

飞跃与超越 ——当代科学与技术大观

著 董光璧 田昆玉 田 松



吉林人民出版社



飞跃与超越

——当代科学与技术大观

董光壁 田昆玉 田 松 著

吉林人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

飞跃与超越 / 董光壁, 田昆玉, 田松, 著.

长春: 吉林人民出版社, 2012.7

ISBN 978-7-206-09051-6

I. ①飞…

II. ①董… ②田… ③田…

III. ①作文课—高中—教学参考资料

IV. ①G634.343

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第121921号

飞跃与超越

著 者: 董光壁 田昆玉 田 松

责任编辑: 吴兰萍 封面设计: 孙浩瀚

制 作: 吉林人民出版社图文设计印务中心

吉林人民出版社出版 发行(长春市人民大街7548号 邮政编码: 130022)

印 刷: 长春市赛德印业有限公司

开 本: 700mm×1000mm 1/16

印 张: 21.125 字 数: 280千字

标准书号: ISBN 978-7-206-09051-6

版 次: 2012年7月第1版 印 次: 2012年7月第1次印刷

定 价: 45.00元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系调换。

导 言

科学技术的具体发展似乎从不顾及其历史，但历史总是其未来的向导。可以说，不了解科学技术的历史就不能理解今天的科学技术，也不能展望它的未来。技术作为人类应付周围环境的手段，科学作为依据过去的经验预测未来的工具，几乎可以说是伴随着人类从自然的进化中诞生的。随着人类从野蛮进入文明，根植于理性精神的科学与技术越来越显示出它对于人类生存和发展的重要性，人们终于认识到它是推动人类进步的最根本的物质力量和精神力量。充溢于我们当代生活中的科学和技术，是伴随着漫长的人类历史逐步积累和发展起来的，我们可以从原始人的石斧和弓箭以

及洞穴中的壁画和雕刻来探知人类早期的原始技术和思想观念，这些粗糙的工具和神秘的图画，引领着我们走到今天的宇宙飞船和不断升级的电脑。人类积数百万年的经验才发明了轮子，又经过数千年发明了驱动轮子的动力机，再经过百余年发明了可以控制其它机器的电脑，这是人类科技进步的一个缩影。近300年来，认识和运用物质转化、能量转化和信息转化的现代科学技术，明显地加快了其发展的速度。自20世纪以来，科学、技术和工程紧密结合所达到的知识积累态势，人们已习惯用“指数增长”来形容它的发展速度。

今日之科学技术已成为左右人类命运的重要力量，然而现代科学在17世纪被少数学者创立之时，它的价值只为社会上层统治者中间的少数人所认识。到18世纪，这种新的理智方法已为中产阶级的自由主义知识阶层了解和把握，而一般市民阶层对科学的关心则是从19世纪开始的。进入20世纪以来更多的人都认识到，科学具有改变人类物质生活和精神生活的巨大能力。当今各国政府都把科学技术作为增强综合国力和提高国际竞争力的战略因素加以考虑。对科学认识的这种变化是科学与社会相互作用发展的结果。今日之公众把科学和技术的紧密联系看作是不言而喻的事情，然而在历史上它们却是沿着各自独立的路径发展的，到在17世纪初才有少数人认识到科学和技术两者可能并应该合作，但直到18世纪才付诸实践。此前相当长的历史时期中，科学对其成果的实际应用总是漠不关心，技术几乎在没有科学帮助的情况下独自发展，并且当技术能够从科学得到助力时它却不止一次地嘲笑了科学。今天我们必须把科学理解为目的明确的历史过程。就科学与生产、技术的相互

关系来说，19世纪中叶是一个转折时期，大体上可以说此前是“生产—技术—科学”的发展模式，而此后则是“科学—技术—生产”的模式。科学自身的逻辑发展与社会需求发展的交汇处往往是新科学的生长点。科学为求得其生存条件常常不得不以适应社会的主流价值观为代价，而任何社会要想发挥科学的社会功能也不得不修改某些规范，以提供科学发展的社会条件。20世纪从“小科学”到“大科学”的转变，意味着科学总体范式的变革。在这种变革中，科学的新类型在悄悄滋长。

