普通高等教育“十三五”规划教材

计算机科学与技术导论（第2版）

JISUANJI KEXUE YU JISHU DAOLUN

王建国 主编
付禾芳 李 静 胡宁玉 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

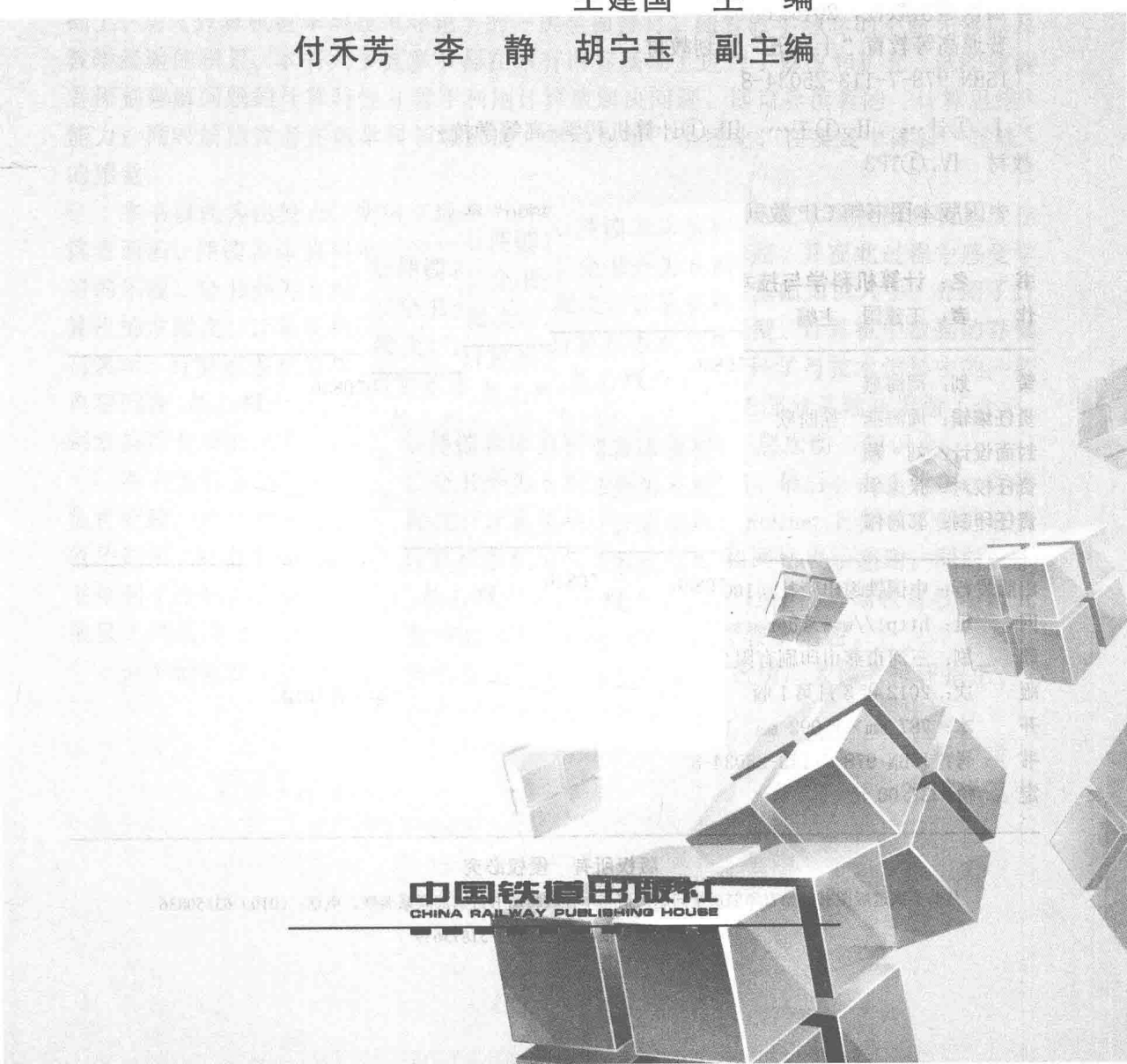
需要全本请访问 www.ertongbook.com

十三五”规划教材

计算机科学与技术导论

（第2版）

王建国　主　编
付禾芳　李　静　胡宁玉　副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书是计算机科学与技术专业的基础教材，以通俗易懂、深入浅出的方式阐述计算机科学与技术专业的基础知识与基本方法。全书共分为 6 章，内容包括绪论、计算机基础知识、计算机系统结构、计算机科学与技术学科中的典型问题、计算机科学与技术学科中的核心概念、计算机信息安全与计算机职业道德。为了提高和巩固学习效果，每章还提供了相应的小结和习题。

本书内容丰富，能够使读者直观、迅速地掌握计算机学科的基础知识，为后续计算机专业课程的学习构建一个基本的知识框架，使计算机科学与技术专业的学生对今后要学习的主要知识、专业方向有一个基本的了解。

本书适合作为高等院校计算机科学与技术专业的“计算机导论”课程教材，也可作为计算机基础课程参考书及计算机入门普及教材。

图书在版编目（CIP）数据

计算机科学与技术导论/王建国主编. —2 版. —北京：中国铁道出版社，2019.1

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-113-25034-8

Ⅰ.①计… Ⅱ.①王… Ⅲ.①计算机科学-高等学校-教材 Ⅳ.①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 235907 号

书　　名：计算机科学与技术导论（第 2 版）

作　　者：王建国　主编

策　　划：周海燕　　**读者热线：**（010）63550836

责任编辑：周海燕　徐盼欣

封面设计：刘　颖

责任校对：张玉华

责任印制：郭向伟

出版发行：中国铁道出版社（100054，北京市西城区右安门西街 8 号）

网　　址：http://www.tdpress.com/51eds/

印　　刷：三河市燕山印刷有限公司

版　　次：2012 年 3 月第 1 版　2019 年 1 月第 2 版　2019 年 1 月第 1 次印刷

开　　本：787 mm×1 092 mm　1/16　**印张：**14.25　**字数：**306 千

书　　号：ISBN 978-7-113-25034-8

定　　价：37.00 元

版权所有　侵权必究

凡购买铁道版图书，如有印制质量问题，请与本社教材图书营销部联系调换。电话：（010）63550836

打击盗版举报电话：（010）51873659

第2版前言



当前，信息技术发展日新月异，在物联网、云计算、大数据、人工智能、现代通信技术等领域向更深、更宽的方向拓展，引起了社会各方面的变革。信息技术在融入社会生活方方面面的同时，深刻改变着人类的思维、生活和学习方式，展示了人类社会发展的前景。随着这一进程的全面深入，无处不在的计算思维成为人们认识和解决问题的基本能力之一。

本书是在国内外广泛关注且推进“计算思维”教学理念的大背景下，在教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会编制的《高等学校计算机科学与技术专业实践教学体系与规范》和《高等学校计算机科学与技术专业核心课程教学实施方案》基础上，对《计算机科学与技术导论》的一次全面修订。随着教学理念的不断完善以及教学经验的积累，本书大多数章节都在原有内容基础上进行了修改和扩充，试图使读者深刻理解问题的计算特性并善于利用计算机解决问题，即培养读者的“计算思维”能力；同时鼓励读者在该学科领域张扬“学科思维”个性化，在实践中体验“登峰”的感觉。

本书以此为出发点，期望实现两个目标：将计算机科学与技术学科的全貌呈现在读者面前；使读者体验利用计算机解决实际问题的过程和思路，并在此过程中感受学习的乐趣。全书分为6章，首先从计算机科学与技术专业的基础知识入手，介绍了计算机的发展史、计算机科学与技术学科知识体系、图灵机模型、计算机中数据的存储与表示、计算机系统结构、软件实现等，然后介绍了计算机科学与技术学科中的一些典型问题、核心概念等，最后对计算机信息安全与职业道德的部分基础知识做了介绍。每章都配有核心内容、小结和习题。全书力求做到概念清、层次明、知识全。

本书由王建国任主编，付禾芳、李静、胡宁玉任副主编。最后，由王建国、李静负责统稿。本书在编写过程中参考了一些相关书籍，并从Internet上参考了部分有价值的资料，在此向相关资料的作者、编者、译者、出版者和网站表示感谢。同时，本书得到了全国高等院校计算机基础教育研究会2018年度“计算机基础教育教学研究项目（项目编号：2018-AFCEC-367）”的资助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编　者

2018年7月

第1版前言

教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会（以下简称“教指委”）分别于2008年和2009年编制出版了《高等学校计算机科学与技术专业实践教学体系与规范》（以下简称《实践体系与规范》）、《高等学校计算机科学与技术专业核心课程教学实施方案》（以下简称《实施方案》），其目的是为了解决各类高校人才培养目标定位上的趋同性，以及学生在知识和能力上的差异性问题。不论从哪个角度来看，《实践体系与规范》和《实施方案》的出版，都为各高校制定人才培养方案提供了依据。

“计算机科学与技术导论”课程（又称“计算机导论”、“计算机引论”、“计算机科学与技术方法论”、“计算机概论”等）作为该专业的第一门课，在课程教学中如何将学科全貌呈现在学生面前，这不能说不是一件具有挑战性的任务。就过去来说，各类学校所讲内容不尽相同，有人戏称为“系主任、院长课”。其原因是在有限的课时内把计算机专业的历史、基本概念、思想、方法、构架、未来的发展等呈现在不同层次的学生面前，同时还要激励学生在该学科领域张扬“学科思维”个性化，体验“登峰”的感觉，确实需要精心设计。

鉴于此，依据教指委《实施方案》和《实践体系与规范》，结合作者多年来的教学实践经验，并请教了多位在这方面有建树的专家、教授，在原讲义的基础上，我们编写了本书。全书共分为6章，首先从计算机科学与技术专业的基础知识入手，介绍了计算机的发展史、计算机科学与技术学科知识体系、图灵机模型、计算机中数据的存储与表示、计算机系统结构、软件实现等，然后介绍了计算机科学与技术学科中的一些典型问题、计算机科学与技术学科中的核心概念（如算法、数据结构、数据库、数据通信与网络）等。最后，对计算机信息安全与职业道德的部分基础知识做了介绍。每章都配有核心概念、小结和习题。全书力求做到概念清、层次明、知识全。建议教学时数为28课时。

本书由王建国、付禾芳、王欣执笔，赵青杉、焦莉娟、曹建芳、张静、李荣分别参与了各章的资料收集和数据校验工作，由王建国、付禾芳负责统稿。

本书在编写过程中参考了一些相关书籍，并从Internet上参考了部分有价值的资料，在此向相关资料的作者、编者、译者、出版者和网站表示感谢。此外，尤其感谢北京师范大学的沈复兴教授、朱小明教授，天津师范大学的曲建民教授，华中师范大学的胡金柱教授，东北师大的李雁翎教授，西南大学的邹显春教授等多年来对编者的支持和关怀，使该课程于2010年被评为山西省普通高校精品课程。

由于计算机学科知识和技术更新很快，新技术和新软件不断涌现，加之作者水平有限，时间仓促，书中难免存在疏漏和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编　者

2011年11月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录



第 1 章　绪论 1

1.1　计算机的基本概念 1
1.1.1　计算机的发展史 1
1.1.2　计算机的分类及发展趋势 10
1.1.3　计算机的特点及应用 17
1.1.4　未来计算机 19
1.1.5　中国计算机事业的发展史 21
1.1.6　计算机界著名奖项 25
1.2　计算机科学与技术学科 27
1.2.1　计算机科学与技术学科的定义及研究范畴 27
1.2.2　计算机科学与技术学科知识体系 28
1.2.3　计算机科学与技术专业实践 38
1.2.4　计算思维 39
小结 40
习题 41

第 2 章　计算机基础知识 42

2.1　计算及图灵机模型 42
2.2　计算机中的数据存储和表示 46
2.2.1　进位制数及其相互转换 46
2.2.2　数据单位 52
2.2.3　数据编码 52
2.2.4　声音、图像的表示 60
2.2.5　算术运算及逻辑运算 64
小结 71
习题 72

第 3 章　计算机系统结构 73

3.1　计算机系统构成 73
3.2　计算机硬件系统 74
3.2.1　冯·诺依曼体系结构及计算机工作原理 74
3.2.2　CPU 76
3.2.3　内存 81
3.2.4　输入/输出设备 83

3.2.5 辅助存储设备 91
3.2.6 总线 94
3.3 计算机软件系统 96
3.3.1 软件系统的分类 96
3.3.2 操作系统 97
3.3.3 软件开发基础 105
3.3.4 软件的实现 110
小结 114
习题 115

第4章 计算机科学与技术学科中的典型问题 116

4.1 计算机科学与技术学科中的学科形态 116
4.1.1 科学问题的定义 117
4.1.2 计算本质及计算学科的根本问题 117
4.1.3 计算机学科中的三个学科形态 120
4.2 计算机学科领域典型问题认知 122
4.2.1 哥尼斯堡七桥问题 122
4.2.2 梵天塔问题 124
4.2.3 证比求易算法 127
4.2.4 旅行商问题 128
4.2.5 哲学家共餐问题 129
4.2.6 两军问题 131
4.2.7 图灵测试 133
4.2.8 中文屋子问题 134
4.2.9 博弈问题 135
小结 138
习题 138

第5章 计算机科学与技术学科中的核心概念 140

5.1 算法 140
5.1.1 算法的概念 140
5.1.2 算法的表示 141
5.1.3 算法分析 144
5.1.4 典型算法列举 145
5.2 数据结构 161
5.2.1 数据结构的基本概念 161
5.2.2 常用数据结构 162
5.3 数据库 164
5.3.1 数据库概念 165
5.3.2 数据库的发展 165
5.3.3 数据库基础知识 168
5.3.4 常用数据库 170

5.4 数据通信与网络 171
5.4.1 数据通信的基础知识 171
5.4.2 计算机网络的基础知识 175
5.4.3 因特网 180
5.4.4 物联网 184
5.4.5 大数据与云计算 187
5.4.6 区块链 190
5.4.7 人工智能 192
小结 196
习题 197

第 6 章 计算机信息安全与计算机职业道德 198

6.1 计算机信息安全 198
6.1.1 计算机信息安全的基本概念 198
6.1.2 计算机信息安全面临的威胁 200
6.1.3 计算机信息安全防范策略 201
6.2 计算机病毒 203
6.2.1 计算机病毒的基本知识 203
6.2.2 典型计算机病毒介绍 206
6.2.3 计算机病毒的检测与防治 208
6.3 计算机法律法规和职业道德 209
6.3.1 计算机犯罪 210
6.3.2 计算机法律法规和职业道德规范 211
小结 215
习题 215

附录 历届图灵奖获得者 216

参考文献 220

第1章

绪　论

核心内容

- 计算机发展史；
- 计算机特点及应用；
- 未来计算机；
- 图灵奖；
- 计算机科学与技术的基本问题；
- 计算机科学与技术学科知识体系；
- 计算机科学与技术专业实践教学体系。

计算机的广泛应用，推动了社会的发展和人类的进步，对人类的生产和生活产生了深远的影响，成为人类文化中不可或缺的部分。本章首先介绍计算机的发展史、计算机的分类和特点、未来计算机的发展趋势、我国计算机事业的发展史，以及计算机界著名奖项；然后介绍计算机科学与技术学科，主要包括学科定义及研究范畴，以及学科的知识体系；最后介绍计算学科的基本形态，即抽象、理论和实践。

1.1　计算机的基本概念

随着生产的发展和社会的进步，人类所使用的计算工具经历了一个从简单到复杂、从低级到高级的漫长过程。世界上第一台电子计算机问世以来，经过了半个多世纪的发展历程，计算机技术突飞猛进。特别是进入20世纪70年代以后，微型计算机的出现为计算机的广泛应用开拓了更为广阔的前景。它在国民经济的各个领域得到应用，极大地改变了人们的工作、学习、生活方式，成为信息时代的标志。

1.1.1　计算机的发展史

通常所说的计算机，是指电子计算机，是一种信息处理工具，它能自动、高效、精确地对信息进行存储、传输和加工。早期的计算机，是一种能帮助人们进行计算的机器。计算机的发展大致经历了机械式计算机、机电式计算机和电子计算机的发展历程。

1. 电子计算机史前史

在1939年第一台现代电子数字计算机ABC（Atanasoff-Berry Computer）研制成功

之前，人们所使用的计算工具相继出现了算筹、算盘、计算尺、手摇机械计算机、电动机械计算机等。

1642年，法国数学家和物理学家布莱士·帕斯卡（Blaise Pascal）发明了第一台机械式加法器，如图1-1所示。加法器解决了自动进位这一关键问题。

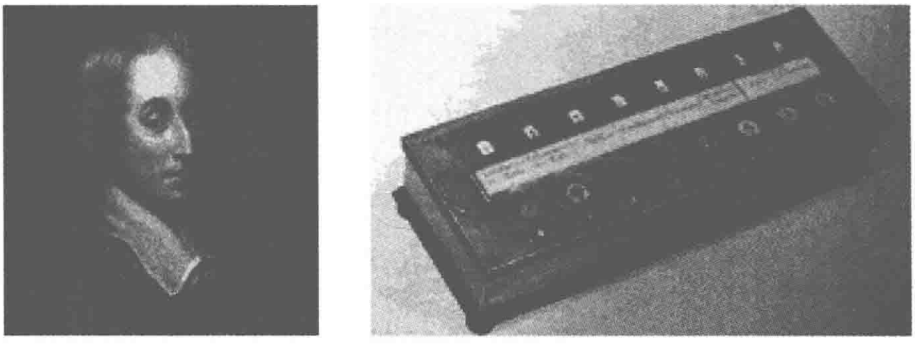


图1-1　帕斯卡和加法器

1674年，德国数学家和哲学家戈特弗里德·威廉·莱布尼茨（Gottfried Wilhelm Leibniz）设计完成了乘法自动计算机，如图1-2所示。莱布尼茨不仅发明了手动的可进行完整四则运算的通用计算机，而且提出了“可以用机械替代人进行烦琐重复的计算工作”这一重要思想。

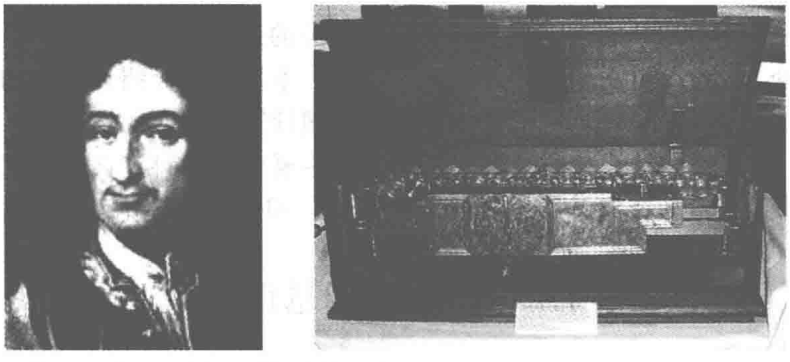


图1-2　莱布尼茨和乘法自动计算机

1822年，英国数学家查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage）设计了一台差分机，它是利用机器代替人来编制数表，巴贝奇经过长达十年的努力将其变成了现实。1834年，巴贝奇又完成了分析机的设计方案，它在差分机的基础上做了较大的改进，不仅可以作数字运算，而且可以作逻辑运算，如图1-3所示。分析机的设计思想已具有现代计算机的概念，但当时的技术水平是不可能制造完成的。

巴贝奇的分析机被认为是最早的计算机雏形，而他的朋友爱达则致力于为该分析机编写算法。爱达（1815—1852）是著名的英国诗人拜伦之女，协助巴贝奇完善了分析机的设计，详细说明了用机器进行伯努利数运算的过程，这被称为世界上第一个计算机程序。爱达建立了循环和子程序的概念，先后编写了三角函数程序、级数相乘程序、伯努利函数程序等一大批算法代码，被公认为世界上第一位程序设计师。

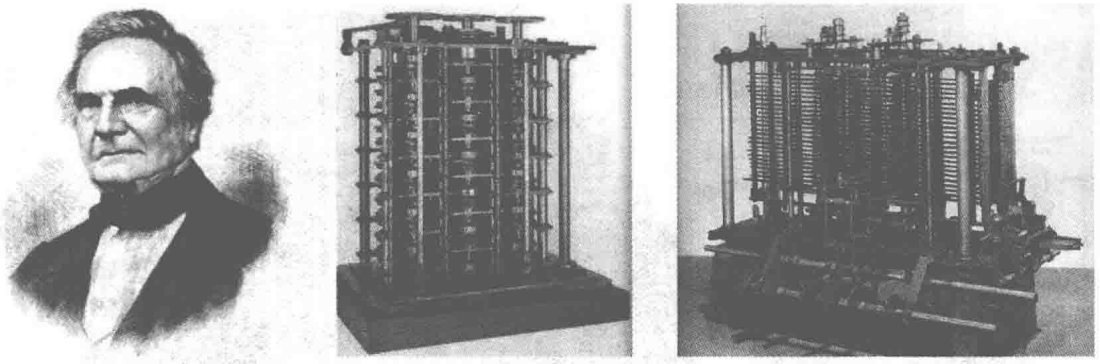


图 1-3 巴贝奇和差分机、分析机

1886 年，美国统计学家赫尔曼·霍尔瑞斯（Herman Hollerith）借鉴了法国人杰卡德（Jacquard）织布机的穿孔卡原理，用穿孔卡片存储数据，采用机电技术取代了纯机械装置，制造了第一台可以自动进行加减四则运算、累计存档、制作报表的制表机，如图 1-4 所示。这台制表机参与了美国 1890 年的人口普查工作，使预计 10 年的统计工作仅用 1 年零 7 个月就完成了，是人类历史上第一次利用计算机进行大规模的数据处理。1896 年，霍尔瑞斯在他的发明基础上，创建了 TMC（Tabulating Machine Company）。1911 年，TMC 与另外两家公司合并，成立了 CTR 公司（Computing Tabulating Recording Company）。1924 年，CTR 公司改名为“国际商业机器公司（International Business Machines Corporation）”，这就是举世闻名的美国 IBM 公司。

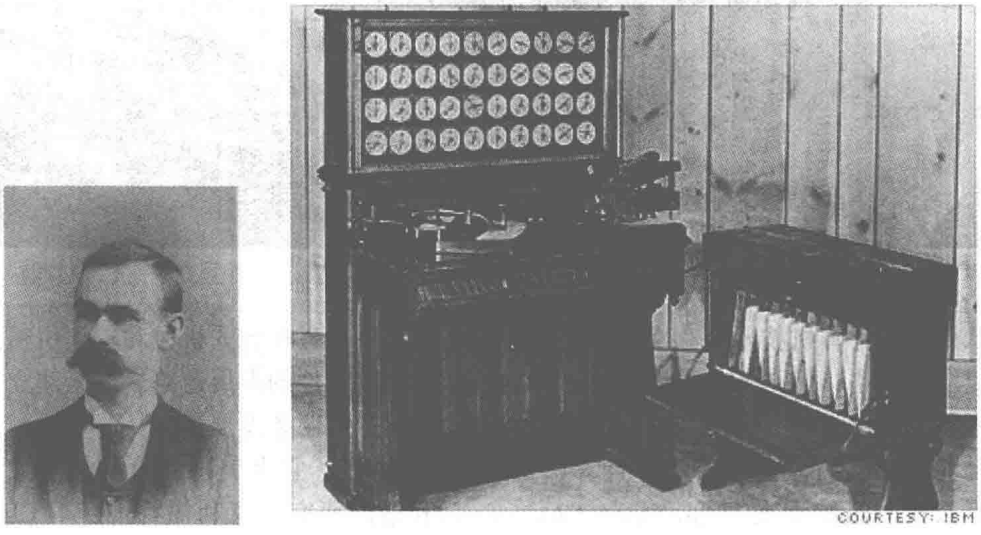


图 1-4 赫尔曼·霍尔瑞斯和 1890 年的制表机

1938 年，德国工程师康拉德·朱斯（Konrad Zuse）成功制造了第一台二进制计算机 Z-1，它是一种纯机械式的计算装置，它的机械存储器能存储 64 位数。此后，朱斯继续研制了 Z 系列计算机。其中 Z-3 型计算机是世界上第一台通用程序控制的机电计算机，它使用了 2600 个继电器，同时采用了浮点计数法、带数字存储地址的指令形式等，运算一次加法只用 0.3 s，如图 1-5 所示。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

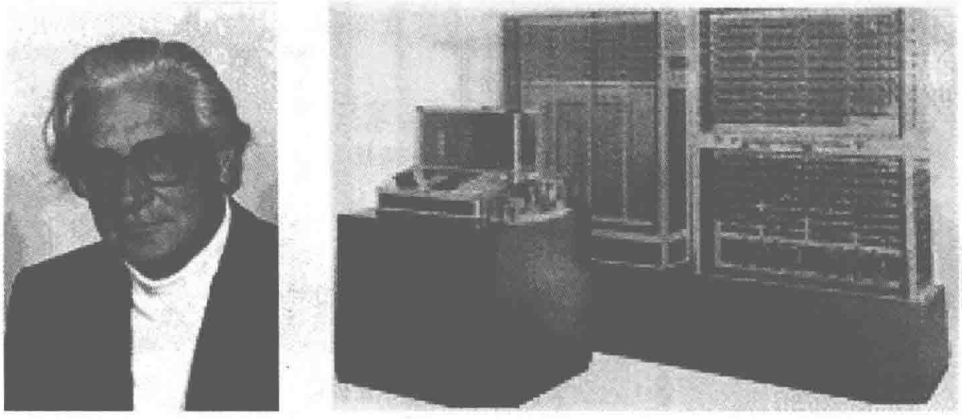


图 1-5　朱斯和 Z-3 型计算机

1944 年，美国麻省理工学院科学家霍华德·艾肯（Howard Hathaway Aiken）研制成功了一台机电式计算机，命名为自动顺序控制计算器 MARK-Ⅰ。1947 年，艾肯又研制出运算速度更快的机电式计算机 MARK-Ⅱ。到 1949 年，由于当时电子管技术已取得重大进步，于是艾肯研制出采用电子管的计算机 MARK-Ⅲ。1952 年，艾肯又为美国空军完成了 Mark Ⅳ计算机，这是艾肯研制的最后一台计算机，它加入了磁心移位寄存器和半导体二极管电路。艾肯和 MARK-Ⅰ、MARK-Ⅲ如图 1-6 所示。

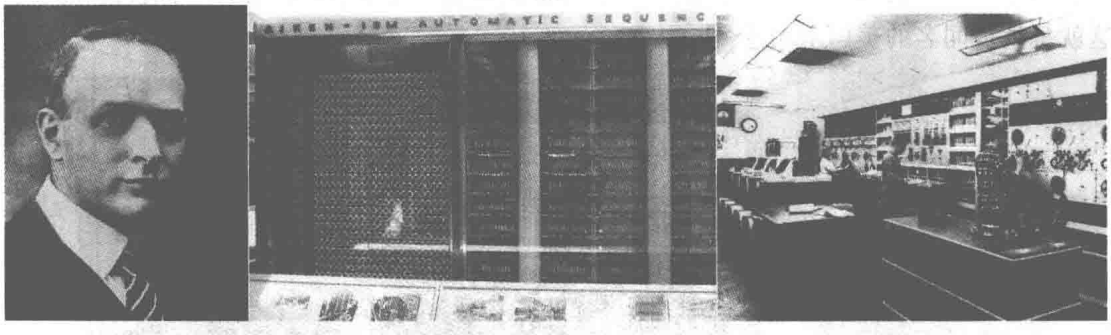


图 1-6　艾肯和 MARK-Ⅰ、MARK-Ⅲ

从此，在计算机技术上存在着两条发展道路。一条是各种台式机械和较大机械式计算机的发展道路；另一条是采用继电器作为计算机电路元件的发展道路。后来建立在电子管和晶体管之类电子元件基础上的计算机正是受益于这两条发展道路。

世界上第一台现代电子数字计算机是 ABC 计算机，它由美国爱荷华州立大学物理系副教授阿塔纳索夫（John Vincent Atanasoff）和他的研究生克利福特·贝瑞（Clifford Berry）在 1939 年 10 月研制成功，如图 1-7 所示。ABC 计算机采用二进制电路进行运算；存储系统采用不断充电的电容器，具有数据记忆功能；输入系统采用 IBM 公司的穿孔卡片；输出系统采用高压电弧烧孔卡片。1990 年，阿塔纳索夫获得了全美最高科技奖——国家科技奖。

美国因新式火炮弹道计算需要运算速度更快的计算机，1946 年 2 月，宾夕法尼亚大学物理学家约翰·莫克利（John Mauchly）和工程师普雷斯帕·埃克特（Presper Eckert）等人成功研制出了电子数值积分计算机（Electronic Numerical Integrator And

Calculator，ENIAC），如图 1-8 所示。

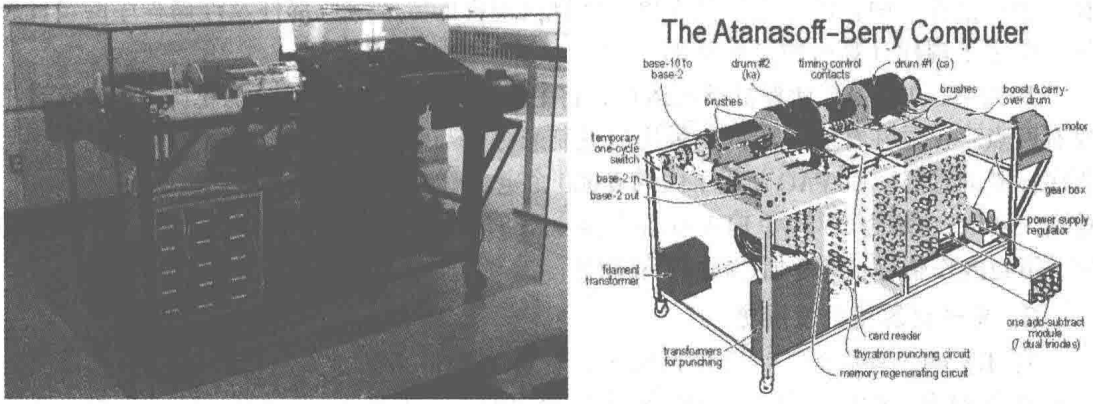


图 1-7 ABC 计算机的复原模型和设计草图

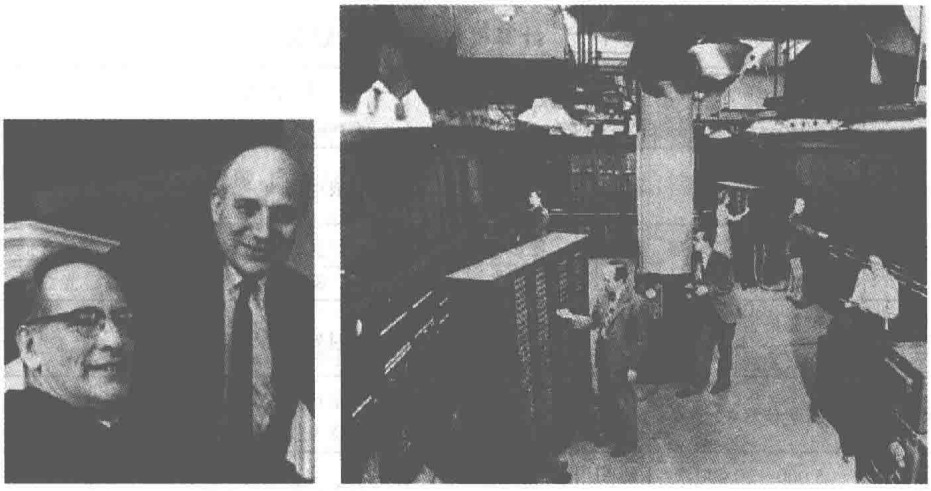


图 1-8 埃克特（右）、莫克利（左）和 ENIAC

ENIAC 是一个庞然大物，其占地面积为 170 m^2，总质量达 30 t。机器中约有 18 800 只电子管、1 500 个继电器、70 000 只电阻器及其他各种电气元件，功率约为 140 kW。这样一台“巨大”的计算机每秒可以进行 5 000 次加减运算，相当于手工计算的 20 万倍，机电式计算机的 1 000 倍。ENIAC 计算机设计中采用了全电子管电路，但是没有采用二进制；ENIAC 计算机的程序采用外插线路连接，以拨动开关和交换插孔等形式实现；它没有存储器，只有 20 个 10 位十进制数的寄存器；输入/输出设备有穿孔卡片、指示灯、开关等。利用 ENIAC 计算机进行一个 2 s 的运算，准备工作需要两天的时间，为此埃克特与同事们讨论过“存储程序”的设计思想，遗憾的是没有形成文字记录。

ENIAC 是第一台正式投入运行的电子计算机，主要任务是分析炮弹轨迹，美国军方从中尝到了甜头，因为它计算一条炮弹弹道只需要 20 s，比炮弹飞行速度还快，而此前需要 200 人手工计算两个月。

1945 年，美籍匈牙利数学家冯·诺依曼在对 ENIAC 计算机的不足之处进行认真分析后，提出了离散变量自动电子计算机（Electronic Discrete Variable Automatic Computer，EDVAC）的设计方案，并发表了计算机史上著名的 *First Draft of a Report on the EDVAC*

（《EDVAC计算机报告的第一份草案》）论文，这篇手稿为101页的论文又称“101报告”。在“101报告”中，冯·诺依曼提出了计算机硬件的五大组成部件及存储程序的设计思想，奠定了现代计算机的设计基础。

1952年，EDVAC计算机投入运行，它主要用于核武器理论计算。EDVAC的改进主要有两点：一是在计算机内部，采用二进制来存储与处理数据；二是实现了存储程序与程序控制的思想。EDVAC使用了大约6 000个电子管和12 000个二极管，占地45.5 m^2，重达7.85 t，功率为56 kW。EDVAC利用水银延时线作为内存，可以存储1 000个44位的字，用磁鼓作辅存，具有加、减、乘和软件除的功能，运算速度比ENIAC提高了240倍。

2．电子计算机的发展史

自ENAIC诞生至今半个多世纪来，计算机获得了突飞猛进的发展。人们依据计算机性能和当时软硬件技术（主要根据所使用的电子器件），将计算机的发展划分成四个阶段，如表1-1所示。

表1-1　计算机发展的四个阶段

阶段及年代	第一阶段（1946—1958年）	第二阶段（1958—1965年）	第三阶段（1965—1971年）	第四阶段（1971年至今）
电子器件	电子管	晶体管	集成电路	大规模集成电路、超大规模集成电路
存储器	延迟线、磁芯、磁鼓、磁带、纸带	磁芯、磁鼓、磁带、磁盘	半导体存储器、磁芯、磁鼓、磁带、磁盘	半导体存储器、磁带、磁盘、光盘
处理方式	机器语言、汇编语言	监控程序、高级语言	实时处理、操作系统	实时/分时处理网络操作系统
应用领域	科学计算	科学计算、数据处理、过程控制	科学计算、系统设计等科技工程领域	各行各业
运算速度	5 000～30 000次/秒	几十万至百万次每秒	百万至几百万次每秒	几百万至千亿次每秒
典型机种	ENIAC、EDVAC、IBM705	UNIVAⅡ、IBM7094、CDC6600	IBM360、PDP-11、NOVA1200	ILLIAC-Ⅳ、VAX 11、IBM PC、Tianhe-1

电子计算机在短短的70多年里经过了电子管、晶体管、集成电路（IC）、大规模集成电路（LSI）和超大规模集成电路（VLSI）四个阶段的发展，使计算机的体积越来越小，功能越来越强，价格越来越低，应用越来越广泛，目前正朝智能化方向发展。

（1）第一阶段

第一代电子计算机（1946—1958年）。电子管计算机，主要以电子管为基本元件，由于电子管的体积大、功耗高、容易烧坏。以水银延迟线、磁鼓、磁心为存储器，存储容量小，存储速度低。这一阶段的计算机性能低、造价高、体积庞大、可靠性差。在这一阶段，采用机器语言和汇编语言编写程序，主要用于完成数值计算，只在重要部门或科学研究部门使用。典型的计算机有ENAIC、EDVAC、UNIVAC和IBM705等。

（2）第二阶段

第二代电子计算机（1958—1965年）。晶体管计算机，采用晶体管代替电子管组成计算机，使计算机体积缩小为原来的几十分之一，功耗降低，不容易烧坏，运算速度比

第一代电子计算机提高了近百倍。在软件方面开始使用计算机算法语言，如 FORTRON、COBOL、LISP 等。这一代电子计算机不仅可以用于科学计算，而且可以用于数据处理、事务处理及工业控制领域。典型的计算机有 IBM7090、IBM7094、CDC6600 等。

（3）第三阶段

第三代电子计算机（1965—1971 年）。中、小规模集成电路计算机，在每个基片上集成几个到十几个电子元件（逻辑门）来构成计算机的主要功能部件，计算机变得更小，功耗更低。主存储器采用半导体存储器，磁盘成了不可缺少的辅助存储器，并且开始普遍采用虚拟存储技术，运算速度可达每秒几十万次至几百万次基本运算。

同时，计算机的软件技术也有了较大的发展，出现了操作系统的编译系统，出现了更多的高级程序设计语言，使计算机的功能越来越强，应用范围越来越广。它们不仅用于科学计算，还用于文字处理、企业管理、自动控制等领域，出现了计算机技术与通信技术相结合的信息管理系统，可用于生产管理、交通管理、情报检索等领域。典型的计算机有 IBM360、IBM370、PDP-11 等。

（4）第四阶段

第四代电子计算机（1971 年至今）。大规模、超大规模集成电路计算机，这一阶段，集成电路的集成度越来越高。采用超大规模集成电路组成计算机后，使计算机体积显著减小，功耗显著降低，出现了微型计算机。计算机的体系结构越来越复杂，出现了多处理机系统、分布式计算机系统、并行计算机系统等；存储设备采用光盘、U 盘和大容量的硬盘，处理速度达到几亿次甚至数千亿次每秒；软件系统越来越庞大，计算机网络和网络软件日趋完善，出现了软件工程；已经可以使用计算机进行知识处理和智能处理，应用领域深入到社会生活的方方面面。典型的计算机有 IBM308X、CRAY_2、CRAY_3 等。

3. 微型计算机的发展

第四代电子计算机的另一个重要分支是以大规模、超大规模集成电路为基础发展起来的微处理器和微型计算机。

微型计算机的发展是以微处理器的发展为表征的，微型计算机大致经历了 6 个发展阶段：

（1）第一阶段（1971—1973 年）是 4 位和 8 位低档微处理器时代，通常称为第 1 代，其典型产品是 Intel 4004 和 Intel 8008 微处理器和分别由它们组成的 MCS-4 和 MCS-8 微机。基本特点是采用 PMOS 工艺，集成度低（4 000 个晶体管/片），系统结构和指令系统都比较简单，主要采用机器语言或简单的汇编语言，指令数目较少（20 多条指令），基本指令周期为 20～50 μs，用于简单的控制场合。

1975 年 1 月，美国计算机爱好者爱德华·罗伯茨（E.Roberts）发明了世界上第一台微型计算机“牛郎星”（Altair 8800），如图 1-9 所示。它包括一个 Intel 8080 处理器、256 B 的存储器（后来增加为 4 KB）、一个电源、一个机箱和有大量开关和显示灯的面板。Altair 8800 的外观非常简陋，既没有输入数据的键盘，也没有输出计算结果的显示器。插上电源后，使用者需要用手按下面板上的开关，把二进制数 0 或 1 输进机器；计算完成后，面板上的几排小灯泡忽明忽灭，用发出的灯光信号表示计算结果。Altair 8800 掀起了一场改变整个计算机世界的革命，它的一些设计思想，如微型化设计方法、OEM（Original

Equipment Manufacturer，原始设备生产厂商）生产方式、开放式设计思想、硬件与软件分离等，直到今天依然具有重要的指导意义。

MITS Altair 8800	
Announced:	March 1975
Price:	US $395 as a kit US $495 assembled
CPU:	Intel 8080, 2.0 MHz
RAM:	256 bytes, 64K max
Display:	front panel LEDs
Controls:	front panel switches
Expansion:	card-cage with 16 card slots
Storage:	external Cassette or 8" floppy drive
OS:	CP/M, BASIC



图 1-9　Altair 8800

（2）第二阶段（1973—1977 年）是 8 位中高档微处理器时代，通常称为第 2 代，其典型产品是 Intel 8080/8085、Motorola 公司的 M6800、Zilog 公司的 Z80 等。它们的特点是采用 NMOS 工艺，集成度提高约 4 倍，运算速度提高约 10～15 倍（基本指令执行时间 1～2μs），指令系统比较完善，具有典型的计算机体系结构和中断、DMA 等控制功能。软件方面除了汇编语言外，还有 BASIC、FORTRAN 等高级语言和相应的解释程序和编译程序，在后期还出现了操作系统。

（3）第三阶段（1978—1984 年）是 16 位微处理器时代，通常称为第 3 代，其典型产品是 Intel 公司的 8086/8088、Motorola 公司的 M68000、Zilog 公司的 Z8000 等微处理器。其特点是采用 HMOS 工艺，集成度（20 000～70 000 晶体管/片）和运算速度（基本指令执行时间是 0.5μs）都比第 2 代提高了一个数量级。指令系统更加丰富、完善，采用多级中断、多种寻址方式、段式存储机构、硬件乘除部件，并配置了软件系统。

这一时期著名微机产品有 IBM 公司的个人计算机。1981 年 IBM 公司推出的个人计算机采用 8088 CPU。紧接着 1982 年又推出了扩展型的个人计算机 IBM PC/XT，它对内存进行了扩充，并增加了一个硬盘驱动器。1984 年，IBM 公司推出了以 80286 处理器为核心组成的 16 位增强型个人计算机 IBM PC/AT。由于 IBM 公司在发展个人计算机时采用了技术开放的策略，使个人计算机风靡世界。

（4）第四阶段（1985—1992 年）是 32 位微处理器时代，又称为第 4 代。其典型产品是 Intel 公司的 80386/80486、Motorola 公司的 M69030/68040 等。其特点是采用 HMOS 或 CMOS 工艺，集成度高达 100 万个晶体管每片，具有 32 位地址线和 32 位数据总线。可完成六百万条指令每秒（Million Instructions Per Second，MIPS）。微型计算机的功能已经达到甚至超过超级小型计算机，完全可以胜任多任务、多用户的作业。同期，其他一些微处理器生产厂商（如 AMD、TEXAS 等）也推出了 80386/80486 系列的芯片。

1985 年 6 月，长城 0520 微机研制成功，这是我国自行研制并实现中文化、工业化、规模化生产的微型计算机，如图 1-10 所示。长城 0520-CH 微型计算机使用 10 MB 硬盘、256 KB 内存和 8 英寸（1 英寸=2.54 cm）的显示器，其性能超过当时的 IBM PC 和 NEC 980，同时，其汉字处理水平等项性能超过了当时包括 IBM 在内的国际知名品牌。这样一组在

今天看来绝对是“老爷车级”的数字，却深刻地改写了中国计算机产业的发展历史。作为中国计算机史上第一台中国人自主设计、生产、销售的台式计算机长城0520-CH，它的问世远远地超过了其所带来的技术进步本身的含义，标志着我国信息产业获得了里程碑意义上的重大突破和成功，它改变了我国计算机产业和世界的距离。

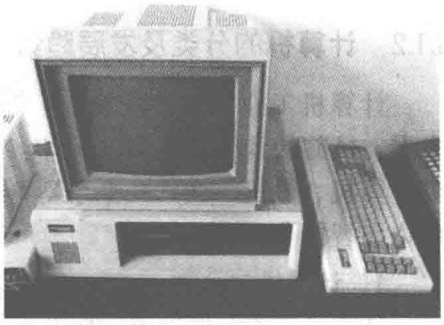


图1-10 长城0520A计算机（1985年）

（5）第五阶段（1993—2005年）是奔腾（Pentium）系列微处理器时代，通常称为第5代。典型产品是Intel公司的奔腾系列芯片及与之兼容的AMD的K6系列微处理器芯片。内部采用了超标量指令流水线结构，并具有相互独立的指令和数据高速缓存。随着MMX（Multi Mediae Xtension）微处理器的出现，使微机的发展在网络化、多媒体化和智能化等方面跨上了更高的台阶。2000年3月，AMD与Intel分别推出时钟频率达1 GHz的Athlon和Pentium Ⅲ。2000年11月，Intel又推出了Pentium 4微处理器，集成度高达每片4 200万个晶体管，主频为1.3～1.7 GHz。2002年11月，Intel推出的Pentium 4微处理器的时钟频率达到3.06 GHz。对于个人计算机用户而言，多任务处理一直是困扰的难题，因为单处理器的多任务以分割时间段的方式来实现，此时的性能损失相当巨大。而在双内核处理器的支持下，真正的多任务得以应用，而且越来越多的应用程序甚至会为之优化，进而为其应用奠定了扎实的基础。

（6）第六阶段（2006年至今）是酷睿（Core）系列微处理器时代，通常称为第6代。“酷睿”是一款领先节能的新型微架构，设计的出发点是提供卓然出众的性能和能效，提高每瓦特性能，也就是所谓的能效比。早期的酷睿是基于笔记本式计算机处理器的。

在通用微处理器的研发领域，Intel公司一直处于领先位置。与此同时，作为它的竞争对手，AMD公司先后推出了K5、K6、Duron、Athon等微处理器芯片。它们的共同特点是，都采用IA-32（Intel Architecture-32）指令架构，并逐步增加了面向多媒体数据处理和网络应用的扩展指令，如Intel的MMX、SSE等指令集和AMD的“3DNow!”等。一般将自8086以来一直延续的这种指令体系通称为x86指令体系。

2006年8月，Intel正式发布了Core（酷睿）架构处理器，第一次采用移动、桌面、服务器三大平台同核心架构的模式；2011年3月，Intel在桌面级和移动端处理器中采用了Core i3、i5和i7的产品分级构架；2014年，首次发布桌面级8核心16线程处理器；2015年，Intel迎来了微电子的新时代，第五代Core系列处理器正式登场，新处理器除了拥有更强的性能和功耗优化外，同时支持Intel Real Sense技术，带来更加强大的体感交互体验；2018年4月，第八代酷睿移动处理器、面向笔记本式计算机的英特尔酷睿i9处理器以及第八代酷睿处理器与英特尔傲腾内存相结合的全新英特尔酷睿+平台正式发布。4核8线程、6核12线程的设计让产品在性能方面实现了最大的飞跃，为用户带来了前所未有的硬盘读写速度，无论从工作、生产效率、游戏方面、还是内容创建方面都带来大幅度的性能提升。

由此可见，微型计算机的性能主要取决于它的核心器件——微处理器（CPU）的性能。

需要全本请访问 www.ertongbook.com