

【生态文明与区域发展】

交互环境规制视角下长三角产业生态化水平测度及提升路径*

陈芳 赵芸霆

摘要:根据2008—2019年长三角地区41个地级市面板数据,应用熵值法和耦合协调度模型测度产业生态化水平指数,运用莫兰指数分析其空间演变特征,结果表明,长三角地区产业生态化有着显著上升的聚集特征。运用固定效应模型研究环境规制对产业生态化的影响机制,可以发现:双重环境规制及协同作用均对产业生态化水平有着显著的促进效应。进一步运用空间杜宾模型分析,可以得出:正式环境规制存在正向溢出效应而非正式环境规制存在负向溢出效应。长三角各地区应采取加大正式环境规制力度,发挥非正式环境规制效用,加强政社关联机制,促进各政府协调合作等措施全面提升产业生态化水平。

关键词:产业生态化;环境规制;耦合协调

中图分类号:F061.5 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-5766(2022)04-0152-09 **收稿日期:**2022-03-25

***基金项目:**安徽省高等学校人文社会科学研究项目“交互环境规制视角下长三角产业生态化水平测度及提升路径”(YJS20210006)。

作者简介:陈芳,女,安徽大学经济学院副教授,硕士生导师(合肥 230601)。

赵芸霆,女,安徽大学创新发展战略研究院硕士生(合肥 230601)。

近年来,我国粗放型的产业结构造成的生态污染、效率低下等问题已经逐渐影响到经济社会发展的全局。党的十九大报告指出,在推动经济社会高质量发展的关键时期,必须注重生态文明建设。产业生态化不仅是促使产业结构升级、保护环境的重要手段,也是落实可持续发展重要方针的必要举措之一。长三角地区以仅占全国3.72%的国土面积,在2020年集中了24.08%的地区生产总值,是中国经济社会发展的重要引擎。然而长三角地区的经济高速增长也伴随着高污染的出现,以废水排放量为例,2020年长三角地区废水排放总量为33.982亿吨,与全国废水排放总量占比高达26.14%,面对经济与环境协调发展的总方针,绿色发展已成大势,长三角地区如何实现高质量发展、产业生态化水平如何

提高是目前需要解决的关键问题。在面临资源使用效率低下和环境保护意识不足的双重困难下,建立产业系统和生态环境系统的新型体系,制定合理的正式环境规制、充分发挥非正式环境规制效用成为提高产业生态化水平的重要保障措施。

一、文献综述

现有文献对于产业生态化的研究主要集中在以下三个方面:一是产业生态化含义界定。陆根尧等(2012)将产业生态化定义为充分的资源使用率及产业与生态的和谐统一;黄志斌、王晓华(2000)认为产业生态化是指将产业活动纳入生态系统循环之中,从而实现产业活动与生态系统的良性循环和可持续发展

展。二是产业生态化测度方法。目前产业生态化测度方法主要包括生态效率法(王恩旭、武春友,2011)、层次分析法和因子分析法(陆根尧、盛龙,2012)、熵值法和耦合协调法(张国俊、王珏晗,2018)这三种主流方法。三是产业生态化的驱动因素分析。斯丽娟(2019)主要探究了经济发展水平、城镇化水平、环境治理能力等因素对西部地区产业生态化的影响程度,高锦杰(2020)则是探究绿色金融对我国产业结构生态化的影响机制,韩若冰(2020)从数字技术的视角对文化创意产业生态化进行了研究。

环境规制作为干预企业生产行为及污染排放的行政手段,受到国内外学者的长期关注(雷玉桃,2018),现有文献对于环境规制与产业绿色发展的研究主要分为观点差异化研究与对象多样化研究。观点差异化研究认为,环境规制与产业绿色发展的关系主要分为以下三种作用:一是促进作用。依据波特假说(Ambec S,2013)中的创新补偿理论可知,环境规制给企业带来了环境治理的压力,从而倒逼企业进行技术创新,技术创新不仅提高了资源利用率,也进一步提高了企业的竞争力,从而促使产业生态化。二是抑制作用。相关学者认为环境规制会增加企业成本,降低绩效和竞争力,例如赵霄伟(2014)研究城市工业面板数据发现,提高环境规制强度会降低经济增速,企业未得到足够的经济利润的同时,也会降低绿色产业升级的成本,从而抑制产业生态化。三是非确定作用。相关学者通过研究发现,环境规制在长期可以促进绿色产业发展,例如李斌(2017)等在探究环境规制与循环经济绩效关系时得出呈U型曲线。对于样本多样化研究,根据现有文献,可以发现,不同学者从不同的研究样本对于环境规制与产业生态化之间影响机

制进行了研究,尹礼汇(2021)基于长江经济带视角,探究了环境规制对于污染密集型产业生态化效率的相关关系;杨林(2021)选择海洋产业结构为研究对象,探究了环境规制以及不同的环境规制工具对其的影响机制;张媛媛(2020)选择全国产业生态水平为样本,对其时空演变及影响因素进行了研究。

现有研究主要从正式环境规制视角对产业生态化水平进行研究,忽略了非正式环境规制的重要性以及非正式环境规制与正式环境规制对产业生态化水平的交互作用,正式与非正式规制之间不仅影响彼此的强度,也产生协同作用,将非正式环境规制看作正式环境规制的补充略显片面(许学国、张俊杰,2019)。本文将正式环境规制与非正式环境规制作为解释变量,探究其对于长三角产业生态化的影响机制。文献中以长三角流域为研究整体,测度长三角地区产业生态化水平尚未有统一的标准,应选取合适的指标体系对长三角流域产业生态化水平进行测度,本文利用熵值法和耦合协调度模型,选用长三角耦合协调度作为产业生态水平指标。长三角作为我国经济发展的重要引擎,如何通过恰当的环境规制组合促使其完成产业生态转型具有重要研究价值。

二、长三角产业生态化水平测度

基于相关学者研究成果,本文依据长三角地区实际情况构建长三角产业生态化水平指标体系,并运用熵值法及耦合协调度模型对其进行测度。

(一)指标体系构建

产业生态化旨在产业结构升级与生态环境保护的协同发展,因此,本文借鉴相关文献,将产业生态化划分为产业系统及生态系统,并构建指标体系如表1所示。

表1 产业生态化水平评价指标体系

目标层	准则层	指标层	单位	权重
产业生态化水平	产业系统	人均GDP	元	0.0962
		第二产业增加值/第三产业增加值	%	0.0471
		第二、三产业增加值总额	亿元	0.2203
		人均实际利用外资	万美元/人	0.1811
		产业高级化指数	人	0.1346
	生态环境系统	建成区绿化覆盖率	%	0.0098
		人均工业废水排放量	万吨/人	0.0165
		一般工业固体废弃物综合利用率	%	0.0062
		万元GDP水耗	立方米/万元	0.117
		生活垃圾无害处理率	%	0.0122

资料来源:作者构建。

在产业系统指标构建中,选取人均GDP、第二、三产业增加值总额,人均实际利用外资这三项指标表示产业系统中的量,选取第二产业增加值/第三产业增加值以及产业高级化指数表示产业系统的质。其中,产业高级化指数参照郭付友(2019)的方法,以信息传输、软件业和计算机服务单位从业人员数以及交通运输、邮政和仓储业单位从业人员数总和与采矿业和制造业单位从业人员总和的比值表示。产业生态化指标体系中生态环境系统的评价标准包含着生态环境的现状以及环境自我修复能力,而生态化在产业发展过程中可以体现为处于开端的资源消耗量、使用过程中的污染排放量以及末端的污染循环利用率,因此,本文选择建成区绿化覆盖率、人均工业废水排放量、一般工业固体废弃物综合利用率、万元GDP水耗以及生活垃圾无害化处理率这五项指标对生态环境系统进行衡量。

(二)研究方法

1.熵值法

熵值法是根据各项指标提供的信息量来赋予不同指标相应的权重,可以有效规避人为主观意识的不科学性,从而使得结果更加真实可信。因此,本文主要运用熵值法确定长三角产业生态化评价指标体系权重,首先对原始数据进行无量纲化处理,选用极差标准化方法,其标准化公式为:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}$$

其中, $\min x_{ij}$ 、 $\max x_{ij}$ 、 x_{ij} 为指标 j 的最小值、最大值和实际值。

2.耦合协调度模型

产业生态化是产业系统与生态环境系统相互协同作用的体现,并且产业系统决定了产业生态化水平的规模与强度,生态系统决定了产业生态化水平的效率和可持续性,两者处于相辅相成的合作形态,因此本文采用耦合协调分析方法分析长三角地区产业生态化水平,具体公式如式(1)所示。

$$C = (I E_i)^k / (\alpha I_i + \beta E_i)^{2k} \tag{1}$$

式(1)中, C 为产业系统与生态环境系统的耦合度, C 的数值在 0 至 1 内,数值越大表示产业系统与生态环境系统之间耦合程度越好, I_i 和 E_i 分别表示产业系统和生态环境系统评价指数, α 、 β 、 k 是参数,

α 、 β 均取值 0.5, k 取 5。接着根据耦合发展度函数计算协调度,公式如下:

$$D = \sqrt{C(\alpha I_i + \beta E_i)} \tag{2}$$

式(2)中, D 为产业效率与生态效率协调度, C 的取值范围为 0 至 1 之间,数值越大表示协调度越高,根据相关研究成果,将耦合协调度划分为 10 个等级(见表 2)。

表 2 产业系统与生态环境系统协调度分类及协调等级

耦合协调度 D 值区间	协调等级	耦合协调程度
(0.0—0.1)	1	极度失调
[0.1—0.2)	2	严重失调
[0.2—0.3)	3	中度失调
[0.3—0.4)	4	轻度失调
[0.4—0.5)	5	濒临失调
[0.5—0.6)	6	勉强协调
[0.6—0.7)	7	初级协调
[0.7—0.8)	8	中级协调
[0.8—0.9)	9	良好协调
[0.9—1.0)	10	优质协调

数据来源:作者参考了文末第 5 条文献,并通过 SPSSAU 软件得出表 2 中数据。

(三)研究范围及数据来源

本文选取 2008—2019 年长三角地区 41 个地级市形成的面板数据为计量基础,数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国环境年鉴》以及长三角地区各省份的统计年鉴,对于个别缺失数据采取插值法进行补充。

三、长三角产业生态化水平特征分析

为探究长三角产业生态化水平特征事实,本文分别从指标权重及产业生态化水平指数两个方面对其进行研究。

1.指标权重分析

根据表 1 可得,对于长三角产业生态化水平影响最大的是第二、三产业增加总值(0.2203)、人均实际利用外资(0.1811)、产业高级化指数(0.1346)以及万元 GDP 水耗(0.117),而一般工业固体废弃物综合利用率(0.0062)以及建成区绿化覆盖率(0.0098)对长三角产业生态化水平的作用并不明显。说明在长三角地区,政府为提高产业生态化水平主要依靠第二、三产业的发展及外部投资,产业高级指数对于产业生态化水平的影响也反映了第三产业的良好发展,对于产业生态化水平的提

高起到了较大影响。在企业创新初期,由企业内部独自承担环保技术创新成本是比较困难的,外部投资可以有效地解决这一问题,促使科技创新。对于已有污染物如何集中处理或综合利用依旧是尚未解决的难题,绿色循环系统仍不完善,在集中精力解决污染源头的同时,也需要对于污染物如何综合利用采取关注,从而进一步提升产业生态化水平。

2.产业生态化水平指数分析

为了直观显示长三角流域地级市产业生态化水平区域差异,利用 arcgis 软件分别对 2008 年和 2019 年长三角产业生态化水平指数进行可视化分析(见图 1)。长三角产业生态化水平空间格局存

在区域异质性的特征,宿州市、亳州市、丽水市、金华市和台州市一直处于较低产业生态化水平,宁波市、杭州市、宿州市、合肥市、南京市和上海市则一直处于较高产业生态化水平。2008 年产业生态化水平处于最低行列共有 4 个地级市,而 2019 年地级市数量则上升为 9 个地级市,反映出全面提升长三角产业生态化水平是紧迫且有意义的。从空间动态变化上看,产业生态化高水平区域处于长三角流域中部,并呈现由中部逐渐向周围扩散的趋势,存在明显的集聚效应,杭州市、安庆市、阜阳市、湖州市、苏州市、无锡市等地级市产业生态化水平有了显著提升,从总体上看,长三角流域产业生态化水平明显提升。

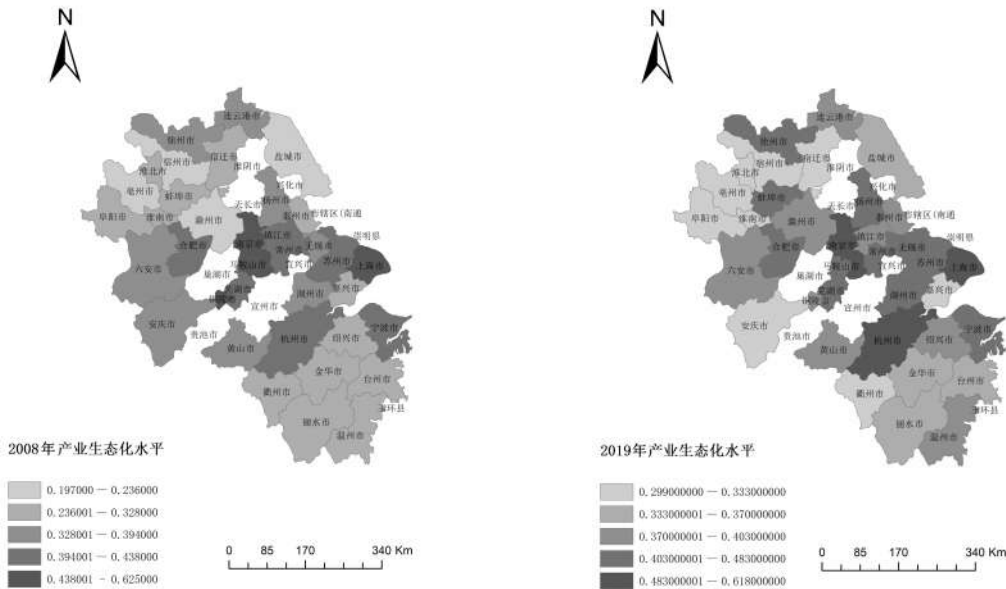


图 1 2008 年与 2019 年长三角产业生态化水平时空演变图

资料来源:作者绘制。

四、环境规制及其交互作用对产业生态化水平的影响分析

结合相关数据,运用固定效应模型对环境规制及其协同作用对产业生态化水平影响机制进行研究,接着利用莫兰指数对长三角地区产业生态化水平进行空间相关性分析,最后运用空间计量模型对正式环境规制与非正式环境规制溢出性进行探讨。

(一)计量模型设定

1.一般回归模型

为探究长三角正式环境规制与非正式环境规制对产业生态化水平的影响,构建模型(1):

$$ECO_{it}=\beta_0+\beta_1FER_{it}+\beta_2ZFER_{it}+\beta_3IS_{it}+\beta_4FI_{it}+\beta_5TE_{it}+\beta_6IN_{it}+\varepsilon_{it} \tag{1}$$

为探究正式环境规制与非正式环境规制交互作用,构建模型(2):

$$ECO_{it}=\beta_0+\beta_1FER_{it}\cdot ZFER_{it}+\beta_2IS_{it}+\beta_3FI_{it}+\beta_4TE_{it}+\beta_5IN_{it}+\varepsilon_{it} \tag{2}$$

其中, i 代表地区, t 表示时间, ε 代表残差项。

2.空间面板模型

环境规制在各城市间并不是完全独立的,地级市的环境规制程度会受周边地区环境规制强度的影响,因此,为探究正式环境规制与非正式环境规制对于长三角产业生态化水平的溢出效应,本文引入空间杜宾模型,模型基本形式如下:

$$y_{it}=c+\rho \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt}+X_{it} \beta+\theta \sum_{j=1}^N w_{ij} X_{jt}+u_i+\delta_t+\varepsilon_{it} \quad (3)$$

模型(3)中, ρ 表示空间回归系数, θ 表示解释变量的溢出效应, u_i 表示空间固定效应, δ_t 表示时间固定效应, ε_{it} 表示随机干扰项,其中, i 代表省份, t 代表时间。

(二)影响因素说明

1.正式环境规制(FER)

本文借鉴俞超的做法,选取工业增加值占工业二氧化硫排放量与工业废水排放量的比重来衡量各城市的环境规制强度,由于工业部门是能源损耗和环境污染的重要场所,选取工业增加值与工业污染物的比值可以很好地衡量环境规制的强度。

2.非正式环境规制(ZFER)

借鉴 Pargal et al. 的方法,选取受教育水平、收入水平以及人口密度三个单项指标并运用熵值法计算各单项指标的权重,进而构建非正式环境规制综合指数。用该指数对非正式环境规制进行衡量。

3.控制变量

参考相关文献,选取以下控制变量:一是创新能力(IN),采用城市当年专利申请数进行表示。二是产业结构(IS),利用第二产业增加值与第三产业增加值的比值作为产业结构的代理变量。三是外商投资(FI),选取地级市层面人均外商投资的对数进行衡量。四是科学技术条件(TE),将科学支出占地区总产值的比重作为衡量科学技术条件的代理变量。

(三)一般回归模型估计结果

探究正式环境规制与非正式环境规制对长三角地区产业生态化水平的影响程度,回归结果见表3。未加入控制变量的情况下,分别对正式环境规制、非正式环境规制以及正式环境规制与非正式环境规制交互项进行回归,得到结果如①、②、③所示,可以发现,结果均显著为正,这说明在长三角地区,正式环境规制与非正式环境规制及两者协同作用均能有效地提高产业生态化水平。分析系数可知,非正式环境规制对于产业生态化水平的改善能力最强,其次是正式环境规制与非正式环境规制的协同作用对于产业生态化水平的影响。

正式环境规制主要通过政府颁发的硬性法律法规倒逼企业进行产业结构升级,使得企业进行技术创新,进而促进产业生态化水平的提升。长三角

地区经济国内领先,政府对于创新企业的资助体系完善,企业在创新初期一般拥有足够的资金进行产业结构升级。因此,在长三角地区,正式环境规制的提高可以有效改善产业生态化水平。非正式环境规制对于长三角产业生态化水平的提高有着显著的影响,随着长三角地区群众环保意识的提高以及基础环保知识的普及,促使消费者对于绿色产品的需求日益渐增,进而侧面激励相关企业对环保绿色产品的重视,大力发展绿色创新能力,抢先占领技术高地,从而推动当地发展绿色经济。在长三角地区,公众对于污染事件的重视、环保组织以及相关媒体对于污染事件的披露,也在一定程度上约束着企业的污染行为,给企业造成道德压力,进而推进产业生态化水平提升。正式环境规制与非正式环境规制的协同作用显著促进产业生态化水平的提高,说明了长三角地区政府及社会公众联动体系成熟,面对政府力量不足以全面覆盖监督企业行为的困境,公众社会的力量可以有效地辅助正式环境规制的执行,降低污染的扩散范围,减轻污染的不良影响;而政府部门的硬性文件同样弥补了道德约束对于污染行为带来的负面代价不足的现状,政府与社会相互配合、相互合作,共同改善长三角产业生态化水平。

