

# 关于国家科技基础条件建设的 若干思考

李新男

(科技部政策法规与体制改革司,北京 100862)

**摘要:**本文论述了科技基础条件的内涵、作用以及建设科技基础条件的战略思想和措施。

**关键词:**科技基础条件;基础条件;科学技术

**中图分类号:**G322 **文献标识码:**A **DOI:**10.3772/j.issn.1674-1544.2008.01.001

## Some Thinking on National S&T Infrastructure Construction

Li Xinnan

(Ministry of Science and Technology Department of Policies, Regulations and System Reform, Beijing 100862)

**Abstract:** This paper expounds the connotation and function of S&T infrastructure, and elaborates on the strategic thoughts and measures of its construction.

**Keywords:** S&T infrastructure, infrastructure, science and technology

### 1 科技基础条件的内涵

“科技基础条件”是一个既简单又内涵丰富的概念。

从字义上看,“条件”的语义十分宽泛,科技条件可以指影响科学技术发展、变化、应用的各种要素。但并非全都需要政府承担责任,国家投资建设,所以“基础”二字进一步限定了“条件”的范围。由此可知,“科技基础条件”在广义上是指影响科学技术发展和应用的各种公益性、基础性、战略性支撑要素。随着科技、经济、社会的发展,“科技基础条件”的具体内涵也将不断地变

化、发展和丰富。如,现代科学研究日益呈现出学科分化与交叉融合并进的特点,重大科学突破越来越依赖于一流的大型科学设施与装备以及大型观测系统的支撑;现代信息技术和网络技术的进步,导致了科学研究乃至科研思维等方式都发生了很大变化,网络科研环境已成为科技基础条件的重要内容,甚至成为科研仪器与设备、文献信息等其他科技基础条件发挥更大作用的基础。此外,要素的复杂化也带来了管理的复杂化。有效发挥各种要素的作用,需要体制机制要素的呼应。所以,“科技基础条件”也是一个相对动态的概念。从我国建立国家创新体系、建设创新型国家的实际需求出发,从国家应承担的建设

责任出发,国家“科技基础条件”主要是指大型科学仪器设备、设施和研究实验基地,自然资源保存和利用体系,科学数据和文献资源共享服务网络,科技成果转化公共服务平台,网络科技环境以及以共享为核心的制度体系 and 专业化技术人才队伍等服务于全社会科技进步与创新的公益性、基础性、战略性支撑要素。

## 2 科技基础条件的地位与作用

### 2.1 科技基础条件是我国自主创新能力建设的重要内容

科技基础条件是决定国家科技能力的关键因素。一方面,当今社会,科学技术呈现出综合性、整体性等特点,各种数据、资料大量涌现,科学研究对高性能仪器、设备等的依赖程度越来越高,科技基础条件成为衡量一个国家科技能力高低的重要标志;另一方面,科技基础条件的整体水平与运行机制对于吸引、聚集优秀人才,充分发挥人力资源的作用具有基础性地位,是实现我国科技跨越式发展的基本保证。正如经济基础设施对于国家经济综合实力的重要性一样,科技基础条件的建设是增强我国科技总体实力、实现我国科技发展战略设想必不可少的基本保障。

### 2.2 科技基础条件是国家创新体系不可或缺的组成部分

国家科技基础条件是国家创新体系的物质组成部分,是服务于全社会科技进步与创新的基础支撑。例如,研究实验与观测支撑体系、大型科学设施、计量基准系统等不仅为基础研究、战略高技术研究 and 重要公益性研究提供技术支持手段,而且能够带动高新技术及其产业的发展,也是进行原始性创新和创造性人才培养的重要载体;对地观测系统、自然资源保存与利用体系、科技信息资源共享体系等还能够准确、及时地为全社会创新活动提供必备的标本、数据、文献与信息等资源。

### 2.3 科技基础条件是增强国家竞争能力的基础性支撑

作为国家战略性资源,科技基础条件为实现以科技进步促进经济社会可持续发展、提高我国科技的国际地位提供基础性支撑。例如,大型科学设施的发展将提升我国在诸多科技领域里取得突破的能力;自然资源、对地观测系统、网络科技环境以及科技信息共享服务体系,可以大幅度地提高利用科技手段解决农业、生态、环境等重大可持续发展问题的能力,为政府决策、经济发展和社会进步提供信息和技术保障;高准确度的计量与检测已成为国民经济运行质量控制不可缺少的前提条件;结构合理、技术先进、运行高效的技术标准体系是保障国家科技、经济有序发展,提高国家整体竞争能力的重要技术支撑。

### 2.4 科技基础条件是全社会科技进步的前提条件

政府投资建设的科技基础条件具有社会公益性、基础性等特点,对全社会开放共享,提供普遍的公共服务,使所有从事科技活动的人员共同受益。科技基础条件平台不仅能为国内外科学家、杰出人才提供相应的科研条件和手段,而且也为培育新人、培育新的学科生长点提供基础条件,同时还为普通社会成员,特别是青少年提供接触、了解与认识科学技术的条件和场所,促进全社会科技素养的提高。国家加强科技基础条件的建设,有利于促进全社会科技资源高效配置和综合集成,有利于实现跨部门、跨行业和跨区域的资源共享,提高全社会科技资源的利用效率。

### 2.5 科技基础条件是国家安全的重要保障

科技基础条件可为国防与公共安全提供科技支撑和基础保障。例如,对地观测系统是把握全球战略态势,实时快速获取、传输、处理、分析国家安全等有关信息的重要技术手段;自然资源的合理保存与有效利用是我国生态安全与食品安全的重要保障;准确的计量检测技术和完

善的国家标准体系事关国防建设、生产安全与大众健康,在很大程度上,其水平的高低决定了国民经济发展的安全性、稳定性和可持续性。国家建设科技基础条件,有利于军民结合、寓军于民,有利于促进国防和公共安全保障体系的不断完善,是保障国家安全的重要手段。

### 3 可借鉴的国际经验

#### 3.1 发达国家政府不断加大科技基础条件建设的投入

美、日、英、德等国认为,加强研究基地与基础设施建设是抢占战略制高点、在世界范围内争夺研究人才、增强和保持国家综合竞争能力的物质保证。因此,长期以来,发达国家持续投入大量资金进行研究基地与基础设施建设。同时,也要求这些基地与设施必须为国家目标服务,体现国家意志。

美国已建有世界上最精良的科技基础条件,但美国政府依然认为,“随着我们迈向21世纪,在一些重要的科学前沿领域,美国的设施已经落后了”。美国政府于1996财政年提出了科学设施计划,以加大对科技基础设施的投入。在1999年的美国总统科学技术政策办公室致国会的报告中再次强调:“我们必须保证通过分阶段地兑现我们的设施投资的战略规划,来不断更新我们的基础设施,以获取最大的科研生产力。”

2002年,英国政府决定把加强一流科技基础设施作为最为优先的任务。英国政府用于大学科学研究基础设施的投入从1999年开始呈逐年增长趋势,已从1999年的1.25亿英镑增加到2003年的5.5亿英镑,平均每年增长85%。并且,英国政府计划从2005年开始每年增加12.5亿英镑用于发展大学和研究机构等的科学研究基础设施。

值得注意的是,印度、韩国、巴西等国家为了维护在经济全球化形势下的国家利益,近年来也纷纷加大政府对研究实验基地与基础设施的投入。1998年韩国政府R&D预算分配在基础设施方面的投入比例为15.7%。

#### 3.2 政府主导统筹规划,建立和完善共享制度

促进科技信息共享,为科技发展改善基础条件是国家政府的重要职责,并已成为联合国教科文组织和世界大多数国家政府所认识。2003年12月,联合国教科文组织主办的“科学在信息社会中的作用”大会一致认为,各国政府应该在增强科技能力建设方面起到主导作用,而有形资源建设和科学信息共享是能力建设的重要内容。

