文章编号:1003 - 2053(2025)03 - 0488 - 19

中国与“一带一路”沿线国家的科技人才流动研究

柳美君[1,4],杨 杰[2],杨斯杰[3],闵 超[2]

(1. 复旦大学全球公共政策研究院,上海 200433;2. 南京大学信息管理学院,江苏南京 210023;
3. 北京大学信息化与信息管理研究中心,北京 100871;
4. 复旦大学国家发展与智能治理综合实验室,上海 200433)

摘 要:科技人才是“一带一路”建设的重要支撑和智力资源,从科技人才流动角度解决人才服务“一带一路”发展具有重要现实意义。基于 Scopus 数据库的科学文献大数据,本文识别出超过 95 万件与中国内地机构相关的科技人才跨国流动事件,运用描述性分析、社会网络分析及双重差分,分析中国与 64 个“一带一路”沿线国家(简称沿线国家)间的科技人才流动现状与发展,并评估“一带一路”倡议(简称倡议)是否以及如何提升中国与沿线国家的科技人才流动,及其政策效应的异质性。倡议提出后,沿线国家在中国科技人才跨国流动自我中心网络中的位置有明显提升;倡议有利于促进沿线国家在与中国开展科技人才流动方面的均衡性发展;签订共建“一带一路”合作文件,有利于加强倡议对中国与沿线国家科技人才流动的提升作用;促进中国与沿线国家的科研合作,能强化倡议对中国与沿线国家科技人才流动的政策效应。研究结果为优化中国与沿线国家的科技人才互动提供参考,有利于提升中国参与全球科技治理的效率。

关键词:人才流动;“一带一路”;核心 - 边缘网络;双重差分;全球科技治理

中图分类号:C965 **文献标识码**:A

DOI:10.16192/j.cnki.1003-2053.20240417.001

随着全球化进程不断深化,跨国人才流动日益频繁,各国人才竞争日趋激烈。党的十八大以来,在“人才强国”战略基础上,我国提出“聚天下英才而用之”的人才工作方针,持续推进将我国建设成世界重要人才中心和创新高地。在全球化和国际地缘政治深刻变化的背景下,中国提出“一带一路”倡议(简称倡议),加强与“一带一路”沿线国家(简称沿线国家)的交流合作,实现各国共赢共享。

科技领域是“一带一路”倡议涵盖的重点合作领域,而人才是推进“一带一路”建设的重要支撑和智力资源。人才培养和人才交流是满足“一带一路”建设智力支撑的两大途径。仅靠人才培养无法完全满足“一带一路”建设对人才的需要,当前“一带一路”发展面临科技人才规模不足和高层次优秀人才短缺的挑战[1]。因而沿线国家间的人才互动交流成为解决问题的关键。2015 - 2016 年期间,我国相继发布《科技人才服务“一带一路”建设倡议》及《推进“一带一路”建设科技创新合作专项规划》,强调科技人才在“一带一路”建设中的核心作用,以人才交流深化科技创新合作。然而,我国与沿线国家科技人才合作尚处于起步阶段,存在层次较低、机制不完善、双向互动不强等问题[2]。

全面揭示中国与沿线国家科技人才流动现状和发展,可为人才资源的合理布局和相关人才政策的科学制定提供决策支持[3]。倡议提出后,中国与沿线国家加强了政策沟通、设施互联、贸易畅通和科技合作,科技人才流动的地理和制度障碍减少,人才互动需求逐渐提升。评估倡议提出对中国与沿线国家科技人才流动的政策效应,在“一带一路”建设背景下有助于我国构建合理的科技人才流动机制,促进科技人才资源合理流动,有利于实现我国与沿线国家在科技人才合作方面的互惠共赢。

大部分的相关研究基于论文和专利数据展开,重点关注中国与沿线国家科技合作,较少从人才流动的角度开展研究。尽管有少量研究分析沿线国家间的留学生流动情况[4,5],但留学生不等同于科技

收稿日期:2024 - 01 - 22;**修回日期**:2024 - 03 - 06

基金项目:上海市哲学社会科学规划课题(2021ETQ001)

作者简介:柳美君(1992 -),女,青年副研究员,博士。杨杰(2000 -),男,博士研究生。杨斯杰(1993 -),男,学士。闵超(1990 -),男,副教授,博士,通讯作者,E - mail: mc@ nju. edu. cn。

中国知网 https://www.cnki.net

人才,难以全面反映中国与沿线国家的科技人才流动情况。基于此,本文提出以下研究问题:

(1)中国与“一带一路”沿线国家的科技人才流动现状及发展如何?

(2)“一带一路”倡议的提出是否影响中国与“一带一路”沿线国家的科技人才流动?

(3)“一带一路”倡议产生的政策效应的异质性是什么?

1　文献综述

1.1　中国与“一带一路”沿线国家在科技领域的合作

学者较关注中国与沿线国家在重要领域中的合作,包括基础设施[6]、经济[7]、能源[8]、金融贸易[9, 10]、教育[11]和科技[12]等。在科技领域,学者关注中国与沿线国家的科研合作、技术贸易及技术扩散等问题。

基于国际合作论文数据以及专利合作数据,学者们分析沿线国家的跨国科研合作态势。其中,部分研究探讨跨国合作的现状特征[13]、区域分布[12]、发展态势[14, 15]及学科领域[16]。另一部分研究从社会网络角度,探究沿线国家跨国合作网络的网络结构[17]、核心国家[16]、小团队[16]以及网络演变[12]等。虽然中国与沿线国家的科研合作规模日益增大[16, 18],且中国位于沿线国家国际科研合作网络中心[19],但中国与沿线国家的整体合作强度远小于中国与发达国家的合作强度[14, 15]。美国在沿线国家的科技合作圈中始终占据主导地位,中国对沿线国家的技术影响力相对较小[12]。中国与沿线国家在合作强度、广度和领域等方面存在较强的不均衡性[20, 21]。沿线国家的科研合作网络呈现多极化发展趋势[17]。

最后,学者们从国家层面,探究了影响沿线国家科研合作的因素。沿线国家的经济发展水平、科研实力和对外开放等特征,以及国家多维度邻近性是沿线国家间科研合作网络形成的主要机制[22]。国家科研实力及社会邻近性是影响沿线国家科研合作的重要因素;地理距离对科研合作的阻碍作用逐渐减弱[17]。有研究发现,技术距离和经济差距促进了国家技术合作,并且技术相似性和社会邻近性会加强这种促进作用[23]。有研究发现国家间的技术邻近与技术合作呈倒 U 型关系[24]。此外,国家发文量、国家间经济发展差距、政治关系、地理距离、语言距离和宗教邻近等对沿线国家科研合作强度均有显著影响[25]。

1.2　中国与“一带一路”沿线国家的人才问题

从整体上看,既有研究已经对沿线国家的人才培养和交流问题进行了一定程度的探索,但主要开展战略性讨论,缺乏实证研究。有研究提出,为提供“一带一路”的人才保障,高等院校应采取“内生”和“外延”双轮驱动路径,加强人才培养,并促进与沿线国家的人才交流[11]。

部分学者从实证角度,对沿线国家人才交流展开分析,但多以留学生为研究对象。例如,有研究对来自 138 个参与“一带一路”共建的国家的来华留学生情况及影响因素展开分析,提出了设立“一带一路”海外人才培养中心、选拔和培训海外青年科学家等科技人才培养路径[1]。有研究基于 2008 - 2018 年的国家面板数据,发现“一带一路”倡议对来华留学生数量具有显著促进作用[5]。有研究进一步发现民心相通以及人才需求是“一带一路”倡议提升来华留学生数量的重要机制。有研究构建沿线国家留学生流动网络,发现留学生流动规模迅速扩大,呈现“由中向西,自南向北”的空间格局,并已分化为 5 个重要社团[4]。还有研究认为中国和俄罗斯处于沿线留学生流动网络的核心位置。

综上,既有研究对沿线国家的跨国科研合作问题进行了一定的探索,但尚缺乏对沿线国家间科技人才流动问题的讨论。中国与沿线国家科技人才流动的现状、特征及发展趋势,以及“一带一路”倡议的提出是否对中国与沿线国家科技人才流动产生影响,成为亟待研究的重要问题。

2　研究数据与方法

2.1　数据来源

(1)研究区域界定

本文使用学术界普遍使用的 65 个“一带一路”沿线国家的表述[16, 20, 26]。除中国以外,其他沿线国家包括东南亚 11 国,南亚 7 国,西亚和北非 18 国,中东欧 22 国,以及中亚和蒙古 6 国(见表 1)。

(2)中国科技人才跨国流动数据集构建

本文基于 Scopus 数据库构建多学科的中国科技人才跨国流动数据集。Scopus 是全球最大的摘要和引文数据库。Scopus 对科技人才姓名进行了消歧

中国知网　https://www.cnki.net

处理,能区分同名作者,消除同人异名现象,并赋予科技人才唯一标识。从 Scopus 数据库中,本文获得以下信息:作者唯一标识、作者机构、机构所在国家和论文发表年份等。

表 1 “一带一路”沿线国家的区域分布

Table 1 The regional distribution of countries along the Belt and Road (B&R)

区域	数量	国家
东南亚	11	新加坡、印度尼西亚、马来西亚、泰国、越南、菲律宾、柬埔寨、缅甸、老挝、文莱、东帝汶
南亚	7	印度、巴基斯坦、斯里兰卡、孟加拉、尼泊尔、马尔代夫、不丹
西亚及北非	18	阿联酋、阿塞拜疆、科威特、土耳其、卡塔尔、阿曼、黎巴嫩、沙特阿拉伯、巴林、以色列、也门、埃及、伊朗、约旦、叙利亚、伊拉克、阿富汗、巴勒斯坦
中东欧	22	波兰、俄罗斯、阿尔巴尼亚、格鲁吉亚、爱沙尼亚、立陶宛、亚美尼亚、斯洛文尼亚、保加利亚、捷克、匈牙利、马其顿、塞尔维亚、罗马尼亚、乌克兰、斯洛伐克、克罗地亚、摩尔多瓦、白俄罗斯、拉脱维亚、波黑、黑山
中亚及蒙古	6	哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、土库曼斯坦、塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦、蒙古

