

# 中国双向 FDI 协调发展、产业结构演进与环境污染

龚梦琪 刘海云

**摘要：**本文系统梳理了双向 FDI 协调发展、产业结构演进影响环境污染的理论机制，进而利用耦合协调函数测算了双向 FDI 协调发展水平的指标，并实证检验了双向 FDI 协调发展水平、产业结构演进对环境污染的影响。结果显示：（1）现阶段中国双向 FDI 的协调发展水平显著抑制了环境污染，在分样本情况下这一结论依旧成立；（2）中国产业结构合理化水平较低，导致了环境污染增加，但产业结构高度化水平对环境污染产生了显著的抑制作用；（3）双向 FDI 协调发展水平有利于要素在全球范围内的配置，这就促进了产业结构合理化水平上升，进而抑制了环境污染；（4）双向 FDI 协调发展水平抑制了产业结构高度化，从而导致了环境污染增加。

**关键词：**双向 FDI 协调发展；环境污染；产业结构合理化；产业结构高度化

[中图分类号] F740.6 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4670 (2020) 02-0110-15

## 一、问题提出

随着中国“引进来”和“走出去”步伐的加快，外商直接投资（Inward Foreign Direct Investment，简称 IFDI）和对外直接投资（Outward Foreign Direct Investment，简称 OFDI）均呈快速发展的态势。据国家统计局的数据显示，2000 年中国实际利用 IFDI 为 593.5 亿美元，OFDI 仅 9.1 亿美元，而到 2016 年，中国实际利用 IFDI 达到 1260 亿美元，OFDI 达到 1961 亿美元，IFDI 与 OFDI 之间的同步增长特征越来越明显，且现阶段 OFDI 流量已经明显超过 IFDI 流量。与此同时，伴随着中国“一带一路”倡议的实施，未来中国的 IFDI 和 OFDI 将继续保持高速增长。但值得注意的是，IFDI 和 OFDI 作为实施“引进来”和“走出去”战略的重要载体（裴长洪，2009<sup>[1]</sup>；杨连星和罗玉辉，2017<sup>[2]</sup>），对地区的生态环境具有重要的影响（Dijkstra et al.，2011<sup>[3]</sup>；聂飞和刘海云，2016<sup>[4]</sup>；Bakhsh，2017<sup>[5]</sup>）。

[收稿日期] 2018-12-25

[基金项目] 国家社会科学基金项目“基于互利共赢的中美双边对外直接投资的贸易效应研究”（19BJL107）。

[作者信息] 龚梦琪：武汉工程大学法商学院年薪制副教授 430200 电子信箱 gongmq1992@163.com；刘海云：华中科技大学经济学院教授、博士生导师。

Grossman 和 Krueger (1991)<sup>[6]</sup> 最早将国际贸易对环境的影响分解为规模效应、结构效应和技术效应三种, 后来盛斌和吕越 (2012)<sup>[7]</sup>、龚梦琪和刘海云 (2018)<sup>[8]</sup> 均认为 IFDI 和 OFDI 的环境效应也可以分解为规模效应、结构效应和技术效应三种。而结构效应是双向 FDI 影响环境的重要因素之一。一方面, 从中国的现实情况来看, 产业结构的调整是中国经济发展的重要主题之一, 2018 年 3 月 5 日, 习近平总书记在参加十三届全国人大一次会议内蒙古代表团审议时的重要讲话指出推动经济高质量发展, 要把重点放在推动构建现代产业新体系上, 而任何地区在吸引 IFDI 和进行 OFDI 的过程中都会对地区的产业结构产生影响 (张宇和蒋殿春, 2014<sup>[9]</sup>), 且地区环境污染在一定程度上取决于产业结构。另一方面, IFDI 和 OFDI 在不同经济发展阶段所发挥的影响效应也有所不同, 会显著地影响地区的产业结构, 现有研究已经关注到了这一问题, 先后出现了钱纳里的“双缺口模型”、维农的产品生命周期理论、赫尔希曼的技术缺口理论、小岛清的边际产业扩张理论等经典理论。实证研究方面, Desai 等 (2005)<sup>[10]</sup>、Ghodeswar 等 (2008)<sup>[11]</sup> 认为 IFDI 对发展中国家的产业结构升级起到促进作用; 周燕和王传雨 (2008)<sup>[12]</sup> 认为 IFDI 在一定程度上对中国产业结构调整升级具有催化剂作用, 有助于提高国民经济中第二产业和第三产业的比重, 且 IFDI 比间接投资的影响更显著 (张琴, 2012<sup>[13]</sup>); 在 OFDI 影响产业结构升级方面, Tuan 和 Ng (2004)<sup>[14]</sup>、Barrios 等 (2004)<sup>[15]</sup> 和 Ritchie (2009)<sup>[16]</sup> 分别以中国香港地区、爱尔兰和东南亚国家为样本进行了实证研究, 结果均发现 OFDI 有利于母国 (地区) 的产业结构升级; 而产业结构偏向又会对地区环境产生显著影响 (Liu C et al., 2011<sup>[17]</sup>), 但还没有文献从双向 FDI 的角度系统阐释其通过影响产业结构进而影响环境污染的效应, 因此系统考察双向 FDI 影响环境污染的产业结构效应具有重要的理论意义和现实意义。

从 IFDI 对环境污染的影响来看, 部分学者认为“污染天堂”假说普遍存在, Ren 等 (2014)<sup>[18]</sup> 利用中国工业行业的数据进行分析, 发现 IFDI 加剧了行业碳排放; Shahbaz 等 (2015)<sup>[19]</sup> 研究了高收入、中等收入和低收入国家 IFDI 和环境退化之间的关系, 认为 IFDI 会显著恶化环境质量; Bakhsh (2017) 利用巴基斯坦 1980—2014 年的数据进行分析, 发现 IFDI 与环境污染之间呈正相关关系, 因此认为“污染天堂”假说成立。另一部分学者则认为, IFDI 的引入不仅没有恶化地区环境, 反而会在一定程度上改善环境污染状况, 即支持“污染光环”假说, Liang (2014)<sup>[20]</sup> 认为 IFDI 会挤出一部分无效率的国内企业, 进而通过技术溢出和产业升级效应促进中国能源利用效率的上升; 刘玉博和汪恒 (2016)<sup>[21]</sup> 认为 IFDI 总体上改善了中国的环境质量, 但 IFDI 的环境改善效果存在门槛值; Huang 等 (2017)<sup>[22]</sup> 利用空间计量模型研究 IFDI 对中国环境和经济增长的影响, 发现 IFDI 对所在地区的环境质量与经济发展都产生了正向影响。

基于 OFDI 影响环境污染方面的研究还处于起步阶段。周力和庞辰晨 (2013)<sup>[23]</sup> 认为经济发达地区的 OFDI 有利于减少环境污染, 经济欠发达地区的 OFDI 则会导致环境污染显著上升; 聂飞和刘海云 (2016) 从城镇化的视角出发, 认为中国 OFDI 的碳排放效应存在城镇化门槛约束, 在中高城镇化水平的地区, OFDI 会显著地

抑制碳排放的增加,而在城镇化水平较低的地区,OFDI则会导致碳排放水平上升。目前,就IFDI影响环境污染方面的研究较为丰富,基于OFDI影响环境污染方面的研究已引起相关学者的关注,但将二者置于同一框架下测度其环境效应的研究较少。龚梦琪和刘海云(2018)<sup>[24]</sup>系统考察了中国工业行业双向FDI的环境效应,认为IFDI会增加中国工业行业的污染排放,而OFDI对中国工业行业的污染排放则会起到制动作用,且双向FDI交互项对污染排放的影响显著为负;刘海云和龚梦琪(2018)在考察要素市场扭曲与双向FDI的碳排放规模效应时,认为IFDI会通过规模效应显著地促进地区碳排放的增加,OFDI会通过规模效应显著地抑制地区碳排放。从现有的研究结论也可以发现,IFDI和OFDI对环境污染的影响存在不确定性,而在中国IFDI和OFDI发展之快、规模之大的背景下,当二者对环境污染的影响方向存在不一致时,忽略任何一方面的影响所得出的结论都将是偏的。

与以往研究相比,本文创新点在于:(1)以往研究大多纠缠于IFDI和OFDI对一国或地区绝对污染水平的影响,这样的研究其政策含义往往较模糊,而本文重点关注双向FDI的产业结构效应对环境污染的影响,其政策含义会更加明确;(2)从模型构建来看,现有研究大多将IFDI和OFDI的环境效应视为一个孤立的问题,这样会导致对环境效应的认识不完整,因此,本文在验证双向FDI协调发展的基础上,考察了其对环境效应的影响,目前尚未有研究系统论证二者之间的关系;(3)从产业结构演进视角,将产业结构演进方向表征为合理化和高度化两个方向,进而探讨了双向FDI协调发展水平通过产业结构演进影响环境污染的效应。

## 二、理论机制

### (一) 双向FDI协调发展影响环境污染的直接效应

早在20世纪80年代,邓宁的投资发展路径理论就指出随着经济发展水平的提高,IFDI和OFDI之间的互动效应会显著增强。具体而言,IFDI是OFDI的基础,OFDI是IFDI的有力支持(尹应凯,2002<sup>[25]</sup>),因此认为双向FDI之间呈现一定的协调发展性,会对一国或地区的环境污染产生影响。

首先,当一国或地区将环境作为一种低廉的要素投入,辅之以廉价劳动力和生产成本以吸引IFDI时,很难期望这类外资会改善地区环境污染状况,反而会因为带动能源需求的增加,导致环境污染水平上升。同时,伴随着IFDI所带动的地区经济发展水平快速增加,以及污染排放的上升,会促使企业通过OFDI转移过剩产能,降低污染排放,而这类OFDI并不会产生显著的逆向技术溢出效应,不利于环境污染改善。在这种发展模式下,双向FDI协调发展水平十分有限,最终导致污染排放上升。

其次,当一国或地区通过引入IFDI以学习其先进的生产技术和减排技术时,企业生产成本下降,能够将更多的资金投入到了研究与发展方面,一方面有利于环境技术的上升,改善环境污染,另一方面也会提高企业进行OFDI的能力;由于OFDI在资金投向上具有更大的主动权,因此企业通过技术寻求的OFDI,可以获取国外先进的技术,进而通过技术反馈机制实现母国(地区)技术的赶超,最终形成双向FDI的协调发展效应,促进环境污染的降低。

为此,本文提出假说1:在中国双向FDI快速发展的背景下,随着IFDI和OFDI结构的不断调整优化,双向FDI的协调效应逐渐增强,这就在一定程度上降低环境污染。

### (二) 产业结构演进影响环境污染的直接效应

首先,产业结构合理化在一定程度上说明了产业之间协调聚合的程度,即产业之间相互作用所促进的资源要素趋于合理配置和动态均衡的效应。伴随着劳动、资本等生产要素在产业间的流动,社会生产资源得到再配置,企业生产率提高,产业结构也会从相对不合理的状态向相对合理的状态调整。但产业结构合理化对地区环境污染的影响依赖于产业结构的调整方向,若产业结构向污染密集型产业调整,则必然导致环境污染快速上升,若产业结构向清洁型产业调整,则会显著改善环境污染。

为此,本文提出假说2:从中国的现实情况来看,目前产业结构的调整主要是从第一产业向第二产业转移,一些产业的调整可能带来资源耗竭和生态环境恶化,这就不利于环境污染改善。

其次,产业结构高度化一方面表现为从劳动密集型产业向资本密集型产业过渡,最终到技术密集型产业的演进过程,即各种要素密集度的依次转移;另一方面表现为产业自身向高附加值化、高技术化、高集约化、高加工度化的转移过程。因此,从产业结构高度化的内涵来看,无论是技术密集型产业占比增加还是产业自身向高技术、高附加值的转变,大多有利于地方环境污染的改善。

为此,本文提出假说3:产业结构高度化的增强有利于降低环境污染。

### (三) 双向FDI协调发展通过产业结构演进影响环境污染的间接效应

首先,从双向FDI协调发展、产业结构合理化与环境污染来看。一方面,IFDI作为政府招商引资的主要目标,可能会对要素市场产生一定的影响,造成市场扭曲,反过来市场扭曲所导致的要素价格偏低会吸引更多的IFDI,与此同时,要素市场扭曲所造成的企业大量使用有形生产要素进行生产,减少科研投入,会抑制企业竞争力的形成,最终抑制OFDI。这就会造成双向FDI的协调发展程度较低,产业间的要素配置也不尽合理,最终导致环境污染。另一方面,随着双向FDI结构的逐渐调整,二者协调程度不断上升,通过对国内外的生产要素进行再配置,劳动、资本等资源得到更高效的利用,产业结构向更合理化的方向发展,这不仅会促进要素结构扭曲被逐步纠正,也会使得社会资源在产业间合理流动,环境污染状况趋于改善。

