

FDI 与环境污染的非线性关系

——基于广东、广西城市面板数据的门槛回归分析

宋丽萍

(广州华商学院 经济贸易学院, 广州 511300)

摘要:基于广东、广西两省(区)35 个地级市 2003—2017 年统计数据,对城市异质性下 FDI 的环境污染效应及作用机制进行分析。通过基准回归初步判断规模、结构和技术效应对外商的投资与环境污染关系的影响。采用门槛回归模型对不同城市发展异质性下 FDI 的环境污染效应及机制进行分析。研究发现:高发展城市技术门槛显著,在技术门槛效应下,FDI 的增加有利于改善环境污染状况;中发展城市在规模效应下,FDI 与环境污染存在“U”型关系;低发展城市结构效应显著,FDI 与环境污染存在倒“N”型关系。通过深入分析异质性差异下城市 FDI 的环境污染效应,协调区域发展规划,对实现地区绿色、可持续发展具有重要理论意义和实践意义。

关键词:FDI(外商直接投资);污染天堂假说;污染光环效应;门槛回归

中图分类号:F061.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)07-0282-07

改革开放以来,中国对外开放步伐加快,吸引外资规模越来越大,开放引资的效果越来越好。据商务部统计数据,2019 年 1—11 月,全国新设立外商投资企业 36 747 家,实际使用外资 8 459.4 亿元,同比增长 6.0%。其中,高技术产业吸收外资保持较高增幅,高技术产业实际使用外资 2 407 亿元,同比增长 27.6%,占比达 28.5%。在区域发展方面,东、中、西部地区吸收外资稳步增长,自贸试验区吸收外资保持较好增长态势。东、中、西部地区实际使用外资同比分别增长 6.0%、5.6%和 7.3%。

近年来污染事件频发,发生了“康菲石油渤海漏油事故”“江苏启东王子造纸排污和阿玛尼污染投诉”等直接的涉外污染事件,及广东珠江江面水浮莲污染事件等污染事件,以及舆论界对中国加入 WTO 20 年来引进外资的反思,将 FDI 对东道国的环境污染问题再次推上风口浪尖。《京都议定书》《巴黎协定》的签署、做出的减排承诺等均表明了中国对环境问题的关注和重视。党的十八大以来,习近平总书记在不同场合多次强调了“绿水青山就是金山银山”的思想。2011 年 12 月,财政部同意适时开征环境税。从 2018 年 1 月 1 日起,《中华人民共和国环境保护税法》施行,环境税正式开征。广东作为中国改革开放的前沿,FDI 总额占全国 FDI 总

额的 1/5。广西作为西部欠发达省份,与广东一衣带水、山水相连,是珠江-西江经济带的上下游省份。由于两广之间经济差距大,将两者作为发达和欠发达地区进行对比研究,可了解不同经济发展水平城市的 FDI 与环境污染的非线性关系及其内在作用机制。

1 文献综述

关于 FDI 的环境效应,国内外研究均比较丰富。目前学术界对于 FDI 的环境污染效应尚无统一的结论,可以归纳为以下两种观点:污染天堂效应和污染光环效应。

污染天堂假说最早是由 Walter 和 Ugelow^[1]提出。Frutos Bencze 等^[2]认为由于不同地区的环境监管力度不一,发达国家往往会转移高能耗、高污染的企业或资本到环境规制相对宽松的国家(大部分为发展中国家),以低廉的人力物力成本,赚取高额利润,并对东道国环境造成严重破坏。而发展中国家/地区以宽松的环境规制作为竞争手段,以牺牲本国的环境质量为代价,争取吸引 FDI 到本国,被称为“逐底竞赛”。而 Cole 等^[3]认为,以资本密集度不断提高为主要形式的产业结构升级,在一定程度上促进了污染排放技术的改进,即“污染光环效应”。

收稿日期:2022-03-07

作者简介:宋丽萍(1994—),女,广西贵港人,广州华商学院经济贸易学院,经济学硕士,研究方向为国际贸易、区域经济、环境经济。

多数学者的研究是对环境污染效应进行验证,或是对具体的影响因素进行分析,较少关注对于 FDI 与环境污染关系内在机理的分析。本文基于 EKC 曲线和国际投资相关理论对其内在机理进行分析。Grossman 和 Krueger^[4-5]认为,人均收入与环境污染程度存在倒“U”型关系,后又提出经济增长通过规模效应、技术效应与结构效应 3 种途径影响环境质量。Copeland 和 Taylor^[6-7]基于 Grossman 和 Krueger 的研究成果,引入国际贸易和投资,认为国际贸易和投资对环境的污染效应可以分解为规模效应、结构效应和技术效应。

对于规模效应,由 EKC 曲线,经济增长与环境污染存在倒“U”型关系。刘渝琳和温怀德^[8]认为,中国 FDI 的存量对于增加所诱致的经济规模扩张和经济结构的重污染化加剧了污染排放,而其诱致的技术转移带来了正面的环境效应。张彦博和郭亚军^[9]进一步印证了由于中国各个区域环境管制程度不同,一定程度上造成了中国工业污染的区域转移。对于结构效应,刘飞宇和赵爱清^[10]认为工业时期发展高能耗、高污染工业,污染排放加剧。工业发展后期,开始转向低污染的服务业和知识密集型产业,产业结构向合理化和高级化方向调整,污染排放水平下降,环境改善。对于技术效应,Myeong 和 Nodir^[11]认为一般技术进步主要是通过内部和外部两条途径实现,外部的技术进步主要通过不同生产链条的上下游企业之间的合作来实现,或通过同一行业的竞争对手的竞争效应和示范效应来实现技术进步。还可以通过引进外国资本,利用技术溢出效应提高本地企业的生产技术水平。内部途径主要是通过加大对科研成本的投入,重视企业生产技术的革新和进步。

综上,由于产出水平、FDI 等存在区域差异,导致环境污染在时间、空间分布上具有异质性。许和连和邓玉萍^[12]认为,随时空演进,FDI 对环境污染的改善作用不断增强并呈现出“东高西低”的格局。聂飞和刘海云^[13]发现中西部城市相对于东部城市,FDI 对环境污染、经济增长的影响更加显著。郑强等^[14]发现沿海和内陆地区 FDI 具有显著的“污染光环”效应。以上研究表明,中国在引进 FDI 时确实会产生污染光环效应,但是 FDI 带来的污染光环效应,对东道国企业产生先进、清洁技术溢出和管理经验溢出并非没有条件。FDI 在较发达地区,产生的污染光环效应才大于污染避难所现象,在发达程度相对低的地区,其污染光环效应更为显著。

2 模型设计与数据说明

2.1 全样本基准回归模型

为了研究 FDI 的环境污染效应及其内在机制,借鉴 Copeland 和 Taylor^[6-7]的模型设计,依次加入变量规模、结构、技术。为避免回归出现突变性问题,所有模型均以对数形式进行研究。

1)未考虑三大效应。

$$\ln \text{POLL}_{ij} = a_0 + a_1 \ln \text{FDI}_{ij} + a_2 \ln \text{ER}_{ij} + a_3 \ln \text{HC}_{ij} + a_4 \ln \text{OPEN}_{ij} + u_j \quad (1)$$

2)仅考虑规模效应。

$$\ln \text{POLL}_{ij} = a_0 + a_1 \ln \text{FDI}_{ij} + a_2 \ln \text{GDP}_{ij} + a_3 \ln \text{ER}_{ij} + a_4 \ln \text{HC}_{ij} + a_5 \ln \text{OPEN}_{ij} + u_j \quad (2)$$

3)仅考虑结构效应。

$$\ln \text{POLL}_{ij} = a_0 + a_1 \ln \text{FDI}_{ij} + a_2 \ln \text{STR}_{ij} + a_3 \ln \text{ER}_{ij} + a_4 \ln \text{HC}_{ij} + a_5 \ln \text{OPEN}_{ij} + u_j \quad (3)$$

