

制度环境门槛下双向 FDI 的绿色创新效应研究

侯雨婷

济南大学 山东济南

【摘要】本文基于 2004—2023 年中国 30 个省份的面板数据，采用双向固定效应模型和 Hansen 面板门槛模型，基于 Super-SBM 方法测算的绿色创新效率指标实证考察了双向 FDI 协同发展对绿色技术创新的影响及其非线性机制。研究发现：第一，外商直接投资（IFDI）、对外直接投资（OFDI）及二者的协同发展均对绿色技术创新表现出显著的促进作用。第二，该影响并非线性，而是依赖于地区制度环境，存在基于环境规制强度与市场化水平的双重门槛效应。环境规制在水平较低时的强化作用较好，但其效应存在递减区间，过度规制反而会抑制双向 FDI 的绿色创新溢出；而市场化水平的提升则展现出更为稳健且积极的推动作用，当其跨越较高门槛后，能最大程度释放双向 FDI 的积极效应。基于此，本文提出如下政策建议：应当坚持高水平对外开放，协同引导 IFDI 与 OFDI 的绿色化发展；实施精准化和差异化的环境监管制度，规避出现“一刀切”式规制手段，从而平衡“创新补偿”与“遵循成本”；坚定不移地深化市场化改革，通过优化要素配置、加强知识产权保护来夯实绿色创新的制度基础，从而充分激发双向 FDI 的绿色动能；推动环境政策与市场政策的协同发力。

【关键词】双向 FDI；协同发展；绿色技术创新；门槛效应

【收稿日期】2025 年 9 月 20 日 **【出刊日期】**2025 年 10 月 28 日 **【DOI】**10.12208/j.aif.20250037

The green innovation effects of two-way FDI under institutional environment thresholds

Yuting Hou

University of Jinan, Jinan, Shandong

【Abstract】 Based on the panel data of 30 provinces in China from 2004 to 2023, this paper employs the two-way fixed effects model and Hansen's panel threshold model to empirically investigate the impact of the coordinated development of two-way FDI on green technological innovation and its nonlinear mechanism, using the green innovation efficiency index calculated by the Super-SBM method. The research findings indicate that inward foreign direct investment (IFDI), outward foreign direct investment (OFDI), and their coordinated development all have a significant promoting effect on green technological innovation. Second, this impact is not linear but significantly dependent on the regional institutional environment, with a dual-threshold effect based on the intensity of environmental regulations and the level of marketization. The strengthening effect of environmental regulations is better at a lower level, but its effect has a decreasing interval, and excessive regulation may instead inhibit the green innovation spillover of two-way FDI; while the improvement of the marketization level shows a more stable and positive promoting effect. When it crosses a higher threshold, it can maximize the positive effect of two-way FDI. Based on this, the following policy suggestions are proposed: We should adhere to high-level opening up to the outside world and coordinate the green development of IFDI and OFDI; implement precise and differentiated environmental supervision to avoid "one-size-fits-all" regulations and balance "innovation compensation" and "compliance costs"; unswervingly deepen market-oriented reforms, and consolidate the institutional foundation of green innovation by optimizing factor allocation and strengthening intellectual property protection, thereby fully stimulating the green potential of two-way FDI; promote the coordinated efforts of environmental policies and market

policies.

【Keywords】Two-way FDI; Coordinated development; Green technology innovation; Threshold effect

1 引言

当前,全球绿色低碳转型加速推进,中国“双碳”目标对经济社会发展全面绿色化提出紧迫要求,绿色技术创新成为实现高质量发展的重要动力。在此背景下,国际直接投资(FDI)作为技术与管理经验的载体,其作用备受关注。然而,现有研究多孤立考察外商直接投资(IFDI)的“污染光环”或“污染天堂”效应,或对外直接投资(OFDI)的“逆向技术溢出”,忽视了二者协同互动关系。因此,探究双向 FDI 协同发展能否及如何驱动绿色技术创新,成为一个亟待研究的重要问题。

