



# 我国大科学装置建设的思路与举措\*

中国科学院综合计划局 基础科学局

(北京 100864)

**摘要** 本文主要阐述了大科学装置的基本属性、大科学装置在国家发展中的地位 and 作用,现阶段我国大科学装置发展战略的构想以及我国大科学装置发展中若干问题的研究与政策建议。

**关键词** 大科学装置,建设思路,举措

建国以来,特别是改革开放以来,我国已建成一批大科学装置,对中国的科学技术发展、经济建设、国防建设和社会发展起到了积极的作用。但我国大科学装置的发展与世界先进国家相比差距巨大,也不能满足建立国家知识创新体系的要求。同时我们对大科学装置的发展规律认识不够,相关管理体制和政策不够完善,这种状态又大大妨碍了大科学装置的发展。本文的目的在于分析我国大科学装置发展的现状和需求,提出发展目标和发展方针,并根据国内外建设和运行大科学装置的经验,总结其发展规律,研讨规划、立项建设、运行发展中的若干政策性问题。

## 一 大科学装置的基本属性

大科学装置往往需要专门的安装场地或建筑,需要专门人员进行有效地维护和运行,其用途是开展科学技术活动,而它的建设本身就是复杂的科学技术活动,其共同的基本特点是长期性和持续性。

### 1 大科学装置的内涵

大科学装置是指通过较大规模投入和工程建设来完成,建成后通过长期的稳定运行和持续的科学技术活动,以实现重要科学技术目标的大型设施。其科学技术目标必须面向国际科学技术前沿,为国家经济建设、国防建设和社会发展做出战略性、基础性和前瞻性贡献。

## 2 大科学装置的分类

按不同的应用目的,可将大科学装置分为三类:第一类是为多学科领域的基础研究、应用基础研究和应用研究服务,具有强大的支持能力的大型公共实验平台,如同步辐射装置、自由电子激光、散裂中子源等;第二类是为特定学科领域的重大科学技术目标建设的专用研究装置,如正负电子对撞机、大型重离子加速器研究装置、大型空间观测装置、受控热核聚变实验装置等;第三类是为国家经济建设、国家安全和社会发展提供基础数据的公益基础设施和重大基础科学技术设施,如遥感卫星地面站、授时中心等。

## 3 大科学装置的特点

第一,大科学装置的科学技术意义重大,影响面广且长远,同时建设规模和耗资较大,建设时间较长。第二,技术综合、复杂,需要在工程中研制大量非标准设备,项目具有工程与研制的双重性。第三,其产出是科学知识和技术成果,而不是直接的经济效益,建成后要通过长时间稳定的运行、不断的发展和持续的科学活动才能实现预定的科学技术目标。第四,从立项、建设到利用的全过程,都表现出很强的开放性、国际化的特色。

## 二 大科学装置的地位和作用

江泽民主席在接受美国《科学》杂志主编埃利斯·鲁宾斯坦专访时指出,“我们把重大科学设施的建设作为推动科学技术发展的重大部署之一。这些

\* 收稿日期:2004年8月30日



年来,我们已经建立了一批有影响的重大科学工程,如北京正负电子对撞机、兰州重离子加速器、合肥托卡马克装置、清华低温核反应堆等。这些设施的建设和运行,增强了中国的科研能力,拓展了探索未知世界的能力。目前,中国正在建设一些重大科学装置。中国政府在“十五”期间还将进一步加强重大科学装置的建设,提高基础研究的能力。”这段讲话,反映了我国政府对大科学装置重要性的深刻认识和在大科学装置建设的重视。

#### 1 大科学装置是现代科学技术诸多领域取得突破的必要条件

现代科学研究必须依靠先进的科学仪器,科学研究的水平越来越依赖于科学仪器的性能,这已是一个公认的事实。科学技术领域的国际竞争主要表现在对诸多前沿研究领域的突破能力。20 世纪中叶以来,许多科学领域的进一步发展,特别是研究前沿的突破,都离不开大科学装置。各国以巨大的投入建立大科学装置,其推动力即在于此。相关大科学装置的发展状态将决定我国在这些领域的前沿研究取得突破的能力,从而决定了我国在国际上的科学技术竞争能力。

#### 2 大科学装置是为国家经济发展、国家安全和科技进步提供保障的必不可少的科技基础设施

现代社会的特点之一是各种活动对于基础数据和基础信息的依赖,同时,国家对自然资源、人力资源和已建立的各种硬件资源的利用效率也很大程度上依赖于各种基础数据和基础信息。作为科技基础设施的大科学装置在数据和各种信息的收集和利用上起着重要的作用。

#### 3 大科学装置是建立具有强大国际竞争力的国家大型科研基地的重要条件

西方发达国家的科学技术水平和强大的国际竞争能力相当大的程度上是通过一批高水平的大型科研基地体现的。其基本特点是科研力量集中,科研任务集中,国家投资集中,科学技术成果累累;学科多样,学科交叉,发展新型、边缘科学和突破重大新技术的能力强。进一步的考察发现,这些研究机构都拥有先进的大科学装置,或大科学装置群,作为支撑其强大科技竞争力的基本条件。

近年来,我国建设了一批国家重点实验室,但是还少有能与西方发达国家匹敌的大型科研基地。中国要有科学研究的航空母舰,必须把大型科研基地的建设作为科技振兴的重要举措,大科学装置的建设则是实现这一目标的重要条件。

#### 4 大科学装置的建设带动国家高新技术的发展

大科学装置是大量高技术的集成,为实现其原创性的科学技术目标,在装置的建造和利用过程中,往往需要发展新型技术或把已有技术提高到新的水平。因此,大科学装置也就成为众多高新技术的源泉和高新技术产业的摇篮。互联网技术的产生和发展可以算其中的一个最为生动的例子。

### 三 现阶段我国大科学装置发展战略的构想

#### 1 国际发展态势

各发达国家在制定国家科学技术发展长远规划和创新体系发展战略时,都把大科学装置的建设作为战略措施,放在极端重要的位置。在规划和部署大科学装置的建设时,把支撑多学科研究的公共实验平台性装置放在优先或突出的地位。逐步建成一批依托大科学装置的大型、综合性科研机构,使国家的科技创新能力和国际竞争力不断提升。由于科学目标的提升,大科学装置的技术越来越复杂,规模越来越大,所需的经费越来越多,其建设和利用的开放性、国际化特点有进一步走强的趋势。

#### 2 我国的现状

目前,我国已建成一批大科学装置,对促进我国科学技术事业和其它各项事业的发展起到了积极作用;有的装置,有的领域,在国际上也达到较先进以至领先的水平。但总体来说,我国大科学装置的发展相比世界发展态势和建立国家科技创新体系的需要差距甚大。这种差距首先表现在体量偏小,对科学技术发展的支撑能力不够。其次,许多装置的建设起点较低,性能较差,无力支撑高水平的科学研究工作。再有,对新型或新一代装置迅速发展的态势反应迟缓,差距有进一步拉大的趋势。另外,差距还表现在规划和管理的落后,技术储备和科技队伍不足诸多方面。大科学装置发展上的差距已成为许多领域实现跨越的制约因素。



### 3 发展目标及方针

今后 15—20 年中,从支撑能力的角度考虑,我国大科学装置的发展应实现如下的目标:建成若干世界一流的多学科实验平台,能支撑在生命科学、材料科学、环境科学等国家重点支持的研究领域内,开展世界一流的研究工作;能满足国家战略高技术发展的需求,使相关的研究工作达到国际先进水平;能在基本科学问题的某些点上,支撑我国科学家开展有特色的工作,取得具有重大科学意义的原创性成果;对国家经济建设、国家安全和社会发展的基础支撑能力要接近发达国家的水平;依托这些支撑能力,建成若干具有强大国际竞争能力的大型科研基地。

为实现以上目标,今后 15—20 年,我国大科学装置的发展方针应该是:布局合理,规模适度。优先发展公共实验平台,有选择地建设专用研究装置,高度重视公益基础设施。已有装置的持续发展和新装置的建设并重。通过保证投入、建立科学的管理体制和运行机制,加强国际合作,确保装置的建设水平和科学技术目标的实现。

## 四 政策建议

### 1 加强规划,切实推进规划的实施

规划的目的是根据战略性、整体性考虑,选择适当的项目,以便安排必要的前期工作,为后续的遴选决策和立项建设创造条件。

(1) 十年规划,滚动调整;五年计划,立项实施。“十年规划,滚动调整”是指规划至少以 10 年为期,并根据新的科学技术发展态势和需要,随时调整更新。“五年计划,立项实施”是指与国民经济计划同步,在规划项目的范围内,以 5 年为一个阶段制订立项建设项目的计划。

(2) 成立专门的规划机构,按照规范的程序,进行规划的制订和推进规划的实施。国家成立大科学装置发展规划委员会,负责大科学工程规划的制订和实施。规划委员会中设立由多学科战略科学家组成的科学顾问委员会。

(3) 切实推进规划的实施,规范地、有计划地完成立项前准备工作。规划项目应积极完成立项前的准备工作,在规划制订后对每个项目的前期研究计

划和经费进行审查,由大科学工程专项经费和项目建议部门共同支持。

(4) 将已有装置的重大升级改造纳入大科学工程规划。大科学装置的重大升级改造涉及的科学问题多,经费需求大,还影响到对某些新装置建设必要性的评价,应跟新装置的建设一样,通过统一的规划来安排。

(5) 规划的依据、项目遴选的条件和科学布局问题。制订规划的主要依据是国家社会经济发展计划,科学发展总体规划,与战略高技术发展有关的产业政策、技术政策和国际科学技术发展的态势。项目的遴选条件应意义重大,需求迫切;具有国际先进性和不可替代性;经费需求与国力相适应;建设单位必须具备相应的技术基础和实施大科学工程的综合能力。

### 2 保证投入,确保装置的建设水平、建成后的持续发展和科学目标的实现

(1) 建议设立国家大科学工程专项经费,用于大科学装置的建造和运行。大科学装置专项经费主要包括建设经费和运行经费两大部分。建设经费主要用于装置的建设、项目的前期研究、现有装置的重大改造。运行经费主要用于已建成装置的日常运行、维护、改进和学术活动。专项经费的额度可以通过总结过去 10 多年来我国大科学装置发展的情况和经验,参照世界不同类型的国家占 GNP 和 R&D 的比例(如果按国家 GNP 的 0.2‰ 计算),在一个五年计划期间的我国对大科学装置的投入应该在 100 亿左右。

(2) 大科学装置的建设应有符合科学的、符合实际需要的投入,以保证工程质量。我国单台大科学装置的建设投入与世界同类型装置相比有很大的差距。投入不足带来的诸多问题影响到装置的技术水平和建设质量,从而影响装置的运行和利用效率。应本着“有所为,有所不为”的原则,选择建设项目,以保证符合科学、符合实际需要的投入。

(3) 保证大科学装置的后续投资,以实现装置的持续发展和高水平工作的开展。大科学装置建成后的运行和发展主要依靠国家的后续投资来支持,





其主要构成是运行费、改进发展费和科研费。要充分考虑装置零部件更新的需求,适当提高运行费。将装置的小型改进纳入运行经费安排。大科学装置建成后的不断改进是必要的,要为大科学装置的科研经费提供较为稳定的支持和明确的支持渠道。

建议在国家自然科学基金委设立大科学装置科研专项基金,专门受理大科学装置运行单位的科研经费申请和其它科研机构或高等院校利用装置开展科学研究的申请。此外,大科学装置运行单位的上级部门也应应对大科学装置科研经费给予支持。

### 3 建立符合大科学工程特点的建设程序和管理规范

(1)重视大科学工程的预制研究,将其明确纳入基本建设程序。大科学工程具有建设和研制双重性质,有一定风险。安排好预制研究则是避免风险的必要措施。建议将预制研究列入大科学工程项目的建设程序,纳入管理规范,研究经费纳入工程总投资之内;对预制研究计划的执行情况与定型设计报告应一并进行审查,如果需要,对指标、预算和工程进度进行调整,经批准,成为工程的最终计划。

(2)建立符合大科学工程特点的预验收和试运行制度。对大科学工程实行预验收,通过一段时间试运行再进行正式验收,可以称之为“预验收,试运行”的竣工验收制度。在试运行阶段,除了开展使装置达到设计指标的工作外,可同时开展服务于装置科学目标的科学研究。

### 4 建立科学的管理体制,以促进大科学装置的开放和共享

大科学装置的管理体制要把开放和共享放在一个核心的位置加以考虑。从开展前期研究开始就应建立包括用户专家在内的科学技术委员会。对于公用试验平台,从立项开始则应建立用户委员会。这些机构的作用是保证装置的建设满足用户的需求和方便用户使用。装置建成后建议纳入国家实验室进行管理,大科学装置国家实验室应由能体现国家意志和用户意见的理事会并通过它任命的负责人进行管理。运行阶段的科学技术委员会和用户委员会的作用应更强。装置的年度运行计划、发展计划、开放方针和相应的管理办法都应在充分听取两

个委员会意见的基础上由理事会审定。

### 5 建立科学的考核评价体系和制度,促进大科学装置的健康发展

必须建立符合大科学装置和依托大科学装置的科学活动的特点的考核评价体系,才能促进大科学装置的健康发展。

(1)建立科学的考核评价标准。考核评价标准应包括:装置的运行状况、科学目标的实现、改进发展情况、管理工作的水平、后续发展的能力、队伍建设和人才培养、经费使用的有效性等。建议国家有关部门经调查研究,制订相关条例,具体考核指标的制订应符合大科学装置的特点。

(2)建立与国际接轨的考核评价制度。对大科学装置的考核评价应放在国际水准上进行,为此应建立既符合我国国情,又与国际接轨的考核评价制度。由国家有关部门聘请国内外专家和用户代表以及国家有关管理部门的工作人员组成考评委员会。考评不应过于频繁,按照国际惯例,建议以3—4年为一个周期。

(3)大科学装置考评要为国家制定大科学装置发展规划和建设计划提供依据。对大科学装置的考评应站在更高的高度,应有更广阔的视野。考评委员会应根据考评的情况对国家大科学装置的发展规划和建设计划提出建议。

### 6 加强国际合作,促进我国大科学装置发展战略目标的实现

我国在大科学装置发展中已开展了一些国际合作。在大多数领域里,主要通过学术和人员交流,来培养人才、提高我国的技术水平。这种合作对促进我国大科学装置的建设起到了积极的作用,今后还应坚持,并加以扩大。

(1)精心选择,组织以我为主的大型国际合作项目,实现大型国际合作的重大突破。(2)重视效益,合理部署,提升我国在大型国际合作中的地位。(3)利用国外的大科学装置推动我国的科学研究和公共实验平台的建设。(4)将围绕大科学装置的大型国际合作纳入大科学工程的规划中进行管理。