

# 用能权交易制度何以影响 重污染企业就业水平？

王开科<sup>1, 2</sup>，于玥<sup>2</sup>，关阳<sup>3</sup>

(1. 江西财经大学 统计与数据科学学院，江西 南昌 330013；2. 山东财经大学 统计与数学学院，  
山东 济南 250014；3. 山东财经大学 经济学院，山东 济南 250014)

**摘要：**厘清能源环境与重污染企业转型升级的关系，研究生产结构绿色化对重污染企业就业水平的影响，对助力重污染企业可持续发展、促进高质量充分就业具有重要的现实意义。本文基于2013—2023年沪深A股上市公司数据，使用双重差分模型实证检验了用能权交易制度实施对重污染企业就业水平的影响及作用机制。研究结果表明，用能权交易制度实施能够提高重污染企业就业水平，且该结论在经过DID估计有效性检验、内生性检验和稳健性检验后仍然成立。异质性分析结果表明，用能权交易制度实施对重污染企业就业水平的提高作用在低融资约束企业、低人工智能化企业和高供应链集中度企业中更显著。机制检验结果表明，用能权交易制度实施通过选择绿色转型策略、促进绿色技术创新和推动生产设备优化提高重污染企业就业水平。进一步分析结果表明，用能权交易制度实施显著增加了重污染企业对高素质劳动力、生产人员和业务人员的需求。本文的研究丰富了用能权交易制度的经济后果研究，为政府部门通过市场激励型环境规制政策促进重污染企业转型升级和高质量充分就业提供了一定的理论借鉴和实践参考。

**关键词：**用能权交易制度；重污染企业就业水平；绿色转型；绿色技术创新；生产设备优化

**中图分类号：**F206 **文献标识码：**A **文章编号：**1000-176X(2025)07-0087-14

## 一、问题的提出

作为中国工业化进程的核心载体，钢铁、煤炭、采矿、冶炼等行业曾在特定历史阶段承担经济增长引擎与就业蓄水池的双重功能。随着人口红利持续收缩和能源结构优化转型，以资源消耗和牺牲环境为代价的发展模式已难以为继，上述行业的比较优势日益减弱<sup>[1]</sup>，并逐渐成为社会普遍关注的重污染行业，因而其需要在经济绿色转型的总体背景下寻找结构化改革发展路径。其中，如何持续推动增长动能转换、实现绿色生产、提高就业率，成为高质量发展阶段重污染行业发展的关键命题之一。2023年中央经济工作会议明确提出：“深入推进生态文明建设和绿色低碳发展”“更加突出就业优先导向，确保重点群体就业稳定。”可见，无论是绿色化、低碳化发展，

收稿日期：2025-01-06

基金项目：国家社会科学基金重大项目“国家创新体系整体效能的统计测度研究”（24&ZD069）

作者简介：王开科（1986-），男，河南禹州人，教授，博士，主要从事经济统计研究。E-mail: lingnan07wkk@163.com

于玥（1999-），女，山东济南人，硕士研究生，主要从事经济统计研究。E-mail: yuyue\_1209@163.com

关阳（1984-），女，河南新乡人，博士研究生，主要从事产业经济、环境治理研究。E-mail: guanyangwkk@126.com

还是促进就业的系列政策措施都是当前政府工作的重点。然而，重污染行业面临比较突出的结构性矛盾，主要表现为：传统重污染行业仍承载大量低技能就业岗位，其粗放型生产模式与“双碳”目标明显冲突；绿色转型对劳动力就业也提出了更高要求，技能错配问题导致不同程度的“有岗无人”现象。这种就业规模与质量的不对称困境，使得中国重污染企业面临转型难、岗位与就业匹配难的问题，如何破解重污染企业转型难题不仅关乎生态环境建设，还关乎民生底线和社会稳定。2024年《政府工作报告》提出：“完善支持绿色发展的财税、金融、投资、价格政策和相关市场化机制，推动废弃物循环利用产业发展，促进节能降碳先进技术研发应用，加快形成绿色低碳供应链。”这为通过政策工具破解重污染企业转型难题、引导劳动力向绿色职业有序流动提供了可参考的路径。

环境规制包括命令控制型和市场激励型两类<sup>[2]</sup>。其中，前者通过行政手段直接约束企业行为，但其“一刀切”措施易导致企业被动减产甚至退出市场，对就业的负面冲击明显。后者通过价格机制引导企业自主减排，对就业的影响相对平缓。霍启欣和方慧<sup>[3]</sup>认为，碳排放权交易通过促进企业低碳技术创新催生绿色职业。陈素梅和何凌云<sup>[4]</sup>认为，限制污染排放的税收政策会因成本转嫁而抑制劳动密集型行业用工。可见，市场激励型环境规制政策对企业就业的影响存在异质性，其主要侧重碳排放或污染的末端治理，即通过限制碳排放或污染物排放倒逼企业减排。用能权交易制度以企业能源消费为管控对象，设定能源消费总量目标和允许配额交易，进而推动企业在生产源头降低能耗。用能权交易制度的优势在于赋予企业灵活选择权，即企业可自主选择生产经营的转型发展方向，对生产活动进行源头治理，对结构性优化潜力进行挖掘。目前，关于用能权交易制度的文献主要聚焦初始配额的分配方法研究<sup>[5]</sup>、政策效应评估<sup>[6]</sup>等方面。在微观层面，已有研究认为，用能权交易制度能够促进企业低碳技术创新<sup>[7]</sup>、实现节能减排<sup>[8]</sup>、推动经济与环境的双赢<sup>[9]</sup>，但其对企业就业水平的影响却鲜有文献涉及。作为市场激励型环境规制政策，用能权交易制度能否带来环境与就业的双重红利？面对政策压力，重污染企业将怎样调整生产策略？这些问题均有待进一步研究。

为解答上述问题，本文实证检验了用能权交易制度对重污染企业就业水平的影响及作用机制。与已有研究相比，本文可能的边际贡献主要包括三个方面。其一，本文从企业劳动需求角度研究用能权交易制度对重污染企业就业水平的影响，这拓展了用能权交易制度效应评估的视角，也丰富了经济绿色转型背景下的劳动就业问题研究，对助力重污染企业可持续发展、促进高质量充分就业具有重要的现实意义。其二，本文以用能权交易制度下重污染企业生产策略调整为导向，梳理阐述了重污染企业生产规模调整策略、生产外包策略和绿色转型策略，这为重污染企业积极应对环境规制、实现高质量发展提供了理论依据。其三，本文提出并验证了绿色转型策略、绿色技术创新、生产设备优化是用能权交易制度影响重污染企业就业水平的作用机制，这为重污染企业转型升级提供了行动指南。

