

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

张 建 李占风

摘要：对外直接投资（OFDI）与母国全要素生产率（TFP）之间的关系近年来一直是国际经济学领域研究的热点。本文基于2004—2017年中国省际面板数据，运用动态面板系统GMM估计探讨了OFDI与绿色全要素生产率（GTFP）的关系。研究表明：OFDI的逆向绿色技术溢出效应在中国情境下存在，显著地促进了GTFP的增长，能够成为新时代下提升中国GTFP的新动能；OFDI对GTFP的影响存在明显的区域差异，OFDI显著促进了东部地区GTFP的增长，而对中西部地区GTFP的影响不显著；运用面板门槛模型检验了环境规制和制度环境在OFDI对GTFP影响中的非线性门槛效应，结果显示环境规制和制度环境均存在显著的单门槛效应；在环境规制门槛条件下，OFDI对GTFP的影响表现出显著的正向且边际效率递增的非线性规律；在制度环境门槛约束下，OFDI与GTFP之间呈“U”型关系，只有制度环境水平达到一定的门槛值，OFDI才能显著地促进GTFP的增长；结合固定效应面板分位数模型进一步分析可得，在环境规制和制度环境不同门槛条件下，OFDI对不同分位点处的GTFP有不同的影响。

关键词：对外直接投资；绿色全要素生产率；环境规制；制度环境

[中图分类号] F831.7 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4670 (2020) 07-0159-16

一、引言及文献综述

改革开放四十年来，中国经济发展取得了举世瞩目的成就。然而，中国经济在取得前所未有发展的同时，也面临着资源消耗和环境污染的困境，严重制约了中国经济的可持续发展。要实现中国经济的可持续发展，唯一的出路就是绿色发展，推动经济发展方式由粗放型向集约型转变，关键在于着力提升绿色全要素生产率（Green Total Factor Productivity，简称GTFP）。GTFP是通过将资源消耗和环境污染纳入全要

[收稿日期] 2019-04-18

[基金项目] 国家社会科学基金项目“资源环境约束下全要素生产率增长研究”（14BTJ012）。

[作者信息] 张建：中南财经政法大学统计与数学学院博士研究生 430073 电子信箱 170214885@qq.com；李占风：中南财经政法大学统计与数学学院教授、博士生导师。

素生产率核算框架中而综合测算得到的 TFP，是对传统 TFP 的修正，是衡量地区经济发展绩效的重要指标，符合新时代绿色发展的理念。如何促进 GTFP 增长已成为亟待解决的关键问题。为此，探究 GTFP 增长的驱动机制，对于新时代下推动经济发展方式由粗放型向集约型转变，实现绿色发展目标具有至关重要的意义。

在绿色全要素生产率增长的驱动因素中，对外直接投资（Outward Foreign Direct Investment，简称 OFDI）是一个不容忽视的重要因素。加入 WTO 以来，中国对外开放战略由“引进来”为主逐步向坚持“引进来”和“走出去”并重转变，积极实施“走出去”战略，鼓励和支持本土企业进行海外投资。尤其在“一带一路”倡议的引导下，中国本土企业加快了参与经济全球化的步伐，OFDI 无论是资金规模还是设立企业数量都呈现出迅速增长的趋势，中国逐步成为 OFDI 大国。据中国商务部统计，2017 年中国 OFDI 流量规模达到 1 582.9 亿美元，居世界第三位；截至 2017 年底，中国 2.55 万家境内投资者在境外共设立 OFDI 企业 3.92 万家。在开放经济条件下，除了进出口贸易和 FDI，OFDI 也是获取国外先进技术和资源的重要渠道。众多研究证实，技术获取型 OFDI 成为中国本土企业进行海外投资的主要动机之一（杜龙政和林润辉，2018）^[1]。在“走出去”战略的背景下，中国跨国企业通过 OFDI 高水平参与国际分工，以获取先进技术和管理经验等创新溢出效应，对带动国内技术创新、推动技术进步具有重要的作用。在中国大力实施绿色发展战略和“走出去”战略的背景下，中国 OFDI 的绿色生产率增长效应逐渐引起了学术界的广泛关注。在此背景下，深入研究中国 OFDI 的绿色生产率增长效应具有重要的理论价值与现实意义。只有厘清 OFDI 与 GTFP 的关系，才能在新时代下充分发挥 OFDI 的绿色生产率增长效应，推动实现绿色发展目标。

OFDI 与母国 TFP 之间的关系近年来一直是国际经济学领域研究的热点。目前，关于 OFDI 与母国 TFP 的研究主要集中在以下两个方面。第一，关于 OFDI 对母国 TFP 影响的研究。部分学者认为 OFDI 能够产生显著的逆向技术溢出效应，有利于促进母国 TFP 的增长。Potterie 和 Lichtenberg（2001）^[2]通过实证研究得出，对 R&D 密集型国家的直接投资能够显著促进母国 TFP 的增长。国内学者赵伟等（2006）^[3]基于中国经验数据的研究也得出类似结论。但也有部分学者认为 OFDI 与母国 TFP 之间不存在统计上的相关性，甚至存在显著的抑制效应。尹东东和张建清（2016）^[4]基于中国经验数据得出，现阶段 OFDI 积极的逆向溢出效应尚未发生，OFDI 阻碍了 TFP 的增长。第二，关于吸收能力对 OFDI 逆向技术溢出影响的研究。随着研究的进一步深入，一些学者认为 OFDI 的逆向技术溢出效应与母国 TFP 之间存在非线性关系。OFDI 的逆向技术溢出效应并不是自发进行的，而是依赖于母国多种禀赋特征条件的约束，只有约束条件达到门槛值，OFDI 的逆向技术溢出效应才能得到有效发挥。Görg 和 Greenaway（2004）^[5]的研究表明，只有母国在人力资本等吸收能力达到一定的“门槛值”时，OFDI 才能显著促进母国的技术进步。李梅和柳士昌（2012）^[6]的研究结果表明，OFDI 的逆向技术溢出存在明显的区域差异，R&D 强度、人力资本、经济发展水平等吸收能力因素显著作用于 OFDI 的逆向技术溢出效应，并且表现出明显的非线性门槛特征。

通过梳理相关文献,本文发现:首先,现有文献仍局限于传统全要素生产率视角来探讨 OFDI 对母国 TFP 的影响,从资源环境约束视角探讨 OFDI 对母国 TFP 影响的文献相对较少。其次,现有文献主要基于母国吸收能力视角分析 OFDI 的逆向技术溢出效应。就禀赋特征条件而言,环境规制和制度环境也是不容忽视的重要因素。但遗憾的是,在中国大力实施绿色发展战略和“走出去”战略的背景下,目前关于 OFDI 与母国 TFP 之间关系的研究中,鲜有文献涉及母国的制度因素,尤其是环境规制和制度环境因素方面的考虑,本文认为环境规制和制度环境可能是造成 OFDI 与母国 TFP 之间关系研究结论存在差异的重要原因之一,因此有待进一步扩展和完善。

本文拟尝试在以下三方面有所创新:第一,本文以二氧化硫和化学需氧量作为环境污染非期望产出,运用基于非径向、非角度包含非期望产出的 DEA-SBM 模型并结合 Global Malmquist-Lnlenberge (GML) 生产率指数对中国各省、直辖市、自治区的 GTFP 进行重新测算,以准确反映中国 TFP 的真实水平;第二,运用动态面板系统 GMM 估计对 OFDI 与 GTFP 之间的关系重新进行实证检验;第三,本文从环境规制和制度环境视角出发,基于中国省际面板数据,运用面板门槛模型实证检验 OFDI 对 GTFP 的非线性门槛效应,在此基础上,结合固定效应面板分位数模型进一步验证这种门槛效应,以对二者之间的关系形成有益扩充,并为新时代下各区域有针对性地提升 OFDI 的绿色生产率增长效应、推动实现绿色发展目标提供一定的参考借鉴。

二、理论分析与研究假说

对外直接投资对母国 GTFP 的影响,可以从以下两方面进行分析。

一方面,OFDI 通过发挥逆向技术溢出效应影响母国的生产率,进而对母国 GTFP 产生影响。根据已有研究 (Fosfuri and Motta, 1999^[7]; 李梅, 2014^[8]), 在理论上,跨国企业通过 OFDI 可以学习和引进国内无法获得的先进技术和资源,然后通过竞争效应、示范效应、产业关联效应以及人员培训与流动效应对母国的生产率发挥作用。母国跨国企业通过 OFDI 学习和引进国外先进的技术和资源,会加剧母国跨国企业所在行业的竞争,刺激所在行业企业进行技术创新,提高生产效率,形成竞争效应;跨国企业所在行业的其他企业通过学习、模仿和创新 OFDI 企业所获得的先进技术、资源、管理经验等提高了生产效率,形成示范效应;由于在经济活动中各个产业有着广泛的经济联系,跨国企业通过产业关联效应促进了母国全行业生产效率的提高,形成产业关联效应;跨国企业可以通过 OFDI 引起的员工培训与流动来提高企业的生产效率,形成人员培训与流动效应。

另一方面,根据经典的国际贸易环境效应理论分析框架,并参考傅京燕等 (2018)^[9]的思路,OFDI 也会通过规模效应、技术效应和结构效应影响母国的环境质量,进而对母国 GTFP 产生影响。OFDI 影响母国环境质量的规模效应,即跨国企业通过 OFDI 能够扩大母国的经济规模,在增加能源消耗的同时,也产生更多的环境污染非期望产出,恶化了母国的环境质量;OFDI 影响母国环境质量的技

应和结构效应,即 OFDI 通过采用清洁型生产技术和推动技术进步等途径影响母国的技术创新能力和产业结构,进而对环境质量产生正的影响。OFDI 对母国环境质量的总影响,最终取决于 OFDI 影响母国环境质量的规模效应、技术效应与结构效应的影响方向及作用强度。可见,OFDI 对 GTFP 影响的作用机制较为复杂。那么,近年来蓬勃发展的 OFDI 能否有效地促进中国绿色全要素生产率的增长呢?关于这一问题的回答,有待进一步检验。为此,本文提出如下假设。

假说 1: 在控制其他影响因素的条件下,OFDI 对母国 GTFP 的影响存在不确定性。

由于对外直接投资对 GTFP 影响的作用机制较为复杂,可能会受到母国多种禀赋特征条件的约束,本文从环境规制和制度环境视角出发,探讨对外直接投资对母国 GTFP 的非线性影响。

(一) 环境规制

环境规制能够激励企业进行绿色技术创新,提高清洁生产水平,通过创新补偿将环境规制成本内部化,是实现绿色发展的关键途径。研究 FDI 与 GTFP 关系的文献表明,FDI 与环境规制的良性互动有利于促进东道国 GTFP 的增长(原毅军和谢荣辉,2015)^[10],本文认为,类似于 FDI,环境规制在中国企业实施走出去中同样扮演着重要角色。面对严厉的环境规制时,如果跨国企业通过 OFDI 将高能耗、高污染产业转移到环境规制相对宽松的国家(地区)以规避环境规制约束,其主要动机不是学习和引进国外先进的技术和资源,在此情形下,既不利于发挥 OFDI 的逆向绿色技术溢出效应,也会挤占国内生产性投资,进而不利于母国 GTFP 的提升。相反,如果跨国企业抓住环境规制这一机遇,进行海外投资时会更加理性,更加注重技术获取型 OFDI 的投资力度,OFDI 行业结构更加优化,减少对污染行业的投资,将 OFDI 更多投向清洁、技术含量高的行业,在此情形下,环境规制在 OFDI 中起着“筛选”作用,严厉的环境规制抑制了 OFDI 通过规模效应、技术效应与结构效应对母国环境质量的负面效应,同时国内企业通过学习、模仿和创新以及“干中学”效应,不断进行绿色技术创新,进而促进母国 GTFP 的提升。基于上述分析,本文提出如下假设。

