



美国国家科学基金会设施的管理及启示

文 / 杨春霞¹ 罗小安^{1*} 侯宏飞² 陈娟¹ 樊潇潇¹

¹ 中国科学院高能物理研究所 北京 100049

² 中国科学院前沿科学与教育局 北京 100864

【摘要】 通过分析美国国家科学基金会(NSF)近两年来对设施的资助情况,研究其对所资助设施的管理,包括人员职责界定、生命周期划分、预算及监督等,文章通过研究NSF对设施的资助、监督和管理,尝试为我国重大科技基础设施的管理工作提供参考建议。

【关键词】 美国国家科学基金会(NSF),设施,管理,启示

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2015.03.008



中国科学院

1 美国国家科学基金会简介

美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)成立于1950年,是美国独立的联邦机构,其宗旨是“促进科学的进步,提高国民健康水平,使国家繁荣昌盛,保证国家安全”。

NSF的经费来自联邦政府拨款,每年向国会提交预算建议,由国会批准。决策机构是国家科学委员会(National Science Board, NSB),其主要任务是确定NSF的政策,按学科建立各委员会。NSF下设7个科学局和若干业务局/办公室,其中总检察长办公室直接向NSB和国会报告,并向国会申报经费。

* 通讯作者

修改稿收到日期:2015年4月30日

NSF本身并不下设研究所或实验室,它以基金项目、合同和合作协议等形式,专门负责资助各个学科与工程领域中的基础研究和教育,约占联邦政府对基础研究总投入的1/4。

除美国能源部之外,NSF是设施的另一个主要管理和资助部门。为了给NSF工作人员和被授予方进行设施规划、管理和监督提供指导,明确设施生命周期每个阶段的政策、要求和推荐程序,2003年NSF发布了《设施管理和监督指南》(*Facilities Management & Oversight Guide*),并定期更新。2013年1月,NSF发布了最新的《大型设施手册》(*Large Facilities Manual*),反映了通过重大研究设备和装置建造(MREFC)账户资助设施的要求和推荐程序的变化,推动这些变化

的原则也适用于通过研究和相关活动(R & RA)账户资助的较小规模的设施。

2 NSF 对设施的资助

NSF 将“设施(Facility, 也可译为装置)”描述为“设施可由分布式设施组成, 它们可合并为大规模的网络或计算基础设施; 多用户仪器或这种仪器的网络; 或对广大范围的科学或工程学科产生了重大影响的其他基础设施、仪器和设备”, 如加速器、天文望远镜、船舶、飞机和地理上分布但形成网络的地震工程模拟设备。

除南极站项目外, NSF 并不直接建造或运行它所支持的设施, 而是通过授权外部实体(主要是大学、大学联盟或非营利性组织)来建设、管理和运行设施, NSF 仅负责监督设施的研制、管理和建设运行。

NSF 目前主要从两个账户为设施建造提供支持: MREFC 账户 R & RA 账户(教育和人力资源账户 EHR 也可支持设施建设, 但目前尚无设施通过该账户获得支持)。MREFC 账户创立于 1995 年, 用于重大科学和工程设施项目的购置、建造、调试和升级, 费用支出范围从千万美元到数亿美元。其他活动, 如规划、概念设计、研制、运行和维护、

科研, 则由 R & RA 账户提供支持。R & RA 账户也支持规模较小的设施建造和购置项目, 费用从数百万美元到数千万美元(表 1)。

3 NSF 对设施的管理

3.1 相关人员/组织职责

NSF 为了规范其所资助设施的管理, 明确规定了与相关人员或组织的职责。

(1) 项目专员(NSF Program Officer)。由 NSF 的长期雇员担任, 对设施项目负有主要监督责任, 包括促使学术界提出设施建议, 组织外部评审, 制订和实施内部管理计划, 并监督设施建造、调试和运行。

(2) 大型设施项目副主任(Deputy Director for Large Facility Projects, DDLFP)。其和大型设施办公室(简称 LFO, 设在预算、财务和授予管理局)的工作人员主要负责与 MREFC 项目开发、实施和监督相关的所有政策和过程事务, 为大型设施制订从建设到退役全部阶段的强制性政策。

(3) 项目顾问组(Project Advisory Team)。由熟悉大型设施项目的技术、管理、法律、立法和行政事务的专家组成, 主要协助项目专员规划、评审和管理 MREFC 项目。

表 1 2011—2013 年 NSF 资助设施情况 (单位: 百万美元)

	2011 财年实际	2012 财年估算	2013 财年需求	与 2012 财年估算对比	
				差值	百分比
已有设施的运行和维护	673.63	655.37	647.35	- 8.02	- 1.2%
联邦资助的研发中心	195.25	195.85	191.71	- 4.14	- 2.1%
R & RA 账户					
在建设设施的运行和维护	17.49	44.73	72.49	27.76	62.1%
R & RA 规划和概念开发	27.17	13.75	11.75	- 2.00	- 14.5%
小计	913.54	909.70	923.30	13.60	1.5%
MREFC 账户					
	125.37	197.06	196.17	- 0.89	- 0.5%
总计	1 038.91	1 106.76	1 119.47	12.71	1.1%

注: 由于进位原因, 数字加起来可能与总数略有出入

(4) 提议机构 (Originating Organization)。指提议通过 MREFC 账户,主要负责监管设施的规划、评审、监督和资助。

(5) 设施专家组 (Facilities Panel)。主要提供咨询服务,组长由大型设施项目副主任担任,成员均有大型项目监督经验,负责评审内部管理计划并提供反馈信息。

(6) MREFC 专家组 (MREFC Panel)。组长由 NSF 副主任担任,成员包括主任助理等,负责管理 MREFC 项目的整个过程,评审提议机构提出的特定事项。

(7) 主任评审委员会 (Director's Review Board, DRB)。由 NSF 副主任、首席财务官等组成,负责评审和批准所有申请 NSB 资助的项目(包括 MREFC)相关的文件。

(8) NSF 主任 (NSF Director)。对 MREFC 账户提供的资助负有最终责任,并向国家科学委员会、美国管理和预算局及美国国会提出新的 MREFC 项目建议。

3.2 设施生命周期划分

MREFC 和 R&RA 账户资助对设施生命周期阶段的划分类似,均分为概念设计、初步设计/准备就绪、NSB 批准/最终设计、建造阶段和建造后阶段(图 1)。

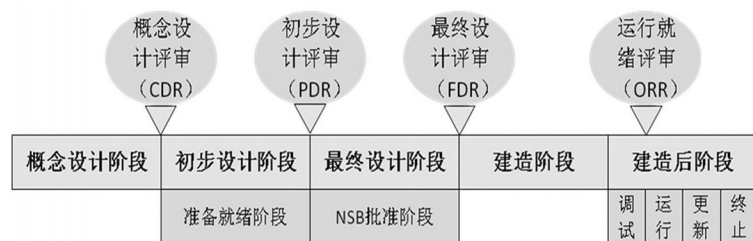


图 1 NSF 设施生命周期图

3.2.1 概念设计阶段 (Conceptual Design Stage)

当通过账户资助设施的申请得到专家组推荐,并经 NSF 主任批准后,作为候选项目正式进入概念设计阶段,该阶段的目标是

完成一个全面且明确阐明项目内容的概念设计。在概念设计阶段,项目建议者(一般是科研人员)提出概念设计、计划和资金申请的建议(该建议还包括一个初步的项目实施计划),NSF 项目专员负责制订内部管理计划和项目发展计划、组织和实施概念设计评审,评审内容包括建议项目的科学性、技术可行性和项目管理等方面。

当候选的项目通过正式建议评审、概念设计评审和项目实施计划评审后,NSF 开展项目发展计划的价值评审,通过内部管理计划经提议机构领导认可后,项目进入初步设计阶段。

3.2.2 初步设计/准备就绪阶段 (Preliminary Design/Readiness Stage)

在初步设计/准备就绪阶段,项目建议者修订和更新项目实施计划,将其发展到初步设计程度。NSF 每半年组织一次中期评审,直至进行初步设计评审(PDR)。PDR 由项目专员和大型设施项目副主任一起组织,主要评估技术设计的可靠性以及预算和施工计划的完整性,评审结果由 MREFC 专家组报告给 NSF 主任,由 NSF 主任决定是否提交 NSB 审批。同时,更新后的内部管理

计划和项目发展计划须经过设施专家组(仅评审和批准内部管理计划)、MREFC 专家组和 NSF 主任评审并批准。

当设施项目成功通过初步设计评审后,NSF 主任提请 NSB 批准将其

列入下一个财年的预算请求,项目进入最终设计阶段。

3.2.3 NSB 批准/最终设计阶段 (Final Design/Board Approved Stage)

在 NSB 批准/最终设计阶段,项目专员

和大型设施项目副主任负责组织和领导最终设计评审(FDR),评审内容包括建议项目的技术可行性和项目管理,并且内部管理计划仍需每年更新和评估一次。

当项目最终设计基准得到批准并且建议的项目经主任评审委员会评审和批准后,NSF将项目实施计划、内部管理计划以及各方的评审意见提交给NSB。NSB主要采用“评估所有领域的国家标准”对项目进行排序,标准如下:(1)哪些项目处于最有可能发生变革的新兴领域?哪些项目最可能改变开展研究的方式,或拓展基础科学和工程前沿?(2)哪些项目最有可能维持美国在重要科学和工程领域的领导地位?(3)哪些项目能够对研究人员、教育工作者和学生产生最大益处?(4)哪些项目最需要在近期内开展?哪些项目最具当前窗口机会、应该满足的紧迫需要和国际或部门间的承诺?(5)哪些项目学术界支持程度最高?(6)哪些项目将对跨领域的科学进步影响最大?

如果项目未获批准,或者已批准项目的计划不够清晰、施工准备不充分,NSB则退回该项目重新回到初步设计阶段,且可在下一年度重新提交给NSB。

当最终的项目实施计划完成,通过NSF评审和批准,并且国会根据提出的具体预算请求给MREFC账户拨款后,最终设计阶段便成功完成。

3.2.4 建造阶段(Construction Stage)

国会为MREFC项目拨款之后,NSF通过合同和/或合作协议授予设施建造方建造设施。

在整个建造活动中,项目被授予方(设施建造方)定期提供财务和技术状况报告给NSF,NSF对项目授予后的技术性能、费用、进度和管理绩效状况定期进行评审,至少每年评审一次。

当设施建造过程中的费用和/或进度偏离预定计划,需要通过变更控制委员会对项目不可预见的预算或进度进行调整。一旦这种调整导致项目总费用发生变化,则需要NSF批准;当增加的建造费用超过NSB批准的基准费用的20%或1 000

万美元时,须由NSB审批。

3.2.5 建造后阶段(Post-construction Stages)

建造后阶段包括调试、运行、更新/复用以及终止。

从建造阶段过渡到运行一般需经过测试和调试阶段,该阶段仍由MREFC账户资助,经费已列入最初的预算请求。调试工作包括进行设施的首次运行,并使设施达到内部管理计划设计的运行水平。调试计划至少需提前一年制定完成,包括自下而上的运行费用的详细估算、设施运行管理计划等。调试计划完成后,即进行运行就绪评审(ORR),以检查和评议调试计划,该评审由项目专员和大型设施项目副主任负责组织实施。

在建造阶段,设施承建方就应准备正式的运行建议,并进行价值评审。设施过渡到全面运行时,要进行测试和验收、用户培训和工程研究。日常的运行工作包括:支持并开展研究、教育活动;确保设施有效运行;进行中小规模的技术改进以保持设施先进的研究能力。NSF一般通过年度工作计划、年度报告和年度运行评审对设施进行运行监督。

通常大型设施的运行周期在10年以上,因此为保持设施持续处于科研前沿,需对相关设备进行升级和更新,所需经费作为运行经费的一部分,来源于R&RA账户。一旦用于更新升级的资金需求达到账户资助的门槛,则可从MREFC账户申请资金,其批准程序与新建MREFC项目相同。在设施运行过程中,NSF还会不时地通过外部价值评审重新选择运行管理机构,以维持运行所需费用不变甚至减少。

至少在设施运行授予期满前两年,项目专员便开始计划对设施的研究和教育成果、学术界的需要和设施管理进行评审,以决定设施未来的发展。如果评审认为在现有设施上开展科学研究的战略优先权低于另外使用资金开展科学研究时,NSF将使这些设施退役。如果设施可以继续产生成果,则有可能将设施的所有权转让给其他机构。

3.3 预算管理

预算贯穿于设施生命周期的各个阶段,是设施建议中极重要的一部分,也是影响最终授予决定的因素之一。NSF对设施每个阶段的预算内容和详尽程度都有规定,并据此实施管理。

当提议机构建议通过MREFC账户资助一个设施项目时,即承诺为设施运行和使用提供充足的资金。在概念设计阶段,被授予方要以工作分解结构格式提出相应的预算和不可预见的费用估算,以及将来运行设施所需要的资金水平估计。在初步设计阶段,设施总费用估算必须有充足的不可预见费以覆盖所有可预见的风险,一旦有超出不可预见费的费用增加,将通过减少项目范围调整。

