

第三版
(上册)

微型计算机 系统原理及应用

周明德

8088

8086

80x86

80x87

PC 系统硬件

汇编语言

D/A A/D

新技术

清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

微型计算机系统原理及应用

(第三版,上册)

周明德 编著

8088 8086 80x86 80x87

PC 系统硬件

汇编语言

D/A A/D

新技术

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书是《微型计算机 IBM PC/XT (0520)系统原理及应用》的第三版上册。该版本保留了上一版的所有内容(包括上册中的 16 位微机系统原理、硬件结构、汇编语言程序设计和下册中的 DOS 操作系统的结构与使用),而在上册中增加了第十章“数模(D/A)转换与模数(A/D)转换接口”、第十一章“80x86、80x87 的结构与特点”、第十二章“新技术简介”和附录 4“习题”,并将书名改为《微型计算机系统原理及应用》。

本书适合各类高等院校、各种成人教育学校和培训班作为教材使用。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机系统原理及应用 上册/周明德编著. —3 版. 北京:清华大学出版社, 1998

ISBN 7-302-03033-2

I. 微… II. 周… III. 微型计算机-基本知识 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 18831 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:密云胶印厂

发行者:新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 35 字数: 832 千字

版 次: 1998 年 8 月第 3 版 1998 年 9 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 7-302-03033-2/TP·1617

印 数: 651001~661000

定 价: 38.00 元

第三版前言

本书出版已十余年了,得到了广大读者的爱护。十余年来微型计算机发生了极其巨大的变化。以 1981 年推出的 IBM-PC 与目前市场销售的 PC 机作一番简单的比较(见下表)就可以看出变化的巨大:

	1981 年	1998 年
CPU	Intel 8088(8 位)	Intel P II
主振频率	5 MHz	300 MHz
内存	16 KB~64 KB	16 MB~32 MB
外存	单面单密度软驱 10 MB 温盘(PC/XT)	2 GB 温盘

工作速度与存储容量差不多都提高了近 100 倍,而价格又急剧下降,从而促进了 PC 机在各行各业、社会生活以及人们的日常生活中的广泛应用。PC 机已经是无处不在。

计算机的迅速发展也必然促使本书的内容作适当的更新与改变。但是,虽然 PC 机发展十分迅速,它的基本原理并没有改变。

从 CPU 来说,十余年来,Intel 公司生产的芯片经历了 8088、8086、80186、80286、80386、80486 到 Pentium(中文名为奔腾,编号为 80586);Pentium 也经历了 Pentium、Pentium Pro(中文名为高能奔腾)、Pentium MMX 以及 1997 年底的 Pentium Pro MMX 也即最先进的 Pentium II。虽然芯片的制造工艺和使用的技术有了很大的发展,但是从使用的角度来看,特别是从应用程序的开发者角度来看,它们是一个系列,是一个家族,是完全兼容的。应用编程的寄存器结构,从 8088、8086 到 80386 以上直至 P II,只有 16 位与 32 位的区分,没有本质的区别。芯片的指令,80% 以上是完全相同的,只是在 80386 以上的芯片中还有另一种工作方式——保护虚地址方式,从而增加了一些保护方式下的指令;自 80486 以上,因为把数字协处理器也并入了 CPU 芯片中,所以增加了数字协处理器指令(它们的绝大部分是与 8087 指令相同的)。8088、8086(这两种芯片在内部几乎是完全一样的)的工作方式与 80386 以上芯片的实地址工作方式几乎是完全一样的。所以,可以说,8088、8086 是 Intel x86 系列芯片的基础。要学习 x86 系列,最好的办法还是从 8088、8086 入手。

当然,80386 以上的芯片其更重要的工作方式是它们的保护虚地址方式。要深入地掌握 x86 系列,就要在学习掌握了 8088、8086 的工作原理、汇编语言使用的基础上,进一步掌握保护方式的原理(在本版上增加了这部分内容)。

目前,PC 机的存储器容量已经很大,但是基本存储单元的工作原理并没有变,构成存储器的原理并没有变,存储器与 CPU 的接口原理、接口方法也没有变。

目前,PC 机的外设也越来越丰富,但是 PC 机与外设的接口方法并没有变,中断的工作原理及中断处理的方法也没有变。

随着大规模集成电路技术的发展,PC 机主板上的芯片数量已经很少,过去的接口芯片

已集成到一个芯片中。但是,并行接口芯片 8255A,串行接口芯片 8250,定时器计数器芯片 8253、8254,中断控制器 8259,DMA 控制器 8237 等等的工作原理仍是相同的,仍有同样的 I/O 端口。

总之,PC 机虽然有了巨大的发展,但是它们的基本工作原理仍然是相同的。作为介绍 PC 机原理的书籍,其大部分内容仍然是适用的,仍然可以作为学习微型计算机的基本教材。在本次再版中,我们在原书的基础上,根据需要作了适当的补充,主要是在上册中增加了第十章“数模(D/A)转换与模数(A/D)转换接口”、第十一章“80x86、80x87 的结构与特点”、第十二章“新技术简介”和附录 4“习题”,并将书名改为《微型计算机系统原理及应用》。

本次再版的修改是初步的。殷切期望能够听到广大读者的宝贵意见以及批评和建议。

周明德

1998 年 3 月 24 日

修订版前言

1984年在我国掀起了一个学习和应用微型计算机的热潮。国家决定：一方面引进当时国际上的微机主流机型 IBM PC、PC/XT，另一方面加快开发和生产与其相兼容的国产长城 0520 系列微机。为了促进这些微机的学习和应用，我们边学习边写作，在极其仓促的情况下编写了本书，所以有不少缺点和错误。随着我国微机事业的发展，国产长城 0520 系列微机、IBM PC/XT 及其兼容机在国内的装机台数有了很大的增长，因而本书受到了读者的欢迎，起了一些微薄的作用，我们感到十分欣慰。自本书发行以来，发行近 50 万册，得到了广大读者的爱护、关心与帮助，在此向广大读者致以深切的谢意。

据统计，到 1987 年底，我国各类个人计算机的装机台数约为 25 万台，其中主要部分是 0520 系列、IBM PC/XT 及兼容机。这些机种在我国还会有相当的生命周期。根据国际上微型机发展的历史和我国的实际情况，在今后几年内，4 位与 8 位微型机在工业过程控制、智能化仪器仪表、机电一体化产品等领域仍会得到广泛的应用和进一步的发展；在数据处理、事务管理、办公自动化领域，16 位和 32 位微型计算机是发展的重点，会进一步迅速发展。在这一领域中的主流机型仍会是 IBM PC/XT 及其高档机的兼容机，在国内则主要是 0500 系列。也就是说是以 Intel 的 8088/8086、80286 和 80386 为 CPU 的微型计算机系列，在数量上来说仍是以 16 位机为主体，而以 32 位机为技术和应用发展的方向。微型计算机发展到现阶段，软件兼容性是一个十分重要的特色，也是应用的需要。8088/8086、80286、80386 是向上兼容的，80386 包含了 8086 的全部功能和指令系统，在 80386 上能运行 8086 系统上的所有软件；以 80386 为 CPU 的微型机系统基本上能兼容在 IBM PC/XT 上开发的各种软件。从学习的角度来说，8088/8086 是 80386 的基础，只有掌握了 8088/8086 才能进一步掌握 80286 和 80386。故本书集中于分析 8088/8086。要学习 80286、80386 可参阅清华大学出版社出版的《高档微型计算机(下)》等书。实际应用需要有系统地、深入地分析 16 位机原理和应用的教材；由于计算机的发展和实验条件的改善，高校的微型计算机教学也处在从 8 位机向 16 位机过渡的过程中。所以，我们决定对本书作重大的修改。鉴于本书是在 1984 年完稿的，书中的 BASIC 语言和 dBASE II 这两部分，相对于软件的发展来说已经陈旧了，而且有关专著已经很多，如清华大学出版社出版的《True BASIC 程序设计》和《如何使用汉字 dBASE III》。在修订版中不再包含这两方面的内容了。

在修订中，我们是按照适用于各类高等院校和继续工程教育的标准的 16 位微机原理与应用的教材要求，对本书作了重大的修改。

汇编语言和它的程序设计是微型机的基础和重要工具，在修订版中，对 IBM 宏汇编作了更为完整、系统的介绍，根据应用的要求对汇编的程序设计作了重大的补充，叙述更为系统和条理化，实例更为充实。实际上可以把这部分和有关内容抽出来作为“汇编语言程序设计”课的教材。

在修订版中，以 IBM PC/XT 为样机，增加了完整的硬件系统的内容，增加了存储器、并行接口和串行接口这几章，详细介绍了大规模存储器芯片和 8255A、8237、8253/8254、8259、8250 和 8251 等芯片的原理和它们在 IBM PC/XT 中的应用。

以 PC-DOS 3.3 版为基准对 PC-DOS 部分也作了重大的修改和补充。DOS 的命令部分

更完整更系统化而且补充了应用实例。特别是比较系统地、完整地介绍了 PC-DOS 的系统调用部分和如何使用,使读者能从程序员的角度来更好地使用 PC-DOS。

总之,修订版既根据微型机和软件的发展、应用的需要,又从教材的角度考虑到先进性、系统性和实用性,又顾及到由浅入深、循序渐进对原书作了重大的修改,希望能得到读者的欢迎。书中的不足和错误之处,恳请读者指正。

本修订版的第一章至第九章由周明德同志编写,张淑玲同志做了大量的协助工作,第十章至第十二章由宋翰涛同志编写。

为便于读者选购,本书分为上、下两册装订出版,上册包括第一章至第九章,内容为 16 位微型机系统原理、硬件结构和汇编语言程序设计;下册包括第十章至第十二章,内容为 PC-DOS。上、下册是一个整体又相对独立。

周明德

1990 年 9 月

前 言

近年以来,微型计算机的发展十分迅猛。当我们选择计算机时,应该考虑一些什么原则呢?

第一,我们所选择的机型,技术上应该是先进的,在世界上处于主流地位,这样就可以有大量、广泛的软硬件支持。

长城 0520 系列,IBM PC 或 PC/XT 以及兼容机是符合这样要求的。

到 1983 年底,我国微型机的主流是以 Z-80 CPU 为核心的,而 IBM PC 是以 Intel 8088 作为 CPU。Intel 8088 在性能上比 Z-80 CPU 要高一个数量级,这主要反映在:

1. 寻址方式上,8088 除了有变址寻址外,还有间址加变址寻址,更适用于高级语言中的数组和记录等数据结构。

2. 在指令系统上功能更强。8088 的内部是 16 位的,即它的寄存器是 16 位的,运算也是 16 位的。所以,能完成广泛的 16 位的数据传送;16 位的算术运算,包括各种寻址方式的加减法运算,特别是增加了 16 位的乘法和除法指令;16 位的逻辑运算指令;16 位的移位和循环操作等等。

3. 8088 的地址线为 20 条,直接寻址能力可达 1M 字节,这样就便于大型软件的使用,特别是汉字处理。

4. 输入输出指令的功能也扩大了,可以做到 16 位数据的输入和输出;端口寻址也可扩大到 64K 个。

5. 中断功能更强。最多可达到 256 个中断源,而且有内部中断指令,溢出中断指令,以及单步工作方式。

以 8088CPU 为核心的长城 0520 系列,IBM PC 及兼容机的内存容量可扩展到 640K 字节,可配有 10M 字节的硬盘(温盘),在性能上确实是先进的、优越的,而且在世界上处于主流地位。

第二,我们所选择的机型应该有一个完整的系列,它们在软件上应是兼容的。

应用的范围是广泛的,各种各样的,有的应用场合只要用单片机或单板机就可以了;有的就要求用 0520A 系统;有的就可能要求有多用户、多任务系统;有的就要求有一个局部网络等等。这个系列在软件上应该是兼容的。

IBM 公司推出了一个完整的系列,可根据不同的要求加以选择。

第三,要有强大的、良好的技术服务。通常在购买机器之前要进行咨询;买了机器以后,就要求有高质量的培训来培养人材。使用机器的人的素质,是充分发挥机器效益的关键。能否获得高质量的培训,是能否迅速地把机器应用起来的先决条件。机器在经过了一段时间运行以后总是会坏的,这时,能否得到及时的良好的维修是十分重要的。为了开发应用,能否得到源源不断的软硬件支持也至关重要。

长城 0520 系列,在全国有近 3000 人的从咨询、技术培训、维修到应用开发的完整的技术服务。为了促进我国的优选系列——长城 0520 的广泛普及,我们编写了此教材。在编写时,我们充分考虑了培训教材的特点,一方面要脱离技术手册、使用说明书的框框,按照教材的要求,要有系统性、完整性、由浅入深、循序渐进;另一方面又充分突出实用性,在教材中引进了大量的实例以供学习和模仿。

这本教材贡献给读者四方面的内容;通过 IBM PC,叙述微型计算机的原理,提供一种学习和使用微型计算机的基本工具——汇编语言;介绍一种操作系统——PC-DOS 的使用(命令和功能调用),介绍一种高级语言——IBM PC BASIC 语言;介绍一个功能很强,用途很广而又容易使用的关系数据库——汉字 dBASE II。

此教材是长城 0520 的用户培训教材;也是以 Intel 8088 为典型的普及微型计算机的教材,适用于各种技术培训班和高等学校。

本书的第一部分由周明德同志编写,第二部分由宋翰涛、关维忠、张雪兰同志编写,第三部分由冯云同志编写,第四部分由张喜英同志编写,全书由周明德同志主编。

限于编者的水平,且时间十分仓促,缺点与错误在所难免,敬请读者批评指正。

周明德

1984.6

目 录

(上册)

第三版前言	VI
修订版前言	IX
前言	XI
第一章 概述	1
第一节 引言	1
第二节 计算机中的数和编码系统	2
一、计算机中的数制	2
二、二进制编码	4
三、二进制数的运算	6
四、带符号数的表示法	8
第三节 计算机基础	14
一、计算机的基本结构	14
二、常用的名词术语	15
三、指令程序和指令系统	15
四、初级计算机	16
五、简单程序举例	18
六、寻址方式	23
七、分支	27
第四节 计算机的硬件和软件	32
一、系统软件	32
二、应用软件	32
三、数据库及数据库管理系统	33
第五节 微型计算机的结构	33
一、微型计算机的外部结构	33
二、微型计算机的内部结构	34
第六节 Intel 8088 的结构	35
一、8088 的寄存器结构	35
二、8088 的功能结构	36
三、存储器组织	37
第七节 IBM PC 的基本配置	38
一、CPU 采用 Intel 8088	39
二、大板上的内存储器结构	39
三、DMA 控制器	42
四、定时器/计数器电路	42
五、盒带、扬声器和键盘接口	42
六、I/O 扩展槽	42
第二章 8088 的指令系统	43
第一节 8088 的寻址方式	43

一、立即寻址	43
二、直接寻址	44
三、寄存器寻址	44
四、寄存器间接寻址	44
五、变址寻址	44
六、基址加变址的寻址方式	45
第二节 8088 中的标志寄存器	47
第三节 8088 的指令系统	49
一、数据传送指令	50
二、算术运算指令	60
三、逻辑运算指令	73
四、串操作指令	83
五、控制传送指令	86
六、处理器控制指令	97
第三章 汇编语言程序设计	99
第一节 汇编语言的格式	99
一、8088 汇编语言程序的一个例子	99
二、8088 汇编语言源程序的格式	99
第二节 语句行的构成	100
一、标记	100
二、符号	103
三、表达式	104
四、语句	107
第三节 指示性语句	107
一、符号定义语句	107
二、数据定义语句	108
三、段定义语句	114
四、过程定义语句	117
五、结束语句	118
第四节 指令语句	119
一、指令助记符	119
二、指令前缀	119
三、操作数寻址方式	120
四、串操作指令	121
第五节 汇编语言程序设计及举例	124
一、概述	124
二、算术运算程序设计(直线运行程序)	125
三、分支程序设计	129
四、循环程序设计	131
五、字符串处理程序设计	140
六、码转换程序设计	145
七、有关列和表的程序设计	154
八、参数传送技术	169
九、子程序设计	170
十、有关 I/O 的 DOS 功能调用	177

十一、宏汇编与条件汇编	191
第四章 8088 的总线操作和时序	202
第一节 概述	202
一、指令周期、总线周期和 T 状态	202
二、CPU 的时序和存储器以及外设的时序	202
三、学习 CPU 时序的目的	204
第二节 8088 的总线	205
一、8088 的两种组态	205
二、8088 的引线	208
第三节 8088 典型时序分析	210
一、存储器读周期	210
二、存储器写周期	211
三、输入输出周期	212
四、空转周期	212
五、中断响应周期	212
六、系统复位	212
七、CPU 进入和退出保持状态的时序	213
八、8088 的交流参数	214
第四节 最大组态下的 8088 时序	217
一、存储器读周期和存储器写周期	217
二、I/O 读和 I/O 写周期	218
第五节 IBM PC/XT 的 CPU 系统	220
一、8284 时钟发生器驱动器	220
二、8288 总线控制器	221
三、IBM PC/XT 的控制核心和等待状态控制电路	224
第六节 计数器和定时器电路 Intel 8253 - PIT	228
一、概述	228
二、8253 - PIT 的控制字	230
三、8253 - PIT 的工作方式	231
四、8253 - PIT 的编程	237
五、8254 - PIT	238
六、IBM PC/XT 中的定时器/计数器电路	239
第五章 半导体存储器	241
第一节 半导体存储器的分类	241
一、RAM 的种类	241
二、ROM 的种类	242
第二节 读写存储器 RAM	243
一、基本存储电路	243
二、RAM 的结构	244
三、RAM 与 CPU 的连接	246
四、64K 位动态 RAM 存储器	256
第三节 只读存储器(ROM)	265
一、掩模只读存储器	265
二、可擦除的可编程序的只读存储器 EPROM	266
第四节 IBM PC/XT 的存储器	273

一、存储空间的分配	273
二、ROM 子系统	274
三、RAM 子系统	274
第六章 输入和输出	283
第一节 输入输出的寻址方式	283
一、存储器对应输入输出方式	283
二、端口寻址的输入输出方式	283
第二节 CPU 与外设数据传送的方式	284
一、CPU 与 I/O 设备之间的接口信息	284
二、无条件传送方式	285
三、查询传送方式	286
四、中断传送方式	289
五、直接数据通道传送(DMA)	290
第三节 用 8212 作为一个输入输出接口	292
一、8212 介绍	292
二、8212 的工作模式	293
三、用 8212 作为 CPU 与纸带读入机(PTR)的接口	294
第四节 DMA 控制器	296
一、主要功能	296
二、8237 的结构	296
三、8237 的工作周期	297
四、8237 的引线	298
五、8237 的工作模式	300
六、8237 的寄存器组和编程	301
七、8237 的时序	306
八、IBM PC/XT 中的 DMA 控制逻辑	308
第七章 中断	316
第一节 引言	316
一、为什么要用中断	316
二、中断源	316
三、中断系统的功能	317
第二节 最简单的中断情况	317
一、CPU 响应中断的条件	317
二、CPU 对中断的响应	318
第三节 中断优先权	319
一、用软件确定中断优先权	319
二、硬件优先权排队电路	320
第四节 中断控制器 Intel 8259A	322
一、功能	322
二、结构	322
三、8259A 的引线	323
四、8259A 的中断顺序	324
五、8259A 的编程	325
六、8259A 的工作方式	330
第五节 8088 的中断方式	334

一、外部中断	334
二、内部中断	334
三、中断向量表	335
四、8088 中的中断响应和处理过程	335
第六节 IBM PC/XT 的中断结构	337
一、中断类型	337
二、IBM PC/XT 中系统保留的中断	337
三、中断控制逻辑	338
第八章 并行接口片子	341
第一节 可编程的输入输出接口芯片 8255A-5	341
一、8255A 的结构	341
二、方式选择	343
三、方式 0 的功能	346
四、方式 1 的功能	347
五、方式 2 的功能	352
第二节 IBM PC/XT 中的 8255A-5 的使用	354
一、IBM PC/XT 中使用 8255A-5 的基本情况	354
二、8255A-5 和系统配置开关电路	356
三、键盘接口	358
第九章 串行通信及接口电路	361
第一节 串行通信	361
一、概述	361
二、串行传送中的几个问题	363
三、串行 I/O 的实现	367
四、串行通信的校验方法	369
五、串行通信规程	371
第二节 可编程异步通信接口 8250	374
一、基本功能	374
二、内部结构	374
三、8250 的引线	380
四、8250 的初始化编程	383
第三节 IBM PC/XT 异步通信适配器电路	384
一、地址译码电路	384
二、异步通信适配器的通信接口	384
三、调用 BIOS 的通信方法	386
第四节 Intel 8251A 可编程通信接口	388
一、8251 的基本性能	388
二、8251 的方框图	389
三、接口信号	390
四、8251 的编程	392
五、8251 的应用举例	394
第十章 数模(D/A)转换与模数(A/D)转换接口	397
第一节 D/A 转换器接口	397
一、CPU 与 8 位 D/A 片子的接口	397
二、CPU 与 10 位 D/A 转换器的接口	398

第二节 A/D 转换器接口	407
一、概述	407
二、用软件实现 A/D 转换	408
三、A/D 转换片子介绍	410
四、A/D 转换片子与 CPU 的接口	414
第十一章 80x86、80x87 的结构与特点	418
第一节 80x86 的结构	418
一、80x86 的功能结构	418
二、80x86 的寄存器结构	419
第二节 80x87 的结构	429
一、概述	429
二、80x87 的数字系统	430
三、80x87 的结构	434
第三节 80x86 的工作方式	447
一、实地址方式	447
二、保护虚地址方式	448
三、虚拟 8086 方式	468
四、80x86 中的中断和异常	475
第十二章 新技术简介	481
第一节 微型计算机的升级换代	481
一、微处理器的发展	481
二、现代 PC 机的组成	482
三、PC 机的升级	485
第二节 多媒体计算技术	488
一、多媒体计算机	488
二、多媒体设备	489
第三节 计算机网络	495
一、概述	495
二、局域网通信协议	497
三、局域网实现技术	499
四、Ethernet(以太网)	501
五、Internet(因特网)	504
附录	507
附录 1 ASCII(美国信息交换标准码)字符表(7 位码)	507
附录 2 8088 指令系统表	508
附录 3 运行汇编语言的源程序的过程	520
附录 4 习题	524
参考书目	546

第一章 概 述

第一节 引 言

微处理器 (Microprocessor) 和微型计算机 (Microcomputer) 自 70 年代初崛起以来, 发展极为迅猛。在短短的十年里已经经历了四代。应用的发展也极为迅速, 已经渗透到各个技术领域, 渗透到文化、教育领域, 渗透到家庭、日常生活的各个领域。

十多年来微型计算机的主要发展趋势是两大方面。

1. 提高性能

微处理器片子的集成度越来越高, 几乎每两年翻一番, 且性能提高一个数量级。拿 Intel 公司的产品来说, 1971 年的 4004, 集成度为 2500 个 / 片; 1976 年的 8085, 集成度为 9000 个 / 片; 1978 年的 8086, 集成度为 29000 个 / 片; 1985 年的 80386, 集成度为 260000 个 / 片。

现在 16 位、32 位的微处理器已经大量出现。

半导体存储器的集成度也越来越高, 64K 位的早已有商品出售, 256K 位的也已经出现。

软磁盘的存储密度日益提高, Winchester 硬磁盘 (温盘) 的研制成功, 为微型机系统提供了一种价格低廉而存储容量很大的外存储设备, 大大扩大了微型机系统的功能。

各种微型机的操作系统, 如 CP / M、MP / M、CP / M86、MS-DOS、Unix (以及各种变型)、P 系统等等, 以及在各种操作系统支持下的大量高级语言, 象雨后春笋般涌现, 从而大大丰富了微型计算机的系统软件。

为各种微型计算机配制硬件配件、选件, 特别是编制应用软件, 出售软件包的公司也大量涌现, 成为一种新的行业。现在, 没有应用软件支持的微型机已成为裸机, 大大影响销售量。

总之, 微型计算机系统的性能已经赶上甚至超过了 70 年代小型机的水平。

2. 降低价格

微型机发展的另一个重要趋势是降低价格。一方面片子的价格降低, 另一方面制造了各种价格低廉的微型机。例如, 利用家用电视机及录音机, 能运行 BASIC 语言的机器, 价格在 \$100 以下。

价格低廉, 是微型机真正能够在各行各业应用、能深入到办公室自动化、甚至深入家庭、形成个人计算机 (Personal Computer) 的重要条件。

目前, 各种微处理器片子的年产量为数亿片; 各种微型计算机的年产量和销售量为数千万台。微型计算机的普及应用方兴未艾, 正以越来越高的势头飞速发展。

微型计算机的普及应用, 已经引起了各种科学技术领域的深刻变革, 甚至引起了生活领域的变革。越来越多的人在关心在议论第四次工业革命的到来。

IBM 公司生产的个人计算机简称 IBM PC, 是 1981 年下半年推出来的, 但是, 由于它的性能价格比较好; 也由于 IBM 公司在计算机行业中的地位, 赢得了用户的信任; 也由于有上千家公司围绕 IBM PC 做硬件的配件、选件、扩充件, 配制各种系统软件和语言, 出售各种软件包; 也由于 IBM 公司计划在微型机方面形成系列, 考虑到软件的兼容、标准化与系列化; 以及与大型机在软件上的兼容性等等。因而 IBM PC 发展十分迅速, 在 83 年大约销售了 40 万台, 84 年生产了约 400 万台。现在美国 IBM PC (包括 PC / XT) 装机台数已超过了 1000

万台。

我国电子工业部选定与 IBM PC 兼容的长城 0520 机系列,作为我国准 16 位微机的重点机型,有较强的汉字处理功能,能连成网络。在研制、生产、应用服务等方面形成一个完整的体系,近几年来在国内得到了大量的推广及普及,到 1987 年底已装机 25 万台。

16 位微机已形成国内的主流机型,在今后几年仍会得到广泛的应用。而且,今后几年内会大量普及推广的 32 位高档微机,主流是以 Intel 的 80386 为 CPU 的,它与 IBM PC/XT 等 16 位微机是向上兼容的。为了适应我国微机应用的需要,我们向大家奉献这本教材。

第二节 计算机中的数和编码系统

一、计算机中的数制

计算机最早是作为一种计算工具出现的,所以它的最基本的功能是对数进行加工和处理。数在机器中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相互转换的器件,就可以用来表示一位二进制数。所以,二进制数的表示是最简单而且可靠的;另外,二进制的运算规则也是最简单的。因此,目前在计算机中,数几乎全是用二进制表示的。

(一) 二进制数

一个二进制数,具有以下两个基本特点:

1. 具有两个不同的数字符号,即 0 和 1。
2. 逢二进位。

由于是逢二进位的,所以同一个数字符号在不同的数位所表示的值是不同的。

例如:

111.11

小数点左边第一位的“1”代表的值就是它本身;小数点左边第二位的“1”,是由第一位逢二进上来的,所以它的值为 1×2^1 ;则左边第三位的“1”的值为 1×2^2 ;小数点右面第一位的“1”代表 1×2^{-1} ;右面第二位的“1”代表 1×2^{-2} ……。

可见,每一个数位有一个基值与之相对应,这个基值就称为权。

一个二进制数的权,小数点左面的是 2 的正次幂;小数点右面的是 2 的负次幂。

一个二进制数的值,就可以用它的按权展开式来表示。即

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

$$(1011.101)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-3} = (11.625)_{10}$$

于是,一个任意的二进制数可以表示为

$$\begin{aligned} (B)_2 &= B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + B_1 \times 2^1 + B_0 \times 2^0 \\ &\quad + B_{-1} \times 2^{-1} + B_{-2} \times 2^{-2} + \dots + B_{-m} \times 2^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} B_i \times 2^i \end{aligned}$$

其中 n 为整数部分的位数, m 为小数部分的位数; B_i 的值为 0 或 1 取决于一个具体的数。

(二) 十六进制数

目前,大部分微型机的字长是 4 的整数倍,所以广泛地采用十六进制数来表示。一个十六进制数的特点为: