

对外直接投资如何促进技术进步的节能偏向?*

韩永辉¹, 刘琳², 蒋瑛³

(1. 广东外语外贸大学 广东国际战略研究院, 广东 广州 510420; 2. 西北民族大学 经济学院, 甘肃 兰州 730124;
3. 四川大学 经济学院, 四川 成都 610065)

摘要: 技术进步能源偏向性是驱动经济绿色增长的重要现实生产力,也是发达国家能够同步实现经济增长与排放降低的主要原因。文章将在发达国家开展对外直接投资策略引入有偏技术进步理论框架中,构建并测算出我国省级层面的技术进步对能源要素的偏向程度。基于理论分析和实证检验,揭示了中国各地向发达国家对外直接投资对国内技术进步能源偏向性的影响及其作用机制。研究发现:中国在发达国家的对外直接投资显著地逆向促进了国内技术进步偏向使用资本和劳动力要素,进而节约能源要素,实证结果通过了稳健性检验。其中,研发溢出与压力传导是重要的逆向传递机制。进一步分析发现,内部的研发投入对影响结果具有门槛效应,引致空间差异;外部的知识产权保护 and 外商投资壁垒水平也是重要的技术约束条件,引致时间差异。文章为实现高水平对外开放和绿色生产力发展提供了独特的理论视角和经验支撑,对我国制定缓解当前能源约束和推进高质量“走出去”战略的政策方案具有重要启示。

关键词: 技术进步能源偏向性; 研发溢出; 压力传导; 对外直接投资; 有偏技术进步

中图分类号: F206; X24; F426 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9952(2025)07-0094-15

DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.20250517.201

一、引言

新质生产力的内在要求是坚持绿色发展理念,习近平总书记强调了新质生产力的绿色内涵,并提出“新质生产力本身就是绿色生产力”的重要论断,^①指明了中国经济发展方向。当前,中国正在加速推进新质生产力的发展,摆脱对能源的高度依赖和极度消耗的传统经济增长方式,深化“生态就是生产力”的认识显得尤为关键(洪银兴, 2024)。技术进步作为驱动经济绿色增长的重要现实生产力,早期的研究大多关注技术进步的速度,通常假定技术进步是中性的,即所有要素生产率同比例变化。然而在现实中,技术进步除速度之外,还具有诱致性特征,导致其发展呈现出方向性,即技术进步是有偏的,进而使得不同要素密集投入的技术引致要素相对边际率的变化。在转变发展方式和转换增长动力的攻关期,发展符合中国减污、降碳、扩绿与增长

收稿日期: 2024-12-18

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(21&ZD074); 国家自然科学基金资助项目(72073037); 广东省自然科学基金项目(2022B1515020008); 教育部人文社会科学研究青年基金项目(24YJC790111); 广东省哲学社会科学规划项目(GD24YYJ18)

作者简介: 韩永辉(1986—), 男, 广东佛山人, 广东外语外贸大学广东国际战略研究院教授, 博士生导师;

刘琳(1990—)(通讯作者), 女, 四川绵阳人, 西北民族大学经济学院助理研究员;

蒋瑛(1965—), 女, 四川广汉人, 四川大学经济学院教授, 博士生导师。

① 《习近平在中共中央政治局第十一次集体学习时强调 加快发展新质生产力 扎实推进高质量发展》, 中国政府网 2024 年 2 月 1 日, https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202402/content_6929446.htm。

要求的有偏技术进步，对经济增长和环境质量的相容发展具有极为重要的作用(Acemoglu, 2014; 周喜君和郭淑芬, 2018; 王林辉等, 2020)，并正成为推动经济从高速增长向高质量绿色发展转型的迫切需要。

基于有偏技术进步视角，Acemoglu(2010)阐释了第二次世界大战以来发达国家劳动力的供给及其溢价同步上升的现象，认为主要原因是技术进步偏向技能劳动力要素，进而使得技能劳动力的边际产出显著提高。对于发达国家的经济增长与排放降低并存的现象，这一视角也提供了合理的解释。为了降低能源消耗和碳排放，发达国家会倾向采用提高能源使用效率的节能技术，实现能源要素的绝对节约。然而，当要素之间为替代关系时，发达国家可能会在价格与规模等因素的作用下，更多地使用密集投入资本与劳动力等非能源要素的技术，以替代使用密集投入能源要素的生产技术，实现能源要素的相对节约(Mahapatra 和 Irfan, 2021)。上述行为可集中体现在聚焦能源要素的有偏技术进步(Energy-Biased Technical Change, 简称 Ebtc)理论框架中。Acemoglu 等(2012)已经证明，在诱致性技术进步的影响下，偏向能源节约和清洁生产的技术进步在发达国家的绿色转型中发挥着关键作用。与发展中国家相比，发达国家面临着更为严苛的环境规制，企业更愿意投入资本、劳动力等其他生产要素替代能源要素，其技术进步往往更偏向密集使用劳资要素的节能方向。随着全球气候变化问题日趋严峻，聚焦于“能源要素”层面，探究技术进步在能源与非能源要素间偏向性的学术文献(Yang 等, 2022; 戴永安和张潇, 2023; Lyu 等, 2025)不断涌现，旨在分析技术进步能源偏向性对能源消耗和节约的引致作用(何小钢和王自力, 2015)。近年来，鉴于中国有限的资源禀赋和环境承载力，国内学者已深刻认识到关注能源与其他要素的替代关系引致的技术进步能源偏向性，对于推进经济增长和减污降碳协同发展具有重要意义(王班班和齐绍洲, 2014; 修静, 2016)。

此外，技术进步对要素的有偏特征具有跨国传导性(董直庆等, 2016; 王林辉等, 2019)，已有研究证明，在经济全球化趋势不断扩大的背景下，发达国家偏向节能的技术进步可以通过国际贸易或外资引进等跨国渠道传导到其他国家或地区(景维民和张璐, 2014; Hémous, 2016; Dong 等, 2019)。面对以美国为首的西方发达国家对华日益严峻的技术封锁，中国高度依靠巨大的本土市场规模吸引全球创新资源也将越发困难。正如习近平总书记所强调的，要“在更高起点上推进自主创新，主动布局和积极利用国际创新资源”，^①这意味着利用高质量对外投资进行全球化布局的重要性更加凸显(杨连星等, 2024)。相比之下，跨国企业加快“走出去”步伐，特别是在经济发展程度更高的技术强势区位——发达国家开展投资经营活动，即实施逆向投资策略，主动获取“逆向创新”，突破关键核心技术封锁，更有利于完成高水平对外开放与高水平科技自立自强统筹推进的目标任务。对外直接投资(以下简称 OFDI)作为获得跨国技术溢出的重要渠道，通过嵌入当地技术网络，可以将高技术禀赋、战略型资源等逆向传递至母公司或母国(蒋冠宏和蒋殿春, 2012; Cheng 和 Yang, 2017)。理论上，这被认为是传导国外技术进步能源偏向性的一个重要载体(Gancia 等, 2009; 董直庆等, 2016)，并逐渐成为后发国家集聚全球创新资源的主要方式。

