

【产业经济】

经济集聚与环境污染的交互影响及空间溢出

张可, 汪东芳

(上海财经大学财经研究所, 上海 200433)

[摘要] 本文运用空间联立方程模型考察了经济集聚与环境污染的空间溢出和相互作用机制。从生产投入端和产出末端视角,将环境污染拓展到生产密度理论模型中,构建了经济集聚与环境污染的交互影响理论模型,并运用2002—2011年中国283个地级及以上城市的数据对理论模型进行了验证。实证表明:经济集聚和环境污染之间存在双向作用机制,经济集聚加重了环境污染,环境污染对经济集聚存在反向抑制作用,且两者间的影响机制均与劳动生产率密切相关。经济集聚可以提高劳动生产率,环境污染对劳动生产率产生负面影响。经济集聚和环境污染均存在明显的空间溢出效应,城市的经济集聚和环境污染与周边地区密切相关,且相邻城市间的经济集聚和环境污染存在交叉影响,城市间的经济发展和环境质量具有“一荣俱荣,一损俱损”的特征。本文认为,区域间经济发展协同是污染联合治理的根本,经济发展和环境质量的空间溢出可视作污染联合治理、区域利益共同体、跨区污染补偿的理论基础。中国需要构建以经济协同为主、政策和管理协同为辅的污染联合治理格局。

[关键词] 集聚; 污染; 空间溢出; 空间联立方程

[中图分类号]F291.1 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1006-480X(2014)-06-0070-13

一、问题提出

经济活动的集中会产生拥挤,污染就是这种负外部性之一。大城市的集聚度高,污染也更严重,集聚与环境污染似乎正相关,不断恶化的城市环境又可能成为经济集聚的阻力。经济集聚较高的长三角、京津冀、珠三角地区也是环境污染相对严重的地区,经济集聚与环境污染的影响机制是怎样的?是否存在空间相关?这些问题均有待于论证。当前区域污染联合治理的呼声越来越高,但由于地方利益分割,环保合作仅停留在区域间的政策和管理联动上。如何从经济发展角度构建区域利益共同体,如何发挥市场化的经济联动在区域污染协调中的作用,形成市场与政府共同治理污染的整体格局,已成为当前中国城市化过程中亟需解决的理论和现实问题。

一些学者研究了经济集聚与污染的单向因果关系和两者的空间溢出效应;Vinkanen(1999)、Frank(2001)、Verhoef and Nijkamp(2002)等人证实了工业集聚是产生各类污染的重要原因。闫逢柱(2011)和李伟娜(2010)等研究了中国制造业集聚与污染的因果关系并得出了不同的结论。刘习

[收稿日期] 2014-04-12

[基金项目] 国家社会科学基金重点项目“实现2020年我国控制温室气体排放行动目标对策研究”(批准号10AZD015)。

[作者简介] 张可(1983—),男,湖北黄冈人,上海财经大学财经研究所博士研究生;汪东芳(1979—),女,安徽滁州人,上海财经大学财经研究所博士研究生。

平和宋德勇(2013)、张可和豆建民(2013)等认为产业集聚对城市的环境消耗具有规模效应,集聚在一定程度上节约了环境消耗。Hossein and Kaneko(2013)证实了国家间的环境污染存在空间溢出。Qian(2014)、吴玉鸣(2012)、马丽梅和张晓(2014)的研究均表明中国的环境污染存在空间溢出。高爽等(2011)、许和连和邓玉萍(2012)认为制造业集聚和 FDI 集聚与污染密切相关且三者均存在空间溢出。

既有研究多关注集聚对污染的单向影响,少有研究污染对集聚的反向影响。多基于经验设定模型,缺少严密的理论推导过程,不同的研究目的和模型设定得出的结论不尽相同。忽略了集聚和污染的空间相关性,估计出来的结果可能是有偏的。多考虑单一污染物,而污染物的来源存在差异,对实证结果难免造成影响。多选取省级层面数据,而省域空间尺度较大且内部差异性较大,难以完全捕捉空间溢出。基于以上不足,本文在产出密度理论基础上,采用中国 283 个地级及以上城市的数据,考虑多种污染物,运用空间联立方程模型探讨两者间的双向作用机制和空间溢出。既有研究多单独将污染作为外生变量(产出端)或内生变量(生产投入端),本文分别从生产投入端和产出末端两种视角构建两者的内生机制,并验证这种内生机制。空间联立方程既解决了内生性问题,又考虑了内生变量的空间溢出,国内罕有学者采用这一方法。

二、理论模型

本文在 Ushifusa and Tomohara(2013)生产密度模型基础上,将经济集聚的负外部性环境污染纳入这一理论模型。相关研究一般直接将污染作为外生变量引入生产函数,即认为污染是生产的“副产品”,或直接将环境视为单独的要素投入纳入生产函数,并将其内生化,假设对环境要素的消耗表现为污染物对环境的损害。本文结合这两种视角,从产出末端和生产的投入端来构建污染强度和产出密度之间的理论模型。Ushifusa and Tomohara(2013)的产出密度基本模型如下:

$$q_i = Q_i/A_i = \Omega_i [n_i k_i^{1-\beta} \alpha] (Q_i/A_i)^{(\lambda-1)/\lambda} \quad (1)$$

其中: q_i 表示第*i*个城市的单位面积产出, Ω_i 为希克斯技术中性参数, n_i 为就业密度(单位面积的非农就业人数), k_i 为单位面积物质资本投入, α 为物质资本和劳动在单位面积上的回报率,且 $0 < \alpha \leq 1$,表示由于拥挤带来递减的边际生产率, β 表示劳动投入对单位面积产出的贡献率,且 $0 < \beta \leq 1$ 。 Q_i 和 A_i 分别为非农产出和城市总面积, Q_i/A_i 表示产出密度。 λ 为产出密度系数, $\lambda > 1$ 表示集聚产生了正的外部性。

1. 从产出末端来构建经济集聚与污染之间的理论模型

考虑到集聚会产生环境负外部性,从生产的末端看,污染是生产的附属产品,因此可将污染扩展到产出密度模型中。假设 Q 单位的产出将会带来 w 单位的污染产出,产出分为两类:正常产出 Q 和污染产出 W 。(1)式中的产出并未包含非期望产出,污染作为一种附属产品,可以认为满足产出密度模型的基本特征。 W_i/Q_i 可以表示产出过程中污染产出与正常产出之间的比例关系,即污染强度。根据(1)式可知正常产出在单位面积上的产出与就业密度、物质资本投入等因素密切相关,非农部门的就业密度越高,意味着具有更高的劳动生产率,有利于促进集聚经济的形成,非农部门劳动生产率的提高会促进产出的扩张,促进污染排放总量的增加。当非农部门中污染型产业的比重增加时,污染产出增加的速度高于整个非农部门的产出增加速度,从而导致污染强度增加。当大量的经济活动集中在有限的空间时,特别是诸如制造业等容易产生污染的产业集聚,产出过程中的污染副产出总量和强度也随之增加。当物质资本和劳动的单位回报率一定, $\lambda > \alpha^{-1} > 1$ 时,根据产出密度理论模型可知经济集聚会通过地方化经济和城市化经济获得集聚的正外部性,未来获得集聚的溢出效应,微观企业个体受交通运输成本和临近中心市场的驱动,不断向中心地区集聚,使得地区经济集聚不断提高。此时集聚的向心力大于分散力,实现了生产上的规模经济,经济集聚主要表现为产出规模的扩张和污染产出的增加,经济集聚会促进污染的排放,此阶段的地区发展目标主要为追求经

