

产业发展

# 生产性服务业集聚、绿色技术创新与 工业绿色全要素生产率

王恒玉, 李一凡

(西北师范大学管理学院, 兰州 730070)

**摘要:** 从低碳视角出发, 基于2003—2021年省级研究数据, 分析生产性服务业集聚、绿色技术创新与工业绿色全要素生产率之间的关系。结果显示: 生产性服务业的专业化集聚对工业绿色全要素生产率的影响呈现出“U”型特征, 而多样化集聚的影响则表现为“N”型特征; 生产性服务业专业化集聚通过绿色技术创新的中介作用对工业绿色全要素生产率具有显著的正向影响, 而多样化集聚中不存在中介作用; 东、中、西3大地区的影响结果存在差异, 东部地区的生产性服务业专业化集聚表现出更高的灵活性, 而中部地区则在多样化集聚方面更为突出。研究表明, 良好的生产性服务业集聚有助于加速工业绿色全要素生产率的提高, 在强调发展特色与增长模式的基础上, 因地制宜地进行绿色技术创新, 精准施策, 有利于构建具有中国特色的本土化生产性服务业产业政策模型, 对促进工业绿色发展提供政策参考和理论指引。

**关键词:** 生产性服务业集聚; 工业绿色全要素生产率; 绿色技术创新

**中图分类号:** F062.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)07-0101-09

近年来, 中国经济发展形势正在从高速发展转向高质量发展阶段, 产业发展所面临的环境发生了深刻变化, 产业结构转型升级刻不容缓。工业是实现产业转型升级的主战场, 是现代经济的重要组成部分, 是经济增长的主要驱动力, 但工业的实际高度化不足, 研发技术较为匮乏, 存在内部发展不平衡的问题。随着信息技术的发展, 生产性服务业的重要性日益突显, 且近年来呈现集聚式发展, 生产性服务业为工业生产提供保障的支持性产业, 是推进工业高效发展、技术进步、转型升级的产业, 在工业生产中占据举足轻重的地位。同时考虑到绿色生产为可持续发展的根本, 应构建高效节能、绿色减排的工业发展格局, 实现绿色集约式发展模式, 最终推动产业结构高端化转型。

在生产性服务业的集聚效应研究中, 大多针对产业展开探讨。在对工业的研究中, 刘永文和康涛<sup>[1]</sup>表明生产性服务业集聚能够通过降低交易成本、增加知识存量和改善市场环境来提升工业效率; 王磊和陈彦<sup>[2]</sup>发现生产性服务业集聚与工业绿

色竞争力之间存在非线性相关关系, 且专业化集聚与多样化集聚的非线性影响有所不同。产生的非线性结果与产业发展内生动力即技术创新有关, 因此学者们还对技术创新的影响进行了研究。于斌斌和吴丹<sup>[3]</sup>、韦帅民<sup>[4]</sup>研究发现, 生产性服务业集聚分别对制造业创新效率和绿色创新产生了促进作用; 余祖鹏和刘冰洁<sup>[5]</sup>从中介角度出发, 得出生产性服务业集聚能够通过强化技术积累、提升研发效率促进制造业绿色技术创新; 黄漫宇等<sup>[6]</sup>从专业化与多样化集聚视角出发, 得出生产性服务业多样化集聚除促进本地绿色技术创新外, 还存在邻地溢出效应, 而专业化集聚仅在本地起到促进作用。

工业绿色全要素生产率的影响因素研究中, 大部分学者从工业的外部环境展开。Cheng和Jin<sup>[7]</sup>认为不论是多元化还是专业化的集聚经济, 都会对工业绿色全要素生产率产生促进作用; Ding等<sup>[8]</sup>则认为贸易开发显著改善了工业绿色全要素生产率。还有学者从内部因素进行探讨, 支持工业发展的内部要素包括技术、投资等。技术创新方面, 戴魁早

**收稿日期:** 2024-10-23

**作者简介:** 王恒玉(1972—), 男, 甘肃天水人, 副教授, 研究方向为信息技术与产业竞争力; 李一凡(2000—), 女, 山西临汾人, 硕士研究生, 研究方向为产业经济学。

等<sup>[9]</sup>的研究明确了创新发展理念对工业企业绿色发展的促进作用;Sun 等<sup>[10]</sup>认为清洁型技术创新可以显著正向影响工业绿色全要素生产率。

在生产性服务业、绿色技术创新和绿色发展三者的相关研究中,江红莉等<sup>[11]</sup>表明,促进生产性服务业专业化集聚、抑制多样化集聚以及推动绿色技术创新能够提升碳生产效率;杨桢<sup>[12]</sup>则证明了生产性服务业集聚通过提升绿色技术创新能力促进了流通业绿色低碳发展。

综上所述,工业绿色发展的影响因素大多在宏观与微观层面探讨,从中观层面产业视角切入的研究不多,且鲜有学者从生产性服务业的视角研究其对工业绿色发展的影响,而工业与生产性服务业之间存在紧密联系,生产性服务业是工业产品价值链环节的重要产业。在低碳视角下,绿色技术创新是产业发展的内生动力毋庸置疑,但是否作为生产性服务业和工业绿色发展之间的关联要素尚待考究。由此提出以下问题:第一,如何在低碳发展的视角下改善工业生产效率,从而驱动产业结构变迁?第二,如何促进资源有效利用,从而推动可持续发展?第三,通过何种方法可以提升工业生产效率,从而实现产业转型升级?

