

引用本文:许长新,甘梦溪.黄河流域经济型环境规制如何影响绿色全要素生产率?[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2021,23(6):62-69.

DOI:10.3876/j.issn.1671-4970.2021.06.009

黄河流域经济型环境规制如何影响绿色全要素生产率?

许长新,甘梦溪

(河海大学商学院,江苏南京 211000)

摘要:环境规制与绿色全要素生产率的关系一直是学术界探讨的热点,目前鲜有研究关注经济型环境规制将如何影响黄河流域绿色全要素生产率。以2008—2017年黄河流域九省十示范市为样本,采用固定面板模型探究了投资型与费用型环境规制工具对绿色全要素生产率的直接、间接及门槛效应。结果表明:投资型和费用型环境规制与绿色全要素生产率呈现U形关系;投资和费用型环境规制通过倒逼污染结构演化,能间接协同促进绿色全要素生产率;通过倒逼污染结构演化,两类环境规制对绿色全要素生产率的间接影响均存在门槛效应,且相较费用型规制,投资型规制的U形关系拐点到达的更早。建议政府在制定环境规制政策时要知悉各经济型环境规制手段的作用原理,充分发挥其激励作用,针对各地区的异质性污染产业结构,因地制宜地施以合适策略,从根本上提高绿色全要素生产率。

关键词:经济型环境规制;绿色全要素生产率;污染结构演化;门槛效应

中图分类号:F061.2

文献标志码:A

文章编号:1671-4970(2021)06-0062-08

2019年9月,黄河流域生态保护和高质量发展上升为国家重大战略部署。随后,习近平总书记在中央财经委员会第六次会议强调在加强生态环境保护的同时,亦要积极探索富有流域特色的高质量发展新路。在资源要素与生态环境的约束下,如何避免走上“先污染,后治理”的老路是政府面临的重大难题,近些年一系列环保政策的出台表明了政府坚守“青山绿水就是金山银山”的决心。虽然目前黄河绿色发展已取得一定的成就,但中上游泥沙阻塞、水土流失的问题长期存在,而流域周边城市的产业

相对落后、重污染化产生,设置合理的环境规制方式和强度是提高黄河流域全要素生产率的关键^[1-2]。综上,在黄河治理与发展之路中,探究政府实施的环境规制会如何影响黄河流域的绿色全要素生产率(GTFP)具有重大意义。

基于环境规制与GTFP存在的成本遵循效应和创新补偿效应的时间和强度差异,现学者对两者关系各执己见。第一种观点认为两者呈现正相关关系。如谢荣辉运用两阶段模型发现,环境规制通过非环保技术创新的渠道间接推动了绿色生产率,实

收稿日期:2020-12-30

基金项目:国家社会科学基金重大项目(17ZDA064);河海大学中央高校基本科研业务费项目(B200207040)

作者简介:许长新(1963—),男,江苏扬州人,教授,博士,从事金融创新管理研究。

现长期环境保护与经济发展“双赢”^[3]。Albrizio 等发现环境规制不仅推动了先进技术行业全要素生产率的提高,对于部分生产力水平较高企业也发挥了正向促进作用^[4]。温湖炜等利用排污收费标准调整的准自然实验,实证证明了由政府主导的环境治理相关政策提高了中国省域的 GTFP^[5]。第二种观点认为两者呈现负相关关系。如 Popp 等研究表明,负向影响主要系环境规制强度所引致的绿色技术进步对生产率的作用不显著^[6]。陈超凡则基于中国工业各行业的面板数据,发现实际上中国的环境规制对 GTFP 的作用尚未跨越“波特拐点”,总体呈负向影响^[7]。第三种观点认为两者呈非线性关系,但对 U 形的方向及拐点探讨尚未统一。如 Wang 等将环境因素纳入考虑,采用 GML 指数测算中国工业行业 GTFP,并发现两者之间表现为倒 U 形曲线关系,且效应发挥存在 3 个阈值^[8]。杜龙政等运用 DDF-GML 方法以中国 30 个省区为样本,发现 2001—2016 年环境规制与工业 GTFP 呈现显著 U 形曲线关系^[9]。笔者认为若考虑时间维度影响,两者最终的关系取决于正、负两种作用孰高孰低,成本遵循负作用主要体现在短期静态视角,而创新补偿的正作用侧重于长期动态视角。当经济型规制以一种更市场化的方式介入地方经济发展,其能否助推黄河流域高质量发展,成本遵循与创新补偿效应如何,是否还存在其他渠道能协同提高 GTFP,进一步的探讨不同种类的经济型环境规制发挥效果又存在怎样的差异,笔者尝试回答这些问题,为推动黄河绿色发展提供新的视角。

黄河区域城市的地理位置、先天产业发展、环境情况、政策支持均与中国其他省市显著不同,因而有必要针对其进行单独的讨论。基于黄河流域 2008—2017 年九省十示范市数据,实证检验了经济型规制与绿色全要素生产率的关系,相对已有研究,此次研究有以下创新之处:第一,聚焦于经济型环境规制进行深入研究。相较于非经济型环境规制(政府强制型、公众参与型等),经济型的环境规制能够高效率实现外部成本的内部化,更加动态有效,因而也是我国环境规制体系改善的重要方向和趋势^[10]。笔者将经济型划分为费用型和投资型,且进一步讨论异质性经济型环境规制与 GTFP 的关系。第二,尝试挖掘环境规制能否通过倒逼污染结构演化,从而协同推动绿色全要素生产率。考虑到黄河流域的

四川、甘肃、陕西、山西、河南、山东等九省工业化发展水平普遍低下,以能源和重化工业等粗放式和掠夺式开发为主,这些恰恰是政府实施环境规制的主要行业对象^[11]。笔者对投资型和费用型规制分开探讨,并选用非污染密集型产业与总产业比值来衡量污染产业结构,既落实了国家对注重黄河生态的政策要求,也贴切地反映了黄河流域地区的产业构造。

一、理论分析与研究假设

1. 环境规制与绿色全要素生产率

总结以往文献发现,环境规制对 GTFP 的影响机制是通过直接效应和间接效应得以实现。现有文献对于两者的直接关系主要基于创新补偿效应和遵循成本效应,提出两者之间存在促进、抑制、非线性的 3 种关系。“成本效应”观点认为在资源总量既定的前提下,企业为满足环境规制要求,会将部分劳动与资本生产要素投入环境治理领域,从总量来看提高了企业的生产运营成本(包括环境服从成本、经营成本在内);从成本结构来看研发生产型投资占总量比将下降,挤出了部分原先研发创新支出。因而,环境污染负外部性实现内部化的同时,企业生产效率有所降低,抑制了 ETFP 的增长。以 Porter 为代表的“补偿效应”主张,若企业仅增加环境治理支出而保持其他投入不变,规制约束使企业治污成本增加,虽然短期内降低企业利润,但长期来看,合理水平的环境规制对技术创新效率有一定的激励作用,提升整体生产技术水平,通过实现对企业环境治理成本的补偿,从而提升了企业整体的生产效率。

现有围绕黄河流域展开讨论的研究刚刚起步,主要围绕环境规制与绿色经济进行分析。孟望生等实证发现,黄河流域环境规制和产业结构的高级化均会显著促进绿色经济增长效率^[11]。在此基础上,赵明亮等发现黄河上下游 GTFP 增长的引致动力有所不同,环境规制对不同的增长类型作用不一^[12]。周清香等认为黄河上游地区环境规制强度与高质量发展并无显著联系,但当以中、下游地区为样本则存在倒 U 形关系^[13]。综上,在黄河背景下深入探究异质性环境规制的文献缺乏,目前仅有高志刚等就命令控制型和市场激励型进行分析,发现前者有促进作用,而后者发挥抑制效果^[14]。综上,验证环境规制激励绿色全要素生产率的波特假说的效果,重点取决于上述两种效应对黄河流域省市的综合作用,

将不同时间维度下成本效应和补偿效应的发挥效果纳入讨论范围,认为“遵循成本”效应是基于短期静态视角,而企业从受到规制到产生绿色技术进步具有时滞性,因此“创新补偿”表现得更长期动态,从而形成了两者在时间与强度维度的U形轨迹关系。为此,提出如下假设。

H1:环境规制对黄河流域绿色全要素生产率的直接影响存在非线性关系。

2. 投资型环境规制、费用型环境规制与绿色全要素生产率

环境规制本身作为一个广义概念,涵盖了多种类型的规制手段。目前多数学者从控制命令型、经济激励型、自发型三大维度划分环境规制种类,也有学者通过构建多维度指标得到一个综合环境规制指标。不同于这些分类方式,笔者聚焦于更具备市场化特点的经济型环境规制,借鉴了原毅军等的指标衡量方式,将环境规制细分为投资型与费用型进行分类讨论^[10]。以能否形成固定资产及其影响的长短作为依据,将与环境相关的资金划分为惩戒费用型和激励投资型两类,并通过构造合理的代理指标来分析正向激励和反向抑制的环境规制对绿色全要素生产率的动态影响有何差异。

从基础效益来看,在时间线上的错配导致了两者方式效力的差异。投资型环境投资作为一种事前激励措施,一般发生于企业治污改革之前,其通过促进企业改用创新技术,可从根本上解决企业长期存在的污染问题。企业在收到环境保护投资后,往往会控制其污染排放,以达到国家和地方的环境标准。费用型环境规制作为则更倾向于事后的惩罚措施,一般是责任机构通过年度企业排污数量(废水、废气、超标噪音)计算得出该年度需缴纳的排污费,具有滞后性。费用型环境规制无法解决企业排污严重的问题,因为单位排放物的征收单价较低,仅相当于污染治理设施运行费用的50%左右,因而会形成企业宁可缴纳排污费也拒绝执行污染治理的局面。此外,我国目前征收排污费内容尚未形成完整法律体系,关于排污费方案是否能有效发挥其本身的规范和抑制作用尚存疑,因而其发挥效果应差于投资型环境规制^[15-16]。