济快速增长。当经济活动过度集中时,随着集聚水平的继续增加,集聚呈现出明显的负外部性,即当满足 $0 < \lambda < 1$ 的条件,此时集聚的负外性使得区域经济的分散力大于向心力,产生扩散效应,如由于土地价格、租金、生产运营成本、排污费用等成本的增加导致大量的企业外迁,形成“逆向城市化”。经济集聚会促进地区收入水平的提高,居民对环境质量的要求增加,过高的环境规制倒逼企业进行技术改进节能减排,或者污染型企业被逼淘汰和重新选址,过高的经济集聚又会对污染排放产生一定的抑制作用。因此,经济集聚对环境污染的影响存在一个临界集聚水平,该临界水平为产出密度系数为 1 时所对应的经济集聚水平。

近年来中国城市化进程不断推进,经济集聚水平不断提高。同时,中国的城镇化率相对发达国家偏低,经济集聚水平未达到临界水平。中国的城市化高度依赖工业化,且城市集中了中国多数的工业产能,伴随着工业发展的是劳动生产率的不断提高。基于以上理论和现实分析,本文假设中国城市的经济集聚水平和非农部门劳动生产率的提高加重了城市环境污染。

2. 从生产的投入端构建环境污染对经济集聚的反作用模型

从生产投入的角度看,环境可以作为一种要素进入生产函数,生产的过程中需要消耗环境要素以获得产出。假设 p_i 为第 i 个城市单位面积上的污染排放量, P_i 为第 i 个城市总的污染排放量。将环境作为要素投入扩展到式(1)中可以写成:

$$q_i = Q_i / A_i = \Omega_i [n_i k_i p_i^{1-\beta-l} \alpha]^{(\lambda-1)\lambda} (Q_i / A_i)^{(\lambda-1)\lambda} \quad (2)$$

其中 l 表示资本投入对单位面积产出的贡献率, $0 < l \leq 1$ 。资本的需求表达式为:

$$k_i = \alpha l Q_i / \lambda_i \quad (3)$$

将(3)式代入(2)中整理可以得到:

$$\frac{Q_i}{A_i} = \Omega_i \frac{\lambda}{1-\alpha\lambda} \left(\frac{Q_i}{N_i}\right)^{\frac{\alpha\beta\lambda}{\alpha\lambda-1}} \left(\frac{P_i}{Q_i}\right)^{\frac{\alpha(1-\beta-l)\lambda}{1-\alpha\lambda}} \left(\frac{\alpha l A_i}{\gamma}\right)^{\frac{\alpha\lambda}{1-\alpha\lambda}} \quad (4)$$

上式表明经济集聚与劳动生产率和污染的排放强度密切相关,系数 $\alpha(1-\beta-l)\lambda/(1-\alpha\lambda)$ 表示污染排放强度对产出密度的影响大小,对(4)式两边同时取对数可以得到:

$$\ln\left(\frac{Q_i}{A_i}\right) = \frac{\lambda}{1-\alpha\lambda} \ln\Omega_i + \frac{\alpha\beta\lambda}{\alpha\lambda-1} \ln\left(\frac{Q_i}{N_i}\right) + \frac{\alpha(1-\beta-l)\lambda}{1-\alpha\lambda} \ln\left(\frac{P_i}{Q_i}\right) + \frac{\alpha\lambda}{1-\alpha\lambda} [\ln(\alpha l A_i) - \ln\gamma] \quad (5)$$

当经济集聚产生正的外部性时,即当满足 $\lambda > \alpha^{-1} > 1$ 时,污染对经济集聚会产生抑制作用。虽然经济活动集中可实现规模经济和产出规模扩大,但是,当经济密度过高时,由于对环境要素的消耗集中,表现为污染物对环境的损害增加,一方面,恶劣的环境会影响劳动者的健康和劳动供给,居民可能会重新选择居住地,降低了劳动生产率和消费需求;另一方面,经济过度集中时,环境要素的价格会变得更昂贵,如环境规制提高,企业的环境成本增加,企业会重新选址或者选择其他要素对环境要素进行替代。因此,单位面积上的经济活动可能会降低,即污染对产出密度产生抑制作用。

三、实证模型设定与变量选取

1. 实证模型设定

根据理论模型可构建经济集聚与环境污染的联立方程模型以解决它们之间的内生性问题,本文分别用单位面积的产出和单位产出的污染排放量(污染强度)来衡量经济集聚和环境污染,其中 Ω 可以认为是包含了一组控制变量或解释变量引入到实证模型中。考虑到经济集聚和环境污染的空间溢出,将两者的空间滞后项纳入模型,构建污染方程和产出密度方程以考察两者间的作用机制:

$$p_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 w_{ij} p_{jt} + \alpha_2 w_{ij} ag_{jt} + \alpha_3 w_{ij} pro_{jt} + \alpha_4 ag_{it} + \alpha_5 pro_{it} + \alpha \sum X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$ag_{it} = \beta_0 + \beta_1 w_{ij} ag_{jt} + \beta_2 w_{ij} p_{jt} + \beta_3 w_{ij} pro_{jt} + \beta_4 p_{it} + \beta_5 pro_{it} + \beta \sum T_{it} + \eta_i + v_{it} \quad (7)$$

其中 p 为单位产出污染排放量。 ag 为单位面积上的非农产出,表示经济集聚程度。 pro 为均非

农产出,代表劳动生产率水平。 w_{ij} 表示城市*i*和城市*j*之间的空间关系,城市地理相邻时取值为1,不相邻时取值为0。 X 和 T 为其他解释变量, X 包括了对外开放度(*open*)、产业结构(*lis*)、技术进步(*tech*)、环境规制(*regul*)、经济发展水平(*rgdp*), T 包括了交通便利度(*tran*)、对外开放度(*open*)、环境规制(*regul*)、人口规模(*pop*)、市场潜力(*mar*)。 μ_i 和 η_i 表示地区个体效应, ε_{it} 和 v_{it} 为随机扰动项。为了验证环境的库兹涅茨曲线是否存在,污染方程中加入了 $rgdp$ 的二次项。