## 1 机制分析与研究假设

### 1.1 生产性服务业集聚对工业绿色全要素生产率的影响机制

生产性服务业的集聚可以分为专业化和多样化两种类型,其中专业化集聚是指产业中相同或相似的行业与企业在某区域内的集聚,多样化集聚是指不同细分行业与企业在某区域内的集聚。无论是专业化还是多样化集聚,根据产业集聚理论,生产性服务业集聚能够带来知识技术共享、高素质人才汇聚和成本节约等正向经济效应<sup>[13]</sup>。

在生产性服务业专业化集聚程度较低时,资源的堆砌还不能形成集聚优势,生产性服务业未能有效满足工业绿色生产的需求,对工业绿色全要素生产率的推动作用较弱,甚至可能带来负面影响。此外,当生产性服务业的专业化集聚程度较低时,其带来的经济效益远低于其所产生的污染排放,难免会产生资源的浪费、污染的排放和不必要的交易成本,抑制工业绿色生产。专业化集聚水平提高时,由于行业的相似度高,可以产生专业化分工、良性竞争、规模经济等正向作用。第一,专业化集聚能够汇聚大量同类企业,深化行业分工,专业化的分工最大限度利用率企业资源,提高管理效率,从而

促进生产效率的提升。第二,根据 Porter 外部性理论,专业化集聚有利于企业间的良性竞争。在市场份额有限前提下的集聚,会为企业带来竞争压力,为增强自身优势而形成竞争效应<sup>[14]</sup>。第三,根据产业集聚理论,由于规模报酬递增,专业化集聚能够产生规模经济,致使生产平均成本降低,从而节约工业生产成本。

根据 Jacobs 外部性理论,多样化集聚水平初期时会产生合作分工效应,多元化发展使得企业之间优势互补,优化资源配置<sup>[15]</sup>,降低污染排放,提升整体竞争力。多样化集聚水平开始增加时,行业间关联性不强,区域只注重行业高度的提升以及企业数量的增加,不注重行业之间的分工合作,集聚趋向于无序化,管理效率低下,在工业生产过程中难以实现高效生产;且无序化将会带来时间成本与交易成本的增加,生产效率低下,能源消耗量大,不利于工业降污减排,从而抑制工业绿色全要素生产率。多样化集聚水平继续增加,行业间的联系加强,多样带来的无序化转变为有序化,生产效率提升,资源配置得到优化,减少了资源浪费与污染排放,有利于提升工业绿色全要素生产率。此外,多元化的集聚能够分散外部冲击,避免了单一化分布的风险,在某行业遭受冲击时能快速缓解危机,从而有助于工业生产顺利进行。具体影响机制如图 1 所示。根据以上机制分析提出如下假设。

H1a:对于工业绿色全要素生产率,生产性服务业专业化的影响呈现先抑制后促进的“U”型特征;

H1b:对工业绿色全要素生产率,多样化集聚的影响呈现“促进-抑制-促进”的“N”型特征。

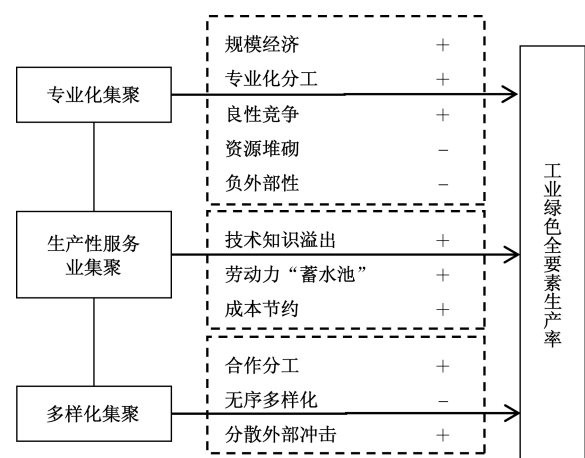


图 1 生产性服务业集聚对工业绿色全要素生产率影响作用机制

### 1.2 绿色技术创新的中介作用机制

(1)生产性服务业集聚对绿色技术创新的影响机制。根据产业集聚理论,集聚聚拢了优质技术资源,为技术创新创造了良好环境,打破信息不对称,为绿色技术创新提供动力<sup>[16]</sup>。根据外部性理论,在有限资源的市场环境中,企业在竞争压力下为提升自身竞争力,趋向于进行绿色技术创新,从而满足自身发展需求,生产性服务业集聚促进了资源流动,加速企业之间进行绿色技术创新<sup>[17]</sup>,因此生产性服务业适当集聚能够促进技术进步。然而集聚不当还对绿色技术创新存在负向影响。专业化集聚初期只是形成资源堆砌,对技术知识的管理效率低下,堆砌式集聚对绿色技术创新不仅无法起到促进作用,甚至可能存在抑制作用<sup>[18]</sup>;多样化集聚水平初步增加时,由于无序多样化的集聚形式,难以进行知识技术溢出,管理效率低下,不利于进行绿色技术创新。因而,生产性服务业集聚对绿色技术创新的影响因集聚水平差异而有所不同。

(2)绿色技术创新对工业绿色全要素生产率的影响机制。根据创新理论,在要素投入方面,绿色技术创新能够提高资源的利用效率,在固定产出水平基础上降低能源消耗,提高能源利用率<sup>[19]</sup>,降低生产带来的污染排放,提高经济效益;在要素结构方面,绿色技术创新为生产带来了新的工艺技术,调整了要素结构,改变了高消耗、低产出的传统生产模式<sup>[20]</sup>;在绿色生产方面,绿色技术创新能够优化能源结构,提升能源效率<sup>[21]</sup>,使得工业生产污染排放减少,污染治理效率提高。

(3)绿色技术创新的中介作用机制。根据上述机制分析可推论,生产性服务业集聚适当集聚时,将会产生有效竞争和知识技术溢出效应,能够促进企业进行绿色技术创新,绿色技术创新将会带来要素结构升级、生产投入效率提高等结果,从而在生产效率和绿色发展两方面提升工业生产水平,促进工业绿色全要素生产率增长。

当生产性服务业集聚水平不在适当范围时,由于专业化集聚产生的负外部性和多样化集聚带来的无序多样化,绿色技术创新将被抑制,创新动力遭受打压,创新能力受到限制,进而降低创新效率,且对工业全要素生产率的促进作用也同样减少,从而不利于工业生产发展。具体中介作用机制如图 2 所示。由此提出如下假设。

H2a:生产性服务业专业化集聚对绿色技术创

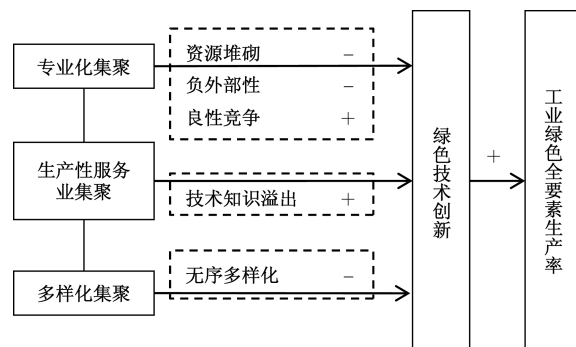


图 2 中介作用机制

新的影响呈现先抑制后促进的“U”型特征;

H2b:生产性服务业专业化集聚通过非线性作用于绿色技术创新,影响工业绿色全要素生产率;

H3a:多样化集聚对绿色技术创新的影响呈现促进-抑制-促进的“N”型特征;

H3b:生产性服务业多样化集聚通过非线性作用于绿色技术创新,影响工业绿色全要素生产率。

## 2 研究设计

### 2.1 变量说明与数据来源

#### 2.1.1 被解释变量

工业绿色全要素生产率(Igtfp)采用 SBM-DDF-GML(slack-based measure-directional distance function-global Malmquist-Luenberger,松弛方向距离函数-全局马尔奎斯特-卢恩贝格指数)进行测算,具体指标见表 1。研究数据来源于《中国工业统计年鉴》《中国环境统计年鉴》、各省统计年鉴和国家统计局。

表 1 工业绿色全要素生产率指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
投入指标	劳动投入	工业平均从业人员数
	能源投入	工业能源消费总量
	资本投入	工业部门固定资产净值
期望产出	经济效益	工业总产值
非期望产出	废气	工业二氧化硫排放量
	废水	工业废水排放量
	颗粒物	工业烟(粉)尘排放量

#### 2.1.2 解释变量

根据国家统计局印发的《生产性服务业统计分类》对生产性服务业进行划分,数据来源于国家统计局,具体计算公式如下。

生产性服务业专业化集聚(sp)采用区位熵方法进行测度,具体公式为

$$sp_{i,t} = \frac{\sum_j ps_{i,j,t} / x_{i,t}}{\sum_j ps_{j,t} / x_t} \quad (1)$$

式中:ps 为生产性服务业就业人数;x 为总就业人

数;  $i, t, j$  分别为省份、年份和行业。

生产性服务业多样化集聚(dv)采用改进后的赫芬达尔指数进行测度,具体公式为

$$dv_{i,t} = \sum_j \frac{ps_{i,j,t}}{x_{i,t}} \left\{ \frac{1/\sum [ps_{i,j^*,t}/(x_{i,t} - ps_{i,j,t})]^2}{1/\sum [ps_{j^*,t}/(x_t - ps_{j,t})]^2} \right\} \quad (2)$$