我们现在所理解的现代科学形成于17世纪的欧洲，它是以逻辑、数学和实验等重要理性要素的紧密结合为基础的研究活动和知识体系。逻辑保证知识的条理性；数学保证知识的精确性；实验保证知识的可靠性。这样的知识体系在以往是没有的，不仅古代东方没有，古代西方也没有，而是经由一场“科学革命”才形成的。但科学革命也不是一蹴而成的，它有一个曲折的历史过程。长期以来人们认为科学的源头在古希腊，但近百年来的科学史研究表明，它的形成是一个复杂的文化融合过程，其渊源中不仅有希腊文化的某些传统，也包含着东方文化的某些传统。文艺复兴、宗教改革和科学革命是开启现代社会的三个伟大源流。文艺复兴复活了古希腊科学，希腊语言学家把他们不懂的科学著作译成当时的流行语言，而与自然相接触的工匠又注入使之脱胎换骨的新灵魂。科学的三个传统，即数学传统、逻辑传统和实验传统，在理论思维和工匠实践的相互作用中形成了新的科学范式。同时，这种新范式也是在生机论、神秘主义和机械论三个古希腊思想变型支配的环境中，以机械论思想战胜前两者而形成的。牛顿力学不仅成为机械革命的科学理论

基础，而且也成为哲学思考的科学基础。18世纪，由于牛顿科学思想和洛克哲学思想的传播，英国发生了产业革命，法国爆发了政治革命，德国出现了哲学革命，从而形成“技术机械化和人类理性化”的伟大世纪。产业革命、政治革命和哲学革命也为19世纪科学技术的惊人发展创造了社会条件。19世纪主要的科学成就是热力学、电磁场理论、化学原子论和生物进化论。物理科学和生命科学都进入了理论科学时期，技术成为“科学的”技术。从19世纪下半叶起，一些生产技术直接源于实验室，另一些技术则源于科学原理。

20世纪的科学技术是19世纪科学技术发展的继续。这种发展的最初动力来自科学内部实验和理论的矛盾以及理论内部的逻辑不协调，由此产生了观念的变革并导致了量子论和相对论的诞生，为20世纪科学技术奠定了基础。在20世纪，就科学与技术的关系来说科学已成为技术的先导，就技术与生产的关系而言形成了经济学意义上的“高技术”。

为了解释经典物理学的热辐射理论所不能解释的黑体辐射问题，普朗克（1858—1947）在1900年提出能量子的概念，几年后，爱因斯坦（1879—1955）把它推广到光，提出光量子理论（1905年），再后，玻尔（1885—1962）又把量子论运用到原子内部，提出原子的量子理论（1913年），经过海森伯（1901—1976）和薛丁谔（1887—1961）等几位科学家的工作，在本世纪20年代发展成量子力学。本世纪的另一个重要物理学成就是相对论，从洛伦兹（1858—1923）和彭加勒（1854—1912）等人基于电磁场理论与以太漂移实验相矛盾的诸多修正理论，已经可以听到扣打相对论大门的声音，爱因斯坦从牛顿力学和电磁场理论

不协调找到了打开这大门的钥匙。1905年，爱因斯坦发表了《论动体的电动力学》，这是（狭义）相对论创立的标志，1915年，爱因斯坦将其进一步推广为广义相对论。

在量子力学和相对论两大基础理论的指导和影响下，完善和成熟的五大标准模型，粒子物理的夸克—轻子模型、宇宙学的热爆炸模型、DNA分子的双螺旋模型、思维的图灵计算模型、地壳运动的板块模型，成为人类以科学认识自然的基本图像。1930年代以来发展起来的粒子物理学，在1970年代形成了以夸克—轻子模型为基础的弱电统一理论，作为沿四种相互作用（电磁相互作用、弱相互作用、强相互作用、引力相互作用）统一研究纲领所获得的阶段成果，给出了世界的物质结构的新图像。爱因斯坦在广义相对论基础上于1917年开创的现代宇宙学，在1940年代形成了热爆炸宇宙论。随着粒子物理学的新结论的不断引入，热爆炸宇宙论得以不断修正和完善，给出了宇宙演化的新图景。生物学在基因论的指导下向分子水平上的迈进，1953年发现的作为遗传物质的DNA分子双螺旋结构是这一领域的重大突破，它奠定了分子生物学的基础，提供了生命的起源、发育和进化的新图像。图灵（1912—1954）在1936年提出的可计算原理和1950年提出的认知计算原理，不仅为计算机和智能科学的发展奠定了思想基础，而且发展出人类思维活动的一种新图像，为研究认知活动提供了一种可行的思路。全球大地构造的板块结构模型，在魏格纳（1880—1936年）的大陆漂移说（1912年）的基础上，在1960年代经地幔对流说、海底扩张说等阶段被创立起来，它作为固体地球的一种新图像，为探索地球物理和全球地质学创

