

生产性服务业集聚对环境污染的空间溢出效应研究

任阳军¹, 何彦¹, 李伯棠², 李天骄³

(1. 常州纺织服装职业技术学院 经贸学院, 江苏 常州 213164; 2. 上海海事大学交通运输学院, 上海 201306;
3. 上海海事大学商船学院, 上海 201306)

摘要:基于中国276个地级市的面板数据,运用动态空间杜宾模型探究生产性服务业集聚对环境污染的影响及其空间溢出效应。结果显示:中国城市环境污染存在明显的空间正相关性;生产性服务业多样化集聚不仅对本市环境污染产生抑制作用,而且对相邻城市环境污染产生负向空间溢出效应,且长期影响大于短期影响;生产性服务业专业化集聚在短期和长期均显著降低本市的环境污染,对相邻城市环境污染的影响则不显著。进一步分行业研究发现,交通运输、仓储及邮电通信业,金融业,房地产业多样化集聚和专业化集聚均显著加剧了本市或相邻城市的环境污染;科学研究、技术服务和地质勘查业多样化集聚和专业化集聚显著抑制了本市和相邻城市的环境污染;信息传输、计算机服务和软件业多样化集聚和专业化集聚对本市和相邻城市环境污染的抑制作用仅有长期效应而无短期影响;租赁和商务服务业集聚对本市和相邻城市环境污染的影响均不显著。

关键词:生产性服务业;多样化集聚;专业化集聚;环境污染;空间溢出效应

中图分类号:F299 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2019)12—0067—10

改革开放四十余年来,中国国内生产总值按不变价格计算增长33.5倍,年均增长9.5%,人们物质生活水平显著提升。但是,在高增长的背后,我国的环境污染形势依然严峻,淡水危机、土壤污染、“垃圾围城”、雾霾天气多发、危废处置及农村环境污染等问题突出,环境承载力已经逼近极限^[1]。目前,我国出现酸雨的国土面积已占全国面积的1/3;七大水系中有50%的水资源完全无法利用,同时,1/4的人口没有纯净的饮用水;1/3的城市空气被严重污染,城市垃圾达到无害化处理要求的不到20%^[2]。不仅如此,日益加剧的环境污染还对我国居民健康产生严重危害,研究显示中国每年因室外环境空气污染导致的死亡人数在35万~50万,由于煤炭燃烧所产生的空气污染使得北方人均预期寿命下降5.5年^[3-5]。哥伦比亚大学国际地球科学信息网络中心(CIESIN)及世界经济论坛(WEF)联合发布的全球环境绩效指数显示,2016年中国在180个国家和地区中排名第120位,环境状况不容乐观。党的十九大报告明确提出,将污染防治作为决胜全面建成小康社会的三大攻坚战之一,着力解决突出环境问题。因此,如何正确处理好经济发展与环境保护

的关系成为新常态下“转方式、调结构”的重要课题。

大量研究表明可以通过产业结构调整优化来减少环境污染。而在调整产业结构的过程中,生产性服务业已成为引领产业链向高端提升,乃至促进经济提质增效的重要驱动力。随着信息技术的快速扩散和应用,交通运输业、信息服务业、金融业及商务服务业等生产性服务业出现明显的空间集聚现象^[6]。关于生产性服务业集聚,尤其是与环境污染的关联问题逐渐引起学者们的重视。现有研究中关于产业集聚是否能够减少环境污染仍存在分歧,主要有以下三种观点:一是产业集聚加剧了环境污染,如Virkanen^[7]认为产业集聚会带来能源消耗量的增长与产能扩张,从而导致地区的污染加剧。张可和汪东芳^[8]发现经济集聚主要利用产能扩张和溢出效应两种方式来提升劳动生产率,从而加剧环境污染。王兵和聂欣^[9]通过准自然试验研究发现短期内产业集聚可能成为环境污染治理的“阻力”。二是产业集聚缓解了环境污染,其原因是产业集聚可以借助深化专业分工、降低交易成本、规模经济效益、技术溢出效应、空间溢出效应等途径作用于生产过程,实现资源节约和环境友好^[10-14]。

收稿日期:2019-09-01

基金项目:国家科技部创新方法工作专项资助项目“面向企业的颠覆式创新方法与工具研究及其应用”(2016IM010400);
江苏高校哲学社会科学研究重大项目“质量兴农战略背景下的江苏田园综合体全产业链模式研究”(2019SJJZDA054)

作者简介:任阳军(1991—),男,安徽合肥人,博士,常州纺织服装职业技术学院讲师,研究方向:管理定量分析。

三是产业集聚与环境污染之间存在非线性关系,如李伟娜等^[15]基于制造业面板数据分析发现制造业集聚与大气污染之间成“N”型曲线关系。李勇刚和张鹏^[16]的研究表明产业集聚对环境污染具有正“U”型影响,并且两者关系处于“U”型曲线的下降通道中,因而产业集聚只有达到一定程度时才能改善环境污染。原毅军和谢荣辉^[17]、李筱乐^[18]认为产业集聚与环境污染呈现倒“U”型关系,全国多数省份处于倒“U”型曲线的左侧,即产业集聚尚未跨越门槛值而发挥环境正外部性。杨仁发^[19]认为产业集聚水平对环境污染的影响有着明显的门槛特征,高于门槛值时会改善环境污染,反之会增加环境污染。张可和豆建民^[20]研究发现集聚对二氧化硫的影响成倒“U”型,对工业废水、工业粉尘的作用呈现“S”型。

由于生产性服务业具有高科技含量、高附加值、高开放度、高产业带动力等特点^[21],其本身就具有优化能源消费结构、提高环境质量的功能,并且生产性服务业还可以通过促进技术创新、延伸产业价值链等途径实现绿色增长^[10]。可见,在节能减排压力增大、工业结构矛盾恶化的背景下,促进生产性服务业集聚和发展,将成为优化产业结构、降低污染排放,进而有效解决“稳增长、促减排”困境的突破口。然而,已有探讨集聚与环境污染关系的研究主要集中在制造业,鲜有文献系统分析生产性服务业集聚对环境污染的影响机制,关于生产性服务业不同集聚模式对环境污染的影响机制更是缺少深入认识,尤其是对其细分行业的异质性集聚模式的实证检验相对更少。其次,在当前区域性集聚愈加明显的背景下,已有研究尚未充分考察生产性服务业集聚在空间上的溢出效应。随着信息技术的快速发展,生产性服务业除了进行“本地化”服务外,对其他地区尤其是相邻地区也存在一定的空间溢出效应。因此,生产性服务业集聚对环境污染很可能会产生明显的空间溢出效应。最后,已有研究多选取内部差异性和空间尺度均较大的省级数据而非更能反映生产性服务业集聚与环境污染真实情况的城市级数据,容易导致实证结果存在偏误。城市作为产业集聚和环境污染的重要场所,区域差异性显著,而将省内各城市看作均质显然与实际情况不符。鉴于此,本研究考虑生产性服务业集聚与环境污染关系时将空间因素纳入分析框架中,以我国2010—2017年276个地级市面板数据为样本,运用空间计量模型进行定量分析,并对空间溢出效应进行验证和测算,以弥补现有研究在这方面的不足。

1 理论分析与研究假设

集聚经济理论认为,集聚效应可以划分为专业化集聚经济和多样化集聚经济,即企业不仅会受到相同行业集聚外部性的影响,而且受到不同行业多样化集聚效应的作用^[22]。根据这一理论,生产性服务业集聚可以通过两种途径作用于地区环境污染。首先,市场对我国服务消费多样化和专业化需求的快速增长,促使生产性服务业部门逐渐从制造业部门中分离,生产性服务企业大量集聚,从而产生规模经济效应^[23]。制造业将非核心业务转移给生产性服务业后,生产性服务业比重不断增长。而生产性服务业具有低资源消耗、低环境污染等特点,在完成制造业的外包业务时所耗产能将低于制造业,从而降低传统制造业对环境的污染。同时,制造业能够获得生产性服务业提供的种类丰富、更加专业的中间服务品,不仅优化自身要素投入结构还能降低生产的成本,从而推动生产经营活动向价值链的高附加值的两端延伸,以实现污染减排和生产率增长。另外,制造业与生产性服务业能够通过投入产出关联效应形成协同发展和集聚,生产性服务业参与到制造业的各个环节,将有效地发挥规模经济效应,有助于优化产业结构和增强污染减排。

其次,无论是多样化集聚还是专业化集聚,生产性服务业可以利用节能环保技术、人力资本积累以及契约合作关系,并通过分享效应、学习效应和匹配效应的发挥,增进集聚区内企业的技术合作和知识扩散,减少信息不对称,产生知识溢出效应^[24]。目前我国制造业整体技术创新能力较低,资源利用效率不高,而生产性服务业作为一种以技术密集型和知识密集型为特征的独立产业,在空间上集聚将吸引多种类型的高层次人才,形成高质量的人才储备库,有利于营造良好的创新环境。并且生产性服务业专业化集聚尤其是金融机构、科研院所的集聚,能够为制造业创新能力提升提供必要的资金和技术支持,其多样化集聚能够为制造业技术创新提供良好的外部环境。此外,由于制造业与生产性服务业在创新活动中具有协同效应,制造业可以利用信息技术、融资租赁、现代物流、研发设计等生产性服务业的要素和活动来替代传统能源消耗,还可以利用生产性中间投入所带来的先进技术和管理经验,促进制造业向价值链高端攀爬,从而有助于全面推进清洁生产、发展循环经济。

基于以上分析,本文提出研究假设1:

生产性服务业集聚通过规模经济效应和技术溢出效应抑制环境污染。

生产性服务业集聚不仅对本地区环境污染产生影响,而且可能产生明显的空间外溢效应。随着经济的快速发展,生产性服务业集聚很容易突破地理空间局限和传统行业限制,可能会加快相邻地区的产业结构优化,促进相邻地区生产性服务业从制造业中分离出来并以低成本、高技术的形式嵌入制造业的产业链中,使得制造业内部组织结构得到优化,逐渐向高端的、对环境友好的研发设计和品牌建设的方向发展。在这一过程中,生产制造比重的降低将伴随着能源消耗的减少,推动相邻地区环境污染得到有效改善。可见,生产性服务业集聚能通过产业结构优化效应对环境污染产生溢出效应。同时,某一地区加强环境保护、促进污染减排的行为,会导致相邻地区政府受到居民的监督和舆论压力的影响,从而在制定减排政策时增加投入力度,并且这种示范效应将使得各地区污染减排出现协同发展的特征。

基于以上分析,本文提出研究假设2:

生产性服务业集聚通过产业结构优化效应及污染减排示范效应对相邻地区环境污染产生抑制作用。

2 空间计量模型设定

2.1 空间自相关检验

空间计量经济理论认为,经济体内不同地区间经济增长过程中存在空间自相关性^[25]。Moran's I 指数不仅能检验研究对象间的空间滞后相关关系,还能检验空间误差相关关系,是进行空间自相关检验的常用指标^[26],其计算公式如下:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (1)$$

式中: $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$, $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$, Y_i

和 Y_j 分别为区域 i 和区域 j 的属性值; n 为研究区域内地区总数; W_{ij} 为 i 与 j 空间关系的权重矩阵; Moran's I 指数的取值范围在 $-1 \sim 1$, 大于 0 表示正相关, 接近 1 时表明具有相似的属性聚集在一起(高值集聚、低值集聚); 小于 0 表示负相关, 接近 -1 时表明具有相异的属性聚集在一起(高低值相邻、低高值相邻)。Moran's I 指数的显著性主要利用标准正态分布 Z 统计量来判断。

2.2 动态空间杜宾模型

本文采用由 Elhorst^[27] 提出的动态空间杜宾模

型, 能够从空间和时间两个维度反映生产性服务业集聚对环境污染的空间溢出效应。本部分介绍动态空间杜宾模型的基本形式。

Lesage 和 Pace^[28] 提出的空间杜宾模型(SDM)同时包含解释变量和被解释变量的空间滞后项, 即一个地区的被解释变量不仅受到本地区解释变量的影响, 还受到相邻地区滞后解释变量和滞后被解释变量的影响。其表达式为

$$Y_t = \rho WY_t + \beta X_t + \delta WX_t + \lambda_t A + B + \epsilon_t \quad (2)$$