式中: $j^*$  为除该生产性服务业  $j$  外某一生产性服务业。

### 2.1.3 中介变量

绿色技术创新水平(gtech),以各省份每年申请的绿色发明专利数量与每年申请的绿色实用新型专利数量表征,采用使用熵值法计算出水平值。数据来源于《中国科技统计年鉴》。

### 2.1.4 控制变量

选取以城镇人口所占比例所表示的城镇化水平(UL)、以外商直接投资额占地区生产总值比重表示的外商直接投资(FDI)、以社会消费品零售总额占国内生产总值比重表示的社会消费水平(SCL)、以存款与贷款之和占地区生产总值比值表示的金融发展水平(FDL)作为控制变量,数据来源于各统计年鉴。各变量描述统计见表 2。

表 2 变量描述性统计

变量	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
Igtfp	570	1.133	0.159	0.592	1.905
sp	570	1.014	0.306	0.629	2.424
dv	570	0.217	0.051	0.078	0.349
gtch	570	0.066	0.120	0.000	0.927
UL	570	0.539	0.148	0.139	0.896
FDI	570	0.023	0.019	0.000	0.105
SCL	570	0.362	0.064	0.218	0.538
FDL	570	2.968	1.142	1.279	8.131

## 2.2 模型构建

基于中国 2003—2021 年 30 个省份(因数据缺失,未包含西藏地区和港澳台地区)的面板数据,采用非线性回归模型对直接效应进行检验,具体模型如式(3)、式(4)所示。为保证回归方法的一致性,检验绿色技术创新(gtech)的中介效应时仍采用非线性回归模型,具体如式(5)~式(8)所示。

$$Igtfp_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 sp_{it} + \alpha_2 sp_{it}^2 + \alpha_3 Controls_{it} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{it} \quad (3)$$

$$Igtfp_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 dv_{it} + \alpha_2 dv_{it}^2 + \alpha_3 dv_{it}^3 + \alpha_4 Controls_{it} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{it} \quad (4)$$

$$gtech_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 sp_{it} + \alpha_2 sp_{it}^2 + \alpha_3 Controls_{it} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{it} \quad (5)$$

$$Igtfp_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 sp_{it} + \alpha_2 sp_{it}^2 + \alpha_3 gtech_{it} + \alpha_4 Controls_{it} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{it} \quad (6)$$

$$gtech_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 dv_{it} + \alpha_2 dv_{it}^2 + \alpha_3 dv_{it}^3 + \alpha_4 Controls_{it} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{it} \quad (7)$$

$$Igtfp_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 dv_{it} + \alpha_2 dv_{it}^2 + \alpha_3 dv_{it}^3 + \alpha_4 gtech_{it} + \alpha_5 Controls_{it} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{it} \quad (8)$$

式中:Controls 为控制变量; $\mu_i, \delta_t$  分别为个体和时间固定效应; $\epsilon_{it}$  为随机误差项; $\alpha_1 \sim \alpha_5$  为回归系数; $\alpha_0$  为常数项。

## 3 实证检验

### 3.1 实证分析

#### 3.1.1 主效应回归

利用计量模型进行基准回归。首先进行豪斯曼检验,最终选用固定效应模型进行回归分析,结果见表 3。表 3 中(1)列、(2)列显示专业化集聚的系数负向显著,二次项系数正向显著,表明生产性服务业专业化集聚对工业绿色全要素生产率的作用曲线呈现“U”型非线性特征,与预期结果一致,假设 H1a 得到证实。生产性服务业专业化集聚在初期时,“堆砌式”集聚导致区域内生产成本上升,能源消耗增加,对资源和生产要素的竞争也更加激烈,

表 3 主回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	Igtfp	Igtfp	Igtfp	Igtfp
sp	-0.283** (0.122)	-0.351*** (0.124)		
sp <sup>2</sup>	0.103** (0.042)	0.139*** (0.043)		
dv			0.728*** (0.146)	0.598*** (0.150)
dv <sup>2</sup>			-1.490*** (0.276)	-1.283*** (0.282)
dv <sup>3</sup>			0.813*** (0.140)	0.726*** (0.143)
UL		-0.139* (0.074)		-0.144* (0.074)
FDI		0.823** (0.323)		0.851*** (0.317)
CPI		-0.264*** (0.096)		-0.263*** (0.094)
FDL		-0.034*** (0.012)		-0.010 (0.012)
常数项	1.197*** (0.104)	1.564*** (0.152)	1.226*** (0.054)	1.407*** (0.106)
个体固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	570	570	570	570
R <sup>2</sup>	0.557	0.580	0.589	0.605