既有文献为理解双向 FDI 的绿色创新效应提供了有益借鉴,宋晓玲和李金叶(2021)认为在现阶段,双向 FDI 协调发展可以促进我国绿色经济效率^[1]。但龚梦琪和刘海云(2020)则认为双向 FDI 协调发展通过抑制产业结构高度化水平,间接带来环境污染效应,不利于绿色创新发展^[2]。不过更多研究结论则倾向于较为复杂的双向 FDI 机制,王竹君等(2019)指出在环境规制强度较低时,双向 FDI 协调发展不利于绿色经济效率的发展,反之则会促进其发展^[3]。宋晓玲和李金叶(2021)基于技术创新视角,利用自主创新和模仿创新进行门槛效应分析,研究发现在自主和模仿创新支出增加时,现阶段双向 FDI 协调发展对绿色经济效率的促进作用逐渐减弱^[1]。张纪凤等(2023)实证检验发现双向 FDI 协调发展通过促进市场一体化可以提升绿色技术创新效率^[4]。

但关于其绿色创新效应的研究仍存在明显不足。多数研究仅进行线性关系的讨论,忽略了影响的复杂性。双向 FDI 的技术溢出效应并非自动实现,其成效很可能依赖于东道国特定的“吸收能力”与“制度环境”。虽然已有学者注意到环境规制或市场化水平等因素的调节作用,但往往单独考察某一因素,缺乏在一个统一框架内对多重制度门槛进行系统性比较与检验。为弥补上述研究空白,本文基于 2004-2023 年中国 30 个省份的面板数据,实证考察双向 FDI 协同发展对绿色技术创新的影响及其作用边界。本文的边际贡献在于:第一,不仅验证了 IFDI、OFDI 及双向 FDI 对绿色技术创新的促进作用,更进一步利用面板门槛模型,揭示其非线性影响机制。第二,

本文将环境规制与市场化水平两大核心制度因素同时纳入分析框架,实证分析二者所扮演的差异化门槛角色。这一对比性发现为理解制度环境的作用提供了新的辩证视角。第三,研究结论为各地在开放经济中如何精准施策,通过优化制度环境来最大化双向 FDI 的绿色创新红利,提供了更具针对性的理论依据与政策启示。

2 理论分析和研究假设

本文认为,双向 FDI 协同发展是推动绿色技术创新的关键动力。外商直接投资(IFDI)通过示范效应、竞争效应和产业链关联,为东道国带来了先进的绿色技术、环境管理标准与清洁产品设计,直接提升了绿色技术供给^[5]。对外直接投资(OFDI)则使本土企业得以嵌入全球创新网络,通过逆向技术溢出主动获取与学习海外前沿的环保知识与技术^[6]。IFDI 与 OFDI 的协同效应体现在:IFDI 带来的技术溢出提升了本土企业的吸收能力,增强了 OFDI 逆向技术溢出的效果;同时 OFDI 获得的前沿知识又提高了企业对高质量 IFDI 的识别和利用效率,二者的协同发展能产生“1+1>2”的系统性效应。IFDI 为本土企业提供了技术学习和能力积累的平台,增强了其通过 OFDI 进行有效技术寻求的能力;反之,OFDI 获取的先进知识又提升了本土企业的吸收能力与竞争优势,使其能更好地承接和利用高质量的 IFDI。由此形成的“引进—吸收—再输出”的良性循环,能最大程度地激发绿色技术创新活力。

但是双向 FDI 协调对绿色技术创新效率的影响是复杂的,其实现程度与效果深受东道国制度环境的制约。在探究双向 FDI 技术溢出效应的文献中,众多学者针对技术创新的门槛效应进行研究。环境规制、市场化水平等变量可能存在门槛效应,即某一变量超越了一定的门槛水平,双向 FDI 对绿色技术创新效率的影响也随之变化。参考李梅等^[7]、陈恒等^[8]的研究,IFDI 的技术溢出存在显著的门槛效应,当跨越人力资本、知识积累、知识产权保护等门槛时,IFDI 会对区域创新产生显著正向溢出效应;根据李梅^[9]、刘焕鹏等^[10]的研究,OFDI 的逆向技术溢出同样存在显著的门槛效应,分别以 R&D 强度、人力资本、金融发展为门槛变量,证实了 OFDI 对区域

