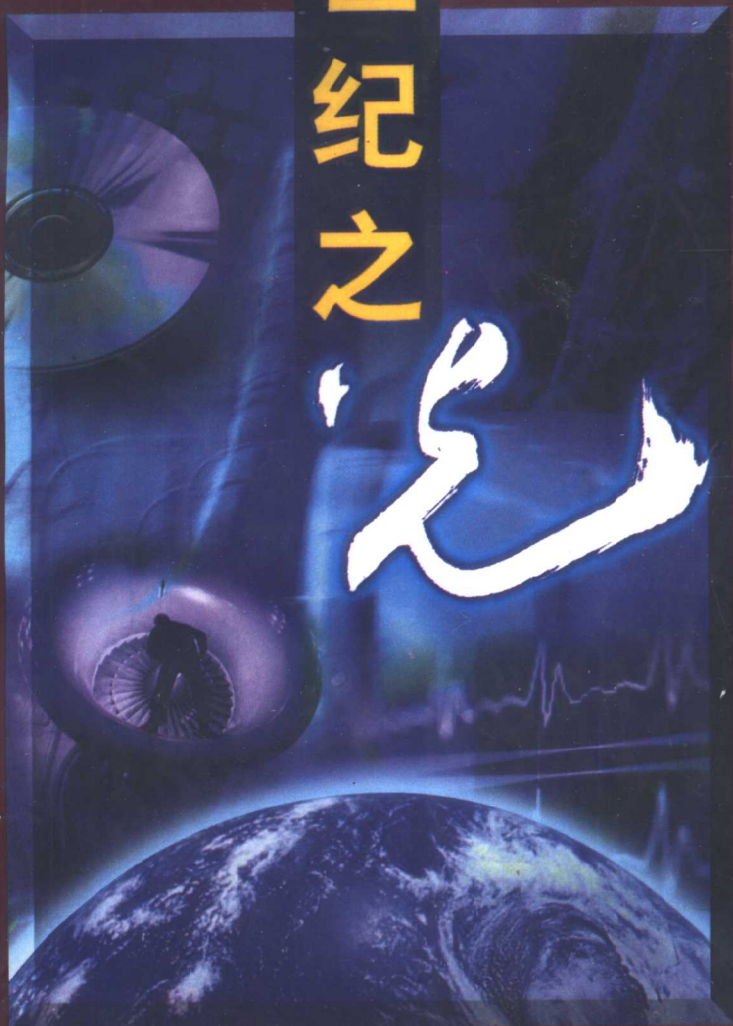


世纪之

足



20世纪世界科学技术的主要成就

钱存端 丁勋民 编著

京 华 出 版 社

世纪之光

——20 世纪世界科学技术的主要成就

钱存端 编著
丁勋民

京华出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

世纪之光: 20 世纪世界科学技术的主要成就/钱存端, 丁勋民编著. —北京: 京华出版社, 1997. 12

ISBN 7-80600-258-8

I. 世… I. ①钱… ②丁… II. 科技成果-世界 IV. N11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 25792 号

世纪之光

丁勋民 钱存端

责任编辑: 纪双鼎 责任校对: 孙岳奇

技术编辑: 凌敏 封面设计: 常青

京华出版社出版

(100011 北京市安外青年湖西里甲 1 号)

宏远兴旺印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

850×1168 毫米 32 开 12.625 印张 305 千字

1998 年 2 月第 1 版 1998 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1-5000 定价: 20.00 元

前 言

21 世纪的钟声很快就要敲响。历史要求我们必须对 20 世纪进行总结。我们科技工作者责无旁贷，必须肩负起总结 20 世纪科学技术成就及其发展规律的历史责任。

20 世纪是辉煌的世纪，科学技术成果超过了这之前我们人类 200 万年科技成果的总和；20 世纪是伟大的世纪，科学技术改变了整个世界的图景，影响到我们生活的各个方面；20 世纪是英雄的世纪，产生了无数科学家、工程师，他们为 20 世纪的科学技术做出了巨大贡献；20 世纪也是无情的世纪，人们发现科学技术不仅会给我们带来财富、健康和繁荣，同时也能毁灭人类社会，我们必须审慎地评判科学技术的社会功能。

20 世纪科学技术的成就汗牛充栋，非一本、几十本、几百本书所能穷尽其功。本书选择科学技术的 20 个代表学科，介绍 20 世纪各学科的发展历程，特别勾画出一些重大成就的来龙去脉，让读者对 20 世纪世界科学技术的主要成就和发展面貌有一个总体的认识和把握。

研究整个 20 世纪的科学技术，目前我国尚无专论。本书作者从事高校现代科学技术教学研究工作多年，深感有必要总结 20 世纪的科学技术成就，研究其发展规律，以洞悉其未来发展趋势，俾能为广大科技工作者的实践，为政府部门制定发展科学技术的规划和政策，提供些参考和借鉴；为广大科技爱好者、大中学生和各级干部拓宽知识面，为提高全民族的科学文化素质尽点微薄之力，则愿已足矣。

本书的引论、第四、五、六、七、九、十、十三、十五、十六、十七、十八、十九、二十章由钱存端编写，第一、二、三、八、十一、十二、十四章由丁勋民编写。我们现在只做了些开拓性的工作，我们期望随着本书的推出，有更多的关于 20 世纪科学技术的研究佳作面世。我们感谢京华出版社及时将我们的书稿公开出版。限于我们的水平，书中不足之处，欢迎读者批评。

向全世界所有为 20 世纪科学技术做出贡献的科学家表示崇高的敬意！他们才是这本书的真正作者。

钱存端 丁勋民

1997 年 6 月

目 录

引 论	(1)
第一章 物理学的革命	(10)
第一节 相对论	(10)
第二节 量子力学	(18)
第三节 粒子物理学	(22)
第四节 凝聚态物理学	(38)
第二章 天文学的发现	(45)
第一节 天文观测与射电天文学	(45)
第二节 天体演化的现代理论	(47)
第三节 现代宇宙学	(52)
第三章 地学的进展	(56)
第一节 大陆漂移说	(56)
第二节 海底扩张说	(60)
第三节 板块学说	(68)
第四章 化学的深入	(72)
第一节 无机化学的发展	(73)
第二节 现代有机化学和高分子化学	(76)
第三节 结构化学和量子化学	(80)
第四节 络合物化学和结晶化学	(82)
第五章 数学的开拓	(85)
第一节 关于数学基础的争论	(86)
第二节 抽象代数学和解析数论	(89)
第三节 拓扑学和泛函分析	(92)
第四节 运筹学	(95)

第五节 数学的新学说	(98)
第六章 生物学的突破	(105)
第一节 现代遗传学	(105)
第二节 分子生物学	(109)
第三节 细胞生物学	(119)
第七章 生物工程的诞生	(124)
第一节 生物工程的由来	(124)
第二节 生物工程的成就	(126)
第三节 生物工程的前景	(133)
第八章 激光技术的创立	(138)
第一节 激光及其特性	(138)
第二节 激光的应用	(143)
第九章 信息科学技术的崛起	(150)
第一节 电子技术	(150)
第二节 通信技术	(154)
第三节 电子计算机	(161)
• 第四节 自动化技术	(168)
第十章 材料科学技术的扩展	(175)
第一节 金属材料	(176)
第二节 高分子合成材料	(186)
第三节 无机非金属材料	(191)
第四节 超导材料	(197)
第十一章 能源科学技术的开发	(202)
第一节 常规能源的开发	(202)
第二节 原子核能的开发	(206)
第三节 其他能源的开发	(211)
第十二章 空间科学技术的拓展	(216)
第一节 现代火箭技术	(216)

第二节	人造地球卫星·····	(220)
第三节	载人宇宙飞行和行星探测·····	(224)
第十三章	海洋科学技术的建立·····	(228)
第一节	海洋资源·····	(228)
第二节	海洋科学·····	(231)
第三节	海洋开发技术·····	(236)
第十四章	交通运输技术的进步·····	(244)
第一节	铁路运输·····	(244)
第二节	公路运输·····	(249)
第三节	水上运输·····	(252)
第四节	航空运输·····	(255)
第五节	管道运输·····	(258)
第十五章	农业科学技术的新貌·····	(260)
第一节	种植业科学技术·····	(261)
第二节	林业科学技术·····	(271)
第三节	畜牧业科学技术·····	(273)
第四节	渔业科学技术·····	(276)
第十六章	环境科学技术的兴起·····	(280)
第一节	环境问题·····	(280)
第二节	环境科学·····	(287)
第三节	环境保护技术·····	(292)
第十七章	军事科学技术的飞跃·····	(297)
第一节	第一次世界大战·····	(297)
第二节	第二次世界大战·····	(301)
第三节	海湾战争·····	(307)
第十八章	医学技术的研究·····	(331)
第一节	基础医学·····	(331)
第二节	临床医学和应用医学·····	(334)

第三节	药理学	(342)
第四节	医疗诊断技术	(344)
第十九章	系统科学的形成	(349)
第一节	信息论	(349)
第二节	系统论	(353)
第三节	控制论	(358)
第四节	自组织理论	(363)
第二十章	管理科学的发展	(368)
第一节	科学管理理论	(368)
第二节	行为科学理论	(379)
第三节	综合管理理论	(388)
主要参考书目		(394)

引 论

20 世纪的科学技术发展迅猛，成就辉煌。科学技术发生了深刻而广泛的革命，直接影响到经济和社会的各个方面，使工农业生产、交通运输、通讯、军事、医疗卫生、文化艺术以及科学教育等方面发生了根本的变化。“科学技术是第一生产力”，科学技术水平已成为衡量社会文明的重要标志。

20 世纪的科学技术是在 19 世纪科学技术的基础上发展起来的。为了对 20 世纪科学技术发展的历史背景有一个比较清晰的了解，让我们简要地回顾一下 19 世纪科学技术的发展历程。

一、19 世纪科学技术发展的历史回顾

在文化史上，19 世纪被称为“科学世纪”，主要表现在：开始出现科学对生产的指导作用，引起了第二次技术革命；许多科学部门开始从经验的描述上升到理论的概括，在各个主要科学领域中相继出现了有根本意义的发现，科学思想、科学精神和科学方法深入人心。

19 世纪科学发展的主要特点是：（1）继物理学、天文学和化学之后，许多科学部门（如地学和生物学）也开始从经验的描述上升到理论的概括，逐渐形成统一的整体。（2）新学科纷纷成立（如热力学、电磁学、物理化学、地质学、生理学、胚胎学等），各门科学之间的间隙逐渐得到填补。（3）由于化学原子—分子理论和地壳变化理论的建立，特别是由于出现了两次生物学的理论综合（细胞理论的建立和进化论的建立），和两

次物理学的理论综合（能量守恒原理的发现和电磁理论的建立），普遍联系和变化、发展的概念逐渐在自然科学中生根。自然界的统一性的认识和辩证自然观开始形成。（1）科学对生产和人类物质生活直接产生巨大的推动作用，并开始出现科学对生产的指导作用。这明显地表现在电磁学的发展带来了电力时代，引起了第二次技术革命；有机化学的发展带来了以煤焦油为原料的染料、药物等化学工业。这表明科学已开始走在生产前面，指导生产，直接转化为生产力。（5）各国科学团体纷纷成立，学术活动和国际学术交流广泛开展，科学思想、科学精神和科学方法深入人心，崇尚理性、相信人类进步的科学精神被公认为19世纪思想最显著的特征。

