

美国先进科学仪器资助政策 发展状况及其特点

冷伏海, 祝清松

(中国科学院文献情报中心, 北京 100190)

摘要: 先进科学仪器对科学研究重大突破所起的关键作用日益凸显, 先进科学仪器的创新已经成为推动科技创新的重要支撑。从发展战略与政策、发展重点与布局和基本数据统计等3个角度对美国先进科学仪器资助政策的发展状况进行了研究, 并且从长期规划、科学目标、优先领域、发展定位、组织模式和管理办法等6个方面对美国先进科学仪器资助政策的特点进行了分析。期望所做研究和分析, 为我国先进科学仪器资助战略和发展规划的制定, 提供参考。

关键词: 美国; 先进科学仪器; 美国国家科学基金会; 资助政策

中图分类号: G327.12 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2014.11.005

先进科学仪器是指原理上先进、技术上创新且用以研究国际前沿科学问题的中型科学仪器设备。美国国家科学基金会 (National Science Foundation, NSF)、国立卫生研究院 (National Institutes of Health, NIH)、能源部 (Department of Energy, DOE)、国防部 (Department of Defense, DOD)、国家航空和航天局 (National Aeronautics and Space Administration, NASA)、国土安全部 (Department of Homeland Security, DHS)、农业部 (U.S. Department of Agriculture, USDA) 及国家海洋和大气管理局 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 等机构, 都对先进科学仪器的研发和购置予以支持。但从国家层面来看, 美国主要是通过 NSF 制定先进科学仪器发展战略与政策支持对科学仪器的发展。本文将根据 NSF 的数据资料, 对美国先进科学仪器的发展战略与政策、发展重点与布局、基本数据统计、长期规划、科学目标、优先领域、发展定位、组织模式和管理办法等, 进行研究和综合分析, 其中, 也涉及到除 NSF 以外的资助机构对科学仪器支持的情况。

1 先进科学仪器资助政策发展状况

1.1 发展战略与政策

美国把科学仪器设备发展的总目标确定为保持美国在世界科学仪器领域的领先地位。NSF 设立了主要科学仪器设备计划 (Major Research Instrumentation Program, MRI)^[1], 给予稳定支持。MRI 计划是支持价值在 10 万~200 万美元的设备及其研发的计划, 旨在促进科学仪器设备的研发和培养科研人员。该计划支持单一设备、大型设备系统和具有共同研究焦点的系列设备及其下属计算机系统。除了 MRI, NSF 还有材料研究中的仪器设备-大型仪器设备计划 (Instrumentation for Materials Research - Major Instrumentation Projects, IMR-MIP)^[2] 和地球科学仪器和设备 (Earth Sciences: Instrumentation and Facilities, EAR-IF)^[3]。IMR-MIP 计划和 MRI 计划有很多相似之处, 它支持仪器设备的建造和购置, 但不支持仪器持续的运转和维护费用。该项计划的预算是 300 万~400 万美元, 但 NSF 数理学部的材料科学分部 (DMR)

第一作者简介: 冷伏海 (1963—), 男, 博士, 研究员, 博士生导师, 情报研究部主任, 主要研究方向为高科技信息分析与竞争情报。
收稿日期: 2014-06-26

预计至少需要 2 500 万美元才能满足计划的需要。DMR 资助该分部项目中的一些设备，如，国家强磁场实验室中正在建造的 900 MHz NMR (Nuclear Magnetic Resonance) (1 600 万美元) 和新的中子源粒子束。EAR - IF 是 NSF 地球科学部对本领域科学仪器设备的资助。

NIH 有 2 个关于仪器设备的计划：共享设备授予计划 (Shared Instrumentation Grant Program , SIGP)^[4]，支持价值在 10 万～50 万美元范围内的仪器设备，每年有 4 900 万美元左右的预算；高端仪器设备 (High End Instrumentation , HEI)^[5]

计划，每两年宣布一次，支持价值在 75 万～200 万美元范围内的仪器设备，每年有 2 100 万美元左右的预算。这两项计划均在先进科学仪器与设备 (Advanced Research Instrumentation and Facilities , ARIF)^[6]的范围内，都支持仪器设备的购置，但不支持设备运行和维护。NIH 没有类似 (Major Research Equipment and Facilities Construction , MREFC)^[7]的计划，但留出预备资金，以备特殊的仪器设备在需要时之用，例如，900 MHz 的 NMR。美国各联邦机构对科学仪器的资助计划见表 1 所示。

表 1 美国各联邦机构对科学仪器的资助计划

联邦机构	科学仪器设备计划	描 述
NSF	大型科学仪器设备 (MRI) 计划	10 万～200 万美元可用于仪器设备的购置和研发，有能力部分地资助 ARIF，不支持持续费用。
	主要科学设备和设备建造 (MREFC) 报告	支持价值在 1 000 万美元及以上的主要设备。
	材料研究中的仪器设备 - 大型仪器设备计划 (IMR-MIP)	尽管预算很少 (300 万～400 万美元)，但支持 ARIF，不支持持续费用。
	地球科学仪器和设备 (EAR-IF)	授予资金约 700 万美元，支持仪器设备的购置、研发和技术人员，除对技术人员的预算外，其它预算无限制。
	其他计划	其他支持仪器和设备的 NSF 的计划，上限是 200 万美元。
NIH	非正式计划	研究人员和多方面机构协商。
	高端仪器设备 (HEI) 计划	有能力部分地资助 ARIF，75 万～200 万美元可用于仪器设备的购置，提议必须经过至少 3 个 NIH 的调查人的同意，不支持持续费用。
	共享设备授予 (SIG) 计划	10 万～50 万美元可用于仪器设备的购置，提议必须经过至少 3 个 NIH 资助的研究人员的同意，不支持持续费用。
DOE	非正式计划	如果研究机构有充足的理由需要特殊的仪器设备，这种要求可能会被满足。
	国家实验室中非正式的和主要的计划	支持大学和国家实验室中的仪器设备
DOD	国防大学先进仪器设备计划 (DURIP) ^[8]	5 万～100 万美元的个人授予资金，可用于仪器设备的购置，不支持持续费用。
NOAA	没有针对大学实验室的计划	支持内部研究的仪器设备，支持和大学合作。

续表

联邦机构	科学仪器设备计划	描 述
NASA	空间和地球科学中的研究机遇 (ROSES) ^[9]	平均 10 万美元科研授予资金, 可用于仪器设备的购置、研发和改进。
	合作协定通告 (CAN) ^[10]	5 年时间内授予资金可达 100 万美元, 支持科研和仪器设备的购置。
	特殊任务提议	如果研究者致力于发展太空、航天飞机、人在卫星、飞机和热气球领域中仪器设备, 可向科学任务理事会和人类航天理事会提出建议。
DHS	国土安全先进研究计划联邦机构 (HSARPA) ^[11] 广泛宣告	支持特殊领域的研究, 支持需要新安全技术的某些特定领域内仪器设备的发展计划。
	非正式计划	仪器设备发展计划符合联邦机构的研究任务, 研究人员可以和科学与技术理事会主管商议。
	国土安全中心	大学研究中心获得的 DHS 授予资金, 可用于交流合作。
USDA	国家研究行动 (NRI) ^[12]	可支持仪器设备发展计划。
	非正式计划	研究人员可以和技术人员讨论。

资料来源: 根据表中所标注的引用文献整理而成。

1.2 发展重点与布局

对美国 NSF 2006—2012 年资助的科研仪器项目的数量和资助额度进行统计, 其主要结果见表 2、表 3 和表 4 所示, 从中可见美国 NSF 科学仪器研制的发展重点与布局。

1.3 基本数据统计

2003 年, 美国国家科学委员会 (National Science Board, NSB) 曾对 NSF 2003—2012 年的基础设施需求进行了预测 (见表 5 所示), 该预测反映了 NSF 在基础设施投资方面各种投资额度的投资比重。

NSF 将“人才、思想、工具、管理”作为四大战略目标, 并形成三大资助板块, 其中“工具”的总体目标是提供广泛可用的、世界领先水平的和共享的研究与教育工具。NSF 对工具的投资稳步增长, 占 NSF 总经费的比例在 19.03%~24.46%, 是仅次于 NSF 对“思想”投资的项目类型。NSB 在 2003 年的一份预测报告中指出, NSF 预算的 22% 都用在仪器设备等基础设施上 (包括硬件、软件、技术支持和场地等); 还提出, NSF 将加强对中小型仪器设备的投资, 在 2003—2012 财年计划中,

表 2 NSF IMR-MIP 资助领域与资助额度 (2006—2011 年)

序号	领 域	项目数	资助额度/万美元
1	材料研究	54	9 187.9
2	其他应用 NEC	16	2 829.5
3	远程通信	2	138.7
4	工业技术	1	55.8
5	其他	45	7 287.2
合 计		118	19 499.1

数据来源: 对从 NSF 网站 (<http://www.nsf.gov/about/budget/>) 下载的相关数据进行统计整理而成 (表 3~表 5 数据来源同此)。

NSF 20% 的基础设施是中型设备 (价值在 100 万~1 000 万美元, 总价值 39.5 亿美元); 同时强调, 高性能的先进科学设备需要有预备基金, 以便用来替换或升级, 如, 水下放射源的粒子束设备、大气研究的不连续散射雷达等。

表 3 NSF MRI 资助领域与资助额度
(2006—2011 年)

序号	领 域	项目数	资助额度/万美元
1	其他应用 NEC	244	12 267.5
2	材料研究	179	8 785.9
3	工业技术	58	2 190.4
4	远程通信	43	1 543.5
5	海洋学	32	1 926.2
6	极地计划相关	15	1 762.7
7	计算机科学与工程	12	934.4
8	空间	9	1 131.3
9	能源与资源研究	6	151.3
10	人类专题	3	101.8
11	其他应用 NEC : 人类专题	2	106.0
12	远程通讯 : 能源与资源研究	1	31.2
13	计算机科学	1	200.0
14	其他	952	48 503.6
合 计		1 557	79 635.8

表 4 NSF EAR-IF 资助领域与资助额度
(2006—2011 年)

序号	领 域	项目数	投资额度/万美元
1	其他应用 NEC	350	18 890.0
2	海洋学	5	848.3
3	气候相关活动	2	99.6
4	人类专题	1	13.5
5	地球物理监测	1	2.3
6	其他	74	2 502.8
合 计		433	22 356.5

表 5 NSF 对基础设施的需求 (2003—2012 年)

设施费用范围/百万美元	投资额/百万美元	比重/%
1~10	3 950	20
11~50	5 400	29
51~250	6 800	37
251~500	1 700	9
>500	1 000	5
总 计	18 850	100

NSF 对 MRI 计划给予稳定支持,旨在促进科学仪器设备的研发和培养科研人员。

通过对 NSF 2006—2011 财年 MRI 计划提议

和获准的项目数量及其资助额度的统计,NSF 对主要科学仪器投入的资金占 NSF 总投资的比例,通常在 2% 以内(见表 6 所示)。

表 6 2006—2011 财年 NSF MRI 计划项目提议及获准情况

财年	项目数/项		资助资金/百万美元			MRI 资金占 NSF 资金 比例/%
	提议项目	获准项目	提议资金	MRI 资金	NSF 资金	
2006	769	199	427.4	82.9	5 580	1.49
2007	774	210	478.3	87.5	5 910	1.48
2008	810	203	515.8	87.1	6 065	1.44
2009	2 020	372	1 715.9	190.9	6 490	2.94
2010	939	398	626.0	257.7	6 926	3.72
2011	859	175	404.3	90.2	6 800	1.33

数据来源: NSF. NSF Budget Requests to Congress and Annual Appropriations (<http://www.nsf.gov/about/budget/>)。

2 先进科学仪器资助政策特点

2.1 长期规划

2005 年 12 月 28 日，NSB 发布“*National Science Board 2020 Vision for the National Science Foundation*”^[13]（《NSF 2020 愿景》）报告，为 NSF 规划了至 2020 年未来 15 年的发展战略。

2006 年 9 月，NSF 根据《NSF 2020 愿景》制定发布了“*Investing in America's Future: NSF Strategic Plan FY 2006–2011*”^[14]（《NSF 2006—2011 财年战略计划》）。

2.2 科学目标

《NSF 2020 愿景》和《NSF 2006—2011 财年战略计划》明确规定，NSF 将通过提供关键基础设施，包括，先进的仪器、设备、网络基础设施和尖端实验能力，建立国家的研究能力，以推动变革

的研究。

2.3 优先领域

NSB 在《NSF 2020 愿景》中指出，要加强 NSF 的优势，为此，NSB 将更好地协调 NSF 的行动战略重点和定位，以使其实现近期目标。NSF 启用的第一个策略即是：开发和可用于生物技术、成像、纳米技术和通信等领域的新仪器，创造新奇研究机会和助燃技术创新。

NSF 在《NSF 2006—2011 财年战略计划》中提出了资助科研基础设施的优先领域遴选原则，以填补美国提供强力科研基础设施能力上的空白。

NSB 2003 年组织的调研报告所列举的各学科领域先进的科研仪器和设备（Advanced Research Instrumentation and Facilities, ARIF）的例子见表 7 所示，从中也可以看出美国先进科学仪器的发展优先领域。

表 7 美国各科学领域 ARIF 的例子

领 域	选择的仪器或设备	价值/百万美元
天文学	望远镜、光谱摄制仪、麦哲伦红外照相机	3.9~5.0
生物学	蛋白质学-蛋白质结构实验室	2.7
计算机基础构造学	超级计算机	2.0~5.0
地球科学	离子探针、地震传感器测试实验室	2.8~3.8
材料科学	电子束平版印刷系统、半导体生产系统	2.3~2.5
人类和动物成像学	核磁共振成像、人类和动物成像系统	2.2~2.8
光谱学	NMR 分光计、800~900 MHz 系统	2.2~4.8
物理学	红外照相机、脉冲电子加速器	2.0~15.0
空间科学	麦氏二次离子质谱（MegaSIMS，同位素分析）	3.5
支撑设备	为国家超导回旋加速器实验室的超导磁体提供氦源的氦冷冻机	2.9

数据来源：Committee on Advanced Research Instrumentation, National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine, Advanced Research Instrumentation and Facilities, ISBN: 0-309-65658-3, 240 pages, 6 x 9, (2006)。

2.4 发展定位

美国把科学仪器设备发展的总目标确定为保持美国在世界科研仪器领域的领先地位。NSF 在《NSF 2006—2011 财年战略计划》提出，NSF 将适当提高当前对仪器设备资助机会的限制，允许资助需要的中型仪器，即 ARIF。

ARIF 被确定为有密切相关或相互作用的仪器和设备，包括，网络传感器、数据库和计算机网络基础设施（cyberinfrastructure）。ARIF 与其他仪器设备不仅有费用上的区别，而且，前者通常都由大型研究中心或研究计划拥有，而不是个别研究人员拥有。一个研究机构要想获得这种 ARIF，不仅需

要有研究机构的承诺,还取决于研究机构和联邦机构的高层决策。学术机构的 ARIF 通常由研究机构的管理部门管理,其先进的性质则常常要求由专门的技术人员来操作和维护。

2.5 组织模式

历史上,MRI 计划允许提议资金总数中可以包括仪器设备的运转和维护费用,提议中还必须包含一份管理计划(在评审过程中会被考虑)。每个机构每年可以提出 2 个 MRI 提议,最多再加上 1 个关于仪器设备发展的提议。如果多个 MRI 提议竞争同一个机会,这就需要研究者和大学的管理部门商谈。在社会科学领域,因为研究需要大量的数据库和计算机网络基础设施,所以,仪器设备的持续运行和维护的费用要比最初成本高很多。中型先进科学仪器与设备建设的组织模式具有如下特点:

(1) 通常是大型研究中心或研究计划才能获得的仪器设备,并且,通常需要得到这个领域的一致首肯,个人投资者很难获得。

(2) 通常具有研究机构实质性的承诺才能获得这种仪器设备,需要提供合适的场地和持续维修费,需多家联邦或非联邦机构提供最初的费用,并且需要东道主承诺提供长期的资金用于仪器设备的运行和维护。许多研究所,甚至重要的研究型大学,都没有 ARIF,而拥有 ARIF 的研究机构往往只有少量的这种仪器或设备。

(3) 通常依赖博士级技术支持人员,确保研究人员能充分利用这种设备,并使设备保持在最佳状态下运行。

(4) 依赖相对高水平的决策:ARIF 的投资过程可包括一个 NSF 的董事会主席、一个部门或董事会的外部顾问委员会和一个大学副校长或研究教务长,确定或更新仪器设备的适当空间需要一个大学的教务长或校长的批准。

(5) 这种仪器设备的管理需要大量资金支持,因此,是由研究机构,而不是由个别研究人员,进行管理。

(6) 通常采用不易跟踪的方式提供经费。获得这种仪器设备需要大量的资金来源,所以,很难获得研究机构、州、联邦机构和其他出资者出资的准确情况。

2.6 管理办法

NSF MRI 计划支持单一设备、大型设备系统和具有共同研究焦点的系列设备及其下属计算机系统,涉及的合作单位包括大学、研究所、非盈利机构、博物馆和银行等。MRI 计划是由 NSF 的综合行动办公室 OIA 集中管理,提议都提交给 OIA,并由 OIA 决定其是否符合 MRI 计划的指导方针。如果提议被认为不适合或者超出 NSF 的支持范围,将会被驳回,驳回的比例是 5%~10%;初审通过的提议,要再次被 NSF 的各个理事会分别审议。