创新的门槛效应。因此,本文认为双向 FDI 协调对绿色技术创新的促进也具有门槛特点。只有当影响绿色技术创新的诸多变量超越了门槛水平,双向 FDI 协调才能促进绿色技术创新效率的提升。故本文提出以下假设:

假设 1: IFDI、OFDI 及其协同发展均对绿色技术创新具有促进作用。

假设 2: 环境规制和市场化水平在双向 FDI 影响绿色技术创新的过程中存在门槛效应。

3 模型与变量

3.1 模型设定

3.1.1 基准回归模型

为了研究 IFDI、OFDI 及二者协同发展对绿色技术创新的直接影响,本文构建双向固定效应模型进行分析:

$$GI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 IFDI + \alpha_2 control + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$GI_{it} = \mu_i + \beta'_1 X_{it} \cdot l(q_{it} \leq \gamma_1) + \beta'_2 X_{it} \cdot l(\gamma_1 < q_{it} \leq \gamma_2) + \beta'_n X_{it} \cdot l(q_{it} > \gamma_n) + \theta_i Z_{it} + e_{it} \quad (4)$$

其中, X_{it} 为外生解释变量,与扰动项 e_{it} 不相关; q_{it} 为门槛变量; $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_{n-1}$ 为待估计的门槛值; μ_i 为截距项; $l(\cdot)$ 为示性函数;反之,取值为 0, Z_{it} 为各控制变量; $\beta'_1, \beta'_2, \dots, \beta'_n, \theta_i$ 为待估参数;扰动项 e_{it} 为独立同分布。

3.2 变量与数据来源

本文采用 30 个省级行政区(不含西藏)2004-2023 年面板数据进行实证回归,数据来源于《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》及 Wind 数据库,缺失数据通过线性插值法补充。选择 2004-2023 年作为研究区间,是因为 2004 年中国对外投资开始显著增长,且该时间段涵盖了“十一五”至“十四五”规划期,能够反映不同政策环境下的 FDI 效应。

相关变量测度方式及描述性统计结果如下:

3.2.1 被解释变量:绿色技术创新水平(GI)。本文拟基于效率角度衡量区域绿色创新水平,具体采用 Super-SBM 模型从投入产出角度估算省际绿色技术创新水平。其中投入指标包括 R&D 人员全时当量、R&D 经费支出水平和能源消耗总量,期望产出指标包括专利申请量和新产品销售收入,非期望产出则选取包括废水、二氧化硫和工业烟粉尘排放量的“工业三废”利用熵值法得到城市环境污染指数。

3.2.2 核心解释变量:双向 FDI 协同发展水平

$$GI_{it} = \beta_0 + \beta_1 OFDI + \beta_2 control + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$GI_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 FDI + \gamma_2 control + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, GI 表示绿色技术创新水平, $IFDI$ 表示外商投资水平, $OFDI$ 表示对外投资水平, FDI 表示双向 FDI 协同度。 β_0 为常数项, μ_i 为个体效应, v_t 为时间效应, ε_{it} 为随机扰动项, $control$ 表示控制变量,主要包括:人力资本水平(hum)、对外开放程度(out)、技术市场发展水平(tec)、交通基础设施水平(tra)。

3.1.2 门槛模型

为了进一步深入探究双向 FDI 影响绿色技术创新的作用机制,是否存在某些因素导致双向 FDI 在不同的情况下对绿色技术创新的影响存在差异,故本文借鉴 Hansen 的面板门槛模型的方法,构建如下的非线性门槛面板模型:

(FDI)。双向 FDI 协同发展水平通过 IFDI 与 OFDI 的交互项衡量,反映了二者相互促进、协同发展的程度,正值表示协同效应显著其中,外商投资水平($IFDI$)采用各省份外商投资额占 GDP 的比重来衡量;对外投资水平($OFDI$)采用各省份对外直接投资存量占 GDP 的比重来衡量。为缓解可能存在的多重共线性问题,本文在构建交互项前,对 IFDI 和 OFDI 两个变量均进行了去中心化处理。

