

WUTP



普通高等学校计算机科学与技术专业新编系列教材

Introduction on Computer Science

计算机科学导论



钟 珞 主编

```
#include <stdio.h>
#include <stdio.h>
void main()
void main()
{
    void swap(int * ptr1,int * ptr2);
    void swap(int * ptr1,int * ptr2);
    int x,y, * ptr1, * ptr2;
    int x,y, * ptr1, * ptr2;
    printf("input x,y:");scanf("%d,%d",&x
    printf("input x,y:");scanf("%d,%d",&x
    printf("%d\t%d\n",x,y);ptr1=&x;ptr2=
    printf("%d\t%d\n",x,y);ptr1=&x;ptr2=
    if(x<y)
    if(x<y)
    swap(ptr1,ptr2);
    swap(ptr1,ptr2);
    printf("%d\t%d\n",x,y);
    printf("%d\t%d\n",x,y);
}
```

```
void swap(int * ptr1,int * ptr2)
```

武汉理工大学出版社

Wuhan University of Technology Press



普通高等学校计算机科学与技术专业新编系列教材

Introduction on Computer Science
计算机科学导论

钟 珞 主 编

武汉理工大学出版社

Wuhan University of Technology Press

内 容 提 要

本书为“面向 21 世纪普通高等学校计算机专业新编系列教材”的一本,系统地介绍了计算机科学的发展、基本概念、基本原理和计算机科学的总体框架,是计算机专业学生的必修课。全书共八章,第 1 章阐述计算机科学的基本特性;第 2 章介绍计算机的硬件知识;第 3 章介绍计算机的软件知识;第 4 章介绍有关计算机网络的知识;第 5 章介绍计算机中的数据组织;第 6 章介绍计算机科学的发展趋势;第 7 章介绍计算机科学与其他学科之间的关系;第 8 章介绍了如何学习计算机专业课程。

本书内容丰富、叙述脉络清楚,可作为计算机专业、与计算机相关的专业、通信专业和具有初等教育的计算机爱好者的计算机入门教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机科学导论/钟珞主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2003.1

普通高等学校计算机科学与技术专业新编系列教材

ISBN 7-5629-1905-4

I. 计… II. 钟… III. 计算机科学-高等学校-教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 106859 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮政编码:430070)

HTTP://www.whut.edu.cn/chuban1

E-mail:wutp@public.wh.hb.cn

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:湖北省荆州市翔羚印刷实业公司

开 本:787×960 1/16

印 张:20.25

字 数:397 千字

版 次:2003 年 1 月第 1 版

印 次:2003 年 7 月第 2 次印刷

印 数:5001~8000 册

定 价:27.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。本社购书热线电话:(027)87397097 87394412

**普通高等学校
计算机科学与技术专业新编系列教材
编审委员会**

顾问：

卢锡城 周祖德 何炎祥 卢正鼎 曾建潮
熊前兴

主任委员：

严新平 钟 珞 雷绍锋

副主任委员：

李陶深 鞠时光 段隆振 王忠勇 胡学钢
李仁发 张常年 郑玉美 程学先 张翠芳
孙成林

委员：(以姓氏笔画为序)

王 浩	王景中	刘任任	江定汉	朱 勇
宋中山	汤 惟	李长河	李临生	李跃新
李腊元	李朝纯	肖俊武	邱桃荣	张江陵
张继福	张端金	张增芳	陈和平	陈祖爵
邵平凡	金 聪	杨开英	赵文静	赵跃华
周双娥	周经野	钟 诚	姚振坚	徐东平
黄求根	郭庆平	郭 骏	袁 捷	龚自康
崔尚森	蒋天发	詹永照	蔡启先	蔡瑞英
谭同德	熊盛武	薛胜军		

秘书长：田道全

总责任编辑：段 超 徐秋林

出版说明

当今世界已经跨入了信息时代,计算机科学与技术正在迅猛发展。尤其是以计算机为核心的信息技术正在改变整个社会的生产方式、生活方式和学习方式,推动整个人类社会进入信息化社会。为了顺应时代潮流,适应计算机专业调整及深化教学改革的要求,充分考虑到不同层次高校的教学现状,满足广大高校的教学需求,武汉理工大学出版社经过广泛调研,与国内近 30 所高等院校的计算机专家进行探讨,决定组织编写“普通高等学校计算机科学与技术专业新编系列教材”。

我们在组织编写新编本套系列教材时,以培养现代化高级人才为重任,以提高学生综合素质、培养学生应用能力和创新能力为目的,以面向现代化、面向世界、面向未来为准绳,注重系列教材的特色和实用性,反映最新的教学与科研成果,体现本专业的时代特征。同时,面对教育的需要、人才的需要和社会的需要,在编写本教材时,借鉴、学习国外一流大学的先进教学体系,结合国内的实际需要,吸取具有先进性、实用性和权威性的国外教材的精华,以更好地促进国内教材改革顺利进行。从时代和国际竞争要求的高度来思考,为打造一套高起点、高水平、高质量的系列教材而努力。

本套教材具有以下特色:

与时俱进,内容科学先进——充分体现计算机学科知识更新快的特点,及时更新知识,确保教材处于学科前沿,以拓宽学生知识面,培养学生的创新能力。

紧跟教学改革步伐,体现教学改革的阶段性成果——符合全国高校计算机专业教学指导委员会、中国计算机学会教育委员会制订的“计算机学科教学计划 2000”的内容要求。

实现立体化出版,适应教育方式的变革——本套教材努力使用和推广现代化的教学手段,凡有条件的课程都准备组织编写、制作和出版配合教材使用的实验、习题、课件、电子教案及相应的程序设计素材库。

本套教材首批 25 种预定在 2003 年秋季全部出齐。我们的编审者、出版者决不敢稍有懈怠,一定高度重视,兢兢业业,按最高的质量标准工作。教材建设是我们共同的事业和追求,也是我们共同的责任和义务,我们诚恳地希望大家积极选用本套教材,并在使用过程中给我们多提意见和建议,以便我们不断修订、完善全套教材。

武汉理工大学出版社

2002 年 10 月

前 言

计算机科学导论课程是“面向 21 世纪”计算机科学与技术系列课程中的核心课程之一,它针对大学一年级新生所开设的一门核心基础课,系统地讲解一些入门的基本概念、计算机基本知识、计算机科学的全貌,介绍一些主要领域的当前热点以及学习计算机科学的主要方法。培养学生的专业思想和兴趣,介绍正确的学习方法,以便为他们的计算机后续课程的学习做一个铺垫。

由于大学一年级学生刚进入大学,他们对计算机的了解和熟悉程度参差不齐,所以,给本课程的教学带来了一定难度,既要保证大多数学生能掌握基本的知识,又要保证有一定基础的学生能有更进一步的提高。所以,在本书的编写过程中,我们强调计算机的文化素养,并从简单到复杂、从低级到高级的认知顺序来组织、安排本书的内容。同时,把实验加在相应的章节后面,理论与实践并重,这样能使学生更好地领会和懂得本章所讲的知识,并在实验中进一步去体会与领悟。所以,利于培养学生脑手并用,在加强理解基本理论的同时,又增强了他们的动手能力,经过长时间的这种训练,可以帮助学生尽快地找到适合自己的学习方法,并为后续课程的学习或将来从事科学研究提供一个好的思路。

本书共分八章:第 1 章概述计算机科学的基本特性;第 2 章介绍计算机的硬件知识;第 3 章介绍计算机的软件知识;第 4 章介绍计算机网络的基本知识;第 5 章介绍计算机中的数据组织;第 6 章介绍计算机科学的发展趋势;第 7 章介绍计算机科学与其他学科之间的关系;第 8 章介绍如何学习计算机专业课程。

本书由武汉理工大学钟珞教授担任主编,郑州大学的王相林教授、武汉理工大学的杨国勋副教授、刘传文博士、宋华珠博士、Tareq M. Malti 硕士、李煌、常春明、唐志鹏等参加了本书的编写工作。

本书内容丰富、叙述脉络清楚,可作为计算机专业、与计算机相关的专业、通信专业和具有初等教育的计算机爱好者的计算机专业入门教材。因为水平有限,书中难免存在不妥的地方,请读者批评指正。

编 者

2002 年 10 月



目 录

1 引论	(1)
1.1 计算机的演变及发展	(1)
1.1.1 先驱者的足迹	(1)
1.1.2 从机电计算机到电子计算机	(4)
1.1.3 “埃尼阿克”的诞生	(5)
1.1.4 现代计算机的演变	(9)
1.2 计算机科学的学科特性	(11)
1.2.1 学科形态	(11)
1.2.2 程序设计的作用	(12)
1.3 计算机科学的内容	(12)
1.3.1 计算机科学的含义和基本问题	(12)
1.3.2 计算机科学的发展主线	(12)
1.3.3 计算机科学的分支学科	(23)
1.4 计算机科学的人文特性	(28)
实验	(29)
复习思考题与习题	(33)
2 计算机硬件	(34)
2.1 存储程序式计算机	(34)
2.1.1 存储程序式计算机的组成	(34)
2.1.2 存储程序式计算机的工作原理	(43)
2.2 数据存储	(46)
2.2.1 位的存储	(46)
2.2.2 存储器	(51)
2.2.3 位模式的信息表示	(57)
2.2.4 二进制系统	(61)
2.2.5 实数的存储	(63)
2.2.6 数据压缩	(69)

2.3	数据操作	(71)
2.3.1	中央处理单元	(72)
2.3.2	存储程序概念	(74)
2.3.3	程序的执行	(76)
2.3.4	算术/逻辑指令	(79)
2.3.5	与其他设备的通信	(81)
2.4	并行计算机	(84)
2.4.1	并行处理	(85)
2.4.2	通道	(86)
2.4.3	并行计算	(88)
	复习思考题与习题	(92)
3	计算机软件	(97)
3.1	计算机软件的基本知识	(98)
3.1.1	计算机软件	(98)
3.1.2	计算机软件的特点与功能	(98)
3.1.3	系统软件	(99)
3.1.4	应用软件	(100)
3.1.5	软件的开发过程	(100)
3.1.6	软件开发技术的发展	(102)
3.1.7	软件开发工具	(105)
3.1.8	软件开发技术的发展趋势	(107)
3.2	算法	(107)
3.2.1	算法的概念	(107)
3.2.2	算法的描述	(108)
3.2.3	算法的复杂性	(109)
3.2.4	算法的正确性和效率	(110)
3.2.5	基本查找算法	(112)
3.3	程序设计语言	(113)
3.3.1	程序设计语言的演变	(113)
3.3.2	程序设计的基本知识	(115)
3.3.3	程序构成单元	(116)
3.3.4	程序的编制与语言处理程序	(120)
3.3.5	程序设计风格	(123)
3.3.6	程序设计语言介绍	(124)
3.4	计算机操作系统	(128)

3.4.1	操作系统概述	(128)
3.4.2	操作系统的外部环境	(131)
3.4.3	操作系统的结构	(132)
3.4.4	操作系统的组成	(133)
3.4.5	磁盘操作系统 MS-DOS	(139)
3.4.6	Windows 2000 操作系统	(143)
3.5	软件工程	(146)
3.5.1	软件工程的作用	(146)
3.5.2	软件工程的七条基本原理	(147)
3.5.3	软件工程采用的方法	(149)
3.5.4	软件生命周期阶段	(149)
3.5.5	瀑布模型的思想	(152)
3.5.6	技术审查和管理复审	(153)
实验	(154)
复习思考题与习题	(156)
4	计算机网络	(158)
4.1	计算机网络发展的四个阶段	(159)
4.1.1	联机终端网络	(159)
4.1.2	计算机-计算机网络	(159)
4.1.3	计算机网络体系结构	(159)
4.1.4	Internet(因特网)阶段	(160)
4.2	信息技术发展的特点	(160)
4.3	信息基础设施	(161)
4.3.1	国家信息基础设施	(161)
4.3.2	NII 的层次结构	(161)
4.4	计算机网络的基础技术	(162)
4.4.1	计算机网络的分类和拓扑结构	(162)
4.4.2	网络通信协议	(162)
4.4.3	计算机网络系统中的层次	(163)
4.4.4	TCP/IP 网络体系结构	(164)
4.5	IP 地址和域名系统	(165)
4.5.1	IP 地址和子网掩码	(165)
4.5.2	域名系统	(166)
4.5.3	统一资源定位符 URL	(168)
4.6	用户与因特网的连接方法	(169)

4.6.1	通过数据通信网连接到 ISP	(169)
4.6.2	通过电话网连接到 ISP	(169)
4.7	Internet 中的 WWW 应用	(170)
4.7.1	WWW 的由来和特点	(170)
4.7.2	HTTP 和 HTML	(171)
4.8	IE 浏览器的应用	(171)
4.8.1	调整 IE 浏览器的设置	(172)
4.8.2	启动 IE 浏览器	(172)
4.8.3	浏览 Web 站点	(172)
4.8.4	访问以前浏览过的内容	(173)
4.8.5	IE 浏览技巧	(174)
4.8.6	收藏喜爱的站点	(174)
4.8.7	保存和打印网页信息	(175)
4.8.8	浏览多媒体信息	(175)
4.8.9	IE 上的其他 Internet 程序	(176)
4.9	电子邮件服务	(176)
4.9.1	邮件服务器与电子信箱	(176)
4.9.2	电子邮件应用程序	(176)
4.9.3	电子邮件格式	(177)
4.9.4	邮件的发送和接收过程	(177)
4.10	文件传输服务 FTP	(178)
4.10.1	FTP 服务器与客户机	(178)
4.10.2	FTP 匿名服务	(178)
4.10.3	客户端应用程序	(179)
4.11	拨号网络	(180)
4.11.1	准备工作	(180)
4.11.2	安装与配置调制解调器	(180)
4.11.3	安装 TCP/IP 协议	(181)
4.11.4	配置拨号网络连接	(181)
4.12	电子邮件程序 Outlook Express	(182)
4.12.1	启动 Outlook Express	(182)
4.12.2	管理邮件账号	(183)
4.12.3	接收和管理电子邮件	(184)
4.12.4	创建和发送电子邮件	(186)
4.12.5	管理通讯簿	(186)

4.13 计算机网络安全	(187)
4.13.1 网络安全的层次划分	(187)
4.13.2 网络防火墙与监督工具	(190)
4.13.3 应用网关与代理服务器	(191)
4.13.4 基于密码理论的技术	(192)
实验	(194)
复习思考题与习题	(195)
5 数据组织	(197)
5.1 数据结构	(197)
5.1.1 数组	(198)
5.1.2 链表	(200)
5.1.3 栈	(202)
5.1.4 队列	(205)
5.1.5 树	(205)
5.2 文件结构	(210)
5.2.1 操作系统的文件管理功能	(210)
5.2.2 顺序文件	(212)
5.2.3 文本文件	(213)
5.2.4 索引文件	(214)
5.2.5 哈希文件	(215)
5.3 数据库	(218)
5.3.1 数据模型	(218)
5.3.2 数据库管理系统	(219)
5.3.3 数据库的安全	(221)
5.3.4 数据库技术的发展	(223)
5.4 多媒体数据	(227)
5.4.1 媒体	(227)
5.4.2 多媒体	(228)
5.4.3 超媒体	(229)
5.4.4 多媒体编著软件	(231)
实验	(234)
复习思考题与习题	(262)
6 计算机科学的发展趋势	(263)
6.1 计算机科学知识的演变	(263)
6.2 计算机学科知识的特点	(267)

6.3 计算机学科知识的趋势	(270)
复习思考题与习题	(270)
7 计算机科学与其他学科的关系	(271)
7.1 计算机科学与哲学	(271)
7.1.1 计算机软件和硬件的哲学意义	(272)
7.1.2 人工智能与大脑	(273)
7.2 计算机科学与数学	(275)
7.2.1 计算机科学与数学的关系	(275)
7.2.2 计算机科学的数学基础	(276)
7.3 计算机科学与光电子科学	(280)
7.4 计算机科学与生物学	(281)
7.5 计算机科学与其他科学	(283)
复习思考题与习题	(285)
8 如何学习计算机专业课程	(286)
8.1 计算机专业对人才的需要	(286)
8.1.1 计算机专业的培养规格和目标	(287)
8.1.2 计算机专业各学期重点课程	(288)
8.1.3 实验课程的学习	(291)
8.2 思维方式的培养	(293)
8.3 典型方法的掌握	(301)
8.4 综合素质的培养	(305)
8.4.1 计算机科学与技术专业人员的知识与素质要求	(305)
8.4.2 专业教育与素质教育相结合应思考的两个问题	(306)
8.4.3 计算机科学与技术专业创新能力培养	(307)
8.4.4 专业教育与素质教育结合进行的实践	(307)
复习思考题与习题	(308)
附录 A 一个典型的机器语言	(310)
参考文献	(312)



1 引 论

本章提要

计算机是如何发展来的？计算机科学是什么？这些问题常常是初学者面对的问题。虽然有些人已经能进行计算机的基本操作，但仍然不能了解计算机科学的本质内容。

本章从计算机的演变与发展出发，通过史实简要介绍计算机的发展历史和计算机科学作为一个学科的特性，并进一步介绍计算机科学的含义、计算机学科的基本问题、发展主线；然后，介绍计算机科学的人文特性，以帮助初学者了解计算机科学的本质内容。

1.1 计算机的演变及发展^[1,3]

1.1.1 先驱者的足迹

电子计算机是现代科技创造的一项奇迹。然而，它更是几千年人类文明发展的产物。

追根溯源，电子计算机是由原始的计算工具发展而来的。自从人类社会形成以来，人们在劳动生产和社会生活中，产生了计算的需要。远古时代穴居的先民们用手指来计算牲畜的头数和群体的人数。经过漫长的开发与劳作，人们积蓄的财物越来越多，人类本身也不断地繁衍起来，需要计算的数目也越来越大。于是，一个用成堆的木杆或石头记数的方法随之而来。这对刚刚从混沌状态走出来的人类来说，是一个了不起的发明。然而，在日益聪明起来的后人看来，这种记数法仍然是非常原始的。计算工具发展史上第一次重大的改革，是珠算盘

的发明。珠算盘结构简单,体积很小,由于彻底采用了十进制,在基本的数字运算方面有着神奇的功用。时至今日,轻巧灵活、携带方便的珠算盘,在我国以及一些亚洲国家人民的日常生活中仍然是不可缺少的。但是,由于珠算盘必须通过手工操作进行计算,它的计算速度受到限制;加上它只适合于进行基本的数字运算,它的计算功能也是有限的。

随着人类社会生产的不断发展和社会生活的日益丰富,在人们的实践活动中所产生的信息量与日俱增,信息表达形式日趋多样化与复杂化。为了更加迅速、准确、有效地处理大量的信息,使人类从繁重和繁琐的计算工作中解放出来,数百年来,人们一直梦寐以求发明出一种能自动进行计算、存储和进行数据处理的机器。为了实现这一美好的愿望,许许多多的先驱者义无反顾地踏上了发明机械计算工具的艰难征途,在计算工具发展史上留下了他们深深的足迹。一个年轻的法国人率先迈出了改革计算工具的重要一步,他就是后来成为著名数学家的巴斯卡。1642年,19岁的巴斯卡成功地制造了一台能做加法和减法的计算器。这是计算工具发展史上的一个辉煌的成就。虽然巴斯卡的加法器并不比现代塑料“加法机”先进多少,但是巴斯卡的工作是开创性的。就在制造这台加法器的过程中,他提出了一个极为有意义的设想,即利用纯粹机械的装置来代替人们的思考和记忆。这是人类发明机械计算工具的第一次尝试。

正是在巴斯卡思想的启发下,著名的数学家莱布尼兹又制成了一台更为先进的计算机。这台机器能在瞬间完成很大数字的乘除运算而不必连续加减。这是当时最先进的一台机器了,遗憾的是它仍然不能满足人们多方面的需要。莱布尼兹最重要的成就是改进了计算机的设计思想,为手摇计算机的发展奠定了理论基础。莱布尼兹对计算机科学另一个重要的贡献是系统地建立了二进制的算术运算法则,指出了二进制在某些理论研究中的优点,为现代计算机的发展作了部分理论准备。莱布尼兹的这类计算机的缺陷是只能做简单的四则运算,没有程序控制的机构。

直到19世纪中叶以后,计算器同纺织技术的重大革新——程序自动控制思想结合起来,一些功能较全面的计算机才纷纷登上了历史舞台。奇异的天才、英国数学家巴贝奇于1822年设计完成的“差分机”就是其中的一个佼佼者。这是一种顺应计算机自动化、半自动化程序控制潮流的通用数字计算机。获得这次成功以后,巴贝奇又设计了更为理想的计算机——分析机。就在关于分析机的设计过程中,巴贝奇显示了惊人的才智,他几乎设想出了现代数字计算机的所有重要特点,即运算单元、存储单元、输入和输出电路。他甚至还提出了最有创造性的概念,即自动制定指令序列的概念,计算机借此可以从上一步自动运行到下一步。这一系列的设想都是在现代电子计算机诞生百余年前做出的,如果看到了这一点,人们便不能不赞叹人类智慧。可惜的是,由于19世纪初期,金属

加工业的水平还很低,不能制造出巴贝奇零件图中巧妙绘制的精密齿轮和联动装置,加之当时社会对这类机器尚无迫切的需要,因此,巴贝奇的天才思想没有为同代人所理解,他的研究工作也得不到政府的财政资助。

在巴贝奇制造分析机的尝试失败以后,一些矢志不移的物理学家开始了新的探索——进行模拟机的研制。1900年,采集海绵的潜水员在希腊安蒂基西拉岛外的地中海海底发现了一个青铜盒子。盒子外面有指针和刻度以及用希腊文刻的使用说明,里面则有排列复杂的精密青铜齿轮。这台机器制于公元前1世纪,它显然是一个模拟计算机。它能够通过齿轮的运动来模拟太阳、行星和恒星的运动。这个古老的模拟机的发现是模拟机研制史上的一个里程碑。它坚定了人们的下列信念,即一切模拟机都是模拟自然的,并且比起所模拟的那部分自然界,它能以较快的速度操作,所以它能预示未来。正是在这个信念支配下,科学家们在1910年研制成功一台名为“大黄铜脑”的模拟机。在长达半个世纪的时间里,美国海岸和大地勘测局一直使用这个“大黄铜脑”来预报潮汐。重要的早期模拟装置还有积分仪和微分仪。1930年,美国工程师布什制造了一台微分分析仪,它就是现代模拟计算机的前身。虽然在原则上,对于任何一种自然现象和数字计算都可以设计出相应的模拟装置,但是在实际研制过程中人们却可能遇到许多严重困难,而且模拟装置本身在通用性、精确度以及运算速度等方面也有很大局限。因此,此后不久,人们设计制造模拟计算机的兴趣渐渐冷却了。

在计算工具的发展史上,除了大量的数学家和物理学家投入工作以外,许许多多的统计人员也加入了研制计算机的行列。19世纪末期,伴随人口普查的需要,使得统计分析机应运而生。这台计算机的制造者是出身德国侨民家庭的豪列利特。从哥伦比亚大学附属专科学校毕业后,他来到美国人口调查局工作。当时,美国每10年进行一次人口调查。随着人口的繁衍和移民的增加,统计工作变得越来越困难,人口统计机关迫切需要能加快统计速度的技术发明。为适应社会的迫切需要,聪明的豪列利特经过反复的研究,把当时相当成熟的穿孔卡和弱电流技术巧妙地结合起来,制成了一台制表机。由于全部采用了豪列利特系统,1890年的美国人口普查的统计制表工作,在所有资料汇总到华盛顿前的短短一个月内,就准确地完成了。这一结果令美国人大吃一惊,豪列利特获得了巨大成功。统计分析机适用于进行数量庞大而又要多次使用的数据统计工作。在西欧许多国家乃至加拿大、俄国都相继广泛使用了这种机器。但是这类机器结构庞大,操作速度无法进一步提高。因此,当电子器械发明以后,它们便逐渐退出历史舞台了。

总的来说,随着社会生活内容的日益丰富,随着人们生活水平的不断提高,人们所面临的计算工作也越来越复杂。为了把人们从大量繁重的计算工作中解放出来,使人们有更多的闲暇品味生活的甘美,人们一直期待着能代替人类计算

的自动机器的发明。从远古一直到 20 世纪前半叶,无数现代计算机的先驱者在各自熟悉的领域里,孜孜不倦地探索着。终于,在 20 世纪 40 年代,奇迹出现了,一批杰出的科技工作者沿着先驱者的足迹,长驱直入计算机发展的新时代,计算机革命的步伐加快了。

1.1.2 从机电计算机到电子计算机

自从人们把电器元件应用于计算机上的那一刻起,现代计算机的发展序幕就拉开了。第一个进行这种尝试的是德国工程师朱斯。朱斯是学土木工程的,奇怪的是他却对研制计算机拥有近乎本能的兴趣。他凭借百折不挠的毅力和对计算机制造业的无限迷恋、肯于钻研的精神,终于设计出一台机电计算机。那时是 1938 年,正值二战前夕,他的成功引起了政府的注意。于是,在政府的资助下,朱斯于 1941 年又制造出一台计算机 2-3。这是世界上第一台真正的通用程序控制的计算机。2-3 全部采用继电器,同时采用浮点记数法、二进制运算、带数字存储地址的指令形式等。这是当时最为先进的一台计算机。遗憾的是,由于当时正值二次大战期间,朱斯的研制工作几乎不为德国以外的人知道,他对计算机技术的突出贡献被埋没了。

美国最早从事机电计算机研究的是哈佛大学的艾肯。人们一直认为艾肯制造的 MARK-1 是世界上第一台通用程序控制计算机。由此可见,艾肯在计算机发展史上的地位举足轻重。MARK-1 部分采用了继电器,它主要用于科学计算。提到 MARK-1 不能不提到 IBM 公司。当年艾肯提出他的计算机设计方案时还只是美国哈佛大学物理系的一名研究生,富有远见的 IBM 公司并没有因其年轻而轻视他的成果,反而派出了 4 名有经验的工程技术人员帮助他完成了这一有意义的设想。同朱斯相比,艾肯实在是太幸运了。机电计算机的研究一度方兴未艾。然而不幸的是,它在计算机发展史上仅仅昙花一现,它刚问世不久就过时了,因为它的运算速度很慢,而且也不能进一步提高。著名的 MARK-1 乘两个 23 位数需要 4 秒钟,同运算速度极快的电子计算机相比,这个速度实在太慢了。因此,机电计算机一诞生就注定要很快地被电子计算机所取代。这很残酷,但却是事实。那么,是否机电计算机的制造毫无意义呢?绝对不是。它是计算机发展史上极为重要的科学尝试,为早期电子计算机的设计制造积累了许多有益的经验,为现代高速电子计算机的研制开辟了道路。正是机电计算机的制造者们以非凡的才智和极大的毅力揭开了现代计算机发展史的新篇章。

几乎是在制造机电计算机的同时,人们开始了制造电子计算机的努力。1906 年,贫困潦倒的青年发明家德福雷斯特发明了世界上第一只三极管。这支小管看上去很不起眼,人们一度称之为“没有价值的玻璃管”。可它的栅级控制电流开关的速度比继电器快了 1 万倍,这个速度太惊人了。如果把它用在计算

机上,运算速度的提高不就轻而易举了吗?正是由于看到了这一诱人的前景,在20世纪30年代后期,许多目光敏锐的学者纷纷跻身于制造电子管计算机这一大有可为的领域。其中最著名的是美国依阿华州工学院的数学物理教授阿塔纳索夫。早在1937年,阿塔纳索夫就曾考虑将电子技术引入计算机。他曾计划与同事贝利合作试制一台能求解包含30个未知数的线性代数方程组的电子计算机。为此,他们制定了周密的计划和严谨的设想。不可思议的是,他们只得到了600美元的经费,这笔开支只够制成计算机的一个部件。于是,他们的研究工作刚刚起步就夭折了。与此同时,德国的许莱尔与朱斯合作,试图制造一台有1500个电子管、每秒钟能运算1万次的通用计算机。可是当时的德国政府根本不理解这项工作的意义而拒绝资助,完美的计划又付之东流了。毫无疑问,在20世纪30年代,制造电子计算机的技术已经成熟。然而,却没有人把它制造出来,其原因何在?从根本上说,电子计算机是一项巨大而又复杂的发明,单纯依靠科学家个人的努力和有限的财力是无法完成这一浩大而艰巨的工作,它需要科学家们的通力合作,更需要巨大的投资。正是由于缺乏政府的资助和公众的理解,制造电子计算机的美好设想才迟迟不能变成现实。可是,电子计算机的前景如此美妙,电子技术已经成熟,终究会有一天,电子计算机——这一人类智慧的杰作会真切地展现在世人的面前。

1.1.3 “埃尼阿克”的诞生

1946年2月15日是计算机发展史上值得纪念的一个日子。这一天美国宾夕法尼亚大学的莫尔学院喜气洋洋,许多人心情激动地来到莫尔学院,参加一个可载入史册的典礼,即人类历史上第一台现代电子计算机的揭幕典礼。这台机器名为“电子数值积分和计算机”(简称埃尼阿克,见图1.1),它看上去完全是一个庞然大物,占地面积达 170m^2 ,质量达30t,耗电量也很惊人,功率为150kW,共使用了近两万个电子管,在工作时这些管子看上去活像两万只点着的灯泡。埃尼阿克主要用来进行弹道计算的数值分析,用十进制进行计算。它在1s内能进行数百次的加法运算,这在当时已是划时代的高速计算机了。用它计算炮弹着弹位置所需要的时间,比炮弹离开炮口到达目标所需要的时间还要短。它一度被誉为“比炮弹还要快的计算机”。经过多次改进,后来的埃尼阿克成为一台能进行各种科学计算的通用计算机。它的最大特点是采用了电子线路来执行算术运算、逻辑运算和储存信息。同以往的计算机相比,它的速度极快,比两年前艾肯研制的机电式自动控制计算机要快1000倍。这使得它能



图 1.1 埃尼阿克计算机