

科技与社会丛书

·····
现

代

科

学

技

术

鸟

瞰

无止境的前沿

周东启 陈云祺 孙玉忠 樊树纯 编著

哈尔滨出版社

前 言

20 世纪末,正当人们满怀希望迎接 21 世纪之时,《科学美国人》杂志的一位高级撰稿人约翰·霍根出版了《科学的尽头》一书。在这部著作的前言中,他对现代科学有这样一段描述:

“从天文学到生物学,经历了好几个世纪的重大进展之后,科学可能已经使得自身变成了‘多余的东西’。当然,我们或许再过许多年头,以便整理若干细节。尽管这也重要,但这些扫尾工作还能算是科学吗?伽俐略和哥白尼实践过的真正科学多半一去不复返了。”

看了约翰·霍根的这段描述,不由得使人联想到 19 世纪末与此相类似的一幕历史。当时,科学发展的情况是:经典力学、电磁理论、能量守恒与转化理论、原子论与分子学说、细胞学说、进化论等等,近代自然科学所建立的一座座雄伟壮丽的理论大厦耸立在人们面前。近代科学对生产的发展、社会的变革和知识的进步已起到了不可估量的作用。在这些成果面前,人们普遍相信,经典物理学已登峰造极,似乎成了万世不易的终极真理。英国物理学家开尔文在 1900 年回顾物理学的发展时,以颇为得意的口吻说:“在已经建成的科学大厦中,后辈物理学家只能做一些零碎的修补工作了。”其前不久,德国的物理学家基尔霍夫也曾经讲过:“物理学将无所作为了,至多也只能在已知规律的公式的小数点后面加上几个数字罢了。”特别是后来引起 20 世纪初物理学家革命的“以太漂移”和“黑体辐射”问题也只是被看作“顶多只是晴朗天空中的两朵小小的乌云”,科学已谱写了它的最后篇章。这就是处在 19 世纪末和 20 世纪初的许多科学家的想法。今天,约翰·霍根的观念与其多么的相似啊!如同历史的重演。然而,19 世纪末的那两朵

小小的乌云连同当时一系列的新实验，却降下了 20 世纪一场空前的物理学革命的暴风骤雨，促使整个自然科学发生质的飞跃，进入到崭新的现代科学技术阶段。

那么，科学技术经过近万年的发展，到今天是不是精美完善，发展到了尽头了呢？20 世纪初，著名物理学 。”这话今天看来仍不过时。今天的科学和技术的前沿，明天就可能会成为历史的陈迹。但是，人类对自然界的探索不会停止，科学和技术的发展便无止境。只要宇宙没有毁灭，人类没有灭亡，科学和技术就不会成为完全多余的东西，更不会“扫尾”收场。

当我们站在现代科学技术的前沿，鸟瞰它的整体图景时，便会受到一种强烈的震撼，感受到无比惊喜。

现代科学技术在无限广阔的领域向物质运动的深度、广度推进，导致了人类有史以来认识自然、改造自然的空前大飞跃、大提高。在这科学技术飞速发展的时代里，现代科学技术构建的人类知识的文明大厦，数以千计的新兴学科，自成体系的学说理论，如同豪华的迷宫，吸引着人们探索。

现代物理学把人类对物质结构的认识大大向前推进，使人们对微观世界认识的尺度一下子深入到原来的十亿分之一，认识到夸克、轻子和传播子是更为基本的粒子。

现代宇宙学借助于射电望远镜已把人类的视野扩展到 150 亿光年以外的河外星系，更多的宇宙之谜呈现在人们的面前，等待着研究探索。

分子生物学是继细胞学说、进化论之后生物科学发展的第三大里程碑，标志着生物学已深入到分子水平，在揭开生命之谜方面已取得了重要的进展，并指引着生物工程技术蓬勃兴起。

以系统科学为代表的横断科学的出现是 20 世纪继相对论和量子论之后的又一次科学革命，它们“彻底改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式”，成为新技术革命的主要理论基础，并

且与信息技术、能源技术、新材料技术、激光技术、生物技术、海洋技术、空间技术和环境保护技术等为主要标志的新技术革命,互补地展开着,交织成一场伟大而深刻的现代科学技术革命。

