

微型计算机原理及应用

马义德 杜桂芳 编著

兰州大学出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

微型计算机原理及应用 / 马义德编著 . — 兰州 : 兰州
大学出版社 , 2001. 10

ISBN 7 - 311 - 01910 - 9

I. 微... II. 马... III. 微型计算机—基本知识
IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 071387 号

微型计算机原理及应用

马义德

兰州大学出版社出版发行

兰州市天水路 308 号 电话:8617156 邮编:730000

E-mail: press@onbook.com.cn

<http://www.onbook.com.cn>

甘肃乌金煤田印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 23.75

2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月第 1 次印刷

字数:572 千字 印数:1—2,000

ISBN 7 - 311 - 01910 - 9/T · 73 定价:40.00 元

内 容 提 要

本书主要介绍 X86 微处理器构成的微型计算机的原理、应用及最新发展现状。详细阐述了 X86 微处理器的编程结构、指令与寻址方式、汇编语言程序设计、存储器技术、X86 构成的微型计算机硬件电路系统以及微型计算机输入输出处理技术的主要概念和应用实例。最后通过对微型计算机应用系统的介绍，归纳总结了微型计算机原理及其应用技术的主要内容，介绍了单片机技术、DSP 技术、嵌入式系统等有关微型计算机新技术发展现状。

本书适合作为信息学科相关专业微型计算机原理及其应用课程教材，也可作为成人高等教育相关专业微型计算机原理及其应用课程教材。同时也适合计算机硬件维护人员、电脑爱好者阅读，也可供从事计算机及其相关技术的人员阅读。

前 言

微型计算机原理及其应用课程是以微处理器为核心计算机技术教育系列的教学重点。随着计算机技术特别是计算机网络技术的飞速发展，微型计算机技术已经渗透到国家经济建设的各行各业。微型计算机原理及其应用课程已成为工科院校相关专业的必修课，特别是信息学科相关专业重点主干课程，是信息学科相关专业后继课程学习的纽带。

本书围绕教育部关于微型计算机原理教学大纲，兼顾国家计算机应用水平等级考试三级A的要求，结合21世纪信息学科相关专业主干课程建设规划，总结多年来该课程教学经验，针对学生在学习该课程过程中出现的问题和疑点、难点，参考现有各种版本微型计算机原理及应用教材的特点，联系微型计算机技术的最新发展进行了编写。

全书共分七章，第一章主要介绍微型计算机技术基本概念和发展简述，第二章详细阐述了8086/8088十六位微处理器的编程结构，以及由其构成的微型计算机硬件电路系统，第三章主要介绍微型计算机的存储器技术基本原理，而第四章详细阐述8086/8088十六位微处理器指令与寻址方式，结合第四章内容，第五章介绍汇编语言程序设计基本内容，第六章主要介绍微型计算机输入输出处理技术的概念和应用实例。最后第七章通过对微型计算机应用系统的介绍，归纳总结了微型计算机技术的主要内容，介绍了单片机技术、DSP技术、嵌入式软、硬件技术等有关微型计算机最新技术的发展现状。

该教材编写中尽量做到深入浅出、通俗易懂，对硬件电路直接给出实际元器件引脚连接电路图，引导学生逐步培养计算机硬件电路分析、应用和设计能力。

本书适合作为综合性大学信息与电子技术学科的信息控制与处理专业、通信专业、无线电技术专业、电子学专业等微型计算机原理及其应用课程教材，也可作为成人高等教育电子技术与微机应用、计算机应用技术、计算机科学与技术等相关专业微型计算机原理及其应用课程教材使用。

本教材获得“兰州大学教材建设基金”资助，衷心感谢兰州大学教务处、成人教育学院、兰州大学出版社、信息科学与工程学院以及有关领导、老师对本书的编写和出版给予的大力支持和帮助。

本书主要由马义德、杜桂芳编写，马义德完成了全书文字的编写和统稿，杜桂芳完成了全书所有电路图的绘制，另外张新国参加了本书第七章第四节编写、李柏年为本书的出版做作了不少工作。

本书能及时出版还要感谢兰州大学信息科学与工程学院硕士研究生张在峰、张祥光、史飞、吴承虎、陆福相、刘玮、杨淼等近两年多来的大力协助。

由于时间仓促和水平有限，难免出现错误和不适之处，恳请读者批评指正。

编 者

2001年12月

目 录

第一章 微型计算机的发展概述	1
第一节 微型计算机系统组成	1
一 计算机技术.....	1
二 微型计算机的技术.....	1
三 微型计算机的特点.....	2
四 微型计算机的基本组成原理.....	3
第二节 微型计算机新技术	6
一 微型计算机微处理器技术.....	6
二 微型计算机总线技术.....	9
三 微型计算机存储器技术.....	12
习题.....	14
第二章 8086/8088 16 位微处理器	15
第一节 8086/8088 CPU 编程结构	15
一 IBM PC 微型计算机基本结构.....	15
二 8086/8088 CPU 的编程结构.....	16
第二节 8086/8088 CPU 的引脚功能	30
一 8086/8088 CPU 的引脚信号和功能.....	30
二 8086/8088 芯片构成最大/最小系统.....	33
三 8086/8088 的主要操作功能.....	45
第三节 CPU 技术的发展现状	50
习题.....	53
第三章 存储器技术	56
第一节 存储器技术	56
一 存储器的分类.....	56
二 存储器的主要性能指标.....	57
第二节 读写存储器 (RAM)	58
一 静态读写存储器 (SRAM).....	58
二 动态读写存储器 (DRAM).....	64
第三节 只读存储器 ROM	70
一 EPROM.....	70
二 EEPROM.....	74

第四节	存储器技术发展现状.....	76
一	EDO 内存.....	77
二	SDRAM.....	77
三	FLASH MEMORY.....	77
四	CACHE (高速缓存).....	78
五	CD-ROM.....	79
六	大容量磁盘.....	80
	习题.....	80
第四章	指令与寻址方式.....	82
第一节	指令编码.....	82
一	双操作数指令编码格式.....	82
二	单双操作数指令编码格式.....	85
三	与 AX、AL 有关的指令编码格式.....	86
四	其他指令编码格式.....	86
五	指令的执行时间.....	87
第二节	8086/8088 的寻址方式.....	88
一	说明操作数所在地址的寻址方式.....	88
二	说明转移地址的寻址方式.....	92
第三节	8086/8088 CPU 指令系统.....	94
一	数据传送指令.....	95
二	算术运算指令.....	100
三	位操作指令.....	102
四	处理器控制指令.....	106
	习题.....	107
第五章	汇编语言程序设计.....	111
第一节	汇编语言程序格式.....	111
一	汇编程序功能.....	111
二	伪操作.....	111
三	汇编语言程序格式.....	121
四	汇编语言程序的上机过程.....	129
第二节	程序设计基本技术.....	138
一	概述.....	138
二	简单程序.....	139
三	分支程序.....	141
四	循环程序.....	145
五	子程序.....	147
六	查表程序.....	151
七	DOS 功能子程序调用.....	152

第三节	高级汇编语言技术.....	156
一	宏汇编.....	156
二	重复汇编.....	167
三	条件汇编.....	170
	习题.....	173
第六章	输入输出处理方法.....	182
第一节	输入输出的基本概念.....	182
一	输入输出接口电路基础.....	182
二	输入输出方法.....	185
三	微处理器与 I/O 接口电路的连接.....	186
第二节	8259 芯片与中断技术.....	188
一	中断操作.....	188
二	可编程中断控制器 8259A.....	194
第三节	8257 芯片与 DMA 控制技术.....	214
一	8257 芯片内部结构.....	214
二	8257 芯片的通道操作过程.....	219
三	8257DMA 芯片控制器的编程及其应用举例.....	221
第四节	8255 芯片与并行传输.....	224
一	并行通信与并行接口.....	224
二	可编程并行通信接口 8255A.....	225
第五节	8251 芯片与串行传输.....	238
一	串行通信及串行接口.....	238
二	可编程串行通信接口芯片 8251A.....	242
第六节	可编程定时器 8253.....	251
一	外部引线及其性能.....	251
二	工作方式.....	252
三	8253 的控制字.....	253
四	8253 的寻址及连接.....	254
五	初始化及其应用.....	256
第七节	其它芯片.....	259
一	简单接口.....	259
二	时钟发生器 8284.....	262
三	总线控制器 8288.....	264
四	总线裁决器 8289.....	266
第八节	A/D 及 D/A 转换器.....	270
一	D/A 转换器工作原理.....	271
二	D/A 转换器的主要性能指标.....	273
三	DAC0832 D/A 转换器.....	274

四	A/D 转化器主要性能指标.....	279
五	A/D 转换器工作原理.....	280
六	ADC0809 A/D 转换器.....	286
七	AD570 A/D 转换器.....	291
	习题.....	294
第七章	微型计算机综合应用与发展.....	302
第一节	微型计算机电炉温度控制系统.....	302
一	任务的提出.....	302
二	系统方案的确定.....	303
第二节	电炉温度控制系统的硬件设计.....	304
一	I/O 总线驱动插件板.....	304
二	A/D 接口插件板.....	308
三	D/A 接口插件板.....	314
四	开关量输入输出接口插件板.....	316
第三节	电炉温度控制系统的软件设计.....	316
一	电炉温度控制系统软件的结构.....	316
二	用户程序模块的划分及模块的功能.....	317
三	掉电和超时检测的处理.....	320
第四节	单片机控制系统设计举例.....	321
第五节	单片机与 IC 卡技术.....	333
第六节	CAN 总线及其应用前景.....	342
第七节	现场可编程门阵列(FPGA)及应用.....	345
第八节	嵌入式系统及其发展前景.....	348
	参考文献.....	356
	附录一 ASCII 码字符表.....	357
	附录二 8086/8088 指令系统表.....	358

