

环境规制与绿色经济效率——基于“三种假说”的视角研究

李刚, 任瑞

(安徽财经大学 经济学院, 安徽 蚌埠 233030)

[摘要]在“双碳”战略持续推进的背景下,构建环境治理与低碳发展的协同机制已成为新时代经济高质量发展的内在要求。文章基于2010—2022年中国270个地级市的面板数据,探讨环境规制与绿色经济效率二者间的内在机理,利用熵值法与非期望SBM超效率模型测算相关指标,并运用空间杜宾模型考察环境规制对绿色经济效率的影响。研究发现:首先,环境规制总体上促进了本地绿色经济效率,但对周边城市产生了抑制效应,且通过替换空间矩阵等一系列稳健性检验后,上述结论仍成立。其次,区域异质性分析表明,在一般城市和发达城市,环境规制对本地绿色经济效率的促进作用明显,但对周边城市则展现出负外部性。在欠发达城市,环境规制显著提升了本地及周边城市的绿色经济效率。最后,从调节效应来看,环境成本弱化了环境规制对绿色经济效率的促进作用。

[关键词]环境规制;绿色经济效率;遵循成本说;创新补偿说;不确定说

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2025.02.005

[中图分类号]F061.5

[文献标识码]A

[文章编号]1673-9477(2025)02-0041-09

党的二十大报告强调践行“两山”理念,在“双碳”目标下,我国积极构建绿色转型新发展格局,推动绿色低碳发展。王斌会等(2022)^[1]提出以往粗放经济增长模式带来资源浪费与环境污染,严重制约可持续发展。传统牺牲环境的经济增长模式难以为继,如何在“双碳”目标引领下提升绿色经济效率,实现经济与环境协调发展,已成为国家重大战略问题。新时代中国特色社会主义发展模式要求妥善处理经济发展与生态保护关系。王维国等(2024)^[2]认为仅靠技术创新和产业结构优化,不足以根本改善环境。因此,政府层面制定环境规制政策极为关键。2018年《中华人民共和国环境保护税法》施行,以费改税抑制高污染企业排放,这一系列政策和措施凸显了环境规制的积极作用。不过,环境规制对绿色经济效率的影响因地区和发展阶段不同而差异明显。政府怎样平衡环境规制与经济发展、企业如何契合“双碳”要求等问题亟待解决。深入研究两者关系及其内在作用机制意义重大。理论上,环境规制可通过激励技术创新、优化产业结构、合理配置资源等提升绿色经济效率。实践中,明确政策工具到企业行为再到环境绩效的传导路径,对实现经济、社会、生态协同发展和构建可持续发展新格局有着重要的理论价值与实践意义。

一、文献综述

目前学术界关于环境规制与绿色经济效率二者间的作用机制仍未得出统一结论,笔者在对相关文献的梳理中发现,学者们对两者间关系的研究结果大体上分为三类:遵循成本说、创新补偿说与不确定说。

从遵循成本说视角来看,Chinfrakam(2008)^[3]认为国家使用规制手段进行环境治理会使企业成本被迫增加,而企业为了维持利润率会将增加的成本以提升价格的形式转移给消费者,但这仍会挤压企业的利润空间,阻碍企业提高生产率,更有企业会因此退出市场。最终不但未达到治理环境的目的,还不利于绿色经济发展。黄庆华等(2018)^[4]和沈坤荣等(2020)^[5]从实证角度进行验证,利用国内数据证实了环境规制对我国贸易竞争会产生成本效应,会增加运营成本,若此时企业为了保持原有利润扩大生产规模,则会增加污染排放,这不仅不利于经济发展,还会导致企业国际竞争力的下降。牛欢等(2021)^[6]和白洁等(2019)^[7]通过构建广义与狭义两种绿色税收指标,发现绿色税收对经济增长的数量和质量均产生不利影响,且存在显著的城市异质性。这种异质性主要源于各城市环境标准的差异,

[投稿日期]2024-09-19

[基金项目]安徽高校科学研究重点项目(编号:2022AH050550)

[作者简介]李刚(1971—),男,安徽太和人,博士,教授,研究方向:区域经济。

而地方政府间的竞争进一步引发了环境规制的“逐低竞争”现象,导致环境质量恶化。因此,Xiang等(2022)^[8]认为当前的环境规制非但难以助力绿色发展,反而会因增加企业支出成本加重负担,降低绿色经济效率。

从创新补偿说视角来看,Peuckert(2014)^[9]与王茂斌等(2024)^[10]认为环境规制具有滞后效应:初期环境规制确实会抑制生产率,但随着政策实施,企业会通过技术创新提高生产效率,从而弥补因环境规制增加的污染控制投资。他们通过引入环境规制的滞后变量,验证了波特假说的动态效应。关海玲等(2020)^[11]通过建立空间杜宾模型探究城市间GTFP的空间溢出效应,结果发现技术进步的空间溢出效应尤为明显,因此他们认为技术进步才是区域间绿色经济效率提升的关键,而合理使用环境规制能提高企业绿色技术创新水平,降低环境治理成本增加带来的压力。一般来说短期内环境规制会对绿色经济效率存在抑制作用,但长期时影响效果会发生变化。周沂等(2021)^[12]指出,环境规制的技术补偿效应具有时间效应:短期可能造成企业亏损,但长期通过技术创新可实现收益反超,最终达成环境治理与绿色经济效率提升的双重目标,形成经济与环境的协同发展格局。徐红等(2020)^[13]将环境规制与其他因素结合探究其对绿色经济效率的影响。沈坤荣等(2017)^[14]利用GMM模型证实环境规制本身有利于绿色经济效率提高,但地方政府竞争的出现会造成“政策洼地”现象。郑威等(2021)^[15]探究环境规制与财政分权的共同作用,发现财政分权本身对绿色经济效率的作用并不显著,但两者结合则存在明显的促进效应。

