

doi:10.13582/j.cnki.1672-7835.2023.03.011

环境分权有利于促进中国先进制造业 绿色发展吗?

——基于动态空间面板模型的实证检验

谢宜章, 王晓玉

(湖南农业大学 商学院, 湖南 长沙 410128)

摘要:分权竞争是理解中国经济增长的关键。相对财政分权,环境分权因缺乏正式的制度安排而被长期忽视。基于环境分权视角,运用动态空间面板模型对环境分权与中国先进制造业绿色发展的非线性空间效应进行检验。研究表明,空间效应下环境分权与先进制造业绿色发展存在明显的倒“U”型关系。分解指标方面,环境行政分权和环境监察分权与先进制造业绿色发展之间均存在明显的“U”型关系,但环境监测分权与先进制造业绿色发展却呈现倒“U”型关系。分时间段来看,不同时段的环境分权与先进制造业绿色发展的关系存在异质性。中国目前的环境分权水平没有对地方政府治理环境污染和调整产业发展方式形成有效激励,因此,设置差异化的环境分权水平是深入推进先进制造业绿色发展的必然选择。

关键词:环境分权;先进制造业绿色发展;动态空间面板模型

中图分类号:F420 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-7835(2023)03-0081-11

环境污染的本质是经济活动与生态文明的发展失衡。推动绿色发展、促进人与自然和谐共生是我国“十四五”规划的重要目标。近年来,“雾霾”“渗坑”“土壤污染”等环境事件屡屡发生,凸显绿色治理的紧迫性。

环境分权作为环境管理正式制度的重要部分,表示的是以环境基本公共服务为核心的环境事权划分,本质是中央政府和地方政府的环境保护责任权和事权的分配问题^{①②③}。那么,环境分权对中国先进制造业绿色发展是否具有促进作

用?根据现有的研究文献来看,合理的环境分权设计可能有助于激励地方政府治理污染和调整结构来实现节能减排。因此,尽管环境污染末端治理对节能减排非常重要,但以中央政府和地方政府最优事权划分为核心的环境分权设计有着更为本质的现实指导意义^{④⑤}。目前,鲜有文献研究环境分权与先进制造业绿色发展之间的关系,而是主要集中在分析财政分权与环境污染之间的关系。多数研究成果认为财政分权度的提高不利于

收稿日期:2023-01-18

基金项目:国家社会科学基金项目(21CJY032)

作者简介:谢宜章(1986—),男,湖南永州人,博士,教授,博士生导师,湖南省“芙蓉计划”湖湘青年英才,主要从事宏观经济管理与可持续发展研究。

①Veld K V, Shogren J F. “Environmental Federalism and Environmental Liability”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 2012, 63(1): 105-119.

②Sjöberg E, Xu J. “An Empirical Study of US Environmental Federalism: RCRA Enforcement from 1998 to 2011”, *Ecological Economics*, 2018, 147(1): 253-263.

③李强,王琰:《环境分权、环保约谈与环境污染》,《统计研究》2020年第6期。

④张华,丰超,刘贯春:《中国式环境联邦主义:环境分权对碳排放的影响研究》,《财经研究》2017年第9期。

⑤郑展鹏,王雅柔,骆笑天,等:《环境规制对技术创新影响的门槛效应研究》,《经济经纬》2022年第6期。

环境污染物的减少和环境保护^{①②},而部分文献则认为适度的财政分权对降低环境污染有利^③,或者分地区的财政分权对环境质量的影响存在明显差异^{④⑤}。但财政分权是“政治集权和经济集权”结合的产物^⑥,未涉及中央政府和地方政府之间的环境事权划分^⑦。

因此,本文主要分析环境分权能否通过治理污染和调整结构来促进先进制造业绿色发展。一方面污染治理和结构调整是节能减排和绿色发展的重要手段^{⑧⑨}。另一方面,尽管环境污染治理和产业结构升级有利于污染减排,但如何利用市场机制或者相关政策来倒逼激励地方政府治理污染或调整结构^⑩,将是先进制造业绿色发展的重要策略和难点所在。环境分权作为激励地方政府治理污染的重要制度^{⑪⑫},可能对先进制造业绿色发展产生明显的促进或阻碍影响,但现有研究文献均没有考虑环境分权通过治理污染及调整结构对先进制造业绿色发展的影响。在环境分权的非线性影响效应方面,祁毓等分析了环境分权与环境污染的“U”型或者倒“U”型关系^⑬,但该文对环境分权的评价未考虑人员的素质因素,也未区分时间段进行检验;彭星研究发现,产业结构视角下环境分权与工业绿色转型存在倒“U”型关系^⑭;宋英杰、刘俊现考察了环境分权对环保技术扩散的

影响,主张地方政府对环境横向分权进行统筹,强化省以下区域环保的横向分权^⑮。而且,现有相关文献鲜少探讨空间效应的存在^{⑯⑰}。

基于中央与地方政府环境事权划分的视角,本文将人员素质因素纳入环境分权评价体系,并考虑空间异质性,运用动态空间面板模型检验环境分权能否通过激励地方政府治理污染和调整结构来促进先进制造业绿色发展。此外,本文还针对环境管理体制差异性来划分时间段,分析不同时段环境分权与先进制造业绿色发展之间的非线性关系,从而为设置合理的环境分权以推动先进制造业绿色发展提供理论依据。

一 理论分析与研究假设

(一) 模型假设

消费方面:假设地区有两种产品,分别是标准化产品和差异化产品。那么,消费者的效用函数表示如下: $\int_0^{\infty} (C_0(t) + \log C(t)) e^{-\eta t} dt$ 。其中, $C_0(t)$ 是标准化产品需求, $C(t)$ 是差异化产品需求,且具有CES生产函数形式:

$$C(t) = \left[\int_0^{m(t)} (X_i)^{\frac{\rho-1}{\rho}} di \right]^{\frac{\rho}{\rho-1}} \quad (1)$$

其中, ρ 是产品需求替代弹性, $\rho > 1$, $m(t)$ 是可

①Zhang K, Zhang Z Y, Liang Q M. “An Empirical Analysis of the Green Paradox in China: From the Perspective of Fiscal Decentralization”, *Energy Policy*, 2017, 103(1): 203-211.

