

产业协同集聚、制造业效率与雾霾污染

蔡海亚, 徐盈之, 赵永亮

摘 要: 本文采用 SYS-GMM 模型探究生产性服务业与制造业协同集聚、制造业效率对雾霾污染的影响。结果显示: 产业协同集聚和制造业效率的提升有助于抑制雾霾污染, 同时产业协同集聚可以通过提升制造业效率来降低雾霾污染, 随着时间的推移对雾霾污染的抑制作用逐渐变大; 产业协同集聚、制造业效率以及两者的交互项对内陆地区雾霾污染的抑制作用大于沿海地区; 不同生产性服务业细分行业与制造业协同集聚、制造业效率对雾霾污染影响存在显著的异质性。因此, 为了缓解日益严峻的雾霾污染问题, 需要推动先进制造业发展, 加快传统制造业绿色改造; 需要增强生产性服务业与制造业关联产业间的知识溢出效应, 依靠制造业技术进步来提升制造业效率; 需要针对不同地区、不同生产性服务业细分行业发展情况, 制定差异化的方针政策, 推动生产性服务业与制造业的有机结合与良性互动。

关键词: 产业协同集聚; 制造业效率; 雾霾污染

中图分类号: F205 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2020)02-0060-14

DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.2020.02.007

一、引 言

目前, 我国正处于新型工业化飞速发展阶段, 生产性服务业与制造业开始从共生阶段转向融合阶段, 两者产业协同集聚发展作为一种介于多样化与专业化之间的集聚经济形态, 已经成为绝大多数地区产业经济发展的常态, 有助于地区“双轮驱动”与“融合创新”平台的搭建。众所周知, 制造业是我国环境污染产生的主要来源, 如何进一步发展新型制造业, 提升制造业效率与降低环境污染是高质量发展背景下我国实现经济转型必须面临的重要挑战。随着我国产业关联的不断加深以及现代服务业与先进制造业“双轮驱动”战略的实施, 产业协同集聚的规模效应和外溢效应也随之增强, 提高产业协同集聚程度已成为促进产业结构转型、提升制造业效率的重要手段, 并通过竞争效应、学习效应、专业化效应以及规模经济效应多方面促进制造业效率的提升, 有助于缓解日益严重的雾霾污染。

在产业协同集聚对制造业效率的影响方面, 国内外研究成果还不多见, 目前研究主要集中在生产性服务业集聚对制造业效率的影响。Arnold 等以捷克国有企业作为研究对象, 发现适当改革生产性服务业部门能够显著推动下游制造企业生产效率的提升^[1]。Cui 认为, 生产性服务业加速了制

基金项目: 国家社科基金重点项目“能源减贫实现我国包容性绿色发展的机理、路径与对策研究”(19AJY011); “长三角高质量一体化发展重大问题研究”专项课题“长三角高质量一体化发展背景下生态环境共保联治机制研究”(19CJS010); 教育部人文社科青年基金项目“‘一带一路’贸易投资便利化重构 GVC 的机理与效应研究”(19YJC790177)

作者简介: 蔡海亚, 经济学博士, 盐城工学院经济管理学院讲师, caihaiya1991@163.com (江苏 盐城 224051); 徐盈之, 经济学博士, 东南大学经济管理学院教授、博士生导师 (江苏 南京 210096)

制造业集聚,两大产业发展受益于产业集群的协同效应^[2]。余泳泽等的研究结果显示,生产性服务业空间集聚对制造业生产效率提升存在显著的空间外溢效应及其衰减边界^[3]。唐晓华等研究发现,生产性服务业与制造业协同发展可以推动制造业效率提升,但在不同门槛上两者的关系呈现非线性特征^[4]。

在产业协同集聚对环境污染的影响方面,国内外研究成果较少,现有研究主要集中在产业集聚对环境污染的影响上。部分学者认为产业集聚不利于环境质量的提升。Liu等指出,我国进入新常态发展阶段后,产业集聚的负面环境效应减弱,但总体上加剧了环境污染水平^[5]。而部分学者则认为产业集聚改善了环境质量。陆铭等研究认为,人口和经济活动的集聚度与单位工业增加值的污染物排放强度成反比^[6]。另外,也有部分学者研究发现产业集聚对环境污染的影响存在非线性关系。邵帅等实证发现,经济集聚与碳排放强度及人均碳排放均存在“倒N”型关系,并且经济集聚水平上升到特定门槛值后,节能和减排的“双重”效应会同时出现^[7]。林伯强等指出,经济集聚度小于临界值时,对绿色经济效率存在正向影响;经济集聚度大于临界值时,对绿色经济效率存在负向影响^[8]。

在制造业效率对环境污染的影响方面,国内外学者已取得一定研究进展。Smarzynska等以东欧、前苏联等的跨国企业数据为例,研究发现高污染产业的外资流入加剧了东道国的环境污染^[9]。Xing等采用美国对其他国家投资的数据,发现污染密集型产业与东道国的环境规制程度呈现负向关系^[10]。韩晶等研究指出,我国制造业环境效率呈现逐年上升发展态势,并且制造业环境效率水平具有显著的行业差异特性^[11]。徐保昌等以中国制造业企业数据为例,实证结果显示企业生产率有助于降低企业污染排放强度^[12]。

通过对现有文献的梳理可知,产业集聚、制造业效率与环境污染的关系错综复杂,学术界对其研究结论仍未达成一致,但值得关注的是,产业集聚的确有助于推动制造业效率提升。基于此,本文试图突破以下几点:第一,以往研究主要集中在单一产业集聚,对产业协同集聚的研究还不多见;第二,研究产业集聚、制造业效率和环境污染的文献还不多见,涉及产业协同集聚与雾霾污染的研究成果更是微乎其微,因此,本文试图将生产性服务业与制造业协同集聚、制造业效率与雾霾污染纳入到同一框架下,考察不断提升的产业协同集聚水平、制造业效率是否是改善雾霾污染的重要因素;第三,以往研究主要将生产性服务业看作一个整体,缺乏制造业与不同生产性服务业行业之间的协同集聚研究,因此本文进一步分析制造业与不同生产性服务业行业之间的协同集聚对雾霾污染的异质性影响。

二、影响机理分析

随着经济全球化以及产业分工的逐步深入,存在相互关联的产业已经形成彼此影响、密不可分的关联体,产业之间具有明显供给和需求的关系,表现为某一产业在对其他产业发展产生直接或间接影响的同时,也会在一定程度上受到相关产业潜移默化的影响。在由发达国家跨国公司掀起的“全球价值链革命”中,发展中国家在对外贸易中过度依赖全球市场以及跨国公司生产技术的现状并未改观,制造环节仍被锁定在全球价值链的低端,难以沿“微笑曲线”两端延伸高端价值产业链条。为了减轻国际化浪潮对国内市场的冲击,发展中国家往往倾向于借助产业集聚来扩张经济发展规模,凸显其在全球价值链中的竞争优势。