OFDI 作为跨国技术转移和流动的基石，在中国经济和国家战略中的地位日益凸显(蒋冠宏, 2015)，且投资的技术寻求型动机偏好明显(刘海云和聂飞, 2015)。中国的跨国企业在发达国家开展经营项目，可以接触到更先进的技术和管理经验，这有益于向国内溢出前沿技术(陈昊和吴雯, 2016)。特别是在高水平对外开放的背景下，外部技术溢出的“含绿量”已成为衡量“高

① 《习近平在中国科学院第十九次院士大会、中国工程院第十四次院士大会上的讲话》，中国政府网 2018 年 5 月 28 日，https://www.gov.cn/xinwen/2018-05/28/content_5294322.htm。

质量对外投资”越来越重要的标准。那么,随着中国逆向 OFDI 规模的不断扩张,国内技术进步是否会呈现出与发达国家一致的能源偏向?逆向 OFDI 如何影响国内技术进步能源偏向性?其理论机制又是什么?在何种条件下,逆向 OFDI 才能有效获取来自发达国家的具有节能偏向特征的技术外溢?上述一系列问题以往都未得到充分回答。对这些全新问题的研究不仅能够深化和丰富 OFDI 的全球化理论和技术进步能源偏向性(Ebtc)的技术创新理论,也对中国迫切需要向节能化、绿色化转型的经济实践具有重要的指导意义。

本文的边际贡献主要有以下两个方面:一是理论贡献方面,本文突破传统国际投资理论对技术势能单向流动的路径依赖,构建了逆向 OFDI 与技术进步能源偏向性(Ebtc)的统一理论分析框架。立足于发展中大国赶超阶段的特殊情境,基于技术差距理论、资源基础理论与有偏技术进步理论,揭示逆向 OFDI 通过研发溢出与压力传导的双重机制,改变能源与非能源要素边际产出比的内在逻辑。二是实证贡献方面,本文基于技术进步在资本、劳动力(非能源要素)和能源要素之间的偏向性视角,量化分析技术进步对能源要素的偏向程度,并紧扣当前全球绿色竞争与数字竞争浪潮下,中国扎实推进高水平对外开放、经济赶超空间不断缩小、海外对华技术封锁日益加剧的时代挑战,实证揭示了逆向 OFDI 及其逆向研发溢出和压力传导驱动非能源要素边际生产率相对提升的事实,还进一步探究了其中的内部与外部技术约束条件。通过上述理论和实证贡献,本文不仅在理论上丰富了目前国际投资从“低技术势能地区”流向“高技术势能地区”的国际直接投资理论,还在实践层面为中国跨国企业的逆向 OFDI 策略提供了有价值的参考。

二、机制分析与假说提出

(一)逆向研发溢出机制

随着中国向发达国家的 OFDI 规模不断扩张,对其逆向 OFDI 动机的研究逐渐增多,技术与战略资产寻求取向被认为是主要动机(Child 和 Rodrigues, 2005),存在逆向研发溢出效应(陈昊和吴雯, 2016)。这也是联想、海尔、TCL 等跨国企业以在发达国家设立分支机构、合资企业、科技战略联盟、研发中心等方式发展逆向研发型 OFDI 来打破技术发展瓶颈的重要原因。进入发达国家的中国跨国企业在运营过程中,可以借由子公司直接接触并获取他国密集使用非能源的先进技术、知识成果、智力人才等研发要素(Kafourous 等, 2008; Ashraf 等, 2024),进而以较低搜寻成本和风险嵌入密集使用非能源要素的发达国家技术网络中。再经由模仿跟随的学习与吸收效应、产业扩散的联系与竞争效应、人员流动的人力资本效应等途径,实现逆向研发溢出,将发达国家难以编码的隐性先进知识反馈至国内,对中国技术进步产生影响(韩先锋, 2019)。为有效减少能源消耗和碳排放,发达经济体具有偏向使用非能源要素的技术特征,倾向于研发密集使用资本和劳动力的高“含科量”技术,如人工智能、生物和信息等,而并非主要依赖于能源投入提高技术进步。相对节能的禀赋结构,决定着发达国家技术进步能源偏向性呈现出使用劳资和节约能源的特征。面对全球绿色与数字竞争,发展中国家试图通过 OFDI 等跨国技术转移和流动渠道获取发达国家的高科技技术,这就可能导致其技术进步呈现出与发达国家相似的偏向性特征。

中国作为世界上的大型发展中国家,拥有庞大的逆向 OFDI 规模。企业在“走出去”的过程中受到发达国家的技術影响更深。对于中国企业而言,在发达国家开展逆向 OFDI,主要获取的是密集使用非能源的技术。以美国为例,对于密集使用能源的高耗能行业,中国企业更具竞争优势,那么中国企业进入美国市场更多的是利用自身优势赚取利润,获得的逆向研发溢出相对较少。美国在高附加值的低能耗领域更具竞争优势,技术主要与资本要素、技能要素等耦合发展,尤其是数字经济领域,中国企业一旦进入此类领域,能够产生的逆向研发溢出较多(周亚敏, 2024)。此外,根据技术差距理论,研发具有学习效应和扩散效应。中国是新兴经济体,而发

达国家通常是处于全球技术前沿的经济体，当中国向发达国家进行直接投资时，中国则被视为一个相对落后或接近国际技术前沿的经济体，可直接逆向获取与本国存在技术距离的研发溢出（郑江淮和荆晶，2021）。这意味着技术进步偏向性的跨国传递特征，不仅与 OFDI 规模相关，还与母国科创资源配置存在紧密关联。基于上述分析，本文提出如下假说：

假说 1：中国向发达国家 OFDI 具有逆向研发溢出效应，会影响国内地区技术进步的能源偏向性。

（二）逆向压力传导机制

在发达国家的中国 OFDI 可将当地来自环境治理与市场波动的双重压力传递到国内，改变了地区对能源与非能源要素的投入结构，推动地区技术进步向使用资本与劳动的非能源密集型方向演进。面对气候问题，发达国家进行更强的环境治理，往往有着严苛的环境规制，外资企业将面临较高的环境门槛，承担较高的生产成本与环保责任。为达到发达国家的环境标准与要求，中国跨国企业被迫加大密集使用资本与劳动的非能源要素技术研发投入，发展与其本地要素禀赋相匹配的技术，并提高能源利用效率（解学梅和韩宇航，2022）。一般而言，在区位选择上，OFDI 企业往往偏好环境规制较弱的国家，以避免因非合意产出处理带来的额外成本（李丹等，2025），如达标成本、合规成本。那么，能够走入发达国家市场的中国 OFDI 企业一般拥有一定的所有权优势，具备自主研发能力，可以促使自身转向低能耗部门，发挥“污染光环效应”。因此，为缓解东道国环境治理压力，中国 OFDI 转向高质量投资，试图通过环境规则的倒逼作用发挥创新补偿效应，以降低因高环境要求引致的高成本。尤其是与当地存在国际合作的情况下，当地利益相关者也会要求合作的 OFDI 企业转向研发密集使用非能源要素的技术。此外，为达标要求，中国 OFDI 企业也将更加积极开展国际创新合作，以获取当地的研发要素，这有助于跨国企业在东道国当地的成长（Razzaq 等，2021），以更低成本发展与当地具有一致要素偏向的技术。基于此，本文提出如下假说：