为此,本文提出假说4:在中国双向FDI协调发展程度不断上升的背景下,由于促进了要素资源的合理配置,产业结构的扭曲效应逐渐被纠正,因此会显著改善地区环境污染。

其次,从双向FDI协调发展、产业结构高度化与环境污染来看。长期来看,市场寻求性的IFDI通过扩展东道国的产品市场,利用技术溢出效应、产品竞争效应和示范效应会倒逼东道国生产技术的改善,促进企业竞争力增强,OFDI增加;效率寻求性的IFDI虽然会促进产业的快速发展,但由于这类外资大多是低端加工制造业,会在一定程度上抑制劳动生产率的上升,产业结构被低端锁定,企业竞争力下降,不利于OFDI增加;资源寻求性的IFDI虽然会通过技术溢出效应促进资源密集



型行业的发展,但会导致工业化进程延缓,抑制 OFDI。因此双向 FDI 的协调发展效应通过影响产业结构高度化,进而影响环境污染的最终效应与双向 FDI 的类型有关。

基于此,本文提出假说 5:由于中国现阶段的引资多以资源寻求性为主,市场寻求性的 IFDI 相对较少,且并无充分的证据显示中国的 OFDI 是为了寻求逆向技术溢出(李猛,2011<sup>[26]</sup>)。因此认为目前双向 FDI 协调发展水平可能会抑制产业结构高度化的发展,产业结构被低端锁定,最终导致环境污染上升。

### 三、模型设定及数据说明

#### (一) 模型设定

为了系统地考察双向 FDI 协调发展影响环境污染的直接效应,以及通过产业结构演进影响环境污染的间接效应,限于数据的可获得性和完整性,本文利用我国 30 个省市 2004—2015 年的数据进行分析,由于环境污染具有一定的时间累积性,因此,设定计量模型如下:

$$Z_{it} = \delta_0 + \delta_1 Z_{i,t-1} + \delta_2 \ln IDFDI_{it} + \delta_3 I_{it} + \delta_4 I_{it} \times \ln IDFDI_{it} + \delta_5 X_{it} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,  $Z_{it}$  表示  $i$  地区在第  $t$  期的环境污染,  $Z_{i,t-1}$  表示  $i$  地区在第  $t-1$  期的环境污染,  $\ln IDFDI_{it}$  表示  $i$  地区在第  $t$  期双向 FDI 的协调发展水平,  $I_{it}$  表示  $i$  地区在第  $t$  期的产业结构演进指标(合理化指数和高度化指数),为了衡量双向 FDI 协调发展水平通过产业结构演进影响环境污染的间接效应,引入产业结构演进和双向 FDI 协调发展水平的交互项,  $X_{it}$  表示影响地区环境污染的其他因素(沈坤荣等,2017<sup>[27]</sup>;龚梦琪和刘海云,2018),包括地区人均资本存量( $\ln KL_{it}$ )、研发投入( $\ln RD_{it}$ )、贸易开放程度( $\ln TR_{it}$ )、人力资本水平( $\ln H_{it}$ )、地区的经济发展水平( $\ln GDP_{it}$ )以及环境规制( $\ln ERS_{it}$ )。

#### (二) 数据说明

1. 环境污染的测度。本文采用工业三废的排放量数据,通过熵值法进行加权处理,得到最终的环境污染指数,数据来源于《中国环境统计年鉴》。为了消除变量量纲及属性差异对测算结果的影响,利用极差法对数据做标准化处理,计算公式如下:

$$\text{正向指标: } X_{ij}^* = \frac{X_{ij} - m_j}{M_j - m_j} \quad (2)$$

$$\text{负向指标: } X_{ij}^* = \frac{M_j - X_{ij}}{M_j - m_j} \quad (3)$$

其中,  $M_j = \max\{X_{ij}\}$ ,  $m_j = \min\{X_{ij}\}$ ,  $X_{ij}^* \in [0, 1]$ 。

2. 产业结构演进测度。产业结构演进是指产业结构由低级向高级过渡的过程,产业层次的高低根据生产投入资源和技术程度来说明。产业结构的演进方向主要可以分为合理化和高度化两个方向,因此利用产业结构合理化(IA)和产业结构高度化(IB)指标衡量产业结构演进。

产业结构合理化(IA)的测度。学术界基于资源配置说,主要以要素投入结

构和产出结构的耦合程度来度量产业结构合理化指标,即产业结构的偏离度,具体公式如下:

$$E = \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i/L_i}{Y/L} - 1 \right| = \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i/Y}{L_i/L} - 1 \right| \quad (4)$$

其中,  $Y$  表示总产出,  $L$  表示劳动投入,  $i$  表示第  $i$  产业部门,  $n$  表示所有产业部门总数。为了进一步表现各产业的重要程度,借鉴韩永辉等 (2016)<sup>[28]</sup> 的方法,将产业结构合理化的指标设定如下:

$$IA = \frac{1}{\sum_{i=1}^n (Y_i/Y) |(Y_i/L_i)/(Y/L) - 1|} \quad (5)$$

产业结构高度化 ( $IB$ ) 测度。干春晖等 (2011)<sup>[29]</sup> 认为信息化推动下的经济结构服务化是产业结构升级的重要表现,因此采用第三产业产值与第二产业产值之比衡量产业结构高度化;匡远配和唐文婷 (2015)<sup>[30]</sup> 认为产业结构高度化就是各产业的劳动生产率按该产业总产值占 GDP 的比重进行加权。但由于在“经济服务化”过程中的一个典型事实是第三产业的增长率要快于第二产业的增长率 (吴敬琏, 2006<sup>[31]</sup>), 因此本文采用第三产业产值与第二产业产值的比重对产业结构高度化进行测度。

3. 双向 FDI 的协调发展水平。借鉴黄凌云等 (2018)<sup>[32]</sup> 的方法,在测度双向 FDI 的协调发展水平前,首先利用脉冲响应函数分析 IFDI 与 OFDI 之间的互动效应,进而利用耦合系统模型测度双向 FDI 的协调发展水平。