第一章 微型计算机的发展概述

第一节 微型计算机系统组成

一、计算机技术

众所周知计算机是在程序规定下高速度自动进行算术和逻辑运算的电子电路系统，它的发明和应用标志着人类文明进入了一个新的历史阶段。可以说在人类发展史上，电子数字计算机的发明引起了一场极为深刻的工业革命。

从 1946 年世界上第一台计算机问世，到今天已有 50 多年的历史了，在这不长的时间里，计算机的发展已经历了四代。目前，各国正在加紧研制，开发第五代计算机。

计算机的发展，从一开始就和电子技术，特别是半导体微电子技术和通信技术紧密相关。按照构成计算机所采用的电子器件及其电路的不同，把计算机划分为若干“代”来标志计算机的发展，这已成为一种常识。

通常把以电子管及其电路为技术基础而构成的计算机称为第一代计算机（1946 年到 1959 年），这种计算机是原始的，功能很弱。第二代是（1959 年到 1965 年）晶体管计算机时代，这一代计算机以半导体晶体管为主要元件，其性能比第一代计算机大为提高。从 1965 年到 20 世纪 70 年代初，数字集成电路的出现使计算机再次发生了重大的进步，出现了以中小规模集成电路为基础，并配置更完善软件的第三代计算机。20 世纪 70 年代前期，随着大规模（LSI）、超大规模（VLSI）集成电路的诞生，电子计算机更是突飞猛进地向前发展，使计算机进入了第四代。进入 21 世纪，生物科学、神经网络技术、纳米技术的飞速发展，使得计算机研制进入了以生物芯片、神经网络为基础的第五代计算机。

第一代计算机到第四代计算机，每一代计算机的性能都以数量级速度提高，而计算机的硬件价格却急剧下降，同时计算机硬件电路集成度快速增长，其体积、功率消耗急剧下降，而稳定性、可靠性和维护的方便性等诸方面性能逐步提高，若把当前使用的计算机与以前的第一代计算机相比，其性能指标和功能之间可以说是有天渊之别。

二、微型计算机的技术

微型计算机属于第四代计算机。从 1971 年 INTEL 公司生产出第一个微处理器 4004 开始，在短短的十几年时间里，微处理器如雨后春笋般大量地涌现出来，开发出了四代产品。

第一代产品出现在 1971 年到 1973 年间，以 INTEL 公司的 8008 为代表，采用 PMOS 工艺，基本指令执行时间为 20 μ s 到 50 μ s，基本指令有 48 条，时钟频率在 500kHz 以下，集成度为 2300

元件/片。

此后,在1973年到1975年间,又出现了多种微处理器,例如MOTOROLA公司的6800,INTEL公司的8080等等。基本指令的执行时间比第一代产品缩短10倍左右,达到 $2\mu\text{s}$ 到 $10\mu\text{s}$,时钟频率大于1MHz,基本指令有70多条,性能也大大优于第一代产品,这就是第二代微处理器。

在1975年到1977年间出现了集成度更高,性能更好的微处理器。ZILOG公司的Z80、INTEL公司的8085以及单片机和位片式微处理器。它们被认为是第三代微处理器。

1978年以后,各厂家相继生产出了16位微处理器。其中代表产品是INTEL8086, M6800和Z8000。16位微处理器,具有多种灵活的寻址方式和强有力的指令系统,运算速度迅速提高,可直接寻址的内存空间也有较大扩充。这才算真正进入了微处理器的第三代。

在这段时间内出现了风靡世界的计算机宠儿——以8088微处理器为基础的个人计算机。8088微处理器是INTEL公司开发出的一个8086的变种,它采用了稍微简化的设计,并具备了与流行的I/O设备的兼容能力,从而成为当时可用的最先进的微处理器之一。

1984年诞生了80286微处理器,它标志着微处理器完成了一次新的飞跃,跨入了第四代。

80286微处理器主要是为要求高性能的应用程序而设计的,与8086、8088向下兼容。它采用了存储器管理、保护机构、任务管理和支持虚拟存储器这样一些现代技术。所有这些功能都由一片VLSI芯片来完成。它向微型计算机用户提供了许多在小型计算机上才有的计算上和结构上的特性。

在不长的时间内,INTEL公司又开发出了80386微处理器,它的外部数据总线为32位,故被称为32位微处理器,是80286数据总线的2倍,可寻址4G字节的存储器。

