

产业协同集聚与绿色经济效率的空间效应研究

李晓阳^{1,2}, 李美雅², 李晓雪², 严静²

(西南大学 1. 乡村振兴战略研究院; 2. 经济管理学院, 重庆 400715)

摘要:生产性服务业与制造业的协同集聚在中国经济发展模式转变中承担着至关重要的角色,产业协同集聚与绿色经济效率之间是否存在空间效应以及如何测度亟待研究。本文选取2001—2019年的省际面板数据,考察生产性服务业与制造业协同集聚和绿色经济效率水平,并运用空间杜宾模型(SDM)分析产业协同集聚对绿色经济效率的分解效应。研究发现:(1)绿色经济效率呈先下降后上升的“U”型演变态势且存在时空分异特性。(2)生产性服务业与制造业协同集聚对绿色经济效率的影响存在直接效应,其中,生产性服务制造业与重度污染制造业协同集聚更晚达到“U”型拐点,促进绿色经济效率提升所需时间更长。(3)空间异质性分析发现,东部地区产业协同集聚比西部地区更先到达拐点,有助于促进绿色经济效率提升;时间异质性分析发现,与2010—2019年相比,2001—2010年期间本地绿色经济效率提升显著抑制了周边地区绿色经济效率提升。

关键词:协同集聚;绿色经济;空间效应;制造业;生产性服务业

中图分类号:F260 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9841(2023)03-0098-16

一、引言

党的十九大报告和《中国制造2025》中均提出中国要从制造业大国向制造业强国转变,而生产性服务业与制造业的协同集聚正是推动制造业转型,促进经济高质量发展的有效路径。习近平总书记指出“生态环境问题归根到底是发展方式和生活方式问题。建立健全绿色低碳循环发展经济体系、促进经济社会发展全面绿色转型是解决我国生态环境问题的基础之策”。

面临资源瓶颈和环境约束双重压力,过去数十年的粗放式经济增长方式难以为继^[1],随着1989年《环境保护法》的出台、2003年“科学发展观”的提出、2012年将环境保护纳入“五位一体”总体布局、“十三五规划”以环境质量为核心考核体系以及“十四五规划”强调绿色发展在经济建设中的重要战略地位,绿色发展已成为中国经济新常态的核心战略之一。当前经济进入增速换挡、结构调整的可持续发展新常态,增长方式由制造业单轮驱动转变为生产性服务业与制造业协同集聚的“双轮驱动”模式。在此背景下,关于绿色经济运行效率以及未来如何有效提升绿色经

作者简介:李晓阳,西南大学经济管理学院,教授,博士生导师。

基金项目:国家自然科学基金项目“博弈视阈下农民工市民化诱导机理研究”(71373215),项目负责人:李晓阳;重庆市社会科学规划重点项目“成渝地区双城经济圈要素流动研究”(2021NDZD08),项目负责人:李晓阳;重庆市政府重大决策咨询项目“重庆发展现代山地特色高效农业总体思路 and 实现路径研究”(2021ZB02),项目负责人:李晓阳。

济效率亟待研究。

产业协同集聚促进地区经济增长已成为普遍事实,但是制造业作为中国能源消耗最大的产业,一度对生态环境造成巨大负面影响。生产性服务业具有高知识密集度、高科技含量、高附加值的特点,贯穿于制造业生产的各个环节,服务业与制造业协同集聚将会对绿色经济效率产生什么影响?本研究试图回答以下问题:首先,2001—2019年,绿色经济效率是否存在时空异质性变化?其次,生产性服务业与制造业协同集聚能否提高绿色经济效率?产业协同集聚对绿色经济效率的影响是否存在空间效应?特别是在协同集聚的不同阶段究竟会对绿色经济效率产生怎样的影响?异质性产业协同集聚对绿色经济效率是否具有差异性影响?最后,基于上述问题,本文针对如何推动产业协同集聚以提高绿色经济效率提出可供参考的政策建议。

二、文献综述

现阶段关于产业集聚对绿色经济效率的影响研究集中于单一产业集聚对绿色全要素增长、环境污染、生态绩效的影响,鲜有文献研究多元产业协同集聚与绿色经济效率的关系。梳理文献发现,主要包括以下三类观点:(1)产业协同集聚促进绿色经济效率提升;(2)产业协同集聚抑制绿色经济效率提升;(3)产业协同集聚对绿色经济效率具有非线性影响。

一是产业协同集聚促进绿色经济效率提升。一方面,产业协同通过知识溢出^[2]、技术溢出促进技术创新^[3],提高生产效率和能源利用效率,降低环境污染水平^[4],推进生态环境治理促进企业创新^[5],提高绿色经济效率;另一方面,专业化的产业集聚形成规模经济^[6],汇集优质且低成本的劳动力降低交易成本^[7],创造出一条高经济效益、低环境污染的经济高质量发展道路。此外,政府引导产业协同集聚可以促进当地污染控制^[8],政策红利推动产业集聚通过规模效应、竞争效应等激发市场潜能^[9]提高制造业生产效率促进环境保护,提高绿色经济效率^[10]。

二是产业协同集聚抑制绿色经济效率提升。一方面,区域异质性分析发现生产性服务业增长滞后和粗放集聚模式导致环境污染加剧^[11],抑制了绿色创新效率的提高,协同集聚造成的结构性产能过剩显著阻碍当地绿色全要素生产率的提升,对环境保护产生负面影响^[12];另一方面,内陆地区环保产业与制造业协同集聚水平较低也会抑制绿色经济效率^[13],在技术创新水平低的地区,产业结构会显著抑制环境绩效^[14],如金融业与制造业协同集聚显著抑制当地绿色全要素生产率的提升,对环境保护产生负面影响。此外,“搭便车”行为和过度竞争导致拥挤效应,使得能源利用效率下降,加剧生态环境污染。

三是产业协同集聚对绿色经济效率具有非线性影响。目前,学术界的观点不一,主要包括两种观点:一部分学者发现产业协同集聚与绿色经济效率存在门槛效应^[15],在经济集聚的不同阶段通过技术效应、政策环境效应等对绿色经济效率产生不同影响^[16]。在发展初期,产业协同集聚有助于异质性要素的流动,跨过人力资本门槛界限后显著促进绿色创新,从而突破资源瓶颈实现可持续发展;而将资源错配程度作为门槛变量^[17]时对碳排放的规模正外部性会因为资源错配程度超过某一临界值而变成规模负外部性,绿色经济效率受到抑制;市场化程度能够纠正负面影响^[11],当超过市场化门槛时,显著提高绿色创新效率,促进绿色发展。另一部分学者认为产业协同集聚与绿色经济效率的关系呈“U”型,发展前期制造业与高端生产性服务业协同集聚在初期会造成资源浪费,增加环境污染;发展后期由于经验、技术积累能充分发挥产业协同集聚优势,减少排放量,促进绿色效率提升^[18];从质量和深度的视角,协同集聚程度低时会抑制能源效率的提升,协同集聚程度高时便会显著促进能源效率提升,降低能源消耗,提高绿色经济效率。在产业振兴时期,采用SBM-DEA模型对东北地区绿色经济效率进行估算^[20],结论亦成立。

综上所述,学术界关于产业协同集聚和绿色经济效率的研究分歧较大,大多文献主要探究产业集聚与绿色经济效率的关系,相较已有文献,本文的边际贡献在于:(1)对绿色经济效率研究模型优化:以往测度绿色经济效率较多选择劳动力、资本和能源三项投入指标,未考虑技术内生,但技术演进对绿色经济效率的发展产生越来越重要的影响,为此,本文将测度指标分类维度进行优化,把技术演进纳入模型修正后进行测量,使绿色经济效率更符合现实经济情况。(2)将污染浓度分类标准进行创新应用:由于制造业行业分类繁多,其产生的非期望产出有较大差异,对环境的影响也大相径庭,但目前鲜有学者考察不同污染浓度产生的异质性影响,因此本文借鉴学界的分类标准,将制造业分为重度污染、中度污染和轻度污染三类,并创造性地将其应用于产业协同集聚对绿色经济效率的影响上,分别探究它们与生产性服务业协同集聚对绿色经济效率的异质性影响,根据实证结论提出针对性的政策建议。

三、理论分析与研究假设

(一)产业协同集聚对绿色经济效率的直接效应

依据产业协同集聚及绿色经济效率的研究现状,首先从生产性服务业与制造业协同集聚对绿色经济效率的直接效应进行分析。集聚初期产生抑制效应。初期产业间的关联度比较低,大都是因为地区政策红利导致的无意识聚集,专业知识的学习壁垒高,技术进步缓慢。本着利益最大化原则,选择低成本、高耗能的生产技术,产生的生产废料也能通过“搭便车”行为分摊消化处理,造成环境污染,降低了本地绿色经济效率。随着规模经济初显,刺激企业扩大产能,能源消耗增加,带来更多的非期望产出,远大于污染集中处理的减排效应。产业不断集聚,生产要素过度集中、污染物排放增加以及产能过剩导致供过于求,产生规模不经济,即短期“拥堵效应”^[21-22],因此初期产业协同集聚对绿色经济效率产生负向影响。

成熟期对绿色经济效率产生促进效应。基于知识溢出理论,产业协同集聚不断加深,产业间关联程度提高,集聚区内部形成了知识流动的重要场所,要素流动更加方便快捷^[23],进而促进技术进步;同类产业间由于竞争关系不断升级技术,提高产能和产品质量,促进了绿色经济效率的提升。此外,规模经济效应体现在劳动力蓄水池和污染物集中处理以及共享经济效应。首先,生产性服务业的知识密集程度高,劳动力由低端流向高端行业,所拥有的丰富知识、经验和技能,能显著提高制造业能源利用效率。其次,生产性服务业逐渐融入制造业各个生产环节,有利于制造业的生产废料集中处理。最后,通过共享交通、互联网通信等基础设施,降低生产成本和交易成本;通过企业分摊治污成本,政府集中监管,企业相互监督,降低隐形非期望产出,有利于绿色经济效率提高^[24]。第四,产业协同集聚生态效应通过副产品和生产废料多环节、多路径的循环再利用不仅能实现产品价值增值,而且还降低了对环境的负面影响,提高了绿色经济效率。

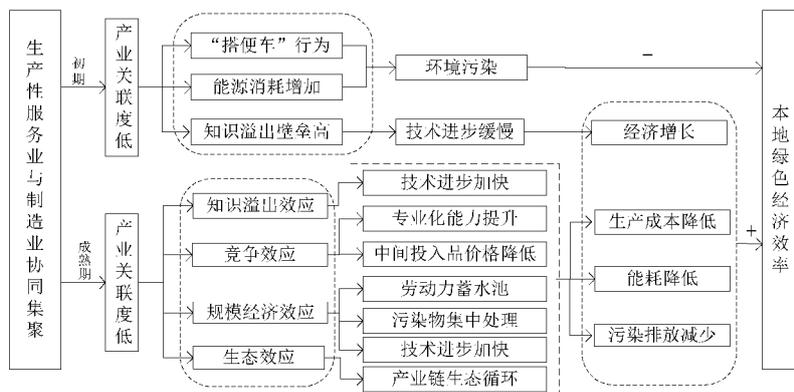


图1 产业协同集聚对绿色经济效率的直接效应作用机理

产业协同集聚虽在初期对绿色经济效率产生负向影响,但在后期将会促进绿色经济效率提升。基于此,本文提出假说 1:

H1:生产性服务业与制造业协同集聚对绿色经济效率的影响是非线性的,即先下降后上升的“U”型。

(二)产业协同集聚对绿色经济效率的间接效应

依据产业协同集聚对绿色经济效率的研究现状,接下来从生产性服务业与制造业协同集聚对绿色经济效率的间接效应进行分析。协同集聚初期,主要通过环境负外部性和虹吸效应抑制邻地绿色经济效率提升。基于环境外部性理论,一个地区绿色经济效率由环境效率和经济效率共同决定,并且其污染程度存在空间溢出效应^[25]。其中大气污染和水污染以及海洋污染具有流动性和扩散性,将会间接影响相邻地区的生态环境,致使相邻地区被迫且无偿地承担本地的环境污染成本,从而降低绿色经济效率。基于新经济地理学理论分析,生产性服务业与制造业协同集聚存在“中心—外围”特征,“中心”地区产业协同集聚水平高,对周边地区较高级的生产要素产生虹吸效应^[26],一部分产业被挤到周边地区促使产业协同集聚达到适度饱和的状态,这部分可能存在高污染、高排放的企业转移到周边地区,虽然在短期助推了地区经济增长,但在长期造成了环境污染。初期,产业协同集聚对绿色经济效率产生负向影响。

协同集聚成熟阶段主要通过挤出效应、竞争效应、知识溢出效应和示范效应对周边地区绿色经济效率产生影响。首先,相邻地区既会通过恶性竞争造成资源浪费,也可能通过良性竞争产生知识溢出效应进一步促进周边地区的绿色经济效率。其次,通过知识溢出效应间接促进周边地区绿色经济效率。根据空间相互作用理论,由于地理空间相邻,不同产业协同集聚产生的知识溢出会对周边地区产生影响^[27],交通网络和信息网络的发展降低了企业间的交易成本,缩短了知识传播渠道,间接促进了绿色效率提升。最后,通过地区间的示范效应对邻地绿色经济效率产生积极影响。产品市场空间相邻,与本企业在相同或者相似产品市场进行销售的企业^[28],企业间存在的竞争关系迫使企业间相互学习知识、技术和经验,提升自身产品质量和生产效率,进而达到提升绿色经济效率的效果。成熟期,产业协同集聚对绿色经济效率产生正向影响。

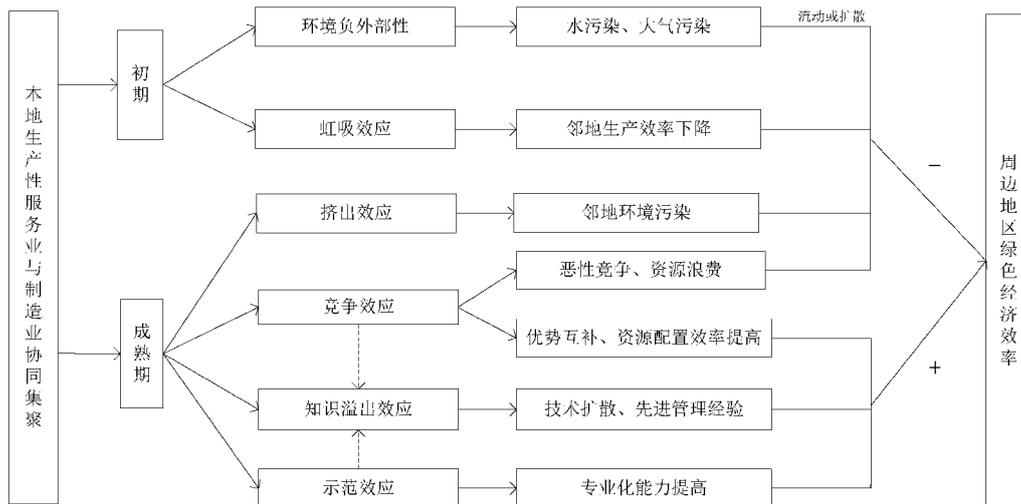


图 2 产业协同集聚对绿色经济效率的间接效应作用机理

总之,产业间协同集聚形成的空间互动效应,能提高制造业生产效率,进而提升绿色经济效率。生产性服务业与制造业协同集聚初期和成熟期都会对绿色经济效率产生影响。基于此,本文提出假说 2:

H2:产业协同集聚不仅对本地绿色经济效率产生影响,还会对邻地绿色经济效率产生间接

影响,即空间溢出效应,而且其影响也呈“U”型特征。

(三) 异质性产业协同集聚对绿色经济效率的影响效应

由于制造业污染程度对地区绿色经济发展的影响效应差异较大,本文从异质性产业协同集聚视角出发,分析了异质性产业协同集聚对绿色经济效率的影响。制造业是环境负产出最多的产业,如黑色金属加工、石油化工制造业等污染产出较高,而仪器制造业、文体教育制造业等污染产出较低,因此生产性服务业与不同污染类型的制造业协同集聚也会对绿色经济效率产生异质性影响。一是重污染制造业先于生产性服务业集聚,追求收入增长的重污染企业短期内造成环境污染。集聚成熟期,生产性服务业与重污染型制造业协同集聚产生规模经济效应,重污染企业享受到集聚红利,生产效率提升,产能加大,两种类型企业交往日益密切,生产性服务业同样享受到了集聚红利。二是中度污染制造业污染排放强度低于重污染企业,其所承受的环境规制强度较弱,因此生产性服务业与中度污染制造业协同集聚初期,更容易在污染物处理方面产生“搭便车”行为,造成环境污染。同理,生产性服务业与轻度污染制造业协同集聚初期也可能因此造成绿色经济效率下降,而高技术制造业是技术密集型产业具有先进的技术,更容易与生产性服务业形成高水平协同集聚。因此,生产性服务业与轻度(中度)污染制造业协同集聚会更早促进绿色经济效率提升。基于此,提出假说3:

H3:生产性服务业与不同污染类型的制造业协同集聚对绿色经济效率存在异质性影响,生产性服务业与轻污染制造业协同集聚将会更早促进绿色经济效率提高。

四、实证模型与变量说明

(一) 模型的设定

绿色经济效率存在空间效应,且理论分析也指出产业协同集聚对绿色经济效率的影响存在空间效应,沿用 Lee 提出的广义嵌套空间模型(GNS)^[29]:

1. 广义嵌套空间模型

$$Y_{it} = \delta \tau_1 Y + X\beta + \tau_2 X\theta + \mu \quad (1)$$

$$\mu = \lambda \tau_3 \mu + \epsilon \quad (2)$$

其中, Y_{it} 为 n 维向量,则 W_1 、 W_2 、 W_3 均为 $n \times n$ 的空间权重矩阵,当 $\theta=0$ 且 $\lambda=0$ 时,模型为 SAR;当 $\delta=0$ 且 $\theta=0$ 时,模型为 SEM;当 $\lambda=0$,GNS 模型变为 SDM 模型。一般较为常用的也是以上三种模型,本文主要运用 LM 和 LR 方法检验选择最优模型。

2. 空间效应分解

运用偏微分方法将空间效应分解为直接效应、间接效应。直接效应是指本地产业协同集聚对本地绿色经济效率的影响,间接效应则是指邻近地区产业协同集聚对本地绿色经济效率的影响,即空间溢出效应^[30]。将一般空间杜宾模型(SDM)变换形式并进行如下分解:

$$GEE_{it} = (I - \rho W)^{-1} GEE_{it} + (I - \rho W)^{-1} Coa_{it}\beta + (I - \rho W)^{-1} \delta W Coa_{it} + \alpha \tau_n + (I - \rho W)^{-1} (\epsilon_{it} + \mu_i + \nu_t) \quad (3)$$

求不同省份(1……n)绿色经济效率对不同省份的第 K 个产业协同集聚(Coa)的偏导矩阵:

$$\left[\frac{\partial GEE}{\partial Coa_{1,k}} \dots \frac{\partial GEE_n}{\partial Coa_{n,k}} \right] = \begin{pmatrix} \frac{\partial GEE_1}{\partial Coa_{1,k}} & \dots & \frac{\partial GEE_1}{\partial Coa_{n,k}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial GEE_n}{\partial Coa_{1,k}} & \dots & \frac{\partial GEE_n}{\partial Coa_{n,k}} \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned}
&= (I - \rho W)^{-1} \begin{pmatrix} \beta_k & W_{1,2} \delta_k & \cdots & W_{1,n} \delta_k \\ W_{2,1} \delta_k & \beta_k & \vdots & W_{2,n} \delta_k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{n,1} \delta_k & W_{n,2} \delta_k & \cdots & \beta_k \end{pmatrix} \\
&= (I - \rho W)^{-1} (\beta_k I_n + W \delta_k) \tag{4}
\end{aligned}$$

由式(4)可知,矩阵对角线上的所有元素算术平均值为直接效应,非对角线上的所有元素算术平均值为间接效应^[31],两者加总则为总效应。

(二)变量说明

被解释变量:绿色经济效率(GEE)运用非期望产出的超效率 SBM-DEA 模型测度^[32],模型由 Tone 提出,将投入、产出松弛变量引入了非径向、非角度的 SBM-DEA 模型,考虑了希望负产出减少的效率评价问题。因此,超效率 SBM-DEA 模型结合了超效率 DEA 和 SBM 模型的优点,选择使用 SuperSBM-DEA 模型。基于规模报酬不变(CRS)情况下的计算公式如下:

$$\min \rho^* = \frac{\frac{1}{m} \times \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i,k}}}{\frac{1}{(q_1 + q_2)} \times \left(\sum_{r=1}^{q_1} \frac{s_r^+}{y_{r,k}} + \sum_{g=1}^{q_2} \frac{s_g^-}{b_{g,k}} \right)} \tag{5}$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{j=1, j \neq j_0}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- \leq x_{ij_0}, i=1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1, j \neq j_0}^n y_{ij} \lambda_j + s_r^+ \geq y_{ij_0}, r=1, 2, \dots, q_1 \\ \sum_{j=1, j \neq j_0}^n b_{ij} \lambda_j - s_g^- \leq b_{ij_0}, g=1, 2, \dots, q_2 \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+, s_g^- \geq 0, j=1, 2, \dots, n \end{cases} \tag{6}$$

其中, x, y, b 分别为投入、期望产出和非期望产出,有 m 个投入指标, q_1 个期望产出指标, q_2 个非期望产出指标, n 个决策单元; s 表示松弛变量,则 s_i^-, s_r^+, s_g^- 表示投入变量、期望产出变量和非期望产出变量的松弛值,结合上述视窗分析方法,得到动态变化的绿色经济效率数值。

核心解释变量:产业协同集聚(Coa)的测度方法主要有两种:一种是基于产业关联即投入产出进行测度,另一种 E-G 修正指数。E-G 指数的核心思想^[25],构建了产业协同集聚指数测度的新方法,该方法既能反映“协同质量”,还能反映“协同高度”,因此本文借鉴陈建军等人^[23]测度产业协同集聚程度。计算公式如下:

$$Coagg = \left(1 - \frac{|LQ_m - LQ_s|}{LQ_m + LQ_s}\right) + (LQ_m + LQ_s) \tag{7}$$

$$LQ_{ij} = \frac{\frac{q_{ij}}{q_j}}{\frac{q_i}{q}} \tag{8}$$

其中, m 表示制造业, s 表示生产性服务业, LQ_m 为制造业的在全国的区位熵, LQ_s 为生产性服务业在全国的区位熵。而区位熵的计算如式(8), q_{ij} 为 j 省 i 产业就业人数, q_j 为 j 省全部产业就业人数, q_i 为全国 i 产业就业人数, q 而为全国总就业人数。

控制变量:绿色经济效率是一个综合指标,本文将影响绿色经济效率分为三个方面的内容,包括环境类指标、资源禀赋类指标以及经济类指标,详见下表 1

表 1 变量类型与说明

变量类型	变量名称	变量符号	变量描述说明	
被解释变量	绿色经济效率	$Gtfp(ln)$	钱争鸣和刘晓晨(2014)非期望产出的 SBM-DEA 超效率	
	产业协同及集聚	$Coa(ln)$		
核心解释变量	生产性服务业-重污染制造业	$H-Coa(ln)$	陈建军等人(2016)计算公式	
	生产性服务业-中度污染制造业	$M-Coa(ln)$		
	生产性服务业-轻度污染制造业	$L-coa(ln)$		
控制变量	环境类	环境治理强度	EG	GRIMAUCD(2005)环境治理投资完成额/GDP
		科技创新水平	TS	科学技术财政支出/GDP
	资源禀赋类	人力资本水平	HC	崔宇明(2013)平均受教育年限 ^①
		能源禀赋	$ENST$	煤炭消费量/能源消费量
		要素禀赋结构	ES	王兵和吴延瑞等(2010)资本/劳动
	经济类	产权结构	OS	国有企业从业人数/总就业人数
		政府干预	GI	地方财政支出/GDP
		基础设施水平	IN	蔡宏波等(2021)人均道路长度
		对外开放水平	Fdi	朱东波和张月君(2020)外商直接投资/GDP

(三)数据来源与描述性统计

数据主要来源于 2001—2019 年国家统计局、《中国劳动统计年鉴》和 EPS 数据库。能源消费量来源于国泰安数据库,部分缺失数据由各省统计年鉴补齐。此外,由于个别省份能源消费只更新到 2018 年,因此 2019 年数据运用年平均增长率计算得出;工业废水、工业二氧化硫排放和工业烟(粉)尘排放数据来源于中国环境统计年鉴,需要指出,《中国环境统计年鉴》在 2011 年以前统计工业烟尘和粉尘排放,因此本文将两者加总得到 2001—2010 年工业烟(粉)数据,而最新年份个别缺失数据用年平均增长率补齐。各变量的描述性统计变量见表 2。

表 2 变量描述性统计

变量		mean	sd	p50	max	min
GEE	绿色经济效率	1.776	0.450	1.782	2.990	0.502
Coa	产业协同及集聚	0.975	0.162	0.981	1.371	0.547
Coa^2	产业协同及集聚平方项	0.976	0.312	0.962	1.879	0.299
$H-Coa$	生产性服务业-重污染制造业	1.035	0.119	1.051	1.312	0.397
$H-Coa^2$	生产性服务业-重污染制造业平方项	1.086	0.227	1.105	1.723	0.158
$M-Coa$	生产性服务业-中度污染制造业	0.900	0.239	0.878	1.498	0.403
$M-Coa^2$	生产性服务业-中度污染制造业平方项	0.867	0.447	0.772	2.245	0.163
$L-coa$	生产性服务业-轻度污染制造业	0.885	0.312	0.924	1.539	-0.053
$L-coa^2$	生产性服务业-轻度污染制造业平方项	0.880	0.513	0.855	2.369	0.000
EG	环境治理强度	14.456	12.086	11.637	71.549	1.410
TS	科技创新水平	36.043	22.829	29.087	118.420	11.161
HC	人力资本水平	8.639	1.057	8.615	12.028	6.189
$ENST$	能源禀赋	1.493	0.845	1.255	4.035	0.389
ES	要素禀赋结构	14.938	13.027	11.069	61.264	1.102
OS	产权结构	0.318	0.145	0.305	0.629	0.065
GI	政府干预	0.219	0.103	0.198	0.675	0.086
IN	基础设施水平	30.795	20.876	26.151	126.049	5.445
FDI	对外开放水平	2.518	2.222	1.898	10.791	0.072

① 平均受教育年限计算公式:

$$H = \frac{\text{小学受教育人数} \times 6 + \text{初中受教育人数} \times 9 + \text{高中或中专受教育人数} \times 12 + \text{大专及以上学历受教育人数} \times 16}{6 \text{ 岁以上总人数}}$$

五、实证检验及结果分析

(一) 绿色经济效率空间相关性检验

据图 3 可知,第一,从全局空间特征上看,中国省域绿色经济效率存在正向空间相关性,并且普遍遵循空间地理规律,即呈现“高一高”空间聚集或“低—低”空间聚集的现象。但绿色经济效率的空间集聚现象逐渐减弱,中国省域之间绿色经济效率逐渐呈现差异化特征。第二,从局部空间特征上看,多数东部地区的省市间的绿色经济效率能够起到辐射带动效应,西部地区大多数省市绿色经济效率普遍较低,呈“低—低”集聚趋势。

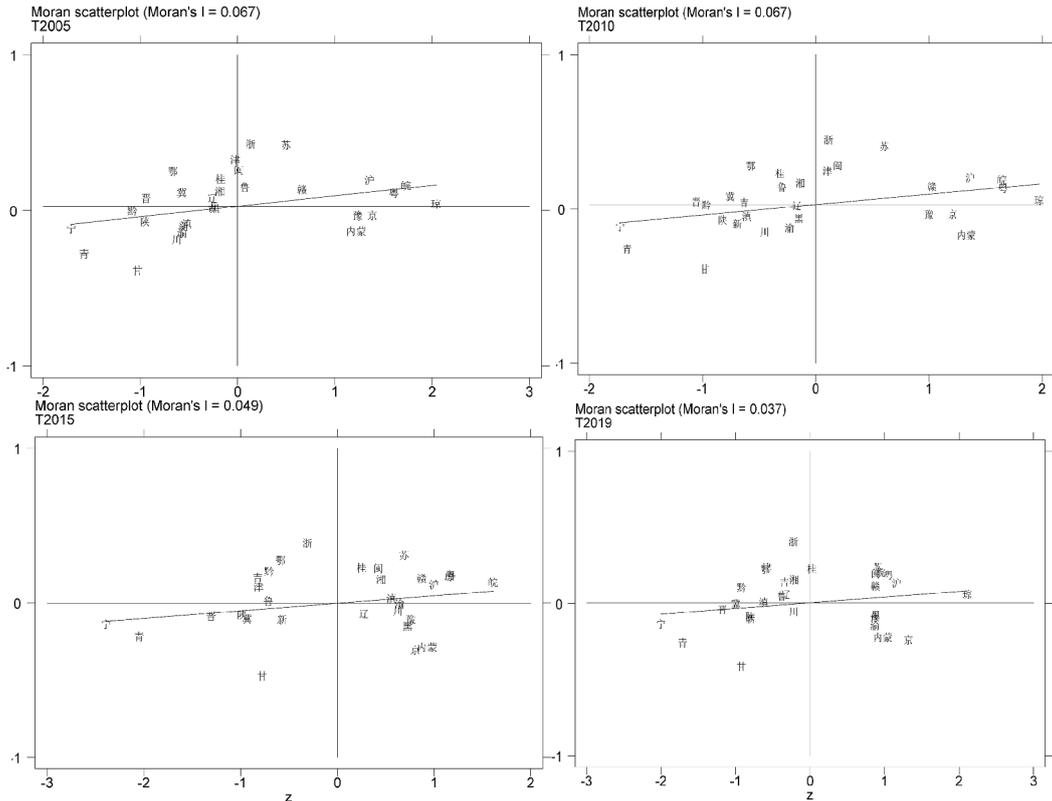


图 3 2005、2010、2015、2019 年中国省域绿色经济效率局部莫兰指数

由上文分析可知,中国省域绿色经济效率具有空间相关性,接下来进行生产性服务业与制造业协同集聚水平、重污染制造业($H-Coa$)、中度污染制造业($M-Coa$)以及与轻度污染制造业四个变量与产业协同集聚($L-coa$)的适用性检验,运用 stata 软件依次进行 LM 检验,选择最优模型进行空间回归。检验结果如下:

