



政府管制评论

REGULATION REVIEW

2017年第2辑（总第13辑）

王俊豪 © 主编

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press



浙江省政府管制与公共政策研究中心

浙江省2011协同创新中心“城市公用事业政府监管协同创新中心”

中国工业经济学会产业监管专业委员会

中国城市科学研究会城市公用事业改革与监管专业委员会

中国能源研究会能源监管专业委员会

政府管制评论

REGULATION REVIEW

2017年第2辑（总第13辑）

王俊豪 ◎ 主编

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

政府管制评论. 2017 年. 第 2 辑: 总第 13 辑 / 王俊豪主编.
—北京: 经济科学出版社, 2018. 4
ISBN 978 - 7 - 5141 - 9240 - 7

I. ①政… II. ①王… III. ①政府管制 - 研究 IV. ①F20

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 080615 号

责任编辑: 凌 敏 程辛宁

责任校对: 刘 昕

责任印制: 李 鹏

政府管制评论

王俊豪 主编

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

教材分社电话: 010 - 88191343 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [lingmin@ esp. com. cn](mailto:lingmin@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http: //jjkxcs. tmall. com](http://jjkxcs.tmall.com)

北京密兴印刷有限公司印装

787 × 1092 16 开 8 印张 150000 字

2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 9240 - 7 定价: 40.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

主 编

王俊豪 浙江财经大学

学术委员会成员（按拼音排序）

陈富良 江西财经大学

陈勇民 美国科罗拉多大学

龚刚敏 《财经论丛》杂志社

郭克莎 中国社会科学院

胡汉辉 东南大学

刘戒骄 中国社会科学院

迈克尔·赖尔登（Michael Riordan） 美国哥伦比亚大学

秦 虹 住房和城乡建设部

戚聿东 北京师范大学

荣朝和 北京交通大学

肖兴志 东北财经大学

夏大慰 上海国家会计学院

薛 澜 清华大学

余 晖 中国社会科学院

于 立 天津财经大学

于良春 山东大学

张成福 中国人民大学

周志忍 北京大学

常务副主编兼编辑部主任

王 岭 浙江财经大学

主办单位

浙江财经大学中国政府管制研究院

浙江省政府管制与公共政策研究中心

浙江省 2011 协同创新中心“城市公用事业政府监管协同创新中心”

中国工业经济学会产业监管专业委员会

中国城市科学研究会城市公用事业改革与监管专业委员会

中国能源研究会能源监管专业委员会

目 录

环境规制、工业行业转型升级与经济可持续发展	童 健 储成君 (1)
中国污水处理公私合作改革的进程、动力与特征	李云雁 周思娇 (24)
煤电价格联动政策的规制影响分析	
——基于火力发电企业随机前沿成本函数的	
实证研究	邹 涛 李宏舟 (40)
发展中国家供水行业私有化改革与政府监管：基于拉丁美洲的	
案例分析	张明倩 赵津津 (62)
能源替代监管体制改革框架建议	
——以“石油领域反垄断第一案”为视角	陈兴华 柳 第 (79)
中国电信业价格上限规制失灵研究	郑加梅 (97)
发达国家 PPP 治理特征与管制机制研究	裘 丽 (110)

环境规制、工业行业转型升级与 经济可持续发展

童 健 储成君*

摘 要 工业是污染排放和能源消耗的主体,工业行业产业结构转型是落实我国节能减排政策和经济可持续发展战略的关键。环境规制对工业行业产业转型的影响机理需要在理论和经验上进一步证实。基于异质性企业的环境治理动机差异,本文构建了环境规制与工业行业产业转型的数理模型,进行了数值模拟,并采用了2005~2015年我国30个省市的工业行业面板数据实证检验了环境规制对工业行业产业转型的影响,研究发现:环境规制强度对工业行业产业转型的影响呈现U形关系,即较弱的环境规制强度会阻碍工业行业产业转型,而当环境规制强度达到U形拐点以后,环境规制会促进工业行业产业转型。因此,我国应适当提高环境规制强度,加强不同环境规制形式的优化组合,释放技术溢出效应,从而有效推动我国工业行业的产业结构转型。

关键词 环境规制 工业行业产业转型 异质性企业 U形曲线

一、引言

改革开放三十多年以来,我国工业实现了高速增长,工业增加值年均增长率在11.5%以上,工业化进程不断加速所引发的高能耗、高污染、自然资

* [作者简介] 童健,中央财经大学财政税务学院,北京,100081;储成君,环境保护部环境规划院,北京,100012。

[基金项目] 环境保护部财政项目“统筹环境与经济协调发展——环境经济形势分析”(2110105)。

源和环境破坏等问题日益严重,经济发展与环境保护的矛盾非常突出(童健和刘伟,2016)。产业结构转型升级是突破经济可持续发展中的资源环境约束的重要途径。从工业行业内部来说,通过产业结构调整,一方面,可以促进知识密集型产业、高技术产业和战略型新兴产业的发展,降低高污染、高能耗产业的比重;另一方面,也可以加强技术创新,激励环境技术研发和清洁生产设备投资,从源头上控制污染的产生和排放(原毅军和谢荣辉,2014)。我国政府现已提出以信息化带动工业化,推进新型工业化和工业产业转型升级,促进生态文明建设的重要战略思想,但是现实情况是我国长期以来已经形成较为完整的工业体系,石化、钢铁、建材、发电、煤炭开采和加工等污染密集型行业在可预见的未来将持续存在,不可能像发达国家一样将专注于清洁型工业的结构策略作为可持续发展的主要途径(Wan, 1998)。中国社科院发布的《中国工业发展报告(2014)》指出,中国已步入工业化后期,工业经济正走向一个速度趋缓、结构趋优的新常态,需要高度重视产能过剩、产业结构转型升级和新工业革命三大挑战,并防范增长失速、结构失衡两大风险。这些说明了我国的工业产业转型升级面临巨大的挑战,环境与资源问题突出,如果科技创新能力得不到有效提升,工业发展方式不能转变,最终会影响到工业的协调可持续发展。工业行业产业结构调整是以解决环境问题为目标的,而环境规制是解决环境问题“市场失灵”的重要手段。然而,环境规制将增加企业的内部成本,企业必须对其产品结构、组织结构、管理模式、技术水平等做出相应的调整以消化上涨的成本才能生存下去。环境规制程度的提高,对产业和企业群体均是一种强制性的“精洗”,产生优胜劣汰的作用,最终驱动产业结构的调整(原毅军和谢荣辉,2014)。那么,环境规制与中国工业产业结构转型是否存在内在联系?环境规制如何影响中国工业产业结构转型?厘清这些问题,对于解决我国工业发展和环境保护问题具有重要现实意义。

现有文献主要从以下三个方面来研究环境规制与产业结构的。一是从创新补偿角度,Porter等(1991, 1995)研究指出企业通过技术创新来减少其生产成本的方法不仅能够克服边际报酬递减规律,还可以通过技术扩散效应实现产业结构升级,达到环境改善与经济增长双赢的局面。Lanjouw和Mody(1996)研究发现环境规制与技术创新之间呈现出正相关关系,不过技术创新对环境规制的影响存在1~2期的滞后效应。赵红(2008)利用中国数据发现中长期环境规制能刺激企业技术创新,严格的环境规制有利于企业生产技术的不断创新,且环境规制对产业发展的创新补偿效应是存在的。徐敏燕和左和平(2013)研究发现环境规制降低产业集聚的结论不成立,创新驱动结合

产业集聚效应才能达到环境与经济发展的双赢。二是从环境规制对新企业的进入产生壁垒效应角度, Dean 和 Brown (1995) 研究认为环境规制会阻碍新企业的进入。Dean 等 (2000) 进一步研究发现环境规制对小企业的壁垒效应较大, 对大企业的壁垒效应较小。傅京燕和李丽莎 (2010) 指出进入壁垒是使得新进入厂商无利可图, 已有厂商可以获得经济利润。政府通过设定严格的环境规制标准来影响企业的进出行为, 昂贵的环境治污设备安装和严格的环境准入标准会阻碍新企业的进入, 进而阻碍了规制产业的发展, 影响产业结构变迁。三是从国际贸易的比较优势效应角度, Walter 和 Ugelow (1979)、Walter (1982) 率先提出“污染避难所假说”, 该假说认为比较优势效应会促使资源和污染重新分配, 环境规制水平严格的区域会将污染产业转到环境规制水平宽松的区域。Dean (1992) 及 Copeland 和 Taylor (1995) 研究发现污染密集型产业为了降低环境规制成本会选择将生产活动转移到环境规制更为宽松的发展中国家。Esty (1994) 认为在贸易自由化下, 发展中国家会通过降低其环境规制标准来吸引外商直接投资, 这必然导致环境污染加重, 全球环境恶化。Xing 和 Kolstad (2002) 研究表明环境规制标准的提高会增加污染企业的成本进而抑制其投资行为, 这一政策会诱使污染性产业向规制水平低的区域转移。Dean 等 (2009) 利用中国合资企业的面板数据样本研究发现东南亚诸国资本的流入与环境规制的严格程度存在显著的负向关系, 美国、日本、英国等发达国家的资本流入与环境规制严格程度正相关。这三个方面的研究文献都间接论述或检验了环境规制对产业结构的影响, 而李眺 (2013) 及原毅军和谢荣辉 (2014) 则没有区分环境规制的效应, 直接检验了环境规制对产业结构的影响。李眺 (2013) 实证检验了环境规制对服务业发展与产业结构调整的影响。结果表明, 我国的环境规制政策对于服务业的增长具有显著的促进作用, 但是, 环境规制政策在不同地区的表现存在差异。原毅军和谢荣辉 (2014) 在区分正式环境规制和非正式规制的基础上, 检验了环境规制能否有效的倒逼产业结构的调整, 研究发现两种规制都有效驱动了我国产业结构调整。

现有的研究重点关注的是环境规制对一个国家或地区产业结构的影响, 却很少关注环境规制对工业行业内部产业结构转型的影响, 本文以此为切入点进行重点研究。基于污染排放强度本文将工业企业粗略的划分为污染密集型企业 and 清洁型企业。企业异质性的存在决定了企业在应对环境规制政策上反应的差异性。然而, 污染密集型行业和清洁型行业的资本投入和技术创新行为存在较大差异。污染型企业生产过程中的沉淀成本很高, 很多机器设备的投入是一次性的, 因此, 污染企业的环境技术水平相对固定。但清洁型企业一次性投入的

固定资产较少,可以根据国家的环境规制强度和自身环境技术研发投入的变化来改变其环境技术水平。无论是污染企业还是清洁企业都可以通过环境技术创新来改善环境质量,实现环境与经济的协调发展,但两类企业在环境治理行为上存在较为明显的不同。就污染型企业而言,其环境治理行为主要体现在企业成立之初的设备引进上;而清洁型企业的环境治理行为将贯穿于生产的全过程。当环境规制强度提高时,污染型企业由于其自身性质的影响,只能被动的接受环境惩罚;而清洁型企业可以改变其环境治理行为加以应对。基于以上分析,我们认为有必要从理论上证明环境规制对异质性工业企业的创新激励、产出等的影响差异,以及如何驱动工业行业内部产业结构的变化,并通过实证检验理论假设是否符合现实情况,进而提出相应的政策建议。

二、环境规制对产业结构影响机理的数理模型推导

(一) 企业部门

对于污染型企业,企业生产需要资本、劳动和环境资源,在生产过程中由于消耗环境资源而产生污染排放。本文所指的环境资源不仅包括化石能源,也包括土地、水、空气等自然资源。污染型企业生产设备多在企业成立之初购入,其环境技术相对固定。对于国家的环境规制政策,他们往往是被动地承受税费处罚。虽然污染型企业知道环境治理的新技术和新设备的优点,但由于机器设备的重置成本太高,大部分企业无力承担。污染型企业的生产函数表示如下:

$$Y_{it} = \Phi_0 A_{it} K_{it}^{\alpha_1} L_{it}^{\beta_1} E_{it}^{\gamma_1} \quad (1)$$

对于清洁型企业而言,一部分是具有研发能力实力的大企业,它们具备很强的综合技术研发能力,针对国家的环境规制政策,实施绿色发展战略,将绿色产品作为其主要的市场竞争手段。国家的环境规制强度越高(指的是环境规制政策越严格,或者环境监管和惩罚力度越强),企业实施其绿色技术战略的动机也就越大。根据波特假说,适当的环境规制政策将刺激企业进行技术革新,从而减少污染费用,提高产品质量,并且提升企业在市场中的盈利能力。一方面,它们在实际生产中会采用更高的绿色技术;另一方面,它们对绿色技术研发投入的力度也会越大。同时,它们的绿色技术研发也会产生外部性,使得它们生产技术也在提高(人力资本的锻炼、技术管理水平的提高等)。另一部分是一些小而新的企业,它们在成立之初,考虑到国家环境

政策的稳健趋严的特点, 以及当前技术要求的限制, 甚至它们组建公司的初衷很大程度上是拥有新的技术产权, 并能将其产业化。因此, 本文将清洁型企业的生产函数描述如下:

$$Y_{2t} = \Phi(\phi_t, K_{rd,t}) A_{2t} K_{2t}^{\alpha_2} L_{2t}^{\beta_2} E_{2t}^{\gamma_2} \quad (2)$$

$$\Phi(\phi_t, K_{rd,t}) = \phi_t \rho_3 K_{rd,t}^{\rho_4} + \Phi_1 \quad (3)$$

其中, ϕ 表示国家的环境规制强度, Φ_1 表示清洁企业环境技术初始水平; $\Phi'_\phi(\phi, K_{rd,t}) > 0$, $\Phi'_K(d, K_{rd,t}) > 0$ 分别表示国家环境规制强度越高和企业绿色技术研发投入越多, 企业实施的绿色技术和生产技术溢出效应就会越大。

无论是清洁型企业还是污染型企业在 使用环境资源的过程中, 都会产生污染。不同的是前者会通过环境技术降低企业自身排放的污染量, 而后者除了通过减产以外没有更好的控制污染排放的手段。污染型和清洁型企业的污染排放方程分别表示如下:

$$EM_{1t} = \Psi(\Phi_0, E_{1,t}) = \frac{\rho_1 E_{1,t}^{\rho_2}}{\Phi_0} \quad (4)$$

$$EM_{2t} = \Psi(\Phi_t, E_{2,t}) = \frac{\rho_5 E_{2,t}^{\rho_6}}{\Phi_t} \quad (5)$$

$$X_t = \eta X_{t-1} + EM_{1t} + EM_{2t} \quad (6)$$

其中, X_t 表示环境污染的存量, 服从一阶自回归过程。 $\eta < 1$ 表示环境存在一定程度的污染自降解能力。 $\Psi'_\Phi(\Phi_t, E_{2,t}) < 0$ 表示环境技术水平越高, 企业在使用相同环境资源的污染排放量越低。 $\Psi'_E(\Phi_t, E_t) > 0$ 表示企业使用的环境资源越多, 其造成的污染增量也就越大。两种类型企业所消耗的环境资源, 也是在市场机制下购买的, 环境资源也需要通过资本和劳动进行生产, 例如, 化石原料的开采、水资源的供应等, 环境资源的生产函数表示如下:

$$E_t = A_{3t} K_{3t}^{\alpha_3} L_{3t}^{1-\alpha_3} \quad (7)$$

污染型、清洁型企业和环境资源提供企业的利润函数分别表示如下:

$$\Pi_{1t} = P_{1t} Y_{1t} - r_{1t} K_{1t} - w_t L_{1t} - P_t^e E_{1t} - \tau EM_{1t} \quad (8)$$

$$\Pi_{2t} = P_{2t} Y_{2t} - r_{2t} K_{2t} - w_t L_{2t} - P_t^e E_{2t} - \tau(\phi) EM_{2t} - (r_{rd,t} - \nu_0) K_{rd,t} \quad (9)$$

$$\Pi_{3t} = P_t^e E_t - r_{3t} K_{3t} - w_t L_{3t} \quad (10)$$

其中, $\tau(\phi) = \tau + \kappa_0 \phi^{\kappa_1}$ 表示政府对环境污染征收的税率与环境规制强度相关, 当环境规制强度高时, 企业所需承担的税收成本也越高。 ν_0 表示政府对企业环境技术研发投入的一种补贴。

(二) 公众

公众通过对污染型产品和清洁型产品选择,以及在消费和储蓄之间进行选择,来实现终生效用的最大化。公众的目标函数表示如下:

$$\max \sum_{t=0}^{\infty} \left(\frac{C_{1t}^{1-\sigma_1}}{1-\sigma_1} + \zeta \frac{C_{2t}^{1-\sigma_2}}{1-\sigma_2} \right) \quad (11)$$

其中, σ_1 、 σ_2 分别表示公众针对两种产品的跨期替代弹性。 ζ 刻画了公众对两种商品的关注程度。公众的预算约束方程表示如下:

$$P_{1t}C_{1t} + P_{2t}C_{2t} + Q_tS_t + \Pi_tG_t \leq r_{1t}K_{1t} + r_{2t}K_{2t} + r_{rd,t}K_{rd,t} + r_{3t}K_{3t} + w_tL_t \quad (12)$$

$$S_t = S_{1t}^{\theta_1} S_{2t}^{1-\theta_1} \quad (13)$$

$$Q_t = \left(\frac{P_{1t}}{\theta_1} \right)^{\theta_1} \left(\frac{P_{2t}}{1-\theta_1} \right)^{1-\theta_1} \quad (14)$$

$$G_t = G_{1t}^{\theta_2} G_{2t}^{1-\theta_2} \quad (15)$$

$$\Pi_t = \left(\frac{P_{1t}}{\theta_2} \right)^{\theta_2} \left(\frac{P_{2t}}{1-\theta_2} \right)^{1-\theta_2} \quad (16)$$

其中, S_{1t} 、 S_{2t} 分别表示公众对于这两种商品的储蓄量。 S_t 表示两种商品形成的加总储蓄品, θ_1 表示两种储蓄品之间的替代弹性, Q_t 表示加总储蓄品的价格水平。 G_{1t} 、 G_{2t} 分别表示政府对于这两种商品的购买量。 G_t 为两种商品形成的加总政府购买品, θ_2 表示两种政府购买品之间的替代弹性, Π_t 表示加总政府购买品的价格水平。

资本形成方程式表示如下:

$$K_{1t} = (1 - \delta_1) K_{1,t-1} + I_{1t} \quad (17)$$

$$K_{2t} = (1 - \delta_2) K_{2,t-1} + I_{2t} \quad (18)$$

$$K_{rd,t} = (1 - \delta_{rd}) K_{rd,t-1} + I_{rd,t} \quad (19)$$

$$K_{3t} = (1 - \delta_3) K_{3,t-1} + I_{3t} \quad (20)$$

其中, δ_1 、 δ_2 、 δ_{rd} 、 δ_3 表示不同类型资本品的折旧率。

(三) 政府部门

政府一方面通过对企业征收环境污染税来改善企业生产的负外部性;另一方面通过经济手段补贴企业的环境技术研发投入,或者通过转移支付给公众。政府的预算约束方程表示如下:

$$\nu_0 K_{rd,t} + \Pi G \leq \tau(\phi)(EM_{1t} + EM_{2t}) \quad (21)$$

(四) 市场出清条件

产品市场出清:

$$C_{1t} + I_{1t} + G_{1t} = Y_{1t} \quad (22)$$

$$C_{2t} + I_{2t} + G_{2t} = Y_{2t} \quad (23)$$

劳动市场出清:

$$L_t = L_{1t} + L_{2t} + L_{3t} = 1 \quad (24)$$

资本市场出清:

$$S_t = I_{1t} + I_{2t} + I_{rd,t} + I_{3t} \quad (25)$$

能源市场出清:

$$E_{1t} + E_{2t} = E_t \quad (26)$$

(五) 产业结构目标选择

产业结构转型:

$$STR = \frac{Y_2}{Y_1} \quad (27)$$

基于上述各式,通过求解企业的利润最大化、公众的效用最大化和市场出清条件,模型可被求解,详见本文附录。本文在该模型的基础上来分析不同政策工具对产业结构转型的影响效果差异。

三、参数校准及政策模拟

(一) 清洁行业与污染行业的划分

工业行业的划分标准依据《中国工业经济统计年鉴》,需要说明的是,由于工艺品及其他制造业、废弃资源和废旧材料回收加工业以及其他采矿业部分年份的数据缺失,本文将这3个子行业予以剔除。此外,由于《中国工业经济统计年鉴》中不同年份的工业行业分类标准有所变化,为保持统计口径一致,我们将塑料制品业与橡胶制品业进行合并为橡胶塑料制品业。经上述调整后,形

成 35 个工业子行业。进一步，基于各行业的污染排放强度，本文以各行业污染排放强度的中位数作为划分依据将所有的工业行业（35 个）划分为清洁行业（17 个）和污染行业（18 个）。其中，污染排放强度（EMI）的计算方法如下：

- (1) 计算每个产业污染物单位产值的污染排放值，即 $UE_{ij} = \frac{E_{ij}}{Y_i}$ ，其中： E_{ij} 为产业 i 的主要污染物 j 的污染排放， Y_i 为各产业的工业总产值。
- (2) 对各产业污染物单位产值的污染排放值进行标准化处理： $UE'_{ij} = \frac{UE_{ij} - \min(UE_j)}{\max(UE_j) - \min(UE_j)}$ ，其中： UE_{ij} 为各产业污染物单位产值的污染排放原始值， $\max(UE_j)$ 和 $\min(UE_j)$ 分别表示主要污染物 j 在所有行业中的最大值和最小值， UE'_{ij} 为各产业污染物单位产值的污染排放标准化值。
- (3) 将上述各种污染排放得分等权重加权平均，计算废水、废气和固体废物的平均得分，即可求得各行业的污染排放强度。

表 1 为清洁行业和污染行业的具体划分。

表 1 清洁行业和污染行业划分

清洁行业（17 个）		污染行业（18 个）	
序号	行 业	序号	行 业
1	电气机械及器材制造业	1	食品制造业
2	文教体育用品制造业	2	农副食品加工业
3	印刷业和记录媒介的复制	3	纺织业
4	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	4	燃气生产和供应业
5	家具制造业	5	饮料制造业
6	纺织服装、鞋、帽制造业	6	石油加工、炼焦及核燃料加工业
7	通用设备制造业	7	水的生产和供应业
8	烟草制品业	8	有色金属冶炼及压延加工业
9	交通运输设备制造业	9	化学原料及化学制品制造业
10	仪器仪表及文化、办公用机械制造业	10	化学纤维制造业
11	专用设备制造业	11	非金属矿采选业
12	金属制品业	12	黑色金属冶炼及压延加工业
13	皮革、毛皮、羽毛（绒）及其制品业	13	煤炭开采和洗选业
14	石油和天然气开采业	14	非金属矿物制造业
15	木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业	15	造纸及纸制品业
16	橡胶塑料制品业	16	电力、热力的生产和供应业
17	医药制造业	17	黑色金属矿采选业
		18	有色金属矿采选业

(二) 参数校准

1. 环境规制强度计算

目前,国内外学者主要从6个角度来度量环境规制(张成等,2011):一是从环境规制政策角度来考察环境规制强度的高低;二是用治污投资占企业总成本或产值的比重来衡量;三是用治理污染设施运行费用来衡量;四是将人均收入水平作为衡量内生环境规制强度的指标;五是环境规制机构对企业排污的检查和监督次数衡量;六是用环境规制下的污染排放量变量来度量。考虑到行业数据的可获得性,本文采用第三种方法从治污设施运行费用角度来度量环境规制强度。采用沈能(2012)等的办法,选用各行业污染治理运行费用占工业产值的比重(*ERI*)作为环境规制的代理变量,由于《中国环境统计年报》中各行业的工业固体废物治理运行费用数据并未统计,因而污染治理运行总费用包括各行业工业废水和废气的治理运行费用。各环境变量的原始数据均来自于各年的《中国环境统计年报》,各行业工业产值来自于历年的《中国工业经济统计年鉴》。

2. 污染企业和清洁企业的生产函数估算

根据模型假定可知,污染型企业的生产函数为 $Y_{1t} = \Phi_0 A_{1t} K_{1t}^{\alpha_1} L_{1t}^{\beta_1} E_{1t}^{\gamma_1}$, 对数展开后的生产函数形式为 $\ln Y_{1t} = \ln \Phi_0 + \ln A_{1t} + \alpha_1 \ln K_{1t} + \beta_1 \ln L_{1t} + \gamma_1 \ln E_{1t}$ 。清洁型企业的生产函数为 $Y_{2t} = \Phi(\phi, K_{rd,t}) A_{2t} K_{2t}^{\alpha_2} L_{2t}^{\beta_2} E_{2t}^{\gamma_2}$, 对数展开后的生产函数形式为 $\ln Y_{2t} = \ln \Phi_t + \ln A_{2t} + \alpha_2 \ln K_{2t} + \beta_2 \ln L_{2t} + \gamma_2 \ln E_{2t}$, 其中: $\ln \Phi_t = \ln C + \rho_4 \ln K_{rd,t}$ 。能源企业的生产函数为 $E_t = A_{3t} K_{3t}^{\alpha_3} L_{3t}^{1-\alpha_3}$, 对数展开后的生产函数形式为 $\ln E_t = \ln A_{3t} + \alpha_3 \ln K_{3t} + (1 - \alpha_3) \ln L_{3t}$ 。

本文将使用2005~2015年30个省市区的面板数据样本(考虑到西藏数据的缺失,剔除了西藏)来估计清洁型行业、污染型行业和能源行业(考虑到能源行业数据较难获取,本文用煤炭开采业来替代能源产业)的生产函数估计生产函数。三个生产函数的估计结果如下:

污染型企业生产函数:

$$\begin{aligned} \ln Y_{1t} &= -2.7246 + 0.5269 \ln K_{1t} + 0.0636 \ln L_{1t} + 0.4602 \ln E_{1t} \\ \text{s. e.} &= (1.0437) \quad (0.1029) \quad (0.0365) \quad (0.1188) \end{aligned} \quad (28)$$

清洁型企业生产函数:

$$\begin{aligned} \ln Y_{2t} &= -1.5689 + 0.5498 \ln K_{2t} + 0.1898 \ln L_{2t} + 0.2603 \ln E_{2t} \\ \text{s. e.} &= (0.6292) \quad (0.0747) \quad (0.0754) \quad (0.0999) \end{aligned} \quad (29)$$

能源企业生产函数:

$$\ln E_{it} = -3.9289 + 0.2060 \ln K_{3it} + 0.8022 \ln L_{3it} \quad (30)$$

$$\text{s. e.} = (1.8849) \quad (0.0416) \quad (0.0632)$$

本文通过将清洁型企业的全要素生产率分解得出技术进步率,并对清洁型企业的研发投入回归,估计可得:

$$\ln \Phi_t = 1.2145 + 0.3512 \ln K_{rd,t} \quad (31)$$

$$\text{s. e.} = (0.3257) \quad (0.0896)$$

3. 污染排放函数估算

考虑到工业废水排放量、工业二氧化硫排放量和工业固体废物排放量中废水和固废数据存在缺失,本文分别使用污染型行业和清洁型行业的工业二氧化硫排放量作为污染排放量的代理变量,将污染型行业和清洁型行业的能源消耗量对污染排放量做回归可得如下结果:

污染型产业的污染排放函数:

$$\ln EM_{1t} = 6.5605 - 0.0102 \ln \Phi_{1t} + 0.7188 \ln E_{1t} \quad (32)$$

$$\text{s. e.} = (0.3397) \quad (0.1160) \quad (0.0407)$$

清洁型产业的污染排放函数:

$$\ln EM_{2t} = 6.7641 - 0.0156 \ln \Phi_{2t} + 0.6902 \ln E_{2t} \quad (33)$$

$$\text{s. e.} = (0.3461) \quad (0.0087) \quad (0.0421)$$

4. 模型其余参数设定

由于政府绿色采购、消费者的消费数据难以获得,本文借鉴董直庆等(2014)、Acemoglu等(2012)及黄茂兴和林寿富(2013)等文献给出模型其余参数的设定,具体如下: $\beta = 0.99$, $\theta_1 = 6.8$, $\theta_2 = 0.015$, $\delta_1 = 0.2$, $\delta_2 = 0.15$, $\delta_{rd} = 0.2$, $\delta_3 = 0.2$, $\sigma_1 = 5$, $\sigma_2 = 4$ 。

(三) 政策模拟结果

基于上述理论模型,我们分析污染型企业环境技术创新、环境税、环境技术研发补贴和环境规制强度对产业结构的影响,如图1所示。

污染型企业的环境技术进步和绿色技术创新的正外部性会提高污染企业的生产率,促进污染企业产出增加。同时,污染企业环境技术进步会带来环境污染下降,企业所承担的污染排放带来的税收负担就会下降,企业更有激

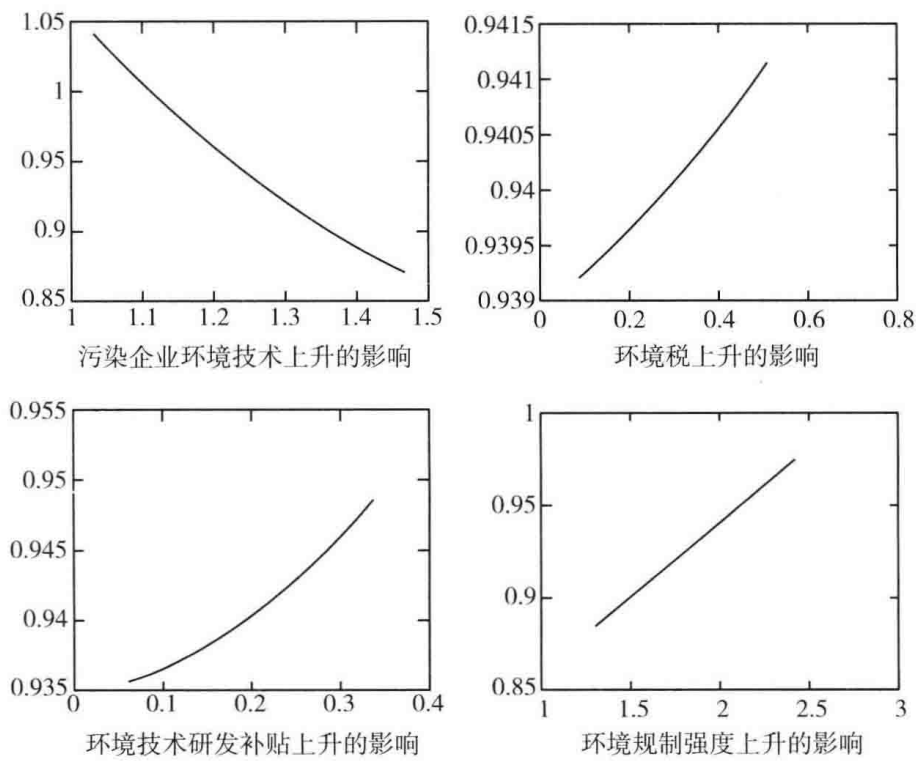


图1 不同政策工具对产业结构转型的影响效果差异

励进行生产，产出进一步增加。此时清洁型企业的资源就会被污染型企业侵占，清洁型企业的产出就会下降，产业结构就不会升级。

环境税上升会增加企业的环境成本，污染型企业依然按照原来的生产方式进行生产，但均衡点会沿着原有生产函数下降，这主要是由于污染型企业的环境技术相对固定，除了降低产量之外没有别的反应。而清洁型企业在环境税实施过程中具有主观能动性，降低产量无法让清洁型企业在环境税条件下的市场中获取竞争优势，因此，清洁型企业需要加大环境技术研发投入来降低企业的环境税税负。而企业环境技术创新的动力取决于环境税的成本与环境技术创新成本之间的关系，长期来看，清洁型企业需要支付的环境税成本必然高于研发成本，清洁型企业的技术创新会带来清洁型产品质量提升，产业升级。总的来看，实际 GDP 下降，而且清洁型企业逐渐发展，污染型企业逐渐萎缩，产业结构加快转型。

环境技术研发补贴上升，清洁型企业进行环境技术研发的成本降低，清洁型企业有意愿加大环境技术研发投入，促进环境技术进步。清洁型企业绿色技术研发的正外部性会提高企业的生产率（人力资本得以锻炼、管理水平得以提高等），促进了经济增长。清洁型企业产出中可用于资本积累的比例上升，导致总的实际 GDP 上升，由于财富效应，污染型企业中可用于资本积累

的比例也将上升,致使产出增加。但由于清洁型企业环境技术进步带来清洁品产出的增速快于污染型企业产出的增速,产业结构转型升级。需要特别说明的是,随着环境技术研发补贴的上升,产业结构调整增速均在上升。

环境规制强度上升,企业进行污染排放所需承担的税收负担就会上升,污染型企业依然按照原来的生产方式进行生产,但均衡点会沿着原有生产函数下降,这主要是由于污染企业的环境技术相对固定,除了降低生产量之外没有别的反应。而清洁型企业在税收成本上升的过程中具有主观能动性,降低产量无法让清洁型企业在环境税条件下的市场中获取竞争优势,因此,清洁型企业需要加大环境技术研发投入来降低企业的环境税税负。与此同时,当环境规制强度提升时,清洁型企业为了获取竞争优势会加速技术研发创新,提高企业的生产率,产出增加,产业结构转型升级。

综上可知,污染企业环境技术进步不利于工业产业结构转型,而环境税、环境技术研发补贴以及污染治理运行费用表示的环境规制强度的提高有利于促进工业产业结构转型。本文接下来通过实证分析,进一步检验政策模拟的结果。

四、实证模型与样本数据

(一) 数据来源

本文以我国省际工业行业为研究对象,使用2005~2015年30个省市区的面板数据(考虑到西藏数据的缺失,剔除了西藏),样本量为330个。样本数据来源于《中国科技统计年鉴》《中国环境统计年报》《中国工业经济统计年鉴》、2006~2016年《中国统计年鉴》,以及《新中国60年统计资料汇编》、中经网统计数据库。

(二) 变量计算与说明

1. 产业结构(Str)

本文重点研究工业行业产业结构转型,产业结构变量采用清洁型行业总产值与污染型行业产值之比进行度量。

2. 环境规制强度(ERI)

环境规制强度变量在参数校准部分已经提及。本文从治污设施运行费用角度考虑,采用沈能(2012)等的办法,选用各行业污染治理运行费用占工