

# “一带一路”国际科技合作的经济增长效应

许培源<sup>1,2</sup>, 程钦良<sup>1</sup>

(1. 华侨大学 经济与金融学院, 福建 泉州 362021; 2. 华侨大学 海上丝绸之路研究院, 福建 厦门 361021)

**摘要:**“一带一路”是创新之路, 科技合作是“一带一路”建设的先导和支撑。那么, 当前合作的主要国家和模式有哪些? 其促进沿线国经济增长的机制和效应如何? 合作该如何提质增效? 文章在分类梳理和理论分析的基础上, 利用2009—2017年44个沿线国的面板数据进行了实证检验。研究表明: (1) 当前, “一带一路”沿线国与中国的科技合作仍处于起步阶段, 合作较多的为东南亚及南亚等地理临近国, 且具有偏向性, 以技术转移类合作为主; (2) 各种科技合作可归并为研发合作类和技术转移类, 两者分别通过影响研发能力和知识存量而促进沿线国的经济增长, 且对不同技术基础条件的国家作用不同; (3) 两类合作在产生经济增长效应过程中相互促进、相互加强, 因此两类科技合作同时开展才能充分发挥其效应; (4) 若将沿线国分为创新落后者和创新追赶者, 则研发合作类的作用效果在两类国家存在明显差异, 这既与合作的技术层次和难度有关, 也与技术转移类合作直接的生产率效应有关。上述结论说明, “一带一路”国际科技合作要因国(地)施策, 坚持研发合作和技术转移并举, 注重研发合作的基础和质量。

**关键词:** “一带一路”; 国际科技合作; 经济增长; 作用机制

**中图分类号:** F740 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9952(2020)05-0140-15

**DOI:** 10.16538/j.cnki.jfe.2020.05.010

## 一、引言

“一带一路”建设是我国政府根据时代特征和全球形势提出的重大倡议, 对促进区域互联互通、经贸合作、人文与科技交流以及世界和平与发展等都具有划时代的重要意义。2016年9月, 科技部等四部委联合发布《推进“一带一路”建设科技创新合作专项规划》(科技部等, 2016), 提出科技创新合作是共建“一带一路”的重要内容, 是提升我国与沿线国合作水平的重点领域, 也是推进“一带一路”重大工程项目顺利实施的技术保障, 在“一带一路”建设中起引领和支撑作用。规划还明确了合作的重点任务和重点领域。<sup>①</sup>2017年5月, 习近平主席在“一带一路”国际合作高峰论坛上提出, 要将“一带一路”建成创新之路, 中国愿同各国加强创新合作, 启动“一带一路”科技创新行动计划, 开展科技人文交流、共建联合实验室、科技园区合作、技术转移等四项行动。论坛期间, 科技部发布了《“十三五”国际科技创新合作专项规划》, 提出要开创与沿线国科技创新互联互通新局面, 打造科技创新共同体。同时, 中国科学院制定了《共建“一带一路”国际

收稿日期: 2019-07-18

基金项目: 福建省科技计划重点项目(2019R0065); 华侨大学创新基金项目(18011020002)

作者简介: 许培源(1970-), 男, 福建安溪人, 华侨大学经济与金融学院、海上丝绸之路研究院教授;

程钦良(1992-), 男, 甘肃陇西人, 华侨大学经济与金融学院博士研究生。

<sup>①</sup>重点任务包括科技人文交流、科技合作平台建设、支撑重大工程、共建科技园区、关键共性技术研究等; 重点领域包括农业、能源、交通、信息、资源、环境、海洋、先进制造、新材料、航空航天、医药健康、防灾减灾等领域。

科技合作行动方案》(中国科学院, 2017), 提出到 2030 年使中国科学院在亚太、亚欧、亚非地区协同创新网络体系中处于“龙头”和“中心枢纽”地位, 成为“一带一路创新共同体”的重要支柱的目标。至此, “一带一路”国际科技合作的顶层设计已经完成, 并上升到国家战略高度, 在科技部、中国科学院及各省市的“一带一路”建设行动方案中得以实践和推行。那么, 当前合作的主要国家和模式有哪些? 其促进沿线国经济增长的机制和效应如何? 合作又是如何提质增效的? 关于这些问题的回答, 可为构建“一带一路”创新合作网络, 打造“一带一路创新共同体”提供理论和实际依据。

与顶层设计和实践行动相伴随, 学者们对“一带一路”国际科技合作的研究也在不断深入。主要包括: (1) 合作意义。科技合作在“一带一路”建设中的地位极其重要。一方面, “一带一路”涉及国家众多, 但由于政治体制、宗教文化等方面的不同, 经贸合作受阻严重, 科技作为一种基础契约交易, 具有先导功能, 是“五通”的关键支撑; 另一方面, “一带一路”沿线国大多为新兴经济体和发展中国家, 科技发展水平相对较低, 经济发展的科技需求较大, 科技合作无疑是“一带一路”合作的关键点和突破口(胡键, 2017; 闫春和李斌, 2018)。(2) 合作内容和模式。甄树宁(2016)指出, “一带一路”国际科技合作需要在原有合作模式的基础上调整和创新, 因时、因地、因势, 分国家、分项目、分阶段选择不同的模式组合, 以双边或多边协定促进合作平台建设, 以产业园区带动。魏澄荣(2016)认为, 海上丝绸之路创新合作网络需要打造科技创新平台, 培育国际科技合作基地, 提升海洋科技能力。魏澄荣(2017)指出, 国际科技合作的模式包括国际学术(交流)会议、联合建立研究机构(实验室)、合作研究和发表论文、学者访问和交流、技术转移和技术转让、联合培训、共享网络资源和项目合作开发等。(3) 合作现状和格局。现有关于合作现状和格局的研究大多从论文合作、专利合作或兼具两者进行探索分析。研究结果显示, 近年来中国与沿线国的合作在逐步加强, 但论文合作数量和质量有待进一步提升(王友发等, 2016); 论文合作的数量、研究方向和被引频次差异较大, 自然科学基金数量远超其他基金, 物理学遥遥领先, 与周边相邻国家的合作比较多, 而与相距较远国家的合作比较少(吴建南和杨若愚, 2016); 相较而言, 专利合作比论文合作更活跃, “一带一路”沿线已经形成覆盖国家范围广、内部联系较密集的专利合作网络(张明倩和何莉, 2018), 但整体分布不均匀, 集中于少数国家, 新加坡、印度、以色列、俄罗斯和马来西亚五个国家占据专利合作的 82.1%(叶阳平等, 2016)。另外, 胡键(2017)发现中国是以新兴技术为主来推动“一带一路”科技合作的, 因此要适当保护知识产权, 在高新技术出口上“有所为而有所不为”, 并且中国必须在创新上不断作为, 否则合作将会缺乏动力。(4) 合作策略和路径。闫春和李斌(2018)指出, 中国应加大拥有自主知识产权的产品和技术标准的输出, 发挥主导的平台和机制的作用, 深化和广化“一带一路”国际科技合作, 以沿线国的优势学科为突破口开展四项合作举措, 形成示范效应, 构建命运共同体。邢晓玉和郝素(2015)指出, 政府主导的科技园区合作只适合于合作初期, 后期应加大大学、科研机构及企业的作用, 形成产学研的有效结合, 科技园区的建立应综合考虑地理区位、亚洲金融秩序及外交政策三大因素, 重视软实力, 支持西部省份和重视人才激励。任虎和袁静(2016)也指出, 高校作为科学技术的前沿阵地, 在技术转移中肩负多重任务, 应采取“共同但有区别”的战略, 注重发挥区位优势。路铁军和王泽森(2018)指出, 互联互通是“一带一路”的核心内容, 交通无疑是重中之重, 交通工程项目合作应坚持问题导向、加强统筹协调、注意风险防控和提高知识产权意识。

现有文献对“一带一路”国际科技合作进行了较为广泛的分析和研究, 但仍然存在不足: 其一, 大多数文献介绍了合作的各种形式和模式, 但未分析其作用机理, 也未依据其机理进行分类研究; 其二, 国际科技合作的目标之一是推动沿线国的经济发展, 但未有文献对这一合作效果进

行检验。因此,本文从科技合作对沿线国经济增长的影响出发,探讨其作用机制,提出研究假说,并进行实证检验。文章的边际贡献在于:(1)系统梳理“一带一路”国际科技合作模式,并从机理上将其划分为提升沿线国研发能力的研发合作类和增加其知识存量的技术转移类两大类;(2)依据研发基础和条件,将沿线国划分为创新落后者和创新追赶者,分组检验其经济增长效应,给出推进“一带一路”国际科技合作的政策和建议。

## 二、“一带一路”国际科技合作的模式与现状

### (一)合作模式

科技创新的主体有大学、科研机构及企业,国际科技合作应为不同国家和地区的研究者、大学、企业之间进行学术交流、研发合作、交换研究成果,或者参与其他国家的大型科技计划,利用其他国家的实验室等建立长期的合作关系。“一带一路”国际科技合作要形成区域协同创新网络,不仅需要同时发挥各种主体的创新作用,而且政府的引导和中介作用也极为关键。沿线国的各种创新主体及政府与中国共同开展的各种科技活动,可以归纳为科技人文交流、共建联合实验室和技术转移平台、共建科技园区及推动重大工程建设四种模式。

一是科技人文交流。科技人文交流包括与沿线国之间互派留学生,合作培养科技人才,扩大沿线国青年科学家来华研修的规模,在沿线国建设科研培训中心和培训基地,推动大学、科研机构、企业间的科技交流,开展科技论文和专利合作,以及共同开展科技创新规划和创新政策体系建设等。de Beaver 和 Rosen(1979)提出,科技合作的主体是科技精英或立志成为科技精英的人,因此深化科技人文交流,增进科技界的相互信任和理解是“一带一路”国际科技合作的基础。一方面,以科技人文交流为切入点,可有效避开政治障碍,促进民心相通,深化合作的民意基础;另一方面,深化“一带一路”科技合作要求找到各国的资源共性、技术短板及利益交汇点,进而解决各国面临的科技难题,在此过程中,开展科技人文交流不仅能增强国家间的信任、降低信息成本,而且还可深化科技人员对技术的认知和理解,提升研发创新能力。

二是共建联合实验室(联合研究中心)和技术转移平台。此即结合沿线国的重大科技需求,鼓励我国高校、科研机构和企业与沿线国相关机构合作,联合开展高水平科学研究,共同推动先进/适用技术转移,深化产学研合作,以重点领域合作形成先行示范基地。在某种意义上,共建联合实验室(联合研发中心)、科技转移中心是满足沿线国个性化需求、推进“一带一路”国际科技合作长期稳定发展的关键。“一带一路”沿线各国都有强烈的科技需求,共建联合实验室是发挥沿线各国的技术和人才优势、推动合作研究和联合开发的重要手段。技术转移不仅是“一带一路”沿线各国提高本国生产力水平的有效方式,也是区域可持续发展的基础保障(任虎和袁静,2018)。虽然专有或专利技术的转移并不会直接提升自主创新能力,但这却是突破技术瓶颈、补齐技术短板最直接和最有效的方法,也是进一步吸收扩散技术、不断自主创新的基础。因此,在“一带一路”国际科技合作中,联合实验室和技术转移中心的共建极为重要。

三是科技园区合作。科技园区合作包括两方面内容:一是引导我国高新区、自主创新示范区、农业科技园区、海洋科技园区、环保产业园区等与沿线国园区主动对接,鼓励国内有实力的企业与沿线国共建科技园区,形成多元化的科技与产业合作模式;二是鼓励科技型企业到沿线国去创新创业,培育一批具有国际竞争力的跨国创新型企业,支持有条件的企业在科技实力较强的沿线国建立研发中心,加强知识产权和专利的利用,促进产业向价值链中高端攀升。从合作内容看,科技园区合作是落实“一带一路”倡议、促进产学研合作、提升国际科技合作水平的重要

途径(邢晓玉和郝索,2015)。从合作实践看,科技园区也是当前“一带一路”科技合作的热点,包括蒙古、埃及、南非、伊朗、印度尼西亚、泰国、保加利亚等国都希望依托科技园区,借助中国经验和 技术发展本国科技。<sup>①</sup>科技园区如此受青睐,一方面缘于科技园区的建立为两国企业、学者的 合作交流提供了直接平台,有利于沿线国的科技创新,也能让科技迅速转入生产,提升沿线国的 产业价值,提升产品的国际竞争力;另一方面,科技园区的建立有利于集中力量共同研究和解决 生产中面临的技术挑战和技术难题。因此,科技园区是促进与沿线国产学研有效对接、高效生产 的重要载体,对促进沿线国的经济增长、生产率提高及产业价值链攀升等都具有重要意义。

四是推动重大工程项目建设。其合作内容既包含基础设施方面,也包括科技资源方面。基础设施方面主要是指科技支撑铁路、公路的联运联通,突破港口、水上通道建设,支持航运保障 系统,以及协助电网建设、改造和升级等;科技资源方面主要是指促进科研仪器、数据、文献等资 源的互联互通,推动科技资源共享。从经济效益看,重大工程项目建设为科技资源在区域内及区 域间的流动和共享提供了便利,是发挥技术、经济溢出效应的基础,可为经济体带来“工程红利” (时茜茜等,2017),促进经济增长。

### (二)合作现状

当前,我国与“一带一路”沿线国的各类科技合作都在不同程度上持续推进。2017年,我国 接收沿线各国的研究生留学人数约为4.9万人,与沿线各国学者合作论文29 037篇,累计合作专 利881项,建立联合实验室21个,建立技术转移中心16个,共建科技园区47个,签署重大工程合 作项目合同7 184份,涉及金额约1 427.19亿美元。<sup>②</sup>我们以2017年接受沿线国的研究生留学人 数、论文合作数、专利合作数、累计联合实验室数、累计技术转移中心数、累计科技园区数、签署 重大工程项目数为具体指标,运用熵权法分析沿线国与中国科技合作现状。<sup>③</sup>依据图1对“一带 一路”国际科技合作模式的分析,前四个指标反映沿线国与中国开展研发合作的情况(研发合作 类),后三个指标则反映中国对沿线国的技术转移和技术帮扶(技术转移类),由此可对总体合作 情况和两类科技合作的现状进行比较和分析。先依次计算出总得分、研发合作类得分、技术转移 类得分,然后采用“功效得分”进一步计算,<sup>④</sup>列出得分排名前20的国家,结果见表1。

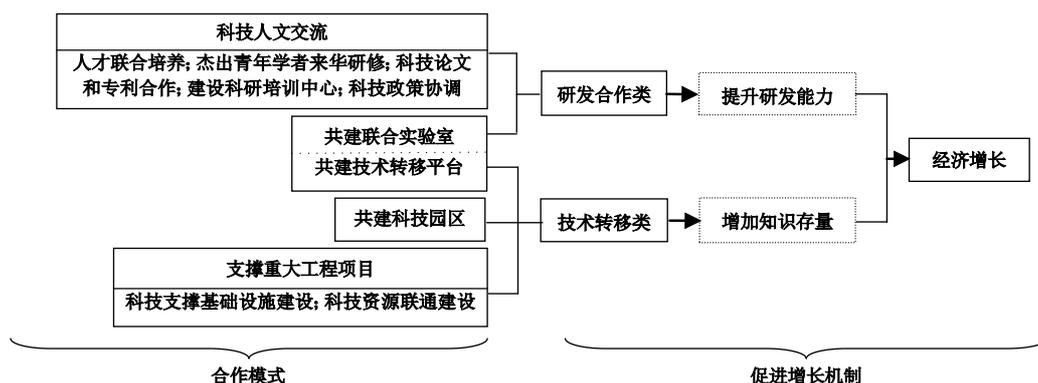


图1 “一带一路”国际科技合作模式及其经济增长效应机制

① 详情参见：[http://www.gov.cn/xinwen/2017-05/10/content\\_5192513.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2017-05/10/content_5192513.htm)。

② 数据来源见后文的数据说明。

③ 熵权法是一种根据各指标变异程度所提供的信息熵来计算其权重,再通过熵权对各指标权重进行修正而得到最终权重的客观赋权法。该得分值介于0—1之间。

④ 为便于分析比较,利用功效得分法变换将各指标值处于1%—100%之间。功效得分 $=\frac{(x_i-x_{\min})}{(x_{\max}-x_{\min})}\times 100\%$ 。

表 1 “一带一路”沿线国与中国开展科技合作“功效得分”情况

排名	总功效得分(COP)	研发合作类功效得分(RD)	技术转移类功效得分(TT)
1	印度尼西亚	新加坡	印度尼西亚
2	巴基斯坦	巴基斯坦	柬埔寨
3	泰国	俄罗斯	泰国
4	越南	印度	黎巴嫩
5	柬埔寨	泰国	巴基斯坦
6	黎巴嫩	越南	越南
7	斯里兰卡	斯里兰卡	斯里兰卡
8	摩尔多瓦	印度尼西亚	文莱
9	缅甸	塞尔维亚	阿曼
10	文莱	黎巴嫩	摩尔多瓦
11	阿曼	缅甸	缅甸
12	塞尔维亚	马其顿	阿联酋
13	阿联酋	柬埔寨	约旦
14	捷克	孟加拉国	阿富汗
15	约旦	捷克	塞尔维亚
16	阿富汗	摩尔多瓦	捷克
17	俄罗斯	阿联酋	俄罗斯
18	印度	约旦	印度
19	新加坡	以色列	马来西亚
20	哈萨克斯坦	阿富汗	塔吉克斯坦

由表 1 结果可知: (1)总功效得分排名前 20 位的国家主要是大多数的东南亚国家、较多的南亚国家、部分西亚及中东欧国家,以及俄罗斯、哈萨克斯坦等邻国。这是因为东南亚、南亚、俄、哈在地理位置上与中国邻近,而部分西亚及中东欧国家积极响应“一带一路”倡议,与中国外交关系良好。从合作的“近邻性”来看,这符合“一带一路”以中国周边国家的发展为依托,立足周边、辐射“一带一路”,以“亲、诚、惠、容”的周边外交理念打造利益和命运共同体的主旨和诉求,也与现有研究的结论——科研合作随合作者间距离增加呈指数递减(Katz, 1994)相一致。(2)总功效得分排名与技术转移类合作功效得分排名相近,但与研发合作类功效得分排名差别较大,这说明当前中国与“一带一路”沿线国的科技合作主要以技术转移类合作为主,合作推进不均衡。这一结果也直观地体现在功效得分组合图(图 2)中。图 2(a)和图 2(b)显示,总功效得分排名前 20 的国家与中国的研发合作并不多(各国主要分布在 COP-RD 组合图的第一象限,呈强-弱的分布关系),而其与中国的技术转移类合作的强度均较大(各国主要分布在 COP-TT 组合图的第二象限,呈强-强的分布关系)。(3)沿线各国与中国的科技合作大多局限于研发合作类和技术转移类的某一类上,合作广度不足(如图 2(c)和图 2(d)所示,各国主要分布在二、四象限, RD 值大、TT 值小,或者 TT 值大、RD 值小)。<sup>①</sup>此外,总功效得分与两类科技合作功效得分组合图也可为沿线国提升与中国科技合作的功效、深化“一带一路”国际科技合作提供指导。例如, COP-RD 组合图显示,新加坡、俄罗斯以及印度与中国的研发合作强度较大,但总合作得分并不高,因此应加强技术转移类合作以提升其合作功效(COP-TT 组合图也显示了其技术转移合作的不足); RD-TT 组

<sup>①</sup> 研发合作排名前 20 的国家与技术转移类合作排名前 20 的国家有所不同,图 2(c)是研发合作前 20 的国家及其技术转移功效得分情况,而图 2(d)是技术转移类合作前 20 的国家及其研发合作功效得分情况。

合图和  $TT-DR$  组合图显示,孟加拉国、马其顿在两类合作上的强度都较弱,因此当前的首要任务是根据实际突破合作障碍,其次才是拓展合作范围。

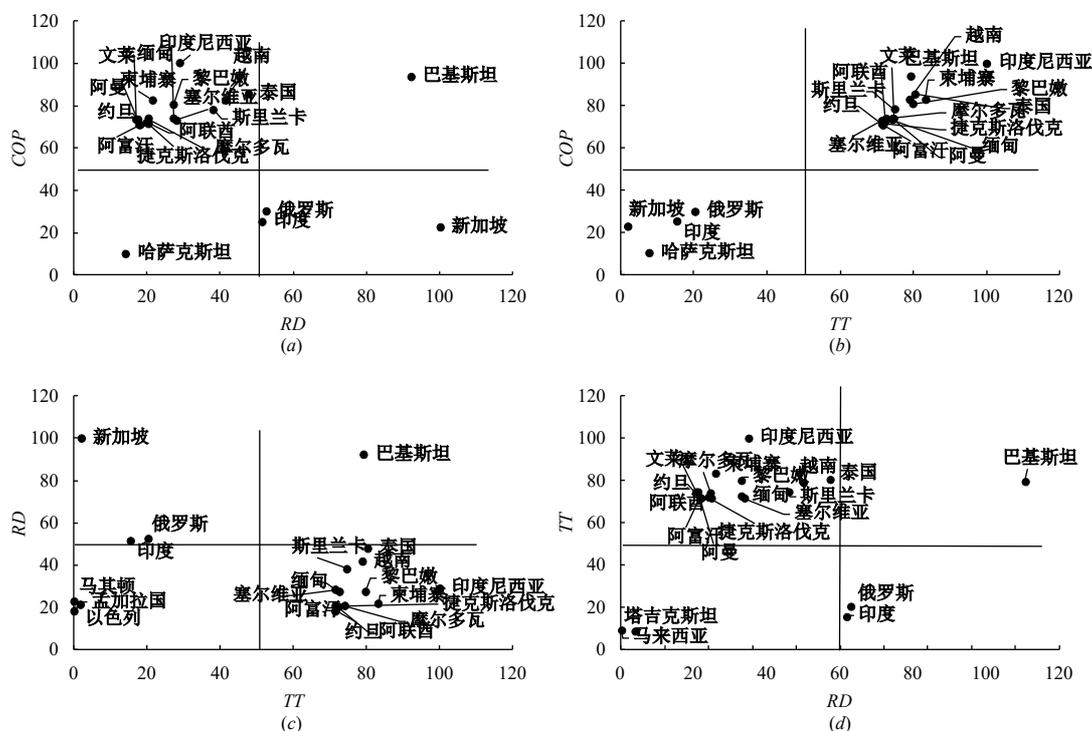


图2 “一带一路”沿线各国与中国开展各类科技合作的“功效得分”组合

总体上看,“一带一路”国际科技合作目前还处于起步阶段,合作主要以技术转移类合作为主,各国与中国的科技合作存在偏向性,推进与沿线国的科技合作要依据各国情况因国施策,明确合作领域和模式,以提升“一带一路”国际科技合作中的功效和水平。

