

外资进入如何影响企业污染减排?

——基于行业关联角度的分析

潘昌蔚

内容提要:外商投资对于推动中国产业链清洁化具有不容忽视的作用。本文利用1998—2014年中国工业企业数据、中国工业企业污染排放数据以及投入产出表,从行业关联的角度考察外资进入对企业污染排放的影响及其作用机制。研究发现,外资进入不仅降低了同行业企业污染排放,而且通过前后向关联效应降低了上下游企业污染排放水平。机制检验发现,行业内外资进入通过提升同行业企业末端处理水平实现企业污染减排;下游行业外资进入通过改善上游企业能源结构实现企业污染减排;外资进入及其前后向关联效应通过提升研发创新、产品创新从而实现企业污染减排。异质性分析发现,对于高污染密集度、非国有企业,外资进入的污染减排效应更为明显。拓展研究发现,外资进入可以通过行业关联效应降低上下游企业二氧化碳排放强度。本文丰富和拓展了外商投资溢出效应理论,为外资引进稳中提质与实现“十四五”节能减排目标提供了政策启示。

关键词: 外资进入 污染减排 行业关联 溢出效应 能源结构 污染密集度

中图分类号: F062.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-7636(2024)03-0023-20

一、问题提出

在当前全球经济下行、引资竞争激烈的背景下,中国仍是吸引优质外商投资的热土。根据商务部统计,2022年中国实际使用外资超过1.2万亿人民币,同比增长6.3%,其中高技术制造业、高技术服务业引资分别增长49.6%和21.9%,外资结构不断优化。新能源、新材料、高端装备、集成电路等“十四五”规划重点产业的外资项目要素资源优质、带动能力强,是中国在开放环境中实现全球价值链最大化的重要组成部分。外商投资为中国经济社会发展作出了独有且重要的贡献^[1],使中国在参与全球分工的同时,不断吸收先进技术和管理经验,培养大批优秀行业人才,带动相关领域行业技术和管理水平的跃升。

近年来,中国在引进外资时也在考虑其可能产生的环境效应,更加青睐负责任的可持续投资,如环境、社会和公司治理(ESG)投资。2023年联合国贸易与发展会议《世界投资报告》指出,中国是目前世界第5大

收稿日期:2023-09-22;修回日期:2024-01-15

基金项目:研究阐释党的二十大精神国家社会科学基金重大项目“维护多元稳定的国际经济格局和经贸关系研究”(23ZDA057);南开大学文科发展基金项目“制造企业高质量发展路径选择研究”(ZB22BZ0208)

作者简介:潘昌蔚 南开大学经济学院博士研究生,天津,300071。

作者感谢匿名审稿人的评审意见。

太阳能组件项目的投资目的国,该领域的投资将有利于改善国内能源结构和降低污染排放。进入中国的外商投资也会本土企业产生影响^[2],其中竞争效应^[3-4]和溢出效应^[5]是主要表现形式。当外商投资企业环境绩效优于本土企业时,亦会改善地区环境效率^[6]。尽管部分研究认为外商投资存在躲避本国环境监管的产业转移行为^[7-8],但更多研究表明,中国境内的外资企业整体上表现出更加清洁的“污染光环”性质,外资开放可以作为一种规制治理外的减排力量驱动企业污染减排^[9-11]。那么,值得进一步思考的是外资进入能否通过行业关联降低上下游企业污染排放?行业关联情形下外资进入对企业污染减排的作用机制是怎样的?回答上述问题有助于更为深刻地认识外资进入在企业污染减排方面的作用,进一步拓展和完善外商投资溢出效应理论。

与现有文献相比,本文的边际贡献在以下几个方面:第一,在研究视角方面,本文将上下游行业关联引入外资进入的污染减排效应分析,在模型中同时纳入水平、前向、后向三个方向的外资进入指标,以此全面考察外资进入与企业污染减排之间的关系,有助于克服现有文献仅从单一方向考察产生的遗漏变量问题,对于其中下游行业外资进入对上游企业污染减排的影响,现有文献仍较少涉及,本文对相关研究形成补充;第二,在机制分析方面,本文在行业关联的情形下全面分析外资进入对企业污染减排的影响机制,降低仅从单一方向考察而产生的机制遗漏问题,并且由于目前关于下游行业外资进入对上游企业污染减排的机制剖析较为匮乏,本文研究有助于补充相关研究;第三,在政策层面为中国稳中提质的外资政策提供了证据支持,拓展了利用外资引进实现环境保护的有效路径,阐明了以外资引进实现跨行业污染减排的可能性,对实现“十四五”节能减排目标具有一定参考价值。

二、文献回顾与研究假设

(一) 文献回顾

与本文密切相关的共有两类文献,一类是关于外商投资溢出效应的文献^[12-14]。从企业生产率角度,陆等人(Lu et al., 2017)的研究表明外资进入虽然抑制了同行业企业生产率提升,但上下游行业外资进入对企业生产率具有促进作用^[15]。在此基础上,沈等人(Shen et al., 2021)认为外资企业对本土企业的技术溢出效应与生产率差距、吸收能力相关^[16]。从跨国生产和国际贸易角度,毛其淋和许家云(2018)研究发现外资进入水平溢出降低了本土企业出口的国内附加值率,但通过前、后向关联渠道提高了本土企业出口的国内附加值率^[17]。张伟俊等(2023)研究发现外资进入对同行业企业出口规模没有显著影响,对上游行业企业出口规模起抑制作用,对下游行业企业出口规模具有促进作用^[18]。徐乙尹等(2022)研究表明外资进入不仅可以提升同行业企业出口产品质量,而且通过前后向关联效应提升了上下游企业出口产品质量^[19]。此外,外资进入及其行业关联效应对企业劳动成本^[20]、企业间工资差距^[21]有重要影响。

另一类则是关于企业污染排放影响因素的文献。企业污染排放除了与企业自身技术水平^[22]密切相关以外,政府环境规制是最为重要的外生因素。陈等人(Chen et al., 2022)研究发现区域环保督察中心的设立显著促进了企业污染减排^[23]。毛等人(Mao et al., 2023)研究发现《大气污染防治行动计划》的实施降低了受管制企业污染排放^[24]。在其他非规制因素中,许家云等(2022)研究发现政府补贴可以有效降低企业污染排放^[25]。齐等人(Qi et al., 2023)研究发现增值税改革显著降低了试点地区的企业污染排放水平。部分学者也考虑了外商投资对于企业污染排放的影响^[26]。许和连和邓玉萍(2016)采用空间杜宾模型,研究发现外商投资降低了行业污染排放强度并带动行业间策略性减排竞争^[27]。邵朝对等(2021)^[10]、韩超和王震

(2022)^[11]以2002年中国大幅放松外资管制为政策冲击,研究发现外资开放显著降低了企业污染排放。苏丹妮和盛斌(2021)基于服务业对制造业的垂直关联,研究发现服务业外资开放降低了制造业企业污染排放^[9]。田晴和谢娟娟(2023)进一步发现上游服务业和制造业外资开放具有碳减排效应^[28]。

经过文献梳理可以得知,目前关于外资进入及其溢出效应的研究已经颇为完善,现有文献集中于外资进入对于企业生产率、贸易质量以及经营绩效的影响,从企业污染减排角度来看,少量文献探讨上游行业外资开放对下游企业污染排放的影响。本文在已有研究的基础上,基于外商投资溢出效应理论,分析行业关联情形下外资进入对企业污染减排的影响,并深入探讨其中的影响机制。

(二) 研究假设

通过对已有文献的梳理可以得知,外资进入具有鲜明的“污染光环”效应。从行业关联角度,该效应如何影响行业内和行业上下游的其他国内企业?对于行业内企业而言,由于外资企业,清洁生产技术的应用更广泛、成熟,经营和管理的全过程更加注重经济效应与环境效益的统一,在生产同类产品和创造同等产出时污染物排放量更小,对行业内企业具有良好的示范效应。在环境规制逐步趋严的国内政策背景下,示范效应转化为对行业内企业的正向激励,再加之行业内企业的业务范围相仿、技术邻近性强,行业内的其他企业更容易学习、模仿外资清洁技术以及建立负责任的环境态度,从而实现行业内其他企业污染减排。对于上下游企业而言,由于与外资企业建立联系并产生商业合作,经过产品流的传递也会获得污染减排效应。当上游行业外资进入时,因为其提供的中间品具有单位产品污染排放少的更清洁特征,下游其他国内企业接受外资中间品并作为投入要素,生产过程中其他资源要素逐渐向低污染的清洁方向富集^[28],在最终品的生产过程中会产生较少的污染排放。当下游行业外资进入时,由于其自身投入要素具有污染排放少的清洁特征,上游国内其他企业为其提供中间品时,需要遵循清洁规范和环保标准,促使上游企业的生产活动逐渐向低污染和清洁化方向发展,在生产中间品的过程中亦会具备低污染排放的清洁特征。基于上述分析,本文提出如下研究假设。

假设1:外资进入降低了同行业企业污染排放,并通过前后向关联效应降低了上下游企业污染排放。

对于污染排放企业而言,提高末端处理和改善能源结构是降低企业污染排放最直接的技术手段^[29]。在末端处理方面,企业主要采取生产设施末端安装尾气处理装置,提高污染物去除量以实现污染减排,以工业二氧化硫排放为例,通过在生产设施末端加装脱硫设施,吸收和分解废气中的硫化物进而减少对大气的污染。对于行业内企业而言,由于脱硫设施属于生产辅助设施,技术难度相对较低并且不涉及企业主要产品生产的核心技术,对于面临相同污染问题的企业,可以向行业内外资企业学习、借鉴脱硫技术,提高污染物去除量,降低企业污染排放。对于上下游企业而言,与外资建立的产业链联系主要经产品流传导,一方面,脱硫技术属于加装在生产设施末端的辅助技术,难以随中间品向上下游企业进行技术传递;另一方面,对于不同行业的企业而言,可能会面临不同的污染物问题,末端处理的技术应用十分受限,因此阻碍了技术传播,例如处于产业链下游位置的电池制造行业面临水污染(化学需氧量)问题,而其上游从事石墨生产的碳素制品制造业则面临空气污染(二氧化硫)问题。

在能源结构方面,企业主要依靠技术手段减少传统能源消耗,在根源上实现污染减排,以工业二氧化硫排放为例,其主要来源于煤炭等传统能源燃烧。对于行业内企业而言,一方面,煤炭等传统能源消耗量大的企业本身处于产业链偏上游位置,生产下游所需的初级制品如矿冶产品、杂项合成制品等,所需的技术要求不高且很大程度受下游产品需求影响,需要向外资借鉴的工艺技术十分有限;另一方面,中国本身作为传统

能源的消耗大国,能源技术相对成熟,行业内该方面的外资技术的影响力十分有限。对于上下游企业而言,煤炭等传统能源消耗量大的企业自身处于偏上游位置,在其更上游如采掘业等,受国家政策限制等因素,外资进入水平极低且技术要求不高,提供的中间品也大多为资源类,上游行业外资进入对下游企业能源结构的技术影响十分有限;而当下游行业外资进入时,由于其中间品需求具有环保清洁的特征,对上游国内其他企业的技术标准和更高,上游企业在生产中间品的过程中使用清洁能源更多、对传统能源依赖更少,从而在根源上减少了上游企业污染排放。基于上述分析,本文提出如下研究假设。

假设 2:行业内外资进入通过提升同行业企业末端处理水平实现企业污染减排。

假设 3:下游行业外资进入通过改善上游企业能源结构实现企业污染减排。

对于污染排放企业而言,提高研发创新和产品创新则是外资进入影响国内其他企业污染减排较为间接的因素^[11,30]。在研发创新方面,主要是指企业在创新方面提升的经费投入,该部分投入可能用于产品创新、研发人才培养等方面,以改善产品结构或提升运营效率的形式间接降低单位产出的污染排放,也可能应用于绿色生产技术^[10],以生产流程转型升级的形式降低企业污染排放。对于行业内企业而言,由于业务范围、技术运用的邻近性,外资企业的清洁偏向型技术、高效的环境管理系统(例如能量管理系统——EMS)以及优秀的清洁生产理念更容易被国内其他企业接触和吸纳。在此基础上,国内其他企业对其进行模仿借鉴,提升研发投入以进行跟随式创新或自主创新,从而帮助企业降低污染排放。对于上下游企业而言,当上游行业外资进入时,下游企业可以获得具有清洁技术的中间品,下游企业由此可以通过提高研发投入,以逆向工程等方式获得中间品“固化”的清洁技术,从而获得技术外溢提升企业自身清洁生产技术,实现企业污染减排。当下游行业外资进入时,上游企业通过接受外资企业订单而为其提供中间品,由于外资企业所需中间品环保标准更高,可能会向上游企业提供一定的清洁技术许可或技术规范,上游企业提升研发投入以满足产品所需的清洁技术标准,在此过程中上游企业清洁生产技术逐步提升,进而降低企业污染排放。

产品创新主要是指企业采用新技术对旧产品的改进、改造或推出全新产品。当企业选用较为绿色、清洁的技术时,产品会逐渐向较清洁化的绿色产品方向发展^[31],新产品的附加值更高而“副产品”污染物更低,有利于企业污染减排。对于行业内企业而言,外资企业产品生产具有技术水准高和较清洁的特征,同行业公司更容易进行产品模仿和创新,并对自身产品结构进行调整,以较清洁的新产品取代污染较严重的旧产品,从而实现同行业公司污染减排。对于上下游企业而言,当上游行业外资进入时,下游企业可以获得高品质的清洁中间品,有利于下游企业对最终产品的产品结构进行调整,逐步向低排放的绿色产品方向创新,从而实现下游企业污染减排。当下游行业外资进入时,对上游企业高标准的清洁中间品的需求增多,刺激上游企业增加绿色清洁新产品产出,从而实现上游企业污染减排。基于上述分析,本文提出如下研究假设。

假设 4:外资进入及其行业关联效应通过提升研发创新实现企业污染减排。

假设 5:外资进入及其行业关联效应通过提升产品创新实现企业污染减排。

三、模型构建与数据说明

(一) 计量模型

为考察行业关联的情形下外资进入对企业污染排放的影响,借鉴毛其淋和许家云(2018)^[17]的基准模型设定,本文将外资进入三类溢出指标纳入企业污染排放的影响因素模型,具体计量模型设定如下:

$$\ln poll_{ijpt} = \beta_0 + \beta_1 hor_{jt} + \beta_2 for_{jt} + \beta_3 back_{jt} + \beta_4 X_{ijt} + \delta_i + \delta_t + \delta_{pt} + \varepsilon_{ijpt} \quad (1)$$

其中, i 表示企业, j 表示行业, p 表示地区(省份), t 表示时间。 $\ln poll_{ijt}$ 为企业污染排放强度, 本文主要使用二氧化硫排放强度衡量; hor_{jt} 、 for_{jt} 、 $back_{jt}$ 为本文的核心解释变量, 分别表示行业内外资进入水平溢出, 行业间外资进入前向关联、后向关联; X_{ijt} 为一系列影响企业污染排放的控制变量; δ_i 、 δ_t 、 δ_{pt} 分别为企业固定效应、时间固定效应以及省份×时间固定效应; ε_{ijt} 为模型的扰动项。

(二) 指标构建

1. 被解释变量

企业污染排放强度($\ln poll$)。本文借鉴苏丹妮和盛斌(2021)^[9]的方法, 使用单位产出的二氧化硫排放量的对数值衡量, 具体计算方法为:

$$\ln poll_{it} = \ln \frac{SO_2 inten_{it}}{Y_{it}} \quad (2)$$

其中, $SO_2 inten_{it}$ 表示企业 i 在第 t 年的二氧化硫排放量, Y_{it} 表示企业 i 在第 t 年的工业总产值, 本文以1998年为基期的生产价格指数(PPI)对其进行平减处理, 以得到企业实际产出水平。式(2)为企业二氧化硫排放强度, 选取二氧化硫进行指标构建一方面是由中国以煤炭为主的能源结构决定的; 另一方面则是在本文研究的样本期间(1998—2014年)二氧化硫始终是国家节能减排的重点监测目标。

2. 解释变量

外资进入及其关联指标主要包括行业内水平溢出(hor)、行业间前向关联(for)以及行业间后向关联($back$)。本文借鉴诸竹君等(2020)^[32]的做法, 使用企业外商投资占比、工业总产值以及国家统计局发布的《中国投入产出表》的3位数行业投入产出信息进行构建。其中, 对于行业内水平溢出(hor)的计算方法如下:

$$hor_{jt} = \sum_{i \in j} \left(fdi_{it} \times \frac{Y_{it}}{\sum_{i \in j} Y_{it}} \right) \quad (3)$$

其中, fdi_{it} 为企业 i 在 t 年的外商投资比例, 使用港澳台资本和外商资本占总实收资本的份额衡量, 权重为企业 i 在其所在行业 j 的总产值占比。在对其行业内加总后得到外资进入水平溢出指标, 以此反映同行业外资进入对行业内企业影响的水平溢出效应。

在外资进入水平溢出指标的基础上, 结合投入产出表, 本文构建外资进入前向关联(for)和外资进入后向关联($back$)。其中, 对于外资进入前向关联(for)的计算方法如下:

$$for_{jt} = \sum_{k \neq j} \left(hor_{it} \times \frac{input_{jkt}}{\sum_k input_{jkt}} \right) \quad (4)$$

其中, $input_{jkt}$ 表示行业 j 从上游 k 行业获取的中间品, $\sum_k input_{jkt}$ 是 j 行业从上游 k 行业获得的中间品总和, 二者之比即为投入产出表的直接消耗系数。在与外资进入水平溢出指标相乘并对 j 行业的上游 k 行业加总后得到外资进入前向关联指标, 以此反映上游行业外资进入对下游企业影响的前向关联效应。

与前向关联类似, 对于外资进入后向关联($back$)的计算方法如下:

$$back_{jt} = \sum_{b \neq j} \left(hor_{it} \times \frac{output_{jbt}}{\sum_b output_{jbt}} \right) \quad (5)$$

其中, $output_{jbt}$ 表示行业 j 向下游 b 行业出售的中间品, $\sum_b output_{jbt}$ 是行业 j 向下游 b 行业出售的全部

中间品,二者之比即为投入产出表的直接分配系数。在与外资进入水平溢出指标相乘并对行业 j 的下游 b 行业加总后得到外资进入后向关联指标,以此反映下游行业外资进入对上游企业影响的后向关联效应。

3. 控制变量

本文添加如下控制变量:(1)企业年龄(age),本文首先对企业成立年份记录有误的样本进行剔除,再使用当年年份减去企业成立年份加1后取对数衡量,考虑到初创企业(当年成立)的生产经营处于起步阶段,可能未进行产品生产和污染排放,本文对该部分样本进行剔除;(2)企业资产规模($scale$),采用企业总资产的对数值来衡量;(3)企业员工规模($employ$),采用企业从业人数的对数值来衡量企业员工规模;(4)是否出口(ex),本文借鉴梁贺等(2022)^[33]的方法,当企业出口交货值为正,则取值为1,否则取值为0;(5)是否国有(soe),本文借鉴王勇等(2019)^[34]的做法,根据登记注册类型信息将国有企业、国有联营企业、国有与集体联营企业和国有独资公司划分为国有类型, soe 取值为1,其他企业则为非国有类型企业, soe 取值为0;(6)融资约束(SA),本文借鉴哈德洛克和皮尔斯(Hadlock & Pierce, 2010)^[35]的方法,使用企业资产规模和企业年龄两个随时间变化不大却具有强外生性的变量构建 SA 指数: $SA = -0.737 \times scale + 0.043 \times scale^2 - 0.04 \times age$;(7)企业资本密集度($kdes$),本文首先对不符合会计记录标准的部分样本予以剔除,再采用固定资产总值与企业从业人数的比值取对数后衡量;(8)行业集中度(HHI),借鉴毛其淋和钟一鸣(2022)^[36]的方法,采用4位数行业赫芬达尔指数衡量。

(三) 数据说明

本文样本数据主要有以下来源:污染物排放数据来源于中国工业企业污染排放数据库,该数据库涵盖了占各地区污染物排放总量85%的工业企业,记录了各类主要工业污染物排放指标,以此用于测算本文被解释变量企业污染排放强度。解释变量和控制变量数据来源于中国工业企业数据库,该数据库统计了中国规模以上工业企业的特征信息。对于以上数据库,本文借鉴吕越等(2023)^[30]的做法进行匹配处理,按照于(Yu, 2015)^[37]确立的原则对异常样本进行剔除,最终得到1998—2014年的合并数据集。对于2008—2010年数据质量较差的时段,本文参考苏丹妮和盛斌(2021)^[9]的做法予以剔除。在计算外资进入的上下游关联指标时,投入产出数据来自2002年、2007年以及2012年国家统计局发布的《中国投入产出表》,本文参考诸竹君等(2020)^[32]的做法按3位数行业类别计算直接消耗系数和直接分配系数,分别对应于本文样本时段的1998—2004年、2005—2009年以及2010—2014年。表1为主要变量描述性统计。

表1 主要变量描述性统计

变量名	变量含义	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
$lnpoll$	二氧化硫排放强度	485 333	-3.742 6	4.706 9	-24.098 8	13.281 8
hor	外资进入水平溢出	674 924	0.187 0	0.153 2	0.000 0	0.967 8
for	外资进入前向关联	674 924	0.094 9	0.067 0	0.000 0	0.578 3
$back$	外资进入后向关联	674 767	0.091 5	0.090 2	0.000 0	0.800 9
age	企业年龄	674 909	2.376 0	0.792 9	0.693 1	4.804 0
$scale$	企业资产规模	674 904	11.106 7	1.635 0	2.890 4	19.843 5
$employ$	企业员工规模	669 183	5.662 4	1.124 5	2.079 4	12.371 7
ex	是否出口	674 924	0.420 2	0.493 6	0.000 0	1.000 0

表1(续)

变量名	变量含义	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
soe	是否国有	674 924	0.111 3	0.314 5	0.000 0	1.000 0
SA	融资约束	674 889	-2.861 3	0.436 6	-3.344 4	-0.002 6
kdes	资本密集度	669 170	4.301 1	1.403 5	-4.983 6	14.503 2
HHI	行业集中度	674 880	0.001 2	0.020 4	0.000 0	1.000 0

(四) 典型事实

1. 污染排放强度差异

在本部分借鉴罗长远和司春晓(2020)^[38]的研究,按照登记注册类型界定外资企业,采取与本文被解释变量相同的方法构建企业化学需氧量排放强度,对外资企业与国内其他企业的平均污染排放强度进行比较。图1为外资企业与国内其他企业的平均污染排放强度,可以看出外资企业二氧化硫、化学需氧量排放强度分别为-5.490 0、-6.470 7,国内其他企业二氧化硫、化学需氧量排放强度分别为-3.468 1、-5.183 9,外资企业均明显低于国内其他企业。原因可能在于外资企业拥有更绿色、清洁的生产技术和更优质、高效的管理模式,因此,外资企业具备向国内其他企业污染减排外溢的可能性。

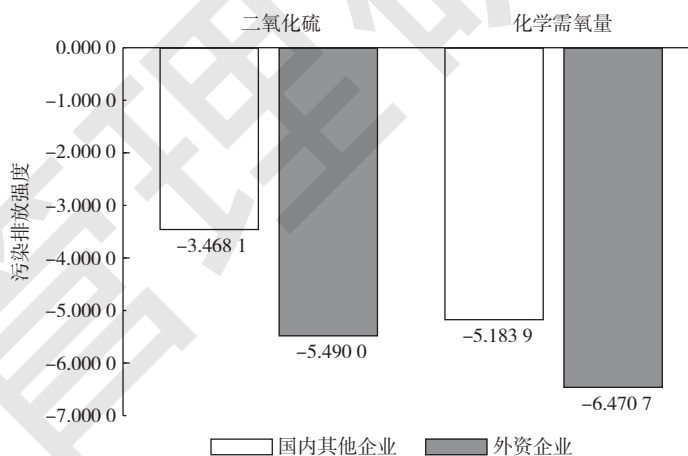


图1 外资企业与国内其他企业的平均污染排放强度

2. 污染治理技术差距

本部分以工业二氧化硫的末端处理技术为例,进一步比较二者的污染治理技术差距。本文根据脱硫设施数、脱硫设施脱硫能力,分别计算外资企业和国内其他企业的二氧化硫的末端处理技术的均值水平。图2为外资企业与国内其他企业的二氧化硫治理技术水平,可以发现外资企业的平均脱硫设施数为0.546 5套,平均脱硫设施脱硫能力为0.337 1吨/每小时,国内其他企业的平均脱硫设施数为0.373 6套,平均脱硫设施脱硫能力为0.196 8吨/每小时。

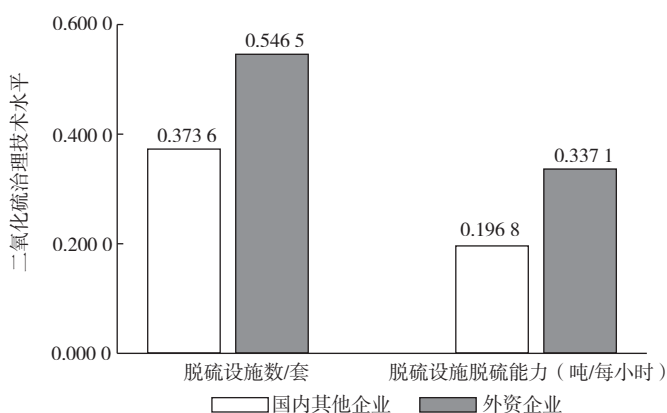


图2 外资企业与国内其他企业的二氧化硫治理技术均值

由此可见,在脱硫设施的数量、脱硫能力方面,外资企业均高于国内其他企业,说明外资企业具有更强的二氧化硫治理技术和治理能力,更容易实现污染物排放的环保合规,相关的技术规

范和标准可以供国内其他企业进行学习和模仿,从而降低国内其他企业的污染排放水平。

3. 外资进入的行业特征

表2为外资进入的行业特征。外资进入的前10位行业呈现低排放、较清洁的特征,其中电子元件制造、电子器件制造、电子计算机制造、其他电子设备制造业、家用视听设备制造业属于高技术制造业^①。外资进入为0的行业共包含8个行业,这些行业呈现较高排放和受政策限制强的特征,其中黑色金属矿采选业属于污染型行业,而铁路运输设备制造业、潜水救捞及其他未列明运输设备制造业、专用仪器仪表制造业、水的生产与供应业则是外资准入限制的结果。由以上特征事实可以得知,外资进入的行业具有较清洁、低污染的特征,与国内其他企业建立起的产业链联系有利于资源向清洁要素富集,因此,外资进入具备向行业间其他企业污染减排外溢的可能性,实现上下游企业污染减排。

表2 外资进入的行业特征

类型	行业名称
外资进入前10位行业	电子计算机制造业(0.7884)、玩具制造业(0.7181)、电子元件制造业(0.7077)、体育用品制造业(0.6720)、电子器件制造业(0.6384)、其他电器机械及器材制造业(0.6298)、文化和办公用机械制造业(0.6264)、家用视听设备制造业(0.6158)、其他电子设备制造业(0.6085)、软饮料制造业(0.5796)
外资进入为0的行业	石油与天然气开采业(0)、黑色金属矿采选业(0)、其他采矿业(0)、精炼石油产业制造(0)、铁路运输设备制造业(0)、潜水救捞及其他未列明运输设备制造业(0)、专用仪器仪表制造业(0)、水的生产与供应业(0)

注:括号内为该行业外资进入水平溢出。

四、实证结果及分析

(一) 基准回归结果

为考察行业关联情形下外资进入对企业污染排放的影响,本文根据式(1)的设定,依次添加三类外资进入指标进行回归分析。在表3列(1)—列(3)中,外资进入水平溢出(*hor*)、外资进入前向关联(*for*)以及外资进入后向关联(*back*)的估计系数均显著为负,说明外资进入不仅降低了同行业企业污染排放,而且通过行业关联效应降低了上下游企业的污染排放。列(4)同时引入三类外资进入指标,核心变量估计系数较为稳健,同行业和前后向外资进入比例每增加10%,分别导致企业污染排放降低1.478%、5.015%、1.315%,外资进入的前向关联的污染减排作用超过了水平溢出和后向关联效应。综上可知,外资进入及其前后向关联效应可以降低企业污染排放,初步验证了假设1。

表3 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>hor</i>	-0.1170*** (0.0341)			-0.1478*** (0.0342)
<i>for</i>		-0.5899*** (0.0516)		-0.5015*** (0.0573)

^① 参考标准为2013年国家统计局发布的《高技术产业(制造业)分类》。

表3(续)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>back</i>			-0.244 8*** (0.028 7)	-0.131 5*** (0.031 9)
<i>age</i>	-0.011 1 (0.010 1)	-0.010 8 (0.010 1)	-0.011 1 (0.010 1)	-0.010 8 (0.010 1)
<i>scale</i>	-0.245 2*** (0.008 8)	-0.244 7*** (0.008 8)	-0.245 5*** (0.008 8)	-0.245 7*** (0.008 8)
<i>employ</i>	-0.155 6*** (0.006 2)	-0.156 7*** (0.006 2)	-0.155 9*** (0.006 2)	-0.157 1*** (0.006 2)
<i>ex</i>	-0.052 2*** (0.006 9)	-0.051 9*** (0.006 9)	-0.052 6*** (0.006 9)	-0.051 0*** (0.006 9)
<i>soe</i>	0.091 7*** (0.015 9)	0.091 4*** (0.015 9)	0.092 3*** (0.015 9)	0.090 7*** (0.015 9)
<i>SA</i>	-0.325 8*** (0.027 3)	-0.321 8*** (0.027 2)	-0.326 4*** (0.027 2)	-0.317 6*** (0.027 3)
<i>kdes</i>	-0.013 5*** (0.004 2)	-0.013 9*** (0.004 2)	-0.013 6*** (0.004 2)	-0.013 7*** (0.004 2)
<i>HHI</i>	-0.164 0 (0.183 1)	-0.196 5 (0.182 8)	-0.181 9 (0.112 7)	-0.190 5 (0.182 8)
常数项	-0.822 6*** (0.152 3)	-0.775 0*** (0.152 1)	-0.817 2*** (0.152 0)	-0.721 6*** (0.152 5)
企业固定效应	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制
省份×时间固定效应	控制	控制	控制	控制
样本量	450 820	450 820	450 741	450 741
R^2	0.965 5	0.965 5	0.965 5	0.965 5

注：*、**和***分别表示在10%、5%和1%水平上显著，括号内为聚类到企业层面的标准误。后表同。

从控制变量结果来看,企业资产规模(*scale*)和企业员工规模(*employ*)的估计系数在1%水平显著为负,说明提升企业规模有助于企业污染减排,原因在于规模较大的企业可以更为集中高效地利用资源,污染排放强度较低。企业是否出口(*ex*)的估计系数在1%水平显著为负,说明出口企业有更低的污染排放强度,原因在于出口企业的生产率门槛更高,相较于非出口企业污染排放强度更低^[39]。企业是否国有(*soe*)的估计系数在1%水平显著为正,相比于非国有企业,国有企业污染排放强度更高,这与国有企业在钢铁、材料等重型工业行业比重较高有关。融资约束(*SA*)的估计系数在1%水平显著为负,说明企业资

金压力的缓解有利于革新生产工艺,是提升清洁生产的内生动力^[40]。企业资本密集度(*kdes*)的估计系数在1%水平显著为负,可能原因在于资本密集型企业大多处于工业价值链中高端位置,产品附加值高、污染排放低^[30]。企业年龄(*age*)、行业集中度(*HHI*)的估计系数不显著,说明二者可能并不是影响企业污染排放的因素。

(二) 稳健性检验

1. 排除外资企业、出口额的干扰

考虑到外资企业自身拥有较高的生产标准、绿色技术,样本中的外资企业会对基准回归的估计结果造成一定偏误,本部分对其进行剔除后重新估计。表4列(1)—列(4)为剔除外资企业的估计结果,可以看出主要解释变量的估计系数均显著为负,说明在排除外资企业自身因素后,外资进入及其前后向关联效应可以有效降低企业污染排放。另外,由于企业总产出中出口部分与本土企业不存在产品流联系^[21],本文对出口企业产出中的出口部分剔除后重新估计。表4列(5)—列(8)为剔除企业总产出中出口额的估计结果,可以看出主要解释变量的估计系数均显著为负,说明在排除企业出口额的干扰因素后,外资进入及其前后向关联效应可以有效降低企业污染排放水平。以上估计结果验证了基准回归结果的可靠性。

表4 排除外资企业、出口额的回归结果

变量	剔除外资企业				剔除出口额			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>hor</i>	-0.0203*** (0.0054)			-0.0199*** (0.0053)	-0.1076*** (0.0547)			-0.1040*** (0.0549)
<i>for</i>		-0.7531*** (0.0580)		-0.6615*** (0.0644)		-0.5005*** (0.0894)		-0.3762*** (0.1237)
<i>back</i>			-0.2730*** (0.0313)	-0.1209*** (0.0348)			-0.1996*** (0.0393)	-0.0916*** (0.0545)
样本量	310269	310269	310198	310198	450820	450820	450741	450741
R^2	0.9655	0.9655	0.9655	0.9655	0.9699	0.9699	0.9699	0.9699

注:对控制变量、企业固定效应、时间固定效应和省份×时间固定效应都进行了控制。后表同。

2. 替换污染物

为更加全面地刻画企业污染排放,本部分借鉴梁贺等(2022)^[33]的做法,选取数据记录较为完整的化学需氧量、烟尘排放量,根据式(2)的计算方法重新构建企业污染排放强度指标,即化学需氧量排放强度($\ln COD$)、烟尘排放强度($\ln Smoke$)。表5为替换污染物的回归结果,列(1)—列(4)的被解释变量为化学需氧量排放强度($\ln COD$),列(5)—列(8)的被解释变量为烟尘排放强度($\ln Smoke$)。可以看出主要解释变量的估计系数均满足至少在10%水平显著为负,说明在更换不同污染物的情况下,外资进入及其前后向关联效应可以有效降低企业污染排放水平。以上结果进一步证实了基准回归结果的稳健性。

表 5 替换污染物的回归结果

变量	lnCOD				lnSmoke			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>hor</i>	-0.1009*** (0.0331)			-0.1124*** (0.0332)	-0.1105** (0.0689)			-0.1347** (0.0693)
<i>for</i>		-0.3493*** (0.0479)		-0.3127*** (0.0547)		-0.5014*** (0.1195)		-0.4230*** (0.1240)
<i>back</i>			-0.1427*** (0.0297)	-0.0562* (0.0339)			-0.1909*** (0.0519)	-0.1277** (0.0535)
样本量	456357	456357	456261	456261	270110	270110	270037	270037
R^2	0.9544	0.9544	0.9544	0.9544	0.8681	0.8681	0.8681	0.8681

3. 更换产出指标

本部分通过替换产出指标,对本文核心变量进行重构。在解释变量构造方面,本文使用工业销售产值作为权重,重新构建外资进入及其前后向关联指标;在被解释变量构造方面,与卜文超和盛丹(2022)^[41]相一致,同样选择工业销售产值构建二氧化硫排放强度指标。表6为替换产出指标的回归结果,列(1)—列(4)为替换解释变量的回归结果,列(5)—列(8)为替换被解释变量的回归结果,主要解释变量估计系数的显著性、符号方向并未发生明显变化,说明在更换产出指标的情况下,外资进入及其前后向关联效应可以有效降低企业污染排放,进一步验证了前文结果的稳健性。

表 6 替换产出指标的回归结果

变量	替换解释变量				替换被解释变量			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>hor</i>	-0.1446*** (0.0305)			-0.1528*** (0.0325)	-0.0990** (0.0450)			-0.1311*** (0.0452)
<i>for</i>		-0.3838*** (0.0491)		-0.3676*** (0.0614)		-0.6053*** (0.0715)		-0.5187*** (0.0773)
<i>back</i>			-0.1440*** (0.0279)	-0.0106** (0.0051)			-0.2466*** (0.0356)	-0.1278*** (0.0383)
样本量	450997	450997	450997	450997	450851	450851	450772	450772
R^2	0.9521	0.9521	0.9521	0.9521	0.9657	0.9657	0.9657	0.9657

4. 工具变量法

本文中外资进入及其前后向关联指标为3位数行业层面,在目前绝大多数研究中将其视为较为外生的因素,出现反向因果的内生问题可能性较低,但考虑到可能存在的遗漏变量问题和测度误差,本文依然采用

工具变量法进行检验。本部分借鉴严兵和程敏(2022)^[42]的研究,利用国务院发布的《外商投资产业指导目录》(以下简称《目录》)的调整,构建外资进入的工具变量。在本文的样本期间,共经历过2002年、2004年、2007年、2011年共计4次调整。本部分选取1998—2007年样本,以2002年中国“入世”的外资开放调整作为外生冲击^①,将受冲击后开放度提升的4位数行业内的企业作为处理组,记为 $fdi_{iv} = 1$,其他行业内的企业作为对照组,记为 $fdi_{iv} = 0$,根据本文中的外资进入水平溢出及其前后向关联指标的构建方法,分别构建工具变量 hor_{iv} 、 for_{iv} 、 $back_{iv}$ 。

表7为工具变量法的回归结果。从两阶段最小二乘(2SLS)法的第一阶段回归结果可以看出工具变量的估计系数显著为正,说明“入世”外资开放调整对外资进入的水平溢出、前向关联、后向关联均具有促进作用,Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量均大于10%统计水平的临界值16.38,拒绝工具变量弱识别的原假设,说明工具变量选择具有合理性。2SLS法第二阶段回归结果表明,核心变量的估计系数至少在5%水平上显著为负,说明在控制可能存在的内生性问题下,外资进入及其前后向关联效应可以降低企业污染排放,进一步验证了假设1的稳健性。

表7 工具变量法回归结果

变量	第一阶段			第二阶段		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
hor_{iv}	0.0323*** (0.0019)					
for_{iv}		0.1405*** (0.0080)				
$back_{iv}$			0.3421*** (0.0110)			
hor				-4.1078*** (0.9305)		
for					-1.4058** (0.6569)	
$back$						-0.4213** (0.2248)
Kleibergen-Paap rk Wald F	280.167 [16.38]	311.695 [16.38]	963.685 [16.38]			
样本量	297663	297663	297584	297663	297663	297584

注:列(1)—列(3)的被解释变量分别为 hor 、 for 、 $back$,列(4)—列(6)的被解释变量均为 $lnpoll$ 。中括号内数值为Stock-Yogo检验在10%统计水平的临界值。

① 由于在2002年《目录》的基础上,2004年仅做了微调,故不再考虑。

(三) 机制检验

1. 末端治理和能源结构

为考察外资进入及其前后向关联对企业污染减排的影响机制,本文借鉴江艇(2022)^[43]的检验方法进行机制检验。在末端处理指标构建方面,本文借鉴苏丹妮和盛斌(2021)^[9]的方法,采用企业脱硫设施数的对数值(*lnfac*)衡量。表8列(1)—列(4)为机制检验中末端处理的回归结果,从中可以看出,外资进入水平溢出(*hor*)的估计系数在5%水平上显著为正,说明外资进入提升了行业内企业末端处理水平。可能的原因在于末端处理技术属于相对成熟且掌握难度较低的生产辅助技术,更容易被行业内企业学习模仿,外资进入国内市场后其清洁高效的末端处理技术可以起到良好的“示范作用”,同行业公司借鉴该技术并提升企业末端处理水平,从而降低了企业污染排放。外资进入前向关联(*for*)以及外资进入后向关联(*back*)的估计系数不显著,说明外资进入对上下游企业的末端处理水平无明显影响,可能的原因在于一方面末端处理技术作为加装在生产设施尾部的辅助技术,不易沿产品流向行业间进行传递,另一方面可能是不同行业之间面临不同的污染物问题,相互借鉴末端处理技术的可能性较小。以上结果验证了本文的假设2。

在能源结构的指标构建方面,本文借鉴卜文超和盛丹(2022)^[41]的方法,使用煤炭消耗量与工业总产值比值的对数衡量。表8列(5)—列(8)为机制检验中能源结构的回归结果,从结果中可以看出,外资进入后向关联(*back*)的估计系数在1%水平上显著为负,说明下游行业外资进入降低了上游企业单位产出的煤炭消耗量,改善了上游企业的能源结构。原因可能在于对煤炭等传统能源的依赖程度较高的企业大多位于产业链上游,以原材料的生产为主,当下游行业外资进入后,由于其对中间品需求具有较清洁的特征,上游企业接受外资订单后生产较清洁中间品时,通过遵循外资制定的技术规范或技术许可,减少了对传统能源的消耗,从而降低了企业污染排放。外资进入水平溢出(*hor*)的估计系数不显著,说明外资进入对行业内企业能源结构无明显影响,原因可能在于一方面在煤炭消耗较多的传统行业可供借鉴的外资技术较少,另一方面中国作为煤炭消耗大国,企业能源技术相对较成熟,煤炭消耗的多寡更多取决于下游行业的需求。外资进入前向关联(*for*)的估计系数不显著,说明上游行业外资进入对下游企业能源结构无明显影响,原因可能在于产业链下游的企业更多是对产品的深加工,更加接近消费市场,企业自身对煤炭等初级原料的消耗并不高,因此在能源结构方面不易受上游外资的影响。以上结果验证了本文的假设3。

表8 机制检验(末端处理、能源结构)回归结果

变量	<i>lnfac</i>				<i>lncoal</i>			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>hor</i>	0.112 0**			0.116 7**	-0.031 3			-0.025 5
	(0.056 1)			(0.056 5)	(0.055 8)			(0.056 2)
<i>for</i>		0.018 2		0.035 1		-0.078 6		0.124 0
		(0.090 2)		(0.092 7)		(0.091 7)		(0.093 5)
<i>back</i>			-0.012 0	-0.013 7			-0.062 8***	-0.078 5***
			(0.042 1)	(0.043 3)			(0.036 8)	(0.037 4)

表8(续)

变量	lnfac				lncoal			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
样本量	42 562	42 562	42 546	42 546	201 983	201 983	201 919	201 919
R ²	0.900 8	0.900 8	0.900 8	0.900 8	0.940 7	0.940 7	0.940 7	0.940 7

2. 研发创新和产品创新

从前文理论分析中可知,外资进入国内市场后可以通过提高研发强度、提升产品创新等较为间接的方式影响企业污染减排。在研发强度指标构建方面,本文借鉴吕越等(2023)^[30]的做法,使用企业无形资产增量与企业总资产的比值作为研发强度的代理变量。表9列(1)—列(4)为机制检验中研发创新的回归结果,从结果中可以看出,外资进入水平溢出(*hor*)的估计系数显著为正,说明外资进入提升了行业内企业研发创新水平,可能的原因在于外资进入国内市场后,同行业国内其他企业对外资企业清洁技术进行模仿、引用,形成跟进式创新或自主创新,提升企业研发投入,以重塑生产方式或转型升级的形式实现企业污染减排。外资进入前向关联(*for*)的估计系数显著为正,说明上游行业外资进入提升下游企业研发创新水平,可能的原因在于上游行业外资进入后,下游企业可以得到具有清洁技术的中间品,再通过提高研发投入获得中间品“固化”的清洁技术,提升了企业自身清洁技术水平,从而实现企业污染减排。外资进入后向关联(*back*)的估计系数显著为正,说明下游行业外资进入提升上游企业研发创新水平,可能的原因在于由于下游外资企业所需中间品技术水平、环保标准更高,上游企业通过提高研发投入适应其技术要求,从而实现自身清洁技术提升并实现企业污染减排。以上结果验证了本文的假设4。

在产品创新指标构建方面,本文使用企业新产品产值(*lnnew*)作为代理变量。表9列(5)—列(8)为机制检验中产品创新的回归结果,从结果中可以看出,外资进入水平溢出(*hor*)的估计系数显著为正,说明外资进入提升了行业内企业产品创新水平,可能的原因在于外资进入国内市场后,同行业企业对其清洁产品模仿,提高自身产品创新水平,以较清洁的新产品取代污染较严重的旧产品,从而实现同行业企业污染减排。外资进入前向关联(*for*)的估计系数显著为正,说明上游行业外资进入提升下游企业产品创新水平,可能的原因在于上游行业外资进入时,下游企业可以获得高品质的清洁中间品,有利于下游企业在最终品生产时向低排放的绿色产品方向创新,从而实现下游企业污染减排。外资进入后向关联(*back*)的估计系数显著为正,说明下游行业外资进入提升上游企业产品创新水平,可能的原因在于下游行业外资进入对上游企业高标准的清洁中间品的需求增多,刺激上游企业增加绿色清洁新产品产出,从而实现上游企业污染减排。以上结果验证了本文的假设5。

表9 机制检验(研发创新、产品创新)回归结果

变量	<i>rd</i>				<i>lnnew</i>			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>hor</i>	1.257 2*** (0.196 9)			1.192 1*** (0.198 4)	0.155 9* (0.085 4)			0.239 7*** (0.085 7)
<i>for</i>		0.063 8* (0.033 7)		0.062 5* (0.033 6)		1.230 3*** (0.139 8)		0.892 8*** (0.171 3)

表9(续)

变量	rd				lnnew			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>back</i>			1.0363*** (0.2658)	0.0477** (0.0212)			0.7226*** (0.0894)	0.4147*** (0.1095)
样本量	144555	144555	144527	144527	46418	46418	46412	46412
R^2	0.2571	0.2571	0.2571	0.2571	0.9189	0.9189	0.9189	0.9189

(四) 异质性分析

1. 污染密集度

考虑到不同行业类型的企业在生产方式、产品种类方面有很大差异,导致污染排放密集度存在较大差距,外资进入对企业污染排放的影响亦会有差异。本文借鉴史贝贝等(2019)^[44]的界定标准,按照企业所在的4位数行业划分为污染型行业、清洁型行业,以此考察外资进入对不同污染密集度类型企业的异质性影响。表10为污染密集度异质性回归结果,列(1)—列(4)为污染型行业样本,主要解释变量的估计系数至少在5%水平上显著为负,说明无论产业链何种位置的外资进入,都有利于污染型企业污染减排。列(5)—列(8)为清洁型行业样本,外资进入水平溢出(*hor*)、外资进入前向关联(*for*)在1%水平上显著为负,而外资进入后向关联(*back*)的估计系数至少在1%水平上显著为正,并且估计系数绝对值低于水平溢出和前向关联,可能原因在于即使是行业特性较清洁且排放较少的清洁型行业,下游行业外资进入对上游企业的原材料需求无法避免地推高了其污染排放水平,但整体而言,外资进入依然降低了清洁行业企业的污染排放。综合上述结果,外资进入对上述两类污染密集度不同的企业都具有明显的污染减排效应,但对污染型行业的污染减排效应大于清洁型行业。

表10 污染密集度异质性回归结果

变量	污染型行业				清洁型行业			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>hor</i>	-0.0127** (0.0056)			-0.1146** (0.0539)	-0.3735*** (0.0490)			-0.3603*** (0.0491)
<i>for</i>		-0.8293*** (0.0998)		-0.5127*** (0.1095)		-0.3368*** (0.0688)		-0.5835*** (0.0801)
<i>back</i>			-0.4184*** (0.0396)	-0.3429*** (0.0432)			0.1271** (0.0461)	0.3026*** (0.0537)
样本量	240452	240452	240452	240452	204904	204904	204826	204826
R^2	0.9642	0.9642	0.9642	0.9642	0.9678	0.9678	0.9678	0.9678

2. 所有制差异

考虑到不同所有制企业所面临的经营环境不同,体制内与体制外的差异可能导致企业对外资进入技术

溢出的吸收能力有所不同^[19],从而在企业污染减排方面的表现存在差异。本部分根据前文中关于企业所有制类型的划分,将样本划分为国有企业和非国有企业,以此考察外资进入对不同所有制企业的异质性影响。表 11 为所有制异质性回归结果,列(1)—列(4)为国有企业样本,列(5)—列(8)为非国有制企业样本,主要解释变量的估计系数均显著为负,说明外资进入及其关联效应可以有效降低两类不同所有制企业的污染排放强度。对列(4)和列(8)估计系数的绝对值、显著性进行比较来看,无论是行业内还是行业间,外资进入对非国有制企业污染减排效应要优于国有企业,原因可能在于非国有企业市场化参与程度更高,与外资企业在技术交流、产业链联系等方面更为密切,因此外资进入可以发挥更好的污染减排效果。对于国有企业而言,由于其与外资企业的产业链联系较弱,再加之受国家政策扶持较多且技术标准较为固定,因此在污染减排方面受外资进入的影响较小。综合上述结果,外资进入对企业污染减排的影响具有明显的所有制异质性,对非国有制企业的污染减排效应高于国有制企业。

表 11 所有制异质性回归结果

变量	国有企业				非国有企业			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>hor</i>	-0.037 3** (0.016 9)			-0.035 9** (0.016 9)	-0.139 2*** (0.035 5)			-0.174 3*** (0.035 6)
<i>for</i>		-0.353 0*** (0.034 8)		-0.353 5*** (0.034 8)		-0.571 8*** (0.052 9)		-0.466 8*** (0.058 6)
<i>back</i>			-0.035 7** (0.016 9)	-0.036 9** (0.016 9)			-0.260 9*** (0.029 3)	-0.160 9*** (0.032 5)
样本量	52 685	52 685	52 683	52 683	396 367	396 367	396 290	396 290
<i>R</i> ²	0.926 0	0.926 0	0.926 0	0.926 0	0.968 5	0.968 5	0.968 5	0.968 5

(五) 拓展研究:碳减排效应

前文分析表明外资进入及其行业关联效应可以有效降低企业的二氧化硫排放强度。那么,外资进入是否具有碳减排效应? 外资进入能否通过行业关联效应降低上下游企业碳排放? 回答上述问题对于助力实现中国“双碳”目标具有现实意义。由于中国工业企业污染数据库未收录二氧化碳排放数据,本文借鉴佟家栋和赵思佳(2023)^[45]的方法,利用企业层面煤炭、柴油、燃料油(重油)、天然气的能源消耗数据对二氧化碳排放强度进行估算,具体计算公式如下:

$$\ln CO2 = \ln \frac{\sum_k e_{ikt} f c_k o_k \frac{44}{12}}{Y_{it}} \tag{6}$$

其中, e_{ikt} 为企业 i 第 t 年对 k 种能源的消费量, f 为标准煤低位发热量, c_k 为 k 种能源的碳排放系数, o_k 为 k 种能源的氧化率, $44/12$ 为二氧化碳与碳元素分子量之比, Y_{it} 为工业总产值。

表 12 为碳减排效应的回归结果,在列(1)—列(3)中,外资进入水平溢出(*hor*)的估计系数不显著,外资进入前向关联(*for*)、外资进入后向关联(*back*)的估计系数均显著为负,说明外资进入对同行

业企业二氧化碳排放强度没有明显影响,但通过行业关联效应降低了上下游企业的二氧化碳排放强度。列(4)同时引入三类外资进入指标,可以发现前向和后向外资进入比例每增加10%,分别导致企业二氧化碳排放降低3.703%、0.754%。外资进入对碳减排的影响主要发生在上下游行业间,原因可能在于:样本期间(1998—2014年),无论外资企业还是国内其他企业,此时在减排方面的关注点主要在于工业污染物的排放,对碳排放以及气候变化问题的关注度还不充足,行业内可供借鉴的技术十分有限。在行业间,由于上下游外资进入对中间品供给和需求有较清洁的特征,产生了与前文中污染减排效应类似的碳减排效应。以上研究结果表明,外商投资对于中国参与全球气候治理具有积极意义,并且有利于中国实现“双碳”目标。

表 12 碳减排效应回归结果

变量	lnCO ₂			
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>hor</i>	-0.042 4 (0.069 6)			-0.071 9 (0.070 1)
<i>for</i>		-0.402 7*** (0.100 8)		-0.370 3*** (0.101 8)
<i>back</i>			-0.114 9*** (0.038 5)	-0.075 4** (0.038 6)
样本量	152 576	152 576	152 561	152 561
<i>R</i> ²	0.947 9	0.948 0	0.948 0	0.948 0

五、结论与启示

(一) 研究结论

目前,为推进中国产业减污、扩绿以及高质量增长,企业减排降污仍然是中央政府较为关切的问题。本文基于行业关联视角,利用1998—2014年中国工业企业数据库、中国工业企业污染排放数据库以及投入产出表,实证研究了行业层面外资进入对企业污染减排的影响及其作用机制。

本文主要研究结论如下:第一,外资进入不仅降低了同行业企业污染排放,而且通过前后向关联效应降低了上下游企业污染排放,这一结果在考虑排除外资企业以及出口额的干扰、替换污染物、替换产出指标以及使用工具变量法克服内生性后依然成立;第二,机制检验发现,行业内外资进入通过提升同行业企业末端处理水平实现企业污染减排,下游行业外资进入通过改善上游企业能源结构实现企业污染减排,外资进入及其前后向关联效应通过提升研发创新、产品创新从而实现企业污染减排;第三,异质性分析发现,对于高污染密集度、非国有企业,外资进入的污染减排效应更为明显;第四,拓展研究发现,外资进入对同行业企业二氧化碳排放强度没有影响,但通过行业关联效应降低了上下游企业的二氧化碳排放强度。

(二) 政策启示

结合研究得出的结论,本文提出如下政策建议:第一,在坚持稳定外资存量基础上,不断提升引资质量。从节能减排与环境保护角度来看,地方政府应注意到优质外资拥有要素使用和产品产出更清洁的特质,在稳住外资基本盘的基础上,优化外资结构并引导外资流向绿色、清洁产业,推动全产业链绿色化进程,以高质量外资助力“十四五”减排目标的实现。同时,地方政府应当为来自环境标准更严格国家的外资企业提供政策扶持,保障其在华投资的合法权益,为留住高质量外资创造良好的营商环境。第二,鼓励国内其他企业在清洁生产、绿色低碳管理等领域与外资企业进行交流与合作,学习外资企业清洁生产技术以及汲取低碳管理经验。一方面,国内污染密集型企业以及与外资企业产业链联系尚不密切的国有企业,仍然存在污染治理技术的提升空间,地方政府应鼓励和支持外资企业在华建立清洁能源技术研发中心,促进清洁生产技术的联合创新与示范应用。另一方面,外资企业在绿色低碳管理方面经验丰富,拥有更多成功范例,国内其他企业需要向其学习并将前沿管理方法置于优先级别,加强企业生产环节的碳盘查、碳评估,明确企业生产中的高碳排放环节,以此制定详尽的碳管理计划,树立企业的环保形象,实现可持续发展以及更好地适应低碳发展趋势。

参考文献:

- [1]江小涓,孟丽君.内循环为主、外循环赋能与更高水平双循环——国际经验与中国实践[J].管理世界,2021,37(1):1-19.
- [2]JIN B, GARCÍA F, SALOMON R. Inward foreign direct investment and local firm innovation; the moderating role of technological capabilities[J]. *Journal of International Business Studies*, 2019, 50(5): 847-855.
- [3]李磊,王小洁,孙浦阳.外资进入、竞争与性别就业差异[J].财经研究,2016,42(11):73-85.
- [4]HA V, HOLMES M J, TRAN T Q. Does foreign investment crowd in domestic investment? Evidence from Vietnam[J]. *International Economics*, 2022, 171: 18-29.
- [5]YUE W. Foreign direct investment and the innovation performance of local enterprises[J]. *Humanities and Social Sciences Communications*, 2022, 9: 252.
- [6]GAO X, ZHANG W. Foreign investment, innovation capacity and environmental efficiency in China[J]. *Mathematical and Computer Modelling*, 2013, 58(5/6): 1040-1046.
- [7]CAI X Q, LU Y, WU M Q, et al. Does environmental regulation drive away inbound foreign direct investment? Evidence from a quasi-natural experiment in China[J]. *Journal of Development Economics*, 2016, 123: 73-85.
- [8]CHENG Z H, LI L S, LIU J. The impact of foreign direct investment on urban PM_{2.5} pollution in China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2020, 265: 110532.
- [9]苏丹妮,盛斌.服务业外资开放如何影响企业环境绩效——来自中国的经验[J].中国工业经济,2021(6):61-79.
- [10]邵朝对,苏丹妮,杨琦.外资进入对东道国本土企业的环境效应:来自中国的证据[J].世界经济,2021,44(3):32-60.
- [11]韩超,王震.寻找规制治理外的减排力量:一个外资开放驱动减排的证据[J].财贸经济,2022,43(6):97-113.
- [12]MANAGI S, BWALYA S M. Foreign direct investment and technology spillovers in sub-Saharan Africa[J]. *Applied Economics Letters*, 2010, 17(6): 605-608.
- [13]LE H Q, POMFRET R. Technology spillovers from foreign direct investment in Vietnam; horizontal or vertical spillovers? [J]. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 2011, 16(2): 183-201.

- [14] ABEBE G, MCMILLAN M, SERAFINELLI M. Foreign direct investment and knowledge diffusion in poor locations[J]. *Journal of Development Economics*, 2022, 158: 102926.
- [15] LU Y, TAO Z G, ZHU L M. Identifying FDI spillovers[J]. *Journal of International Economics*, 2017, 107: 75-90.
- [16] SHEN J H, WANG H, LIN S C C. Productivity gap and inward FDI spillovers: theory and evidence from China[J]. *China & World Economy*, 2021, 29(2): 24-48.
- [17] 毛其淋, 许家云. 外资进入如何影响了本土企业出口国内附加值? [J]. *经济学(季刊)*, 2018, 17(4): 1453-1488.
- [18] 张伟俊, 黄新飞, 李莹. 外资进入与内资企业出口: 基于价值链角度的经验分析[J]. *中南财经政法大学学报*, 2023(2): 91-103.
- [19] 徐乙尹, 王博, 何俊. 行业关联、外资进入与出口质量——来自中国企业的微观证据[J]. *南方经济*, 2022(11): 76-91.
- [20] 张晓磊, 张二震. 外资进入、产业关联与本土企业单位劳动成本: 基于中国工业企业数据的实证[J]. *世界经济研究*, 2019(5): 120-133.
- [21] 陈岑, 张彩云, 沈扬扬. FDI 技术溢出的收入分配效应检验研究——基于内外资企业间工资差距的视角[J]. *经济评论*, 2022(4): 76-93.
- [22] 蒋为, 张明月, 吉萍. 中国工业污染排放的企业动态分解: 技术进步、资源配置与选择效应[J]. *数量经济技术经济研究*, 2022, 39(12): 153-172.
- [23] CHEN G, XU J, QI Y. Environmental (de)centralization and local environmental governance: evidence from a natural experiment in China[J]. *China Economic Review*, 2022, 72: 101755.
- [24] MAO J, WANG C H, YIN H T. Corporate responses to air quality regulation: evidence from a regional environmental policy in China[J]. *Regional Science and Urban Economics*, 2023, 98: 103851.
- [25] 许家云, 廖河洋, 杨俊. 政府补贴与企业污染排放——基于微观企业的实证研究[J]. *产业经济研究*, 2022(4): 30-45.
- [26] QI Y, ZHANG J S, CHEN J W. Tax incentives, environmental regulation and firms' emission reduction strategies: evidence from China[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2023, 117: 102750.
- [27] 许和连, 邓玉萍. 外商直接投资、产业集聚与策略性减排[J]. *数量经济技术经济研究*, 2016, 33(9): 112-128.
- [28] 田晴, 谢娟娟. 中间品外资进入自由化如何影响制造企业绿色低碳转型? [J]. *现代财经(天津财经大学学报)*, 2023, 43(5): 67-84.
- [29] 盛丹, 卜文超. 机器人使用与中国企业的污染排放[J]. *数量经济技术经济研究*, 2022, 39(9): 157-176.
- [30] 吕越, 张昊天, 薛进军, 等. 税收激励会促进企业污染减排吗——来自增值税转型改革的经验证据[J]. *中国工业经济*, 2023(2): 112-130.
- [31] 刘津汝, 曾先峰, 曾倩. 环境规制与政府创新补贴对企业绿色产品创新的影响[J]. *经济与管理研究*, 2019, 40(6): 106-118.
- [32] 诸竹君, 黄先海, 王毅. 外资进入与中国式创新双低困境破解[J]. *经济研究*, 2020, 55(5): 99-115.
- [33] 梁贺, 王靖楠, 包群. 外资并购与企业污染减排: 前端控制还是末端治理[J]. *国际贸易问题*, 2022(2): 87-105.
- [34] 王勇, 李雅楠, 俞海. 环境规制影响加总生产率的机制和效应分析[J]. *世界经济*, 2019, 42(2): 97-121.
- [35] HADLOCK C J, PIERCE J R. New evidence on measuring financial constraints: moving beyond the KZ index[J]. *The Review of Financial Studies*, 2010, 23(5): 1909-1940.
- [36] 毛其淋, 钟一鸣. 进口扩张如何影响企业产能利用率? ——来自中国制造业企业的微观证据[J]. *世界经济文汇*, 2022(3): 1-16.
- [37] YU M J. Processing trade, tariff reductions and firm productivity: evidence from Chinese firms[J]. *The Economic Journal*, 2015, 125(585): 943-988.
- [38] 罗长远, 司春晓. 外商撤资的影响因素: 基于中国工业企业数据的研究[J]. *世界经济*, 2020, 43(8): 26-53.
- [39] 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): 141-158.
- [40] 刘信恒, 林熙. 贸易自由化的环境效应——来自中国制造业企业的证据[J]. *国际商务(对外经济贸易大学学报)*, 2022(1): 18-33.
- [41] 卜文超, 盛丹. 鼓励性产业政策调整与企业污染排放——基于污染治理与资源再配置效应分析[J]. *产业经济研究*, 2022(6): 43-57.
- [42] 严兵, 程敏. 外商撤资、产业关联与企业出口质量[J]. *中国工业经济*, 2022(6): 79-97.
- [43] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. *中国工业经济*, 2022(5): 100-120.
- [44] 史贝贝, 冯晨, 康蓉. 环境信息披露与外商直接投资结构优化[J]. *中国工业经济*, 2019(4): 98-116.
- [45] 佟家栋, 赵思佳. 服务业开放是否能促进中国制造业企业碳减排[J]. *南开经济研究*, 2023(6): 3-20.

How does Foreign Capital Inflows Affect Enterprises' Pollution Reduction?

—Analysis Based on Industry Correlation

PAN Changwei

(Nankai University, Tianjin 300071)

Abstract: Foreign investment plays an important role in promoting the cleanliness of China's industrial chain and helps to promote China's industrial pollution reduction, green expansion, and high-quality growth. This paper examines the influence of foreign capital inflows on enterprises' pollution reduction from the perspective of industry correlation and discusses the underlying mechanism.

Using the data of industrial enterprises, pollution emissions of industrial enterprises, and the input-output table in China from 1998 to 2014, this paper constructs the horizontal spillover, forward correlation, and backward correlation indicators of foreign capital inflows and enterprise pollution emission indicators. Through the analysis of typical facts, the findings reveal that foreign-funded enterprises exhibit lower levels of pollution emissions and possess better pollution control technology and cleaner industry structure compared to counterparts, which provides basic facts for the following empirical research.

Then, in the empirical study, this paper indicates that foreign capital inflows reduce the pollution emissions of enterprises in the same industry and those of upstream and downstream enterprises through the forward and backward correlation effects. This result is still valid after a series of robustness tests. Mechanism analysis shows that foreign capital inflows in the industry improve the end-of-pipe treatment level of enterprises in the same industry, thereby facilitating pollution reduction, and those in the downstream industry improve the energy structure of upstream enterprises, leading to pollution reduction. Moreover, foreign capital inflows and the backward and forward correlation effects promote R&D and product innovation, ultimately reducing pollution. However, this impact is more pronounced for enterprises with high pollution intensity and non-state-owned enterprises. The expansion study reveals that foreign capital inflows can reduce the carbon dioxide emission intensity of upstream and downstream enterprises through the industry correlation effect.

This paper makes marginal contributions as follows. First, it examines the impact of foreign capital inflows on pollution reduction of enterprises and analyzes the underlying mechanism comprehensively, which helps to overcome the problem of missing variables caused by only examining a single dimension in the existing literature. Second, it investigates the influence of foreign capital inflows in downstream industries on the pollution reduction of upstream enterprises, which fills the gap in this part. Therefore, it is crucial to stabilize the stock of foreign investment and constantly improve the quality of investment introduction. In addition, efforts should be made to promote enterprises' engagement in exchanges and cooperation with foreign-funded enterprises in the fields of cleaner production and green and low-carbon management and acquisition of related production technologies and management experience.

Keywords: foreign capital inflow; pollution reduction; industry correlation; spillover effect; energy effect; pollution intensity

责任编辑:姜 莱