

· 科学论坛 ·

中国国际合作论文的科学计量学研究

贺天伟

(吉林大学生命科学学院, 长春 130012)

[摘要] 采用科学计量学的方法,对近十年来中国被 Science Citation Index Expanded(SCIE)收录的国际合作论文产出情况进行了研究,并以 2006 年数据为重点,分别对中国国际合作的合作伙伴、合作领域和合作影响进行了定量分析。

[关键词] 中国科学,国际合作,SCI,科学计量学

1 引言

近年来在基础研究领域,中国发表的国际论文数增长迅猛,2006 年已超过英国成为世界第二论文产出国,位列美国之后^[1]。基础研究是以认识自然现象和揭示客观规律为主要任务,是全人类的共同知识财富,这些特点决定了基础研究具有国际性,因此各国科学家应相互合作,共同面对科学的挑战。合作研究是当代基础研究的一个显著特征,根据美国《科学与工程指标》的报道,全世界多作者合作、国内合作和国际合作论文占世界论文总数的比率多年来一直都呈现增长的趋势^[2],表明合作正成为一种潮流。科学家通过合作可以实现知识与技能的分享与传递,了解最新科学前沿,产生新的学术思想,节约学术资源,提高学术竞争力等^[3]。随着新理论和新技术的出现,现代科学已向综合化和复杂化发展,不同学科相互交叉和渗透,为科学合作提出了客观需求,特别是一些重大科学问题和全球性问题,更需要通过国际合作的方式加以解决。

早期的研究发现,国际合作在不同学科表现不同,基础领域国际合作水平较高和科学产出较高的国家国际合作比率较小,地理、语言和政治因素在促进国际合作方面扮演着重要角色^[4]。Schubert 等^[5]认为小国具有较高的国际合作比率是由于那些大国的科学家能够更容易地在自己的国家找到合作的伙伴,而小国更倾向于通过国际合作来寻求合作伙伴。Luukkonen 等^[6]对世界上包括中国在内的 30 个主

要国家的国际合作论文进行了分析,并以几个国家为例对其国际合作模式进行了定量评价。针对中国国际合作情况,一些学者分别从不同的角度进行了考察,刘云等^[7]对中国与 33 个主要国家或地区的国际合作情况进行了系统研究,相关研究结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;郭继军等^[8]也曾对 10 年前中国国际合作的时间分布和学科分布进行了研究;袁军鹏等^[9]从合作主导地位的角度分析了中国与几个主要合作伙伴的合作关系,认为中国今后需加强在国际合作中的组织协调能力;马峥等^[10]应用 SCI 的分类系统对中国国际合作论文的学科分布情况进行了研究,并结合 h 指数探讨了不同学科的引文行为;还有一些主要是开展中国针对特定国家国际合作模式的研究,为我们了解与这些国家国际合作的动态提供了翔实的依据^[11-14]。本文将结合最新数据,对中国国际合作的模式进行定量研究。

2 数据来源及方法

据中国科技信息研究所的统计,中国的国际合作论文主要发表在国际期刊上^[15],因此本研究所用的数据取自 Web of Science(WOS)中的 Science Citation Index Expanded(SCIE),该数据库由 Institute for Scientific Information(ISI)编制,数据每周更新。这里所说的中国国际合作论文是指论文作者的地址中包含中国(不包括我国台湾地区)及其他国家,文献类型只考虑了 Article, Letter 和 Review 3

本文于 2009 年 1 月 19 日收到。

种类型,因为在自然科学领域其他类型论文不能称为完整的论文。在计算合作国家或地区分布时采用整数计算的方法,即如果一篇中国国际合作论文包含与多个国家合作,则中国与相应国家合作频次各计1次。引证频次截止时间为2008年12月13日。论文的所属学科划分采用按期刊分类的办法,并结合 Glänzel 和 Schubert 的领域划分^[16],将每一篇论文唯一地划分到以下12个领域之中:

- 农业与环境(AGRI);
- 普通生物学(BIOL);
- 生物科学(BIOS);
- 生物医学研究(BIOM);
- 临床与实验医学(CLIN);
- 神经与行为科学(NEUR);
- 化学(CHEM);
- 物理学(PHYS);
- 地球与空间科学(GEOS);
- 工程(ENGN);
- 数学(MATH);
- 多学科(MULT).

3 研究结果

3.1 合作产出

在1998—2007年间,中国国际合作论文数量增长较快,从1998年的4264篇增长为2007年的16527篇,10年间国际合作论文产出合计为102686篇,而同时期中国论文产出也由1998年的18644篇增长为2007年的89396篇,10年间中国论文产出合计为460830篇,中国国际合作论文约占全部论文的22.28%。图1给出了中国论文和国际合作论文按时间的分布情况,图中曲线是经过指数拟合后的曲线,通过比较 R^2 ,可以看出曲线拟合非常理想,这表明在中国论文产出呈现指数增长的同时,国际合作论文产出也同样呈现了指数增长,Jin等通过对WOS的考察也观测到了相似的现象^[17]。

为了更清晰地比较中国论文和国际合作论文的增长情况,这里给出了中国论文与国际合作论文产出的回归函数:

$$Y = ae^{bx}$$

这里年份为1时表示的是1998年的情况,依次类推,可以反映相应的10年情况。通过比较 b 值的大小,可以看出中国论文增长速度要高于国际合作论文增长的速度。Zhou等曾对世界上主要国家的科学产出进行了考察^[1,18],发现西方发达国家的科

学产出占世界出版物的比率变化并不明显,甚至美国还出现了下降的趋势,虽然韩国也呈现增长趋势,但是线性增长,而惟独中国是呈现了指数增长,同时美国《科学与工程指标》显示世界范围内国际合作增长趋势也是线性的^[2],因此中国国际合作论文指数增长的主要动力是来自于中国科学的快速发展。

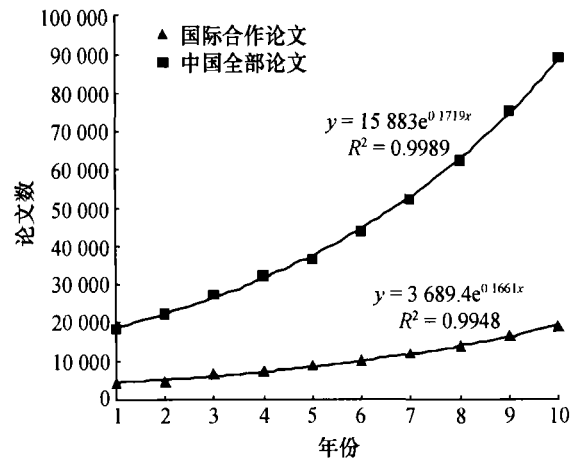


图1 中国及其国际合作论文的时间分布(1998—2007年)

3.2 合作伙伴

国家间的科学合作动因十分复杂,可能涉及文化、语言、地理位置、政治、经济和科技发展水平等因素,不同的国家国际合作战略也不同。国家自然科学基金委员会作为我国支持基础研究的重要部门,在推动中国基础研究开展国际合作方面起到了重要作用,设立了国际合作专项基金,并先后与36个国家或地区的政府机构、基金会和学术组织签署了66项国际合作协议,以支持中国科学家开展广泛的国际合作。2006年中国与除南极洲外的6大洲的124个国家或地区发生了国际(地区)合作,共发表国际合作论文16527篇,按占总合作频次百分比排序分别是北美洲占35.45%,欧洲占33.83%,亚洲占23.27%,大洋洲占5.41%,南美洲占1.56%,非洲占0.46%,其中,在北美洲主要合作对象是美国和加拿大,在欧洲主要合作对象是西欧,在亚洲主要合作对象是日本、新加坡、韩国和我国台湾,在大洋洲主要合作对象是澳大利亚和新西兰,在非洲主要合作对象是埃及、尼日利亚、肯尼亚和喀麦隆。在亚洲,2006年新加坡的论文总产出远远低于印度、韩国和我国台湾,但确是中国在亚洲的第二合作伙伴,金碧辉等对中国与美国等8个合作最多国家发表的国际合作论文分析表明,海外华人学者在这些国际合作论文中发挥着桥梁作用,被称为“华人现象”^[19],在新加坡人口中华人占了绝大多数,这也可能是新加坡之所以成为中国在亚洲的第二合作伙伴

的重要原因。我国台湾地区虽然是中国大陆学者在亚洲的第四合作伙伴,考虑到地理位置接近,两岸人民同宗同祖,文化一脉相承,而且科学产出也远大于新加坡等因素,理应有更紧密的合作,现实中两岸合作关系相对滞后,其中政治因素应是主要原因。

图 2 给出了 2006 年中国与 124 个国家或地区国际合作的网络结构图,网络中的节点代表国家或地区,节点的大小与合作频次有关,即合作频次越高节点的半径越大。图中的 124 个节点都与中国节点相连,表明这些国家都与中国发生了国际合作;除

中国节点外的其他两节点相连,则表明这两个国家或地区在与中国发生国际合作的同时也发生了国际合作。在所有与中国发生国际合作的国家和地区中,按合作频次排序前 10 个国家或地区分别是美国、日本、英国、德国、加拿大、澳大利亚、法国、新加坡、韩国和我国台湾,中国与这 10 个国家或地区的国际合作频次为 17 085 次,占全部国际合作频次 22 186 次的 77.01%,如果按国际合作论文数计,中国与这 10 个国家或地区的国际合作论文数是 14 478 篇,占全部国际合作论文 16 527 篇的 87.60%。

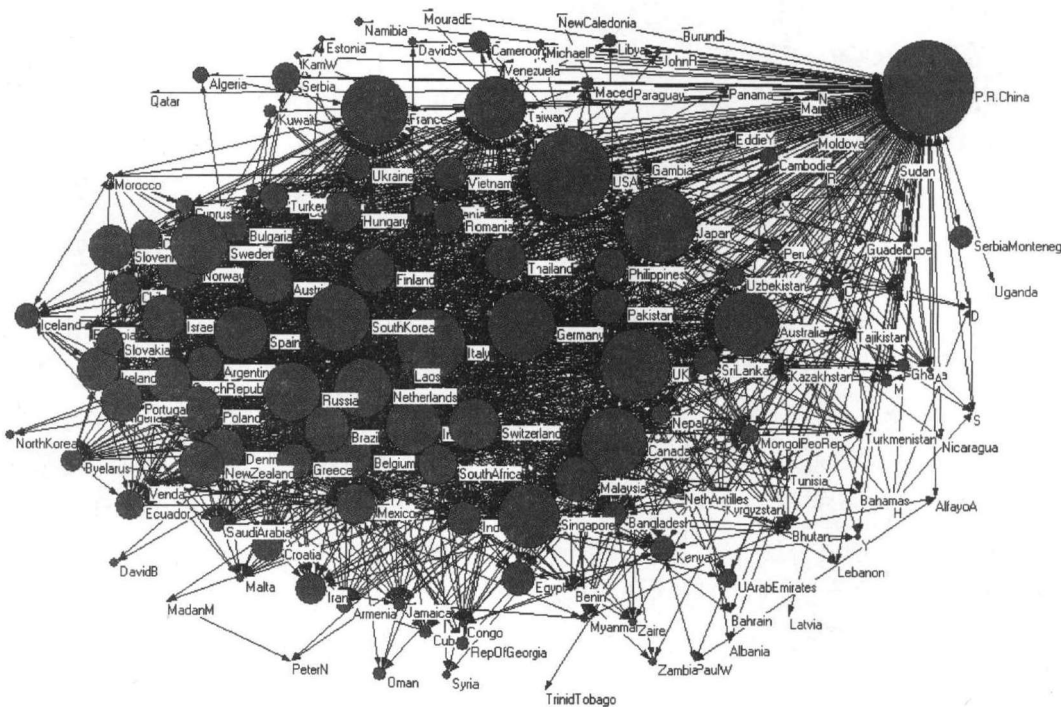


图 2 由中国国际合作论文构成的合作网络(2006 年)