到目前为止,INTEL系列的微处理器中,最高主频已达1.5GHz。总之,随着超大规模集成电路工艺进一步发展,微处理器及微型计算机的性能将有进一步的提高。

表1-1 INTEL公司微处理器集成度的进展

年代	代表型号	集成度	年代	代表型号	集成度
1971	4004	2300	1974	8080	4500
1978	8086	29000	1984	80286	10×10^4
1985	80386	40万	1989	80486	120×10^4
1992	80586	$4 \times 10^6 \sim 5 \times 10^6$	1996	80686	2200×10^4
2000	80786	$5 \times 10^7 \sim 1 \times 10^8$			

三、微型计算机的特点

建立在微细加工工艺基础上的微型计算机有许多突出的优点,正是由于这些特点,使它从问世以来就得到极其迅速的发展和极其广泛的应用。

1. 功能强

微型计算机的设计,参考了其它类型计算机的优点,与别的电子设备相比,它的运算速度快,计算精度高,具有计算和逻辑判断能力,而且每一种微处理器都配有一整套支持相应微型计算机工作的软件。硬件和软件的配合,相辅相成,使微型计算机的功能大大增强,适合各行各业各种不同目的的应用。

2. 可靠性高

由于微处理器及其配套系列芯片上可以做出几千、几万甚至几十万个元件,这就减少了

大量的焊点、连线、接插件等不可靠因素，使可靠性大大提高。据某些资料估计，芯片集成度增加 100 倍，系统的可靠性随之增加 100 倍。目前，微处理器及其系列芯片的平均无故障时间可达 $10^7 \sim 10^8$ (小时)。

3. 价格低

微处理器及其配套系列芯片采用集成电路工艺，集成度高，适合工业大批量生产。故产品造价十分低廉。据认为，集成度提高 100 倍，其价格降为同功能分离元件的 1/100 (PII 芯片的成本只有 5 美元)。很显然，低的价格对于微型计算机的推广和普及是极为有利的。

4. 适应性强

在微型计算机中，硬件的扩展是很容易的，而且系统的软件改动很方便。因此，在相同的配置下，只要对软件和硬件稍作改动就能适应不同用户的要求。

5. 周期短，见效快

微处理器制造厂家除生产微处理器芯片外，还生产各种配套的支持系列芯片，同时也提供有关的各种支持软件。这就为我们构成一个微型计算机应用系统创造了十分有利的条件。从而可以节省研制时间，缩短研制周期，使研制的系统很快就能投入运行，取得明显的经济效益。

6. 体积小，重量轻，耗电省

微处理器及其配套支持芯片的尺寸均比较小，最大的也不过几百平方毫米。另外，近几年在微型计算机中还大量采用了 ASIC (大规模集成专用芯片) 和 GAL (通用可编程门阵列)，使得微型计算机的体积明显减小。

目前微型计算机中的芯片大多采用 MOS 和 CMOS 工艺，耗电很省。这对那些在体积、重量、功耗等方面要求比较严格的使用者来说，是很有意义的。一些过去想使用计算机但又一直无法实现的领域，如航空、航天等部门中的某些应用领域，现在利用微型计算机就很容易得以实现。

7. 维护方便

现在用微处理器及其系列产品所构成的微型计算机已日趋于标准化、模块化和系列化，从硬件结构到软件配置都作了较全面的考虑。一般都可以用自检及测试发现系统故障；另一方面，发现系统故障以后，排除故障也比较容易，例如迅速更换标准化模块或芯片等。

四、微型计算机的基本组成原理

微型计算机系统由两大部分组成—硬件 (或称硬件设备) 和软件 (或称软件设备)。微型计算机系统中硬件主要包括微处理器、内存储器、外存储器及其接口电路、外围设备及其接口电路等。计算机软件则是为了运行、管理和维护计算机所编制的各种程序的总称。用户通过软件使用计算机。也可以说，软件是用户与计算机之间的桥梁。

1. 微型计算机硬件的基本组成原理

图 1-1 所示为微型计算机的基本硬件组成部分框图，其中箭头代表数据传送方向。

(1) 接口通道与输入、输出设备

输入设备的作用是将各种形式的信息转换为计算机所能识别的形式。目前常用的输入设备有键盘、A/D 转换器、扫描仪等。

输出设备的作用是将计算机处理的结果转换为人或其它设备所能识别的形式。如 CRT 显示器，各种打印机、绘图仪、投影仪等。

计算机的输入输出设备通常称为外围设备，外围设备种类繁多，速度各异，因而它们需要通过接口或通道与主机相连。接口的作用相当于一个转换器，而通道的功能更强一些，相当于一个专用的外围设备处理机，它们可以保证外围设备协调地工作。

(2) 存储器

存储器的作用是保存数据和指令，这些数据和指令均以二进制代码的形式保存在存储器中。在机器内部，通常使用半导体存储器，每一个基本存储单元电路可以存放一位二进制代码，而由若干个基本存储单元电路构成一个存储单元。

