

# “一带一路”倡议是否推动了我国技术扩散

——基于高新技术产业的分析

李 林, 彭方雪, 何建洪, 朱 浩

(重庆邮电大学 经济管理学院, 重庆 400065)

**摘 要:** 基于“一带一路”倡议的国际间技术创新合作是推动构建新发展格局的重要举措。基于技术扩散理论, 运用 2008—2019 年我国与全球 135 个经济体间贸易数据, 从高新技术产业出口视角分析我国在“一带一路”倡议前后对东道国的技术扩散效应, 并讨论技术邻近性、制度距离等约束因素对技术扩散的影响, 进而对理论分析结果进行了验证分析。结果表明: “一带一路”倡议有助于我国高新技术产业的技术扩散, 并能通过增加与东道国的技术邻近性强化技术扩散性; 但制度距离对该倡议下的技术扩散有限制性作用。研究结论为新发展格局下我国通过“一带一路”倡议拓展国际科技合作空间, 通过强化技术创新成果转移、知识扩散推动高水平对外开放提供了有益参考与启示。

**关键词:** “一带一路”倡议; 技术扩散; 技术邻近性; 制度距离

**中图分类号:** F424   **文献标志码:** A   **文章编号:** 1002—980X(2023)6—0013—13

## 一、引言

技术扩散是国家创新能力国际化的重要体现, 也是一国企业通过跨国经济活动拓展新技术与新产品市场空间、持续重构竞争优势的必要手段(Wu et al, 2019)。近年来, 我国基于“一带一路”倡议的技术创新合作日趋活跃, 如构建“一带一路”技术转移协作网络, 与部分沿线国家间搭建科研合作、技术转移与资源共享平台, 建立中国-南亚技术转移中心, 中国-东盟技术转移中心等, 正成为因应百年未有之大变局、构建新发展格局的重要突破方向。然而, “一带一路”倡议提出初期, 经济贸易投资和基础设施建设“硬联通”是我国与沿线国家的合作主基调(Schulhof et al, 2022), 新发展格局下, 能否有效实现“硬联通”向推动科技合作的“创新联通”平滑过渡, 能否通过该倡议拓展我国国际创新合作与技术扩散空间、构建主动参与全球创新网络治理与高水平对外开放的新通道, 仍有待进一步观察与探讨, 也引起了研究者的广泛关注。

在经典的国际间技术贸易理论中, 国际间技术扩散总是以投资或贸易的形式由发达国家向发展中国家扩散(Keller, 2004), 发达国家通常作为技术先发国家会更早规划布局国际化创新战略, 并推动非核心、成熟期技术向其他国家扩散来重构自身竞争优势(Vernon, 1992), 而多数发展中国家对基础科学的重视程度和创新研发的投入力度难以支撑本国技术需求, 并大量采用国外的技术创新(Milner et al, 2021), 因此新兴经济体具备技术扩散能力的国家很少。而近年来新兴经济体越来越多地成为国际市场上的创新主体并且产生了一条新的创新转移路径(Crupi, 2021), 早期的韩国及近期的中国、印度等广泛参与正在重塑全球技术创新网络并将其他发展中国家嵌入其中(Nepelski and Prato, 2015), 对非洲的技术援助表现出中国企业向非洲转移知识和技术的潜力(Benabdallah, 2019)。特别地, 中国的“一带一路”倡议激发了中国创新向西流动(Brem and Nylund, 2021), 其在流动规模与产业结构等层面的规律、特征及根本原因持续激发着研究者探索甚至争论。例如, 有研究从国家层面对外直接投资的视角说明了该倡议对中国向沿线国家技术转移的积极影响(陈衍泰等, 2021b), 并运用社会网络分析法发现我国在沿线技术合作网络中核心地位的逐步显现(陈欣, 2020), 但通过知识产权贸易构建技术贸易网络的研究认为“一带一路”区域技术贸易网络尚未形成(段德忠等, 2019); 还有在企业层面的研究发现, 发展中国家技术落后的公司可以通过向发展中国家取得一定技术成功的同行公司学习来提高技术能力(Miao et al, 2021), 但我国的跨国公司通过该倡议实施的技术转移、研发创

**收稿日期:** 2023-04-08

**基金项目:** 国家社会科学基金“面向自立自强的我国科技领军企业新兴创新生态主导力提升研究”(22BGL046)

**作者简介:** 李林, 博士, 重庆邮电大学教授, 研究方向: 技术创新; 彭方雪, 重庆邮电大学经济管理学院硕士研究生, 研究方向: 数字技术创新; 何建洪, 博士, 重庆邮电大学经济管理学院教授, 研究方向: 新兴技术创新管理; 朱浩, 博士, 重庆邮电大学经济管理学院副教授, 研究方向: 创新政策。

新很少(Li et al, 2021b)。

综合而言,这些研究在我国对“一带一路”沿线国家技术扩散效果和扩散渠道上均未有一致结论,可能的原因是我国技术资源有限和扩散渠道建立不完全导致技术扩散只存在于部分技术领域或在特定渠道内的转移尚未完全显现。尤其是在新发展格局下,我国产业结构调整与经济发展创新转型、全球价值链位置攀升诉求升级、东道国技术需求及其基础条件的变迁都可能会使技术扩散的作用机理和作用效果发生演变,沿线国家在不同技术领域的发展和科技合作意愿等的不均衡性也可能引致技术扩散的要素前提、效应强度发生变化。基于此,本文拟聚焦于技术依赖度更高、技术贸易属性更显著的高新技术产业出口视角,探索“一带一路”倡议对我国技术扩散的政策效应,并讨论技术邻近性、制度距离等情境要素在其中的作用机制,以期探讨如何丰富新发展格局下我国积极参与全球创新网络治理的手段,如何在高水平对外开放中拓展国际间技术合作空间等问题提供有益建议。

## 二、研究假设

### (一)“一带一路”倡议与技术扩散

技术扩散主要表现为技术合作及技术类投资贸易往来中的技术转移和技术溢出(Sun and Du, 2010)。在由发达国家主导的全球创新体系下,新兴市场国家通常难以突破自身资源禀赋限制获得先进技术从而长期处于边缘化的状态,而中国倡导的“一带一路”建设秉持开放的区域合作精神则会更加关注新兴经济体所面临的困境,该倡议会推动中国向沿线国家的技术扩散。首先,公共政策对国家间的技术扩散动机、路径、方向、速度等都会产生较多影响(Kulmer et al, 2022),“一带一路”倡议作为国家级层面战略对中国与沿线国家的往来活动具有宏观指导意义。在倡议背景下中国与沿线国家的国际贸易、直接投资都大幅增加,对于沿线国家来说,利用合作平台、外资、双边贸易中的技术溢出会对一个国家的内生性创新产生重要的影响,有利于东道国对新技术的积累与学习(Liang, 2017)。其次,大多数沿线国家本质上是发展中国家和欠发达国家,中国的产业发展进程和技术水平在沿线国家中具有比较优势,部分沿线新兴市场国家可借鉴中国的发展模式。同时,技术后发国家普遍面临技术封锁的问题,在单边主义和逆全球化趋势下尤为明显,而中国通过共建产业园区等方式打造创新生态系统(陈衍泰等, 2021a),主动为沿线国家提供技术支持,促进创新成果转化,进而推动产业价值链重构、打造高端引领的产业创新集群(王黎莹等, 2022)。随着新兴技术的兴起和应用,中国产业结构的转型升级、技术水平提升使得沿线国家能从中获得广泛的技术溢出。最后,“一带一路”倡议在部分程度上改变了企业的外部环境(Liu, 2020),企业作为市场的主要参与者,其经济行为的期望和决策也必然会受到宏观政策的影响。“一带一路”倡议下自贸区的设立和金融约束的减小为中国企业在沿线国家开展贸易投资活动提供了政策保障(Albino-Pimentel et al, 2018),响应国家政策方针而积极参与“一带一路”建设,可以享受政府的税收优惠等政策红利,降低了企业经营和进入沿线国家市场的风险,进而提高企业向沿线国家技术扩散的积极性。

基于此,本文提出假设1:

“一带一路”倡议有助于中国对沿线国家的技术扩散(H1)。

### (二)“一带一路”倡议、技术邻近性与技术扩散

技术邻近是技术距离的另一种表达,表示的是两地之间技术的相似程度(Jaffe, 1986),被视为技术扩散和转移的重要动因。技术邻近性使双方更关注于价值交换和学习,并且在创新合作中,技术邻近与吸收能力通常联系在一起(Knoben et al, 2006)。从以往的研究中可以看出,“一带一路”倡议、技术邻近性、技术扩散间存在一定关系,具体来说,“一带一路”倡议有助于我国与沿线国家的技术邻近和技术扩散,技术邻近同样可以增强技术扩散效应,技术邻近对技术扩散过程中响应倡议至关重要。

国家的技术竞争力很大程度上取决于国家创新体系,在创新体系国际化的进程中,国家创新政策发挥着重要作用(Fabrizio et al, 2017)。“一带一路”创新之路的建设为沿线国家科技创新合作提供了新平台、新空间,促进了创新网络的发展和技术贸易等活动(谢刚等, 2022)。“一带一路”倡议推动中国与沿线国家的科技合作,降低技术壁垒,增加中国与沿线国家的技术邻近性。一方面,沿线国家技术发展水平差异大、个体技术水平较弱且大部分国家都存在研发投入不足的问题,这给国际间科技合作带来一定困难。但中国始终顺应国际科技合作的大趋势,在倡议背景下也坚持更加开放包容、互惠互享的国家科技合作战略。作为倡议发

起国和沿线国家中的技术领跑者,中国积极对接沿线国家的技术需求,削弱国家间技术壁垒,为研发活动的顺利开展提供有效的政策保障和良好的基础设施;另一方面,科技创新合作已成为“一带一路”的核心内容和重要驱动力。随着创新之路共同建设的稳步推进,科技人文交流、共建联合实验室、产业园区合作、技术转移等行动逐步开展。科技人文交流促进了沿线国家技术信息沟通,有利于各国发挥比较优势、取长补短,论文合著、专利合作等方式促进技术传播、扩大知识存量;共建联合实验室聚焦关键领域和技术,针对不同国家的技术发展情况提供精准的科技合作模式,进而提升沿线国家的创新水平;共建产业园区和技术转移对于产业结构不合理的国家来说是产业结构调整、价值链升级的重要机遇(Mao et al, 2021),并且能有效促进企业向知识密集型和技术密集型方向转型(Vázquez-Urriago et al, 2016)。此外,在“一带一路”倡议的一系列配套政策下,中国在沿线国家的研发创新和专利合作上都出现明显上升,相较于非沿线国家,沿线国家与中国的技术合作在倡议之后逐渐密切,目前已初步形成创新网络,中国在专利合作网络中的核心位置已经初步确立,并且国际科技合作能让技术后发国家少走弯路,降低创新成本,有助于解决“技术瓶颈”和“技术短板”问题,改进现有生产技术,缩小与先进技术的差距。

基于此,本文提出假设2:

“一带一路”倡议有助于增加沿线国家与中国的技术邻近性(H2)。

邻近性通常被视为知识共享、知识转让和技术获取的重要先决条件(Gertler, 1995)。技术差距理论将技术差距作为影响国家间产品贸易的主要因素(Posner, 1961),国家间技术邻近性越小表明可合作的范围越广,沿线技术后发国家因国内技术需求增加和自身技术能力限制可向技术先发国家引进新技术、新产品,技术邻近性小使得东道国能通过进口先进设备、中间投入品、半成品等提高国家的生产水平和工艺水平、降低相关产品的研发费用,以此弥补技术不足。但技术邻近性太小有时并不利于技术扩散(Razzaq et al, 2021)。一方面,对于母国来说,向技术差距过大的国家转移先进技术所需承担的转移成本较高,导致技术扩散缓慢;另一方面,对于东道国来说,技术能力会限制技术选择(Jin, 2019),国内经济水平和配套设施不完善也可能导致无法使用过于先进的新技术、新产品,需要东道国先有一定技术基础,并且根据创新扩散理论,对新技术的大规模采用前通常需要基础认知和了解(Rogers et al, 2014),主体之间进行高水平技术交流需要技术基础的相似性,技术基础相似性越大,双方越容易理解、学习对方的技术,越利于技术扩散。反之,技术邻近性越低,技术的理解和采纳越困难,越不利于技术扩散。而对于中国这样的新兴经济体并且也是前沿技术的追赶国家而言(何建洪等, 2022),可能会产生的技术扩散效应大多也是针对技术后发国家。受自身经济实力和技术的限制,中国自身也面临着研发投入不足、创新质量不高等问题,因此中国的技术扩散可能还较难辐射到没有创新条件和能力的技术极不发达国家,更多情况下是与已有一定创新基础和技术成果的技术邻近国家间互惠互利的技术扩散。此外,中国近年来在国家创新战略的正确引导下,技术创新速度加快,专利申请量逐年攀升,技术接受国与中国间的技术差距逐渐扩大也使得技术扩散的难度进一步增加,从而对技术扩散效应产生负面影响。技术邻近性高更有利于中国现阶段的技术扩散。

基于此,本文提出假设3:

技术邻近性促进了中国对沿线国家的技术扩散(H3)。

### (三)“一带一路”倡议、制度距离与技术扩散

不同的制度框架提供不同的激励效应和市场交易成本,进而导致具有差异性的社会绩效和经济绩效。母国与东道国之间制度环境的差异形成了制度距离(Salomon and Wu, 2012),国家间的制度差异可能会涉及广泛的适应,影响跨国企业行为,阻碍全球技术扩散(Corredoira and Mcdermott, 2014),这和国内技术扩散有着本质不同。出于节约成本和规避风险的动机,母国企业技术扩散倾向于选择具有类似经济、法律制度等制度环境的东道国,制度距离对于“一带一路”倡议下中国向沿线国家的技术扩散效应有削弱作用。首先,一国的行政体系、政策、法律可以看作是特殊的资源禀赋,各国禀赋趋于一致加速了技术扩散(Xie and Li, 2018)。企业倾向于与所处制度环境相近的地区开展国际业务,一方面是因为较小的制度距离降低了母国信息搜寻、适应东道国市场环境、合约洽谈和履约的成本,从而增加技术扩散的收益;另一方面也避免了企业大幅调整内部体制结构而去适应其他国家市场和交易规则,降低了企业获取内外部合法性的难度,减少国际技术扩散的风险。其次,制度障碍被认为是阻碍技术扩散的重要因素(Skiti, 2020)。技术扩散过程中存在制度的碰撞,当一国市场没有使用新技术的法律法规或经济金融制度或制度水平远高于母国时,也为母国前期的技术

转移准备和东道国企业的技术接收带来极大阻碍(Prud'homme et al, 2018)。最后,对于新兴市场国家而言,国际活动在发达国家和欠发达国家间存在两头适应的问题(Liu, 2020)。发达国家通常制度环境较好,中国企业会面临更多的合规性风险和适应性成本的上升;而新兴市场国家技术能力欠缺、国际经验有限,所处的弱制度环境也会阻碍贸易和投资(Li et al, 2021a),这是一个除技术本身以外的巨大挑战。此外,制度发展水平相似可能会使两国知识更易结合,从而有益技术扩散和传播,因此技术扩散可能会更倾向于与母国间制度距离小的国家,在“一带一路”倡议下,制度距离仍是技术扩散的一大阻碍。

基于此,本文提出假设4:

中国与沿线国家的制度距离负向调节“一带一路”倡议对沿线国家技术扩散的影响(H4)。

“一带一路”倡议影响中国向沿线国家技术扩散效应的逻辑路径图如图1所示。

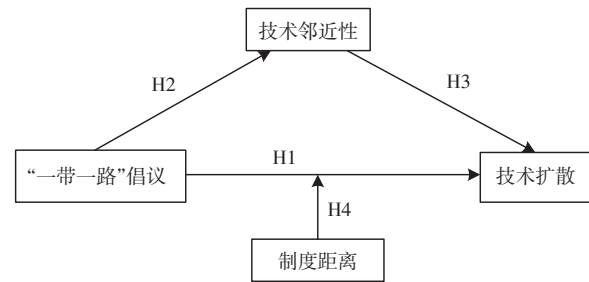


图1 “一带一路”倡议影响中国向沿线国家技术扩散效应的逻辑路径

### 三、研究设计

#### (一)模型设定

由于对“一带一路”倡议是否能促进中国的技术扩散还不明确,本文首先识别“一带一路”倡议对我国技术向沿线国家扩散的政策效应。双重差分法能排除其他因素的影响以政策实施前后有无双重差异识别政策效应,故此选用基于准自然实验的双重差分模型来估计政策效应。双重差分模型需要界定政策前和政策后、处理组和控制组,将2013年中国“一带一路”倡议的提出作为一项准自然实验,倡议刚提出时主要是国家级顶层的外交理念,而在2014年3月“一带一路”倡议被写入政府工作报告,之后相关政策相继出台和落实,因此将2014年作为政策冲击时间。政策实施前(2008—2013年)取值为0,政策实施后(2014—2019年)取值为1,处理组(“一带一路”沿线国家)的取值为1,控制组(非“一带一路”沿线国家)的取值为0,倍差项(DID)为处理变量(Treat)与时间变量(Time)的乘积。基于国家是否加入世界贸易组织(WTO)及数据的完整性和可得性,共选取了全球135个国家的面板数据,其中54个“一带一路”沿线国家作为处理组,79个非“一带一路”沿线国家作为控制组。根据DID模型的相关原理构建双重差分模型如(1)所示。

$$\ln TD_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 DID_{i,t} + \beta X_{i,t} + \lambda_t + \mu_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中:下标*i*为*i*国家;*t*为*t*年;被解释变量 $TD_{i,t}$ 为中国在第*t*年向*i*国家的技术扩散; $DID_{i,t} = Treat_{i,t} \times Time_{i,t}$ 为国家双重差分的交互项,其中 $Treat_{i,t}$ 处理组虚拟变量; $Time_{i,t}$ 为时间分组变量; $\lambda_t$ 为时间固定效应; $\mu_{i,t}$ 为个体固定效应,而 $Treat_{i,t}$ 与个体固定效应 $\lambda_t$ , $Time_{i,t}$ 与时间固定效应 $\mu_{i,t}$ 因共线性问题不能同时纳入模型,因此在模型中省略 $Treat_{i,t}$ 和 $Time_{i,t}$ ;  $X_{i,t}$ 为控制变量的组合; $\varepsilon_{i,t}$ 为随机扰动项; $\alpha_0$ 为常数项; $\alpha_1$ 为倍差项的影响系数; $\beta$ 为控制变量组合的影响系数。

进一步检验“一带一路”倡议促进中国向沿线国家技术扩散的作用机制假说,即技术邻近性的增加可能是促进中国向沿线国家技术扩散的作用机制。为验证这一机制,本文采用三步法验证技术邻近性效应的存在性。具体检验步骤如下,首先若式(1)中的系数 $\alpha_1$ 显著为正,则表明“一带一路”倡议有助于中国向沿线国家技术扩散;然后将倍差项与技术邻近性指标进行回归,验证“一带一路”对技术邻近性的影响,模型如式(2)所示,若系数 $\alpha_2$ 为正,则表明“一带一路”倡议增加了沿线国家与中国的技术邻近性;最后将技术邻近性与倍差项同时纳入模型,对技术扩散进行回归,模型如式(3)所示,若倍差项系数 $\alpha_3$ 显著且小于 $\alpha_1$ ,且 $\delta_1$ 显著,则表明“一带一路”倡议通过增加技术邻近性促进了中国向沿线国家的技术扩散,从中介机制得到验证。

$$\ln TP_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_2 DID_{i,t} + \beta X_{i,t} + \lambda_t + \mu_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$\ln TD_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_3 DID_{i,t} + \delta_1 \ln TP_{i,t} + \beta X_{i,t} + \lambda_t + \mu_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

其中: $TP_{i,t}$ 为技术接受国与中国之间的技术邻近性; $\delta$ 为技术邻近性的影响系数。

再检验制度距离对“一带一路”倡议对技术扩散影响的调节效应,将制度距离、倍差项、制度距离与倍差项的交乘项、制度距离与时间的交乘项、制度距离与政策的交乘项同时纳入模型,对技术扩散进行回归,模型如(4)所示,若系数 $\gamma_2$ 显著为负,则表明制度距离对“一带一路”倡议促进技术扩散产生了负向调节作用。

$$\ln TD_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_4 DID_{i,t} + \gamma_1 \ln ZG_{i,t} + \gamma_2 \ln ZG_{i,t} \times DID_{i,t} + \gamma_3 \ln ZG_{i,t} \times Time_{i,t} + \gamma_4 \ln ZG_{i,t} \times treat_{i,t} + \beta X_{i,t} + \lambda_t + \mu_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

其中： $ZG_{i,t}$ 为母国与东道国之间的制度距离； $\gamma$ 为制度距离及制度距离交互项的影响系数。

## (二) 变量定义与测量

### 1. 被解释变量

被解释变量为技术扩散(TD),技术扩散的形式多样,流程涉及时间长、复杂性高,技术是否扩散、如何扩散及扩散效果如何都较难量化。目前的研究认为跨国技术扩散的主要实现形式有国际贸易、对外直接投资及技术许可,国际贸易是技术在工业化国家间扩散的强有力渠道,母国通过与东道国的双边贸易实现其高新技术产品、新技术、人才及知识要素的流动从而产生技术扩散(Garsous and Worack, 2022)。已有研究对技术扩散的视角通常是由外到内,用双边进口贸易占本国进口贸易的比重作为加权权重度量来自国外的技术研发资本(Coe and Helpman, 1995)或将资本品贸易所占比重作为加权权重来衡量(Xu and Wang, 2000),而本文则是一个由内到外的技术扩散。高新技术产业是典型的资本、技术和知识密集型产业,具有知识技术密集度高、发展迅速、市场规模稳定、对相关产业的传播效应大等特点(Mazzi and Foster-Mcgregor, 2021)。其所产生的高新技术产品是由技术起核心支撑作用的具有知识产权的产品,更有可能产生技术扩散,因此将我国高新技术产业的出口比重作为我国向东道国技术扩散的衡量指标。其中,我国向沿线国家总出口与高新技术产品出口关系如图2所示。

我国对沿线国家出口总额总体呈上升态势,2014年以后有小幅下降但又迅速回升,而对沿线国家的高新技术产品出口量保持着上升的趋势,后面几年趋于平缓。高新技术产品出口占比在2009年到2014年间有波动的下降,而在2014年以后持续上升,并且稳定在29%左右,由此可初步观察到在“一带一路”倡议后高新技术产品的出口比有一定上升。

按照中国海关对高新技术产品的分类共有计算机与通信技术产品、电子技术产品、光电技术产品、生命科学技术产品、生物技术产品、计算机集成制造技术产品、航空航天技术产品、材料技术产品、其他技术产品九大类,我国具体类别出口分布如图3所示。

由于技术创新活跃的产业结构不平衡、各领域专利申请量差异大,在2008—2019年高新技术产品出口中,计算机与通信技术产品最多,平均占比为69.52%;电子技术产品的平均比率为17.55%,并且有持续上升趋势;光电技术产品占比在5.33%;其余6类高新技术产品所占比率较少,但有缓慢增加的趋势。计算机与通信技术产品、电子技术产品、光电技术产品占高新技术产品比例一直在90%以上,我国高新技术产品出口主要集中在电子及通信设备制造业。因此本文考虑到新兴经济体将技术创新和市场拓展集中于优势领域,技术扩散存在的可能性也相对更高,在对比各高技