## 二、制度背景、理论分析与研究假设

### （一）制度背景

2015年，中共中央、国务院印发《生态文明体制改革总体方案》，其提出推行用能权交易制度。2016年，国家发展和改革委员会印发《用能权有偿使用和交易制度试点方案》，其决定自2017年起，在浙江、福建、河南、四川开展用能权有偿使用和交易试点。用能权交易制度的核心在于把用能权作为一种生产要素进行交易，引导能源要素合理流动和高效配置，通过增加用能成本实现节能减排。用能权交易制度有利于激发市场主体活力，促进能源要素有效配置，支持和促进能源消费总量和强度“双控”目标的完成<sup>[10]</sup>。

用能权交易制度运行机制如图1所示。由图1可知，企业、政府部门、交易平台和第三方审

核机构共同参与用能权交易。其中，企业作为最重要的参与主体，需要在用能权交易平台上注册、录入基本信息；当获得初始配额后，可根据用能预算执行情况，评估自身节能成本，决定是否购买或出售配额。每年年初，企业都需要将上一年度的用能消费量、技改项目实施情况、履约情况等形成年度能源消费报告提交主管部门审核。完成配额清缴的企业可以在下一年度继续交易，未履约的企业会受到相应处罚。政府部门负责发放初始配额，并出台制度标准等文件，以规范和监管整个交易流程，确保市场公平、顺畅、高效运转。政府部门在初始配额的发放过程中，既需要综合考虑企业能源消费情况、能源消费结构、节能减排水平等因素，又需要测算地区次年预期用能总量，形成用能预算方案。交易平台可以提供信息发布、交易场所、交易见证、数据统计等全过程服务，保障用能权顺利交易。第三方审核机构受政府部门委托，负责核查企业用能信息，并承担相应的绩效评估等工作。在上述主体共同参与下，所有交易都会在交易平台上进行，各个主体之间相互配合、协同合作，共同推动用能权交易高效运转<sup>[11]</sup>。

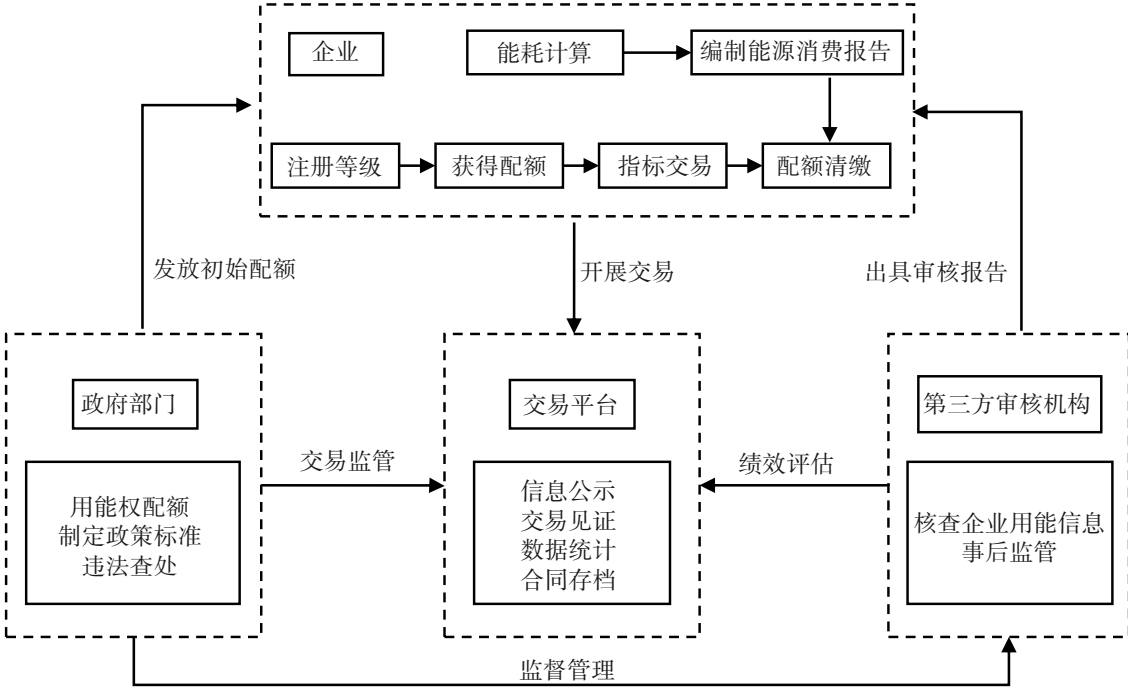


图1 用能权交易制度运行机制

作为能源消费主体，企业承担着落实经济结构转型、降低碳排放、实现绿色发展的重任。受用能权交易制度激励，试点地区企业积极调整生产策略，围绕绿色工厂、绿色产品、绿色供应链等关键环节推进绿色生产体系建设。从用能权交易制度运行机制可以看出，该制度旨在通过研发绿色技术、重构生产流程和深化专业化分工等措施推动企业绿色发展。但是，这一过程也会产生一系列政策关联效应，不仅催生了企业对高素质劳动力的结构性需求，由此产生的传统低技能岗位替代风险与绿色技能培训滞后性还可能加剧劳动力市场的结构性矛盾。因此，进一步探讨用能权交易制度对重污染企业就业水平的影响十分必要。

（二）理论分析与研究假设

用能权交易制度对重污染企业就业水平的影响可以归纳为三个方面。首先，重污染企业出于降低能耗成本或增加可出售用能权的考虑，会加大清洁能源技术开发和清洁生产设备投资，进而增加企业对研究开发岗位和设备安装、运维岗位的需求。其次，重污染企业在淘汰落后产能、引



入智能化生产技术的过程中,因新设备运维、污染实时监控和能效优化系统的建设需求,将显著增加对工程师、数据分析师等高技能岗位的需求。同时,对于传统低技能岗位,重污染企业也可以通过再培训等手段推动劳动力岗位迁移,形成转型发展中的长期就业增长机制。最后,用能权交易制度本身也需要在企业层面配备专门的核查、交易、会计等适配性就业岗位,或者配备与用能权交易第三方审核机构对接的专业岗位。用能权交易制度还可能存在就业“破坏效应”,即部分重污染企业关停并转导致其就业减少,但考虑到用能权交易制度的市场化设计机制,以及该制度设立的初衷在于引导企业开展绿色技术创新和绿色转型发展,因而本文预期该制度带来的就业“促进效应”大于“破坏效应”,整体上能够提高重污染企业就业水平。据此,本文提出如下假设:

**H1:** 用能权交易制度实施能够提高重污染企业就业水平。

用能权交易制度下重污染企业生产策略包括生产规模调整策略、生产外包策略和绿色转型策略三种。首先,生产规模调整是短期成本最小,但长期影响较大的企业生产策略。若企业选择生产规模调整以满足用能限制,虽然能够降低过度用能导致的生产成本、减少重构生产流程导致的额外支出等,但也会导致企业收益下降、市场份额被挤占等情形<sup>[12]</sup>,这不利于企业长期发展。其次,企业将生产环节外包给专业化低碳服务商,合理规避了绿色技术创新带来的不确定性风险,但这可能削弱企业对产业链的控制力,企业甚至会面临被替代的风险<sup>[13]</sup>。最后,企业选择绿色转型,初期需要投入大量资金和人力资本研发绿色技术<sup>[14]</sup>,但绿色技术创新可以提升能源利用效率,降低能耗成本,减少用能权购买支出,实现长期成本节约<sup>[15]</sup>。同时,绿色技术创新能够催生专利技术和工艺,形成专业技术壁垒,提高企业在行业中的竞争力<sup>[16]</sup>。交易成本理论认为,企业在生产外包与绿色转型之间的策略选择取决于成本收益权衡。生产外包为企业提供了短期合规路径,却可能牺牲长期战略灵活性和增长潜力;绿色转型能够掌握技术主动权,符合政策价值导向,为未来企业竞争奠定基础,因而成为了重污染企业生产策略的优先选项。

用能权交易制度下重污染企业不同的生产策略选择会对企业就业水平产生差异化影响。选择生产规模调整策略或生产外包策略的企业因需要砍掉部分生产环节,会减少雇佣生产工人数量,企业就业水平下降。受环境规制影响自发进行绿色转型的重污染企业,因前端治理、技术创新等绿色生产改造需要,在节能减排的同时提高了企业就业水平<sup>[17]</sup>。一方面,环境规制压力倒逼企业改造传统高能耗生产设备,使企业急需兼具机械操作与清洁技术应用能力的复合型人才<sup>[18]</sup>。另一方面,绿色技术创新直接催生了低碳技术研发、减排设备运维、碳资产核算等专业化岗位<sup>[19]</sup>,提高了重污染企业就业水平。据此,本文提出如下假设:

**H2a:** 用能权交易制度实施通过选择绿色转型策略提高重污染企业就业水平。

作为市场信号,用能权交易价格能够引导重污染企业调整生产战略。当配额价格持续上涨,企业预判未来用能成本攀升,将会主动调整生产策略,布局长期节能技术。实践中,企业主要通过以下方式实现绿色转型:一是绿色技术创新,即企业通过研发清洁能源及可再生能源利用技术,提升能源转换效率;二是生产设备优化,即企业通过引进高能效生产设备或优化生产流程,逐步淘汰落后生产设备,从源头减少能源消费。

绿色技术创新是重污染企业兼顾履行环境责任与实现自身发展的关键环节<sup>[20]</sup>。企业进行清洁能源研发、低碳工艺设计等绿色技术创新活动,催生了新能源工程师、碳足迹分析师、循环经济设计师等专业化岗位,并且在应用绿色技术过程中,还需要增设技术转化专员、知识产权管理岗和技术培训师等岗位,这进一步提高了重污染企业就业水平。据此,本文提出如下假设:

**H2b:** 用能权交易制度实施通过促进绿色技术创新提高重污染企业就业水平。

用能权交易制度实施使重污染企业产生了节能减排压力。同时,绿色生产标准对生产工艺与装备、能源利用等均提出了新的要求,迫使企业淘汰传统高能耗、高污染的生产设备,转而采用

高效节能的生产设备，进而降低单位产品的能耗和碳排放量，以满足用能权指标要求。在生产设备优化过程中，重污染企业需要配套专门就业岗位负责设备运维，进而也会提高企业就业水平<sup>[21]</sup>。例如，生产设备优化会增加企业对绿色采购专员等岗位的需求，零碳生产线等清洁化设备的引入会增加企业对兼具机械操作与清洁技术应用能力的复合型人才的需求。另外，生产设备优化还能够提升企业生产效率。用能权交易制度下重污染企业能够通过节能获得经济激励，为其巩固和扩大市场规模、增加生产性投资提供支持，进而促进企业提供更多的就业岗位<sup>[22]</sup>。据此，本文提出如下假设：

**H2c:** 用能权交易制度实施通过推动生产设备优化提高重污染企业就业水平。

### 三、研究设计

#### （一）变量定义

##### 1. 被解释变量

本文的被解释变量是重污染企业就业水平 (*Employ*)。本文借鉴王群伟等<sup>[17]</sup>的研究，采用重污染企业员工人数的自然对数衡量重污染企业就业水平。该指标能够反映重污染企业劳动力总体规模和人力资源配置的基本情况。

##### 2. 解释变量

本文的解释变量是用能权交易制度实施 ( $DID = Treat \times Post$ )，通过构建虚拟变量的形式衡量。考虑到自2017年起，中国在浙江、福建、河南、四川开展用能权有偿使用和交易试点，因而当企业位于试点地区时 *Treat* 取1，否则 *Treat* 取0，2017年之前 *Post* 取0，2017年及之后 *Post* 取1。

##### 3. 机制变量

在生产策略选择机制检验方面，本文借鉴王群伟等<sup>[17]</sup>的研究，采用企业主营业务收入衡量生产规模调整 (*TR*)；借鉴袁淳等<sup>[23]</sup>的研究，采用“1-增加值占销售收入比重”反映专业化分工水平，以此衡量生产外包 (*ZY*)；借鉴严兵等<sup>[24]</sup>的研究，采用企业年报中绿色转型词频衡量绿色转型 (*Green*)。在绿色转型策略的路径机制检验方面，本文借鉴徐佳和崔静波<sup>[25]</sup>的研究，采用企业独立申请的绿色实用新型专利数量加1的自然对数衡量绿色技术创新 (*GI*)；借鉴王群伟等<sup>[17]</sup>的研究，采用在建工程净额衡量生产设备优化 (*NF*)。

##### 4. 控制变量

本文借鉴王群伟等<sup>[17]</sup>、赵振智等<sup>[22]</sup>、刘啟仁和赵灿<sup>[26]</sup>的研究，选取以下控制变量：托宾Q值 (*TobinQ*)，采用市值与总资产之比衡量；大股东资金占用 (*Occupy*)，采用其他应收款净额与总资产之比衡量；固定资产占比 (*Fixed*)，采用固定资产净额与总资产之比衡量；两职合一 (*Dual*)，若董事长与总经理是同一人取1，否则取0；前五大股东持股比例 (*Top5*)，采用前五大股东持股数量占总股数的比例衡量；销售毛利率 (*Grossprofit*)，采用毛利润与营业收入之比衡量；流动比率 (*Liquid*)，采用流动资产与流动负债之比衡量。