如今,随着制造业全球分工以及产业链的不断延伸,企业所创造的利润主要来源于高成长性、高科技含量、高附加值、高人力资本的生产性服务业。生产性服务业贯穿于制造业生产价值链的全部环节。生产性服务业与制造业协同集聚产生的规模经济和技术溢出效应有助于降低单位环境污染

产出。同时，两者协同集聚可以通过产生竞争效应、学习效应、专业化效应以及规模经济效应多方面对制造业的产业升级、效率提高形成飞轮效应，有助于促进制造业升级，缓解日益严重的雾霾污染。产业关联视角下，生产性服务业与制造业协同集聚对雾霾污染的影响机理主要体现在以下四个方面（如图1所示）。

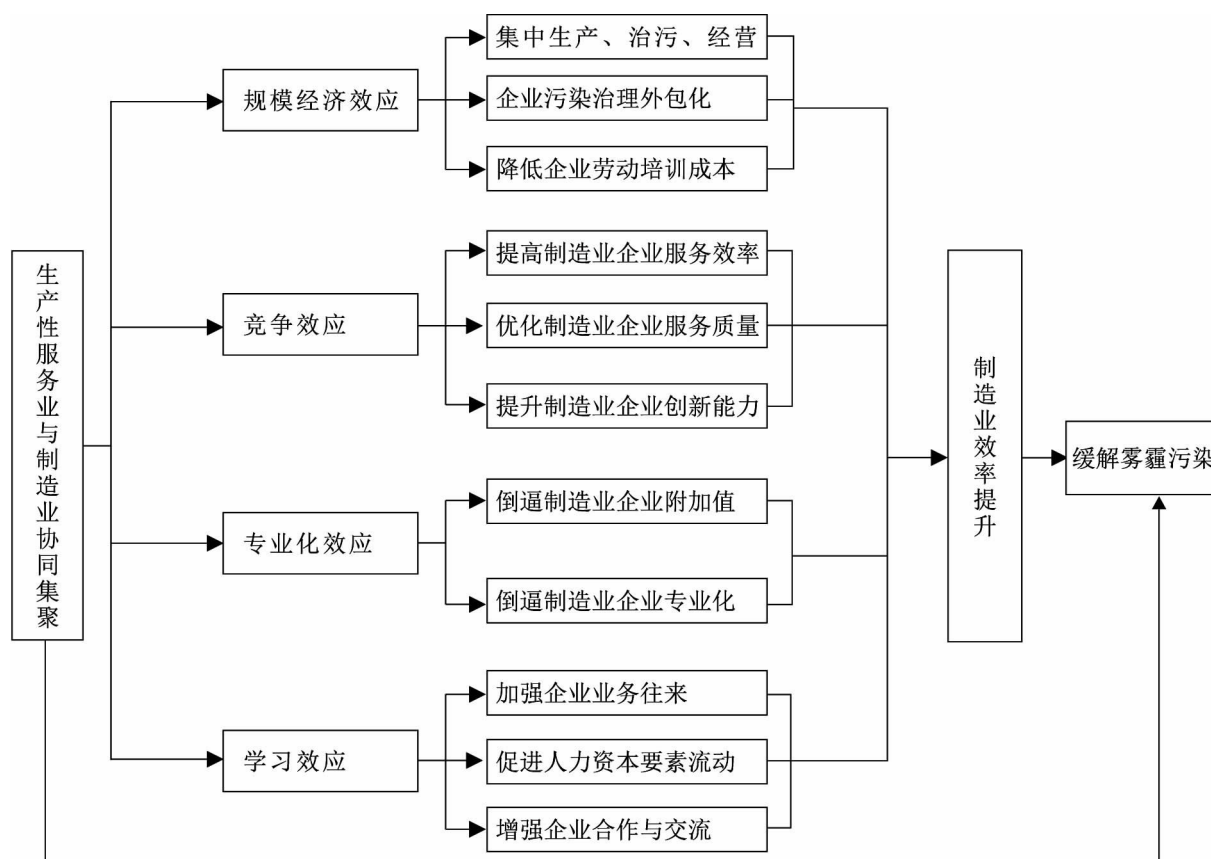


图1 生产性服务业与制造业协同集聚、制造业效率与雾霾污染的影响机理

（一）产业协同集聚→→规模经济效应→→制造业效率提升→→缓解雾霾污染

规模经济效应是一种成本优势效应，随着生产性服务业与制造业的关联行业和企业特定区域内的不断汇聚，有助于技术、资金、信息、设备和资源等多种生产要素的相对集中。生产性服务业具备高成长性、高科技含量、高附加值、高人力资本等特点，贯穿于制造业生产价值链的全部环节。生产性服务业与制造业协同集聚水平越高，意味着产业协同集聚规模效应越显著。生产性服务业与制造业协同集聚规模经济效应主要从集中生产、集中治污、集约经营、推进服务外包化、降低企业专业化劳动力的搜寻成本和培训成本等方面提升制造业效率，从而缓解雾霾污染。

一是集中生产、集中治污、集约经营。随着生产性服务业与制造业在某一区域不断集聚，区内生产性服务业与制造业协同集聚共生性逐步增强，生产性服务业与制造业上下游生产环节互通互联。产业协同集聚规模的增大有利于污染物和废弃物的集中治理，致使生产、生活以及经营成本下降，最终实现治理的规模经济。二是推进企业污染治理业务外包化。制造业外包主要指企业以外加工方式将生产委托给第三方专业化团队，进一步降低企业成本、分散企业风险以及提高企业效益。生产性服务业与制造业协同集聚有利于制造业企业进行价值链的重新分解，将污染治理业务价值链上的活动进行外包，推动了专业化的第三方污染治理市场的形成，有利于污染治理的专业化与规

模化。三是降低企业专业化劳动力的搜寻成本和培训成本。由于生产性服务业与制造业企业在区内集聚,专业化劳动力市场也随之产生,满足企业对劳动力的需求,可以及时雇佣到熟练的劳动力,在一定程度上压缩了制造业所需专业化劳动力的搜寻成本和培训成本,有助于提升制造业企业办公管理的效率,降低了企业办公管理污染物的排放。

(二) 产业协同集聚→→竞争效应→→制造业效率提升→→缓解雾霾污染

生产性服务业与制造业高度协同集聚于某一区域时容易形成显著的竞争效应,并且这种竞争效应在横向集聚中显得极为明显。究其原因在于,同类企业大规模汇聚在特定空间范围内占用着有限的公共资源,随着区内生产性服务业与制造业协同集聚水平的提升,使得制造业企业均处于高强度竞争的环境中。相关制造业企业加剧了对资金、劳动力、市场、资本、公共基础设施等要素的争夺,有助于制造业企业不断进行自主革新,推动制造业企业服务效率的提高、制造业企业服务质量的优化以及制造业企业创新能力的提升,在一定程度上降低单位产出的污染排放量。

一是推动制造业企业服务效率的提高。随着竞争压力的不断增大,集聚在区内的生产性服务业为了获得更多的生产资源以及占有更大的市场占有率,往往趋于主动或被动降低服务价格,从而压缩了制造业企业获取中间生产性服务的成本,扩大了制造业企业的盈利空间,为制造业企业向价值链两端的延伸提供了资金支持。二是推动制造业企业服务质量的优化。由于区内生产性服务业处于高度竞争状态,激励各类生产性服务业企业为制造业企业提供价格低廉而品质优良的服务流程与质量,从而改善了制造业企业的服务外包环境,促使制造业企业将治污环节全部外包,专注提升制造业环节产品的附加值,减少污染物的排放。三是推动制造业企业创新能力的提升。随着生产性服务业竞争程度的白热化,各生产性服务业企业为了提高企业核心竞争力,不断在技术、设备和管理模式等方面做出创新,满足了制造业企业需要的差异化生产性服务,降低了制造业企业获取异质性生产性服务的不确定性成本,有助于制造业企业增加绿色创新的研发投入。

(三) 产业协同集聚→→专业化效应→→制造业效率提升→→缓解雾霾污染

生产性服务业是社会化分工的产物,其本身就存在一定的专业化水平,随着同类企业的快速集聚,又会增强服务环节的专业化分工,加深生产性服务业与制造业协同集聚的专业化效应。市场竞争的加剧改变了企业“大而全”的经济结构。众多产业链垂直型企业的高度聚集,使得生产性服务业的服务性质发生转变,从开始的多功能化转变为单功能化。例如,综合型生产性服务业也开始从事单一精细化和专业化服务,提升了专业化的业务水平,倒逼制造业绿色技术水平的提升。

一方面,倒逼制造业企业的技术与附加值的提高。随着产业分工以及专业化程度的不断加深,制造业产业结构升级从整体向内部进行转变,更加注重价值链的单一环节、工艺、阶段的局部升级,生产性服务业集聚提供的专业化服务业恰好满足了制造业局部升级的内在需求。伴随着区内生产性服务业与制造业协同集聚水平的提升,生产性服务业更加注重专业化发展,集中于单一服务的精细化与高端化,为制造业企业提供了较为专业化的中间投入服务,倒逼制造业企业在单一经营技术水平的进步、产品附加值的攀升,降低了环境污染物的排放。另一方面,倒逼制造业企业专业化的提高。专业化使得提供的服务种类减少,推动了市场细化程度的快速发展。生产性服务业企业更加专注于自身核心业务,专业化水平也随之得到发展,有助于企业创新能力的提升。由于生产性服务业与制造业是上下互通的,生产性服务业企业可以将创新能力渗透到制造业企业的生产环节中,带动了制造业效率的有效提升,可以缓解单位污染物的排放。

(四) 产业协同集聚→→学习效应→→制造业效率提升→→缓解雾霾污染

学习效应是技术、信息、知识溢出的动态过程,主要包括显性知识和隐性知识两个方面。其中,显性知识的获得和溢出都相对容易,而隐性知识的获取与溢出较难,但其对企业创新推动作用更大。生产性服务业与制造业协同集聚使得区内生产性服务业和制造业企业自身以及相关联企业可

以进行面对面沟通,有助于企业借助正式或非正式网络手段获取行业技术前沿与知识更新。特别是生产性服务业企业可以将隐性知识输送到制造业企业,增强制造业企业知识和技术外溢效应,提升制造业效率,进而实现减少环境污染的目的。生产性服务业与制造业协同集聚对制造业企业产生学习效应,从而降低环境污染,主要表现在以下方面:

一是企业业务往来。产业协同集聚加剧了生产性服务业与制造业的业务往来,并且生产性服务业企业提供的中间投入服务具有一定的技术含量,有助于将技术、知识、信息等要素灌输融入到制造业企业的生产价值链中,从而降低单位产出污染。二是人力资本要素流动。生产性服务业具备高人力资本的特点。企业业务往来致使生产性服务业企业之间以及其与制造业企业之间均存在多层次的人员密切流动,加剧了高素质劳动力从生产性服务业企业流向制造业企业,有助于激发高素质人力资本的隐性知识溢出与共享,进一步促进制造业绿色价值链的提升。三是企业合作与交流。随着生产性服务业与制造业协同集聚水平的提升,生产性服务业与制造业双方企业共同参与研讨会、报告、实地考察,与高校、科研机构等方面的横向与纵向合作也在逐步加深,有助于双方之间实现信息互惠共通,加强生产性服务业企业技术创新成果流向制造业企业。

基于对以上影响机理的剖析,本文进一步提出如下假设:

假设1:生产性服务业与制造业协同集聚是影响我国雾霾污染的重要机制,对改善雾霾污染具有显著的促进作用。

假设2:制造业效率提升有助于缓解雾霾污染,并且生产性服务业与制造业协同集聚可以促进制造业效率提升,进一步缓解雾霾污染。

三、研究方法与数据说明

(一) 模型建立

首先,本文构建生产性服务业与制造业协同集聚、制造业效率与雾霾污染的基准回归模型:

$$Haze_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Coagglo_{it} + \alpha_2 tfp-MA_{it} + \sum_{j=3}^8 \alpha_j control_{it}^j + \nu_i + \eta_t + \epsilon_{it} \quad (1)$$

其次,考虑到雾霾污染是一个动态累积的过程,表现在当期雾霾污染在很大程度上会受前期的影响,因此本文通过引入被解释变量的滞后项 $Haze_{it-1}$,将其扩展为一个动态面板模型,在一定程度上克服模型内生性和遗漏变量问题对估计结果的影响。为了进一步验证产业协同集聚与制造业效率之间的交互影响,本文纳入了两者的交叉项,在式(1)的基础上将计量模型设定为:

$$Haze_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Haze_{it-1} + \alpha_2 Coagglo_{it} + \alpha_3 tfp-MA_{it} + \alpha_4 Coagglo_{it} \times tfp-MA_{it} + \sum_{j=5}^{10} \alpha_j control_{it}^j + \nu_i + \eta_t + \epsilon_{it} \quad (2)$$

其中, i 表示省份; t 表示年份; $Haze$ 表示雾霾污染; $Coagglo$ 表示产业协同集聚; $tfp-MA$ 表示制造业效率; $control_{it}^j$ 表示控制变量; ν_i 、 η_t 依次表示省份、年份固定效应; ϵ_{it} 表示随机扰动项。

(二) 变量说明

1. 被解释变量。雾霾污染($Haze$)。雾霾是由于燃煤排放的烟尘、工业生产排放的废气、交通工具排放的尾气以及道路路面的扬尘等引起空气中有害、可吸入颗粒物浓度上升的大气污染现象,包含了 SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 等污染物,但其主要成分是 $PM_{2.5}$ 。因此,本文借助 $PM_{2.5}$ 来表征雾霾污染。

