

不同规制工具对绿色发展效率的影响及机制研究

王冠¹ 张凯² 刘静³¹

(1. 广西财经学院 工商管理学院, 广西 南宁 530007;

2. 洛阳师范学院 商学院, 河南 洛阳 471934;

3. 广西财经学院 研究生处, 广西 南宁 530007)

【摘要】: 运用 Super-SBM 模型, 测算了我国 2000—2015 年各个省份的绿色发展效率, 并且使用面板固定效应模型和中介模型检验了不同环境规制工具对区域绿色发展效率的影响和传导机制。实证研究发现: 不同环境规制工具与区域绿色发展效率呈显著的倒“U”型关系, 命令型和市场型规制工具的正向促进作用更为突出; 不同规制工具在东部、中部地区对绿色发展效率的倒“U”型作用较为显著, 但是在西部地区的作用不显著; 此外, 命令型和市场型规制工具都可以通过影响研发强度, 进而促进绿色发展效率的提升, 且命令型规制工具对研发投入的激励效果更为强烈。

【关键词】: 不同规制工具 绿色发展效率 Super-SBM 模型

【中图分类号】: X196 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2021)01-130-06

1 文献综述

随着我国环境保护工作的深入开展, 各地区环境治理监管制度不断完善, 环境规制工具成为一种重要的排污治理措施, 政府利用不同的规制工具来保障地区绿色经济发展。各地区政府结合当地的经济状况, 采取适当的环保措施来限制和约束高污染行业的排污问题, 鼓励相关产业积极采取绿色发展模式^[1]。根据现有的研究分类方法, 环境规制工具主要包括命令型、市场型和自愿型规制工具^[2]。

第一, 命令型规制工具的制定和实施都较为严格, 是由政府相关部门依照国家及地区的环保法规和准则对污染产业采取的一种强有力的监管措施。命令型规制工具涉及广泛, 包括国家颁布的全国性环保法律法规、各级政府出台的地方性环保法律法规、地方环保部门与相关行业协会规定的制度和标准。第二, 市场型规制工具是利用健全的市场机制, 通过对企业或生产组织征收环

¹作者简介: 王冠, 博士, 副研究员, 研究方向为资源开发与区域可持续发展。

刘静, 硕士, 副教授, 研究方向为企业管理理论与方法、区域经济。E-mail: 6646439@qq.com

基金项目: 教育部人文社会科学研究一般项目“供给侧结构性改革驱动资源型城市绿色转型动力机制、战略框架与路径选择研究”(18YJC790159); 广西财经学院青年教师科研发展基金研究项目“供给侧结构性改革驱动资源型城市绿色转型研究”(2018QNA01); 2018 年度广西财经学院工商管理学科建设资助课题

境税费、规定排污交易权、外部性补贴等方式来规范企业在排污方面的经济行为,从而影响企业的排污量和生产水平。第三,自愿型规制工具相对前两种来说较为灵活,其主要作用方式实际上是遭受污染地区的群众对于非环保型企业的一种监督,目的还是在于实现地区节能减排的环保目标。已有研究表明,不同规制工具对于环境改善效果存在显著差异,王红梅^[3]的研究表明,命令型和市场型规制工具可以有效降低污染排放、提高环保效率,但是自愿型规制工具不能有效地达到环境治理的目标绩效。

关于不同规制工具的讨论主要涉及三个方面。一方面,某些学者认为采取适当的环境规制工具有利于提升绿色生态效率。Laplante & Rilstone^[4]认为环境规制工具通过降低企业污染物排放量,进而促进环境质量改善。Cole 等^[5]研究发现环境规制工具显著抑制工业废气对环境的污染。中国学者利用区域样本研究发现绿色治理效果突出,但是国内不同规制工具对产业污染的治理效应存在显著差异^[6]。而且,不同规制工具对于不同污染类型存在特定改善和调节作用,命令型规制工具可以有效阻碍工业固体废物对环境的污染,市场型规制工具能有效减少不同类型的污染物排放,自愿型规制工具可以显著改善工业废气的环境污染^[7]。

