

黄和平,李 莹.环境税费改革对能源利用效率的影响与作用机制研究 [J]. 中国环境科学, 2023,43(7):3821-3834.

Huang H P, Li Y. Research on the influence and mechanism of the reform of environmental fee-to-tax on energy use efficiency [J]. China Environmental Science, 2023,43(7):3821-3834.

环境税费改革对能源利用效率的影响与作用机制研究

黄和平*,李 莹 (江西财经大学经济学院,江西 南昌 330013)

摘要: 以 2004~2020 年中国 30 个省(直辖市、自治区)为样本,从税费差异视角,考察以《环境保护税法》出台为标志的环保费改税政策对能源利用效率的影响及作用机制.研究发现:环境保护费改税使排污税额征收标准提高了的省(市、区)单位 GDP 能耗降低了 13.2%、绿色全要素能源效率提升了 38.3%,具有良好的降耗提效政策效应,该结论在一系列稳健性检验后仍然成立;环保费改税的降耗提效效应存在地区差异,西部和北方地区分别降低了 15.3%和 23.3%的单位 GDP 能耗,南方和东部地区分别提高了 39.9%和 60.4%的绿色全要素能源效率;要素发育水平高于 6.205、法制化水平高于 5.689 的地区以及资源再生型和成长型城市降耗提效政策效果更为显著;税收征管力度应维持在历年强度均值(1.012)附近,才能给予排污主体提高绿色全要素能源效率的时间和空间.此外,通过动态空间杜宾模型检验发现,环保费改税具有负向外溢效应,且这种外溢效应具有一定的延续性,短期内不利于环境保护税发挥降耗提效功用,但环保费改税将通过减少工业污染、增加环保投入和强化绿色创新水平作用机制,促使其降耗提效的长期效应显现.

关键词: 能源利用效率; 绿色全要素能源效率; 环境保护税; 费改税; 双重差分法

中图分类号: X196 文献标识码: A 文章编号: 1000-6923(2023)07-3821-14

Research on the influence and mechanism of the reform of environmental fee-to-tax on energy use efficiency. HUANG He-ping*, LI Ying (School of Economics, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China). *China Environmental Science*, 2023,43(7): 3821~3834

Abstract: This paper examines the influence and mechanism of the environmental fee-to-tax policy on energy use efficiency from the perspective of tax differences in 30 provinces (municipalities and districts) in China from 2004 to 2020, marked by the enactment of the Environmental Protection Tax Law. The study finds that the reform of environmental fee-to-tax has reduced energy consumption per unit of GDP by 13.2% and increased green total factor energy efficiency by 38.3% in the provinces (cities) where the emission tax levy has been increased, which has a good policy effect of reducing energy consumption and improving energy efficiency, and the findings still hold after a series of robustness tests. There are regional differences in the effect of environmental fee-to-tax on energy reducing consumption and improving efficiency, with the western and northern regions reducing energy consumption per unit of GDP by 15.3% and 23.3%, respectively, and the southern and eastern regions improving green total factor energy efficiency by 39.9% and 60.4%, respectively. The effect of policies to reduce energy consumption and improve energy efficiency is more significant in regions with factor development level higher than 6.205, legalization level higher than 5.689, and in resource regeneration and growth cities. The tax levy should be maintained around the average value of the historical intensity (1.012) to give pollution emission subject time and space to improve the green total factor energy efficiency. In addition, the dynamic spatial Durbin model test founds that the environmental protection fee-to-tax has a negative spillover effect. This spillover effect has a certain continuity, which is not conducive to the function of environmental protection fee-to-tax on reducing energy consumption and improving energy efficiency in the short term, but the environmental protection fee-to-tax will promote the long-term effect of reducing energy consumption and improving energy efficiency by reducing industrial pollution, increasing environmental protection investment and strengthening the level of green innovation mechanism.

Key words: energy use efficiency; green total factor energy efficiency; environmental protection tax; fee to tax; differences-in-differences

目前,我国能源利用效率不高,相较于发达国家仍有差距.为此,我国从产业升级^[1]、技术进步^[2]、市场分割^[3]等方面展开能源利用效率的提升.环境税作为一种市场型环境规制手段,不仅具有减少污染排放改善环境质量的“绿色红利”,而且具有更为直

接、长效且广泛的经济激励效应^[4-5].

收稿日期: 2022-12-06

基金项目: 国家社会科学基金一般项目(19BTJ009);国家自然科学基金项目(42201294);江西省研究生创新专项资金项目(YC2022-B140);江西财经大学青马课题(2021112612345083)

* 责任作者, 教授, hphuang2004@163.com

环境保护税能否改善能源利用效率受到国内外学者的高度关注,大量的国外研究证明,环境税收特有的制度规制与激励,可以在减少污染排放的同时降低能源消耗,并在提高排污主体绿色创新能力的同时提高绿色全要素能源效率^[6-8]。也有部分学者提出“环境税降耗提效功用可能不存在”的质疑^[9],为此,部分学者展开了“环境税发挥降耗提效功用是否存在一定的前提条件”的进一步探讨^[10],然而有研究否定了该探讨^[11],并认为环境税抑制了能源利用效率的提高^[12]。

中国的环境税收对能源利用效率的影响还不明确,这主要是因为中国尚未开征能源税、碳税、硫税等具体环境税目。因而,现有研究大多局限于探讨开征具体税目对能源利用效率可能存在的影 响,且大多研究认为这种影响是正向^[13],更有研究发现“渐进递增的动态环境税有利于减少能源过度消耗”^[14]。为此,诸多国内学者从理论上探讨环境税收实现降能耗促发展的中国最优方案,即存在最优的税收分配比例能最大化降低能源消耗^[15-16]。上述研究为明确中国环境保护税与能源利用效率两者关系奠定了基础,但仅从多元回归和预测模型评估环境相关税收对单位能耗的影响,没有考虑环境规制的内生性,很难对两者关系进行精准评估;我国环境保护税经历了由排污费收向税收的重要转变阶段,排污费收虽取得了一定的减污成效^[17],但存在强制性和规范性缺乏、行政执法效率不高、外部监督弱的弊端,导致其环境治理效能并不显著,排污治理支出大于收入,且差距日益增大^[18]。为此,第一部“绿色税法”——《中华人民共和国环境保护税法》于 2018 年 1 月 1 日正式实行。目前关于环保费改税的政策效应评估大多从减排^[19]、企业绩效^[18]、技术创新^[20]等角度切入,较少考虑对能源利用效率的直接影响,更尚未涉及环保费改税对能源利用效率影响的作用机制和异质性分析。

基于此,本文以 2004~2020 年中国 30 个省(市、区)为样本,从政策差异视角,考察以《环境保护税法》出台为标志的环保费改税政策对能源利用效率的影响与作用机理,运用双重差分法在一定程度上克服内生性问题,旨在为明确两者关系提供更为精准的中国情境评估。

1 研究策略和数据

1.1 模型构建

2018 年环境保护税法实施后,部分地区维持原有排污收费标准不变,部分地区采取了比原排污费标准更高的征收标准。这相当于经济学领域开展的“自然实验”,外生性特征明显,为有效识别中国环境保护税对能源利用效率的影响提供了难得的机会。本文采用环境经济学领域常用的政策效应评估方法——双重差分法(DID)将时间维度作为一阶差分,比较排污收费改为环境保护税前后的影响,将地区维度作为二阶差分,比较环境保护税率提高地区与不变地区环境规制强度差别的影响。具体根据 Deschênes 等^[21]设定的基准回归模型公式如下:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \beta_1 (\text{treat}_{it} \times \text{time}_{it}) + \sum_{j=1}^n \beta_j \text{control}_{it} + \text{year}_i + \text{province}_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: i 、 t 表示城市与年份; Y_{it} 为被解释变量,分别从单要素能源效率和绿色全要素能源效率两个角度来衡量能源利用效率; $\text{treat}_{it} \times \text{time}_{it}$ 为核心解释变量,表示政策与时间虚拟变量的交互项; β_1 为核心变量指标系数,表示环保费改税对能源利用效率的净效应; control_{it} 为相关控制变量; β_j 为控制变量系数, $\sum_{j=1}^n \beta_j \text{control}_{it}$ 则为所有控制变量对能源利用效率的效应总和; year_i 为年份固定效应; province_i 为省(市)个体固定效应; ε_{it} 为随机扰动项。