假说 2a：中国向发达国家的 OFDI 具有逆向环境治理压力传导效应，会影响国内地区技术进步的能源偏向性。

除环境治理压力之外，发达国家能源市场的不确定性，如能源市场价格波动和能源政策的不确定性等，也给中国 OFDI 企业在定价和利润获取上带来了压力，是企业高层和利益相关者在进行投资决策时需要重点考虑的外部环境变化因素。能源作为商品，其价格波动对于使用石油、天然气、煤炭矿产等能源进行生产的企业而言，产品价格会受到影响。同时，能源具有金融属性，能源政策的不确定性直接关系当地外资企业的投资安全感与信心，并影响其对未来能源市场的预期。当预期到能源政策将变得更为严格时，企业可能会重新评估其投资组合的风险和回报，减少在密集使用能源要素部门的投资（杨科等，2023）。过高的不确定性甚至会引发外资出逃（Julio 和 Yook，2016；宫汝凯，2019）。面对发达国家能源市场的不确定性，中国跨国企业在实现资本保值与增值的预防性动机驱使下，将被迫转向投资密集使用非能源要素的生产部门。基于此，本文提出如下假说：

假说 2b：中国向发达国家的 OFDI 具有逆向市场波动压力传导效应，会影响国内地区技术进步的能源偏向性。

三、技术进步能源偏向性指数的测度

由于 (KL)E 的结构形式具有较高的拟合优度，被广泛使用（Van der Werf，2008；Zha 和 Zhou，2014），本文参考 Liao 和 Ren（2020）、Hassler 等（2021）的研究，构建三要素（包括能源、资本和劳动力）的双层嵌套恒定弹性替代（CES）生产函数，用于测算技术进步对能源要素的偏向程度，即技术进步的能源偏向性指数（Energy-Biased Technical Change, Ebtc）：

$$Y_t = \left[(A_E E_t)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (A_T K_t^\rho L_t^{1-\rho})^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (1)$$

其中, Y_t 代表某个特定时期的总产出; E_t 代表特定时期内的能源投入量; K_t 代表同期资本要素的投入量, L_t 代表同期劳动要素的投入量; A_E 表示能源增强型技术效率; A_T 表示劳资要素耦合下的非能源增强型技术效率; σ 为能源要素与非能源要素的替代弹性, 且 $\sigma \in (0, +\infty)$; ρ 表示资本对劳资产出的作用系数, 反映的是劳资收益总额中资本收益份额比例。

本文借鉴戴天仕和徐现祥(2010)构建技术进步方向指数的方法, 定义技术进步能源偏向性指数($Ebtc_t$)的计算公式为:

$$Ebtc_t \equiv \frac{1}{MPS} \frac{\partial MRS}{\partial (A_E/A_T)} \frac{d(A_E/A_T)}{dt} = \frac{\sigma-1}{\sigma} \left(\frac{A_T}{A_E} \right) \frac{d(A_E/A_T)}{dt} \quad (2)$$

由式(2)可知, 技术进步能源偏向性指数 $Ebtc_t$ 由能源与非能源要素间的替代弹性以及能源与非能源增强型技术效率的相对大小决定。 $Ebtc_t$ 的经济学内涵是反映技术进步引致的能源和非能源要素边际产出比的变动率。 $Ebtc_t$ 的值大于 0, 表明技术进步具有偏向使用能源的特征; $Ebtc_t$ 的值小于 0, 表明技术进步偏向使用资本与劳动力; $Ebtc_t$ 的值等于 0, 说明地区技术进步呈无偏性。 $Ebtc_t$ 的绝对值大小, 代表了技术进步的要素偏向程度。

经测算, 1986—2019 年中国总体能源与非能源要素的替代弹性 σ 为 1.322, 资本对劳资产出的作用系数 ρ 为 0.770, 技术进步能源偏向性指数 $Ebtc$ 均值为 -0.042。参数估计结果表明, 中国能源与劳资要素之间大体上存在替代关系。资本对劳资产出的作用系数大于 0.5, 这说明中国国内资本对产出的作用大于劳动对产出的作用。 $Ebtc$ 的均值结果显示, 技术进步导致能源要素与非能源要素的边际产出比平均每年下降 4.2%, 这表明中国技术进步大体偏向非能源要素, 技术进步更有助于提高劳资要素的边际产出。^①

四、变量与数据来源

(一) 模型设定

为考察中国逆向 OFDI 对技术进步能源偏向性的影响, 本文构建了包括逆向 OFDI 水平 ($Ofdi$) 影响技术进步能源偏向性 ($Ebtc$) 的面板模型, 以验证前述假说 1, 设定计量模型如下:

$$Ebtc_{it} = \alpha_0 + \beta_0 Ofdi_{it} + \sum \beta_j X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, 下标 i 代表地区, 下标 t 代表年份。被解释变量 $Ebtc_{it}$ 作为 i 地区在 t 年度衡量技术进步偏向能源要素程度的关键指标, 即技术进步能源偏向性指数。解释变量 $Ofdi_{it}$ 为各地区开展逆向 OFDI 活动的水平。 β_0 至 β_j 均为待估的变量系数, 捕捉的是不同变量对技术进步能源偏向性的影响。设定截距项为 α_0 , 地区固定效应为 μ_i , 时间固定效应为 γ_t , 以及符合独立同分布假设的随机误差项 ε_{it} 。 X_{it} 表示一系列控制变量: *market* (市场自由度)、*gov* (政府干预程度)、*urb* (城镇化水平)、*fdi* (外资引进水平)、*pi* (污染密集程度)、*er* (环境规制) 以及 *trade* (对外贸易)。模型使用聚类到地区层面的稳健标准误。为验证假说 1, 式(3)要重点关注系数 β_0 及其显著性, 如果 β_0 显著为负, 则表明逆向 OFDI 有利于技术进步偏向于节约能源要素。

(二) 变量选择

1. 被解释变量。技术进步能源偏向性指数 ($Ebtc$) 基于第三部分的测算结果。
2. 核心解释变量。本文选择使用对外直接投资的存量数据进行分析, 主要原因在于存量数

^① 限于篇幅, 未汇报 $Ebtc$ 指数测度方法、数据来源以及地区参数估计结果。备索。

据更稳定，更有利于减少短期波动的干扰，且应用更广泛（韩先锋等，2018），可确保结果更加可靠。由于逆向 OFDI 水平无法直接从历年《中国对外直接投资统计公报》（以下简称《公报》）获取，因此先依据《公报》公布的中国各省份对外非金融类直接投资存量数据，^①将其汇总至全国层面，再由美元兑人民币的年平均汇率（来自《中国统计年鉴》），折算为以 2003 年为基期且以万元为单位的人民币数值；然后，通过各省份 OFDI 存量与全国的比值，计算得到地区层面的 OFDI 存量数据。此外，使用非金融类 OFDI 存量与同年本地 GDP 的比值（以人民币计）来衡量逆向 OFDI 水平 $Ofdi$ ，以消除价格因素的影响（韩先锋和宋文飞，2022）。数值越大，表明该地区逆向 OFDI 水平越高。