上述分析引发的问题是:在目前的合作强度和广度下,“一带一路”国际科技合作是否能够促进沿线国的经济增长,以及实现与沿线国的互利共赢?如果是,那么各类科技合作的作用机理及效果又有何差别?其效果与沿线国的研发基础条件有何联系?分析和探索这些问题,可以为构建“一带一路”科技合作网络、打造“一带一路创新共同体”提供具体、科学的理论和现实依据。

### 三、“一带一路”国际科技合作的经济效应:理论机制与研究假说

#### (一)理论机制

在以  $R\&D$  为基础的内生增长模型中,知识和技术既是创新的产出,也是创新的投入,因此一国的知识和技术存量也代表其研发创新能力。“一带一路”国际科技合作可以增加沿线国的知识和技术存量,也可以提升沿线国的研发创新能力;而不同合作模式的作用机制存在差别,也使知识存量与研发创新能力产生分离。在上述四种科技合作模式中,通过共建技术转移中心,沿线国可直接利用我国的专有或专利技术突破技术瓶颈,迅速补齐技术短板;依托共建科技园区,沿线国可直接借助我国的经验和技能以发展本国科技,在提高技术水平的同时,也让科技转化为生产力;而推动重大工程项目一方面通过技术帮扶改善了沿线国的基础设施条件和质量,另一方面推动了工程技术的跨国流动和共享。本质上,共建技术转移平台、共建科技园区以及推动重大工程建设主要是对沿线国的技术转移和技术帮扶,可归入技术转移类。此时沿线国直接利用我国成熟的技术进行生产活动,增加了知识和技术存量,提升生产效率,属于外部的技术支持,

显性的知识或技术(如软件源代码、工程结构等)容易产生“溢出”,主要通过这些合作模式作用于沿线国的技术创新和经济增长。<sup>①</sup>与此不同,科技人文交流通过互派留学生、扩大青年科学家来华研修以及推动高校、科研机构及企业间的科技交流等方法,一方面实现了两国科技人员的交流,实现了知识的交互与传递;另一方面实现了资源和技术的交汇,为共同攻克技术难题提供了便利。共建联合实验室提供了沿线国与我国高校、科研机构及企业间合作研发和创新的平台,发挥了各国的技术和人才优势,推动了我国与沿线国的研发合作。本质上,科技人文交流和共建联合实验室通过两国科技人员的互动交流和共同研发,实现了隐性知识(如经验和观点)的交互与传递,增强了研发人员对知识和技术的认知、理解、应用和拓展能力,内生地提升了沿线国的研发创新能力。两类国际科技合作影响沿线国经济增长的机制见图1。

## (二)研究假说

在检验国际科技合作对沿线国经济增长的影响之前,首先要从理论上明确不同技术基础、不同科技合作类型下经济增长效应的差异。依据程惠芳和陈超(2017)对世界各国创新能力的研究,“一带一路”沿线国的创新能力在创新领导者俱乐部、创新追赶者俱乐部和创新落后者俱乐部均有分布,但属于创新领导者俱乐部的只有以色列和新加坡两国。因此,我们将沿线国分为技术水平较低、知识存量较小的国家(地区)和技术水平较高、知识存量较大的国家(地区)。对于研发合作类科技合作,技术水平越高,研发合作基础越好,研发合作的效果也就越好。因此,我们提出如下研究假说:

假说1:研发合作类国际科技合作可以促进沿线国的经济增长,且这种促进作用在技术水平较高、知识存量较大的国家更显著。

对于技术转移类科技合作,技术水平越低的国家,直接的技术转移和技术帮扶的效果越明显,其经济增长效应也越显著。因此,我们提出如下研究假说:

假说2:技术转移类国际科技合作也可以促进沿线国的经济增长,且这种促进作用在技术水平较低、知识存量较小的国家更显著。

此外,实践中新技术的研发和应用需要一定的技术基础。技术基础较弱的国家,新技术的应用也会受到阻碍,而技术转移类合作能够在一定程度上帮助它们克服这些困难,进而强化了研发合作类合作对经济增长的促进作用。同时,研发合作类合作提升了技术吸收能力,改善了技术转移类合作的效果。因此,我们提出如下研究假说:

假说3:科技创新是一个生态或系统,尽管研发合作类、技术转移类合作这两者促进经济增长的机理和路径不同,但两者在产生经济增长效应的过程中相互促进、相互加强,共同提升国际科技合作的经济效应。

## 四、实证检验

前文对“一带一路”国际科技合作经济效应的理论分析表明,“一带一路”国际科技合作通过影响沿线国的知识存量和研发创新能力两条路径影响其创新与增长,但当前的科技合作仍处于起步阶段,合作推进并不均衡,以技术转移类合作为主,合作的深度和广度不足。因此,现实中科技合作是否推动了沿线国的经济增长,是否我国实现了与沿线国的互利共赢,是否形成了协同创新网络和“一带一路创新共同体”,这还需要进行实证检验。

### (一)模型设定、变量及数据

本文以“一带一路”沿线国的经济增长率为实证研究对象,用  $\ln PGDP$  表示。核心解释变量

<sup>①</sup> 相较于一般的贸易和  $FDI$  的技术溢出,技术转移对经济增长的作用更大,也更直接。

为“一带一路”沿线国与中国的科技合作,包括研发合作类、技术转移类合作及其交互项,分别用  $RD_{COP}$ 、 $TT_{COP}$  和  $RD_{COP} \times TT_{COP}$  表示。控制变量包括“一带一路”沿线国自身的投资、就业、人力资本、产业结构、贸易开放度等因素,用  $x_{it}$  表示。另外,在开放经济中,一国的经济发展并不独立,“一带一路”沿线国除了与中国的科技合作,沿线各国之间也有着密切的经贸或技术往来,因此沿线各国经济的增长可能受到其周边“邻近”经济体经济增长的影响。因此,建立“一带一路”国际科技合作经济增长效应的空间面板数据模型如下:

$$\ln PGDP_{it} = \alpha + \rho W \times \ln PGDP_{it} + \theta RD_{COP,it} + \gamma RD_{COP,it} \times TT_{COP,it} + \sum_i \beta_i x_{it} + u_{it} \quad (1)$$

$$\ln PGDP_{it} = \alpha + \rho W \times \ln PGDP_{it} + \theta TT_{COP,it} + \gamma RD_{COP,it} \times TT_{COP,it} + \sum_i \beta_i x_{it} + u_{it} \quad (2)$$

$$u_{it} = \lambda W u_{it} + \epsilon_{it}$$

其中,  $i$  和  $t$  表示国家和时间,  $\rho$  表示“邻近”国经济增长的影响 ( $W$  为空间距离权重),  $\theta$  表示沿线国与中国的研发合作类合作(如式(1)所示)、技术转移类合作(如式(2)所示)的影响,  $\gamma$  表示两类科技合作交互作用的影响,  $\beta_i$  表示  $i$  国自身因素对其经济增长的影响,  $u_{it}$  为空间误差项。如果  $\lambda=0$ , 则为  $SAR$  模型, 表示受到“邻近”国经济增长的直接影响; 如果  $\rho=0$ , 则为  $SEM$  模型, 表示受到“邻近”国其他因素的影响; 如果  $\rho=\lambda=0$ , 则模型变为  $OLS$  估计模型。

模型中的核心解释变量、控制变量和空间权重矩阵解释如下:

(1)核心解释变量。根据图1可知,接收沿线国的研究生类留学生、科技论文和专利合作、共建联合实验室等属于研发合作类,可将其综合为一个指标;建立技术转移中心、共建科技园区、承接沿线国重大工程项目属于技术转移类合作,可将其综合为另一个指标。详见表2。考虑到综合值需要在时序上具有可比性,我们借鉴刘思明等(2019)的动态综合评价法进行测算,以此确定指标权重。<sup>①</sup>

表 2 核心解释变量

核心解释变量	具体内容	权重
研发合作	“一带一路”沿线各国来华研究生留学人数	0.0908
	“一带一路”沿线各国学者与中国学者合作论文数	0.3422
	“一带一路”沿线各国与中国专利合作数	0.1806
技术转移	与“一带一路”沿线国建立联合实验室累计个数	0.3864
	与“一带一路”沿线国建立科技转移中心累计个数	0.0930
	与“一带一路”沿线国建立科技园区累计个数	0.1765
	与“一带一路”沿线各国重大工程合作数	0.7304

(2)控制变量。从投入要素出发,选择固定资产投资占  $GDP$  比重( $INV$ )、就业人数占比( $EP$ )和人力资本投入( $HC$ )三个指标,其中人力资本投入借鉴孟令国等(2015)的做法,以高等教育入学率衡量;同时,一国经济发展所处的阶段不同,产业结构不同,生产效率和经济增长率也不相同,因此我们将产业结构纳入模型,并以工业增加值占  $GDP$  的比重( $IND$ )表示;此外,考虑到贸易开放对经济增长的影响,我们将商品贸易额占  $GDP$  比重( $TRD$ )列为另一控制变量。

(3)空间距离权重。借鉴谢杰和刘任余(2011)的做法,我们将空间距离权重设定为:

$$W_{ij}^d = W_{ij}^d = \begin{pmatrix} 0 & w(d_{ij}) & w(d_{ik}) \\ w(d_{ji}) & 0 & w(d_{jk}) \\ w(d_{ki}) & w(d_{kj}) & 0 \end{pmatrix}, w(d_{ij}) = d_{min}/d_{ij} \quad (3)$$

<sup>①</sup> 其基本原理是,通过构造综合评价函数的总离差平方和,求解最大特征值,以其对应的归一化特征向量为指标权重。测算结果能在时序立体数据表上体现出各被评价对象的横向和纵向差异。

其中,  $d_{ij}$  表示两国首都间的欧式距离,  $d_{min}$  为所有距离中的最小值。<sup>①</sup>

本文研究时段为 2009—2017 年。<sup>②</sup>各变量数据来源如下: 留学生数据来源于《来华留学生简明统计》; 论文合作数据来源于 *web/of/science* 核心合集数据库; 专利合作数据来源于美国专利商标局 (USTPO); 联合实验室和技术转移平台数据来源于中国“一带一路”网; 科技园区数据来自中国国际贸易促进委员会境外产业园信息服务平台;<sup>③</sup> 重大工程项目数据来源于《中国对外经贸统计年鉴》。各国人均 GDP、固定资产投资占 GDP 比重、就业人数占比及工业增加值占 GDP 的比重数据来源于世界银行数据库。高等教育入学率数据来源于世界银行数据库、《“一带一路”沿线国家统计年鉴》及联合国教科文组织 (UNESCO), 其中新加坡的数据利用高等教育毛入学率进行了代替, 数据来自刘进和张露瑶 (2018) 的研究。少数国家个别年份数据缺失, 则利用线性插值法进行插补; 一些国家数据严重缺失, 则予以剔除。<sup>④</sup>

### (二) 实证结果分析

我们首先要判断采用空间面板数据模型的合理性。为此, 我们需要计算 2009—2017 年各年份  $\ln PGDP$  的全域 Moran's  $I$ 。结果显示 Moran's  $I$  均大于 0.1, 且在 1% 置信水平上显著 (见表 3), 表明各国  $\ln PGDP$  存在显著的空间正相关关系, 选择空间面板模型是合理的。

表 3 Moran's  $I$  结果

年份	Moran's $I$	$p$	年份	Moran's $I$	$p$
2009	0.147	0.000	2014	0.108	0.000
2010	0.128	0.000	2015	0.103	0.000
2011	0.122	0.000	2016	0.122	0.000
2012	0.110	0.000	2017	0.122	0.000
2013	0.107	0.000			

其次, 依据模型 (1) 和模型 (2), 选取固定效应模型进行回归, 分别得到表 4 中的模型 (1)、模型 (1')、模型 (2) 和模型 (2') 的回归结果。进一步地, 在模型中加入研发合作类、技术转移类合作的交互项  $RD_{COP} \times TT_{COP}$  (为防止交互项引入后造成多重共线性, 进行了去中心化处理), 最终得到表 4 中的模型 (3)、模型 (3')、模型 (4) 和模型 (4') 的回归结果。

表 4 中模型 (1)、模型 (1')、模型 (2) 和 (2') 的估计结果显示, “一带一路”沿线国与中国的研发合作类、技术转移类科技合作均可在一定程度上促进沿线国的经济增长, 这说明假说 1 和假说 2 成立; 但当前合作现状下, 技术转移类合作的经济增长效应更显著。出现这一现象的原因, 可以归结为以下几类: (1) 可能是“一带一路”沿线国的整体科技水平不高, 采取技术转移或技术帮扶模式, 能够直接提高其生产效率, 从而促进其经济增长; (2) 也可能与合作现状有关, 当前“一带一路”国际科技合作以技术转移类合作为主, 技术转移类合作的强度相对较大, 因而其经济增长效应更显著; (3) 还可能与科技合作本身的属性有关, 相较于技术转移, 研发合作存在合作效果时滞, 短期内对经济增长的促进作用难以释放; (4) 也可能是以上三者兼而有之。在这里, 值得一

① 两国首都间的距离利用 ArcGis 测算得到, 底图来源于国家测绘地理信息局。

② 尽管“一带一路”倡议从 2014 年才开始实施, 但 2008 年金融危机后, 面对发达国家的需求不足、增长乏力及合作的不确定性, 我国已着力加强与“一带一路”沿线国的合作。数据显示, 2009 年印度尼西亚、俄罗斯、老挝、越南等 10 个沿线国已经与中国开始共建科技园区。

③ 详情参见: <https://oip.ccpit.org/>。

④ 剔除的国家有 21 个, 包括阿联酋、阿曼、埃及、巴勒斯坦、波黑、东帝汶、黑山、卡塔尔、科威特、罗马尼亚、马尔代夫、塞尔维亚、沙特阿拉伯、塔吉克斯坦、土耳其、土库曼斯坦、文莱、乌兹别克斯坦、叙利亚、亚美尼亚、也门。

提的是,“以技术转移类合作为主”“技术转移类合作的经济增长效应更显著”这一结果体现了“一带一路”倡议秉承的“以义为先、义利并举”的义利观。另外,比较模型(1)和模型(1')后可发现,SEM模型下研发合作类科技合作对沿线国经济增长的促进作用更加显著,这可能是由科技合作中一些不可观测因素(如沿线国之间的科技产品贸易、科技竞争等)空间关联的随机冲击造成的。

表4 “一带一路”国际科技合作的经济增长效应的估计结果

	SAR				SEM			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1')	(2')	(3')	(4')
$RD_{COP}$	0.1293 (0.0801)		0.1218 (0.1340)		0.1735** (0.0870)		0.0803 (0.1441)	
$TT_{COP}$		0.0656** (0.0302)		0.0298 (0.0364)		0.1009*** (0.0331)		0.0707* (0.0498)
$RD_{COP} \times TT_{COP}$			0.4354** (0.1879)	0.2359* (0.1412)			0.4092** (0.1862)	0.2114* (0.1269)
$INV$	0.0078*** (0.0017)	0.0078*** (0.0016)	0.0074*** (0.0017)	0.0077*** (0.0017)	0.0067*** (0.0016)	0.0064*** (0.0016)	0.0064*** (0.0016)	0.0063*** (0.0016)
$EP$	0.0213*** (0.0043)	0.0206*** (0.0043)	0.0224*** (0.0043)	0.0212*** (0.0043)	0.0274*** (0.0051)	0.0276*** (0.0051)	0.0269*** (0.0051)	0.0282*** (0.0050)
$HC$	0.0015 (0.0010)	0.0012 (0.0010)	0.0012 (0.0010)	0.0013 (0.0010)	0.0008 (0.0011)	0.0003 (0.0011)	0.0007 (0.0011)	0.0003 (0.0011)
$IND$	-0.0161*** (0.0058)	-0.0166*** (0.0058)	-0.0146** (0.0058)	-0.0153*** (0.0058)	-0.0108* (0.0059)	-0.0115* (0.0059)	0.0102* (0.0059)	-0.0104* (0.0059)
$TRD$	-0.0002 (0.0005)	-0.0001 (0.0005)	-0.0001 (0.0005)	-0.0004 (0.0005)	-0.0011* (0.0005)	-0.0011* (0.0006)	-0.0012* (0.0006)	-0.0011* (0.0006)
$\rho/\lambda$	0.8319*** (0.0416)	0.8337*** (0.0408)	0.8455*** (0.0398)	0.8341*** (0.0426)	0.8628*** (0.0356)	0.8652*** (0.0351)	0.8677*** (0.0345)	0.8652*** (0.0350)
$\sigma^2$	0.0109*** (0.0007)	0.0109*** (0.0008)	0.0107*** (0.0007)	0.0108*** (0.0008)	0.0108*** (0.0008)	0.0106*** (0.0008)	0.0106*** (0.0008)	0.0105*** (0.0008)
$log-likelihood$	318.750	319.795	321.405	321.330	320.014	322.628	322.410	324.012
观测数	396	396	396	396	396	396	396	396

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%、10%的统计水平上显著;括号内为标准误。下同。

模型(3)、模型(3')、模型(4)和模型(4')的估计结果显示,加入交互项后,技术转移类合作的显著性发生了变化,但交互项的统计意义显著。模型(3)和模型(3')分别对 $RD_{COP}$ 求偏导,得到 $\frac{\partial \ln PGDP}{\partial RD_{COP}} = 0.1218 + 0.4354TT_{COP}$ ,以及 $\frac{\partial \ln PGDP}{\partial RD_{COP}} = 0.0803 + 0.4092TT_{COP}$ ,变量 $TT_{COP}$ 的系数均大于0,表明技术转移类合作会提升研发合作类合作对沿线国经济增长的边际促进作用;模型(4)和模型(4')分别对 $TT_{COP}$ 求偏导,得到 $\frac{\partial \ln PGDP}{\partial TT_{COP}} = 0.0298 + 0.2359RD_{COP}$ ,以及 $\frac{\partial \ln PGDP}{\partial TT_{COP}} = 0.0707 + 0.2114RD_{COP}$ ,变量 $RD_{COP}$ 的系数也均大于0,表明研发合作类合作会提升技术转移类合作对沿线国经济增长的边际促进作用。由此可见,研发合作类与技术转移类合作在沿线国经济增长中相互促进,这说明假说3成立,即尽管研发合作和技术转移两者促进经济增长的机理和路径不同,但两者在产生经济增长效应的过程中相互促进、相互加强,共同提升国际科技合作的经济效应。

理论机制分析还表明,“一带一路”国际科技合作对沿线国经济增长的促进作用存在异质性,研发合作类和技术转移类合作对技术水平不同的国家的促进作用是不同的。因此,下文将“一带一路”沿线国按技术水平分组进行实证检验。在划分标准上,借鉴程惠芳和陈超(2017)的做法,将“一带一路”沿线44个国家划分为创新落后者、创新追赶者和创新领导者三类。创新落

后者包含 15 个国家:阿尔巴尼亚、阿富汗、巴基斯坦、巴林、不丹、柬埔寨、拉脱维亚、老挝、孟加拉国、缅甸、尼泊尔、伊拉克、印度、印度尼西亚、越南;创新追赶者包含 27 个国家:阿塞拜疆、爱沙尼亚、白俄罗斯、保加利亚、波兰、俄罗斯、菲律宾、格鲁吉亚、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、捷克、克罗地亚、黎巴嫩、立陶宛、马来西亚、马其顿、蒙古、摩尔多瓦、塞浦路斯、斯里兰卡、斯洛伐克、斯洛文尼亚、泰国、乌克兰、匈牙利、伊朗、约旦;创新领导者包含 2 个国家:以色列、新加坡。由于创新领导者国家数量太少,不符合面板数据模型的样本条件,因此仅对创新落后者、创新追赶者两组国家进行分组估计,结果见表 5。

表 5 “一带一路”国际科技合作的经济增长效应的分组估计结果

	SAR				SEM			
	创新落后者		创新追赶者		创新落后者		创新追赶者	
$RD_{cop}$	0.2640*** (0.0971)		0.0136 (0.1374)		0.2253** (0.0981)		0.0428 (0.1448)	
$TT_{cop}$		0.1278** (0.0493)		0.1067** (0.0419)		0.0136* (0.0073)		0.1473*** (0.0419)
$INV$	0.0051** (0.0024)	0.0050** (0.0024)	0.0067*** (0.0024)	0.0079*** (0.0025)	0.0044** (0.0021)	0.0041* (0.0021)	0.0055** (0.0023)	0.0052** (0.0023)
$EP$	0.0074 (0.0101)	0.0069 (0.0097)	0.0276*** (0.0052)	0.0241*** (0.0052)	0.0074 (0.0102)	0.0113 (0.0104)	0.0319*** (0.0059)	0.0331*** (0.0057)
$HC$	0.0028 (0.0019)	0.0028 (0.0020)	0.0005 (0.0014)	0.0002 (0.0013)	0.0029 (0.0019)	0.0033* (0.0019)	0.0004 (0.0013)	0.0015 (0.0013)
$IND$	-0.0257*** (0.0091)	-0.0294** (0.0094)	-0.0060 (0.0087)	-0.0044 (0.0086)	-0.0471*** (0.0086)	-0.0524*** (0.0082)	0.0048 (0.0084)	0.0058 (0.0081)
$TRD$	0.0014 (0.0009)	0.0012 (0.0010)	-0.0016* (0.0008)	-0.0014* (0.0008)	0.0018** (0.0008)	0.0019** (0.0009)	-0.0043*** (0.0009)	-0.0039*** (0.0009)
$\rho/\lambda$	0.7150*** (0.0638)	0.7483*** (0.0607)	0.8202*** (0.0502)	0.8235*** (0.0493)	0.7995*** (0.0455)	0.8297*** (0.0463)	0.8279*** (0.0430)	0.8351*** (0.0413)
$\sigma^2$	0.0099*** (0.0012)	0.0102*** (0.0013)	0.0109*** (0.0010)	0.0106*** (0.0009)	0.0098*** (0.0012)	0.0095** (0.0013)	0.0101*** (0.0009)	0.0096*** (0.0009)
$log-likelihood$	112.454	108.943	192.431	195.607	113.632	111.054	201.377	207.329
观测数	135	135	243	243	135	135	243	243

表 5 的结果显示:第一,研发合作类合作促进了创新落后者(技术水平较低的国家)的经济增长,但对创新追赶者(技术水平较高的国家)的作用不显著。可能的原因在于:一是研发合作的规模不足、质量不高、协同创新作用不强,且合作主要集中于新加坡、巴基斯坦、俄罗斯、印度等少数国家(与这 5 个国家的专利合作占比达 70.24%);二是创新追赶者的技术水平相对较高,研发合作的技术层次高、难度大,技术起作用的时滞长,加之其与中国的研发合作还处于起步阶段,合作时间短,效果还未得到释放。该结果表明,研发合作是弱项,“一带一路”协同创新网络和“一带一路创新共同体”尚未形成,需要以沿线国的技术需求和技术优势为关键点和突破口,创新国际科技合作。第二,技术转移类合作对创新落后者、创新追赶者的经济增长均具有显著的促进作用,但对两者经济增长的促进强度并未表现出显著的差异。究其原因,可能在于:一方面,不论是创新落后者还是创新追赶者,技术转移类合作都是将中国成熟的技术直接用于生产,提高了生产效率,因而对沿线国的经济增长效应显著;另一方面,不论是创新落后者还是创新追赶者,科技合作均以技术转移类为主,因而在两类国家中的表现没有显著差异。

从表 5 得出的这两个结论可以进一步推断,要得出表 4 的结果,即由两组国家加在一起进行实证分析得出的“技术转移类比研发合作类的促进效应更显著”的结论,必然是根据前文推测的“三者兼而有之”这一原因。

(三)稳健性分析

为避免内生性问题对模型估计结果造成的影响,本文从核心解释变量的内生性和模型设定偏误两个方面进行稳健分析。

首先,上述实证检验过程中,可能存在“一带一路”国际科技合作与沿线国经济增长互为因果关系等原因引发的内生性问题,导致模型估计结果偏误。为此,我们采用空间SAR模型的GMM估计进行稳健性检验。在利用GMM法对空间模型进行估计时,工具变量的选择至关重要,Kelejian等(2004)的研究表明,  $(X_n, W_n X_n, W_n^2 X_n, \dots, W_n^d X_n)$  可作为工具变量,余泳泽和刘大勇(2013)也用该方法对模型的稳健性进行了检验。因此,本文选择  $W \times RD$  和  $W \times TT$  分别作为  $RD$  和  $TT$  的工具变量。对工具变量选取的合宜性检验发现,其  $K-P rk LM$  的  $P$  值均为 0.000,拒绝工具变量的不可识别性; $K-P rk Wald F$  检验的值分别为 23.65 和 24.11(均大于临界值 16.38), $C-D Wald F$  检验的值分别为 28.67 和 97.12(均大于临界值 10),说明不存在明显的弱工具变量问题,即工具变量的选择是有效的。利用上述工具变量进行估计,结果如表 6 所示,发现系数和显著性未发生根本性变化,说明考虑核心解释变量和遗漏变量造成的内生性问题后,本文的实证结果是稳健的。

表 6 工具变量法模型估计结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
$RD_{COP}$	0.4157(0.3194)	1.0945*(0.5976)		
$TT_{COP}$			0.1448*(0.0883)	0.3009**(0.1521)
$RD_{COP} \times TT_{COP}$		1.4669**(0.6728)		0.8638*** (0.3176)
$\rho$	1.1655*** (0.0886)	1.2233*** (0.1049)	1.1303*** (0.0720)	1.1372*** (0.0752)
控制变量	控制	控制	控制	控制
观测数	369	369	369	369

其次,上述估计也可能存在模型设定偏误造成的影响。为消除该影响,本文进一步采用差分GMM法对SAR模型进行动态估计。在这一估计中,以  $\ln PGDP_{i,t-1}$ 、 $RD_{COP}$ 、 $TT_{COP}$  和  $RD_{COP} \times TT_{COP}$  为内生变量,  $\ln PGDP_{i,t-1}$  的工具变量选择了其二阶滞后项,  $RD_{COP}$ 、 $TT_{COP}$  和  $RD_{COP} \times TT_{COP}$  的工具变量选择了其一阶和二阶滞后项。估计结果如表 7 所示。表 7 的结果与静态模型相比,核心解释变量的符号相同,而显著性水平发生了些微变化,说明模型设定对模型结果的影响并不明显。因此,本文的研究结果稳健,研究结论可靠。

表 7 GMM 动态模型估计结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
$RD_{COP}$	0.4168(0.3376)	0.3856*** (0.0403)		
$TT_{COP}$			0.4059*** (0.1096)	0.2042*** (0.0109)
$RD_{COP} \times TT_{COP}$		0.2471*** (0.0415)		0.9654** (0.0689)
$\rho$	0.3224*** (0.0492)	0.3169*** (0.0061)	0.3158*** (0.0186)	0.3097** (0.0112)
$\ln PGDP_{i,t-1}$	0.1403*(0.0777)	0.2368*** (0.0213)	0.1647*** (0.0374)	0.1343*** (0.0257)
控制变量	控制	控制	控制	控制
AR(1)P 值	0.011	0.010	0.019	0.021
AR(2)P 值	0.455	0.087	0.288	0.127
Hansen 检验 p 值	0.110	0.236	0.405	0.220

## 五、结论及启示

在“一带一路”国际科技合作的顶层设计已经完成,并上升到国家战略高度的背景下,本文梳理了“一带一路”国际科技合作的模式,分析了当前“一带一路”沿线国与中国的科技合作现状,阐释了研发合作类和技术转移类合作推动经济增长的机理,并基于44个沿线国与中国开展科技合作的数据进行了实证检验。结果表明:(1)“一带一路”国际科技合作主要有科技人文交流、共建联合实验室、共建科技园区和推动重大工程项目建设四种合作模式;从作用机制看,可分为技术转移类合作、研发合作类合作两类,分别通过增加知识存量和提升研发能力两条路径影响沿线国的经济增长。(2)当前的“一带一路”国际科技合作还处于起步阶段,开展较多的是地理邻近中国的东南亚、南亚等国家,且其科技合作存在一定的偏向性,以技术转移类合作为主,因此深化合作既要拓宽合作领域,更要因国施策。(3)理论上,两类科技合作都促进了沿线国的经济增长,且对不同技术基础条件的国家的作用不同,但现有合作以技术转移为主,因此两类合作在低技术水平和高技术水平国家间的异质性并不明显;并且,尽管研发合作类和技术转移类科技合作促进经济增长的机理和路径不同,但两者在产生经济增长效应的过程中相互促进、相互加强,共同提升国际科技合作的经济效应。(4)若将沿线国分为创新落后者和创新追赶者,则技术转移类合作促进了两类国家的经济增长,而研发合作类合作仅对前者有促进作用,这与合作的技术层次、难度有关,也与技术转移类合作直接的生产率效应及当前的合作现状有关。

基于以上结论,本文得到以下几点启示:(1)“一带一路”国际科技合作要因国(地)施策。各类国际科技合作组合图为沿线各国与中国的科技合作指明了方向,要善用这些合作模式图谱,做到一国一策、重点突破,以提高其合作层次和效果。例如,在东盟国家中,新加坡在全球创新指数中排名第五,炼油产业技术优势明显,生物医药、电子、物流等领域的技术需求突出,因此与新加坡的合作可以两类合作同时推进;泰国、印度尼西亚和越南的技术需求集中于传统制造业和基础设施建设行业,因此与它们的科技合作应以相应行业的技术需求和技术转移为主;柬埔寨和缅甸是传统的农业国家,技术需求和合作重点应以农业机械化和现代化为主。对于中亚五国,其经济发展主要依赖于石油、采矿及煤炭业,是重要的能源出口国,与中国经济的互补性强,科技合作需求一致——集中于基础设施建设领域,因此合作应以支撑交通基础设施工程的技术转移为主。(2)坚持研发合作和技术转移并举的原则。科技创新是一个生态或系统,研发合作和技术转移从不同侧面提升沿线国的技术和经济效率,与沿线国的研发合作可以增强其理解、应用和拓展技术的能力,提升技术转移实效,而技术转移则为研发合作创造必要的技术基础和条件。当前,纠正合作模式的偏向性是提升“一带一路”国际科技合作效果的重点方向。例如,与新加坡、印度、俄罗斯及哈萨克斯坦等国的研发合作需更多地配合技术转移;而与印度尼西亚、越南等国则需加强研发合作,以提高科技合作水平。(3)注重研发合作类的合作基础和质量。与技术转移类合作不同,研发合作类合作不仅要符合沿线国的经济和社会需求,还要考虑沿线国的技术基础、优势和特色,以保证研发合作的质量和效果。技术水平越高的国家和项目,研发合作的技术基础越重要。例如,俄罗斯在国防工业、航天工业、基础科学等领域具有技术优势,但其空港和空运业技术需求明显,因此,与其进行高质量的航空、空运科技合作可以产生合作共赢的效果;农业是泰国的优势产业,但其农业灌溉技术是短板,而中国具有技术优势,因此双方高质量的农业科技合作效益可期。

参考文献:

- [1]程惠芳,陈超. 开放经济下知识资本与全要素生产率——国际经验与中国启示[J]. 经济研究, 2017, (10): 21–36.
- [2]胡键. “一带一路”框架中的合作基础——基于沿线核心国家创新力现状的分析[J]. 湖南师范大学社会科学学报, 2017, (2): 92–102.
- [3]科技部,发展改革委,外交部,等. 科技部 发展改革委 外交部 商务部关于印发《推进“一带一路”建设科技创新合作专项规划》的通知[EB/OL]. (2016-09-14). [http://www.most.gov.cn/tztg/201609/t20160914\\_127689.htm](http://www.most.gov.cn/tztg/201609/t20160914_127689.htm).
- [4]刘进,张露瑶. “一带一路”沿线国家的高等教育现状与发展趋势研究(六)——以新加坡为例[J]. 世界教育信息, 2018, (11): 60–65.
- [5]刘思明,张世瑾,朱惠东. 国家创新驱动测度及其经济高质量发展效应研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2019, (4): 3–23.
- [6]路铁军,王泽森. “一带一路”背景下的交通科技创新国际合作[J]. 国际经济合作, 2018, (11): 25–28.
- [7]孟令国,张杰,吴宇帆. 东南亚国家人力资本投资对经济增长的影响及启示——基于人口红利的视角[J]. 东南亚研究, 2015, (6): 10–18.
- [8]任虎,袁静. “一带一路”倡议下国际技术转移机制创新研究[J]. 科技与法律, 2018, (1): 32–37.
- [9]时茜茜,朱建波,盛昭瀚. 重大工程供应链协同合作利益分配研究[J]. 中国管理科学, 2017, (5): 42–51.
- [10]王友发,罗建强,周献中. 近 40 年来中国与“一带一路”国家科技合作态势演变分析[J]. 科技进步与对策, 2016, (24): 1–8.
- [11]魏澄荣. 以科技引领 21 世纪海上丝绸之路核心区建设[J]. 社科纵横, 2016, (11): 47–49.
- [12]魏澄荣. “一带一路”国际科技合作模式和路径研究[J]. 亚太经济, 2017, (6): 24–27.
- [13]吴建南,杨若愚. 中国与“一带一路”国家的科技合作态势研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2016, (1): 14–20.
- [14]谢杰,刘任余. 基于空间视角的中国对外直接投资的影响因素与贸易效应研究[J]. 国际贸易问题, 2011, (6): 66–74.
- [15]邢晓玉,郝索. 基于“一带一路”新型科技产业园区模式构建与选择研究[J]. 科学管理研究, 2015, (5): 1–4.
- [16]闫春,李斌. “一带一路”背景下深化中国国际技术合作的对策[J]. 河北大学学报(哲学社会科学版), 2018, (2): 116–125.
- [17]叶阳平,马文聪,张光宇. 中国与“一带一路”沿线国家科技合作现状研究——基于专利和论文的比较分析[J]. 图书情报知识, 2016, (4): 60–68.
- [18]余泳泽,刘大勇. 我国区域创新效率的空间外溢效应与价值链外溢效应——创新价值链视角下的多维空间面板模型研究[J]. 管理世界, 2013, (7): 6–20.
- [19]张明倩,柯莉. “一带一路”跨国专利合作网络及影响因素研究[J]. 软科学, 2018, (6): 21–25, 29.
- [20]甄树宁. “一带一路”战略下国际科技合作模式研究[J]. 国际经济合作, 2016, (4): 26–27.
- [21]中国科学院. 中国科学院共建“一带一路”国际科技合作行动方案[EB/OL]. (2017-05-09). [http://www.cas.cn/cm/201705/t20170509\\_4600002.shtml](http://www.cas.cn/cm/201705/t20170509_4600002.shtml).
- [22]de Beaver D B, Rosen R. Studies in scientific collaboration, Part II [J]. Scientific co-authorship, research productivity and visibility in the French scientific elite, 1799, 1(2): 133–149.
- [23]Katz J S. Geographical proximity and scientific collaboration[J]. *Scientometrics*, 1994, 31(1): 31–43.
- [24]Kelejian H H, Prucha I R, Yuzefovich Y. Instrumental variable estimation of a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances: Large and small sample results[A]. Lesage J, Kelley Pace R. Spatial and Spatiotemporal Econometrics Advances in Econometrics[M]. Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2004.

## Economic Growth Effects on B&R Sci-Tech Cooperation

Xu Peiyuan<sup>1,2</sup>, Cheng Qinliang<sup>1</sup>

(1. School of Economics and Finance, HuaQiao University, Quanzhou 362021, China;

2. Maritime Silk Road Institute, HuaQiao University, Xiamen 361021, China)

**Summary:** The “Belt and Road” is a path of innovation, and sci-tech cooperation is the forerunner and support of B&R construction. However, what are the main patterns of cooperation? What are the mechanism and effect acting on the economic growth of countries along B&R? How to improve the quality and effect of cooperation? All these questions are worth to discuss in order to build B&R sci-tech cooperation network and B&R Community of Innovation. Although existing researches have made extensive analysis and research, there are still two shortcomings. First, most of them focus on the patterns of B&R sci-tech cooperation, but pay little attention to the mechanism and effect. Second, there is little empirical evidence on sci-tech cooperation promoting economic growth in countries along B&R.

This paper attempts to make a comprehensive analysis on the above questions. And it finds that the sci-tech cooperation between countries along B&R and China is at its initial stage, mostly carried out by China’s neighbor such as Southeast Asian and South Asian countries, and is narrowed in cooperation scope. All kinds of cooperation can be classified as R&D cooperation and technology transfer, which promote the economic growth of countries along B&R by affecting R&D ability and knowledge stock respectively, and have different effects on countries with different technological endowment. The economic growth effects of R&D cooperation and technology transfer are mutually reinforcing. Therefore, carrying out the two types of cooperation simultaneously can promote the innovation and growth effects greatly. If countries along B&R are divided into innovation laggards and innovation pursuers, the effect of R&D cooperation is obviously different between the two groups, which is related to the technical level and difficulty of cooperation. It is also related to the direct productivity effect of technology transfer. Therefore, we can get the inspiration that B&R sci-tech cooperation should adopt different strategies in different countries according to the actual conditions, stick to the parallel development of R&D cooperation and technology transfer, and emphasize the technological endowment and quality of R&D cooperation.

This paper adds to the existing literature in the following two ways: First, in terms of cooperation mechanism, it divides the existing patterns of B&R sci-tech cooperation into two categories: R&D cooperation in order to enhance the R&D capabilities of related countries, and technology transfer in order to increase their knowledge stock. Second, in terms of R&D conditions, this paper divides the related countries into two groups: backward countries and catch-up countries, investigates and compares B&R sci-tech cooperation’s effects on the economic growth in different group countries, and gives suggestion on how to improve sci-tech cooperation accordingly.

**Key words:** The “Belt and Road”; sci-tech cooperation; economic growth; functional mechanism

(责任编辑 景 行)