

环境规制对碳排放强度的影响研究

——基于绿色税收视角的考察

李碧宏 黄文文

(重庆师范大学 经济与管理学院,重庆 401331)

摘要:本文以2007—2022年中国30个省(自治区、直辖市)的平衡面板数据为研究样本(不含西藏及港澳台地区),基于绿色税收视角系统考察环境规制对碳排放强度的影响机制。研究将产业升级、绿色技术创新与能源低碳化指数纳入分析框架,构建理论模型与实证检验体系,深入探究绿色税收政策作用于碳排放强度的传导路径。实证结果显示:其一,通过双向固定效应模型回归发现,绿色税收对降低区域碳排放强度具有显著的正向效应;进一步借助中介效应模型检验表明,这种减排效应主要通过三条间接路径实现,即促进产业结构向低碳化转型、激励绿色技术研发与应用,以及提升能源低碳化指数水平。其二,区域异质性分析揭示,绿色税收的减排效果存在显著的空间差异:在部分区域存在负向且显著的影响;在南部沿海、大西北、东北地区存在负向但不显著的影响;在东部沿海、长江中游地区存在正向影响。其三,时间异质性分析表明,以2018年为界,后期绿色税收的减排效果较前期更为显著。这与2018年实施环境保护税、绿色税制完善、政策执行力提升及市场主体适应能力增强密切相关。

关键词:绿色税收;碳排放;产业升级;绿色技术创新;能源低碳化指数

中图分类号:F49;X321

文献标识码:A

文章编号:1673-0429(2025)06-0107-15

DOI:10.19742/j.cnki.50-1164/C.250610

一、引言与文献综述

在全球气候变化日益严峻的背景下,碳排放问题已成为国际社会关注的焦点。我国积极响应全球减排趋势,于2020年正式提出“双碳”目标,即2030年前实现碳达峰、2060年前完成碳中和。这一目标的实现对我国应对气候变化、推动可持续发展及提升国际形象具有重要意义。此外,自20世纪末以来,环境规制与碳排放的关系引发了众多学者的广泛讨论。Porter等认为,适度完善的环境规制可以激发企业技术创新,提升资源利用效率与竞争力^[1]。其中,绿色税收作为市场化环境政策手段,朱永彬等指出碳税的征收有效地降低了高碳含量能源产品的供给和需求,从而显著减少CO₂排放^[2]。马蔡琛指出,自2018年我国实施环境保护税以来,绿色税收体系持续完善,已涵盖资源税、消费税等多个环境相关税种^[3]。

环境规制作为整合环境经济学与规制经济学的跨学科概念,其核心目标是纠正环境资源配置的市

收稿日期:2025-06-19

作者简介:李碧宏,男,管理学博士,重庆师范大学经济管理学院副教授,硕士生导师,主要研究方向:区域经济、产业经济。

基金项目:国家社会科学基金西部项目“世界级清洁能源走廊市场化多元化对口协作发展机制创新研究”(24XJL005)。

场失灵,通过政府、非政府组织及公民社会的协同,提升资源效能并保障社会整体福利^[4]。赵玉民等认为环境规制运用命令控制型、公众参与型、市场激励型等多样化手段干预或补充市场机制,以实现经济效率与生态可持续性的双重目标^[5]。而绿色税收作为环境规制的重要手段,因其以环保为目的征收,能够将资源与环境负外部性成本“内部化”,是协调经济增长与环境保护的关键工具;同时,作为市场激励型环境规制的重要组成部分,它契合市场化程度提升的治理需求,进一步印证了其在环境规制中的重要地位^[6]。

绿色税收作为环境规制中的重要工具对碳排放强度的影响逐步为学术界所重视。Nakata 等、Murray 等通过实证检验认为其能有效降低碳排放,且其抑制作用存在路径依赖特性^[7-8]。其中,York 等揭示,经济增长速率^[9-11]、技术进步效能^[12]、能源消费结构^[13]及对外贸易活动^[14]是影响碳排放强度变动的关键变量。邹小燕研究发现,碳排放权交易市场可通过绿色技术创新、碳信息披露等中介机制促进减排,表明绿色税收对碳排放的影响并非直接线性作用^[15],而是通过产业升级、绿色技术创新、能源低碳化指数三大中介变量传导^[16]。在产业升级层面^[17],绿色税收通过提高高碳产业税负、降低低碳产业相对成本,形成“淘汰高碳、激励低碳”的选择机制;在绿色技术创新层面^[18],其“惩罚高排放、补贴低排放”的差异化设计可激励企业研发低碳技术,而该效应在绿色技术创新水平高的地区更为显著;在能源低碳化指数层面^[19],通过对化石能源征税、对清洁能源补贴,直接推动能源低碳化转型。三者形成“中介链条”,实现绿色税收从“经济激励”到“减排效果”的传导。

综合来看,现有研究虽涉及环境规制与碳排放的关联,但从绿色税收视角深入探讨其对碳排放影响的成果仍显不足。本文以 2007—2022 年我国 30 个省(自治区、直辖市)的平衡面板数据为样本(不含西藏及港澳台地区),探讨绿色税收对碳排放强度的影响机制。研究的可能边际贡献包括:(1)理论视角的创新:突破现有研究对环境规制的“整体性”分析范式,将绿色税收作为独立且核心的研究对象,结合外部性理论与公共财政理论,精准识别其对区域碳排放的“减排效应”与“作用边界”,丰富环境规制影响碳排放的理论研究;(2)传导路径的拓展:构建“绿色税收—中间机制—碳排放强度”的分析链条,首次将产业升级、绿色技术创新与能源低碳化指数纳入同一分析框架,系统揭示绿色税收通过“结构优化”“技术驱动”“能源转型”三条路径影响碳排放的具体机制,拓展了碳减排研究路径;(3)研究场景的深化:引入“空间—时间”双重异质性分析维度,不仅考察绿色税收在不同区域的效应差异,还进一步探究其在“双碳”目标提出前后等不同时间节点的作用变化,为差异化、动态化的碳减排政策设计与路径优化提供针对性的理论依据与实证支撑。

二、理论分析与研究假设

(一)绿色税收与碳排放强度

我国绿色税收政策演进历经两个阶段:排污费时期(改革开放至 2017 年)依托行政条例,标准低、调整滞后,征管弹性大、约束性弱,服务于经济高速增长;环境保护税时期(2018 年至今)以《环境保护税法》为依据完成“费改税”,刚性增强,“双碳”目标下转向降碳导向,但未涵盖二氧化碳。与西方碳税相比,我国目标多元,征管采用协同机制,范围限于四类污染物,侧重“税收+行政”调控,通过法律效力提升、征管协同强化及动态调整机制增强政策刚性,体现从行政调控向法治治理的转型^[20]。

绿色税收针对排放各类污染物的企业征税。吴艳芳指出,这有助于将企业环境污染成本“内在化”,使企业成本核算纳入环境负面影响,从经济上激励减排^[21]。付沙等认为,绿色税收主要通过成本效应和价格效应影响碳排放强度^[22]。

成本效应基于庇古税理论^[23],解决温室气体排放“负外部性”问题,将生态损害成本转化为营业成

本,重构生产决策函数,形成双重约束:一是推高高碳生产要素价格,削弱其成本优势;二是凸显清洁能源成本优势,促使企业调整能源结构。成本倒逼下,市场主体通过工艺革新等减少碳排放^[24]。此效应在高耗能行业(如钢铁、化工)显著,低耗能行业受影响较小。

价格效应通过多级传导影响碳排放强度:一方面,税负向消费端传导,高碳产品涨价导致需求减少,企业缩减生产规模;另一方面,价格信号引导资源向低碳领域倾斜,拉高高碳项目融资成本,驱动低碳技术投资,体现“波特效应”下的创新补偿机制^[25]。行业异质性上,高耗能行业产品需求价格弹性高,价格效应促使其优化流程、降碳;低耗能行业产品需求弹性低,价格效应影响微弱^[26]。

基于此,提出假设 H1:绿色税收显著降低碳排放强度。

(二)绿色税收、产业升级与碳排放强度

徐艺等指出,绿色税收对产业结构的影响呈现双向驱动效应。一方面,通过提高高耗能、高排放产业的生产成本,使其面临价格上升与利润压缩的双重压力,倒逼资源要素从钢铁、水泥等传统高碳行业流出^[27]。这种成本传导机制涵盖原材料采购、生产工艺优化、产品定价等全链条,对能源依赖度高的产业形成刚性约束,促使其收缩产能或调整结构。另一方面,为低碳、环保产业构建政策激励体系,政府通过企业所得税减免、增值税即征即退等税收优惠,补偿其因前期技术研发投入大、设备更新成本高形成的竞争劣势。这类政策既缓解新能源、节能环保等产业的初期成本压力,又通过价格信号引导市场需求向低碳产品倾斜,形成“政策激励—产业升级”的良性循环。乔羽等指出,在双向作用下,绿色税收推动资源要素在产业间重新配置,既遏制高碳产业无序扩张,又为低碳经济注入动能,最终实现产业结构从高碳粗放向低碳集约的系统性升级^[28]。

基于此,提出假设 H2:绿色税收促进产业升级,显著降低碳排放强度。

(三)绿色税收、绿色技术创新与碳排放强度

在生产维度,绿色税收催生绿色生产效应^[29]。其通过约束企业污染排放行为,使企业在税收压力下为降低碳排放和生产成本,积极投入研发,既推动清洁能源技术突破,又通过产业链整合与联动产生技术溢出效应,带动全行业技术标准升级,如上游环保工艺经供应链传导至中下游,形成全产业链协同创新。在市场维度,绿色税收引发市场竞争效应。绿色税收可借助研发费用加计扣除、绿色专利税收减免等优惠政策,直接鼓励企业进行绿色技术创新^[30]。这类创新主要从两方面降低碳排放强度:一是研发应用高效能源转换利用技术,提高能源效率,减少浪费,降低单位产出能耗与碳排放;二是开发太阳能、风能等清洁能源技术,替代传统化石能源,从根源减少碳排放。

基于此,提出假设 H3:绿色税收推动绿色技术创新,显著降低碳排放强度。

(四)绿色税收、能源低碳化指数与碳排放强度

能源消费是碳强度增长的主要推手,提高低碳能源比重可降低碳排放,能源结构转变能在保障经济发展的同时有效抑制碳排放。干春晖指出,绿色税收能遏制高能耗能源消费,对实现能源低碳化指数有积极影响^[31],其遏制作用体现在:环境规制政策既可通过提高企业进入门槛直接降低高能耗能源消费,也能以倒逼企业技术创新等方式间接降低。具体而言,地方政府面临环境目标约束时,会强化环境规制,如出台更严格法规、提高招商环保门槛、加强污染监管,或实施环保补贴、加大节能投入,这在一定程度上优化了能源消费结构。同时,绿色税收能激发节能减排与新能源技术研发,产生“波特假说”效应—增加企业环境治理压力,诱发其技术创新,通过改进减排技术或使用清洁能源进行绿色生产,降低高碳能源消费,促进能源结构转型,减少碳排放。

基于此,提出假设 H4:绿色税收提升能源低碳化指数,显著降低碳排放强度。

本文的理论模型图如下所示:

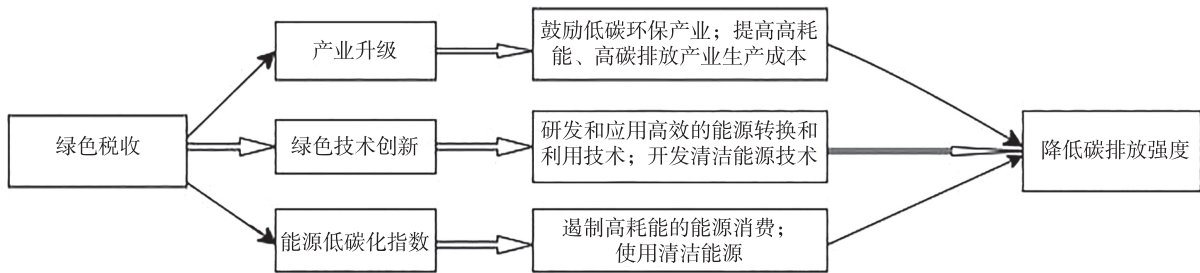


图 1 理论模型图

三、模型、变量与数据说明

(一) 模型设定

为检验绿色税收对碳排放强度的影响,以及产业升级、绿色技术创新和化石能源占比的影响机制,参考刘书明等^[32]的做法,构建以下回归模型:

$$CEI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GreenTax_{it} + \beta_1 Controls_{it} + Province_i + Year_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, CEI_{it} 表示第*i*个地区在第*t*年的碳排放强度; $GreenTax_{it}$ 为绿色税收; $Controls_{it}$ 为控制变量集; $Province_i$ 为个体固定效应,用于控制地区层面不随时间变化的特征因素,如地理位置、资源禀赋等; $Year_t$ 为时间固定效应,用以控制宏观层面随时间变化的共同冲击,如国家层面的政策调整、全球性经济形势变化等; ε_{it} 为随机误差项。

(二) 变量选取

1. 被解释变量

碳排放强度(CEI),国家 CO_2 排放量核算是实施减排措施、制定国家减排战略并进行国际核查和评估的基础。然而, CO_2 本身并不属于大气污染物,在国际上并没有通用的检测体系。以IPCC等为主的国际机构制定了通过含碳的各类化石能源消费量和能源本身的碳含量估算国家 CO_2 排放量的方法,并被全世界广泛使用。所以碳排放量的核算方法借鉴刘竹等的做法,采用碳排放因子法^[33]。

$$\text{平均碳排放因子} = \sum (\text{特定煤种的消费量}) \times \frac{\text{特定煤种的排放因子}}{\text{总消费量}}$$

2. 核心解释变量

绿色税收($GreenTax$)的衡量,此前研究多采用单一指标(如仅资源税或排污费),难以反映税收体系的“整体绿化程度”。而碳排放受生产端排污费、消费端消费税、成本端增值税等多种税收工具综合影响,需通过三口径设计整合维度以全面评估协同减排效应,避免指标片面导致结论偏差。故本文借鉴邓晓兰等的做法^[30],采用中口径计量方式,将绿色税收政策强度界定为(具有绿化性质的税种收入+排污费)/(总税收+排污费),涵盖开征目的非直接环保但具有环保作用的税种及排污费。具体包括:消费税、资源税、城市维护建设税、车辆购置税、车船税、城镇土地使用税、耕地占用税,加上排污费。同时,参考王歆懿对绿色税制赋值权重方式^[34],计算得出本文各个税种所占比例。其中,消费税含有高污染物,如电池、涂料等,权重最高为40%~50%;资源税包含煤炭、石油等不可再生性和污染性资源,权重为30%~40%;最后是排污费权重为0%~10%。而绿色税收衡量以多口径分类为基础,权重分配依据税种的环保功能强弱,本文参考其中一种。又因绿色税收整体作为核心解释变量,所以其分税种权重不影响实证结果。

3. 中介变量

对于产业升级 (*Structure*), 本文采用产业结构合理化和产业结构高级化来衡量产业升级。产业结构合理化 (*Structure1*) 反映产业比例的调整程度和资源有效配置程度, 借鉴于春晖等^[31] 的研究思路, 采用泰尔指数的倒数作为衡量产业结构的合理化的指标。

$$Structure1 = \left[\sum_i^3 \left(\frac{Y_i}{Y} \right) \left(\ln \frac{Y_i}{Y} - \ln \frac{L_i}{L} \right) \right]^{-1}, (i = 1, 2)。$$

上式中, 产业结构的合理性表示为 *Structure1*, 国民生产总值表示为 *Y*, 从业人数表示为 *L*, 三次产业表示为 *i*。*Structure1* 是用来衡量产业结构合理化程度的指标, *Structure1* 越大, 产业结构就越合理。

产业结构高级化 (*Structure2*) 表示在产业结构转型升级过程中第三产业占比增加, 第二产业占比逐渐减少的过程, 本文用第三产业增加值占第二产业与第三产业增加值之和的比重来衡量。

$$Structure2 = \frac{Y_3}{Y_2 + Y_3}。$$

上式中, *Y₂* 和 *Y₃* 分别表示第二产业和第三产业的增加值。*Structure2* 越大, 产业结构高级化水平越高。

对于绿色技术创新 (*GTI*), 本文参考董直庆等的做法^[35], 采用绿色专利数据申请量的对数来表征绿色技术创新。具体做法是根据国家知识产权局公布的所有专利申请信息, 并结合世界知识产权组织 (WIPO) 提供的绿色专利清单中列示的绿色专利国际专利分类编码, 获取不同省份的专利数据, 构造绿色技术创新指标。

对于能源低碳化指数 (*Lowcarbon*), 本文参考李荣杰^[36] 和何则^[37] 等的做法, 构建能源消费结构双重替代指数 (*Lowcarbon*)。

$$Lowcarbon = \sqrt{OGEnergy \times REEnergy} = \sqrt{\frac{(E_o + E_g) \times E_n}{E_c \times (1 - E_n)}}。$$

其中, *E_c*、*E_o*、*E_g*、*E_n* 分别表示煤炭消费、石油消费、天然气消费和非化石能源消费占能源消费总量的比重, 最后进行对数化处理。

4. 控制变量

本文参考池巧珠等^[38] 的做法, 加入以下控制变量:

(1) 研发强度 (*RDI*), 采用研发投入占国内生产总值的比重。研发投入能推动节能减排技术突破与应用, 提升能源利用效率、促进清洁能源替代, 从而降低碳排放。若不控制, 可能将技术进步的减排效果误判为绿色税收的作用。

(2) 社会消费水平 (*CPI*), 采用社会消费品零售总额衡量 (取对数)。社会消费规模和结构与碳排放密切相关。居民对高耗能产品的消费会推高能源需求, 进而增加碳排放, 而绿色消费可能起到抑制作用。控制该变量可避免将消费因素导致的碳排放变化归咎于绿色税收政策。

(3) 城镇化水平 (*UI*), 用城镇人口占总人口的比重衡量。城镇化中人口聚集会带动工业发展、基础设施建设和居民生活用能需求增长, 直接增加碳排放。若不控制, 可能混淆城镇化与绿色税收对碳排放的实际影响, 降低估计准确性。

(4) 对外开放程度 (*FDI*), 借鉴洪源等^[39] 的做法, 采用各省进出口总额占国内生产总值的比重。对外开放可能通过“污染避难所”效应引入高污染产业, 从而增加碳排放, 也可能通过技术引进和管理升级降低碳排放强度。控制该变量可排除国际贸易的碳排放干扰。

(三) 数据来源与描述性统计

数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国税务年鉴》及各省统计年鉴, 时间跨度设定为 2007—2022 年。因西藏部分数据缺失较多, 为保证数据的完整性与可靠性, 未纳入研究样本; 其