3.2.3 控制变量:人力资本水平(hum)采用高等学校在校学生人数占地区总人口的比值来表征;对外开放程度(out)采用货物进出口总额占 GDP 的比值来表征;技术市场发展水平(tec)采用技术市场成交额与 GDP 的比值来表征;交通基础设施水平(tra)采用货运总量取对数来表征。

3.2.4 门槛变量:环境规制水平(env)采用工业污染治理完成投资额占工业增加值的比重来表征;市场化水平(mar)采用采用樊纲等构建的区域市场化指数作为代理指标。

4 实证结果与分析

4.1 基准回归结果分析

为了研究双向 FDI 对绿色技术创新的影响,本文采用双向固定效应模型对变量进行基准回归。具体结果见表 2,以下模型分别为 IFDI、OFDI、双向

FDI 协同发展对绿色技术创新水平的回归结果。由结果可知,所有回归的核心解释变量系数均在 1%的显著性水平下显著,且系数都为正,表明数 IFDI、OFDI、双向 FDI 协同发展对绿色技术创新均有显著

的促进作用。假设 1 得到验证。

4.2 门槛效应回归结果分析

4.2.1 环境规制和市场化水平门槛结果分析

表 1 描述性统计结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
VARIABLES	N	mean	sd	min	max
IFDI	600	0.023	0.021	0.00	0.12
OFDI	600	0.023	0.04	0.00	0.25
FDI	600	0.01	0.01	-0.02	0.02
hum	600	0.019	0.01	0.00	0.04
out	600	0.30	0.35	0.01	1.71
tec	600	0.016	0.03	0.01	0.19
tra	600	11.42	0.88	8.73	12.98
env	600	0.01	0.01	6.15	0.03
mar	600	7.78	1.99	2.98	13.36

表 2 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)
VARIABLES	GI	GI	GI
IFDI	0.78*** (0.19)		
OFDI		0.46*** (0.12)	
FDI			13.05*** (4.39)
hum	0.94 (1.93)	2.22 (1.99)	0.63 (1.95)
out	-0.02 (0.04)	0.02 (0.04)	0.02 (0.04)
tec	0.52 (0.33)	0.40 (0.33)	0.45 (0.32)
tra	-0.02** (0.01)	-0.01 (0.01)	-0.02 (0.01)
Constant	0.99*** (0.12)	0.86*** (0.12)	0.93*** (0.12)
Observations	600	600	600
R-squared	0.66	0.66	0.66

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 3 面板自抽样检验结果

Varisbles	Type	Fstat	Prob	Crit10%	Crit5%	Crit1%	Threshold Estimate
env	Single	43.95	0.00	18.46	22.51	36.73	0.0011
	Double	23.53	0.04	15.97	20.06	30.77	0.0016
mar	Single	30.33	0.09	28.14	35.96	50.38	11.511
	Double	37.3	0.04	23.69	35.81	52.62	6.347

表 4 门槛效应回归结果

Varisbles	env	mar
$q_{it} \leq \gamma_1$	64.78*** (7.69)	67.24*** (5.91)
$\gamma_1 < q_{it} \leq \gamma_2$	21.10*** (4.81)	-5.85 (-1.37)
$q_{it} > \gamma_2$	-10.13* (-1.96)	31.60*** (6.02)
constant	YES	YES
cons	1.14*** (11.91)	1.15*** (12.03)
N	600	600
R ²	0.27	0.27
F-test	25.07	

门槛效应回归结果见表 3, 由结果可以看出: 环境规制水平 (env)、市场化水平 (mar) 均通过了双重门槛效应的显著性检验, 说明双向 FDI 在不同的环境规制、市场化水平下的绿色技术创新效应会呈现出非线性的动态变化特征。

