

· 科学论坛 ·

我国重大科学仪器研制项目的推进策略

于海婵*

(中国科学院生物物理研究所,北京 100101)

[摘要] 科学仪器是科技进步的重要内容,也是科技发展的重要支撑,同时是经济建设、国防安全和解决社会民生问题的重要保障,是国家实力的重要体现。当前我国的科学仪器发展存在着诸多问题,使得我国的科学仪器研制较国际先进水平仍存在较大差距。“十二五”以来,我国加大了对大型科学仪器研制的资金投入,设立了众多重大研制和开发项目。本文从人才队伍、体制机制、平台和基地建设,基础设施规划建设以及强化科研转化等方面对推进我国重大科学仪器研制项目提出了一些策略和建议。

[关键词] 科学仪器,设备,策略,建议

科学仪器设备的创新和发展是科技进步的重要内容,也是推动科技发展的重要支撑,在提升和保持国家在科学前沿领域的竞争优势方面具有重要的作用。当前,世界各国都将科学仪器的研制列为科技发展的重要战略目标,加速科学仪器发展已成为世界各国科技投入的重点之一^[1]。我国是仪器设备制造大国,但仪器的研发和产业化能力与国际水平仍存在非常大的差距。目前,国家已经把仪器研发列为“十二五”的重大专项,发改委、科技部、基金委和财政部等纷纷设立仪器设备相关的支持计划^[1-3],重点资助原始创新科研仪器设备的研制和具有一定应用前景的重大科学仪器设备产品的开发应用,使我国的仪器设备研制走到了新的历史起点。

纵然有大量的资金支持和项目资助,我国仪器研制仍存在诸多问题,严重制约着科学仪器设备的创新和发展,这些问题包括原始和集成创新能力弱,复合型、高端人才匮乏和流失,产业配套和二次开发能力弱,精密加工和制造水平低,应用和示范效果差,科技成果转化率低等^[4],这也是国家的“十二五”科学仪器设备研发的主攻方向。如何解决这些问题从而推进仪器研制的发展,充分发挥国家科学仪器重大专项的核心引领作用,使它们充分起到引领行业发展,推动技术革新的作用,是这些项目立项、推进和管理的重中之重。本文从人才队伍建设、

创新体制机制、平台和基地建设、基础设施规划建设 and 强化科研转化几个方面对推进国家重大科学仪器研制项目提一些策略和建议。

1 加强自主创新人才队伍

重大仪器研制项目需要科研、技术和管理类人才,现阶段存在着创新型领军人才严重匮乏,懂仪器设备研制、开发同时掌握仪器设备应用的复合型人才难求^[5],仪器设备、工艺和部件精加工的高级技工缺少等问题。此外,重大仪器研制项目管理人员中科研管理思维落后,没有自主创新意识,依旧照搬照抄传统和一般科研项目管理思路和模式等现象也普遍存在。解决这方面的问题,需要国家和科研单位从多层次采取多种措施建立自主创新人才队伍。

首先,从战略层面上,国家应做好本科生、研究生和职业教育的学科规划和布局,科学设定培养层次和培养目标。大学和研究所在本科生和研究生教育上,要厚基础、重实践,加强产学研的结合,科学合理设置学生的专业内容,形成对学生专利、论文的资助机制^[6],大型仪器研制项目组要提供本科生和研究生参与研究的机会,提供更多的国际交流培训机会,培养出科学仪器设备研发的复合型人才^[7]。

其次,重视高端人才的引进和培养工作。国家和科研单位要不断从国外引进高端领军人才,同时

* Email:hcyu@moon.ibp.ac.cn

本文于2014年4月30日收到。

重视国内优秀人才的培养。科研单位的外事、人事部门要努力为国外引进人才和国内高端人才争取国家人力资源与社会保障部、教育部、科技部、中国科学院等各部委以及省市的各类人才计划,在科研配套、待遇、福利、晋升、奖励等方面给予倾斜,吸引人才并减少人才的流失。企业要承担创新人才培养的责任,同时应依托大型仪器研制项目,将创新人才培养和使用结合起来^[8]。

再次,还要加强管理人员队伍的建设。除了一般的行政管理人员外,还应该配备具有一定仪器研制背景知识和管理知识的专业人才,并通过定期培训和学习,提高管理人员的业务素质。通过设定重大项目管理办公室,构建职责和分工明确的多层次管理队伍。