从附加效应来看,投资型环境规制为企业提供技术改造资金支持,倒逼企业改进生产工艺,为企业提供了明确的创新方向,带来先发优势^[7]。对于整个行业来说,通过环境污染治理投资的模式,树立行

业绿色环保示范企业,引导行业的发展趋势,同时驱逐高污染、不合规的企业离开行业,充分激发了市场自发调节作用^[10]。费用型环境规制则类似于企业通过购买污染排放权获得一定范围内的排污权利,增加了企业生产及排污成本。在消费需求不变的前提下,提高成本则压缩了企业利润,甚至对企业原计划用于技术创新的资金产生了挤出效应,削弱了企业创新开发的意愿和资金能力。为此,提出如下假设。

H2:两种类型的环境规制对GTFP的直接作用存在差异。相较于费用型环境规制,投资型环境规制对GTFP的效果更强。

3. 环境规制、污染结构演化、绿色全要素生产率

已有文献从企业创新水平、产业结构、能源消费结构、对外直接投资等视角探讨环境规制对环境规制间接影响。何玉梅等发现由环境规制引致的创新投入增加显著促进了GTFP的增长^[17];高艺等认为环境规制会影响能源消费结构,从而促进本地及邻地GTFP^[18];龚新蜀等等认为环境规制可引致FDI的技术溢出,从而对GTFP产生间接作用^[19]。笔者认为相较于长三角区域城市的产业高级化研究,黄河流域省市产业层级落后,主要面临的是污染产业占比居多、整体产业结构非合理化的问题。

污染产业结构主要通过市场配置与政府引导两种方式以实现转变,而环境规制恰好作为一种内在激励机制,能有效发挥引导作用,激活市场效率,倒逼企业进行污染产业结构演化,使资源要素在产业间达到合理配置和动态均衡^[20]。环境规制对制造业产业结构调整可以划分为两类企业分析:对于市场中企业,环境规制促使污染密集型工业企业投置资金和时间于降低污染物排放,这增加了企业生产成本。低边际污染成本的行业将优先获得“绿色发展”比较优势,吸引资本和劳动力流入^[10];而高边际污染成本的行业需要提高清洁生产设备使用效率、研究创新技术,以降低企业长期边际治污成本。市场将无形间形成了按污染治理承担能力进行筛选的标准,从而缩减污染密集型产业的规模。对于尚未进入市场的企业,严厉的环境规制提出了更严格的标准,提高了行业整体的准入门槛:一方面,市场中现存企业污染结构演化与规模缩减;另一方面,新企业进入市场的环保门槛提高,最终会抑制污染密集型产业发展,推动污染结构演化。为此,提出如下假设。

H3:异质性环境规制可倒逼污染产业结构转变,从而交互影响绿色全要素生产率。

二、研究设计

1. 变量来源与界定

选择 2008—2017 年黄河流域九省十示范市作为研究样本,九省为青海、四川、宁夏、甘肃、内蒙古、陕西、山西、河南、山东。10 个示范市为黄河“几字圈”及省会城市,包括兰州、西宁、西安、郑州、银川、呼和浩特、太原、济南、青岛、吴忠。

此次研究的被解释变量、解释变量、控制变量分别为 GTFP、两种类型的环境规制水平、污染产业结构(表 1)。控制变量部分,考虑到对 GTFP 各方面影响因素较多,从宏观行业和微观企业层面各筛选了指标,构成了控制变量体系。其中,从行业层面选取了外商直接投资、禀赋结构、能源结构;从企业层面选取了大中型工业企业主营业务收入比、外商直接投资、产权结构。

(1) 绿色全要素生产率

考虑污染物排放等非期望产出的 GTFP 能科学合理地衡量黄河流域生态保护和高质量发展水平^[15]。借鉴已有文献指标选取,选择将环境污染与能源消耗纳入核算框架,采用 SBM 方向距离函数方法进行测度。

(2) 经济型环境规制

借鉴原毅军等对经济型环境规制的衡量方式^[10],将能否形成固定资产且在一年以内产生效果

作为划分标准,将环境规制划分为投资性环境规制(环境友好型技术投资、环境治理设施投资)和费用性环境规制(如针对环境税收、监管费用)。针对投资性环境规制,选择工业污染治理投资/规模以上工业企业主营业务成本进行度量,针对费用性环境规制,选择征收排污费/规模以上工业企业主营业务成本进行度量。

(3) 污染产业结构

污染结构演化是指地区产业结构由高污染密集向低污染密集的过渡,借鉴国务院发布的《第一次全国污染源普查方案》,将文件中划定的 11 个“污染源产业”界定为高污染密集产业,分别为造纸及纸制品业、农副食品加工业、化学原料及化学制品制造业、纺织业、黑色金属冶炼及压延业、食品制造业、电力热力生产供应业、皮革毛皮羽毛(绒)及其制品业、石油加工/炼焦及核燃料加工业、非金属矿物制品业、有色金属冶炼及压延工业。同时,考虑到黄河流域产业构成以第二产业为主体,因此用剔除 11 个污染产业产值后的产业值与第二产业总值之比来衡量黄河流域的污染产业结构更合理。

(4) 控制变量

在行业层面上,选取以下变量:①外商直接投资。资本流动会带来环境污染,由于国外实行严格的环境规制,我国的高污染产业可能随着自由贸易迁移而规模增加。②禀赋结构。采用资本与劳动之比,禀赋结构提高意味资本深化,工业分地区资本存

表 1 变量与指标选取

变量	变量名称	变量符号	变量测算	数据出处
被解释变量	绿色全要素生产率	GTFP	SBM 方向距离函数测算	《中国工业统计年鉴》
核心解释变量	投资型环境规制	ERI	$\frac{\text{工业污染治理投资}}{\text{规模以上工业企业主营业务成本}}$	《中国工业统计年鉴》《中国环境统计年鉴》
	费用型环境规制	ERF	$\frac{\text{征收排污费}}{\text{规模以上工业企业主营业务成本}}$	《中国工业统计年鉴》《中国环境统计年鉴》
其他解释变量	污染产业结构演化	IND	$\frac{\text{全产业产值}-\text{重污染源产业产值}}{\text{全产业产值}}$	《中国工业统计年鉴》《中国环境统计年鉴》
控制变量	大中型工业企业主营业务收入比	SS	$\frac{\text{大中型工业企业主营业务收入}}{\text{规模以上工业企业主营业务收入}}$	《中国工业经济统计年鉴》
	外商直接投资	FDI	$\frac{\text{外商投资工业企业主营业务收入}}{\text{规模以上工业企业主营业务收入}}$	《中国工业经济统计年鉴》
	禀赋结构	K/L	$\frac{\text{资本存量}}{\text{工业企业从业人员年平均数}}$	《中国工业统计年鉴》
	能源结构	ES	$\frac{\text{标准煤的煤炭消费}}{\text{能源消费总量}}$	《中国能源统计年鉴》
	产权结构	OS	$\frac{\text{国有工业企业主营业务收入}}{\text{规模以上工业企业主营业务收入}}$	《中国工业经济统计年鉴》

量由永续盘存法估算,劳动以工业企业从业人员年均值。③能源结构。当前我国工业以煤为主的能源消费结构会排放大量污染物,工业能源结构亟待转型,以折合成标准煤的煤炭消费量与能源消费总量之比来表征。

在企业层面,选取以下变量:①大中型工业企业主营业务收入比。一般来说,大中型企业节能降耗成本较低、管理创新与技术创新能力较强,而技术创新能力不同的企业受环境规制影响,GTFP 的变化趋势也有所差异。②外商直接投资。FDI 可能对行业技术水平与产出水平的提升产生正向技术溢出效应,有利于提高工业企业生产效率。③产权结构。不同产权结构的企业在节能减排、生产效率等方面的表现存在差异性,故产权结构也对工业绿色全要素生产率存在影响。

2. 模型设计

实证研究分为三部分:第一,为检验异质性环境规制与绿色全要素生产率的直接关系,设立方程(1)。\$\ln GTFP_{i,t+1}\$ 为 \$i\$ 城市 \$t+1\$ 年的全要素生产率, \$\ln ER_{i,t}\$ 为 \$i\$ 城市 \$t\$ 年的投资型环境规制程度, \$\ln ER_{i,t}\$ 为 \$i\$ 城市 \$t\$ 年的费用型环境规制程度,公式统一用 \$\ln ER_{i,t}\$ 表示。\$\ln IND_{i,t}\$ 为污染产业结构演变, \$Controls_{i,t}\$ 表示控制变量。第二,针对异质性环境规制与绿色全要素率的间接效应,添加交互项扩展为式(2),以检验环境规制与污染产业结构对绿色全要素生产率的内部传导机制。第三,为了进一步环境规制强度在污染产业结构调节下的效果变化趋势,以环境规制强度为门槛变量,污染产业结构与环境规制强度的交互项为核心变量建立以下门槛模型(3)。

$$\ln GTFP_{i,t+1} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln ER_{i,t} + \beta \sum_{i=1}^n Controls_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

$$\ln GTFP_{i,t+1} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln ER_{i,t} + \alpha_2 \ln IND_{i,t} + \alpha_3 \ln ER_{i,t} \times \ln IND_{i,t} + \beta \sum_{i=1}^n Controls_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \ln GTFP_{i,t+1} = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln ER_{i,t} + \alpha_2 \ln IND_{i,t} + \\ & \alpha_3 \ln ER_{i,t} \times I(q_{i,t} \leq Z) \times \ln IND_{i,t} + \alpha_4 \ln ER_{i,t} \times \\ & I(q_{i,t} \geq Z) \ln IND_{i,t} + \beta \sum_{i=1}^n Controls_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (3)$$

针对 GTFP 的测算,采用非期望产出 SBM 模型。包含非期望产出 SBM 的生产可能性集定义: \$P = \{(x, y, b) \mid x \geq X\xi, y \leq Y\xi, b \geq B\xi, \xi \geq 0\}\$。

其中, \$\sum_{i=1}^m \xi = 1, x \in R^{m \times n}, y \in R^{s_1 \times n}, b \in R^{s_2 \times n}\$, 矩阵 \$x = [x_1, \dots, x_n] \in R^{m \times n}, y = [y_1, \dots, y_n] \in R^{s_1 \times n}, b = [b_1, \dots, b_n] \in R^{s_2 \times n}, s = s_1 + s_2\$ 代表 \$s\$ 种产出。最终考虑非期望产出的 SBM 模型为:

$$\gamma^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_i \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left[\sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^y}{y_{r0}^a} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{b_{r0}^b} \right]} \quad (4)$$

$$\text{s. t.} \begin{cases} x_o = X\xi + s^- \\ y_o = Y\xi - s^y \\ b_o = B\xi + s^b \\ s^- \geq 0, s^y \geq 0, s^b \geq 0 \end{cases} \quad (5)$$

式中: \$\gamma^*\$ 为产出效率, \$s^-, s^a, s^b\$ 分别为生产投入、期望产出与非期望产出的松弛量, \$\xi\$ 为权重。

三、实证结果分析

1. 描述性分析

研究样本为 2008—2017 年黄河流域九省十示范市的面板数据。为削弱数据波动与异方差对结果的影响,对指标进行对数化处理,利用 Stata14.0 进行平稳性检验。同时采用核心解释变量的一阶、二阶滞后项作为工具变量进行 Hausman 内生性检验,结果显示拒绝原假设,因此选用个体与时间双固定的动态面板模型。各变量描述性统计表明所示,绿色全要素生产率对数平均值为 0.295,符合以往研究结论。投资型环境规制对数均值为 2.748,标准误 0.817,高于费用型环境规制,说明黄河流域企业多采用环保投资规制工具,且不同地区的实施差异大于征收排污税这一方式。污染产业均值在 58.3%,证实黄河流域普遍存在重污染源产业占比比较高的问题,其他变量不再赘述。

2. GTFP 的测算结果与分析

从整体层面来看,2008—2017 年我国工业 GTFP 总体呈上升、阶段性波动特征(表 2)。受到 2008 年金融危机的影响,2009 年我国工业 GTFP 跌至较低水平,而后 2010 年 GTFP 升高,究其原因可能是金融危机使全球经济陷入低谷,而我国所受影响相对较小,从而吸引了大批资本与技术的流入,使我国工业 GTFP 迈入飞跃时期。2011—2013 年我国进入经济新常态,政府不断推进经济结构转型,推动

表 2 2008—2017 年黄河流域九省的绿色全要素生产率数据

地区	2008—2009	2009—2010	2010—2011	2011—2012	2012—2013	2013—2014	2014—2015	2015—2016	2016—2017
四川	1.09	1.164	1.24	0.978	1.089	1.055	1.069	1.066	1.009
内蒙古	1.123	1.561	2.547	0.984	1.04	0.951	0.977	1.001	0.815
宁夏	0.896	1.075	0.974	1.074	1.015	0.972	0.922	1.013	1.002
甘肃	0.939	1.116	1.273	1.074	1.028	0.985	0.955	0.946	0.932
青海	0.996	0.986	0.922	0.787	0.593	1.599	1.101	1.123	1.151
山东	1.029	1.27	1.299	1.176	1.12	1.003	0.997	1.046	0.983
河南	1.019	1.19	1.195	1.051	1.087	1.069	1.057	1.037	1.005
山西	0.865	1.28	1.231	1.015	0.958	0.938	0.858	0.971	1.171
陕西	1.079	1.161	1.047	1.048	1.083	0.923	0.99	1.037	1.078

了绿色经济发展,工业 *GTFP* 呈平稳增长趋势。这表现了中国工业经济逐步从高增长、高污染、高能耗的发展模式转变为低速增长、低排放、低能耗的绿色高质量发展模式。2008—2017 年,西部地区的工业 *GTFP* 变化与全国工业 *GTFP* 变动趋同,整体低于东中部水平,但与东中部的差距有所收敛。

表 2 对黄河流域的九省细分统计发现,中上游地区的五省中只有青海的 *GTFP* 呈现增长趋势,剩下四省呈现波动下降的趋势,主要是能源开采为地方主要产业支撑,因此会产生大量污染性气体,削弱了中上游地区 *GTFP*。中下游地区的四省中山东、河南作为经济大省,处于工业化进程加速阶段,根据环境库兹涅茨曲线,工业化进程加速时,地区环境污染会加剧,使绿色全要素生产率处于相对落后水平,山西和陕西有所增加。总体来看,中下游地区的 *GTFP* 略高于中上游地区,在黄河流域生态保护和高质量发展战略中,中上游省份的绿色发展水平总体呈现波动下降趋势,不容乐观,环境规制效果尚未显现,在经济发展时应结合各地的生态环境特点,走适合本区域发展的道路。而中下游省份经济水平相对较高,应将重心倾斜于技术发展,提高废气废物利用率,减少环境污染。

3. 实证检验

(1)经济型环境规制与绿色全要素生产率的直接作用

为检验不同类型的环境规制与 *GTFP* 两者的直接关系,因变量选择滞后一期全要素生产率的对数形式,同时设置投资型及费用型环境规制的平方项检验是否存在非线性关系。检验结果如表 3 所示,1-(1)组展示了投资型环境规制本身在 10% 的水平下呈现负相关,投资型环境规制的平方项在 5% 水平下显著正相关,因此证实了投资型环境规制与滞后一期 *GTFP* 遵循 U 形关系;1-(2)组展示了费用

型环境规制本身在 10% 的水平下呈现负相关,费用型环境规制的平方项在 5% 水平下呈现正相关,验证了投资型环境规制与滞后一期 *GTFP* 之间也遵循倒 U 形关系。综上,经济型环境规制与 *GTFP* 的确呈现非线性关系,H1 成立。

通过对 U 形关系的进一步计算,发现 1-(1)组中 $\ln ER_I$ 取值为 0.094 是 U 形关系的转折点。即当投资型环境规制指标小于 $e^{0.094}$ 水平时,其遵循成本效应大于创新补偿效应,投资型环境规制的增加会暂时地削弱绿色全要素生产率;当投资型环境规制大于 $e^{0.094}$ 水平时,创新补偿效应逐渐超过成本效应,倒逼城市企业进行绿色发展,从而推动了绿色全要素生产率水平。1-(2)组中 $\ln ER_F$ 为 0.102 时是 U 型关系的转折点,即随着费用型环境规制的增加,绿色全要素生产率会暂时被削弱,当费用型环境规制超过 $e^{0.102}$ 水平时,费用型环境规制将发挥对 *GTFP* 的正向促进作用。因此两者存在显著差异,同等情况下,对黄河流域实施投资型环境规制比费用型效果更好、发挥的更快,H2 成立。

(2)经济型环境规制与绿色全要素生产率的间接作用

表 3 的(2)组展示了异质性环境规制对 *GTFP* 的间接作用。其中 2-(1)和 2-(2)组分别展示了投资型、费用型环境规制与污染结构演化的交互作用。从解释程度来看,两种经济型环境规制都能与污染结构演化发挥正向的协同促进作用,(1)组中投资型环境规制与污染结构调整的交互项在 1% 的水平下表现正相关,而费用型环境规制与污染结构调整的交互作用在 10% 的显著水平下表现正相关,即黄河样本下投资型环境规制的解释力度更强。从影响程度来看,投资型组中的交互项系数为 0.464,费用型组中的交互项系数为 0.168,相较于缴纳排污费等惩戒手段,直接投资通过推进污染结构演化,对绿

表3 异质性环境规制与绿色全要素生产率的直接、间接作用结果

<i>lag lnGTFP</i>	1-(1)投资型环境规制组的 直接效应检验	1-(2)费用型环境规制组的 直接效应检验	2-(1)投资型环境规制组的 交互效应检验	2-(2)费用型环境规制组的 交互效应检验
<i>lnERI</i>	-0.229 * (1.69)		-0.157 (0.78)	
<i>ln²ERI</i>	0.043 ** (2.19)			
<i>lnERF</i>		-0.421 * (1.81)		-0.143 (0.43)
<i>ln²ERF</i>		0.086 ** (2.41)		
<i>lnIND</i>			0.115 * (1.83)	1.031 ** (2.39)
<i>lnERI</i> × <i>lnIND</i>			0.464 *** (2.78)	
<i>lnERF</i> × <i>lnIND</i>				0.168 * (1.99)
<i>lnSS</i>	2.23 *** (3.37)	1.468 ** (2.02)	2.227 *** (2.80)	2.245 *** (2.91)
<i>lnFDI</i>	0.037 ** (2.34)	0.072 (0.45)	0.039 (0.99)	0.002 (1.57)
<i>lnKL</i>	0.247 *** (4.60)	0.181 ** (2.02)	0.256 *** (2.70)	0.174 ** (2.17)
<i>lnES</i>	0.579 ** (2.12)	0.556 * (1.75)	0.56 *** (2.83)	0.506 *** (3.06)
<i>lnOS</i>	-0.547 ** (2.33)	-0.278 *** (3.01)	-0.565 *** (3.28)	-0.791 *** (3.10)
Constant	-0.242 (1.18)	0.282 * (1.78)	-1.419 *** (3.23)	-0.827 ** (2.24)
Indded/ Accper	Yes	Yes	Yes	Yes
N	171	171	171	171
R-squared	0.566	0.472	0.461	0.498

注：*** $p<0.01$ ，** $p<0.05$ ，* $p<0.1$ (括号的数值为 t 值,下同)。

色全要素生产率的协同提升效果更强,H3 成立。值得注意的是,两组的环境规制本身系数均为负,且不显著,合理推测两者交互进一步的存在门槛效应。

(3)进一步的门槛效应检验

进一步检验在污染产业结构调节下,异质性经济型环境规制对绿色全要素生产率是否有非线性关系,由表 4 可知门槛效应存在,即当 *lnERI* 为-0.730,即投资型环境规制比率达到 0.482($e^{-0.730}$)拐点时,投资型环境规制与污染结构对绿色全要素生产率的正向协同作用将发生变化。表 5 发现投资型环境规制对绿色全要素生产率的间接作用始终为

表 4 异质型环境规制的检验结果

门槛 变量	核心解 释变量	<i>F</i> 统计值	系数	门槛数	门槛值	低门槛系 数估计值	高门槛系 数估计值
<i>lnIND</i>	<i>lnERI</i>	7.68	0.043	1	-0.730	-0.740	-0.720
<i>lnIND</i>	<i>lnERF</i>	7.98	-0.234	1	-0.560	-0.570	-0.530

表 5 投资型环境规制及污染结构影响
全要素生产率的面板门槛效应

变量	投资型环境规制组
<i>lnERI</i> × <i>lnIND</i>	若 <i>lnERI</i> <-0.730,则 0.142 ** (1.89)
<i>lnERI</i> × <i>lnIND</i>	若 <i>lnERI</i> >-0.730,则 0.044 *** (2.56)
<i>lnERI</i>	0.043 * (1.77)
<i>lnIND</i>	0.215 ** (1.94)
<i>lnSS</i>	1.793 *** (3.16)
<i>lnFDI</i>	0.004 * (1.78)
<i>lnKL</i>	0.301 *** (0.00)
<i>lnES</i>	0.596 ** (0.03)
<i>lnOS</i>	-0.482 * (1.96)
N	171
<i>Rho</i>	0.795

正但递减,说明政府对企业的工业污染治理投资的确可激励企业进行绿色技术创新并采用绿色环保能源,其产生的创新补偿效应明显强于环境规制带来的成本效应,但当投资增加到一定水平后,继续加强投资激励反而效果不佳在污染结构调节下,表 4 可知当 *lnERF* 为-0.560 为费用型规制发挥效果的门槛值,即费用型环境规制比率突破 0.751($e^{-0.560}$)后,费用型环境规制与污染结构将不再发挥正向协同作用。如表 6 所见,费用型环境规制对绿色全要素生产率的间接作用将由正转负,说明以收取排污费为典型方法的惩罚型环境规制短期带给企业一定的压力,倒逼企业寻找绿色工艺方式从而促进绿色全要素生产率,但一旦持续的施加排污税压力会使得企业不堪重负退出市场,反而会降低绿色全要素生产率水平。

表 6 费用型环境规制及污染结构影响
全要素生产率的面板门槛效应

变量	费用型环境规制组
<i>lnERF</i> × <i>lnIND</i>	若 <i>lnERF</i> <-0.560,则 0.049 *** (3.120)
<i>lnERF</i> × <i>lnIND</i>	若 <i>lnERF</i> >-0.560,则-0.312 * (1.67)
<i>lnERF</i>	0.420 (0.90)
<i>lnIND</i>	0.106 * (1.72)
<i>lnSS</i>	1.703 *** (0.00)
<i>lnFDI</i>	0.067 * (1.60)
<i>lnKL</i>	0.188 ** (2.61)
<i>lnES</i>	0.494 * (1.88)
<i>lnOS</i>	-0.339 * (1.82)
N	171
<i>Rho</i>	0.694

四、研究结论与启示

以黄河流域九省十示范市为样本,研究 2009—2017 年黄河流域的异质性经济型环境规制与绿色全要素生产率的关系,研究结果表明:首先,投资型和费用型环境规制对绿色全要素生产率均有非线性的直接作用,在黄河样本下,投资型表现的效果要显著强于费用型;其次,投资型和费用型环境规制的确可通过推动该地区污染结构转变,从而间接促进了绿色全要素生产率;最后,在污染结构演化的调节下,投资型和费用型环境规制对绿色全要素生产率的间接作用存在一阶门槛效应,投资型环境规制比费用型环境规制的效果更强,时效更早。