分别对模型(1)以及模型(2)进行回归,得到结果如④、⑤所示,在加入控制变量后,正式环境规制以及非正式环境规制的系数均显著为正,拟合优度也有了相应的提升,正式环境规制与非正式环境规制的交互项系数依旧显著为正,进一步说明环境规制对于长三角产业生态化水平的提升具有重要意义。根据表3可知,创新能力、产业结构及外商投资对于长三角产业生态化水平的影响系数均为正。其中,创新能力对产业生态化水平的影响不显著且数据相较于其他控制变量系数过小,说明长三角地区对于节能减排、污染治理等环境保护方面创新动力不足,应加大对绿色新型行业创新性人才的引进及资金投入。产业结构估计系数显著为正,说明在环境规制的硬性约束下,可以有效倒逼企业实现产业结构升级,进而促使产业生态化水平的提升。外商投资影响系数显著为正,反映出长三角地区由于经济地理优势吸纳大量外商投资,并合理利用资金改善长三角地区环境水平,升级污染治理系统,对产业生态化水平

表3 一般计量模型估计结果

变量	①	②	③	④	⑤
<i>FER</i>	0.0518*** (0.00863)			0.0304*** (0.00880)	
<i>ZFER</i>		0.248*** (0.0359)		0.0825* (0.0446)	
<i>FER·ZFER</i>			0.0798*** (0.0182)		0.0388** (0.0183)
<i>IS</i>				0.0185° (0.00979)	0.00999 (0.0112)
<i>FI</i>				0.0665*** (0.0156)	0.0755*** (0.0161)
<i>TE</i>				-0.00602 (0.0237)	0.0187 (0.0234)
<i>IN</i>				2.45×10 ⁻⁷ (2.28×10 ⁻⁷)	3.69×10 ⁻⁷ (2.57×10 ⁻⁷)
Constant	0.354*** (0.00343)	0.295*** (0.0115)	0.362*** (0.00281)	0.163*** (0.0317)	0.169*** (0.0343)
R-squared	0.226	0.206	0.121	0.379	0.332

注:括号内为稳健标准误差。***代表 $P<0.01$, **代表 $P<0.05$, *代表 $P<0.1$ 。
数据来源:作者计算所得。

产生正向影响。科学技术对于产业生态化水平估计系数为负,说明长三角地区绿色环保技术水平依旧处于较低水平,在促使科学进步的同时忽略了对环境的保护。

(四)空间相关性分析

本文空间相关性分析基于长三角地区人均GDP年均值绝对差值的倒数得出空间矩阵*W*。首先从全局莫兰指数上看,2008—2019年的10年中,长三角流域产业生态化水平的全局莫兰指数均为正值,并且,10年莫兰指数*P*值均小于0.05,通过了显著性水平检验,说明长三角地区产业生态化水平在空间上存在着明显的集聚效应。莫兰指数结果如表4所示,所有的指数均为正值并且高度显著,说明长三角地区存在着高度的空间正相关集聚效应,并且根据表4可以得知,这种集聚效应呈现出波动式增长趋势,是因为低产业生态化水平地区会学习模仿周边高产业生态化水平地区相关措施政策,从而相应提高自身产业生态化水平,使得集聚效应产生波动式变动,而产业生态化水平的提高不仅依赖于经验借鉴,也依靠资源利用效率的提升,这促使高产业生态化地区形成战略合作伙伴,共同提高彼此的产业生态化水平,从而使得集聚效应在总体上看呈现上升趋势。

表4 2008—2019长三角产业生态化水平全局莫兰指数

年份	莫兰指数	P值	年份	莫兰指数	P值
2008	0.277	0.000	2014	0.388	0.000
2009	0.285	0.000	2015	0.297	0.000
2010	0.204	0.004	2016	0.368	0.000
2011	0.214	0.002	2017	0.308	0.000
2012	0.344	0.000	2018	0.419	0.000
2013	0.407	0.000	2019	0.396	0.000

数据来源:作者计算所得。

关于引入局部莫兰指数研究局部视角下的长三角流域空间变化特征,本文选取2008年、2019年局部莫兰散点图进行分析(见图2)。根据2008年散点图可知,局部分布主要呈现高高集聚以及低低集聚特征,其中高高集聚地区包括上海、南京、无锡、苏州、杭州、宁波等地,低低集聚地区包括盐城、宿迁、赣州、池州、宣城等地。根据2019年局部莫兰散点图可知,高高集聚和低低集聚特征更加明显,特别是低低集聚效应更为明显,而扬州、芜湖这两个地级市退出了高高集聚地区。

(五)空间溢出效应分析

在基于长三角地区人均GDP年均值绝对差值的倒数得出的空间矩阵*W*下进行空间杜宾固定效应模型回归处理,结果如表5所示。

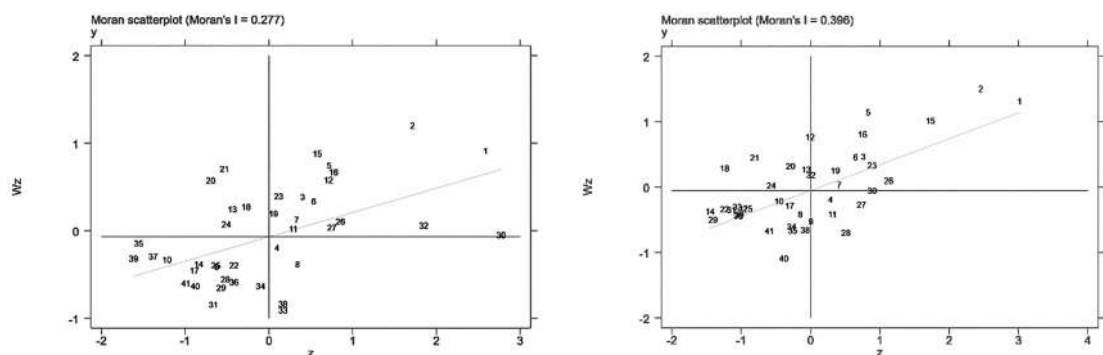


图2 2008年与2019年局部莫兰指数散点图

资料来源:作者绘制。

表5 空间面板模型回归结果

变量	SDM	SAR	SEM
<i>FER</i>	0.00571 (0.0104)	0.0262*** (0.00723)	0.0243*** (0.00781)
<i>ZFER</i>	0.118*** (0.0308)	0.0793*** (0.0287)	0.115*** (0.0301)
<i>IS</i>	0.0296*** (0.00708)	0.0209*** (0.00669)	0.0284*** (0.00742)
<i>FI</i>	0.0654*** (0.00793)	0.0650*** (0.00814)	0.0689*** (0.00821)
<i>TE</i>	0.00451 (0.0123)	-0.0107 (0.0120)	-0.00283 (0.0121)
<i>IN</i>	2.87×10 ^{-7**} (1.16×10 ⁻⁷)	2.55×10 ^{-7**} (1.19×10 ⁻⁷)	3.04×10 ^{-7**} (1.26×10 ⁻⁷)
<i>W·FER</i>	0.0574*** (0.0138)		
<i>W·ZFER</i>	-0.287*** (0.0525)		
<i>RHO</i>	0.133**	0.140**	0.331***
R-squared	0.367	0.590	0.591

***代表 $P<0.01$, **代表 $P<0.05$, *代表 $P<0.1$

数据来源:作者计算。

根据表5可知,在空间杜宾模型中,长三角地区产业生态化水平的空间滞后项系数*RHO*显著为正,进一步说明在长三角地区中,地级市产业生态化水平明显受到相邻地级市产业生态化水平的影响,同时也影响着周边城市的产业生态水平。根据正式环境规制与非正式环境规制空间溢出效应的回归结果可知,正式环境规制具有显著正向溢出效应,本地区正式环境规制的提高有利于周边地区产业生态化水平的提升,可以进一步促进长三角区域生态一体化进程。随着中央政府对环境考核的重视程度的加深,各地方政府与周边地方政府会出现逐顶竞争。当本地区加强正式环境规制强度时,周边地区未避免过多吸纳污染企业从而污染自身环境,

也会相应地提高自身正式环境规制强度,并且当该地区由于正式环境规制加强从而倒逼技术创新,周边地区会得益于创新技术的外部性,从而促进产业生态化水平的加强。非正式环境规制具有显著的负向溢出效应,即本地区的非正式环境规制处于较高水平时,会抑制周边城市产业生态化水平发展,这是由于长三角各地方政府之间的保护主义和过度竞争会抑制知识要素外溢,并且由于政府间协同交流不足导致的文化隔阂,也使得非正式环境规制难以促使周边产业生态化水平的提高。当本地非正式环境规制相较于周边地区过高时,也会造成污染企业转移效应,从而阻碍周边地区产业生态化的提升,同时说明长三角区域一体化进程还需推进,应加强长三角各政府间协调合作,实现产业生态化水平全面提高。

