

产业集聚提升了长江经济带城市工业绿色发展效率吗?

黄磊

(西南大学 经济管理学院 重庆 400715)

摘要: 产业集聚过程存在密集的物质能量流动,极大影响着地区和产业绿色发展能力。从规模扩张效应、产业协同效应和梯度转移效应梳理产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率影响的作用机理,基于长江经济带110个地级及以上城市2011—2016年面板数据,采用空间杜宾模型系统分析产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率的影响效应。研究发现:产业集聚整体对长江经济带城市工业绿色发展效率存在较强的抑制效应,传统高能耗产业为样本期内集聚产业主体;产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率影响的地区异质性显著,促进作用呈上游、中游、下游地区梯度递增格局;产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率具有显著的“U型”空间溢出效应,在中下游地区城市表现尤为明显。进一步提升长江经济带城市工业绿色发展能力,应加快工业生态集聚,构建绿色制造体系,推动产业绿色协同合作。

关键词: 产业集聚; 城市效率; 工业绿色发展; 长江经济带

中图分类号: F427

文献标志码: A

文章编号: 1001-4799(2021)01-0115-11

DOI:10.13793/j.cnki.42-1020/c.2021.01.012

一、引言

长江经济带作为新时期我国经济发展的战略支撑带,集聚着一批国家级、世界级产业集群,是引领我国经济高质量发展的重要生力军。特别是长江经济带工业规模庞大、集聚程度较高、增长效应突出,2019年工业增加值高达14.86万亿元,占全国比重为46.87%,而同期经济总量份额为46.20%,集聚着国家近一半的工业产能与经济动能^①。然而产业集聚在释放规模经济效应的同时,也加剧资源环境容量消耗速率,产生系列环境问题,仅2018年长江经济带突发较大级以上环境事件占到全国一半。长江经济带产业集聚伴生的环境问题引起国家高度关注,2017年8月,国家工信部等五部委联合出台《关于加强长江经济带工业绿色发展的指导意见》,要求规范工业集聚发展,实施最严格的能耗环保标准;2018年4月,习近平总书记在深入推动长江经济带发展座谈会上提出必须破解沿江工业无序发展难题;2020年11月习近平总书记在全面推动长江经济带发展座谈会上强调要全面提高资源利用效率。工业作为长江经济带产业集聚的主导类型及主要产污部门,而城市是现代经济活动的核心空间单元,优化城市工业集聚是长江经济带绿色高质量发展的题中之义。那么产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展的内生动力——工业绿色发展效率究竟产生了何种影响?是促进还是抑致?又该如何加速工业绿色集聚进而提升工业绿色发展效率?

产业集聚是指企业在一定地理空间范围内大规模聚集的经济现象,在产业集聚过程中企业与周边环境存在巨大的物质能量交换,使得区域绿色发展能力产生变化,引起绿色发展效率改变^②。绿色发展效率是对区域绿色生产能力的评价反映,表示在区域生产能力扩张的同时注重对生态环境的恢复与保护,控

^①笔者根据中经网统计数据库及EPS数据平台计算获得。

^②黄庆华、时培豪等《产业集聚与经济高质量发展:长江经济带107个地级市例证》,《改革》2020年第1期。

收稿日期: 2020-07-10

基金项目: 国家社会科学基金青年项目“长江上游地区‘化工围江’的环境风险及差异化治理路径研究”(20CJL021)

作者简介: 黄磊(1991-),男,湖北孝昌人,西南大学经济管理学院讲师,中国西部非公经济发展与扶贫反哺协同创新中心、西南大学经济研究中心兼职研究员。

制环境废弃物排放规模与强度,社会生产生活过程趋于低碳清洁化,实现环境、经济、社会耦合协调可持续发展^①。因此,绿色发展效率与绿色发展能力、绿色生产能力的内涵具有一致性,本文未对三者进行明确区分。学术界围绕产业集聚与绿色发展效率的关系展开了大量研究,主要集中于三个方面:

一是判断产业集聚对绿色发展效率的影响存在性及差异性^②。产业是组织区域经济活动的核心载体,产业集聚过程伴随着劳动力、资源、能源等生产要素的收缩与扩张,势必会作用于区域绿色发展能力,多数研究表明产业集聚对区域绿色发展效率具有显著影响^③。然而产业集聚的绿色效应却呈现出显著的差异性,主要表现在集聚类型异质性、集聚产业污染属性异质性以及集聚区域异质性。多样化集聚有利于强化企业间的内在联系,产生良性的绿色技术溢出效应,而专业化集聚则可能引致产业结构同质化与资源过度消耗^④。传统高耗能型产业集聚易加剧资源消耗和污染排放,强化粗放发展路径依赖,而绿色清洁型产业集聚则有利于巩固绿色发展动能,提升区域绿色生产能力。东部沿海地区产业梯度整体较高,产业集聚的绿色协同创新效应较强,而中西部内陆地区则可能出于拉动经济增长需求,使得集聚产业质量不高。产业集聚的异质性使得对绿色发展能力的影响多呈现出较大的差异性^⑤。

二是探究产业集聚与绿色生产率的作用形态^⑥。由于产业集聚是一种动态演化过程,对区域绿色发展能力一般具有不确定性^⑦,或呈单一线性关系,或呈“U型”关系,或呈“倒U型”关系,或呈“N型”关系,或具有门槛特征。其中以“U型”和“倒U型”为主^⑧。前者实证结果表明产业集聚前期以产能扩张效应为主,资源消耗速率超出环境承载能力,而后期生产技术逐步改进,产生集聚绿色创新效应。后者则表明产业集聚前期的增长效应大于污染效应,增长红利足以抵消环境成本,而后期则由于技术改进滞后,环境负效应逐步凸显。产业集聚对绿色生产率影响呈现出诸多不同作用形态特征,在不同时间和产业类型下均有其合理之处,需根据产业集聚的具体情况加以实证检验,在欠发达阶段的重化工产业集聚环境效应较差,而发展水平较高的现代服务业集聚则具有较好的环境效应^⑨。

三是识别产业集聚对绿色发展效率的影响机制^⑩。在明确集聚绿色经济效应基础上,学界逐渐关注产业集聚对绿色发展效率影响的内在机制,探究产业集聚作用于绿色发展效率的背后机理。多数学者基于产业集聚的规模经济效应、技术创新效应与市场拥挤效应等假说,提出产业集聚影响绿色发展的预期理论渠道,进而采用普通面板模型、iv-Tobit模型、门槛模型、空间计量模型、系统GMM模型等工具,实证判定产业集聚影响绿色发展的作用机制^⑪。一般认为产业集聚主要通过绿色技术创新、外商直接投资、产业结构优化、市场分割、环境规制、劳动力流动等机制对区域绿色发展能力产生影响。除产业集聚的绿色技术创新效应对绿色生产能力的正向促进作用较为显著外,其他作用渠道对区域绿色生产能力影响多呈现出阶段性,而在区域空间关联性增强条件下产业集聚的绿色发展效应机制愈加复杂^⑫。

自2014年长江经济带发展上升为国家重大战略,作为国家诸多产业的主要集聚区,定位于打造中国经济新支撑带,学界前期更加关注产业集聚对长江经济带经济增长的影响效应探讨,长江经济带产业集

①黄磊、吴传清《长江经济带城市工业绿色发展效率及其空间驱动机制研究》,《中国人口·资源与环境》2019年第8期。

②Qingying Zheng, Boqiang Lin, "Impact of Industrial Agglomeration on Energy Efficiency in China's Paper Industry", *Journal of Cleaner Production*, Vol.184, 2018.