他地区的部分缺失数据采用均值插补法处理(依据变量在其他年份和地区的均值)。同时剔除异常值,并对所有连续变量在1%和99%分位处进行缩尾处理,以保证数据的连续性与准确性,避免极端值影响。本研究已将关键变量的定义及描述性统计指标系统整合于综合数据变量描述性表1。结果显示,核心解释变量绿色税收(*GreenTax*)均值为0.432,标准差为0.168;被解释变量碳排放强度(*CEI*)均值为2.678,标准差为2.069,表明各省碳排放强度差异较大,可能与经济发展状况相关;其余变量统计无异常。

表1 变量描述性统计

变量名称	观测值	均值	标准差	最小值	标准误	最大值
碳排放强度	480	2.678	2.069	0.155	2.055	11.231
绿色税收	480	0.432	0.168	0.123	0.404	1.118
绿色技术创新	480	7.590	1.586	2.708	7.726	10.937
产业升级	480	2.377	0.129	2.132	2.364	2.836
能源低碳化指数	480	5.632	0.411	4.998	5.563	7.145
研发强度	480	0.168	0.113	0.011	0.135	0.684
社会消费水平	480	0.384	0.065	0.180	0.385	0.610
对外开放程度	480	0.291	0.321	0.008	0.146	1.670
城镇化水平	480	0.575	0.134	0.282	0.565	0.896

四、实证结果与分析

(一) 基准回归结果

本文的基准回归结果如表2所示,其中第(1)列仅引入时间固定效应和省份固定效应,第(2)列加入省份层面的控制变量。观察第(1)列和第(2)列的回归结果,无论是否加入省份层面控制变量,核心解释变量绿色税收对碳排放强度均存在降低作用,且回归系数均在1%水平上显著。可能的原因是绿色税收可以间接通过产业结构转型、绿色创新和能源消费结构转型来降低碳排放强度。总体而言,基准回归结果验证了假设H1,即绿色税收政策的有效实施能够切实降低碳排放强度。

表2 基准回归结果

	(1) 碳排放强度	(2) 碳排放强度
绿色税收	-3.915*** (0.471)	-2.861*** (0.407)
研发强度		-63.700*** (10.827)
社会消费水平		-0.327 (0.600)
对外开放程度		-1.176*** (0.331)
城镇化水平		-1.184*** (0.144)

续表2

	(1)	(2)
	碳排放强度	碳排放强度
Constant	4.369 ^{***} (0.206)	6.954 ^{***} (0.341)
Observations	480	480
R-squared	0.886	0.919
Year FE	YES	YES
Province FE	YES	YES

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著,回归系数括号内汇报的是稳健标准误,下同。

(二) 影响机制检验

为了验证前文理论分析中提出的产业结构优化效应、绿色技术创新效应和能源消费结构优化效应,本文构建了如下中介效应模型,运用逐步回归法检验产业升级(IND)、绿色技术创新(GTI)和能源消费结构指数化水平(FEP)的中介效应。

$$IND_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GreenTax_{it} + \beta_i Controls_{it} + Province_i + Year_t + \varepsilon_{it}, \quad (2)$$

$$GTI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GreenTax_{it} + \beta_i Controls_{it} + Province_i + Year_t + \varepsilon_{it}, \quad (3)$$

$$FEP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GreenTax_{it} + \beta_i Controls_{it} + Province_i + Year_t + \varepsilon_{it}. \quad (4)$$

其中, IND_{it} 为产业升级, GTI_{it} 为绿色技术创新, FEP_{it} 为能源消费结构低碳化。

将中介变量加入准基准回归模型,检验绿色税收与中介变量对碳排放强度的影响:

$$CEI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GreenTax_{it} + \alpha_2 (IND_{it}/GTI_{it}/FEP_{it}) + \beta_i Controls_{it} + Province_i + Year_t + \varepsilon_{it}. \quad (5)$$

1. 产业升级优化效应

表3揭示了绿色税收通过产业升级来降低区域碳排放强度。重点考察产业结构合理化和产业结构高级化两个中介变量。结果表明,绿色税收的增加显著促进了产业结构合理化和高级化,进一步推动了区域碳排放强度的降低。证明绿色税收通过产业升级对区域碳排放的积极作用,验证了假设H2。可能的原因是绿色税收会提高资源配置效率,优化产业结构。产业结构合理化会通过资源配置效率的提升及生产要素结构的升级降低碳排放。同时,绿色税收的实施使得环境规制强度增加,产业结构从第二产业逐渐向第三产业转型,第二产业逐渐被第三产业所替代,产业结构高级化在对环境规制与碳排放效率中存在中介效应。

表3 产业结构升级的中介效应

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	产业结构合理化	碳排放强度	碳排放强度	产业结构高级化	碳排放强度	碳排放强度
绿色税收	0.208 ^{***} (0.026)		-1.085 ^{***} (0.366)	0.052 ^{***} (0.019)		-2.471 ^{***} (0.385)
产业结构合理化		9.193 ^{***} (0.589)	8.533 ^{***} (0.625)			
产业结构高级化					-8.349 ^{***} (0.990)	-7.561 ^{***} (0.956)
研发强度	-0.193 ^{***} (0.069)	-5.039 ^{***} (0.918)	-4.717 ^{***} (0.916)	0.505 ^{***} (0.051)	-3.303 ^{***} (1.167)	-2.548 ^{**} (1.124)
社会消费水平	-0.240 ^{***}	1.966 ^{***}	1.725 ^{***}	0.018	0.041	-0.185

续表3

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	产业结构合理化	碳排放强度	碳排放强度	产业结构高级化	碳排放强度	碳排放强度
	(0.038)	(0.523)	(0.525)	(0.028)	(0.586)	(0.562)
对外开放程度	-0.124 ^{***}	-0.094	-0.117	0.116 ^{***}	-0.352	-0.294
	(0.021)	(0.291)	(0.288)	(0.015)	(0.344)	(0.330)
城镇化水平	-0.116 ^{***}	-0.138	-0.196	0.149 ^{***}	0.011	-0.058
	(0.009)	(0.141)	(0.141)	(0.007)	(0.205)	(0.196)
Constant	0.569 ^{***}	1.402 ^{***}	2.101 ^{***}	2.039 ^{***}	23.148 ^{***}	22.372 ^{***}
	(0.022)	(0.394)	(0.456)	(0.016)	(2.059)	(1.974)
Observations	480	480	480	480	480	480
R-squared	0.878	0.942	0.943	0.955	0.923	0.929
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Province FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES

2. 绿色技术创新驱动效应

表4分析了绿色技术创新在绿色税收对区域碳减排中的中介作用。加入绿色技术创新变量之后,第(1)列中绿色税收的系数显著为正,说明绿色税收能够有力推动绿色技术创新;第(2)列中绿色技术创新的系数显著为负,表明绿色技术创新有助于降低碳排放强度;模型3加入绿色技术创新作为中介变量后,绿色税收对碳排放强度的系数显著为负且绝对值减小,说明绿色技术创新在绿色税收与碳排放强度之间起到了部分中介作用,假设H3得到验证。可能的原因是当企业面临绿色税收压力时,为降低碳排放和生产成本,会积极投入研发资源,大力开展绿色技术创新。绿色技术创新可以减少能源和原材料等投入资源消耗,提高资源综合利用效率,同时通过对生产设备和技术环节进行改造,推动生产环节的清洁化、节能化和智能化,引导污染严重及生产率相对较低的产业加速转移,减少非绿色产业产出份额,进而更好地实现企业碳减排。

表4 绿色技术创新的中介效应

	(1)	(2)	(3)
	绿色技术创新	碳排放强度	碳排放强度
绿色税收	3.500 ^{***}		-0.240 ^{**}
	(0.388)		(0.311)
绿色技术创新		-0.759 ^{***}	-0.748 ^{***}
		(0.032)	(0.035)
研发强度	11.802 ^{***}	2.494 ^{***}	2.465 ^{***}
	(1.032)	(0.863)	(0.864)
社会消费水平	0.869	0.351	0.324
	(0.571)	(0.420)	(0.422)
对外开放程度	0.651 ^{**}	-0.694 ^{***}	-0.688 ^{***}
	(0.315)	(0.233)	(0.233)
城镇化水平	1.363 ^{***}	-0.152	-0.163
	(0.137)	(0.111)	(0.112)

续表4

	(1) 绿色技术创新	(2) 碳排放强度	(3) 碳排放强度
Constant	1.843 *** (0.324)	8.282 *** (0.239)	8.332 *** (0.247)
Observations	480	480	480
R-squared	0.875	0.960	0.960
Year FE	YES	YES	YES
Province FE	YES	YES	YES

3. 能源低碳化指数优化效应

表5分析了能源低碳化指数在绿色税收对区域碳排放中的作用。第1列绿色税收对能源低碳化指数回归结果显示,绿色税收的系数显著为正,表明绿色税收能够促进能源低碳化指数;第2列中能源低碳化指数对碳排放强度的回归中,能源低碳化指数的系数显著为负,说明能源低碳化指数有助于降低碳排放强度;第3列加入能源低碳化指数作为中介变量后,绿色税收对碳排放强度的系数显著为负且绝对值减小,说明能源低碳化指数在绿色税收与碳排放强度之间起到了部分中介作用,假设H4得到验证。绿色税收通过提高能源低碳化指数,间接降低了碳排放强度。

表5 能源低碳化指数的中介效应

	(1) 能源低碳化指数	(2) 碳排放强度	(3) 碳排放强度
绿色税收	0.419 *** (0.103)		-2.248 *** (0.386)
能源低碳化指数		-1.655 *** (0.178)	-1.461 *** (0.175)
研发强度	3.029 *** (0.274)	-2.386 ** (1.176)	-1.942 * (1.137)
社会消费水平	-1.002 *** (0.152)	-1.796 *** (0.606)	-1.791 *** (0.585)
对外开放程度	0.045 (0.083)	-1.233 *** (0.319)	-1.109 *** (0.308)
城镇化水平	0.327 *** (0.037)	-0.687 *** (0.151)	-0.706 *** (0.145)
Constant	4.899 *** (0.086)	14.321 *** (0.945)	14.115 *** (0.912)
Observations	480	480	480
R-squared	0.869	0.925	0.930
Year FE	YES	YES	YES
Province FE	YES	YES	YES

(三) 稳健性检验

1. 更换解释变量。借鉴王军和李萍^[40]的做法,利用排污费与总税收的比值作为绿色税收的替代变量(绿色税收1)放入回归模型。结果如表6第(1)列所示,排污费与总税收的比值对其所在省份的碳减

排效应依然非常显著,基准回归结论具有稳定性。

2. 滞后解释变量。考虑到绿色税收和碳排放的滞后效应,将绿色税收变量滞后一期(绿色税收 2)再次进行回归,回归结果如表 6 第(2)列所示,滞后一期的解释变量仍在 1%水平上显著为负,说明考虑到绿色税收滞后效应后,依旧证明了绿色税收的区域碳减排效应。

3. 增加控制变量。为了提升实证结果的可靠性、排除潜在干扰因素,并增强结论的普适性,本文在原有控制变量的基础上还控制了人力资本水平和技术市场发展水平。回归结果如表 6 第(3)列所示,加入人力资本水平和市场发展水平之后,绿色税收的区域碳减排效应依然在 1%水平上显著,但碳减排效应的力度有所降低,符合预期。

表 6 稳健性检验

	(1)	(2)	(3)
	碳排放强度	碳排放强度	碳排放强度
绿色税收 1	-2.751*** (0.420)		
绿色税收 2		-2.369*** (0.405)	
绿色税收			-2.384*** (0.401)
研发强度	-7.098*** (1.077)	-5.597*** (0.996)	-4.257*** (1.110)
社会消费水平	0.725 (0.615)	0.738 (0.534)	-1.142* (0.604)
对外开放程度	-1.396*** (0.332)	-1.279*** (0.332)	-0.953*** (0.321)
城镇化水平	-1.292*** (0.145)	-1.222*** (0.135)	-0.861*** (0.152)
人力资本水平			-32.495*** (5.858)
技术市场发展水平			-6.947** (3.089)
Constant	6.552*** (0.324)	6.191*** (0.324)	6.990*** (0.327)
Observations	480	450	480
R-squared	0.918	0.935	0.926
Year FE	YES	YES	YES
Province FE	YES	YES	YES