《公报》数据显示，大约 98% 的中国 OFDI 流向了 1/3 左右的国家或地区。因此，本文将截至 2019 年末中国 OFDI 存量占比大于或等于 0.05% 的经济体作为研究样本，这些样本具备代表性、全面性与科学性。同时，本文剔除了以融资增值和寻租套利为主要投资动机的地区，具体包括英属维尔京群岛、开曼群岛、毛里求斯、百慕大群岛和中国香港等。研究样本最终确定为中国流向 18 个发达国家或地区的 OFDI。^②

3. 控制变量。本文从对外开放、能源市场与政府治理三个维度选择控制变量，以尽可能地控制其他影响技术进步能源偏向性的因素。对外贸易与外商直接投资均是国际技术溢出的重要路径（王班班和齐绍州，2014），对外开放维度则由对外贸易与外资引进水平表征；市场化和城镇化对能源价格和能源消费有着重要影响（师博和沈坤荣，2013），能源市场维度则由市场自由度与城镇化水平表征；政府的财政支出及其为治理环境污染的投入皆驱动了技术进步的绿色发展（景维民和张璐，2014；宋美喆和柴江艺，2023），政府治理维度则由政府干预程度和环境规制表征。所选择控制变量数据主要源自多个权威数据来源，如《中国各省份市场化指数报告》《中国商务年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国统计年鉴》以及各地统计年鉴和经济数据库（如 Eps 和 Wind 等）。

五、实证结果与分析

（一）基准回归结果分析

表 1 列(1)–列(3)展示了式(3)的回归结果，无论是否控制固定效应以及引入控制变量，中国逆向 OFDI 对国内地区技术进步能源偏向性的回归系数符号均为负值，且至少通过了 10% 的显著性水平，这表明中国在发达国家实施直接投资行为都能够显著促进技术进步偏向非能源要素，有助于国内发展偏向节约能源要素的技术进步。回归结果还表明，市场自由度、城镇化水平以及污染密集程度均对技术进步的能源偏向性产生负向影响。由此可知，在市场自由度高、城镇化水平高以及污染密集的地区，反而能激励当地企业研发密集使用劳资要素的技术，以减少对能源的依赖。政府干预程度对 $Ebtc$ 产生了显著的促进作用，可能是因为地方政府的行政干预并未有效提升能耗产出效率，甚至过度的财政支出对能源的有效配置形成阻碍。对外贸易对 $Ebtc$ 的显著正向作用可能在于对外贸易与 $Ebtc$ 之间存在倒“U”形关系。根据要素禀赋理论，各国应进口稀缺要素密集型产品，出口丰裕要素密集型产品（吴卫星和张丽娜，2025）；然而，随着国外对中国密集使用非能源要素技术的封锁力度增大，国内通过进口贸易获得的节能型技术溢出效应受到限制，而出口市场的扩大可能导致企业更倾向于生产国外市场大量需求的能源密集型中间产品，从而显著抑制国内技术进步朝节能方向发展的趋势。外资引进水平和环境规制两

① 不包括港澳台地区。

② 样本包括美国、德国、日本、英国、法国、意大利、加拿大、西班牙、荷兰、卢森堡、瑞典、瑞士、挪威、新加坡、韩国、澳大利亚、以色列和新西兰。

个控制变量均没有通过显著性检验。对于外资引进水平,主要是因为技术具有一定的路径依赖特征,通过 FDI 引进的技术在短期内难以转向更加节约使用能源要素的技术。环境规制未能有效引导技术进步发生节能偏向,可能是因为环境规制对技术进步的能源偏向性也存在门槛效应。在特定的环境规制水平下,企业因无法承担高昂的环境成本,将加大对非能源密集型技术的投资力度,此时“创新补偿”效应可能会超过“遵循成本”效应。然而,中国的实际情况显示,地区环境规制并未处于可激励企业创新发展密集使用非能源要素技术的区间内。

表 1 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)
	RE估计	FE估计	FE估计
<i>Ofdi</i>	-0.0507*** (0.009)	-0.0193*** (0.006)	-0.0202* (0.010)
<i>market</i>			-0.0189* (0.010)
<i>gov</i>			0.0664*** (0.022)
<i>urb</i>			-0.4578* (0.243)
<i>fdi</i>			-0.0045 (0.004)
<i>pi</i>			-1.0893*** (0.315)
<i>er</i>			0.0060 (0.013)
<i>trade</i>			0.0397*** (0.012)
常数项	0.0058 (0.010)	0.0523*** (0.014)	-0.3947* (0.209)
时间固定效应	非控制	控制	控制
地区固定效应	非控制	控制	控制
R^2	0.0375	0.5906	0.6055
<i>F-Statistic/Wald Chi-Square</i>	32.44***	33.01***	77.43***

注:括号内为标准误;***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著;样本观测值均为510。下同。

(二)稳健性检验

为验证中国向发达国家开展的逆向 OFDI 对技术进步能源偏向性显著负向影响结果是稳健的,本文通过更换计量模型和将数据更换为地区-东道国-年份三维面板数据的方法重新进行估计。^①稳健性检验结果均显示,逆向 OFDI 的回归系数在统计上显著为负,与基准回归结果吻合。此外,基于动态面板数据模型 DPD 的估计结果表明,当前技术进步的能源偏向性在 10% 水平上显著存在正向路径依赖特征。

(三)内生性检验

为解决潜在的互为因果、遗漏变量和样本选择偏误等内生性问题,本文通过三种方法进行内生性检验。第一,本文采用工具变量法进行 2SLS 与 GMM 估计,参考戴翔和宋婕(2020)的做法,选取滞后两期的地方与发达国家间的国际友好城市数^②(*IV1*)以及除本地区外其他地区同年份的逆向 OFDI 水平均值(*IV2*)作为工具变量。建立国际友好城市有助于保持与发达国家的人才交流和合作,促进知识传递至国内,进而可能对逆向 OFDI 水平产生影响,但对本地技术进步的能源偏向性没有明显的直接影响。由此表明,国际友好城市数目与解释变量紧密相关,同时与扰动项无关,满足工具变量的基本要求。内生性检验结果见表 2,列(1)和列(2)的逆向 OFDI 估计系数在 10% 的水平上为负,与基准结论一致,验证了前述实证结果的稳健性。第一阶段估计结果显示,上述两个工具变量对中国当期逆向 OFDI 水平均有显著正向影响,这表明满足

① 为剔除数据异常值可能带来的干扰,保证结果可靠性,对三维面板数据进行了双侧 5% 缩尾处理。

② 国际友好城市数经由中国国际友好城市联合会官方网站(<http://www.cifca.org.cn>)数据整理所得。

了工具变量的相关性假设。同时， F 统计量均超过 10，根据 *Kleibergen-Paap rk Wald F* 统计量值与 *Kleibergen-Paap rk LM* 统计量的 P 值，表明可拒绝弱工具变量的假设，并且成功通过不可识别检验，从而确定了 IV 变量的有效性。*Hansen's J* 过度识别检验 P 值均大于 0.1，两个工具变量不存在过度识别问题，接受所有工具变量均外生的原假设。系列检验佐证了工具变量的有效性及其严格外生性，确保了其与解释变量的相关性，排除了弱工具变量和过度识别问题的疑虑。第二，本文借鉴 Fields(1979)、唐跃军(2012)、韩国高(2022)的做法，^① 对核心解释变量进行滞后一期处理，减弱因反向因果引发的内生性问题。列(3)的结果显示，核心解释变量仍显著为负，进一步排除了反向因果干扰。第三，本文使用中国向全球国家或地区进行 OFDI 的数据进行复验，列(4)结果证实不存在样本选择偏误。上述三种方法的检验均确保了本文核心结论的稳健性。

表 2 内生性检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>IV-2SLS</i>	<i>IV-GMM</i>	滞后处理	全球国家或地区
<i>Ntdofdi</i>	-0.0399*(0.023)	-0.0389*(0.023)		
<i>L1Ntdofdi</i>			-0.0281*** (0.010)	
<i>Ofdi</i>				-0.0034** (0.002)
第一阶段结果 <i>IV1</i>	0.1045*(0.060)	0.1045*(0.060)		
第一阶段结果 <i>IV2</i>	-23.1570*** (2.736)	-23.1570*** (2.736)		
<i>Hansen's J</i> 统计量 p 值	0.7982	0.7982		
<i>Kleibergen-Paap rk Wald F</i> 统计量	40.426	40.426		
<i>Kleibergen-Paap rk LM</i> 统计量	36.291***	35.762***		
时间和地区固定效应	控制	控制	控制	控制
控制变量	控制	控制	控制	控制
R^2	0.6010	0.6011	0.6108	0.6055
样本量	450	450	480	510

注：Stock-Yogo 弱工具变量检验的临界值显示，10% maximal IV size 为 19.93%。

(四) 异质性检验

在逆向 OFDI 影响 Ebtc 过程中，跨国分工成本与技术水平差距均发挥着重要作用(郑江淮和荆晶, 2021; 戴永安和张潇, 2023)，因此本文分别使用各省距最近沿海港口的最短距离指标以及总申请专利中的绿色专利占比指标，探究逆向 OFDI 对国内技术进步能源偏向性的影响在不同贸易可达性约束和绿色溢出水平空间条件下的差异化表现。异质性检验结果见表 3。列(1)和列(2)的结果显示，无论贸易成本高低，向发达国家的直接投资都对技术进步能源偏向性产生了显著的负向影响，即均明显促进了母公司的技术进步偏向于节约能源要素。但相比之下，受贸易可达性约束程度较弱的地区影响更小。一个重要原因可能是：在高贸易可达性地区具有连接海外市场的高效率和低成本的优势，区域生产网络更易形成(毛海鸥和刘海云, 2019)，促使在发达国家的部分 OFDI 由水平型转向垂直型，^② 导致“走出去”的企业只能在当地获取有限的技术

① 多位学者认为核心解释变量与被解释变量可能在同一时期发生互为因果现象，对核心解释变量进行滞后处理，可以减轻此类互为因果的干扰。

② 水平型 OFDI 是跨国公司将在国内研发、生产、人才培育等多个环节嵌入全球分工合作网络，进而拓展获取东道国技术的路径；垂直型 OFDI 则是跨国公司基于比较成本优势下的部分生产工序“走出去”，成本最小化是其核心目标之一，具有强贸易替代特性(Helpman, 1984; Antràs 和 Yeaple, 2013)。

溢出。列(3)和列(4)为不同绿色创新水平地区的异质性检验结果。研究发现,绿色溢出空间多的地区显著增强了逆向 OFDI 对国内技术进步的节能偏向;而绿色溢出空间少的地区,由于与发达国家的绿色技术差距相对较小,甚至随着中国绿色经济的发展,国内部分地区与发达国家的绿色技术水平相当,绿色溢出空间较小,使得通过 OFDI 方式不能直接获得节能偏向性技术进步,甚至还可能产生反向绿色溢出问题。

表 3 异质性检验结果

	贸易可达性约束		绿色溢出空间	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	强约束	弱约束	空间多	空间少
<i>Ofdi</i>	-0.1048 ^{**} (0.044)	-0.0216 [*] (0.011)	-0.0261 ^{**} (0.012)	0.0356(0.021)
常数项	-0.3847(0.401)	0.0010(0.542)	-0.4697(0.283)	-0.4192(0.407)
组间系数差异	0.026 ^{**}		0.039 ^{**}	
时间/地区固定效应	控制	控制	控制	控制
控制变量	控制	控制	控制	控制
R^2	0.5584	0.6629	0.6698	0.5947
样本量	204	306	274	236

注:组间差距检验的P值是基于费舍尔组合检验(1000次重复抽样)下计算得到,下同。

六、机制检验:逆向研发溢出与逆向压力传导

根据前文理论分析,本文设定如下实证模型,用以检验中国对发达国家 OFDI 影响技术进步能源偏向性的作用机制:

$$Ebtci_t = \alpha_0 + \beta_0 NtdRD + \sum \beta_j X_{it} + \mu_i + \gamma_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$Ebtci_t = \alpha_0 + \beta_0 Ofdi_{it} + \beta_1 Med_{it} + \beta_2 Ofdi_{it} \times Med_{it} + \sum \beta_j X_{it} + \mu_i + \gamma_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

式(4)中, $NtdRD$ 是中国各地区通过向 18 个发达经济体 OFDI 所获得的逆向研发溢出水平,其测算方法借鉴李梅和柳士昌(2012)的研究,并进行对数化处理。式(5)中,变量 Med_{it} 为机制变量,包括以下几种:东道国能耗治理($EnPre$),使用东道国可再生能源消耗占最终能源消耗比重表示;污染管控($PoPre$),使用东道国人均二氧化碳排放量表示;能源市场波动($EUIPre$),使用 Economic Policy Uncertainty 官方网站公布的各国 12 月能源相关不确定性指数(Energy-Related Uncertainty Indexes, EUI)表示。其余变量与式(3)保持一致。 $EnPre$ 和 $PoPre$ 的数据来自世界银行。

(一)逆向研发溢出的机制检验

表 4 为逆向研发溢出机制的检验结果。列(1)表明,逆向研发溢出水平的系数显著为负,这说明中国通过 OFDI 从发达国家获得的研发溢出促进了国内技术进步偏向使用资本与劳动,假说 1 得到支持。各地通过在发达国家开展逆向 OFDI 活动,设立研发中心,参与当地产能合作,获取密集使用非能源要素的技术。技术创新理论指出,市场最终决定采用哪种技术类型,主要是基于技术创新所带来的相对利润(Acemoglu 等, 2012; 董直庆等, 2016)。发达国家更为严格的环境标准与要求,意味着当地的研发投入更多流向密集使用非能源要素的技术部门,那么通过 OFDI 逆向溢出到中国的研发部分,隐含着具有开发密集使用非能源要素的技术倾向,最终促使国内技术进步发生节能偏向。进一步地,本文参考谢红军和吕雪(2022)的做法,利用世界银行构造的主权环境(E)、社会(S)和治理(G)指标体系,对其中涉及环境方面的指标,采用全局熵值法测算得到衡量发达国家可持续性表现的环境得分数据(E 值),以反映当地供应链的绿色化水平(孙莹和宋闪闪, 2024)。按照均值划分高 E 值与低 E 值组,再进行分组检验。表 4 列(2)和列(3)

