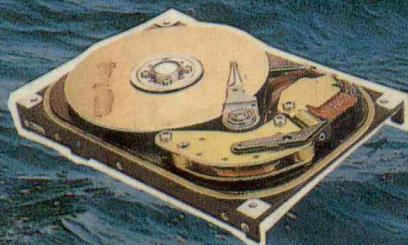
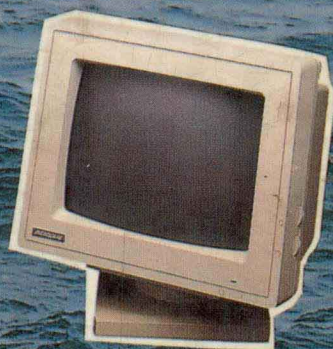


磁盘操作系统教程

DOS3.30~5.0

李云恭 编著

熊可宜 审校



海洋出版社

北京希望电脑公司磁盘系统技术丛书

DOS 3.30~5.0 磁盘操作系统教程

李云恭
熊可宜

编著
审校

海洋出版社
1993·北京

内 容 简 介

本书详细介绍了目前微计算机领域中用得最广泛的单用户磁盘操作系统。该书将 DOS 3.30 和 DOS 5.0 融为一体, 以大量实例详细描述 DOS 3.3~DOS 5.0 中的各种功能和命令。此外, 本书还汇集了作者几十年从事计算机维护、科研和教学实践中一些经验和技巧, 具有一定的参考价值。本书内容丰富、翔实, 叙述通俗易懂, 重点突出, 既可作为广大微计算机用户的参考书, 又可作为微机应用培训和计算机应用专业的教材。

需要本书的用户, 可直接与北京 8721 信箱联系, 邮码 100080, 电话 2562329

京新登字 087 号

北京希望电脑公司磁盘操作系统技术丛书
DOS 3.30~DOS 5.0 磁盘操作系统教程

李云恭 编著
熊可宜 审校

*

海洋出版社出版 (北京市复兴门外大街 1 号)

海洋出版社发行 施园印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张: 21.25 字数: 472 千字

1993 年 3 月第一版 1993 年 3 月第一次印刷

印数: 1-5000

*

ISBN7-5027-3192-x/TP·166 定价: 17.00 元

前 言

DOS 3.30 是目前微机领域中应用最为广泛的单用户磁盘操作系统，而 DOS 5.0 是 Microsoft 推出的最新 DOS 版本，它对原 DOS 的许多命令都进行了功能扩展，而且新增加了一批全新的功能软件，如：磁盘和文件的恢复、内存管理、全屏幕编辑、DOSKEY、图形 DOS、QBasic、DOSSHELL 等，这些新增加的功能深受广大用户欢迎。DOS 5.0 功能强，占用基本内存小，使用更方便且效率高。本书将 DOS 3.30 和 DOS 5.0 功能融为一体，以大量的实例详细地描述了从 DOS3.30~DOS 5.0 中的各种功能和命令。

在微机应用教学实践中，许多用户反映 DOS 的各版本用户手册一般都不易看懂，且实例较少；一些英文基础较差的用户对 DOS 命令运行期间屏幕显示出的大量英文提示信息、错误信息看不懂，这就影响了 DOS 操作系统的学习和对 DOS 的各种功能的命令、功能的掌握。本教程尽量以通俗的语言，众多的实例详细地描述了 DOS 的各种功能和命令，并提取了每个命令在使用中可能出现的提示信息、错误信息并加以解释，以供读者参考。对 DOS 的所有功能和命令，并不都是凡凡而谈，重点突出了最为重要的常用的 DOS 命令和功能。

本教程不仅包含 DOS 操作系统的内容，且将作者几十年从事计算机维护、科研和教学实践中的一些经验和用机技巧都融进了全书各章节中。本书可作为微机应用培训和计算机应用专业教材，也可为广大微机用户的参考书。

在本书的编写过程中，得到了秦人华同志的大力支持和协助，左毅同志对本书的编排提出了宝贵的建议，在此表示衷心的感谢。同时还要感谢石油特探职工大学的陈彭彤、戴淑华、陈士勋、李红等同志，他们在本书的编写、录入过程中都作了许多工作。

由于水平所限，虽尽了最大努力，但仍可能存在一些不当之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 计算机原理简介	1
1.1 计算机的发展	1
1.2 计算机的基本结构	2
1.3 计算机的软件: SOFTWARE	6
1.4 计算机的数制	7
第二章 磁盘及磁盘文件管理	12
2.1 磁盘类型及磁盘的物理地址和逻辑地址	12
2.2 文件说明	17
2.3 磁盘文件管理	20
第三章 DOS 启动及键盘使用	28
3.1 DOS 启动	28
3.2 键盘使用	30
第四章 树型目录结构及有关命令	34
4.1 树型目录结构的引入	34
4.2 树型目录结构的组织	35
4.3 目录结构有关命令	36
第五章 DOS 常用命令	52
5.0 序言	52
5.1 格式化命令: FORMAT	53
5.2 文件复制命令: COPY	60
5.3 比较文件命令: COMP	67
5.4 整盘软盘复制命令: DISKCOPY	71
5.5 整盘软盘比较命令: DISKCOMP	76
5.6 文件备份命令: BACKUP	81
5.7 重存命令: RESTORE	89
5.8 XCOPY 命令	98
5.9 删除文件命令: DEL(ERASE)	106
5.10 显示文件内容命令: TYPE	108
5.11 文件换名命令: REN(AME)	109
5.12 检查磁盘命令: CHKDSK	111
5.13 文件属性命令: ATTRIB	116
5.14 操作方式设置命令: MODE	119
5.15 系统传输命令: SYS	124
5.16 检索路径设置命令: PATH	126
5.17 文件替换命令: REPLACE	127
5.18 LOADHIGH(LH)命令	128
5.19 显示内存状况命令: MEM	129

5.20 文件恢复命令: UNDELETE	133
5.21 磁盘恢复命令: UNFORMAT	134
5.22 MIRROR 命令	136
5.23 删除旧版 DOS 命令: DELOLDOS	138
5.24 SETVER 命令	139
5.25 LOADFIX 命令	141
5.26 压缩文件展开命令: EXPAND	141
5.27 EMM386 命令	142
5.28 HELP 命令及 / ? 控制开关	143
5.29 宏定义命令: DOSKEY	144
5.30 图形 DOS 启动命令: DOSSHELL	144
5.31 全屏幕编辑器启动命令: EDIT	145
5.32 快速 BASIC 启动命令: QBASIC	146
5.33 其它几个常用的外部命令简介	146
5.34 其它几个常用的内部命令简介	153
附录 1: 上机实习题	157
附录 2: DOS 命令一览表	160
第六章 批处理文件	169
6.1 批处理文件的建立	169
6.2 批处理文件的执行	170
6.3 带有可更换参量的批处理文件	171
6.4 用于控制批处理文件的执行的子命令	173
第七章 硬盘系统安装	181
7.0 序言	181
7.1 硬盘低级格式化	181
7.2 硬盘分区: FDISK	182
7.3 安装 DOS 3.30 操作系统	192
7.4 安装 MS-DOS5.0	192
第八章 系统配置	204
8.0 序言	204
8.1 建立 CONFIG.SYS 系统配置文件	204
8.2 可用于 CONFIG.SYS 中的系统配置命令	205
附录 系统配置命令汇总表	224
第九章 行编辑 EDLIN 和全屏幕编辑 EDIT	226
9.1 行编辑: EDLIN	226
附录 EDLIN 命令一览表	241
9.2 全屏幕编辑器: EDIT	242
第十章 DEBUG 调试程序	252
10.0 引言	252

10.1	DEBUG 程序的启动	252
10.2	DEBUG 命令	253
	DEBUG 命令一览表	279
第十一章	几点用机技巧	281
11.1	防止硬盘被格式化的方法	281
11.2	快速删除多级子目录的方法	284
11.3	设置可自由应用的实用软件	288
第十二章	DOS 5.0 新增加的功能	290
12.0	序言	290
12.1	DOS 5.0 的内存管理	291
12.2	磁盘和文件的恢复	295
12.3	DOS 宏命令和在线求助系统	299
12.4	DOS 5.0 的图形工作方式—图形 DOS	305
12.5	DOS 命令处理器和任务切换	315

第一章 计算机原理简介

本章简要介绍计算机的发展,计算机的基本构成以及在微机中用户经常要接触到的一些常识、概念。还要简要介绍在计算机中数的表示方法。这些基本知识在微机应用中都是必不可少的。

1.1 计算机的发展

自 1946 年诞生第一台电子数字计算机以来,在四十多年中,计算机技术得到了迅猛的发展。计算机应用已渗透到科学计算、宇航飞行、地质勘探、气象预报、工业自动控制等国家经济建设、国防建设的各个领域。尤其进入 80 年代以来,计算机被广泛普及到商业事物管理、数据采集和处理、情报文献检索、文字翻译、各种辅助设计以及办公自动化、通信网络等社会生活的各个方面。目前,随着计算机硬件价格的下降及各类应用软件的开发,一个普及和应用计算机特别是微机的浪潮正冲击着我国的各个企事业单位。实践已证明,微机的应用解放了生产力,产生了巨大的经济效益和社会效益。目前,微机已成为我们进行社会主义建设中一种不可缺少的得力工具。

四十多年中,计算机走过了从“电子管”时代、“晶体管”时代到“小规模集成电路”、“大规模集成电路”的发展道路。目前,计算机硬件正向“超大规模集成电路”、“超高速”方向发展。我国在 70 年代初自力更生研制出“小规模集成电路”大型百万次计算机—150 机。进入 80 年代,又相继研制出“银河”亿万次大型计算机。我国的计算机发展正逐步接近和赶上国际先进水平。

“大规模集成电路”、“超大规模集成电路”的出现,使计算机进一步向高速和小型化方向发展。在系统结构方面,进一步探求崭新的总体结构和机器语言,使新一代计算机具有思维、判断及推理能力,这被人们称之为“智能型”第五代计算机。

微处理机属于第四代计算机产品,它于 1941 年由美国 INTEL 公司采用 PMOS 工艺制造的 4 位微处理机 INTEL4004 而问世。4004 微处理机只能完成串行的十进制运算,使用机器语言和简单的汇编语言,它的诞生标志着计算机进入一个崭新的发展阶段。

随着半导体工艺技术的进一步发展,INTEL 公司在 1972 年推出了 8 位 CPU 芯片—8008。在 8008 的基础上,出现了第二代微处理机:如 INTEL 公司的 8080、Motorola 公司的 M6800、Zilog 公司的 Z-80 等。

1974 年 INTEL 公司推出了第三代微处理机:3000 位片式微处理机。这种微处理机采用积木式结构,用若干片位片外加配套的控制芯片组成位片式微处理机。在 70 年代后期,INTEL 公司又研制了第四代微处理机产品 8088、8086CPU 芯片。其它有代表性的产品如 Zilog 公司的 Z-8000、Motorola 公司的 M68000,这些都是 16 位的微处理机。如 80 年代我国大量引进的 IBM PC/XT,自行研制的长城 0520 等都是采用的 8088 CPU 芯片。这些 16 位的微处理机比 8 位微处理机运算速度快 5 倍左右。

80 年代以来, 微处理机走向系列化研制的发展道路, 继 8088、8086 之后, 又相继出现了 80186、80286、80386、80486 等寻址范围更大, 运算速度更快, 性能更完善的 16 位和 32 位 CPU 芯片。特别是进入 90 年代以来, 微型机的发展更是日新月异, 各种类型的微型机纷纷涌现, 如 AST286、386、486, COMPAQ286、386、486, 长城 286、386 等。目前, 微型机又在进一步向“网络”化、“智能”型方向发展。

1.2 计算机的基本结构

计算机的基本结构构成计算机的硬件(HARDWARE)。

无论是大型计算机, 小型计算机, 还是微机, 要完成基本的数据处理任务, 都必须有五大部分组成(如图 1.1 所示): 运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

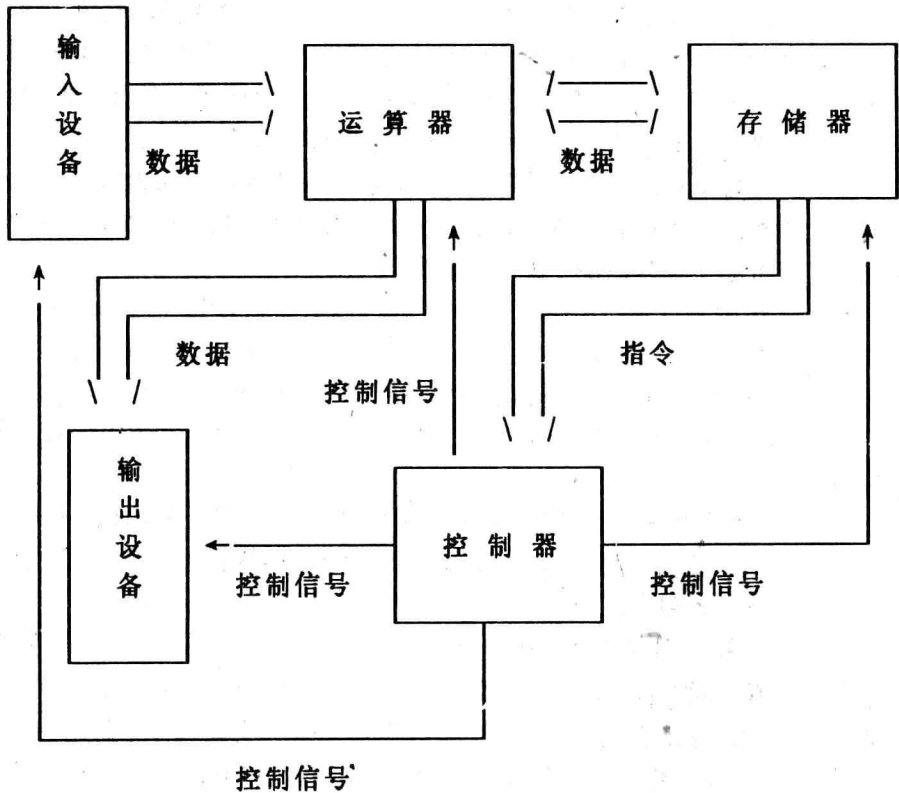


图 1.1 计算机基本结构

(1) 运算器

进行运算的部件, 它完成各种加、减、乘、除、乘方、开方等各种运算功能。

(2) 控制器

根据事先编制的命令组——即程序, 经由控制器的译码器译码, 产生各种控制信息,

使整个计算过程一步步地进行。

假定你要让计算机完成一个简单的加法运算，首先你要让计算机将参加运算的数从存储器中取出放在类加器中，然后你要让计算机执行一个加法运算，最后你还要将运算结果存回到存储器中。你可以预先将这些操作编制成命令组——即程序，这些命令组都是一些二进制的数，也叫机器码。它必须由控制器中的译码器翻译成各种操作的控制信息，计算机最终才能按照这些控制信息一步步地完成。计算机只认识这些二进制的机器码，不管你的程序是用汇编语言编写的，还是用 BASIC、FORTRAN、PASCAL、C 等各种高级语言编写的，都必须由相应的编译程序、解释程序翻译成计算机能够识别的二进制码——机器码。

运算器和控制器合在一起叫做中央处理机——CPU，这是计算机的核心部件。微型机通常使用的 CPU 芯片有 8088、80286、80386 和 80486。目前，许多厂家生产的微机都是以 CPU 的名称命名。例如，AST286、COMPAQ286 和长城 286 等 286 型微机都是使用的 80286CPU 芯片；而 AST386、COMPAQ386 和长城 386 等 386 型微机都是使用的 80386 CPU 芯片。8088 的主频一般为 4.77MHz，80286 的主频可达 16MHz，而 80386 的主频可高达 33MHz。CPU 主频高低决定微机的运算速度。

(3) 存储器

在计算机中，存储器用于存放原始数据、中间结果和为了使机器能自动进行运算而编制的各种命令(组)——即程序。存储器通常可分为内部存储器(简称内存)和外部存储器(简称外存)两种。内存相对于外存来说，存储容量小，但存取速度快。外存由于受机械速度等因素制约，存取速度慢，但存储容量大。外存常用的有磁盘、磁带等。

内存：

内存一般是指 RAM 存储器，RAM 由 Random Access Memory 三个英文单词的第一个字母组合而成，因而也叫做随机存取存储器。

内存是计算机的一个重要资源，它的存储速度和存储容量的大小是衡量计算机性能的一个重要指标，它能直接影响用户各种应用程序的运行。例如，汉字数据库管理系统 DBASE III 在只有 512KB 内存容量的微机中运行，经常会出现“内存容量不够”这样的错误信息。但如果将内存容量扩充到 640KB，就不再会出现类似的错误信息了。而像功能更强的汉字数据库管理系统 DBASE III PLUS 和 FOXBASE 在 512KB 和 512KB 以下内存容量的微机中根本无法运行。

内存容量以字节(BYTE)为基本的度量单位，1KB=1024 字节。内存中的一个单元可存放一个字节的数，一个字节实际是一个 8 位的二进制数。在计算机中，还有一个计算机的“字”(WORD)的概念，计算机的大小、性能不一样，计算机的“字”长也不一样，分别有 16 位、32 位、64 位、128 位等等。计算机的字长也是衡量计算机性能的一个重要指标，它基本上说明了一个计算机的数据处理精度。不管计算机的字长有多长，所有的数据在内存中存放时都是以字节为基本单位(数据在磁盘和磁带上也是以字节为单位)。例如，一个 32 位字长的二进制数，可分成四个字节，每个字节 8 位，分别存放在内存的四个单元里。

近几年大量涌现的各种型号的微机，如 AST286、386、486，COMPAQ286、386、486，长城 286、386 等等，都在逐渐扩大内存的容量。一般 286 型机基本配置的是 1MB

内存, 386 和 486 型机基本配置的是 2MB 或 4MB 内存。各种类型的微机一般都还给用户留有内存扩充的余地。这些高档微机虽然都配置了 1MB 以上比较大的内存, 这对于 UNIX 多用户操作系统没有问题, 它能直接管理和存取几 MB 的内存; 而 DOS 是单用户操作系统, 它能直接管理和存取的内存只有 640KB。对于 DOS 来说, 1MB 以上的内存它是如何管理和存取呢? 一般高档微机, 都专门配有各种实用软件, 用户可以安装其中的扩充内存管理软件 EMMS(Expanded Memory Manager System), 以内存分页的形式管理和存取 640KB 以上的那部分内存(扩充内存)。也可以安装其它实用软件, 如 FASTDISK, 将 1MB 以上的那部分内存仿真成一个 RAM DISK(RAM 盘), RAM 盘也叫做“虚盘”, 它是按照硬盘(Fixed disk)的地址管理方法管理内存, 它完全可以像硬盘那样供用户使用, 用户可在虚盘上存取文件。使用 RAM 盘可大大地提高一些较大应用程序的运行速度。由于虚盘安装在内存中, 它的存取速度是 ns 级的, 是电子的速度; 而用于大量存放用户文件的硬盘和软盘由于受机械速度的限制, 它们的存取速度是 ms 级的。虚盘的数据存取速度比软盘和硬盘快的多, 二者是无法比拟的。但虚盘与硬盘相比也有它的两点不足, 一是虚盘不能永久性地存储文件, 当系统切断电源后, 存储在虚盘中的所有文件都像内存中的数据一样, 将全部丢失, 而磁盘能永久性地存储文件。二是虚盘相对于硬盘来说容量较小。用户使用虚盘, 可在运行大型应用程序之前, 先将有关文件拷贝进虚盘, 待应用程序运行结束后, 再将结果和有关文件拷贝回硬盘。

在高档微型机中, 用户还可以使用 SuperSpool 实用软件将扩充内存的一部分做成一个假脱机打印缓冲区, 用户可将要送打印机打印的数据先送到该缓冲区中, 然后启动打印机打印。这样 CPU 可以脱开, 去处理其它的任务。

在计算机的内部, 除 RAM 外, 还有一种叫 ROM 的存储器, 叫做只读存储器。ROM 由下面三个英文单词的第一个字母组合而成:

Read
Only
Memory

在微机中, 将一些用于管理和诊断计算机的基本软件程序固化在这些只读存储器芯片中, 微机系统每次只能调用其中的程序, 而一般不能改变其中的内容。也就是说, 对于 ROM 来说, 一般用户只能读, 而不能写(当然使用专用的 ROM 写入器也可以写入)。在 ROM 中固化的程序, 一般的有基本输入输出系统 BIOS(Base Input Output System), 加电自检程序 POST(Power On Self Test)等等。BIOS 负责系统的基本输入输出管理; POST 在每次加电(或冷启动)时, 都对系统中配置的各部件的完善性进行检查, 发现问题便报以错误信息。用户每次加电启动系统时都可以从屏幕左上方看到“xxKB OK”, 这是系统正在对内存进行检查。当 POST 检查系统未发现任何问题时, 便开始启动 DOS。另外, ROM 中还放有 BASIC 程序。

在计算机中, 运算器和控制器合在一起称为 CPU, 运算器、控制器和内存三部分合在一起称为主机。

外存:

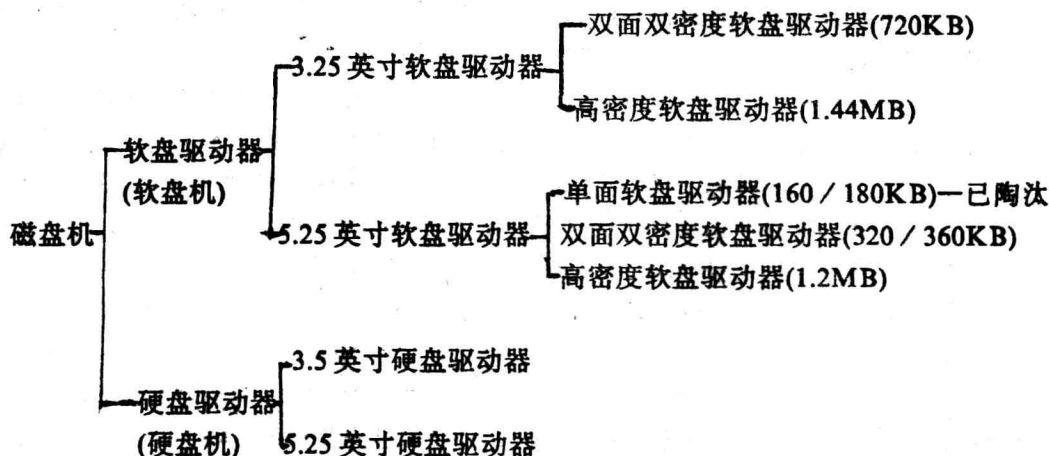
在计算机中, 外存一般指的是磁带机和磁盘机, 在微机中主要指的是软盘机和硬盘机, 也叫做软盘驱动器(简称“软驱”)和硬盘驱动器(简称“硬驱”)。在一些微机的英文资料

中，常遇到的像“Fixed Disk Drive”、“Hard Disk”、“floppy Disk Drive”、“floppy Diskette”等等专业术语，它们的含义是：

Fixed Disk Drive	—固定盘驱动器	—统指硬盘
Fixed Disk	—固定盘	
Hard Disk	—硬盘	
Hard Drive	—硬驱	
floppy Disk Drive	—软盘驱动器	—统指软盘或软盘驱动器
floppy Disk	—软盘	
floppy Diskette	—软盘	
Diskette	—软盘	

在微型计算机系统中配置的磁盘机包括软盘机和硬盘机，它们也都是微机系统中的重要部件。在微机发展的初期阶段尚未配置磁盘机，有个时期曾经利用盒式录音机作为外部数据存储设备，这种数据存储设备非常不可靠，且容量也很小。后来虽引入了软盘机，但只是单面的，存储容量比较小，很快就被双面的或高密度的软盘机所取代。硬盘机在微型计算机中的应用使微机的发展进入了一个崭新的阶段，它给用户带来了一个能够大量存储文件的外部数据存储设备。

下面以图表形式说明在微型计算机系统中的磁盘机配置分类情况。



由于微型计算机正逐步向功能强，处理速度快的方向发展，广大用户都迫切需要一个更大容量的硬盘来储存日益增多的数据资料。近几年涌现的各种型号的微机，所配置的硬盘容量越来越大。像一般的 286、386 型的微机配置的都是 40MB 以上的硬盘，有的配置了 100MB 或者 100MB 以上的硬盘，有些 486 型的微机甚至配置了 300MB 以上的硬盘。目前，在微型计算机中的硬盘配置方面正在向“可移动硬盘”和超大容量的光盘方向发展。

(4) 输入设备

输入设备用于输入原始数据和命令组(程序)。输入设备包括键盘、数字化桌、读卡机、纸带输入机等等。在微型计算机的基本配置中，输入设备主要是指键盘，用户用于指挥计算机进行各种数据处理的命令是通过键盘送入 CPU 的。微机中的键盘相当于大中型

计算机中的控制台。有些用户根据需要还可配置数字化桌这样的输入设备。

(5) 输出设备

输出设备用于输出计算的结果或中间过程，输出设备包括监视器、绘图仪、打印机等。输入设备和输出设备合在一起统称为计算机的外围设备。

以上简要描述了构成计算机的五大组成部分，这属于计算机的硬件(HARDWARE)。仅有硬件计算机任何事情也做不成，还需要配有用于控制计算机运行的相应的软件系统(SOFTWARE)。软件系统的配置直接关系到计算机应用的水平。

1.3 计算机的软件：SOFTWARE

为运行、管理和维修计算机所编制的各种程序的总合称为计算机的软件。计算机的软件分系统软件和应用软件两大类。

(1) 系统软件

系统软件包括机器语言、汇编语言和各种高级语言三种。

机器语言：

在计算机发展初期，人们用机器指令码(二进制码)编写程序，这称为机器语言。机器语言无明显特征，不好理解和记忆，也不便学习，编制程序时易出错。

汇编语言：

由于机器语言不好理解和记忆，不易掌握，因而利用机器语言编制程序易出错。人们利用助记符代替机器语言的操作码，用符号代替地址，这就是汇编语言。汇编语言的助记符是某些英文单词或单词缩写，因而较之使用机器语言方便多了。

由于汇编语言的语句与机器的指令一一对应，并涉及到计算机内部的各寄存器，用户使用汇编语言编写程序必须对机器指令系统和计算机内部结构十分熟悉，因而程序编制是一件十分庞大而又困难的工作。不同的机器有不同的指令系统，因而用汇编语言编写程序不能脱离具体的机器，且编写的程序不能在不同类型的机器上通用。

由于计算机只认识机器码，所以由汇编语言编写的程序在机器中还须经过翻译，变成用机器码表示的程序(称为目标程序。Object Program)计算机才能识别和执行。

高级语言：

普遍应用于微型计算机的高级语言有 BASIC(A)、FORTRAN、PASCAL、COBOL、C 语言等。这些高级语言克服了汇编语言的各种缺陷和不足，采用人机会话方式，易于学习和掌握，程序易于编制和调试。用高级语言编写的程序也必须翻译成用机器指令表示的目标程序才能执行，因而需各种解释程序(Interpreter)或编译程序(Compiler)。

综上所述，系统软件包括：

- 各种语言和它们的汇编或解释、编译程序。
- 机器的监控程序(Monitor)、调试程序(Debug)，故障检查和诊断程序。
- 程序库——机器中设置的各种标准子程序。
- 操作系统。

(2) 应用软件

用户利用计算机以及所提供的各种系统软件，编制的解决用户各种实际问题的程序称为应用软件。如：石油地质勘探资料处理过程中的各种数据处理模块，用 DBASE III 或

FOXBASE 编制的财物管理系统和人事档案管理系统等等。这些应用软件逐步标准化, 模块化, 逐步形成了解决各种典型问题的应用程序的组合, 这称为软件包。

1.4 计算机中的数制

人们在日常生活中经常接触的数据都是十进制的, 但在计算机领域中, 机器只认识二进制的数。在程序编制中, 普遍使用的是十六进制和八进制。因而, 要学习和掌握计算机必须熟悉这些新的数制。

(1) 二进制数

计算机只认识二进制的数, 因为数据在计算机中的存储和传输都是以器件的物理状态来表示的。一个具有两种不同的稳定状态且能互相转换的器件就可以用来表示一位二进制数。在电子线路中, 通常用电位高低来表示二进制数中的“1”和“0”这两种状态, 用高电位 5 伏代表“1”, 用低电位 0 伏代表“0”。在磁性介质中(如磁盘、磁带), 是根据每个小磁体只有两种磁场方向(N 极与 S 极磁场方向翻转), 一个方向为“1”, 另一个方向则表示“0”。计算机根据电位高低和磁场方向这两种状态识别数据, 因而只能识别仅具有两种不同数字符号的二进制数据。

一个二进制数, 具有下列两个基本特点:

- 具有两个不同的数字符号, 即 0 和 1
- 逢二进位

一个二进制的数可以按它的权(每位所表示的值)展开, 换算成十进制的数。

例如: 二进制数 111.11 可按它的权展开如下:

$$(111.11)_2 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (7.75)_{10}$$

一个任意二进制数可按下面公式展开换算成十进制数。

$$(B)_2 = B_n \times 2^{n-1} + \dots + B_2 \times 2^1 + B_1 \times 2^0 + B_{-1} \times 2^{-1} + B_{-2} \times 2^{-2} + B_{-m} \times 2^{-m}$$

其中 n 是从小数点算起该位所处的位数, B_n 是该位上的二进制数(0 或 1), m 是小数部分每位所处的位数。

根据该公式分析上例展开式中的每个加式:

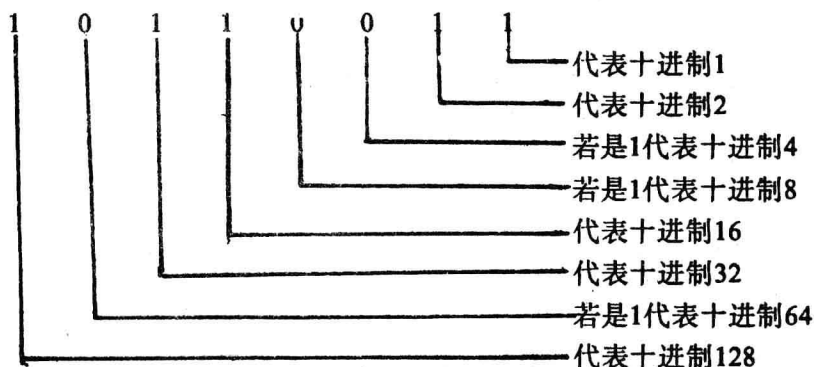
- 1×2^2 --- 这是(111.11)₂整数部分最高位, 即从小数点开始算起的第三位的展开式。由于该位是 1, 因而用 1 乘(该位是 0 便用 0 乘)。由于该位是从小数点开始算起的第三位, 因而指数等于该位所处的位数减 1 = 3 - 1 = 2。二进制的展开式, 底数全部用 2, 这样便得出该位的展开式为 1×2^2 。
- 1×2^1 --- 整数部分第 2 位展开式。该位是 1 便用 1 乘。该位处于第 2 位, 因而指数等于 2 - 1 = 1, 于是得出该位的展开式 1×2^1 。
- 1×2^0 --- 整数部分第 1 位的展开式。该位是 1 便用 1 乘。该位处于第 1 位, 因而指数等于 1 - 1 = 0, 于是得出该位的展开式 1×2^0 。
- 1×2^{-1} --- 小数部分第 1 位的展开式。该位上二进制数是 1, 便用 1 乘。指数是该位所处位数的负数, 于是得出该位的展开式 1×2^{-1} 。
- 1×2^{-2} --- 小数部分第 2 位的展开式。该位上的二进制数是 1, 便用 1 乘。指数是该位所处位数的负数, 于是得出该位的展开式 1×2^{-2} 。

按照二进制的展开公式,可很容易得出下面二进制的展开式:

$$(1011.01)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-2} = (11.25)_{10}$$

在该展开式中,由0乘任何数都等于0,因而已将是0的那些位省掉。

用户将来遇到的二进制数可能位数很多,如果每次都用这样的展开式换算成10进制数,就显得特别麻烦,现提供一种较为简便的方法。仔细分析所有的二进制数,可以发现一个规律,每一位的权(即所表示的值)都是它低一位的两倍。根据这一规律,我们会很快算出每位所表示的值,将每个有效位(该位是1认为有效,是0为无效)所表示的值加在一起便得出该二进制数展开换算得出的十进制格式。例如,将二进制数10110011换算成十进制数:



将每个有效位代表的值相加便得出二进制数10110011的十进制格式。

$$1+2+16+32+128 = (179)_{10}$$

(2) 十六进制数

数在机器中是用二进制表示的,但是一个二进制数书写起来太长,用户使用非常不方便,且容易出错,因而广大用户在程序编制中都是使用的十六进制的书写格式。

一个十六进制数的特点为:

- 具有十六个不同的数字符号,采用0~9和A~F。
- 逢十六进位。

由于十六进制数的每位的最大值F恰好是四位二进制数的最大值15,因而十六进制数与二进制数的对应关系是十六进制的一位对应二进制的四位。十六进制实际上是二进制的缩写格式,它书写方便且不易出错。

一个十六进制数,也可以模仿二进制的展开公式将其展开换算为十进制,只不过展开公式中的底数2换成16。例如:

$$(3AB.11)_{16} = 3 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 11 \times 16^0 + 1 \times 16^{-1} + 1 \times 16^{-2} = (939.0664)_{10}$$

① 十六进制数转换为二进制数 十六进制数与二进制之间的转换是十分简捷而又方便的。一个十六进制的数可将每位分别用四位二进制数写出来,然后连接起来,便是该十六进制数的二进制表示形式。例如:

3	A	B	1	1
↓	↓	↓	↓	↓
0011	1010	1011	0001	0001

$$\therefore (3AB.11)_{16} = (001110101011.00010001)_2 = (1110101011.00010001)_2$$

② 二进制数转换为十六进制 二进制数转换为十六进制数实际上是十六进制数转换成二进制的逆转换。从小数点开始向左右两边分组，每四位一组，不足四位的分别在它的前面(指整数部分)或后面(指小数部分)补 0。然后分别把每组的四位二进制数用相应的十六进制数写出，链接起来，即可得到该二进制数的十六进制表示形式。

例如：

$(1101010110011.100100111)_2$ 可转换为：

0001,1010,1011,0011.1001,0011,1000

↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	A	B	3	9	3	8

$$\therefore (1101010110011.100100111)_2 = (1AB3.938)_{16}$$

(3) 八进制数

一个八进制数的特点为

- 具有八个不同的数字符号
- 逢八进位

一个八进制数，也可以模仿二进制的展开公式，将其换算为十进制，只不过展开公式中的底数换成八。例如：

$$(567)_8 = 5 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 7 \times 8^0 = (375)_{10}$$

八进制与二进制之间的转换也是十分简捷然而又方便的，不过它与二制之间的对应关系是八进制的每位对应二进制的三位。转换方法与十六进制与二进制之间的转换相同，不再详述，仅举一例说明。

例：(567)₈ 可直接转换成二进制为：

5	6	7
↓	↓	↓
101	110	111

$$\therefore (567)_8 = (101110111)_2$$

(4) 十进制数转换成二进制

转换原理详见计算机原理一书，这里仅介绍转换方法。

① 十进制整数转换成二进制 十进制整数转换成二进制采用对十进制整数连续除以二取余数的方法。

例如：(215)₁₀ =

2	215	余数 = 1
2	107	余数 = 1
2	53	余数 = 1
2	26	余数 = 0

$$\begin{array}{rcl}
 2 \overline{) 13} & & \text{余数} = 1 \\
 2 \overline{) 6} & & \text{余数} = 0 \\
 2 \overline{) 3} & & \text{余数} = 1 \\
 2 \overline{) 1} & & \text{余数} = 1 \\
 0 \longrightarrow & &
 \end{array}$$

将十进制整数 215 连续除以 2 所得的余数，按从下往上的顺序写出，即是它的二进制格式。

$$\therefore (215)_{10} = (11010111)_2$$

② 十进制小数转换成二进制十进制小数转换成二进制采用对十进制小数连续乘以 2，选取进位整数的方法。

例如：

$$(0.6875)_{10} =$$

$$\begin{array}{rcl}
 0.6875 & & \\
 \times 2 & & \\
 \hline
 1.3750 & \text{整数} = 1 & \\
 0.3750 & & \\
 \times 2 & & \\
 \hline
 0.7500 & \text{整数} = 0 & \\
 \times 2 & & \\
 \hline
 1.5000 & \text{整数} = 1 & \\
 0.5000 & & \\
 \times 2 & & \\
 \hline
 1.0000 & \text{整数} = 1 & \\
 0.0000 & &
 \end{array}$$

将十进制小数 0.6875 连续乘以 2 每次所进位的整数，按从上往下的顺序写出，即是它的二进制格式。

$$\therefore (0.6875)_{10} = (0.1011)_2$$

如果十进制小数连续乘以 2 最后不能将小数乘尽，则按用户需要二进制小数的位数，或按精度进行取舍。

如果遇到的十进制数既有整数又有小数，则可分别将整数部分按整数的转换方法转换，小数部分按小数的转换方法转换，然后将两部分结果合并在一起。

总之，计算机中的数制有二进制、十六进制和八进制。机器只认识二进制，二进制码也叫做机器码。十六进制是用户编制程序时的一种书写格式，八进制一般不常用。在微机应用中，一般在数字的后面用特定字母表示该数的进制，例如：