

高等学校教学用书

微机系统与操作 基础教程

主编 马瑞民 陈仁华



石油工业出版社

高等学校教学用书

微机系统与操作基础教程

主 编 马瑞民 陈仁华
主 审 孙开盛

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以微型计算机为基础, 主要介绍了计算机硬件和软件基础知识、MS-DOS、中西文编辑程序、汉字系统以及桌面印刷系统 WPS 等内容。

本书内容丰富, 强调知识性与实践性, 深入浅出, 易于自学, 适合于作为高等院校非计算机专业的计算机基础课教材, 也可以作为初学者自学计算机的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

微机系统与操作基础教程/马瑞民, 陈仁华主编.
北京: 石油工业出版社, 1995.12
高等学校教学用书
ISBN 7-5021-1637-0

I. 微…

II. ①马…②陈…

III. 微型计算机-基本知识-高等学校-教材

IV. TP36

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里2区1号楼)

北京市宇辰贸易公司照排部排版

石油工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开 14.25 印张 354 千字 印1—4000

1995 年 12 月北京第 1 版 1995 年 12 月北京第 1 次印刷

定价: 11.50 元

前 言

自从 40 年代第一台电子数字计算机诞生以来,计算机科学与技术已经发生了巨大的变化,计算机的应用范围也从早期军事上的科学计算迅速发展 to 国民经济的各个领域。在科学技术飞速发展的今天,计算机已成为人类社会不可缺少的工具。人工智能等计算机科学分支的发展,使计算机(电脑)能够代替人脑进行一定的逻辑思维,而成为人脑的延伸。90 年代以后,又一场信息革命悄然到来,这意味着 21 世纪人类将跨入信息化社会。计算机作为信息处理的工具,在信息存储、交流和传播等方面的作用,是当今社会其它任何技术都无法与之相比的。这就使跨世纪人才所具素质中的计算机知识结构占有十分重要的地位。

为了适应这种知识结构的变化,我国高校计算机基础教育已发生了重大的变化,由原来比较单一的高级语言程序设计教学发展成为多课程的层次体系教学。高等学校的各个学科已不仅仅把计算机当做一种工具,而逐渐把它融合为本学科的重要组成部分。国家教委主张把计算机基础教育的课程分为计算机文化基础、计算机技术基础和计算机应用基础三个层次,使计算机基础教育体系化、层次化。

本书是一本介绍计算机基础知识与常用操作技能的基础教程,是计算机文化基础教育的重要组成部分,主要训练学生计算机应用中非程序设计部分的操作能力,培养学生的计算机文化修养。由于编写时力求知识性、实践性和易读性,做到了深入浅出,通俗易懂,注重基础和便于自学,加上本书涉及的内容比较广泛,各章节的内容又相对独立,既适合于作为高等院校非计算机专业的计算机基础课教材和中学生、社会人员的培训教材,也适用于作为计算机入门教育的参考书。

本书叙述中以微型计算机为基础,主要介绍计算机硬件和软件基础知识、计算机中的数据表示、MS-DOS、汉字操作系统、计算机编辑程序 CCED、EDLIN 以及桌面印刷系统 WPS 等内容。根据训练目标的选择,本教材的授课学时可在 32~64(含上机)之间,考虑到该教材涉及的内容实践性很强,应非常注重操作技能的训练。

全书由马瑞民和陈仁华主持编写,由孙开盛主审。第一章至第四章由马瑞民编写,第五章由陈仁华编写,第六章及附录一、二、三由衣治安编写,第七、八章及附录四由杨王黎编写。本书原稿曾数次胶印成讲义,在高校及成人教育中使用。但限于编者的水平与经验,难免有不当之处,望广大读者批评指正。

编 者

1995 年 8 月

目 录

第一章 计算机概述	(1)
第一节 计算机发展简史	(1)
第二节 计算机的硬件组成	(5)
第三节 计算机的主要应用领域	(8)
第四节 常用术语	(10)
第五节 字符及汉字编码	(13)
第二章 计算机中的数据表示	(17)
第一节 进位计数制	(17)
第二节 数制之间的转换	(20)
第三节 二进制加、减法运算	(28)
第四节 数的定点表示和浮点表示	(32)
第五节 逻辑代数简单概念	(33)
第三章 微机硬件基础知识	(36)
第一节 微机硬件系统组成	(36)
第二节 打印机	(39)
第三节 外存储器介绍	(40)
第四节 其它输入/输出设备	(43)
第四章 微机软件基础知识	(45)
第一节 指令系统	(45)
第二节 程序与程序设计语言	(50)
第三节 计算机软件	(55)
第四节 操作系统概念	(56)
第五章 MS-DOS 操作系统	(60)
第一节 MS-DOS 的组成及其特点	(61)
第二节 MS-DOS 的启动	(62)
第三节 键盘的使用	(65)
第四节 MS-DOS 的文件系统与目录结构	(70)
第五节 MS-DOS 命令	(76)
第六节 批处理文件	(94)
第七节 系统配置文件	(98)
第八节 配置用户硬盘	(103)
第六章 汉字操作系统	(109)
第一节 汉字操作系统概述	(109)
第二节 汉字的特征信息和输入编码方案	(110)

第三节	汉字操作系统 CCDOS	(112)
第四节	汉字输入方法简介	(113)
第五节	五笔字型输入法简介	(118)
第六节	汉字的输出	(133)
第七章	计算机编辑程序	(135)
第一节	编辑程序的基本功能	(135)
第二节	全屏幕编辑程序 CCED	(135)
第三节	行编辑软件 EDLIN 简介	(155)
第八章	高级文字处理系统——WPS	(160)
第一节	WPS 的使用	(160)
第二节	WPS 编辑命令	(165)
第三节	块操作	(171)
第四节	查找与替换文本	(175)
第五节	文本编辑格式化及制表	(179)
第六节	设置打印控制符	(183)
第七节	窗口功能及其它	(190)
第八节	模拟显示与打印输出	(193)
附录一	ASCII 字符集	(198)
附录二	EBCDIC 字符集	(199)
附录三	区位码表	(200)
附录四	WPS 命令	(217)
参考文献		(221)

第一章 计算机概述

第一节 计算机发展简史

电子计算机简称计算机，又称电脑。它是一种能把信息自动高速存储和连续自动处理的电子设备。它的处理对象是信息，处理结果也是信息。计算机能自动地存储程序和接收信息，并按约定的程序对信息进行处理，然后提供处理结果。

一、计算机的分类

电子计算机是本世纪 40 年代才发展起来的新型的“计算”工具。但在这之前，人类为了获得较先进的计算工具，进行了长达数千年孜孜不倦的努力与实践。我国春秋时代发明的用竹制的算筹进行计数的“筹算法”，直到明代才被另一种计算工具“算盘”所代替。到了近代，在欧洲出现了计算尺，并在欧美等地加快了对计算机的研制。纵观计算机的发展历史，它经历了机械式计算机、机电式计算机、萌芽期的电子计算机和现代电子计算机四个发展时期。当今所谈的计算机，实际上是指现代电子计算机。

电子计算机分成数字式、模拟式和混合式三大类。数字式计算机是指电子数字计算机，它以数字形式表示的量值——数据进行存储和处理。其特点是：运算精度高、速度快和便于信息存储。这种计算机中的数据采用二进制表示，参与运算的数据是离散的量。模拟计算机是指电子模拟计算机，它用模拟量（连续变化的电压）进行运算和操作，计算机中的信息流动、变化和运算过程都是连续的。它具有解题速度快、接口简单、易于掌握、便于进行仿真研究和成本低等优点。其不足之处是解题精度低、存储能力差。世界上第一台电子模拟计算机于 1927 年诞生，比第一台电子数字计算机早近 20 年。把模拟技术和数字技术结合起来进行数据处理的计算机就称为混合式计算机。它兼有模拟计算机和数字计算机的特点，具有模拟计算机的高动态性能和数字计算机高精度的优点。

在以上三种计算机中，以电子数字计算机应用范围最大，普及面最广。因而，除特殊说明之外，人们所谈的计算机就是指电子数字计算机；当涉及计算机诞生的年代、计算机的特点等问题时，也均指电子数字计算机。

二、计算机的诞生及四个发展时代

人类第一台计算机于 1946 年诞生于美国，其英文名称的缩写为 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator)，中译名为“埃尼阿克”，其英文全称的意思是电子数字积分机和计算机。研制 ENIAC 的负责人是美国宾夕法尼亚大学的电气工程师普雷斯波·埃克特 (J. Prespen Eckert) 和物理学家约翰·莫奇勒博士 (John. W. Mauchly)。该机系统的逻辑设计来自莫奇勒，他的学生埃克特完成了大部分工程设计。

1943 年，在美国陆军部的资助下开始研制 ENIAC。1945 年 12 月投入运行，1946 年 2 月正式交付使用。它用了 18 000 个电子管，7 000 个电阻，10 000 只电容，1 500 只继电器，重 30 吨，体积 3 000 立方英尺，占地 170 平方米，耗电 150 千瓦，时钟频率是 100 千赫，显

然是一个庞然大物，但其运算速度只有 5 000 次每秒。

ENIAC 最初只用于计算火炮弹道。它在计算题目时，需要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。因此，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 7~20 小时才能计算一条发射弹道的工作缩短到 30 秒，把科学家们从奴隶般的计算中解放出来。

ENIAC 后经改进而成为能进行各种科学计算的通用机。这台世界上最早的计算机在宾夕法尼亚大学摩尔电工学院运行了几个月后，就拆迁安装到马里兰州的阿伯丁武器试验场，工作到 1955 年 10 月退役，现陈列在华盛顿的一家展览馆里。

自从 ENIAC 诞生后，计算机已有了很大的发展。到如今，已公认经历了四代的变化。

第一代计算机（1946~1957 年）是电子管计算机时代。这时期的计算机采用电子管作为基本电子元件，主存储器主要采用水银延迟线存储器、阴极射线示波管静电存储器和磁鼓存储器等。运算速度仅为每秒几千到几万次。常用的外部设备有电传打字机、读卡机等。仅支持用机器语言（早期）和汇编语言（后期）书写的程序。第一代计算机的代表产品有 ED-VAC、IBM-704、UNIVAC-1 等。

尽管第一台计算机 ENIAC 于 1946 年投入使用，但国际舆论通常认为 1951 年 6 月 14 日这一天标志着人类进入计算机时代，因为这一天通用自动计算机 UNIVAC（UNIVersal Automatic Computer）交付美国人口统计局使用。它在当时的大选中，很快预告了艾森豪威尔当选，在西方引起轰动。UNIVAC 的主要标志之一是计算机从实验室走向社会，作为商品交付客户使用；之二是计算机从单纯的军事用途进入公共领域的数据处理，引起强烈的社会反响。

我国于 1956 年开始研制计算机，1958 年制造成功了第一台电子管计算机，命名为“八一”型电子计算机，又名 103 机。

第二代计算机（1958~1964 年）是晶体管计算机时代。这时期的计算机采用晶体管作为主要元件，用磁芯、磁鼓作存储器。运算速度提高到每秒几万次到几十万次。外部设备增加到几十种，输入/输出操作能力提高。软件配置开始出现，高级语言、编译系统问世，操作系统也得到了快速的发展。第二代计算机的代表产品有 IBM-7094、ATLAS 等。

我国于 1958 年和 1959 年，先后研制成功第一台小型和大型计算机。我国的第一台晶体管计算机是在 1965 年研制成功的，称作 109 乙机。当时，国防建设的迫切需要推动了我国计算机事业的发展，而我国在计算机技术方面的突破又促进了国防现代化的进程。

第三代计算机（1965~1971 年）是集成电路时代。这时期采用中、小规模集成电路元件，用磁芯和半导体存储器。其运算速度已达每秒几十万次到几百万次。计算机可靠性提高，体积进一步减小，价格大幅度下降。计算机软件配置进一步完善，出现了微程序、多道程序及并行处理等新技术，操作系统趋于成熟，出现了会话式语言、文件系统等。这个时期的代表产品有 IBM 360、CDC 公司的 CYBER 等。典型的小型机产品是 DEC 公司的 PDP-11 系列机、Data General 公司的 NOVA 系列机。

我国于 1970 年研制成首台集成电路计算机，1971 年生产的 TQ-16 计算机运算速度为每秒 11 万次。

第四代计算机（1972 年至今）广泛采用了大规模和超大规模集成电路，使用半导体存

存储器, 发展了并行处理技术、多机系统、分布式系统和网络系统。这期间分布式操作系统、数据库系统、高可靠的高级语言等软件不断发展, 软件出现了软件工程的标准化。微处理器和微型计算机发展十分迅速, 现在常用的是 8 位和 16 位微机, 32 位微机也在迅速普及。微型机以其体积小、重量轻、功耗低、成本低、性能价格比优越等特点而越来越受到人们的重视。许多微机的功能已超过第三代小型机的功能, 并促使小型机朝着微机化和超级化发展。这使得不同型号的计算机之间的界线变得不太明显。目前, 微机已走进包括家庭在内的各个应用领域。这时期的代表产品有 IBM-4300、CRAY-1、VAX-11 和 IBM-PC 系列机等。

我国于 1975 年开始研制大规模集成电路, 至今已初具规模。近年来, 微型计算机的产量在我国成倍增长。1983 年研制成功第一台巨型计算机——银河, 这使我国成为世界上为数不多的能够自己设计和生产大型、巨型机的国家之一。1993 年我国又研制成功了运算速度 10 亿次的银河全数字仿真 II 计算机, 这是我国高科技领域的又一重大突破, 使我国仿真机研制能力跨入国际先进行列。

以上各代的起止时间各书的说法有所不同, 但一般相差在一两年以内。据国外报导, 计算机刚刚诞生的二三十年内, 每 5~8 年其运算速度就提高 10 倍, 而体积和成本却降低为 1/10。从第一台计算机问世到现在, 计算机的发展速度是非常迅猛的。1950 年全世界只有 25 台计算机, 1970 年已有 10 万台。美国 1950 年只有 10 台计算机, 到 1991 年已拥有 3000 万台。我国的计算机事业在近年来发展也很快, 至 1992 年已拥有各类计算机 60 多万台。

除了以上四代计算机外, 人们正在加快第五代计算机的研制。第五代计算机的目标是:

(1) 提高计算机的智能, 用自然语言、图形、图象和文件进行输入/输出, 用自然语言对话的方式进行信息处理;

(2) 能处理和保持知识, 配备各种知识库, 以供使用;

(3) 能自学和推理, 帮助人类扩展自己的才能;

(4) 减轻软件编制负担, 提高计算机的综合性能。

第五代计算机的研制速度以日本占先, 他们首先于 1981 年 10 月正式宣布了第五代计算机的研究计划。由于第五代计算机的设计目标十分宏伟, 其实现难度极大, 若想研制成功举世公认的第五代计算机尚有一段距离。有资料表明, 日本第一个研制第五代计算机的计划, 没有如期达到设计目标。现在, 他们正在落实另一个研制计划。为了不至于象第一个计划那样被动, 日本正在悄悄地进行工作, 而不做过多的宣传。

第一代至第四代计算机代表了计算机的昨天和今天, 第五代和第六代计算机将是新一代计算机, 代表计算机的明天与后天。新型计算机的研制, 使计算机技术飞速地发展。当前, 计算机技术正在向巨型化、微型化、网络化和智能化方向发展。

巨型计算机的发展集中体现了计算机科学的水平, 它也标志着一个国家科学技术和工业发展的程度, 象征一个国家的实力。巨型机的发展不但推动了计算机系统结构、硬件和软件的理论和技术、计算数学以及计算机应用等多个科学分支的发展, 更重要的是满足了日益发展的各种尖端科学研究的需要。

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。由于微型机可以渗透到仪表、家电、导弹头等这些中小型机难以进入的领域, 其发展十分迅速。当前微型机的标志是将运算部件和控制部件集成在一起, 今后逐步发展对存储器、通道处理机等部件的集成, 进一步将系统的软件固化, 达到微型机系统的集成。

计算机网络就是将分散的多台计算机用通讯线路连接起来, 形成一个有机的网络系统, 实现网上的计算机之间互相通讯、共享系统资源, 从而提高计算机系统资源的综合利用率。计算机网络是计算机发展的又一个方向。

智能化就是使计算机具有人工智能, 它是第五代计算机要实现的主要目标之一。它使计算机能模拟人的感觉、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、证明的能力, 从而具有人的智能。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。

三、计算机的分型

按照运算速度和价格来分型, 计算机通常分为巨型机、大型机、小型机和微型机。若按照字长来划分, 计算机可分为 8 位机、16 位机、32 位机等。

1. 巨型计算机

巨型计算机是一个相对的概念, 它指在一定时期内速度最快、性能最高、存储量最大、耗资最多的计算机系统。巨型机发展以后, 原先的巨型计算机就变成了一般的计算机。因此, 计算机“分型”的标准也在不断地变化。

50 年代中期的巨型机有 UNIVAC 公司的 LARC 机和 IBM 公司的 Stretch 机, 70 年代的巨型机有 ILLIAC-IV、CTRY-1 等, 80 年代的巨型机有 CTRY-XMP, S810/10 等。我国 1983 年研制成的“银河”计算机就属于巨型机。美国的 CARY 公司、CDC 公司和它的子公司 ETA 都是生产、销售巨型计算机的主要厂商。日本三家大计算机公司——富士通、日立和日本电气也都开发、生产、销售巨型计算机。

巨型机主要用于气象预报、核物理研究、航天航空飞行器的设计、国民经济的预测和决策、卫星图象处理等。巨型机一般是为少数部门的特殊需要而设计的, 在全世界也为数不多。

2. 大型计算机

大型计算机是指字长为 32 位或 64 位, 以 64 位为主, 运算速度为每秒几百万至上千万次, 内存容量一般在 10 兆字节左右, 磁盘容量在 10^9 字节以上的计算机。大型计算机输入/输出速度高, 并配有种类齐全、数量多、处理速度快的外部设备。大型计算机软件系统十分丰富, 它一般具有分时系统的功能, 还有批处理系统和实时系统。它的通讯系统、联网功能、数据库管理系统等都比较完善。大型机系统功能强、价格昂贵、要求的场地环境比较严格, 只有一些大型的计算中心才能配备这种机器。

中国科学院计算技术研究所于 1983 年研制成了 757 型计算机就是比较典型的大型计算机。

3. 中、小型计算机

小型计算机是 60 年代中期发展起来的一类计算机。相对于大、中型计算机而言, 小型计算机的软件、硬件系统规模较小, 其字长一般为 16 位或 32 位, 内存容量 1~2 兆字节, 磁盘容量可达几百兆字节, 运算速度每秒几十万次。小型机结构简单、操作方便、价格便宜、可靠性高、便于维护。进入 70 年代以来, 由于微型机的诞生及迅速发展, 使许多微型机已具备了小型机的功能, 迫使小型机朝两方面发展: 一是使小型机微型化, 一是扩大小型机的功能使其成为超级小型机。美国 DEC 公司生产的 VAX-11/780 机就属于超级小型机。许多超级小型机的处理能力已达到或超过了低档大型机的能力, 使小型机和大型机的界线变

得不太清楚，因为它们有许多交叉部分。从小型机发展方向来看，小型机的微型化使得小型机的功能被微型机所代替，小型机的超级化使它有可能代替大、中型计算机。因此，小型机的地位正面临“挑战”。小型计算机的代表产品有 PDP-11 系列、NOVA 系列、国产 DJS 100 系列。

中型计算机是介于大、小型机之间的计算机。国产 TQ-16 计算机在 80 年代初称作中型机（TQ 是中文“图强”的意思）。由于计算机的发展，大、小型计算机的界线已不明显，中型机就更难作为一种独立的机型生存。目前许多书籍已略去了对中型计算机的介绍。

4. 微型计算机

微型计算机简称微型机、微计算机或微机，是由微处理器、存储器、输入/输出接口和系统总线等组成的计算机。微处理器又称微处理机，它用大规模集成电路或超大规模集成电路制成。存储器是随机存取存储器（存放程序和数据），有的微机还带有只读存储器（用于存储不变的程序等，如 QDS 计算机上的固化 BASIC）。由于微机内有许多输入/输出接口，用户可根据需要配置相应的输入/输出设备，再配上适当的系统软件，就构成一个完整的微型计算机系统。

微型机字长一般为 8 位、16 位或 32 位，内存容量一般在几十 K 字节至十几兆字节之间，磁盘容量可达数千兆字节，运算速度每秒几十万次或更快。微型机具有体积小、价格低、可靠性高、运行环境限制较少等优点，其应用领域迅速扩展到办公自动化、工厂、商店、学校及家庭等部门。正是有了微型机，才使计算机象今天这样家喻户晓。微机中最重要的一类是 IBM 公司生产的 IBM-PC 系列机。

微机也有很多种类，它可分为单片计算机（单片机）、单板计算机（单板机）等。单片机、单板机在工业控制等应用领域用途很广。

计算机的分类、分代、分型等划分计算机的方法，既有各自的划分体系，也有相互的联系。由于计算机科学的发展及电子技术的日新月异，使得计算机的分型及年代的划分等概念在某些方面变得比较模糊，甚至有的专家不提倡使用按年代划分的方法，我们应从发展的角度看待这些概念。

第二节 计算机的硬件组成

计算机的系统由硬件系统和软件系统构成。硬件系统又称硬件，它是由电子和电磁元、器件及机械装置组成的所有的计算机设备。计算机硬件是计算机软件存储和运行的物质基础。计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部件组成。也可以将输入设备和输出设备合成一类——输入/输出设备，这样计算机就由四大部件组成。运算器和控制器合称为中央处理器（CPU），中央处理器和存储器（主存储器）合称为主机，输入设备、输出设备、辅助存储器统称为外部设备，简称外设。

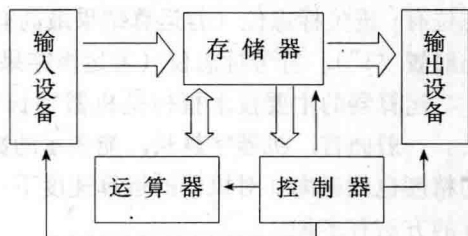


图 1-1 计算机结构图

电子计算机的基本结构如图 1-1 所示，其中双线表示数据流，单线表示控制信号。

一、中央处理器

中央处理器又称中央处理单元或中央处理机，英文缩写为 CPU。它是计算机的核心部件，是计算机的心脏。它既完成计算机中的运算，也是统一指挥和控制计算机各个部件自动、协调地工作，进而完成各种操作的控制中心。

CPU 由运算器和控制器组成，总线型计算机的 CPU 还包括与外部总线接口的电路等组件。总线是指计算机系统中多个部件进行数据传送或计算机之间进行信息传送的公共信息通路。计算机通过总线实现各部件之间的地址、数据以及控制信息的传送。总线不属于 CPU 的组成部分。

CPU 的主要功能是不断地从存储器中取出已事先准备好的指令和操作数据，控制器能识别这些用机器语言表示的指令，并能按指令的要求向计算机各部件发出相应的控制命令，从而完成指令所规定的操作。运算器是 CPU 中负责对数据进行算术和逻辑运算的部件。它既能对数据进行加、减、乘、除等算术运算，还能对数据进行“与”、“或”这样的逻辑运算，此外，还可以进行位移动等位操作。

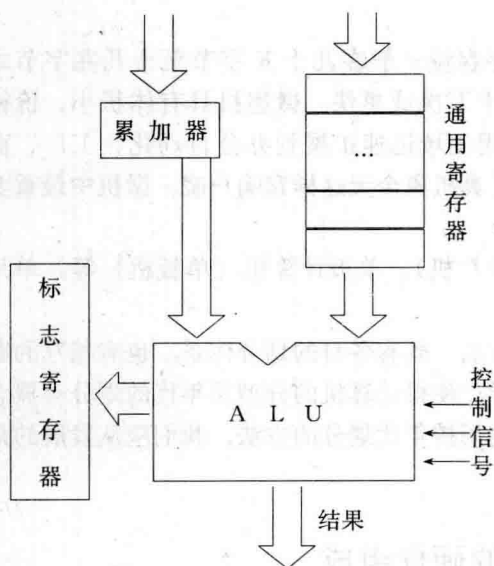


图 1-2 运算器结构图

运算器包括算术逻辑单元、累加器、标志寄存器、通用寄存器等（见图 1-2）。算术逻辑单元简称 ALU（有的书上也用 ALU 代表运算器），它完成各种运算操作；累加器也是一个寄存器，用于存放被操作数和运算结果；标志寄存器也称状态寄存器，用于存放运算结果的一些状态，如进位、溢出等；通用寄存器是存放操作数和运算中间结果的暂存区域。通用寄存器数目较少，一般只有几个至几十个，用寄存器存放数据时其存取速度比存取主存快，这可以加快运算速度。ALU 的基本操作有加法、减法、移位、逻辑“与”、逻辑“或”等等。

运算器在控制器的控制之下，通过 ALU 对计算机内的数据进行算术运算和逻辑运算。运算器从存储器或寄存器、累加器中取出操作数（一般是两个）进行运算，将结果保存在累加

器、寄存器或存储器中。运算结果所产生的特殊信息的标志位送到标志寄存器中。常见的标志位有：进位标志位（若运算结果最高有进位时置“1”），溢出标志位（若运算结果产生溢出时置“1”），符号标志位（若运算结果为负值时置“1”）等。

运算器的主要技术指标是机器字长和运算速度。在运算器中，寄存器的位数叫机器字长。一般而言，机器字越长，能表示的数的范围也就越大，有效数字的位数就越多，机器数的精度也就越高。对机器的运算速度下一个确切、统一的定义是有难度的。目前描述运算速度的方法有多种。

