

科普人类信息技术的前生、今世与未来
知名专家学者的重磅之作 互联网、通信等行业的经典读物
中国工程院院士、中国互联网协会理事长邬贺铨推荐

信息技术简史

灯泡不是爱迪生发明的？电话不是贝尔发明的？
无线电不是马可尼发明的？第一位上天飞行的不是莱特兄弟？
时间晶体存在记忆？区块链之父是何方神圣？
未来人类将半人半机器？

吕廷杰 王元杰 迟永生 张解放◎编著

Brief History of Information Technology



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

信息技术简史

吕廷杰 王元杰 迟永生 张解放 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

信息技术简史 / 吕廷杰等编著. —北京：电子工业出版社，2018.1
ISBN 978-7-121-33392-7

I. ①信… II. ①吕… III. ①信息技术—技术史—世界 IV. ①G202-091

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 328859 号

策划编辑：缪晓红

责任编辑：董亚峰 特约编辑：丁福志

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：720×1000 1/16 印张：21 字数：370 千字

版 次：2018 年 1 月第 1 版

印 次：2018 年 1 月第 1 次印刷

定 价：49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：（010）88254694。

编委会

(排名不分先后)

总主编

吕廷杰

主编

王元杰

迟永生

张解放

副主编

李永太

孙新莉

初铁男

梁友

支春龙

王光全

裴小燕

张立彬

白海龙

赵升旗

郝军

汪彦龙

编委

杨宏博

赫罡

张贺

陈强

谢鹰

王洁

赵扬

于力

杨波

唐晓强

张秀春

王东洋

张明栋

黄敏

肖瑞

智茂荣

张龙江

张宁

曲延庆

尹逊伟

序

邬贺铨

中国工程院院士

中国互联网协会理事长

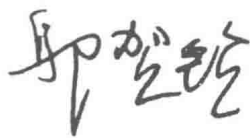
第四届世界互联网以“发展数字经济、促进开放共享——携手共建网络空间命运共同体”为主题，吹响了数字经济新时代号角。对于数字经济，《二十国集团数字经济发展与合作倡议》给出了如下定义：数字经济是指以使用数字化的知识和信息作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动。

如今，云计算、大数据、物联网、人工智能、区块链、第五代移动通信（5G）等新一代网络信息技术加速推广与应用，不断催生新模式、新业态、新产业。可以说，作为随着信息技术革命发展而产生的新型经济业态，数字经济正日益成为中国经济发展的新引擎。对于生逢这一大趋势的我们每个人，会感受到信息技术正在改变我们的生活，对信息技术的未来既充满期待又难以预见，希望了解信息技术的原理、因何而生、从何而来、有何影响、向何处去。

《信息技术简史》由中国信息经济学会副理事长、北京邮电大学教授、博士生导师吕廷杰先生担任总编，书中将迄今为止的主要信息技术展现在读者眼前，在普及知识的同时，还穿插了许多奇闻异事，谈古论今，把深奥的技术领域的发展史讲得妙趣横生，令人耳目一新，受益匪浅。

很多人读过斯蒂芬·霍金的《时间简史》、比尔·布莱森的《万物简史》，写得都很精彩，从中感受到写简史并不简单，厚积薄发，才容得下历史的胸怀，登高望远，才有可能一览众山小。写《信息技术简史》不仅需要勇气还更考验作者的功底，它的科学严谨性要经受专业人士挑剔的眼光，它的通俗趣味性要能吸引普通读者爱不释手。作者兼顾不同背景的受众做了很好的平衡，同时坚持了科技类著作的特色，侧重知识点和知识量，传递正确的观点，启发进一步思考，以史为鉴激励创新。

《信息技术简史》有这样一句话：“未来似乎还很遥远，然而未来已来。以摩尔定律的速度、以梅特卡夫定律的价值、以库兹维尔定律的规模，排山倒海，势不可挡。还是毛主席说得好：一万年太久，只争朝夕！”以摩尔定律为代表的信息技术发展速度是很多领域的技术难以相比的，在新一代信息技术变革的新时代，唯有更加努力地学习并善于借信息技术之势创新，才能跟上时代的步伐。期待本书能够激发更多读者投身到信息技术的研发创新和应用推广中，在信息技术新的发展征程中写出精彩的中国故事和做出更多的中国贡献。



2018年1月

前言

吕廷杰

中国信息经济学会副理事长

北京邮电大学教授、博士生导师

人是自然的存在物，社会是人们相互交往的产物，作为人类文明的重要组成部分，通信一直是人们进行社会交往的重要手段。我们的祖先在没有发明文字和使用交通工具之前，就已经能够互相通信了。从击鼓传音、烽火台、消息树，到鸿雁传书、邮驿制度，再到灯塔乃至信号旗等。与此同时，人们通过岩刻、竹签、结绳、算盘等计算工具或方法进行收获与分配的计算。前辈们对计算技术的探索与通信技术一样，历史悠久，可谓生生不息。

正是有了我们的前辈勇于探索信息技术的付出，人类的信息技术才会逐步发展，在此，向各位前辈致敬。人类文明上下五千年，在这个长河中，相比之下，十七世纪之后，信息技术发展更快。有些技术，当时人们认为不可能，若干年之后就成了现实。就拿电磁波来说，在 1864 年，英国物理学家麦克斯韦预言了电磁波的存在，23 年之后，德国物理学家赫兹通过实验发现了电磁波的存在，证实了麦克斯韦的猜想，不过当时赫兹认为电磁波没什么用。直到 1893 年，美籍塞尔维亚裔科学家特斯拉首次公开展示无线电通信，人们才了解到电磁波的用处，之后才有了电台、电视、乃至今天的手机等应用。

与电磁波相似的还有引力波，关于引力波，1916 年爱因斯坦在广

义相对论理论的基础上预言了引力波的存在，恒星爆炸、黑洞碰撞、大型天体相撞都会产生引力波。不过当时爱因斯坦本人都坚信永远也不可能探测到引力波，还多次投稿阐明这个观点。直到百年后，2015年，美国科学家通过强大的激光干涉仪探测到了引力波，证实了百年前爱因斯坦的预测。两年后，也就是2017年10月，三位美国科学家因此获得了贝尔物理学奖。对于引力波有什么用，我们目前基本是一无所知的，不过多年以后，引力波或许会进入人类的日常生活，这是很有可能的。

最近几年，物联网进入了我们的生活，现在全世界移动用户已经达到了50亿，全球有2000万个集装箱，3亿个LED路灯，18亿只水表，每年1亿辆新自行车出厂。这些都将是物联网用户。万物互联的关键末端设备是传感器，现在的传感器发展到了什么程度呢？根据DeepTech 深科技报道，2017年11月，美国食品及药品监督管理局（FDA）批准了其首款抗精神病数字药物 Abilify MyCite，由药物 Abilify 和内嵌感应器组成，其中感应器由食物中常见的元素如铜、镁和硅组成，只有砂砾大小，在胃酸的作用下，感应器会像水果电池一样产生信号。之后，信号会被胸腔上约创可贴大小的穿戴式接收器检测到，相关数据和信息会通过蓝牙发送到手机 APP 上，最终汇总到数据库，以便医生和家人及时了解。

与物联网一起引人关注的还有人工智能、区块链等新一代信息技术，在《信息技术简史》这本书中都会有所介绍。

近年来，许多科幻小说与电影都在宣扬：人类如果想获得长生不老，就需要脱离以碳为主要元素的载体，转为以硅为主要元素的载体，即硅基人。我们人类的进化超过了八百万年，在未来，人类将走向何方？有人认为将半人半机器，身上嵌入各种芯片，实现人类本身不能实现的功能，有人认为人将会实现永生，长生不老。但只要有了人就需要通信手段，因此，通信永恒。

未来似乎还很遥远，然而未来已来。以摩尔定律的速度、以梅特卡夫定律的价值、以库兹维尔定律的规模，排山倒海，势不可挡。还是毛主席说得好：一万年太久，只争朝夕！



2017年12月于北京

目录

第 1 章 信息发展史	1
1.1 语言	2
1.2 文字	4
1.3 驿站	8
1.4 长城	9
1.5 灯塔	10
1.6 造纸术	11
1.7 印刷术	11
1.8 信鸽	12
1.9 有线电	13
1.10 无线电	21
1.11 人造卫星	24
1.12 互联网	29
1.13 新一代信息技术	52

第2章 终端技术	56
2.1 线缆	57
2.2 半导体	64
2.3 传感器	69
2.4 智能硬件	73
2.5 智能穿戴	83
2.6 智能网关	89
2.7 智能家居	95
2.8 增材制造	106
2.9 4D 打印	109
2.10 电池技术	110
2.11 柔性电子	117
2.12 显示技术	118
2.13 虚拟现实	121
第3章 软件技术	127
3.1 软件现状	128
3.2 开源技术	129
3.3 操作系统	135
3.4 IPv6 技术	138
3.5 软件定义网络	141
第4章 无线技术	147
4.1 无线网分类	148
4.2 移动通信	149
4.3 WLAN 技术	171
4.4 蓝牙技术	177
4.5 ZigBee 技术	181
4.6 近场通信	183
4.7 LiFi 技术	186
4.8 无源 WiFi	188

4.9	LPWAN	190
4.10	引力波	199
第5章	云计算	201
5.1	云计算概念	202
5.2	云计算价值	204
5.3	云计算服务形式	206
5.4	云计算应用	208
5.5	雾计算与云计算	211
第6章	大数据	213
6.1	大数据概念	214
6.2	大数据应用	220
6.3	大数据前景	222
第7章	物联网	225
7.1	物联网	226
7.2	车联网	231
7.3	无人机	235
第8章	人工智能	239
8.1	人工智能定义	240
8.2	人机信息交互	242
8.3	人工智能的实现方式	248
8.4	人工智能的发展	255
第9章	量子技术	262
9.1	量子通信	263
9.2	量子计算	266
第10章	区块链	270
10.1	拜占庭将军问题	271
10.2	区块链发展情况	272

10.3	区块链概念	274
10.4	区块链分类	276
10.5	区块链核心技术	277
10.6	区块链发展应用	278
第 11 章	新能源新材料	281
11.1	新材料	282
11.2	新能源	300
第 12 章	生物信息技术	309
12.1	生物特征识别	310
12.2	生物识别支付	311
12.3	生物计算机	314
12.4	DNA 计算机	315
12.5	DNA 互联网	317
12.6	DNA Fountain 编码技术	318
参考文献		319

第 1 章

—CHAPTER1—

信息发展史

宇宙诞生自大爆炸，至今已经 138 亿年了，地球和太阳系形成也已经 46 亿年了，最早的生命约在 36 亿年前出现，人类的始祖大约在 800 万年前诞生。相比之下，人类历史只是宇宙进化过程中的简短片刻。人类是一个群居体，从生命诞生以来，人类的生活就离不开信息的交流，从语言、文字，到造纸术、印刷术，到电报、电话，一直到区块链、人工智能等，人类的信息技术在不断变革。

2013 年 3 月 4 日，习近平总书记在全国政协科协、科技界委员联组会上发表重要讲话时指出：“现在世界科技发展有这样几个趋势：一是移动互联网、智能终端、大数据、云计算、高端芯片等新一代信息技术发展将带动众多产业变革和创新；二是围绕新能源、气候变化、空间、海洋开发的技术创新更加密集；三是绿色经济、低碳技术等新兴产业蓬勃兴起；四是生命科学、生物技术带动形成庞大的健康、现代农业、生物能源、生物制造、环保等产业。”

当前，以信息技术为代表的新一轮科技革命方兴未艾，互联网日益成为创新驱动发展的先导力量。信息技术与生物技术、新能源技术、新材料技术等交叉融合，正在引发以绿色、智能、泛在为特征的群体性技术突破。信息、资本、技术、人才在全球范围内加速流动，互联网推动产业变革，促进工业经济向信息经济转型，国际分工新体系正在形成。

1.1 语言

生命的起源一直是一个争议性的话题，18 世纪以前，神创论占据着统治地位，例如，在中国，女娲造人；《圣经》上，帝耶和華造人；《古兰经》上，真主造人；在希腊，普罗米修斯造人；等等。1859 年，英国生物学家查尔斯·达尔文（Charles Darwin，图 1.1）的名著《物种起源》



图 1.1 达尔文

出版，创立了进化论，后来被大多数学术界人士所接受，很多人相信人类是生物进化的产物。

后经人类学家研究发现，138 亿年前宇宙诞生；46 亿年前地球形成；36 亿年前地球上诞生了最早的生命菌类和藻类；之后经历五次生物大灭绝，其中包括恐龙的灭绝；3300 万年前出现了猿；800 万年前，有些类似黑猩猩的猿类物种成功地进化成南方古猿；250 万年前，南方古猿的其中一支进化成早期猿人（也称能人）；180 万年前，晚期猿人（也称直立人）在非洲出现，后来向世界各地扩张，德国海德堡人、印度尼西亚爪哇猿人、云南元谋人、北京猿人都属于晚期猿人，晚期猿人是人与猿之间的分水岭；30 万年前早期智人（又称古人）的体质形态已和现代人接近，但仍带有一些原始特点，陕西大荔人、广东马坝人、山西丁村人、山西许家窑人、德国尼安德特人都属于早期智人；5 万年前，晚期智人（又称新人）的体型非常接近现代人，法国克罗马农人、北京周口店山顶洞人、内蒙古河套人、广西柳江人、广西麒麟山人、山西峙峪人都属于晚期智人，晚期智人已开始分化出四大人种，即白种人（又称欧罗巴人种）、黄种人（又称蒙古人种）、棕种人、黑种人。3000 多年前，古埃及的壁画上出现了最早的人种分类，以不同的颜色区别人类，将人类分为四种，即南方尼格罗人涂以黑色、埃及人涂以赤色、亚洲人涂以黄色、西方人及北方人涂以白色。

人类语言的起源也是一个有高度争议性的话题，1866 年，在巴黎语言学会上，相关学者达成共识：没有必要在学术会议上讨论这个话题，因为这“纯属浪费时间”。1872 年，伦敦语文学会禁止此类研究。

关于语言的起源有神授说、人创说，以及劳动创造说。

神授说认为语言是上帝或神赐予人类的学说。印度婆罗门教《吠陀》记载，语言是神赐予人类的一种特殊能力。基督教《圣经》说，耶和華用五天时间创造了天地万物，第六天，用尘土创造了亚当（《古兰经》译作亚丹或阿丹）。亚当创造了语言，世上原本只有一种语言，即亚当语。巴比伦地区的人们决心建造一座能通往天堂的高塔，为了破坏人类这胆大妄为的举动，上帝一夜之间让语言变得五花八门，人们再也听不懂对方在说什么，误解、分歧使大家终日吵吵闹闹，这一高塔便半途而废。

人创说认为语言是人自己创造的，而不是上帝或神赐予的。人创说包括手势说、感叹说、摹声说、劳动说、契约说、突变说、渐变说、本能说等几种假设。1871 年，查尔斯·达尔文（Charles Darwin）在《人类的起源与性的选择》中指出，“鸟类发声在好几个方面为人类语言的发展提供了最近的类比”。达尔文认为语言可能起源于鸟鸣，这“可能产生了各种复杂情绪的

言语表达”。

劳动创造说认为语言起源于劳动。1876年，恩格斯（图 1.2）在《自然辩证法》的论文《劳动在从猿到人转变过程中的作用》中提出，语言是从劳动中并和劳动一起产生出来的。劳动是语言产生的唯一源泉，没有劳动就没有语言。由于劳动，人类才能获得各种各样的食物，增加了大脑的营养，促进了大脑皮层的形成，为人类意识的产生准备了物质条件。

对于人类语言产生于何时，说法不一。有学者认为，180万年前的直立人时代，原始的人类语言就诞生了；美国伯克利加州大学的语言学家约翰娜·尼科尔斯（Johanna Nichols）运用统计学的方法推算出，人类语言产生于10万年以前。

由原始人向现代人进化的过程中，语言发挥了重要的作用，而同时人类的进化，如脑容量的增加、发音器官的改善，也成为现代语言出现的有利条件，推动了原始语言向现代语言的演变。

语言是人类最伟大的发明，地球上的人类语言五花八门，种类繁多。德意志民主共和国出版的《语言学及语言交际工具问题手册》中指出，全世界有5651种语言，在这之外，已经有很多种语言文字在世界上消失了，大部分语言学家确认已知的语言实际上只有4200种左右，有1400多种语言还没有被人们承认是独立的语言，或者是正在衰亡的语言。



图 1.2 1879 年的恩格斯

1.2 文字

人类的语言经过多年进化后，才出现了记录它的文字，文字出现的时间最多不超过6000年。科学界一般将文字的出现作为界定文明的重要标志，通常把文字出现前的历史称为史前史，文字出现后的历史称为人类文明史。国际上认可度较高的世界四大古代文明古国分别是古巴比伦（位于西亚）、古埃及（位于北非）、古印度（包括今印度、巴基斯坦等国，位于

南亚)和中国。

文字的出现和使用,使人类对信息的保存和传播取得了重大突破,较大地超越了时间和地域的局限,得以广泛流传和长期保存。有了文字,就需要有一个很好的载体,早期人们把文字写在岩壁、甲骨、竹简、丝帛等载体上。中国的甲骨文和古埃及象形文字(圣书体)、苏美尔人楔形文字和美洲印第安人的玛雅文字具有同等的地位,号称世界四大古文字。

公元前5000多年,古埃及人发明了最初的象形文字(图1.3)。经过几百年的发展,象形文字演变成了一种比较完备的文字——圣书体,通常刻在庙墙、陵墓、石棺、调色板、雕像、洞穴峭壁等石质材料上,有时也写在陶片、木料和纸草上。后来,从圣书体中先后演化出两种简化体文字——僧侣体和世俗体。由于亚述人、波斯人、古希腊人、古罗马人等外来者的入侵和统治,公元4世纪左右,圣书体文字濒临失传。公元391年,古罗马皇帝狄奥多西一世下令关闭所有非基督教神殿,圣书体彻底失传,在此后的两三百年来,僧侣体和世俗体也相继失传。1799年,拿破仑·波拿巴远征埃及,其部下在尼罗河三角洲上的港口城镇罗塞塔的郊外挖防御工事时发现了一块托勒密王朝时代的玄武岩石碑,这块石碑成了破译古埃及文字的突破口,上面镌刻着用埃及圣书体、世俗体文字,以及古希腊文写成的同一内容的铭文。1822年,在经过了艰苦卓绝的研究之后,法国学者让-弗朗索瓦·商博良(Jean-François Champollion)成功破译了石碑上的文字。



图 1.3 古埃及象形文字

公元前3200年,楔形文字由生活在两河流域地区(幼发拉底河、底格里斯河)的苏美尔人发明,通常用小尖棒在潮湿的泥版上压出字迹,笔画的形