

DOI:10.13216/j.cnki.upcjess.2020.01.0004

制造业集聚影响城市绿色全要素生产率的 门槛效应

纪玉俊^{1,2},李志婷¹

(1. 中国海洋大学 经济学院, 山东 青岛 266100;

2. 教育部人文社会科学重点研究基地 中国海洋大学海洋发展研究院, 山东 青岛 266100)

摘要:以2006—2015年中国274个地级市的面板数据为基础,实证分析制造业集聚对城市绿色全要素生产率影响的门槛效应。研究发现,全样本下制造业集聚与绿色全要素生产率之间呈倒“N”型关系。考虑城市级别和城市规模后,不同类型城市的制造业集聚门槛效应存在差异。高级别城市中,随着制造业的不断聚集,制造业集聚对绿色全要素生产率的促进作用逐渐减小,并最终变为负向;一般城市中,制造业集聚跨越门槛值以后,对绿色全要素生产率的不利影响将明显减弱;小城市只要迈过第一个门槛值就可以发挥制造业集聚对绿色全要素生产率的正向作用。环境规制、科技投入以及经济发展水平都对城市绿色全要素生产率有积极影响。

关键词:制造业集聚;绿色全要素生产率;门槛效应

中图分类号:F062.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-5595(2020)01-0025-09

一、引言

经过改革开放几十年的发展,中国成为了仅次于美国的世界第二大经济体,综合实力和国际地位都得到了极大的提高,然而近年来经济高速增长背后隐藏的自然资源过度消耗和环境污染问题也日益严重。资料显示,2016年全国废水排放总量达到了711.1亿吨,二氧化硫、氮氧化物以及烟(粉)尘这三类大气主要污染物排放量分别为1102.86万吨、1394.31万吨和1010.66万吨^①。由耶鲁大学、哥伦比亚大学和世界经济论坛联合发布的2018年全球环境绩效指数报告中,中国的环境绩效综合得分仅为50.74,在研究涉及的180个经济体中,处于第120位,远远落后于排名第一的瑞士(得分为87.42分),环境质量水平总体偏低。中国已经充分认识到这一问题,正日益加强生态文明建设,党的十九大报告更是明确指出中国经济已经从高速增长转向高质量发展阶段。在这一背景下,中国必须转变以往粗放式发展模式,处理好经济建设与生态保护之间的关系,把推进绿色发展、建设

美丽中国摆在突出位置。

“唯GDP论”已经不能满足当前高质量发展阶段的经济考核要求,而传统的全要素生产率指标虽同时考虑了投入与产出两个方面,在一定程度上克服了单一指标的不足,但是其包含的投入与产出指标也都是基础性的劳动力、资本以及产值等,未涉及能源损耗以及环境污染部分,在强调发展绿色经济的今天,这是不完善的。相比而言,Chung等^[1]提出的用Malmquist-Luenberger指数(以下简称ML指数)来测度包含环境污染“坏产出”在内的绿色全要素生产率的方法不仅不需要考虑价格因素的影响,而且也解决了非期望产出的问题,从而得到了广泛的应用。因此,对于资源与环境约束下的城市绿色转型与高质量发展而言,如何提高绿色全要素生产率水平是关键。

在工业化发展过程中,制造业的集聚效应发挥了重要作用,但与此同时,集聚负外部性产生的拥挤效应也带来了一系列的环境问题。一些学者就集聚与环境污染的关系开展研究,取得了不少成果。^[2-4]与单

收稿日期:2019-07-10

基金项目:国家社会科学基金一般项目(16BJL069)

作者简介:纪玉俊(1975—),男,山东青岛人,中国海洋大学经济学院副教授,博士,教育部人文社会科学重点研究基地中国海洋大学海洋发展研究院研究员,研究方向为产业集聚。

纯的环境污染相比,绿色全要素生产率指标更为全面,因此正确认识制造业集聚与绿色全要素生产率的关系,进而通过对制造业集聚的趋利避害提高地区的绿色全要素生产率水平,对城市的绿色转型与高质量发展更具有意义。基于此,本文以中国地级市层面面板数据为基础,实证研究制造业集聚的绿色全要素生产率效应,以期为各地区更好地发展绿色经济提供借鉴。

对绿色全要素生产率的研究,国内外学者主要从行业和区域视角测度了考虑环境因素的全要素生产率并进行了影响因素分析。从区域层面来看,Kumar^[5]测算并比较了41个国家的传统TFP和绿色TFP,发现虽然两者之间没有显著差异,但其分解项却明显不同;而Oh等^[6]和Feng等^[7]的研究结果显示,考虑非期望产出的绿色全要素生产率与传统TFP并不相等,加入能源环境因素以后的估计结果更为可信;Färe等^[8]采用ML指数测度了美国制造业的绿色全要素生产率水平;王兵等^[9]基于SBM方向性距离函数,从省级层面测算了环境效率和环境全要素生产率,并探讨了其影响因素;陈诗一^[10]将工业部门作为研究对象,在方向性距离函数基础上重新估算了考虑环境因素的全要素生产率并进行了分解;沈可挺等^[11]从分行业和分地区两个角度对高耗能产业的环境全要素生产率进行了分析;李斌等^[12]在36个工业行业绿色全要素生产率基础上,探究环境规制对中国工业发展方式转变的门槛效应;当考虑集聚因素时,程中华^[13]采用空间计量经济学方法,证实了集聚经济对绿色全要素生产率的影响存在空间溢出效应;岳书敬等^[14]以中国96个地级市2006—2011年的面板数据为基础,验证了产业集聚对绿色发展效率的“U”型作用。