假说 2: 在控制其他影响因素的条件下,OFDI 对母国 GTFP 的影响存在环境规制的门槛效应。

(二) 制度环境

制度环境与 OFDI 逆向绿色技术溢出效应的发挥也存在密切关系。良好的制度环境有利于减少政府对市场的干预,进一步激发市场主体企业的市场活力,降低投资不确定性风险,减少交易成本,激励企业进行绿色技术创新,促进生产要素跨区域自由流动,实现资源的优化配置。陈岩等(2012)^[11]认为母国制度优势有利于克服企业竞争性资源的劣势,从而实现国际化的战略目标。衣长军等(2015)^[12]以中国为例,提出制度环境是新兴经济体能否获取 OFDI 逆向技术溢出效应的关键因素,并存在非线性门槛效应。事实上,中国对外投资的扩展边际同时存在制度激励和制度逃逸现象(陈培如等,2017)^[13],即不完善的制度环境也会促使企业加快

“走出去”，增加逃逸性 OFDI 的规模。综合上述分析，制度环境在 OFDI 对母国 GTFP 影响中的门槛效应归纳如下：当制度环境不完善时，一方面，会引致资本加速外逃，使得国内企业进行绿色创新活动缺乏必要的生产性投资资金；另一方面，制度环境约束在一定程度上制约了 OFDI 逆向绿色技术溢出效应的发挥，不利于激励企业进行绿色技术创新，在此情形下，不利于促进母国 GTFP 的提升。而良好的制度环境不仅增强了企业“走出去”进行对外投资以获取先进技术和资源的意愿，也为 OFDI 逆向绿色技术溢出效应的发挥提供了强有力的支撑，即良好的制度环境可以发挥市场在资源配置中的决定性作用，降低交易成本，提高资源的配置效率，有助于提高企业进行绿色技术创新的积极性，同时有助于 OFDI 逆向绿色技术溢出效应在全行业乃至全国的扩散，在此情形下，有利于促进母国 GTFP 的提升。基于上述分析，本文提出如下假设。

假说 3：在控制其他影响因素的条件下，OFDI 对母国 GTFP 的影响存在制度环境的门槛效应。

三、研究设计

(一) 计量模型设定

1. 动态面板模型

为验证前文中提出的理论假说 1，本文构建了对外直接投资与绿色全要素生产率关系的计量模型：

$$GTFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 OFDI_{it} + \beta_2 URB_{it} + \beta_3 HUM_{it} + \beta_4 GOV_{it} + \beta_5 FIN_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， i 为省份； t 为年份； $GTFP_{it}$ 为绿色全要素生产率； $OFDI_{it}$ 为对外直接投资； URB_{it} 、 HUM_{it} 、 GOV_{it} 和 FIN_{it} 分别为城镇化水平、人力资本水平、政府干预和金融支持； β_0 为常数项； μ_i 为不可观察到的地区效应； ε_{it} 为误差项。

另外，考虑到绿色全要素生产率增长具有延续性，本文在式 (1) 中加入绿色全要素生产率的滞后一期项，采用动态面板模型进行估计。构建动态面板模型，不仅能够揭示绿色全要素生产率的动态变化特征，也能够克服由于存在内生性引致的偏误问题。本文构建的动态面板模型设定如下：

$$GTFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 GTFP_{it-1} + \beta_2 OFDI_{it} + \beta_3 URB_{it} + \beta_4 HUM_{it} + \beta_5 GOV_{it} + \beta_6 FIN_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中， $GTFP_{it-1}$ 为绿色全要素生产率的滞后一期项；其他各符号的含义同式 (1)。由于实证模型自变量中包括滞后一期的绿色全要素生产率，同时对外直接投资与绿色全要素生产率之间可能存在双向因果关系，即绿色全要素生产率的提升反过来有利于促使企业加快“走出去”进行对外投资，因此模型不可避免地存在内生性问题，若运用传统最小二乘法估计 (OLS) 和固定效应 (FE) 方法将引致模型估计的偏误，而动态 GMM 估计能够克服模型估计的内生性问题。差分 GMM 估计和系统 GMM 估计是动态 GMM 估计的两种重要方法。与差分 GMM 估计方法相比，系统 GMM 估计方法能够解决弱工具变量问题，进而提高估计效率，同时，还

可以估计不随时点变化变量的系数。考虑到两步 GMM 估计可能会引致估计参数的标准差发生偏倚,进而影响参数的估计结果,因此,本文采用一步系统 GMM 估计方法对模型进行估计。

2. 面板门槛模型

为验证前文提出的理论假说 2 和假说 3,本文借鉴 Hansen (1999)^[14]的方法,分别以环境规制、制度环境作为门槛变量,进一步分析对外直接投资对母国绿色全要素生产率的非线性影响。本文构建的面板门槛模型设定如下:

$$GTFP_{it} = \beta_1 OFDI_{it} \cdot I(ERS_{it-1} \leq \gamma_1) + \beta_2 OFDI_{it} \cdot I(\gamma_1 < ERS_{it-1} \leq \gamma_2) + \dots + \beta_n OFDI_{it} \cdot I(\gamma_{n-1} < ERS_{it-1} \leq \gamma_n) + \beta_{n+1} OFDI_{it} \cdot I(ERS_{it-1} > \gamma_n) + \theta Z_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$GTFP_{it} = \beta_1 OFDI_{it} \cdot I(INS_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 OFDI_{it} \cdot I(\gamma_1 < INS_{it} \leq \gamma_2) + \dots + \beta_n OFDI_{it} \cdot I(\gamma_{n-1} < INS_{it} \leq \gamma_n) + \beta_{n+1} OFDI_{it} \cdot I(INS_{it} > \gamma_n) + \theta Z_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中,门槛变量分别为环境规制 (ERS_{it-1})^①和制度环境 (INS_{it}); γ 为门槛值; μ_i 为个体固定效应; $I(\cdot)$ 为一个指标函数,相应的条件成立时取值为 1,否则取值为 0。

(二) 变量说明与数据来源

1. 被解释变量

被解释变量为绿色全要素生产率 ($GTFP$)。为克服传统全要素生产率的缺陷,本文将能源消耗和环境污染同时纳入全要素生产率分析框架中,运用基于非径向、非角度包含非期望产出的 DEA-SBM 模型并结合 GML 生产率指数测算得到中国各省、直辖市、自治区 2004—2017 年的绿色全要素生产率。由于 GML 指数为年度之间的环比增长,因此,借鉴陈超凡 (2016)^[15]的做法,将 GML 生产率指数通过累积转换为最终的绿色全要素生产率进行实证分析。

投入产出变量及数据处理如下:劳动力投入,选取各省、直辖市、自治区、城镇单位就业人员的年末人数表示;资本投入,采用资本存量表示,通过永续盘存法计算得到,基期的资本存量直接采用单豪杰 (2008)^[16]的估算结果,折旧率取 10.96%;能源投入,选取各省、直辖市、自治区的能源消费总量表示;期望产出,以各省、直辖市、自治区 2003 年不变价的地区生产总值表示。非期望产出,本文借鉴王兵等 (2010)^[17]的做法,选取各省、直辖市、自治区的二氧化硫和化学需氧量作为非期望产出指标。

2. 核心解释变量

核心解释变量为对外直接投资 ($OFDI$)。在《中国对外直接投资统计公报》中,同时披露了 OFDI 的流量和存量数据,考虑到 OFDI 流量数据波动较大,OFDI 存量数据相对于流量数据更能反映 OFDI 对绿色全要素生产率的长期影响,因此,

^①考虑到环境规制效应存在一定的滞后性,因此,本文在模型中加入环境规制的滞后一期值,以检验在环境规制门槛约束下 OFDI 对 GTFP 的非线性门槛效应。

本文选用 OFDI 存量数据进行分析研究。考虑到 OFDI 存量数据以美元为单位, 首先利用国家统计局公布的相应年份的人民币汇率 (年均价) 进行调整, 得到以人民币表示的 OFDI 存量数据, 然后在此基础上, 选取各省、直辖市、自治区 OFDI (非金融类) 存量数据与 GDP 的比值来表示对外直接投资水平。

3. 门槛变量

(1) 环境规制 (ERS)。目前, 关于环境规制强度的代理变量选取方面, 学术界没有达成统一共识。傅京燕等 (2018) 基于环境保护的状况、过程和结果三个维度, 构建了一个环境规制综合评价指标体系, 用以刻画地区环境规制的强度, 能够全面和准确地反映环境规制的影响成效。但《中国环境年鉴》自 2016 年起不再披露一些环境相关指标数据, 鉴于数据的完备性和可得性, 本文选取环境污染治理投资额^①作为环境规制的代理变量, 并借助 GDP 指数将其平减为以 2003 年为基期的不变价。

(2) 制度环境 (INS)。制度环境作为一种关键的要素投入, 贯穿于生产、交易和消费的每一个环节 (孙湘湘和周小亮, 2018)^[18], 对绿色全要素生产率具有重要的影响。目前, 学术界大多采用樊纲等 (2011)^[19]和王小鲁等 (2017)^[20]构建的分省份市场化指数来度量制度环境, 由于 2008 年后其中一些指标发生了变化 (白俊红和刘宇英, 2018)^[21], 因此, 该指数在实证分析中存在一定的缺陷。为此, 本文借鉴李梅等 (2014)^[22]、吴飞飞和张先锋 (2018)^[23]的经验做法, 在考虑中国的实际情况和数据可得性的基础上, 对评价指标进一步优化调整, 从科技支持、金融支持、贸易开放度、外资引入程度和国内市场一体化程度等五个制度环境分指标, 构建制度环境综合评价指标体系 (见表 1)。其中, 国内市场一体化程度与市场分割指数之间呈反向关系。本文在计算市场分割指数的基础上, 构造国内市场一体化指数。对于市场分割指数的计算, 本文借鉴桂琦寒等 (2006)^[24]和盛斌等 (2011)^[25]的思路, 在考虑整个国内市场的情况下, 采用价格指数法 (Parsley and Wei, 2001)^[26]对食品、饮料烟酒、服装鞋帽等 16 类商品零售价格指数进行测算得到样本期间中国各省、直辖市、自治区的市场分割指数。在此基础上运用“纵横向”拉开档次综合评价法 (郭亚军, 2002)^[27], 计算出五个制度环境分指标的最优权重, 最后测算得到中国各省、直辖市、自治区的制度环境综合评价指数。

表 1 制度环境综合评价指标体系

基础指标	具体指标	指标性质
科技支持	财政支出中科学技术支出占总支出的比重	正向
金融支持	金融机构各项贷款余额占 GDP 的比重	正向
贸易开放度	进出口贸易总额占 GDP 的比重	正向
外资引入程度	实际利用 FDI 占 GDP 的比重	正向
国内市场一体化程度	市场分割指数与国内市场一体化程度之间呈反向关系, 在市场分割指数的基础上, 构造国内市场一体化指数	正向

①进行实证时, 对环境污染治理投资额取对数处理。

4. 控制变量

控制变量包括：城镇化水平 (*URB*)，选取各省、直辖市、自治区城镇人口在总人口中所占的比例来表示城镇化水平；人力资本水平 (*HUM*)，借鉴现有文献的惯用做法，采用平均受教育年限刻画区域人力资本水平；政府干预 (*GOV*)，选取政府财政支出与 GDP 的比值来表示政府干预程度；金融支持 (*FIN*)，选取各省、直辖市、自治区金融机构各项贷款余额与 GDP 的比值来表示。

本文研究数据均来源于相关年份的《中国统计年鉴》《中国对外直接投资统计公报》《中国金融年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》以及 Wind 数据库。

四、实证结果与分析

(一) 对外直接投资影响绿色全要素生产率的效应

1. 基于全国层面的实证检验

本文运用一步系统 GMM 方法对所构建的动态面板模型进行参数估计。同时为消除异方差对模型造成的影响，本文采用了稳健标准误处理，估计结果见表 2。从一步系统 GMM 的估计结果来看（见表 2 中模型 1—模型 5），首先，所有模型的 Hansen 检验均在 10% 的显著性水平上不能拒绝模型变量设定存在过度识别的原假设，说明本文选取的工具变量是有效的；其次，二阶序列相关检验结果 AR (2) 显示不存在自相关问题，说明模型存在的内生性问题得以克服。此外，根据 Bond (2002)^[28] 的研究，为证实一步系统 GMM 估计结果的有效性，本文采用 OLS 和 FE 估计方法对动态面板模型进行估计，估计结果见表 2 中的模型 6 和模型 7。一步系统 GMM 中被解释变量滞后一期项的影响系数均介于 FE 估计 (0.807) 和 OLS 估计 (0.972) 之间，说明一步系统 GMM 的估计结果是有效的。在一步系统 GMM 的估计结果中，绿色全要素生产率的滞后一期项的影响系数均显著为正，说明绿色全要素生产率具有累积性和持续性的特点，进一步说明本文构建动态面板模型进行分析是必要的。

从模型 5 的估计结果可知，核心解释变量 *OFDI* 的影响系数显著为正，由此可以得出，入世后，*OFDI* 的逆向绿色技术溢出效应在中国情境下存在，显著地促进了中国 *GTFP* 的增长，能够成为新时代下提升中国 *GTFP* 的新动能。其原因可能是，中国跨国企业通过 *OFDI* 积极学习和引进国外先进的技术和资源，同时能够将先进技术和资源有效地逆向反馈至国内，通过消化、吸收以及再创新提高技术创新能力，从而促进绿色全要素生产率的提升。

表2 OFDI对GTFP影响的估计结果

变量	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6	模型7
	系统GMM	系统GMM	系统GMM	系统GMM	系统GMM	OLS	FE
<i>GTFP</i> (-1)	0.904*** (19.501)	0.899*** (22.358)	0.877*** (15.548)	0.850*** (10.171)	0.848*** (10.483)	0.972*** (35.265)	0.807*** (10.121)
<i>OFDI</i>	1.380*** (5.481)	1.735*** (3.482)	1.899*** (3.660)	1.603*** (2.622)	1.619** (2.484)	1.036** (2.209)	1.549*** (3.133)
<i>URB</i>		-0.155 (-1.201)	-0.044 (-0.247)	0.350 (1.518)	0.365 (1.565)	-0.117 (-1.277)	1.250*** (3.202)
<i>HUM</i>			-0.017 (-0.889)	-0.050* (-1.940)	-0.050** (-1.968)	0.020** (2.001)	-0.063** (-2.481)
<i>GOV</i>				0.614** (2.567)	0.631** (2.065)	0.092 (1.017)	-0.578** (-2.246)
<i>FIN</i>					-0.007 (-0.091)	-0.002 (-0.084)	0.180*** (3.737)
常数项	0.066* (1.827)	0.146** (2.522)	0.258* (1.704)	0.256 (1.500)	0.254 (1.412)	-0.126* (-1.736)	-0.018 (-0.096)
AR (2)	-0.17 (0.865)	-0.02 (0.987)	0.09 (0.930)	0.56 (0.572)	0.57 (0.571)		
Hansen	29.63 (0.971)	28.82 (0.971)	27.77 (0.973)	29.11 (0.948)	29.13 (0.934)		
样本量	390	390	390	390	390	390	390

注：*、**和***分别表示10%、5%和1%的显著性水平；解释变量的括号内为经Robust修正后的z统计量；AR(2)和Hansen检验的括号内均为p值；下表同。

2. 基于区域层面的实证检验

为分析OFDI对GTFP影响的区域差异，本文将中国省份划分为东、中、西三个区域^①，并以东部地区为参照系，引入中、西部地区两个虚拟变量，同样运用一步系统GMM方法对动态面板模型进行估计，估计结果见表3。模型估计结果显示，OFDI对GTFP的影响存在明显的区域差异，OFDI显著促进了东部地区GTFP的增长，而对中西部地区GTFP的影响不显著。其原因可能是，由于中国幅员辽阔，区域间经济发展水平、人力资本、技术水平和资源禀赋等存在较大差异，而OFDI逆向绿色技术溢出效应的发挥依赖于较高的吸收能力，或是受制度因素等其他外部因素的影响，“走出去”战略需要与各区域的实际情况相适宜，才能促进GTFP的增长。

^①东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、山东、福建、广东和海南等省、直辖市；中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北和湖南等省；西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆等省、直辖市、自治区。

表3 OFDI对GTFP影响的区域差异

变量	模型8		
	东部地区	中部地区	西部地区
<i>OFDI</i>	1.692*** (4.707)	13.526 (1.574)	10.134 (1.570)
<i>GTFP</i> (-1)		0.823*** (10.142)	
<i>URB</i>		0.618* (1.832)	
<i>HUM</i>		-0.074** (-2.112)	
<i>GOV</i>		0.107 (0.257)	
<i>FIN</i>		-0.003 (-0.028)	
常数项		0.415* (1.937)	
AR (2)		0.92 (0.355)	
Hansen		28.35 (0.896)	
样本量		390	

3. 稳健性检验

本文主要从以下两个方面进行稳健性检验^①：一是为尽可能地降低样本时间选择造成的影响，剔除2004年和2017年两年的样本后，本文以2005—2016年为研究时段重新进行估计；二是为克服被解释变量*GTFP*异常值和非随机性对模型估计结果的影响，分别剔除1%的*GTFP*极大值和极小值后重新进行估计。上述稳健性检验结果显示，估计结果与前文研究结论基本一致，表明本文的研究结论具有较好的稳健性。

(二) 对外直接投资影响绿色全要素生产率的门槛效应

前文基于线性角度分析了OFDI对*GTFP*的影响，并证实了中国OFDI的绿色生产率增长效应，但其研究结论是在区域同质化的假定条件下得出的，忽略了区域间禀赋特征的差异。事实上，OFDI逆向技术溢出效应发挥的作用机制较为复杂，并受到多种禀赋特征条件因素的约束。本文接下来，分别以环境规制、制度环境作为门槛变量，进一步分析OFDI对*GTFP*的非线性影响。

1. 门槛效应检验

从表4和表5的门槛检验结果和门槛值估计中可以得出，环境规制、制度环境门槛变量均通过单一门槛检验，门槛值分别为6.1906、0.3124。

表4 门槛存在性检验

门槛变量	门槛数	F值	P值	BS次数	临界值		
					1%	5%	10%
环境规制	单一门槛	43.02**	0.0300	300	56.7360	34.2990	24.3891
	双重门槛	25.11	0.1867	300	97.7043	56.5112	37.8394
制度环境	单一门槛	22.53*	0.0800	300	32.1764	23.8695	20.6285
	双重门槛	7.39	0.5100	300	32.4701	24.3212	18.9399

^①限于篇幅，稳健性检验结果未予报告，备索。

表5 门槛估计值和置信区间

门槛变量	门槛数	估计值	置信区间
环境规制	单一门槛	6.1906	[6.1505, 6.2486]
制度环境	单一门槛	0.3124	[0.3039, 0.3126]

2. 门槛回归结果分析

本文对模型门槛参数进行估计，模型估计结果见表6。

表6 面板门槛模型的估计结果

门槛变量	模型9	模型10
	环境规制	制度环境
<i>URB</i>	1.192 ** (2.442)	0.314 (1.133)
<i>HUM</i>	-0.151 *** (-4.507)	-0.067 ** (-2.457)
<i>GOV</i>	-0.669 ** (-2.059)	-0.951 *** (-2.911)
<i>FIN</i>	0.297 *** (3.680)	0.348 *** (4.708)
<i>OFDI_1</i>	2.755 *** (3.626)	-3.157 * (-1.787)
<i>OFDI_2</i>	13.252 *** (9.895)	2.176 *** (3.073)
常数项	1.297 *** (10.094)	1.016 *** (6.224)

注：*、**和***分别表示10%、5%和1%的显著性水平；括号内为修正异方差后的t统计量值；*OFDI_1*和*OFDI_2*分别为不同面板门槛区间OFDI变量的估计系数。

(1) 环境规制。由模型9的估计结果可知，当环境规制强度低于门槛值6.1906时，OFDI的影响系数为2.755，且通过1%显著性水平的检验，表明在第一门槛区间内，OFDI对GTFP具有显著的正向促进效应；当环境规制强度高于6.1906时，OFDI的影响系数为13.252，且通过了1%显著性水平的检验，表明在第二门槛区间内，OFDI对GTFP仍具有显著的正向促进效应，并且这种正向促进效应得到了进一步增强。由此可见，OFDI对GTFP的影响效应受到区域环境规制强度的约束，随着环境规制强度的变化，OFDI对GTFP的影响表现出显著的正向且边际效率递增的非线性规律。其原因可能在于：当环境规制强度较低时，环境规制成本在企业总成本中所占比重较小，环境规制成本对企业的约束力较小，跨国企业进行OFDI获取先进技术和资源的针对性不强，主要将OFDI投向科技含量比较低的行业，同时企业自身缺乏动力进行绿色技术创新，引致OFDI对GTFP的正向促进效应比较有限。随着环境规制强度的提高，环境规制成本在企业总成本中

所占比重较大,从长期来看,企业为在激烈的市场竞争中获得高额利润,发现采用 OFDI 方式进行污染产业转移以规避环境规制约束的效果不理想时,就会为获得先进的技术和资源逐步将 OFDI 投向清洁、技术含量高的行业,更加注重对技术获取型 OFDI 的投资力度,然后国内其他企业通过学习、模仿和创新以及“干中学”效应,不断进行绿色技术创新,提高清洁生产水平,使得 OFDI 对 GTFP 的正向促进效应得到最大限度的释放。从实际情况来看,在样本考察期内,大多数省未跨过环境规制强度的门槛值,使得环境规制作用于 OFDI 驱动 GTFP 增长的效果还比较有限,在中国大力实施绿色发展战略的背景下,通过提升环境规制强度并促进 OFDI 和环境规制的良性互动,是新时代下促进 GTFP 增长的重要影响因素。

(2) 制度环境。由模型 10 的估计结果可知,当制度环境水平低于门槛值 0.3124 时,OFDI 的影响系数为-3.157,且通过了 10%显著性水平的检验,表明在第一门槛区间内,OFDI 对 GTFP 具有显著的负向抑制效应;当制度环境水平高于 0.3124 时,OFDI 的影响系数为 2.176,且通过了 1%显著性水平的检验,此时在良好的制度环境支撑下,OFDI 对 GTFP 具有显著的正向促进效应。综上所述,在制度环境门槛约束下,OFDI 与 GTFP 之间呈“U”型关系,只有制度环境水平达到一定的门槛值,OFDI 才能显著地促进 GTFP 的增长。其原因在于:一方面,良好的制度环境通过激发市场主体的市场活力,减少交易成本,弥补企业竞争性资源的劣势以及实现资源的优化配置等对跨国企业 OFDI 扩张提供了有力支撑,增强了企业“走出去”进行对外投资以获取先进技术和资源的意愿;另一方面,良好的制度环境为企业进行绿色技术创新提供了有力保障,营造了鼓励企业绿色技术创新的氛围,解决了企业进行绿色技术创新的后顾之忧,同时有助于 OFDI 逆向绿色技术溢出在全行业乃至全国的扩散,从而促进了 GTFP 的增长。从实际情况来看,在样本考察期内,河北、山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、福建、河南、湖北和甘肃 10 个省份的制度环境平均水平还在 0.3124 以下,这些省份主要集中于中西部地区,说明这些省、直辖市、自治区的制度环境在一定程度上制约了 OFDI 逆向绿色技术溢出效应的发挥,今后应该注重提升这些省份的制度环境水平,促使这些省份的制度环境尽早跨过门槛值,扭转 OFDI 对 GTFP 的不利影响。

(三) 进一步拓展分析

传统 OLS 回归方法主要关注解释变量对被解释变量条件期望的影响,无法全面地描述解释变量对被解释变量整个条件分布的影响。分位数回归模型由 Koenker 和 Basett (1978)^[29]提出,与传统 OLS 回归方法不同,分位数回归模型并不要求很强的正态分布假设,可以规避异常值等情形对估计结果的影响,估计结果更加稳健,能够全面地描述 OFDI 对 GTFP 的条件分布特征。因此,在前文实证研究结论的基础上,本文结合面板分位数模型进一步分析在环境规制和制度环境不同门槛条件下 OFDI 对 GTFP 的非线性影响效应。表 7 给出了 25%、50%和 75%处的分位数回归结果。

表7 分位数回归结果

变量	环境规制			制度环境		
	模型 11	模型 12	模型 13	模型 14	模型 15	模型 16
	$\tau=25\%$	$\tau=50\%$	$\tau=75\%$	$\tau=25\%$	$\tau=50\%$	$\tau=75\%$
<i>OFDI</i> ₁	2.336*** (4.691)	2.379*** (3.410)	2.438* (1.671)	-1.410 (-0.119)	-2.578 (-0.305)	-4.719 (-1.156)
<i>OFDI</i> ₂	10.117*** (3.199)	12.651*** (2.854)	16.197* (1.754)	2.165 (0.482)	2.171 (0.676)	2.183 (1.413)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制

注：*、*** 分别表示 10%、1% 的显著性水平；括号内数值为 Z 统计量值；*OFDI*₁ 和 *OFDI*₂ 分别为不同面板门槛区间 *OFDI* 变量的估计系数。

由表 7 的估计结果可知，在环境规制和制度环境不同门槛条件下，OFDI 对不同分位点处的 GTFP 有不同的影响。以环境规制强度为门槛变量时，当环境规制低于门槛值时，OFDI 的影响系数分别为 2.336、2.379 和 2.438，且分别通过 1%、1% 和 10% 显著性水平的检验，OFDI 显著促进了 25%、50%、75% 分位点处 GTFP 的增长；当环境规制跨过门槛值后，OFDI 对 25%、50%、75% 分位点处绿色全要素生产率的正向促进效应仍然存在，并且这种正向促进效应得到进一步增强。值得注意的是，在 75% 分位点处 GTFP 受 OFDI 的影响大于其平均水平 (13.252)，由此可以得出，OFDI 对处于高分位点处的绿色生产率增长效应更为明显。其原因在于，国内跨国企业通过 OFDI 积极学习和引进国外先进的技术和资源，将先进技术和资源逆向反馈至国内时，GTFP 较高省份企业的学习、模仿和创新能力以及“干中学”效应较强，在严厉的环境规制强度正向调节 OFDI 的逆向绿色技术溢出效应的情形下，促进 GTFP 提升幅度越大。在制度环境门槛条件下，在不同分位点处 OFDI 的影响系数均不显著，在一定程度上说明中国 OFDI 与制度环境之间的耦合协调性较差，影响了处于低、中、高分位点处 OFDI 绿色生产率增长效应的有效发挥。为此，在中国大力实施“走出去”战略的背景下，各地区在不断提升制度环境水平的同时，要多种形式探索 OFDI 与制度环境的有效融合机制，强化 OFDI 与制度环境之间的良性互动，这是新时代下促进 GTFP 增长重点关注的问题。

五、结论与政策建议

本文利用中国省际面板数据，运用动态系统 GMM 估计和面板门槛模型实证检验了 OFDI 对 GTFP 的影响。主要结论如下：第一，OFDI 的逆向绿色技术溢出效应在中国情境下存在，显著地促进了 GTFP 的增长，能够成为新时代下提升中国 GTFP 的新动能。分区域检验结果显示，OFDI 对 GTFP 的影响存在明显的区域差异，OFDI 显著促进了东部地区 GTFP 的增长，而对中西部地区 GTFP 的影响不显著。第二，OFDI 对 GTFP 的影响显著存在基于环境规制的单门槛效应。在环境规制门槛条件下，OFDI 对 GTFP 的影响表现出显著的正向且边际效率递增的非线性

规律。第三, OFDI 对 GTFP 的影响显著存在基于制度环境的单门槛效应。在制度环境门槛约束下, OFDI 与 GTFP 之间呈“U”型关系, 只有制度环境水平达到一定的门槛值, OFDI 才能显著地促进 GTFP 的增长。第四, 结合固定效应面板分位数模型进一步分析可得, 在环境规制和制度环境不同门槛条件下, OFDI 对不同分位点处的 GTFP 有不同的影响。在环境规制门槛条件下, OFDI 显著促进了不同分位点处 GTFP 的增长, 并且随着分位点的提高, OFDI 的影响系数表现出逐步提高的趋势; 在制度环境门槛条件下, 在不同分位点处 OFDI 的影响系数均不显著, 在一定程度上说明中国 OFDI 与制度环境之间的耦合协调性较差, 影响了处于不同分位点处 OFDI 绿色生产率增长效应的有效发挥。

本文在研究内容上, 丰富了 OFDI 与母国 TFP 之间关系的研究, 为 OFDI 的逆向绿色技术溢出效应在中国情境下的存在提供了经验证据。鉴于此, 为充分发挥 OFDI 的逆向绿色技术溢出效应, 并结合上述研究结论, 提出以下政策建议: 第一, 在中国大力实施绿色发展战略和“走出去”战略的背景下, 推动形成对外投资发展新格局, 要注重提升 OFDI 的质量, 更加注重技术获取型 OFDI 的投资力度, 优化对外投资结构, 将 OFDI 更多投向清洁、技术含量高的行业, 积极学习和引进国外先进的技术和资源, 通过充分发挥 OFDI 的逆向绿色技术溢出效应来促进国内 GTFP 的增长。第二, 在发挥 OFDI 的绿色生产率增长效应时, 尤要重视区域环境规制和制度环境等因素的约束。总体上来看, 不断提升环境规制强度和制度环境水平, 并促进 OFDI 与环境规制、制度环境的良性互动是新时代下促进 GTFP 增长的重要影响因素。在环境规制方面, 现阶段各地区要根据自身的实际情况, 不断提升环境规制强度, 既要发挥环境规制对 OFDI 的“筛选”作用, 也要激励企业进行绿色技术创新, 最大限度地发挥 OFDI 的逆向绿色技术溢出效应, 从而促进 GTFP 的增长; 在制度环境方面, 各地区要努力为 OFDI 逆向绿色技术溢出效应的发挥提供良好的制度环境, 尤其是中西部地区, 应促使制度环境早日跨越门槛值, 尽可能快地为本地区的对外投资和 OFDI 逆向绿色技术溢出效应的有效发挥起到积极作用。此外, 在提升地区制度环境水平的同时, 要多种形式探索 OFDI 与制度环境的融合机制, 强化 OFDI 与制度环境之间的良性互动, 这对于新时代下促进绿色全要素生产率的增长至关重要。

[参考文献]