2. 核心解释变量。

(1) 产业协同集聚指数 (*Coagglo*)。本文将“科研、技术服务和地质勘查业”、“信息传输、计算机服务和软件业”、“租赁和商业服务业”、“交通运输、仓储及邮政业”、“金融业”合并为生产性服务业。考虑到数据的易获取性以及计算复杂程度, 采用区位熵衡量生产性服务业集聚和制造业集聚指数, 并参考杨仁发^[13]的思路, 利用产业集聚的相对差异来表征产业之间的协同集聚水平, 计算方法为:

$$Coagglo_i = \begin{cases} 1 - \frac{|Magglo_i - Psagglo_i|}{Magglo_i + Psagglo_i} & Magglo_i + Psagglo_i \geq 1 \\ \text{不考虑} & Magglo_i + Psagglo_i < 1 \end{cases} \quad (3)$$

其中, *Psagglo*、*Magglo* 依次表示生产性服务业、制造业的区位熵值。*Coagglo* 数值越大, 表明生产性服务业与制造业的协同集聚水平越高。

(2) 制造业效率 (*tfp-MA*)。目前, 在关于制造业效率测度的研究中, 绝大多数学者往往借助制造业产出率、劳动生产率等指标来对其进行衡量。本文采用 MALMQUIST-DEA 计算制造业 TFP, 以此来衡量制造业效率。其中, 投入指标主要选取了制造业固定资产投资和制造业从业人员, 产出指标主要选取了制造业总产值, 用地区制造业工业销售产值来表征。

3. 控制变量。

(1) 产业结构升级 (*Structure*)。产业结构不仅是经济持续增长的重要动因, 更是造成环境污染问题的主要诱因。随着产业结构的转型与升级, 其对雾霾污染的影响也在逐步减小。本文借助第三产业与第二产业产值比来衡量产业结构升级。

(2) 市场化水平 (*Market*)。市场化水平与经济活动成正比, 对雾霾污染的影响较大。考虑到中国没有市场化水平的直接统计数据, 本文采用樊纲等^[14]、王小鲁等^[15]计算出的各省市平均市场化指数。

(3) 技术创新 (*Tech*)。技术创新可以推进绿色环保科技的研发, 在改造传统产业和发展新兴产业上具有显著推动作用, 有助于缓解雾霾污染。本文选取专利申请授权量衡量地区技术创新。

(4) 人力资本 (*Labor*)。劳动者参与经济活动的诸多过程对雾霾污染具有重要影响。借鉴蔡海亚等^[16]的做法, 借助居民平均受教育年限与总人口比值来衡量, 计算过程如下:

$$Labor_i = (6 \times primary_i + 9 \times junior_i + 12 \times senior_i + 16 \times college_i) / population_i \quad (4)$$

其中, *primary* 表示小学; *junior* 表示初中; *senior* 表示高中; *college* 表示大专及以上学历; *population* 表示总人口。

(5) 城市蔓延 (*Sprawl*)。城市蔓延的快速发展引发了一系列的社会、环境、经济问题。城市蔓延度越高, 雾霾污染越严重。参考蔡海亚等^[17]的思路, 计算过程如下:

$$\begin{aligned} Sprawl_i &= \delta density_employment_i + \phi density_population_i \\ &= \delta employment_i / area_i + \phi population_i / area_i \end{aligned} \quad (5)$$

其中, *Sprawl* 表示城市蔓延; *density_employment* 表示就业密度; *density_population* 表示人口密度; *employment* 表示非农产业从业人员; *population* 表示非农人口总数; *area* 表示建成区面积; δ 、 ϕ 表示待定系数, 此处认为就业密度与人口密度同等重要, δ 、 ϕ 均取 0.5。

(6) 产出水平 (*Pgdp*)。地区产出水平与经济发展规模成正比, 开展大规模的经济活动对雾霾污染的影响较大。借助蔡海亚等^[18]的思路, 本文利用人均 GDP 表征地区产出水平。

(三) 数据来源

本文选取样本为除西藏外的 30 个省份。其中, 产业结构升级、技术创新、人力资本、产出水平等变量的指标来自历年《中国统计年鉴》; 城市蔓延变量的指标来自历年《中国城市建设统计年鉴》、《中国人口和就业统计年鉴》; 生产性服务业从业人员、制造业从业人员以及制造业效率变量

的指标来自历年《中国工业统计年鉴》、《中国城市统计年鉴》；雾霾污染数据来自历年美国国家航空航天局。

四、实证检验和结果分析

（一）基准回归结果分析

Arellano 等^[19]认为，选择广义矩估计（GMM）方法来处理动态面板模型更为有效。动态面板 GMM 估计的优势在于，可以借助差分或使用工具变量控制未观测到的时间和个体效应，同时还能够在一定程度上克服内生性问题。目前，GMM 估计主要包括差分广义矩估计（DIFF-GMM）和系统广义矩估计（SYS-GMM）。与差分广义矩估计相比，系统广义矩估计克服了差分广义矩估计的缺点（对小样本估计时可能存在弱工具变量），将差分 GMM 和水平 GMM 纳入在同一个系统内，保证了估计结果的有效性和一致性。因此，本文选取 SYS-GMM 方法来估计上述构建模型。在实证分析中，SYS-GMM 估计方法需要满足两个检验：一是对二阶序列相关检验，二是判断工具变量是否有效。Sargan 检验和 AR（2）检验的结果显示，当前选择的工具变量是有效的，不存在过度识别约束且模型随机误差项不存在二阶自相关。

表 1 报告了产业协同集聚、制造业效率与雾霾污染的估计结果。在考察期内， $Haze_{it-1}$ 的弹性

表 1 基准回归结果

模型	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	SYS-GMM	SYS-GMM	SYS-GMM	SYS-GMM	SYS-GMM
$Haze_{it-1}$	1.001 4*** (3.8e+04)	1.001 9*** (5.9e+04)	1.000 1*** (2.2e+04)	1.016 3*** (76.83)	1.024 7*** (586.23)
$Coagglo$	-0.270 9*** (-26.41)			-10.027 1*** (-3.68)	-4.495 9*** (-7.75)
$tfp-MA$		-0.208 0*** (-231.85)		-1.535 2** (-2.24)	-2.542 3*** (-7.11)
$Coagglo * tfp-MA$			-0.535 7*** (-140.35)		-2.474 7*** (-3.65)
$Structure$				-5.648 9*** (-6.22)	-6.163 5*** (-68.43)
$Market$				0.355 0** (2.00)	0.450 4*** (24.85)
$Pgdp$				-0.000 3 (-0.00)	0.438 9*** (16.92)
$Tech$				-0.045 7 (-0.15)	-1.139 9*** (-22.33)
$Labor$				-0.385 5 (-0.20)	0.107 0 (0.21)
$Sprawl$				-0.115 1 (-0.57)	-0.104 3*** (-6.14)
常数项	0.251 2*** (29.07)	0.266 5*** (230.58)	0.429 6*** (404.70)	13.732 9** (2.25)	19.692 5*** (19.86)
AR (2)	[0.939 1]	[0.897 8]	[0.986 7]	[0.514 0]	[0.615 9]
Sargan	[0.988 6]	[0.970 0]	[0.967 5]	[1.000 0]	[0.976 5]

注：***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著；（）内为 T 值；[] 内为 p 值；AR（2）表示 Arellano-Bond 的检验统计量，考察一次差分残差序列是否存在二阶自相关，其原假设为不存在自相关；Sargan test 用来检验矩条件是否存在过度识别，其原假设为选择的工具变量是有效的。

系数均为正数, 反映了雾霾污染具有动态累积效应, 路径依赖明显, 当期雾霾污染水平在很大程度上会受前期的影响。表 1 第 (4) 列纳入全部控制变量, 考察了产业协同集聚、制造业效率对雾霾污染的直接影响, 估计回归系数为负, 并且达到 5% 的显著性水平, 表明产业协同集聚水平和制造业效率的提升有助于缓解雾霾污染。在控制变量上, 产业结构升级对雾霾污染的影响显著为负, 其原因在于产业结构升级能够在一定程度上减少单位产出的资源消费量和废弃排放量, 削减高消耗、高排放和低收益产业的比重, 有利于改善雾霾污染。市场化对雾霾污染具有显著的正向促进作用, 其原因在于以市场化为取向的经济体制改革刺激了工业集聚的爆炸式增长, 成为中国经济增长的助推器, 加剧了对环境的污染。产出水平并未有效缓解雾霾污染, 其原因可能在于地区产出水平与其经济发展规模成正比, 产出水平越高, 产生的经济活动附属品也就越多, 容易造成地区生态环境质量的下降。技术创新未能有效缓解雾霾污染, 产生该现象的原因在于中国技术创新能力较弱, 仍以对国外技术模仿为主, 致使其对雾霾污染的抑制作用存在滞后性。人力资本不利于缓解地区雾霾污染, 其原因可能为我国是全球制造业工厂, 大量劳动力锁定在制造业价值链低端环节, 导致清洁技术推广受阻。城市蔓延对雾霾污染的抑制作用不显著, 原因可能在于中国城镇化发展模式较为粗放、发展质量还不高, 从而引发了一系列的环境问题。

表 1 第 (5) 列进一步纳入产业协同集聚与制造业效率的交叉项, 回归系数显著为负, 表明生产性服务业与制造业协同集聚可以通过提升制造业效率来进一步降低雾霾污染。究其原因在于, 随着经济全球化和国际分工的日益深入, 生产性服务业与制造业之间的依赖程度逐步加深, 产业内部的边界也越来越模糊, 出现了融合发展的趋势。地区生产性服务业与制造业协同集聚水平越高, 其内部知识和技术外溢效应的优势就越明显。生产性服务业贯穿于企业生产的上游、中游和下游环节, 是依附于制造业并对其提供直接配套的服务业。制造业集聚有效带动了生产性服务业的发展, 而生产性服务业集聚通过人力资本和知识资本的输出又反向提升制造业效率, 有效缓解了单位产出的雾霾污染。

(二) 稳健性检验

产业协同集聚对雾霾污染的影响可能会因指标选取和估计模型的不同而存在差异, 为加强对本文假设的论证, 采取替换估计模型和变量指标的方法进行稳健性检验。在估计模型上, 如表 2 第 (1) — (2) 列所示, 采用差分 GMM 进行估计; 在指标选取上, 如表 2 第 (3) — (6) 列所示, 依次采

表 2 稳健性检验

模型	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	DIFF-GMM	DIFF-GMM	SYS-GMM	SYS-GMM	SYS-GMM	SYS-GMM
$Haze_{it-1}$	0.6857*** (509.87)	0.6686*** (162.40)	0.8999*** (326.89)	1.0198*** (702.05)	1.0088*** (465.66)	0.3563*** (148.08)
$Coaglo$	-3.8507*** (-18.17)	-0.5416** (-2.09)	-18.8171*** (-18.61)	-2.7055** (-2.44)	-6.8177*** (-30.03)	-1.3809* (-1.93)
$tfp-MA$	-1.0088*** (-29.00)	-1.0534*** (-8.14)	-0.2264** (-2.11)	-0.4679*** (-3.77)	-0.0042*** (-7.59)	-0.6626 (-1.44)
$Coaglo * tfp-MA$		-0.1940 (-0.69)		-1.6479 (-0.35)		-2.4383*** (-2.81)
控制变量	是	是	是	是	是	是
常数项	12.9135*** (18.08)	7.1843*** (5.10)	29.3868*** (14.50)	3.6274*** (2.80)	-2.9765*** (-4.23)	14.7928*** (6.39)
AR (2)	[0.7136]	[0.7782]	[0.7670]	[0.8728]	[0.7624]	[0.1717]
Sargan	[0.9984]	[0.9928]	[1.0000]	[1.0000]	[1.0000]	[1.0000]

注: 同表 1。

用 PM_{10} 来表征雾霾污染、制造业劳动生产率来表征制造业效率。结果显示，产业协同集聚、制造业效率以及两者交互项对雾霾污染的影响符号与基准估计结果（表 1）基本一致，再次验证了检验结果是稳健的。

（三）分时段回归结果分析

2010 年 10 月，中国共产党十七届五中全会通过了《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议》决议，提出要“深化专业分工、加快服务产品和服务模式创新，促进生产性服务业与先进制造业融合”的指导性政策举措。因此，本文将样本以 2010 年为分界点，划分为 2003—2010 年、2011—2016 年两个研究时段，探析将生产性服务业与先进制造业融合发展纳入国家经济发展规划前后产业协同集聚、制造业效率对雾霾污染的影响。

表 3 报告了分时段检验结果估计。对比两个时段的估计结果可以发现，生产性服务业与制造业协同集聚、制造业效率与雾霾污染的作用形态发生了重要变化。如表 3 第（1）、（3）列所示，在纳入控制变量下，产业协同集聚估计系数在 2011—2016 年大于 2003—2010 年，均通过了 1% 的显著性检验。究其原因，在发展初期制造业生产效率高于生产性服务业，大量资源汇聚到制造业，对发展生产性服务业的积极性不高，导致生产性服务业与制造业之间的关联程度不高。随着产业协同集聚水平的不断提升，生产性服务和制造企业之间的联系得以增强，削减了双方的交易成本，生产性服务业蕴含的高科技、高附加值、高人力资本与制造业进行融合，在提升制造业生产技术、管理水平与资源重新优化配置方面具有推波助澜的效果，显著地降低了单位产出的污染排放量。在纳入控制变量下，制造业效率估计系数在 2003—2010 年显著为负，而该系数绝对值在 2011—2016 年有所增大，表明提升制造业效率有助于缓解雾霾污染，并且随着时间的推移该作用也变得越为显著。表 3 第（2）、（4）列进一步纳入产业协同集聚与制造业效率的交叉项。两个研究时段交叉项的估计系数显著为负，系数值也有所增长，表明生产性服务业与制造业协同集聚可以通过提升制造业效率来对雾霾污染产生间接抑制作用。产业协同集聚发展到一定程度时，生产性服务业集聚形成的知识外溢效应加速了制造业生产边界的移动，有助于推动制造业技术进步，促进制造业转型与升级，进而降低单位生产的能源消耗强度。

表 3 分时段检验结果估计

模型	2003—2010 年		2011—2016 年	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	SYS-GMM	SYS-GMM	SYS-GMM	SYS-GMM
$Haze_{it-1}$	1.000 4*** (482.31)	0.981 3*** (496.44)	0.958 7*** (374.49)	0.959 5*** (441.02)
$Coagglom$	-3.706 9*** (-18.24)	-1.729 8*** (-6.09)	-4.751 6*** (-8.14)	-2.767 9*** (-3.11)
$tfp-MA$	-1.171 1*** (-17.56)	-1.092 5*** (-27.23)	-1.762 7*** (-18.46)	-2.574 6*** (-7.21)
$Coagglom * tfp-MA$		-0.767 1*** (-4.80)		-2.719 4*** (-4.95)
控制变量	是	是	是	是
常数项	5.997 4*** (9.05)	2.636 4*** (4.88)	21.063 8*** (14.70)	13.286 5*** (12.12)
AR (2)	[0.178 0]	[0.167 4]	[0.928 2]	[0.894 7]
Sargan	[0.999 1]	[0.722 1]	[0.920 2]	[1.000 0]

注：同表 1。

(四) 分地区回归结果分析

考虑到我国具有显著的地域差异特征, 本文将研究样本划分为沿海地区和内陆地区两大类, 旨在揭示不同地区产业协同集聚、制造业效率对雾霾污染的影响。由表 4 第 (1)、(3) 列所示, 在纳入控制变量下, 沿海和内陆地区的产业协同集聚以及制造业效率对雾霾污染影响系数显著为负, 表明沿海和内陆地区提升产业协同集聚水平和制造业效率有助于缓解雾霾污染。表 4 第 (2)、(4) 列进一步纳入产业协同集聚与制造业效率的交叉项, 发现两个地区交叉项的估计系数均为负数, 表明生产性服务业与制造业协同集聚可以通过提升制造业效率来进一步抑制雾霾污染。值得一提的是, 沿海地区交叉项的估计系数并不显著。究其原因可能在于, 沿海地区经济发展模式已经形成固定的路径依赖, 即制造业起步早、基数大、相对集中, 重工业、化工产业比重较高, 从而生产性服务业与制造业的融合发展进程难度较大, 致使产生的技术和规模效应对制造业效率提升的作用较小, 对地区雾霾污染的缓解作用不显著。内陆地区交叉项的估计系数至少在 5% 的水平下显著。由于内陆地区作为沿海劳动密集型和污染密集型产业的转移对象, 导致内陆地区长期从事低技术、低附加值的工业生产, 然而, 随着生产性服务业与制造业协同集聚发展水平以及制造业效率的不断提升, 双轮驱动产生的飞轮效应可以通过提升地区制造业效率加快知识溢出和技术溢出, 从而有效缓解了地区雾霾污染。

表 4 分地区回归结果

模型	沿海地区		内陆地区	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	SYS-GMM	SYS-GMM	SYS-GMM	SYS-GMM
$Haze_{it-1}$	0.966 5*** (281.56)	0.748 5*** (14.38)	1.007 5*** (442.45)	0.637 2*** (10.02)
$Coagglom$	-3.796 0*** (-8.73)	-4.347 6* (-1.68)	-2.343 9*** (-10.23)	-7.526 9* (-1.92)
$tfp-MA$	-4.024 5*** (-41.50)	2.777 0** (2.12)	-1.226 4*** (-15.86)	-4.732 3** (-2.16)
$Coagglom * tfp-MA$		-4.7017 (-0.09)		-8.335 8** (-2.50)
控制变量	是	是	是	是
常数项	6.168 0*** (4.02)	2.035 4*** (4.21)	4.336 3*** (5.22)	-9.462 1*** (-3.62)
AR (2)	[0.919 7]	[0.195 6]	[0.175 4]	[0.278 2]
Sargan	[0.910 1]	[1.000 0]	[0.853 4]	[1.000 0]

注: 同表 1。

(五) 分行业回归结果分析

生产性服务业细分行业之间差异显著, 制造业与不同生产性服务业细分行业之间的配对协同集聚组合可能存在异质性。因此, 本文考察不同生产性服务业细分行业与制造业之间的配对组合情况, 即制造业—信息传输、计算机服务及软件业 ($Magglo + Information$), 制造业—金融业 ($Magglo + Finance$), 制造业—交通运输、仓储及邮政业 ($Magglo + Transport$), 制造业—租赁和商务服务业 ($Magglo + Business$), 制造业—科学研究、技术服务和地质勘查业 ($Magglo + Science$)。同前文一致, 采用 SYS-GMM 模型依次检验上述 5 个行业配对组合对雾霾污染的影响, 估计模型设定如下:

$$Haze_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Haze_{it-1} + \alpha_2 Coagglo(Magglo + Information)_{it} + \alpha_3 tfp \cdot MA_{it} + \alpha_4 Coagglo(Magglo + Information)_{it} \times tfp \cdot MA_{it} + \sum_{j=5}^{10} \alpha_j control_{it}^j + \nu_i + \eta_t + \epsilon_{it} \quad (6)$$

$$Haze_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Haze_{it-1} + \alpha_2 Coagglo(Magglo + Finance)_{it} + \alpha_3 tfp \cdot MA_{it} + \alpha_4 Coagglo(Magglo + Finance)_{it} \times tfp \cdot MA_{it} + \sum_{j=5}^{10} \alpha_j control_{it}^j + \nu_i + \eta_t + \epsilon_{it} \quad (7)$$

$$Haze_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Haze_{it-1} + \alpha_2 Coagglo(Magglo + Transport)_{it} + \alpha_3 tfp \cdot MA_{it} + \alpha_4 Coagglo(Magglo + Transport)_{it} \times tfp \cdot MA_{it} + \sum_{j=5}^{10} \alpha_j control_{it}^j + \nu_i + \eta_t + \epsilon_{it} \quad (8)$$

$$Haze_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Haze_{it-1} + \alpha_2 Coagglo(Magglo + Business)_{it} + \alpha_3 tfp \cdot MA_{it} + \alpha_4 Coagglo(Magglo + Business)_{it} \times tfp \cdot MA_{it} + \sum_{j=5}^{10} \alpha_j control_{it}^j + \nu_i + \eta_t + \epsilon_{it} \quad (9)$$

$$Haze_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Haze_{it-1} + \alpha_2 Coagglo(Magglo + Science)_{it} + \alpha_3 tfp \cdot MA_{it} + \alpha_4 Coagglo(Magglo + Science)_{it} \times tfp \cdot MA_{it} + \sum_{j=5}^{10} \alpha_j control_{it}^j + \nu_i + \eta_t + \epsilon_{it} \quad (10)$$

