

数字科技合作、“一带一路”沿线国家技术追赶与中国的“拉拔效应”

刘友金¹,张颖斌²,邹安全³

(1. 湖南科技大学商学院;2. 安徽财经大学国际经济贸易学院;3. 佛山大学发展与规划处)

摘要:面对新一轮数字科技革命与产业变革带来的历史机遇和挑战,通过高水平合作推动实现共同发展并缩小与前沿国家的技术差距,是广大后发国家实现跨越式发展的关键路径。基于“数字丝绸之路”倡议背景,通过2010—2023年“一带一路”沿线国家层面数据,实证研究沿线国家之间数字科技合作对技术追赶的影响及其作用机制。研究表明:“一带一路”沿线国家间的数字科技合作能够推动缩小与前沿国家的技术差距,实现技术追赶;机制检验表明,数字科技合作主要依托基础研发、技术转化和技术应用等机制激发“链式创新效应”,进而提升创新链水平推动实现技术追赶;异质性分析表明,数字科技合作对技术追赶的推动作用分别在规模较大、数字基建水平较高的沿线国家显著存在;作为“一带一路”数字科技合作的核心推动者,中国能够发挥“拉拔效应”,带动沿线国家实现技术追赶。其中,文化差异和制度差异的缩小显著提升了中国对沿线国家技术追赶的“拉拔效应”,并且对于规模较小、数字基建水平较高的合作国家该作用相对更为显著。为此,“一带一路”沿线国家需深化数字科技合作、优化战略布局、加强创新资源共享、强化多边协调等,从而切实推动共同跨越技术鸿沟并实现技术追赶。

关键词:数字科技合作;技术追赶;“拉拔效应”;“一带一路”;创新链;互惠共生

一、问题的提出

在全球竞争加剧、百年变局加速演进的时代背景下,数字经济正成为重塑世界格局的核心动能,为发展中国家实现“换道超车”创造了战略机遇。“第二种机会窗口”理论认为,在新技术革命来临的初始阶段,后发国家如果能较早把握机会,借助新科技革命迅速进入新的技术系统,助推新兴产业的快速发展,可以有效缩小与前沿国家^①的技术差距,实现技术追赶^[1]。

然而,发展数字经济对研发资金投入、技术基础和人才等资源提出了更高要求,部分后发国家普遍面临资金不足、技术受限和人才匮乏等问题,存在数据资源、数字技术、数字人才和数字基础设施建设等关键要素资源投入能力不足形成的多重壁垒^[2],导致难以抓住数字经济发展的机会窗口,面临落入数字经济发展技术鸿沟的风险。因此,在数字科技变革和技术范式转换的关键期,后发国家如何克服自身“能力缺口”并实现技术追赶成了亟待解决的重要理论

引用本文:刘友金,张颖斌,邹安全. 数字科技合作、“一带一路”沿线国家技术追赶与中国的“拉拔效应”[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版),2026,28(4):131-145.

基金项目:国家社会科学基金重大项目(24ZD284)

作者简介:刘友金(1963—),男,教授,博士,主要从事产业经济与区域经济研究。E-mail:liuyoujin@hnust.edu.cn

① 本研究中的前沿国家指技术水平相对最为领先的国家,并将美国作为前沿国家代表。

与现实问题。理论上,每一次科技变革都伴随科技知识和技术的跨国流动、交流与融合。数字科技革命涉及面之广、复杂性之高和迭代速度之快前所未有,任何国家仅凭自身力量推进这项事业将变得愈发困难^[3]。后发国家若能与其他国家进行数字科技合作,通过资源共享、优势互补和协同创新,可弥补自身能力短板,借力把握发展机会,加速技术追赶进程,从而实现跨越式发展。然而,当前跨国数字科技合作环境逐步恶化,单边主义、保护主义和逆全球化盛行,西方发达国家利用在数字科技等领域掌握的关键核心技术构建垄断壁垒,试图将发展中国家锁定在价值链底端。在此背景下,发展中国家通过吸收来自发达国家技术扩散实现技术追赶的传统模式将不再适用,技术追赶难度随之加大,可能导致部分发展中国家产生新的技术鸿沟。此外,发展中国家与发达国家在经济结构及产业需求方面存在较大差异,发展中国家亟须找到一条符合自身发展规律的合作发展模式^[4]。因此,发展中国家之间的南南合作成了关键点和突破口。习近平总书记于2017年在“一带一路”国际合作高峰论坛上首次提出建设21世纪“数字丝绸之路”,旨在加强与“一带一路”国家在数字领域的合作,促进数字技术的共享与创新,这为推动共建国家弥合“数字鸿沟”提供了一条可行的战略路径。与西方国家的“小院高墙”不同,中国坚持互惠共生理念,深入践行构建人类命运共同体理念,推动科技开放合作。当前,数字科技合作呈现多极化趋势,以中国为代表的南方国家正成为全球数字网络的关键枢纽。在此背景下,“数字丝绸之路”作为南南合作的新范式,如何助力“一带一路”国家实现技术赶超?中国作为负责任大国在其中发挥什么作用?应如何发挥作用?这些议题亟待深入探讨。

与本研究相关的文献主要涉及两大领域:一是提出科技合作对技术追赶的促进作用,二是研究中国在国际科技合作中发挥的影响。有关科技合作对技术追赶的促进作用,一部分学者认为可供后发国家简单模仿的技术较为有限,后发国家技术发展到一定水平之后需要更高的合作平台以实现技术的转移和扩散^[5],因

此后发国家将科技合作作为战略跳板能够有效获取创新资源和技术扩散,突破自身能力局限和发展瓶颈实现技术追赶^[6]。另一部分学者则认为,后发国家通过与更多国家的科技合作,能够加速突破自身研发能力不足等瓶颈^[7],在科技合作过程中通过更多合作提升自主研发能力,牢牢把握由技术模仿向自主研发的动能转化的关键阶段^[8]。第二类文献则深入探讨中国在国际科技合作中发挥的影响作用,特别是随着全球化进程的加快,中国不断加强国际科技合作,促进科技交流与互鉴,推动人才国际化,优化营商环境和推动区域合作,为合作国家技术发展提供了强大动力和广阔空间^[9]。自2017年提出共建“数字丝绸之路”以来,中国同“一带一路”国家数字科技合作取得显著成果,推动双边数字贸易的密切往来,使合作双方能够共享数字红利,有效帮助沿线国家缩小数字技术鸿沟^[10]。综上,目前基于数字科技发展视角的系统研究仍显不足,未能系统揭示数字科技合作影响技术追赶的内在机理和关键机制,且鲜有文献深入分析作为“数字丝绸之路”核心推动者,中国与沿线国家数字科技合作对其技术追赶发挥的具体作用,缺乏基于数字基建水平、国家规模及制度文化等国家异质性特征的分类比较。

鉴于此,基于2010—2023年“一带一路”沿线国家层面数据,本研究从数字科技合作视角切入“一带一路”技术追赶问题,系统性分析数字科技合作对技术差距的影响,探讨沿线国家实现技术追赶的新路径和新规律,并深入探究数字科技合作推动“一带一路”国家技术追赶的内在机制与传导路径,揭示中国在其中的角色定位与功能嵌入方式,为数字科技合作的路径设计、政策优化及高质量共建“一带一路”数字命运共同体提供经验证据与实践启示。

二、理论分析与研究假设

1. 数字科技合作对技术追赶的影响

数字科技合作的本质是通过数字知识、技术、数据和信息等创新资源的系统性跨界流动、整合与重组,推动技术创新方式逐渐由封闭式创新演化为开放式群体协同创新。依据资源编

排理论,数字经济背景下的数字科技合作具有高渗透性、强创新性和广覆盖性等特征,能够促进合作国家强化对创新资源的获取(结构化阶段)、整合(能力化阶段)和战略布局(杠杆化阶段),提升对创新资源的利用效率,推动实现技术追赶。

一是从创新资源结构化阶段来看,数字科技合作能够推动信息的自由流动,促进沿线国家跨区域协同创新,推动实现技术追赶。由于知识、技术和人力资本等高质量创新资源往往分布在不同地区,任何单一国家均难以获取技术创新需要的全部创新资源^[11],因而要通过跨国合作得到多元化创新资源,提升创新资源储备。从现实来看,当前“一带一路”沿线国家面临复杂的国际环境,借助数字科技合作融入数字创新网络能够降低不确定性风险并减少对信息的搜索、获取成本,推动跨区域创新资源流动,实现技术水平的大幅提升^[12]。因此,信息的自由流动能促进各国快速获取更多创新资源,推动资源互补和资源重构,从而突破因创新资源局限性造成的低端锁定效应^[13],产生更多颠覆性创新,实现技术追赶。

二是从创新资源能力化阶段来看,数字科技合作推动创新资源的跨国协同和共享,沿线国家将创新资源整合为竞争优势,形成技术协同,推动技术追赶。在数字化背景下,国际创新网络经历新一轮深刻变革,各国之间的合作模式发生颠覆性改变:传统的创新合作网络主要体现在关联或相近产业之间,因而合作范围受到较大局限性^[14]。随着数字全球化推进,“一带一路”沿线国家的数字科技合作能够推动数字知识技术与传统产业的知识技术相互渗透、融合,促使创新资源配置的组织边界、行业壁垒和空间隔阂得以消除,实现创新资源的跨领域与跨边界的全面整合,从而进一步推动沿线各国实现知识、技术和人才等创新资源的优势互补、合作共赢和高效配置,有效提升沿线国家的技术创新能力,从而将更多的创新资源转化为竞争优势,产生群体技术协同创新效应,推动沿线国家共同实现技术追赶^[15]。

三是从创新资源杠杆化阶段来看,数字科技合作促进沿线各国向数字经济等高新技术产

业转型升级,优化国内产业的前沿技术布局,有效推动各国突破价值链低端锁定困局完成“换道超车”,形成高新技术产业协同,推动实现技术追赶。数字科技合作能够推动沿线各国突破因投入不足而形成的发展壁垒^[16],完成在信息通讯、人工智能、大数据、云计算等前沿领域的重组布局,打破西方发达国家的数字技术霸权。一方面,“一带一路”沿线国家借助数字科技合作将更多优势资源在前沿产业进行提前布局,推动高新技术产业的快速发展和产业结构升级,利用数字新赛道完成“换道超车”,实现蛙跳式发展^[17],缩小与前沿国家的技术差距。另一方面,数字科技合作能够加速“一带一路”沿线国家的数字化发展步伐,实现数字要素与其他生产要素重组,形成对原有生产范式的“创造性破坏”效应,催生新的生产范式和颠覆性产业技术革命^[18],从而缩小与前沿国家技术差距并实现技术追赶。

综上,提出假设 H1:“一带一路”沿线国家数字科技合作能够缩小其与前沿国家的技术差距,推动实现技术追赶。

2. 数字科技合作推动技术追赶的创新链提升机制

技术创新始于知识创新,遵循从基础研发到技术转化再到应用推广的演进路径,这一递进过程可通过创新链理论完整刻画,即知识的产生、转化与应用过程可对应创新链上游的知识创新(基础研究)、创新链中游的知识成果转化(技术转化)和创新链下游的产业和市场化应用(技术应用)^[19]。数字科技合作推动数字知识与技术等创新资源在创新链中扩散、融合和重组,不仅强化了创新链的基础研发、技术转化和技术应用环节,而且推动各环节相互充分协调、联系和衔接^[20],从而激发“链式创新效应”,有力推动沿线国家实现技术追赶。由此可以推测,数字科技合作可通过增强基础研发、促进技术转化和提升技术应用等机制,推动沿线国家实现技术追赶。

第一,基础研发提升机制。根据吸收能力理论可知,“一带一路”沿线国家对外部技术的吸收取决于其获取、吸纳、转化和利用能力,理论上,这些国家通过数字科技合作实现数字知

识的跨国流动,推进知识共研、共享,使异质性知识能够扩散到各成员国,进一步促进各国通过吸收外部知识技术提升自身基础研发能力,加速知识创新和技术创新,从而快速提升技术水平。因此可以推断,数字科技合作能够通过基础研发增强机制推动实现技术追赶。现实中,数字科技合作可以通过两方面影响基础研发能力进而实现技术追赶:一方面,“一带一路”沿线国家通过数字科技合作可以实现机制协同,吸收来自其他国家的数字知识溢出,促进数字知识积累,有效提升本国数字基础研究能力^[21]。另一方面,数字知识具有高融合性和渗透性,来自其他国家的数字知识与本国知识实现跨学科、跨地域交流和融合,推动实现知识的重组,从而提升知识创新的可能^[22],有效提升沿线各国的基础研发能力,从而推动沿线国家实现技术追赶。

第二,技术转化促进机制。创新链中游的技术成果转化环节有效推动“一带一路”沿线国家将新知识转化为应用型技术,这是驱动其技术追赶的关键因素。理论上,数字科技合作具备数字经济的广覆盖性和高渗透性特征可有效缓解各创新主体之间的信息不对称问题,提高基础知识向应用型技术转化的效率^[23],加速技术创新。因此可以推断,数字科技合作能够通过技术转化促进机制推动实现技术追赶。现实中,数字科技合作可通过两方面影响技术转化能力进而实现技术追赶:一方面,数字科技合作通过建立创新网络平台形成信息的开放和共享,能打破部分国家“信息孤岛”困境,缓解交易成本过高、信息闭塞等现实问题,实现“一带一路”沿线各国创新要素的跨国整合,促进技术成果转化流程的协同与优化,实现技术协同,降低相关成本和风险,提升其技术成果转化效率^[24]。另一方面,数字科技创新网络中技术成果转化效率相对较高的国家具有示范效应,技术相对落后的国家能够通过合作学习相对成熟的发展模式^[25],尤其是日益频繁的人才交流能提升“一带一路”沿线各国的人力资本水平,从而提升其技术转化能力,推动实现技术追赶。

第三,技术应用增强机制。“一带一路”沿

线各国之间的数字科技合作能够促进技术在产业和市场中的应用能力,推动创新链下游发展。当前,国际市场环境复杂多变、不确定性增加,对各国的技术产品提出了更高要求,根据需求导向理论可知,数字科技合作可以加速市场信息与创新资源的流通和共享,促进知识创新成果向产业和市场应用转化。因此可以推断,数字科技合作能够通过技术应用提升机制推动其实现技术追赶。现实中,数字科技合作可通过两方面影响技术应用能力进而实现技术追赶:一是从需求角度看,产品创新需要以不同群体消费者需求为导向,通过预测市场需求和前沿技术动态做出决策^[26]。数字科技合作带来的创新网络式合作,能有效加强各国与不同客户的紧密联系与沟通交流,推动各创新主体快速获得需求信息,一定程度上降低市场不确定性与机会成本,为其技术发展战略的制定提供了更为精准的信息依据。二是从投入角度看,沿线各国通过合作网络获得更多外部创新资源和新知识,对内外部创新资源和知识的整合有助于催生新思想、新视角和新方法,能够进一步形成协同创新合力^[27],实现高新技术产业协同,促进更多颠覆性技术的产生,推动实现技术追赶。

综上,提出假设 H2:“一带一路”沿线国家数字科技合作对技术追赶的影响,主要通过创新链上、中、下游对应的基础研发、技术转化和技术应用等机制实现。

3. 理论框架

根据以上论述,构建本研究的理论框架(图 1)。

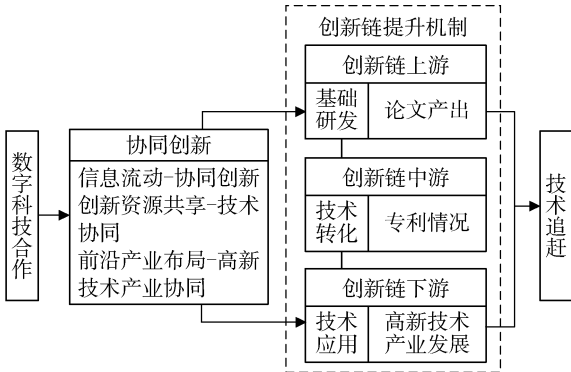


图 1 理论分析框架

三、研究设计

1. 变量描述

(1)被解释变量:技术差距(*GAP*)

结合权威文献发现,使用劳动生产率比值作为技术差距的代理指标是现有相关量化研究的主流做法^[28]。目前,学术界主要使用劳动生产率、专利数量、研发投入和全要素生产率等指标衡量技术水平^[29-30],然而在不同国家技术水平的测算中,每个国家的专利申请口径和专利质量等差异性较大,使用专利数量的比值可能难以客观反映沿线国家与前沿国家之间的技术差距;研发投入仅能反映技术研发的投入情况,无法衡量技术产出情况,难以综合量化技术水平和技术差距;全要素生产率对数据的质量要求较高,使用该比值衡量技术差距可能会缺乏一定的准确性和客观性。相对来说,劳动生产率采用实际 GDP 与劳动力人数的比值计算得到,测算过程较为稳定,能够综合反映国家之间的技术差距。为此,借鉴孙浦阳等的做法^[31],采用实际 GDP 与劳动力人数的比值计算各国每年的劳动生产率。然后,将美国视作前沿国家,采用“一带一路”沿线国家与美国劳动生产率的比值作为技术差距的代理变量。技术差距的计算公式为:

$$GAP_{it} = TechBR_{it} / TechU_t \tag{1}$$

式中: GAP_{it} 为“一带一路”沿线国家 i 国在 t 年与前沿国家的技术差距,该值越大,表明该国的技术水平与前沿国家差距越小; $TechBR_{it}$ 为 i 在 t 年的劳动生产率; $TechU_t$ 为前沿国家在 t 年的劳动生产率。

(2)解释变量:数字科技合作深度(*PAGERANK*)

借鉴 Brin 等的做法^[32],采用 *PAGERANK* 中心度来衡量“一带一路”沿线国家在数字科技合作网络中的合作深度。网络中心度指标能够有效反映一国在数字科技合作网络中是否处于中心位置,客观衡量国家之间的科技合作的密切程度和影响力大小。*PAGERANK* 中心度的优点在于能够更好地衡量一国在合作网络中的影响力,不但能够反映这些国家在数字科技合作网络的“中心枢纽”程度,同时还能显示国与国之间合作的“近朱者赤”特征。*PAGERANK*

中心度的衡量步骤具体如下:第一,根据《中国数字经济发展白皮书》《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》等官方文件,界定与数字科技、数字技术等相关的关键词;第二,基于 Web of Science 数据库,通过 Python 批量抓取与数字技术关键词相关的论文,然后使用文本分析得到不同沿线国家之间数字科技论文合作的数量并生成每一年的合作矩阵;第三,根据“一带一路”沿线国家之间的数字科技合作矩阵,使用 Gephi 软件测算每个国家的 *PAGERANK* 中心度,该指标的值越高,表明一国在合作网络中与其他国家的合作更为密切,且占据较为重要的地位。

(3)控制变量

首先,基于差距视角从经济、产业、资本、教育和政府投入维度控制“一带一路”沿线国家与前沿国家的人均 GDP (*GDPER*)、工业产值 (*INDUSTRY*)、资本存量 (*CAPITAL*)、初等教育入学情况 (*PAT*) 和政府支出 (*EXP*) 的比值。其次,控制其他对技术差距存在重要影响的变量,包括“一带一路”沿线国家的产业结构 (*STR*)、外商直接投资 (*IFDI*)、人口密度 (*POP*)、开放程度 (*OPEN*) 和城市化水平 (*URB*)。最后,控制年份和国家层面固定效应。

(4)描述性统计

上述各项变量的描述性统计结果见表 1。

2. 计量模型

为检验数字科技合作能否推动“一带一路”沿线国家实现技术追赶,借鉴已有文献,设定如下计量模型:

$$GAP_{it} = \beta_0 + \beta_1 PAGERANK_{it} + \sum_i \beta_i X_i + \gamma_i + \lambda_i + \varepsilon_{it} \tag{2}$$

式中:*PAGERANK* 为数字科技合作深度; X_i 为控制变量; γ_i 和 λ_i 分别为国家和年份固定效应。根据理论假设,若 β_1 的系数为正,则表示数字科技合作能够有效缩小与前沿国家的技术差距,推动实现技术追赶。

3. 数据来源

数据主要来源于世界银行、Web of Science 等数据库,涵盖“一带一路”沿线国家经济、教育、技术等数据。对于存在少量缺失数据,利用线性插值外推法进行补全。剔除数据严重缺失

表 1 主要变量的描述性统计

变量	类型	具体含义	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
<i>GAP</i>	被解释变量	“一带一路”沿线国家劳动生产率与前沿国家劳动生产率的比值	1 428	0.19	0.25	0.00	2.16
<i>PAGERANK</i>	解释变量	数字科技合作网络中的 <i>PAGERANK</i> 中心度	1 428	0.01	0.01	0.00	0.03
<i>GDPER</i>	控制变量	“一带一路”沿线国家人均 GDP 与前沿国家人均 GDP 的比值	1 428	0.19	0.27	0.00	2.02
<i>INDUSTRY</i>		“一带一路”沿线国家工业产值与前沿国家工业产值的比值	1 428	0.03	0.14	0.00	1.68
<i>CAPITAL</i>		“一带一路”沿线国家资本存量与前沿国家资本存量的比值	1 428	0.02	0.13	0.00	1.52
<i>PAT</i>		“一带一路”沿线国家高等教育入学率与前沿国家高等教育入学率的比值	1 428	0.15	0.44	0.00	4.59
<i>EXP</i>		“一带一路”沿线国家政府支出与前沿国家政府支出的比值	1 428	0.01	0.06	0.00	0.70
<i>STR</i>		“一带一路”沿线国家服务业占比与前沿国家服务业占比的比值	1 428	0.58	0.15	0.16	1.44
<i>IFDI</i>		外商直接投资 10 亿美元	1 428	7.16	28.56	-294.20	344.08
<i>POP</i>		总人口数与总面积数的比值(人/km)	1 428	243.26	804.50	1.76	8 241.85
<i>OPEN</i>		进口贸易、出口贸易总额与生产总值的比值	1 428	1.02	0.66	0.20	5.15
<i>URB</i>		城市化率	1 428	58.00	21.61	10.64	100.00

