

美国部分国家实验室大型科研基础设施 运行管理模式及启示

蒋玉宏¹, 王俊明², 徐鹏辉³

(1. 科技部高技术研究中心, 北京 100044; 2. 中国科学技术部, 北京 100862;
3. 中国生物技术发展中心, 北京 100039)

摘要: 美国大型科研基础设施在运行管理模式上具有国家所有, 依托大学和专业机构管理; 针对不同设施、用户和项目分类管理; 围绕设施共享深入开展科研合作; 通过国际合作凝聚全球顶尖人才、先进技术项目等特点。本文研究分析了美国具有代表性的部分国家实验室大型科研基础设施的运行管理模式及特点, 并就我国国家实验室和大型科研基础设施的建设和管理提出建议。

关键词: 美国; 国家实验室; 科研基础设施; 管理模式

中图分类号: G327.712 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2015.06.004

2014 年 12 月, 国务院发布《关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见》, 加快推进科研设施与仪器开放共享, 进一步提高科技资源利用效率。为借鉴美国重大科研基础设施运行管理经验, 我们通过实地走访等方式, 重点对斯坦福加速器国家实验室直线加速器相干光源、劳伦斯伯克利国家实验室先进光源、劳伦斯利弗莫国家实验室国家点火装置等有代表性的美国大型科研基础设施的出资建设、运营管理、开放共享、国际合作等相关情况进行了深入调研, 并在此基础上就我国国家实验室及大型科研基础设施的建设和管理提出建议。

1 基本情况

劳伦斯伯克利国家实验室先进光源 (ALS) 由美国能源部基础能源科学办公室出资建设, 建设成本 0.995 亿美元, 1987 年开工, 1993 年建成并投入使用, 平均年运行费用 6 000 万美元, 现有员工约 200 名^[1]。该设备是世界上紫外线和软 X 射线

束最亮的光源, 主要用于研究物质特性, 分析微量元素、探明原子和分子结构、研究生物标本、了解化学反应、制造精密仪器等。

斯坦福加速器国家实验室直线加速器相干光源 (LCLS) 由美国能源部科学办公室投资。在原来 2 英里长的直线加速器基础上改建, 总成本 3.15 亿美元, 1999 年启动前期研究, 2006 年动工建设, 2010 年完全建成, 年运营成本超过 3 000 万美元。它是世界上第一个发射硬 X 射线的自由电子激光器, 其输出可在原子、分子和光学领域的不同设备之间切换, 用于研究新物质、跟踪化学反应和生物过程、对材料的化学和结构特点进行纳米级成像等。

劳伦斯利弗莫国家实验室国家点火装置 (NIF) 由美国能源部国家核能安全局 (NNSA) 投资建设, 耗资 35 亿美元, 费时 12 年, 2009 年完全建成并投入使用, 平均年运行费用约 3 亿美元^[2]。它是世界第一的高能量密度科学设施, 能利用激光产生类似太阳内核的高温高压, 引发核聚变, 主要用于核

第一作者简介: 蒋玉宏 (1975—), 男, 博士, 副研究员, 主要研究方向为科技管理与知识产权。

收稿日期: 2015-05-14

武器研究。

2 运行管理

总体上看，ALS、LCLS 和 NIF 的运行管理有以下 5 个主要特点。

2.1 政府出资、政府所有

ALS、LCLS 和 NIF 均由美国联邦政府通过能源部出资，在相关国家实验室建造。此类大型基础科研设施，是美国基础研究、应用研究和国防科技持续保持领先的重要保障。其建设和运行成本巨大，并需要大批相关领域的一流科学家参与。例如，LCLS 建设的合作工作组就包括来自劳伦斯利弗莫国家实验室、阿贡国家实验室、洛斯阿来莫斯国家实验室、布鲁克海文国家实验室，以及加州大学洛杉矶分校等机构的科学家。这样具有公益性、基础性和战略性的设施，除联邦政府外，其他机构都没有能力和动力建设。因此，这些设施由联邦政府以国家财政资金投资建设，其所有权也最终归属联邦政府。