表 3 空间模型选择适用性检验

检验类型	Coa 与 GEE	$H-Coa$ 与 GEE	$M-Coa$ 与 GEE	$L-Coa$ 与 GEE
$Moran's\ I-Error$	32.603*** ($P=0.000$)	32.441*** ($P=0.000$)	32.309*** ($P=0.000$)	32.506*** ($P=0.000$)
$LM-Error$	858.921*** ($P=0.000$)	850.916*** ($P=0.000$)	842.153*** ($P=0.000$)	853.752*** ($P=0.000$)
$R-LM-Error$	342.129*** ($P=0.000$)	335.393*** ($P=0.000$)	332.743*** ($P=0.000$)	337.325*** ($P=0.000$)
$LM-Lag$	557.585*** ($P=0.000$)	556.762*** ($P=0.000$)	551.395*** ($P=0.000$)	557.61*** ($P=0.000$)
$R-LM-Lag$	40.793*** ($P=0.000$)	41.239*** ($P=0.000$)	41.986*** ($P=0.000$)	41.183*** ($P=0.000$)
$R-squared$	0.6114	0.6093	0.6109	0.6093

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平下显著;括号内为稳健标准误,下同

从表 3 的 LM 检验可以看到,在三种空间模型中,无论是综合的产业协同集聚还是异质性的产业协同集聚,在 1% 的显著性水平下都显著拒绝了空间误差模型和空间滞后模型的,故本文选择空间杜宾模型。

(二)空间效应结果与分析

由表 4 可知,模型 1 系数为正且通过了 1% 的显著性水平检验,表明本地绿色经济效率提高会促进周边地区绿色经济效率的提高。可能的原因如下:绿色经济效率的“涓滴效应”使得绿色经济效率水平高的地区辐射带动低水平地区;地区间的绿色经济效率存在“逐顶竞争”的策略性互动,即环境保护和可持续发展政策若形成“示范效应”,带动周边地区积极开发绿色环保技术,提高绿色经济效率。

表 4 产业协同集聚直接效应

变量	(m1)	(m2)	(m3)	(m4)
<i>W.Coa</i>	-0.976*** (-4.03)			
<i>W.Coa</i> ²	0.514*** (4.16)			
<i>W.H-Coa</i>		-0.682** (-2.41)		
<i>W.H-Coa</i> ²		0.289* (1.94)		
<i>W.M-Coa</i>			-0.317** (-2.02)	
<i>W.M-Coa</i> ²			0.190** (2.52)	
<i>W.L-coa</i>				-0.212*** (-2.90)
<i>W.L-coa</i> ²				0.132*** (3.18)
<i>W.EG</i>	-0.0013** (-2.34)	-0.0014** (-2.26)	-0.0012* (-1.93)	-0.0015** (-2.56)
<i>W.TS</i>	0.0006 (0.76)	0.0007 (0.88)	0.0007 (0.92)	0.0006 (0.76)
<i>W.HC</i>	0.042 (1.20)	0.038 (1.03)	0.038 (1.07)	0.040 (1.15)
<i>W.ENST</i>	-0.102*** (-3.39)	-0.110*** (-3.34)	-0.107*** (-3.50)	-0.107*** (-3.67)
<i>W.ES</i>	-0.002 (-1.13)	-0.002 (-1.24)	-0.003 (-1.31)	-0.002 (-1.19)
<i>W.OS</i>	0.580*** (2.64)	0.559** (2.53)	0.631*** (2.80)	0.604*** (2.74)
<i>W.GI</i>	-0.136 (-0.37)	-0.0324 (-0.09)	-0.168 (-0.47)	-0.172 (-0.46)
<i>W.IN</i>	0.0022 (1.53)	0.0018 (1.29)	0.0023* (1.68)	0.0023* (1.67)
<i>W.FDI</i>	0.111 (1.00)	0.104 (0.91)	0.122 (1.04)	0.111 (0.96)
<i>rho</i>	0.470*** (5.66)	0.364*** (3.05)	0.515*** (7.20)	0.456*** (5.46)
<i>sigma</i> ₂	0.0102*** (7.28)	0.0103*** (7.30)	0.0104*** (7.60)	0.0104*** (7.29)
<i>Observations</i>	570	570	570	570
<i>R-squared</i>	0.293	0.302	0.302	0.296
<i>Number of id</i>	30	30	30	30
时间固定效应	yes	yes	yes	yes
个体固定效应	yes	yes	yes	Yes

1. 生产性服务业与制造业协同集聚对绿色经济效率的直接效应分析

将产业协同集聚对绿色经济效率的空间效应分解为直接效应和间接效应。全局产业协同集聚的一次项系数显著为负、二次项系数显著为正,在1%的水平上显著呈“U”型(模型1),产业协同集聚拐点为0.95(对数化后的值,下同),H1成立。从中国经济实际发展情况来看,集聚初期生产性服务业容易落后于制造业的生产需求,较易产生环境污染,出现协同集聚假象不利于促进绿色经济效率;随着生产性服务业不断渗透进制造业产业链的各个环节,制造业与生产性服务业的协同融合程度逐渐加深,提高制造业创新能力、促进生产技术进步,实现真正意义上的协同集聚从而促进了本地绿色经济效率提升。模型(2)生产性服务业与重度污染制造业协同集聚与绿色经济效率的实证结果同样显示出“U”型变化,U型曲线极小值点为1.180,比全局产业协同集聚的极小值点大,在2001—2019年期间,生产性服务业与重度污染制造业协同集聚对绿色经济效率产生正向影响的拐点出现的更晚;模型(3)生产性服务业与中度污染制造业协同集聚与绿色经济效率的关系也呈“U”型变化,但与重度污染有差异。生产性服务业与中度污染制造业协同集聚的极小值点为0.833,比全局产业协同集聚和重污染制造业的协同集聚更早达到拐点。模型(4)为生产性服务业与轻度污染制造业协同集聚对绿色经济效率的实证结果,拐点为0.80,说明多数省市生产性服务业与轻度污染制造业协同集聚水平都已经达到了拐点。到2019年,东部地区和中部地区基本都在拐点右边,产业协同集聚对绿色经济效率起促进作用,仅有河北、湖南和海南等地未达到拐点。

综合四个模型实证结果,产业协同集聚与绿色经济效率的“U”型拐点均不相同。生产性服务业与轻度污染制造业协同集聚水平最先到达“U”型拐点,而重度污染制造业与生产型服务业协同集聚最迟,即轻度>中度>全局>重度,异质性产业协同集聚对绿色经济效率产生了异质性影响,证明假说3成立。

2. 生产性服务业与制造业协同集聚对绿色经济效率的间接效应分析

从表5可知,全局产业协同集聚对绿色经济效率的空间溢出效应显著,假说2成立。溢出效应也呈“U”型变化,进一步证明了稳健性,导致其产生“U”型变化的核心原因是地区间的示范效应^[33]和空间关联效应^[30]。自2009年以来,移动互联网普及、大数据和智能技术的运用,进一步促进了企业间的跨区合作,而生产型服务业,如金融业、环保管理等产业本身属于知识密集型产业,通过互联网信息技术作为载体,产业协同集聚产生的知识溢出效应也可以辐射到周边邻近地区,推动相邻区域技术进步,提升其创新能力,提高邻地企业的生产技术水平,从而促进邻地绿色经济效率的提升。其二,中国各个地区特别是相邻地区之间通过产业链上各环节建立紧密的经济联系,产业内部的专业化分工逐渐精细化,地区间的空间联动性更强。本地的产业协同集聚通过地区空间联动,对邻地绿色经济效率产生了空间溢出效应。综合来看,生产性服务业与重度污染制造业协同集聚对绿色经济效率的“U”型拐点处于最右边为1.04,表明生产性服务业与重度污染制造业协同集聚需要形成更高水平的集聚,并且需要更长的时间才能促进绿色经济效率的提高。模型(3)生产性服务业与中度污染制造业协同集聚的系数不显著,不能解释生产性服务业与中度污染制造业协同集聚(M-Coa)对绿色经济效应是否存在非线性的空间效应。

表 5 产业协同集聚空间溢出效应

变量	(m1)	(m2)	(m3)	(m4)
<i>W.Coa</i>	-4.176*** (-4.07)			
<i>W.Coa</i> ²	2.169*** (4.13)			
<i>W.H-Coa</i>		-4.848*** (-2.93)		
<i>W.H-Coa</i> ²		2.330*** (2.66)		
<i>W.M-Coa</i>			-1.028 (-1.44)	
<i>W.M-Coa</i> ²			0.699** (2.05)	
<i>W.L-coa</i>				-0.891*** (-2.69)
<i>W.L-coa</i> ²				0.515*** (2.67)
<i>W.EG</i>	0.003 92 (0.85)	0.002 70 (0.62)	0.004 64 (0.89)	0.003 30 (0.62)
<i>W.TS</i>	-0.003 65 (-1.14)	-0.003 49 (-1.13)	-0.003 06 (-0.94)	-0.003 69 (-1.10)
<i>W.HC</i>	-0.071 9 (-0.30)	-0.145 (-0.62)	-0.096 9 (-0.38)	-0.059 1 (-0.23)
<i>W.ENST</i>	-0.570* (-1.86)	-0.629* (-1.86)	-0.619* (-1.93)	-0.640* (-1.94)
<i>W.ES</i>	-0.000 948 (-0.10)	-0.001 49 (-0.16)	-0.003 04 (-0.31)	-0.001 43 (-0.14)
<i>W.OS</i>	-0.655 (-0.61)	-0.767 (-0.67)	-0.446 (-0.40)	-0.433 (-0.38)
<i>W.GI</i>	-3.358*** (-2.66)	-2.992** (-2.34)	-3.641*** (-2.62)	-3.667*** (-2.74)
<i>W.IN</i>	0.026 0*** (2.67)	0.025 0** (2.55)	0.028 9*** (2.75)	0.027 7*** (2.70)
<i>W.FDI</i>	0.389 (0.96)	0.425 (1.10)	0.416 (0.91)	0.342 (0.79)

(三)时空异质性分析

1. 地区异质性分析

中国东部、中部和西部经济发展水平差距大,不同资源禀赋使得各省制造业类型差异也相对较大。从表 6 分地区的实证结果可以看到,东部和西部地区产业协同集聚对绿色经济具有空间效应,且一次项显著为负,二次项显著为正,即东部地区产业协同集聚对绿色经济效率的影响呈“U”型变化,与上文全局产业协同集聚的实证结果相同。中部空间自回归系数不显著,即不存在空间效应,可能的原因是中部地区仅有 6 个地区,样本不足导致结果不显著。综合来说,东部地区基准回归的 U 型拐点为 0.36,而西部地区的 U 型拐点为 1.02,表明东部地区产业协同集聚更早达到“U”型拐点右边,对绿色经济效率产生促进作用。东西部地区产业协同集聚对绿色经济效率的影响产生差异的原因有三点:第一,东部地区级劳动力、资本、技术创新等要素集聚,更容易发生高水平的产业协同集聚,有效促进绿色经济效率。第二,地理位置差异。东部地区主要为沿海地区,交通、通信、互联网等基础设施完善大大缩短了区间距离,进一步促进扩大产业协同集

聚的规模,而且对外贸易发达,技术引进、技术创新频繁,有利于绿色经济效率提升。第三,政策差异。国家战略的推动容易产生高水平的产业协同集聚,形成大规模的产业协同集聚,而且企业的环保意识高,清洁技术的研发效率高,促进了环境保护。例如推动长三角、粤港澳大湾区、京津冀等国家战略区域的一体化发展,也促成了相应区域的产业协同集聚。同理,2020年,西部成渝双城经济圈也将进一步促进该地区的产业协同集聚。

表 6 分地区产业协同集聚对绿色经济效率的实证回归

变量	东部	中部	西部
<i>W.Coa</i>	-3.960** (-2.45)	-0.273 (-0.61)	-0.837* (-1.83)
<i>W.Coa</i> ²	5.509** (2.46)	0.164 (0.71)	0.409* (1.70)
<i>W.EG</i>	-0.002 (-0.71)	-0.004** (-2.45)	-0.001 (-1.30)
<i>W.ENST</i>	-0.693*** (-3.30)	0.010 4 (0.21)	-0.054 1** (-2.17)
<i>W.OS</i>	0.598*** (2.89)		0.147 (0.53)
<i>W.IN</i>	-0.011** (-1.98)	0.007* (1.91)	-0.001 (-0.65)
<i>rho</i>	0.308* (1.92)	-0.070 6 (-0.12)	0.770*** (5.39)
<i>sigma</i> _{2ϵ}	0.013*** (5.24)	0.007*** (7.15)	0.009*** (5.26)
个体固定效应	Y	Y	Y
时间固定效应	N	N	N
<i>Observations</i>	190	114	209
<i>R-squared</i>	0.161	0.164	0.348
<i>Number of id</i>	10	6	11

注:同上

2. 分时期异质性分析

2001—2019年期间,中国的经济发展有着质的飞跃,特别是2010年,中国为优化产业布局实行中西部承接产业转移政策,导致中国各地区产业结构产生巨大变化。因此,本文将2010年作为时间节点,分为十一五规划之前和之后,分时期研究产业协同集聚对绿色经济效率的影响。在2001—2010年时间段内,中国经济增长正处于粗放式发展阶段,本质上经济发展重心偏向速度,而忽视发展质量,造成生态环境污染。在SDM模型中,空间滞后系数显著为负,本地绿色经济效率水平提高会抑制周边地区绿色经济效率提升,可能的原因是:第一,2001—2010年期间,中国在迅速发展的同时地区间的收入差距、生活水平差距也在逐渐加大,存在极化效应,即发达地区由于自身的资金、劳动力、技术等要素积累和经济基础,其绿色经济效率也会越来越高。而且由于各地经济发展水平差异和人才政策的差异,高级人力资本会向经济发展水平高的地区流动,流入地绿色经济效率水平提高,而流出地绿色经济效率水平下降。第二,环境规制政策差异性,环境管控严格的地区会对高污染产业进行限制,致使这部分企业转移至其他相邻地区,经济水平高的地区绿色经济效率也高,而经济发展水平较低的地区由于经济绩效引入高产出高污染产业,将会降低绿色经济效率。第三,2010年后,中国在发展经济的同时更加重视环境保护,监管体系不断完善,经济可持续发展水平稳步上升。

表 7 分时期产业协同集聚对绿色经济效率的实证回归

	2001—2010	2011—2019
<i>W.Coa</i>	-3.183*** (-3.55)	-5.120* (-1.81)
<i>W.Coa</i> ²	0.497*** (3.62)	0.781* (1.81)
控制变量	Y	Y
<i>rho</i>	-0.881*** (-4.14)	0.681*** (12.18)
<i>sigma</i> _{2_e}	0.006 23*** (4.97)	0.051 8*** (10.64)
个体固定效应	Y	Y
时间固定效应	Y	Y
<i>R-squared</i>	300	270
<i>Number of id</i>	0.075	0.025
<i>Observations</i>	30	30

注：同上

(四) 稳健性分析

为验证实证结果的稳健性,本文运用以下三种方法进行检验:第一,更换空间权重矩阵^[35],不同权重矩阵可能产生不同的结果,将空间反距离权重矩阵(W_2)更换为 queen 邻接空间矩阵(W_1)和经济嵌套矩阵 W_3 ;第二,考虑到绿色经济效率增长可能存在空间路径依赖,因此,本文在空间静态面板杜宾模型的基础上加入空间滞后项,构建空间动态面板杜宾模型^[36],进行内生性检验,以证明上述结论的稳健性。若稳健性结果的回归系数符号未发生改变,说明本文空间计量结构具有稳健性,结果可信。

1. 更换空间权重矩阵

将实证部分运用的空间反距离矩阵(W_2)更换为 queen 邻接空间矩阵(W_1)和经济嵌套矩阵(W_3)再次进行空间计量回归。从表 8 可以看到,生产性服务业与制造业协同集聚的一次项和二次项符号与上文相同,即生产性服务业与制造业协同集聚对绿色经济效率的影响呈“U”型变化,直接效应和间接效应均符合“U”型变化;空间自回归系数在 1% 的显著性水平下为正,大小和符号均无较大变化,说明本文研究结论是稳健的。

表 8 空间动态杜宾模型稳健性检验结果

	经济嵌套矩阵(W_1)的稳健性检验			经济嵌套矩阵(W_3)的稳健性检验		
	空间效应	直接效应	间接效应	空间效应	长期直接效应	长期间接效应
<i>W.Coa</i>	-0.740*** (-3.100)	-0.917*** (-3.58)	-2.513*** (-3.56)	-0.883*** (-3.40)	-0.934*** (-3.36)	-3.723** (-1.96)
<i>W.Coa</i> ²	0.402*** (3.37)	0.498*** (3.85)	1.372*** (3.7)	0.454*** (3.47)	0.475*** (3.37)	1.651* (1.79)
<i>Rho</i>	0.408*** (8.18)			0.325*** (4.64)		
<i>sigma</i> _{2_e}	0.011 5*** (7.49)			0.012 1*** (7.06)		
<i>Cv</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>R-squared</i>	0.384	0.384	0.384	0.329	0.329	0.329
<i>Number of id</i>	30	30	30	30	30	30
<i>Observations</i>	570	570	570	570	570	570

2. 变更动态模型

运用空间动态杜宾模型进行内生性检验,从表 9 的实证结果发现,核心解释变量的回归系数符号方向和大小基本一致,特别是长期直接效应和长期间接效应的实证结果的回归系数方向不变,表明上文空间静态杜宾模型的效应分解结果可信度高。可以看到,滞后一期绿色经济效率系数在 1% 的显著性水平下为正,主要原因是绿色经济发展存在“锁定效应”和,即前一时期的绿色经济效率能促进本期绿色经济效率提高;此外,地区绿色经济发展还存在“积累效应”,通过清洁技术、高级人力资本积累、环境治理投资的积累效应促进下期绿色经济效率提升。

表 9 空间动态杜宾模型稳健性检验结果

	基准回归	短期直接效应	短期间接效应	长期直接效应	长期间接效应
<i>L.GEE₂</i>	0.596 *** (8.73)				
<i>W.Coa</i>	-0.933 *** (-4.60)	-0.888 *** (-4.82)	-2.708 *** (-2.68)	-2.098 *** (-4.75)	-4.637 ** (-2.33)
<i>W.Coa²</i>	0.486 *** (4.82)	0.467 *** (5.08)	1.288 ** (2.44)	1.110 *** (5.04)	2.183 ** (2.07)
<i>EG</i>	-0.000 3 (-1.07)	-0.000 5 (-1.34)	0.007 *** (2.69)	-0.002 (-1.51)	0.014 3 *** (2.79)
<i>TS</i>	-0.000 7 * (-1.82)	-0.000 6 (-1.64)	-0.004 ** (-2.09)	-0.001 (-1.31)	-0.007 ** (-1.97)
<i>Rho</i>	0.300 ** (2.41)				
<i>sigma²_e</i>	0.006 13 *** (5.92)				
个体固定效应	Y	Y	Y	Y	Y
时间固定效应	Y	Y	Y	Y	Y
<i>R-squared</i>	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915
<i>Number of id</i>	540	540	540	540	540
<i>Observations</i>	30	30	30	30	30

注:同上,由于篇幅限制,本表主要展示核心解释变量和少量控制变量的显著性结果

六、研究结论与建议

本文利用空间杜宾模型,分析产业协同集聚对绿色经济效率的直接效应、溢出效应和异质性产业特征,并从时空异质性角度出发,进一步分地区和时期进行分析。研究发现:首先,生产性服务业与制造业协同集聚对绿色经济效率存在直接效应,并呈“U”型变化。其次,从产业异质性来看,本身存在的特性导致生产性服务业与重污染制造业协同集聚对绿色经济效率的“U”型拐点最大,从地区异质性来看,东部比西部地区更先到达拐点;从时期异质性来看,本地绿色经济效率提高会导致周边地区滞后期绿色经济效率下降。最后,通过空间异质性分析发现,东部地区产业协同集聚比西部地区更先到达拐点促进绿色经济效率提升;通过时间异质性分析发现,与 2010—2019 年相比,在 2001—2010 年期间本地绿色经济效率提升显著抑制了周边地区绿色经济效率提升。基于上述研究结论,本文提出以下政策建议:

(1) 充分发挥产业协同集聚的空间效应。一方面,人力资本是知识的载体,注重人力资本要素集中与地区积累,发挥知识溢出效应。在集聚区建立科创中心、打造大型劳动力共享池,降低企业的用工成本;加大职业教育建设和技能培训,调整人力资本结构,推动人才与产业的匹配机制;积极实行人才落户机制,避免流失人才。另一方面,破除行政壁垒,提高产业协同集聚,扩大

市场规模,发挥规模经济效应。如长三角,粤港澳大湾区、京津冀和成渝双城经济圈等城市群,充分发挥产业协同集聚“领头羊”作用,立足本地辐射周围带动地区产业协同集聚发展。

(2)依据集聚演化不同阶段实行差异化政策。首先,对于“U”型拐点左边,大力推动互联网等信息技术发展,降低产业间、地区间的信息交易成本,促进知识溢出;继续完善基础设施建设、新基建等,缩短产业间的空间距离,持续推进产业协同集聚水平的提高。其次,对于“U”型拐点右边,避免过度竞争,产生“劣币驱逐良币”的现象。也要培育绿色环保的品牌口碑,使下游企业或消费者能快速识别清洁产品;对于积极研发清洁技术的企业,政府可以给予一定政策支持,最后,完善市场监督机制和知识专利保护机制,促使清洁技术产业排他性和竞争性,避免“搭便车”现象。

(3)注重产业协同集聚的“质”的提升。对于重污染型制造业,加快清洁技术的研发与运用;对于中度污染和轻度污染制造业,通过政策补贴、技术扶持等方法引导科技创新。东部地区产业协同集聚水平高,作为研发类生产性服务业要担任制造业技术研发的先行者,培育新兴行业,通过政策激励,促进制造业向绿色化、高级化转型;推动市场一体化发展能有效扩大产业协同集聚规模,持续发挥产业协同集聚的规模效应。