3.3 合作领域

人类认识自然规律的过程是与前期知识积累的程度和探索手段密切相关,不同学科领域的发育程度差异明显,使得科学作为一个整体具有发展不均衡性,主要表现在不同学科领域的研究规模、资金投入和产出模式等各不相同。2006 年中国发表的论文总数为 75 483 篇,其中含国际合作论文 16 527 篇,图 3 给出了这些论文的领域分布情况。可以看出中国发表的论文中化学领域论文占总论文的比率最高,遥遥领先于其他领域,其次是物理学领域,工程领域居第 3 位,但物理学领域与工程领域差别很小,所占比率最低的三个领域分别是神经与行为科学领域、多学科领域和生物医学研究领域。Glänzel 等把这种在化学和物理学领域非常活跃而在生命科学领域不太活跃的科学产出模式称为“前社会主义国家、经济转型国家和中国的典型发展模式”^[20]。而在中国国际合作论文

中虽然化学领域论文占合作论文的比率最高,但遥遥领先的优势已不存在,工程领域已明显超过物理学领域,跃居第二位,物理学处于第三位。与各领域占中国论文的比率相比,在国际合作论文中各领域所占的比率除化学和物理学领域外,其他领域都有增长。

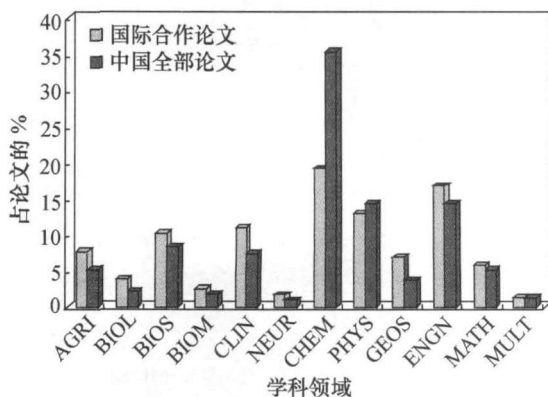


图 3 中国及其国际合作论文的学科分布(2006 年)

为了研究在各学科领域里中国国际合作水平的差异,这里使用了国际合作指标(International Collaborative Index, ICI)。ICI是由国际化指标(Internationalization Index)改进而来,国际化指标是指某学科国际合作论文占该学科论文总数的比率^[21]。ICI是一个相对指标,它能够消除由于学科规模而产生的绝对产出影响。在本研究中,ICI定义如下:

$$ICI = \frac{\text{给定领域中国国际合作论文数占中国全部国际合作论文数的比率}}{\text{给定领域中国论文数占中国全部论文数的比率}}$$

$ICI=1$,表明在给定的领域里中国国际合作平均水平与中国在全部领域里的国际合作平均水平相当; $ICI>1$,表明高于中国国际合作平均水平; $ICI<1$,表明低于中国国际合作平均水平。

图4给出了中国国际合作论文国际合作指标的学科分布情况。可以看出在地球与空间科学、普通生物学、神经与行为科学、临床与实验医学、农业与环境、生物医学研究、生物科学、工程、数学和多学科领域里国际合作平均水平均高于全国的平均合作水平,在化学和物理学领域里国际合作平均水平低于全国的平均合作水平,其中在地球与空间科学领域呈现了最活跃的国际合作状态,而在中国科学产出最多的化学领域则国际合作最不活跃。结合图3可以发现,中国国际合作表现为科学产出规模越大的领域国际合作越不活跃的趋势。地球与空间科学研究往往具有极大的时间尺度和空间尺度,这些特点决定了地球与空间科学具有全球性,这类课题往往具有大科学特征,即需要昂贵的研究设备、巨额的研究资金和多学科人员进行交叉研究,同时地球科学又具有区域性,一些稀有资源只分布在特定的国家或地区,这些因素都为国际合作创造了客观条件,这可能也是中国在地球与空间科学领域国际合作最活

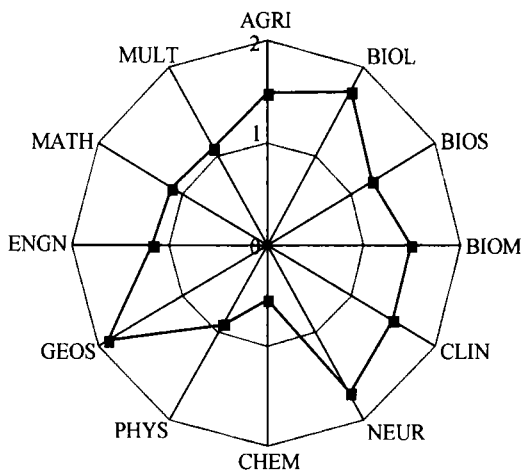


图4 中国国际合作论文国际合作指标的学科分布(2006年)

跃的主要原因。

3.4 合作影响

在科学计量学领域,引文率是测量科学研究影响力的重要指标,常被用来表征文献的影响力(或质量)水平,如果论文的引文率越高,则意味着文献的影响力越大。科学计量学的先驱普莱斯(Price D. de. S.)认为科学论文在发表两年后能达到引文率的最大值,ISI在计算影响因子(Impact Factor, IF)时也是采用了两年的引文窗口,然而,并不是所有学科的论文都是在发表两年后达到引文率的峰值,因此两年的引文窗口并不是对所有学科测度引文率峰值的最好年限^[22],现实中为了进行引文率比较,一般都采用两年的引文窗口,本研究采用了近似两年的引文窗口。由于学科领域不同,其文献的引文习惯差异显著,以及SCI对不同学科领域期刊收录的差异,造成各学科领域文献引文率没有可比性,因此这里通过计算中国国际合作在不同学科领域的相对引文影响(Relative Citation Impact, RCI),来评估中国国际合作在不同学科领域的合作质量。RCI是指一个区域或国家出版物引文数占世界引文数的份额与这个区域或国家出版物数占世界出版物数的份额的比值,RCI是基于世界出版物的引文情况来比较一个区域或国家出版物的质量^[23]。本研究中RCI定义如下:

$$RCI = \frac{\text{给定领域中国国际合作论文的平均引文率}}{\text{给定领域中国论文的平均引文率}}$$

$RCI=1$,表明在给定的领域里中国国际合作论文的平均质量与中国在该领域里论文的平均质量相当; $RCI>1$,表明高于中国论文的平均质量; $RCI<1$,表明低于中国论文的平均质量。

图5显示了中国国际合作论文在各学科领域里的相对引文影响。从图中可以看出无论在哪个学科领域,中国国际合作论文的平均质量均明显高于中国论文的平均质量,显示出国际合作能够提高中国科学家的研究水平。国际合作成果通常具有广阔的显示度和高的引证影响,特别是那些大科学计划的产出常常具有显著的引文率^[24]。一般来说,国际合作课题在技术和资源上都是一些能够发挥合作各方优势的项目,在内容上也是国际科学共同体感兴趣的话题,因此,国际合作成果不单水平较高,而且更容易获得国际同行的引文关注。中国国际合作的质量在不同学科领域里相对优势也略有不同,其相对优势排序分别为多学科、物理学、化学、生物科学、临床与实验医学、地球与空间科

学、普通生物学、工程、生物医学研究、神经与行为科学、农业与环境数学。其中在多学科领域合作质量明显要高于其他领域,这是由于中国在多学科领域3个最具重要影响力的期刊 *Nature*, *Science* 和 *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 上发表的论文主要是通过国际合作方式实现的,中国在这3个期刊上发表的论文中,国际合作占了90.24%。

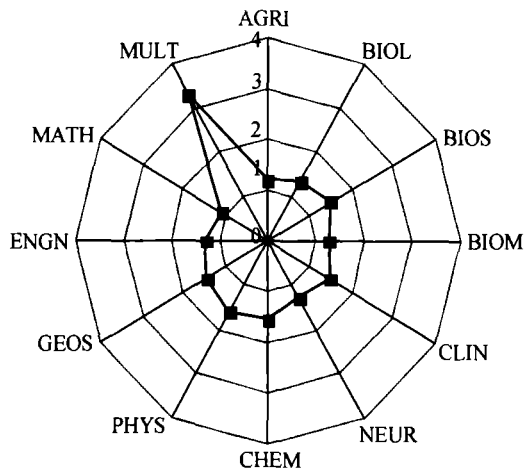


图5 中国国际合作论文各学科领域的相对影响力比较(2006年)

4 结论

通过对中国及其国际合作论文数量增长趋势的比较,可以发现两者都呈现了指数增长的态势,但中国国际合作论文的增长速度要慢于中国论文的增长速度,而且中国国际合作论文增长的动力主要来自中国科学的快速发展。中国国际合作的伙伴具有广泛性,但合作伙伴主要以西方发达国家为主,亚洲一些国家和地区也扮演着重要的角色。不同学科领域的国际合作状态不同,其中在地球与空间科学领域国际合作最活跃,中国科学家更倾向于在论文产出较少的领域开展国际合作,希望以此来提高自己的科学竞争力。通过国际合作,中国科学家的学术影响力得到了提高,中国科学家发表在多学科领域三个最具影响力期刊上的论文主要是通过国际合作实现的。

中国作为世界上最大的发展中国家,在社会发展的进程中还面临着许多迫切需要解决的问题,同时在科学发展水平上与世界先进国家还有很大差距,因此应通过开展多种形式的国际合作,利用国际相关资源,来提升中国基础研究的水平。在保持与西方发达国家合作为主的同时,应不断加深与亚洲国家或地区的合作,根据目前海峡两岸关系趋暖的现状,中国大陆应加强同我国台湾地区的合作,相信

随着两岸关系的逐步改善,中国大陆与我国台湾地区的合作必将会提高到一个新水平。

参 考 文 献

- [1] Zhou P, Leydesdorff L. China ranks second in scientific publications since 2006. *ISSI Newsletter*, 2008, 13:7-9.
- [2] National Science Board. *Science and Engineering Indicators 2008*. Arlington, VA: National Science Foundation, 2008.
- [3] Katz JS, Martin BR. What is research collaboration? *Research Policy*, 1997, 26(1):1-18.
- [4] Frame JD, Carpenter MP. International research collaboration. *Social Studies of Science*, 1979, 9(4):481-497.
- [5] Schubert A, Braun T. International collaboration in the sciences, 1981-1985. *Scientometrics*, 1990, 19(1-2):3-10.
- [6] Luukkonen T, Persson O, Sivertsen G. Understanding patterns of international scientific collaboration. *Science, Technology & Human Values*, 1992, 17(1):101-126.
- [7] 刘云, 常青. 中国基础研究国际合作的科学计量测度与评价. *管理科学学报*, 2001, 4(1):64-74.
- [8] 郭继军, 崔雷, 张晗等. 国家国际科技合作文献计量学分析. *情报学报*, 2000, 19(6):659-662.
- [9] 袁鹏, 薛澜. 主导与协同: 中国国际科技合作的模式和特征分析. *科学与科学技术管理*, 2007, 28(11):5-9.
- [10] 马峰, 苏成, 潘云涛等. 中国国际科技合著论文的学科分布差异. *科学学研究*, 2008, 26(1):66-69.
- [11] 金碧辉, Suttmeier RP, 张望等. 中美科学合作: 文献计量学分析. *山西大学学报(自然科学版)*, 2007, 30(2):295-302.
- [12] 郭永正, 梁立明. 国际科学合作结构的中印比较. *科学与科学技术管理*, 2007, 28(7):9-13.
- [13] 史豪杰, 朱文香, 吴广印. 从SCI合著论文角度看中法科技合作. *情报科学*, 2008, 26(6):876-881.
- [14] He TW. International scientific collaboration of China with G7 countries. *Scientometrics*, 2009, 81(1): forthcoming.
- [15] 中国科学技术信息研究所. 2007年度中国科技论文统计结果. 北京, 2008.
- [16] Glänzel W, Schubert A. A new classification scheme of science fields and subfields designed for scientometric evaluation purposes. *Scientometrics*, 2003, 56(3):357-367.
- [17] Jin BH, Rousseau R. China's quantitative expansion phase exponential growth but low impact. <http://hdl.handle.net/1942/876>. 2007年3月12日.
- [18] Zhou P, Leydesdorff L. The emergence of China as a leading nation in science. *Research Policy*, 2006, 35(1):83-104.
- [19] 金碧辉, 张望, 周秋菊等. 中国国际科学合作中的“华人现象”. *科学观察*, 2007, 2(6):20-27.
- [20] Glänzel W, Debackere K, Meyer M. “三极对垒”还是“四分天下”——中国在全球科技中的新角色. *科学观察*, 2007, 2(1):1-9.

