

收稿日期:2024-12-27

绿色税收能否有效提高地区碳生产率?

——基于2003—2021年我国30个省级面板数据的分析结果

欧阳华生,潘 成

(南京审计大学 经济学院,江苏 南京 211815)

摘要:在实现“双碳”目标背景下,梳理我国绿色税种的发展历程,构建绿色税收体系,探究绿色税收对地区碳生产率的提高效应。利用2003至2021年国内30个省级面板数据,采用双向固定效应模型进行实证分析。结果表明:绿色税收的建立健全能够有效提高地区碳生产率,该结论在剔除直辖市数据、引入更多控制变量、替换被解释变量以及更换回归模型后,依然稳健可靠;绿色税收能够通过优化能源消费结构和促进绿色技术创新来间接提高地区碳生产率;绿色税收对地区碳生产率的提高效应在不同地区、不同强度区间存在显著差异,东部地区的提高效应最为显著,西部紧随其后,中部位居末席。

关键词:绿色税收;碳生产率;能源消费结构;绿色技术创新

中图分类号:F275.5;F812.42

文献标识码:A

文章编号:1003-6873(2026)01-0021-18

基金项目:国家社会科学基金项目“共生治理视角下我国财政治理长效机制与路径研究”(20BJY213)。

作者简介:欧阳华生(1970—),男,江西安福人,南京审计大学经济学院教授,经济学博士,硕士生导师,主要从事财税理论与政策研究;潘成(2001—),男,天津人,南京审计大学经济学院硕士研究生,主要从事财税理论与地方财政研究。

DOI:10.16401/j.cnki.ysxb.1003-6873.2026.01.003

一、引言

2020年9月,我国正式宣布“碳达峰碳中和”的战略承诺。党的二十大报告明确提出要稳妥推进“碳达峰碳中和”,采取优化能源消费结构和鼓励技术创新等措施,提高清洁能源的使用比例和传统化石能源的利用效率,实施碳排放总量和强度的“双控”制度。党的二十届三中全会的决议进一步强调了构建低碳发展机制的重要性,具体举措包括完善绿色税制、优化政府采购和制定价格标准体系等。由此可见,实现“双碳”目标,已成为我国未来战略规划的核心内容之一。

在发展低碳经济、实现“双碳”目标的进程中,碳生产率作为核心评价指标,对于评估一个国家或地区的经济发展绩效具有关键意义。现行市场调节机制在提高碳生产率方面面临一定困境,排放权作为公共品的非排他性导致价格信号失真,市场主体减排投入难以获得足额边际补偿,亟需政府精准施策加以干预。政府能够凭借税收政策的激励约束特性调节市场主体的经济

行为,降低经济行为带来的负外部效应。因此,利用税收政策工具有效提高地区碳生产率已成为各国政府设计税收政策的关注焦点。2021年10月24日,中共中央、国务院发布了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》,为我国的“双碳”工作提供了纲领性指导。同年10月26日,国务院印发的《2030年前碳达峰工作方案》也进一步明确了构建支持绿色低碳发展的税收政策框架的必要性,提出了关于深化和优化节能节水、资源循环利用等领域的税收优惠政策,旨在通过税收的激励约束手段,优化能源消费结构并推动市场主体绿色转型。财政部随之指出,为实现2030年前绿色低碳发展的财税政策体系的构建,需要制定具体的实施细则,以最大化税收的调控作用。通过有针对性的环境保护税收政策,约束市场主体的经济行为,推动我国经济向绿色可持续方向发展。

鉴于此,在实现“双碳”目标背景下,深入剖析绿色税收对地区碳生产率的作用机制和效果具有重要的理论和实践意义。在理论方面,可以丰富地区碳生产率的影响因素,为分析绿色税收政策对市场主体经济行为的影响机制提供新的视角。在实践方面,能够为政府制定和优化绿色税收政策提供一定的有益借鉴,使政府更有效地利用税收工具,调节市场主体经济行为,推动企业开展绿色技术创新,提高清洁能源的使用比例,降低其对于传统化石能源的依赖。

二、文献综述

碳生产率的测算基于特定统计周期内经济总产出量与温室气体排放总量的比例^[1]。它能清晰地反映地区经济发展与碳排放之间的关系,进而评估其环境效益和可持续发展水平。在全球范围内,各发达国家竞相通过探索新型清洁能源来降低碳排放水平^[2]。目前,学界对碳生产率的影响机制研究呈多维度特征。在空间维度方面,我国东、中、西部地区碳生产率呈梯度递减格局,区域异质性显著^[3]。经济欠发达地区,由于发展政策相对宽松,环保约束较弱,导致碳生产率较低^[4]。梁圣蓉等^[5]的研究发现,我国地区碳生产率呈高值、低值分别聚集的空间模式,“高-高”聚集区域主要集中在东部沿海与部分中部地区。此外,数字经济对地区碳生产率的提升存在显著的空间溢出效应,不仅对本地区碳生产率产生正向提高作用,还对临近地区释放一定发展红利^[6]。在技术维度方面,生产设备的效率差距一定程度上决定了能源消费结构的差异,而能源消费结构不合理是导致碳排放强度提升的重要因素^[7-8]。企业通过开展绿色技术创新,能有效推动高科技设备和清洁能源的使用,优化生产过程的能源消费结构,提高碳生产率^[9-10]。

绿色税收的概念源自西方古典经济学家庇古提出的负外部性理论。该理论的核心思想是通过向环境污染者征税或向环保行为者提供税收优惠,缩小私人生产成本与社会整体成本之间的差值,从而达到环境保护与经济效益的均衡^[11]。基于这一理论,衍生出对污染直接征税、关联产品间接征税以及环保行为税收激励的三维政策框架^[12]。国际经验表明,发达国家通过动态碳税联动GDP、消费税嵌入环境税目等制度,实现了碳减排与经济的双重目标^[13]。然而,发展中国家受限于征收范围狭窄、税率机制缺乏弹性等问题,政策效能较弱^[14]。我国的绿色税制历经三个阶段演进:初期以排污费约束工业污染^[15],2018年《环境保护税法》实施标志“费改税”突破,当前则聚焦资源税扩围与环保税优化^[16]。从过去的征收情况看,绿色税收体系的构建和完善是一项长期且复杂的任务,需分阶段逐步推进,既不能急于求成,也不可因短期困难挑战而放弃长远规划^[17]。现行绿色税收体系仍存在部分短板:环境保护税方面,应税污染物仅覆盖大气污染物、水污染物、固体废物以及噪声等四类,塑料制品、光污染等未纳入监管^[18-19];消费税方面,对化学农药、一次性饮料包装物等难以降解的负外部性产品调节缺位^[20];增值税方面,有关清洁能源使用方面的税收优惠幅度有限,激励手段单一^[21]。针对上述问题,学界提出以下分层次改革路径:建立覆盖全生命周期的绿色税收体系,使之覆盖资源开采、商品生产、流通、消费及污染物排

放等全过程^[22];对环境造成直接污染的纳税人以污染物排放量为依据征收直接污染税,对造成间接污染的纳税人征收产品环境税^[23];强化税种协同,推动环境保护税与碳市场衔接,允许碳排放配额抵税^[24];创新激励工具,对碳捕集、利用与封存技术(CCUS)实行即征即退,对高污染消费品加征差别税^[25]。

作为国家宏观调控的重要工具,绿色税收的开征能够有效减少碳排放量,可以使大气污染的外部成本内部化,从而弥补市场机制的缺陷,引导企业减少碳排放^[26-27]。如对北美开征碳税的效果进行实证研究,结果表明开征碳税能显著降低碳排放量,并且当节能减排政策纳入地方政府考核体系后,这种抑制作用更强^[28-29]。有学者深入研究了绿色税收抑制碳排放对社会产生的环境、经济双重红利效应,分析其治污效果以及对产业结构升级的推动作用^[30-31]。绿色税收在产业结构对碳排放产生影响的过程中存在显著的门槛效应^[32]。对于传统第二产业中的制造业企业,税制绿化程度的提高有助于其碳生产率的显著提高^[33]。也有学者探究了异质性环境规制对碳生产率的影响,发现市场激励型环境规制比政府参与型环境规制对碳生产率的提高效应更为显著^[34]。在探讨碳减排过程中潜在的中介效应时,现有研究主要聚焦于能源消费结构的优化以及生产技术的创新,这两个方面也被视为推动碳减排的主要驱动力^[35]。

综上所述,在“双碳”目标背景下,有关碳生产率提高的实证研究相对较少,多集中于绿色税收的理论探讨和对特定环境政策的定性分析,缺乏对绿色税收与碳生产率关系的深入量化研究。尽管已有研究指出我国不同地区碳生产率呈梯度递减格局,区域异质性显著,但关于绿色税收在不同区域的影响效果差异成因研究仍显不足,需要更深入的区域异质性分析来提供更具针对性的政策建议。有关绿色税收体系的度量标准呈现多样性,一定程度上影响了不同研究成果之间的直接可比性。本文的贡献主要包括以下三个方面:第一,结合政策系统梳理我国绿色税种的发展沿革,根据各税种的不同特点进行分类,构建广义绿色税收体系;第二,分析表观碳排放量的核算路径,采用表观碳排放量替代基础碳排放量来计算各地区碳生产率;第三,实证检验绿色税收提高地区碳生产率的作用效果。关于影响机制分析,在池巧珠^[35]的研究基础上,参考《山西省统计年鉴》附录中各能源折算系数,以各省当年原煤、洗精煤、其他洗煤等共计19种能源种类来计算煤炭消费总量,拓展能源消费结构的核算指标。此外,在绿色发明专利的基础上,引入绿色使用新型专利以确保绿色技术创新指标核算的完整性。

三、影响机制与研究假设

(一) 绿色税收对地区碳生产率影响的直接机制分析

在“双碳”目标下,碳生产率是地区经济发展进程中用于评价经济产出绩效的关键因素,是评价绿色发展水平的重要衡量指标。绿色税收作为具备环保属性的宏观调控手段,能够驱动高污染企业开展绿色技术创新,提高能源的转化效率,有效减少污染物排放,进而提高地区碳生产率。从经济产出的绩效角度来看,在绿色税收的有效引导下,能够在一定程度上解决资源配置的扭曲问题,提高各地区和各行业的资源配置效率,向帕累托最优方向不断迈进。

绿色税收影响地区碳生产率的机制主要是通过对生态环境产生负外部性效应的生产者和消费者征税或对生态环境产生正外部效应的给予税收优惠。例如,通过征收城市维护建设税、城镇土地使用税、耕地占用税以及资源税,可在一定程度上增加生产过程中资源的消费成本,倒逼生产者进行绿色技术创新;通过征收车船税、车辆购置税和消费税,可有效引导消费者逐步形成以保护生态环境为宗旨的行为习惯。在绿色税收的激励层面,可对清洁能源型产业、环境友好型经济行为实施一系列的税收减免政策。既可使经济主体提高生态环境保护的意识,减少重污染能

源的使用,转向清洁能源的开发应用,又可推动相关主体进行绿色技术创新,实现绿色转型。基于此,本文提出如下假设。

H₁:绿色税收能够直接显著提高地区碳生产率。

(二) 绿色税收对地区碳生产率影响的中介机制分析

绿色税收对碳生产率的影响存在一定的中介作用,能源消费结构和绿色技术创新是影响碳生产率不可忽视的重要因素。大致表现为税务部门通过采取减免税、研发费用加计扣除和税额抵免等税收优惠政策正向激励市场主体,通过罚款、没收违法所得和吊销税务登记证等税收处罚措施反向约束市场主体,以此推动市场主体开展绿色技术创新、使用清洁型能源和环保生产设备,优化地区能源消费结构,有效调节资源配置,提高地区碳生产率。

从能源消费结构的角度看,“先污染后治理”的传统观念长期以来在我国占据上风。在一定程度上,以牺牲生态环境质量换取经济增长,由此导致当前不少地区仍以传统化石能源为主要的能源消费品类。在此情况下,导致我国污染物排放水平持续居高不下,生态环境破坏程度严重。作为环境规制工具,绿色税收通过对使用传统化石能源的生产主体征税,提高化石能源的相对使用成本,将其污染环境的行为成本化,当相关经济主体因为使用高污染能源增加的生产成本大于使用清洁能源增加的税收收益时,便会主动寻求以开发利用替代性清洁能源来进行生产活动,旨在降低化石能源在整体能源消费结构中的占比。刘宇等^[36]通过模拟在我国征收5%煤炭资源税后发现,在考虑税收返还的条件下能够显著降低高耗能产业产出。能源消费结构的优化通过降低单位产出碳排放基数来提高碳生产率,根据《中国能源统计年鉴2022》数据,我国省级行政单位煤炭消费占能源消费总量年均降低5%,可带动单位GDP二氧化碳排放年均降幅扩大至3.5%。这种结构性转型不仅能够压缩碳排放存量,更能够通过倒逼生产系统效率革新释放经济质量的长期改善红利。基于此,本文提出如下假设。

H₂:绿色税收通过优化地区能源消费结构来提高地区碳生产率。

从绿色技术创新的角度来看,绿色技术创新相较于其他类型的技术创新,往往面临更高的投入成本、更长的回报周期以及更大的不确定性风险。这些因素使得企业在选择创新方向时,更倾向于选择能够迅速带来经济回报的投资领域,而忽视对生态环境保护的投入。然而,根据波特假说,绿色税收可以引导企业转变短视行为,从短期利益转向长期可持续发展。具体来说,绿色税收通过向污染者征收环境成本、向环保行为提供激励的机制,迫使企业进行绿色技术创新。这种机制鼓励企业通过开展绿色技术创新在短期能够提升生产经营效率,增强市场竞争力,在长期降低因保护生态环境而产生的成本^[37]。绿色技术创新通过技术替代与效率升级两条渠道提升碳生产率,清洁技术替代效应体现在通过工艺流程变革降低生产系统的碳排放强度^[38],资源循环利用效应反映在提高生产过程的物质代谢效率^[39]。此外,绿色技术创新的外溢效应还会通过行业间技术扩散(如低碳设备供应链共享)和区域间知识溢出(如绿色专利跨区引用)进一步放大对地区碳生产率的提高作用。基于此,本文提出如下假设。

H₃:绿色税收通过激励地区绿色技术创新来提高地区碳生产率。

综上所述,绿色税收政策的高效实施能够促进地区碳生产率的提高。从绿色税收的正向激励看,绿色税收政策通过减免税或其他财政激励措施,鼓励市场主体改良生产工艺、更换生产设备并使用清洁型能源,提高能源的转化效率,降低污染物排放。旨在通过经济激励的政策导向激发市场主体采取环境友好型的发展路径。从绿色税收的反向约束看,绿色税收政策通过对资源的不合理占用和污染物排放施加额外的税收负担,约束对环境产生负外部效应的经济行为。这种反向约束有助于减少资源浪费和环境污染,迫使市场主体在其经济活动中考虑环境成本,引导

资源向更加可持续的方向转移。在以上两种效应的共同作用下,绿色税收还通过中介效应提高地区碳生产率,体现在绿色税收调整能源消费结构和绿色技术创新,间接提高了单位碳排放的经济产出即碳生产率。绿色税收助力地区碳生产率提高的机制路径如图 1。

