

计算机应用教程

曹宝香 万 玉 赵景东 编著



北京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机应用教程/曹宝香等编著. —北京: 北京大学出版社, 1995. 9

ISBN 7-301-02894-6

I. 计… I. 曹… III. 电子计算机-基本知识-高等学校-教材
IV. TP3

35281/16

书 名: 计算机应用教程

著作责任者: 曹宝香 万 玉 赵景东

责任编辑: 刘 勇

标准书号: ISBN 7-301-02894-6/TP·262

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

电 话: 出版部 2502015 发行部 2559712 编辑部 2502032

排 印 者: 北京大学印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787×1092 毫米 16 开本 13.75 印张 330 千字

1995 年 9 月第一版 1995 年 9 月第一次印刷

定 价: 15.50 元

内 容 提 要

本书较系统地讲述了计算机的基本知识,着重介绍计算机操作实用技术及其在管理方面的应用。全书共分九章。内容包括:计算机系统概述,DOS的使用,汉字操作系统,文字编辑与报表制作,数据库管理系统概述,dBASE III基础,数据库的基本操作,数据库的重新组织和 dBASE III 程序设计等。本书叙述深入浅出,通俗易懂,例题丰富,每章后面都配有适量习题和思考题,供读者巩固所学知识。通过学习本书,读者能很快地学会使用计算机进行中、西文的文字处理,并能用 dBASE III 进行简单的程序设计。

本书可作为大专院校非计算机专业学生的计算机课教材,干部培训教材,也可供广大科技人员和企事业单位管理人员阅读,同时还可作为各种计算机培训班的教材或具有高中以上文化程度的计算机爱好者的自学用书。

前 言

计算机的应用水平,已成为现代教育、科技和生产发展的主要标志之一,计算机知识和应用能力是当代大学生知识结构的重要组成部分。为了促进和加强高校非计算机专业的计算机教学,提高非计算机专业学生掌握计算机知识和应用的能力,适应教育、科技和经济日益发展的要求,同时,也为了广大干部学习和掌握计算机基础知识,我们编写了本教程。作者具有多年致力于微机技术研究和教学工作的经验。成书前的讲义曾在曲阜师范大学讲授过多次,根据学生反映和我们的教学体会,在原讲义基础上又吸收了近年的新资料,进行提炼、整理、合成。本书通俗易懂,实用性强,能使学生通过几十个学时的学习很快了解微机技术的发展全貌,并能正确操作和使用计算机,同时又可利用计算机进行文字处理、科学计算、信息处理等。

本书共分九章。第一章是计算机系统概述,介绍计算机的基本工作原理、基本概念以及应用概况。第二章讲述微机上使用的磁盘操作系统 DOS,了解 DOS 的基本功能,学会使用 DOS 命令,这是操作微机所必需的。第三章是汉字操作系统,本章对常用的汉字操作系统进行了介绍,为使读者快速高效地输入汉字,介绍了最常用的几种汉字输入法:拼音码输入法、五笔字型输入法、区位码输入法、自然码输入法。读者通过勤学苦练,输入汉字的速度会远远超过手写的速度。第四章安排了文字编辑与报表的制作。行编辑程序 EDLIN 是随 DOS 一起提供的文本编辑程序,使用它可编辑一段程序或一篇文章。而 CCED 汉字字表软件是针对“汉字”与“表”处理的特点开发的集成编辑软件,它将文字处理、画线制表和数值计算融为一体。WPS 是集编辑与排版打印为一体的汉字处理系统,它提供了各种输出格式,输出的文稿既美观又规范。通过本章的学习,读者可使用计算机进行文章的编辑、排版、报表制作等。第五章到第九章,讲述了数据库管理系统 dBASE III。通过这部分内容的学习,应掌握数据库的基本概念,具有 dBASE III 的初步使用能力,能利用 dBASE III 进行简单的程序设计,进一步的要求是能编出实用的管理程序。

本书第一、二、四章由万玉编写,第三章由赵景东编写,第五、六、七、八、九章由曹宝香编写。曹宝香负责全书内容的审稿、定稿。

本书在编写和出版过程中,得到了曲阜师范大学教务处和数学与计算机科学系领导的大力支持,在此我们表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,书中一定还有很多错误和不妥之处,恳切希望读者批评指正。

编 者

1994 年 12 月

目 录

第一章 计算机系统概述	(1)
§ 1.1 计算机的产生与发展	(1)
§ 1.2 计算机系统的组成	(5)
§ 1.3 数制及数据的机内表示	(9)
§ 1.4 计算机系统的性能指标及软硬件分类	(15)
§ 1.5 计算机应用	(21)
习题一	(24)
第二章 磁盘操作系统(DOS)的概念和使用	(25)
§ 2.1 磁盘和文件的概念	(25)
§ 2.2 硬件连接与键盘使用	(27)
§ 2.3 磁盘操作系统简介	(31)
§ 2.4 常用的 DOS 命令	(34)
§ 2.5 DOS 的进一步使用	(46)
§ 2.6 计算机病毒与防治	(53)
习题二	(58)
第三章 CCDOS	(59)
§ 3.1 CCDOS 的启动与功能	(59)
§ 3.2 汉字输入方法简介	(63)
§ 3.3 拼音码输入法	(64)
§ 3.4 五笔字型输入法	(68)
§ 3.5 其他汉字输入法	(77)
习题三	(79)
第四章 文字编辑	(80)
§ 4.1 行编辑程序 EDLIN	(80)
§ 4.2 汉字字表软件 CCED	(85)
§ 4.3 WPS 系统	(93)
习题四	(115)
第五章 数据库管理系统概述	(116)
§ 5.1 数据库的基本概念	(116)
§ 5.2 关系数据库 dBASE	(118)
§ 5.3 dBASE Ⅲ 的使用	(119)
习题五	(121)
第六章 dBASE Ⅲ 基础	(122)
§ 6.1 数据类型	(122)
§ 6.2 常数、变量、函数、表达式	(122)

§ 6.3 文件类型.....	(126)
§ 6.4 命令结构.....	(127)
§ 6.5 命令书写规则.....	(128)
习题六	(128)
第七章 数据库的基本操作	(130)
§ 7.1 数据库结构的建立与显示.....	(130)
§ 7.2 数据库数据的输入与显示.....	(132)
§ 7.3 数据库的修改.....	(134)
§ 7.4 数据库数据的统计.....	(140)
§ 7.5 数据库其他有关操作.....	(141)
习题七	(142)
第八章 数据库的重新组织	(143)
§ 8.1 库文件的分类排序.....	(143)
§ 8.2 数据库文件索引.....	(144)
§ 8.3 数据库信息查询.....	(146)
§ 8.4 数据库文件的复制.....	(149)
§ 8.5 分类统计命令.....	(152)
§ 8.6 工作区的选择.....	(153)
§ 8.7 建立两个数据库间的关联.....	(154)
§ 8.8 数据库之间的更新.....	(155)
§ 8.9 数据库的连接.....	(156)
习题八	(157)
第九章 dBASE III 程序设计	(158)
§ 9.1 命令文件的建立与执行.....	(158)
§ 9.2 内存变量.....	(160)
§ 9.3 数据输出语句.....	(162)
§ 9.4 交互输入数据语句.....	(166)
§ 9.5 分支结构程序设计.....	(169)
§ 9.6 循环程序设计.....	(175)
§ 9.7 过程及其调用.....	(180)
§ 9.8 dBASE III 应用程序的开发及其应用举例	(185)
习题九	(196)
附录一 ASCII 码字符表与常用文字、制表符号区位码表	(198)
附录二 DOS 命令速查表	(199)
附录三 dBASE III 全屏幕编辑方式下各控制键的功能	(203)
附录四 dBASE III 命令	(205)
附录五 dBASE III 系统参数设置	(208)
附录六 提示与错误信息	(209)
参考文献	(212)

第一章 计算机系统概述

§ 1.1 计算机的产生与发展

一、什么是计算机

计算机(Computer),也称电子计算机,又叫电脑。它是由各种电子元、器件组成的现代计算机器,并能进行各种算术和逻辑运算,能迅速和准确地对信息进行收集、存储和自动连续处理,其处理对象是信息,处理结果也是信息。使用计算机解决问题的方法是按照一定的算法进行的,这种算法是定义精确的一系列规则,它指出怎样以给定的输入信息经过有限的步骤,产生所需要的输出信息。而程序就是这种算法的特殊表示。计算机处理信息的一般过程,是由人首先根据要解决的问题编制程序并存入计算机,然后执行程序,输入要处理的信息或事前将要处理的数据、信息存入计算机,以获得预期的处理结果。计算机自动工作的基础在于程序的存储方式,其通用性的基础则在于利用计算机进行信息处理的共性方法。它的出现和发展是 20 世纪现代科学技术最伟大最卓越的成就之一,它是推动社会向现代化迈进的活跃因素。一般认为巨型计算机标志着一个国家的科学技术和工业的水平,象征着一个国家的实力;而微型计算机的生产、应用和普及则体现了一个国家的现代化程度。

二、计算机的产生

现在,计算机已应用于各个领域,但电子计算机最初是作为计算工具而发明的,而计算工具的发展历史却源远流长。

1. 电子计算机产生以前的计算工具

我国在计算工具方面有许多重大发明创造,为世界科学和文化的发展作出了重要的贡献,全世界几乎都公认:中国在世界早期计算工具的发明创造方面写过光辉的一页。

远在商代,我国就发明了十进制计数方法,领先于世界千余年。到了周代发明了当时最先进的计算工具——算筹。我国古代数学家祖冲之就是用当时世界上最先进的计算工具——算筹算出 π 值在 3.1415926 和 3.1415927 之间。大约在汉朝,我国劳动人民又发明了珠算盘,到元朝时渐趋成熟。这是计算工具发展史上第一项重大发明。珠算盘轻巧灵活、携带方便、与人民的生活密切相关,不仅对我国当时的经济发展起过有益的作用,而且传到日本、朝鲜、东南亚等地区,经受了历史的考验,至今仍在使用。

在古代,由于使用了先进的计算工具——算筹和算盘,使中国、阿拉伯国家和印度的计算数学一直处于领先地位,到了 17 世纪,数学和计算工具发展的重心才转到了欧洲。

计算工具经历了多次改革和创新,其中产生重大影响的有:法国人帕斯卡(Blaise Pascal)在 1642 年研制的一台能做加法和减法的计算器;莱布尼兹(G. W. Leibniz)设计的莱布尼兹计算器解决了十进制乘除运算,而不必连续加减。莱布尼兹对计算机科学的另一个重要贡献是系统地给出了二进制算术运算法则,指出了它们用于某些理论研究中的优点,并认为世界上最早

的二进制描述是中国的八卦。在计算工具的发展史上,特别值得一提的是英国数学家巴贝奇(Charles Babbage)及他于1822年造出的“差分机”和1834年设计的“分析机”。而“分析机”是一种顺应自动化半自动化的程序控制潮流的通用数字计算机的雏型,在现代电子计算机诞生一百年前,他已经提出了几乎是完整的设计方案。它包括三个寄存器,可以保存3个10万以内的数并进行加法运算,还能按照设计者的安排,自动地完成整个运算过程。这无疑已经蕴含了程序设计的萌芽。

1855年麦克斯韦尔制造的积分仪,巧妙地把积分(即面积)的计算转变为长度的测量;以及1930年美国工程师布什(V. Bush)和哈森(H. Hazen)制造的微分分析仪,利用逐次迭代法解常微分方程,都在计算工具的发展史上占有很重要的地位。

2. 电子计算机的诞生

第一个采用电器元件来制造计算机的是德国工程师朱赛(K. Zuse)。1941年,朱赛的Z-3计算机开始运行,这是世界上真正的第一台通用程序控制计算机。Z-3不仅全部采用继电器,同时采用了浮点记数法、二进制运算、带数字存储地址的指令形式等,朱赛使这些设计思想第一次具体实现。

美国人霍华德·艾肯(Howard Aiken)于1944年制造的MARK-I计算机和1947年制造的MARK-II计算机;及美国贝尔电话公司史梯别兹(G. R. Stibitz)小组于1940年研制的Model-I专用机和1946年制造的Model-V通用计算机,在计算机发展史上也有着重要作用。

通用计算机的开拓过程,经历了从制作部件到整机、从专门机到通用机、从“外加式程序”到“存储程序”的演变。1938年,美籍保加利亚人,美国衣阿华州立学院的数学物理教授阿塔纳索夫(J. Atanasoff)首先制成了电子计算机的运算部件。1943年,英国制成了用于密码分析的“巨人”(COLOSSUS)专用计算机。1946年2月,美国宾夕法尼亚大学莫尔学院的莫尔小组,为美国军械部的阿伯丁弹道实验室制造了一台大型数字积分计算机ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)。承担研制ENIAC的莫尔小组,有物理学家莫克利(J. W. Mauchly)博士、工程师埃克特(W. J. Eckert)等人。ENIAC共耗资48万美元,用了18800只电子管,1500只继电器,7000只电阻,10000只电容,功率为150千瓦,体积85m³,占地170m²,重36吨。ENIAC最初是专门用于火炮弹道计算,后经多次改进而成为能进行各种科学计算的通用计算机。这台完全采用电子线路执行算术运算、逻辑运算和信息存储的计算机,运算速度比继电器计算机快1000倍。这就是通常所说的世界上第一台电子计算机。但是,这种计算机的程序仍然是外加式的,即用线路连接的方式来实现的,存储容量也太小,尚未完全具备现代计算机的主要特征。

真正现代计算机的设计,是由著名数学家冯·诺伊曼(von Neumann)领导的设计小组完成的,1945年3月,他们发表了一个全新的存储程序式通用电子计算机方案——电子离散变量自动计算机(EDVAC——Electronic Discrete Variable Automatic Computer)。EDVAC方案明确规定了新计算机有五个构成部分:计算器CA,逻辑控制装置CC,存储器M,输入I,输出O,并描述了这五个部分的职能和相互关系。1946年6月,冯·诺伊曼等人又提出了更为完善的设计报告《电子计算机装置逻辑结构初探》。同年7~8月间,他们在莫尔学院为美国和英国的专家作了题为《电子计算机设计的理论和技术》的报告,推动了存储程序式计算机的设计与制造。1949年,英国剑桥大学数学实验室率先制成了电子离散时序自动计算机;美国则于1950年制成了东部标准自动计算机(SFAC),而EDVAC则到1952年才制成。至此,电子计算机发

展的萌芽期遂告结束,开始了现代计算机的发展时期。

电子数字计算机问世以后,模拟计算机仍然继续有所发展,并且与数字计算机相结合而产生了混合式计算机。模拟机和混合机已发展成为现代计算机的特殊品种,即用在特定领域的高效信息处理工具或仿真工具。

三、计算机的发展

如果按照计算机所使用的主要电子器件作为划分每代计算机标准的话,那么,它已跨越了四个时代,即:计算机器件从电子管到晶体管;再从分立元件到集成电路;以至超大规模集成电路,正在向具有新的系统结构的第五代计算机发展。

第一代电子计算机(1946~1959),又称为电子管计算机时期。它是以 ENIAC 研制成功为开端,计算机主要用于科学计算。主存储器是决定计算机技术面貌的主要因素。当时主存储器有水银延迟线存储器、阴极射线示波管静电存储器、磁鼓和磁芯存储器等类型,通常按此对计算机进行分类。

