

【编者按】治理环境污染是提升居民幸福感的重要选择，近年来国家出台了一系列环境管制政策，试图通过政策驱动改善环境治理效应。当前，环境管制效果评价问题已成为理论界和政策界关注的热点，现有研究主要集中在环境管制能否推动企业技术创新、增强企业竞争力和促进经济增长等方面，但对上述问题研究的文献结论依然莫衷一是。特别地，从策略视角深度解析地方政府实施环境管制策略“黑箱”的研究仍较鲜见，因而探讨地方政府实施环境管制策略及环境管制强度的污染治理效应具有显著的理论意义和现实价值。本期推出的“地方政府间环境规制策略的污染治理效应：机制与实证”一文，采用演化博弈论方法打开地方政府环境管制行为的策略选择的“黑箱”，验证环境管制强度对污染治理的影响效应，分析环境管制对污染治理的传导路径，为地方政府环境管制策略背景下制定有关政策提供有益的决策依据。

“政府管制”栏目特邀主持人：王俊豪 教授

地方政府间环境规制策略的污染治理效应：机制与实证

陆立军^{1,2}，陈丹波¹

(1. 浙江师范大学经济与管理学院，浙江 金华 321000；

2. 浙江省城市治理研究中心，浙江 杭州 310000)

摘 要：针对中国环境规制政策主要由地方政府负责的特点，本文构建地方政府间环境规制策略的演化博弈模型，运用中国省级数据和空间自滞后模型，验证地方政府间环境规制策略的污染治理效应。研究结果显示，地方政府通过权衡成本和收益实施环境规制策略，存在“逐底竞争”和“趋好竞争”两个均衡点；地方政府提高环境规制强度能明显降低本地区的污染排放，但会引发污染的就近转移；地方政府环境规制的污染治理效应由东向西逐渐增强，而污染转移效应则由东向西逐渐减弱；创新补偿效应是推动地方政府间环境规制策略由“逐底竞争”向“趋好竞争”转变的主要方式。

关键词：环境规制；污染治理；演化博弈；空间计量

中图分类号：F124.3

文献标识码：A

文章编号：1004-4892(2019)12-0104-10

一、引 言

改革开放以来，中国经济“增长奇迹”在很大程度上是以过度的能源消耗、严重的工业污染和不断恶化的生态环境为代价的^[1]。经测算，中国环境污染造成的经济代价占 GDP 的比重已达

收稿日期：2019-01-10

作者简介：陆立军(1944-)，男，甘肃兰州人，浙江师范大学经济与管理学院特聘教授，浙江省城市治理研究中心首席专家；陈丹波(1995-)，女，浙江宁波人，浙江师范大学经济与管理学院硕士生。

8%~15%^[2]。《2017 中国生态环境公报》指出,在全国 338 个地级及以上城市中,仅有 99 个城市的环境空气质量达标,不达标的城市数量占比 70.7%;对 463 个市(区、县)的降雨检测发现,酸雨城市占比达 18.8%。根据美国耶鲁大学发布的 2018 年世界环境绩效指数(Environmental Performance Index, EPI)排名,中国的环境绩效位列全球 120 名。不仅如此,由空气污染引发的健康成本占 GDP 的比重已达 1.2%~3.8%,且每年因室外空气污染导致过早死的人数达 35 万~50 万人^[3]。环境承载能力已接近或达到上限,环境问题已成为中国经济社会发展的热点和焦点问题。

实施环境规制政策是各国解决环境污染问题的首要方式。事实上,早在 1982 年中国就制定《征收排污费暂行办法》来控制环境污染问题。自 1989 年颁布《环境保护法》以来,中央政府先后制定并颁布了一系列关于环境与资源保护的法律(多达近 30 部)^[4]。其中,2014 年修正后颁布的新《环境保护法》被称为史上最严格的环境法律,充分体现了中央政府治理环境污染问题的决心。目前,环境规制政策也由浓度控制的“软约束”转向总量控制的“硬约束”^[5]。在国家发展战略上,自党的十八大报告将生态文明纳入“五位一体”的总体布局后,十九大报告进一步将“绿色发展”作为经济由高速增长阶段向高质量发展阶段转变的必由之路,由此“生态环境质量整体改善”成为全面建成小康社会的核心目标。虽然环境规制政策由中央政府统一制定,但是由地方政府分别负责执行的。在财政分权的制度框架下,地方政府对经济发展的干预拥有足够的自主权。这意味着在追求 GDP 增长的绩效评估制度下,地方政府往往扭曲资源配置,以牺牲生态环境为代价换取短期的经济利益为目标^[6]。因此,环境污染问题的有效解决在很大程度上取决于地方政府对环境规制政策的执行情况。

本文的边际学术贡献主要体现在:(1)在相关文献整理的基础上,利用基于有限理性假设的演化博弈论方法,探讨地方政府间环境规制策略的行为特征及污染治理效应,并以此构建本文的理论分析框架;(2)采用空间自滞后模型(SLX),实证检验地方政府间环境规制策略的行为特征及污染治理效应,以克服传统计量模型无法考察变量间空间交互作用的弊端;(3)进一步从“遵循成本”和“创新补偿”两个维度识别环境规制对污染治理的作用机制,为地方政府实施差异化的环境治理机制提供决策依据。

二、理论分析框架

(一)相关文献回顾

在有限资源的条件下,为维持本地区经济的快速增长,地方政府有足够的激励来降低环境标准,以吸引更多的外部要素流入,最终形成地方政府间环境规制策略的“逐底竞争”。

关于地方政府间环境规制策略的研究,大多数学者采用博弈论方法来探讨地方政府之间的环境规制策略互动。Markusen 等(1992)构建两地区、两企业和两阶段的动态博弈模型,发现环境税的参数变化影响均衡产出和企业区位选择,并存在“逐底竞争”“趋好竞争”等多个纳什均衡^[7]。Barrett(1994)在古诺竞争模式下构建双寡头模型,发现本国企业为赢得更多的垄断利润往往采取弱于竞争国的环境规制策略^[8]。在此基础上,Dungumaro 和 Madulu(2003)、Yanase(2009)、Fujiwara 和 Van Long(2012)等运用博弈论方法讨论环境保护中公众参与、跨境污染治理等对政府环境规制策略的影响效应^{[9][10][11]}。张文彬等(2010)、潘峰等(2015)对上述模型进行修正,分析中国地方政府间环境规制的策略、动机及行为特征^{[12][13]}。其基本逻辑是在财政分权体制下,地方政府为保证本地企业的竞争优势或吸引外地企业的入驻而可能降低本地区的环境标准,以提高企业竞争力,但

易导致地方政府间环境规制强度不断下调,从而演变成“逐底竞争”。

对有效识别地方政府间环境规制策略的污染治理效应,空间计量模型提供了一个可供选择的实证方法^[14]。Fredriksson 和 Millimet(2002)通过对美国州际之间的环境规制策略的实证研究,发现美国州政府之间的环境规制策略更多地表现为“趋好竞争”,并非是“逐底竞争”^[15]。Woods(2006)分析美国煤炭安全条例的作用效果,发现州际之间存在“逐底竞争”^[16]。朱平芳等(2011)研究发现中国地方政府间环境规制策略的“逐底竞争”在 FDI 水平较高的城市间最为明显^[17]。赵宵伟(2014)运用空间杜宾模型和中国城市数据,检验地方政府间环境规制策略的经济增长效应,发现地方政府间环境规制策略的“逐底竞争”主要存在于中部地区^[18]。沈坤荣等(2017)利用空间自滞后模型,研究中国城市间环境规制的污染转移效应,发现环境规制引发污染的就近转移,其空间范围达 150 公里^[19]。

有关环境规制对地区经济影响方面的研究,目前主流观点主要分为两支。一支是“遵循成本说”,认为环境规制对工业企业产生“约束效应”,使成本增加、生产效率降低,进而抑制地区经济发展。Barbera 和 Mocconell(1990)基于对美国石油和钢铁等重工业行业的分析,发现环境规制造成行业生产率下降、地区经济下滑。另一支是“创新补偿说”。M. E. Porter 等(1995)提出“波特假说”,认为适当的环境规制能激励企业从事创新活动,从而建立竞争优势,指出“创新补偿效应”能部分或全部弥补环境规制带来的“遵循成本”的增加。该假说自提出以来受到的关注和争议不断。Bmnermeier 等(2003)根据美国 146 个制造业企业数据,发现由环境规制引起的成本增加将倒逼企业开展技术研发。Mansury 等(2008)研究美国环境规制对工业企业的影响,发现环境规制能提高绿色生产率和产品质量水平,企业可获得更多利润。韩庆兰和廖佩君(2018)基于我国 34 个工业行业的面板数据,认为环境规制对行业生产技术创新具有显著的正向效应。虽然国外较多的研究成果支持“波特假说”,但结合我国的现实背景从“遵循成本”和“创新补偿”两个维度探讨政府间环境治理作用机制的研究仍较有限。

(二)演化博弈模型

以往关于地方政府间环境规制策略的研究主要以博弈方完全理性为假设条件,但现实中的博弈方难以完全理性,而策略选择往往是通过不断学习和调整的动态博弈结果,因此运用有限理性的演化博弈模型将更具现实意义。在有限理性的条件下,地方政府之间是相互学习的重复博弈过程,其策略调整可采用复制动态方程来进行模拟。

