

# 产业协同集聚对环境污染的影响机制

## ——基于长三角城市群面板数据的实证研究

□ 苗建军 郭红娇

(南京航空航天大学 经济与管理学院, 江苏 南京 211100)

[摘要] 利用长三角城市群 2007—2016 年的面板数据, 构建空间计量模型, 从新经济地理学和产业生态学视角考察了制造业集聚、生产性服务业集聚、产业协同集聚对环境污染的差异化影响。结果表明, 制造业集聚和生产性服务业集聚水平的提高会加重环境污染程度, 而产业协同集聚则会降低污染程度; 环境污染存在显著的空间溢出效应; 科技创新和外商直接投资可有效抑制环境污染; 产业结构加剧了污染状况, 而经济发展水平与环境污染之间呈现倒 U 型关系。

[关键词] 长三角城市群; 环境污染; 产业集聚; 产业协同集聚

[中图分类号] F062.9 [文献标识码] A [文章编号] 1003-1154(2019)03-0070-07

近年来, 中国城市群的快速发展, 已经成为了推动经济增长的重要引擎。长三角城市群作为“一带一路”和长江经济带的交汇地带, 凭借其优越的区位条件和完善的基础设施, 吸引了众多的制造业和生产性服务业企业在此聚集, 是我国重要的产业集聚区, 在城市群整体发展格局中发挥着举足轻重的作用。然而, 伴随着制造业和生产性服务业在长三角地区的不断汇集, 也产生了一系列的环境问题。根据中国城市统计年鉴的数据, 2016 年长三角城市群的工业废水排放量达到了 372 441 万吨, 约占全国的 19.30%, 而工业烟尘、二氧化硫则分别达到 827 653 和 942 245 吨, 严重制约着长三角地区的持续发展。因此, 探讨制造业与生产性服务业协同集聚对环境污染的影响效应, 厘清两者间的内在作用机理, 对于长三角地区的污染治理和产业布局具有一定的参考价值。

### 一、文献综述

在产业集聚对环境污染的影响方面, 近年来国内外学者进行了深入研究, 但至今仍未达成共识。一些学者从产业集聚的外部性出发, 认为产业集聚可以改善环境污染, 余泳泽和刘凤娟<sup>[1]</sup>指出, 生产性服务业可通过多样化和专业化两条路径减少污染物的排放。胡志强等<sup>[2]</sup>认为, 工业集聚有利于减轻工业污染, 但存在区域差异。与此相反, 肖周燕和沈左次<sup>[3]</sup>认为, 产业集聚的发展会加重生产污染, 但对生活污染的影响

不显著。王兵和聂欣<sup>[4]</sup>采用准自然试验分析了开发区的产业集聚与周边水质的关系, 认为短期内产业集聚是造成环境污染的重要原因。也有一些研究认为产业集聚对环境污染的影响并不确定, 基于产业集聚生命周期的理论视角, 刘耀彬等<sup>[5]</sup>认为, 产业集聚的减排效应呈现出倒 U 型特征。周明生和王帅<sup>[6]</sup>以京津冀地区为例, 验证了制造业集聚与环境污染之间的非线性关系。谢荣辉和原毅军<sup>[7]</sup>认为, 专业化集聚对污染产生先抑制后促进的作用, 而多样化集聚与污染减排的关系则更为复杂。随着污染跨界现象的产生, 一些学者考虑了空间因素对污染的影响, 验证了环境污染的空间溢出效应<sup>[8-9]</sup>。此外, 也有学者从产业共生角度来研究环境问题, Yoont 和 Nadvi<sup>[10]</sup>认为, 以集群为基础的集体行动可获取生态集体效率, 实现经济和环境协调发展。Daddi 等<sup>[11]</sup>指出, 企业间可以通过合作和基础设施共享等措施改善污染状况。Bronj 等<sup>[12]</sup>认为, 产业共生可通过减少资源消耗和废物产生, 提高产业集聚区的可持续性。

综上所述, 已有的研究集中于制造业、生产性服务业、工业等单一产业集聚对环境污染的影响, 鲜有文献涉及制造业与生产性服务业协同集聚与环境污染两者的关系。对于环境污染的文献大多以省域研究为主, 对于特定区域特别是城市群的研究较少。基于现有文献的不足, 本文试图从以下几个方面进行拓展: (1) 从新经济地理学和产业生态学双重视角, 分析制造业与生产性服务业协同集聚对环境污染的影响;

[基金项目] 国家社会科学基金项目(16BGL210); 教育部人文社会科学基金项目(15YJA790046); 南京航空航天大学 2018 年研究生创新基金项目(kfj20180908)。

(2)考虑到不同产业间的关联和协同效应,将制造业集聚、生产性服务业集聚、制造业与生产性服务业集聚纳入统一研究框架,比较了三者对环境污染影响的差异;(3)考虑到环境污染的空间相关性,采用空间计量模型来进行检验,分析了邻近地区的环境污染对于本地区的影响。

