

外商直接投资与雾霾污染：一个跨国经验研究

张磊 韩雷 叶金珍*

摘要：本文基于2000–2014年55个国家的面板数据研究了FDI与雾霾污染的关系，弥补了国际经验证据缺乏的不足。研究发现，FDI整体上显著加重了东道国的雾霾污染，其每增加1%，导致东道国雾霾污染程度上升0.015%~0.019%。交互效应表明，在东道国FDI的经验平均水平，经济增长对雾霾污染影响总体不显著，这可能是经济增长过程中排放规模扩大和治污减排投入增加两种力量“拉锯”的结果；工业份额上升、环境技术进步则分别会加重、减轻雾霾污染。异质性估计结果表明，不同空气质量国家的FDI均显著加重了雾霾污染，发展中国家FDI也会增加污染程度，发达国家FDI的污染效应则不显著；空气质量较高的国家和发达国家的结构效应不显著、技术效应减轻了雾霾污染，空气质量较低的国家和发展中国家的结构效应则加重了雾霾污染、技术效应不显著。研究结论为东道国的引资政策、产业政策、环保政策等提供了有益启示。

关键词：外商直接投资；雾霾污染；增长效应；结构效应；技术效应

一、问题提出

近年来，空气污染问题引起社会各界的广泛关注和担忧，谈“霾”更是让人“色变”。这主要是由于空气污染问题造成了巨大的健康危害和经济损失：全球超过35亿人口（约占世界总人口的1/2）暴露在不安全的空气质量之下，每年因恶劣空气质量而死亡的人数比不安全饮水致死人数高5倍多^①；空气污染导致中国损失了10%的GDP（Hsu et al., 2016）。与此同时，全球资本要素流动产生的环境效应空前吸睛。理论上，外商直接投资（Foreign Direct Investment, FDI）可以实现母国与东道国的“双赢”——母国投资者找到了实现资本价值增值的“场地”，而东道国经济发展的资本丰裕度也得到相应提高。然而，从国际政治经济学视角

*张磊（通讯作者），湘潭大学商学院、湘潭大学社会主义经济理论研究中心，邮政编码：411105，电子邮箱：1462703111@qq.com；韩雷，湘潭大学商学院、湘潭大学社会主义经济理论研究中心，邮政编码：411105，电子邮箱：hanleiwin@163.com；叶金珍，中南财经政法大学工商管理学院，邮政编码：430073，电子邮箱：yejinzhen_1989@163.com。

本文得到国家社会科学基金一般项目“我国劳动收入差距的动态跟踪与演变研究（1990–2017）”（项目编号：18BJL119）、国家社会科学基金青年项目“基础养老金全国统筹的省级政策协调研究”（项目编号：18CJY009）的资助。作者感谢匿名审稿人的建设性意见和编辑老师的辛勤工作。当然文责自负。

①数据源自《2016年全球环境绩效指数（EPI）报告》。

看,不论是母国投资者主观上基于“国际污染转移”的考虑,还是单纯寻求资本价值增值的客观结果,FDI 的环境效应都不容忽视。

有研究显示,FDI 在有效提高东道国资本丰裕度的同时,也可能导致东道国环境质量下降(Copeland and Taylor,1994),并且其环境效应错综复杂,可以通过结构、技术等多种途径对东道国环境产生影响(He,2006)。自从这一问题成为学术界研究的焦点以来,关于 FDI 的环境(空气污染)效应的文献不断丰富,但现有相关研究主要是基于 FDI 对传统大气污染物排放的影响分析,而对 PM_{2.5}、PM₁₀ 等微粒污染(Fine Particulate Pollution)影响的研究总体上仍较匮乏(严雅雪、齐绍洲,2017a;赵吉林等,2018)。

值得注意的是,近年逐步涌现了一些关于 FDI 与雾霾污染(如 PM_{2.5} 浓度)关系的研究(冷艳丽等,2015;冷艳丽、杜思正,2015;周力、李静,2015;严雅雪、齐绍洲,2017a,2017b)。总的来看,相关文献仍然存在以下几个方面的问题或不足:(1)数据选择方面,现有研究大多是基于单一国家数据的分析,没有从国际视角分析 FDI 对雾霾污染的影响,未能提供二者关系研究的国际经验证据。(2)在效应估计方面,一些研究(周力、李静,2015;严雅雪、齐绍洲,2017a,2017b)没有对 FDI 影响雾霾污染的机制进行分析,而冷艳丽等(2015)在利用中国数据考察 FDI 与其他变量交互作用对雾霾污染的影响时,未控制与 FDI 交互变量对应的低次项,可能存在估计偏误^①。(3)异质性分析方面,不同空气质量程度、不同经济发展水平的国家在经济结构、环境规制等方面存在较大差异,而 FDI 对这两类不同国家的雾霾污染影响在既有研究中鲜有涉及。鉴于此,本文利用 55 个国家的面板数据进行分析,提供 FDI 对东道国雾霾污染影响的国际经验证据,检验其与相关变量潜在的交互作用,并分析 FDI 对不同类型国家的异质性影响,为丰富这一领域研究做出一定的边际贡献。

本文余下部分的结构安排如下:第二部分简要回顾和评述相关文献,并厘清 FDI 影响雾霾污染的可能效应机制;第三部分设定计量模型,说明数据和变量,并对样本国家雾霾污染状况做简要描述;第四部分为实证分析,包括基准回归结果、异质性估计和稳健性分析;第五部分是研究结论和政策启示。

二、文献述评

在环境经济学领域,关于 FDI 与雾霾污染关系的分析起步较晚,而关于 FDI 与传统大气污染物关系的研究则较为丰富,这些文献为本文研究工作的开展提供了有益借鉴。与本文内容直接相关的有如下两支文献。

(一)关于外商直接投资与环境污染或雾霾污染关系的研究

关于 FDI 与环境污染的关系有两类主要观点:第一种是“污染天堂”假说(Pollution Heaven Hypothesis),即母国投资企业为了降低高环保标准所带来的各种环境成本,会将污染密集型产业转移到环境规制较为宽松的国家进行投资和生产,因此承接 FDI 的东道国成为“污染避难所”(Walter and Ugelow,1979;Boumol and Oates,1988;Copeland and Taylor,1994)。这一假说得到一些研究支持(Dean,2002;周力、李静,2015),但也有分析认为该假说整体上

^①事实上,为使回归模型对交互项的估计保持一致,只要变量参与构造交互项(高次项),则需将其所有低次项均纳入模型(即使该低次项不显著;除非有经济理论将其排除);否则,交互项可能由于忽略变量偏差(Left-out Variable Bias)而显著。

在中国并不成立(许和连、邓玉萍,2012)。与之密切相关的是“逐底竞赛”假说:一些国家或地区为了吸引更多外资或防止资金外流,会主动降低环保标准、放松环境规制以提高吸引FDI的竞争力(Fredriksson et al.,2003)。若东道国通过环保标准“逐底竞赛”来吸引FDI,那么FDI将加剧其环境污染(Dua and Esty,1997)。第二种是“污染光环”假说(Pollution Halo Hypothesis),即FDI企业生产和污染治理具有规模效益递增特征(Zarsky,1999),其所推行的环境友好型技术和高效管理技术有利于降低东道国的污染排放量(Albornoz et al.,2008),FDI的技术外溢效应还对东道国企业产生了重要的示范作用(Letchumanan and Kodama,2000)。其核心观点是,FDI会降低东道国环境污染。Perkins和Neumayer(2009)对FDI与环保技术进行研究发现,“污染光环”假说并不成立。刘飞宇和赵爱清(2016)的研究则表明,FDI对中国城市环境污染具有“污染天堂”和“污染光环”双重效应。另外,单从FDI与雾霾污染(PM_{2.5}浓度)关系的研究来看,基于中国数据的研究都支持FDI加重了雾霾污染的结论(冷艳丽等,2015;周力、李静,2015;严雅雪、齐绍洲,2017a,2017b)。总体而言,目前关于FDI与环境污染关系研究的结论仍存在一定分歧,这为本文进一步分析提供了可能空间。

(二)关于外商直接投资环境效应的作用机制研究

实际上,侧重不同机制的分析往往会得出不同的结论。自Grossman和Krueger(1995)提出贸易对环境影响的规模效应、结构效应和技术效应^①开始,一大批学者类似地分析了FDI影响东道国的环境效应机制。从既有研究来看,国内外学者对FDI影响环境污染的规模效应、结构效应和技术效应的研究均有不一致的结论:规模效应方面,郭红燕和韩立岩(2008)认为FDI与经济增长的共同作用加重了环境污染,冷艳丽等(2015)的结论则相反;结构效应方面,盛斌和吕越(2012)发现FDI通过恶化经济结构增加了污染排放,但也有研究认为FDI通过优化经济结构降低了污染(郭红燕、韩立岩,2008);技术效应方面,有分析认为FDI通过技术效应提高了东道国环境质量(Eskeland and Harrison,2003;Zeng and Eastin,2007),许和连和邓玉萍(2012)则发现这一技术效应并不显著。上述结论分歧提示我们有必要进一步厘清FDI与相关因素共同作用对环境污染的影响。总的来看,本文认为需要强调以下几点:首先,FDI与经济增长的共同作用在增加排放规模的同时,相应地也提高了财政资金充裕度,污染治理和环境保护投入加大可能会部分抵消生产及排放规模扩大的污染效应。因此将FDI与经济增长共同作用于环境污染的规模效应称为“增长效应”可能更为合理。当FDI达到一定水平后,经济增长对雾霾污染的最终效应如何,还有待国际经验数据的进一步检验。其次,结构效应方面,在此前相当长一段时期内,FDI往往意味着经济发展程度较高国家的国际制造业转移,并且大都是污染程度较高的制造业,因此这一时期发达国家对发展中国家的制造业FDI总体上起到一定的“国际污染转移”作用(胡峰、陈彬,2007)。当然,不同经济发展程度国家引入FDI可能存在不同标准,FDI即便都是流入制造业,不同经济发展水平国家的工业份额提高对雾霾污染的影响也可能存在异质性。再次,FDI的技术效应方面,当FDI处于某一水平时,东道国绿色技术进步可能会遏制其环境污染效应,降低雾霾污染程

^①Grossman和Krueger(1995)认为,经济增长需要使用更多的要素资源,产出增加会对环境产生负面影响;随着不同经济发展阶段的投入和产出结构变化,经济结构对环境污染会存在不同影响;技术进步能提高资源的使用效率,清洁技术开发还有利于资源循环利用,从而会降低单位产出的污染排放。

度。同样,不同国家的环境技术水平有所差别,对雾霾污染的影响也不一样,具体的异质性分析有待实证检验。

综上所述,目前关于 FDI 与环境污染关系的研究结论不一,且与相关变量交互作用对东道国环境会产生不同的影响。更为重要的是,还鲜见文献利用跨国数据研究 FDI 与雾霾污染的关系。借鉴现有文献,本文将尝试提供 FDI 与雾霾污染关系的国际经验证据,检验 FDI 影响东道国雾霾污染的增长效应、结构效应和技术效应,并分析其对不同国家的异质性影响,进一步丰富相关领域研究。

三、研究设计

(一) 模型设定

为提供外商直接投资与东道国雾霾污染关系的国际经验证据,并分析 FDI 对雾霾污染影响的增长效应、结构效应和技术效应,本文建立如下基础计量模型:

$$\ln pm2.5_{it} = c_0 + \beta_1 \ln fdi_{it} + \sum_{k=1}^n \gamma_k x_{ik} + \alpha_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

(1)式中: i 表示国家, t 表示年份, $\ln pm2.5_{it}$ 为雾霾污染, $\ln fdi_{it}$ 为外商直接投资, x_{it} 是一系列控制变量, α_i 表示国家个体效应, δ_t 表示时间效应, ε_{it} 为随机误差项。另外,在衡量效应机制时,本文将加入 FDI 与相关变量的交互项。

(二) 数据和变量

1. 样本期限和国家

受雾霾污染等数据限制,本文样本时间年限为 2000–2014 年,样本国家 55 个^①。55 个样本国家中,包括发达国家 28 个^②、发展中国家 27 个;包括 24 个欧洲国家、8 个亚洲国家^③、8 个北美洲国家、7 个非洲国家、6 个南美洲国家和 2 个大洋洲国家。并且,除拉脱维亚外的 35 个 OECD 成员国均被纳入考察样本。

2. 被解释变量

雾霾浓度($\ln pm2.5$)。本文用各国 PM2.5 浓度年均值(取对数形式)表示雾霾污染程度。PM2.5 数据来自美国耶鲁大学环境法律与政策中心(YCELP)联合哥伦比亚大学国际地球科学信息网络中心(CIESIN)、世界经济论坛(WEF)发布的环境绩效指数(EPI)的原始数据。耶鲁大学、哥伦比亚大学和巴特尔研究所等单位研究人员对全球 PM2.5 浓度进行了长期的卫星监测,并将监测得到的栅格数据转化为全球 PM2.5 浓度年均数值。这一数据在相关研究中得到广泛认可。

①55 个样本国家(按英文名称排序):阿根廷、澳大利亚、奥地利、比利时、巴西、喀麦隆、加拿大、智利、中国、哥伦比亚、哥斯达黎加、科特迪瓦、捷克共和国、丹麦、多米尼加共和国、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、危地马拉、洪都拉斯、匈牙利、冰岛、印度、爱尔兰、以色列、意大利、日本、韩国、卢森堡、马来西亚、毛里求斯、墨西哥、荷兰、新西兰、尼加拉瓜、挪威、秘鲁、菲律宾、波兰、葡萄牙、卢旺达、塞内加尔、斯洛伐克共和国、斯洛文尼亚共和国、南非、西班牙、瑞典、瑞士、突尼斯、土耳其、英国、美国、乌拉圭。

②28 个发达国家(按英文名称排序):澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、冰岛、爱尔兰、以色列、意大利、日本、韩国、卢森堡、荷兰、新西兰、挪威、葡萄牙、斯洛文尼亚共和国、西班牙、瑞典、瑞士、英国、美国。

③土耳其地跨欧、亚两洲,有 97% 的领土在亚洲,视为亚洲国家。

3. 核心解释变量

外商直接投资(*lnfdi*)。外商直接投资主要有流量和存量两种表示方式。一般来讲,流量数据变化更能反映各国经济状况。因此,本文使用各国外商直接投资的流量数据(取对数形式)来分析其对雾霾污染的影响。外商直接投资数据来源于世界银行世界发展指数(WDI)数据库。

4. 控制变量

(1) 经济增长(*gdprate*)。相对于经济发展水平,经济增长状况更能反映各国当期的经济运行状况。更重要的是,外商直接投资的流向在更大程度上取决于经济增长潜力而非发展水平。因此,本文用各国GDP增长率衡量经济增长状况,数据来自WDI数据库。一般来讲,经济增长越快的国家,生产中投入的要素资源越多,带来的污染排放负外部性也可能越大;但另一方面,经济发展较快的国家,人们的环保意识会逐渐提高,且有更多的财政资金投入到污染治理,从而改善雾霾污染(冷艳丽、杜思正,2015)。同时,为进一步检验外商直接投资与经济增长交互效应对东道国雾霾污染的影响,回归中将加入FDI与经济增长率的交互项。

(2) 产业结构(*manu*)。工业化快速发展往往意味着资源的大量消耗,会带来包括雾霾污染在内的较严重的环境问题。尽管各国产业结构升级步伐不断加快,但一些发展中国家的粗放型发展方式还未根本转变。鉴于工业化石燃料消耗及其废气排放是雾霾污染的主要原因(叶金珍、安虎森,2017),本文用国内生产总值中的工业份额来衡量各国产业结构,数据来自WDI数据库。同时,为进一步检验外商直接投资与产业结构交互作用对东道国雾霾污染的影响,回归中将构造FDI与工业份额的交互项。

(3) 技术进步(*pollutech*)。环境技术进步越快,生产中消耗的资源要素越少,相应的污染排放越少。更重要的是,FDI带来的绿色技术进步能直接有效遏制污染排放。本文用各国每万人拥有环境专利数来代表治污减排技术进步,数据来自世界知识产权组织统计数据库(WIPO Statistics Database)。同时,为进一步检验外商直接投资与技术进步交互作用对东道国雾霾污染的影响,回归中将建立FDI与万人环境专利数的交互项。

(4) 城镇化率(*urban*)。城镇化伴随着大量基础设施建设,同时在较大程度上影响着社会生产、居民生活。城镇化率的提升会引起工业污染排放显著增加,并对城镇化过程中消费引致的污染空气排放产生显著的增促效应(王会、王奇,2011;李静等,2017)。本文使用的城镇化率数据来自WDI数据库。

(5) 环保税收:能源环保税占GDP比重(*tax1*)和汽车运输环保税占GDP比重(*tax2*)。环保税收对污染排放有着重要影响,在一定程度上体现各国环境规制程度,并通过市场化手段将企业的排污行为内部化。目前碳税仍处于起步推广阶段^①,各国现行较广泛、较成功的环保税主要是针对能源和汽车运输征收的两种环保税,本文用其占GDP比重表示。各国两个环保税数据来源于OECD数据库。

(三) 样本国家雾霾污染状况描述

首先,本文对样本考察期间内的观测值进行了相关趋势分析,结果如图1所示。散点

^①截至2014年,55个样本国家中已实施全国性碳税的仅有14个。另外,澳大利亚在2012-2013年两年实施碳税,但于2014年取消。

图表明,FDI与雾霾污染具有明显的相关性,随着FDI的增加,雾霾污染程度总体呈现出上升趋势。其次,表1展示了55个国家样本考察期的年均PM2.5浓度值。可以发现,不同国家的PM2.5浓度差异很大,2000-2014年PM2.5浓度均值最大的是中国(45.13微克/立方米),最小的是毛里求斯(1.21微克/立方米)。各国雾霾污染程度表现出很大差异,主要源于它们所处经济发展阶段不同,经济结构等各方面均有较大差异。其中,中国和印度作为两个最大的发展中国家,近年来经济实现迅猛增长,PM2.5浓度也最高。最后,图2进一步展示了样本国家PM2.5浓度的变化趋势。2000-2014年全部样本国家PM2.5浓度年均值总体稳定在10微克/立方米左右;在年均PM2.5浓度居前五的国家中,印度PM2.5浓度呈现出持续上升趋势,而中国、韩国、匈牙利、波兰的PM2.5浓度在2008年前后趋于缓慢下降。

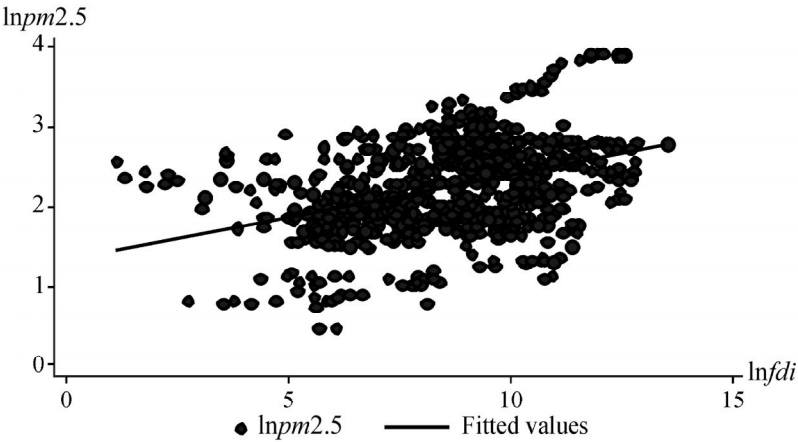


图1 FDI(lnfdi)与雾霾污染(lnpm2.5)关系散点图

表1 2000-2014年55个样本国家年均PM2.5浓度值(微克/立方米)

排序	国家	PM2.5	排序	国家	PM2.5	排序	国家	PM2.5
1	中国	45.13	20	法国	11.28	39	洪都拉斯	5.89
2	印度	28.35	21	墨西哥	10.76	40	智利	5.74
3	韩国	21.48	22	丹麦	10.32	41	芬兰	5.69
4	匈牙利	17.34	23	英国	10.19	42	爱尔兰	5.62
5	波兰	17.11	24	马来西亚	9.61	43	阿根廷	5.28
6	捷克共和国	16.19	25	卢旺达	9.39	44	塞内加尔	4.98
7	斯洛伐克共和国	15.89	26	美国	9.29	45	多米尼加共和国	4.91
8	比利时	15.60	27	西班牙	8.63	46	巴西	4.85
9	斯洛文尼亚共和国	15.13	28	突尼斯	8.02	47	挪威	4.73
10	意大利	14.83	29	加拿大	7.85	48	哥斯达黎加	4.43
11	荷兰	14.56	30	葡萄牙	7.79	49	尼加拉瓜	4.33
12	德国	14.33	31	秘鲁	7.47	50	哥伦比亚	4.30
13	奥地利	14.15	32	爱沙尼亚	7.38	51	乌拉圭	4.05
14	卢森堡	12.92	33	瑞典	6.99	52	澳大利亚	2.66
15	瑞士	12.55	34	喀麦隆	6.75	53	冰岛	1.94
16	日本	12.25	35	菲律宾	6.40	54	新西兰	1.76
17	以色列	11.95	36	危地马拉	6.27	55	毛里求斯	1.21
18	希腊	11.80	37	南非	6.07			
19	土耳其	11.61	38	科特迪瓦	5.97			

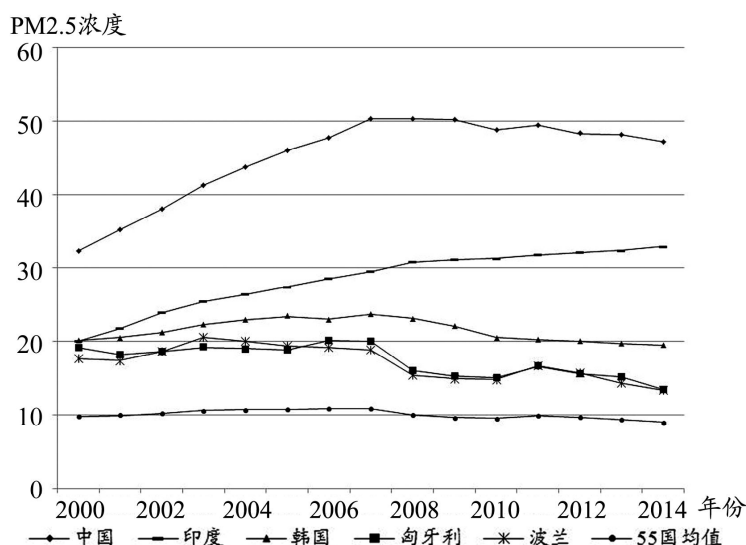


图2 全部样本及排名前五国家 PM2.5 浓度年均值变化 (微克/立方米)

四、实证结果及分析

(一) 基准回归结果

表2展示了55个样本国家外商直接投资对雾霾污染影响的基准回归结果。模型(1)–(3)为不考虑交互作用时FDI影响雾霾污染的总效应。其中模型(2)是标准回归结果。结果显示,FDI流入显著增加了东道国的雾霾污染程度,具体来说,FDI每增加1%,导致东道国PM2.5年浓度值上升0.015%,且在1%的统计水平上显著。这一结论是对FDI与雾霾污染关系研究的国际经验补充,“污染避难所”假说总体上成立。从其他变量来看,经济增长对雾霾污染的影响整体不显著,这可能是两种力量“拉锯”的结果:一方面,经济增长使得收入水平提升、环保意识增强,政府环保投入增加,可能改善雾霾污染(冷艳丽等,2015);另一方面,经济增长伴随着生产规模和经济体量的扩大,增加了污染排放。工业份额上升尤其是污染密集型产业的加速发展消耗了大量化石燃料,显著增加了雾霾浓度。环保技术进步有利于治污减排,降低雾霾污染程度。城镇化伴随大量设施建设,促进社会生产和生活消费,加重了污染排放(张腾飞等,2016)。能源环保税对雾霾污染的影响为正,其解释是二者存在一定程度的相互影响,理论上雾霾污染越严重,环保税会越高(叶金珍、安虎森,2017)。模型(1)为未加入其他控制变量的回归结果,模型(3)包含所有控制变量但未控制个体效应和时间效应,回归结果均与模型(2)一致。

进一步地,由于FDI与经济增长、工业份额、技术进步之间可能存在交互影响,为此,需在式(1)基础上建立如下模型:

$$\ln pm2.5_{it} = c_0 + \beta_1 \ln fdi_{it} + \gamma_1 gdprate_{it} + \gamma_2 \ln fdi_{it} \times gdprate_{it} + \gamma_3 manu_{it} + \gamma_4 pollutech_{it} + \gamma_5 urban_{it} + \gamma_6 tax1_{it} + \gamma_7 tax2_{it} + \alpha_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$\ln pm2.5_{it} = c_0 + \beta_1 \ln fdi_{it} + \gamma_1 gdprate_{it} + \gamma_2 manu_{it} + \gamma_3 \ln fdi_{it} \times manu_{it} + \gamma_4 pollutech_{it} + \gamma_5 urban_{it} + \gamma_6 tax1_{it} + \gamma_7 tax2_{it} + \alpha_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$\ln pm2.5_{it} = c_0 + \beta_1 \ln fdi_{it} + \gamma_1 gdprate_{it} + \gamma_2 manu_{it} + \gamma_3 pollutech_{it} + \gamma_4 \ln fdi_{it} \times pollutech_{it} + \gamma_5 urban_{it} + \gamma_6 tax1_{it} + \gamma_7 tax2_{it} + \alpha_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

需要说明的是,上述式(2)–(4)中,交互项对应的原始低次项不是非条件

(Unconditional)或平均(Average)效果,其系数反映的是与之交互的变量值为零时,其对被解释变量的边际影响^①,故其本身并无太大经济意义。进一步地,为避免引入交互项可能产生的较强多重共线性问题(Smith and Sasaki, 1979)^②,在构造交互项时,应将交互变量减去其(样本)均值进行中心化(Mean-centering)变换^③,原始低次项系数才具有可供清楚解释的经济意义(伍德里奇, 2015)。为此,本文将上述式(2)-(4)转换为如下形式:

$$\ln pm2.5_{it} = c_0 + \beta_1 \ln fdi_{it} + \gamma_1 gdprate_{it} + \gamma_2 (\ln fdi_{it} - \overline{\ln fdi_{it}}) (gdprate_{it} - \overline{gdprate_{it}}) + \gamma_3 manu_{it} + \gamma_4 pollutech_{it} + \gamma_5 urban_{it} + \gamma_6 tax1_{it} + \gamma_7 tax2_{it} + \alpha_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$\ln pm2.5_{it} = c_0 + \beta_1 \ln fdi_{it} + \gamma_1 gdprate_{it} + \gamma_2 manu_{it} + \gamma_3 (\ln fdi_{it} - \overline{\ln fdi_{it}}) (manu_{it} - \overline{manu_{it}}) + \gamma_4 pollutech_{it} + \gamma_5 urban_{it} + \gamma_6 tax1_{it} + \gamma_7 tax2_{it} + \alpha_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$\ln pm2.5_{it} = c_0 + \beta_1 \ln fdi_{it} + \gamma_1 gdprate_{it} + \gamma_2 manu_{it} + \gamma_3 pollutech_{it} + \gamma_4 (\ln fdi_{it} - \overline{\ln fdi_{it}}) (pollutech_{it} - \overline{pollutech_{it}}) + \gamma_5 urban_{it} + \gamma_6 tax1_{it} + \gamma_7 tax2_{it} + \alpha_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

以便于回归结果展示,本文简化了中心化后的变量表示,即令 $c\ln fdi_{it} = (\ln fdi_{it} - \overline{\ln fdi_{it}})$, $cgdprate_{it} = (gdprate_{it} - \overline{gdprate_{it}})$, $cmanu_{it} = (manu_{it} - \overline{manu_{it}})$, $cpollutech_{it} = (pollutech_{it} - \overline{pollutech_{it}})$ 。

利用式(5)-(7)检验 FDI 与经济增长、产业结构、技术进步的交互作用对雾霾污染的影响,回归结果如表 2 模型(4)-(6)所示。根据伍德里奇(2015),交互变量中心化后,原始低次项系数的经济含义为,与之交互的变量处于均值水平时,该低次项变量对被解释变量的边际影响。因此,模型(4)-(6)的全样本估计分别反映了如下结果:模型(4)结果表明,当经济增长率处于经验的平均水平时,FDI 每上升 1%,会导致雾霾污染浓度提高 0.017%;当 FDI 对数值处于经验平均水平时,经济增长率每提高 1 个单位,可能使雾霾浓度增加 0.3%,但这一结果不够显著^④。这说明经济增长过程中确实存在生产及排放规模扩大与污染防治投入增加这两种力量的交织和平衡。模型(5)结果表明,当工业份额处于经验平均水平时,FDI 提高 1%,则导致雾霾污染浓度上升 0.019%;而当 FDI 对数值为经验平均水平时,工业份额每增加 1 个单位,导致雾霾浓度增加 0.3%。这说明工业生产规模增加的确增加了污染排放。模型(6)结果发现,若环境技术专利为经验均值水平,FDI 提高 1%,使得雾霾浓度上升 0.015%;当 FDI 对数值为经验均值时,万人环境专利每增加 1 项,则雾霾浓度将减少 12%。可见,环境技术进步对于雾霾污染防治至关重要。

总之,从全样本估计结果来看,FDI 显著增加了东道国的雾霾污染程度;在经验的 FDI 平均水平,增长效应为正但不够显著,结构效应显著增加了雾霾污染,技术效应则有利于降低雾霾浓度。交互效应结果与不考虑 FDI 与各变量交互效应时的结论一致。

^①例如,式(2)中 $\ln fdi$ 系数 β_1 含义为,与之交互的 $gdprate$ 为零时,FDI 每增加 1%对雾霾浓度的边际影响,而这种限定某变量等于零的情况恰恰不是主要关心的。

^②感谢匿名审稿人指出这一点。

^③只需对交互项本身中心化即可,原始低次项是否中心化无关紧要。可以容易证明,二者区别仅在于常数项不同,而其余项系数完全一致。

^④这一结果与冷艳丽等(2015)得出的经济增长降低了污染程度的结论不同。冷艳丽等(2015)考察 FDI 与其他变量的交互效应时,没有控制对应变量的低次项,可能存在估计偏误。

表 2 FDI 对雾霾污染影响的基准回归结果

变量	不考虑交互效应			考虑交互效应		
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)
<i>lnfdi</i>	0.019 *** (4.12)	0.015 *** (3.28)	0.019 *** (3.93)	0.017 *** (3.61)	0.019 *** (4.11)	0.015 *** (3.26)
<i>gdprate</i>	0.002 (1.13)	0.001 (0.53)	0.002 (0.89)	0.003 (1.55)	0.001 (0.54)	0.001 (0.49)
<i>clnfdi×cgdprate</i>				0.002 *** (3.08)		
<i>manu</i>	0.001 (0.75)	0.005 ** (2.40)	0.004 ** (2.04)	0.004 ** (1.99)	0.003 * (1.95)	0.005 ** (2.38)
<i>clnfdi×cmanu</i>					0.002 *** (3.97)	
<i>pollutech</i>	-0.182 *** (-4.27)	-0.143 *** (-3.38)	-0.156 *** (-3.60)	-0.138 *** (-3.29)	-0.142 *** (-3.40)	-0.120 ** (-2.18)
<i>clnfdi×cpollutech</i>						-0.020 (-0.64)
<i>urban</i>		0.014 *** (5.60)	0.006 *** (2.96)	0.014 *** (5.53)	0.013 *** (5.12)	0.014 *** (5.55)
<i>tax1</i>		0.029 ** (2.15)	0.040 *** (2.90)	0.027 ** (1.97)	0.026 * (1.94)	0.029 ** (2.11)
<i>tax2</i>		-0.006 (-0.24)	0.004 (0.16)	-0.012 (-0.48)	-0.012 (-0.47)	-0.007 (-0.26)
常数项	1.999 *** (29.40)	0.988 *** (5.49)	1.451 *** (8.54)	1.014 *** (5.66)	1.091 *** (6.06)	0.997 *** (5.52)
国家固定效应	是	是	否	是	是	是
时间固定效应	是	是	否	是	是	是
N	782	782	782	782	782	782
R ²	0.297	0.337	0.328	0.346	0.352	0.338

注：***、**、* 分别代表在 1%、5%、10% 水平上显著,括号内数据为 *t* 统计量。

(二) 进一步分析:异质性效应估计

1. FDI 对不同空气质量国家的雾霾污染影响

FDI 对不同空气质量国家可能存在不同的环境影响。经统计,55 个国家样本期内 PM2.5 浓度均值为 10.04,本文据此将样本国家分为空气质量较高组(样本期年均 PM2.5 浓度 < 10.04)和空气质量较低组(样本期年均 PM2.5 浓度 ≥ 10.04),分别考察 FDI 对不同空气质量国家的雾霾浓度影响及其增长效应、结构效应和技术效应。实际上,不同空气质量国家往往有着不同的经济结构,空气质量越好,其经济结构越可能较优。

表 3 模型(1)和模型(5)结果显示,对于这两类国家,FDI 整体上都加重了其雾霾污染。模型(2)-(4)、模型(6)-(8)结果进一步显示,在这两类国家的经济增长率、工业份额、技术进步经验平均水平上,FDI 每增加 1%,导致其雾霾污染浓度上升了 0.014%~0.021%不等的水平。模型(2)-(4)结果表明,对于空气质量较高国家,当其 FDI 处于经验平均水平时,经济增长率、工业份额原始低次项系数均不显著,即增长效应和结构效应没有产生显著的雾霾污染,说明其经济增长、工业发展可能主要源于精加工制造、服务经济等清洁产业而非重污染工业;同时,绿色技术进步显著降低了其污染程度。这三种效应暂未能解释模型(1)中 FDI 总体上导致的雾霾污染增加,说明 FDI 对环境污染可能还存在其他的传导途径。模型(6)-(8)的回归结果发现,对于空气质量较低国家,当 FDI 为经验平均水平时,经济增长效

应为正但不够显著,可能原因是其在扩大生产规模的同时适当加大了污染防治投入;结构效应则表明,工业份额上升仍会增加雾霾污染,说明这些国家工业发展仍以高耗能的粗加工制造为主,发展方式有待转变,特别是引入 FDI 时要更加注重产业引导,更不能陷入环境标准“逐底竞赛”的循环(Wearing et al., 1997);技术效应不显著,表明其绿色生产技术导向和技术溢出效应有待进一步提高。

由此可见,空气质量较高国家工业发展更多依赖于精加工制造等清洁产业,环境技术发展程度较高,且 FDI 对其雾霾污染的影响机制可能有赖于增长效应、结构效应、技术效应之外的其他效应机制;而空气质量较低国家雾霾污染加重主要源于工业污染排放,同时绿色技术较不发达,抑制了其污染防治效果。因此,经济结构优化和绿色技术发展对于减轻环境污染意义重大,东道国在引入 FDI 时要注意加强产业政策引导和提高企业排放标准。

表 3 FDI 对不同空气质量国家的雾霾污染影响

变量	空气质量较高国家				空气质量较低国家			
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)	模型(7)	模型(8)
<i>lnfdi</i>	0.019** (2.32)	0.019** (2.23)	0.021** (2.48)	0.019** (2.32)	0.014*** (3.15)	0.019*** (4.09)	0.020** (4.09)	0.014** (3.19)
<i>gdprate</i>	-0.001 (-0.45)	0.011 (0.30)	-0.001 (-0.47)	-0.001 (-0.50)	0.003 (1.26)	0.003 (1.44)	0.004 (1.55)	0.003 (1.29)
<i>clnfdi×cgdprate</i>		0.001 (1.47)				0.003*** (3.29)		
<i>manu</i>	-0.000 (-0.16)	-0.001 (-0.36)	-0.001 (-0.44)	-0.000 (-0.18)	0.020*** (5.51)	0.020*** (5.40)	0.016*** (4.02)	0.020*** (5.53)
<i>clnfdi×cmanu</i>			0.002** (2.26)				0.002*** (2.78)	
<i>pollutech</i>	-0.179*** (-3.66)	-0.176*** (-3.60)	-0.176*** (-3.62)	-0.148** (-2.26)	-0.120 (-0.58)	-0.081 (-0.40)	-0.017 (-0.08)	-0.161 (-0.74)
<i>clnfdi×cpollutech</i>				-0.027 (-0.72)				0.035 (0.61)
<i>urban</i>	0.009** (2.24)	0.008** (2.15)	0.009** (2.21)	0.009** (2.22)	0.018*** (6.62)	0.017*** (6.59)	0.015*** (5.48)	0.018*** (6.64)
<i>tax1</i>	0.018 (0.84)	0.018 (0.84)	0.017 (0.81)	0.017 (0.79)	0.038*** (2.76)	0.031** (2.20)	0.034** (2.45)	0.039*** (2.79)
<i>tax2</i>	-0.023 (-0.67)	-0.026 (-0.76)	-0.028 (-0.83)	-0.025 (-0.72)	0.075* (1.87)	0.070* (1.78)	0.071* (1.80)	0.074* (1.86)
常数项	1.065*** (3.67)	1.103*** (3.79)	1.088*** (3.77)	1.074*** (3.70)	0.797*** (3.84)	0.808*** (3.96)	1.034*** (4.65)	0.781*** (3.73)
国家固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
N	461	461	461	461	321	321	321	321
R ²	0.281	0.285	0.290	0.282	0.599	0.614	0.610	0.600

注:***、**、* 分别代表在 1%、5%、10% 水平上显著,括号内数据为 *t* 统计量。

2. FDI 对不同经济发展水平国家的雾霾污染影响:发达国家与发展中国家

由表 1 可知,雾霾污染程度较高国家(雾霾污染程度较低国家)与发展中国家(发达国家)并不存在大幅度的重叠^①。鉴于 FDI 对不同经济发展水平国家可能存在不同的环境效应,本文将样本分为发达国家和发展中国家,进一步估计 FDI 对不同经济发展水平国家雾霾

^①例如毛里求斯、乌拉圭、哥伦比亚、哥斯达黎加、巴西、多米尼加共和国、塞内加尔、阿根廷等国家空气质量较高,但其经济发展水平仍相对较低,属于发展中国家。

污染的异质性效应。实际上,不同经济发展水平国家可能有着不同的环境规制制度,环境规制越强,空气质量会越高。具体回归结果见表 4。

表 4 FDI 对发达国家和发展中国家的雾霾污染影响

变量	发达国家				发展中国家			
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)	模型(7)	模型(8)
<i>lnfdi</i>	-0.001 (-0.15)	-0.000 (-0.08)	0.004 (0.83)	-0.001 (-0.16)	0.023 ** (2.47)	0.023 ** (2.46)	0.022 ** (2.39)	0.055 ** (2.55)
<i>gdprate</i>	0.002 (0.78)	0.002 (0.78)	0.002 (1.04)	0.002 (0.79)	-0.004 * (-1.67)	-0.004 (-1.39)	-0.004 * (-1.70)	-0.003 (-1.52)
<i>clnfdi×cgdprate</i>		0.000 (0.14)				0.001 * (1.78)		
<i>manu</i>	0.002 (1.22)	0.002 (1.20)	0.000 (0.03)	0.002 (1.22)	0.000 (0.04)	0.000 (0.04)	0.001 * (1.72)	-0.001 (-0.20)
<i>clnfdi×cmanu</i>			0.001 * (1.93)				0.002 * (1.86)	
<i>pollutech</i>	-0.113 *** (-3.80)	-0.113 *** (-3.77)	-0.114 *** (-3.86)	-0.116 *** (-3.01)	-0.355 (-0.49)	-0.355 (-0.49)	-0.514 (-0.71)	0.563 (0.62)
<i>clnfdi×cpollutech</i>				0.003 (0.13)				0.566 (1.64)
<i>urban</i>	0.005 (1.42)	0.005 (1.42)	0.004 (1.41)	0.005 (1.42)	0.010 *** (3.04)	0.010 *** (3.03)	0.010 *** (2.88)	0.009 *** (2.65)
<i>tax1</i>	0.009 (0.46)	0.008 (0.42)	0.006 (0.30)	0.009 (0.47)	0.026 (1.39)	0.026 (1.38)	0.028 (1.50)	0.027 (1.42)
<i>tax2</i>	-0.068 ** (-2.28)	-0.068 ** (-2.27)	-0.064 ** (-2.14)	-0.068 ** (-2.27)	-0.048 (-1.25)	-0.048 (-1.25)	-0.052 (-1.36)	-0.054 (-1.41)
常数项	2.067 *** (7.90)	2.063 *** (7.84)	2.094 *** (8.02)	2.063 *** (7.81)	1.209 *** (4.85)	1.209 *** (4.82)	1.220 *** (4.91)	1.029 *** (3.78)
国家固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
N	382	382	382	382	400	400	400	400
<i>R</i> ²	0.675	0.675	0.678	0.675	0.263	0.263	0.271	0.269

注:***、**、* 分别代表在 1%、5%、10% 水平上显著,括号内数据为 *t* 统计量。

根据表 4 模型(1)–(4)的回归结果,发达国家 FDI 对雾霾污染的影响不显著(符号为负),这一结果的可能解释是发达国家本身环保意识较高,法律制度较完善,引资标准、环境规制强度和企业排放标准较高;模型(5)–(8)回归结果表明,发展中国家 FDI 流入则显著加重了其污染,FDI 每增加 1%,会导致雾霾浓度上升 0.022%~0.055%。根据模型(2)–(4),发达国家 FDI 与其他变量的交互效应进一步表明,在其平均 FDI 水平,经济增长对雾霾污染影响不显著,工业份额提升也没有显著增加其污染程度,这表明发达国家 FDI 可能大部分流入了非污染或低污染产业;环境技术进步则显著减少了雾霾污染,说明发达国家具备较好的绿色生产技术和治污减排技术。发达国家的汽车运输环保税起到了应有的减排效果。另外,模型(6)–(8)的回归结果发现,发展中国家 FDI 为经验平均水平时,经济增长效应为负但不显著,说明发展中国家在促进经济增长的同时,政府可能也投入一定财政资金用于治污减排;结构效应为正,即工业发展本身仍会加重其雾霾污染,这表明发展中国家作为全球价值链的重要生产端和国际制造业转移的承载地,可能承担了一定的“污染承接者”角色;技术效应不显著,其环境技术发展尚未达到有效降低雾霾污染的效果。

结合表 3 和表 4 的回归结果可以发现,发达国家(发展中国家)与雾霾污染程度较低国

家(雾霾污染程度较高国家)FDI 环境效应的最主要区别在于,发达国家 FDI 流入总体上并未增加其污染程度。其中最关键的原因可能是发达国家法律规章和制度设计较为完备,引资标准较高、环境规制较强、企业排放把关较严,对治污减排形成了强有力的制度约束;在相对完善的环境制度下,其绿色技术发展也水到渠成。因此,缓解 FDI 的雾霾污染效应,根本上要提高环保意识、从规范制度着手,在此基础上加强 FDI 产业引导,增加污染防治投入、推动污染防治技术进步,从而实现绿色生产和发展。

全样本和分样本的交互效应估计结果可总结为表 5。

表 5 FDI 与经济增长、工业份额、技术进步交互效应对雾霾污染的边际影响

交互效应		全样本估计	分样本估计			
			不同空气质量		不同经济发展水平	
			高空气质量国家	低空气质量国家	发达国家	发展中国家
经济增长/工业份额/技术进步为经验平均水平时, FDI 对雾霾污染的边际影响		+	+	+	×	+
FDI 为经验平均水平时	经济增长对雾霾污染的边际影响	×	×	×	×	×
	工业份额对雾霾污染的边际影响	+	×	+	×	+
	技术进步对雾霾污染的边际影响	-	-	×	-	×

注: +、-、× 分别表示增加、减轻雾霾污染和影响不显著。本表为表 2-表 4 交互效应结果的归纳总结。

(三) 内生性讨论和稳健性检验

1. 关于内生性问题的讨论

内生性的主要来源有模型设定偏误(遗漏变量)、样本选择偏差、互为因果关系等。从本文的实证分析来看,在阐述效应机制的基础上,结合文献一般做法,解释变量涵盖了得到广泛认可的经济增长、产业结构、环境技术等交互效应变量,并加入了表征城镇化生产生活可能产生污染以及反映环保税收征管的控制变量,控制了国家和年份固定效应,因此存在模型设定偏误的可能性较小;样本选择方面,样本国家分布在世界不同地区,覆盖不同经济发展程度、环境污染程度等多种类型,具有较高代表性,且被解释变量也不存在有限取值的问题;另外,本文被解释变量为表示雾霾污染程度的 PM2.5 浓度,若与解释变量 FDI 有双向因果关系(即东道国环境污染程度影响 FDI 流向),则实际上应是 FDI 投资者考虑东道国环境规制程度不同而流向本身污染较重的国家,而本文控制了反映环境规制的环保税征管变量,因此在较大程度上减轻了这一反向因果问题。总的来说,本文内生性问题较小。进一步地,本文对基准回归还进行了系列稳健性检验。

2. 剔除反映环境规制的控制变量:能源环保税 GDP 占比、汽车运输环保税 GDP 占比

为检验全样本基准回归结果的稳健性,本文剔除了反映环境规制程度的两个环保税变量:能源环保税占 GDP 比重($tax1$)和汽车运输环保税占 GDP 比重($tax2$),再次利用全样本对 FDI 及交互效应与雾霾污染的关系进行了分析,回归结果如表 6 所示。结果表明,即便不控制不同国家环保税收征管的异质性,结果与基准回归保持一致:总效应显著为正,东道国 FDI 为经验平均水平时的增长效应不显著、结构效应为正、技术效应为负。

表 6 剔除环境规制控制变量:FDI 对东道国雾霾污染影响

变量	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)
<i>lnfdi</i>	0.016 *** (3.38)	0.017 *** (3.70)	0.020 *** (4.22)	0.015 *** (3.36)
<i>gdprate</i>	0.001 (0.34)	0.002 (1.41)	0.001 (0.36)	0.000 (0.29)
<i>clnfdi×cgdprate</i>		0.002 *** (3.20)		
<i>manu</i>	0.004 ** (2.12)	0.003 * (1.70)	0.002 ** (2.11)	0.004 ** (2.10)
<i>clnfdi×cmanu</i>			0.002 *** (4.08)	
<i>pollutech</i>	-0.143 *** (-3.38)	-0.137 *** (-3.27)	-0.141 *** (-3.38)	-0.115 ** (-2.09)
<i>clnfdi×cpollutech</i>				-0.024 (-0.76)
<i>urban</i>	0.015 *** (6.17)	0.014 *** (6.00)	0.013 *** (5.54)	0.014 *** (6.09)
常数项	0.986 *** (5.57)	1.022 *** (5.80)	1.100 *** (6.20)	0.998 *** (5.61)
国家固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
N	782	782	782	782
R ²	0.333	0.343	0.348	0.334

注:***、**、* 分别代表在 1%、5%、10% 水平上显著,括号内数据为 *t* 统计量。

3. 子样本分析:FDI 对 OECD 国家的雾霾污染影响

为进一步分析 FDI 对 OECD 国家的环境效应和检验基准回归结果的稳健性,本文利用子样本——除拉脱维亚外的其他 34 个 OECD 国家的数据对 FDI 的雾霾污染效应进行了检验,结果如表 7 所示。

表 7 子样本回归:FDI 对 OECD 国家的雾霾污染影响

变量	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)
<i>lnfdi</i>	0.004 * (1.97)	0.006 (1.53)	0.008 ** (2.02)	0.004 (1.08)
<i>gdprate</i>	-0.001 (-0.70)	-0.001 (-0.40)	-0.001 (-0.50)	-0.001 (-0.74)
<i>clnfdi×cgdprate</i>		0.002 * (1.96)		
<i>manu</i>	0.003 (1.49)	0.002 (1.33)	0.000 * (1.96)	0.003 (1.47)
<i>clnfdi×cmanu</i>			0.002 *** (2.75)	
<i>pollutech</i>	-0.118 *** (-4.02)	-0.113 *** (-3.86)	-0.119 *** (-4.08)	-0.103 *** (-2.69)
<i>clnfdi×cpollutech</i>				-0.014 (-0.62)
其他控制变量	是	是	是	是
常数项	2.233 *** (10.31)	2.174 *** (9.97)	2.276 *** (10.56)	2.244 *** (10.32)
国家固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
N	472	472	472	472
R ²	0.641	0.645	0.648	0.642

注:***、**、* 分别代表在 1%、5%、10% 水平上显著,括号内数据为 *t* 统计量。

对于 OECD 国家来说,FDI 流入同样加重了其雾霾污染程度,FDI 每提升 1%,导致 OECD 国家雾霾年浓度值上升 0.004%~0.008%。并且,当其 FDI 为 OECD 国家经验平均水平时,增长效应对雾霾影响不显著,工业份额上升加重了雾霾污染,技术进步效应则降低了污染程度。子样本回归结果与全样本基准回归结果基本一致,说明本文结论较稳健。

4.被解释变量指标变换:用二氧化氮排放量替换雾霾浓度

本文进一步采用替换污染指标的方法检验了结果的稳健性。受数据可得性影响,本文搜集了 55 个国家 2000–2011 年二氧化氮(NO_2)年浓度数据^①(取对数形式, $\ln\text{no2}$),以此替换雾霾浓度($\ln\text{pm2.5}$)指标,利用全样本国家 2000–2011 年的数据进行了回归,结果如表 8 所示。可以发现,除技术效应外^②,替换污染指标后的总效应、增长效应、结构效应与全样本基准回归、OECD 国家子样本回归结果仍然一致,进一步印证了本文 FDI 环境效应国际经验证据的稳健性。

表 8 因变量变换:FDI 对 NO_2 排放量的影响

变量	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)
$\ln\text{fdi}$	0.012 *** (3.17)	0.012 *** (3.21)	0.016 *** (4.30)	0.011 *** (2.99)
gdprate	0.002 (1.40)	0.004 (1.18)	0.002 * (1.73)	0.002 (1.32)
$\text{c}\ln\text{fdi}\times\text{c}\text{gdprate}$		0.003 *** (5.56)		
manu	0.002 (1.55)	0.001 (0.98)	0.000 * (1.82)	0.002 (1.49)
$\text{c}\ln\text{fdi}\times\text{c}\text{manu}$			0.002 *** (5.67)	
pollutech	0.004 (0.12)	0.008 (0.23)	0.003 (0.10)	0.036 (0.94)
$\text{c}\ln\text{fdi}\times\text{c}\text{pollutech}$				0.047 (0.74)
其他控制变量	是	是	是	是
常数项	0.165 (1.04)	0.243 (1.57)	0.292 * (1.88)	0.185 (1.17)
国家固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
N	618	618	618	618
R^2	0.146	0.192	0.194	0.151

注:***、**、* 分别代表在 1%、5%、10% 水平上显著,括号内数据为 t 统计量。

五、结论和启示

环境经济学是一个重要的研究热点,关于 FDI 与雾霾污染关系的文献近年来也逐渐增加,但鲜见二者关系的跨国经验研究。本文利用 55 个国家 2000–2014 年的面板数据,借鉴

① NO_2 年浓度数据来自环境绩效指数(EPI)的原始数据。

②技术进步效应不显著。实际上, NO_2 和 $\text{PM}_{2.5}$ 属于两类不同的污染物,其污染源、治理重点和途径可能有所不同。二氧化氮本身作为一种污染物,同时也是霾的前体物。详见中国环保在线:<http://www.hbzhan.com/news/detail/116675.html>。

相关研究考察了 FDI 对雾霾污染的影响,从国际视角丰富了这一领域文献。

(一) 研究结论

第一,FDI 总体上对东道国雾霾污染起到了促增效应。在过去的全球资本要素流动过程中,不论母国投资者本身的资本流入目的或具体传导途径如何,FDI 影响雾霾污染的“污染避难所”假说在整体上客观成立,产生了“污染转移”的实际后果。

第二,从交互效应来看,全样本回归结果表明,FDI 对雾霾污染影响的增长效应不显著,结构效应显著为正,技术效应显著为负。这说明东道国的经济增长在扩大东道国生产及排放规模的同时,对应财政收入的增加可能起到了一定的治污减排效果;但从结构效应来看,工业份额上升加重了雾霾污染,说明东道国工业发展仍以高能耗、高污染的粗加工工业为主,亟待优化经济结构以缓解雾霾污染;技术效应显著为负,表明东道国的环境技术进步能显著改善雾霾污染问题。

第三,FDI 的雾霾污染效应具有一定的异质性。首先,不同空气质量国家的 FDI 均显著加重了雾霾污染,发展中国家 FDI 也会增加污染程度,发达国家 FDI 的污染效应则不显著,关键原因在于发达国家环境制度较完备,引资标准和排放标准较高。其次,不同空气质量和不同经济发展水平国家的增长效应均不显著,与基准回归结果一致。这说明世界各国在发展经济的同时普遍投入了一定的资金用于污染治理,特别是对于低空气质量国家和发展中国家,经济增长带来的排放规模扩大与治污减排投入增加这两种力量可能仍是一种“势均力敌”状态,经济增长并未带来环境改善。再次,空气质量较高国家和发达国家的工业份额上升没有恶化雾霾污染,主要源于经济结构较优和环境规制较强;而空气质量较低国家和发展中国家的工业发展仍以污染密集型工业为主,其工业比重提高显著恶化了雾霾污染。最后,空气质量较高国家和发达国家环境技术进步显著降低了污染程度,而空气质量较低国家和发展中国家的绿色技术导向有待进一步加强。

(二) 政策启示

本文为东道国的引资政策、产业政策、环保政策等提供了有益启示。第一,FDI 东道国应摒弃“逐底竞赛”观念,向发达国家学习先进经验,完善相关法律和环境制度设计,着力提高环保意识、加强环境规制、规范引资标准,进一步减少资源寻找型、市场寻找型 FDI 的浅层引入,在借助 FDI 丰裕本国资金、促进经济增长的同时,要进一步加大环保财政资金投入和提高污染防治力度。第二,注重改善 FDI 流向,由流入高能耗产业、制成品粗加工环节为主向流入服务经济、制成品精加工环节为主转变,向全球价值链的中高端提升,大力发展清洁产业,全面扭转 FDI 结构效应。第三,促进环境技术创新,进一步强化 FDI 的绿色技术导向和技术溢出效应,鼓励采用环境友好型生产流程和技术,东道国企业积极借鉴 FDI 企业的流程技术、排放标准和监管体系,加强消化、吸收和再创新,充分发挥 FDI 的技术效应。此外,母国投资者应强化责任担当和维护国家形象,不能将“产业转移”纯粹变为“污染转移”,只有这样才能实现经济发展和环境改善的双赢,实现母国和东道国的双赢,真正促进南北国家均衡持续发展。

