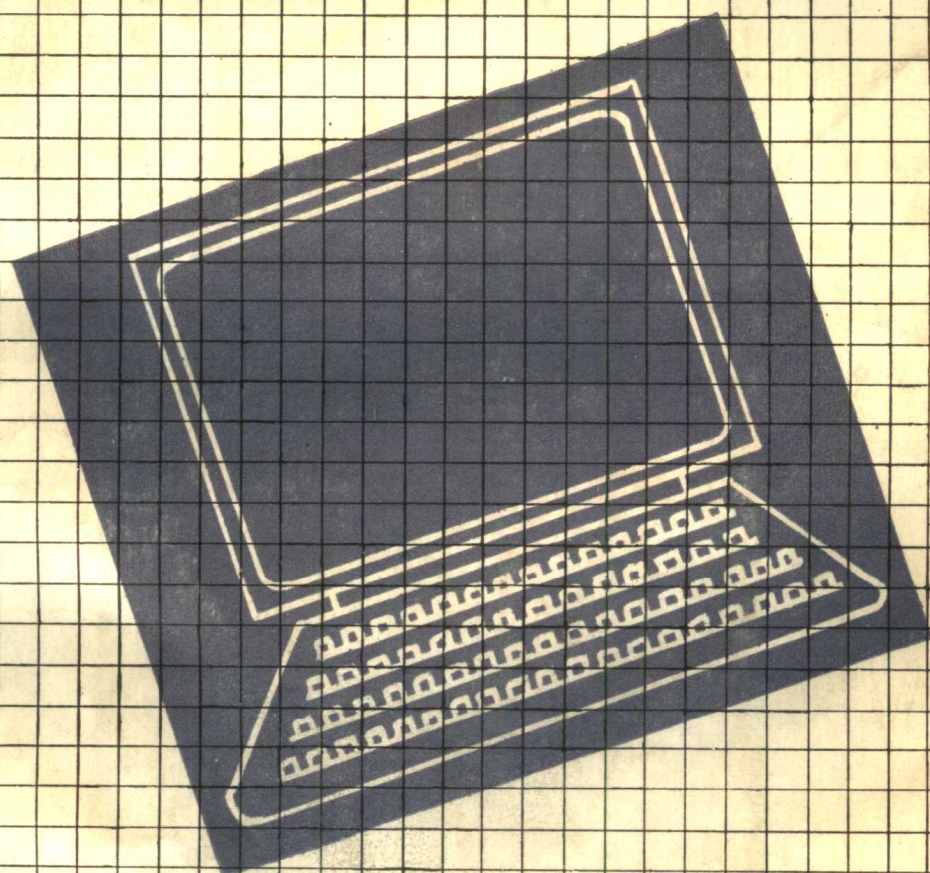


高等学校试用教材

电子计算机导论

薛华成 归瑶琼 主编



高等教育出版社

高等学校试用教材

电子计算机导论

薛华成 归瑶琨 主编

高等教育出版社

内 容 简 介

本书是根据国家教育委员会管理工程类专业教材委员会制定的《电子计算机导论》教学基本要求编写的。全书共十一章。第一、二章是基本概念和基础知识,第三、四、五章讲述硬件,第六、七、八章讲述软件,第九章介绍网络,第十章是BASIC语言及其在管理中的应用,第十一章是计算机发展展望。

本书从使用角度介绍电子计算机的基本概念和结构,写法上将硬件、软件和应用结合,力图给读者一个关于计算机系统的完整准确的概念。本书可作为管理工程类各专业的教材,也可作为非计算机专业的工程技术人员、各级管理人员学习计算机知识的培训教材或自学参考书。

高等学校试用教材

电 子 计 算 机 导 论

薛华成 归瑶琼 主编

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

商务印书馆上海印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 20 字数 454,000

1989年3月第1版 1989年3月第1次印刷

印数 0001—3,150

ISBN 7-04-001081-X/TN·93

定价 4.55 元

前 言

《电子计算机导论》一书是在国家教委管理工程类专业教材委员会组织下,由清华大学、华中工学院、哈尔滨工业大学、中国纺织大学和复旦大学等校的管理学院(系)联合编写。

《电子计算机导论》是针对管理工程和管理科学专业的教学计划,根据管理工程教材委员会制定的管理工程类《电子计算机导论教学基本要求》编写的,讲课时数约80学时。本书从使用角度介绍电子计算机基本概念和结构,而不着重于制造和调试技术。本书是一本关于计算机的高级入门书,它对非计算机专业的工程技术人员,对管理人员、领导干部均很有用,可作为这类人员的培训班教材。

《电子计算机导论》的编写是以国际、国内流行机型 IBM-PC 和 DJS-0520 为背景机,可以利用上述机器安排实验课。本书第一、二章是基本概念和基础知识,第三、四、五章讲述硬件,第六、七、八章讲述软件,第九章介绍网络,第十章讲述语言,第十一章是计算机发展展望。本书从内容上把软、硬件合成一体,在写法上将硬、软件和应用有机地结合,避免硬、软件分离独立地阐述,力图给读者一个关于计算机系统的完整准确的概念。这是计算机应用技术发展的要求,也是更快普及计算机知识的要求。

《电子计算机导论》由复旦大学管理学院薛华成和中国纺织大学管理工程系归瑶琼主编)参加编写的有:复旦大学管理学院薛华成(第1,11章),清华大学经管学院曹慈惠(第1,9章),华中工学院管理学院刘仲英(第2,7章),中国纺织大学管理工程系归瑶琼(第3,4,5章),哈尔滨工业大学管理学院王泽彬(第6,8章),复旦大学管理学院叶奕明(第10章)。本书由哈尔滨工业大学黄梯云主审,他对初稿和修改稿提出了许多宝贵而重要的意见。参加审稿工作的还有哈尔滨工业大学张不同和清华大学吴建平。我们在此表示诚挚的感谢。

由于我们的水平有限,知识面也不够广,以及在这么短的篇幅内阐明计算机基本概念艰巨性,本书肯定会有许多缺点和不足之处,敬希广大读者提出宝贵意见,我们将不胜感谢。

编 者

1987. 2

目 录

前 言	1
第一章 绪论	1
第一节 计算机发展简史	1
一、从原始计数法到机械计算机	1
二、电子计算机时代	2
三、计算机的发展趋势	4
第二节 计算机的分类	6
一、根据信息的形式和处理方式划分	6
二、根据计算机的用途划分	6
三、根据计算机规模划分	7
第三节 电子计算机的基本结构与 主要特点	7
一、冯·诺依曼型计算机结构的基本思想	7
二、计算机的基本结构	9
三、计算机的三个基本技术指标	10
四、计算机的主要特点	11
第四节 计算机与管理现代化	12
第二章 二进制及其运算	14
第一节 数制与二进制编码	14
一、进位计数制	14
二、数制间的转换	15
三、二进制编码	18
第二节 二进制四则运算	20
一、二进制数的运算	20
二、机器数及其补码表示	21
三、小数点的问题	25
第三节 二进制逻辑运算	26
一、逻辑“与”运算	26
二、逻辑“或”运算	27
三、逻辑“非”运算	27
第三章 存储系统	29
第一节 存储系统概述	29
第二节 主存储器	30
一、半导体存储电路工作原理	30
二、半导体随机存储器的组织	32
三、半导体只读存储器	34

第三节 外存储器	36
一、磁表面存储器的存储原理	36
二、记录方式	37
三、磁盘存储器	37
四、磁带存储器	41
第四节 存储系统的组织与结构	42
第四章 中央处理单元	44
第一节 内部寄存器	44
一、通用寄存器组	44
二、专用寄存器	45
第二节 运算器	46
一、运算器的功能及基本组成	46
二、运算方法	46
三、带通用寄存器的运算器结构	49
第三节 控制器	50
一、指令部件	50
二、时序部件与信息传送的控制方式	51
三、微操作控制部件	53
第四节 8088 微处理器	54
第五章 输入/输出系统	57
第一节 输入/输出设备	57
一、键盘	57
二、CRT 显示器	59
三、打印机	62
四、几种比较先进的 I/O 技术	64
第二节 输入/输出接口	66
一、总线	66
二、由程序实现的 I/O 控制	68
三、由附加硬件实现的 I/O 控制	70
第三节 汉字处理技术	73
一、系统内部汉字信息的处理	74
二、汉字输入	75
三、汉字输出	77
第六章 指令及软件简介	79
第一节 指令分类和程序执行过程	79
一、指令的分类	79

二、一个简单程序的执行过程	80
第二节 机器语言和汇编语言	84
一、机器语言	84
二、汇编语言	84
第三节 软件的层次结构	87
一、系统软件	88
二、应用软件	91
第四节 汇编程序和编译程序	94
一、汇编程序	94
二、编译程序	95
第七章 操作系统	99
第一节 操作系统概述	99
一、操作系统的产生与发展	99
二、什么是操作系统	100
三、操作系统的结构	101
第二节 操作系统的功能	102
一、处理机管理	102
二、存储管理	107
三、设备管理	112
四、文件管理	115
第三节 批量处理、分时和实时系 统	124
一、多道批量处理系统	124
二、分时系统	124
三、实时系统	125
四、几个流行的操作系统	126
第四节 IBM-PC DOS 操作系 统简介	128
一、DOS 及其组成	128
二、DOS 简介	129
第八章 数据库管理系统	136
第一节 基本概念	136
一、数据库产生的背景	136
二、什么是数据库	138
三、数据库系统结构	139
四、存取数据的过程	142
第二节 信息的三个世界及实体模 型	143
一、信息的三个世界	143
二、信息模型及 E-R 方法	145
第三节 数据模型	147
一、关系模型	147

二、层次模型	149
三、网络模型	150
第四节 数据库管理系统 (DBMS)	151
一、数据描述语言	152
二、数据操纵语言	153
三、数据库管理例行程序	154
第九章 计算机网络简介	155
第一节 计算机网络概述	155
一、计算机网络演变发展过程	155
二、计算机网络的功能	158
三、计算机网络的基本硬件组成及功能	159
四、计算机网络的拓扑结构	161
五、远程网与局部网	163
第二节 数据通信的基本知识	165
一、数据通信系统	165
二、传输介质	165
三、通信方式	166
四、基带传输、频带传输和多路复用技术	167
五、数据传输速率和信道容量	169
六、字符传输方式	169
七、通信交换技术	170
八、传输控制过程	172
第三节 计算机网络的体系结构	174
一、分层结构与网络协议	174
二、网络的体系结构	174
三、OSI 的分层协议	176
第四节 计算机网络举例	180
一、苏联国家计算中心网	180
二、以太网介绍	181
第十章 BASIC 语言	186
第一节 基本 BASIC	186
一、基本符号与基本概念	186
二、提供数据语句与打印语句	189
三、分支与循环	195
四、函数与子程序	200
五、数组与字符串	204
第二节 高级 BASIC	209
一、条件转移语句	209
二、条件语句	210
三、BASIC 中的数据文件	212
四、图形功能	226

第三节 BASIC 语言在管理中的	
应用举例	240
一、预测处理	240
二、分类、统计、排序	243
三、选择	252
四、数组的使用	253
五、文件的应用	259
六、数值计算问题	268
第十一章 计算机发展展望	282

第一节 计算机技术发展展望	282
第二节 计算机应用发展展望	284
附录 I 扩充 ASCII 字符集	287
附录 II IBM-PC DOS 的上机	
操作	289
附录 III BASIC 语言上机操作	
指导	307

第一章 绪 论

第一节 计算机发展简史

一、从原始计数法到机械计算机

世界上第一台电子计算机诞生于 1945 年。它的诞生标志着计算工具随着世界文明的进步飞跃到一个崭新的阶段。但是,从最初的计数工具发展到现代电子计算机却经过了漫漫数千年。

在那遥远的年代,人类首先从自身找到了最原始的计数工具——手,用手指来计数。这一古老的计数法直到今天仍启蒙着幼儿园孩子们数的概念。为了能表达比十个手指头更多的数目,古代人们想出第二种计数工具——石子。石子、贝壳、绳结、木棒不但作为统计财产、人数、猎物的工具,而且还能保留下统计的结果,这是现代计算机原理中存储思想的最初萌芽。

约一千多年前,东方文明古国——中国开始使用算盘,这是世界上最古老的、流传最广的计算工具。古代算盘是用小棒(或石子、金属块等)排放在不同位置上表示不同的数值,并按此摆法进行多种多样的计算。可见,那时已经有了进位的数制概念。在以后漫长的历史中,算盘不断完善。今天仍有许多国家使用着算盘。它能方便地进行加、减、乘、除四则运算。但它那一颗颗扁圆的算珠似乎还遗留着石子计数的痕迹。

1642 年,19 岁的法国数学家布莱斯·帕斯卡 (Blaise Pascal) 发明装有手转圆轮的机械加法器。如图 1-1。

帕氏加法器里,一个圆轮代表一位数。轮上分为 10 个相等部分,刻有 0 到 9 十个数字。作加法时,转动圆轮,当转到 0 刻度,便自动将高位圆轮带进一格。巴氏加法器用纯粹机械运动代替人们的思考和记录,表示人类开始向自动计算工具的迈进。

现代计算机的先驱者是英国的数学家查尔斯·巴贝奇 (Charles Babbage) (1792~1871)。1833 年在他的微分分析机 (Differential Analyzer) 的设计方案中,他天才地提出了计算工具至少必须具有五个独立的部分,即输入部分——送入需要处理的问题和信息;“存储库”——保存信息,以便机器使用;“运算室”——能进行各种实际的运算;控制器——指挥机器按顺序工作;输出部分——送出问题处理的结果。虽然这台机器仍属于机械计算机,但可以说它具备了

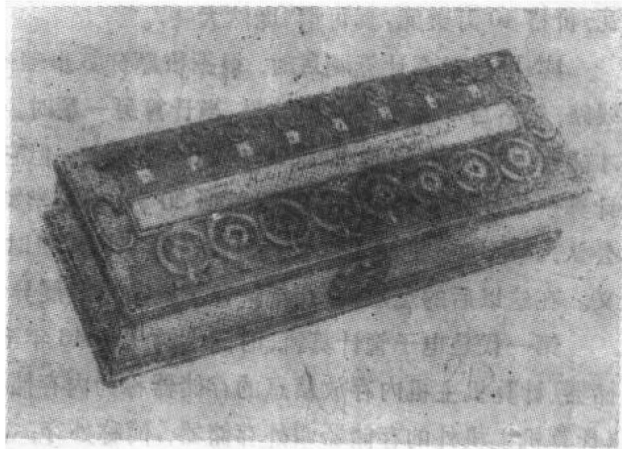


图 1-1 帕斯卡加法器

现代计算机应具备的几大部分。遗憾的是巴贝奇的革命性设计因为超越了当时的工业生产能力,又缺乏经费,虽然他奋斗了 37 年,仍未能实现。直到 1925 年,美国麻省理工学院的电气工程师万尼瓦尔·布什及其同事建造了一台大型微分分析机,巴贝奇的设想才得以实现。这种微分分析机经过不断改进,一直使用到第二次世界大战。

1944 年美国哈佛大学霍华德·艾肯(Howard Aiken)博士在 IBM 公司支持下研制成功的自动程控计算机全面投入运行。这是一种继电器式的计算机,它是在电力控制下由机械部件来进行基本运算,它的出现预示着计算机将由机械向电动控制转变。

二、电子计算机时代

第二次世界大战期间,美国宾夕法尼亚大学物理学家约翰·莫克利(John Mauchly)参与了马里兰州阿伯丁试验基地的火药射程表的编制工作,虽然使用了一台布什微分分析机,并且雇佣了 100 名年轻助手作辅助人工计算,但是速度仍很慢,而且错误百出。形势促使莫克利与工程师普雷斯伯·埃克特(J. Presper Eckert)一起加快了研究新的计算工具的步伐。他们第一次采用电子管作为计算机的基本器件。1945 年 12 月第一台全自动电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator)即“电子数字积分与计算机”成功了,这台计算机从 1946 年 2 月交付使用到 1955 年 10 月最后切断电源,服役长达 9 年。它每秒可进行 5000 次加法或减法运算,使用了 18800 个电子管,占地 170 平方米,重达 30 吨,耗电 140 千瓦,价格 40 万美元,真可谓“庞然大物”。

ENIAC 机在计算题目时,根据该题计算步骤预先编好一条条指令,再按指令连接好外部线路,然后自动运行并输出结果。当计算另一题时,必须重新进行上述工作。所以只有少数专家才能使用。尽管这是 ENIAC 机的明显弱点,但它使过去借助台式计算机需 7~20 小时才能计算一条发射弹道的工作量缩短到 30 秒,使科学家们从奴隶般的计算中解放了。至今人们仍公认,ENIAC 机的问世表明了电子数字计算机时代的到来,它的出现具有划时代的伟大意义。在这以后的短短 30 几年,计算机技术发展异常迅速,至今已经历了四代的变迁。

第一代是电子管计算机,时间大约从 1946 年至 1957 年。其基本电子元件是电子管,内存存储器(计算机主机内存放信息的存储器称为内存存储器,简称内存)采用水银延迟线,外存储器(计算机主机外的存储器叫外存储器,简称外存,它比内存容纳的信息量大很多,但运行速度慢)有纸带、卡片、磁鼓、磁带等。由于当时电子技术的限制,运算速度为每秒几千次~几万次基本运算,内存容量仅几千字,计算机程序设计语言还处于最低阶段,要用二进制码表示的机器语言进行编程,工作十分繁琐。因此,第一代电子计算机体积庞大,造价很高,基本局限在军事研究的狭小天地里。

第二代是晶体管电子计算机,时间约从 1958 年至 1964 年。美国有名的贝尔实验室在 1948 年发明了晶体管器件,10 年后晶体管取代了计算机中的电子管,晶体管电子计算机诞生了。此时内存的元件大量使用磁性材料制成的磁芯存储器。磁芯存储器结构如图 1-2。每颗磁芯可存一位二进制代码。外存有磁盘、磁带,外设种类增加。计算机运算速度从每秒几万次提高到几十万次,内存容量扩大到几十万字。与此同时,计算机软件有了较大发展,出现了高

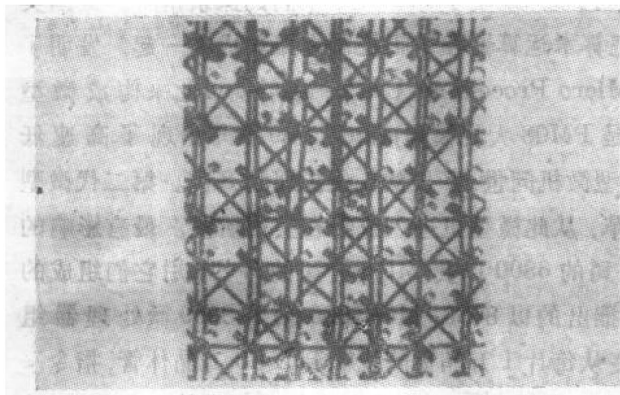


图 1-2 磁芯存储器结构

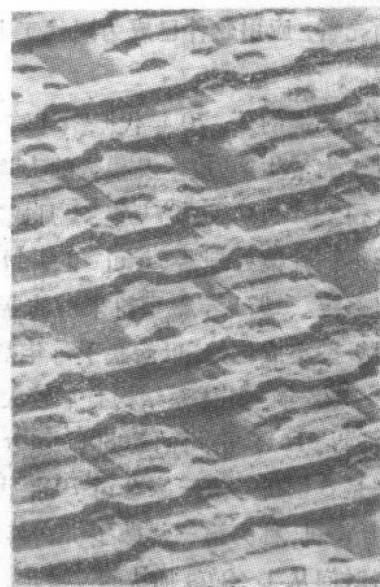


图 1-3 电子显微镜下集成电路表面

级程序设计语言,用它编制程序执行时,需先经过编译程序,把程序翻译成机器语言再由计算机实现。此外还发展了一些单道和多道管理程序,各种调机、诊断程序,批处理系统也已逐步形成。与第一代计算机比较,晶体管电子计算机体积小,成本低,逻辑功能强,可靠性大大提高。所以,它的应用从军事研究、科学计算扩大到工业过程控制、数据处理等领域,开始进入商业市场。

第三代是集成电路电子计算机,时间约从 1964 年至 1970 年。随着固体技术的发展,集成电路工艺技术已可以在几平方毫米的单晶硅片上集中由十几个甚至由上百个电子元器件组成的逻辑电路,如图 1-3。用这些称为小规模集成电路(SSI——Small-Scale Integration)和中规模集成电路(MSI——Medium-Scale Integration)的器件作为计算机的主要逻辑器件是第三代电子计算机的标志。第三代计算机的运算速度进一步提高,每秒可达几十万次到几百万次,磁芯存储器进一步发展,体积缩小,价格降低,软件逐渐完善,多道和分时系统的出现标志着操作系统的正式形成,并出现了多种高级语言。这一时期,计算机同时向多样化、机种系列化发展,计算机性能和可靠性有了极大提高,被广泛地用于工业控制、商业、企业管理等众多的学科领域。

第四代计算机称为大规模集成电路电子计算机,时间从 1971 年起至目前。进入 70 年代以来,计算机的逻辑器件采用大规模集成电路(LSI),有的甚至采用超大规模集成电路(VLSI)技术,在硅半导体芯片上集成了 1000 个到 100000 个电子元器件。集成度很高的半导体存储器件替代了

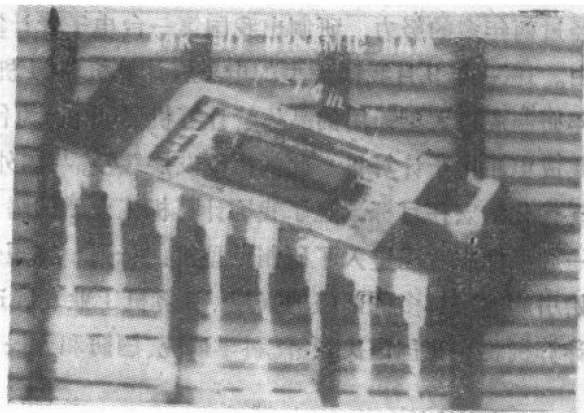


图 1-4 容量为 65536 个二进位的半导体存储器

服役达 20 年之久的磁芯存储器,如图 1-4 所示。计算机的速度可达几百万次至亿次,操作系

统不断完善,应用软件已成为现代工业的一部分。计算机的发展进入了以计算机网络为特征的时代。

值得一提的是,70年代微型计算机的出现,被人们称之为电子计算机的第二次革命。那些既宜于大量生产、成本又很低的大规模集成电路,激发了计算机专家们的探索精神。美国英特尔公司(Intel)于1971年11月成功地把算术运算器和逻辑控制电路集成在一起,发明了世界上第一片微处理器 Intel 4004-MPU(Micro Processing Unit),以后就以此来构成微型计算机系统。1971年微型机采用的器件还是 PM08 大规模集成电路,1975年出现了高速低耗的双极型集成电路,以后几乎每年都有新型微机问世,字长从4位扩展到8位。第二代微型机始于1973年,其体系结构有了较大的变革,从此微型机进入成熟和实用阶段。最有影响的微处理器是 Intel 公司的 8080、Motorola 公司的 6800 以及 Zilog 公司的 Z-80。用它们组成的微机都是8位机。这三家公司70年代相继推出的以 8086、MC68000 和 Z-8000 微处理器组成的16位机,称为第三代微型机。其集成度从每片1万晶体管提高到2~6万晶体管,指令平均执行时间从1~2 μ s 加快到0.5 μ s,提高了一个数量级。因为它们普遍可带软盘和硬盘,功能大大增强。到80年代初,16位机过渡到32位,这是第四代微型机。微型机以其功能强、体积小、灵活性大、价格便宜显示出强大的生命力,向中小型机提出严重挑战。在很短时间内,微型机应用的范围急剧扩大,从进入太空的航天装置到家庭生活的各个领域,尤其在分布式数据处理、局部计算机网络、办公自动化等事务处理中大显身手。微型机已成为现代化的重要标志,对人类的文明、进步产生了巨大而深远的影响。

回顾40年代以来电子计算机的发展过程,可以看出,正是由于电子技术从电子管、晶体管、集成电路到大规模集成电路的每一次变革,导致了计算机的进步。

进入80年代后,超大规模集成电路技术日臻成熟,促进了第五代计算机的研究。可以推断,新一代计算机的结构和元器件必将有较大的飞跃,很可能是半导体技术、集成光学技术、超导技术、电子仿生技术等新技术的产物。

我国从1953年开始注意电子计算机的研究工作,1956年正式将计算机列入科学技术发展规划,至今计算机工业已初具规模,中间走过艰难的历程。我国科技工作者从1956年开始经过两年多的努力,研制出我国第一台电子管计算机(103机),填补了我国计算机科学的空白。1959年9月我国大型电子管计算机(104机)问世,其性能已接近当时的日本产品。1965年研制成以大型通用的晶体管计算机(108机)为代表的第二代计算机。1970年研制成第一台集成电路电子计算机。此间由于发展缓慢,与国外计算机技术的差距加大了。现在,实现四个现代化的宏伟目标激起了我国计算机工业新的腾飞。1983年银河巨型计算机系统诞生了,这一成果标志我国进入了研制巨型机的行列。在短短几年中,微机遍及全国。计算机网络也开始引起越来越多的部门的兴趣,计算机工业发展迅速,计算机的应用越来越广泛。可以预见,计算机将在我国国民经济、科学研究、国防和人民生活的各个领域发挥更大的作用。

三、计算机的发展趋势

计算机作为计算、控制和管理的最理想的工具,有力地推动了科研、国防、企业、交通、邮

电、商业等部门的发展。与此同时,各部门为开拓更新的领域又向计算机技术提出了更高的要求,致使当前计算机的发展表现为四种趋向:巨型化、微型化、网络化和智能化。

巨型化是指发展高速、大存储容量和强功能的超大型计算机。这不仅是诸如天文、气象、原子、核反应等尖端科学的需要,以及探索新兴学科的要求,也是为了让计算机具有人脑学习、推理的复杂功能,记忆犹如核裂变样膨胀的知识信息所必需的。70年代中期的巨型机运算速度每秒已达1.5亿次,现在百亿次巨型机正在研制中。巨型机内存容量相当可观,有的可达6400万字,再加上存储容量更大的辅助存储器,把一个中等规模的图书馆的全部书籍存进计算机系统里去是一种轻而易举的事情。

一般讲,巨型机只有在元器件上及计算机结构组织上有所突破时才能获得发展。所以,可以说巨型机的水平体现了计算机科学的水平。目前巨型机系统结构的研究有两个方向:其一是由成千上万台价格低廉的微型机机群组成巨型机系统,旨在提高性能价格比;其二是按巨型机自己独特的体系进行整体设计。

微型化。计算机微型化是因大规模集成电路的出现而发展最迅速的技术之一。因为微型机可渗透到诸如仪表、家用电器、导弹头等中小型机无法进入的领地,所以80年代以来发展异常迅速,预计性能指标将成百倍提高,而价格可下降到现在的 $1/10 \sim 1/20$ 。

当前微型机的标志是运算部件和控制部件集成在一起,今后逐步发展对存储器、通道处理机、高速运算部件的集成,进一步将系统软件固化达到微型机系统的集成。

网络化。计算机网络是计算机技术发展中崛起的又一重要分支,是现代通信技术与计算机技术结合的产物。所谓计算机网络,就是在广大的地理区域内,将分布在不同地点的不同机型的计算机和专门的外部设备由通信线路互联组成一个规模大、功能强的网络系统。计算机网络的目的是使网络内众多的计算机系统灵活方便地收集、传递信息,共享相互的硬件、软件、数据等计算机资源。世界上较早的享有盛名的计算机网络是美国国防部高级研究局的ARPA网(Advanced Research Projects Agency)。从1968年提出计算机网络研究,1980年建成4个结点相联结的网络,至今已有数百台主机被联入ARPA网,并设有几条卫星通信线路。网络的覆盖面很大,横跨美国东西部大陆,并联到夏威夷以及英国、挪威。近几年来,研制、应用计算机网络的热潮正在形成。毫无疑问,计算机网络在现代化企业管理中将大显身手。

智能化。它是对计算机专家和控制理论专家们极富有吸引力的研究方向,也是第五代计算机要实现的目标。让计算机来模拟人的感觉、行为、思维过程的机理,使计算机具备“视觉”、“听觉”、“语言”、“行为”、“思维”、逻辑推理、学习、证明等能力,形成智能型、超智能型计算机。几十年来的科学幻想正在变成美妙的现实。智能化的研究包括模式识别、物形分析、自然语言的生成和理解、博弈、定理自动证明、自动程序设计、专家系统、学习系统、智能机器人等等。其基本方法和技术是通过对知识的组织和推理,求得问题的解答。所以,涉及的内容很广,需要对数学、信息论、控制论、计算机逻辑、神经心理学、生理学、教育学、哲学、法律等多方面知识综合。智能化是建立在现代科学基础之上,综合性极强的边缘学科。

人工智能的研究已使计算机突破了“计算”这一初级的含意,从质上扩充了计算机的能力,

可以越来越多地代替或超越人类脑力劳动的某些方面。作为计算机科学的又一重要分支,它的研究状况已为世界所瞩目。

第二节 计算机的分类

现代计算机种类繁多。为了区别它们的某些属性,可以从不同角度进行分类。主要有以下几种分类方法:

一、根据信息的形式和处理方式划分

从计算机中信息的数字形式和对信息的处理方式的角度来划分,可分为:数字电子计算机;模拟电子计算机;数字、模拟混合式电子计算机三大类。

电子数字计算机中信息的形式是二进制的“1”和“0”两种数码,无论是数据还是程序都是用“1”和“0”的组合来表示。这是因为组成此种计算机的电子器件总能或处于高电平或处于低电平两种稳态,就用这两种稳态分别表示“1”和“0”两种数码。数字电子计算机解题精度可以做得很高,信息便于存储,是通用性很强的高速计算工具,能担负科学计算、数据处理、过程控制、人工智能等方面的工作。通常人们说的电子计算机就是指的这一种。

模拟电子计算机中信息的形式主要是连续变化的物理量——电压,基本运算部件是由电子线路构成的运算放大器,配以电阻、电容、二极管辅助元器件,构成的积分器、微分器、通用函数运算器、加法器、反相器等运算电路。模拟电子计算机的结构除运算部件、控制部件、输入/输出设备外,独特之处是有用来编排解题过程的排题板,它象电话总机室里的转接板一样,板上有许多小插孔与计算机内部的微分器、积分器等各部件的输入/输出端相连。解题时,工作人员首先建立本题的数学模型,显然其数学模型是由微分、积分等环节组成,然后用排题导线在板上插接,实现数学模型的连接,这样就可以进行模拟运算了。当模型更换时,插接线要重新编排。电子模拟计算机运行时,解题速度极快,但精度不高,编排复杂,信息不易存储,所以通用性不强,仅是一种现代模拟工具,多用于解微分方程或进行自动控制系统参数设计时来模拟系统过程。

混合式电子计算机是取上述两种计算机之长设计出来的。它既有数字量又能表示模拟量,既能高速运算,又具备存储能力,还有逻辑判断功能,但这类计算机的设计较困难。

二、根据计算机的用途划分

电子计算机按其用途可分为通用机和专用机两大类。

通用机具有一定的运算速度,有一定的存储容量,带有一定数量的外围设备,又能较方便地配备多种系统软件、应用软件,功能齐全,通用性强。一般市面上的数字计算机多属于此类。

专用计算机是为解决某一特定问题而专门进行设计制造的。专用机功能单纯,配有解决某一特殊问题的固定程序。计算机设计时,常常突出考虑某几方面功能,而对其它方面,例如软件配置或外设的种类,则要求不多,不必求全。所以,专用机的特点是能够高速度高效率地

解决其特定问题,可靠性高,结构往往比较简单,有的价格低于通用机。在银行系统、军事系统都有专用机在运行。

三、根据计算机规模划分

电子计算机按其规模可分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机等几大类。这是综合计算机的运算速度、字长、存储容量、指令系统操作类型、输入/输出能力、软件配置、价格等指标来划分的。一般讲,机型大的结构复杂,运算速度快,存储信息量大,指令系统更丰富,输入/输出处理方式更多,外围设备配备更齐全,配置的高级语言和应用程序种类更多,操作系统更完善,可靠性、可维护性更高,价格也就更昂贵。

需要指出的是,随着计算机性能的不断提高,划分的标准不可能是固定不变的。例如 70 年代巨型机的标准是三个“1000 万”,即速度、存储容量、价格均在 1000 万以上。克雷(CRAY)-1 通用巨型机的平均运算速度就是每秒 8000 万次。但到了 80 年代,巨型机的速度标准则是每秒亿次以上。我国在 1983 年研制成功的银河机就是运算速度超过每秒 1 亿次的巨型向量计算机。实际上,低档机为竞争计算机市场,总能在不长时间内在承袭高档机的结构,努力从速度、字长、容量、外设种类诸方面发展,于是计算机结构和各项技术指标在不断变化,造成计算机规模划分标准的逐步“升值”。另外,在确定计算机规模时,若将各类计算机进行纵向比较也不尽合理。现在的小型机甚至微型机的运算水平已大大超过第一台 ENIAC 电子计算机 5000 次/秒的运算速度,与 20 几年前的大型机速度不相上下,其价格因集成技术、元器件工艺成熟、成品率提高而不断下降。现在一台几百美元的计算机的功能胜过造价 40 万美元的 ENIAC 机的功能。所以,不同时代的计算机之间难以做出统一的划分。还有仅凭一个指标也不能断然划分计算机的种类。例如计算机的字长,80 年代初微型机字长增加到 16 位,相当于一般小型机的字长,目前字长 32 位的微机已经问世,所以单以字长这一指标是无法划分计算机规模的。