从表 4 中以环境规制为门槛变量的回归结果可以发现, 当环境规制强度低于 0.0011 时, 双向 FDI 的估计系数为 64.78, 在 1% 的水平下通过了显著性检验。当环境规制强度处于 0.0011 和 0.0016 之间时, 双向 FDI 的促进效应依然显著, 但系数值大幅下降至 21.10。然而, 当环境规制强度跨越第二门槛值后, 双向 FDI 的系数变为 -10.13, 且在 10% 的水平上显著。这意味着, 随着环境规制强度的不断提升, 双向 FDI 的绿色创新效应呈现出明显的递减趋势。究其原因主要在于, 环境规制强度产生的“遵循成本效应”与“创新补偿效应”之间的动态平衡被打破。当环境规制强度超越最优区间后, 其产生的边际成本急剧上升。企业为满足过于严苛的环保标准, 不得不将大量稀缺的财务资源与人力资源投入到被动的末端治理与非生产性的合规活动中, 这直接挤占了企业绿色技术研发与创新的投入。同时, 环境规制强度较高可能会加剧政策不确定性, 从而抑制企业的长期投资意愿, 使其更倾向于采取短期的、防御性的

合规策略, 而非长期的、进取性的创新战略, 这不仅会削弱企业进行绿色技术创新的动力与能力, 也阻碍了其对外部先进技术溢出的有效吸收与转化, 最终一定程度上阻塞了双向 FDI 的绿色创新渠道, 从而抑制了其积极效应^[11]。

从表 4 中以市场化水平为门槛变量的回归结果我们可以发现, 当市场化水平低于 6.347 时, 双向 FDI 的估计系数为 67.24, 且在 1% 的水平下显著为正。当市场化水平处于 6.347 和 11.511 之间时, 双向 FDI 的系数变为负值且不再显著。然而, 当市场化水平跨越第二门槛值后, 双向 FDI 的系数再次在 1% 的水平上显著为正, 且边际效应为 31.60。随着市场化水平不断提高, 双向 FDI 的绿色创新效应经历非线性变动, 从低水平区的强促进, 经历中水平区的抑制, 最终在高水平区再次呈现较强促进作用。不同市场化阶段下制度环境与双向 FDI 技术溢出的匹配度存在显著差异是主要原因。市场化水平较低的初级阶段, 双向 FDI 作为先进要素能够突破本地制度约束, 通过技术示范产生高强度促进作用。进入市场化过渡阶段, 市场分割、无序竞争等制度缺陷显著提高技术溢出的交易成本和模仿风险, 使积极效应被抵消。市场化水平进入成熟阶段后, 健全要素市场、产权保护和公平竞争环境构成吸收外部技术的

良好基础,使双向 FDI 的绿色创新效应再次得到显著激发,边际效应相较于初级阶段有所减弱但作用机制更为健康可持续。

4.2.2 环境规制与市场化水平的门槛效应对比分析

以上实证结果表明,环境规制与市场化水平在双向 FDI 影响绿色技术创新的过程中呈现出协同门槛效应,但是二者的作用机制存在本质差异。环境规制作为质量型政策工具,虽然它的强化作用可以提升环境标准,但是过度规制会产生遵循成本,从而挤压企业研发资源,导致双向 FDI 的绿色创新效应随规制强度增加呈现递减趋势,甚至出现在高强度区间间转为抑制效应的现象。然而市场化改革作为效率型制度基础,虽然不直接针对环境目标发挥作用,但是可以通过优化要素配置、强化产权保护与促进公平竞争,为双向 FDI 的技术溢出与创新转化提供可持续的制度保障,其影响随着市场化水平的提升呈现出先促进再抑制,最后又再次产生促进效果的特征,即市场化水平要在跨越较高发展门槛后才能真正释放双向 FDI 的绿色创新潜力。

这一发现意味着,政府仅仅依靠强化环境规制难以有效激发双向 FDI 的绿色创新动能,甚至可能产生非预期后果,而持续推进市场化改革、完善市场经济制度,才是实现双向 FDI 绿色效益最大化的重要基础。所以政策制定应当关注环境规制与市场化建设的协同推进,在保持适度环境约束的同时,更应着力于构建高效、公平、开放的市场体系,从而系统提升双向 FDI 的绿色技术溢出效率。