控制器是分析和执行指令的部件，它是统一指挥和控制计算机各个部件按时序协调操作的中心枢纽。它具有接收指令、实现指令译码、对操作数寻址、产生执行指令所需要的各种时序控制信号并发向计算机有关部件，以完成指令所规定的操作的功能。

控制器主要由指令寄存器、指令译码器、指令计数器、时钟、控制逻辑电路等组成。指令寄存器用于存放指令；指令译码器能将指令寄存器中存放的指令操作码进行解释；指令计数器存放下一条将执行的指令所在的存储单元的地址；时钟与控制逻辑电路可定时发出同步电脉冲，使计算机各个部件在该脉冲的指挥下协同工作。控制器总是处在取指令、分析指令和执行指令的工作过程。

主频是 CPU 速度的主要标志。主频的含义是时钟发生电脉冲的间隔，主频越高，CPU 的速度越快。

二、存储器

存储器是计算机系统用来存储数据以及各种程序的设备。要执行一个程序，首先要通过输入设备将程序送到存储器中。在程序运行过程中，存储器不断地给运算器提供数据，保存从运算器中送出的运算结果，它还给控制器提供相应的操作指令。外存储器中存放程序及数据时，往往将它们组织成文件的方式。

存储器的分类方法很多。若按所采用的材料来分，可分成磁芯存储器、半导体存储器等；若按与 CPU 的关系来分，又分成内存储器（主存储器）和外存储器（辅助存储器）；如按存储器的工作方式来分，可分成随机存取存储器和只读存储器等（见图 1-3）。

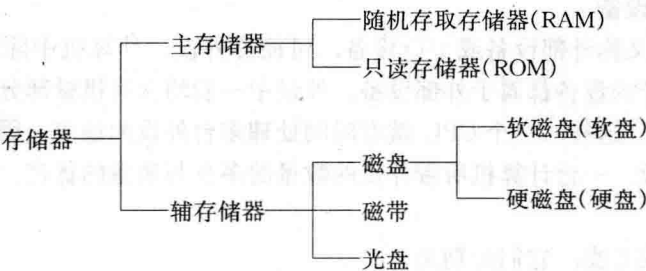


图 1-3 存储器分类图

主存储器可以随时与 CPU 进行数据交换，它们之间有信息传递通道。主存多采用半导体存储器，它的存储周期一般在 $100 \sim 300\mu s$ (μs 是微秒，即 10^{-6} 秒) 之间。主存容量较小，一般在几十 K 字节至十几兆字节之间。辅存存储容量大，但不能与 CPU 直接交换数据，因为它们之间没有信息传递通道。CPU 若想读/写辅存中的数据或程序，必须利用主存作为中间媒介，即要先将数据读到主存后再使用它；若想将 CPU 中的数据写到辅存上，必须先将它们写到主存，然后再将它从主存输出到辅存上。因此，CPU 与辅存交换数据的速度比它与主存交换数据的速度慢得多。

主存由许多存储单元构成，每个存储单元可以存放一个或多个字节，每个字节是 8 个二进制位。每个二进制位只有两种可能：“0”或“1”。计算机中所有的信息都是用这种“0”和“1”来表示的，这说明计算机中全部采用二进制数。主存由若干存储单元（又称字）构成，每个存储单元由一个或多个字节构成，每个字节由 8 位二进制位构成，二进制位是最小的信息单位，不能再划分。存储器的逻辑构成如图 1-4 所示。

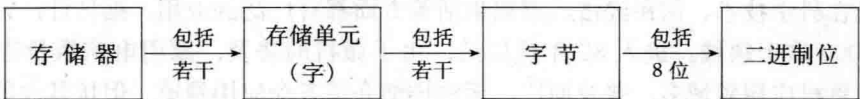


图 1-4 存储器构成图

存储地址 存储单元及存储内容

0	信 息 1
1	信 息 2
2	信 息 3
3	信 息 4
n-1	信 息

图 1-5 存储单元、存储地址与存储信息关系图

节用 GB 表示, $1\text{GB} = 1024\text{MB}$ 。有的书上把 1MB 解释成 10^6 (100 万) 字节, 这实际上只是一个近似值。

三、输入/输出设备

输入/输出设备又称外部设备或 I/O 设备, 可简称外设。计算机中除主机以外的其它机械的、机电的或电子的设备都属于外部设备。外设中一般均含有机电部分, 故其工作速度远远低于 CPU 的速度。这样, 一个 CPU 就有时间处理多台外设的请求。因而, 一个计算机系统可以包含多台外设。一台计算机所带外设的数量的多少与质量的优劣, 也是衡量该系统性能的重要指标之一。

外设一般可分成三类, 它们分别是:

(1) 输入设备。指向计算机系统送入信息的设备, 如键盘、纸带输入机、卡片输入机、数字化仪、扫描仪、摄像机等。

(2) 输出设备。指用来记录或显示计算机处理结果的设备, 也可以理解成从计算机中取出信息的设备, 如 CRT 显示器、打印机、绘图仪等。

(3) 外存储器。它属于输入/输出型设备, 主要用于存放暂不要求 CPU 处理的数据和程序。这类设备既可以将信息送入计算机系统, 也可以从计算机中取信息, 如磁盘、磁带等。

有的书上将外设分成输入设备、输出设备和输入/输出设备三类。

外部设备是计算机系统的重要组成部分。用户与计算机对话需要外设, 将程序及数据送入计算机需要外设, 计算机的处理结果提交给用户或永久地保存起来也需要外设。用户在购买计算机时, 根据需要进行配置适当的外部设备。

第三节 计算机的主要应用领域

计算机在科学技术、国民经济、家庭生活等方面都有广泛的应用。据估计, 计算机应用范围已达 5000 多个领域。进入 80 年代以后, 由于微机的普及, 家用电脑数量也在迅速增长。由于计算机应用领域多, 普及面广, 无法详细介绍各个应用领域。但按其大的方面, 可以概括成 5 个应用范围: 科学计算、信息处理、实时控制、计算机辅助设计和人工智能。

1. 科学计算

又称数值计算。世界上第一台计算机就是为了数值计算而研制的，早期的计算机也主要用于数值计算，因此才命名为“计算机”。随着计算机应用范围的拓广，“计算机”这一词与计算机本身的能力已经不适应了。有人将计算机改称为“电脑”，也有人建议更名为“信息处理机”。

在科学技术和工程设计中，存在大量的各类数学计算问题，其计算量大而复杂，又需要快速、准确的计算。例如，工程设计、天气预报、地震预测、卫星轨道计算、炮弹弹道计算等。在工程设计中可用计算机进行多种设计方案比较，既能选出最佳的设计方案，也能做到计算的快速与准确。1948年，美国原子能研究中有一项计划，要做900万道计算，需要1500名工程师计算一年（可称作1500人年），当时用了一台初期的计算机，只用了150个小时就完成了。另外，由于计算机的出现，导致计算天文学、计算化学、计算生物学、计算医学等的产生与发展，使许多老的学科，如数学、力学、物理学等焕发了青春。

2. 信息处理

又称数据处理，它泛指非科技工程方面的所有计算和任何形式的数据资料的处理。例如，企业管理、库存管理、报表统计、帐目统计、情报资料检索等。其特点是需处理的原始数据量大，算术运算比较简单，有大量的逻辑运算与判断，其结果一般以表格或文件形式存储、输出。高等学校中常见的数据处理系统有：学籍管理系统、学生成绩管理系统、图书情报检索系统、教学调度系统、实验与科研设备管理系统等等。这些系统之间往往有联系，把它们有机地结合起来在网络环境下运行，可以形成办公自动化系统。

目前，计算机在信息处理方面的应用已远远超过了在科学计算方面的应用。

3. 实时控制

又称过程控制，指计算机的运算和控制时间与被控制过程的真实时间相适应。计算机能及时采集检测数据，按最优方案实现自动控制。采用计算机进行实时控制可以缩短生产周期和提高劳动效率。例如，涡轮机叶轮复杂表面加工用铣床需要3星期，而用数控铣床只要3小时；年生产500万吨钢的钢厂需要职工15000人，采用计算机自动化生产仅需4000人。此外，现代交通控制、高射炮瞄准、飞行器飞行等都需要使用计算机控制技术。

4. 计算机辅助设计 (CAD)

用计算机辅助人们进行设计工作，如设计飞机、房屋、服装、汽车、集成电路等，也可以用计算机辅助设计另一台计算机，如大规模集成电路版图设计要求在几平方毫米的硅片上制成上万甚至几十万个电子元件，线条只有几微米宽，人工无法设计，只有借助CAD技术自动绘制这种复杂的版图。

随着CAD的发展与应用的扩大，又派生出许多新技术分支，如CAM（计算机辅助制造）、CAT（计算机辅助测试）、CAI（计算机辅助教学）、CAE（计算机辅助教育）等。

5. 人工智能

主要研究如何用计算机来“模仿”人的智能，让计算机具有“推理”和“学习”的功能。例如，让计算机与人下棋的人机博弈系统、让计算机进行自然语言翻译的语言翻译系统、让计算机给人看病的医生专家系统等等。机器人和机械手可以完成人们难以完成的操作。

神经网络计算技术是一项国际上十分“热门”的前沿技术，有人称为“第六代计算技

术”。神经网络计算技术要解决人工感觉,带有大量需要互相协调动作的智能化机器人,以及在较复杂情况下各种因素互相冲突和非规则性的决策问题等。

虽然计算机应用范围很广,但仍需要人去设计、制造和更新计算机,其运转也要有人进行操作和维护。任何由计算机操纵人类的说法还只能在科幻世界中出现。

第四节 常用术语

1. 机器数

数在计算机中的表示形式称为机器数。其特点是:

(1) 机器数能表示的范围受字长的限制。例如,字长为8位(1字节)时,所能表示的无符号整数的范围是0~255。

(2) 数的符号位数值化。规定用“0”表示正号、“1”表示负号。若用8位二进制表示整数,符号位占1位,其余7位表示数值,其值域为-128~+127(见第二章第三节)。