的估计结果显示，中国对发达国家的 OFDI 在高 E 值组中东道国的逆向研发溢出机制更加明显，这说明当地供应链绿色化水平越高的国家，投资国企业通过 OFDI 能获得更多的研发溢出。

表 4 逆向研发溢出机制检验结果

	(1)	(2)	(3)
	全样本	高E值组	低E值组
<i>NtdRD</i>	-0.0032*(0.002)	-0.0054**(0.003)	-0.0026(0.009)
常数项	-0.2662(0.254)	-0.3176(0.265)	-0.2144(0.236)
组间系数差异		0.054*	
时间/地区/国家固定效应	控制	控制	控制
控制变量	控制	控制	控制
R^2	0.7508	0.7530	0.7471
样本量	7 170	3 810	3 360

(二)逆向压力传导的机制检验

表 5 展示了逆向压力传导机制的检验结果。列(1)与列(2)显示了 OFDI 企业承受来自东道国能耗治理和污染管控所带来的环境治理压力传导机制检验结果，逆向 OFDI 与可再生能源消耗占比、人均二氧化碳排放量的交互项分别通过 5%、10% 的显著性水平。当东道国的可再生能源消耗占比上升、人均二氧化碳排放量水平下降时，东道国的能耗治理与污染管控能力有利于逆向 OFDI 促进国内技术进步偏向节约能源。当东道国环境治理越严格时，OFDI 企业迫于压力将更积极地转向节约使用能源要素的生产部门，否则难以形成有效的倒逼作用，逆向 OFDI 的压力传导机制将失灵。进入发达国家的中国投资企业甚至可能因更易获取高能耗技术，反而导致国内的技术进步具有偏向使用能源的特征。对于东道国能源市场波动带来的环境压力，列(3)展示了年末 EUI 指数对逆向 OFDI 影响 *Ebtc* 的负向调节作用，^①东道国能源市场波动引致的环境压力，迫使当地中国 OFDI 企业转向使用更加节约能源要素技术的力量更强。这也印证了中国在发达国家的 OFDI 企业随着能源市场的不确定性加剧，企业转型意愿更加强烈的事实。假说 2a 与假说 2b 均得以验证，即发达国家当地严格的环境治理与能源市场波动引致的环境压力均将倒逼中国 OFDI 企业偏向密集使用非能源要素的技术。

表 5 逆向压力传导机制检验结果

	(1)	(2)	(3)
	东道国能耗治理	东道国污染管控	东道国能源市场波动
<i>Ofdi</i>	-0.0049*(0.002)	-0.0145*(0.006)	-0.0001(0.002)
<i>Ofdi</i> × <i>EnPre</i>	-0.0005***(0.000)		
<i>Ofdi</i> × <i>PoPre</i>		0.0007*(0.000)	
<i>Ofdi</i> × <i>EUIPre</i>			-0.0006****(0.000)
常数项	0.1498(0.215)	-0.1630(0.217)	0.1384(0.215)
时间/地区/国家固定效应	控制	控制	控制
控制变量	控制	控制	控制
R^2	0.7470	0.7470	0.7473
样本量	8 970	8 970	8 970

① 尽管主效应不显著，但系数值过小，表明逆向 OFDI 对国内 *Ebtc* 的影响多在国外能源市场波动的调节下产生。

七、扩展性分析:来自内外部的技术约束

科创资源丰富度对逆向研发溢出机制发挥有着较强的约束作用(李梅和柳士昌, 2012), 逆向 OFDI 对技术进步能源偏向性的影响可能受到国内科创资源的“门槛”约束。除空间差异之外, 逆向 OFDI 还可能对技术进步能源偏向性的影响存在时间差异。中国参与逆向 OFDI 的进程中, 经历着诸多来自外部的阻碍。以美国为首的西方国家试图通过各种技术封锁方式阻止中国的跨国企业获取高新技术(沈春苗和郑江淮, 2019), 以护持其数字霸权, 这可能抑制逆向研发溢出与逆向压力传导机制。例如, 2014 年发达国家在知识产权保护与外商投资壁垒两个方面均发生了重大变化。

(一)来自内部的技术约束:研发资本投入与研发人力投入

新一轮科技革命下, 发展以科技创新为主导的新质生产力至关重要。研发投入作为丰富科创资源的有效方式(刘志东等, 2023), 成为促进新质生产力发展的重要因素。本文从《中国统计年鉴》与《中国科技统计年鉴》等资料中获得所需的原始数据, 使用研发人员全时当量(人年)衡量省际科创资源, 数据经过对数化处理。本文使用动态面板门槛模型命令(Seo 和 Shin, 2016), 实证考察科创资源约束是否会引起逆向 OFDI 对技术进步能源偏向性影响的结构性突变。

动态面板门槛模型结果详见表 6。列(1)和列(2)分别显示研发投入在低门槛与高门槛区间的估计结果, 门槛值为 11.5405, 且达到 1% 的显著性水平, 300 次、500 次与 1000 次 Bootstrap 线性检验抽样结果 P 值均为 0.0000, 均拒绝不存在门槛效应的原假设。由此证明, 科创资源对逆向 OFDI 影响 Ebtc 存在显著的门槛作用, 即研发投入具有单门槛效应。当研发投入均高于阈值时, 逆向 OFDI 对技术进步节能偏向的促进作用更大且显著。值得注意的是, 研发投入过低时, 逆向 OFDI 影响 Ebtc 的作用无法得到有效发挥, 这表明地区重视研发投入对于本地学习和吸收外部技术尤为重要。由此证实, 若各省对研发投入储备不足, 当地企业科创资源太少, 难以通过“干中学”等模仿创新方式真正获得海外技术。

表 6 研发投入门槛作用的检验结果

	(1)	(2)
	低门槛区间	高门槛区间
<i>Ofdi</i>	-1.1325	-3.9099*
门槛值	11.5405***	
Bootstrap 线性检验	0.0000	
控制变量	控制	控制
样本量	510	510

注: P 值和临界值是通过分别执行 300 次、500 次、1000 次 Bootstrap 线性检验抽样得出的一致结果。

(二)来自外部的技术约束:知识产权保护与外商投资壁垒

逆全球化趋势自 2008 年国际金融危机之后就有抬头迹象, 如德国出现呼吁降低对中国能源等行业依赖性的声音(韩永辉和彭渤扬, 2024)。以欧美为代表的西方发达国家在技术敏感性强的关键领域, 开始加速推行更为严苛的投资监管与限制性措施。近年来, 主要发达国家出台了涉及国家安全审查方面的政策, 以加强对外资的限制(詹晓宁和欧阳永福, 2018)。截至 2024 年, 发达国家继续采取限制性措施, 以解决与投资有关的国家安全问题。^① 本文借鉴 Yang 和 Huang(2009)、韩剑等(2023)的做法, 整理历年《全球竞争力报告》^② 中对知识产权保护水平的评估数据, 并对 18 个发达国家的知识产权保护水平进行了均值处理。研究发现, 2014 年后, 发达国家或地区的知识产权保护水平总体上升了 4.74%, 创下历史最大涨幅。由此可知, 2014 年中国企业在发达国家逆向投资面临的高壁垒尤为明显。作为发展中国家, 中国开展逆向

① 数据源自联合国贸易和发展会议(UNCTAD)发布的 2024 年版《世界投资报告》。

② 由世界经济论坛(World Economic Forum, WEF)发布。

OFDI 主要是为了获取资本密集型的知识技术资产。在知识产权保护制度越发严格的环境下,获取先进技术变得更加困难(Yoo 和 Reimann, 2017)。知识产权保护水平的提高意味着国家对本土企业技术的保护力度增强,这不仅导致交易成本高昂,还可能因技术敏感性引发当地各界的情感障碍(Owen, 2015; 黄友星等, 2021),形成外资进入壁垒。中国企业通过 OFDI 进入发达国家市场,一定程度上可能会限制其发挥逆向研发溢出作用,进而削弱其促进国内技术进步发生偏向节能的作用。

此外,本文参考 Mistura 和 Roulet(2019)、郭卫军和黄繁华(2020)的做法,采用经合组织(OECD)公布的 FDI 限制指数(FDI Regulatory Restrictiveness),^①衡量东道国限制外商投资的壁垒水平,并对 18 个发达国家 FDI 限制指数进行均值处理。结果显示,自统计以来,一直处于下降态势的 FDI 限制指数在 2014 年之后出现了近 0.44% 的增长,这表明在全球投资环境趋于开放的情况下,发达国家或地区出现了外商投资壁垒提高的迹象。发达国家高筑外商投资壁垒不仅直接影响中国企业的逆向 OFDI 规模,而且由于中国对欧美的投资大多集中在电气、通信、运输和能源等技术密集型行业,长期来看,此类以技术寻求为主要投资动机的跨国经营会受阻,不利于发挥逆向研发溢出作用,从而对中国国内技术进步可能产生重要的长期负向影响(刘宏, 2022)。

本文设定时间虚拟变量为 *Post*, 2014 年之后取值为 1, 2014 年之前为 0, 并将解释变量与时间虚拟变量的交乘项引入基准模型中。表 7 列(1)的结果显示,加入时间虚拟变量后,时间交乘项回归系数为负且通过了 1% 的显著性水平,这与主效应的回归系数符号相反。2014 年之后,逆向 OFDI 对 *Ebtc* 的总影响为 $-0.0235(-0.1217+0.0982)$,这表明 2014 年后知识产权保护水平提高和外商投资壁垒高企抑制了逆向 OFDI 对国内技术进步偏向于节约能源要素的影响。列(2)和列(3)的分年度检验与邹检验结果也显示,2014 年之前逆向 OFDI 对 *Ebtc* 的影响为 -0.0967 ,并通过了 1% 的显著性水平;而 2014 年之后逆向 OFDI 对国内技术进步节能偏向的促进作用降为 -0.0484 ,且并不显著。以上结果均表明,通过参与逆向 OFDI 方式,企业“走出去”获取密集使用非能源的资本密集型技术受到来自外部知识产权保护和外商投资壁垒的技术约束。

表 7 时间异质性检验结果

	时间交乘项检验	分年度检验	
	(1)	(2)2003–2013年	(3)2014–2019年
<i>Ofdi</i>	$-0.1217^{***}(0.030)$	$-0.0967^{***}(0.032)$	$-0.0484(0.043)$
<i>Ofdi</i> × <i>Post</i>	$0.0982^{***}(0.027)$	0.0961^{***}	
邹检验			
常数项	$-0.4732^{**}(0.201)$	$-0.5556(0.357)$	$-1.6694(1.513)$
时间和地区固定效应	控制	控制	控制
控制变量	控制	控制	控制
R^2	0.6092	0.6645	0.5542
样本量	510	330	180

八、结论与启示

本文围绕逆向 OFDI 是否有效促进国内技术进步的节能偏向进行了深入研究。基于理论分析和实证检验,探讨了中国企业向发达国家或地区“走出去”是否成功获得当地偏向节约使用能源的技术进步。研究结果表明:(1)中国企业逆向 OFDI 对 *Ebtc* 有显著的负向作用,即便通过

① 指数涉及歧视性筛选或批准机制、对主要外国人员的限制、外商股权限制与对外国企业经营的其他限制四个关键领域。

改变模型估计方法进行稳健性检验、采用工具变量法开展内生性检验后,结果仍证实中国的逆向 OFDI 促使国内技术进步偏向使用非能源的劳资要素,达到相对节约能源的效果。(2)逆向 OFDI 主要通过逆向研发溢出和逆向压力传导机制促使母国技术进步发生节能偏向,双重机制已得到实证支持,且进一步验证了机制检验结果的稳健性。(3)贸易可达性约束高、绿色溢出空间大的省域,开展逆向 OFDI 可靠近更多的研发资源,进而对技术进步节能偏向的影响更大且更显著。(4)以研发投入表征的内部技术吸收能力,是逆向 OFDI 显著负向促进 Ebtc 的技术约束条件,造成影响的空间差异;并且当研发投入未达到高门槛时,逆向 OFDI 对国内技术进步节能偏向的促进作用无法发挥。(5)从外部的知识产权保护与外商投资壁垒情况来看,2014 年之后中国企业开展逆向 OFDI 对 Ebtc 的负向影响产生了抑制作用,造成了影响的时间差异。

基于上述研究结论,对于如何通过高水平对外开放促进国内形成绿色生产力,可得到如下启示:(1)优化逆向 OFDI 策略,强化内外技术联动机制。国内的跨国企业仍要坚持大力实施逆向 OFDI 策略,在技术研发选择上做到有的放矢。由于发达经济体中环境治理表现相对一般的国家与我国技术匹配性更高,中国跨国企业可优先与这些国家建立 OFDI 合作网络,并优先投资发达国家资本、劳动密集型等技术领域,如智能制造、数字服务等。积极嵌入当地非能源要素技术网络,以共建联合实验室的方式加入绿色技术联盟。同时,通过搭建母子技术协同平台,实现海外子公司与国内母公司的实时数据互通,畅通“技术回流绿色通道”,做到信息的及时反馈。随着高质量国际投资规模的不断扩张,国内在推进碳达峰、碳中和目标的过程中可获得一定的绿色生产力。(2)加强市场预警机制,政府引导企业预适应。无论是面对发达国家严格的环境治理压力还是能源市场波动压力,中国跨国企业一般都能积极地将压力转化为动力。尽管如此,政府还是应当与跨国企业保持有效沟通,并密切关注发达国家市场变动。当出现高规格的环境要求以及能源市场波动时,政府还是应当及时给予政策指导,避免部分企业因承担不了东道国地区压力而选择撤离发达国家市场。(3)因地制宜投入科创资源,破解区域技术失衡。国内各地区要积极培育自身的科创水平,加大对本地的研发投入。对贸易可达性约束高、绿色溢出潜力大的内陆地区,提供逆向投资专项补贴。各地区要重视对高水平科研团队与科研人才的引进工作,一方面选派科研人员赴海外技术领先企业研修,另一方面依托国内产业链“链长制”的优势,引导高校与链主企业合作,增设与国际前沿技术资源相关的专业课程,确保当地研发人才的投入足以有效内化与吸收密集使用资本和劳动力等非能源要素的技术。(4)动态应对国际技术壁垒,构建风险对冲机制。2014 年后,发达国家或地区的知识产权保护水平与外商投资限制指数均大幅上升,外资进入发达国家的壁垒不断提高。中国企业在当地开展直接投资活动时,要充分利用商务部“走出去”公共服务平台,密切关注东道国关于对外直接投资审查新规,如 2022 年美国财政部发布的《美国外国投资委员会(CFIUS)执法和处罚指南》等。