③郭艳花、梅林等《产业集聚对绿色发展效率的影响机制——以吉林省限制开发区为例》,《地理科学》2020年第9期。

④程中华《集聚经济与绿色全要素生产率》,《软科学》2015年第5期。

⑤Jiao Yao, Xiaohui Zan, Zhi Li, "Analysis on the Influence of Industrial Agglomeration on Smog Pollution Based on Spatial Perspective", *Agro Food Industry Hi-Tech*, Vol.28, No.1, 2017.

⑥郭庆宾、骆康《长江中游城市群资源集聚能力的空间溢出效应及影响因素》,《湖北大学学报(哲学社会科学版)》2019年第6期。

⑦Gang Zeng, Chengxuan Geng, Haixia GUO, "Spatial Spillover Effect of Strategic Emerging Industry Agglomeration and Green Economic Efficiency in China", *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol.29, No.5, 2020.

⑧王明康、刘彦平等《旅游产业集聚对环境污染的差异性影响:287个地级市例证》,《改革》2019年第2期。

⑨袁华锡、刘耀彬等《产业集聚加剧了环境污染吗?——基于外商直接投资视角》,《长江流域资源与环境》2019年第4期。

⑩林伯强、谭睿鹏《中国经济集聚与绿色经济效率》,《经济研究》2019年第2期。

⑪Suxia Xia, Yingming Zhu, Kuanqi Du, "The Impact of Industrial Agglomeration on Industrial Pollutant Emission: Evidence from China under New Normal", *Clean Technologies and Environmental Policy*, Vol.19, No.9, 2017.

⑫吴传清、申雨琦《中国装备制造业集聚对绿色创新效率的影响效应研究》,《科技进步与对策》2019年第5期。

聚的绿色发展问题未引起足够关注。但随着 2016 年“生态优先、绿色发展”战略定位的确立,产业集聚与长江环境保护与绿色发展关系研究日益突显,侧重分析产业集聚对长江经济带区域绿色发展效率的影响效应,以及高污染属性产业集聚的时空特征与生产效应。多数研究表明粗放型产业集聚在长江经济带上游地区表现地较为明显,对区域绿色发展效率具有抑制作用^①,而下游地区则以市场型产业集聚为主导,可激发区域绿色技术创新能力并提升绿色发展效率。对长江经济带高耗能产业集聚特征研究则表明其集聚程度显著高于全国其他地区,但可依托技术进步促进生产发展^②。学界关于长江经济带产业集聚绿色效应的研究仍处于区域整体关系研判阶段,对重点行业绿色效应关注不够。

综观学界关于产业集聚与绿色发展效率的研究脉络,在研究方法、关系形态及内在机制方面已形成较为完整的研究框架,但现有文献关于产业集聚对绿色发展效率影响的作用机理趋于碎片化,侧重从整体经济集聚角度探究产业集聚对绿色发展效率的影响效应,偏向关注产业集聚与长江经济带区域绿色发展效率的作用关系。立足于现有文献成果,本文的边际贡献在于:一是在理论上将产业集聚对绿色发展效率影响机理分解为多重效应,系统分析产业集聚作用于区域绿色发展能力的内在动力;二是着重探讨工业这一主要产污部门集聚的绿色空间效应,明确促进工业生态集聚的核心要义;三是强化对长江经济带工业集聚环境效应及其异质性分析,理清践行绿色发展理念的产业集聚思路。有鉴于此,本文将系统梳理产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率影响的理论机理,进而分析产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率的影响效应及地区差异性,并提出提升长江经济带工业绿色发展效率的对策建议。

二、理论分析与研究假说

工业企业为节省生产和交易成本而在一定空间范围内大规模集聚,但在获得集聚规模经济过程中也加速消耗地区生态环境容量,影响工业绿色发展的内生性。作为正处于工业化中期而绿色转型发展需求突显的长江经济带,产业集聚对其城市工业绿色发展效率的作用机理可归纳为以下三种效应:

1. 规模扩张效应。在产业集聚初始阶段,集聚有利于共享道路、厂房、水电等基础设施,节省交通运输成本和交易成本,工业企业基于集聚红利考虑,倾向大幅增加产能以增强经济效益。故而企业在利益刺激下会加快集聚速率,对劳动力、土地、资源、能源等生产要素需求加速扩张。由于早期集聚企业一般为技术水平较低的资源密集型和劳动密集型工业企业,资源能源利用效率较低,能耗强度与排污强度均处于高位水平,生产过程易产生大量环境废弃物,以至超出资源环境承载能力,使生态环境质量急剧下降。政府为推动经济快速增长,在企业保证税收、经济增长及就业稳定的前提下,也倾向放松环境管制,对企业排污行为干预相对较少,企业生产的私人环境成本低于社会环境成本,产能进一步加快扩张。在产业集聚初期,经济发展尚不充分,政府和企业偏向将资源更多投入生产领域而非环保领域,清洁生产技术滞后,环境治理能力相对较弱,工业绿色发展内生动力不足。长江经济带 2018 年工业增加值增速为 7.10%,高于全国平均增速 1.78 个百分点,整体仍处于高速工业化时期,特别是中上游地区城市面临巨大的增长压力与发展需求,产业集聚带来的规模扩张效应可能较为突出。据此,提出如下研究假设:

H1: 产业集聚会加剧长江经济带低端产能扩张,抑制工业绿色发展效率提升。

2. 产业协同效应。当产业集聚达到一定程度后,企业间联系已不限于共用共享基础设施,更多体现在生产过程中互联互通,逐渐形成完整的产业链条乃至产业集群,由地理近邻集聚向内生协同关联转变,企业间交流与合作愈益频繁,有利于生产技术加速革新并提升产品附加值与绿色竞争力。特别是处于同一产业链条不同环节的工业企业集聚对提升资源能源利用效率极为有利,受益于范围经济与规模经济,上下游配套企业和相关企业发挥集聚力。产业集聚带来的生产效率提升,使居民收入和生活水平明显改善,在物质需求得到满足的基础上,生态环境需求开始凸显,政府也会从严工业生产环境标准^③,驱动产业集聚逐渐向绿色生态集聚转变。尽管此时集聚的产能扩张污染效应依然存在,但较之于企业在内生关联、经济效益、环境管制作用下的绿色集聚动力,产业绿色协同发展效应居于主导地位。长江经济带在