(下转 99 页)

也因为取得上述成果,使课题负责人在国际虾类研究中拥有了一定的学术地位,与国际同行建立了密切的联系,从而多次受同行邀请赴法国、日本、澳大利亚、美国、新加坡等国家访问和合作研究,在国际合作中查对研究了采于世界各大海区特别是印度-西太平洋海域的大量虾类标本,更清楚地了解了世界虾类的分布和动物地理学特点和我国海域虾类区系在世界虾类区系中的地位。这为今后更加深入地研究我国海洋虾类甚至整个甲壳动物亚门的种类、分布和动物地理学特点奠定了坚实基础。

分类学虽是一门古老的学科,但国家自然科学基金资助项目在新分类单元的发现、新系统发育关系的重建、分子系统学等新理论新方法的提出和应用、新的动物地理学特点的提出、新分类系统的建立诸方面产出了大量高水平的研究成果,也带动和促进了生物工程、遗传育种、水产养殖、生态学、生物多样性保护、外来种研究、生物资源调查等生物学其他

分支学科的发展。

现代生物分类学从18世纪林奈发表《自然系统》(*Systema Naturae*)并提出双名法命名系统开始,至今已有200多年的历史,是现代生物学所有其他分支学科的基础,在现代自然科学的发展历史中拥有极为重要的地位。

目前我国的海洋生物分类学研究力量还十分薄弱,前景不容乐观。21世纪海洋资源的开发是我国的战略发展方向,海洋生物资源的开发应用和生物环境的保护研究越来越受到国家和地方政府的重视,海洋生态学也已成为“十一五”海洋科学研究的重点发展领域^[1],而这均需要海洋生物分类学的支撑。国家自然科学基金对海洋生物分类学的支持尤显重要。

参 考 文 献

- [1] 任建国. 我国海洋科学“十一五”发展战略与优先资助领域. 中国科学基金, 2007, 21(1): 7-13.

NATURAL SCIENCE FOUNDATION PROMOTING CHINESE MODERN BIOLOGY TAXONOMY —CASE STUDY ON MARINE SHRIMP TAXONOMY

Fang Yudong Li Xingzheng

(1 National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085; 2 Institute of Oceanology, CAS, Qingdao 266071)

Key words science foundation, taxonomy, marine shrimp

(上接 97 页)

- [21] Garg KC, Padhi P. A study of collaboration in laser science and technology. *Scientometrics*, 2001, 51(2): 415-427.
- [22] Moed HF, Van Leeuwen TN, Reedijk J. A new classification system to describe the ageing of scientific journals and their impact factors. *Journal of Documentation*, 1998, 54(4): 387-419.

- [23] May RM. The scientific wealth of nations. *Science*, 1997, 275: 793-796.
- [24] Glänzel W, de Lange C. A distributional approach to multi-nationality measures of international scientific collaboration. *Scientometrics*, 2002, 54(1): 75-89.

SCIENTOMETRIC INDICATIONS OF CHINESE SCI PAPERS WITH INTERNATIONAL COLLABORATION

He Tianwei

(College of Life Sciences, Jilin University, Changchun 130012)

Abstract Using scientometric method, the author analyzed the productivity of international collaboration based on the last ten years Chinese publications cited in Science Citation Index Expanded (SCIE). The China international collaboration partners, collaboration fields, and collaboration impact were quantitatively analyzed using the data of 2006 as the main focal point.

Key words Chinese science, international collaboration, SCI, scientometric