

doi:10.3772/j.issn.2095-915x.2016.04.009

# 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

周静梅, 黄颖, 汪雪峰, 陈云, 付芸, 马萍萍

(北京理工大学管理与经济学院 北京 100081)

**摘要:** 文章以 2010-2015 年 Web of Science 核心数据库所收录的中国与“一带一路”沿线国家合作发表的论文为分析对象, 采用文献计量方法和可视化分析技术, 探寻中国与“一带一路”沿线国家合作论文的主要特征, 研究沿线国家参与科研合作的活跃度及发表的论文影响力, 进而挖掘出科研合作的重点学科领域和研究热点, 以期为“一带一路”战略实施提供参考。

**关键词:** “一带一路”, 科研合作, 活跃度, 学科领域, 研究热点

中图分类号: G35

## Study of Scientific Research Collaboration between China and Other Countries along the “One Belt One Road” Routes

——Based on the Literatures from Web of Science

ZHOU JingMei, HUANG Ying, WANG XueFeng, CHEN Yun, FU Yun, MA PingPing

(School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Based on the articles indexed by the Web of Science during the period of 2010-2015, this paper applied bibliometric method and visualization technology to explore the overall research characteristics,

**作者简介:** 周静梅(1987-), 硕士研究生, 研究方向: 科技评价、数据挖掘; 黄颖(1990年-), 博士, 研究方向: 科技评价、技术创新管理; 汪雪峰(1977-), 博士, 教授, 研究方向: 技术创新管理、数据挖掘; 陈云(1992-), 硕士研究生, 研究方向: 技术创新管理、数据挖掘; 付芸(女, 1991-), 硕士研究生, 研究方向: 技术创新管理、数据挖掘; 马萍萍(1992-), 硕士研究生, 研究方向: 技术创新管理、数据挖掘。

collaboration activity, published paper influence of China and the countries along the “One Belt One Road” routes. Subsequently, this study also distinguished the distribution of key research subjects and the hot-topics of researches between China and the countries along the “One Belt One Road” routes to provide suggestions for the implementation of “One Belt One Road” in the future.

**Keywords:** One Belt One Road, scientific corporation, activity, research area, hot-topics

## 1 引言

国家主席习近平于2013年提出共建“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”（以下简称“一带一路”）的重大战略构想，搭建区域合作的大平台，为沿线国家深化互利合作、实现优势互补和共赢发展创造新的机遇。科研合作是促进科技发展的重要途径，在“一带一路”大战略背景下，探索中国与沿线国家的国际科研合作整体态势有助于把握中国与“一带一路”国家科技合作的特征，为进一步加强和推进“一带一路”战略的实施提供支撑。

国际合著论文是衡量国际合作开展情况和科研合作产出能力的重要指标，很多学者运用文献计量方法对中国的国际合作论文现状做了许多有益的研究。牛奉高和邱俊平<sup>[1]</sup>通过对WoS收录的中国近十年国际合作论文的分析，研究了中国国际科研合作的数量、国别、学科领域等指标的变化、分布及合作网络；朱文沓等<sup>[2]</sup>、乔方园等<sup>[3]</sup>学者从合作机构、时间序列、研究领域等视角，分别对中俄、中美的科技合作论文进行了文献计量分析。张心悦等<sup>[4]</sup>、刘云等<sup>[5]</sup>学者则分别对创新管理领域和纳米研究领域的国际科技论文的合作网络进行了系统分析和深入的数据挖掘。目前，学者们关于“一带一路”战略的文献计量研究不多，吴建南、郑长旭等学者<sup>[6-8]</sup>从合作论文规模、基金资助渠道、研究领域等角度对中国与部分“一带一路”沿线国家的合作论文进行了有益的研究。

孙挺等<sup>[9]</sup>学者利用CiteSpace可视化软件和文献计量学方法研究了“一带一路”沿线国家科研合作热点。

从以上文献分析可以看出，学者们尽管已经从不同视角分析和挖掘了中国与其他国家的国际科研合作论文，但是相关文献多研究中国与少数发达国家的科研合作论文，很少有学者结合国家战略及区域经济水平对中国与发展中国家的合作论文进行研究，更少有学者给出中国与“一带一路”沿线国家的全部合作图景。本文通过对Web of Science数据库中2010-2015年期间中国与“一带一路”沿线国家的国际合作论文文献计量分析，探寻中国与“一带一路”沿线国家的科研合作特征，主要包括：（1）中国与“一带一路”沿线国家论文合作规模及“梯队”分布；（2）“一带一路”沿线国家与中国论文合作的活跃度及论文影响力分析；（3）中国与“一带一路”沿线国家论文合作学科领域及研究热点等，以便为相关研究和决策提供参考。

## 2 数据来源与工具

“一带一路”是一个开放的经济合作区域，该区域国家经济发展水平、科研水平以及国际学术影响力等方面差距显著。本研究根据地域和制度的邻域性，结合国内学术界对“一带一路”沿线国家界定的主流观点<sup>[10]</sup>，将这些国家划分为六大区域，即东南亚（11国）、南亚（8国）、中亚（5

国)、西亚及中东(19国)、中东欧(19国)以及俄蒙。同时综合考虑各国经济水平及科研投入水平占国内生产总值的比值<sup>[11-12]</sup>,将这些国家划分为三类,分别是高收入高投入国家(HIC,科研投入比高于1%),中高收入中等投入国家(MIC,科研投入比介于0.1%—0.9%)、中低收入低投入国家(LMIC,科研投入比低于0.09%),如表1所示。

表1 “一带一路”沿线国家所属区域分布表

区域	主要国家		
	高收入高投入	中高收入中等投入	中低收入低投入
东南亚	新加坡	泰国、菲律宾、越南、马来西亚	印度尼西亚、老挝、东帝汶、缅甸、柬埔寨
南亚	—	印度	不丹、巴基斯坦、马尔代夫、斯里兰卡、尼泊尔、孟加拉国、阿富汗
中亚	—	—	土库曼斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦
西亚及中东地区	以色列	伊朗、阿塞拜疆、土耳其、约旦、沙特阿拉伯、卡塔尔、阿曼、阿拉伯联合酋长国、科威特、埃及	伊拉克、格鲁吉亚、亚美尼亚、叙利亚、巴勒斯坦、也门、黎巴嫩、巴林
中东欧	捷克、爱沙尼亚、立陶宛、斯洛文尼亚	阿尔巴尼亚、波斯尼亚和黑塞哥维那、保加利亚、克罗地亚、匈牙利、拉脱维亚、马其顿、黑山、罗马尼亚、波兰、塞尔维亚、斯洛伐克、白俄罗斯、乌克兰、摩尔多瓦	—
俄蒙	俄罗斯	蒙古	—

本研究选取 Web of Science 数据库核心集下的 Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) 和 Social Sciences Citation Index (SSCI) 为数据来源,检索区间为 2010 年至 2015 年,文章类型为文章(Article),语言为英语,共获得 40706 条数据,检索时间为 2016 年 5 月 26 日。在分析过程中,运用美国 Search Technology 的文本分析软件 VantagePoint (<https://www.thevantagepoint.com/>) 和可视化软件 Gephi (<http://gephi.github.io/>) 和 Pajek (<http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>) 来辅助进行统计分析、文本挖掘和可视化展示。

### 3 合作总体变化及合作“梯队”分析

#### 3.1 合作总体变化

从整体上来看,中国与“一带一路”沿线国家合作日益频繁,论文合作率不断提高,但依然低于 15% (见图 1),远低于中国与发达国家的

论文合作率<sup>[7]</sup>,未来科研合作还有待加强。从合作区域占比来看,中国与东南亚地区合作论文量遥遥领先其他地区,但合作论文比例呈逐年下降趋势,而与西亚及中东的合作论文占比却逐年增长,可以预测未来中国与该地区的合作论文量将持续增加;中国与其他四个区域的合作比较稳定,但与中亚地区的合作论文量远远落后其他区域,比例不足 1%,这不仅与该地区国家较低的经济水平和研发投入水平有关,也与该地区尚未形成有影响力的科研机构有关。

#### 3.2 合作“梯队”分布

2010—2015 年,中国与“一带一路”沿线国

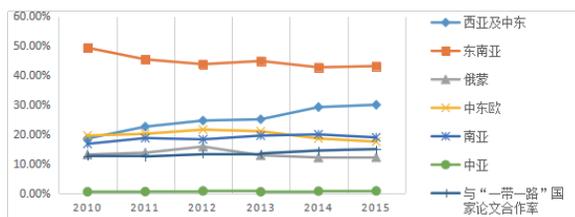


图1 中国与“一带一路”国家论文合作率及各区域合作论文占比

家上除新成立的东帝汶以外的63个国家都有合作论文发表,总合作频次超过6.5万次,平均合作频次在1070次左右。合作次数不小于100次的国家有40个,他们与中国合作的论文数占有合作论文数的98.7%。根据合作论文数量级的多少,可以将63个国家分为四个“梯队”(如表2所示),其中,第一“梯队”是合作频次在1000次及以上的国家,共有20个国家,Top5来自5个不同的区域,分别为新加坡、俄罗斯、印度、沙特、波兰,其中与新加坡合作论文数量最多,达到所有合作论文的33%,远超第二位的俄罗斯(12.8%);第二梯队是包含克罗地亚、格鲁吉亚、越南等20个

勒斯坦等,这些国家科研投入水平较低,几乎没有科研影响力。

由表2可以看出,中国与第一梯队国家合作的论文数量占与全部沿线国家合作论文数量的比例超过90%,高收入高投入国家(HIC)和中高收入中等投入国家(MIC)占到了九成,年均增速达26.25%,这些国家是中国在“一带一路”沿线开展科研合作的主要国家;中国与其他国家合作了16%的论文<sup>①</sup>,其中与第二梯队国家合作发表的论文数量增速高于平均增速,合作发展势头迅猛。综上分析,可见中国更倾向于和“一带一路”上的高收入高投入国家(HIC)和中高收入中等投入国家(MIC)进行科研合作。

为进一步探究中国与“一带一路”沿线国家科研合作次数(合作次数≥10)与年均增长率之间的关系,绘制出如图2所示的散点图。可以看出,平均合作次数轴线和弧线围成的区域内,靠近波峰位置的国家在合作次数和合作年均增速上都接近平均值,这些国家与第一梯队的国家基本吻合,

表2 “一带一路”沿线中国合作国家分组比较

合作分类	合作国家数	合作文章数	平均合作次数	年均增长率	不同层级国家数量		
					HIC	MIC	LMIC
≥ 1000	20	37042	2836	26.55%	5	13	2
≥ 100	20	5966	492	31.94%	2	10	8
≥ 10	18	742	45	19.73%	0	7	11
[1,9]	5	22	4	—	0	1	4
合计	63	40706	1070	26.29%	7	31	25

国家,合作频次介于100到1000之间;第三梯队包含科威特、乌兹别克斯坦、约旦等18个国家,合作频次在10次以上但不超过100次;第四梯队为合作频次不超过10次的国家,包括塔吉克斯坦、阿尔巴尼亚、土库曼斯坦、马尔代夫、巴

其中,中国与新加坡的合作次数显著高于其他“一带一路”国家,说明中新两国开展了相对广泛深入的合作,与沙特阿拉伯近年来合作次数猛增,以57.1%的年均增长率迅速成长为中国在“一带一路”沿线国家中的重要科研合作伙伴;图中右

① 同一篇论文存在与不同“梯队”国家合作的情况

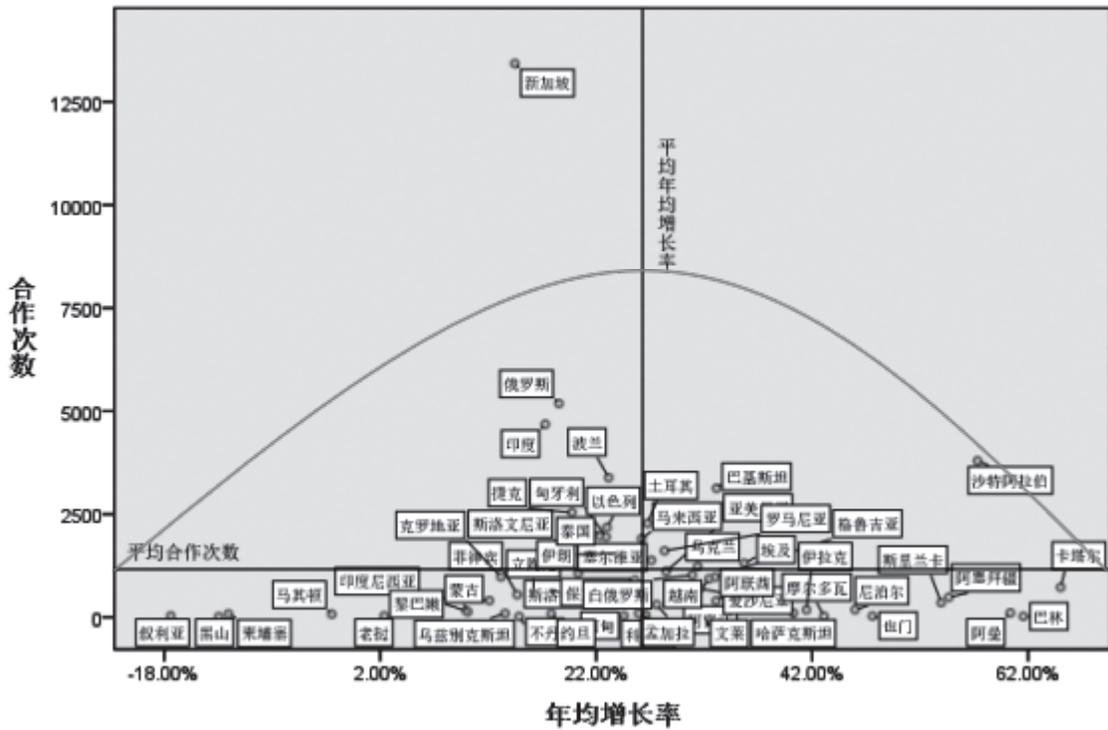


图2 中国与“一带一路”沿线国家合作次数与年均增长率

下区域靠近交叉点的国家基本对应第二梯队的国家，同样靠近交叉点的左下区域国家基本对应第三梯队，这些国家与中国还没有形成比较稳健的合作关系。

#### 4 国家合作活跃度与论文影响力分析

随着“一带一路”战略的推进，了解沿线国家与中国科研合作过程中的活跃度非常重要，有助于发现更合适的科研合作伙伴。本研究借鉴市场主体活力中企业活跃度<sup>[13]</sup>的思想，引入合作机构数量活跃度指数（Quantitative Relative Index），反映某段时间内国家*i*合作的科研机构数量变化所表征的国家合作活跃程度，同时将时间作为一个考量因素，认为科研合作的时间距离现在越近，研究对象越活跃；时间距离现在越远，活跃度越低，并以此设置时间权重 *wt*。其计算公式为：

$$QRI_i = \frac{4}{n(n-1)} \sum_{t=0}^{n-1} \frac{t(T_{i,t+1}-T_{i,t})}{T_{i,t+1}+T_{i,t}} \quad (1)$$

其中，*n* 为年数，*t=0* 时是考察基年，*t<=n-1*，*T<sub>i,t</sub>* 表示国家*i* 内第*t* 年合作的机构数量，时间权重，为保证合作时间的连续性，本文仅研究 2010-2015 年期间与中国合作论文数量大于 10 篇的国家。当  $QRI \in [0, +\infty)$ ，值越大，研究国家合作活跃度越高；当  $QRI \in [-1, 0)$ ，值越小，研究国家每年参与合作的机构数量不稳定，容易受外界因素影响，活跃度较低。

论文被引频次是判断论文影响力的重要指标，反映了一定时期内研究论文在学术交流中使用和受重视的程度，本研究引入合作论文被引频次（Per Time Cited, PTC）作为评价研究对象合作论文影响力的指标。计算公式如下：

$$PTC_i = \frac{\sum_{k \in A_i} TC_k}{P_i} \quad (2)$$

其中，*A<sub>i</sub>* 代表国家*i* 发表的论文的集合，

$TC_k$  表示论文  $k$  在 Web of Science 核心集中的被引频次,  $P_i$  表示国家  $i$  发表的论文总数。

根据各个国家合作活跃度指数和篇均论文被引频次可得到“一带一路”沿线国家合作活跃度与论文影响力的关系图,如图3所示,其中,横坐标刻度轴为总样本的平均被引频次(11.79)。可以看出,中国与“一带一路”沿线上主要合作国家在合作活跃度和篇均论文被引频次分布都集中在红色标记圈内,说明这些国家在两个指标上

均论文被引频次低于平均水平的国家基本上比较依赖国际科研合作,这些国家与中国合作的论文数量也比较少,波动比较大。例如:东南亚的柬埔寨、缅甸、文莱,西亚及中东地区的伊拉克、叙利亚、科威特、卡塔尔,中亚的全部国家;值得注意的是,阿富汗在国家合作活跃度指数和论文篇均被引频次都很出挑,说明阿富汗热衷于参与高质量的科研合作。

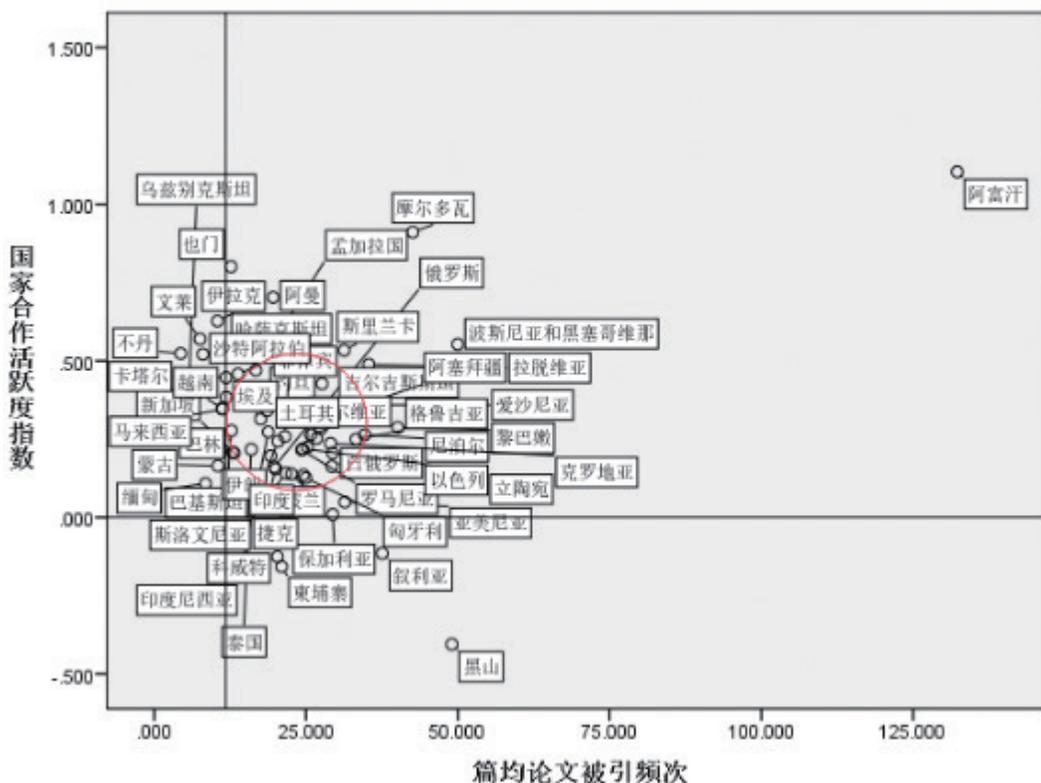


图3 “一带一路”沿线国家活跃度与论文影响力

水平比较接近,结合中国与这些国家的合作次数分布可知,合作次数对合作活跃度和论文影响力没有太大影响。中东欧地区的国家在国家活跃度和论文篇均被引频次上都保持比较稳定的中上水平,说明这些国家与中国合作过程中参与的科研机构数量保持平稳的增长且论文影响力维持在一个稳定的水平;活跃度指数为负数的国家或者篇

## 5 合作重点领域分析

### 5.1 合作学科领域分布

为了探索中国与“一带一路”沿线国家合作论文的学科分布,我们引入覆盖图(Mapping)来直观展示某学科领域的交叉程度以及相似度

较高的学科簇<sup>[14]</sup>。本文采用科学覆盖图 (Science Overlay Maps)<sup>[15]</sup>来进行可视化呈现中国与“一带一路”沿线国家科研论文合作的学科分布,进而发现“一带一路”国际合作论文的重点学科领域。其中每个节点表示一个 Web of Science 分类,节点大小代表所属分类的数量;节点间连线表征两个分类之间的关系,连线越粗,代表分类之间的相似性越大,相同的颜色表示它们属于相同的学科领域,这些学科确定是利用不同分类间引用矩阵计算出相似值矩阵后,再进行因子分析得到的。中国与“一带一路”沿线国家合作论文的科学覆盖图如图 4 所示。

篇,说明这些学科是中国与“一带一路”沿线国家合作较为密切的学科领域,也是未来“一带一路”战略实施过程中重点发展的学科领域;而临床心理学 (Clinical Medicine)、社会科学 (Social Science)、健康和社会医学 (Health & Social Issues) 等人文社会学科领域合作较少但潜力巨大,这些学科领域是未来“一带一路”沿线国家合作的潜在方向。

### 5.2 合作研究热点分析

关键词是一篇文章核心内容的浓缩和提炼,

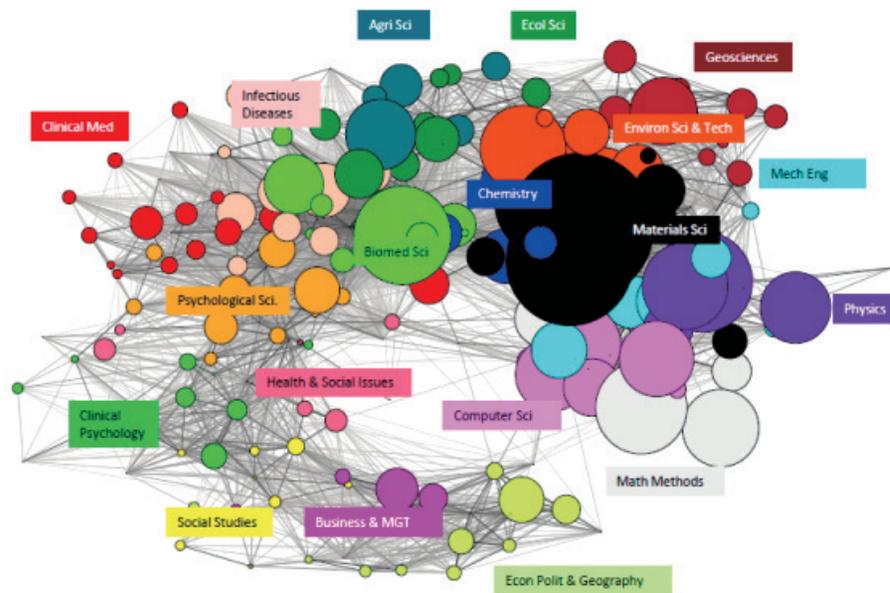


图 4 中国与“一带一路”沿线国家合作论文的科学覆盖图

由图 4 可见,中国与“一带一路”沿线国家的学科合作领域分布广泛,整体上合作次数遵循逆时针逐步减少的规律,合作学科领域主要集中在材料学 (Material Science)、物理学 (Physics)、数学方法 (Math Methods)、生物医学 (Biomedical Science)、计算机科学 (Computer Science)、环境科学 (Environment Science & Technology) 等领域,合作论文数均在 3000 篇以上,其中合作最多的是材料学学科,合作论文数超过 1.5 万

如果某一关键词在其所在领域的文献中反复出现,则表明该关键词所表征的研究主题是该领域的研究热点<sup>[16]</sup>。关键词出现的频率越高,表明对其研究的热度就越高。本文运用 VantagePoint 软件对数据集中的 40706 篇文献共 74752 个关键词进行清洗,去掉中国、印度、巴基斯坦等地理位置关键词,合并近义词及单复数,筛除无意义的常见词,并综合考虑关键词数量对图谱显示清晰度的影响,本文仅选取频次排名 Top 80 的关键词作为代表中

国与“一带一路”国家合作研究热点的高频关键词。其中，Top 50 的高频关键词如表 3 所示。可以看出，各关键词的出现频次有较大的差异，特殊学科领域的专属名词出现频率较高，例如粒子物理与场学科的 Hadron-Hadron Scattering，生物学领

域的 New species 等。同时，这些高频关键词涉及的范围十分广泛，但比较偏向于应用基础研究，在新材料（如 Graphene，Graphene 等）和新能源（如 Thin Films，Dye-Sensitized Solar Cells 等）领域的合作值得关注。

表 3 “一带一路”国家合作论文高频作者关键词 (Top 50)

序号	关键词	词频	序号	关键词	词频
1	Hadron-Hadron Scattering	313	26	Fixed Point	73
2	New Species	215	27	Thin Films	72
3	Phylogeny	204	28	Photoluminescence	71
4	Nanoparticles	160	29	Algorithms	69
5	Morphology	147	30	Composites	69
6	Graphene	146	31	Photocatalysis	69
7	Mechanical Properties	141	32	Adaptive Control	64
8	Carbon Nanotubes	133	33	Gene Expression	63
9	Climate Change	117	34	Luminescence	62
10	Nanostructures	115	35	Supercapacitor	62
11	Crystal Structure	114	36	Heavy Metals	61
12	Apoptosis	106	37	Semiconductors	61
13	CMS	103	38	Self-Assembly	60
14	Epidemiology	101	39	Nonexpansive Mapping	59
15	Lithium-Ion Batteries	101	40	Fluorescence	58
16	Magnetic Properties	101	41	Carbon Dioxide	56
17	Nanocomposites	101	42	Wireless Sensor Networks	56
18	Adsorption	100	43	Density Functional Theory	55
19	Finite Element Method	97	44	Genetic Diversity	55
20	Titanium Dioxide	95	45	Quantum Dots	55
21	Oxidative Stress	86	46	Antioxidant	53
22	Optical Properties	84	47	Dye-Sensitized Solar Cells	53
23	Neural Networks	82	48	Genetic Algorithm	53
24	Zinc Oxide	79	49	Synchronization	53
25	X-Ray Diffraction	75	50	Breast Cancer	52



表4 各地域重点合作领域对比

板块	研究热点 (基于高频关键词, 最低词频为 40)
东南亚	强子对撞散射 (Hadron+Hadron Scattering)、生物的种系发育 (Phylogeny)、石墨烯 (Graphene)、碳纳米管 (Carbon Nanotubes)、锂电池 (Lithium-ion batteries)、纳米结构 (Nanostructures)
南亚	强子对撞散射 (Hadron+Hadron Scattering)、紧凑型缪子螺线管探测器 (CMS)、X射线衍射图案 (X-ray Diffraction)、纳米粒子 (Nanoparticles)
中亚	无
西亚及中东地区	强子对撞散射 (Hadron+Hadron Scattering)、紧凑型缪子螺线管探测器 (CMS)、生物的种系发育 (Phylogeny)、新物种 (New species)、纳米粒子 (Nanoparticles)、(动植物)形态 (Morphology)
中东欧	强子对撞散射 (Hadron+Hadron Scattering)、紧凑型缪子螺线管探测器 (CMS)、新物种 (New Species)、B物理 (B Physics)、大型强子对撞机 (LHC)
俄蒙	强子对撞散射 (Hadron+Hadron Scattering)、紧凑型缪子螺线管探测器 (CMS)、新物种 (New Species)、B物理 (B Physics)、大型强子对撞机 (LHC)

其他国家的国际合作论文数量逐年上升,但是与“一带一路”沿线国家合作的论文数量总体占比较低,且与不同国家之间的合作论文数量也有较大差异,与7个高收入高投入国家合作的论文占比达到53%。总体而言,中国与“一带一路”沿线国家的科研合作不均衡,与经济发展水平相对较好且学术水平较高的区域(东南亚、西亚及中东、中东欧)合作较多且稳定,与经济水平不高且国际学术影响力较低的区域(南亚、中亚)合作较少且波动较大。在未来的“一带一路”战略实施过程中,中国应区分地域特点,秉承“和平合作、开放包容、互学互鉴、互利共赢”的丝路精神,继续巩固和加强与主要国家的合作,积极开拓与其他国家的合作新模式,广泛开展学术、人才交流,进一步提升科研合作论文数量。

第二,在现有重点合作领域的格局上,积极拓展多学科研究。目前中国与“一带一路”沿线国家合作的学科领域多为传统的材料学、物理学、生物学等领域,未来应当深化对新兴学科、交叉学科与人文社会科学领域的研究,全面开展多学科全领域的合作,深入挖掘现有研究热点,积极开拓新的研究领域,增加合作的深度与广度。同时,每一个“一带一路”沿线国家都有自己的特色研

究领域和优势学科,中国在与“一带一路”沿线国家合作的过程中,应该取长补短,积极学习他国的先进技术,开拓新领域的合作,进一步加强与“一带一路”国家优势学科领域的科研合作和技术交流。

#### 参考文献

- [1] 牛奉高,邱均平.基于国家、学科合作网络和期刊分布的中国科研国际合作研究[J].情报科学,2015,33(5):111-118.
- [2] 朱文沓,史豪杰,王弓,等.从SCI合著论文看中俄两国科技合作[J].中国科技论坛,2008(2):139-144.
- [3] 乔方园,杨萌萌,汪雪锋,等.纳米技术领域的关键词共现分析研究[J].情报杂志,2013,32(5):150-154.
- [4] 张心悦,宋伟,宋小燕.从SCI看我国国际科研合作网络——以创新管理领域为例[J].中国高校科技,2015(4):26-29.
- [5] 刘云,蒋海军,樊威,等.纳米科技国际合作创新网络结构与演化特征研究[J].科研管理,2015,36(2):41-49.
- [6] 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(11):79-83.
- [7] 吴建南,郑长旭,姬晴晴.“一带一路”战略实施与

- 国际科技合作创新——基于 NSFC 资助论文的分析 [J]. 情报杂志, 2016, 35(4):32-36.
- [8] 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.
- [9] 孙挺, 徐长林. 基于 CiteSpace III 的“一带一路”研究文献的可视化分析 [J]. 图书情报工作, 2015(s2).
- [10] 赵莹. 中国与“一带一路”沿线国家贸易格局及其经济贡献 [J]. 商, 2015(45):126-126.
- [11] 联合国教科文组织. 联合国教科文组织科学报告: 面向 2030 [EB/OL]. [2016-06-30]. <http://www.uis.unesco.org/Pages/default.aspx>.
- [12] Payumo J G, Sutton T C. A Bibliometric Assessment of ASEAN Collaboration in Plant Biotechnology[J]. Scientometrics, 2015, 103(3):1043-1059.
- [13] 曾麒. 北京市工商局开展市场活跃度指数研究专题 [J]. 工商行政管理, 2012(6):54-55.
- [14] Klavans R, Boyack K W. Toward a Consensus Map of Science[J]. Journal of the American Society for Information Science & Technology, 2009, 60(3):455-476.
- [15] Rafols I, Porter A L, Leydesdorff L. Science Overlay Maps: A New Tool for Research Policy and Library Management[J]. Journal of the American Society for Information Science & Technology, 2010, 61(9):1871-1887.
- [16] 储节旺, 王龙. 近 10 年国内知识管理研究热点——基于 CSSCI 数据库的词频分析 [J]. 情报科学, 2011(9):1425-1429.
- [17] Blondel V D, Guillaume J L, Lambiotte R, et al. Fast Unfolding of Communities in Large Networks[J]. Journal of Statistical Mechanics Theory & Experiment, 2008, 2008(10):155-168.