”计算创新溢出的方法，以每万人专利引用次数和被引次数汇总作为衡量新能源技术国际转移的指标。本文所用专利数据来源于 incopat 专利数据库。

(2) 解释变量

在变量设置中，对各地级市进行赋值。如果某一城市在当年开展用能权交易制度试点，则赋值为 1，否则赋值为 0。

(3) 控制变量

经济发展水平：人均 GDP 衡量。产业结构：用第三产业增加值占 GDP 比重进行衡量，产业结构的转型升级，有利于促进清洁能源的发展。城镇化水平：城镇人口占常住人口的比重进行衡量。政府财政支出规模：用地方政府一般公共财政支出占 GDP 的比例衡量。因部分地区如新疆，西藏，数据缺失严重，同时因为 2019 年以后专利数据难以获取，最终选用了 2006~2019 年中国 256 个地级市的面板数据。

(4) 机制变量

能源结构，能源利用效率以及市场化。其中，能源结构以电能替代水平衡量，文章将地级市全社会用电量折算成标准煤数量，计算电力消耗占各地区能源消耗的比例。能源利用效率，通过能源消费量除以 GDP 计算出能源强度作为衡量能源利用效率的替代变量。市场化则使用中国各省份市场化相对进程测度。

4. 实证结果与分析

4.1. 基准分析

本文旨在探究用能权交易试点建设对新能源技术国际转移的影响。其中，表 1 列(1)中仅仅简单地控制了城市和时间固定效应；列(2)中加入了控制变量对可能出现的结果偏误进行控制。可以发现，无论是否加入控制变量，用能权交易制度的回归系数在 5%的显著性水平下显著为正，假设 1a 得到了支持。表明用能权交易试点政策可以有效提升新能源技术国际转移水平。

Table 1. Baseline regression results
表 1. 基准回归结果

变量	(1)	(2)
Treat × period	0.0721* (0.0285)	0.0732** (0.0288)
Pgdp		0.00083 (0.00154)

续表

Lu		-0.0101
		(0.0129)
Gs		0.0235***
		(0.00605)
Ind		0.000034
		(0.000748)
Constant	0.00340	-0.00462
	(0.0041)	(0.0153)
Year	Yes	Yes
City	Yes	Yes
Observations	3584	3584
R-squared	0.301	0.305

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%水平下显著，括号内为 t 值。

本文进一步把技术国际转移分解为国内技术转移与国外技术转移两个指标，纳入基准回归。回归结果对应表 2 的第 3~4 列。第 3 列的回归结果显著为正，第 4 列回归系数同样显著为正，这表明用能权交易制度政策可以显著促进跨国技术国际转移。假设 1b，1c 得证。

Table 2. Regression results of international transfer of new energy technologies domestically and abroad
表 2. 国内外新能源技术国际转移回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	Diff	Diff	Diff-domestic	Diff-abroad
Treat × period	0.0587*	0.0134**	0.0582**	0.0150***
	(0.0234)	(0.00520)	(0.0235)	(0.00566)
Controls			Yes	Yes
Constant	0.00210	0.00131	0.000706	-0.00540
	(0.0033)	(0.000849)	(0.00745)	(0.0102)
Year	Yes	Yes	Yes	Yes
City	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	3584	3584	3584	3584
R-squared	0.419	0.050	0.424	0.054

Note: Robust t-statistics in parentheses; ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