造了一体化的研究纲领。

在科学的先导下，20世纪发展了五大尖端技术，即电子技术、核能技术、激光技术、基因技术和火箭技术。在量子固体物理学的指导下，从晶体管（1947年）到集成电路（1958年）为电子计算机（美国1946年）的微型化（美国1971年）奠定了硬件基础，而离散数学和数理逻辑的发展又指导着计算机软件语言从低级向高级的进步。电子计算机的发展不仅带动了通信技术的革命，其巨大意义还在于它将使得人的脑力的机械化成为可能。核物理学和相对论质能关系式为核能利用奠定了理论基础，原子弹（美国1945年）、氢弹（美国1952年）、核电站（苏联1954年）等工程以及各种核辐照技术显示了核技术的前景。核聚变能是最有希望的新能源。爱因斯坦的光发射和吸收理论与固体物理学结合，导致第一台红宝石激光器诞生（1960年），接着有半导体激光器（1963年）、气体激光器（1964年）、自由电子激光器（1977年）、原子激光器（1998）等问世，良好光学性能使它们在加工、医疗、通信等许多领域广泛应用。随着分子生物学的进步，基因重组的实现（1973年）开辟了基因工程化的广泛前景，有可能在增进人类健康和解决食物不足方面提供最有力的手段。大肠杆菌产生人的胰岛素（1978年）、外源基因安全地转移到患者体内（1989年）和人造染色体的成功（1997年）正在使人类基因治疗成为可能。在农业方面，运用基因导入创造新物种的探索可望有重大收获，从克隆羊（1997年）到克隆人的联想正在引起悲喜交集的震撼。喷气技术的进展导致第一颗人造地球卫星上天（苏联1957年），并使航天工程成为大国竞争的一个重要领域，于是有载人宇宙飞

船绕地球一周（苏联1961年）、阿波罗登月成功（美国1969年）、载人航天飞机试飞成功（美国1977年）、无人驾驶飞船在火星着陆（1997年）等一系列重大进展，标示航天事业日趋成熟。

如今，虽然人们一直在思考量子论和相对论之间的某些不协调，但少有人感到在科学的深层基础会发生严重危机。现有成熟科学理论的技术运用还远未看到止境，科学原理与技术应用可能性的探讨是科学的主流。近些年人们一直议论着新技术革命的问题，如果把1760年代以蒸汽机的应用为标志的技术变革称作第一次技术革命，1870年代以来以电力应用为标志的技术变革为第二次技术革命，现在以数字化为核心的信息技术革命是第三次技术革命。

科学技术的不断加速发展导致了人类文明的三次跃升，即跑马速度的农业文明、火车飞机速度的工业文明和电磁波速度的信息文明。但是，技术的社会运用不仅带来经济和文化的繁荣，也招致生存条件和生存方式的毁坏。农业的发展伴随着森林和草原生态的破坏；工业的进步导致了水体和大气等自然环境的污染，同时也为人与人之间的战争提供了越来越残酷的手段。迄今为止有5000年文字记载的人类历史，既是一部生产斗争和科学实验的历史，又是一部阶级斗争和思想解放的历史。地球诸文明中心的兴衰以及在这种兴衰基础上的文明转型，正是这些“斗争”的综合表现。人类经历了从了解自然、征服自然到破坏自然的历程，在尝到了成功的苦头之后，终于不得不回到与自然协调发展的道路上。科学和技术是人类创造的，而人类是自然进化的结果。自然是我们生存的基础，包括科学技术在内的文化是人类的生存方式。只有把我们

们的生命和文明置于宇宙背景之中，明白我们从那里来到那里去，知道人类在自然界中的位置，我们才会有可靠的思考和行动的根据，才能确立生命的价值和意义。面对浩瀚的宇宙，作为它的演化的偶然产物，或许还不一定是独一无二的产物，人类不能不感到自己的渺小。但人类创造了文化，而且这文化的确可以说是“融天地之沧桑，含日月之玄机”，使“思维跨越时空，行为倒转乾坤”，人类又怎能不感到自己伟大呢！这种渺小和伟大的张力应该成为人类理性的动力，在自然与文化的夹缝中寻找并实现超越必然之路。