基于中国经济社会发展的非均衡性及“俱乐部”特征^[20],假设博弈双方为相邻的地方政府,其环境规制的策略为执行或不执行环境规制政策。当地方政府执行环境规制政策时,所辖区域内的企业改变生产方式并治理污染,最终减少区域内的污染排放,改善了生态环境;当地方政府不执行环境规制政策时,所辖区域内的企业都不对排污进行治理,使污染排放增加,恶化了生态环境。由于污染排放存在明显的溢出或转移效应^[19],假设地方政府间具有同向外部性,即一个地区的生态环境恶化(改善)会降低(提高)另一个地区的生态环境质量。同理,当地方政府都执行环境规制政策时,博弈双方均能获得相同的环境效益;当博弈双方采取不同的环境规制策略时,执行环境规制政策的地方政府不仅要支付环境规制成本,还要承担另一方不执行环境规制政策带来的污染负外部性,而不执行环境规制政策的地方政府则不仅无需承担环境规制成本,还能获得另一方执行环境规制政策带来的环境正外部性。

假设地方政府 A 和地方政府 B 相邻并进行环境规制策略的博弈。地方政府 A 的环境规制成本设定为 R_A ,它包括环境规制的执行成本和经济代价,执行成本是地方政府执行环境规制政策时投入的人力、物力和财力等要素成本,经济代价是地方政府执行环境规制政策时给所辖区域经济发展造成的负面影响。令 E_A 为地方政府 A 执行环境规制政策时所辖区域内污染减排量, P_A 为地方政府

A 不执行环境规制政策时所辖区域内污染增加量, R_B 、 E_B 和 P_B 分别对应的是地方政府 B 的相关指标。为反映地方政府间环境规制策略的外部性, 设定 β 为地方政府 A 对 B 的外部性系数, λ 为地方政府 B 对 A 的外部性系数。基于上述基本假定, 考虑到地方政府 A 和 B 为 2×2 对称重复博弈, 其阶段博弈的支付矩阵见表 1 所示。

表 1 地方政府间环境规制策略博弈的支付矩阵

		地方政府 B	
		执行	不执行
地方政府 A	执行	$(-R_A + E_A + \lambda E_B, -R_B + E_B + \beta E_A)$	$(-R_A + E_A - \beta P_B, -P_B + \beta E_A)$
	不执行	$(-P_A + \lambda E_B, -R_B + E_B - \beta E_A)$	$(-P_A - \lambda P_B, -P_B - \beta E_A)$

在地方政府 A 群体中, 设定选择执行环境规制政策的地方政府占比为 x , 则选择不执行的地方政府占比为 $(1-x)$ 。同理, 在地方政府 B 群体中, 设定选择执行和不执行环境规制政策的地方政府占比分别为 y 和 $(1-y)$ 。

通过复制动态方程, 我们模拟有限理性条件下地方政府 A 和 B 之间的重复博弈过程。在地方政府 A 群体中, 执行和不执行环境规制政策的地方政府期望收益分别为 U_{A1} 和 U_{A2} :

$$U_{A1} = y(-R_A + E_A + \lambda E_B) + (1-y)(-R_A + E_A - \lambda P_B)$$

$$U_{A2} = y(-P_A + \lambda E_B) + (1-y)(-P_A - \lambda P_B)$$

地方政府 A 群体的平均期望收益为

$$\bar{U}_A = xU_{A1} + (1-x)U_{A2}$$

地方政府 A 执行环境规制政策的复制动态方程为

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(U_{A1} - \bar{U}_A) = x(1-x)(P_A + E_A - R_A)$$

在地方政府 B 群体中, 执行和不执行环境规制政策的地方政府期望收益分别为 U_{B1} 和 U_{B2} :

$$U_{B1} = x(-R_B + E_B + \beta E_A) + (1-x)(-R_B + E_B - \beta P_A)$$

$$U_{B2} = x(-P_B + \beta E_A) + (1-x)(-P_B - \beta P_A)$$

地方政府 B 群体的平均期望收益为

$$\bar{U}_B = yU_{B1} + (1-y)U_{B2}$$

地方政府 B 执行环境规制政策的复制动态方程为

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(U_{B1} - \bar{U}_B) = y(1-y)(P_B + E_B - R_B)$$

这里, $P_A + E_A - R_A$ 是地方政府 A 执行环境规制政策的净收益, $P_B + E_B - R_B$ 是地方政府 B 执行环境规制政策的净收益。令 $F(x) = 0$ 时, 我们可得到地方政府 A 复制动态方程的演化均衡点 (Evolution Stable Strategy, ESS) 分别为 $x^* = 0$ 和 $x^* = 1$ 。当 $P_A + E_A - R_A > 0$ 时, $F(x) > 0$, $F(0) > 0$, $F(1) < 0$, $x^* = 1$ 则是地方政府 A 的演化稳定策略; 当 $P_A + E_A - R_A < 0$ 时, $F(x) < 0$, $F(0) < 0$, $F(1) > 0$, $x^* = 0$ 则是地方政府 A 的演化稳定策略。类似地, 地方政府 B 复制动态方程的演化均衡点分别为 $y^* = 0$ 和 $y^* = 1$ 。当 $P_B + E_B - R_B > 0$ 时, $F(y) > 0$, $F(0) > 0$, $F(1) < 0$, $y^* = 1$ 则是地方政府 B 的演化稳定策略; 当 $P_B + E_B - R_B < 0$ 时, $F(y) < 0$, $F(0) < 0$, $F(1) > 0$, $y^* = 0$ 则是地方政府 B 的演化稳定策略。

根据地方政府间环境规制策略的演化均衡点可知, 地方政府间的外部性并不影响环境规制策略的选择。地方政府对环境规制策略的选择主要通过权衡环境规制的成本和收益来实现。当环境规制

的收益大于成本时,即地方政府通过环境规制倒逼企业从事创新,由此带来的创新补偿超过遵循成本时,越来越多的地方政府将执行环境规制政策,从而形成“趋好竞争”的格局。当环境规制的收益小于成本时,即由于各地区在分权治理结构和以经济增长为目标的考核制度下,地方政府出于利益考虑降低环境准入门槛,弱化环境规制对企业投资“合规成本”来吸引更多高耗能投资,越来越多的地方政府将不执行环境规制政策,从而形成“逐底竞争”的格局。需要指出的是,地方政府的环境规制政策存在较为明显的空间溢出效应,即当地方政府执行环境规制政策时,不仅让所辖地区受益,也易给邻近的地方政府“搭便车”并享受该政府执行环境规制政策的效果,加之各地区对流动性资源竞争激励千差万别,地方政府的环境规制标准存在阶段差异性竞争。

三、实证研究设计

(一)模型设定

为准确识别地方政府间环境规制策略是“逐底竞争”还是“趋好竞争”,本文采用空间自滞后模型(SLX)进行实证研究,基准回归模型如下:

$$Pollution_{it} = \alpha + \beta ER_{it} + \lambda W_{ij} ER_{it} + \gamma X_{it} + \mu_{it} + \eta_{it} + \varepsilon_{it}$$

其中, $Pollution_{it}$ 为 i 地区 t 期的工业污染排放量, ER_{it} 为 i 地区 t 期的环境规制强度, X_{it} 为 i 地区 t 期的控制变量, W_{ij} 为空间权重矩阵。对于 W_{ij} 的设置,本文采用基于地理距离倒数的空间权重矩阵,以避免邻接矩阵的非现实性假设。

根据上述理论分析,本文通过对回归系数 β 和 λ 的判断来识别地方政府间环境规制的策略博弈结果(见表 2 所示)。当 $\beta > 0$ 、 $\lambda > 0$ 且均通过显著性检验时,地方政府间表现为“逐底竞争”策略。为在经济或政治领域获得竞争优势,地方政府之间存在主动降低环境标准的激励,以吸引更多外部要素流入,从而导致环境规制在一定区域内失效。当 $\beta < 0$ 、 $\lambda < 0$ 且均通过显著性检验时,地方政府间表现为“趋好竞争”策略。如果将环境问题纳入地方官员的考核体系,地方政府间通过政治锦标赛的模式形成竞相向上的“趋好竞争”策略。当 $\beta > 0$ 、 $\lambda < 0$ 且均通过显著性检验时,地方政府间表现为“差异化竞争 A”策略,即存在(不执行,执行)环境规制策略。当邻近地方政府加强环境规制策略时,本地政府则倾向于降低环境标准,导致邻近地区污染通过外部性转移到本地区。当 $\beta < 0$ 、 $\lambda > 0$ 且均通过显著性检验时,地方政府间表现为“差异化竞争 B”策略,即存在(执行,不执行)环境规制策略。当本地政府提高环境准入门槛时,本地污染产业发生转移并进入环境规制较弱的周边地区。当 λ 不显著时,地方政府间表现为“无策略互动”。

表 2 地方政府环境规制策略的识别及释义

系 数	逐底竞争	趋好竞争	差异化竞争 A	差异化竞争 B	无策略互动	无策略互动	无策略互动
β	+	-	+	-	+	-	/
λ	+	-	-	+	/	/	/

(二)变量选取

1. 污染排放(Pollution)。参照朱平芳等(2011)的处理方法,我们利用废水、和烟(粉)尘的排放量构建污染排放指数(Pollution),以反映各个地区的污染排放水平,其计算公式为:

$$Pollution_i = \frac{pw_{i1} + pw_{i2} + pw_{i3}}{3}$$

$$pw_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^n \frac{P_{ij}}{n}}$$

其中, p_{ij} 为 i 地区污染物 j 的排放量; pw_{ij} 为 i 地区污染物 j 的相对排放水平, 该数值越大, 说明 i 地区污染物 j 的排放水平就越高; n 为地区数量。

2. 环境规制强度(ER)。对环境规制强度的测度, 我们主要采用代表性污染物排放量、企业或政府的污染治理投资、环境规制的政策数量、综合赋值、替代指标和自然实验等方法^{[21][22][23]}。为反映环境规制的经济效应, 本文采用排污费征收额与污染排放量的比重来表示, 其计算公式为:

$$ER_i = \frac{PF_i}{PS_i + PC_i}$$

其中, PF_i 表示 i 地区的排污费征收额, PS_i 表示 i 地区的排放量, PC_i 表示 i 地区的化学需氧量(COD)的排放量。由于固体废弃物的排污费征收额占总排污费征收额的比重很小, 且各省的固体废弃物排放量存在较多缺失值, 因此本文未将固体废弃物纳入污染物排放中。

3. 控制变量。(1)经济发展水平(Econ), 以人均 GDP 并取对数来衡量;(2)城镇化率(Urban), 采用城镇人口占总人口的比重来表示;(3)产业结构(Stru), 以第三产业与第二产业之比来表示;(4)外商直接投资(FDI), 以实际利用外资占 GDP 的比重来表示, 并按历年人民币汇率的平均价格对 FDI 进行折算;(5)政府干预程度(Gove), 以地方政府的财政支出与财政收入之比来表示。

(三)数据来源

鉴于西藏缺失大量数据, 本文选择中国 30 个省(市、区)的面板数据, 数据主要来源于 2004~2017 年的《中国统计年鉴》《中国环境年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国能源统计年鉴》、各省(市、区)的统计年鉴及高校财经数据库。表 3 给出所有变量的描述性统计。

表 3 变量的描述性统计结果

变 量	均值	标准差	最小值	最大值
污染排放(Pollution)	1.1229	0.9119	6.0707	0.0153
环境规制强度(ER)	0.0747	0.0669	0.9553	0.0025
经济发展水平(Econ)	10.1657	0.7389	11.6580	6.6248
城镇化率(Urban)	51.1277	14.2595	89.6132	24.7701
产业结构(Stru)	0.9426	0.4924	4.1653	0.4944
外商直接投资(FDI)	0.4135	0.5257	5.8579	0.0484
政府干预程度(Gove)	2.1005	0.9924	6.7450	0.1564

四、计量结果分析

(一)基准回归分析

表 4 报告了基准模型的回归结果。在回归过程中, 本文通过逐步引入环境规制、环境规制空间滞后项的方式来检验地方政府间环境规制策略对污染排放的影响效应, 发现环境规制和环境规制空间滞后项的系数及其显著性并未发生较大的变化, 说明空间自滞后模型的估计结果具有较强的稳健性。估计结果显示, $\beta < 0$ 、 $\lambda > 0$ 且均通过显著性检验, 意味着本地区环境规制的污染治理效应较为明显, 而邻近地区环境规制强度的增加却提高了本地区的污染排放水平, 说明中国省际政府间环境规制策略存在“差异化竞争”现象。当一个地区为治理污染排放而提高环境规制强度时, 本地区的污染产业会转移到周边地区, 从而提高了周边地区的污染排放水平, 这进一步佐证了沈坤荣等(2017)的研究结论^[19], 即环境规制引发污染的就近转移。

从控制变量的估计结果来看,经济发展水平和外商直接投资对污染排放的影响都没有通过显著性检验,而城镇化率、产业结构和政府干预程度对污染排放均产生显著的负向影响。可能的原因在于:一是随着城镇化程度的提高,城市规模的扩张对公共基础设施、生活环境质量和产业空间布局等都具有更大的低碳绿色发展需求,从而倒逼当地政府提高本地区的污染治理水平;二是污染排放主要来源于工业化进程,而产业结构的服务化调整本身就是服务业对工业的“腾笼换鸟”,服务业较工业显著降低了污染排放水平;三是由于污染负外部性的存在,单纯依靠市场机制很容易产生“市场失灵”,因而需政府干预治理。

表 4 基准回归结果(N=420)

变 量	(1)	(2)	(3)
ER	-1.2346* (-1.89)		-1.2035* (-1.85)
WER		0.7837**(2.33)	0.7903**(2.34)
Econ	0.0769(0.84)	0.0887(0.74)	0.0530(0.43)
Urban	-0.0187**(-2.45)	-0.0189**(-2.38)	-0.0185**(-2.35)
Stru	-0.4671***(-3.51)	-0.3813***(-2.90)	-0.4637***(-3.37)
FDI	-0.0373(-0.40)	-0.0125(-0.13)	-0.0311(-0.33)
Gove	-0.1751***(-3.13)	-0.1632***(-2.89)	-0.1669***(-2.96)
R-squared	0.2194	0.1858	0.2071

注: *、**和***分别表示通过10%、5%和1%的显著性水平;括号内为T值检验结果。下表同此。

(二) 区域差异的影响

自改革开放以来,中国经济社会发展采取非均衡发展战略,导致区域之间存在明显的差异^①。那么,地方政府间环境规制策略是否也受到区域差异的影响呢?本文将引入东部、中部和西部三个区域虚拟变量并分别设置为1、2和3,然后构建虚拟变量与核心解释变量的交叉项,以检验地方政府间环境规制对污染排放的影响差异。

表 5 区域差异的估计结果(N=420)

变 量	(1)	(2)	(3)
ER	-2.2939(-1.62)		-2.7387(-1.40)
WER		14.1667*** (3.60)	12.4161*** (3.02)
ER × Region	-3.7166*** (-3.06)		-2.6496** (-1.99)
WER × Region		-4.9205*** (-4.26)	-3.8714*** (-2.69)
Econ	0.1954(1.08)	0.0663(0.57)	0.0576(0.48)
Urban	-0.0252*** (-3.27)	-0.0280*** (-3.51)	-0.0279*** (-3.51)
Stru	-0.5432*** (-4.16)	-0.4828*** (-3.74)	-0.5685*** (-4.14)
FDI	-0.0826(-0.89)	-0.0205(-0.22)	-0.0458(-0.49)
Gove	-0.1839*** (-3.35)	-0.1483*** (-2.68)	-0.1555*** (-2.81)
R-squared	0.2972	0.2822	0.2974

由表5的估计结果可知,地方政府间环境规制策略受地区差异的影响较为显著。一方面,地方政府间环境规制的污染治理效果呈阶梯型分布,越往西部地区,环境规制的效果越明显;另一方面,环境规制导致的污染转移效果也呈阶梯型分布,越往西部地区,污染转移效应越弱。出现该现

① 东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南等11个省(市、区),中部地区包括山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北和湖南等9个省(市、区),西部地区包括广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆等10个省(市、区)。

象的原因可能是：东部地区的产业起步较早，已成为中国工业化的主要集聚区，也是污染排放的主要来源地，因而地方政府加强环境规制强度就很容易引发污染产业向周边地区尤其是中部地区的转移；西部及部分中部地区的工业起步较晚，产业基础薄弱，导致地方政府环境规制策略的污染治理效果立竿见影。此外，控制变量的估计结果与上述基准模型的估计结果基本一致。

（三）进一步的机制探讨

关于环境规制对污染治理的作用机制，目前已形成“遵循成本”和“创新补偿”两种观点。前者认为环境规制通过污染外部性的成本内部化增加了企业的“遵循成本”，在环境约束和规制政策的限制下，企业因生产成本增加而减少要素投入，降低了污染排放（Gollop and Roberts, 1983）；后者认为适度的环境规制能激励企业改变粗放型生产模式并进行技术创新，以弥补环境规制带来的成本增加^{[21][22][23][24]}，从而形成“创新补偿”，最终也降低了污染排放，这一效应被称为“波特假说”^{[25][26]}。

为检验地方政府间环境规制策略对污染治理的作用机制，本文通过引入遵循成本（Cost）和创新补偿（Inno）两个指标与环境规制的交叉项来进行考察。遵循成本采用工业污染治理投资额占工业总产值的比重来表示，创新补偿采用规模以上工业企业 R&D 经费支出占工业总产值的比重来表示。表 6 的估计结果显示，环境规制和环境规制空间滞后项与遵循成本的交叉项均未通过显著性检验，而环境规制和环境规制空间滞后项与创新补偿的交叉项则均显著为负，意味着地方政府间环境规制的污染治理效应可通过创新补偿的方式实现，而遵循成本的影响并不显著。因此，鼓励企业加快技术创新，不仅有效避免了地方政府间环境规制的“逐底竞争”，还推动地方政府间环境规制策略转向“趋好竞争”。