2.2 依托大学和专门公司管理

ALS、LCLS 和 NIF 所在国家实验室按照“政府所有，合同制管理”模式运行。由能源部代表联邦政府与加州大学伯克利分校、斯坦福大学、劳伦斯利弗莫国家安全有限责任公司等签定“管理和运行”合同。能源部提供持续支持并进行监管，管理机构负责实验室的具体运行。这三个国家实验室分别为 ALS、LCLS 和 NIF 成立了专门的运行管理部门和团队。

劳伦斯伯克利国家实验室、斯坦福加速器国家实验室的大部分研究人员同时被相应大学聘请。实验室与大学共同成立研究机构，充分利用大学的科技人才资源。大学则利用实验室的先进设备提升科研水平和人才培养质量。双方优势互补，相得益彰。运行管理劳伦斯利弗莫国家实验室的劳伦斯利弗莫国家安全有限责任公司，由 Bechtel National、Babck&Wilcox、URS corporation、Battelle 等核能和科技管理领域的专业机构与加州大学，结合各自的技术、人才和管理优势，共同设立^[3]。

2.3 区分设施、用户和项目的不同情况进行分类管理

涉密设施和不涉密设施的管理不同。利用

ALS、LCLS 开展的实验绝大多数不涉密，设施管理更为公开透明。例如，LCLS 使用安排网上公布，所有用户都可查看。而 NIF 属涉密设施，管理严格，用户只能根据授权查询自己的使用安排。

普通用户和合作用户管理不同。普通用户采用同行用户评议方式，竞争使用时间。合作用户则根据个案情况，通过协商的方式保障一定比例的设施使用时间。

研究结果公开和不公开的项目管理不同。对不公开研究结果的项目，出于保护技术秘密和商业秘密的需要，不会提交外部同行评议，但会收取费用，使用时间的比例也受一定限制。

2.4 用户参与设备运行管理

ALS 和 LCLS 都成立了用户执行委员会，成员由用户选举产生并公布，负责向设施管理部门传达用户意见，维护用户利益。设施运行管理部门制定用户制度时要征询用户执行委员会意见。用户对设施运行管理不满，可向部门主任投诉，必要时组成包括用户执行委员会代表在内的纠纷处理小组，提出处理意见。而用户对设施管理和使用情况的反馈意见是国家实验室和能源部对设施运行绩效进行考评的重要考量因素。

2.5 重视评估和监管

设施运行管理部门在日常管理中对设施使用情况进行常态化自评估。例如，NIF 的设备管理人员每月对设施使用情况进行总结，每季度向实验设施委员会报告。NIF 主任每年对设备使用绩效进行评估，评估标准包括：遵守环境、安全、健康法规的情况，设备的有效性，实验的效果，用户反馈，学术界认可度等。

能源部邀请相关领域全球顶尖的科学家组成评估委员会，定期对设施运行情况进行考核，根据考核评估结果决定经费支持的级别，考核结果差的设施会被提出警告，甚至停止运行。例如，在 1997 年能源部组织的评估中，ALS 由于实验项目安排缺乏前瞻性、用户对设施开放共享不满意、来自实验室和加州大学伯克利分校的支持不足等原因，被提出批评，并列为经费支持最低级别。劳伦斯伯克利国家实验室因此迅速更换了 ALS 主任，调整了运行管理团队。2000 年，能源部邀请欧洲同步辐射光源著名科学家 Yves Petroff 任评估委员会主席，

重新对 ALS 进行评估，充分肯定了 ALS 在运行管理上的改进。此后，ALS 在能源部的考核评估中一直获得较高评价。

3 开放共享机制

ALS、LCLS 和 NIF 都定位为用户设施 (User Facilities)，对国内外科学家开放。LCLS 每年为约 500 个用户提供服务，ALS 用户每年超过 2 000 个。NIF 虽然涉密，但也在严格审批程序的基础上向来自政府实验室、大学、企业和国际科学界的研究人员开放。这些科研设施在开放共享方面的主要做法包括以下 5 个方面。

3.1 普通用户基于同行评议竞争使用时间

普通用户的使用申请要经过外部同行专家和内部评审小组的评审。评审主要依据申请者的需求，以及对维护、提升设备科研价值的贡献。评价标准包括：在科学、技术、工业应用方面的重要性；实验计划和技术的可行性；实验人员的科研能力及已有科研成果；设备使用时间要求的合理性等。主任保留少量设备使用时间分配权，用于重要的短期实验、探索性实验及支持学生完成论文。

ALS 和 LCLS 的使用申请竞争激烈。2013 年 ALS 收到实验申请 1 300 份，得到实验机会的只有 650 份。而 LCLS 的使用申请获准比例更低，只有 1/4。

3.2 合作用户基于个案协商使用时间

合作用户与普通用户的主要区别在于前者会为科研设施的发展带来经费和合作项目，或共同参与项目研究。合作用户的申请基于个案具体协商，可获得一定比例的设施使用时间，进行长期研究，但合作项目要在科学价值上远远高于普通用户项目，并能促进设施的战略任务实现，同时不能对普通用户的使用造成重大影响，因此，能被批准的合作项目数量较少。合作用户的申请通常由内部评审小组或设施科学咨询委员会提出建议^[4]，由主任最终决定使用时间和条件。

3.3 研究结果公开的实验项目优先

ALS 和 LCLS 主要用于结果公开 (non-proprietary) 的项目研究，不公开结果 (proprietary) 的项目使用时间受到限制。企业用户可申请结果不公开的实验项目，也可申请结果公开的实验项目。

对结果公开的实验项目不收取使用费，不公开结果的研究项目则要根据设施的年度预算和使用时间提前支付使用费。

3.4 涉密设施使用严格审批和管理

NIF 作为涉密科研设施，有严格的保密制度。外部用户需要签署用户合同，外国用户还需要另外签署一份备忘录，并经能源部批准。用户的设备使用要求，要先经过用户办公室进行法律合规性审查，再由设备管理人员进行设备适合性审查，然后提交技术审查委员会进行科学性审查，最后提交主任批准。经过批准的项目，由实验设施委员会提出设施使用计划，经能源部国家核安全局和 NIF 主任批准，由 NIF 设备与激光集成规划委员会安排具体实验日程。NIF 对计算机网络实行分类管理，经过批准的外部用户才可以进入与实验相关的数据管理系统。控制室只允许项目负责人和设计人 1-2 人进入，且只能从事规定行为^[5]。

3.5 围绕设施共享与其他科研机构和企业深度合作

ALS、LCLS 和 NIF 与有需求的其他科研机构、企业围绕设施共享开展科研合作。例如，ALS 与能源部新建的几个创新中心签署了合作协议，这些科研机构为 ALS 提供一定财力或人力支持，ALS 则帮助它们解决仪器设备和科研等方面的问题。丰田美国公司与 ALS 建立稳定合作关系，每年投入一定经费，利用 ALS 的设施和人员研发电动汽车材料。

4 国际合作

ALS、LCLS 和 NIF 都积极开展国际合作，扩大用户使用群体多样性，使设备性能得到充分检验并不断改进。同时，也通过国际合作吸引了全球相关领域顶尖的科技人才和合作项目与经费。

4.1 与国际同类大型科研设施稳定合作

LCLS 所在的斯坦福加速器国家实验室与欧洲核能理事会 (CERN)、德国电子同步加速器研究所 (DESY)、日本高能加速器研究机构 (KEK) 等保持长期合作关系^[6]。与中国上海光源签署合作备忘录，为上海光源提供工程设计和控制系统设备方面的帮助，并建立合作交流机制。

4.2 广泛开展人员交流

ALS、LCLS 与国外合作伙伴开展频繁的人

员交流，国外合作伙伴向这些设施选派学生、博士后和访问学者。每年约有 400 名外国研究者在 ALS 开展各类研究。从国籍看，ALS 用户群体中的研究人员 52% 是外国人，甚至有 17% 来自中国等所谓敏感国家。LCLS 则有超过一半的国外用户来自欧洲、亚洲、大洋洲等地区的 22 个国家，其中德国用户的比例最高，约占 20%。中国用户比例只排在第 19 位^[7]。