从不确定说视角来看,李平等(2013)^[16]则认为环境规制与绿色经济效率间关系并非简单的线性关系,而是根据环境规制的强度产生不同影响。靳亚阁等(2016)^[17]认为两者间存在倒“N”型曲线关系。蔡乌赶等(2017)^[18]对三种环境规制工具进行研究发现它们对绿色经济效率的影响各不相同:命令控制型规制通过强制标准短期内可能增加企业成本、抑制生产效率,但长期可倒逼技术升级;市场激励型规制(如碳交易、排污税)利用经济信号引导企业优化资源配置,促进绿色技术创新,效率提升效果更加显著;自愿参与型规制依赖企业主动性,虽能通过绿色品牌和协同效应提升部分企业的效率,但易受“搭便车”或“漂绿”行为影响,整体效果不稳定,因此具体实施环境规制时应选择最优组会才能使效果达到最大,进而实现环境改善与经济效率提高共同完成

的目标。

综上分析,现有文献对于环境规制与绿色经济效率已有一定研究,但多数研究仅从“单个假说”的视角进行分析,鲜有学者进行综合探讨,而且,环境规制与绿色经济二者之间的关系是深层次、全方位的。鉴于此,第一,本文以“遵循成本、创新补偿和不确定”三个假说为切入点,通过固定效用模型和空间杜宾模型检验,力图寻找环境规制与绿色经济效率二者之间的作用机制,打破“理论黑箱”的研究边界,丰富环境规制在绿色经济效率领域内如何产生作用的研究内容。第二,阐述环境规制与绿色经济效率之间的影响机理,从环境成本、技术创新角度探究环境规制提升绿色经济效率的作用机制,为推动我国经济绿色转型提供有益探索和启发。

二、理论分析与研究假说

(一)基于“遵循成本说”的机制分析

环境污染具有典型的负外部性,需有效的环境监管措施约束企业生产与经济活动。政府实施环境规制政策,虽提升环保标准,但也不可避免地增加了企业的运营成本,产生资金挤出效应。一方面,环境规制使污染有经济物品属性,企业为达标,导致成本增加、收益减少。企业成本体现在三个方面:一是排污费,政府提高征收标准,企业排放等量污染物费用大增,压缩利润空间;二是污染物治理成本,企业为降排污费,需更新设备、技术以减排,购置新设备、技术升级及后续维护费用成为额外成本;三是预防成本,涵盖员工环保培训、生产监督的人力支出,这些都是企业为合规而承担的额外负担,显著加重了生产运营压力。另一方面,环境规制主要针对重污染、效益差的企业。这类企业面对更严的环境标准,生产压力剧增。因其生产中出现污染物的情况难以避免,需投入大量资金治理,这进一步削弱了其盈利能力与市场竞争力,给可持续发展带来不利影响。此外,企业资金有限时,政府强制其污染治理投资,会挤占技术创新或生产性投资资金。这不仅阻碍了技术进步,减少潜在利润,还会使企业在面对良好投资机会时,因资金短缺错失发展机遇。技术创新与投资机会是企业长期发展动力,资金挤出效应削弱这一动力,对企业可持续发展及经济整体发展产生负面影响。

H1:环境规制政策通过遵循成本说对绿色经济效率产生阻碍作用。

(二) 基于“波特假说”的机制分析

该假说认为,当政府加强环境规制的执行力度时,短期内企业确实可能面临治理成本的增加、生产活动受到限制,从而导致利润空间的萎缩,产生所谓的“倒退效应”。然而,从长远来看,有效的环境规制能够激励企业进行技术创新,进而显著减少因应对环境规制而产生的治理成本。此外,随着生产设备的升级和技术的进步,企业的生产效率也将得到提升,最终增加企业的收益并提高其市场竞争地位。

在市场竞争愈发激烈的环境中,企业若想稳固其市场地位并取得竞争优势,势必需要引入清洁技术来改进自身的生产工艺。与此同时,采用先进的污染治理设备能够有效降低生产过程中造成的污染,从而抵消增加的环境治理成本,最终形成经济发展的良性循环。具体而言,技术创新可通过两方面提升绿色经济的效率:一是生产工艺创新补偿,二是产品创新补偿。生产工艺创新补偿是指生产者采用新方法将污染物转化为可再利用的生产要素,这不仅有助于减少环境治理成本,还能提升资源利用效率与企业利润率,从而构建良好的经济效益链。产品创新补偿是指基于现有产品通过技术创新对其进行改良和升级,生产出高质量的环保无害新产品。这类新产品通常能缩短生产周期、优化生产流程、减少资源消耗,从而降低整体成本,形成独特的竞争优势,增强企业在市场中的竞争力,有助于市场份额的扩大和生产效益的提高。此外,政府在实施环境规制政策的过程中,通常会对一些特定产业给予一定的支持与倾斜,进一步推动企业的改进与创新。因此,环境规制不仅能够促使企业积极进行技术创新,以提高生产效率,还能够改善环境,最终实现企业利益和环境保护的双赢局面。