①刘云强、权泉等《绿色技术创新、产业集聚与生态效率——以长江经济带城市群为例》,《长江流域资源与环境》2018 年第 11 期。

②吴传清、邓明亮《长江经济带高耗能产业集聚特征及影响因素研究》,《科技进步与对策》2018 年第 16 期。

③江涛、李利《环境处罚与融资效应联动机制促进企业绿色发展研究》,《理论探讨》2020 年第 3 期。

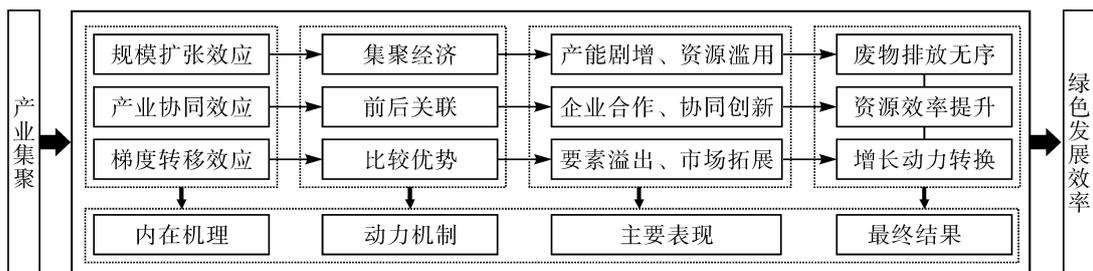
“生态优先、绿色发展”战略定位下,正加快布局绿色先进制造业,2018 年高技术产业主营业务收入高达 7.20 万亿元,占全国比重高达 45.85%,集聚全国四成以上的先进产能,高技术产业链条加速完善,推动绿色产业集群加快形成,产业集聚的绿色协同性逐渐凸显。据此,提出如下研究假设:

H2: 政策介入下长江经济带产业集聚向绿色化转型,促进工业绿色发展效率增长。

3. 梯度转移效应。产业发展存在生命周期,当产业集聚越过一定阶段后,人口拥挤、交通拥堵、环境污染、资本过剩、资源不足等问题逐渐凸显,开始由集聚规模经济向集聚规模不经济转变,由外部经济向外部不经济转变,集聚优势逐渐耗散,迫使企业向周边地区寻找新的集聚区。且受益于日趋完善的交通硬件基础设施与信息技术网络,地区间经济联系更为密切,空间交互效应更为强烈,在内部利益动机和外部环境便利化条件下,集聚产业开始向周边地区转移。遵循由低端产业转移逐步递升的绿色产业转移原则,绿色技术含量较低的劳动密集型和资源密集型工业因盈利能力较弱、污染排放较高而较早丧失比较优势转向周边地区,相应会加剧承接地工业粗放发展倾向,削弱绿色发展动力^①。随着转出地先进制造业和高技术制造业发展成熟,为寻找新的市场,增强产业竞争力,绿色生产技术较为先进的工业企业也开始向周边地区扩散,推动周边地区生产技术改进革新,带来新的绿色发展动力。长江经济带作为横贯东西、接连南北的交通走廊,2018 年公路里程达 211.73 万公里,占全国比重高达 43.69%,综合立体交通网络逐渐成型,地区市场一体化进程加快,产业要素流动性提升。在城市间经济发展梯度差、企业盈利动机与空间交互影响作用下,长江经济带新旧动能产业的梯度转移效应会持续推进,进而引致周边地区城市工业绿色发展能力产生动态改变。据此,提出如下研究假设:

H3: 产业集聚会在长江经济带城市内梯度转移,对周边地区工业绿色发展效率存在先抑制后促进的空间效应。

在作用机理分析中可以看出工业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率存在规模扩张与产业协同两种效应,影响方向可能具有不确定性,需根据实证结果加以确定。且考虑到长江经济带为巨型复合增长极,上中下游地区工业化阶段与发展程度差异显著,产业集聚对长江经济带工业绿色发展效率在内部不同地区可能具有差异化影响,或具有单一线性关系,或呈阶段性 U 型、倒 U 型关系。特别是在长江经济带协调发展进程中,正如图 1 所示,伴随着长江经济带城市间基础设施完善与要素流动加快,由梯度差距和要素迁移引起的上中下游地区间及地区内部空间交互作用愈益凸显,产业集聚对周边地区发展模式和发展质量影响凸显,在环境规制约束下这种低端产能到高端产能的梯度转移效应可能会愈发强烈。



(图 1) 产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率影响的作用机制

三、研究方法

(一) 模型构建

基于上述理论分析,产业集聚具有区域经济传递效应,对周边地区工业绿色发展可能产生影响,采用空间计量模型分析产业集聚的工业绿色发展效应。参考 Elhorst 做法^②,遵循从一般到特殊的模型识别原则,以包含内生空间交互效应和误差项空间交互效应的空间杜宾模型为基准回归模型,通过 LR 检验、Wald 检验判断是否存在空间效应及具体类型。若检验表明不存在空间效应,则直接使用传统线性模型;若只存在内生空间交互效应,则采用空间滞后模型 SLM;若只存在误差项空间交互效应,则采用空间误差

^①孔凡斌、李华旭《长江经济带产业梯度转移及其环境效应分析——基于沿江地区 11 个省(市) 2006—2015 年统计数据》,《贵州社会科学》2017 年第 9 期。

^②J.Paul Elhorst *Spatial Econometrics: from Cross-sectional Data to Spatial Panels*, Heidelberg: Springer, 2014, p.64.

模型 SEM; 若两种空间交互效应同时存在, 则沿用空间杜宾模型 SDM。模型具体形式如下:

面板空间杜宾模型 SDM(同时存在内生空间交互效应、误差项空间交互效应):

$$EIGD_{it} = \alpha_i + \delta \sum_{j=1}^{110} w_{ij} EIGD_{jt} + agglomeration_{it} * \beta_1 + agglomeration_{it}^2 * \beta_2 + X_{it} \beta_3 + \sum_{j=1}^{110} w_{ij} agglomeration_{jt} * \theta_1 + \sum_{j=1}^{110} w_{ij} agglomeration_{jt}^2 * \theta_2 + \sum_{j=1}^{110} w_{ij} X_{jt} * \theta_3 + u_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

面板空间滞后模型 SLM(只存在内生空间交互效应):

$$EIGD_{it} = \alpha_i + \delta \sum_{j=1}^{110} w_{ij} EIGD_{jt} + agglomeration_{it} * \beta_1 + agglomeration_{it}^2 * \beta_2 + X_{it} \beta_3 + u_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

面板空间误差模型 SEM(只存在误差项空间交互效应):

$$EIGD_{it} = \alpha_i + agglomeration_{it} * \beta_1 + agglomeration_{it}^2 * \beta_2 + X_{it} \beta_3 + u_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$\varepsilon_{it} = \lambda \sum_{j=1}^{110} w_{ij} \varepsilon_{jt} + \mu_{it}$$

式中, $W = (w_{ij})_{110 \times 110}$ 为空间权重矩阵, δ 为空间自回归系数, λ 为空间自相关系数, β 为解释变量回归系数, θ 为解释变量空间滞后项回归系数, u_i 为地区固定效应, v_t 为时间固定效应, ε_{it} 为随机误差项, α_i 为常数项, i 和 t 分别为城市和年份。

(二) 变量说明

被解释变量: 工业绿色发展效率 ($EIGD$)。采用包含要素径向变动和松弛变动的改进 SBM 模型——全局超效率 EBM 模型测度。借鉴黄磊和吴传清测评指标选取经验^①, 产出变量以城市工业增加值衡量 (万元), 投入变量以城市工业单位从业人员 (人)、城市规上工业固定资产合计 (万元) 衡量, 非期望产出变量以工业废水排放量 (万吨)、城市工业二氧化硫排放量 (吨)、城市工业烟 (粉) 尘排放量 (吨) 衡量。

核心解释变量: 工业集聚度 ($agglomeration$)。由于本文测度的是城市层面的工业集聚水平, 参考杨仁发做法^②, 采用区位商进行衡量, 该方法消除了区位规模的异质性效应, 可更为精准地反映城市工业的专业化集聚水平。在理论分析中表明, 产业集聚具有规模扩张效应与产业协同效应, 因此同时纳入产业集聚一次项和二次项, 检验产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率影响的非线性作用形态与作用机制。

控制变量: 参考邵帅等做法^③, 本文主要考虑四项控制变量。一是企业规模 ($scale$)。规模较大的工业企业承担绿色技术创新风险能力较强, 可能有利于工业绿色发展, 采用规上工业企业平均年产值 (万元/家) 衡量, 并将其作自然对数化处理以消除数据波动性; 二是工业化 ($industrialization$)。工业化程度越高, 则资源能源消耗总量越大, 可能不利于工业绿色发展内生动力提升, 采用工业增加值占 GDP 比重 (%) 衡量; 三是技术创新 ($technique$)。对技术创新投入越大, 越有利于增加工业企业科技创新产出, 推动生产技术绿色改造升级, 采用科学技术支出占公共财政支出比重 (%) 衡量; 四是企业效益 ($revenue$)。盈利能力越强的企业改进生产技术的资本越充分, 越是有利于生产技术革新, 采用规上工业企业利润率 (%) 衡量。

(三) 数据来源

本文研究对象为长江经济带地级及以上城市, 因 2011 年规上工业企业标准由年主营业务收入 500 万元以上提高至 2000 万元以上, 且 2011 年贵州省毕节地区、铜仁地区调整为毕节市、铜仁市, 安徽省巢湖市并入合肥市、马鞍山市、铜陵市, 为保障研究单元指标数据前后可比性, 且 2017 年及之后部分省份城市工业数据难以获取, 因此将研究时段确定为 2011—2016 年。基础数据来自于 2012 年至 2017 年的《中国城市统计年鉴》、长江经济带沿线 11 省份统计年鉴, 涉及市场价值的工业固定资产合计、工业增加值指标分别采用以 2011 年为基期的全国层面定基工业固定资产投资价格指数、定基工业增加值平减指数平减, 见表 1。

长江经济带横跨我国东中西部三大经济地带, 地区内部差异显著, 上中下游地区产业集聚对工业绿色发展效率影响存在较大差异, 须考虑地区异质性。遵循《国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》关于长江经济带的流域划分标准, 上游地区包括云贵川渝 4 省份 33 个城市, 中游地区包括鄂湘赣 3 省份 36 个城市, 下游地区包括苏浙皖沪 4 省份 41 个城市。本文认为空间具有较强的地理

①黄磊、吴传清《环境规制对长江经济带城市工业绿色发展效率的影响研究》,《长江流域资源与环境》2020 年第 5 期。

②杨仁发《产业集聚、外商直接投资与环境污染》,《经济管理》2015 年第 2 期。

③邵帅、张可等《经济集聚的节能减排效应: 理论与中国经验》,《管理世界》2019 年第 1 期。

属性,区域间经济联系主要是基于地缘关系,经济距离可能无法捕捉区域间的真实空间关联,实际上并非经济距离越小的两地经济联系越紧密,区域间基于梯度比较优势的合作关系难以体现在经济距离空间权重矩阵中^①,因此本文使用基于地理 *queen* 邻接关系构建空间权重矩阵 W ,若两城市地理空间上具有相邻的边界或顶点,则权重元素为 1,否则为 0^②。

(表 1) 主要变量及描述性统计

| 变量名称 | 符号 | 单位 | 样本数 | 最大值 | 最小值 | 均值 | 标准差 |
|--------|-----------------------------------|------|-----|---------|--------|--------|--------|
| 绿色发展效率 | EIGD | — | 660 | 1.0561 | 0.1443 | 0.5528 | 0.1999 |
| 产业集聚 | <i>agglomeration</i> | — | 660 | 2.0279 | 0.5189 | 1.1716 | 0.2554 |
| | <i>agglomeration</i> ² | — | 660 | 4.1125 | 0.2693 | 1.4377 | 0.5997 |
| 企业规模 | <i>scale</i> | 万元/家 | 660 | 11.4028 | 4.3439 | 6.2549 | 1.7186 |
| 工业化 | <i>industrialization</i> | % | 660 | 0.7203 | 0.1740 | 0.4288 | 0.0953 |
| 技术创新 | <i>technique</i> | % | 660 | 0.1627 | 0.0019 | 0.0192 | 0.0170 |
| 企业效益 | <i>revenue</i> | % | 660 | 0.3123 | 0.0023 | 0.0647 | 0.0317 |

资料来源:根据测算结果及相关统计年鉴与统计公报资料整理。

四、实证分析

除中游地区城市 Hausman 检验值对应的伴随概率大于 10% 的显著性水平,其他地区均低于 5% 的显著性水平,表明除上游地区应采用空间随机时间固定效应 SDM 外,其他地区均采用时间空间双固定效应 SDM 作为分析产业集聚对城市工业绿色发展效率影响的基准模型。对应的 LR 检验值和 Wald 检验值均通过 1% 的显著性检验,表明内生空间交互效应和误差项空间交互效应同时存在,SDM 无法退化成 SEM、SLM 或者传统非空间模型。由于固定效应去均值程序存在一定偏误,采用 Lee 等做法进行偏误校正^③,修正后的模型回归参数详见表 1。SDM 包含解释变量空间滞后项,存在反馈效应,无法通过解释变量空间滞后项回归系数识别溢出效应,根据 Lesage 等做法分解出解释变量的直接效应和间接效应^④,具体见表 2。

(一) 对整体城市工业绿色发展效应影响

产业集聚对长江经济带整体城市工业绿色发展效率影响的直接效应显著为负,不利于增强工业绿色发展内生动力。产业集聚直接效应一次项回归系数在 5% 的显著性水平下为负,与假设 1 相符,而二次项回归系数不显著。样本期内长江经济带工业集聚仍以钢铁、有色、石化、纺织等绿色科技含量较低等传统高能耗行业为主导,政策绿色引导作用尚未完全显现,未能支持假设 2。产业集聚高能耗、高排放特征明显,在产能集聚扩张过程中会加剧生态环境负荷,不利于提升工业绿色发展能力。传统工业基础牢固,使得路径依赖倾向严重,产业集聚的协同效应难以凸显,无法抵消环境负效应。长江经济带城市工业集聚的环境问题较为突出,需增强绿色发展新动能,促进工业绿色生态集聚。