参照已有研究[27,28],本文对人才流动的定义是:人才的论文第一署名单位发生变动,则该人才进行了流动。本文从 Scopus 中识别出位于中国内地的所有发文机构,并识别以这些机构作为论文署名单位的作者。本文获取这些作者在 Scopus 中截至 2022 年 4 月的所有发文记录,并按发表时间对论文进行排序,形成作者的论文序列,记为[p_1, p_2, …, p_s]。本文提取作者在每篇论文中的第一署名单位,形成每个作者对应的机构序列,记为[f_1, f_2, …, f_s]。若作者在p_s论文中的第一署名单位(f_s),不同于在p_{s-1}论文中的第一署名单位(f_{s-1}),即$f_s \neq f_{s-1}$,则该作者在发表p_s论文的当年改变了机构,发生了流动。本文识别科技人才流动事件的相关特征,例如来源机构,目标机构,以及机构对应的国家和流动年份等。当来源机构所在国家与目标机构所在国家不同时,该人才发生了跨国流动。本文识别每件跨国流动事件的方向,判断该流动事件是从中国内地流向境外,还是从境外流向中国内地。

本文从 Scopus 中获取了 1990 – 2020 年期间共计 5,788,262 件流动事件,涉及 1,135,427 位科技人才以及 146,016 个发文机构。本文从 500 多万件流动事件中识别出 953,035 件跨国流动事件,构成本文的研究数据集。这些流动事件代表中国内地与 179 个国家/地区间的科技人才往来。

(3)国家/地区层面数据

从世界银行公开数据库(World Bank Open Data)官网①,本文下载了各国每年的 GDP、人口数量及研究与发展(R&D)支出占 GDP 的比例。由于 R&D 支出占 GDP 的比例数据仅涵盖 1996 年及以后年份,本文在回归分析中仅包含 1996 – 2020 年的数据。除了“一带一路”倡议的提出,本文也考虑中国与各国签署共建“一带一路”的合作文件。截至 2022 年,共有 151 个国家与中国签署了 200 余份共建“一带一路”合作文件②。本文获取各国与中国签署共建“一带一路”的合作文件信息,识别签署国家及文件发文年份③。与中国签订共建“一带一路”合作文件的国家的新增数和累计数见图 1。

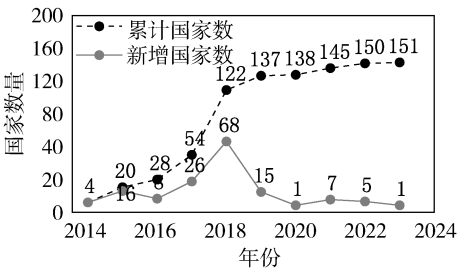


图 1 与中国签署共建“一带一路”合作文件的国家数量

Figure 1 The number of countries that have signed cooperation agreements with China for jointly building the B&R

基于微软学术图谱(Microsoft Academic Graph,简称 MAG)数据集④,本文获得各国每年的论文发表数量,以及各国间的论文合著频次。MAG 是目前使用较广泛的文献数据集[29],包含了超过 2 亿篇学

① https://data.worldbank.org/。

② https://m.gmw.cn/baijia/2023 – 01/14/36302671.html。

③ https://www.yidaiyilu.gov.cn/。

④ https://www.microsoft.com/en – us/research/project/microsoft – academic – graph/。

中国知网 https://www.cnki.net

术论文的元数据。基于每篇论文中作者的所属机构,以及机构所在国家,本文使用全计数法(full counting),计算各国在 MAG 中每年的论文发表数量,以及论文合著频次。例如,一篇论文有 5 位作者,其中 2 位来自美国,1 位来自英国,2 位来自中国。美国、英国和中国的发文数各计一次。美国 – 英国、美国 – 中国以及英国 – 中国在该论文中各合著 1 次。

2.2　变量说明

(1)因变量

本文计算 1990 – 2020 年期间,中国与各国/地区每年的科技人才流动频次。本文将国家/地区记为 i,年份记为 t。本文的因变量包括:①在 t 年,i 与中国产生的科技人才流动总频次 Mobility,包括两个方向的流动事件数量之和;②在 t 年,科技人才从 i 流向中国的频次,记为 Mobility(to China);③在 t 年,科技人才从中国流向 i 的频次,记为 Mobility(from China)。

(2)自变量

本文的核心自变量为国家是否受到“一带一路”倡议的直接影响。本文将 2013 年“一带一路”倡议的提出视为一项准自然实验。倡议在刚提出时,是国家级顶层的外交理念之一,在 2014 年 3 月被写入政府工作报告,之后相关政策相继出台。参照已有研究[30],本文将 2014 年作为政策冲击年。本文认为倡议的提出直接加强了沿线国家与中国的互联互通,以及在科技领域的交流合作。因此沿线国家在 2014 年及以后受到倡议直接的政策冲击。本文的处理组为 64 个沿线国家,对照组为在 1990 – 2020 年期间与中国产生过科技人才流动事件的非沿线国家。本文将 1990 – 2013 年期间定义为政策实施前,将 2014 – 2020 年期间定义为政策实施后。

本文使用双重差分法,产生 BR initiative 变量,评估“一带一路”倡议是否以及如何影响中国与沿线国家之间的科技人才流动。当 i 为沿线国家,且 t 年位于 2014 – 2020 年期间时,BR initiative = 1;当 i 为沿线国家且 t 年位于 1990 – 2013 年期间时,BR initiative = 0;当 i 为非沿线国家时,无论 t 的取值如何,BR initiative = 0。本文关注各国与中国签订共建“一带一路”合作文件这一政策变量,将其作为 BR initiative 的补充,记为 Policy。该变量取值为 1,代表 i 在 t 年已与中国签署了共建“一带一路”的合作文件,否则为 0。

(3)控制变量及交互变量

本文选取中国与各国/地区在经济、人口以及科学活动方面的多个距离变量作为控制变量。科技人才跨国流动本质上是各国/地区在科技领域合作及互动的体现。基于已有研究对国家间科技合作的影响因素的识别,本文考虑中国与各国在经济[23, 24, 31]、人口[23]、科研投入和科研产出[23, 25]等方面的距离作为控制变量。本文计算中国与 i 每年在 GDP,人口总量,科学论文发表以及 R&D 投入占 GDP 比例的差的绝对值,分别记为 Dis(GDP)、Dis(Population)、Dis(Publication)和 Dis(R&D),用于测量在 t 年中国与 i 在以上方面的距离。

本文从两个方面探究“一带一路”倡议产生的政策效应的异质性。首先,本文探究倡议是更大程度上提升了,在倡议提出前,与中国在科技人才流动方面联系较弱还是联系较强的沿线国家与中国的科技人才流动。这一政策异质性的探究,解答了倡议是否促进了区域间的均衡性发展这一问题。本文计算在政策实施前,即 1990 – 2013 年期间,中国与各国的科技人才流动频次,并根据频次对各国进行排名。依据排名情况,本文将各国划分到中国科技人才跨国流动自我中心网络的不同圈层中,以表示各国/地区在网络中的重要性。如果国家/地区与中国产生的科技人才流动总频次位于 top10 以内/top11 – top30/top31 – top60/top60 以外,则该国分别位于核心层/强边缘/弱边缘/边缘层。本文产生 Lower level 变量。在 1990 – 2013 年期间,i 位于弱边缘层或边缘层,则该国/地区在倡议提出前与中国的科技人才互动联系较弱,Lower level 取值为 1,否则为 0。

其次,本文探究国家间科学合作距离,在倡议产生的政策效应中发挥的作用。本文引入 Dis(collaboration),用于表示国家 i 与中国在 t 年的科学合作距离。根据国家间在 MAG 数据集中每年的合著频次,建立国家每年的合著矩阵。矩阵中的取值为对应国家在 t 年的合著频次。根据公式 1,本文计算中国与各国/地区在这一矩阵中的余弦距离。本文产生 Lower level 与 BR initiative 的交互项,以及 Dis(collaboration)与 BR initiative 的交互项,探索倡议产生的政策效应的异质性。

$$Dis(collaboration)_{i,t} = 1 - \frac{i \cdot c}{\|i\|\|c\|} \tag{1}$$

其中,i 和 c 分别表示 i 和中国;$i \cdot c$ 表示在 t 年

中国知网　https://www.cnki.net

形成的合著矩阵中 i 和中国对应向量点积，$\|i\|\|c\|$ 表示 i 和中国对应向量的欧几里德范数的乘积。

变量定义及基本统计情况见表 2 和表 3。由于部分国家/地区相关变量数据缺失，回归分析中只包含 1996 – 2020 年期间与中国发生科技人才互动的 122 个国家/地区，共产生 3050 个观测值。本文对 Dis(R&D)以外的所有连续变量取自然对数，即 ln(变量 +1)。

表 2 变量定义

Table 2 The definition of variables

变量分类	变量符号	变量定义
因变量	$Mobilit\ y_{i,t}$	i 在 t 年与中国发生的科技人才流动总频次
	$Mobilit\ y_{i,t}(toChina)$	在 t 年，人才从 i 流向中国的频次
	$Mobilit\ y_{i,t}(fromChina)$	在 t 年，人才从中国流向 i 的频次
自变量	$BRinitiativ\ e_{i,t}$	i 在 t 年是否受到“一带一路”倡议的直接影响
	$Polic\ y_{i,t}$	i 在 t 年是否已与中国签订共建“一带一路”合作文件
控制变量	$Di\ s_{i,t}(GDP)$	i 在 t 年与中国在 GDP 方面的距离
	$Di\ s_{i,t}(population)$	i 在 t 年与中国在人口规模方面的距离
	$Di\ s_{i,t}(publication)$	i 在 t 年与中国在论文发表数量方面的距离
	$Di\ s_{i,t}(R\&D)$	i 在 t 年与中国在 R&D 投入方面的距离
计算交互变量的相关变量	$Lowerleve\ l_{i,t}$	i 在 1990 – 2013 年中国科技人才跨国流动自我中心网络中，是否位于弱边缘层或边缘层，是为 1，否则为 0
	$Di\ s_{i,t}(collaboration)$	i 在 t 年与中国在科学合作网络中的距离

表 3 变量的基本统计(N = 3050)

Table 3 The summary statistics of variables(N = 3050)

变量	均值	标准差	最小值	最大值
$Mobilit\ y_{i,t}$	1.618	2.22	0	10.597
$Mobilit\ y_{i,t}(toChina)$	1.307	1.981	0	9.902
$Mobilit\ y_{i,t}(fromChina)$	1.323	1.978	0	9.906
$BRinitiativ\ e_{i,t}$	0.096	0.295	0	1
$Polic\ y_{i,t}$	0.097	0.296	0	1
$Di\ s_{i,t}(GDP)$	28.932	1.051	23.313	30.318
$Di\ s_{i,t}(population)$	20.966	0.219	16.504	21.068
$Di\ s_{i,t}(publication)$	11.904	1.365	4.796	13.275
$Di\ s_{i,t}(R\&D)$	1.065	0.61	0.001	3.124
$Lowerleve\ l_{i,t}$	0.698	0.2	0	1
$Di\ s_{i,t}(collaboration)$	0.831	0.374	0	1

2.3 研究方法

本文使用描述性分析和社会网络分析法解决研究问题一，利用双重差分解决研究问题二和三。

(1)描述性分析

本文从互动强度、区域差异、重点国家和均衡性三个角度，揭示中国与沿线国家科技人才流动的现状和发展。本文使用流动频次、流动频次所占比例以及与中国保持人才流动的沿线国家数量，衡量中国与沿线国家开展科技人才流动的强度。本文对比位于不同区域的沿线国家与中国产生的科技人才流动频次，探究区域差异。最后，本文关注与中国人才互动较频繁的重点沿线国家，并使用 1 – Gini[32] 和

中国知网 https://www.cnki.net

Entropy[33]衡量在与中国开展科技人才互动方面,沿线国家的均衡性情况。1 - Gini 以及 Entropy 指数的值越高,均衡性越强。

(2)社会网络分析法

本文使用社会网络分析法,从网络位置视角,分析中国与沿线国家科技人才流动现状和发展。本文构建中国科技人才跨国流动的自我中心网络。在这一网络中,中国为中心节点,其他节点代表与中国有科技人才互动关系的国家;中心节点与其他节点有连线,其他节点之间没有连线。

为探究沿线国家在倡议提出前后,各国在中国科技人才跨国流动自我中心网络中的位置变化,本文分别计算在倡议提出前(1990 - 2013 年期间),以及倡议提出后(2014 - 2020 年期间),各国与中国产生的科技人才流动频次,并根据频次对各国排名。根据排名情况,将各国划分到网络的不同圈层,以表示各国与中国的人才互动程度及在网络中的重要性。如果国家与中国产生的流动总频次位于 top10 以内/top11 - top30/top31 - top60/top60 以外,则该国分别位于核心层/强边缘/弱边缘/边缘层。本文对比沿线国家,及非沿线国家,在两个时期中网络位置的变化。

(3)双重差分法

本文将“一带一路”倡议的提出视为一项准自然实验,探究这一政策对中国与沿线国家科技人才流动的影响。本文采用双重差分模型,见公式 2。

$$Y_{i,t} = \alpha + \beta_1 BRinitiative_{i,t} + \gamma X_{i,t} + \mu_t + c_i + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

i 代表国家/地区;t 代表年份;Y 是因变量,包括 mobility,mobility(to China)和 mobility(from China);BR initiative 是核心自变量,代表 i 是否受到倡议的直接影响;X 是控制变量的集合,包括 Dis(GDP)、Dis(Population)、Dis(Publication)和 Dis(R&D);μ 代表年份固定效应,控制随时间变化且对各国人才流动均产生影响的因素,例如全球性金融危机等;c 代表国家固定效应,控制不随时间变化的各国与中国在文化和宗教等方面的差异;ε 是随机误差项。β_1 反映了倡议的提出,对中国与沿线国家科技人才流动频次的政策效应。本文使用最小二乘法对模型进行估计。

为确保 BR initiative 作为“一带一路”倡议代理变量的稳健性,本文将 Policy 引入公式 2 中替换 BR initiative,形成多期 DID 设定,评估国家与中国签订共建“一带一路”合作文件是否提升中国与该国的科技人才互动。

为探究 Lower level 及 Dis(collaboration),分别与倡议提出的交互效应,本文将 Lower level 及其与 BR initiative 的交互项,Dis(collaboration)及其与 BR initiative 的交互项分别引入公式 2 中。

若政策实施前,处理组(沿线国家)和对照组(非沿线国家)与中国的人才流动频次具有相同发展趋势,则 BR initiative 的显著结果是倡议的提出导致的;否则,BR initiative 的显著结果可能由其他不可观测因素导致。为了检验平行趋势,本文加入一系列表示政策实施相对时间的变量,见公式 3。

$$Y_{i,t} = \alpha + \sum_{k=-4}^{k=4} \beta_k \times D_{i,t_0+k} + \mu_t + c_i + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

t_0 表示倡议产生政策冲击的年份,即 2014 年;当 k 为正数时,表示倡议提出后的第 k 年,当 k 为负数时,表示倡议提出前第|k|年;D_{i,t_0+k} 为虚拟变量,表示 t 年是否为 i 受倡议影响的第 k 年(当 k 为正数时),或 t 年是否为 i 受倡议影响前 k 年(当 k 为负数时)。β_k 表示倡议提出前/后的第 k 年,处理组和对照组在与中国产生的人才流动频次方面的差异。图 2 表明,在政策实施前,沿线国家和非沿线国家与中国产生的人才流动频次没有显著差异;倡议提出后,回归系数逐渐提高,并在政策实施后的第二年开始变得显著。本文结果满足平行趋势检验。

3　研究结果

3.1　中国与“一带一路”沿线国家的科技人才流动现状及发展

(1)流动强度

倡议提出后,中国与沿线国家的科技人才流动强度提升。2014 年前,中国与沿线国家的科技人才互动较少,且流动频次没有明显的增长趋势;而中国与非沿线国家间的科技人才流动频次自 2000 年起保持较快的增长速度(见图 3a)。自 2014 年起,中国与沿线国家的科技人才流动频次的增长速度有明显提升。1990 - 2013 年期间,中国与沿线国家产生的科技人才跨国流动频次占中国科技人才跨国流动总频次的比例从 1990 年的 4.5% 提升至 2013 年的 6.9%(见图 3a)。这一期间,中国与沿线国家科技人才流动频次的增长率为 53.3%,年均增长率仅为 2.31%。2014 年起,中国与沿线国家产生的科技人

中国知网　https://www.cnki.net

才流动频次占中国科技人才跨国流动总频次的比例逐年上升,从 2014 年的 7.5% 提升至 2020 年的 13.1%。此时段的总增长率为 74.7%,年均增长率高达 12.4%,约为 1990 – 2013 年期间的 5 倍。考虑人才流动方向时,Mobility(to China)和 Mobility(from China)呈现相似趋势(见图 3b 和 3c)。1990 – 2020 年期间,与中国产生人才互动的沿线国家的数量及非沿线国家的数量均持续增加(见图 3d – 3f)。

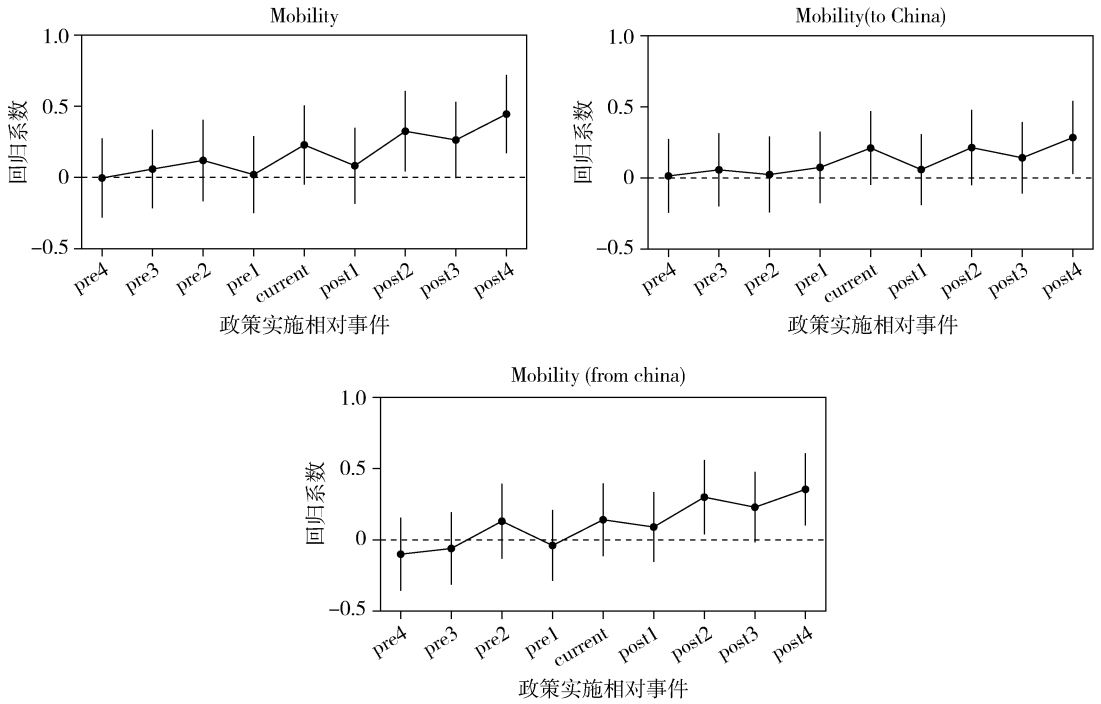


图 2 平行趋势假设检验结果

Figure 2 The test of parallel trend assumption

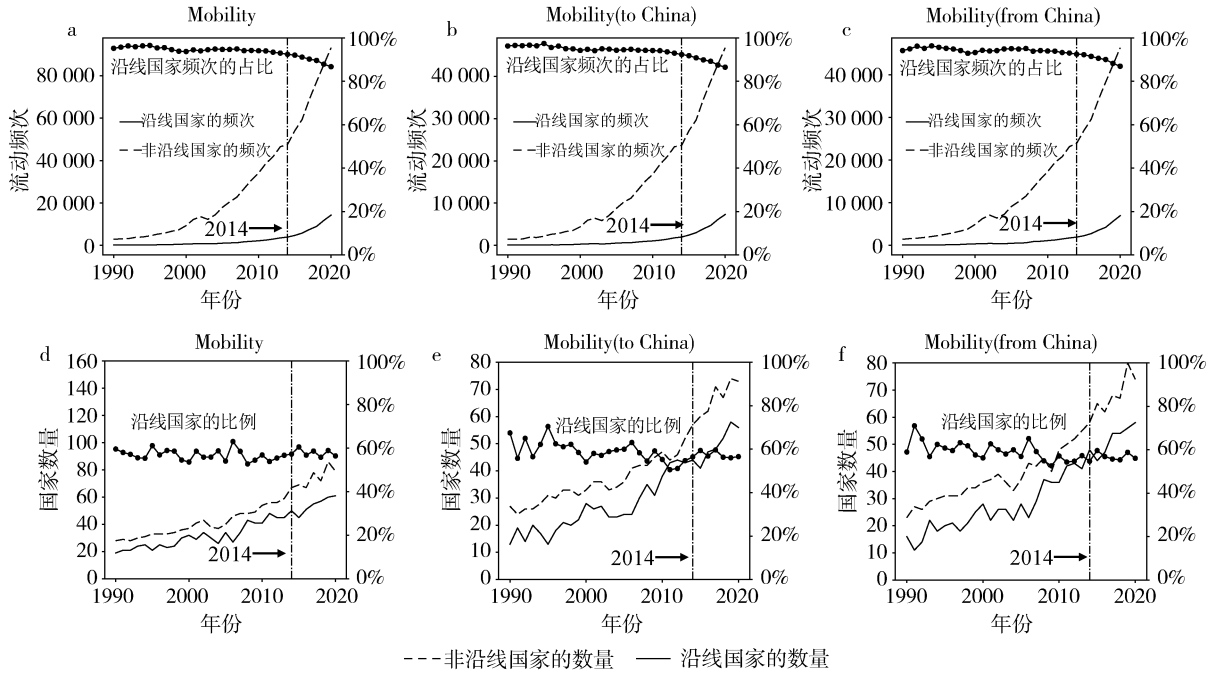


图 3 中国与各国/地区间科技人才流动频次的时间演变

Figure 3 The temporal evolution of the frequency of the S&T talent mobility between China and other countries/regions

中国知网 https://www.cnki.net

(2)区域差异

1990 – 2020 年期间,中国与沿线国家共产生 79,815 件科技人才流动事件。位于东南亚、南亚、西亚及北非、中东欧、中亚及蒙古的沿线国家所占比例分别为 50.76% 、23.72% 、12.56% 、12.26% 以及 0.7% (见图 4a)。由于地理邻近及文化背景相似[12],中国与位于东南亚地区的沿线国家保持较频繁的人才互动。南亚位于“一带一路”交汇处,人口众多,消费潜力巨大。中国与南亚地区的沿线国家的互联互通建设、经济技术合作以及科教人文交流,使我国与该地区的沿线国家保持频繁的人才互动。由于地理位置相隔较远,文化历史渊源较浅,中国与中东欧、中亚及蒙古地区的沿线国家的科技人才互动较少。Mobility(to China)和 Mobility(from China)呈现相似情况(见图 4b 和 4c)。中国与各地区沿线国家的人才流动频次在 1990 – 2020 年期间持续上升(见图 5a – 5c)。

从比例来看,位于不同区域的沿线国家的发展趋势差异较大。在 20 世纪 90 年代初,中东欧地区与中国的科技人才流动最频繁、所占比例最高,但比例逐渐下降。到 2020 年,中东欧地区成为五大区域中,除中亚及蒙古地区外,与中国科技人才互动最少的地区(见图 5d)。1995 – 2020 年期间,东南亚地区成为与中国科技人才互动最紧密的区域,其与中国产生的科技人才流动频次的占比呈现倒 U 型的演变模式(见图 5a)。具体来说,1990 – 2005 年期间,东南亚地区与中国形成的流动频次的比例逐渐上升,于 2005 年达到 80.4% 。此后,东南亚地区与中国形成的流动频次的比例逐渐降低。这一演变模式说明,在科技人才流动方面,东南亚地区对中国的重要性先上升后下降。南亚地区与中国产生的人才流动频次的占比不断上升(见图 5d)。在 1990 年,这一地区与中国产生的人才流动频次的占比仅为 2.9% ,在 1990 – 2008 年期间平稳发展。2008 年后,南亚地区与中国间的科技人才流动频次的占比逐渐提高,并于 2020 年与东南亚地区持平。南亚地区预计将在 2020 年后超过东南亚地区,成为与中国科技人才流动联系最紧密的地区。1990 – 2020 年期间,中亚各国及蒙古,西非及北非各国,与中国始终保持着较低程度的科技人才流动。Mobility(to China)和 Mobility(from China)呈现相似情况(见图 5e 和 5f)。

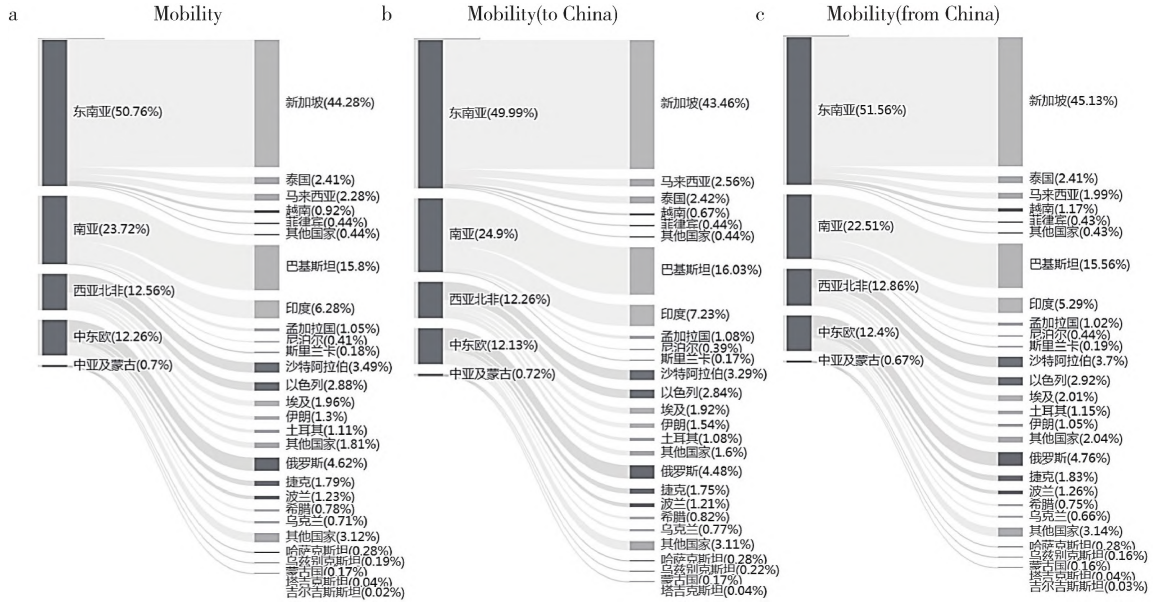


图 4　中国与“一带一路”沿线国家科技人才流动情况

Figure 4　The S&T talent mobility between China and the B&R countries

(3)网络位置

倡议提出后,沿线国家在中国科技人才跨国流动自我中心网络中的位置有所提升。与倡议提出前相比(见图 6a),倡议提出后,有更高比例的沿线国家位于网络核心层和强边缘层(见图 6d)。1990 – 2013 年期间,在根据 Mobility 构建的自我中心网络中,沿线国家在核心层和强边缘层中的占比分别为 10% 和 20% ,并于 2014 – 2020 年期间,提升至 20%

中国知网　https://www.cnki.net

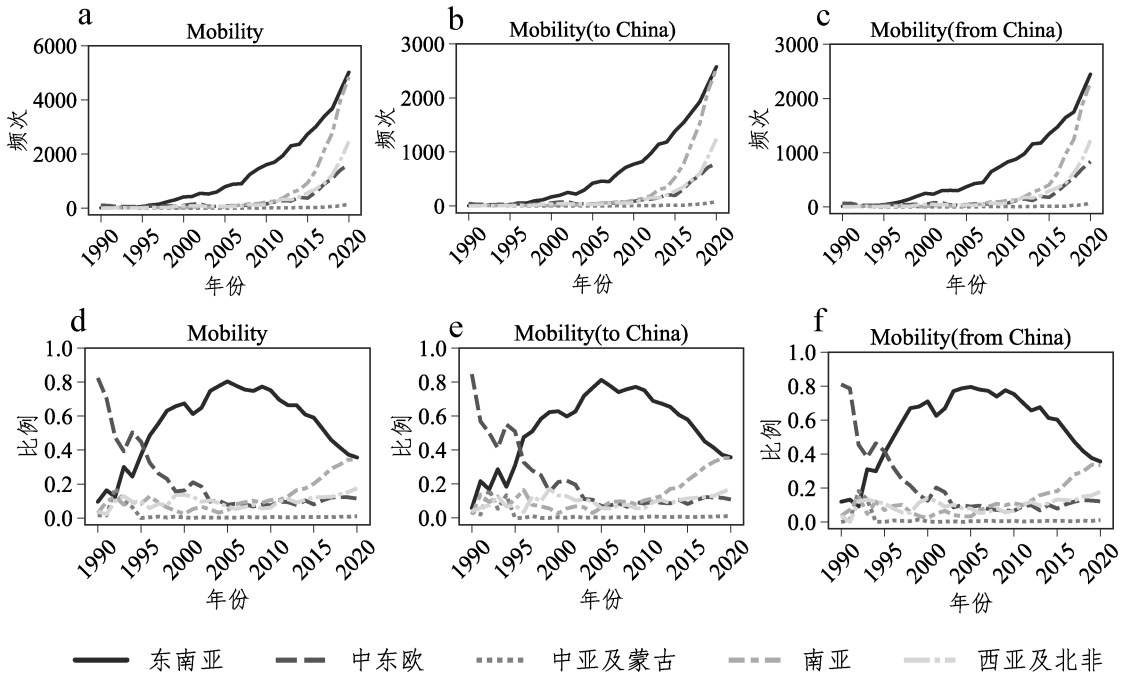


图 5 中国与位于不同区域的“一带一路”沿线国家流动频次及比例情况

Figure 5 The frequency and proportion of the S&T talent mobility between China and the B&R countries by regions

和 30%(见图 7a)。相应地,非沿线国家在核心层和强边缘层中的比例下降(见图 7d)。在倡议提出前,新加坡是唯一位于核心层的沿线国家。倡议提出后,巴基斯坦、泰国、阿联酋和尼泊尔在网络中所处圈层获得提升。

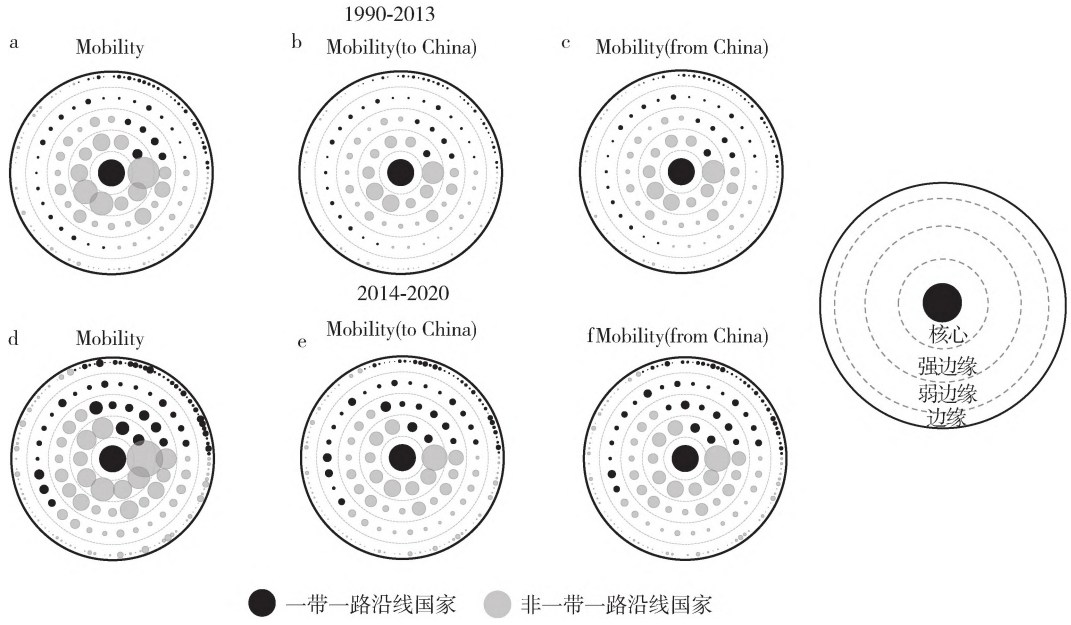


图 6 中国科技人才跨国流动网络中的核心 - 边缘结构

Figure 6 The core - periphery structure in the international mobility network of China's S&T talents

本文对比在两个时期中,沿线国家和非沿线国家在网络中的圈层变化。大部分国家在网络中所属的圈层没有改变。在根据 Mobility 构建的网络中,79.4% 的沿线国家与 90.4% 的非沿线国家在两个

中国知网 https://www.cnki.net

时期中所属圈层不变(见图 8a)。图 8a 表明,12.7% 的沿线国家在倡议提出后提升了圈层,而仅有约 3.5% 的非沿线国家在倡议提出后提升了圈层。在根据 Mobility(to China)以及 Mobility(from China)构建的自我中心网络中(见图 8b 和 8c),本文得到相似发现。

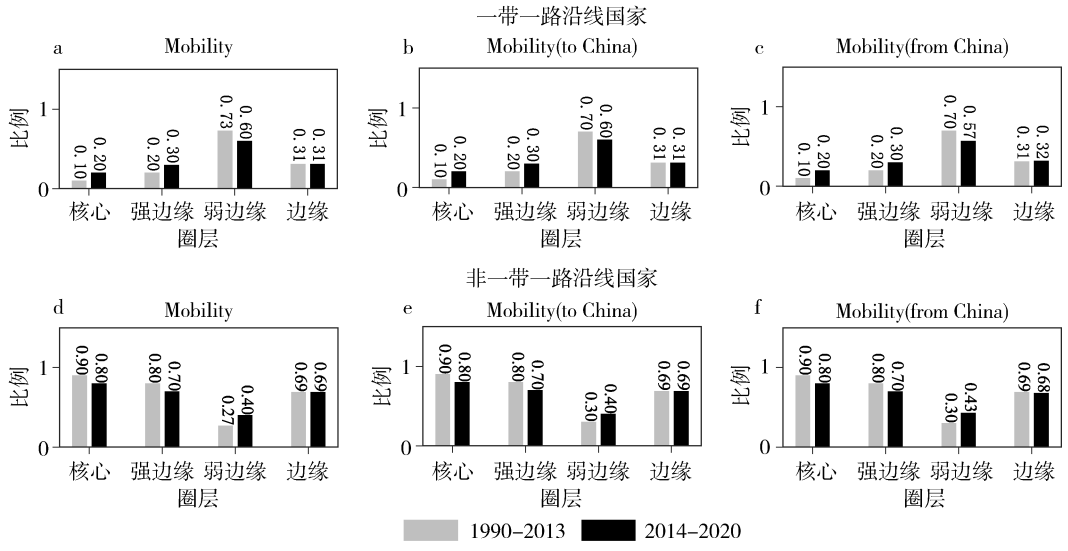


图 7　网络各圈层中沿线国家和非沿线国家的比例

Figure 7　The proportion of the B&R countries and non – B&R countries in each layer of the international mobility network of China's S&T talents

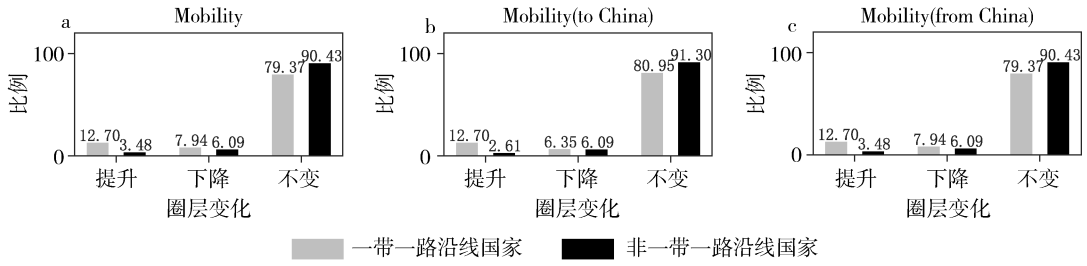


图 8　两个时期中沿线国家和非沿线国家在网络圈层中的位置变化

Figure 8　The changes in the positioning of B&R countries and non – B&R countries in the layers of the talent mobility network during two periods

(4)重点国家及均衡性

1990 – 2020 年期间,新加坡、巴基斯坦、印度、俄罗斯和沙特阿拉伯是与中国科技人才互动联系最紧密的沿线国家,分别占中国与沿线国家产生的科技人才流动总频次的 44.69%、15.94%、6.33%、4.66% 和 3.52%。表 4 展示了在倡议提出前以及提出后,与中国在科技人才流动方面联系最紧密的 10 个沿线国家。

倡议提出后,在与中国开展科技人才互动方面,沿线国家的均衡性发展得到促进。本文使用 1 – Gini 以及 Entropy 指数测量沿线国家与中国科技人才流动频次分布的均衡性。从 Mobility 来看,年均 Gini 指数为 0.79,处于较高水平。在与中国开展科技人才流动方面,沿线国家呈现较强不均衡性。倡议提出后,沿线国家的均衡性有一定提升(见图 9a 和 9b)。在 1995 – 2013 年期间,1 – Gini 处于下降趋势,说明沿线国家与中国的科技人才流动频次的分布越来越不均衡,即少部分沿线国家与中国人才互动较频繁,大部分沿线国家与中国的人才互动较少。2014 年以后,1 – Gini 有小幅度提升。在 1990 – 2013 年期间,Entropy 指数缓慢上升,在 2014 年后迅速提升。

中国知网　https://www.cnki.net

表 4 在科技人才流动方面与中国保持紧密联系的 10 个沿线国家

Table 4 The top ten B&R countries that maintain close ties with China in terms of S&T talent mobility

	Mobility			Mobility(to China)		Mobility(from China)	
排名	国家	频次	比例	国家	频次	国家	频次
				1990 – 2013			
1	新加坡	15237	64.49%	新加坡	7297	新加坡	7940
2	巴基斯坦	1339	5.67%	巴基斯坦	641	巴基斯坦	698
3	俄罗斯	1263	5.35%	俄罗斯	590	俄罗斯	673
4	以色列	922	3.90%	印度	457	以色列	466
5	印度	853	3.61%	以色列	456	印度	396
6	沙特	397	1.68%	泰国	197	沙特	235
7	泰国	375	1.59%	马来西亚	189	马来西亚	183
8	马来西亚	372	1.57%	沙特	162	泰国	178
9	波兰	319	1.35%	波兰	155	波兰	164
10	捷克	271	1.15%	捷克	144	捷克	127
				2014 – 2020			
1	新加坡	20430	36.36%	新加坡	10482	新加坡	9948
2	巴基斯坦	11383	20.26%	巴基斯坦	5916	巴基斯坦	5467
3	印度	4202	7.48%	印度	2500	印度	1702
4	俄罗斯	2459	4.38%	俄罗斯	1244	沙特	1231
5	沙特	2416	4.30%	沙特	1185	俄罗斯	1215
6	泰国	1569	2.79%	马来西亚	857	泰国	778
7	马来西亚	1461	2.60%	泰国	791	以色列	690
8	以色列	1394	2.48%	以色列	704	埃及	685
9	埃及	1375	2.45%	埃及	690	马来西亚	604
10	捷克	1171	2.08%	捷克	571	捷克	600

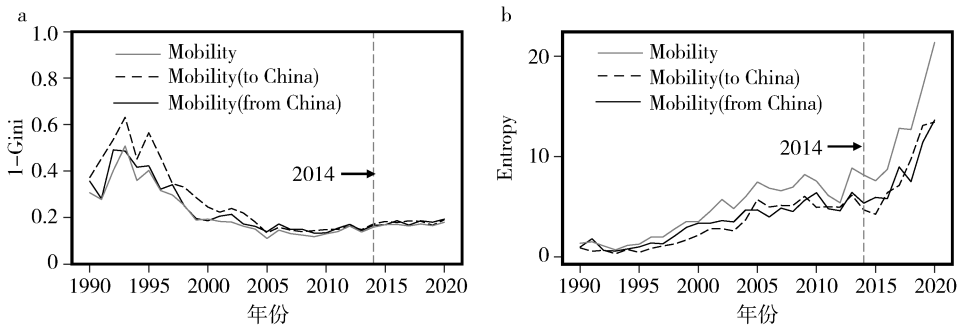


图 9 沿线国家与中国科技人才流动频次的均衡性指标

Figure 9 The balance indicators concerning the frequency of the S&T talent mobility between China and the B&R countries

3.2 “一带一路”倡议对中国与沿线国家间科技人才流动的提升效应

回归结果表明,倡议提出后,中国与沿线国家间的科技人才流动总频次提升了 44.5%($p < 0.01$,模型 1,表 5)。沿线国家与中国签署共建“一带一路”合作文件后,该国与中国间的流动频次提高 36.6%($p < 0.01$,模型 2,表 5)。倡议提出后,科技人才从沿线国家流向中国的频次提升 34.2%($p < 0.01$,

中国知网 https://www.cnki.net

模型 1,表 6);科技人才从中国流向沿线国家的频次提升 37.3%(p <0.01,模型 6,表 6)。当因变量分别为 Mobility (to China)和 Mobility (from China)时,BR initiative 的回归系数大小相近。这说明,倡议的提出没有显著增强单向的科技人才流动,而是增强了沿线国家与中国的双向互动。以上发现表明,倡议的提出促进了中国与沿线国家在科技人才流动方面的互惠性发展。

倡议的政策效应具有滞后性。倡议提出后,中国与沿线国家间的流动频次没有立即提升,而是在倡议提出后的第二年开始展现显著的正向效应(见图 2a 和表 7 中的模型 1)。这一规律基本适用于 Mobility (to China)以及 Mobility (from China)两个因变量(见表 7 中的模型 2 和模型 3,图 2b 和 2c)。

表 5　“一带一路”倡议提出与各国/地区与中国间科技人才流动总频次的估计关系(N = 3050)

Table 5　The estimated relationship between the S&T talent mobility between countries and China following the initiation of the B&R Initiative (N = 3050)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
BRinitiative	0.445***		0.227***	0.036	0.943***
	(0.063)		(0.085)	(0.268)	(0.218)
Policy		0.360***	−0.022		
		(0.067)	(0.104)		
BRinitiative × Policy			0.366***		
			(0.127)		
Dis(GDP)	0.077	0.060	0.078	−0.267***	0.077
	(0.053)	(0.053)	(0.053)	(0.095)	(0.053)
Dis(population)	−1.055***	−1.254***	−1.176***	0.193*	−1.086***
	(0.213)	(0.214)	(0.215)	(0.117)	(0.213)
Dis(publication)	−0.025	−0.023	−0.026	0.367***	−0.023
	(0.046)	(0.046)	(0.046)	(0.093)	(0.046)
Dis(R&D)	−0.338***	−0.323***	−0.343***	−0.375***	−0.339***
	(0.039)	(0.040)	(0.040)	(0.056)	(0.039)
Lowerlevel				−4.449***	
				(0.071)	
BRinitiative × LowerLevel				0.541**	
				(0.276)	
Dis(collaboration)					−0.032
					(0.090)
BRinitiative × Dis(collaboration)					−0.830**
					(0.347)
Constant	23.105***	27.745***	25.628***	5.265	23.754***
	(4.693)	(4.706)	(4.724)	(3.388)	(4.698)
R − squared	0.947	0.946	0.947	0.739	0.947
F	25.12	20.85	20.19	715.7	18.90

注:括号中为稳健性标准误。* 表示 p <0.1;** 表示 p <0.05;*** 表示 p <0.01。

签订共建“一带一路”合作文件,增强了倡议对中国与沿线国家科技人才流动的促进作用。BR initiative × Policy 的回归系数为 0.366(p <0.01,模型 3,表 5)。倡议提出后,如果沿线国家与中国签订共建“一带一路”合作文件,则该国与中国的科技人才流动频次的提升幅度更大。当其他控制变量处于均

中国知网　https://www.cnki.net

值水平时,对于签署了合作文件的沿线国家来说,倡议提出后,其与中国的科技人才流动频次提升的幅度更大(见图 10a、10d 和 10g)。这一规律适用于 Mobility (to China)以及 Mobility (from China)两个因变量(见表 6 中的模型 3 和模型 8)。

倡议对中国与沿线国家的科技人才流动频次的提升效应具有异质性。BR initiative × Lower level 的回归系数为 0.541($p < 0.05$,模型 4,表 5)。这说明,与在倡议提出前处于核心或强边缘层的沿线国家相比,倡议提出后,位于更低圈层的沿线国家与中国的科技人才流动频次的提升幅度更大(见图 10b、10e 和 10h)。这一发现说明,倡议没有加剧沿线国家与中国在科技人才流动方面的"马太效应",有利于促进沿线国家与中国人才互动的整体提升。

促进沿线国家与中国的科研合作,能加强倡议对中国与沿线国家科技人才流动的提升作用。BR initiative × Dis(collaboration)的回归系数为 -0.83($p < 0.05$,模型 5,表 5)。倡议提出前,各国与中国在科研合作网络中的距离,与两国间的科技人才流动频次几乎没有显著关系(见图 10c、10f 和 10i)。这一发现适用于当因变量分别为 Mobility (to China)及 Mobility (from China)时。倡议提出后,随着国家与中国的科研合作距离的提升,两国间的科技人才流动频次显著下降。这说明,倡议提出后,通过加强沿线国家与中国的科研合作,即降低沿线国家与中国间的科研合作距离,有利于提升中国与沿线国家间科技人才流动的规模。

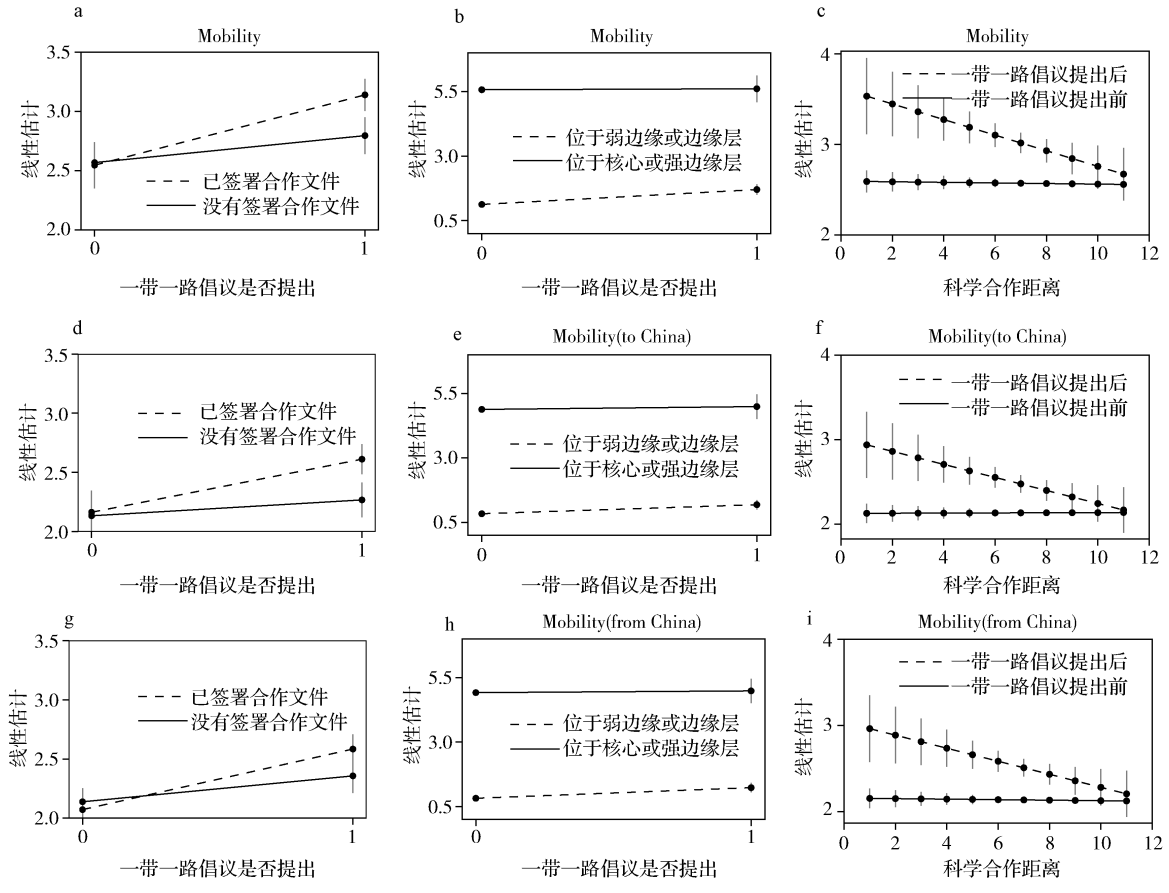


图 10 对各国与中国科技人才流动频次的线性估计

Figure 10 The linear estimation of the S&T talent mobility between countries and China

4 讨论与结论

本文将"一带一路"倡议视为一项准自然实验,评估倡议对中国与沿线国家科技人才流动的影响,并探究政策效应的异质性。本文的主要发现包括:

(1)中国与沿线国家科技人才流动强度不断提升。2020年,中国与沿线国家的科技人才流动总频

中国知网 https://www.cnki.net

中国知网 https://www.cnki.net

表6 "一带一路"倡议提出与各国与中国产生科技人才流动频次的估计关系(分方向,N=3050)

Table 6 The estimated relationship between the S&T talent mobility between countries and China following the initiation of the B&R Initiative by direction of mobility (N=3050)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
			Mobility(toChina)					*Mobility(fromChina)*		
BRinitiative	0.342***		0.134*	0.110	0.810***	0.373***		0.219***	0.067	0.808***
	(0.059)		(0.079)	(0.247)	(0.204)	(0.058)		(0.079)	(0.244)	(0.201)
Policy		0.329***	0.030				0.257***	-0.066		
		(0.062)	(0.097)				(0.062)	(0.096)		
BRinitiative × Policy			0.314***					0.293**		
			(0.118)					(0.117)		
Dis(GDP)	0.096*	0.086*	0.098**	-0.249***	0.096*	0.104**	0.088*	0.104**	-0.219**	0.104**
	(0.050)	(0.050)	(0.050)	(0.088)	(0.050)	(0.049)	(0.049)	(0.049)	(0.087)	(0.049)
Dis(population)	-1.308***	-1.474***	-1.429***	0.174	-1.332***	-1.083***	-1.238***	-1.162***	0.265**	-1.110***
	(0.199)	(0.199)	(0.200)	(0.108)	(0.199)	(0.196)	(0.198)	(0.198)	(0.107)	(0.197)
Dis(publication)	-0.022	-0.021	-0.023	0.376***	-0.021	-0.019	-0.017	-0.019	0.377***	-0.017
	(0.043)	(0.043)	(0.043)	(0.085)	(0.043)	(0.042)	(0.043)	(0.042)	(0.084)	(0.042)
Dis(R&D)	-0.412***	-0.407***	-0.420***	-0.342***	-0.413***	-0.424***	-0.405***	-0.425***	-0.344***	-0.424***
	(0.037)	(0.037)	(0.037)	(0.051)	(0.037)	(0.036)	(0.036)	(0.037)	(0.051)	(0.036)
Lowerlevel				-4.045***					-4.097***	
				(0.065)					(0.064)	
BRinitiative × Lowerlevel				0.241					0.344	
				(0.254)					(0.252)	
Dis(collaboration)					0.009					-0.030
					(0.084)					(0.083)
BRinitiative × Dis(collaboration)					-0.781**					-0.726**
					(0.325)					(0.320)
Year fixed effects	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Country fixed effects	YES	YES	YES	NO	YES	YES	YES	YES	NO	YES
R-squared	0.945	0.945	0.945	0.734	0.945	0.946	0.945	0.946	0.740	0.946

注:括号中为稳健性标准误。* 表示 $p<0.1$;** 表示 $p<0.05$;*** 表示 $p<0.01$。

表 7 平行趋势检验(N = 3050)

Table 7 The tests of the parallel trend assumption(N = 3050)

变量	(1)	(2)	(3)
	Mobility	*Mobility*(*toChina*)	*Mobility*(*fromChina*)
*Yearbefore*4	-0.004	0.014	-0.101
	(0.142)	(0.132)	(0.130)
*Yearbefore*3	0.059	0.057	-0.061
	(0.141)	(0.131)	(0.130)
*Yearbefore*2	0.120	0.024	0.130
	(0.146)	(0.136)	(0.134)
*Yearbefore*1	0.020	0.074	-0.040
	(0.138)	(0.128)	(0.127)
BRinitiativeyear	0.229	0.210	0.141
	(0.142)	(0.132)	(0.131)
*Yearafter*1	0.082	0.059	0.090
	(0.136)	(0.127)	(0.125)
*Yearafter*2	0.325**	0.213	0.299**
	(0.144)	(0.135)	(0.133)
*Yearafter*3	0.263*	0.142	0.229*
	(0.137)	(0.128)	(0.126)
*Yearafter*4	0.445***	0.284**	0.354***
	(0.140)	(0.131)	(0.129)
Dis(*GDP*)	0.060	0.082	0.089*
	(0.054)	(0.050)	(0.050)
Dis(*population*)	-1.086***	-1.338***	-1.113***
	(0.216)	(0.201)	(0.198)
Dis(*publication*)	-0.021	-0.019	-0.016
	(0.046)	(0.043)	(0.043)
Dis(*R&D*)	-0.302***	-0.382***	-0.391***
	(0.040)	(0.037)	(0.036)
Year fixed effects	YES	YES	YES
Country fixed effects	YES	YES	YES
R - squared	0.946	0.944	0.945

注:括号中为稳健性标准误。* 表示 $p < 0.1$;** 表示 $p < 0.05$;*** 表示 $p < 0.01$。

次占中国科技人才跨国流动总体规模的 13.1%。中国与沿线国家科技人才互动日益频繁,但与非沿线国家相比,沿线国家与中国的人才互动程度较低。位于东南亚和南亚区域的沿线国家与中国的人才互动较频繁;而中亚各国与蒙古国,与中国的互动较少。南亚地区沿线国家与中国产生的科技人才流动频次的比例整体呈上升趋势。

(2)“一带一路”倡议的提出,促进了中国与沿线国家的科技人才流动。倡议提出后,沿线国家在中国科技人才跨国流动自我中心网络中的位置有明显提升,且沿线国家的均衡性程度提高。双重差分结果表明,倡议提出后,中国与沿线国家的科技人才流动总频次提升了 44.5%;倡议更大程度上提升了原本与中国科技人才流动较少的沿线国家,与中国

中国知网 https://www.cnki.net

的科技人才流动。倡议提出后,加强沿线国家科技人才互动的具体措施不断实施,减少了中国与沿线国家人才流动的制度障碍。我国基于“一带一路”倡议的科技创新活动日益活跃,例如构建“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,启动联合实验室等[2],直接推动了沿线国家间的科研合作,提升了中国与沿线国家的科技人才互动需求。

(3)签订共建“一带一路”合作文件以及提升中国与沿线国家的科研合作,能增强倡议对中国与沿线国家科技人才流动的促进作用。签署正式合作文件,建立战略伙伴关系,以及提出具体的政策措施,有利于增强沿线国家与中国在经济、政治、科技等方面的合作,有助于促进两国的人才交流,放大倡议的政策效应。科技人才是知识和信息的携带者,是重要的科技人力资源。当两国保持相对紧密的科研合作关系时,科研人员互动交流的需求较大,政策效应与较强的科研人员交流需求的叠加,促使倡议提出后产生更显著的政策效应。

本文的研究结果具有重要启示。首先,在推进中国与沿线国家的科技人才互动时,由于地缘政治及国家经济和科技实力发展水平不同,需考虑地区差异及发展趋势。南亚地区沿线国家,例如巴基斯坦和印度等,与中国的科技人才流动在绝对数量和相对份额方面都呈现上升趋势,说明南亚地区沿线国家与中国在科技领域以及人才合作互动方面具有较大发展潜力。其次,在推进中国与沿线国家的科技人才互动时,需制定具体可行的措施,例如以具体的平台和项目为依托,有利于放大倡议的政策效应。此外,中国与沿线国家的科研合作是增强倡议政策效应的催化剂,需通过解决重要领域中的科技挑战、与人类社会需求发展紧密相关的全球性科学问题,加强中国与沿线国家的科研合作,在合作中实现知识、信息、资源和科技人才的互动交流。

本文在数据和变量测量方面尚存在一些局限。第一,本文的研究样本中不包含没有英文论文发表,或论文没被 Scopus 收录的科技人才。第二,作者论文署名机构可能存在“挂名”现象,即部分作者并未真正流动到另一机构学习或工作,但将其作为论文署名机构。第三,由于数据可获得性方面的局限,本文未能区分短期访问、长期流动,以及永久流动等不同类型的流动。

参考文献:

[1] 秦进,谈世鑫,沈义竹,等. “一带一路”科技创新人才培养:中国优势、挑战与关键路径[J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(9): 1325 – 1342. Qin J, Tan S X, Shen Y Z, et al. Cultivation of scientific and technological innovation talents for the Belt and Road Initiative: China's advantages, challenges, and critical paths[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(9): 1325 – 1342.

[2] 陈大鹏,李大伟. 论一带一路建设中的科技人才互通[J]. 开放导报, 2023(1): 28 – 35. Chen D, Li D W. The connectivity of scientific and technological talents in the construction of Belt and Road [J]. China Opening Journal, 2023(1): 28 – 35.

[3] 田瑞强,姚长青,潘云涛,等. 基于履历数据的海外华人高层次科技人才流动研究:社会网络分析视角[J]. 图书情报工作, 2014, 58(19): 92 – 99. Tian R Q, Yao C Q, Pan Y T, et al. Using the curriculum vitae for career mobility research of chinese overseas highly – talent: From the perspective of social network analysis [J]. Library and Information Service, 2014, 58(19): 92 – 99.

[4] 侯纯光,杜德斌,段德忠,等. “一带一路”沿线国家或地区人才流动网络结构演化[J]. 地理科学, 2019, 39(11): 1711 – 1718. Hou C G, Du D B, Duan D Z, et al. The evolution of the network structure of talent mobility in countries or regions along the “Belt and Road” [J]. Scientia Geographica Sinica, 2019, 39(11): 1711 – 1718.

[5] 程立浩,刘志民. “一带一路”倡议对来华留学的影响效应评估——兼论来华留学生教育高质量发展[J]. 高校教育管理, 2022, 16(2): 110 – 124. Duan L H, Liu Z M. The assessment of the effect of the Belt and Road Initiative on international students studying in China: Also on high – quality development of education for international students in China[J]. Journal of Higher Education Management, 2022, 16(2): 110 – 124.

[6] 王雄元,卜落凡. 国际出口贸易与企业创新——基于“中欧班列”开通的准自然实验研究[J]. 中国工业经济, 2019(10): 80 – 98. Wang X Y, Pu L F. International export trade and enterprise innovation——Research based on a Quasi – natural experiment of “CR Express”[J]. China Industrial Economics, 2019(10): 80 – 98.

[7] 吕越,陆毅,吴嵩博,等. “一带一路”倡议的对外投资促进效应——基于 2005—2016 年中国企业绿地投资的双重差分检验[J]. 经济研究, 2019, 54(9):

中国知网 https://www.cnki.net

187 – 202. Lyu Y, Lu Y, Wu S B, et al. The effect of the Belt and Road initiative on firms´ OFDI: Evidence from China´s greenfield investment[J]. Economic Research Journal, 2019, 54(9): 187 – 202.

[8] 张志新,黄海蓉,林立. 贸易开放、经济增长与碳排放关系分析——基于"一带一路"沿线国家的实证研究[J]. 软科学, 2021, 35(10): 44 – 48. Zhang Z X, Huang H R, Lin L. Research on the relationship among trade openness, economic growth, and carbon emissions—Empirical analysis based on the "Belt and Road" countries[J]. Soft Science, 2019, 54(9): 187 – 202.

[9] 邹嘉龄,刘春腊,尹国庆,等. 中国与"一带一路"沿线国家贸易格局及其经济贡献[J]. 地理科学进展, 2015, 34(5): 598 – 605. Zou J L, Liu C L, Yi G Q, et al. Spatial patterns and economic effects of China´s trade with countries along the Belt and Road[J]. Progress in Geography, 2015, 34(5): 598 – 605.

[10] 申现杰,肖金成. 国际区域经济合作新形势与我国"一带一路"倡议[J]. 宏观经济研究, 2014(11):30 – 38. Shen X J, Xiao J C. The new situation of international regional economic cooperation and China′s the belt and road initiative[J]. Macroeconomics, 2014(11): 30 – 38.

[11] 周谷平,阚阅. "一带一路"倡议的人才支撑与教育路径[J]. 教育研究, 2015, 36(10): 4 – 9,22. Zhou G P, Kan Y. The talents supporting and educational solutions to the Belt and Road Initiative[J]. Educational Research, 2015, 36(10): 4 – 9,22.

[12] 高伊林,闵超. 中美与"一带一路"沿线国家专利合作态势分析[J]. 图书情报知识, 2019(4): 94 – 103. Gao Y L, Min C. Tendency analysis on patent cooperation of China and America with the countries located along the "One Belt and One Road" Region[J]. Documentation, Information & Knowledge, 2019(4): 94 – 103.

[13] 李子璇,杨波. 中国科研人员的国际流动趋势研究[J]. 图书情报工作, 2021, 65(16): 25 – 34. Li Z X, Yang B. A study on the trend of international mobility of Chinese researchers[J]. Library and Information Service, 2021, 65(16): 25 – 34.

[14] 吴建南,杨若愚,郑长旭. 中国与发达国家及"一带一路"国家科技合作态势对比分析[J]. 情报杂志, 2015, 34(11): 79 – 83. Wu J N, Yang R Y. Study of science and technology cooperation among China, the developed countries and countries in One Belt and One Road Area[J]. Journal of Intelligence, 2015, 34(11): 79 – 83.

[15] 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, 37(1): 14 – 20. Wu J N, Yang R Y. Study of science and technology cooperation among China and countries in One Belt and One Road Initiative Area[J]. Science of Science and Management of S. & T., 2016, 37(1): 14 – 20.

[16] 王继民,王若佳,曾兰馨,等. 1996 – 2015 年"一带一路"沿线国家科研合作网络的演化分析[J]. 图书情报工作, 2017, 61(16): 76 – 83. Analysis of dynamical evolution of scientific collaboration networks among countries along the Belt and Road Initiative from 1996 to 2015[J]. Library and Information Service, 2017, 61(16): 76 – 83.

[17] 顾伟男,刘慧,王亮. "一带一路"沿线国家科研合作网络的多元结构及形成机制[J]. 地理研究, 2020, 39(5): 1070 – 1087. Gu W N, Liu H, Wang L. The multiple structure and formation mechanisms of the scientific collaboration network in the Belt and Road region[J]. Geographical Research, 2020, 39(5): 1070 – 1087.

[18] 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, 33(24): 1 – 8. Wang Y F, Luo J Q, Zhou X Z. Evolution of science and technology cooperation among China and Countries in the Belt and Road Initiative Area over the past 40 years[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2016, 33(24): 1 – 8.

[19] 丁洁兰,杨立英,孙海荣,等. 基于文献计量的"一带一路"区域及沿线国家科研合作态势研究[J]. 中国科学院院刊, 2017, 32(6): 626 – 636. Ding J L, Yang L Y, Sun H R, et al. Bibliometric study on research collaboration among the Belt and Road areas and countries[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2017, 32(6): 626 – 636.

[20] 陈欣. "一带一路"沿线国家科技合作网络比较研究[J]. 科研管理, 2019, 40(7): 22 – 32. Chen X. Study on scientific and technological collaboration network evolution of countries in One Belt One Road area[J]. Studies in Science of Science, 2019, 40(7): 22 – 32.

[21] 周静梅,黄颖,汪雪锋,等. 中国与"一带一路"沿线国家科研合作态势研究——基于 Web of Science 的计量分析[J]. 情报工程, 2016, 2(4): 69 – 79. Zhou J M, Huang Y, Wang X F, et al. Study of scientific research collaboration between China and other countries along the "One Belt One Road" Routes[J].

中国知网 https://www.cnki.net

Technology Intelligence Engineering, 2016, 2(4): 69 – 79.

[22] 张萃,欧阳冬平. “一带一路”倡议下中国国际科研合作影响因素研究——基于 Web of Science 数据库中外合作科研论文的实证分析[J]. 国际贸易问题, 2017(4): 74 – 82. Zhang C, Ouyang D P. The determinants of China's international research cooperation under “The Belt and Road” Initiative— An empirical analysis based on Web of Science Database[J]. Journal of International Trade, 2017(4): 74 – 82.

[23] 孙玉涛,姚琳. 技术距离、经济差距与“一带一路”沿线国际技术合作[J]. 软科学, 2023, 37(6): 39 – 47. Sun Y T, Yao L. Technical distance, economic distance and international technical cooperation within “the Belt and Road” Countries[J]. Soft Science, 2023, 37(6): 39 – 47.

[24] 高珺,余翔. 技术接近性对国际技术合作影响——基于“一带一路”国家专利合作的研究[J]. 科学学研究, 2021, 39(6): 1050 – 1057. Gao J, Yu X. Impact of technology proximity on international technical cooperation—Based on patent cooperation between the Belt and Road Countries[J]. Studies in Science of Science, 2021, 39(6): 1050 – 1057.

[25] 孔翔,胡泽鹏. 文化邻近对“一带一路”沿线国家间科研合作强度的影响[J]. 地理研究, 2022, 41(8): 2092 – 2108. Kong X, Hu Z P. Impact of technology proximity on international technical cooperation—Based on patent cooperation between the Belt and Road Countries[J]. Studies in Science of Science, 2022, 41(8): 2092 – 2108.

[26] 陈欣. “一带一路”沿线国家科技合作网络演化研究[J]. 科学学研究, 2020, 38(10): 1811 – 1817, 1857. Chen X. Study on scientific and technological collaboration network evolution of countries in One Belt One Road area[J]. Studies in Science of Science, 2020, 38(10): 1811 – 1817,1857.

[27] Robinson – Garcia N, Sugimoto C R, Murray D, et al. The many faces of mobility: Using bibliometric data to measure the movement of scientists[J]. Journal of Informetrics, 2019, 13(1): 50 – 63.

[28] Liu M, Hu X. Movers´advantages: The effect of mobility on scientists? Productivity and collaboration[J]. Journal of Informetrics, 2022, 16(3):101311.

[29] Wang K, Shen Z, Huang C, et al. Microsoft academic graph: When experts are not enough[J]. Quantitative Science Studies, 2020, 1(1): 396 – 413.

[30] 徐思,何晓怡,钟凯. “一带一路”倡议与中国企业融资约束[J]. 中国工业经济, 2019(7): 155 – 173. Xu S, He X Y, Zhong K. The Belt and Road Initiative and Chinese firms' financial constraints[J]. China Industrial Economics, 2019(7): 155 – 173.

[31] 赵毅,章成志,习海旭. 影响不同子领域国际合作的距离因素相同吗? ——来自计算机科学学科的证据[J]. 情报学报, 2023, 42(12): 1458 – 1476. Zhao Y, Zhang C Z, Xi H X. Do distance factors affect international collaboration in different subfields equally? Evidence from computer science[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information, 2023, 42(12): 1458 – 1476.

[32] Xu H, Bu Y, Liu M, et al. Team power dynamics and team impact: New perspectives on scientific collaboration using career age as a proxy for team power[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2022, 73(10): 1489 – 1505.

[33] Wang J, Thijs B, Glänzel W. Interdisciplinarity and impact: Distinct effects of variety, balance, and disparity[J]. PloS one, 2015, 10(5): e0127298.

Research on the mobility of scientific and technical talents between China and countries along the Belt and Road

LIU Mei – jun[1,4], YANG Jie[2], YANG Si – jie[3], MIN Chao[2]

(1. Institute for Global Public Policy, Fudan University, Shanghai 200433, China; 2. School of Information Management, Nanjing University, Nanjing 210023, China; 3. Center for Informationalization and Information Management Research, Peking University, Beijing 100871, China; 4. Comprehensive Laboratory of National Development and Intelligent Governance, Fudan University, Shanghai 200433, China)

Abstract: With the advancement of globalization, international talent mobility is becoming increasingly frequent, and competition among countries for scientific and technological (S&T) talents is growing ever more intense. Talent serves as a vital pillar and intellectu-

中国知网 https://www.cnki.net

al resource for the construction of the Belt and Road (B&R) initiative. However, cooperation in S&T talents between China and countries along the B&R is still at an early stage, with issues such as low levels of collaboration, incomplete mechanisms, and weak two - way interaction. This study proposes three research questions: (1) What is the current status and development of S&T talent mobility between China and countries along the B&R? (2) Has the introduction of the B&R affected the S&T talent mobility between China and countries along the B&R? (3) What is the heterogeneity of the policy effects generated by the B&R Initiative? To address those research questions, using scientific big data provided by the Scopus database, this study identifies over 950,000 international S&T talent mobility events related to the institutions in China's mainland. By employing descriptive analysis, social network analysis, and difference - in - differences models, this study analyzes the current status and historical evolution of the S&T talent mobility between China and 64 countries along the B&R. The study also evaluates whether and how the B&R initiative enhances the S&T talent mobility between China and these countries. After the initiation of the B&R initiative, there has been a noticeable improvement in the positioning of the B&R countries in the ego - centered network of China's international S&T talent mobility. The initiative has not exacerbated the "Matthew Effect" in the S&T talent mobility between these countries and China, thus contributing to a more balanced development. Signing cooperation agreements for jointly building the B&R facilitates the promotion of talent mobility between B&R countries and China. Strengthening scientific cooperation between B&R countries and China enhances the impact of the initiative on S&T talent mobility. The findings provide a reference for optimizing the interaction of the S&T talent between China and the B&R countries and enhancing China's participation efficiency in global scientific and technological governance. The findings of this study have important implications. When promoting the interaction of S&T talents between China and countries along the B&R, it is necessary to consider regional differences and development trends due to varying geopolitical factors as well as differences in national economic and technological strengths. Countries in South Asia along the region such as Pakistan and India are showing an increasing trend in both absolute numbers and relative shares of S&T talent mobility with China. This indicates that countries in South Asia along the B&R have significant potential for development in science, technology, and talent cooperation with China. Specific and feasible measures should be taken when advancing the interaction of S&T talents between China and countries along the B&R, such as leveraging specific platforms and projects to amplify the policy effects of the initiative. Furthermore, research cooperation between China and countries along the B&R acts as a catalyst in enhancing the policy effects of the initiative. By addressing technological challenges in key areas and global scientific issues closely related to human societal needs, strengthening research cooperation between China and countries along the B&R facilitates interactive exchanges of knowledge, information, resources, and scientific talents.

Key words: talent mobility; the Belt and Road; core - periphery network; difference - in - differences; global science and technology governance

中国知网 https://www.cnki.net