#### （二）模型设定

为检验用能权交易制度实施对重污染企业就业水平的影响，本文设定模型如下：

$$Employ_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DID_{it} + \beta X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中，*i*表示企业，*t*表示年份，*Employ<sub>it</sub>*表示重污染企业就业水平，*DID<sub>it</sub>*表示用能权交易制度实施，*X<sub>it</sub>*表示上述一系列控制变量， $\mu_i$ 表示企业固定效应， $\gamma_t$ 表示年份固定效应， $\varepsilon_{it}$ 表示随机扰动项。

#### （三）样本选取与数据来源

本文选取2013—2023年沪深A股重污染行业上市公司为研究样本。重污染行业的认定主要

依据2012年中国证券监督管理委员会修订的《上市公司行业分类指引》、2008年中华人民共和国环境保护部制定的《上市公司环保核查行业分类管理名录》《上市公司环境信息披露指南》，包括煤炭、采矿、纺织、制革、造纸、石化、制药、化工、冶金和火电等16个重污染行业。本文数据来自国泰安数据库、中国研究数据服务平台和万得数据库。本文对数据进行如下处理：剔除ST及\*ST企业，对部分缺失值进行插补处理，对连续变量进行上下1%的缩尾处理。本文主要变量的描述性统计结果如表1所示。

表1 主要变量的描述性统计结果

变 量	符 号	观测值	均 值	标准差	最小值	最大值
重污染企业就业水平	<i>Employ</i>	4 994	8. 170	1. 162	4. 277	11. 181
用能权交易制度实施	<i>DID</i>	4 994	0. 142	0. 349	0	1
生产规模调整	<i>TR</i>	4 994	1. 481	3. 352	0. 023	23. 113
生产外包	<i>ZY</i>	4 994	0. 531	0. 252	-0. 029	1. 308
绿色转型	<i>Green</i>	4 994	13. 401	10. 837	0	56. 000
绿色技术创新	<i>GI</i>	4 994	0. 169	0. 509	0	5. 283
生产设备优化	<i>NF</i>	4 994	1. 923	5. 870	0	43. 128
托宾Q值	<i>TobinQ</i>	4 994	1. 850	1. 135	0. 859	7. 266
大股东资金占用	<i>Occupy</i>	4 994	0. 012	0. 019	0	0. 187
固定资产占比	<i>Fixed</i>	4 994	0. 303	0. 160	0. 003	0. 689
两职合一	<i>Dual</i>	4 994	0. 183	0. 387	0	1
前五大股东持股比例	<i>Top5</i>	4 994	0. 511	0. 153	0. 201	0. 880
销售毛利率	<i>Grossprofit</i>	4 994	0. 290	0. 196	0. 011	0. 809
流动比率	<i>Liquid</i>	4 994	2. 106	2. 025	0. 365	12. 422

四、实证结果与分析

（一）基准回归结果与分析

本文的基准回归结果如表2所示。表2列（1）未加入企业固定效应和年份固定效应，用能权交易制度实施的系数为0.231，且在1%水平上显著。列（2）加入了企业固定效应和年份固定效应，用能权交易制度实施的系数为0.083，且在10%水平上显著。列（3）在列（2）的基础上加入了控制变量，用能权交易制度实施的系数为0.117，且在1%水平上显著。这表明用能权交易制度实施能够提高重污染企业就业水平。因此，本文H1得以验证。

表2 基准回归结果

变 量	(1)	(2)	(3)	变 量	(1)	(2)	(3)
<i>DID</i>	0. 231*** (0. 021)	0. 083* (0. 044)	0. 117*** (0. 039)	<i>Grossprofit</i>			-0. 473** (0. 224)
<i>TobinQ</i>			-0. 049*** (0. 014)	<i>Liquid</i>			-0. 045*** (0. 007)
<i>Occupy</i>			-1. 347** (0. 495)	企业/年份FE	不控制	控制	控制
<i>Fixed</i>			-0. 025 (0. 215)	常数项	8. 137*** (0. 052)	7. 980*** (0. 020)	7. 966*** (0. 190)
<i>Dual</i>			-0. 019 (0. 028)	观测值	4 994	4 994	4 994
<i>Top5</i>			0. 666** (0. 302)	R <sup>2</sup>	0. 025	0. 083	0. 144

注：\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%水平上显著，括号内为省份层面聚类稳健标准误，下同。

（二）DID估计有效性检验

1. 平行趋势检验

在使用双重差分模型进行基准回归估计时，需要满足平行趋势假设。本文的平行趋势检验结果如图2所示。由图2可知，2017年之前，重污染企业就业水平的95%置信区间均包含0，估计系数不显著，表明试点前实验组和控制组具有相同趋势，验证了平行趋势假设；2017年及之后，由于重污染企业节能生产改造、绿色转型等存在时滞，估计系数在制度实施后第四年甚至更长时间内显著，实验组与控制组出现显著差异。为评估研究结论在潜在趋势差异下的稳健性，并确保因果推断结果的可靠性，本文借鉴Biasi和Sarsons<sup>[27]</sup>的研究，进行平行趋势假设敏感性检验。平行趋势假设敏感性检验结果<sup>①</sup>表明，即使平行趋势存在一定程度的偏离，用能权交易制度实施仍然对重污染企业就业水平具有显著促进作用。

2. 安慰剂检验

为排除不可观测的遗漏变量或某些偶然因素对回归结果可能造成的干扰，本文使用随机抽取实验组的方式进行安慰剂检验。具体地，在31个省份中随机抽取4个省份作为用能权交易制度试点地区，重复抽样500次，利用各次随机抽样后构建的伪虚拟变量（ $DID_2 = Treat_2 \times Post$ ）与被解释变量进行回归，绘制出500次随机抽样实验的伪虚拟变量估计系数分布及其P值，若无其他无法观测因素对回归结果产生影响，则该伪虚拟变量估计系数基本分布在0值附近，且多数估计系数的P值无法通过10%的显著性检验。安慰剂检验结果如图3所示。由图3可知，在随机抽取实验组的500次回归中，估计系数的P值小于等于0.10的次数仅有5次，符合多数估计系数P值未通过10%显著性检验的情形；且估计系数多数位于0值附近，与基准回归系数偏差较大，因而通过了随机抽取实验组的安慰剂检验，其他不可观测因素几乎不会对回归结果产生影响，表明本文基准回归结果稳健。