参考文献:

- [1] 李江龙,徐斌.“诅咒”还是“福音”:资源丰裕程度如何影响中国绿色经济增长? [J]. 经济研究,2018(9):151-167.
- [2] LI J,XU H,LIU W,et al. Influence of collaborative agglomeration between logistics industry and manufacturing on green total factor productivity based on panel data of China's 284 cities[J]. IEEE Access,2021,9:109196-109213.
- [3] YANG H,ZHANG F,HE Y. Exploring the effect of producer services and manufacturing industrial co-agglomeration on the ecological environment pollution control in China[J]. Environment,development and sustainability,2021(11):16119-16144.
- [4] 董婉怡,张宗斌,刘冬冬. 双向 FDI 协同与区域技术创新抑制环境污染的效应[J]. 中国人口·资源与环境,2021(12):71-82.
- [5] 戴一鑫,李杏,晁先锋. 产业集聚协同效率如何影响企业创新——“地理、技术、组织”共生演化的视角[J]. 当代财经,2019(4):96-109.
- [6] 王伟. 论高新技术产业开发区的生态化发展[J]. 中国人口·资源与环境,2003(6):108-111.
- [7] 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[J]. 管理世界,2020(2):72-94.
- [8] LIN S,CHEN Z,HE Z. Rapid transportation and green technology innovation in cities—from the view of the industrial collaborative agglomeration[J]. Applied sciences,2021(17):8110.
- [9] 冯严超,王晓红. 国内市场潜能对中国绿色经济绩效的影响研究——基于空间视角的分析[J]. 软科学,2019(1):34-38.
- [10] 蔡海亚,徐盈之,赵永亮. 产业协同集聚、制造业效率与雾霾污染[J]. 中国地质大学学报(社会科学版),2020(2):60-73.
- [11] ZENG W,LI L,HUANG Y. Industrial collaborative agglomeration,marketization,and green innovation:Evidence from China's provincial panel data[J]. Journal of cleaner production,2021,279:123598.
- [12] 刘晨跃,徐盈之. 市场化、结构性产能过剩与环境污染——基于系统 GMM 与门槛效应的检验[J]. 统计研究,2019(1):51-64.
- [13] 李晟婷,周晓唯,武增海. 产业生态化协同集聚的绿色经济效应与空间溢出效应[J]. 科技进步与对策,2022(5):72-82.
- [14] 李爽,周天凯,樊琳梓. 长江经济带城市绿色发展及影响因素分析[J]. 统计与决策,2019(15):121-125.
- [15] 李治国,王杰,王叶薇. 经济集聚扩大绿色经济效率差距了吗? ——来自黄河流域城市群的经验证据[J]. 产业经济研究,2022(1):29-42.
- [16] 林小希. 经济集聚对绿色经济效率的影响[J]. 财经科学,2021(5):89-102.
- [17] LI T,HAN D,FENG S,et al. Can industrial co-agglomeration between producer services and manufacturing reduce carbon intensity in China? [J]. Sustainability,2019(15):4024.
- [18] 赵凡,罗良文. 长江经济带产业集聚对城市碳排放的影响:异质性与作用机制[J]. 改革,2022(1):68-84.
- [19] GUO Y,TONG L,MEI L. The effect of industrial agglomeration on green development efficiency in Northeast China since the revitalization[J]. Journal of cleaner production,2020,258:120584.
- [20] 林伯强,谭睿鹏. 中国经济集聚与绿色经济效率[J]. 经济研究,2019(2):119-132.
- [21] 苏丹妮,盛斌. 产业集聚、集聚外部性与企业减排——来自中国的微观新证据[J]. 经济学(季刊),2021(5):1793-1816.

- [22] 董洁妙,余壮雄. 产品配置如何让出口企业变得更清洁[J]. 中国工业经济,2021(8):171-188.
- [23] 陈建军,刘月,陈怀锦. 市场潜能、协同集聚与地区工资收入——来自中国 151 个城市的经验考察[J]. 南开学报(哲学社会科学版),2016(1):77-88.
- [24] 银西阳,贾小娟,李冬梅. 农业产业集聚对农业绿色全要素生产率的影响——基于空间溢出效应视角[J]. 中国农业资源与区划,2022(10):110-119.
- [25] 庞瑞芝,涂心语,严晓玲. 产品市场竞争与知识溢出如何影响企业研发? ——基于多维空间邻近的实证识别[J]. 产业经济研究,2021(2):1-14.
- [26] BLOOM N,SCHANKERMAN M, Van REENEN J. Identifying technology spillovers and product market rivalry[J]. *Econometrica*,2013(4):1347-1393.
- [27] de LEEUW F A,MOUSSIOPOULOS N,SAHM P, et al. Urban air quality in larger conurbations in the European Union[J]. *Environmental modelling & software*,2001(4):399-414.
- [28] 邵帅,范美婷,杨莉莉. 经济结构调整、绿色技术进步与中国低碳转型发展——基于总体技术前沿和空间溢出效应视角的经验考察[J]. 管理世界,2022(2):46-69.
- [29] 聂炜. 中国工业原油强度的空间特征及影响因素研究——基于空间杜宾模型[J]. 宏观经济研究,2019(10):157-168.
- [30] 钱争鸣,刘晓晨. 我国绿色经济效率的区域差异及收敛性研究[J]. 厦门大学学报(哲学社会科学版),2014(1):110-118.
- [31] 陈艳春. 中国低碳城市绿色技术创新的示范效应研究[J]. 河北经贸大学学报,2016(1):107-110.
- [32] 曾艺,韩峰,刘俊峰. 生产性服务业集聚提升城市经济增长质量了吗? [J]. 数量经济技术经济研究,2019(5):83-100.
- [33] 刘志东,高洪玮. 中国制造业集聚的演变特征及其影响因素——基于空间面板模型的实证研究[J]. 经济地理,2021(12):33-42.

Research on Spatial Effects of Industrial Synergy Agglomeration and Green Economic Efficiency

LI Xiaoyang^{1,2}, LI Meiya², LI Xiaoxue², YAN Jing²

(Southwest University 1. Institute of Rural Reconstruction of China;
2. School of Economics and Management, Chongqing 400715, China)

Abstract: The collaborative agglomeration of producer service and manufacturing industries plays a crucial role in the transformation of China's economic development mode. Whether there is a spatial effect between industrial synergy agglomeration and green economic efficiency and how to measure it needs to be studied urgently. In this paper, we select the interprovincial panel data from 2001 to 2019 to investigate the collaborative agglomeration of producer service and manufacturing industries and the efficiency level of green economy. We also use the spatial Dubin model (SDM) to analyze the spatial decomposition effect of industrial synergy agglomeration on green economic efficiency. The study finds that: (1) The efficiency of the green economy shows a "U" shaped evolution trend of first decreasing and then rising, with spatio-temporal differentiation characteristics. (2) There is a direct effect on the impact of collaborative agglomeration of producer service and manufacturing industries on the efficiency of the green economy, among which the coordinated agglomeration with the heavily polluted manufacturing industries reaches the "U" inflection point later, and it takes longer to promote the efficiency of the green economy. (3) Through the analysis of spatial heterogeneity, it is found that the industrial synergy agglomeration in the eastern region reaches the inflection point earlier than the western region to promote the efficiency of the green economy; Through the analysis of time heterogeneity, it is found that compared with 2010—2019, the improvement of local green economy efficiency in 2001—2010 significantly inhibited the improvement of green economy efficiency in surrounding areas.

Key words: collaborative agglomeration; green economy; spatial effects; manufacturing industry; producer service industry

责任编辑 张颖超

网 址: <http://xbjbs.swu.edu.cn>