## 二、现状分析

### (一)环境污染的现状分析

长三角城市群地处中国东部沿海地区,水资源丰富,但在以粗放型为主的经济增长方式下,水质遭受了严重污染,已成为该地区突出的环境问题,因此,本文使用城市工业废水排放量来衡量环境污染水平。总体来看,长三角城市群的工业废水排放量表现为逐渐下降的趋势,仅在个别年份有所增长,但是波动范围不大。在2007—2016年期间,历年工业废水排放量最高的城市在空间上较为集中,主要分布在杭州湾的绍兴杭州、长江入海口附近以及太湖流域的无锡、苏州等地。此外浙江北部和江苏东南部的多个城市的污染状况也较为严重。图1显示了2007—2016年间长三角城市群工业废水排放量的统计分析结果,其中数据来源于2008—2017年中国城市统计年鉴,经作者整理后得到。

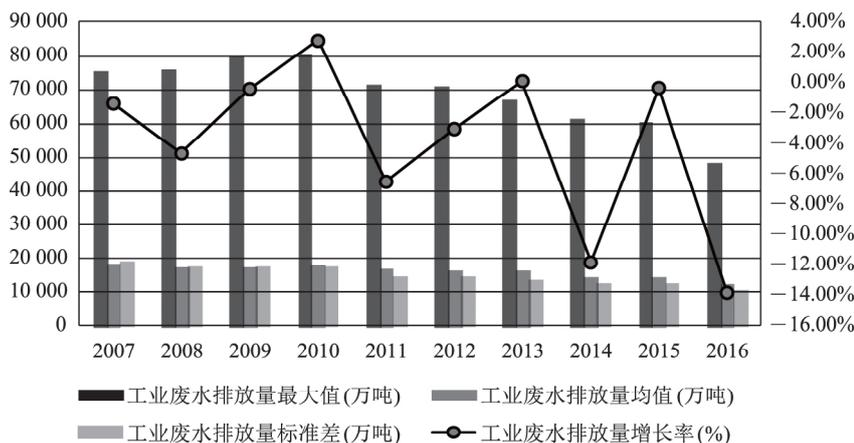


图1 工业废水排放量统计分析

通过测量空间相关性,可以反映出长三角城市群的环境污染的空间集聚模式,本文采用全局 Moran's I 指数进行度量。Moran's I 的取值范围是 $[-1, 1]$ ,当 Moran's I 小于 0 时,表示变量之间为空间负相关,当 Moran's I 大于 0 时,则表示变量间存在空间正相

关,而 Moran's I 的绝对值越接近于 1 相关性越强。

Moran's I 计算公式如下:

$$\text{Moran's I} = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

式中, $n$ 表示长三角城市群的 30 个城市, $x$ 表示环境污染水平, $\bar{x}$ 为均值, $w$ 表示空间权重,本文所构造的空间权重矩阵为 0-1 邻接矩阵,即当城市  $i$  和城市  $j$  相邻时, $w$  为 1,反之则为 0。

根据以上公式计算得到 2007—2016 年环境污染水平的 Moran's I 值,如表 1 所示。

表 1 结果显示,在 2007—2016 年期间 Moran's I 值均大于 0,除 2013 年外都通过了 10% 的显著性检验,表明环境污染状况具有显著的空间正相关特征,即污染严重的区域与其相似的地区形成高高集聚,而环境质量较好的地区则形成低低集聚。同时, Moran's I 值总体上呈现出倒 U 型变化趋势,在 2013 年前 Moran's I 波动下降之后又迅速上升,可见长三角城市群的环境污染空间分布格局经历了集中—分散—集中的过程,城市间的差异逐渐缩小。

为了更加直观地反映长三角城市群环境污染在空间范围的动态演变状况,结合 Rey<sup>[13]</sup>提出的时空跃

迁测度法,以 2007 年和 2016 年为例,利用 geoda 软件绘制 Moran's I 指数散点图。由图 2 和图 3 可知,2007 年分别有 10 和 12 个城市位于第一、三象限,在整个长三角城市群的比重高达 73%,再次证实了环境污染确实存在空间溢出效应,相较于 2007 年,2016 年 25 个城市的环境污染的分布格局并未发生较大变化,但部分城市的空间分布产生变动,其中泰州由 HH 转入 LH,衢州由 HH 转入 HL,马鞍山和台州由 LH 转入 LL,盐城由 LL 转入 HL。

### (二)产业协同集聚的现状分析

关于产业协同集聚的测量,国内外多采用区位商指标分别计算出各产业的集聚水平,通过比较不同产业集聚水平的差异进而得到产业协同集聚水平。考虑到数据的可获得性,本文选取区位商来测量产业集聚水平,并借鉴豆建民和刘叶<sup>[14]</sup>的方

表 1 长三角城市群 2007—2016 年环境污染水平的 Moran's I 指数

时间	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Moran's I	0.253**	0.272***	0.277***	0.198**	0.225**	0.140*	0.063	0.150*	0.147*	0.177**
z	2.263	2.409	2.445	1.830	2.051	1.380	0.771	1.463	1.439	1.670

