

现代科学技术概论

孙汉文 主编

中国经济出版社



现代科学技术概论

孙汉文 主编

中国经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代科学技术概论/孙汉文主编. - 北京: 中国经济出版社,
1999. 9

ISBN 7-5017-4762-8

I. 现… II. 孙… III. 科学技术-概论-世界 IV. N11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 38364 号

责任编辑: 刘一玲

封面设计: 褚黎丽

*

中国经济出版社出版发行

(北京市百万庄北街 3 号)

邮编: 100037

各地新华书店经销

保定市大丰彩印厂印刷

*

850×1168 毫米 1/32 16 印张 395 千字

1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

印数: 4000 册

ISBN 7-5017-4762-8/G·1007

定价: 28.00 元

前 言

现代国际间的竞争说到底还是综合国力的竞争，关键是科学技术的竞争。科学技术是生产力发展的重要动力，是人类社会进步的重要标志。为深刻理解和全面落实科学技术是第一生产力的思想，帮助广大干部了解当今世界科学技术的现状和发展趋势，提高科学文化素质、科学技术政策水平和组织管理能力，充分依靠科学技术促进经济建设和社会发展，由河北大学有关专家教授编写了这本培训教材。

本教材编写遵照的原则是：以世界科技中心的转移和技术革命引发生产力发展高潮为历史主线，全面阐述科学技术是第一生产力的思想；介绍科学技术，侧重技术，简要介绍有关基础知识；介绍现代科学技术，重点介绍当代高新技术及其发展趋势；着重介绍信息技术、新材料技术、新能源技术、计算机技术、现代生物技术、现代医药技术、激光与红外技术、环境保护技术及其应用和有关政策；在保证科学性的基础上力求内容深入浅出，注意文字的可读性和全书的整体统一性。

本书既可作为广大干部的培训教材，又可作为大学生科学文化素质培养的选修课教材。

本书由孙汉文教授编写前言、第一章、第十章和附录，邹国良教授编写第二章，高俊刚教授编写第三章，王凤先教授和彭英才教授编写第四章，冯辉副教授（华北电力大学）编写第五章，张贺迎副教授编写第六章，郗录江副教授编写第七章，徐景智副

教授和薛国良副教授编写第八章，马艳然副教授编写第九章。全书由孙汉文教授统纂定稿。

衷心感谢刘健生副省长在百忙中为本书作序。河北大学教务处及河北省有关部门对本书的编写给予有益的指导与支持，张德强博士和杨莉丽博士做了大量的辅助工作，在此深表谢意。

限于编写者水平，本书难免存在不少缺点错误，恳望读者批评赐教。

编者

1999年4月

第一章 科学技术是第一生产力

第一节 科学技术与社会发展

一、科学与技术

(一)、科学与科学革命

“科学”一词，英文以“Science”表述，其由拉丁文“Scientia”衍生而来。日本著名科学启蒙大师福泽谕吉将 Science 译成“科学”而在日本广泛应用。1893 年康有为引进并使用“科学”二字。我国科学启蒙大师、翻译家严复在翻译《天演论》等科学著作时，也用“科学”二字。此后，“科学”二字在中国得以广泛应用。科学是一个难以界定的名词，到目前为止，尚无一个为世人公认的定义。人们通常从一个侧面对其本质特征加以揭示和描述。科学在不同时期、不同场合含有不同意义。科学有若干种解释，每种解释都反映出科学某一方面的本质特征。科学本身在发展，人们对其认识也在不断深化。目前，人们通常从知识、知识体系及相关活动的事业三个层面来理解和认识科学这一概念。

科学是人对客观世界的认识，是反映客观事实和规律的知識。达尔文认为：“科学就是整理事实，以便从中得出普遍的规律或结论”。因此，要准确掌握科学这一概念的实质，就要加深对“事实”和“规律”的认识。科学就是发现人们未知的事实。经济学家发现的资本主义经济危机，化学家发现的新元素，都是

事实。反映客观事实之间联系的准确判断，就是发现了规律，这种规律，就是知识，也就是科学。事物发展过程中事物之间的内在的、本质的、必然的联系，是客观的，人们只能发现规律，但不能创造规律。

