

·基金纵横·

参与欧洲核子中心国际合作的 成效 体会 启示

张永涛¹ 汲培文² 白 鸽¹ 张英兰¹ 蒲 钊²

(1 国家自然科学基金委员会国际合作局,北京 100085;

2 国家自然科学基金委员会数理科学部,北京 100085)

1 欧洲核子中心概况及相关合作项目^[1]

1954年,包括比利时、丹麦、原联邦德国、法国、希腊、意大利、荷兰、挪威、瑞典、瑞士、英国和南斯拉夫在内的12个欧洲国家达成一致,开始联合在瑞士日内瓦和法国的边界上建起了欧洲核子中心(CERN,法文 Conseil European pour la Recherche Nucleaire 缩写),于是一个伟大的粒子物理研究基地诞生了。经过50年的发展,目前CERN已拥有20个欧洲国家为其成员国,成为当前世界最大的粒子物理研究中心,有3000余位来自80多个国家和地区的500多个研究机构的科研人员在此工作,主要从事物质的基本结构和相互作用的研究。目前世界上的高能物理实验约有一半是在CERN完成的。此外,CERN也在先进技术教育和青年人才培养方面发挥着重要作用。

目前CERN正在建造世界上能量最高(14TeV)的大型强子对撞机(Large Hadron Collider-LHC),旨在利用先进的超导磁铁和加速器技术,获得高能量和高性能束流,寻找理论上预言的西格斯(Higgs)粒子以及超对称粒子,对顶夸克和底夸克进行系统研究。LHC建造经费达25亿瑞士法郎(约相当于160亿元人民币),计划2007年建成并出束。除欧洲20个成员国外,美国、日本、俄罗斯、印度、加拿大等国均对LHC的建造投入了大量经费。

LHC上共建有4个大型探测器:紧凑型 μ 子螺旋型磁谱仪(CMS),环型LHC实验探测器(ATLAS),大型离子对撞机实验探测器(ALICE),和LHC上B物理实验探测器(LHCb)。CMS和ATLAS探测器的主要物理目标是寻找Higgs粒子、研究CP破坏和超对称,CMS投资约4.75亿瑞士法郎,ATLAS投资约4.7亿瑞士法郎。ALICE的物

理目标是要产生夸克胶子等离子体(QGP),获得自由的夸克或胶子,研究物质的QGP状态,投资约1.4亿瑞士法郎。LHCb的物理目标是研究CP破缺,探测高能区的新物理现象,总投资约8600万瑞士法郎。上述物理目标均是物理学在21世纪前半叶的重大前沿课题。由于经费、周期等因素,上述4个大型探测器的运作均采用国际合作的方式。目前参与CMS合作的科学家和工程技术人员有1900多人,来自36个国家或地区的152个研究组;参与ATLAS合作有1700多人,来自34个国家或地区的151个研究组;参与ALICE合作的约1000人,来自28个国家的76个研究机构;参与LHCb合作的约400人,来自14个国家的44个研究单位。参与合作的国家包括了世界上最重要的科技和经济大国如美国、俄罗斯、日本、德国、英国、法国、意大利、荷兰、瑞士、瑞典、希腊、加拿大、以色列、中国等。

CMS实验和ATLAS实验,要求探测器具有高能量分辨率、高空间分辨率、高时间分辨率和体积小、涉及高能量、高流强、高功率、高效率、高亮度、高束流品质等问题,需要探索新的测量原理和方法,研发新的测量技术和装置,发展高速和超高集成度的读出电子学,实现高速数据获取、转换、传输和处理。LHC实验的设计集中体现了当前高能物理探测器发展的趋势,即位置分辨越来越精,能量分辨越来越高,时间分辨越来越好,时间响应越来越快,可容纳的径迹密度越来越大,抗辐射性能越来越强。

2 抓住机遇,积极支持中国科学家参与CERN国际合作

物质的基本结构、性质、形态和相互作用,一直是自然科学研究的基本对象。粒子物理是研究物质的微观基本结构与相互作用规律的学科,其研究核

本文于2006年4月21日收到。

心是标准模型的验证和寻找超出标准模型的新物理。我国作为一个大国,应当为人类的自然科学研究做出贡献。

我国与 CERN 一直保持着良好的合作关系。早在 1984 年,中国科学院就与 CERN 签署了人员交换的协议,为我国高能物理及相关学科培养了大量人才;1993 年,原国家科委代表我国与 CERN 签署了科技合作框架协议;2004 年,科技部又与 CERN 续签了该协议。鉴于我国还是一个发展中国家,尽管近年来随着经济的持续发展国家对科技的投入不断增加,但总量还较低,且科技经费的分布比较分散,单独一个部门还没有足够的财力来资助中国科学家参加像 CERN 这样的国际合作。因此,尽管从 1994 年开始,中国高能物理领域的科学家就以个人的身份与 CERN 接触,希望中国科学家能正式加入 CMS 探测器的国际合作,中国科学院也积极推动,但由于所需经费太多,一直没能如愿。所以加强顶层设计,整合相关资源,多部门联合资助就成了一种必然选择。从 1996 年起,国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)和国家科技部也先后关注此事,三部门开始协商如何创造条件、整合相关资源、以创新模式共同资助参与 CERN 具体项目的国际合作。1998 年底,三部门终于达成了共识,中国 CMS 项目组和 ATLAS 项目组提交的申请也成功地通过了由自然科学基金委组织的专家评审。至此,自然科学基金委联合科技部、中国科学院共同资助中国科学家参加 CMS 和 ATLAS 探测器国际合作终于获得立项,1999 年开始实施。

中国 CMS 项目组承担的合作任务包括中国科学院高能物理所负责的 CSC(Cathode Strip Chamber, Muon 阴极条室)的建造、端盖磁铁支架生产、漂移管高压分配板、信号耦合板及 I-beam 电极的生产 and 测试;北京大学负责的 μ 子触发系统用的里层桶部和端部 RPC(Resistive Plate Chamber)的研制和批量组装测试;中国科技大学参与的钨酸铅晶体测试。中国完成上述任务占 CMS 国际合作总贡献的 1%。

中国 ATLAS 项目组承担的任务包括中国科学院高能物理所负责的 6500 余支 MDT(μ 子谱仪精密监控漂移管, Monitored Drift Tube)和 34 个 BEE 室及 16 套 BIS. 8 的研制和生产任务;山东大学承担 400 套 TGC(Thin Gap Chamber, 用于 μ 子谱仪触发的窄隙室)的研制和生产任务;南京大学、中国科技大学负责的一个端盖量能器铜吸收板加工及测试,以及南京大学承担前向量能器钨吸收体组件的研制任务。中国完成上述任务仅占 ATLAS 总贡献的 0.2%。

3 项目的组织、协调与管理机制

资助与 CERN 开展国际合作,是自然科学基金委参与的一项重要的国际合作,也是自然科学基金委联合科技部、中国科学院共同资助我国科学家参与国际大科学实验装置合作的一次重要实践和尝试,在国际上产生了很大影响。

随着我国改革开放,经济持续发展,国家对科技的投入不断增加,我国科学家与国际科技界的合作方式从个人、课题组的参与,逐步到发挥自身特长以合作组的身份自主独立地参与合作。这个过程反映了我国该领域的研究水平已逐步得到了国际同行的认可,中国科学家已具备了参与国际大科学合作的能力,也说明了我国有关资助机构重视顶层设计,不失时机地创造条件支持中国科学家根据自身实力平等地参与大科学国际合作。

自然科学基金委具体承担了与 CERN 国际合作项目的组织、协调和管理的工作。通过几年的实践,包括与 CERN、有关部委和科技界的配合与探索,初步形成了针对该类重大国际合作项目的管理模式,产生了如下 4 种协调管理运行机制。

(1) 国内资助机构协商机制。由自然科学基金委牵头,成立了由科技部、中国科学院、教育部和自然科学基金委组成的部委协调组,定期召开协商通气会,讨论、协商各部委需联合和分工解决承担的具体事宜。

(2) 与 CERN 合作评估交流机制。与 CERN 确立了合作评估机制,不定期地由中方与 CERN 共同在中国组织召开工作研讨会,对中国科学家承担的任务进展情况进行评估,提出咨询意见。

(3) 专家检查评估机制。定期和不定期地请国内该领域有关专家对项目进展情况进行检查评估,提出意见和建议,促进项目的发展。

(4) 承担合作任务的国内研究机构协调、咨询机制。成立 LHC 项目协调、咨询专家委员会,对该项国际合作的任务、内容、数据处理方式、物理研究重点等进行协调,提出咨询意见。

自然科学基金委国际合作局和数理科学部把该项国际合作视为重中之重来协调组织和管理,为此投入了大量的时间和精力。在上述协调管理运行机制的基础上,适应 CERN 对该项大科学实验装置的国际化、充分管理,充分利用资助机构拥有的权利,定期派团参加资源评估会议,了解项目的整体进展,根据中国组提出的相关要求,直接与 CERN 有关项目发言人会

谈,妥善解决合作中出现的问题,确保项目顺利执行。

4 项目进展与成效

通过几年的联合攻关,中国科学家参与 CMS 和 ATLAS 国际合作取得了重要的阶段性进展。中国 CMS 项目组承担的部分任务已如期完成并获最佳质量奖。所承担的阴极条室的研制和组装任务,2004 年以平均每月 8 个的速度进行阴极条室电子学部件的组装和测试任务,高于国际合作方美国和俄罗斯的速度,测试结果全部满足设计指标,在 CMS 年会上获得国际合作组的一致好评。RPC 的研制和生产及桶部和端部 RPC 的批量组装和测试正在按计划进行。中国 ATLAS 项目组建立了触发室(TGC)生产线和 μ 子谱仪精密监控漂移管(MDT)生产线,先后于 2002 年和 2004 年初分别通过了 ATLAS 合作组的基地验收。中国 ATLAS 项目组承建的 400 个 TGC 室,已于 2004 年底全部完成并运出,其质量得到合作组的高度评价。ATLAS 合作组 μ 子组组长 Mikenberg 教授评价说“在这些检测中没有发现过一台探测器的质量低于所要求的质量标准,而且各方面的性能都明显超越。”中国 ATLAS 项目组在 MDT 室的生产中也取得了重要进展,2005 年 10 月,总共包括 6500 余根 MDT 管的 48 个 MDT 室已在高能所建造完成,16 个 BIS.8 室已运往 CERN,其余部分也都将近期运 CERN,并将于 2006 年在 ATLAS 探测器现场调试、组装。

通过该项国际合作,取得了如下成效:

(1) 带动和促进我国科学家进入重要的前沿研究领域,与国际一流科学家合作,起点高,视野开阔;提高了中国科学研究的地位和水平,形成了得到国际承认的研究基地。

(2) 促进我国高新技术的发展,提高了这一领域技术研发能力,并促进和带动相关技术的发展。通过承担研发任务,与实验合作组有关国家科学家合作,使我国掌握和发展了 RPC、高速电子学读出等技术;LHC 实验涉及海量数据的处理、分析和传输,通过建立中国数据中心和数据处理、传输方法的发展,将促进我国网格技术(GRID)的研究发展。

(3) 促进相关科学研究的发展。通过这项计划的实施,北京大学自建了微机集群系统并发展了效应的软件,利用德国 DESY/HERMES 的实验数据,给出了 5 夸克粒子存在的可靠证据,结果被 HERMES 合作组采用,在 5 夸克态这一重要的前沿问题研究上做出了我们的贡献。

(4) 培养和锻炼了研究队伍,一批具有国际合作经历、国际研究见识的年轻研究队伍成长起来。除了中国科学院高能物理研究所外,还形成了一支高等院校的年轻研究队伍,其中包括北京大学、清华大学、中国科技大学、南京大学、山东大学等。

(5) 学习、了解、借鉴国际上对大型国际合作项目、大科学实验研究项目的成熟管理方法,促进我国科研管理机制、管理理念与国际接轨。

(6) 扩大了我国科学基金在国际上的影响,使国内外专家进一步认识到中国科学基金的特色、效率和优势。

总之,通过参与 CERN 国际合作,以较少的投入为中国科学家在实验、理论和计算上取得创新成果提供了一个国际一流水平的平台,提供了一个培养世界水平的科技人才、共享物理成果的环境。

5 体会和启示

通过资助中国科学家参与 CERN 国际合作,我们取得了参与大科学工程国际合作的宝贵经验,但合作过程中也有一些教训和不足,值得我们认真思考和分析,我们的体会和启示是:

(1) 资助参与大科学工程的国际合作,顶层设计和国内资助机构的资源整合至关重要。从参与国际合作的设计开始,就应建立专家咨询和资助机构协调机制,以确保高效运转。

(2) 在国际合作计划实施中要坚持以我为主的原则,敢于和善于坚持原则,坚持国家利益,据理力争;应以较少的投入在合作项目中取得尽可能多的贡献,获取最佳收益;在任务的选择上,要充分发挥自己的特长与优势,尽量选取技术含量高、显示度大并有利于发展我国该领域科研水平的任务。

(3) 参与国际大科学工程国际合作,对其发展及需求要进行认真的分析和评估,做到心中有数,避免经费无计划的增加。但是,对于探索性强、技术难度大的项目,适度增加经费也是难以避免的。CERN 的国际合作由于种种原因,仅探测器建造阶段已两次增加经费,因此承担该类合作应做好费用增加的思想准备。

(4) 要进一步注重规范管理,对于商定的内容,不但要签署原则性和通用性的协议,项目组还要签署具体文字协议或意见,使口头商定的意见或想法以文字形式确定下来。譬如 ATLAS 国际合作中的公共费用,中国项目组有关负责人与 ATLAS 大组达成了口头协议,但时过境迁,到目前还没有圆满解决。

(5) 资助参与大科学工程国际合作,往往是一个系统工程。以 CERN 国际合作为例,既有建造期间的研发费用,还有造好后的维护和运行费用,同时要分享实验成果、开展物理研究,就一定要考虑网格计算能力的建设和资料分析软件及数据库的建设。所有这些环环相扣,需要资助机构从整体和全局出发,系统考虑。

(6) 资助机构和承担任务的科学家要职责明确,要推动和发挥科学家群体在合作项目中的主动

性和积极性,不能产生依赖资助机构的情绪和心态。参与国际合作的中方首席科学家不但要学术水平高、协调能力强,还要确保有时间、有精力、高度负责、愿意为项目组多做服务性工作。要通过竞争的方式不断更新参与合作的项目组成员。

参 考 文 献

- [1] 张永涛. 欧洲核子中心 50 年发展历程和辉煌成就. 中国基础科学, 2004, (6): 52—56.

EFFECT, EXPERIENCE AND CONSIDERATION IN THE COOPERATION WITH CERN

Zhang Yongtao¹ Ji Peiwen² Bai Ge¹ Zhang Yinglan¹ Pu Men²

(1 Bureau of International Cooperation, NSFC, Beijing 100085;

2 Department of Mathematical and Physical Sciences, NSFC, Beijing 100085)

·资料·信息·

法国国家科研中心体制改革

法国国家科研中心(CNRS/Le Centre national de la recherche scientifique)系法国研究技术部直接领导的法国最大的国立基础科研实体机构,拥有 26 000 人,其中科研人员 11 600 位,工程师、技术员和行政管理人员 14 400 位。CNRS 2006 年度预算经费为 27.38 亿欧元,其中有 4.94 亿欧元属自筹基金。CNRS 下属设立了 18 个地区代表处,分别对分布于法全国各地约 1260 个科研单位和科研服务机构直接负责管理和协调其与地方或对口合作者的关系。

自 2006 年初始,CNRS 领导机制发生了重大变革,由行政理事会主席一元化领导制取代了上届中心理事会主席和中心执行总主任的二人分工负责制。另外,CNRS 的各科学部构架也进行了重组,特别值得注意的是,重组后各科学部的领导班子中成员有所交叉兼职。据法方 3 月份公布资料介绍:目前,CNRS 的科研组织机构由 6 个科学部和 2 所直属研究院组成,其学科面涉及覆盖所有学科知识领域。CNRS 进行学科大调整后的新机构为:(1) 数学、信息、物理、行星和宇宙科学部(MIPPU);(2) 化学科学部;(3) 生命科学部;(4) 人和社会科学部;(5) 环境和可持续发展科学部(EDD);(6) 工程科学部。此外还有 2 所直属研究院:“国家核物理与粒子物理研究院”(IN2P3)和“国家宇宙科学研究院”(INSU)。此次 CNRS 新重组的科学部在学科领域

方面有重大调整,各科学部领导人员组成在学科上有重大交叉。

CNRS 优先鼓励发展不同学科专业之间的协作,特别是同大学的合作,同时公开容许为满足经济和社会需求的新研究领域的跨学科研究行动。尤其是从事以下领域的研究工作:“生命及其对社会的重要性”、“信息、通讯和知识”、“环境、能源和可持续发展”、“纳米科学、纳米技术、材料”、“天体粒子:宇宙中的粒子”。

目前,CNRS 下属 1256 个科研单位和科研服务机构,其中 85% 的科研单位向对口的高校和其他科研机构开放。CNRS 同企业签订了 2800 个工业合同,拥有 4181 项有效专利及 497 个生产许可证;自 1999 年来,CNRS 以下属实验室为基础创立了 100 多个公司。至今,CNRS 已同 50 多个国家签订了 81 个合作协议。据此,接待了 5000 个外国实习生到法科研中心的 1256 个直属或协作科研单位的实验室中学习工作;实施了 197 个国际科学合作计划项目;同欧洲共建了 17 个联合实验室和 4 个研究组;建立了 13 个对口“姐妹”实验室以及 6 个国际联合实验室(分设在法国格勒诺布尔、日本东京、美国的普林斯顿、新加坡、智利的圣地亚哥和中国的大连)。

(国际合作局 吕蓓蓓 供稿)