注:\*,\*\*和\*\*\*分别表示 10%、5%和 1%的水平上显著,数据来源于 2008—2017 年城市统计年鉴,通过 stata 软件计算得到。

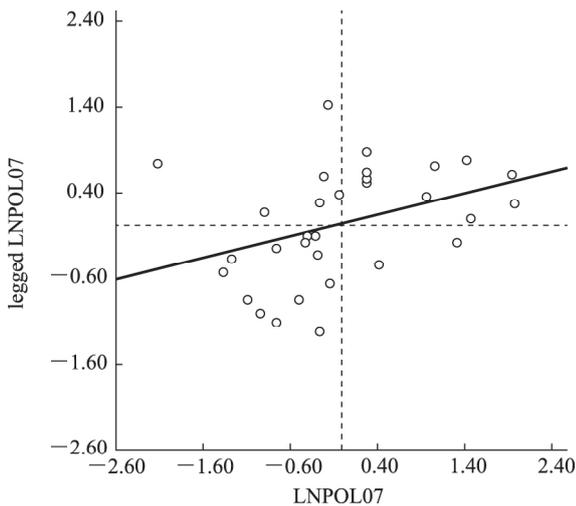


图2 2007年环境污染 Moran's I 指数散点图

法,计算制造业与生产性服务业协同集聚水平,具体公式如下:

$$aggl = \frac{e_{ij} / \sum_i e_{ij}}{\sum_j e_{ij} / \sum_i \sum_j e_{ij}} \quad (2)$$

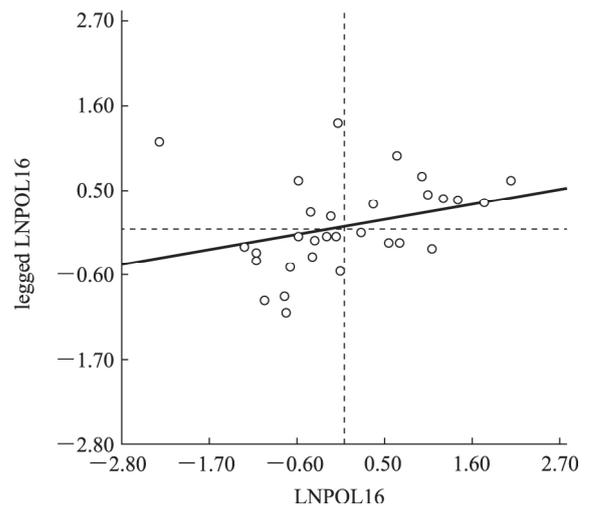


图3 2016年环境污染 Moran's I 指数散点图

$$coaggl_i = 1 - \frac{|maggl_i - psaggl_i|}{maggl_i + psaggl_i} \quad (3)$$

其中,  $i$  表示地区;  $j$  表示产业;  $e$  为该产业的从业人员。利用式(2)和式(3)将制造业从业人员、生产性服务业从业人员代入,得到2007—2016年的长三角