从对制造业集聚与绿色全要素生产率关系的分析来看,现有研究成果仍存在两方面不足。一是主要集中于从行业及区域视角测度绿色全要素生产率并进行影响因素分析,没有突出制造业集聚发挥的作用,对制造业集聚的绿色生产率效应关注较少;二是即使有部分学者注意到这个问题,在研究时也多采用普通的线性模型,没有考虑到制造业集聚对绿色全要素生产率的影响可能存在拐点。有鉴于此,本文利用中国城市面板数据,实证研究制造业集聚对绿色全要素生产率影响的门槛因素,并进一步将城市行政等级和城市规模因素考虑进来,分析不同城市级别和城市规模下制造业集聚的绿色生产率效应差异。

二、绿色全要素生产率的测度

由于传统全要素生产率没有考虑到资源环境问

题,不能够满足能源消耗与环境污染背景下综合反映经济增长与环境状况的要求,所以本文借鉴Chung等的做法,定义基于方向性距离函数的ML指数来测算城市的绿色全要素生产率水平。把每个城市看作一个决策单元,在 $t=1, \dots, T$ 个时期内,假定这 K 个决策单元均需要利用 M 种投入 $X=(x_1, \dots, x_m) \in R_+^M$,生产 N 种好产出 $Y=(y_1, \dots, y_m) \in R_+^N$,同时伴随 I 种非期望产出 $B=(b_1, \dots, b_i) \in R_+^I$,则规模报酬不变(CRS)下同时包含好产出与坏产出的生产可能性集可表示为

$$P = \{ (x, y, b) \mid x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda, b \geq B\lambda, \lambda \geq 0 \} \quad (1)$$

式中: $\lambda=(\lambda_1, \dots, \lambda_k) \subset R^k$ 为强度向量,若加上 $\sum_{k=1}^K \lambda_k = 1$ 的条件,就可反映规模报酬可变(VRS)的情况。生产可能性集满足以下特征:即闭集合凸集、好产出和投入的强可处置性、好产出和坏产出零结合性、坏产出弱可处置性。在此基础上,定义产出扩张的方向向量 $g=(y', -b')$,则对应 t 期技术和 t 期投入产出的方向性距离函数表示为

$$\vec{D}_0^t(x^t, y^t, b^t; g, g_b) = \sup \{ \beta : (y^t + \beta g, b^t - \beta g_b) \in P^t(x^t) \} \quad (2)$$

根据定义,可以将第 t 到第 $t+1$ 期的ML指数表示为

$$\begin{aligned} \text{ML}_t^{t+1} &= (\text{ML}^t \times \text{ML}^{t+1})^{1/2} = \\ & \left\{ \frac{1 + \vec{D}_0^t(x^t, y^t, b^t; y^t, -b^t)}{1 + \vec{D}_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; y^{t+1}, -b^{t+1})} \times \right. \\ & \left. \frac{1 + \vec{D}_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t; y^t, -b^t)}{1 + \vec{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; y^{t+1}, -b^{t+1})} \right\}^{1/2} \quad (3) \end{aligned}$$

从ML指数的计算公式可以看出,要想计算出ML指数的数值,必须先求解四个方向性距离函数,其中两个是当期的方向性距离函数,两个是混合期的方向性距离函数。在实际测度过程中,采用序列DEA方法以尽可能减少因投入产出与生产技术不同期导致的不可行解问题,对于仍存在的不可行解情况,将其对应的混合期方向性距离函数值设为零。^[15-16]

三、计量模型与变量说明

(一) 计量模型

为阐明制造业集聚对城市绿色全要素生产率的影响,本文在参考相关研究的基础上,综合数据的可获得性,在选取制造业集聚作为绿色全要素生产率的核心解释变量的同时,加入环境规制、外商直接投资、经济发展水平以及科技投入作为控制变量。在此基础上,设定的基本计量模型为

$$\ln \text{ETFP}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{agg}_{it} + \alpha_2 \text{reg}_{it} + \alpha_3 \text{open}_{it} + \alpha_4 \text{dev}_{it} + \alpha_5 \text{tec}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式中: i 和 t 分别为地区和年份;ETFP为绿色全要素生产率水平,为了尽可能克服异方差问题,与胡建辉等^[17]做法相同,在实证模型中对绿色全要素生产率指标取对数处理;制造业集聚 agg 为核心解释变量;控制变量 reg 、 $open$ 、 dev 和 tec 分别为环境规制、对外开放程度、经济发展水平以及科技投入; ε 为残差项。

产业集聚的生命周期理论指出产业集聚在不同时期具有不同的特征及作用^[18],从该角度出发,制造业集聚对绿色全要素生产率的影响并不是一成不变而是存在拐点的,而普通的面板回归模型不足以刻画这种非线性影响。基于此,本文运用Hansen^[19]提出的门槛回归方法,在模型(4)的基础上将核心解释变量 agg 作为门槛变量,建立门槛回归模型,探究制造业集聚水平处在不同门槛区间时,对城市绿色全要素生产率的作用。存在单一门槛时的回归模型可以表示为

$$\ln ETFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 agg_{it} I(agg_{it} \leq \lambda) + \beta_2 agg_{it} I(agg_{it} > \lambda) + \beta_3 reg_{it} + \beta_4 open_{it} + \beta_5 dev_{it} + \beta_6 tec_{it} + \mu_{it} \quad (5)$$