20 世纪 70 年代以来兴起的新技术革命把人类从对自然界的认识到对物质世界的改造推向新的信息时代;人类不仅在认识自然方面从原子内部的更深层次发展到更加遥远的宇宙太空,从理论的探索上驰骋于物质世界的无限领域发展到实际应用的曼哈顿工程、阿波罗登月以及现在的航天飞行;而且在技术领域正在从征服纳米尺度上的原子、夸克到向空间天体的广阔领域开发;以微电子技术为基础、计算机技术和通信技术为标志的信息技术把人类的活动带进一个崭新的王国。最近几年来兴起的信息高速公路浪潮席卷全球,它的建成将使地球上的人类有史以来所形成的工作方式和生活方式面临巨大的变革。专家们预测人类将进入多媒体时代,知识经济时代,第五次产业革命已经来临。能源技术预示着在 21 世纪将根治能源危机的痼疾,让新能源这股新鲜血液滚滚流淌在人类社会的动脉系统中。

材料技术正在步步逼近自然界的各种“极限”,在超高温、超低温、超真空、超导、超强磁场、超微结构、彻底失重等方面已经取得了进展,创造了一个又一个奇迹。

海洋技术预示人类对空间的全方位出击,向大自然的最后遗产挑战,这是人类“最后开辟的疆域”,将使人类实现重返蓝色海洋的梦想。

人工智能和生物技术已硕果累累,它将掀开人类生命史上新的一页,成为 21 世纪的主角,为人类带来福音。

环境保护技术预示着人类将会用理性对科学和技术作出全面思考,人类会走出人类中心,坚持可持续性发展,为我们这一代,也为我们的子孙和人类的未来做出贡献。

现代科学和技术的进展为我们展现了无比美好的前景,然而,

人类对无限的自然界的探索仍然有许许多多未达到的领域,在科学的上空仍有迷雾重重,充满了未决的自然之谜,宇宙之谜,谈何科学的尽头呢?发展着的现代的科学技术决不是尽头,而是开创新篇,是新一阶段的开端。

科学与技术的过去已成为历史,然而其中所蕴含着的具有生命的精神传统却将永存,它犹如“思想的闪电”。科学与技术的现在和未来无比诱人,永远激励着人类进行无止境的探索。希望我们奉献给读者的这部书能成为“思想的闪电”。

目 录

前言.....	(1)
第一章 暴胀的现代科学——基础科学前沿	(1)
第一节 暴风雨的前夜.....	(3)
一、神秘的以太	(4)
二、难逃“紫外灾难”	(6)
三、阴极射线之谜:新三大发现.....	(7)
第二节 暴风雨中的搏击	(9)
一、光速是极限.....	(10)
二、同时相对.....	(11)
三、普朗克的异想天开.....	(12)
四、波粒二象性.....	(13)
五、释放原子能.....	(16)
六、基本粒子家族.....	(17)
第三节 雨过天晴看日出	(20)
一、宇宙中有什么.....	(20)
二、宇宙大爆炸	(21)
三、宇宙“无边无沿”吗.....	(25)
四、人类的家园:太阳系	(26)
第四节 暴风雨的洗礼	(29)
一、从前没有大西洋.....	(29)
二、“漂洋过海”的蚯蚓.....	(30)
三、英格兰在“旋转”.....	(31)
四、“石油之海”之谜.....	(33)

五、阿特拉斯的化身.....	(34)
第五节 霞光绚丽	(35)
一、“一举三得”修复皇宫.....	(37)
二、“三个皮匠”和“三个和尚”.....	(38)
三、“一枚铁钉”和一个国王.....	(38)
四、石墨和金刚石	(39)
五、为猫创造的老鼠.....	(40)
六、怎样让宇宙“活”起来.....	(41)
第二章 自由跨越时空——信息技术	(43)
第一节 芯片上创造的奇迹:微电子技术	(46)
一、微电子技术之“微”.....	(47)
二、硅芯片将不再一统天下.....	(48)
三、多层立体化结构.....	(50)
第二节 人类大脑的延伸:计算机技术	(51)
一、“图灵”理想机.....	(53)
二、庞然大物“埃尼阿克”.....	(54)
三、冯·诺伊曼机	(54)
四、三只脚的“魔管”.....	(55)
五、集成电脑时代.....	(56)
六、“硅谷”时代.....	(58)
七、非“冯氏”计算机.....	(60)
八、未来的计算机.....	(61)
九、计算机病毒.....	(64)
十、“新人辈出”的机器人.....	(68)
第三节 人类社会的神经系统:通信技术	(71)
一、人类通信源远流长.....	(72)
二、有线通信连结四方.....	(74)
三、无线电波覆盖全球.....	(79)