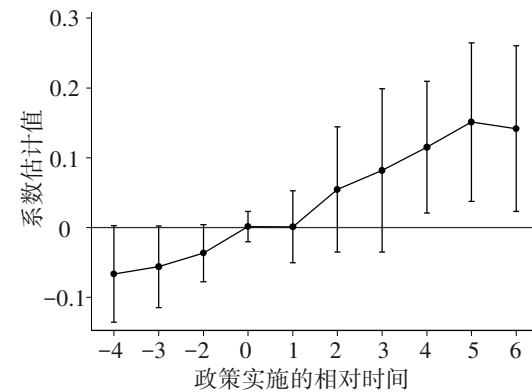


图2 平行趋势检验结果

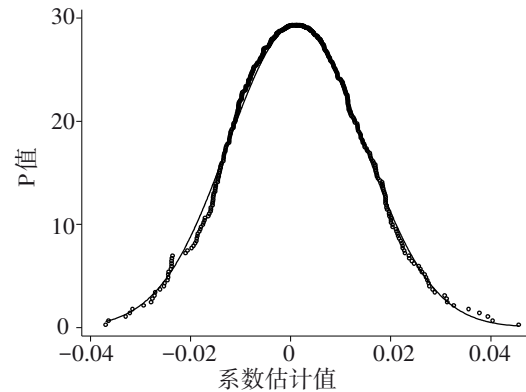


图3 安慰剂检验结果

（三）内生性检验

本文借鉴陈诗一和陈登科<sup>[28]</sup>的研究，以10米风速与边界层高度的乘积表示空气流通系数，并将其作为用能权交易制度实施的工具变量（IV）。一方面，空气流通系数越大，越有利于气体排放物扩散，因而空气流通状况也显著影响地区碳排放和空气污染情况。用能权交易制度是地区减污降碳的关键政策之一，由此可知，空气流通系数与用能权交易制度实施效果存在关联，但不会对重污染企业就业水平产生直接影响，因而满足工具变量相关性条件。另一方面，空气流通系数由气象和地理条件决定，与随机扰动项不相关，满足工具变量外生性条件。内生性检验结果如表3所示。

① 平行趋势假设敏感性检验结果未在正文中列出，留存备案。



表3 内生性检验结果

变 量	(1)	(2)	变 量	(1)	(2)
	第一阶段	第二阶段		第一阶段	第二阶段
<i>DID</i>		0.467*** (0.124)	常数项	0.362*** (0.042)	8.384*** (0.112)
<i>IV</i>	-0.024*** (0.001)		观测值	4994	4994
控制变量	控制	控制	R <sup>2</sup>	0.413	0.446
行业FE	控制	控制	LM统计量	466.200***	
年份FE	控制	控制	F统计量	509.054	

由表3列（1）可知，工具变量的系数为-0.024，且在1%水平上显著。F统计量的值远大于10，表明工具变量的选取有效。由表3列（2）可知，用能权交易制度实施的系数为0.467，且在1%水平上显著，进一步证明了本文基准回归结果的稳健性。

（四）稳健性检验<sup>①</sup>

1. 更换被解释变量的衡量方式

本文借鉴赵振智等<sup>[22]</sup>的研究，采用企业每万元总资产员工人数衡量重污染企业就业水平（*Employ1*）。结果显示，用能权交易制度实施的系数为0.002，且在5%水平上显著，表明本文基准回归结果稳健。

2. 使用强度 DID 模型

本文使用强度 DID 模型进行稳健性检验，将分组变量（*Treat*）替换为能够反映政策强度的连续变量。考虑到数据可得性，以及碳污同源问题的影响，本文将用能权交易制度实施前三年各地区单位生产总值的污染排放量作为衡量政策强度的连续变量。结果显示，用能权交易制度实施的系数为0.008，且在5%水平上显著，表明本文基准回归结果稳健。

3. 新增控制变量

本文在上述控制变量的基础上新增了管理费用率（*Mfee*）、资产负债率（*Lev*）、总资产增长率（*AssetGrowth*）三个控制变量。结果显示，用能权交易制度实施的系数为0.079，且在10%水平上显著，表明本文基准回归结果稳健。

4. 加入交互固定效应

为控制行业和省份间差异，并考虑年份不同造成的差异，本文加入了行业一年份固定效应。回归结果显示，加入行业一年份固定效应后，用能权交易制度实施的系数为0.131，且在5%水平上显著，表明本文基准回归结果稳健。

（五）异质性分析

1. 融资约束异质性分析

用能权交易制度实施对用能配额的限制将增加企业的能源使用成本，高融资约束企业的资金流动性不足，难以有效应对政策压力。政策引致的高生产成本无法通过效率提升或结构调整化解，重污染企业只能被迫降低其他成本，以维持生产而非雇佣劳动力。因此，对于高融资约束企业而言，在面对用能权交易制度约束时，更可能选择生产规模调整策略或生产外包策略，而非增加劳动力需求和投入。对于低融资约束企业而言，因为资金状况相对宽松，可能倾向于选择绿色转型策略，以应对用能权交易制度约束。本文根据融资约束的中位数将样本分为低融资约束企业和高融资约束企业两组，并进行分组回归，回归结果如表4列（1）和列（2）所示。结果显示，在低融资约束企业中，用能权交易制度实施的系数为0.185，且在1%水平上显著；在高融资约

① 稳健性检验结果未在正文中列出，留存备索。



束企业中，用能权交易制度实施的系数为0.049，但不显著。这表明用能权交易制度实施对重污染企业就业水平的提高作用在低融资约束企业中更显著。

2.人工智能化异质性分析

低人工智能化企业在生产过程中难以实现生产和节能减排的自动化，因而在面对用能权交易制度的环保压力时，企业需要雇佣更多劳动力操作和维护清洁生产设备。另外，低人工智能化企业的绿色创新协同效率相对较低，生产流程的绿色化改造也需要更多的技术人员投入。相对而言，高人工智能化企业通常已实现生产流程自动化和人力资本结构优化，人工智能已替代了大量低技能岗位，企业更需要高素质劳动力<sup>[29-30]</sup>。对高素质劳动力的需求受短期环境规制政策冲击的影响较小，因而用能权交易制度对高人工智能化企业就业水平的影响可能并不显著。本文根据企业年报中人工智能相关词频衡量人工智能化程度，根据人工智能化程度的中位数将样本划分为低人工智能化企业和高人工智能化企业两组，并进行分组回归，回归结果如表4列（3）和列（4）所示。结果显示，在低人工智能化企业中，用能权交易制度实施的系数为0.146，且在1%水平上显著；在高人工智能化企业中，用能权交易制度实施的系数为0.099，但不显著。这表明用能权交易制度实施对重污染企业就业水平的提高作用在低人工智能化企业中更显著。

