

对 21 世纪初我国基础性研究国际合作战略的思考

Strategies of International Cooperation in China's Basic Research in the Early 21st Century

常 青

(国家自然科学基金委员会, 副研究员 北京 100083)

樊春良

(中国科学院科技政策与管理科学研究所, 副研究员 北京 100080)

冷 民

(中国科学院科技政策与管理科学研究所, 研究实习员 北京 100080)

即将到来的新世纪是一个全球化的发展和竞争相伴随的世纪。随着新世纪的来临, 世界经济将要发生以信息技术和生物技术革命为先导的革命性变革。科学技术水平以及决定科学技术水平的研究开发资源本身的素质与规模将是决定一个国家经济地位的战略因素。为了实现我国现代化建设的战略目标, 我们必须发展科学技术的基础能力和前沿突破能力, 这就要从战略上对基础性研究进行规划, 使基础性研究为我国科学技术的发展以及社会经济发展提供源泉和动力。

发展基础性研究的一个重要手段是国际合作。国际合作是基础性研究本身不可或缺的一个组成部分。由于基础性研究具有明显的独创性和前沿性, 因此必须在国际科学共同体中进行交流和评价; 同时, 基础性研究的普遍性和公共表述的性质, 使其可以超越国别和政治的差异, 成为一种普遍模式。

改革开放以来, 我国的基础性研究国际合作得到飞速发展, 已从单纯的访问考察, 发展到多种形式的合作交流, 规模不断扩大、内容愈趋丰富, 合作内容更注重实效, 已形成了官民并举的、多层次、多渠道、多形式的交流格局。我国现代化建设的战略发展目标和国际发展形势, 需要研究和制定 21 世纪初基础性研究的国际合作战略和对策。

一、基础性研究国际合作的重要意义

1. 国际合作是基础性研究不可或缺的一个组成部分

概括地说, 开展基础性研究的国际合作有以下几个原因:

(1) 基础性研究的目的是获得对自然现象规律性的新认识, 研究的思路、手段和方法必须跟上世界科学前沿的发展, 同时, 研究成果必须在国际科学共同体中得到承认。

(2) 研究项目的复杂化, 需要不同国家的不同知识结构的科学家智力优势互补。

(3) 研究活动手段的技术化、特别是大科学研究所需的昂贵仪器设备, 使科研成本不断增加, 需要不同国家分担成本, 资源共享。

(4) 有些研究项目的研究对象涉及到超越国家界限的大尺度范围(诸如生态、环境、海洋和疾病防治等), 必须由不同国家的科学家互相交流、协作完成。

今天, 随着众多国家科技水平的提高, 科学研究所需资源(人才、物力、财力、信息等)也日趋多样化。任何一个国家都不可能占据全部前沿和优势资源, 而需要通过自己的优势, 通过国际合作, 取长补短, 去谋求所缺乏的信息、资金、材料和仪器。

2. 不断扩大的科学国际化趋势将使国际合作成为科学研究的一种普遍方式

科学技术正朝着全球化的方向发展, 国际性已成为基础性研究的重要特征之一。从事基础性研究的科学家将更多地在国际化和网络化的开放环境中相互竞争、相互交流与合作。国际化影响着科学研究的本质、科学家和研究项目之间的信息传输以及学科交叉研究的发展。

具体地说, 科学的国际化表现在以下几个方面:

(1) 研究内容的国际化(选题的国际化)。随着人类活动范围的扩大, 许多科学问题本身就是跨地区、国际性的, 如海洋、大气、资源和环境问题都是

涉及多国利益的国际化研究课题,解决这些问题需要积累全面的数据,并在大范围内进行比较研究,因此国际合作交流是必不可少的。对一些涉及到全球利益的研究问题,如对南极的研究、对大洋海底资源的考察研究等都远远超出国家的范围,其战略地位为各国关注,对大国来说更是事关其政治和外交的大局。