4.2. 稳健性检验

4.2.1. 平行趋势检验

作为政策评估的经典方法，双重差分法(DID)的有效性依赖于平行趋势假设的满足，见图 1，检验已通过。

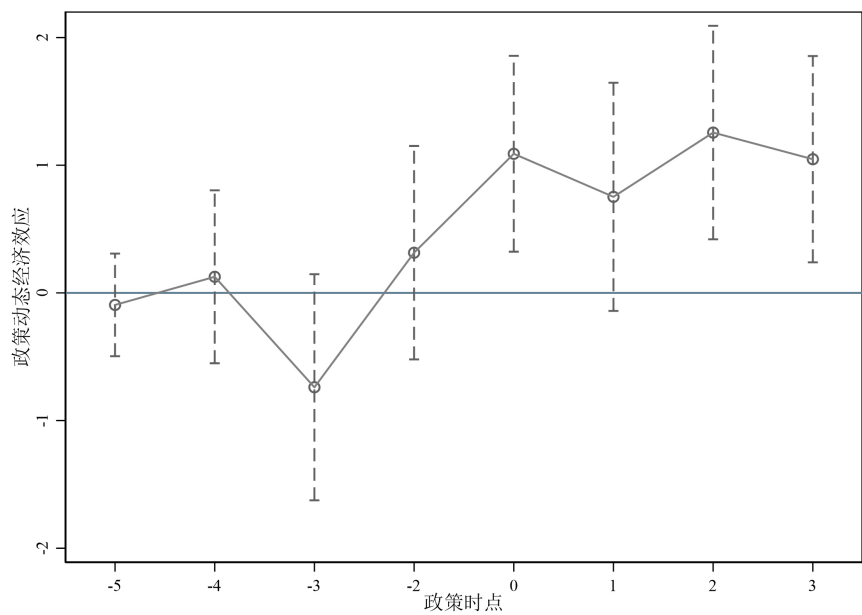


Figure 1. Parallel trend test
图 1. 平行趋势检验

4.2.2. 倾向匹配得分双重差分法

以等式(1)中的控制变量作为协变量。采用核匹配进行匹配，匹配后，所有变量的标准化偏差均显著减小，均小于 10%，表明对照组和实验组的分布已达到相对均匀的过渡。因此，PSM-DID 是合适的。表 3 报告了 PSM-DID 估计的回归结果。第(1)列中的处理 × 时间系数为正且显著，与基于 DID 方法的估算结果一致。

Table 3. Robustness test
表 3. 稳健性检验

变量	(1)	(2)
Treat × period	0.0768** (0.0361)	0.0713** (0.0286)
Inf		
Den		
Controls	Yes	Yes
Constant	-0.0300 (0.0786)	-0.0107 (0.0101)

续表

Year	Yes	Yes
City	Yes	Yes
Observations	1169	3066
R-squared	0.442	0.431

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%水平下显著，括号内为 t 值。

4.2.3. 安慰剂检验

见图 2，已通过平行趋势检验，进一步进行安慰剂检验。如图 2 所示。

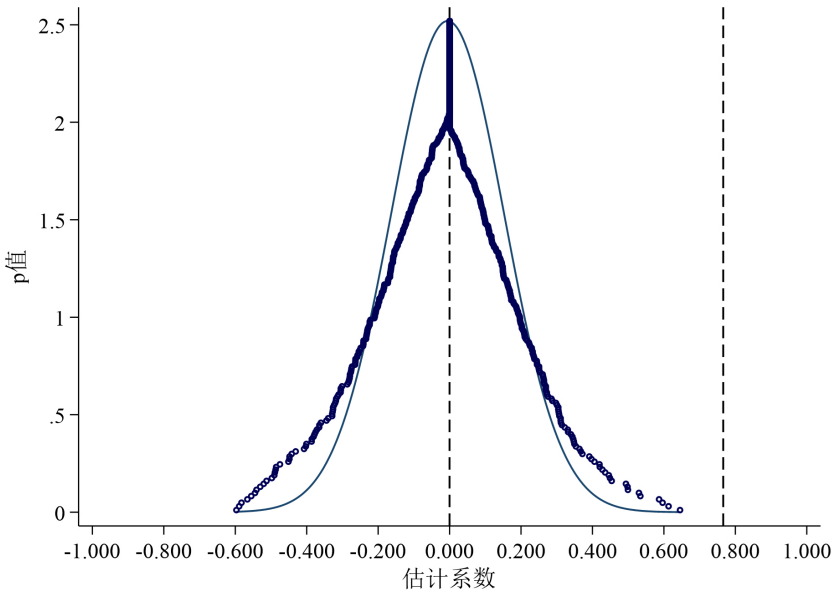


Figure 2. Placebo test
图 2. 安慰剂检验

4.2.4. 稳健性检验

控制其他政策的影响。表 3 显示了排除碳排放权交易试点影响后的结果。根据第(2)列，用能权交易制度对新能源技术国际转移有显著的正向影响，同基准回归结果一致，这表明基准回归是稳健的。

5. 拓展性分析

5.1. 机制检验

前文采用双重差分法与一系列稳健性检验验证了用能权交易制度能够显著提高新能源技术国际转移，根据人力资本与工业结构对用能权交易政策效果的调节作用假设，进一步建立如下调节作用模型：