其中: $Y_t = (y_{1t}, \dots, y_{nt})'$, 代表各空间单元 ($i = 1, \dots, n$) 的被解释变量在第 t 期 ($t = 1, \dots, T$) 观测值构成的 $N \times 1$ 向量; $X_t = (x_{1t}, \dots, x_{nt})'$, 表示解释变量; ρ 表示空间自回归系数; β 和 δ 分别表示解释变量及其空间滞后项的系数; λ_t 表示时间效应, $A = (1, \dots, 1)'$; $B = (\bar{\alpha}_1, \dots, \bar{\alpha}_n)'$, 表示地区效应; $\epsilon_t = (\epsilon_{1t}, \dots, \epsilon_{nt})'$, 为与地区和时期均无关的随机扰动项, 满足独立同分布假设。由于环境污染存在空间效应的同时也存在时间效应, 本文试图在 SDM 的基础上构建动态 SDM:

$$Y_t = \tau Y_{t-1} + \rho WY_t + \phi WY_{t-1} + \beta X_t + \delta WX_t + \lambda_t A + B + \epsilon_t \quad (3)$$

其中: τ 和 ϕ 分别为滞后一期的被解释变量及其空间滞后项的弹性系数, 其余变量和参数含义同式(2)。

运用偏微分方法可估算出 X 对 Y 的直接效应和间接效应。其中, 直接效应反映本地区解释变量对被解释变量的影响; 间接效应则表示相邻地区解释变量对本地区被解释变量或本地区解释变量对邻近地区被解释变量的影响, 反映空间溢出效应^[29]。静态 SDM 仅有长期效应, 而动态 SDM 同时具有短期效应和长期效应。模型(3)中, 被解释变量的数学期望 $E(Y)$ 在时期 t 对解释变量 X 的偏导数为:

$$\begin{aligned} \left[\frac{\partial E(Y_t)}{\partial x_{1t}} \dots \frac{\partial E(Y_t)}{\partial x_{nt}} \right]_t &= \begin{bmatrix} \frac{\partial E(y_{1t})}{\partial x_{1t}} \dots \frac{\partial E(y_{1t})}{\partial x_{nt}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial E(y_{nt})}{\partial x_{1t}} \dots \frac{\partial E(y_{nt})}{\partial x_{nt}} \end{bmatrix}_t \\ &= (I - \rho W)^{-1} (\beta I + \delta W) \end{aligned} \quad (4)$$

其中: 偏导数矩阵中对角线上元素的均值为(短期)直接效应, 非对角线上元素的行或列的均值为(短期)空间溢出效应。Elhorst^[30] 认为空间溢出效应可被解释为一个特定空间单元 X 对其他空间单元 Y 的影响。长期直接效应和长期空间溢出效应的定义同短期。在长期效应中被解释变量的数

学期望 $E(Y)$ 在时期 t 对解释变量 X 的偏导数为

$$\left[\frac{\partial E(Y_t)}{\partial x_{1t}} \dots \frac{\partial E(Y_t)}{\partial x_{nt}} \right]_t = \begin{bmatrix} \frac{\partial E(y_{1t})}{\partial x_{1t}} & \dots & \frac{\partial E(y_{1t})}{\partial x_{nt}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial E(y_{nt})}{\partial x_{1t}} & \dots & \frac{\partial E(y_{nt})}{\partial x_{nt}} \end{bmatrix}_t =$$

$$[(1-\tau)I - (\rho + \phi)W]^{-1}(\beta I + \delta W). \quad (5)$$

关于模型的估计方法, Yu等^[31]在探讨其最大似然估计量的渐进性质后, 构建了动态空间滞后模型的纠偏估计量, 而动态空间杜宾模型与动态空间滞后模型的估计方法基本相似。Elhorst^[27]认为偏误修正最大似然估计具有很好的小样本性质, 可以直接运用至本文的模型估计。

3 生产性服务业集聚对环境污染影响的实证检验

3.1 空间权重矩阵

在计量模型中, 权重矩阵是外生的, 本文采用邻接权重矩阵, 并以地理距离权重矩阵、经济距离权重矩阵作为对比, 并且分别进行矩阵化和单位化处理。

(1) 邻接权重矩阵 W^c 。如果两个地区地理相邻, $W_{ij}^c = 1, (i \neq j)$, 否则, $W_{ij}^c = 0, (i = j)$ 。

(2) 地理距离权重矩阵 W^d 。可设定为 $W_{ij}^d = 1/d_{ij}, (i \neq j)$, $W_{ij}^d = 0, (i = j)$ 。其中 d_{ij} 表示通过经纬度数据计算的城市间地表距离。

(3) 经济距离权重矩阵 W^e 。权重设置采用两个地区之间经济发展水平差距的绝对值的倒数: $W_{ij}^e = 1/|\bar{e}_i - \bar{e}_j|, (i \neq j)$, $W_{ij}^e = 0, (i = j)$ 。其中 $\bar{e}_i$ 表示通过 GDP 平减指数修正后的地区 GDP 均值。

3.2 模型设定

根据上文的讨论, 引入空间效应和动态效应, 构建动态空间杜宾模型:

$$\ln EP_t = \tau \ln EP_{t-1} + \rho W \ln EP_t + \phi W \ln EP_{t-1} + \beta_1 \ln DV_t + \delta_1 W \ln DV_t + \beta_2 \ln SP_t + \delta_2 W \ln SP_t + Z_t \beta + \delta W Z_t + \lambda A + B + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

其中: 被解释变量 $EP_t = (EP_{1t}, \dots, EP_{nt})'$, 为环境污染; 主要解释变量 $DV_t = (DV_{1t}, \dots, DV_{nt})'$, 为生产性服务业多样化集聚程度; $SP_t = (SP_{1t}, \dots, SP_{nt})'$, 为生产性服务业专业化集聚程度; Z_t 为控制变量向量, 包括产业结构 (IND)、外商直接投资 (FDI)、研发强度 (R&D)、人力资本水平 (HC); 其他

变量含义同式 (2) 和 (3)。该模型从空间和时间两个维度刻画生产性服务业集聚与环境污染的关系, 根据式 (4) 和式 (5), 可以计算出生产性服务业集聚对环境污染的直接效应和空间溢出效应 (包括长期和短期)。

