

中国与“一带一路”沿线国家科技合著论文发展现状分析

程颖¹, 夏颖铨²

¹重庆大学公共管理学院, 重庆

²中国建设银行股份有限公司重庆市分行, 重庆

收稿日期: 2022年2月14日; 录用日期: 2022年3月14日; 发布日期: 2022年3月21日

摘要

以中国与140个“一带一路”沿线国家论文合著数据为数据源, 将2013年“一带一路”倡议提出为时间节点, 采用社会网络分析方法, 对2007~2013年和2014~2020年中国与“一带一路”沿线国家科技合作整体网络和中心性进行对比分析, 研究发现: “一带一路”倡议提出之后, 沿线国家科技合作网络整体性更明显, 核心国家更多, 边缘化国家更少, 通过中心性分析发现中国在网络中的核心地位越来越高, 对沿线其他国家开展国际科技合作的影响力越来越大, 中介地位也越来越明显。同时分析出“一带一路”沿线国家科技合作网络的演化特征, 并提出相应的政策建议。

关键词

“一带一路”战略, 国际科技合作, 社会网络分析

Analysis on the Development Status of Scientific and Technological Co-Authored Papers between China and Countries along the Belt and Road

Ying Cheng¹, Haoquan Xia²

¹School of Public Policy and Administration, Chongqing University, Chongqing

²China Construction Bank Corporation Chongqing Branch, Chongqing

Received: Feb. 14th, 2022; accepted: Mar. 14th, 2022; published: Mar. 21st, 2022

Abstract

Taking the co-authored papers of China and 140 countries along the *Belt and Road* as the data source, and taking the *Belt and Road* Initiative in 2013 as the time node, the social network analysis method is adopted to make a comparative analysis of the overall network and centrality of science and technology cooperation between China and countries along the *Belt and Road* from 2007 to 2013 and 2014 to 2020. Study found that after the *Belt and Road* initiative is put forward, the science and technology cooperation of countries along the network integrity is more obvious, more core countries and less marginalized countries. China is in the core position in the network, influence on other countries along the international scientific and technological cooperation is more obvious. At the same time, this paper analyzes the evolution characteristics of science and technology cooperation network of countries along the *Belt and Road*, and puts forward corresponding policy suggestions.

Keywords

Belt and Road Strategy, International Scientific and Technological Cooperation, Social Network Analysis

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 问题的提出

随着创新全球化趋势的发展, 国际科技合作的新空间不断拓展, 正逐步形成更加多元化的开放局面。面对新冠疫情和中美贸易战对中国的交织影响, 中国实现科技自立自强具有紧迫性和必要性[1]。国内在顶层设计也对科技创新合作具有高度重视, 2016年9月, 中国科技部等部门联合出台《推进“一带一路”建设科技创新合作专项规划》, 明确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家合作水平的重点领域, 2020年《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》首次对科技创新问题进行专章部署, 明确指出要实施更加开放包容、互惠共享的国际科技合作战略, 更加主动融入全球创新网络。因此, 回答好当前“一带一路”区域国际科技创新合作网络态势、中国在这一区域合作网络中应发挥的作用, 以及需要重点把握的科技创新合作国别及为此需采取的策略问题, 为推动共建“一带一路”创新共同体, 形成区域创新发展合作新格局提供参考和建议。

2. 数据收集

截至2021年1月30日, 中国已经同140个国家和31个国际组织签署205份共建“一带一路”合作文件。为了分析中国在国际科技合作网络中的角色和地位变化, 以140个同中国签署共建“一带一路”合作协议的伙伴国家为研究范围, 除刚果(金)、赤道几内亚和波黑数据缺失, 最终选取中国与其他137个“一带一路”沿线国家为研究对象, 以Web of Science核心合集作为数据来源, 包括SCI-EXPANDED、SSCI、A & HCI、CPCI-S、CPCI-SSH、ESCI 6个引文索引作为数据来源, 为了对“一带一路”倡议提出前后的科技合作网络进行对比分析, 选取的时间跨度为2007~2013和2014~2020, 即“一带一路”倡议