(2)研究信息交流手段的国际化。研究内容提出了国际合作的需求,而信息技术的飞速发展又为合作提供了可能。随着各国信息高速公路的建设,科学研究的信息储备已经网络化、全球化,利用高速计算机网络进行数据交换和适时交流(讨论课题、修改论文等)的情况越来越普遍。可以说,在许多领域接近科学前沿,取决于在世界范围内接近数据基础的能力,尤其是跨学科研究更要求对信息有相当程度的占有、控制和处理能力。信息交流手段的国际化将对科研组织方式产生深刻的影响。

(3)研究组织和设施的国际化。随着科学的发展,许多领域的研究都要求高强度的投入和跨学科甚至跨国界的有着不同知识背景和不同思维方式的科学家共同参与。

(4)人才需求的国际化。科学的发展也使人才的需求多样化,包括不同的知识背景、不同思维方式的科技人员优势互补。科学发展之迅速也使人才需求往往超过一国一地的范围。

(5)资金来源的国际化。科学研究的规模不断扩大,维持现代研究体系的成本不断增加,特别是大科学项目,投资规模之大,已不是一个国家所能承担的,巨大的项目往往要求更多的资金来源,并需要更多的合作伙伴来承担风险。

(6)项目评估的国际化(包括立项、成果以及机构)。研究内容的国际化,必然伴随着评估机制的国际化,如科学基金制中同行评议的外国同行参与(有些国家组成的同行评议中要求必须有一名国外同行的评议意见),科研成果评审的多国机制,科研机构的跨国、跨学科评估,等等。

3. 我国基础研究的发展离不开国际合作

我国是一个发展中国家,科技水平落后于发达国家,国家对科技的投入,尤其是基础性研究的投入远远满足不了发展的需求。在这种情况下,只有通过更广泛、深入的国际交流与合作,才能使我们的研究从选题到完成都置身于世界科学技术发展的前沿中,而不是闭门造车。同时,充分利用国际合作与交流的渠道,积极利用国外先进的实验研究手段,分享信息,引进资金,有利于弥补我国在研究经费、研究手段、设备和信息等方面的不足。

实践表明,基础性研究国际合作交流对我国的
基础性研究发展起着重要作用。但是,我国的基础性研究国际合作还存在着一些问题:(1)国际合作

的管理体制不能满足对外合作与交流的广度和深度;(2)国际合作研究经费短缺;(3)项目分散、小型化倾向比较严重;(4)合作中起点低,自主研究水平差。要想从整体上发挥国际合作的作用,必须解决这些问题。

二、基础性研究国际合作的战略目标

面对下世纪基础研究国家目标提出的迫切要求和科学国际化的发展趋势,需要认真研究和正确制定我国 21 世纪初的基础性研究国际合作战略。

1. 指导思想

(1)国际合作要和基础研究的国家目标相协调,国际合作交流应围绕和配合基础性研究的中心工作开展,要有助于基础性研究水平的提高。

对于一个国家来说,基础性研究的发展战略是根据本国社会经济发展的目标制定的,国家科学发展的优先领域的选择应该是国家目标与科学前沿相结合的产物。同时,国与国之间的科学合作也不是无条件的和没有选择的。换句话说,虽然基础性研究具有广泛的国际合作的可能性,但是,从国家层次上看,微观层次上有效的国际合作并不一定会最有效地促进本国基础研究的发展,在这种情况下,必须在国家的宏观水平上,根据国家的发展目标和国内的研究资源状况,围绕国内基础性研究的中心工作,规划和指导国际合作。

对于我国来说,对基础性研究国际合作的基本要求是针对国内基础研究发展的整体目标和急需解决的问题,通过国际合作交流弥补、丰富和强化国内的研究资源,或是消除不必要的重复,以提高自己的研究质量和能力,形成和增强我们的优势,弥补国内工作的不足,从整体上促进基础研究的发展。

因此,基础研究的国际合作发展战略要坚持以下两条原则:(1)要体现我国基础性研究工作的整体发展战略,从国家宏观层次上规划和制定国际合作战略,处理好集中与分散、局部与全局、近期与长远的关系;(2)要坚持平等互利,以我为主的原则。基础研究的国际合作要有利于获取和分享国际科学计划和合作研究的成果,同时要形成有利于我们发展的合作计划,这包括两方面的内容:以我们的优势为主,以我们需要的为主。

(2)政府的支持基础性研究国际合作方面应发挥重要作用

科学技术的国际合作是有层次的。以产品和工艺为目标的技术开发、高技术创新与开发和研究的基础性研究的国际交流与合作在商业利益、国家安全和学术意义上显然是不同的。首先,技术开发所涉及的技术转让直接对一个企业乃至国家的商业竞争力

产生着影响;而高技术产业的形成则代表着经济和科技发展的新领域,有着现实的和潜在的经济效益;基础性研究主要是探索自然界规律,提供的是普遍性的知识,一般的情况下并不带来直接的经济效益,而是为经济和社会发展提供新的知识源泉和培养人才。由于基础性研究的国际合作与交流的目标是推动公共知识的生产和为社会发展培养人才,没有直接的商业利益,因而要以政府支持为主。

(3) 遵从基础性研究国际合作与交流活动的自身规律

基础性研究国际合作有着自身的活动规律和特点。基础性研究的合作需求(人才、设备、经验、独有的环境等)往往来源于研究人员之间的相互了解,包括学术业绩、独特专长、工作条件,甚至合作对象的声誉。这种相互了解是通过一定的场合和机会(会议、访问、文章等)实现的。这种场合和机会是需要创造的。换句话说,有实质内容的国际合作研究是需要培育的。

因此,既要重视对研究项目的支持,出成果、出人才,又要注意国际合作交流的环境的建立,如出国开会、组织学术交流。

2. 战略目标

根据以上分析,我们认为 21 世纪初我国基础性国际合作的战略目标应是:

推动构建既符合我国国情又在国际化机制上与国际惯例接轨的基础性研究体制。全面建立和营造一个有助于科学家参与国际合作与竞争的机制和环境。逐步形成一个渠道畅通、信息保障、有助于资金多元化、有利于人才双向流动的基础性研究国际交流局面。

基础性研究的国际合作的战略目标并不独立于基础研究的国家目标,而是一致的。具体来说,它应在如下几个方面对实现基础研究的国家目标发挥不可或缺的作用:

(1) 培养新一代立足国内的、有国际学术地位的基础性研究人才

做出高水平的研究成果与带动人才成长是国际合作的不可分割的两个方面。从某种意义上说,国际合作交流中对研究成果的关注似乎侧重于眼前,而对人才培养的重视则着重未来,后者意义更深远。可以说,没有人才,也就没有基础性研究。

在未来的 21 世纪,科学前沿的拓展将更广阔、速度更快;同时,学科之间的交叉和综合趋势将越来越强。一个国家要想在基础性研究领域取得进展,必须造就一批能够置身于国际科学前沿、具有首创性的研究人员。

由于基础性研究具有强烈的国际性,科学进展、信息交流、获取和评价是在整个国际共同体范围进行的。基础性研究人员必须置身于国际交流中

才能跟上世界科学前沿的发展,才能使自己的研究成果和学术地位获得承认。

对于基础性研究来说,人员的素质比人员的数量更为重要。用足够的资金资助一小部分第一流的人员参加国际交流与合作,比用勉强够用的资金支持大批人员更为重要。

(2) 在若干前沿领域和优势领域,取得一批独创性成果

要注意根据国家重大基础研究的重点领域、自然科学基金的优先领域和国家重点实验室的学科领域,安排和部署国际合作交流的项目和资金。

我国在一些研究领域已具有优势,一些学科也具有自己的特色,专业齐全,有一批优秀的人才。应通过国际合作促使信息交流畅通、改进技术手段、争取国外资金,使我国这些领域的研究在世界学科前沿占一席之地。

(3) 为有重要长远意义的基础性研究成果提供保障

我国基础性研究的国家目标之一是要把解决国民经济、社会发展和国家安全中的重大基础科学和工程科学问题作为重要任务。为此,国家应在农业、基础产业、高技术产业、社会可持续发展(如人口、卫生、环境、资源和灾害防治)、国家安全等方面选择和部署一批有战略意义的重大课题,做出有长远影响的研究成果。例如,我国在高技术领域必须要有跨越式发展才能适应新世纪社会经济的发展,必须尽快地掌握国际上已有的知识进展;又如在社会可持续发展方面,许多基础性研究课题是区域性或全球性的问题,即这些问题是在全球范围内互相关联的,需要相互比较,才能弄清。因此,要立足于与有关国家之间的交流合作。

(4) 推动我国目前薄弱的、但对未来发展至关重要的学科的发展

世界科技发展趋势表明,科学和技术之间的相互作用和渗透越来越紧密,出现了许多新的研究领域,极大地推动了新技术和新产业的产生,促进了社会经济的发展。例如,信息科学和生物工程的发展极大改变了人类经济社会发展的面貌。可以预见,信息科学、材料科学、生命科学等新兴学科在下一个世纪的发展中将会起到更大的作用。

由于我国长期的传统学科布局,旧的学科占有很大比重,而新兴学科(如信息科学和材料科学)很薄弱,远远落后于世界先进水平,亟需发展和扶植,尤其是需要国际交流与合作。应该在注重强-强合作、保持优势学科的同时,通过多种渠道推动强弱合作。

因此,从长远发展来看,应该把发展我国目前薄弱的、但对未来发展至关重要的学科作为基础研究国际合作的战略目标之一。

三、基础研究国际合作的战略构想

1. 形成有层次的国际合作交流体系

成功的合作要靠有效的规划和国家的发展目标与本国的科技优势相结合。要实现我国基础研究国际合作战略目标,重要的是要形成分层次的合作体系。一方面,要充分尊重和支持科学家们的自由交流;另一方面,要加强宏观调控和协调,突出重点、精心组织、提高国际合作与交流的质量和效益。

首先,在国家的水平上,由政府有关机构(如国家科技部)负责规划基础研究的国际合作和国内工作之间的功能关系,确定对外合作的重点领域和规划措施,针对不同国家的特点在官方协议一级中列入我们的重点需求,协调在同一领域不同投资部门的国际合作。制定促进基础性研究国际合作的政策和相应的规则,激励和规范微观组织和科学家个人的活动,使其根据各自的利益,积极投入国际合作。

第二,加强计划性,突出重点,克服项目分散、重复和盲目的倾向。

要“官民结合”,充分发挥两种渠道的所长。政府间的合作应重点放在民间渠道难以解决的投资高、综合性强、难度大、周期长的重大项目。民间合作比较灵活机动,受政府限制少,交流领域比较广泛,有利于国际合作向广度和深度发展,但是也容易造成项目分散和重复,应该在宏观上予以协调。

在双边和多边关系上,在继续巩固和加强双边关系的同时,应加强和发展多边合作关系。多边合作关系是国际合作的重要组成部分,较少受到双边关系的制约,对于争取资金和在某些项目上的合作有较大的优越性。

第三,在国家宏观层次上,根据我国基础研究的发展战略,有计划地选择重点支持领域并组织一些重大项目的国际合作,特别是活跃的学科领域和有应用前景的国际合作项目。在某些重要领域促进多边合作,利用我们的优势吸引合作伙伴,形成以我为主的合作计划。

在国家水平上规划和组织重点国际合作项目时,选择的标准应以国家科学政策为指针,而不单单是从科学家个人的兴趣出发。

2. 形成以我为主的、重点参与的大科学国际合作格局

在过去的10余年间,我国建设了一批大科学工程,如北京正负电子对撞机、合肥同步辐射加速器、兰州重离子加速器等,取得了一批国际水平的科研成果,提高了我国在国际学术界的地位,如 τ -轻子质量的精确测量、新核素的合成(如铂-202等6种丰中子新核素的合成)。

大科学的发展离不开国际合作。我国大科学国

际合作应该兼顾建在国内、以我为主的大科学工程和有选择地参与在外国以别人为主或多边参与的大科学计划,同时应广泛参与在地球、资源、环境、医学领域的国际科学计划。

大科学的国际合作要以政府和官方参与形式为主,这样才能保证得到应有的成果和权利。

3. 推动形成既符合我国国情又顺应世界科学发展潮流的学科布局

合理的学科布局对我国科学发展是十分重要的。国际交流合作有助于形成既符合我国国情又顺应世界科学发展潮流的学科布局。

学科战略不仅与本国的科学技术积累和支撑有关,也与世界学科发展的趋势有关。制定学科战略,要基于以下几点:不同学科的目标和特点;学科发展的意义;我们的优势和需求。

(1)不同学科领域合作的目标和特点不同。根据不同领域的国际合作特点,相应地制定各学科的合作战略

基础性科学研究包括纯基础研究和应用基础研究,纯基础研究一般没有直接的目标,信息可以自由交流,研究成果可以共享,这类项目的国际合作渠道比较畅通,相应地,学科政策重点在于宏观规划、激励和协调,鼓励科学家参与多种形式的国际合作。

应用基础研究则有一定的应用目标,有时又与全球注目的高新技术联系在一起,其国际交流与合作有一定难度。对于这类学科的国际合作研究,经验表明,除适当引入国外的先进仪器和设备外,人员交流是一条重要而可行的渠道。通过派出人员,现场参加国外实验室的工作,效果不错。随着水平的提高和研究条件的改善,可采取“请进来”的方式,邀请国外专家来华合作研究,并在有条件的时候,聘请有真才实学的国外科学家来我国主持课题。

(2)根据学科的强弱和重要性,制定相应的国际合作合作战略

第一,对于某些对未来发展有重要意义而我国又是弱项的学科,从学科建设和人才培养等方面制定综合的国际合作方案,优先资助。

第二,对于我国有优势积累、有自己特色的学科,应给予适当支持,通过国际交流与合作,使这些学科率先走向世界先进水平,扩大国际影响,从而在整个基础性研究的国际交流与活动中起到带动作用。

4. 形成以培养人才和基地建设为主线的国际合作机制

我国的科研环境和支持条件还很落后的现实条件下,科研队伍是保证我们基础性研究不断发

(下转第47页)

2. 含煤地层面积大

我国含煤地层总面积约为 $300 \times 10^4 \text{m}^2$, 探明煤总储量为 $8\,894 \times 10^8 \text{t}$, 煤总资源量为 $62\,181 \times 10^8 \text{t}$ 。我国 1994 年探明的煤层气储量只相当全国煤系总生成量的 5.7%~12.2%。而国际上一些国家探明储量主要来自煤层气, 如前苏联有大约 65% 探明的天然气资源在含煤地层中。前联邦德国探明的天然气总储量中, 煤层气占 93%。由此可见, 我国煤层气勘探的远景甚好。

3. 沉积岩单位面积上探明的气储量率低

我国 $1 \times 10^4 \text{m}^2$ 沉积岩面积探明的气储量率仅为 $51 \times 10^4 \text{m}^3$, 比世界上天然气探明储量大于 $2 \times 10^{12} \text{m}^3$ 的国家都低。世界上单位面积上探明的气储量率最高的卡塔尔是我国的 1 400 倍。单位面积沉积岩探明的气储量率低也说明我国天然气潜在的远景良好。

4. 天然气资源探明程度低

我国天然气储量为 $38.04 \times 10^{12} \text{m}^3$, 目前探明地质储量为 $2.2 \times 10^{12} \text{m}^3$, 仅占资源量的 5.8%。而世界上主要产油气国其天然气资源的探明程度均较高, 一般大于 30%。天然气资源较丰富的前苏联、美国、伊朗等国家, 探明程度均大于 60%。这充分说明我国天然气待发现储量巨大, 勘探前景广阔。

