

# 前瞻世界发展大势 谋划中国科技战略

## ——中国科学院发布《创新 2050:科学技术与中国的未来》战略研究系列报告\*

路甬祥

(中国科学院 北京 100864)

关键词 中国科学院,2050,科技发展路线图,战略研究

为前瞻思考世界发展大势,统筹谋划中国及中科院院科技发展战略,2007年夏季,中科院启动了若干重要领域科技发展路线图战略研究。

党的十七大确定了2020年全面建设社会主义小康社会和基本建成创新型国家的目标;至2050年建成中等发达国家的宏伟目标;提出了科学发展的战略思想和发展理念。要实现这些战略目标,科学技术和创新能力是关键要素,作为中国科技创新体系中的一支战略力量和自然科学与高新技术的创新发展中心,中科院有责任研究未来科技以及经济社会发展的战略和路线图。

汇聚了中科院300多位高水平专家、历时1年多的中国至2050年重要领域科技发展路线图战略研究,已经取得重要成果,形成了战略研究总报告和能源、水资源、矿产资源、海洋、油气资源、人口健康、农业、生态

\* 该文系路甬祥院长在中国科学院战略研究系列报告新闻发布会上讲话摘要 标题为编者加  
收稿日期:2009年6月10日



与环境、生物质资源、区域发展、空间、信息、先进制造、先进材料、纳米、大科学装置、重大交叉前沿、国家与公共安全等18个分领域报告。这些研究报告将以“《创新2050:科学技术与中国的未来》中国科学

院战略研究系列报告”(中、英文版)的形式陆续出版。

下面就我国至2050年科技发展路线图战略研究的重要性、可能性和若干重要结论做一概述。

### 1 开展我国至2050年科技发展路线图研究的重要性

人类近现代文明进步的历史表明,一个国家要真正走到世界前面,实现现代化,必须提升人的创造能力、科技原创能力和战略引领能力。基于国际环境变化和我国现代化建设的战略任务,对一些问题必须要从更长远考虑,比如能源问题。能源问题虽有15年的战略研究,但主要还是研究如何利用好煤,怎样开发利用好国内外油气资源,怎样

有限地发展核能,而再生能源只是作为一种补充性、方向性的能源,并没有将其摆到未来能源支柱的位置上。

近年来,世界各国越来越关注温室气体排放,应对全球气候变化已成为重要议题,其背后主要还是能源结构问题。这就使我们认识到,必须高效清洁利用化石能源,以减少对环境的影响。但是,化石能源时代终究要过去,悲观估计约100年,乐观估计还有200年左右。油气资源可能首先逐步走向枯竭,然后是煤资源,人类不得不走向以可再生能源为主体、核能为补充的能源体系。现在各国政府都在积极准备,欧洲走得最快,美国总统奥巴马最近在美国国家科学院第146届年会上发表演讲,突出提出了能源发展的战略,就是要发展清洁能源,提高能源效率,加大对可再生能源的开发力度,逐步向可再生能源方向过渡。这个过渡可能50年,也可能100年。由此提出的科学技术问题非常多,譬如在基础研究领域,物理学家、化学家、生物学家要研究新一代的光电池、燃料敏化电池、高效的光化学催化和储存、高效的光合作用物种,或者通过基因工程创造高效的光合作用物种,而且这种生物物种又不与粮油争土地、争水分,能够利用坡地、盐碱地或者半干旱土地等生产人类所需要的能源。同时,未来能源的整体结构要发生改变,现在能源是比较稳定的系统,以后可能是大量的不稳定系统,可能要发展分布式能源体系,发展更高效的直流传输和储能技术,要解决网络的控制、安全、可靠性问题,还要解决CO<sub>2</sub>捕捉、储存、转化、利用问题,总之这里面隐含着大量的科技问题,几乎涉及所有学科。所以,由能源问题引发的从基础到应用方面的研究,其整体的、结构性的变化和冲击恐怕是很大、很普遍的,而这个时间跨度要50年或者100年。以核能为例,从布局到重大技术突破往往需要20

年甚至更长时间,而商业化大规模应用也大致需要20年或更长时间。如果我们现在不前瞻布局,未来就会落后。法国已经做到第三代、第四代裂变能核反应堆,制定了到2040年、2050年的路线图。我们还没有认真做。为国家利益着想,中科院作为国家战略科技力量,应该考虑这些问题,应该做前瞻的研究工作。

总之,从面向未来中国的发展、面向未来人类的发展看,都需要我们开展前瞻的战略研究。

这次战略研究中涉及的17个领域,不仅仅考虑近期或者中近期,而是从更长远考虑。过去250年的工业化发展,只解决了不到10亿人口的现代化问题,主要集中在欧洲、北美、日本和新加坡。今后50年,可以肯定的是,包括中国十几亿人口在内,至少有20亿、很可能有30亿人口,通过实现小康走向现代化,比过去250年要多2—3倍,这将为世界发展注入新的动力和活力,但也必然对地球的有限资源和生态环境带来新的挑战。需要找到新的发展模式,才能使生活在地球上的人类能够公平地分享现代文明的成果。这就要求我们要面向中国现代化建设进程,前瞻思考世界科技发展大势、前瞻思考人类文明进步的走向、前瞻思考现代化建设对科技的新要求,研究制定未来50年重要领域科技发展路线图,理清其中的核心科学问题和关键技术问题及其实现途径,为国家科技战略决策提供依据。

## 2 制定我国至2050年科技发展路线 图的可能性

过去有一种观点,认为科学很难预见,它是随机发生的,主要依靠科学家的创造性思维;认为技术可以预见,但也只多预见15年。我们做了一些思考,看来适当地前瞻领域方向还是可能的。比如,需求推动下的能

源问题。随着化石能源的枯竭,更多的聪明人就想到要解决高效的太阳能薄膜材料和器件,想到筛选或发展新的物种,把太阳能转化为高生物量。因为需求的推动,会有更多的资源投入到这些方向,所以可以预见,在未来的 50 年,可再生能源领域、核能领域一定会有新的突破性进展。大方向也是确定无疑的,比如在太阳能方面,就是提高光电转化效率和光热转化效率,但具体技术路径可能有多种,如可能通过改变太阳能电池表面的形貌,经反射达到更高效的全光谱吸收;可能把功能性薄膜建成多层,有透射有吸收;还有可能采用纳米技术、量子调控等。过去我们考虑量子调控,主要是针对信息功能材料,这是不够的,是否要有相当一部分量子调控的研究转移到能源问题上来,或者以能源为背景开展基础前沿的探索。

在计算机领域,我们过去的习惯是跟踪,现在要有信心前瞻,考虑未来的发展。这是可能的,并不是胡思乱想。2007 年诺贝尔物理学奖授予了巨磁阻的发现者,现在这项技术已经用在硬盘存储上了,而这一发现是在 20 年前做出的。我们的初步结论是,做长周期的前瞻,做突破常规的科学思考和技术预见是可能的,通过战略研究,在长远目标指导下制定路线图也是可行的,比如说,到 2020 年为一个阶段,到 2030 年或 2035 年为一个阶段,然后再前瞻到 2050 年。

这次战略研究的结果证明这个判断是正确的。最重要的是要解放思想,当然要尊重客观规律。党的十一届三中全会确定了解放思想、实事求是的思想路线,中国才有今天的发展。我们就是要打破条条框框的束缚,根据中国的实际来探索发展的道路。科技发展的历史也无数次证明,只有不断地前瞻,不断地解放思想,打破已有常规,才有可能促进新的发现和新的突破。

### 3 至 2050 年科技发展路线图战略研究的若干重要结论

通过这次战略研究,我们认识到,现代化发展本质上是科技进步和创新的历程,现代社会的每一次重大变革都与科技的革命性突破密切相关。工业革命以来,世界经济的发展始终与科技革命、科技创新相伴而行。科技是第一生产力,是社会文明进步的基石,是人类现代化的发动机,科技也是应对经济危机的根本手段。这次全球金融危机对实体经济的影响尚未见底,由此引发全球性经济危机的可能性还在与日俱增,世界经济格局将发生大调整大变革。历史经验表明,全球性经济危机往往催生重大科技革命,依靠科技创新创造新的经济增长点和创新发展模式,是摆脱危机的根本出路。例如,1857 年和 1929 年两次大的世界经济危机之后,分别爆发了电气革命和电子革命两次技术革命高潮。这次金融危机将加速科技创新与进步的步伐,在未来的 10—20 年,很有可能发生一场以绿色、智能和可持续为特征的新的科技革命和产业革命。这是对我们的巨大挑战,也是中华民族实现伟大复兴的历史机遇。当前全球金融危机对我国经济发展已造成了很大的冲击与影响,从根本上看,依靠科技创新调整我国产业结构、创造新的经济增长点和新的发展模式,是化危为机的根本手段。我们必须前瞻思考世界发展大势,统筹谋划我国科技发展战略,理清至 2050 年影响我国现代化进程的重点领域、重大科学问题、关键核心技术问题及其实现途径,走中国特色自主创新道路,前瞻布局,重点突破,为新科技革命的到来做好准备,有效支持我国的科学发展和可持续发展,建设创新型国家和现代化科技强国。

通过战略研究,我们认为,当今世界正处在科技创新突破和新科技革命的前夜。科

技革命的发生取决于现代化进程强大的需求拉动,源于知识与技术体系创新和突破的革命性驱动。前瞻全球现代化发展大势,包括中国在内的近 30 亿人口追求小康生活和实现现代化的宏伟历史进程与自然资源供给能力和生态环境承载能力的矛盾日益凸显和尖锐,按照传统的大量耗费不可再生自然资源和破坏生态环境的经济增长方式、或沿袭少数国家以攫取世界资源为手段的发展模式难以为继,必须走科学、协调、可持续发展的道路,强烈呼唤科技创新突破和科技革命。从当今世界科技发展的态势看,奠定现代科技基础的重大科学发现基本发生在 20 世纪上半叶,“科学的沉寂”至今已逾 60 余年,技术革命的周期日渐缩短,科技知识体系积累的内在矛盾已经凸显,一些重要的科学问题和关键技术发生革命性突破的先兆已经显现。纵观现代化历史进程,科技革命深刻影响和改变着民族的兴衰、国家的命运,那些抓住科技革命机遇实现腾飞的 国家,率先进入现代化行列。近代中国屡次错失科技革命的机遇,从一个世界经济强国沦为一个积贫积弱的国家,饱受列强欺凌。面对全面实现小康社会和现代化建设目标的战略任务,面对可能发生的新科技革命,我国再也不能错失机遇,必须及早准备。

通过战略研究,我们认为,构建以科技创新为支撑的 8 大经济社会基础和战略体系对于我国实现现代化战略目标至关重要。在我国现代化进程中,既面临着可能发生新科技革命的历史机遇,又面临着能源资源、生态环境、人口健康、空天海洋、传统与非传统安全等严峻挑战,因此必须构建以科技创新为支撑的 8 大体系:

一是构建我国可持续能源与资源体系,大幅提高能源与资源利用效率,大力发展战略性资源的大陆架和地球深部勘察与开发,大力发展新能源、可再生能源与新型清洁替

代资源;

二是构建我国先进材料与智能绿色制造体系,加速材料与制造技术绿色化、智能化、可再生循环的进程,促进我国材料与制造业产业结构升级和战略调整,有效保障我国现代化进程所需的材料与装备供给及其高效、清洁、可再生循环利用;

三是构建我国无所不在的信息网络体系,发展提升智能宽带无线网络、网络超算、先进传感与显示和先进可靠软件技术,加快和提升我国信息化进程和水平,消除数字鸿沟,走出一条普惠、可靠、低成本的信息道路;

四是构建我国生态高值农业和生物产业体系,促进农业产业结构升级,发展高产、优质、高效、生态农业和相关生物产业,保证粮食与农产品安全;

五是构建满足我国十几亿人口需要的普惠健康保障体系,推动医学模式由疾病治疗为主向预测、预防为主转变,将当代生命科学前沿与我国传统医学优势相结合,在健康科学方面走到世界前列;

六是构建支撑我国人与自然和谐相处的生态与环境保育发展体系,系统认知环境演变规律,提升我国生态环境监测、保护、修复能力和应对全球气候变化的能力,提升对自然灾害的预测、预报和防灾、减灾能力,不断发展相关技术、方法和手段,提供系统解决方案;

七是构建我国空天海洋能力新拓展体系,大幅提高我国海洋探测和应用研究能力,海洋资源开发利用能力,空间科学与技术探测能力,对地观测和综合信息应用能力;

八是构建我国国家与公共安全体系,发展传统与非传统安全防范技术,提高监测、预警和应急反应能力。

8 大体系是我国现代化进程中 8 个关

键方面的图景,是科技创新的国家战略需求,相应的科技发展路线图具体规划了至2020年、2030年和2050年科技发展的战略重点、重大任务和实现途径。8大体系面向未来,着眼世界发展大势,着眼中国现代化建设全局,着眼新科技革命突破的方向,明确了未来我国科技发展的着力点,是我国建设创新型国家的重要基石和实现现代化的关键。

通过战略研究,我们认为,必须着力解决影响我国现代化进程的战略科技问题。经过一年多的研究,我们凝练出22个战略性科技问题,这些问题或关系我国在全球化知识经济环境下的国际竞争力,或关系我国经济社会长远持续发展,或关系我国的国家安全,还有一些是为应对可能发生的新科技革命而前瞻部署的前沿问题。一是影响我国国际竞争力的6个战略性科技问题,如“后IP”网络的新原理新技术研究和试验网建设、高品质基础原材料的绿色制备等;二是影响我国可持续发展能力的7个战略性科技问题,如中国地下4000米透明计划、新型可再生能源电力系统等;三是影响国家与公共安全的2个战略性科技问题,包括:空间态势感知网络、社会计算与平行管理系统;四是可能出现革命性突破的4个基本科学问题,包括:暗物质与暗能量的探索、物质结构调控、人造生命和合成生物学、光合作用机理;五是发展迅速的3个综合交叉前沿方向,包括:纳米科技、空间科学目标及卫星系列、数学与复杂系统。这些问题在我国现行科技规划中尚未部署或部署力度不够,宜用国家行为,发挥集中力量办大事的优势,采用战略性先导科技专项、重大科学研究计划或重大研究领域方向集群等方式组织实施,科学设计、统筹布局、分工协作、持续攻关,力争在科学原理层面取得原创性突破,

在关键技术和系统集成层面取得重大变革性创新。这些问题的解决将有力推动我国现代化进程,促进我国在新的科技革命和新一轮产业革命中抢得先机。

通过战略研究,我们认为,必须走符合规律和中国特色的科技创新道路,实现从模仿跟踪为主向自主创新战略性转变。我国改革开放30年的实践充分表明,只要解放思想,实事求是,走自己的路,才能取得成功和突破。中国科技发展到今天,绝不能简单地照搬他国科技发展模式,也绝不能跟在他国后面亦步亦趋。中国科技必须面向世界前沿,从中国现代化进程的需求出发,改革创新,探索出一条中国特色的科技创新道路,实现我国科技的跨越发展,有力支撑全面建设小康社会和社会主义现代化建设。走中国特色的科技创新道路,就是要坚持对外开放,走以我为主、有效利用全球创新资源的道路;坚持以人为本,走立足创新实践凝聚与造就创新创业人才的道路;坚持立足国情,走政府主导与市场基础配置有机结合的道路;坚持深化改革,走国家创新体系各单元分工合作、协同发展的道路;坚持统筹协调,走以管理创新促进科技创新的道路。

准确预见未来发展是一件令人激动而又相当困难的事情。这次战略研究涉及领域众多、时间跨度大、研究方法新,加之认识和判断本身的局限性,系列报告存在不足之处,欢迎国内外各方面专家学者批评指正。系列报告的出版,不是研究的终点,而是新的起点,我们将在此基础上持续深入开展重要领域科技发展路线图战略研究,并适时发布研究成果,每5年修订一次相关领域科技发展路线图,为国家宏观科技决策提供科学建议,使社会和公众更好地了解科技对我国现代化建设至关重要的作用。