综上所述,因为计算机分类的标准是随时间推移而不断更新的,所以按规模划分时应该对同一时期内计算机的各类指标综合比较,才能得出正确的结果。

第三节 电子计算机的基本结构与主要特点

完整的计算机系统是由硬件(Hardware)和软件(Software)组成的。硬件通常是指计算机的实体部件,包括所有的电子、机电装置及其连结。软件是相对硬件而言的,泛指程序及文档(即程序上有关资料,它可以写出或记录的),它是计算机的信息部分。本节介绍的基本结构是指前者,即计算机硬件的基本组成。

一、冯·诺依曼型计算机结构的基本思想

迄今为止,世界上各类计算机的基本结构大多数建立在冯·诺依曼(Von Neumann)计算机模型基础之上。美籍匈牙利数学家约翰·冯·诺依曼曾作为美国阿伯丁试验基地的顾问参加了 ENIAC 机的研制工作,得到很多启发。1946 年他在自己领导的计算机研制小组进行新方

案的设计过程中,汲取了科学家们长期艰苦研究成果的精华,明确提出了两个极其重要的思想:存储程序和二进制。

任何复杂的运算都可以分解为一系列简单的操作步骤,如复杂的乘法可以分解为一系列加法操作来完成。但是这些简单操作应是计算机能直接实现的被称为“指令”的基本操作,如加法指令、减法指令等。解算一个新题目时,先确定分解的算法,编制运算过程,选取能实现其操作的适当指令,组成所谓的“程序”。如果把程序和处理问题所需的数据均以计算机能接受的二进制编码形式预先按一定顺序存放到计算机的存储器里,计算机运行时从存储器取出一条指令,实现一个基本操作,以后自动地逐条取出指令,执行一系列的基本操作,其结果是完成了一个复杂的运算。这就是存储程序的基本思想。根据存储程序的原理,计算机解题过程就是不断调用存储在计算机里的指令和数据的过程。只要提前存入不同的程序,机器就可以实现不同的任务。存储程序与 ENIAC 机繁琐的外部接线法比较,使计算机的编程发生了质的变革。

“二进制”的基本思想是,计算机中指令和数据均以二进制编码的形式存储。以往计算机设计迎合人们十进制的习惯,其结果使计算机结构非常复杂,也阻碍了计算速度的提高和发展。精通数学的冯·诺依曼勇敢地抛弃了使用几千年的十进制,提出了计算信息可以采用二进制。二进制只有“0”和“1”两个数符,用计算机电子器件的截止和饱和两个稳态即高电平和低电平来表示“0”和“1”,其实现非常容易。并且二进制运算规则远比十进制简单,这样使计算机结构大为简化,运算速度大大提高。可以说,如果没有“二进制”和“存储程序”这两大革命性的思想注入计算机,当时的计算机技术是难以起飞的。

“存储程序”原理和“二进制”奠定了现代计算机设计的基础,明确了计算机的五个组成部分和它们之间的关系。图 1-5 就是冯·诺依曼型机的硬件结构示意图。

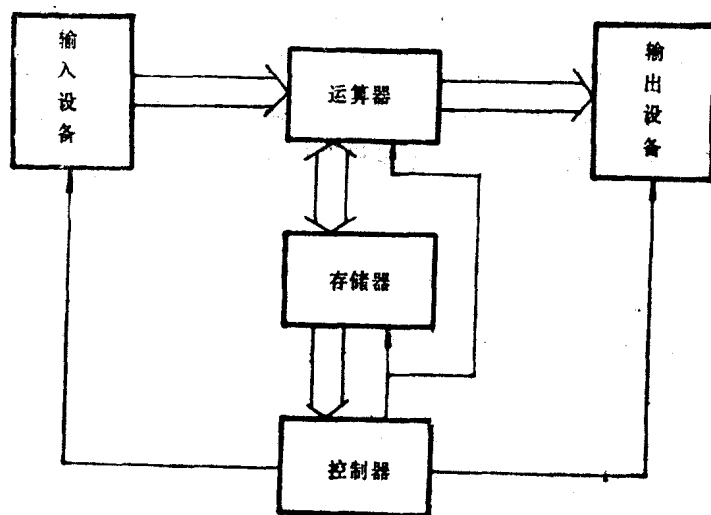


图 1-5 计算机基本硬件结构框图

冯·诺依曼型机的硬件部分是由五大功能部件组成,即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。图 1-5 中的连线是各功能部件之间信息流通途径,双线是数据流,指令在计算中也是以数据的形式存在,所以也经数据线传送;单线是控制线,传送控制信息。

二、计算机的基本结构

1. 运算器(ALU—Arithmetical and Logical Unit)

运算器是计算机处理信息并形成新信息的加工厂。它的主要功能是完成对数据的算术运算、逻辑运算和逻辑判断,所以也称算术逻辑单元(ALU)。运算器内常设若干可以寄存数据的寄存器,运算时,在计算机控制器的统一指挥下,由存储器或寄存器向运算器提供所需信息,进行加、减算术运算或进行比较、移位、转移、逻辑“与”、逻辑“或”等逻辑运算。运算结果或暂存在内部寄存器,或送回到存储器。

2. 存储器(Memory)

存储器是计算机的记忆装置,主要用来保存大量的原始数据和程序,并随时向运算器或控制器提供指定的数据和程序。计算机解题前,一般先由用户通过键盘、磁带机、磁盘等设备把程序和数据送入存储器保存起来。图 1-5 中由输入设备送入信息的途径是经过运算器再进入存储器。运算过程中,计算机将不断地从存储器快速取出指令送往控制器,让控制器分析该指令的含意,以便进一步完成指令的操作,也可根据控制器命令把保存在存储器里的数据高速送往运算器进行运算,或从运算器接受运算结果存回存储器。所以存储器必须具备存数和取数功能。存数也叫存储器的“写”,取数也叫存储器的“读”。

存储器分为两大类。一类设在计算机中,叫内存储器,简称内存,也叫主存,存放当前要用的数据和程序,一般内存存取速度快,价格贵,容量不能做得太大,因而存放信息有限;另一类设在计算机主机之外,叫外存储器,简称外存,也叫辅助存储器,如磁盘、磁带等,外存存放当前暂不用的信息,需要时才调入主机。因为外存价格相对便宜一些,所以容量可以做得大些,存放信息量要比内存大很多。

3. 控制器(Control Unit)

控制器是计算机的指挥部,它实现各功能部件的联系,并控制计算机自动执行程序。控制器主要工作内容有:

- (1) 自动地顺序地从内存中取得指令。
- (2) 分析指令。
- (3) 根据指令分析结果,产生一系列相应的控制命令发向存储器、运算器或输入输出设备,让它们执行指令规定的全部动作。例如一条加法指令的全部动作为:从内存取出加数送往运算器;与运算器中被加数相加;结果存回内存。
- (4) 接受执行部件发出的反馈信息,决定下一步应该发出的控制命令。例如,接收到运算结果已超出计算机所能表达的数值范围而产生“溢出”的反馈信息时,控制器不再继续正常的程序,而是发出警告信号,并转入相应的溢出处理。

4. 输入(Input)设备

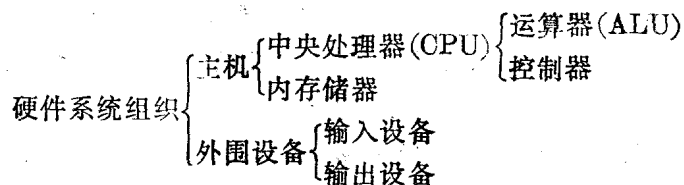
输入设备主要作用是把人准备好的数据、程序等信息转变为计算机能接受的电信号送进计算机。例如,用键盘输入信息时,敲击它的每个键都能产生相应的电信号送入计算机。又如模/数转换装置,把控制现场采集到的温度、压力、流量、电压、电流等模拟量转换成计算机能接

受的数字量,再发向计算机。常见的输入设备有键盘、卡片输入机等。

5. 输出(Output)设备

输出设备是把计算机运算结果或工作过程以人所要求的直观形式,或以控制现场能方便接受的形式表达出来的装置。例如数/模转换器把计算机的数字量转变成模拟量对生产现场进行控制。常见的输出设备象屏幕显示器、电传打字机、行式打印机、绘图仪等,都能把信息直观地显示在荧光屏上或打印出来。

计算机的运算器和控制器结合在一起称为中央处理器 (Control Processing Unit),简称CPU。如果将CPU集成在一块芯片上,这就是现代微型计算机的标志了。CPU和内存一起叫计算机的主机,相当于人的大脑,记忆事件,进行分析、判断、运算,并控制各部分协调工作,准确地完成特定的目的。输入/输出(I/O)设备统称为外围设备,简称外设,它们是勾通与主机联系的桥梁,好比人的视、听、嗅、触觉器官和能发出动作的四肢躯干。外设配备适当,性能良好,计算机使用起来就方便灵活,反之主机再好,若外设使用处处不便,操作繁琐,可靠性很差,主机也难以发挥优势。计算机硬件系统组织如下:



三、计算机的三个基本技术指标

人们总是希望购置的计算机在高可靠性、低价格的前提下,能存储的信息越多越好,运算速度越快越好。所以,计算机的字长、运算速度、存储容量成为用户十分关心的三项基本技术指标。

1. 字长

在计算机中,作为一个整体被传送和运算的一串二进制数码叫一个计算机字,简称字。字所含有的二进制位数称为字长。字长通常和计算机用来存放数据、进行数据运算的寄存器的长度是一致的。例如某计算机总以8位为一整体进行数据传送,并且基本运算时8位同时进行,则这台机器的字长为8位,亦称为8位机。若以16位为一整体进行传送、运算,则字长是16位,称为16位机。

在计算发展过程中,还出现内部设计处于过渡阶段的结构。例如有的计算机内部数据传送时以8位为整体,但寄存器的长度和基本运算的数据长度又是16位,这种既不同于8位机又与16位机不完全一致的计算机称为准16位机。此外,计算机中常用到字节这个单位。一个字节即8位二进制数。现在计算机的字长通常是字节的整数倍,如16位机,32位机,64位机。

字长和计算机速度的关系可以举例说明如下:一个用32位二进制才能满足精度要求的题目用一台32位机或一台8位机(两者运算速度相同)都能完成运算。但是因为8位机需要用4个字节拼接成一个32位的字长,且运算时是逐字节进行的。所以要多次运算才能完成32位机一次运算的结果。从这个意义上讲,32位机的速度比8位机快得多。再从微型机发展过程