

·基金纵横·

国家目标为基础研究导向愈益成为 科学发展的国际趋势

吴述尧

(国家自然科学基金委员会政策局,北京 100083)

1 从当代科学发展的特点谈起

现代科学技术日益成为新发现和新进展的源泉,并且这些新发现和新进展正改变着现代经济的工业基础,提高健康保护和生活质量,提供持续不断的军事能力。20 世纪的科学发展使更多的人认识到,科学具有改变人类物质生活和精神生活的巨大能力,当今各国政府都把科学技术作为增强综合国力和提高国际竞争力的战略因素加以考虑。这一效果使科学家倍受鼓舞,同时也感到压力,压力来自两方面:一是科学深入人心,人们对科学的发展也产生了过高的期望和需求;二是高水平科学家涌现的速度超过了政府能够提供研究经费的能力,申请资金的竞争日趋激烈。

基础研究成果商品化的周期缩短,促使研究与发展朝着以市场驱动和绩效为主的方向发展。二战以前,重大发明从理论到应用的周期都在 20 年以上,如蒸汽机 100 年,发电机 50 年,电话、真空管和飞机都超过 20 年。二战以后,由于以国家规模开展科学研究,转化周期大大缩短。例如,原子弹 6 年,晶体管 3 年,激光器 1 年,而高温超导体的发现,几乎是理论与应用并行发展。然而,科学有其自身的发展规律,不能超越基础研究,应用研究和实验发展等必须的阶段。因为,基础研究旨在扩大人类的知识,应用研究则扩大了人类的选择,只有技术可以把这些选择付诸实施。科学需要技术的武装才能发展,没有科学的指导,技术也难于成功。科学和技术的结合能创造出使人类得益的结构和系统。完善不同阶段的衔接,是促进科学研究成果转化的重要手段。国家创新系统的提出正是一种把科技和经济、教育培训和文化有机结合的理论观点和方法。于是

兴起了产、学、研联合研究的热潮。

多学科的大规模交叉和相互转移。在科学技术累积的基础上,在现代文明的高度上,科学研究所要解决的问题的形式发生了深刻的变化,科学研究已由主要解决单个的互不相关的问题过渡到以研究问题群,并进而发展为研究问题堆为主要研究模式。这样,研究行为就必然由局限于一个学科内或一个学科内的某个分支领域发展到涉及一学科内的多个分支领域,或近邻学科间,进而扩展到多学科之间。研究的层面已由主要是线性层面进入非线性层面。研究的性质进入主要与人-社会相关联的问题视界。科学自身的逻辑发展与社会需求发展的交汇处往往是新学科的生长点。科学家正在探求解决的许多问题都需要来自不止一个学科的知识,为了成功地进行这种交叉学科的研究,科学家必须善于将自己的知识扩大到许多新的领域。

基础研究正朝着规模大、成本高的方向发展,这使国际科学交流与合作显得更为重要。日益具有国际性质的有组织的研究开发已大大加快了新知识的产生,大家都在高喊基础研究成果共享的同时,加剧了知识产权保护的竞争。

2 冷战以后的科学政策走向

2.1 科学规模的国家化和国家目标

二战以前,科学研究从投资到研究活动都突出了个人的兴趣和行为,哥白尼的日心说,牛顿力学,达尔文进化论等多数是业余从事科学实验。英国著名的卡文迪什实验室就是当时的剑桥大学校长卡文迪什捐款建立的,美国发明家爱迪生投资两万美元建立了工业技术实验室。二战爆发前夕,英、法等国开始利用国家力量组织科学研究工作。二战期间,

