

加强大科学装置的管理^{*}

黄 敏 杨海珍

(中国科学院研究生院管理学院 北京 100080)

摘要 文章阐述了大科学装置的特点;提出了大科学装置管理中存在的问题,并针对有关问题进行了分析,提出了大科学装置运行管理的改进措施和建议。

关键词 大科学装置,管理

1 引言

随着世界科学技术飞速发展,科学研究的内容不断深化、规模不断扩大,科学研究对其所依赖的实验条件有了更高的要求。大科学装置就是为满足现代科学研究所需的能量极高、密度极大、时间极短、强度极高等极限研究条件而产生的。1939年美国建成世界上第一台加速器,使人类对物质世界的认识由原子层次逐步发展到更深层次。在近70年的历史中,全世界已有16项基于加速器的大科学装置的重大科学突破获得诺贝尔奖;天文学研究从光学望远镜发展到大型的 optics 和射电望远镜,观测到100亿光年之外的遥远天体,使人类对宇宙起源和演化的认识大大加深,也使天文学得到迅速发展。大科学装置的产生为人类提供了探索自然奥秘极限的能力,使科学研究有可能在微观化、宏观化、复杂化等方面不断深入,从而取得重要发现。大科学装置已成为现代科学研究诸多领域取得突破的必要条件。同时,它的建造和运行也带动了相关高技术产业的发展,成为凝聚精干科研群体和培养高科技人才的基地,是一个国家综合科技实力和创新能力的重要标志。

2 大科学装置的概念和特点

2.1 大科学装置的概念

大科学装置的概念是指需要较大规模投入(一般为几个亿到几十亿或上百亿不等)并经过较长时间(一般约为5年)的工程建设,建成后经过长期的稳定运行和持续的科学技术活动,以实现重要科技目标的大型科技基础设施^[1]。

2.2 大科学装置的特点

大科学装置的建设投入巨大,装置的规模巨大、技术复杂、科研队伍庞大,使得依托大装置的科研活动具有其独特的特点,其管理工作也与中小规模科研的管理明显不同。

根据使用对象和研究目的的不同,可将大科学装置分为两类,一类是公共平台型装置,其用途是为多学科领域研究提供大型研究平台或为用户提供基础数据的大型公共装置,如同步辐射装置、散裂中子源、授时发射台等;另一类是专用研究型装置,是用来研究特定领域的重大科技问题的装置,如正负电子对撞机、大型空间观测装置等。

大科学装置及其科研活动具有如下特点:

(1)科学意义重大,影响面广且长远。大型科学装置的建设需投入巨大的创造性劳动,针对的是具有根本性和广泛带动性的重

^{*} 收稿日期:2006年4月25日

大科学技术问题,具有不确定性和风险性大的特点,一旦取得突破影响巨大。

(2)经费多。大科学装置建设、运行和科学研究都需要大量经费。通常建设经费、运行经费和研究经费因性质不同,来源于不同的部门,同时运行和研究经费又需要长期稳定的支持,这就使大装置的经费筹集和经费管理比较复杂,完全不同于小装置上的科研经费管理。

(3)持续时间长。大科学装置不但建设时间长,而且建成后一般要经过长时间稳定运行才能达到为实现预定的科学技术目标所需要的条件,其科学寿命一般较长,如同同步辐射装置的科学寿命一般在20—30年左右。

(4)其科研活动的特点:学科多,交叉性强,开放程度高,装置依赖性强等。

(5)研究人员多。其来源和专业领域分布范围宽。不同专业的研究人员之间合作、研究队伍和技术队伍之间合作的问题,都是管理工作面对的问题。

上述特点都造成了围绕大科学装置本身及其科研活动的组织管理工作的复杂性。

3 国际上大科学装置的发展状况和管理模式

3.1 国际上大科学装置的发展状况

近年来,世界主要发达国家甚至一些发展中国家把建设先进大科学装置作为重要的科技国策,投入巨资进行建设。美国政府建立了由总统主持的统一协调管理机构,部署建设了散裂中子源等大科学装置。日本政府公布了“科学技术基本计划”,建设了大型同步辐射光源设施、大型光学红外望远镜等一批大科学装置。欧洲各国间更加强了合作建设大科学装置;韩国、印度等发展中国

家为提高创新能力,也在发展大型科学装置方面做出了重大努力。表1是美国、德国、韩国对大科学装置的投入情况。

表1 美国、德国、韩国对大科学装置的投入情况

国家	时间	投入经费(人民币)	R&D 比例
美国	2001—2003 年	约 19 亿美元 (RMB158 亿)/ 年	1.9%
德国	1996—2000 年	约 10 亿马克(RMB55 亿)/ 年	1.2%
韩国	2003 年	约 940 亿韩元(RMB6.6 亿)/ 年	1.9%

* 美国的数据仅包括能源部出资建设的部分

** 德国的数据取自《德国联邦政府关于科学研究的报告(2000 年)》

3.2 国际上大科学装置的管理模式

各国的大科学装置管理运行体制各不相同,有的大科学装置属于国立研究机构,有的依托大学,有的则属于公司,但由于是国家投巨资和人力建设和运行这些装置,有明确而长远的目标,负责管理运行装置的组织机构被赋予了明确的使命,因而不同的组织形式具有了共性的模式。

下面我们简单描述国际上两类比较典型的大科学装置的管理模式:

3.2.1 国家实验室的管理模式

以一个国家为主或单独建设和运行的大科研装置,一般是以大科学装置为依托成立国家实验室,美国能源部支持建设和运行的国家实验室就是这种管理模式的典型代表。能源部管理着美国最重要的、世界级别10个装置型的国家实验室,包括布鲁克海文国家实验室、劳伦斯伯克利国家实验室、费米国家实验室等著名实验室,由能源部出资建设和运行,负责指导和宏观管理。但装置和实验室运行的具体管理,则大多委托具有企业法人身份的非赢利机构,如大学研究协会(URA,Inc.)。日本等国的大科学装置的管理运行模式大多与美国相似^[2]。

3.2.2 多国共建共管的管理模式

随着大科学装置研究的科学问题越来越

越深入,建设规模越来越大,建设和运行费用越来越高,单独一个国家无论是财力还是技术都难以承担。因此,通过国际合作共同出资建设和共同管理大科学装置,已成为比较普遍采取的策略。这种模式在欧洲更为普遍。国际合作的杰出典范——欧洲核子研究中心(CERN)的管理机构,由法国、德国、希腊、意大利、英国、瑞士等 20 多个成员国组成,每年世界各地约 6 000 位科学家到 CERN 访问工作。成员国按约定的比例出资支持装置的建造、运行、对外开放等经费,管理体系由各成员国组成,通过各种委员会(顾问委员会、科技委员会、财务委员会等)发挥管理作用,理事会是管理 CERN 日常事务的最高权力机构^[3]。

4 我国大科学装置的发展状况

改革开放以来,我国相继建成了北京正负电子对撞机、大型天文光学望远镜等装置,对国家的科学技术发展、经济建设、国防建设和社会发展做出了重要贡献。

大科学装置的建设,显著提升了我国科技创新能力。以北京正负电子对撞机为例,它的建成填补了我国高能物理实验和同步辐射实验的空白,获得了 τ 轻子质量的精确测量等国际领先水平的成果,

同时为国内上百个研究机构的数百个研究组提供了同步辐射实验研究条件,取得了如菠菜捕光膜蛋白晶体和 SARS 病毒主蛋白酶晶体的结构测定等一批重要研究成果。

大科学装置的建设,增强了我国科学技术的国际竞争能力。如磁约束核聚变研究被视为解决替代能源问题的现实途径,建于中科院合肥物质研究院等离子体研究所的“HT-7 超导托卡马克装置”已

成为国际上稳态高参数等离子体研究的两大实验平台之一;即将建成的全超导托卡马克装置(EAST 装置),将使我国在此领域进入国际前沿;基于已有的国际竞争力并考虑到我国能源的长远发展,中国将投入人力、物力、财力参加国际热核聚变实验堆(ITER)的建设。

大科学装置的建造和运行,造就和凝聚了一大批高水平的工程和管理人才。如参与建造北京正负电子对撞机建设的其中两位骨干,后来成为我国载人航天应用系统总指挥和总设计师。

大科学装置的建造和运行产生的高技术,被广泛应用到社会、经济等许多领域,如粒子加速器技术的发展应用到人类疾病的诊断与治疗、工业辐照加工、食品保鲜、无损探伤等方面,成为了一项具有战略意义的高新技术产业。

基于大科学装置对科学技术发展的重要性和已取得的成果,我国对大科学装置的建设也更加重视。“九五”、“十五”期间,国家投资 30 多亿相继建设上海光源、农作物种质资源库等一系列大科学装置(表 2)。“十一五”期间又计划新建大科学装置(表 3),

表 2 “九五”、“十五”期间大科学装置建设情况

序号	大科学装置项目名称	总投资(亿元)
1	大面积天区多目标光纤光谱天文望远镜	2.35
2	中国地壳运动观测网络	1.35
3	兰州重离子加速器冷却存储环	2.935
4	超导托卡马克核聚变实验装置	1.65
5	中国大陆科学钻探工程	1.496
6	中国农作物基因资源与基因改良工程	1.414
7	国家同步辐射实验室二期工程	1.18
8	巨型计算机工程	1.00
9	北京正负电子对撞机重大改造工程	6.40
10	上海光源	12.00
11	中国西南野生生物种质资源库	1.48
合 计		33.255

