

# 美国研究型大学国家实验室的科技创新机制

□ 卢 潇

**摘要:** 美国研究型大学国家实验室是美国国家创新体系重要的组成部分,其完善的管理运行机制、人才吸纳机制、资源共享机制和技术转移机制为科技创新创造了良好的条件。探讨美国研究型大学国家实验室的科技创新机制,对我国研究型大学国家实验室建设具有重要的启示。建立有效的管理运行机制、人才培养与交流机制、先进的评估评价机制、成果转化与技术转移机制以及资源开放共享平台已成为当务之急。

**关键词:** 美国;研究型大学;国家实验室;科技创新

**中图分类号:** G649

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-0717(2015)01-0110-06

**收稿日期:** 2014-10-11

**作者简介:** 卢潇(1988-),女,湖南邵阳人,国防科学技术大学人文与社会科学学院博士研究生,主要从事技术哲学、技术与社会研究。

在美国,一些著名的国家实验室由顶尖的研究型大学具体运作管理。这些国家实验室拥有美国联邦政府的专项资金拨款,使用着国家级先进的科研设备,承担着与美国发展战略密切相关的基础性、战略性科研课题。第二次世界大战之前,美国的研究型大学里已经涌现了一批致力于发展顶尖科技的实验室,如加州大学的辐射实验室、加州理工学院的喷气推进实验室、芝加哥大学的冶金实验室等,这些实验室参与了包括“曼哈顿计划”在内的尖端武器项目研究。1946年,芝加哥大学冶金实验室被命名为“阿贡国家实验室”,成为美国第一个命名的国家实验室,洛斯阿拉莫斯实验室在“曼哈顿计划”后仍交由加州大学代管,而伯克利辐射实验室也在创始人劳伦斯去世之后更名为“劳伦斯伯克利

国家实验室”。

此后,由于国家军事战略和基础科学研究的需求,美国政府进一步加大了对大学国家实验室的投资力度,一些新的国家实验室也在知名的研究型大学中发展起来,其中比较著名的有普林斯顿大学的等离子体物理实验室、麻省理工学院的林肯实验室、加州大学劳伦斯利弗莫尔实验室、斯坦福大学直线加速器中心、卡内基梅隆大学的软件工程研究所等。作为美国国家创新体系重要的基础组成部分,这些国家实验室为美国的科技创新、特别是基础科学研究领域的创新做出了巨大贡献,同时也极大提升了所在大学的学术实力和学术声誉。在我国大力推进“创新驱动发展”的背景下,探讨美国研究型大学国家实验室的发展历史、管理模式以及科技创新机制,借鉴其成功发展的经验,有助于我们形成科学认识,为我们加快推进科技创新提供有益启示。

## 一、为创新提供制度保证的管理运行机制

美国研究型大学的国家实验室归美国联邦政府所有,交由大学代管,它们分别隶属于能源部、国防部、航空航天局等主管部门。这些上级部门与研究型大学国家实验室签订目标任务合同。以能源部为例,能源部下属17个国家实验室,除国家能源技术实验室以外,其它都是“政府所有,承包者运行”

(GOCO)的实验室,负责管理和运作的承包者有大学、非政府或工商业组织<sup>[1]</sup>。能源部实验室政策与评估办公室为这些实验室的管理运行和整体性发展制定统一的科学指向化政策,同时对实验室的运行和合同执行情况进行评估。安全、保障和基础设施办公室则为确保这些实验室在全球基础科学领域的领先地位,为其设施提供安全与现代化的保证<sup>[2]</sup>。科学办公室与托管的大学签订承包合同,合同内容包括物资、服务和成本/花销,说明/规格/工

作陈述,包装和标注,检查以及可接受的情况,交付或运行的情况,合同行政管理的数据,特殊的合同要求,合同具体条款等<sup>[3]</sup>。这些合同为政府管理和实验室的运行提供了法理保障。

大学代管的国家实验室有两种模式:第一种是由大学建立独立的公司来进行具体的管理,第二种是将实验室的管理机构合并在大学的管理机构中<sup>[4]</sup>。实验室内部实行主任负责制,主任向上级提交年度报告,国家实验室运行费中一般设有主任基金,由实验室主任选定研究方向和项目,各团队或各研究小组向主任负责。除了个人学术能力以外,组织协调、社会交往以及引资能力都是遴选实验室主任条件<sup>[5]</sup>。实验室行政与研究部分区分开来,不同专业的研究人员汇集在交叉学部中,比如阿贡实验室的物理、生物和计算机学部,能源与环境科学与技术学部,以及劳伦斯伯克利实验室的能源科学部、综合科学部等,这些学部之间彼此支援。承接项目运作的过程中,科学家可以进行应用研究,而项目结束后则可继续从事自身领域的基础科学研究<sup>[6] (P45-47)</sup>。相关学科的交叉有利于资源的共享和人员的流动,使得实验室能够快速组织力量承接大型科研任务。

对国家实验室成绩的考评是保证科技创新质量的重要环节,这种考评包括同行评议和主管部门的绩效评估。考评从两个方面来进行,一方面是对实验室科学技术成就的评估,评估内容包括任务完成情况,研究设施的设计、装配、制造和运行,科学和技术项目管理;另一方面是对实验室管理和运行成绩的评估,评估内容包括综合安全、健康和环境保护,商业系统,设备和基础设施资产组合的获取、制造、运行、维护和更新,综合保卫和安全管理以及紧急事务管理系统<sup>[7]</sup>。同行评议成员既有同领域的高水平技术专家,也包括一些财务管理方面的专家,由于

利益中立,同行评议具有较强的权威性,是政府评估的基础。政府的绩效考评与财政拨款直接挂钩,这种相结合的内外考评制度能够有效地提高科研和管理的效益,激励创新,提高主动性和积极性。

此外,美国联邦政府还对研究型大学国家实验室管理、招标、采购、评估等环节进行严格的监督。与此相关的机构包括国会的政府问责局,联邦调查局等,这些机构独立于国家实验室的管理体制,能够有效地开展监督工作,减少科研基金不正当花费,保证经费合理地应用于创新性研究<sup>[4]</sup>。

## 二、为创新提供力量补充的人才吸纳机制

美国研究型大学国家实验室之所以能够保持强劲的创新能力,与其有能力吸纳和培养国际一流的创新型人才是密不可分的。早在“曼哈顿计划”之时,洛斯阿拉莫斯实验室就吸引了来自世界各国的顶尖科学家,他们有德国的西拉德、费米、弗兰克,美国的奥本海默、康普顿、麦克米伦、劳伦斯,英国的玻尔父子等。如今的美国大学国家实验室,由于拥有着深厚的学术背景,优良的学术传统和世界级的研究设施,同样也吸引着全球顶尖科研人才。当前美国研究型大学国家实验室的研究人员充分国际化,这些人员来自全球著名的大学,职业学术经历非常丰富,在相应的学科领域有相当深的专业造诣。以卡内基梅隆大学的软件工程研究所为例,其研究人员95%以上有在大学、政府或工业界工作的经验,83%以上拥有10年以上的工作年限,而64%以上的研究人员拥有硕士以上学历<sup>[8]</sup>。

国家实验室与一流研究型大学的融合,是它们能够吸引并保留顶尖科学人才的重要原因。目前,这些国家实验室中仍然有很大一部分的员工兼有大学教师的身份。研究型大学与国家实验室之间形成了互利互惠的关系。一方面,国家实验室拥有大型的研究团队,尖端的科学设备,能够进行跨学科的基础和应用研究,实现网络协作,它能够扩大所在大学的视野,促进大学科研水平的提升;另一方面,一流研究大学在世界性的学术声誉以及良好的学术氛围能够保持国家实验室在学术水平上的领先地位,使得实验室能够吸引并保留大量的顶尖人才。

表1 2014财年伯克利实验室科技评分、联邦采购法规评级及绩效拨款的关系<sup>[7]</sup>

总体科技评分的范围	联邦采购法规评级	最大可获取的绩效拨款份额
3.1-4.3	优秀	100%
2.5-3.4	很好	88%
2.1-2.4	好	75%
1.8-2.0	符合要求	50%
1.0-1.7	不满意	0%