本文于 1999 年 5 月 14 日收到

传统的主要来自慈善机构和其他私人捐赠的基础科学资助已显不足,唯独政府拥有资源和公众授予的广泛权力去充分实现科学所展现的前景。美国联邦政府对科学技术特别是原子物理基础研究的重视为取得战争的胜利发挥了重要的作用。为了使战后美国的科学技术继续健康地发展,1945年美国国会批准了美国科学研究发展局万尼瓦尔·布什的报告《科学——无止境的前沿》。在报告中,布什断言:“基础科学研究生产的新知识,为国防、为消灭疾病、为新产品、新产业和新工作岗位的创造所必需。”并建议在联邦政府一级成立国家科学基金会,加强国家对基础研究的支持,加强对研究人员的培养。在战后几十年里,随着布什的预言在实现国家目标中发挥作用的实践加深了人们的理解,《科学——无止境的前沿》也成为美国科学政策的里程碑。国家在为取得政治上自由这一目标的努力中,已经使用了科学、更具体的是使科学成为政治系统取得一系列具有国家目标的手段,科学已成为最主要的国家资源。但是,在冷战期间,大部分基础研究的投入用于国防,国家目标是保密的。冷战之后,特别是发达国家,大量的基础研究投入转入民用的同时,强调了国家目标。例如,1993年英国政府颁布了20多年来第一部科技政策白皮书《释放我们的潜力——科学、工程和技术战略》,克林顿政府颁布的科学政策报告《为了国家的利益发展科学》以及欧共体的《知识致富》战略报告等都突出地强调了基础研究为增强经济竞争力,提高人民生活质量,保护环境和巩固国防的国家目标。

2.2 国家目标与自由探索的关系

科学进步归因于自由探索精神的弘扬,这是科学发展的自身规律。那么,如何处理好为国家目标服务和自由探索的关系呢?1993年以来,英国的科学政策和研究体系有了较大的改革,英国科技办公室(OST)就改革的实践认为,科学价值不是选择项目的唯一标准,经济和社会发展的需求必须同时考虑。战略计划和优化领域是国家需求的导向,科学家的选题和研究方法是自由的。在美国,国家科学理事会(NSB)认为,科学的历史和用户们启示,国家科学基金会(NSF)应该从2个方面考虑经费的分配:一方面是资助由最好的研究工作者提出和鉴别的,属于知识前沿的许多点上的一流的研究工作;另一方面相当的经费安排在战略研究领域,以便响应为国家目标服务的科学机遇。传统的研究方式是自下而上(bottom-up approach)的选择,战略研究突出了

为国家目标服务的要求,有了自上而下(top-down approach)的导向,这可能成为知识经济时代科学研究发展的大趋势。1996年,美国物理学会联合美国的42个学会联合发表声明:(1)联邦政府对科学研究的投入对实现4个国家目标(经济竞争力,卫生与健康,国防安全和生活质量)是至关重要的;(2)学科是相互依赖的,综合性地研究资助方式是提供实现国家目标的最佳机遇。

2.3 研究预测和优先资助领域

研究预测(research foresight)是一种系统的评估方法,通过对未来全球市场走势和技术潜力的分析预测,判断具有带动性的技术以及与这些技术的形成相关的科学研究,这些研究将对经济和社会利益产生长远的影响。所谓系统方法是指预测分析小组要从4个方面考虑问题:(1)经济和社会发展的需求;(2)应用的潜力;(3)科学机遇;(4)本国的优势和不足。显然,这种决策结果是机遇与风险并存,当然分析方法特别强调全球一体化趋势和自己的国情,充分利用优势互补,避开不足,尽可能减少风险。通过研究预测选择优先资助领域在OECD国家已成惯例,并积累了经验。江泽民主席1994年提出“有所为,有所不为”的指导方针,目前仍需认真贯彻执行。只有做到有所不为,才能有所为,而有所不为是有风险的,也是一种痛苦的决策。

2.4 绩效评估

由于科学本身的迅速发展,科研活动的成本不断上涨。开展所有领域的科学研究,并保持全面的竞争优势,即使对于发达国家,其支撑能力也难以承受,各国加强对科学研究活动的绩效评估是确保有限科技资源完成最符合国家利益的科研活动所必需的。绩效评估特别重视和强调科研活动的过程和长期效果。1993年美国国会颁布了政策绩效与结果法案(GPRA),从而以立法的形式明确了绩效评估的概念与制度。其目标在于:改善投资模式,提高资金使用效率,提高机构工作效率,增强研究人员和潜在研究用户之间的交流,促进研究产品向技术的转化,跟踪研究产品多渠道的传播并鉴定多种近期或远期的研究影响。基础研究是一种自由探索,难以预测结果,这一传统观念正在改变,对基础研究要评估产出,要计算投入产出比已是共识的观点。当然,由于基础研究探索性的特点,它的效果滞后,潜在性及影响的广泛性,评估产出的难度是非常大的,为此各国都在积极地探索既与国际接轨又适应本国需要的绩效评估指标体系。