1.2 变量设定

1.2.1 被解释变量:能源利用效率 能源利用效率是反映能源消耗水平和利用效果的综合性指标。因而仅从能源单要素衡量投入与产出之比的经济效益,并不能全面反映能源利用效果以及经济发展的质量。并且考虑到现有能源利用效率的提高得益于资本体现式或源于对先进设备、先进工艺等投资增长上的技术进步,也就是说资本或劳动替代能源产生的技术进步会显著提高单要素能源效率(能源投入与产出之比),但与潜在能源效率无关,并不会必然提高全要素能源效率^[22]。鉴于此,为拓宽给定技术水平下能源效率改进空间和全面反映能源利用效率,本文从单要素和全要素展开能源利用效率测度^[23]。全要素能源效率考虑了生产要素之间的相互替代

和生产过程中的结构变化^[24],可弥补单要素能源利用效率忽略劳动、资本等投入变量与能源投入的相互替代和配合关系的不足之处。

单要素能源效率通常用单位地区生产总值能源消耗($lnec/gdp$)表示,具体计算公式如下:

$$EC_{it} = \sum E_{ij} \times \tau_j \quad (i=30, j=1, 2, \dots, 30) \quad (2)$$

$$EP_{it} = \ln \frac{EC_{it}}{GDP_{it}} \quad (3)$$

式中: EC_{it} 表示*i*省第*t*年的能源消费总量(单位标准煤); E_{ij} 为*i*省第*t*年第*j*种(煤炭、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油和天然气等8种)主要能源排放量; τ_j 为第*j*种能源的排放系数; EP_{it} 表示*i*省第*t*年的单要素能源利用效率; GDP_{it} 表示*i*省第*t*年的地区生产总值,单位GDP消耗的能源越多,能源利用效率越低。

全要素能源利用效率也称绿色全要素能源效率($gtfp$),强调将能源要素纳入资本和劳动投入变量中,并且考虑非期望产出(环境污染)对能源利用效率的影响^[25-26],具体测算指标见表1。

表1 绿色全要素能源效率指标体系

Table 1 Green total factor energy efficiency indicator system

类别	一级指标	具体指标	单位
投入	劳动投入	城镇单位年末就业人数	万人
	资本投入	固定资本存量	亿元
	能源投入	能源消费总量	万t标准煤
期望产出	经济效益	地区生产总值	亿元
非期望产出	环境污染	工业废水排放量	万吨(t)
		工业SO ₂ 排放量	万t
		工业烟(粉)尘	万t

本文首先运用SBM-DEA模型对绿色全要素能源效率进行静态测算^[27]。假设有*n*个决策单元的生产系统,每个决策单元由投入、期望产出和非期望产出3个投入产出向量构成,使用*m*单位投入产生*H*₁的期望产出和*H*₂的非期望产出。3个投入产出向量可表示为: $X \in R^m$ 、 $Y^g \in R^{s_1}$ 、 $Y^h \in R^{s_2}$ 。其中, $X = [x_1, x_2, \dots, x_n] \in R^{m \times n}$, $Y^g = [Y_1^g, Y_2^g, \dots, Y_n^g] \in R^{s_1 \times n}$, $Y^h = [Y_1^h, Y_2^h, \dots, Y_n^h] \in R^{s_2 \times n}$ 。

假设 H^- 、 Y^g 、 Y^h 均大于0,则生产可能性集可定义为:

$$Z = \left\{ (X, Y^g, Y^h) \middle| X \geq X_k, Y^g \geq Y_k^g, Y^h \leq Y_k^h \right\} \quad (4)$$

基于生产可能性集,Tone提出的基于松弛值测

算(SBM)模型,能解决投入产出的松弛性和考虑非期望产出的效率评价问题^[28]。因此,将非期望产出纳入评价决策单元(X_k, Y_k^g, Y_k^h)中,计算公式如下:

$$\rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{H_i^-}{X_{ik}}}{1 + \frac{1}{H_1 + H_2} \left(\sum_{r=1}^{H_1} \frac{H_r^g}{Y_{rk}^g} + \sum_{r=1}^{H_2} \frac{H_r^h}{Y_{rk}^h} \right)},$$

$$\text{s.t.} = \begin{cases} X_{ik} = \gamma_j X_k + H_i^-, i=1, 2, \dots, m \\ Y_{rk}^g = \gamma_j Y_k^g + H_r^g, r=1, 2, \dots, H_1 \\ Y_{rk}^h = \gamma_j Y_k^h + H_r^h, r=1, 2, \dots, H_2 \\ \gamma_j, H_i^-, H_r^g, H_r^h \geq 0 \end{cases} \quad (5)$$

式中: $H = (H^-, H^g, H^h)$ 表示投入、期望产出和非期望产出的松弛量; (H_i^-, H_r^g, H_r^h) 表示投入冗余、期望产出不足和非期望产出过剩值; γ_j 是第*j*个决策单元的权重向量; X_{ik} 、 Y_{rk}^g 和 Y_{rk}^h 为投入量、期望产出量和非期望产出量;*k*为决策单元个数; ρ^* 表示绿色全要素能源函数的效率值,其范围在0~1之间,分子表示投入无效率,分母表示产出无效率;当且仅当 $\rho^* = 1$,即 $H^- = H^g = H^h = 0$ 时,该决策单元是有效的,若 $0 \leq \rho^* < 1$ 表明,该决策单元是低效的,投入和产出则需改进。

然后运用Malmquist指数方法进一步探究绿色全要素能源效率的动态变化。据Fare等研究^[29],规模报酬不变时,全要素能源变化指数可分解为技术效率变化(Effch)和技术进步变化(Techch),分别表示有效利用现有能源的能力和生产技术创新程度。以下是从*t*期到*t*+1期的Malmquist指数模型及其分解模型:

$$gtfp_t^{t+1} = \sqrt{\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)}} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} =$$

$$\sqrt{\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)}} \times$$

$$\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} = \text{Effch} \times \text{Techch} \quad (6)$$

式中: $gtfp_t^{t+1}$ 为决策单元的全要素生产率变化指数,表示绿色全要素能源效率的跨期动态变化情况; (x^t, y^t) 、 (x^{t+1}, y^{t+1}) 为第*t*期和第*t*+1期的投入产出向量, D^t 、 D^{t+1} 表示第*t*~*t*+1期的技术变化。

1.2.2 核心解释变量 环保费改税 2016年12月

31 日人大常委会审议并通过环保税法后,北京、河北、山西、江苏、山东、河南、湖南、广西、海南、重庆、四川、贵州 12 个省(市)提高了排污税额征收标准,而剩下的 18 个省(市)(除西藏、港澳台)将原有的排污费征收标准作为环境保护税税额标准.由此,本文设定政策实施地区分组虚拟变量 $treat$,将提高了税额标准的省(市)设为实验组, $treat$ 取 1,未提高税额标准的省(市)设为对照组, $treat$ 取 0;设定政策实施时间分组虚拟变量 $time$,将 2004~2016 年作为政策实施前, $time$ 取 0,2017~2020 年作为政策实施后, $time$ 取 1.

1.2.3 控制变量 参考徐斌等^[30]、黄和平等^[31]研究,选取以下控制变量:①产业结构(IS),用第二产业增加值占地区生产总值比重衡量;②地区经济水平(DEP),用人均地区生产总值的对数衡量;③城镇化水平(UR),用城镇常住人口数量占地区总人口数衡量;④人口密度(PD),用单位行政规划拥有的人口数衡量;⑤对外开放水平(OPEN),用地区进出口总额占地区 GDP 比重衡量;⑥工业化水平(IND),用工业增加值占地区生产总值比重衡量.

1.3 样本选择及数据来源

本文选取 2004~2020 年中国 30 个省市(不含西藏、港澳台)为研究范围,之所以选取 2004 年为研究起点,是因为该政策分为排污费(2004~2016 年)和环保税(2017 年~至今)两个阶段,《排污费征收使用管理条例》于 2003 年 7 月份实施,故以 2004 年为研究起点较为合理.数据来源如下:①环境保护税及税收征管力度数据主要来源于各省市征收标准调整文件、《中国税务年鉴》和《中国统计年鉴》并经手工整理和计算所得;②能源利用效率数据主要根据《中国工业经济统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、EPS 数据库等,运用 DEAP 软件测算整理所得;③控制变量及其他影响机制变量均来源于《中国统计年鉴》、EPS 和 CNRDS 数据库,部分缺失数据通过手工收集各地级市年报进行补齐或采用均值代替.为避免极端值的影响,本文对数据进行了 1%和 99%的缩尾.实证结果使用 Stata16 完成.

2 实证结果及分析

2.1 平行趋势与动态效应检验

满足平行趋势假定是使用双重差分法的重要

前提,即《环境保护税法》政策实施前,实验组和对照组的能源利用效率保持相对一致的变化趋势.同时,环境保护税法实施由于地区资源禀赋和执法强度不同,在政策时间上也存有差异.基于此,研究借鉴 Jacobson 等^[32]的做法,采用事件分析法,设置动态效应模型如下:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{k=-5}^2 \beta_k D_{i,t_0+k} + \gamma X_{it} + u_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

式中: D_{i,t_0+k} 表示环境保护税费改革这一“事件”,为一系列虚拟变量; t_0 表示 i 省份实施环境保护税法的第 1 年(政策当年); k 表示实施环境保护税法的第 k 年,环境保护税费改革共经历 17 年,借鉴刘金科等的做法^[33],将 2017 年作为政策实施的基期,为避免共线性问题,在回归中不纳入该年份的虚拟变量,下角标表示与基期相差的时期数; β_k 表示实验组和对照组第 k 年能源利用效率差异, $k < -1$, β_k 不显著异于 0 时,通过平行趋势检验,反之则不通过.

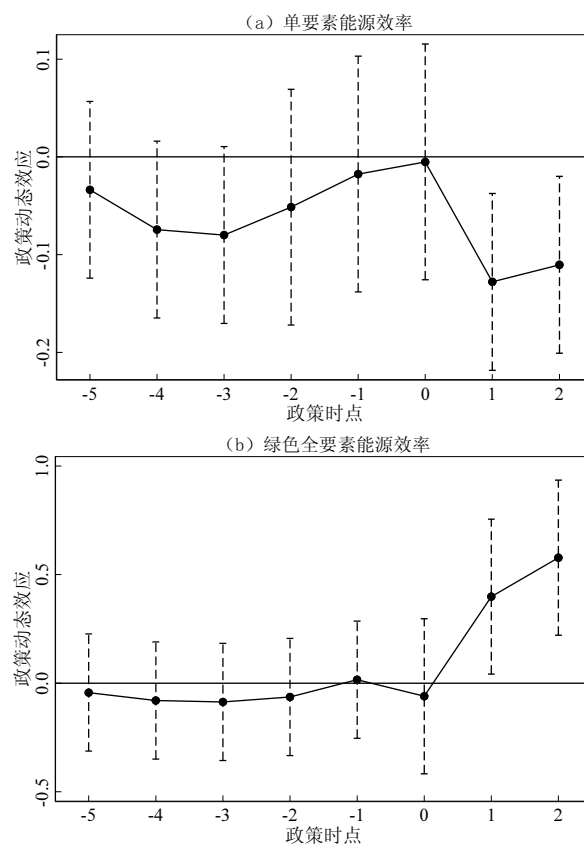


图 1 平行趋势与动态检验结果

Fig.1 Parallel trend and dynamic test results

由图 1 可知,在环保税改革前(“-1 期”),实验组

和对照组的差异均不显著且在 0 附近上下波动,即实验组和对照组的单位地区生产总值能耗和绿色全要素能源效率并不存在系统性差异;而在“0 期”后,单位地区生产总值能耗平行趋势图呈现负向的变化,绿色全要素能源效率呈现正向的跨越式变化.这表明:环境保护税改革实施后,实验组单位地区生产总值能耗呈现出显著的降低趋势,绿色全要素能源效率则呈现出显著的增长趋势.可见,环境保护税改革对单位地区生产总值能耗具有抑制作用,对绿色全要素能源效率发挥了正向的激励作用,进一步验证了基准回归结果的稳健性.综上可得,模型通过了平行趋势检验.同时从图 1 中还可发现,环境保护税对能源利用效率提高具有一定的时滞性,在第 0 期,环境保护税率提高地区(实验组)单要素能源效率和绿色全要素能源效率均不显著,而后,实验组单要素能源效率和绿色全要素能源效率显著性增加.

2.2 基准回归结果

表 2 中模型 1、2 是对单位地区生产总值能耗加控制变量和不加控制变量的固定效应模型,模型 3、4 是环保费改税对全要素能源效率指数(gtfp)加控制变量和不加控制变量的固定效应模型,本文最终的解释结果采用加入控制变量的固定效应模型为准;另外,考虑到政策体现具有一定的滞后性,因而,在模型 3 的基础上,引入其动态全要素能源变化指数,既兼顾了绿色全要素能源效率的动态变化,还可进一步探究改进环保费改税的技术进步空间.模型 5、6 是环保费改税对技术进步变化(Techch)和技术效率变化(Effch)的双向固定效应模型结果,研究发现:

- (1)环保费改税不仅降低了单位地区生产总值能耗,而且提高了绿色全要素能源效率.在环境保护税推行后,实验省份单位地区生产总值能耗在 1%的显著性水平上呈现下降效果,绿色全要素能源效率在 5%的显著性水平上得到有效提升.
- (2)环保费改税对绿色全要素能源效率的技术进步变化产生显著的正向推动作用,通过 5%的显著性水平检验,贡献率为 11.5%;然而对技术效率变化的影响并未通过显著性水平检验.产生这一现象的原因可能在于:当面临更强的环境规制,企业技术研发重心转换,从其他技术创新转向绿色创新,对其他

技术创新产生了挤出效应,然而绿色技术创新需要时间^[33],加之我国企业在绿色创新上存在路径依赖,即环境保护税改革主要激励了企业提高非常规化石能源使用效率的绿色创新活动^[34],因而对技术效率提升作用还未显现.

(3)环保费改税对绿色全要素能源效率的边际贡献(38.3%)高于单要素生产总值能耗(13.2%).这与以往的研究发现相似,如史丹等研究发现排污权交易制度对绿色全要素能源效率的边际贡献高于单要素生产总值能耗^[23].可能的原因在于,单纯降低单位生产能源强度并不能解决减少污染排放和实现经济收益的内在矛盾,在面临更强的环境规制时,大多企业从长远考虑,选择提高绿色全要素能源效率,从而更好的实现利润增长和环境保护双赢.这也间接反映出,我国环境改革绿色转型初见成效.

表 2 基准回归结果
Table 2 Baseline regression results

能源效率 模型	单要素能源效率		绿色全要素能源效率			
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
treat×time	-0.132*** (0.045)	-0.143** (0.061)	0.383** (0.154)	0.340* (0.177)	0.115** (0.051)	0.086 (0.077)
控制变量	是	否	是	否	是	是
省市固定	是	是	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是	是	是
N	510	510	510	510	510	510
R ²	0.700	0.617	0.694	0.674	0.232	0.892

注:*, **, ***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著.

2.3 安慰剂检验

借鉴周茂等(2018)^[35]的做法,通过随机选择税率调整的省市进行安慰剂检验,即在 12 个环境保护税法出台后税率调整的省市随机选择处理组,并构造理论上不会对结果变量产生影响的错误变量 treat_{fake} 替代真实的 treat,基于式(1)的模型设定,对单要素生产总值能耗和绿色全要素能源效率进行 500 次回归.通过系数分布图 2 可知,随机样本随机抽样系数以零为均值,呈正态分布.单要素生产总值能耗的基准回归系数是-0.131, 0 次抽样系数位于其基准线的左侧;绿色全要素能源效率的基准回归系数是 0.383, 0 次抽样系数位于其基准线的右侧.可见研究结果并未受到遗漏变量的干扰,具体结果见图 2.