提出的前后七年数据, 并运用社会网络分析方法探索网络整体结构演化和网络中心性演化, 以中国和沿线 137 个国家为“点”, 以这些国家之间的科技合作论文为“边”, 用两个 138×138 的无向矩阵构建中国与“一带一路”沿线国家科技合作网络, 然后可通过使用一系列网络分析工具和网络指标计算分析各国之间的科技合作关系和程度, 构建“一带一路”沿线国家的论文合著网络。

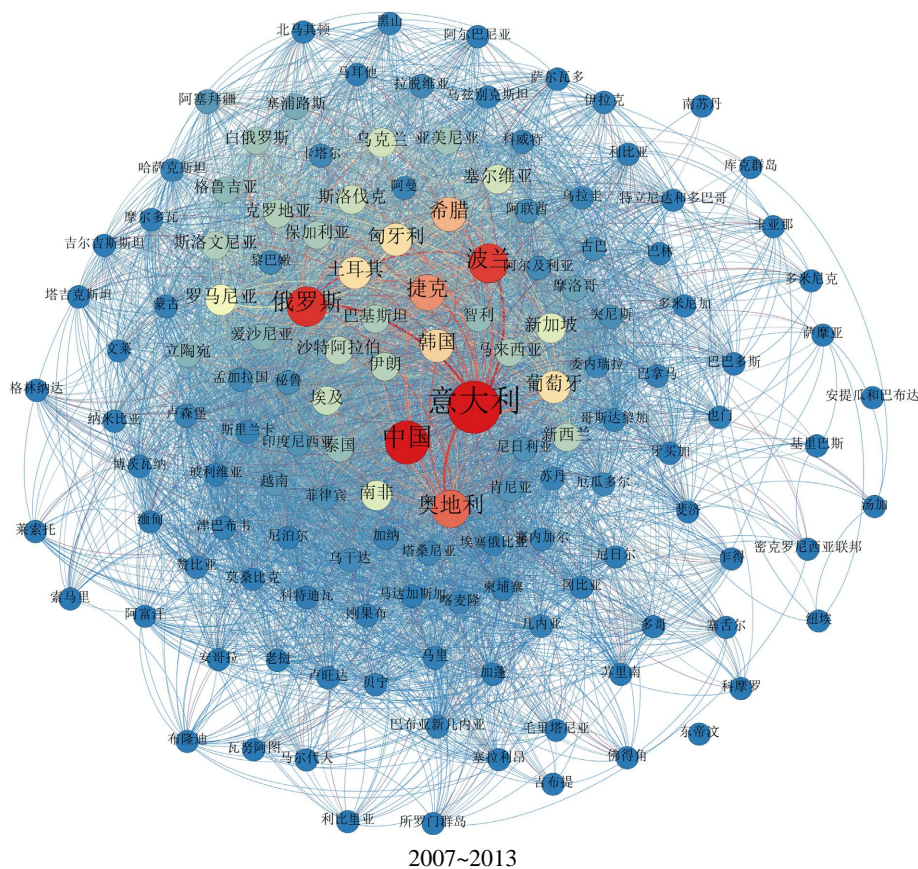
3. “一带一路”沿线国家科技合作网络演化分析

3.1. 网络整体结构演化分析

基于上述对“一带一路”沿线国家科技合作论文的计算结果, 运用 UCINET 软件从网络整体结构演化维度分析“一带一路”沿线国家科技合作网络态势, 科技合作网络的特征分析有利于充分了解“一带一路”沿线国家科技合作的具体情况, 以期提升各国科技合作水平提供参考。

网络密度作为测量网络整体结构的一个重要指标[2], 指一个网络图中各个点之间联络的紧密程度, 即网络中节点之间的连接程度反映该网路连接的连通性和扩散性, 进而体现整体网络的结构特征, 网络密度可以由一个网络中的节点的实际连线数与理论上最大的连线数的比值表示。

本文通过 UCINET 和 Netdraw 软件构建“一带一路”沿线国家的无向科技合作网络来反映空间网络演化情况, 如图 1 显示, “一带一路”沿线国家在 2007~2013 和 2014~2020 论文合著的网络规模和网络边数的变化, 图中的圆圈代表的是国家节点, 线代表各国之间的合作关系, 一个节点的线条多少代表与其合作国家数量多少, 每个节点上的颜色代表在该网络中的核心重要程度, 颜色相同的节点可视为同一重要性水平的国家, 越靠近网络中心且节点越大代表该国在国际科技合作网络中的中心地位更高, 且中介作用更为明显。



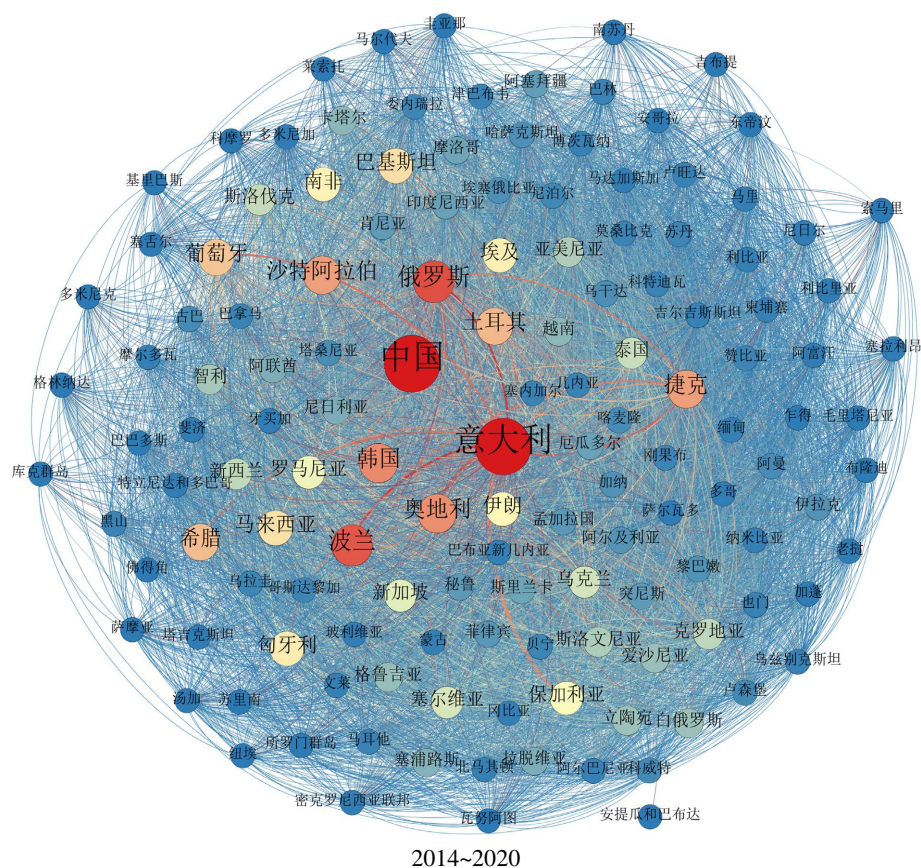


Figure 1. Overall network density
图 1. 整体网络密度

对比 2007~2013 年和 2014~2020 年的“一带一路”沿线国家国际科技合作整体网络图, 可以发现: 一是网络整体化水平有所提高, 2007~2013 阶段的网络密度为 0.569 (见表 1), 这一阶段网络较为稀疏, 边缘化较为明显, 2014~2020 阶段的网络密度为 0.864 (见表 1), 这一阶段网络较为紧凑, 凝聚力更高, 相较于 2007~2013 年, 2014~2020 年的网络图的边缘化国家更少, 且处于网络边缘的国家所连接的线也更加密集, 说明在后一阶段其开展的国际合作更多, 与其他国家的合作联系也更加紧密。二是核心国家数量增多, 对比两个时间窗的网络图, 除开蓝色的节点为核心国家, 在 2007~2013 期间, 核心第一层国家为意大利、中国、俄罗斯和波兰, 核心第二层国家为捷克、希腊和奥地利, 核心第三层国家为匈牙利、土耳其、韩国、葡萄牙和罗马尼亚(见表 2)。在 2014~2020 期间, 核心第一层国家为中国、意大利、俄罗斯和波兰, 核心第二层国家为土耳其、韩国、奥地利、捷克、沙特阿拉伯、希腊和葡萄牙, 核心第三层国家为巴基斯坦、埃及、南非、伊朗、马来西亚、匈牙利、保加利亚、新加坡、罗马尼亚(见表 2)。可见核心第一层国家保持一致, 但仔细比对可发现俄罗斯和波兰在 2014~2020 年的网络图中位置有所淡化, 中国与意大利的地位有所强化, 而处于核心第二层和第三层的国家在 2014~2020 年相较于 2007~2013 年在数量上也呈现增长趋势。因本文将研究重点放在以中国为中心的合作网络分析上, 下面将仔细分析中国的地位变化, 在 2007~2013 年中国与“一带一路”沿线国家合作边数为 126, 即代表中国与 126 个“一带一路”沿线国家存在合作关系, 而在 2014~2020 年中国与“一带一路”沿线国家合作边数为 137, 即代表中国与 137 个“一带一路”沿线国家存在合作关系, 合作覆盖范围基本达到 100%, 呈明显增长趋势。可见在 2013 年中国提出“一带一路”倡议前后, “一带一路”沿线国家的科技合作网络发生了较为明显

的变化, 在倡议提出之后更多国家参与了国际科技合作, 合作次数也呈增长态势, 表明“一带一路”沿线国家科技合作的紧密程度越来越高, 证实了国际发展战略对开展国际科技合作的重要影响。

总体来看, 随着时间的变化, 网络密度呈上升趋势, 各国进一步扩大国际科技合作范围, 中国处在国际合作科技网络中的核心地位, 但是与此同时也有部分国家在科技合作稍显弱势, 这在一定程度上反映出合著网络中核心国家的合著数量不断增加, 而一些边缘国家的合著数量增长速度较为缓慢。

Table 1. Density of science and technology cooperation network of Countries along the Belt and Road

表 1. “一带一路”沿线国家科技合作网络密度表

时间段	2007~2013	2014~2020
网络密度	0.569	0.864

Table 2. The core cooperation countries of science and technology along the Belt and Road

表 2. “一带一路”沿线国家科技合作核心国家

时间段	2007~2013	2014~2020
核心第一层国家	意大利、中国、俄罗斯、波兰	中国、意大利、俄罗斯、波兰
核心第二层国家	捷克、希腊、奥地利	土耳其、韩国、奥地利、捷克、沙特阿拉伯、希腊、葡萄牙
核心第三层国家	匈牙利、土耳其、韩国、葡萄牙、罗马尼亚	巴基斯坦、埃及、南非、伊朗、马来西亚、匈牙利、保加利亚、新加坡、罗马尼亚

3.2. 网络中心性演化分析

在社会网络分析中, 中心度是对社会网络中个体权利的量化分析, 刻画单一节点处于网络中心位置的程度。中心度指标主要包括度数中心度、中间中心度与接近中心度 3 类, 度数中心度测量的是网络中与某个节点直接相连的其他节点的个数, 本文中该指标越高说明与该点直接开展跨国科技合作的节点越多, 处于网络的中心位置。中间中心度衡量的是网络中某一节点多大程度上居于另外两个节点之间, 本文中该指标越高说明该点对其他节点开展跨国科技合作的控制能力越强, 在网络中的中介地位更明显, 成为网络的中心节点。接近中心度测量的是网络中某节点与所有其他节点的捷径距离之和, 该指标反映的是该节点不受其他节点控制的程度, 本文中该指标越小说明该点与其他节点总体越接近, 越不依赖其他节点。

表 3 显示的是 2007~2013 年和 2014~2020 年中国与“一带一路”沿线国家科技合作网络度数中心度、接近中心度、中间中心度 3 个指标排名前 15 和后 5 的国家。从表中可发现中国的度数中心度、中间中心度和接近中心度分别从 2007~2013 年的第二、第三、第二到 2014~2020 年的第一, 三个指标的明显变化表明中国在“一带一路”沿线国家科技合作网络中处于网络的中心位置, 是网络的中心节点, 且在此合作网络中的中介地位较为明显, 对其他国家科技合作影响力强, 对其他节点的控制能力较强。在表中较为明显变化的是在 2007~2013 年中间中心度居于第一位的新西兰, 新西兰是唯一一个在 2007~2013 年科技发展比 2014~2020 年更好的一个国家, 根据相关文献资料显示, 新西兰早在 20 世纪 80 年代末就开始进行科技体制改革, 并在 2000 年成立一个专门的“科学与创新咨询委员会”, 在科技创新领域比大多数国家都起步的早, 但是在“一带一路”倡议提出之后新西兰的表现却不那么出色, 究其原因可能在于“一带一路”倡议的提出让大多数沿线发展中国家提高对科技的重视程度, 普遍提高了各国的科技创新能力和科技合作水平。中国和意大利的排名基本保持一致, 意大利作为发达国家且具备良好的经济基础、社会基础等, 让其在网络中一直位居前列, 这也给后文“一带一路”沿线国家影响因素分析提供假设基础。

南非的排名也基本保持一致, 南非作为发展中大国和新兴市场国家, 和中国秉持相同或相近的发展观、安全观、国际秩序观, 在重大国际事务和热点问题上有着广泛共识, 双方在联合国、二十国集团、金砖国家、气候变化‘基础四国’等国际组织和多边机制中密切协调和配合, 开展了卓有成效的合作。排名靠后有安提瓜和巴布达、东帝汶、纽埃、吉布提等国家, 这些国家的度数中心度、中间中心度和接近中心度都较低, 说明其开展的科技合作量较少, 同时在合作网络中处于边缘位置, 受其他国家的控制较多。

Table 3. Countries in centrality index of scientific and technological cooperation network along the Belt and Road
表 3. “一带一路”沿线国家科技合作网络中心度指标国家排名

排名	度数中心度		中间中心度		接近中心度	
	2007~2013	2014~2020	2007~2013	2014~2020	2007~2013	2014~2020
1	意大利	中国	新西兰	中国	意大利	中国
2	中国	意大利	意大利	意大利	中国	意大利
3	俄罗斯	俄罗斯	中国	南非	南非	南非
4	波兰	波兰	南非	肯尼亚	新西兰	肯尼亚
5	奥地利	韩国	肯尼亚	塔桑尼亚	肯尼亚	塔桑尼亚
6	捷克	奥地利	波兰	沙特阿拉伯	尼日利亚	俄罗斯
7	希腊	沙特阿拉伯	智利	阿联酋	泰国	沙特阿拉伯
8	韩国	捷克	韩国	印度尼西亚	奥地利	巴基斯坦
9	土耳其	土耳其	马来西亚	俄罗斯	马来西亚	埃及
10	匈牙利	希腊	尼日利亚	巴基斯坦	伊朗	印度尼西亚
11	葡萄牙	葡萄牙	奥地利	牙买加	葡萄牙	埃塞俄比亚
12	罗马尼亚	巴基斯坦	希腊	埃塞俄比亚	埃及	牙买加
13	新加坡	马来西亚	斐济	新西兰	韩国	波兰
14	南非	匈牙利	塔桑尼亚	塞内加尔	塔桑尼亚	韩国
15	塞尔维亚	埃及	泰国	马来西亚	土耳其	奥地利
134	萨摩亚	基里巴斯	科摩罗	基里巴斯	库克群岛	多米尼克
135	南苏丹	吉布提	纽埃	多米尼克	纽埃	吉布提
136	纽埃	库克群岛	南苏丹	莱索托	南苏丹	基里巴斯
137	东帝汶	纽埃	东帝汶	吉布提	东帝汶	库克群岛
138	安提瓜和巴布达	安提瓜和巴布达	安提瓜和巴布达	安提瓜和巴布达	安提瓜和巴布达	安提瓜和巴布达

4. 结论与建议

对比分析两阶段的科技合作网络结构, 可以发现“一带一路”沿线国家科技合作网络具有以下特征:

一是拓扑结构展现更高凝聚性。在 2013 年“一带一路”倡议提出的前后七年, 整体网络发生了较为明显的变化。从核心 - 边缘化国家较为明显发展成为凝聚一体的格局, 网络整体密度的提高也反映着科技合作网络朝着整体化方向发展, 边缘化国家向着核心国家靠近。从统计特征来看, 2014~2020 比

2007~2013 国际科技论文合作网络的节点数、边数和密度都有明显增加, 表明参与国际科技合作网络的国家数量在增多, 2007~2013 有 126 个国家与中国开展科技论文合作, 而在 2014~2020 有 137 个国家与中国开展科技论文合作, 更多国家积极参与到国际科技合作中, 与此同时, 网络密度从 2007~2013 的 0.569 到 2014~2020 的 0.864, 表明国家间的科技合作联系变得更加紧密, 具有较高凝聚性。中国、意大利、俄罗斯、波兰等国是“一带一路”沿线国际科技合作网络的核心国家, 这也比较符合现实情况, 中国作为“一带一路”倡议的提出国, 积极投入到国际科技合作中, 而其他几个核心国家作为发达国家, 由于其雄厚的经济实力和科技水平发挥着主导作用[3]。“一带一路”沿线国家科技合作网络呈现出核心国家吸引更多合作国家, 而边缘国家通过积极参与国家科技合作向核心国家靠拢的现象。

二是空间格局上分布不均匀。经过对比发现, “一带一路”沿线国家科技合作网络具有明显的空间不均衡性, 非洲等国家是明显的论文产出的低谷区, 欧洲则是论文产出的高值区, 亚洲是论文产出的热点区域, 而与中国开展国际科技合作紧密的国家呈现以欧洲的意大利和波兰, 亚洲的新加坡、俄罗斯、韩国、巴基斯坦为顶点的三角形主骨架, 其他国家则成为外围区域, 通过次一级的联系流与核心区域连接, 这体现了中国与其他国家开展的国际科技合作较少受地理因素影响, 主要合作流国家在地理位置较远的核心国家间。在整体国际科技合作的空间格局上, 呈现出欧洲亚洲联系紧密, 而非洲较为稀疏的状态, 由于非洲大多数国家人口稀疏或者是经济欠发达, 导致论文产出和论文合作较为低落, 以至于“一带一路”沿线国家科技合作网络也呈现出空间分布不均匀的格局。

三是影响因素更多元。从各指标的变化情况来看, 从单一因素考量很难看出合作国家变化的原因, 国家战略、国家论文发表量、社会邻近性、国家间关系、经济实力和科技水平以及地理距离都可能成为影响国际科技合作的重要因素, 本文以 2013 年“一带一路”倡议的提出为时间节点来对比分析两阶段的国际科技合作网络演化态势, 就是想从侧面验证国家战略的提出对国际科技合作具有正向促进作用, 在“一带一路”倡议提出之后, 各国科技论文数呈现明显增长且国家间的国际科技论文合作论文数量也呈明显增长趋势。从分析结果来看, 经济邻近性是影响国际科技合作的重要因素, 从与中国开展国际科技合作伙伴国家来看, 意大利、俄罗斯、新加坡等国家成为中国合作倾向度排名靠前的国家是因为各国之间的经济实力相差较小, 国家间的经济发展水平更接近, 对科技合作的需求更一致。社会邻近性也对科技合作具有正向促进作用, 即社会关系的亲密性有利于促进科技合作, 中国与巴基斯坦的合作增长就是基于两国关系的友好发展, 基于深厚的政治互信有利于构建合作共赢的网络演化态势。

综上所述, 为构建整体性程度更高的“一带一路”沿线国家科技合作网络, 还需要从以下层面支持国际科技合作发展:

一是共商科技合作机制创新, 创新应用多国科技合作模式。建立“一带一路”国际科技合作常态化机制, 由于各国科技发展水平不同, 存在较大的科技体制和机制差异性, 要充分调动各国积极参与到国际科技合作, 需要探索科技创新合作新机制并实现常态化, 这样有利于实科技合作在战略层面的对接, 构建多元化、多层次的科技创新合作机制, 以科技合作推动中国与沿线各国在政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通和民心相通方面的合作, 让科技创新成果带来更多惠及世界的改善与影响, 更能充分体现“一带一路”建设的基本理念和原则。目前科技论文合作方面主要是两国合作, 在未来的国际科技合作中要探索三国或多国共同参与的科技合作新模式, 鼓励发展多国创新合作新机制, 构建更多的科技合作次级团体, 让欠发达国家通过次级合作流就可以共享科技资源, 提升政策实施层面的落实效率, 在科技成果转化过程中寻求经济增长和可持续发展的新动能。

二是共建科技合作整体网络, 打造科技创新共同体。在“一带一路”沿线国家科技合作网络中, 还存在一些边缘化国家, 应该鼓励引导处于边缘位置的国家积极参与国际科技合作融入全球创新网络[4], 核心国家要发挥其主导作用, 加强与边缘化国家的科技交流和合作, 使得“一带一路”科技合作网络信

息传递畅通, 有利于形成整体的网络体系。同时要特别关注主要核心国家的发展走向和变化特征, 核心国家的发展机遇与挑战基本是整个网络的发展机遇与挑战, 整个网络是创新合作共同体, 在加强核心国家之间的国际科技交流合作的同时, 也要加强与边缘化国家的国际科技交流和合作, 既要充分发挥核心国家的辐射带动作用, 也要挖掘边缘国家的科技潜力, 鼓励网络中的不同节点度的国家开展合作, 扩大合作网络的异质性, 丰富合作网络层次, 打造合作共赢的科技创新共同体。

三是共享科技创新合作经验, 构建全球科技治理体系。国际科技合作在互联网时代发挥着其独特作用, “一带一路”倡议为中国与沿线国家的科技合作带来新的机遇[5]。信息技术的发展极大拓展了大数据、云计算等领域的合作空间, 中国作为“一带一路”沿线国家中最大的发展中国家, 在国际科技领域走出了一条后发国家科技进步的成功道路, 这对不少沿线国家具有积极的借鉴意义。全球科技治理体系的构建需要多元治理主体多方合力, 一方面要通过鼓励企业积极参与到搭建国际合作数据库、信息平台和国际技术转移中心的建设过程中, 加速信息流通, 推动信息共享, 为长期稳定的科技创新合作奠定基础。另外一方面要支持科研院所和社会机构开展各具特色的人文交流, 开展更加灵活的科技研发合作。推动我国高等院校、科研机构与“一带一路”沿线国家建立合作关系, 通过联合办学、师生学者互访等方式, 在基础研究、科技咨询、人才培养等多领域建立合作关系。通过设立科研基金、建立人才工作站、设置培训中心等方式, 鼓励人才流动, 既发挥中国科技优势, 也吸引更多优秀人才到中国开展科学研究工作。

参考文献

- [1] 任孝平, 李子愚, 周小林, 等. 新冠肺炎疫情防控过程中的国际科技合作[J]. 科技导报, 2021, 39(18): 72-78.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 王智新. 国际科技合作融入全球创新网络研究评述与展望[J]. 科学管理研究, 2021, 39(1): 163-167.
- [5] 杜鹏, 张理茜. 科技自立自强与新时代的开放创新和国际合作[J]. 科技导报, 2021, 39(4): 74-78.