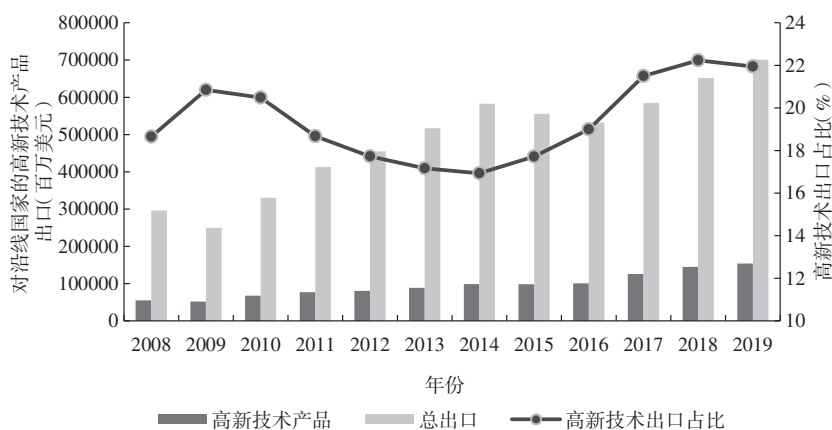


图2 高新技术产品出口

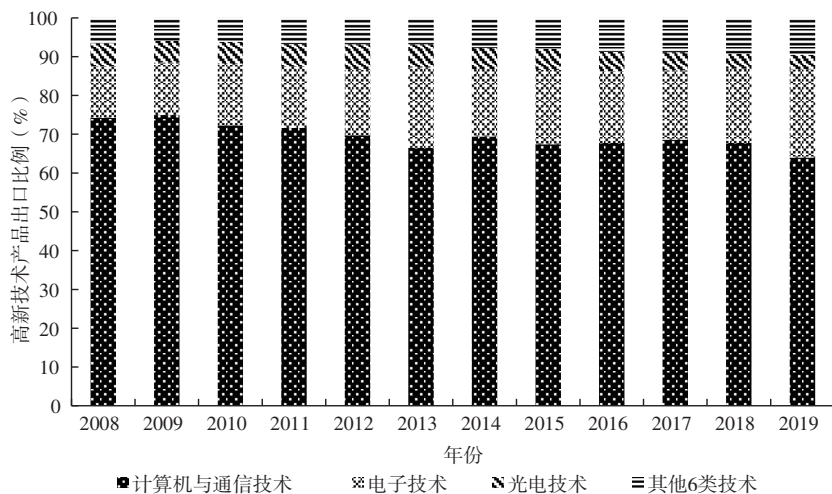


图3 高新技术产品出口分布情况

术产业后,以电子及通信设备制造业为主要研究产业。基于技术专利申请授权数量、高技术产业的划分细则及海关对中国高新技术产品的编码分类,本文将中国对东道国出口电子技术产品、光电技术产品、计算机与通信技术产品所占比重作如式(5)所示计算。

$$TD_{i,t} = \frac{ETEX_{i,t} + PTEX_{i,t} + CCTEX_{i,t}}{EX_{i,t}} \quad (5)$$

其中: $ETEX_{i,t}$ 、 $PTEX_{i,t}$ 、 $CCTEX_{i,t}$ 分别为中国在  $t$  年向  $i$  国家出口的高新电子技术产品、光电技术产品、计算机与通信技术产品金额; $EX_{i,t}$  为中国在  $t$  年向  $i$  国家的总出口金额。

### 2. 解释变量

解释变量为“一带一路”倡议( $DID$ ),其反映的是东道国是否有参与“一带一路”倡议。2013年中国“一带一路”倡议刚提出时主要是国家级顶层的外交理念,在2014年3月才被写入政府工作报告,因此将2014年作为政策冲击时间。政策实施前(2008—2013年)取值为0,政策实施后(2014—2019年)取值为1。对于“一带一路”沿线国家的确认则是传统意义上认为的65个沿线国家,处理组(“一带一路”沿线国家)的取值为1,控制组(非“一带一路”沿线国家)的取值为0,倍差项( $DID$ )为处理变量( $Treat$ )与时间变量( $Time$ )的乘积。

### 3. 中介变量

本文的中介变量为技术接受国与中国之间的技术邻近性( $TP$ )。技术邻近性反应了技术扩散的母国和东道国之间的技术构成相似程度和接近程度。技术最直观反映就是专利,本文参考 Jaffe(1986)、王宛秋和马红君(2020)的研究,用专利结构相似程度来衡量技术的邻近性,并先按国际专利分类(IPC)标准对专利进行分类,再计算两个主体间 IPC 部或类等结构的相似系数。本文按照世界知识产权组织(WIPO)对于技术部门的分类将各国授权专利与产业部门对应,并选择与电子及通信设备制造业对应的技术部门计算母国与东道国之间的技术部门结构相似性,以此来表示国家间产业技术邻近性,计算公式如式(6)所示。

$$TP_{i,j} = \frac{\sum_{k=1}^n X_{i,k} X_{j,k}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n X_{i,k}^2 \sum_{k=1}^n X_{j,k}^2}} \quad (6)$$

其中: $X_{i,k}$  为中国在  $k$  技术部门中专利数占总专利的比重; $X_{j,k}$  为  $j$  国在  $k$  技术部门中专利数占总专利数比重; $TP_{i,j}$  为国家间产业部门的技术邻近性,该值越大表明技术结构越相似、技术邻近性越高。

### 4. 调节变量

本文的调节变量为制度距离( $ZG$ )。制度包括正式制度和非正式制度,而在技术的扩散过程中,非正式制度的阻碍较少。虽然各国之间的社会文化相似性可能有助于理解新知识,但与获得复杂性技术所包含的成本相比,因文化差异导致翻译或处理技术所涉及的成本往往是很小的(Moalla and Mayrhofer, 2020)。因此本文主要关注正式约束中的政治制度和经济制度。制度距离的衡量主要由与制度有关指标的加权计算得出,其中政治制度有话语和问责权、政治稳定、政府效率、监管质量、法治情况、腐败控制,经济制度有企业运营自由化、财政自由化、贸易自由化、投资自由化、金融自由化、产权保护程度,借鉴已有的计算体系(许家云等,2017),计算包含12个指标在内的制度距离,计算公式如式(7)。

$$ZG_{ht} = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \frac{(I_{ght} - I_{gct})^2}{V_g} \quad (7)$$

其中: $I_{ght}$  为  $t$  期  $h$  国在第  $g$  项制度指标的得分; $I_{gct}$  为  $t$  期中国在第  $g$  项制度指标的得分; $V_g$  为第  $g$  项指标的方差, $N$  为指标个数;下标  $c$  为中国。

### 5. 控制变量

考虑到其他因素对模型及被解释变量的影响,选取下列控制变量:

(1) 东道国市场规模( $GDP$ ),东道国市场规模决定了其对技术的需求及市场的活跃能力,东道国的市场技术需求是其开展国际间技术交易的内在动因,增进吸收国外技术的意愿,同时市场的活跃能力对于跨国公司的国际创新战略布局和跨境技术交易有着重要引导作用(任琳和黄宇韬,2020),因而对技术扩散的有着重要影响。本文选用东道国每年的GDP总量来衡量其市场规模。

(2) 通货膨胀率( $Fla$ ),实体经济的技术进步对价格水平的波动有较大影响,国家的宏观经济政策在增长

和稳定间要有所侧重,因此一国对通货膨胀的治理可能会通过政策调控放缓技术引进部门的发展(Perla et al, 2021),技术扩散也会以投资和市场等方式进入,因此通货膨胀必然会对技术扩散产生影响。

(3)技术扩散通道(*TC*),技术扩散需要母国和东道国同时具备一些条件,技术扩散通道使得母国与东道国能够产生联系(司月芳等,2019),母国与东道国之间的沟通更多、更快捷,技术扩散所需条件也更充分。基础设施的有效供给是技术扩散和技术创新的前提条件,基础设施建设的变化在影响企业空间分布的同时也可以缩短企业间的相对时空距离进而降低不同国家、地区人员的信息传播成本、货物运输成本、技术扩散成本。基于此,本文考虑到高新技术更有可能通过通信网络基础设施扩散,因此用每百人拥有移动电话数来衡量技术扩散通道的畅通程度和便捷程度。

(4)技术扩散效率(*TE*),本文用高新技术产品的出口来衡量技术扩散,而出口过程中的成本、效率会直接影响高新技术产品的出口进而影响技术扩散。考虑到物流与国际贸易密切相关(胡颖和李维,2023),因此本文用物流绩效来衡量技术扩散效率。

(5)东道国开放程度(*OD*),东道国对外开放的程度越高,就越有可能整合、吸收来源于国外的先进思想和技术,同时,“开放创新”的兴起让跨国公司逐步认识到技术革新给自身带来的机遇和挑战,并主动寻求与技术先发国家的合作,因此开放程度越高越有利于技术扩散。本文用东道国进出口商品占GDP的百分比来衡量其开放程度。

### (三)数据来源

本文研究对象为2008—2019年我国对外出口高新技术产品的新兴市场国家,而出口所选择的产业领域是我国高新技术产品出口占比最高的电子及通信设备制造业,为确保中国有向其产生技术扩散的可能,样本中不包括每百万人口平均申请专利数大于中国的国家。在删除未加入世贸组织及数据有缺失的国家后共有135个国家,其中“一带一路”沿线国家58个(以传统认为的65个“一带一路”沿线国家为基础,巴勒斯坦、塞尔维亚、黑山、不丹、叙利亚因数据缺失被删除,以色列、新加坡因技术发展水平较高而不计入样本),非沿线国家77个。高新技术产品出口产生的技术溢出相较于其他类型的产品更广泛,数据的获取也更精准,通过中国海关公布的8位HS编码对高新技术商品分类可在海关统计数据查询平台查询到对应产品的出口信息。衡量制度距离的数据来源于全球治理指标(WGI)数据库和The Heritage Foundation网站,专利数据来源于世界知识产权组织统计数据库,其他东道国数据均来自世界银行数据库和国家统计局。

## 四、实证结果及分析

### (一)描述性统计

通过软件Stata16.0在变量求对数后进行描述性统计分析,结果整理后见表1,样本中各变量的离散程度都较好,除虚拟变量外,其余变量的均值都大于标准差。其中*Treat*的均值为0.4222,这表明样本中有42.22%的样本为“一带一路”沿线国家。比较均值和标准差,各变量的标准差均较小,分布较为平稳,并且观察最大值最小值没有极端值;各变量的方差膨胀因子(VIF)均小于10,变量数据之间没有多重共线性的问题。

表1 变量描述性统计

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值	VIF
lnTD	1620	2.2851	0.7421	0.0729	4.2621	
Time	1620	0.5	0.5002	0	1	1.12
treat	1620	0.4222	0.4941	0	1	1.26
lnTP	1620	0.4719	0.1657	0.0864	0.6897	1.67
lnZG	1620	0.7040	0.2958	0.1159	1.8439	1.39
lnOD	1620	0.7359	0.4149	0.0094	3.1136	1.32
lnTC	1620	4.4535	0.5758	0.5515	5.3643	1.51
lnTE	1620	1.3079	0.1092	0.9593	1.6035	2.21
lnFla	1620	3.5785	0.2527	-0.2227	4.7498	1.05
lnGDP	1620	24.3329	1.8049	19.0509	28.6857	2.13

表2 样本变量的相关系数矩阵

变量	lnTD	lnTP	lnZG	DD	lnOD	lnTC	lnTE	lnFla	lnGDP
lnTD	1.000								
lnTP	0.449***	1.000							
lnZG	0.152***	0.279***	1.000						
DD	0.177***	0.292***	0.0191	1.000					
lnOD	0.376***	0.230***	-0.099***	0.178***	1.000				
lnTC	0.118***	0.336***	0.230***	0.286***	0.038	1.000			
lnTE	0.390***	0.470***	0.425***	0.181***	0.203***	0.465***	1.000		
lnFla	-0.022*	-0.069***	-0.120***	-0.134***	0.054**	-0.166***	-0.117***	1.000	
lnGDP	0.409***	0.534***	0.125***	0.197***	0.405***	0.375***	0.591***	-0.001	1.000

注:\*\*\*表示 $p < 0.01$ ; \*\*表示 $p < 0.05$ ; \*表示 $p < 0.1$ 。

同时,对变量进行相关性分析,结果见表 2,技术扩散与技术邻近性、市场规模的相关性较高,但变量的相关性系数仍小于临界值 0.7,其余变量的相关性系数均小于 0.4,没有很高的相关性。相关系数与前期猜想基本一致,但还需要进行回归分析进一步验证变量间的具体关系。

### (二)回归分析

根据 Hausman 检验的结果选用面板固定效应模型进行回归。表 3 给出了样本的回归结果,表 3 的(1)列在式(1)不加入控制变量的估计结果,只考虑“一带一路”倡议与中国技术扩散间的关系,“一带一路”倡议与中国技术扩散间显著正相关,(2)列在加入控制变量后对式(1)进行检验,倍差项 DID 系数为正且在 1% 水平上显著,即“一带一路”倡议能显著促进中国对“一带一路”沿线技术后发国家的技术扩散,假设 1 得到支持。同时,本文根据式(1)对“一带一路”倡议影响中国技术扩散之间的动态效应和变化趋势进行了估计,结果如(3)列所示,“一带一路”倡议实施的第一年(2014年)技术扩散的效应为 0.0149 且并不显著,在倡议实施的第二年(2015年)和第三年(2016年)技术扩散的效应分别为 0.1499、0.1484 且均在 5% 水平上显著,较 2014 年明显上升,在倡议实施的第四年(2017年)、第五年(2018年)和第六年(2019年)技术扩散的效应为 0.1827、0.1607、0.1861 且均在 1% 水平上显著,总体呈现上升趋势。2014 年“一带一路”倡议才刚开始实施,这可能导致当年的实施效果不明显,对于国家和企业来说效应的产生都需要一定时间,并且合作平台和沿线国家的配套政策也在逐步建立和制定,随着政策效应的放大,倡议对中国向沿线技术后发国家技术扩散的效应也越来越大。其中 2018 年有小幅下降可能是受到中美贸易战的影响,以国际贸易方式进行的技术扩散渠道、市场受到一定阻碍,但在 2019 年又迅速回升。

在此基础上,引入技术邻近性分步回归检验中介机制,式(2)用技术邻近性作被解释变量进行回归,结果见表 4,“一带一路”倡议对中国与沿线国家间的技术邻近性有正向影响且在 1% 的水平上显著,即“一带一路”倡议能增加中国与沿线国家间的技术邻近性。假设 2 得到验证。式(3)将“一带一路”和技术邻近性同时带入回归,结果显示技术邻近性与技术扩散有显著正相关关系且在 1% 的水平上显著,即技术邻近性会促进中国向沿线国家的技术扩散,假设 3 得到验证。其中倍差项(DID)的系数相较于式(1)的系数减小且显著,所以技术邻近性在“一带一路”倡议对技术扩散的影响中具有部分中介效应,即“一带一路”倡议能通过增加中国与“一带一路”沿线国家间的技术邻近性来促进中国向“一带一路”沿线国家的技术扩散,中介机制得到验证。式(4)在式(1)的基础上引入了制度距离和倍差项(DID)的交互项、制度距离与时间效应的交互项、制度距离与个体效应的交互项,检验了制度距离对“一带一路”倡议与技术扩散关系的调节效应,结果显示,制度距离与 DID 的交互项系数  $\gamma_2$  显著为负,制度距离削弱了“一带一路”倡议对中国向沿线国家技术扩散的正向影响,假设 4 得到验证。

表 3 “一带一路”倡议与中国技术扩散:DID 估计结果

变量	平均效应		动态效应
	lnTD		
	(1)	(2)	(3)
DID	0.1614*** (4.95)	0.1525*** (6.07)	
Treat × Time <sub>2014</sub>			0.0149 (0.32)
Treat × Time <sub>2015</sub>			0.1499** (2.46)
Treat × Time <sub>2016</sub>			0.1484** (2.45)
Treat × Time <sub>2017</sub>			0.1827*** (3.01)
Treat × Time <sub>2018</sub>			0.1607*** (2.65)
Treat × Time <sub>2019</sub>			0.1861*** (3.07)
Constant	2.3940*** (85.68)	2.3337** (2.29)	2.2141** (2.17)
Control	No	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes
个体固定效应	Yes	Yes	Yes
R <sup>2</sup>	0.0876	0.4745	0.4791
F	47.84***	65.67***	66.04***

注:\*\*\*表示  $p < 0.01$ , \*\*表示  $p < 0.05$ , \*表示  $p < 0.1$ ; 括号内为标准误差。

表 4 中介效应和调节效应的检验

变量	lnTP	lnTD	lnTD
	(1)	(2)	(3)
DID	0.0424*** (5.28)	0.1395*** (5.52)	0.2782*** (4.10)
lnTP		0.3064*** (3.77)	
lnZG			-0.1682* (-1.75)
lnZG × DID			-0.1823** (-2.08)
lnZG × Time			0.2708*** (4.60)
lnZG × Treat			-0.1974 (-1.43)
Constant	0.7687** (2.36)	2.0982** (2.06)	2.008** (1.97)
Control	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes
个体固定效应	Yes	Yes	Yes
R <sup>2</sup>	0.0652	0.4795	0.4882
F	22.70***	61.31***	63.96***

注:\*\*\*表示  $p < 0.01$ , \*\*表示  $p < 0.05$ , \*表示  $p < 0.1$ ; 括号内为标准误差。

### (三) 平行趋势检验

使用双重差分模型进行政策效应检验的前提是样本要满足平行趋势假设,即在“一带一路”倡议前,我国对沿线国家和非沿线国家要有同样的技术扩散趋势,否则可能会导致政策效应检验失效。在双重差分的基础回归模型中加入各年份的年份虚拟变量和政策虚拟变量的交互项,如果交互项的回归系数在政策颁布前不显著而政策颁布后显著,则认为两组样本通过平行趋势检验,即“一带一路”倡议实施前,沿线国家和非沿线国家有同样的发展趋势。本文将2014年作为“一带一路”倡议的基期,2009—2013年为倡议提出前,2015—2019年为倡议提出后,平行趋势检验结果如图4所示,结果发现前面几年都基本满足平行趋势检验,即“一带一路”倡议实施前技术扩散趋势在实验组和对照组间无显著差异,双重差分模型可以使用。2014年为倡议实施基期,政策效应可能还不明显,与政策实施前相比,实验组在政策实施后技术扩散效应有显著提升。

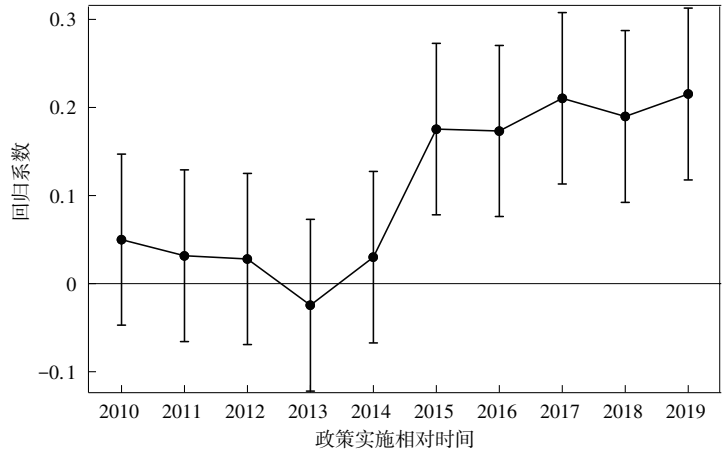


图4 平行趋势检验

### (四) 稳健性检验

为排除内生性问题的偏误影响,本文用倾向得分匹配(PSM)进行稳健性检验,通过Probit模型计算样本点倾向得分,此时被解释变量为政策虚拟变量,解释变量为所有的控制变量。在进行具体匹配时,对实验组和对照组进行卡尺匹配距离0.01内的半径匹配。倾向得分匹配结果见表5,U和M分别为变量未匹配成功和匹配成功,在经过匹配的1620个样本中,共有1584个样本匹配成功,36个样本未匹配成功,未匹配成功的样本中对照组29个、实验组7个,匹配前后样本损失量小,剩下的样本具有一定代表性。匹配结果见表5,样本的标准化偏差(%bias)在匹配后明显缩小且绝对值均小于10%,可接受程度较高,再对匹配成功的样本进行进一步验证。

表5 倾向得分匹配结果

变量	匹配	均值		%bias	t	p > t
	未匹配	Treated	Control			
lnOD	U	0.8100	0.6818	30.7	6.22	0.000
	M	0.8051	0.7867	4.4	0.83	0.408
lnTC	U	4.6439	4.3143	60.7	11.86	0.000
	M	4.6440	4.6420	0.4	0.09	0.928
lnTE	U	1.3421	1.2830	56.2	11.15	0.000
	M	1.3403	1.3378	2.3	0.42	0.673
lnFla	U	3.5630	3.5899	-10.3	-2.11	0.035
	M	3.5645	3.5581	2.5	0.46	0.642
lnGDP	U	24.959	23.875	63.7	12.50	0.000
	M	24.945	25.000	-3.3	-0.62	0.533

使用倾向得分匹配后的1584个样本再带入模型回归进行稳健性检验,得到的结果见表6,(1)列中倍差项DID系数为正且在1%的水平上显著,“一带一路”政策效应对中国向技术后发国家的技术扩散有显著正相关关系,(2)列、(3)列中的倍差项与lnTG的系数都显著,技术接受国与中国间技术邻近性的部分中介效应稳健存在,(4)列中制度距离lnZG与DID的交互项系数显著为负,制度距离削弱了“一带一路”倡议对中国向沿线国家技术扩散的正向效应。倾向得分匹配后小样本的回归结果与前文一致说明本文得到的结论具有稳健性。

表6 稳健性检验

变量	lnTD	lnTP	lnTD	lnTD
	(1)	(2)	(3)	(4)
DID	0.1479*** (5.91)	0.0406*** (4.96)	0.1355*** (5.39)	0.2779*** (4.14)
lnTP			0.3059*** (3.08)	
lnZG				-0.2367** (-2.36)
lnZG × DID				-0.1927** (-2.23)
lnZG × Time				0.2718*** (4.67)
lnZG × Treat				-0.1370 (-0.97)
Constant	2.7071*** (2.65)	0.7411** (2.22)	2.4803** (2.44)	2.4779** (2.44)
Control	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
个体固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
R <sup>2</sup>	0.4564	0.0605	0.4619	0.4724
F	65.34***	21.60***	61.38***	63.63***

注:\*\*\*表示p<0.01,\*\*表示p<0.05,\*表示p<0.1;括号内为标准误差。

## 五、结论与展望

### (一) 研究结论

基于我国高新技术产业的出口视角及相关统计数据,本文采用双重差分模型分析探讨了“一带一路”倡议对我国技术扩散的动态影响。研究发现:第一,“一带一路”倡议能有效推动我国的技术扩散,我国对沿线国家的技术扩散相比于非沿线国家更强,这进一步验证了已有研究中关于“一带一路”倡议能够促进我国对沿线新兴市场技术转移的论述(陈衍泰等,2021b);第二,本文的研究结果表明技术扩散效应增强与高新技术产业的创新能力和技术水平密切相关,这与已有研究中提出的“一带一路”倡议能够促进中国企业创新升级的观点在基本逻辑上相契合(李延喜等,2020;王桂军和卢潇潇,2019);第三,本文的结论与已有研究还同时印证了全球价值链分工导致中间投入贸易的扩大进而带来广泛的技术扩散,“一带一路”倡议有助于沿线国家价值链分工的判断(戴翔和宋婕,2021)。

与以往研究不同的是,本文在以上结论的基础上进一步探索“一带一路”倡议推动技术扩散的作用机制,由传统的技术扩散动因视角出发,推断出技术邻近性的中介作用及制度距离的调节效应,并在数据分析中得到了验证,形成了新的结论。第一,“一带一路”倡议有助于中国在沿线国家的专利布局和专利合作,增加中国与沿线国家的技术邻近性,从而促进技术扩散,这与科技创新合作驱动“一带一路”建设的理念相吻合,有助于推动我国与沿线国家在科技创新合作中形成认知协同与行动协调;第二,本文的验证分析中发现技术邻近性的部分中介效应所占比例较小,这表明我国与沿线国家的科技合作还处于起步阶段,在持续推进产业布局和技术合作后,我国与沿线国家的技术协同度会更高,技术邻近性的中介效应也会更加明显;第三,在我国高新产业的特定视角下,制度距离仍是“一带一路”倡议下我国向沿线国家技术扩散的阻碍,并可能导致制度创新和制度变迁缺乏动力,技术革新成果难以落实,导致技术发展不平衡、技术扩散进一步受阻等问题,因而当前迫切需要推动“一带一路”倡议中的五通建设,缓解制度距离带来的负向影响,进而产生更多的技术扩散效应。

### (二) 管理启示

基于上述结论,本文提出以下两方面政策建议:

第一,在“一带一路”背景下,应坚持“走出去”战略,建立长期的技术合作机制。除了继续加强中国与沿线国家间的技术合作,形成更高的技术扩散渠道协同度外,还应关注沿线国家具体国情。沿线国家技术水平差异大,资源禀赋也不尽相同,尽量减小技术供需上的不匹配问题,并且“一带一路”合作机制具有一定的松散性,后续政策和细则可能存在难以跟进和完善的问题,所以应尝试建立长期的科技创新合作机制,优化国际技术扩散体系,应对长期性的问题和挑战。

第二,持续推进互联互通。“一带一路”倡议聚焦互联互通,政策沟通是“一带一路”建设的五通之首,沿线国家主动与“一带一路”倡议对接,签订多份政府间合作协议,为政府间经济战略、宏观政策等对接形成良好机制。但是各国间的制度距离仍是互联互通的一大阻碍,本着“共商、共建、共享”原则,共同推进完善技术转移、市场交易制度,缩小国家间的各项制度距离,促进技术的扩散和创新。同时政府部门应及时更新沿线各国制度环境变化情况,减少国家间在技术交流中的摩擦,准确评估各类制度差异可能带来的风险,做好风险控制和风险担保,为国际投资和贸易提供正确引导,通过提供良好的政治经济环境、税收补贴等方式为企业降低风险。

### (三) 不足与展望

与传统理论中对技术扩散存在性及方向性等问题的讨论一样,发展中经济体对外技术扩散的可能通道及约束因素也是多元、动态的,本文面向我国高科技产业技术扩散,选择“一带一路”倡议以讨论其政策效应,选择技术邻近性、制度距离以讨论内生或外生的要素约束,得到了一些有意义的结论,但这些研究结论在其他产业领域、其他贸易情境下是否仍然成立,是需要进一步探讨的问题,也是未来研究中可以拓展的方向;同时,发达国家向发展中经济体的技术扩散,与发展中国家向其他经济体的技术扩散在动机、规模、政策需求等中都可能存在本质差异,本文主要讨论了我国向其他经济体技术扩散的存在性及特殊政策效应,并未对以上两种情况进行比较分析,这也是值得进一步探索的方向。

## 参考文献

- [ 1 ] 陈欣, 2020. “一带一路”沿线国家科技合作网络演化研究[J]. 科学学研究, 38(10): 1811-1817, 1857.
- [ 2 ] 陈衍泰, 厉婧, 程聪, 等, 2021a. 海外创新生态系统的组织合法性动态获取研究——以“一带一路”海外园区领军企业为例[J]. 管理世界, 37(8): 161-180.
- [ 3 ] 陈衍泰, 齐超, 厉婧, 等, 2021b. “一带一路”倡议是否促进了中国对沿线新兴市场国家的技术转移? ——基于DID模型的分析[J]. 管理评论, 33(2): 87-96.
- [ 4 ] 戴翔, 宋婕, 2021. “一带一路”倡议的全球价值链优化效应——基于沿线参与国全球价值链分工地位提升的视角[J]. 中国工业经济, (6): 99-117.
- [ 5 ] 段德忠, 谌颖, 杜德斌, 2019. “一带一路”技术贸易格局演化研究[J]. 地理科学进展, 38(7): 998-1008.
- [ 6 ] 何建洪, 李林, 朱浩, 2022. 我国先进制造技术追赶中子领域与周期选择[J]. 科学学研究, 40(9): 1583-1597.
- [ 7 ] 胡颖, 李维, 2023. 东道国交通基础设施质量对中国进出口贸易的影响研究——来自“一带一路”沿线51个国家的证据[J]. 技术经济, 42(1): 77-89.
- [ 8 ] 李延喜, 何超, 刘彦文, 等, 2020. 对“一带一路”国家直接投资能否促进中国企业创新?[J]. 科学学研究, 38(8): 1509-1525.
- [ 9 ] 任琳, 黄宇韬, 2020. 技术与霸权兴衰的关系——国家与市场逻辑的博弈[J]. 世界经济与政治, (5): 131-153, 159-160.
- [ 10 ] 司月芳, 王岱, 王丰龙, 2019. 对华跨境技术转移影响因素研究[J]. 地理科学, 39(2): 259-266.
- [ 11 ] 王桂军, 卢潇潇, 2019. “一带一路”倡议与中国企业升级[J]. 中国工业经济, (3): 43-61.
- [ 12 ] 王黎莹, 姬科迪, 赵春苗, 等, 2022. 技术性贸易措施对“一带一路”高新技术产业的影响研究[J]. 技术经济, 41(7): 62-72.
- [ 13 ] 王宛秋, 马红君, 2020. 技术邻近性、研发投入与技术并购创新绩效——基于企业生命周期的视角[J]. 管理评论, 32(6): 104-113.
- [ 14 ] 谢刚, 邵季雯, 李文鹤, 2022. “一带一路”背景下数字通信领域跨国专利合作特征及网络演化研究[J]. 技术经济, 41(2): 15-25.
- [ 15 ] 许家云, 周绍杰, 胡鞍钢, 2017. 制度距离, 相邻效应与双边贸易——基于“一带一路”国家空间面板模型的实证分析[J]. 财经研究, 43(1): 75-85.
- [ 16 ] ALBINO-PIMENTEL J, DUSSAUGE P, SHAVER J M, 2018. Firm non-market capabilities and the effect of supranational institutional safeguards on the location choice of international investments [J]. Strategic Management Journal, 39(10): 2770-2793.
- [ 17 ] BENABDALLAH L, 2019. Explaining attractiveness: Knowledge production and power projection in China's policy for Africa[J]. Journal of International Relations and Development, 22(2): 495-514.
- [ 18 ] BREM A, NYLUND P A, 2021. Maneuvering the bumps in the New Silk Road: Open innovation, technological complexity, dominant design, and the international impact of Chinese innovation[J]. R&D Management, 51(3): 293-308.
- [ 19 ] COE D T, HELPMAN E, 1995. International r&d spillovers[J]. European Economic Review, 39(5): 859-887.
- [ 20 ] CORREDOIRA R A, MCDERMOTT G A, 2014. Adaptation, bridging and firm upgrading: How non-market institutions and MNCs facilitate knowledge recombination in emerging markets [J]. Journal of International Business Studies, 45(6): 699-722.
- [ 21 ] CRUPI A, 2021. Technology transfer and team boundary-spanning activities and their antecedents: Do the classic measures apply to China?[J]. R&D Management, 51(3): 260-272.
- [ 22 ] FABRIZIO K R, POCZTER S, ZELNER B A, 2017. Does innovation policy attract international competition? Evidence from energy storage[J]. Research Policy, 46(6): 1106-1117.
- [ 23 ] GARSOUS G, WORACK S, 2022. Technological expertise as a driver of environmental technology diffusion through trade: Evidence from the wind turbine manufacturing industry[J]. Energy Policy, 162: 112799.
- [ 24 ] GERTLER M S, 1995. “Being there”: Proximity, organization, and culture in the development and adoption of advanced manufacturing technologies[J]. Economic Geography, 71(1): 1-26.
- [ 25 ] JAFFE A, 1986. Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits and market value [J]. American Economic Review, 76(5): 984-1001.
- [ 26 ] JIN B, 2019. Country-level technological disparities, market feedback, and scientists' choice of technologies[J]. Research Policy, 48(10): 385-400.
- [ 27 ] KELLER W, 2004. International technology diffusion[J]. Journal of Economic Literature, 42(3): 752-782.
- [ 28 ] KNOBEN J, OERLEMANS L A G, 2006. Proximity and inter-organizational collaboration: A literature review [J]. International Journal of Management Reviews, 8(2): 71-89.
- [ 29 ] KULMER V, SEEBAUER S, HINTERREITHER H, et al, 2022. Transforming the s-shape: Identifying and explaining turning points in market diffusion curves of low-carbon technologies in Austria[J]. Research Policy, 51(1): 104371.