3.供应链集中度异质性分析

企业外部市场把控能力是影响环境规制政策压力传导的重要因素，鉴于供应链集中度在一定程度上代表了企业对上下游合作商的议价能力<sup>[31]</sup>，因而本文探讨重污染企业供应链集中度差异对用能权交易制度实施效果的影响也十分必要。议价权与成本转嫁能力影响了企业应对环境规制的灵活性，高供应链集中度企业通常与少数核心供应商或客户形成了强依赖关系，由此其可凭借高议价能力将节能成本转嫁至上下游企业。因此，高供应链集中度企业能够通过转嫁成本缓解用能权交易制度带来的冲击，维持甚至扩大生产规模和增加就业。相对而言，低供应链集中度企业缺乏议价权而无法有效转嫁成本，只能被动应对用能权交易制度带来的影响，因而可能更倾向于直接购买配额或采取减产措施，这并不会带来新的就业需求。本文借鉴顾晓安等<sup>[32]</sup>的研究，采用供应商集中度和客户集中度的均值衡量供应链集中度，根据供应链集中度的中位数将样本划分为低供应链集中度企业和高供应链集中度企业两组，并进行分组回归，回归结果如表4列（5）和列（6）所示。结果显示，在低供应链集中度企业中，用能权交易制度实施的系数为0.043，但不显著；在高供应链集中度企业中，用能权交易制度实施的系数为0.132，且在5%水平上显著。这表明用能权交易制度实施对重污染企业就业水平的提高作用在高供应链集中度企业中更显著。

表4 异质性分析结果

变 量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	低融资约束企业	高融资约束企业	低人工智能化企业	高人工智能化企业	低供应链集中度企业	高供应链集中度企业
<i>DID</i>	0.185*** (0.041)	0.049 (0.040)	0.146*** (0.048)	0.099 (0.075)	0.043 (0.049)	0.132** (0.067)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
企业/年份FE	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	8.650*** (0.177)	7.860*** (0.177)	7.993*** (0.177)	8.344*** (0.255)	7.805*** (0.237)	8.216*** (0.245)
观测值	2 497	2 497	3 575	1 419	1 931	3 063
R <sup>2</sup>	0.116	0.138	0.133	0.119	0.157	0.133
系数差异P值	0.001		0.001		0.018	

注：系数差异P值根据交互项模型Chow检验的估计结果计算得到。

五、机制检验与进一步分析

（一）机制检验

1.生产策略选择机制检验

本文对重污染企业生产策略选择机制进行检验，检验结果如表5列（1）至列（3）所示。结果显示，针对生产规模调整策略，用能权交易制度实施的系数为0.102，但不显著；针对生产外包策略，用能权交易制度实施的系数为-0.001，但不显著；针对绿色转型策略，用能权交易制度实施的系数为1.387，且在5%水平上显著。这表明用能权交易制度实施通过选择绿色转型策略提高重污染企业就业水平。可能的原因在于，生产规模调整策略和生产外包策略不利于企业的长期发展，重污染企业倾向于绿色转型策略。因此，本文H2a得以验证。

2.绿色技术创新机制检验

本文对重污染企业绿色技术创新机制进行检验，检验结果如表5列（4）所示。由表5列（4）可知，针对绿色技术创新，用能权交易制度实施的系数为0.069，且在5%水平上显著，表明用能权交易制度实施促进了重污染企业绿色技术创新。可能的原因在于，用能权交易制度实施倒逼企业绿色技术创新，在提升清洁能源使用效率和培育低碳技术优势的同时催生了新能源工程师、碳分析师等专业化岗位，以及技术培训、知识产权管理等配套就业岗位，进一步提高了就业水平。因此，本文H2b得以验证。

3.生产设备优化机制检验

本文对重污染企业生产设备优化机制进行检验，检验结果如表5列（5）所示。由表5列（5）可知，针对生产设备优化，用能权交易制度实施的系数为0.815，且在1%水平上显著，表明用能权交易制度实施推动了重污染企业的生产设备优化。可能的原因在于，重污染企业出于节省能耗的考虑，具有推动生产设备向清洁化、绿色化转型的动力，在提升能源利用效率的同时预期能够通过设备迭代与人力资本重构双向拉动重污染企业用工规模扩张。在推动生产设备优化的过程中，企业同步催生了新的和更高技能的岗位需求。具体地，一方面，生产设备优化通过新增岗位直接扩大就业规模。另一方面，生产设备优化通过技术迭代重构劳动力技能结构，推动企业劳动力由低端操作向高技能岗位迁移。因此，本文H2c得以验证。

表5 机制检验结果

变 量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	生产规模调整	生产外包	绿色转型	绿色技术创新	生产设备优化
<i>DID</i>	0.102 (0.163)	-0.001 (0.016)	1.387** (0.616)	0.069** (0.033)	0.815*** (0.207)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
企业/年份FE	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	-0.255 (0.513)	0.765*** (0.048)	5.135** (2.130)	0.191** (0.073)	3.438*** (1.168)
观测值	4 994	4 994	4 994	4 994	4 994
R <sup>2</sup>	0.169	0.108	0.331	0.014	0.041

（二）进一步分析

高素质劳动力有助于企业转型升级和高质量发展<sup>[33-34]</sup>，是实现绿色技术创新和可持续发展的重要支撑<sup>[35]</sup>。结合前文理论分析和机制检验可以推测，用能权交易制度实施驱动重污染企业绿色转型，这不仅扩大了就业规模，还可能对劳动力的知识结构与技能适配性产生影响。一方面，重污染企业选择绿色技术创新路径，直接增加了对高素质劳动力的需求。另一方面，重污染

企业选择生产设备优化路径，在满足绿色生产需要的同时也增加了对清洁生产设备安装、运维等相关就业岗位的需求，而此类岗位通常需要更高的专业技能匹配。

高素质劳动力对新技术的学习和运用能力较强，与新增生产设备和研发绿色生产技术更加适配。因此，当重污染企业面对用能权交易制度压力进行绿色转型时，企业对高素质劳动力的需求相对更高。随着重污染企业中高素质劳动力占比的提高，企业劳动结构随之优化<sup>[26]</sup>。基于前文分析，本文预期用能权交易制度实施会增加重污染企业对高素质劳动力的需求。对此，本文采用大专及以上学历员工人数加1的自然对数衡量高素质劳动力（*Duamount*）。由表6列（1）可知，用能权交易制度实施的系数为0.100，且在5%水平上显著，表明用能权交易制度实施增加了重污染企业对高素质劳动力的需求。

进一步地，本文借鉴王永钦和董雯<sup>[36]</sup>的研究，将重污染企业员工划分为生产人员、市场人员和业务人员，采用不同技能性质劳动力人数的自然对数衡量这三个指标，进行劳动力技能适配性检验。由表6列（2）至列（4）可知，用能权交易制度实施增加了重污染企业对生产人员、业务人员的需求，对市场人员的需求没有显著影响。对于生产人员而言，重污染企业进行绿色技术创新和生产设备优化均会对现有生产人员提出知识更新要求，需要对传统生产人员进行再培训或重新招聘具备新技能的人员，以满足企业绿色转型需要。另外，技术升级通常伴随产能扩张和生产流程重组，也需要补充熟练生产人员，以匹配生产需求。对于业务人员而言，其工作职能涉及供应链管理、合规协调、政策对接等非生产性任务，其需求增长与技术升级的复杂性密切相关。用能权交易涉及碳排放核算、配额交易、政府申报等新业务模块，需要业务人员专门处理合规性政策衔接、跟踪能源消费，以及制定节能生产运营方案。另外，绿色技术创新可能要求企业调整原材料采购、加强与环保技术供应商的合作，同样离不开业务人员的协调性工作。因此，用能权交易制度也会增加对业务人员的需求。