3.3 变量选取与数据说明

在删除数据缺失严重的城市后, 本文选取 2010—2017 年中国 276 个地级市为研究对象^②。数据资料主要来自相关年份的《中国城市统计年鉴》和《中国统计年鉴》。根据中国统计局的统计分类, 将“交通运输、仓储及邮电通信业”“金融业”“租赁和商务服务业”“信息传输、计算机服务和软件业”“房地产业”“科学研究、技术服务和地质勘查业”6 个行业加总, 作为生产性服务业。通过多样化集聚和专业化集聚两个方面衡量生产性服务业集聚。有关变量和测度的详细说明如下。

(1) 环境污染 (EP): 现实情况中, 环境污染包括大气污染、水污染、固体废弃物污染等, 以往文献主要采用单一的污染排放物作为衡量指标, 这难以表征一个国家或地区的整体污染状况。因此, 本文在众多污染指标中选择废水排放量、二氧化硫排放量和烟尘排放量, 并且为消除城市规模的影响, 采用人均排放量作为代理指标, 在此基础上通过熵值法测算得出环境污染综合指数来衡量城市环境污染。

(2) 生产性服务业多样化集聚 (DV)。该指标的构建方法借鉴韩峰和谢锐^[13]的研究, 即

$$DV_i = \sum_r \frac{E_{ir}}{E_i} \left[\frac{1 / \sum_{r'=1, r' \neq r}^n (E_{ir'} / (E_i - E_{ir}))^2}{1 / \sum_{r'=1, r' \neq r}^n (E_{r'} / (E - E_r))^2} \right] \quad (7)$$

其中: E 表示全国总就业人数; E_r 表示生产性服务业 r 的全国就业人数。

(3) 生产性服务业专业化集聚 (SP)。本文根据 Ezcurra 等的研究^[32]构建该指标:

$$SP_i = \sum_r \left| \frac{E_{ir}}{E_i} - \frac{E'_r}{E'} \right| \quad (8)$$

式中: E_i 代表 i 城市的就业人数; E_{ir} 表示 i 城市生产性服务行业 r 的就业人数; E' 表示除 i 城市外的全国总就业人数; E'_r 表示除 i 城市外的生产性服务业 r 的全国就业人数。

(4) 其他控制变量。① 产业结构 (IND)。通常第三产业比重越大, 对自然环境造成的污染越小。本文采用第三产业增加值与第二产业增加值之比

② 针对部分变量数据在少数年份出现缺失的情况, 本文采用线性插值法对缺失数据做了测算补漏。

来衡量产业结构。②外商直接投资(FDI)。一种观点认为外商直接投资的流入会通过挤占国内企业市场份额而形成优胜劣汰的选择机制,促进国内企业加快技术创新、提高资源利用率和降低环境污染;另一种观点认为发达国家污染行业为规避国内严格的环境规制和较高的环保成本向欠发达国家转移,而欠发达国家为了吸引更多投资往往会降低环境标准,因而外商直接投资对环境污染的影响不确定。本文采用实际使用外资金额占地区生产总值的比重来衡量FDI。③研发强度(R&D),研发强度的增加有助于提高企业的技术水平,加强自主创新能力,对降低环境污染可能产生重要的影响。本文采用各城市研发经费内部支出占地区生产总值的比重来衡量。④人力资本水平(HC),采用各城市就业人员受教育程度来衡量。通常人们受教育程度越高,环境保护意识越强,借鉴韩峰等^[24]的做法,本文采用各城市每百人中高等院校在校学生数来衡量人力资本水平。

3.4 实证结果与分析

3.4.1 空间自相关检验

表1给出了2010—2017年中国城市环境污染的空间相关性检验结果。结果显示,样本期间城市环境污染的Moran's I指数均为正值,且都通过了1%水平的显著性检验,说明中国城市环境污染排放存在较强的空间正相关性。这也表明中国城市环境污染排放的空间分布并非是无序的,而是存在较强的空间集聚特征。从变化趋势来看,中国城市环境污染排放的空间相关性呈现先增强后减弱的趋势,并伴随一定的波动,这表明我国城市环境污染排放之间的差距存在扩大趋势,城市间的关联程度减弱,但是尽管出现减弱趋势,依然可以判断城市间的空间溢出效应是影响环境污染排放变化的重要因素,这也为下文采用动态SDM研究生产性服务业集聚对环境污染的影响机制及其空间溢出效应提供了重要支持。

表1 2010—2017年中国城市环境污染排放Moran's I指数检验结果

权重类型	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
W^c	0.145***	0.164***	0.179***	0.223***	0.215***	0.226***	0.201***	0.197***
W^d	0.131***	0.173***	0.180***	0.259***	0.252***	0.241***	0.210***	0.204***
W^e	0.160***	0.142***	0.175***	0.249***	0.228***	0.245***	0.194***	0.171***

注:***、**、*分别表示通过1%、5%、10%水平下的显著性检验。

3.4.2 模型估计结果与分析

为了确定动态空间计量模型的具体形式,首先采用LR检验判断SDM是否存在空间固定效应或时间固定效应,结果表明空间固定效应和时间固定效应的LR统计量均通过1%水平的显著性检验。

其次,Hausman检验在1%的显著性水平下拒绝采用随机效应模型的原假设,因而本文采用空间和时间固定效应动态SDM对式(6)进行估计。考虑到参数估计的稳健性,本文还估计了空间和时间固定效应的静态SDM,结果见表2。

表2 空间面板计量回归结果

变量	W^c		W^d		W^e	
	静态SDM	动态SDM	静态SDM	动态SDM	静态SDM	动态SDM
lnDV	-0.0079**	-0.0125***	-0.0094**	-0.0141***	-0.0116***	-0.0127***
lnSP	-0.0706**	-0.0520**	-0.0682***	-0.0594***	-0.0759**	-0.0586**
lnIND	-0.0117	-0.0143**	-0.0136*	-0.0198**	-0.0214***	-0.0173***
lnFDI	0.0144*	0.0103*	0.0129*	0.0122*	0.0185*	0.0258*
lnR&D	0.0125	0.0118*	0.0156	0.0144*	0.0174	0.0287*
lnHC	-0.1754***	-0.1489**	-0.1788***	-0.1673**	-0.1902**	-0.1780**
lnEP(-1)		0.0381***		0.0426***		0.0315***
$W \times \ln EP(-1)$		0.0182**		0.0139**		0.0187**
$W \times \ln EP$	-0.0581**	-0.0639***	-0.0542**	-0.0786***	-0.0426**	-0.0832***
$W \times \ln DV$	-0.1409*	-0.1354*	-0.1261*	-0.1485**	-0.1472**	-0.1873**
$W \times \ln SP$	-0.0139	-0.0237	-0.0158	-0.0319	-0.0264	-0.0356
$W \times \ln IND$	0.0595*	0.0632*	0.0476*	0.0758*	0.0435*	0.0957*
$W \times \ln FDI$	-0.0088*	-0.0096	-0.0130*	-0.0284	-0.0102	-0.0216
$W \times \ln R \& D$	-0.0241	-0.0334	-0.0215	-0.0562	-0.0284	-0.0630
$W \times \ln HC$	-0.0793	-0.0614*	-0.0802	-0.0747*	-0.1286	-0.0823*
ρ	0.6152***	0.6895***	0.6731***	0.6937***	0.7243***	0.8291***
Log-L	601.0354	948.4252	753.1548	1149.5837	859.3460	1375.8431
R^2	0.7122	0.7589	0.7853	0.8206	0.7952	0.8297

注:***、**、*分别表示通过1%、5%、10%水平下的显著性检验;Log-L为Log-Likelihood;lnEP(-1)和 $W \times \ln EP(-1)$ 分别表示滞后一期的环境污染及其空间滞后项。

静态 SDM 仅包含环境污染的空间滞后效应,动态 SDM 不仅包含环境污染的空间滞后效应,还包含其时间滞后效应和时空滞后效应。仅从空间效应来看,无论是静态 SDM 还是动态 SDM,空间滞后系数 ρ 在 3 种权重矩阵估计中均为正,且都通过了 1% 水平的显著性检验,表明地理距离或经济距离接近的城市间存在污染排放的集聚效应。经济的快速发展使得相邻城市的产业关联更加密切,那么这种区域间的经济关联也会造成环境污染的空间集聚。从时间维度来看,环境污染的时间滞后系数 τ 在 3 种权重矩阵设定下均显著为正,说明各城市环境污染变化具有明显的路径依赖特征,当期污染排放增长将造成下一期污染排放继续提高。从时空滞后效应来看,环境污染的时空滞后系数 ϕ 在 3 种权重矩阵估计中亦均显著为正,说明上一期地理或经济距离上邻近的城市的污染排放促进了本市当期污染排放的增长。

为探究将静态 SDM 拓展成如式(6)所示的动态 SDM 能否提高模型的解释力度,参照 Elhorst^[27]的做法,本文采用 LR 联合显著性检验来验证变量 $\ln EP(-1)$ 和 $W \times \ln EP(-1)$ 系数的联合显著性。3 种权重矩阵设定下 LR 检验的结果分别为 694.7796、792.8578、1032.9942,且都在 1% 水平上通过显著性检验,说明将静态 SDM 拓展成动态 SDM 能够提高估计精度,增加模型解释力,使用动态 SDM 是必要的。另外,动态 SDM 在经济距离权重矩阵估计下的 Log-L 值及 R^2 均优于其他两种权重矩阵。因此,下文将重点关注经济距离权重矩阵下的动态 SDM 的估计结果。

为进一步探究动态 SDM 中回归系数所包含的交互信息,本文根据表 2 的参数估计结果估算出生产性服务业集聚以及控制变量对环境污染的直接

效应和间接效应。同时,进一步将直接效应和间接效应分解为在时间维度上的短期效应和长期效应,从而分别反映生产性服务业集聚对环境污染的短期即时影响和考虑时间滞后的长期影响,结果见表 3。

见表 3,无论是直接效应还是间接效应,各变量的长期效应均大于短期效应,这表明解释变量及控制变量均对环境污染具有更加深远的长期影响。从解释变量的参数估计结果来看,生产性服务业多样化集聚的直接效应和间接效应在短期和长期均显著为负,说明生产性服务业多样化集聚对本市和相邻城市环境污染均有明显的抑制作用。可能的原因是,生产性服务业多样化集聚能够为本市和相邻城市制造业提供多样化、互补性的技术服务,有助于制造业的技术创新,并通过产业间的前后关联,使得转移到制造业中的技术更先进,从而不仅显著抑制本市的环境污染,而且对相邻城市环境污染也产生明显的负向溢出效应。此外,生产性服务业多样化集聚对环境污染的影响较专业化集聚更加显著,这与 Jacobs^[33]的观点基本一致,他指出技术和知识溢出主要来自多样化集聚,即不同产业间的集聚。与生产性服务业多样化集聚不同,生产性服务业专业化集聚的直接效应显著为负,间接效应为负但不显著,这表明生产性服务业专业化集聚显著抑制了本市的环境污染,但是对相邻城市环境污染的影响不显著。专业化发展和集聚的生产性服务业对本市环境污染产生抑制作用的原因主要是生产性服务业专业化的增强,使得产业内部分工趋于合理,生产效率不断提升,进而提高了能源资源的利用效率,同时促进制造业加快清洁技术研发和延伸产业链。本市专业化发展和集聚的生产性服务业对相邻城市环境污染影响不显著的原因可能是

表 3 空间效应分解结果

权重	效应	$\ln DV$	$\ln SP$	$\ln IND$	$\ln FDI$	$\ln R\&D$	$\ln HC$
W^e	短期直接	-0.0084**	-0.0450*	-0.0127**	0.0096*	0.0127*	-0.0104**
	短期间接	-0.1486*	-0.0375	0.0693*	-0.0120	-0.0316	-0.0648**
	长期直接	-0.0153**	-0.0587*	-0.0376**	0.0124*	0.0375*	-0.0257**
	长期间接	-0.1874**	-0.0563	0.1185***	-0.0310	-0.0516	-0.1048**
W^d	短期直接	-0.0127**	-0.0529***	-0.0168*	0.0136*	0.0129*	-0.1620*
	短期间接	-0.1749**	-0.0370	0.0776*	-0.0218	-0.0683	-0.0954*
	长期直接	-0.0286**	-0.0752***	-0.0195*	0.0293*	0.0372*	-0.2850**
	长期间接	-0.0339**	-0.0560	0.1683**	-0.0309	-0.0998	-0.1687*
W^c	短期直接	-0.0105***	-0.0496**	-0.0120***	0.0244*	0.0197*	-0.1209**
	短期间接	-0.1906**	-0.0434	0.0837*	-0.0258	-0.0701	-0.0963*
	长期直接	-0.0382***	-0.0622**	-0.0375***	0.0381*	0.0426*	-0.1587**
	长期间接	-0.3851**	-0.0797	0.1963**	-0.0575	-0.9394	-0.1490*

