

科技视角串联历史 | 真正洞察世界趋势

历史总在重演 | 科技永远向前

吴军 | 著

中信出版集团

全球 科技 通史

吴军|著

图书在版编目(CIP)数据

全球科技通史/吴军著. —北京:中信出版社,

2019.4

ISBN 978-7-5217-0142-5

I. ①全… II. ①吴… III. ①科学技术—技术史—世界 IV. ①N091

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第036099号

全球科技通史

著 者: 吴 军

出版发行: 中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编 100029)

承 印 者: 北京盛通印刷股份有限公司

开 本: 880mm×1230mm 1/32 印 张: 14.75 字 数: 347千字

版 次: 2019年4月第1版 印 次: 2019年4月第1次印刷

广告经营许可证: 京朝工商广字第8087号

传 号: ISBN 978-7-5217-0142-5

定 价: 88.00元

版权所有·侵权必究

如有印刷、装订问题,本公司负责调换

服务热线: 400-600-8099

投稿邮箱: author@citicpub.com

谨献给吴梦华、吴梦馨和张彦

推荐序

从科技视角俯瞰历史，从历史视角理解科技

钱颖一

清华大学资深教授、经济管理学院前院长，
西湖大学校董会主席

在中国，人们对科学技术的追求一直伴随着中国现代化的进程。近几年，科技更是成为全民关注的热点。当然，这与中国经济发展到了新的阶段有直接关联。2018年，中国的人均GDP（国内生产总值）达到近1万美元，中国经济要想突破中等收入陷阱，实现可持续发展，只能靠创新，而创新离不开科技，这已经形成共识。这是当前全国出现科技热的经济逻辑。

不过，科技演进的历史不仅仅是经济逻辑。人类的科学发现、技术发明究竟是如何演化的，它们从哪里来，又要到哪里去，这些问题通常不会在专业课程和教科书中探讨，因为专业课程和教科书主要是传授科学技术的结果，而不是原因和过程，更不要说对科学和技术史的整体梳理了。吴军博士的这本《全球科技通史》帮助我们从历史视角思考科学和技术的过去与未来，非常值得推荐。

吴军在清华园长大。他从清华附中考上清华大学，取得计算机科

学学士学位和电子工程硕士学位，之后留学美国，获得约翰·霍普金斯大学计算机科学博士学位。他曾在谷歌和腾讯工作，具有中美高科技企业的丰富工作经验，目前在位于硅谷的由他参与创立的一家投资基金工作，专门投资初创的高科技企业。在此之前，吴军已经出版了众多畅销书，包括《数学之美》《浪潮之巅》《文明之光》《智能时代》等。应该说，他写《全球科技通史》，既有他的学科背景，也有他在科技创新实践中获得的直接感悟。

《全球科技通史》讲述的是人类科技发展的历史，覆盖了从人类文明最早的石器时代到当前的信息和生物时代的漫长历程。吴军把人类的科技发展历史划分为四个阶段：远古科技、古代科技、近代科技、现代科技。虽然不少近代科技的内容在高中阶段有讲授，现代科技的内容在大学阶段有讲授，但是我们通常是把这些内容作为知识来学，作为知识点来记，我们并不一定了解，更不懂得它们是如何产生的，是在什么背景下产生的，更不知道它们的影响。这些影响大多不是发现者和发明者自己所能预料的。至于远古科技和古代科技，我们知道得更少了。

阅读这本书，读者可以从中获得很多启发。首先，我们可以从中获得科技的历史感。我们会从历史中受到启发，对当前的事件产生不同一般的想象，从历史中获得新的视角。比如，今天我们对互联网日新月异的发展惊叹不已，我们对人工智能的潜在功能寄予无限的希望，我们很容易以为这些都是史无前例的。但是读了这本书，你会对历史有一种新的感叹，对今天的科技多一份思考。比如，你会对电报的发明（第一次从华盛顿向巴尔的摩发报）感到震撼，因为这是人类第一次使得一般性信息的传播速度比人（或马）更快。你也会对电的发明

带来的广泛影响感到惊叹，没有电，就没有电梯，就不可能有高层建筑。手机作为信息传输工具是电报电话的延伸，而人工智能能否像电一样对人类文明产生类似甚至更大的影响，只有放在历史中我们才能欣赏和评价。

其次，这是一本有关科技历史的书，内容既包括科学，也包括技术。有关科学历史的书不少，但是把科学历史和技术历史放在一起讲的书就很少了。这对中国读者来说，吸引力就很大，因为我们对“科技”这个词习以为常，使用频率可能超过“科学”这个词。科学和技术两者密不可分，同时两者也有区别。科学是发现自然规律，技术是对改造世界有用的发明。近代以来，中国为了追赶西方，着眼点大多在技术和工程方面，因为只有工程和技术可以直接带来经济的繁荣和军事的强盛。在绝大多数情况下，我们对科学的兴趣来源于科学对技术的推动力量。其实，不仅当前如此，一百多年前的洋务运动时期也是如此。虽然这种功利主义取向为全民学习科学和技术提供了强大和主要的动力，但是纵观科学和技术发展的历史，我们发现这种动力只是一个方面，并非全部。认识到科学和技术两者的关系和不同，是我们从读科技史中获得的另一个启发。

从这本书中我们看到，科技发展有不同的历史时期：有单纯科学发展的时期（古希腊），有单纯技术发展的时期（中国古代），有基于科学发展技术的时期（工业革命时期），也有科学和技术交织发展的时期（当今）。区别科学和技术的一个意义是帮助我们认识到功利和非功利的不同。为了生存和发展是功利的。由于技术大多是为了生存和进步，所以技术是功利的。而科学就不一定。一方面，科学可以用来推动技术的发展，所以科学有功利的一面。我们对科学的崇拜，在很大

程度上是出于功利的一面。另一方面，科学也有非功利的一面。科学是人类为了理解宇宙和自己。几乎所有革命性的科学发现，当初都不出于功利，而是为了满足人的好奇心。有些发现后来很有用，有些至今仍然无用，甚至永远都没有用。但是没有这些科学，就没有人类文明的今天。

最后，从这本书中获得的第三个启发是科学方法论在科学发现和技术发明中的重要性。这本书重点介绍了笛卡儿（René Descartes, 1596—1650）的方法论。我们都知道牛顿（Isaac Newton, 1642—1726）对现代科学的基石性作用。但牛顿说他是站在巨人肩膀上的。这个巨人就是提出科学方法论的笛卡儿。笛卡儿不仅影响了牛顿，而且一直影响到今天。

科学方法论的起点是“怀疑一切”。马克思也把“怀疑一切”作为他的座右铭。吴军把笛卡儿的科学方法论概括为五条：

- 提出问题。
- 进行实验。
- 从实验中得出结论并解释。
- 将结论推广。
- 找出新问题。

近代科学与古代科学（古希腊）的区别是重视实验。而实验的前提是提出好问题，起点是怀疑一切。这种科学方法论就是我们今天说的批判性思维，是目前中国教育中非常缺乏的。从我们的教育体制中走出的学生，虽然会解答很难的题目，但是不会提出好的问题，他们在心理上不敢怀疑，在方法上不善怀疑。没有科学方法论就没有科学技术的今天，这是科技历史的逻辑，更对当今中国有现实意义。

我在清华大学经济管理学院担任院长期间（2006—2018），着力在本科教育中推动通识教育。通识教育一般是引入人文和社会科学的课程。我也这样做，但是除此之外，我还积极推动对自然科学的课程做出改革，其中的一个举措就是开设了两门新课程——“物理学简史”和“生命科学简史”。物质科学和生命科学各自发展演变的脉络和规律以及对社会的影响不但非常有趣，而且能帮助我们理解科学的本质。但是这些内容并不包含在标准的物理和生物课程中。引入这两门新课程是大学教育改革中的一个尝试。

我相信，人们对科学和技术的兴趣一定会引发对科技历史的兴趣。吴军博士的《全球科技通史》将带你走进人类科技历史的长河。

2019年2月15日于清华园

前言

科技的本质

我们正身处技术爆炸的时代。2017年全世界专利申请的数量超过800万件。¹虽然这里面有不少水分，但是总数依然相当惊人。如果再看专利的增长速度，则更为惊人。以世界上最难获取的美国专利为例，2003—2015年的13年间，美国专利商标局批准了300万项专利，这个数量超过了美国专利商标局自1802年成立到2002年底近200年间所批准专利的总和。²如果专利的数量过于抽象不好理解，我们不妨看几个实例：

- 1838年4月世界上第一条跨洋航行的商业航线开通后，蒸汽动力的天狼星号机帆船花了19天时间完成了从英国到美国的商业航行。今天，民航飞机完成同样的旅行仅需要不到6个小时，将横跨大西洋的时间缩短了98%，而空中客车公司的超音速概念飞机可以将这个时间再缩短80%。
- 1961年，苏联在新地岛试爆了一颗5000万吨TNT当量的氢弹，它在一瞬间释放的能量（ 5×10^{13} 千卡）相当于罗马帝国全部5700万人口在公元元年一个月所产生的全部能量。
- 1858年，美国企业家菲尔德用4艘巨轮将上万吨电报铜缆铺设

到大西洋底，实现了人类第一次洲际通信，当时的传输速率每秒不到 1 个比特，而且传输极不稳定。2017 年，由微软、脸书合作铺设，西班牙电话公司旗下电信基建企业 Telxius 管理的跨大西洋高速海底光缆，每秒可以稳定地传输 160 Tbit（太比特），比一个半世纪之前快了万亿倍。

- 1946 年，世界上第一台电子计算机“埃尼亚克”（ENIAC，全称为 electronic numerical integrator and computer，电子数学积分计算机）的运算速度为每秒 5000 次，今天（截至 2018 年 6 月），世界上最快的超级计算机“顶点”（Summit）的运算速度高达每秒 20 亿亿次，比埃尼亚克大约提高了 40 万亿倍。事实上，今天的苹果手机计算能力已经超过了阿波罗登月时主控计算机的能力。

除了专利申请量惊人，今天科技的另一个特点是让我们感觉眼花缭乱。虚拟现实、人工智能、无人驾驶汽车、基因编辑、大数据医疗、区块链和虚拟货币等，我们在媒体上每天都能看到这些概念，但是它们意味着什么？为什么会一夜之间冒出来？对我们的生活将产生什么影响？今后还会出现什么新的技术名词？

科技进步日新月异，不仅给我们带来了好的生活，也让当下的人们产生了很多焦虑和恐惧。通常，人们的焦虑和恐惧源于对周围的世界缺乏了解，对未来缺乏把控。要想缓解和消除这种焦虑和恐惧，需要搞清楚下面三件事情。

首先，科技在大宇宙时空中的地位和作用，即它在经济和社会生活中的角色，以及它在历史上对文明进程的推动作用。前者是从空间维度上看，后者是从时间维度上看。

从空间维度上看，科技在文明过程中的作用是独一无二的，是一种进步的力量，这是毋庸置疑的。工业革命堪称人类历史上最伟大的事件。在工业革命之前，无论是东方还是西方，人均 GDP 都没有本质的变化。^①但工业革命发生后，人均 GDP 就突飞猛进，在欧洲，200 年间增加了 50 倍；而在中国，短短 40 年就增加了 10 多倍。^②因此，古今中外任何王侯将相的功绩和工业革命相比都不值一提。而工业革命的发生，就是科学推动技术，再转化为生产力的结果。这是科技在经济和社会生活中的重要体现。

从时间维度上看，科技几乎是世界上唯一能够获得叠加性进步的力量，因此，它的发展是不断加速的。世界文明的成就体现在很多方面，从政治、法律到文学、艺术、音乐等，都有体现。虽然总体上讲，文明是不断进步的，但是在很多方面，过去的成就并不能给未来带来叠加性的进步。比如在艺术方面，历史上有很多高峰，后面的未必能超越前面的。今天没有人敢说自己作曲超越贝多芬或者莫扎特，写诗超越李白或者莎士比亚，绘画超越米开朗基罗（Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni，1475—1564），甚至世界上很多采用民主政治的国家，在政体上依然没有超越古希腊。但是，今天任何一个三甲医院的主治医生都敢说他的医术超过了 50 年前世界上最好的名医。因为医学的进步是积累的，现在的医生不仅学到了 50 年前名医的医术

① 在公元元年，古罗马的人均 GDP 大约为 600 美元；到了工业革命之前，欧洲人均 GDP 只增长到 800 美元左右。在中国情况类似，西汉末年人均 GDP 为 450 美元左右，1800 年后的康乾盛世时期才达到 600 美元左右，改革开放前也不过 800 美元（按照购买力计算）。数据来源：安格斯·麦迪森《世界经济概论，1-2030 AD》（2007），牛津大学出版社，以及世界银行数据库（<https://data.worldbank.org/>）。

② 2016 年英国的人均 GDP 大约为 4 万美元，中国为 8100 美元。

精髓，而且掌握了过去名医未知的治疗手段。今天，一个大学生学会微积分中的牛顿-莱布尼茨公式只需要两个小时，但是当初牛顿与莱布尼茨（Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646—1716）花了10多年时间才确立了该定理。由于科技具有叠加式进步的特点，我们对它的未来更加有把握。

其次，世界达到今天这样的文明程度并非巧合，而是有着很多的历史必然性。19世纪出现大量和机械、电力相关的技术，20世纪出现大量和信息相关的技术，接下来会出现很多和生物相关的技术，这些都是有内在逻辑性的。当我们全面了解了科技在人类文明发展的进程中是怎样一环扣一环地发展的，我们就能够把握科技发展的内在逻辑，做到自觉地、有效地发展科技。

最后，我们需要找到一条或者几条主线，从空间维度了解科技的众多领域及众多分支之间的相互关系，从而了解科技的全貌，同时从时间维度理解科技发展的过程和规律。虽然不同的历史学家、科技史学家和技术专家会给出不同的主线，但最本质也最便于使用的两条主线是能量和信息。这两条主线也是组织本书内容的线索。

采用能量和信息作为科技发展史的主线有两个主要原因：其一，我们的世界本身就是由能量和信息构成的；其二，它们可以量化科技发展水平，解释清楚各种科技之间的关系。

宇宙的本源是能量，这已经是现代物理学的常识。我们过去说世界是物质的，这种说法没有错，因为从本质上讲物质是由能量构成的。我们在中学物理中学过，宇宙万物是由上百种不同的原子（和它们的同位素）构成的，那么原子又是由什么构成的呢？它是由更小、更基本的粒子构成的。那些最基本、无法进一步分割的粒子（物理学标准模型中

的 61 个基本粒子)，比如光子、电子，以及构成原子核中质子和中子的夸克，最终都是纯能量，它们里面不再有其他物质，因此才有了爱因斯坦（Albert Einstein，1879—1955）著名的 $E = mc^2$ 质能关系式。世界的物质性，比如形状、体积和质量，不过是能量的各种性质而已，特别是在希格斯的理论被证实之后，大家对此更是确信无疑。因此，我们说世界的本源就是能量。

那么，看不见摸不着的能量，又是如何构成世界的呢？这就要靠物理学、化学、生物学、信息科学的能量法则了，它们都是信息。科学的本质就是通过一套有效的方法发现这样一些特殊的信息，它们就是宇宙、自然和生命构成及演变的奥秘。

自从出现了现代智人，地球的面貌就因为人类的活动而改变。人类的实践从本质上讲就是获取能量并利用能量改变周围的环境，而技术则是科学与实践之间的桥梁和工具。在科学和技术中，能量和信息如此重要，以至它们在人类历次重大的文明进步中都扮演了主角。同时，它们也是定量衡量科技发展水平的尺度。

10000 年前开始的农业革命，其本质是通过农耕有效地获得能量，为我们的祖先创造文明提供可能性。当时，伴随着文字和数字的诞生，人类可以将以前的知识和信息传承下来，人类的发展进程得到第一次加速。

18 世纪中后期开始的工业革命，其核心是新动力的使用，主要包括水能和蒸汽动力。从那一刻起，人类产生和利用能量的水平有了巨大的飞跃。在工业革命之前的一个世纪里，欧洲迎来了一次科学大发现，其成果在工业革命中被转换成技术，使得许多改变世界的重大发明在短期内涌现出来。这说明在工业革命前，人类创造信息的能力有一次飞跃。

进入 20 世纪之后，科技的发展也是如此。一方面是能源的进步，从原子能到各种清洁能源；另一方面是信息技术的发展，它是整个 20 世纪科技发展的主旋律。此外，人类在 20 世纪发现了 DNA（脱氧核糖核酸）的螺旋结构以及宇宙诞生的时间和方式。这两项重大发现，本质上是人类对宇宙形成信息和生命形成信息的破解。我们在本书中会清晰地看到，整个科技史，从过去到未来，都与能量和信息直接或者间接相关。

把上面三件事情讲清楚，让读者全面了解科技发展史，消除焦虑，是我写这本书的第一个动机。

我对写科技史感兴趣的第二个原因，是它本身如此重要，但又恰恰被大部分人忽视了。今天大部分人谈到历史的时候，主要关注的是国家的兴衰、王朝的更替。大家了解的历史人物，大多是王侯将相，了解的历史事件，大多是英雄故事。其实，把这些人物和故事放在一个较长的历史跨度下考察，其重要性比科技进步要小得多。因此，在完成四卷本《文明之光》的写作之后，我酝酿了很长时间，决定写一本科技通史。

当然，我研究科技史还有一个很现实，甚至有些功利的的原因，就是在今天这个发明数量过多的时代，我想知道什么技术真正对未来世界的发展有帮助，以便我能及早地投资那些技术。了解科技的发展历史，就能知道我们今天所处的位置，然后看清我们将要去的方向。

生活在今天的人是非常幸运的，因为在这个时代，人类首次知道了宇宙时间的起点、地球生命的起点，以及人类文明的起点。当然，历史的很多进程还需要我们不断了解，接下来就让我们围绕能源和信息这两根主线，看看人类是如何开启文明，发展科学技术，并利用它们改变世界的。

目 录

1. 从用石头砸开坚果开始
2. 告别茹毛饮血
3. 从山洞到茅屋
4. 虱子和衣服
5. 最早的武器
6. 善于说话者胜

第一章 黎明之前

从用石头砸开坚果开始 _005

告别茹毛饮血 _008

从山洞到茅屋 _010

虱子和衣服 _013

最早的武器 _015

善于说话者胜 _017

第二章 文明曙光

储存太阳能 _024

驯化水稻 _026

陶器的出现 _029

美索不达米亚的水渠 _032

轮子与帆船 _034

从 1 到 10 _037

开始记录一切 _046

星辰的轨迹 _049

第三章 农耕文明

青铜与铁 _060

解决粮食问题 _066

纺织、瓷器与玻璃 _074

城市的胜利 _082

第四章 文明复兴

古希腊人的贡献 _092

纸张与文明 _103

从雕版印刷到活字印刷 _109

阿拉伯文明的黄金时代 _115

大学的诞生 _121

漫长的中世纪 _125

美第奇与佛罗伦萨的穹顶 _127

日心说：冲破教会束缚 _131

第二篇
古代科技