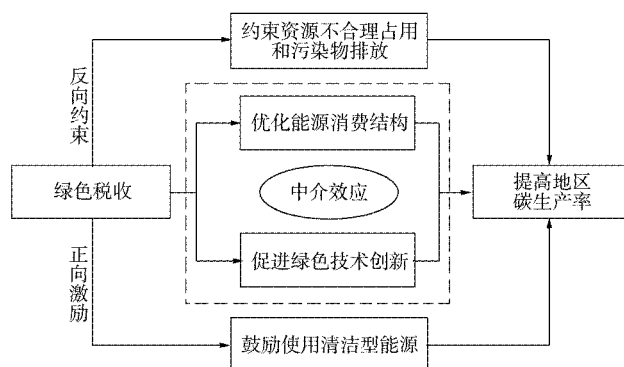


图 1 绿色税收影响机制

四、绿色税收指数与地区碳生产率测度

（一）我国绿色税收体系

我国与生态环境保护紧密相关的绿色税种的开征时间相对较晚,与绿色税收相关的政策法规及实施细则早期存在空白现象。改革开放后,我国经济高速增长,其中作为经济增长主要贡献来源的第二产业迅速发展,但由于其高污染、高耗能的特点,带来二氧化碳排放量持续增加,生态环境遭受严重破坏。为此,在税收体系的整体架构设计方面,依次设立资源税、城市维护建设税等绿色税种,随之制定了相应的实施方案并展开征收工作。2000 年前后,在科学发展观的指引下,相关绿色税种的政策以条例的形式出现,如车辆购置税、车船税和耕地占用税等。尽管政府部门并没有提出“绿色税收”这一概念且未出台相应具有强制性的法律法规,但我国税收体系从此初具一定的“绿色”导向。2016 年,《中华人民共和国环境保护税法》正式通过,排污费退出历史舞台,环境保护税是第一个真正意义上以保护生态环境为主要目的而设立的税种。

绿色税收有狭义和广义之分。狭义的绿色税收特指那些以生态环境保护为核心目标而设立的税种,它们直接体现保护环境的职能。在我国现行的税收体系中,真正符合这一特征的税种,便是自 2018 年起开始征收的环境保护税。而在 2018 年以前,承担此项功能的行政事业性收费项目为排污费,以此规制市场主体的经济行为。广义的绿色税收不仅包括专门为生态环境保护而设立的税种,还包括具有一定绿色引导功能的相关税种,参考徐艺等^[40]的研究,本文所指的绿色税收为广义绿色税收(下同),是由环境保护税(2018 年以前为排污费)、资源税、城市维护建设税、城镇土地使用税、耕地占用税、消费税、车船税和车辆购置税等构成的体系。^①

其中,资源税通过对自然资源的开采和利用征税,旨在提高资源利用效率;城市维护建设税、耕地占用税和城镇土地使用税通过对土地资源的占用和使用征税,旨在调节土地的供需关系。这四个税种根据其特点被定义为资源占用型。环境保护税作为以保护生态环境为主要目的的税种被定义为环境保护型。消费税通过对特定消费品(如高污染、高耗能产品)征税,引导消费者向更加环保的消费模式转变;车船税和车辆购置税通过影响消费者的购买决策,鼓励其选择环保低

① 由于增值税和企业所得税中涉及环境保护方面的税收优惠数据不可得,故未列入绿色税收体系。

碳的交通工具。这三个税种根据其特点被定义为行为引导型。

整理和计算《中国税务年鉴》相关数据后,得到2003—2021年我国绿色税收收入规模和绿色税收占比情况。如表1所示,我国绿色税收收入即环境保护税收入(2018年以前为排污费收入)在2018年之前呈现波动式上升趋势,表明排污费的征收范围不断扩大;2018年废除排污费并正式开征环境保护税,由于处于改革的起步阶段,征收效率较低且相关的废弃物征收对象并未完全被纳入征收范围,因此当年环境保护税收入出现一定程度的下降;2018年之后环境保护税相关的征收对象及税率逐步完善,环境保护税收入逐渐提高。环境保护税占税收总额的比重呈现逐年下降趋势,这主要是由于当前环境保护税实行的征收标准仍停留于20世纪90年代,征收标准与当前实际的生态情况并不相符,如乙烯、丙烯酸酯类和甲胺类等挥发性有机物尚未被纳入环境保护税征收范围。绿色税收收入规模和绿色税收占比均呈现不断扩大的趋势,这主要是我国为了应对污染物种类逐渐多样化的环境状况,对绿色税收政策不断调整和优化结果。例如,2006年我国调整消费税的征收范围,将高污染、高能耗产品纳入征收范围;2011年我国调整资源税税收政策,扩大征收范围、实行从价计征等。

表1 2003—2021年我国绿色税收规模统计

年份	环境保护税/亿元	环境保护税占税收总额比重/%	绿色税收/亿元	绿色税收占税收总额比重/%
2003	70.07	0.71	2 095.43	21.14
2004	94.01	0.80	2 625.91	22.30
2005	123.10	0.82	3 007.56	20.06
2006	145.56	0.79	3 568.89	19.36
2007	178.22	0.92	4 432.49	22.83
2008	176.78	0.75	5 657.19	24.16
2009	183.36	0.70	8 441.05	32.07
2010	177.85	0.54	10 534.67	32.07
2011	189.90	0.46	12 927.08	31.34
2012	188.92	0.40	15 405.05	32.47
2013	198.20	0.37	16 627.86	30.78
2014	186.70	0.32	18 180.49	30.69
2015	173.36	0.28	20 262.48	32.29
2016	200.90	0.31	20 172.89	31.13
2017	219.91	0.32	20 731.68	30.15
2018	151.21	0.20	21 567.84	28.45
2019	220.96	0.29	23 618.07	30.74
2020	206.85	0.28	22 629.37	30.36
2021	203.10	0.24	25 510.73	30.50

注:数据来源于《中国税务年鉴》;2018年以前环境保护税数据以排污费数据替代。

(二) 我国绿色税收指数测度

1. 绿色税收指数测度模型

本文参考《中国环境经济核算技术指南》,结合我国分税制与省级数据可得性,以各省当年绿色税收收入占该省国内生产总值比重来测度绿色税收指数,所选取税种均直接关联资源节约与

污染治理政策目标。相较于学界现有测算方案,该方法拓展绿色税收范围,纳入土地使用等隐性环境成本。2018 年之前,采用排污费数据替代环境保护税,以实现全时段可比。

$$\text{绿色税收指数} = \frac{\text{当年绿色税收收入}}{\text{当年国内生产总值}}$$

(1)

绿色税收=环境保护税(2018 以前数据用排污费替代)+资源税+车船税+城镇土地使用税+耕地占用税+城市维护建设税。消费税与车辆购置税因属中央税且难以拆分省级归属,故未纳入测算。

