



十万个为什么

第六版



总主编 韩启德

电子与信息

主 编 吴启迪
副主编 汪 轶

少年儿童出版社



Whys
6th Edition

十万个为什么

第六版

电子 与 信息

总 主 编 韩启德

主 编 吴启迪

副 主 编 汪 镭

100000

少年儿童出版社

图书在版编目(CIP)数据

十万个为什么(第六版)/韩启德总主编.-上海:少年儿童出版社,2014.1

ISBN 978-7-5324-9285-5

I. ①十… II. ①韩… III. ①科学知识-青年读物②科学知识-少年读物 IV. ①Z228.1 ②R-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第055411号



少年儿童出版社

十万个为什么(第六版)

总主编 韩启德

出版 上海世纪出版股份有限公司少年儿童出版社

地址 200052 上海延安西路1538号

发行 上海世纪出版股份有限公司发行中心

地址 200001 上海福建中路193号

易文网 www.ewen.cc

少儿网 www.jcph.com

电子邮箱 postmaster@jcph.com

印刷 上海中华印刷有限公司

上海中华商务联合印刷有限公司

常熟市华通印刷有限公司

上海锦佳印刷有限公司

上海一众印务中心

浙江新华数码印务有限公司

开本 889×1194 1/16

印张 221.5

出版日期 2014年1月第1版第1次印刷

书号 ISBN 978-7-5324-9285-5/N.962

定价 680.00元(全18册)

版权所有 侵权必究

十万个为什么 第六版 编辑委员会

总主编

韩启德

编辑委员

(以姓氏笔画为序)

干福熹	马宗晋	王 越	王占国	王阳元	王威琪	王振义	王恩多	王梓坤	王绶琯
王鼎盛	韦 钰	方 成	尹文英	邓子新	邓中翰	卢耀如	叶叔华	叶铭汉	叶朝辉
付小兵	匡廷云	戎嘉余	朱能鸿	刘嘉麒	池志强	汤钊猷	许健民	许智宏	孙 钧
孙宝国	孙晋良	孙鸿烈	严东生	严加安	李三立	李大潜	李幼平	李载平	李家春
杨 樵	杨芙清	杨宝峰	杨雄里	杨福家	吴启迪	吴征镒	吴孟超	吴新智	何积丰
谷超豪	汪品先	沈文庆	沈允钢	沈自尹	沈学础	沈寅初	张弥曼	张家铝	张景中
陆汝钤	陈 颢	陈 霖	陈凯先	陈佳洱	陈宜瑜	陈晓亚	陈润生	陈赛娟	林 群
林元培	欧阳自远		周又元	周良辅	周忠和	周福霖	冼鼎昌	郑时龄	郑树森
郑哲敏	孟执中	项坤三	项海帆	赵东元	赵忠贤	俞大光	洪国藩	洪家兴	费维扬
贺 林	秦大河	倪光南	倪维斗	郭景坤	唐孝炎	黄荣辉	黄培康	戚发轫	崔向群
葛均波	韩启德	韩济生	程 京	傅家谟	焦念志	童坦君	曾溢滔	雷啸霖	褚君浩
滕吉文	潘云鹤	潘建伟	潘家铮	潘德炉	戴汝为	戴尅戎			

十万个为什么 第六版 电子与信息

主编

吴启迪

副主编

汪 镭

撰稿
人员

(以姓氏笔画为序)

马国凯	王振宇	王寓辰	文 蒸	方 弦	冉 浩	伍 勇	李天博	李奇楠	李剑慧	杨 诚	吴启迪
余正生	汪 镭	宋春林	张 弛	张 霖	张立新	张银奎	张景中	陆金山	陈 雄	陈 滢	林晓东
金一华	周 赛	周万程	郑 淼	迢柳娟	段海滨	侯增广	俞 彬	姜奇平	顾方为	倪国旗	唐 卫
黄晓霞	猛 犸	康 琦	彭翕成	程 莉	焦述铭	虞慧群	潘 登				