(六)稳健性检验

为验证前文回归结果的稳健性,选择变换回归模型进行稳健性检验,表5显示出空间杜宾模型、空间滞后模型以及空间误差模型三种模型相应的回归结果,根据三种不同空间模型回归结果可知,各变量系数符号相对稳定,无显著变动,因此,认为该模型可以通过稳健性检验,本文中主要研究结论稳健可信。

五、研究结论及政策建议

本文利用2008—2019年长三角地区41个地级市面板数据,利用熵值法及耦合协调度对产业生态化水平指标体系进行测度,分析长三角流域产业生态化水平的时空演变特征及空间聚集效应,运用固定效应模型对正式环境规制与非正式环境规制及协同作用对产业生态化水平的影响进行分析,并运

用空间计量模型分析其溢出效应,得出如下结论:一是长三角地区产业生态化水平有着明显的集聚效应,且高产业生态化水平地区多集中在中部地区。二是正式环境规制及非正式环境规制均对产业生态化水平起到促进作用,两者协同作用也有着显著正向影响。三是正式环境规制存在显著正向溢出效应,而非正式环境规制存在显著负向溢出性。

基于以上研究,本文提出如下提升长三角地区产业生态化水平的五个方面的政策建议。

一是加大正式环境规制力度。各地方政府应提高政策实施效率,加强执法力度,用法律法规硬性约束企业污染情况,完善惩处体系,利用正式环境规制倒逼企业实施绿色技术创新,促使企业产业结构绿色升级。为减轻创新初期企业资金上的困难,政府可以采取提供相关补助、减轻税负等举措,避免由于正式环境规制的增强带来的污染企业转移效应,进而全面提升长三角产业生态化水平。

二是发挥非正式环境规制效用。应重视非环境规制对产业生态化水平的优化作用,扩大基本环保知识普及面,加深社会群体对环境污染危害的认知,提高居民道德素养,避免由于基础环保认知不足导致无法修复的环境危害。应加大非正式环境规制强度,一方面利用道德、舆论的压力对相关污染企业进行行为约束,另一方面通过影响市场需求进而促进企业进行产业结构升级,从而实现产业生态化水平的提高。

三是加强政策法规与社会公众之间的关联机制。在制定正式环境规制的同时,营造良好的社会公众监督体系,实现群众意见多渠道反馈,使得社会公众、环保组织及相关媒体对污染企业行为及时监督并反馈;在加强社会环保意识的同时,给予公众相关法规政策的支持,同时提高相关政府部门对于社会反馈的处理效率,切实维护群众利益。利用正式环境规制与非正式环境规制强度关联效应加快长三角产业生态化水平进程。

四是促进各政府间区域联动。在污染治理方面,由于环境存在溢出效应,无法用行政边界进行划分,相邻政府间刻意规避责任会严重阻碍产业生态化进程。各政府应突破行政壁垒,相互协调治理,对于环境污染积极承担相应责任,完善信息交换机制,进而实现跨界污染的协同治理。在地区发

展方面,各政府间相互协调联动不仅可以加速创新要素以及知识外溢,使得各地区可以因地制宜地补足自身劣势,发扬优势,从而实现各地区互利共赢,还可以避免因不必要的过度竞争而阻碍长三角区域一体化进程,从而使得资源配置最优化。

五是促进科技进步及生态保护协调发展。首先,应加快对污染治理、环保技术等技术性人才的培养,加大绿色创新企业资金投入,进而吸引更多人才流入环保技术创新行业。同时,面对成熟的技术成果,扩大推广实施范围,切实实现长三角产业生态化水平的全面提升。其次,各地政府可实施研发经费、技术补助、税负优惠等措施,激励更多企业进行技术创新,促进产业结构升级,使得传统模型污染企业向绿色化方向转变。最后,应大力推进循环经济、绿色经济等产业发展,提高资源利用效率,选用新能源代替传统的煤气、燃油,从源头上降低污染排放量,推动现代化产业建设,加速长三角高产业生态化水平目标的实现。