科学是反映客观事实和规律的知识体系。20世纪初，人们就认识到新科学是有很多门类交织组成的知识体系。科学已不只是事实或规律的知识单元，而是由这些知识单元组成学科，学科又组成学科群，形成了一个多层次组成的体系。科学史表明，科学家不只是知识的发现者，更重要的还是知识的综合者。因此，人们应在“科学是关于自然、社会和思维的知识体系”，“科学是反映客观事实和规律的知识体系”这一层面上加深对科学这一概念的理解和认识。应在发现知识中进行综合，在综合知识中进行创造。

科学是一项反映客观规律的知识体系相关活动的事业。自第二次世界大战以来，科学活动长入国家规模，已发展成为一项国家事业，成为科学家与企业家、政治家的结合，以及科学家的跨国合作，越来越多的科学家把科学事业列入第四产业。科学作为一项事业，具有认识世界的功能和改造世界的生产力功能。科学分自然科学和社会科学两大类。自然科学的任务是研究自然界各种物质的形态、结构、性质和运行规律，不断探索新现象、揭示新规律、提出新概念、建立新理论。自然科学在探求自然奥妙时，根据研究对象不同，诞生出不同的基础学科，而学科的不断分化和学科的交叉和综合，又导致学科数量的迅速增加和新学科的不断出现，使自然科学的总体图象形成了一个多层结构、纵横联系、动态发展的主体网络。

人类对客观世界认识出现飞跃，就是科学革命。哥白尼于1543年提出的太阳中心说，是近代自然科学公开向教会权威挑战的第一个革命行动。其《天体运行论》公开指明；地球不是宇

宙的中心，地球和其它行星一样，都在绕着以太阳为中心的圆形轨道运动。哥白尼的学说否定了地球中心说，建立了科学的宇宙观，从此自然科学便从神学的束缚中解放出来，开创了近代科学的日益兴盛的新时代。这是近代科学史上一次了不起的科学革命。现代科学技术的开端是由物理学的三大发现引起的物理学革命。物理学革命的主要成就是相对论和量子力学的建立。物理学革命不仅使物理学有了很大发展，而且使化学、生物学、天文学、地质学都获得长足的进步，揭示了不同层次的物质运动规律。

(二)、技术与技术革命

较早给“技术”下定义的是法国科学家狄德罗（1713 - 1784）。他指出：“技术是为某一目的的共同协作组成的各种工具和规则体系”。这一定义，从目的性、共同协作性、工具性、规则性和知识体系性等5个方面阐明了技术的本质特征。人类对改造客观世界的技术飞跃，就是技术革命。在技术上带有根本性的、有广泛影响的大的变化，具有划时代意义的在技术上的重大变革，将产生技术革命。古代火的利用、石器的制造是当时了不起的技术革命。近代以蒸汽机的发明为标志的技术革命，以电的应用为标志的技术革命，以原子能、电子计算机和空间技术为标志的技术革命，均使人类发生了时代性变化。当前世界上正发生着一场新的技术革命，产生了信息技术、生物技术、新材料技术等一系列新兴高技术。

80年代以来，世界新技术革命的显著特点之一就是在高技术上的竞争。世界各国普遍认识到发展高技术是增强综合国力的一个重要砝码，是关系到国家兴衰存亡的大事。无论是发达国家，还是发展中国家，都为发展自己国家的高技术，制定了相应的发展战略，并不断推出了各种中、长期的高技术研究与发展计

划。我国的 863 计划，就是关于高技术研究的发展计划，选取了生物技术、航天技术、信息技术、激光技术、能源技术、新材料等七个领域作为我国今后高技术发展重点。

(三)、科学与技术的关系

科学与技术是辩证统一的整体。科学回答的是什么，为什么？技术回答的是做什么，怎么做？科学是创造知识的研究，技术是综合利用知识于需要的研究。科学是发现，技术是发明。科学中有技术，如物理学中的物理实验技术，化学中的化学实验技术，生物学中的生物实验技术。科学产生技术。电机原理的发现（1931），51 年后发电机的生产；内燃机原理的发现（1862），4 年后内燃机的制造；雷达原理的发现（1925），10 年后雷达的制造；核裂变的发现（1938），7 年后的原子弹的制造；半导体的发现（1948），7 年后半导体收音机的生产。由此可以看出，技术是科学的延伸，科学发现提供物化的可能，技术发明提供物化的现实。尚可看出，由科学的发现到技术的发明之周期越来越短。