H2:环境规制政策通过“波特假说”对绿色经济效率产生正向促进作用。

(三) 基于“污染光环”和“污染避难所”的机制分析

“污染光环”与“污染避难所”理论从外商直接投资视角探讨被投资国绿色经济效率变化,二者观点对立。“污染光环”理论指出,外资企业进入本国,会带来先进生产技术与管理经验,知识和技术的溢出效应,使被投资国能学习模仿,从而提升技术水平与落实绿色管理理念,利于绿色经济效率提升与环境保护。而在本国环境规制下,高绿色技术水平的外资企业环境成本低,加剧本国企业竞争,促使后者加大绿色技术创新研发投入,间接改善环境。与之

相反,“污染避难所”理论揭示了环境规制差异引发的产业转移机制:跨国资本倾向于将高污染产业转移至环境规制标准较低的国家或地区,通过规避本国严苛的环保标准实现利润最大化。虽短期内可能刺激地区经济增长,却导致被投资国生态环境持续承压,形成经济增长与生态效率提升的解耦困境。该现象在发展中国家尤为突出,为吸引外资,政府往往陷入环境规制“逐低竞争”,沦为发达国家“污染避难所”。尤其中国某些地方政府在以经济增长为导向的政绩考核体系驱动下,通过设置差异化环境执法强度,诱使污染密集型产业向环境监管薄弱地区迁移,影响资源配置效率,严重制约区域可持续发展能力提升。

有关资本引入对绿色经济效率影响的研究,将创新溢出效应分为生态型和生产型。经济发展初期,环境规制弱,吸引高污染企业,生产型创新溢出效应为主导,不利于绿色经济效率提高;随着环境恶化与经济发展,霍伟东等(2019)^[19]建议政府加强环境规制,激励企业采用清洁技术与高效管理体系,在高环境准入标准下,生态型创新溢出效应占主导,从而促进绿色经济效率提高。

H3:环境规制政策通过“污染光环”与“污染避难所”共同对绿色经济效率产生影响且具有不确定性。

三、研究设计

(一) 变量选取

1. 被解释变量

绿色经济效率(GEE)作为被解释变量,主要反映了在考虑环境情况下的经济发展状况。利用非期望产出的超效率SBM模型测算绿色经济效率,选取的数据包括能源要素投入、劳动要素投入、资本要素投入、期望产出与非期望产出五个指标。(1)能源要素投入:选取全社会用电总量作为能源要素投入的替代指标。(2)劳动要素投入:劳动要素投入包括质量与数量两个方面,其中劳动力质量尚未有统计数据对此进行表征。因此仅对劳动力数量进行考察,选择各城市年末从业人口进行表征。(3)资本要素投入:由于资本投入不应进行简单的流量比较,还存在多年积累的存量比较,不仅与当年的固定资产投资有关,还受上年资本存量的影响,因此用资本存量表示资本投入。(4)期望产出:选取代表城市经济水平的城市生产总值(GDP)作为期望产出水平。(5)非期望产出:选取工业废水排放量与工

业二氧化硫排放量综合表示非期望产出水平,具体见表1。

表1 绿色经济效率全要素生产率测算相关指标

项目名称	指标名称	具体内容	单位
投入指标	能源要素投入	全社会用电量	亿千瓦时
	劳动要素投入	年末就业人数	万人
	资本要素投入	资本存量	亿元
产出指标	期望产出	GDP	亿元
	非期望产出	工业废水排放量	万吨
		工业二氧化硫排放量	吨

2. 解释变量

环境规制强度(ER)为核心解释变量,环境规制是地方政府治理环境污染的重要手段,关于环境规制的衡量方式,学术界观点尚不统一。基于指标数据的可得性与完整性,并参考宋德勇等(2022)^[20]的研究,选择工业二氧化硫排放量和工业废水排放量之和同城市工业总产值增加值的两倍之比表示环境规制水平,环境规制程度=(工业二氧化硫排放量+工业废水排放量)/(工业生产总产值增加值*2),数值越大,表明当地环境规制水平就越高。

3. 控制变量

(1)经济发展水平($PGDP$):根据环境库兹涅茨曲线可知,环境污染与经济发展密不可分,经济发展水平越高的城市其污染物产生就相对越少,绿色经济效率也越高。若经济发展水平较低,则相反。因此,采用邓晓兰等(2014)^[21]的方法用人均GDP对经济发展水平进行表征。(2)产业结构优化($ESTR$):产业结构优化包括产业结构合理化和产业结构高级化两部分。选取产业结构高级化作为控制变量,检验其对绿色经济效率的影响,采用李博等(2022)^[22]第三产业增加值与第二产业增加值之比进行表征。(3)外商直接投资(FDI):“污染天堂”假说表明污染企业往往会建立在环境标准较低的国家,最终导致环境污染加剧,同时外商直接投资带来的技术溢出效应会缓解环境污染,因此外商直接投资与绿色经济效率间的关系具有不可预见性,将其作为控制变量探究两者间的关系,借鉴冯严超等(2021)^[23]的研究采用 FDI 与国内生产总值(GDP)之比进行表征。(4)教育水平(EDU):教育不仅能够提高人们的环保意识,同时也是技术进步的重要源泉,对绿色经济效率的提高有重要作用,采用卞元超等(2019)^[24]的做法,利用国家财政在教育的支出与国内生产总值(GDP)之比进行表征。

(二)模型构建

考虑到环境规制存在空间效应,因此使用空间

杜宾模型探究环境规制对绿色经济效率的影响,分析环境规制对绿色经济效率的直接效应、溢出效应及总效应。建立模型如下。

$$\ln GEE_{it} = \gamma_0 + \rho \sum_{j=1}^N W_{ij} GEE_{it} + \gamma_1 LnER_{it} + \sigma_1 \sum_{j=1}^N W_{ij} ER_{it} + \gamma_2 (LnER_{it})^2 + \sigma_2 \sum_{j=1}^N W_{ij} (LnER_{it})^2 + \gamma_j X_{ij} + \sigma_i \sum_{j=1}^N W_{ij} X_{ij} + u_i + v_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

上式(1)中, GEE_{it} 为上文绿色经济效率水平; ER_{it} 为环境规制水平; W 为空间权重矩阵,分别将邻接空间矩阵 W_1 、经济距离矩阵 W_2 分别代入空间计量模型中; ρ 为空间自回归系数; X 为控制变量; u_i 、 v_i 分别为控制个体和时间固定效应。

(三)数据来源

本文选取2010—2022年我国270个地级市作为研究样本,探讨环境规制对绿色经济效率的影响。样本城市的选取依据以下标准:一是数据的完整性与可获得性,确保各城市在研究期内的关键指标具备较高的数据覆盖率;二是研究的代表性,覆盖我国不同区域、不同经济发展水平的城市,以增强结论的普适性与参考价值。研究数据主要来源于《中国城市统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国环境统计年报》及各省统计年鉴等权威统计资料。对于部分缺失数据,采用内插法进行补充,以保证样本的完整性和数据的连续性。在数据预处理过程中,剔除了部分异常值和极端值,确保数据质量及研究结果的科学性和可靠性。此外,为进一步验证模型的稳健性,本文对关键变量进行了标准化处理,以消除量纲差异的影响。描述性统计结果见表2。

表2 样本描述性统计

变量名	平均数	标准差	最小值	最大值
GEE	0.541	0.280	0.181	1.47
ER	0.173	0.090	0.014	0.621
$PGDP$	7.467	4.245	0.907	20.895
$ESTR$	1.015	0.500	0.313	9.133
FDI	0.030	0.232	0.002	0.189
EDU	0.031	0.197	0.011	0.205

四、实证结果与分析

(一)基于全局Moran's I指数的空间自相关关系

全局Moran's I指数主要用于检验某一城市与相邻城市间的空间相关关系,取值范围在-1到1之

间,其绝对值越接近于 1 则表明相关性越强。将采用邻接空间矩阵 W_1 与经济距离矩阵 W_2 对城市绿色经济效率进行空间自相关检验,全局 Moran's I 指数结果如表 3 所示。结果显示 270 个城市的绿色经济效率全局 Moran's I 指数多数为正且大部分通过至少 10% 的显著性水平,少数全局 Moran's I 指数显示为负但未通过显著性检验,表明城市间绿色经济效率存在一定的正空间相关性,因此使用空间杜宾模型进行进一步分析。

表 3 绿色经济效率不同空间矩阵下的 Moran's I 值

年份	绿色经济效率	
	W_1	W_2
2010	0.114**	0.021**
2011	0.015*	0.037*
2012	0.023	0.003**
2013	0.029	0.011**
2014	0.074**	0.012**
2015	0.119***	0.016**
2016	0.043**	0.014**
2017	0.024**	0.003*
2018	0.008**	0.006*
2019	0.045***	0.044*
2020	0.065***	0.051*
2021	0.078**	-0.015
2022	0.010***	0.004*

注:***、**、* 分别表示变量在 1%、5%、10% 的水平上显著。

(二) 基于空间杜宾模型的空间效应分析

为探究环境规制对绿色经济效率的影响,在邻接空间矩阵 W_1 与经济距离矩阵 W_2 下使用空间杜宾模型,同时对其进行固定效应模型分析,具体回归结果如表 4 所示。首先,由空间杜宾模型的回归结果可知,在不同矩阵下环境规制都对绿色经济效率存在正向影响,其中在邻接空间矩阵 W_1 与经济距离矩阵 W_2 下均通过 5% 的显著性检验,表明环境规制有利于绿色经济效率的提高,适度的环境规制能够提高企业进行绿色技术创新的积极性,迎合市场对绿色产品的需求,同时环境标准的提高能够减少高污染企业的数量,有利于改善资源配置并实现绿色经济效率的提升。其次,从溢出效应来看,回归结果显示环境规制对绿色经济效率的空间系数为负且均通过 10% 的显著性检验,表明城市存在一定的污染转移现象,即高污染企业所在城市的环境规制程度加大使得其可能选择向周边环境规制程度较小的城市转移。部分城市由于不具有地理优势、资源优势等

原因使得其经济发展较为缓慢,因此为了吸引外商投资会降低环境规制标准进行“逐底竞争”,从而会吸引为了躲避高额治理排污费用的高污染企业进入。但该污染转移现象不具有普遍性,可能存在一定的区域差异性,下文将进行异质性分析。

表 4 空间杜宾回归结果

变量	固定效应模型	空间杜宾模型	
		W_1	W_2
<i>ER</i>	0.322* (1.66)	0.242** (2.06)	0.245** (1.64)
<i>PGDP</i>	0.147*** (2.95)	0.016** (2.37)	0.018*** (2.95)
<i>ESTR</i>	0.200** (3.16)	0.043** (2.28)	0.056*** (2.94)
<i>FDI</i>	-0.018 (-0.59)	-0.822* (-1.91)	-0.396 (-0.79)
<i>EDU</i>	0.584* (1.13)	1.835* (2.51)	1.422** (2.12)
<i>W ER</i>		-0.349* (-1.19)	-1.200* (-2.23)
<i>W PGDP</i>		-0.018*** (-2.19)	-0.005 (-0.05)
<i>W ESTR</i>		-0.138*** (-3.27)	-0.273** (-1.97)
<i>W FDI</i>		-1.490 (-1.53)	-0.150* (-1.05)
<i>W EDU</i>		1.882* (1.65)	1.962* (2.70)
<i>Sigma²e</i>		0.026***	0.025***

注:***、**、* 分别表示变量在 1%、5%、10% 的水平上显著。

从控制变量角度,各因素对绿色经济效率影响如下:经济发展在固定效应模型和不同空间矩阵的空间杜宾模型中,对本城市绿色经济效率的作用系数为正,邻接空间矩阵下通过 1% 显著性检验,经济距离矩阵下通过 5% 显著性检验,表明发展经济能减轻污染、保障经济持续性。对邻近城市,邻接空间矩阵下系数为正且通过 1% 显著性检验,经济距离矩阵下系数为负但不显著,可能因为发达城市环境标准和门槛高,吸引高水平要素流入,所以低水平要素流向周边,拉低周边绿色经济效率;产业结构优化对本地及周边城市绿色经济效率有两面性,第二产业减少降低污染提升环境质量,第三产业发展刺激消费促进经济,两者合力提升绿色经济效率,但第三产业快速发展易引发与周边城市资源竞争,经济水平相似城市更易恶性竞争,从而抑制周边绿色经济效率提升;外商直接投资不利于本地及周边城市提升绿

色经济效率,显著性弱,研究期内外商多投资化工产业,虽有资本流入,但污染物排放增加严重,“污染光环”效应小于“污染避难所”问题,负面影响辐射周边;教育水平通过10%显著性检验,该要素提升利于本地及周边城市提高绿色经济效率,人才教育水平提升推动科技发展、技术创新及加速绿色产品更新。

(三) 稳健性检验

稳健性检验选择空间权重替换法进行:使用地理距离矩阵 W_3 替换上文中的邻接空间矩阵 W_1 与经济距离矩阵 W_2 。再次使用空间杜宾模型进行回归,回归结果如表5所示。结果显示,使用地理距离矩阵 W_3 替换后的核心解释变量表现与前文结论一致,控制变量与前文大部分相同,因此认为结论具有一定的稳健性。

表5 稳健性检验回归结果

变量	固定效应模型	空间杜宾模型(W_3)
<i>ER</i>	0.322* (1.66)	0.197** (2.32)
<i>PGDP</i>	0.147*** (2.95)	0.017*** (3.36)
<i>ESTR</i>	0.200*** (3.16)	0.052*** (2.71)
<i>FDI</i>	-0.018 (-0.59)	-0.252** (-2.50)
<i>EDU</i>	0.584* (1.13)	1.37** (2.16)
<i>WER</i>		-1.868** (-2.31)
<i>WPGDP</i>		0.015 (1.02)
<i>WESTR</i>		-0.563*** (-3.10)
<i>WFDI</i>		-4.409 (-1.14)
<i>WEDU</i>		6.932** (1.96)
<i>Sigma²_e</i>		0.025***

注:***、**、*分别表示变量在1%、5%、10%的水平上显著。

为研究环境规制对本地及周边城市绿色经济效率的影响,将空间效应分解为直接、溢出及总效应。如表6所示,从直接效应看,环境规制在5%水平下显著为正,系数在邻接与经济距离矩阵下均为0.242,即加大规制强度利于本地绿色经济效率提升。间接效应方面,系数在两种矩阵下分别为-0.36与-1.446,且均通过5%显著性检验,表明某城市加

强环境规制会抑制周边城市绿色经济效率,溢出效应明显且大于直接效应。控制变量分析显示,经济发展与产业结构优化直接效应为正、间接效应为负,经济发展作用显著;外商直接投资效应为负,间接效应为正,验证假设3。在邻接空间矩阵下,教育水平直接与间接效应均为正且显著;经济距离矩阵下,间接效应在5%水平下显著为负、直接效应为正但不显著,长远看,教育水平提升能显著提升本地与周边城市绿色经济效率。

表6 空间杜宾回归的直接效应、间接效应和总效应

效应	变量	邻接空间矩阵 W_1	经济距离矩阵 W_2
LR_Direct	<i>ER</i>	0.242* (1.59)	0.242** (2.56)
	<i>PGDP</i>	0.016** (2.40)	0.018*** (3.02)
	<i>ESTR</i>	0.042** (2.35)	0.056*** (3.07)
	<i>FDI</i>	-0.787 (-1.53)	-0.396 (-0.81)
	<i>EDU</i>	0.797*** (2.60)	-1.412** (-2.18)
LR_Indirect	<i>ER</i>	-0.360** (-2.08)	-1.446** (-2.13)
	<i>PGDP</i>	-0.018** (-2.19)	0.004 (0.28)
	<i>ESTR</i>	-0.144*** (-3.12)	-0.317* (-1.89)
	<i>FDI</i>	1.509 (1.47)	0.422 (0.13)
	<i>EDU</i>	0.790** (1.55)	1.886 (0.58)
LR_Total	<i>ER</i>	-0.118*** (-1.31)	-1.204* (-1.92)
	<i>PGDP</i>	-0.002** (-1.41)	0.021* (1.84)
	<i>ESTR</i>	-0.102* (-0.52)	-0.260 (-1.55)
	<i>FDI</i>	-0.721* (-1.15)	0.818 (0.25)
	<i>EDU</i>	1.587** (2.62)	0.473 (0.15)

注:***、**、*分别表示变量在1%、5%、10%的水平上显著。

五、机制分析

若 x 变量与 y 变量的关系受到 z 变量的影响,则称之为调节效应,设定模型如下。

$$y = \theta_1 x + \theta_2 z + \theta_3 x * z + \epsilon \quad (2)$$

式(2)中, θ_3 为调节效应大小。若 θ_3 显著且为正则说明调节效应强化主效应,若 θ_3 显著且为负则说明调节效应弱化主效应,若 θ_3 不显著则不存在调节效应。 x 、 y 分别为上文环境规制强度与绿色经济效率的测度结果,为验证假设,将选择环境成本(EC)与技术创新水平(PG)作为调节变量 z 。

(一) 基于环境成本的调节效应检验

由于环境规制强度越高,市场中排污、用能等交易费用越高,因此选择使用碳交易、用能交易、排污交易占当地权益市场交易总额之比对环境成本(EC)进行表征。首先对环境规制与环境成本进行中心化处理,接着计算两者的交互项,最后以环境规制为自变量、绿色经济效率为因变量、环境成本为调节变量、并与环境规制和环境成本的交互项进行回归分析。根据回归结果绘制不同环境成本下的简单斜率检验图,如图 1 所示,环境成本负向调节环境规制对绿色经济效率的积极影响。其原因可能是环境规制会导致企业对环境污染的付费额增加,提高生产成本并用于研发的费用减少,从而减少潜在利润、降低绿色经济效率。因此得出结论,在环境成本的作用下,环境规制对绿色经济效率提高起阻碍作用,验证假设 1。

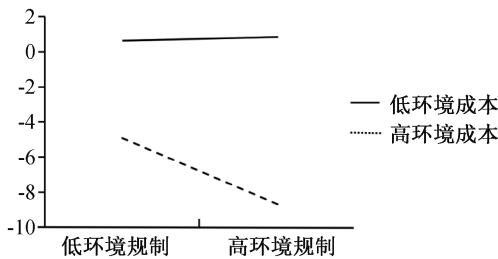


图 1 环境成本对环境规制与绿色经济效率间的调节效应

(二) 基于技术创新的调节效应检验

已有研究表明技术创新水平越高的城市其专利授权数会越多,因此本研究采用城市专利授权数衡量技术创新程度。图 2 是根据回归结果绘制的不同技术创新水平的简单斜率检验图,斜率值是环境规制对绿色经济效率的影响大小。图 2 表明技术创新水平的提高有利于绿色经济效率的提升。主要原因可能是企业技术创新水平的提升不仅对自身有利,还能通过对新技术的推广将有利影响扩散至其他企业,因此得出结论,技术创新能够强化环境规制对绿色经济效率提升的作用效果,验证假设 2。

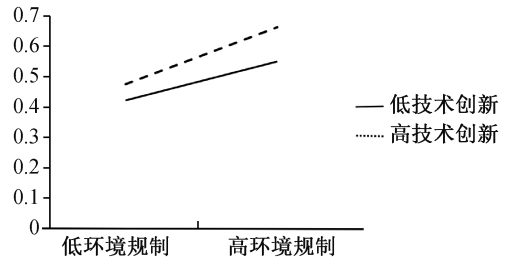


图 2 技术创新对环境规制与绿色经济效率间的调节效应

(三) 异质性分析

基于地理空间异质性视角,由于产业结构、要素分布、历史路径依赖等区域特征可能导致环境规制对绿色经济效率影响的空间分异,因此进行异质性分析,根据国家公布的城市发展等级进行分类,其中一线、新一线城市为发达城市;二线、三线、四线城市为一般城市;五线城市为欠发达城市。由此对其区域差异性进行分析,具体回归结果如表 7 所示。

回归结果显示,无论选取发达、一般还是欠发达城市样本,环境规制对绿色经济效率的区域效应与全样本基本一致。在发达和一般城市,环境规制显著促进本地绿色经济效率,却对周边城市呈负外部性,原因可能在于发达城市与一般城市随着经济不断发展进而提高环境标准,引发污染企业外迁与转移,产生负外部性。而欠发达城市中,环境规制既能提升本地绿色经济效率,还能借助地方协作机制对周边城市产生积极溢出,有效推动区域协同发展。从控制变量看,经济发展水平对绿色经济效率的影响在发达和一般城市显著为正,欠发达城市显著为负,这与发达城市地理优势、一般城市资源要素及市场潜力有关。产业结构升级在各类城市中的影响效应均显著为正,表明产业绿色转型有利于当地绿色经济效率提升。外商直接投资在发达城市显著为正,欠发达城市为负,这是因为欠发达城市低环境标准易吸引高污染企业,所以容易带来污染。教育水平提升在所有城市均显著为正,该因素既能提高当地绿色经济效率,也能对周边城市产生积极辐射。