产业集聚对长江经济带整体城市工业绿色发展效率影响的间接效应呈先抑制后促进的“U 型”关系。产业集聚间接效应一次项、二次项回归系数均在 1% 的显著性水平下显著,前者符号为负,后者为正,与假设 3 相符。正如杨仁发所指,囿于高耗能工业的短期增长效应,临近的欠发达城市为加快经济增长,优先布局技术门槛较低的传统工业,而形成资源型黑褐色产业集群^⑤。随着本地区传统工业带来的环境问题逐渐凸显,特别是在长江经济带“生态优先、绿色发展”战略定位下,开始加速推动工业结构绿色转型。产业集聚对长江经济带整体城市工业绿色发展的空间效应受经济利益和政策导向影响较大,并具有较强的绿色警示学习效应。

控制变量效应。企业规模对长江经济带整体城市工业绿色发展效率影响的直接效应显著为负,空间溢出效应显著为正,规模较大的企业依托市场势力而绿色技术改进激励不足,偏向向周边城市拓展市场产生技术外溢。工业化的直接效应显著为正,空间溢出效应则不明显,长江经济带正大力推动绿色新型工业化,但绿色发展动能尚不充分不均衡。技术创新、企业效益的直接效应、间接效应均不显著,长江经济

①钱龙《中国城市绿色经济效率测度及影响因素的空间计量研究》,《经济问题探索》2018 年第 8 期。

②邵朝对、苏丹妮《全球价值链生产率效应的空间溢出》,《中国工业经济》2017 年第 4 期。

③Lung-fei Lee, Jihai YU, “Estimation of Spatial Autoregressive Panel Data Models with Fixed Effects” *Journal of Econometrics*, Vol.154 No.2 2010.

④James LeSage, R.Kelley Pace *Introduction to Spatial Econometrics*, Boca Raton: CRC Press 2009, p.210.

⑤杨仁发《产业集聚、外商直接投资与环境污染》。

带绿色技术创新投入强度不足并存在创新要素错配, 盈利能力并非影响工业企业绿色生产能力的关键因素。

(表 2) 产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率影响的空间计量回归

| 变量 | 整体城市 | | 上游地区城市 | | 中游地区城市 | | 下游地区城市 | |
|-------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| $W^* EIGD$ | 0.1625*** | (3.1373) | 0.1339* | (1.7339) | -0.0411** | (-2.4316) | -0.0492** | (-2.5198) |
| $agglomeration$ | -0.0169** | (-2.0379) | -0.2793** | (-2.4174) | -1.5949* | (-1.7055) | 0.0953** | (2.1364) |
| $agglomeration^2$ | -0.0074 | (-0.3272) | 0.0500 | (0.2599) | 0.7622* | (1.8280) | 0.0502 | (0.0879) |
| $scale$ | -0.0478† | (-1.6893) | 0.0096 | (0.2460) | 0.0212 | (0.3776) | -0.1578*** | (-3.2678) |
| $industrialization$ | 1.2425** | (2.0196) | 1.6089* | (1.6781) | 1.9271 | (1.3879) | 0.0978 | (0.0918) |
| $technique$ | -0.4724 | (-0.9998) | 1.8357 | (0.7579) | -1.4697** | (-2.4046) | 1.2625* | (1.9288) |
| $revenue$ | -0.2413 | (-1.4124) | -0.5719*** | (-2.6635) | 0.1942 | (0.4875) | 1.4337*** | (2.9132) |
| $W^* agglomeration$ | -1.5602*** | (-2.5959) | 0.1342 | (0.1275) | -9.1852*** | (-3.4010) | -3.4010** | (-2.5323) |
| $W^* agglomeration^2$ | 0.6268*** | (3.3056) | 0.3940 | (1.3691) | 4.1431*** | (2.8079) | 0.3006 | (0.5596) |
| $W^* scale$ | 0.0437** | (2.3402) | 0.1616*** | (3.6627) | -0.2993*** | (-2.6389) | -0.0371** | (-2.1800) |
| $W^* industrialization$ | 0.6128 | (0.7018) | -3.4047** | (-2.1193) | 13.8466*** | (3.9152) | 6.0568*** | (5.8149) |
| $W^* technique$ | -0.8715 | (-0.9219) | 3.8302 | (0.7492) | -1.6169 | (-1.2706) | -3.9774*** | (-2.9651) |
| $W^* revenue$ | 0.2355 | (0.8265) | -0.0507 | (-0.1419) | -0.5561 | (-0.6429) | -0.8838 | (-0.9434) |
| R^2 | 0.8493 | | 0.8952 | | 0.7374 | | 0.9174 | |
| $LogL$ | 749.5634 | | 225.6501 | | 166.6007 | | 376.7465 | |
| σ^2 | 0.0073 | | 0.0074 | | 0.0082 | | 0.0033 | |
| $Wald_spatial_lag$ | 18.6158*** | [0.0049] | 35.0022*** | [0.0000] | 43.6341*** | [0.0000] | 59.9774*** | [0.0000] |
| $Wald_spatial_err$ | 18.4615*** | [0.0052] | 33.6347*** | [0.0000] | 43.6577*** | [0.0000] | 56.9692*** | [0.0000] |
| $LR_spatial_lag$ | 21.7916*** | [0.0013] | 38.8439*** | [0.0000] | 38.7289*** | [0.0000] | 63.9591*** | [0.0000] |
| $LR_spatial_err$ | 20.6091*** | [0.0022] | 37.3688*** | [0.0000] | 35.4379*** | [0.0000] | 63.2221*** | [0.0000] |
| $Hausman-test$ | 28.5249*** | [0.0076] | 24.4025** | [0.0276] | 12.3456 | [0.4995] | 40.4710*** | [0.0001] |

注: 括号内为 t 值, 中括号内为 p 值; *, **, *** 分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平下显著。

资料来源: 根据 MATLAB2017a 运行结果整理。

(二) 对上游地区城市工业绿色发展效率影响

产业集聚对上游地区城市工业绿色发展效率影响的直接效应呈单一负向关系, 存在较强的抑制效应。与长江经济带整体城市一致, 产业集聚直接效应显著为负, 二次项回归系数未通过显著性检验。正如王宇昕等指出^①, 上游地区, 特别是云贵地区城市工业基础相对较为薄弱, 集聚产业多为资源密集型和劳动密集型, 特别是能源、矿产资源开采开发, 易对生态环境造成极大破坏。上游地区尚未形成较为完整的循环经济产业链条, 工业集聚的协同效应较弱, 不足以抵消产能扩张和技术滞后所产生的环境负效应。上游地区有待进一步优化调整工业集聚模式和工业开发强度, 以最大程度扭转上游地区工业发展的环境效应。

产业集聚对上游地区城市工业绿色发展效率影响的间接效应呈单一正向关系, 能够促进周边城市工业绿色发展能力提升。产业集聚间接效应一次项回归系数在 5% 的显著性水平下为正, 二次项回归系数则不显著为正, 正向溢出效应较为强烈。上游地区工业基础整体较为薄弱, 产业转型“历史包袱”相对较小, 周边城市意识到粗放式资源型产业集聚存在巨大的环境破坏效应。各城市进而竞相布局新材料产业、新能源产业、清洁能源汽车产业等生态工业, 推动资源开发与生态修复同步进行, 发挥工业集聚的经济效益和生态效益。上游地区存在工业生态集聚后发优势, 具备条件跨越工业集聚的负向空间溢出阶段。

控制变量效应。企业规模对上游地区城市工业绿色发展效率的直接效应不明显, 但溢出效应显著为正, 大企业可向周边地区拓展市场扩散自身技术。工业化对上游地区城市工业绿色发展效率具有较强的正向直接效应, 但周边城市盲目布局绿色高技术产业会削弱工业绿色生产能力。技术创新对上游地区城市工业绿色发展效率的直接效应、间接效应均不显著, 上游地区研发强度和创新能力较弱。企业效益对

^①王宇昕、余兴厚等《长江经济带污染物排放强度的空间差异及影响因素研究》,《西部论坛》2019 年第 3 期。

上游地区城市工业绿色发展效率存在显著的负向直接效应,而溢出效应不明显,盈利能力提升导致企业缺乏技术改进和市场拓展动力。

(三) 对中游地区城市工业绿色发展效率影响

产业集聚对中游地区城市工业绿色发展效率具有显著的“U型”直接效应。产业集聚直接效应一次项回归系数在10%的显著性水平下显著为负,而二次项回归系数则显著为正,与假设1和假设2相符。中游地区作为国家传统制造业基地,传统高耗能产业集聚在稳定中游地区经济增长的同时却引起产能过剩,抑制工业绿色发展内生动力。但“生态优先、绿色发展”理念成为工业发展主线,中游地区城市在传统制造业基础上加快发展壮大高端装备制造等绿色高技术产业,加快传统产业绿色转型升级,推动工业绿色高质量发展。传统高耗能产业对中游地区工业绿色发展负效应依然存在,但工业绿色发展新动能正逐渐凸显。

产业集聚对中游地区城市工业绿色发展效率存在“U型”空间溢出效应。产业集聚间接效应一次项、二次项回归系数均通过1%的显著性检验,前者符号为正,而后者相反,与假设3相符。中游地区早期部分盈利能力较弱难以转型的工业企业选择迁移到临近更为落后的城市集聚以延长生命周期,给周边城市生态环境造成巨大压力,也压缩了初始阶段盈利能力较差的绿色新兴产业发展空间。随着中游地区核心城市先进制造业集群逐渐成型,开始对周边临近城市进行绿色产能扩张,以寻求规模经济和效益最大化,增强临近城市工业绿色发展内生动力。中游地区城市工业集聚空间溢出效应与自身工业基础与工业增量绿色度紧密相关,具有明显的正相关关系。

控制变量效应。企业规模对中游地区城市工业绿色发展效率的直接效应不明显,但溢出效应显著为负,高耗能企业规模较大,向外扩张产能易造成污染扩散。工业化的直接效应亦不显著,但溢出效应显著为正,中游地区新型工业化与传统工业化相互作用,对周边城市具有绿色引导作用。技术创新的直接效应显著为负,而溢出效应并不明显,加大创新投入加剧中游地区传统产业创新配置冗余,无法提升周边城市工业绿色生产能力。企业效益的直接效应、间接效应均不明显,中游地区利润较高的工业企业无意愿向外扩张市场。

(四) 对下游地区城市工业绿色发展效率影响

产业集聚对下游地区城市工业绿色发展效率存在显著的正向直接效应,呈持续增长作用。产业集聚直接效应一次项回归系数在5%的显著性水平下为正,与假设2相符,二次项回归系数却并不显著。下游地区依托扎实的工业基础和领先的生产技术,工业绿色发展新动能强劲,已形成新能源汽车、人工智能制造、半导体照明等多个节能环保制造业集群,保障工业绿色发展能力稳步提升。但下游地区城市传统高耗能产业仍然占据较大比重,环境负效应依然存在,产业集聚对工业绿色发展并未起到加速推进作用。随着《中国制造2025》行动纲领深入推进,绿色高技术产业集群将稳固下游地区城市在长江经济带工业绿色高质量发展中的领头羊地位。

产业集聚对下游地区城市工业绿色发展效率影响的间接效应呈“U型”关系。产业集聚间接效应一次项、二次项回归系数均在5%的显著性水平下显著,而符号相反,与假设3相符。下游地区依然存在城市发展梯度差异,在工业结构升级过程中部分高耗能企业转向周边经济增长需求强烈的城市,削弱临近城市工业绿色发展潜力。随着下游地区绿色工业发展动能逐渐居于主导地位,在发达的综合立体交通网络和一体化市场下向周边城市拓展延伸绿色新兴产业链条,传递工业绿色发展动能。下游地区产业集聚的空间效应以工业升级进程为导向,随着工业结构梯度升级稳步向前推进,绿色空间溢出效应逐渐凸显。

控制变量效应。企业规模对中游地区城市工业绿色发展效率存在显著负向直接效应,而间接效应并不明显,下游地区大企业也缺乏技术革新和市场拓展动力。工业化的直接效应不显著,间接效应则显著为正,下游地区传统产能的抑制作用依然存在,但绿色新动能对周边城市存在较强的传递效应。技术创新的直接效应显著为正,间接效应则显著为负,下游地区城市先进的生产技术可有力支撑工业绿色升级,却存在回波效应。企业效益的直接效应显著为正,间接效应不明显,下游地区高盈利企业偏向技术改进,但核心技术具有专用性。

(表 3) 基于邻接空间权重矩阵下产业集聚的空间效应

| | 变量 | 整体城市 | 上游地区城市 | 中游地区城市 | 下游地区城市 |
|------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 直接效应 | <i>agglomeration</i> | -0.0694** (-2.1532) | -0.3096** (-2.4577) | -1.4974* (-1.6433) | 0.1326** (2.1916) |
| | <i>agglomeration</i> ² | -0.0227 (-0.1668) | 0.0960 (0.3837) | 0.7399* (1.7671) | 0.0115 (0.0518) |
| | <i>scale</i> | -0.0461* (-1.6265) | 0.0184 (0.4660) | 0.0243 (0.4315) | -0.1615*** (-3.4019) |
| | <i>industrialization</i> | 1.2706** (1.9969) | 1.5100* (1.7042) | 1.7906 (1.2962) | 0.0632 (0.0577) |
| | <i>technique</i> | -0.5183 (-1.124) | 2.1096 (0.8737) | -1.4418** (-2.4163) | 1.3150** (2.0423) |
| | <i>revenue</i> | -0.2425 (-1.4158) | -0.5789*** (-2.6799) | 0.2097 (0.5182) | 1.4502*** (2.8623) |
| 间接效应 | <i>agglomeration</i> | -1.7981*** (-2.7062) | 0.1357** (2.1154) | -8.9743*** (-3.103) | -3.1731** (-2.5228) |
| | <i>agglomeration</i> ² | 0.7145*** (3.3982) | 0.4351 (1.3576) | 4.0910*** (2.6076) | 2.2735** (2.5455) |
| | <i>scale</i> | 0.0415* (1.8777) | 0.1806*** (3.4648) | -0.2880** (-2.5135) | -0.0276 (-1.1371) |
| | <i>industrialization</i> | 0.9172 (0.9194) | -3.5483* (-1.9181) | 13.5281*** (3.6314) | 5.6816*** (5.4421) |
| | <i>technique</i> | -1.0746 (-0.9808) | 4.8495 (0.8490) | -1.5271 (-1.2314) | -3.8863*** (-3.0414) |
| | <i>revenue</i> | 0.2365 (0.7135) | -0.1480 (-0.3854) | -0.5615 (-0.6504) | -0.9063 (-1.0206) |
| 总效应 | <i>agglomeration</i> | -1.8676** (-2.3840) | -0.1739** (-2.1205) | -10.4717*** (-3.3652) | -3.0405** (-2.2917) |
| | <i>agglomeration</i> ² | 0.6918*** (2.8812) | 0.5311 (1.2985) | 4.4310*** (2.7343) | 2.2850* (1.6742) |
| | <i>scale</i> | -0.0046 (-0.1145) | 0.1989*** (3.0337) | -0.2637** (-2.0719) | -0.1891*** (-3.7091) |
| | <i>industrialization</i> | 2.1879* (1.7675) | -2.0383* (-1.8955) | 15.3187*** (4.1547) | 5.7448*** (3.9156) |
| | <i>technique</i> | -1.5930 (-1.3663) | 6.9591 (1.0645) | -2.9689** (-2.1946) | -2.5713** (-2.0013) |
| | <i>revenue</i> | -0.0060 (-0.0146) | -0.7270 (-1.4620) | -0.3518 (-0.4035) | 0.5439 (0.5709) |