3 结语

我国《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》明确提出,要“重视科学仪器与设备对科学研究的作用,加强科学仪器设备及检测技术的自主研究开发”。改革开放以后,尤其是近年来,我国科学仪器总体水平与国际先进水平存在明显的差距,与创新型国家明显不相符^[15]。本文通过对美国先进科研仪器自助政策发展状况及其特点的分析,旨在为我国先进科研仪器资助战略和发展规划的制定提供参考。■

参考文献:

- [1] National Science Foundation. Major Research Instrumentation Program(MRI)[EB/OL].(2010-06-21)[2014-06-23]. <http://www.nsf.gov/od/iia/programs/mri/>.
- [2] National Science Foundation. Instrumentation for Materials Research-Major Instrumentation Projects(IMR-MIP)[EB/OL].(2010-06-21)[2014-06-23]. <http://www.nsf.gov/pubs/2010/nsf10552/nsf10552.htm>.
- [3] National Science Foundation. Earth Sciences: Instrumentation and Facilities(EAR/IF)[EB/OL]. [2014-06-23]. http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=6186.
- [4] National Institutes of Health. Shared Instrumentation Grant Program(S10)[EB/OL]. [2014-06-23]. <http://grants.nih.gov/grants/guide/pa-files/PAR-13-008.html>.
- [5] National Institutes of Health. High-End Instrumentation Grant Program (S10)[EB/OL]. [2014-06-23]. <http://grants.nih.gov/grants/guide/pa-files/PAR-13-101.html>.
- [6] National Academy of Sciences, National Academy of

- Engineering, Institute of Medicine. Advanced Research Instrumentation and Facilities[M]. Washington, DC: The National Academies Press, 2006.
- [7] National Science Foundation. Major Research Equipment and Facilities Construction[R/OL]. [2014-06-23]. <http://www.nsf.gov/about/budget/fy2014/toc.jsp>.
- [8] Office of Naval Research. Defense University Research Instrumentation Program[EB/OL]. [2014-06-23]. <http://www.onr.navy.mil/Science-Technology/Directorates/office-research-discovery-invention/Sponsored-Research/University-Research-Initiatives/DURIP.aspx>.
- [9] National Aeronautics and Space Administration. Research Opportunities in Space and Earth Sciences (ROSES)-2014[R/OL]. [2014-06-23]. <http://nspires.nasaprs.com/external/solicitations/summary.do?method=init&solId={5924CEB3-4EB7-FEF1-C85B-DD5745C1331C}>.
- [10] National Aeronautics and Space Administration. NRA or Cooperative Agreement Notice Proposers' Guidebook-Final[EB/OL]. [2014-06-23]. <http://www.hq.nasa.gov/office/procurement/nraguidebook/>.
- [11] Department of Homeland Security. Science and Technology Directorate Homeland Security Advanced Research Projects Agency[EB/OL]. [2014-06-23]. <http://www.dhs.gov/st-hsarpa>.
- [12] US Department of Agriculture. National Resources Inventory[EB/OL]. [2014-06-23]. <http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/technical/nra/nri/>.
- [13] National Science Foundation. National Science Foundation Investing in America's Future Strategic Plan FY 2006–2011[R/OL]. [2014-06-23]. http://www.nsf.gov/attachments/106772/public/National_Science_Board_2020_Vision_nsb05142.pdf.
- [14] National Science Foundation. National Science Board 2020 Vision for the National Science Foundation[R/OL]. [2014-06-23]. <http://www.nsf.gov/pubs/2006/nsf0648/nsf0648.jsp>.
- [15] 科技部门户网. 科技部副部长刘燕华：将科学仪器设备自主创新摆在科技工作的突出位置[EB/OL]. (2007-03-07)[2014-06-23]. http://www.most.gov.cn/kjbgz/200703/t20070305_41904.htm.

Analysis on Funding Policy of Advanced Research Instrumentation and Facilities in the U.S. and Its Characteristics

LENG Fu-hai, ZHU Qing-song

(National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Abstract: Advanced research instrumentation and facilities (ARIF) play increasingly key role for scientific breakthroughs, and ARIF's innovation has become an important support to promote scientific and technological innovation. The paper investigated the ARIF funding policy of United States in three aspects, i.e. development strategies and policies, development priorities and layout, basic statistics. Then the paper analyzed characteristics of the ARIF funding policy from six aspects including long-term planning, scientific objectives, priorities, development orientation, organizational models and management practices, aiming to provide a reference for our country's ARIF funding strategy and development planning.

Key words: United States ;advanced research instrumentation and facilities ;the U.S. National Science Foundation ;funding policy