②张可,汪东芳,周海燕:《地区间环保投入与污染排放的内生策略互动》,《中国工业经济》2016年第2期。

③余锦亮:《异质性分权的污染效应:来自市县体制改革改革的证据》,《世界经济》2022年第5期。

④Sigman H. “Decentralization and Environmental Quality: An International Analysis of Water Pollution Level and Variation”, *Land Economics*, 2014, 90(1): 114-130.

⑤Sarmistha P A, Zaki W. “Fiscal Decentralization, Local Institutions and Public Good Provision: Evidence from Indonesia”, *Journal of Comparative Economics*, 2017, 45(2): 383-409.

⑥Howard F C, Hilary S, Leah G. “Endogenous Decentralization in Federal Environmental Policies”, *International Review of Law and Economics*, 2014, 37(1): 39-50.

⑦Fredriksson P G, Wollscheid J R. “Environmental Decentralization and Political Centralization”, *Ecological Economics*, 2014, 107(1): 402-410.

⑧Lee C C, Zeng M, Wang C. “Environmental Regulation, Innovation Capability, and Green Total Factor Productivity: New Evidence from China”, *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, 29(26): 39384-39399.

⑨王展祥,叶宇平:《“双碳”目标引领工业企业绿色转型发展的内在机理与实现路径》,《企业经济》2022年第12期。

⑩余泳泽,孙鹏博,宣烨:《地方政府环境目标约束是否影响了产业转型升级?》,《经济研究》2020年第8期。

⑪陆凤芝,杨浩昌:《环境分权、地方政府竞争与中国生态环境污染》,《产业经济研究》2019年第4期。

⑫Zhang W, Li G. “Environmental Decentralization, Environmental Protection Investment, and Green Technology Innovation”, *Environmental Science and Pollution Research*, 2020, 24(12): 1-16.

⑬祁毓,卢洪友,徐彦坤:《中国环境分权体制改革研究:制度变迁、数量测算与效应评估》,《中国工业经济》2014年第1期。

⑭彭星:《环境分权有利于中国工业绿色转型吗?——产业结构升级视角下的动态空间效应检验》,《产业经济研究》2016年第2期。

⑮宋英杰,刘俊现:《条块并存的环境分权对环保技术扩散的影响》,《中国人口·资源与环境》2019年第5期。

⑯Dijkstra B R, Fredriksson P G. “Regulatory Environmental Federalism”, *Annual Review of Resource Economics*, 2010, 2(1): 319-339.

⑰Costantini V, Mazzanti M, Montini A. “Environmental Performance, Innovation and Spillovers. Evidence from a Regional NAMEA”, *Ecological Economics*, 2013, 89(1): 101-114.

供消费的差异化产品数量, X_{ij} 是产品 i 的消费数量。给定消费预算约束 K , 通过消费者效用最大化问题得到消费产品 j 的数量如下:

$$X_{ij} = K(p_j^{-\rho}/p^{1-\rho}) \quad (2)$$

模型中, p_j 是产品 j 的销售价格, p 是地区产品销售价格。如果把该地区企业区分为绿色全要素生产率高 (high) 的企业和低 (low) 的企业, 则 p 可以分解如下:

$$p^{1-\rho} = n_l[\gamma_l(p_l^h)^{1-\rho} + (1 - \gamma_l)(p_l^l)^{1-\rho}] + n_d[\gamma_d(p_d^h)^{1-\rho} + (1 - \gamma_d)(p_d^l)^{1-\rho}] + n_f[\gamma_f(p_f^h)^{1-\rho} + (1 - \gamma_f)(p_f^l)^{1-\rho}] \quad (3)$$

公式的下标 l, d 和 f 分别表示本地企业、外地企业和国外企业, n 和 γ 表示企业数量和高绿色全要素生产率企业所占比重, $0 \leq \gamma \leq 1$ 。 p^h 和 p^l 衡量高和低绿色全要素生产率企业的产品销售价格。

生产方面: 假定只有一种劳动投入要素且地区间不能自由流动, 工资水平统一化为 1, 高绿色全要素生产率企业和低绿色全要素生产率企业的生产函数分别可表示 $h_{ii} = C_{fix} + \frac{X_{ii}}{\lambda}$, $l_{ii} = C_{fix} + X_{ii}$, 其中 λ 是高绿色全要素生产率企业的技术水平, C_{fix} 是生产的固定投入。

(二) 环境分权

当存在环境分权时, 外地企业和国外企业进入本地都需要额外成本。若环境分权度为 D , 环境分权成本系数为 μ , 则环境分权成本是 $D\mu$ 。假设外地企业和国外企业进入本地的运输成本均为冰山成本 τ_d 和 τ_f , 根据垄断竞争环境下企业销售价格确定的边际成本加成定价法, 本地高和低绿色全要素生产率企业的销售价格表示如下:

$$\gamma_l = \frac{K}{n_l(\eta S(T^g) - S'(T^g))} - \frac{n_d[1 + \gamma_d(\lambda^{\rho-1} - 1)][\tau_d(1 + D\mu)]^{1-\rho} + n_f[1 + \gamma_f(\lambda^{\rho-1} - 1)][\tau_f(1 + D\mu)]^{1-\rho}}{n_l(\lambda^{\rho-1} - 1)} - \frac{1}{\lambda^{\rho-1} - 1} \quad (9)$$

对该式求环境分权度 D 的一阶导数, 可获得环境分权对企业绿色全要素生产率的影响表达式:

$$\frac{d\gamma_l}{dD} = \frac{(\rho - 1)n_d\tau_d\mu[1 + \gamma_d(\lambda^{\rho-1} - 1)][\tau_d(1 + D\mu)]^{-\rho}}{n_l(\lambda^{\rho-1} - 1)} +$$

$$p_l^h = \rho/(\rho - 1)\lambda, p_l^l = \rho/(\rho - 1) \quad (4)$$

外地高和低绿色全要素生产率企业的销售价格:

$$p_d^h = \rho\tau_d(1 + D\mu)/(\rho - 1)\lambda, p_d^l = \rho\tau_d(1 + D\mu)/(\rho - 1) \quad (5)$$

国外企业高和低绿色全要素生产率企业的销售价格:

$$p_f^h = \rho\tau_f(1 + D\mu)/(\rho - 1)\lambda, p_f^l = \rho\tau_f(1 + D\mu)/(\rho - 1) \quad (6)$$

根据利润函数的计算公式, 本地高和低绿色全要素生产率企业的利润函数如下:

$$\pi_i^h = \frac{(\rho/(\rho - 1)\lambda)^{1-\rho}K}{\rho p^{1-\rho}} - C_{fix}, \pi_i^l = \frac{(\rho/(\rho - 1))^{1-\rho}K}{\rho p^{1-\rho}} - C_{fix} \quad (7)$$

(三) 绿色全要素生产率提升

假设开始时地区内全部为低绿色全要素生产率企业, 从时期 T^g 企业绿色全要素生产率逐渐提高。此时, 本地企业的利润函数表示如下:

$$\Pi(T^g) = \int_0^{T^g} e^{-\eta t} \pi_i^l dt + \int_{T^g}^{\infty} e^{-\eta t} \pi_i^h dt - e^{-\eta T^g} S(T^g), \text{ 其中}$$

$S(T^g)$ 是提升绿色全要素生产率需要的成本。通过对 T^g 求一阶导数来获得利润最大化问题的最优解, 并根据上述利润函数表达式, 可以得到绿色全要素生产率提升的门槛条件:

$$(\rho/(\rho - 1))^{1-\rho}K(\lambda^{\rho-1} - 1)/\rho p^{1-\rho} = \eta S(T^g) - S'(T^g) \quad (8)$$

将价格指数分解式和本地企业销售价格表达式代入上式, 可以得到企业绿色全要素生产率的提升路径:

$$\frac{(\rho - 1)n_f\tau_f\mu[1 + \gamma_f(\lambda^{\rho-1} - 1)][\tau_f(1 + D\mu)]^{-\rho}}{n_l(\lambda^{\rho-1} - 1)} \quad (10)$$

根据 $\rho > 1, \lambda > 1$, 可得 $\frac{d\gamma_l}{dD} > 0$, 表明高绿色全要素生产率企业所占比重与环境分权度之间存在正向关系。原因在于, 环境分权本质上是一

种市场保护,降低本地企业面临的竞争和外部性风险,有效激励本地企业绿色技术研发、引进国外先进清洁技术,有利于提高绿色全要素生产率。

通过求解高绿色全要素生产率企业对环境分权度 D 的二阶导数,考察两者之间的非线性关系,可得如下表达式:

$$\frac{d^2\gamma_l}{dD^2} = -\frac{\rho(\rho-1)n_d\tau_d^2\mu^2[1+\gamma_d(\lambda^{\rho-1}-1)][\tau_d(1+D\mu)]^{-(1+\rho)}}{n_l(\lambda^{\rho-1}-1)} - \frac{\rho(\rho-1)n_f\tau_f^2\mu^2[1+\gamma_f(\lambda^{\rho-1}-1)][\tau_f(1+D\mu)]^{-(1+\rho)}}{n_l(\lambda^{\rho-1}-1)} \quad (11)$$

根据 $\rho > 1, \lambda > 1$, 可得 $\frac{d^2\gamma_l}{dD^2} < 0$, 说明环境

分权与高绿色全要素生产率企业所占比重之间是一种非线性关系。伴随环境分权度的提高,其对高绿色全要素生产率企业所占比重的作用是逐渐下降的,也就是说环境分权对地区绿色全要素生产率的促进作用是随着环境分权度的提高而下降。主要是环境分权对绿色全要素生产率存在正负两种效应的交替。

当环境分权低于某个门槛值时,能够通过激励地方政府治理污染和调整结构影响企业绿色全要素生产率:一是环境分权有助于厘清地方政府环保权责,构建高效完善的环境监察体系,提高地方政府污染治理效率;二是环境分权能够发挥地方政府信息优势,以较低的成本了解当地环境状况,推动企业开展绿色技术研发活动,实现产业向高附加值领域延伸。此时,环境分权对绿色全要素生产率的正向效应大于负向效应。然而,当环境分权越过门槛值后,会促使地区内部分企业安于现状,阻碍其绿色技术研发和技术引进等行为。政府部门缺乏治理污染激励,难以调整产业结构,从而不利于绿色全要素生产率提升和先进制造业绿色发展。因此本文提出如下研究假说:

H_1 : 环境分权与先进制造业绿色发展之间存在非线性关系,其关系变化主要取决于环境分权的提高能否激励地方政府治理污染和调整结构。

二 研究设计

(一) 计量模型设定

理论模型表明环境分权与先进制造业绿色发展呈非线性关系,且存在一定的空间相关性和空间异质性。为进一步探讨两者关系,对其进行散点拟合,初步发现两者之间存在非线性的“U”型或倒“U”型关系^①。但是,这种相关性只是一种

简单的统计描述,仍需通过严谨的实证分析进一步检验。因此,本文构建空间面板模型来检验两者之间的关系。此外,先进制造业绿色发展具有动态性和延续性,所以模型必须考虑被解释变量的滞后期,构建动态空间面板模型进行估计。中介效应主要考虑污染治理和结构调整两个方面。计量模型设定如下:

动态空间 SAR 模型:

$$GTI_{it} = \theta GTI_{it-1} + \delta W \times GTI_{it} + \beta_1 ED_{it} + \beta_2 ED_{it}^2 + \beta_3 ED_{it} \times PA_{it} + \beta_4 ED_{it} \times IS_{it} + \beta_5 X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}, \text{ 其中, } \varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_{it}^2) \quad (12)$$

动态空间 SEM 模型:

$$GTI_{it} = \theta GTI_{it-1} + \eta_1 ED_{it} + \eta_2 ED_{it}^2 + \eta_3 ED_{it} \times PA_{it} + \eta_4 ED_{it} \times IS_{it} + \eta_5 X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}, \varepsilon_{it} = \varphi W \times \varepsilon_{it} + \xi_{it}, \text{ 其中 } \xi_{it} \sim N(0, \sigma_{it}^2) \quad (13)$$

计量模型中 SAR 模型和 SEM 模型的区别在于判定空间相关性的来源。如果空间相关性来源于邻近地区的先进制造业绿色发展水平,则为空间自相关模型;如果空间相关性的来源是邻近地区的误差冲击,则为空间滞后模型。空间 SAR 模型中, GTI_{it} 、 GTI_{it-1} 分别表示先进制造业绿色发展及其滞后一期, δ 表示空间自相关系数, W 为空间权重矩阵。 ED_{it} 为环境分权,主要分为环境行政分权、环境监察分权和环境监测分权三种,其平方项代表环境分权与先进制造业绿色发展之间的非线性关系,用于求解拐点值。两个交叉项 $ED_{it} \times PA_{it}$ 、 $ED_{it} \times IS_{it}$ 用于探究环境分权通过治理污染和调整结构对先进制造业绿色发展的影响。 X_{it} 表示控制变量,反映其他因素对先进制造业绿色发展的影响,分为环境规制、能源效率和科技创新三个方面。空间 SAR 模型中相关变量的解释与 SEM 模型一致,只有 φ 不同,是空间误差系数。

^①篇幅所限,散点拟合结果留存备案。

(二) 变量定义和数据来源

1. 先进制造业绿色发展

根据《中国制造 2025》《高技术产业(制造业)分类(2017)》等政策中所涉及的先进制造行业,本文以《国民经济行业分类》(GB/T4754-2017)为基础,将先进制造业划分为 9 个行业大类^①。先进制造业绿色发展是质和量的结合,不应仅包括污染减排,还应该体现发展方式的转变。本文以国务院新闻办公室发布的《新时代的中国绿色发展》白皮书、张涛^②的研究为基本范畴,同时结合数据可获得性,运用综合指标体系法对先进制造业绿色发展进行测度。本文采用三级指标体系法,第一级指标体系主要包括四个方面,即“节能减排、结构优化、质量效益和创新驱动”,二级指标体系在一级体系的基础上扩展为 9 个指标,三级体系则在二级体系的基础上扩展为 20 个指标。为保证结果的客观性和稳健性,本文主要采用熵值法客观赋权,综合为统一的绿色发展指数。此外,鉴于计量检验模型中的其他变量可能部分包含在先进制造业绿色发展指标体系当中,本文将重复的指标全部剔除后再运用熵值法测算先进制造业绿色发展指数。数据主要来源于《中国工业统计年鉴》以及《中国统计年鉴》。

2. 环境分权

环境分权采用不同层级的环保部门从业人员来衡量。一方面,环保机构和人员规模相对稳定,且不同级政府分布的事务人员可以看作是事务在层级不同政府之间的划分;另一方面,机构变化和不同级环保人员可反映环境管理体制的转变。此外,中国环境保护事权划分非常细致,涉及政策的制定、监察监测、行政管理、基础设施以及信息服务等诸多方面。环保系统各级机构主要包括环保行政主管部门、环境监测站、环境监察机构等,结合相应环境事权优先次序安排,本文将环境分权区分为环境行政分权、环境监察分权和环境监测分权三种。环境行政承担环保规划、政策制定和行政审批事项,监察负责环保执法检查、环境税的稽查等,监测负责环境质量和污染源监测评价。

相应的计算公式如下:

$$ED_{it} = \left[\frac{(SEP_{it}/POP_{it})}{CEP_T/POP_T} \right] \times \frac{EDU_{it}}{EDU_T} \times (1 - GDP_{it}/GDP_T) \quad (14)$$

$$EDC_{it} = \left[\frac{(SEPC_{it}/POP_{it})}{CEPC_T/POP_T} \right] \times \frac{EDU_{it}}{EDU_T} \times (1 - GDP_{it}/GDP_T) \quad (15)$$

$$EDR_{it} = \left[\frac{(SEPR_{it}/POP_{it})}{CEPR_T/POP_T} \right] \times \frac{EDU_{it}}{EDU_T} \times (1 - GDP_{it}/GDP_T) \quad (16)$$

$$EDS_{it} = \left[\frac{(SEPS_{it}/POP_{it})}{CEPS_T/POP_T} \right] \times \frac{EDU_{it}}{EDU_T} \times (1 - GDP_{it}/GDP_T) \quad (17)$$

其中, ED_{it} 、 EDC_{it} 、 EDR_{it} 、 EDS_{it} 依次表示环境分权、环境行政分权、环境监察分权和环境监测分权。而 SEP_{it} 、 $SEPC_{it}$ 、 $SEPR_{it}$ 和 $SEPS_{it}$ 依次表示第 i 省第 t 年的环保系统从业人员、环保行政从业人员、环保监察从业人员和环保监测从业人员。 CEP_T 、 $CEPC_T$ 、 $CEPR_T$ 和 $CEPS_T$ 依次表示第 t 年全国范围环保系统的从业人员、环保行政从业人员、环保监察从业人员和环保监测从业人员。 POP_{it} 和 POP_T 表示各个地区和全国人口规模。鉴于不同地区的环保从业人员工作效率有较大差异,但相关统计年鉴又缺乏环保从业人员工作效率的统计数据,本文依据受教育水平相对较高的人员工作效率也较高的思路,考虑到内生性问题对测算结果的影响,加入各地区相对受教育水平的权重值 EDU_{it}/EDU_T , 以体现不同环保从业人员效率对环境分权水平测算差异化影响。此外,本文运用 $(1 - GDP_{it}/GDP_T)$ 对所有指标进行平减。2003—2015 年环境分权相关数据来源于《中国环境年鉴》,2016—2019 年数据由三次样本函数插值结合线性插值法得到^③。

3. 其他变量

环境污染治理(PA)用工业污染治理投资占 GDP 比重来衡量,产业结构(IS)用先进制造业绿色发展指数中的产业结构分解指数衡量。环境规制(ER)采用综合指标体系进行全面衡量,主要选

①化学原料和化学制品制造业(C26),医药制造业(C27),通用设备制造业(C34),专用设备制造业(C35),汽车制造业(C36),铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业(C37),电气机械和器材制造业(C38),计算机、通信和其他设备制造业(C39),仪器仪表制造业(C40)。

②张涛:《高质量发展的理论阐释及测度方法研究》,《数量经济技术经济研究》2020年第5期。

③屈小娥,刘柳:《环境分权对经济高质量发展的影响研究》,《统计研究》2021年第3期。

取受理环境行政处罚案件数、两会环境提案数、单位 GDP 排污费收入、环保补助占 GDP 比重四个指标,采用熵值法客观赋权获得环境规制综合指数。能源效率(EE)主要采用数据包络分析进行测算,相对于径向模型,基于松弛量的 SBM 模型具有一定的优势,因此本文主要以包含非期望产出的 SBM 模型来测度能源效率值。科技创新(RRD)主要以科技经费的内部支出额所占 GDP 比重来衡量。数据主要来源于《中国环境统计年鉴》《中国环境年鉴》《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》以及《中国科技统计年鉴》。

三 动态空间面板估计结果及分析

本文以中国 30 个省份(剔除西藏)为研究对象,计量检验时间跨度为 2003—2019 年,运用 Elhorst^①提出的动态空间自相关模型检验环境分权与先进制造业绿色发展的非线性关系,构造空间邻接权重矩阵 W_A ^② 和空间混合权重矩阵 W_{MX} ^③ 反映空间关联性。考虑到模型中含有被解释变量滞后一期,采用空间 GMM 模型进行估计。

(一)环境分权对先进制造业绿色发展的非线性估计结果

动态空间面板估计结果显示,空间自相关系数 δ 在模型中较为显著且正相关,表明中国先进制造业绿色发展存在空间效应,相邻地区的先进制造业绿色发展对本地区的先进制造业绿色发展具有正向促进作用。被解释变量滞后期显著且系数均在 0.90 以上,表明先进制造业绿色发展的动态性和延续性比较明显。Sargan 检验结果表明选择的工具变量有效,模型设定合理。

表 1 结果显示,两种空间权重矩阵下 ED 显著为正而 ED² 显著为负,说明环境分权与先进制造业绿色发展之间存在倒“U”型关系, W_A 和 W_{MX} 下的转折点分别为 0.63 和 0.50。估计结果说明,适度的环境分权对先进制造业绿色发展具有较好的促进作用,而过度的环境分权不利于先进制造业绿色发展。通过测算发现,我国大部分地区环境管理水平高于 0.50,部分地区环境分权度高于 0.63,可见目前我国的环境分权水平偏高,需要进一步调整以推动先进制造业绿色发展。

表 1 环境分权对先进制造业绿色发展影响的动态空间面板估计结果

变量	先进制造业绿色发展			
	W_A	W_{MX}	W_A	W_{MX}
GTI _{t-1}	0.965*** (210.04)	0.967*** (131.20)	1.017*** (225.77)	1.017*** (288.16)
ED	0.005*** (10.49)	0.002*** (4.22)	-0.000(-1.49)	-0.000*(-1.73)
ED ²	-0.004*** (-7.05)	-0.002** (-4.17)		
ED×PA			-0.001*** (-2.72)	-0.490** (-2.51)
ED×IS			-0.001* (-1.70)	-0.002*** (-5.80)
ER	0.000* (1.82)	0.025** (2.17)	0.000** (2.35)	0.000(1.54)
EE	0.005*** (5.82)	0.005*** (6.03)	0.001*** (10.71)	0.001*** (7.18)
RRD	0.009*** (9.22)	0.010*** (10.78)	1.387*** (4.36)	1.814*** (5.43)
δ	0.079*** [0.00]	0.074*** [0.00]	0.048*** [0.00]	0.029*** [0.00]
Sargan 检验	25.524[1.00]	25.266[1.00]	25.192[1.00]	24.049[1.00]
形状	倒 U 型	倒 U 型		
拐点	0.63	0.50		
控制地区/时间效应	是	是	是	是
样本数	510	510	510	510

注:圆括号内是估计系数的 t 统计值,方括号内是统计量的 p 值。***、** 和 * 表示通过 1%、5% 和 10% 的显著性水平检验。 W_A 表示空间邻接权重矩阵, W_{MX} 表示空间混合权重矩阵。下同。

①Elhorst J P. “Dynamic Spatial Panels: Models, Methods, and Inferences”, *Journal of Geographical Systems*, 2012, 14(1): 5-28.