4)仅考虑技术效应。

$$\ln \text{POLL}_{ij} = a_0 + a_1 \ln \text{FDI}_{ij} + a_2 \ln \text{TFP}_{ij} + a_3 \ln \text{ER}_{ij} + a_4 \ln \text{HC}_{ij} + a_5 \ln \text{OPEN}_{ij} + u_j \quad (4)$$

5)3 种效应均考虑。

$$\ln \text{POLL}_{ij} = a_0 + a_1 \ln \text{FDI}_{ij} + a_2 \ln \text{GDP}_{ij} + a_3 \ln \text{STR}_{ij} + a_4 \ln \text{TFP}_{ij} + a_5 \ln \text{ER}_{ij} + a_6 \ln \text{HC}_{ij} + a_7 \ln \text{OPEN}_{ij} + u_j \quad (5)$$

式中: POLL_{ij} 表示环境污染水平; FDI_{ij} 表示外商直接投资; GDP_{ij} 表示经济规模; STR_{ij} 表示产业结构; TFP_{ij} 表示技术进步; ER_{ij} 表示环境规制; HC_{ij} 表示人力资本水平; OPEN_{ij} 表示经济开放度; 下标 i 表示第 i 年; 下标 j 表示 j 地区; a_0 为常数项; a_k 为各变量系数; u_j 为误差项。

2.2 分样本门槛回归模型

FDI 的进入往往会受到东道国经济规模、产业结构、技术进步等的结构突变性影响。基于 Hansen^[15]门槛回归的研究,设定高、中、低发展城市门槛回归估计模型:

$$\begin{aligned} \ln \text{POLL}_{ij} = & \beta_0 + \beta_1 \ln \text{FDI}_{ij} I(Q_{ij} < k_1) + \\ & \beta_2 \ln \text{FDI}_{ij} I(k_1 \leq Q_{ij} < k_2) + \cdots + \\ & \beta_n \ln \text{FDI}_{ij} I(k_{n-1} \leq Q_{ij} < k_n) + \\ & \beta_{n+1} \ln \text{FDI}_{ij} I(Q_{ij} \geq k_n) + \\ & \theta_k \ln \text{CTRL}_{ij} + u_j \end{aligned} \quad (6)$$

式中: $I(\cdot)$ 为示性函数; Q_{ij} 为门槛变量,分别为经济规模(GDP)、产业结构(STR)和技术进步(TFP); $k_1, k_2, \dots, k_n$ 为 n 个不同水平的门槛值; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ 为不同门槛水平下 FDI 的环境污染效应的系数; θ_k 为控制变量的系数; CTRL 为控制变量; u_j 为误差项。

2.3 变量选择及数据来源

解释变量为环境污染水平 POLL,借鉴许和连和邓玉萍^[16]、曹执令和杨婧^[17]的研究,构造环境污染综合指数。核心解释变量为外商直接投资 FDI,以各地级市当年实际利用外资额(万美元)表征。已定基 2003 年进行汇率转换及平减计算。门槛变量有:经济规模 GDP,采用地区生产总值 GDP 表征地区的经济规模,所有经济数据已经进行过平减处理,剔除物价变动因素;产业结构 STR,以第二产业总产值与地区总产值之比来表示地区产业结构;技术进步 TFP,采用各地区全要素生产率表征技术进步。具体采用产出导向的非参数 DEA-Malmquist 生产率指数,进行全要素生产率测算。控制变量:环境规制综合指数 ER 表示环境污染监管力度。借鉴赵细康^[18]创建的环境规制综合指数法,采用改进的熵值法,测算环境规制综合指数。人力资本水平 HC,外资的技术溢出效应并不必然会出现,而人力资本促进了这种技术溢出效应的发挥。借鉴邵军和徐康宁^[19]的做法,采用地区平均受教育年限来衡量地区的人力资本水平。经济开放 OPEN,表示地区的经济接纳能力,以地区外资企业工业总产值(包括港澳台企业)(亿元)与地区工业总产值(亿元)比重表示度。