式中: I 为示性函数,具体来说,当 $agg_{it} \leq \lambda$ 时取1,否则取0,其他变量意义与模型(4)一致,多门槛情况下的回归模型以此类推。

(二) 变量和数据说明

1. 绿色全要素生产率

本文参考Färe等的做法,构建包含非期望产出的生产可能性集,采用序列DEA方法求解四个方向性距离函数,在此基础上计算出各城市 t 到 $t+1$ 期的ML指数。因为ML指数反映的仅仅是ETFP的增长情况,并不能直接代表实际的绿色全要素生产率水平,所以本文借鉴邱斌的办法^[20],将2006年的绿色全要素生产率设定为1,2007—2015年的绿色全要素生产率指标分别由其以前期间ML指数的乘积表示,从而便于进一步研究制造业集聚的绿色生产率效应。绿色全要素生产率指标测度过程中涉及的投入产出变量说明如表1所示。

表1 投入产出指标说明

	变量名称	指标说明	单位
投入	劳动投入	年末单位从业人员	万人
	资本投入	全社会固定资产投资	万元
	能源投入	全社会用电量(市辖区)	万千瓦时
期望产出	经济增长	地区生产总值	万元
非期望产出	污染排放	由工业废水、工业SO ₂ 、工业烟(粉)尘排放量,用焓值法构造环境污染排放综合指数	

2. 制造业集聚

产业集聚的过程往往伴随着要素流动,作为其中的一个重要要素,城市经济学认为人口的聚集和

分散能够在一定程度上反映出产业的空间集聚程度。因此本文借鉴Ciccone等^[21]的做法,用制造业就业人数与土地面积之比表示制造业就业密度,从而刻画地区的制造业空间集聚水平,孙浦阳等^[22]在测度产业集聚时也采用了这一方法。

3. 控制变量。

环境规制以工业SO₂去除率表示。政府方面出台的环保政策在实施的过程中可能因为时滞、摩擦、政企合谋、官员腐败等一系列原因达不到预期的效果,因此与政府颁布的环保政策相比,从企业排放终端测度环境规制水平显得更为合理可靠。

对外开放程度以实际外商投资额占全社会固定资产投资比重表示。其中实际外商投资额依据2006—2015年人民币市场汇率(年平均汇价)折算成人民币计量。对外开放极大地激发了中国的经济活力,促进了经济的快速增长,但是也有可能带来“污染避难所”问题,不利于环境友好型社会的建设。

经济发展水平采用人均地区生产总值来反映。地区的经济发展状况会影响人们的消费习惯、消费理念和环保意识,同时一个地区的经济发展水平也会促进产业结构进一步优化并提升能源效率和改变能源结构,从而对地区的绿色可持续发展产生积极作用。

科技投入通过政府科技支出占地区生产总值的比重来反映。一般来说,科技投入能够激发社会的创新活力,推动技术进步,实现企业生产方式和组织形式的重大变革,提高能源资源的利用效率,促进节能减排。

以上涉及的数据均来自于《中国城市统计年鉴》以及各地级市统计年鉴,并经过加工整理计算得到。鉴于数据可得性以及统计口径的前后一致性,本文最终选取2006—2015年中国274个地级市的面板数据,利用stata12软件进行实证分析。

四、实证结果分析

(一) 普通面板数据回归结果分析

普通固定效应回归结果见表2。从表2的实证结果可以看出,在不考虑门槛效应的情况下,制造业集聚的估计系数为负,在1%统计水平下显著,但是系数估计值偏小,说明制造业集聚对城市绿色生产率虽然有负向作用但影响程度不大。出现这种结果可能是因为制造业生产的过程中往往伴随着能源的消耗与大量的污染物排放,当制造业企业形成集聚时,产出规模变大,该区域的环境压力不断加大。但另一方面,集聚带来的规模经济性、溢出效应等在一

一定程度上又能够抵消制造业集聚对城市绿色生产率产生的不利影响。

控制变量在1%统计水平下通过了显著性检验。环境规制对城市的绿色全要素生产率有显著的促进作用,一方面,严格的环境规制能够直接影响企业的污染排放决策,面对高昂的排污治污成本,企业不得不考虑采用更为环保的生产技术、生产更为清洁的产品、增加先进技术设施的研发投入;另一方面,较高的环境规制也能提高该地区进入壁垒,筛选出更符合环保要求的企业,从而促进城市绿色生产率的提升。

对外开放对绿色全要素生产率的作用方向为负,且通过了1%的显著性检验。应该说,对外开放从总体上促进了中国经济的发展,提升了技术水平,带来了先进的管理经验等;同时也应该看到,一些地区为了拉动地方经济,在招商引资的过程中对企业的进入门槛往往设定较低,有的城市甚至没有提出环保方面的要求,致使引进了不少高污染高排放的企业,产生了“污染避难所”效应,对城市的绿色发展极为不利。