表6 进一步分析结果

变 量	(1)	(2)	(3)	(4)
	高素质劳动力	生产人员	市场人员	业务人员
<i>DID</i>	0.100** (0.048)	0.110** (0.050)	0.099 (0.073)	0.141*** (0.029)
控制变量	控制	控制	控制	控制
企业/年份FE	控制	控制	控制	控制
常数项	6.603*** (0.165)	7.420*** (0.202)	5.055*** (0.222)	5.975*** (0.188)
观测值	4 994	4 984	4 994	4 994
R <sup>2</sup>	0.152	0.100	0.059	0.111

六、研究结论与政策建议

用能权交易制度侧重于生产源头的节能降耗控制，是中国典型的市场激励型环境规制政策，其对重污染企业就业水平的影响也是不容忽视的关键问题。因此，本文基于2013—2023年沪深A股上市公司数据，使用双重差分模型实证检验了用能权交易制度实施对重污染企业就业水平的影响及作用机制。研究结果表明，用能权交易制度实施能够提高重污染企业就业水平，且该结论在经过DID估计有效性检验、内生性检验和稳健性检验后仍然成立。异质性分析结果表明，用能权交易制度实施对重污染企业就业水平的提高作用在低融资约束企业、低人工智能化企业和高供应链集中度企业中更显著。机制检验结果表明，用能权交易制度实施通过选择绿色转型策略、促进绿色技术创新和推动生产设备优化提高重污染企业就业水平。进一步分析结果表明，用能权交

易制度实施显著增加了重污染企业对高素质劳动力、生产人员和业务人员的需求。

根据以上研究结论,本文提出以下政策建议:

第一,有序推进全国范围内用能权交易制度,优化用能权配额分配机制,在初始配额分配时,可以向主动吸纳就业的重污染企业适度倾斜,或者引入就业贡献指标作为分配依据,激励重污染企业在节能减排的同时稳定用工规模。将就业水平变化纳入用能权交易政策评估框架,实时监测重污染企业减排行为对就业水平的影响,动态调整交易规则以协调节能目标与就业目标。

第二,优先支持保留基础就业岗位的“人机协同”型智能化方案,并对企业劳动力结构实施动态监测预警,将重污染企业的人工智能设备采购规模、生产环节自动化率等指标纳入用能权交易监管系统,设定劳动密集型岗位替代率阈值,对通过内部转岗实现零裁员的企业,给予更多用能权配额激励,减少人工智能技术升级对就业的冲击。

第三,鼓励高供应链集中度企业将用能权交易收益按比例用于供应链低碳技术共享平台建设,通过技术扩散降低中小企业减排成本。对通过技术改造带动上下游中小企业减排的企业,允许其将供应链整体减排量折算为自身用能权抵扣额度,强化供应链绿色协同激励。同时,还应重点监控高供应链集中度企业的用能权交易行为,设定其市场配额持有上限,防止资金雄厚的头部企业通过囤积配额形成新型市场势力。另外,建议将企业融资约束水平纳入用能权配额动态调整体系中,对低融资约束企业实行更严格的年度配额递减措施,倒逼其利用资金优势加速绿色转型;对高融资约束企业则适当放缓配额递减率,允许企业通过渐进式减排分摊技术改造成本,避免短期资金挤兑风险。

第四,进一步推动重污染企业绿色转型,引导企业研发清洁生产技术,从源头治理用能问题,协调创新激励政策与环境规制政策。其一,加大研发补贴与税收优惠力度。针对低碳工艺、清洁能源应用等绿色技术研发,提供阶梯式补贴,扩大研发费用加计扣除比例。对突破性减排技术实行前期补贴与成果转化收益分成相结合的激励机制,降低企业的技术创新风险。其二,加大固定资产加速折旧政策的实施力度。对用于污染治理、能效提升的设备投资,允许进一步缩短折旧年限或提高折旧率,缓解企业绿色设备更新的资金压力。其三,完善绿色知识产权保护体系。设立绿色技术专利优先审查通道,加强低碳技术跨境转移的产权保护,鼓励企业通过绿色技术创新提高核心竞争力。

第五,推行绿色技能认证职业标准资格考试,联合有关行业协会、职业院校等制定绿色技能等级标准,培养新能源设备运维技师、清洁生产技术员等专业化人才。推动校企共建绿色技能实训基地,定向培养绿领工人。另外,强化生产工人职业技能培训,配套建立绿色技能培训基金,针对传统高耗能行业劳动力开展节能技术、环保设备运维等专项培训,降低重污染企业绿色转型中的结构性失业风险。

#### 参考文献:

- [1] 吴涵,郭凯明.双循环视角下要素市场化配置、产业结构转型与劳动生产率增长[J].经济研究,2023,58(9): 61-78.
- [2] 王群伟,周波,张成.“减规模”还是“增绿色”?异质性环保政策工具下的企业环保行为响应[J].中国管理科学,2023,31(1):256-266.
- [3] 霍启欣,方慧.创造还是破坏:碳排放权交易与企业就业变动[J].财贸经济,2025,46(1):151-168.
- [4] 陈素梅,何凌云.环境、健康与经济增长:最优能源税收入分配研究[J].经济研究,2017,52(4):120-134.
- [5] 王家明.我国资源型城市碳排放配额分配研究——基于H-CSW-DEA模型[J].统计研究,2023,40(9):31-44.
- [6] 孙建,冯常洁.中国工业用能权交易制度减污降碳协同效应研究[J].长江流域资源与环境,2024,33(12): 2727-2742.



