

· 科学论坛 ·

# 我国参与国际大科学研究的现状及对策

孙 键<sup>1</sup> 陈 奎<sup>2</sup> 刘 云<sup>2</sup>

(1 重庆大学, 重庆 400001; 2 北京理工大学管理与经济学院, 北京 100081)

**[摘要]** 本文阐述了大科学的特点及目前国际大科学研究的发展形势,分析了我国参与国际大科学研究的现状,以及一些主要国家和地区的大科学国际合作政策,最后针对我国参与国际大科学研究计划存在的问题提出了若干政策建议。

**[关键词]** 大科学研究计划, 国际合作, 发展对策

## 1 引言

20世纪下半叶以来,“大科学”研究方兴未艾,因其蕴含着巨大的战略意义,能够带来意想不到的经济、科技及军事利益,目前已成为世界许多国家科技发展战略的重要组成部分,受到越来越多的重视。

目前,关于“大科学”(Big Science, Mega-science, Large-scale Science)一词还没有权威的定義,一般就其研究特点来看,主要表现为:投资强度大、多学科交叉、需要昂贵且复杂的实验设备、研究目标宏大、参与人数众多等。根据大型装置和项目目标的特点,大科学研究分为两类:第一类是需要巨额投资建造、运行和维护大型研究设施的“工程式”的大科学研究,又称“大科学工程”或“大科学装置”,如国际空间站计划、欧洲核子研究中心的大型强子对撞机计划(LHC)等;第二类是需要跨学科合作的大规模、大尺度的前沿性科学研究项目,通常是围绕一个总体研究目标,由众多科学家有组织、有分工、有协作、相对分散开展研究,如人类基因组研究、全球变化研究等属于这类“分布式”的大科学研究<sup>[1]</sup>。

随着科学技术不断的发展,科学研究已经进入大科学时代。基础研究在科学前沿全方位拓展以及在微观和宏观层面的深入发展,多学科的大规模交叉和相互渗透转移,科学研究的规模越来越大。许多科学问题的范围、规模、成本和复杂性远远超出一个国家的承受能力,科技的全球化趋势日益明显,必

须开展双边和多边的科技合作,参与国际大科学研究计划成为进入国际科学前沿和提高本国基础研究实力和水平的重要途径之一。

## 2 国际大科学研究的现状

目前国际大科学研究计划主要由发达国家牵头开展,主要集中在地学、生命科学、高能物理与核物理、核聚变、空间科学与空间天文学、空间物理学、地面天文学领域及全球变化计划等。

(1) 全球变化计划主要由四个相对独立又相辅相成的分计划组成:全球气候研究计划(WCRP)、国际地圈-生物圈计划(IGBP)、全球环境变化的人文因素计划(IHDP)和生物多样性计划(DIVERSITAS)。中国是全球变化国际研究计划的发起者之一,对WCRP和IGBP计划做出了重要贡献。在全球变化研究的19个核心计划中,中国参加了16个,占总数的84%。在核心计划的国际合作研究项目中,目前以我国为主的仅有3项,即北极-赤道-南极断面计划(PEP-II)项目负责;季风驱动生态系统概念的提出及其机理研究,并建立全球变化东亚区域研究中心(TEACOM);长期生态模拟项目研究。其余计划项目大多结合中国资源环境生态特点独立实施或参与国际合作。至于生物多样性计划,我国以独立研究为主,国际合作研究参与度较小。

(2) 地学领域,影响比较大的现在正在进行的主要有综合大洋钻探计划(IODP)、国际大陆科学钻探计划(ICDP)、全球地震网计划、南极科学钻探计

本文于2008年10月13日收到。

划(Cape Roberts)等。

综合大洋钻探计划(IODP)由国际大洋钻探计划(ODP)发展而来,2003年10月1日正式启动,由美国、欧洲和日本主导,中国于2004年加入该计划并成立了中国IODP委员会,同时组建了中国IODP专家委员会和中国IODP办公室。

1996年,中、德、美三国正式签署备忘录,成为首批成员国并正式启动国际大陆科学钻探计划(ICDP),中国科学院院士许志琴任中国大陆科学钻探中心首席科学家。中国科学家提出并主持“大别超高压变质带”这一世界独一无二的、规模最大的、地壳构造运动折返地表最深的超高压变质带的折返机制的钻探项目,德国科学家参与合作。2001年8月4日,中国大陆科学钻探第一井正式在江苏省东海县毛北村开钻。