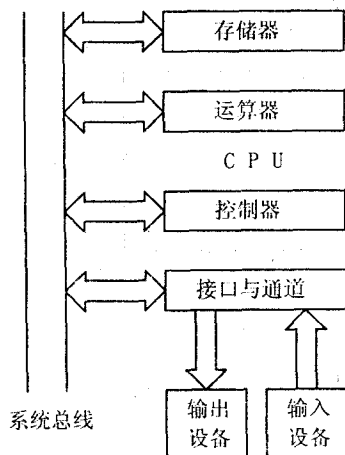


图 1-1 计算机主要硬件组成

每个存储单元都有自己的编号，称为地址。在每个计算机中，一个存储单元所包含的基本存储单元电路数（位数）是确定的。一般而言，它应与计算机一次操作所能处理的数据长度一致，通常以此为根据，将计算机分为 4 位机，8 位机，16 位机，32 位机。计算机的内存储器所含的存储单元总数（内存容量）是有限的，通常用内存储器存放常用的程序或正在运行的指令或数据，而大量的信息则存放在磁盘、磁带、光盘等存储介质中，我们称之为外存。

(3) 运算器

运算器可实现算术运算、逻辑运算和其它操作，运算器所能实现的功能取决于它的硬件结构。

(4) 控制器

控制器是指挥机器工作的控制中心，它通过执行指令来指挥全机工作。每条指令规定机器的一种操作，为完成一条指令所规定的操作，计算机的各个部件需要完成一系列的基本动作，这些基本动作又需要按照一定的时间顺序，互相配合，有节拍地完成。我们称完成一条指令的时间为一个指令周期，每个指令周期又分若干节拍，不同指令所需的节拍数不尽相同，控制器的作用就是根据指令码的规定，在不同的节拍将相应的控制信号送至计算机的相关部分。

(5) 总线

总线系统是各个部件进行信息传送的公共通道。计算机任何两个部件之间的信息传送都是通过总线实现的。为保证信息能正确传递，在任一时刻，总线上只允许传递一组信息。控制器的一个重要作用就是按不同的时间节拍送出相应的控制信号，顺序接通不同的数据通道，保

证计算机有条不紊地实现各种操作。

通常将控制器、运算器、存储器合称为计算机的主机，将各种输入输出设备称为外设。在主机中又将运算器和控制器合称为中央处理单元—CPU (Central Processor Unit)。

2. 微型计算机软件组成原理

计算机软件是计算机系统的重要组成部分，它可以分为系统软件 and 用户软件两大类。系统软件是由计算机的生产厂家提供给用户的一组程序，这些程序是用户使用机器时为产生、准备和执行用户程序所必需的。用户软件则是用户自行编制的各种程序。图 1-2 表示了计算机软件的层次。在这里我们将简要介绍系统软件的组成。

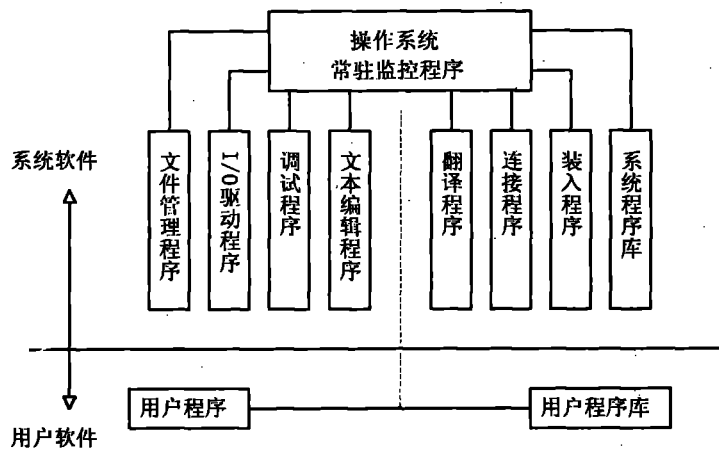


图 1-2 计算机软件层次图

(1) 操作系统(Operating System)

操作系统是系统软件的核心，是系统程序的集合，它的主要作用是对系统的软件、硬件资源进行合理的管理，为用户创造方便、可靠有效的计算机工作环境。

系统软件的主要部分是常驻监督程序 (monitor)，只要一开机它就驻留在内存中，它可以从用户接收命令，并使操作系统执行相应的动作。

(2) I/O 驱动程序 (I/O Driver)

I/O 驱动程序用来对 I/O 设备进行控制或管理。当系统程序或用户程序需要使用 I/O 设备时，就调用 I/O 驱动程序来对设备发出命令，完成 CPU 和 I/O 设备之间的信息传送。

(3) 文件管理系统 (File Management)

文件管理系统用来处理存储在外存储器中的大量信息，它可以和外存储器的设备驱动程序相连接，对存储在其中的信息以文件 (File) 形式进行存取、复制及其它管理操作。

(4) 文本编辑程序 (Text Editor)

文本是指由字母、数字、符号等组成的信息，它可以是用汇编语言或高级语言编写的程序，亦可是一组数据或一份报告。文本编辑程序用来建立、输入、修改文本，并使它存入存储器或是大容量存储器中。例如最早 IBM PC 机提供的行编辑器 EDLIN，用来建立源文件，修改文本，有删除、插入、编辑和显示行等功能。字处理软件 WORDSTAR、WPS、WORD 等可提供屏幕编辑功能，并能提供各种功能及命令的菜单，使文本的建立和修改更加方便。现在在 DOS6.22

中提供的全屏幕文本编辑软件 EDIT 对于程序编写、修改更加方便。

(5) 翻译程序 (Translator)

众所周知计算机是通过逐条执行组成程序的所有指令来完成人们所给任务的, 所以指令就是计算机能识别并能直接加以执行的语句, 一般指令是由二进制代码组成的, 这种语言称为机器语言。显然它对人们是很不方便的。既然计算机能识别的唯一语言是机器语言, 而这种语言用于编程时非常不便, 所以在计算机的发展过程中就出现了汇编语言和高级语言。汇编语言是一种符号语言, 它几乎和机器语言一一对应, 但在书写时却使用由字符串组成的助记符。例如, 加法在汇编语言中是用助记符 ADD 表示的, 而机器语言则要用多位二进制代码来表示。显然, 相对于机器语言来说, 汇编语言易于理解, 但遗憾的是计算机不能直接识别汇编语言。汇编程序就是用来把用户编制的汇编源程序翻译成机器语言程序的一种系统程序。IBM PC 机中的汇编程序有 ASM 和 MASM 两种。ASM 称为小汇编程序, 它占用较小的存储区, 但功能较弱。MASM 称为宏汇编程序, 它需要的存储区较大, 功能较强, 具有 ASM 不具有的宏汇编能力。

高级语言脱离开机器指令, 用人们更易理解的方式编写程序, 当然它们也要在被翻译成机器语言后才能在机器上执行。高级语言的翻译程序有两种翻译方式: 一种是先把高级语言程序翻译成机器语言 (或先翻译成汇编语言, 然后再由汇编程序再次翻译成机器语言) 程序, 然后再在机器上执行。这种翻译程序称为编译程序 (Compiler), 多数高级语言如 PASCAL, C++, FORTRAN 等都采取这种方式; 另一种是直接把高级语言程序在机器上运行, 一边解释一边执行, 这种翻译程序称为解释程序 (Interpreter), 如 BASIC, JAVA 就采用这种方式。

系统程序中的翻译程序包括汇编程序, BASIC 解释程序及各种高级语言的编译程序。

(6) 连接程序 (Linker)

用来把要执行的程序与库文件或其它已经翻译的子程序 (能完成一种独立功能的程序模块) 连接在一起, 形成机器能执行的程序。

(7) 装入程序 (Loader)

用来把程序从外存储器传送到内存储器, 以便机器执行。例如, 计算机开机后就需要立即启动装入程序把常驻监督程序装入存储器, 使机器运转起来。又如, 用户程序经编译和连接后, 由连接程序直接调用装入连接程序, 把可执行的用户程序装入内存以便执行。

(8) 调试程序 (Debug)

它是系统提供给用户的能监督和控制用户程序的一种工具。它可以装入、修改、显示或逐条执行一个程序。在 IBM PC 机上, 简单的汇编语言程序可以通过 Debug 来建立、修改和执行。

(9) 系统程序库 (System Library) 和用户程序库 (User Library)

各种标准程序、子程序以及一些文件的集合称为程序库, 它可以被系统程序或用户程序调用。操作系统还允许用户建立程序库以提高不同类型用户的工作效率。

第二节 微型计算机新技术

一、微型计算机微处理器技术

目前微型计算机基本上是沿着两个方向发展: 一是生产性能更好的单片机及 4 位、8 位微

型机，主要是面向要求低成本的家电、工业设备的自动化改造及文化教育等方向，其特点是专用化、多功能、低价格、高可靠性；二是发展 16 位、32 位、64 位微型计算机系统，面向更加复杂的各种数据处理环境，如：OA、科学研究等，其特点是大量采用最新技术成果，在 IC 技术体系结构等方面向高性能、多功能的方向发展。

下面主要介绍一下微处理器所采用的硬件技术及其发展趋势。

1. 堆栈技术

遵循后进先出原则。在内存开辟一区域，主要在用到了子程序或中断时保存断点地址、保存现场内容等。这部分内容以后要详细讲解。

2. 中断技术

由于实际需要，计算机要与更多的外部设备打交道，顺序执行程序势必带来外设的串行工作，一外设执行完程序后另一外设才开始投入工作；同时，当几个设备同时要求为其服务时，造成 CPU 服务的不知所措；另外，CPU 如何判断哪个设备需要服务也是一个麻烦问题，这些都使 CPU 使用效率降低（例如：大部分时间花在等待外设工作完成上），当然就用户使用来讲也是极不方便的。于是产生了中断技术，中断 CPU 正在执行的程序，而让 CPU 转到中断服务程序，为申请中断的设备服务，一旦服务完成 CPU 又转向以前的工作，这样使计算机同时为几个外设服务，大大提高了 CPU 的效率和微机系统的性能。

3. 直接存储器存取（DMA）技术

由于内存容量有限，大部分程序、数据存放在外部存储器中，如软盘、硬盘等。如果要执行某一程序，就必须将这部分程序调到内存中，CPU 才能一条一条执行。CPU 与外设进行数据交换，一般是在输入/输出查询程序或中断程序控制下进行的。外设和内存之间的数据传送是在 CPU 的干预下进行的，传送速度慢，特别是大量数据传送就更显得慢了，于是就出现了 DMA 技术。

存储器和外设的 I/O 端口寄存器之间传送数据，不需要 CPU 干预，而进行直接交换的技术就是 DMA 技术。它提高了传送数据的速度。同时为提高计算机运行速度，在微处理器上也作了一定的改进。

4. 多寄存器结构

对微处理器来讲，内部寄存器越多，处理数据和地址就越容易，使用就越方便。CPU 处理的中间结果，可以暂存在寄存器中，无需送到存储器，使执行时间缩短，提高了运行速度。

5. 流水线技术（重叠操作技术）

高档微处理器总的来说有总线接口单元和执行单元。总线接口是负责与总线相连的接口，实现 CPU 与存储器之间的信息传送，将指令或所需操作数取出送到指令队列中排队。而执行单元负责指令的执行，这样就把取指令部分与执行指令部分分开了，使取指和执行指令能够重叠进行，减少了等待取指时间，大大提高了 CPU 效率，提高了整机运行速度。另一方面又降低了与之配备的存储器的存取速度的要求。

6. 高速缓冲存储器

在 32 位微处理器中，为了加快处理信息的速度，在 CPU 与常规主存之间放一个专用高速 RAM，它的速度比主存快一个数量级，不过容量小，只能存放一小组指令或数据集。CPU 要取指令和操作数时发出一个地址，它首先要看所需数据是否在高速缓存中，若在就立即送给

CPU, 若不在就要做一次常规的存储器访问, 将所需要的数或指令送给 CPU, 并将其相邻的指令或数据放入高速缓存中。通常命中率高于 90% 以上。例如: 80486 已将高速缓冲存储器 82385 集成到了 486 微处理器中, 486 执行速度是时钟为 25MHz 的 386 速度的 1.6 倍。

7. 虚拟存储器

被执行的实用程序和使用数据一般不允许大于主存 RAM 空间, 若采用一种硬件和软件的综合技术, 允许程序使用大于物理上的主存储器的容量, 这是由操作系统启动存储器进行数据块的交换或覆盖技术来完成的。目前 80286、80386、80486 都具有虚拟存储器功能。

8. 多处理器系统技术

为了提高执行速度和改善系统操作能力, 微型计算机大多采用了 DMA 控制器, 通过获取总线周期来完成 I/O 操作。但 DMA 控制器的能力有限, 且在 DMA 操作前后都要 CPU 干预, 额外开销大。为了进一步提高运行速度和改善系统的操作能力, 可采用多处理器系统 (有两个或两个以上能同时译码和执行指令的部件, 该系统就称为多处理器系统)。以 IBM PC 机为例, 它在最大组态时, 可以组成多处理器系统。用 8087 数值数据处理处理器执行浮点运算, 用 8089 输入/输出处理器执行字符串处理、代码转换、字符搜集、位测试以及通常的 DMA 操作。这样一来 CPU 就能够处理更高级的任务了, 微机运行效率大为提高, 改善了系统的操作能力。

9. 微处理器普遍采用了微程序控制技术

为了加快微处理器的研制, 使用了微程序技术, 平均 3~4 年就能研制出一个新的微处理器。控制器由微程序控制技术组成, 不使用组合逻辑控制, 因为如果采用了组合逻辑控制器后, 要想改变一下功能, 组合逻辑表达式就得改变, 从而硬件电路就得改变, 这是做不到的。采用微程序设计就方便多了。每个微命令控制完成一个微操作, 由微命令组成微指令, 由微指令编一段微程序, 这段微程序用一些微操作完成一条机器指令的功能。若要改变功能, 只需改变微程序就可以了。

10. 并行处理的哈佛 (Harvard) 结构

为了克服 MPU 数据总线宽度的限制, 尤其是在单处理器情况下, 为进一步提高微处理器的处理速度, 采用高度并行处理技术——Harvard 结构已成为引人注目的趋势。

哈佛结构的基本特性是: 采用多个内部数据/地址总线; 将数据和指令缓存的存取分开; 使 MPU 和转换后缓冲存储器 (TLB) 与 CPU 实现并行操作。该结构是一种非冯·诺依曼结构, 其典型的代表产品是 Motorola 的 MC68030。

11. RISC 结构

所谓 RISC 结构就是精简指令集的微处理器结构。其指导思想是在微处理器芯片中, 那些不常用的由硬件实现的复杂指令改由软件来实现, 而硬件只支持一些使用频率很高的基本指令。这种方法可以大大减少硬件的复杂程度, 并能显著地减少处理器芯片中门的个数, 可用砷化镓 (GaAs) 取代硅半导体材料制成微处理器。这种微处理器具有抗辐射、对温度不敏感、功耗低等优点。在恶劣环境下, 这种微处理器性能良好, 并且可能获得非常高的运算速度。但是, 这种材料与硅相比, 其加工技术难于掌握, 技术还不成熟, 芯片的集成度还远远满足不了传统的完善指令集计算机 (CISC) 的要求。所幸的是目前 RISC 技术已日臻成熟, 为 GaAs 制造 RISC 结构的处理器芯片创造了良好的环境。

12. 整片集成技术 (Wafer Scale Intergration)

目前高档微处理器已基本转向 CMOS VLS 工艺,集成度已突破百万晶体管大关。一个令人瞩目的动向是新一代的微处理器芯片已能将更多的功能部件集成在一起,并做在一个芯片上。目前在一个 MPU 的芯片上已实现了芯片上的存储管理、高速缓存、浮点协处理器部件、通信 I/O 接口、时钟定时器等功能。另外,单芯片多处理器并行处理技术也已由不少厂家研制成功。

总之,从微型计算机系统角度来看,采用多机系统结构、增强图形处理能力、提高网络通信性能等都是当前微型计算机系统所追求的目标。

二、微型计算机总线技术

在微机应用系统中,随着 PC 机应用深度和广度的增加,PC 机的性能更加强大,各种扩充功能也应运而生。为了协同工作,需要利用总线在芯片与芯片、插件板与插件板、系统与系统之间进行连接和通信。总线是构成微机应用系统的重要组成部分。采用总线技术,便于简化系统设计,便于组织各模块的专业化生产,也便于产品的升级换代,同时也能得到多家厂商的支持。

在一个系统中,往往具有不同层次的总线,如 386 系统结构就支持四种总线:(A)CPU 总线,也称片内总线,具有 32 位地址线(CAB)和 32 位数据总线(CDB),它用来连接 CPU 和外围芯片;(B)存储总线,也称为元件级总线,具有 32 位地址线(MAB)和 36 位数据总线(MDB,包括 4 位奇偶校验位),用来连接存储控制器和 DRAM;(C)系统总线,也称为内总线、I/O 通道总线,用来与扩充插槽上的各扩充卡相连接,系统总线有多种标准,主要是数据、地址线不同,以适用于各种系统的应用;(D)外部总线,也称通信总线,具有 24 位地址线(XAB)和 8 位数据总线(XDB),用于主机板上的 I/O 控制器和键盘控制器、微机系统与微机系统、微机系统和其它仪器或设备的相互连接。CPU 总线、存储总线、外部总线在系统板上,不同的系统采用不同的计算机电路芯片集,这些总线不完全相同,也不存在互换性问题。而系统总线是与 I/O 扩充插槽相连的。I/O 插槽中可以插入各式各样的扩充板卡,它们作为各种外设的适配器与外设相连接。因此要求系统总线必须有统一的标准,以便按这些标准来设计各类适配卡。

1. 现有的系统总线

目前,有多种系统总线可供微机系统设计者选用。它们支持 8 位、16 位、32 位及 64 位微机。最初的总线结构是为了 CPU 与其它外围部件及各 I/O 接口相互通信而设计的,当系统增加某种设备时,只要把适配卡插入与总线相连的扩展槽中,CPU 就能与之相互对话,所以总线被设计为开放的体系结构。

最早的 PC 机系统总线是 IBM 公司于 1981 年推出的基于准 16 位机 PC/XT 的总线,称为 PC 总线。1980 年首次出现的 PC 总线中的数据总线是 8 位的,其传输速率也不高,是一种比较简单的、功能不太强的总线。随着微机的发展,在 20 世纪 80 年代中期生产了 PC/AT 型微机,其中 IBM 公司用兼容的方式将原 8 位 PC/XT 总线扩展为 16 位的 AT 总线,也即 ISA 总线(工业标准体系结构)。ISA(AT)总线是通过 I/O 插槽与外插接板相连接的。ISA 是 8 位和 8/16 位兼容的总线。因此,插槽有两种类型,即 8 位和 8/16 位。8 位扩展 I/O 插槽由 62 个引脚组成,用于 8 位的插接板;8/16 的扩展槽除了具有一个 8 位 62 线的连接器外,还有一个附加的 36 线连接器,这种扩展槽既可支持 8 位的插接板,也可支持 16 位的插接板,也即 ISA 总线是通