经济发展水平和科技投入均能够显著提高绿色全要素生产率,一般来说,当社会的经济发展状况变好、人民生活水平提升时,居民的生活理念会发生变化,对居住环境以及商品的环保要求日益提高,从而有助于推动地区的绿色可持续发展。科技投入的系

数估计值在所有解释变量中最大,表明科技创新与技术进步是影响地区绿色生产率最为主要的因素。通过采用更有效率的生产技术,实现劳动、资本、能源等要素的重新组合,能够降低能源资源消耗,与此同时研发出更便捷经济的治污设施,也有利于减少污染物的排放。

表2 普通固定效应回归结果

解释变量	系数估计值	t 统计量	P 值
den	-0.0009***	-8.16	0.000
reg	0.0024***	11.18	0.000
open	-0.0099***	-5.23	0.000
dev	0.0668***	24.43	0.000
tec	0.2416***	8.16	0.000

注:“*”、“**”、“***”分别代表10%、5%、1%的显著性水平。Hausman 检验的结果拒绝随机效应模型的原假设,因此采用固定效应模型。

(二) 面板数据门槛回归结果分析

1. 全样本门槛回归

面板门槛估计之前需要先确定门槛的数量和大小,并进行门槛效应检验,检验结果见表3。从表3可知,以制造业集聚为门槛变量时,单一门槛模型和双重门槛模型均在1%统计水平下显著,三重门槛模型在10%统计水平下显著,验证了制造业集聚与绿色全要素生产率之间的非线性关系,相应的三个门槛值分别为3.3078、7.5308和39.2032。

表3 门槛效应检验

模型	门槛值	F 值	P 值	BS 次数	临界值		
					1%	5%	10%
单一门槛	3.3078	43.3167	0.0000	1000	7.0705	3.8852	2.7465
双重门槛	7.5308	12.2909	0.0010	1000	7.3120	3.9898	2.8202
三重门槛	39.2032	3.5598	0.0680	1000	6.6936	4.0438	2.8336

基于门槛效应检验结果,本文构建三重门槛回归模型进行实证分析,门槛回归的参数估计情况如表4所示。

表4 门槛回归的参数估计结果

解释变量	系数估计值	t 统计量	P 值
reg	0.0023***	10.7851	0.0000
open	-0.0097***	-5.1906	0.0000
dev	0.0669***	24.7235	0.0000
tec	0.2252***	7.6649	0.0000
den ≤ 3.3078	-0.0550***	-6.9961	0.0000
3.3078 < den ≤ 7.5308	-0.0083***	-2.8179	0.0049
7.5308 < den ≤ 39.2032	0.0005	0.6214	0.5344
den > 39.2032	-0.0009***	-7.9272	0.0000

注:“*”、“**”、“***”分别代表10%、5%、1%的显著性水平。

对比表2和表4的估计结果可以发现,门槛估

计的所有控制变量的系数估计值及显著性均与普通固定效应回归结果非常接近。门槛回归结果显示,制造业集聚在不同区间内对绿色全要素生产率的作用方向和大小存在明显差别。具体来看,当制造业集聚水平低于3.3078时,制造业集聚会显著不利于绿色全要素生产率的提升;当制造业集聚水平处于3.3078到7.5308之间时,制造业集聚的估计系数仍然在1%统计水平下显著为负,但相对而言估计系数的绝对值有所下降,说明随着制造业集聚度增加这种负向影响在减小;而当制造业集聚水平超过7.5308后,若继续加大制造业集聚度,制造业集聚对绿色全要素生产率的作用方向将会转变成正向,但并没有通过显著性检验;进一步地,当制造业集聚大于39.2032时,制造业集聚又会对绿色全要素生

生产率产生一定的抑制作用。

产业发展过程中不可避免地需要投入人力、资本、资源,同时也会产生一定的污染。当制造业集聚水平很低时,城市没有形成统一的工业园区规划,基础设施配套不足,节能减排监管缺乏,不能充分合理利用现有资源。制造业集聚带来的产出规模扩大,导致生产过程中产生了大量能源消耗与污染排放问题,加大了地区的环境治理压力。制造业集聚水平适度提高时,集聚区内的企业可以共享道路、网络、水电等基础设施,减少重复建设浪费,且聚集在一起的企业之间竞争与合作关系更为密切,在此基础上产生的环保技术溢出效应能够有效推动绿色技术进步,提高生产效率,从而能够在一定程度上缓解地区的环境污染问题,使得制造业集聚对绿色全要素生产率影响的负向作用变小。当制造业集聚水平继续提高到一定值以后,资源配置不断优化,集聚带来的规模经济性和各种溢出效应将超越制造业集聚对绿色全要素生产率的负向作用,从而表现为有利于绿色生产率的提升。但可能是受到现阶段地区市场化进程和相关制度政策等因素限制,制造业集聚的城市绿色生产率效应尚不明显。同时,更为重要的是,中国是一个大国,城市等级和城市规模等方面存在着较大的差异,而这种差异也会使得制造业集聚的绿色生产率效应出现不同,从而在总体上导致回归结果缺乏显著性。当然,制造业集聚度也不是越高越好,研究结果表明当地区制造业集聚水平达到39.2032以后,制造业集聚将会降低城市的绿色全