此外,在保护好知识产权的基础上,加强国际交流与合作,尽可能多地聘用国际顶尖专家作为顾问或者进行咨询、指导,在专家来华方面给予便利,形成多元化的创新人才队伍体系。

2 创新体制机制

虽然国家针对各类大型仪器研制项目专门制定了相应的管理办法,但由于各单位的具体情况复杂,落实程度不一,在重大仪器研制项目的管理等方面仍然存在着诸多的问题。大型仪器设备的研制要想赶超世界先进水平,需要进一步创新体制机制,避免因落后、不合理的体制机制制约仪器设备的研发。

在充分把握资助定位的前提下,要不断完善资助模式。当前,国际和国内的装备技术不断升级,科学研究对科学仪器的需求也不断提高,一个科学仪器或装备在几年前或许还处在尖端或急需的水平,但几年后就有可能已经被新技术所取代。因此政府主管部门要建立更加科学合理的咨询机构,及时了解最新动态,适时调整资助方向;要加强监理队伍的建设,完善定期巡查机制,加强对项目进度和质量的督查。在资助力度上,重大科学仪器研制项目目前对科研院所和高校的资助力度远高于对企业的资助,中小科研单位参与力度差。要加强对企业的资助力度,充分挖掘和发挥企业在后续工程化开发和成果转化方面的优势。要充分整合中小科研单位,让少数掌握高端、前沿技术的单位带动其他单位,从而整合各方的资源联合攻关,形成完善的开放、流动、竞争、协作的现代科研运行机制。

要更加注重大型仪器研制项目的立项和管理。由于重大仪器研制项目创新型强、集成多、参与单位广、产学研结合密切、资金量大、研制周期长的特点,

项目主管部门要不断发展和完善针对大型仪器研制项目的立项标准、管理体制、经费预算制度、评审方法,对大型仪器项目的管理予以调研,甚至设立专项资金进行研究,以期更好地为这类项目服务。目前,基金委开展了国家重大科研仪器设备研制专项的发展战略研究,重点研究这类项目实施情况、科研仪器管理模式与资助结构、管理办法、经费管理等,并就项目的指南进行研究。项目组织部门应定期组织调研和评审,对大型仪器项目管理和管理办法落实情况考察和评估,协助解决相关问题,将各单位落实情况予以通报,并作为今后评估、项目申报、经费申请等方面的参考依据之一,从而加强科研单位对落实项目管理办法的重视。此外,组织部门要结合项目的具体特点,会同项目牵头单位和参加单位,落实法人负责制或科学家负责制的责任问题,组建科学合理的项目领导小组、工作组、专家委员会、咨询委员会、总体组等各类决策、管理和咨询机构。

促进基层科研单位体制机制改革和创新。基层科研单位是重大科学仪器的开发主体,但在不少科研单位一直沿用传统的科研管理模式,还没有形成成熟的科学仪器研制项目管理体制和机制,因此导致了不少问题,例如缺乏合理的仪器创新研究组评价标准,没有匹配的公共平台,经费管理混乱,对项目风险预期不足导致项目严重拖期等。因此需加强对基层科研单位重大科学仪器研制项目的过程管理,在本单位科研布局、人才配备、管理制度上进行创新,在充分建立起风险防范意识和措施,严把质量和进度控制,加强知识产权、成果转化等方面权责、归属约定和保护,建立健全合理的评价机制^[9]。

此外,要进一步利用网络优势,提高信息化程度,建立更加便捷的资源数据库和共享网络信息管理系统,以便进一步打破地域限制,提高项目研发和管理的效率,降低管理成本。

3 加强各类平台和中心的建设

大型仪器研制过程中,一系列关键技术和重点难点一般不是个别科学家或者一个研究组的力量能够攻克的,往往需要整合各方优质资源,集中优势力量,优势互补,进行联合攻关。对于大型仪器的研制,要充分利用国家重点实验室、大型科学仪器中心和大型分析测试中心的各项资源,积极搭建公共技术平台,开展联合攻关。

基于共享、公用机制的共享服务平台是大型仪器研制项目创新体系建设重要的公共支撑体系,对

提高项目的科研水平、加强项目创新人才培养起着重要作用。这类平台主要以大型科学仪器设备、分析测试服务、测试方法与标准研究等方面为服务内容,可以为大型科学仪器研制项目提供高效、便捷的服务。我国的科学仪器设备共享已经初具规模,科技部联合相关地区和单位,于1997年在国内部分地区开展了科学仪器设备协作共用试点,1998年开始开展了大型科学仪器中心的建设^[10],国家发改委、财政部、教育部于2004年底开始了“高校仪器设备和优质资源共享系统”(CERS)的立项建设,“十一五”开始科技部联合相关单位进行了“国家科技基础条件平台”建设。这些平台和中心的建设,在国家层面上推进了大型科学仪器设备和成果转化等资源的跨部门、跨区域、多层次的资源整合与共享,极大地提高了科技资源的利用率,在支撑国家重大科技计划、服务企业技术创新、探索科技资源配置机制、创新人才培养、完善管理模式等方面取得了长足进步。以中国科学院为例,先后在国内建立了14个大型仪器区域中心,整合了现有大型仪器设备,已全面形成开放共享、协作创新的模式和格局,区域中心同时配套专项经费,支持中心开展实验方法研究、仪器功能开发与创新仪器研制。区域中心内的中科院生物物理研究所的蛋白质科学研究平台从2004年开始建设,不仅承担了开放共享的公共技术支撑服务,也同时网罗了大量高技术仪器管理、开发和应用的人才,在开展有共性需求的实验方法学和实验技术创新研究,开展关键科研装备的创新研制和公用仪器设备的功能开发与技术提升等方面取得了可喜的成绩。

公共技术平台的建设也面临着严峻的挑战,例如我国自上而下的领导机制和科技投入管理机制导致了有限的公共平台投入被多个渠道分流,当前以项目或课题制为主导的体制导致一些公共平台建设经费缺乏稳定的投入渠道^[11],运行经费不足^[12]。此外,大型科研仪器开放共享局面仍不乐观,有研究显示原值1000万元以上的仪器设备目前只有43%的大型科研仪器提供对外服务,而低于1000万元的设备对外服务率则更低,仅为20%左右^[13]。此外,平台在人员队伍建设、知识产权保护等方面也存在着一些问题。因此,从国家层面上,应继续坚持“创新机制,盘活存量,整合完善,开放共享”的方针,由政府进行主导和调控,强化顶层设计,优化部署,加强政策引导和统筹协调,建议将科学仪器设备的资助从一般科研项目中独立出来独立资助。在现有各省市、部委和高校等的共享管理办法基础上建立科学

合理的共享的政策和法规保障体系,建立制约激励机制。要探索有偿服务和公益服务相结合的管理模式,在国家财政为主导的情况下发展完善社会化多元化的投融资渠道,理顺和拓宽投入渠道。

在强化顶层设计的基础上,通过加大这类公共技术支撑系统建设,在高校、企业以及其他各类科研单位推广和建设类似的公共技术服务中心或研发中心,同时创新相应的服务体系、运行机制和规章制度,组织实施科研设施网络开放共享计划,可以大力推进大型科学仪器研制项目的进度。例如在2009年,北京大学在全国高校中率先成立了“北京大学仪器创制与关键技术研发中心”,并设立“仪器创制与关键技术研发基金”,针对科研工作中亟需解决的关键技术,包括新仪器的研制、原有大型仪器功能拓展与改造、特色配件加工、关键制造技术突破等方面予以资助,目前产出多项技术专利,部分项目还得到了国家仪器研制开发专项经费的大力资助,有些项目更是成功试制出了仪器样机,进入成果转化阶段^[14]。

除了在国内各相关单位建立共享、公共服务、技术或研发平台外,还可以考虑与境外研究开发机构建立联合实验室或研究开发中心,实施国际合作项目。通过强强联手,整合优质人才和仪器设备等资源,建立创新型研究平台和基地,就可以针对大型仪器研制工作中亟待解决的关键问题给予技术支撑和资金支持,进一步推进项目的开展。

4 完善基础设施的规划

对一台大型仪器或设备而言,往往需要配备相应的设备间或机房,面积少则几平方米,多则几百平方米、上千平方米甚至更大。例如一个大型超高场人类MRI系统,其机房一般包括磁体间、操作间、机柜间、配套设备间、等候厅、厕所、被试更衣室、管理办公室、金工制作间和电子制作间等,机房面积至少几百平方米。大型科学仪器设备,如直线加速器、MRI、DSA等,都属于昂贵、精密的科学仪器,对机房建设的要求也非常高。机房的选址要结合本单位科研布局,考虑周边环境对设备的干扰以及设备对周边环境的污染,同时结合拟选址地点的基本情况(如市政规划、热力管道、电力设施、给排水设施等)。机房的建设规格也比较高,温湿度、空气洁净度以及换气次数等都对精密仪器的长期、稳定、安全和可靠运行起着重要的作用^[15],机房不达标可能会导致设备不能正常工作。故而机房土建、配电、空调、屏蔽、

装修等都有着严格要求。

大型仪器研制机房等配套设施的规划和建设非常重要,涉及到基建的内容往往需要进行可行性研究、报批、设计、招标、施工、验收等众多环节,每个环节出现延误或者衔接不当,都可能影响机房的建设进度或者质量。因此科研单位应结合本单位的科研布局 and 建筑布局,做好基础设施的规划和建设。项目申请单位自项目申请时就应对项目涉及的基础设施建设进行初步规划。在着手进行大型仪器的机房建设时,要组建由行政管理人员、科研人员、基建部门、设计施工部门以及监理人员在内的基础建设小组,全面指挥和负责机房的建设。机房的建设要留出时间上的余量,避免因进度影响大型仪器的研制。

5 加强科研转化

科研仪器的研发成功后,如果该仪器或者产生的新技术、新原理和新方法不能被进一步应用或推广,那么其生命力必然有限。相对于仪器装备的研制,我国在科研转化和产业化方面在国际上处于劣势。一方面,我国科研体制和奖励机制不完善,导致为了完成任务、晋升职称、申报奖励而申请专利,专利的新颖性、可操作性不强,距离推广和应用较远;另一方面,许多大型科学仪器是为了某些科学研究而专门研制的仪器,针对性强,特异性高,其应用一般只针对某些特定领域且针对特定科研目的,同时也存在不少技术上和设计上的难点,因此在我国通常都是由研究组自行搭建或者从国外进口。自行搭建高端精密仪器设备有利于提高我国仪器设备的自主创新能力,但往往研究组自行搭建后,使用具有局限性,一般由自己研究组或者所在单位使用,很少进行仪器和技术的推广应用,后期二次开发也很弱,不利于扭转我国高端仪器设备自主生产难的困境。

解决上述问题,从国家层面上,要加强战略性思考,进一步完善大型仪器产业化基地建设,依托本区域的特点,由政府或企业、高校等主导,依托本区域内科技人才储备和创新研发能力以及大型仪器研制成果建立,将大型仪器研制等产生的专利、工艺、技术秘密等成果转化为现实的生产力,从而进一步反过来推动仪器研制的发展^[16]。国家要在这方面做好布局,完善交易市场,要在拓宽销售渠道和培育龙头企业等方面起到主导或推动作用^[17]。要充分利用各国家工程技术研究中心,尽最大能力发挥其在联系科技与经济方面的纽带作用,推动成果的转化^[18]。应结合仪器自主创新的特点,重点建设一批

科学仪器产业技术联盟,有效整合行业产、学、研各方资源,推动区域产业技术升级。同时,要努力扭转我国大型仪器研制急功近利的科研局面,注重培养和发挥本土企业家的创新潜质^[19],在科研体制、奖励机制和晋升机制等方面进行改进。科研主管部门和项目承担单位应加强研究组与企业的合作,包括合作申请仪器研制项目,以及仪器研制完成后对口的产业化衔接,政府和相关部门应该对科研单位和企业的合作及产业化建立绿色通道,同时科研单位应该加强产业转化人员体系建设,设立科研转化基金^[20],由专门人员负责产业转化,建立起和企业的良好沟通机制。同时加强成果示范,多渠道、多途径做好成果宣传、报道和推广,建立示范应用基地,为产业化推广打好基础。

6 结语

鉴于我国在大型仪器研制方面的落后局面,大型仪器研制的国际领先水平不是一蹴而就的。大型仪器研制项目想要取得预期的效果,从国家层面上,政府不仅要把大型仪器研制作为战略重点,还要从全局考虑,科学合理设定全国范围内的科研和产业化布局,在产业化基地建设、人才引进和培养等方面给予政策上的倾斜和便利。各高等院校、科研院所和企业要根据自身的科研布局和优势,充分利用现有资源,积极加入和建设共享平台和技术中心,广泛开展国内外合作,积极引进人才,创新体制机制,做好基建、科研布局规划。只有从政府到科研单位从上而下采取多种措施,才能够破解我国大型仪器研制的诸多难题,积极推进国家大型科学仪器的研制,提高我国大型高精尖仪器设备的自主创新能力,推进创新性国家的建设。

参 考 文 献

- [1] 冯勇, 谢焕瑛, 刘容光, 等. 国家重大科研仪器设备研制专项立项及管理工作的若干思考. 中国科学基金, 2012, 26(6): 369—371, 334.
- [2] 刘云, 刘容光, 方晓阳, 等. 加强国家自然科学基金对科学仪器资助的战略思考. 中国科学基金, 2004, 18(1): 38—40.
- [3] 陈焕文, 朱志强. 我国科学仪器研发进入了新阶段. 分析化学, 2011, 39(10): 1463—1464.
- [4] 杨文海. 我国科学仪器设备产业发展现状和策略. 电子测试, 2013, (20): 186—187.
- [5] 金钦汉. 对于我国科学仪器发展战略的几点思考. 现代科学仪器, 2004, (4): 3—8.
- [6] 徐静. 产业转型升级中科技创新人才培养模式研究. 科学研究管理, 2013, 31(1): 101—104.
- [7] 范世福. 我国科学仪器事业的发展战略和目标. 光谱仪器与分析, 2005, (2): 1—7.

- [8] 孙锐,张文勤. 重大项目实践、组织学习机制与创新人才培养研究. 科学学与科学技术管理, 2013, 34(3): 136—144.
- [9] 吴家喜,于忠庆. 重大科学仪器设备研发项目管理模式探讨. 项目管理技术, 2011, 9(12): 56—60.
- [10] 王祎,华夏. 促进我国科学仪器管理与共享的政策建议. 中国科技论坛, 2012, (11): 2—33.
- [11] 温珂,宋琦,张敬. 促进科研基础设施共享的探索与启示. 中国科学院院刊, 2012, 27(6): 717—724.
- [12] 董诚,张渝英,涂勇. 国家大型科学仪器中心建设. 实验技术与管理, 2007, 24(10): 5—12.
- [13] 陈光,尚智丛,王艳芬. 关于大型科研仪器共享问题的一个产权理论解释. 中国基础科学, 2013, (1): 27—31.
- [14] 周勇义. 高等学校开展科学仪器研发创新工作的思考. 实验技术与管理, 2012, 29(3): 208—210.
- [15] 侯加全,王迎春,白雪冬,等. 医院大型医疗设备机房电气设计中注意事项. 电气应用, 2009, (11): 44—49.
- [16] 李培楠,赵兰香,万劲波. 产学研合作过程管理与评价研究—美国工业/大学合作研究中心计划管理启示. 科学学与科学技术管理, 2013, 34(2): 20—279.
- [17] 关永宏. 论专利产业化与专利产业化基地建设. 黑龙江社会科学, 2009, (1): 77—80.
- [18] 周琼琼,何亮. 国家工程技术研究中心发展历程与现状研究. 科技管理研究, 2013, (2): 20—23.
- [19] 肖丁丁,朱桂龙. 产学研合作创新效率及其影响因素的实证研究. 科研管理, 2013, 34(1): 11—18.
- [20] 尹岩青. 装备科技成果推广转化的内涵与模式研究. 科学管理研究, 2014, 32(1): 6—9.

Promotion Tactics of Major Instrument and Equipment R&D Projects in China

YU Haichan

(Institute of Biophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract Scientific instrument is a representation of national strength. The development of scientific instruments faces some difficult situations in China which hinders its development and sets up barriers for catching up with developed countries. In the 12th Five-Year Plan, Chinese government has increased investment in major scientific instruments and equipment and enhanced fund support in those areas. The paper puts forward some suggestions on promoting of major instrument and equipment R & D projects in China. These tactics are concerning with talents team-building, institutional mechanism, platform and R&D base construction, infrastructure planning and construction, sci-tech achievement transformation, etc.

Key words scientific instrument, equipment, tactics, suggestion

· 资料信息 ·

2014 年度国家自然科学基金项目申请数量前 20 位的依托单位：化学科学部

序	单位名称	项数	序	单位名称	项数
1	中国科学院大连化学物理研究所	195	11	南京大学	134
2	华东理工大学	188	12	北京大学	130
3	浙江大学	181	13	华南理工大学	127
4	中国科学院长春应用化学研究所	159	14	北京化工大学	126
5	大连理工大学	154	15	四川大学	124
6	吉林大学	150	16	苏州大学	123
7	中国科学院过程工程研究所	150	17	厦门大学	123
8	中国科学院化学研究所	148	18	上海交通大学	119
9	天津大学	145	19	复旦大学	118
10	清华大学	141	20	中国科学技术大学	110

(张丽萍、李东 供稿)