

# 产业集聚、集聚外部性与企业减排

——来自中国的微观新证据

苏丹妮 盛 斌\*

**摘要** 本文考察产业集聚及其不同集聚模式对企业减排的影响。研究表明：产业集聚显著降低了企业污染排放强度，且这主要是专业化集聚带来的，多样化集聚的影响并不显著。在加入产业集聚二次项和三次项后并未发现现有宏观数据得到的非线性关系的存在，突出了从微观视角理解集聚减排效应的必要性。深入集聚外部性，通过专业化集聚释放的劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出三个外部性降低中间品价格、改善企业生产率、提高企业污染处理技术水平是产业集聚实现企业减排的重要机制。

**关键词** 产业集聚，集聚外部性，企业减排

**DOI:** 10.13821/j.cnki.ceq.2021.05.14

## 一、引言

“绿水青山就是金山银山”是习近平总书记在新时代提出的绿色发展新理念，预示着在经济可持续发展的道路上，中国既要“金山银山”，更要“绿水青山”。作为一个新兴的经济大国，中国在大力推进工业化发展的过程中，环境污染问题日益突出。根据生态环境部发布的环境公报，2017年中国地表和地下水中仍有高达32.1%和66.6%比例的V类和劣V类水质；在大气方面，全国338个地级及以上城市中，仅有99个城市的空气质量达标。面对严峻的环境形势，污染防治成为中国绿色发展过程中难以回避的攻坚战，而作为污染防治的主体，企业的减排行为关乎整个产业甚至国家整体能否实现经济与环境的协调发展。

在工业化进程如火如荼推进的同时，中国国内产业集聚虽快速形成，但城市化进程仍落后于工业化，城市集聚规模明显低于发达国家，集聚仍然是

---

\* 苏丹妮、盛斌，南开大学跨国公司研究中心、南开大学经济学院。通信作者及地址：盛斌，天津市南开区卫津路94号南开大学经济学院，300071；电话：(022) 23501436；E-mail: shengbin@nankai.edu.cn。本文得到国家自然科学基金青年项目(71903102、71903101)、南开大学文科发展基金项目(ZB21BZ0310)、中国博士后科学基金特别资助项目(2019T120178)、中国博士后科学基金面上—等资助项目(2018M640223)的资助。感谢三位匿名审稿专家和主编的建设性意见。文责自负。

未来经济要素在空间形态发展的“主旋律”。因此,在国内环境问题日益突出和产业集聚不断深化的过程中,深入探讨集聚与减排的确切关系对于新时代中国城市化推进过程中打好污染防治攻坚战继而实现高质量发展具有重要的现实意义。产业集聚作为一种空间组织形式,加速了集群内企业间的要素流动和共享,促进了集群内企业间的知识创造和传播,进而对集群内企业产生显著的外部经济(邵朝对和苏丹妮,2019)。Marshall(1890)最早提出集聚外部性来源于劳动力蓄水池(labor pool)、中间投入共享(input share)和知识溢出(knowledge spillover)三个方面。在Marshall(1890)的基础上,Hoover(1937)进一步对集聚外部性的类型进行了划分,包括地方化经济和城市化经济。前者强调同一行业内企业专业化集聚带来的外部经济;后者则强调不同行业间企业多样化集聚产生的外溢效应。那么,中国企业能否依托国内大规模产业集聚降低污染排放强度?如果可以,背后的作用机制如何?同时,不同的产业集聚模式即专业化集聚和多样化集聚对企业污染排放强度的影响分别表现出何种路径?为此,本文从微观视角探讨了产业集聚与企业减排之间的关系及其作用机制,并进一步区分了不同集聚模式的减排效应。

事实上,产业集聚与减排一直是区域和环境领域一个被广泛争论的话题。现有研究主要在宏观地区或产业层面展开讨论,认为产业集聚与减排的关系是不明确的。理论上,作为一种空间组织形式的产业集聚可以通过经济要素的再配置产生集聚外部性,继而对减排表现出积极效应。产业集聚一方面有助于集群内企业之间开展分工与合作,促进能源资源的循环利用,实现污染治理的规模效应;另一方面有助于企业之间知识、技术和信息要素的传播与学习,促进环保理念和污染处理技术的扩散与溢出。关于产业集聚对减排的积极效应得到了相应经验的证实,如Zeng and Zhao(2009)、陆铭和冯皓(2014)。但由于过度集聚也会引发堵塞效应等负外部性,目前关于产业集聚与减排的另一种主流观点则认为两者之间的关系是非线性的,因为根据“集群生命周期”理论(Eva *et al.*, 2013),不同集聚阶段呈现的外部性特征不同,而不同的外部性对减排的影响存在较大差异。从中国经验来看,如李筱乐(2014)利用中国省市数据的研究发现,集聚与环境污染呈“倒U”形关系;邵帅等(2019)得出中国省域经济集聚与碳排放强度、人均碳排放之间存在“倒N”形曲线关系。上述文献并未对产业集聚的不同模式进行细分,谢荣辉和原毅军(2016)进一步区分了专业化集聚与多样化集聚,发现专业化集聚对中国地级市环境污染产生了先抑制后促进的作用,多样化集聚与污染排放之间则呈现出较为复杂的曲线关系。

然而,这些宏观层面的文献主要关注产业集聚是否有利于减排,对于其

中的具体作用过程涉及较少。虽然陆铭和冯皓（2014）<sup>1</sup>通过比较控制与不控制产业结构的集聚估计系数、邵帅等（2019）通过构建中介效应模型分别检验了整体集聚规模通过产业结构影响工业污染排放强度以及通过能源强度影响碳排放的作用机制。但宏观层面的研究由于缺乏一个有效的污染排放决定框架，使得集聚外部性作用于减排的路径并不清晰，难以回答作为理论分析起点的集聚外部性是否起作用以及如何起作用，此外也尚未进一步细分专业化集聚和多样化集聚的作用路径，因此集聚与减排背后的逻辑链条仍未揭开和有待挖掘。事实上，宏观层面理论分析所依据的集聚外部性直接作用于微观企业，微观企业的“排污-减排”行为如何对产业集聚及其不同模式释放的集聚外部性做出反应是深入理解宏观层面产业集聚与减排确切关系的基础和关键。关于产业集聚及其不同模式释放的集聚外部性究竟如何作用于微观企业减排，以往研究尚未给予关注。<sup>2</sup>

鉴于此，本文在构建产业集聚及其不同集聚模式影响企业减排理论框架的基础上，利用2000—2007年中国微观企业污染排放和工业企业的匹配数据考察了产业集聚及其不同集聚模式对企业减排的影响，以期为现有宏观层面的研究提供微观基础。研究发现，产业集聚显著降低了企业污染排放强度，区分不同集聚模式表明这主要是专业化集聚带来的，多样化集聚对企业减排的影响并不显著。同时，在加入产业集聚二次项和三次项后并未发现现有宏观研究得到的非线性关系的存在，反映出在微观企业层面，产业集聚有助于改善中国环境质量。异质性分析表明，产业集聚对融资能力较弱、非出口、污染行业和环境规制较强地区企业的减排效应更强。本文进一步检验了产业集聚通过专业化集聚释放的劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出三个外部性降低企业污染排放强度的潜在作用机制，发现中间品价格降低、企业生产率改善和企业污染处理技术水平提高是其重要机制。本文为现阶段中国产业集聚特别是专业化集聚助力污染防治攻坚战提供了微观新证据。

与现有研究相比，本文的边际贡献可能主要体现在三个方面：第一，在研究层次上，现有关于产业集聚与减排的研究主要在宏观地区或产业层面，尚缺乏经济活动主体微观企业层面的证据，而后者是理解前者的基础和关键。本文则从微观视角较为系统地检验了产业集聚与企业减排之间的关系，丰富和细化了现有的研究层次，奠定了产业集聚与减排研究的微观基础认知。