要素生产率水平。这是因为,当制造业过度聚集以后,对各项资源的需求极大地超过供给,资源配置扭曲,此时集聚带来的拥挤效应显著,将会使绿色全要素生产率降低。

2. 分样本门槛回归

地方政府所具有的发展型地方政府的特点^[23]会使得资源、要素等的配置不仅受到市场机制的作用,还会受到城市行政等级的影响。与普通城市相比,行政级别高的城市在政策支持下往往更容易获得人力资本、财政投入、教育科技支持以及交通通信等基础设施配置,而这些因素的存在又能够进一步巩固高级别城市的经济发展优势,从而形成一种良性的正向反馈机制。^[24]显然,在研究制造业集聚对中国城市绿色生产率的影响时,城市行政等级也是不能忽视的重要因素,因为制造业集聚的形成基础就是资源、要素等的空间配置。基于此,本文将省会城市、直辖市和计划单列市作为高级别城市单独研究,张莉等^[25]也采取了类似分类方法。中国的城市规模存在明显的差异性,为研究城市规模对制造业集聚的绿色生产率效应的影响,参考吴建新等^[26]的做法又进一步把高级别城市以外的城市按2006—2015年市辖区平均人口划分为两类,其中市辖区平均人口不足100万人的城市作为小城市,市辖区平均人口超过100万人的城市作为一般城市。这样得到的高级别城市、一般城市和小城市数量之比为35:94:145,在此基础上对这三类城市分别进行门槛效应检验,结果见表5。

表5 门槛效应检验

模型	F值	P值	BS次数	临界值			
				1%	5%	10%	
高级别城市	单一门槛	30.2512	0.0000	1000	5.7778	3.6222	2.7531
	双重门槛	8.1780	0.0040	1000	6.8457	3.8609	2.6999
	三重门槛	5.1482	0.0290	1000	6.8688	3.8845	2.6906
一般城市	单一门槛	33.3522	0.0000	1000	7.0290	3.9932	2.9177
	双重门槛	2.1948	0.1530	1000	7.4023	4.0350	2.8011
小城市	单一门槛	17.2466	0.0000	1000	7.0428	4.1037	2.7902
	双重门槛	7.6716	0.0070	1000	7.0929	4.0513	2.6454
	三重门槛	3.6465	0.0500	1000	6.2328	3.6426	2.3289

就门槛效应检验的结果来说,以高级别城市和小城市作为研究对象时,单一门槛模型和双重门槛模型均在1%统计水平下显著,三重门槛模型在5%统计水平下显著;而以一般城市作为研究对象时,单一门槛模型在1%统计水平下显著,双重门槛模型并没有通过显著性检验。因此,为了阐明城市行政级别和城市规模对制造业集聚的城市绿色生产率效应的影响,本文对高级别城市和小城市构建三重门

槛回归模型,对一般城市则采用单一门槛回归模型进行实证研究,计量结果如表6所示。

从实证结果来看,尽管城市类型存在差别,但分样本门槛回归下核心解释变量及所有控制变量均通过了1%的显著性检验,回归结果非常显著。对于不同类型的城市来说,制造业集聚的城市绿色生产率效应存在明显差异,分样本制造业集聚对绿色全要素生产率的门槛效应见图1。

表6 门槛回归的参数估计结果

高级别城市		一般城市		小城市	
reg	0.0039*** (0.0000)	reg	0.0015*** (0.0044)	reg	0.0020*** (0.0000)
open	-0.0098*** (0.0001)	open	-0.0116*** (0.0074)	open	-0.0100** (0.0282)
dev	0.0251*** (0.0000)	dev	0.0533*** (0.0000)	dev	0.1130*** (0.0000)
tec	0.3085*** (0.0000)	tec	0.2976*** (0.0016)	tec	0.1995*** (0.0003)
den ≤ 64.1751	0.0072*** (0.0000)	den ≤ 4.9046	-0.0613*** (0.0000)	den ≤ 1.3915	-0.2438*** (0.0000)
64.1751 < den ≤ 87.1500	0.0059*** (0.2000)	den > 4.9046	-0.0006*** (0.0048)	1.3915 < den ≤ 2.7468	0.0540*** (0.0014)
87.1500 < den ≤ 159.3568	0.0044*** (0.0000)			2.7468 < den ≤ 19.5532	0.0095** (0.0414)
den ≥ 159.3568	-0.0003*** (0.0022)			den ≥ 19.5532	0.0015 (0.5277)