国家实验室和研究型大学共同建立的研究所支持多学科的教育和研究项目,是国家实验室和研究型大学紧密融合的典范。其中一个典型的例子是加州大学圣地亚戈分校和洛斯阿拉莫斯联合建立的工程研究所。这个研究所毗邻洛斯阿拉莫斯研究所,在加州大学圣地亚戈分校和洛斯阿拉莫斯实验室之间有双向的声音/影像课程通道,它一方面为实验室吸纳了一批大学的教职人员,另一方面又给了实验室工作人员提供了进修、视频授课以及成为大学兼职教授的机会。该研究所也提供本科生培训项目,致力于培养具有顶尖工程才能的本科生,为国家实验室进行人才的储备<sup>[9] (P6)</sup>。此外,利弗莫尔国家实验室与加州大学也有广泛的交流。2000年10月,利弗莫尔实验室和加州大学默塞德分校签署了一份建立长期相互支持合作关系的备忘录。默塞德分校的预备教职员工可以去利弗莫尔实验室访问、交流合作,同时利弗莫尔实验室参与默塞德分校的建校并建立合作项目<sup>[9] (P8)</sup>。

联合培养高水平科研人才也是国家实验室和研究型大学互惠合作的一部分。劳伦斯伯克利实验室的教育和研究项目里有来自加州大学各校区的将近1500名研究生和博士后以及800名本科生,在为加州大学培养人才的同时也为实验室储备未来人才<sup>[9] (P9)</sup>。利弗莫尔实验室与加州大学有直接的联合培养项目,通过学生雇员研究生奖学金项目(SEGRF),来自加州大学各分校的博士生能够有机会在大学指导教师和实验室导师的共同指导下在利弗莫尔实验室完成博士学业<sup>[9] (P10)</sup>。这个项目实现了实验室与大学的双赢,一方面,优秀的博士生可以有机会使用全球最先进的仪器设备,与顶尖的科学家合作,另一方面,实验室也可以通过这个办法来选拔最优秀的年轻科学家,在通过这个项目进入利弗莫尔实验室读博士学位的研究生中,有将近40%到50%在实验室获得了永久的职位。

### 三、为创新提供延展空间的资源共享机制

根据联邦政府的政策,美国对公共投资的国家实验室仪器设备实行资源共享机制,为来自实验室以外其它组织的研究人员提供服务。研究型大学国家实验室装备有大型、尖端的科学实验设备,比如

劳伦斯伯克利实验室的“先进光源”、回旋加速器,洛斯阿拉莫斯实验室的中子散射设备,利弗莫尔实验室的兆焦激光系统,阿贡实验室的先进光子源、强脉冲中子源、直线加速器、电子显微镜等,这些设备在全球范围内具有领先性,可以对外开放。国内外不同学科的科学家可以提出实验申请,只要设想或建议能够得到通过实验室项目咨询委员会的同意,并与实验室签署成果利用文件,就可以来使用这些先进的实验设备进行科学研究<sup>[6] (P42)</sup>。目前,加州大学拥有四个可称之为“用户设施”(User-facilities)的设备共享中心,它们分别是伯克利国家实验室的先进光源,洛斯阿拉莫斯管理的能源部Lujan中子散射中心,利弗莫尔国家实验室管理运行的国家点火设施以及加速器质谱中心。“先进光源”能发射世界上最明亮的紫外线和软X射线束,自投入使用以来,该设备中心已经吸引了1000多位来自全球其它大学、工业界和政府实验室的科学家利用这一设备进行材料科学、生物、化学、物理和环境科学的研究<sup>[9] (P21)</sup>。中子散射中心每年有超过500位来自国内学术界、工业界、其它国家实验室以及世界上其他研究机构的科学家使用这里的设备<sup>[9] (P21)</sup>。这些大学国家实验室中自身科学家所进行的实验占实验总量的比例很小。据2003财年阿贡实验室先进光子源试验数目统计显示,本实验室研究只占了总量的16%,而其它能源部实验室,非能源部的其它政府部门,美国大学,美国工业界,外国政府实验室,外国大学,外国工业界和其它部门的实验数据比例分别为6%、3%、52%、12%、2%、4%、2%、3%,其中超过一半的实验量是由美国的大学完成的<sup>[10]</sup>。劳伦斯伯克利国家实验室,斯坦福大学直线加速中心等实验室都允许非本实验室人员使用先进设备进行研究,其成果多次获得诺贝尔奖。开放的资源共享体系一方面有效地运用了有限的资源,实现实验室与实验室,实验室与大学,实验室与社会的联动,使得资金投入能够用于科研创新而不是设备的重复建设,另一方面也为所在实验室赢得了国际声誉。

接收访问研究者也是资源共享的另一种表现形式。这些国家实验室大量接收访问研究者,许多实验室访问者人数大大地超过了自已的科学家,比如劳伦斯伯克利实验室正式科学家成员大概1000多名,而每年接受的访问学者超过2000人。这些



来自世界各地的访问学者拥有着不同的文化和学科背景,丰富的学术经历和高水平的专业造诣,他们可以使用这些实验室的设备进行自己的研究,同时也可以通过项目合作等方式与实验室工作人员进行交流,在实验和讨论的过程中,思维和观点的交锋往往能碰撞出创新突破的灵感和火花。这种开放性、流动性和多样性,为科研活动带来了巨大的生命力。

#### 四、为创新提供延伸途径的技术转移机制

技术转移是美国国家实验室服务于社会的一项重要职能。当前,实验室的技术转移不局限于向社会转让已经成型的技术,还包括广泛的技术合作,如合作研究与开发、资助研究、设备开放、技术援助等。技术转移的联邦实验室联合体(FLC)直接将联邦实验室技术成果与市场联系起来。1986年颁布的《联邦技术转移法案》为FLC的技术转移提供了法律保障。目前,将近有300个联邦实验室、研究中心以及它们所属的政府部门都是FLC的成员<sup>[11]</sup>。

根据《联邦技术转移法案》和第15号美国法案3710(e), FLC通过提供一个教育、培训和实验室联网平台来增强联邦实验室(包括研究型大学国家实验室)科研成果向产业部门转移的能力,协助联邦政府部门、实验室以及他们的合作伙伴快速地将研究发展资源整合到主流的美国经济中去。具体来说, FLC的活动包括:发展和管理技术转移的技术、培训课程和资源来增强联邦实验室雇员对实验室技术和创新商业潜能的认识;为联邦政府部门和实验室的技术转移项目提供建议和指导;为联邦和地方政府、商业界、工业发展组织和包括大学、联邦政府部门以及实验室等在内的非盈利组织提供技术支持的信息中心;促进各联邦实验室技术应用办公室(ORTAs)之间的交流与合作;在必要情况下使用美国国家科学基金会、商业部、航空航天局的技术和服务;协助实验室建立技术志愿者的项目来给当地社区提供技术支持;促进联邦实验室技术应用办公室和地区、州和本地技术转移组织之间的沟通与合作;协助大学、商业界、非营利组织、州和当地政府以及地区组织建立促进研究和技术转移的项目,并提供对这些项目的有效性的评估与分析等<sup>[12]</sup>。

在FLC框架下,美国研究型大学国家实验室致力于通过多种协议合作方式实现技术的转移,这些协议包括“为其它机构工作协议”、“合作研究与开发协议”、“商业化技术协议”等。此外,技术咨询服务和人员的交流也是实验室技术向外转移的方式。以劳伦斯伯克利国家实验室(LNBL)为例,其技术的转移分为两种情况,一个是直接技术成果的转移,通过发放许可证的方式,将自己的尖端技术提供给那些具备金融资本,研发、市场、制造和管理能力的公司,实现创新的商业化,同时也保证创新受到合理的知识产权的保护<sup>[13]</sup>;另一个则是通过技术合作来实现技术共享和转移,主要包括三种方式:一是在“合作研究与开发协议”框架下,由能源部和产业界共同资助,产业界和实验室以资源共享的方式实现技术合作;二是参加政府资助的合作项目,如小型贸易创新研究(SBIR)以及小型贸易技术转换(STTR);三是“在为其它机构工作协议”的框架下,直接参与由公司资助的合作项目,为这些项目提供特殊的设备和技术<sup>[14]</sup>。自技术转移部门成立以来, LNBL已经发放了400多个许可证,超过20家公司在LNBL的转让技术的基础上成立了起来<sup>[13]</sup>。

技术转移为国家实验室的科研创新提供了延伸的途径,使得科技创新与产业部门有机地结合起来。同时,研究型大学国家实验室与其它部门通过协议方式实现合作,在实现技术和知识迁移的同时,又整合了多方资金和技术资源,为创新提供了新的动力与支持。

#### 五、对我国的启示

党的十八届三中全会在论及深化科技体制改革时指出,要“建立健全鼓励原始创新、集成创新、引进消化吸收再创新的体制机制”。因此,完善体制机制是推进我国研究型大学国家实验室科技创新的动力之源和根本保障。现在我国已明确提出要实施“创新驱动发展”战略,并将其作为当前国家发展战略的核心部分。要实现这一战略,最根本的是要增强自主创新能力,最紧迫的是要破除体制机制障碍,最大限度解放和激发科技作为第一生产力所蕴藏的巨大潜能。从当前我国研究型大学国家实验室

的发展现状而言,普遍存在着科技创新活力不足、重大科技创新潜能得不到释放的弊端,究其根源,主要在于其科技创新体制改革滞后,一些深层次问题没有得到根本解决,导致创新缺乏良好的外部环境。美国在构建国家实验室科技创新机制方面的实践和探索,为我国研究型大学国家实验室的科技创新机制建设可以提供有益的启示与借鉴:

第一,建立灵活的管理运行机制。美国研究型大学的国家实验室是归政府所有,其管理权依照合同签订的方式委托给大学或其他组织,政府只履行监督权。那么,根据我国的具体实情,国家实验室的运行经费可以采取由政府投入为主,其他投入为辅的方式,在管理运行机制上采取灵活、多样的形式。在此过程中,政府把主要精力放在完善创新激励政策、营造公平公正的竞争环境上来,实验室本身具有独立自主的学术、科研权,以及人、财、物等权,这样才能为国家实验室进行自主科技创新活动营造良好的外部环境。

第二,建立人才培养与交流机制。良好的人才培养与交流机制是激发科研人员创造活力、形成科技创新合力的关键措施。一方面,要加快改革和完善人才发展机制,深化评价和奖励改革,统筹加强国家实验室人才队伍培养与建设。另一方面,要注重人才的合理交流,美国的研究型大学与国家实验室之间就形成了互利互惠的关系,人才交流合作频繁,为科技创新提供了宽松的学术交流及合作环境。不仅如此,就我国而言,还应当注重对国外知名专家与学者的引进,使科技创新更具有开放性。

第三,建立先进的评估评价机制。先进的评估评价机制可以在很大程度上保证科技创新质量。美国国家实验室的成绩考评通常包括政府绩效考评和同行评议,其中,同行评议的专家水平较高、利益中立,具有很高的权威性。我国的评估机构也应当独立于实验室之外,保证专业、公平及公正,评估指标不仅要包括实验室对既定科研目标的完成、科技创新等情况,还应包括实验室自身管理与运行的情况。在对实验室进行评估后,评估机构还应提出具体的意见和建议,以促使实验室发现自身的不足与改进未来的工作。

第四,建立成果转化与技术转移机制。科技创新成果转化率较低,是导致我国国家实验室科技创

新动力不足的一个主要原因。提高科技创新成果转化率,需要加强科技成果推广,完善产学研协同创新模式,通过相关机构的设立将实验室的科技成果与市场直接联系起来,发挥市场对技术转移的导向作用,促进科技成果资本化、产业化,实现创造学术价值与经济效益的双赢。

第五,构建资源开放共享平台。资源开放共享平台的建设可以促进国家实验室在科研创新过程中提高资源利用效率、避免重复建设,实现资源共享。美国公共投资的国家实验室仪器设备可以为来自实验室以外其它组织的研究人员提供服务。我国国家实验室在建设和运行过程中,也必须提高科研基础设施开放水平,在推进大型科学仪器设备、科技文献、科学数据等科技基础共享平台建设的同时,依照规定加强对社会开放以及与其他研究型大学和实验室之间的交流。

#### 参考文献

- [1] Distinctive Characteristics of the U.S.Department of Energy's National Laboratories.[DB/OL].[http://science.energy.gov/~media/lpe/pdf/National\\_Laboratory\\_Definition\\_11-08.pdf](http://science.energy.gov/~media/lpe/pdf/National_Laboratory_Definition_11-08.pdf).
- [2] U.S.Department of Energy,Office of Science [EB/OL].<http://science.energy.gov/laboratories/>.
- [3] UC-DOE Prime Contract for the management and operation of Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) (No.DE-AC02-05CH11231) [DB/OL].<http://www.ucop.edu/laboratory-management/contracts/lbnl/index.html>.
- [4] 熊耕.浅析美国大学中国家实验室的管理特点[J].高等工程教育研究,2011(1):114.
- [5] 周岱,刘红玉,等.美国国家实验室的管理体制和运行机制剖析[J].科研管理,2007(06):112.
- [6] 黄纛.美国大学中的国家实验室研究与借鉴[D].上海:上海交通大学硕士学位论文,2004.
- [7] UC-DOE Prime Contract Sections for LBNL (No.DE-AC02-05CH11231),Appendix B.FY 2014 Performance Evaluation and Measurement Plan.[DB/OL].[http://www.ucop.edu/laboratory-management/\\_files/contracts/revised-fy2014-pemp-mod-869.pdf](http://www.ucop.edu/laboratory-management/_files/contracts/revised-fy2014-pemp-mod-869.pdf),J-B-5,J-B-8.
- [8] Carnegie Mellon Software Engineering Institute,Annual Report 2001,Reporting on Fiscal Year 2001,October 1,2000 September 30,2001[DB/OL].[http://resources.sei.cmu.edu/asset\\_files/AnnualReport/2002\\_001\\_001\\_30186.pdf](http://resources.sei.cmu.edu/asset_files/AnnualReport/2002_001_001_30186.pdf),P52.
- [9] University of California,10 Campuses working with 3 National Laboratories;Unparalleled Contributions

- to Education, Discovery and Public Service [DB/OL].[http://www.rsneight.com/portfolio/print/uc/img/publications/05\\_uclabs\\_web.pdf](http://www.rsneight.com/portfolio/print/uc/img/publications/05_uclabs_web.pdf).
- [10] Argonne National Laboratory Institutional Plan: Accomplishing DOE Missions, ANL/IP-2004 [DB/OL].<http://www.ipd.anl.gov/anlpubs/2004/12/52028.pdf>, 2004/10, page S3-3.
- [11] FLC, Advancing Federal Research and Technology, About the FLC [EB/OL].<http://www.federallabs.org/flc/home/about/>.
- [12] Federal Laboratory Consortium for Technology Transfer Strategic Plan for 2009[DB/OL].[http://globals.federallabs.org/pdf/FLC\\_Strategic\\_Plan.pdf](http://globals.federallabs.org/pdf/FLC_Strategic_Plan.pdf).
- [13] PartnerSmart with Lawrence Berkeley National Laboratory, Technology Transfer from Berkeley Lab to the Marketplace [DB/OL].[http://www.lbl.gov/Tech-Transfer/industry/LBNL\\_About\\_TechTransfer.pdf](http://www.lbl.gov/Tech-Transfer/industry/LBNL_About_TechTransfer.pdf), P1.
- [14] Technology Transfer and Intellectual Property Management, For Industry [EB/OL].<http://www.lbl.gov/Tech-Transfer/industry/ResearchOpps/index.html>.

## A Study on the Scientific Innovation Mechanism of U.S. Research Universities' National Laboratories

LU XIAO

**Abstract:** The U.S. research universities' national laboratories are an important part of U.S. national innovation system. Their perfect management mechanisms, talent absorption mechanisms, resource sharing mechanisms, technology transfer mechanisms have created a good environment for scientific innovation. Discussing the scientific innovation mechanism of the U.S. research universities' national laboratories has important implications to construct Chinese research universities' national laboratories. It is imperative to establish an effective management mechanism, talent training and exchange mechanism, advanced evaluation mechanism, the transformation of achievements and technology transfer mechanism, and resources sharing platform.

**Key words:** United States; research university; national laboratory; scientific innovation

(责任编辑 陈剑光)

更正说明: 本刊2014年第6期第103页“五、创新中国教育去: 宗教化”应改为“五、创新中国教育: 去宗教化”, 特此更正, 并向作者和广大读者致歉!