4.3 以项目合作方式为主

这些设施开展国际合作的主要方式是项目合作，与国际同行的合作及人员交流也往往依托具体合作项目展开，其中很多是科学家之间基于共同兴趣和友好关系开展的科研合作，成果体现为共同发表论文、申请专利等。很多时候，国外普通用户的实验项目需要设施运行管理部门科学家的直接指导，从而演化为合作项目。LCLS 所在的斯坦福加速器国家实验室还探索“国际化运作”模式，其大型探测器 Babar 合作组由来自 10 个国家 75 个研究机构的约 600 名科学家组成，超过一半的科研资金来自国际合作伙伴^[8]。

5 启示与建议

ALS、LCLS 和 NIF 在运行管理模式上具有国家所有，依托大学和专业机构管理；对不同设施、用户和项目分类管理；围绕设施共享深入开展科研合作；通过共享利用检验、改进设施，凝聚顶尖人才、先进技术项目等特点，对我国大型基础设施建设运行以及国家实验室管理有重要借鉴参考意义。

5.1 明晰国家实验室和重大科研基础设施产权

大型科研基础设施通常建在国家实验室。ALS、LCLS 和 NIF 及所在国家实验室由政府投资，产权归属国家，是这些科研设施得以充分共享利用的法律基础。目前我国国家实验室由重点高校、科研院所、大型央企的现有实验室申报，政府管理部门评审认定，然后给予资金支持。这些实验室仍隶属原单位，本身没有法律主体地位，人事、财务、运行管理难以真正独立。“大学（科研院所、企业）所有、大学（科研院所、企业）管理”的产权和运行管理模式，客观上造成了“以我为主、被动共享”的局面，是导致我国大型科研基础设施共享不足

的重要原因。要彻底摆脱这种局面，需从产权制度设计上对科研设施“单位化”倾向釜底抽薪，让国家实验室所有权独立于具体大学、科研院所或企业，真正成为国家的实验室。使科研设施共享利用成为国家实验室的法定义务和科研人员的法定权利，让国家财政对科研基础设施的投入广泛惠及相关领域全体科研单位和人员。

5.2 打造运行管理国家实验室的专业科技服务机构

NIF 所在的劳伦斯利弗莫国家实验室由能源部委托几家核能领域大型企业与加州大学共同组建的公司进行管理，并引入专业科技管理服务机构 Battelle。Battelle 是位于俄亥俄州的全球科技管理专业机构。在劳伦斯利弗莫国家实验室之外，它仍以不同形式，单独或与其他机构一起，承担橡树岭国家实验室、太平洋西北国家实验室、国家可再生能源实验室、国家生物防卫分析与对策中心、爱达荷国家实验室、布鲁克海文国家实验室等的运行管理。这种专业科技管理机构，管理经验丰富，且独立于各利益相关方，有利于国家重点实验室科研设施的充分利用与共享。可借鉴这种模式，结合我国事业单位改革和促进科技服务业发展，在现有参与国家实验室管理的事业单位基础上，重点打造几家类似 Battelle 的专业科技服务机构，引入竞争机制，引导支持其与相关领域重点大学、企业合作成立实体，负责国家实验室运行管理，实现国家实验室所有权和运行管理分离。这项工作可先在新建的国家实验室开展试点，积累经验，逐步推开。

5.3 强化大型科研基础设施运行管理绩效评估

美国能源部虽不直接参与 ALS、LCLS 和 NIF 等设施的具体运行，但对设施运行情况进行严格的监督和评估。上文关于 ALS 考核评估的案例就是典型代表。建议我国科研设施管理部门，从技术指标、管理运行、开放共享、国际合作、科研成果、用户反馈等多个维度，构建综合评价指标体系，进一步强化国家大型科研基础设施运行状况评估，对评估结果差的设施，相应采取警告、责令整改、中止经费支持、停止运行等措施。