5 结论与政策建议

本文基于 2004-2023 年中国 30 个省份的面板数据,实证考察了双向 FDI 协同发展对绿色技术创新的影响及其作用边界。主要得到如下结论:第一,IFDI、OFDI 及二者的协同效应均能显著促进绿色技术创新。第二,该影响存在基于制度环境的双重门槛效应。环境规制的效应呈递减趋势,过度规制将抑制双向 FDI 的绿色创新溢出;而市场化水平的提升则能根本性扭转双向 FDI 的效应,在其跨越高门槛后产生显著的积极影响。基于上述结论,本文提出以下政策建议:

第一,坚持高水平对外开放,强化双向 FDI 的协同引导。各地政府应制定协同促进政策,优化外商投资导向,通过“绿色门槛”引导高质量、高环保标

准的 IFDI 流入绿色技术领域;同时鼓励和支持企业通过 OFDI 嵌入全球绿色创新网络,构建“引进—消化—吸收—再输出”的良性循环。

第二,实施精准化和差异化的环境监管政策。以上研究结果表明,环境规制强度存在最优区间。政策制定者应当科学地评估不同地区的产业基础与企业承受能力,进而实施阶梯式和动态化的环境标准,避免出现“一刀切”式的过度规制,从而平衡“创新补偿”与“遵循成本”效应。

第三,坚定不移深化市场化改革,构建有利于绿色创新的制度基础。各级政府应致力于深化要素市场化配置改革、强化知识产权保护与执法力度、维护公平竞争的市场秩序,为双向 FDI 的技术溢出与绿色创新效应提供坚实的制度基础与市场,保障最大化其绿色创新红利。

第四,推动环境政策与市场政策的协同发力。政府应关注环境规制与市场化政策的系统性与协同性,环境监管需要和市场化改革相互配合,形成政策合力,共同构建既能明确绿色导向又能提供高效激励的制度环境,系统性地提升双向 FDI 的绿色技术溢出效应。

参考文献

- [1] 宋晓玲,李金叶.双向 FDI 协调发展是否促进了绿色经济效率增长——基于技术创新视角[J].国际商务(对外经济贸易大学学报),2021(02):126-140.
- [2] 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(03):128-138.
- [3] 王竹君.异质型环境规制对我国绿色经济效率的影响研究[D].西北大学,2019.
- [4] 张纪凤,王宏瑞,孙军.双向 FDI 协调对绿色技术创新效率的影响——基于长三角市场一体化的中介效应[J].科技管理研究,2023,43(09):197-205.
- [5] 邓媛月,梅新想.外商直接投资对环境污染的影响研究:来自拉美国家的证据[J/OL].重庆科技大学学报(社会科学版),1-19[2025-09-19].
- [6] 孙海波,刘忠璐.OFDI 逆向技术溢出促进中国工业绿色转型了吗?——来自中国省级面板数据的经验证据[J].国际贸易问题,2019(03):161-174.
- [7] 李梅,谭力文.FDI 对我国技术创新能力溢出的地区差异和门槛效应检验[J].世界经济研究,2009(3):68-74,89.

- [8] 陈恒,侯建.自主研发创新、知识积累与科技绩效:基于高技术产业数据的动态门槛机理研究[J].科学学研究,2016,34(9):1301-1309,1425.
- [9] 李梅,柳士昌.对外直接投资逆向技术溢出的地区差异和门槛效应:基于中国省际面板数据的门槛回归分析[J].管理世界,2012(1):21-32,66.
- [10] 刘焕鹏,严太华.OFDI与国内创新能力关系中的“门槛效应”:区域金融发展视角的实证分析[J].科研管理,2015,36(1):1-7.
- [11] 章志华,孙林.双向 FDI 协调发展、环境规制与绿色创新效率——基于两阶段创新价值链的研究视角[J].统计学报,2023,4(04):28-40+56.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS