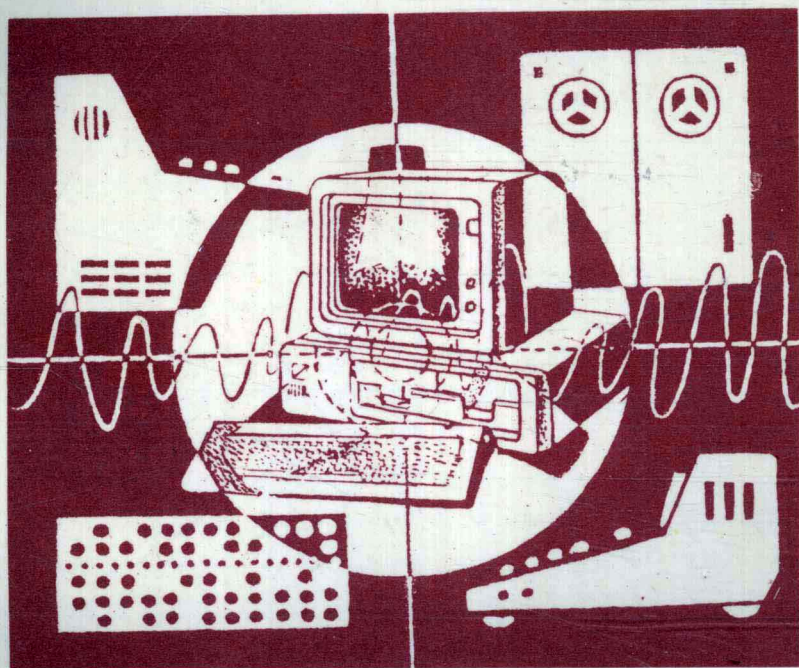


计算机应用基础

李学汇 主编



武汉工业大学出版社

JISUANJI YINGYONG JICHU

计算机应用基础

主 编 李学汇
副主编 闵华清 刘 敏
参 编 罗 克
黎日红

武汉工业大学出版社

(鄂)新登字 13 号

图书在版编目(CIP)数据

计算机应用基础/李学汇主编. —武汉:武汉工业大学出版社,1995.5

ISBN 7-5629-0963-6

I. 计… II. 李… III. 计算机—基本知识 IV. TP36

武汉工业大学出版社出版发行

(武汉市武昌珞珈路14号)

湖北省供销社学校印刷厂印刷

1995年5月第1版 1995年5月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 21.75 字数: 520千

印数: 1—4000册

定价: 19.00元

前 言

在 90 年代的今天,计算机的应用已经深入到社会生活的各个方面,并且开始进入家庭。对于高等教育的各个学科,计算机的作用已不仅仅是一种工具,而是各学科的重要组成部分;加强计算机基础教育不仅是为了提高计算机知识水平本身,还是为提高其它学科的教学水平打好基础。国家教委对高等学校计算机基础教育十分重视,根据高校的现有条件,将计算机基础课程分为三个层次,计算机文化基础,计算机技术基础和计算机应用基础。目前要求重点院校完善三个层次的课程体系:一般高校要开设第一、二两个层次的课程;专科学校也要将第一层次的课程开设起来。为了促进计算机基础教育水平的提高,许多省市教委纷纷推行针对三个层次的“高等学校非计算机专业计算等级考试”。现在高等学校的学生学习计算机知识的热情十分高涨,社会上也涌起了学习计算机的热潮。为了适应这种形势,我们根据计算机应用的最新发展,结合多年教学经验编写了这本教材。

在编写本书时,我们参照了国家教委考试中心制定的“计算机等级考试大纲”以及北京、上海、湖北、江苏、陕西、辽宁、河北、河南等省市教委对高校非计算机专业学生“计算机等级考试大纲”的要求。本书内容完全覆盖了针对第一层次的一级考试大纲全部内容,也覆盖了针对第二层次二级考试大纲中的部分内容。考虑到当前计算机应用的需要,补充了一些大纲外的内容。在写法上考虑到作为教材的特点,尽量作到概念明确,叙述简明,选例适当,编排合理,不使篇幅过大,但是为了照顾读者自学的需要,对于某些难点,一些知识性的内容,则尽量作到通俗易懂。本书重视综合应用能力的训练,附有不少综合性应用实例和习题,书中所有实例全部上机调试通过。建议读者学习本书时,将书中示例或习题全部上机作一遍,这对于帮助读者理解学习本书将大有裨益。本书附有八个附录,这些附录都是应用计算机的人需要时常查阅的。因此本书也可以作为一本手册使用。

本书内容需授课 30~50 学时,上机实习需 20~30 学时,教师可根据情况选择教学内容,书中带星号(“*”)的部分为建议选学内容,学时不够可以不讲。第一章与第九章是知识性内容,写得较为详细,适于自学,教师可以少讲。对于自学的读者,如果仅仅需要学会计算机的一般使用且主要作文字工作,则可以重点阅读第一章~第五章的必修部份,这一部份完全覆盖了一级考试大纲内容。如果在工作中需要处理数据及表格之类,则建议学习第八章(LOTUS1-2-3)或第六章(dBASE III),如果还需要开发信息管理方面的程序,则最好把第六章及第七章(FoxBASE)学好。您会发现利用 FoxBASE 来编制程序是很方便的。

本书在编写过程中得到很多同志的大力支持,陈远光副教授审阅了本书全稿,郭绪树副教授、杨先麟副教授、汪沛老师审阅了部分章节。他们均提出了很多宝贵意见,丁杰敏、华佩群、孔令莉、李晓枫及尹崇祖等同志协助编者作了大量的工作,李立群同志也为本书顺利出版作了很大贡献,编者在此向他们表示衷心感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,错漏、不足之处在所难免,恳望读者及有关专家提出宝贵意见。

目 录

第一章 计算机的常识	(1)
§ 1.1 计算机的发展简史	(1)
§ 1.2 计算机的分类及重要性能指标	(2)
§ 1.3 计算机的应用领域	(3)
§ 1.4 计算机中数的表示	(4)
§ 1.5 计算机的硬件	(10)
§ 1.6 计算机的软件	(15)
§ 1.7 微型计算机的外围设备	(18)
习题一	(24)
* 第二章 键盘操作入门	(26)
§ 2.1 键盘录入操作要领	(26)
§ 2.2 键盘录入练习	(28)
第三章 DOS 操作系统	(30)
§ 3.1 概述	(30)
§ 3.2 DOS 的组成、启动与内存结构	(31)
§ 3.3 文件与目录	(36)
§ 3.4 DOS 的常用控制键与编辑键	(40)
§ 3.5 DOS 命令概述	(41)
§ 3.6 目录管理命令	(42)
§ 3.7 文件管理命令	(50)
§ 3.8 磁盘管理命令	(58)
§ 3.9 辅助命令	(67)
* § 3.10 输入/输出重定向及筛选命令	(68)
§ 3.11 系统配置文件与配置命令	(71)
§ 3.12 批处理命令和批处理子命令	(74)
习题三	(78)
第四章 汉字操作系统及汉字输入法	(80)
§ 4.1 汉字编码	(80)
§ 4.2 汉字操作系统	(85)
§ 4.3 汉字输入法——区位码、拼音码	(90)
§ 4.4 汉字输入法——五笔字型	(92)
习题四	(103)
第五章 文字处理软件	(105)
§ 5.1 概述	(105)
§ 5.2 汉化 Wordstar 的运行环境	(106)
§ 5.3 汉化 Wordstar 的基本编辑命令	(107)
§ 5.4 字处理系统 WPS	(118)
习题五	(141)
第六章 DBASE Ⅲ 数据库管理系统	(142)
§ 6.1 数据库系统的基础知识	(142)

§ 6.2 DBASE Ⅲ 简介	(144)
§ 6.3 DBASE Ⅲ 的基本语法	(147)
§ 6.4 数据库文件的建立	(160)
§ 6.5 数据库文件的编程	(165)
§ 6.6 排序、索引与查询	(170)
§ 6.7 数据统计操作	(174)
§ 6.8 报表的建立与输出	(175)
§ 6.9 数据库之间的操作	(177)
§ 6.10 DBASE Ⅲ 应用程序设计	(180)
§ 6.11 应用实例	(185)
习题六	(198)
第七章 数据库管理系统 FOXBASE	(199)
§ 7.1 系统综述	(199)
§ 7.2 语法规则	(202)
§ 7.3 基本命令与基本操作	(203)
§ 7.4 新增的命令	(206)
§ 7.5 新增的函数	(210)
§ 7.6 程序设计	(217)
§ 7.7 程序设计实例	(222)
习题七	(235)
第八章 电子表格软件——LOTUS 1-2-3	(236)
§ 8.1 LOTUS 概述	(236)
§ 8.2 LOTUS 的运行环境与界面	(240)
§ 8.3 LOTUS 1-2-3 电子表格操作	(244)
§ 8.4 图形	(252)
§ 8.5 数据管理	(257)
§ 8.6 LOTUS 1-2-3 的编程	(260)
习题八	(264)
第九章 计算机病毒及其防治和诊断	(266)
§ 9.1 计算机病毒简介	(266)
§ 9.2 几种典型的计算机病毒	(268)
§ 9.3 计算机病毒的预防和诊断	(270)
§ 9.4 反病毒软件	(272)
习题九	(278)
附录 A: ASCII 码表	(279)
附录 B: 常用汉字及符号的区位码表	(280)
附录 C: 五笔字型汉字编码码本(一级汉字)	(282)
附录 D: PC-DOS V3.30 命令表	(309)
附录 E: 常见 DOS 提示信息	(312)
附录 F: WPS 与 Wordstar 控制命令对照表	(315)
附录 G: 汉字 DBASE Ⅲ 全屏编辑、函数、命令一览表	(318)
附录 H: LOTUS 1-2-3 命令树	(324)

第一章 计算机的常识

§ 1.1 计算机的发展简史

世界上第一台电子数字计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Calcalator) 1946 年在美国研制成功。这台电子计算机用了 18000 多个电子管、1500 多个继电器, 重达 30 吨, 占用房间的长度超过了 30 米。ENIAC 只能用函数表(Function Table)编程, 不能存储程序, 要依靠人事先在排题板上利用不同的接线方法实现解题, 使用起来十分麻烦。用现在的眼光看, 这台计算机可谓又大、又笨。但它却是科学史上一个划时代的创新, 是人类科学技术上的重大突破。

ENIAC 不能存储程序, 所以使用很不方便。1945 年, 冯·诺依曼(John von Neumann)提出存储程序的概念。根据这一设想, 1951 年制成了 EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)电子计算机。EDVAC 的结构被称为冯·诺依曼结构。后来被人们普遍接受。迄今为止, 电子数字计算机的系统基本上仍然采用冯·诺依曼结构。

自 ENIAC 问世以来, 电子计算机就以空前的速度迅猛发展起来。计算机的发展, 若按其采用的物理器件来划分, 其发展过程大致经历了四个阶段, 又称为四代。

第一代从 1946 年开始, 其逻辑元件采用电子管为基本器件。计算机的运算速度一般为每秒几千次至几万次。体积大, 成本高, 可靠性低。

第二代从 1958 年开始, 其逻辑元件采用晶体管为基本器件。运算速度达每秒几万次至几十万次。体积缩小, 成本降低, 可靠性提高。

第三代从 1965 年开始, 以中小规模集成电路为基本器件。运算速度提高到几十万次至几百万次, 体积更小, 成本更低, 可靠性更高。这期间形成机种多样化、生产系列化、使用系统化。“小型计算机”开始出现。

第四代从 1971 年开始, 采用大规模的或超大规模的集成电路作基本元件。运算速度达每秒几百万次到几千万次, 体积更进一步缩小, 成本更进一步降低, 可靠性更进一步提高。“微型计算机”开始出现。

进入 80 年代以来, 日本首先提出研制所谓“第五代计算机系统”(FGCS)。美国等发达国家也着手这方面的研究。“第五代计算机”的特点是具有智能, 能够学习、思维和推理。能对声音、图象等信息进行处理。FGCS 已经试制, 但尚未取得真正的突破, 这方面还有很长的路要走。但人们在开发新一代计算机方面的探索正在各个方面进行, 如对非冯·诺依曼体系的研究。对神经网络系统的研究, 对光计算机、超导计算机和生物计算机的研究等。相信计算机科学在不久的将来, 还会取得重大突破。

人们普遍认为, 当前计算机技术的发展有四大潮流, 这四大潮流是多媒体(Multimedia Computing)、开放系统(Open System)、小型化(Downsining) 和联网(Network Computing)。多媒体计算技术是指能同时处理声、图、文、色且同步输入/输出的计算机应用技术。该技术可将各种各样的信息转换成数字信号统一处理。开放系统是旨在建立某些标准协议, 在该环境

下确保不同软、硬件制造商的不同计算机软件、硬件可相互连接。运行公共应用软件,并保证良好的互操作性。小型化从硬件上说是指计算机体积的缩小,如便携式计算机的出现即是;从软件上说是指把在大、中型机上建立的应用系统移植到小型系统上。联网是60年代初期开始的,80年代后期才逐渐兴起。它能将不同厂商的各种形式的计算机构成网络,使得在更广泛的范围内实现资源共享。目前美国已有98%的企业采用了局域网(LAN),并正在通过广域网连接起来,进而推进全球网的发展。当前一些发达国家提出了发展“信息高速公路”计划,我国也启动了“三金工程”,这些计划与工程都将促使计算机网络在更大的范围内迅速发展。

§ 1.2 计算机的分类及重要性能指标

一、计算机的分类

计算机技术发展十分迅速。因此其分类标准也不断变化。1989年,IEEE(Institute of Electronics Engineers,电子工程师协会)对计算机分类提出了新的报告。提出六种类型:

1. 个人计算机(PC):这类计算机又称为微型计算机,其价格低,使用方便,适于个人使用。

2. 工作站(Work Station):一般由高档微机配备一定的外部设备,如高分辨率大屏幕显示器、绘图仪、扫描仪等构成。此类机一般用作某种专业工作,如CAD等。

3. 小型计算机(Minicomputer):这类机器一般是多用户机。可以带多个终端工作,体积不大,适于作部门或较小单位的主机使用。

4. 大型主机(Maincomputer):功能强大,运算速度快,价格昂贵,可以带数百个用户。这类计算机一般用于大单位作主机。

5. 小巨型机(Minisupercomputer):这类计算机具有功能很强的CPU,容量很大的外存储器及功能强大的软件系统,因此价格昂贵。主要用于大型的科研,金融,国防领域作大规模的数值运算和信息处理。

6. 巨型机(Supercomputer):此类计算机功能十分强大,但价格非常昂贵,数量不多,一般用于重大科研和国防领域。巨型机代表着一个国家的国力,是一个国家的科技水平的重要标志。我国是少数几个能独立研制巨型机的国家之一。

二、计算机硬件的主要性能指标

鉴别一台计算机硬件性能优劣,通常使用下列几个性能指标。

1. 字长。一个计算机字所包含二进制数的位数叫做字长。字长越长,计算精度越高,效率越高,寻址能力越强。现在一般微型计算机的字长为8位、16位或32位。高档微型计算机(386,486)字长为32位。小型计算机的字长为16位或32位。一般大型计算机的字长为32位或64位。

2. 运算速度。运算速度一般以每秒执行多少条指令来表示。单位采用MIPS(百万条指令/秒)来表示。在计算速度时,一般考虑各种指令的平均执行时间及其出现的频率两个因素,用加权平均的办法求出近似平均速度。用此标准,目前高档微型计算机的运行速度可达数百万次/秒;小型机可达近千万次/秒;大型机可达几千万次/秒;巨型机可达亿次/秒至100亿次/秒。我国研制的银河2号巨型机,运算速度可达10亿次/秒。

3. 内存容量。内存存储器中能存储信息的总量称为内存容量。内存容量以字节(Byte)为单位,字节常以“B”表示。目前286微机的内存容量一般为640KB(K=1024)或1MB(M=

1024K)。386 微机的内存容量一般可达 4MB 以上。486 微机的内存容量可达 16MB 以上。

4. **主频。**计算机的时钟频率称为主频。主频越高,计算机的运算速度越快。主频以 MHZ (兆赫兹)为单位。微型计算机的主频一般在 5~33MHZ 范围内。有的新型微机更高。

5. **存取周期。**计算机完成一次对存储器的读或写操作所需时间称为存储器的存取时间。而连续两次读(或写)操作所需的最短时间,称存储器的存取周期。

§ 1.3 计算机的应用领域

最初的计算机主要用于科学计算,但随着计算机技术的发展,计算机的应用领域亦迅猛扩大。时至今日,计算机的应用范围几乎涉及人类社会的所有领域。对于这样广泛的应用我们不能一一介绍,下面仅就六个方面的应用加以说明。

一、科技计算

科学研究与工程技术领域中的数值计算问题,是计算机最早应用的领域,也是应用较广泛的领域。例如数学、化学、原子能、天文学、地球物理学、生物学等基础科学的研究,以及航天飞行、飞机设计、桥梁设计、水力发电、地质探矿等方面的大量计算都要用到计算机。

利用计算机进行数值计算,不仅减轻了大量烦琐的计算工作量,更重要的是以往一些无法解决、无法及时解决或无法精确解决的问题都可以得到圆满解决。例如,大范围的日气象预报,要用手摇计算机进行计算,需要几个星期,等算出结果来“预报”已经成了历史。但若采用计算机进行计算,则只要不到十分钟就能得出结果,日预报可圆满解决。又如工程设计,一些大的工程投资很大,周期很长,因此设计方案的选择十分关键。如果方案选择的好,就能节约大量投资,否则将造成极大浪费。为了选择一个理想的方案,往往需要详细地计算几十个乃至几百个方案。然后从中选优。这些计算工作量都十分庞大,如无计算机的帮助,很难选出最佳方案。

二、自动控制

在体积上,价廉可靠的微型计算机出现后,自动控制就进入以计算机为主要控制设备的新阶段。据统计,目前国外大约有 7% 的微型计算机用于生产过程的自动控制。应用于冶金、化工、电力、交通、机械、军事等部门。

三、测量和测试

据统计,计算机在测量和测试领域中的应用所占的比例也相当大,大约占 10%。在这个领域中,计算机主要起两个作用:一、对测量设备本身进行控制;二、采集数据并进行处理。自从微型计算机出现后,由于它物美价廉、小巧玲珑,非常适于控制和测试领域的需要。各种自动测量、测试系统如雨后春笋应运而生,而且正向着智能化方向迅速发展。

四、信息处理

计算机发展初期,它仅用于数值计算,所以叫计算机。但后来其应用范围逐渐发展到非数值计算领域,可以用来处理文字、表格、图象、声音等信息。计算机在信息处理方面应用十分广泛,用于这方面的计算机也最多。有人估计超过计算机总数的 70%。因此,若把计算机叫做信息机更符其实。计算机在信息处理方面的应用举不胜举。常见的如人口统计、工资管理、仓库库存管理、银行业务、预订飞机票、销售出纳、图书检索、编辑排版、卫星图象分析等都可用计算机进行处理。

五、计算机辅助系统

它包括计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助教学等。这是近年来发展十分迅速

的一个应用领域。

计算机辅助设计,简称CAD(Computer Aided Design)。是用计算机辅助人们进行设计工作,如设计飞机、房屋、服装、集成电路等。近年来还发展了“计算机辅助制造”,简称CAM(Computer Aided Manufacture)。利用CAD和CAM可以实现无图纸加工。如生产一机械零件,可以用CAD系统进行设计,并产生一加工控制程序,再将这套加工控制程序送到数控机床,控制机床自动按设计要求加工出合格零件。在程序控制下加工的过程就叫CAM。

计算机辅助教学,简称CAI(Computer Aided Instruction),是利用计算机来辅助进行教学。CAI利用计算机处理文字、图象、声音等的辅助教师编制教学软件;向学生讲解课程内容;给学生出作业题;考查学生的学习效果;分析学生学习状况等。我国已经开展了CAI的研究和开发,这方面的商品化软件已经推出了一些,其发展前景十分广阔。

六、人工智能

人工智能又称“智能模拟”,简单地说,就是要使计算机能模仿人的高级思维活动。人工智能的研究课题是多种多样的。诸如计算机学习、计算机证明、景物分析、模拟人的思维过程、机器人等等。

人工智能研究中,最有成就的要算“机器人”。目前世界上有数万台“工业机器人”在一些生产线上,或在恶劣环境下工作。其它,在文字识别、图象识别、景物分析以及语言理解等方面也取得了不少成就。人工智能的应用前景十分广阔。

§ 1.4 计算机中数的表示

一、数的表示法

在日常的生活与工作中,我们最常使用的记数方法是十进制记数法。十进制记数法是以若干个“0”——“9”中的数字排列起来表示一个数的。例如数

4 0 8 3

千 百 十 个

表示四千零八十三这个数。即

$$4803 = 4 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 3 \times 10^0$$

我们称3、8、0、4各位数所在位置为个位、十位、百位、千位。称个(10^0)、十(10^1)、百(10^2)、千(10^3)为十进制数从低到高各位所对应的权。一般说,一种数制所允许使用的数码称为数基。数基在数中的位置称为数位。每一数位为1时所具有的值称为该数位的权。而这种数制所使用的数基的个数称为这种数制的基(或基数)。十进制记数法的基是十,其数基是0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。一个n位十进制整数 $N(\alpha_{n-1}\alpha_{n-2}\cdots\alpha_0)$ 的值可由下式计算:

$$N = \alpha_{n-1} \times 10^{n-1} + \alpha_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + \alpha_1 \times 10^1 + \alpha_0 \times 10^0 = \sum_{i=0}^{n-1} \alpha_i \times 10^i$$

对于一个带小数的十进制数 $N(\alpha_{n-1}\alpha_{n-2}\cdots\alpha_0.\alpha_{-1}\alpha_{-2}\cdots\alpha_{-m})$ 则写成如下形式:

$$N = \alpha_{n-1} \times 10^{n-1} + \cdots + \alpha_1 \times 10^1 + \alpha_0 \times 10^0 + \alpha_{-1} \times 10^{-1} + \cdots + \alpha_{-m} \times 10^{-m} = \sum_{i=-m}^{n-1} \alpha_i \times 10^i$$

实际上,任何进制的数都可以写成这种形式,只要将十进制的基数10换成对应数制的基数R即可。

一个数可以用不同的数制表示,为了区分数制的不同,有必要给数加一数制标志符。通常

用‘D’代表十进制数,‘B’代表二进制数,‘O’代表八进制数,‘H’代表十六进制数。本书中,如果数的后面没有标志符,则是十进制数。

二、二进制数

在计算机内部采用的是二进制数,它用二进制数表示一切需要描述的信息,如数、字符、控制命令等。二进制的基数是2,数基是0和1。运算规则是逢二进一。因为二进制只能取0或1,这很容易用电子器件的两种状态(如低电平,高电平)来表示。加之二进制的运算规则简单($0+0=0, 0+1=1, 1+0=1, 1+1=10$)所以计算机采用了二进制数。

二进制数的权分别是: $1(2^0)$ 、 $2(2^1)$ 、 $4(2^2)$ 、 $8(2^3)$ 、 $16(2^4)$ 、 $32(2^5)$ 、 $64(2^6)$ 、 $128(2^7)$ 、 $256(2^8)$ 、 $512(2^9)$ 、 $1024(2^{10})$

利用二进制数的权,我们很容易将二进制数化成十进制数。所以二进制数的权大家应熟悉。其中 2^{10} 在计算机领域中称为 K, $2^{20}(1024 \times 1024)$ 称为 M(兆)。这两个符号经常使用。

使用二进制数表示数据时,有三个数据单位也是经常使用的。它们是:

位(bit): 也叫比特。一个二进制数位叫做1位或1比特。

字节(byte): 通常我们把八位二进制数叫做一字节。

字(word): 计算机处理信息时,一般是以一组二进制数码作单位进行处理的。这组二进制数码称为字(word)或机器字。每个字所占的位数叫做字长。不同的计算机其字长可能不一样。现在通用的个人计算机,其字长为8位、16位或32位。

三、八进制与十六进制数

计算机内部采用二进制数的优点是易于用硬件实现,但用二进制数表示同样一个数所用的数位要比别的进制长的多。人们很难记忆,所以计算机工作者又采用了八进制或十六进制数。这两种数制便于记忆,而且它们与二进制数之间的转换极易实现。

八进制数的基数是8,数基是0、1、2、3、4、5、6、7。八进制数的标志符为‘O’,计数方法为逢八进一。例如

$$\begin{aligned} 374O &= 3 \times 8^2 + 7 \times 8^1 + 4 \times 8^0 \\ &= 192 + 56 + 4 = 252D \end{aligned}$$

表示八进制数374等于十进制的252。

十六进制的基数是16,数基是0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。其中‘A’——‘F’这六个字母分别表示十进制的10——15。其标志符是H。例如

$$\begin{aligned} 1A6H &= 1 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 6 \times 16^0 \\ &= 256 + 160 + 6 = 422D \end{aligned}$$

四、不同数制之间的转换

计算机内部使用的是二进制数,但人们习惯用的是十进制数,或者八进制、十六进制数。因此当人们向计算机送数据时,就要将十进制、八进制或者十六进制数转换成二进制数。反之,当计算机需要把数据输出给人们看时,往往要将二进制数转换成十进制数、八进制数或十六进制数。下面介绍转换的方法。

1. 二进制数转换为十进制数

这种转换直接利用二进制的定义公式来做。如:

$$\begin{aligned} 10010101B &= 1 \times 2^7 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 \\ &= 128 + 16 + 4 + 1 = 149D \end{aligned}$$

2. 十进制数转换为二进制数

将十进制数转换为二进制数时,整数部分与小数部分分开处理,它们的转换办法不一样。

(1) 整数部分(除二取余法)

将十进制数用 2 除,记住其余数。再将所得的商用 2 除,记住余数。重复这一操作直到所得的商为 0 为止。然后将所得余数由后向前排列,由此形成的二进制数即为十进制数对应的二进制数。下面以十进制数 25 为例说明转换过程:

2	25			
2	12		余 1	最低位
2	6		余 0	
2	3		余 0	
2	1		余 1	
	0		余 1	最高位

所得二进制数是 11001,即

$$25D=11001B$$

这种方法的根据如下。如果 25 能用 n 位二进制数表示,则

$$25=a_{n-1} \times 2^{n-1} + \dots + a_1 \times 2^1 + a_0$$

两边用 2 除后,所得余数即为 a_0 ,而商是:

$$12=a_{n-1} \times 2^{n-1} + \dots + a_2 \times 2^1 + a_1$$

再用 2 除后,所得余数即是 a_1 。如此重复操作,就能依次得到 $a_2 \sim a_{n-1}$,也就得到了对应二进制数:

$$a_{n-1}a_{n-2} \dots a_1a_0$$

(2) 小数部分(乘 2 取整法)

将十进制数的小数部分乘 2,将整数部分记住。再将所得的积乘 2,记住整数部分。如此重复,直到所得的积为 0 或者精度符合要求为止。然后将所得整数部分在小数点后由前向后排列,即是所需的二进制数。下面以 0.625 为例说明转换过程。

	0.625
	$\times 2$
最高位...	1.250
	$\times 2$
	0.500
	$\times 2$
	1.000
最低位...	1.000

得 0.625 对应的二进制数 0.101。即

$$0.625D=0.101B$$

表 1.4-1

十六进制	二进制
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

3. 二进制数与十六进制数之间的转换

十六进制数的十六个数基可以用四位二进制数表示,如表 1.4-1。

(1) 二进制数转换为十六进制数

将二进制数的整数部分由低位到高位每四位划为一组。将其小数部分由高位到低位每四位划为一组,最后一组若不足四位,则用 0 补齐。然后将每组二进制数用十六进制的数基代替,即得到对应的十六进制数。如:

$$10110110B = 1011,0110B = B6H$$

$$0.011011B = 0.0110,1100B = 0.6CH$$

要将十六进制数转换为二进制数,只要将每位的十六进制数基用对应的四位二进制数代替即可。例如

$$A20CH = 1010,0010,0000,1100B$$

4. 二进制数与八进制数之间的转换

八进制数的数基 0~7 可以用二进制数 000—111 表示。二进制数转换成八进制数的方法与转换成十六进制数的方法类似,只是在分组时要三位二进制数一组。如:

$$10110110B = 10,110,110B = 266O$$

$$0.011011B = 0.011,011B = 0.33O$$

将八进制数转换成二进制数,只需将八进制数的数基用对应的三位二进制数代替即可。如:

$$374O = 011,111,100B = 11111100B$$

五、计算机中带符号数的表示

1. 机器数与真值

计算机只认识二进制数,对于带符号的数,其符号也必须用二进制数表示。对于带符号的数,通常将其最高位作符号位,1 代表负,0 代表正。其它各位仍表示数值。这种将符号数码化的数叫机器数,符号未数码化的数叫真值。

$$\text{真值 } +35 = +00100011 \quad \text{其机器数为 } 00100011$$

$$\text{真值 } -35 = -00100011 \quad \text{其机器数为 } 10100011$$

2. 原码

机器数就是真值的原码表示法。真值 x (整数)的原码可以作如下定义:

$$[x]_{\text{原}} = \begin{cases} x & 0 \leq x < 2^{n-1} \\ 2^{n-1} - x & -2^{n-1} < x \leq 0 \end{cases}$$

用原码表示一个带符号数(真值),如果原码是 n 位,则它所能表示的带符号数的绝对值小于 2^{n-1} 。正数的原码与真值一样,负数的原码其最高位置 1,数值部分取负数的绝对值。

对于真值 0,可以认为它是 $+0$ 或 -0 。

$$[+0]_{\text{原}} = 00 \dots 0$$

$$[-0]_{\text{原}} = 10 \dots 0$$

所以 0 的原码有两种表示法。

3. 补码

用原码来表示数,对于作乘除法比较方便,但作加减法时比较麻烦。如果采用补码表示法,则能将减法转换成加法,这就简化了计算过程。现在许多计算机中的运算器只有加法功能,减法也是通过加法完成的。

在介绍补码之前,先看一个例子。图 1.4-1 是一个钟的面盘,如果把指针按顺时针方向移动视为加,按逆时针方向移动视为减。设指针原来指向 2,现在若减 4,则指按逆时针方向移 4 格到 10。其实减 4 的效果也能用加 8 来实现。加 8 也能将指针移到 10。一般说,在这个钟面上减 N 可以用加 P 来实现,而 $P=12-N$ 。这里 12 叫作模(mod),而 P 叫作 $-N$ 的补码(以 12 为模)。钟面这种计数装置的特点是,其计数值不能超过 12,一满 12 又变成 0,12 就是这种计数装置的模。

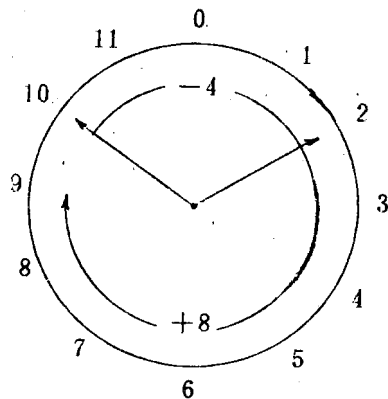


图 1.4-1 模的示意图

计算机中的计数装置也有上述特点,它所能处理的数据的位数是有限的,当数值超过其计数范围时也会变成 0。以 8 位二进制数的计数装置为例,它只能记录 8 位二进制数,当其中的数达到 $255=11111111B$ 时,若再加 1,它不是成为 256,而是成为 0。因为其最高位的进位丢掉了。

$$\begin{array}{r} 11111111 \\ + \quad 1 \\ \hline \end{array}$$

丢失 $\rightarrow 10000000$

对于 8 位二进制数来说, (256) 就是它的模。

一个 n 位的二进制记数装置,其模是 2^n 。 n 位二进制数 X 的补码的定义如下:

$$[x]_{\text{补}} = \begin{cases} x & 0 \leq x < 2^{n-1} \\ 2^n + x & -2^{n-1} < x \leq 0 \end{cases}$$

也就是说,数 x (真值) 的补码(以 2^n 为模)求法是:当 x 为正数时与真值一样,当 X 是负数时则将 2^n 减去 x 的绝对值。例如:

$$\begin{array}{rcl} x = -1010101B; & |x| = 01010101B \\ 2^8 = 100000000 \\ - & |x| = 01010101 \\ \hline \end{array}$$

$$2^8 + x = 10101011 \dots [x]_{\text{补}} (\text{mod } 2^8)$$

从上面求补码的过程可以看出 $[x]_{\text{补}} = 10101011B$ 与 $|x| = 01010101B$ 之间有一特殊关系, $[x]_{\text{补}}$ 等于 $|X|$ 各位(包括符号位)取反再加 1。这样我们就得到了一个求补码的简单的操作方法:

一个负数的补码等于其绝对值(将符号位置 0)取反加 1。

仍以 8 位二进制数为例,求 -1 的补码。先根据补码定义求补码:

$$[-1]_{\text{补}} = 2^8 - 1 = 11111111B$$

再按照绝对值取反加 1 的办法求补码, $|-1|=1$ 写成原码形式:

$$00000001$$

取反后为:

$$11111110$$

再加 1 得补码:

$$11111111B。$$

与按定义求得结果一样。

3. 反码

对原码除符号位外取反,就得到反码。反码的准确定义如下:

$$[x]_{\text{反}} = \begin{cases} x & 0 \leq x < 2^{n-1} \\ (2^n - 1) + x & -2^{n-1} < x \leq 0 \end{cases}$$

这就是说正数的反码等于原码,负数的反码则是将原码中除符号位之外的各位取反所得。

$$[-1]_{\text{反}} = [10000001\text{B}]_{\text{反}} = 11111110\text{B}$$

利用反码的定义,我们可以将求补码的过程表示为:

$$[X]_{\text{补}} = [x]_{\text{反}} + 1$$

即若要求 X 的补码,先求出它的反码再加 1。这与绝对值取反加 1 是一样的。例如

$$[-1]_{\text{补}} = [-1]_{\text{反}} + 1 = 11111110 + 1 = 11111111\text{B}$$

求 -78 的补码。

先将 -78 化成二进制数, $[-78]_{\text{原}} = 11001110\text{B}$ 。

$$\begin{aligned} [-78]_{\text{补}} &= [11001110\text{B}]_{\text{反}} + 1 \\ &= 10110001\text{B} + 1 = 10110010\text{B} \end{aligned}$$

六、计算机中数的定点与浮点表示

在计算机中,当一个数含有小数部分时,有定点与浮点两种表示法。任何一个二进制数 N 总可以表示成

$$N = 2^P \times S$$

其中 S 是二进制纯整数(不含小数部分)或纯小数(不含整数部分),叫作 N 的尾数。P 是一二进制整数叫作 N 的阶码,它决定了小数点在 N 中的位置。

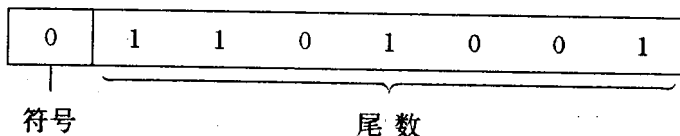
1. 数的定点表示

当阶码 P 固定时,称这种表示数的方法为定点表示法。用定点表示法表示数时,常常令 $P=0$,此时 $2^P=1$, $N=S$ 。这时 N 等于尾数。

若 $P=0$ 且尾数 S 是纯整数时,只能表示整数,即小数点固定在最低位之后,如

$$N_1 = +1101001\text{B}$$

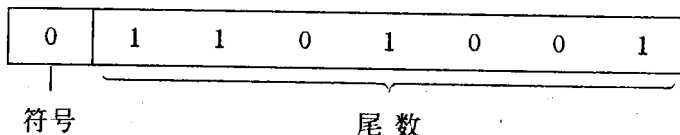
则 N_1 在机器中可表示为:



若 $P=0$ 且尾数 S 是纯小数时,只能表示小数,即小数点固定在符号位之后。如

$$N_2 = +0.1101001\text{B}$$

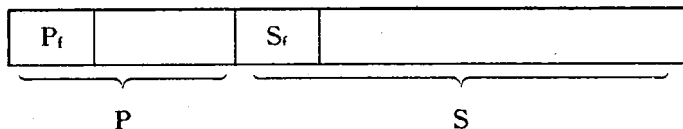
则 N_2 在机器中可表示为:



N_1 与 N_2 在机器中的表示方式一样,小数点的位置在何处则是由程序员预先约定的。如上例 N_1 我们将小数点定在最低位之后,而 N_2 则将小数点定在符号位之后。

2. 数的浮点表示

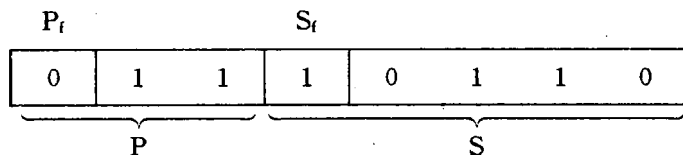
当阶码 P 不固定时,称这种表示数的方法为浮点表示法。用浮点表示法表示的数在计算机中可表示为如下形式:



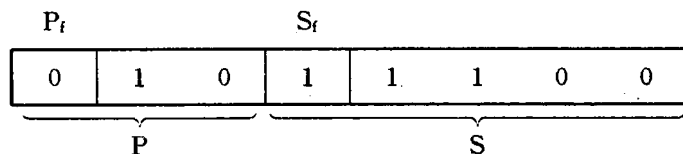
其中阶码 P 是带符号二进制整数,尾数 S 是带符号二进制纯整数或小数。 P_f 是阶码 P 的符号位, S_f 是尾数 S 的符号位。

为了在运算过程中尽可能保留较多的有效数字位,要求用浮点表示的数必须规格化,即必须使尾数的最高位为 1。如果尾数的最高位不为 1,可将尾数左移,直至最高位为 1,每左移一位,阶码减 1,尾数最后位补 0。

例如,下面是一未经规格化的二进制数 $N = -2^{11B} \times 0110B$,其在机器中的形式如下:



经过规格化后为



即 $N = -2^{10B} \times 1100B$ 。

上例中,如果尾数是纯小数,如 $N = -2^{11B} \times 0.0110B$,则其在机器中的形式及规格化后的形式均与上例一样,只是小数点要定在 S_f 的后面。

§ 1.5 计算机的硬件

一、计算机的结构——冯·诺依曼体系

计算机是模仿人脑的工作方式而设计的,因此在介绍计算机的硬件组成之前,我们先来剖析一下人是通过运算工具(如算盘)来进行计算的。假设已知 a 、 b 、 c 三个数,要求按照下式求出 y 的值:

$$y = (a + b) \times c$$

人们在拿到这个题目后,经过分析,在脑海中形成如下的操作步骤:

- (1) $a \rightarrow$ 算盘。 将运算数送到算盘上。
- (2) (算盘) $+ b \rightarrow$ 算盘。 将数 b 送到算盘与原在算盘上的数 a 相加,结果仍存在算盘上。
- (3) (算盘) $\times c \rightarrow$ 算盘。 将数 c 送到算盘与算盘上 $a + b$ 的得数相乘。结果仍存在算盘上。
- (4) (算盘) $\rightarrow$ 纸。 将算盘上算得的结果写到纸上。

上述每一步操作都是一个简单的动作。我们可以称其为指令。而上述四条指令顺序执行完毕就可以完成一个较复杂的运算。这四条指令放在一起就叫程序。我们在设计计算机时,首

先就要设计一套指令系统,其中的指令都是一些最简单、最基本的操作。而由这些指令构成的程序却可以完成各种各样非常复杂的任务。我们设计的计算机就是要能自动地按照程序的指示去完成一条条指令。

从上述分析还可以看出,人在进行上面的设计时,还需要一些设备:一支笔、一张纸、一个算盘还要加上人的手和脑。如果没有这些设备,指令是无法执行的。若将这些设备按功能分类,可分为四种:

(1)存储器。用来保存原始数据和程序的设备。如纸和脑就是这种设备。它们用来记忆、保存参于运算的数据 a 、 b 、 c 及运算结果 y ,也保存程序。

(2)运算器。用来进行算术运算,如算盘就是这种设备。

(3)控制器。按照程序的规定,逐条取出指令分析,并按指令的要求指挥有关部件完成指令规定的操作。在人工计算时,人脑就是控制器。

(4)输入、输出设备。将原始数据与程序送入存储器或将计算结果显示出来。在人工计算时,手就是这种输入、输出设备。

目前世界上运行的计算机,都是按照上述设想设计的,这一设想的核心就是存储程序和程序控制。首先提出这一思想的是著名计算机科学家冯·诺依曼。人们将按这一思想设计的计算机称为冯·诺依曼型计算机,或称冯·诺依曼体系结构。冯·诺依曼型计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备构成。其结构如图 1.5—1 所示。图中实线表示数据传输路径,虚线表示控制信息传输路径。

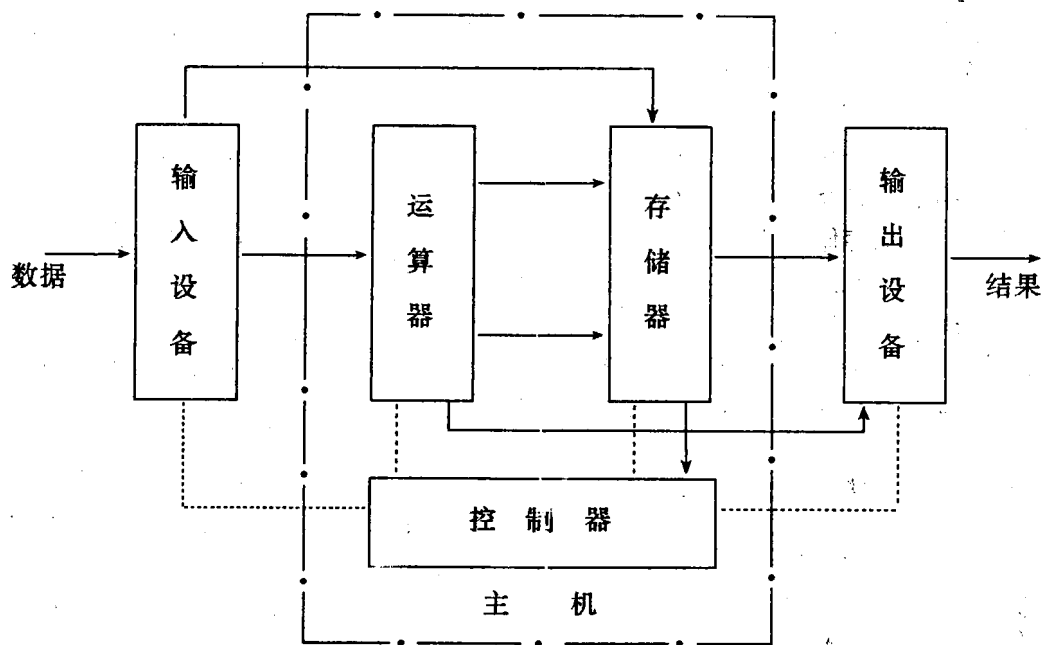


图 1.5—1 冯·诺依曼型计算机结构

在微型计算机中,通常将运算器与控制器集成在一个芯片中。运算器和控制器合在一起叫做中央处理器(Central Processing Unit),简称 CPU。现代微型计算机的结构一般如图 1.5—2 所示。

图中 I/O 接口即输入/输出接口。输入、输出设备与计算机的信息交换都必须通过 I/O 接