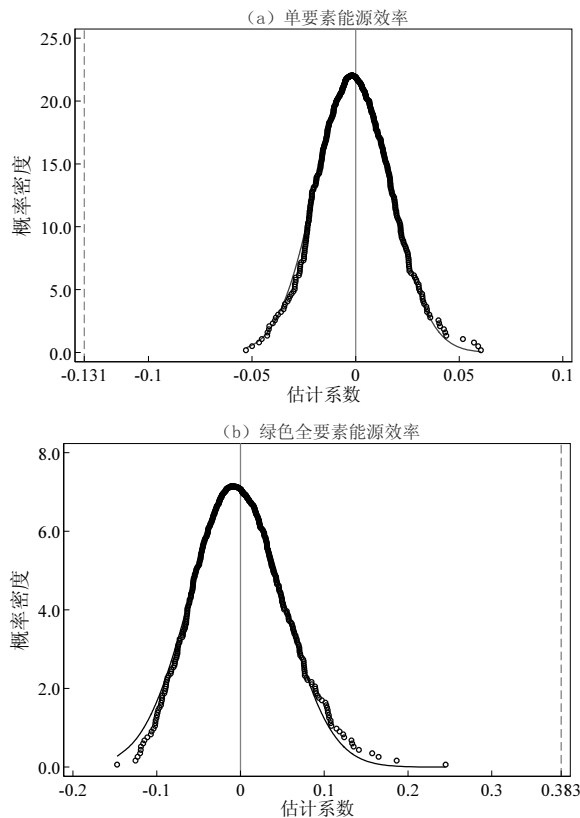


图2 安慰剂检验结果
Fig.2 Placebo test results

2.4 稳健性检验

为避免遗漏变量和样本自选择等问题干扰结果的准确性,本文还进行如下稳健性检验:第一,滞后一期.由平行趋势可知,能源利用效率提高需要一定的时间显现,因此,为缓解政策实施效果的滞后性和免联立方程偏误,将解释变量滞后一期来检验结果的稳健性,结果见表3模型1、2.第二,PSM-DID估计.鉴于以税额征收标准提高来划分实验组和对照组难以保证分组的随机性,以及各省(市)在能源禀赋、节能政策等方面存有差异,难以满足具备相同个体特征的实验要求,为排除这些因素的干扰,本文以控制变量为样本点,采用logit模型测算倾向匹配得分,并结合半径匹配法识别提高和未提高环保税额标准省(市)的相似特征,基本上呈现随机实验的效果,结果见表3模型3、4.第三,缩短研究窗期.环境保护税的制度前身是排污费收,为避免排污费政策(2004~2017年)的干扰,同时考虑到《中华人民共和国环境保护税法》于2016年审议通过,2018年正式实行,2015~2017年这期间可能会带来一定的预期效应,故改变时间节点,剔除2004~2014年的数据.回归结果见模型5、6.综上各项回归结果显示,两个主要被解释变量的系数均显著,且影响方向未发生变化,可见通过稳健性检验.

表3 稳健性检验结果
Table 3 Robustness test results

变量	滞后1期		PSM-DID估计		缩短研究窗期	
	单要素能源效率	绿色全要素能源效率	单要素能源效率	绿色全要素能源效率	单要素能源效率	绿色全要素能源效率
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6
treat×time	-0.114*** (0.040)	0.461** (0.205)	-0.127* (0.063)	0.486*** (0.168)	-0.110* (0.065)	0.504*** (0.144)
控制变量	是	是	是	是	是	是
省市固定	是	是	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是	是	是
N	480	480	490	490	180	180
R ²	0.675	0.696	0.651	0.682	0.621	0.556

注:*, **、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著.

2.5 内生性检验

运用双重差分法考察环境税费改革与能源利用效率两者的关系能有效规避内生性问题.但前提是环保税率调整的地区应该是随机进行,但实际可能并非如此,可能会受到其他潜在因素的影响,从而影响结果的准确性.为此,本文采取工具变量法进一步解决内生性问题.工具变量的选择要求与解释变量具有强关系,与被解释变量存在弱关系.本文借鉴

Hering 等^[36]的做法,选择空气流通系数作为工具变量,原因在于:空气流通系数关系到气体污染物监测的浓度大小,进而影响环境保护税费收入总额,同时与能源利用效率具有弱关系;加之空气流通系数本身是由气候和地理条件决定,故满足工具变量外生性的要求.

表4中IV为工具变量,为30个省空气流通系数(单位风速与边界层高度的乘积)的自然对数.在第1

阶段回归中,工具变量与时间变量的交互项 $iv \times time$ 系数均显著,且 F 值均大于 10,表明满足工具变量的相关性条件.在第 2 阶段回归中,交互项 $treat \times time$ 依然显著,且与环境费改税对单要素生产总值能耗和绿色全要素能源效率的作用方向与基准回归结果保持一致,表明在考虑内生性的前提下,环保费改税仍然可以降低地区单位生产总值能耗,提高绿色全要素能源利用效率,进一步解决了样本选择的偏误问题.

表 4 内生性检验结果
Table 4 Endogeneity test results

变量	第 1 阶段回归		第 2 阶段回归	
	$treat \times time$ 模型 1	$treat \times time$ 模型 2	单要素能源 效率 模型 3	绿色全要素能 源效率 模型 4
$iv \times time$	-1.708*** (0.460)	1.139** (0.503)		
$treat \times time$			-5.908*** (1.815)	1.529*** (0.278)
控制变量	是	是	是	是
省市固定	是	是	是	是
时间固定	是	否	是	否
N	510	510	510	510
Adj- R^2	-0.025	0.178	0.346	0.325
第一阶段 F 值	10.514	58.475		

注:*, **, ***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著.

3 作用机制与异质性分析

3.1 作用机制检验

中国环境税费改革的特点在于提高了税收规制环境的合法性.在组织行为学中,环境合法性影响相关利益主体对企业的评估与决策,例如政府会根据企业是否遵循环境合法性来决定是否对其进行行政处罚.投资者与顾客会根据企业环境合法性遵循度决定是否投资和选择企业,从而影响企业的利益,进而引发企业改变战略决策谋求自身的生存与发展.企业在面临这种税收合法性压力时,可能选择停工停产、增加环保投入和绿色创新三条路径.因此,本文基于上述三条路径来考察环保费改税提高能源利用效率的作用机制.

3.1.1 减少工业污染 环保费改税后,部分省市提高了环保税额征收标准和税收执法刚性、规范了税收征收管理、缩小了政企合谋的空间,那么面临更强的环境规制压力时,部分高耗能高污染企业可能直

接停工停产,进而导致单位 GDP 能耗减少.那么,如果这一作用机制成立,环保费改税政策将通过减少工业污染源降低能耗,提高能源利用效率.重污染企业的停工停产最直接的表现工业总产值减少,本文参考席鹏辉等的做法^[37],采用工业总产值的减少表征工业污染水平,按照该指标的中位数设定虚拟变量 $Polluted_{it}$,当该地区工业总产值低于中位数时表示工业污染减少, $Polluted_{it}$ 取 1,否则取 0.将 $Polluted_{it}$ 与 $treat_{it} \times time_{it}$ 的交乘项、 $treat_{it} \times Polluted_{it}$ 、以及 $time_{it} \times Polluted_{it}$ 加入到基准模型进行三重差分检验.实证结果如表 5 模型 1、4 所示, $Polluted_{it} \times treat_{it} \times time_{it}$ 的系数分别在 5%水平上显著为负和 1%水平上显著为正.这一结果说明,环保费改税政策通过减少工业污染来降低能耗,提高绿色全要素能源效率的作用机制成立.

3.1.2 增加环保投入 购买减排治污设备或投资绿色生产工艺以达到清洁生产的目的,成为企业应对环保费改税规制政策重要的中端选择,尤其是难以在源头展开技术创新的污染企业^[38-39].并且环保费改税政策通过给予地方税收收入所有权和增加税收优惠档次,赋予地方和企业环境治理的税收期待与压力,促使其加大环境污染治理投资,在末端减少应税污染物排放的过程中,减少能耗,提高绿色全要素能源效率.本文使用环境污染治理投资占 GDP 比重表示环保投入,按照该指标的中位数设定虚拟变量 $Invested_{it}$,当该地区环保投入高于中位数时, $Invested_{it}$ 取 1,否则取 0.将 $Invested_{it}$ 与 $treat_{it} \times time_{it}$ 的交乘项、 $treat_{it} \times Invested_{it}$ 以及 $time_{it} \times Invested_{it}$ 加入到基准模型进行三重差分检验.实证结果如表 5 模型 2、5 所示, $Invested_{it} \times treat_{it} \times time_{it}$ 的系数在 10%水平上显著为负和 5%水平上显著为正,这表明环保费改税政策通过增加环保污染治理投资来降低单位 GDP 能耗,提高绿色全要素能源效率的作用机制成立.

3.1.3 强化绿色创新 环境保护税对能源利用效率不高、治污成本相对较高的排污主体,施加了更为严峻且长期的生存压力,迫使其在生产过程中不得不注重绿色创新转型这一长期战略,通过自主研发改进生产工艺或流程,实现源头创新,推动绿色全要素能源效率提高^[40].并且环境保护税通过税收减免的方式降低了企业创新风险担忧,提供了更为公平

的竞争环境,有利于巩固和引导企业加大创新投入,强化排污主体(企业)绿色创新路径^[41];促使创新能力高的企业在原有的创新基础上展开新的绿色创新,从而带动整个行业绿色创新,倒逼能源利用效率提高^[33].本文采用绿色专利授权数/申请数来衡量绿色创新水平,按照该指标的中位数设定虚拟变量 $Innovated_{it}$,当该地区绿色创新水平高于中位数

时, $Innovated_{it}$ 取 1,否则取 0.将 $Innovated_{it}$ 与 $treat_{it} \times time_{it}$ 的交乘项、 $treat_{it} \times Innovated_{it}$ 以及 $time_{it} \times Innovated_{it}$ 加入到基准模型进行三重差分检验.检验结果如表 5 模型 3、6 所示, $Innovated_{it} \times treat_{it} \times time_{it}$ 的系数分别在 1%水平上显著为负和 5%水平上显著为正,这表明环保费改税会通过提高绿色创新水平助力能源利用效率提高.

表 5 机制检验结果
Table 5 Mechanism test results

变量	单要素能源效率			绿色全要素能源效率		
	减少工业污染 模型 1	增加环保投入 模型 2	强化绿色创新 模型 3	减少工业污染 模型 4	增加环保投入 模型 5	强化绿色创新 模型 6
$polluted \times treat \times time$	-0.080 ^{**} (0.034)			0.455 ^{***} (0.160)		
$invested \times treat \times time$		-0.095 [*] (0.055)			0.410 ^{**} (0.156)	
$innovated \times treat \times time$			-0.161 ^{***} (0.049)			0.657 ^{**} (0.263)
控制变量	是	是	是	是	是	是
省市固定	是	是	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是	是	是
N	510	510	510	510	510	510
R^2	0.717	0.688	0.693	0.696	0.697	0.700

注:*, **, ***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著.

3.2 异质性分析

3.2.1 税收征管力度异质性 较之排污费收,环境保护税收的优点在于增强了执法刚性,那么在增强了税收征管力度后,环境保护税是否都能提升能源利用效率?为此,本文以税收努力程度^[42]来衡量税收征管力度,并以该指标均值将样本划分为高税收征管力度和低税收征管力度两组省(市),并且进行分样本估计.税收征管力度指标参考曾亚敏等^[43]的做法,通过拟合模型得到各地区预测的 T_{it}/gdp_{it} ,其次,将真实的 T_{it}/gdp_{it} 与估计的 T_{it}/gdp_{it} 进行对比,得到税收征管力度,比值越大,税收征管力度越大.拟合模型设置:

$$T_{it}/gdp_{it} = \alpha_0 + \alpha_1(ind1_{it}/gdp_{it}) + \alpha_2(ind2_{it}/gdp_{it}) + \alpha_3(open_{it}/gdp_{it}) + year_i + \varepsilon_{it}$$

(8)

式中: T_{it} 、 $ind1_{it}$ 和 $ind2_{it}$ 分别表示第 i 个省份 t 时期的税收收入、第一产业和第二产业产值, $open_{it}$ 和 gdp_{it} 为各地区年末的进出口总额和生产总值, $year_i$ 为时间固定效应.分组结果如表 6 模型 1、2 所示.

研究发现,无论是高税收征管力度和低税收征管力度地区,环保费改税都能显著降低单位 GDP 能

耗,税收征管力度具有一定的调节作用:税收征管力度高的地区环保费改税的降耗能边际贡献(16.9%)大于税收征管力度低的地区(11.2%).然而环保费改税对绿色全要素能源效率的影响在税收征管力度高的地区并不显著,在税收征管力度低的地区,环保费改税却呈现显著的能效提高作用.可能的解释是,国内绿色创新活动集中在降低化石能源使用量和末端降低污染物排放等方面,从根本上减少污染排放的新能源领域创新并不显著^[33],因而税收征管力度高的省(市)倾向采取重组资源的策略式创新行为以应对更强的环境规制压力,税收征管力度低的省(市)反而给予企业能源转型和效率提升的空间.可见,应形成合理的税收征管力度,维持在历年强度均值(1.012)附近;规范税收征收和高效监管,赋予排污主体清洁生产的合理压力,促使其淘汰落后生产技术,降低能源消耗,提高绿色全要素能源效率^[44-45].

3.2.2 市场化水平异质性 一方面,要素市场化进程不同步是地区能源效率呈现差异的重要原因^[46];另一方面,法律制度环境影响执法效率,对环境保护税发挥节能降耗和提质增效的功用有空间差异^[47].

为此,本文用王小鲁等^[48]市场化指数中的“要

素市场发育得分”及“中介组织发育和法律得分”两个指标,考察市场化进程差异对能源利用效率的影响程度,根据指标均值将样本划分为高要素发育水平和低要素发育水平、高法制化水平和低法制化水平四组省(市),并进行分样本估计。一方面,如表 6 模型 3、4 所示,无论是高要素发育水平还是低要素发育水平地区,环保费改税都能显著降低单位 GDP 能耗,且提高绿色全要素能源效率;要素发育水平越高的地区,环保费改税降耗提效功用的边际

贡献就越高。另一方面,由表 6 模型 5、6 可知,无论是高法制化水平还是低法制化水平地区,环保费改税都有显著的降能耗功用,但于绿色全要素能源效率而言,高法制化水平地区有显著的提高绿色全要素能源效率的效果,而低法制化水平地区环保费改税的提能效功用并不显著。可见提高要素市场发育程度(高于 6.205)和优化法制(高于 5.689),有利于提高市场化水平,为能源利用效率提高创造有利的市场条件。

表 6 税收征管力度和市场化水平异质性结果

Table 6 Heterogeneous results of tax collection efforts and marketability levels

变量	单要素能源效率						绿色全要素能源效率					
	税收征管力度		要素发育水平		法制化水平		税收征管力度		要素发育水平		法制化水平	
	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
treat × time	-0.169** (0.075)	-0.112* (0.062)	-0.158** (0.062)	-0.097** (0.040)	-0.188** (0.075)	-0.092** (0.037)	-0.202 (0.176)	0.510** (0.212)	0.777*** (0.232)	0.207* (0.105)	0.815** (0.244)	0.196 (0.161)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
省市固定	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
N	228	282	306	204	326	184	228	282	306	204	326	184
R ²	0.721	0.721	0.759	0.707	0.721	0.679	0.750	0.744	0.794	0.731	0.749	0.715

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著。

3.2.3 地理位置异质性 中国区域间的经济发展水平、资源禀赋、产业结构等方面存在较大差异,对能源利用效率的影响也存有不同。特别是近年来,南北、东中西部区域在经济发展和能源特征等方面差异较大。为实现节能降碳和清洁排放,各地出台了相关提案,改变能源消费结构成为当前政策的着力点,但却存在“拉闸限电”的用能失衡和低效问题。

从东中西部来看(表 7),环保费改税对西部的单位地区生产总值能耗具有抑制作用,对东部绿色全要素能源效率具有提升作用,西部地区主要以传统能源使

用为主,故具有显著的减污降耗功用,而东部地区较好的经济基础为提高绿色全要素能源效率提供创新条件,故其提效增质效应能够较快显现。从南北地区来看,环保费改税降低了北方地区单要素生产总值能耗,提高了南方地区绿色全要素能源效率。这可能是因为,北方需集中供暖,对煤炭等能源依赖程度较南方高,因而,环境保护税率一调整,就发挥了对北方地区降耗的正向作用,同时,由于南方地区绿色能源发展基础较好,其技术转型具有先动优势和先发动力,因而,环境保护税对其绿色全要素能源效率提高影响显著。

表 7 地理位置异质性结果

Table 7 Geographic location heterogeneity results

变量	单要素能源效率					绿色全要素能源效率				
	东部	中部	西部	北方	南方	东部	中部	西部	北方	南方
treat × time	-0.078 (0.059)	-0.085 (0.049)	-0.153* (0.082)	-0.233*** (0.059)	-0.001 (0.061)	0.604* (0.290)	0.271 (0.229)	0.219 (0.142)	0.240 (0.140)	0.399* (0.202)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
城市固定	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
N	187	136	187	255	255	187	136	187	255	255
R ²	0.731	0.746	0.818	0.761	0.745	0.715	0.802	0.792	0.747	0.724

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著。

3.2.4 资源禀赋异质性 环境保护税对能源效率提高的影响与资源可持续性因素密切相关.为此,本文选取 111 个地级资源型城市,并依据《全国资源型城市可持续发展规划》将资源型城市划分为 4 个综合类别:成长型、成熟型、衰退型和再生型.