3 迎接知识经济时代的科教兴国战略

3.1 充分认识时代挑战的严峻性

我们正将被推向一个全新的时代——知识经济时代,知识经济的关键是信息技术,它的标志性产业是脑力产业或知识产业,微软公司的迅速崛起和其霸主地位是一个典型事例。知识经济时代的主要特征表现在需求的创造越来越依靠科学技术,而新需求对增长贡献的周期越来越短,知识创新是可持续发展的决定因素。知识创新的概念涵盖了科学发现、技术发明以及科技成果转化为生产力的过程,是一种把科学技术和经济,教育培训和文化有机地结合为一体发展的一种系统理论和方法。创新的关键是人才。智力资源是无形资产,知识管理要求把新的管理技术理论、思想、方法和手段应用于各项管理活动的实践之中,体现管理也是生产力,在知识经济时代显得尤为重要。我们的科学技术落后于发达国家,我们的管理水平和能力与发达国家的差距更大,这可能更为迫切需要改善的环节。

3.2 建立务实的科教兴国战略措施

邓小平同志关于科学技术是第一生产力的论述,以及我们已经确立的科教兴国战略在一定意义上适应和表达了知识经济时代的内涵,也是我们迎接知识经济时代的前奏。但是,由于缺乏强有力的、可操作的战略措施,还停留在一般的号召阶段。竞争的压力迫使我们彻底转变观念,要在深入分析知识经济时代特征的基础上,把科学技术是第一生产力和科教兴国战略落实在行动上。(1)要从战略的高度着眼,持续加大科技投入的同时,强化绩效评估,以保证高投入确实用在刺激人的竞争精神上。(2)建立完善的培训系统,实现全面的再教育工程。大学的主要任务是基础科学教学和研究,为人类传播更丰富的基础科学知识。实用知识会随着时间的推移变得老化而被更新,在知识经济时代,这种更新的频率在加大。因此对于进入社会的劳动力,要不断地进行科学普及,组织高新技术技能的培训,提高全民素质,适应迅速变革的时代。(3)建立科学的管理系统,我们面临的时代特点是创新,知识要创新,科学技术要创新,管理更要创新。众所周知,可口可乐公司几十年长盛不衰,有人说是该公司的保密配方的作用,然而,该公司自己总结的经验是管理、管理、再管理。

3.3 科学管理的战略转折点

我们正处在重大变革的时代,创新是这个时代

的主体。江泽民主席指出:“创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力”,江主席尤其强调科技创新,要使经济建设真正转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。科学创新需要滋生优秀人才和酝酿创新意识的环境,需要建立不断激励人们上进的竞争机制,这就首先要求科学管理的创新。

(1)组织合作研究

不论是国际合作,还是国内部门间、地区间的合作研究大大加快了新知识的产生,研究机构与工业界的密切合作又促进了新知识转化为生产力的周期。以英国为例,多年来的科学政策鼓励和支持合作研究,最近的一项调查研究显示,包括英国作者的合作研究论文已由1981年占英国发表论文数的20%上升到1991年的41%。预计到2000年将超过50%。但是,在组织合作研究的过程中,会遇到一系列管理工作的新问题,例如投入形式和组织机构,成果共享和知识产权保护,甚至同行评议等带来的困难,都需要建立新的模式和方法,因为协调分散的科学家群体将成为产生新知识所必须的前提条件。

(2)学科交叉研究

新学科常常出现在现有学科的边缘或交叉点上,由社会需求或国家利益驱动的研究,更需要学科间的综合和渗透。OECD定义的战略研究是基础研究:“常由来自不同领域的研究队伍,在被认为对未来经济和社会发展有重要影响的广泛的科学领域里,探索知识的前缘。一些应用的可能性被认为在中期是可预见的,尽管应用的具体方法目前不得而知。”前美中交流协会主席西蒙给交叉学科一个定义:“只有当两个或更多不同领域的知识在解决某些特定问题上变得相互联系起来时,富有成效的交叉学科研究才能得到发展。”因此,学科交叉研究应该是对一个真正的科学机遇的反应。任何一个新学科在其发展初期都需要保护,但发展到一定阶段必然形成壁垒,产生学科保护主义,可能会阻碍其发展,打破学科壁垒也是一场革命。鼓励学科交叉决不能停留在一般号召上,也不能变成科学家联合起来要钱的一种手段,必须建立强有力的制约措施和奖励制度,激励年轻的科学家在介于学科之间的领域从事深入的研究。