考虑到劳动生产率同时还内生于经济集聚和环境污染,即经济集聚和环境污染对劳动生产率会产生影响,忽略这种影响,估计结果是有偏的。Graff Zivin and Neidell(2012)、Hanna and Oliva(2011)、杨俊和盛鹏飞(2012)等人认为环境污染对劳动生产率产生重要影响:一方面,环境污染通过影响劳动者的身体健康,降低人力资本质量和劳动生产率;另一方面,环境污染通过影响劳动力市场供给来间接影响劳动生产率。马歇尔外部性认为经济活动在空间上的集中有利于知识的溢出,有利于形成劳动力蓄水池,促进劳动者之间的信息交流、共享和劳动力流动,从而提高劳动生产率(Overman, Puga, 2010)。Lall and Shalizi(2004)认为经济集聚的地方化经济和城市化经济有利于提高劳动生产率。因此,本文构建了劳动生产率方程:

$$pro_{it} = \delta_0 + \delta_1 w_{ij} pro_{it} + \delta_2 w_{ij} p_{it} + \delta_3 w_{ij} ag_{it} + \delta_4 p_{it} + \delta_5 ag_{it} + \delta \sum Z_{it} + \vartheta_i + \zeta_{it} \quad (8)$$

Z 为一组影响劳动生产率的控制变量,包括了教育规模(*edu*)、教育质量(*qedu*)、医疗水平(*med*)和劳均资本投资(*k*)。 ϑ_i 和 ζ_{it} 分别为地区个体效应和随机扰动项。

2. 数据来源及变量说明

本文数据来源于2003—2012年《中国城市统计年鉴》和《中国区域经济统计年鉴》,考虑到数据的完整性、连续性以及行政区域调整,最终选取了中国283个地级及以上城市,产出指标均以实际产出来定义,根据GDP平减指数调整为2002年不变价格。

(1)内生变量。环境污染强度(*p*):采用单位非农产出的污染排放量来测度(史青,2013)。在污染物的选取上同时考虑了固体(工业粉尘PD)、液体(工业废水PW)、气体(工业二氧化硫SO₂)三种物理形态的污染物,既考虑了污染的多样性,还考虑到不同污染物对经济集聚可能存在的反应差异。Crado and Valente(2011)认为工业粉尘、工业废水、工业二氧化硫相比二氧化碳等全球性气体能更好地反映本地的污染现状。经济集聚(*ag*):采用单位面积的非农产出来测度。经济集聚反映的是经济活动在单位空间内的集中程度,传统的集聚指标有赫芬达尔指数、空间基尼系数、泰尔指数等,但这些指标未考虑较小地理单元面积差异所产生的空间偏倚(刘修岩,2014),单位面积上承载的经济活动量被认为是衡量一个地区经济集聚的良好指标(Ciccone, Hall, 1996)。劳动生产率(*pro*):采用人均非农产出来测度。劳动生产率越高,在生产和环保技术一定的条件下,产生的污染也越多。劳动生产率越高代表着较高的劳动者技能和工业化方式的融合,有利于生产的集中和促进经济集聚(Graff Zivin, Neidell, 2012)。

(2)控制变量。对外开放度(*open*):采用FDI占GDP的比重来测度。对外开放度越高,越有利于吸引国外资本和产业。一方面,跨国公司具有相对高的环保理念和环保技术,可能会改善环境(Jie, 2006; 许和连, 邓玉萍, 2012);另一方面,大量的国外资本和产业的进入有利于形成更高的经济集聚度(张可, 豆建民, 2013)。产业结构(*lis*):采用工业就业人口占总就业人口的比重来测度。工业是污染的产业大类,工业的占比越大,污染越严重。技术进步(*tech*):采用科学投入来间接测度。更环保、高效的生产和环保技术能有效降低污染物的排放。技术进步也有可能仅仅提高了生产效率和扩大了生产规模,而并未使生产过程更加环保,技术进步则会加重环境污染(宋马林, 王舒鸿, 2013)。经济发展水平(*rgdp*):采用人均GDP测度。污染排放强度与经济发展阶段密切相关,经济发展水平较低时,追求经济增长和经济总量的目标会导致更多的污染排放;经济发展水平较高时,居民对环境质量的要求更高,污染治理资金更充裕,环境质量会得到一定的改善(许和连, 邓玉萍, 2012; 吴玉鸣, 2012)。交通便利度(*tran*):采用人均道路面积测度。便利的交通有利于区域对外经济交流和要素

的流通,吸引更多的投资,提高经济集聚水平。环境规制(*regul*):采用环境治理的投入来测度。包群等(2013)、黄茂兴等(2013)认为环境规制会抑制企业的排污行为,同时过高的环境规制会影响企业的选址,从而影响经济集聚(张可,豆建民,2013)。人口规模(*pop*):采用常住人口数量测度。人口的扩张和集中是导致经济集聚的原因之一。市场规模(*mar*):采用社会消费品零售总额测度。市场潜力是企业选址的重要因素,为了靠近中心市场,企业不断地集聚于中心市场的周围以节约交通运输成本和提高市场占有率。教育规模(*edu*):采用教育总支出测度。Graff Zivin and Neidell(2012)认为劳动生产率与教育的水平密切相关,教育有利于人力资本的积累。教育质量(*qedu*):借鉴陆铭和向宽虎(2012)的做法采用各类学校的师生比来测度。Graff Zivin and Neidell(2012)认为劳动生产率与教育质量密切相关,优质教育有利于人力资本的积累。医疗水平(*med*):采用万人床位数来间接测度。良好的医疗水平为劳动者的身体健康提供保障,从而提高劳动生产率。物质资本(*k*):采用固定资产投资来间接测度。Graff Zivin and Neidell(2012)认为劳动和物质资本的有效组合可有效提高劳动生产率,如劳动者与机器的组合生产会提高劳动效率。