表2 制造业集聚、生产性服务业集聚及产业协同集聚水平的描述性统计

城市	制造业集聚				生产性服务业集聚				产业协同集聚			
	max	min	mean	std	max	min	mean	std	max	min	mean	std
上海	1.707	1.021	1.354	0.284	0.906	0.317	0.582	0.243	0.711	0.417	0.579	0.109
合肥	1.750	1.455	1.613	0.076	0.930	0.732	0.840	0.076	0.739	0.603	0.684	0.048
淮南	0.806	0.641	0.690	0.051	1.191	1.020	1.112	0.056	0.870	0.705	0.766	0.055
滁州	1.380	0.740	1.106	0.271	0.885	0.631	0.743	0.080	0.976	0.664	0.819	0.115
芜湖	1.712	0.866	1.215	0.283	0.969	0.508	0.677	0.159	0.834	0.668	0.717	0.044
马鞍山	1.999	1.716	1.884	0.097	0.973	0.622	0.779	0.118	0.724	0.489	0.584	0.082
南京	2.016	1.295	1.494	0.266	0.960	0.692	0.842	0.075	0.826	0.511	0.730	0.109
南通	1.425	0.960	1.119	0.163	0.872	0.365	0.672	0.196	0.863	0.534	0.736	0.108
宿迁	1.479	1.100	1.251	0.117	0.750	0.553	0.634	0.052	0.763	0.588	0.674	0.048
常州	1.132	0.903	1.054	0.070	0.891	0.788	0.847	0.034	0.965	0.824	0.892	0.045
徐州	2.467	1.002	1.811	0.648	0.778	0.440	0.596	0.101	0.789	0.303	0.543	0.201
扬州	2.542	0.734	2.094	0.672	1.194	0.460	0.666	0.258	0.803	0.314	0.447	0.170
无锡	0.927	0.796	0.855	0.046	1.196	0.947	1.063	0.084	0.989	0.807	0.893	0.061
泰州	1.767	0.831	1.400	0.306	1.149	0.775	0.973	0.126	0.886	0.610	0.779	0.101
淮安	1.822	0.583	1.279	0.556	1.143	0.722	0.916	0.168	0.738	0.573	0.655	0.053
盐城	0.742	0.544	0.657	0.067	1.232	1.067	1.128	0.052	0.820	0.618	0.735	0.067
苏州	1.287	0.624	0.936	0.251	0.986	0.661	0.817	0.106	0.967	0.678	0.811	0.072
连云港	2.413	1.077	1.769	0.562	1.063	0.473	0.605	0.164	0.850	0.328	0.540	0.184
镇江	2.353	1.167	1.982	0.419	1.047	0.551	0.720	0.157	0.946	0.382	0.551	0.193
丽水	1.711	1.211	1.548	0.140	0.925	0.809	0.863	0.042	0.851	0.653	0.718	0.053
台州	1.551	1.131	1.326	0.145	1.434	0.945	1.202	0.167	0.991	0.757	0.901	0.080
嘉兴	1.773	0.821	1.175	0.357	1.311	0.567	0.992	0.298	0.945	0.485	0.742	0.155
宁波	1.781	1.028	1.409	0.294	0.810	0.513	0.675	0.130	0.876	0.453	0.661	0.175
杭州	1.819	0.677	1.499	0.355	1.216	0.552	0.742	0.212	0.872	0.467	0.620	0.134
温州	1.566	1.001	1.314	0.145	0.828	0.367	0.597	0.164	0.901	0.380	0.621	0.153
湖州	1.413	0.878	1.023	0.167	1.351	0.303	0.537	0.398	0.846	0.448	0.559	0.135
绍兴	1.065	0.782	0.886	0.100	1.565	1.098	1.356	0.128	0.907	0.689	0.791	0.069
舟山	1.301	0.784	1.096	0.173	1.096	0.924	0.993	0.059	0.943	0.834	0.895	0.043
衢州	1.185	0.629	0.971	0.228	1.196	0.955	1.042	0.065	0.955	0.689	0.870	0.089
金华	1.052	0.564	0.790	0.202	1.023	0.604	0.766	0.150	0.992	0.892	0.953	0.025

注:数据来源于2008—2017年城市统计年鉴,作者计算整理得到。

城市群 30 个城市的制造业集聚、生产性服务业集聚以及产业协同集聚水平。

由表 2 可知,制造业集聚水平较高的地区主要分布在浙江东南部的多个城市、江苏中部的扬州、镇江、北部的徐州以及安徽的合肥马鞍山等城市。生产性服务业则聚集在长江入海口附近的舟山、浙江的金华、台州、衢州,以及江苏中部的大多数城市。与制造业、生产性服务业的分布相比较,长三角城市群的产业协同集聚的分布则表现出明显的集聚现象,呈现了两横一纵的条带状分布格局,其中两横分别为南部的衢州台州金华、中部的淮南—滁州—南京—常州—无锡—苏州—嘉兴—舟山,一纵则是盐城—南通—台州—苏州—嘉兴—绍兴,而南部地区的集聚水平显著高于其他两条。从动态演变趋势来看,2007—2016 年期间制造业集聚水平不断降低,但绝大多数的城市区位商超过 1,这说明制造业在这些地区仍具有明显优势,而生产性服务业集聚和产业协同集聚水平并未出现较大波动,且明显低于制造业集聚水平。总体来看,大部分地区的集聚程度保持相对稳定,但局部地区却产生了明显变化。淮安和泰州两地的制造业集聚水平大幅下降,而生产性服务业水平却不断上升,表明随着城市商务成本的增加,生产性服务业对于制造业的挤出效应逐渐显现,而嘉兴的情况则恰恰相反,从而导致泰州和嘉兴两地的产业协同集聚水平呈现了下降趋势。

通过以上的分析可以得出,长三角城市群的环境污染严重的区域,往往也是制造业与生产性服务业协同集聚程度较高的地区,两者在空间分布上具有大部分的重叠区域,直观来看,环境污染与产业协同集聚程度两者之间应该具有一定的相关关系,但是产业协同集聚水平是否能够抑制或加剧污染水平还需要进一步的检验。

### 三、研究设计

#### (一)模型构建

根据上述的空间相关性检验,可以看出环境污染存在显著的空间相关性,因此本文构建了空间计量模型来检验产业协同集聚对环境污染的影响,并引入制造业和生产性服务业单方面集聚来进行比较。具体模型设定如下:

模型一:

$$\ln Pol_{it} = \rho \sum_{i=1}^n \omega_{ij} \ln Pol_{it} + \alpha \ln maggl_{it} + \beta_1 \ln inn + \beta_2 \ln str + \beta_3 \ln fdi + \beta_4 \ln gdp + \beta_5 (\ln gdp)^2 + \epsilon_{it} \quad (4)$$

$$\ln Pol_{it} = \alpha \ln maggl_{it} + \beta_1 \ln inn + \beta_2 \ln str +$$

$$\beta_3 \ln fdi + \beta_4 \ln gdp + \beta_5 (\ln gdp)^2 + \epsilon_{it}$$

$$\epsilon_{it} = \lambda \sum_{i=1}^n \omega_{ij} \epsilon_{it} + \mu_{it} \quad (5)$$

模型二:

$$\ln Pol_{it} = \rho \sum_{i=1}^n \omega_{ij} \ln Pol_{it} + \alpha \ln psaggl_{it} + \beta_1 \ln inn + \beta_2 \ln str + \beta_3 \ln fdi + \beta_4 \ln gdp + \beta_5 (\ln gdp)^2 + \epsilon_{it} \quad (6)$$

$$\ln Pol_{it} = \alpha \ln psaggl_{it} + \beta_1 \ln inn + \beta_2 \ln str + \beta_3 \ln fdi + \beta_4 \ln gdp + \beta_5 (\ln gdp)^2 + \epsilon_{it}$$

$$\epsilon_{it} = \lambda \sum_{i=1}^n \omega_{ij} \epsilon_{it} + \mu_{it} \quad (7)$$

模型三:

$$\ln Pol_{it} = \rho \sum_{i=1}^n \omega_{ij} \ln Pol_{it} + \alpha \ln coaggl_{it} + \beta_1 \ln inn + \beta_2 \ln str + \beta_3 \ln fdi + \beta_4 \ln gdp + \beta_5 (\ln gdp)^2 + \epsilon_{it} \quad (8)$$

$$\ln Pol_{it} = \alpha \ln coaggl_{it} + \beta_1 \ln inn + \beta_2 \ln str + \beta_3 \ln fdi + \beta_4 \ln gdp + \beta_5 (\ln gdp)^2 + \epsilon_{it}$$

$$\epsilon_{it} = \lambda \sum_{i=1}^n \omega_{ij} \epsilon_{it} + \mu_{it} \quad (9)$$

式(4)、(6)、(8)为空间滞后模型,式(5)、(7)、(9)为空间误差模型,其中 Pol 表示环境污染, maggl 为制造业集聚水平, psaggl 表示生产性服务业集聚水平, coaggl 表示制造业与生产性服务业协同集聚水平, inn 为技术创新, str 为产业结构, fdi 为外商投资水平, gdp 为经济发展水平;  $\rho$  表示空间回归系数,  $\lambda$  表示空间误差系数,  $\epsilon$  和  $\mu$  是误差项;  $\omega$  代表空间权重矩阵, 本文选取的是 0—1 矩阵, 当两地邻近时  $\omega$  为 1, 反之为 0。

#### (二)变量选取及数据来源

1. 被解释变量。环境污染 (Pol): 采用工业废水排放量来衡量环境污染。

2. 核心解释变量。制造业集聚水平 (maggl) 和生产性服务业集聚水平 (psaggl): 采用区位商方法将制造业和生产性服务业的就业人数依次代入式(2)得到; 产业协同集聚水平 (coaggl): 根据制造业集聚和生产性服务业集聚水平, 比较两者差异, 代入式(3)得到。

3. 控制变量。科技创新 (inn): 选取专利申请受理数来测度科技创新水平。产业结构 (str): 采用第二产业比重衡量产业结构。经济发展水平 (gdp): 采用人均地区生产总值来衡量, 并以 2003 年为基期利用 CPI 指数进行平减, 为检验环境库兹涅茨曲线是否成立, 故加入经济发展水平的平方项。外商投资水平 (fdi): 选用实际外商直接投资占地区生产总值的比重来衡量外商。数据均来源于 2008—2017 年城市统计年鉴, 以及各省市统计年鉴, 其中为避免异方差性造

成估计偏误,所有变量均取自然对数。

#### 四、实证结果与分析

##### (一)产业协同集聚对环境污染的影响机制分析

为解决面板模型的固定效应和随机效应的选择问题,采用 Hausman 检验,结果显示在 1% 的显著性水平上拒绝了原假设,可见固定效应更适用于本文的模型。同时,空间计量模型通常可以分为空间滞后和空间误差等形式,为确定哪一模型对于本文数据的解释力更强,进行了 LM 检验。

表 3 结果显示,LM-error 和 LM-lag 均在 5% 的水平上显著,而 Robust LM-error 和 Robust LM-lag 只有后者通过了显著性检验,因此选择空间滞后模型作为基准来进行分析,但为了便于比较,在表 4 中分别列出了空间滞后和空间误差模型的回归结果。如表 4 所示,模型(1)、模型(2)、模型(3)分别考察了制造业集聚、生产性服务业集聚、制造业与生产性服务业协同集聚对环境污染的影响。

表 3 LM 检验结果

LM 检验	LM-lag	Robust LM-lag	LM-error	Robust LM-error
统计量	6.469**	3.087*	4.765**	1.383