表3 “十一五”期间我国大科学装置建设计划

序号	大科学装置项目名称	建设期
1	散裂中子源	6年
2	强磁场实验装置	5年
3	新一代天文望远镜	5年
4	海洋综合考察船	4年
5	航空遥感系统	4年
6	结冰风洞	5年
7	中国大陆构造环境监测网络	4年
8	重大工程材料结构服役安全评价试验装置	5年
9	蛋白质科学研究设施	3年

国家科教领导小组已原则同意建设散裂中子源、强磁场实验装置等9个大科学装置,计划投资约60亿元人民币,使我国大科学装置的建设处于新的发展时期。

5 我国大科学装置管理中存在的问题及对策

我国大科学装置的建设和运行时间还不长,但依托这些装置的科学研究取得了引以自豪的长足进步。从中央领导到主管部门都很重视,承建单位、运行单位都具有很强的责任心,建立了管理体系,形成了管理方法。但由于发展的历史短,其管理办法、管理体系还不够完善。与国际大科学装置管理的先进水平相比,存在明显差距。主要存在4方面的问题:

5.1 总体规划不够完善

由于大科学研究和大科学装置建设的规模、作用和风险等特点决定了其更需要一个长远发展规划。目前我国大科学装置的长期发展规划工作还不够完善。虽然中科院在大科学装置的部署和发展规划工作已经开始,但还缺乏配套的发展计划。规划方面的不足,容易造成大科学装置及其研究涉及的某些学科、地域布局不合理;同样地,由于顶层设计欠缺,造成一些有重大意义的项目难以进行必要的前期部署。

大科学装置建设规划因其投资巨大、应用面广、涉及部门多,应是国家意志的体现。建议由国家主管计划和基本建设的部门牵头负责,成立大科学装置发展规划委员会,制订规划,在学科布局 and 地域布局上有战略性、整体性的考虑,同时纳入规划的项目应进行科学目标优化、前期技术研究的立项前准备工作。

5.2 组织管理体制不够健全

我国对依托大科学装置的管理,等同于普遍的研究所的管理,由于对大科学装置的管理规律认识不深,特别是没有深刻认识到大科学装置在建设时就已确定的运行和使用的国家目标和使命,因而现行的组织管理体制没有充分体现国家意识。

目前,大科学装置建设经费和运行经费已经落实,但依托大科学装置的科研经费还没有明确的渠道,主要由基金委、科技部和主管部门如中科院、教育部等部门来解决,运行期间的管理则主要由承建单位及其上级主管部门来执行,存在多头管理、经费投入及其运行管理的权限脱钩的现象。

大科学装置的管理应体现国家建造、国家管理,供国内外使用。因此,依托大科学装置的研究机构可成立国家实验室,并在理事

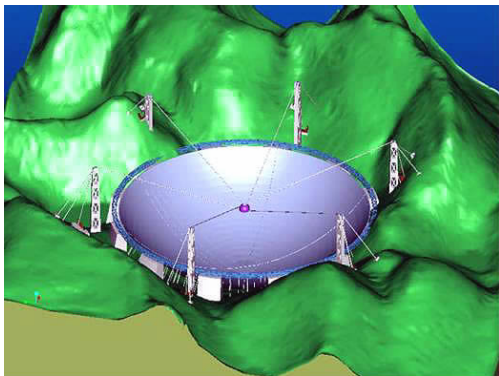


图1 500米口径望远镜(拟建)

会下设管理委员会、科技委员会、用户委员会(下图),负责大科学装置的立项、建设及建成后的全过程归口管理。

国家实验室理事会的成员主要来自政府部门:建设资助部门发改委,运行经费资助部门财政部,科研经费资助部门及主管部门如基金委、科技部、中科院、教育部等,对国家实验室的重大事情做出决策,如确定国家实验室使命和目标,审批重大科学目标的调整,部门间的沟通与协调等。

管理委员会是由大科学装置机构的主管部门牵头组织,如中科院相关研究所的管理委员会主任可由院级领导出任。主要负责对实验室的管理,包括遴选国家实验室主任,审查年度工作和经费计划,组织定期的考评等。

国家实验室管理委员会任命的科技委员会是由杰出的科学家组成,科技委员会对国家实验室科学方向发展提供咨询和评议意见,对装置的重大改造计划提供咨询和评审意见,负责对国家实验室的考核和评估等。

国家实验室主任的主要职责:负责实验室的具体业务管理,拟定实验室的科学工作计划,领导班子成员的提名等。

若是平台型装置,则可成立国家实验室用户委员会;若是专用研究型装置,则成立学术委员会,主要负责对科研规划提出评议意见,批准具体的装置研究计划和运行计

划,提出开放机时的分配方案并监督实施。

5.3 开放共享不够有效

目前大科学装置的开放共享程度还不够。首先,缺乏用户的参与机制,在立项、建设和运行各阶段用户的地位和作用体现不够,开放共享服务设施不足;其次开放共享的评价、监督和反馈机制不完善,开放共享水平未列入研究机构评估考核之内。

大科学装置的开放共享是其特点之一,因此,对装置的管理,开放共享是必须考虑的重要内容。

在装置建设方案设计阶段就应充分考虑运行时的开放和共享,组织用户深入地参与装置主要技术指标的研讨。如,对于散裂中子源这样的公共实验平台,要向外界提供可应用的科学技术领域及用户的大致体量。对于遥感飞机这样的提供基础数据的公益设施,要说明数据的主要用户部门和单位。在装置的运行阶段,建立用户委员会,负责年度运行计划的批准并监督实施,保证开放共享。同时,开放共享必须有经费保障,因此,建议基金委设立大科学装置科研专项基金,专门受理全国的用户利用装置开展研究的申请。

5.4 考核评价体系不尽合理

现有的研究机构的评估体系,视大科学装置上的科研活动等同于一般科研活动,因而评价体系与大科学装置的特点不相适应。

可在现行的评价体系中将大科学装置建设时就已确定的使命和科研目标,即大科学装置的运行目标和质量的完成度作为评价指标。如国家授时中心的主要任务是运行管理长短波发射台,提供并发布时间标准。授时中心年年出色完成任务,受到多次嘉奖。但在评价中,这些业绩未被重视。考核指标体系应主要考核这些运行任务的完成度。不宜用对一般研究所的要求如承担课题任

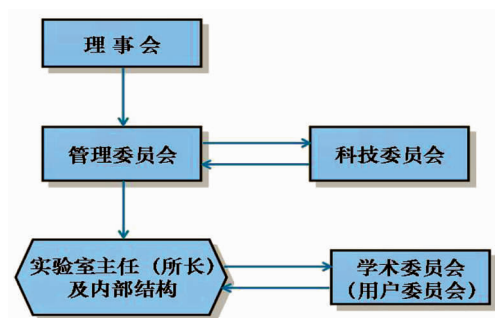


图2 国家实验室组织结构图

务数、发表文章数等指标和人均数量来评价其质量和水平。

对大科学装置的考核评价建议从 5 方面体现:即国家确定的大科学装置的科学目标的实现、装置运行状况;队伍情况;经费使用的有效性;后续发展的能力。

关于科学目标实现的完成度:考核国家设定的科学目标的实现情况以及在国际上的地位和影响等。公共平台类装置应考察支撑用户实验技术、方法的水平,接待用户的数量等;积累数据的平台类装置应主要考察收集和发布数据和信息的数量和质量。不论是什么类型的装置,其对外开放应是重点考虑的内容。

关于装置的运行状况的考核:此项指标直接反映出装置的运行效率和运行质量,应考核装置年运行机时、故障率、运行参数等。

关于队伍情况的考核:大科学装置的队伍主要有 3 类,第一类是装置运行维护的技术人员,这类人员需要有技术专长,要求相对稳定,平均年龄可适当放宽,学历不必过

高。主要考核其运行维护的水平。第二类是研究人员,其考核类同于其他科研人员;第三类是装置建设的工程技术人员,主要考核其建设任务的完成情况。

关于经费使用的有效性:大科学装置的运行费、重大改进费和科研经费等涉及经费量大,考核中应对经费使用的合理性和有效性进行考查,必要时进行调整。

关于对后续发展的评估:应从研究领域的发展前景、在本装置上开展这些领域前沿研究工作的潜力、下一步的发展计划等方面进行评估,并向有关管理部门提出相应的决策建议。

致谢 本文的成文得益于中国科学院大科学装置管理研究课题组成员的支持及与他们的有益讨论,作者在此表示感谢!

主要参考文献

- 1 中国科学院发展战略研究组. 我国大科学装置发展战略研究和政策建议. 2003, 6.
- 2 <http://www.DOE.GOV>.
- 3 CERN Annual,2004.

Improvement of Mangement of Large Scientific Facilities in China

Huang Min Yang Haizhen

(Graduate University of CAS, 100080 Beijing)

The characteristics of large scientific facilities have been reviewed, and the problems in the mangement of these facilities have also been identified. The ways to improve the administration system has been suggested based on the analysis of these problems.

Keywords large scientific facilities, administration

黄敏 女,中国科学院基础科学局综合规划处处长,研究员。中国科学院研究生院管理学院在职研究生。1986年毕业于哈尔滨工业大学,1986—2000年在中国科学院高能物理所工作,期间参加了北京自由电子激光大科学装置的建造工作,参与了北京正负电子对撞机运行的管理工作。2000年至今在中国科学院基础科学局工作,期间曾主持负责大科学与工程与核科学处工作,主要负责大科学装置宏观层面的管理工作。