19世纪各国科学的发展出现了你追我赶、夺魁争雄的热烈场景。作为文艺复兴发祥地的意大利，原是世界近代科学的中心，但自从1632年罗马教皇审讯伽利略后，意大利的科学就一蹶不振，取而代之的是荷兰（1581年）和英国（1649年）。17世纪60年代至18世纪后期，英国是世界科学的中心。但由于英国长期不重视科学的组织管理和教育工作，研究工作凭个人孤立地进行，18世纪70年代后，它的科学领先地位不得不让位给法国。法国以科学院（1666年成立）为中心，密切联系高等学校、博物馆等机构，形成了一个科学组织网，并且重视科学教育和科学普及工作，使科学精神深入影响社会 and 人民生活，甚至文学作品，19世纪30年代，拜比吉等英国科学界有识之士痛感英国科学的落后，励精图治，使英国科学不久又赶上法国，重新居于世界领先地位。60年代以后，德国以其特有的优势后来居上，一跃超过英法两国。德国科学以各大学为据点形成许多中心，在相互竞争中逐渐发展起来。德国科学家传统的特点是：注重学习外国，善于吸取别人的特长；比较有历史眼光和哲学批判精神（受康德哲学的影响较深）；有集体协作精神，注重科

学的发展方向和相互配合；注重人才的培养。从19世纪70年代到20世纪20年代，德国是科学著作最丰富、科学思想最活跃的国家。在19世纪，美国和俄国也都在奋力追赶。美国由于在地理上得天独厚，历史上没有沉重的封建包袱，生产发展迅速，19世纪80年代工业生产超过英国。与此相适应，美国注重应用科学，整个19世纪，美国是技术上创造发明最多的国家。相比之下，美国对理论科学不够重视，直到20世纪30年代才有根本改变。20世纪30年代以后，美国成为世界科学的中心。

近代科学进入19世纪后半叶，出现了两座高峰；这就是达尔文的生物进化论（1859年）和麦克斯韦的电磁理论（1864年）。它们各自揭示了生命现象和物理现象的内在统一性，显示了科学理论的巨大综合力量。这些成就使不少科学家以为科学的发展基本上已经大功告成，特别是在理论比较成熟的物理学领域中，普遍出现了这种情绪。可是历史的发展完全出乎人的意料，当由伽利略、牛顿等人奠定基础的古典物理学到达顶峰的时候，伴随而来的却是无法克服的危机。这就为20世纪的科学技术革命准备了历史条件。

19世纪技术上的最大成就是电能的开发和广泛应用，电信和电工技术的兴起。继蒸汽时代之后，开创了电力时代，出现了第二次技术革命。电在生产上的应用，首先是电报通讯。德国数学家高斯和物理学家韦伯于1833年发明了电磁指针电报机，并安设了2.7公里的简陋的电报线；1837年，美国画家莫尔斯发明了沿用至今的电报机和通用电码；1844年，第一条商用电报线在美国开始使用；1858年，铺设了第一条横贯大西洋的海底电缆。电的第二个应用领域是电镀。30年代，德国发明了电镀。电的第三方面应用是照明。1878年，白炽灯泡的发明普及了电照明。1876年，美国发音生理学教授贝尔发明了有实用价值的电话机。1888年，赫兹证实麦克斯韦电磁波理论预言

的实验,为无线电通讯开辟了道路。19 世纪末的无线电发送、接收技术和 20 世纪初的电子管发明,开创了 20 世纪科学技术起关键作用的电子技术。

19 世纪,技术上第二项重大成就是内燃机的发明和应用。1859 年,法国机械师勒努瓦制成有实用价值的二冲程、无压缩、电点火的煤气内燃机。1883 年,德国工程师戴姆勒制成汽油机。1897 年,德国工程师狄塞尔制成了柴油机,使内燃机开始广泛用于大功率的运输工具(如卡车、拖拉机、轮船、火车),进一步取代了蒸汽机。

19 世纪,第三项重大技术成就是炼钢技术。1856 年,英国铜粉制造商贝西默提出转炉炼钢法。1861 年,西门子建成煤气反射炉;1867 年,完成了平炉炼钢法,1860—1900 年的 40 年间,世界钢产量增长了 70 倍,钢铁成为工业和交通运输业最重要的材料,人类社会进入了“钢铁时代”。

19 世纪,另一项影响深远的重大技术成就是有机合成化学工业的兴起。19 世纪下半叶,从煤焦油中提炼出大量芳香族化合物,利用这些化合物不仅合成了各种染料,还合成了水杨酸类药物(包括阿斯匹林)、香料、糖精(1879 年),以及炸药三硝基甲笨(即 TNT,1880 年),由此形成了以煤焦油为原料的有机合成工业。

二、20 世纪科学技术发展的主要特点

20 世纪科学技术发展速度之快,发展规模之大,作用范围之广,是历史上前所未有的,它具有以下几个主要特点:

1. 综合化

从 19 世纪中叶以来,科学技术的发展出现了综合的趋势,到第二次世界大战后,这种综合的趋势占了主导地位。科学技术的综合化,既表现在对不同学科进行新的综合,也表现在产生许多新的特有概念和方法,为现代科学技术的综合和研究

开辟了新的途径，形成了门类繁多的、系统完整的层次体系。本世纪 60 年代以来，科学技术主要沿着综合和转移的途径前进。技术领域中的“种子型”技术越来越少，代之而起的是“需求型”技术，将已知的科学原理和熟练的技术综合起来，形成不同的科学技术，以适应社会的需求。美国阿波罗登月计划的总指挥韦伯曾指出：阿波罗登月计划中没有一项新技术，都是现有科学技术的综合。当今许多科学技术项目的突破，关键是综合，综合就是创造。同样的零部件，由于综合组装水平的不同，产品质量和效益就大不相同。

现代科学技术综合化的发展趋势，需要不同学科和技术的横向联合，在联合中相互吸取营养，取长补短，形成整体优势。以化学为例，短短几十年间，新出现的物理化学、量子化学等新学科，就是物理学和化学相互交叉、渗透的结果。也正是由于物理学和化学的交叉、渗透，才出现了化学本身的新的分化。这样的边缘交叉，在生物学、天文学、地质学等领域都不乏例证。通过边缘交叉，既出现了新学种的交叉点，填满了学科间的鸿沟，又同时给人们揭示自然界的奥秘以新的启迪。

科学技术综合化出现了新的综合学科和新的研究形式。如环境科学，它既以生态学和地球化学为基础理论，又有化学、生物学、物理学、地学、医学、工程学以及社会学知识的系统综合，体现了客观自然界物质和运动形式的多样统一性。

横断学科的出现，也是科学技术综合化的有力佐证。如系统论、信息论、控制论等伸向客观世界一切领域的新兴横断学科，填平了学科间视为不可逾越的鸿沟。系统论揭示了客观世界一切领域、一切结构的共同属性；信息论揭示了与物质、能量变化相联系的信息变换的规律性；控制论将生命现象，人类社会、机器系统、思维机制，一扫常规认为风马牛不相及的领域，寻找到了共同的调节机制和控制规律。

20 世纪科学技术革命所涉及的领域极其广泛，它的纵深发展促成了许多新的科学技术群的建立。遗传工程的发展，使量子生物学、量子遗传学、量子发生学、量子生理学和基因重组技术、生化技术、结构分析技术等等，成为一个科学技术的大群体；海洋开发的需要，使海洋水文学、海洋地质学、海洋气象学、海洋生物学和海洋勘测技术、海洋电力技术、海洋采矿技术等等，成为一个庞大的科学技术体系；能源发展的需要，也使天体物理学、原子核物理学、硅电化学和太阳能技术、海洋能技术、生物能技术等等，成为一个科学技术群。当今的生命科学，更不仅限于生物学，还要有化学、物理学和系统科学等方面的综合知识；环境科学的研究则需以生态学、地球化学的原理为基础，综合运用物理学、化学、生物学、地学、地理学、医学及工程学等方面的知识；等等。现代科学技术革命愈加深入，愈反映人们对认识自然、变革自然的深化，所遇到的问题就愈带有综合性，且范围广、难度大，绝不是单独一门科学、一项技术所能解决的，而是要多学科、多技术所形成的科学技术群体才能突破。

2. 社会化

古代科学技术研究以分散的个人劳动为主，到了近代牛顿发现万有引力，伏打发明电池，法拉第提出电磁感应定律，瓦特对蒸汽机的改进，虽有助于协助，也有一些交流与合作，但科学家的科学创造，基本上仍处于单枪匹马的状态。随着科研对象的日趋复杂，研究成果不断为新兴工业所接受，经济活动中扩大规模和强化竞争的需要，以强大的势头迅速冲开了科学技术活动的天地。爱迪生首开其端，在他 100 多人的研究所里获取了许多专利权，表明了科学技术从个体劳动进入了社会化的集体劳动的时代。从上一世纪开始，大量的工业实验室不断涌现，科学技术的社会化获得了重大进展。这种趋势，到二次

大战前后，又进一步扩大到国家化的规模。国家化的科学技术组织出现了，科研活动和组织的国家化意味着科学技术的发展总体上已进入国家规模，并成为国家生活不可缺少的组成部分，成为实现国家目标的基本力量和因素。支助和引导科学技术发展，已成为国家一项义不容辞的职责。

现代科学技术已不单是研究个别事物或个别现象，而是研究事物或现象发生变化的过程，和它们之间的相互关系，并成为严密的综合体系。现代生产对科学的要求愈来愈高，科学劳动的复杂程度也愈来愈大，决定一个国家科技发展速度和水平的不是个人，而是社会的总体科学能力，是科技队伍、技术装备、图书情报、组织管理和经济实力等多因素的综合作用所显示的社会力量。

3. 加速化

科学技术发展的加速化，主要表现为科学技术发展的速度和科学理论物化的速度呈现不断加快的趋势。1944年，赖德对美国10多个有代表性的大学的图书馆藏书增长率进行统计，得出藏书量按指数规律增长的结论，平均每16年翻一番。后来，美国科学史家普赖斯将赖德研究的指数增长率推广到科学技术的其他领域，也证明存在指数增长率，其中藏书量（科学出版物）大约15年增加一倍，科学家50年增加10倍，科学论文数大约每隔10~15年增加一倍。科学技术发展加速化还表现在：科研从发现、发明到推广应用的周期缩短，科学技术越来越快地转化为生产力。19世纪末到20世纪初，平均间隔为30年，二次世界大战前平均为16年，二次世界大战后平均为9年，80年代后时间更为缩短。

科学技术发展的加速化，其原因是多方面的。首先是由于社会生产力的高速发展，为科学研究提供课题和各种物质手段，为科学研究拓宽视野，扩大领域；其次是由于科学技术自身巨

大社会功能的发挥，引起了社会的普遍重视，增加科技人员和科学研究经费，科学规模组织的社会化；再次是由于科学知识的不断积累和创新，在积累中创新，在继承中发展，使后人的起点和效率越来越高，因而发展的速度越来越快

三、20 世纪科学技术发展的社会影响

20 世纪，科学技术发生了一场深刻的革命。这场革命，不只是一个或几个知识门类本身的范式观念的变革，而是对社会经济的各个领域、科学技术的各个领域和整个人类社会生活的所有方面，都发生了深刻而又广泛的冲击和影响。首先，科学对生产发展的指导和推动，不仅在于发展单项生产技术，而更重要的在于开辟新的生产技术领域，建立完全新型的工业。例如，由原子核物理学导致原子能工业（即核工业），由数理逻辑和电子学导致电子计算机工业，由半导体物理学导致半导体工业，由高分子化学导致高分子合成化学工业，由力学、材料科学、电子学和计算机科学导致空间技术，由量子论、电子学和光谱学导致激光技术。同时，任何重大新技术的出现，不再来源于单纯经验性的创造发明，而来源于系统的综合的科学研究。生产部门不仅积极采用先进的科学研究成果，而且大力支持基础研究和应用研究，使科学、技术、生产三者的关系更为密切。科学技术的发展，促进了劳动生产率的持续增长，并成为促进整个国民经济增长的重要因素。50 年代以来，各发达国家的劳动生产率平均每年增长 3% 左右，其中 3/4 是依靠采用新技术。这段时期内，由于实现以科学化、机械化、社会化为特征的现代化农业生产，农业生产面貌的变化尤为突出。现代医药和卫生保健事业的发展，使人类的平均寿命大大延长。电子计算机的普及，使生产的自动化和管理的科学化得以实现。核武器、洲际导弹和侦察卫星的出现，根本改变了战争的传统观念。

由于科学、技术、生产的高度发展，以及民主力量的不可