在进行脉冲响应函数分析之前,首先利用 ADF 检验和 PP 检验的方法对 IFDI 和 OFDI 的单位根进行检验,以验证变量的平稳性,结果如表 1 所示,至少在 1% 的显著性水平下拒绝了存在单位根的原假设,因此认为 IFDI 和 OFDI 是平稳序列。

表 1 单位根检验结果

检验方法	$\Delta \ln IFDI_{it}$	$\Delta \ln OFDI_{it}$
ADF	-3.2680 ***	-7.0453 ***
PP	-6.6954 ***	-15.0836 ***

注:\*\*\* 表示在 1% 的置信水平下显著, ADF 和 PP 检验的结果均对应的是 Z 统计量的值。

表 2 滞后阶数选取

Lag	LR	FPE	AIC	SC	HQ
1	24.8098 *	0.0286 *	2.1227 *	2.2311 *	2.1666 *
2	2.1333	0.0296	2.1558	2.3366	2.2291
3	5.1487	0.0301	2.1709	2.4240	2.2735
4	3.7485	0.0308	2.1940	2.5195	2.3260
5	2.0528	0.0318	2.2272	2.6250	2.3886

注: \* 表示在特定准则下选取的最优滞后阶数。

脉冲响应函数是指当一个经济变量受到一个单位的外生冲击时,对另一个经济变量的影响,本文先通过 LR、FPE、AIC、SC 和 HQ 的方法选择最佳滞后阶数为

1, 如表 2 所示, 进而得到脉冲响应函数的结果 (如图 1 所示)。横轴表示冲击作用的滞后期数 (单位: 年), 纵轴表示被解释变量的变化情况, 实线表示脉冲响应函数, 即一个变量受到外生冲击时对另一个变量或其自身的影响, 虚线代表标准差的偏离带。可以发现, 当 IFDI 受到一个标准差的外生冲击时, 会促进 OFDI 在第二期产生一个显著的正向波动, 在第三期之后, 这一正向波动逐渐收敛至零刻度线; 同样, 当 OFDI 受到一个标准差的外生冲击时, 会促进 IFDI 在第二期产生一个显著的正向波动, 在第三期之后, 这一正向波动逐渐收敛至零刻度线。因此认为 IFDI 和 OFDI 之间存在相互促进作用。

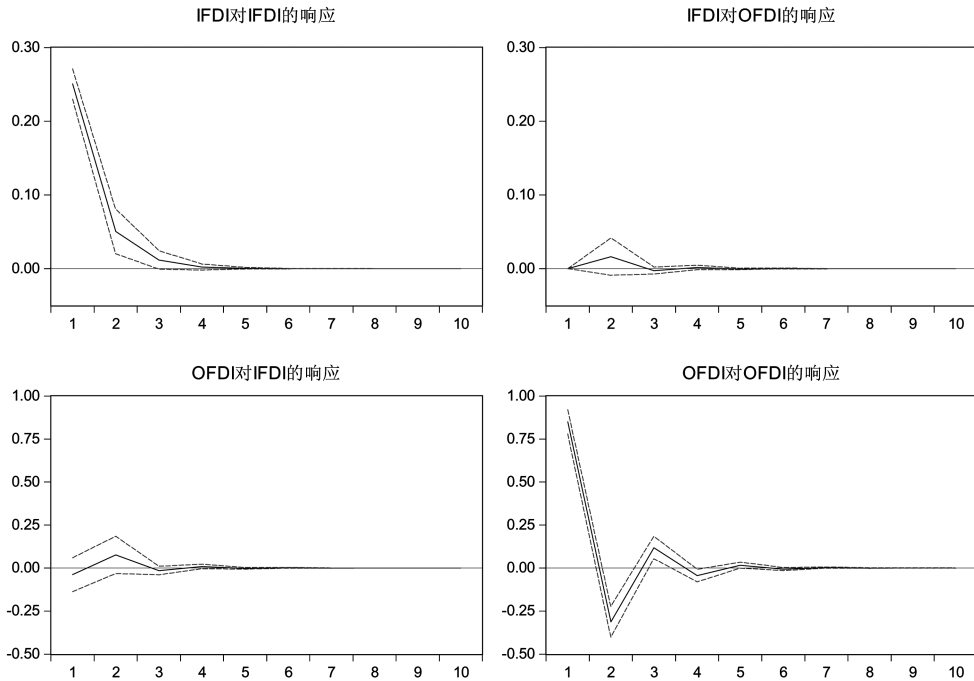


图 1 脉冲响应图

上述分析了双向 FDI 之间的互动和反馈机制, 进一步采用耦合系统模型测度二者之间的协调发展水平, 耦合度公式计算如下:

$$C_{it}(IO) = IFDI_{it} \times OFDI_{it} / (\alpha IFDI_{it} + \beta OFDI_{it})^\gamma \quad (6)$$

其中,  $IFDI_{it}$  和  $OFDI_{it}$  分别表示  $i$  地区在  $t$  时期的 IFDI 和 OFDI 流量, 数据来源于《中国统计年鉴》和《对外直接投资统计公报》, 由于 IFDI 和 OFDI 单位均为万美元, 因此采用人民币汇率年均价将美元数据转化为人民币之后进行核算。 $\alpha$  和  $\beta$  分别表示 IFDI 和 OFDI 的权重, 鉴于目前中国正大力鼓励“引进来”和“走出去”并重的发展战略, 且 IFDI 和 OFDI 的发展呈现明显的同步性, 因此将  $\alpha$  和  $\beta$  的值均设定为 0.5。 $\gamma$  作为调节系数, 参照黄凌云等 (2018) 的设置原则, 将其设定为 2。由于耦合度只能反映系统之间的相互作用程度, 而协调度不仅可以反映这种相互作用程度, 还可以反映各系统发展水平, 因此, 进一步引入耦合协调发展指

标, 双向 FDI 的协调发展水平就可以表示为:

$$IDFDI_{it} = D_{it}(IO) = \left[ C_{it}(IO) \times \frac{IFDI_{it} + OFDI_{it}}{2} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[ \frac{IFDI_{it} \times OFDI_{it}}{(IFDI_{it} + OFDI_{it})/2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