值得说明的是,跨国经济关系的环境效应不单是环境经济学关心的内容,同时也是国际政治经济学的研究范畴。资本输出不一定是母国单纯出于经济上的考虑,还可能是执政当局全面考量国家利益和社会效益后的决策,东道国在承接 FDI 时也应站在国家战略角度高

瞻远瞩,不能仅着眼于短期经济利益而牺牲环境质量、忽视社会效益。另外,本文仅关注了FDI对雾霾污染影响的三种传导机制。实际上,FDI影响雾霾污染的可能途径还有很多,这是未来研究的可拓展方向。

参考文献:

- 1.郭红燕、韩立岩,2008:《外商直接投资、环境管制与环境污染》,《国际贸易问题》第8期。
- 2.胡峰、陈彬,2007:《污染转移的法学解读》,《国际贸易问题》第4期。
- 3.冷艳丽、杜思正,2015:《产业结构、城市化与雾霾污染》,《中国科技论坛》第9期。
- 4.冷艳丽、冼国明、杜思正,2015:《外商直接投资与雾霾污染——基于中国省际面板数据的实证分析》,《国际贸易问题》第12期。
- 5.李静、吴文瑾、刘丽雯,2017:《中国农村居民消费含污量与变动因素——兼论环境恩格尔假说的检验》,《消费经济》第3期。
- 6.刘飞宇、赵爱清,2016:《外商直接投资对城市环境污染的效应检验——基于我国285个城市面板数据的实证研究》,《国际贸易问题》第5期。
- 7.盛斌、吕越,2012:《外国直接投资对中国环境的影响——来自工业行业面板数据的实证研究》,《中国社会科学》第5期。
- 8.王会、王奇,2011:《中国城镇化与环境污染排放:基于投入产出的分析》,《中国人口科学》第5期。
- 9.伍德里奇,2015:《计量经济学导论:现代观点(第五版)》,中译本,中国人民大学出版社。
- 10.许和连、邓玉萍,2012:《外商直接投资导致了中国的环境污染吗?——基于中国省际面板数据的空间计量研究》,《管理世界》第2期。
- 11.严雅雪、齐绍洲,2017a:《外商直接投资与中国雾霾污染》,《统计研究》第5期。
- 12.严雅雪、齐绍洲,2017b:《外商直接投资对中国城市雾霾(PM_{2.5})污染的时空效应检验》,《中国人口·资源与环境》第4期。
- 13.叶金珍、安虎森,2017:《开征环保税能有效治理空气污染吗》,《中国工业经济》第5期。
- 14.张腾飞、杨俊、盛鹏飞,2016:《城镇化对中国碳排放的影响及作用渠道》,《中国人口·资源与环境》第2期。
- 15.赵吉林、赵佳、薛飞,2018:《雾霾污染、能源消费与经济增长:政策回顾与实证研究》,《消费经济》第3期。
- 16.周力、李静,2015:《外商直接投资与PM2.5空气污染——基于中国数据的“污染避难所”假说再检验》,《国际经贸探索》第12期。
- 17.Albornoz, F., M. A. Cole, R. J. R. Elliott, and M. G. Ercolani. 2008. “In Search of Environmental Spillovers.” *Social Science Electronic Publishing* 32(1):136–163.
- 18.Boumol, W. J., and W. E. Oates. 1988. *The Theory of Environmental Policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 19.Copeland, B. R., and M. S. Taylor. 1994. “North–South Trade and the Environment.” *The Quarterly Journal of Economics* 109(3): 755–787.
- 20.Dean, J. M. 2002. “Does Trade Liberalization Harm the Environment? A New Test.” *Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne D'économique* 35(4): 819–842.
- 21.Dua, A., and D. C. Esty. 1997. “Sustaining the Asia Pacific Miracle: Environmental Protection and Economic Integration.” *Peterson Institute for International Economics* 30(1):150–152.
- 22.Eskeland, G. S., and A. E. Harrison. 2003. “Moving to Greener Pastures? Multinationals and the Pollution Haven Hypothesis.” *Journal of Development Economics* 70(1): 1–23.
- 23.Fredriksson, P. G., J. A. List, and D. L. Millimet. 2003. “Bureaucratic Corruption, Environmental Policy and Inbound US FDI: Theory and Evidence.” *Journal of Public Economics* 87(7): 1407–1430.
- 24.Grossman, G. M., and A. B. Krueger. 1995. “Economic Growth and the Environment.” *The Quarterly Journal of Economics* 110(2):353–377.
- 25.He, J. 2006. “Pollution Haven Hypothesis and Environmental Impacts of Foreign Direct Investment: The Case of Industrial Emission of Sulfur Dioxide (SO₂) in Chinese Provinces.” *Ecological Economics* 60(1): 228–245.
- 26.Hsu, A., J. Emerson, M. Levy, A. Sherbinin, L. Johnson, O. Malik, J. Schwartz, and M. Jaiteh. 2016.

- Environmental Performance Index;2016 Report. New Haven: Yale Center for Environmental Law and Policy.
- 27.Letchumanan, R., and F. Kodama. 2000. "Reconciling the Conflict between the 'Pollution-haven' Hypothesis and an Emerging Trajectory of International Technology Transfer." *Research Policy* 29(1): 59-79.
- 28.Perkins, R., and E. Neumayer. 2009. "Transnational Linkages and the Spillover of Environment-efficiency into Developing Countries." *Global Environmental Change* 19(3): 375-383.
- 29.Smith, K. W., and M. S. Sasaki. 1979. "Decreasing Multicollinearity: A Method for Models with Multiplicative Functions." *Sociological Methods & Research* 8(1):35-56.
- 30.Walter, I., and J. L. Ugelow. 1979. "Environmental Policies in Developing Countries." *Ambio* 8(2/3):102-109.
- 31.Wearing, S., A. Buchmann, and C. Jobberns. 1997. "Market Access, Competitiveness, and Harmonization: Environmental Protection in Regional Trade Agreements." *Social Science Electronic Publishing* 21(2):265-336.
- 32.Zarsky, L. 1999. "Havens, Halos and Spaghetti: Untangling the Evidence about Foreign Direct Investment and the Environment." *Foreign Direct Investment and the Environment* 13(8): 47-74.
- 33.Zeng, K., and J. Eastin. 2007. "International Economic Integration and Environmental Protection: The Case of China." *International Studies Quarterly* 51(4): 971-995.

Foreign Direct Investment and Haze Pollution: A Transnational Empirical Study

Zhang Lei^{1,2}, Han Lei^{1,2} and Ye Jinzhen³

(1:Business School, Xiangtan University; 2:Centre for Studies on Socialist
Economic Theory, Xiangtan University; 3:School of Business Administration,
Zhongnan University of Economics and Law)

Abstract: Based on panel data of 55 countries from 2000 to 2014, this paper examines the influence of foreign direct investment on haze pollution, making up for the lack of international empirical evidence. The results show that: (1) FDI aggravates the haze pollution in host countries as a whole and for every 1% increase in FDI, the degree of haze pollution increases by 0.015%-0.019%. (2) The interaction effect shows that economic growth has no significant impact on haze pollution at the empirical average level of FDI, and this could be the result of a balance between the expansion of emissions and the increase of pollution reduction investment. In addition, the lifting of industrial share significantly increases pollution and environmental technological progress reduces pollution levels. (3) In terms of heterogeneity, FDI increases pollution levels both in different air quality countries and in developing countries, but the pollution effects of developed countries are not significant because of their complete environmental system. The structure effects of high air quality countries and developed countries are not significant, but their technique effects alleviate the haze pollution. Meanwhile the structure effects of low air quality countries and developing countries aggravate the haze pollution, and their technique effects are not significant. The research conclusion provides useful inspirations for foreign capital policies, industrial policies and environmental policies of host countries.

Keywords: Foreign Direct Investment, Haze Pollution, Growth Effect, Structure Effect, Technique Effect

JEL Classification: F21, O24, Q54, Q56

(责任编辑:彭爽)