依据前文研究方案实证发现(表 8),环保费改税对成长型和再生型资源城市的能源利用效率提高影响显著,分别通过了 10%和 5%的显著水平,降低了地区单位能耗以及提高了绿色全要素能源效率,而对成熟型和衰退型的影响不显著.可能的原因在于:(1)再生型资源城市在经历了高耗能和高污染的发展阶段后,已经基本实现摆脱对高耗和高污能源的依赖,拥有了一定合理的能源利用结构、对外开放水平和绿色创新水平的前期积累,面对环境合法性压力时,能快速实现节能降耗和提高绿色全要素能源效率,即环保费改税对再生型资源型城市能源效率提升作用最大.(2)从外在发展环境来看,成长型资

源城市在能源开发和使用的初期阶段,面临的环境合法性压力小,同时又具有吸纳大量人力资本和经济资本的城市发展潜力,使得成长型资源城市面临更强的环境规制时,能够快速节能降耗,实现技术转型提高能源利用效率,可见,环保费改税对节能降耗存在源头治理的路径.从内在动力来看,成长型资源城市在成长初期就意识到长期发展需降耗和提效,对政策响应度更高,内发绿色生产的动力更足,故环保费改税后,对能源效率提升影响显著.(3)成熟型资源城市由于资源丰裕度高,能耗稳定且利用技术成熟,面临更强的环境规制时,很难再激发其创新转型的动力,以及新一轮的技术创新存在难度,因此环保费改税对能源利用效率提高影响效果不显著.(4)衰退型资源城市,由于发展阶段进入资源枯竭阶段,该城市的排污主体面临更高的生产、交易和决策成本,且未来预期成本大于收入,同样难以在短期内降低能耗和提高能源生产效率.

表 8 资源禀赋异质性结果
Table 8 Resource endowment heterogeneity results

变量	单要素能源效率				绿色全要素能源效率			
	成长型	成熟型	衰退型	再生型	成长型	成熟型	衰退型	再生型
treat×time	-0.339* (0.189)	-0.121 (0.083)	-0.028 (0.110)	-0.273* (0.130)	0.011** (0.004)	-0.000 (0.006)	0.002 (0.006)	0.027** (0.010)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
城市固定	是	是	是	是	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是	是	是	是	是
N	182	840	322	210	182	840	322	210
R ²	0.370	0.471	0.588	0.490	0.130	0.124	0.252	0.389

注:小括号内为城市层面的聚类稳健标准误;*、**、***分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著.

4 讨论

环境保护税赋予的环境合法性压力和绿色创新动力不仅影响本省的能源利用效率,也可能通过产品、要素、企业等空间流动影响邻省的能耗和绿色全要素能源效率^[49].而这种合法性压力下的空间影响效应可能有两种结果:一是环保费改税带来的降耗提效功用具有很强的正向外溢效应,邻近省份能享受其带来的效率红利,实现“以邻为友”的良好局面;二是环保费改税带来的降耗提效功用具有负向外溢效应,税额征收标准低的省份承载税额征收标准高的邻近省份的污染转移,造成了邻近省份增耗降效的“以邻为壑”的不利局面.为此,本文基于空间溢出视角,进一步探讨环保

费改税对能源利用效率空间溢出效应.

4.1 空间杜宾双重差分模型(SDM-DID)设定

由于传统双重差分隐含个体处理效应稳健性假设,即要求个体之间受到政策影响是相互独立的.空间杜宾双重差分模型(SDM-DID),放松了空间个体相互独立的假设,即可考察政策对当地影响的直接效应,也可考虑对邻地的空间溢出效应.因此,本文运用 SDM-DID 模型探讨环保税与能源利用效率的空间溢出效应.设定模型如下:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \rho W_{ij} Y_{it} + \beta_1 W_{ij} (treat_{it} \times time_{it}) + \beta_1 W_{ij} (treat_{it} \times time_{it}) + \beta_1 (treat_{it} \times time_{it}) + (9) \sum_{j=1}^n \beta_j control_{it} + year_i + province_i + \varepsilon_{it}$$

式中： ρ 为因变量空间滞后项系数，其余变量定义与式(1)一致； W_{ij} 为空间权重矩阵。由于空间权重矩阵的设定空间系统内区域的相对和绝对位置并不是影响空间相关性的唯一因素，地区之间的经济活动也会对空间单位产生影响。因而本文通过构建经济地理权重矩阵(W_3)以更加精准地体现不同省域间的关联性和异质性。构建方法如下：通过经纬度计算两地区的省会城市距离 d_{ij} 的倒数的来体现空间依赖性特征，即构建地理距离矩阵 W_1 ，再结合省区人均 GDP 差值的绝对值倒数，即经济距离矩阵 W_2 ，来构建经济地理权重矩阵 $W_3=W_1 \times W_2$ 。其中

$$W_1 = \begin{cases} 1/d_{ij} & i \neq j \\ 0 & i = j \end{cases}, W_2 = \begin{cases} 1/|GDP_i - GDP_j| & i \neq j \\ 0 & i = j \end{cases}$$

4.2 空间关联性及模型适用性检验

满足空间自相关性是使用空间计量模型的前提。通过莫兰指数(Moran's I)检验能源利用效率的空间相关性可发现，单要素能源效率的 Moran's I 指数的 P 值均通过显著性检验，绿色全要素能源效率的 Moran's I 指数的 P 值在 2008~2012 年虽未通过显著性检验，但剩下 12 年均通过显著性检验，且其均为正值，这表明能源利用效率存在空间自相关，可用于空间计量模型中。此外，Wald 检验和 LR 检验均显著，表明空间杜宾模型不能退化为空间滞后模型(SLM)和

空间误差模型(SEM)，同时根据 Hausman 检验结果显示，应选择双向固定的空间杜宾模型。

4.3 动态空间溢出结果分析

据平行趋势结果可知，环保费改税对能源利用效率的政策影响可能滞后，为准确反映其空间效应，本文选择动态空间杜宾双重差分模型进一步分析。在滞后空间、时间和时空后发现(见表 9)：(1)环保费改税对当地能源利用效率具有显著的正向作用，不仅降低了单位 GDP 能耗，而且提高了绿色全要素能源效率。(2)在邻地效应上，单要素能源效率在 1%水平上显著为正和绿色全要素能源效率在 5%水平上显著为负表明，环保费改税对邻地能源利用效率产生显著的负向外溢效应。可能的解释是，税额征收标准提高的省(市)对当地的高耗能和高污染的行为产生了较强的规制作用，促使高耗能和高污染的行为向税额征收标准低的省(市)转移，税额征收标准低的省(市)可能成为污染者的“避难所”。(3)短期内环保费改税政策产生增耗降效的反向效果，这可能是负向外溢效应所引致的，但通过长期总效应来看，环保费改税将通过减少工业污染、增加环保投入和提高绿色创新水平，强化正向效应外溢，促使能耗降低和提高绿色全要素能源效率。将地理距离空间矩阵替换经济地理空间矩阵，也证明了该结论具有一定的稳健性。

表 9 动态空间溢出效应结果
Table 9 Dynamic spatial spillover effect results

参数	经济地理矩阵		地理距离矩阵	
	单要素能源效率	绿色全要素能源效率	单要素能源效率	绿色全要素能源效率
主效应	-0.145*** (0.027)	1.519*** (0.041)	-0.170*** (0.025)	1.872*** (0.042)
空间溢出效应	0.121*** (0.018)	-0.170** (0.076)	0.127*** (0.020)	-0.249*** (0.085)
ρ	0.307*** (0.063)	0.585*** (0.053)	0.425*** (0.055)	0.492*** (0.050)
短期总效应	0.209*** (0.066)	-1.168*** (0.279)	0.117*** (0.026)	-0.452*** (0.173)
长期总效应	-0.074*** (0.020)	0.326*** (0.057)	-0.047*** (0.010)	0.589*** (0.213)
控制变量	是	是	是	是
固定效应	双固	双固	双固	双固
N	480	480	480	480
R ²	0.367	0.041	0.007	0.212

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著。双固系指时间和省市双向固定。

4.4 政策建议

4.4.1 优化环境保护税制度的顶层设计 综合考虑环境保护税提高能源利用效率的良好政策效应，税率设置应重视提升能源消耗的技术效率，进一步强化环境保护税制的降耗提效功用。同时，可考虑设

置单独的能源税税目及税率，引导排污主体在能源转型和减污降碳方面创新，进而更好地获得环境税收对能源利用效率提升的净效应。

4.4.2 完善环境保护税降耗提效效应的内在驱动机制 首先，地方政府可通过减税和补贴等财政政

策给予大规模企业和国有企业降耗增效行为的税收激励,避免其为应对更强的环境规制压力时,直接采取停工停产或污染转移的方式减少应税污染物排放。其次,政府可给予地方差异化的环保投入财政转移支付,对于经济基础薄弱且能耗水平高的地区,给予更多的地方财政投入,为当地政府加大环保投入和排污主体(企业)购买减排治污设备、投资绿色生产方式等行为提供更充足的资金支持。最后,构建以企业创新研发体系为主导,协同调整能源消费结构的环境税收政策。可有侧重性的加大给予清洁行业、高新产业、可再生产业实质性创新的税收优惠和减免力度,通过减税、补贴等财政政策消除可再生能源消费的高成本低收益问题,从而激发绿色创新的动力,实现排污主体由末端向源头降耗提效转变。