建造预算包含设施调试、测试、验收、从建造过渡到运行的费用,所有信息技术费用(包括硬件、软件、维护、升级和运行的初始费用和持续费用),以及不可预见费,同时包括为项目管理、工作人员活动和培训提供的充裕的资金。

对于部分需要在建造活动全部完成之前即开始运行的设施,运行经费预算和建造预算分开编制管理。除设施日常运行所需费用外,运行预算最主要的组成部分就是相关人员的薪水。另外,预算还要考虑到制冷剂、备件等消耗品及辅助性设备等费用,尤其是对于数额较大且易波动的电费等因素,需在预算中制定应对策略。

3.4 NSF监督

报告和评审是NSF发挥其监督作用的重要方式。一般情况下,设施承建方按月或按季度提供报告,并在规定时间内提供年度报告。在建造阶段,项目经理定期向项目专员报告,报告内容包括:财务和技术状况汇总;使用挣值管理方法对比实际费用与计划费

用、实际进度与计划进度,对超过10%的负偏差需附有解释并提出调整计划;当前和预期的问题及矫正措施;关键信息,如关键人员、转包合同和转包商绩效的变更等;即将到来的里程碑或项目可交付物。项目专员负责将这些信息的书面总结按月提供给大型设施项目副主任,再由大型设施项目副主任提供给NSF的首席财务官和主任办公室。

在运行阶段,NSF每年组织一次运行评审,评审设施满足年度计划目标的程度,讨论即将面临的运行挑战,并为其他设施运行提供经验。运行评审一般在设施现场进行,由在大型科研设施运行方面有专长的外部小组评审,并形成一份正式的书面报告。

除运行评审之外,NSF每5年对设施进行一次业务系统评审,旨在保证业务系统(人员、工作流程和技术)能满足大型设施的行政管理要求,确认已制订行政、财务政策和程序,评审这些政策和程序是否符合美国管理和预算局的要求、NSF的期望以及其他适用的联邦法规,并评审这些政策和程序是否在每一个核心职能区域都用于管理大型设施。业务系统评审由NSF的大型设施办公室领导,采用文件评审和现场访问方式。如果设施的资助水平、管理、范围或大型设施任务发生重大变化或者处于生命周期阶段过渡时(设施从建造过渡到运行和维护),业务系统评审将更频繁。

4 启示

先进且有效的研究基础设施对维持美国在科学和工程领域的领导地位至关重要,未来要在研究领域取得成功离不开新一代强大的研究工具——重大科技基础设施,而且这些工具的规模越来越大,技术愈加复杂。正是基于以上认识,美国NSF每年投入大量经费资助设施建设和运行,并且形成了一套完备的管理体系和行之有效的管理办



中国科学院

法,值得我们学习借鉴。

我国的重大科技基础设施经过几十年的发展,目前正处于快速发展期。“十一五”期间国家投资60亿元,部署建设了12项重大科技基础设施,“十二五”期间还将重点建设16项。中科院作为承担国家重大科技基础设施建设的主要力量,充分认识到了设施在国家科技创新体系中的重要作用,在2015年启动实施的“率先行动”计划中,中科院在院所两级法人管理体制的基础上,构建了四类新型机构,其中一类就是依托国家重大科技基础设施,建设具有国际一流水平、面向国内外开放的大科学研究中心。作为公共大型科技创新平台,大科学研究中心的主要任务是设计、建设和运行国际先进、国内领先的重大科技基础设施,依托设施开展综合交叉前沿研究,并为国家重大科技基础设施建设提供科学建议和规划方案。其中,特别是依托设施集群的综合类大科学研究中心,将集新设施规划建设、建设、运行维护、技术发展和性能拓展等功能为一体,通过建设新设施和原有设施的退役,形成一个设施不断更替又稳定发展的、在我国重大科技基础设施布局中占有重要地位的设施集合体,成为我国科技实力的重要标志之一。

4.1 抓住“率先行动”计划机遇,提升依托设施的科学研究水平

安全稳定运行的重大科技基础设施为科学研究工作提供了先进的实验平台,科研成果显著。但是,这些成果与国际上同类设施相比,还有很大差距,尚未产生引领世界科技发展的变革性重大突破。究其原因,一方面是缺乏对设施科学研究的持续稳定支持,另一方面也与现有科学研究的组织模式有很大关联。中科院通过“率先行动”计划,将为依托设施的科研活动提供长期稳定的支持,探索通过顶层设计,围绕重大科学问题,组建跨单位、跨部门的高水平研究团队,进行长期系统的研究,这种探索将会极大地提升依托设施的科学研究能力。

4.2 提升设施技术发展能力,保障设施高水平运行

重大科技基础设施在建设和运行过程中,往往都需要不断发展新型技术或突破现有的技术水平,从而保障设施技术水平的先进性。目前,我国通过专项经费为设施运行提供支持,但受限于各种条件,经费仅能支持设施的基本运行,导致设施技术发展能力不足。中科院通过“率先行动”计划,将不仅为依托设施的新技术研发和功能开发提供经费保障,还给予相应的人才政策支持,鼓励技术骨干配合科学家开展配套技术方法开发和设备升级改造,必要时还可和卓越创新中心等组织关键技术联合攻关。这不仅有利于保持设施始终处于国际先进水平,还能充分发挥设施在国家高新技术发展中的引领作用。

4.3 发挥监督评价作用,促进重大成果产出

我国现行的科研体制下,研究单位普遍重视项目争取,一旦项目资金到位,项目授予部门对后续的研究工作监管普遍不足。在国家重大科技基础设施领域的突出表现是:由于项目前期准备不充分以及设施建设阶段的监督不力,导致超预算、超工期现象较多;重点关注运行状况,缺少适合重大成果产出的设施运行评估机制。因此,主管部门要加大设施建设和运行监督力度,针对建设目标完成情况、运行效率和重大产出等,建立既适应设施特点、符合我国国情、又与国际接轨的定期评估考核机制,设立奖惩制度,以监督评价带动设施管理和技术水平的提升,促进重大成果产出。

借鉴国外对设施的管理工作,做好大科学研究中心的建设,不仅有利于中科院“率先行动”计划的顺利实施,还将引领国家重大科技基础设施的发展与科研组织模式改革。设施的高水平运行将为全国范围的科技工作者提供高效率的开放共享和高质量的创新服务,有力支撑多学科的前沿研究工作。

参考文献

1 美国国家科学基金会网站:<http://www.nsf.gov/>.

2 National Science Foundation. FY 2013 Budget Request to Congress, 2012. 2.

3 National Science Foundation. Large Facilities Manual, 2013. 1.

4 National Science Foundation. Roles and Responsibilities of NSF staff Involved in the Management and Oversight of Large Facilities, 2012. 2.

Revelations from the Management on Facilities of National Science Foundation

Yang Chunxia¹ Luo Xiaolan¹ Hou Hongfei² Chen Juan¹ Fan Xiaoxiao¹

(1 Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, 100049 Beijing, China;

2 Bureau of Frontier Sciences and Education, Chinese Academy of Sciences, 100864 Beijing, China)

Abstract Facilities, which have a major impact on a broad segment of a scientific or engineering discipline, are essential for science and engineering enterprises. As an independent federal agency, one major responsibility of National Science Foundation (NSF) is to finance facilities through the MREFC Account and the R&RA Account. Generally, the MREFC Account is used to fund the acquisition, construction, commissioning, and upgrading of facilities, while the R&RA Account can be used to support planning, conceptual design, development, operations and maintenance, as well as scientific research. Taking the facilities funded by NSF as examples, the article introduces the activities occurring during the life-cycle stage of the facility and requirements for oversight. In general, the life-cycle stage is divided into Conceptual Design Stage, Preliminary Design/Readiness Stage, Final Design/Board Approved Stage, Construction Stage and Post-construction Stages, and by the whole life-cycle stage, the roles and respective responsibilities of NSF staff, the awardee institution and other organizations are described in detail. Based on these introductions, the article attempts to give some suggestions on management of facilities in China for the future development.

Keywords National Science Foundation, facility, management, revelation

杨春霞 中科院高能物理所科研计划处助理研究员, 工学硕士。主要从事中科院重大科技基础设施建设及运行管理工作。E-mail: yangcx@ihep.ac.cn

Yang Chunxia, Research assistant in Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, achieved master's degree in Environment Engineering. She works on administration of large research infrastructure of CAS since 2009. E-mail: yangcx@ihep.ac.cn

罗小安 男, 中科院高能物理所副所长, 研究员, 管理学硕士。主要从事重大科技基础设施的规划、建设、运行等管理研究。E-mail: luoxa@ihep.ac.cn

Luo Xiaolan, male, Deputy Director of Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, achieved master's degree in Management Science. He mainly focuses on the research of large research infrastructure management. E-mail: luoxa@ihep.ac.cn



中国科学院