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_2 treat_i \times period_t + \delta control_{it} + \alpha_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$\ln ET_{it} = \beta_0 + \beta_3 treat_i \times period_t + \beta_4 M_{it} + \delta control_{it} + \alpha_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

表 4 展示了回归结果。用能权交易制度的系数显著，第(2)列的结果显示，能源结构调整能够显著促

进新能源技术国际转移，验证了假设 2a。第(4)列中的结果显示，用能权交易制度能够通过能源利用效率的提高而推动新能源技术国际转移，从而验证了假设 2b。由列(5)列(6)可以发现，中国用能权交易制度的实施显著提升了市场化水平，且市场化总水平的提升更有利于用能权交易制度对新能源技术国际转移的促进作用，反驳了国外部分学者关于中国市场化改革成效的质疑。同时假设 2c 得到验证。

Table 4. Mechanism tests

表 4. 机制检验

变量	(1) 能源结构	(2) 新能源技术 转移	(3) 能源利用效率	(4) 新能源技术 转移	(5) 市场化	(6) 新能源技术 转移
Treat × period	0.312*** (0.0552)		-0.104** (0.0412)		0.623*** (0.0308)	
Es		0.103* (0.0625)				
Eue				0.00161* (0.000951)		
Mkt						0.0256* (0.0153)
Controls	Y	Y	Y	Y	Y	Y
City	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Year	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Constant	0.172 (0.111)	-0.0316 (0.0241)	-0.417 (0.308)	0.00717 (0.0138)	0.846*** (0.123)	-0.0425** (0.0184)
Observations	3584	3584	3584	3584	3584	3584
R-squared	0.638	0.340	0.061	0.279	0.874	0.376

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%水平下显著，括号内为 t 值。

5.2. 异质性分析

(1) 基于不同工业基础

根据《国家老工业基地调整改造规划(2013~2022 年)》确定了 120 个老工业基地市或其所辖省会城市。表 5 的实证回归结果显示，用能权交易政策对老工业基地的新能源技术国际转移影响较大。可能的原因有：老工业基地的传统产业结构和高耗能高排放的生产模式导致其单位地区生产总值能耗较高，面临更大的节能减排压力和转型升级需求。

Table 5. Heterogeneity analysis
表 5. 异质性分析

	(1)	(2)
	老工业基地	非老工业基地
Treat × period	0.0590*** (0.0212)	0.0747** (0.0293)
Controls	Y	Y
City	Y	Y
Year	Y	Y
Constant	0.347** (0.164)	0.00344 (0.00682)
Observations	1554	2030
R-squared	0.328	0.358

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%水平下显著，括号内为 t 值。

(2) 基于不同能源禀赋

依据《国务院关于印发全国资源型城市可持续发展规划(2013~2020 年)的通知》，将样本城市划分为资源型城市和非资源型城市，其中，资源型城市又包括成长型、成熟型、衰退型和再生型四种类型。然后进行分组回归。表 6 的结果显示，用能权交易政策对成熟型城市技术扩散的影响最为显著，衰退型城市次之，成长型城市和再生型城市影响不显著。这种差异可能源自成熟型城市和衰退型城市面临资源枯竭、环境问题和产业衰退等挑战，因此对新能源技术需求大，更倾向于采用新能源，推动经济社会转型。

Table 6. Heterogeneity test
表 6. 异质性检验

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	资源型城市	成长型城市	成熟型城市	衰退型城市	再生型城市	非资源型城市
Treat × perid	0.0703** (0.00049)	0.00161 (0.0015)	0.0688** (0.00216)	0.00617* (0.00370)	0.0138 (0.0112)	0.0674* (0.0327)
Controls	Y	Y	Y	Y	Y	Y
City	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Year	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Constant	0.0247*** (0.00113)	-0.0154 (0.0178)	0.0272*** (0.00152)	0.0249 (0.0204)	0.0342 (0.0274)	-0.0311 (0.0640)
Observations	1358	126	784	266	196	2226
R-squared	0.995	0.272	0.995	0.281	0.470	0.265