4. 其他控制变量。研发投入 ( $\ln RD_{it}$ ) 采用各年研发经费支出衡量, 数据来源于《中国科技统计年鉴》。人均资本存量 ( $\ln KL_{it}$ ) 采用全社会固定资产投资与年末从业人数之比表示, 数据来源于国家统计局。采用各地区的进出口贸易总额占 GDP 的比重衡量地区贸易开放程度 ( $\ln TR_{it}$ ), 数据来源于《中国统计年鉴》, 由于进出口贸易数据单位为万美元, 而 GDP 数据单位为万元, 采用人民币汇率年均价将美元数据转换为人民币数据之后进行核算。借鉴 Barro 和 Lee (1993)<sup>[33]</sup> 的方法, 通过劳动力平均受教育年限衡量人力资本存量, 分别赋予小学、初中、高中、大专及以上学历的受教育年限为 6 年、9 年、12 年和 16 年, 进而各地区的人力资本存量 ( $\ln H_{it}$ ) 可以表示为: 小学就业人员比重×6+初中就业人员比重×9+高中就业人员比重×12+大专及以上学历就业人员比重×16, 各地区就业人员受教育程度构成数据来源于《中国劳动统计年鉴》。采用地区国内生产总值衡量经济发展水平 ( $\ln GDP_{it}$ ), 数据来源于《中国统计年鉴》; 采用环境污染治理成本占 GDP 的比重衡量环境规制 ( $\ln ERS_{it}$ ), 数据来源于中华人民共和国国家统计局。值得注意的是, 本文涉及的所有价格数据均将其平减为 2004 年的实际价格。

## 四、实证研究

### (一) 基准回归

表 3 是对式 (1) 进行的回归分析, 为了克服模型可能存在的内生性问题, 采用现有研究广泛使用的工具变量法, 选取变量的滞后项作为工具变量, 鉴于广义矩估计的方法又可分为一步 GMM 和两步 GMM, 而在有限样本条件下, 两步 GMM 估计量的标准误会严重向下偏误, 从而影响统计推断 (Bond, 2002<sup>[34]</sup>), 考虑到分样本情况下样本数据的限制, 并保证模型估计的一致性, 本文在基准模型和分样本回归模型中主要基于一歩 GMM 的方法进行估计, 为了保证结果的稳健性, 在基准模型回归中同时给出了两步 GMM、IV-2SLS 和 IV-GMM 的估计结果, 如表 3 所示。

根据回归结果可知, 第一, 前期环境污染对当期环境污染的影响显著为正, 且至少在 10% 的显著性水平下通过了检验, 说明环境污染是一个连续的累积的过程。

第二, 双向 FDI 协调发展水平的上升会显著抑制环境污染, 且至少在 1% 的水平下通过了检验, 说明未来提高双向 FDI 协调效应是减排的重要途径之一。具体而言, IFDI 和 OFDI 之间的协调发展水平上升在一定程度上说明了 IFDI 技术溢出和 OFDI 逆向技术溢出效应的互动协调发展程度 (黄凌云等, 2018), IFDI 会通过技术溢出效应改善东道国的环境技术, 进一步促进企业走出去, 增加 OFDI, 而 OFDI 又会通过逆向技术溢出效应改善地区的环境污染状况, 因此, 随着双向 FDI 协调发展水平的上升, 地区环境污染会显著下降。至此, 假说 1 得到验证。



表3 基准回归结果

变量	IV-2SLS	IV-GMM	SYS1-GMM	DIF1-GMM	SYS2-GMM	DIF2-GMM
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$Z_{it-1}$			0.9041 *** (0.1004)	0.5367 (0.3742)	0.8524 *** (0.0456)	0.6226 * (0.3306)
$\ln I D F D I_{it}$	-0.1010 *** (0.0269)	-0.1015 *** (0.0269)	-0.0457 ** (0.0183)	-0.0278 * (0.0154)	-0.0417 *** (0.0195)	-0.0297 *** (0.0103)
$I A_{it}$	0.0440 * (0.0229)	0.0439 * (0.0229)	0.0193 ** (0.0094)	0.0238 ** (0.0102)	0.0164 *** (0.0032)	0.0151 *** (0.0103)
$I B_{it}$	-0.4100 ** (0.1732)	-0.4131 ** (0.1731)	-0.1630 ** (0.0791)	-0.1432 * (0.0847)	-0.1291 *** (0.0165)	-1.1316 *** (0.0382)
$I A \times \ln I D F D I_{it}$	-0.0055 * (0.0032)	-0.0056 * (0.0032)	-0.0028 ** (0.0014)	-0.0039 ** (0.0016)	-0.0025 *** (0.0005)	-0.0026 *** (0.0006)
$I B \times \ln I D F D I_{it}$	0.0502 * (0.0261)	0.0508 * (0.0261)	0.0263 ** (0.0123)	0.0232 * (0.0120)	0.0210 *** (0.0025)	0.0199 *** (0.0055)
控制变量	是	是	是	是	是	是
_ cons	-0.3938 * (0.2125)	-0.4006 * (0.2127)	-0.0182 (0.1092)		-0.0713 ** (0.0349)	
$R^2$	0.7108	0.7115				
识别不足检验	123.446 ***	115.362 ***				
弱识别检验	28.567 ***	29.886 ***				
过度识别检验	1.911 [0.3847]	1.686 [0.1941]				
AR (1) 检验			-6.02 [0.000]	-2.09 [0.036]	-2.72 [0.007]	-1.78 [0.075]
AR (2) 检验			1.48 [0.139]	1.16 [0.247]	1.56 [0.118]	1.27 [0.206]
SARGAN 检验			16.75 [0.402]	3.60 [0.980]	15.73 [0.472]	9.94 [0.355]
观测值	300	300	330	300	330	300

注：\*、\*\*和\*\*\*分别表示在10%、5%和1%的水平下显著；圆括号中显示的是估计系数的标准误，方括号中显示的是统计量的P值；SYS1-GMM、DIF1-GMM、SYS2-GMM和DIF2-GMM分别表示一步系统GMM、一步差分GMM、两步系统GMM和两步差分GMM估计。

第三，产业结构合理化会导致污染排放显著上升，且至少在10%的水平下通过了检验。究其原因：首先，产业结构合理化对地区环境污染的影响主要在于产业比例和要素配置的调整方向是否向友好型的生产活动转变，若是如此则必然会减少环境污染，但若向非友好型生产活动转变，则可能会导致环境污染上升（韩永辉等，2016）；在样本期内，中国各地区生产要素在产业间的流动主要体现在由农业向制造业转移的过程，且作为一个快速发展的新兴经济体，在未来很长一段时间内，制造业仍将是国民经济发展的部门（余东华和孙婷，2017<sup>[35]</sup>）。其次，由于中国普遍存在要素市场扭曲，这就会使得一些落后产能得以继续生存，最终导

致产能过剩,要素在产业间的流动不尽合理(龚梦琪和刘海云,2018)。因此,短期来看,中国产业结构合理化水平还较低,且要素流动主要是由农业向制造业转移,这就导致了环境污染上升。最后,从产业结构合理化的数据特征来看,仅北京的产业结构合理化水平较高,最高达到36.9283,其他地区的产业结构合理化水平均较低,产业结构合理化的标准差达到4.5921,可以发现中国产业结构合理化水平存在显著的地域不均衡现象,整体来看,产业结构合理化水平还较低,因此,不利于环境污染改善。至此,假说2得到验证。

第四,产业结构高度化会显著抑制污染排放,且至少在10%的水平下通过了检验。究其原因在于,一方面,产业结构高度化所表现的主导产业置换过程有利于环境污染的改善;另一方面,产业结构高度化所体现的产业内部新旧技术的转换也有利于促进地区环境污染的下降。至此,假说3得到验证。

第五,产业结构合理化与双向FDI协调效应的交互项系数显著为负,且至少在10%的水平下通过了检验,说明目前中国双向FDI的协调发展可能会在一定程度上改善产业结构合理化水平,进而抑制污染排放。究其原因:随着IFDI流入和OFDI流出规模的增加,二者之间的协调发展会促进资源在全球范围内配置,进而促进资本、劳动等生产要素在产业间的流动向更合理的方向调整,缓解要素市场扭曲程度,促进地区之间产业结构合理化的均衡发展,最终强化双向FDI的正向产业结构效应,抑制环境污染。至此,假说4得到验证。

第六,产业结构高度化与双向FDI协调效应的交互项系数显著为正,且至少在10%的水平下通过了检验,说明双向FDI的协调发展效应会在一定程度上抑制产业结构高度化水平,进而导致地区环境污染增加。究其原因:现阶段中国引入IFDI和进行OFDI的模式依旧是以资源寻求型为主,这容易导致产业结构被低端锁定,并表现出高污染、高能耗和高排放的特征,不利于新兴产业的发展,因此,认为目前中国双向FDI的类型导致了其协调发展水平会在一定程度上抑制产业结构高度化,进而不利于地区环境污染的改善。至此,假说5得到验证。

## (二) 分地区检验

由于中国地域面积广阔,各个省、市、自治区的双边投资规模、结构、贸易开放程度和经济发展水平均存在较大的差异,单一地从全国的视角出发考察双向FDI协调发展的环境效应,可能会忽略地区之间存在的异质性,因此,本文进一步将中国划分为沿海和内陆<sup>①</sup>两个区域,分别采用一步系统GMM和一步差分GMM的方法对模型进行估计,具体结果如表4所示。

根据回归结果可知,第一,滞后一期的环境污染对当期环境污染的影响显著为正,说明环境污染具有一定的累积性。

<sup>①</sup>沿海地区包括天津、河北、辽宁、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、广西和海南;内陆地区包括北京、山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆。

表4 分地区检验结果

变量	沿海地区		内陆地区	
	DIF1-GMM	SYS1-GMM	DIF1-GMM	SYS1-GMM
$Z_{it-1}$	0.0468 (0.2700)	0.8386*** (0.1077)	0.5888 (0.5321)	0.8611*** (0.1232)
$\ln IDFDI_{it}$	-0.1151** (0.0487)	-0.0702** (0.0339)	-0.0533** (0.0261)	-0.0367** (0.0166)
$IA_{it}$	0.0477* (0.0275)	0.0541* (0.0319)	0.0708** (0.0344)	0.0405** (0.0184)
$IB_{it}$	-0.4530** (0.2218)	-0.1486 (0.1156)	-0.4659** (0.2156)	-0.2312* (0.1244)
$IA \times \ln IDFDI_{it}$	-0.0070* (0.0039)	-0.0078* (0.0045)	-0.0114** (0.0056)	-0.0068** (0.0031)
$IB \times \ln IDFDI_{it}$	0.0657** (0.0284)	0.0358* (0.0190)	0.0749** (0.0360)	0.0411** (0.0208)
控制变量	是	是	是	是
_cons		-0.1938 (0.2813)		0.0867 (0.1009)
AR (1) 检验	-1.67 [0.095]	-4.44 [0.000]	-1.66 [0.096]	-4.53 [0.000]
AR (2) 检验	1.34 [0.179]	1.59 [0.111]	0.16 [0.873]	0.63 [0.529]
SARGAN 检验	19.92 [0.175]	13.78 [0.682]	2.33 [0.939]	19.13 [0.448]
观测值	100	110	200	220

注：\*、\*\*和\*\*\*分别表示在10%、5%和1%的水平下显著；圆括号中显示的是估计系数的标准误，方括号中显示的是统计量的P值；SYS1-GMM和DIF1-GMM分别表示一步系统GMM和一步差分GMM估计。

第二，双向FDI的协调发展效应会显著抑制沿海地区和内陆地区的环境污染，且这一抑制作用在沿海地区表现得更明显。事实上，沿海地区由于特定的区位优势，不仅IFDI和OFDI规模相对内陆地区而言更大，而且IFDI和OFDI结构也更合理，其协调发展水平也就更强，因此在更大程度上促进了环境污染的下降。

第三，产业结构合理化会导致沿海地区和内陆地区环境污染的增加，且这种促进作用在内陆地区更显著。这在一定程度上说明内陆地区产业结构合理化水平还存在更大的提升空间，主要原因在于近年来中国内陆地区承接了大量来自于沿海地区的产业转移，而这种产业转移多以工业为主，这就不利于环境污染的改善，反而会在更大程度上恶化地区的环境质量。

第四，产业结构高度化会显著地抑制沿海地区和内陆地区的环境污染，产业结构高度化水平每上升1个百分点，会促进沿海地区环境污染下降0.4530个百分点，同时会促进内陆地区环境污染下降0.2312—0.4659个百分点。而且由于产业结构高度化实际上是整体产业的转移，因此着力推进产业结构高度化的调整，促进各产

业自身向高技术化和高附加值化转变是未来改善环境质量、降低环境污染的关键。

第五,双向 FDI 协调发展水平与产业结构合理化的交互项系数显著为负,也就是说双向 FDI 协调发展水平会促进产业结构合理化水平的提高,进而抑制沿海地区和内陆地区的环境污染,值得注意的是这一抑制效应在内陆地区表现得更明显,主要原因在于内陆地区产业结构合理化水平较低,双向 FDI 协调发展水平上升对产业结构合理化的改善空间更大,会在更大程度上促进内陆地区的产业结构合理化水平上升,进而抑制环境污染。

第六,双向 FDI 协调发展水平与产业结构高度化的交互项系数显著为正,且这一正向促进作用在内陆地区表现得更明显。主要原因在于一方面内陆地区双向 FDI 协调发展水平相对沿海地区而言较低,且内陆地区产业结构高度化水平明显低于沿海地区,另一方面,沿海地区和内陆地区的 IFDI 和 OFDI 结构决定了其对产业结构高度化水平的抑制作用,最终加剧了环境污染。

### (三) 稳健性检验

为了验证模型的稳健性,本文进一步检验了以工业废水排放、工业废气排放和工业固体废弃物的排放量作为被解释变量的回归结果<sup>①</sup>,其他变量保持不变,由于全样本的数据量较大,因此稳健性检验主要基于两步 GMM 的方法进行分析,回归结果显示主要变量的大小、符号及显著性水平并未发生明显变化,因此认为表 3 的估计结果具有较好的稳健性。

## 五、结论及政策建议

本文利用中国 30 个省区市 2004—2015 年的数据,从产业结构演进的视角系统分析了双向 FDI 协调发展的环境污染效应,结果发现:(1)双向 FDI 之间存在明显的互动效应,且双向 FDI 的协调发展水平会显著抑制环境污染,但这种负向影响在沿海地区表现得更明显;(2)中国的产业结构合理化水平存在区域不平衡,整体来看产业结构合理化水平还较低,这就会导致地区环境污染增加,且这种促进作用在内陆地区表现得更强;(3)产业结构高度化水平会显著抑制环境污染,且这种抑制作用在沿海地区和内陆地区均较强;(4)现阶段双向 FDI 的协调发展程度会通过促进产业结构合理化水平上升进而抑制环境污染,且这种抑制作用在内陆地区表现得更强;(5)中国的 IFDI 和 OFDI 类型导致双向 FDI 协调发展抑制了产业结构高度化,从而导致环境污染增加。此外,地区环境污染还受到研发投入、人均资本存量、经济发展水平、人力资本、贸易开放水平以及环境规制水平等因素的影响。

基于上述结论,本文提出如下政策建议:(1)进一步强化 IFDI 和 OFDI,兼顾“引进来”和“走出去”并举战略,促进双向 FDI 协调发展是未来改善环境污染的关键。近年来,随着 OFDI 的快速增加,出现了弱化引资的观点和倾向,但实际上,中国的人均 IFDI 仍然较低,与发达国家还存在较大差距,且对于经济转轨时

<sup>①</sup>限于文章篇幅,本文并未报告稳健性检验结果,如有兴趣,可向作者索取。

期的中国而言,引资依旧是获取国外技术和促进经济发展的重要渠道,如果形成以资本输出为主、资本流入为辅的发展模式势必不利于经济的可持续发展。因此,重视双向 FDI 协调发展的阶段性特征,通过调整引资结构,加大高技术外资的引入力度,促进地区生产技术和环境技术进步,进而促进 OFDI,并通过 OFDI 的逆向技术溢出效应反作用于母国环境技术的提高,最终改善环境污染是未来政策的重点。(2) 提高产业结构的聚合质量,促进资本要素在产业间的合理流动,最终提高产业结构合理化水平是促进环境质量上升的核心动力。虽然目前中国的产业结构合理化水平还较低,且主要是农业向制造业的转移,但双向 FDI 协调发展水平会通过在全球配置资源,显著提高产业结构合理化水平,最终改善环境污染。因此,应该将双向 FDI 协调发展效应与产业结构合理化水平的提高相结合,在人口红利逐渐消失、环境质量显著恶化的背景下,改变以往以低廉要素价格吸引外资流入的模式,大力引入高质量、高技术、低污染和低能耗的绿色外资,通过技术寻求以及市场寻求型的 OFDI 促进母国经济实力以及环境技术的进一步提高,进而促进产业结构向更合理化的方向调整,降低环境污染。(3) 将产业结构高度化放在更突出的位置是改善环境污染的重要保证。现阶段,推动产业结构持续高度化是未来经济发展的必然趋势,因此应注重产业结构内生的技术创新,综合利用 IFDI 和 OFDI 过程中所带来的技术溢出和逆向技术溢出效应,推动产业向高技术、高附加值的方向发展,培育高端服务业,最终促进环境质量改善。

#### [参考文献]

- [1] 裴长洪. 吸引外商投资的新增长点: 理论与实践依据——最近几年外商投资重要特征分析 [J]. 中国工业经济, 2009 (4): 30-41.
- [2] 杨连星, 罗玉辉. 中国对外直接投资与全球价值链升级 [J]. 数量经济技术经济研究, 2017, 34 (6): 54-70.
- [3] DIJKSTRA B R, MATHEW A J, ARIJIT MUKHERJEE. Environmental Regulation: An Incentive for Foreign Direct Investment [J]. Review of International Economics, 2011, 19 (3): 568-578.
- [4] 聂飞, 刘海云. 基于城镇化门槛模型的中国 OFDI 的碳排放效应研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26 (9): 123-131.
- [5] BAKHSH K, ROSE S, ALI M F, et al. Economic Growth, CO2 Emissions, Renewable Waste and FDI Relation in Pakistan: New Evidences from 3SLS [J]. Journal of Environmental Management, 2017, 196: 627-632.
- [6] GROSSMAN G M, KRUEGER A B. Environmental Impacts of A North American Free Trade Agreement [R]. National Bureau of Economic Research, 1991.
- [7] 盛斌, 吕越. 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 [J]. 中国社会科学, 2012 (5): 54-75+205-206.
- [8] 龚梦琪, 刘海云. 中国工业行业双向 FDI 的环境效应研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28 (3): 128-138.
- [9] 张宇, 蒋殿春. FDI、政府监管与中国水污染——基于产业结构与技术进步分解指标的实证检验 [J]. 经济学 (季刊), 2014, 13 (2): 491-514.
- [10] DESAI M A, FOLEY C F, HINES J R. Foreign Direct Investment and the Domestic Capital Stock [J]. American Economic Review, 2005, 95 (2): 33-38.