注: 括号内为 *t* 值, *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平下显著。

资料来源: 根据 MATLAB2017a 运行结果整理。

五、稳健性检验

为保障上文分析结果的可靠性, 通过改变空间权重矩阵设定以检验估计结果的稳健性, 采用基于各城市政府驻地间距离倒数矩阵替代地理邻接矩阵重新估计产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率的影响效应。经过 Hausman、Wald、LR 等一系列最优模型检验, 仍然采用时间空间固定效应面板空间杜宾模型 SDM 检验产业集聚对长江经济带整体城市、上游地区城市、下游地区城市工业绿色发展效率影响效应的一致性, 采用空间随机效应面板空间杜宾模型 SDM 检验产业集聚对中游地区城市工业绿色发展效率影响效应的一致性。可以看出, 核心解释变量产业集聚一次项、二次项影响效应系数的符号及显著性水平与表 2 高度吻合, 但控制变量估计系数的显著性水平不及原模型, 表明产业集聚的空间效应是更偏向通过地理临近传递, 整体可确保上述分析结果稳健可靠。

六、内生性检验

由于静态空间杜宾模型包含空间权重矩阵和被解释变量空间滞后项, 使得解释变量之间及与被解释变量存在相互影响, 容易产生互为因果的内生性问题, 难以准确判断解释变量对被解释变量的影响效应。因此, 本文引入包含被解释变量时间滞后项及其空间滞后项的动态空间计量模型来克服解释变量之外的其他因素对被解释变量产生的影响, 该法可有效解决被解释变量空间滞后项与遗漏变量所导致的内生性问题^①。与基于地理相邻空间权重矩阵的静态空间计量模型一致, 除上游地区采用空间随机时间固定效应的动态空间杜宾模型外, 其他地区均使用时空双固定动态空间杜宾模型分析产业集聚对长江经济带城市绿色发展效率的影响效应, 结果见表 5。可以看出, 与表 2 分析结果维持高度一致性, 且动态空间计量模型的拟合性更好, 考虑内生性条件下产业集聚的既有影响特征更为显著, 对整体城市的抑制作用与下游地区的促进作用反映在变化速率更快的产业集聚二次项上, 而上游地区和中游地区产业集聚影响系数绝对值明显较高, 产业集聚空间滞后项回归系数方向与显著性也与原模型回归结果基本相同。故而考虑空间计量模型内生性确有必要, 但使用静态空间计量模型的研究分析依然成立。

^①韩峰、阳立高《生产性服务业集聚如何影响制造业结构升级?——一个集聚经济与熊彼特内生增长理论的综合框架》,《管理世界》2020年第2期。

(表 4) 基于反距离函数空间权重矩阵下产业集聚的空间效应

| 变量 | 整体城市 | 上游地区城市 | 中游地区城市 | 下游地区城市 | |
|------|-----------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 直接效应 | <i>agglomeration</i> | -0.0069** (-2.0156) | -0.4925* (-1.6484) | -1.4612* (-1.7865) | 0.2449** (2.1796) |
| | <i>agglomeration</i> ² | -0.0232 (-0.1719) | 0.2188 (0.5487) | 0.6002* (1.6362) | -0.3408 (-1.0510) |
| | <i>scale</i> | -0.0240 (-0.8937) | 0.0406 (1.0452) | -0.0296 (-0.5139) | -0.1304* (-1.6713) |
| | <i>industrialization</i> | 1.2733** (2.0243) | 2.0574* (1.8636) | 3.0093** (2.3573) | 2.2247 (1.2711) |
| | <i>technique</i> | -0.3219 (-0.3219) | 1.0802 (0.4059) | -1.4112** (-2.2272) | 0.9343 (0.5791) |
| | <i>revenue</i> | -0.1953 (-1.1141) | -0.4391** (-1.9802) | 0.2360 (0.5731) | 1.0498* (1.8220) |
| 间接效应 | <i>agglomeration</i> | -10.0281** (-2.3899) | 0.2812** (2.0477) | -17.9568** (-2.0938) | -18.2926** (-2.4097) |
| | <i>agglomeration</i> ² | 5.1744** (2.0159) | 1.3126 (0.7614) | 8.4012* (1.7692) | 9.7367** (2.4244) |
| | <i>scale</i> | 0.8834** (2.1126) | 0.8254** (2.1845) | -0.2701 (-0.8558) | -0.8663 (-0.3358) |
| | <i>industrialization</i> | 13.8573* (1.7841) | -13.0308 (-1.4280) | 30.9142*** (2.8018) | 23.0061** (2.4473) |
| | <i>technique</i> | -2.9038 (-0.8148) | 21.3576 (1.0316) | -3.2990 (-1.2217) | -5.7164** (-2.0999) |
| | <i>revenue</i> | 2.7222 (1.0710) | 1.6418 (0.9046) | -0.1959 (-0.0567) | 2.9688 (0.2997) |
| 总效应 | <i>agglomeration</i> | -10.0350** (-2.4237) | -0.2113 (-0.0341) | -19.4180** (-2.2094) | -18.0477 (-0.3941) |
| | <i>agglomeration</i> ² | 5.1512** (2.0226) | 1.5314 (0.7934) | 9.0015* (1.7086) | 9.3959** (2.3760) |
| | <i>scale</i> | 0.8593** (2.0392) | 0.8660** (2.2067) | -0.2997 (-0.9385) | -0.9966 (-0.3772) |
| | <i>industrialization</i> | 15.1306* (1.9421) | -10.9734 (-1.1621) | 33.9235*** (2.9967) | 25.2308** (2.4779) |
| | <i>technique</i> | -3.2257 (-0.8916) | 22.4378 (1.0503) | -4.7102* (-1.6815) | -4.7821 (-0.0815) |
| | <i>revenue</i> | 2.5269 (0.9797) | 1.2028 (0.6389) | 0.0401 (0.0114) | 4.0187 (0.3964) |

注: 括号内为 t 值; *, **, *** 分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平下显著。

资料来源: 根据 MATLAB2017a 运行结果整理。

(表 5) 产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率影响的动态空间计量回归

| 变量 | 整体城市 | 上游地区城市 | 中游地区城市 | 下游地区城市 |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| <i>L.EIGD</i> | 0.5648*** (12.7494) | 0.3337*** (4.1553) | 0.4399*** (6.8661) | 0.6744*** (7.8956) |
| $W^* EIGD$ | 0.0911* (1.7327) | 0.1295* (1.6774) | -0.0081** (-2.0731) | 0.0698 (0.6364) |
| $W^* L.EIGD$ | 0.0010 (0.0114) | -0.2414* (-1.6776) | -0.1089 (-0.7039) | -0.2681* (-1.6734) |
| <i>agglomeration</i> | 0.2530 (0.5768) | -0.6313* (-1.8985) | -3.9341*** (2.7165) | -0.2750 (-0.3564) |
| <i>agglomeration</i> ² | -0.1540** (-1.9897) | 0.2450 (1.1173) | 1.3843*** (-2.8862) | 0.0738** (2.2644) |
| <i>scale</i> | -0.0101** (-2.3398) | 0.0176 (0.4252) | 0.0476 (0.5582) | -0.0914* (-1.7864) |
| <i>industrialization</i> | 1.2081* (1.8126) | 1.3607* (1.7841) | -0.5548 (-0.3797) | 0.9888 (0.7606) |
| <i>technique</i> | -0.5803 (-0.8178) | -1.2312 (-0.5055) | -3.5894*** (-2.5942) | 0.2444** (2.3523) |
| <i>revenue</i> | -0.4377*** (-2.7183) | -0.6789*** (-3.1622) | 0.5584* (1.6657) | 0.7837** (2.4829) |
| $W^* agglomeration$ | -1.5596** (-2.5330) | 0.3498 (0.3221) | -4.7236* (-1.7560) | 0.5004 (0.3070) |
| $W^* agglomeration$ ² | 0.4002** (2.0206) | 0.3726 (1.2012) | 0.6002** (2.5648) | -0.9428* (-1.7564) |
| $W^* scale$ | 0.1979*** (5.7853) | 0.1940*** (4.4369) | 0.0671 (0.3867) | -0.2016* (-1.7567) |
| $W^* industrialization$ | 1.4827 (1.5955) | -4.2781** (-2.3887) | 11.6899*** (2.9428) | 5.5301*** (4.6515) |
| $W^* technique$ | 1.5598 (1.1293) | 10.5479** (2.0015) | -1.3177 (-0.5420) | 0.3550** (2.2354) |
| $W^* revenue$ | 0.1570 (0.5736) | -0.4342 (-1.1404) | 0.2334 (0.2677) | 0.2416 (0.2511) |
| R^2 | 0.8955 | 0.9082 | 0.8959 | 0.9316 |
| $LogL$ | 717.7389 | 191.4242 | 255.8309 | 332.0362 |
| σ^2 | 0.0054 | 0.0068 | 0.0044 | 0.0029 |

注: $L.EIGD$ 表示被解释变量滞后一期项, $W^* L.EIGD$ 表示被解释变量滞后一期项的空间滞后项; 括号内为 t 值, 中括号内为 p 值; *, **, *** 分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平下显著。

资料来源: 根据 MATLAB2017a 运行结果整理。

七、结论与建议

从产业集聚对工业绿色发展效率的作用机理出发,基于2011—2016年长江经济带地级及以上城市数据,采用空间杜宾模型深入分析产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率的影响效应。研究结论如下:

1.产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率的抑制作用明显。长江经济带尚未形成循环经济体系,城市工业集聚的产业协同效应微弱,无法实现资源能源在行业间的动态循环流动。传统高能耗产业仍为长江经济带产业集聚的主导类型,集聚过程中的产能扩张效应较强,引起资源消耗与污染排放加剧,强化工业粗放发展路径依赖,严重阻碍长江经济带城市工业绿色发展内生动力提升。

2.产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率影响呈现出较强的地区异质性,促进作用呈上游、中游、下游地区梯度递增空间格局。上游地区粗放式资源型工业发展基础牢固,工业集聚始终以污染扩散效应为主;尽管中游地区传统重化工产业的环境负效应存在,但在“生态优先、绿色发展”战略定位下,工业绿色转型升级成效凸显;下游地区绿色高技术产业集群逐渐成型,极大增强工业绿色发展内生性。

3.产业集聚对长江经济带城市工业绿色发展效率影响具有典型的阶段性“U型”空间外溢效应。长江经济带城市发展存在梯度差,在工业转型升级进程中,部分高耗能产业会迁移至临近欠发达城市,随着中心城市绿色先进制造业集群发展壮大,则逐渐向外拓展绿色发展动能,在中下游地区城市尤为明显。上游地区由于工业基础薄弱,转型升级历史包袱较小,培育新型绿色工业集群较快,更易实现工业绿色发展“换道超越”。

上述研究结论蕴含着如下政策启示:

1.强化工业生态集聚。加快传统工业绿色转型,加大绿色改造技术投入和应用推广力度,推动钢铁、石化、有色等领域无效低端产能绿色有效化,提升传统产能绿色竞争力,支撑长江经济带世界级制造业集群建设。培育壮大绿色新兴产业集群,创新工业绿色发展模式和业态,设立绿色高技术产业集聚区,依托节能环保技术研发服务业,推动智能制造、节能环保制造和高附加值再制造业集群化发展。规范产业转移承接,编制统一的长江经济带产业准入指导目录,实施最严格的能耗、排污、用地标准,鼓励承接清洁绿色产业,防止污染产业向中上游地区和欠发达城市转移集聚。

2.构建绿色制造体系。培育绿色龙头企业,支持绿色创新能力和品牌效应较强的工业企业加强绿色产品设计研发,降低绿色产品开发成本,提升绿色生产盈利能力,增强绿色示范带动效应。建设绿色工业园区,优化园区用地布局和用地结构,推动园区土地集约高效利用,提升园区资源能源利用效率,促进园区企业间废物资源循环绿色利用,增强园区集聚和控污能力。完善绿色产业供应链,以汽车、装备制造、电子信息等强关联效应产业为重点,依托生产者责任延伸制度,拓展上下游产业链条和环境责任链条,推动产业集聚向绿色优势产业集群转变。

3.加强产业绿色协同合作。发挥地区比较优势,充分考虑国土空间开发适宜性、资源环境承载力及前期产业基础,确立最优产业集聚类型和集聚强度,上游地区重点推动资源型产业集群绿色化发展,中游地区着力提升传统产业绿色竞争力,下游地区优先发展高端装备制造业集群。强化地区工业生产协作,推动临近城市围绕特定产业联合布局工业园区,协同引进优势龙头企业,构建完整产业链条,合力打造特色产业集群。促进工业服务业融合发展,发展绿色证券、绿色保险、绿色信贷,提升节能环保服务水平,强化传统工业绿色转型和新兴产业培育壮大的资金和技术支持。

[责任编辑:张媛媛]