(3)建立先进的信息技术系统

先进的通讯技术扩大了人际交往的空间,数字化通信网络将成为新时代的最重要基础设施。信息技术的发展已把世界连成一个紧密的整体。美国的

劳伦斯·伯克利国家实验室建立的虚拟实验室开辟了合作研究的新途径,该实验室除了能让一个地方的科学家远程使用另一个地方的仪器外,其宗旨是培育一个尽可能具有切实协作精神的“虚拟团体”,在实验开始之前,研究人员能交换思想,在过程中共同分析获得的数据,甚至必要时中途改变实验计划。该实验室为进行科学研究,操作仪器设备和与遥远的同行进行接触和交流提供了新途径。正如钱学森先生所说:“虚拟现实技术是继计算机技术革命之后的又一项技术革命,它将引发一系列震撼全世界的变革,一定是人类历史中的一件大事。”美国进入 90

年代以来,持续 9 年高增长、高就业、低通胀,引起世界经济学家的高度重视。有人认为,这得益于从 70 年代以来进行的集成化和数字化信息革命。欧盟计划在今后 10 年投入 2 000 亿欧元用于发展欧洲信息高速公路。尽管马来西亚经济受到亚洲金融风暴的冲击,政府宣布多媒体超级走廊发展计划给予融资的优先权。由此可见,建立先进的信息技术系统的重要意义和迫切性,除了硬件的投入之外,更重要的是培养建网和能够掌握网上信息的后备人才,及时地从网上捕捉信息用于我们的科学,经济和社会的发展。

THE INTERNATIONAL TREND OF NATIONAL GOALS DIRECTED BASIC RESEARCH IN SCIENCE DEVELOPMENT

Wu Shuyao

(Bureau of Policy, NSFC, Beijing 100083)

·资料·信息·

“网络计算和信息安全”论坛在京举行

1999 年 5 月 25—27 日,国家自然科学基金委员会“十五”优先资助领域“21 世纪核心科学问题”系列论坛之四——“网络计算和信息安全”论坛在京举行。这次论坛由政策局会同信息科学部、管理科学部、数理科学部和综合计划局共同组织。来自中国科学院、清华大学等 23 个单位的 38 位专家学者参加了会议。会议由国家自然科学基金委员会副主任周炳琨院士和北京航空航天大学李未院士分别主持。

会议认为开展网络计算和信息安全研究具有重大的科学意义和重要的战略意义。

与会专家结合网络计算和信息安全的国内外研究现状,重点分析了我国网络计算、信息安全和电子商务等方面的关键需求,特别考虑了国家自然科学基金与其他国家科学计划,如攀登计划、“863”计划、国家基础研究重点发展纲要及国家攻关计划的衔接和联系,建议国家科学基金委员会在“十五”期间应当重点关注以下研究方面和关键科学问题:

(1) 网络信息系统模型

重点研究:(i)海量信息规律和系统行为模型;

(ii)面向内容和需求的信息表示和处理方法;(iii)信息不确定性与数据开采和知识发现;(iv)实验信息方法。

(2) 新一代网络体系结构与协议

重点研究:(i)新型的网络体系结构;(ii)物理层传输理论和技术;(iii)网络行为的模型与理论;(iv)网络服务质量控制机制和算法。

(3) 网络环境下的信息安全

重点研究:(i)网络环境下的密码学研究;(ii)网络环境下的信息对抗;(iii)网络环境下的安全体系结构;(iv)信息伪装与其他新理论和新方法。

(4) 网络计算及应用

重点研究:(i)典型问题的网络计算及应用;(ii)可重构、自适应动态网络计算;(iii)协同交互的网络计算环境;(iv)系统软件结构关键问题。

(5) 电子商务系统研究

重点研究:(i)电子货币与支付系统的理论与方法;(ii)电子商务安全模型与保障体系;(iii)电子商务产生的新型管理模式与理论。

(政策局 供稿)