第二代计算机(1959~1964)是晶体管计算机时期。1948 年,美国肖克莱等学者研制成功晶体管。1956 年,美国贝尔实验室研制成第一台小型晶体管计算机 Leprechaun,这台计算机字长 18 位,首次采用直接耦合晶体管逻辑电路,使用了 5000 支晶体管,磁芯存储器容量为 1024 字,功率为 160 瓦。1957 年,美国麻省理工学院研制成 TX-2 大型晶体管计算机,使用了 22000 支晶体管,主存储器采用电流重合法磁芯存储器,容量为 65000 字(加法 15 万次/秒,乘法 8 万次/秒)。第二代计算机的主要特点是:构成计算机的主要电子元件由电子管改为晶体管,因而计算机的可靠性提高,体积缩小,成本降低,运算速度为每秒几万到几十万次;主存储器采用磁芯存储器,磁鼓和磁盘开始用作主要的外存储器;外部设备也由几种增加到几十种;其他的计算机技术更为成熟和完善,如引进了通道的概念,中央处理器和外围设备可以并行操作,提高了 CPU 的工作效率等。一些高级语言相继问世,软件配制开始出现;系统软件除编译程序外,操作系统发展很快,不仅科学计算用计算机继续发展而且中、小型计算机,特别是小型数据处理计算机开始批量生产。

经过了第一、二代计算机的发展,计算机由军用扩展到民用,生产则由实验室试制进入工业化生产,应用也从科学计算扩展到数据处理。这三个转变对世界计算机行业的发展产生了非常深远的影响,使我们进入了一个计算机时代。

第三代电子计算机(1964~1970),又称为集成电路时代。1958 年夏天,美国得克萨斯公司的基尔比(Jack Kilby)制成第一个半导体集成电路。集成电路是使用半导体工艺或薄膜工艺(或这些工艺的结合),将电路的有源元件、无源元件及相互之间的连线制作在半导体或绝缘基片上,形成具有一定功能的整体电路。集成电路与用晶体管等其他分离元件构成的电路相比,具有一系列优点:可靠性高,功耗小,体积小,造价低。由于采用了集成电路而使计算机的性能产生了一次飞跃。1964 年 4 月 7 日 IBM 公司宣布的 IBM360 系统,是最早采用集成电路的通用计算机,从而标志着计算机进入了第三代,即集成电路时代。在集成电路计算机发展的同时,计算机也进入了产品系列化的发展时期。半导体存储器逐步取代了磁芯存储器的主存储器地位,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。随着各种半导体只读存储器和可改写的只读存储器的迅速发展,以及微程序的发展和应用,计算机系统中开始出现了固件子系统(插件)。第三代计算机的主要特点是:构成计算机的主要电子器件中,小规模集

成电路替代了分立晶体管线路;内存除了使用磁芯存储器外,开始使用半导体存储器,从而使可靠性进一步提高,体积进一步缩小,成本进一步降低,价格也大幅度下降。同时,又引进了很多新技术:如微程序技术、处理机技术、高速缓冲存储器技术、虚拟技术、容错技术及其与通信技术的结合等。计算机的软件配置进一步完善,出现了会话式语言和文件系统,又具有分时、实时以及远距离批处理能力的大型操作系统也开始使用。

第四代电子计算机是大规模及超大规模集成电路计算机时代。从1970年开始,这一代计算机无论是大、中、小型计算机都广泛采用大规模或超大规模集成电路,磁芯存储器已逐步被半导体存储器所取代。计算机的可靠性和运算速度更为提高,体积更为缩小,成本更为降低,大型计算机的运算速度可达几千万次/秒,而巨型机的速度则可达千亿次/秒。计算机的系统结构有了更进一步的发展,研制出了分布式计算机、多处理机系统和数据流计算机,数据库系统不断完善和发展。

70年代以来计算机发展最重大的事件,莫过于微型机的诞生和迅速推广,有人称之为第二次计算机革命(如果1946年问世的ENIAC被认为是第一次计算机革命的话)。担当第二次计算机革命主角的微型计算机,其全套电路集中在一片或几片几十平方毫米大小的硅晶片上,一台完整的微型计算机系统只有打字机那么大,功耗只有几瓦(加上软、硬盘也不过几十瓦),而速度比ENIAC快几十倍以上。微型机的出现与发展,掀起了计算机大普及的浪潮。微型机的先驱者是美国英特尔(Intel)公司年轻工程师霍夫(Macian E. Hoff)和费金(Federico. Fagin)。他们把计算机器件的全部电路做在四个片子上,即中央处理器片(Intel4004),随机存取存储器片、只读存储器片和寄存器电路片。通过总线连接就组成了4位微型电子计算机MCS-4,这就是世界上第一台微型机,它于1971年制成,从此拉开了微型机发展的帷幕。目前已有1位、4位、8位、16位、32位、64位微型处理器产品。

系统软件更为丰富,面向对象、面向问题(面向过程)的高级会话语言及专用高级语言不断出现。分布式操作系统、数据库开始使用,并不断完善。与通信网相结合,使计算机的应用范围不受时间、地点的限制而更加广泛,它已深入到人类社会的所有领域。

第五代电子计算机。随着社会的发展,为了解决现代科学、技术问题,也为了满足现代信息化社会的需要,人们在追求更高的处理能力和更快的处理速度的同时,就需要研制新一代的计算机。而新一代计算机在研制时,不能像以往各代计算机那样,只靠改进元器件的方法,而更重要的是,从系统结构体系入手,运用更新颖的思想和结构原理构造下一代计算机。1979年,日本首次提出了第五代计算机的设想,确定其目标:

- (1) 提高计算机的智能。用自然语言、图形、图像和文件进行输入/输出,用自然语言对话的方式进行信息处理;
- (2) 能处理和保存知识。配备各种知识库,以供使用;
- (3) 能够自学和推理,帮助人类来扩展自己的才能;
- (4) 减轻软件编制负担,提高计算机的综合性能。

四、中国计算机的发展

1952年,中国科学院数学研究所开始进行一些小规模的计算机研究工作。1956年,我国制定十二年科学技术发展规划,把发展计算机作为国家四大紧急措施之一。1958年制成第一台小型电子管计算机——“八一”型通用电子管计算机(又称103机),使用磁芯存储器,运算速度

1500 次/秒。1959 年,又研制成 104 大型通用电子管计算机,以磁芯做主存,容量为 2048 字,运算速度 10000 次/秒,主要技术指标已超过日本,与当时英国使用的最快的计算机相当。

1964 年起,我国(北京、上海、天津)相继研制成一批晶体管计算机,如 109-乙,DJS-6 等,并配置了汇编语言程序、ALGOL60 语言的编译程序和其他系统软件。

60 年代后期,我国开始研制集成电路计算机。70 年代以后,我国进入集成电路计算机时期,计算机工业也开始了系列化产品开发工作:DJS-100、180 小型机系列,DJS-200 大中型机系列,DJS-050、DJS-060 微型机系列,JS-10 工控机和 DJM-300 模拟机系列的一些机型陆续制成,投入使用。70 年代后期,相继研制成功多种每秒百万次运算的大型机,这些大型机比较普遍地采用了一些先进的设计思想和技术,如存储器交叉存取、高速算法,先行控制技术、交换器技术,比较完善的中断系统及虚拟存储器技术等。软件方面,除配有高级语言的编译程序外,有的还配有自行研制的批处理操作系统。

80 年代以来,我国一面推广微型机的应用,一面进行巨型机的研制。1983 年研制成功的“757”大型计算机,向量运算为每秒千万次;“银河-I”巨型机,向量运算则为每秒亿次;1992 年 11 月制成的“银河-II”巨型机,向量运算为每秒 10 亿次。微型计算机的生产也已形成规模,主要厂家有:长城、联想、浪潮、东海等,也相继推出 386、486、586 微型计算机。

我国计算机事业经过 40 多年的发展,已形成一支较大的科研、生产、应用和教学队伍,拥有数百个计算机制造厂、外围设备制造厂和研究机构,研究成果已经引起世界各国的注意,生产的产品也已进入国际市场。

§ 1.2 计算机系统的组成

一、计算机的主要部件及其功能

早在 1946 年冯·诺伊曼就提出了计算机的基本结构:由算术运算单元、程序控制单元、存储器、输入设备和输出设备这五个基本部分组成,其关系如图 1.1 所示。在图 1.1 中粗箭头

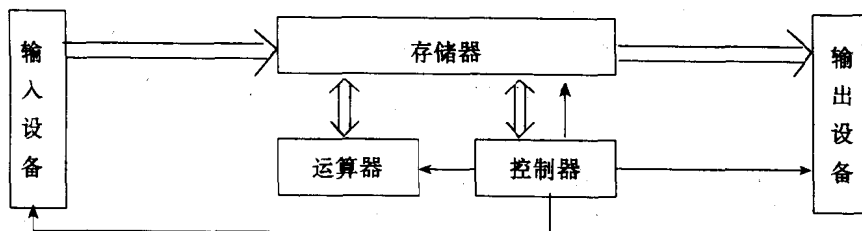


图1.1 计算机的基本结构

表示数据总线,细箭头表示控制线。现在生产和使用的计算机都是由运算器、控制器、存储器(存储器又分为主存储器和辅助存储器)、输入设备和输出设备组成,其中运算器和控制器一起称为中央处理器(CPU),把运算器、控制器和主存储器一起称为主机,而把输入输出设备和辅助存储器统称为外部设备(外设)。

1. 中央处理器(CPU)

CPU 是 Central Processing Unit 的简称,又称中央处理单元,是计算机的核心部件,它既是

计算机进行运算的部件,也是统一指挥和控制计算机各个部件进行操作的控制中心。CPU是由运算器、控制器和寄存器组组成。运算器负责完成计算机的算术与逻辑运算任务;控制器负责统一指挥和控制计算机各个部件进行操作;寄存器组作为保存处理数据和控制过程中所需要暂时保留的信息的临时存储单元。其结构如图 1.2 所示。

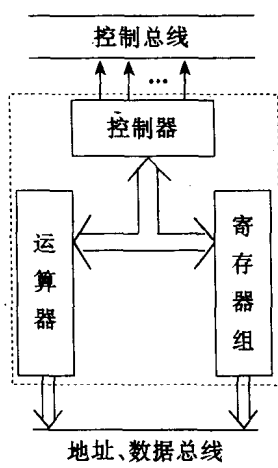


图1.2 中央处理器结构图

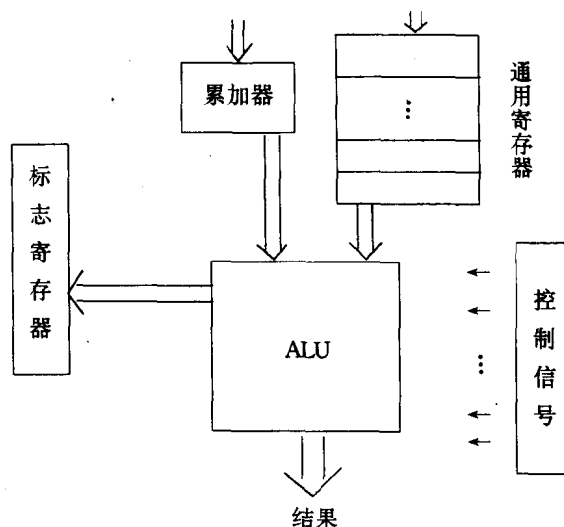


图1.3 运算器结构图

运算器包括算术逻辑单元(ALU——Arithmetic Logic Unit)、累加器、标志寄存器(也称状态寄存器)和通用寄存器。ALU是负责对数据进行算术和逻辑运算的部件,它能够对数据进行加、减、乘、除等算术运算,“与”、“或”、“非”、“异或”等逻辑运算;累加器也是一个寄存器,它用于存放被操作数和运算结果;标志寄存器用于存放运算结果的一些状态,如有进位、全零等;通用寄存器是存放操作数和运算的中间结果的暂存区域。运算器的结构如图 1.3 所示。

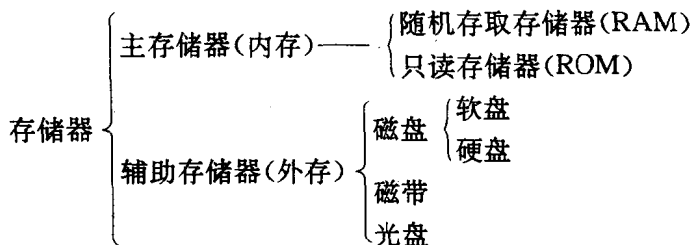
控制器由指令译码器、指令计数器和时钟与控制逻辑电路组成。它是分析和执行指令的部件,是统一指挥和控制计算机各个部件按时序协调操作的中心部件。它的作用是实现对指令的控制,解释指令的操作码和地址码,并根据译码结果将适当的控制信号送到运算器、主存储器、输入输出设备以及计算机的其他部件,使它们产生必要的操作。

寄存器是中央处理器的一个重要组成部分,它是CPU内部的临时存储单元,既可以存放数据和地址,也可以控制程序执行的次序。寄存器的个数越多,CPU的运行速度越快。常见的寄存器有4类:(1)存放待处理数据的寄存器,如累加器、通用寄存器等;(2)存放地址码的寄存器,如指令(或程序)计数器、堆栈指示器、变址寄存器等;(3)存放控制信息的寄存器,如指令寄存器、标志寄存器等;(4)其他寄存器,如中断状态寄存器、存储器地址寄存器、数字寄存器等。

2. 存储器

存储器根据功能分为主存储器和辅助存储器。主存储器安装在主机内部,它用来存放当前要运行的程序和数据。主存储器又称内存储器(内存)。辅助存储器用来存放大量暂不执行的程序和数据,当要执行时,成批送入内存。辅助存储器也称外部存储器(外存),其分类可表示

为:



存储器最常见的性能指标是存储容量和存取周期。存储容量是指该存储器能够存储多少字节的程序和数据,单位用 K,M;1K=1024,1M=1024K,1K 字节即 1024 字节。存取周期是指从存储器中取(存)一个字到能再取(存)下一个字所需要的平均时间,该时间标志着存储器的工作速度,一般以毫秒 ms(10^{-3} 秒)和纳秒 ns(10^{-9} 秒)为单位。

1) 主存储器

主存储器可以随时和 CPU 进行数据交换,所以主存储器多采用存取速度高的半导体存储器。这类存储器的存取周期一般在 100~300ns 之间,具有集成度高、体积小、功耗低、使用方便的特性。例如,日本的大型机 M-880 采用通用超高速存储器 LSI,其存取周期已达到 1.6ns。主存储器一般由随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)组成。

随机存取存储器 RAM 是构成内存的主要部分,RAM 中的内容能够根据需要读出或写入。一个程序要运行,必须先将其送入 RAM,以便 CPU 读取指令和数据,并将结果送回到 RAM 中。断电后 RAM 中的内容消失。

只读存储器 ROM 是一种以特殊方式写入后,在计算机内只能读出,不能修改,也不能写入的存储器。写入的内容不易丢失,即使断电也不会消失。ROM 多用于存入固定的程序和数据,如监控程序、引导程序等。ROM 分为两类:一类是不可擦除的只读存储器,在特殊设备上只能写入一次;另一类是可擦写的只读存储器(EPROM),即在特殊的设备(ROM 写入器)上,可以多次写入程序和数据。目前微机使用的大都是 EPROM 只读存储器。

2) 辅助存储器

辅助存储器也称为外存。常见的有软盘存储器、硬盘存储器、磁带存储器、光盘存储器等。

(1) 软盘存储器:它由软盘驱动器、软盘驱动器接口板和软磁盘组成。软盘驱动器是对磁盘进行读/写操作的设备。软盘驱动器接口板插在主机板上与总线相连,通过总线接收读/写的指令和数据。磁盘是软盘存储器的重要介质。磁盘按尺寸大小分为 8 寸、5 寸、3 寸盘;按规格分为单面、双面;按型号分为低密度、高密度。软盘的平均存取周期为 300ms(毫秒)。

(2) 硬盘存储器:又称温盘,它与软盘存储器的工作原理大致相同,也是由硬盘驱动器接口板(有时与软盘驱动器接口板做在一起)、硬盘驱动器和硬盘组成,其中硬盘是相互平行的若干个磁盘片,每一存储面上有一磁头,且被密封在硬盘驱动器中。硬盘的存取周期为几毫秒到几十毫秒。

(3) 磁带存储器:磁带存储器是由磁带和磁带机组成。磁带很像平常用的录音磁带,只是上面存储的是数字信号而不是模拟信号。一般磁带上划分为 9 个磁道,其中 8 个是数据道,另一个是奇偶校验道。磁带机有两种:一种是工业磁带机;另一种是以录音机配制一个转换装置来替代磁带机。磁带存储器存储容量大,从几十 M 到几百 M,可靠性高,安全性强,记录密度大,与磁盘互换性好,便于携带。但读出时间长,速度慢。

(4) 光盘存储器：光盘存储器将光斑直径为 1nm ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$) 级的激光，照射在高速旋转的光盘上，能以非接触方式高密度记录信息和读出信息的一种新型激光储存装置。它是以可高密度记录信息的光盘为核心，用激光功率密度高、相干性能好的特性，集光学技术、精密机械、计算机科学、信息处理和自动控制等多种现代科学技术成就于一体的高精尖产品。其特点有存储密度高、容量大；能够进行非接触读写；能够高速随机存取；抗污损能力强；可以长期保存信息；操作方便，易于联网，记录灵活，应用广泛；记录成本低廉等。

3. 输入输出设备(I/O 设备)

所有用户程序和数据都通过输入设备输入到计算机里去，计算机的处理结果再通过输出设备送出来。它们是人-机联系的桥梁，用户只有通过外设才能有效、方便地使用计算机。输入设备是指：键盘、卡片输入机、纸带输入机、数字化仪、扫描仪、外存等；输出设备是指：显示器、各种打印机、绘图仪、外存等。

根据 CPU 参与操作的程度，可以有 4 种 I/O 操作方式：直接程序控制、程序中断控制、DMA 控制、通道控制。前两种属于程序控制，在直接程序控制方式中，又分为无条件(同步)传送方式和有条件(查询或异步)传送方式。程序控制方式的优点是设备简单、控制方便，由 CPU 执行输入输出指令，直接对外部设备进行控制。DMA 方式(Direct Memory Access 直接存储器访问方式)不经过 CPU，由硬件电路组成的 DMA 控制器(DMAC)接管总线完成数据的传送操作，使数据传送速率提高了许多，常用于高速外设与内存、内存与内存、外设到外设之间大量而又快速的数据块操作。DMA 方式分为 CPU 停止法、总线周期分时法、总线周期挪用法。而在 DMA 传送数据的时间内，CPU 不能使用总线。通道方式也被称为输入输出处理机方式，它是由一台或多台处理机专门控制和处理主存储器与外部设备间数据的交换。

二、存储程序原理

当我们要计算机完成某项工作时，就必须设法把复杂问题的解决方案分解成许多简单操作能实现的细小步骤。这些简单操作必须是计算机能实现的基本操作，这每一种基本操作就是一条“指令”。指令就是人要计算机进行某种操作的命令，计算机就是执行这样的指令，来自动完成人所要它完成的任务。通常一条指令应包含如下意义：(1) 指明计算机应执行哪种类型的操作；(2) 指明参加操作的是什么信息；(3) 指明操作数的来源；(4) 指明操作结果送到什么地方。将这些指令按一定顺序排列起来实现解决方案的步骤称之为“程序”。程序中的每一条指令都规定了一种基本操作，计算机按顺序执行这些指令，实现解决方案。在低级语言中，程序是一组指令和数据；在高级语言中，程序是一组语句和说明。

存储程序原理是指把要解决的各种问题先编制成程序，并把编制好的程序和运行程序所需要的数据送到计算机的存储器中保存起来。程序中的指令是按一定顺序存放的，计算机工作时，只要给出程序的起始地址(即程序的第一条指令地址)，它就能按照程序中指令的顺序依次从存储器中取出每条指令加以分析和识别，然后按照每条指令规定的功能，执行相应的操作。即程序的执行不需人工干预，而是由程序控制自动完成的。这就是计算机能够自动连续工作的基础。

三、计算机工作过程

计算机的工作过程实质上就是执行程序的过程，执行程序的过程又是逐条执行指令的过

程。执行每条指令都要经过取指令、分析指令、执行指令等基本过程,再取指令……直到一个程序执行结束。

1. 取指令过程

任何指令的执行都要首先从存储器中取出指令,然后才能分析、执行。取指令操作是将程序计数器 PC 的内容(指令地址)送往存储选址部件的寄存器 MAR,即 $MAR \leftarrow PC$;由控制器向存储控制部件发出读命令,存储控制部件根据读命令产生一系列控制时序,把 MAR 所指向的单元内容从存储器中读到数据缓冲寄存器 MBR,再转送到数据寄存器 DR 中,即 $DR \leftarrow MBR(PC)$;程序计数器 PC 完成自动加 1,为取下一条指令准备好地址: $PC \leftarrow PC + 1$;把读出的指令送控制器的指令寄存器 IR。

2. 分析指令

将 IR 中的操作码送操作码译码器,指出该操作码所对应的操作类型,产生相应的控制电位。IR 中的地址码根据寻址特征经地址计算部件,形成操作数有效地址,完成指令分析操作。

3. 执行指令

指令经分析后产生的控制电位送微操作控制部件,在时钟脉冲控制下,由微操作控制部件发出一系列微操作控制信号送往各有关功能部件,不同的指令有不同的微操作控制信号序列,执行不同的指令所调用的功能部件也不同。例如,加法指令用到运算器、存储器和控制器,而转移指令,只调用控制器本身,不需要调用运算器、存储器和 I/O 部件。

概括地讲,计算机是在统一的时钟脉冲控制下,首先进入取指令周期,CPU 发出读/写命令,按(PC)指定的地址到存储器里读出命令,送到指令寄存器,经过译码器对指令进行分析,发出一系列不同的微操作控制信号,实现指令规定的全部操作。

§ 1.3 数制及数据的机内表示

一、数制

1. 十进制数

一般情况下,我们都习惯于用十进制进行数字计算,十进制数的特点有:

(1) 有十个不同的数字符号:0,1,2,3,4,5,6,7,8,9。十进制数的每一位只能用其中之一表示。

(2) 每一个数字符号根据它在这个数中所处的位置(数位)采用逢十进一的原则计数,即同一个数字出现在不同位置所代表的数值是不同的。例如 $(168.68)_{10}$ 以小数点为界,自小数点向左依次是个位、十位、百位,即分别表示 8,60,100;自小数点向右依次是十分位、百分位,即表示 0.6,0.08。

对于任何一个十进制数 $A = a_{n-1}a_{n-2}\cdots a_1a_0a_{-1}a_{-2}\cdots a_{-m}$,其中 a_i 是 0, ..., 9 中的任一数字, m, n 为整数,则 A 可以写成下面形式:

$$\begin{aligned} A &= a_{n-1} \times 10^{n-1} + a_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + a_1 \times 10^1 \\ &\quad + a_0 \times 10^0 + a_{-1} \times 10^{-1} + \cdots + a_{-m} \times 10^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 10^i \end{aligned}$$

一般地,一个P进制(P为正整数)的正数A可以表示为通用的公式 $A = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times P^i$, 其中 a_i 是 $0 \sim (p-1)$ 之间的任一正整数, m, n 为正整数。

若P为2,8,10,16,则分别对应二进制,八进制,十进制,十六进制。

2. 二进制数

1) 二进制数的特点

- (1) 数字只取0或1;
- (2) 每位采用逢二进一的原则。

二进制数的表示:

$$\begin{aligned} (110110.101)_2 &= 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 \\ &\quad + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= (54.625)_{10} \end{aligned}$$

2) 二进制的运算规则

(1) 二进制加法运算规则:

$0+0=0,$	$0+1=1,$	$1+0=1,$	$1+1=10。$
----------	----------	----------	-----------

例 1

$\begin{array}{r} 101(5) \\ + 10(2) \\ \hline 111(7) \end{array}$	$\begin{array}{r} 1010(10) \\ + 1101(13) \\ \hline 10111(23) \end{array}$
---	---

例 2 $10011.01 + 100011.11 = 110111 \quad (19.25 + 35.75 = 55)$

(2) 二进制乘法运算规则:

$0 \times 0 = 0,$	$0 \times 1 = 0,$	$1 \times 0 = 0,$	$1 \times 1 = 1。$
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

例 3

$\begin{array}{r} 11(3) \\ \times 10(2) \\ \hline 00 \\ 11 \\ \hline 110(6) \end{array}$	$\begin{array}{r} 101(5) \\ \times 10(2) \\ \hline 000 \\ 101 \\ \hline 1010(10) \end{array}$
--	---

(3) 二进制减法运算规则:

$0-0=0,$	$0-1=1(\text{向高位借 } 1),$	$1-0=1,$	$1-1=0。$
----------	--------------------------	----------	----------

例 4

$$\begin{array}{r}
 1011 \quad (11) \\
 - 101 \quad (5) \\
 \hline
 110 \quad (6)
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 111 \quad (7) \\
 - 10 \quad (2) \\
 \hline
 101 \quad (5)
 \end{array}$$

实际上,计算机把减法看成加负数,且把负数变成补码,即把减去某数变成加上这个数的补码。

(4) 二进制除法运算:同十进制除法运算一样是乘法的反运算。

例 5

$$\begin{array}{r}
 100 \\
 10 \overline{)1000} \\
 \underline{10} \\
 0
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 111 \\
 111 \overline{)110001} \\
 \underline{111} \\
 1010 \\
 \underline{111} \\
 111 \\
 \underline{111} \\
 0
 \end{array}$$

二进制数的除法实际上是由减法和移位两种操作来完成的。因此,二进制数的四则运算可以归结为加、求补、移位三种操作,所以加法器就成了运算器的重要组成部分。

3. 八进制数

八进制数的特点是:

- (1) 有八个不同的数字符号:0,1,2,3,4,5,6,7;
- (2) 每位采用逢八进一的原则。

八进制数的表示:

$$(107)_8 = 1 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 7 \times 8^0 = 64 + 0 + 7 = (71)_{10}$$

4. 十六进制数

十六进制数的特点是:

- (1) 有 16 个不同的数字符号:0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 和 A,B,C,D,E,F,A 到 F 分别表示 10 进制数的 10~15;
- (2) 每位采用逢十六进一的原则。

十六进制数的表示:

$$(5EA.11)_{16} = 5 \times 16^2 + 14 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 1 \times 16^{-1} + 1 \times 16^{-2} = (1514.06640625)_{10}$$

二、数制转换

数制间的转换即二、八、十、十六进制数之间的相互转换,实际上可以归结为基数间的转换,其转换的规则是:如果两个有理数相等(有限位数字),则两个数的整数部分和小数部分一定分别相等。在进行不同数制的数之间的转换时,把整数部分和小数部分分别进行转换,然后合起来即可。