- [30] LI J, VAN ASSCHE A, LI L, et al, 2021a. Foreign direct investment along the Belt and Road: A political economy perspective[J]. *Journal of International Business Studies*, 53(5): 1902-18919.
- [31] LI S, SU J, LIU Y, et al, 2021b. How “Belt and Road” initiative implementation has influenced R&D outcomes of Chinese enterprises: Asset-exploitation or knowledge transfer?[J]. *R&D Management*, 51(3): 273-292.
- [32] LIANG F H, 2017. Does foreign direct investment improve the productivity of domestic firms? Technology spillovers, industry linkages, and firm capabilities[J]. *Research Policy*, 46(1): 138-159.
- [33] LIU A, LU C, WANG Z, 2020. The roles of cultural and institutional distance in international trade: Evidence from China’s trade with the Belt and Road countries[J]. *China Economic Review*, 61(6): 101234.
- [34] MAO J, TANG S, XIAO Z, et al, 2021. Industrial policy intensity, technological change, and productivity growth: Evidence from China[J]. *Research Policy*, 50(7): 104287.
- [35] MAZZI C T, FOSTER-MCGREGOR N, 2021. Imported intermediates, technological capabilities and exports: Evidence from Brazilian firm-level data[J]. *Research Policy*, 50(1): 104141.
- [36] MIAO Y, SALOMON R M, SONG J, 2021. Learning from technologically successful peers: The convergence of asian laggards to the technology frontier[J]. *Organization Science*, 32(1): 210-232.
- [37] MILNER H V, SOLSTAD S U, 2021. Technological change and the international system [J]. *World Politics*, 73(3): 545-589.
- [38] MOALLA E, MAYRHOFER U, 2020. How does distance affect market entry mode choice? Evidence from French companies[J]. *European Management Journal*, 38(10): 135-145.
- [39] NEPELSKI D, DE PRATO G, 2015. International technology sourcing between a developing country and the rest of the world. A case study of China[J]. *Technovation*, 35(1): 12-21.
- [40] PERLA J, TONETTI C, WAUGH M E, 2021. Equilibrium technology diffusion, trade, and growth[J]. *American Economic Review*, 111(1): 73-128.
- [41] POSNER M V, 1961. International trade and technical change[J]. *Oxford Economic Papers*, 13(3): 323-341.
- [42] PRUD’HOMME D, VON ZEDTWITZ M, THRAEN J J, et al, 2018. “Forced technology transfer” policies: Workings in China and strategic implications[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 134(9): 150-168.
- [43] RAZZAQ A, AN H, DELPACHITRA S, 2021. Does technology gap increase FDI spillovers on productivity growth? Evidence from Chinese outward FDI in Belt and Road host countries [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 172(11): 121050.
- [44] ROGERS E M, SINGHAL A, QUINLAN M M, 2014. *Diffusion of innovations[M]//An Integrated Approach to Communication Theory and Research*. London: Routledge: 432-448.
- [45] SALOMON R, WU Z, 2012. Institutional distance and local isomorphism strategy [J]. *Journal of International Business Studies*, 43(4): 343-367.
- [46] SCHULHOF V, VAN VUUREN D, KIRCHHERR J, 2022. The Belt and Road Initiative(BRI): What will it look like in the future?[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 175: 121306.
- [47] SKITI T, 2020. Institutional entry barriers and spatial technology diffusion: Evidence from the broadband industry [J]. *Strategic Management Journal*, 41(7): 1336-1361.
- [48] SUN Y, DU D, 2010. Determinants of industrial innovation in China: Evidence from its recent economic census [J]. *Technovation*, 30(9-10): 540-550.
- [49] VÁSQUEZ-URRIAGO Á R, BARGE-GIL A, RICO A M, 2016. Science and technology parks and cooperation for innovation: Empirical evidence from Spain[J]. *Research Policy*, 45(1): 137-147.
- [50] VERNON R, 1992. *International investment and international trade in the product cycle[M]//International economic policies and their theoretical foundations*. New York: Academic Press: 415-435.
- [51] WU J, MA Z, LIU Z, 2019. The moderated mediating effect of international diversification, technological capability, and market orientation on emerging market firms’ new product performance[J]. *Journal of Business Research*, 99(6): 524-533.
- [52] XIE Z, LI J, 2018. Exporting and innovating among emerging market firms: The moderating role of institutional development [J]. *Journal of International Business Studies*, 49(2): 222-245.
- [53] XU B, WANG J, 2000. Trade, FDI, and international technology diffusion [J]. *Journal of Economic Integration*, 15(4): 585-601.

## Did the “Belt and Road” Initiative Promotes China’s Technology Diffusion —An Analysis Based on High-tech Industry

Li Lin, Peng Fangxue, He Jianhong, Zhu Hao

(School of Economics and Management, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

**Abstract:** International technological innovation cooperation based on the Belt and Road Initiative is an important measure to promote the building of a new development pattern. Based on the theory of technology diffusion and the trade data between China and 135 global economies from 2008 to 2019, the effect of China’s technology diffusion on the host country before and after the “Belt and Road” initiative from the perspective of China’s high-tech industry exports was analyzed. In addition, the influence of constraint factors such as technological proximity and institutional distance on technology diffusion was discussed, and the results of theoretical analysis were verified. The results show that the “Belt and Road” initiative is conducive to the technology diffusion of China’s high-tech industries, and can promote technology diffusion by increasing the technological proximity to the host country. However, institutional distance hinders the technology diffusion under the initiative. The research conclusions provide useful reference and inspiration for China to expand the space for international scientific and technological cooperation through the “Belt and Road” initiative under the new development pattern, and to promote high-level opening to the outside world by strengthening technological innovation transfer and knowledge diffusion.

**Keywords:** the “Belt and Road” initiative; technology diffusion; technical proximity; institutional distance