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%水平下显著，括号内为 t 值。

6. 研究结论与政策建议

6.1. 主要研究结论

用能权交易制度作为绿色发展理念实践中的重大制度创新, 对其实施效果进行科学客观地评估及深入的机制分析具有重要意义。文章运用理论模型对用能权交易的市场机理进行了详细的分析。研究结论显示:

(1) 用能权交易制度有效促进了新能源技术的国际转移, 尤其在试点城市中取得显著成果。该制度与碳排放权交易等环境权益交易制度协同作用, 创造了有利的政策和市场环境, 推动了绿色低碳发展。

(2) 市场化水平提升强化用能权交易制度对新能源技术国际转移的促进作用, 能源结构调整根据国家战略和社会需求, 优化能源供给和消费的结构和比例, 提高能源利用效率和清洁度, 降低能源对环境的影响, 是一个长期的过程。

(3) 由于城市差异, 用能权交易政策对新能源技术国际转移的影响存在异质性。在资源型城市中, 衰退型和成熟型城市受益最多。同时老工业基地的用能权交易政策对新能源技术国际转移的影响比非老工业基地更为显著。

6.2. 政策建议

为促进用能权交易制度下新能源技术的国际转移, 首先, 应及时总结试点经验, 完善用能权交易市场, 破除国际贸易中的壁垒, 特别是新能源技术产品的关税和非关税壁垒, 包括优化用能权指标制定、强化监管机制, 并逐步扩大试点范围, 最终建立全国性用能权交易平台。其次, 政府需加强用能权交易政策, 提高绿色创新企业的能源使用权配置, 刺激更多企业投入清洁生产技术, 推动全球新能源技术合作与发展, 同时加大对绿色创新的支持, 包括市场、政策和平台支持。最后, 根据试点城市特征, 制定差异性政策, 充分利用产业、技术优势, 引领低碳转型, 提升基础设施, 加强国际贸易经验借鉴与合作, 推动用能权交易市场更好地服务我国高质量发展和生态文明建设目标。

参考文献

- [1] IEA (2020) Energy Technology Perspectives 2020. IEA. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>
- [2] An, K., Wang, C. and Cai, W. (2023) Low-Carbon Technology Diffusion and Economic Growth of China: An Evolutionary General Equilibrium Framework. *Structural Change and Economic Dynamics*, **65**, 253-263. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2023.03.001>
- [3] IRENA (2021) Renewable Energy Costs. IRENA. <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Costs/Global-Trends>
- [4] 王文军, 赵黛青, 陈勇. 我国低碳技术的现状、问题与发展模式研究[J]. 中国软科学, 2011(12): 84-91.
- [5] 穆荣平, 张婧婧, 陈凯华. 国家创新发展绩效格局分析方法与实证研究[J]. 科研管理, 2020, 41(1): 12-21.
- [6] Sun, H., Edziah, B.K., Kporsu, A.K., et al. (2021) Energy Efficiency: The Role of Technological Innovation and Knowledge Spillover. *Technological Forecasting and Social Change*, **167**, Article 20659.
- [7] 韩英夫, 黄锡生. 论用能权的法理属性及其立法探索[J]. 理论与改革, 2017(4): 159-169.
- [8] Montgomery, W.D. (1972) Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs. *Journal of Economic Theory*, **5**, 395-418. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(72\)90049-x](https://doi.org/10.1016/0022-0531(72)90049-x)
- [9] Stavins, R.N. (2003) Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments. In: *Handbook of Environmental Economics*, Wiley, 355-435.
- [10] 杜增华, 陶小马. 欧盟可交易节能证书制度及其对中国节能降耗的启示[J]. 经济问题探索, 2011(10): 161-166.
- [11] 张宁, 张维洁. 中国用能权交易可以获得经济红利与节能减排的双赢吗? [J]. 经济研究, 2019, 54(1): 165-181.
- [12] 余泳泽, 庄海涛, 刘大勇, 等. 高铁开通是否加速了技术创新外溢?——来自中国 230 个地级市的证据[J]. 财经研究, 2019, 45(11): 20-31+111.

- [13] 申文青. 高铁对技术扩散的影响——基于沪宁城际高铁的实证[J]. 经济体制改革, 2019(1): 68-74.
- [14] Dechezleprtre, A., Martin, R. and Mohnen, M. (2014) Knowledge Spillovers from Clean and Dirty Technologies: A Patent Citation Analysis. Working Papers No. 135.