的国家样本后,得到 102 个“一带一路”沿线国家 2010—2023 年的平衡面板数据。

四、实证结果与分析

1. 基准回归

采用固定效应模型检验数字科技合作对技术差距的影响,实证结果见表 2。其中,列(1)通过最小二乘法检验数字科技合作对技术差距的影响;列(2)加入国家固定效应;列(3)在其基础上加入时间固定效应,且在列(3)基础上将模型估计的稳健标准误聚类到国家层面。列(1)至列(4)中,*PAGERANK* 的回归系数均显著为正,表明数字科技合作能够显著缩小“一带一路”沿线国家与前沿国家的技术差距。实证结果证明,数字科技合作能够推动“一带一路”沿线国家实现对前沿国家的技术追赶,验证了假设 H1。

2. 内生性处理与稳健性检验

(1)内生性处理

该研究可能存在两种情况会导致内生性问题:其一,随着“一带一路”沿线国家与前沿国家技术差距缩小,会反向要求进一步强化与中国的数字科技合作,可能存在反向因果关系。其二,本研究的实证结果基于国家层面,可能会受到其他因素干扰。为缓解内生性问题,采用工具变量法进行处理。参考 Goldsmith-Pinkham 等的份额移动法(Bartik)^[33],使用初始年份数字科技合作深度与所有“一带一路”沿线国家数字经济增长率的乘积 *BARTIK* 生成工具变量。该变量通过初始值与总样本增长率虚拟构建每一年的数字科技合作深度估计值,数字科技合作深度的初始值大小反映了其在网络中与其他国家的合作程度,初始值越高,代表后面的数字科技合作越密切,因此构建的工具变量与

表 2 数字科技合作对技术差距的影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>PAGERANK</i>	0.507 7*(0.091 8)	0.341 6**(0.017 7)	0.427 9*** (0.002 9)	0.427 9** (0.012 1)
控制变量	YES	YES	YES	YES
国家固定效应	NO	YES	YES	YES
年份固定效应	NO	NO	YES	YES
<i>N</i>	1 428	1 428	1 428	1 428
<i>R</i> ²	0.969 1	0.998 1	0.998 2	0.998 2

注: *、** 和 *** 分别表示回归系数在 10%、5%和 1%水平上显著。下同。

其数字科技合作深度相关,符合相关性条件。此外,工具变量通过初始值与总样本平均增长率构建,对单独一个国家来说是外生的,符合外生性要求。

根据上述工具变量进行二阶最小二乘回归(表3)可知,Anderson LM 统计值为 38.48,在 1%的水平上显著,拒绝了工具变量不可识别的原假设;Cragg-Donald Wald F 统计量为 39.27,大于 Stock-Yogo 弱工具变量 F 检验 10%水平上的临界值,表明不存在弱工具变量问题。列(1)显示,工具变量 *BARTIK* 的回归系数在 1%水平上显著,验证了工具变量与解释变量之间相关性;列(2)中,*PAGERANK* 的回归系数在 5%的水平上显著,与基准回归结果一致。上述实证检验从计量角度再次证明所选工具变量的合理性。

(2)稳健性检验

①替换被解释变量。本研究也实证检验其他反映数字科技合作深度的变量,即采用“一带一路”沿线国家与前沿国家全要素生产率的比值 *TFP* 替换被解释变量。列(3)中,*PAGERANK* 的回归系数在 1%的水平上显著为正,验证了基准回归结果的稳健性。

②替换解释变量。采用权威中心度 *AUTH* 和枢纽中心度 *HUB* 衡量数字科技合作深度,列(4)(5)中,*AUTH* 和 *HUB* 的回归系数均在 1%的水平上显著为正,验证了基准回归结果的稳

健性。

③滞后期处理。考虑到数字科技合作对技术差距的影响可能存在滞后性,也为部分缓解双向因果产生的内生性,对解释变量进行滞后一期处理。列(6)中,数字科技合作滞后项 *PAG* 在 5%的水平上显著为正,进一步验证了基准回归结果的稳健性。

④缩小时间样本。根据“一带一路”倡议提出时间,将研究样本的时间跨度缩短为 2013—2022 年。结果显示,*DC* 回归系数在 5%水平上显著为正,表明缩小时间样本后,实证结果依然稳健。

3. 机制检验

理论分析部分表明,数字科技合作可以通过创新链上、中、下游对应的基础研发、技术转化和技术应用提升机制激发“链式创新效应”,缩小“一带一路”沿线国家与前沿国家的技术差距。为验证上述影响机制,借鉴已有文献^[34],构建以下模型进行验证:

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 DC_{it} + \sum_i \beta_i X_i + \gamma_i + \lambda_i + \varepsilon_{it}$$

(3)

式中:*M* 为中介变量,即基础研发、技术转化和技术应用的代理变量,其他符号含义均与式(2)一致。

一是创新链上游—基础研发提升机制。采用论文发表数量的对数 *PAPER* 作为创新链上

表 3 稳健性检验

变量	(1) <i>PAGERANK</i>	(2) <i>GAP</i>	(3) <i>TFP</i>	(4) <i>GAP</i>	(5) <i>GAP</i>	(6) <i>GAP</i>
<i>PAGERANK</i>		4.122 1** (1.873 3)	0.628 1*** (0.004 5)			
<i>BARTIK</i>	0.169 9*** (0.027 1)					
<i>AUTH</i>				0.036 3*** (0.002 8)		
<i>HUB</i>					0.032 8*** (0.007 0)	
<i>PAG</i>						0.305 4** (0.022 0)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
国家固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	1 326	1 326	1 428	1 428	1 428	1 326
<i>R</i> ²	0.399 8	0.966 7	0.756 5	0.998 2	0.998 2	0.998 5

游的代理变量,这样做的理由是创新链上游的主要作用是产生知识创新,体现了该国的基础研发能力,而论文数能够综合反映基础科研水平并衡量知识创新程度。“一带一路”沿线国家的论文数据来源于 SJR 数据库。表 4 列(1)得到 *PAGERANK* 的回归系数在 1%的水平上显著为正,表明数字科技合作能够通过创新链上游提升机制缩小与前沿国家的技术差距,推动“一带一路”沿线国家实现技术追赶。

二是创新链中游-技术转化提升机制。采用专利数量的对数 *PATENT*,作为创新链中游的代理变量。创新链中游作用是通过创新链上游知识成果的承接,实现从基础知识到应用技术的转化,以产生更多应用技术创新,因此,使用专利数能够衡量一国的应用技术转化和创新能力,从而能更好地体现创新链中游。“一带一路”沿线国家的专利数据来源于 WIPO 数据库,表 4 列(2)得到 *PAGERANK* 的回归系数在 1%的水平上显著为正,表明数字科技合作能够通过创新链中游提升机制缩小与前沿国家的技术差距,推动“一带一路”沿线国家实现技术追赶。

三是创新链下游-技术应用提升机制。采用高新技术产业占比 *TECH* 作为创新链下游的代理变量,创新链下游的职能是通过创新链中游的应用技术进一步转化,促进技术应用于生产,从而实现技术创新的市场化和产业化。因此,采用高新技术产业占比能够更好地反映技术创新的市场化和产业化程度,当更多技术应用于产业市场,高新技术产业的占比将会上升。“一带一路”沿线国家的高新技术产业占比数据来源于世界银行数据库,表 4 列(3)得