注:\*、\*\*、\*\*\*分别表示  $P < 0.1, P < 0.05, P < 0.01$ ;括号内为稳健标准误。

不利于工业绿色生产,甚至产生抑制作用;当专业化集聚程度增加,产业关联度提升,知识共享、人力资本增加,正向作用显著,因此影响呈“U”型。

表3中(3)列、(4)列展示了生产性服务业多样化集聚的影响结果,多样化集聚的系数显著为正,二次项系数负向显著,三次项系数正向显著,表明生产性服务业多样化集聚对工业绿色全要素生产率的作用曲线呈现“N”型非线性特征,假设H1b得到验证。多样化集聚在初期时,多样的生产性服务业能够给工业带来丰富的支持性产品和服务,提高生产效率;同时,初期集聚时由于企业数量较少,污染排放较少,且消耗与浪费也较少,有利于绿色生产。在多样化集聚中期,集聚水平增加,导致行业间竞争激烈,管理效率低下,多样化集聚趋于无序化,增加了无用的能源消耗,从而不利于工业绿色全要素生产率的提升。多样化集聚后期,集聚水平继续增加,在经历无序化的恶性集聚后,行业之内与行业之间会逐渐加强管理与分工合作,同时多样的行业集聚分布也有利于工业产业转型,为工业从高污染高排放产业转向绿色产业提供了基础性保障,因而呈现正向作用。

### 3.1.2 稳健性检验

为保证基准回归结果的可靠性,分别采用更换检验模型、增加控制变量、双边缩尾进行稳健性检验。表4中的(1)列、(2)列将回归模型替换为tobit模型进行回归分析,(3)列、(4)列引入对外开放程度(DOP)作为新增控制变量,以排除对外开放对主

回归影响,(5)列、(6)列将被解释变量进行1%与99%的缩尾处理,避免了极端值带来的影响。由表4可知,在几种方法的检验下,结果与主回归基本一致,表明主回归结果具有稳健性。

### 3.1.3 异质性分析

将全国分为东部、中部、西部3大地区,从地区异质性角度展开分析。专业化集聚的影响结果见表5,说明生产性服务业集聚带来的影响存在地区异质性。从表5中可知,东部地区回归结果与全国回归结果显著一致,而中部与西部地区的回归结果不显著。东部地区相较于其他地区经济发展水平较高,综合实力较强,且东部工业生产水平较高,掌握着较为先进的技术和知识,生产性服务业专业化集聚能更好地进行良性竞争,实现技术知识共享以及技术创新,同时也为工业提供了专业服务支持,有利于工业发展,专业化集聚更适应东部地区工业生产。

中部地区的影响作用为先正后负的倒“U”型,西部地区的影响作用与全国回归结果相同,但均不显著。中部地区的人力、信息等资源比东部地区少,同类企业由于争夺知识、技术、信息以及人才等生产要素等资源,会产生拥挤效应,抑制工业生产;同时集聚水平过高会使得生产排放的污染增多,最终抑制工业绿色全要素生产率,因而呈现倒“U”型影响,但整体影响较弱。中部与西部的综合经济实力相比于东部地区较弱,生产性服务业专业化集聚水平也较低,对工业生产没有显著影响。

表4 稳健性检验结果

变量	更换检验模型		增加控制变量		双边缩尾	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Igtfp	Igtfp	Igtfp	Igtfp	Igtfp	Igtfp
sp	-0.463*** (0.141)		-0.290** (0.119)		-0.365*** (0.121)	
sp <sup>2</sup>	0.130*** (0.049)		0.100** (0.042)		0.149*** (0.043)	
dv		0.840*** (0.157)		0.504*** (0.143)		0.520*** (0.155)
dv <sup>2</sup>		-1.647*** (0.302)		-1.071*** (0.269)		-1.116*** (0.295)
dv <sup>3</sup>		0.893*** (0.154)		0.613*** (0.136)		0.632*** (0.151)
常数项	1.090*** (0.114)	0.804*** (0.047)	1.765*** (0.148)	1.611*** (0.103)	1.573*** (0.145)	1.417*** (0.102)
Controls	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	570	570	570	570	570	570

注:\*\*、\*\*\*分别表示 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$ ;括号内为稳健标准误。

表 5 专业化集聚影响的异质性检验结果

变量	东部地区	中部地区	西部地区
	(1)	(2)	(3)
	Igtfp	Igtfp	Igtfp
sp	-0.961*** (0.186)	0.491 (1.096)	-0.048 (0.813)
sp <sup>2</sup>	0.305*** (0.057)	-0.404 (0.591)	0.029 (0.410)
UL	-0.059 (0.085)	-0.141 (0.442)	0.997*** (0.352)
FDI	0.376 (0.393)	3.317** (1.289)	3.093*** (1.099)
CPI	-0.449** (0.184)	-0.217* (0.119)	-0.156 (0.110)
FDL	-0.087*** (0.023)	0.028 (0.048)	-0.031*** (0.011)
常数项	2.482*** (0.235)	0.903 (0.617)	0.996** (0.410)
个体固定效应	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes
样本数	209	152	209
R <sup>2</sup>	0.771	0.773	0.937

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示  $P < 0.1$ 、 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$ ；括号内为稳健标准误。

多样化集聚影响的异质性见表 6，可知中部地区的影响与全国回归结果一致且显著，东部地区影响结果与全国一致但不显著，西部地区影响呈现倒“N”型且不显著。

中部地区承担着承东启西的作用，有着丰富的能源资源，依托资源优质进行工业生产，尤其是重工业产业。中部地区生产性服务业多样化集聚效应更强，能够支持各项工业产业生产，但由于信息技术等资源有限，多样化集聚水平较高时产生的组织管理紊乱、生产效率低下、污染增加等负面影响也较为显著。东部地区专业化集聚能更好适应当地工业企业发展，多样化集聚不能为当地工业提供精准的产品与服务，因而集聚效应较弱。西部地区以农林业、旅游业为主要产业，基础设施建设薄弱，工业发展受限，因而多样化集聚效应较弱。

### 3.2 机制检验

进一步引入绿色技术创新作为中介变量对进一步机制进行检验，并采用非线性中介模型进行回归检验，运用三部检验法验证绿色技术创新的中介作用。

表 7 展示了生产性服务业专业化集聚对绿色技术创新和工业绿色全要素生产率的作用，由结果可知，专业化集聚对绿色技术创新的影响呈现“U”型非线性特征，假设 H2a 得到验证。表 7 中(3)列专业化集聚系数负向显著，二次项系数正向显著，绿色技术创新的系数正向显著，结合(1)列、(2)列结果

表 6 多样化集聚影响的异质性检验结果

变量	东部地区	中部地区	西部地区
	(1)	(2)	(3)
	Igtfp	Igtfp	Igtfp
dv	0.152 (0.220)	1.675** (0.685)	-0.069 (0.389)
dv <sup>2</sup>	-0.347 (0.455)	-3.130*** (1.179)	0.232 (0.704)
dv <sup>3</sup>	0.233 (0.250)	1.589*** (0.540)	-0.157 (0.344)
UL	-0.134 (0.091)	-0.193 (0.447)	1.079*** (0.278)
FDI	0.685 (0.464)	3.661*** (1.067)	3.154*** (0.578)
CPI	-0.300 (0.196)	-0.369** (0.156)	-0.158 (0.116)
FDL	-0.054** (0.021)	0.036 (0.029)	-0.036*** (0.012)
常数项	1.653*** (0.165)	1.024*** (0.190)	0.593*** (0.118)
个体固定效应	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes
样本数	209	152	209
R <sup>2</sup>	0.744	0.823	0.938

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示  $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$ ；括号内为稳健标准误。

表 7 专业化集聚中介效应结果

变量	(1)	(2)	(3)
	Igtfp	gtch	Igtfp
gtch			0.325*** (0.045)
sp	-0.351*** (0.124)	-0.465*** (0.115)	-0.200* (0.121)
sp <sup>2</sup>	0.139*** (0.043)	0.184*** (0.040)	0.080* (0.042)
UL	-0.139* (0.074)	-0.034 (0.069)	-0.128* (0.071)
FDI	0.823** (0.323)	-1.601*** (0.298)	1.343*** (0.317)
CPI	-0.264*** (0.096)	0.126 (0.089)	-0.305*** (0.092)
FDL	-0.034*** (0.012)	-0.059*** (0.011)	-0.015 (0.012)
常数项	1.564*** (0.152)	0.703*** (0.141)	1.335*** (0.149)
个体固定效应	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes
样本数	570	570	570
R <sup>2</sup>	0.580	0.479	0.618

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示  $P < 0.1$ 、 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$ ；括号内为稳健标准误。

可得，绿色技术创新在专业化集聚的影响作用中起到了部分中介作用，假设 H2b 得到验证。当专业化集聚水平较低时，同行业之内没有形成良好的竞争氛围，不利于知识技术的传播，抑制了绿色技术创

新,同时阻碍了工业生产,因而对工业绿色全要素生产率呈现负向作用;当集聚水平较高时,企业受到持续的竞争压力,能够保持追求高新技术的不竭动力,驱动企业绿色技术创新,绿色技术创新在工业生产上提供了更加高效的技术支持,在资源上提升了能源利用效率,有利于工业绿色发展,因此专业化集聚能够通过推动绿色技术创新提升工业绿色全要素生产率。

表8展示了生产性服务业多样化集聚对绿色技术创新和工业绿色全要素生产率的作用,列(5)中多样化集聚系数不显著,假设H3a没有得到验证,而列(6)中多样化集聚的系数显著为正,二次项系数显著为负,三次项系数显著为正,绿色技术创新的系数显著为正,结合列(4)中结果无法判断绿色技术创新的中介作用。因此继续采用Bootstrap法进行检验,根据结果得知中介效应不显著,假设H3b没有得到验证,说明生产性服务业多样化集聚不通过绿色技术创新影响工业生产。可能的原因是多样化集聚虽然能够实现技术知识溢出,但由于不同行业之间差异较大,存在技术壁垒,对绿色技术创新的作用较弱,因而绿色技术创新无法在多样化集聚影响中显现中介作用。

表8 多样化集聚中介效应结果

变量	(4)	(5)	(6)
	Igtfp	gtch	Igtfp
gtch			0.333*** (0.044)
dv	0.598*** (0.150)	-0.271* (0.144)	0.688*** (0.143)
dv <sup>2</sup>	-1.283*** (0.282)	0.420 (0.271)	-1.423*** (0.268)
dv <sup>3</sup>	0.726*** (0.143)	-0.157 (0.137)	0.778*** (0.136)
UL	-0.144* (0.074)	-0.090 (0.071)	-0.114 (0.070)
FDI	0.851*** (0.317)	-1.608*** (0.304)	1.386*** (0.308)
CPI	-0.263*** (0.094)	0.126 (0.090)	-0.305*** (0.089)
FDL	-0.010 (0.012)	-0.049*** (0.011)	0.006 (0.011)
常数项	1.407*** (0.106)	0.453*** (0.101)	1.256*** (0.102)
个体固定效应	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes
样本数	570	570	570
R <sup>2</sup>	0.605	0.471	0.646

注: \*、\*\*\*分别表示  $P < 0.1$ 、 $P < 0.01$ ; 括号内为稳健标准误。

#### 4 结论与建议

(1)对工业绿色全要素生产率的影响中生产性服务业专业化集聚呈现先抑制后促进的“U”型,多样化集聚呈现“促进—抑制—促进”的“N”型。专业化集聚效应需要时间的累积和空间的交互,不是一蹴而就的,专业化集聚程度较低时资源利用效率低下,没有形成资源、成本优势,存在消极作用;集聚程度加深时,产业融合度增高,专业化分工有利于提升工业生产效率,支持工业现代化发展,积极效应显著。多样化集聚效应具有曲折性,集聚初期时,产业链上下游的合作提升了工业生产效率,增强价值链竞争力;随着集聚水平的提高,生产性服务业企业数量增加,管理体系尚未成熟,无序化将会带来资源浪费、效率降低;集聚水平继续上升,在市场机制与政府管理的共同作用下,产业链上下游管理效率提升,形成业态多元的局面,为工业生产提供便利,促进生产率的提高。

(2)根据异质性检验,东、中、西3大地区的影响结果存在差异,其中东部地区生产性服务业专业化集聚的影响作用与全国回归结果一致且显著,中部地区多样化集聚的影响作用与全国回归结果一致且显著,其余结果均不显著。说明东部地区更适合专业化集聚,由于经济差异和地理区位的原因,专业性人才更倾向于流向东部地区,专业化优势明显,在产业链垂直分工方面仍可精益求精。中部地区更适合多样化集聚,根据影响结果显示,中部地区生产性服务业的集聚效应及其与工业部门的协同效应有待进一步增强,其市场规模和区域创新、城市(群)创新、产业创新和企业创新尚有进一步挖掘的空间。西部地区影响生产性服务业的集聚效应及其与工业部门的协同效应的阻滞性因素仍然大量存在,需要在理论上增进关于生产性服务业集聚和产业协同的规律性的认识,在体制机制上进一步消除和弱化其负向激励。

(3)根据中介效应检验,绿色技术创新在生产性服务业专业化集聚的影响中起到非线性的部分中介作用,但在多样化集聚的影响中不存在中介作用,说明专业化集聚可以通过推动绿色技术创新影响工业绿色全要素生产率。专业化集聚所产生的知识技术环境更有利于推动企业创新,促进技术发展,且由于技术创新是提升工业生产效率的根本动力,因此专业化集聚能够通过支持绿色技术创新影响工业生产效率。

根据上述结论,提出如下建议。

(1)加快生产性服务业集聚化,因地制宜推动专业化、多样化集聚发展。降低生产性服务业集聚化门槛,充分整合、利用和传播行业知识、技术等资源,吸引更多行业集聚生产,提升生产性服务业集聚水平,进而更加高效地为工业生产提供支持;同时尊重区域差异化,根据地区的不同生产优势,有效、有序推进专业化或多样化集聚发展,东部地区施行专业化人才培养,契合当地工业特色,中部地区引进多样化人才,丰富劳动力资源。

(2)加强产业协同发展,促进产业融合。政府和企业共同推进产业之间协同发展,由政府引导企业之间合作交流,利用政策积极鼓励产业联盟等合作式平台构建,集中优势资源进行整合发展,加强生产性服务业与工业之间的联系;同时促进产业融合,在空间上引导产业集聚,在生产上促进要素互通,形成良性互动,进而促进资源整合,提升工业生产效率。

(3)鼓励企业自主研发,同时加快绿色创新转化为实际生产力。科技作为第一生产力,在推动产业结构变迁与结构升级中起到关键作用。政府应引导企业在绿色发展的前提下进行自主创新,支持企业构建研发中心,加大对高素质人才的引进力度,完善人才激励机制;同时加快科技成果转化速度,由国有企业带头使用科技新成果,激励与推广新技术的应用,完善市场包容机制,鼓励企业开展新技术的应用,从而提升工业生产效率,推动产业结构升级。

(4)着力构建促进生产性服务业集聚和产业协同的动态调整机制和监督考核机制,厘清各级政府促进产业集聚和产业协同的职责边界,并探索建立促进生产性服务业集聚、产业协同和工业绿色发展的长效机制。

### 参考文献

- [1] 刘永文,康涛. 生产性服务业集聚如何助力工业效率提升? [J]. 现代管理科学, 2023(1): 26-34.
- [2] 王磊,陈彦. 生产性服务业集聚与工业绿色竞争力[J]. 金融与经济, 2021(11): 54-61, 80.
- [3] 于斌斌,吴丹. 生产性服务业集聚如何提升制造业创新效率? 基于集聚外部性的理论分析与实证检验[J]. 科学决策, 2021(3): 18-35.
- [4] 韦帅民. 生产性服务业集聚、空间溢出与制造业绿色创新[J]. 现代管理科学, 2023(2): 57-65.
- [5] 余祖鹏,刘冰洁. 生产性服务业集聚与制造业绿色技术创新: 来自中国 A 股上市公司的证据[J]. 技术经济与管
- 理研究, 2023(12): 24-29.
- [6] 黄漫宇,余祖鹏,赵曜. 生产性服务业集聚对绿色技术创新的影响研究[J]. 统计与信息论坛, 2022, 37(12): 20-31.
- [7] CHENG Z, JIN W. Agglomeration economy and the growth of green total-factor productivity in Chinese Industry [J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2022, 83: 101003.
- [8] DING L, WU M, JIAO Z, et al. The positive role of trade openness in industrial green total factor productivity: provincial evidence from China[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2022, 29: 6538-6551.
- [9] 戴魁早,王思曼,温晓华. 基础研究与工业绿色全要素生产率[J]. 南方经济, 2023(8): 93-114.
- [10] SUN H, ZHANG Z, LIU Z. Regional differences and threshold effect of clean technology innovation on industrial green total factor productivity[J]. Frontiers in Environmental Science, 2022, 10: 985591.
- [11] 江红莉,胡文杰,陈庭强. 信息消费试点政策对提升城市碳生产率的影响机制及空间溢出效应研究[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2024(11): 39-55.
- [12] 杨楨. 生产性服务业集聚与流通业绿色低碳发展: 影响机制与实证检验 [J]. 商业经济研究, 2024(12): 176-179.
- [13] 靳光涛,唐荣,黄抒田. 高质量生产性服务业集聚与制造业升级: 基于知识溢出的视角[J]. 宏观经济研究, 2023(7): 82-96.
- [14] 朱彦. 生产性服务业集聚促进制造业结构升级的机理及规律: 基于成本视角的实证分析[J]. 深圳大学学报(人文社会科学版), 2022, 39(2): 65-73.
- [15] 陈奕玮,郭丛斌. 产业多样化集聚、人力资本与城市经济韧性[J]. 统计与决策, 2024, 40(15): 93-97.
- [16] 韦帅民. 生产性服务业集聚、空间溢出与制造业绿色创新[J]. 现代管理科学, 2023(2): 57-65.
- [17] 聂永有,姚清宇. 生产性服务业集聚与长三角绿色发展绩效: 基于“本地-邻地”视角[J]. 调研世界, 2023(6): 26-38.
- [18] 罗超平,朱培伟,张璨璨,等. 生产性服务业集聚促进了城市绿色创新吗: 基于“本地-邻地”效应的视角[J]. 西南大学学报(社会科学版), 2022, 48(1): 97-112.
- [19] 黄磊,朱江. 绿色技术创新、节能减排与成渝地区双城经济圈经济高质量发展[J]. 重庆工商大学学报(社会科学版), 2024, 41(2): 1-16.
- [20] CHENG M, WEN Z, YANG S. The driving effect of technological innovation on green development: dynamic efficiency spatial variation [J]. Environmental Science and Pollution Research, 2022, 29(56): 84562-84580.
- [21] 欧阳友,汪发元. 绿色技术创新、能源发展对实体经济发展的影响: 基于长江经济带 2005—2020 年数据的实证分析[J]. 统计理论与实践, 2023(1): 12-17.

## Producer Services Agglomeration, Green Technological Innovation and Industrial Green Total Factor Productivity

WANG Hengyu, LI Yifan

(School of Management, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** Starting from a low-carbon perspective, the relationship between the agglomeration of productive service industries, green technology innovation, and industrial green total factor productivity was explored through provincial research data from 2003 to 2021. The results show that the impact of specialized agglomeration of productive service industries on industrial green total factor productivity exhibits a “U” - shaped characteristic, while the impact of diversified agglomeration exhibits an “N” - shaped characteristic. The specialized agglomeration of productive service industries has a significant positive impact on industrial green total factor productivity through the mediating effect of green technology innovation, while there is no mediating effect in diversified agglomeration. There are differences in the impact results among the three major regions of East, Central, and West. The specialized agglomeration of productive service industries in the eastern region is more flexible, while the diversified agglomeration of productive service industries in the central region is more significant. It is found that a good agglomeration of productive service industries can accelerate the improvement of industrial green total factor productivity. Based on emphasizing development characteristics and growth models, targeted green technology innovation and precise policies can be implemented to construct a localized policy model for productive service industries with Chinese characteristics, providing policy references and theoretical guidance for promoting industrial green development.

**Keywords:** producer services agglomeration; industrial green total factor productivity; green technological innovation