

基于科学计量学的金砖五国科技合作现状及建议

段黎萍, 郭玉, 袁芳

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 本文利用科学计量学的方法, 对金砖五国合作发表的国际论文和专利, 以及中国政府资助的国际合作项目进行了分析。分析得出, 金砖国家之间的科技合作截至目前还多停留在各国政府资助的层面, 而且政府资助的力度也还不大, 金砖五国民间的科技合作及产出成果极少。根据以上合作现状, 建议从国家层面制定面向金砖国家的科技合作策略, 选择重点合作领域, 加强青年科技人员的交流, 选取有合作基础的单位承担合作项目, 以取得更好的合作效果。

关键词: 金砖五国; 科技合作; 科学计量学

中图分类号: G321.5 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2017.07.009

“金砖四国”(BRICs)一词最早由高盛证券公司首席经济学家吉姆·奥尼尔于2001年在《全球需要更好的经济之砖》(The World Needs Better Economic BRICs)中首次提出,2010年中国作为“金砖国家”合作机制轮值主席国,与俄罗斯、印度、巴西一致商定,吸收南非作为正式成员加入该合作机制,从而成为“金砖五国”(BRICS)。金砖国家这一概念提出16年以来,从最初的投资区域概念,到2011年4月的《三亚宣言》,逐步扩展到政治、经济、能源、文化以及科技和创新领域等全方位的合作。

本文利用计量学方法,从合作论文、合作专利以及合作项目等方面对金砖五国现有科技合作情况进行了分析,基于此,还对金砖五国未来的科技合作提出了建议。

1 金砖五国的合作论文

利用 Web of Science 核心合集数据库对金砖五国以及中印、中南(非)、中俄、中巴合作论文进行了检索和分析。

1.1 金砖国家共同合作发表的论文

截至2016年,金砖国家共同参与的合作论文共有382篇,第一篇是1997年发表在《医学微生物学杂志》(Journal of Medical Microbiology)上的《金黄色葡萄球菌噬菌体分型的国际质量控制》^[1],共有48个国家参与,金砖国家也都在其中。此后金砖国家共同参与的论文数快速增加,到2014年,这一年发表的论文达到近120篇,见图1。

金砖国家共同合作的论文,绝大多数都是国际大科学计划下产生的论文,参与这些大科学计划的国家众多,有时多达50个国家以上,合作作者多达几百人。美国、英国、德国、日本、法国、瑞士、西班牙、意大利、荷兰、瑞典、波兰、挪威、捷克、希腊、匈牙利、斯洛文尼亚、罗马尼亚等国家都参与了这些大科学计划以及合作论文。

从发表合作论文的期刊来看,这些期刊多数集中在物理学和医学领域,主要有10种期刊,其他期刊上发表的论文数极少,见图2。

从图2可知,发表合作论文最多的五种期刊都属于物理学领域,都是国际大科学计划的研究成果,

第一作者简介:段黎萍(1972—),女,工学博士,研究员,主要研究方向为国际科技政策及技术跟踪与研究。

项目来源:国家软科学研究计划项目(2013GXSK069)。

收稿日期:2017-04-27

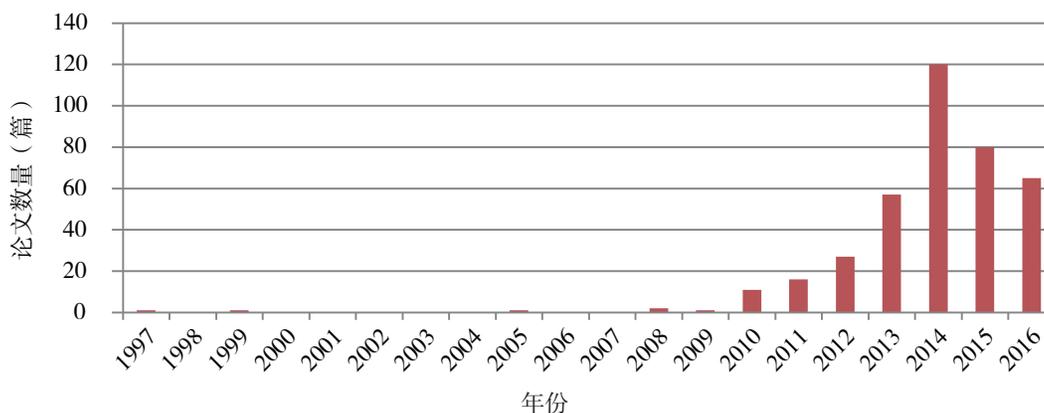


图1 历年来金砖国家共同参与的合作论文

文章总数达到 290 篇，占到总量的 75.9%。除物理学外，《柳叶刀》《世界卫生组织通报》(Bulletin of the World Health Organization, 简写 Bulletin of WHO), 《传染病期刊》(Journal of infectious Diseases, 简写 J infect Dis) 这三种医学类期刊也入

选发表文章最多的前 20 名。以上论文中仅由金砖五国合作的论文共三篇，最早的一篇是“BRICS Cooperation in Strategic Health Projects”，发表在 2014 年第一期《世界卫生组织通报》中^[2]，作者分别来自金砖五国的卫生部。另外两篇论文内容分

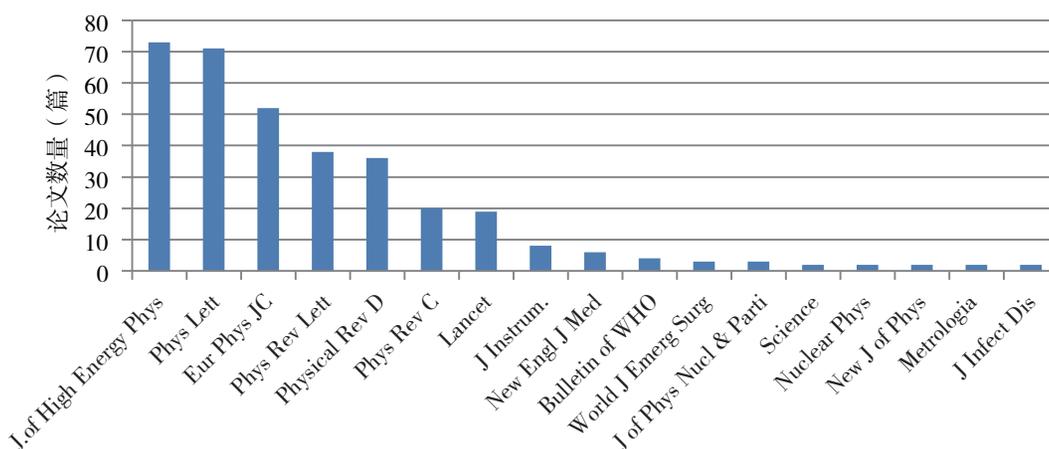


图2 金砖国家共同参与的合作论文的主要发表期刊

别是“艾滋病的控制”^[3]和“企业创新管理”^[4]。

由于金砖五国共同发表的论文太少，为更好地了解金砖国家内部各国相互之间的合作情况，本文对其中的中俄、中巴、中印、中南（非）的合作论文进行了检索与分析。

1.2 中俄合作论文

截至 2016 年，中国与俄罗斯合作论文共 4 753 篇，中俄双边合作为 1 475 篇。1992 年，中俄合作论文仅为 7 篇，而后逐步增加；到 2004 年突破 100 篇；此后，中俄合作论文数迅速增加，到 2016 年突破 700 篇。中俄双边合作论文近年来每年保持

在 100 篇以上，见图 3。

中俄合作论文最多的领域是物理学，发表论文数目占到所有合作论文的一半以上。此外，生物、化学、材料、地理、医学等领域也是中俄合作论文的重点，见图 4。

与金砖五国合作论文的情况相似，大量的中俄合作论文也是在国际大科学计划下产生的，参与国家众多，其主要的第三方参与国家见图 5。

从图 5 可以看出，美国、德国、法国、英国、意大利、西班牙、瑞士、巴西、印度等是参与合作最多的国家，文章数基本都超过了 1 000 篇。

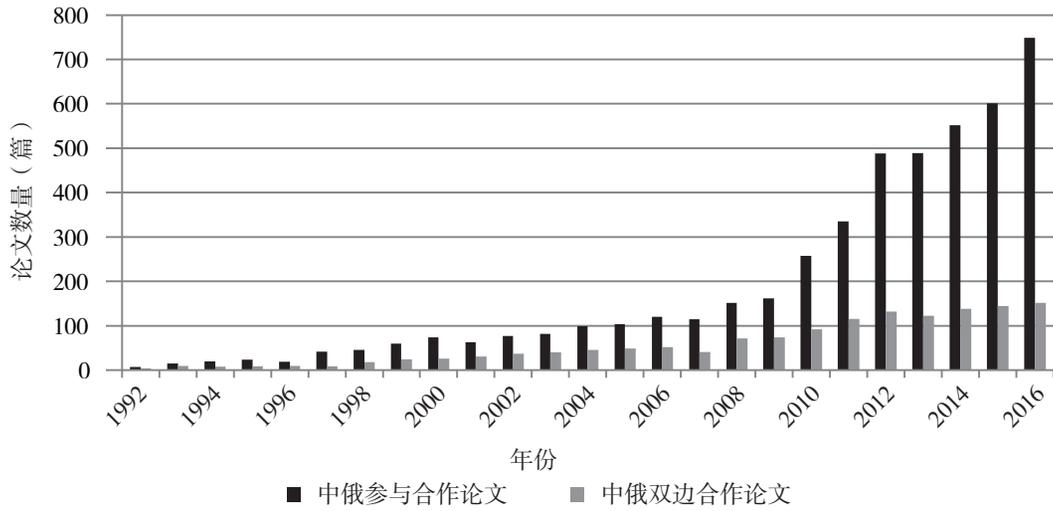


图3 历年中俄合作论文数

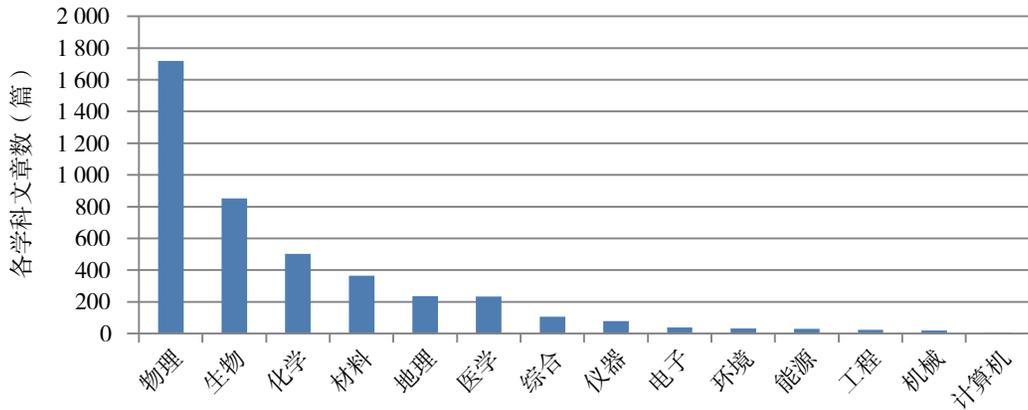


图4 中俄合作论文的领域

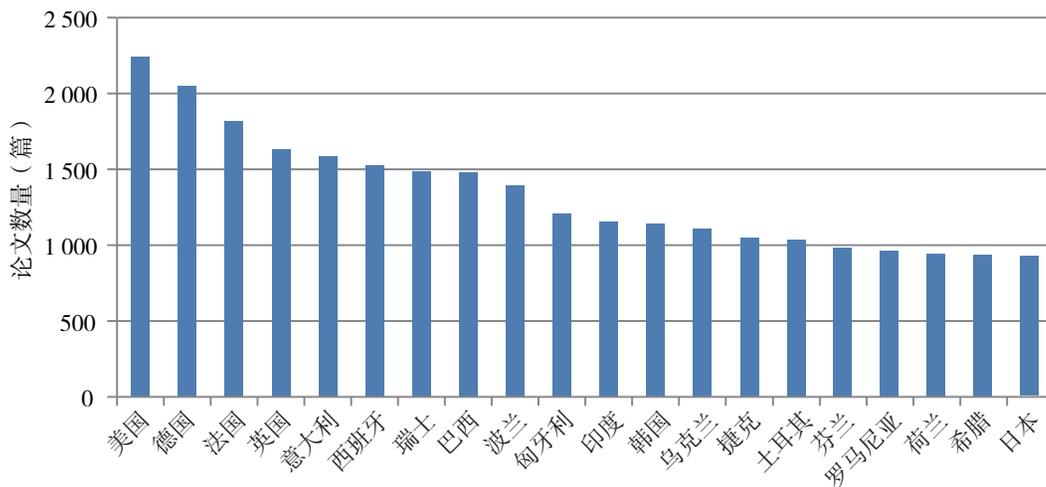


图5 中俄合作论文中第三方国家分布 (前20名)

从中俄合作论文产生的资助机构来看，中国自然科学基金委员会 (NSFC) 是资助最多的机构，达到 943 篇，其次是俄罗斯基础研究基金会 (BFBR)，资助了 727 篇；随后依次是欧洲原子

能研究中心 (CERN)、意大利国家核物理研究所 (INFN)、英国科学技术设施理事会 (STFC)、爱尔兰科学基金会 (SFI)、德国亥姆霍茨研究中心联合会 (HGF)、德国联邦研究与教育部 (BMBF)、法国国家科学研究院核能研究所 (CNRS IN2P3 FRANCE)、德国研究基金会 (DFG)、巴西国家科学技术发展理事会、美国自然基金会等。这些机构都是国际大科学计划的主要资助机构, 见图 6。

1.3 中巴合作论文

截至 2016 年, 中巴参与的合作论文 7 157 篇, 仅中巴双边合作产生的论文为 897 篇, 具体统计见

图 7 和图 8。

中国和巴西的合作论文最多的领域是物理学, 发表论文数最多的前三名期刊都是物理学期刊, 其次是医学类期刊, 涉及学科包括肿瘤、病毒、精神病学、寄生虫学、风湿病等多个领域。

1.4 中印合作论文

截至 2016 年, 中印参与的合作论文为 10 988 篇, 仅由中印合作的论文为 2 685 篇, 约占中印多边合作的论文数的 25%, 见图 9。

中印双边合作的第一篇论文于 1987 年发表在 Physics Letters A 上, 题目为 “Spatially Chaotic

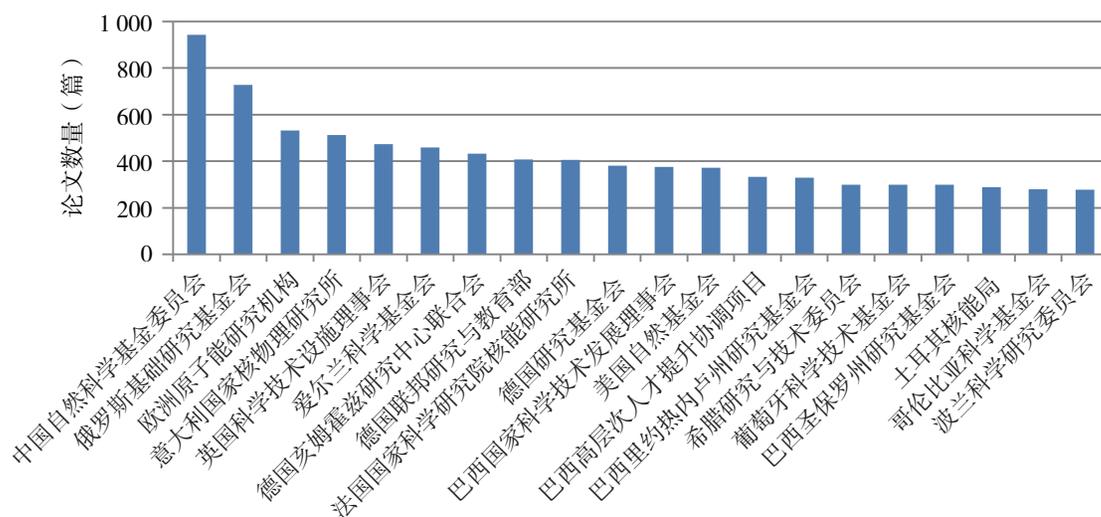


图 6 资助发表中俄合作论文最多的前 20 家机构

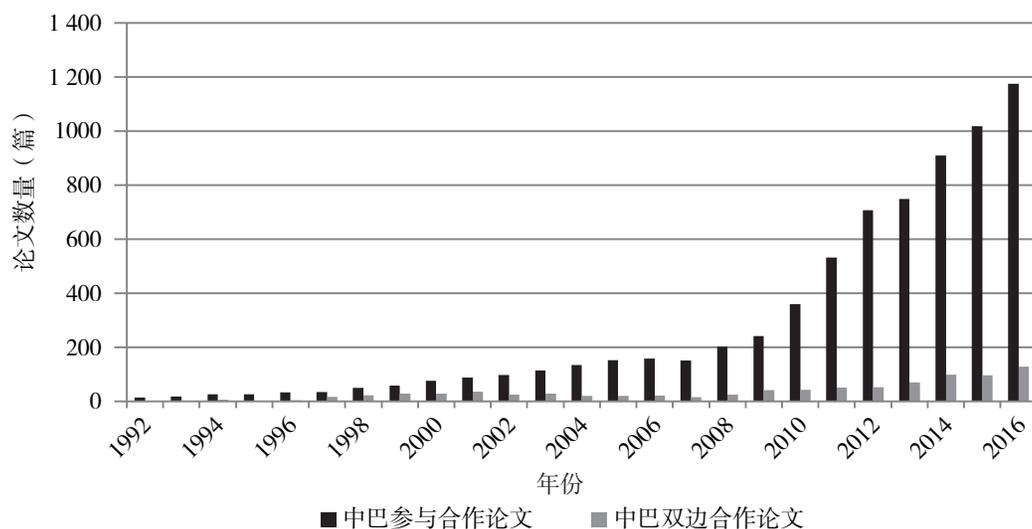


图 7 历年中巴合作论文数

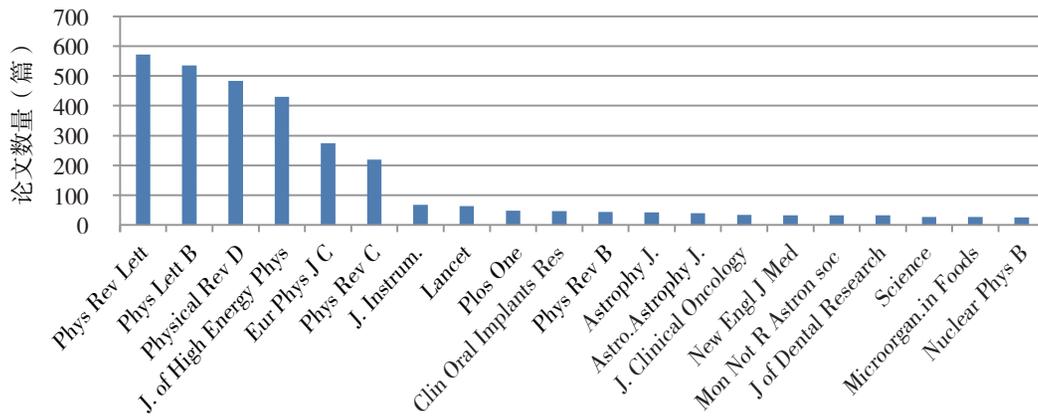


图8 发表中巴合作论文最多的前20种期刊



图9 中印合作发表的论文数目

Spin Patterns in a Field-Perturbed Heisenberg Chain”^[5], 参与单位有印度甘地原子研究中心、印度数学研究所和中科院理论物理所, 中国科学院郝柏林院士是中方合作者。从2000年起中印双边合作论文迅速增加, 2013年超过了200篇。

1.5 中南(非)合作论文

截至2016年, 中南(非)合作的论文为4073篇, 仅中国与南非双边合作产生的论文为986篇, 年代分布见图10。

在中国和南非都参与的多国合作论文中, 高能物理是第一大领域, 医药研发是第二大领域。跨国医药企业共同参与资助产生的论文较多, 其中葛兰素史克33篇, 辉瑞33篇, 罗氏22篇, 礼来22篇, 诺华27篇, 赛诺菲26篇, 阿斯利康22篇, 研究领域集中在过敏性鼻炎、哮喘、免疫学等各年龄段的疾病。此外, 由于国际大型科研设施“平方公里阵列”(Square Kilometer Array Project, SKA)项目

中很大一部分设在南非, 所以“平方公里阵列”项目也是重要的资助方。

中国与南非双边合作论文的第一篇论文于1996年发表在Journal of Computational and Applied Mathematics上, 题目为“On the Growth of Meromorphic Functions Defined by Quasi-regular C-fractions”^[6], 作者是华中师范大学数学系李家良, 当时在南非金山大学(Witwatersrand University)做访问学者, 署名用了两个地址。到2008年之后, 两国双边合作的论文数量开始快速增长, 到2014年已经到达130篇。学科分布较均衡, 包括控制、化学、材料、物理、数学等领域, 见图11。

1.6 本节小结

通过以上计量与分析可以看出, 金砖国家参与的合作论文多是参与国际大科学计划产生的论文, 同时, 在金砖国家的科技管理部门和基金会的支持下, 中国与其他金砖国家也开展着双边科技合作,

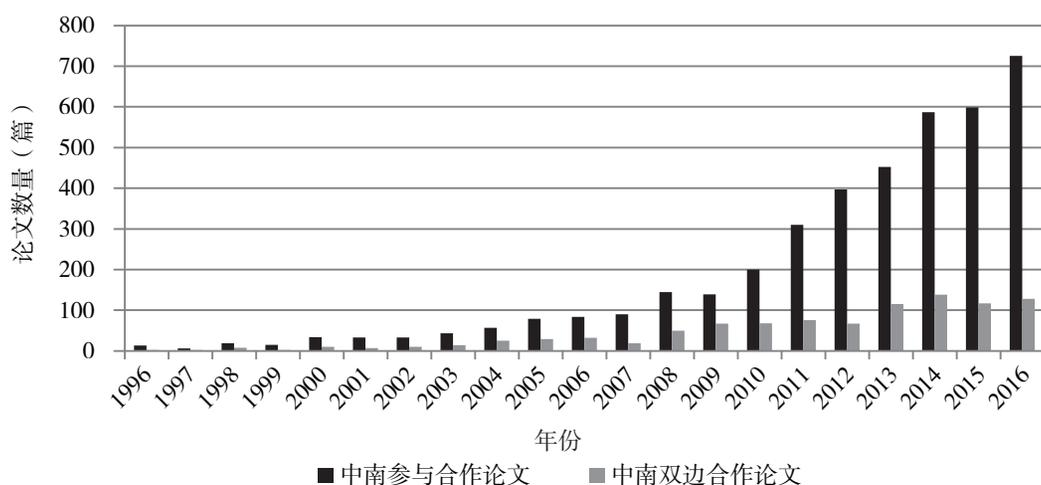


图 10 中南合作发表的论文数目

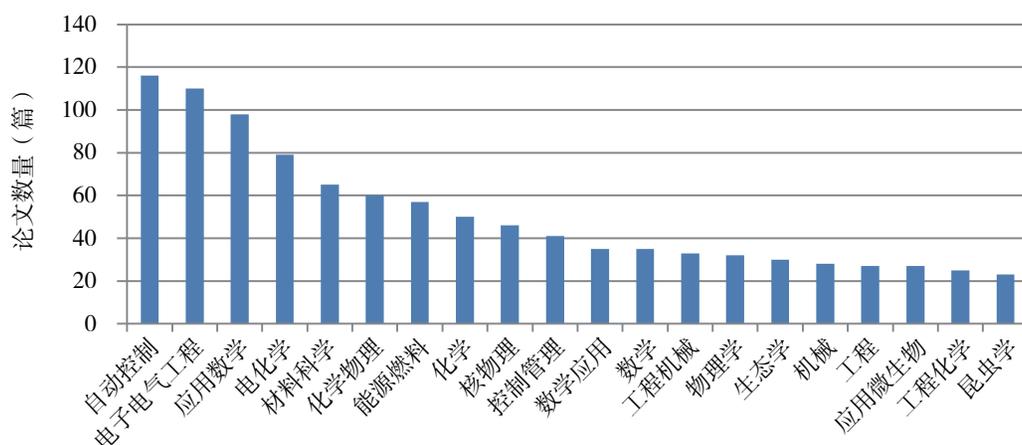


图 11 中南双边合作论文的学科分布

产生了一定数量的双边合作论文，而且双边合作论文的数量正在逐年增加，学科领域也较为广泛，涉及物理、化学、医药、数学、病理、工程、控制技术 etc，为今后开展金砖国家科技合作奠定了基础。

2 金砖五国合作专利的情况

为了更深入地研究金砖国家之间的科技合作现状，本课题还检索了中国科学技术信息研究所自建的世界知识产权局 (WIPO) 和美国专利商标局 (USPTO) 数据库，检索年限分别是 1976 年—2013 年 9 月和 1984—2013 年，并对其中的中国与其他金砖国家参与合作的专利进行了统计和分析，专利数量见表 1。

从表 1 可以看出，中国与其他金砖国家的合作专利整体极少，在 WIPO 库，包含中国和印度的多

国合作专利数是最多的，但也仅为 256 件。由于中国与其他金砖国家的合作专利整体极少，因此，本节逐一分析 WIPO 专利中的合作专利，以得到更有用的信息。

2.1 中印专利合作

WIPO 数据库的中印合作专利中，仅中印两国合作专利为 22 项，领域集中在通信、化学药品、机械设备三个领域，申请公司很集中，华为公司就拥有 14 项，其余的是 Sandisk 上海半导体公司与印度在芯片领域的专利、印度知名仿制药公司兰伯西 (Ranbaxy) 实验室和小分子制药公司 Arch Pharmalabs 与中国合作申请化学药品制备的专利。印度新德里技术学院则与中国一家投资公司共同申请有三项机械设备类的专利^[7]。其余专利都是三国及上国家共同参与申请的，其中英国参与 140

表 1 中国与其他金砖国家之间的合作专利数量

合作国家	WIPO 数据库	USTPO 库
巴西	8 (2)	1
印度	256 (22)	32 (6)
俄罗斯	45 (11)	7
南非	7 (2)	0
合计	316 (37)	40 (6)

注: 括号中的数字是仅由中国与金砖国家双边合作、无第三方国家参与的专利数。

项、荷兰参与 135 项, 美国参与 122 项、俄罗斯参与 47 项、德国参与 17 项、加拿大参与 14 项、南非参与 9 项、新加坡和韩国各参与 7 项、瑞典参与 5 项、日本参与 4 项。英国和荷兰参与的专利都属于联合利华集团, 其总部设在英国和荷兰, 在印度和中国都设有子公司, 专利内容覆盖食品和日用化学品等。美国参与的专利除了少数属于 IBM、摩托罗拉、英特尔、谷歌、雅培等国际大公司之外, 大部分都属于个人或小企业。

2.2 中俄专利合作

在 WIPO 库, 中俄参与合作的专利有 45 项, 其中英特尔公司拥有 14 项, 无锡鑫圣慧龙纳米陶瓷技术有限公司拥有 4 项, 德国巴斯夫公司和中国福咏科技公司分别拥有 3 项, 华为公司、嘉兴禾森建材公司分别拥有 2 项, 美国通用电气公司、瑞士雀巢公司、日本卫采公司、新西兰斯伦贝谢技术公司等知名跨国公司各拥有 1 项。此外, 一些大学, 如美国犹他大学和佐治亚大学各拥有 1 项专利, 其余专利则为一些小企业和个人合作拥有。合作领域包括计算机、材料、化工、通信、食品以及石油开采等。仅中俄合作的专利为 11 件, 说明中俄共同合作研究并申请专利的情况还很少。

2.3 中巴专利合作

WIPO 数据库中, 中巴参与合作的专利为 8 项, 由美国道康宁 (Dow Corning)、法国罗地亚化工公司 (Rhodia Operations)、美国 NEOgas 公司、德国博世等国际大公司拥有, 中国仅中兴公司拥有 1 项。仅中巴合作的专利为 2 项。

2.4 中南 (非) 专利合作

WIPO 数据库中, 中南 (非) 合作的专利为

7 项, 中国香港的 WI MEXX 国际公司拥有 2 项专利, 奥地利曼地纸业 (Mondi Uncoated Fine & Kraft Paper)、南非科学工业研究理事会 (CSIR)、美国芝加哥大学、中国环球科技公司、陕西金巢科技公司各拥有 1 项专利, 这些专利涉及造纸、煤制油、锂电池、电子银行系统等领域。仅中南 (非) 合作的专利为 2 项。

从以上分析可以发现, 中国与金砖国家的合作专利总体上数量较少, 而且多数专利是由美国、英国、荷兰等国家为主申请的, 中国和其他金砖国家只是参与申请的国家。仅由中国和其他金砖国家合作的专利极少, 也表明了金砖国家之间基于应用技术的研发还不成熟。

3 金砖五国政府间科技合作项目

除了合作论文和合作专利之外, 各国之间的国家级合作科技项目也是体现国际合作紧密度的指标。本节主要研究中国政府资助的国际科技合作项目中金砖五国的参与情况。

3.1 金砖国家参与国际科技合作专项的情况

国际科技合作专项 (以下简称国合专项) 是科技部资助的国际科技合作项目。我国“国家科技报告服务系统” (www.nstrs.org.cn) 截至 2014 年底共收录 2004—2011 年间国合专项报告 741 份, 其中含有合作国别信息的报告 663 份, 现对此进行国别分析。从国合专项的合作国别来看, 金砖国家与中国的国合项目数目都不多, 美国、德国、日本、加拿大、澳大利亚、英国 6 国是参与合作最多的国家^[8], 见图 12。

从图 12 可以看出, 我国与南非、俄罗斯、巴西、印度的合作项目数分列第 13 至 16 位, 合作数目分

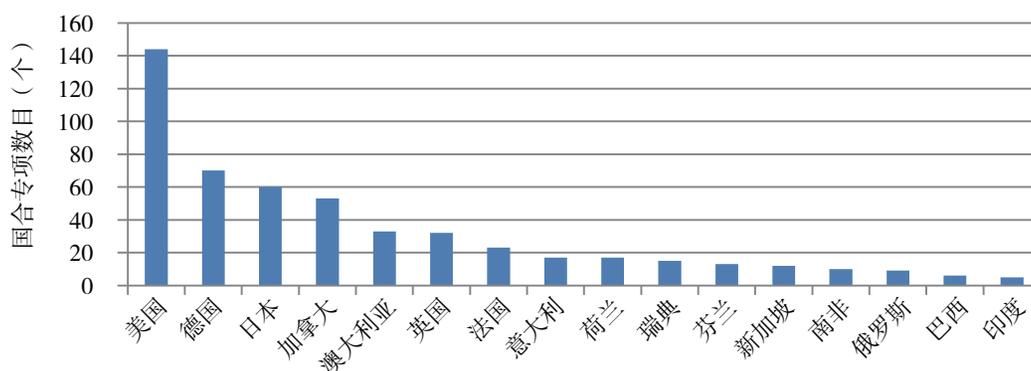


图 12 各国参与的国合专项数目

别为 10、9、6 和 5 项，项目总数排名在欧美等发达国家之后。金砖国家在技术水平、科技人才、合作能力等方面，都很难与发达国家竞争。若在国合专项申请中不采取向特定国别倾斜的政策，这些新兴国家很难竞争到国合项目。

从国合专项的领域来看，中巴和中俄的合作领域较为集中，中巴合作的 5 个合作项目中有 4 个属于甘蔗乙醇领域、1 个属于杂交水稻领域；中俄合作的 9 个项目中有 5 个属于材料领域、1 个属于地球科学领域、1 个属于化工领域、2 个属于自动控制领域。中印和中南合作的项目领域较为分散，10 个项目中有 4 个属于矿产加工、4 个属于农业、

1 个属于古人类研究领域、1 个属于疾病研究领域；中印合作的 5 个项目分布在材料、地球科学、生命科学、信息科学 4 个领域。

3.2 中国自然科学基金委员会的国际合作项目

中国自然科学基金委员会是中国最重要的科技合作资助单位之一。中国自然科学基金委员会与国外约 30 家国立研究机构建立有联合资助机制，共同资助合作交流性及合作研究性项目，其中有两个国外机构来自金砖国家，分别是南非国家研究基金会（NRF）和俄罗斯基础研究基金会。现将中国自然科学基金委员会分别与俄罗斯和南非共同资助的合作项目列在表 2 中。

表 2 近年中国自然科学基金委员会与俄罗斯和南非的合作项目

年份	中国自然科学基金委员会和俄罗斯基础研究基金会合作研究项目	中国自然科学基金委员会和俄罗斯基础研究基金会合作交流项目	中国自然科学基金委员会和南非国家研究基金会合作研究项目	中国自然科学基金委员会和南非国家研究基金会合作交流项目
2015	5	39	—	—
2014	9	40	9	—
2013	—	49	—	—
2012	—	50	—	—
2011	—	50	—	—
2010	—	50	—	—
2009	67	—	—	—
合计	81	278	9	—

从表 2 可知，中国与俄罗斯在自然科学领域的合作交流性项目开展较好，而且已经资助了一些合作研

究项目；与南非也开始建立合作研究机制并资助了一批项目，但合作交流项目尚未开展。而中国与印度和

巴西尚未有相关的联合资助机制, 缺乏合作渠道。

3.3 金砖国家科技和创新框架计划项目

2016年金砖五国成立了科技创新资金资助方工作组, 签署了《金砖国家科技创新框架计划》(BRICS STI Framework Programme), 各方达成协议, 并于2016年公布了共同资助的10个领域合作项目指南, 要求由金砖五国中至少三国的科学家作为合作者联合撰写, 其中一人作为主申请人负责项目申请的提交和与项目征集办公室的联络。各国资助机构负责资助本国科学家开展合作研究, 目前尚未见到资助项目公布。

4 对开展金砖五国科技合作的建议

根据以上研究结果, 对金砖五国科技合作提出以下建议:

(1) 将重视金砖五国科技合作放在政府层面

从论文、专利和已有的国际科技合作项目情况看, 金砖五国科技合作有一定的合作基础, 但并不太乐观。因此, 在政府层面上加强对金砖国家科技合作的投入很有必要。

金砖国家分布在世界各大洲, 相距遥远, 使用俄语、葡萄牙语、汉语、英语等语言。在经济发展、人口规模、风俗文化、科技实力、工业实力等方面差异巨大, 这为开展国际科技合作带来了不便, 特别是心理障碍。

从国家战略角度出发, 要鼓励科研人员以及有创新能力的企业加强与金砖国家的人文交流。随着全球化的推进, 青年研究人员与老一代相比, 拥有更好的海外留学背景以及语言能力, 语言障碍不再是合作的障碍, 因此应该鼓励青年科研人员克服心理障碍, 通过良好的信任机制, 共同寻找合作领域和方式。

从增强人员交流的角度而言, 需要多家国家级部委, 如科技部、教育部、基金委、科学院等机构共同推出促进人员交流的项目, 如制定鼓励金砖国家留学生来华的政策、举办金砖国家青年科学家论坛等。

(2) 非政府间科技合作是金砖五国科技合作的坚实基础

从金砖五国的国际合作论文可以看出, 金砖五国的合作论文总数过去一直不断增长, 这体现出金砖五国科研工作者之间的学术合作已经有了一定的基础。但是相比欧美日韩而言, 这些合作的数目还

是较少。分析国际合作论文的作者关系可以知道, 很多作者是在留学或做访问学者时建立合作关系的。因此, 我国可以通过设立面向金砖国家的留学基金, 鼓励金砖国家的学生来中国留学或鼓励中国学生选择金砖国家作为留学国家, 为今后的科技合作打下基础。

从专利来看, 金砖国家的合作专利极少, 这些专利还多数为跨国公司所有。同时, 合作论文也多是在各国政府的资助下产生的合作成果, 金砖国家企业参与较少。金砖国家应重视鼓励企业界参与到科技合作中, 将各国已有的优势技术在企业合作中转化, 促进企业的发展。

(3) 选择多样化的科技合作策略

由于金砖五国的差异性较大, 若想寻找到五国都感兴趣的合作点, 非常困难。因此, 建议选择多样性的科技合作策略。

局部策略: 若有三个金砖国家对合作内容感兴趣, 就可以设立一个局部合作策略, 而不需要全部五个国家都参与。这样可以减少磋商的时间, 提高合作的效率。

开放策略: 考虑到金砖国家地域广阔, 分布在全球四大洲, 都有各自的地区影响力, 可以由金砖国家共同设立一个大科学计划, 吸引周边国家参与。金砖五国的地域分布, 对于海洋观测、气候变化领域、航天监测等领域的研究, 是非常好的切入点, 也利于吸引各大国参与, 开拓“以我为主”的合作项目。

(4) 选择重点合作领域

根据金砖国家的合作论文、合作专项、合作项目分析, 目前, 金砖国家的合作多是由欧洲核子研究中心、世界卫生组织、跨国医药集团牵头的大项目进行的基础研究合作, 并没有形成较为紧密的双边或多边合作关系。

金砖国家科技合作今后的重点应该是促进各方感兴趣的民生问题的解决。金砖国家人口多, 已经进入中等收入阶段, 对健康和环境的要求正在逐步提高, 医药和环保也是很好的合作领域。同时, 金砖国家内部存在着大量的数字鸿沟, 对信息技术的需求也极为强烈。■

参考文献:

[1] Marples R R, Rosdahl V T, Pessat O A N, et al.

- International quality control of phage typing of *Staphylococcus aureus*[J]. *Journal of Medical Microbiology*, 1997, 46(6): 511-516.
- [2] Jarbas Barbosa da Silva, Keshav Desiraju, Precious Matsoso, Ren Minghui, et al. BRICS cooperation in strategic health projects[J]. *Bulletin of The World Health Organization*, 2014, 92(6): 388.
- [3] Sun J, Bertoldi A D A, Boing A, et al. Efforts to Secure Universal Access to Hiv/Aids Treatment: A Comparison of Brics Countries[A]. *International Congress of Behavioral Medicine (ICBM 2014)*[C]. Brainerd, 2014: 14-17.
- [4] Zhanna Belyaeva. *Entrepreneurial Innovation and Stakeholder Relationship Management*[M]// *Entrepreneurial Challenges in the 21st Century: Creating Stakeholder alue Co-Creation*. London: Palgrave Macmillan, 2015: 120-132.
- [5] Ananthakrishna G, Rahda Balakrishnan, Hao Bailin. Spatially chaotic spin patterns in a field perturbed Heisenberg chain[J]. *Phys Letters*, 1987 (A121): 407-410; 1987 (Correction A124): 526.
- [6] Li J L. On the growth of meromorphic functions defined by quasi-regular c-fractions[J]. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 1996, 69(2): 367-377.
- [7] 郭玉, 段黎萍, 马峥, 等. 基于科学计量学的中印科技合作现状分析 [J]. *中国基础科学*, 2014, 16 (5) : 36-42.
- [8] 段黎萍. “国家科技报告服务系统” 收录国际合作科技项目的文献计量分析 [J]. *中国科技资导刊*, 2015, 47 (3) : 45-49.

Current Development of Science and Technology Cooperation of BRICS Based on Scientometrics and Suggestions

DUAN Li-ping, GUO Yu, YUAN Fang

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: Based on scientometrics, international papers, patents and programs in the cooperation of the BRICS are analyzed. It is shown that S&T cooperation among BRICS remains at the level of government funding, and non-government outputs are scarce. It is suggested that S&T cooperation strategy and fields among BRICS should be planned at national level, the exchanges and cooperations among young scientists should be strengthened, and the experienced organizations should be selected to implement the cooperation projects.

Key words: BRICS; S&T cooperation; scientometrics