另一方面,不同的规制工具也会阻碍绿色经济发展水平的提升。国外学者研究发现,规制工具的实施增加了企业的成本压力,压缩了企业的利润空间,不利于企业技术进步^[8],而且环境规制工具强度的增加还会制约企业的环保科技投入^[9]。国内学者研究表明,短期内企业的创新收益无法弥补环境规制工具所带来的额外成本,从而不利于生态效率的改善^[10],姚林如等^[11]认为命令型规制工具显著抑制了企业绩效水平。此外,对于市场型规制工具的作用效果也有待商榷,市场型规制工具在一定程度上改善了工业废气排放权配置的效率问题,但是排放权交易措施并未在我国产生波特效应^[12]。所以,环境规制工具作用的有效发挥还需要结合高效完备的市场机制。陈志芳和余雪琴^[13]研究发现,环境规制工具或创新水平单独对生态效率会产生负向影响。

此外,还有一些学者的研究表明环境规制工具与生态效率之间存在非线性关系。李玲和陶锋^[14]利用国内制造业数据研究发现,对于高污染产业而言,环境规制工具能够显著促进技术创新改进效率,提高绿色全要素生产效率。然而,中低污染产业的环境规制与绿色生产效率呈现显著的“U”型。李胜兰等^[15]认为各地政府实施更多独立性的环保政策有助于改善地区生态效率,环境规制对生态效率的影响逐步由抑制转变为促进。针对不同规制工具而言,各类规制工具与绿色发展效率呈非线性关系^[16],国内其他学者的研究也表明上述非线性关系显著存在^[17]。沈能^[18]基于异质性行业视角检验环境规制对生态效率的影响,发现二者之间呈显著的倒“U”型关系,进一步考虑“非合意”产出的情况下,国内工业环境效率有所下降。此外,命令型规制工具对企业生产同时造成挤压效应和学习效应,当学习效应的积累超过挤压效应之后,企业全要素生产率将会显著提升^[19]。

综上所述,国内外文献从不同角度讨论了环境规制工具对绿色生态效率的影响,为我国绿色经济发展的研究提供了理论基础。虽然已有研究表明不同类型的规制工具会对绿色发展效率产生差异性效果,但是目前结论尚未统一。那么,各种规制工具与绿色发展效率的具体关系如何?不同规制工具通过何种机制路径来影响绿色生态效率?所以,本文利用省际面板数据来具体分析不同环境规制工具对绿色发展效率的影响及作用机制,为今后进一步改善我国绿色生态效率提供相应参考建议。

2 模型设定与变量测度

2.1 计量模型设定

为研究不同规制工具对绿色发展效率的影响,本文基准模型如下:

$$TE_{it} = \beta_0 + \beta_1 ER_{it} + \beta_2 ER_{it}^2 + \beta_3 CV_{it} + \gamma_i + \varepsilon_t + \mu_{it} \quad (1)$$

式中:被解释变量 TE_{it} 表示 i 省份在第 t 年的绿色发展效率,具体测度方法详见后文;核心解释变量 ER_{it} 表示 i 省份在第 t 年的环境规制工具,分别以各地区环境标准个数衡量命令控制型环境规制工具(cer),以各省份污染费征收总额的对数衡量市场激励性环境规制工具($lnmer$),以各省份群众上访批次的对数衡量自愿型环境规制工具($lnper$)。 γ_i 为省份固定效应, ε_t 为年份固定

效应, μ_{it} 为残差项。CV_{it} 为控制变量集, 包括: (1) 产业结构(ind), 以 i 省份 t 期第三产业产值占地区生产总值的比重来衡量; (2) 外商直接投资份额(fdi), 以 i 省份 t 期外商直接投资占地区生产总值的比重表示, 考虑到 FDI 易表现出“污染避难所”效应, 可能会抑制绿色发展效率提升; (3) 碳排放强度(lnce), 以 i 省份 t 期碳排放量的自然对数加以衡量; (4) 城镇化水平(urban), 以 i 省份 t 期城镇化比例表示; (5) 政府环境支出(gov), 以 i 省份 t 期政府环保支出与财政总支出的比值衡量。