5.4 加强大型科研基础设施的国际合作

美国大型科研基础设施的国际化程度较高，LCLS 等设施的国外用户数量已经超过美国用户。我国大型科研基础设施也需要进一步加深国际合

作, 选派管理人员和科技人员到欧美等世界一流大型科研基础设施学习先进的运行管理经验。同时, 在加强管理的基础上, 对国外相关领域的科学家有序开放国家实验室科研设施, 在全球范围内吸引优秀科学家、科研团队和项目, 让设施性能和运行管理在对外开放共享中经受检验, 不断改进, 同时促进我国相关领域科研水平的提升。

5.5 进一步加大大型科研基础设施规划建设力度

大型科研基础设施是国家科研实力, 尤其是基础科学、原始创新和国防技术能力提升的重要保障。欧美等发达国家普遍重视大型科研基础设施建设, LCLS 现在就正面临来自德国、瑞士、日本等国同类设施的竞争。美国在技术创新投入方面主要依靠市场机制, 但基础研究领域仍以联邦财政支持为主, 对战略性大型科研基础设施的投入更是不惜成本。与发达国家相比, 我国科研基础设施相对比较落后, 且重复和闲置现象比较严重。为此建议相关部门在充分调研现有科研基础设施分布情况的基础上, 通过新建、改建、整合等方式, 加大统筹规划力度, 搭建共享平台, 围绕国家战略目标, 集中建设一批国际一流的大型科研基础设施, 使之成为相关领域全球顶尖科学家的科研聚集地和原始创新发源地。■

参考文献:

- [1] QUICK FACTS of ALS. [2015-4]. <http://www-als.lbl.gov/index.php/about-the-als/quick-facts.html>.
- [2] Massive laser at National Ignition Facility takes baby step toward fusion. (2013-8) [2015-4]. <http://www.foxnews.com/science/2013/08/27/national-ignition-facility-laser-takes-baby-step-toward-holy-grail-fusion/>.
- [3] 何洁, 郑英姿. 美国能源部国家实验室的管理对我国高校建设国家实验室的启示. 科技管理研究[J], 2012, (7).
- [4] User policy of ALS. [2015-5]. <http://www-als.lbl.gov/index.php/user-information/342-user-policy.html>.
- [5] National Ignition Facility User Guide[2015-4] https://lasers.llnl.gov/for_users/pdfs/2012user_guide.pdf.
- [6] SLAC Strategic Plan. [2015-4]. https://www6.slac.stanford.edu/files/Strategic_Plan_2014.pdf.
- [7] Persis Drell. Department of Energy User Facilities: Utilizing the Tools of Science to Drive Innovation Through Fundamental Research. (2012-6) [2015-4] <https://science.house.gov/sites/republicans.science.house.gov/files/documents/hearings/HHRG-112-%20SY20-WState-PDrell-20120621.pdf>.
- [8] Shawne Workman. An International Lab. [2015-4]. <http://today.slac.stanford.edu/a/2008/10-27.htm>.

Study on Operation and Management Mode of Major Scientific Facilities in U.S. National Laboratories

JIANG Yu-hong¹, WANG Jun-ming², XU Peng-hui³

(1. High Technology Research and Development Center of MOST, Beijing 100044;

2. Ministry of Science and Technology of People's Republic of China, Beijing 100862;

3. China National Center for Biotechnology Development, Beijing 100039)

Abstract: Major scientific facilities in U.S. national laboratories are owned by the federal government, operated by universities or independent professional agencies. Different facilities, users and experimental projects are classified for management. Cooperation in-depth with other research institutes and companies is conducted around sharing facilities. Advanced professional talents and technologies from different countries are aggregated through the facilities' international cooperation. We analyze the operation and management mode of some typical U.S. major scientific facilities, and give some suggestions on the development and management of Chinese major scientific facilities.

Key words: U.S.; national laboratories; scientific facilities; operation and management