- [1] 杜龙政, 林润辉. 对外直接投资、逆向技术溢出与省域创新能力——基于中国省际面板数据的门槛回归分析 [J]. 中国软科学, 2018 (1): 149-162.
- [2] VAN POTTELSBERGHE B, LICHTENBERG FR. Does Foreign Direct Investment Transfer Technology across Borders [J]. The Review of Economics and Statistics, 2001, 83 (3): 490-497.
- [3] 赵伟, 古广东, 何元庆. 外向 FDI 与中国技术进步: 机理分析与尝试性实证 [J]. 管理世界, 2006 (7): 53-60.
- [4] 尹东东, 张建清. 我国对外直接投资逆向技术溢出效应研究——基于吸收能力视角的实证分析 [J]. 国际贸易问题, 2016 (1): 109-120.
- [5] GÖRG H, GREENAWAY D. Much Ado about Nothing? Do Domestic Firms Really Benefit from Foreign Direct In-

- vestment? [J]. World Bank Research Observer, 2004, 19 (2): 171-197.
- [6] 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.
- [7] FOSFURI A, MOTTA M. Multinationals without Advantages [J]. Scandinavian Journal of Economics, 1999, 101 (4): 617-630.
- [8] 李梅. 金融发展、对外直接投资与母国生产率增长 [J]. 中国软科学, 2014 (11): 170-182.
- [9] 傅京燕, 胡瑾, 曹翔. 不同来源 FDI、环境规制与绿色全要素生产率 [J]. 国际贸易问题, 2018 (7): 134-148.
- [10] 原毅军, 谢荣辉. FDI、环境规制与中国工业绿色全要素生产率增长——基于 Luenberger 指数的实证研究 [J]. 国际贸易问题, 2015 (8): 84-93.
- [11] 陈岩, 杨桓, 张斌. 中国对外投资动因、制度调节与地区差异 [J]. 管理科学, 2012 (3): 112-120.
- [12] 衣长军, 李赛, 张吉鹏. 制度环境、吸收能力与新兴经济体 OFDI 逆向技术溢出效应——基于中国省际面板数据的门槛检验 [J]. 财经研究, 2015 (11): 4-19.
- [13] 陈培如, 冼国明, 马骆茹. 制度环境与中国对外直接投资——基于扩展边际的分析视角 [J]. 世界经济研究, 2017 (2): 50-61+136.
- [14] HANSEN B E. Threshold Effects in Non-dynamic Panels: Estimation, Testing and Inference [J]. Journal of Econometrics, 1999, 93 (2): 345-368.
- [15] 陈超凡. 中国工业绿色全要素生产率及其影响因素——基于 ML 生产率指数及动态面板模型的实证研究 [J]. 统计研究, 2016 (3): 53-62.
- [16] 单豪杰. 中国资本存量 K 的再估算: 1952—2006 年 [J]. 数量经济技术经济研究, 2008 (10): 17-31.
- [17] 王兵, 吴延瑞, 颜鹏飞. 中国区域环境效率与环境全要素生产率增长 [J]. 经济研究, 2010 (5): 95-109.
- [18] 孙湘湘, 周小亮. 服务业开放对制造业价值链攀升效率的影响研究——基于门槛回归的实证分析 [J]. 国际贸易问题, 2018 (8): 94-107.
- [19] 樊纲, 王小鲁, 朱恒鹏. 中国市场化指数: 各地区市场化相对进程 2011 年报告 [M]. 北京: 经济科学出版社, 2011.
- [20] 王小鲁, 樊纲, 余静文. 中国分省份市场化指数报告 (2016) [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2017.
- [21] 白俊红, 刘宇英. 对外直接投资能否改善中国的资源错配 [J]. 中国工业经济, 2018 (1): 60-78.
- [22] 李梅, 袁小艺, 张易. 制度环境与对外直接投资逆向技术溢出 [J]. 世界经济研究, 2014 (2): 61-66+74-89.
- [23] 吴飞飞, 张先锋. 本地制度环境对异质性企业对外出口的影响研究 [J]. 产业经济研究, 2018 (4): 40-51.
- [24] 桂琦寒, 陈敏, 陆铭, 等. 中国国内商品市场趋于分割还是整合: 基于相对价格法的分析 [J]. 世界经济, 2006 (2): 20-30.
- [25] 盛斌, 毛其淋. 贸易开放、国内市场一体化与中国省际经济增长: 1985—2008 年 [J]. 世界经济, 2011 (11): 44-66.
- [26] PARSLEY D C, WEI S J. Limiting Currency Volatility to Stimulate Goods Market Integration: A Price Based Approach [R]. NBER Working Paper, 2001, 8468.
- [27] 郭亚军. 一种新的动态综合评价方法 [J]. 管理科学学报, 2002 (2): 49-54.
- [28] BOND S R. Dynamic Panel Data Models: A Guide to Micro Data Methods and Practice [J]. Portuguese Economic Journal, 2002, 1 (2): 141-162.
- [29] KOENKER R, BASSETT G. Regression Quantiles [J]. Econometrica, 1978, 46 (1): 33-50.

(责任编辑 王 瀛)

Does OFDI Promote Green TFP Growth in China
—An Empirical Study Based on Dynamic System GMM
Estimation and Threshold Model

ZHANG Jian LI Zhanfeng

Abstract: The relationship between outward foreign direct investment (OFDI) and the home country's Total Factor Productivity (TFP) is a popular topic in international economics in recent years. Based on the provincial panel data of China from 2004 to 2017, this study investigated the relationship between OFDI and Green Total Factor Productivity (GTFP) using a dynamic panel system GMM estimation. Prior studies show that the reverse green technology spillover effect of OFDI exists in China, and it significantly promotes the growth of GTFP. It can also become a new driving force to improve GTFP in China in the new era. The results indicate significant regional differences in the impact of OFDI on GTFP. OFDI significantly promotes the growth of GTFP in the eastern region, but has no significant influence on GTFP in the central and western regions. This study further analyzed the threshold effect of environmental regulation and the institutional environment on the effect of OFDI on GTFP. It shows that they have a significant single threshold effect. Under the threshold of environmental regulation, OFDI's influence on GTFP shows nonlinear increasing marginal efficiency. However, under the threshold of the institutional environment, there is a U-shaped relationship between OFDI and GTFP, only when the institutional environment level reaches a certain threshold, OFDI significantly promotes the growth of GTFP. Combined with the quantile model of the fixed effect panel, OFDI clearly has different effects on GTFP at different locations.

Keywords: Green Total Factor Productivity; Environmental Regulation; Institutional Environment