②空间邻接权重矩阵 W_A 设定的依据为地理上是否相邻,相邻为 1,不相邻则为 0。

③空间混合权重矩阵 W_{MX} 为地理距离权重矩阵 W_d 和经济距离权重矩阵 W_e 的乘积。 $W_d = 1/d_{ij}^2$, 其中 d_{ij} 是使用经纬度数据计算的城市间距离,且 $i \neq j$ 。 $W_e = \frac{1}{|GDP_i - GDP_j| S_i}$, 其中 GDP_i 和 GDP_j 分别为 i 省和 j 省省份的人均 GDP, $S_i = \sum (1/|GDP_i - GDP_j|)$ 表示本省与其他省份人均 GDP 距离的倒数和。

交叉项 $ED \times PA$ 、 $ED \times IS$ 估计系数比较显著,且具有负向影响,说明目前我国的环境分权水平难以激励地方政府治理污染和调整结构,进而推动先进制造业绿色发展。地方政府所拥有的环境管理权过高,促使地方政府为确保在晋升锦标赛中获胜,将较多的资源用于发展地方经济,而忽视了短期内效果不太明显的污染治理和结构调整,阻碍了先进制造业绿色发展。

控制变量方面,ER、EE 和 RRD 对先进制造业绿色发展均具有显著推动作用,环境规制和能源效率的增强能促进污染减排和能源节约,科技创新可有效激励企业进行绿色技术创新。

(二) 环境分权分解指标对先进制造业绿色发展的非线性估计结果

表 2 的估计结果显示,空间相关性依然存在。观察结果当中,环境行政分权与先进制造业绿色发展呈现“U”型曲线,与环境分权估计结果差异

较大。环境行政分权水平在 W_A 和 W_{MIX} 下的转折点分别为 2.40 和 2.19。结果表明提高环境行政分权度有利于促进先进制造业绿色发展。原因在于,环保法规的制定等环境行政事务主要以充分掌握地方经济、社会、环保信息为基础,将这部分权力下放,有利于充分发挥地方政府的信息资源及优势,培育地方政府环境保护“向上赛跑”竞争机制,较好调动地方政府治理污染和调整结构的积极性。目前,我国在样本区间的环境行政分权水平是 1.26,低于两种空间权重矩阵下的转折点,因此现有的环境行政分权度不利于激励地方政府治理污染和调整结构,阻碍先进制造业绿色发展进程。通过观察交叉项 $EDC \times PA$ 、 $EDC \times IS$ 发现,系数显著为负,说明这种激励效应确实不存在,地方政府集中于发展地方经济,往往选择牺牲环境,不利于先进制造业绿色发展。

表 2 环境分权分解指标对先进制造业绿色发展的动态空间面板估计结果

变量	环境行政分权		环境监察分权		环境监测分权	
	W_A	W_{MIX}	W_A	W_{MIX}	W_A	W_{MIX}
GTI_{t-1}	0.936*** (95.50)	0.944*** (118.70)	1.002*** (140.75)	0.952*** (99.31)	0.953*** (74.35)	0.961*** (113.52)
EDC	-0.024*** (-3.83)	-0.035*** (-4.91)				
EDC^2	0.005*** (5.70)	0.008*** (5.70)				
$EDC \times PA$	-0.003** (-2.26)	-0.002** (-2.03)				
$EDC \times IS$	-0.014*** (-4.84)	-0.014*** (-3.10)				
EDR			-0.010*** (-4.91)	-0.008*** (-5.73)		
EDR^2			0.001*** (44.58)	0.001* (1.85)		
$EDR \times PA$			-0.594* (-1.77)	-0.719** (-2.53)		
$EDR \times IS$			-0.016*** (-7.40)	-0.019*** (-9.30)		
EDS					0.019*** (6.36)	0.012*** (4.23)
EDS^2					-0.005*** (-2.65)	-0.003* (-1.78)
$EDS \times PA$					0.001* (1.79)	0.001** (2.13)
$EDS \times IS$					0.010*** (6.87)	0.001*** (12.64)

续表 2

变量	环境行政分权		环境监察分权		环境监测分权	
	W_A	W_{MX}	W_A	W_{MX}	W_A	W_{MX}
控制变量	是	是	是	是	是	是
δ	0.066*** [0.00]	0.059*** [0.00]	0.029*** [0.00]	0.051*** [0.00]	0.037*** [0.00]	0.050*** [0.00]
Sargan 检验	28.124 [1.00]	28.160 [1.00]	26.838 [1.00]	27.342 [1.00]	28.274 [1.00]	28.323 [1.00]
形状	U 型	U 型	U 型	U 型	倒 U 型	倒 U 型
拐点	2.40	2.19	5.00	4.00	1.90	2.00
控制地区效应	是	是	是	是	是	是
控制地区/时间效应	是	是	是	是	是	是
样本数	510	510	510	510	510	510

注:表中 EDC×PA 和 EDC×IS 均单独作为模型进行测算,并不和 EDC² 同在一个模型,但限于篇幅本文将这三个结果同时展示在一列中;EDR 和 EDS 同理。下同。

环境监察分权估计结果显示,环境监察分权与先进制造业绿色发展存在非线性的“U”型关系,在 W_A 和 W_{MX} 下的转折点分别为 5.00 和 4.00。结果表明提高环境监察分权度有利于促进先进制造业绿色发展。环境监察主要是环境执法及监督事务,如果全部由中央政府执行,一方面可能导致过度干预,另一方面环境监察管理与地方经济利益存在冲突,较难获得地方政府支持,进而影响监察绩效。从环境监察分权水平来看,样本区间均值 1.57,未超越转折点,不利于环境监察发挥对污染治理和结构调整的促进作用,制约先进制造业绿色发展。通过观察交叉项 EDR×PA、EDR×IS 可知,目前的环境监察水平对先进制造业绿色发展没有起到应有的促进作用。

环境监测分权与先进制造业绿色发展非线性关系依然存在,但呈倒“U”型关系,在 W_A 和 W_{MX} 下的转折点分别为 1.90 和 2.00。整体来看,环境监测权上移对先进制造业绿色发展有利。环境监测是资金密集和技术密集型活动,限于资金和技术要求,地方政府执行环境监测可能不利于提高监测数据质量。目前,中国环境监测分权度为 1.96,相对合理。通过观察发现,交叉项系数均显著为正,反映出目前的环境监测水平对激励地方政府治理污染和调整结构有利,能够有效促进先进制造业绿色发展。但也有部分地区的环境监测水平过高,将对先进制造业绿色发展产生负面效应,因而需要中央政府进一步调整规范。

(三) 区分时段的环境分权非线性效应估计结果

因环境分权在不同时间段有所差异,将样本区分时段以考察两者之间非线性关系存在的原因。以 2008 年和 2015 年作为区分点,将样本划分为 2003—2007 年、2008—2014 年和 2015—2019 年三个区间。划分依据是:1994 年分税制改革,中国环境管理呈集权趋势;2008 年环保部设立,中央政府不断强化地方政府治理污染的激励及约束;2015 年《中华人民共和国环境保护法》实施,加强了中央对地方政府环境保护质量的督察。因此,2003—2019 年环境分权度呈现“下降—上升—下降”的趋势。

由表 3 可知,三个时间段环境分权的估计结果与全时段保持一致,但 2003—2007 年 ED 系数不显著。通过测算发现 2003—2007 年中国的环境分权度平均值为 0.98,高于相应的拐点值。环境分权度的提高使得地方政府过度专注于地方经济发展而忽视环境保护和结构优化,从而遏制先进制造业绿色发展。而且,交叉项 ED×PA 及 ED×IS 均显著为负,也论证了过度的环境分权不利于激励地方政府治理污染和调整结构,抑制先进制造业绿色发展。不过,从 2008—2014 年和 2015—2019 年的估计结果来看,环境分权与先进制造业绿色发展的非线性关系十分显著。但 2008—2014 年环境分权将明显不利于激励地方政府治理污染和调整产业结构,两者呈现明显的负相关关系。原因在于,2008 年后中国环境分权

度不断提高,部分地区已明显跨越拐点值,地方政府发展经济的激励增强,晋升锦标赛下最终的结果将是牺牲环境以发展经济。2015 年开始中国的环境事务管理呈现中央集权的趋势,环境分权

水平有所降低,ED×PA 及 ED×IS 均显著为正,表明适度的环境分权将激励地方政府治理污染和调整结构,有利于推动先进制造业绿色发展。

表 3 不同时间段环境分权对先进制造业绿色发展的动态空间面板估计结果

变量	2003—2007 年	2008—2014 年	2015—2019 年
GTI _{t-1}	0.446*** (5.49)	0.596*** (74.50)	1.017*** (26.67)
ED	0.022(0.83)	0.006*** (3.40)	0.218*** (4.96)
ED ²	-0.021* (-1.68)	-0.003* (-1.66)	-0.061*** (-4.55)
ED×PA	-0.016* (-1.91)	-0.007* (-1.67)	0.001** (2.03)
ED×IS	-0.156** (-2.43)	-0.019** (-2.01)	0.005* (1.72)
控制变量	是	是	是
δ	0.738*** [0.00]	0.119*** [0.00]	0.107* [0.06]
Sargan 检验	12.822[0.31]	23.255[0.28]	14.951[0.18]
形状	倒 U 型	倒 U 型	倒 U 型
拐点	0.52	1.00	1.79
控制地区效应	是	是	是
控制地区/时间效应	是	是	是
样本数	150	210	150

注:模型中的控制变量系数符号及显著性与表 1、表 2 基本保持一致,此外,鉴于两种权重矩阵下估计结果较为平稳,本表仅显示空间混合权重矩阵下的估计结果。下同。

表 4 估计结果显示,不同时间段的环境分权分解指标与先进制造业绿色发展之间均存在非线性关系,环境行政分权和环境监察分权对先进制造业绿色发展呈现“U”型关系,保持一定的稳健性,而环境监测分权与先进制造业绿色发展的非线性关系在不同时段表现出差异性。

2003—2019 年,环境行政分权三个时段的“U”型拐点值从 5.00 下降至 1.07。根据计算发现,近年来环境行政分权水平不断下降,导致拐点值下移,地方政府治理污染和调整结构的积极性没有充分发挥,信息优势未充分利用,交叉项估计系数可提供客观的依据。2003—2007 年,环境监察分权的“U”型拐点值为 4.96;2008—2014 年拐点值为 4.50,但环境监察分权与先进制造业绿色发展之间的“U”型关系并不显著,说明其影响效应还未充分显现;2015—2019 年,环境监察分权的“U”型拐点值为 14.00。近年来环境监察权上移,环境监察分权度有所下降,难以充分发挥环境监察对污染排放的遏制效应,不利于先进制造业绿色发展。从环境监测分权的分时段估计结果来看,2003—2007 年环境监测分权对先进制造业绿

色发展的影响效应呈“U”型关系,但 2008—2014 年和 2015—2019 年环境监测分权与先进制造业绿色发展之间呈倒“U”型关系。原因在于,2003—2007 年环境监测分权水平不高,主要位于“U”型曲线左侧,其对先进制造业绿色转型的促进作用不大,而 2008—2019 年环境监测分权水平有所提高,则表现为促进的倒“U”型曲线。

2003—2007 年环境监测分权与污染治理的交乘项 ED×PA 显著为负,而与结构调整的交乘项 ED×IS 显著为正,通过测算发现 2003—2007 年环境监测分权水平较低,短期内地方政府治理污染的激励效应难以充分显现。同时 2015—2019 年环境行政分权、监察分权以及监测分权与治理污染的交叉项均显著为正,而与产业结构调整交叉项显著为负。原因在于,2015 年《中华人民共和国环境保护法》实施后,国家进一步加大对环境污染治理的重视程度和执行力度,因此环境分权分解指标主要通过环境污染治理(EDR×PA 系数显著为正)促进先进制造业绿色转型,但忽视了对产业结构调整激励效应(EDR×IS 系数显著为负)。

表4 不同时间段环境分权分解指标对先进制造业绿色发展的动态空间面板估计结果

变量	2003—2007年			2008—2014年			2015—2019年		
	环境行政分权	环境监察分权	环境监测分权	环境行政分权	环境监察分权	环境监测分权	环境行政分权	环境监察分权	环境监测分权
GTI_{t-1}	0.219** (2.11)	0.479*** (3.49)	0.332** (2.19)	0.608*** (72.63)	0.612*** (64.98)	0.626*** (73.19)	0.966*** (37.00)	1.042*** (36.23)	0.933*** (28.46)
EDC	-0.010** (-2.00)			-0.083** (-2.45)			-0.126*** (-4.83)		
EDC ²	0.001** (2.31)			0.015*** (3.91)			0.059*** (4.30)		
EDC×PA	-0.909*** (-10.02)			-0.886** (-2.03)			0.005** (2.14)		
EDC×IS	-0.006*** (-3.68)			-0.005*** (-4.72)			-0.022** (-2.59)		
EDR		-0.129*** (-3.39)			-0.001 (-0.74)			-0.003*** (-3.72)	
EDR ²		0.013*** (7.82)			0.000 (0.87)			0.000*** (5.34)	
EDR×PA		-0.368*** (-3.55)			-0.004** (-2.50)			0.000*** (3.13)	
EDR×IS		-0.230** (-2.47)			-0.026*** (-4.45)			-0.001*** (-4.85)	
EDS			-0.511*** (-2.89)			0.003** (2.24)			0.006** (4.33)
EDS ²			0.031*** (3.86)			-0.001*** (-2.91)			-0.016*** (-3.64)
EDS×PA			-0.017*** (-4.89)			0.177** (2.01)			0.001** (2.42)
EDS×IS			0.051*** (4.84)			0.149*** (5.99)			-0.005*** (-3.17)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是
δ	0.688*** [0.00]	0.778*** [0.00]	0.720*** [0.00]	0.154*** [0.00]	0.095*** [0.00]	0.057*** [0.00]	0.080** [0.03]	0.108*** [0.00]	0.083* [0.07]
Sargan 检验	11.817 [0.38]	15.364 [0.17]	16.952 [0.11]	24.912 [0.20]	25.513 [0.18]	24.481 [0.22]	14.500 [0.21]	13.338 [0.27]	12.540 [0.32]
形状	U型	U型	U型	U型	U型	倒U型	U型	U型	倒U型
拐点	5.00	4.96	8.24	2.77	4.50	1.50	1.07	14.00	0.19
控制地区效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
控制地区/时间效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
样本数	150	150	150	210	210	210	150	150	150

(四) 稳健性检验

为验证前文环境分权与先进制造业绿色发展实证结果的准确性和可靠性,本文加入环境分权及其分解指标的三次项进行稳健性检验。回归结果显示,环境分权与先进制造业绿色发展之间并不存在“S”型或“N”型等关系,得到的估计结果仍支持前文结论,“U”型和倒“U”型回归结果具

有较好的稳健性^①。

四 结论与政策建议

本文基于2003—2019年省级面板数据,运用动态空间面板模型检验环境分权对先进制造业绿色发展的非线性空间效应。研究结论表明:(1)环境分权与先进制造业绿色发展之间存在非线性

^①篇幅所限,稳健性检验结果留存备索。

的倒“U”型关系。适度的环境分权通过激励地方政府治理污染和调整结构对先进制造业绿色发展有较好的促进作用,但是过高的分权度不利于先进制造业绿色发展。(2)环境行政分权、环境监察分权与先进制造业绿色发展存在非线性的“U”型关系,而环境监测分权与先进制造业绿色发展存在倒“U”型关系。(3)不同时间段环境分权与先进制造业绿色发展之间呈现非线性的倒“U”型关系,环境行政分权跟环境监察分权与先进制造业绿色发展之间均保持非线性的“U”型关系,具有一定稳健性。环境监测分权在 2003—2007 年与先进制造业绿色发展呈现“U”型曲线,而在 2008—2014 年和 2015—2019 年两个时间段内则表现为倒“U”型关系。

根据研究结论,提出以下政策建议:(1)推进环境事权和管理权改革。目前,环境分权度已然

过高,中国环境管理要适度集权,确保政令上传下达,避免环境政策“非完全执行”的现象。针对不同类型的环境管理采用差异化措施。环境行政分权和环境监察分权应适当下放,包括环境规划、投资、法规制定等权力,加强地方政府监察能力建设。环境监测分权要适度上移,保证监测数据的权威性、统一性、公开性、透明性。(2)推进环境污染协同治理。破除污染治理的政策壁垒,构建跨区域协调治理联动机制,杜绝环境污染转移的“公地悲剧”,促进先进制造业绿色发展。(3)加强区域间产业联系。打破区域间市场壁垒和经济封锁,促进生产要素合理流动,合理规划区域产业空间布局,通过相邻区域之间的交流、合作、模仿、竞争等机制实现跨越式发展,合作共赢助力先进制造业绿色转型。

Is Decentralization of Environmental Management Conducive to the Green Development of China's Advanced Manufacturing?:

An Empirical Test Based on Dynamic Spatial Panel Model

XIE Yi-zhang & WANG Xiao-yu

(School of Business, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: Decentralization competition is the key to understanding China's economic growth. Relative to fiscal decentralization, environmental decentralization has long been neglected due to the lack of formal institutional arrangements. Based on the perspective of environmental decentralization, the dynamic spatial panel model is used to test the nonlinear spatial effect of environmental decentralization and the green development of China's advanced manufacturing industry. The research shows that there is an obvious inverted “U” relationship between environmental decentralization and green development of advanced manufacturing industry under spatial effect. In terms of decomposition indicators, there is a clear “U” relationship between environmental administrative decentralization and environmental supervision decentralization and green development of advanced manufacturing industry, but there is an inverted “U” relationship between environmental monitoring decentralization and green development of advanced manufacturing industry. In different time periods, the relationship between environmental decentralization and green development of advanced manufacturing industry is heterogeneous. The current level of environmental decentralization in China has not formed an effective incentive for local governments to control environmental pollution and adjust the mode of industrial development. Therefore, setting a differentiated level of environmental decentralization is an inevitable choice to further promote the green development of advanced manufacturing.

Key words: environmental decentralization; green development of advanced manufacturing; dynamic spatial panel model

(责任校对 龙四清)