- [7] 李珊珊,赵超越.用能权交易制度对企业低碳技术创新的驱动效应[J].中国人口·资源与环境,2023,33(10):124-134.
- [8] 宋德勇,陈梅,朱文博.用能权交易制度是否实现了环境和经济的双赢?[J].中国人口·资源与环境,2022,32(11):134-145.
- [9] WANG K, SU X, WANG S. How does the energy-consuming rights trading policy affect China's carbon emission intensity?[J]. Energy, 2023, 276: 127579.
- [10] PAN Y, DONG F. Design of energy use rights trading policy from the perspective of energy vulnerability[J]. Energy policy, 2022, 160(C): 112668.
- [11] 邓海峰,陈英达.“双碳”目标视域下的用能权权利属性分析[J].中国人口·资源与环境,2022,32(4):66-72.
- [12] 孔祥智,李愿.社会化服务推动农业强国建设的机理、实践与策略[J].改革,2024(6):83-92.
- [13] 刘闯,肖条军.考虑公平偏好的绿色供应链中制造商外包策略分析[J].工业技术经济,2020,39(12):36-45.
- [14] YANG X, XU Y, RAZZAQ A, et al. Roadmap to achieving sustainable development: does digital economy matter in industrial green transformation?[J]. Sustainable development, 2023, 32(3): 2583-2599.
- [15] MENG X N, XU S C, HAO M G. Can digital-real integration promote industrial green transformation: fresh evidence from China's industrial sector[J]. Journal of cleaner production, 2023, 426(10): 139116.
- [16] 潘子成,易志高,潘镇,等.儒家文化对企业绿色创新有影响吗?[J].管理评论,2023,35(12):122-136.
- [17] 王群伟,李振冉,曹雅茹.环境规制会改变劳动力需求结构吗?——基于“大气十条”的理论分析与实证检验[J].数量经济技术经济研究,2024,41(10):191-212.
- [18] 胡宗义,何冰洋,李毅,等.异质性环境规制与企业环境责任履行[J].统计研究,2022,39(12):22-37.
- [19] 曹东,赵学涛,杨威杉.中国绿色经济发展和机制政策创新研究[J].中国人口·资源与环境,2012,22(5):48-54.
- [20] LEE C. The differential effects of public R&D support on firm R&D: theory and evidence from multi-country data[J]. Technovation, 2011, 31(5-6): 256-269.
- [21] 张彩云,王勇,李雅楠.生产过程绿色化能促进就业吗——来自清洁生产标准的证据[J].财贸经济,2017,38(3):131-146.
- [22] 赵振智,程振,吴飞,等.中国环境保护税法对企业劳动雇佣的影响[J].中国人口·资源与环境,2023,33(1):61-73.
- [23] 袁淳,肖土盛,耿春晓,等.数字化转型与企业分工:专业化还是纵向一体化[J].中国工业经济,2021(9):137-155.
- [24] 严兵,程敏,王乃合.ESG绿色溢出、供应链传导与企业绿色创新[J].经济研究,2024,59(7):72-91.
- [25] 徐佳,崔静波.低碳城市和企业绿色技术创新[J].中国工业经济,2020(12):178-196.
- [26] 刘啟仁,赵灿.税收政策激励与企业人力资本升级[J].经济研究,2020,55(4):70-8.
- [27] BIASI B, SARSONS H. Flexible wages, bargaining, and the gender gap[J]. Quarterly journal of economics, 2021, 137(1): 215-266.
- [28] 陈诗一,陈登科.雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J].经济研究,2018,53(2):20-34.
- [29] 李响,江求川.工业智能化对再分配偏好的影响——基于就业和收入极化的视角[J].经济与管理,2024,38(6):20-29.
- [30] 沈洋,张秀武.工业智能化对就业的影响及其机制分析[J].经济与管理,2024,38(5):41-49.
- [31] 黄新建,张德勤.经济周期、议价能力与企业绩效——基于中小板和创业板制造业企业的实证研究[J].软科学,2017,31(1):49-52+57.
- [32] 顾晓安,王晓军,李文卿.供应链集中度、产权差异与盈余透明度[J].技术经济,2021,40(1):107-117.
- [33] GROSSMAN G M, HELPMAN E. Comparative advantage and long-run growth[J]. The American economic review, 1990, 80(4): 796-815.
- [34] ROMER P M. Endogenous technological change[J]. Journal of political economy, 1990, 98(5): 71-102.
- [35] 李逸飞.增值税留抵退税与企业人力资本升级[J].世界经济,2023,46(12):115-140.
- [36] 王永钦,董雯.机器人的兴起如何影响中国劳动力市场?——来自制造业上市公司的证据[J].经济研究,2020,55(10):159-175.

## How Does the Energy-Consuming Rights Trading Policy Affect Heavily Polluting Enterprises' Employment?

WANG Kaike<sup>1, 2</sup>, YU Yue<sup>2</sup>, GUAN Yang<sup>3</sup>

(1. School of Statistics and Data Science, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China;

2. School of Statistics and Mathematics, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China;

3. School of Economics, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China)

**Summary:** Clarifying how energy-environmental policies drive industrial upgrading in heavily polluting enterprises is essential for sustainable development. Simultaneously, evaluating the labor market effects of greening transformation of production structure provides critical insights into achieving high-quality employment. However, in the analysis of the impact of environmental regulations on employment relations, few studies explore the relationship between the two from the perspective of labor demand. Existing literature is limited by model assumptions and difficult to present complex impact mechanisms, or only focuses on the direct relationship between the two without focusing on the impact mechanism.

By leveraging the energy-consuming rights trading policy (ECRTP) as a quasi-natural experiment, this study examines its impact heavily polluting enterprises' employment. Furthermore, this study explores the mediating mechanisms through which this policy influences employment outcomes. Empirical research reveals that the ECRTP significantly increases employment of heavily polluting enterprises, and this conclusion remains significant after a series of robustness tests. Heterogeneity analysis shows that the role of ECRTP in enhancing heavily polluting enterprises' employment is more pronounced in enterprises with low intelligence, low financing constraints, and high supply chain concentration. The mechanism analysis indicates that under the ECRTP, heavily polluting enterprises significantly boost employment levels. This is achieved through green transformation strategies, specifically via pathways of green technological innovation and production equipment optimization. Further in-depth analysis reveals that the ECRTP effectively optimizes corporate labor structures, particularly demonstrating that heavily polluting enterprises necessitate a higher demand for a highly skilled workforce to address compliance challenges posed by environmental regulations.

This study extends existing research in the following three aspects. Firstly, it investigates the impact of market-based environmental regulation policies on enterprise employment from the perspective of labor demand. This broadens the scope for evaluating environmental policy effects and enriches research on labor employment issues in the context of economic greening transformation. Secondly, this study incorporates other potential response strategies for enterprises when facing environmental regulations, and based on this, it explores a broader mechanism path. Thirdly, this study proposes and confirms that green technological innovation and production equipment optimization are the main mechanism channels through which the energy trading system affects the employment level of enterprises, which provides action guidelines for the transformation and upgrading of heavily polluting enterprises.

**Key words:** the energy-consuming rights trading policy; heavily polluting enterprises' employment; green transformation; green technological innovation; production equipment optimization

(责任编辑: 尚培培)

[DOI]10.19654/j.cnki.cjwtyj.2025.07.007

[引用格式]王开科,于玥,关阳.用能权交易制度何以影响重污染企业就业水平?[J].财经问题研究,2025(7): 87-100.