4.4.3 因地制宜最大化环境保护税降耗提效的影响效应 首先,设置合理的环境保护税的执法力度。税收征管力度应维持在历年强度均值(1.012)附近,才能给予排污主体提高绿色全要素能源效率的时间和空间。其次,法制化和要素发育水平指数分别高于 5.689 和 6.205 的地区降耗提效效应边际贡献更高,可通过确保地方政府自主拥有较高的税收收入所有权和税额征收标准裁量权、优化法制环境和营商环境、畅通要素流通渠道等,为能源利用效率提高创造有利的市场条件。最后,根据地区资源可持续性因地制宜的设置环境保护税征税细则,可一定程度上提高对资源成熟型的征税税率,促使其倒逼转型发展;对于资源衰退型城市可通过税收补贴的形式或给予一定的时间跨越“拐点”,激发其提高能源利用效率的积极性。

4.4.4 发挥绿色创新的技术扩散效应,营造跨区域的降耗提效协同治理平台 一方面,环境税额提高的省市应发挥其在绿色创新技术、治理经验上对邻近未提高征收标准的省市辐射和带动作用,充分放大技术和先进经验的正向溢出效应。另一方面,各地政府应加强区域间的常态化交流与合作,有效对接邻地的企业节能补贴、新能源技术研发以及产业扶持等相关能源政策,最小化差别税率带来的“竞争到底”和污染转移对提升整体能源效率产生的不利影响。

5 结论

5.1 环保费改税使排污税额征收标准提高了的省

(市)单位地区生产总值能耗降低了 13.2%、绿色全要素能源效率提升了 38.3%,具有良好的降耗提效政策效应,且结论在一系列稳健性检验后仍然成立。此外,由于我国在短期内很难改变以煤炭等常规化石能源使用为主的能源结构,因而环保费改税对绿色全要素能源效率中的技术效率影响并不显著,可能存在创新“挤出效应”。

5.2 异质性分析表明,环保费改税的降耗提效应存在地区差异,西部和北方地区分别降低了 15.3%和 23.3%的单位地区生产总值能耗,南方和东部地区分别提高了 39.9%和 60.4%的绿色全要素能源效率;要素发育水平高于 6.205、法制化水平高于 5.689 的地区以及资源再生型和成长型城市降耗提效政策效果更为显著,税收征管力度应维持在历年强度均值(1.012)附近,才能给予排污主体提高绿色全要素能源效率的时间和空间。

5.3 动态空间杜宾模型检验发现,环保费改税具有负向外溢效应,且这种外溢效应具有一定的延续性,短期内不利于环境保护税发挥降耗提效功用,但环保费改税将通过减少工业污染、增加环保投入和强化绿色创新水平作用机制,促使其降耗提效的长期效应显现。

参考文献:

- [1] 吕明元,陈维宣.中国产业结构升级对能源效率的影响研究——基于 1978–2013 年数据 [J]. 资源科学, 2016,38(7):1350–1362.
Lu M Y, Chen W X. Research on the impact of China's industrial structure upgrading on energy efficiency — based on 1978–2013 data [J]. Resource Science, 2016,38(7):1350–1362.
- [2] 沈小波,陈 语,林伯强.技术进步和产业结构扭曲对中国能源强度的影响 [J]. 经济研究, 2021,56(2):157–173.
Shen X B, Chen Y, Lin B Q. The impact of technological progress and industrial structure distortion on China's energy intensity [J]. Economic Research Journal, 2021,56(2):157–173.
- [3] 师 博,沈坤荣.政府干预、经济集聚与能源效率 [J]. 管理世界, 2013,(10):6–18,187.
Shi B, Shen K R. Government intervention, economic agglomeration and energy efficiency [J]. Journal of Management World, 2013,(10): 6–18,187.
- [4] Downing P B, White L J. Innovation in pollution control [J]. Journal of Environmental economics and management, 1986,13(1):18–29.
- [5] Milliman S R, Prince R. Firm incentives to promote technological change in pollution control [J]. Journal of Environmental economics and Management, 1989,17(3):247–265.
- [6] Conrad K. Energy tax and competition in energy efficiency: the case of consumer durables [J]. Journal of Environmental and Resource

- Economics, 2000,15(2):159-177.
- [7] Wesseh P K, Lin B. Environmental policy and 'double dividend' in a transitional economy [J]. Energy Policy, 2019,134(C):110947-110947.
- [8] Dorsey-Palmateer R, Niu B. The effect of carbon taxation on cross-border competition and energy efficiency investments [J]. Energy Economics, 2020,85:104602.
- [9] Abdullah S, Morley B. Environmental taxes and economic growth: evidence from panel causality tests [J]. Energy Economics, 2014, 42:27-33.
- [10] Celil A, Ömer E. Reducing CO₂ emissions in the EU member states: do environmental taxes work? [J]. Journal of Planning and Management, 2018,61(13):2396-2420.
- [11] Bhat A A, Mishra P P. Evaluating the performance of carbon tax on green technology: evidence from India [J]. Environmental Science and Pollution Research, 2020,27(2):2226-2237.
- [12] Bashir M F, Ma B, Bashir M A, et al. Investigating the role of environmental taxes and regulations for renewable energy consumption: evidence from developed economies [J]. Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 2022,35(1):1262-1284.
- [13] 张晓娣,孔圣嵩.基于 DSGE 模型的能源税征收最优环节选择:产出型抑或投入型? [J]. 上海经济研究, 2019,(12):56-67.
- Zhang X D, Kong S Z. Optimal link selection of optimal energy taxation collection based on DSGE modelling: input or output taxation? [J]. Shanghai Journal of Economics, 2019,(12):56-67.
- [14] 范庆泉,周县华,张同斌.动态环境税外部性、污染累积路径与长期经济增长——兼论环境税的开征时点选择问题 [J]. 经济研究, 2016,51(8):116-128.
- Fan Q Q, Zhou X H, Zhang T B. Externalities of dynamic environmental taxation, paths of accumulative pollution and long-term economic growth [J]. Economic Research Journal, 2016, 51(8):116-128.
- [15] 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.
- Chen S M, He L Y. Environment, health, and economic growth: the optimal allocation of energy tax revenue [J]. Economic Research Journal, 2017,52(4):120-134.
- [16] 曾先峰,张超,曾倩.资源税与环境保护税改革对中国经济的影响研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2019,29(12):149-157.
- Zeng X F, Zhang C, Zeng Q. Research on the influence of the reform of resources tax and environmental protection tax on China's economy [J]. China Population, Resources and Environment, 2019,29(12):149-157.
- [17] 刘晔,张训常.环境保护税的减排效应及区域差异性分析——基于我国排污费调整的实证研究 [J]. 税务研究, 2018,397(2):41-47.
- Liu Y, Zhang X C. Emission reduction effects of environmental tax system and its regional differences in China [J]. Taxation Research, 2018,397(2):41-47.
- [18] 卢洪友,刘啟明,徐欣欣,等.环境保护税能实现“减污”和“增长”么?——基于中国排污费征收标准变迁视角 [J]. 中国人口·资源与环境, 2019,29(6):130-137.
- Lu H Y, Liu Q M, Xu X X, et al. Can environmental protection tax achieve 'reducing pollution' and 'economic growth'? based on the change perspective of China's sewage charges [J]. China Population, Resources and Environment, 2019,29(6):130-137.
- [19] 金友良,谷钧仁,曾辉祥.“环保费改税”会影响企业绩效吗? [J]. 会计研究, 2020,391(5):117-133.
- Jin Y L, Gu J R, Zeng H X. Does "environmental protection fees replaced with environmental protection taxes" affect corporate performance? [J]. Accounting Research, 2020,391(5):117-133.
- [20] 牛美晨,刘晔.提高排污费能促进企业创新吗?——兼论对我国环保税开征的启示 [J]. 统计研究, 2021,38(7):87-99.
- Niu M C, Liu Y. Will higher sewage charges promote enterprise innovation?—with implications for the environmental protection tax in China [J]. Statistical Research, 2021,38(7):87-99.
- [21] Deschenes O, Greenstone M, Shapiro J S. Defensive investments and the demand for air quality: evidence from the NO_x budget program [J]. American Economic Review, 2017,107(10):2958-89.
- [22] Hu J L, Wang S C. Total-factor energy efficiency of regions in China [J]. Energy Policy, 2006,34(17):3206-3217.
- [23] 史丹,李少林.排污权交易制度与能源利用效率——对地级及以上城市的测度与实证 [J]. 中国工业经济, 2020,390(9):5-23.
- Shi D, Li S L. Emissions trading system and energy use efficiency——measurements and empirical evidence for cities at and above the prefecture level [J]. China Industrial Economics, 2020, 390(9):5-23.
- [24] Proskuryakova L, Kovalev A. Measuring energy efficiency: is energy intensity a good evidence base? [J]. Applied Energy, 2015,138(C): 450-459.
- [25] 陈晋泉,连欣燕,马晓君,等.中国全要素能源效率测算及其驱动因素 [J]. 中国环境科学, 2022,42(5):2453-2463.
- Chen J Q, Lian X Y, Ma X J, et al. Total factor energy efficiency measurement and drivers in China [J]. China Environmental Science, 2022,42(5):2453-2463.
- [26] 李江龙,徐斌.“诅咒”还是“福音”:资源丰裕程度如何影响中国绿色经济增长? [J]. 经济研究, 2018,53(9):151-167.
- Li J L, Xu B. Curse or blessing: how does natural resource abundance affect green economic growth in China? [J]. Economic Research Journal, 2018,53(9):151-167.
- [27] 黄和平,李亚丽,王智鹏.基于 Super-SBM 模型的中国省域城市工业用地生态效率时空演变及影响因素研究 [J]. 生态学报, 2020, 40(1):100-111.
- Huang H P, Li Y L, Wang Z P. Spatio-temporal changes of eco-efficiency and influencing factors of industrial land use at the provincial level of China [J]. Journal of Ecology, 2020,40(1):100-111.
- [28] Kaoru T. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational. Research, 2002,143(1):32-41.
- [29] Färe R, Grosskopf S, Lindgren B, et al. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: a non-parametric malmquist approach [J]. Journal of productivity Analysis, 1992,3(1):85-101.
- [30] 徐斌,陈宇芳,沈小波.清洁能源发展、二氧化碳减排与区域经济增长 [J]. 经济研究, 2019,54(7):188-202.
- Xu B, Chen Y F, Shen X B. Clean energy development, carbon dioxide emission reduction and regional economic growth [J]. Economic Research Journal, 2019,54(7):188-202.
- [31] 黄和平,杨新梅,周瑞辉,等.基于人与自然和谐共生的绿色发展:DGE 理论框架与城市面板检验 [J]. 统计研究, 2022,39(5):23-27.
- Huang H P, Yang X M, Zhou R H, et al. Green development based on