<sup>1</sup> 陆铭和冯皓（2014）一文的主要贡献在于从中国特殊的土地政策方面为省级集聚变量寻找工具变量，但他们没有进一步细分不同集聚模式的减排效应，也无法在统一的框架下多层次检验集聚与减排之间的非线性关系，还难以基于宏观层面分析所依据的集聚外部性理论揭示和检验集聚与减排背后的完整逻辑链条。感谢匿名审稿专家提醒对此进行说明。

<sup>2</sup> 虽然已有文献利用微观数据围绕企业生产和出口绩效对产业集聚的影响效应展开了大量有益探讨，如Holmes and Stevens（2002）、邵朝对和苏丹妮（2019），但他们关注的均是不属于环境领域范畴的企业期望产出行为，尚未聚焦于与其具有本质差异、关乎整体环境绩效的企业非期望产出即污染排放行为。

第二,在研究视角和内容上,①以往研究要么探讨产业集聚整体,要么考察各细分集聚模式的减排效应,较难在统一框架下回答整体的效果是由哪种模式带来的。本文则以层层递进的方式对产业集聚整体及其不同集聚模式对企业减排的影响效应进行探讨,明确了目前中国产业集聚主要在专业化集聚的作用下发挥了正向的环境效应。②地区或产业的加总数据往往存在加总偏误,可能会使计量检验中变量之间的真实关系发生改变。本文研究证实了,微观层面的研究并不存在宏观加总数据得到的产业集聚与减排的非线性关系,表明掩盖了企业异质性特征的传统宏观层面研究可能会受到加总偏误的影响,这意味着可能需审慎对待现有宏观层面产业集聚与减排的研究结果,突出了探讨微观企业减排行为以及由微观基础精准制定产业减排政策的必要性。③由于既有宏观研究掩盖了企业异质性,难以进一步深入考察不同特征企业的减排行为如何对产业集聚及其不同集聚模式做出反应。本文则对包括融资能力和出口状态的企业异质性、污染密集度的行业异质性、环境规制程度的地区异质性三方面展开了充分讨论,有助于对产业集聚与企业减排之间的关系形成全貌式认知。④本文按照中国地理信息数据地图,将基于GIS地统计方法计算的中国各县地形崎岖度(ruggedness)作为产业集聚的工具变量,为现有产业集聚和减排内生性问题的处理提供了新思路。

第三,在作用机制上,虽然现有关于产业集聚如何影响减排的理论日臻成熟,但这些作为分析基础、直接作用于微观企业的理论机制是否存在以及如何起作用却语焉不详和缺乏证据支持。本文则在一个企业污染排放的决定框架中融入经典的集聚外部性理论,将集聚外部性细化为劳动蓄水池、中间投入共享和知识技术溢出,对这三个集聚外部性如何影响决定企业污染排放强度的因素即中间品价格、企业生产率和企业污染处理技术水平进行了细致解读,揭示了产业集聚通过专业化集聚带来的三个外部性降低企业污染排放强度的潜在作用机制,深化了对产业集聚与企业减排完整逻辑链条的理解,填补了现有宏观层面缺乏集聚与减排机制讨论的空白。

## 二、理论机制与研究假说

经典的产业集聚理论认为,集聚经济主要来源于劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出三个外部性,这些外部性既可以来自同一行业内企业的专业化集聚,也可以来自不同行业间企业的多样化集聚。为能够更好地与产业集聚的三个外部性相匹配,本文将中间品作为生产要素引入 Forslid *et al.* (2018) 的单要素企业污染排放决定框架中,最终获得本文理论分析展开的多

要素企业污染排放强度决定函数<sup>3</sup>：

$$\frac{e_i}{x_i} = \theta \gamma z^{\theta-1} g(A_i)^{-\theta} r^{(1-\theta)\alpha_c} \omega^{(1-\theta)\alpha_l} p_m^{(1-\theta)\alpha_m} \varphi_i^{\theta-1}, \quad (1)$$

其中， $e_i$  和  $x_i$  分别表示企业的非期望产出（即污染排放量）和期望产出； $r$ 、 $\omega$ 、 $p_m$  和  $z$  分别表示资本价格、劳动力价格、中间品价格和排污税率； $\varphi_i$  表示企业生产率； $A_i$  表示企业污染处理技术水平，且满足  $g'(A_i) > 0$ ， $g(0) = 1$ ， $A_i \geq 0$ ； $\alpha$  表示各类投入要素的产出弹性，满足  $\alpha_c + \alpha_l + \alpha_m = 1$ ； $0 < \theta < 1$ ， $\gamma > 0$ 。

由式（1）可知，企业污染排放强度与各类投入要素价格、企业生产率、企业污染处理技术水平等因素有关，且与各类投入要素价格正相关，与企业生产率和企业污染处理技术水平负相关。上述关系与经验事实、经济学直觉相符：各类投入要素价格越低，企业生产成本越低、利润越高，从而有更多的资金用于减排；企业生产率越高，相同产出需投入的要素包括污染排放物越少，污染排放强度相应越低；企业污染处理技术水平越高，污染治理能力越强，污染排放越少。接下来，本文将进一步梳理产业集聚通过三个外部性渠道影响这些因素进而影响企业污染排放强度的作用机理。

第一，从劳动力蓄水池来看，专业化产业集聚构筑的劳动力蓄水池有助于企业根据自身产品市场需求的变化便捷地获取所需的劳动力，降低搜寻成本，提高企业生产率；多样化产业集聚构筑的劳动力蓄水池有助于提高企业与劳动力之间的匹配效率，促使劳动力市场更加稳定，继而改善企业生产率。对于中间品生产企业而言，这也会提高中间品生产效率，扩大中间品生产规模，降低中间品供应价格（Helsley and Strange, 1990）。同时，同一行业或不同行业企业集聚形成的劳动力蓄水池使得企业可以灵活挑选与高水平污染处理技术相匹配的劳动力，提高自身污染处理技术水平。<sup>4</sup>根据式（1），企业可获得的中间品价格越低，企业生产率和污染处理技术水平越高，污染排放强度越低，因此理论上，产业集聚通过专业化集聚和多样化集聚带来的劳动力蓄水池降低了企业污染排放强度。

第二，从中间投入共享来看，专业化产业集聚为中间品生产提供了实现规模经济的中间品市场，而具有规模经济的中间品生产降低了企业可获得的中间品价格，并提高了企业可获得的中间品质量，企业生产率也得以提升；同时，同一行业内企业的生产活动将产生相同或相似的污染物，因此专业化

<sup>3</sup> 由于本文拓展的多要素企业污染排放决定模型与 Forslid *et al.* (2018) 的理论框架设定差异不大，并不作为本文的具体贡献点，而是作为下述逻辑推演的基础，限于篇幅，具体推导过程未汇报，可索取。但这种拓展能够更好地与集聚外部性相匹配，有助于本文更为清晰、完整地梳理产业集聚及其释放的集聚外部性通过何种排放强度决定因素影响企业污染排放行为的作用机制。感谢匿名审稿专家提醒对此进行说明。

<sup>4</sup> 感谢匿名审稿专家提出劳动力蓄水池主要通过劳动力供需匹配对企业减排起作用的修改意见。

集聚有助于实现污染治理的专业化操作和规模效应,降低企业治污成本和提高企业污染处理技术水平(谢荣辉和原毅军,2016;苏丹妮等,2020)。多样化产业集聚一方面促使形成专门的环保部门进行污染治理,这不仅可以降低企业的治污成本,还可以便利企业将治污任务外包而自己更加专注于生产经营活动,提高自身生产率;另一方面增加了集群内的多样化中间品供给,扩大了企业可选择和使用的中间品种类,这不仅可以改进企业生产率,而且使得企业能够灵活挑选与高水平污染处理技术相匹配的中间品,促进自身污染处理技术升级。此外,不同行业企业集聚通过产业间的前后向关联使得一个企业的副产品或废弃物可能恰好是另一个企业所需的中间投入品,这有助于企业资源能源的循环利用,会进一步降低企业可获得的中间品价格和um提高企业生产率与污染处理技术水平(Enrenfeld,2003)。根据式(1),企业可获得的中间品价格越低,企业生产率和污染处理技术水平越高,污染排放强度越低,因此理论上,产业集聚通过专业化集聚和多样化集聚带来的中间投入共享降低了企业污染排放强度。

第三,从知识溢出来看,专业化产业集聚一方面为同一行业企业之间进行“示范-模仿”和科研协作提供了平台,这不仅有助于改善企业生产率,而且有助于提高企业污染处理技术的研发规模和研发效率,促进企业污染处理技术升级;另一方面为同一行业企业管理人员或技术人员之间通过正式或非正式接触进行信息交流铺设了通道,促进企业间知识技术包括环保知识、治污经验以及污染处理技术的分享与溢出,提升企业生产率和污染处理技术水平(苏丹妮等,2020)。多样化集聚有助于不同行业企业间互补知识技术的交流与合作、差异化思维的碰撞与学习,刺激新想法的产生,促进新技术包括污染处理技术的诞生,继而提高企业生产率和污染处理技术水平。此外,来自相同或不同行业企业集聚带来的知识溢出还有助于推动企业进行产品创新,提高企业中间品供给规模,降低中间品价格(彭向和蒋传海,2011)。根据式(1),企业可获得的中间品价格越低,企业生产率和污染处理技术水平越高,污染排放强度越低,因此理论上,产业集聚通过专业化集聚和多样化集聚带来的知识溢出降低了企业污染排放强度。

根据上述理论机制分析,产业集聚可以通过专业化集聚和多样化集聚带来的劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出三个外部性降低企业可获得的中间品价格、改善企业生产率和提高企业污染处理技术水平,进而降低企业污染排放强度。由此可得本文假说1:

**假说1:**在专业化集聚和多样化集聚带来的集聚外部性作用下,产业集聚有助于企业减排。

然而,根据“集群生命周期”理论,产业集聚在不同阶段呈现的外部性特征不同,而不同的外部性对减排的影响存在较大差异,因此,在不同集聚阶段,产业集聚的减排效应可能表现出异质性特征。在集聚的初期阶段,随

着产业集聚水平的提高，专业化集聚和多样化集聚带来的集聚外部经济逐渐显现，企业可以从构筑的劳动力蓄水池、孕育的中间品市场以及与同行业和不同行业企业间建立的科研协作与知识技术交流中获得低价格中间品、提高自身生产率和污染处理技术水平，进而污染排放强度得以下降。但当集聚超过一定程度时，不仅可能会引发具有类似劳动力使用、投入产出结构和技术结构的同一行业企业在要素市场和产品市场上的过度竞争，降低企业生产率，提高企业中间品使用成本，压缩企业利润空间，阻断企业间科研协作与知识技术交流，抑制企业污染处理技术升级 (Brakman *et al.*, 2001)，而且为防止集群规模的进一步扩大以避免集群内企业对有限资源的恶性竞争，集群的自阻碍机制会阻止新企业的进入和成长，这也阻断了多样化的新劳动力、新中间品和新知识技术的产生，抑制多样化集聚外部性作用的发挥 (Martin and Sunley, 2006)。过度集聚产生的拥塞效应最终会超过专业化集聚和多样化集聚产生的外部经济，从而使得产业集聚对企业减排的影响表现为抑制效应。进一步地，当集聚处于成熟阶段时，通过市场的“优胜劣汰”，集群内同一行业和不同行业企业间形成良性竞争和协同发展，企业更加注重与其他企业的分工合作，此时拥塞效应会逐步减少，较高水平专业化集聚和多样化集聚带来的劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出外部性可以充分发挥，集聚外部经济又开始占据主导，产业集聚对企业减排的影响呈现积极效应。通过上述分析可知，产业集聚与企业减排可能不是简单的线性关系。据此，本文提出另一种与假说1线性关系相对立的假说2：

**假说2：**根据“集群生命周期”理论，产业集聚与企业减排之间可能存在“倒U”形或者“N”形的非线性关系。

### 三、计量模型、变量与数据

#### (一) 计量模型设定

根据本文的研究目的及第二部分提出的研究假说，将基准计量模型设定为：

$$\ln ei_{ijkt} = \beta_0 + \beta_1 \ln agg_{jkt} + \eta \vec{X} + \lambda_i + \lambda_t + \varepsilon_{ijkt}, \quad (2)$$

其中，下标  $i$ 、 $j$ 、 $k$  和  $t$  分别表示企业、行业、地区和年份；被解释变量  $ei$  表示企业污染排放强度； $agg$  表示产业集聚，是本文的核心解释变量，根据本文假说1，预期其估计系数  $\beta_1$  小于0； $\vec{X}$  表示控制变量集合； $\lambda_i$  和  $\lambda_t$  分别表示企业和年份固定效应； $\varepsilon$  表示随机扰动项。

式(2)主要用于检验产业集聚与企业减排之间线性关系的假说1。但根据“集群生命周期”理论，产业集聚对企业减排的影响可能呈现非线性特征，为此构建了如下计量模型：

$$\ln ei_{ijkt} = \beta_0 + \beta_1 \ln agg_{jkt} + \beta_2 (\ln agg_{jkt})^2 + \beta_3 (\ln agg_{jkt})^3 + \eta \bar{X} + \lambda_i + \lambda_t + \varepsilon_{ijkt}. \quad (3)$$

本文通过依次加入产业集聚的二次项  $(\ln agg_{jkt})^2$  和三次项  $(\ln agg_{jkt})^3$  来验证在微观层面上是否存在宏观层面研究得出的产业集聚与减排之间“倒U”形或“N”形的曲线关系。

## (二) 变量选取和说明

### 1. 被解释变量：企业污染排放强度

为了更全面地捕捉企业污染排放的整体情况，本文采用综合指数法来构造企业污染排放强度指标。基于中国各类污染物排放的严重程度以及数据的可得性，本文选取工业废水、化学需氧量、工业废气、二氧化硫、烟尘和粉尘排放量6个单项指标来衡量企业污染排放强度。

第一，对这些污染物指标的原始数据进行线性标准化处理：

$$rpol_{nit} = \frac{pol_{nit} - \min pol_{nit}}{\max pol_{nit} - \min pol_{nit}}, \quad (4)$$

其中， $pol_{nit}$  表示第  $t$  期企业  $i$  单位产出污染物  $n$  的排放量； $\max$  和  $\min$  分别表示每年所有企业单位产出污染物  $n$  排放量的最大值和最小值。

第二，计算企业  $i$  污染物  $n$  的调整系数：

$$\omega_{nit} = \frac{rpol_{nit}}{\overline{rpol_{nit}}}, \quad (5)$$

其中， $\overline{rpol_{nit}}$  表示全国所有企业单位产出污染物  $n$  排放量的平均水平。

第三，结合式(4)和式(5)，可得企业  $i$  单位产出污染排放量的综合指数：

$$ei_{it} = \frac{1}{6} \sum_n (rpol_{nit} \times \omega_{nit}), \quad (6)$$

$ei$  数值越大，表明企业的污染排放强度越大。

### 2. 核心解释变量：产业集聚

首先，借鉴韩峰和柯善咨(2012)的做法，以各地区各行业的就业密度与全国该行业总就业的比值来测度各地区各行业的整体集聚程度( $agg$ )，即：

$$agg_{jkt} = \frac{L_{jkt}/S_k}{L_{jt}}, \quad (7)$$

其中， $L_{jkt}$  表示第  $t$  期地区  $k$  行业  $j$  的就业人数； $S_k$  表示地区  $k$  的土地面积； $L_{jt}$  表示第  $t$  期全国行业  $j$  的就业人数。 $agg$  数值越大，表明该地区该行业的经济活动分布越集中。

其次，与彭向和蒋传海(2011)的做法相一致，用区位熵来测度产业集聚的专业化程度( $spe$ )，用赫芬达尔指数的倒数来衡量产业集聚的多样化程



度 ( $div$ ), 即:

$$spe_{jkt} = \frac{L_{jkt}/L_{kt}}{L_{jt}/L_t}, \quad (8)$$

$$div_{jkt} = \frac{1/\sum_{j' \neq j} \left( \frac{L_{j'kt}}{L_{kt} - L_{jkt}} \right)^2}{1/\sum_{j' \neq j} \left( \frac{L_{j't}}{L_t - L_{jt}} \right)^2}, \quad (9)$$

其中,  $j'$  表示其他制造业行业,  $L_{kt}$  表示第  $t$  期地区  $k$  的就业人数,  $L_t$  表示第  $t$  期全国制造业就业人数, 其余变量解释同式 (7)。 $spe$  数值越大, 表明该地区该行业的专业化程度越高;  $div$  数值越大, 表明该地区融合的差异化产业越多, 本行业面临的产业多样化集聚程度越高。本文在中国县级-三分位行业层面上构造上述产业集聚指标。<sup>5</sup>

### 3. 其余控制变量

企业年龄: 用企业所处年份减去开业年份加 1 后取对数来度量; 融资能力: 用企业利息支出与固定资产的比值来衡量; 政府补贴: 用政府补贴与企业销售额的比值来测度; 工资水平: 用企业本年应付工资和福利费总额与就业人数的比值取对数来衡量; 出口企业虚拟变量: 若企业出口交货值大于 0, 则  $ex$  取值为 1, 否则为 0; 国有企业虚拟变量和外资企业虚拟变量: 根据企业实收资本成分来构造<sup>6</sup>; 资本密集度: 用行业固定资产净值年均余额与就业人数的比值取对数来表示; 环境规制: 用各省区平均排污费, 即政府征收的排污费总额除以缴纳排污费的企业数来衡量。

### (三) 数据

本文的研究展开主要得益于最新可得 2000—2007 年中国工业企业污染排放数据库。该数据库是国家统计局收集的工业企业上报的原始数据, 是历年发布的《中国环境统计年鉴》的具体数据来源。调查方法为对排污量占各地区排污总量 85% 以上的重点调查工业企业逐个发表填报汇总。每个企业包括法人代码、企业名称等基本企业信息以及废水、废气等企业各类污染物排放指标。但该数据库缺少企业生产数据, 出于研究目的, 需将其与 2000—2007 年中国工业企业数据库进行合并: 首先, 采用企业法人代码和年份来合并; 其次, 使用详细的企业名称和年份进行合并; 最后, 以企业名称关键信息加年份进行合并, 合并后企业兼具国有及规模以上非国有与有污染排放行

<sup>5</sup> 无特别说明, 本文的地区均为县级层面。

<sup>6</sup> 具体而言, 将国有资本或集体资本占实收资本 50% 及以上的企业定义为国有企业, 将港澳台或非港澳台外资资本占实收资本 50% 及以上的企业定义为外资企业, 剩余为私营企业。

为两类特征。<sup>7</sup>同时,本文对合并数据进行了如下删减:剔除了总产出、销售额、工业增加值、中间投入、固定资产合计、固定资产净值年平均余额缺失、为负值、为零值的制造业样本,剔除了从业人数缺失和小于8的制造业样本。

## 四、实证结果

### (一) 基准回归

#### 1. 整体视角

由表1中的第(1)列可知,产业集聚( $\ln agg$ )对企业污染排放强度的估计系数显著为负,表明产业集聚有助于中国企业减排,初步验证了本文假说1。产业集聚通过释放的劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出不仅可以降低企业可获得的中间品价格,提高企业利润,这通常会使得企业拥有更多的资金进行减排<sup>8</sup>,而且可以提升企业生产率,减少相同产出的要素投入包括污染排放物,还可以促进企业污染处理技术升级,提高企业污染治理能力,因而污染排放强度得以下降。

表1 产业集聚及其不同集聚模式与企业减排的计量结果

	产业集聚	专业化集聚	多样化集聚
	(1)	(2)	(3)
$\ln agg$	-0.112*** (-8.48)		
$\ln spe$		-0.065*** (-4.87)	
$\ln div$			-0.027 (-0.46)
控制变量	是	是	是
企业	是	是	是
年份	是	是	是
$R^2$	0.546	0.546	0.546
$N$	234 165	234 165	234 165

注:括号内为地区-产业层面聚类标准误的  $t$  统计量; \*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 水平上显著。控制变量包括企业、行业和地区层面变量,限于篇幅未汇报。如无特殊说明,以下各表同。

<sup>7</sup> 需说明的是:第一,匹配后样本主要针对的是在中国具有突出地位的国有及规模以上非国有企业的污染排放行为,匹配后样本历年各类污染物排放占全国工业总排放的 60% 及以上;第二,通过与工业企业数据库相匹配的数据处理方法具有广泛的应用性,由于本文工业企业污染排放数据库拥有唯一身份识别信息的企业法人代码,这使得本文使用的微观数据在匹配度、匹配科学性以及代表性上会优于其他与工业企业数据库相匹配的合并数据,例如工业企业数据库和海关数据库的合并数据。感谢匿名审稿专家指出需对本文使用数据的代表性问题进行说明。

<sup>8</sup> 根据匿名审稿专家提供的建设性意见,本文对企业利润与企业污染排放强度之间的关系进行了佐证,发现企业利润的提高能够显著降低企业污染排放强度。

## 2. 不同集聚模式视角

由前文分析可知，整体的产业集聚有助于企业减排，那么这主要是哪种集聚模式带来的？表1中的第(2)、(3)列显示，专业化集聚(*spe*)对企业污染排放强度的估计系数显著为负，表明同一行业企业在空间上大规模集聚促进了该行业内企业间劳动力、中间品和知识技术的共享与溢出，使得企业可获得的中间品价格下降、企业生产率和污染处理技术水平提高，从而推动了企业污染排放强度降低；与之不同，多样化集聚(*div*)的估计系数则不显著，反映出多样化集聚在促进中国企业减排上并不明显。上述回归结果意味着现阶段，中国产业集聚的企业减排效应主要是专业化集聚带来的，多样化集聚对企业减排尚未发挥显著作用。原因可能在于，当前中国各地区融合的产业多样化水平仍较低，主要还是以专业化产业集群为主，从而尚未能够有效支撑起不同行业企业间多样化集聚外部经济的产生。<sup>9</sup>

### (二) 非线性关系检验

虽然前文验证了产业集聚有助于企业减排的线性关系，但另一种与之对立的观点认为，产业集聚与减排之间可能存在非线性关系。本小节将进一步纳入产业集聚的二次项和三次项，以检验在微观层面上是否存在宏观层面研究得到的“倒U”形或“N”形曲线关系。

表2中的第(1)列加入了产业集聚的二次项( $\ln agg$ )<sup>2</sup>。从中可知，( $\ln agg$ )<sup>2</sup>对企业污染排放强度的估计系数不显著，而一次项 $\ln agg$ 的估计系数显著为负，反映出产业集聚对企业减排的影响并未呈现“倒U”形路径；第(2)列进一步纳入了产业集聚的三次项( $\ln agg$ )<sup>3</sup>，此时，产业集聚二次项和三次项对企业污染排放强度的估计系数均不显著，而一次项的估计系数依然显著为负，这说明产业集聚与企业减排之间亦不存在“N”形曲线关系。第(3)—(6)列进一步区分集聚模式的结果显示，专业化集聚指标一次项 $\ln spe$ 对企业污染排放强度的估计系数显著为负，二次项( $\ln spe$ )<sup>2</sup>和三次项( $\ln spe$ )<sup>3</sup>的估计系数则均不显著，意味着专业化产业集聚对企业减排的影响主要表现为促进作用，亦未呈现“倒U”形或“N”形路径；多样化集聚指标一次项 $\ln div$ 、二次项( $\ln div$ )<sup>2</sup>和三次项( $\ln div$ )<sup>3</sup>的估计系数均不显著。总而言之，在微观企业层面，产业集聚在专业化集聚带来的集聚外部性作用下主要发挥了正向的环境效应，目前中国可能暂未出现过度集聚情形，从而使得产业集聚与减排的关系没有呈现出明显的非线性特征，本文假说2并不成立。这不仅从侧面再次验证了本文的假说1，而且可能也意味着掩盖了企业异质性特

<sup>9</sup> 为防止选取的区域层次影响多样化集聚的企业减排效应，下文还根据匿名审稿专家的意见在地级市层面构建产业集聚指标进行稳健性检验，依然发现多样化集聚对企业减排的影响不显著。

征的传统宏观层面研究存在一定的加总偏误。<sup>10</sup> 由于不同的结论对应着不同的政策导向, 本文的研究还表明, 深入经济活动的微观主体, 明确产业集聚与减排之间的确切关系对于中国污染防治和绿色发展道路构筑具有重要意义。

表2 非线性关系的检验结果

	产业集聚		专业化集聚		多样化集聚	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>lnagg</i>	-0.119*** (-7.64)	-0.109*** (-6.36)				
$(\lnagg)^2$	0.002 (0.57)	0.006 (1.25)				
$(\lnagg)^3$		-0.001 (-1.42)				
<i>lnspe</i>			-0.066*** (-4.53)	-0.054*** (-2.82)		
$(lnspe)^2$			0.001 (0.11)	0.004 (0.77)		
$(lnspe)^3$				-0.002 (-1.00)		
<i>lndiv</i>					0.052 (0.64)	-0.060 (-0.26)
$(lndiv)^2$					0.010 (1.06)	-0.019 (-0.27)
$(lndiv)^3$						-0.001 (-0.28)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业	是	是	是	是	是	是
年份	是	是	是	是	是	是
$R^2$	0.546	0.546	0.546	0.546	0.546	0.546
<i>N</i>	234 165	234 165	234 165	234 165	234 165	234 165

<sup>10</sup> 为了进一步说明宏观数据存在的加总偏误的确可能是影响本文结论与现有文献不同的重要原因, 本文将所用微观企业污染排放数据加总至宏观层面进行再检验, 发现此时产业集聚、专业化集聚与污染排放强度之间存在非线性关系。感谢匿名审稿专家提供的建设性意见。

### (三) 异质性分析

#### 1. 企业融资能力

融资能力代表着企业资金获取的难易程度，直接影响企业面临的融资约束状况，这可能使不同融资能力的企业在产业集聚减排效应中呈现出不同的作用特征。为此，根据企业融资能力的均值，将样本划分为融资能力较强和较弱企业两类。由表 3 可知，产业集聚对融资能力较弱企业污染排放强度的负向作用相对更大更显著。从不同集聚模式来看，这主要是专业化集聚带来的，多样化集聚对两类企业减排并未发挥明显作用。产业集聚的减排效应对融资能力较弱企业相对更强的缘由可能为：融资能力较弱的企业更难获取用于减排的外部资金支持，而产业集聚释放的集聚外部性通过降低企业可获得的中间品价格提高了企业利润，使融资能力较弱企业有更多资金用于减排。

表 3 企业融资能力异质性的计量结果

	产业集聚		专业化集聚		多样化集聚	
	强	弱	强	弱	强	弱
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>lnagg</i>	-0.101*** (-3.32)	-0.108*** (-7.33)				
<i>lnspe</i>			-0.061* (-1.92)	-0.067*** (-4.43)		
<i>lndiv</i>					-0.117 (-1.23)	0.035 (0.63)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业	是	是	是	是	是	是
年份	是	是	是	是	是	是
$R^2$	0.549	0.549	0.549	0.549	0.549	0.549
<i>N</i>	45 836	188 329	45 836	188 329	45 836	188 329

#### 2. 企业出口状态

异质性企业理论表明，出口企业与非出口企业之间的绩效表现存在明显差异。表 4 显示，产业集聚对非出口企业污染排放强度的降低作用相对更大。分不同集聚模式的估计结果表明，专业化集聚亦更大程度地促进了非出口企业污染排放强度的下降，而多样化集聚未产生明显影响。非出口企业减排更受益于产业集聚的原因可能在于：一方面，出口企业可以通过“出口中学”

获得国外先进污染处理技术溢出；同时，国际市场对产品更高的环保要求也会倒逼出口企业主动进行污染处理技术升级。另一方面，相比于非出口企业，出口企业与国际生产体系的联系更为紧密，这使得其与本地化产业集聚构筑的国内生产体系的关联相对较弱，因而受产业集聚的影响也相对较小。

表 4 企业出口状态异质性的计量结果

	产业集聚		专业化集聚		多样化集聚	
	出口 (1)	非出口 (2)	出口 (3)	非出口 (4)	出口 (5)	非出口 (6)
<i>lnagg</i>	-0.048** (-2.37)	-0.147*** (-8.63)				
<i>lnspe</i>			-0.053** (-2.46)	-0.076*** (-4.35)		
<i>lndiv</i>					0.031 (0.37)	-0.058 (-0.78)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业	是	是	是	是	是	是
年份	是	是	是	是	是	是
$R^2$	0.624	0.518	0.624	0.518	0.624	0.518
<i>N</i>	70 743	163 422	70 743	163 422	70 743	163 422

### 3. 行业污染密集度

由于不同行业的污染密集度存在较大差异，产业集聚对不同污染密集度行业企业的减排也可能产生异质性影响。表 5 报告的污染和清洁行业<sup>11</sup>分样本结果显示，产业集聚对污染行业企业的减排作用更明显，其中专业化集聚亦表现出相似影响路径，多样化集聚的影响不显著。上述回归结果表明，产业集聚构筑的本地化生产模式对中国形成了较强的减排倒逼和激励机制，意味着在实现绿色发展的道路上，产业集聚对中国污染行业具有“对症下药”的“疗效”。

<sup>11</sup> 依据国务院在 2006 发布的《关于开展第一次全国污染源普查的通知》以及相关国外文献 (Copeland and Taylor, 2005)，本文将造纸及纸制品业、农副食品加工业、化学原料及化学制品制造业、纺织业、黑色金属冶炼及压延加工业、食品制造业、皮革毛皮羽毛(绒)及其制品业、石油加工炼焦及核燃料加工业、非金属矿物制品业、有色金属冶炼及压延加工业归为污染行业；将纺织服装鞋帽制造业、印刷业和记录媒介的复制、塑料制品业、金属制品业、电气机械及器材制造业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业、仪器仪表及文化办公用机械制造业归为清洁行业。

表 5 行业污染密集度异质性的计量结果

	产业集聚		专业化集聚		多样化集聚	
	污染	清洁	污染	清洁	污染	清洁
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>lnagg</i>	-0.129*** (-6.98)	-0.010 (-0.27)				
<i>lnspe</i>			-0.052*** (-2.66)	-0.058 (-1.26)		
<i>lndiv</i>					0.021 (0.31)	0.135 (0.65)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业	是	是	是	是	是	是
年份	是	是	是	是	是	是
$R^2$	0.530	0.612	0.530	0.612	0.530	0.612
<i>N</i>	146 816	31 034	146 816	31 034	146 816	31 034