数据主要来源于历年《中国城市统计年鉴》《广

东统计年鉴》《广西统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》、各地级市统计年鉴以及各市历年国民经济和社会发展统计公报等。基于数据的可得性,选取广东、广西 35 个地级市 2003—2017 年的数据进行分析。

3 FDI 的环境污染效应与影响机制分析

3.1 全样本基准回归

根据回归结果(表 1),模型(1)在不考虑规模、结构和技术 3 个门槛变量的情况下,FDI 与环境污染呈正相关关系,统计意义上未显著。模型(2)考虑经济规模后,FDI 与环境污染存在负相关关系,但是回归系数不显著。模型(3)考虑产业结构时,FDI 与环境污染存在正相关关系,且在 5%水平上显著。门槛变量产业结构对环境污染也存在显著正相关关系,说明随着第二产业的增加,环境污染会随之恶化,与张磊等^[20]、周文琦等^[21]的结论一致。两广地区大部分城市第二产业比重偏高,能耗较高,工业三废排放对环境产生较大的负面影响,印证了叶金珍和安虎森^[22]的结论。模型(4)考虑技术进步,FDI 与环境污染关系不显著。模型(5)综合考虑经济规模、产业结构和技术进步 3 个门槛变量时,FDI 与环境污染存在负相关关系,且回归系数在 10%水平上显著。门槛变量经济规模与产业结构显著加剧了环境污染。技术进步影响不显著。

表 1 全样本面板回归估计结果

ln POLL	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
ln FDI	0.011(0.008)	-0.008(0.010)	0.012** (0.007)	0.011(0.007)	-0.007* (0.010)
ln GDP	—	0.051** (0.021)	—	—	0.056*** (0.020)
ln STR	—	—	0.307*** (0.081)	—	0.227** (0.088)
ln TFP	—	—	—	-0.147(0.200)	-0.199(0.196)
ln ER	0.189** (0.061)	0.158** (0.052)	0.187** (0.062)	0.191** (0.061)	0.154** (0.052)
ln HC	0.300*** (0.077)	0.220** (0.088)	-0.205(0.153)	0.3041*** (0.077)	-0.335*** (0.124)
ln OPEN	-0.215*** (0.056)	-0.104** (0.052)	-0.212*** (0.056)	-0.2181*** (0.054)	-0.091 0** (0.050)
常数项	4.536*** (0.325)	4.138*** (0.413)	4.601*** (0.350)	4.624*** (0.376)	4.320*** (0.443)
R ²	0.140	0.184	0.144	0.143	0.198
观测值	525	525	525	525	525

注:括号内外分别为标准误、系数;*表示 0.1 水平上显著;**表示 0.05 水平上显著;***表示 0.01 水平上显著。下同。

3.2 分样本门槛回归

为研究区域异质性的影响,采用地区 GDP 作为衡量城市发展水平的指标。GDP 总量对地区经济发展更有代表性,对转变地区经济发展方式的影响更大,更具有表征意义。借鉴孟德友等^[23]以地区生

产总值 GDP 表征城市经济发展水平,把总样本分为高发展城市、中发展城市和低发展城市^①。其次是利用 Hansen^[15] 面板门槛回归模型,进一步考察 FDI 的环境效应是否受经济规模、产业结构和技术进步影响。

注:①高发展水平城市组包括广州市、深圳市、佛山市、东莞市、南宁市、中山市和惠州市;中等发展水平城市组包括茂名市、江门市、湛江市、珠海市、桂林市、柳州市、汕头市、肇庆市、揭阳市和玉林市;低发展水平城市样本组包括清远市、韶关市、阳江市、梧州市、百色市、梅州市、钦州市、潮州市、贵港市、北海市、河源市、汕尾市、云浮市、河池市、崇左市、来宾市、防城港市和贺州市。

