

共和国辉煌



党史研究出版社

第

三

卷

科技

——
异彩纷呈

★ 科学技术进展 ★

第一章 科技发展历程

一、蹒跚起步（1949 ~ 1965 年）

1949 年新中国成立时，全国科学技术人员不超过 5 万人，其中专门从事科学研究工作的只有 500 多人，专门的科学研究机构只有 40 多个。除了地质学、生物学、气象科学等地域性调查工作和一些不依靠实验设备而勉强进行的研究工作之外，现代科学技术几乎是一片空白。工业技术水平很低，农业也主要依靠几千年来的生产经验和落后的生产工具。

新中国诞生之时，困难重重，百废待兴，党和人民政府用很大的精力关注科学技术事业的发展。建国初期的国家根本大法《中国人民政治协商会议共同纲领》规定：“努力发展自然科学，以服务于工业农业和国防建设。奖励科学的发现与发明，普及科学知识。”建国后刚 1 个月，在旧中国中央研究院和北平研究院的基础上，经过改组、整顿和充实，作为中国自然科学的集中研究基地——中国科学院就成立了。随之，各个产业部门和各地方也相继建立了一批科研机构。大批有名望的科学家、技术专家从海外回归祖国，他们成了新中国科学技术事业的栋梁。到 1955 年，全国科学技术研究机构已发展到 840 个，科学技术人员增加到 40 多万人，科学技术工作已初具规模。这支力量在中国经济恢复时期和第一个五年计划期间，发挥了积极作用。

1956 年是中国现代科学技术发展史上的一个重要里程碑。国务院成立了科学规划委员会（即国家科学技术委员会前身），组织全国 600 多位科学家和技术专家，着手制定中国第一个长期的科学技术发展规划，即《1956 年至 1967 年全国科学技术发展远景规划》。从此，中国的科学技术事业开始走上国家统一领导的远景规划和近期计划相结合的大规模发展的道路。

这个远景规划对于中国科学研究的发展和国民经济各部门技术水平的提高起到了良好的指导和促进作用。57 项任务中包括的基础研究、应用研究和发展研究的一大批重

要课题实施的结果,使一系列现代科学的新学科,如生物物理、分子生物、电生理、地球化学、地球物理、地球动力、海洋学、射电天文、近地空间、化学物理、络合物化学、催化动力、低温物理、高能物理等研究陆续开展与壮大。尤其重要的是,采取发展计算技术、半导体技术、自动化技术、无线电技术、核技术和喷气技术的紧急措施后,中国的一系列新兴技术从无到有地发展起来,许许多多新兴工业企业也随之在中国诞生和壮大。这一时期,各个产业部门先后建立了一批规模较大、装备条件较好、科技力量比较雄厚的研究机构,成为本部门的科学研究中心,高等学校也开始重视和加强科学研究工作。

《1956年至1967年全国科学技术发展远景规划》于1962年提前5年基本完成后,国家科委又制定了《1963年至1972年科学技术发展规划》,重点安排了科研项目374项,其中国民经济和国防建设急需的项目333项,基础研究项目41项。

中国的科技人员发扬自力更生、奋发图强的精神,在中国经济遭受巨大困难的情况下,保证了重大建设工程的顺利进行,并且在1964年10月,成功地进行了中国第一次核试验,反映了在这些领域中国的科学技术已达到较高的水平,而且已初步具备了独立进行科学研究的能力。

二、重新复苏(1977~1979年)

十年动乱结束后,中共中央很快把全党工作重点转移到四个现代化建设的轨道上来,提出“四个现代化,关键是科学技术的现代化”。为此采取了一系列政策措施。

首先是在较短的时间内恢复和重建了一批科技管理机构、科研机构和学术机构。国家科学技术委员会和地方科学技术委员会相继恢复,各地方、各部门的一些重要科研机构也陆续恢复。

其次是大批科技人员重返科研第一线。“尊重知识、尊重人才”渐成风尚。

在全国范围内制定新的科学技术发展规划。在国家科委主持下,全国组织了两万多名科学家、专家、干部进行酝酿和讨论,起草了《1978-1985年全国科学技术发展规划纲要(草案)》。规划对自然资源、农业、工业、国防、交通运输、海洋、环境保护、医药卫生、文教、财贸等27个领域和基础科学、技术科学两大门类的科学技术研究任务,作了全面安排,从中确定了108个全国重点研究项目。在这27个领域和108个重点项目中,把农业、能源、材料、电子计算机、激光、空间科学、高能物理、遗传工程等8个影响全局的综合性课题,放在突出的地位。这个规划所包括的主要内容,到1982年改为38项国家级科技攻关项目,进一步得到了落实。

1978年3月,有6000多名代表参加的全国科学大会提出了中国发展科学技术的一

系列重要政策问题，通过了《1978 - 1985 年全国科学技术发展规划纲要》。邓小平同志在全国科学大会上发表了重要讲话。

全国科学大会的召开，对中国科学技术事业的发展，带来了深刻的影响，大大提高了科学技术在建设现代化社会主义国家中的地位和作用，标志着中国科学技术事业进入了一个新的发展阶段。在科学大会以后，中国科学技术的许多方面，都有了迅速的发展。据统计，1979 年国务院各部委和 29 个省、自治区、直辖市上报的重要科学技术研究成果，共计 31270 项，比过去 10 年的总和还多。

三、迅速飞跃（1980 ~ 1999 年）

在长期计划经济体制下，中国科技工作虽然对国家建设作出了重大贡献，但在体制上一直是与经济相分离的。1981 年，原国家科委在给中共中央的《关于我国科学技术发展方针的汇报提纲》中，提出了新时期发展科学技术的新方针，强调必须为现代化建设服务，科学技术要与经济、社会协调发展。在这一方针指引下，中国在促进科技与经济结合上采取了一系列重大举措，在经济战线和科技战线上都取得了显著成就。国务院成立了科技领导小组，从宏观和战略方面统率全国科技工作；各地区、各单位陆续选拔了一批优秀的科技干部充实到各级领导岗位上；以科研机构管理制度和职称制度为重点，还开始了科技体制改革的试点工作。

为了保障科技体制改革的顺利进行，国家相继颁布了一系列政策、规定，开辟技术市场，加强知识产权保护，完善科学奖励体系，建立实验装备支持系统和科学基金制度，鼓励民办科技机构的发展等，在培育和不断完善适应经济建设所需要的科技体制方面不断向前迈进。

1986 年，国家将全国科技工作部署为面向国民经济建设和社会发展服务、发展高新技术及其产业、加强基础性研究三个层次。其中，为国民经济建设服务是科技工作的主战场，发展高新技术及其产业和加强基础性研究是主战场的“两翼”。为了更好地完成这一部署，国家先后制定了星火计划、“863”计划、火炬计划、攀登计划、重大项目攻关计划、重点成果推广计划等六大计划，形成了新时期中国科技工作的新格局。“863”计划是邓小平同志于 1986 年 3 月亲自批准的实施高技术研究发展计划。这个计划的实施，使中国在一大批重大关键技术上取得了突破，并通过广大科技人员的努力和拼搏，带动了相关技术的发展，大大提高了中国高技术水平和国际地位。按照邓小平同志“发展高科技，实现产业化”思想建立的 53 个国家级高新技术产业开发区，已成为中国高科技成果商品化、产业化和国际化的基地。

1995 年 5 月，中共中央、国务院发布《关于加速科学技术进步的决定》，动员全党

全社会实施科教兴国战略，加速全社会科技进步。同时召开了全国科学技术大会。强调把科技和教育摆在经济、社会发展的重要位置，增强国家的科技实力及向现实生产力转化的能力，提高全民族科技文化素质，把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质轨道上来，加速实现国家的繁荣强盛。

中共十五大再次提出把科技兴国战略和可持续发展战略作为跨世纪的国家发展战略，把加速科技进步放在经济社会发展的关键地位。

中共十六报告中有关发展先进生产力的论述，确定了科技进步在全面建设小康社会中的重要地位，为科技工作的发展指明了方向。报告中对科学技术的论述，渗透到经济建设、政治建设、文化建设等各个方面，体现在新世纪的各项工作任务中。

纵观这一阶段中国的科技进步和成就，正是中国改革开放 20 多年所带来的重要成果。

第二章 科技领域新惊奇

中国在 50 多年前结束了一个多世纪的战乱，形成近代史上前所未有的政治统一和真正意义上的独立自主局面，开始有计划地发展经济和科学文化事业。第一个五年计划期间初步形成一个大体配套的近代科学技术体系，十二年规划又为中国科学技术的现代化奠定了初步基础。改革开放以来的科技体制改革推进了科学技术转化为生产力的进程，可持续发展和科教兴国战略使发展科学技术成为基本国策。在国家计划指导下的中国科学技术事业，为经济建设、社会可持续发展和国家安全做出了举世瞩目的贡献。

中国科学技术的 55 年发展，极大地改变了中国社会的面貌。各基础学科从机构设置到研究队伍培养有了较全面的布局与发展。工业技术也已大体配套，总体技术水平基本达到工业化国家 20 世纪 80 年代的水平。农业由于更换了几代作物品种和采用先进适用的栽培技术，在人均占有土地面积仅为世界人均占有量 1/3 的条件下使 12 亿人得到温饱。由于医疗技术和保健制度的发展，人民的平均寿命达到 72 岁。国土和海洋资源的勘探与利用，气候和自然灾害的预报及治理，水利设施建设和生态环境的保护与恢复，都建立了比较完整的体系。与时俱进的中国科学技术事业，将为中国全面建设小康社会做出新的贡献。

在各学科领域和各技术部门工作的中国科学家和工程师，以其辛勤的劳动服务于中国的现代化事业，不仅为中国经济地位的提升和综合国力的增强做出了重要贡献，而且为缓解生态失衡和环境恶化倾向以及经济和社会的可持续发展创造了条件。请让我梗概介绍中国科学家的一些主要成就，包括从物质科学和生命科学到空间技术以及国际交流、科学教育和道德建设等 10 个方面。

一、物质科学新发现

物质科学，主要包括物理学和化学，致力于研究物质的微观结构及其相互作用规律，它不仅是一切科学的基础，而且可以衍生出一系列新的技术原理，为材料与器件的研发提供新的知识基础。20 世纪物质科学的发展越来越依赖于庞大而复杂的实验设施，而 20 世纪上半叶的中国只能提供给科学家一些极其简单的实验条件。但中国科学家仍预言了铀后元素（1933）、提出验证中微子存在的实验方案（1941），而像正负电子对产生和湮灭现象的早期实验（1930）、发现铀核三裂变的实验（1946）以及发现 μ 子的

实验(1949),却只能由有机会出国访问研究的科学家在国外完成。

在20世纪下半叶,中国开始建设科学实验设施,自1958年建立原子能反应堆之后,特别是在最近20年里,大型实验设备和国家实验室逐步建立并完善起来。不仅有最适合 τ - e 粒子物理能区工作的北京正负电子对撞机(1988)、适合低能核物理研究的兰州重离子加速器系统(1988)、东亚最大的2.16米口径光学天文望远镜(1989)和多通道太阳磁场望远镜(1994)等大型设备,而且还建立了百余个设备比较完善的国家重点实验室,为中国物质科学的进一步发展准备了较过去好得多的实验条件。

中国近代物理学研究是在20世纪物理学革命之后开始的,粒子物理和量子场论、原子核物理、凝聚态和统计物理、相对论引力理论和天体物理,成为20世纪下半叶中国物理学家基础研究的重点。工作在物理学各个分支的中国物理学家,在理论、实验和技术应用三个方面都取得了诸多进展。在理论方面,有周光召院士等的统一描述平衡与非平衡体系的格林函数理论研究(1985)、黄昆院士等的半导体晶格光学声子模理论的黄—朱模型(1988)和欧阳钟灿院士的生物膜形状的液晶模型理论研究(1990)等重大成果。在实验和观测研究方面,有准晶体五次对称性的发现(1984)、利用重离子加速器合成了220种新核素(1992~2002)、完成了 τ 子质量的精确测量(1992)和利用引力透镜效应研究宇宙中的物质分布(1994~1999)等重大成果。在技术应用方面,中国科学家和工程师自己设计建设了秦山核电站(1991),独立提出了惯性约束核聚变原理(1961)并建造了驱动装置“神光”激光器进行实验(1987)和研制超导核聚变实验装置(1994)以及从“环流一号”(1986)开始的不断改进的环流器系列,为中国未来能源开辟道路。

化学在分子水平上研究各种物质的形成结构和性质及其相互变化,研究如何创造新物质,不仅为人类认识物质世界提供可靠的知识,而且为合成各种有用的人造物质提供有效的方法。化学研究在中国的起步,恰与化学引入量子力学作为基础同步。在20世纪上半叶,中国已经建立起生物化学、有机化学、无机化学、物理化学和分析化学等分支学科,在20世纪下半叶高分子化学和放射性化学也发展起来。在化学各个分支学科工作的中国化学家,在理论、实验和技术应用等方面做出了众多贡献。在理论研究方面有卢嘉锡院士等的原子簇结构化学模拟生物固氮酶的网兜模型(1973)和唐敖庆院士等的量子化学配位场和分子轨道图形理论(1979)等理论成果。在实验方法创新方面有碳—碳重键新的合成方法学研究(1989)和元素同位素质谱测定新方法(1991)等重要成果。在应用研究方面,盐湖卤水分离制钾和直接提取硼、锂资源的有效工艺(1980)为盐湖开发和西北地区建设做出了贡献,有机氟的研究和氟表面活性剂的研究(1960)对高爆速塑料粘结炸药的研制起了重要的作用,锂离子电池研制成功(1996)并投产打破日本等少数国家的技术垄断。

材料是人类用于制造各种生活用品和生产工具、装备等的物质基础,是人类赖以生

存和发展的基础。中国的材料研发虽然起步于 20 世纪 50 年代,但已在稀土材料、无机非线性光学晶体和先进陶瓷等领域拥有明显的资源优势和技术优势,稀土—过渡族金属磁性材料(1983)、非线性光学晶体偏硼酸钡 BBO(1983)和三硼酸锂 LBO(1987)、纤维补强陶瓷复合材料(1970)是具有代表性的重大成果。近十几年才发展起来的高温超导材料和纳米材料,已成为中国科学家关注的重点。在超导材料研究方面,1986 年发现钇钡铜氧高临界温度超导材料之后,中国科学家为高温超导体的工业化进行了大量的研究,2000 年制成百米长的铋系高温超导带材,从而使中国的超导研究走出实验室而开始进入生产阶段。在纳米材料研究方面,纳米级的同轴电缆(2000)可能为下一代光导纤维的产生奠定基础,在室温下纳米金属铜形变 50 倍超塑延展性的发现(2000)可能意味着纳米材料新特性带来新的重要应用前景,完全有序的全同金属纳米点阵生长研究(2002)可能在纳电子技术中有重要应用。

二、生命科学新研究

中国的生命科学研究在 20 世纪上半叶已得到了初步发展,下半叶开始追随分子生物学的潮流,并很快在生物大分子、酶的结构与功能、生物膜、分子遗传学和基因工程等方面都取得了较大的进展。在世界上首先合成具有较高活性的结晶牛胰岛素(1965)和具有与天然化学结构相同及完整生物活性的酵母丙氨酸转移核糖核酸(1981),这一成就激励中国生命科学家把研究推向了深广。对生命科学、农业和生物医学发展有重要意义的开创性工作相继发表,包括最近颇有影响的人类基因组测序(2000)、果蝇选择性行为机理研究(2001),以及视知觉拓扑结构和功能层次理论。中国作为惟的一个发展中国家参加人类基因组计划,虽然只完成总量的 1%,却象征性地表明中国科学家参加重大国际合作项目的能力。果蝇选择性行为研究发现脑蘑菇体起决定性作用,更为重要的是所使用的实验模型有推广到任何动物的前景,为研究任何动物决策和选择行为基因和分子机理开辟道路。视知觉拓扑结构和功能层次理论,为科学的发展提供了一个富有生命力的创新思路。

农业进步的科学技术贡献率已经达到 35%,主要靠良种推广和耕作制度的改革。50 年来,水稻、棉花、大豆、玉米和小麦等农作物品种更换了几次,复种指数提高了 25%,造林成活率提高了 20%。中国科学家不仅掌握了转基因植物和动物的几乎全套技术,而且有能力进行某些植物和动物基因组研究,特别是水稻杂交育种和水稻基因组研究获得了重大进展。袁隆平院士等杂交水稻的研究(1970)和推广所带来的增产每年可供养几千万人口,正在进行中的超级杂交水稻育种计划将会带来更大效益。超级杂交稻基因组全序列工作框架图及数据库的完成(2001)、世界上第一张水稻全基因精确

图的完成(2002)以及水稻4号染色体基因组的精确测序(2002)等后继工作的进展,不仅必将进一步揭开水稻的秘密,而且有助于了解小麦、玉米等其他禾本科农作物的基因组,从而带动整个粮食作物的基础与应用研究。

在医药卫生领域,生物技术发展迅速。尽管中国的医药生物技术始于20世纪70年代后期,但在基因工程多肽药物、向导药物和抗体工程等方面世都有了可喜的进展。抗疟疾药青蒿素的合成(1974)、人工干扰素药物(1992)、乙肝基因工程疫苗(1992)一种抗菌多肽的基因以及重要生物功能的发现(2000)、IHH基因突变可以引起短指(趾)病的发现(2001)、遗传性乳光牙本质I型病基因的发现(2001)和神经退行性疾病病变机制及药物作用新靶点研究(2001)、儿童白内障相关基因(2002)、重组葡激酶血栓创新物(2003),以及显微外科和肝胆外科等临床科学成就,代表了中国科学家在医药领域的进展和水平。

三、信息科学新进程

伴随着电子计算机、半导体电子器件和激光器的诞生而发展起来的信息科学技术,一开始就受到中国科学家和政府的高度重视。计算机科学技术、半导体科学技术和无线电科学技术,在1956年被列为填补尖端科学技术空白的紧急措施之中,并对其进行规划和部署。中国早在1957年就成功地研制出自己的第一支晶体管,1958年又诞生了中国第一台电子计算机,在世界第一台激光器诞生的翌年中国也研制出了自己的激光器。以计算机为中心的中国信息科学技术,不仅在硬件和软件两个方面都取得了重大的进步。而且密切关注量子计算和量子通讯等新的方向。

在计算机研制方面,中国研制了第一代电子管计算机(1958~1964)、第二代晶体管计算机(1965~1972)和第三代中小规模集成电路计算机(1973~1980),在20世纪80年代初进入了超大规模集成电路计算机时期。几种高性能计算机的峰值浮点运算速度,银河Ⅲ并行巨型机已达每秒130亿次(1997),神威I高性能计算机已达每秒3840亿次(1999),曙光3000超级服务器已达每秒4032亿次(2000),联想深腾1800Linux机群达到每秒2万亿次(2002),2003年3月14日最新发布的曙光4000Linux机群性能达到3万亿次(2003),它们已在中国气象预报、油田勘探和科学计算中发挥着重要作用。在软件研究方面,中国科学家发展了时序逻辑语言(1983)、智能英汉软件翻译系统(1992)、高性能分布式并行数值代数软件系统(1999)和Linux操作系统的开发(1997)。中文信息处理系统、汉语文本转换系统和中文智能接口等对于中国文化具有特殊意义,王选院士开发的汉字激光照排系统(1985)使中国的印刷业进入了一个新时代。在通讯技术方面,近20年以引进和自主开发并举为方针,

大唐、华为和中兴三家公司开发的第二代移动通讯 GSM 数字交换机在 20 世纪末已经入网使用。

量子计算和量子通讯是最近几年才开始出现的信息科学技术的新方向,它已经引起中国科学家的高度重视。在量子信息理论方面,中国科学家已经提出量子避错编码(1996)、量子避错原理(1997)和概率量子克隆原理(1998)。在量子通讯方面,中国科学家在国外作为合作者发表了实现量子隐形态的实验报告(1997),实现了 50 公里光纤量子密钥传输(2003),大大推进了量子保密通讯实用的进程。中国科学家已经在公开向同行和有关部门建议,紧急部署纳米量子结构、量子器件、量子信息及其集成技术的基础研究,为开发下一代计算机做准备。

四、数学和系统科学新面貌

中国有自己的优秀数学传统,在 20 世纪汇于世界数学之流。20 世纪上半叶的大学数学教育和数学研究的发展以及国际交流,为下半叶的迅速发展奠定了基础。进入 20 世纪下半叶以后,中国的数学研究不再限于纯数学领域,开始关注于科学计算和工程设计的结合。中国科学院于 1979 年成立了应用数学研究所和系统科学研究所,1995 年又成立了计算数学与科学工程计算研究所,这些研究所在 1998 年合并组成数学和系统科学研究院。中国的数学研究以及作为数学应用研究的系统科学,许多重要分支学科都得以发展并取得了一批重要成果。

在数学研究方面的重大成果,包括拓扑学的示性类和示嵌类研究(1946)、典型域上的多元复变函数论研究(1954)、有限元方法的创始和发展(1965)、哥德巴赫猜想证明研究(1966)、数学机械化研究(1978)、临界点理论及其应用(1983)、哈密顿系统的辛几何算法(1984)等。在近 20 年来中国的数学研究成果中,冯康和吴文俊两位院士的工作受到国际同行的重视和好评。冯康院士继其独立于西方创始有限元方法之后,开创并发展了的哈密顿系统的辛几何算法,解决了久悬未决的动力学长期预测计算问题,不仅在天体物理学和分子动力学许多领域获得了成功的应用,而且引发了大量的后继研究。吴文俊院士继其示性类和示嵌类研究之后,把中国传统几何代数化思想用于几何定理证明研究,建立了求解非线性代数方程组的消元法,提出可用于微分几何定理机器证明的偏微分方程整序法,改变了国际上自动推理研究的面貌。

系统科学只有大约半个世纪的历史,它在中国的发展是从运筹学和控制论研究开始并依托工程而发展的。钱学森院士在世界上首先把系统科学用于工程,他的专著《工程控制论》(1954)成为这一领域的经典著作。中国的系统科学研究,不仅取得了如微分动力系统稳定性研究(1980)等重大理论成果,在应用方面还有人口预测模型

(1980) 和全国粮食产量预测模型 (2001) 等众多对中国经济和社会发展有重要现实意义的工作。最近 20 年理论研究方面也有进展, 非线性系统的抗干扰控制理论 (1999) 在实验室和计算仿真中均获得成功的验证, 并开始应用于机器人、电力系统和滤波等实际工程中。

五、制造和自动化技术新方向

制造技术是人类文明的支柱, 也是国家竞争力的基础。制造技术作为人类赖以生存和发展的物质产品的生产技术, 是一切技术的基础。“制造”是技术最初的和最基本的含义, 制造业被认为是工业的工业。迄今, 制造技术的发展进程, 经历了机械化、精密化、自动化、智能化和环境友善化, 在 20 世纪 80 年代发展出先进制造技术。作为制造技术的最新发展, 先进制造技术已成为与当代经济发展关系最为直接、影响最为广泛和深远的现代化技术和工业创新的典范。中国在先进制造和自动化技术方面的重大进展, 主要体现在现代集成制造系统和机器人领域。

美国在 1973 年提出“计算机集成制造系统”概念, 中国在 20 世纪 80 年代后半期将其发展为“现代集成制造系统”。CIMS 的内涵扩大为综合利用信息技术和现代化管理技术, 实现企业的优化运行以提高效益和市场竞争能力。中国 CIMS 技术的发展经历了三个阶段, 即信息集成、过程集成和企业间集成。中国科学家对 CIMS 技术发展的贡献得到了国际同行的认同, 其标志是三次获得国际大奖, 1994 年美国制造工程师学会授予清华大学 CIMS “大学领先奖”、1995 年北京第一机床厂获 CIMS “工业领先奖”, 1999 年华中理工大学再获 CIMS “大学领先奖”。自 1987 年以来, CIMS 技术在中国几百家企业中应用, 涉及机械、电子、航空、航天、轻工、纺织、石油、化工、冶金等主要制造行业。绝大多数的试用企业都取得了明显的经济效益和社会效益, 对行业和地区的制造业信息化和现代化起了重要的牵引和导向作用。

机器人诞生以来的半个世纪, 其发展主要是沿着两条技术路线进行的。一是用来代替人类的某些功能以改善人类的生活质量和提高作业效率, 二是用来扩展人类的功能和活动领域。前者被广泛用于制造业而被称为“工业机器人”, 后者作为特种机器人一般称之为“先进机器人”。随着机器人技术的不断进步, 二者将互相融合, 向着智能机器人方向发展。在工业机器人方面, 中国已经掌握了操作机的优化设计技术和高性能控制技术, 形成了电焊、弧焊、装配、搬运和涂装等机器人系列产品推动了我国工业机器人生产与应用系统的产业化。在先进机器人方面, 水下作业机器人、核电站用机器人、爬壁机器人、管道机器人、采掘机器人等多种机器人样机已研制成功, 无缆自治深水机器人达到国际先进水平。潜深 6000 米自治水平机器人在 1995 年研制成功, 经历工程化由

可用样机发展为实用样机,并经受了太平洋洋底探测试验的考验。

六、地球与环境科学新发现

地球科学研究在中国起步较早,除古人类学和古生物学以纯科学认识为目的,包括地质、地理、大气和海洋的研究,大多与资源需求和环境认识密切相关。在十二科学规划和可持续发展战略指导下进行的一系列研究,为国土资源开发和环境保护提供了重要的科学依据。《中华人民共和国自然地理图集》(1964)、中国层控矿床地球化学研究(1986)、大陆架及邻近海域的构造演化与形成过程的研究、青藏高原隆起及其影响研究(1979)、秦岭-大别造山带及超高压变质作用研究等一系列重要成果展示在人们面前。

在资源的调查和利用方面,20世纪50年代开始的地区综合考察、60年代开始的农业自然资源区划研究、80年代开始的国土开发整治规划、90年代提出的“21世纪议程”,为矿物资源、生物资源、水资源和土壤资源的开发利用提供了重要科学依据。陆相生油理论(1960~1980)和煤成气(油)理论(1979)方面的研究成果,对于油气田的勘探和开发做出了重要贡献,使中国摘掉了“贫油国”的帽子。全国水资源数量的计算评价和黄河水资源规划决策支持系统等研究成果,成为国家经济建设规划的科学依据。

在环境的认识和保护方面,从20世纪50年代就开始了地方病调查防治、大河流域的水土保持、气候变迁的历史和各种自然灾害预报等方面研究,80年代以来又在环境背景值调查、环境容量及生物检测和环境预测等方面进行了大量的研究。持续进行的东亚大气环流与中国气候变迁研究,对中国气候预测模式的建立做出了重要贡献。依据黄土高原风尘堆积系列重建东亚古大气环流演化历史这一重要成果,不仅对中国西部开发中的环境恢复和治理以及土壤荒漠化、沙尘暴和水土流失等地质灾害的防治具有重要的指导意义,而且使中国黄土成为与深海沉积物、极地冰岩芯相并列的研究全球环境变化的三大支柱之一,为认识地球环境变化的规律和机制、估测未来环境演化趋势提供重要的科学依据。正在建设中的长江三峡水利工程,地质和环境研究也做出了相应的科学贡献。

在古人类学和古生物学方面,中国科学家的发现为认识人类和生物的演化提供重要的化石证据。在古人类学方面,在北京周口店、陕西蓝田、云南元谋、溧阳等地的古人类化石的发现和研究,为认识人类的起源和进化提供了重要的证据。在古生物学方面,云南澄江生物群、辽西热河生物群和贵州翁安生物群,都属于20世纪古生物学“惊人发现”之列。1984年以来的澄江生物群化石的发现和研究,揭示了距今5.3亿年前海

洋生物世界的真实面貌，为探索生物演化历史上“寒武纪大爆发”的奥秘、了解生物起源和演化的谱系提供了一个非常宝贵的窗口。1987年以来在辽西发现的众多鸟兽化石，其中属于1.5亿年至0.8亿年之间的鸟类化石，填补了一百多年来早期鸟类研究的空白（始祖鸟到白垩世鸟类），使中国成为世界研究早期鸟类起源和演化的中心。1998年公布的贵州翁安动物化石群，属于5.8亿年前的磷酸盐动物化石群，是目前最古老的保存实体的化石群，有关它的研究将有助于揭示早期动物的演化过程。

七、空间科学新突破

空间技术的主要任务是解决航天器进入太空并成为探索空间环境和资源，为多学科研究提供实验台。自世界上第一颗人造地球卫星升空以来，空间科学技术的发展经历了三个阶段。即以航天飞机为标志的空地往返技术、以空间站为标志的永久近地轨道空间技术和以载人宇宙飞船为标志的深空探测及有限太空移民技术。在苏联和美国先后发射人造地球卫星不久，中国科学家就以研制探空火箭开路，发展高空探测活动，为发展航天器技术和地面测控技术做准备。20世纪60年代中期开始进入人造地球卫星的研制和发射时期，1970年就成功地发射了中国的第一颗人造地球卫星。30多年来中国已发射了四十几颗卫星，掌握了返回型、地球同步轨道、太阳同步轨道等不同类型卫星的发射技术，并且在初步满足在通信广播、国土普查、气象预测和科学实验等多方面需要的同时，开始发射载人宇宙飞船的实验，以为宇航员登临月球做准备。

空间科学的主要任务是，利用空间飞行器及其所处的微重力、辐射等环境，研究发生在空间的物理、化学和生命等现象。中国的空间科学研究已经历了近半个世纪的历史，通过气球、火箭和卫星等空间观测手段以及地基研究设施，在空间物理、空间生命和微重力等领域有了一定的研究基础。中国的空间物理科学研究始于20世纪50年代后期，在观测和理论两方面都取得了进展，流体涡旋诱发磁场重联理论（1985）是其中最重要的成果。中国的空间生命科学研究始于50年代末，以航天医学为目标，以空间生物搭载实验后续研究为重点，进行了一系列的研究。中国的微重力科学研究始于80年代后期，不仅有返回型卫星作微重力平台，还建立了地基“落塔”微重力实验室，涉及众多学科的几十个实验室加入了研究行列。

中国的空间计划主要服务于国民经济建设和推动科学技术的进步，同时也努力在国际空间开发计划做出应有的贡献。中国正在实施的两项空间计划，载人宇宙飞船实验计划和地球空间双星探测计划，将把中国的空间科学技术推进到一个新阶段。20世纪90年代初开始的载人航天计划，自1999年以来已经成功地发射了四艘神舟系列无人试验飞船。神舟四号包括推进仓、返回仓、轨道仓和轨道仓前段四大部分，其中装有“模