NSF牵头发起的全球地震网计划,中国地震局与美国地质调查局(USGS)及美国地震学联合研究(IRIS)共同支持了中国数字地震台网(CDSN)。

目前,中国尚未参与由NSF牵头的南极科学钻探计划(Cape Roberts)。

(3) 生命科学领域,开展的大科学研究主要有:极端环境下的生命计划、人类前沿科学计划、人与生物圈计划、植物基因研究计划、蛋白质数据银行计划、长期生态研究计划、全球生物多样性信息设施、人类基因组计划、跨部门太空脑科学实验计划、大规模生态研究网站、人类脑计划、人类肝脏蛋白质组计划、中医药国际科技合作计划等。目前中国尚未加入极端环境下的生命计划、人类前沿科学计划及跨部门太空脑科学实验计划。

1999年中国科学院遗传研究所人类基因组中心注册参与国际人类基因组计划,负责测定全部序列的1%,并于2003年提前高质量完成人类基因组计划中所承担的测序任务,表明中国在基因组学研究领域已达到国际先进水平。同时我国的水稻基因组图谱研究与英、美等国科学家也建立了合作关系。

2001年10月,中国成为参加人类脑计划的第20个成员国,并且开始启动“中华人类脑计划”。中国已加入全球生物多样性信息设施研究计划,并作为国际《生物多样性公约》的缔约国之一,在动物、植物以及海洋生物多样性的科学研究中已开展了广泛而实质的工作。

作为人类蛋白质组计划(HPP)两个首批行动计划之一的人类肝脏蛋白质组计划(HLPP),于2004年在北京宣布正式启动,该计划总部也设在北京。

这一工程由中国科学家牵头执行,也是我国科研人员第一次领导重大国际协作计划。

我国政府倡议制定的第一个国际大科学工程研究计划——中医药国际科技合作计划于2006年7月4日在北京正式启动,并发布了《中医药国际科技合作规划纲要(2006—2020年)》,该计划致力于在世界范围内构筑中医药国际科技合作网络,推进中医药现代化的发展。

到目前为止,中国科学家也参加了生命科学领域的其他大科学国际研究计划,但在研究中发挥的作用较小,还有待进一步提高中国科学家在该领域内的国际影响力。

(4) 在空间天文学领域,由美国主导的计划主要有国际空间站、地球观测系统、先进X射线空间物理设施、Cassini卫星探测计划、哈勃太空望远镜和伽利略木星使命计划等11项大型空间科学计划;由欧洲空间局主导的计划有:空间红外观测卫星、克拉斯特观测计划、X射线多镜望远镜观测计划、Integral空间观测计划、Envisat地球观测计划等。中国于2004年加入了全球对地观测系统,除此之外,还尚未参加其他计划的研究。

随着中国“神舟”5号、6号、7号载人飞船发射升空并顺利返回,中国航天员成功实现太空行走,中国在空间科学方面取得了举世瞩目的成就,中国科学家参与国际空间天文学合作研究的机会将逐渐增多。

(5) 空间物理学领域,主要有宇宙物理学计划(美国)、地球空间双星探测计划(中国和欧洲空间局)、伽利略计划(欧盟委员会和欧洲空间局)等。

地球空间双星探测计划(双星计划)是我国第一次以自己提出的探测计划开展国际合作的重大空间探测项目,双星与欧洲空间局星簇卫星计划的四颗卫星相配合,首次形成了地球空间的“六点探测”。此外,中国于2003年10月成为参加伽利略计划的第一个非欧盟成员国。

(6) 地面天文学领域,主要有两台8米Gemini望远镜(IGP)、大型望远镜(VLT)、地球摆动观测网、Cerro Tololo美洲天文观测站、南极天文物理研究中心、激光干扰引力波观测网等。除了在激光干扰引力波观测网研究方面中国科学家与其他国家的科学家进行了一些间接合作外,中国目前还尚未参加该领域其他的大科学研究。

(7) 在高能物理与核物理方面,CERN(欧洲核子研究中心)开展的大型强子对撞机(LHC)是世界

上能量最高的粒子对撞机,LHC于2008年9月10日正式启动运行,成为世界粒子物理研究的能量最前沿。中国参加建立LHC上面的两个探测器。

在核聚变方面,主要是国际热核实验反应堆计划(ITER),ITER工程设计于2001年完成。经过5年的谈判,ITER计划七方(中国、欧盟、印度、日本、韩国、俄罗斯和美国)正式签署了联合实施协定,启动实施ITER计划。

### 3 我国资助国际大科学计划的主要情况

国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)、国家科技部及中国科学院(以下简称“中科院”)等部门以各种形式,资助中国科学家积极参与国际大科学研究计划(项目)并开展合作研究。

L3是欧洲核子研究中心大型正负电子对撞机LEP上的大型实验装置,是当时世界上最大的磁谱仪,是世界上第一次利用大型高能加速器实验装置开展宇宙线的精确测量。早在1982年,中科院高能所在自然科学基金委、中科院和国家科技部的大力支持下,参加了L3国际合作组。

海拔4300米的羊八井国际宇宙线观测站是我国进行宇宙射线研究的重要基地。自然科学基金委先后支持中日、中意的科学家之间在该研究项目开展合作,取得了一系列成果,并在国际学术界产生重要影响。

与国家科技部、中科院联合资助中科院高能物理所和中国四所大学参与欧洲核子研究中心(CERN)大型强子加速器的两个大型探测器CMS和ATLAS的合作,并取得重要进展。

阿尔法磁谱仪(AMS)是人类历史上第一台送入太空的磁谱仪,在宇宙空间对带电粒子进行直接观测,开创了一个全新的科学领域。在原国家科委、自然科学基金委和中科院的共同支持下,中科院高能物理所、电工所和中国运载火箭技术研究所承担了阿尔法磁谱仪永磁体系统项目的设计、研制、测试和空间环境模拟试验,成功研制出了人类送入宇宙空间的第一个大型磁体系统。北京正负电子对撞机(BEPC)和北京谱仪(BES)是目前世界上唯一工作在——能区的正负电子对撞机和实验装置。自BEPC建成后,自然科学基金委即以重大项目的形式予以资助,并结合国际合作项目支持他们开展国际合作。

自然科学基金委以国际重大合作项目的形式资助了“东亚古季风的演变”研究,开展了多次卓有成

效的航次合作,例如根据中国学者提出的钻探建议书,按照中国学者设计的井位和思路,在中国学者的主持下,由海内外和海峡两岸9位中国优秀科学家积极参加而实现的国际大洋钻探(ODP)第184航次等<sup>[2]</sup>。“亚洲季风研究”是一项多边参与的国际合作研究。一直以来自然科学基金委与日本文部省、韩国科学与工程基金会共同资助中科院大气物理所、日本东京大学、韩国釜山大学等开展了广泛的合作研究,大大推动了国际季风研究的发展。我国学者通过合作研究取得了一批令人瞩目的成果。通过多年的合作,成立了设在中国的亚洲季风研究中心,使我国成为全球季风研究的“中心”。

“拟南芥全部转录调控因子蛋白组学研究”是目前为止自然科学基金委重大国际合作项目资助额度最高的项目,北京大学和中科院遗传所与美国耶鲁大学等7个单位密切配合,经过短短3年的时间取得了突出成果,克隆了44个拟南芥转录调控因子家族中1300个基因,获得了拟南芥所有已知和预测的1864个转录因子的序列。

地球空间双星探测计划(双星计划)是我国第一次以自己提出的探测计划开展国际合作的重大空间探测项目,也得了自然科学基金委重大项目的支持。双星与欧洲空间局星簇卫星计划的四颗卫星相配合,首次形成了地球空间的“六点探测”。国际学术界主动邀请中国参加21世纪前20年规模空前“国际联合与日共存计划”(ILWS),并将中国的双星计划和新提出的空间风暴探测计划列为ILWS中的核心项目。

为建立欧洲新一代资源雷达卫星(ENVISAT)数据应用研究的联合研究队伍,促进双方卫星应用技术水平的提高,国家科技部和欧洲空间局合作开展的“龙计划”,由国内的32家单位119名科学家与来自欧洲空间局的10多个成员国进行合作研究。

“十五”期间,国家科技部设立“国际科技合作重点项目计划”,通过实施国际科技合作重点项目,参与多边或双边的重大科技合作计划。期间该计划的主要任务之一就是要通过“支持参与大科学和大型国际研究计划,争取在空间技术、高能物理等大型国际研究计划中占有一席之地”。<sup>[3]</sup>在国际科技合作计划资助的项目中,有一大批研究项目是许多国际大科学研究计划的重要组成部分,如“中美磁约束核聚变研究”、“CMS部分探测器和器件的后续及完成”等。此外,在国家“863”、“973”等科技计划中也有相应的资助项目。

#### 4 主要国家和地区对大科学研究计划国际合作的资助情况

美国一直走在国际大科学研究的前沿,引领着世界科学研究的发展趋势。除了在一些需要利用其他国家地区独特的资源或者为分担巨额成本时,美国大科学项目的国际合作是有限的。长期以来,美国把大科学项目视为国家的事业,因其财力雄厚有条件进行“单干”,大多数高能物理学、空间科学等领域的项目主要是国家支持的,以本国研究为基础发展大科学研究,与之有关的国际合作也是在保证美国对项目的领导权前提下进行的。但是,随着研究成本的不断上升,且联邦政府预算日益受到限制,美国对大科学国际合作的态度也在不断变化<sup>[3]</sup>。

美国国内的一些科研部门都曾专门调查和讨论过美国联邦政府在国际合作方面的资助政策,尤其是在“911”恐怖事件之后美国在国际合作方面的保守政策,并提出了各种促进美国与其他国家开展合作的建议和政策,如牵头发起许多国际大科学研究的NSF,专门成立国际科学与工程办公室负责国际科技合作,主要通过参与全球规模的项目和研究网络、资助国际设施、与其他国家科技计划保持联系、资助年轻的科学家和工程师、获取国际科学和工程的信息等五个方面来开展国际合作,这其中有很多活动都直接与国际大科学研究相关。此外,NSF还与世界其他主要的科技组织保持密切的联系,如全球科学论坛(Global Science Forum, GSF)、组织、经济合作与发展组织(OECD)、全球变化研究(Global Change Research, IGFA)的国际基金组织(International Group of Funding Agencies)、南极条约(Antarctic Treaty)的协商会议、世界气象组织(World Meteorological Organization, WMO)等。

可以看出,美国希望保持其国际领先地位的科技发展政策,一方面不断通过国际合作来分担日益增加的研究成本,另一方面又要确保其对大科学研究的领导地位<sup>[4]</sup>。这两方面的需求使其参加大科学研究国际合作时避免不了与其他国家的愿望发生冲突。

由1992年OECD组织部长级会议上成立的大科学论坛(Megascience Forum)发展而来的全球科学论坛,其最初的目标就是加强大科学项目的科学合作,并尝试解决有关一些专业领域的问题及有关涉及大科学的政策问题。所有参与建立这一新的机制的政府是基于这样的共识:(1)需要国际合作来克服大科学项目的困难;(2)必须共享资源,包括资

金及智力资源;(3)避免大科学项目不必要的重复。

随着任务的扩大,全球科学论坛力图解决更基础的问题,每年两次的全球科学论坛,汇集了来自OECD国家科技政策的官员,尽可能为他们提供进行基础科学研究的国际合作机会<sup>[5]</sup>。论坛还建立了具有特定目的的专题工作组和一般工作组进行技术分析、得出调查结果并由政府提出行动建议。全球科学论坛的意义不仅在于它使不同国家的科学家一起交流、讨论科学领域的发展,也使不同国家的政府一起讨论每个领域的发展机会和挑战,交流和了解各自的现状和想法,从而制定出合作的政策。

欧洲一些发达国家以及日本等也积极发起或参与国际大科学研究,如ITER计划最早由美国、俄罗斯、欧洲原子能共同体以及日本共同签署工程设计协议;目前最大的国际合作项目——国际空间站有俄、美、加拿大以及欧洲的11个国家参加等;其他国家也在为实现自己的科技战略,利用自己的科技优势或独特资源积极参与国际大科学研究。

#### 5 关于我国参与国际大科学研究的若干建议

在大科学时代,参与国际科学合作已经成为追赶国际科技浪潮、提升科技实力的重要途径之一,大科学因其在当今基础研究领域的重要影响,积极参与国际大科学研究也是我国科技战略的重要内容之一。

(1) 设立统一协调参与大科学国际合作的机构或部门,以协调我国参与国际大科学研究的行动,并确保有稳定的投入资助参与国际大科学研究;有选择地与其他国家或重要科技组织签订合作协议,引导我国科学家积极参与国际大科学研究,实现政府的桥梁作用;在重点与一些欧、美国家加强合作的同时,积极开展与日本、巴西、印度、韩国等的合作,充分利用其科技资源和独特优势。

(2) 建议有关部门实行对大科学研究国际合作的跟踪管理,并建立针对我国参与国际大科学研究的考核体系和制度,以3—5年为一个周期,邀请相应领域的国际知名专家组成评审委员会,全面综合评估我国组织参与国际大科学研究的状况及发挥的作用,指出我国在参与国际大科学研究时有哪些领域拥有优势、哪些领域亟待突破等,并向有关部门提供相应的建议以供决策时参考。

(3) 我国科学家要积极参与国际重要的科技组织及其活动,保持与国际科技组织的良好合作关系,

扩大我国科技的国际地位和影响;主动牵头发起国际和区域性的大科学研究,在我国科学家有重要影响力的领域内,组织一些由我方主导的大科学研究,最大限度发挥我方作用,分享世界最新研究成果,维护国家利益,提升自主创新能力。

(4) 重视和发挥海外华人科学家在国际大科学研究中的作用,尤其要与一些在国际学术界有重要影响力的著名科学家保持良好的联系与沟通,充分利用海外华人“穿针引线”的媒介作用来提升我国国际科技合作的层次。

(5) 跟踪并监测国际大科学研究的进展及动态,建立和完善国际大科学研究的信息库,为我国参与国际大科学研究的政策制定提供信息支撑,深入研究发达国家针对大科学研究的资助政策及国际合

作政策以供借鉴。

### 参 考 文 献

- [1] 刘云,常青.我国大科学研究国际合作的现状分析与政策建议.中国软科学,2000(9):63—67.
- [2] 中国大洋钻探学术委员会.中国加入国际大洋钻探计划的5年总结(1998—2002).地球科学进展,2003(10):656—661.
- [3] 科技部. <http://www.most.gov.cn/ztzl/swkjhh/kjjhhj/200610/t20061021-36366.htm>.
- [4] 樊春良.全球化时代的科技政策.北京:北京理工大学出版社,2005.
- [5] 杨讯丁.美国大科学项目的发展现状与国际合作.全球科技经济瞭望,1997(6):37—41.
- [6] 刘涛,陈省平,罗轶.大科学研究的现状及其发展趋势.科技进步与对策,2005(1):5—7.

## THOUGHTS AND ACTUALITIES ON INTERNATIONAL COOPERATION OF BIG SCIENCE PROGRAMS CHINA PARTICIPATES IN

Sun Jian<sup>1</sup>    Chen Kui<sup>2</sup>    Liu Yun<sup>2</sup>

(1 School of Machinery and Engineering, Chongqing University, Chongqing 400001;

2 School of Management & Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081)

**Abstract** This paper describes the major features and the development trend of big science, analyzes the actualities of the big science programs that China participates in, and also introduces the policies of some other countries about big science research, finally gives some thoughts on the international cooperation when China participates in the big science research programs.

**Key words** big science program, international cooperation, development policy

· 资料 · 信息 ·

## 国家自然科学基金重点学术期刊专项基金资助项目工作总结 及交流会议在京召开

为了进一步完善国家自然科学基金重点学术期刊的资助工作,了解受资助期刊取得的工作进展,促进期刊编辑部之间的交流,2009年2月19—20日计划局在北京西郊宾馆组织召开了国家自然科学基金重点学术期刊专项基金资助项目工作总结交流会议。共有31个期刊编辑部的代表参加会议。

在一天半的时间内,与会代表围绕近两年取得的进展;目前期刊发展存在的问题以及今后发展的

方向进行了充分的交流和讨论,代表们还针对国家自然科学基金委员会目前的期刊资助模式也提出很多建议。

重点学术期刊专项基金1999年设立,自2000—2008年共受理申请5次,资助149个项目,累计58个期刊获得资助。

(计划局专项处 王岩 供稿)