



双向跨境投资、技术创新与生产效率

李勃昕¹, 董雨², 朱承亮³, 谷羽⁴

1 西安财经大学 经济学院, 西安 710100

2 西安财经大学 公共管理学院, 西安 710061

3 中国社会科学院 数量经济与技术经济研究所, 北京 100732

4 西安外国语大学 商学院, 西安 710128

摘要: 改革开放的成功经验在于通过外资引入带动经济增长和技术进步, 已有研究从不同角度验证了这一逻辑。新时代跨境投资已经演化为“引进来”与“走出去”双向并行的新局面, 传统外延式扩张必须转向创新驱动和内生经济增长, 因此跨境投资的溢出效应应从显性绩效下沉嵌入创新价值链的纵向传导轨迹。

剖析创新价值链的纵向传导结构, 厘清技术创新与内生经济增长之间的耦合转化关系, 采用中国30个省份的面板数据以非线性模型检验从技术创新到生产效率提升的动态传导特征, 识别两者之间的转化机制。解析外资内循环和内外资循环对创新价值链传导的杠杆溢出效应, 探讨双向跨境投资、技术创新和生产效率之间的迭代关系, 设计线性估计模型和门槛回归模型, 实证检验双向跨境投资对创新价值链纵向传导的非线性溢出规律。识别外资引入与对外投资的溢出差异, 刻画双向跨境投资对创新价值链纵向传导的交互影响及其空间异质性。

研究表明, 当且仅当各省份创新效率超过0.500后, 才能实现从技术创新到生产效率提升的耦合转化; 外资引入水平超过80.516亿美元, 能够撬动从技术创新到生产效率提升的正向激励; 对外投资水平超过33.031亿美元, 会加速技术创新对生产效率提升的内生驱动。双向跨境投资对创新价值链纵向传导的杠杆溢出影响存在动态差异, 对外投资的溢出空间有待释放。双向跨境投资对创新价值链的纵向传导存在交互溢出特征, 只有两者的交互水平超过特定阈值25.293, 才会释放正向溢出。跨境投资对创新价值链纵向传导的正向溢出门槛呈现出东高西低的顺势演化规律。

研究结果将跨境投资的创新溢出视角从传统的横向扩散延伸至纵向传导界面, 得以解构跨境投资、技术创新和生产效率三者之间的迭代关系。因此, 建议国家应系统优化双向跨境投资创新溢出效应, 协调“引进来”与“走出去”并重, 动态调节外资引入的技术门槛, 鼓励中国企业积极参与全球创新竞争, 注重区域间跨境投资合作, 推动并形成多边互利的开放新格局。

关键词: 技术创新; 生产效率; 外资引入; 对外投资; 创新价值链

中图分类号: F062.4; F124.3 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-0334.2023.02.003

文章编号: 1672-0334(2023)02-0035-18

收稿日期: 2022-08-07 **修返日期:** 2023-01-26

基金项目: 国家社会科学基金(19BJL076); 陕西省社会科学基金(2022D019); 陕西省创新能力支撑计划软科学研究项目(2021KRM094)

作者简介: 李勃昕, 经济学博士, 西安财经大学经济学院副教授, 研究方向为技术经济和科技政策等, 代表性学术成果为“技术封锁是否会抑制中国创新发展?——基于国外技术引进和国内技术购买的对冲效应解释”, 发表在2021年第10期《统计研究》, E-mail: liboxin@hotmail.com

董雨, 西安财经大学公共管理学院硕士研究生, 研究方向为科技管理和创新政策等, 代表性学术成果为“‘互联网+’对创新价值链的动态迭代溢出效应研究”, 发表在2023年第2期《管理学报》, E-mail: dxywxk@163.com

朱承亮, 管理学博士, 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所副研究员, 研究方向为科技创新与经济发展等, 代表性学术成果为“国家科技创新效率测算与国际比较”, 发表在2023年第1期《中国软科学》, E-mail: zcliang100@126.com

谷羽, 西安外国语大学商学院本科生, 研究方向为宏观管理等, 代表性学术成果为“数字普惠金融与乡村振兴: 理论逻辑与实证检验”, 发表在2023年第1期《西北大学学报》(哲学社会科学版), E-mail: guyu20020222@163.com

引言

改革开放40多年来,招商引资对中国技术进步起到了显著的带动作用,但这种驱动力更多源于外资引入和技术学习^[1],缺乏自主创新和核心技术,长此以往将陷入效率瓶颈^[2]。与此同时,越来越多的中国企业通过对外投资吸收外部技术势差,逆向驱动技术进步和生产效率提升,衍生了外资引入与对外投资双向共轨的特征事实^[3]。党的二十大将推动高水平对外开放和科技自立自强作为中国式现代化的双重核心战略。因此,应将跨境投资的溢出效应从经济维度下沉至技术创新维度,驱动创新价值链的纵向传导,以技术创新撬动生产效率提升,释放经济开放的内生溢出红利。

为了揭示创新价值链的纵向传导结构,以及双向跨境投资对创新价值链纵向传导的溢出效应,本研究构建了一个双向协同、纵横交错、动静结合的研究框架,揭示技术创新与生产效率之间的耦合转化关系,实证检验双向跨境投资的非线性影响机制,为协调“引进来”与“走出去”并重,撬动创新价值链的自主驱动力,拓展形成共生解释界面和非线性经验启示。

1 相关研究评述

1.1 跨境投资与技术创新

第二次世界大战后,全球经济一体化加速,对外投资成为发达国家寻求成本优化和市场红利的外延工具,西方研究开始关注跨境投资对于资本输出国和资本吸收国的双向影响^[4]。早期研究发现,吸收外资能够有效带动发展中国家经济增长和产业培育^[5],与此同时,发达国家企业通过对外投资降低生产成本,提高资源配置效率,获得更为广阔的市场空间^[6]。

科技革命蔓延将跨境投资引入新的解释空间,开放经济领域的相关研究开始关注跨境投资对发展中国家技术创新的影响^[7]。一些国家通过吸收外资引入外部技术和先进设备,优化本国的产业技术水平,推动生产效率提升^[8]。中国改革开放过程中,招商引资的驱动效应同样存在溢出转化现象,从最初的经济红利转化为技术模仿,借助外资引入吸收国外先进技术,转化为中国产业升级动能^[9]。这些成功经验为广大发展中国家提供了合理可行的路径启示^[10]。然而,NWAOGU et al.^[11]的研究发现,非洲和南美的一些落后国家虽然吸收了来自发达国家的跨境投资,却未能有效带动本国技术进步。可能的原因在于,本国经济发展水平不高,技术创新基础薄弱,并不具备技术学习能力,跨国企业被生产代加工模式所封闭,难以惠及本国产业培育和技术提升^[12]。

反向看,跨国企业对外投资的本意并非帮助发展中国家,而是为了在全球范围内寻求更低成本的要素配置和更广阔的市场空间,这给资本输出国带来了较为复杂的影响^[13]。BITZER et al.^[14]的研究发现,加拿大和德国等经济合作与发展组织国家的对外投

资虽然取得了显著经济收益,但同时造成了技术外流和产业转移,在一定程度上弱化了本国的工业技术进步和生产效率。与此相反的经验是,日本企业通过对美国和欧洲等发达国家的产业投资,参与全球竞争,反而提高了本国先进制造业的技术水平^[15]。早期中国对外投资更多投向发展中国家和地区,以获取外部自然资源,近年来中国对外投资增速明显,越来越多的科技型企业借助对外投资在发达国家建立研发中心,导入创新资源,逆向提升技术创新水平^[16]。

可见,国家间的实践差异导致双向跨境投资的技术创新溢出不尽相同。早期中国的研究更多关注外资引入对于经济增长和技术创新的驱动效应,后来逐渐过渡到“走出去”维度,研究对外投资对中国的逆向溢出特征^[17]。近年来,越来越多的学者将跨境投资扩展至双向解释维度,探索两者的共生影响^[18]。因此,在“引进来”与“走出去”并行格局下,哪个通道对技术创新的驱动更为有利,双向跨境投资与技术创新之间的溢出关系存在何种动态演化差异,依然有待于研究揭示。

1.2 生产效率与技术创新

从古典增长模型进化到内生经济增长模型,技术进步被认为是长效驱动经济增长的根源,由此摆脱了要素投入的边际递减约束^[19]。全要素生产率被广泛用于评价技术水平^[20],从世界范围内看,发达国家的生产效率普遍高于发展中国家,“技术鸿沟”扩大了全球经济差距。对于发展中国家,优化技术水平、提高生产效率是推动经济增长方式转变的重要途径^[21]。内生经济增长理论传入中国后,中国学者多以生产效率衡量中国经济增长水平^[22]。左晖等^[23]以全要素生产率评价中国制造业信息化技术水平;方芳等^[24]通过测算环境规制对城市制造业全要素生产率的影响,设计出绿色增长评价体系。毋庸置疑,技术进步和生产效率提升是摆脱边际递减效应的一剂良方,这对中国经济内生转型具有重要参考价值。

KIJEK et al.^[25]提出批判性观点,认为生产效率是一种后置评价指标,而非决定技术进步的本因。从西方国家的创新发展历程看,现代教育体系推动了知识传播和认知进步,从而诱发技术创新,借助科技革命将技术创新产业化,替代原有技术和产品,实现生产效率提升^[26]。这个过程最终以新旧产品迭代和市场竞争回报为节点,这正是约瑟夫·熊彼特^[27]将技术创新称为创造性破坏的原因。按照创新理论的解释,国家、企业的竞争力皆可归因于技术创新,这是整个社会发展和经济增长的关键因素^[28]。但如果反向推演则会发现,生产效率提升源于内生经济增长,而内生经济增长又源于科技革命和知识再造,因此生产效率提升更像是内生经济增长的过程表现,只有技术创新才是内生经济增长的源动力。

中国学者对于技术创新和生产效率的研究分属不同领域,以李平^[29]为代表的诸多学者不断优化生产效率的测算方法,检验影响全要素生产率的各种外生因素;而白俊红等^[30]一些学者专注于技术创新

领域的量化研究,为中国技术创新提供了丰富的经验启示。遗憾的是,多数研究忽视了技术创新与生产效率之间的关系,事实上,两者是内生经济增长模型中的共生要素,虽然呈现形式和演化阶段存在一定差异,但具有高度相关性^[31],技术创新是创造性破坏的原点,而生产效率是技术创新产业化之后的显性表现。在惯性认知下,已有研究更多关注生产效率提升带来的显性绩效^[32],反而遗漏了技术创新这一源动力,对于两者之间的量化关系莫衷一是。

1.3 简要评述

梳理已有研究发现,按照西方理论解释,先有技术创新再有生产效率,这是创新价值链进化的一般性规律^[33]。但中国的经济增长和技术创新具有特殊性,改革开放初期技术创新水平不高,以外资引入吸收国外先进技术,释放了显性红利。虽然这在表面上符合内生经济增长理论解释,但要清醒认识到,学习模仿获得的生产效率提升并非源于创造性破坏,而是通过招商引资即插即用嫁接而得。当前内外技术势差不断缩小,西方对华技术封锁愈演愈烈,如果单纯以外资引入的技术嫁接为内生经济增长动力,无疑将落入核心技术空心化陷阱。对外开放早已从单向“引进来”转为并行“走出去”,中国企业通过对外投资寻求更广阔的外部技术势差,提升自主技术创新水平。现实情况是,双向跨境投资共生演化形成了内外双循环溢出通道,因此,研究跨境投资不应单向定论,要系统考察两者的双向演化趋势。

中国的创新发展必须以中国的现实情景为依据,改革开放的成功经验在于先开放、再吸收,新时代深化开放要在吸收的基础上建立转化通道,将跨境投资的溢出效应从显性生产效率导入技术创新维度,通过双向跨境投资吸收创新资源和研发经验,转化提升技术创新水平,释放生产效率。这就需要构建新的解释框架,解释从技术创新到生产效率的创新价值链纵向传导体系,探索双向跨境投资驱动创新价值链传导的内在机制和演化特征。然而,已有研究大多局限于两两要素之间的静态线性影响,鲜有研究系统揭示跨境投资、技术创新和生产效率三者之间的传导关系。本研究将以双向跨境投资与创新价值链之间的溢出关系为切入点,设计双向跨境投资动态演化对技术创新驱动生产效率提升的迭代影响模型,借助非线性面板门槛技术识别双向跨境投资撬动技术创新并释放生产效率的演进轨迹,以及两者的交互影响和空间异质性,为协调“引进来”与“走出去”并重、推动科技自立自强、赋能创新型国家建设提供研究参考。