- the harmonious co-existence between humans and nature: DGE theoretical framework and urban panel test [J]. *Statistical Research*, 2022,39(5):23-37.
- [32] Jacobson L S, LaLonde R J, Sullivan D G. Earnings losses of displaced workers [J]. *The American Economic Review*, 1993:685-709.
- [33] 刘金科,肖翊阳.中国环境保护税与绿色创新:杠杆效应还是挤出效应? [J]. *经济研究*, 2022,57(1):72-88.
- Liu J K, Xiao Y Y. China's environmental protection tax and green innovation: incentive effect or crowding out effect? [J]. *Economic Research Journal*, 2022,57(1):72-88.
- [34] 魏思超,范子杰.中国高质量发展阶段最优环境保护税率研究 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2020,30(1):57-66.
- Wei S C, Fan Z J. Study on the optimal environmental protection tax rate in the high-quality development stage in China [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2020,30(1):57-66.
- [35] 周 茂,陆 毅,杜 艳,等.开发区设立与地区制造业升级 [J]. *中国工业经济*, 2018,360(3):62-79.
- Zhou M, Lu Y, Du Y, et al. Special economic zones and region manufacturing upgrading [J]. *China Industrial Economy*, 2018,360(3):62-79.
- [36] Hering L, Poncet S. Environmental policy and trade performance: evidence from China [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2014,68(4):296-318.
- [37] 席鹏辉,梁若冰,谢贞发.税收分成调整、财政压力与工业污染 [J]. *世界经济*, 2017,40(10):170-192.
- Xi P H, Liang R B, Xie Z F. Tax sharing adjustment, fiscal pressure and industrial pollution [J]. *The Journal of World Economy*, 2017, 40(10):170-192.
- [38] 田利辉,关 欣,李 政,等.环境保护税费改革与企业环保投资—基于《环境保护税法》实施的准自然实验 [J]. *财经研究*, 2022,48(9): 32-46,62.
- Tian L H, Guan X, Li Z, et al. Reform of environmental protection fee-to-tax and enterprise environmental protection investment: a quasi-natural experiment based on the implementation of the environmental protection tax law [J]. *Journal of Finance and Economics*, 2022,48(9):32-46,62.
- [39] 柳亚琴,孙 薇,朱治双.碳市场对能源结构低碳转型的影响及作用路径 [J]. *中国环境科学*, 2022,42(9):4369-4379.
- Liu Y Q, Sun W, Zhu Z S. The impact of carbon market on the low-carbon transition of energy mix and its action path [J]. *China Environmental Science*, 2022,42(9):4369-4379.
- [40] Pearce D. The political economy of an energy tax: The United Kingdom's climate change levy [J]. *Energy Economics*, 2006,28(2): 149-158.
- [41] 范 丹,梁佩凤,刘 斌,等.中国环境税费政策的双重红利效应—基于系统 GMM 与面板门槛模型的估计 [J]. *中国环境科学*, 2018, 38(9):3576-3583.
- Fan D, Liang P F, Liu B, et al. Analysis on the double dividend effects of the environmental tax and fee policies in China—the estimation of the system GMM and the panel threshold model [J]. *China Environmental Science*, 2018,38(9):3576-3583.
- [42] Lotz J R, Morss E R. Measuring "tax effort" in developing countries [J]. *Staff Papers*, 1967,14(3):478-499.
- [43] 曾亚敏,张俊生.税收征管能够发挥公司治理功用吗? [J]. *管理世界*, 2009,186(3):143-151,158.
- Zeng Y M, Zhang J S. Can tax collection and management play the role of corporate governance? [J]. *Journal of Management World*, 2009,186(3):143-151,158.
- [44] 于连超,张卫国,毕 茜.环境保护费改税促进了重污染企业绿色转型吗?——来自《环境保护税法》实施的准自然实验证据 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2021,31(5):109-118.
- Yu L C, Zhang W G, Bi X. Can the reform of environmental protection fee-to-tax promote the green transformation of high-polluting enterprises?—evidence from quasi-natural experiments implemented in accordance with the environmental protection tax law [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2021,31(5): 109-118.
- [45] 黄纪强,祁 毓.环境税能否倒逼产业结构优化与升级?——基于环境“费改税”的准自然实验 [J]. *产业经济研究*, 2022,117(2):1-13.
- Huang J Q, Qi Y. Can environmental taxes force industrial structure optimization and upgrading? A quasi-natural experiment based on environmental "fee to tax"[J]. *Industrial Economic Research Journal*, 2022,117(2):1-13.
- [46] 林伯强,杜克锐.要素市场扭曲对能源效率的影响 [J]. *经济研究*, 2013,48(9):125-136.
- Lin B Q, Du K R. The impact of elemental market distortions on energy efficiency [J]. *Economic Research Journal*, 2013,48(9):125-136.
- [47] 沈小波,陈 语,林伯强.技术进步和产业结构扭曲对中国能源强度的影响 [J]. *经济研究*, 2021,56(2):157-173.
- Shen X B, Chen Y, Lin B Q. Impact of technological progress and industrial structure distortions on energy intensity in China [J]. *Economic Research Journal*, 2021,56(2):157-173.
- [48] 王小鲁,樊 纲,胡李鹏.中国分省份市场化指数报告(2018) [M]. 北京:社会科学文献出版社,2019:2.
- Wang X L, Fan G, Hu L P. China marketization index report by provinces (2018) [M]. Beijing: Social Science Literature Press, 2019:2.
- [49] 吴 健,潘若曦,徐 上.地方政府竞争、差别环境税(费)与污染治理 [J]. *中国环境科学*, 2023,1(19):1-13.
- Wu J, Pan R X, Xu S. Local government competition, differential environmental tax (fee) and pollution control [J]. *China Environmental Science*, 2023,1(19):1-13.
- [50] 魏 楚,郑新业.能源效率提升的新视角——基于市场分割的检验 [J]. *中国社会科学*, 2017,262(10):90-111,206.
- Wei C, Zheng X Y. A new perspective on energy efficiency enhancement: a test based on market segmentation [J]. *Social Sciences in China*, 2017,(10):90-111,206.

作者简介: 黄和平(1969-),男,江西吉水人,江西财经大学经济学院教授,博士,主要从事生态系统管理与评价、环境规划与管理等研究.发表论文 100 余篇.hphuang2004@163.com.