目 录

导言

从相对论到宇宙学

- 一、时空和宇宙
- 二、驱散以太的幽灵
- 三、弯曲的空间
- 四、有限的宇宙
- 五、膨胀的宇宙

从量子论到粒子物理学

- 一、能量的原子性
- 二、电子的二象性
- 三、粒子大家族

四、谁是基本粒子？

五、终极理论之梦

从基因论到生命科学

一、基因论

二、生命的蓝图

三、遗传的表达

四、遗传与进化的统一

五、生命起源的疑难

从递归论到认知科学

一、认识自我的困难

二、思维的机械模拟

三、大脑的思维功能

四、人类智力的起源

五、精神和物质的关系

从大陆漂移说到地球科学

一、地球构造的现状

二、地壳构造的变迁

三、地壳变动的动力源

四、海陆格局的形成

五、地球系统研究的兴起

电子技术和通讯工程

- 一、无线电—电子技术的奠基
- 二、电子电路集成化
- 三、信息处理数字化
- 四、数据传输网络化
- 五、社会生活信息化

核技术与核能工程

- 一、放射性和核蜕变
- 二、核的裂变和聚变
- 三、曼哈顿核弹工程
- 四、美苏核军备竞赛
- 五、核能的和平利用

激光技术和光学工程

- 一、激光的特性
- 二、受激辐射和激光器
- 三、激光全息术
- 四、激光的生物体应用
- 五、激光的工业应用

基因技术与生物工程

- 一、基因重组技术
- 二、转基因工程
- 三、核移植工程
- 四、克隆工程
- 五、基因组计划

火箭技术与航天工程

- 一、火箭技术的先驱
- 二、美苏两霸的竞争
- 三、阿波罗登月壮举
- 四、火星探测的进展
- 五、太空科技的前瞻

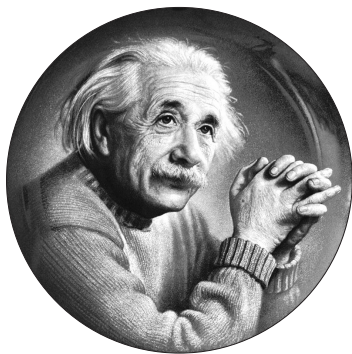
结语

从相对论到宇宙学

康德曾说，我最感敬畏的，一个是我们心中的道德法则，一个是我们头顶的星空。星空因其遥远而神秘，引起了人们无限的想象。对星空的探问从远古时就已经开始了。古希腊哲学家泰勒斯（前624—前547）曾因仰头观星而掉进了坑里；中国古代的诗人屈原（约前340—约前278）也曾写《天问》思索天地从何所来，天地与人事是怎样一种关系。对宇宙的构成、演化，人在宇宙中的位置等问题的思索就形成了宇宙学。宇宙学给出了人类对于生存空间的基本框架，与人类的其它知识一样，宇宙学也是从神话等原始知识中诞生出来的。宇宙学由神话而哲学而科学经历了几千年的时光。

我们目前所说的“宇宙学”仍然包含着两种意义：一种是哲学家作为形而上学的一个门类的

名称，另一种是科学家作为一门科学的名称。哲学的宇宙学上承神话传说，并随着每一时代的科学知识的演进而发生变化。由于人类观察能力的限制，最初的宇宙学思考的范围实际上没有越出太阳系。在西方，古希腊时期曾有日心说和地心说两种说法，托勒密（约100—178）以后，地心说占了上风。直到哥白尼、开普勒之后，日心说逐渐又成了主流思想。从地心说到日心说的思想变化混合了宗教、哲学和科学几个方面的因素。在日心说确立了其主导地位之后，宗教的内容逐渐从宇宙学中隐退。科学的宇宙学是从牛顿（1642—1727）开始的，但是康德（1724—1804）的太阳系演化学说仍然是科学与哲学的混合物。科学的进展逐步被应用到宇宙学中来，使得宇宙学中科学成分逐步增加，哲学成分逐渐减少。但是宇宙学的根本观念仍然是形而上学的。需要说明的是，宇宙学中科学与哲学成分的此消彼长并不是渐进的，而是存在着若干观念上的突变。



现代宇宙学的先驱者是爱因斯坦（1897—1955）。爱因斯坦把相对论应用于整个宇宙，从而开创了宇宙学的新时代。随着观测技术的进步，相关学科如高能物理学的发展，现代宇宙学的视野早已越出太

阳系，能够对整个宇宙的演化与形成展开科学的分析，这种分析已经达到了定量的层次。从前的诸如宇宙空间有限的还是无限、宇宙历史是否有其开端和末日等似乎永恒无解的哲学问题都成为科学宇宙学的研究对象。现代宇宙学是人们高超的观测能力与睿智的思辨能力结合的科学结晶。