注:\*,\*\*和\*\*\*分别表示 10%、5%和 1%的统计水平上显著,以上数据均通过 matlab 软件计算得到。

表 4 空间滞后模型和空间误差模型的检验结果

Variable	SLM			SEM		
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(1)	模型(2)	模型(3)
lnmaggl	0.106*			0.099*		
	(1.795)			(1.671)		
lnpsaggl		0.086			0.075	
		(1.348)			(1.189)	
lncoaggl			-0.023**			-0.028**
			(-2.136)			(-2.315)
lninn	-0.071*	-0.070*	-0.083**	-0.072*	-0.070*	-0.081*
	(-1.664)	(-1.653)	(-1.964)	(-1.715)	(-1.660)	(-1.927)
lnstr	0.859**	0.806**	0.839**	0.862**	0.827**	0.847**
	(2.349)	(2.199)	(2.301)	(2.312)	(2.212)	(2.284)
lnfdi	-0.070*	-0.049	-0.075*	-0.079*	-0.062	-0.092**
	(-1.657)	(-1.210)	(-1.780)	(-1.853)	(-1.510)	(-2.148)
lngdp	11.794**	10.895**	13.086***	13.405**	12.191**	14.901***
	(2.383)	(2.196)	(2.614)	(2.481)	(2.211)	(2.678)
(lngdp) <sup>2</sup>	-0.572***	-0.559***	-0.508***	-0.620***	-0.594***	-0.543***
	(-3.106)	(-3.036)	(-2.755)	(-3.212)	(-3.055)	(-2.794)
$\rho$	0.184***	0.198***	0.189***			
	(2.637)	(2.851)	(2.710)			
$\lambda$				0.157**	0.177**	0.188**
				(2.145)	(2.442)	(2.608)
R-squared	0.924	0.924	0.924	0.922	0.921	0.922
log-likelihood	15.143	14.463	15.857	13.934	13.313	15.262

注:\*,\*\*和\*\*\*分别表示 10%、5%和 1%的统计水平上显著,括号内的数值为 t 值,以上数据均通过 matlab 软件计算得到。

根据表 4 的结果,在 SLM 和 SEM 模型中制造业集聚和生产性服务业集聚的系数均为正,但只有前者通过了 10% 的显著性检验,而制造业与生产性服务业协同集聚的系数为负,且在 5% 的水平上显著,表明制造业集聚和生产性服务业集聚水平的提高会加重污染程度,而制造业与生产性服务业协同集聚程度的增强则可改善污染状况。

具体分析 SLM 模型的结果,制造业集聚的系数为 0.106,表明制造业集聚水平每提高 1%,环境污染水平将会提高 10.6%,生产性服务业集聚水平的系数为 0.086,但并未通过显著性检验,而模型(3)结果显示制造业与生产性服务业协同集聚的系数为 -0.023,并且通过了 5% 的显著性检验,与制造业集聚和生产性服务业集聚相比,产业协同集聚可有效降低污染水平,但是对于环境污染的影响程度却明显较小。实际上,制造业与生产性服务业协同集聚主要从以下几条路径影响环境污染:从产业集聚的外部性来看, Jacobs<sup>[15]</sup> 的研究表明,不同性质的产业特别是具有互补性的产业在特定区域集聚,相对于制造业或服务性单方面的集聚,更有利于产生知识溢出,而制造业与生产性服务业协同集聚可以充分发挥两者的集聚优势,不仅可以实现制造业、生产性服务业等产业内部的知识外溢,还能促进不同产业间的信息交流。此外,伴随着制造业与生产性服务业的不断集聚,人才、资本、技术、信息等创新要素也

纷纷流入,可在很大程度上降低企业的研发风险。同时由于资源的稀缺性以及环境承载能力的有限性,在产业链中处于领先地位的企业为获取竞争优势,通常会率先采取一些环保措施,通过开发绿色生产工艺,减少对资源的依赖性,而由于知识溢出效应的存在,先进的知识和信息将会沿着产业链对其他企业产生影响,促进其他企业的技术创新。这一系列自发行为有利于转变落后的生产模式,逐步实现清洁生产,达到从源头上控制污染物排放的目的。

从产业生态学视角看,制造业与生产性服务业协同集聚可实现不同类型企业间面对面的交流,减少信息不对称现象,更容易达成合作意向,长此以往将有利于构建彼此间的信任机制,营造协同共赢的氛围,为产业共

生网络的构建提供良好的外部环境<sup>[16]</sup>。其次,中国大多数产业集聚区都是在政府引导下形成的,从产生之初就受到公共干预的影响,对于集聚区内的企业而言,可获得更为有利的政策支持及充足的研究经费,从而激发其治理环境污染的积极性。最后,制造业与生产性服务业间的关联效应以及政府的协调作用,将鼓励相关的企业、研发中心以及金融机构等参与产业共生的构建过程,推动企业间资源的合理流动及副产品的交换,实现传统生产系统向闭环式生产系统的过渡。

从专业化分工看,产业协同集聚与产业集聚相比,是相关产业和支援型产业等多产业的共同集聚,不仅可获取知识溢出的外部性,同时还能够通过不同产业间的协同互动提高自身的专业化水平<sup>[17]</sup>。制造业和生产性服务业在同一空间内高度集中,一方面可降低企业间的交易成本促进专业化分工,对制造业企业来说可将非核心业务(如环境治理)外包出去,有利于实现环境污染的专业化治理,提高环境治理效率。另一方面,对生产性服务业而言,可利用集聚区内的规模经济优势减少生产成本,为制造业提供物美价廉的中间投入品,而生产性服务业作为知识密集型产业,其产品具有高附加值和高技术性,通过投入产出关系将会嵌入到制造业中,提高制造业的专业化水平,从而减少对环境污染的负面影响。

对于长三角城市群而言,集聚的制造业多为劳动和资本密集型,技术创新能力不足,长期以来依赖于资源和能源的大量消耗,而生产性服务业则以交通运输业和租赁服务业等低端产业为主,金融、信息传输、计算机和软件服务等高端产业发展相对滞后,从而导致制造业和生产性服务业集聚并不能改善环境污染,反而会加剧污染状况。制造业与生产性服务业协同集聚可以更好地发挥不同产业间的知识和技术溢出效应,提高自身的专业化水平,激发企业的创新活力,利用地理邻近优势和产业关联效应,构造产业共生网络,抵消制造业、生产性服务业等单一的产业集聚对于环境污染的不利影响,进而改善环境质量。

(二)环境污染的空间溢出效应及其他影响因素分析

如表4所示,模型(1)、(2)、(3)的空间滞后项的系数均为正,且通过了1%的显著性水平检验,说明当周边城市的污染水平较高时,可以通过空间溢出效应作用于本地的环境状况,从而导致本地区的污染加剧。从自然因素来看,长三角城市群河流密布,污染物本身受到降水、风向以及陆地和海陆间的水循环影响,将会在城市之间发生转移,最终表现为污染的跨界现象。同时,在长三角地区城市之间的距离较近,不同城市之间的资源禀赋、产业结构以及环境治理政策等方面的差异较小,特别是同一省域范围内的城

市,这在一定程度上也解释了环境污染的空间外溢性。

技术创新对环境污染的影响:SLM模型的结果显示,技术创新的系数均为负,且在1%的水平下显著,但是模型(1)和模型(2)的系数略小于模型(3),表明技术创新能够有效缓解污染状况,并且在产业协同集聚模式下,对污染的抑制作用更为明显。产业结构的影响系数均为正,并且通过了5%的显著性检验,说明以工业为主的第二产业比重的上升是造成环境污染加剧的重要因素,优化产业结构推动结构升级,实现产业的清洁化对环境污染治理来说至关重要。外商直接投资的估计系数均为负,但仅在模型(1)和模型(3)中通过10%的显著性检验,表明伴随着长三角地区的外资的大量流入,先进的生产技术以及严格的环保标准等也随之而来,从而有利于减轻该地区的污染程度。经济发展水平的系数均为正,而经济发展水平的平方项对环境污染的影响系数符号却为负,并且通过了1%的显著性检验,可见经济发展与环境污染之间并非简单的线性关系,而是存在临界值,由模型(1)、(2)、(3)可知,在gdp分别达到29 831.449、16 917.533和392 845.765之前时,两者之前表现为正相关关系,只有当经济发展水平跨过了临界点后,经济发展才能对环境污染产生显著的抑制作用。这是因为长三角城市群在经济发展初期以追求经济增长作为主要目标,忽视对于生态环境的保护,在生产方式上以粗放型为主,造成城市污染问题频发。但是当经济发展到一定程度以后,随着人们环保理念的增强,对于环境质量的要求也不断提高,同时这也验证了环境库兹涅茨曲线在长三角城市群确实存在。

## 五、结论及建议

### (一)结论

本文基于新经济地理学和产业生态学的研究视角,利用2007—2016年长三角城市群30个城市的面板数据,实证分析了制造业集聚、生产性服务业集聚以及产业协同集聚对环境污染的影响,得出以下结论:(1)空间相关性检验结果显示长三角城市群的环境污染在空间分布上主要表现为高高、低低两种类型的集聚,且存在明显的空间溢出效应;(2)制造业集聚和生产性服务业集聚的知识溢出效应有限,专业化水平较低,现阶段两大产业各自集聚模式并不能减轻污染程度;(3)产业协同集聚利用互补性产业间的协同作用,通过提高专业化水平,促进技术创新以及构建产业共生网络三条路径能够有效改善环境污染;(4)科技进步与外商直接投资对于环境污染具有显著的抑制作用;(5)以工业为主的第二产业比重的上升将

