

【统计应用研究】

长江经济带污染排放对产业发展影响的空间效应分析

崔木花, 殷李松

(淮北师范大学 经济学院, 安徽 淮北, 235000)

摘要:基于空间杜宾模型(SDM),对长江经济带 9 省 2 市的污染排放对自身及相邻区域产业发展的空间效应进行了分析。结果表明:长江经济带各省市的污染排放不仅对本地的产业发展产生影响,还对邻近区域的产业发展产生影响。这种影响一方面通过各地产业发展过程中接收的污染排放的正负效应体现,另一方面通过污染排放对各地产业发展发出的正负效应体现。此外,这种影响还可以通过长江经济带各省市接收、发出的交互效应来体现。

关键词:长江经济带;污染排放;产业发展;SDM 模型;空间效应

中图分类号:F224.0:X502 **文献标志码:**A **文章编号:**1007-3116(2015)06-0045-08

一、引言

近年来,中国的工业化、城镇化发展速度迅猛,但日益恶化的生态环境已向我们发出警示,二者的快速发展是以牺牲环境为代价而换取的。随着全国各地屡屡出现严重雾霾天气,加快调整产业结构、转变经济发展方式的呼声日益强烈。自工业化以来,如何平衡经济增长与环境污染之间的关系就成为各国不得不面对的难题。一直以来,人们普遍关注的是产业结构对环境造成的影响,却很少有人关注环境污染对产业结构所产生的影响。实际上,产业发展与资源环境之间是相互影响、互为依存的关系,若环境污染导致资源环境遭到破坏,势必影响产业持续发展。因此,只有真正厘清了产业发展与环境污染互为影响的关系,才能促进区域产业的转型升级和有效遏制区域性环境污染,也才能最终实现区域经济与资源环境的和谐共生、协调发展。

长期以来,国内外的学者们就十分关注产业结构(产业发展)与环境污染的关系。Torvanger 利用指数分解法,对 OECD 9 个成员国的研究发现,产业结构升级对降低碳排放量有重要影响^[1];Arrow 等指出,人类几乎所有的经济活动都离不开资源环境,

若人类赖以生存的资源环境遭到破坏,必然会导致未来生产能力的下降,从而影响产业发展的可持续性^[2];于卫国在研究中国工业二氧化硫和废水排放量与人均 GDP 之间关系时发现,产业结构改善对环境污染存在积极影响^[3];马晓钰等从工业三废排放总量、人均排放量以及排放强度出发,分析了产业结构变动对中国工业三废排放的影响^[4];另有学者研究产业结构与环境污染的关系后发现,不同产业的排污强度不同,第二产业是污染排放的主要来源,第三产业比重的提高有助于降低环境污染^[5-10]。综合来看,目前关于产业发展与环境污染关系的研究,大多是强调产业发展对环境的单方面影响,极少有学者提及环境污染对产业发展的逆向影响问题。此外,现有文献研究方法过于单一,研究中大都采用的是回归模型,鲜见用空间计量经济学模型进行相关研究,而前者根本无法解释变量间的自相关问题。

有鉴于此,本文以长江经济带 9 省 2 市作为研究样本,采用空间杜宾模型(SDM),考察各地污染排放对本地及邻近区域产业发展影响的空间效应,旨在揭示长江经济带各省市的污染排放对产业发展的影响是否具有较强烈的空间依赖性,并通过各地污染排放发出的正、负空间效应进一步揭示这种依赖

收稿日期:2014-12-05;修复日期:2015-03-24

基金项目:安徽省软科学项目《安徽省城镇化建设与区域经济协调发展研究》(12020503058)

作者简介:崔木花,女,内蒙古包头人,副教授,研究方向:区域经济与产业经济;

殷李松,男,安徽太湖人,副教授,研究方向:计量经济与产业经济。

性的强弱,进而为长江经济带联手治理污染排放,促进区域产业结构升级提供科学依据。

与以往研究成果相比,本文的创新点主要体现在三个方面:第一,建模时考虑了产业结构异质、环境污染的累积性和负外部性,同时还考虑了除污染排放以外的其他影响因素。第二,采用贝叶斯后验模型概率确定空间权重矩阵的阶,在此基础上筛选出了拟合优度较好的空间杜宾模型(SDM)。第三,虽然模型所用数据为截面数据,但估计参数表示的并不是即期效应,而是将累积效应也纳入了计量模型,这样得到的计量结果具有较强的解释力。

二、模型构建

(一)构建模型

由于产业结构和污染排放总是与一定的区域相联系,因此,构建模型时应特别注重以下几个方面:一要考虑地区产业结构异质,二要注意污染排放的本地效应与负外部性问题,三要把除了污染排放对产业发展影响以外的遗漏因素(如环保意识、制度、法律法规、政府政策及市场机制等)考虑进去。只有涵盖了上述三方面内容的模型,才能准确地揭示污染排放对产业发展的影响。为此,本文参照空间计量经济学建模方法进行建模,具体步骤如下:

首先,本文将产业发展水平(y)划定为四个影响效应,即:地区异质(a)、污染排放的本地当期效应($x\beta$)、污排放的外部效应($Wx\beta$)、遗漏因素效应($z\theta$),用公式表示为:

$$y = a + x\beta + Wx\beta + z\theta \quad (1)$$

式(1)中 x 为污染排放矩阵(本文中污染排放主要指三废排放), W 为地区经纬度坐标表示的空间权重矩阵, z 代表除了污染排放以外的所有遗漏因素。这样 $x\beta$ 为地区环境污染的当期效应, $Wx\beta$ 为污染排放的外部效应。

对式(1)中遗漏因素(z),我们易知地区间的观念、制度、消费、投资及技术等均存在相互影响,外部性十分明显,即地区间存在空间依赖或近邻效应,对此表示为:

$$z = \rho Wz + v \quad (2)$$

$$z = (I_n - \rho W)^{-1} v \quad (3)$$

式(3)是根据空间数据生成过程,依据式(2)推导而来,是建立基准模型所需的转换过程。但要注意式(3)中假设随机项 v 不存在异方差是不合理的,因为对遗漏因素中除去空间依赖或外部性之外,地区间仍存在潜在的稳定联系。

其次将式(3)代入式(1),有:

$$y = a + x\beta + Wx\beta + (I_n - \rho W)^{-1} v \quad (4)$$

对式(4),根据经验,遗漏因素与污染排放不可能不相关,如人们的环保理念、消费习惯、法律法规及技术水平等无不影响污染排放水平,反过来污染排放水平也将直接影响某些对环境依赖较强的产业发展。因此,我们假设污染排放与遗漏因素间存在线性相关,即:

$$\theta v = x\gamma + \epsilon \quad \epsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (5)$$

将式(5)代入式(4)有:

$$y = a + x\beta + Wx\beta + (I_n - \rho W)^{-1} (x\gamma + \epsilon) \quad (6)$$

式(5)、(6)表明,对遗漏因素通过对其外部性及其与污染排放间关系的分解,得出随机冲击项 ϵ 服从均值为0方差不变的正态分布,虽说这有可能接近现实,但也不能保证方差不存在规律,若方差存在规律,则在估计参数时,贝叶斯估计相对于似然估计更为优越。

最后,对式(6)进行变形有:

$$(I_n - \rho W)y = (I_n - \rho W)(a + x\beta + Wx\beta) + (x\gamma + \epsilon) \quad (7)$$

进一步有:

$$y = \rho W y + (I_n - \rho W)a + x(\beta + \gamma) + Wx(-\rho\beta - \rho W\beta) + \epsilon \quad (8)$$

记 $\alpha = (I_n - \rho W)a$, $\alpha = \beta + \gamma$, $\alpha = -\rho\beta - \rho W\beta$,则式(8)可表示为:

$$y = \rho W y + \alpha + x\alpha + Wx\alpha + \epsilon \quad (9)$$

显然,式(9)便是本文的基准模型空间杜宾模型(SDM),考虑到其模型参数因量纲不同而无法就污染排放水平对产业发展的影响进行比较分析,为此采用参数不受量纲影响的双对数模型形式,这样就可比较分析各类型污染排放的影响大小。双对数模型为:

$$\ln y = \rho W \ln y + \alpha + \ln x\alpha + W \ln x\alpha + \epsilon \quad (10)$$

此外,根据式(10)的参数是否显著为0,可演化出回归模型(OLS),空间滞后模型(SLX),空间自回归模型(SAR)。实践中,要根据数据信息,确定最合理的且能反应区域污染排放与产业发展关系的模型,故将这些模型作为备选模型。

(二)模型的空间累积效应

空间累积的含义是:虽然模型所用数据为截面数据,但估计参数表示的并不是即期效应,而是长期均衡或稳态期望,是通过自身依赖或外部性依赖的时间累积过程中产生形成。因此,从参数含义上

看,用传统的求偏导来解释因变量对自变量变动的响应,有失偏差^{[11]355-376}。因为由式(10)经变形可得下式:

$$\partial \ln y / \partial \ln x = (I_n - \rho W)^{-1} (I_n \alpha_1 + W \alpha_2) \quad (11)$$

由于:

$$(I_n - \rho W)^{-1} = (I_n + \rho W + \rho^2 W^2 + \rho^3 W^3 + \dots) \quad (12)$$

进而式(11)亦可表示为:

$$\partial \ln y / \partial \ln x = (I_n + \rho W + \rho^2 W^2 + \rho^3 W^3 + \dots)(I_n \alpha_1 + W \alpha_2) \quad (13)$$

记

$$S_r(W) = (I_n + \rho W + \rho^2 W^2 + \rho^3 W^3 + \dots)(I_n \alpha_1 + W \alpha_2) \quad (14)$$

式(14)中 r 代表自变量矩阵中变量个数, $(I_n + \rho W + \rho^2 W^2 + \rho^3 W^3 + \dots)$ 就隐含长期均衡或稳态结果。相应地,若采用式(11),则对 $S_r(W)$ 有如下 4 种效应:

1. 接收效应(累积): $S_r(W)$ 的各行表示一个地区接收到的来自于自身(2 阶以上,过去的惯性)和其他地区 x 发出的影响; 2. 发出效应(累积): $S_r(W)$ 的各列表示一个地区 x 发出的作用对于自身或其他地区的影响; 3. 本地效应(当期): $S_r(W)$ 的主对角线元素表示一个地区来自自身的接收效应 / 发出效应; 4. 交互效应(累积): $S_r(W)$ 的对角线元素上下方对称位置的元素对,代表两地区的交互(竞争、共生、吸纳、抢夺)效应。

三、指标说明与数据来源

(一) 指标说明

本文产业发展水平以产业结构高度化指标度量,根据王保滔等的研究,用第三产业与第二产业的产值之比来衡量^[12]。该值越高,表明产业结构越趋于高级化,也即产业发展水平越高。这里主要用城市废水排放量、城市废气排放量(主要包括二氧化硫和氮氧化物)及一般工业固体废弃物产生量来表征污染排放指标。

(二) 数据来源

本文所用原始数据来自《中国统计年鉴 2013》及《中国环境统计年鉴 2013》。地理坐标体系与经纬度数据来自国家基础地理信息系统数据库(国家地理信息测绘局)。

四、模型选择、实证结果及分析

(一) 模型选择

采用模型计算时首先要确定空间权重矩阵的阶数。本文采用贝叶斯后验模型概率确定空间权重矩阵的阶,结果显示 3 阶最为合适。根据 3 阶权重矩阵,计算空间滞后模型(SLX)、空间自回归模型(SAR)、空间杜宾模型(SDM),同时并计算回归模型(OLS),结果见表 1。

表 1 各模型运行结果比较

变量	OLS		SLX		SAR		SDM	
	参数	P 值	参数	P 值	参数	P 值	参数	P 值
常数	-6.453 4	0.013 0	-14.768 2	0.279 8	-6.488 7	-6.488 7	-19.437 7	0.0000
废气排放量	-0.655 0	0.019 5	-0.306 0	0.389 7	-0.425 4	-0.425 4	-0.290 3	0.000 1
废水排放量	0.053 3	0.750 6	0.001 1	0.997 7	-0.067 7	-0.067 7	-0.109 2	0.231 9
固废产生量	0.340 6	0.051 2	0.365 8	0.291 0	0.302 7	0.302 7	0.427 3	0.000 0
城镇化	1.387 0	0.021 9	1.669 7	0.150 7	1.516 5	1.516 5	1.745 6	0.000 0
W 废气排放量	—	—	3.297 0	0.226 7	—	—	2.391 2	0.000 0
W 废水排放量	—	—	-1.741 8	0.185 4	—	—	-1.765 8	0.000 0
W 固废产生量	—	—	0.254 2	0.702 2	—	—	0.698 9	0.000 7
W 城镇化	—	—	2.196 8	0.316 4	—	—	3.564 7	0.000 0
P 值	—	—	—	—	-0.389 9	0.024 7	-0.999 9	0.000 9
未调整的 R^2		0.937 3		0.985 4		0.957 8		0.988 2
调整的 R^2		0.895 4		0.927 1		0.929 6		0.941 2

由表 1 可以看出,较为理想的模型是 SDM 模型,原因有三:一是回归模型(OLS)和空间自回归模型(SAR)的前提假设都是自变量间没有空间外部性,这与实际情况不相符,模型分析结果的拟合优度(调整与未调整的)较 SDM 都低,而回归模型又假设因变量不存在空间依赖性(即各区域产业结构变化互不影响),这将得不到空间杜宾模型(SDM)的

支持;二是空间滞后模型(SLX)虽考虑了自变量间的空间外部性,但相比空间杜宾模型(SDM),它忽视了因变量的空间依赖性;三是相比以上三种模型,空间杜宾模型(SDM)既考虑了自变量间的空间外部性,也顾及了因变量的空间依赖性,且模型结果的拟合优度调整前后都最高,所有变量在 5% 的水平下都通过了显著性检验。

(二)实证结果

对于长江经济带污染排放对产业发展影响的 3 大空间效应,接收效应、发出效应和交互效应,参照

式(11),依据 SDM 模型,利用 Matlab 7.0 运行相关程序,结果见表 2。

表 2 长江经济带各省(市)污染排放对产业发展影响的接收效应、发出效应和交互效应

地区	长江下游				长江中游				长江上游			
	上海	江苏	浙江	安徽	江西	湖北	湖南	四川	重庆	云南	贵州	
长江下游	上海	-0.123 7	-0.091 4	0.216 0	0.000 0	-0.083 1	-0.024 9	-0.016 6	-0.024 9	-0.191 1	0.083 1	0.000 0
	江苏	0.113 0	-0.058 9	-0.043 2	0.000 0	0.016 6	0.005 0	0.003 3	0.005 0	0.091 4	0.113 0	0.000 0
	浙江	0.172 8	-0.021 6	-0.120 3	0.000 0	0.216 0	0.064 8	0.043 2	0.094 8	0.108 0	0.172 8	0.000 0
长江中游	安徽	-0.079 8	-0.098 0	-0.043 2	0.009 3	0.049 9	0.028 3	0.162 9	0.028 3	0.157 9	0.136 3	0.000 0
	江西	-0.066 5	-0.008 3	-0.216 0	0.000 0	0.140 3	0.174 5	-0.116 3	-0.174 5	-0.041 5	-0.066 5	0.000 0
	湖北	0.013 3	-0.001 6	-0.043 2	0.000 0	0.116 3	0.112 0	0.152 9	0.094 7	0.008 3	0.013 3	0.000 0
	湖南	0.013 3	-0.001 6	-0.043 2	0.000 0	0.116 3	0.094 7	-0.053 9	0.094 7	0.008 3	0.013 3	0.000 0
长江上游	四川	0.013 3	-0.001 6	-0.043 2	0.000 0	0.116 3	0.094 7	0.152 9	-0.112 0	0.008 3	0.013 3	0.000 0
	重庆	0.113 0	0.147 9	-0.043 2	0.000 0	0.116 6	0.005 0	0.003 3	-0.005 0	-0.115 3	0.013 3	0.000 0
	云南	0.113 0	0.147 9	-0.043 2	0.000 0	0.116 6	0.005 0	0.003 3	-0.005 0	-0.091 4	-0.093 8	0.000 0
	贵州	0.113 0	0.147 9	-0.043 2	0.000 0	0.116 6	0.005 0	0.003 3	-0.005 0	-0.091 4	-0.103 1	0.009 3

现对表 2 做以下说明:1.横行表示接收效应,纵列表示发出效应,对角线值及对角线上下方对称位置的数值对表示交互效应。表中数据均为影响产业发展的污染排放弹性系数(由废气、废水和固废三者的弹性系数平均合成),该系数表示:三废排放每增加 1% 对地区产业发展影响的幅度;2.表中正号含义:表明接收地的产业发展,受益于发出地的污染排放,即由于污染发出地的生态环境恶劣促使企业外迁到接收地,从而促进了接收地的产业发展;3.表中负号含义:表明接收地的产业发展,受损于发出地的污染排放,即本地污染排放给本地或邻近区域产业

发展带来的负效应;4.表中数值为 0,说明本地的产业发展不受污染发出地的影响;5.表中及文中所论及的效应,无特殊说明,均为累积效应。

(三)结果分析

1.长江经济带接收的污染排放地发出的效应

1)各地产业发展接收的污染排放发出地的效应(包括本地及其他省市)

为更详细地分析各地接收的效应情况,由表 2 进一步算出各地接收效应的构成及接收的来自各地区的正负效应情况,具体如表 3 所示。

表 3 各地产业发展接收的污染排放溢出的分区效应

地区		效应合计				效应构成				正向效应			负向效应			
		合计	本地效应	正向效应	负向效应	净效应	本地效应	正向效应	负向效应	净效应	长江下游	长江中游	长江上游	长江下游	长江中游	长江上游
长江下游	上海	0.854 9	-0.123 7	0.540 1	-0.191 1	0.225 4	-14.47	63.18	-22.35	26.36	40.00	4.62	55.39	47.83	52.17	0.00
	江苏	0.449 3	-0.058 9	0.337 3	-0.053 2	0.2253	-13.10	75.07	-11.83	50.13	33.50	5.91	60.59	81.31	9.35	9.35
	浙江	0.984 5	-0.1203	0.604 9	-0.259 3	0.225 3	-12.22	61.44	-26.33	22.89	28.57	42.86	28.57	8.34	24.99	66.66
长江中游	安徽	0.793 7	0.009 3	0.500 3	-0.284 2	0.225 3	1.17	63.03	-35.81	28.39	8.64	32.56	58.80	62.56	27.49	9.95
	江西	1.004 4	-0.140 3	0.614 9	-0.249 3	0.225 3	-13.97	61.22	-24.82	22.43	36.48	28.38	35.13	26.67	46.65	26.67
	湖北	0.555 8	-0.112 0	0.390 6	-0.053 2	0.225 4	-20.16	70.28	-9.57	40.55	3.41	68.93	27.66	84.39	0.00	15.61
	湖南	0.439 4	-0.053 9	0.332 4	-0.053 2	0.225 4	-12.26	75.64	-12.10	51.29	4.00	63.50	32.50	84.39	0.00	15.61
长江上游	四川	0.555 8	-0.112 0	0.390 6	-0.053 2	0.225 4	-20.16	70.28	-9.57	40.55	3.41	93.19	3.41	84.39	0.00	15.61
	重庆	0.562 4	-0.115 3	0.393 9	-0.053 2	0.225 4	-20.51	70.04	-9.45	40.07	66.25	5.06	28.69	81.31	9.35	9.35
	云南	0.519 2	-0.093 8	0.372 2	-0.053 2	0.225 3	-18.06	71.70	-10.24	43.39	70.10	5.35	24.55	81.31	9.35	9.35
	贵州	0.537 7	0.009 3	0.372 2	-0.156 2	0.225 3	1.72	69.22	-29.05	41.89	70.10	5.35	24.55	27.67	3.18	69.15

注:此表根据表 2 按分区、正负向效应汇总得到;效应合计=正向效应-负向效应;净效应合计=正向效应+负向效应。

从上表可看出,江西接收的空间总效应值最大,其次是浙江和上海,接收总效应最小的是湖南;各地

接收的本地效应除了安徽和贵州外,其他地区接收的都是负效应;从各地接收的正、负效应来看,接收

正、负效应都较大的地区是江西、浙江、上海和安徽, 其余 7 省市差距不大。

对于每个省市接收污染排放的效应情况, 以上海为例做简要分析。如上海接收到的总效应中, 来自本地的负效应占总效应的 14.47%, 来自区外的正、负效应分别占总效应的 63.18% 和 22.35%, 其中正向效应中有 40% 来自除自身以外的下游另两省, 4.62% 来自长江中游的 4 个省份, 55.39% 来自长江上游的 4 个省市, 负效应中有 47.83% 来自下游另两省, 52.17% 来自中游, 来自上游的为 0。可以看出, 上海的产业发展受中游各省污染排放的负

表 4 各区产业发展接收的“三废”排放溢出的分区效应

地区	效应合计					效应构成				正向效应			负向效应		
	合计	本地效应	正向效应	负向效应	净效应	本地效应	正向效应	负向效应	净效应	长江下游	长江中游	长江上游	长江下游	长江中游	长江上游
长江下游	0.762 9	-0.101 0	0.494 1	-0.167 8	0.225 3	-13.26	66.56	-20.17	33.13	34.02	17.79	48.18	45.83	28.84	25.34
长江中游	0.698 3	-0.074 2	0.459 5	-0.160 0	0.225 3	-11.30	67.54	-20.57	35.66	13.13	48.34	38.52	64.50	18.54	16.96
长江上游	0.545 8	-0.107 0	0.385 6	-0.053 2	0.225 3	-19.58	70.67	-9.75	41.34	46.58	34.54	18.88	82.33	6.23	11.44

从上表可看出, 长江经济带的三个区域中, 长江下游接收自身的负效应比正效应高出 11.81%, 接收上游的正向效应比负向效应高出 22.84%, 接收中游的负向效应比正向效应高出 11.05%; 长江中游接收自身的正效应比负效应高出 29.8%, 接收下游地区的负效应比正效应高出 51.37%, 接收上游的正向效应比负向效应高出 21.56%; 长江上游接收自身的正效应比负效应高出 7.44%, 接收中游地区的正效应比负效应高出 28.31%, 接收下游各地的负效应比正效应高出 35.75%。从接收来自本区的效应可以看出, 长江下游地区污染排放已经对产业发展造成了较大负面影响, 长江中、上游各地污染

表 5 长江经济带各地区污染排放发出的分区效应

地区		效应合计					效应构成				正向效应			负向效应		
		合计	本地效应	正向效应	负向效应	净效应	本地效应	正向效应	负向效应	净效应	长江下游	长江中游	长江上游	长江下游	长江中游	长江上游
长江下游	上海	0.934 7	-0.123 7	0.664 7	-0.146 3	0.394 8	-13.23	71.12	-15.65	42.24	43	4	36	0	100	0
	江苏	0.726 9	-0.058 9	0.452 1	-0.216 0	0.177 3	-8.10	62.19	-29.71	24.39	0	1.84	65.44	52.34	46.90	0.75
	浙江	0.898 2	-0.120 3	0.475 3	-0.302 6	0.052 4	-13.40	52.91	-33.69	5.83	45.45	54.55	0	14.29	28.60	42.86
长江中游	安徽	0.009 3	0.009 3	0	0	0.009 3	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0
	江西	0.904 7	-0.140 3	0.631 4	-0.133 0	0.358 2	-15.51	69.80	-14.70	39.59	36.84	36.85	23.68	62.50	37.50	0
	湖北	0.613 9	-0.112 0	0.388 9	-0.113 0	0.163 9	-18.25	63.35	-18.40	26.70	6.41	69.23	24.36	61.77	25	8.80
	湖南	0.712 0	-0.053 9	0.525 2	-0.132 9	0.338 5	-7.57	73.77	-18.67	47.54	8.86	60.13	30.38	12.49	87.50	0
长江上游	四川	0.613 9	-0.112 0	0.388 9	-0.113 0	0.163 9	-18.25	63.35	-18.40	26.70	6.41	93.59	0	61.77	25	8.80
	重庆	0.912 9	-0.115 3	0.664 6	-0.132 9	0.416 4	-12.63	72.81	-14.56	45.61	42.50	30	13.75	81.27	12.50	6.24
	云南	0.921 4	-0.093 8	0.658 1	-0.169 6	0.394 8	-10.18	71.42	-18.40	42.84	56.06	24.75	19.19	0	39.20	0
	贵州	0.009 3	0.009 3	0	0	0.009 3	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0

从表 5 可以看出, 各地发出的总效应存在较大差距, 其中上海发出的总效应最大, 其次是云南和重

庆, 安徽和贵州发出的总效应最小; 除了安徽和贵州外, 各地对本地发出的都是负效应; 从发出的正、负

向影响较大, 上游各省市污染排放给上海带来的正效应较大, 即这些地区一旦污染排放累积过度, 一些企业便会趋向于外迁到拥有良好投融资环境及更重视环保的上海这类发达地区。对于其它省市接收的效应分析与上海类似, 限于篇幅, 不再逐一分析。

2) 各区产业发展接收的污染排放发出地的分区效应
为便于比较长江经济带各区的接收效应情况, 由表 2 计算得出各区的接收效应及效应构成情况, 具体如表 4 所示。

排放还没有对其产业发展造成太大影响, 环境容量和自净能力短期内还能消解三废排放带来的污染, 但若不注重保护, 长期也难以以为继。从接收本区外的效应看, 长江经济带三区域产业发展除受自身的环境污染影响外, 受邻近区域污染排放的负面影响也不容忽视。

2. 长江经济带污染排放对产业发展的发出效应

1) 各地污染排放发出的效应(包括本身及其他省市)

为进一步分析各地污染排放发出的效应情况, 同样由表 2 进一步算出各地发出效应的构成及发出的来自各区的正负效应情况, 具体如表 5 所示。

庆, 安徽和贵州发出的总效应最小; 除了安徽和贵州外, 各地对本地发出的都是负效应; 从发出的正、负

效应来看,下游各省市发出的正、负效应最大,其次是上游各省,中游各省市发出的正、负效应皆最小。从发出的净效应及其占比看,各区二者差距都较大。

对于各省市污染排放发出的效应情况,仍以上海为例做简要分析。如上海发出的总效应中,对本地发出的负效应占总效应的 13.23%,对区外发出的正、负效应分别占总效应的 71.12% 和 15.65%。发出的正向效应中,有 43% 发送给了除自身以外的下游另两省,4% 发给了长江中游的 4 个省份,36% 发给了长江上游的 4 个省市;发出的负效应全部集中到了中游地区。对于个中原因,我们可做如下分

表 6 各区污染排放发出的分区效应

地区	效应合计				效应构成				正向效应			负向效应			
	合计	本地效应	正向效应	负向效应	净效应	本地效应	正向效应	负向效应	净效应	长江下游	长江中游	长江上游	长江下游	长江中游	长江上游
长江下游	0.853 3	-0.101 0	0.530 7	-0.221 6	0.208 1	-11.58	62.08	-26.35	24.15	29.48	20.13	33.81	22.21	58.49	14.54
长江中游	0.560 0	0.074 2	0.386 4	0.094 7	0.217 5	14.67	51.73	-12.94	53.46	13.03	41.55	19.61	34.19	37.51	2.20
长江上游	0.816 1	-0.107 0	0.670 5	-0.138 5	0.325 0	-13.69	69.19	-17.12	38.38	34.99	49.45	10.98	47.68	25.58	5.01

由上表可知,从各区发出的正负效应构成看,长江下游对自身发出的正效应比负效应高出 7.27%,对上游发出的正向效应比负向效应高出 19.27%,对中游发出的负向效应比正向效应高出 38.36%;长江中游对自身发出的正效应比负效应高出 4.04%,对下游发出的负效应比正效应高出 21.16%,对上游发出的正向效应比负向效应高出 17.41%;长江上游对自身发出的正效应比负效应高出 5.97%,对中游地区发出的正效应比负效应高出 24.37%,对下游地区发出的负效应比正效应高出 12.69%。从对本区发出的效应可以看出,长江上、下游地区的污染排放较严重,已经对其产业发展形成了负面影响,长江中游各地的污染排放还没有累积到影响其产业发展的程度。从各区对本区外发出的效应看,长江经济带下游污染排放对中游产业发展的负面影响最大,上、中游的污染排放对下游的产业发展负面影响都很大。

3. 长江经济带各省市间及各区之间污染排放的交互效应

1) 各省市间污染排放的交互效应

将表 2 中数据去除对角线元素后的全部数据,并按正负号归为两大类,计算各自类别的平均值减去 2 倍标准差为临界阈值,将小于阈值的元素赋值为 0。然后,根据前述交互效应的描述给出各地间的交互效应。同时对表 2 的纵列、横行按长江下游、中游、上游进行汇总,得到各地区接收与发出的效应数据,由这些数据做出图 1。

根据图 1 可将各地交互效应情况分为以下 5 种

析:一方面,若上海污染排放累积过度,上海自身要推进产业高级化发展,淘汰一些落后产能,而这些被淘汰的排污较大的企业大部分可能外迁到了中游省份,致这些地区产业升级难度加大,另一方面,若上海污染加重,会迫使一些对环境要求较高、实力较强的企业外迁到下游和上游地区,从而促进了该地区的产业高级化发展。

2) 各区污染排放发出的分区效应

为便于比较长江经济带各区的污染排放发出效应,由表 2 计算得出各区的发出效应及效应构成情况,具体如表 6 所示。

情形:

一是处于共生 1 的地区有 11 对,包括:上海—浙江、上海—湖北、上海—重庆、上海—四川、江苏—江西、江西—重庆、江西—四川、江西—湖北、湖北—湖南、湖南—云南和重庆—云南;处于共生 2 的地区有 4 对,包括:上海—云南、江苏—云南、江苏—重庆和湖南—四川;处于共生 8 的地区有 2 对,包括:浙江—江西和湖北—四川。



图 1 长江经济带各省市间污染排放对产业发展影响的交互效应

现对图 1 作如下说明:1.其中拥塞表示产业发展相互遏制、排挤,共生表示产业发展相互从对方的污染排放中受益。2.共生 1 表示污染排放两地产业发展皆受益,但横行省(市)较纵列地区受益大;共生 2 表示污染排放两地产业发展皆受益,但纵列省(市)较横行省(市)受益大;共生 8 表示污染排放两地产业发展受益地位均等;3.竞争 2 表示污染排放两地产业发展都受损,但纵列地区受损少些。4.吸纳 1 表示纵列地区污染排放横行地区产业发展受益,吸纳 2 表示横行地区污染排放纵列地区产业发

展受益。5. 无关表示互不影响。

二是处于竞争 2 的地区有 9 对, 包括: 上海—江西、江苏—四川、江苏—湖北、江苏—浙江、浙江—重庆、浙江—四川、浙江—湖北、湖北—重庆和四川—重庆。

三是处于吸纳 1 的地区有 5 对, 包括: 江苏—湖南、浙江—云南、浙江—湖南、湖北—云南和四川—云南。

四是处于吸纳 2 的地区有 5 对, 包括: 上海—江苏、上海—湖南、江西—云南、江西—湖南和湖南—重庆。

五是除了安徽和贵州以外, 其它 9 省市内部之间皆属于拥塞关系, 即在资源环境有限的当下, 9 省市内部的企业在发展过程中必然产生相互遏制、排挤的现象。安徽和贵州与自身是支持关系, 与除了自身以外的其它地区都处于无关状态, 即意味着这两省的污染排放既不对其它地区的产业发展造成影响, 也不影响自身的产业发展, 在一定程度上污染排放可看成是产业发展容许范围内的排放。

2) 各区域间污染排放的交互效应

从图 1 可以看出, 三大区间的交互效应分为支持、共生和掠夺三种关系: 三大区域内部皆是相互支持关系, 即总的来看, 各区内部的污染排放还没有危及到本区整体环境质量, 环境状况对产业发展仍起支持作用; 处于共生 1 关系的是长江下游和长江上游, 长江中游和长江上游, 据上述共生 1 的含义, 这两种情形都是长江上游、中游及下游若皆存在污染排放, 则上游产业发展受益相对较大, 处于掠夺 1 关系的是长江下游和长江中游, 表明下游地区若污染排放过度, 中游地区可能会抢夺或吸引部分优质资源(如拥有资金、技术和管理经验的企业及高素质的人力资源等)过去, 从而推动中游地区的产业发展。

五、主要结论及政策启示

本文运用空间杜宾模型(SDM), 对长江经济带 9 省 2 市 2012 年的污染排放对自身及相邻区域产业发展影响的空间效应(包括正向效应、负效应及交互效应)进行了分析, 得到以下主要结论及政策启示。

(一) 主要结论

1. 长江经济带 9 省 2 市的污染排放及产业发展之间存在显著的空间自相关性。空间杜宾模型(SDM)表明: 各地污染排放存在较强的空间外部性, 由此引致各地的产业发展也具有明显的空间依

赖性。从模型运行结果可以看出, 各地污染排放不仅影响本地的环境质量和产业发展, 而且对邻近省域的环境质量和产业发展也产生影响, 此外各区域间污染排放引起的交互效应对各自产业发展也产生影响。

2. 从各地产业发展接收污染排放地发出的效应来看, 各地接收的总效应存在较大差距; 各地接收的本地效应除了安徽和贵州外, 其他地区接收的都是负效应; 从各地接收的正、负效应来看, 接收正、负效应较大的地区是江西、浙江、上海和安徽, 其余 7 省市差距不大。从各地污染排放对区域产业发展发出的效应来看, 上海发出的空间总效应最大, 其次是云南和重庆, 发出总效应最小的省份是安徽和贵州。除了安徽和贵州外, 各地污染排放对本地产业发展发出的都是负向效应, 对其它地区发出的效应有正有负。

3. 从三大区域产业发展接收各区污染排放发出的效应来看, 三大区域接收的总效应、正向效应和负向效应按大小依次为: 长江下游、中游和上游; 从三大区域污染排放发出的效应来看, 三大区域发出的总效应、正向效应和负向效应按大小依次为: 长江下游、上游和中游。此外, 各区接收、发出的本区效应皆为负向效应, 按大小依次为长江上游、下游和中游; 从三大区间的交互效应来看, 三大区域内部皆是相互支持关系, 长江下游和长江上游、长江中游和长江上游是共生关系, 长江下游和长江中游是掠夺关系。

(二) 政策启示

1. 由于省域环境污染不仅受到周边邻近省域环境污染的影响, 而且还受到区域间结构性差异的影响, 这种结构性差异体现在各个省域自身经济发展水平、区域引资水平、环保意识和技术进步等空间影响因素的差异^[13]。因此, 长江经济带各地政府要因制宜制定产业发展、招商引资及环保等相关政策, 既要统筹考虑自身所处的发展环境, 也要兼顾是否与邻近省域制定的政策存在雷同或冲突, 以避免因重复建设(尤指那些对环境污染较大的建设项目)或区域内耗引发的区域性环境污染, 进而影响区域产业高度化发展。

2. 未来一段时期, 长江经济带要实现产业高度化发展, 需总览全局, 因地制宜, 统筹规划, 以系统观和生态观为指导, 合理进行产业结构调整, 引导产业向生态化方向发展。既要重视各区域之间的产业结构调整, 也要兼顾各地区产业内部的结构调整。一方面要对各地区污染排放较大的企业加以淘汰或整

改,同时也要避免这些污染企业向邻近区域转移,影响当地产业发展;另一方面要大力推动低污染、低排放的现代服务业发展,充分发挥服务业较发达的上海、江苏和浙江的辐射带动作用,加快提升安徽、湖北、湖南、四川及贵州等省域的服务业发展水平,推动区域产业结构软化发展。

3.要充分发挥各地政府在产业转型升级过程中的主导作用。各级政府除了加强对企业清洁生产的政策引导外,还要进一步加强环境规制,加大污染治

理及节能减排技术的投资力度,强化区域间在污染治理及减排方面的交流与合作,合力共建联防联控协作机制,尤其要对污染排放发出负向效应较大的长江上、下游各省市,更要加强联防联控,尽可能避免其污染排放对邻近省域造成影响,最大限度地减小区域性环境污染对各地产业发展带来的冲击,力求以较小的环境代价,推动长江经济带产业结构的转型升级,实现长江经济带区域经济与资源环境的和谐共生、协调发展。

参考文献:

- [1] Torvanger A .Manufacturing Sector Carbon-dioxide Emission in Nine OECD Countries ;1973—1987 ;A Divisia Index Decomposition to Changes in Fuel Mix ,Emission Coefficients , Industry Structure Energy Intensities and International Structure[J].Energy Economics ,1991 (13) .
- [2] Arrow K ,Bolin B ,Costanza R ,et al .Economic Growth ,Carrying Capacity and the Environment [J].Science ,1995 ,15(1) .
- [3] 于卫国 .中国经济发展与环境污染关系的实证分析[J].经济问题 ,2011(1) .
- [4] 马晓钰 ,郭莹莹 ,李强谊 .中国经济结构变动对环境污染的影响[J].商业研究 ,2013(4) .
- [5] 梁云 ,郑亚琴 .产业升级对环境库兹涅茨曲线的影响——基于中国省际面板数据的实证研究[J].经济问题探索 ,2014(6) .
- [6] 李姝 .城市化、产业结构调整与环境污染[J].财经问题研究 ,2011(6) .
- [7] 蓝庆新 ,韩晶 .中国经济发展的环境效应研究——基于省际面板数据的实证分析[J].北京师范大学学报:社会科学版 ,2011(6) .
- [8] 万永坤 ,董锁成 .产业结构与环境质量交互耦合机理研究——以甘肃省为例[J].地域研究与开发 ,2012 ,31(5) .
- [9] 唐德才 .工业化进程、产业结构与环境污染——基于制造业行业和区域的面板数据模型[J].软科学 ,2009 ,23(10) .
- [10] 范定祥 ,刘会洪 .中国省区碳排放强度的分布特征及其变化分析[J].西安财经学院学报 ,2012(3) .
- [11] James P LeSage , R Kelley Pace .Spatial Econometric Models [M].New York :Springer Berlin Heidelberg ,2010 .
- [12] 王保滔 ,张婷 ,杨一文 .财政政策的产业结构优化效应分析[J].生产力研究 ,2014(5) .
- [13] 许和连 ,邓玉萍 .外商直接投资导致了中国的环境污染吗? ——基于中国省际面板数据的空间计量研究[J].管理世界 ,2012(2) .

Analysis on Space Effect of Pollution Emissions on the Impact of Industrial Development in the Yangtze River Economic Belt

CUI Mu-hua ,YIN LI-song

(School of Economy , Huaibei Normal University , Huaibei 235000 , China)

Abstract: Based on space Durbin (SDM) Model, space effect of pollution emissions on impact of industrial development of itself and the adjacent area are analyzed. The results show: pollution emissions not only have an influence on the local industrial development, also on the adjacent area in the Yangtze River economic belt. On the one hand, the impact is embedded through industrial development receiving the positive and negative effects of pollution emissions; on the other hand, the impact is embedded through positive and negative effect of pollution emissions to industrial development. In addition, the impact can also be embedded through receiving and sending the interaction effect in various provinces and cities in the Yangtze River economic belt.

Key words: the Yangtze River economic belt; pollution emissions; industrial development; SDM model; space effect

(责任编辑:张治国)

长江经济带污染排放对产业发展影响的空间效应分析

作者: [崔木花](#), [殷李松](#), [CUI Mu-hua](#), [YIN LI-song](#)
作者单位: [淮北师范大学经济学院, 安徽淮北, 235000](#)
刊名: [统计与信息论坛](#) 
英文刊名: [Statistics & Information Forum](#)
年, 卷(期): 2015(6)

引用本文格式: [崔木花](#). [殷李松](#). [CUI Mu-hua](#). [YIN LI-song](#) [长江经济带污染排放对产业发展影响的空间效应分析](#)[期刊论文]-[统计与信息论坛](#) 2015(6)