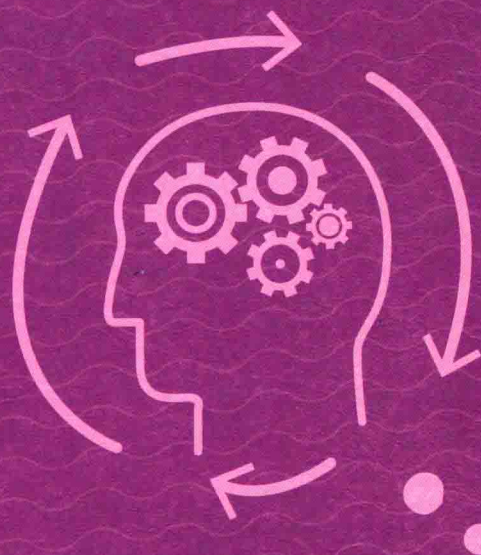


北京开放大学科学教育丛书 3



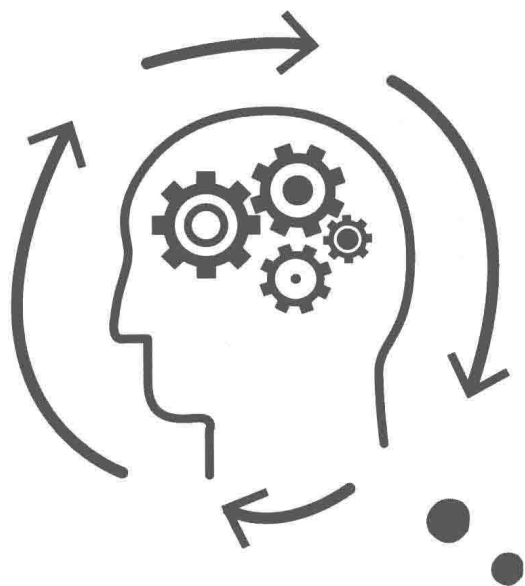
技术创新简史

戴吾三 / 著

清华大学出版社

A Brief History of Technology Innovation

北京开放大学科学教育丛书



技术创新简史

戴吾三／著

清华大学出版社
北京

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

技术创新简史/戴吾三著. —北京:清华大学出版社,2016
(北京开放大学科学教育丛书)
ISBN 978-7-302-45188-4

I. ①技… II. ①戴… III. ①技术革新—技术史—世界 IV. ①N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 239571 号

责任编辑:宋成斌
封面设计:于芳
责任校对:王淑云
责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>
地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084
社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544
投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市中晟雅豪印务有限公司
经 销:全国新华书店
开 本:165mm×235mm 印 张:18 字 数:292 千字
版 次:2016 年 11 第 1 版 印 次:2016 年 11 月第 1 次印刷
定 价:55.00 元

产品编号:061697-01

“北京开放大学科学教育丛书”编委会

总主编（编委会主任）：张纪勇

执行主编：王宁宁

顾问：王渝生

编委（按姓氏笔画排序）：

丁 照 马玉海 王 涛 王宁宁

王渝生 后晓荣 宋成斌 张纪勇

张恒志 胡晓松 曹煜波 戴吾三



北京开放大学以培养有持续职业发展能力、有追求更高生活品质能力的现代公民为目标,积极致力于推进通识教育工程,提高广大学习者的整体文化素质,促进首都市民终身教育体系构建和学习型城市建设,努力实现“人文北京、科技北京、绿色北京”的发展战略。为此编撰出版《北京开放大学科学教育丛书》,旨在整合优质资源,发挥开放大学优势,把科学教育书籍送到百姓身边,引导学习者广泛阅读自然科学学科教育读本,把握科学本质,提高科学素养,让科学精神和人文精神在现代文明中交融贯通。

北京开放大学已走过 55 年的办学历程,2012 年教育部批复北京广播电视大学更名为北京开放大学,这是在我国高等教育改革发展的宏观背景下,教育部、北京市人民政府落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要 2010—2020》“办好开放大学”、《北京市中长期教育改革和发展规划纲要 2010—2020》要求,以新的教育思想和机制建设的一所新型高等学校。当下北京开放大学在传承已有优势的基础上,涵养了“求真务实、开放包容、善于团结、勇争一流”的新大学精神。

今年年初,在丛书编委研讨会上,张纪勇副校长向校外专家和各位编委介绍了学校的教育理念、办学沿革等,王宁宁教授说明了丛书建设与学校通识教育相结合的需求以及联合清华大学出版社共同策划出版这套丛书的目的和意义。之后编委会多次以不同形式进行研讨,积极组织各领域专家学者实施撰写与修改稿件工作。

这套丛书是以普通学习者为主要对象的科学教育读本,也是对读者很好的科普书,希望读者有机会在科学、创新和自我教育方面开拓眼界,更多地接触一些有科学内涵、新鲜向上、创新进取、有益身心健康的科学素质与科学教育读物。从选题的材料看,这次策划并列选的读物是 6 本,涵盖了对宏观世界和微观世界的认识、科学历史和技术创新、追求健康的通识教育这三方面的内容。

在认识微观世界方面,我们选取了一本译作《物质深处——粒子物理学的摄人之美》。原作(*Deep Down Things: The Breathtaking Beauty of Particle Physics*, Bruce A. Schumm, 美国)在美国颇受好评。本书译者潘士先前曾翻译科普著作,反响较佳。这是一本粒子物理学的普及读物,内容丰富多彩。粒子物理学是一门深奥宏伟的科学,它描述我们迄今能够探测的最微细的物理世界。本书从头讲述粒子物理学标准模型发展的故事。这真是一个曲折费解、引人入胜,有时甚至惊心动魄的故事。本书的主要内容包括自然力、相对论量子场论、基本粒子、数学模式、内

部对称空间、规范理论、标准模型和希格斯波色子。在写作本书时(2004),标准模型的正确性尚悬于希格斯波色子的发现。果然,2012年7月4日,CERN的LHC捕获了这个“上帝的粒子”,标准模型成为现今粒子物理学的尖端。本书最后带领读者进入一个奇妙的未知世界——对粒子物理学未来的一些猜测,最有趣的是把所有自然力统一起来的所谓“大一统问题”。这可是爱因斯坦终其一生没有解决的问题,一种叫做超对称的概念框架似乎是这方面最有希望的进展,让我们拭目以待吧。

在认识宏观世界方面,我们选取了《一个令人敬畏的星球——地球究竟是什么?》。作者丁照是一位给清华大学本科生开设科学文化教育的选修课教师,这门课程的名字是“理解自然”,该课程迄今已经连续开设了九年。这次的这本原创科普读物的内容主要取自作者的这门课程内容。它是通过两个角色的对话,论述文明诞生与发展所需的各种自然条件的极端复杂性和敏感性,说明地球演化过程的不可重复性和唯一性。本书充满了探索和分析,通过对生命本质的探索和理解,说明地球演化与生命发育的共同点,从另一个角度提出了对地球文明演化的认识,以进一步激发人们对地球和自然的敬畏之心。作者还论述了人类的基本弱点和地球环境的未来趋势,说明人类必将战胜各种挑战,迎来光辉的未来,旨在促进人与自然的和谐相处,促进人类的自尊自爱,促进人们珍惜宇宙中唯一的文明星球。事实上,本书也恰好实践了人类通过对各种自然奥秘的无尽探索,一步一步地推动文明进步的过程。

关于科学与历史方面,后晓荣、王涛所著的《科学发现历史——科技考古的故事》也是一本原创的科学文化作品。后晓荣和王涛两位老师都是首都师范大学历史学院副教授,主要从事考古与博物馆学专业的教学和科研工作。两位老师的科普创作并非始于今日,很早两位老师就合作创作并出版过同名的著作,较早地进行公众考古教育工作。这本书将科学和历史结合,以考古案例的方式,讲述各种科技手段和方法在考古中的应用,以及所取得的成绩。例如物探考古、水下考古、沙漠考古、聚落考古、环境考古、遥感考古、数字考古、DNA分析考古、碳-14测年技术等考古知识。通过这些案例,准确、清晰地向读者传递科技考古的方法,以及科技考古改变我们对历史考古的认知。这样的科学与历史考古结合的案例对学生们认识科学、崇尚科学应该会有潜移默化的作用。

除了科学,技术创新也是我们这个时代发展的主旋律。国家把技术创新提到



战略高度，企业是技术创新的主体。在这个背景下，需要我们的学习者尽可能早地了解技术创新究竟是什么，它是如何发生的，创新何以变得越来越重要，创新最终往往是在哪些方面产生的突破。

在这方面，我们挑选了戴吾三教授的《技术创新简史》。戴教授是清华大学主讲《中国科技史》、《自然辩证法》、《技术与产业史》等课程的老师，出版过《考工记图说》、《成语中的古代科技》、《影响世界的发明专利》、《历史上的科学名著》、《技术史（第3卷）》（合译）、《手艺中国》等。作为主编之一，由清华大学出版的《科学技术史二十一讲》2008年获清华大学精品教材、2009年获北京市优秀教材一等奖。这次，戴教授专门为本套丛书创作了一本原创普及类读物《技术创新简史》。这是一部以技术创新为主线的简明历史书，它以较为系统的形式梳理了人类的技术创新历程，呈现了18世纪以来工业革命的规律和重大领域的技术变革，突出因技术创新而改变世界的发明家和著名企业，总结技术创新的历史经验。本书的定位是本科学习大学期间的辅助教材，因此对北京开放大学的通识教育课程来说非常契合。

此外，与北京开放大学通识教育课程结合，在教育方面，这套丛书中还选编了两本与健康有关的课程读本。目的是突出“以人为本”，追求健康、自信、快乐，有助于学习者形成积极进取的人生观。

健康教育的两本书是张恒志教授、李进副院长和马玉海副教授等几位老师主编完成的，这两本书是北京开放大学健康教育通识课程的选修教材。一本是《常见慢性病的自我管理》，另一本是《运动与健康》。书的主编都是长期从事医学教育和科研工作的学者和主任医师，他们对常见慢性病的发生、发展和预防管理，对运动与健康的专题都有很深刻的认识。目前，人们生活节奏快，竞争激烈，整天忙于工作和学习，日常进行运动的机会越来越少，很多人由于缺少运动而导致身体处于亚健康状态，各种疾病日益显现出来。因此，人们对身体健康越来越重视，越来越主张多运动，运动正逐渐成为人们日常生活的一个有机组成部分，运动的作用是任何其他方法和药物都无法替代的。而运动在预防疾病和改善生活方式方面也起着重要的作用。这两本书的宗旨就是希望人们积极参与运动锻炼和做好慢性病的预防和自我管理，鼓励人们立刻行动起来，帮助人们分析运动项目以及为人们如何选择适合自己的运动项目提供专业的指导信息，还教会人们如何为自己设计一套运动方案，所以不仅对学习者，而且对广大读者都非常实用。

整套丛书的编辑撰写力求体现学术性、普及性、实用性相结合的特点,力争做到既有丰富科学教育内涵,又能联系社会实践和人民生活,还要深入浅出、简明好读。从科学教育领域上看,目前这套丛书还可以进一步拓展和深入挖掘,科学、创新和教育的主题还不够丰厚和全面,个别地方也有研究和撰写单薄之处,但我想说北京开放大学在为提高首都市民综合素质教育方面做出积极的努力是值得肯定的;这套丛书对于促进北京开放大学的文化内涵建设,保持与科学教育前沿的积极互动和交流学习,通过知名学者领衔编著丛书,带动学校教师和研究人員提高学术研究能力和普及科学教育能力,是有积极意义的;对通过科学丛书,帮助学习者和市民“在有限的时间里获取更有价值的知识”,帮助读者打通过知识壁垒,实现科学精神和人文精神的结合是可嘉的。北京开放大学的科学教育丛书只是一个新的起点,我衷心希望这套丛书可以做成开放式的,今后可以与时俱进,不断补充和组织开发更多具有时代需要和学习者需求的新图书。

我们期待着学习者、读者与同行们的反馈与指正,希望这套丛书能为开放大学的学习者打开科学之门,也希望广大读者喜欢。

国家教育咨询委员会委员

中国科学院理学博士、博导

王渝生

中国科技馆研究员、原馆长

2015年8月



前言

这是一个前所未有的创新时代，神州大地释放出无数的创意和激情，涌动着“大众创业、万众创新”的热潮。

我们何以走到了今天？就像江河是由溪流汇聚，创新大潮追溯也可见其涓涓。回顾历史的经验（包括教训），有助于我们了解历史上创新是如何形成，如何积聚而发挥作用，如何不断刷新世界的面貌。

宽泛地说创新，可以追溯到两千多年前（那是古希腊时期、中国先秦时期），早期局部、离散的创新活动推动了不同地域的人类文明进步。然而不可否认，早期的创新活动缺乏整体的理性自觉，缺乏制度保障等若干要素，致使早期的文明或是衰亡，或虽然延续但无法走出循环的怪圈。

及至西方近代科学革命兴起，加快了科学知识的传播和交流，城市经济发展、航海贸易和公司、专利权等制度出现，采矿冶炼之需要，都为蒸汽机的发明和应用准备了必要条件，自此，创新才成为不可阻挡的趋势。

在人类各种创新活动中，技术创新是最核心的部分。技术创新催生了新产业，开辟了新市场，制造出丰富的物品；技术创新推动经济产生跃进式增长，影响了人类的生活和行为方式。技术创新也为科学研究提供有力的仪器设备，促使科学家更深入地认识世界。

本书聚焦于技术创新的历史。以蒸汽机发明为理论框架的起点，以简明的形式呈现 18 世纪以来时代演变的特征和重大领域的技术变革，划分蒸汽时代、电力时代、电子时代和计算机时代四个部分，分别描述引领时代的技术创新，引领产业（行业）的技术创新，以及导致产业细分的技术创新和制度创新，同时也重点介绍有影响的发明家、企业家，以及因技术创新而兴盛的知名企业和工业实验室。

从技术创新的历史中，我们可以了解昨天的发明家和企业家，那些所谓成功的故事，也是善于动脑筋的故事，战胜逆境的故事，坚持不懈的故事，汲取这些故事的养料，会激励我们创意的灵感，面对创新的挑战。

从技术创新的历史中，我们可以看到一波又一波的浪潮，以荡涤之势冲击着问世不久的发明产品。在令人目不暇接的变化中，有无技术创新的周期性可循？有无社会、经济的演变规律可把握？这促使我们思考。

更让我们思考的，在前几波的创新浪潮中，中国人是缺席者。深层的问题有：曾以诸多发明和发现领先于世界的中国，为什么在近代落后了？对于这样一个涉

及多方面因素的复杂问题，至今并未有统一、明确的答案。结合本书的内容，是否可以说，中国近代没有建立公司、专利制度，没有激励创新的文化氛围，缺乏市场意识，轻视科学技术教育，就只能滞留于传统社会？

今天，崛起的中国高度重视科技创新，在多个重大领域已从创新的跟跑者成为引领者。相信过不了多少年，续写的技术创新历史中一定会增添很多中国的故事。

戴吾三

2016年8月

第一部分 蒸汽时代

第一章 蒸汽动力革命	3
一、早期的蒸汽机	4
二、瓦特对蒸汽机的贡献	6
三、瓦特的专利期满之后	9
四、蒸汽机走向世界	10
第二章 纺织技术变革	13
一、棉纺织业的兴起	14
二、纺织技术四大发明	15
三、大洋彼岸轧棉机	19
第三章 冶铁技术创新	21
一、焦炭取代木炭	22
二、生铁转化熟铁	24
三、热鼓风技术	25
第四章 制造工具创新	27
一、莫兹利与车床	28
二、内史密斯与蒸汽锤	29
三、惠特沃思与机床	30
第五章 蒸汽机应用创新：火车	32
一、火车的发明	33
二、火车的重要组成——气闸	35
三、铁路桥梁和隧道技术	36
四、铁路公司与管理体制	38
第六章 蒸汽机应用创新：轮船	40
一、轮船的发明	41
二、螺旋桨取代桨轮	42
三、从木船到铁船	44

第七章 炼钢、化工创新 46

一、贝塞麦转炉炼钢 47

二、西门子平炉炼钢 48

三、不锈钢 50

四、碱的工业化生产 51

五、珀金与苯胺紫 53

六、诺贝尔与炸药 54

第二部分 电气时代

第八章 电磁学发现与发明 59

一、从电堆到电池 60

二、电流的磁效应发现 61

三、电磁感应的发现 63

四、发电机与电动机 64

五、变压器与远距离输电 67

第九章 电气照明创新 69

一、弧光灯 70

二、爱迪生与白炽灯 71

三、直流电与交流电之战 73

四、荧光灯 75

第十章 电报、电话与无线电 78

一、两种电报 79

二、电话的发明 82

三、电话交换机 84

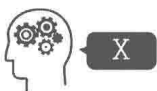
四、无线电通信 85

第十一章 电技术创新应用 88

一、电解铝 89

二、电解炼铜 90

三、电弧焊 92



四、从蒸汽梯到电梯	93
第十二章 内燃机革命	95
一、内燃机的先驱	96
二、汽油发动机	98
三、柴油发动机	99
第十三章 内燃机应用创新：汽车	101
一、汽车的发明	102
二、汽车启动器	104
三、汽车轮胎	105
四、福特生产线	107
第十四章 内燃机应用创新：飞机	109
一、飞机的发明	110
二、机翼改进	111
三、直升机	113
四、喷气发动机	115
第十五章 化学工业创新	117
一、合成氨	118
二、石油裂化	120
三、四乙铅	121
四、氟利昂	123

第三部分 电子时代

第十六章 电子元器件革命	127
一、电子管的发明	128
二、晶体管的发明	129
三、集成电路	132
四、微处理器	134
五、半导体工业	136



第十七章 电子技术创新	138
一、无线电广播	139
二、电视：从机械式到电子式	141
三、彩色电视系统	143
四、电子显微镜	146
五、雷达研发	148
第十八章 消费电子兴起	150
一、磁带录音机	151
二、随身听	152
三、计算器	154
四、录像机	156
五、“傻瓜”相机	157
第十九章 合成材料研发	159
一、酚醛树脂	160
二、合成橡胶	161
三、人造革/合成革	163
四、玻璃纤维	164
五、杜邦与尼龙	165
第二十章 空间技术创新	167
一、火箭研发	168
二、第一颗人造卫星	170
三、阿波罗登月计划	171
四、地球同步卫星	172
第二十一章 医药技术研发	175
一、胰岛素：发现与发明	176
二、维生素：发现与发明	178
三、青霉素：发现与发明	179
四、避孕药研发	181

第二十二章 生活技术创新	184
一、冰箱	185
二、洗衣机	186
三、空调机	188
四、微波炉	190

第四部分 计算机时代

第二十三章 电子计算机兴起	195
一、爱尼亚克诞生	196
二、电子计算机结构	198
三、电子计算机语言	199
第二十四章 计算机技术变革	201
一、鼠标	202
二、硬盘	203
三、软件	205
四、笔记本电脑	206
第二十五章 通信技术创新	208
一、光纤	209
二、手机	211
三、全球定位系统	212
四、互联网	214
五、电子邮件	216
六、搜索引擎	217
第二十六章 机械、光电创新	219
一、数控机床	220
二、机器人	221
三、CCD	223
四、LED	225
五、激光器	226



六、扫描隧道显微镜	228
第二十七章 印刷出版革命	230
一、复印机	231
二、打印机	233
三、汉字激光照排	234
四、桌面出版革命	236
第二十八章 生物医学创新	239
一、B 超	240
二、CT	242
三、伽马刀	243
四、核磁共振成像	245
五、生物芯片	246
六、PCR 技术	248
第二十九章 新能源、新材料	250
一、核能发电	251
二、太阳能	253
三、燃料电池	254
四、稀土永磁材料	255
五、液晶	257
六、导电塑料	259
七、碳纤维	260
第三十章 文化技术创新	262
一、DVD	263
二、MP3	264
三、电子游戏机	266
四、数码相机	268
参考文献	270
后记	271



第一部分 蒸汽时代

自 18 世纪中叶,欧洲发生了以蒸汽机的发明和广泛应用为标志的重大技术创新(也称第一次技术革命),蒸汽动力突破了人力、畜力和水力、风力的局限;新机器使用推动了从工场手工业到工厂机械化的转变。这次重大技术创新首先发生在英国,主要包括蒸汽机动力革命、棉纺织技术变革、焦煤冶炼技术改良。这些重大技术创新使英国在采掘、冶金、纺织、机器制造和运输领域建立起新的工业体系。其后,法、德等欧洲国家和大洋彼岸的美国陆续仿效英国,在 19 世纪上半叶开启了各自的工业化进程。