会加剧污染水平,而经济发展水平与环境污染之间存在倒 U 型关系,随着经济发展水平越过临界点后将可以减少环境污染。

## (二) 启示

针对上述结论,本文对长三角城市群的环境污染治理及产业布局提出以下建议。

第一,鉴于环境污染的空间溢出效应的存在,长三角地区的三省一市应从整体的生态环境利益出发,充分考虑到相关城市的污染现状,制定长期的污染治理战略。要加强城市间的分工协作,对位于长江口、杭州湾、苏南等污染严重地区采取多城市共同负责制,积极推动跨区域的环境污染综合治理机构的设立,通过财政补贴和一些金融措施为污染治理提供专项资金,完善污染治理的绩效评价和监督机制,提高污染治理效率。

第二,充分利用高铁优势,注重城际铁路的规划,健全长三角城市群的交通体系,提高城市群内部的人员流动性。促进大数据和互联网等技术在城市建设方面的推广使用,减少城市间、产业间的信息沟通成本,同时依靠科技创新、高素质的人力资源以及完备的产业体系,营造良好的商业环境,鼓励先进制造业企业和高新技术企业入驻,不断提高制造业与生产性服务业协同集聚水平。

第三,搭建政府、企业、高校以及科研机构共同参与的跨区域的科技交流合作平台,如科技支援服务中心,对城市群内部的创新资源进行整合,解决技术需求方和供给方两者间的信息不对称问题。参考发达国家关于科技成果在企业、高校以及政府间的分配比例,注重平衡效率和公平两者的关系,并结合自身特点制定相应的分配制度,提高科技成果的转化程度。

第四,提高企业进入产业集聚区的准入标准,基于产业生态原则来引导企业进行协同定位,传播产业共生关系的知识,发挥扬州高新技术产业开发区环保科技园区、常州国家高新技术产业开发区等绿色园区的示范效应。鼓励传统的制造业企业利用产业集聚区的技术外溢,以及政府的各种创新基金,开发绿色生产工艺,逐渐过渡到清洁生产模式,从源头上控制污染物的排放。利用产业集聚区内的企业间的地理邻近优势,以及投入产出关系,识别潜在的资源交换网络,促进产业共生体系的构建。□

## [参考文献]

- [1] 余泳泽,刘凤娟. 生产性服务业空间集聚对环境的影响[J]. 财经问题研究,2017(08).
- [2] 胡志强,苗健铭,苗长虹. 中国地市工业集聚与污染排放的空间特征及计量检验[J]. 地理科学,2018(02).
- [3] 肖周燕,沈左次. 人口集聚、产业集聚与环境污染

的时空演化及关联性分析[J]. 干旱区资源与环境,2019(02).

[4] 王兵,聂欣. 产业集聚与环境治理:助力还是阻力——来自开发区设立准自然实验的证据[J]. 中国工业经济,2016(12).

[5] 刘耀彬,袁华锡,封亦代. 产业集聚减排效应的空间溢出与门槛特征[J]. 数理统计与管理,2018(02).

[6] 周明生,王帅. 产业集聚是导致区域环境污染的“凶手”吗?——来自京津冀地区的证据[J]. 经济体制改革,2018(05).

[7] 谢荣辉,原毅军. 产业集聚动态演化的污染减排效应研究——基于中国地级市面板数据的实证检验[J]. 经济评论,2016(02).

[8] 邵帅,李欣,曹建华,杨莉莉. 中国雾霾污染治理的经济政策选择——基于空间溢出效应的视角[J]. 经济研究,2016(09).

[9] 张可. 经济集聚的减排效应:基于空间经济学视角的解释[J]. 产业经济研究,2018(03).

[10] Yoon S, Nadvi A K. Industrial Clusters and Industrial Ecology: Building ‘Eco-collective Efficiency’ in a South Korean Cluster[J]. Geoforum, 2018, 90(01):159-173.

[11] Daddi T, Nucci B, Iraldo F. Using Life Cycle Assessment (LCA) to Measure the Environmental Benefits of Industrial Symbiosis in an Industrial Cluster of SMEs[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 147(01): 157-164.

[12] Brondi C, Cornago S, Ballarino A, Avai A, Pietrarola D, Dellepiane U, et, al. Sustainability-based Optimization Criteria for Industrial Symbiosis: The Symbioptima Case[J]. Procedia CIRP, 2018, 69(11): 855-860.

[13] REY S J. Spatial Empirics for Economic Growth and Convergence[J]. Geographical Analysis, 2001, 33(03):195-214.

[14] 豆建民,刘叶. 生产性服务业与制造业协同集聚是否能促进经济增长——基于中国 285 个地级市的面板数据[J]. 现代财经(天津财经大学学报),2016(04).

[15] Jacobs J. The Economy of Cities[M]// The economy of cities. Random House, 1969.

[16] Giss D, Deutz P. Reflections on Implementing Industrial Ecology Through Eco-industrial Park Development[J]. Journal of Cleaner Production, 2007, 15(17):1683-1695.

[17] 陈晓峰,陈昭锋. 生产性服务业与制造业协同集聚的水平及效应——来自中国东部沿海地区的经验证据[J]. 财贸研究,2014(02).