自20世纪90年代以来,美国在20世纪60-80年代国家科学实验和研究基地建设的基础上,进一步强化了联邦政府在科技基础设施建设中的主导作用。在保障稳定提高经费投入的基础上,联邦政府强化总体规划和组织协调,通过白宫科学顾问委员会、国家科技理事会和白宫预算与办公厅的分工合作,实施一系列计划使美国科技基础条件进入世界最优之列。美国联邦政府建立了以“完全与开放”共享国策为核心的法律和制度保障体系。这些法律和制度包括:信息自由法、版权法以及国家各项科技计划法案和通告,如全球变化研究法案(1990年)、国家纳米研究法案(2003年)等,联邦政府信息资源管理通告(1999年)、联邦政府投资科研单位产生的科技资源管理通告(1999年)等。

近10年来,欧盟加强了科技基础设施建设的整体规划。例如,欧洲空间局(ESA)的对地观测系统与空间探测系统和欧洲核粒子研究中心(CERN)的高能物理粒子研究基础设施,都采用了多国共同建设的方式。通过实行科学理事会制度和对外开放制度等,吸引了世界优秀科学家和工程师,强化了欧盟在国际科技竞争中的实力。

#### 3.3 基础条件建设与研究基地建设紧密结合

各国政府非常重视基础条件建设与科学研究基地建设的紧密结合,主要表现为,以国家实验室为主的科学研究基地作为依托和支撑对大型科研基础设施进行建设、管理;在规划科学基础设施建设新项目时,充分挖掘利用已有科学研究基地的各种条件。

美国政府十分重视依托研究型大学和科研机构开展基础科学研究,并主要通过国家实验室开展创新性基础研究和战略高技术研究,而大型科学设施建设又与国家实验室紧密结合。像由政府机构出资委托加州大学运作管理的拥有大量尖端科学研究设施,从事多学科、多领域综合研究的洛斯阿拉莫斯实验室和劳伦斯利弗摩尔实验室就是非常典型的例子;一些从事专项技术研究的国家实验室则围绕其研究领域装备了最先进的试验设备和设施,如斯坦福大学纳米结构加工实验室和密歇根州立大学加速器研究中心。

德国马普学会的研究所、弗朗霍夫学会的研究所和亥姆霍兹联合会的国家研究中心是德国科研活动的重要组成部分,集中了大量的人力、物力和财力,拥有并管理着一流的大型科学技术基础设施,从事不同研究方向的综合性跨学科的研究工作。例如,国家研究中心的规划及研究项目是以应用大型科学技术设备为中心开展的基础研究、以环保和健康为中心开展的科学研究及对国民经济有重大战略意义的高技术与开发为导向的。

### 3.4 重视科技基础条件建设同人才培养紧密结合

美国历来重视通过科技基础条件吸引和培养科技人才。二战以来,共有 185 位美国科学家获得诺贝尔奖,占世界同期获奖总人数的一半以上。其特别注重利用国家实验室培养高级专业人才,如桑迪亚国家实验室,明确把“教育和培养训练有素的科学家、工程师、管理人员及技师以满足实验室未来发展需要”作为其主要任务之一,通过向青年科技工作者提供与顶尖科学家和工程师一道工作的机会,在培养使用尖端科技设施开展创新研究的创新科技人才的同时,也为科技设施的建设和运行培养重要技术支撑与管理人才。事实上,发达国家通过其先进的科研条件使一批重要的实验室成为全球优秀人才的集聚地和培养基地(如美国国家实验室、欧洲核粒子研究中心、日本理化研究所),从而使其能够更好地利用全球的科技人才资源。

2002 年 5 月,英国前首相布莱尔在回顾英国科技发展历史时指出,由于科技投入不足,科研

基础设施日渐陈旧,导致人才外流,科研水平不断下降。英国虽然在过去 50 年共有 44 位诺贝尔奖获得者,排在美国之后列全球第二,但近 20 年里仅有 8 位。最近几年里通过大幅度增加科技投入,强化了科技基础设施建设,改善了科研条件,已经出现人才回流的趋势。

此外,发达国家都重视利用实验室开放和网络环境开展科普教育,并将其作为提高国民科技素质的重要手段,如,英国剑桥大学卡文迪什实验室每年要向数千名中学生和社会公众进行科学前沿研究的普及型讲解和演示。

### 3.5 科技基础条件建设同重大科技突破相互促进

为提高科技竞争能力,各国政府及科技界都十分重视充分利用现代技术手段,改进和建设科技基础设施。这些先进的科技基础设施,又支撑并促进了重大科技的突破。

例如,美国和日本纷纷建立超级计算机系统,开展大规模高性能数值模拟计算,为发展科学技术提供具有战略重要性的研究手段。欧、美等发达国家,十分重视网络技术在科技领域的应用与发展,安排了诸如 e-Science 之类的计划,力图把科学观测仪器系统、实验仪器系统、计算机系统、数据库系统联结为一体,实现资源共享与远程使用。

粒子加速器及大型粒子探测器的发展过程则典型地揭示了基础设施与科技突破间相得益彰的关系。一方面,这些设施的建设和发展得益于大量高技术的进步与突破,如大功率微波技术、高精度磁场获取技术、高精密电源技术、超高真空技术、自动控制技术、海量数据获取传输和处理技术等。另一方面,粒子加速器及大型粒子探测器的发展又对这些高技术的进一步突破起到了巨大的带动和推动作用。利用这些大型科学设施进行高能物理研究所产生的 Web 技术,已经成为互联网的重要基础。同时,粒子加速器的发展还促进了同步辐射光源、散裂中子源、自由电子激光等新的大型科学设施的诞生和发展。其对科学发展的影响已经远远超出了高能物理领域。

利用获得诺贝尔物理奖的冷原子技术和高精度激光技术建立的原子喷泉时间基准大大提高了时间频率测量的准确度。同时,该计量基础装置的校准服务,促进了卫星定位、通信技术的发展。

### 3.6 技术标准已成为国际科技和经济竞争的焦点之一

据德国标准化学会(DIN)统计,在德国工业领域,技术标准所产生的国民经济增加值,约占整个GDP增长率的26%;在无线电话网领域,美国、欧盟和日本之间的标准之争曾演变为国与国之间的政治纷争;在无线局域网领域,技术标准之争也曾成为中美之间的商业谈判条件之一。

随着经济全球化进程的加快,技术标准的作用和地位日显突出。发达国家借助世贸规则中的有关技术标准条款,纷纷以技术标准,尤其是以高新技术领域和涉及国家安全、人类健康、环境保护的技术标准为依据,以专利技术为盾牌,借助技术性贸易措施,强化其经济和科技在国际中的竞争地位,削弱发展中国家的成本优势,致使技术标准的竞争日益成为国际科技和经济竞争的焦点。科研成果尚未实用化前,有关技术标准之战就已如火如荼。为占领国际标准制高点,一些企业通过联合形成相关的标准联盟;为在高技术产业化的国际竞争中占据主动,发达国家和地区都竭力将与本国产业相关的技术要求转化为国际标准。

### 3.7 坚持自主建设与寻求多种形式的国际合作相结合

人类共同面临的许多重大科学问题的解决远非一个国家的能力所及,旨在解决这些问题的大型科学设施建设和运行,从一开始就表现出开放性、国际化的特点,并有进一步加强的趋势。2003年,联合国发出缩小“数字鸿沟”的号召,推动科技数据的国际共享。20世纪后期以来,许多大型科学设施都是通过全面的国际合作建造的,许多新的国际合作计划正在筹划中。如全球卫星导航定位系统—伽利略计划、大型强子对撞机、放射性束流装置、南部非洲大型望远镜、国际毫

米波与亚毫米波阵、欧洲同步辐射装置、综合大洋钻探计划、国际大陆科学钻探计划及全球地震台网、国际热核实验反应堆计划、国际聚变材料辐照设施、X射线自由电子激光、正负电子直线对撞机、国际1平方公里阵大型射电望远镜、中微子工厂、 $\mu$ 子对撞机等。

## 4 建设创新型国家的战略需求

21世纪,对地球系统的整体研究已成为人类社会可持续发展的重要科学支柱,要解决与人类生存与社会发展直接关联的资源环境灾害问题,增强管理地球的能力和保障国家安全,需要大量准确可靠的地球数据,因此,需要建设能够全面系统地采集地球信息的高时空分辨率、宽覆盖的数据获取系统。

自然科技资源是生命科学、环境科学等学科发展,生物技术产业兴起,生物安全体系建立等不可或缺的条件。开展高产、抗病、节水、环保等优质新品种选育的研究,必须有生物多样性丰富的遗传材料;开展疾病防治前沿研究、新药物与疫苗开发,必须积累丰富的基因资源;开展地球演化历史研究、矿产勘探与利用的研究,必须依靠岩石矿物及标本等直接的科学证据。为扭转我国目前自然科技资源保存与利用中的无序、分散、流失、低效的局面,需要构建数字化和网络化的有序、系统、高效的保存利用体系。

当代科技发展与创新正在呈现出跨学科、跨领域、跨地域乃至跨国界的趋势,正在形成具有广泛而深刻影响的全球知识网络,迅捷的知识信息交融与沟通日益成为科技创新中至关重要的因素,迫切需要利用新的信息技术为实时协同研究、远程实验观测、海量数据信息存储与传输、高速计算等提供技术支撑手段。

科学数据和科技文献是科技创新的重要信息资源,现代科技的重大突破和学科交融需要共享这些宝贵的信息资源。信息技术高速发展激发了世界范围内对科技资源的互通与深度应用。需要加强各种科技信息资源收集的广度、深度;需要加强信息处理、积累和利用所需的系统和设

施；需要建立科技信息资源共享所必需的标准和规范；需要建立便捷、高效的信息检索系统和知识发现与数据挖掘工具。

在计量前沿研究和高新技术领域，计量基标准、检测技术和技术标准对我国科技发展已形成瓶颈，迫切需要开展计量科学前沿探索性研究提高现有计量基标准和检测技术水平；需要建立与国际一致的计量量值溯源体系；需要在高新技术和重要基础领域尽快制定一批标准；需要解决技术标准的研制与实施中的实验、验证和符合性检测手段；需要全面掌握国际和国家标准的综合信息，为提高我国计量基标准、技术标准和检测的整体水平提供物质条件。

要提高综合国力，大规模地把技术创新成果转化为现实生产力，加快成果转化公共服务平台建设，为技术成果转化、企业技术创新活动，尤其是中小企业的技术创新活动提供所需的技术与服务支撑体系，提供配套共性技术开发、成果工程化、产品测试等方面专业化的技术服务；需要完善技术转移服务体系，构建技术信息交流平台与技术产权交易信息平台，提升技术市场的信息化服务水平；需要加强科技企业孵化体系建设，营造创新创业的良好发展环境，建设有特色的技术成果产业化培育基地，为社会各种技术创新人才提供创新活动的公共支撑。

## 5 建设科技基础条件 战略思路

国家科技基础条件的建设，要从国家科技发展总体布局出发，密切结合经济发展和国家安全的需求，以提高国家科技创新能力和增强国际竞争力为目标，以改革为动力，以资源优化和共享为主线。遵循科技发展规律，适应市场经济规律，充分运用现代信息技术和利用国际资源，大力加强科技基础设施建设，搭建具有公益性、带动性、前瞻性的科技基础条件平台。有效改善我国科技条件及其持续发展能力，为科技长远发展与重点突破提供强有力的支撑，为全社会科技进步、人才培养与创新活动提供及时有效的支持。

在科技基础条件建设过程中应坚持以下原

则：

(1) 统筹规划，分步实施。对大型科技基础条件与设施的建设，强化国家层面上的顶层设计和统筹规划。各部门、各地方通力协作，贯彻“有所为，有所不为”的方针，按照不同类型科技基础条件的特点和发展规律，结合不同领域的以及东、中、西部地区的发展需求，突出重点，分阶段积极稳妥地推进科技基础条件建设。

(2) 政府主导，多方共建。正确处理政府与市场在科技资源供给和配置中的相互关系，发挥政府在公共科技资源供给中的主导作用。中央和地方政府要切实引导和充分调动高等院校、科研院所、中介机构、行业协会、企业等社会各界参与科技基础条件建设的积极性。

(3) 优化配置，开放共享。按照“整合、共享、完善、提高”的要求，实现建设与发展。在加强科技基础条件和设施兴建的同时，充分重视挖掘和整合已有资源，通过有效调控增量资源，最大限度地优化我国科技资源的配置。在加快提升条件平台层次和水平的同时，对国家投资建设的科研基地和中型以上仪器与设施实行分级分类开放共享，打破资源分散、封闭和垄断的局面。

(4) 制度先行，强化管理。加快修改、制定和颁布必要的法律、法规、规章和标准，理顺建设中的各种基本关系。积极探索新的管理体制和运行机制，运用高效、便捷、经济的多种服务方式和手段，为所有从事科技创新活动的人员提供开放和公平的环境，让社会公众都能够分享科技进步的成果。

## 6 科技基础条件建设的 战略措施

### 6.1 优化整体布局

第一，形成国家层次的权威性规划与协调机制，统筹规划、有效协调科技基础条件建设。第二，通过建成若干世界一流的多学科实验平台和以国家实验室为代表的一批高水平综合性国家研究实验基地，推动创新资源的聚集和新兴交叉学科的发展。第三，从实际需要出发巩固并新建

若干区域性大型科学仪器协作共用网,满足相邻区域共性产业技术、社会发展需要,尤其要考虑西部大开发和东北地区等老工业基地振兴的需要,搭建一批跨行政区的开放式公共研发平台、技术成果转化服务平台。第四,通过对现有的重点野外观测台站(网)进行评估、筛选、整合与重组,形成一批联网运行的综合性、专业性野外观测试验基地。第五,通过科技基础条件资源高效配置和综合集成,积极推动高等教育和科技创新紧密结合,实现科技和经济社会紧密结合、协调发展。同时,应当充分运用信息化、网络化等现代技术手段,推动跨部门、跨领域的科技基础条件资源整合和系统优化。

## 6.2 实施共享战略

第一,把科技资源共享纳入规范化、制度化、法制化的轨道,通过立法手段明确国家投资形成的科技资源的公共物品性质及其向社会提供服务的义务,为共享服务提供法律依据。第二,针对不同类型科技资源的特点,引入适当的竞争机制和以用户为主导的市场机制,实行灵活多样的共享模式。第三,突破以信息化为核心的开放互联和智能化服务的关键技术,建立相应的技术与服务标准规范,为共享服务提供技术支撑。第四,尽可能为国防科技基础条件建设服务,实现军民结合、寓军于民。第五,在国家的层面上,统筹国际科技资源的引进和共享;在国内科技资源参与国际共享的同时,防止国家种质资源等战略性科技资源的流失。第六,突破封闭保守的传统观念,营

造有利于科技资源共享的社会氛围。

## 6.3 调整投入策略

第一,要调整我国科技投入的结构,明确政府对科技基础条件的责任,逐步加大各级财政科技经费支出中用于公益性科技基础条件建设的比重。第二,要发挥财政投入的引导作用,形成政府、企业和其他社会力量以及外资多元投入的格局,推动科技基础条件开发与服务市场的健康发展。第三,科技基础条件的投入要综合考虑建设、运行、发展和队伍等多方面的因素,针对不同性质的科技基础条件,采取多种方式投入,特别要注意科技基础条件建设与科技计划、科研基地和创新团队相结合。第四,对科技基础条件建设的立项进行科学论证,对其运行服务实施以用户为主导的民主监督,及时中止或调整达不到建设目标或运行服务不佳的建设项目。第五,建立科技基础条件建设经费使用评估与监测系统及相应的机制,提高资金使用的规范性和有效性。

在选择建设重点时应把握3个标准:第一,应具有战略性,解决国民经济发展中的重大科技问题,服务于我国实现全面小康的科技发展战略总目标。第二,应具有基础性,为科技持续长远发展和重大科技问题的突破提供条件支撑。第三,应具有公益性,能够使整个科技界和全社会受益,促进全社会科技创新,有助于提高全民的科学素质。