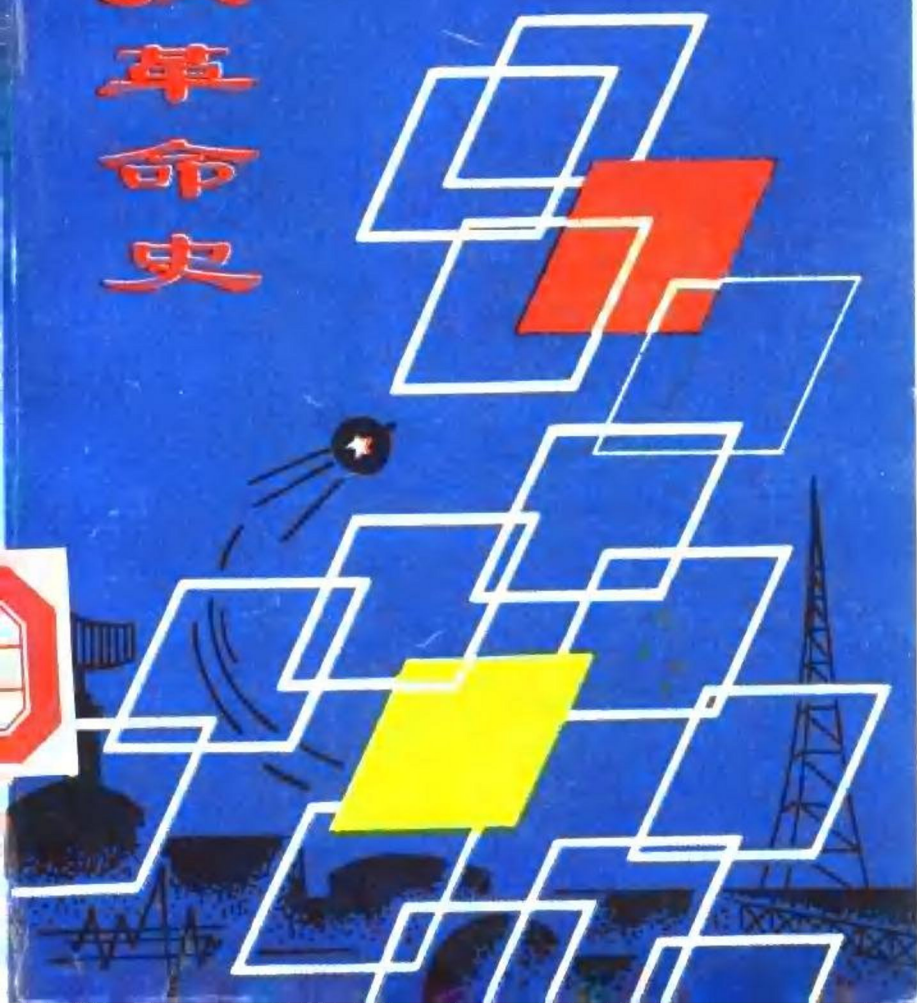


现代科技革命史

刘新启 编著
重庆大学出版社



现代科技革命史

刘新启 编著

重庆大学出版社

内 容 提 要

把握信息时代的脉搏,迎接现代科技革命的挑战,本书对现代科技革命史作了系统地探索研究。书中详细阐述了以物理学、生物学、天文学、地学为重点的现代科学革命史,以电子计算机和微电子信息技术、新能源技术、空间技术、超导光纤激光技术、自动化技术、新材料技术、生物工程、海洋工程、军工技术为重点的现代技术革命史,并精要地论述了系统综合科学技术革命史。

本书信息量大,史料详实,观点新颖,笔法流畅,是一部难得的现代科技史文献

现代科技革命史

刘新启 编著

责任编辑 吴达周

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

中国人民解放军重庆通信学院印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/32 印张:16.75 字数:376 千

1994年2月第1版 1994年2月第1次印刷

印数:1-2000

ISBN 7-5624-0887-4/N·3 定价:8.50元

(川)新登字 020 号

目 录

导论——现代科技革命的兴起·····	1
第一章 现代科学革命的导火线 ·····	16
第一节 “以太漂移”实验 ·····	16
第二节 电子的发现 ·····	18
第三节 X射线的发现 ·····	20
第四节 放射性的发现 ·····	21
第五节 “紫外灾难” ·····	25
第二章 现代物理学革命 ·····	27
第一节 量子论 ·····	27
第二节 相对论 ·····	42
第三节 原子模型和原子核物理学 ·····	62
第四节 重核裂变 ·····	72
第五节 基本粒子物理学 ·····	79
第六节 固体物理学 ·····	93
第七节 半导体理论·····	102
第八节 超导物理学·····	109
第三章 现代生物学革命·····	121
第一节 基因论·····	121
第二节 DNA和分子生物学 ·····	129
第三节 现代生物学争论·····	147

第四章 现代天文学和地学革命	156
第一节 现代天文观测和恒星研究	156
第二节 现代宇宙学	164
第三节 现代地球结构学说	170
第四节 地球的形成和演化学说	176
第五节 大地构造学说和成矿学说	179
第五章 电子计算机和微电子信息技术	189
第一节 电子计算机技术	189
第二节 半导体和集成电路技术	204
第三节 微电子技术和产业	213
第四节 电子通信技术	220
第五节 影视音像技术	226
第六节 遥感技术	234
第六章 自动化技术	237
第一节 计算机集成制造技术	237
第二节 企事业和家庭自动化技术	240
第三节 人工智能	245
第四节 机器人	249
第七章 激光、光纤、超导技术	256
第一节 激光技术	256
第二节 光纤通信技术	265
第三节 超导技术	271

第八章 新能源技术	278
第一节 核电站的兴建.....	279
第二节 可控热核反应研究.....	286
第三节 太阳能开发.....	287
第四节 地热能开发.....	295
第五节 传统能源技术的现代化.....	296
第九章 新材料技术	304
第一节 新材料技术的历史地位.....	304
第二节 合成材料技术.....	308
第三节 现代金属材料技术.....	315
第四节 新型复合材料和特殊材料技术.....	322
第五节 现代材料技术的发展趋势.....	326
第十章 生物工程	333
第一节 生物工程和基因工程.....	333
第二节 遗传工程.....	336
第三节 细胞工程.....	342
第四节 酶工程.....	345
第五节 发酵工程.....	346
第六节 仿生技术.....	348
第七节 生物工程的美好前景.....	350
第十一章 空间技术	355
第一节 火箭技术.....	356
第二节 人造地球卫星.....	359
第三节 阿波罗计划.....	365

第四节	实用卫星.....	369
第五节	空间探测.....	375
第六节	航天飞机和空间站.....	380
第七节	宇宙工业.....	385
第十二章	海洋工程.....	387
第一节	海洋工程的战略地位.....	388
第二节	海洋工程的巨大成就.....	391
第三节	海洋工程的发展趋势.....	401
第十三章	现代军工技术革命.....	407
第一节	原子弹.....	408
第二节	氢弹.....	418
第三节	中子弹和定向能武器.....	422
第四节	核武器投掷发射系统.....	425
第五节	现代防御系统和“星球大战”计划.....	431
第六节	当代常规武器.....	436
第十四章	系统综合科学技术.....	442
第一节	系统论及其发展.....	443
第二节	信息论.....	454
第三节	控制论.....	463
第四节	系统工程.....	470
附 录		475
一、现代科技革命大事件		475
二、人名索引		509
参考文献		523

导 论

——现代科技革命的兴起

一场震撼人类和地球的现代科技革命,正在世界范围猛烈地开展着,它与人类的生产实践、社会实践相结合,创造出空前伟大的生产力,极大地促进了现代社会变革和人类思想解放,迅速而深刻地改变着人类和地球的面貌。两千多年前阿基米德说:“给我一个可靠的支点,我就能把地球挪动。”现代科技革命创造了伟大的科技支点——以现代物理学和微电子技术为中心的现代科学技术群,极大地帮助人类更有效地改造和美化地球,冲出外空间,打进基本粒子,探索大脑秘密,开发无尽宝藏,重新装点人类文明的摇篮,开创无限美好的新时代。

现代科技革命引起世界的极大关注,它提出一系列富有挑战性的重大问题,成为当代各国发展和竞争的一个焦点。为了更好地贯彻党的基本路线,建设有中国特色的社会主义,振兴中华,造福人类,有必要对现代科技革命的历史发展及其相关的基本理论和实践问题,进行认真研究。

一、现代科技革命的特征

现代科技革命是以现代物理学、分子生物学、系统科学和微电子信息技术、空间技术、新能源技术为主干的新兴科学技术群和产业群的革命,具有下列特征:

1. 综合化

现代科技革命的空间发展特征是高度分化基础上的高度综合,主要趋势是高度综合化。

所谓高度分化,是指本世纪科技分化速度空前,门类分支层出不穷。现代自然科学技术已达 2400 门以上,其中基础科学的主要专业已达 538 个;现代新技术在工、农、医、服务、信息、管理、环境等领域奇迹般地大量涌现,门类分支之多已难于精确统计。

所谓高度综合,是指本世纪科技综合速度空前、规模空前,综合趋势比分化趋势更为强烈,主要表现在三个方面:其一是现代科学技术大系统的综合性发展,如以物理学为核心的现代科学群的综合发展,以电子计算机和微电子技术为核心的现代新技术群的综合发展。其二是在现代科技综合发展中涌现出大量的新兴科学技术,并加速了传统科技的改造更新,如分子生物学、阿波罗计划、机器人、高产水稻等。其三是系统科学和系统工程的兴起,体现了现代科技综合的革命性进展。

2. 高速化

现代科技革命的时间发展特征是不平衡发展中的高速化。

时间上的不平衡发展,是指科学技术的革命、各学科的革命都有先有后,后浪推前浪,浪间有交叉,形成波浪式发展。本世纪初出现物理学革命高潮,50—80 年代出现新技术革命高潮,形成现代科技革命波浪式发展大格局;各学科的革命也有类似的波浪格局。

高速化是指现代科技革命和产业化的速度远远高于过去,在波峰波谷时期都是如此。据统计:现代科学文献每年有

400 万篇,年增 7—8%;科学出版物大约 10 年增长 1 倍,80 年代提高到 6—7 年增长 1 倍。科学发展的这种加速趋势,可表述为指数公式 $W = ae^{\beta T}$;目前出现饱和增长现象,反映出科学增长的周期性。科技产业化的过程在加速,一种发明到它应用成熟的平均时间,1885—1919 年间为 30 年,1920—1944 年间为 16 年,1945—1964 年间为 9 年。科技文献的平均寿命在缩短,60 年代为 7 年,70 年代为 5 年,80 年代为 3—5 年。科技知识量在急增,70 年代每 5 年增长 1 倍,80 年代每 3 年增长 1 倍,人们惊呼“知识爆炸”。

3. 信息化

现代科技革命的内涵发展特征是信息化,这有三层含义:一是微电子信息技术取得划时代成就,成了现代科技革命的核心内容,带动现代科技和产业突飞猛进;二是信息革命的实质在于解放人类智力劳动,促进人类劳动智能化;三是信息革命创造了信息时代和人类信息文明,具有鲜明的时代特征。集成电路发明后,微电子信息技术创造了人间奇迹。在 1cm^2 硅片上,1959 年可做出一个门电路,1970 年达 1000 个门,90 年代会超过 10 亿个门。集成电路的硬件基础和高级软件相结合,成了新时代人类认识世界和改造世界的伟大武器。同时,微电子信息技术和现代数学结下不解之缘,数学化已成为信息化的基本因素。

4. 一体化

现代科技革命的结构特征是一体化,这与科技革命的综合化特征的发展趋势存在着内在的统一性,但在科技革命的内涵方面又有明显区别。所谓一体化,主要表现在下列几点,一是现代科学革命的技术化,必须运用现代技术手段才能实现,如高能物理学离开高能粒子加速器就没有存在的基础。二

是现代技术革命的科学化,即现代重大技术革命都是先从现代尖端科学的研究应用开始的,而且现代技术的开发成熟的每一步都紧紧依靠现代科学,微电子技术的发展就鲜明地体现出这一特征。三是现代科学技术的群体化,只有发挥新老科技的整体综合优势,形成现代科技优化群体,才能实现现代的关键性科技突破。如阿波罗计划等的突破,多是科技密集、尖端突破、人才荟萃、带动全局的科技前沿的突击兵团。四是现代科学技术革命的系统化。这是综合化、群体化向整体化发展的必然结果,形成各部分、各要素按一定结构组成的具有新功能的有机新科技系统,如机器人和无人工厂等。

