

中国 OFDI、消化吸收对绿色全要素生产率的影响 ——基于门槛模型的实证研究

陈昊,徐梦鸽,刘斯敖

(浙江科技学院 经济与管理学院,杭州 310023)

摘要: 为研究消化吸收调节下中国对外直接投资(outward foreign direct investment, OFDI)对母国绿色全要素生产率(green total factor productivity, GTFP)的影响,使用非径向、非角度的基于松弛的方向距离函数,结合曼奎斯特-卢恩伯格(Malmquist-Luenberger, ML)指数测算中国地区 GTFP 水平,并利用 2003—2019 年中国省级面板数据和面板门槛模型,实证分析中国 OFDI 对母国 GTFP 影响的门槛效应。结果表明:1) 中国 OFDI 对母国 GTFP 存在显著的正向影响,并且该影响受到母国消化吸收能力的正向调节,即人力资本越丰裕,研发投入越密集,中国 OFDI 对母国 GTFP 提升的作用越明显。2) 门槛回归结果显示,消化吸收在中国 OFDI 对母国 GTFP 提升的作用中存在非线性门槛效应,人力资本和研发投入均表现出正向且边际效率递增的非线性门槛规律。可见,OFDI 正向驱动 GTFP 增长。本研究结果对中国改善经济环境,实现绿色经济转型具有借鉴意义。

关键词: 对外直接投资;绿色全要素生产率;消化吸收;门槛模型

中图分类号: F831.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-8798(2022)02-0105-10

Impact of China's OFDI, digestion and absorption on green total factor productivity —Empirical research based on threshold model

CHEN Hao, XU Mengge, LIU Siao

(School of Economics and Management, Zhejiang University of Science
and Technology, Hangzhou 310023, Zhejiang, China)

Abstract: In order to study the effect of China's outward foreign direct investment (OFDI) on home country's green total factor productivity (GTFP) under the moderation of digestion and absorption, China's regional GTFP level was guessed and estimated by applying the non-radial, non-angle, relaxation-based direction distance functions, combined with the Malmquist-

收稿日期: 2021-05-25

基金项目: 浙江省哲学社会科学规划课题(20NDQN309YB);浙江省软科学研究计划项目(2022C35023);国家社会科学基金项目(15BJY039)

通信作者: 陈昊(1990—),男,浙江省海宁人,讲师,博士,主要从事国际投资、技术经济研究。E-mail: checon1990@126.com。

Luenberger (ML) index, and then an empirical analysis was made into the threshold effect of China's OFDI on home country's GTFP by using China's inter-provincial panel data from 2003 to 2019 and the panel threshold model. The results show that: 1) China's OFDI has a significantly positive impact on home country's GTFP, and this effect is positively regulated by home country's digestion and absorption capacity, that is, the more abundant the human capital and R&D investment is, the more obvious the promoting effect of China's OFDI on home country's GTFP is. 2) Threshold regression results show that there is a nonlinear threshold effect of digestion and absorption on the effect of China's OFDI on home country's GTFP. Human capital and R&D investment both show a positive and increasing marginal efficiency of the non-linear threshold law. Thus, it is concluded that OFDI is the positive driver of GTFP. The results of this study can provide reference for China to improve the economic environment and to transform the green economy.

Keywords: outward foreign direct investment; green total factor productivity; digestion and absorption; threshold model

中国共产党第十九届中央委员会第五次全体会议提出社会主义现代化远景目标,明确提出 2035 年“生态环境根本好转,美丽中国建设目标基本实现”。改革开放四十多年来,中国经济增长取得了举世瞩目的成就,却也付出了资源消耗、环境污染和生态破坏的惨痛代价。自 2009 年开始中国已超过美国成为世界第一大能源消费国^[1]。如何统筹协调好“经济增长、资源节约和环境保护”三者的关系是新时期中国经济高质量发展面临的重大考验,其关键在于要转变粗放型增长方式,向绿色经济增长转型。众多研究表明,实现绿色发展的关键在于提高绿色全要素生产率(green total factor productivity, GTFP)^[2-3]。国内研发活动和国外研发溢出是提升 GTFP 的重要途径,对外直接投资(outward foreign direct investment, OFDI)作为获取国外研发溢出的重要渠道已被理论和实践证实^[4-5]。2019 年中国 OFDI 流量达到 1 369.1 亿美元,年末存量达到 2.2 万亿美元,分别位居全球第二、三位,中国已成为名副其实的 OFDI 大国。在此背景下,如何借力 OFDI 提升 GTFP 已成为新时期中国政府亟待解决的重要课题。