审稿
专家

孙增圻 萧蕴诗 陈咏恩 严隽薇 林正浩 林 涛

责任编辑：黄劲草

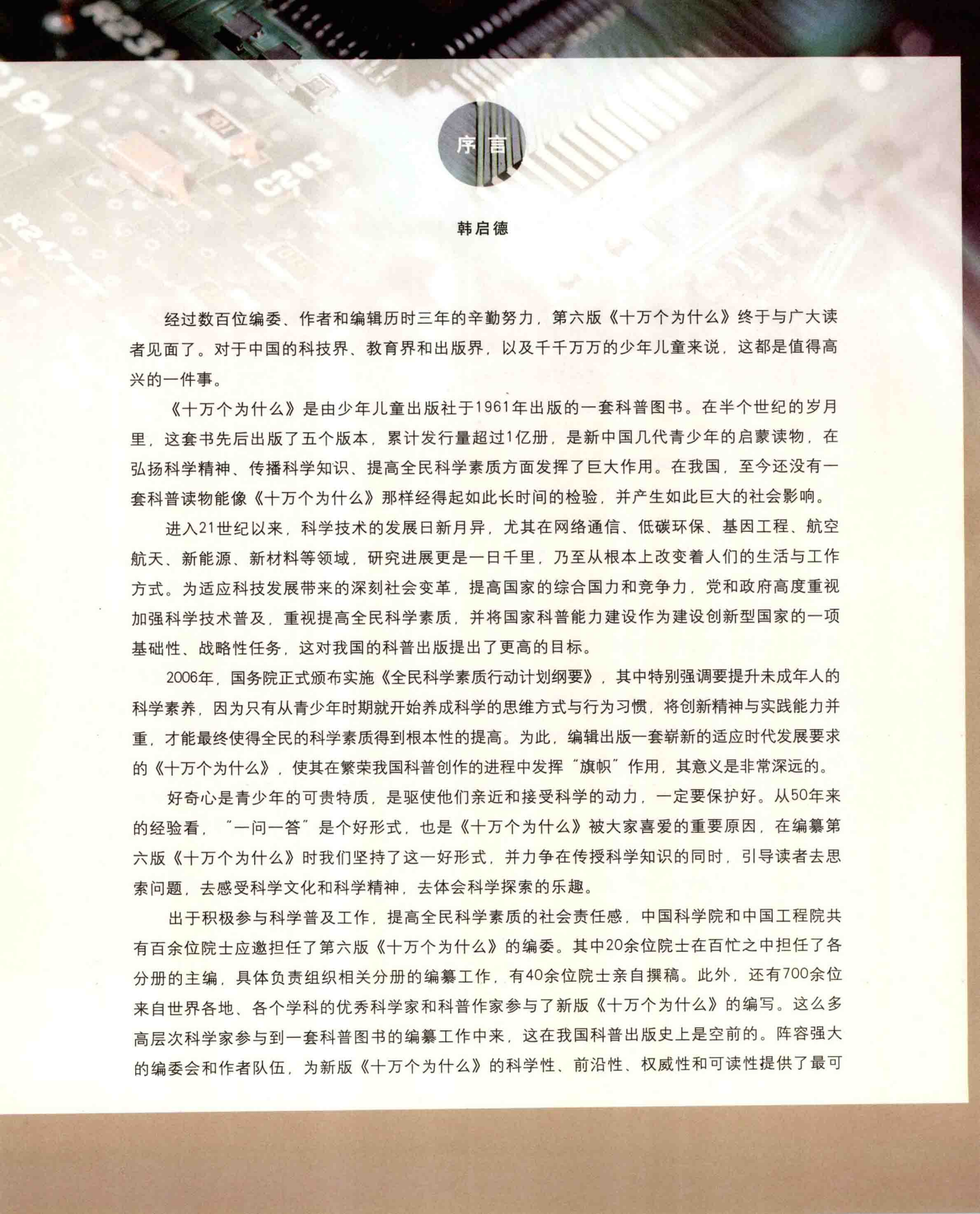
美术编辑：费 嘉

整体设计：袁银昌 李 静

版面设计：王 晖 王永容 董 鑫

科技插图：费 嘉

美编助理：邓 苗 吴青益



序言

韩启德

经过数百位编委、作者和编辑历时三年的辛勤努力，第六版《十万个为什么》终于与广大读者见面了。对于中国的科技界、教育界和出版界，以及千千万万的少年儿童来说，这都是值得高兴的一件事。

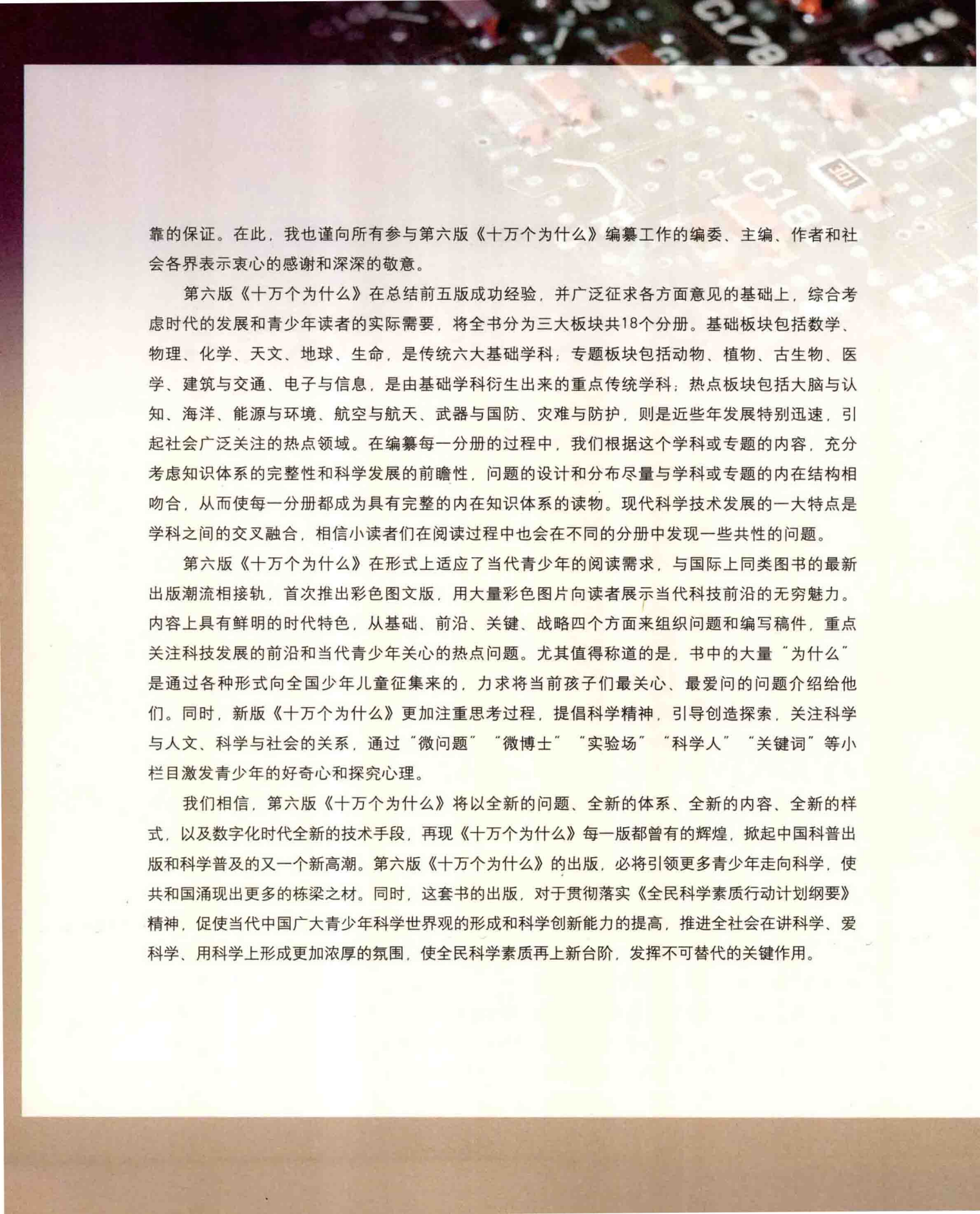
《十万个为什么》是由少年儿童出版社于1961年出版的一套科普图书。在半个世纪的岁月里，这套书先后出版了五个版本，累计发行量超过1亿册，是新中国几代青少年的启蒙读物，在弘扬科学精神、传播科学知识、提高全民科学素质方面发挥了巨大作用。在我国，至今还没有一套科普读物能像《十万个为什么》那样经得起如此长时间的检验，并产生如此巨大的社会影响。

进入21世纪以来，科学技术的发展日新月异，尤其在网络通信、低碳环保、基因工程、航空航天、新能源、新材料等领域，研究进展更是一日千里，乃至从根本上改变着人们的生活与工作方式。为适应科技发展带来的深刻社会变革，提高国家的综合国力和竞争力，党和政府高度重视加强科学技术普及，重视提高全民科学素质，并将国家科普能力建设作为建设创新型国家的一项基础性、战略性任务，这对我国的科普出版提出了更高的目标。

2006年，国务院正式颁布实施《全民科学素质行动计划纲要》，其中特别强调要提升未成年人的科学素养，因为只有从青少年时期就开始养成科学的思维方式与行为习惯，将创新精神与实践能力和并重，才能最终使得全民的科学素质得到根本性的提高。为此，编辑出版一套崭新的适应时代发展要求的《十万个为什么》，使其在繁荣我国科普创作的进程中发挥“旗帜”作用，其意义是非常深远的。

好奇心是青少年的可贵特质，是驱使他们亲近和接受科学的动力，一定要保护好。从50年来的经验看，“一问一答”是个好形式，也是《十万个为什么》被大家喜爱的重要原因，在编纂第六版《十万个为什么》时我们坚持了这一好形式，并力争在传授科学知识的同时，引导读者去思索问题，去感受科学文化和科学精神，去体会科学探索的乐趣。

出于积极参与科学普及工作，提高全民科学素质的社会责任感，中国科学院和中国工程院共有百余位院士应邀担任了第六版《十万个为什么》的编委。其中20余位院士在百忙之中担任了各分册的主编，具体负责组织相关分册的编纂工作，有40余位院士亲自撰稿。此外，还有700余位来自世界各地、各个学科的优秀科学家和科普作家参与了新版《十万个为什么》的编写。这么多高层次科学家参与到一套科普图书的编纂工作中来，这在我国科普出版史上是空前的。阵容强大的编委会和作者队伍，为新版《十万个为什么》的科学性、前沿性、权威性和可读性提供了最可



靠的保证。在此，我也谨向所有参与第六版《十万个为什么》编纂工作的编委、主编、作者和社会各界表示衷心的感谢和深深的敬意。

第六版《十万个为什么》在总结前五版成功经验，并广泛征求各方面意见的基础上，综合考虑时代的发展和青少年读者的实际需要，将全书分为三大板块共18个分册。基础板块包括数学、物理、化学、天文、地球、生命，是传统六大基础学科；专题板块包括动物、植物、古生物、医学、建筑与交通、电子与信息，是由基础学科衍生出来的重点传统学科；热点板块包括大脑与认知、海洋、能源与环境、航空与航天、武器与国防、灾难与防护，则是近些年发展特别迅速，引起社会广泛关注的热点领域。在编纂每一分册的过程中，我们根据这个学科或专题的内容，充分考虑知识体系的完整性和科学发展的前瞻性，问题的设计和分布尽量与学科或专题的内在结构相吻合，从而使每一分册都成为具有完整的内在知识体系的读物。现代科学技术发展的一大特点是学科之间的交叉融合，相信小读者们在阅读过程中也会在不同的分册中发现一些共性的问题。

第六版《十万个为什么》在形式上适应了当代青少年的阅读需求，与国际上同类图书的最新出版潮流相接轨，首次推出彩色图文版，用大量彩色图片向读者展示当代科技前沿的无穷魅力。内容上具有鲜明的时代特色，从基础、前沿、关键、战略四个方面来组织问题和编写稿件，重点关注科技发展的前沿和当代青少年关心的热点问题。尤其值得称道的是，书中的大量“为什么”是通过各种形式向全国少年儿童征集来的，力求将当前孩子们最关心、最爱问的问题介绍给他们。同时，新版《十万个为什么》更加注重思考过程，提倡科学精神，引导创造探索，关注科学与人文、科学与社会的关系，通过“微问题”“微博士”“实验场”“科学人”“关键词”等小栏目激发青少年的好奇心和探究心理。

我们相信，第六版《十万个为什么》将以全新的问题、全新的体系、全新的内容、全新的样式，以及数字化时代全新的技术手段，再现《十万个为什么》每一版都曾有的辉煌，掀起中国科普出版和科学普及的又一个新高潮。第六版《十万个为什么》的出版，必将引领更多青少年走向科学，使共和国涌现出更多的栋梁之材。同时，这套书的出版，对于贯彻落实《全民科学素质行动计划纲要》精神，促使当代中国广大青少年科学世界观的形成和科学创新能力的提高，推进全社会在讲科学、爱科学、用科学上形成更加浓厚的氛围，使全民科学素质再上新台阶，发挥不可替代的关键作用。



目录

导言

为什么现代信息技术正从根本上改变人类社会	2
----------------------------	---

计算机与软件

是谁发明了世界上第一台计算机	4
计算机的个头可以有多大	6
一台计算机至少需要配哪几样装备	7
可以把计算机穿在身上吗	8
会不会有一天可以用意念上网	10
为什么计算机在高海拔地区容易罢工	12
存储器究竟能存储多少信息	13
为什么计算机存储器分内存和外存	14
同一个文件在硬盘空间上一定是连续存放的吗	15
计算机的看家本领是什么	16
计算机做计算题时要打草稿吗	16
为什么程序员会把万圣节当作圣诞节	20
计算机可以用机械方式实现运算吗	21
计算机能算出所有问题的答案吗	22
生物计算机是怎么计算的	24
计算机有“心跳”吗	26
计算机运行要看时钟吗	26
计算机也需要看门狗吗	27
为什么计算机也要睡眠	28
为什么计算机会死机	29
为什么计算机不能像电灯一样瞬时打开	30
为什么家用计算机的运行速度会越来越慢	31
为什么买了计算机还要装软件	32
同一个程序能在不同的计算机上运行吗	32
盗版软件偷盗的是什么	33

为什么常常会觉得硬盘空间不够用·····	34	为什么经常把计算机中存在的问题叫“臭虫”·····	43
为什么键盘字母的排列顺序和字母表不同·····	36	要成为一名合格的软件工程师需要哪些能力·····	44
为什么用不同的汉字输入法能在计算机中找到同 一个汉字·····	37	什么才是程序员抵御“狼人”的武器·····	46
信息和数据是一回事吗·····	38	黑客是一群什么样的人·····	47
算法与程序有什么区别·····	39	软件一定要收费吗·····	48
一款标准化软件是怎样设计完成的·····	40	数据库是怎样囤积数据的·····	50
软件工程师用什么语言与计算机打交道·····	42	计算机是怎样在数据库里寻找信息的·····	51
		云计算到底是一朵什么样的“云”·····	52





云计算服务如何保护用户的数据·····	54
网络上那么多信息存储在哪里·····	55

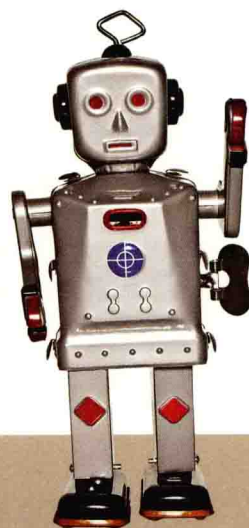
互联网与信息安全

互联网到底是怎么来的·····	56
历史上曾经有哪些上网方式·····	57
为什么网址前面总有一个“http”·····	60
IP地址和网址是一回事吗·····	61
为什么网上聊天那么快捷·····	62
互联网是怎样传输数据的·····	64
电子邮件是怎么发出去的·····	64
电子邮件会失窃吗·····	65
为什么在网络上搜索信息那么快·····	66
为什么搜索引擎可以搜索到那么多东西·····	67
为什么网络警察能在虚幻的网络世界里定位并抓到罪犯·····	68
到底什么是计算机病毒·····	70
最早被发现的计算机病毒是什么样的·····	71
计算机病毒防御系统是怎样搭建起来的·····	72
什么样的计算机密码可靠性较高·····	73
为什么计算机中了“木马”后就可能被别人控制·····	74
计算机安装了杀毒软件还会中毒吗·····	74
我们能帮助计算机提高“免疫力”吗·····	75
网络带宽越高，上网速度就越快吗·····	76
为什么同一根网线可以设置不同的带宽·····	77

为什么互联网也可以成为熟人网络·····	78
网络使人们的距离变近了还是变远了·····	79
从事网络职业可以不用外出上班吗·····	80
生活方式设计师是设计什么的·····	81
网络游戏是怎样把人吸引在网上的·····	82
为什么玩计算机游戏还能帮科学家得世界大奖·····	84
电子银行能够保证财产安全吗·····	86
为什么网络购物越来越流行·····	87

机器人与人工智能

机器人什么方面最像人·····	88
世界上有多少种机器人·····	90
机器人是怎样感知这个世界的·····	92
机器人能听懂人的指令吗·····	92
研制机器动物只是为了好玩吗·····	93
机器人将来会取代人类掌控世界吗·····	96
机器人能当音乐家吗·····	97
计算机能思维吗·····	98
计算机能和人产生感情吗·····	99
计算机能实现人工神经网络吗·····	100





为什么计算机可以认出人长得什么样子·····	101
机器人可以伪装成真人和你聊天吗·····	102
击败国际象棋大师的计算机能击败围棋九段吗·····	103
医生不在手术台前也能给患者做手术吗·····	104
远程手术是怎么实现的·····	105
蚂蚁能够教计算机求解问题吗·····	106
为什么向鱼群学习能进行优化问题求解·····	107
计算机能解几何题吗·····	108
机器证明可靠吗·····	110

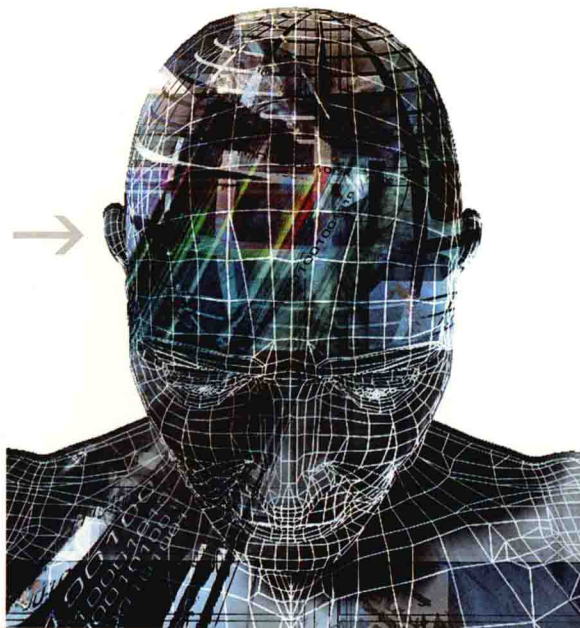
通信

在通信系统中传输的原始信息到底是什么·····	112
通信设备的连接线路和传输线路允许无限长吗·····	113
为什么电话能被窃听·····	114
打电话的时候能同时看到对方吗·····	115
手机是怎么找到对方的·····	116
为什么在高铁上打手机很容易掉线·····	117
为什么在地球两端打电话也感觉不到延迟·····	118
为什么电话可以打到世界各地·····	118
为什么IP电话的费用比较低·····	119
为什么有的数字视频看起来很清晰，有的却很模糊·····	120
为什么有时电视剧的画面和声音不同步·····	120
为什么可以通过电视看到现场直播·····	121
为什么出租车调度中心能够知道出租车的位置·····	122
GPS智能交通是怎么实现的·····	122

为什么光缆在国际通信中那么重要·····	124
为什么纤细的光缆能同时传送上万路的信号·····	125
为什么收音机放在手机旁会吱吱作响·····	126
仙人掌放在计算机旁真能防辐射吗·····	127
雷雨天打手机会把雷招来吗·····	128
手机信号微弱的时候还能拨打紧急电话吗·····	129
为什么手机到了考场上就失灵了·····	130
警察是怎么抓到发送考试作弊信号者的·····	130

微纳电子与集成电路

为什么把微纳技术称作“科学绣花针”·····	132
为什么教练员不到运动场也能知道运动员的训练情况·····	133





各式各样的卡是怎么工作的·····	134
读卡器是怎么读取信息的·····	135
为什么有的数码照片拍出来是模糊的·····	136
为什么用数码相机拍摄的照片很快就能显示·····	136
为什么许多电器受不了高电压·····	138
家用电器之间也会产生电磁干扰吗·····	139
集成电路也有犯错误的时候吗·····	140
集成电路的“隐形杀手”是谁·····	141

自动控制

电力公司一定要上门才能抄表吗·····	142
为什么电子秤能称重·····	143
自动电梯、自动扶梯是怎样工作的·····	144
全自动洗衣机是怎样把衣服洗干净的·····	145
电饭煲怎么知道饭熟了·····	146
汽车怎么知道油箱内还剩下多少油·····	146
为什么有的音乐播放器甩一下就能自动播放下一首歌·····	148
为什么有的路灯只在夜间有人经过时才自动亮起·····	148
为什么智能手机屏幕横竖都能正常视图·····	149
无人工厂真的能做到一个工人都没有吗·····	150
为什么自动门也会为小狗自动开门·····	151
为什么自动化流水线可以流畅地工作·····	152
3D打印机打印出的飞机能飞吗·····	154

自动存取款机是怎样识别假币的·····	156
为什么要为码头集装箱贴上电子标签·····	156
物联网是什么样的网络·····	158

计算机与艺术

为什么3D电影看着那么像真的·····	160
为什么数字图像可以被压缩·····	162
计算机是怎样听声音的·····	164
计算机是怎样说话的·····	165
计算机能做艺术品鉴定吗·····	166
无机花是怎么“种”出来的·····	168

附录

图片及辅文版权说明·····	170
----------------	-----





1000000 Whys

十万个为什么

6th Edition

第六版

电子与信息

为什么现代信息技术正从根本上改变人类社会

当你睁开眼睛,看到这个世界上美丽的景色,听到婉转的歌声,闻到幽幽的花香,尝到美味的食物,享受着父母轻轻爱抚的时候,你是否知道,你正在接收着这个美丽世界传递给你的丰富信息?所有生活在这个世界上的人们,如果失去了赖以互相联系的信息,我们就无法知道外面世界的动态,无法知道自己身边环境的特征,甚至无法确认自己的存在。

简单地说,信息就是世界上一切事物之间互相联系的特征表达。如果没有信息,我们就不知道这个世界包含的具体内容,也就无法和这个世界进行交流,更无法对这个世界进行改造。信息是我们接触这个世界的媒介。