四、实证结果及分析

由联立方程模型的阶条件可知,本文所构建的联立方程为过度识别模型,可以进行总体参数估计。为了提高估计结果的有效性,并消除各方程之间的误差项间可能存在的相关性,采用混合截面数据的广义空间三阶段最小二乘法(GS3SLS)对(6)一(8)式进行整体估计,GS3SLS的显著优点是既考虑了内生变量的潜在空间相关性,同时还考虑了各方程随机扰动项间可能存在的相关性,为了做对比分析同时报告了不包含空间交互作用的3SLS的估计结果,为了在一定程度上消除异方差和量纲问题,所有变量在实证前进行了对数化处理。考虑到多重共线的影响,本文对每个方程的解释变量之间进行了相关系数分析,相关系数均未超过0.6,且方差膨胀性因子VIF值均在5以内,表明不存在明显的多重共线问题。表1、表2分别给出了GS3SLS和3SLS估计的结果。限于篇幅,并未报告地区虚拟变量的估计结果。从估计结果可以看出,经济集聚、环境污染之间存在明显的双向影响,验证了我们的理论预期。污染方程中经济集聚的估计系数为正且在1%的统计水平上显著,经济集聚在一定程度上会引起污染排放强度的增加。产出密度方程中的污染强度的估计系数为负且在1%的统计水平上显著,表明环境污染反过来对经济集聚产生一定的抑制作用。同时,经济集聚和环境污染均存在空间溢出效应,即城市的经济集聚程度与周围临近城市的经济集聚程度密切相关,城市环境质量受到周围城市环境质量的影响。劳动生产率方程估计结果显示经济集聚显著促进了劳动生产率的提高,环境污染对劳动生产率产生抑制作用。考虑空间交互作用后的模型拟合值和部分变量的系数的显著性有一定的提高,估计系数的符号未出现变化,估计的结果很稳定。

1. 污染方程估计结果分析

表1表明经济集聚和劳动生产率的估计系数为正且在1%的统计水平下显著,经济集聚和劳动生产率促进了污染的排放。经济集聚每增加1%,二氧化硫、工业废水、工业粉尘排放强度分别约增加0.93%、0.88%、0.98%。劳动生产率每增加1%,二氧化硫、工业废水、工业粉尘排放强度分别约增加0.50%、0.52%、0.91%。中国城市集中了大量的工业和各类资本,获得了经济集聚的规模经济和各类溢出的好处,成为经济增长的引擎。中国城市化依赖于工业化的推动,伴随着生态环境破坏。以长三角、京津冀和珠三角为代表的城市群在经济集聚的过程中生态环境破坏的压力日益突出,污染程度明显高于经济集聚度相对较低的中西部地区,污染事件屡见报道。劳动生产率的提高意味着劳动、资本、技术和环境等投入要素组合的优化,劳动、资本和技术要素对环境要素具有一定的替代作用,这种替代作用会相对减缓环境的消耗,在一定程度上减缓了污染排放。但劳动生产率伴随产出规模扩大而引起的污染增加大于要素替代对污染的节约。大量劳动力流向中国沿海城市的非农部门(如制造业),由于劳动力价格低廉、外资的进入以及污染排放成本较低,城市的劳动生产率不断

表 1

GS3SLS 估计结果

变量	污染方程			产出密度方程			劳动生产率方程		
	SO ₂	PW	PD	SO ₂	PW	PD	SO ₂	PW	PD
<i>cons</i>	3.562*** (5.192)	7.339*** (11.334)	5.115*** (8.474)	2.251*** (11.254)	1.943*** (15.513)	1.625*** (14.701)	2.349*** (10.243)	1.417*** (10.162)	3.013*** (7.669)
<i>ag</i>	0.928*** (14.360)	0.882*** (12.454)	0.984*** (19.602)				0.083*** (9.444)	0.072*** (6.071)	0.051*** (7.904)
<i>p</i>				-0.184*** (-10.245)	-0.178*** (-10.350)	-0.180*** (-12.039)	-0.445*** (-10.367)	-0.773*** (-13.713)	-0.671*** (-6.234)
<i>pro</i>	0.495*** (11.256)	0.521*** (12.762)	0.911*** (12.221)	0.535*** (9.335)	0.931*** (9.276)	0.976*** (11.814)			
<i>w.ag</i>	0.025*** (3.314)	0.045*** (2.914)	0.096*** (3.654)	0.025*** (3.697)	0.017*** (4.915)	0.016*** (3.136)	0.001*** (3.505)	0.005*** (3.843)	0.001*** (4.292)
<i>w.p</i>	0.016*** (4.624)	0.011*** (3.745)	0.019*** (3.914)	-0.012*** (-5.235)	-0.011*** (-3.331)	-0.014*** (-3.880)	-0.015*** (-3.884)	-0.012*** (-3.176)	-0.013*** (-3.943)
<i>w.pro</i>	0.075** (2.014)	0.082** (2.142)	0.101** (2.249)	0.015*** (4.168)	0.015*** (3.875)	0.016*** (4.095)	0.131*** (4.692)	0.144*** (4.075)	0.125*** (3.824)
<i>open</i>	-1.153*** (-8.583)	-1.016*** (-4.827)	-1.074*** (-2.935)	0.093*** (7.195)	0.014** (2.075)	0.017*** (4.332)			
<i>lis</i>	0.014** (2.254)	0.017*** (3.179)	0.036** (2.053)						
<i>tech</i>	0.021* (1.672)	0.035* (1.767)	0.015* (1.715)						
<i>rgdp</i>	0.145** (2.241)	0.167** (2.368)	0.142** (2.275)						
<i>srgdp</i>	-0.016** (-2.056)	-0.019** (-1.987)	-0.016** (-2.176)						
<i>regul</i>	-0.133*** (-6.915)	-0.156*** (-3.406)	-0.121*** (-4.224)	-1.080*** (-5.784)	-1.012** (-2.133)	-1.047** (-2.372)			
<i>pop</i>				0.183*** (4.865)	0.175*** (4.392)	0.186*** (4.563)			
<i>tran</i>				0.011*** (3.545)	0.021** (1.836)	0.013** (2.327)			
<i>mar</i>				0.079*** (3.473)	0.034*** (3.140)	0.010*** (3.172)			
<i>edu</i>							0.055*** (6.799)	0.033*** (3.683)	0.018*** (6.772)
<i>qedu</i>							0.191*** (4.754)	0.123*** (3.279)	0.157*** (6.772)
<i>med</i>							0.587*** (3.573)	0.426*** (3.296)	0.673*** (3.656)
<i>k</i>							0.026*** (3.115)	0.011*** (3.054)	0.082*** (3.432)

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的统计水平下显著, 括号内值表示 z 值, *cons* 为截距项, *w.ag*、*w.pro*、*w.p* 分别表示经济集聚、劳动生产率、污染排放强度的空间滞后项。