3.2.1 门槛条件的检验

根据表 2,高发展城市存在双重技术门槛;中发

展城市存在单一规模门槛、单一结构门槛以及双重技术门槛;低发展城市存在双重结构门槛。

表 2 门槛条件检验结果

样本分类	门槛变量	规模效应		结构效应		技术进步	
	门槛数	门槛值	F 值	门槛值	F 值	门槛值	F 值
高发展城市	单一门槛	—	2.74	—	5.64	—	3.65
	双重门槛	—	1.75	—	4.70	0.061,0.084	11.39**
	三重门槛	—	2.49	—	7.84	—	3.10
	门槛结果	不存在门槛		不存在门槛		存在双重门槛	
中发展城市	单一门槛	16.527	11.85**	4.001	10.97**	—	5.48
	双重门槛	—	6.70	—	1.52	−0.047,−0.034	10.21**
	三重门槛	—	5.37	—	1.96	—	5.83
	门槛结果	存在单一门槛		存在单一门槛		存在双重门槛	
低发展城市	单一门槛	—	12.48	—	2.10	—	6.36
	双重门槛	—	3.07	3.955,3.961	17.34**	—	2.05
	三重门槛	—	1.99	—	1.34	—	2.46
	门槛结果	不存在门槛		存在双重门槛		不存在门槛	

注:门槛值均为原始数据取对数后的结果。

3.2.2 门槛回归结果分析

根据门槛条件检验结果,高发展城市未存在规模门槛及结构门槛,限于篇幅,不列出其门槛回归

估计结果,仅呈现双重技术门槛回归估计结果,具体见表 3。

表 3 高发展城市门槛回归结果

变量	技术效应 ln TFP		
	ln POLL	变量	ln POLL
ln FDI $I(Q < k_1)$	0.003 (0.023)	ln GDP	0.0320*** (0.015)
ln FDI $I(k_1 < Q < k_2)$	−0.011** (0.023)	ln STR	−0.170 (0.112)
ln FDI $I(Q > k_3)$	0.005 (0.023)	ln TFP	−0.051* (0.056)
ln ER	0.079 (0.082)	ln HC	−0.1111** (0.072)
ln OPEN	−0.077** (0.031)	常数项	5.679*** (0.677)
R^2	0.366	F 值	5.25 ***
观测值	105		

1)高发展城市存在双重技术门槛,FDI 与环境污染水平存在“N”形关系。高发展城市组的技术进步水平未越过第一个门槛值 0.061(TFP 为 1.063)时,FDI 与环境污染存在正相关关系,即 FDI 增加导致环境污染水平加剧,但回归系数不显著。当高发展城市的技术进步处于 0.061 和 0.084 区间($1.063 < TFP < 1.088$)时,FDI 对环境污染产生显著负面效应。在技术进步处于 0.063~0.088 时,FDI 每增长 1%,环境污染程度会下降 0.011%,环境质量得到改善,存在污染光环效应。当高发展城市组的技术进步越过第二个门槛值 0.084($TFP > 1.088$)后,FDI 与环境污染呈现正相关关系,但未显著。综上,在技术进步处于第二个门槛区间时,FDI 与环境污染存在显著负相关关系,即存在污染光环效应。

2)中发展城市存在单一经济规模(规模效应)门槛效应、单一产业结构(结构效应)门槛效应以及

双重技术进步(技术效应)门槛效应。中发展城市门槛回归结果见表 4。

在单一规模门槛作用下,FDI 与环境污染水平存在“U”型关系。当经济规模未跨越门槛值 16.527(即 $GDP < 15\,944\,153.471$ 万元)时,FDI 与环境污染水平存在负相关关系,但统计上不显著。在经济规模跨越了门槛值 16.527(即 $GDP > 15\,944\,153.471$ 万元)后,FDI 与环境污染存在显著正相关关系,即 FDI 则会加剧环境污染程度,支持了污染天堂假说。由于中发展城市的发展阶段需求,和其所拥有的资源、区位、成本等优势能大力发展第二产业。根据中发展城市近 15 年的环境规制数据看来,中发展城市环境监管力度波动较大,但趋势向下。城市宽松的环境规制将会引导 FDI 进入到高污染高能耗的产业中去,从而加剧环境污染程度。以上说明中发展城市较为宽松的环境规制

和经济发展方式都吸引更多的 FDI 进入。另外,从表 4 的门槛回归结果可以看出,虽然中发展城市存

在产业结构门槛效应和技术进步门槛效应,但统计结果未显著,不具备经济解释意义。

表 4 中发展城市门槛回归结果

变量	中发展城市 ln POLL		
	规模效应(GDP)	结构效应(STR)	技术效应(TFP)
ln FDI $I(Q < k_1)$	-0.006 (0.013)	-0.004 (0.013)	-0.006 (0.013)
ln FDI $I(k_1 < Q < k_2)$	0.003* (0.013)	-0.011 (0.013)	-0.019 (0.014)
ln FDI $I(Q > k_3)$	—	—	-0.009 (0.013)
ln GDP	-0.108*** (0.025)	-0.047** (0.017)	-0.050** (0.017)
ln STR	0.005 (0.091)	0.081 (0.099)	-0.022 (0.089)
ln TFP	0.080 (0.073)	0.044 (0.073)	0.132 (0.101)
ln ER	-0.112* (0.066)	-0.124* (0.067)	-0.151** (0.067)
ln HC	-0.143** (0.056)	-0.139** (0.056)	-0.124** (0.055)
ln OPEN	-0.128*** (0.036)	-0.126*** (0.037)	-0.144*** (0.036)
常数项	8.116*** (0.561)	6.945*** (0.554)	7.555*** (0.524)
R^2	0.231	0.223	0.246
F 值	5.08 ***	4.83 **	4.85 **
观测值	165		

总体上,中发展城市在规模、结构和技术 3 个门槛效应中,仅规模效应有显著的统计意义。在单一经济规模门槛的作用下,FDI 与环境污染存在“U”型关系,即随着 FDI 的增加,环境污染水平呈现先下降、后上升的变化趋势。经济规模在第二个门槛区间显著,说明现阶段中发展城市的 FDI 增加会加剧环境污染,支持了污染天堂假说。

3)低发展城市存在双重结构门槛效应。根据表 5,低发展城市在该门槛效应下,FDI 与环境污染水平存在倒“N”型关系,当产业结构未跨越门槛值 3.955(即 $STR < 52.191$)时,FDI 与环境污染存在

负相关关系,但不显著。产业结构在两个门槛值 3.955 和 3.961 之间(即 $52.191 < STR < 52.520$)时,FDI 与环境污染关系不显著。当产业结构越过第二个门槛值 3.961(即 $STR > 52.520$)后,FDI 与环境污染水平存在显著负相关关系,即 FDI 每增加 1%,当地环境污染就减少 0.026%,改善了环境质量,支持污染光环效应。由于低发展城市的经济基础薄弱,技术落后,第二产业发展水平较低。引进 FDI 所带来的先进管理经验和清洁生产技术产生了正向的溢出效应。先进、清洁的生产技术可有效减少污染物排放,改善环境质量。

表 5 低发展城市门槛回归结果

变量	结构效应 STR		
	ln POLL	变量	ln POLL
ln FDI $I(Q < k_1)$	-0.001 (0.011)	ln GDP	-0.002 (0.020)
ln FDI $I(k_1 < Q < k_2)$	0.002 (0.010)	ln STR	-0.009 (0.116)
ln FDI $I(Q > k_3)$	-0.026* (0.015)	ln TFP	-0.129* (0.074)
ln ER	0.076** (0.060)	ln HC	-0.050** (0.068)
ln OPEN	0.014 (0.023)	常数项	5.493*** (0.509)
R^2	0.062 6	F 值	1.41 ***
观测值	255		

4 结论

4.1 研究结论

通过对两广 35 个地级市 2003—2017 年面板数据,采用基准回归和门槛回归等计量模型和方法进行研究。为进一步探究不同发展程度地区的 FDI 的环境污染效应和门槛效应,对按经济发展程度划分的高、中、低发展城市样本组,分别进行门槛回归估计,从城市异质性发展视角分析各个分样本 FDI

对环境污染的效应如何,以及如何通过规模、结构和技术 3 个途径来发挥作用,得出以下结论:

1)总样本基准回归显著支持污染光环效应。在全样本的基准回归中,逐一加入规模、结构和技术效应,发现 FDI 与环境污染存在负相关关系,印证和支持了污染光环假说。

2)高发展城市技术门槛显著,FDI 与污染存在“N”型关系。在技术进步处于 1.063 和 1.088 之间

时,FDI 与环境污染存在显著负相关关系,即基于技术进步,环境质量随着 FDI 的增加得到改善,支持了污染光环效应。

3)中发展城市在规模效应下,FDI 与污染存在“U”型关系。在规模门槛作用下,FDI 与环境污染存在“U”型变动关系,即通过经济规模扩大,FDI 增加,环境污染水平线下降后上升。在第二个规模门槛,中发展城市的 FDI 与环境污染呈现显著正相关关系,支持污染天堂假说。

4)低发展城市存在显著双重结构效应,FDI 与环境污染存在倒“N”型变动关系,即随着 FDI 增加,环境污染水平先下降,后上升,再下降。FDI 回归系数仅在第三个门槛区间显著,即在产业结构优化的基础上,FDI 与环境污染存在显著负相关关系,支持了污染光环假说。

4.2 政策建议

1)总体上进一步开放经济,形成更为开放的经济格局。一方面,可通过增加 FDI 产业目录中的鼓励类产业类别,尤其是增加第三产业的鼓励投资产业类目,创造有利的投资环境;另一方面,针对不同发展地区,可以因地制宜制定鼓励引资和宽严有度的环境规制政策,最终实现经济增长与绿色发展的协调统一。

2)高发展城市应提升技术溢出效果。高发展城市经济基础扎实,经济开放性、包容性更强,人力资本水平也更高,更易于吸收 FDI 带来的先进管理经验和技能。因此高发展城市在引进 FDI 时,应该更加注重引进低能耗、低污染的技术密集或知识密集产业,比如高新技术产业、金融服务业等。

3)中发展城市应强化 FDI 先进技术的吸收能力,加强环境监管力度。中发展城市的 FDI 与环境污染存在“U”型关系。当经济规模扩大到一定程度,产出效率到极限,污染物的排放也在增加,由于中发展城市对于 FDI 的技术溢出吸收能力有限,甚至无法吸收,最终将导致污染天堂效应。因此中发展城市应培养危机意识和环境保护意识,强化技术效应吸收能力,加大环境监管力度,切实保护环境,改善环境质量。

4)低发展城市应进行合理化、高级化的产业结构调整。低发展城市 FDI 与环境污染存在倒“N”型关系,但仅负相关的阶段显著。从低发展城市的 FDI 的产业分布可知,低发展城市 FDI 在第二产业和第三产业分布比例比较接近,而不像中发展城市的工业占比过高。因此低发展城市在产业布局时,

因地制宜对产业进行合理化和高级化的调整,重点发展低能耗、低污染的服务业,以缓解环境污染压力。

参考文献

- [1] WALTER I, UGELOW J L. Environmental policies in developing countries[J]. *Ambio*, 1979, 8(2-3): 102-109.
- [2] FRUTOS-BENCZE D, BUKKAVESA K, KULVANICH N. Impact of FDI and trade on environmental quality in the CAFTA-DR region[J]. *Applied Economics Letters*, 2017, 24: 1-6.
- [3] COLE M A, FREDRIKSSON E P G. Endogenous pollution havens: does FDI influence environmental regulations? [J]. *Scandinavian Journal of Economics*, 2006, 108(1): 157-178.
- [4] GROSSMAN G M, KRUEGER A B. Environmental impacts of a North American free trade agreement[J]. *Social Science Electronic Publishing*, 1991, 8(2): 223-250.
- [5] GROSSMAN G M, KRUEGER A B. Economic growth and the environment[J]. *Nber Working Paper*, 1994, 110(2): 353-377.
- [6] COPELAND B R, TAYLOR M S. North-south trade and environment[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1994, 109(3): 755-787.
- [7] COPELAND B R, TAYLOR M S. Trade and transboundary pollution[J]. *American Economic Review*, 1995, 85(4): 716-737.
- [8] 刘渝琳, 温怀德. 经济增长下的 FDI、环境污染损失与人力资本[J]. *世界经济研究*, 2007(11): 48-55.
- [9] 张彦博, 郭亚军. FDI 的环境效应与中国引进外资的环境保护政策[J]. *中国人口·资源与环境*, 2009, 19(4): 7-12.
- [10] 刘飞宇, 赵爱清. 外商直接投资对城市环境污染的效应检验: 基于中国 285 个城市面板数据的实证研究[J]. *国际贸易问题*, 2016(5): 130-141.
- [11] MYEONG H K, NODIR A. The lesser of two evils: an empirical investigation of foreign direct investment-pollution tradeoff [J]. *Applied Economics*, 2012, 44(20): 2597-2606.
- [12] 许和连, 邓玉萍. 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[J]. *管理世界*, 2012(2): 30-43.
- [13] 聂飞, 刘海云. FDI、环境污染与经济增长的相关性研究: 基于动态联立方程模型的实证检验[J]. *国际贸易问题*, 2015(2): 72-83.
- [14] 郑强, 冉光和, 邓睿, 等. 中国 FDI 环境效应的再检验[J]. *中国人口资源与环境*, 2017, 27(4): 78-86.
- [15] HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic Panels: estimation, testing and inference [J]. *Journal of Econometrics*, 1999, 93(2): 345-368.
- [16] 许和连, 邓玉萍. 经济增长、FDI 与环境污染: 基于空间异质性模型研究[J]. *财经科学*, 2012(9): 57-64.

[17] 曹执令,杨婧. 中国制造业环境污染水平测算与变化态势分析[J]. 经济地理,2013,33(4):107-113.

[18] 赵细康. 环境保护与产业国际竞争力[M]. 北京:中国社会科学出版社,2003.

[19] 邵军,徐康宁. 外商直接投资、人力资本与中国工业部门技术进步:基于吸收能力的 FDI 技术外溢研究[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版),2008(5):24-29,126.

[20] 张磊,韩雷,叶金珍. 外商直接投资与雾霾污染:一个跨国经验研究[J]. 经济评论,2018(6):69-85.

[21] 周杰琦,梁文光,张莹,等. 外商直接投资、环境规制与雾霾污染:理论分析与来自中国的经验[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),2019,21(1):37-49.

[22] 叶金珍,安虎森. 开征环保税能有效治理空气污染吗[J]. 中国工业经济,2017(5):54-74.

[23] 孟德友,李小建,陆玉麒,等. 长江三角洲地区城市经济发展空间格局演变[J]. 经济地理,2014,34(2):50-57.

The Nonlinear Relationship between FDI and Environmental Pollution:
Threshold regression analysis based on panel data of cities in Guangdong and Guangxi

SONG Liping

(School of Economics and Trade,Guangzhou Huashang College,Guangzhou 511300,China)

Abstract: Based on the statistical data of 35 prefecture-level cities in Guangdong and Guangxi from 2003 to 2017, the environmental pollution effect and mechanism of FDI under urban heterogeneity are analyzed. The influence of scale, structure and technology effect on the relationship between foreign investment and environmental pollution is preliminarily judged by baseline regression. Then, the threshold regression model is used to analyze the environmental pollution effect and mechanism of FDI under different urban development heterogeneity. The results show that the technological threshold of highly developed cities is significant. Under the technological threshold effect, the increase of FDI is beneficial to the improvement of environmental pollution. Under the scale effect, there is a U-shaped relationship between FDI and environmental pollution in medium developing cities. The structure effect of low-development cities is significant, and there is an inverted N-shaped relationship between FDI and environmental pollution. It is of great theoretical and practical significance to coordinate regional development planning through in-depth analysis of environmental pollution effects of urban FDI under heterogeneous differences.

Keywords: FDI (foreign direct investment);polluted paradise pypothesis;pollution palo effect;threshold regression