针对以上理论分析与实证结论,提出以下政策建议:①肯定并坚持环境规制工具对地方全要素生产率的激励效果。政府应明确环境规制虽然在政策实施初期存在抑制作用,但一旦超过作用曲线拐点后能够促进地区工业绿色增长。地方政府和公司不应基于短期内环境规制可能对工业发展产生的负面影响而选择放松环境约束标准,而是应设置区域环境规制强度在拐点的右侧水平范围内,以发挥最优的规制效果。②合理配置投资型与费用型环境规制策略,根据此次研究数据支撑,投资型比费用型环境规制发挥正向激励作用的拐点到来的更早,一旦越过拐点,对工业绿色增长的促进效果更强。黄河流域省市经济相对落后,应注重两种市场化规制的使用策略。前期来看,相比征收排污税等惩戒手段,给予企业环保投资等能够给企业转型升级的时间,可能更适用于黄河流域当下的绿色发展。后期来看,企业一旦实施了长期性的绿色经营战略,政府可以适当减少补贴激励,更多以费用惩戒的监管形式介入,维护市场整体有序秩序。③关注污染结构的演化过程,进一步淘汰污染密集型产能,提高清洁型产业比例。重污染密集型产业向轻度污染产业的转移应是黄河流域省市未来绿色发展的重点,需要将其与适宜的环境规制工具进行有机结合,推动黄河流域早日实现绿色发展“1+1>2”的效果。

参考文献:

[1] 黄志红,任国良. 基于生态文明的我国产业结构优化研究[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2014, 16(4): 32-36.

[2] 原毅军,谢荣辉. 环境规制与工业绿色生产率增长——

对“强波特假说”的再检验[J]. 中国软科学, 2016(7): 144-154.

[3] 谢荣辉. 环境规制、引致创新与中国工业绿色生产率提升[J]. 产业经济研究, 2017(2): 38-48.

[4] ALBRIZIO S, KOZLUK T, ZIPPERER V. Environmental policies and productivity growth: evidence across industries and firms[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2017(81): 209-226.

[5] 温湖炜,周凤秀. 环境规制与中国省域绿色全要素生产率——兼论对《环境保护税法》实施的启示[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(2): 9-15.

[6] POPP D, NEWELL R. Where does energy R&D come from? Examining crowding out from energy R&D[J]. Energy Economics, 2012(34): 980-991.

[7] 陈超凡. 中国工业绿色全要素生产率及其影响因素——基于 ML 生产率指数及动态面板模型的实证研究[J]. 统计研究, 2016, 33(3): 53-62.

[8] WANG Y, SHEN N. Environmental regulation and environmental productivity: the case of China[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016(62): 758-766.

[9] 杜龙政,赵云辉,陶克涛,等. 环境规制、治理转型对绿色竞争力提升的复合效应——基于中国工业的经验证据[J]. 经济研究, 2019(10): 106-120.

[10] 原毅军,刘柳. 环境规制与经济增长: 基于经济型规制分类的研究[J]. 经济评论, 2013(1): 27-33.

[11] 孟望生,邵芳琴. 黄河流域环境规制和产业结构对绿色经济增长效率的影响[J]. 水资源保护, 2020, 36(6): 24-30.

[12] 赵明亮,刘芳毅,王欢,等. FDI、环境规制与黄河流域城市绿色全要素生产率[J]. 经济地理, 2020, 40(4): 38-47.

[13] 周清香,何爱平. 环境规制能否助推黄河流域高质量发展[J]. 财经科学, 2020(6): 89-104.

[14] 高志刚,杨柳. 异质型环境规制与黄河流域高质量发展关系研究[J]. 人民黄河, 2021, 43(2): 6-12.

[15] 罗吉. 完善我国排污许可证制度的探讨[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2008, 10(3): 32-36.

[16] 伍世安. 改革和完善我国排污收费制度的探讨[J]. 财贸经济, 2007(8): 65-67.

[17] 何玉梅,罗巧. 环境规制、技术创新与工业全要素生产率——对“强波特假说”的再检验[J]. 软科学, 2018, 32(4): 20-25.

[18] 高艺,杨高升,谢秋皓. 异质性环境规制对绿色全要素生产率的影响机制——基于能源消费结构的调节作用[J]. 资源与产业, 2020, 22(3): 1-10.

[19] 龚新蜀,李梦洁. OFDI、环境规制与中国工业绿色全要素生产率[J]. 国际商务研究, 2019(1): 86-96.

[20] 余伟,陈强,陈华. 环境规制、技术创新与经营绩效——基于 37 个工业行业的实证分析[J]. 科研管理, 2017, 38(2): 18-25.

(责任编辑:高虹)