表 2

3SLS 估计结果

变量	污染方程			产出密度方程			劳动生产率方程		
	SO ₂	PW	PD	SO ₂	PW	PD	SO ₂	PW	PD
<i>cons</i>	4.347*** (6.562)	7.277*** (14.580)	6.325*** (10.191)	3.939*** (10.834)	1.892*** (14.506)	2.401*** (16.235)	2.586*** (15.121)	1.795*** (10.296)	3.215*** (9.635)
<i>ag</i>	1.094*** (19.991)	1.091*** (17.285)	0.961*** (14.603)				0.090*** (4.565)	0.077*** (6.687)	0.061*** (7.306)
<i>p</i>				-0.175*** (-13.225)	-0.157*** (-14.208)	-0.180*** (-18.576)	-0.536*** (-12.478)	-0.909*** (-13.715)	-0.882*** (-16.642)
<i>pro</i>	0.598*** (10.904)	1.112*** (11.825)	1.009*** (18.353)	0.631*** (9.607)	1.037*** (9.346)	1.122*** (10.224)			
<i>open</i>	-1.130*** (-8.350)	-1.005*** (-3.214)	-1.026*** (-2.819)	0.117*** (8.667)	0.005 (1.137)	0.036*** (4.150)			
<i>lis</i>	0.016** (2.245)	0.018*** (2.704)	0.023 (0.602)						
<i>tech</i>	0.006 (1.290)	0.003 (0.465)	0.003 (0.687)						
<i>rgdp</i>	0.121 (0.786)	0.161 (0.404)	0.101 (0.663)						
<i>srgdp</i>	-0.013 (-0.581)	-0.019 (-0.412)	-0.009 (-0.419)						
<i>regul</i>	-0.094*** (-5.302)	-0.007*** (-3.797)	-0.008*** (-3.875)	-0.779*** (-5.423)	-0.809** (-2.115)	-0.904*** (-3.573)			
<i>pop</i>				0.201*** (4.135)	0.223** (2.146)	0.353*** (3.407)			
<i>tran</i>				0.009*** (4.735)	0.021*** (5.476)	0.001** (2.234)			
<i>mar</i>				0.022*** (2.636)	0.037* (1.725)	0.012** (2.394)			
<i>edu</i>							0.322*** (8.206)	0.124** (2.145)	0.438*** (9.832)
<i>qedu</i>							0.204*** (7.012)	0.008*** (2.895)	0.207*** (7.145)
<i>med</i>							0.842*** (2.913)	0.252*** (3.524)	0.809*** (3.295)
<i>k</i>							0.032* (1.728)	0.013* (1.782)	0.082** (2.270)

注:*, **, *** 分别表示在 10%、5%、1% 的统计水平下显著, 括号内值表示 z 值。

提高,工业产出规模扩大导致的污染排放增加。污染排放、经济集聚和劳动生产率的空间滞后项估计系数均显著为正,表明污染排放强度与周边地区的污染排放、经济集聚和劳动生产率密切相关,以二氧化硫为例,周边地区的污染排放、经济集聚和劳动生产率每增加1%,本地区的污染排放强度将分别约增加0.02%、0.03%、0.08%。同时,对不同污染物而言,无论是本地影响还是空间溢出,经济集聚、劳动生产率对环境污染的影响大小存在差异,如劳动生产率对工业粉尘(0.911)的影响明显高于二氧化硫(0.495)和工业废水(0.521)。污染的空间相关除了自然力量外,还通过地区间的经济联系和产业关联途径进行传导。当周边地区的经济活动密度较高时,必然伴随着产出规模的扩张和能源消耗的增加,产生更多的污染,从而影响本地的环境质量。从地区间的经济关联看,周围城市的经济活动密度较大,表明存在较强的经济辐射能力,特别是构成“外围—中心”结构时,周围地区具有较大的市场潜力,为了不断地靠近中心市场,本地区在产业结构和产品多样性上均依附于周边地区的需求,即本地区生产出的产品主要供周边一个或多个地区消费,那么污染留在本地,本地环境质量恶化。如上海已开始将大量污染产业转移至周边城市,污染随之转移。劳动生产率会通过劳动和资本的空间流动来影响本地区的环境质量,当周边地区的劳动和资本较为充裕时,由于地理的临近,本地区可以获得周边地区劳动和资本的空间溢出效应,促进本地区劳动者素质的提高以及劳动、资本、技术等要素的融合与重组,提高本地的劳动生产率,当技术条件一定的条件下劳动生产率提高必然会增加单位时间内的污染排放。

人均GDP及其平方项的估计系数分别为正和负,3SLS估计结果不显著,当考虑空间相关后在5%的统计水平下显著。经济发展水平与环境污染之间呈现出预期中的倒“U”型关系,即经济发展初期,污染排放强度随人均GDP增长而增加,当达到一定的临界点后,污染排放强度随人均GDP增长反而下降。随着中国城市收入水平的提高,居民对城市环境质量的要求越来越高,充裕的财政也为环境治理提供了有利条件,这些均是形成拐点的重要原因。对外开放度估计系数为负,且在1%的统计水平下显著,对外开放度每提高1%,二氧化硫、工业废水、工业粉尘排放强度分别降低1.15%、1.01%和1.07%,这表明对外开放整体上改善了中国城市的环境,这与Jie(2006)、许和连和邓玉萍(2012)等人的研究一致。大量的FDI和国际产业向中国转移,外企的生产技术和污染处理技术相对较高,在环保标准上更倾向于执行来源国的标准,且为了在中国市场树立形象和保持竞争力更加关注社会责任和合作减排,产生污染晕轮效应,整体上改善了中国的环境状况。技术进步估计系数为正,考虑空间相关后仅通过10%的显著性水平,这表明技术进步对改善中国城市环境质量的作用并不明显。近年来中国地方政府热衷于GDP,在快速城市化和工业化过程中过分重视那些与GDP相关的技术,而较少关注与环境保护相关的技术进步,导致没有与污染增长相匹配的技术来对环境污染进行事前预防和事后处理(宋马林,王舒鸿,2013)。从微观角度看,当一项新技术并未使生产过程更加环保,那么,新技术可能仅仅提高了单位产出,从而产生了更多污染。产业结构估计系数为正且均通过5%的显著性水平,产业结构中工业份额比重越大,污染排放强度越大,中国的城市化依赖于工业化的推动,大量工业集中于城市,是导致城市污染形成的重要原因。不少城市为了治理污染将大量污染型工业外迁或者淘汰,如上海市区早已不允许重工业的存在,最近北京为了治理雾霾准备将大量污染工业搬迁至河北等地。环境规制估计系数为负且在1%的统计水平下显著,近年来中国对环保重视度增加,环境治理投入不断增加,强化了招商过程中的环保审查。

2. 产出密度方程估计结果分析

三种工业污染物排放强度的估计系数均为负且在1%的统计水平下显著,表明污染对经济集聚具有负面影响,与本文的理论预期一致。污染物排放强度每增加1%,经济集聚水平将减少0.18%左右。一方面,环境作为一种要素投入,企业需要为此付出成本,为改善环境质量,政府必然提高企业的排污费用或者提高环保标准,那些污染费用占总成本较高的企业会由于污染成本的增加和投资风险而重新选址,从而影响经济集聚程度;另一方面,环境污染会影响居民健康,当环境污染较为严