六、研究结论与政策建议

文章基于 2010—2022 年中国 270 个地级市的面板数据,构建环境规制与绿色经济效率二者的研究框架,并在该框架中加入了其他因素,进而探究环境规制政策的实施对绿色经济效率的影响。研究发现,从主效应来看,环境规制对本地绿色经济效率提升起正向作用,适度的环境规制在促进绿色技术创新

表7 异质性分析回归结果

变量	发达城市		一般城市		欠发达城市	
	W ₁	W ₂	W ₁	W ₂	W ₁	W ₂
ER	0.127*** (1.77)	0.155** (1.93)	0.123** (1.82)	0.125* (0.82)	0.199** (1.11)	0.273** (1.48)
PGDP	0.027*** (6.06)	0.018*** (4.82)	0.006 (1.16)	0.005 (0.90)	-0.003 (-0.41)	-0.004 (-0.68)
ESTR	0.218*** (4.50)	0.238*** (4.98)	0.041** (2.38)	0.047*** (2.71)	0.025* (1.95)	0.028** (2.14)
FDI	5.153*** (7.63)	5.563*** (8.84)	0.197 (0.39)	-0.141 (-0.30)	-1.201** (-1.95)	-0.170* (-0.56)
EDU	1.750** (2.91)	0.248** (2.21)	1.308** (2.01)	0.675* (1.12)	2.815*** (4.60)	0.984* (1.71)
WER	-0.335* (-0.80)	-0.336** (-1.38)	-0.274* (-0.98)	-1.048 (-1.12)	0.334* (0.98)	3.092* (1.69)
WPGDP	-0.018*** (-2.69)	-0.006 (-0.80)	-0.019*** (-3.00)	0.004 (0.28)	-0.011 (1.27)	-0.036 (-1.52)
WESTR	-0.166* (-1.53)	-0.067 (-0.34)	-0.102*** (-2.68)	-0.334** (-2.50)	-0.049* (-1.59)	-0.213 (-1.58)
WFDI	1.676 (1.54)	0.727 (0.42)	1.984** (2.18)	-0.711 (-0.23)	-6.347*** (-6.80)	-19.942*** (-3.72)
WEDU	4.622** (5.23)	2.313* (2.72)	2.069* (1.99)	1.724 (0.58)	7.265*** (6.79)	23.979*** (3.67)
Sigma ² _e	0.010***	0.010***	0.021***	0.021***	0.010***	0.011***

注:***、**、*分别表示变量在1%、5%、10%的水平上显著。

的同时能够减少企业污染,使得资源配置更加合理;从溢出效应来看,环境规制对绿色经济效率的空间系数为负,即环境规制不利于周边城市绿色经济效率的提高,会产生一定程度的污染转移;从调节效应来看,基于环境成本的调节效应结果表明,高强度的环境规制会通过增加环境保护成本降低绿色经济效率,即环境成本弱化了环境规制对绿色经济效率的促进作用;基于技术创新的调节效应检验结果表明,技术创新水平能正向调节环境规制对绿色经济效率的积极影响。环境规制对绿色经济效率影响的异质性分析表明,区域的差异会影响环境规制对绿色经济效率的作用效果,在一般城市与发达城市中环境规制对本地绿色经济效率作用为正,而对周边城市作用为负,在欠发达城市中环境规制对本地与周边城市的绿色经济效率均有显著促进作用。

基于本文的分析,提出如下建议。

第一,因地制宜制定差异化的环境规制政策。不同类别城市的环境规制对绿色经济效率的影响存在显著差异,各地经济发展水平、资源禀赋及地理因素等都会影响环境标准对绿色经济效率作用的实现路径。各级政府应充分认识城市差异,因地制宜制定适应当地经济发展水平的环境规制标准。不断完善环境分管制体系,明确政府机构的责任与义务,协调政府间及企业间的利益冲突,创新多种环境规制方式,确保环境规制手段的有效性和及时性,推动环境与经济的协同发展。

第二,提升创新能力,推动绿色技术转型。技术创新是环境规制促进绿色经济效率的重要驱动力。各地应加大对创新人才的培养力度,强化高校与企业间的合作,将高校科研资源与企业实际需求相结合,加快科技成果转化与推广。通过资源共享、技术共享等方式,整合有限资源,最大化其效用。同时,地方政府应设立专项资金支持绿色技术研发与应用,鼓励企业在绿色创新领域开展长期投入,提升绿色经济效率。

第三,完善环境规制体系,降低负外部性。针对环境规制可能带来的负外部性,各地政府应完善环境保护相关法律法规,提高市场准入门槛,加快淘汰高污染、高排放企业,倒逼企业绿色转型。具体规制措施包括以下方面:通过环境保护税实施、排污费征收、环保企业信贷优惠及绿色企业税收减免等政策工具,加强对环境治理的引导和支持;同时,加大城市环保基础设施建设力度,推动环境规制政策的实施落地,确保经济绿色化发展目标的实现。