第二次世界大战以后，出现了一些对人类生活产生很大影响的技术，如核裂变反应堆技术、半导体技术和第一代计算机技术等，被称为新技术，随之提出了新技术革命。这些技术和科学基本上还是分离的，而半导体技术等已开始了科学和技术融合的萌芽。直至 60 年代，“科学”和“技术”还是两个概念。“科学”有两个产物：一个是知识，一个是技术。知识的创新叫发现，技术的创新叫发明。到了 70 年代又一批新技术的涌现使得科学与技术之间的原有界限已不再明确地存在。至 80 年代这批新技术被称为“高科技”。高新技术就是包含密集科学知识的技术。由于这些技术具有科学与技术融合的特性，又被称为“高科技”。按联合国组织的分类，主要有信息科学技术、生命科学技术、新

能源与可再生能源科学技术、新材料科学技术、空间科学技术、海洋科学技术、有益于环境的高新技术和管理科学技术（又称软科学技术）。目前，“高技术”概念已经规范化，是特指的，不是比自己以前层次高的科技就是“高科技”，也不是全国最高的科技就是“高科技”。高科技具有在短期内直接实现产业化的特征。高科技不仅有别于以前的“科学”，也与传统技术有明显的不同。

二、科技进步与社会发展

人类社会的每一个阶段都伴随着科学技术的进步。

古代科学技术经历了原始社会、奴隶社会和封建社会三个大的历史时代。人类早期弓箭的发现，提高了生产效率，猎物有余而豢养则出现了家畜，从而使人类由狩猎进入畜牧时代。这个时代，母系氏族开始瓦解而建立了父权社会。钻木取火技术的出现，揭开了人类文明史的新篇章，照亮了人类迈向文明的进程。制陶业的发展，使人们逐渐掌握了高温（950℃）加工技术，从此使人类由石器时代进入熔化铜和铁的金属时代。中国以农业为中心的科学技术曾取得世界领先地位，使中国秦汉时代就进入农业经济发达的社会而成为封建大帝国。从秦汉到唐、宋、元各代，我国的四大发明中的三大发明的成熟与推广，以计算见长、解决实际问题为特点的数学理论体系，以农业应用为本和天体位置计算的天文历法及蚕丝织品，在中世纪比黄金还贵的陶瓷名天下，世界之宝的中国铁器自成一家和中国医学的世界称道，正是这些科学技术成就，使中国繁荣持续千年，使中国 300 年雄居世界之首。

近代科学技术的发展，经历了从 15 世纪下半叶至 18 世纪的形成时期和 19 世纪的全面发展时期。由于中国四大发明输入欧洲等诸多因素影响，在意大利兴起文艺复兴运动，进一步推动和诱发了英国的科学革命，技术革命和产业革命，带动了西方经济

的发展，出现了工业发达社会。马克思对中国四大发明中的三大发明有一段生动而深刻的描述：“火药、指南针、印刷术——这是预告资产阶级社会到来的三大发明。火药把骑士阶层炸得粉碎，指南针打开了世界市场并建立了殖民地，而印刷术则变成新教的工具。总的来说变成科学复兴的手段，变成对精神发展创造必要前提的最强大的杠杆”。马克思的话，在很深层次上揭示了中国四大发明给欧洲历史进程带来的巨大影响。近代科技史上出现了两次大的技术革命。以蒸汽机为标志的第一次技术革命，改变了世界。以电力的应用为标志的第二次技术革命，使欧洲进入了电气时代，极大地促进了各资本主义国家生产力的发展。

现代科学技术始于 19 世纪末和 20 世纪初，其开端是由 X 射线的发现、放射性元素的发现和电子发现而引起的物理学革命。本世纪 40 年代，产生了以原子能、电子计算机和空间技术为标志的第三次技术革命，使人类进入了电子时代。当前世界上正发生着一场新的技术革命，产生了一系列新兴高技术，其中特别是信息技术、生物技术和新材料技术。这次新技术革命，信息技术是主导技术，是先导和核心。因此，人们把当今的技术时代称为信息时代。

科学技术对于人类社会的发展起着巨大的推动作用。在 20 世纪，科学技术加速地推动着人类社会从工业社会向信息社会转变。科技活动以多种形式广泛地向社会各个领域渗透，以至国际社会也在科学技术的影响下发生了巨大变化。在 21 世纪，科学技术将愈易社会化、全球化，科学技术将发展成为经济增长和社会发展的支配力量，从而将改变人类的思维方式、生存方式，使人类社会逐步走上可持续发展的道路。

第二节 世界科学技术中心的转移

一、东方古代科学技术的繁荣

被称为“四大文明古国”的古埃及王国、巴比伦、古印度和中国，在天文学、历法、数学、医学、文学和文字学方面及建筑、水利、冶炼技术等方面，都为人类做出了巨大贡献，成为古代生产力发达的进步代表。奴隶社会的科学技术的高峰发生在古希腊罗马时代。公元前（800—600）古希腊文明，成为后来西方文明的发源地。古希腊时期，海上渔业和航海业及商业比较发达，涌现出一大批自然哲学家，如被西方尊称为“科学之父”的泰勒斯、数学大师毕达哥拉斯、提出原子学说的德谟克利特、自然哲学大师亚里士多德和取得古希腊数学最高成就的欧几里德。公元前323年，希腊的科学技术中心由雅典转移到亚历山大城，进入亚历山大的罗马时代。被西方称为“物理之父”的阿基米德建立了阿基米德静力学，为16世纪以后的科学实验奠定了方法论基础。古希腊人在长达数百年间取得的科学技术成就是巨大的。

“现代科学是从希腊引导来的”。如果说奴隶社会的科技高峰发生在古希腊罗马时代，那么封建社会的科技高峰则发生在中国。中国古代的科学技术经过奴隶社会的知识积累和春秋战国时期的奠基，到秦汉时代形成了较为系统的理论。经过三国、两晋、南北朝和隋唐的不断完善和充实提高，到宋、元时代发展到高峰。中国封建时代的自然科学包括天文、数学、物理、化学、地学、农学、医学等，有许多惊人的成就，有的成果早于西方1000余年，其中以农、医、天、算、地五大学科成果尤为突出。历史悠久的农业科学、群星璀璨的天文学、以计算机见长的数学、世界称道的医学、丰富多彩的地学、举世闻名的“四大发明”，后来居上的冶炼技术，影响深远的水利工程、誉满全球的纺织技术，别具一格的建筑技术，名扬天下的制瓷技术和航海技

术，形成我国历史上科技与经济繁荣前所未有的壮观景象。正是这些科学技术成就使中国出现持续千年的繁荣，使中国 300 年雄居世界之首。英国科技史专家李约瑟博士在《中国科学技术史》巨著中说：“中国古代的发明和发现往往是超过同时代的欧洲，特别是 15 世纪以前更是如此。”“在 3—13 世纪，中国保持一个让西方人望尘莫及的科学知识水平”。奴隶社会和封建世界的科技中心在东方。

二、世界科技中心由东方转至意大利

公元 5 至 15 世纪 1 000 多年间，是欧洲封建制度建立、发展和衰落时期，被称为欧洲历史上“黑暗的中世纪”。其中从公元 5 世纪到 10 世纪末，为中世纪的前期；11 世纪到 15 世纪文艺复兴前为中世纪的后期。在这漫长的黑暗岁月中，科学技术经历了极其艰难、曲折复杂的历程。中世纪前期欧洲科学技术出现停滞，其原因在于：频繁的战乱和社会的动荡，破坏了科学技术发展的环境；封建专制的高压和教会至高无上的权力，使科学受到了严重摧残；经济极度衰退和财力枯竭，科学研究得不到物质保证；封建割据严重阻碍了科学技术的交流。中世纪后期，11 世纪末的十字军东侵在客观上促进了世界文化交流，为欧洲科学技术发展带来了阳光，从此欧洲从“冬眠”中苏醒过来。11 世纪欧洲新城市的兴起、新经济萌芽的产生动摇了封建统治，为未来科学技术的发展提供了基地和各种有利条件。公元 1088 年，在工商业发达的意大利城市首先出现了欧洲第一所世俗大学——波伦亚大学。学校的开明的气氛有利于科学的探讨和新思想的产生。12 世纪，法国的巴黎大学、英国的牛津大学，13 世纪后，捷克的布拉格大学、奥地利的维也纳大学、英国的剑桥大学、德国的海德堡大学、法国的奥尔良大学等陆续成立。到 14 世纪末，欧洲已有大学 65 所，特别是意大利，到 15 世纪就有大学 20 所，

占全欧大学的 1/4。大学为近代科学兴起培养出一批科学巨匠，如哥白尼、伽里略、哈维、牛顿等。

在意大利思想解放运动推动下，欧洲兴起一场科学革命。1543年，哥白尼与 A·维萨留斯同年发表解决“天、地”问题的《天体运行论》和解决“人”的问题的《人体结构》，彻底推翻了古希腊罗马的“地球中心说”和“肝为血液循环中心说”。这是一场以科学实验的方法为指导的自然观战胜旧的自然观和方法论的革命，最后取得战胜宗教迷信的胜利。从此以后，科学实验运动光照世界，开拓了科学革命的新纪元。之后，科学实验的代表人物伽里略的自由落体运动实验的成功和通过自制望远镜对木星、土星和金星的盈亏及太阳黑子等天文现象的发现，标志着人类进入前所未有的科学实验时代。到 16 世纪末叶，相当于我国的元、明两代，世界科学技术中心由东方转移到以意大利为中心的欧洲。

三、世界科技中心从意大利转移至英国

16 世纪以后，欧洲的经济、政治、文化等发生了很大的变化。由于新航线的开通，意大利外贸经济急剧下降，又由于战争的破坏，意大利的国土四分五裂，导致意大利失去了科学技术中心继续存在和发展的条件。

17 世纪初期，随着资本主义经济的蓬勃发展，英国国内的阶级关系发生了新的变动。资产阶级国家政权的建立，和平统一的社会环境，为英国科学技术的掘起创造了必要的社会条件。为了近代科学技术的掘起，采取奖励科技发展的政策，引进技术、广招人才、兴办教育、建立学会、注重发明、奖励发明、加速科技发展。出现了许多卓越的科学家、发明家，如牛顿、哈雷、胡克、波义耳、瓦特等，他们都取得了以其名字命名的定律或成果。牛顿是英国也是世界近代科技史上的集大成者，提出了力学

三定律和万有引力定律，被选为英国皇家学会会长，被安妮女王封为爵士。瓦特是近代技术发明中最有影响的人物，他改进发明的蒸汽机，成了近代第一次技术革命的标志。为了纪念他，1832年在格拉斯哥市乔治广场建立了他的铜像。

英国科技发展政策的实施，极大促进了英国科学技术的飞跃发展，使英国从1650年到18世纪中叶，科学技术一直保持领先水平，成为世界科学技术的中心。

四、世界科技中心由英国转至德国

1830年，英国产业革命达到高潮的时期，德国还是个落后的农业国。德国不甘心落后，吸取英国科技起飞的经验教训，采取了一系列措施，来发展科学技术。有计划地办学，重视科学与工业的结合，有选择地引进，建立自己的生产体系和管理体制，最大限度地发挥科学技术的效能，有目的地开展科学研究。有机化学是德国科学家们最伟大的贡献。科学研究走在生产前面，科研与生产的紧密结合，是德国科学技术发展中的一大特点。利用有利于自己的国际环境，依靠自己几十年的努力，走出了一条迎头赶上英国的道路。当时英国忙于产业革命，法国忙于政治革命，德国却开始了哲学革命，毅然举起思想革命大旗。德国出现了一批哲学家、思想家、科学家，如提出对立统一理论的谢林，提出辩证法的黑格尔，阐明道德与宗教关系的费尔巴哈，革命导师马克思和恩格斯。德国的哲学革命给德国科学革命开辟了道路，奠定了思想基础。德国出现了科学革命高潮，涌现出一批世界著名科学家。19世纪末，世界科技中心由英国转到德国。