OFDI 与母国 GTFP 关系的讨论源于 OFDI 逆向技术溢出效应研究。Potterie 等^[6]用全要素生产率(total factor productivity, TFP)衡量母国技术进步水平,证实了 OFDI 逆向技术溢出效应的存在,且 OFDI 流向国越发达,研发资本越密集,这种促进作用越明显。随后,越来越多的研究者开始将视线转移到 OFDI 的逆向技术溢出效应^[7-9]。目前,对这一论题的研究正逐渐从宏观向微观视角转移,探讨 OFDI 对企业 TFP 的影响,不少研究发现 OFDI 显著地促进了企业 TFP 水平^[10-11]。随着经济发展过程中资源环境问题日益突出,越来越多的研究者将资源和环境因素纳入 TFP 分析框架并提出了 GTFP 概念。关于 OFDI 对母国 GTFP 影响的研究大致分为以下两类:一类是验证 OFDI 是否促进了母国 GTFP 提升,杨世迪等^[12-13]的研究发现 OFDI 对中国 GTFP 提升存在驱动作用。梁圣蓉等^[14]的研究却发现 OFDI 对母国绿色技术创新存在负效应。另一类研究是检验 OFDI 对母国 GTFP 影响的传导机制,探讨制度环境、环境规制等因素如何在 OFDI 与母国 GTFP 的关系中发挥调节作用^[15-16]。已有研究大多聚焦于 OFDI 与母国 TFP 关系的讨论,考虑环境和资源因素的 GTFP 研究相对薄弱,此外,关于 OFDI 对母国 GTFP 影响的传导机制,也较少从母国消化吸收能力视角切入。基于此,本研究在理论方面构建了中国 OFDI、消化吸收与母国 GTFP 提升的理论机制,探讨 OFDI 对母国 GTFP 的影响机理,以及消化吸收在此过程中发挥的调节效应;在实证方面,采用非径向、非角度的基于松弛的方向性距离函数和曼奎斯特-卢恩伯格(Malmquist-Luenberger, ML)指数测算了中国地区 GTFP 水平,并利用门槛回归模型实证检验消化吸收能力在 OFDI 与母国 GTFP 关系中的门槛效应。

1 理论基础与机制分析

早期国际直接投资理论更多关注发达国家对外投资活动,重点解释发达国家 OFDI 动因,20 世纪 80

年代开始发展中国家 OFDI 逐渐兴起,由此产生了诸多 OFDI 经典理论,其中较多理论与 OFDI 逆向技术溢出密切相关。英国学者 Lall^[17]提出了“技术地方化理论”,认为发展中国家跨国企业可以利用自己特有的优势,即善于利用发达国家跨国企业的技术扩散,并对这类技术进行学习改造,从而实现自身技术能力提升。Cantwell 等^[18]提出了“技术创新产业升级理论”,该理论认为发展中国家 OFDI 的区位选择遵循“周边国家-发展中国家-发达国家”规律,特别地,在向发达国家 OFDI 的过程中能够获得技术能力的积累,并最终实现产业结构升级。Mathews^[19]认为发展中国家是国际化进程中的后发者,可以通过资源联系、杠杆效应和学习效应三条路径参与国际化进程,与先进知识技术取得联系,利用杠杆原理撬动知识回流,通过学习模仿提高技术能力。基于以上经典理论,本研究进一步构建了 OFDI 促进母国 GTFP 的理论机制。

中国 OFDI 通过以下机制提升母国 GTFP:第一,绿色技术溢出机制。欧美发达国家凭借其自身先进的生产设备、制造工艺及较高的排污标准,在经济活动中始终保持低能耗、低污染和低排放^[20]。中国跨国企业通过海外投资与之建立联系,运用企业内部传播机制与绿色研发相关人员展开交流,不断跟随、模仿和学习绿色生产技术并返回母国,推动母国绿色技术创新能力提升。第二,环境制度倒逼机制。欧美发达国家制定了较高的排污标准和严格的环境管制政策,限制企业排污方式和生产投入产出要素,进而影响企业生产经营成本^[21]。中国跨国企业在海外开展 OFDI 活动时,为达到东道国环境准入门槛,必须提升母国企业绿色制造能力,完善环境制度标准,从而倒逼母国 GTFP 提升。第三,绿色研发分摊机制。中国跨国企业通过资源寻求型 OFDI 获取东道国原材料和能源,一方面打破了某些产业因资源缺失而无法得到发展的瓶颈,另一方面降低了企业生产成本,增加了企业经营利润^[22],母公司用这些利润进行绿色技术研发,推动节能减排和生态环境保护等项目实施,最终提升母国 GTFP。基于以上分析,本研究提出假设 1。

假设 1:中国 OFDI 能够促进母国 GTFP 提升。

众多研究表明,母国消化吸收能力是 OFDI 获得逆向技术溢出的前提条件^[23],人力资本和研发投入是决定母国消化吸收能力高低的关键因素^[24-25]。人力资本作为知识技术的重要载体,在技术学习、模仿和创造的过程中扮演着至关重要的角色,中国跨国企业通过 OFDI 嵌入东道国高技术企业集群,依靠企业人力资本展开技术学习和模仿,并对相关技术进行二次创造返回母公司,在此基础上实现绿色新技术、新工艺、新产品和新项目的研发,最终促进母国 GTFP 提升。研发投入是跨国企业获得国际绿色技术溢出的基石。一般而言,跨国企业研发投入越密集,其研究与开发能力越强,技术学习与创造的基础也越好。此外,充裕的研发投入也为跨国企业开展技术学习提供了必要的经费、设备和技术保障。基于上述分析,本研究提出假设 2、2a 和 2b。

假设 2:中国 OFDI 对母国 GTFP 提升受到母国消化吸收的正向调节。

假设 2a:人力资本越丰裕,中国 OFDI 对母国 GTFP 提升的作用越强。

假设 2b:研发投入越密集,中国 OFDI 对母国 GTFP 提升的作用越强。

2 中国 GTFP 的测度

目前计算 GTFP 的方法主要有随机前沿分析法、数据包络分析法和索洛余值法^[26],其中数据包络分析法使用较简便,并且可同时考虑期望产出与非期望产出,满足中国在保持经济增长的同时减少对自然环境破坏的要求,因此本研究选用数据包络分析方法测算 GTFP。在数据包络分析法中,基于松弛的方向性距离函数解决了效率评价中期望产出的扩张及投入要素和非期望产出的缩减是严格等比例的松弛问题,因此本研究采用非径向、非角度的基于松弛的方向距离函数,结合 ML 生产率指数,利用 MaxDEA 软件测算了 2003—2019 年中国 30 个省市自治区(不包含西藏和港澳台地区)的 GTFP。

2.1 ML 生产率指数

Chung 等^[27]将非期望产出纳入生产率指数的计算框架,提出了 ML 生产率指数,将第 t 期到第 $t+1$ 期的 ML 指数定义为

$$\left\{ \frac{1 + \mathbf{B}_t(\mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1}, \mathbf{d}_{t+1}, \mathbf{g}_{t+1})}{1 + \mathbf{B}_t(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t, \mathbf{d}_t, \mathbf{g}_t)} \times \frac{1 + \mathbf{B}_{t+1}(\mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1}, \mathbf{d}_{t+1}, \mathbf{g}_{t+1})^{\frac{1}{2}}}{1 + \mathbf{B}_{t+1}(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t, \mathbf{d}_t, \mathbf{g}_t)} \right\}. \quad (1)$$

ML 指数可分解为绿色技术效率 (green technical efficiency change, GTEC) 指数和绿色技术进步 (green technological change, GTC) 指数二者的乘积, GTEC 指数为

$$\frac{1 + \mathbf{B}_{t+1}(\mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1}, \mathbf{d}_{t+1}, \mathbf{g}_{t+1})}{1 + \mathbf{B}_t(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t, \mathbf{d}_t, \mathbf{g}_t)}; \quad (2)$$

GTC 指数为

$$\left\{ \frac{1 + \mathbf{B}_{t+1}(\mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1}, \mathbf{d}_{t+1}, \mathbf{g}_{t+1})}{1 + \mathbf{B}_{t+1}(\mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1}, \mathbf{d}_{t+1}, \mathbf{g}_{t+1})} \times \frac{1 + \mathbf{B}_t(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t, \mathbf{d}_t, \mathbf{g}_t)}{1 + \mathbf{B}_{t+1}(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t, \mathbf{d}_t, \mathbf{g}_t)} \right\}^{\frac{1}{2}}. \quad (3)$$

式(1)~(3)中: \mathbf{B} 为生产单元; \mathbf{x} 为生产投入; \mathbf{y} 为期望产出; \mathbf{d} 为非期望产出; \mathbf{g} 为方向向量。

2.2 数据说明与结果分析

本研究数据为 2003—2019 年中国 30 个省区市 (不包括西藏和港澳台地区) 的相关投入产出变量, 数据来源于《中国劳动统计年鉴》《中国统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》。

投入指标包括劳动投入、能源投入和资本投入。其中, 劳动投入用各地区三次产业就业人员总数量。能源投入用各地区能源消费总量衡量。资本投入用各地区资本存量衡量, 采用“永续盘存法”并借鉴张军等^[28]的方法进行估算, 将所得资本存量数据调整为以 2003 年为基期的不变价, 其中当期投资额的选取借鉴王小鲁^[29]的方法, 采用全社会固定资产投资表示。产出指标包括期望产出和非期望产出。其中, 期望产出指符合预期、对总体目标有益的产出, 采用国内生产总值来衡量, 并用平减指数法折算成以 2003 年为基期的不变价。非期望产出指不符合预期、对总体目标无益的产出, 借鉴涂正革^[30]的做法, 选取各地区二氧化硫排放量来衡量非期望产出。

本研究运用 MaxDEA 软件测算了中国 30 个省区市的 GTFP, 并将其进一步分解为 GTC 和 GTEC, 表 1 为根据测算结果按年份将 GTFP、GTC、GTEC 进行均值测算的结果, 其中 2016—2019 年的 GTFP 均值均大于 1, 说明 GTFP 呈逐年增长趋势, 中国绿色经济发展不断得到改善。

表 1 2003—2019 年 GTFP、GTC 和 GTEC 均值测算结果

Table 1 Average calculation results of GTFP, GTC and GTEC from 2003 to 2019

年份	GTFP 均值	GTC 均值	GTEC 均值	年份	GTFP 均值	GTC 均值	GTEC 均值
2003	1.000 0	1.000 0	1.000 0	2012	0.968 5	1.012 4	0.956 1
2004	0.599 4	0.607 7	0.986 3	2013	0.987 6	1.041 9	0.947 8
2005	0.749 9	0.781 2	0.957 9	2014	0.973 4	1.019 2	0.955 0
2006	0.897 4	0.952 9	0.942 9	2015	0.979 4	1.018 9	0.961 1
2007	0.984 3	1.042 9	0.944 5	2016	1.079 7	1.125 3	0.958 0
2008	1.004 7	1.019 5	0.985 6	2017	1.081 3	1.093 6	0.988 8
2009	0.928 8	0.981 1	0.946 7	2018	1.061 9	1.084 4	0.979 0
2010	1.008 7	1.026 9	0.982 3	2019	1.049 3	1.046 0	1.003 3
2011	1.031 7	1.055 3	0.977 7	平均	0.958 8	0.987 7	0.967 1

3 中国 OFDI 对绿色 TFP 影响的实证分析

3.1 模型设定与变量选取

3.1.1 基准回归模型

OFDI 对 GTFP 的影响借鉴原毅军等^[31]的做法, 构建基准模型如下:

$$y_{1it} = \alpha_0 + \alpha_1 x_{1it} + \alpha_2 x_{2it} + \alpha_3 x_{3it} + \alpha_4 x_{4it} + \alpha_5 x_{5it} + \alpha_6 x_{6it} + \alpha_7 x_{7it} + \epsilon_{it}. \quad (4)$$

式(4)中: i 为各省区市, t 为时间; y_{1it} 为 GTFP; x_{1it} 为 OFDI; x_{2it} 为金融发展水平; x_{3it} 为贸易开放度; x_{4it} 为 人力资本; x_{5it} 为研发投入; x_{6it} 为产业结构合理化; x_{7it} 为城镇化率; ϵ_{it} 为误差项。

根据前文的机制探讨, OFDI 对 GTFP 的影响受到消化吸收 (人力资本和研发投入) 的调节, 因此, 在式(4)的基础上分别引入 x_1 与 x_4 、 x_1 与 x_5 的交叉项来检验调节效应是否存在。

$$y_{1it} = \alpha_0 + \alpha_1 x_{1it} + \alpha_2 x_{2it} + \alpha_3 x_{3it} + \alpha_4 x_{4it} + \alpha_5 x_{5it} + \alpha_6 x_{6it} + \alpha_7 x_{7it} + \alpha_8 x_{1it} \times x_{4it} + \epsilon_{it};$$

$$y_{1it} = \alpha_0 + \alpha_1 x_{1it} + \alpha_2 x_{2it} + \alpha_3 x_{3it} + \alpha_4 x_{4it} + \alpha_5 x_{5it} + \alpha_6 x_{6it} + \alpha_7 x_{7it} + \alpha_8 x_{1it} \times x_{5it} + \epsilon_{it}.$$

3.1.2 面板门槛模型

为进一步探讨消化吸收的调节效应,本研究借鉴 Hansen^[32] 面板门槛模型的计量方法,将人力资本和研发投入作为门槛变量,构建如下面板门槛模型:

$$y_{1it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} (x_{4it} \leq \theta_1) + \beta_2 x_{1it} (\theta_1 < x_{4it} \leq \theta_2) + \cdots + \beta_n x_{1it} (\theta_{n-1} < x_{4it} \leq \theta_n) + \beta_{n+1} x_{1it} (x_{4it} > \theta_n) + \varphi C_{it} + \varepsilon_{it}; \quad (5)$$

$$y_{1it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} (x_{5it} \leq \theta_1) + \beta_2 x_{1it} (\theta_1 < x_{5it} \leq \theta_2) + \cdots + \beta_n x_{1it} (\theta_{n-1} < x_{5it} \leq \theta_n) + \beta_{n+1} x_{1it} (x_{5it} > \theta_n) + \varphi C_{it} + \varepsilon_{it}。 \quad (6)$$

式(5)~(6)中: C_{it} 为控制变量组,包括金融发展水平、贸易开放度、产业结构合理化、城镇化率; $\theta_1, \theta_2 \cdots \theta_n$ 为 n 个不同的门槛值; $\beta_1, \beta_2 \cdots \beta_n, \beta_{n+1}$ 为不同门槛值区间内核心解释变量的系数。

3.2 变量选取与数据说明

3.2.1 被解释变量

GTFP(y_1)。本研究采用非径向、非角度的基于松弛的方向性距离函数,结合 ML 生产率指数测算各地区 GTFP 水平。考虑到 ML 指数为年度环比数据,本研究借鉴姚小剑等^[33]的做法,设 2003 年为基期, GTFP 取值为 1, 2004 年 GTFP 等于 2003 年 GTFP 乘以 2004 年 ML 指数,以此类推,得到各地区所有年份的 GTFP,并对其取对数。进一步地,本研究采用 GTC(y_2)替换 GTFP(y_1)进行稳健性检验。

3.2.2 核心解释变量

OFDI(x_1)。本研究 OFDI 数据来源于商务部公布的 2003—2019 年《中国对外投资统计公报》,借鉴宋雯彦等^[34]的方法,选取年末中国对外非金融类直接投资存量数据,并利用各年份中美年均汇率折算成以人民币为货币单位的相应数值,对其进行取对数处理得到。

3.2.3 消化吸收变量/门槛变量

人力资本(x_4)。绿色技术创新和改革需人力资本实现,它对一国的技术创新能力起到决定性作用,影响技术外溢和技术模仿的速度,进而影响一国的 GTFP。本研究采用各地区就业人员平均受教育程度衡量,借鉴 Barro 等^[35]的方法, $x_4 = \ln(6 \times P + 9 \times J + 12 \times S + 16 \times C)$, 其中 P 、 J 、 S 、 C 分别表示受教育程度为小学、初中、高中、大学专科及以上人口占 6 岁以上人口的比重。

研发投入(x_5)。研发活动可促进知识的增长,进而产生知识溢出和扩散,对经济活动产生影响。借鉴陈昊等^[36]的方法,采用各地区研发资本存量来衡量,基期研发资本存量 $x_{5,2003} = D_{2003} / (\delta + g)$, D_{2003} 为 2003 年科学研究与试验发展经费支出, δ 为折旧率,一般取 5%, g 为基期后 16 年即 2003—2019 年科学研究与试验发展经费支出对数形式的增长率平均值。2004—2019 年的研发资本存量按永续盘存法计算: $x_t = D_t + (1 - \delta)x_{t-1}$, D_t 为 t 时期科学研究与试验发展经费支出,并根据指数平减法换算成以 2003 年为基期的不变价格,将研发资本存量进行对数处理得到研发投入。

3.2.4 控制变量

金融发展水平(x_2)。金融发展水平通过资本的配置,对资本的边际生产率产生影响,不同水平的金融发展体系对经济产生不同的影响。借鉴陈晔婷等^[37]的做法,采用金融机构贷款余额与国内生产总值的比重衡量金融发展水平,并对其做对数处理。

贸易开放度(x_3)。贸易开放度是一个国家或者一个地区商品经济的开放程度,本研究采用各地区按经营单位所在地分商品进口总额的对数衡量。

产业结构合理化(x_6)。产业结构合理化反映了实现生产要素的合理配置状况,借鉴干春晖等^[38]的做法,运用泰尔指数的对数来衡量产业结构合理化,泰尔指数计算公式为

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{Y_i}{Y} \right) \ln \left[\frac{\frac{Y_i}{L_i}}{\frac{Y}{L}} \right]。 \quad (7)$$

式(7)中: i 为产业类型; n 为产业部门数; Y 为产业增加值; L 为就业人员数。

城镇化率(x_7):城镇化促使生产方式、聚落形态等发生改变,改变了地区产业结构,对国民经济产生影响。借鉴李敏杰等^[39]的做法,采用城镇人口占总人口比重的对数来衡量。

各个变量的描述性统计见表 2。

3.3 基准模型回归结果分析

首先,豪斯曼检验显示应选择个体固定效应模型进行回归分析;豪斯曼内生性检验结果显示,研发投入与 GTFP 之间存在内生性问题,

本研究采用工具变量法进行处理,引入研发投入的滞后一期作为工具变量。其次,为考察消化吸收的调节作用,模型中引入了交互项,可能引致多重共线性问题;为消除这一影响,本研究对核心解释变量 OFDI、消化吸收变量进行中心化处理。最后,采用 GTC 替换被解释变量 GTFP 进行稳健性检验。利用 Stata15.1 进行分析,OFDI 对 GTFP 影响的回归结果见表 3。

表 3 OFDI 对 GTFP 影响的回归结果

Table 3 Regression results of impact of OFDI on GTFP

变量	y_1	$y_{1(x_1 \times x_4)}$	$y_{1(x_1 \times x_5)}$	y_2	$y_{2(x_1 \times x_4)}$	$y_{2(x_1 \times x_5)}$
x_1	0.153 5*** (8.61)	0.147 0*** (9.19)	0.166 1*** (9.89)	0.117 2*** (9.38)	0.111 3*** (10.86)	0.127 7*** (11.20)
x_2	-0.248 9*** (-3.43)	-0.301 1*** (-4.62)	-0.226 3*** (-3.33)	0.082 5 (1.62)	0.035 2 (0.84)	0.101 3** (2.19)
x_3	0.069 7** (2.34)	0.068 1** (2.55)	0.055 6** (1.99)	0.049 2** (2.36)	0.047 7*** (2.80)	0.037 4** (1.97)
x_4	1.622 2*** (4.92)	1.623 4*** (5.50)	1.149 8*** (3.66)	0.535 7** (2.32)	0.536 8*** (2.84)	0.140 3 (0.66)
x_5	-0.335 4*** (-11.95)	-0.372 2*** (-14.65)	-0.313 1*** (-11.83)	-0.068 8*** (-3.50)	-0.102 0*** (-6.27)	-0.050 1*** (-2.79)
x_6	-0.520 6*** (-7.32)	-0.363 6*** (-5.56)	-0.311 8*** (-4.35)	-0.336 3*** (-6.75)	-0.194 5*** (-4.64)	-0.161 5*** (-3.32)
x_7	-0.855 5*** (-5.35)	-0.078 4 (-0.49)	-0.668 6*** (-4.41)	-0.719 9*** (-6.42)	-0.017 9 (-0.17)	-0.563 4*** (-5.46)
$x_1 \times x_4$		0.381 9*** (10.47)			0.345 0*** (14.76)	
$x_1 \times x_5$			0.016 4*** (7.88)			0.013 7*** (9.72)
常数项	0.171 8 (1.32)	-2.347 5*** (-3.77)	0.163 6 (0.27)	-0.191 5 (-0.43)	-2.467 2*** (-6.19)	-0.198 3 (-0.49)
F 统计值	70.28***	82.47***	75.45***	53.18***	79.81***	63.54***
豪斯曼统计值	51.73***	46.16***	59.41***	23.97***	18.90**	23.44***

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 显著性水平上显著;括号内的数值为 t 值。表 4、表 6 同。

根据表 3 回归结果可知:

第一,OFDI 能够显著提高 GTFP。 y_1 、 $y_{1(x_1 \times x_4)}$ 、 $y_{1(x_1 \times x_5)}$ 结果显示,在 1% 的显著性水平下,OFDI 系数均显著为正,表明 OFDI 对 GTFP 存在显著的正向激励作用,假设 1 得到支持,中国跨国企业在海外投资过程中,通过绿色技术获取、绿色研发分摊和东道国环境制度倒逼等路径促进母国 GTFP 提升。

第二,OFDI 对中国 GTFP 的影响受到母国消化吸收能力的正向调节。引入人力资本的 $y_{1(x_1 \times x_4)}$ 结果显示,OFDI 与人力资本的交互项系数显著为正,在 1% 显著性水平下通过检验,证明人力资本的调节效应显著存在,即 OFDI 对中国 GTFP 的促进作用受到母国人力资本的积极影响,母国人力资本越丰裕,这种促进作用也将越显著。引入研发投入的 $y_{1(x_1 \times x_5)}$ 结果显示,OFDI 与研发投入的交互项系数显著为

正,在 1%显著性水平下通过检验,证明研发投入的调节效应显著存在,即 OFDI 对中国 GTFP 的促进作用受到母国研发投入的正向影响,母国研发投入越丰富,这种驱动作用也将越明显,假设 2、2a 和 2b 得到支持。图 1 中显示了消化吸收能力调节下 OFDI 对 GTFP 的边际影响,从图中可以更加直观地看到,在人力资本和研发投入调节下,OFDI 对中国 GTFP 的边际影响为向右上方倾斜的直线通道,说明调节变量(人力资本和研发投入)的值越大,OFDI 对 GTFP 的促进作用也会越强。

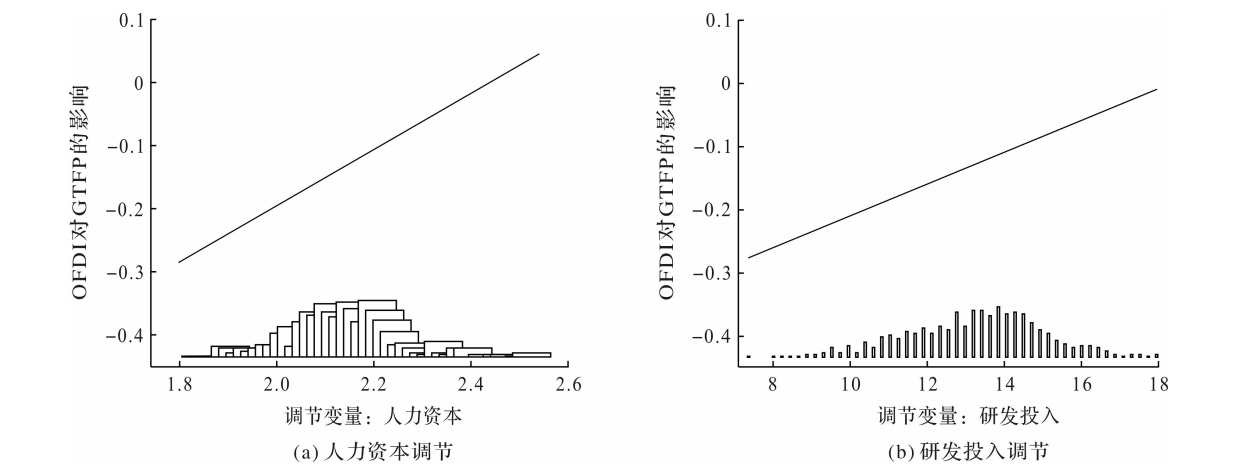


图 1 消化吸收能力调节下 OFDI 对 GTFP 的边际影响

Fig. 1 Marginal impact of OFDI on GTFP under moderation of digestion and absorption capacity

第三,为检验结果的稳健性,本研究采用 GTC 替换被解释变量 GTFP,回归结果见 y_2 、 $y_{2(x_1 \times x_4)}$ 、 $y_{2(x_1 \times x_5)}$,结果显示 OFDI 系数均显著为正,在 1%显著性水平下通过检验,说明 OFDI 对 GTC 存在显著的正向促进作用;此外,OFDI 与人力资本、OFDI 与研发投入交叉项的系数均显著为正,同样说明人力资本和研发投入的调节作用显著存在。

3.4 门槛模型回归结果分析

3.4.1 门槛条件检验

表 4 显示了对式(5)和式(6)进行门槛条件检验的结果,可以发现,人力资本单门槛模型通过了 1%的显著性检验,双门槛模型和三重门槛模型分别拒绝了双重门槛和三重门槛的备择假设,说明人力资本门槛模型的最优门槛值为 1,应选择单门槛模型进行实证分析。研发投入单门槛模型和双门槛模型均通过了 1%的显著性检验,三门槛模型没有通过显著性检验,说明研发投入门槛模型的最优门槛值为 2,应选择双门槛模型进行实证分析。

表 4 门槛条件检验结果

Table 4 Results of threshold conditions test

门槛变量	假设检验	<i>F</i>	<i>p</i>	10%临界值	5%临界值	1%临界值
人力资本	H_0 :线性模型	99.68***	0.000 0	28.113 7	32.803 3	42.763 1
	H_1 :单一门槛					
	H_0 :单一门槛	20.62	0.160 0	106.429 7	153.420 0	238.098 7
	H_1 :双重门槛					
	H_0 :双重门槛	16.57	0.226 7	33.802 9	151.671 5	198.378 4
	H_1 :三重门槛					
研发投入	H_0 :线性模型	66.51**	0.016 7	43.205 1	55.995 8	75.446 8
	H_1 :单一门槛					
	H_0 :单一门槛	45.45**	0.030 0	29.933 9	37.063 3	64.395 6
	H_1 :双重门槛					
	H_0 :双重门槛	27.61	0.296 7	56.808 5	93.130 4	123.307 9
	H_1 :三重门槛					

注: H_0 、 H_1 分别表示原假设和备择假设; p 值与临界值均采取 Bootstrap 法模拟 1 000 次得到。

3.4.2 门槛估计值与置信区间

通过门槛条件检验后,需要估计门槛值及其置信区间,表 5 给出了门槛估计值及其 95%置信区间。人力资本门槛值和研发投入门槛值都位于 95%置信区间中,说明门槛估计值等同于实际门槛值。

表 5 门槛估计值及其 95%置信区间

Table 5 Threshold estimates and their 95% confidence intervals

门槛变量	门槛道数	门槛估计值	置信区间
人力资本	第一道门槛	2.405 6	[2.393 4, 2.415 4]
研发投入	第一道门槛	11.086 2	[11.068 9, 11.241 9]
	第二道门槛	16.388 6	[16.178 9, 16.617 0]

3.4.3 门槛回归结果

确定门槛值后,分别对两个门槛模型进行回归分析,进行参数估计,表 6 显示了 OFDI 对 GTFP 影响的门槛回归结果。

表 6 OFDI 对 GTFP 影响的门槛回归结果

Table 6 Threshold regression results of impact of OFDI on GTFP

变量	人力资本(x_4)	研发投入(x_5)
$x_1 (x_4 \leq 2.405 6)$	0.146 2*** (4.07)	
$x_1 (x_4 > 2.405 6)$	0.183 3*** (4.94)	
$x_1 (x_5 \leq 11.086 2)$		0.047 4(1.48)
$x_1 (11.086 2 < x_5 \leq 16.388 6)$		0.022 0(0.80)
$x_1 (x_5 > 16.388 6)$		0.048 6* (1.78)
x_2	-0.150 4*** (-1.18)	-0.194 3(-1.45)
x_3	0.081 2(1.60)	-0.086 8(-1.60)
x_4		0.887 9(1.58)
x_5	-0.325 8*** (-5.18)	
x_6	-0.429 4*** (-3.25)	-0.232 9(-1.54)
x_7	-0.268 3(-0.74)	-0.616 1(-1.52)
常数项	1.120 3(0.93)	0.604 2(0.55)

根据表 6 回归结果可知,第一,人力资本门槛模型结果显示,在不同人力资本水平下,OFDI 对 GTFP 的影响存在显著差异。当人力资本低于 2.405 6 时,OFDI 的系数为正(0.146 2),且在 1%水平上显著;当人力资本高于 2.405 6 时,OFDI 的系数显著为正(0.183 3),在 1%显著性水平上通过检验,可以发现,随着人力资本水平的提高,OFDI 的系数不断增大,说明 OFDI 对 GTFP 的正向作用随着人力资本水平的提高而增强。在高人力资本的情况下,OFDI 对 GTFP 的促进作用越明显。

第二,研发投入门槛模型结果显示,在不同研发投入水平上,OFDI 对 GTFP 的影响存在显著差异。当研发投入低于 11.086 2 时,OFDI 的系数为正(0.047 4)但不显著;当研发投入处于 11.086 2 至 16.388 6 之间时,OFDI 的系数为正(0.022 0)但不显著;当研发投入高于 16.388 6 时,OFDI 的系数显著为正(0.048 6),且在 10%显著性水平上通过检验,说明在研发投入水平较小时,OFDI 对 GTFP 无明显的促进作用,只有研发投入处于较高水平,OFDI 对 GTFP 会产生积极的驱动作用。综上,中国 OFDI 对母国 GTFP 的积极影响会受到母国消化吸收能力的调节作用,当母国人力资本越丰裕、研发投入越密集的时候,这种积极影响将会更加明显,再次印证了假设 2、2a 和 2b。

4 结 语

本研究从消化吸收视角构建中国 OFDI 对母国 GTFP 的影响机制,采用非径向、非角度的基于松弛的方向距离函数,结合 ML 生产率指数测算了中国 30 个省市自治区的 GTFP 水平,并利用 2003—2019 年中国省级面板数据和面板门槛模型进行实证检验,研究发现:1) 中国 OFDI 对母国 GTFP 存在显著的正向影响,并且该影响受到母国消化吸收能力的正向调节,即人力资本越丰裕,研发投入越密集,中国

OFDI 对母国 GTFP 提升的作用越明显。2) 门槛回归结果显示,消化吸收在中国 OFDI 对母国 GTFP 提升的作用中存在非线性门槛效应。人力资本和研发投入均表现出正向且边际效率递增的非线性门槛规律,其中,人力资本存在单门槛效应,研发投入存在双门槛效应,随着人力资本和研发投入的提高,OFDI 对母国 GTFP 的促进作用越强。

本研究论证了 OFDI 对中国 GTFP 提升的重要作用,为如何进一步深化“走出去”战略,推动美丽中国建设目标实现提供了有益的参考。第一,持续扩大对绿色技术先进国家的 OFDI。目前中国海外投资规模已居世界前列,但其深度和质量却亟待提高,欧美发达国家拥有先进的绿色制造技术、严格的环境制度标准,中国跨国企业在对外投资过程中应嵌入发达国家高新技术企业集群,积极主动与研发人员交流,学习、模仿和创造绿色生产工艺,借鉴环境制度标准建设从而倒逼企业提高绿色创新能力。第二,加大人才培养力度,提高研发资本投入水平。人力资本和研发投入是促进中国绿色清洁技术进步的途径,也是获取国际绿色技术溢出的必要条件,故应加大对绿色制造和绿色产品的研发,积极引进和培养绿色技术人才,提升绿色技术水平。

参考文献:

- [1] 林伯强,谭睿鹏. 中国经济集聚与绿色经济效率[J]. 经济研究,2019,54(2):119.
- [2] 张伟科,葛尧. 对外直接投资对绿色全要素生产率的空间效应影响[J]. 中国管理科学,2021,29(4):26.
- [3] 张建,李占凤. 对外直接投资促进了中国绿色全要素生产率增长吗:基于动态系统 GMM 估计和门槛模型的实证检验[J]. 国际贸易问题,2020(7):159.
- [4] 雷红. 中国 OFDI 逆向技术溢出、金融发展与全要素生产率[J]. 现代经济探讨,2019(8):75.
- [5] 杜江,韩科振,吴瑞兵. 国际研发资本技术溢出对绿色技术进步的影响[J]. 统计与决策,2021,37(8):128.
- [6] POTTERIE B P, LICHTENBERG F. Does foreign direct investment transfer technology across borders? [J]. The Review of Economics and Statistics,2001,83(3):490.
- [7] 陈浦秋杭,邓晶,陈清华. 对外直接投资是否存在逆向技术溢出效应? [J]. 世界经济与政治论坛,2020(6):158.
- [8] 朱文涛,吕成锐,顾乃华. OFDI、逆向技术溢出对绿色全要素生产率的影响研究[J]. 中国人口·资源与环境,2019,29(9):63.
- [9] 赵鑫磊,何蓉蓉. 基于空间视角的中国省际 OFDI 对全要素生产率影响研究[J]. 区域金融研究,2019(4):85.
- [10] 陈启斐,吴金龙. 经济政策不确定性、OFDI 和服务业全要素生产率:来自中国服务业微观企业的证据[J]. 世界经济文汇,2020(4):82.
- [11] 周燕,吕铁凡. 中国制造业企业“走出去”的全要素生产率提升效应:基于倾向得分匹配和倍差法的再探讨[J]. 国际商务(对外经济贸易大学学报),2019(3):124.
- [12] 杨世迪,韩先锋,宋文飞. 对外直接投资影响了中国绿色全要素生产率吗[J]. 山西财经大学学报,2017,39(4):14.
- [13] 田洪刚,刘亚丽. 中国对外直接投资推动绿色全要素生产率提升的路径:一个多重中介模型的检验[J]. 南京财经大学学报,2020(2):84.
- [14] 梁圣蓉,罗良文. 国际研发资本技术溢出对绿色技术创新效率影响的门槛效应:基于人力资本视角[J]. 技术经济,2019,38(4):23.
- [15] 龚新蜀,李梦洁. OFDI、环境规制与中国工业绿色全要素生产率[J]. 国际商务研究,2019,40(1):86.
- [16] 任思雨,吴海涛,冉启英. 对外直接投资、制度环境与绿色全要素生产率:基于广义分位数与动态门限面板模型的实证研究[J]. 国际商务(对外经济贸易大学学报),2019(3):83.
- [17] LALL S. The new multinationals: the spread of third world enterprises[M]. Nashville: John Wiley & Sons,1983.
- [18] CANTWELL J, TOLENTINO P E E. Technological accumulation and third world multinationals[J]. International Investment and Business Studies,1990,948(139):1.
- [19] MATHEWS J A. Dragon multinationals: new players in 21st century globalization[J]. Asia Pacific Journal of Management,2006,23(1):5.
- [20] MONTERO J P. Market structure and environmental innovation[J]. Journal of Applied Economics,2002,5(2):293.
- [21] 朱平芳,张征宇,姜国麟. FDI 与环境规制:基于地方分权视角的实证研究[J]. 经济研究,2011,46(6):133.

- [22] 潘素昆,袁然.不同投资动机 OFDI 促进产业升级的理论及实证研究[J].经济学家,2014(9):69.
- [23] 赵刚.对外直接投资的逆向技术溢出及其吸收能力门槛效应:基于中国省际数据的实证检验[J].未来与发展,2019,43(1):56.
- [24] 孔群喜,彭丹,王晓颖.开放型经济下中国 ODI 逆向技术溢出效应的区域差异研究:基于人力资本吸收能力的解释[J].世界经济与政治论坛,2019(4):113.
- [25] COCKBURN I M, HENDERSON R M. Absorptive capacity, coauthoring behavior, and the organization of research in drug discovery[J]. The Journal of Industrial Economics, 1998, 46(2):157.
- [26] 吴蔚.对外贸易、外商直接投资与我国绿色全要素生产率增长:基于省际面板数据的实证分析[J].武汉商学院学报,2020,34(2):57.
- [27] CHUNG Y, FARE R. Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach [J]. Microeconomics, 1997, 51(3):229.
- [28] 张军,吴桂英,张吉鹏.中国省际物质资本存量估算:1952—2000[J].经济研究,2004(10):35.
- [29] 王小鲁.中国经济增长的可持续性[M].北京:经济科学出版社,2000.
- [30] 涂正革.环境、资源与工业增长的协调性[J].经济研究,2008(2):93.
- [31] 原毅军,谢荣辉.环境规制的产业结构调整效应研究:基于中国省际面板数据的实证检验[J].中国工业经济,2014(8):57.
- [32] HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference [J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2):345.
- [33] 姚小剑,夏丹丹,张英琳.环境规制对陕西省能源开发产业绿色全要素生产率影响研究[J].中国矿业,2021,30(5):100.
- [34] 宋雯彦,韩卫辉.环境规制、对外直接投资和产业结构升级:兼论异质性环境规制的门槛效应[J].当代经济科学,2021,43(2):109.
- [35] BARRO R J, LEE J W. International comparisons of educational attainment[J]. Journal of Monetary Economics, 1993, 32(3):363.
- [36] 陈昊,吴雯.中国 OFDI 国别差异与母国技术进步[J].科学学研究,2016,34(1):49.
- [37] 陈晔婷,朱锐.对外直接投资、金融结构与全要素生产率:基于中国省际面板数据的研究[J].宏观经济研究,2018(7):48.
- [38] 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.
- [39] 李敏杰,王健.外商直接投资质量与中国绿色全要素生产率增长[J].软科学,2019,33(9):13.