## 4. 地区环境规制程度

环境规制会对企业污染排放行为产生影响,通常而言,环境规制较高地区的企业需投入更多的人力、物力、财力来降低污染排放强度,这也可能会使环境规制不同程度地区的企业在产业集聚减排效应中存在差异。根据各地区平均排污费,将样本划分为环境规制程度较高和较低地区企业两类。由表 6 可知,产业集聚对环境规制程度较高地区企业的污染排放强度具有更大的降低作用,分不同集聚模式发现,这主要是专业化集聚带来的,多样化集聚并未产生显著影响。环境管制程度较高地区企业减排受产业集聚影响更大的可能解释是:对这些企业而言,较高的环境规制标准提高了用于减排的成本,压缩了利润空间,因此更希望汲取产业集聚释放的集聚外部性降低减排成本。

表 6 地区环境规制程度异质性的计量结果

	产业集聚		专业化集聚		多样化集聚	
	高	低	高	低	高	低
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>lnagg</i>	-0.140*** (-6.21)	-0.107*** (-6.36)				
<i>lnspe</i>			-0.081*** (-3.33)	-0.077*** (-4.76)		

(续表)

	产业集聚		专业化集聚		多样化集聚	
	高	低	高	低	高	低
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>lndiv</i>					0.167	-0.105
					(1.43)	(-1.56)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业	是	是	是	是	是	是
年份	是	是	是	是	是	是
$R^2$	0.643	0.520	0.642	0.519	0.642	0.519
$N$	79 326	154 839	79 326	154 839	79 326	154 839

#### (四) 稳健性检验

第一,内生性。本文首次以中国各县地形崎岖度作为产业集聚的工具变量。关于中国各县地形崎岖度,主要参照 Nunn and Puga (2012) 的做法,按照中国地理信息数据地图,基于 GIS 的地统计方法进行测算。第二,指标变换。一方面分别采用县级-两分位行业层面和地级市-三分位行业层面的产业集聚指标,另一方面分别使用企业 6 种单项污染物的排放强度指标。第三,使用 2000—2005 年样本进行估计,以控制 2006 年节能减排政策的影响。第四,剔除进入、退出企业样本。上述稳健性检验结果依然支持本文的核心结论。<sup>12</sup>

## 五、作用机制检验

由前文分析可知,在微观企业层面,产业集聚在专业化集聚带来的集聚外部性作用下主要发挥了正向的环境效应,本部分将探讨这些集聚外部性通过何种机制促进了企业减排。根据第二部分的理论机制分析,我们将选取中间品价格、企业生产率和企业污染处理技术水平作为中间变量,来揭示集聚外部性影响企业减排的潜在微观作用机理。

### (一) 指标度量和模型构建

#### 1. 集聚外部性的度量

由于集聚外部性不仅包括同一行业内企业专业化集聚带来的外部经济,还包括不同行业间企业多样化集聚产生的外溢效应,为此,借鉴 Jofre-Monseny

<sup>12</sup> 限于篇幅未汇报稳健性检验结果,感谢匿名审稿专家提供诸多检验思路。



*et al.* (2014) 的思路, 本文在中国县级-三分位行业层面构造了可以解释两种产业集聚模式的三个集聚外部性指标。

(1) 劳动力蓄水池。Rosenthal and Strange (2001) 指出, 若劳动力蓄水池是重要的, 可以预期拥有更多具有行业特定技能劳动力的行业会表现出更高的地理集中度以共享劳动力。有鉴于此, 采用各地区某行业与其他行业间使用的劳动力技能差异来衡量:

$$LP_{jkt} = \frac{1}{2} \sum_o \left| \frac{L_{ojkt}}{L_{jkt}} - \frac{L_{oj'kt}}{L_{j'kt}} \right|, \quad (10)$$

其中,  $o$  表示各类技能劳动力, 根据数据的可得性, 主要包括具有高级、中级、低级技术职称和不具有技术职称四类;  $L_{ojkt}$  和  $L_{oj'kt}$  分别为第  $t$  年地区  $k$  行业  $j$  和该地区其他制造业行业  $j'$  的  $o$  类技能劳动力就业人数; 其余变量解释同式 (7)–(9)。该指标的取值范围为 0–1, 数值越大代表地区  $k$  行业  $j$  的行业技能特定性特征越明显。

(2) 中间投入共享。Rosenthal and Strange (2001) 指出, 若中间投入共享是重要的, 可以预期更加依赖制造业中间投入的行业会表现出更高的地理集中度以共享中间品供应商。基于此, 采用各地区各行业使用中间投入的密集度即中间投入比上销售额来表示中间投入共享 (IS)。若专业化集聚程度较高的行业使用大量中间投入, 表明企业集聚于专业化的经济环境中以共享中间品供应商; 若多样化集聚程度较高的行业使用大量中间投入, 则表明共享中间品供应商是企业集聚于融合多样化产业地区的原因。

(3) 知识溢出。知识溢出产生于企业之间的“示范-模仿”、科研协作以及人员之间的正式或非正式接触沟通, 而人才通常是企业科研活动和对外知识技术交流的关键主体, 因此, 采用各地区各行业的人才比例即大学及其以上学历就业人数占总就业人数比例构建知识溢出外部性指标 (KS)。若专业化集聚程度较高的行业这一指标较大, 表明企业集聚于专业化的经济环境中以交流、模仿相似的知识技术; 若多样化集聚程度较高的行业这一指标较大, 则表明企业集聚于融合多样化产业的地区以碰撞、学习不同类型的知识技术。

## 2. 中间变量的测度

(1) 中间品价格 ( $p_m$ ): 受数据所限, 参照邵朝对和苏丹妮 (2019) 的做法, 以企业可获得的国内中间品种类来测度。企业可获得的国内中间品种类越多, 面临的国内中间品价格越低。根据现有数据, 企业可获得的国内中间品种类用本地区本行业的上游行业其一般贸易企业 HS6 位码出口产品种类数的加权平均数进行衡量, 权重为各上游行业的投入比重。

(2) 企业生产率 ( $tfp$ ): 采用 Levinsohn-Petrin (LP) 半参数估计法来测算。其中, 产出为实际工业增加值, 投入包括劳动力、实际资本存量和实际中间品投入。

(3) 企业污染处理技术水平 ( $ptt$ ): 分别采用企业废水治理设施处理能

力 ( $ptt1$ ) 和企业废气治理设施处理能力 ( $ptt2$ ) 来表示。一般来说, 企业的污染治理设施处理能力越强, 代表其污染处理技术水平越高。

### 3. 模型设定

借鉴邵朝对和苏丹妮 (2019) 的方法, 通过以下两步来揭示集聚外部性影响企业减排的微观机制: 第一步, 检验劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出三个集聚外部性是否降低了中间品价格、改善了企业生产率和提高了企业污染处理技术水平:

$$\ln(p_m)_{jkt} = \beta_0 + \beta_1 \ln Spillover_{jkt} + \eta \vec{X} + \lambda + \epsilon_{jkt}, \quad (11)$$

$$\ln tfp_{ijkt} = \beta_0 + \beta_1 \ln Spillover_{jkt} + \eta \vec{X} + \lambda + \epsilon_{ijkt}, \quad (12)$$

$$\ln ptt_{ijkt} = \beta_0 + \beta_1 \ln Spillover_{jkt} + \eta \vec{X} + \lambda + \epsilon_{ijkt}, \quad (13)$$

其中,  $Spillover$  表示集聚三个外部性, 包括劳动力蓄水池 ( $LP$ )、中间投入共享 ( $IS$ ) 和知识溢出 ( $KS$ );  $\vec{X}$  和  $\lambda$  分别为相关控制变量和固定效应。

第二步, 检验集聚外部性通过中间品价格、企业生产率和企业污染处理技术水平对企业减排的作用机制:

$$\ln ei_{ijkt} = \beta_0 + \beta_1 \ln Spillover_{jkt} \times \ln(p_m)_{jkt} + \beta_2 \ln(p_m)_{jkt} + \eta \vec{X} + \lambda + \epsilon_{ijkt}, \quad (14)$$

$$\ln ei_{ijkt} = \beta_0 + \beta_1 \ln Spillover_{jkt} \times \ln tfp_{ijkt} + \beta_2 \ln tfp_{ijkt} + \eta \vec{X} + \lambda + \epsilon_{ijkt}, \quad (15)$$

$$\ln ei_{ijkt} = \beta_0 + \beta_1 \ln Spillover_{jkt} \times \ln ptt_{ijkt} + \beta_2 \ln ptt_{ijkt} + \eta \vec{X} + \lambda + \epsilon_{ijkt}, \quad (16)$$

其中,  $\ln Spillover \times \ln p_m$ 、 $\ln Spillover \times \ln tfp$  和  $\ln Spillover \times \ln ptt$  分别表示三个集聚外部性与中间品价格、企业生产率和企业污染处理技术水平的交叉项, 是本部分关注的核心变量。<sup>13</sup>

#### (二) 产业集聚与企业减排的作用机制检验: 集聚外部性的视角

在检验集聚外部性影响企业减排的微观机制之前, 本文首先对产业集聚的三个外部性进行检验, 发现产业集聚能够显著产生劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出三个外部性, 其中专业化集聚亦表现出相似结果, 而多样化集聚未能有效支撑起三个外部性的释放, 表明目前中国产业集聚带来的外溢效应主要来自同一行业企业间的专业化集聚。<sup>14</sup>

<sup>13</sup> 值得说明的是, 第一, 由于式 (11) 的被解释变量中间品价格是地区-行业层面变量, 仅控制与基准回归相同的地区或行业层面变量以及地区-行业和年份固定效应; 第二, 由于劳动力技能结构数据和人才比例数据仅 2004 年存在, 在涉及劳动力蓄水池和知识溢出的回归模型中控制地区和行业固定效应, 同时不加入地区或行业层面变量。

<sup>14</sup> 感谢匿名审稿专家提出应先对产业集聚三个外部性进行检验的建设性意见。

那么，产业集聚如何通过专业化集聚释放的三个外部性降低企业污染排放强度？表 7-1 列出了第一步，即对式 (11)–(13) 进行估计的回归结果。结果显示，劳动力蓄水池对用企业可获得中间品种类衡量的中间品价格、企业生产率以及用废水和废气治理设施处理能力衡量的企业污染处理技术水平的估计系数均显著为正；中间投入共享对用废水和废气治理设施处理能力衡量的企业污染处理技术水平的估计系数均为正，且对前者显著，同时对中间品价格和企业生产率的估计系数均显著为正；知识溢出对中间品价格、企业生产率以及企业污染处理技术水平的估计系数均显著为正。上述表明，与预期相一致，集聚外部性，无论是劳动力蓄水池、中间投入共享，还是知识溢出，均有助于降低企业可获得的中间品价格、改善企业生产率和提升企业污染处理技术水平。

表 7-1 产业集聚与企业减排作用机制的第一步检验结果

	$\ln p_m$	$\ln t f p$	$\ln p t t 1$	$\ln p t t 2$
	(1)	(2)	(3)	(4)
A: 劳动力蓄水池				
$\ln LP$	0.019*** (2.80)	0.035*** (4.21)	0.204** (2.47)	0.188* (1.94)
控制变量	否	是	是	是
地区	是	是	是	是
行业	是	是	是	是
$R^2$	0.162	0.366	0.419	0.380
$N$	19 864	32 944	32 924	32 961
B: 中间投入共享				
$\ln IS$	0.008*** (3.83)	0.789*** (28.45)	0.118* (1.73)	0.059 (0.61)
控制变量	是	是	是	是
企业	否	是	是	是
年份	是	是	是	是
地区-行业	是	否	否	否
$R^2$	0.125	0.150	0.054	0.037
$N$	143 481	236 105	208 417	201 693
C: 知识溢出				
$\ln KS$	0.045*** (8.69)	0.045*** (5.86)	0.329*** (4.21)	0.192** (2.24)
控制变量	否	是	是	是
地区	是	是	是	是

(续表)

	$\ln p_m$	$\ln t f p$	$\ln p t t 1$	$\ln p t t 2$
	(1)	(2)	(3)	(4)
C: 知识溢出				
行业	是	是	是	是
$R^2$	0.187	0.366	0.422	0.381
$N$	17 179	29 793	29 754	29 781

注:第(1)列控制变量为与基准回归相同的行业或地区层面变量;第(2)—(4)列除劳动力蓄水池和知识溢出的回归模型不加入地区或行业层面变量外,控制变量与基准回归相同。

接着,由表7-2第二步,即对式(14)—(16)进行估计的回归结果可知<sup>15</sup>,中间品价格降低、企业生产率改善和企业污染处理技术水平提高对企业污染排放强度均具有显著的负向影响,而劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出会强化中间品价格降低、企业生产率改善和企业污染处理技术水平提高对企业污染排放强度的抑制作用,反映出劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出通过降低企业可获得的中间品价格、改善企业生产率和提高企业污染处理技术水平降低了企业污染排放强度。<sup>16</sup>至此,本文较好地验证了产业集聚通过专业化集聚释放的劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出三个外部性降低企业污染排放强度的作用机制。

表7-2 产业集聚与企业减排作用机制的第二步检验结果

	$\ln e i$	$\ln e i$	$\ln e i$	$\ln e i$
	(1)	(2)	(3)	(4)
A: 劳动力蓄水池				
$\ln LP \times \ln p_m$	-0.043*** (-5.79)			
$\ln LP \times \ln t f p$		-0.028*** (-5.88)		
$\ln LP \times \ln p t t 1$			-0.005** (-2.10)	
$\ln LP \times \ln p t t 2$				-0.006*** (-2.99)

<sup>15</sup> 需指出的是,本文机制检验模型样本数据存在差异的主要原因是:一方面,测度劳动力蓄水池的劳动力技能结构数据和测度知识溢出的人才比例数据在样本期内仅2004年存在;另一方面,三个集聚外部性和各中间变量用到了不同缺失情况的不同企业指标进行测度。

<sup>16</sup> 本文还补充了可以通过构建中介效应模型进行检验的企业生产率和企业污染处理技术水平的相关内容,结果显示,总体而言,三个集聚外部性确实可以通过改善企业生产率和提升企业污染处理技术水平降低企业污染排放强度。感谢匿名审稿专家提出进一步采用中介效应模型进行机制检验的宝贵意见。

(续表)

	<i>lnei</i>	<i>lnei</i>	<i>lnei</i>	<i>lnei</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>lnp<sub>m</sub></i>	-0.725*** (-3.70)			
<i>ln<sub>t</sub>fp</i>		-0.873*** (-33.78)		
<i>ln<sub>ptt</sub>1</i>			-0.067*** (-9.69)	
<i>ln<sub>ptt</sub>2</i>				-0.054*** (-9.11)
控制变量	是	是	是	是
地区	是	是	是	是
行业	是	是	是	是
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.604	0.625	0.618	0.610
<i>N</i>	32 650	32 383	32 435	32 453
B: 中间投入共享				
<i>lnIS</i> × <i>lnp<sub>m</sub></i>	-0.019** (-2.36)			
<i>lnIS</i> × <i>ln<sub>t</sub>fp</i>		-0.075*** (-11.12)		
<i>lnIS</i> × <i>ln<sub>ptt</sub>1</i>			-0.005* (-1.84)	
<i>lnIS</i> × <i>ln<sub>ptt</sub>2</i>				-0.000 (-0.04)
<i>lnp<sub>m</sub></i>	-0.144*** (-4.86)			
<i>ln<sub>t</sub>fp</i>		-0.796*** (-61.24)		
<i>ln<sub>ptt</sub>1</i>			-0.009*** (-4.88)	
<i>ln<sub>ptt</sub>2</i>				-0.018*** (-12.02)
控制变量	是	是	是	是
企业	是	是	是	是
年份	是	是	是	是
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.546	0.568	0.574	0.568
<i>N</i>	234 165	232 382	205 806	199 330

(续表)

	ln <i>e</i> (1)	ln <i>e</i> (2)	ln <i>e</i> (3)	ln <i>e</i> (4)
C: 知识溢出				
ln <i>KS</i> ×ln <i>p<sub>m</sub></i>	-0.022*** (-2.99)			
ln <i>KS</i> ×ln <i>tfp</i>		-0.019*** (-3.82)		
ln <i>KS</i> ×ln <i>ptt1</i>			-0.005*** (-2.75)	
ln <i>KS</i> ×ln <i>ptt2</i>				-0.007*** (-4.19)
ln <i>p<sub>m</sub></i>	-0.828*** (-3.76)			
ln <i>tfp</i>		-0.802*** (-27.72)		
ln <i>ptt1</i>			-0.081*** (-10.79)	
ln <i>ptt2</i>				-0.066*** (-10.01)
控制变量	是	是	是	是
地区	是	是	是	是
行业	是	是	是	是
R <sup>2</sup>	0.607	0.629	0.622	0.615
N	29 514	29 292	29 318	29 329

注: 除劳动力蓄水池和知识溢出的回归模型不加入地区或行业层面变量外, 控制变量与基准回归同。

## 六、结论与启示

产业集聚与减排一直是区域和环境领域一个被广泛争论的话题, 但尚缺乏微观层面的研究, 而微观企业的“排污-减排”行为如何对产业集聚及其不同模式释放的集聚外部性做出反应是理解宏观层面这一争论话题的关键。本文利用2000—2007年中国企业污染排放和工业企业匹配数据, 从微观视角考察了产业集聚与企业减排之间的关系, 并进一步区分了不同集聚模式的减排效应。研究发现: 产业集聚显著降低了企业污染排放强度, 且这主要是专业化集聚带来的, 多样化集聚对企业减排的影响并不显著。同时, 在加入产业集聚二次项和三次项后并未发现现有宏观数据得到的非线性关系的存在。异

质性分析表明，产业集聚对融资能力较弱、非出口、污染行业和环境规制较强地区企业的减排效应更强。深入集聚外部性，通过专业化集聚释放的劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出三个外部性降低中间品价格、改善企业生产率、提高企业污染处理技术水平是产业集聚实现企业减排的重要机制。总的来说，本文为现阶段中国产业集聚特别是专业化集聚助力污染防治攻坚战提供了微观新证据。

## 参 考 文 献

- [1] Brakman, S., H. Garretsen, and C. Marrewijk, *An Introduction to Geographical Economics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [2] Copeland, B., and M. S. Taylor, "Trade, Growth and the Environment", University of British Columbia, Working Paper, No. 1222, 2005.
- [3] Enrenfeld, J., "Putting the Spotlight on Metaphors and Analogies in Industrial Ecology", *Journal of Industrial Ecology*, 2013, 7 (1), 1-4.
- [4] Eva, J., D. Pavelkova, B. D. Magdalena, and L. Homolka, "The Age of Clusters and Its Influence on Their Activity Preferences", *Technological and Economic Development of Economy*, 2013, 19 (4), 621-637.
- [5] Forslid, R., T. Okubo, and K. H. Ulltveit-Moe, "Why Are Firms That Export Cleaner? International Trade, Abatement and Environmental Emissions", *Journal of Environmental Economics and Management*, 2018, 91 (SEP.), 166-183.
- [6] 韩峰、柯善咨, "追踪我国制造业集聚的空间来源: 基于马歇尔外部性与新经济地理的综合视角", 《管理世界》, 2012年第10期, 第55—70页。
- [7] Helsley, R. W., and W. C. Strange, "Matching and Agglomeration Economics in a System of Cities", *Regional Science and Urban Economics*, 1990, 20 (2), 189-212.
- [8] Holmes, T. J., and J. J. Stevens, "Geographic Concentration and Establishment Scale", *The Review of Economics and Statistics*, 2002, 84 (4), 682-690.
- [9] Hoover, E. M., *Location Theory and the Shoe and Leather Industries*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1937.
- [10] Jofre-Monseny, J., R. Marín-López, and E. Viladecans-Marsal, "The Determinants of Localization and Urbanization Economies: Evidence from the Location of New Firms in Spain", *Journal of Regional Science*, 2014, 54 (2), 313-337.
- [11] 李筱乐, "市场化、工业集聚和环境污染的实证分析", 《统计研究》, 2014年第8期, 第39—45页。
- [12] 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", 《世界经济》, 2014年第7期, 第86—114页。
- [13] Marshall, A., *Principles of Economics*. London: Macmillan, 1890.
- [14] Martin, R., and P. Sunley, "Path Dependence and Regional Economic Evolution", *Journal of Economic Geography*, 2006, 6 (4), 39-437.
- [15] Nunn, N., and D. Puga, "Ruggedness: The Blessing of Bad Geography in Africa", *Review of Economics and Statistics*, 2012, 94 (1), 20-36.
- [16] 彭向、蒋传海, "产业集聚、知识溢出与地区创新——基于中国工业行业的实证检验", 《经济学》

- (季刊), 2011 年第 10 卷第 3 期, 第 913—934 页。
- [17] Rosenthal, S., and W. C. Strange, “The Determinants of Agglomeration”, *Journal of Urban Economics*, 2001, 50 (2), 191-229.
- [18] 邵朝对、苏丹妮, “产业集聚与企业出口国内附加值: GVC 升级的本地化路径”, 《管理世界》, 2019 年第 8 期, 第 9—27 页。
- [19] 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”, 《管理世界》, 2019 年第 1 期, 第 36—60 页。
- [20] 苏丹妮、盛斌、邵朝对、陈帅, “全球价值链、本地化产业集聚与企业生产率的互动效应”, 《经济研究》, 2020 年第 3 期, 第 100—115 页。
- [21] 谢荣辉、原毅军, “产业集聚动态演化的污染减排效应研究——基于中国地级市面板数据的实证检验”, 《经济评论》, 2016 年第 2 期, 第 18—28 页。
- [22] Zeng, D., and L. Zhao, “Pollution Havens and Industrial Agglomeration”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 2009, 58 (2), 141-153.

## Industrial Agglomeration, Agglomeration Externalities and Firm Emission Reduction —New Micro-evidence from China

DANNI SU BIN SHENG\*  
(Nankai University)

**Abstract** This study investigates the influence of industrial agglomeration and its different agglomeration modes on firm emission reduction. The results show that industrial agglomeration significantly reduces firm emission intensity, which is mainly caused by specialized agglomeration. After adding industrial agglomeration's secondary and tertiary items, the non-linear relation obtained from existing macro data is not found. Probing into agglomeration externalities, reducing input price, improving firm productivity, and upgrading firm pollution treatment technology are the important mechanisms of industrial agglomeration to reduce firm emission intensity through the three externalities of labor pooling, input sharing and knowledge spillovers generated by specialized agglomeration.

**Keywords** industrial agglomeration, agglomeration externalities, firm emission reduction

**JEL Classification** O13, R12, D21

---

\* Corresponding Author: Bin Sheng, Research Center of Transnational Corporations, and School of Economics, Nankai University, Tianjin, 300071, China; Tel: 86-22-23501436; E-mail: shengbin@nankai.edu.cn.