由表 5 第 (1) 列所示, 信息传输、计算机服务及软件业与制造业协同集聚对雾霾污染的估计系数显著为负, 在一定程度上抑制了雾霾污染。究其原因在于, 近年来我国开始实施新型工业化战略, 推动信息化与工业化融合发展, 使得制造业与信息传输、计算机服务及软件业的产业关联效应较为紧密。制造业与信息传输、计算机服务及软件业的协同集聚发展有助于企业利用信息技术创新来减少对传统能源的路径依赖, 提高能源使用效率, 减少雾霾污染物的排放。

由表 5 第 (3) 列所示, 金融业与制造业协同集聚对雾霾污染的估计系数显著为正, 并未对雾霾污染产生抑制作用。究其原因在于, 我国 2016 年才出台支持制造业与互联网融合发展的相关政策, 制造业与互联网融合模式雏形初现, 还处于发展初期状态, 使得金融业与先进制造业需求不能高度匹配, 加之融资需求模式的差异性、企业融资结构和体系的局限性以及互联网对实体店的巨大冲击的限制, 当前水平下两者的协同集聚对雾霾污染的抑制作用较为有限。

由表 5 第 (5) 列所示, 交通运输、仓储及邮政业与制造业协同集聚对雾霾污染的估计系数显著为负, 对雾霾污染的抑制作用较大。究其原因在于, 交通运输、仓储及邮政业囊括了水上运输业、铁路运输业、管道运输业、航空运输业、道路运输业、装卸搬运和运输代理业、仓储业和邮政业, 有效衔接物流、客流和信息流, 是我国第三产业的关键组成部分, 其与制造业经济活动紧密结合在一起, 有助于提高资源使用效率, 形成规模化、集约化经营与管理效应, 对雾霾污染的抑制作用显著。

由表 5 第 (7) 列所示, 租赁和商务服务业与制造业协同集聚对雾霾污染的估计系数显著为负, 在一定程度上抑制了雾霾污染。究其原因在于, 租赁和商务服务业涉及的具体行业较多, 主要包括法律服务、租赁业、职业中介服务、企业管理服务、旅行社、咨询与调查、市场管理、知识产权服务、广告业、会展等其他商务服务。上述行业分布较广、基数较大, 专业化程度较高, 并且与制造业的关联程度相对较高, 可以与制造业需求进行高度匹配, 因此当前水平下两者的协同集聚对雾霾污染的抑制作用较为显著。

由表 5 第 (9) 列所示, 科学研究、技术服务和地质勘查业与制造业协同集聚对雾霾污染的估计系数显著为负, 对雾霾污染的抑制作用较为明显。究其原因在于, 科学研究、技术服务和地质勘查业是以现代科技知识、现代技术和分析研究方法为基础, 通过经验、信息等要素向社会输送智力服务的新兴产业, 是现代服务业的重要组成部分, 也是推动地区产业结构升级的核心动力, 主要囊括了技术市场、科学研究、科技培训、专业技术服务、技术咨询、科技信息交流、科技评估、技术

孵化、技术推广、知识产权服务、科技鉴证等活动,与制造业的关联最为紧密。随着科学研究、技术服务和地质勘查业与制造业协同集聚水平的提升,理论上的科技成果可以转化应用到制造业实际生产中,从而提高资源的使用效率,对雾霾污染的抑制作用显著。

另外,由表5第(1)、(5)、(7)、(9)列所示,在不同生产性服务业细分行业下(除金融业),制造业效率对雾霾污染的估计系数显著为负,说明提升制造业效率能够缓解雾霾污染,今后需要继续突破制造业技术瓶颈约束,解决同质化和多样性效率低下问题。由表5第(2)、(4)、(8)、(10)列所示,不同生产性服务业细分行业同制造业协同集聚与制造业效率交互项对雾霾污染的估计系数为负数,且部分系数通过了显著性检验,说明随着不同生产性服务业细分行业与制造业协同集聚共生性的不断增强,加深了生产性服务业与制造业上下游生产环节的联系,促进了资源的有效循环利用,生产性服务业的技术溢出显著提高了制造业企业的生产和管理技术,有效削减了单位产出的污染排放量。

表5 不同生产性服务业细分行业与制造业协同集聚、制造业效率对雾霾污染回归结果

模型	Magglo+Information		Magglo+Finance		Magglo+Transport		Magglo+Business		Magglo+Science	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Haze_{it-1}$	1.025 0*** (578.21)	1.006 9*** (484.37)	1.034 3*** (579.24)	1.039 9*** (507.08)	1.018 6*** (676.60)	0.997 1*** (413.57)	1.022 6*** (1084.3)	0.995 2*** (379.58)	0.997 3*** (490.95)	0.979 2*** (472.03)
Coagglo	-4.653 0*** (-38.44)	-4.294 7*** (-7.47)	7.089 3*** (10.49)	6.757 1*** (19.37)	-2.980 3*** (-5.22)	-4.525 4*** (-6.45)	-1.320 9*** (-14.04)	-4.167 4*** (-4.86)	-10.112 4*** (-62.67)	-10.196 3*** (-19.09)
tfp-MA	-4.563 1*** (-40.72)	-1.566 7*** (-5.44)	2.810 9*** (5.32)	-1.550 5*** (-5.55)	-3.441 7*** (-8.54)	-1.452 6*** (-3.14)	-2.473 3*** (-33.10)	-1.965 5*** (-5.49)	-7.525 9*** (-43.50)	-2.249 4*** (-6.91)
Coagglo*		-0.151 0		-0.279 3		0.117 7		-0.125 9		-2.377 5***
tfp-MA		(-0.34)		(-0.63)		(0.17)		(-0.17)		(-4.10)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
常数项	-0.235 1 (-0.18)	2.117 5*** (2.58)	-16.086 1*** (-15.01)	5.120 6*** (4.38)	-4.232 8*** (-3.84)	0.117 5 (0.10)	-6.120 0*** (-8.50)	2.482 3** (2.23)	6.885 2*** (6.15)	5.417 7*** (5.88)
AR (2)	[0.496 1]	[0.573 8]	[0.755 1]	[0.832 1]	[0.763 8]	[0.738 8]	[0.722 3]	[0.608 0]	[0.515 9]	[0.598 3]
Sargan test	[1.000 0]	[1.000 0]	[1.000 0]	[0.998 8]	[1.000 0]	[1.000 0]	[1.000 0]	[1.000 0]	[1.000 0]	[1.000 0]

注:同表1。

五、研究结论与建议

本文采用SYS-GMM模型探究生产性服务业与制造业协同集聚、制造业效率对雾霾污染的影响。结果显示:从全国层面来看,产业协同集聚和制造业效率的提升有助于抑制雾霾污染,同时产业协同集聚可以通过提升制造业效率来降低雾霾污染;分时段检验发现,随着时间的推移,制造业效率与产业协同集聚对雾霾污染的抑制作用逐渐变大;从区域层面来看,产业协同集聚、制造业效率以及两者的交互项对内陆地区雾霾污染的抑制作用大于沿海地区;从行业层面来看,信息传输、计算机服务及软件业,交通运输、仓储及邮政业,租赁和商务服务业,以及科学研究、技术服务和地质勘查业与制造业协同集聚对雾霾污染的抑制作用显著,金融业与制造业的协同集聚对雾霾污染的抑制作用不显著。本文的政策启示在于:

1. 研究结果显示,提升制造业效率的确可以改善雾霾污染,因此需要大力实施《中国制造2025》发展战略,加快先进制造业发展,支持绿色清洁生产,推进传统制造业绿色改造,建立绿色低碳循环发展体系。一方面,鼓励制造业分离,积极发展服务业,大力引导生产性服务朝专业化与社会化方向发展,培育一批竞争能力强、研发水平高的专业化服务企业;另一方面,不断拓展制造

业产业链长度,增强诸如研发设计、工程管理、金融租赁、设备检测等高端价值链环节的设计,将更多的服务元素纳入到最终产品中,提升产业链服务水平与产品附加值。

2. 研究结果显示,产业协同集聚的确可以通过提升制造业效率来改善雾霾污染,因此需要以“双轮驱动”发展战略为契机,推动产业协同集聚发展,加快构建现代产业体系,增强生产性服务业与制造业关联产业间的知识溢出效应,依靠制造业技术进步来提升制造业效率。具体而言,一方面,充分发挥生产性服务业的集聚效应,增加对生产性服务业高端人才和研发创新的投入,引导和培育知识溢出与技术创新机制,积极联合生产性服务业与制造业相关产业科研机构,协力提升整体行业产业技术水平,同时借助关联产业间的知识溢出效应提升制造业效率。另一方面,利用生产性服务业“船小好调头”的优势,推进生产性服务业自动化、制造业服务化模式的融合渗透,加速生产性服务业与制造业的匹配与协同定位,熨平由产业“洼地”造成的集聚经济。

3. 研究结果显示,生产性服务业与制造业协同集聚、制造业效率对雾霾污染影响存在显著的区域异质性和行业异质性。对于区域异质性而言,东部地区需要积极推进双轮驱动战略,大力扶持战略性新兴产业发展,中西部地区需要加快生产性服务业发展,促进其与制造业环节的高度融合,逐步淘汰环境污染严重、技术较为落后的企业。对于行业异质性而言,需要针对不同生产性服务业细分行业发展情况制定差异化的方针政策,出台行之有效的措施,推动信息传输、计算机服务及软件业,金融业,交通运输、仓储及邮政业,租赁和商务服务业,科学研究、技术服务和地质勘查业等不同类型生产性服务业与制造业的有机结合与良性互动。

参考文献

- [1] Arnold, J. M., B. S. Javorcik, A. Mattoo. Does services liberalization benefit manufacturing firms? Evidence from the Czech Republic[J]. *Journal of International Economics*, 2007(1).
- [2] Cui, A. P. Yangtze river delta economic integration strategies analysis from producer services and manufacture clusters[J]. *International Journal on Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 2012(22).
- [3] 余泳泽, 刘大勇, 宣烨. 生产性服务业集聚对制造业生产效率的外溢效应及其衰减边界——基于空间计量模型的实证分析[J]. *金融研究*, 2016(2).
- [4] 唐晓华, 张欣钰, 李阳. 制造业与生产性服务业协同发展对制造效率影响的差异性研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2018(3).
- [5] Liu, S. X., Y. M. Zhu, K. Q. Du. The impact of industrial agglomeration on industrial pollutant emission: Evidence from China under new normal[J]. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2017(9).
- [6] 陆铭, 冯皓. 集聚与减排: 城市规模差距影响工业污染强度的经验研究[J]. *世界经济*, 2014(7).
- [7] 邵帅, 张可, 豆建民. 经济集聚的节能减排效应: 理论与中国经验[J]. *管理世界*, 2019(1).
- [8] 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).
- [9] Smarzynska, B. K., S. J. Wei. Pollution havens and foreign direct investment: Dirty secret or popular myth? [J]. *B. E. Journal of Economic Analysis & Policy*, 1999(2).
- [10] Xing, Y. Q., C. D. Kolstad. Do lax environmental regulations attract foreign investment? [J]. *Environmental and Resource Economics*, 1998(1).
- [11] 韩晶, 陈超凡, 施发启. 中国制造业环境效率、行业异质性与最优规制强度[J]. *统计研究*, 2014(3).
- [12] 徐保昌, 谢建国, 孙一菡. 中国制造业企业出口的污染减排效应研究[J]. *世界经济与政治论坛*, 2016(2).
- [13] 杨仁发. 产业集聚与地区工资差距——基于我国 269 个城市的实证研究[J]. *管理世界*, 2013(8).
- [14] 樊纲, 王小鲁, 马光荣. 中国市场化进程对经济增长的贡献[J]. *经济研究*, 2011(9).
- [15] 王小鲁, 樊纲, 余静文. 中国分省份市场化指数报告(2016)[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2017.
- [16] 蔡海亚, 徐盈之. 贸易开放是否影响了中国产业结构升级? [J]. *数量经济技术经济研究*, 2017(10).

- [17]蔡海亚,徐盈之. 产业协同集聚、贸易开放与雾霾污染[J]. 中国人口·资源与环境,2018(6).
- [18]蔡海亚,徐盈之,孙文远. 中国雾霾污染强度的地区差异与收敛性研究——基于省际面板数据的实证检验[J]. 山西财经大学学报,2017(3).
- [19]Arellano, M., O. Bover. Another look at the instrumental variable estimation of error-components models [J]. *Journal of Econometrics*, 1995(1).

Co-agglomeration, Manufacturing Efficiency and Haze Pollution

CAI Hai-ya, XU Ying-zhi, ZHAO Yong-liang

Abstract: This paper uses SYS-GMM regression model to empirically test the internal relationship between the co-agglomeration of producer services and manufacturing, manufacturing efficiency and haze pollution. The results show that the estimated coefficients of haze pollution by co-agglomeration, manufacturing efficiency improvement and their interaction terms are significantly negative, which indicates that the improvement of co-agglomeration level and manufacturing efficiency is helpful to alleviate haze pollution. At the same time, co-agglomeration can further reduce haze pollution by improving manufacturing efficiency. It is found that the inhibition effect of manufacturing efficiency and industrial collaborative agglomeration on the haze pollution gradually increases with the passage of time. Co-agglomeration, manufacturing efficiency improvement and their interaction have greater mitigation effects on haze pollution in inland areas than in coastal areas. There is significant heterogeneity in the impact of different producer services industry segments and manufacturing industry collaborative agglomeration, manufacturing efficiency on haze pollution. Therefore, in order to alleviate the increasingly severe haze pollution problem, it is necessary to promote the development of advanced manufacturing industry and speed up the green transformation of traditional manufacturing industry; it is important to enhance the knowledge spillover effect between producer services and related industries of manufacturing industry and to improve the efficiency of manufacturing industry with the aid of the technological progress; it is helpful to formulate differentiated policies for the development of different regions and different producer service industry segments, so as to promote the organic combination and positive interaction between producer service industry and manufacturing industry.

Key words: co-agglomeration; manufacturing efficiency; haze pollution

(责任编辑 朱 蓓)