FDI 与中国城市碳排放的影响研究*

——基于空间关联视角的实证分析

张小溪 史毛馨^①

摘要: 外商直接投资促进中国经济增长,但增长的背后是否加剧了碳排放问题值得关注。本文基于2003-2022年中国284个地级市数据进行实证研究。研究表明:(1)基准检验发现,FDI有助于降低城市碳排放。(2)异质性检验证实,城市发展程度和城市集聚程度越低,FDI的碳减排效应越弱,甚至可能出现负向影响。(3)机制检验显示,FDI通过绿色技术进步和绿色技术溢出效应降低碳排放,但这种作用更多依赖于经济关联,而不是单纯的地理联系。因此,应综合考虑FDI与碳排放的空间关联性,强化FDI的溢出效应,并鼓励高质量外资流入,促进产业链协同发展和整体产业的绿色转型。

关键词: 外商直接投资 城市碳排放 经济空间关联 城市集聚

一、引言

改革开放以来,外商直接投资(Foreign Direct Investment, FDI)作为资本存量、知识和技术的综合体,不仅弥补了中国经济发展过程中的资金缺口,也带来了新的管理经验和技术,推动中国经济快速增长。新发展阶段,中国政府把发展绿色经济纳入“十四五”规划重点,并在响应《巴黎协定》方面积极发挥大国引领作用。2020年9月,国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上郑重宣布,中国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和。FDI作为拉动中国经济的引擎之一,对“双碳”目标的实现具有重要影响。因此,研究FDI对中国碳排放的影响,厘清其作用机制,对加快高水平对外开放、构建绿色低碳

循环发展经济体系具有有益的政策补充。

本文从FDI影响中国碳排放的特征事实出发,使用空间计量分析方法对中国2003-2022年284个地级市的数据进行了实证分析。可能的贡献在于:第一,本文对FDI城市碳排放重新进行了计算,既包括化石能源产生的直接碳排放,也考虑到电能和热能消耗产生的间接碳排放,弥补了现有研究中忽略间接碳排放的问题。第二,本文分别从城市规模和城市集聚程度角度研究了FDI对城市碳排放的异质性影响。

二、文献综述

关于FDI影响碳排放的研究,学者们主要围绕“污染天堂”和“污染光环”假说展开探讨。“污染天堂”假说指出,为了逃避本国严格的环境规制,

* 基金项目:国家社科基金重大项目“基于中国实践的经济增长理论创新研究”(22&ZD053)。

^① 张小溪,中国社会科学院经济研究所,副主任,研究员,中国社科院大学经济学院,教授,研究方向:对外投资、绿色增长;史毛馨,北京大学光华管理学院,博士研究生,研究方向:绿色转型。

FDI 将高碳产业转移至东道国，导致东道国碳排放增加 (Cole et al., 2006)。“污染光环”假说则认为，FDI 拥有技术和环保优势，通过技术溢出效应、竞争效应和示范效应，有助于东道国企业在技术水平、人力资源和生产标准等方面改进效率，实现碳排放下降 (邵朝对等, 2021)。

现有研究并没有得到统一结论，各区域间发展水平和要素禀赋差异及地方规制等因素导致了 FDI 对中国碳排放的影响更加多元和复杂化。白红菊等 (2015) 的研究发现，中国东部地区具有人力资本和基础配套设施优势，随着 FDI 的进入，碳减排会产生“马太效应”。周杰琦等 (2017) 的研究表明，中国要素市场扭曲使得 FDI 增加碳排放。此外，FDI 的行业差异也可能导致其产生不同的碳排放效应。杨子暉等 (2017) 的研究表明，“污染天堂”假说只在中国部分省份成立，但随着 FDI 在内蒙古和山东投资于风电、光伏等新兴产业，使得“污染光环”假说在此类地区获得了经验支持。杨树旺等 (2012)、白红菊等 (2015) 对 FDI 的来源地进行了区分，发现不同来源地 FDI 对碳排放的影响有显著差异。

从研究方法来看，目前主要采用面板数据分析、空间计量分析以及基于投入产出表的价值链分析。通过面板协整、门槛面板、面板回归研究 FDI 与碳排放问题，容易忽略 FDI 的空间集聚效应，也没有考虑碳排放的空间扩散。空间计量方法可以弥补这些问题，路正南等 (2021)、张俊彦等 (2021) 通过引入空间矩阵解释了 FDI 如何通过技术溢出、产业集聚影响本地和周边碳排放。近年来，Zhang et al. (2020)、Duan et al. (2021)、闫云凤 (2022) 从投入产出表出发，基于价值链视角下的微观层面进行碳排放研究。部分学者发现，跨国公司在发展中国家的碳足迹显著大于发达国家，但该方法所使用的投入产出表有时滞，且估算方法也存在争议。

三、模型设定与数据说明

(一) 计量模型设计

本文构建的基准计量模型设计如下：

$$\ln E_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln FDI_{it} + \alpha_2 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， E_{it} 为 i 地区在 t 时间的碳排放； FDI_{it} 为 i 地区在 t 时间的外商直接投资； X_{it} 为控制变量，包括经济发展水平、政府对环保的重视程度、技术进步水平、技术转移程度； ε 表示误差项。

碳排放和 FDI 不仅由本地区的生产活动决定，也受到其他地区的影响。例如，具有空间关联地区之间的产业布局、能源结构、发展政策等具有联动性，由此产生集聚和空间依赖性。因此，本文在基准模型的基础上引入了空间变量，构建空间杜宾模型 (SDM)。表达式如式 (2) 所示：

$$\ln Y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \rho W_{Y_{it}} + \beta_1 \ln FDI_{it} + \beta_2 X_{it} + \theta_1 \ln FDI_{it} W + \theta_2 X_{it} W + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

将 (2) 式表示为向量模型，可得：

$$y_t = \rho W y_t + x_t \beta + W x_t \theta + \alpha + \lambda_t t_n + \varepsilon_t \quad (3)$$

其中， W 为空间权重矩阵， $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2 I_n)$ ， $\alpha = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n]$ ； I_n 是 $(n \times 1)$ 的列向量；

$$y_t = \begin{bmatrix} y_{1t} \\ \dots \\ y_{nt} \end{bmatrix}, x_t = \begin{bmatrix} 1 & \dots & x_{k1t} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \dots & x_{knt} \end{bmatrix}, \beta = [\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n]'$$

$\theta = [\theta_1 \theta_2, \dots, \theta_n]'$ ； ρ 为空间回归系数，反映了样本观测值之间的空间依赖作用，即邻近城市的碳排放观测值对本城市碳排放的影响方向和程度； λ 为空间误差系数； β 表示各解释变量的弹性系数； θ 表示各解释变量的空间滞后项的弹性系数； ε_t 是随机误差项，并服从正态分布。

(二) 变量选取和数据说明

本文选取 2003–2022 年我国 284 个地级市作为样本，数据主要来自于国家统计局统计年鉴、中国能

源统计年鉴、城市统计年鉴、城市建设统计年鉴等，并根据需要重新计算了碳排放数据。主要的指标及其计算方式如下：

1. 被解释变量

碳排放 (Y) 参考吴建新等 (2016) 使用的测算方法，将城市碳排放分解为煤气、天然气、液化石油气等直接能源消耗产生的直接碳排放，以及电能和热能消耗产生的间接碳排放。根据《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》提供的参考方法，使用煤气、天然气、液化石油气的消费数据，按照相关转化因子折算出能源消耗产生的二氧化碳排放量。能源数据来源于城市统计年鉴和城市建设统计年鉴。

2. 解释变量

外商直接投资 (FDI) 的衡量，本文使用当年实际利用外商直接投资额进行度量。由于原指标均为美元计价，为了剔除汇率和通货膨胀的影响，按照当年人民币和美元的汇率进行换算，并使用历年 GDP 平减指数折算价格。

3. 控制变量

除了上述主要解释变量之外，城市的经济发展水平 ($Development$) 对产业结构、技术进步、消费观点等都会产生影响，进而影响碳排放。本文通过人均 GDP 来衡量各城市的经济发展水平，与外商直接投资流量指标的处理方式一样，使用历年 GDP 平减指数消除价格因素的影响。政府对环保的政策重视程度 ($Policy$) 决定着其对企业碳排放的监管程度，最终影响当地碳排放水平。本文使用 python 抓取各城市政府工作报告中环境词汇词频进行统计，提到“环境保护”“环保”“能耗”“生态”“绿色”“低碳”“二氧化碳”等词汇的词频数量越多，说明当地政府对于碳排放的重视程度越高，针对碳排放的政策也越严格。技术进步水平 (T) 决定着节能减排技术的发展，使用各城市绿色专利申请受理量与

授权量来衡量。技术转移程度 (TT) 通过促进低碳技术的传播和应用影响碳排放，使用技术市场成交额中的绿色技术交易额来衡量，并使用历年 GDP 平减指数折算价格。

表 1 样本数据变量的统计描述

符号	变量	衡量方法	单位	均值	标准差	最小值	最大值
$\ln Y$	碳排放	煤气、天然气、液化石油气等直接能源消耗以及电能和热能消耗产生的碳排放	万吨	6.70	7.24	2.02	10.04
$\ln FDI$	外商直接投资	当年实际利用外商直接投资额	百万元	2.35	1.68	0	26.14
$\ln Development$	经济发展水平	人均 GDP	万元	9.12	1.09	6.04	11.98
$Policy$	政策重视成熟	政府工作报告中出现的环境词汇词频数	百次	1.90	8.34	0	177
T	技术进步水平	绿色发明专利、绿色实用新型专利申请和授权总量	件	182.16	809.95	0	24458
$\ln TT$	技术转移程度	绿色技术交易额	百万元	22.00	2.47	11.71	27.07

四、实证分析

(一) 基准回归

本文选用最优的 SDM 模型，同时采用时间空间双固定进行空间计量分析，基准结果如表 2 所示。空间自回归系数在地理距离矩阵、经济距离矩阵以及经济地理距离矩阵作为空间权重矩阵时，均大于 0 且在 5% 的水平显著，说明碳排放存在溢出效应。因此，碳中和目标的实现需要进行全局统筹。政府在制定减排政策时应充分考虑空间联动性，特别是周边区域和有经济关联地区之间碳排放的影响。在不同的权重矩阵下，FDI 对碳排放的影响均为负，且在 10% 的水平显著；在考虑空间溢出效应后，FDI 对于降低碳排放的作用强度和显著程度都更加突出。

控制变量的回归结果表明：第一，随着人均 GDP 的提升，碳排放呈现下降趋势，这也是中国经济高质量发展的体现。第二，当地政策对环保的重视程度在地理距离矩阵中显著降低碳排放，但这种

作用效果在经济距离矩阵和经济地理距离矩阵中表现不显著。第三，技术进步和技术转移都有利于减少碳排放，引入空间效应后这种作用更加显著。从影响程度来看，技术转移的碳减排作用大于技术进步作用的碳减排作用，说明我国除了要加大对绿色技术的研发投入，也应重视相关技术、专利的转移，充分发挥其在低碳发展中的作用。

表2 空间杜宾模型基准估计结果

变量	地理距离矩阵	经济距离矩阵	经济地理距离矩阵
LnFDI	-0.1910* (-0.01)	-0.2310* (-2.98)	-0.2300* (-2.25)
LnDevelopment	-0.1696* (-2.17)	-0.1696* (-2.04)	-0.3602** (-2.19)
Policy	-0.3965** (-2.15)	-0.3867 (-0.17)	-0.3039 (-0.25)
T	-0.1356*** (-3.21)	-0.1455*** (-3.28)	-0.1038*** (-4.37)
LnTT	-0.5832* (-1.15)	-0.9314* (-1.28)	-0.8936* (-1.26)
WLnFDI	-1.9366** (-3.16)	-1.3937*** (-3.67)	-1.2404* (-1.59)
WLnDevelopment	-0.5368* (-1.56)	-0.3683 (-0.19)	-0.3798** (-2.10)
WPolicy	-0.4361* (-1.65)	-0.4431 (-0.07)	-0.3427 (-0.02)
WT	-0.4901* (-1.78)	-0.4901** (-2.60)	-0.1297 (-0.14)
WLnTT	-1.8612** (-3.69)	-1.8613** (-2.81)	-1.4414** (-3.15)
样本量	5680	5680	5680
ρ	0.1048** (2.52)	0.1624** (2.83)	0.3252** (2.53)
R ²	0.3788	0.3731	0.3855

注：***表示1%的显著性水平，**表示5%的显著性水平，*表示10%的显著性水平。下表同。

(二) 异质性分析

城市规模和城市集聚程度决定着对周边地区的辐射和带动能力，且对FDI的产业分布、投资规模和环境政策执行等都会产生影响，可能导致FDI对碳排放的作用效果产生差异。因此，本文将284个地级市划分为一二线城市、三线城市、三线以下城市三类，考察城市规模异质性的影响。同时，将三大城市群（京津冀、珠三角、长三角）划分为高度集

聚，此外的16个国家级城市群划分为中等集聚，剩余地级市划分为一般集聚，以考察城市集聚规模异质性的影响。

1. 基于城市规模的异质性

从表3结果可以看出，FDI对碳排放的影响效应在不同级别的城市中存在明显差异。一二线城市的检验结果证实了“污染光环”假说。在地理距离矩阵、经济距离矩阵以及经济地理距离矩阵中，FDI均在10%及以下的水平上显著减少了碳排放。三线及以下城市的样本却支持了“污染天堂”假说，并且城市规模越小，FDI增加碳排放的效果越大。可能的原因在于，高端制造业和服务业FDI主要集中于一二线城市，通常具有更高的生产效率和更有效的资源利用水平，有助于降低总体碳排放。然而，普通制造业大多分布于三线及以下城市，特别是一些依赖资源和高能耗的产业，使得碳排放增加。

表3 城市规模异质性检验

变量	地理距离矩阵			经济距离矩阵			经济地理距离矩阵		
	一二线	三线	三线以下	一二线	三线	三线以下	一二线	三线	三线以下
lnFDI	-0.5201* (-1.05)	0.5017*** (3.17)	0.3159** (2.18)	-0.2247* (-1.46)	0.9657*** (2.98)	-0.1256 (-0.11)	-0.1684* (-2.15)	0.1659*** (3.11)	0.1532* (1.06)
WlnFDI	-1.5153** (-3.68)	1.2734*** (2.99)	0.5567** (1.86)	-0.8906** (-2.86)	1.2729*** (2.85)	0.4244* (1.56)	-0.3890*** (-3.75)	1.3254*** (3.17)	0.2451* (1.83)
控制变量	显著	显著	显著	显著	显著	显著	显著	显著	显著
样本量	700	700	4350	700	700	4350	700	700	4350
ρ	0.5156** (2.51)	0.6838* (1.87)	0.7573* (1.75)	0.5407** (2.17)	0.0595* (1.76)	0.8259** (2.24)	0.0580*** (3.26)	0.0938* (1.07)	0.2499*** (3.48)
R ²	0.3815	0.2526	0.3444	0.3660	0.2473	0.2874	0.3852	0.2792	0.3559

2. 基于城市集聚程度的异质性

如表4所示，高度和中等集聚样本中，FDI对碳排放表现出抑制作用，且在10%以下的水平显著。其中，高度集聚样本中FDI的作用系数大于中等集聚样本，二者显著性水平相同，而一般集聚样本结果表现出FDI对碳排放的促进作用。产生这种差异性结果的原因可能在于，集聚程度会影响FDI的绿色技术溢出。一般而言，集聚水平越高的城市，本地企业越容易从FDI中获得技术进步，从而降低碳排放。

表 4 城市群程度异质性检验

变量	地理距离矩阵			经济距离矩阵			经济地理距离矩阵		
	高	中	一般	高	中	一般	高	中	一般
lnFDI	-0.0653** (-2.14)	-0.0537** (-1.55)	0.0528* (1.53)	-0.0871* (-1.35)	-0.0856* (-1.37)	0.0731* (1.41)	-0.0736* (-1.35)	-0.0662* (-1.36)	0.0523* (1.35)
WlnFDI	-0.0658* (-1.74)	-0.0587* (-1.50)	0.0561* (1.52)	-0.0956** (-2.54)	-0.0925* (-1.47)	0.0822* (1.468)	-0.0749* (-1.44)	-0.0737* (-1.53)	0.0618* (1.55)
控制变量	显著	显著	显著	显著	显著	显著	显著	显著	显著
样本量	1000	3980	700	1000	3980	700	1000	3980	700
ρ	0.1271** (2.08)	0.1221** (2.17)	0.1239** (2.26)	0.1001** (2.26)	0.1258** (2.83)	0.1164** (2.64)	0.1276** (2.14)	0.1287** (2.17)	0.1226** (2.16)
R ²	0.1223	0.1265	0.1231	0.1028	0.1136	0.1257	0.1057	0.1062	0.1005

(三) 机制检验

表 5 FDI 技术进步和技术溢出效应检验

变量	技术进步效应			技术溢出效应		
	地理距离矩阵	经济距离矩阵	经济地理距离矩阵	地理距离矩阵	经济距离矩阵	经济地理距离矩阵
lnFDI	-0.3618** (-2.15)	-0.3791* (-1.06)	-1.3813* (-1.36)	-0.4140** (-2.99)	-1.3713*** (-3.05)	-2.9812* (-1.18)
T	2.1633 (0.81)	2.4440* (1.55)	0.2806 (0.25)			
lnTT				0.2058 (0.05)	0.8412* (1.98)	1.0471 (0.90)
lnFDI×T	1.0765 (0.04)	-1.2571* (-1.33)	-0.2319 (-0.12)			
lnFDI×lnTT				-1.2912 (0.06)	-0.8873* (-1.94)	1.3371 (0.10)
WlnFDI	-0.3719* (-2.15)	-0.3613** (-2.71)	-1.3962* (-1.27)	-0.4140* (-1.96)	-1.3713** (-2.31)	-1.7812* (-1.05)
WT	2.6183 (0.11)	2.7213* (1.52)	1.0942 (0.37)			
WlnTT				0.2315 (0.13)	1.0031* (1.69)	1.1836 (0.04)
WlnFDI×T	1.3185 (0.25)	-1.2817* (-1.76)	-0.3305 (-0.42)			
WlnFDI×lnTT				-1.3109 (0.35)	-0.9318* (-1.67)	1.4351 (0.37)
控制变量	显著	显著	显著	显著	显著	显著
N	5680	5680	5680	5680	5680	5680
ρ	0.1329*** (2.19)	0.8727*** (2.98)	0.0218* (1.10)	0.2728* (1.27)	0.9917** (2.19)	0.0862* (1.37)
R ²	0.1290	0.2516	0.0413	0.2101	0.2812	0.0512

为进一步验证 FDI 影响碳排放的作用机制，本文选取绿色发明专利、绿色实用新型专利申请和授权总量作为技术进步水平的代理变量，同时选取绿色技术合同成交作为技术溢出水平的代理变量，分别与 FDI 进行交互。表 5 展示了三个空间矩阵下 FDI

带来的绿色技术进步和绿色技术溢出效应的检验结果。交互项仅在经济距离矩阵中的 10% 水平下负向显著，在地理距离矩阵和经济地理距离矩阵中不显著且作用方向也不一致，说明 FDI 的绿色技术进步和技术溢出更多依赖于经济联系而非地理关系。因此，与外资企业关联密切的城市更有机会享受到 FDI 带来的绿色技术进步和技术溢出，这为地方政府招商引资提供了启示。引入 FDI 时应综合考虑其对城市经济的联动效应，以便充分发挥 FDI 的技术优势和示范带动作用。

(四) 稳健性检验

为了验证计量结果的可靠性，必须对模型进行稳健性检验。本文分别采用两种方法进行稳健性检验：一是用碳排放强度（二氧化碳排放总量/GDP）替换碳排放量进行回归检验；二是将碳排放的一阶滞后代替当期碳排放重新进行回归检验。结果如表 6 所示，FDI 作为解释变量的作用依然显著，其余变量的系数及显著性没有发生根本性变化，可以说明该模型具有稳健性，回归结果真实可靠。

表 6 稳健性检验

碳排放强度替换碳排放量			
变量	地理距离矩阵	经济距离矩阵	经济地理距离矩阵
LnFDI	-0.1858* (-1.33)	-0.1896* (-1.37)	-0.1726* (-1.35)
WLnFDI	-0.2024** (-2.17)	-0.1238 (-0.26)	-0.0786* (-1.78)
控制变量	显著	显著	显著
样本量	5680	5680	5680
ρ	0.2231* (1.67)	0.2513** (2.56)	0.2256** (2.37)
R ²	0.1121	0.1102	0.1216
碳排放的一阶滞后代替当期碳排放			
变量	地理距离矩阵	经济距离矩阵	经济地理距离矩阵
LnFDI	-0.1142* (-1.29)	-0.1137** (-2.47)	-0.1456* (-1.56)
WLnFDI	-1.5537** (-2.31)	-0.4317*** (-3.15)	-0.2718* (-1.43)
控制变量	显著	显著	显著
样本量	5396	5396	5396
ρ	0.1212** (1.75)	0.1123** (2.45)	0.1153** (2.52)
R ²	0.1289	0.2109	0.1396

五、结论与建议

(一) 研究结论

本文研究发现,整体来看,FDI显著降低了我国城市碳排放,“污染光环”假说成立。同时,城市发展水平、政府政策对环保的重视程度、绿色技术进步和绿色技术转移也对碳排放产生了抑制作用。

异质性检验中,首先根据城市规模将样本划分为一二线城市、三线城市和三线以下城市三类。一二线城市的样本分析结果再次验证了“污染光环”假说。不论考虑地理邻近性、经济关联性,还是经济地理关联性,FDI均显著减少了城市碳排放。然而,对于三线城市以及更小规模城市的样本分析结果支持了“污染天堂”假说。并且,规模越小的城市,FDI越容易增加碳排放。其次,根据城市集聚程度将样本划分为高度集聚、中等集聚和一般集聚。在高度和中等集聚样本中,FDI显示出对碳排放的显著抑制效果。并且,城市集聚程度越高,FDI的碳减排作用力越强。然而,一般集聚程度的样本中,FDI增加了碳排放。

机制检验表明,FDI通过绿色技术进步和绿色技术溢出效应减少城市碳排放,但这种作用机制更多依赖于经济关联,而不是单纯的地理联系。因此,与外资企业的产业链和价值链紧密相连的地区,更有可能从其绿色技术中获益,从而推动低碳发展。

(二) 政策建议

首先,在制定吸引外资和碳减排相关政策时,应综合考虑FDI与碳排放之间存在的空间关联性和集聚效应。政策制定者可以提供激励措施,以吸引那些能够促进节能减排的外资项目,并鼓励其与国内产业链下游企业进行协同发展。这样不仅有助于为中国企业提供更多的低碳解决方案,还能推动整体产业的绿色转型,实现可持续发展。

其次,由于FDI的“污染光环”效应主要通过直接效应体现,且呈现出区域异质性特点,因此吸

引外资的政策要因地制宜。第一,优化外资结构。在追求外资规模增长的同时,应注重外资结构的升级,鼓励外资流向高附加值、低环境影响的行业,如先进制造业、高新技术产业和节能环保领域。第二,制定差异化政策。根据地区的劳动力优势、特色资源等条件,制定有针对性的政策措施,平衡当地的招商引资需求和环境保护要求。第三,加强技术创新与环保引导。通过政策激励,如提供税收优惠、资金支持等,促进外资企业在技术创新和环境保护方面做出贡献,同时鼓励外资企业采用先进技术和管理经验,提高节能减排水平。第四,强化区域合作。地区之间应加速共享资源和信息系统建设,借鉴发达地区在吸引高质量外资方面的成功经验,以实现区域协调发展。

最后,提供产业关联支撑,强化FDI的技术溢出效应。第一,积极加强与欧美等发达地区在高科技和绿色环保等领域的投资合作,以引进先进的技术和管理经验。第二,鼓励外商投资企业向产业链的上下游扩展,填补国内产业链和供应链的关键环节短板,增强整体产业的竞争力和韧性。第三,加大对国家战略性新兴产业、绿色产业、数字经济、智能制造和科技创新等领域的投资力度,以支持这些领域的快速成长和技术进步。

参考文献:

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.

李金凯,程立燕,张同斌.外商直接投资是否具有“污染光环”效应?[J].中国人口·资源与环境,2017(10):74-83.

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(03):32-60.

吴建新,郭智勇.基于连续性动态分布方法的中国碳排放收敛分析[J].统计研究,2016,33(01):54-60.

闫云凤.追溯全球价值链中跨国公司的碳排放:基于在华和在美外资企业碳排放的比较[J].国际经贸探索,2022,38(05):22-36.

杨子晖,田磊.“污染天堂”假说与影响因素的中国省际研究[J].世界经济,2017,40(05):148-172.