参考文献

- [1]王斌会,伍桑妮.环境规制、绿色技术创新与经济高质量发展的影响研究[J].工业技术经济,2022,41(10):143-151.
- [2]王维国,付嘉为,范丹.清洁能源发展的健康效应——以西气东输工程为例[J].数量经济技术经济研究,2024,41(10):150-170.
- [3]CHINTRAKARN P. Environmental regulation and U. S. states' technical inefficiency[J]. Economics Letters, 2008,

- 100(3):363-365.
- [4] 黄庆华, 胡江峰, 陈习定. 环境规制与绿色全要素生产率: 两难还是双赢? [J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(11):140-149.
- [5] 沈坤荣, 周力. 地方政府竞争、垂直型环境规制与污染回流效应[J]. 经济研究, 2020, 55(3):35-49.
- [6] 牛欢, 严成樑. 环境税收、资源配置与经济高质量发展[J]. 世界经济, 2021, 44(9):28-50.
- [7] 白洁, 夏克郁. 政府干预、区域差异与绿色经济效率测度——基于长江经济带 107 个地级及以上城市的数据[J]. 江汉论坛, 2019(7):21-27.
- [8] XIANG X, LIU C, YANG M. Who is financing corporate green innovation [J]. *International Review of Economics & Finance*, 2022, 78:321-337.
- [9] PEUCKERT J. What shapes the impact of environmental regulation on competitiveness? Evidence from executive opinion surveys [J]. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2014, 10:77-94.
- [10] 王茂斌, 叶涛, 孔东民. 绿色制造与企业环境信息披露——基于中国绿色工厂创建的政策实验[J]. 经济研究, 2024, 59(2):116-134.
- [11] 关海玲, 武祯妮. 地方环境规制与绿色全要素生产率提升——是技术进步还是技术效率变动? [J]. 经济问题, 2020(2):118-129.
- [12] 周沂, 冯皓月, 陈晓兰. 中央环保督察的震慑效应与我国环境治理机制的完善[J]. 经济学动态, 2021(8):33-48.
- [13] 徐红, 赵金伟. 研发投入的绿色技术进步效应——基于城市层面技术进步方向的视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(2):121-128.
- [14] 沈坤荣, 金刚, 方娴. 环境规制引起了污染就近转移吗? [J]. 经济研究, 2017, 52(5):44-59.
- [15] 郑威, 陆远权. 财政压力、技术创新与绿色全要素生产率 [J]. 贵州财经大学学报, 2021(4):101-110.
- [16] 李平, 慕绣如. 波特假说的滞后性和最优环境规制强度分析——基于系统 GMM 及门槛效果的检验 [J]. 产业经济研究, 2013(4):21-29.
- [17] 靳亚阁, 常蕊. 环境规制与工业全要素生产率——基于 280 个地级市的动态面板数据实证研究 [J]. 经济问题, 2016(11):18-23.
- [18] 蔡乌赶, 周小亮. 中国环境规制对绿色全要素生产率的双重效应 [J]. 经济学家, 2017(9):27-35.
- [19] 霍伟东, 李杰锋, 陈若愚. 绿色发展与 FDI 环境效应——从“污染天堂”到“污染光环”的数据实证 [J]. 财经科学, 2019(4):106-119.
- [20] 宋德勇, 朱文博, 丁海. 企业数字化能否促进绿色技术创新? ——基于重污染行业上市公司的考察 [J]. 财经研究, 2022, 48(4):34-48.
- [21] 邓晓兰, 鄢哲明, 武永义. 碳排放与经济发展服从倒 U 型曲线关系吗——对环境库兹涅茨曲线假说的重新解读 [J]. 财贸经济, 2014(2):19-29.
- [22] 李博, 秦欢, 孙威. 产业转型升级与绿色全要素生产率提升的互动关系——基于中国 116 个地级资源型城市的实证研究 [J]. 自然资源学报, 2022, 37(1):186-199.
- [23] 冯严超, 王晓红, 胡士磊. FDI、OFDI 与中国绿色全要素生产率——基于空间计量模型的分析 [J]. 中国管理科学, 2021, 29(12):81-91.
- [24] 卞元超, 吴利华, 白俊红. 市场分割与经济高质量发展: 基于绿色增长的视角 [J]. 环境经济研究, 2019, 4(4):96-114.

[责任编辑 金 钊]

Environmental Regulation and Green Economic Efficiency: A Study Based on the Perspective of “Three Hypotheses”

LI Gang, REN Rui

(School of Economics, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu, Anhui 233030, China)

Abstract: Under the ongoing advancement of the dual-carbon strategy, the establishment of a synergistic mechanism between environmental governance and low-carbon development has become an inherent requirement for high-quality economic development in the new era. This paper explores the internal mechanism between environmental regulation and green economy efficiency, and uses entropy method and non-expected SBM super-efficiency model to measure environmental regulation intensity and green economy efficiency. Also, the effects of environmental regulations on the efficiency of green economy has been systematically investigated via spatial Durbin model. The results show that: first of all, environmental regulation can significantly promote local green economic efficiency but exerts a suppressive effect on neighboring cities. This remains robust after a series of tests, including alternative spacial matrices; secondly, in general and developed cities, environmental regulation can strongly promote local green economic efficiency but generate negative spillover effects on surrounding areas; thirdly, in less developed cities, environmental regulation can significantly improve both local and neighboring areas. Finally, from the perspective of regulatory effect, environmental costs can weaken the positive impact of environmental regulation on green economic efficiency.

Key Words: environmental regulation; green economy efficiency; theory of compliance costs; innovation offset theory; uncertainty theory