五、世界科技中心由德国转至美国

美国独立战争以后，又经过南北战争，为资本主义发展扫清了障碍。美国利用欧洲的科学技术发展壮大自己，学会“站在巨

人的肩膀上”发展自己的科学技术。从1807年就广泛地引进与利用了欧洲的纺织机、蒸汽机、内燃机、发电机、汽车、炼钢法等先进技术和设备。美国技术引进的速度之快令人吃惊，它建成第一条铁路只比英国晚五年，生产奥托内燃机只比德国晚一年，引进技术使美国工业革命走上了捷径。通过利用外资，进一步加速了技术引进的步伐。美国人在利用欧洲人科技成果的基础上，发明了电报、电话、电灯、飞机等新技术，进一步促进了生产发展。发达起来的美国经济，为科学技术的起飞奠定了物质基础。

1876年美国贝尔发明了电话，之后三年电话遍及纽约全城。1885年，电话在欧洲普及。1927年，美国电话台数占全世界总台数的61%。1879年，爱迪生发明电灯，与电机发明和电话发明一起照亮了人类实现电气化的道路。1906年，美国人发明了无线电关键部件真空三极管。1910年，美国建成第一个无线电广播电台，收音机开始进入家庭。1929年，美国人发明彩色电视。无线电技术起源于欧洲，但发展成工业则在美国。重核裂变、轻核聚变的发现，揭开了开发利用原子能技术的序幕。1945年7月16日美国试验成功了第一颗原子弹。

电子计算机是世纪最重大的技术成果之一。1884年美国人设计制造了一种用于人口统计数据处理的机电制表机，其原理为以后穿孔式计算机的研究打下了基础。美国宾夕法尼亚大学莫尔学院30多岁的莫奇勒博士提出了研制电子计算机的设想和方案，以其担任总设计师而以24岁的埃克特任总工程师的研制组，经过共同努力，于1945年底，成功研制出世界公认的第一台计算机。

在20世纪30年代以前，美国科学技术水平虽然落后于欧洲，如1901-1930年获自然科学诺贝尔奖的人数，德国有28人，美国仅有5人。到19世纪末，美国大学生数量已超过欧洲教育最发达的德国。到1930年，美国工业实验室达到1650个，

科技人员增加到 34 000 人，政府科研经费达到 7 000 万美元。在第二次世界大战爆发前，美国的科学技术赶上了欧洲先进国家。从诺贝尔自然科学奖的人数来看，1931 - 1940 年，美国占 26%，高于英国和法国，仅比德国少 1 人；1941 - 1978 年，美国占 50% 左右，超过了英、法、德三国的总和。由此可见，在 20 世纪 30 年代，美国科学技术起飞的条件基本成熟。从第二次世界大战起，美国科技超过德国而跃居世界前列。同年，美国人使激光技术得到应用，迎来“激光通讯时代”。1960 年，美国第一颗气象卫星的成功发射和美国阿波罗登月计划的制定，标志着人类进入了空间技术时代。到此为止，美国名副其实地成为世界科技中心。

第三节 技术革命与生产力发展

一、农业技术革命与世界首次生产力发展高峰

中国古代的科学技术经过奴隶社会的知识积累和春秋战国时期的奠基，到秦汉时期形成了较为系统的理论，经过三国、两晋、南北朝和隋唐的不断充实提高，到宋元时代发展到高峰。

由于中国以农业为中心的科学技术取得世界领先地位，即秦汉时代就进入农业经济发达的社会，成为封建大帝帝国。

春秋战国时期发生了铁器革命，中国从铜器时代过渡到了铁器时代。在农耕方面，牛和铁犁破坏了井田，开垦出大片新土地，同时产生了一批批新地主和农民，消灭了井田上成批耕作的农奴，引起了一场社会经济变革。汉代时，铁工具得到了普及，农具得到了改进，新式镰、耙、锄、犁出现，全国推广牛耕。北魏贾思勰的《齐民要术》是中国农学中继往开来的著作，也是中国现存最古老而又完整的农书。全书包括农、林、牧、副、渔各