* 感谢 2025 年度广东省社科联青年学术工作坊“工业智能化影响产业链安全及海外利益保护的理论机制、作用效果与政策建议”(批准号:2025GZF10)的支持。

主要参考文献:

- [1]戴天仕,徐现祥.中国的技术进步方向[J].世界经济,2010,(11):54-70.
- [2]戴永安,张潇.环境政策的空间溢出与城市能源偏向型技术进步[J].世界经济,2023,(5):119-151.
- [3]董直庆,焦翠红,王林辉.技术进步偏向性跨国传递效应:模型演绎与经验证据[J].中国工业经济,2016,(10):74-91.
- [4]韩永辉,彭渤海.德国对中国直接投资演变的理论机制和路径选择[J].东方论坛,2024,(1):128-140.

- [5]何小钢,王自力. 能源偏向型技术进步与绿色增长转型——基于中国 33 个行业的实证考察[J]. 中国工业经济, 2015, (2): 50–62.
- [6]景维民,张璐. 环境管制、对外开放与中国工业的绿色技术进步[J]. 经济研究, 2014, (9): 34–47.
- [7]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.
- [8]沈春苗,郑江淮. 中国企业“走出去”获得发达国家“核心技术”了吗?——基于技能偏向性技术进步视角的分析[J]. 金融研究, 2019, (1): 111–127.
- [9]师傅,沈坤荣. 政府干预、经济集聚与能源效率[J]. 管理世界, 2013, (10): 6–18.
- [10]孙莹,宋闪闪. 企业 ESG 表现能否提高财务柔性?[J]. 东方论坛-青岛大学学报(社会科学版), 2024, (3): 121–135.
- [11]王班班,齐绍洲. 有偏技术进步、要素替代与中国工业能源强度[J]. 经济研究, 2014, (2): 115–127.
- [12]吴卫星,张丽娜. 全球贸易格局演变与居民家庭财富积累[J]. 东方论坛-青岛大学学报(社会科学版), 2025, (3): 25–34.
- [13]谢红军,吕雪. 负责任的国际投资: ESG 与中国 OFDI[J]. 经济研究, 2022, (3): 83–99.
- [14]郑江淮,荆晶. 技术差距与中国工业技术进步方向的变迁[J]. 经济研究, 2021, (7): 24–40.
- [15]周喜君,郭淑芬. 中国二氧化碳减排过程中的技术偏向研究[J]. 科研管理, 2018, (5): 29–37.
- [16]周亚敏. 国家间绿色竞争、数字竞争与美国对华选择性“脱钩”[J]. 世界经济与政治, 2024, (1): 138–170.
- [17]Acemoglu D, Aghion P, Bursztyn L, et al. The environment and directed technical change[J]. *American Economic Review*, 2012, 102(1): 131–166.
- [18]Ashraf A, Carril-Caccia F, Doytch N. Reverse technological spillovers from outward FDI on home countries' total factor productivity: Does the mode of investment matter?[J]. *Borsa Istanbul Review*, 2024, 24(3): 607–617.
- [19]Hassler J, Krusell P, Olovsson C. Directed technical change as a response to natural resource scarcity[J]. *Journal of Political Economy*, 2021, 129(11): 3039–3072.
- [20]Hémous D. The dynamic impact of unilateral environmental policies[J]. *Journal of International Economics*, 2016, 103: 80–95.
- [21]Liao M L, Ren Y F. The 'double-edged effect' of progress in energy-biased technology on energy efficiency: A comparison between the manufacturing sector of China and Japan[J]. *Journal of Environmental Management*, 2020, 270: 110794.
- [22]Lyu X C, Pang Z, Xu Y Y. Has the digital transformation promoted energy-saving-biased technological progress in China's manufacturing sector?[J]. *Applied Economics*, 2025, 57(14): 1637–1654.
- [23]Mahapatra B, Irfan M. Asymmetric impacts of energy efficiency on carbon emissions: A comparative analysis between developed and developing economies[J]. *Energy*, 2021, 227: 120485.
- [24]Razzaq A, An H, Delpachitra S. Does technology gap increase FDI spillovers on productivity growth? Evidence from Chinese outward FDI in Belt and Road host countries[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, 172: 121050.
- [25]Seo M H, Shin Y. Dynamic panels with threshold effect and endogeneity[J]. *Journal of Econometrics*, 2016, 195(2): 169–186.
- [26]Yang B, Liu B Z, Peng J C, et al. The impact of the embedded global value chain position on energy-biased technology progress: Evidence from china's manufacturing[J]. *Technology in Society*, 2022, 71: 102065.

How does Outward Foreign Direct Investment Promote Energy Bias in Technical Change?

Han Yonghui¹, Liu Lin², Jiang Ying³

(1. *Guangdong Institute for International Strategies, Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou 510420, China*; 2. *School of Economics, Northwest Minzu University, Lanzhou 730124, China*; 3. *School of Economics, Sichuan University, Chengdu 610065, China*)

Summary: Energy bias in technical change is an important real-world productivity driving green economic growth, and it is also the main reason why developed countries can achieve simultaneous economic growth and emission reduction. Meanwhile, as a key channel for obtaining transnational technological spillovers, outward foreign direct investment (OFDI) is considered an important carrier for transmitting the energy bias in technical change from abroad, and it has gradually become the main way for late-developing countries to agglomerate global innovation resources.

This paper attempts to introduce the strategy of OFDI in developed countries into the theoretical framework of biased technical change, constructing and measuring the degree of energy factor bias in technical change at China's provincial level. The study finds that China's OFDI in developed countries significantly and reversely promotes domestic technical change to favor the use of capital and labor factors, thereby relatively saving energy factors. Among them, R&D spillover and pressure transmission are important reverse transmission mechanisms. Further analysis shows that internal R&D investment has a threshold effect on the impact results, leading to spatial differences; external intellectual property protection and foreign investment barriers are also important technological constraints, leading to temporal differences.

This paper makes the following marginal contributions: Theoretically, it breaks through the path dependence of traditional international investment theories on the unidirectional flow of technological potential, and constructs a unified theoretical analysis framework for OFDI and energy bias in technical change. Empirically, from the perspective of the bias in technical change among capital, labor, and energy factors, it quantitatively analyzes the degree of energy factor bias in technical change, and closely addresses the challenges of the current era under the wave of global green competition and digital competition. This paper not only enriches the current international direct investment theory regarding capital flow from “low-technological potential regions” to “high-technological potential regions” in theory, but also provides valuable references for the reverse OFDI strategy of Chinese multinational enterprises in practice.

Key words: energy bias in technical change; R&D spillover; pressure transmission; OFDI; biased technical change

(责任编辑 景 行)