

内生视角下环境规制、产业集聚 与城市绿色全要素生产率

——以长江经济带城市为例

舒扬 孔凡邦

(华中科技大学经济学院, 武汉 430074)

〔摘要〕 本文运用基于SBM方向距离函数的GML指数对2003~2017年长江经济带108个城市的绿色全要素生产率进行测度,然后通过PVAR模型对“环境规制-产业集聚-绿色全要素生产率”之间是否存在长期均衡关系和动态效应进行实证检验。研究结果显示:2003~2017年长江经济带城市总体绿色全要素生产率变动幅度较大,呈现波动上升的良好态势。GMM模型估计结果与脉冲效应函数表明,环境规制、产业集聚对绿色全要素生产率的影响均具有时变效应,但作用方向正好相反。方差分解结果表明,环境规制、产业集聚是解释绿色全要素生产率预测方差的重要变量,然而绿色全要素生产率对环境规制、产业集聚的预测方差贡献度相对较小。因此,为实现经济高质量发展,政府应因地制宜,设计合理的环境政策、积极推进产业集聚,同时要注重提高产业集聚质量。

〔关键词〕 环境规制 产业集聚 绿色全要素生产率 GML指数 PVAR模型 长江经济带

DOI:10.3969/j.issn.1004-910X.2019.10.006

〔中图分类号〕F106.5; F299.2 〔文献标识码〕A

引言

长江经济带横跨我国东、中、西三大地理区域,人口和GDP占全国比重均超过40%。沿线城市是推进长江经济带绿色发展的主体,能够发挥以点带面的积极作用。确保长江经济带城市实现绿色发展也是保护好长江经济带生态环境的重要抓手。

但现实情况是,长江经济带尤其是中上游地区城市产业结构相似度高,资源消耗总量大且增速较快,使得生态环境日益脆弱。绿色全要素生产率(Green Total Factor Productivity, GTFP)是促进经济增长的终极动力,能够更加真实地反映地区经济发展质量高低。

产业集聚和经济高质量发展分别作为中国经济高质量发展的重要推力和目标,二者间存在不可忽视的内在联系。长江经济带战略的提出与实施,可能会通过生产要素的再配置效应对产业集聚产生影响;另外,由于环境规制强度的提升,很可能导致GTFP增长,进而改变城市产业集聚的方向,实现高质量发展。那么是否意味着由于环

境规制变化导致产业集聚与GTFP之间存在长期均衡关系和动态效应?

环境规制还可能会引致产业转移,导致集聚程度下降或促使集聚区转型升级,提高竞争力,扩大集聚规模。反过来,产业集聚会产生规模、技术溢出效应和拥挤效应,从而对与环境规制密切相关的环境污染产生正向抑制或反向促进作用。本文基于上述理论与长江经济带城市发展的现实情况,通过对长江经济带城市GTFP发展水平进行测算并对其增长的来源进行分解,进而分析长江经济带城市促进GTFP增长的影响因素和路径机制,以期早日实现长江经济带城市高质量发展提供科学依据。

环境规制很大程度上减少了环境污染、提高了环境质量,其对GTFP的影响机制一直是很多学者研究的重点。Porter等^[1]、Zhang等^[2]均认为科学合理的环境规制有助于促进企业采用先进生产技术和管理制度,能够促进技术创新,降低合规成本,提高资源利用效率,最终实现改善环境和提高企业竞争力的“双赢”局面,验证了“波

收稿日期:2019-04-08

作者简介:舒扬,华中科技大学经济学院讲师,硕士生导师。研究方向:区域经济学、人口、资源与环境经济学和公共经济学。孔凡邦,华中科技大学经济学院硕士研究生。研究方向:区域经济学、人口、资源与环境经济学。

特假说”的正确性; Conrad 等^[3]和 Gray 等^[4]认为环境规制导致企业“遵循成本”过高,生产负担加重,不仅无法实现鼓励企业加大绿色技术创新的初衷,反而会降低企业的技术创新和市场竞争力。然而邱士雷等^[5]利用中国省级面板数据研究发现环境规制与环境绩效存在显著的门槛效应,不同类型的环境规制以及规制强度的大小都会对绿色经济绩效产生异质性效应。

就本文重点关注的环境规制与 GTFP 之间的长期均衡和动态效应而言,目前国内外相关文献并不多。黄庆华等^[6]研究发现,政府环境规制政策对 GTFP 影响具有时效性,较近时期的规制政策能够促进 GTFP 增长,同时 GTFP 增长有助于减少环境污染,降低企业生产成本,使企业能够承受更高的规制强度。

关于产业集聚与生产率之间的关系,现有研究主要集中于以下 3 个方面:(1)产业集聚对生产率的影响机制研究。张治栋等^[7]研究发现产业集聚规模的扩张会推动城市空间规模的外延,促进城市绿色效率提升。但当生产规模超过一定水平后,要素成本上升、环境规制等一系列因素会导致规模经济减弱甚至消失,产生拥挤效应,制约城市绿色经济发展;(2)产业集聚对生产率的作用形式研究。Marius 等^[8]发现产业集聚与生产率提升之间存在非线性关系,一国只有经济发展达到特定水平后,集聚的正向促进作用才能显现。孙慧等^[9]研究发现资源型产业集聚对全要素生产

率增长促进作用存在最优集聚规模,并表现出强稳定性;(3)产业集聚不同模式对生产率的影响,Ciccone 等^[10]研究发现同质行业集聚密度增加可以通过共享、学习等机制有效节约企业生产成本,由此提高集聚区内企业的生产率。宣焯等^[11]实证检验发现相对于专业化集聚,生产性服务业多元化空间集聚对中小城市全要素生产率的提升作用不明显。

总结现有研究成果发现,大多数文献仅研究环境规制、产业集聚和 GTFP 两两之间的相互关系,而将 3 个变量纳入同一模型考察三者之间长期均衡和动态关系的研究较少。部分文献采用工具变量法来尽可能消除环境规制、产业集聚与 GTFP 之间可能存在的内生性问题。但现实情况往往是由于规制指标可能存在的测量误差、考察样本时间区间选择差异等原因使得工具变量法难以达到预期效果,本文运用 PVAR 模型则可以避免这一问题。

1 长江经济带城市 GTFP 测算与数据说明

1.1 测算方法

假设将每一个城市作为一个决策单元构造生产前沿,假定每个决策单元要素投入 x 包含 N 种类, $x_{in} = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iN}) \in R_N^+$, 其中 i 为第 i 个城市,得到 M 种期望产出 $y_{im} = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{iM}) \in R_M^+$ 和 K 种非期望产出 $b_{ik} = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{iK}) \in R_K^+$, 则对于每一个决策单元而言,其当期包含非期望产出的生产可能性集为:

$$P^t(x) = \begin{cases} (y^t, b^t) : \sum_{i=1}^I \beta_i^t y_{im}^t \geq y_{im}^t, \forall m; \sum_{i=1}^I \beta_i^t b_{ik}^t = b_{ik}^t, \forall k; \\ \sum_{i=1}^I \beta_i^t x_{in}^t \leq x_{in}^t, \forall n; \sum_{i=1}^I \beta_i^t = 1, \beta_i^t \geq 0, \forall i \end{cases}$$

其中, β_k^t 为每个横截面观测值的权重,若 $\beta_k^t \geq 0$ 表示规模报酬不变,则 $\sum_{i=1}^I \beta_i^t = 1, \beta_i^t \geq 0$ 表示规模报酬可变。

Oh^[12]提出了全局生产可能性集合的概念并构造出全域生产可能性集 $P^G(x)$, 解决了以往研究中生产前沿面无法横向比较的问题,表示如下:

$$P^G(x) = \begin{cases} (y^t, b^t) : \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \beta_i^t y_{im}^t \geq y_{im}^t, \forall m; \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \beta_i^t b_{ik}^t = b_{ik}^t, \forall k; \\ \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \beta_i^t x_{in}^t \leq x_{in}^t, \forall n; \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \beta_i^t = 1, \beta_i^t \geq 0, \forall i \end{cases}$$

考虑非期望产出的当期 SBM 方向距离函数为:

$$s_v^G(x^{t,i}, y^{t,i}, b^{t,i}, g^x, g^y, g^b) = \max \frac{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{s_n^x}{g_n^x} + \frac{1}{M+K} \left(\sum_{m=1}^M \frac{s_m^y}{g_m^y} + \sum_{k=1}^K \frac{s_k^b}{g_{ik}^b} \right)}{2}$$

$$s.t. \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I z_i^t x_{in}^t + s_n^x = x_{in}^t, \forall n; \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I z_i^t y_{im}^t - s_{nm}^y = y_{im}^t, \forall m;$$

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I z_i^t b_{ik}^t + s_i^b = b_{ik}^t, \forall i; \sum_{i=1}^I z_i^t = 1, z_i^t \geq 0, \forall i;$$

$$s_m^y \geq 0, \forall m; s_i^b \geq 0, \forall i$$

其中, $(x^{t,i}, y^{t,i}, b^{t,i})$ 、 (g^x, g^y, g^b) 和 (s_n^x, s_m^y, s_k^b) 分别表示城市的投入和产出向量、方向向量和松弛向量。若 (s_n^x, s_m^y, s_k^b) 大于 0, 表示要素投入和非期望产出超过了生产前沿面的投入和非期望产出, 而实际产出低于前沿面产出。

GML 指数计算: 传统的 ML 指数经常出现线性规划无解问题, 基于 SBM 方向距离函数的 GML

$$GTECH_i^{t+1} = \frac{[1+s_v^G(x^t, y^t, b^t, g^x, g^y, g^b)]/[1+s_v^t(x^t, y^t, b^t, g^x, g^y, g^b)]}{[1+s_v^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^x, g^y, g^b)]/[1+s_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^x, g^y, g^b)]}$$

其中, $GEFFCH_i^{t+1}$ 和 $GTECH_i^{t+1}$ 指数大于 (小于) 1 分别表示从 t 到 $t+1$ 时期效率提高 (降低) 和技术进步 (衰退)。

1.2 指标选取及数据处理

基于数据的可得性和口径一致性, 本文采用长江经济带 108 个地级市 2003~2017 年的要素投入、期望产出和非期望产出的基础数据及计算环境规制和产业集聚所需数据。相关指标具体构建如下:

(1) 投入要素。本文研究的投入要素有 4 种: 资本、劳动、能源和土地资源。对于资本投入, 采用永续盘存法估算各城市按可比价计算的资本存量表示资本投入, 公式为: $K_{i,t} = K_{i,t-1}(1-\delta_i) + I_{i,t}$ 。其中 $K_{i,t}$ 、 δ_i 、 $I_{i,t}$ 分别表示城市 t 期资本存量、折旧率、当期固定资产投资总额。为了消除通货膨胀因素的影响, 本文利用各省相应年份的固定资产投资指数将各城市固定资产投资总额转换成以 2003 年为基期的固定资产投资额。基期的资本存量参考单豪杰^[13]的方法得到 2003 年的资本存量, 折旧率统一取 10.96%。在衡量劳动投入时, 劳动时间相较于劳动人数可能是更好的指标, 但由于地级市层面的劳动时间数据无法获取, 因此本文采用城市全部从业人员数 (万人) 来度量。本文采用城市建成区面积来衡量城市生产率提高过程中的土地资源投入, 使用全社会用电量来衡量能源投入。

(2) 产出指标。对于期望产出, 采用各城市

指数来衡量城市 GTFP 可以避免线性误解问题产生, 具体表示如下:

$$GML_t^{t+1} = \frac{1+s_v^G(x^t, y^t, b^t, g^x, g^y, g^b)}{1+s_v^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^x, g^y, g^b)}$$

GML_t^{t+1} 指数大于 1、等于 1 和小于 1 分别表示从 t 到 $t+1$ 期城市 GTFP 增长、不变和下降。进一步地, GML_t^{t+1} 指数可以分解为全域效率变化指数 ($GEFFCH_i^{t+1}$) 和全域技术变化指数 ($GTECH_i^{t+1}$) 的乘积。其中 GEFFCH 主要是指对资源配置效率、管理制度等方面的改善, GTECH 主要指的是对生产技术等方面的改善。具体分解如下:

$$GEFFCH_i^{t+1} = \frac{1+s_v^t(x^t, y^t, b^t, g^x, g^y, g^b)}{1+s_v^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^x, g^y, g^b)}$$

实际 GDP (亿元) 衡量。对于非期望产出, 运用地级市工业烟尘、工业废水和二氧化硫排放量数据, 利用熵值法计算出综合污染指数来衡量非期望产出, 指数越高表明环境污染越严重。

对于环境规制 (environmental regulation, er), 本文借鉴李虹等^[14]的方法: 利用各城市工业烟 (粉) 尘去除率、工业二氧化硫去除率、一般工业固体废物综合利用率、生活垃圾无害化处理率、污水厂集中处理率共 5 个指标构造出综合指数。计算步骤为: ①运用最大最小标准化法对各单项指标进行标准化处理; ②采用熵值法确定各指标的调整系数; ③根据调整系数和对应标准化数值计算出环境规制综合指数^①, 该综合指数越高, 表明环境规制愈严格。

对于产业集聚 (industrial agglomeration, aggl), 本文采用大多数学者^[15]所使用的区位熵来度量。其中, i 城市 r 产业的区位熵计算公式为:

$$aggl = \left(\frac{e_{i,r}}{\sum_i e_{i,r}} \right) \left/ \left(\frac{\sum_i e_{i,r}}{\sum_i \sum_i e_{i,r}} \right) \right.$$

其中: $e_{i,r}$ 表示 i 城市 r 产业总产值, 由于国家仅公布地级市层面各行业产值数据, 因此本文选用各城市第二产业总产值计算区位熵, 以衡量地区产业集聚水平。

数据来源于 2003~2017 年《中国城市统计年鉴》、《新中国六十年统计资料汇编》及各省市区统计年鉴和 EPS 数据库。同时考虑到不同年度数

据的可比性,本文以 2003 年为基期,对各城市 GDP、固定资产投资、污染治理投资额等数据进行了平减处理。

1.3 GTFP 测算结果分析

借助 MaxDEA 8 Ultra 软件,本文利用基于产出导向的 DEA-GML 指数法,计算了 2003~2017 年长江经济带 108 个地级市的 GML 指数及其分解要素的变动情况。

图 1 是 2003~2017 年长江经济带城市 GTFP 及其来源分解的增长趋势。结果显示:长江经济带城市总体 GTFP 变动幅度较大,呈现波动上升的良好态势。我国 GTFP 增长自 2003 年以来大致可以分为:2006~2008 年、2010~2012 年、2016 年以后 3 个增长期,这与我国实行的“十一五”“十二五”“十三五”计划执行的首年在时间点上高度契合。究其原因可能是 2006 年以后,政府转变了环境规制政策制定思路,首次明确提出在“十一五”期间全国主要污染物排放总量减少 10%并将其执行情况纳入地方政府绩效考核中。在晋升锦标赛模式下,地方官员有强烈的动机去实现这一目标。这在客观上有助于控制污染物排放总量,促进绿色经济发展。

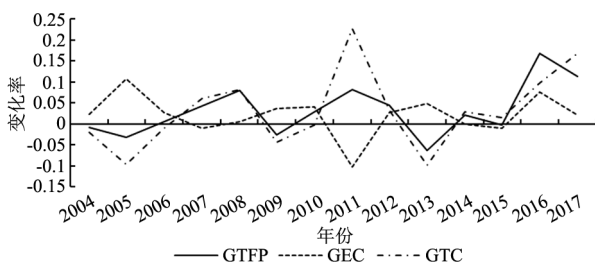


图 1 2003~2017 年长江经济带 GTFP 及其来源分解的增长趋势

从 GML 指数的分解来看,全局绿色技术效率与全局绿色技术进步年均增长率分别为 1.53%和 3.46%,这表明长江经济带 GTFP 增长是绿色效率改善和绿色技术进步的结果,但以技术进步为主。从 GTFP 时间变化趋势来看,2003~2005 年间 GTFP 增速表现出快速降低的趋势,从-0.8%降至-3.2%。可能的原因是,自 2001 年顺利加入世界贸易组织以来,外商直接投资在国内呈现急剧增长,长江经济带城市吸引 FDI 总额从 2001 年的 170 亿美元增长到 2005 年的 368 亿美元,年均增长率高达 16.6%。此阶段,FDI 主要投资行业以能源密集型的工业部门为主,直接导致了大气环

境污染状况呈急剧恶化趋势。

2005~2008 年 GTFP 受到技术进步增长的影响,出现了正向增长,在 2008 年出现了 8%的增长速度。可能的原因是随着 FDI 规模的不断扩大,外资企业进入中国市场带来了相对先进的技术和管理经验,进而促进了行业整体技术进步。2008~2011 年间 GTFP 波动幅度较小,由于全球金融危机的影响,2009 年出现了短暂的负增长。但随后国内加大创新投入、积极引进国外先进技术和生产设备使得 GTFP 在 2011 年增长率达到了 8.12%的峰值。2011 年以后,GTFP 又进入了小幅波动期。这印证了中国经济进入“新常态”,经济正处于从传统的以大量要素、投资驱动的模式向集约化、低能耗、低排放的绿色发展方式转变过程中。

2 模型设定与实证分析

2.1 模型设定

本文在上述分析和已有研究的基础上所构造的 PVAR 模型如下:

$$Y_{i,t} = \alpha_n + \beta_n X_{i,t} + \gamma_i + \zeta_t + \mu_{i,t}$$

其中 $Y_{i,t} = [GTFP, aggl, er]$, $X_{i,t} = [Y_{i,t-1}, Y_{i,t-2}, \dots, Y_{i,t-p}]$, α_n 和 β_n 为 $n \times p$ 维系数矩阵, p 为 PVAR 模型选择的滞后阶数。 γ_i 和 ζ_t 分别为个体效应向量和时间效应向量, $\mu_{i,t}$ 是与时间和地区均无关的随机误差项。需要注意的是,为了减少偏误,实证分析之前,必须运用前向差分法、组内均值法消除个体效应、时间效应,最后才能采用 SYS-GMM 方法计算模型待估参数的一致估计量。

2.2 单位根检验与格兰杰因果检验

出于避免伪回归和后续脉冲响应函数的检验结果严格依赖于误差向量满足白噪声序列向量这一假设前提的考虑,先对变量进行面板数据单位根检验。本文选用 LLC 检验,IPS 检验,Breitung 检验和 Fisher-PP 检验 4 种检验方法,具体结果如表 1 所示,LLC 检验和 Fisher-PP 检验均在 1% 的显著性水平上通过了单位根检验。Breitung 检验和 IPS 检验下各变量至少在 10% 的检验水平上通过了显著性检验,这表明所有的变量都是平稳的。

本文利用面板误差修正模型对环境规制、产业集聚和 GTFP 三者之间进行格兰杰因果检验,具体结果见表 2。

表 1 面板单位根检验结果

变量	LLC 检验	Breitung 检验	IPS 检验	Fisher-PP 检验	结论
<i>GTFP</i>	-27.7906***	-4.9321***	-18.8772***	63.3422***	平稳
<i>aggl</i>	-3.0215***	-3.7867*	-1.4819*	6.2754***	平稳
<i>er</i>	-17.1762***	-2.1578**	-9.8039***	13.275***	平稳

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著。

表 2 Granger 因果检验

因变量	原假设	卡方	自由度	P 值
<i>GTFP</i>	环境规制不是原因	16.398	2	0.000
	产业集聚不是原因	9.9108	2	0.007
	所有变量不是原因	24.386	4	0.000
<i>aggl</i>	<i>GTFP</i> 不是原因	5.383	2	0.068
	环境规制不是原因	4.9416	2	0.085
	所有变量不是原因	13.684	4	0.008
<i>er</i>	<i>GTFP</i> 不是原因	17.676	2	0.000
	产业集聚不是原因	9.0251	2	0.011
	所有变量不是原因	27.05	4	0.000

由表 2 可知, *GTFP* 与环境规制在 5% 的显著性水平上互为格兰杰因果关系, *GTFP* 与产业集聚、环境规制与产业集聚间在 10% 的显著性水平上互为格兰杰因果关系。*GTFP* 与环境规制、环境规制与产业集聚两两之间存在长期均衡和动态关系, 至于这些动态关系是促进作用还是抑制作用, 是否具有门槛效应以及效应的大小则需要通过 GMM 估计、脉冲响应函数和方差分解来进一步分析。

2.3 GMM 估计结果分析

由于 PVAR 模型检验结论会因滞后阶数的不

同而产生敏感性变化, 因此在建立模型之前必须先确定模型滞后期。本文根据 Andrews 等^[16] 所提出的依据 AIC、BIC 和 HQIC 统计量最小准则确定最优滞后期数, 检验结果显示 AIC、BIC 和 HQIC 统计量均支持滞后 2 期为最佳滞后期数。因此, 本文选择滞后 2 期作为 PVAR 模型的最佳滞后期数。进一步地, 本文使用系统矩估计法对 PVAR 模型进行了估计, 结果如表 3 所示。

根据表 3 的估计结果, 产业集聚滞后 1 期对 *GTFP* 具有显著的正向影响, 表明产业集聚的滞后项对 *GTFP* 具有正向促进作用。这说明我国目前

表 3 GMM 估计结果

变量	<i>GTFP</i>		<i>aggl</i>		<i>er</i>	
	估计系数	Z 统计量	估计系数	Z 统计量	估计系数	Z 统计量
<i>GTFP</i> (<i>t</i> -1)	-0.1118**	-2.11	-0.0711***	-4.58	0.1845***	4.39
<i>GTFP</i> (<i>t</i> -2)	-0.078***	-1.82	-0.0325***	-2.7	0.1339***	3.73
<i>aggl</i> (<i>t</i> -1)	0.5108***	3.03	1.0298***	14.89	1.3075***	6.22
<i>aggl</i> (<i>t</i> -2)	-0.0204	-0.27	-0.129***	-3.84	-0.0719	-1.12
<i>er</i> (<i>t</i> -1)	-0.2904***	-4.37	-0.0118	-0.57	0.2894***	4.43
<i>er</i> (<i>t</i> -2)	0.0681*	1.4	-0.053***	-3.1	-0.756*	-1.78

注: **、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著。

大力推进的长江经济带、城市群发展战略的实施,与我国所提出的节能减排目标、发展绿色经济相辅相成。然而值得注意的是,产业集聚滞后 2 期对 GTFP 的影响转为负向,但不显著。可能的原因是在城市产业集聚发挥规模效应的初期,资源消耗速度尚未超过资源再生速度和环境承载力,环境污染、资源过度消耗尚未制约绿色经济发展。但是长期来看,由于产业集聚负效应可能使土地成本过度上涨、环境污染等负外部性问题日益严重,进而对技术创新产生“拥挤效应”,使得城市 GTFP 提升受到限制^[7,17];另外,在同一集聚区(城市或产业园区)内新企业可能具有比在位企业更强的创新观念和效率,因此,伴随着在位企业不断增加和空间集聚的扩大,最终使得集聚区整体创新力下降,难以支撑 GTFP 进一步增长。

环境规制滞后 1 期对 GTFP 具有显著的负向作用,这表明短时期内,环境规制政策虽然能够降低工业生产活动,减少污染排放,但同时加重了企业生产运营成本,主要体现为“遵循成本”效应,使得期望产出下降的幅度大于非期望产出下降的幅度,导致 GTFP 增速降低。这与 Wang Y 等^[18]认为环境规制非但不能改善环境,还会增加企业负担,降低生产率的结论一致。初期环境规制滞后 2 期对 GTFP 的影响转为正向。可能的原因是从长期来看,环境规制促进资源的循环利用对提升技术效率有一定的激励作用,但更多的是通过创新补偿作用以及绿色清洁技术的扩散,能够抵消环境规制对产业绩效的不利影响^[19]。

GMM 估计结果还表明, GTFP 滞后 1 期和滞后 2 期始终对产业集聚具有负向影响。随着绿色经济不断发展,环境质量逐渐成为企业生产活动的硬约束,为了进一步改善环境质量,地方政府倾向于制定更加严苛的污染排放标准和建立、健全二氧化碳等污染物排放权市场交易制度,这些因素叠加会导致污染密集型企业难以承受严苛的规制强度被迫重新选址,导致产业集聚水平下降,进一步地,环境规制滞后 2 期对产业集聚具有显著的负影响,表明长期来看环境规制对产业集聚具有一定的抑制作用。主要原因可能是,在环境治理的初级阶段,环境规制大多只要求企业满足一定的环境投资要求或者达到一定排放标准,这

种标准是大多数企业仅采取临时措施就可以实现的。值得注意的是,产业集聚滞后 2 期对产业集聚具有显著的负向影响,可能的原因是产业集聚达到一定程度后产生了过度拥挤现象。

GTFP 对环境规制具有显著的正向促进作用,这与 Albrizio 等^[20]认为由于生产率提高为企业获得了成本领先优势和更大的利润空间,企业此时有意愿加大对新技术的研发投入来适应新的环境规制政策,达到降低污染排放和节约污染减排成本的效果的研究结论相一致。产业集聚滞后 1 期对环境规制具有正向促进作用,产业集聚滞后 2 期对环境规制具有负向影响但不显著。可能的原因是在产业集聚的初期,由于环保标准较低,各地对集聚区新进企业环保准入把关不严,吸引了大量企业的进驻。

2.4 脉冲响应函数与方差分解结果分析

由于 PVAR 模型参数的 GMM 估计只能在较短期间反映变量之间的动态关系,无法充分反映经济变量之间的长期均衡关系和动态演化路径。因此,本文利用脉冲效应函数和方差分解法对环境规制、产业集聚和 GTFP 之间的长期动态关系做进一步分析。

本文在进行蒙特卡洛 1000 次模拟的基础上,得到在 95% 置信区间各变量滞后 12 期的脉冲响应图,图 2~4 是各变量间的脉冲响应函数图,其中横轴代表响应期数,纵轴代表脉冲响应值大小。

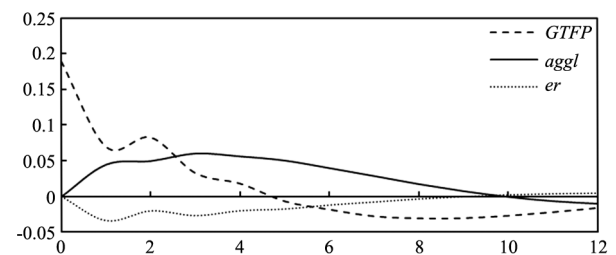


图 2 各变量对 GTFP 的脉冲响应

图 2 表明,对于来自 GTFP 的一个标准差冲击,环境规制和 GTFP 同时呈现不断减弱的正向响应, GTFP 在当期达到了峰值 0.1891,产业集聚在第 3 期达到了峰值 0.0599,之后逐步向初始位置靠近。总体来说,环境规制对 GTFP 变动存在一个由负向正的转变过程,即门槛效应。产业集聚对 GTFP 冲击的响应会因滞后期数不同产生由正到负的转变,即在滞后 9 期之前为正向响应,之后转为负向响应,整体响应值较小,不显著。可

能的原因如下：(1) 在测算 GTFP 时，产出函数同时包含了期望产出和非期望产出，因此只要期望产出增长速度超过非期望产出，那么 GTFP 就表现为增长；但同时非期望产出也在增长，进而短期内出现了 GTFP 增长与产业集聚水平提高并存的现象；(2) 随着绿色经济发展不断深化、环保标准的不断提升，集聚区内企业原本使用的绿色技术出现效率边际递减，原有的技术难以满足环保要求，使得部分难以达到环保标准的企业不得不搬离，引起产业转移。

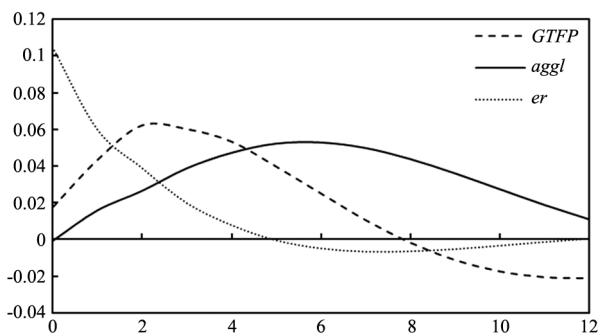


图3 各变量对环境规制的脉冲响应

图3表明，对于来自环境规制的一个标准化冲击，产业集聚响应随滞后期数不同而发生变化，产业集聚对环境规制的正向反应在滞后8期最为显著，为0.0527，然后逐步衰减至0。GTFP则呈现出由正转负的动态转换过程，GTFP对环境规制的正向反应在滞后6期最为显著，为-0.0532，然后逐步减弱。

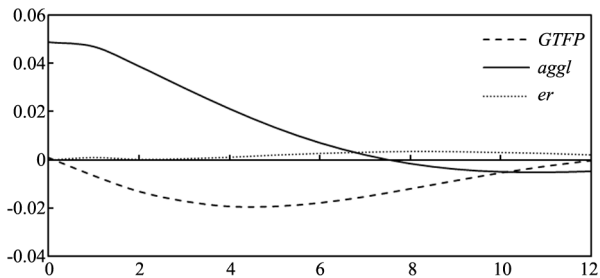


图4 各变量对产业集聚的脉冲响应

图4表明，对于来自产业集聚的一个标准差冲击，GTFP在第一年就做出正向反应，其效应为0.0011，之后冲击力度逐渐衰减为负向效应。但是总体来说，GTFP对产业集聚影响具有负反馈效应。产业集聚呈现不断减弱的正向反应。GTFP和环境规制则呈现倒“U”型的动态转换过程。这与GMM估计产业集聚滞后1期与2期对GTFP、环境规制的回归系数由正转负趋势一致。

以上利用脉冲响应函数分析长江经济带城市

环境规制、产业集聚和GTFP增长面对3个变量冲击的响应函数可以发现，各变量对来自自身信息冲击响应迅速且显著为正，长江经济带城市GTFP对环境规制冲击呈现出“U”型变化趋势，对产业集聚冲击呈现出倒“U”型变化趋势。

方差结果分析：从图5~7的方差分解结果可知：(1) GTFP的波动在滞后第1期只受自身波动的影响，随着时间的变化，环境规制和产业集聚对GTFP波动的影响越来越大。在第15期时，环境规制对GTFP波动的贡献程度为4.6%，产业集聚对GTFP波动的贡献程度为22.8%。GTFP的波动主要来自自身方差的贡献，其中产业集聚对GTFP波动的贡献度要高于环境规制对其的影响；(2) 环境规制在第1期主要受自身的波动与产业集聚的影响，产业集聚的贡献为零；随着时间的推移，产业集聚和GTFP对环境规制波动的贡献度均逐渐增加，在第15期，产业集聚对环境规制的贡献程度为34%，GTFP对环境规制的贡献程度为33%；(3) 产业集聚在第1期同样主要受自身波动影响。随着时间的推移，GTFP和环境规制对产业集聚的贡献度逐年增加。在第15期，GTFP对产业集聚的贡献程度为21%，而环境规制对产业集聚的贡献程度为0.8%。

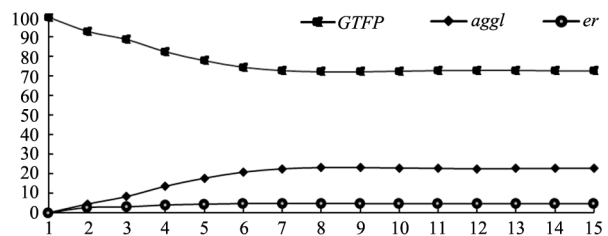


图5 各变量对GTFP的方差分解图(单位:%)

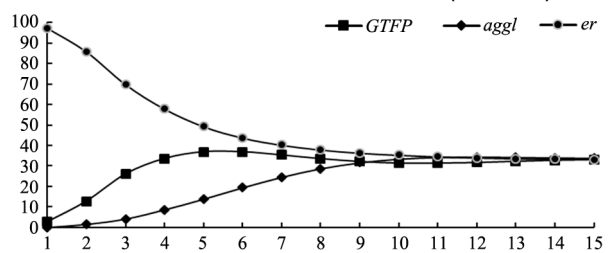


图6 各变量对环境规制的方差分解图(单位:%)

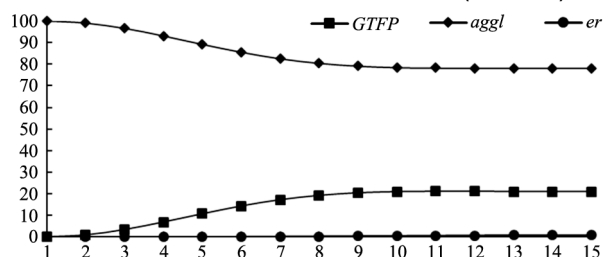


图7 各变量对产业集聚的方差分解图(单位:%)

2.5 稳健性检验

为了增加模型估计的有效性,本文对实证部分进行了如下检验:(1)为了检验结果的可靠性,本文剔除长江经济带直辖市(上海、重庆)数据后对模型系数重新进行估计;(2)环境规制与产业集聚指标的替换,环境规制以城市历年的环境污染治理投资额来度量,产业集聚指标采用长江经济带城市第二产业增加值和城市行政面积之比来度量产业集聚程度。通过稳健性检验结果得知核心解释变量的符号与前文回归结果基本一致,由此表明分析结果基本稳健。

3 结论与政策启示

本文运用基于 SBM 方向距离函数的 GML 指数测度了 2003~2017 年中国长江经济带 108 个地级市的 GTFP,进而通过 PVAR 模型对“环境规制-产业集聚-绿色全要素生产率”之间是否存在长期均衡关系和动态效应进行实证检验。得出以下结论:(1)2003~2017 年中国长江经济带城市总体 GTFP 变动幅度较大,呈现波动上升的良好态势,分析发现长江经济带 GTFP 的提高是绿色效率改善和绿色技术进步的结果;(2)短期内,环境规制会导致挤占企业生产资源,使得期望产出与非期望产出同步减少。但是产业集聚初期由于规模效应、溢出效应使得城市整体技术水平提升,GTFP 增长。最终在环境规制与产业集聚的共同作用下,使得 GTFP 出现了小幅增长。但长期来看,随着产业集聚区要素吸引力不断增强,使得生产要素、产出均出现了拥挤效应,导致产业间要素配置效率降低,难以充分发挥技术溢出效应和规模效应。另外,随着环境规制的长期实施,环境成为产业发展的硬约束,推动企业进行绿色技术创新以达到规制要求,在拥挤效应和环境规制引致的技术创新双重效果影响下,GTFP 出现了一定的增长。

基于上述研究结果,本文的政策启示如下:

(1)应当制定与城市产业发展相适应的环境规制政策,形成科学合理的环境政策体系。缩短环境规制“遵循成本”到创新补偿的转换期,避免城市环境规制的“遵循成本”效应和产业集聚的拥挤效应同时出现。虽然环境规制对环境质量改善作用毋庸置疑,但如果规制对企业所施加

成本超出了企业所能承受的必要限度,城市发展容易掉入过早“去工业化”和“产业空心化”的陷阱中。

(2)应当加强对绿色技术创新的引导与政策支持,促进节能减排技术研发与应用,支持节能环保产业不断发展壮大。由于创新具有高风险性,而且绿色技术创新初衷更多的是为了达到环保要求,而不是为了提高生产率,甚至可能会对企业技术创新产生“挤出效应”,对企业核心竞争力产生抑制作用。因此,地方政府加强对绿色技术创新的引导与政策支持、推广节能环保技术应用、加大对节能环保产业补贴力度具有十分重要的现实意义。

(3)政府要积极推进产业集聚同时注重提高产业集聚质量。应当因地制宜严格控制产业集聚区环境准入条件。以高技术产业作为区域产业转型升级、实现高质量发展的突破口。现阶段长江经济带城市要结合自身经济发展特征来提高集聚程度,加强区域内部产业布局、环境治理等方面的协调能力。同时在发展过程中也要考虑当地经济和基础设施的承载力,防止产业集聚带来的负向效应。

注释:

① $er_{i,t} = \sum_{j=1}^5 \omega_j X_{i,t,j}$, ω 为调整系数, X 为单一指标标准化后数值。

参 考 文 献

- [1] Porter, Michael, Claas Vander Linde. Toward a New Conception of the Environment Competitiveness Relationship [J]. Journal of Economic Perspectives, 1995, 9 (4), 97~118.
- [2] Zhang C, Liu H, Bressers H T A, et al. 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.
- [3] Conrad K, Wasil D. The Impact of Environmental Regulation on Productivity in German Industries [J]. Empirical Economics, 1995, 20 (4): 615~633.
- [4] Wayne B Gray, Ronald J Shadbegian. Plant Vintage, Technology, and Environmental Regulation [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2003, 46 (3): 384~402.
- [5] 邱士雷, 王子龙, 刘帅, 等. 非期望产出约束下环境规制对环境绩效的异质性效应研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28 (12): 40~51.
- [6] 黄庆华, 胡江峰, 陈习定. 环境规制与绿色全要素生产率: 两难还是双赢? [J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28 (11):

- 140~149.
- [7] 张治栋, 秦淑悦. 产业集聚对城市绿色效率的影响——以长江经济带108个城市为例 [J]. 城市问题, 2018, (7): 48~54.
- [8] Marius Brühlhart, Sbergami F. Agglomeration and Growth: Cross-country Evidence [J]. Journal of Urban Economics, 2009, 65 (1): 0~63.
- [9] 孙慧, 朱悄悄. 中国资源型产业集聚对全要素生产率的影响研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26 (1): 121~130.
- [10] Ciccone A, Hall R E. Productivity and the Density of Economic Activity [J]. American Economic Review, 1996, 86 (1): 54~70.
- [11] 宣烨, 余泳泽. 生产性服务业集聚对制造业企业全要素生产率提升研究——来自230个城市微观企业的证据 [J]. 数量经济技术经济研究, 2017, 34 (2): 89~104.
- [12] Oh D H. A global Malmquist-Luenberger Productivity Index [J]. Journal of Productivity Analysis, 2010, 34 (3): 183~197.
- [13] 单豪杰. 中国资本存量K的再估算: 1952~2006年 [J]. 数量经济技术经济研究, 2008, 25 (10): 17~31.
- [14] 李虹, 邹庆. 环境规制、资源禀赋与城市产业转型研究——基于资源型城市与非资源型城市的对比分析 [J]. 经济研究, 2018, 53 (11): 182~198.
- [15] 孙浦阳, 韩帅, 靳舒晶. 产业集聚对外商直接投资的影响分析——基于服务业与制造业的比较研究 [J]. 数量经济技术经济研究, 2012, 29 (9): 40~57.
- [16] Andrews D W K, Lu B. Consistent Model and Moment Selection Criteria for GMM Estimation with Applagglations to Dynamaggl Panel Data Models [J]. Journal of Econometraggls, 2001, 101 (1): 123~164.
- [17] 原毅军, 郭然. 生产性服务业集聚、制造业集聚与技术创新——基于省级面板数据的实证研究 [J]. 经济学家, 2018, (5): 23~31.
- [18] Wang Y, Shen N. Environmental Regulation and Environmental Productivity: The Case of China [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016, 62: 758~766.
- [19] 宋德勇, 赵菲菲. 环境规制对城市生产率的影响——兼论城市规模的门槛效应 [J]. 城市问题, 2018, (12): 72~79.
- [20] Silvia Albrizio, Tomasz Kozluk, Vera Zipperer, Environmental Policies and Productivity Growth: Evidence Across Industries and Firms [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2017, 81: 209~226.

Research on Dynamic Effects of Green Total Factor Productivity From Environmental Regulation, Industrial Agglomeration in Endogenous Perspective Based on Panel VAR Model

Shu Yang Kong Fanbang

(School of Economics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

[Abstract] Slacks-based measure (SBM) and global malmquist luenberger (GML) index were used to evaluates green total factor productivity (GTFP) of 108 prefecture-level cities of Yangtze River Economic Belt from 2003 to 2017. Then, the panel vector auto-regression (PVAR) model tested whether there was a bidirectional dynamic relationship between 'environmental regulation-industrial agglomeration-GTFP'. The results showed that: overall GTFP fluctuated, and was an upward trend slightly circuitously. GMM estimation results and impulse response function showed that the impact of both environmental regulation and industrial agglomeration on GTFP were time-varying effects in the opposite direction. And the results of variance decomposition analysis suggest that environmental regulation, industrial agglomeration were the important variables to explain the forecasting mean sqsure error of the pollution variable but it was not true vice versa. Therefore, in order to achieve 'win-win' for China's economic development and environmental quality improvement, the government should make efforts to project reasonable environmental regulation, promote the positive impacts of industrial agglomeration and improve the level of industrial agglomeration.

[Key words] environmental regulation; industrial agglomeration; GTFP; GML index; PVAR model; Yangtze River Economic Belt

(责任编辑: 史琳)