

中国基础研究国际合作的科学计量测度与评价^①刘云¹, 常青²

(1. 合肥工业大学预测与发展研究所, 合肥 230009;

2. 国家自然科学基金委员会国际合作局, 北京 100083)

摘要:基于《科学引文索引》(SCI)数据系统创建了中国与33个国家(地区)国际合作论文数据库及计算机检索统计系统,采用规范的国际合作计量测度指标,从六个方面,即国际合作论文的增长及学科分布、各学科领域科学产出的国际合作依存度比较、基础研究国际合作重要伙伴的国别分布、各学科领域国际合作重要伙伴的国别分布、中国与若干代表性国家(地区)合作研究的重点学科分布、参与国际合作研究的中国重要科研机构排序,首次对中国基础研究国际合作的现状进行了系统的科学计量测度与评价,并提出了若干政策建议。研究成果已在国家基础研究国际合作“十五”计划和长远规划的制定工作中得到应用。

关键词:基础研究; 国际合作; 科学计量测度

中图分类号:G322.5

文献标识码:A

文章编号:1007-9807(2001)01-0064-11

0 引言

国际化是当代基础研究的显著特征之一。基础研究在科学前沿全方位拓展以及在纵向的学科分化与深入的同时,学科及领域之间的交叉、融合和相互渗透不断加强,跨地区和全球性的科学问题(如环境、资源)成为科学研究的热点,耗资巨大的大科学研究和大科学工程更是基础研究实力和水平的重要标志。以往那种单靠科学家个人探索和“小作坊”式的工作方式已不能适应当代基础研究发展的需要,必须由不同学科、不同专业和不同文化背景的科学家的广泛合作与交流,才能保持持久的创新活力和取得在科学前沿的突破。与此同时,全球信息化、网络化和数字化的迅猛发展以及知识社会的到来正在深刻地影响和改变着各国科学家传统的思维方式和研究方法,为基础研究的国际合作提供了前所未有的便捷条件和技术手段。据文[1,2]研究,从世界范围看,基础研究的国

际化指标(国际合作论文占科学论文总量的比例),70年代为5%左右,80年代为10%左右,90年代上升至20%左右,充分显示了当代基础研究的国际合作依存度正在迅速提高。

面对国际科技合作与交流的复杂系统,如何客观地分析和评价基础研究国际合作的特征、模式、网络关系、各国差异以及学科布局状况,是制定国际合作规划与政策需要解决的关键问题。自70年代末,Beaver和Rosen,Frame和Carpenter率先对国际合作论文开展计量分析研究以来^[3,4],依据《科学引文索引》(SCI)中的国际合作论文数据库开展科学计量研究成为国际科学合作政策研究的前沿。80年代、90年代,该前沿领域的研究得到进一步的推进。Terttu Luukkonen等人对国际合作的网络关系以及各主要发达国家在各学科领域的合作关系作了客观的评价^[5];Leclerc等人对各类区域性的国际合作关系以及各区域内国家之间在各学科领域的合作模式进行了比较分

① 收稿日期:2000-05-09;修订日期:2000-07-14。

基金项目:国家自然科学基金青年基金资助项目(79600008)。

作者简介:刘云(1963-),男,安徽合肥人,副教授。

析^[6];还有一系列国别性的国际合作科学计量研究,如“阿拉伯国家的国际科学合作”、“加拿大与欧共体之间的科学合作”、“日本国际科学合作论文分析”等^[7-9]。此外,一些主要的发达国家和国际性组织(如美国、法国、德国、英国、欧盟、经济合作与发展组织)根据科技决策与管理工作的实际需要,定期资助开展国际科学合作计量评估研究^[10-12],以期为科技决策提供依据,在国际合作中获得最大效益。其中,较有影响的工作是:美国《科学与工程指标》定期发布的国际科学合作论文指标(由美国国家科学基金会 NSF 支持)以及法国国家科研中心国际观察实验室(LEPI)所开展的国际合作项目评估研究^[13,14]。

上述工作主要以西方发达国家为主体,而针对发展中国家开展的国际科学合作的计量研究较为薄弱,特别是针对中国国际科学合作的系统化科学计量测度研究存在空白,即使国内开展的“中国科技论文统计与分析”也仅依据中文科技期刊统计源对中外合作论文作一统计^[15],无法反映中国基础研究国际合作的全貌。因此,本文研究结果将有助于弥补我国国际科技合作政策研究领域的空白,为国家制定基础研究国际合作的规划、计划及相关政策提供科学的依据。

1 创建数据库及开发检索统计系统

由于目前国内尚无基于《科学引文索引》(SCI)数据库系统开发出的国际合作论文数据库,而美国 CHI 公司(Computer Horizon Inc.)开发的有关数据库商业价格昂贵,我们只好在有限的条件下,自行建库并开发计算机检索统计系统。

首先,选择包括中国在内的有代表性的 34 个国家(地区)作为建库的目标(以国际合作论文中的作者所在研究机构的所属国家为主标识),在清华大学图书馆情报研究部和北京大学图书馆情报研究部的协作下,通过对 SCI 的 CD-ROM 的数据检索,创建了 1994—1998 年分年度的中国与 33 个国家(地区)的国际合作论文 TXT 文本数据库(共计 16 024 篇国际合作论文);其次,基于 Visual Foxpro 6.0 应用软件平台,通过系统分析、系统编程,开发出对 TXT 文本数据库进行数据识别和数据转换的国际合作论文计量指标计算机检

索统计系统(International Co-authored Articles Search and Statistics, ICASS),该系统包括六个模块:中国国际合作论文的学科分布、中国与各国(地区)的合作论文数、中国与各国(地区)合作论文的学科分布、中国作者为第一作者的合作论文的学科分布、中国科研机构按国际合作论文数排序、国际合作论文的学科分类词典。

其中的学科分类是以科技期刊所属的学科领域为标准的,我们划分了 10 个学科领域,即:数学、物理学、化学、天文学、地球科学与空间科学、生物学、农林科学、医药卫生、工程科学与技术、环境科学。

2 计量测度指标及定义

(1) 科学产出指标(science production index, SPI)

在一定时期内,每个国家在某一学科领域科学论文产出量占该学科领域世界科学论文产出总量的比率。该指标可以表征各国在某一学科领域科学产出的能力。

(2) 国际合作论文指标(articles co-authored internationally, ACI)

是指每个国家在国际合作中产生的国际合作论文总量,即不考虑这些论文中所包含的多国作者的国别数量及其相互的合作关系数量。

(3) 国际合作论文中的合作关系指标(cooperation index, COI)

对每个国家而言,国际合作关系指标是指本国参与国际合作的关系总量,即在国际合作论文中,以合作者的国别为测度依据,本国研究人员与外国研究人员合作关系的频次总数。

(4) 科学产出的国际化指标(Internationalization Index, INI)

在一定时期内,每个国家在某一学科领域产生的国际合作论文数量(即 ACI)占该国在同一学科领域产出科学论文总量的比率。该指标是表征各学科领域国际合作依存度特点及其之间差异的重要依据。

(5) 国际合作的关联指标(affinity index, AFI)

该指标可以反映两国之间非对称的国际合作

关系强度,计算公式如下:

$$AFI(A \rightarrow B) = COI(A \leftrightarrow B) / COI(A \leftrightarrow \text{WORLD})$$

$$AFI(B \leftarrow A) = COI(A \leftrightarrow B) / COI(B \leftrightarrow \text{WORLD})$$

其中, $AFI(A \rightarrow B)$ 表示 A 国对 B 国的国际合作关系强度, $AFI(B \leftarrow A)$ 则表示 B 国对 A 国的国际合作关系强度, $COI(A \leftrightarrow B)$ 表示 A 国与 B 国之间国际合作的关系总量, $COI(A \leftrightarrow \text{WORLD})$ 表示 A 国与世界范围所有国家之间国际合作的关系总量, $COI(B \leftrightarrow \text{WORLD})$ 表示 B 国与世界范围所有国家之间国际合作的关系总量。

(6) 国际合作参与指标 (participation index, PAI)

在一定时期内, 每个国家在某一学科领域的国际合作关系总量 (即各国的 COI) 占该学科领域世界各国在国际合作中所发生的合作关系总量 (即世界的 COI) 的比率, 该指标可以表征各国在某一学科领域参与国际合作的能力。

3 中国基础研究国际合作的科学计量分析

3.1 国际合作论文的增长及学科分布

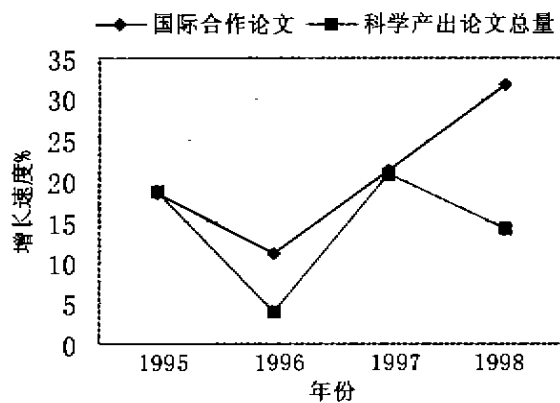


图1 国际合作论文增速与科学产出论文总量增速比较

从 SCI 收录的中国国际合作论文和科学论文总量的学科分布比较来看 (见图 2), 国际合作论文产出量有较大优势 (占 10% 以上) 的学科是: 物理学、医药卫生、化学、工程科学与技术、生物学, 科学论文总量有较大优势 (占 7% 以上) 的学科

1994—1998 年, 中国与 33 个国家 (地区) 合作研究产出的国际合作论文数年均增长 20.6%, 较 SCI 收录中国科学产出论文总量的年均增速 (14.5%) 高出 6 个百分点 (见图 1), 表明 90 年代以来, 我国基础研究的国际合作正在以较快的速度发展, 这一发展态势必将有助于推动我国基础研究有更多的领域进入国际前沿, 同时也有助于提高我国基础研究的整体水平和增强参与国际科学前沿竞争的能力。

从各年度增长来看, 1998 年国际合作论文数量增长最为突出, 是 1994 年的 2.1 倍, 增速高达 31.7%, 从各学科领域国际合作论文的年均增速来看, 农林科学、化学、医药卫生处于前三位 (29~26%), 其次是数学、工程科学与技术、生物学、物理学、天文学和环境科学 (21~16%), 地学与空间科学的增速较不明显 (8%), 这一特征表明, 90 年代中期以来, 在我国, 倾向应用基础研究的学科领域 (如农林、化学、医药、生物、工程) 的国际合作正在得到显著的加强; 倾向基础研究的学科领域 (如数学、物理、天文) 的国际合作在稳健发展; 而地学与空间科学领域国际合作论文增速较低, 从一个侧面反映出我国大科学国际合作研究相对滞后, 今后应重点予以扶持。

是: 物理学、化学、工程科学与技术、医药卫生、生物学, 可见两者之间有很强的关联度, 即, 科学论文总量有较大优势的学科, 其国际合作论文也具有较大的优势, 两者互为推动; 国际合作论文比例大于科学论文比例的学科是: 医药卫生、生物学、

地学与空间科学、天文学、农林科学、环境科学,相比而言,物理学、化学、工程科学与技术并未表现出强烈的国际合作倾向,这与它们的科学产出总

量规模较大有直接关系。当然,要具体了解各学科参与国际合作的特点,还需要对各学科的国际合作依存度进行比较分析。

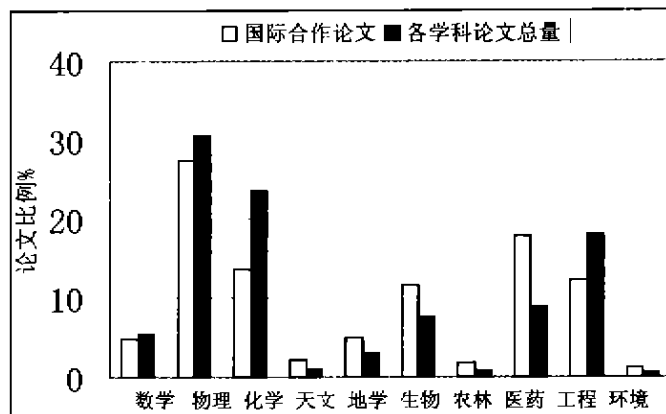


图 2 中国国际合作论文和科学论文总量的学科分布比较

3.2 各学科领域的国际合作依存度比较分析

国际合作依存度是以科学产出的国际化指标 (INI) 来进行测度的, 主要表征各学科领域参与国际合作的相对规模或对于国际合作的依赖程度。一般而言, 一个国家的科技实力越强, 其科学产出的规模就越大, 两者之间存在正相关关系。但是, 由于各国的科技体制、科技投入、科研传统以及科技交流的外部环境 (如地理、语言、文化等) 存在的差异, 导致各国科学产出的国际合作依存度也存在较大的差异。Frame 和 Carpenter 早在 70 年代末就揭示了国家科学产出规模与国际合作依存度之间一般呈现反比关系的现象^[4]。其原因主要是: 科技实力较弱、科学产出规模较小的国家的科学家, 由于科技资源的限制, 导致他们强烈需要参与国际科学共同体的合作, 尤其是注重参与发达国家的科技合作, 以提高自身的科研能力和水平; 而科技实力较强、科学产出规模较大的国家的科学家可以有效地利用本国丰富的科技资源并根据本国的发展需要来组织科研工作, 在国际合作中, 表现出较强的主动性和选择性, 其国际合作依存度一般保持在适度的范围内。当然, 今天的基础研究所面临的环境与需求已发生很大的变化, 国际化已成为基础研究的显著特征之一, 随之, 各国基础研究的国际合作依存度也在不断提高。

考察 90 年代中期以来中国基础研究各学科领域的国际合作依存度情况 (见表 1) 可知, (1) 中

国基础研究的国际合作依存度正在逐年提高, 国际化指标从 1994 年的 33.1% 提高到了 1998 年的 40.8%, 这一状况表明中国基础研究正在顺应国际化趋势, 国际合作的规模在不断扩大。从国际合作依存度的平均水平来看, 中国高达 36.0%, 高出世界平均水平 (20%) 16 个百分点, 表明进入国际前沿的中国基础研究对于国际合作的依赖程度较强。今后, 要发展成为科技强国, 在继续加强国际合作的同时, 应显著提高在国际学术期刊的中国自主研究科学论文产出总量, 使国际化指标趋于更合理的水平, 进而促使国家科学产出规模与国际科学合作形成良性的协调关系。(2) 各学科的国际合作依存度差异较大, 国际化指标较高的学科是: 农林科学 (74.3%)、医药卫生 (73.4%)、天文学 (68.2%)、环境科学 (65.2%)、地学与空间科学 (59.4%)、生物学 (54.9%), 其后依次是: 物理学 (32.2%)、数学 (31.9%)、工程科学与技术 (24.4%)、化学 (20.9%)。按文 [2] 研究结果表明, 各学科的国际合作依存度与学科的研究方向和研究类型密切相关。通常, 倾向基础研究的学科的国际合作依存度较高 (如地学与空间科学、天文学、物理学、数学、生物医学), 倾向应用基础研究的学科的国际合作依存度较低 (如生物学、临床医学、工程与技术), 化学界于两者之间。比较而言, 在我国, 物理学、数学、化学的国际合作依存度并未表现出较高的水平, 主要由于在这三个学科领域我

国自主研究产出的科学论文占主导地位所致,也从一个侧面反映出中国的物理、数学、化学的基础研究具有较强的实力;在我国,农林科学、医药卫生、环境科学、生物学的国际合作依存度相对偏高,表明这些学科对国际合作的依赖程度较大,今

后,继续加强这些学科的国际合作,迅速缩短与国际先进水平的差距是十分重要的,但同时,还应重视加强这些学科领域自主性的前沿性研究,以增强参与国际竞争的能力,促使各学科的国际合作依存度结构得到进一步优化。

表1 1994—1998年中国各学科领域的国际合作依存度比较

学科名称	科学产出的国际化指标 INI(%)					
	1994	1995	1996	1997	1998	平均
数学	18.7	28.3	49.4	33.1	36.2	31.9
物理学	27.3	28.1	31.0	32.2	40.4	32.2
化学	20.6	20.1	20.4	19.3	23.2	20.9
天文学	57.3	79.0	85.9	63.0	60.8	68.2
地学与空间科学	100.0	67.3	64.2	50.0	46.5	59.4
生物学	61.9	45.6	49.7	66.8	54.2	54.9
农林科学	57.4	86.7	80.7	92.5	60.8	74.3
医药卫生	72.9	61.4	63.6	74.8	87.6	73.4
工程科学与技术	20.4	23.3	24.4	24.3	27.9	24.4
环境科学	87.9	96.4	48.9	70.4	58.5	65.2
各学科总计	33.1	33.1	35.3	35.4	40.8	36.0

为进一步了解各学科参与国际合作的主导性和竞争优势特点,我们还分析了中国作者为第一作者的合作论文的学科分布情况(参见表2),结果表明,在国际合作中具有较大主导性的学科是:数学、天文学、物理学、化学(中国作者为第一作者的合作论文占合作论文总数的比例在40%以上);主导性一般的学科是:地球科学与空间科学、

生物学(中国作者为第一作者的合作论文占合作论文总数的比例在35%以上);主导性较弱的学科是:医药卫生、环境科学、工程科学与技术、农林科学(以参与他国主持的合作研究为主),这一结果与各学科的国际合作依存度的分析结论基本一致。

表2 1994—1998年各学科领域中国作者为第一作者的国际合作论文比率情况

学科	数学	物理学	化学	天文	地球科学	生物学	农林	医药	工程	环境
A	782	4308	2197	345	812	1857	303	2857	1947	197
B	536	1964	927	180	296	663	79	937	553	60
A/B(%)	68.5	45.6	42.2	52.3	36.5	35.7	26.1	32.8	28.4	30.3

注:A——各学科领域国际合作论文总篇数;B——各学科领域中国作者为第一作者的合作论文篇数;

A/B——中国作者为第一作者的合作论文占合作论文总数的比例。

3.3 中国基础研究国际合作伙伴的国别(地区)分布

表3 1994—1998年中国基础研究国际合作伙伴的国别(地区)分布

国别(地区)	国际合作关系指标(COI)	国际合作关联指标(AFI,%)	排序
美国	5167	24.6	1
日本	2439	11.6	2
德国	1806	8.6	3
香港特区	1634	7.8	4
英国	1503	7.2	5

续表3

国别(地区)	国际合作关系指标(COI)	国际合作关联指标(AFI,%)	排序
法国	996	4.7	6
加拿大	934	4.5	7
意大利	789	3.8	8
澳大利亚	603	2.9	9
韩国	497	2.4	10
荷兰	427	2.0	11
瑞典	415	2.0	12
瑞士	408	1.9	13
俄罗斯	369	1.8	14

续表 3

国别 (地区)	国际合作关系指标 (COI)	国际合作关联指标 (AFI, %)	排序
西班牙	356	1.7	15
台湾省	306	1.5	16
新加坡	294	1.4	17
奥地利	250	1.2	18
丹麦	231	1.1	19
印度	217	1.0	20
比利时	196	0.9	21
芬兰	173	0.8	22
希腊	157	0.7	23
巴西	151	0.7	24
匈牙利	135	0.6	25
保加利亚	104	0.5	26
挪威	90	0.4	27
波兰	80	0.4	28
以色列	74	0.4	29
新西兰	68	0.3	30
墨西哥	51	0.2	31
爱尔兰	33	0.2	32
埃及	22	0.1	33
总计	20975	100	

表 3 显示,1994—1998 年,中国基础研究国际合作伙伴的国别(地区)分布特点是:从区域布局看,中国基础研究国际合作伙伴主要分布在北美、西欧、亚洲、大洋州的发达国家及新兴工业国家或地区,而与东北欧、南美、中东等地区的国家的合作较为分散,所占份额也较小,这一格局具有

表 4 1994—1998 年,中国在各学科领域国际合作论文的主要国家(地区)分布

排序	数学	物理学	化学	天文	地球科学	生物学	农林	医药	工程	环境
	国家 % (地区)	国家 % (地区)	国家 % (地区)	国家 % (地区)	国家 % (地区)	国家 % (地区)	国家 % (地区)	国家 % (地区)	国家 % (地区)	国家 % (地区)
1	美国 28.6	美国 18.1	美国 22.5	美国 22.1	美国 29.2	美国 29.6	美国 33.8	美国 34.1	美国 22.5	美国 30.0
2	香港 12.4	德国 10.7	日本 18.4	德国 13.7	德国 9.6	日本 16.1	日本 17.5	日本 13.0	日本 14.3	日本 11.5
3	加拿大 9.8	日本 7.9	香港 9.9	法国 8.7	英国 9.5	英国 8.1	加拿大 12.4	英国 7.8	香港 10.8	香港 9.7
4	德国 7.7	香港 7.8	德国 9.2	英国 7.2	日本 9.4	德国 6.7	德国 7.3	香港 6.8	英国 9.6	加拿大 8.3
5	日本 6.1	英国 6.4	英国 6.0	日本 6.5	加拿大 8.0	香港 6.6	澳大利亚 6.7	法国 4.8	德国 8.2	新加坡 5.1
6	澳大利亚 5.7	意大利 6.1	加拿大 4.9	香港 4.3	法国 7.4	法国 4.9	英国 5.1	德国 4.6	加拿大 7.5	瑞典 4.6
7	英国 4.6	法国 5.0	意大利 4.6	荷兰 4.3	澳大利亚 6.9	加拿大 4.8	荷兰 3.5	澳大利亚 3.7	新加坡 3.2	德国 4.1
8	台湾 3.7	韩国 4.1	法国 4.3	意大利 4.1	俄罗斯 2.6	澳大利亚 3.5	法国 1.6	瑞典 3.3	澳大利亚 3.0	英国 3.7
9	法国 3.5	瑞士 3.4	新加坡 2.6	加拿大 3.6	香港 2.4	荷兰 2.7	香港 1.6	加拿大 2.6	法国 2.6	法国 3.7
10	意大利 2.7	西班牙 3.2	韩国 1.8	西班牙 3.2	意大利 1.7	瑞典 2.3	意大利 1.3	荷兰 2.2	韩国 2.5	澳大利亚 3.7
11	韩国 2.0	俄罗斯 2.8	俄罗斯 1.6	澳大利亚 2.1	荷兰 1.7	台湾 1.8	新西兰 1.3	意大利 2.0	意大利 2.1	意大利 2.8
12	比利时 1.8	加拿大 2.6	澳大利亚 1.4	瑞士 1.7	台湾 1.7	俄罗斯 1.5	印度 1.2	瑞士 1.8	瑞典 1.8	荷兰 2.8
13	新加坡 1.5	荷兰 2.3	西班牙 1.5	奥地利 1.7	瑞典 1.2	意大利 1.5	以色列 1.0	台湾 1.7	荷兰 1.7	台湾 0.9
14	芬兰 1.4	澳大利亚 1.8	瑞典 1.2	巴西 1.7	韩国 1.1	瑞士 1.3	台湾 0.6	韩国 1.7	俄罗斯 1.2	印度 0.9
15	瑞典 1.2	奥地利 1.8	奥地利 1.2	台湾 1.7	比利时 1.1	西班牙 1.0	比利时 0.6	丹麦 1.1	比利时 1.1	芬兰 0.9

表 4 显示,在各学科领域,与中国合作研究的重点伙伴(国际合作论文比率在 6% 以上)的国别(地区)分布情况如下:

一定的合理性,与当代基础研究科技资源和科技实力的世界布局状况直接相关。值得注意的是,中国与日本和亚洲四小龙一直保持较密切的合作研究关系,特别是中国内地与香港特区的合作研究发展迅猛,可见,历史、文化、地理等地缘因素在国际合作中仍发挥较强的作用。从世界范围看,美国是中国最重要的合作研究伙伴,这是由于美国在当今世界所处的科学中心地位所决定的;日本是中国的第二大合作伙伴。从前 10 名的合作伙伴看(国际合作关联指标的集中度高达 78.1%),中国在北美最主要的合作伙伴是美国和加拿大(占总量的 29.1%);在亚洲最主要的合作伙伴是日本、香港和韩国(占总量的 21.8%);在欧洲最主要的合作伙伴是德国、英国、法国、意大利(占总量的 24.3%);在大洋州最主要的合作伙伴是澳大利亚(占总量的 2.9%)。

尽管中国基础研究的国别(地区)分布现状有其自然形成的机制,但是,在今后制定基础研究国际合作的国别资助政策时,应充分考虑到已形成的合作关系特点,采取非平衡的合作策略,因势利导,进一步推动国际合作的发展是十分重要的。

3.4 各学科领域国际合作重点伙伴的国别(地区)分布

数学领域的重点合作伙伴是:美国、香港特区、加拿大、德国、日本。

物理学领域的重点合作伙伴是:美国、德国、

日本、香港、英国、意大利。

化学领域的重点合作伙伴是：美国、日本、香港特区、德国、法国。

天文领域的重点合作伙伴是：美国、德国、法国、英国、日本。

地学与空间科学领域的重点合作伙伴是：美国、德国、英国、日本、加拿大、法国、澳大利亚。

生物学领域的重点合作伙伴是：美国、日本、英国、德国、香港特区。

农林科学领域的重点合作伙伴是：美国、日本、加拿大、德国、澳大利亚。

医药卫生领域的重点合作伙伴是：美国、日本、英国、香港特区。

工程科学与技术领域的重点合作伙伴是：美国、日本、香港特区、英国、德国、加拿大。

环境科学领域的重点合作伙伴是：美国、日本、香港特区、加拿大。

3.5 中国与若干代表性国家(地区)合作研究的重点学科领域分布

这里,选择了具有代表性的17个国家或地区,分析了1994—1998年中国与各国(地区)合作研究论文的学科分布结构特征,尤其是关注中国与各国(地区)合作研究论文的重点学科领域分布,以为制定中国基础研究国际合作的国别(地区)学科资助政策提供决策依据。

表5 1994—1998年,中国与17个国家(地区)合作研究论文的学科分布
(按国际合作论文比率测度,%)

国家(地区)	数学	物理学	化学	天文	地球科学	生物学	农林	医药	工程	环境
美国	4.9	26.6	11.2	2.6	6.2	12.8	2.1	22.5	3.8	1.3
日本	2.2	24.3	19.1	1.6	4.1	14.5	2.3	17.9	12.9	1.0
德国	3.8	44.5	13.0	4.5	5.7	8.2	1.3	8.6	10.0	0.5
香港特区	6.7	35.9	15.3	1.6	1.6	8.8	0.3	13.9	14.6	1.3
英国	2.7	31.9	10.2	3.0	6.8	11.9	1.1	17.7	14.2	0.5
法国	3.1	38.2	11.0	5.2	8.0	10.9	0.5	16.4	5.9	0.8
加拿大	9.3	20.9	13.4	2.3	9.3	11.2	4.3	9.5	17.9	2.0
意大利	2.9	57.6	14.8	3.1	2.3	4.1	0.5	8.3	5.7	0.8
澳大利亚	8.2	22.8	6.0	2.0	12.2	12.6	3.5	20.4	10.9	1.3
韩国	3.5	61.9	9.2	0.6	2.4	3.5	0	7.5	11.2	0.2
荷兰	1.9	39.7	4.3	5.9	4.3	13.8	2.6	17.6	8.6	1.4
瑞典	2.5	32.0	7.3	2.3	3.3	12.5	0.3	27.3	10.0	2.5
瑞士	1.0	62.5	6.2	2.5	2.5	6.9	0.2	14.6	3.5	0
俄罗斯	1.6	56.9	11.2	1.9	7.6	9.0	0	4.6	7.1	0
台湾省	10.7	33.8	8.4	3.3	6.0	13.0	0.7	18.7	4.7	0.7
新加坡	4.5	30.7	23.0	0	0.7	4.9	0.3	8.0	24.0	3.8
印度	1.4	58.4	5.6	4.2	1.4	4.7	1.9	1.3	8.9	0.9

表5显示,中国与17个有代表性的国家(地区)合作研究的重点学科领域(国际合作论文比率在8%以上)的分布情况如下:

中、美合作研究的重点领域是:物理学、医药卫生、生物学、化学。

中、日合作研究的重点领域是:物理学、化学、医药卫生、生物学、工程科学与技术。

中、德合作研究的重点领域是:物理学、化学、工程科学与技术、医药卫生、生物学。

中国大陆与香港特区合作研究的重点领域是:物理学、化学、医药卫生、工程科学与技术、生

物学。

中、英合作研究的重点领域是:物理学、医药卫生、工程科学与技术、生物学、化学。

中、法合作研究的重点领域是:物理学、医药卫生、化学、生物学、地学与空间科学。

中、加合作研究的重点领域是:物理学、工程科学与技术、化学、生物学、医药卫生、地学与空间科学、数学。

中、意合作研究的重点领域是:物理学、化学、医药卫生。

中、澳合作研究的重点领域是:物理学、医药

卫生、生物学、地学与空间科学、工程科学与技术、数学。

中、韩合作研究的重点领域是:物理学、工程科学与技术、化学。

中、荷合作研究的重点领域是:物理学、医药卫生、生物学、工程科学与技术。

中国、瑞典合作研究重点领域是:物理学、医药卫生、生物学、工程科学与技术。

中国、瑞士合作研究重点领域是:物理学、医药卫生。

中、俄合作研究的重点领域是:物理学、化学、生物学。

中国大陆与台湾省合作研究的重点领域是:物理学、医药卫生、生物学、数学、化学。

中国、新加坡合作研究的重点领域是:物理学、工程科学与技术、化学、医药卫生。

中、印合作研究的重点领域是:物理学、工程科学与技术。

基于国际合作研究重点领域倾向“强—强”合

作的模式,上述情况反映出我国在物理学领域的国际合作占有绝对比较优势;在化学、医药卫生、生物学、工程科学领域的国际合作具有相对比较优势;而在地学与空间科学、环境科学和农林科学领域的国际合作处于相对劣势;因数学、天文学是研究规模较小的学科,其国际合作论文所占比率一般较小是合理的。今后,应注重鼓励和支持我国科学家更多地参加环境和资源领域的国际合作,尤其是要加大政府对涉及全球性问题国际大科学研究计划的投入强度和宏观调控力度,以扩大我国在地学与空间科学、环境科学等领域的国际合作规模。

3.6 参与国际合作研究的前 20 名中国重要科研机构

以科研机构名称为检索标识,以科研机构国际合作论文篇数为统计指标,表 6 列举了 1994—1998 年历年发表国际合作论文数在前 20 名的中国重要科研机构。

表 6 1994—1998 年,发表国际合作论文数在前 20 名的中国重要科研机构

排序	1994 年 机构名称	1995 年 机构名称	1996 年 机构名称	1997 年 机构名称	1998 年 机构名称
1	中国高等科技中心 (36)	中科院高能物理所 (49)	中科院高能物理所 (78)	中科院高能物理所 (65)	中科院高能物理所 (96)
2	中科院物理所 (30)	南京大学物理系 (44)	南京大学物理系 (60)	中科院物理所 (62)	中国高等科技中心 (61)
3	南京大学物理系 (19)	中科院物理所 (43)	中国高等科技中心 (58)	南京大学物理系 (61)	中科院物理所 (53)
4	中科院高能物理所 (19)	中国高等科技中心 (35)	中科院物理所 (50)	中国高等科技中心 (55)	北京大学物理系 (44)
5	复旦大学物理系 (18)	复旦大学物理系 (28)	北京大学物理系 (24)	南京大学固体微结构室 (54)	南京大学物理系 (30)
6	中科院理论物理所 (15)	北京大学物理系 (24)	中科院理论物理所 (23)	复旦大学物理系 (36)	复旦大学物理系 (29)
7	中科院化学所 (15)	中科院理论物理所 (24)	复旦大学物理系 (21)	中科院理论物理所 (35)	清华大学物理系 (27)
8	厦门大学化学系 (11)	中科院化学所 (19)	南京大学固体微结构室 (21)	北京大学物理系 (28)	中科院理论物理所 (25)
9	北京大学物理系 (11)	中科院北京天文台 (17)	中科院北京天文台 (19)	中科院上海金属所 (23)	北京大学化学系 (24)
10	中科院脊椎古生物与古人类所 (10)	南京大学固体微结构实验室 (17)	清华大学化学系 (17)	中科院北京天文台 (21)	中科院北京天文台 (22)
11	中国预防医学研究院 (10)	中国科技大学 (14)	中科院化学所 (17)	清华大学物理系 (21)	清华大学化学系 (21)

续表6

排 序	1994年 机构名称	1995年 机构名称	1996年 机构名称	1997年 机构名称	1998年 机构名称
12	中科院电子显微镜实 验室(10)	中科院电子显微镜实 验室(14)	清华大学工程力学系 (15)	吉林大学化学系(21)	北京原子能研究院 (18)
13	北京师范大学物理系 (8)	清华大学物理系(13)	南京大学天文系(14)	北京大学化学系(18)	南开大学化学系(17)
14	南京大学固体微结构 实验室(8)	吉林大学(12)	厦门大学化学系(13)	南京大学化学系(15)	吉林大学化学系(17)
15	中国科技大学基础物 理中心(7)	中科院半导体所(11)	复旦大学数学所(12)	中科院凝聚态物理研 究中心(15)	清华大学材料工程系 (17)
16	北京大学化学系(7)	复旦大学数学系(10)	中山大学物理系(11)	清华大学工程力学系 (15)	南京大学聚合化学实 验室(15)
17	清华大学工程力学系 (7)	复旦大学冰川实验室 (10)	中科院上海光机所 (11)	中科院半导体所(15)	北京大学技术物理系 (15)
18	上海原子核研究院 (7)	厦门大学化学系(9)	吉林大学化学系(11)	中科院光化学所(14)	厦门大学化学系(15)
19	中科院半导体所(6)	中山大学物理系(9)	中科院古脊椎生物所 (11)	清华大学材料工程系 (14)	中科院大连化物所 (14)
20	南京大学天文系(6)	中科院数学物理中心 (9)	清华大学物理系(11)	中山大学物理系(14)	中山大学物理系(13)

注 机构名称后括号内的数字为国际合作论文篇数。

从发表国际合作论文数在前20名的中国科研机构的部门分布来看,独立科研院所的国际合作论文比率占53.2%,并高度集中在中科院系统;高校系统的国际合作论文比率占46.8%,主要集中在少数重点大学,上述机构排序可为我国确立基础研究国际合作的重点基地提供参考。

4 结束语

(1)90年代以来,中国基础研究国际合作发展一直保持较快的增长速度,其中一些倾向应用基础研究的学科领域(如农林、化学、医药、生物、工程)的国际合作得到了显著的加强,倾向基础研究的学科领域(如数学、物理、天文)的国际合作在稳健发展;而以地学与空间科学领域为代表的大科学国际合作研究相对滞后。

(2)中国基础研究的国际合作依存度在不断提高,但是,各学科领域的国际合作依存度结构不尽合理,主要表现为农林科学、医药卫生、环境科学、生物学的国际合作依存度相对偏高,对国际合作的依赖程度增大,其中医药卫生、环境、农林科学在国际合作中的主导性也偏弱,今后,应重视加

强这些学科领域自主性的前沿性研究,有效增强参与国际竞争的能力,促使各学科的国际合作依存度结构得到进一步优化。

(3)从国际合作伙伴的国别分布来看,中国基础研究的国际合作已形成多元化、全方位的格局,与美、日、欧等发达国家和地区的合作成为主流,同时,与亚洲新兴工业国家和地区的合作趋于加强,这一格局将有利于合理利用世界范围的科技资源,推动中国基础研究的发展。

(4)从与各国合作研究的重点学科领域分布来看,我国在物理学领域的国际合作占有绝对比较优势;在化学、医药卫生、生物学、工程科学领域的国际合作具有相对比较优势;而在地学与空间科学、环境科学和农林科学领域的国际合作处于相对劣势。

今后,在制定基础研究国际合作规划中,应注重针对不同国家的学科布局特点,采取不同的合作策略(如强—强合作、弱—强合作、多边合作等),以寻求在国际合作中获得最大的收益。在我国有研究优势的和有自然资源特色的领域,应大力支持以我为主的合作项目,以占据主动;在我国有一定的人才优势但研究水平相对落后的领域,

应鼓励我国科学家积极参与国际合作交流,充分利用国外先进的技术、信息和设备,以提高自身的能力和水平;在涉及全球性科学问题的国际合作研究计划以及耗资巨大的大科学工程上,政府应

加大投入强度与宏观调控的力度,支持我国科学家加入到国际科学前沿俱乐部,以推动我国基础研究有更多的领域进入国际前沿,提高我国在大科学领域的研究水平和竞争实力。

参 考 文 献:

- [1] 刘云等. 基础学科国际科学合作的重要模式[J]. 科学学研究, 1996, 14(1): 37-42
- [2] 刘云, 朱东华. 基础学科国际合作特征的科学计量分析[J]. 科学学研究, 1997, 15(1): 34-38
- [3] Beaver D, Rosen R. Studies in scientific collaboration; Part I, The professional origins of scientific co-authorship[J]. *Scientometrics*, 1978, 1: 65-84
- [4] Frame J D, Carpenter M P. International research collaboration[J]. *Social Studies of Science*, 1979, 9: 481-497
- [5] Luukkonen Terttu, et al. Understanding patterns of international scientific collaboration [J]. *Science, Technology, and Human Values*, 1992, 17(1): 101-126
- [6] Leclerc M, Gagne T. International scientific cooperation: The continentalization of science [J]. *Scientometrics*, 1994, 31(3): 261-292
- [7] Elalami J, et al. International scientific collaboration in Arab countries [J]. *Scientometrics*, 1992, 23(1): 249-263
- [8] Michel H, et al. Scientific cooperation between Canada and the European Community [J]. *Science and Public Policy*, 1992, 19(1): 15-24
- [9] Okubo Y, Miquel J F. International scientific collaboration of Japan co-authorship analysis [J]. *Journal of Science Policy and Research Management*, 1992, 6(4): 1-16
- [10] Miquel J F, Okubo Y. Structure of international collaboration in science: Comparisons of profiles in countries using a link indicator [J]. *Scientometrics*, 1994, 29(2): 271-297
- [11] Narin F, Whitlow E S. Measurement of scientific cooperation and authorship in CEC-related areas of science [R]. Brussels: Commission of the European Communities CEUR 12900EN, 1990
- [12] Okubo Y. An overview of bibliometric methods and their use in description of internationalization of science [R]. OECD, 1990
- [13] National Science Foundation. Science and Engineering Indicators [R]. Washington, D C: U. S. Government Printing Office, 1997
- [14] Miquel J F, etc. Micro-evaluation on International programme [J]. *La Recherche*, 1989, 20: 116
- [15] 中国科技信息研究所. 中国科技论文统计与分析 [R]. 北京: 中国科技信息研究所分析中心, 1994-1998

Scientometrical measurement and evaluation on international collaboration of basic research in China

LIU Yun¹, CHANG Qing²

1. Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009, China;

2. National Natural Science Foundation of China, Beijing 100083, China

Abstract: On the basis of Science Citation Index, we have established the data base and its statistics system about international co-authored articles between China and 33 countries. Adopting the normative scientometrics indicators of international scientific collaboration, we have systemically measured and evaluated the current situation of international collaboration of Chinese basic research from six aspects. It is that in-

ternational co-authored articles increase and their disciplines distribution, comparison internationalization degree among the disciplines' output, country's distribution of important international collaboration partners, disciplines distribution of cooperation study between China and some representative countries, Chinese important institutions participating in international cooperation study. This study's conclusion has been applied in constituting the five years plan of international collaboration of Chinese basic research.

Key words: basic research; international collaboration; scientometrical measurement

本刊 2000 年度论文评审特聘专家名单 (排名不分先后)

张朋柱	李 垣	郭亚军	唐小我	王延章	王众托	刘国新	王意冈	于景元
刘 鲁	黄小原	芮明杰	陈文伟	陈 收	胡祥培	陈 安	席酉民	郑绍濂
陈荣秋	徐伟宣	朱运法	夏绍玮	夏国平	方卫国	张景增	郑易生	张顺明
关 伟	朱世武	潘承烈	陈锡康	金碧辉	乌家培	荣莉莉	胡运权	陈宗胜
武春友	王刊良	梁 梁	武义清	潘群儒	党延忠	韩崇昭	宋学锋	何建敏
达庆利	王先甲	汤云为	周 敏	李怀祖	王迎军	詹原瑞	张 维	唐万生
杜 纲	李光泉	张世英	王春峰	顾培亮	李建武	彭 赓	涂攀生	洪剑峭
陈国青	赵瑞清	王丹力	薛新伟	车宏生	李泊溪	周 泓	官建成	张 宁
汪寿阳	黄京华	周寄中	刘建一	陈 剑	顾新一	姜丽红	骆品亮	黄丽华
陈晓红	盛昭瀚	杨德礼	黄梯云	邓贵仕	潘德惠	孙林岩	仲伟俊	张维明
李雪松	王 喆	和金生	马寿峰					

以上专家为本刊论文评审工作做出了重要贡献,特向他们表示深深谢意!

《管理科学学报》编辑部