5. 大盆地的资源量探明率低

大盆地是指盆地面积大于 $1 \times 10^4 \text{km}^2$ 和资源量大于 $2\,500 \times 10^8 \text{m}^3$ 的盆地。我国大盆地资源量探明率最高的是柴达木盆地, 为 16.30%; 最低的为珠江口盆地, 为 0.15%; 多数在 7% 以下。我国最大的盆

地——塔里木盆地资源量探明率只有 0.95%; 我国天然气工业的摇篮——四川盆地资源量探明率也只有 6.1%。由此可见, 我国大盆地资源量探明率很低, 说明这些盆地的天然气勘探潜力还很大。

二、加快我国天然气工业发展的对策

产量的增长是以储量的增长为先决条件的, 而储量增长往往受多种因素的影响。诸如资源条件、勘探准备程度、投资环境、科学技术、人员素质、装备的配置以及上层领导的决策等。

从总体上说, 我国天然气资源并不丰富, 但根据经济发展要求, 仍可满足近中期发展的需要。把年产量提高到大于 $50 \times 10^8 \text{m}^3$, 从资源角度看是有保证的。从资源战略上考虑, 在经济发达的东部沿海地区, 应优先考虑进口国外资源。正在拟议中的引进中亚、西伯利亚天然气等项目应加快进行。在国内腹地, 则首先立足中部气区资源的勘探开发和利用, 加快实施川陕气外输。对西北 3 个盆地和东部海域而言, 从现在起应主要为中期大规模发展利用准备条件。

勘探实践告诫我们, 必须根据我国的地质特点, 借鉴国外模式, 建立高效的天然气勘探配套技术体系。为了促进天然气的勘探、开发和利用, 应对勘探区域的选择, 产能和集输管网系统的建设, 实行合理的统一规划部署。只有充分考虑国情及经济区的合理布局, 才能加速我国天然气工业的发展和取得最佳的经济效益。 (责任编辑 肖庆山)

(上接第 12 页)

展的支撑, 特别是在今后的几年内, 我国许多研究机构的学术带头人退休, 适时地加强年轻人才的培养和选拔就成为我国基础研究发展的一项紧迫任务。

(1) 坚持国际合作项目向年轻人倾斜的原则。

(2) 在国内加强学术带头人的培养, 并且有意识地让他们在国际合作中发挥积极作用; 有针对性地组织中青年科学家多参加国际组织的活动和计划, 支持有突出成绩的青年学术带头人竞选国际组织的有关职务, 以争取我国科技界在国际上有更多的发言权和影响力。

(3) 在一些重要领域或新兴学科领域, 学习马普客座实验室青年科学家小组的成功经验, 与国外共建青年实验室, 联合培养人才。

(4) 探索新的形式, 充分利用海外的中国青年学者和留学人员为国服务。

5. 探索 and 建立一个多样化的顺应国际化趋势的国际合作交流模式

对现有的国际交流合作形式的规模和层次都

要进一步开拓和提高。出席会议、考察、短期访问是必要的, 但应该更有效地利用。例如, 参加国际会议后, 应适当安排到有关大学顺访。今后应从一般性的交流、互访, 向合作研究和更为紧密的联合研究机构或实验室的方向发展。

国际合作的项目支持原则应该继续坚持向重大项目倾斜, 保证重点突破, 在条件成熟时, 设置国家合作重点支持项目基金, 支持那些意义重大、周期长的研究项目。

参考文献

- [1] 邵立勤、刘佩华, 基础研究—科学发展的前沿, 科学技术文献出版社, 1994
- [2] 何传启, 关于我国基础研究国家目标的再思考, 科技导报, 1997(9)
- [3] Frame, D. J., Carpenter M. P., International Research Collaboration, Social Studies of Science, V01. 9, 1979
- [4] Merton, R. K. The Sociology of Science—Theoretical and empirical investigation, The University of Chicago Press 1973 (责任编辑 孙立明)