到 *PAGERANK* 的回归系数在 10%的水平上显著为正,表明数字科技合作能够通过创新链下游提升机制缩小与前沿国家的技术差距,推动“一带一路”沿线国家实现技术追赶。

上述实证研究结果共同验证了假设 H2。

4. 异质性分析

(1)国家规模异质性

因基础条件和承载能力等因素的影响,“一带一路”沿线国家中,不同规模国家数字科技合作的规模、合作潜力等存在较大差异。为此,借鉴欧阳晓等的做法^[35],从经济规模 and 市场规模来探讨国家规模异质性。其中,经济规模使用“一带一路”沿线国家当年实际 GDP 总额作为代理变量;市场规模借鉴张可等的做法^[36],使用最终消费品总额作为代理变量。之后,按照国家规模指标的平均值进行分组回归。

实证结果由表 5 所示,*PAGERANK* 的回归系数仅在国家规模和市场规模较大的分组中显著为正,在国家规模和市场规模较小的分组中不显著。该实证结果出现的可能原因如下:在数字科技合作网络中,市场规模较大的国家对数字技术的需求更大,而经济规模较大的国家能够投入更多资金、人力等资源发展数字技术。根据梅特卡夫法则^①,国家规模优势能够率先推动数字技术越过某一阈值,从而实现技术的非线性提升,推动技术追赶。从合作视角来看,规模较大国家的数字技术相对较为领先,因而优先与其他较大规模国家合作实现技术追赶,可能存在国家规模同群效应;相对来说,规模较小国家可投入的资源相对较为缺乏,且难以在数字科技合作网络中获取足够的创新资源,技术追赶变得更加困难。

表 4 数字科技合作的影响机制分析

变量	(1) <i>PAPER</i>	(2) <i>PATENT</i>	(3) <i>TECH</i>
<i>PAGERANK</i>	22.997 5*** (0.000 0)	20.965 0*** (0.000 0)	4.381 6* (0.061 6)
控制变量	YES	YES	YES
国家固定效应	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES
<i>N</i>	1 428	1 428	1 428
<i>R</i> ²	0.987 6	0.920 8	0.952 8

① “梅特卡夫法则”是指当网络用户超过一定临界值后,网络价值以用户数量(网络节点)平方的速度增长,其外部作用呈现非线性边际递增。

表 5 国家规模与数字基建水平异质性

变量	(1)经济规模		(2)市场规模		(3)数字基建水平	
	大	小	大	小	高	低
<i>PAGERANK</i>	1.139 9*** (0.000 0)	0.126 2 (0.457 0)	0.867 4*** (0.000 2)	0.185 9 (0.289 6)	0.524 4** (0.033 2)	-0.005 2 (0.913 4)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
国家固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	264	1 164	292	1 136	766	662
<i>R</i> ²	0.998 9	0.998 1	0.998 9	0.998 2	0.998 1	0.999 0

(2)数字基建水平异质性

数字基础设施建设是数字科技合作的基础和前提条件,不同数字基建水平的国家在数字创新合作网络过程中获得的技术追赶效果可能存在较大差异。对该异质性的研究能够启示“一带一路”沿线国家通过发展数字基础设施建设嵌入数字创新合作网络,取得更大范围的合作。为此,借鉴戴魁早等的做法^[37],采用互联网普及率平均值作为数字基建水平的分组依据。

实证结果由表 5 所示,*PAGERANK* 的回归系数仅在数字基建水平较高的分组中显著为正,在数字基建水平较低的分组中不显著,这表明“一带一路”沿线国家数字科技合作对技术追赶的影响仅在数字基建水平较高的国家显著存在。该实证结果出现的可能原因是:数字基建水平提升使技术发展配套设施进一步完善,能够提升技术获取机会。一方面,数字基建水平的提高带来了信息技术的不断完善,因而能够在数字科技合作中吸引更多知识信息,获得更多技术溢出。另一方面,根据梅特卡夫法则,数字基建日益完善能促进信息技术的广泛渗透,网络节点的增加具有数据倍增效应,推动区域间数字科技合作和创新要素自由流动,为获取外部技术和补充自身技术短板提供了更多机会,从而有效缩小与前沿国家技术差距。相对来说,数字基建水平较低的国家则难以获取足够的信息和知识,嵌入数字创新网络困难,与其他国家的数字科技合作不足导致无法顺利实现技术追赶。

五、进一步研究

1.“一带一路”数字科技合作中的中国角色

异质性研究表明,在“一带一路”沿线国家

数字科技合作网络中,存在两类国家的整体技术追赶效果不显著:一类是国家规模和市场规模较小的国家,另一类是数字基础设施水平较低的国家。这一现象是否意味着这些国家可能在新一轮科技革命中失去发展机遇掉入技术鸿沟?换一个角度看,这些国家是否能够通过与沿线大国的数字科技合作来突破当前的发展困境?亦或作为“一带一路”数字科技合作的核心推动者和沿线重要大国,中国在这一进程中能否发挥独特作用?这些问题值得进一步深入研究。为实证检验中国与“一带一路”沿线国家的数字科技合作是否能够推动实现技术追赶,将中国与这些国家的数字科技合作 *CONN* 作为解释变量代入回归模型:

$$GAP_{it} = \beta_0 + \beta_1 CONN_{it} + \sum_i \beta_i X_i + \gamma_i + \lambda_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

借鉴王贤彬等的做法^[38],中国与“一带一路”沿线国家的数字科技合作 *CONN* 采用中国与“一带一路”沿线国家的数字论文合作数量对数来衡量。

实证结果如表 6 所示,总样本中 *CONN* 的回归系数在 1% 的水平上显著为正,表明中国能够通过数字科技合作帮助“一带一路”沿线国家实现共同发展,有助于缩小其与前沿国家的技术差距,对其技术追赶产生“拉拔效应”。从分组回归结果来看,无论市场规模与经济规模大小或是数字基建水平高低,*CONN* 的回归系数均显著为正,这表明中国与不同异质性分组的“一带一路”沿线国家数字科技合作所产生的“拉拔效应”具有普惠性。通过不同分组间的对比发现,中国对市场规模与经济规模相对较小和数字基建水平相对较低国家的“拉拔效应”反而更强。

表 6 中国与沿线国家数字科技合作对技术差距的影响

变量	总数据	(1) 经济规模		(2) 市场规模		(3) 数字基建水平	
		大	小	大	小	大	小
<i>CONN</i>	0.213 5*** (0.000 0)	0.077 5** (0.027 5)	0.257 5*** (0.000 0)	0.055 2* (0.077 2)	0.305 7*** (0.000 0)	0.177 9*** (0.000 0)	0.219 7*** (0.000 2)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
国家固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
组间差异		3.29*		4.89**		2.82*	
<i>N</i>	1 414	250	1 164	278	1 136	752	662
<i>R</i> ²	0.998 3	0.999 0	0.998 2	0.999 0	0.998 3	0.998 1	0.999 0

中国与“一带一路”沿线国家的数字科技合作能够产生技术追赶“拉拔效应”,其关键原因在于“一带一路”数字科技合作中的中国角色:其一,根据《全球数字经济发展指数报告(TIMG 2024)》,技术领先国家与数字基础薄弱国家间的合作往往能产生较大的技术溢出效应^[39]。中国在 5G、人工智能等数字科技领域的前沿地位,为合作国提供了显著的技术外溢红利。其二,通过基础设施共建(如海底光缆)、数据标准互认(如跨境数据流动协议)和创新资源共享(如联合实验室)三位一体的合作模式,这些国家能够依托中国的数字经济规模优势,在特定产业链环节实现专业化跃升,产生“小国大市场”的分工效应。其三,作为“数字丝绸之路”的倡导者,中国秉持的“共商共建共享”原则创造了新型国际合作范式,这种基于平等互利的合作机制,能够实现互惠共生,推动大国小国共同发展^[40]。

2. 文化差异与制度差异对“拉拔效应”的影响

在跨国科技合作研究中,文化差异与制度差异被证实是影响合作效能的关键变量^[41-42]。基于新制度经济学理论,国家间的规制差异、规范差异和认知差异会显著改变技术转移的边际成本。尽管“一带一路”倡议实施以来,中国与共建国家加强了文化交流,并通过数字丝绸之路等机制建立了制度化的互信合作框架(如中国-东盟数字合作备忘录),但在科技合作中仍存在两个有待深化的问题:第一,文化差异和制度差异影响“拉拔效应”的机制;第二,在发挥“拉拔效应”的过程中,合作国家的市场规模和经济规模大小及数字基建水平对文化差异和制

度差异的敏感程度是否不同。

为回答上述问题,采用文化距离和制度距离来衡量中国与“一带一路”沿线国家之间的文化差异和制度差异,对不同分组国家进行实证研究。首先,文化距离采用 Kogut 等的方法^[43],制度距离根据宋灿等的方法^[44]。然后,根据与中国的文化差异和制度差异中位数取值,大于中位数取 1,否则取 0。最后,将文化差异 *CUL* 与制度差异 *POL* 作为调节变量 *Z* 代入回归模型:

$$\begin{aligned}
 GAP_{it} = & \beta_0 + \beta_1 CONN_{it} + \beta_2 CONN_{it} \times Z_{it} + \\
 & \beta_3 Z_{it} + \sum_i \beta_i X_i + \gamma_i + \lambda_i + \varepsilon_{it} \quad (5)
 \end{aligned}$$

实证检验结果如表 7 所示。从总样本看,列(1)(2)中,文化差异、制度差异与数字科技合作交互项 *CULCONN* 和 *POLCONN* 的系数均在 1%的水平上显著为负。该结果表明,从整体上看,文化差异和制度差异的减少会促进中国对“一带一路”沿线国家的“拉拔效应”。可能原因是,文化差异的缩小使双方更易达成共同的合作理念,为数字科技合作提供基础条件;合作双方制度差异的缩小意味着政府政策和治理水平相近,能够有效增加双方基于信任和规则所能产生的合作成果,降低合作风险和不确定性,间接减少合作成本,加强了数字科技合作对技术追赶的“拉拔效应”。

此外,进一步对不同异质性分组国家进行实证检验。通过经济规模和市场规模的分组检验发现,文化差异、制度差异与数字科技合作的交互项在规模较小的国家更为显著。可能原因是,经济规模和市场规模较大的“一带一路”沿线国家综合发展水平与中国相对接近,拥有更好

表 7 文化差异和制度差异调节效应

总数据			(1)经济规模				(2)市场规模				(3)数字基建水平			
变量	大		小		大		小		大		小			
	文化距离	制度距离	文化距离	制度距离	文化距离	制度距离	文化距离	制度距离	文化距离	制度距离	文化距离	制度距离		
CONN	0.514 9*** (0.000 0)	1.864 4*** (0.001 7)	-0.093 5 (0.512 5)	-1.753 4 (0.366 4)	0.550 3*** (0.000 0)	2.660 1*** (0.000 0)	-0.022 0 (0.880 8)	-0.540 8 (0.756 8)	0.541 5*** (0.000 0)	2.708 9*** (0.000 0)	0.485 2*** (0.000 0)	5.648 4*** (0.000 4)	0.431 4*** (0.000 1)	0.304 5*** (0.036 4)
	CULCONN	-0.411 0*** (0.000 0)	0.170 7 (0.217 1)		-0.646 1*** (0.000 0)		0.076 3 (0.590 5)		-0.653 9*** (0.000 0)		-0.410 8*** (0.000 0)		-0.279 8** (0.017 2)	
CUL	0.019 8* (0.062 8)		-0.027 1 (0.302 4)		0.021 1* (0.063 4)		-0.063 3*** (0.037 0)		0.022 6* (0.052 7)		0.039 4* (0.095 2)		-0.032 8*** (0.000 0)	
	POLCONN	-1.641 1*** (0.005 4)		1.826 2 (0.345 6)		-2.379 0*** (0.000 1)		0.593 9 (0.732 9)		-2.383 4*** (0.000 1)		-5.452 6*** (0.000 7)		-0.088 5 (0.534 2)
POL		0.001 5 (0.191 5)		-0.001 3 (0.694 6)		0.001 3 (0.299 9)		-0.002 4 (0.389 3)		0.001 8 (0.416 4)		0.001 9 (0.856 4)		-0.000 1 (0.856 4)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
国家固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	1 414	1 414	250	250	1 164	1 164	278	278	1 136	1 136	752	752	662	662
R ²	0.998 3	0.998 3	0.999 0	0.999 0	0.998 3	0.998 2	0.999 0	0.999 0	0.998 4	0.998 3	0.998 2	0.998 1	0.999 0	0.999 0

的合作基础,中国与这些国家的相关配套设施、贸易往来、产业合作交流可能更为频繁,且通过企业、民间等交流与合作建立较为密切的内部关联和纽带关系,从而削弱了文化差异和制度差异带来的负向影响。而经济规模和市场规模较小的国家由于与中国差距相对较大,合作基础相对较为薄弱,文化和制度差异的缩小能够显著改善双方的合作对接和技术联系,强化中国对这些国家的“拉拔效应”。从数字基建水平异质性分组实证检验结果来看,文化差异和制度差异对数字基建水平较高国家“拉拔效应”的影响更为显著。可能原因是,数字基建水平较低的国家互联网普及率较低,与中国的网络联通性较弱,数字科技合作很大程度上通过共同构建实验室、科研机构等线下方式进行;数字基建较好的国家与中国的线上合作交流更为频繁,因而受到文化差异和制度差异的影响更为显著。

六、结论与政策启示

以数字科技为核心的新一轮科技革命为广大后发国家带来“换道超车”这一重要历史机遇的同时,西方发达国家的技术封锁及后发国家自身发展局限与创新资源的不足,可能会引发新的“技术鸿沟”。因此,在“数字丝绸之路”背景下探讨沿线国家数字科技合作中的技术追赶能够提供新的解题路径。为此,基于2010—2023年102个沿线国家面板数据,实证研究数字科技合作对技术差距的影响。

研究发现:其一,“数字丝绸之路”背景下,数字科技合作能够有效推动“一带一路”沿线国家实现技术追赶。具体表现为“一带一路”沿线国家通过深化数字科技合作网络实现协同创新和共同发展,缩小与前沿国家的技术差距。其二,数字科技合作对技术追赶的影响存在基础研究、技术转化和技术应用等提升机制。从创新链视角看,数字科技合作推动知识、信息等要素在创新链上、中、下游自由流动,通过基础研究、技术转化和技术应用能力等提升机制激发“链式创新效应”,推动“一带一路”沿线国家缩小与前沿国家的技术差距。其三,数字科技合作对技术追赶的影响存在国家规模和数字基

建水平异质性。数字科技合作存在规模效应,国家规模和数字基建水平较高的国家能够在数字科技合作网络中实现技术追赶,而国家规模和基建水平较低的国家则难以实现技术追赶。其四,中国作为“一带一路”沿线国家数字科技合作的核心推动者,能够发挥“拉拔效应”,带动其实现技术追赶。通过异质性分组回归发现,中国与“一带一路”沿线国家的数字科技合作无论在经济规模、市场规模和数字基建水平高、低分组,均能够显著缩小这些国家与前沿国家的技术差距,且“拉拔效应”具有普惠性,分别在国家规模较小、数字基建水平较低国家能产生更强的效应;文化差异和制度差异的缩小能够显著强化中国对“一带一路”沿线国家的“拉拔效应”,且这种强化效果分别在国家规模较小、数字基建水平较高的国家更为显著。

此次研究结论丰富了数字科技合作与技术追赶相关领域的文献,也为“一带一路”沿线国家如何追赶前沿国家提供了新的视角和解释,具有如下政策启示:

第一,持续深化“一带一路”沿线国家数字科技合作,推动实现技术追赶。促进“一带一路”数字科技合作,重点是在平等互利的基础上建立长期稳定的合作关系,积极实施数字国际贸易等诸边协议,推广e-WTP合作机制,以形成全球数字国际贸易平台^[45]。一是完善数字科技合作顶层战略设计,坚持数字命运共同体理念和“共商、共建、共享”原则,在“数字丝绸之路”倡议下进一步完善“一带一路”数字科技共建战略,明确发展目标及合作共建各方职责,构建多层次合作实施路径,推动并协调沿线各国共享数字科技发展红利,共同实现技术追赶。二是加强双边与多边协调机制,建立常态化协商渠道,使沿线各国保持有效的政策沟通和战略协同,完善数字科技合作治理机制,推动构建各国政府、企业等多元主体共同参与的“一带一路”数字科技合作治理体系,促进沿线国家间保持长期稳定的合作关系。三是提升资源共享机制,加快构建“一带一路”数字科技平台,推动信息和数据等创新资源互联互通,进一步加强企业、高校等创新主体之间的国际合作,通过共建联合实验室等方式鼓励更多科研机构

与创新主体实现高水平开放,促成创新要素协同集聚,推动数字科技的共享、共建、共研,实现数字科技的共同发展。

第二,激活数字科技合作“链式创新效应”,通过全链条合作加速沿线国家技术追赶。数字科技合作能够通过提升创新链的上、中、下游对应的基础研发、技术转化和技术应用机制,推动实现技术追赶。一是提升创新链上游的基础研发能力,推动“一带一路”沿线国家知识创新。应进一步打造数字科技联合研发体系,支持共建实验室和研发中心,促进技术协同创新,积极扩大数字科技人员交流与学术交流,促进数字知识的跨国流动,推进知识的共研与共享,通过数字知识跨区域整合推动实现沿线国家知识多元化,快速提升基础研发能力。二是促进创新链中游的技术转化能力,提升科技创新合作效率。建立科技创新资源共享机制,推动实验设备、专业数据库、文献资料等基础设施互联互通;健全知识产权保护与成果转化机制,制定统一的技术转移标准与流程;搭建数字科技成果转化平台,提供技术评估、交易对接等专业化服务。三是增强创新链下游的技术应用能力,促进技术成果在市场中的推广与使用。沿线各国需进一步加大市场开放、合作力度,促进市场数据和技术信息的跨国界、跨机构、跨领域的流通和整合,通过“一带一路”倡议统一市场合作共建,开放与共享应用场景,提升各国技术应用能力。

第三,发挥“一带一路”数字科技合作的“拉拔效应”,共建国家牵手跨越技术鸿沟。中国与沿线国家需要共同努力,提升数字科技合作的拉拔力度。一是中国需进一步强化自身拉拔能力:一方面,提升自身数字科技水平,重点在基础层的关键数字技术上布局 and 发力,采取新型举国体制,加强基础理论和核心技术攻关,补齐技术短板;另一方面,作为“一带一路”大国和“一带一路”建设倡导国,鼓励更多数字龙头企业、科研机构积极走出去,在共建国家建立数字产业园区、实验室等联合机构,带动当地数字科技发展。二是沿线各国应深化与中国的数字科技合作。异质性分析发现,国家规模较小和数字基建水平较差的沿线国家相对较

难实现技术追赶,其应更为重视与中国的数字科技合作。一方面,沿线国家与中国的数字科技合作可以拓展市场规模和经济规模,突破国家规模的局限。通过多边数字科技合作平台建立“一带一路”统一市场,能够改善规模较小沿线国家的“数据孤岛”现状,使其能够分享统一平台带来的市场规模优势。通过提升沿线国家与中国相互开放力度,进一步深化数字产业链分工合作,加强“一带一路”区域数字科技与数字产业链对接,共建跨境数字科技产业链合作体系,将沿线国家与中国之间的互补性转化为发展的互助力,突破沿线国家规模局限。另一方面,在基础设施领域,加快提升数字基建水平,完善配套支撑体系,为双方技术对接创造有利条件。三是中国应与沿线国家共同缩小双边文化、制度差异。应拉紧双边文化交流纽带,尊重当地文化,以“求同存异”为指针,推动双边文化相互融合,构建人文内涵丰富的“一带一路”数字科技合作。同时,也应加强中国与沿线各国间数字政策、规则、制度等的有效对接与沟通协调,推动实现政策互信、规则共建和制度互认,合力破解阻碍数字科技合作的制度性壁垒,为双边数字科技合作发展提供坚实有效的制度保障。

参考文献:

- [1] Pérez C. Technological change and opportunities for development as a moving target[J]. Cepal Review, 2001,75(8):109-130.
- [2] 王玉柱. 数字经济重塑全球经济格局——政策竞赛和规模经济驱动下的分化与整合[J]. 国际展望,2018,10(4):60-79.
- [3] 张森,温军,刘红. 数字经济创新探究:一个综合视角[J]. 经济学家,2020(2):80-87.
- [4] Arza V. Channels, benefits and risks of public-private interactions for knowledge transfer: conceptual framework inspired by Latin America [J]. Science and Public Policy, 2010,37(8):473-484.
- [5] Li Y, Ji Q, Zhang D. Technological catching up and innovation policies in China: what is behind this largely successful story? [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2020, 153, 119918.

- [6] Maksimov V, Luo Y. Technology catch-up and competitive advantage: strategies for emerging market firms[J]. Research Policy, 2014, 48(5): 1120-1135.
- [7] 冯永春,曹鑫锐,苏萌萌,等. 海外制裁下中国芯片企业创新网络重构研究[J]. 科研管理, 2024, 45(12): 89-99.
- [8] 王林辉,王辉,董直庆. 技术创新方向、均衡技术差距与技术追赶周期[J]. 世界经济, 2022, 45(3): 28-55.
- [9] 李包庚. 中国式现代化对现代性的超越[J]. 中国社会科学, 2025(5): 17-35.
- [10] 刘友金,张颖斌,蔡翔. 从技术鸿沟到技术追赶: 数字经济发展效应研究——来自“一带一路”沿线国家的证据[J]. 经济研究, 2024, 59(11): 192-208.
- [11] Pfeffer J, Salancik G R. The external control of organizations: a resource dependence perspective [M]. California: Stanford Business Books, 1978.
- [12] 刘修岩,王岍. 知识溢出的边界效应——来自专利引用数据的证据[J]. 经济研究, 2022(11): 84-101.
- [13] 马述忠,张道涵,胡增玺. 数字知识流动如何促进区域协调发展——兼论经济增长和平衡发展双重目标[J]. 中国工业经济, 2025(2): 80-98.
- [14] 王丹,邓灿辉,赵新力,等. “一带一路”共建国家农业科技创新合作网络结构演化及影响因素探究[J]. 科技管理研究, 2024(5): 32-39.
- [15] 杨君,巫红玉,蒋墨冰,等. 融入全球创新网络、外部技术封锁与中国企业创新[J]. 财贸经济, 2025, 46(4): 165-180.
- [16] 刘瑞明,许元. 数字时代的中国经济: 机遇、挑战与应对[J]. 产业经济评论, 2024(2): 44-59.
- [17] 吴晓波,张馨月,沈华杰. 商业模式创新视角下我国半导体产业“突围”之路[J]. 管理世界, 2021, 37(3): 123-136.
- [18] Schumpeter J A. The theory of economic development [M]. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1934: 55-56.
- [19] 张艺,陈凯华,周志勇. 后发国家产业核心技术追赶的产学研合作创新机制——基于中国高铁产业的案例分析[J]. 管理世界, 2024, 40(11): 20-48.
- [20] 刘净然,刘祎男,范庆泉. 政府研发补贴的异质性与政策协同: 基础研究的视角[J]. 财政研究, 2024(7): 96-112.
- [21] 黄先海,高亚兴. 数字知识存量、数实技术融合与企业实体技术创新边界[J]. 经济学动态, 2025(3): 36-53.
- [22] 曲永义. 数字创新的组织基础与中国异质性[J]. 管理世界, 2022, 38(10): 158-174.
- [23] 胡艳,代晶晶,张安伟. 数字经济、空间关联与区域创新产出——兼论区域吸收能力的门槛效应[J]. 科技管理研究, 2022, 42(15): 79-88.
- [24] 陈晓红,李杨扬,宋丽洁,等. 数字经济理论体系与研究展望[J]. 管理世界, 2022, 38(2): 208-224.
- [25] 贾真,杨冉,肖皓. 产业数字化与全球价值链利益分配的公平性——基于贸易收益与隐含碳排放成本视角[J]. 数量经济技术经济研究, 2025, 42(5): 93-114.
- [26] 黄先海,王芳,杨高举. 企业数字化转型与创新: 基于网络溢出的视角[J]. 经济理论与经济管理, 2023, 43(11): 56-69.
- [27] Barney J B. Firm resources and sustained competitive advantage[J]. Journal of Management, 1991, 17(1): 99-120.
- [28] Aghion P, Blundell R, Griffith R, et al. The effects of entry on incumbent innovation and productivity [J]. The Review of Economics and Statistics, 2009, 91(1): 20-32.
- [29] Bernard A B, Stephen J R, Peter K S. Technology gaps and economic growth [J]. Journal of International Economics, 2019, 118: 103-115.
- [30] 张伟,朱启贵,高辉. 产业结构升级、能源结构优化与产业体系低碳化发展[J]. 经济研究, 2016, 51(12): 62-75.
- [31] 孙浦阳,刘伊黎. 企业客户贸易网络、议价能力与技术追赶——基于贸易网络视角的理论与实证检验[J]. 经济研究, 2020, 55(7): 106-122.
- [32] Brin S, Page L. The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine [J]. Computer Networks and ISDN Systems, 1998, 30(1-7): 107-117.
- [33] Goldsith-Pinkham P, Sorkim I, Swift H. Bartik instruments: what, when, why, and how [J]. American Economic Review, 2020, 110(8): 2586-2624.
- [34] 黄群慧,余泳泽,张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. 中国工业经济, 2019(8): 5-23.
- [35] 欧阳晓,汤凌霄. 大国创新道路的经济学解析

[J]. 经济研究, 2017, 52(9): 11-23.

[36] 张可, 汪东芳. 经济集聚与环境污染的交互影响及空间溢出[J]. 中国工业经济, 2014(6): 70-82.

[37] 戴魁早, 黄姿, 梁银笛. 数据要素与服务型制造发展[J]. 经济研究, 2024, 59(12): 95-112.

[38] 王贤彬, 吴子谦. 城市群中心城市驱动外围城市经济增长[J]. 产业经济评论, 2018(3): 54-71.

[39] 张明, 王喆, 陈胤默. 全球数字经济发展指数报告 (TIMG 2024)[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2025.

[40] 刘友金, 周健, 曾小明. 中国与“一带一路”沿线国家产业转移的互惠共生效应研究[J]. 中国工业经济, 2023(2): 55-73.

[41] North D C. Institutions, institutional change and economic performance [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

[42] Hofstede G. Culture's consequences: comparing values, behaviors, institutions, and organizations across nations[M]. London: Sage Publications, 2001.

[43] Kogut B, Singhi H. The effect of national culture on the choice of entry mode [J]. Journal of International Business Studies, 1988, 19: 411-432.

[44] 宋灿, 孙浦阳. 服务贸易网络、信息传递与 OFDI [J]. 世界经济研究, 2024(4): 41-56.

[45] 张春雨. 数字“一带一路”的国际经贸规则法治化建设研究 [J]. 湖南科技大学学报 (社会科学版), 2025, 28(1): 174-183.

Digital Technology Cooperation, Technological Catch-up of Countries along “the Belt and Road”, and China’s “Pulling Effect” / Liu Youjin¹, Zhang Yingbin², Zou Anquan⁴ (1. School of Business, Hunan University of Science and Technology; 2. School of International Trade and Economics, Anhui University of Finance and Economics; 3. Development and Planning Department, Foshan University)

Abstract: Facing the historical opportunities and challenges brought by the new round of digital technology revolution and industrial transformation, promoting common development and narrowing the technological gap with frontier countries through high-level cooperation is a key path for the majority of latecomers to achieve leapfrog development. Against the background of the “Digital Silk Road” Initiative, this paper uses data from 2010 to 2023 at the country level along “the Belt and Road” to empirically study the impact of digital technology cooperation among countries along “the Belt and Road” on technological catch-up and its mechanisms. The findings are as follows: first, digital technology cooperation among countries along “the Belt and Road” can promote the narrowing of the technological gap with frontier countries and facilitate technological catch-up. Second, mechanism tests indicate that digital technology cooperation mainly affects the enhancement mechanisms such as basic research and development, technology transfer, and technology application to stimulate the “chain innovation effect”, promoting technological catch-up by enhancing the level of the innovation chain. Third, heterogeneity analysis reveals that the promoting effect of digital technology cooperation on technological catch-up is significant in larger-scale countries and those with higher levels of digital infrastructure along the route. Fourth, as the core driver of digital technology cooperation along “the Belt and Road”, China can exert a “pulling effect” to drive countries along the route to achieve technological catch-up. The narrowing of cultural and institutional differences significantly enhances China’s “pulling effect” on technological catch-up among countries along the route, and this effect is more significant for smaller-scale countries and those with higher levels of digital infrastructure. Therefore, countries along “the Belt and Road” need to deepen digital technology cooperation, optimize strategic layout, strengthen innovation resource sharing, and enhance multilateral coordination mechanisms to effectively promote common leapfrogging of technological gaps and achieve technological catch-up.

Key words: digital technology cooperation; technological catch-up; “pulling effect”; “the Belt and Road”; innovation chain; mutualism