2. 绿色税收指数测度结果

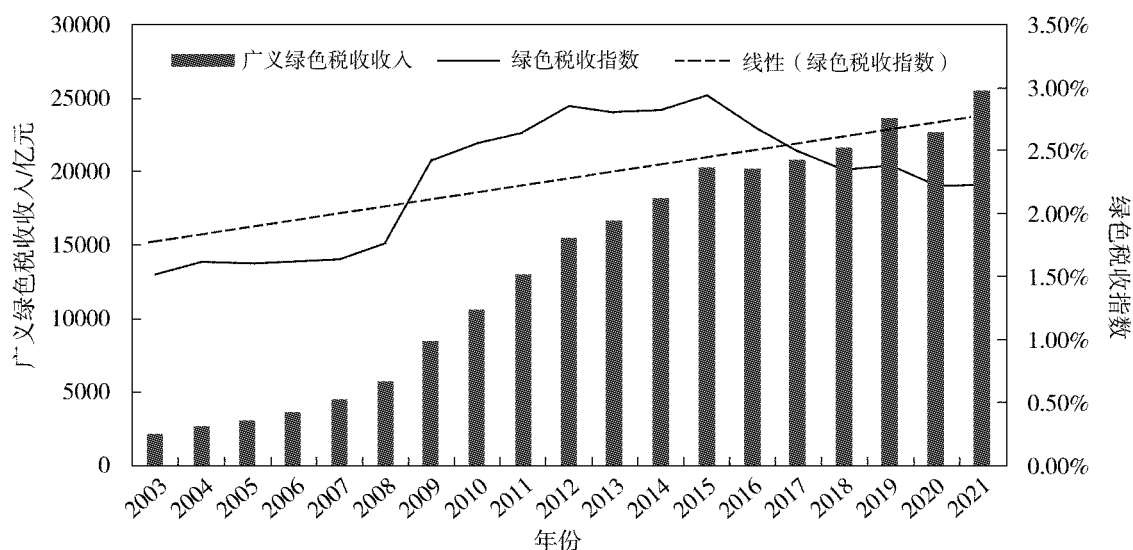
基于《中国税务年鉴》相关数据测度了我国 30 个省份的绿色税收指数,各地区绿色税收指数年平均增长率如表 2 所示。2003—2021 年我国 30 个省份的绿色税收指数年平均增长率均为正,反映各地区对绿色税收的重视程度不断提高,绿色税收的征管强度不断增加。此外,中西部地区的绿色税收指数年平均增长率普遍大于东部地区,体现了在绿色税收征管方面存在一定的地区性差异。尽管中西部地区绿色税收在征收起步时规模较小,但随着地区经济发展和产业转移的影响,中西部地区逐步扩大了绿色税收的征收规模,促进了能源消费结构的优化和绿色技术创新水平的提高,提高了碳生产率。东部地区由于资源禀赋充足,经济发展较快,生态优先发展理念的践行力度较大,绿色税收的征收基础较好,规模较大,但增速慢于中西部地区。

表 2 2003—2021 年我国 30 个省份绿色税收指数年平均增长率

省份	增长率/%	排名	省份	增长率/%	排名	省份	增长率/%	排名
北京	1.63	23	浙江	1.69	20	海南	2.92	2
天津	1.84	15	安徽	2.04	11	重庆	2.05	10
河北	1.71	19	福建	1.75	17	四川	1.86	14
山西	2.12	8	江西	2.18	6	贵州	2.13	7
内蒙古	2.29	4	山东	1.51	26	云南	1.67	22
辽宁	1.20	29	河南	1.74	18	陕西	2.23	5
吉林	1.58	25	湖北	1.93	13	甘肃	2.08	9
黑龙江	1.14	30	湖南	1.79	16	青海	3.04	1
上海	1.45	27	广东	1.43	28	宁夏	2.90	3
江苏	1.67	21	广西	1.60	24	新疆	2.04	12

注:根据《中国税务年鉴》相关数据整理所得。

基于《中国税务年鉴》相关数据测度了我国 30 个省份的绿色税收指数,以此绘制绿色税收指数变动趋势图(图 2)。2008 年之后我国绿色税收指数不断增长,主要原因在于 2008 年全球金融危机后,我国政府调整宏观经济政策,从出口驱动型增长转向内需驱动型增长,政府对绿色税收政策投入更多关注。2014 年绿色税收指数出现一定程度的反弹增长,主要原因在于全球经济复苏步伐加快,美国、英国等主要发达经济体复苏趋势向好,我国的外部经济环境得到改善,同时,2014 年我国推出了多项绿色税收政策,如煤炭资源税从价计征、提高卷烟批发环节消费税和《环境保护税法(征求意见稿)》公开征求意见等,我国绿色税收体系初具雏形。2015 年之后绿色税收指数持续下滑,主要原因在于随着我国绿色税收体系不断完善,税收政策更加注重激励与约束手段并重,通过一定的税收优惠鼓励市场主体减排,长远看虽有助于环境保护,但短期内可能导致绿色税收收入减少,从而影响绿色税收指数。



注:根据《中国税务年鉴》相关数据整理。

图2 2003—2021年我国30个省份绿色税收指数变动趋势

(三) 地区碳生产率测度

1. 地区碳生产率测度模型

本文构建各省当年国内生产总值占该年度表观碳排放量的比值模型来测度地区碳生产率。该模型公式简明,相较于投入产出或全要素生产率模型,其在测度地区宏观效率时可避免参数主观设定偏差。此外,该模型政策导向性强,与《国家应对气候变化2014—2020》提出的“碳排放强度下降目标”具有一致性,便于与政策效果评价衔接。

$$\text{地区碳生产率} = \frac{\text{当年国内生产总值}}{\text{当年表观碳排放量}} \quad (2)$$

本文采用2003—2021年我国30个省的表观碳排放量数据计算地区碳生产率。中国碳核算数据库(CEADs)是我国碳排放数据的重要来源,该数据库严格遵循联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)提出的国际公认的部门法测算方式核算表观碳排放量,确保了核算结果的准确性和可靠性。另外,表观碳排放量的计算也结合了我国的实际情况进行调整和优化。在理论分析的基础上,考虑多重因素的影响,梳理并构建我国表观碳排放量的计算路径,为进一步计算地区碳生产率打下基础。表观碳排放量的计算过程如图3所示。

首先,明确系统边界,例如一个工厂、一个行业或一个城市;明确时间范围,例如一年、一个季度等。然后,收集与所研究系统相关的数据,包括能源消耗、物质流通、生产过程等方面的数据。根据IPCC提供的一系列排放因子,将不同活动或过程中的能源消耗转化为碳排放量。具体的计算方法由所收集的活动数据(AD)和排放因子(EF)来确定。活动数据(AD)特指产生温室气体排放的具体活动量测度,涵盖工业生产中的高碳物质使用量与能源采购量。排放因子(EF)综合了单位热值中的含碳量、元素碳含量以及氧化率等多个要素,用于描述单位生产或消费活动所引发的温室气体排放量。最后,将活动数据与排放因子相乘得到表观碳排放量。此外,在计算碳排放量时,应纳入碳汇系统的调节补偿机制,通过乔木林生物量累积、泥炭地碳库形成等过程实

现大气 CO₂ 净吸收。IPCC 提供了一些方法和参数用于估算碳汇的吸收量。在我国表观碳排放量计算过程中,还需要进行不确定性分析,以评估计算结果的可靠性和准确性。

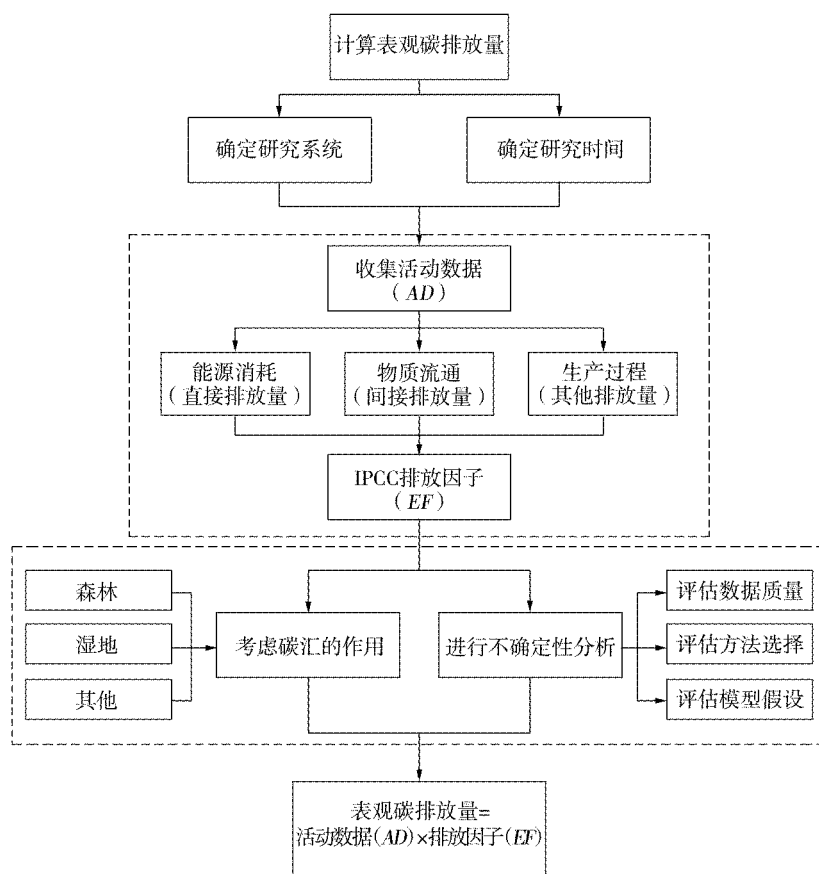
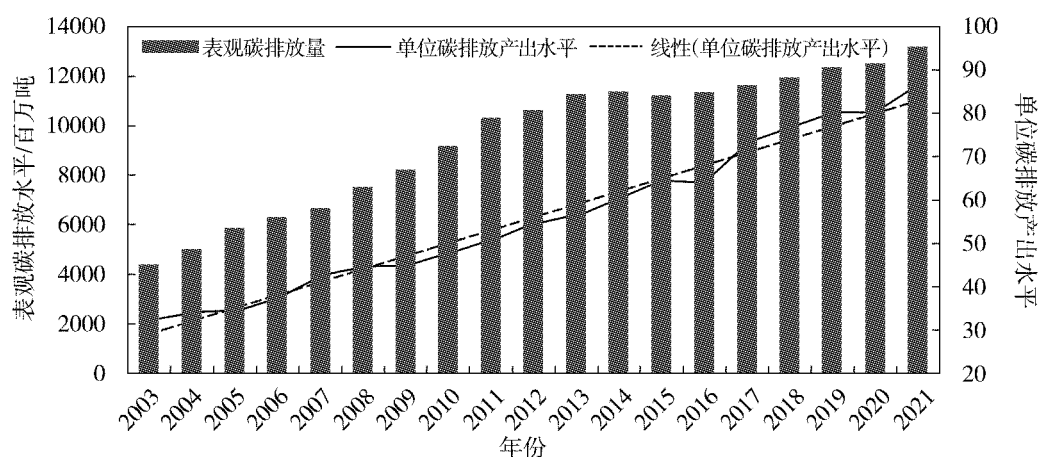


图 3 表观碳排放量计算过程



注:根据中国碳核算数据库(CEADs)和《中国统计年鉴》数据整理。

图 4 2003—2021 年我国碳生产率变动趋势

2. 我国碳生产率测度结果分析

如图4所示,我国表观碳排放量在2003至2021年保持不断增长的势头。在2012年以后,我国表观碳排放总量的增长速度明显回落,这表明我国关于抑制碳排放的相关生态环境保护举措起到了明显作用。此外,2003—2021年我国碳生产率不断提高,表明我国经济发展和生态环境保护二者齐头并进,经济发展的绩效水平表现良好。

五、绿色税收对碳生产率影响实证分析

(一) 模型构建

1. 基准回归模型

构建如式(3)的基准回归模型验证假设 H_1 。

$$CP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GTI_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (3)$$

式中:被解释变量为碳生产率 CP , i 代表省份, t 代表时间;核心解释变量为绿色税收指数 GTI ; X 为控制变量集合,分别为产业结构(IS)、对外开放程度(ET)、外商直接投资(FDI)和基础设施建设(ID); α_0 、 α_1 、 α_2 为待估参数; μ_i 为省份固定效应; λ_t 为时间固定效应; ϵ_{it} 为随机扰动项。

2. 中介效应回归模型

借鉴江艇^[41]的研究,在式(3)的基础上建立如式(4)(5)的计量模型验证假设 H_2 、 H_3 。

(1) 能源消费结构的中介效应机制分析:

$$ECS_{it} = \beta_0 + \beta_1 GTI_{it} + \beta_2 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (4)$$

(2) 技术创新水平的中介效应机制分析:

$$TI_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 GTI_{it} + \gamma_2 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (5)$$

式中: ECS_{it} 为能源消费结构、 TI_{it} 为绿色技术创新,均为中介变量。

3. 变量设置

(1)被解释变量:地区碳生产率水平(CP)。为减少估计误差,参照现有学者的常用研究方法, CP 采用各省当年的国内生产总值与其对应的表观碳排放量的比值并取自然对数。表观碳排放量数据源自中国碳核算数据库(CEADs)。

(2)核心解释变量:绿色税收指数(GTI)。统一以广义绿色税收数据计算绿色税收指数,即用各省当年的绿色税收收入总额与其当年国内生产总值的比值。

(3)中介变量:能源消费结构(ECS)。根据《中国能源统计年鉴》的数据,将各省当年煤炭消费总量与其当年能源消费总量相比来核算能源消费结构(ECS)。煤炭消费总量的计算参考《山西省统计年鉴》附录各能源折算系数,由各省当年原煤、洗精煤、其他洗煤、型煤、焦炭、焦炉煤气、其他煤气、其他焦化产品、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油等19种能源种类的消费量与各自的折算系数相乘得出;绿色技术创新(TI),该指标通过对各省年度绿色发明专利和绿色实用新型专利确权数的加总测度,并经自然对数化处理。

(4)控制变量:产业结构(IS)采用各省当年第二产业GDP占其GDP总量的比重进行衡量,对外开放程度(ET)采用各省当年的进出口总额与其国内生产总值之比进行衡量,外商直接投资(FDI)采用各省当年外商直接投资额进行衡量,基础设施建设水平(ID),以各省当年年末运输

线路中公路里程数进行衡量。以上计算结果均作对数化处理。

(二) 变量描述性统计

本文采用 2003—2021 年我国 30 个省份(包括自治区和直辖市)的面板数据,由于港澳台地区在某些数据统计上存在差异,故未包含在本研究之内,西藏自治区因数据不完整被排除。为确保数据的权威性和准确性,广泛引用了《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国税务年鉴》等权威资料。同时,还进一步整合了 EPS 数据库、国泰安 CSMR 研究数据库、中国研究数据服务平台(CNRDS)、中国碳核算数据库(CEADs)以及政府官方网站中的相关数据,力求数据的全面覆盖和精确性。

变量的基本描述性统计结果见表 3。从表中可以看出,碳生产率的平均值为 15.471,最小值为 13.620,最大值为 17.910;绿色税收指数的平均值为 6.782,最小值为 3.183,最大值为 9.286。由此可见,我国地区碳生产率平均水平相对较高,但地区之间差异较大。从整体上看,绿色税收指数较低,有较大提升空间。能源消费结构的平均值为 4.306,最小值为 0.059,最大值为 8.689,表明我国当前能源消费仍以传统的化石能源为主,清洁型能源使用相对较少,绿色转型进程处于刚刚起步状态。绿色技术创新水平的平均值为 3.742,最小值为 0,最大值为 9.872,表明当前我国各地区之间绿色技术创新存在着较大的差异,部分省市在绿色发明专利和绿色实用新型专利创新水平方面较为薄弱,需要出台相关有针对性的政策推动其进一步发展。

表 3 各变量的描述性统计

变量	变量符号	观测个数	平均值	标准差	最小值	最大值
碳生产率	CP	570	15.471	0.780	13.620	17.910
绿色税收指数	GTI	570	6.782	1.120	3.183	9.286
能源消费结构	ECS	570	4.306	1.607	0.059	8.689
绿色技术创新	TI	570	3.742	2.484	0.000	9.872
对外开放程度	ET	570	5.719	1.724	1.202	9.457
外商直接投资	FDI	570	6.242	1.565	1.946	10.720
基础设施建设	ID	570	11.490	0.889	8.780	12.900
产业结构	IS	570	3.780	0.228	2.760	4.119

(三) 基准回归分析

首先,对模型中的所有变量进行相关性分析,结果表明各个变量之间存在显著相关性。然后,进行方差膨胀因子(VIF)计算,各变量的方差膨胀系数均值为 5.79,显著低于经验阈值 10,表明模型不存在严重的多重共线性风险。最后,经 Hausman 检验,在 1%的显著性水平下,支持选用不可观测的个体时点双固定效应模型进行参数估计。

表 4(1)列是在未固定时间因素且未加入控制变量的条件下,绿色税收指数的上升对地区碳生产率具有显著提高效应。(2)列是在(1)列基础上固定时间因素后,这种提高效应仍显著,表明绿色税收单一因素上升对地区碳生产率的提高效应在不同时间和地区之间存在一定共性效果。(3)列是在加入控制变量但未固定时间因素的条件下,从回归系数看,绿色税收指数的回归系数由 0.472 3 下降为 0.203 1。这表明在多种因素共同影响下,绿色税收指数上升对碳生产率的提高效应在加入控制变量后相对削弱。(4)列是在加入控制变量且进行省份和时间的双向固定条件下,绿色税收指数上升对地区碳生产率仍存在显著的提高效应。

表4 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>GTI</i>	0.472 3*** (0.014 5)	0.234 0** (0.076 8)	0.203 1*** (0.039 2)	0.207 0** (0.084 5)
<i>ET</i>			0.158 5*** (0.033 5)	0.158 6*** (0.034 4)
<i>FDI</i>			0.041 7* (0.023 4)	-0.056 9** (0.028 4)
<i>ID</i>			0.049 5 (0.056 0)	0.211 0** (0.079 9)
<i>IS</i>			-0.685 6*** (0.096 3)	-0.324 7** (0.128 1)
控制变量	未控制	未控制	控制	控制
常数项	12.267 7*** (0.099 1)	13.667 3*** (0.419 5)	14.950 0*** (0.613 3)	12.386 4*** (0.911 1)
省份固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	否	是	否	是
<i>N</i>	570	570	570	570
<i>R</i> ²	0.661 9	0.723 2	0.714 3	0.740 5

注:列(2)(4)为在列(1)(3)基础上加入时间固定效应的回归结果。

从现实来看,绿色税收政策的实施对于提高地区碳生产率还较为有限。一是因为当前相关税种的设置并不是优先考量其对于生态环境产生的“绿色”效应水平,主要目的还是为了增加财政收入规模、调控宏观经济、改善城市基础设施建设水平;二是因为在现行绿色税收体系中,环境保护税和资源税的占比相对较低,特别是环境保护税的收入占比不到2%;三是环境保护税收入与广义绿色税收总收入之间的差距正在不断扩大。

(四) 稳健性检验

为验证上述回归结果的有效性与可靠性,按如下四方面操作进行稳健性检验。一是直辖市作为省级行政单位中的特殊类型,其行政管理权限、政策试点优先级显著高于普通省份,因此直辖市在地方税收设计(如环保税税率区间)、环境规制执行(如排污权交易市场)等方面具有更强的自主权,在分析省级环境政策效应时,直辖市因其特殊的政治经济地位可能导致估计偏误。地区性差异的存在可能影响模型的可靠程度,因此在基准回归的基础上剔除北京、天津、上海和重庆四个直辖市的样本后再次进行回归分析。二是基准回归采用固定效应模型以控制省份不随时间变化的特征可能引发的遗漏变量问题,为检验结果对模型设定是否敏感,本文进一步采用随机效应模型进行估计。三是尽管基准模型已控制主要经济变量,仍需检验结论是否受到其他环境政策工具的潜在干扰。为此,新增各省份环境污染治理投资总额(*EPCI*)变量,该变量可能与企业减排行为直接相关,且与环保税政策存在协同性。四是采用人均碳生产率替代地区碳生产率进行回归,旨在消除人口规模的干扰,更聚焦于个体层面的生产与排放效率。

表5(1)列是在剔除直辖市样本后的回归结果,其核心结论与基准模型一致,进一步支持结论的可靠性;(2)列是在更换随机效应回归模型后的回归结果,绿色税收指数上升对于地区碳生产率的回归系数仍显著为正,印证了结论的稳健性;(3)列是在增加环境污染治理投资总额变量

后的回归结果,绿色税收指数上升对于地区碳生产率的影响仍保持在 1% 的显著性水平上正向显著;(4)列是人均碳生产率替代地区碳生产率后的回归结果,绿色税收指数的上升显著促进了人均碳生产率的提高,这一结果支持了绿色税收政策通过价格信号引导企业和居民低碳转型的理论预期。根据上述四种稳健性检验结果分析,表明该回归模型具有稳健性。

表 5 稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>GTI</i>	0.181*** (4.400)	0.199*** (5.120)	0.209*** (4.650)	1.334** (0.560)
<i>ET</i>	0.133*** (3.680)	0.165*** (5.210)	0.160*** (4.700)	-0.150 (0.230)
<i>FDI</i>	0.049* (2.030)	0.044 (1.900)	0.041 (1.720)	-0.162 (0.188)
<i>ID</i>	0.115 (1.950)	0.032 (0.670)	0.050 (0.890)	-0.124 (0.530)
<i>IS</i>	-0.442*** (-4.090)	-0.706*** (-7.480)	-0.677*** (-6.730)	-4.624*** (0.850)
<i>EPCI</i>			-0.008 (-0.290)	
常数项	13.44*** (19.380)	15.21*** (27.120)	14.94*** (24.290)	14.721** (6.017)
控制变量	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>	494	570	570	570
省份固定效应	是	否	是	是
时间固定效应	是	否	是	是
<i>R</i> ²	0.681 2	0.714 2	0.714 3	0.301 1

(五) 内生性检验

为控制潜在的内生性偏误,采用系统广义矩估计(SYS-GMM)与两阶段工具变量法(IV-2SLS)的双重校验策略,表 6(1)(2)列分别展示了两种方法下的参数估计值。经二阶序列自相关检验及 Hansen 过度识别约束检验,证实 SYS-GMM 模型设定的有效性。针对 IV-2SLS 法,选用绿色税收指数滞后一期作为工具变量,构成恰好识别条件,F 检验值为 44.032 3,大于经验值 10,拒绝弱工具变量假设。两种方法的参数估计结果验证了基准回归模型的强稳健性。

(六) 异质性分析

鉴于我国不同地理区域在自然资源、技术支撑及经济水平等方面呈现显著异质性,因此,不同地理区域在实施绿色税收政策时,其对碳生产率的影响可能存在差异性。为此,基于国家统计局地理区域划分标准,研究样本被划分为东部、中部与西部三大经济带,再进行区域异质性分析。根据表 7(1)(2)(3)列,可知回归系数东部>西部>中部,绿色税收对碳生产率的提高效应呈显著的梯度分化特征,这一空间差异映射出区域发展模式与政策承载能力的结构性矛盾。东部地区凭借服务业主导、清洁能源替代率高以及环境基础设施成熟的三重优势,实现了绿色税收政策向高碳生产率的有效传导;西部地区受制于传统化石能源依赖及环保配套滞后,但因处于环境库

兹涅茨曲线左侧低位阶段,政策规制产生的边际改善空间更大;中部地区则因重工业化锁定效应与能源结构刚性的双重约束,弱化了绿色税收的转型激励效能。这一梯度规律表明,环境政策的有效性深度依赖区域经济发展阶段的适配性。

为检验绿色税收政策对碳生产率的影响在不同强度区间内的异质性特征,依据绿色税收指数中位数将样本划分为高、低强度两组。理论上,环境政策效果常呈现非线性门槛特征,中位数分组可捕捉政策强度对企业行为的差异化激励,当强度突破阈值时,绿色税收压力可能倒逼企业通过绿色技术创新进而提升碳生产率;反之,低强度政策因规制力度不足,或仅增加企业成本却无法触发创新补偿效应,甚至引发减产或监管规避。表7(4)(5)列回归结果表明,高强度组的绿色税收指数系数为0.5079,在5%的显著性水平上显著为正,说明在环境政策强度较高时,企业更易将环境成本压力转化为清洁技术升级动力,进而提高单位碳排放的经济产出;而低强度组的系数为-0.2029,在5%的显著性水平上显著为负,反映低税收强度下企业倾向于采取被动减排策略,利用政策执行漏洞转移污染成本,最终拖累碳生产率。

表6 内生性检验结果

变量	(1)	(2)	变量	(1)	(2)
<i>L, CP</i>	0.876 0*** (0.067 6)		<i>AR</i> (1)	0.000	
<i>GTI</i>	0.562 0** (0.222 9)	0.233 0** (0.088 4)	<i>AR</i> (2)	0.844	
<i>ET</i>	-0.183 0** (0.080 9)	0.275 0*** (0.054 4)	Hansen test	1.000	
<i>FDI</i>	-0.077 0** (0.027 8)	0.165 0*** (0.047 5)	<i>N</i>	540	540
<i>ID</i>	-0.122 0** (0.051 5)	0.071 0** (0.033 9)	省份固定效应	是	是
<i>IS</i>	-0.069 0 (0.056 2)	-1.001 0*** (0.124 3)	时间固定效应	是	是
常数项	1.641 0 (1.015 3)	17.270 0*** (0.420 5)	<i>R</i> ²		0.597 8

表7 异质性分析结果

变量	(1) 东部	(2) 中部	(3) 西部	(4) 高强度	(5) 低强度
<i>GTI</i>	0.284 0*** (4.790 0)	0.069 0* (1.990 0)	0.246 0*** (4.540 0)	0.507 9** (0.223 1)	-0.202 9** (0.089 3)
常数项	17.900 0*** (17.600 0)	13.810 0*** (15.270 0)	15.070 0*** (19.060 0)	11.650 1** (4.629 9)	10.581 0*** (0.896 7)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>	209	171	190	285	285
省份固定效应	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
<i>R</i> ²	0.809 8	0.829 9	0.859 2	0.784 7	0.689 5

（七） 影响机制分析

为探究绿色税收对地区碳生产率的影响机制,本文在基准回归模型的基础上,针对其优化能源消费结构、促进绿色技术创新两条作用路径,进一步分析其影响机制。从表 8 的回归结果来看,绿色税收指数对能源消费结构的回归系数为0.445 6,对绿色技术创新的回归系数为0.826 5,二者均在 5%的水平上高度显著,表明绿色税收指数的上升能够在一定程度上改善能源消费结构、推动绿色技术创新活动开展。由此,假设 H₂、H₃ 得以验证。再进一步采用 Bootstrap(抽样 1 000次)和 Sobel 两种方法进行中介效应检验,Bootstrap 置信区间内未包含 0,Sobel 检验值均大于 10%水平下的经验值 1.65,说明绿色税收的开征确实能够通过优化能源消费结构和促进绿色技术创新两个传导机制提高地区碳生产率水平。

表 8 中介效应检验结果

变量	CP	ECS	TI
GTI	0.207 0** (0.084 5)	0.445 6** (0.186 9)	0.826 5** (0.227 7)
控制变量	控制	控制	控制
常数项	12.386 4*** (0.911 1)	0.968 4 (2.015 4)	4.955 2 (4.122 1)
N	570	570	570
省份固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
R ²	0.740 5	0.682 8	0.704 0

六、 结论与政策建议

（一） 结论

基准回归表明绿色税收体系的完善和政策实施对于地区碳生产率存在显著提高作用。对外开放程度提高、基础设施建设水平完善在一定程度上推动了地区碳生产率的提高,产业结构和外商直接投资抑制了地区碳生产率的提高。

异质性分析表明,在地理区域不同条件下开征绿色税收对于地区碳生产率的影响,在东、西、中部三个地区均有显著的提高作用,但影响程度呈东、西、中部地区依次递减。在绿色税收强度区间不同条件下,高强度组通过“创新补偿效应”激发技术创新活力,提高地区碳生产率;而低强度组易诱发企业短期化减排策略,加剧碳排放。

影响机制分析表明,绿色税收能够通过优化能源消费结构,鼓励绿色技术创新,进而推动产业绿色转型,提高地区碳生产率。

（二） 政策建议

1. 进一步完善绿色税收体系

首先,确立环境保护税的核心地位,根据企业排污量、污染物种类和危害程度设定税率,确保税收与污染程度成正比,并将税收收入专项用于环境保护和污染治理,提高资金使用效率。同

时,完善资源税和车船税等辅助税种,形成多税种协同效应,全方位约束高污染、高排放行为。其次,因地制宜制定绿色税收标准,针对地区差异,在东部地区实施更严格的标准,在中西部地区则根据实际情况制定相对宽松的标准,并逐步引导绿色低碳转型。加强区域间税收合作,建立信息共享平台,优化税收监管机制,共同打击税收违法行为。最后,结合消费税改革的最新动向,通过建立化石能源产品消费税税率的定期调整机制,将塑料制品、化学农药和一次性饮料包装物等难以降解的消费品一并纳入消费税征收范围,适时审慎开征碳税,推动碳生产率的提高。

2. 强化绿色税收的引导功能

首先,通过调整税收征缴力度,对高污染、高排放行为实施更高的税率,以提高其经济成本;同时,为清洁能源的研发和应用提供税收减免和激励,优化能源消费结构。其次,实施税收优惠政策以激发企业的绿色技术创新活力,包括对研发绿色产品和技术的企业给予税收减免、加速折旧等优惠,以及对采用先进环保技术实现节能减排的企业给予税收奖励。这些措施旨在降低企业的创新成本,增强其市场竞争力,并推动社会整体的绿色转型。此外,政府应加强与企业、高校和科研机构的合作,共同促进绿色技术创新的发展和运用,确保税收政策在促进环境保护和可持续发展方面的有效性。

3. 增强绿色税收宏观调控能力

首先,依据环境损害成本核算优化污染税梯度征收方案,对碳生产率低于行业基准值的排污主体实施超限额累进税率,同步给予节能减排技改投资所得税加计扣除激励。这有助于形成“污染付费-清洁受益”的价格信号传导机制。其次,在市场规制维度,推行污染企业排污许可总量控制与绿色企业环保认证豁免制度,引导生产要素向环境合规主体集聚。最后,推动设立省级绿色产业引导基金,配合开发环境成本内部化的金融衍生工具,包括环境责任保险(EPL)、碳排放权期货等风险对冲产品。

4. 加强绿色税收部门协同联动

首先,政府应建立全面的绿色税收监管体系,加强税务、生态环境、市场监督管理等多部门的协同联动,保障绿色税收征管高效运行,确保绿色税收政策的公平性和有效性。其次,建立绿色税收政策效果评价机制,包括绿色税收收入、环境改善程度和产业发展等方面,定期进行效果评估,及时调整和优化政策。最后,建立绿色税收信息公开平台,及时公布绿色税收的相关政策法规、绿色税收优惠政策以及企业环保行为等信息,提高绿色税收政策的透明度,有助于增强公众对政策的理解和信任。

参考文献

- [1] KAYA Y, YOKOBORI K. Environment, Energy and Economy: Strategies for Sustainability[J]. Tokyo: United Nations University Press, 1997.
- [2] 何建坤,苏明山. 应对全球气候变化下的碳生产率分析[J]. 中国软科学, 2009(10): 42-47.
- [3] 潘家华,张丽峰. 我国碳生产率区域差异性研究[J]. 中国工业经济, 2011(5): 47-57.
- [4] 光峰涛,李琳,洪水峰. 中国碳生产率动态演进规律与驱动因素研究[J]. 软科学, 2023, 37(12): 49-56.
- [5] 梁圣蓉,罗良文. 技术创新对碳生产率影响的空间效应:基于产业结构和对外开放视角[J]. 广西社会科学, 2022(4): 16-27.
- [6] 任晓松,孙莎. 数字经济对中国城市工业碳生产率的赋能效应[J]. 资源科学, 2022, 44(12): 2399-2414.

- [7] WANG Q, CHIU Y H, CHIU C R. Non-radial metafrontier approach to identify carbon emission performance and intensity[J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2017.
- [8] 王韶华, 于维洋, 张伟. 我国能源结构对低碳经济的作用关系及作用机理探讨[J]. *中国科技论坛*, 2015(1): 119 - 124.
- [9] PORTER M E. America's Green Strategy[J]. *Scientific American*, 1991(4): 168.
- [10] 金鑫. 环境规制、绿色技术创新与碳生产率[J]. *西北民族大学学报(哲学社会科学版)*, 2024(1): 172 - 188.
- [11] PIGOU A C. *The Economics of Welfare*[M]. New York: The Macmillan Co., 1944.
- [12] 贾康, 王桂娟. 改进完善我国环境税制的探讨[J]. *税务研究*, 2000(9): 43 - 48.
- [13] MARRON D B, TODER E J. Tax Policy Issues in Designing a Carbon Tax[J]. *American Economic Review*, 2014, 104(5): 563 - 68.
- [14] KOSSOY A, OPPERMANN K, PLATONOVA-OQUAB A, et al. State and Trends of Carbon Pricing 2014 [J]. *World Bank Other Operational Studies*, 2014.
- [15] 徐晓燕. 构建我国绿色税收体系[J]. *税务研究*, 2005(9): 23 - 25.
- [16] 刘丹, 万依云, 王培. 绿色税收助力绿色发展的现状及对策研究[J]. *国际商务财会*, 2023(20): 74 - 79.
- [17] 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.
- [18] 刘纬纬. 我国绿色税收体系探析[J]. *市场瞭望*, 2024(6): 83 - 85.
- [19] 管治华, 李子栋. 环境保护税能兼顾减少碳排放和促进经济可持续发展吗? [J]. *兰州财经大学学报*, 2024, 40(4): 84 - 94.
- [20] 许文. 我国绿色税制的改革进展、趋势与方向[J]. *财政科学*, 2023(1): 26 - 34.
- [21] 刘虎. 完善我国绿色税制研究[J]. *税务研究*, 2024(4): 48 - 56.
- [22] 刘頔. 我国绿色税收体系与国际经验借鉴[J]. *环境保护*, 2024, 52(Z1): 59 - 62.
- [23] 毛夏鸾, 张晓阳, 朱淑珍. 试论我国绿色税收体系的构建[J]. *税务研究*, 2008(3): 26 - 28.
- [24] 田淑英, 徐杰芳. “双重红利”下地方绿色税收体系的优化[J]. *河北大学学报(哲学社会科学版)*, 2017, 42(4): 103 - 110.
- [25] 王心怡. 完善中国绿色税收政策的思考[J]. *金融经济*, 2020(6): 87 - 90.
- [26] NAKATA T, LAMONT A. Analysis of the impacts of carbon taxes on energy systems in Japan [J]. *Energy Policy*, 2001, 29(2): 159 - 166.
- [27] 邓力平, 陈斌. “碳达峰、碳中和”目标与绿色税收体系构建[J]. *税收经济研究*, 2022, 27(1): 1 - 7.
- [28] 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, 86(NOV.): 674 - 683.
- [29] 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.
- [30] 田时中, 童梦梦. 长三角绿色低碳循环发展的创新驱动机理及效应识别[J]. *长江流域资源与环境*, 2024, 33(2): 254 - 270.
- [31] 刘磊, 周阳. 中国绿色税收的双重红利效应研究[J]. *海南大学学报(人文社会科学版)*, 2024, 42(6): 34 - 44.
- [32] 周迪, 罗东权. 绿色税收视角下产业结构变迁对中国碳排放的影响[J]. *资源科学*, 2021, 43(4): 693 - 709.
- [33] 姚鹏, 梁琼云, 刘刚. 税制绿化度与制造业企业碳生产率[J]. *中南财经政法大学学报*, 2023(6): 132 - 145.
- [34] 陈东景, 刘坤. 异质型环境规制对全要素碳生产率的影响研究[J]. *林业经济*, 2022, 44(6): 35 - 49.
- [35] 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, 51(20): 61 - 66.
- [36] 刘宇, 周梅芳. 煤炭资源税改革对中国的经济影响: 基于 CGE 模型的测算[J]. *宏观经济研究*, 2015(2): 8.
- [37] PORTER M E, LINDE C V D. Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9(4): 97 - 118.
- [38] 邵帅, 张曦, 赵兴荣. 中国制造业碳排放的经验分解与达峰路径: 广义迪氏指数分解和动态情景分析[J]. *中国工业经济*, 2017(3): 20.

- [39] 杨翔,李小平,周大川. 中国制造业碳生产率的差异与收敛性研究[J]. 数量经济技术经济研究,2015,32(12):18.
- [40] 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.
- [41] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济,2022(5):100-120.

An Empirical Study on the Impact of Green Taxes on Regional Carbon Productivity

OUYANG Huasheng, PAN Cheng

(School of Economics, Nanjing Audit University, Nanjing, Jiangsu, 211815, China)

Abstract: In order to meet the carbon peaking and carbon neutrality goals, this study reviews the history of China's green taxes, offering suggestions for a green tax system, and analyzing the effect of green taxes on regional carbon productivity. The researchers employ the panel data of 30 provinces in China from 2003 to 2021, to conduct an empirical analysis by using a Two-Way Fixed Effects Model. The results show that: establishment and improvement of the green taxes can enhance regional carbon productivity. This finding remains robust after excluding data of municipality directly under the Central Government, introducing more control variables, replacing the dependent variable, and changing the regression model. Green taxes indirectly improve regional carbon productivity by optimizing the energy consumption structure and promoting green technology innovation. The effect of green taxes on regional carbon productivity varies significantly across different regions and intensity intervals, with the most pronounced effect in the eastern region, followed by the western region, and the weakest in the central region.

Key words: green taxes; carbon productivity; energy consumption structure; green technology innovation

〔责任编辑:陈济平〕