重时居民甚至会重新选择居住地,从而影响区域内的人口规模和需求,经济活动密度可能由此降低。如近期,由于北京、上海等大城市深受雾霾天气侵袭,不少生活在中国的外国人逃离中国,日本媒体报道空气污染使得在华投资风险增加,日本企业正准备加快向东南亚国家产业转移速度,雾霾已经成为中国吸引外商直接投资和游客的重要障碍(马丽梅,张晓,2014)。劳动生产率的估计系数为正且在1%的统计水平下显著,即较高的劳动生产率会促进经济集聚。当大量的熟练型技术工人和高素质的劳动力集聚在一起时,必然导致单位空间内创造的产出增加,提高各类经济活动的密度。经济集聚、劳动生产率的空间滞后项估计系数为正且在1%的统计水平下显著,表明经济集聚具有明显的空间溢出效应,周围城市的经济集聚水平每提高1%,本地的经济集聚水平提高幅度在0.02%—0.03%,当前中国城市化过程中同城化趋势明显,已经出现了20多个城市群,城市间的经济关联不断增强,以长三角、京津冀和珠三角为代表的城市群内部经济关联度较高,已形成了较完整的产业链和产业梯度,这些中心城市与周边城市的经济发展相互依赖程度较高。当周围城市的经济活动较高时,经济集聚的空间溢出效应使得本地受益。周围城市的劳动生产率也对本地的经济集聚产生一定的正向促进作用,周围城市的劳动生产率每提高1%,本地的经济集聚度提高约0.02%。当周围城市集聚着大量的熟练型技术工人和高素质的劳动力时,本地容易从周围城市获得相关的高素质劳动力,劳动生产率的空间溢出效应可传导至本地的经济活动密度上。环境污染的空间滞后项系数为负且在1%的统计水平下显著,表明周围城市的环境污染同样会抑制本地的经济集聚,周围城市的污染对本地经济集聚的影响弹性在0.01—0.02之间。当周围城市环境污染严重时,一方面,本地的环境必然受到影响,进而对本地的经济活动产生负面作用;另一方面,当周围城市因环境污染而造成其经济活动密度下降时,由于经济集聚的空间溢出效应,同样会传导至本地。

环境规制估计系数为负且均通过了5%的显著性水平,其中二氧化硫的产出密度方程通过了1%的显著性水平,表明环境规制对经济集聚具有一定的抑制作用,环境规制可视为企业的生产成本,当环境规制过高必然会影响到企业的选择决定,从而影响经济集聚的程度。当前,中国城市对环保的重视程度增强,环境治理的投入不断增加,各类环保法律不断完善,各类民间公益环保组织增多,这些均对污染活动起到一定的抑制作用。另一方面可以看出,环境规制具有“双刃剑”的特征:提高环境规制可以改善环境质量,同时抑制经济活动的集聚,地方政府面临环境质量和牺牲一定经济发展的取舍。人口规模、交通便利度、市场规模的估计系数均为正且显著,表明人口规模越大、交通越便利、市场规模越大越有利于促进经济集聚,改革开放以来户籍制度的松动导致大量人口向东部沿海城市集聚,城市的发展形成了各种市场需求,为城市的经济集聚创造了条件。近年来,中国城市交通基础设施的完善为城市间的经济互动提供了保障,也为各类招商引资活动提供了便利,有利于经济集聚。中国城市日益扩大的市场规模吸引了各类企业,也一定程度上促进了经济集聚。

3. 劳动生产率方程估计结果分析

经济集聚的估计系数为正且通过了1%的显著性水平,表明经济集聚有利于提高劳动生产率,与本文的预期一致。经济集聚每提高1%,劳动生产率提高0.05%—0.08%,经济集聚通过劳动力蓄水池效应提高劳动的供给,集聚的知识溢出效应也有利于劳动者之间的相互交流和学习,同时经济集聚有利于提高劳动者与工作岗位的匹配程度,提高劳动生产率。三种污染物的估计系数为负且在1%的统计水平下显著,三种污染物的排放强度每提高1%,劳动生产率降低的幅度在0.45%—0.77%之间,表明环境污染对劳动生产率产生负向影响,这与Graff Zivin and Neidell(2012)的研究结论一致。环境污染通过人力资本质量和劳动力市场供给来影响劳动生产率。近年来中国出现了各类产业园区和各类产业集群,产业的集聚使得大量的熟练劳动力集中在同一地区内,各类劳动培训和职业中介同时兴起,促进了熟练劳动者间的信息和技能交流,提高了劳动生产率。当前中国城市的环境污染问题日益突出,环境污染对身体健康的影响不容忽视,如集聚着大量人口的京津冀城市群、长三角城市群近年来一直深受雾霾的影响,污染天气对劳动生产率的影响值得关注。同时,环境污

染的空间滞后项为负且显著,表明周边城市的污染对本地劳动生产率也产生了一定影响,由于污染的空间溢出效应,周边城市的污染同样会影响本地居民的健康。经济集聚和劳动生产率的空间滞后项估计系数均为正且显著,表明周边城市的经济集聚同样会对本地的劳动生产率产生正向影响,劳动生产率也具有空间溢出效应。其他影响变量:教育规模、教育质量、医疗水平和物质资本投资估计系数均为正且在1%的统计水平下显著,表明教育、医疗、物质资本均可以促进劳动生产率的提高。

4. 稳健性考察

为了充分利用面板数据包含的信息和考察估计结果的稳定性,运用广义空间面板自回归最小二乘法(GS2SLSAR)对含有面板数据的污染方程、产出密度方程、劳动生产率方程进行估计,考虑到空间面板模型存在随机效应模型和固定效应模型的选择问题,Hausman 检验结果支持固定效应模型。当所研究问题局限于一些特定个体时,固定效应模型是更好的选择(Baltagi,2001),本文所选取的样本为中国的283个地级及以上城市,结合 Hausman 检验和样本选择的特殊性,固定效应当然是更好的选择。同时为了控制时间的影响,采用了时空固定效应的空间面板模型,估计结果详见表3。表3表明所有变量的估计系数、显著性和符号无较大变化,表明控制了地区效应和时间效应后本文的估计结果并未发生较大变化,估计结果很稳健。

五、结论和政策启示

1. 主要结论

(1)集聚对环境污染的作用机制有两个途径:一是经济集聚通过产能扩张直接加重环境污染。二是集聚通过外部溢出效应来提高劳动生产率从而加重环境污染。环境污染对经济集聚的反向作用机制也有两个途径:一是环境污染通过企业生产成本来影响企业在空间上的布局,从而对经济集聚产生抑制作用;二是环境污染通过对劳动生产率产生的负面影响来抑制经济集聚。

(2)经济集聚和环境污染均存在明显的空间溢出效应。城市的经济活动密度和环境质量与周边城市密切相关,周边城市的经济活动和环境治理均会对本地的经济活动和环境治理产生影响。周边城市的经济集聚、劳动生产率也会影响本地的环境污染,周边城市的环境污染、劳动生产率反过来对本地的经济集聚也存在影响。