(四) 异质性分析

1. 经济区域异质性

由于绿色税收对碳排放的影响存在区域异质性(受经济、政策、环境及文化等因素制约),本文将研究区域划分为东北、北部沿海、东部沿海、南部沿海、黄河中游、长江中游、大西南、大西北八大板块,以考察其作用效果差异,回归结果如表 7 所示。结果显示,除长江中游和东部沿海地区外,其余地区绿色税收对碳排放强度均呈负向影响,其中北部沿海、黄河中游、大西南地区影响显著,东北、南部沿海、大西北

地区影响不显著。

北部沿海因环保政策严格(如京津冀大气污染联防联控),绿色税收与碳交易政策协同增效,减排效应显著;黄河中游作为煤炭及重工业基地,碳排放基数大,绿色税收对高耗能企业边际减排作用突出;大西南因生态敏感区属性,中央财政转移支付、生态补偿机制与绿色税收形成双重激励,减排效果显著。

长江中游地区绿色税收对碳排放强度的正向影响不显著,原因可能有:产业结构处于转型过渡期,重工业转型中的“新旧产业交替”抵消了减排效果,且大量中小企业减排能力弱,陷入“交税仍排放”的僵局;政策传导效率低,地方政府执行不力,税收未有效反哺低碳补贴,且缺乏跨省碳市场联动。

东部沿海地区绿色税收对碳排放强度呈显著正向影响,原因可能有:东部地区主要属于外向型经济,在外向型经济主导下的税收转嫁效应较强,地区所属企业多将税负转嫁给国际市场,或因短期成本增加却缺乏技术升级动力,维持生产规模导致碳排放短期上升;同时产业结构存在锁定效应,部分地区依赖高碳产业链,转型滞后,且清洁能源设施不足,企业宁缴碳税不减排;此外,政策执行有偏差,监管漏洞与地方保护主义使企业可通过造假、避税规避政策,减排效果受限。但东部沿海地区绿色税收对碳排放强度的“正向影响”更可能是短期阶段性现象,而非长期趋势。随着配套补贴、产业转型支持等政策措施的完善、时间推移和征管优化,绿色税收的“减排效应”有望逐步显现,正向影响可能转为负向。

表 7 异质性检验—经济区域

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	东北碳排 放强度	北部沿海 碳排放强度	东部沿海 碳排放强度	南部沿海 碳排放强度	黄河中游 碳排放强度	长江中游 碳排放强度	大西南 碳排放强度	大西北 碳排放强度
绿色税收	-1.149 (1.489)	-3.504*** (1.168)	1.289** (0.515)	-0.361 (0.578)	-6.470*** (2.056)	0.222 (1.082)	-2.863*** (1.029)	-1.886 (1.206)
研发强度	-6.035 (7.057)	-5.806*** (1.643)	-9.204*** (0.734)	-3.841*** (1.184)	-21.814*** (6.202)	-14.107*** (1.780)	10.497** (4.537)	-5.768 (6.957)
社会消费水平	1.896 (1.287)	3.090** (1.298)	-3.502*** (0.730)	-4.991*** (0.914)	2.015 (2.640)	-0.910 (1.176)	-14.627*** (1.906)	1.926 (3.434)
对外开放程度	7.694** (3.293)	-0.324 (0.562)	0.453** (0.191)	-0.634* (0.340)	2.274 (4.360)	6.961*** (2.442)	-2.540 (1.642)	-0.071 (3.778)
城镇化水平	-0.399 (0.446)	-0.687** (0.339)	0.619*** (0.121)	-1.005*** (0.093)	-0.449 (0.883)	-0.110 (0.386)	-1.966*** (0.598)	-1.619** (0.856)
Constant	2.863* (1.463)	5.566*** (1.040)	3.515*** (0.439)	5.652*** (0.565)	9.861*** (1.256)	3.286*** (0.739)	10.817*** (0.785)	7.689*** (1.222)
Observations	48	64	48	48	64	64	80	64
R-squared	0.710	0.902	0.966	0.937	0.928	0.824	0.841	0.922
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Province FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES

2. 环境保护税实施时间异质性

《中华人民共和国环境保护税法》自 2018 年 1 月 1 日正式实施,标志着我国环境治理从行政收费迈向税收法定,构建了首个以环保为直接目标的独立税种,并以法律刚性重塑企业环境行为激励机制。本文以该时点为政策节点,将研究区间分为税制改革前后的两个阶段,对比分析绿色税收政策演进的碳减排效应变迁。

表 8 第(1)、(2)列显示在环境保护税实施之前,绿色税收对碳排放的系数小于在环境保护税实施之后,这个结果表明在环境保护税实施之后绿色税收的碳减排效应更好。这种效应增强可能因为:第

一,2018年环保税立法落地,税收法定原则让企业对减排约束形成稳定预期,促使其从被动应付罚款转向主动制定长期减排规划;第二,环保税实施的“多排多征、少排少征”差别化税率,像一把精准的“标尺”,通过价格杠杆引导企业算清减排账,高排放企业税负激增倒逼其升级治污技术,低排放企业则享受税收优惠,激励作用更精准;第三,税务与环保部门建立的协同征管机制,彻底改变了排污费时代征管分散、地方保护主义干扰等问题,数据共享让排污监测更精准,征收力度显著加强,有效消除了协商收费等漏洞,使税收调控作用充分释放。

表 8 异质性检验—环境保护税实施时间

	(1)	(2)
	2018 年以前碳排放强度	2018 年以后碳排放强度
绿色税收	-0.126 [*] (0.346)	-1.449 ^{***} (0.499)
研发强度	3.445 (2.348)	-9.179 ^{***} (1.514)
社会消费水平	4.239 ^{***} (1.172)	-2.499 ^{***} (0.809)
对外开放程度	-0.299 (0.873)	-1.879 ^{***} (0.421)
城镇化水平	0.474 [*] (0.240)	-1.585 ^{***} (0.199)
Constant	-0.961 [*] (0.552)	8.405 ^{***} (0.434)
Observations	330	120
R-squared	0.993	0.935
Year FE	YES	YES
Province FE	YES	YES

五、结论与政策建议

(一) 研究结论

本文基于 2007—2022 年中国 30 个省份的平衡面板数据的实证分析,系统揭示了绿色税收对区域碳排放强度的多维影响机制与异质性特征。研究显示:(1)绿色税收对区域碳排放强度有显著的负向作用。绿色税收通过成本效应与价格效应影响区域碳排放,为“双碳”战略实施提供了微观证据。(2)绿色税收通过三方面传导机制实现碳减排:第一,绿色税收以“多排多征、少排少征”的差异化税负设计,倒逼高耗能产业收缩,形成对高耗能、高排放产业的精准调控,实现产业升级;第二,绿色税收激发绿色技术创新。一方面,环保税通过提高污染成本,迫使企业优化生产流程;另一方面,税收优惠直接增加绿色技术的研发投入;第三,绿色税收以“税收—价格—行为”的传导机制实现能源替代,推动能源消费模式的变革,进而降低碳排放强度。(3)绿色税收对区域碳排放的影响在不同区域、不同时间存在显著差异,对北部沿海、黄河中游和大西南地区、环境税实施地区的碳排放强度影响较为显著。此外,本文未考虑国际贸易中隐含的碳排放,且使用模型存在简化假设,计量模型对复杂现实的拟合可能不够全面,未来可结合投入产出模型进一步深入探索。

(二) 政策建议

基于以上研究结论,本文提出如下四点建议:

1. 完善绿色税收制度设计是基础,从税制结构、征收范围与税率机制三方面系统优化至关重要。一方面,应加快“清费立税”,将排污费全面转化为独立的环境保护税,扩大征税范围,新增二氧化碳税目,覆盖除碳排放权交易机制外的排放主体,同时保留个人生活排放豁免,平衡减排目标与民生需求。另一方面,优化现有绿色税种结构,提高环境保护税等直接治污税种的收入占比;消费税需纳入煤炭、高耗能化工品等,对新能源产品减免税收;资源税扩大至地热等非矿资源,改从量计征为从价计征,使税率与环境损害成本挂钩。税率设置采取“先低后高、动态调整”策略,初期以引导企业适应为主,逐步提高至反映边际减排成本的水平,增强税收对碳排放强度的直接调节力。

2. 优化绿色税收传导机制是关键。根据本文研究结论,绿色税通过促进产业升级能达到碳减排的效果,建议构建“成本倒逼—创新激励—消费引导”的全链条调控路径。在企业转型层面,通过“多排多征、少排少征”的差异化税负,对高耗能、高排放产业提高税率,对主动转型企业给予企业所得税减免等优惠。例如,允许节能改造投入抵扣30%的环境税,倒逼产业升级。在技术创新层面,一方面提高环保税标准以增加污染成本,强化企业绿色研发动力;另一方面加大税收优惠,将绿色技术研发加计扣除比例从175%提至200%,对技术转让收入免征或减半征收企业所得税,进行“绿色技术创新门槛效应”突破,实现从量变到质变。在能源消费层面,对清洁能源企业给予增值税即征即退、所得税减免,降低其市场价格;对高碳能源提高消费税,增加使用成本,引导能源消费向低碳转型,形成“生产—消费”联动的减排合力。

3. 实施差异化绿色税收政策需兼顾区域与排放水平差异,提升政策精准性。针对本文异质性检验结果,应针对区域差异,对北部沿海、黄河中游等绿色税收效果显著的地区,加大政策力度,如提高环境保护税征收标准;对效果不明显的地区,结合产业结构与经济水平制定针对性措施,如中西部地区可给予3~5年税率过渡期,平衡减排与发展。针对碳排放水平差异,高碳地区实施更高税率与严格征管,如对超行业均值30%的企业适用150%~200%的基准税率,形成成本压力倒逼深度减排;低碳地区侧重激励提升,对绿色技术创新突出的企业给予额外税收优惠,推动向更高水平低碳模式迈进。

4. 加强政策协同需构建多维度联动机制,提升综合减排效能。在与财政政策协同上,整合补贴与税收优惠,对节能减排企业同时给予税收减免与财政补贴,以放大激励效果。在与金融政策协同上,建立绿色税收信用联动机制,对纳税良好的企业提供低息贷款,开发绿色税收收益权质押贷款等产品,拓宽融资渠道。在与环境政策协同上,加强政策协同,需推进税务与环保部门数据共享,完善税务与生态环境部门信息共享平台,生态环境部门提供实时监测数据以精准征税,税务部门反馈纳税情况作为环境信用的评价依据,形成监管闭环。

[参 考 文 献]

- [1] Porter M E, van der Linde C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995(4): 97-118.
- [2] 朱永彬,刘晓,王铮. 碳税政策的减排效果及其对我国经济的影响分析[J]. *中国软科学*, 2010(4): 1-9+87.
- [3] 马蔡琛,赵笛. 构建以环境保护税为基础的绿色税收体系[J]. *税务研究*, 2020(11): 39-45.
- [4] 马海良,董书丽. 不同类型环境规制对碳排放效率的影响[J]. *北京理工大学学报(社会科学版)*, 2020(4): 1-10.
- [5] 赵玉民,朱方明,贺立龙. 环境规制的界定、分类与演进研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2009, 19(6): 85-90.
- [6] 徐会超,张晓杰. 完善我国绿色税收制度的探讨[J]. *税务研究*, 2018(9): 101-104.
- [7] Nakata T, Lamont A. Analysis of the impacts of carbon taxes on energy systems in Japan[J]. *Energy Policy*, 2001(2): 159-166.

- [8] Murray B, Rivers N. British Columbia's revenue-neutral carbon tax: A review of the latest "grand experiment" in environmental policy[J]. *Energy Policy*, 2015;674-683.
- [9] York R, Rosa E A, Dietz T. STIRPAT, IPAT and ImPACT: Analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts[J]. *Ecological Economics*, 2003(3): 351-365.
- [10] 王锋,吴丽华,杨超. 中国经济发展中碳排放增长的驱动因素研究[J]. *经济研究*,2010(2):123-136.
- [11] 杜立民. 我国二氧化碳排放的影响因素:基于省级面板数据的研究[J]. *南方经济*,2010(11):20-33.
- [12] 王家明,余志林. 资源型城市低碳技术进步驱动碳减排的多重异质性[J]. *中国人口·资源与环境*,2022(11):156-170.
- [13] Shi W, Sang J, Zhou J C, et al. Can carbon emission trading improve carbon emission performance? Evidence from a quasi-natural experiment in China[J]. *Environmental Science and Pollution Research*,2023(59): 124028-124040.
- [14] 许广月,宋德勇. 我国出口贸易、经济增长与碳排放关系的实证研究[J]. *国际贸易问题*,2010(1):74-79.
- [15] 邹小燕,毛雪莲. 我国碳排放权交易市场对企业碳减排的效应与机制研究[J]. *重庆师范大学学报(社会科学版)*, 2024(2):70-82.
- [16] 常永兴,单春艳. 中国与碳达峰国家碳排放影响因素比较分析[J/OL]. *环境科学*,1-16[2025-12-26]. <https://doi.org/10.13227/j.hjxx.202504252>.
- [17] 武建新,胡建辉. 环境规制、产业结构调整与绿色经济增长——基于中国省级面板数据的实证检验[J]. *经济问题探索*, 2018(3): 7-17.
- [18] 汤维祺,吴力波,钱浩祺. 从“污染天堂”到绿色增长——区域间高耗能产业转移的调控机制研究[J]. *经济研究*, 2016(6):58-70.
- [19] 李斌,彭星,欧阳铭珂. 环境规制、绿色全要素生产率与中国工业发展方式转变——基于36个工业行业数据的实证研究[J]. *中国工业经济*,2013(4):56-68.
- [20] 白彦锋,柯雨露. 中国税制“绿化”进程演变研究[J]. *新疆财经*,2022(2):5-16.
- [21] 吴艳芳. “绿色税收”与经济可持续发展[J]. *税务研究*,2006(10):16-19.
- [22] 付莎,王军. 绿色税收政策降低了中国的碳排放吗?——基于扩展STIRPAT模型的实证研究[J]. *现代经济探讨*, 2018(2):72-78.
- [23] 龚清华. 庇古税理论在环境产业中的评估应用[J]. *统计与决策*,2014(1):81-83.
- [24] 任宗伟,缪清华,李凤珍,等. 三维装载约束下经济成本与碳排放双目标异构车型路径优化[J/OL]. *系统工程理论与实践*,1-23[2025-12-26]. <https://link.cnki.net/urlid/11.2267.N.20250623.1405.004>.
- [25] 范静波,赵睿. 环境规制与重污染企业绿色创新效率——中国式“波特假说”的再检验[J]. *中国科技论坛*,2025(1):88-98.
- [26] 孙少勤,郭琴琴,唐保庆. 基于行业异质性的中国工业发展与碳排放的关系研究[J]. *生态经济*,2014(11):36-41+65.
- [27] 徐艺,陈小兰,秦绪娜. 绿色税收是否能够促进产业结构升级——基于Porter假说的中国证据[J]. *贵州财经大学学报*,2022(1):89-99.
- [28] 乔羽,马晓君,杨佳. 绿色税收对工业企业绿色创新效率的双重影响效应[J]. *金融发展研究*,2020(12):59-67.
- [29] 马杰,李梦莲,李会娟,等. 绿色税收对资源型企业绿色转型的效应分析——基于超效率SBM-GML模型的实证[J]. *生态经济*,2023(3):159-167.
- [30] 邓晓兰,王赞杰. 中国税收制度的绿化程度研究——基于大中小三个统计口径指标的测算[J]. *审计与经济研究*, 2013(6):71-79.
- [31] 干春晖,郑若谷,余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. *经济研究*,2011(5):4-16+31.
- [32] 刘书明,张青青. 绿色税收促进区域绿色经济增长的理论机制与实证检验——以黄河流域为例[J]. *宏观经济研究*, 2024(8):15-30+78.
- [33] 刘竹,关大博,魏伟. 中国二氧化碳排放数据核算[J]. *中国科学:地球科学*,2018(7):878-887.
- [34] 王歆懿. 我国绿色税制的测度、效应与建议:一个文献综述[J]. *财政科学*,2024(9):148-160.
- [35] 董直庆,王辉. 环境规制的“本地—邻地”绿色技术进步效应[J]. *中国工业经济*,2019(1):100-118.
- [36] 李荣杰,李娜,陈健强,阎晓. 政府—市场协同创新与能源结构双重替代[J]. *科技进步与对策*,2022(23):33-43.

- [37] 何则,周彦楠,刘毅. 2050年中国能源消费结构的系统动力学模拟——基于重点行业的转型情景[J]. 自然资源学报, 2020(11): 2696-2707.
- [38] 池巧珠,陈少晖. “双碳”目标下绿色税收对全要素碳生产率的影响研究[J]. 环境保护, 2023(20): 61-66.
- [39] 洪源,袁菴健,陈丽. 财政分权、绿色财政与地方环境污染——基于收支双重维度的门槛效应及空间外溢效应分析[J]. 山西财经大学学报, 2018(7): 1-15.
- [40] 王军,李萍. 绿色税收政策对经济增长的数量与质量效应——兼议中国税收制度改革的方向[J]. 中国人口·资源与环境, 2018(5): 17-26.

Research on the Impact of Environmental Regulation on Carbon Emission Intensity —Investigation from the Perspective of Green Taxation

Li Bihong Huang Wenwen

(School of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: This article takes the balanced panel data of 30 provinces (cities, autonomous regions) in China from 2007 to 2022 as the research sample (excluding Xizang, Hong Kong, Macao and Taiwan regions.), and systematically examines the impact mechanism of environmental regulations on carbon emission intensity from the perspective of green tax. The study incorporates industrial upgrading, green technology innovation, and low-carbon energy index into the analysis framework, constructs theoretical models and empirical testing systems, and deeply explores the transmission path of green tax policies on carbon emission intensity. The empirical results show that: firstly, through a two-way fixed effects model regression, it was found that green tax has a significant positive effect on reducing regional carbon emission intensity. Further testing with the mediation effect model shows that this emission reduction effect is mainly achieved through three indirect paths, namely promoting the transformation of industrial structure towards low-carbon, incentivizing the research and application of green technologies, and enhancing the low-carbon level of energy consumption structure. Secondly, regional heterogeneity analysis reveals significant spatial differences in the emission reduction effects of green tax, with negative and significant impacts in some regions. There is a negative but not significant impact in the southern coastal, northwestern, and northeastern regions. There is a positive impact in the eastern coastal areas and the middle reaches of the Yangtze River. Thirdly, time heterogeneity analysis shows that, taking 2018 as the boundary, the emission reduction effect of green tax in the later stage is more significant than that in the earlier stage, which is closely related to the implementation of environmental protection tax, the improvement of green tax system, the enhancement of policy execution ability, and the strengthening of market entities' adaptability in 2018.

Keywords: green tax; carbon emissions; industrial upgrading; green technology innovation; energy low carbon index

[责任编辑:邹柳馨]