2.2 绿色发展效率的测度

参照既有文献中学者们构造的绿色发展效率的测度方法, 将工业“三废”作为非期望产出, 使用 Super-SBM 模型来较好地反映中国绿色发展效率的变化情况, 指标刻度方法如下:

$$\begin{aligned} \rho^* = \min & \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{ik}}{1 - \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{rk}} \\ \text{s.t.} & \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- x_{ik} (i = 1, 2, \dots, m) \\ & \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ y_{rk} (r = 1, 2, \dots, s) \\ & \lambda_j > 0; j = 1, 2, \dots, n (j \neq k); s_i^- > 0, s_r^+ > 0 \end{aligned} \quad (2)$$

式中: ρ^* 为绿色发展效率值; x 、 y 分别为投入、产出要素; m 、 s 分别为投入和产出指标个数; k 表示生产时期; i 、 r 分别为投入、产出的决策单元; s_i^- 和 s_r^+ 分别为投入和产出的松弛量; λ_j 为权重向量。 $\rho^* \geq 1$ 时, 生产决策单元相对有效; $\rho^* < 1$ 时, 生产决策单元相对无效、存在效率损失, 可通过优化投入量、期望产出及非期望产出量改善绿色发展效率。

2.3 数据来源说明

本文主要采用 2000—2015 年中国 30 省份 (不包括西藏及港澳台地区) 的面板数据进行实证分析。数据主要来自各相关年份《中国工业统计年鉴》《中国环境年鉴》《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》以及各省统计年鉴等。

3 实证结果分析

3.1 基准分析

表 1 报告了不同环境规制工具对绿色发展效率的估计结果。从模型 (1)~(3) 的结果可以发现, 不同环境规制工具总体对绿色发展效率的影响各异。其中, 命令型和市场型环境规制工具显著提升了区域绿色发展效率, 而自愿型环境规制工具则抑制了区域绿色发展效率。命令型环境规制工具对绿色发展效率的提升符合“波特效应”假说, 而市场型环境规制工具的提升效应符合“科斯定理”就排污权的界定明细, 交易成本降低而带来的效率的改进。

通过模型 (4)~(6) 的分析不难发现, 当引入规制工具的二次项后, 命令型和市场型环境规制工具与绿色发展效率呈现倒“U”型趋势, 即环境规制的强度存在一个拐点, 当规制工具的使用强度超过拐点后, 不仅不会改善绿色发展效率反而会抑制其提升, 一个可能的解释是当规制的强度超过企业或行业可能承受的范围, 企业需要权衡“违规”带来的罚款损失和研发支出的成本, 这容易引发企业的道德风险, 进而抑制绿色发展效率的提升。

此外, 模型 (3) 和模型 (6) 对比显示, 自愿型环境规制工具与绿色发展效率的关系呈现倒 “U” 型, 但总体呈现一个抑制作用。这表明随着消费者维权意识和绿色环保意识的逐渐强化, 公开披露排污企业的信息量逐渐增多, 直接影响监管部门在信息披露后所做出的决策, 过度规制将使排污企业在节能减排、增加研发支出方面失去活力和主动性, 使自愿型工具失去理想的效果。

表 1 不同环境规制工具对绿色发展效率的估计结果

变量	模型 (1)	模型 (2)	模型 (3)	模型 (4)	模型 (5)	模型 (6)
	命令型 TE	市场型 TE	自愿型 TE	命令型 TE	市场型 TE	自愿型 TE
ER	0.0037*** (0.0008)	0.0139*** (0.001)	-0.0198*** (0.0051)	0.0076*** (0.0016)	0.2541*** (0.097)	0.0162 (0.0185)
ER ²				-0.0011*** (0.000)	-0.0118** (0.0047)	-0.0033** (0.0016)
ind	0.3092*** (0.0834)	0.4446*** (0.0887)	0.4032*** (0.0811)	0.3255*** (0.083)	0.4622*** (0.0885)	0.4212*** (0.0814)
fdi	-0.9932*** (0.3481)	-1.0705*** (0.3554)	-0.9296*** (0.3509)	-0.9651*** (0.3458)	-1.0802*** (0.3527)	-0.9252*** (0.3498)
lnce	-0.0404 (0.0265)	-0.0494* (0.0269)	-0.0586** (0.0267)	-0.0405 (0.0263)	-0.0615** (0.0273)	-0.0586** (0.0266)
urban	-0.0558 (0.1182)	-0.076 (0.1202)	-0.0867 (0.1189)	-0.0795 (0.1176)	-0.0538 (0.1217)	-0.0946 (0.1184)
gov	0.2841 (0.2821)	0.6857** (0.2859)	0.5357* (0.2747)	0.2832 (0.280)	0.8588*** (0.2925)	0.4483 (0.2772)
常数项	0.6557*** (0.0835)	0.4639*** (0.1595)	0.7958*** (0.0935)	0.6544*** (0.0828)	-0.7579 (0.5186)	0.7146*** (0.1011)
Adj-R ²	0.50	0.48	0.51	0.51	0.49	0.51
时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值	480	480	480	480	480	480
省份数	30	30	30	30	30	30

表 2 不同环境规制工具对纯技术效率和规模效率的估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	命令型 PTE	市场型 PTE	自愿型 PTE	命令型 SE	市场型 SE	自愿型 SE
ER	0.0138*** (0.0018)	0.0883*** (0.0033)	0.0172 (0.0215)	0.0045*** (0.001)	0.3808*** (0.0584)	0.0056 (0.0116)

ER ²	-0.0003*** (0.0001)	-0.0047*** (0.0005)	-0.0037* (0.0019)	-0.0001*** (0.000)	-0.0182*** (0.0028)	-0.0007 (0.001)
ind	0.1998** (0.093)	0.3249*** (0.1036)	0.3269*** (0.0946)	0.1156** (0.0513)	0.1767*** (0.0532)	0.110** (0.0515)
fdi	-0.8847** (0.3873)	-1.0429** (0.4153)	-0.8877** (0.4074)	-0.0663 (0.2113)	-0.0661 (0.2112)	-0.0429 (0.2198)
lnce	-0.1051*** (0.0295)	-0.1122*** (0.0316)	-0.1287*** (0.0308)	-0.0563*** (0.0167)	-0.0326** (0.0165)	-0.0552*** (0.017)
urban	-0.012 (0.1327)	0.0127 (0.1357)	-0.0053 (0.136)	-0.2195** (0.0861)	-0.0811 (0.0755)	-0.1702** (0.0807)
gov	0.7327** (0.3137)	1.191*** (0.3435)	1.0376*** (0.3226)	-0.5642*** (0.1722)	-0.3145* (0.1754)	-0.6178*** (0.1747)
常数项	0.7876*** (0.0933)	1.1354* (0.6043)	0.849*** (0.1169)	0.9371*** (0.0581)	-1.1103*** (0.3126)	0.9168*** (0.0663)
Adj-R ²	0.42	0.34	0.37	0.32	0.32	0.28
时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值	480	480	480	480	480	480
省份数	30	30	30	30	30	30

从控制变量来看:产业结构(ind)与地区绿色发展效率呈显著的正相关,产业结构的调整可以优化地区资源配置,促进地区产业协调发展,有利于改善绿色发展效率。外商直接投资份额(fdi)与地区绿色发展效率呈显著的负相关,这是由于我国在吸引外资的初期,大多是以市场更换技术的方式来吸引外商投资,国外跨国公司长期占据“微笑曲线”两端的研发和销售环节,把高污染、高耗能的劳动密集型和资源密集型环节转移到我国生产。碳排放强度(lnce)也代表了一种废气污染物排放的程度,从侧面反映一种“非合意”的产出水平,所以碳排放强度增加显著阻碍了地区绿色发展效率。城镇化水平(urban)的快速提高意味着满足城镇居民消费的第二产业和第三产业规模必须相应地发展扩大,随之而来的是人口集中度提高、工业企业聚集和污染增加等“城市病”现象,将会抑制绿色发展效率水平。政府环境支出(gov)代表各地政府在环保工作上的支出占财政总支出的比重,是政府对绿色经济发展的一种直接财政干预手段,这种干预措施虽然能够显著地促进地区绿色发展效率,但是其作用范围和时效相对于环境规制工具来说依然较为局限。

3.2 稳健性检验

本文为了验证不同环境规制工具对基准模型估计结果的稳健性,将 Super-SBM 模型测度区域绿色发展效率中产生的纯技术效率(PTE)和规模效率(SE)作为因变量引入基准模型,替换综合技术效率(TE)。通过表 2 可以看出,不同环境规制工具对纯技术效率(PTE)和规模效率(SE)的估计结果与对综合技术效率(TE)即绿色发展效率的回归估计结果类似,进而一定程度上证明了基准回归结果的稳健。但进一步研究发现,自愿型规制工具对区域绿色发展的纯技术效率(PTE)和规模效率(SE)的影响都不够显著,即自愿型规制工具的作用相较于命令型和市场型较为微弱。

3.3 区域异质性分析

考虑到中国东部、中部、西部地区经济发展和工业基础差异明显,在总体分析的基础上,进一步探讨不同环境规制工具对绿色发展效率的异质性影响,也属于题中的应有之义。表 3 报告了分区域不同环境规制工具对绿色发展效率的影响结果,从中不难发现,东部地区因为市场化程度高、工业基础雄厚、经济发展速度较快,三种环境规制工具对区域绿色发展效率的影响较为显著,皆呈现出一种倒“U”型的影响。

表 3 分区域考察不同环境规制工具对绿色发展效率的估计结果

变量	东部地区			中部地区			西部地区		
	命令型 TE	市场型 TE	自愿型 TE	命令型 TE	市场型 TE	自愿型 TE	命令型 TE	市场型 TE	自愿型 TE
ER	0.0024 (0.0022)	0.3045* (0.1577)	0.1815*** (0.0677)	0.0361*** (0.0097)	3.0506*** (0.7635)	0.2187* (0.1156)	-0.0015 (0.0071)	0.2408* (0.1344)	0.0198 (0.020)
ER ²	-0.0011*** (0.0001)	-0.0148*** (0.0028)	-0.0147*** (0.0052)	-0.0028** (0.0011)	-0.1375*** (0.0341)	-0.0126 (0.008)	0.0013 (0.0011)	-0.0098 (0.0067)	-0.0007 (0.002)
ind	0.3528*** (0.1178)	0.3924*** (0.1245)	0.4015*** (0.1163)	-0.128 (0.2143)	-0.1721 (0.2236)	-0.1342 (0.2281)	-0.2345 (0.151)	-0.126 (0.1514)	-0.2032 (0.1544)
fdi	-1.7797*** (0.5795)	-2.0897*** (0.602)	-2.2549*** (0.5948)	-8.8515*** (1.1515)	-9.7263*** (1.1609)	-10.4528*** (1.1892)	0.5265 (0.4077)	0.4936 (0.4087)	0.5144((0.4072)
lnce	-0.2175*** (0.0426)	-0.2453*** (0.0466)	-0.176*** (0.0447)	-0.1077*** (0.0287)	-0.0285 (0.0507)	-0.0304 (0.0416)	-0.0104 (0.0435)	-0.0183 (0.0406)	-0.0006 (0.0426)
urban	-0.7971*** (0.2359)	-0.5015** (0.1995)	-0.6159*** (0.2044)	0.5307*** (0.1421)	1.1325*** (0.2086)	0.7707*** (0.1405)	-0.7249** (0.345)	-0.2986 (0.2889)	-0.6732** (0.3405)
gov	1.4518* (0.7777)	0.6061 (0.8376)	0.7808 (0.746)	4.0389*** (1.1259)	2.9758*** (1.1167)	2.7281** (1.1649)	1.5079*** (0.4345)	1.0041** (0.4773)	-.549*** (0.4257)
常数项	1.3305*** (0.1756)	-0.3294 (0.7655)	0.6725** (0.2772)	0.5331*** (0.1045)	-16.5616*** (4.3288)	-0.4979 (0.4647)	1.0657*** (0.1835)	-0.5444 (0.7336)	1.1597*** (0.1813)
Adj-R ²	0.55	0.51	0.54	0.65	0.59	0.61	0.69	0.69	0.70
时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值	176	176	176	128	128	128	176	176	176
省份数	11	11	11	8	8	8	11	11	11

中部地区有两种规制工具对绿色发展存在显著的倒“U”型影响。虽然中部地区的经济发展状况和产业结构规模低于东部,

但是其环保工作的严格程度并不低于东部地区,环保政策的制定和实施的效果也颇具成效。此外,自愿型规制工具作用不显著。这说明在中部地区自愿型规制工具的作用效果不甚理想,而这对政策制定者和监管部门提供了一个经验的参考,对因地制宜、精准施策提供了一定的帮助。

最后,从表 3 还可以看出,在西部地区三种规制工具的作用效果都很微弱。很可能是受西部地区发展速度较慢、起步较晚、工业基础薄弱、人口密度较低等因素制约。这说明在西部地区提升绿色发展效率的研究重点不应在规制层面,而是应该放在合理的资源分配、经济与生态互动良性发展和区域内基础设施的完善搭建等方面,从而在不破坏生态环境的基础上提升经济发展水平。

3.4 中介机制分析

从前文的分析中不难看出,对绿色发展起到主要作用的是命令型和市场型工具,而这也和大部分学者的研究结论相符。同时通过对基准模型中命令型和市场型环境规制工具倒“U”型拐点的测度发现,大部分省份和年份的观测值处于“爬坡”阶段,说明两种工具的作用效果在观测阶段主要呈现一个提升效应。那么,环境规制工具是如何对绿色发展效率起到提升作用的?其影响机制又如何?对上述问题的讨论有助于我们明确规制工具作用的机制路径,为政策制定者提供经验证据。

所以,接下来重点考察命令型和市场型规制工具对绿色发展效率的线性促进作用。考虑到环境规制工具作用到市场时,敏感的排污型企业会较快速地做出应对,增大研发强度(rd)去适应新的监管要求和市场需要。而研发强度的提升会显著提升区域绿色发展效率,那么环境规制工具是否通过激励企业研发而促进绿色发展效率提升?参照温忠麟和叶宝娟^[20]的方法构建中介效应模型,检验环境规制工具对绿色生态效率的提升机制:

$$TE_{it}=\alpha_0+\alpha_1ER_{it}+\alpha_2CV_{it}+\gamma_i+\varepsilon_t+\mu_{it} \tag{3}$$

$$rd_{it}=\beta_0+\beta_1ER_{it}+\beta_2CV_{it}+\gamma_i+\varepsilon_t+\mu_{it} \tag{4}$$

$$TE_{it}=\gamma_0+\gamma_1ER_{it}+\gamma_2rd_{it}+\gamma_3CV_{it}+\gamma_i+\varepsilon_t+\mu_{it} \tag{5}$$

式中:rd_{it}表示 i 省份第 t 年的研发强度,其余变量与前文设定一致。

通过对表 4 的回归结果分析发现,无论是命令型还是市场型规制工具都可以通过影响研发强度进而促进绿色发展效率的提升。同时,通过比较第 2 列和第 5 列,发现命令型规制工具引致的创新效应要比市场型明显,说明命令型政策制定对企业研发激励效果更强烈,市场管控手段次之。

表 4 环境规制工具对绿色发展效率的中介机制检验

变量	命令型			市场型		
	(1) TE	(2) rd	(3) TE	(4) TE	(5) rd	(6) TE
ER	0.0037*** (0.0008)	0.0102*** (0.003)	0.0027*** (0.0008)	0.0139*** (0.001)	0.0805* (0.0421)	0.0188* (0.0104)
rd			0.0875*** (0.0116)			0.0956*** (0.0115)
ind	0.3092*** (0.0834)	1.0566*** (0.307)	0.1949** (0.0799)	0.4446*** (0.0887)	1.1062*** (0.3266)	0.3057*** (0.0841)
fdi	-0.9932*** (0.3481)	-0.430 (1.2612)	-0.9521*** (0.3269)	-1.0705*** (0.3554)	-0.4462 (1.2823)	-1.0154*** (0.3297)

lnce	-0.0404 (0.0265)	0.1549 (0.1005)	-0.0479* (0.0251)	-0.0494* (0.0269)	0.1205 (0.1013)	-0.0549** (0.0252)
urban	-0.0558 (0.1182)	3.0098*** (0.5449)	-0.4192*** (0.123)	-0.076 (0.1202)	2.9174*** (0.5326)	-0.4663*** (0.1236)
gov	0.2841 (0.2821)	9.6195*** (1.0304)	-0.5585* (0.2878)	0.6857** (0.2859)	10.0577*** (1.0402)	-0.3022 (0.2908)
常数项	0.6557*** (0.0835)	-1.7582*** (0.3648)	0.8544*** (0.084)	0.4639*** (0.1595)	-0.8469 (0.6335)	0.6294*** (0.152)
Adj-R ²	0.50	0.63	0.57	0.51	0.62	0.57
时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值	480	480	480	480	480	480
省份数	30	30	30	30	30	30

3.5 系统 GMM 检验

为了进一步检验本文模型的可靠性,在原模型的基础上引入绿色发展效率的滞后一期,并运用系统 GMM 方法做出相应检验。表 5 的回归结果显示,在修正模型的内生性问题之后,命令型、市场型和自愿型规制工具与绿色发展效率依然呈显著的倒“U”型关系,与基准回归结果保持一致,验证了原模型回归结果的可靠性。AR(1)、AR(2)检验表明模型扰动项无自相关。Hansen 检验显示工具变量合理有效。

表 5 内生性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	命令型 TE	市场型 TE	自愿型 TE
L. TE	0.1491*** (0.0541)	0.3602*** (0.046)	0.3694*** (0.0459)
ER	0.0152*** (0.0043)	0.0331*** (0.0097)	0.0635 (0.046)
ER ²	-0.0021*** (0.0149)	-0.0143*** (0.0036)	-0.065** (0.0289)
ind	0.5972*** (0.1991)	0.2654*** (0.0904)	0.2834*** (0.1036)
fdi	-0.7258*** (0.275)	-0.3576*** (0.1018)	-0.3932*** (0.1175)
lnce	-0.040** (0.0196)	-0.0421* (0.0231)	-0.0483** (0.0202)
urban	-0.283*** (0.0551)	-0.292*** (0.0582)	-0.286*** (0.0591)

gov	0.635** (0.304)	0.765** (0.322)	0.832*** (0.302)
AR (1)	0.002	0.004	0.005
AR (2)	0.261	0.353	0.278
Hansen	0.863	0.724	0.891

4 结论与政策启示

本文运用 Super-SBM 模型,测算了我国 2000—2015 年各个省份的绿色发展效率,并且使用面板固定效应模型和中介模型检验了不同规制工具对区域绿色发展效率的影响和传导机制。实证研究发现:从总体来看,不同规制工具与区域绿色发展呈显著的倒“U”型关系。具体而言,不同类型规制工具的作用机制存在差异,命令型和市场型环境规制工具显著促进地区绿色经济发展,而自愿型环境规制工具在一定程度上产生抑制作用。地区异质性检验表明,不同规制工具在东部、中部地区的倒“U”型作用较为显著,但是在西部地区的作用较微弱。进一步的中介机制研究表明,命令型、市场型规制工具都可以通过影响研发强度进而促进绿色发展效率的提升,且命令型规制工具对研发投入的激励效果更为强烈。

为了更好地利用环境规制工具来推动国内各地区绿色发展效率的提升,在前文研究结论的基础上,在此提出如下政策启示:首先,各地区政府要充分意识到环境规制工具与绿色发展效率的倒“U”型关系,采取适度的规制工具来促进地区绿色发展效率的提升,避免过度使用规制工具对地区生态效率造成负向影响。其次,要合理运用不同规制工具对绿色发展效率的差异化影响,采取不同规制工具的分层次搭配,以命令型和市场型规制工具作为治理污染的主要政策手段,同时以自愿型规制工具作为辅助手段对各地区生态效率治理进行监督,从而在最大程度上实现环境规制工具的政策目标。最后,生态效率治理一定要结合东部、中部、西部地区经济发展状况,因地制宜地探寻最有利于本地区绿色发展的政策措施,在保证地区绿色发展目标的前提下,运用梯度化、差异化的环境规制工具来激发企业研发创新的积极性,从而实现地区的节能减排,提高绿色发展效率。

参考文献:

- [1]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(6):85-90.
- [2]张坤民,温宗国,彭立颖.当代中国的环境政策:形成、特点与评价[J].中国人口·资源与环境,2007(2):1-7.
- [3]王红梅.中国环境规制政策工具的比较与选择——基于贝叶斯模型平均(BMA)方法的实证研究[J].中国人口·资源与环境,2016(9):132-138.
- [4]Laplante B,Rilstone P.Environmental inspections and emissions of the pulp and paper industry in Quebec[J].Journal of Environmental Economics and Management,1996,31(1):19-36.
- [5]Cole M A,Elliott R J R,Shimamoto K.Industrial characteristics,environmental regulations and air pollution:An analysis of the UK manufacturing sector[J].Journal of Environmental Economics and Management,2005,50(1):121-143.
- [6]郑石明,罗凯方.大气污染治理效率与环境政策工具选择——基于 29 个省市的经验证据[J].中国软科学,2017(9):184-192.

-
- [7]曾冰,郑建锋,邱志萍. 环境政策工具对改善环境质量的作用研究——基于 2001—2012 年中国省际面板数据的分析[J]. 上海经济研究, 2016(5):39-46.
- [8]Blackman A, Kildegaard A. Clean technological change in developing-country industrial clusters: Mexican leather tanning[J]. Environmental Economics and Policy Studies, 2010, 12:115-132.
- [9]Simpson R D, Bradford R L. Taxing variable cost: Environmental regulation as industrial policy[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1996, 30(3):282-300.
- [10]张子龙,王开泳,陈兴鹏. 中国生态效率演变与环境规制的关系——基于 SBM 模型和省际面板数据估计[J]. 经济经纬, 2015(3):126-131.
- [11]姚林如,杨海军,王笑. 不同环境规制工具对企业绩效的影响分析[J]. 财经论丛, 2017(12):107-113.
- [12]涂正革,谌仁俊. 排污权交易机制在中国能否实现波特效应?[J]. 经济研究, 2015(7):160-173.
- [13]陈志芳,余雪琴. 创新能力与环境规制对区域生态效率的影响——基于动态空间杜宾模型的实证研究[J]. 昆明理工大学学报(社会科学版), 2019(6):49-59.
- [14]李玲,陶锋. 中国制造业最优环境规制强度的选择——基于绿色全要素生产率的视角[J]. 中国工业经济, 2012(5):70-82.
- [15]李胜兰,初善冰,申晨. 地方政府竞争、环境规制与区域生态效率[J]. 世界经济, 2014(4):88-110.
- [16]黄清煌,高明. 中国环境规制工具的节能减排效果研究[J]. 科研管理, 2016(6):19-27.
- [17]任胜钢,蒋婷婷,李晓磊,等. 中国环境规制类型对区域生态效率影响的差异化机制研究[J]. 经济管理, 2016(1):157-165.
- [18]沈能. 环境效率、行业异质性与最优规制强度——中国工业行业面板数据的非线性检验[J]. 中国工业经济, 2012(3):56-68.
- [19]韩超,胡浩然. 清洁生产标准规制如何动态影响全要素生产率——剔除其他政策干扰的准自然实验分析[J]. 中国工业经济, 2015(5):70-82.
- [20]温忠麟,叶宝娟. 中介效应分析:方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014(5):731-745.