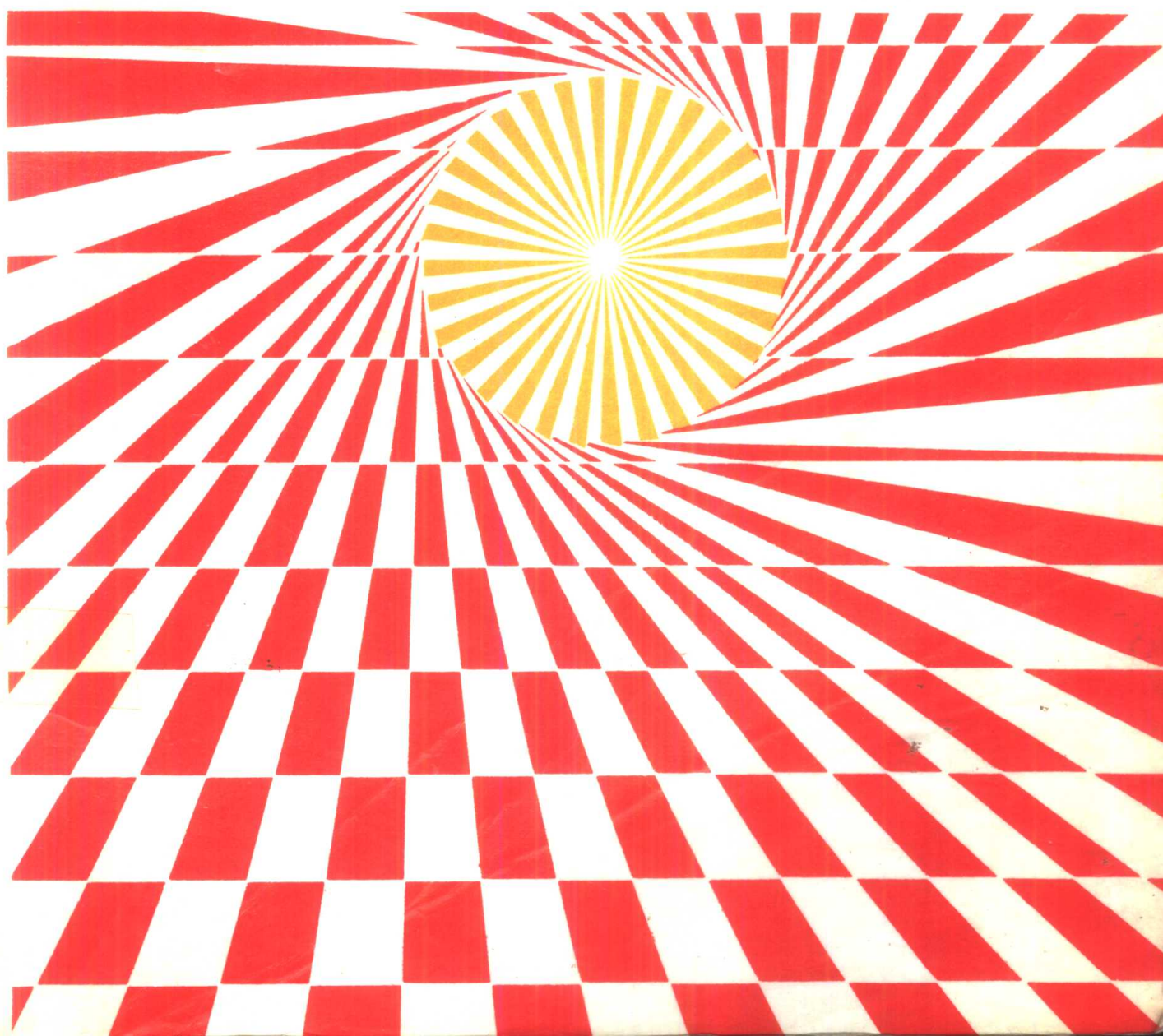


8086 到 80486 微型计算机 系统原理与接口

WEIXING JISUANJI
XITONG YUANLI
YU JIEKOU

曲伯涛 编著



8086 到 80486

微型计算机系统原理与接口

曲伯涛 编著

大连理工大学出版社

(辽)新登字 16 号

内 容 简 介

本书作为教材按照非计算机专业全国微型计算机等级考试(3级A)的大纲要求将8086~80486集于一书。主要讲述了8086/8088、80186、80286、80386、80486、8087、80287、80387系列微处理器、指令系统、汇编语言程序设计、存储器组织和I/O接口的编程方法,常用外设适配器(显示器、打印机、键盘、软硬盘、驱动器等)的工作原理与编程及其系统构成原理、体系结构,操作系统简介与汇编语言上机操作等。

本书抓住应用计算机在于接口这一关键,在突出8086~80486基本电路、存储器组织、外围电路和I/O接口,同时,详细列出ROM-BIOS中的打印机、键盘、显示器、软硬盘驱动器的中断功能调用表,PC-DOS 21H中断调用总汇,尽量做到软硬并举。

8086 到 80486

微型计算机系统原理与接口

Weixing Jisuanji Xitong Yuanli Yu Jiekou

曲伯涛 编著

* * *

大连理工大学出版社出版发行

(大连市凌水河)

(邮政编码:116024)

东北财经大学印刷厂印刷

* * *

开本:787×1092 1/16 印张:23.5 字数:568千字

1994年12月第1版 1994年12月第1次印刷

印数:1—2000册

* * *

责任编辑:刘晓晶 责任校对:邓玉萍

封面设计:孙宝福

* * *

ISBN 7-5611-0985-7

TP·75

定价:18.00元

前 言

当今社会,微型计算机应用在各行各业得以迅猛发展。我国目前拥有的 IBM-PC 系列机的数量比任何一个机种都多,为了掌握其工作原理,本书在选材上尽量反映当前的最新技术,也注意到既有普及性又有提高的内容。

根据全国非计算机专业等级(3 级 A)考试大纲的要求和国家教委工科计算机基础课程规定的精神,本书全面系统地介绍了微型计算机系统等有关内容和概念。以达到在硬件上能够组成微型计算机;软件上能够编程应用和系统开发的目的。因此,除了讲授微型计算机原理、系统组成与接口外,还讲述了计算机操作使用、DOS 2.0~DOS 6.2 的操作命令和汇编语言程序上机汇编等,在内容安排上尽量作到软硬件并重。

本书以类比的方法由主要讲述 8086/8088 微型计算机原理,拓宽到 8086,80286,80386,80486。这样使学生对微型计算机的开发应用,达到一定的延续性和相对持久性。有利于学生适应不同的工作环境的培养。

为了便于全国非计算机专业等级(3 级 A)考试的学习与复习,本书除了备有习题与思考题(基本包括三级 A 考试内容)外,还克服了先学 8086/8088 微型计算机原理,然后再学 80186~80486 微型计算机原理、微机系统与接口技术,上机操作使用等等。把这些分门别类的课程集于一书,有利于应试者全面学习与查找软硬件的知识和上机操作等内容。这样避免应试者要用过长时间(几个学期)去学多门课程,或要用较多时间去翻阅大量书籍,才能达到的等级(3 级 A)考试大纲的要求,起到事半功倍的作用。

本书曾是大连理工大学非计算机专业的研究生教材。用作本科生教材时,教员根据不同教学要求,讲课内容可以适当删减。

书中叙述了 i86 系列计算机,其系统性强,内容丰富、重点突出、语言简洁,主要是面向非计算机专业的读者,由于加入了一些入门知识,除适应电类专业外,非电类专业也可使用。同时,也可作为全国非计算机专业等级(3 级 A)考试应试者参考用书及计算机科技工作者开发参考用书。

本书在编写过程中,王众论教授,王一良教授提出很多宝贵意见,特此表示感谢。由于本人水平有限,难免存在错误和缺点,敬请读者批评指正。

编者

1994 年 10 月于大连

05363/07

目 录

第一章 计算机基础知识	(1)
§ 1-1 计算机中数的表示	(2)
一、进位计数制	(2)
二、计算机为什么要使用二进制	(3)
三、数制间的转换	(3)
四、二进制编码	(5)
五、带符号数的表示法	(7)
六、二进制数运算溢出判断	(9)
七、计算机中定、浮点数	(9)
§ 1-2 微型计算机结构概述	(11)
一、一般的计算机结构框图	(11)
二、微处理器(Microprocessor)	(11)
三、微型计算机	(11)
四、微型计算机系统	(14)
五、IBM-PC 机基本配置	(14)
六、单板机	(18)
七、单片机	(18)
八、微机结构的特点——总线技术	(18)
§ 1-3 计算机演变过程	(18)
一、软件概念	(18)
二、硬件概念	(20)
§ 1-4 一个模型机简单程序执行过程	(21)
第二章 高档微处理器及基本电路	(24)
§ 2-1 高档微处理器结构	(24)
一、算术逻辑部件 ALU(运算器)	(24)
二、寄存器组	(25)
三、预取指令队列缓冲器	(26)
四、地址形成部件	(26)
五、控制部件(控制器)	(26)
§ 2-2 INTEL 8086/8088 微处理器	(27)
一、8086 的结构特点	(27)
二、存储器分段与实际地址形成	(30)
三、8086CPU 引脚信号	(30)
四、8086 与 8088 比较	(33)
§ 2-3 INTEL 8086/8088 中的时序、时钟发生电路与等待控制电路	(33)
一、时序	(33)

二、8284 A 时钟发生器/驱动器的作用和连线	(36)
三、等待控制电路	(37)
§ 2-4 8086/8088 基本工作电路	(39)
一、地址锁存器	(39)
二、数据总线发/收驱动器	(39)
三、8086/8088 最小组态(模式)工作电路	(40)
四、8086/8088 最大组态(模式)工作电路	(41)
五、8288 总线控制器	(42)
六、8289 总线仲裁器	(43)
七、8086/8088 CPU 基本电路	(45)
§ 2-5 INTEL 80186/80188 CPU 及基本电路	(48)
一、80186/80188 CPU	(48)
二、芯片引脚功能	(48)
三、80186/80188 基本电路	(52)
§ 2-6 INTEL 80286 CPU 及基本电路	(52)
一、功能结构	(52)
二、80286 的编程结构	(53)
三、INTEL 80286 引脚	(55)
四、80286 存储器的实地址方式	(58)
五、80286 存储器的保护虚地址方式	(58)
六、80286 CPU 基本电路	(61)
§ 2-7 INTEL 80386 CPU 及基本电路	(63)
一、80386 的宏结构	(63)
二、寄存器结构	(64)
三、80386 的引出脚	(70)
四、80386 存储器实地址方式	(72)
五、80386 存储器保护虚地址方式	(72)
六、80386 基本电路	(73)
§ 2-8 第二代 32 位微处理器 INTEL 80486	(74)
一、80486 概念结构	(74)
二、80486 内部构造	(76)
三、80486 的信号引线	(79)
四、80486 多处理机基本结构	(80)
§ 2-9 多总线 MULTIBUS	(81)
第三章 指令系统	(83)
§ 3-1 8086/8088 的寻址方式	(83)
一、8086/8088 的指令格式	(83)
二、8086/8088 寻址方式	(85)
§ 3-2 8086/8088 指令系统	(89)

一、数据传送指令	(89)
二、算术运算指令	(92)
三、逻辑指令	(96)
四、移位/循环指令	(97)
五、迭代(重复)控制指令	(98)
六、控制转移指令	(98)
七、中断指令	(100)
八、同步指令	(100)
九、标志指令	(100)
十、重复前缀指令	(101)
十一、基本串指令	(101)
§ 3-3 80186 指令集	(103)
§ 3-4 80286 指令集	(104)
§ 3-5 80386 指令集	(107)
一、新增加的指令	(107)
二、新增加的特权指令	(109)
三、一个操作数虚拟寻址过程	(110)
四、数据类型	(110)
§ 3-6 808486 指令与 80386 指令差异	(111)
第四章 汇编语言程序设计	(113)
§ 4-1 8086 汇编语言的基本语法	(113)
一、一个汇编语言源程序实例	(113)
二、汇编语言基本语法	(115)
§ 4-2 汇编语言程序设计	(123)
一、汇编语言程序设计的基本步骤	(123)
二、程序的基本结构形式	(124)
三、子程序	(128)
§ 4-3 汇编语言程序设计举例	(131)
第五章 半导体存储器	(146)
§ 5-1 半导体存储器概述	(146)
一、半导体存储器技术指标	(146)
二、半导体存储器分类	(146)
三、存储器的组成	(147)
§ 5-2 随机存取存储器 RAM	(148)
一、静态随机存取存储器	(148)
二、动态随机存取存储器	(149)
§ 5-3 只读存储器 ROM	(152)
一、可擦去可再编程的只读存储器(EPROM)	(152)
二、电擦写可编程只读存储器(E ² PROM)	(155)

§ 5-4 存储器组成与扩展	(157)
一、数据总线	(157)
二、地址总线	(157)
三、CPU 时序和存储器的存取速度之间配合	(158)
四、控制信号线	(158)
§ 5-5 IBM-PC/XT 存储器系统	(158)
一、系统 ROM 电路	(159)
二、256K 字节 RAM 存储器系统	(159)
三、地址译码、选通信号产生及刷新控制电路	(162)
§ 5-6 8086、80286 16 位存储器系统简介	(164)
一、基本存储器结构	(164)
二、存储器的选通信号	(164)
三、ROM(只读存储器)	(164)
四、RAM(随机存储器)	(165)
§ 5-7 80386 存储器	(168)
一、常规存储器接口技术	(168)
二、ROM、EPROM 的连接	(168)
三、386 和 DRAM 的连接	(170)
§ 5-8 80486 存储器组织	(172)
一、DRAM 主存储器	(173)
二、二级高速缓存	(174)
第六章 中断	(175)
§ 6-1 概述	(175)
一、中断和异常	(175)
二、中断源	(175)
三、中断过程	(176)
四、外部中断源的管理	(177)
§ 6-2 INTEL 8086 中断系统	(178)
一、INTEL 8086 中断	(178)
二、中断响应	(179)
三、8086 中断优先权	(182)
§ 6-3 高档微处理器中断	(182)
一、80186 中断	(182)
二、80286 中断	(182)
三、80386 中断	(182)
§ 6-4 可编程序中断控制器 8259A	(185)
一、8259A 的组成和引脚说明	(186)
二、8259A 编程	(187)
三、8259A 与 IBM-PC/XT 标准系统总线的连接	(193)

§ 6-5 中断调用	(193)
一、ROM-BIOS 的中断调用	(194)
二、PC-DOS 系统功能调用	(202)
第七章 I/O 接口与可编程芯片	(210)
§ 7-1 IBM-PC/XT I/O 口址分配与三种输入/输出方式	(210)
§ 7-2 可编程的输入输出接口 8255A	(212)
一、8255A 的结构	(212)
二、方式选择	(214)
三、方式 0 的功能	(215)
四、方式 1 的功能	(216)
五、方式 2 的功能	(218)
§ 7-3 IBM-PC 并行接口电路	(220)
一、键盘	(220)
二、扬声器	(223)
三、DIP 开关	(223)
四、RAM 奇偶校验信号控制	(224)
§ 7-4 8253 可编程计数器/定时器电路	(224)
一、8253 的结构	(224)
二、8253 的控制字	(226)
三、8253 工作方式	(226)
四、8253 的读写操作	(228)
五、IBM-PC 定时器/计数器电路	(228)
§ 7-5 8237 可编程 DMA 控制器	(230)
一、概述	(230)
二、8237 引线端说明	(231)
三、8237 功能简介与初始化	(233)
四、DMA 操作	(236)
五、DMA 应用举例	(238)
§ 7-6 IBM-PC/XT 直接存储器存取电路	(239)
§ 7-7 串行异步通讯	(243)
一、串行通讯	(243)
二、RS-232-C 接口	(245)
三、串行通讯 BIOS 功能调用	(246)
§ 7-8 INS8250 异步通信控制器接口电路	(248)
一、INS8250 简介	(248)
二、异步通信控制器的接口	(248)
三、异步通信控制器的编程	(249)
四、异步通信适配器的通信接口电路	(253)
五、IBM-PC/XT 多机通信举例	(255)

§ 7-9 80286 与 80287 的接口	(258)
§ 7-10 80386 与 80387 的接口	(261)
§ 7-11 A/D 转换、D/A 转换	(263)
一、概述	(263)
二、典型 A/D 转换芯片 0809	(264)
三、典型 D/A 转换芯片 DAC0832	(267)
第八章 外设接口技术	(271)
§ 8-1 CRT 显示器接口技术	(271)
一、CRT 显示器原理和配置	(271)
二、彩色显示器适配器	(273)
§ 8-2 打印机接口	(284)
§ 8-3 软盘接口技术	(286)
一、软盘控制器和驱动器	(286)
二、软盘控制的编程	(288)
§ 8-4 硬盘接口技术	(295)
一、硬盘概述	(295)
二、硬盘控制器	(295)
三、硬盘控制器的编程	(296)
第九章 操作系统简介与汇编语言程序上机	(303)
§ 9-1 操作系统简介	(303)
一、PC-DOS 操作系统简介	(303)
二、CCDOS 简介	(314)
§ 9-2 汇编语言程序上机过程	(317)
一、建立、修改汇编语言源程序文件	(318)
二、汇编	(320)
三、链接	(321)
四、调试	(321)
第十章 数值协处理器	(325)
§ 10-1 数值协处理器的操作	(325)
一、8087 协处理器 FPU	(326)
二、FPU 的主要寄存器及其功能	(327)
§ 10-2 数值协处理器的数据类型	(330)
§ 10-3 8087、80287、80387 指令集	(332)
一、8087 指令集	(332)
二、80287/80387 指令集	(336)
习题与思考题	(340)
附录 A 8086/8088 指令编码格式	(348)
附录 B 8086/8088 指令编码一览表	(355)
附录 C ASCII 码控制符号的定义	(364)
参考文献	(365)

第一章 计算机基础知识

电子计算机的产生和发展是 20 世纪的先进科学技术成果之一。早在 1946 年时出现了电子管式的计算机,随着科学技术的发展出现了晶体管,有了晶体管式计算机使计算机体积,功耗等大为降低。1958 年由美国得克萨斯公司首次研制成功单片集成电路,出现了中小型集成电路,进一步使计算机小型化。70 年代出现了大规模集成电路,使计算机微型化。

自 1946 年美国研制成第一台电子数值积分计算机 ENIAC 以来,计算机已经经历了几代的演变:

第一代:电子管式

第二代:晶体管式

第三代:集成电路(IC)式

第四代:大规模集成电路(LSI)式

现代科学技术的发展,使微电子工业得到突飞猛进的发展,各种大规模集成电路的出现,使微型机在很短的时间里就出现了新的微处理器,INTEL 公司 86 系列微处理器发展过程如图 1-1 所示。新的机种更新了旧的机种,使微型机由低档到中档发展到高档机,现在已由 16 位机(INTEL 公司 86 系列处理器 8086~80486)发展到 32 位机,在不久的将来会推出 64 位微型计算机。学习和掌握微型计算机主要应学习和掌握世界上流行的主要机种。对于 8 位机则以 Z-80、8080/8085、MC6800 三大机型为主。而对于 16 位和 32 位高档机则以 IBM 公司生产的机型 8086~80486 为主。由于 IBM 公司产品的优良性能及其雄厚实力,迫使许多个人计算机生产厂家走了与 IBM 公司产品兼容的道路,任何厂家生产的兼容机均不能 100%的兼容。国内外兼容方式大致可分为 4 种,现以 IBM-PC 机为例予以说明。

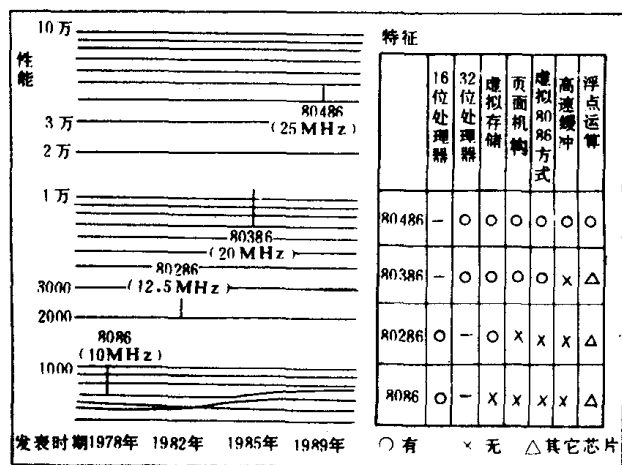


图 1-1 INTEL 公司 86 系列处理器 8086~80486

程如图 1-1 所示。新的机种更新了旧的机种,使微型机由低档到中档发展到高档机,现在已由 16 位机(INTEL 公司 86 系列处理器 8086~80486)发展到 32 位机,在不久的将来会推出 64 位微型计算机。学习和掌握微型计算机主要应学习和掌握世界上流行的主要机种。对于 8 位机则以 Z-80、8080/8085、MC6800 三大机型为主。而对于 16 位和 32 位高档机则以 IBM 公司生产的机型 8086~80486 为主。由于 IBM 公司产品的优良性能及其雄厚实力,

迫使许多个人计算机生产厂家走了与 IBM 公司产品兼容的道路,任何厂家生产的兼容机均不能 100%的兼容。国内外兼容方式大致可分为 4 种,现以 IBM-PC 机为例予以说明。

1. 工作兼容方式

这类兼容机在硬件和软件方面几乎与 IBM-PC 完全兼容,其特点是:①采用 INTEL8088 作为 CPU.②使用同样的扩充总线,可接 IBM-PC 的扩充接口电路板和外部设备。③使用与 IBM-PC 相同的键盘和显示器。④可使用 IBM-PC 的高级语言和绝大部分软件。⑤可对 IBM 磁盘(SSDD)和 (DSDD)进行读和写。主要有美国 Columbia Data 公司的 MPU 机、Sperry PC 机、Compag 机、Eagle PC 机等。

2. 功能兼容式

其特点是:①采用 8088/8086 作 CPU.②不能使用 IBM-PC 的扩充接口板或仅能使用其中小部分。③经过修改后可使用 IBM-PC 高级语言程序。④可对 IBM 磁盘进行读写。⑤键盘和显示器可能与 IBM-PC 不完全相同。这类兼容机有:Data General 公司的 Desktop 机、TI(德州仪器)公司的 PC 等。我国长城 0520 计算机也属于该类兼容机。

3. 数据兼容式

其特点是:①使用 8088/8086 微处理器作 CPU.②不能使用 IBM-PC 的扩充接口板。③键盘和显示器与 IBM-PC 不同。④不能使用 IBM-PC 的高级语言程序。⑤可对 IBM 磁盘(SSDD 或 DSDD)进行读与写,或者仅能读出数据。⑥可以改进为功能兼容式。其兼容机有:日立 PC、OlivettiM20、Eagle1600 和王安 PC 等。

4. MS-DOS 兼容式

其特点为:①采用 8088/8086 作 CPU.采用 MS-DOS 操作系统。②不能使用 IBM-PC 的高级语言程序。③不能使用 IBM-PC 的扩充接口板。④对 IBM 磁盘不能进行读写。⑤键盘和显示器与 IBM-PC 不同。这类兼容机有:ALTOS586、DEC Rainbow100、NEC 的 APC、Victor9000 等。

微型计算机适用于各种行业,它正广泛应用于科学研究、科学计算,自动控制系统,数据处理和加工,计算机辅助设计,逻辑加工,密码破译,计算机通讯,数据库管理,及广泛应用到国民经济和生活各个领域的。从宏观角度来看计算机的神通,是通过程序来实现的,从微观角度看计算机不过是把这些事物和现象变成了简单的算术运算和逻辑运算。要研究计算机算术运算和逻辑运算还必须研究计算机中数的表示。

§ 1-1 计算机中数的表示

一、进位计数制

1. 十进制

十进制是人们经常使用的一种数制,它有 10 个符号 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9,我们叫这些数字符号为数码。

一种数制基本特征是它的基数,基数是指数制中表示数值的数码个数。十进制有 10 个数码,所以它的基数为 10. 它的计数规则是“逢十进一”。数的表示法,一般采用位置记数法。每一个数码和数码所在的位置决定了该数的大小,即每一个数码的位置载有该数大小的一个特定数值,这个数值称为“权”。每个位置的“权”可以用基数的乘方表示。所以位数就是 10^0 (个), 10^1 (十), 10^2 (百),……。如 $(228)_{10}$ 用位置记数法表示如下:

$$\begin{aligned}(228)_{10} &= 2 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 8 \times 10^0 \\ &= 200 + 20 + 8\end{aligned}$$

任意一个十进制数用位置记数法表示为

$$N_{10} = a_{n-1} \times 10^{n-1} + a_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + a_1 \times 10^1 + a_0 \times 10^0$$

十进制小数的位权是以 10 的负次方幂表示的, 如 $10^{-1} = 0.1$, $10^{-2} = 0.01$ 等等。

所以有 n 位整数和 m 位小数十进制数用位置记数法表示为:

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

2. 二进制

它的数字符号为 0 和 1, 计数规则是逢二进一。

3. 八进制

它的数字符号为 0, 1, ..., 7, 计数规则是逢八进一。用 3 位二进制数表示 1 位八进制数。

4. 十六进制

它有 16 个数字符号用 0~9 和 A~F 来表示, 计数规则是逢十六进一。它用 4 位二进制数来表示 1 位十六进制的数。

各进制之间关系如表 1-1 所示。

表 1-1 二进制、八进制、十进制、十六进制数码对照表

十进制数	十六进制数	八进制数	二进制数	十进制数	十六进制数	八进制数	二进制数
0	0	0	0000	9	9	11	1001
1	1	1	0001	10	A	12	1010
2	2	2	0010	11	B	13	1011
3	3	3	0011	12	C	14	1100
4	4	4	0100	13	D	15	1101
5	5	5	0101	14	E	16	1110
6	6	6	0110	15	F	17	1111
7	7	7	0111	16	10	20	10000
8	8	10	1000				

二、计算机为什么要使用二进制

计算机主要是由能表示两个状态的双稳态电路组成, 即以二个状态的器件的物理状态来表示。如电位的高低、开关的通断、灯的亮暗、电流的有无等等。将这两个状态抽象为数字就可以用 0、1 来表示器件两个状态。也就是说计算机是用两个状态器件工作的, 所以计算机是在二进制基础上进行工作的。

人的习惯是使用十进制数, 但计算机的算术运算和逻辑运算却以二进制数进行运算。这样以来, 上机前人必须将十进制数转化成二进制数, 计算机用二进制数进行算术、逻辑运算后, 将结果送出来也是二进制数, 所以有必要再将二进制数转化为十进制数。

三、数制间的转换

1. 各种进制数转换成十进制数

将二进制、八进制、十六进制以及 r 进制数转换为十进制数是用位置记数法表达式求得

的,即用:

$$N_r = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i r^i$$

a_i —系数,取值范围 $0 \sim (r-1)$, i 标明系数 a_i 所在位置; r — r 进制的基数。

$$\begin{aligned} \text{例 1 } (1011)_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= (11)_{10} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{例 2 } (E5D7.A3)_{16} &= 14 \times 16^3 + 5 \times 16^2 + 13 \times 16^1 + 7 \times 16^0 \\ &\quad + 10 \times 16^{-1} + 3 \times 16^{-2} \\ &= (58839.63671875)_{10} \end{aligned}$$

2. 十进制数转换为其它进制数

(1) 十进制数转换为二进制数

十进制数可分为整数和小数两部分,转换时要分别进行,然后将结果合起来。

① 整数部分转换

用基数去除十进制整数得到余数 b^0 就是二进制数最低位,连续地除以基数 2 就得到一串余数,直到进行到商为 0 时止,得到 b_{n-1} 为二进制数的最高位。

例 将 $(41)_{10}$ 转换二进制数,其除法算式如下:

2	41	余 1...最低位 b^0
2	20	0...次低位 b^1
2	10	0...次低位 b^2
2	5	1...次低位 b^3
2	2	0...次低位 b^4
2	1	1...最高位 b^5
	0	

所以 $(41)_{10} = (101001)_2$

② 小数部分转换

将十进制小数转换二进制小数,是不断用基数 2 去乘要转换的十进制小数,将每次得到的整数(0 或 1),依次记为 b_{-1} 、 b_{-2} 、 $\dots$ 、 b_{-m} 。

例 1 将 $(0.6875)_{10}$ 转化为二进制数。

0.6875	
× 2	
1.3750	整数部分 = 1... b_{-1}
0.3750	
× 2	
0.750	整数部分 = 0... b_{-2}
× 2	
1.500	整数部分 = 1... b_{-3}
0.500	
× 2	
1.000	整数部分 = 1... b_{-4}

所以 $(0.6875)_{10} = (0.1011)_2$

例 2 将 $(215.6875)_{10}$ 转化为二进制数。

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

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

所以

$$(215.6875)_{10} = (11010111.1011)_2$$

(2) 十进制数转换为任意进制数

把十进制数转换为 r 进制数其方法和十进制数转换成二进制数相似, 整数部分采用除基数得余数求之。小数部分是乘基数 r 得整数求之。再将其结果排列一起即可。

例 $(939.0664)_{10}$ 转换成十六进制数。

16	939	余 11...B
16	58	余 10...A
16	3	余 3 ...3
0		

0.0664	
×	16
1.0624	
	0.0624
×	16
0.9984	
	0.9984
×	16
15.9744	
	0.9744
×	16
15.5904	
	0.5904
×	16
9.4464	

.....取整 1...1

.....取整 0...0

.....取整 15...F

.....取整 15...F

.....取整 9...9

所以 $(939.0664)_{10} = (3AB.10FF9)_{16}$

四、二进制编码

由于计算机只认二进制数, 而二进制数只有两个数 0 和 1, 要表示英文大写字母 A~Z 需 26 个数, 0~9 需 10 个数, 一些控制符为 92 个, 仅用 0 和 1 是表示不了的, 怎么办? 人们就采用二进制编码来处理。好像电话号码一样, 用 0~9 只能表示 10 台电话, 再多就得增加位数, 如 4708511 在电话局就是大工总机, 而 4708511 就是十进制编码。二进制编码就是用一组二进制数来表示字母、字符、数码的。二进制编码通常使用 BCD 码和 ASCII 码。

1. ASCII(American Standard Code for Informating Interchange)码

它是美国标准信号交换码, 目前, 在微机中采用二进制编码最普遍的是 ASCII 码, 它是 7 位二进制编码, 如表 1-2 所示。ASCII 码的控制符号定义参看附录 C。

表 1-2 ASCII(美国标准信息交换码)表

列	0 ⁽³⁾	1 ⁽³⁾	2 ⁽³⁾	3	4	5	6	7 ⁽³⁾
---	------------------	------------------	------------------	---	---	---	---	------------------

行	位 ↓ 654 → 3210	000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	,	P
1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	0010	STX	DC2	..	2	B	R	b	r
3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
5	0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	0111	BEL	ETB	,	7	G	W	g	w
8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	1010	LF	SUB	. *	:	J	Z	j	z
B	1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
D	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
E	1110	SO	RS	•	>	N	n ⁽¹⁾	n	~
F	1111	SI	US	/	?	O	— ⁽²⁾	o	DEL

注: (1)取决于使用这种代码的机器,它的符号可以是弯曲符号,向上箭头,或(一)标记。

(2)取决于使用这种代码的机器,它的符号可以是在下面画线,向下箭头,或心形。

(3)是第 0、1、2 和 7 列特殊控制功能的解释。

例 0~9 ASCII 码为 30H~39H

A~Z ASCII 码为 41H~5AH

数字和英文字母共 128 个编码。若在键盘上按下 A 字母,实际上将 41H 送到计算机。

2. BCD(二—十进制数)码

用 4 位二进制数来表示 1 位十进制数,由于 4 位二进制数有 16 个状态,从而多余 6 个状态,各种 BCD 编码从中选取 10 个数码的编码,其方式众多,如 8421BCD 码、2421BCD 码、4221BCD 码、5421BCD 码,这里仅介 8421BCD 码,而 8421 指的是 4 位二进制数的位“权”。它们编码方式列于表 1-3 中。

例 (759)₁₀用 8421BCD 码表示为

(759)₁₀=(0111 0101 1001)8421—BCD

用 2421BCD 码表示为

(759)₁₀=(0111 0101 1111)2421—BCD

注意:8421—BCD 码与纯二进制数之间转换不能直接进行,先将其转换为十进制数,再由十进制数转换为二进制数。

表 1-3

几 种 BCD 码

十进制	二进制	8421BCD	2421BCD	4221BCD	5421BCD
0	0000	0000	0000	0000	0000
1	0001	0001	0001	0001	0001
2	0010	0010	0010	0010	0010
3	0011	0011	0011	0011	0011
4	0100	0100	0100	0110	0100
5	0101	0101	0101	0111	1000
6	0110	0110	0110	1100	1001
7	0111	0111	0111	1101	1010
8	1000	1000	1110	1110	1011
9	1001	1001	1111	1111	1100

3. 二进制数运算

算 术 运 算 规 则

加 法	减 法	乘 法	除 法
$0+0=0$ $0+1=1$ $1+0=1$ $1+1=0$ 进位 1 $1+1+1=1$ 进位 1	$0-0=0$ $1-1=0$ $1-0=1$ $0-1=1$ 借位 1	$0\times 0=0$ $1\times 0=0$ $0\times 1=0$ $1\times 1=1$	是乘法 逆运算

逻辑运算真值表

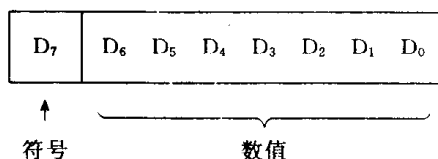
	逻辑加	逻辑与	异 或
A	0 0 1 1	0 0 1 1	0 1 0 1
B	0 1 0 1	0 1 0 1	0 1 1 0
F	0 1 1 1	0 0 0 1	0 0 1 1

五、带符号数的表示法

1. 机器数与真值

前面提到二进制数是无符号数,数显然有正数,还会有负数,带正负号的数怎样表示呢?通常规定一个数的最高位这一位做为符号位。

例如,8 位二进制数,计算机一般用 D_7 位来表示符号,如



正数 D_7 为零,负数 D_7 为 1

例 $(+90)_{10}$ 在机器中是怎样表示的,先将 $(90)_{10}$ 化成二进制数 $(+90)_{10} = (1011001)_2$,因它是正数, D_7 位应为 0, $(+90)_{10} = (01011001)_2$.