(3) 小数点有约定的位置。由于小数点在机器中无法表示,所以可在设计机器时规定小数点的位置在什么地点。

(4) 机器数全用二进制表示。每位二进制只能是“0”或“1”。

2. 字长

计算机中所有的信息都用二进制代码形式表示,这个二进制代码的位数称为计算机的字长。字是CPU与输入/输出设备、主存储器间传送数据的基本单位。计算机位数越多,所能代表的数值的值域越大,能表示的数值的有效位数也越多,计算精度也越高。但字长越长,电路越复杂,因而字长受到了逻辑电路的限制,机器的字长要根据计算机的性能和所能完成的任务综合考虑。对于字长较短的计算机,为了提高计算精度和扩大值域,可用多个字或多个字节表示一个数。

3. 运算速度

指计算机每秒运算的次数。最初以加法操作所需要的时间为准,后来又用加法、乘法、除法的平均运算时间为准。一般说来,加、减法所需要的计算时间相同,乘、除法可由加、减法实现,其运算时间大大超过加、减法所需要的时间。现在也用协调计算机操作的时钟信号的主频表示计算机的处理速度,主频越高,计算机的处理速度也越快。对于微机而言,常用频率在几兆到几十兆之间。例如较低档AST-386机的主频是25MHz、AST-486机的主频为33MHz。

此处MHz(兆赫兹)中的M(兆)表示 10^6 (100万),与存储空间MB(兆字节)中的M(兆, 2^{20})不同。

4. 存储容量与存取时间

存储容量是衡量存储器存储能力大小的重要指标,一般用KB表示。假设某台微机的内存能存储65536个字节的信息,则它的存储容量可表示为64KB。

计算机中每个字可包含若干个字节。如4个字节为1个字,2个字节为半个字。也有的系统称2个字节为1个字,4个字节为1个长字。字与字节是不同的概念,它们的关系视具体的计算机系统而定。有的计算机系统的存储容量用字为存储单位,但微机都用字节表示存储容量。

存储器从接到“读出”或“写入”信息的命令开始，直到完成读数或写数操作所需的时间称为存取时间。计算机存取时间越短，其存取速度越快。

5. MEM、RAM 及 ROM

MEM 是英文 memory（存储器）的字头，一般指主存。RAM 是 Random Access Memory（随机存取存储器）的缩写。ROM 是 Read Only Memory（只读存储器）的缩写。

既可以从 RAM 中读数据，也可以向它的存储单元中写数据；只能从 ROM 中读出信息，不能随机地写入信息。断电时，RAM 中的信息会全部消失，而 ROM 中的信息能保存下来。在制造 ROM 时就把所需的信息写进去，而且一旦写入就不能再修改它，这种 ROM 称作掩膜 ROM。掩膜 ROM 使用时不方便，又生产出一种可编程 ROM——PROM。PROM 刚制造出来时并未存放信息，用户可借助专门的写入装置将所需要的信息写入 PROM，一旦写入后也不能修改它。EPROM 是可用紫外线擦除的可编程 ROM，它比 PROM 又前进了一步。可用紫外线消去 EPROM 中的全部内容（不能局部地消去），这样可以再次写入其它的信息。EEPROM 是电可擦除的可编程 ROM，用电就可以消去这类 ROM 中的内容，因此也可以用程序消去其内容。

ROM 的用途越来越广，IBM-PC 系列机由 RAM 和 ROM 共同组成主存储器。

6. 数制

日常生活中采用十进制，即采用“逢十进一”的原则。计算机中采用“逢二进一”的二进制。由于二进制数全由“0”或“1”的序列形成，不易读、写和记忆。为了表示上的方便，有时用八进制或十六进制数代替二进制数的书写。因此，学习二进制、八进制和十六进制数及它们与十进制数之间的转换方法是必要的（见第二章）。

7. 计算机科学之父——图灵

图灵（Alan Mathison Turing），英国人，是世界著名的科学家，1912 年出生，1954 年去世，年仅 42 岁。

1936 年，图灵发表了著名的论文《论可计算数及其在密码问题的应用》，首次提出逻辑机的通用模型——图灵机的概念，为可计算性理论奠定了基础。在第二次世界大战期间，图灵设计的破译机 Bombe 实质上就是一台采用继电器作开关元件的高速计算装置。他以独特的思想创造的破译机，一次次地破译了法西斯的密电，使大西洋上的盟军的护航队一次次避免了德国潜艇的袭击。

1945 年，图灵把他早先对可计算性的研究成果与他“二战”时在电子学方面的经验相结合，以极大的热情投入电子计算机的设计工作。他起草了关于自动计算机 ACE（Automatic Computing Engine）的报告，描述了存储程序概念在计算机中的应用，阐明了用子程序实现某些运算而程序员不必知道机器细节的情况，这就预言了以后对高级语言的开发。

1950 年，图灵制成一台体现他的想法的模型机 Pilot ACE。同年 10 月，图灵发表了另一篇著名论文《计算机器与智能》，指出如果一台机器对于质问的响应与人类做出的响应无法区别，则这台机器就具有智能。今天，人们把这一论断称为图灵测试，它奠定了人工智能的理论基础。

鉴于他在计算机理论方面的创造性的奠基工作，而被称为计算机科学之父。为纪念图灵对计算机科学做出的奠基性的贡献，ACM（美国计算机协会）专门设立了图灵奖，并于 1966 年开始颁发。图灵奖是计算机界的最高奖。