注:***、**、*分别表示通过 1%、5%、10% 水平下的显著性检验;Log-L 为 Log-Likelihood; $\ln EP(-1)$ 和 $W \times \ln EP(-1)$ 分别表示滞后一期的环境污染及其空间滞后项。

我国生产性服务业的低端化倾向。一方面我国多数城市生产性服务业中传统服务业比重较高,金融、保险、科研等科技密集型行业发展不足,产业层次整体偏低,使得生产性服务业的集聚效应受到极大限制,阻碍了高端生产性服务业在制造业价值链中的有效嵌入,以及生产性服务业集聚对清洁生产过程的“规模经济效应”“技术溢出效应”等减排机制。另一方面我国在全球制造链中存在高度的路径依赖和在全球服务链中面临巨大的“瀑布效应”,都使得我国的产业转型升级缺乏内在的动力,整体产业结构仍处于全球价值链的中低端,从而造成生产性服务业规模和集聚水平不断提升的同时,其污染减排效应并未得到显著提高。可见,生产性服务业多样化集聚和专业化集聚均抑制了本市和相邻城市的环境污染,假设1和假设2得到验证。

控制变量方面,产业结构在短期和长期对本市环境污染的影响均显著为负,但对相邻城市有显著的正向溢出效应,这是由于产业结构升级会伴随着知识密集型产业的发展不断取代污染密集型产业,生产效率和科技创新水平将提升,从而推进本市的污染减排;然而部分城市在产业结构调整中,不可避免地将高能耗、高污染、低效率的产业转移到邻近城市,对邻近城市产业结构优化和环境污染治理造成严重的负面影响。FDI在短期和长期对环境污染的直接效应均显著为正,而间接效应均不显著,这表明外商直接投资作为我国以市场换技术的战略手段并未通过技术溢出效应显著提高制造业的整体水平。造成这一现象的原因主要是,我国外商

直接投资企业整体技术水平较低,且多为资源和劳动密集型的加工贸易企业,高端制造业引进外资规模偏小,产业链或价值链的低端化明显,导致FDI对本市和相邻城市污染减排的促进作用尚未得到有效发挥。研发强度在短期和长期对本市环境污染有显著的正向影响,对相邻城市环境污染的影响不显著。可能的原因是缺乏有效的研发资金用途监管机制,部分企业为获得更大的市场竞争力将研发资金用于厂房的投资建设、企业的设备更新、原材料的购买以及其他生产工作中,很难全部用于企业的技术创新活动,使得本市的清洁技术无法得到长足发展。此外,研发强度影响环境污染具有明显的本地化特征,并未对相邻城市环境污染问题产生明显的影响。人力资本水平在长期和短期内对环境污染的直接效应均显著为负,这主要是由于人力资本水平的提升能够充分发挥技术和知识溢出效应,为企业带来先进技术和管理经验,提高生产效率,降低污染排放。同时,人力资本在长期和短期内存在显著的负向外溢效应,表明本市人力资本水平提升对相邻城市污染治理产生了积极影响。

3.4.3 生产性服务业细分行业集聚对环境污染的影响

由于生产性服务业细分行业的集聚特征存在差异,生产性服务业集聚对环境污染的空间溢出效应可能受到细分行业的异质性影响,因此本文进一步将生产性服务业集聚指标分解至各个细分行业,以探讨生产性服务业细分行业集聚对环境污染的不同空间影响,结果见表4^③。

表4 细分行业的空间效应分解结果

变量	效应	交通运输、仓储及 邮电通信业	金融业	租赁和商务服 务业	信息传输、计算机 服务和软件业	房地产业	科学研究、技术服 务和地质勘查业
lnDV	短期直接	0.0134*	0.0213*	-0.0254	-0.0364	0.0285**	-0.0193*
	短期间接	0.0048	0.1482*	-0.4316	-0.0137	0.2379*	-0.1752*
	长期直接	0.0210*	0.0354**	-0.0385	-0.0486*	0.0475***	-0.0334**
	长期间接	0.0117	0.2609*	-0.5732	-0.0290*	0.3861**	-0.4857*
lnSP	短期直接	0.0163**	0.0174*	-0.0388	-0.0542	0.0176**	-0.0291**
	短期间接	0.0095	0.1028*	-0.3093	-0.1643	0.2583*	-0.3684*
	长期直接	0.0239*	0.0195**	-0.0561	-0.0619**	0.0375***	-0.0476**
	长期间接	0.0134	0.1693*	-0.4873	-0.1893*	0.3852**	-0.4952**

注:***、**、*分别表示通过1%、5%、10%水平下的显著性检验。

从生产性服务业细分行业估计结果来看,交通运输、仓储及邮电通信业多样化集聚和专业化集聚在短期和长期的直接效应与间接效应均为正,但其间接效应不显著,说明交通运输、仓储及邮电通信业无论是行业内集聚还是与其他生产性服务业集

聚均会加剧本市的环境污染,但是由于我国交通运输网络的区域差异较大,经济发达城市往往会对相邻城市的生产要素产生虹吸效应,降低了相邻城市生产要素的集聚效应,从而并未对其环境污染产生明显影响。金融业多样化集聚和专业化集聚无论

③ 囿于篇幅,表4未能报告各控制变量的空间效应分解结果,欢迎有兴趣的读者来函索取。

是在短期还是长期,其直接效应和间接效应均显著为正,这意味着各城市金融业集聚明显加剧了本市和相邻城市的环境污染。地方金融部门为了降低金融风险,趋向于选择高能耗、高污染的大型重工业企业,导致金融业集聚水平提升的同时,其污染减排力度并未得到明显提升。租赁和商务服务业在短期和长期的直接效应和间接效应均为负但不显著,说明租赁和商务服务业集聚没有明显抑制本市的环境污染,也并未与相邻城市存在密切的投入产出关联,从而也未对相邻城市环境污染状况有明显影响。

信息传输、计算机服务和软件业多样化集聚和专业化集聚的长期直接效应和间接效应均显著为负,但其短期直接效应和间接效应均未通过显著性检验,表明信息传输、计算机服务和软件业集聚对环境污染仅有长期影响而无短期效应。这意味着信息传输、计算机服务和软件业在短期内未能对全市环境污染产生明显影响,但随着我国信息化水平的不断提升,互联网与制造业融合进一步深化,有效推动制造业的转型升级,促进资源配置优化和全要素生产率提升,在长期内有利于城市污染减排。房地产业集聚的参数估计结果与金融业基本一致,其多样化集聚和专业化集聚明显加剧了本市和相邻城市的环境污染,原因可能是房地产业的发展促进人口向中心城市汇聚,不可避免加剧了能源消耗和环境污染,从而对本市和相邻城市污染减排产生下行压力。科学研究、技术服务和地质勘查业多样化集聚和专业化集聚在短期和长期的直接效应和间接效应均显著为负,说明科学研究、技术服务和地质勘查业不仅通过提高本市清洁技术研发和应用来促进污染减排,还能通过示范效应带动相邻城市的清洁生产和节能环保产业发展。

整体而言,交通运输、仓储及邮电通信业以及房地产业等中低端生产性服务业的多样化和专业化集聚在多数情况下加剧了本市和相邻城市的环境污染,而信息传输、计算机服务和软件业以及科学研究、技术服务和地质勘查业等高端生产性服务业集聚在多数情况下对本市和相邻城市环境污染产生了抑制作用。虽然低端生产性服务业与高端生产性服务业集聚对环境污染的直接效应和空间溢出效应存在较大差异,但由于我国生产性服务业集聚呈现明显的低端化发展趋势,因此占有较高比重的低端生产性服务业集聚对环境污染的正向空间溢出效应可能会覆盖高端生产性服务业集聚的污染减排效应,使得生产性服务业集聚在整体上加剧了相邻城市的环境污染。

4 结论与建议

本文在梳理生产性服务业集聚对环境污染的影响机制的已有研究的基础上,采用动态SDM对生产性服务业集聚影响环境污染的内在机制进行实证检验。研究表明,无论是在短期还是长期,生产性服务业多样化集聚有利于本市和相邻城市的污染减排;生产性服务业专业化集聚在短期和长期内均对本市和相邻城市环境污染产生抑制作用,但对相邻城市环境污染的影响不显著。进一步细分行业的估计结果显示,交通运输、仓储及邮电通信业多样化集聚和专业化集聚在短期和长期均加剧了本市的环境污染,但对相邻城市环境污染没有产生明显影响;金融业和房地产业多样化集聚和专业化集聚在短期和长期均明显加剧了本市和相邻城市的环境污染;信息传输、计算机服务和软件业多样化集聚和专业化集聚对环境污染仅有长期影响而无短期影响;科学研究、技术服务和地质勘查业多样化集聚和专业化集聚在短期和长期均有利于本市和相邻城市的污染减排;租赁和商务服务业多样化集聚和专业化集聚在长期和短期对本市和相邻城市环境污染的影响不显著。

结合本文结论,我国集聚生产性服务业的政策导向以及如何发挥生产性服务业集聚对环境污染的空间溢出效应上必须注意以下几个方面:第一,提高生产性服务业的发展规模和速度,促进空间集聚。各城市在转变经济增长方式中应建立有助于生产性服务业发展的长效机制,根据自身产业结构、要素禀赋及比较优势,因地制宜地选择生产性服务业发展方式和集聚模式,并积极与相邻城市形成各具特色、功能互补的产业分布格局。同时,生产性服务业集聚的污染减排效应要在城市群整体框架下进行统筹规划,加快城市群的区域联动和功能互补,在城市群层面充分发挥生产性服务业集聚对污染减排的空间溢出效应。第二,促进生产性服务业多样化和专业化集聚。各城市应进一步培育多样化、高端化的生产性服务业,加快与相邻城市制造业发展的有效联结,并且通过形成高质量的专业化集聚,为生产性服务业多样化集聚发展提供坚实基础,使得生产性服务业集聚的污染减排效应在更多行业的互补中得到充分利用,从而促进城市污染协同减排。第三,发挥生产性服务业细分行业的集聚效应。一方面各城市应重点关注交通运输、仓储及邮电通信业、房地产业等中低端生产性服务业的集聚发展对环境污染的区域内溢出和外溢效应,充分发挥中低端生产性服务业与制造业在空间上

的优势互补和联动发展机制;另一方面还应进一步发挥租赁和商务服务业等高端生产性服务业对污染减排的促进作用,有效推进生产性服务业与制造业价值链上活动的相互渗透、延伸和重组,从而深度挖掘生产性服务业的污染减排溢出效能。其中,要使得信息传输、计算机服务和软件业的集聚对本市和相邻城市环境污染的长期抑制作用能够得到充分发挥,还要推进金融资源向节能环保企业、高新技术企业倾斜,使得金融业多样化集聚和专业化集聚能在污染减排中发挥应有作用,从整体上提升城市的环境质量和生产效率。

参考文献

- [1] 王敏,黄滢.中国环境污染与经济增长[J].经济学(季刊),2015,14(2):557-578.
- [2] 吴翔.中国绿色经济效率与绿色全要素生产率分析[D].武汉:华中科技大学,2014.
- [3] CHEN Z, WANG J, MA G. et al. China tackles the health effects of air pollution[J]. The Lancet, 2013, 382(9909): 1959-1960.
- [4] CHEN Y, EBENSTEIN A, GREENSTONE M, et al. Evidence on the impact of sustained exposure to air pollution on life expectancy from China's Huai River policy[J]. Proceeding of the National Academy of Sciences, 2013, 110(32): 12936-12941.
- [5] 占华.收入差距对环境污染的影响研究——兼对“EKC”假说的再检验[J].经济评论,2018(6):100-112,166.
- [6] 于斌斌.生产性服务业集聚与能源效率提升[J].统计研究,2018,35(4):30-40.
- [7] VIRKANEN J. Effects of urbanization on metal deposition in the bay of TooLonlahti, Southern Finland[J]. Marine Pollution Bulletin, 1998, 36(9): 729-738.
- [8] 张可,汪东芳.经济集聚与环境污染的交互影响及空间溢出[J].中国工业经济,2014(6):70-82.
- [9] 王兵,聂欣.产业集聚与环境治理:助力还是阻力——来自开发区设立准自然实验的证据[J].中国工业经济,2016(12):75-89.
- [10] 刘胜,顾乃华.行政垄断、生产性服务业集聚与城市环境污染——来自260个地级及以上城市的经验证据[J].财经研究,2015(11):95-107.
- [11] 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):86-114.
- [12] 于斌斌.产业结构调整与生产率提升的经济增长效应——基于中国城市动态空间面板模型的分析[J].中国工业经济,2015(12):83-98.
- [13] 韩峰,谢锐.生产性服务业集聚降低碳排放了吗?——对我国地级及以上城市面板数据的空间计量分析[J].数量经济技术经济研究,2017(3):40-58.
- [14] 闫逢柱,苏李,乔娟.产业集聚发展与环境污染关系的考察——来自中国制造业的数据[J].科学学研究,2011(1):79-83,120.
- [15] 李伟娜,杨永福,王珍珍.制造业集聚、大气污染与节能减排[J].经济管理,2010(9):36-44.
- [16] 李勇刚,张鹏.产业集聚加剧了中国的环境污染吗——来自中国省级层面的经验证据[J].华中科技大学学报(社会科学版),2013(5):97-106.
- [17] 原毅军,谢荣辉.产业集聚、技术创新与环境污染的内在联系[J].科学学研究,2015,33(9):1340-1347.
- [18] 李筱乐.市场化、工业集聚和环境污染的实证分析[J].统计研究,2014(8):39-45.
- [19] 杨仁发.产业集聚能否改善中国环境污染[J].中国人口·资源与环境,2015,25(2):23-29.
- [20] 张可,豆建民.集聚与环境污染——基于中国287个地级市的经验分析[J].金融研究,2015(12):32-45.
- [21] 段文斌,刘大勇,皮亚彬.现代服务业集聚的形成机制:空间视角下的理论与经验分析[J].世界经济,2016(3):144-165.
- [22] HOOVER E M. Location Theory and the Shoe and Leather Industries[M]. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1936.
- [23] 韩峰,秦杰,龚世豪.生产性服务业集聚促进能源利用结构优化了吗?——基于动态空间杜宾模型的实证分析[J].南京审计大学学报,2018(4):81-93.
- [24] 韩峰,洪联英,文映.生产性服务业集聚推进城市化了吗?[J].数量经济技术经济研究,2014(12):3-21.
- [25] ANSELIN L. Spatial econometrics: methods and models[M]. Berlin: Springer Netherlands, 1998.
- [26] MORAN P. Notes on continuous stochastic phenomena[J]. Biometrika, 1950, 37: 17-23.
- [27] ELHORST J P. Spatial Econometrics: from Cross-sectional Data to Spatial Panels[M]. Berlin: Springer, 2014.
- [28] LESAGE J, PACE K. Introduction to Spatial Econometrics[M]. New York: CRC Press, 2009: 27-41.
- [29] 赵彦云,王康,邢炜.转型期中国省际经济波动对经济增长的空间溢出效应[J].统计研究,2017,34(5):3-16.
- [30] ELHORST J P. Dynamic panels with endogenous interaction effects[J]. Regional Science and Urban Economics, 2010, 40(5): 272-282.
- [31] YU J, JONG D R, LEE L F. Quasi-maximum likelihood estimators for spatial dynamic panel data with fixed effects when both n and t are large[J]. Journal of Econometrics, 2008, 146(1): 118-134.
- [32] EZCURRA R, PASCUAL P, RAPUN M. Regional specialization in the European Union[J]. Regional Studies, 2006, 40(60): 601-616.
- [33] JACOBS J. The Economy of Cities[M]. New York: Vintage Books USA, 1969.

Study on the Spatial Spillover Effect of Producer Services Agglomeration on Environmental Pollution

Ren Yangjun¹, He Yan¹, Li Botang², Li Tianjiao³

(1. School of Economics and Trade, Changzhou Vocational Institute of Textile and Garment, Changzhou, 213164, Jiangsu, China;

2. College of Transport & Communications, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China;

3. Merchant Marine College, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Based on the panel data of 276 prefecture. level cities in China, this paper uses the dynamic spatial durbin model (DSDM) to explore the impact of the agglomeration of producer services on environmental pollution and its spatial spillover effects. The results show that China's urban environmental pollution has obvious spatial positive correlation. The diversified agglomeration of producer services not only inhabits the environmental pollution in the local cities, but also has a negative spatial spillover effect on the environmental pollution in the neighboring cities, and the long. term impact is greater than the short. term impact. The specialized agglomeration of producer services has significantly reduced the environmental pollution of local cities in the short. term and long. term, and the impact on the environmental pollution in the neighboring cities is not significant. Further research show that the diversified agglomeration and specialized agglomeration of telecommunications, financial industry, real estate industry have significantly increased the environmental pollution in the local cities or neighboring cities. The diversified agglomeration and specialized agglomeration of scientific research, technical services and geological exploration industry have significantly inhibited the environmental pollution in the local cities and adjacent cities. The diversified agglomeration and specialized agglomeration of information transmission, computer services and software industry have only long. term effects and no short. term effects on the environmental pollution in the local cities and neighboring cities. The agglomeration of leasing and business services has an insignificant effect on the environmental pollution in the local cities and neighboring cities.

Keywords: producer services; diversified agglomeration; specialized agglomeration; environmental pollution; spatial spillover effect

(上接第 66 页)

Influence of Innovation Elements Agglomeration on Regional Synergistic Innovation: the Government's Regulating Effect

Liu Bing^{1,2}, Zhang Rongzhan¹, Liang Lin^{1,2}

(1. School of Economics and Management, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China;

2. Center for Beijing-Tianjin-Hebei Development Research, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China)

Abstract: With the spatial econometric model and panel threshold model, this paper uses the panel data of 31 provinces, municipalities and autonomous regions in China from 2008 to 2017 to empirically analyze the influence of the agglomeration of innovation talent elements and innovation capital elements on regional synergistic innovation, and analyze the government's regulating effect in the influence. The study reveals that the agglomeration of innovation talent elements and capital elements has significant positive influence on regional synergistic innovation, in which the government control plays a positive role in the innovation. Meanwhile, the government control has double thresholds, the regulating effect is very significant when the control is lower than the threshold value, and it weakens with the increase of control.

Keywords: innovation elements agglomeration; synergistic innovation; government's control; spatial econometric; threshold effect