

·科学论坛·

略论科技创新战略与政策

陈克新

(国家自然科学基金委员会工程与材料科学部,北京 100085)

[摘要] 本文以党的十六大提出的我国科技战略为背景,结合现代科学技术的发展趋势,论述了创新是国力的精髓,创新是民族的灵魂,科技创新力是经济与社会发展的潜在的、根本动因的观点;在综合分析美国、英国、加拿大、日本、巴西等国先进科技创新体制和政策的经验基础上,指出了世界科技创新战略和政策的特点和趋势。通过分析对比中国和发达国家综合科技竞争力的差距,提出了提高中国科技创新能力的若干政策建议。

[关键词] 科技创新, 战略, 建议

创新是国力的精髓,创新是民族的灵魂,而科技创新力是经济与社会发展的潜在的、根本的动因。一个国家是否能跻身于现代化强国的行列,从根本上取决于国家与民族的创新力。胡锦涛总书记曾强调指出,要全面落实科学发展观和科教兴国战略,把提高自主创新能力作为推进结构调整的中心环节,把推动自主创新摆在全部科技工作的突出位置,提高我国科技自主创新能力,加快建设中国特色国家创新体系。事实上,科技创新已成为世界各国政府高度关注的重点和焦点。

科学技术的创新,首先是科学创新。基础研究是一切创新的源头,科学的每一项重大发现,无不带来相关技术领域、经济领域与意识形态领域的巨大变革。创新是解放生产力的先导,从20世纪科学的四大发现,以及相应产生的四大高科技领域,可以更深入地理解科技创新的重要意义。

1 科学发现改变生活

20世纪无疑是科学史最辉煌的时代。相对论、基因论、信息论和系统论等一些重大科学发现,不仅改变了我们的世界观和思维方式,也衍生出很多与我们的生活密切相关的高新技术领域,在很大程度上改变了我们的生活以及我们生活的世界。

1.1 相对论及原子能技术

1905年到1916年间,爱因斯坦先后发表了狭

义相对论和广义相对论,指出牛顿物理学所建立的绝对时间和绝对空间、绝对物质和绝对能量是不存在的,认为物质、能量、时间和空间并非各自独立、各行其道,而是相对的或相互关联地存在的。爱因斯坦的相对论是在批判了牛顿的机械论世界观的基础上产生的,它带来了物理学和人类宇宙观的深刻变革,是20世纪物理学最重要的成果之一。

相对论带来了时空观的革命,从而极大地拓展了人类对宇宙的理解和认识。从相对论出发,人们发现了时间旅行的奥秘、原子裂变的巨大能量、宇宙的起源和终结、黑洞和暗能量等奇妙现象,进而最终导致了核能的发现、核武器的产生和人类能源的革命,从根本上改变了世界的格局和人类的生活:一方面,石油危机使各国政府更加重视核能的利用,另一方面核扩散成为国际社会广泛关注的热点。

1.2 基因论与现代生物技术

1953年4月25日,英国《自然》杂志发表了沃森和克里克的一篇短短900字的论文,首次提出了DNA分子双螺旋结构模型。从此,生命科学从细胞层次进入了分子水平,分子生物学诞生了。

分子生物学阐明了从化学到细胞生命之间的物质层次链条,发展了生命的唯物论,建立了生命本质的信息理念,使生物学真正成为一种科学化的理论。它革命性地推动了生命科学向生物技术的转化。现代生物技术是指依靠生命科学特别是分子生物学和

本文于2006年6月20日收到。

生物工程而发展起来的认识生命、改变自然生物为人工生物的科技方法,如生物工程、克隆技术、基因工程等。这些技术领域已经产生了重大的经济效益。

笔者大胆预言,目前方兴未艾的纳米技术在应用上的突破也需要从生物基因技术中吸取灵感。传统的机械微加工技术无论在精度上还是效率上都远不能达到目前纳米器件的制作要求,必须在纳米尺度微细加工观念上产生根本性的革命。自然界中生物体内存在各种纳米结构和功能器件,它们的构建精度和效率让人叹为观止。只有真正在分子水平上认识到生物生长的真谛,并将它应用到纳米材料和器件的自组织生长方面,纳米技术的魅力才会充分展现出来。

1.3 信息论与信息技术

信息与人类的生活密切相关,人类生活就是不断从外界获得信息,并且在人与人之间传播和交流。信息概念由来已久,但通常意义上的信息不成其为科学。1948年,美国数学家、通讯工程师申农在“贝尔系统技术学报”上发表了其著名论文《通信的数学理论》,提出了信息通讯过程的基本模型和信息量的公式。申农把生活中的信息上升到符号和数学运算的高度,因此这篇论文被视为信息论产生的标志。信息科学的产生,是信息发展到一定阶段的必然产物。信息科学是一门多学科的交叉科学,它以信息为主要研究对象,研究内容包括:阐明信息概念和本质的哲学信息论;探讨信息度量 and 变换的基本信息论;研究信息提取方法的识别信息论;澄清信息的传递规律的通信理论;探明信息处理机制的智能理论;探究信息再生理论的决策理论;阐明信息调节原则的控制理论;完善信息组织理论的系统理论。

由信息论而衍生出来的信息技术,主要包括通信技术、计算机技术、多媒体技术、自动控制技术、视频技术、遥感技术等。由于这些技术涉及大量数据处理,因此它们都与计算机技术和集成电路密切相关,并且以文字、图像、语音等各种方式进入我们的生活。信息产业不仅包括半导体技术在内的高技术产业,也包括因特网、影视作品在内的诸多文化产品。可以说,信息产业是高技术与文化结合最紧密的产业,它是一个国家的文化理念在现代社会生存和发展的最重要载体,是国家经济实力和软实力的综合体现。

1.4 系统论与系统社会管理

系统论是20世纪40年代美籍奥地利学者贝塔

朗非创立的一门新学科,它与信息论、控制论并称老三论,对人类生活产生重大影响。系统论认为,系统是由相互作用和相互联系的若干组成部分结合而成的整体,它具有各组成部分孤立状态不具有的整体功能,它总是同一定的环境发生联系和相关。系统论还认为,系统具有自组织功能,自组织过程有自创生、自生长、自校正、自适应、自维持、自更新等特点。

系统科学理论的发展,推动了西方管理学的发展,使得管理学理论逐渐从最初的机器人、经济人,走向了行为主义的社会人和系统理论的文化人理念,导致了学习型组织和学习型社会的发展。由系统论发展起来的系统工程,有广义和狭义之分。系统工程主要指为了最好地达到系统的目的,对系统的结构、组成元素、信息传输、控制机构等进行分析、设计的技术。随着科学技术的发展和社会的进步,系统论在管理领域特别是大型工程管理等领域发挥着巨大的作用。

除了上述重大科学发现及其衍生出来的技术领域外,20世纪还有很多重要科学成果。这些基础科学发现和技术发明汇成科学技术的海洋,推动着人类文明突飞猛进的发展。而国家作为科学技术发展的支持者、管理者,在政策制定、工程管理、资金投入等方面发挥着核心作用。17世纪英国工业革命以来,西方众多资本主义国家依靠科学技术迈入了现代化强国行列。中华民族虽然曾经拥有四大发明以及瓷、丝、茶等五百项先进的技术创新,长期雄踞世界东方,但自明清以来,由于众所周知的原因,中国的科学技术大大落后于西方,国力日益贫弱。要实现强国之梦,必须重视科技创新,规划国家创新战略,构建国家创新体系。在这方面,发达国家的科技政策和成功之路,可资借鉴。

2 国外科技创新政策分析

当今世界,科学技术已经成为一个国家综合实力的重要体现和竞争力的主要指标,因此各国政府都很重视制定适合本国国情的科技政策。限于篇幅,这里有选择地介绍几个有代表性国家的科技创新政策^[1-3]。

美国是当今世界科技实力最强的国家,这不仅得益于它强大的经济背景和长期持续的科技发展,更大程度上得益于政府明智的科技政策和人才计划。美国国家创新体系的特点有三:(1)高度重视基础科学创新。美国联邦政府是基础性科学研究的重要支持者。虽然20世纪90年代美国政府提供的

科研总经费下降了9%,但对基础性科学研究的投入反而增加了42%。同时,政府通过税收激励政策鼓励企业界、高等院校以及各种非营利机构积极开展基础性科学研究,形成了一个重视基础科学创新的社会氛围。(2) 创新人才培养和引进机制。近年来,美国在一些大学建立工程研究中心,汇集不同学科的工程技术人才,共同研发国家和产业面临的重大课题。政府各部门还设立各种专门培养高层次人才的计划。同时,美国还很重视吸引世界各地优秀人才,为我所用。尊重知识产权以及活跃的高技术领域风险投资,也为富有创新性的研究课题提供了良好的资金保障。(3) 企业是技术创新的主体。自二战初期开始,美国逐渐形成了政府与企业共同开展大型科研课题的合作关系,企业在完成军事合同的同时,也不断地提升了自己的科技实力和创新能力。据报道,美国政府2006财政年度的研发预算为1320亿美元,而企业研发预算可达2000亿美元,企业实际研发经费可能更高。

英国曾经是世界科学中心,产生过牛顿、达尔文、法拉第、麦克斯韦等众多大科学家。近年来,英国政府调整国家科技政策,从1994年首次公布创新白皮书《实现我们的潜能——科学、工程和技术战略》以来,分别于1998年、2000年及其后每年提出一个创新主题,逐渐形成了持续清晰的科技创新政府文件,向英国公众昭示了十余年来英国以创新为核心的国家科技发展战略。其主要内涵包括:(1) 重视研究与开发,注重基础研究和国际研究与开发;(2) 强调企业为技术创新的主体,大力扶持中小企业的技术创新;(3) 加强营造创新的环境建设,制定一系列有利于创新的制度、政策体系和法律法规,大力发展风险投资,解决企业技术创新的资金问题;(4) 大力推动形式多样的官产学研合作,促进科技成果的产业化;(5) 切实加强基础设施建设,完善中介服务体系、创新基础设施,大力发展科技和教育。事实证明,这些政策措施是非常有效的。英国人以占世界1%的人口,资助了全球4.5%的科学研究,产出了8%的高质量科学论文。

进入21世纪,加拿大联邦政府提出,要在10年内把加拿大的创新能力提高到世界前列。为此,加拿大联邦政府制定了国家创新战略,并出台了一系列支持创新的政策。首先是准确定位,资源整合。按照加拿大工业部的划分,科技创新活动是由基础研究、应用研究、技术开发、生产、营销5个环节组成的一条“创新链”。科技创新活动主要集中在大学、

政府实验室和研究机构。科技成果产业化在加拿大联邦政府的创新政策中占有重要地位,也是加拿大联邦政府对创新活动进行支持的重点环节。其次是重点扶持,有所突破。加拿大联邦政府提出了加拿大研究员计划、联合研发基金、加拿大技术网络等各种创新研究扶持项目,以及基因组研究项目、氢能源研究项目等重点领域的创新计划。此外,联邦政府计划,到2010年科研经费预算将提高一倍,以加强大学和政府实验室研发能力,并提升科研成果市场化的能力。

此外,日本、巴西等国的科技创新政策也值得关注。日本一向以技术立国著称,近年来在基础研究领域有极大改变,已有多位科学家获得诺贝尔奖。日本政府一方面对管理机构进行改组,与科技相关的公共管理机构的组织改革处于优先地位;另一方面加强政府、大学和企业的合作,通过新法律促进科研人才的流动。巴西是重要的发展中国家,巴西政府十分重视自主创新,明确提出科技为国家经济和社会发展服务的基本原则,不仅以立法形式确立科技政策和加大科技投入,而且有重点地发展信息、生物、纳米技术领域,为本国经济的振兴注入新的活力。

综观世界各国的科技创新政策,主要有以下特点和趋势:(1) 基础研究是科技发展与经济建设的基石。(2) 创新战略成为引导国家发展的重要指针。(3) 研究-发展-生产成为创新链必需环节,基础研究是创新的源头。(4) 重视培养和吸引创新人才。科技创新的主体是创新性人才,有效的创新激励机制是吸引人才的关键。(5) 前沿科技成为创新竞争的主要焦点。科技创新是国家竞争力的重要指标,而高新技术前沿是国际竞争的制高点。目前,世界各国以及跨国公司正把主攻方向瞄准微电子-光电子-生物电子;细胞工程-基因技术-生命科学;核能-氢能-太阳能;高磁材料-超导材料-纳米材料;空间提纯-微重力成形-太空基站;海水淡化-海洋油气开发-深海采掘等前沿领域,攻占这些科技高地的竞争已成为创新的主要焦点。(6) 可持续发展成为创新的基本使命。

3 我国综合科技竞争力的国际比较^[4]

3.1 中国科技创新能力的国际比较

与发达国家基础研究状况相比,我国的科技创新能力不容乐观。根据瑞士洛桑国际管理开发研究院发布的《2005年全球竞争力年度报告》,中国科技

竞争力在被评价的全球 60 个经济体中, 位列第 31 名。整体创新能力和水平落后于国际平均水平, 许多高新技术的核心知识依赖于引进, 源头知识创新严重滞后于经济社会可持续快速发展的需求。这是我国基础研究存在的主要差距和面临的最大挑战。

近几年, 随着我国对基础研究的日益重视, 我国的学术论文和专利情况有所改善, 但研究论文的质量还不够高, 在主流方向上还缺乏有重大影响的工作, 具有重要原始创新性的论文太少。我国论文被引用数总体排在世界第 20 位, 每篇论文平均被引用次数低于世界平均水平。中国的科学研究还没有摆脱许多发展中国家基础研究所共同存在的问题, 即模仿跟踪多, 创新突破少。在关键领域原始性创新能力严重不足, 这已成为制约中国科技发展的突出矛盾。

3.2 中国科技投入和科技成果转化能力的国际比较

中国研究开发经费投入在国际上的地位低于其经济产出的地位。2001 年, 中国研究开发投入不及韩国的一半, 是美国的二十五分之一。尤其在基础研究方面的投入更加不足, 不但和发达国家相比有很大差距, 甚至远低于俄罗斯对基础研究的投入。

中国的科技成果转化能力明显低于国际水平。据有关方面统计, 目前, 中国以科学技术研究和发展为职业的人员达 1000 万, 每年提供 2 万余项比较重大的科学技术研究成果和 5000 多项专利, 但其中最终转化为工业产品的成果不足 5%, 而欧美发达国家转化率则为 45%。科学技术研究成果如果不能迅速转化为生产力, 不仅使科学技术研究成果中所蕴藏的大量能量不能发挥, 无法形成经济竞争能力, 同时也会造成科学研究投资的巨大浪费。

4 提高中国科技竞争力的若干政策建议

4.1 发展现代教育, 提高全民创新能力, 为科技创新奠定基础

科技创新是全社会和全民族的事业, 是一种社会整体综合品质的反映与体现。全民素质和人力资源是科技创新的土壤。提高科技竞争力的根本在于人才的竞争, 中国培养了具有全世界最强应试能力的学生, 但动手及创新能力却与世界发达国家相差甚远, 如何改革现有教育体制, 发展现代教育, 建立学习型社会是提高中国创新能力的根本基础。

4.2 改革现有科技评价体系, 克服急功近利的浮躁情绪, 全面落实科学发展观

科技创新是一种系统的社会工程, 要全面落实

科学的发展观, 建设创新文化。中华民族是世界上最优秀的民族之一, 但是我们也有急功近利带来的深刻教训。大跃进, 跑步进入共产主义, 每年要出论文、出成果、急功近利的科技评价体系, 直接导致科学研究的浮躁情绪, 产生科技腐败, 弄虚作假, 缺乏科技创新团队精神。科技创新更要按规律办事, 建立在科学的基础上。

4.3 发挥政府的主导作用, 推进国家创新体系建设

当代科学技术对经济增长和社会发展的影响已经渗透到各个方面。提高政府对科技的宏观决策层次, 强化政府的科技决策能力, 是各国政府的共同选择。鉴于我国的科技资源本来就十分有限, 如果没有一个合理的顶层设计和强有力的宏观调控, 不能做好各种优势资源的集成和共享, 就很难赶上和超越世界先进水平。因此, 既要重视学科发展需求, 又要加强行政主管部门的宏观调控职能和综合协调能力, 使科技发展能够充分体现国家的战略意志。

4.4 重视基础研究, 着力源头创新, 提升自主创新能力

基础研究能够使人类更准确、更深入地认识自然界。基础研究的每一个重大突破, 往往都会对人们认识世界和改造世界的能力提高产生巨大的推动作用, 今天几乎所有的重要高技术产业领域都可以追踪溯源到若干年前的基础研究^[5]。

据统计, 现代技术革命的成果约有 90% 来自基础研究。据美国国家科学基金会(NSF)统计, 近年来美国企业申请专利的科学基础 73% 来自政府支持的基础研究。1997 年以来每一项新的技术专利平均涉及两篇基础研究论文。NSF 还宣告: 过去 25 年来, 美国经济学界对基础研究的经济价值的分析表明, 美国经济增长的 50% 归功于以基础研究为动力的研究和开发, 基础研究已成为国家的一种重要战略资源, 综合国力的竞争已明显前移到基础研究。迅速提升基础研究的整体水平和原始创新的能力, 对于贯彻落实科学发展观, 全面建设小康社会, 在本世纪实现中华民族的伟大复兴至关重要。

未来 20 年是我国面临的一个重要战略机遇期, 将决定中华民族未来的命运。科技是人类新生产、新生活和新生态的真正创导者。中国的科技创新要抓住机遇, 为赢得民族复兴之未来做出实质性贡献。国家已明确提出“科教兴国”和“人才强国”等发展战略, 我们有信心共同创造中华民族的未来, 更情愿付出才智和努力赢得未来。

参 考 文 献

- [1] 张孟军. 美国科技创新政策——国外科技创新政策(一). 科技日报, 2005-11-28.
- [2] 何屹. 英国科技创新政策——国外科技创新政策(二). 科技日报, 2005-11-30.
- [3] 王心见. 加拿大的创新政策——国外科技创新政策(三). 科技日报, 2005-12-02.
- [4] 薛澜, 胡钰. 我国科技发展的国际比较及政策建议. 科技日报, 2003-5-14.
- [5] 高瑞平. 工程与材料科学部基金项目绩效管理与成果分析. 中国科学基金, 2004, 2: 114—117.

SUGGESTION ON THE STRATEGY AND POLICY OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL CREATIVITY

Chen Kexin

(*Department of Engineering and Materials Sciences, NSFC, Beijing 100085*)

Abstract Scientific and technological creativity is known as a core competitive ability for modern countries. This paper briefly introduced the strategy and policy of some developed countries and discussed the trends of modern science and technology. By comparing the competitive ability of China and the developed countries, the author gave some suggestions on the strategy and policy of scientific and technological creativity for China.

Key words scientific and technological creativity, strategy, suggestion

(上接 287 页)

INVESTIGATIONS ON SEVERAL MECHANICAL PROBLEMS IN WINDBLOWN SAND MOVEMENT

Zheng Xiaojing

(*Key Laboratory of Mechanics on Western Disaster and Environment, Lanzhou University, Lanzhou 730000*)

Abstract It is very necessary for investigation on mechanism of windblown sand movement to understand and find out effective measures of preventing and reducing windblown sands endanger, which also deals with some general characters and hot spots in the scientific forelands, such as multi-scale problems, interactions among multi-physical-fields, randomness and nonlinearity as well as complex systems. In recent years, a series of experiments in wind tunnels and theoretical modeling as well as computer simulation have been taken in the research group of environmental mechanics on windblown sand movement in Lanzhou University with the point of mechanical and geography intersecting view. Some original and essential progresses have been achieved, which included that the main regularities of charges on sand particles and the electric field in windblown sand flux and the effect of the electric field on the flux and the microwave propagation are revealed, and the evolution process of windblown sand flux under the mutual couple interactions among several physical fields are predicted as well as the main features of Aeolian sand ripples are simulated.

Key words windblown sand flux, windblown sand electric field, sand transport rate, Aeolian sand ripples, probability distribution of lift-off velocity