- [11] GHODESWAR B, VAIDYANATHAN J. Business Process Outsourcing: An Approach to Gain Access to World-class Capabilities [J]. Business Process Management Journal, 2008, 14 (1): 23-38.
- [12] 周燕, 王传雨. 我国外商直接投资产业结构转变效应实证分析 [J]. 中国软科学, 2008 (3): 148-152.
- [13] 张琴. 国际产业转移对我国产业结构的影响研究——基于1983—2007年外商直接投资的实证分析 [J]. 国际贸易问题, 2012 (4): 137-144.
- [14] TUAN C, NG L F Y. Manufacturing Agglomeration as Incentives to Asian FDI in China after WTO [J]. Journal of Asian Economics, 2004, 15 (4): 673-693.
- [15] BARRIOS S, GÖRG H, STROBL E. Foreign Direct Investment, Competition and Industrial Development in the Host Country [J]. Ssrn Electronic Journal, 2004, 49 (7): 1761-1784.
- [16] RITCHIE B K. Economic Upgrading in a State-coordinated, Liberal Market Economy [J]. Asia Pacific Journal of Management, 2009, 26 (3): 435.
- [17] LIU C, DUAN M, ZHANG X, et al. Empirical Research on the Contributions of Industrial Restructuring to Low-Carbon Development [J]. Energy Procedia, 2011, 5 (5): 834-838.
- [18] REN S, YUAN B, MA X, et al. International Trade, FDI (Foreign Direct Investment) and Embodied CO<sub>2</sub> Emissions: A Case Study of China's Industrial Sectors [J]. China Economic Review, 2014, 28 (1): 123-134.
- [19] SHAHBAZ M, NASREEN S, ABBAS F, et al. Does Foreign Direct Investment Impede Environmental Quality in High, Middle and Low-income Countries? [J]. Energy Economics, 2015, 51: 275-287.
- [20] LIANG F H. Does Foreign Direct Investment Harm the Host Country's Environment? Evidence from China [J]. Current Topics in Management, 2014, 17: 105-121.
- [21] 刘玉博, 汪恒. 内生环境规制、FDI与中国城市环境质量 [J]. 财经研究, 2016, 42 (12): 119-130.
- [22] HUANG J, CHEN X, HUANG B, et al. Economic and Environmental Impacts of Foreign Direct Investment in China: A Spatial Spillover Analysis [J]. China Economic Review, 2017, 45: 289-309.
- [23] 周力, 庞辰晨. 中国对外直接投资的母国环境效应研究——基于区域差异的视角 [J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23 (8): 131-139.
- [24] 刘海云, 龚梦琪. 要素市场扭曲与双向FDI的碳排放规模效应研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28 (10): 27-35.
- [25] 尹应凯. 试论发展中国家利用外资与对外投资的互动关系 [J]. 国际贸易问题, 2002 (1): 36-39.
- [26] 李猛, 于津平. 东道国区位优势与中国对外直接投资的相关性研究——基于动态面板数据广义矩估计分析 [J]. 世界经济研究, 2011 (6): 63-67+74+89.
- [27] 沈坤荣, 金刚, 方嫻. 环境规制引起了污染就近转移吗? [J]. 经济研究, 2017, 52 (5): 44-59.
- [28] 韩永辉, 黄亮雄, 王贤彬. 产业结构优化升级改进生态效率了吗? [J]. 数量经济技术经济研究, 2016, 33 (4): 40-59.
- [29] 干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响 [J]. 经济研究, 2011, 46 (5): 4-16+31.
- [30] 匡远配, 唐文婷. 中国产业结构优化度的时序演变和区域差异分析 [J]. 经济学家, 2015 (9): 40-47.
- [31] 吴敬琏. 中国增长模式抉择 (修订版) [M]. 上海: 上海远东出版社, 2006.
- [32] 黄凌云, 刘冬冬, 谢会强. 对外投资和引进外资的双向协调发展研究 [J]. 中国工业经济, 2018 (3): 80-97.
- [33] BARRO R J, LEE J W. International Comparisons of Educational Attainment [J]. Journal of Monetary Economics, 1993, 32 (3): 363-394.
- [34] BOND S R. Dynamic Panel Data Models: a Guide to Micro Data Methods and Practice [J]. Portuguese Economic Journal, 2002, 1 (2): 141-162.
- [35] 余东华, 孙婷. 环境规制、技能溢价与制造业国际竞争力 [J]. 中国工业经济, 2017 (5): 35-53.

(责任编辑 武 齐)

## The Influence of Two-way FDI Coordinated Development and Industrial Structure Evolution on Environmental Pollution in China

GONG Mengqi LIU Haiyun

**Abstract:** This paper started with a systematic review of the theoretical mechanisms of two-way FDI coordinated development and industrial structure evolution on environmental pollution. Then the index of the coordinated development level of two-way FDI was measured by the coupling coordination function. Finally, we empirically tested the influence of coordinated development of two-way FDI and the optimization of industrial structure on environmental pollution. The results show that: At present, the coordinated development level of China's two-way FDI significantly inhibits pollution emissions. This conclusion still holds in the case of sub-samples. The level of rationalization of China's industrial structure is low, leading to an increase in environmental pollution, but the supererogation of industrial structure has a significant inhibitory effect on environmental pollution. The level of coordinated development of two-way FDI is conducive to the global allocation of factors, which promotes the level of rationalization of industrial structure and thus inhibits environmental pollution. The coordinated development level of two-way FDI plays a limited role in promoting the supererogation of industrial structure, which has led to an increase in pollution emissions.

**Keywords:** Two-way FDI Coordinated Development; Environmental Pollution; Rationalization of Industrial Structure; Supererogation of Industrial Structure