

# 强强联合：国家实验室支撑“双一流”

■黄维 (中国科学院院士、俄罗斯科学院外籍院士、南京工业大学校长)

日前，斯坦福国家加速器实验室(SLAC)在《SLAC + Stanford 2016》中回顾了与斯坦福大学60年来相得益彰、互相成就的合作历程，为世人展现了国家实验室与世界一流大学携手并进的美好画面。

而今中国科技和中国高等教育同将迎来“新局”。《高等学校“十三五”科学与技术发展规划》明确指出将在高校培育、建设若干高水平国家实验室以支撑“双一流”建设。“强强联合”的战略布局，着实令人充满期待。

美国能源部于今年1月发布了首

份《能源部国家实验室年度运行现状报告》。这份报告在回顾总结实验室杰出贡献的同时，也将实验室的运行模式、管理机制进行了系统梳理，发人深思。笔者研读之余，结合国家实验室官方网站提供的组织结构、运行报告、实验室中长期规划等资料，较为全面地分析了17家国家实验室的特点、管理模式和管理理念，基于物质、人才、制度等三大要素，剖析了美国能源部国家实验室的成功经验，以期为我们建设突破型、引领型、平台型一体化国家实验室提供参考和借鉴，并促进其支撑“双一流”建设。

## 国家实验室，强调科技资源的开放共享

迄今为止，已有115位诺贝尔奖获得者在美国能源部的国家实验室工作过，或开展过合作研究。

美国能源部国家实验室定位高远，始终是国家意志的坚定体现，以服务国家战略规划、开展前沿基础研究和高新技术转移为使命，是连接学术界和工业界的重要桥梁，在美国的国家创新体系中具有不可替代的战略地位。

从历史上看，国家实验室多成立于二战和冷战期间，严格遵循“任务导向”原则，不断完善前瞻性、基础性、集成性科技创新任务，攻克事关国家核心竞争力和经济社会可持续发展的关键核心技术，率先掌握了可形成先发优势、引领未来发展的重要颠覆性技术，保证了美国在重要科技领域、重大安全领域的领先性和自主性。迄今为止，已有115位诺贝尔奖获得者在美国能源部的国家实验室工作过或开展过合作研究。

国家实验室拥有独立、充裕的运行空间，科研资源丰富，装备先进。每个实验室都拥有一个或多个特有的大科学研究装置，为学术界提供了其他科研机构难以匹敌的实验条件，运行经费充沛稳健。17家国家实验室2015财年总运行经费138亿美元，其中116亿美元来自能源部和核安全局(NNSA)的拨款。大部分实验室年度运行经费保持在10亿美元左右，只有两家实验室不足1亿美元，个别实验室年度运行经费达到百亿美元规模。

在半个多世纪的发展历程中，通过不断与新形势下国家的战略需求紧密结合，国家实验室的研究领域愈发广泛、交叉，每个实验室通常涵盖5-10个研究领域。而作为同属于能源部的国家实验室，这17家实验室在优势研究领域的分布上既有差异，也有重叠，主要聚集在粒子物理、核物理学、加速器科学、凝聚态物理与材料科学、化学工程等方面。

在组织结构上，实验室通常会基于优势研究领域设置学部(Division)或小组，各学部或小组负责人向实验室主任汇报工作。从管理和学科交叉的角度，实验室被整合为若干模块，模块内建有研究小组或团队，形成资源共享、人员流动的良好氛围，便于迅速组织力量承接大型研究项目、建立基于学科交叉的前沿学科研究平台。

值得一提的是，国家实验室虽然人员规模庞大，但人员结构合理。研究人员与非研究人员(技术支撑人员和行政管理人员)各尽所能、各司其职，协同完成任务，人数比例相当或

辅助人员略多。据统计，截至2016年底，17家国家实验室的全职人员为57600人，研究人员(科学家和工程师)约占40%。

在科研人员中，有些专家是实验室与大学、科研机构共同聘用的教授，属于“联聘人员”(Joint Faculty)。此举意在吸引、集聚顶尖科学家和工程师，深化实验室与大学的联系。例如斯坦福大学与SLAC共同资助成立了名为“Wallenberg-Bienenstock”教授席位。截至2015年，SLAC共有55名教授，其中25位同时受聘于斯坦福大学。

美国联邦政府以法律法规形式，强调国家实验室科技资源的开放共享。因此，国家实验室面向全球开放科研资源，包括独有的大型科研设备，集聚了大批访问学者和“设备用户”(Facility Users)，他们碰撞思维，协同创新，有效提升了国家实验室的学术水平和国际声誉。

据统计，2015年，共有2700名科学家使用过SLAC的设备和仪器，其中有13%的科学家来自于斯坦福大学。曾有两位在SLAC作访问学者的科学家借助该实验室的先进设备，取得了卓越的研究成果并因此获得诺贝尔奖。

国家实验室的非研究人员队伍以博士后和实习生为主，既可应对“退休潮”引发的人员缺口，亦能通过强化师生关系保证源源不断的“生源”。以2015年为例，当年国家实验室提供了2300个博士后岗位、聘用了2010名研究生和2950名本科生。实习期满后，学生往往会依据国家实验室的研究经历历练今后的研究领域和方向，而国家实验室的科研工作都是服务于国家需要，因此这也更有利于带动相关研究领域的繁荣发展，绵延国家意志。

面向国家需求、服务国家战略、秉持任务导向的国家实验室在经历了60余年的发展壮大之后，已然“富可敌校”，“著作等身”，可在谈笑间引领美国国内科技发展水平。

纵观其成长历程，不难发现，实验室首先通过国家重大战略需求形成强大且持久的建设动力、明确的建设目标、前沿的研究方向和具体的研究内容；其次，在完成科研任务的过程中集聚建设资源，即人力资源、物力和联邦政府拨款，并遵照相应的运行机制形成实验室的雏形；当形成优势研究领域后，不断与新形势下的国家战略需求紧密结合，拓展研究领域，赋予实验室生生不息的活动能力。

换言之，在经年累月的国家支持与人才集聚效应的共同作用下，国家实验室逐渐积累了雄厚的人力资源和物力资源，这也是保证国家实验室成功运行的首要前提。

## 美国能源部国家实验室概况

实验室	成立时间	独有的科研装备	年度运行经费(亿美元)	占地面积(平方公里)
阿莫斯国家实验室(AMES)	1947	材料制备中心(MPC)	0.57	0.04
阿贡国家实验室(ANL)	1946	先进光源(APS)；超导直线加速器(ATLAS)；粉末X射线衍射中心(CM)；Mn-55设计计算机；大气气溶胶测量；核反应堆(ACR)；电子显微中心(EMC)等	7.34	6.14
布鲁克海文国家实验室(BNL)	1947	质子同步加速器(SRH)；同步辐射光源(NSLS)；交叉线性同步加速器(AGS)；美国国家同步加速器实验室(NSRL)；电子束光源(EBIS)；正电子研究装置等	5.8	21.53
费米国家加速器实验室(FNL)	1967	万亿电子伏特加速器(TEVA)；超大型质子探测器；中子探测器；开普勒加速器实验室等	3.9	27.52
劳伦斯利弗莫尔实验室(LBNL)	1931	先进光源(ALS)；国家电子显微中心(NCEM)；分子筛工厂；国家能源研究所研究中心(NERSC)；伽马射线探测器(GRETINA)；立方(IC)中微子探测器等	7.9	0.82
橡树岭国家实验室(ORNL)	1943	等时性回旋加速器(ORIC)；直线加速器中子源(ORELA)；散裂中子源(SNS)；高通量同位素反应堆(HTR)；放射性离子束装置(HRIB)；大尺度气态量子光学(LSCQ)等	14.1	17.89
西北太平洋国家实验室(PNL)	1965	核磁共振实验室；放射化学实验室等	8.8	2.36
普林斯顿高等物理研究所(PPPL)	1951	NSTX托卡马克装置；托卡马克实验装置(TFTR)	0.9	0.37
国家加速器实验室(SLAC)	1962	高能直线加速器(LAC)；正负电子加速器(SPEAR)；同步辐射光源(SSRL)；正负电子对撞机(PEP)与超导对撞机(SLC)；直线加速器同步光源(LCLS)等	4.3	0.17
托马斯杰斐逊国家加速器实验室(TJNAF)	1984	超导电子束加速器(CEBAF)；自由电子激光(FEL)等	1.6	0.68
爱达荷国家实验室(INEL)	1949	改进型聚变反应堆(ATR)等	9.2	3.6
洛斯阿拉莫斯国家实验室(LANL)	1943	双轴射线束动力试验装置(DRHTF)等	19.6	90.65
劳伦斯利弗莫尔国家实验室(LNL)	1952	国家点火装置(NIF)	155.3	31.16
国家再生能源实验室(NREL)	1977	分布式能源资源测试装置(DERTF)等	3.95	2.53
桑迪亚国家实验室(SNL)	1949	ZMachine等	27.7	78.3
斯克里普斯国家实验室(SRNL)	1951	珊瑚礁保护装置(SCF)等	2.54	0.16
国家能源技术实验室(NETL)	1910	仿真实验室(SBEL)等	2.34	0.98



## 合同制管理，非常适用于科技创新

合同制管理可帮助实验室在全球范围内集聚顶尖科研人员，根据科研设备自主配备科学家，与大学、企业动态建构大型跨学科团队。

制度要素是组织运行的关键因素，运行机制直接影响着国家实验室的作用和效能发挥，决定着实验室的生命力。

能源部与其名下的17家国家实验室之间有两种管理模式：

### 第一种模式是“GOCO模式”：

“政府拥有，机构代管”(Government-Owned Contractor-Operated)，即能源部在工业界、学术界或者非盈利性机构中选择依托单位，签署具有法律效力的“管理运行承包合同”(Management and Operating, 简称M&O)，对国家实验室实行合同制管理。通常，一份合同的有效期限为10-20年，便于实验室开展基础研究，完成长期性、战略性任务。

管理运行承包合同制具有四大核心要素——“管理、问责、竞争、合作”。联邦政府通过综合运用监督机制(例如依托单位承诺体系)、年度评估机制、奖励机制以及合同自身蕴含的竞争机制(例如科研经费的竞争)，确保政府对国家实验室的领导力和宏观调控能力，保证国家实验室始终围绕国家战略需求高效运行、始终具备卓越竞争力、始终与高水平科研机构保持合作关系。

在“GOCO”管理模式中，能源部负责起草、制定国家实验室的战略定位和研究项目发展方向；国家实验室遵循“任务导向”原则，依照管理运行承包合同，负责科技创新、技术攻关，组建队伍，制定详细精准、面向国家需求的研究项目实施方案。

在这种管理模式中，国家实验室与能源部保持着“合作伙伴”关系，致力于四个方面的合作——提供战略性领导和规划、打造稳健且具有创新力的合同制管理模式、确保有效的资源管理以及卓越的任务执行力。

研究表明，合同制管理可帮助实验室在全球范围内集聚顶尖科研人员，根据科研设备自主配备科学家，与大学、企业动态建构大型跨学科团队。国家实验室多年来的运行证明，合同制管理非常适用于科技创新领域。

### 第二种管理模式是“GOGO模式”：

“政府拥有，政府管理”(Government-Owned, Government-Operated)。能源部既负责制定战略目

标、研究方向，也负责组织、实施任务方案，为任务的完成提供支撑。其雇员和管理者均为政府雇员。这类实验室主要开展探索性和保密性研究工作，研究领域相对较窄。在隶属于能源部的17家国家实验室中，只有国家能源技术实验室(NETL)属于这种模式。

相较而言，配合了管理运行承包合同制的“GOCO”管理模式，不仅更有利于国家实验室灵活、迅速地响应国家战略需求的变化，也更有利于与学术界、工业界协同配置科技资源。而在实验室的日常管理中，也有利于汲取大学等非政府机构的智慧和支持，打通人才流动渠道，吸纳优秀人才进入政府部门，提高政府部门的工作水平和工作效率。

“GOCO”管理模式本质上是政府与国家实验室在长达半个世纪的合作中逐渐形成的一种“责任共享机制”，其基础就在于政府与实验室之间所葆有的默契和深厚的信任。

以能源部和国家实验室为例，二者间的默契体现在国家实验室能够深刻领悟能源部的长期战略规划，并能配合能源部内部分管部门(例如科学办公室)推进规划的制定，能够为了解科研任务、能源部以及国家需要，接受由能源部主导、为提升国家实验室实力而进行的一系列改革。

## “流线型”管理理念，帮助国家实验室不断适应新需求

“流线型”管理理念，突出体现了国家实验室的管理机制严格遵循“稳定性与适应性相结合”原则。

为了让国家实验室永葆卓越和先进性，减少管理中的运行阻力，提高管理效益，能源部运用“流线型设计”原理，不断优化实验室的管理过程。具体来说包括六个方面：

第一，明确价值观。冷战结束以后，任务导向原则一度淡化，国家实验室变得愈发事务性，为了重新凝聚实验室的核心价值，强化任务导向，能源部开展了“实验室日”活动、发布《能源部国家实验室年度报告》，分享国家实验室的杰出工作，明确国家实验室的角色定位，在国家实验室体系内形成广泛共识，并举办论坛听取股东们的反馈建议。

第二，重建信任。其核心工作是明晰能源部的角色和责任。为此，能源部成立了国家能源实验室效率审查委员会、实验室政策制定委员会和实验室运行董事会，举办论坛高层建筑地讨论国家实验室的政策、规划方案进程，进一步巩固、强化能源部和国家实验室之间的合作关系。设立企业评估办公室，完善实验室安全保密监督机制和安全保密评估体系，促使监管体系更有序合理，具有组织性和可操作性。

第三，保持联盟和质量。包括提高实验室的战略规划能力，维持多样化的技术支撑人员队伍、保有对员工和核心资源的适应、革新和投资能力，通过“实验室指导的研究和发展项目”开拓新的研究领域。依据战略规划对实验室进行系统化管理，在保证任务优先的前提下具备应对新任务的能力。

第四，扩大影响力。启动“战略合作项目”(SPP)，详细阐明能源部与其他联邦政府机构、私人机构开展战略性合作的相关条款，努力让公众全面了解每一个国家实验室的核心优势，积极拓展与大小型企业、学术界以及其他联邦政府机构的合作，扩大协同创新的范围。SPP工作组在日常工作中持续公布示范案例、检查政策和流程以保证实施有效管理和高效管理。

第五，实施有效及高效管理。包括控制间接成本、统筹协调仪器设备和基础设施以及项目管理等，建立“实验室体制性成本审查制度”。

同时，为了强化项目管理机制，能源部成立了项目管理风险委员会，重新构建能源系统并购咨询委员会，强化独立的同行评议进程，并努力将学术水平的提升做出了巨大贡献。

例如，劳伦斯伯克利实验室在1940年首次合成元素钚和钷之后便逐渐成为核物理学领域的圣地。通常，国家实验室都是跨学科综合性实验室，在多个优势研究领域拥有雄厚的人力资源。可通过建立健全“开放、流动、联合、竞争”机制，形成良好的项目合作、人员交流、设备共享制度环境，提升相关若干学科的科研条件，营造浓郁的科研氛围；可通过聘用实习生的形式开展联合培养，提高人才培养质量；亦可通过师资双聘制度，提升相关学科师资水平。

■ 协同创新：广泛合作，别开生面 加快建设突破型、引领型、平台

## 工程伦理应该成为工程教育“第一课”

■修光利 侯丽敏

近几年来，一批环境污染事件不断被曝光。在经济利益的驱动下，牺牲环境导致的每一个事件背后，都暴露出了工程项目决策者和实践者在趋利心态下的错误行动，值得我们思考。假如不为了钱，我们是否有不同的选择？

早在20世纪70年代，西方一些发达国家在工业革命的进程中，也面临类似的环境污染和安全隐患，有些事故甚至危及到人类长期的生存和发展。1986年，因O型环密封圈失效而导致的美国“挑战号”航天飞机灾难事件震惊世界。事后发现，在决策中无视已知的缺陷，忽视工程师提出的低温下发射具有危险性的警告，是导致这次事件的关键因素。在应对这些挑战和压力的过程中，西方发达国家发现并开始开展工程伦理教育，并将其作为未来工程师所必备的基本素质。

所谓工程伦理，至少有两个层面的涵义。一是工程项目内在的伦理，即工程的伦理准则；二是工程项目核心实施者之一的工程师的职业伦理，即工程师的伦理准则。

随着现代工程技术的发展，工程决策与实践中的伦理冲突不断涌现。比如，医学上的“转基因工程和换头术”产生的生命伦理问题，化学与化工工程的发展带来的抗生素问题、环境激素问题等新的伦理冲突。

这些冲突，大致上蕴含着两类问题。一是工程本身是否可能带来近期的或长期的环境影响或生态破坏；二是工程决策时决策者、设计者和实施者都承担着怎样的伦理角色。

伦理决策和价值选择对于社会的可持续发展来说至关重要。因此，工程伦理教育应该是全过程、全方位的，需要从源头抓起。2016年，中国科协代表中国成为《华盛顿协议》正式会员，这标志着我国正向工程教育强国迈进，给高校工程教育的培养目标和质量提出了更高的要求。

工程伦理应该成为工程教育的“开学第一课”，培养具有“伦理意识”的现代工程师，以造福人类和可持续发展为理念的工程师，才能在面临着忠诚于股东还是公众的利益冲突等道德困境时做出正确的判断和选择。

目前，尽管工程伦理教育在中国已经起步，但仍处于初级阶段，对工程伦理教育范畴理解的广度和深度还不统一。当前，理工科院校开展工程伦理教育，至少需要从两个方面入手开展：一是工程伦理的意识和价值塑造；二是辨别工程伦理冲突的能力，两者互为基础，相辅相成；针对工程与工程管理专业的学生来说，两方面的教育更为重要。还必须注意的是，工程伦理的意识需要早期植入。

首先，工程伦理教育的核心之一是“意识与责任教育”。价值塑造，是工程伦理教育的内涵和主旨。通过意识和责任教育，推动“负责任的创新”，就是指在工程设计、实施、运行和退役等全过程中充分考虑到对自然环境、子孙后代可能产生的负面影响并加以规避。工程人才培养应该从强调工具理性向突出价值理性方向提升和转移，通过工程伦理教育，塑造未来工程师“关爱生命、关爱自然、尊重公平正义”的可持续发展价值观；同时要认识到，履行社会责任从长期看就是创造价值，实现道德与利润的平衡。

其次，识别和判别工程伦理冲突的能力，应该成为工程师教育的重要内容。工程师应具备“明辨是非”、“先觉先知”的能力，即掌握风险辨识和评价的基本方法，具备基于长期利润与道德平衡而进行工程决策的能力。目前，很多高校开始在硕士阶段开设《工程伦理》、《工程伦理》、《工程哲学》等课程，普及工程的普遍价值。在华东理工大学，结合2017年环境工程本科培养方案修订，学校已经将工程伦理纳入到最新的培养方案中。结合一流本科建设，学校将融合工科、管理学和社会学等多个学科，将工程实践伦理的辨识和评价方法融入课程教学，突出技术、科学、哲学和道德规范相融合的知识体系与架构。

再次，工程伦理教育从娃娃抓起，是推动工程伦理的根本途径。为了体现大学的责任和担当，华东理工大学正在将工程伦理课程，逐步引入到华理附中的课程体系之中。通过启蒙课程，将伦理意识和可持续发展理念植入中学生的思想之中。我们相信，经过工程伦理的教育，这些学生必将成为未来“有责任感”和“符合公众利益”的工程实践的主体。

(作者分别为华东理工大学资源与环境工程学院教授、华东理工大学商学院教授)