四、现代通信日趋完善·····	(86)
五、未来通信魅力无穷·····	(89)
第四节 人类建造的最大机器:信息高速公路 ·····	(91)
一、网络之网络·····	(91)
二、信息高速公路的由来·····	(92)
三、世界各国纷纷效仿·····	(93)
四、综合国力的较量·····	(94)
五、并非一片光明·····	(96)
第三章 现代文明的血液——新能源技术 ·····	(97)
第一节 社会发展的先行官 ·····	(98)
一、常规能源和新型能源·····	(98)
二、能源“主角”的变迁·····	(98)
第二节 常规能源担当重任 ·····	(100)
一、资格最老的传统能源:煤·····	(100)
二、高效便捷的廉价能源:石油、天然气 ·····	(101)
三、出师不凡的“万用能源”:电能·····	(102)
四、常规能源“告急” ·····	(105)
第三节 新型能源前途无量 ·····	(106)
一、取之不竭的“能源之母”:太阳能·····	(107)
二、无与伦比的超常能源:核能·····	(111)
三、潜力巨大的新型能源:氢能·····	(118)
四、尚待开发的“自有”能源 ·····	(121)
第四章 人类文明的基石——新材料技术 ·····	(127)
第一节 金属世界的奇观 ·····	(128)
一、长出“胡须”的金属 ·····	(129)
二、多彩的不锈钢 ·····	(131)
三、金属玻璃初露锋芒 ·····	(132)
四、奇妙的记忆合金 ·····	(133)

五、“哑巴”金属	(134)
六、软硬兼顾的金属	(135)
七、独特的多孔金属	(136)
八、“冻僵”的金属	(137)
第二节 玻璃家庭的新秀	(139)
一、安全玻璃“兄弟”	(139)
二、微晶玻璃	(142)
三、神奇的光导纤维	(144)
四、形形色色的新型玻璃	(147)
第三节 陶瓷王国的新军	(150)
一、永不磨损的金刚之身	(150)
二、错误导致的陶瓷铝	(151)
三、能屈能伸的新陶瓷	(151)
四、潜力无穷的“万斤油”	(152)
第四节 合成材料的挑战	(152)
一、它不是“树木的眼泪”	(153)
二、它改写纺织历史	(155)
三、它改变材料世界	(158)
四、满足人类无止境的要求	(161)
第五节 属于 21 世纪的纳米技术	(162)
一、梦想真的成真	(163)
二、巴基球和纳米碳管	(164)
三、纳米产品形形色色	(167)
四、比针尖还小的未来工厂	(168)
五、更深层次的信息革命	(170)
第五章 新世纪的神光——激光技术	(172)
第一节 特殊性能身怀绝技	(172)
一、与众不同的光	(172)

二、特殊的光源	(174)
第二节 科研战线功勋卓著	(176)
一、神奇的激光光谱分析	(177)
二、天文观测显神通	(178)
三、基因工程大显身手	(180)
四、新技术发展的支柱	(181)
五、创造世界之最	(185)
第三节 服务生产“劳苦功高”	(187)
一、神奇的加工术	(188)
二、农业发展新天地	(190)
第四节 造福人类再立新功	(192)
一、烽火狼烟的后代	(193)
二、新型激光医疗	(197)
第六章 探索生命真谛——生物技术	(200)
第一节 令人惊叹的细胞工程	(201)
一、细胞——生命的基本单位	(202)
二、一个细胞长成一株兰花	(205)
三、小小的“多利”引起了一场风波	(206)
第二节 前景诱人的基因工程	(211)
一、孟德尔的预言	(212)
二、遗传密码破译	(213)
三、带来希望的 DNA 重组	(218)
第三节 焕然一新的发酵工程	(226)
一、巴斯德的贡献	(227)
二、神通广大的微生物	(230)
三、微生物的用武之地	(232)
第四节 日新月异的酶工程	(236)
一、人类认识酶的历史	(237)

二、催化酶的特性	(239)
三、盛开的“酶花”	(241)
第七章 重返蓝色世界——海洋技术	(245)
第一节“耕海牧鱼”新天地	(246)
一、海洋“食品库”	(246)
二、海疆牧场	(247)
三、海洋农场	(252)
第二节 海水变“甘泉”	(255)
一、蒸馏法制取淡水	(255)
二、能脱盐的膜	(257)
第三节 诱人的海底宝藏	(258)
一、丰富的锰结核	(259)
二、奇特的海底热液矿床	(261)
三、向“龙王”要石油	(263)
第四节 取之不竭的蓝色能源	(265)
一、天造地设的潮汐能	(266)
二、威力巨大的波浪能	(269)
三、海洋温差发电	(272)
四、海流发电	(274)
第五节 新的生活空间	(276)
一、建造海上世界	(277)
二、举世瞩目的海底通道	(278)
三、建造海洋“龙宫”	(281)
第八章 挣脱地球引力——空间技术	(286)
第一节 人类的飞天之梦	(286)
一、古代的神话传说	(287)
二、火箭飞天第一人	(288)
三、空心炮弹飞船	(289)

第二节 冲出人类“摇篮”	(292)
一、宇宙开发的先驱者	(292)
二、人造卫星飞上蓝天	(296)
三、“探险者”的探险	(297)
四、宇宙飞船驰骋太空	(299)
五、太空漫步	(302)
六、“阿波罗”登月	(305)
第三节 寻找地外生命	(309)
一、我们的宇宙	(310)
二、人类不孤独	(311)
三、Hello! 宇宙人	(312)
四、地球之音	(313)
第四节 向无限空间挑战	(317)
一、到宇宙中去采矿	(317)
二、太空工厂	(318)
三、未来的太空城	(320)
四、太空移民工程	(321)
五、把火星改造成新家园	(323)
第九章 走出人类中心——环境保护技术	(327)
第一节 我们的生态系统	(327)
一、生命的保护层——大气圈	(327)
二、孕育生命的水圈	(328)
三、大地母亲土壤——岩石圈	(329)
四、多姿多彩的生物圈	(331)
第二节 人类中心的悲剧	(333)
一、烟雾——都市的幽灵	(333)
二、苍天在流泪	(336)
三、天空漏了一个洞	(338)

四、地球“发烧”了	(341)
五、生命之源的危机	(344)
六、森林发出的“SOS”	(348)
七、土地沙漠化了	(350)
八、人类正在失去朋友	(352)
九、讨厌的垃圾	(354)
十、无形的“杀手”	(355)
第三节 人类只有一个地球	(358)
一、警钟敲响了	(358)
二、为了人类的未来	(361)
三、21 世纪议程	(366)
主要参考书目	(369)

第一章 暴胀的现代科学

——基础科学前沿

科学技术是社会历史的产物,是人类文明智慧的结晶,它在人类历史发展的不同阶段上,表现出各不相同的时代特征,如果说,17世纪以来的近代科学在形成、发展、完善的过程中进行着由经验科学向理论科学过渡的努力。那么,现代科学就是试图全方位、多层次、多形式地对自然界各个领域进行系统、综合的考察。正因为如此,科学知识的生长方式就表现出与以往不同的特征,呈现急剧的、暴胀式的生长。美国著名科学家普赖斯等人把科学活动处理为一个可以定量分析的实体,在对科学许多特征量进行统计处理后,发现倍增是科学发展的一个基本特征。

科研论文是科学研究的主要产品之一,可以用它来反映知识的生长速度和规模。据英国预测学家J·马丁测算,人类知识在19世纪时,每50年增长一倍,20世纪中叶每10年增长一倍,70年代是每5年增加一倍,80年代每3年增加一倍。世界上每天发表科研论文13,000~14,000份,而且每隔十几个月论文数量就增加一倍,每年发表的论文、资料、情报等达6,000万份以上。如果科学工作者每天用14个小时专心阅读,且精通各国语言,需要三百多年才能看完。德国学者哈根·拜因豪格尔统计后说:今天一个科学家即使日以继夜地工作,也只能阅览有关他自己这个专业的世界上全部出版物的5%。而且,随着科学的发展,这种研究成果还在成倍激增。

专业知识更新的速度也在暴胀式地加速,这正是科学技术暴胀式发展的必然结果。据统计,18世纪时,专业知识陈旧率80~90年,19~20世纪初为30年,20世纪中叶以来缩短为15年,70年代以来则为5~10年,知识更新的速度越来越快,周期越来越短。据有关专家测算,1976年的大学毕业生到1980年,所学的知识有50%过时,而一个科学研究人员在学校所学的知识,仅占一生所需知识的1/10,其余都是在其工作以后日积月累学到的,而且在社会上具有高超技能和知识的人也承认自己很难适应新的知识的大暴胀。甚至在最基础的专业领域也是如此,美国纽约大学副校长在牛津大学取得第一个化学学位,他看了60年代牛津大学的化学试题后说,题中至少有2/3的问题所涉及的知识是他毕业时根本不存在的。美国联邦通讯委员会首席教育专家罗伯特·希利亚德认为:知识增长的速度,从现在一个小孩子出生到他大学毕业,全世界的知识量将增加32倍,而且,全世界97%的知识都是在他出生之后才研究出来的。

科学研究人员的数量和用于科研方面的经费也呈现暴胀式的增长。据统计,全世界的科学研究人员1967年是300多万,几乎等于人类有史以来科学家总数的90%,10年后增加到600多万人。现在,全世界的科学工作者已超过1,300万人,10年左右翻一番。科研经费以美国为例,1776~1925年的150年间,国家财政拨款10亿美元,1960~1969年的10年中为1900亿美元,而1979年一年为525亿美元,1980年达到600亿美元,最近几年,每年大约达到800~1200亿美元。这个数字只是全国科技经费的一半多一点,此外美国还有各企业建立的各类科研基金,这笔款项不少于国家政府的拨款。近些年来,日本的科研经费也在大幅度提高,1994年达到了1,100亿美元,政府拨款不到40%,大部分是在民间企业。由此可见,日本的科研投资是不少于美国的。目前,世界许多国家的科研投资都在持续地增长,因为人们十分清楚由它

带来的经济效益不可估量。科研队伍和科研经费成倍增长的结果便是迅速扩展研究领域,加速科学技术的应用开发,有利地推动新理论、新知识、新发明、新发现的不断涌现。总而言之,现代科学技术是历史上任何时代都不可比拟的,它的知识总量正急剧地增长、膨胀,深入到人类所及的一切领域,使我们不得不用“暴胀”这两个字来形容它,我们说现代的科学和技术是“暴胀”的科学技术。

现代科学技术的“暴胀”还表现在,现代自然科学正在向过去从未涉及的领域进军。现代自然科学已经深入到宏观、微观和超微观世界,新的基础理论、边缘学科、交叉学科不断涌现,形成了现代科学技术的前沿。

现代自然科学理论前沿是从影响深远的物理学革命开始的。在物理学革命的推动下,化学、天文学、地学、生物学都有了革命性的进展。现代自然科学的历史,正是现代自然科学革命从孕育、产生到发展的历史。现代自然科学的深入发展,为我们提供了关于宇宙、物质及其运动、生命、人类、地球等的全新认识,为人类知识宝库写下了新的篇章。

第一节 暴风雨的前夜

19世纪末,物理学在力学、热力学、统计物理学方面取得了辉煌的成就。物理学家们对已取得的成就十分兴奋,也十分满足。他们认为,物理学大厦已缔造完毕,而且基础相当完备,除了细节上加以补充外,再无大的工作可做。然而,也正是在此时,实验领域却发现了已有物理学理论难以解释的迈克尔逊—莫雷实验和黑体辐射实验,使得像开尔文这样的物理学元老深感不安。开尔文把这两个实验称为袭扰物理学晴朗天空的“两朵乌云”。1895年到1897年间,实验领域里又相继发现了X射线、元素放射性和电子。这三大发现揭开了物理学革命的序幕,“两朵乌云”降下了物

理学革命的暴风骤雨。

一、神秘的以太

以太是旧物理学中的一个重要概念，它的地位完全可以与我们熟悉的质量、时间、速度等概念相比。人们在理解物质，认识物质在空间中所发生的物理现象时，都离不开以太。解释力学现象有力学以太，解释热现象有热以太，解释光现象有光以太。以太对旧物理学相当重要。然而，物理学家们却对以太莫衷一是。人们需要以太，却又不了解以太，更难以理解以太在空间中的存在。于是，人们试图通过实验来认识以太。第一步首先是证实以太在空间中的存在。然而，验证以太存在的迈克尔逊—莫雷实验的结果却大出人们的预料。这个实验不可思议的结果成了当时物理学的“两朵乌云”之一。迈克尔逊—莫雷实验的结果导致了相对理论的建立。

以太是物理学家们假想出来的一种物质。也许你会奇怪，一种假想出来的物质会有什么用途？虽然它是假想出来的，但一直到20世纪初，物理学中对许多现象的解释都离不开它。物理学家们引进以太，主要是利用它来解释光波、电磁场的传播问题。大家都知道，当我们把容器里的空气抽出来时，里面的声音就传不出来了，外面的声音也传不进去。可见，声音的传播要以空气为媒介，正像水波的传播要以水为媒介一样。光和声音一样，也是一种波。光波传播的媒介是什么呢？无论我们把容器中的空气抽出去多少，光都能透过容器。事实上，太阳和恒星的光都是穿过茫茫的空间，才传播到我们这里来的。那么，光的传播媒介是什么呢？物理学家们考虑到声波和水波都有传播媒介，就给光也找了一个，这就是以太。后来，英国物理学家麦克斯韦建立了电磁理论，以太又成了电磁波传播的媒介。

“以太”引入物理学中，解决了光、电磁波的传播介质问题。然