当然,并不是说信息的存在就等同于现代信息技术和信息社会的存在。信息技术是指延长和拓展人类信息功能的技术,它发展到今天,已经充分体现出了它的优势。通过它,你感受到了网络信息传播的快捷,你可以在数字游戏和数字电影、数字音乐中体会逼真的场景。

当普遍存在并依附于各类事物的信息依次来到我们身边时,我们应该怎样抓紧时间去处理和利用它呢?是把它进行合理的感受和度量,还是进行有效的存储和传输?是把它进行压缩和扩充,还是进行约束和扩散?是把它进行改变和替代,还是进行共享和传播?信息到来之后,只要你对它进行了感知和处理,它的性质和特点就通过各种形式来到了你的身边。

通过它的媒介作用,你可以了解当

今世界的各个领域,对这些领域的性质和变化方式产生一定的感知。

当然,这些认识是否到位,取决于你对这些信息处理和提升的方法是否正

确,取决于你所采用的信息技术是否准确和先进。

现代信息技术,主要是指利用电子计算机、网络 and 现代通信手段去获取、传递、存储、处理和显示信息的各类技术。主要包括各种感测和识别技术、各种信息广播和传递技术,以及各种信息处理和再生技术、信息的施用技术等。如果没有信息的感知和识别技术,我们就不知道信息是什么;如果没有信息传递技术,我们就得不到信息;如果没有信息处理和再生技术,我们就不知道信息的含义;如果没有信息施用技术,我们就无法利用信息来进行改造世界的活动。在这里,传感技术、通信技术、计算机技术和控制技术是信息技术的基本内容,是体现其现代特征的主要方面,是信息设备的媒介和支撑。

形象地说,传感技术延伸了人类感觉器官收集各类信息的能力。通信技术延长了人类神经系统和记忆器官存储与传递信息的功能。计算机和软件技术加强了人类思维器官处理信息和决策的功能。控制技术则增强了人类执行器官实施各项决策和指令的功能。

现代传感技术的发展是迅速的,当光敏元件的工作波段延伸到红外、紫外范围时,我们眼睛的功能就扩展到可见光之外的光波;当声音传感扩展到超声和次声传感时,我们的耳朵功能就扩展到可听波段之外了。另外,各种气敏、味敏、热敏、磁敏、湿敏及综合敏感元件能把各种人类感觉器官感觉不到或感觉效果不好的有用信息提取出来,增强和扩展人类收集、处理信息的功能。多媒体技术则把人类原有的信息综合能力加以提升,达到了逼真的效果。

现代通信技术的发展速度是惊人的。如今的通信已经突破了固定模式,已经能够支持高速列车上的连续实时通话了。通信卫星围绕地球,信号覆盖了整个大陆和海洋,把人类的声音和图像传遍天南地北。通信代价和费用则已大幅度降低,

卫星通信



手机已经进入千家万户。光纤和微电子纳米技术,以及未来生物芯片技术的实施则能进一步提升通信技术的效率。

现代计算机和软件技术的发展是革命性的。它使计算机体积越来越小,功能越来越强。

从大型机、中型机、小型机到微型机,以及便携式计算机等,其体积已经有了很大缩减,但功能却有了极大提升。现在的文字处理方式已经使传统出版业有了革命性的变化,电子出版物也逐步在许多场合替代传统出版物。存储器的容量越来越大,当人们用一个体积很小的U盘就能存储大量图书资料并且可以进行高效信息搜索时,人们还会去辛辛苦苦地翻阅重达几千克的工具书吗?况且现在的缩微技术所能存储的信息容量已经远远超出了传统图书馆的容量范围。

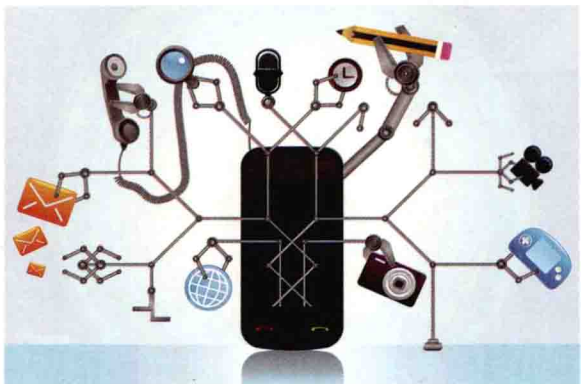
当我们点一下鼠标就能进行电子商务交易时,我们还一定要到大商场里进行现场购物吗?当我们在网上就能享受数字医疗时,我们绝不愿意大清早去医院排队;当生物和计算机真正融合之时,也就是人类能力获得革命性提升的时候。当然,安全合理地使用信息,防止遭到攻击也是必要的。否则,当信息战上升到国家级别,直接影响的将是整个国家的安全。

另外,网络技术和分布式计算技术的发展,

则使独立的计算机信息处理功能得到了革命性的提升。在网络和分布式环境下,信息处理的执行体从逻辑和空间角度得到了革命性的拓展,对信息处理的能力评价绝不是针对单个计算机的指标了,只要将各类计算机加以合理组合和无限扩展,理论上可以解决任何难度的计算问题。理论上来说,计算云飘到哪里,哪里的计算问题就能得到有效的解决。当然,如果没有算法和智能,计算机想干什么都不知道该怎么干。

现代控制技术的发展同样是飞速的。当我们看到“更深的蓝”计算机战胜国际象棋大师,数字化工厂自动进行产品生产,机器人球队进行有序的比赛,现代高铁在轨道上飞速前进,高速电梯在十几秒之内把人们送上几百米高楼的顶层,航天飞机将航天员送入空间站并顺利返回时,你是否知道,现代控制技术在其中发挥了巨大的作用?如果没有现代控制技术,任何信息处理和决策的结果都无法转化成人类改造世界的合理行动,也无法产生任何实际效果。因此,现代控制技术是执行人类改造世界目标的核心技术。没有控制技术,人类力量就无法反作用于其所存在的外部世界,而通信与传感则是人类认识世界的重要工具,网络与计算技术则是人类信息社会的重要依托。

总之,现代信息技术的出现使人类感觉更加灵敏,手脚更加麻利,思维更加敏锐,决策更加合理,行为更加有效,它的飞速发展正从根本上改变人类社会!世界是变化的,现代信息社会变化更快,要认识并改造这个社会,电子与信息技术是不可或缺的。(吴启迪 汪镭)



现在的手机已集合了多种功能

⑥



网络会议

⑥

微问题

人类是如何走进信息社会的?

关键词

信息技术 信息社会

是谁发明了世界上第一台计算机

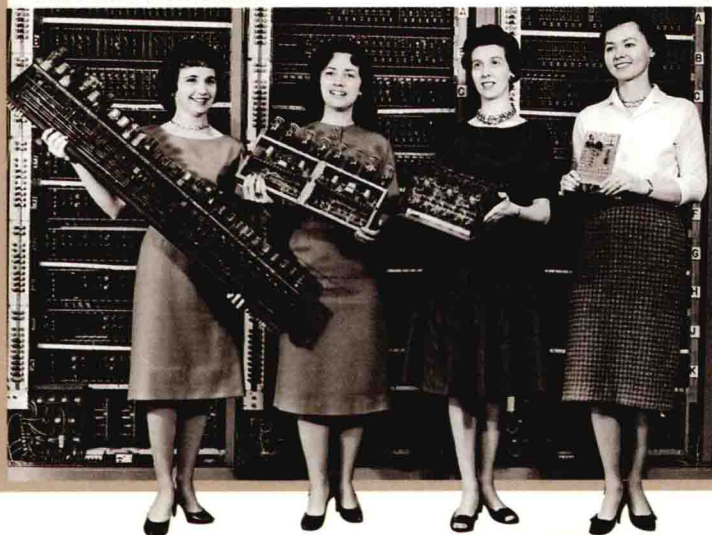
如果让计算机自己来回答“第一台计算机”是什么时候诞生的，只要打开搜索引擎输入这个问题，就会看到各种各样的答案，其中大多是：世界上第一台计算机是 1946 年在美国诞生的电子数值积分计算机，简称 ENIAC。

其实这个题目并没有标准答案，ENIAC 只是其中一个答案而已。在历史上人们很早就开始尝试制造可以自动计算的机器了，经过多年的发展，才有了计算机今天的模样。很多种类的计算机都可以算是“第一台计算机”，这要看你如何定义“计算机”。

如果能帮我们做算术的东西就能称得上是计算机的话，古代的算盘应该也称得上是一种计算机，不过它完全是手动的。在 17 世纪到 20 世纪的几百年间，曾经出现过一批不带电的计算机，这些计算机里面没有电路板，只有一堆机械齿轮。

17 世纪法国有一位“全能超人”帕斯卡，他是数学家、物理学家，也是哲学家、流体动力学家，还是概率论的创始人之一。帕斯卡造出了一个内部装着一堆齿轮的盒子，只要旋紧发条，它就可以转起来。不过，这个“第一台机械式计算机”只能进行简单的加减运算，其水平大概只相当于幼儿园小朋友。后来，德国数学家莱布尼

几种早期的电子计算机电路板



W



G

帕斯卡制作的机械计算器

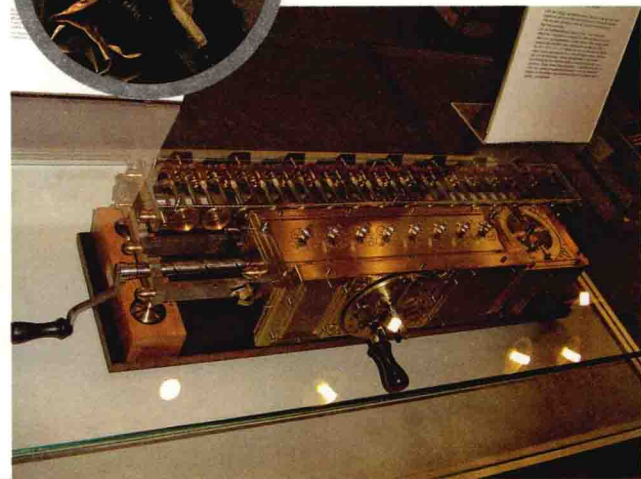
茨制造出了一台可以进行加减乘除运算的机械式计算机，它的计算能力达到了小学生的水平。英国数学家巴贝奇在 19 世纪 20 年代制造出的差分机，则会计算一些数学函数了。虽然巴贝奇梦想着制造出一台功能更齐全的第二代差分机，但他最后并没有成功。

后来人们意识到，如果只使用机械齿轮进行计算，计算能力是极其有限的，要想让计算机拥有更强的计算能力，只有另辟蹊径。于是，电子计算机被制造出来了。依靠电力来工作比依靠齿轮工作速度更快，因此电子计算机有更强的计算能力。在第二次世界大战期间，战场上飞机、炮弹的飞行轨迹需要大量复杂的计算来获取，这让电子计算机有了一展身手的机会。以世界上第一台大型自动数字计算机“马克 1 号”

为例，它可以储存 72 组数据，每组数据有 23 位小数。进行加法运算一次



莱布尼茨发明的计算器复制品

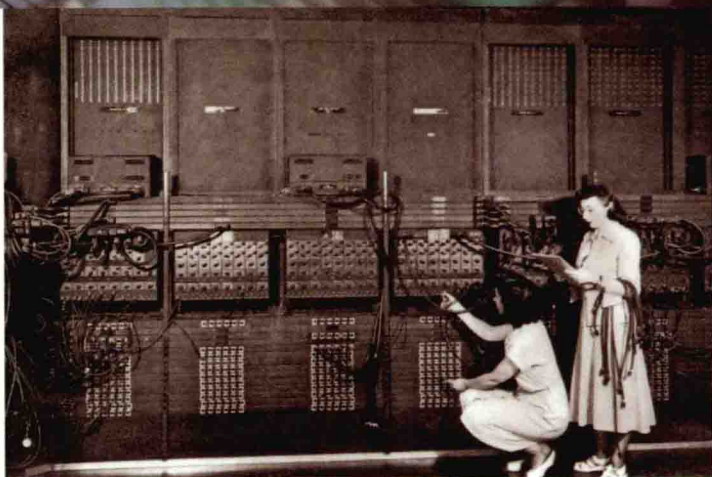


W

需 300 毫秒，乘法运算一次需 6 秒，除法运算一次需 15.3 秒，尽管现在看起来这个速度比较慢，但是它实现了计算技术历史性的突破，帮助人们完成了大量计算任务。

那么，电子计算机的发明者是谁呢？也有好几种答案。1936 年英国数学家图灵首先提出了一种以程序和输入数据相互作用产生输出的计算机构想，后人将这种机器命名为通用图灵机。1938 年出现了首台采用继电器进行工作的计算机“Z-1”，但继电器有机械结构，不完全是电子器材。1942 年阿坦那索夫和贝利发明了首台采用真空管的计算机，以他们俩名字的首字母命名为 ABC。不过 ABC 只能求解线性方程组，不能干其他的工作。在图灵指导下，第一台可以编写程序执行不同任务的计算机 COLOSSUS 则到了 1943 年才在英国诞生，用于密码破译。

公认的人类历史上第一台现代电子计算机是 1946 年在美国宾夕法尼亚大学诞生的 ENIAC。尽管它比前面提到的那些机器晚诞生了一段时间，但它拥有了今天计算机的主要结构和功能，是通用计算机，并且是第一台与通用图灵机等效的计算机。虽然在今天看来，ENIAC 的计算能力恐怕连小小的计算器、智能手机都比不上，但当时称得上是功能强大。ENIAC 体积非常庞大，占满好几个房间，全身上下拥有一大堆缠绕的电线和真空管。它的耗电量也非常惊人，工作的时候，全城的人都知道，因为家家户户的电灯都变



⑥

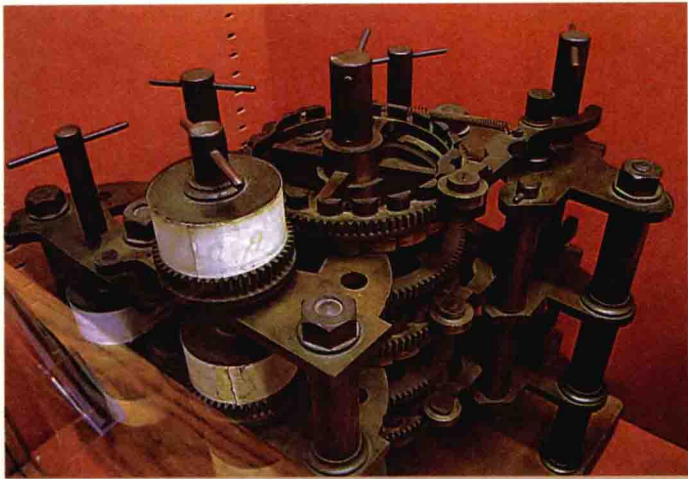
体积庞大的 ENIAC

暗了。最初 ENIAC 的程序设置需靠人工移动开关、连接电线来完成，改动一次程序要花一个星期时间。为了提高效率，工程师们设想将程序与数据都放在存储器中。数学家冯·诺依曼将这个思想以数学语言系统阐述，提出了存储程序计算机模型，后人称之为冯·诺依曼机。

现在，人们普遍认同现代计算机理论最重要的奠基人是图灵与冯·诺依曼。前者建立了图灵机的理论模型，发展了可计算理论；而后者确定了现代计算机的基本结构。不过，计算机的发展很难简单地归功于某一个人或某一台机器，历史上每一台迸发出创新火花的计算机都有资格称得上计算机历史上的第一，它是人类智慧的共同结晶。（焦述铭）

W

巴贝奇制造的差分机



科学人

冯·诺依曼

冯·诺依曼（1903—1957）出生于匈牙利的布达佩斯，是世界闻名的数学家。在第二次世界大战之前，他主要从事算子理论、量子理论、集合论等方面的研究。他系统研究了使用电子计算机进行计算的问题，并指出了将数学过程转变成计算机指令的基本方法。他提出了计算机由计算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备 5 部分组成的基本框架，还采用了存储程序及二进制。



冯·诺依曼（左）与美国核物理学家奥本海默（右）

微问题

你知道计算机领域有哪些重要奖项？

关键词

ENIAC 计算机