表 6 引入遵循成本和创新补偿的估计结果（N = 420）

变 量	(1)	(2)	(3)	(4)
ER	-0.7871 (-1.08)		-2.3523 (-1.10)	
WER		0.5259 (0.22)		0.5694 (0.24)
ER × Cost	5.3670 (1.34)			
WER × Cost		3.8416 (0.77)		
ER × Inno			-0.2036* (-1.74)	
WER × Inno				-0.5595* (-1.76)
Econ	0.0857 (0.93)	0.0903 (0.76)	0.0552 (0.59)	0.0841 (0.70)
Urban	-0.0182** (-2.36)	-0.0181** (-2.26)	-0.0190** (-2.47)	-0.0198** (-2.45)
Stru	-0.4457*** (-3.32)	-0.3818*** (-2.89)	-0.4337*** (-3.20)	-0.4289*** (-2.83)
FDI	-0.0265 (-0.29)	-0.0056 (-0.06)	-0.0440 (-0.47)	-0.0057 (-0.06)
Gove	-0.1647*** (-2.93)	-0.1579*** (-2.78)	-0.1646*** (-2.92)	-0.1698** (-2.92)
R-squared	0.2125	0.1740	0.2210	0.1927

五、结论与政策启示

本文在梳理地方政府间环境规制策略相关文献的基础上，以有限理性假设为前提，构建地方政府间环境规制策略的演化博弈模型，运用中国省级数据和空间自滞后模型，验证地方政府间环境规制策略的污染治理效应。演化博弈模型的结果显示，地方政府间环境规制策略主要通过权衡环境规制的成本和收益达到“逐底竞争”或“趋好竞争”的均衡点，且地方政府的环境规制政策存在显著的空间溢出效应。实证研究结果发现，中国地方政府间环境规制存在明显的“差异化竞争”策

略,即本地区环境规制的污染治理效应较为显著,并引发污染向周边地区扩散的转移效应;地方政府间环境规制的污染治理效应呈“东<中<西”的阶梯型分布,而污染转移效应则呈“东>中>西”的阶梯型分布。进一步的机制探讨发现,创新补偿效应是推动地方政府间环境规制策略由“逐底竞争”转向“趋好竞争”的主要方式,而遵循成本效应并未得到实证支持。控制变量的估计结果显示,加快城镇化建设、推动产业结构服务化调整及有效的政府干预程度是污染减排的重要途径。

根据以上的研究结论,我们可得出以下的几点政策启示。(1)推进环境治理与地方官员考核绩效挂钩,加强对地方政府环境治理的督查和问责,改变唯 GDP 的官员升迁激励。对此,中央政府应通过顶层设计,打破行政区划对环境跨区域治理的约束,促进地方政府在环境治理和保护方面形成共识。(2)针对不同地区和不同行业制定相应的环境规制政策,尤其是对高能耗、高排放和高污染的地区和行业予以重点督查、治理和处罚,建立环境硬约束的评价体系。(3)积极鼓励企业加大技术创新,引导企业对生产方式进行技术改造,提升产品的技术含量和附加值。在实施环境规制的过程中,在税收和融资方面给予政策支持,尤其要强化对工业企业的“创新补偿”,大力支持企业通过技术创新方式来应对环境资源的约束,降低污染排放。

参考文献:

- [1] 龙文滨,李四海,丁绒.环境政策与中小企业环境表现:行政强制抑或经济激励[J].南开经济研究,2018,(3):20-39.
- [2] 冉冉.“压力型体制”下的政治激励与地方环境治理[J].经济社会体制比较,2013,(3):111-118.
- [3] Chen Z., Wang J. N., Ma G. X., Zhang Y. S. China Tackles the Health Effects of Air Pollution [J]. The Lancet, 2013, 382(13): 1959-1960.
- [4] 包群,邵敏,杨大利.环境管制抑制了污染排放吗?[J].经济研究,2013,(12):42-54.
- [5] 韩超,张伟广,冯展斌.环境规制如何“去”资源配置——基于中国首次约束性污染控制的分析[J].中国工业经济,2017,(4):115-134.
- [6] 黄滢,刘庆,王敏.地方政府的环境治理决策:基于减排的面板数据分析[J].世界经济,2016,(12):166-188.
- [7] Markusen J. R., Edward R. M., Nancy. Non-cooperative Equilibria in Regional Environmental Policies when Plant Locations are Endogenous [Z]. Working Paper, 1992.
- [8] Barrett S. Strategy Environmental Policy and International Trade [J]. Journal of Public Economics, 1994, 54(3): 325-338.
- [9] Dungumaro W., Madulu F. Public Participation in Integrate Water Resources Management: The Case of Tanzania [J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2003, (28): 1009-1014.
- [10] Yanase A. Global Environment and Dynamic Games of Environmental Policy in an International Duopoly [J]. Journal of Economics, 2009, 97(2): 121-140.
- [11] Fujiwara K., Van Long N. Welfare Effects of Reducing Home Bias in Government Procurement: A Dynamic Contest Model [J]. Review of Development Economics, 2012, 16(1): 137-147.
- [12] 张文彬,张理芃,张可云.中国环境规制强度省际竞争形态及其演变——基于两区制空间 Dubin 固定效应模型的分析[J].管理世界,2010,(12):34-44.
- [13] 潘峰,西宝,王琳.基于演化博弈的地方政府环境规制策略分析[J].系统工程理论与实践,2015,(6):1393-1404.
- [14] 杨海生,陈少凌,周永章.地方政府竞争与环境政策[J].南方经济,2008,(6):15-30.
- [15] Fredriksson P. G., Millimet D. L. Strategic Interaction and the Determination of Environmental Policy Across U. S. States [J]. Journal of Urban Economics, 2002, 51(1): 101-122.
- [16] Woods N. D. Interstate Competition and Environmental Regulation: A Test of the Race to the Bottom Thesis [J]. Social Science Quarterly, 2006, 87(1): 174-189.
- [17] 朱平芳,张征宇,姜国麟.FDI 与环境规制:基于地方分权视角的实证研究[J].经济研究,2011,(6):133-145.
- [18] 赵宵伟.地方政府间环境规制竞争策略及其地区增长效应——来自地级市以上城市面板的经验证据[J].财贸经济,2014,(10):105-113.
- [19] 沈坤荣,金刚,方娴.环境规制引起了污染就近转移吗?——来自中国地级及以上城市的证据[J].经济研究,2017,(5):21-37.

- [20] 于斌斌. 生产性服务业集聚与能源效率提升 [J]. 统计研究, 2018, (4): 30–40.
- [21] Levinson A. Environmental Regulation and Manufacture's Location Choices: Evidence from the Census of Manufactures [J]. Journal of Public Economics, 1996, 62(1–2): 5–29.
- [22] Cole M. A., Elliott R. J. R. Determining the Trade-environment Composition Effect: The Role of Capital, Labor and Environmental Regulation [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2003, 46(3): 363–383.
- [23] Zhang C., Liu H., Bressers H. T. A., Buchanan K. S. Productivity Growth and Environmental Regulations-accounting for Undesirable Outputs: Analysis of China's Thirty Provincial Regions Using the Malmquist-Luenberger Index [J]. Ecological Economics, 2011, 70(12): 2369–2379.
- [24] Gollop F. M., Roberts M. J. Environmental Regulation and Productivity Growth: The Case of Fossil-fueled Electric Power Generation [J]. The Journal of Political Economy, 1983, 91(4): 654–674.
- [25] Porter M. E., Linde C. V. D. Toward a New Conception of the Environment-competitiveness Relationship [J]. Journal of Economic Perspective, 1995, 9(4): 97–118.
- [26] Rubashkina Y., Gateotti M., Verdolini E. Environmental Regulation and Competitiveness: Empirical Evidence on the Porter Hypothesis from European Manufacturing Sectors [J]. Energy Policy, 2015, 83(35): 288–300.

Pollution Control Effect of Local Government's Environmental Regulation Strategy: Mechanism and Empirical Test

LU Lijun^{1,2}, CHEN Danbo¹

(1. School of Economics and Management, Zhejiang Normal University, Jinhua 321000, China;
2. Center for Urban Governance Studies of Zhejiang, Hangzhou 310000, China)

Abstract: In view of the fact that China's environmental regulation policies are mainly formulated by local governments, this paper constructs an evolutionary game model of environmental regulation strategies among local governments, and validates the pollution control effect of environmental regulation strategies among local governments by using the provincial data and the spatial self-lagging model. It is found that there are two equilibrium points of “race to bottom” and “race to top” in the implementation of environmental regulation strategy by local governments through weighing costs and benefits. The results of the empirical tests are as follows: Increasing the intensity of environmental regulation by local governments can significantly reduce the regional pollution emissions, and trigger the near transfer of pollution; The pollution control effect of local government environmental regulation is gradually strengthened from east to west, while the pollution transfer effect is gradually weakened from east to west; The compensation effect of innovation is the main way to promote the transformation of environmental regulation strategies among local governments from “Race to Bottom” to “Race to Top”.

Key words: Environmental Regulation; Pollution Control; Evolutionary Game; Spatial Econometric

(责任编辑: 化 木)