参考文献

- [1]陆根尧,盛龙,唐辰华.中国产业生态化水平的静态与动态分析:基于省际数据的实证研究[J].中国工业经济,2012(3).
- [2]黄志斌,王晓华.产业生态化的经济学分析与对策探讨[J].华东经济管理,2000(3).
- [3]王恩旭,武春友.基于超效率DEA模型的中国省际生态效率时空差异研究[J].管理学报,2011(3).
- [4]张国俊,王珏晗,庄大昌.广州市产业生态化时空演变特征及驱动因素[J].地理研究,2018(6).
- [5]斯丽娟.西部地区产业生态化时空演进及其驱动机制[J].甘肃社会科学,2021(4).
- [6]高锦杰.绿色金融对中国经济增长的影响及其区域异质性研究[D].长春:吉林大学,2021.
- [7]韩若冰.数字技术推动下的文化创意产业生态化发展及其向度研究[J].山东大学学报(哲学社会科学版),2020(2).
- [8]雷玉桃,游立素.区域差异视角下环境规制对产业生态化效率的影响[J].产经评论,2018(6).
- [9]Ambec S, Cohen M A, Elgie S, et al.. The Porter Hypothesis at 20: Can Environmental Regulation Enhance Innovation and Competitiveness? [J]. Review of Environmental Economics and Policy, 2013, 7(1): 2—22.
- [10]赵霄伟.环境规制、环境规制竞争与地区工业经济增长:基于空间Durbin面板模型的实证研究[J].国际贸易问题,2014(7).
- [11]李斌,曹万林.环境规制对我国循环经济绩效的影响研

- 究:基于生态创新的视角[J].中国软科学,2017(6).
- [12]尹礼汇,吴传清.环境规制与长江经济带污染密集型产业生态效率[J].中国软科学,2021(8).
- [13]杨林,温馨.环境规制促进海洋产业结构转型升级了吗?——基于海洋环境规制工具的选择[J].经济与管理评论,2021(1).
- [14]张媛媛,袁奋强,刘东皇,等.产业生态化水平的测度及其影响因素研究[J].长江流域资源与环境,2019(10).
- [15]许学国,张俊杰.交互视角下环境规制对工业生态效率的影响[J].软科学,2019(6).
- [16]周映伶,罗胤晨,文传浩.城市产业生态化水平指标体系构建与综合评价[J].统计与决策,2021(6).
- [17]杨得前,刘仁济.地方财政支出对产业生态化的空间溢出效应研究[J].财贸经济,2018(7).
- [18]张治栋,陈竞.环境规制、产业集聚与绿色经济发展[J].统计与决策,2020(15).
- [19]俞超,陆玉梅,潘冬,等.环境规制对全要素能源效率的空间溢出效应研究[J].统计与决策,2021(20).
- [20]郑晓舟,郭晗,卢山冰.环境规制协同、技术创新与城市群产业结构升级:基于中国十大城市群的实证分析[J].广东财经大学学报,2021(3).
- [21]李晟婷,周晓唯,武增海.基于高质量发展的省域产业生态化质量测度与分析:以陕西省为例[J].华东经济管理,2021(11).
- [22]魏巍,陈志国,孙春生,等.京津冀产业生态化水平测度及时空动态演变[J].统计与决策,2020(21).
- [23]韩政,程钰,刘娜.科技创新对中国沿海地区产业生态化的影响研究[J].湖南师范大学自然科学学报,2021(4).
- [24]严立冬,刘昊昕,邓远建,等.农业生态资本投资水平及其空间溢出效应研究[J].中国地质大学学报(社会科学版),2021(6).
- [25]高思齐,郭付友.山东省限制开发区产业生态化时空分异特征与驱动因素[J].地理与地理信息科学,2021(3).
- [26]郭付友,佟连军,刘志刚,等.山东省产业生态化时空分异特征与影响因素:基于17地市时空面板数据[J].地理研究,2019(9).
- [27]陈长.省域生态产业化与产业生态化协同发展理论、实证:以贵州为例[J].贵州社会科学,2019(8).
- [28]原伟鹏,孙慧,闫敏.双重环境规制能否助力经济高质量与碳减排双赢发展?——基于中国式分权制度治理视角[J].云南财经大学学报,2021(3).
- [29]程钰,李晓彤,孙艺璇,等.我国沿海地区产业生态化演变与影响因素[J].经济地理,2020(9).

Measurement and Promotion Path of Industrial Ecological Level in the Yangtze River Delta from the Perspective of Interactive Environmental Regulation

Chen Fang Zhao Yunting

Abstract: According to the panel data of 41 prefecture level cities in the Yangtze River Delta from 2008 to 2019, the entropy method and the coupling coordination degree model are used to measure the level index of industrial ecology, and the Moran index is used to analyze its spatial evolution characteristics. The results show that the industrial ecology in the Yangtze River Delta has a significantly rising aggregation characteristic. Using the fixed effect model to analyze the impact mechanism of environmental regulation on industrial ecology, dual environmental regulation and synergy have a significant promoting effect on the level of industrial ecology. Further using the spatial Dobbins model, it is concluded that there is a positive spillover effect in formal environmental regulation and a negative spillover effect in informal environmental regulation. All regions in the Yangtze River Delta should strengthen formal environmental regulation, give full play to the effectiveness of informal environmental regulation, strengthen the political and social association mechanism, promote the coordination and cooperation of governments and other measures to comprehensively improve the level of industrial ecology.

Key Words: Industrial Ecology; Environmental Regulation; Coupling and Coordination

(责任编辑:柳 阳)