2 理论分析和研究假设

2.1 创新价值链的纵向传导机制

按照创新价值链演进规律^[34],知识扩散是技术创新原点,当知识积累突破认知边界后,借助基础研究对新的认知不断迭代检验,归纳经验规律,形成新的认知。进一步借助技术研发反复试错,汇集形成技

术创新成果,即符合产业化条件的新技术^[35]。在创新产业化阶段,产研融合将研发成果转化为可应用的新技术^[36],在市场竞争中推动生产效率提升,获得显性业绩回报^[37]。从技术创新到生产效率提升体现了创新理论和内生经济增长理论的衔接融合关系,创新理论解释了技术来源问题^[38],而内生经济增长理论以生产效率为介质打破了经济增长的边际递减约束^[39],两者之间的转化升级释放了创新价值链的纵向传导动能。但这种转化机制依然存在不确定性^[40],一方面,从知识积累到认知变化再到技术转化是一项复杂的系统工程,并非所有的研发投入都会成功转化为新技术和新产品,多数技术研发成果可能成为创新阶段的中间品^[41],而创新价值链传导的重要职能是筛选和渗透,将符合市场适应性的技术创新成果输送到产业化维度,同时隔离大量尚未达到产业化程度或不符合市场需求的技术创新成果,这种机理造成了有效性与无效性并存的特殊性^[42]。另一方面,技术创新的投入规模与产出绩效之间并非简单的线性关系,核心技术创新往往需要耗费大量的研发资金和智力投入^[43],存在一定的门槛约束,只有达到产业化条件的技术创新不断积累、逐步优化,才能释放效率红利^[44]。因此,本研究提出假设。

H₁ 技术创新与生产效率之间并非单向线性相关。

2.2 跨境投资内外双循环对创新价值链传导的溢出机制

开放经济理论认为^[45],科技革命蔓延伴随着全球经济一体化,跨境投资实现了不同国家间的资源配置优化,发达国家通过对外投资将先进技术和生产经验引入发展中国家,带动了东道国的技术模仿和经验吸收^[46],缩小了发达国家与发展中国家的经济差距和技术鸿沟,释放了技术和效率的扩散效应^[47]。中国的历史经验证实了这一逻辑,改革开放初期,国内经济增长乏力,技术薄弱,通过外资引入吸收技术势差,学习先进生产经验和成熟技术,加速了国内技术进步和生产效率提升^[48],体现了低势能主体吸收转化外部技术势差的虹吸效应^[49]。按照溢出理论的分段解释,第1个阶段以外部技术即插即用为主,释放了效率红利^[50];第2个阶段,通过技术模仿和经验吸收,将内外势差转化为自主创新能力,进而驱动生产效率提升^[51],激励创新价值链的纵向传导。因此,本研究提出假设。

H₂ 外资引入能够正向驱动创新价值链的纵向传导。

国内企业技术水平提升后,不再局限于跟随策略,演变为跨境投资主体,通过对外投资“走出去”,开拓对外投资的外循环收益^[52]。按照对外投资的历史演化过程和阶段性特征,可以分为不同时期。第1个阶段,国内企业“走出去”投资发展中国家和地区,涉及国际市场开拓^[53]、能源开采^[54]和基础设施建设^[55]等;第2个阶段,国内生产制造业的成本有所上升,将低端生产加工链转移至成本更低的发展中国家,

寻求经济收益^[56]；第3个阶段，开放经济发展水平不断深化，国内企业技术创新能力达到一定程度，参与全球竞争，通过技术渗透和创新融合将技术创新能力反向注入国内母体企业，进一步提高生产效率，释放了对外投资的逆向创新溢出效应^[57-58]。因此，本研究提出假设。

H₃ 对外投资能够正向驱动创新价值链的纵向传导。

虽然外资引入和对外投资都能正向驱动创新价值链的纵向传导，但两者的演化周期和溢出过程有所差异^[59-60]。改革开放初期跨境投资以单向外资引入为主，以此助力产业培育和经济增长，在技术学习的基础上，扩大内循环深度，激励技术研发和创新竞争，逐步释放自主创新对技术产业化的内生驱动效应^[61]。技术追赶过程中，国内企业技术水平依然有限，尚未形成创新竞争态势，个别战略对外投资以资源开发和对外援建为主，不足以释放创新溢出效应^[62]。随着中国经济发展水平的提升，内外技术势差有所缩小，外资引入的溢出空间大幅压缩^[63]。出于创新竞争战略，西方发达国家对华采取技术封锁，禁止高科技企业进入中国，国内企业为了寻求创新提升空间，借助对外投资嵌入全球创新价值链，投资建立海外生产基地和研发中心，打通了外循环的逆向溢出通道^[64-65]。这个阶段，跨境投资的创新溢出轨迹发生了转变，对外投资的溢出增速将高于外资引入，导致外资引入与对外投资的溢出效应出现了周期性阶差。因此，本研究提出假设。

H₄ 双向跨境投资对创新价值链的纵向传导具有差异性溢出作用。

双向跨境投资打通了内外双循环溢出通道，从而衍生出较为复杂的交互溢出效应^[66]。一方面，外资引入带动国内企业技术学习和创新模仿，不断强化技术创新能力，提高生产效率，进而寻求对外投资“走出去”，参与国际市场竞争，导入更为广阔的外部技术势差，再进一步逆向提升国内技术创新水平和生产效率，这个过程反映了“引进来”与“走出去”之间的共生交互关系^[67]，外资引入能够激励对外投资的创新溢出效应，提升生产效率，形成反向迭代影响。另一方面，国内企业技术创新能力提升后，提高了市场竞争技术门槛，倒逼外资企业提升进入中国市场的技术水平，释放了更为广阔的内循环溢出空间，激励国内生产效率提升^[68-69]。可见，“引进来”与“走出去”的溢出影响不应单向论之，需要系统识别两者之间的互动溢出效应，以此优化跨境投资的双向协同关系，共轨驱动创新价值链的纵向传导。因此，本研究提出假设。

H₅ 双向跨境投资对创新价值链的纵向传导存在交互溢出效应。

3 变量和数据

3.1 变量设定

(1) 因变量：生产效率 (*Eff*)。全要素生产率 (*TFP*)

主要用于测量社会生产总投入与总产出之间的量化关系，被诸多学者用于评价区域生产效率^[70]。本研究以 Malmquist 方法测量各省份全要素生产率，以此表征区域生产效率水平。这一指标的优点在于，既能够体现宏观层面的投入产出关系，也能够反映时间序列的纵向变化，在国内外相关研究中共识度较高，能够客观评价区域生产效率。

(2) 自变量：技术创新水平 (*Inn*)。早期研究多以授权专利评价区域创新产出水平，但技术创新不仅体现创新成果产出，更要注重创新投入与技术产出的关系，体现创新活动的纵向研发能力^[71]。本研究采用广义似然率统计量方法，设计超越对数生产函数模型，以研发资本和科研人员全时当量为投入指标，以授权专利为产出指标，测量区域创新效率，这一指标能够合理反映区域创新水平的纵深差异。

(3) 调节变量

① 外资引入水平 (*Ifid*)。开放经济驱动下，外商直接投资是国民经济的重要组成部分，带来了国外先进技术和生产经验，本研究选取各省份外商直接投资额流量数据取对数测量外资引入水平，以缩小方差影响。

② 对外投资水平 (*Ofd*)。《中国对外投资统计公告》中关于对外投资数据主要有流量数据和存量数据两种，本研究用中国对外投资流量数据取对数测量对外投资水平，考察对外投资的动态溢出影响。

(4) 控制变量

① 经济基础 (*Eco*)。为了尽可能降低宏观数据的内生性干扰，本研究引入区域经济基础作为控制变量，用人均 GDP 测量，取对数处理。

② 城市化水平 (*Urb*)。城市化对经济增长、技术创新和生产效率提升具有重要支撑作用，本研究控制城市化水平的影响，有助于排除经济聚集度的内生性干扰，用区域城镇人口在总人口中所占的比例测量。

③ 人力资本条件 (*Hum*)。人力资本条件是技术创新和生产效率提升的核心投入要素，本研究以区域平均受教育年限为依据，测量该地区人力资本条件，以此评估对地区人力资本条件的影响。

④ 市场化经济程度 (*Mak*)。市场化经济发展是跨境投资和创新竞争的重要环境因素，市场化程度越高，经济结构越丰富，越能有效激励良性竞争，从而提高区域技术创新积极性。本研究用非国有经济固定资产投资占全社会固定资产投资的比例测量该地区市场化经济程度。

⑤ 政府创新激励 (*Gov*)。技术创新离不开政府引导和政策支持，但由于各地区发展水平差异较大，政府激励效力有所不同^[72]。为了评估地方政府的创新激励水平，本研究引入政府创新激励作为控制变量，用政府研发支出占该地区整体研发支出的比例测量。

⑥ 国外技术引进 (*Tei*)。国外技术引进是技术创新和生产效率提升的重要技术来源，中国改革开放

过程中吸收了大量的外部先进技术,为经济高速增长提供了必要的技术支持。本研究用各省份国外技术引进合同金额(百万美元)与 GDP(亿元人民币)的比值测量该地区技术引进水平,借以考察技术引进含量。

⑦贸易开放度(*Tra*)。贸易开放是中国嵌入全球经济一体化的重要特征,对技术转移和跨境投资具有重要影响,本研究用各省份当年进出口贸易总额与 GDP 的比值进行测量。

⑧技术水平(*Tec*)。技术水平对技术创新和生产效率具有重要影响,在模型中应加以控制,为了尽量避免技术水平与技术创新和生产效率产生关联性影响,本研究用各省份单位技术专利的市场交易价值测量。

3.2 数据说明

测量相关变量的数据来自 2003 年至 2019 年中国 30 个省、自治区和直辖市 12 个变量的面板数据,考虑相关统计口径的一致性和数据的可获得性,不包含西藏自治区、香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省的数据,最终样本观测值为 510。数据来自《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国对外直接投资统计公报》、各省份统计年鉴和万德数据库等。

3.3 数据检验

变量的描述性统计和平稳性检验结果见表 1,生产效率的最大值为 2.393,最小值为 -0.001,说明个别省份生产效率存在退步现象,标准差为 0.319,较为适中,中位数与均值相近,符合正态分布特征。技术创

表 1 描述性统计结果

Table 1 Results for Descriptive Statistics

变量	最大值	最小值	均值	中位数	标准差	平稳性
<i>Eff</i>	2.393	-0.001	0.356	0.301	0.319	一阶
<i>Inn</i>	0.892	0.034	0.348	0.326	0.165	一阶
<i>Ifd</i>	11.811	-1.892	5.815	6.226	1.831	一阶
<i>Ofd</i>	7.372	-5.327	2.550	2.979	2.370	一阶
<i>Eco</i>	11.855	8.216	10.280	10.409	0.731	一阶
<i>Urb</i>	0.943	0.227	0.523	0.506	0.144	一阶
<i>Hum</i>	12.675	6.227	8.715	8.652	1.004	一阶
<i>Mak</i>	0.904	0.391	0.692	0.696	0.114	一阶
<i>Gov</i>	0.608	0.069	0.241	0.216	0.126	一阶
<i>Tei</i>	0.052	0	0.004	0.001	0.007	一阶
<i>Tra</i>	4.085	-0.040	0.415	0.149	0.574	一阶
<i>Tec</i>	6.431	1.242	3.902	3.872	1.098	一阶

注:样本观测值为 510。

新水平的最大值为 0.892,最小值为 0.034,均值大于中位数,存在右偏分布特征。外资引入和对外投资数据分布跨度较大,统一量纲后取对数导致最小值为负,需要在实证结果中判断负值影响是否合理。相对而言,对外投资的数据离散度更高,空间势差较为明显,后续实证研究将进一步检验。以单位根检验变量平稳性,结果表明,包括控制变量在内的所有变量均符合一阶平稳条件,满足计量回归要求。

同质面板单位根检验和异质面板单位根检验结果表明,所有变量一阶平稳,符合实证研究需要。同时,采用 KAO^[73] 的残差协整检验方法,发现各变量之间存在长期稳定均衡关系,符合省际面板数据研究预期。此外,多重共线性检验结果表明,各控制变量平均的 VIF 值为 3.462,表明所选控制变量较为合理地避免了多重共线性干扰。

4 实证结果分析

4.1 从技术创新到生产效率的耦合转化关系

4.1.1 线性驱动影响检验

(1)基准模型。探讨技术创新对生产效率的驱动效应,以生产效率为被解释变量,以技术创新水平为解释变量,设计线性模型,考察从技术创新到生产效率的转换关系。检验模型为

$$Eff = \omega Inn + \theta_n C^n + \mu + \nu + \varepsilon^1 \quad (1)$$

其中, C^n 为控制变量, n 为控制变量数量, $n = 1, 2, \dots, 8$; μ 为不随时间变化的各样本截面个体效应; ν 为时间个体效应; ω 为技术创新水平对生产效率的影响系数; θ_n 为各控制变量对生产效率的影响系数; ε^1 为误差项,满足正态分布条件, $\varepsilon^1 \sim N(0, \sigma^2)$ 。

表 2 给出技术创新对生产效率影响的估计结果。考虑每个省份个体差异可能衍生不随时间变化的非观测效应,经 Hausman 检验,用固定效应模型检验技术创新与生产效率之间的线性关系。由表 2 的 (1) 列可知,技术创新对生产效率的线性影响系数为 4.671,在 1% 水平上显著,说明技术创新对生产效率具有正向转化关系。经历了改革开放初期的技术学习和创新模仿,内生经济增长的动能将从外部吸收转向自主研发和技术创新,两者之间的耦合转化有利于共轨赋能创新发展。线性估计结果符合内生经济增长理论的中国化解释,人口红利褪去后,外延式扩张难以以为继,降低了要素投入的产出预期^[74],而生产效率提升不应依赖于外部供给。随着近年来改革开放深化,内外技术竞争加剧,创新意识不断强化,越来越多的企业致力于寻求自主技术创新,推动了国内生产效率提升。杨俊等^[75]的研究得到相似的结果,即技术进步将成为经济增长的内生动力源。但差异在于,诸多学者关注技术进步对于内生经济增长和生产效率提升的重要性^[76],却鲜有研究同时考虑技术的来源问题。本研究将内生经济增长解释前置,将技术进步的来源界定为自主创新,通过量化模型验证发现,技术创新与生产效率之间存在正向驱动转

表2 技术创新对生产效率影响的线性估计结果
Table 2 Estimated Results for the Linear Impact of Technology Innovation on Production Efficiency

变量	Eff		
	线性估计模型 (1)	内生性检验模型 (2)	稳健性检验模型 (3)
$Eff_{i,t-1}$		-0.375 (-0.853)	
Inn	4.671*** (5.821)	7.243*** (3.591)	0.982*** (49.382)
Eco	-0.499 (-0.552)	-0.518 (-0.976)	-0.052 (-0.881)
Urb	0.636* (1.741)	-2.834* (-1.779)	0.454*** (11.886)
Hum	-0.024 (-0.480)	-0.095** (-2.248)	-0.015 (-1.360)
Mak	0.164*** (2.653)	0.439*** (2.682)	0.626*** (21.063)
Gov	-0.070 (-0.441)	-0.221 (-0.912)	-0.195*** (-13.991)
Tei	2.623 (1.600)	12.188*** (2.713)	-1.880 (-1.228)
Tra	-0.005 (-0.327)	0.009 (0.446)	-0.004 (-1.279)
Tec	0.048*** (3.589)	0.113*** (4.357)	0.044*** (13.933)
J 检验值		11.290 (0.938)	

注：***为在1%水平上显著，**为在5%水平上显著，*为在10%水平上显著，下同；括号内数据为t检验值。

化关系，从而为构建完全自主的创新价值链提供了经验依据。

(1)列中，经济基础对生产效率的影响并不显著，内生经济增长需要摆脱外延式扩张。城市化水平对生产效率具有显著正向影响，尤其在工业化升级阶段，要加快供给侧改革，以城市化发展加速工业化转型升级，促进产城融合和生产效率提升。人力资本条件对生产效率的影响并不显著，可能的原因在于，近年来随着中国教育水平提升，平均受教育年限增速放缓，对生产效率的影响逐渐弱化。市场化经济程度对生产效率提升具有积极影响，反映了开放竞争的重要性。政府创新激励对生产效率的影响并不显著，表明外生干预难以发挥引导作用，市场化机制更为重要。国外技术引进和贸易开放度对生产效率的影响同样不显著，说明外部依赖性降低，要转向“以我为主”的内生路径。技术水平对生产效率的影响显著为正，说明提高技术水平，在市场竞争机制

下促进自主技术交易，推广技术应用，能够显著加快生产效率提升。

(2)内生性检验。在面板固定效应中，宏观数据可能衍生内生性问题，虽然本研究加入了多项控制变量，但依然可能存在遗漏因素，造成生产效率的组内时间趋势干扰。为了排除内生性影响，本研究在模型中引入生产效率的滞后1阶项，将不可观测的组内影响因素外生化，在一定程度上降低估计过程中的内生性干扰。检验模型为

$$Eff_{i,t} = \beta_0 + \rho_{i,t-1} Eff_{i,t-1} + \omega_{i,t} Inn_{i,t} + \theta_n C^n + \mu + v + \varepsilon^2 \quad (2)$$

其中， i 为省， t 为年， β_0 为截距项， ρ 为滞后1阶生产效率的影响系数， ε^2 为误差项。进一步转换离差形式为

$$Eff_{i,t-1} - \overline{Eff}_i = \rho_1 (Eff_{i,t-1} - \overline{Eff}_i) + \omega_1 (Inn_{i,t} - \overline{Inn}_i) + (\varepsilon_{i,t}^3 - \bar{\varepsilon}_i) \quad (3)$$

其中， \overline{Eff}_i 为截面个体生产效率的平均值， $\overline{Eff}_{i,t} = \frac{1}{T-1} \sum_{t=2}^T Eff_{i,t}$ ， T 为时间序列跨度； \overline{Inn}_i 为截面个体技术创新水平的平均值； ρ_1 为生产效率阶差的影响系数； ω_1 为技术创新水平观测离差对生产效率离差的影响系数； $\varepsilon_{i,t}^3$ 为误差项； $\bar{\varepsilon}_i$ 为误差项平均值。(3)式中已经不存在不随时间变化的干扰项 μ ，因而固定效应拟合无效。

进一步以一阶差分消除个体效应，检验模型为

$$\Delta Eff_{i,t} = \rho \Delta Eff_{i,t-1} + \omega_1 \Delta Inn_{i,t} + \Delta \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

其中， $\Delta Eff_{i,t}$ 为生产效率的一阶差分项； $\Delta Eff_{i,t-1}$ 为滞后1阶生产效率的一阶差分项， $\Delta Eff_{i,t-1} = Eff_{i,t-1} - Eff_{i,t-2}$ ； $\Delta Inn_{i,t}$ 为技术创新水平的一阶差分项； $\Delta \varepsilon_{i,t}$ 为截距差分项， $\Delta \varepsilon_{i,t} = \varepsilon_{i,t}^3 - \varepsilon_{i,t-1}^3$ ， $\varepsilon_{i,t-1}^3$ 为 $Eff_{i,t-1}$ 的误差项。由于 $\Delta Eff_{i,t-1}$ 与 $\Delta \varepsilon_{i,t}$ 相关，因此模型中依然可能存在内生性干扰，需要寻求工具变量介入。通常情况下，由于宏观面板数据的影响因素较为广泛，一般的工具变量难以适用，因此引入被解释变量的滞后项作为工具变量。经过上述分析可知， $Eff_{i,t-2}$ 的变化会引起 $\Delta Eff_{i,t-1}$ 的变化，因此两者具有相关性。进一步推导，当 $\varepsilon_{i,t}^3$ 无自相关时， $Eff_{i,t-2}$ 只与2期滞后误差 $\varepsilon_{i,t-2}^3$ 相关，与 $\Delta Eff_{i,t-1}$ 无关，满足了工具变量的外生性。因此，可以引入 $Eff_{i,t-1}$ ，以差分GMM模型检验技术创新对生产效率的影响，以此排除估计过程中的内生性干扰。检验结果见表2的(2)列，技术创新水平对生产效率的影响系数为7.243，在1%水平上显著，这与表2的(1)列的结果一致，且J检验t值为0.938，说明广义矩估计有效，线性输出结果较好地控制了内生性干扰。

(3)稳健性检验。线性回归过程中，如果个体不可观测效应与自变量无关，需要进一步用随机效应模型检验技术创新对生产效率影响结果的稳健性。检验结果见表2的(3)列，技术创新水平对生产效率的影响系数为0.982，依然在1%水平上显著，核心解

释变量影响的估计结果与表 2 的 (1) 列的结果相一致，仅个别控制变量的影响系数和显著性发生了不同程度变化，由此验证了线性估计结果的可信度。

4.1.2 非线性驱动影响

(1) 基准模型。考虑到技术创新对生产效率的影响存在动态演化特征，本研究将解释变量嵌入分段假设检验函数 $I(Inn)$ ，得到技术创新对生产效率的非线性检验模型。目前 Hansen 的非线性回归技术最多可以检测三重门槛回归模型，最多可识别 3 项门槛阈值，每个门槛阈值将技术创新水平区分为上、下不同门槛区间，由 3 个门槛阈值衍生出技术创新水平的 4 个不同门槛区间。具体模型为

$$Eff = \omega_1 Inn \cdot I(Inn_{i,t} \leq \gamma_1) + \omega_2 Inn \cdot I(\gamma_1 < Inn_{i,t} \leq \gamma_2) + \omega_3 Inn \cdot I(\gamma_2 < Inn_{i,t} \leq \gamma_3) + \omega_4 Inn \cdot I(Inn_{i,t} > \gamma_3) + \mu + v + \varepsilon^4 \quad (5)$$

其中， $I(\cdot)$ 为假设检验函数； $\gamma_1 \sim \gamma_3$ 分别为技术创新水平变化的第 1 个门槛阈值 ~ 第 3 个门槛阈值； $\omega_1 \sim \omega_4$ 分别为每个门槛区间的影响系数，即 (1) 式中技术创新效率对生产效率的影响系数 ω 的非线性演化形式； ε^4 为误差项。

表 3 给出技术创新对生产效率影响的非线性估计结果。根据 Hansen 的门槛估计方法，假设门槛效应存在的原假设为 $H_0: \alpha_1 = \alpha_2$ ；否定假设为 $H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2$ 。

表 3 技术创新对生产效率影响的非线性估计结果
Table 3 Estimated Results for the Nonlinear Impact of Technology Innovation on Production Efficiency

变量	Eff		
	动态门槛估计模型 (1)	内生性检验模型 (2)	稳健性检验模型 (3)
Inn-1	(0, 0.246]	(0, 0.217]	(0, 0.363]
ω_1	0.560 (1.266)	-0.135 (-1.140)	-0.483 (-0.538)
Inn-2	(0.246, 0.363]	(0.217, 0.316]	(0.363, 0.492]
ω_2	-0.061 (-1.264)	0.139 (1.611)	0.707 (1.211)
Inn-3	(0.363, 0.500]	(0.316, 0.429]	(0.492, 0.639]
ω_3	0.325 (0.929)	0.027 (1.113)	-0.078 (-1.592)
Inn-4	(0.500, +∞)	(0.429, +∞)	(0.639, +∞)
ω_4	1.817* (1.798)	0.041* (1.882)	0.010** (2.239)

注：Inn-1 ~ Inn-4 分别为技术创新水平所处的第 1 门槛区间 ~ 第 4 门槛区间，对应的数据为技术创新水平所在在门槛区间的上限阈值和下限阈值； $\omega_1 \sim \omega_4$ 对应的括号内数据为 t 检验值，下同；动态门槛估计模型中不再赘述控制变量的影响；考虑到实际意义，结果门槛区间均取正，下同。

构建统计量 $F, F = \frac{S_0(\hat{\gamma}) - S_1(\hat{\gamma})}{\hat{\sigma}^2}$ ， $S_0(\hat{\gamma})$ 和 $S_1(\hat{\gamma})$ 分别为在 H_0 和 H_1 假设条件下用参数估计得到的残差平方， $\hat{\sigma}^2$ 为在 H_1 假设条件下用参数估计得到的残差方差。通过自抽样获得 F 统计量的渐进分布，借助自举法模拟检验似然比 1 000 次，结合 bootstrap 的 p 值与 F 值测算得到拒绝原假设的概率值，以此检验技术创新对生产效率的影响门槛阈值是否合理和显著。

表 3 中 (1) 列的估计结果表明，技术创新对生产效率的驱动影响并非简单的线性有效，存在显著三重门槛特征，且在 4 个门槛区间内技术创新水平对生产效率的影响存在不同程度差异。当技术创新水平在 (0, 0.246]、(0.246, 0.363]、(0.363, 0.500] 区间时，对生产效率的影响不显著；当技术创新水平超过 0.500 后，对生产效率的影响系数为 1.817，在 10% 水平上显著，此时技术创新与生产效率之间释放了积极的耦合转化反应。上述结果说明，技术创新与生产效率之间并非单向线性相关， H_1 得到验证。技术创新在初级阶段为基础研究活动，难以实现技术产业化，甚至可能衍生创新投入黑洞，无法匹配生产效率。只有不断强化技术创新能力，达到技术转化和市场化应用门槛，才能实现从技术创新向生产效率提升的内生转化。

虽然经验性判断认为技术创新能够推动生产效率提升^[7]，但与传统的线性研究相比，门槛估计结果能够提供更为合理的逻辑解释。技术创新与生产效率之间的关系并非线性有效，只有技术创新达到一定水平才能激励生产效率提升，释放显性绩效，这一结果符合创新价值链的纵向传导逻辑。相应的理论机制在于，内生经济增长需要以创新价值链的纵向传导为支撑，但并不意味着技术创新一定能够释放生产效率，技术创新的转化风险是与生俱来的，不可消除，技术创新在初级阶段以基础研究为主，无法直接转化为显性绩效。只有不断强化技术创新，坚持自主研发，才能推动生产效率提升。

通过非线性门槛回归模型检验发现，省份层面技术创新水平对生产效率的正向溢出转化阈值为 0.500，接近于分布中值。其现实意义在于，当省份创新要素的投入产出转化效率低于 0.500 时，对生产效率的创新支撑不足，内生经济增长可能无法实现自循环驱动。只有提高自主研发能力，将创新资源的投入产出效率提升超过 0.500 这一门槛阈值，才能有效释放创新溢出效应，并将之转化为生产效率的内生驱动力。全国 30 个省份中，上海、广东等 10 个省份的技术创新水平已经超过了 0.500 这一门槛阈值，能够有效驱动生产效率提升和内生经济增长。而青海、宁夏等多数省份的技术创新水平依然低于 0.500，难以驱动内生经济增长，要打破两者之间的转化壁垒，就必须坚持强化技术创新，以自主研发推动生产效率提升。

(2) 内生性检验。非线性动态估计模型在内生性检验时，GMM、IV 工具变量等线性方法并不适用。

本研究借鉴韩先锋等^[78]的方法,对门槛回归模型的技术创新水平做滞后1阶处理,以此判断技术创新对生产效率的影响是否存在内生性干扰。检验结果见表3的(2)列,虽然门槛阈值发生了一些改变,但技术创新对生产效率的影响依然存在三重门槛特征,在(0, 0.217]、(0.217, 0.316]、(0.316, 0.429]区间时的驱动效应均不显著,只有技术创新水平超过0.429后,对生产效率的影响系数变为正向显著,这一动态演化轨迹与(1)列的结果高度相似,说明非线性动态估计结果在一定程度上控制了内生性影响。

(3)稳健性检验。为了进一步考察非线性模型输出的稳健性,在门槛回归模型的面板数据中剔除生产效率最高和最低的两个省份,排除极值数据干扰,通过28个省份的面板数据检验技术创新对生产效率的非线性影响。检验结果见表3的(3)列,非线性估计结果与(1)列的结果吻合,技术创新对生产效率的驱动影响仅在最高水平的第4门槛区间有效,进一步说明非线性动态估计结果具有合理的稳健性。

4.2 双向跨境投资对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应

4.2.1 外资引入对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应

(1)基准模型。将外资引入水平作为门槛调节变量,以技术创新水平作为解释变量,以生产效率作为被解释变量,检验外资引入对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应。检验模型为

$$Eff = \omega_1 Inn \cdot I(Ifd_{i,t} \leq \gamma_1) + \omega_2 Inn \cdot I(\gamma_1 < Ifd_{i,t} \leq \gamma_2) + \omega_3 Inn \cdot I(\gamma_2 < Ifd_{i,t} \leq \gamma_3) + \omega_4 Inn \cdot I(Ifd_{i,t} > \gamma_3) + \mu + \nu + \varepsilon^5 \quad (6)$$

其中, ε^5 为误差项。

表4给出双向跨境投资对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应估计结果,(1)列为外资引入水平对创新价值链纵向传导的杠杆溢出影响,当外资引入水平在(0, 4.863]、(4.863, 5.277]、(5.277, 6.298]区间时,技术创新对生产效率的影响均不显著,当外资引入水平超过6.298时,技术创新对生产效率的影响变得积极有效,影响系数为2.383,在10%水平上显著。表明低强度外资引入释放更多的是经济溢出,对创新价值链的驱动可能有所不足,只有高强度外资引入才能正向驱动创新价值链的纵向传导, H_2 得到部分验证。可见,外资引入对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应并非一成不变,存在显著门槛调节规律,如何利用外资引入推动从技术创新到生产效率提升的耦合转化显得尤为重要。

外资引入对创新价值链纵向传导的正向溢出门槛阈值为6.298,这一指标代表外资引入的门槛规模为80.516亿美元,对应的现实情况是,当前绝大部分省份的外资引入水平均已超过这一阈值,提高招商引资强度,就能够通过外资引入吸收创新资源,引入高强度技术竞争,将外资内循环的溢出效应从经济驱动转化为创新驱动,为产业升级和效率提升

表4 双向跨境投资对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应估计结果
Table 4 Estimation Results for Leverage Spillover Effects of Bidirectional Cross Border Investment on Vertical Transmission of Innovation Value Chain

变量	Eff			变量	Eff		
	门槛调节模型 (1)	内生性检验模型 (2)	稳健性检验模型 (3)		门槛调节模型 (4)	内生性检验模型 (5)	稳健性检验模型 (6)
<i>Ifd-1</i>	(0, 4.863]	(0, 5.330]	(0, 4.873]	<i>Ofd-1</i>	(0, 0.432]	(0, 0.357]	(0, 0.432]
ω_1	0.543 (0.942)	-0.123 (-0.660)	-0.379*** (-5.975)	ω_1	0.867 (1.511)	-0.107 (-0.195)	-0.401*** (-6.106)
<i>Ifd-2</i>	(4.863, 5.277]	(5.330, 6.229]	(4.873, 5.277]	<i>Ofd-2</i>	(0.432, 2.450]	(0.357, 0.437]	(0.432, 2.450]
ω_2	-0.015 (-0.313)	0.160 (1.011)	0.644 (1.096)	ω_2	-0.059 (-1.210)	0.176 (1.415)	0.984 (1.201)
<i>Ifd-3</i>	(5.277, 6.298]	(6.229, 6.388]	(5.277, 6.298]	<i>Ofd-3</i>	(2.450, 5.407]	(0.437, 4.676]	(2.450, 5.704]
ω_3	0.226 (0.684)	0.026*** (4.036)	-0.030 (-0.619)	ω_3	0.175 (0.546)	0.017 (0.659)	-0.075 (-1.492)
<i>Ifd-4</i>	(6.298, +∞)	(6.388, +∞)	(6.298, +∞)	<i>Ofd-4</i>	(5.407, +∞)	(4.676, +∞)	(5.704, +∞)
ω_4	2.383* (1.669)	0.029* (1.778)	0.070** (2.290)	ω_4	4.947** (2.466)	0.356* (1.831)	0.012** (2.049)

注: *Ifd-1*~*Ifd-4*分别为外资引入水平所处的第1门槛区间~第4门槛区间, *Ofd-1*~*Ofd-4*分别为对外投资水平所处的第1门槛区间~第4门槛区间,其对应的数据为所在门槛区间的上限阈值和下限阈值。

注入长效动能。实证结果说明,经过40多年改革开放,中国的外资引入水平已经高居世界前列,外资引入为经济增长和技术进步提供了重要的内生驱动力。但即便外资引入水平已经相对较高,依然不能忽视对外开放的重要性,各省份要继续提升外资引入规模和外资质量,确保外资引入规模长期高于80.516亿美元这一门槛阈值。

对比已有研究,主流研究普遍认为外资引入对国内经济增长和生产效率提升存在正向溢出作用^[79],但这并不符合动态演化规律。王佳等^[9]采用跨国面板数据研究发现,外资引入对东道国技术创新的影响存在非线性特征。早期外资引入能够显著带动国内经济增长和技术进步,这是内外技术势差较大所致,在技术势差逐渐缩小的过程中,外资引入的溢出轨迹必将出现动态变化。当中国经济开放水平提升,低强度外资引入将难以释放溢出红利,只有高强度外资引入才能激励技术竞争,扩大技术势差空间,从而推动生产效率提升和内生经济增长。

(2) 内生性检验。在门槛回归模型中,对技术创新水平做滞后1阶处理,以此判断外资引入对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应是否存在内生性干扰。检验结果见表4的(2)列,外资引入对创新价值链的纵向传导同样存在显著三重门槛影响,在(0, 5.330]和(5.330, 6.229]区间时,技术创新对生产效率的影响并不显著;当外资引入水平提升至第3门槛区间(6.229, 6.388]时,技术创新对生产效率的影响系数为0.026,在1%水平上显著;当外资引入水平超过6.388后,技术创新对生产效率的影响依然保持积极有效。上述结果与(1)列的区别在于,外资引入的正向杠杆激励区间有所不同,但整体规律基本一致,当且仅当外资引入水平超过一定门槛阈值时,才能撬动创新价值链纵向传导的正向溢出,说明外资引入的门槛调节模型估计结果合理控制了内生性干扰。

(3) 稳健性检验。进一步在门槛回归模型中剔除生产效率最高和最低的极值省份,检验外资引入对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应估计结果是否稳健。检验结果见表4的(3)列,外资引入水平处于第1门槛区间(0, 4.873]时,技术创新对生产效率的影响显著为负,这与上述两个模型估计结果有所差异。可能的原因在于,外资引入在初级阶段对生产效率的驱动效应比技术创新更为直接,这种冲击对创新价值链纵向传导造成了一定的抑制性作用。当外资引入水平提升至(4.873, 5.277]和(5.277, 6.298]区间时,技术创新对生产效率的影响变为不显著。当外资引入水平超过6.298后,技术创新对生产效率的驱动影响变为积极有效,这一规律与(1)列的估计结果相符,验证了外资引入的杠杆效应存在强度门槛,进一步反映了实证结果的可信度。

4.2.2 对外直接投资对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应

(1) 基准模型。将对外投资水平作为门槛调节变量,以技术创新水平作为解释变量,以生产效率作为

被解释变量,检验对外投资对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应。检验模型为

$$Eff = \omega_1 Inn \cdot I(Ofd_{i,t} \leq \gamma_1) + \omega_2 Inn \cdot I(\gamma_1 < Ofd_{i,t} \leq \gamma_2) + \omega_3 Inn \cdot I(\gamma_2 < Ofd_{i,t} \leq \gamma_3) + \omega_4 Inn \cdot I(Ofd_{i,t} > \gamma_3) + \mu + \nu + \varepsilon^6 \quad (7)$$

其中, ε^6 为误差项。

表4的(4)列给出对外投资对创新价值链纵向传导的杠杆溢出影响的检验结果,对外投资水平对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应同样存在三重门槛特征,对外投资水平在(0, 0.432]、(0.432, 2.450]、(2.450, 5.407]区间时,技术创新对生产效率的驱动影响不显著。当对外投资水平超过5.407后,技术创新对生产效率的影响系数为4.947,在5%水平上显著,此时对外投资能够正向激励创新价值链的纵向传导机制,释放杠杆溢出红利。低强度对外投资的驱动效应并不显著,只有高强度对外投资才能正向驱动创新价值链的纵向传导, H_3 得到部分验证。可能的原因在于,对外开放初级阶段,“走出去”的诉求更多源于基础资源开发或低端市场扩张,难以释放技术溢出和创新驱动,只有继续加快“走出去”,提高对外投资强度,嵌入高端价值链,才能渗透至技术创新维度,吸收外部创新资源,提升自主研发水平,最终撬动对生产效率的内生驱动效应。

上述动态检验结果与已有研究结论的共同点是,随着经济开放逐步转向“走出去”,对外投资能够逆向驱动国内技术进步^[62],提升生产效率^[80],释放积极的溢出红利。但本研究发现,这种溢出效应不仅存在于直接影响,更为重要的是,通过对外投资吸收国外先进的创新经验,将之转化为自身技术创新,再进一步加速生产效率提升,从而验证了对外投资、技术创新和生产效率三者之间存在的迭代关系。符合黄远浙等^[81]的研究结论,即对外投资只有扩大深度和广度才能驱动国内技术创新,提供内生动力。

量化分析结果表明,对外投资水平对创新价值链纵向传导的正向溢出门槛阈值为5.407,对应的原始数据为33.031亿美元,这将省份对外投资水平划分为有效区间和无效区间。只有积极“走出去”,将对外投资规模扩张超过阈值33.031亿美元,才能深入参与全球市场竞争,获得外循环创新资源,逆向提升国内技术创新水平,推动生产效率提升和内生经济增长。从全国范围看,近半数省份的对外投资规模低于33.031亿美元这一门槛阈值,其中包括甘肃、陕西等西部省份,要加快这些省份开放经济的转换步伐,从单向重视“引进来”转向与“走出去”并重,开拓外循环创新吸收通道,学习先进技术和创新经验,寻求自主驱动的内生经济增长路径。

对比发现,双向跨境投资对创新价值链纵向传导的溢出影响具有相似的演进规律,即低强度投资无效,只有高强度投资能够正向驱动创新价值链的纵向传导。但同时,双向跨境投资对创新价值链纵向

传导的溢出影响有所差异,外资引入的门槛水平相对更高,实证结果部分支持 H_4 。

(2) 内生性检验。为了排除可能产生的内生性干扰,本研究设计反向因果检验模型,先判断技术创新水平与对外投资水平之间是否存在逆向关系。检验模型为

$$Ofd = \vartheta Inn + \theta_n C^n + \mu + v + \varepsilon \quad (8)$$

其中, ϑ 为技术创新影响对外投资的逆向影响系数。以固定效应估计模型进行检验,结果表明,技术创新水平对对外投资水平的影响并不显著,由此排除了对外投资对技术创新水平可能产生的反向因果干扰。

在门槛回归模型中,对技术创新水平做滞后1阶处理,以此判断对外投资对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应是否存在内生性干扰。回归结果见表4的(5)列,对外投资水平处于(0, 0.357]、(0.357, 0.437]、(0.437, 4.676]区间时,技术创新对生产效率的影响不显著;当对外投资水平超过4.676门槛阈值时,技术创新对生产效率的影响系数为0.356,在10%水平上显著,产生了积极的杠杆溢出效应,这一规律与(4)列的结果基本一致。

(3) 稳健性检验。在门槛回归模型中剔除生产效率最高和最低的极值省份,检验对外投资对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应是否稳健。检验结果见表4的(6)列,当对外投资水平处于第1门槛区间(0, 0.432]时,技术创新对生产效率的影响系数显著为负,可能的原因在于,剔除极值数据的影响,“走出去”的初级阶段资源外流和产业转移在一定程度上抑制国内技术研发积极性,对生产效率造成挤出效应;当对外投资水平逐步升级,在(0.432, 2.450]和(2.450, 5.704]区间时,技术创新对生产效率的影响变为不显著;对外投资水平超过5.704门槛后,能够激励从技术创新到生产效率提升的耦合转化。虽然分阶段估计结果有所差异,但整体趋势依然验证了对外投资对创新价值链纵向传导的杠杆溢出效应存在特定门槛规律。

4.3 双向跨境投资对创新价值链纵向传导的交互溢出效应

进一步以外资引入水平与对外投资水平的交互项作为核心解释变量,设计门槛回归模型,考察外资引入与对外投资对创新价值链纵向传导的交互溢出效应。回归模型为

$$\begin{aligned} Eff = & \zeta_1 Inn \cdot I(Ifd_{it} \cdot Ofd_{it} \leq \gamma_1) + \\ & \zeta_2 Inn \cdot I(\gamma_1 < Ifd_{it} \cdot Ofd_{it} \leq \gamma_2) + \\ & \zeta_3 Inn \cdot I(\gamma_2 < Ifd_{it} \cdot Ofd_{it} \leq \gamma_3) + \\ & \zeta_4 Inn \cdot I(Ifd_{it} \cdot Ofd_{it} > \gamma_3) + \mu + v + \varepsilon^7 \end{aligned} \quad (9)$$

其中, ζ 为外资引入水平与对外投资水平的交互项在动态变化过程中技术创新对生产效率的影响系数,按照三重门槛估计结果,交互项的最大门槛数为3, $\xi_1 \sim \xi_4$ 分别为双向跨境投资交互项在第1门槛区间 ~

第4门槛区间时技术创新对生产效率的影响系数; ε^7 为误差项。

回归结果见表5中的(1)列,外资引入水平与对外投资水平的交互项对创新价值链纵向传导同样存在三重门槛影响,当二者交互水平小于2.007时,技术创新对生产效率的影响不显著,低强度的双向跨境投资难以释放创新溢出效应;当二者交互水平处于第2门槛区间(2.007, 25.293]时,技术创新对生产效率的影响依然不显著,这与单向跨境投资创新溢出轨迹相似;当二者的交互项继续提升至第3门槛区间(25.293, 40.012]时,技术创新对生产效率的影响系数为4.339,在1%水平上显著,此时创新价值链的纵向传导变得积极有效;当二者的交互项超过40.012后,技术创新对生产效率的影响系数提升到4.620,扩大了创新价值链的纵向溢出效应。

从全国的整体情况看,外资引入水平与对外投资水平的交互项对创新价值链的纵向传导存在三重门槛影响,在低水平门槛区间难以释放创新溢出效应,只有二者的交互水平达到门槛阈值25.293(对应原始数据为506.992亿美元)后,才能有效激励创新价值链的纵向传导,且在最高水平区间的创新驱动力量最佳。实证结果说明,双向跨境投资对创新价值链的纵向传导存在交互影响, H_5 得到部分验证。上述结果与邵玉君^[17]的研究结论有一定相似性,双向跨境投资彼此嵌入,打通了内外双循环接口,促进从技术创新到生产效率提升的内生驱动效应。结合单向跨境投资的创新溢出规律看,上述非线性机制的合理性解释在于,对外开放初级阶段,中国经济发展水平相对较低,技术学习能力有限,外资引入不足以驱动技术创新和生产效率提升,当然,这是跨境投资演化的必经过程。随着经济发展水平提升,内外技术势差缩小,中国企业积极“走出去”,外资引入与对外投资之间产生了积极的交互影响。一方面,外资企业进入带动了上下游产业协同创新,加速了国内企业技术水平提升;另一方面,国内企业积极“走出去”也会逆向提升国内市场技术竞争水平,二者之间的交互影响将跨境投资的溢出通道嵌入内外双循环空间,驱动国内创新价值链升级,释放正向溢出效应。

进一步分区域探讨双向跨境投资对创新价值链纵向传导的交互溢出效应。按照国家统计局的分区惯例,将30个省份分为东部、中部和西部3个地区,东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、广西、海南12个省份;中部地区包括山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南9个省份;西部地区包括四川、贵州、重庆、云南、陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆9个省份。由表5的(2)列可知,东部地区外资引入水平与对外投资水平的交互项超过40.012(6994.430亿美元)后,就能释放对创新价值链的正向溢出效应。由表5的(3)列可知,中部地区外资引入水平与对外投资水平的交互项影响存在双重门槛规律,其正向溢出门槛阈值为9.975(12.998亿美元)。由表5的(4)

表5 双向跨境投资对创新价值链纵向传导的交互溢出效应估计结果
Table 5 Estimation Results for Interaction Spillover Effects of Bidirectional Cross Border Investment on Vertical Transmission of Innovation Value Chain

变量	Eff			
	全国 (1)	东部 (2)	中部 (3)	西部 (4)
$Ifd \cdot Ofd-1$	(0, 2.007]	(0, 22.932]	(0, 9.975]	(0, 8.431]
ξ_1	4.768 (0.996)	4.166 (0.380)	5.553 (1.340)	4.526 (0.942)
$Ifd \cdot Ofd-2$	(2.007, 25.293]	(22.932, 40.012]	(9.975, 28.187]	(8.431, 16.336]
ξ_2	4.464 (0.766)	4.325 (1.438)	5.310*** (5.210)	4.038* (1.786)
$Ifd \cdot Ofd-3$	(25.293, 40.012]	(40.012, 44.552]	(28.187, +∞)	(16.336, 28.187]
ξ_3	4.339*** (5.617)	5.265*** (3.671)	4.870*** (5.170)	4.287*** (4.057)
$Ifd \cdot Ofd-4$	(40.012, +∞)	(44.552, +∞)		(28.187, +∞)
ξ_4	4.620*** (5.770)	4.147*** (3.470)		3.801*** (3.696)

注: $Ifd \cdot Ofd-1 \sim Ifd \cdot Ofd-4$ 分别为外资引入水平与对外投资水平交互项所处的第1门槛区间~第4门槛区间,其对应的数据为所在门槛区间的上限阈值和下限阈值; $\xi_1 \sim \xi_4$ 对应的括号内数据为t检验值。

列可知,西部地区外资引入水平与对外投资水平的交互水平超过8.431(8.052亿美元)后,才能释放积极的创新溢出效应。

4.4 双向跨境投资对创新价值链纵向传导的区域异质性影响

中国地域辽阔,各地区开放经济发展水平不一,技术创新差距较大,跨境投资对创新价值链纵向传导的溢出效应可能存在一定的空间异质性,本研究分地区进行检验,检验结果见表6。

表6的(1)列给出东部地区外资引入对创新价值链纵向传导的非线性溢出影响估计结果,外资引入水平低于6.123(67.592亿美元)时,技术创新对生产效率的影响不显著;只有当外资引入水平超过6.123后,才能有效激励创新价值链的纵向传导。动态特征在于,外资引入的影响系数在(6.123, 6.298]区间时更高,为4.029;当外资引入水平超过6.298后,影响系数有所下降。(4)列给出东部地区对外投资的创新溢出影响估计结果,对外投资水平超过6.093(65.576亿美元)后,能够激励从技术创新到生产效率的纵向传导。表6的(2)列给出中部地区外资引入的估计结果,外资引入的正向溢出门槛阈值为4.600(14.742亿美元),且影响系数在(5.536, 6.388]区间时最高,达到5.265;(5)列给出中部地区对外投资的估计结果,其正向溢出门槛阈值为4.165(9.538亿美元)。表6的(3)列给出西部地区外资引入的估计结果,外资引入水平低于4.457(12.774亿美元)时,技术创新对生产效率的影响不显著,当外资引入水平超过4.457后,释放了积极

溢出效应,且溢出影响系数在(4.952, 5.295]区间时最高,为4.231;(6)列给出西部地区对外投资的估计结果,其正向溢出门槛阈值为0.905(0.366亿美元)。

从分地区对比看,共性规律在于,东部、中部和西部地区双向跨境投资在高水平区间都能够撬动创新价值链的纵向传导,外资引入的正向创新溢出门槛相对高于对外投资的,说明对外投资“走出去”的创新溢出空间相对更高,这与全国层面检验结果一致。空间异质性在于,外资引入水平、对外投资水平以及二者交互项的正向溢出门槛阈值呈现出东高西低的顺势演化规律,且各地区之间的差异程度有所不同。相应理论解释在于,首先,中国改革开放是一个逐步推进的过程,沿海特区先行开放,因此东部地区吸收外资时间较早,有效带动了该地区各省份技术进步和生产效率提升,同时也是对外投资“走出去”的先行者,双向跨境投资的创新溢出水平高于中西部地区。当然,跨境投资的溢出轨迹是动态变化的,东部地区经济发展水平和技术创新能力相对更高,所以内外技术势差低于中西部地区,双向跨境投资的正向溢出门槛也就更高,反而凸显了中西部地区的后发优势。其次,中部地区与西部地区外资引入的正向溢出门槛阈值接近,原因在于中西部地区开放节奏相近,外资引入的溢出空间趋同,但在对外投资维度,西部地区“走出去”步伐明显慢于中部地区,对外投资的正向溢出门槛大幅低于中部地区,由此带来更为广阔的外循环溢出空间。最后,中西部地区外资引入水平与对外投资水平交互影响的正向溢

表6 双向跨境投资对创新价值链纵向传导的区域异质性影响估计结果
Table 6 Estimation Results for Regional Heterogeneity Impact of Bidirectional Cross Border Investment on Vertical Transmission of Innovation Value Chain

变量	Eff			变量	Eff		
	东部 (1)	中部 (2)	西部 (3)		东部 (4)	中部 (5)	西部 (6)
<i>Ifd-1</i>	(0, 4.863]	(0, 4.600]	(0, 4.457]	<i>Ofd-1</i>	(0, 5.407]	(0, 2.004]	(0, 0.905]
ω_1	2.830 (1.269)	4.675 (0.589)	2.985 (0.731)	ω_1	3.911 (0.933)	4.556 (0.136)	4.608 (0.376)
<i>Ifd-2</i>	(4.863, 6.123]	(4.600, 5.536]	(4.457, 4.952]	<i>Ofd-2</i>	(5.407, 6.093]	(2.004, 3.967]	(0.905, 4.351]
ω_2	3.453 (0.783)	4.927*** (2.776)	3.600* (1.794)	ω_2	4.454 (1.212)	4.050 (0.935)	4.186*** (3.270)
<i>Ifd-3</i>	(6.123, 6.298]	(5.536, 6.388]	(4.952, 5.295]	<i>Ofd-3</i>	(6.093, 6.700]	(3.967, 4.165]	(4.351, 4.535]
ω_3	4.029*** (2.971)	5.265*** (5.165)	4.231*** (3.832)	ω_3	3.935*** (2.913)	4.733 (0.030)	4.420*** (3.787)
<i>Ifd-4</i>	(6.298, +∞)	(6.388, +∞)	(5.295, +∞)	<i>Ofd-4</i>	(6.700, +∞)	(4.165, +∞)	(4.535, +∞)
ω_4	3.077*** (2.387)	4.562* (4.365)	2.908*** (2.731)	ω_4	4.378** (2.300)	4.131*** (5.213)	4.037*** (3.243)

出门槛差异更为明显,从结构上看,现阶段对外投资的溢出效应存在严重的空间失衡现象,西部地区要充分激励对外投资的创新溢出空间。综上,东部地区技术创新依赖的跨境投资强度相对更高,包括外资引入和对外投资,而中西部地区跨境投资创新溢出门槛普遍较低,通过开放经济驱动技术创新起步更快,差异更多集中在对外投资维度,西部地区的溢出空间明显更为广阔。

5 结论

5.1 研究结果

本研究构建一个双向协同、纵横交错、动静结合的研究框架,为协调“引进来”与“走出去”并重,将跨境投资的横向溢出效应转化为纵向传导效应,撬动创新价值链的自主驱动力,拓展形成共生解释界面和非线性经验启示。研究表明,①从技术创新到生产效率的内生驱动并非线性有效,创新价值链的纵向传导存在特殊的门槛规律,只有各省份技术创新水平超过 0.500 后,才能实现技术创新与生产效率提升的耦合转化。②跨境投资内外双循环对创新价值链纵向传导产生非线性杠杆溢出影响,外资引入水平超过 6.298(80.516 亿美元)后,才能撬动从技术创新到生产效率提升的纵向传导。③对外投资水平超过 5.407(33.031 亿美元)门槛后,技术创新对生产效率的驱动效应跨入正向溢出轨道。④对比发现,双向跨境投资对创新价值链纵向传导的杠杆溢出影响存在动态差异,多数省份外资引入水平足以赋能创新价值链的纵向传导,释放内生溢出红利,而近半数省份对外投资水平尚未达到正向溢出门槛,仍需

扩张对外投资的外向吸收通道。⑤外资引入与对外投资的交互影响对创新价值链的纵向传导存在三重门槛特征,只有二者的交互水平超过 25.293(506.992 亿美元),才能有效推动从技术创新到生产效率的内生驱动。⑥跨境投资对创新价值链的纵向传导具有空间异质性影响,释放正向创新溢出的门槛阈值呈现出东高西低的顺势演化规律。

5.2 理论贡献

(1)传统的线性研究不足以解释从技术创新到生产效率提升的动态演化轨迹^[82-83],本研究通过门槛计量模型将这一研究扩展至非线性视角,发现从技术创新到效率变革的内生转化存在动态门槛规律,从经验上解释技术创新活动风险较大的内在原因。当技术创新水平不能达到内生转化要求时,无法驱动生产效率提升,从而陷入创新投入黑洞,只有技术创新水平超过门槛阈值,匹配社会生产水平,才能有效驱动生产效率提升,释放内生驱动力。这一发现能够科学解释技术创新与生产效率之间的不确定性,弥补了创新价值链理论的非线性解释。

(2)已有研究虽然关注双向跨境投资创新溢出效应,但多以静态视角判断外资引入或对外投资能否驱动技术创新^[84],局限于横向溢出视角。本研究以非线性计量模型刻画双向跨境投资对创新价值链纵向传导的动态溢出轨迹,构建一个横向溢出和纵向传导的双维度研究框架,将跨境投资创新溢出研究视角从传统的横向扩散延伸至纵向传导,从空间上得以解构跨境投资、技术创新和三者之间的迭代关系,为释放双向跨境投资创新溢出效应提供了横向对比和纵深优化的理论启示,丰富

了跨境投资的创新溢出结构分析。

(3) 双向跨境投资的对比研究日渐丰富^[85],但创新溢出检验不应止于两者的平行关系,外资引入与对外投资在嵌入内外双循环过程中衍生出较为复杂的交互溢出关系,形成共生演进的创新驱动模型。本研究通过理论分析和实证检验,揭示并验证了双向跨境投资与创新驱动之间的交互溢出效应,在外资引入与对外投资之间搭建了双向交互的传导接口,得以见微知著,为协调“引进来”与“走出去”并重,推动科技自立自强,扩展形成交互溢出的解释界面,进一步深化了开放经济理论与创新溢出理论的交叉融合。

5.3 政策启示

(1) 倘若内生经济增长片面追求生产效率提升和显性绩效回报,所依赖的技术嫁接和经验模仿破坏了自主创新价值链的进化功能,将造成核心技术空心化和“卡脖子”瓶颈。事实上,创新价值链的纵向传导结构中,技术创新是生产效率提升的原始动能,只有坚持自主创新才能释放内生经济增长的长效驱动力。然而,技术创新存在不确定性,耗费大量的资源投入,对生产效率的纵向传导存在门槛规律,中国基础研究薄弱,技术研发缺乏持久性,造成创新驱动不足,内生经济增长乏力。建设创新型国家必须坚持提高创新投入规模,强化基础研究能力,在一定的规模效应之上,通过自主技术创新提升生产效率,推动外延式扩张向内生经济增长转型。

(2) 党的二十大将对外开放和技术创新作为全面建设社会主义现代化的核心战略,过去的成功经验在于通过外资引入带动中国经济增长和产业培育,借助“市场换技术”提高技术水平和生产效率,外资引入的溢出轨道相对稳定,保持并提高外资引入强度能够加速创新驱动和内生经济增长。然而,新时代开放经济衍生出双向跨境投资共生演化的新特征,单纯依赖外资引入会顾此失彼,对外投资对创新价值链的溢出空间尚待开发,要鼓励中国企业大胆“走出去”,在更为广阔的外循环空间吸收创新资源和技术经验,逆向提升自主研发水平,打破核心技术空心化瓶颈。

(3) 中国经济发展存在空间不均衡问题,经济开放和创新驱动是优化经济结构、提升发展质量的重要举措。东部地区对外开放时间较早,经济发展水平和技术创新水平相对较高,应扩大和深化对外开放,提高外资引入技术门槛,鼓励中国的优秀企业参与国际创新竞争,双向推动跨境投资的创新溢出红利。中部地区可依托现有产业资源,与外资企业合作,嵌入全球创新价值链,加快产业升级和内生经济增长。西部地区经济基础薄弱,对外开放时间短,可承接一些东部地区外资企业转移,带动区域内上下游技术创新水平提升,优化生产效率;同时,与东部地区头部企业协同合作,以“借船出海”的方式参与对外投资,吸收国外技术势差,逆向提升技术创新水平。

(4) 全球经济发展处于百年未有之大变局,俄乌

冲突和单边贸易保护主义给世界经济发展造成了诸多不利影响,中国要建设高水平开放型经济新体制,就必须科学协调“引进来”与“走出去”并重,以内外双循环重塑多边共赢的经贸体系。一方面,扩大吸收其他国家的跨境投资,推动资源互补和创新合作,提升技术研发能力和产业链水平,分享中国开放红利;另一方面,鼓励高质量对外投资,嵌入更为开阔的全球经济价值链,参与市场竞争和创新合作,释放横向溢出的同时,推动创新价值链的纵向传导,将双向跨境投资的溢出效应转化为互惠互利的共享机制,为构建全球治理新格局贡献中国力量。

5.4 研究不足

本研究以省际面板数据验证了双向跨境投资、技术创新和生产效率之间的迭代关系,从宏观层面提出以跨境投资驱动创新价值链纵向传导的研究启示,但宏观数据存在一定的时间趋势干扰,如果能够以微观样本数据加以验证,将提供更有说服力的实证依据。同时,中国对外投资增速显著,且投资目的地分布较为广泛,按照创新溢出理论的解释,只有投向技术势能更高的发达地区才能释放虹吸效应。但受制于实证数据局限,本研究检验了对外投资的规模性影响,但并未识别对外投资的结构差异,这一点有待后续验证。此外,诸多研究认为,跨境投资受到国家间制度差别影响,包括知识产权保护、税负条件和产业政策等,这些外生工具如何调节双向跨境投资的创新溢出效应,还需要进一步研究论证。

参考文献:

- [1] CHEUNG K Y, LIN P. Spillover effects of FDI on innovation in China: evidence from the provincial data. *China Economic Review*, 2004, 15(1): 25-44.
- [2] 蔡渊渊, 蔡良群, 张毅, 等. 自主技术创新还是技术引进: 范式选择与资源优化配置. *中国科技论坛*, 2021(8): 22-32. CAI Yuanyuan, QI Liangqun, ZHANG Yi, et al. Independent technological innovation or technology introduction: paradigm choice and optimal resource allocation. *Forum on Science and Technology in China*, 2021(8): 22-32.
- [3] 刘峻峰, 李巍. 中国双向直接投资均衡度的演变特征及对融资约束的影响. *数量经济技术经济研究*, 2022, 39(2): 144-163. LIU Junfeng, LI Wei. Spatiotemporal evolution characteristics of China's two-way direct investment equilibrium and its mitigation effect on financing constraints. *Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2022, 39(2): 144-163.
- [4] CHOWDHURY A, MAVROTAS G. FDI and growth: what causes what?. *The World Economy*, 2006, 29(1): 9-19.
- [5] SABIR S, RAFIQUE A, ABBAS K. Institutions and FDI: evidence from developed and developing countries. *Financial Innovation*, 2019, 5(1): 8-1-8-20.
- [6] BLONIGEN B A, DAVIES R B, WADDELL G R, et al. FDI in space: spatial autoregressive relationships in foreign direct investment. *European Economic Review*, 2007, 51(5): 1303-1325.
- [7] ALVAREZ I, MARIN R. FDI and technology as leveraging factors of competitiveness in developing countries. *Journal of International Management*, 2013, 19(3): 232-246.

- [8] SULTANA N, TURKINA E. Foreign direct investment, technological advancement, and absorptive capacity: a network analysis. *International Business Review*, 2020, 29(2): 101668-1-101668-13.
- [9] 王佳, 刘美玲, 谢子远. FDI能促进创新创业活动吗?. *科研管理*, 2021, 42(11): 82-89.
WANG Jia, LIU Meiling, XIE Ziyuan. Can FDI promote innovative entrepreneurial activities?. *Science Research Management*, 2021, 42(11): 82-89.
- [10] 叶阿忠, 陈晓玲. FDI, 自主创新与经济增长的时空脉冲分析. *系统工程理论与实践*, 2017, 37(2): 353-364.
YE Azhong, CHEN Xiaoling. Impulse response analysis on FDI, innovation and economic growth in time and space. *Systems Engineering-Theory & Practice*, 2017, 37(2): 353-364.
- [11] NWAOGU U G, RYAN M. Spatial interdependence in US outward FDI into Africa, Latin America and the Caribbean. *The World Economy*, 2014, 37(9): 1267-1289.
- [12] ASONGU S A, ODHIAMBO N M. Foreign direct investment, information technology and economic growth dynamics in Sub-Saharan Africa. *Telecommunications Policy*, 2020, 44(1): 101838-1-101838-14.
- [13] BAILEY N, WARBY B. Explaining the competition for FDI: evidence from costa rica and cross-national industry-level FDI data. *Research in International Business and Finance*, 2019, 47: 67-77.
- [14] BITZER J, KEREKES M. Does foreign direct investment transfer technology across borders? New evidence. *Economics Letters*, 2008, 100(3): 355-358.
- [15] HIRATSUKA D. Japan's outward FDI in the era of globalization//RAJAN R S, KUMAR R, VIRGILL N. *New Dimensions of Economic Globalization: Surge of Outward Foreign Direct Investment from Asia*. Hackensack: World Scientific, 2008: 87-114.
- [16] 韩先锋, 宋文飞. 异质环境规制对OFDI逆向绿色创新的动态调节效应研究. *管理学报*, 2022, 19(8): 1184-1194.
HAN Xianfeng, SONG Wenfei. Research on the dynamic regulation effect of heterogeneous environmental regulations on OFDI's reverse green innovation. *Chinese Journal of Management*, 2022, 19(8): 1184-1194.
- [17] 邵玉君. FDI、OFDI与国内技术进步. *数量经济技术经济研究*, 2017, 34(9): 21-38.
SHAO Yujun. FDI, OFDI, domestic technology progress. *Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2017, 34(9): 21-38.
- [18] 冯严超, 王晓红, 胡士磊. FDI、OFDI与中国绿色全要素生产率: 基于空间计量模型的分析. *中国管理科学*, 2021, 29(12): 81-91.
FENG Yanchao, WANG Xiaohong, HU Shilei. Effects of FDI and OFDI on green total factor productivity in China: an analysis based on spatial econometric models. *Chinese Journal of Management Science*, 2021, 29(12): 81-91.
- [19] ROMER P M. The origins of endogenous growth. *Journal of Economic Perspectives*, 1994, 8(1): 3-22.
- [20] VAN BEVEREN I. Total factor productivity estimation: a practical review. *Journal of Economic Surveys*, 2012, 26(1): 98-128.
- [21] ASONGU S A, NNANNA J, ACHA-ANYI P N. On the simultaneous openness hypothesis: FDI, trade and TFP dynamics in Sub-Saharan Africa. *Journal of Economic Structures*, 2020, 9(1): 5-1-5-27.
- [22] 郭爱君, 范巧. 中国地级市工业全要素生产率的局部测度研究. *数量经济技术经济研究*, 2022, 39(6): 61-80.
GUO Aijun, FAN Qiao. Calculating China's industrial TFP at the prefecture level using spatial econometric local analysis. *Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2022, 39(6): 61-80.
- [23] 左晖, 艾丹祥. 技术变化方向异性和全要素生产率: 来自中国制造业信息化的证据. *管理世界*, 2022, 38(8): 132-155.
ZUO Hui, AI Danxiang. Directional heterogeneity of technological change and the total factor productivity: evidence from China's manufacturing informatization. *Journal of Management World*, 2022, 38(8): 132-155.
- [24] 方芳, 杨岚, 周亚虹. 环境规制, 企业演化与城市制造业生产率. *管理科学学报*, 2020, 23(4): 22-37.
FANG Fang, YANG Lan, ZHOU Yahong. Environmental regulation, firm dynamics and city manufacturing productivity. *Journal of Management Sciences in China*, 2020, 23(4): 22-37.
- [25] KIJEK T, MATRAS-BOLIBOK A. The relationship between TFP and innovation performance: evidence from EU regions. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 2019, 14(4): 695-709.
- [26] DZIALLAS M, BLIND K. Innovation indicators throughout the innovation process: an extensive literature analysis. *Technovation*, 2019, 80/81: 3-29.
- [27] 约瑟夫·熊彼特. *经济发展理论*. 北京: 中国人民大学出版社, 2019: 252.
SCHUMPETER J. *The theory of economic development*. Beijing: China Renmin University Press, 2019: 252.
- [28] MARTÍNEZ-ROMÁN J A, ROMERO I. Determinants of innovativeness in SMEs: disentangling core innovation and technology adoption capabilities. *Review of Managerial Science*, 2017, 11(3): 543-569.
- [29] 李平. 提升全要素生产率的路径及影响因素: 增长核算与前沿面分解视角的梳理分析. *管理世界*, 2016, 32(9): 1-11.
LI Ping. Approaches to enhance TFP: review based on growth accounting and frontier analysis. *Journal of Management World*, 2016, 32(9): 1-11.
- [30] 白俊红, 王林东. 创新驱动是否促进了经济增长质量的提升?. *科学学研究*, 2016, 34(11): 1725-1735.
BAI Junhong, WANG Lindong. Does the innovation driven promote the improvement of economic growth quality?. *Studies in Science of Science*, 2016, 34(11): 1725-1735.
- [31] 陈南旭, 王林涛. 中国制造业生产效率提升进程中技术溢出与自主创新的交互贡献. *数量经济技术经济研究*, 2022, 39(5): 84-103.
CHEN Nanxu, WANG Lintao. Interactive contribution of technology spillover and independent innovation of improving the production efficiency of Chinese manufacturing industry. *Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2022, 39(5): 84-103.
- [32] 杨豪. 融资寻租、资本错配与全要素生产率. *统计研究*, 2022, 39(10): 51-67.
YANG Hao. Financial rent seeking, capital misallocation and total factor productivity. *Statistical Research*, 2022, 39(10): 51-67.
- [33] APPIO F P, LIMA M, PAROUTIS S. Understanding smart cities: innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, 142: 1-14.
- [34] ZHAO J Y, LI S L, XI X, et al. A quantum mechanics-based frame-

- work for knowledge-based innovation. *Journal of Knowledge Management*, 2022, 26(3): 642–680.
- [35] WECK M, HUMALA I, TAMMINEN P, et al. Knowledge management visualisation in regional innovation system collaborative decision-making. *Management Decision*, 2022, 60(4): 1017–1038.
- [36] ARQUÉ-CASTELLS P, SPULBER D F. Measuring the private and social returns to R&D: unintended spillovers versus technology markets. *Journal of Political Economy*, 2022, 130(7): 1860–1918.
- [37] OZGEN C. The economics of diversity: innovation, productivity and the labour market. *Journal of Economic Surveys*, 2021, 35(4): 1168–1216.
- [38] WITTFOTH S, BERGER T, MOEHRLE M G. Revisiting the innovation dynamics theory: how effectiveness and efficiency-oriented process innovations accompany product innovations. *Technovation*, 2022, 112: 102410-1–102410-13.
- [39] BENHABIB J, PERLA J, TONETTI C. Reconciling models of diffusion and innovation: a theory of the productivity distribution and technology frontier. *Econometrica*, 2021, 89(5): 2261–2301.
- [40] DICKS D, FULGHIERI P. Uncertainty, investor sentiment, and innovation. *The Review of Financial Studies*, 2021, 34(3): 1236–1279.
- [41] MOOI E, RUDD J, DE JONG A. Process innovation and performance: the role of divergence. *European Journal of Marketing*, 2020, 54(4): 741–760.
- [42] BOUNCKEN R B, KRAUS S, ROIG-TIERNO N. Knowledge- and innovation-based business models for future growth: digitalized business models and portfolio considerations. *Review of Managerial Science*, 2021, 15(1): 1–14.
- [43] BURSTRÖM T, PARIDA V, LAHTI T, et al. AI-enabled business-model innovation and transformation in industrial ecosystems: a framework, model and outline for further research. *Journal of Business Research*, 2021, 127: 85–95.
- [44] 武力超, 陈韦亨, 林澜, 等. 创新及绿色技术创新对企业全要素生产率的影响研究. *数理统计与管理*, 2021, 40(2): 319–333. WU Lichao, CHEN Weiheng, LIN Lan, et al. The impact of innovation and green innovation on corporate total factor productivity. *Journal of Applied Statistics and Management*, 2021, 40(2): 319–333.
- [45] VUJANOVIĆ N, RADOŠEVIĆ S, STOJČIĆ N, et al. FDI spillover effects on innovation activities of knowledge using and knowledge creating firms: evidence from an emerging economy. *Technovation*, 2022, 118: 102512-1–102512-11.
- [46] ANDRIANIONY Domoinalalaina Andonirina Felana. 外商直接投资、技术溢出与企业成长的关系研究: 来自马达加斯加企业的经验数据. *现代管理*, 2020, 10(1): 59–72. ANDRIANIONY Domoinalalaina Andonirina Felana. Relationship between FDI, technology spillover and enterprise growth: case of Madagascar. *Modern Management*, 2020, 10(1): 59–72.
- [47] 付国梅, 唐加福. 美国再工业化祸兮福兮: 双向FDI能否促进中国经济高质量发展? 基于产业结构和技术创新的中介作用. *系统管理学报*, 2022, 31(6): 1137–1149. FU Guomei, TANG Jiafu. Is America's re-industrialization a blessing or a curse: can two-way FDI promote China's high-quality economy development? Based on the mediating role of industrial structure and technological innovation. *Journal of Systems & Management*, 2022, 31(6): 1137–1149.
- [48] 李娅, 官令今. 规模、效率还是创新: 产业政策工具对战略性新兴产业作用效果的研究. *经济评论*, 2022(4): 39–58. LI Ya, GUAN Lingjin. Scale, efficiency or innovation: research on the effect of industrial policy tools on strategic emerging industries. *Economic Review*, 2022(4): 39–58.
- [49] 姚东旭. 京津冀协同创新是否存在“虹吸效应”: 基于与珠三角地区对比分析的视角. *经济理论与经济管理*, 2019, 39(9): 89–97. YAO Dongxu. Does the syphonage effect exist in the collaborative innovation of the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan region: from a comparative perspective with the Pearl River Delta. *Economic Theory and Business Management*, 2019, 39(9): 89–97.
- [50] 吕政, 胡晨沛. FDI对劳动生产率的空间非线性效应研究: 基于跨国面板数据的经验证据. *国际商务: 对外经济贸易大学学报*, 2022(1): 87–102. LYU Zheng, HU Chenpei. Research on the spatial non-linear effect of FDI on labor productivity: empirical evidence based on cross-country panel data. *International Business*, 2022(1): 87–102.
- [51] 白洁. 对外直接投资特征对高科技企业生产率的异质性影响. *科研管理*, 2022, 43(7): 200–208. BAI Jie. The heterogeneous impact of characteristics of OFDI on the productivity of high-tech enterprises. *Science Research Management*, 2022, 43(7): 200–208.
- [52] 袭讯, 胡峰, 王发明, 等. 逆向溢出知识结构与国内投资企业技术进步. *科学学研究*, 2022, 40(12): 2216–2227. XI Xu, HU Feng, WANG Faming, et al. Reverse spillover knowledge structure and technological progress of Chinese investment enterprises. *Studies in Science of Science*, 2022, 40(12): 2216–2227.
- [53] WANG C Q, PIPEROPOULOS P, CHEN S H, et al. Outward FDI and innovation performance of Chinese firms: why can home-grown political ties be a liability?. *Journal of World Business*, 2022, 57(3): 101306-1–101306-16.
- [54] 黄友星, 曲妍兵, 赵艳平. 海外交通基础设施布局、形成模式与中国对外直接投资区位选择. *国际贸易问题*, 2022(4): 38–55. HUANG Youxing, QU Yanbing, ZHAO Yanping. Overseas transportation infrastructure layout, formation modes, and Chinese outward foreign direct investment location choice. *Journal of International Trade*, 2022(4): 38–55.
- [55] 董有德, 唐毅, 张露. 东道国腐败治理、基础设施建设与中国对外直接投资. *上海经济研究*, 2020(12): 101–112. DONG Youde, TANG Yi, ZHANG Lu. Governance of corruption in host countries, infrastructure construction and China's OFDI. *Shanghai Journal of Economics*, 2020(12): 101–112.
- [56] 傅元海, 林剑威. FDI和OFDI的互动机制与经济增长质量提升: 基于狭义技术进步效应和资源配置效应的分析. *中国软科学*, 2021(2): 133–150. FU Yuanhai, LIN Jianwei. Interaction mechanism between FDI and OFDI and the improvement of economic growth quality: analysis based on the effect of technological progress in narrow sense and resource allocation. *China Soft Science*, 2021(2): 133–150.
- [57] 韩先锋. 中国对外直接投资逆向创新的价值链外溢效应. *科学学研究*, 2019, 37(3): 556–567, 576. HAN Xianfeng. Value chain spillover effects of China OFDI's reverse innovation. *Studies in Science of Science*, 2019, 37(3): 556–

- 567, 576.
- [58] CHEN J X, ZHAN W, TONG Z D, et al. The effect of inward FDI on outward FDI over time in China: a contingent and dynamic perspective. *International Business Review*, 2020, 29(5): 101734-1-101734-14.
- [59] 王亚飞, 权天舒, 王亚菲. 中国双向FDI对创新效率的影响及异质性考察. *统计与信息论坛*, 2021, 36(5): 23-34.
WANG Yafei, QUAN Tianshu, WANG Yafei. The impact of China's two-way FDI on innovation efficiency and its heterogeneity. *Journal of Statistics and Information*, 2021, 36(5): 23-34.
- [60] 李金永, 薛军, 冯帆, 等. 双向FDI与中国区域创新. *经济与管理研究*, 2021, 42(9): 14-27.
LI Jinyong, XUE Jun, FENG Fan, et al. Two-way FDI and China's regional innovation. *Research on Economics and Management*, 2021, 42(9): 14-27.
- [61] 李洪亚. OFDI技术寻求动机与生产率提升及其异质性研究. *科学学研究*, 2021, 39(2): 254-263.
LI Hongya. A study of OFDI technology-seeking motivation and productivity improvement and their heterogeneities. *Studies in Science of Science*, 2021, 39(2): 254-263.
- [62] 文余源, 杨钰倩. 投资动机、制度质量与中国对外直接投资区位选择. *经济学家*, 2021(1): 81-90.
WEN Yuyuan, YANG Yuqian. Investment motivation, institutional quality and location choice of China's OFDI. *Economist*, 2021(1): 81-90.
- [63] QU Y, WEI Y Q. The role of domestic institutions and FDI on innovation: evidence from Chinese firms. *Asian Economic Papers*, 2017, 16(2): 55-76.
- [64] LIU Y L, GE Y J, HU Z D, et al. Culture and capital flows-exploring the spatial differentiation of China's OFDI. *China Economic Review*, 2018, 48: 27-45.
- [65] 聂飞, 范炳, 鲁思琪. 我国企业“走出去”的创新驱动力何在: 来自制造业投入服务化的理论解释与实证检验. *国际贸易问题*, 2022(7): 159-174.
NIE Fei, FAN Bing, LU Siqi. What is innovation's driving force for Chinese firms going global: theoretical analysis and empirical evidence from servitization of manufacturing industry. *Journal of International Trade*, 2022(7): 159-174.
- [66] 钟昌标, 张梦婷, 俞峰. “引进外资”与“对外投资”的协调机制与政策研究. *国际贸易*, 2018(1): 16-19.
ZHONG Changbiao, ZHANG Mengting, YU Feng. Research on the coordination mechanism and policy of introduction of foreign capital and foreign investment. *Intertrade*, 2018(1): 16-19.
- [67] 李勃昕, 韩先锋, 李辉. “引进来”与“走出去”的交互创新溢出研究. *科研管理*, 2021, 42(8): 122-130.
LI Boxin, HAN Xianfeng, LI Hui. A study of interactive innovation spillover of “bringing in” and “going out”. *Science Research Management*, 2021, 42(8): 122-130.
- [68] 王曼怡, 郭珺妍. 中国双向FDI的产业结构优化效应研究: 基于地区金融发展水平的视角. *经济与管理研究*, 2021, 42(5): 50-67.
WANG Manyi, GUO Junyan. Chinese bidirectional FDI's optimization effect on the industrial structure: based on the regional financial development level. *Research on Economics and Management*, 2021, 42(5): 50-67.
- [69] 杨洋, 黄宁. 中国FDI发展路径的“转型假说”: 双向FDI逆周期增长的内在逻辑分析. *经济学家*, 2021(8): 13-21.
YANG Yang, HUANG Ning. The “transformation hypothesis” of China's FDI development path: the inner logic of counter-cyclic growth of bilateral FDI. *Economist*, 2021(8): 13-21.
- [70] 肖仁桥, 陈忠卫, 钱丽. 异质性技术视角下中国高技术制造业创新效率研究. *管理科学*, 2018, 31(1): 48-68.
XIAO Renqiao, CHEN Zhongwei, QIAN Li. China's high-tech manufacturing industries' innovation efficiency: technology heterogeneity perspective. *Journal of Management Science*, 2018, 31(1): 48-68.
- [71] FÄRE R, GROSSKOPF S, MARGARITIS D. Productivity growth and convergence in the European Union. *Journal of Productivity Analysis*, 2006, 25(1/2): 111-141.
- [72] YI J T, MURPHREE M, MENG S, et al. The more the merrier? Chinese government R&D subsidies, dependence, and firm innovation performance. *Journal of Product Innovation Management*, 2021, 38(2): 289-310.
- [73] KAO C. Spurious regression and residual: based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, 1999, 90(1): 1-44.
- [74] 安超, 雷明. 二氧化碳排放、人力资本和内生经济增长研究. *中国管理科学*, 2019, 27(5): 149-160.
AN Chao, LEI Ming. Study on carbon dioxide emissions, human capital and endogenous economic growth. *Chinese Journal of Management Science*, 2019, 27(5): 149-160.
- [75] 杨俊, 李小明, 黄守军. 大数据、技术进步与经济增长: 大数据作为生产要素的一个内生增长理论. *经济研究*, 2022, 57(4): 103-119.
YANG Jun, LI Xiaoming, HUANG Shoujun. Big data, technical progress and economic growth: an endogenous growth theory introducing data as production factors. *Economic Research Journal*, 2022, 57(4): 103-119.
- [76] 朱军. 技术吸收、政府推动与中国全要素生产率提升. *中国工业经济*, 2017(1): 5-24.
ZHU Jun. Technology absorption, government encouragement and China's total factor productivity promotion. *China Industrial Economics*, 2017(1): 5-24.
- [77] 张彦彦, 胡善成. 垂直专业化、创新与绿色全要素生产率: 基于制造业行业的经验证据. *中国科技论坛*, 2022(11): 104-113, 124.
ZHANG Yanyan, HU Shancheng. Vertical specialization, innovation and green total factor productivity: an evidence of manufacturing industry. *Forum on Science and Technology in China*, 2022(11): 104-113, 124.
- [78] 韩先锋, 宋文飞, 刘若江. 中国对外直接投资的母国异质动态就业效应. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(8): 94-102.
HAN Xianfeng, SONG Wenfei, LIU Ruojiang. Home-country heterogeneous dynamic employment effect of China's OFDI. *China Population, Resources and Environment*, 2019, 29(8): 94-102.
- [79] LI J, SUTHERLAND D, NING L T. Inward FDI spillovers and innovation capabilities in Chinese business: exploring the moderating role of local industrial externalities. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2017, 29(8): 932-945.
- [80] 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. *中国管理科学*, 2021, 29(4): 26-35.
ZHANG Weike, GE Yao. The spatial effect analysis of OFDI on green total factor productivity. *Chinese Journal of Management*

- Science*, 2021, 29(4): 26–35.
- [81] 黄远渐, 钟昌标, 叶劲松, 等. 跨国投资与创新绩效: 基于对外投资广度和深度视角的分析. *经济研究*, 2021, 56(1): 138–154.
- HUANG Yuanzhe, ZHONG Changbiao, YE Jinsong, et al. Multinational investment and innovation performance: analysis based on the breadth and depth of foreign investment. *Economic Research Journal*, 2021, 56(1): 138–154.
- [82] 罗佳, 张蛟蛟, 李科. 数字技术创新如何驱动制造业企业全要素生产率? 来自上市公司专利数据的证据. *财经研究*, 2023, 49(2): 95–109, 124.
- LUO Jia, ZHANG Jiaojiao, LI Ke. How does digital technology innovation drive the TFP of manufacturing firms? Evidence from patent data of listed companies. *Journal of Finance and Economics*, 2023, 49(2): 95–109, 124.
- [83] 张微微, 王曼青, 王媛, 等. 区域数字经济发展如何影响全要素生产率? 基于创新效率的中介检验分析. *中国软科学*, 2023(1): 195–205.
- ZHANG Weiwei, WANG Manqing, WANG Yuan, et al. How does the development of regional digital economy affect TFP? Analysis of intermediary test based on innovation efficiency. *China Soft Science*, 2023(1): 195–205.
- [84] 黄凌云, 刘冬冬, 谢会强. 对外投资和引进外资的双向协调发展研究. *中国工业经济*, 2018(3): 80–97.
- HUANG Lingyun, LIU Dongdong, XIE Huiqiang. Research on the harmonious development of outward foreign direct investment and inward foreign direct investment. *China Industrial Economics*, 2018(3): 80–97.
- [85] 李琛, 赵军, 刘春艳. 双向FDI协同与制造业出口竞争力升级: 理论机制与中国经验. *产业经济研究*, 2020(2): 16–31.
- LI Chen, ZHAO Jun, LIU Chunyan. Two-way FDI coordination and export competitiveness upgrading of manufacturing industry: theoretical mechanism and Chinese experience. *Industrial Economics Research*, 2020(2): 16–31.

Bidirectional Cross Border Investment, Technology Innovation and Production Efficiency

LI Boxin¹, DONG Yu², ZHU Chengliang³, GU Yu⁴

1 School of Economics, Xi'an University of Finance and Economics, Xi'an 710100, China

2 School of Public Administration, Xi'an University of Finance and Economics, Xi'an 710061, China

3 Institute of Quantitative and Technological Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China

4 School of Business, Xi'an International Studies University, Xi'an 710128, China

Abstract: The success of reform and opening up could be attributed to the facilitation of economic growth and technological advancement through inward foreigner direct investment (IFDI). Existing studies have corroborated this logic from different perspectives. In the new era of China, cross-border investment has transitioned into a new paradigm with a simultaneous focus on both “Bringing in” and “Going out”. Moreover, the traditional extensional expansion needs to be reoriented towards innovation-driven and endogenous economic growth. Therefore, the spillover effects of cross-border investment should be redirected towards the vertical transmission path of the innovation value chain from dominant performance.

The study analyzes the vertical transmission structure of the innovation value chain, and elucidates the coupling transformation relationship between technological innovation and endogenous economic growth. Employing the nonlinear model and panel data from 30 provinces in China, this research examines the dynamic transmission characteristics and uncovers the transformation mechanism between technological innovation and production efficiency improvement. Additionally, we analyze the leverage spillover effect of internal and external circulation of FDI on the transmission of the innovation value chain. We explore the iterative relationship between bidirectional cross-border investment, technological innovation, and production efficiency. Linear estimation models and threshold regression models are designed to empirically test the nonlinear spillover pattern of bidirectional cross-border investment on the vertical transmission of the innovation value chain. Furthermore, we identify the spillover differences between IFDI and OFDI, and characterize the interactive impact and spatial heterogeneity of bidirectional cross-border investment on the vertical transmission of the innovation value chain.

The research results show that, the coupling transformation from technological innovation to production efficiency improvement is contingent upon the innovation efficiency exceeding 0.500 in any given province. When the IFDI level exceeds 8.052 billion USD, it could leverage positive incentives from technological innovation to productivity improvement. Similarly, the outward foreigner direct investment (OFDI) level exceeding 3.303 billion USD accelerates the endogenous drive of technological innovation towards production efficiency improvement. Moreover, there exist dynamic differences in the leverage

spillover effects of bidirectional cross-border investment on the vertical transmission of the innovation value chain, and the OFDI spillover effects still hold untapped potential. Further investigation reveals an interactive spillover characteristic between bidirectional cross-border investment and the vertical transmission of the innovation value chain. Positive spillovers are observed only when the interaction level exceeds the specific threshold of 25.293. In addition, the positive spillover threshold of cross-border investment to the vertical transmission of the innovation value chain exhibits an evolutionary pattern, characterized by higher values in the eastern regions and lower values in the western regions.

The research findings provide a novel perspective on the spillover effects of cross-border investment by extending the analysis from the conventional horizontal diffusion to the vertical transmission dimension. This approach enables the deconstruction of the iterative relationship among cross-border investment, technological innovation, and production efficiency. The policy implications for systematically optimizing the spillover effects of bidirectional cross-border investment on innovation are as follows: prioritizing coordination and paying equal attention to both “Bringing in” and “Going out”; adjusting the technical threshold of IFDI dynamically; encouraging domestic enterprises to engage in global innovation competition actively; fostering inter-regional cross-border investment cooperation; and facilitating the formation of a new opening pattern that promotes multilateral and mutual benefit.

Keywords: technology innovation; production efficiency; inward foreigner direct investment; outward foreigner direct investment; innovation value chain

Received Date: August 7th, 2022 **Accepted Date:** January 26th, 2023

Funded Project: Supported by the National Social Science Foundation of China (19BJL076), the Shaanxi Social Science Foundation (2022D019), and the Soft Research Science Project of Shaanxi Provincial Innovation Capability Support Plan (2021KRM094)

Biography: LI Boxin, doctor in economics, is an associate professor in the School of Economics at Xi'an University of Finance and Economics. His research interests include technical economics, science and technology policy. His representative paper titled “Will technology blockade inhibit the innovation development of China? Analysis on the hedging effect of foreign technology import and domestic technology purchases” was published in the *Statistical Research* (Issue 10, 2021). E-mail: liboxin@hotmail.com

DONG Yu is a master degree candidate in the School of Public Administration at Xi'an University of Finance and Economics. Her research interests include science & technology management, and innovation policy. Her representative paper titled “The dynamic iterative spillover effect of ‘internet +’ on innovation value chain” was published in the *Chinese Journal of Management* (Issue 2, 2023). E-mail: dxywxk@163.com

ZHU Chengliang, doctor in management, is an associate researcher in the Institute of Quantitative and Technological Economics at Chinese Academy of Social Sciences. His research interest focuses on science & technology innovation, and economics development. His representative paper titled “Calculation and international comparison of national S&T innovation efficiency” was published in the *China Soft Science* (Issue 1, 2023). E-mail: zcliang100@126.com

GU Yu is an undergraduate in the School of Business at Xi'an International Studies University. Her research interest focuses on macro management. Her representative paper titled “Digital financial inclusion and rural revitalization: theoretical logic and empirical tests” was published in the *Journal of Northwest University (Philosophy and Social Sciences Edition)* (Issue 1, 2023). E-mail: guyu20020222@163.com □

(责任编辑: 刘思宏)