注：“*”、“**”、“***”分别代表10%、5%、1%的显著性水平。

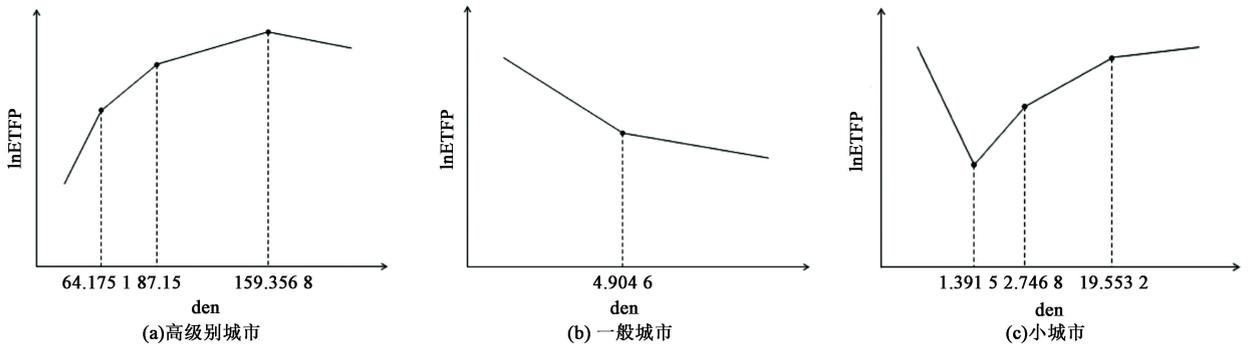


图1 分样本制造业集聚对绿色全要素生产率的门槛效应

具体来看,对高级别城市而言,随着制造业集聚水平的提高,制造业集聚对城市绿色全要素生产率的影响表现为先正后负的趋势,且在前期这种正向促进作用逐渐减小,最终在制造业集聚达到159.3568时达到转折点。当制造业集聚度小于64.1751时,制造业集聚水平的系数估计值为0.0072,而当制造业集聚度继续提升到 $[64.1751, 87.15]$ 和 $(87.15, 159.3568]$ 区间内时,制造业集聚的估计系数虽然仍是正值,但仅分别为0.0059和0.0044。在达到拐点以后,如果制造业集聚水平继续提高,其系数估计值将由正转负,不过这种负向作用不大。出现这种情况可能是由于高级别城市的制造业集聚本身已经达到了较高的水平,最初制造业集聚伴随的要素聚集、人力资本集中、知识溢出等优势能够实现城市环境效率的显著提升,但是随着制造业不断集聚,由之而来的拥挤效应逐步凸显,“大城市病”问题在一定程度上抵消了制造业集聚带来的积极影响,并且最终会超过集聚效应的正向作用,使得制造业集聚不利于城市经济的绿色转型。除个别城市以外,高级别城市的制造业就业密度均小

于159.3568,也就是说,对大部分高级别城市而言促进制造业的集聚仍然能够提高城市的绿色全要素生产率。

对一般城市而言,制造业集聚对城市绿色全要素生产率的影响始终是负的,不过这种负向作用的大小会因为制造业集聚程度的高低呈现差异。当制造业集聚水平不足4.9046时,制造业集聚的系数估计值为-0.0613;而当制造业集聚程度达到4.9046以后,制造业集聚估计系数的绝对值仅仅只有0.0006,发生了大幅度的降低,也就是说此时制造业集聚对城市绿色生产率的不利影响几乎可以忽略不计。这是因为,这些一般城市大部分是来自于中国中部的普通城市,为追赶经济发展状况良好的沿海地区,加快地区的经济发展步伐,不少城市在发展制造业的初期,在没有做好成熟的城市未来发展规划且尚未建立完善的企业审核机制和环境治理系统的情况下,招商引资“冲动”使得不少劳动密集型和污染密集型企业在该地区聚集,不仅生产效率偏低,生产过程中产生的大量污染物也对这些地区的环境产生了严重的影响。当制造业发展到一定阶段以

后,一方面,集聚企业之间优胜劣汰的竞争机制以及政府部门日益健全的环保监督与治理体制淘汰了一部分落后企业;另一方面集聚区内规模经济带来的成本节约与能源利用效率提升也部分缓解了城市面临的环境问题。可以设想,伴随着制造业集聚度的提高以及随之形成的集聚效应,其对城市绿色生产率的负面影响会越来越弱,甚至会出现正向作用。

相比而言,小城市中制造业集聚对城市经济的绿色生产率效应的影响表现出与高级别城市刚好相反的结果。当制造业集聚度低于1.3915时,制造业集聚的影响系数为负,当制造业集聚度超过1.3915以后,制造业集聚度的系数估计值为正,且随着制造业集聚程度继续提高,其估计系数值逐渐降低。对小城市来说,制造业发展基础比较薄弱,集聚水平明显低于其他城市。在制造业集聚初期,发展制造业所需的资金不足,高水平人才短缺,难以开展环境创新,且相关的交通水电等基础设施以及治污配套也不完善,资源配置效率比较低,能源消耗量增加,所以制造业集聚的环境负外部性比较明显。在制造业集聚达到一定规模以后,人力资本逐步积累,各类要素组合实现优化,提高了生产效率;与此同时,集聚范围内的企业可以共享环保知识溢出的好处,提高污染治理的规模化与专业化水平,减少企业的边际治污投入^[27],从而有利于城市的低碳绿色发展。但是,也应该意识到,当制造业集聚程度越来越高时,资源与环境约束增强,而对于小城市来说,由于缺乏规模,制造业集聚的拥挤效应会较早显现,其集聚效应会趋于减弱,进而使得制造业集聚对城市绿色全要素生产率的促进作用减弱。从2015年的制造业就业密度数据来看,除了一小部分城市的制造业集聚水平仍处于1.3915以下之外,大多数小城市内的制造业集聚能够对绿色全要素生产率起到正向促进作用,对于这些城市来说,制造业的空间集聚是实现绿色发展的重要途径。

控制变量系数估计值的符号和大小与全样本回归结果近乎一致,环境规制水平、经济发展状况以及科技投入情况都能促进城市绿色全要素生产率的提高,而对外开放则不利于城市的绿色转型,这种一致性在一定程度上表明了计量结果的稳健性。高级别城市的环境规制和科技投入系数均大于一般城市和小城市,高级别城市的人力资本比较丰富,环保技术创新的物质基础和氛围明显优于其他城市,因此增加科技投入更有希望实现技术突破;环境保护方面,高级别城市的环境监督与治理体系比较完善,通过环境规制手段产生的节能减排效果比较明显;相对

来说,对外开放的“污染避难所”效应对一般城市的影响最大,这些城市虽然依靠对外开放使制造业形成了一定的规模,但是由于环保审核标准较低,不少引进来的制造业企业达不到高质量发展要求的排污治污标准。小城市的经济发展水平系数为0.113,是一般城市的两倍、高级别城市的四倍,这是因为小城市本身的经济基础薄弱,提升地区经济发展水平带来的边际效益相应就比较大。

五、结论与启示

《全国生态保护“十三五”规划纲要》指出,虽然目前生态文明建设已经取得了一定的成果,但中国生态环境保护的形势依旧严峻,经济建设与生态保护之间的矛盾仍然突出。制造业集聚是工业化发展过程中不可缺少的,但是制造业集聚的绿色生产率效应又是十分复杂的,因此在资源环境约束趋紧的形势下,正确认识制造业集聚与绿色全要素生产率之间的关系,从而发挥制造业集聚对城市绿色转型的积极作用,对于中国经济的高质量发展至关重要。本文采用2006—2015年中国地级市层面的面板数据,实证研究了制造业集聚对绿色全要素生产率的门槛效应,研究发现:

(1)全样本下,制造业集聚对绿色全要素生产率的影响存在三个门槛值,且随着制造业集聚水平的提高,制造业集聚的估计系数出现先负后正再转为负的变化趋势,即制造业集聚与绿色全要素生产率之间呈倒“N”型关系。

(2)环境规制、技术投入及经济发展水平的提高能有效促进城市绿色化发展,加快实现绿色转型,而对外开放能激发经济活力,加快经济增长的速度,但现阶段政府监管及政策法规的不完善,使得对外开放带来的环境问题不利于城市绿色全要素生产率水平的提高。

(3)考虑城市行政等级和城市规模因素后,高级别城市制造业集聚对绿色全要素生产率的影响存在三个门槛值,且随着制造业集聚水平的提高,制造业集聚的估计系数逐渐减小并最终变为负值。对一般城市而言,制造业集聚会降低绿色全要素生产率水平,然而当制造业集聚迈过门槛值以后,这种负向作用会大大降低。对小城市而言,只要制造业集聚超过1.3915,制造业集聚就能发挥对绿色全要素生产率的正向促进作用,但这种促进作用会随着制造业集聚水平的提高而减弱。

通过对制造业集聚的绿色生产率效应的分析,得到以下启示:

(1)一般来说,高级别城市的基础设施和环

保护的政策法规比较完善,劳动力、资金、人力资本等各类要素都比较充足,对企业污染问题的监管力度也较强,因此制造业只要不是过度集聚,就可以形成和发挥集聚效应,进而能够显著提升地区的绿色全要素生产率水平。

(2)对一般城市而言,虽然目前条件下制造业集聚不利于城市发展绿色经济,但是可以从改善制造业发展“氛围”、完善法律法规和政策制度配套入手,促进节能减排与资源的优化配置,提升集聚效应的同时抑制拥挤效应,尽可能降低制造业集聚对绿色全要素生产率的负向作用。

(3)在促进小城市绿色转型的过程中,一方面,要积极帮助制造业薄弱的小城市摆脱制造业欠缺与无序发展的困境,提高这些地区的制造业集聚水平,实现制造业集聚的绿色生产率效应由负到正的转变;另一方面,应鼓励制造业集聚水平超过阈值值的这部分城市在关注环境保护的同时继续大力发展制造业,以发挥制造业集聚对绿色全要素生产率的正向促进作用。

(4)由于环境规制可以增加企业的排污成本,迫使企业减少污染排放,科技投入转化成的技术进步能够极大的降低能源消耗^[28],而经济发展水平的提高能增强人们的环保意识,因此为了更好地实现城市的绿色转型与高质量发展,各地区可以借助环境规制、科技投入和提高经济发展水平等手段。与此同时,城市在对外开放招商引资的过程中要注意对企业进行甄别,严守环境保护底线,避免出现“污染避难所”效应。

注释:

① 数据来源于《中国统计年鉴 2017》。

参考文献:

- [1] Chung Y H, Färe R, Grosskopf S. Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach [J]. *Journal of Environmental Management*, 1997, 51(3): 229-240.
- [2] 陆铭,冯皓. 集聚与减排:城市规模差距影响工业污染强度的经验研究[J]. *世界经济*, 2014(7): 86-114.
- [3] 张可,汪东芳. 经济集聚与环境污染的交互影响及空间溢出[J]. *中国工业经济*, 2014(6): 70-82.
- [4] 杨仁发. 产业集聚能否改善中国环境污染[J]. *中国人口·资源与环境*, 2015, 25(2): 23-29.
- [5] Kumar S. Environmentally Sensitive Productivity Growth: A Global Analysis Using Malmquist-Luenberger Index[J]. *Ecological Economics*, 2006, 56(2): 280-293.
- [6] Oh D, Heshmati A. A Sequential Malmquist-Luenberger-Productivity Index: Environmentally Sensitive Productivity Growth Considering the Progressive Nature of Technology [J]. *Energy Economics*, 2010, 32(6): 1345-1355.
- [7] Feng G, Serletis A. Undesirable Outputs and a Primal Divisia Productivity Index Based on the Directional Output Distance Gunction [J]. *Journal of Econometrics*, 2014, 183(1): 135-146.
- [8] Färe R, Grosskopf S, Carl A Pasurka Jr. Accounting for Air Pollution Emissions in Measures of State Manufacturing Productivity Growth [J]. *Journal of Regional Science*, 2001, 41(3): 381-409.
- [9] 王兵,吴延瑞,颜鹏飞. 中国区域环境效率与环境全要素生产率增长[J]. *经济研究*, 2010(5): 95-109.
- [10] 陈诗一. 中国的绿色工业革命:基于环境全要素生产率视角的解释(1980—2008) [J]. *经济研究*, 2010(11): 21-34.
- [11] 沈可挺,龚健健. 环境污染、技术进步与中国高耗能产业——基于环境全要素生产率的实证分析[J]. *中国工业经济*, 2011(12): 25-34.
- [12] 李斌,彭星,欧阳铭珂. 环境规制、绿色全要素生产率与中国工业发展方式转变——基于 36 个工业行业数据的实证研究[J]. *中国工业经济*, 2013(4): 56-68.
- [13] 程中华. 集聚经济与绿色全要素生产率[J]. *软科学*, 2015, 29(5): 41-44.
- [14] 岳书敬,邹玉琳,胡姚雨. 产业集聚对中国城市绿色发展效率的影响[J]. *城市问题*, 2015(10): 49-54.
- [15] William W C, Lawrence M S, Kaoru T. *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software* [M]. Kluwer Academic Publishers, 2007.
- [16] 董敏杰,李钢,梁泳梅. 中国工业环境全要素生产率的来源分解——基于要素投入与污染治理的分析[J]. *数量经济技术经济研究*, 2012(2): 3-20.
- [17] 胡建辉,李博,冯春阳. 城镇化、公共支出与中国环境全要素生产率——基于省际面板数据的实证检验[J]. *经济科学*, 2016(1): 29-40.
- [18] Mads Bruun Ingstrup, Torben Damgaard. Cluster Facilitation from a Cluster Life Cycle Perspective [J]. *European Planning Studies*, 2013, 21(4): 556-574.
- [19] Hansen B E. Threshold Effects in Non-dynamic Panels: Estimation, Testing and Inference [J]. *Journal of Econometrics*, 1999, 93(2): 345-368.
- [20] 邱斌,杨帅,辛培江. FDI 技术溢出渠道与中国制造业生产率增长研究:基于面板数据的分析[J]. *世界经济*, 2008, 31(8): 20-31.
- [21] Ciccone A, Hall R E. Productivity and the Density of Economic Activity [J]. *American Economic Review*, 1996, 86(1): 54-70.

- [22] 孙浦阳,韩帅,许启钦. 产业集聚对劳动生产率的动态影响[J]. 世界经济,2013(3):33-53.
- [23] 韩永辉,黄亮雄,王贤彬. 产业政策推动地方产业结构升级了吗?——基于发展型地方政府的理论解释与实证检验[J]. 经济研究,2017(8).
- [24] 江艇,孙鲲鹏,聂辉华. 城市级别、全要素生产率和资源错配[J]. 管理世界,2018(3):38-50.
- [25] 张莉,朱光顺,李夏洋,等. 重点产业政策与地方政府的资源配置[J]. 中国工业经济,2017(8):63-80.
- [26] 吴建新,黄蒙蒙. 中国城市经济的绿色转型:基于环境效率和环境全要素生产率的分析[J]. 产经评论,2016,7(6):98-115.
- [27] 原毅军,谢荣辉. 产业集聚、技术创新与环境污染的内在联系[J]. 科学研究,2015,33(9):1340-1347.
- [28] 孙瑞华,熊雁琳. 环境规制对中国制造业出口竞争力的影响[J]. 中国石油大学学报(社会科学版),2019,35(2):28-36.

责任编辑:韩国良

Threshold Effect of Manufacturing Agglomeration Affecting Green Total Factor Productivity of the City

JI Yujun^{1,2}, LI Zhiting¹

(1. School of Economics, Ocean University of China, Qingdao, Shandong 266100, China;

2. Key Research Institute in University, Institute of Marine Development, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: The threshold effect of manufacturing agglomeration on cities' green total factor productivity is analyzed empirically by using panel data of 274 cities from 2006 to 2015. There is an inverted N-type relationship between manufacturing agglomeration and green total factor productivity under the whole sample. In consideration of the administrative level and the size of the city, the manufacturing agglomeration threshold effect varies among different types of cities. For a city with a high level of administration, the accelerating effect of manufacturing agglomeration on green total factor productivity gradually decreases with the continuous accumulation of manufacturing industries, and eventually becomes negative. For general cities, after manufacturing agglomeration crosses the only threshold, its adverse impact on green total factor productivity will be significantly reduced. For small cities, manufacturing agglomeration can exert the positive effect on green total factor productivity as long as the first threshold is crossed. In addition, environmental regulation, scientific and technological inputs, and economic development levels all have a positive impact on cities' green total factor productivity.

Key words: manufacturing agglomeration; green total factor productivity; threshold effect