(3)总体来看,对外开放的环境效应为正,未来中国应继续加大引进FDI和承接国际产业转移,同时需要设置相应的环保门槛。技术进步一定程度上改善了环境,但效果有限。考虑了经济发展水平与污染的关系后发现两者之间存在倒“U”型关系,且目前中国多数城市处于拐点的右侧,城市环境会随着中国经济的发展而逐渐得到改善。环境规制对污染排放起到抑制作用的同时对经济集聚产生了负面影响,未来中国城市应制定更严格的环保标准,促进产业升级和节能减排。

2. 政策启示

(1)经济集聚与环境污染之间存在双向交互作用,城市化的过程中不可片面追求城市的规模和经济密度而忽略环境污染对经济集聚的负面影响。应建立城市经济密度与污染数据的动态关联监测系统,确定经济密度和污染阈值,建立经济活动的空间分布和污染的联动预警机制。降低污染对经济活动的负面影响,从产出末端角度看,应减少污染类的产出,降低污染型产出的比重,优化产出结构和提升产品附加值。从要素投入角度看,虽然环境消耗可增加产出,但过多使用环境要素也会产生更多污染,应通过技术创新降低投入要素中环境要素的比例,加快技术、资本和劳动要素对环境要素的替代,提高环保标准,鼓励企业通过技术创新来减少环境要素的使用。

(2)经济活动是污染的主要来源,经济发展协同是污染联合治理的根本,应形成地区经济协同为主、政策管理协同为辅的联合治污格局。政策和管理上的联动可取得治污短期效果,从长期看,协调地区间的产业结构、发展规划等经济因素才是污染治理的根本。因此,应成立国家、城市群(经济带)层面的协调组织,全面协调各地的发展规划、发展战略和环保政策,制定区域内部的经济发展和

表 3

GS2SLSAR 估计结果

变量	污染方程			产出密度方程			劳动生产率方程		
	SO ₂	PW	PD	SO ₂	PW	PD	SO ₂	PW	PD
<i>cons</i>	3.714*** (5.622)	7.642*** (10.154)	5.663*** (7.587)	2.714*** (10.905)	1.632*** (13.584)	1.363*** (13.545)	2.452*** (10.163)	1.634*** (11.334)	3.348*** (8.305)
<i>ag</i>	0.995*** (13.941)	0.879*** (11.665)	0.841*** (18.436)				0.075*** (9.277)	0.068*** (6.525)	0.049*** (7.858)
<i>p</i>				-0.174*** (-10.954)	-0.177*** (-11.676)	-0.183*** (-11.884)	-0.557*** (-10.425)	-0.823*** (-12.372)	-0.722*** (-6.949)
<i>pro</i>	0.484*** (11.794)	0.563*** (12.760)	0.864*** (11.037)	0.523*** (9.706)	0.903*** (9.633)	0.944*** (11.491)			
<i>w.ag</i>	0.030*** (3.512)	0.051*** (3.656)	0.098*** (3.830)	0.024*** (3.428)	0.018*** (4.350)	0.016*** (3.822)	0.001*** (3.653)	0.004*** (3.929)	0.002*** (4.558)
<i>w.p</i>	0.019*** (4.720)	0.016*** (3.964)	0.020*** (3.475)	-0.013*** (-5.696)	-0.014*** (-3.553)	-0.014*** (-3.916)	-0.011*** (-3.934)	-0.021*** (-3.544)	-0.012*** (-3.220)
<i>w.pro</i>	0.076** (2.164)	0.089** (2.313)	0.115** (2.085)	0.014*** (4.692)	0.017*** (3.735)	0.015*** (4.536)	0.136*** (5.146)	0.151*** (4.735)	0.133*** (3.910)
<i>open</i>	-1.164*** (-7.401)	-1.022*** (-4.722)	-1.085*** (-3.257)	0.094*** (7.545)	0.015*** (3.490)	0.024*** (4.675)			
<i>lis</i>	0.013** (2.283)	0.015** (2.256)	0.031** (2.325)						
<i>tech</i>	0.019* (1.690)	0.031* (1.834)	0.014* (1.788)						
<i>rgdp</i>	0.136** (2.161)	0.171** (2.235)	0.143** (2.127)						
<i>srgdp</i>	-0.017** (-2.115)	-0.024** (-2.097)	-0.015** (-2.165)						
<i>regul</i>	-0.142*** (-5.527)	-0.161*** (-3.793)	-0.127*** (-4.373)	-1.143*** (-5.735)	-1.105** (-2.213)	-1.052** (-2.356)			
<i>pop</i>				0.179*** (4.653)	0.177*** (4.874)	0.193*** (4.914)			
<i>tran</i>				0.013*** (3.664)	0.025** (1.786)	0.015** (2.315)			
<i>mar</i>				0.072*** (3.583)	0.027*** (3.974)	0.014*** (3.032)			
<i>edu</i>							0.051*** (6.434)	0.029*** (3.387)	0.012*** (6.843)
<i>qedu</i>							0.183*** (4.651)	0.113*** (3.434)	0.143*** (5.446)
<i>med</i>							0.525*** (3.475)	0.413*** (3.656)	0.629*** (3.926)
<i>k</i>							0.025*** (3.015)	0.012*** (3.056)	0.094*** (3.878)

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的统计水平下显著，括号内值表示 z 值，*cons* 为截距项，*w.ag*、*w.pro*、*w.p* 分别表示经济集聚、劳动生产率、污染排放强度的空间滞后项。

环保共同行动纲领,如建立污染排放交易市场,编制资源和生态环境资产负债表等。

(3)区域间污染产业转移会同时引起经济活动和污染的空间分布变动,鼓励东部沿海产业向中西部地区有序转移时需要转移什么产业进行筛选,对产业转移的污染转移量进行“占补平衡”。加快建立区域间隐含污染转移的辨识和核算体系,核算区域间产业转移和贸易的污染含量,构建地区污染流出和流进动态监测系统,建立污染品生产地和消费地的污染补偿机制,污染产品消费地和最终消费者应与生产地及生产者共同承担生产过程中的污染成本,可考虑对污染品消费起征污染消费税。以地区污染核算体系为基础建立区域间污染补偿制度,根据地区净污染量和污染物流向来确定经济补偿量,制定地区污染年度控制目标和排放配额,鼓励地区通过产业结构升级和技术创新来节约污染排放量,多余的排放指标可通过污染交易市场进行交易而获得收入,超额排放的地区则需要通过买入污染排放指标。

(4)应充分发挥市场和政府各自在污染联合治理中的作用。污染作为一种典型的外部性需要政府的干预,长期来看通过市场化的手段来将污染内部化是未来的发展趋势,区域间的经济关联主要由市场的力量使然,而经济的关联又通过空间溢出来传导至污染的空间分布上,因此,通过市场机制可以一定程度上影响污染的空间分布。显然,政府在污染治理中的作用是制定诸如《环境保护法》、城市环境市长责任制、污染排放交易体系、区域污染补偿制度、区域发展规划等规则并执行监管,市场的作用是将环境要素纳入供需关系并为其定价,如政府建立全国统一的污染排放交易市场和交易准则后,通过市场对污染的排放权进行有效配置,东部沿海污染型产业向中西部转移将需要付出污染补偿成本,中西部地区获得补偿后可以弥补环境污染投入的不足。

(5)环境污染会降低劳动生产率,因此,可将环保投入作为一项人力资本投资和人力资本积累的重要途径。环境污染影响人的身体健康和劳动质量,改善环境质量即是提高人力资本质量,城市发展应以人为本,城市与居住环境应同步发展,环保治理投入既可直接改善城市环境,还可提高劳动生产率,因此,未来中国的城镇化过程中可以考虑设置法定的环保治理投入的 GDP 占比,或使环保治理投入增速与经济增速保持同步增加,如教育投入占 GDP 的 4%。环保投入和教育投入均是提高劳动生产率的重要途径,理应得到同样的重视。

[参考文献]

- [1]Vinkanen, J. Effect of Urbanization on Metal Deposition in the Bay of Southern Finland [J]. Marine Pollution Bulletin, 1999, (36).
- [2]Frank, A. Urban Air Quality in Larger Conurbations in the European Union [J]. Environmental Modeling and Software, 2001, (16).
- [3]Verhoef, E.T., Nijkamp, P. Externalities in Urban Sustainability: Environmental versus Localization-type Agglomeration Externalities in a General Spatial Equilibrium Model of a Single-sector Monocentric Industrial City[J]. Ecological Economics, 2002, (40).
- [4]Hosseini, H.M., Kaneko, S. Can Environment Quality Spread through Institutions[J]. Energy Policy, 2013, (56).
- [5]Qian, L. Economic Growth and Pollutant Emissions in China: A Spatial Econometric Analysis [J]. Stoch Environ Res Risk Assess, 2014, (28).
- [6]Ushifusa, U., Tomohara, A. Productivity and Labor Density: Agglomeration Effects over Time [J]. Atlantic Economic Journal, 2013, (41).
- [7]Graff Zivin, J.A., Neidell, M. The Impact of Pollution on Worker Productivity [J]. American Economic Review, 2012, (102).
- [8]Hanna, R., Oliva, P. The Effect of Pollution on Labor Supply: Evidence from a Nature Experiment in Mexico City[R]. Working Paper, NBER, 2011.
- [9]Overman, H. G., Puga, D. Labor Pooling as a Source of Agglomeration[R]. Working Paper, NBER, 2010.
- [10]Lall, S.V., Shalizi, Z. Agglomeration Economics and Productivity in India Industry [J]. Journal of Economics, 2004, (73).

- [11]Crado, C., Valente, S. Growth and Pollution Convergence: Theory and Evidence [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2011, (62).
- [12]Ciccone, A., Hall, R. Productivity and the Density of Economic Activity [J]. American Economic Review, 1996, (86).
- [13]Jie, H. Pollution Haven Hypothesis and Environmental Impacts of Foreign Direct Investment: The Case of Industrial Emission of Sulfur Dioxide in Chinese Provinces[J]. Ecological Economics, 2006, (60).
- [14]Baltagi, B. H. Econometric Analysis of Panel Data[M]. New York: John Wiley & Sons, 2001.
- [15]闫逢柱. 产业集聚发展与环境污染关系的考察[J]. 科学学研究, 2011, (1).
- [16]李伟娜. 制造业集聚、大气污染与节能减排[J]. 经济管理, 2010, (9).
- [17]刘习平, 宋德勇. 城市产业集聚对城市环境的影响[J]. 城市问题, 2013, (1).
- [18]张可, 豆建民. 集聚对环境污染的作用机制研究[J]. 中国人口科学, 2013, (5).
- [19]吴玉鸣. 省域环境污染的库兹涅茨曲线的拓展及其决定因素[J]. 地理研究, 2012, (4).
- [20]马丽梅, 张晓. 中国雾霾的空间效应及经济、能源结构影响[J]. 中国工业经济, 2014, (4).
- [21]高爽等. 发达地区制造业集聚与水污染的空间关联[J]. 地理研究, 2011, (5).
- [22]许和连, 邓玉萍. 外商直接投资导致了中国的环境污染吗[J]. 管理世界, 2012, (2).
- [23]杨俊, 盛鹏飞. 环境污染对劳动生产率的影响研究[J]. 中国人口科学, 2012, (5).
- [24]史青. 外商直接投资、环境规制与环境污染[J]. 财贸经济, 2013, (1).
- [25]刘修岩. 空间效率与区域平衡: 中国省级层面集聚效应检验[J]. 世界经济, 2014, (2).
- [26]宋马林, 王舒鸿. 环境规制、技术进步与经济增长[J]. 经济研究, 2013, (3).
- [27]包群等. 环境规制抑制了污染排放吗[J]. 经济研究, 2013, (12).
- [28]黄茂兴等. 污染损害、环境管理与经济可持续发展[J]. 经济研究, 2013, (12).
- [29]陆铭, 向宽虎. 地理与服务业——内需是否使城市分散化[J]. 经济学(季刊), 2012, (3).

The Interaction and Spatial Spillover between Agglomeration and Pollution

ZHANG Ke, WANG Dong-fang

(Institute of Finance and Economics of SUFE, Shanghai 200433, China)

Abstract: We use simultaneous equation model to investigate the spatial spillover and interaction mechanism between agglomeration and pollution, and build the theoretical model of interaction between agglomeration and pollution by extending pollution into production density theoretical model in the perspectives of production input and output. We tested the theory using the data of 283 cities in China from 2002 to 2011. Our results show that: There is two-way mechanism between agglomeration and pollution, namely, agglomeration promoted pollution while pollution restrained agglomeration, the two-way mechanism are closely related to labor productivity. Agglomeration can improve labor productivity but pollution have negative effect on labor productivity. Both agglomeration and pollution have obvious spatial spillover effects, agglomeration and pollution of the city are closely related to the surrounding areas and have cross influences. We may say that municipal economic development and environment are “bound together for good or ill”. We argue that cooperative economic development among cities is the root of the pollution abatement, and spatial of economic development and environmental quality can be viewed as the basic theory for joint pollution abatement, regional interests community and interregional pollution compensation. China needs to build a pollution governance pattern featured as economic coordination dominated, policy and management synergy auxiliary.

Key Words: agglomeration; pollution; spatial spillover; spatial simultaneous equation model

JEL Classification: R11 O18 O13

[责任编辑:鲁舟]