5. 社会化

现代科技革命的劳动组织特征是高度社会化,这表现在下列几方面:一是现代科技活动全盘社会化。19世纪以前的科技活动以个体劳动为主,虽有小组、学会和国家进行参与,但这是处于非主导地位。19世纪末爱迪生公司开创了科技劳动社会化的先河,20世纪的科技活动改变了过去以个体劳动为主的局面,社会科技集团、国家科技集团成了科技劳动的主要形式。二是现代科技流动的国家化在迅速加强,许多重大科技项目只有国家组织承担才能取得成功,如中国的三峡工程,美国的“星球大战计划”等。三是现代科技活动的国际化,重大科技活动需要多国联合才能顺利进行,如欧洲尤里卡计划、地球资源综合调查等,这种科技活动正向世界性的大合作发展。四是形成大规模社会化、国际化的大科学建制,实现高度社会化的人力、物力、财力、科技力量的系统优化,并与人类、社会、经济、自然协调发展。

6. 高效化

现代科技革命的社会功能和生态功能特征是高效化。这

主要表现在：一是科技充分发挥“第一生产力”功能，在现代全自动化生产中，脑、体劳动之比变为 9:1，在现代生产力中，科技、信息、管理、教育等“软件”部分占 60%；60—80 年代在发达国家的经济增长中，科技贡献的比重占 60—80%，有的部门几乎占 100%，在发展中国家的这个比重也在提高。二是现代科技革命引起社会的深刻变革，改变着世界的产业结构和就业结构，第三产业和白领工人占有最大份额。1982 年，第三产业美国占 65.8%，日本占 53.8%；白领工人美国占 67.8%，日本占 55.2%。它引起本世纪各类型国家的经济结构、政治制度、体制政策的深刻变革，改变了科技、教育、文化事业的面貌，改变了人类生活方式和思想观念。三是现代科技革命创造了竞争力最强的高新科技产业群，以微电子产业最为突出，迅速发展成当代最大产业，独领信息时代的风骚。四是现代科技革命使科技力量成为当代各国综合国力竞争的基本内容和竞争的焦点，经济、政治、军事、文化的竞争，在很大程度上依赖于科技能力的竞争。五是现代科技革命发挥出伟大的生态功能，大大提高了人类改造自然、创造人工自然的能力，改变了人类的生态环境和生活条件，创造着新时代的人类文明，重新装点 and 美化地球与近地天区，甚至成了地球演化的一个重要的地质因素。

二、现代科技革命的历史渊源

现代科技革命的远期历史背景是古代希腊和古代中国的科技发展的伟大成就，直接历史渊源是近代、尤其是 19 世纪科技发展的伟大成就和必然结果。

近代科技发展是和西方资本主义的兴起与发展同步进行的，这里按照历史的顺序，分述近代的科学发展和技术发展。

1. 近代科学发展的三阶段

第一阶段,近代科学的诞生。15、16 世纪,欧洲出现航海探险热潮,绕过好望角,横渡印度洋,横渡大西洋,发现新大陆,横渡太平洋,完成环球探险,人们的眼界大开。14—16 世纪,欧洲出现“文艺复兴运动”,16 世纪德国兴起“宗教改革运动”,提倡学术自由,冲击了宗教神学,促进了科学的解放。文艺复兴时期的杰出艺术家和科学技术家达·芬奇自称“实验的信徒”,为实验科学摇旗呐喊。

近代科学的开创者哥白尼摒弃摘引《圣经》章句的错误作法,在大量的观测、计算、推理的基础上,于 1543 年发表科学巨著《天体运行论》,推翻地球中心说,创立科学的地球绕太阳运转的太阳中心说,是近代自然科学的独立宣言。1584 年,布鲁诺进一步指出,无限宇宙中存在着无数多个太阳系。1543 年,维萨留斯发表《人体的构造》,奠定了人体解剖学和生理学基础。

第二阶段,近代科学体系的建立。17、18 世纪,以牛顿为主帅,以拉瓦锡为后期代表,建立了近代科学体系。培根为发展实验科学提供了理论武器。

17 世纪初,开普勒发现行星运动三定律。伽利略建立落体定律、惯性定律,通过观察实验和理论研究,证明力学定律同样适用于地面和天体。

牛顿集科学之大成,综合力学、天文学、数学的新成就,发挥卓越的聪明才智,于 1687 年发表近代科学巨著《自然哲学的数学原理》,建立了经典力学体系——包括牛顿三定律和万有引力定律。牛顿还建立分光原理,发现牛顿环,创立二项式定理,同莱布尼茨分别独立创立微积分,把科学从哥白尼时代推进到牛顿时代。

1661年,波义耳依据科学实验提出元素概念,确立了化学这门科学。后经100年的燃素说的曲折,1777年,拉瓦锡发表《燃烧概论》,推翻燃素说,创立氧化说,奠定了科学的化学理论。

第三阶段,19世纪革命科学群的形成。19世纪号称“科学世纪”,出现科学的全面性革命,天文学、地质学、化学、物理学、生物学、数学、医学大发展,形成以化学、物理学、生物学为主干的革命科学群。

与蒸汽革命相呼应,18世纪后半叶出现纳尔纳地质水成论,赫顿地质火成论,康德-拉普拉斯星云说。19世纪初,出现居维叶地质灾变论,赖尔地质渐变论。道尔顿提出科学的原子论,阿佛加德罗提出原子-分子论,维勒用人工合成有机物尿素,创立有机化学。这样,就拉开了19世纪科学革命的帷幕。在相继出现元素“三素组”、“螺旋图”、“六元素表”、“八音律”的基础上,1869年罗·迈耶尔和门捷列夫发现元素周期律,实现化学的革命。

1838—1839年,施莱登、施旺创立生物的细胞学说。1855年,微尔和创立细胞学说。1856年,巴斯德创立微生物学。1881年,柯赫创立细菌学说。1856—1859年,达尔文和华莱士创立生物进化论。接着,赫胥黎、达尔文提出人类起源学说,摩尔根发表古人类学说。1865年,孟德尔发现遗传三定律。80年代,弗莱明发现染色体,接着,魏斯曼提出遗传种质学说。这一系列新成就实现了生物学革命。

1842—1853年,经过迈尔、焦耳、格罗夫、赫尔姆霍兹、威·汤姆逊等人的努力,创立了能量守恒定律(热力学第一定律);在卡诺循环的基础上,1850年和1851年,克劳修斯和威·汤姆逊创立热力学第二定律;接着,克劳修斯、麦克斯韦、玻

尔兹曼建立热分子运动论。1820 年,奥斯特发现电流的磁效应。1831 年,法拉第发现磁的电效应,建立电磁感应定律。1862 年,麦克斯韦建立电磁方程,并预言光波就是电磁波,1888 年,赫兹实验证明电磁波的存在。以上热力学和电磁学的新成就,构成了物理学革命。

以上成果为 20 世纪科技革命打下雄厚的科学基础。

2. 近代技术发展的三阶段

第一阶段是 15 世纪到 18 世纪中期的手工技术革新,基本跨越了近代科学革命的前两阶段。文艺复兴时期,欧洲人发展了中国的造纸、火药、指南针、印刷术,广泛用于生产、科研、航海、商业、军事实践,并在发明铅字印刷术、制造钟表、改进风车等方面大胆创新。“万能天才”达·芬奇在设计和研制抽水机、水泵、压延机、小型车床、纺纱机、织布机、齿轮、大翼飞行器、火炮、战车、蒸汽炮等等方面作出重大贡献。17、18 世纪,詹森发明显微镜、詹森、利佩希发明望远镜,牛顿研制反射望远镜,华伦海特、摄尔修斯创制温度计,盖利克制作抽气机,有力地配合了科研工作。1690 年帕品制造出活塞式蒸汽机,1698 年塞维利制造出“矿山之友”抽水蒸汽机,1712 年纽可门制造出改进型纽可门蒸汽机,1766 年波尔索诺夫制造出双活塞蒸汽机,为即将到来的蒸汽革命打下了技术基础。

第二阶段是 18 世纪后期到 19 世纪中期的蒸汽革命。这是近代第一次技术革命和产业革命,是人类从一万年的农业、手工业时代到机器大工业时代的转折时期。这一革命是从工作机的革命开始的。1733 年开伊发明飞梭,1764 年哈格里沃斯发明珍妮纺纱机,使原来的畜力、水力不够用了,急需创造一种强大、方便、廉价、持久的动力机,于是新时代的实用蒸汽机应运而生,瓦特成了蒸汽革命的主帅。瓦特继承前代蒸汽机的成果,

运用威尔金森镗床技术和希莱克潜热理论,发挥高超的创造才能,创造外加冷凝器技术,改造纽可门蒸汽机,于1768年创制第一台瓦特蒸汽机。1769年取得专利,名曰“在火力机中减少燃料和蒸汽的消耗的新方法”。这部实用蒸汽机的发明,标志着人类跨进蒸汽时代。与此同时和稍后发明的水力纺纱机、水力织布机,很快就改用蒸汽动力。1795年莫兹利发明移动刀架车床,开创了近代机械制造业。1787年菲奇制成载容汽蒸船,1802年赛明顿制成载货蒸汽船,1803—1807年,富尔制出性能更好的蒸汽轮船,在世界推广应用成功。1800年垂维西克制成客货蒸汽机车,接着,1814年斯蒂芬森创制性能更好的实用蒸汽机车,1822—1825年建成铁路,这就是火车、铁路的发明创建。1740年亨次曼发明坩埚炼钢法,1750年达比发明焦炭炼铁法,1783年考特发明反射炉炼钢法,1788年又发明蒸汽轧钢机,打下蒸汽革命时代的材料技术基础。

第三阶段是19世纪后半叶到20世纪初的电气革命,形成电力、电机、内燃机、炼钢化工、电信革命技术群。这一革命,主要走的是从科学原理到新技术发明应用的道路。奥斯特、法拉第的电学研究成功后,科学技术家积极投入电机研制工作。1854年赫·维尔纳获得自激式电机专利,1866年西门子制出实用直流发电机,1882年爱迪生建成直流发电厂,供应电灯照明。1856年西门子创制交流发电机,1878年亚布洛契可夫完成交流供电技术,1889年多里沃-多布罗沃尔斯基发明三相异步电动机,交流电机取得优势。1875年法国建成住户式电站,1885年英国建成单相交流电站,1891年多里沃-多布罗沃尔斯基建成三相水力电站。1882年德普勒的远距高压直流输电成功,1895年威斯汀豪斯的交流输电系统成功,电气革命在全世界开展。与此同时,内燃机技术革命也取得成功,1860年里诺

制成二冲程煤气机,1862年罗沙斯提出四冲程原理,1876年奥托研制成四冲程活塞式内燃机,1883年戴姆勒制成汽油内燃机,1892年狄塞尔制成柴油机。1885年本茨制造出汽车,1891年戴姆勒制造出载重汽车,从此汽车驰骋世界。

炼钢革命开始于40年代凯利的炼钢炉,但当时技术保密。1857年贝塞麦发明转炉炼钢法,与凯利方法的原理相同,1862年克虏伯建成转炉钢厂。1856年西门子发明平炉炼钢法。1880-1902年西门子、斯特诺沙、希洛等人创造电炉炼钢法。

在化工革命中,创造出制硫酸的硝化法、接触法,制碱的索尔维法。1856年帕金合成苯胺紫,1858年霍夫曼合成苯胺蓝,1863年凯库勒发现苯环结构后,技术家相继合成茜素、靛蓝、水杨酸、香料、糖精、炸药。诺贝尔在研制安全炸药中作出重大贡献。

电讯技术也有重大突破,斯泰因海尔、威茨通、莫尔斯发明电报和电码。1861年累斯发明有线电话,1876年贝尔、毕生制成实用电话机,1878年休斯发明麦克风,1896年和1897年,波波夫和马可尼分别研制出无线电报机,为20世纪的信息革命提供了早期技术基点。

以上成果把人类从蒸汽时代推进到电气时代,为20世纪科技革命打下雄厚的技术基础。

三、现代科技革命的结构和历史分期

1. 现代科技革命的结构

从科学技术自身的内涵和外延来考察,现代科技革命的结构,可以大体表述为动态立体网络式的系统层次结构。整个现代科技革命,在社会变革和自然变革的基地上,形成相对独立的科技革命的大系统层次结构,如下图: