

微型 计算机 原理

姚永翘 编著



WEIXING JISUANJI YUANLI 武汉大学出版社

内 容 简 介

本书主要介绍微型计算机系统的基本概念、基本结构原理和实际使用中的有关知识。以社会上普遍使用的优秀微处理机机种 80X86 及 IBM PC 系列机为背景机,系统地介绍了微型计算机的整个系统中各功能部件的结构原理及其相互间的联系。系统地介绍了整个 80X86 系列的各档次微机的结构特点,最后详细地分析了社会上应用最广的典型机型 80386,还结合实际全面介绍了微机各方面的扩充与升级。全书分八章:概论,微处理机的结构,指令系统,微型计算机的存储器及其接口,输入输出系统,中断系统,微型计算机的总线,典型微型计算机系统的分析与功能扩充等,各章末都附有习题。其内容全面、新颖,讲解详尽,叙述深入浅出,通俗易懂。

本书具有较强的先进性、系统性、完整性,它既可作为高等院校计算机、自动控制及其它工科等专业的本、专科学生的教材和参考书,又可作为成人高等教育和各种计算机培训班的教材和参考书,由于讲解详尽,内容翔实易懂,也特别适宜于从事微型计算机生产、研制、使用和应用开发的广大科技人员自学之用。

前 言

近些年来,微型计算机迅猛发展,使计算机渗透到国防、尖端科技、工业、农业、企业管理和日常生活的各个领域,触及了社会的各个角落,发挥的作用愈来愈大。微型计算机的应用已成为社会各行各业中不可分割的一部分,微型计算机的应用水平成为国家现代化发展水平的重要标志之一。

对于计算机起步比较晚的我国,广泛而深入地普及与应用计算机,充分发挥计算机在现代化建设中的巨大作用,关键是对计算机应用人才的培养。在各个技术领域的科技人员和大学本、专科学生、研究生中普及提高微型计算机知识成为当务之急,现在各种专业的大中学生、各种行业的科技人员、管理干部、工作人员都迫切要求学习微型计算机知识。学习微型计算机知识已成为一种文化基础教育、人才素质教育和强有力的技术基础教育。本书就是为了适应这种形势的迫切需要而编写的。

微型计算机系统课程是大学计算机专业的专业基础课,是计算机专业和自动控制专业高年级学生必修的核心课程之一。通过本课程的学习使学生全面掌握微型计算机系统原理和应用方面的知识,为以后对微型计算机系统的设计、调试、扩展系统功能及应用开发奠定基础。

本书是从计算机系统结构的角度来编写的,对微型计算机系统的结构原理进行深入的解剖分析和评价,在叙述各系统功能部分时,先介绍一般微型计算机的共性,然后以典型机种为例予以说明。在讲解中以在一般应用中最广泛使用的16位(32位)机种——IBM PC系列微型机为背景机进行讲解。用系统与部件相结合、硬件与软件相结合的方法,详细地介绍了微型计算机系统中各功能部件的结构特点及其相互间的联系。不仅系统地介绍了整个80X86系列各档次微型机的结构特点,而且详细地全面分析了社会上应用最广的典型机型80386处理机。还结合实际全面介绍了微机各方面功能的扩充与升级。

本书共分八章。第一章主要介绍微型计算机的基本概念、分类、发展和应用;第二章介绍了微型计算机的基本结构特点及工作时序,特别介绍了整个IBM PC系列微处理机8086/8088/80186/80188/80286/80386/80486/P5(Pentium,奔腾)及P6(Pentium Pro,高能奔腾处理机)的结构特点;第三章介绍了微型计算机的指令系统;第四章介绍了微型计算机的存储系统;第五章介绍了微型计算机的输入输出系统和各类接口及接口的初始化编程;第六章介绍了微型计算机的中断控制系统;第七章全面地介绍了微型计算机的现有总线类型和结构特点;第八章先介绍了IBM PC系列微处理机的功能升级,而后全面地介绍了

作为教学定位机的典型微型计算机 80386,最后结合实际全面讲解了微型机各方面功能的扩充与升级。各章后面都列了大量的习题,附录中介绍了在阅读和使用时要经常查阅的重要资料。

本书是作者结合微型计算机系列教材编写大纲,在原已出版的《微型计算机系统及实用技术》的基础上,进行提炼、拓宽,充实大量新内容而写成的。这两本书都是作者在多年的教学 and 实际工作经验的基础上对大量国内外出版的书籍、手册、资料进行提炼、概括、归纳和整理而形成的。在编写中既注意了教学的理论性、系统性,又特别充实了大量微型机近期的先进内容,因而更具有现实性。同时力求做到概念清楚,讲解详尽,易读易懂,便于读者自学。书中列举了大量实例,其中绝大部分都在机器上经过调试和运行,当然,方法不一定最佳,程序也未必十分完善,但对帮助读者深入掌握书中有关内容以及实际应用会有重要参考价值。

本书是湖北省武汉市微机学会组织编写的,参加编写大纲讨论的有武汉大学、华中理工大学、华中师范大学、武汉交通科技大学、国家科委管理学院、空军雷达学院及武汉市尚吉电子研究所等单位,空军雷达学院王长胤教授、华中理工大学刘乐善教授、尚吉电子研究所文军所长以及铁道部第四设计院王宁等同志阅读了本书初稿,并提出了许多宝贵意见,编写过程中还得到了尚吉电子研究所的大力支持。在编写过程中,多次征求过有关学科的各层次学生及其他读者的意见,还得到武汉大学计算机科学系、计算中心、出版社许多老师和有关同志的支持和帮助,在出版中姚琮同志做了大量的工作,在此一并表示衷心的感谢!

本书在编写过程中参考了大量的系统工具书和中外文书籍资料,在此谨向译、作者致以深切的谢意。

本书和《计算机系统导论》以及华中理工大学出版社出版的《微型计算机接口技术原理及应用》是系列配套教材,可同时使用,也可单独使用。

由于本人水平有限,时间又很仓促,书中错误和不妥之处在所难免,敬请读者和计算机同仁批评指正。

编 者

1995 年 12 月于珞珈山

目 录

第一章 概 论

1.1 微型计算机概念	1
1.2 微型计算机的特点	3
1.3 微型计算机的分类	4
1.4 微型计算机的发展概况	5
1.5 微型计算机的应用	7
习 题 一	11

第二章 微处理机的结构

2.1 微型计算机的一般结构	12
2.2 现代微处理机的结构特点	14
2.3 微处理机 8086/8088 的结构	16
一、Intel 8086/8088 的性能	16
二、8086/8088 的内部结构	16
三、8086/8088 中的总线接口部件和执行部件的动作管理	18
四、8086/8088 的通用寄存器	19
五、8088 与 8086 的比较	21
六、8086/8088 的外围芯片	22
七、8086/8088 的最小方式和最大方式	23
2.4 微处理机 80186/80188/80286/80386/80486/..... P5(Pentium)/P6(Pentium Pro)的结构特点	26
一、微处理机 80186/80188 的结构	26
二、微处理机 80286 的结构	29
三、微处理机 80386 的结构	31
四、微处理机 80486 的结构	36
五、微处理机 P5(Pentium, 奔腾)的结构特点	40
六、微处理机 P6(Pentium Pro, 高能奔腾处理机)的结构特点	45
2.5 8088 的基本时序分析	52
一、概 述	52
二、8088 的基本总线周期	56
三、最大组态下的 8088 时序	60
习 题 二	63

第三章 微型计算机的指令系统

3.1 概 述	65
3.2 指令格式	65
3.3 微处理机 8086/8088 的寻址方式	70
一、立即寻址(Immediate Addressing)	71
二、直接寻址(Direct Addressing)	71
三、寄存器寻址(Register Addressing)	71
四、寄存器间接寻址(Register Indirect Addressing)	72

五、变址寻址(Index Addressing)	72
六、基址加变址的寻址方式	72
七、寻址方式的指定	74
八、程序存取的寻址方式	75
3.4 8086/8088 的指令系统	76
一、数据传送指令	76
二、运算指令	77
三、控制转移指令	80
四、重复指令	82
五、处理机控制指令	83
3.5 关于 RISC、CISC 和 WISC	84
一、RISC 产生的背景	84
二、典型的精简指令系统计算机(RISC)的主要特征	85
三、WISC 结构	85
习 题 三	87

第四章 微型计算机的存储器及其接口

4.1 概 述	88
4.2 随机存取存储器 RAM	92
一、RAM 的基本存储电路	92
二、RAM 的结构	92
三、静态 RAM 芯片举例	97
四、动态 RAM 芯片举例	98
五、三态门集成电路	100
六、动态 RAM 的刷新问题	102
七、几种典型存储器芯片的比较	105
4.3 只读存储器 ROM	106
一、只读存储器 ROM 的结构和分类原理	106
二、只读存储器 ROM 的基本存储电路	110
三、只读存储器 ROM 的典型产品举例	112
四、只读存储器 ROM 的应用——用 ROM 作字符发生器	114
4.4 快速擦写存储器 Flash Memory	115
一、快速擦写存储器 (Flash Memory) 的工作原理	115
二、快速擦写存储器 (Flash Memory) 的主要性能特点	116
三、快速擦写存储器 (Flash Memory) 的三种体系结构	117
四、快速擦写存储器 (Flash Memory) 的分块	118
五、快速擦写存储器 (Flash Memory) 的应用领域	118
4.5 存储器子系统的设计及其与 CPU 的连接	119
一、1KB RAM 的连接	120
二、256KB RAM 的连接	121
三、EPROM 与 CPU 的接口	123
4.6 IBM PC/XT 微型机的存储器结构分析	123
4.7 微型计算机常用的外存储器简介	128
一、软磁盘存储器	128

二、硬盘存储器	132
三、盒式磁带录音机作外存储器	134
四、光盘存储器	135
五、光磁软盘存储技术	135
习 题 四	138
第五章 微型计算机的输入/输出系统	
5.1 概 述	139
一、外部设备工作的特点	140
二、接口电路的功能	140
5.2 一般的输入/输出过程	141
一、一般的输入过程	141
二、一般的输出过程	142
5.3 数据输入/输出传送方式的选择	142
一、程序控制的输入/输出方式	144
二、中断控制的传送方式	147
三、数据传送的 DMA(Direct Memory Access)方式(数据通道传送方式)	148
5.4 DMA 控制器 8237A	154
一、主要功能	154
二、8237 的结构	154
三、8237 的工作周期	156
四、8237 的引线	156
五、8237 的工作方式	158
六、8237 的寄存器组和编程	160
七、IBM PC/XT 中的 DMA 控制逻辑	166
5.5 输入/输出总线的控制结构	172
一、输入总线的控制结构	172
二、输出总线的控制结构	173
三、输入/输出端口的结构	174
四、输入/输出端口的寻址方法	175
5.6 数据并行的输入/输出传送方式	178
一、并行接口概述	178
二、可编程并行通讯接口 8255A	179
三、8255A 的控制字	181
四、8255A 的工作方式	183
五、IBM PC/XT 中的 8255A-5 的使用	192
5.7 数据串行的输入/输出传送方式及通讯接口	199
一、串行输入/输出数据及通讯的原理	200
二、8251 可编程序通讯接口	205
三、8251 应用举例	211
习 题 五	214
第六章 微型计算机的中断系统	
6.1 概 述	215
一、中断系统的作用与用途	217

二、中断源	217
6.2 中断的处理过程	218
一、中断请求	218
二、中断优先权的判别	219
三、中断响应	224
四、中断处理	226
6.3 8086/8088 的中断系统	228
一、中断向量表	228
二、中断的种类	229
三、中断的处理过程	231
四、IBM PC/XT 的中断控制逻辑	233
五、IBM PC/XT 中系统保留的中断	235
6.4 Intel 8259A 可编程中断控制器(PIC)	236
一、功能及工作特点	236
二、结构	236
三、8259A 的引线	237
四、8259A 的工作原理	238
五、8259A 的工作方式	239
六、8259A 的初始化命令字和操作方式命令字	244
七、8259A 使用中的一个实际问题	245
6.5 中断程序举例	246
习 题 六	248
第七章 微型计算机系统的总线	
7.1 总线的概念	249
7.2 系统总线的组成及其作用	250
一、地址总线	250
二、数据总线	252
三、控制总线	252
7.3 总线的结构	253
一、单总线结构	253
二、双总线结构	254
三、三总线结构	255
7.4 总线的仲裁技术	256
一、总线仲裁机构的基本形式	256
二、8289 仲裁器及其应用	259
7.5 常用的系统总线标准	264
一、S-100 总线标准	264
二、Multibus(多总线)总线标准	264
三、STD 总线标准	265
7.6 常用的外总线(通讯总线)标准	266
一、IEEE-488 通用标准总线	266
二、RS-232C 串行总线标准	266
三、PC/104(嵌入式 PC)总线与 PCMCIA 总线标准	268

7.7 新型总线标准:ISA、EISA、VESA、PCI	268
一、ISA 总线(AT 总线)标准	268
二、EISA 总线标准	273
三、VESA 总线标准	280
四、PCI 外围部件互连标准	281
7.8 IBM PC/XT 的总线应用	282
习 题 七	285
第八章 典型微型计算机系统的分析与功能扩充	
8.1 80X86 系列各成员的功能升级介绍	286
一、80X86/88 系列性能的横向提升	286
二、80X86/88 系列性能的纵向提升	286
三、高性能的 16 位微处理机 80186	287
四、超级 16 位微处理机 80286	287
五、先进的 32 位微处理机 80386	290
六、超性能的 32 位微处理机 80486	290
七、80X86 的寄存器结构	291
8.2 典型微型计算机(80386)系统的综合分析	297
一、80386 微处理机的基本特点	297
二、80386 的存储结构	297
三、80386 的引脚与信号	298
四、80386 的数据类型	299
五、80386 的工作方式	300
六、80386 的中断和异常	327
七、80386 的系统初始化	331
八、协处理机及其连接线路	336
九、市场上的 386 机型和 486 机型简介	339
8.3 微型计算机的功能扩充与升级	342
一、用增加 RAM 扩展板来扩充 RAM	342
二、主板上存储器的扩充和升级	344
三、主板上其它芯片的升级	345
四、主板整板的更换升级	346
五、软驱的更换和升级	346
六、PC/XT 兼容机的硬盘扩充	347
七、双硬盘系统的配置	347
八、如何更换新型大容量硬盘	349
九、如何构造一个实用的多媒体电脑系统	349
习 题 八	352
附 录	
一、键盘输入码	354
二、ASCII 字符与编码对照表	355
三、中国信息交换用的七位编码字符集	356
四、8086/8088 系列机的指令系统(含 80286,80386,80486)	357

第一章 概 论

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。它在科学技术领域中的地位日益显著。计算机的科学技术水平、生产规模 and 应用的深广度已成为衡量一个国家现代化水平的主要标志。当前,计算机正朝着巨型化和微型化两个方向发展,从第一台微处理机 Intel-4004 问世以来,由于大规模集成电路理论与工艺的日臻成熟,微型计算机发展非常迅速,目前已经经历了四代变迁,进入了 16 位机广泛使用,32 位机蓬勃发展的阶段。现在微型计算机已应用于国民经济和生活的各个领域,对社会产生了巨大的影响,所以计算机向微型化发展的方向极受各界的关注。

本章着重介绍微型计算机的基本概念、结构特点、分类及其发展与应用,使对微型计算机有一个概括的了解,为学习以后各章打下初步基础。

1.1 微型计算机概念

一、微型计算机

所谓微型计算机,它首先是计算机,“微型”就是指利用大规模集成电路技术把计算机的核心部件集成在一片或几片芯片上,从而使计算机的体积越来越小,成本越来越低,耗电量也大大下降。

微处理机(microprocessor— μp):

把计算机的运算器和控制器(包括时序控制电路)集成在一个大规模集成电路芯片上称为微处理机,即微型计算机的 CPU。

主机(master):

微处理机和内存存储器(CPU+RAM+ROM)合称“主机”。

微型计算机(microcomputer— μc):

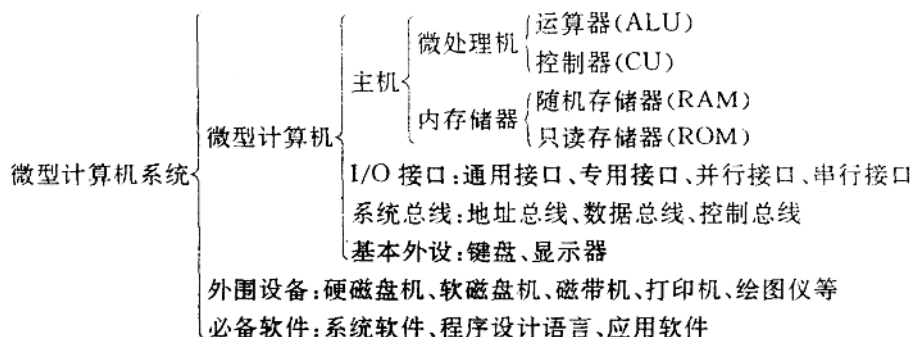
以微处理机为基础,配以随机存储器(RAM)、只读存储器(ROM)以及输入/输出(I/O)接口电路,再配以基本的输入/输出外部设备(键盘、显示器)构成一个基本裸机系统,叫微型计算机。

微型计算机系统(microcomputer system— μcs):

由微型计算机配以相应的外部设备——打印机、磁盘机、磁带机、绘图机、模拟转换器等及其专用接口电路、电源以及足够的软件而构成的系统叫微型计算机系统。

二、各部分之间的关系

微型计算机系统各部分的关系如下:



三、微型计算机的一般结构

图 1.1 是微型计算机的一般结构框图。

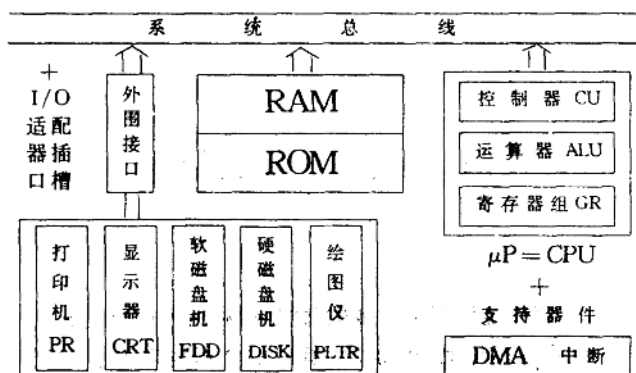


图 1.1 微型计算机的一般结构框图

1. 运算器即算术逻辑单元 ALU (Arithmetic Logical Unit), 是微型计算机进行算术运算和逻辑运算的基本部件。

2. 寄存器组 GR (Group Registers), 是由许多寄存器组成的, 这些寄存器分别用来存放操作数、运算的中间结果、标志工作状态的信息以及指令地址、堆栈指针等信息。

3. 控制器 CU (Control Unit), 由控制存储器以及其它控制操作的电路所组成, 其任务是对指令进行译码, 并发出相应的控制操作信号。

这三个部分通过内部总线互相连起来组成一个微处理机, 即 CPU, 是微型计算机的核心部分, 它再通过外部总线, 即系统总线与其它部分相连进行工作。

4. 内存储器, 包括随机存取存储器 RAM 和只读存储器 ROM, 前者用来存贮程序指令、原始数据、运算的中间结果和最终结果, 后者用来存放常驻的程序和信息, 此存储器只能读出, 不能写入。

5. 输入/输出接口 (I/O interface), 是将微机的主机和输入/输出设备连接起来以解决通路和匹配问题的电路。

6. 外设, 是一些以不同的方式输入程序和数据及以不同的方式 (显示、打印、绘制、转贮等) 输出中间结果和最终结果的独立设备。

1.2 微型计算机的特点

微型计算机是通用电子计算机发展到第四代的时候,在小型计算机的基础上发展起来的,并且移植了小型计算机的先进技术,同时借用了小型计算机尚未来得及引用的、大型计算机所采用的先进技术。因而,微型计算机比小型计算机具有更多的优点。

1. 体积小、重量轻、耗电省、价格低

微型机是计算机发展到第四代后产生的,做到了大面积集成,甚至在约为几十平方毫米的芯片上就可做成一个具有相当功能的单片计算机,如 1983 年 Intel 公司研制出的 16 位单片系列计算机 MCS-96,集成度为 12 万只晶体管/片;Intel 公司的 16 位微处理机 I8086 在 5.7mm^2 芯片上集成了 29 000 个晶体管;Zilog 公司的 16 位微处理机 Z8000 在 39.3mm^2 芯片上集成了 17 500 个晶体管;Motorola 公司的 16 位微处理机 M68000 在 42.25mm^2 芯片上集成了 68 000 个晶体管;Intel 公司 1993 年研制出称为“Pentium”(P5)的处理机芯片,在 139mm^2 的封装中容纳了 320 万个晶体管;而 Intel 公司在 1995 年 3 月发表的代号为 P6 的处理机芯片,由 550 万个晶体管组成。

一台微机的主机的重量只有几公斤重,而第一台通用电子计算机的重量为 30 吨,直至现在的第四代通用计算机的主机也是一个或几个大柜子,从功耗上看,第一台通用计算机耗电为 150 千瓦,现在的通用机也耗电几十千瓦,而微型计算机的功耗只有几十瓦;从价格上看,悬殊更大,现在的大型电子计算机售价为几百万至几千万美元,而最便宜的微型计算机只需花几十美元就可买到。

2. 操作简单,使用方便,不需要特殊的工作条件,容易安装和调试

这是显而易见的,一般微型计算机只需扎扎实实地花上十几个小时就可以学会使用,使用起来也很方便,不像大机器那样要几个人操作。微型计算机对环境条件的要求也没有大计算机那么苛刻,它跟家用电器差不多。微机在设计时就考虑到能适应较大的工作温度范围以及相应的防尘措施(如温盘)等。因此,微机就可以进入办公室、教室、车间以及家庭,而不必像过去那样要把计算机放在恒温恒湿和高洁净度的专用机房里。微型计算机是由大规模集成电路器件组成的,部件少,标准化程度高,组装调试都很容易。

3. 性能稳定,工作可靠,功能齐全,调试和修改程序方便

大规模集成电路构成的计算机性能都很稳定,不容易出故障,跟家用电器一样工作可靠,好的微型机用几年才出一个故障。微型计算机是在小型计算机的基础上发展起来的,而且集中了小型和中、大型计算机的先进技术,功能是比较强的。其操作使用,调试和修改程序等都很方便。

4. 研制周期短,组成灵活,产品系列化,便于用户选购

采用现在的研制手段,研制一种微处理机大约需要 6~12 年。因此,改进性能方便,可在较短时间内吸取一些可能采用的新技术,使微型计算机不断得到更新。

微型计算机的这些优点使它能广泛应用于各个领域。当然,和相应时期的中、小型计算机相比,微型计算机还有一些不足之处:

1. 速度偏低。现在已逐步加快了,如近期的微机 Intel80486 等的速度就相当快。

2. 功能偏低。其字长位数、内存容量、指令条数、寻址方式、中断级别及内部寄存器数量等方面都还不如大、中、小型计算机。不过,近年来的微型计算机有很大进步,小型、中型以及大型计算机的结构特点都在微型计算机上体现出来,例如微程序控制技术、直接存储器存取技术(DMA)、多级中断系统、堆栈技术、总线结构方式、多通用寄存器结构、并行和流水线结构、指令先取技术及精简指令系统(RISC 精简指令集计算机)等在近几年的微型机制造中全都实现了。

1.3 微型计算机的分类

我们可从不同角度对微型计算机分类。

一、按用途分类

1. 个人计算机:包括普通微机、家用计算机、娱乐计算机、小型事务处理计算机等。
2. 控制计算机:包括过程控制和数值控制。
3. 专用计算机:用于仪器设备上的计算机。

二、按构成形式分类

1. 微型计算机:如前面概念部分所述。
2. 单片计算机:把 CPU、一定容量的存储器、I/O 接口均制作在一个芯片上而成的微型计算机。如 MCS-48/51/96、MK68200 等。
3. 单板计算机:把 CPU、内存、I/O 接口组装在一块印刷电路板上的微型计算机,如 TP801 等。

三、按微处理器(CPU)的数据字长(位数)分类

1. 4 位的 μP :这是初期生产的最低档 μP ,代表机种为 4040。生产批量大,价格低,一般为单片机,可用于微波炉、冰箱、洗衣机、缝纫机、电视机、游戏机、录音机、录像机、照相机、计算器和各种仪表中。

2. 8 位的 μP :属于前期中档微机,用来作为各种工业控制和数字处理、科学计算、辅助教学用,如 8080A、M6800、Z80、6502 等。

3. 16 位的 μP :属于后期中档微机,可用来取代低档小型计算机。如 Intel 公司生产的 8086(8088)、80286, Zilog 公司产的 Z8000, Motorola 公司产的 MC68000、MC68020 等都是高性能的 16 位微处理器。

4. 32 位的 μP :属于高档微机,具有小型以至中型计算机的能力,有的甚至具有某些大型计算机的先进功能。如 Intel 80386、80486、Z80000、M68030 等。

5. 位片式 μP :在位的方向上几位为一组做成一个片子,可以用 2 片或 4 片 4 位“位片机”灵活地组成 8 位机或 16 位机。位片机的速度较高(20MHz 以上),寻址空间很大(4MB~8MB)。

四、按 μP 的制造工艺进行分类

按 μP 的制造工艺分类, μP 可以分为 MOS 型(PMOS、NMOS、CMOS、HMOS)和双极

型(TTL、ECL、I²L)两类。

五、按主机装置分类

这是微型机发展到超小型阶段而出现的一种新的分类法。关于这种分类说法不一,但一般分类如下:

1. 台式机,又称桌上型机,系指很少移动的,只利用交流电源供电的微机,这包括了目前看到的国内常用的微型机。

2. 便携式(portable),又称可移动式(mobile)微机,大约可分为六种,其性能列表如下:

表 1.1 各类便携机的性能

名称	重量(磅)	宽(英寸)	高(英寸)	长(英寸)	电源	电池寿命(小时)	键盘大小
可移动式微机	20.0	14.0	8.0	14.0	交流	0	标准键
膝上型微机	10.0	14.0	3.0	12.0	交流/电池	4.0	标准键
笔记本型微机	5.0	11.0	1.0/2.0	8.5	电池	4.5	标准键
口袋型微机	1.0	9.0	1.0	4.0	电池	<50	小键盘
掌上型微机	<1	4.0	<1.0	<4.0	电池	<100	触摸式键
钢笔式微机	0.4~1	一只钢笔大小			电池		触摸式键

1.4 微型计算机的发展概况

大规模集成电路 LSI 技术、计算机硬件和计算机体系结构技术以及计算机软件和应用技术的高速发展,使计算机性能迅速提高,而价格不断下降。从 1970 年开始,电子计算机进入了第四代——大规模集成电路的计算机时代。在这代计算机中,一块几十平方毫米的芯片上已可集成 1 百至数万个门电路(或几十万至几百万个元件),从而使计算机体积和耗电量更小,可靠性进一步提高,价格进一步降低。1971 年末美国 Intel 公司在—块硅片上制成了 P 沟道金属氧化物半导体(PMOS)四位微处理机 I4004,它是实现 4 位并行运算的单片处理机,以 I4004 为基础,再配以相应的 RAM、ROM、I/O 接口等芯片,就构成了相应的 MCS-4 型微型计算机。这是世界上第一台微型计算机,从此揭开了微型计算机发展的帷幕。

继四位微处理机 I4004 之后,Intel 公司于 1972 年初又制成了 8 位并行的微处理机 I8008 及其相应的微型计算机 MCS-8。这些早期产品主要是采用工艺简单、速度较低的 P 沟道 MOS 电路做成的,人们称之为第一代微型计算机,其功能有限,但以此为开端,形成了计算技术的一个新领域——微型计算机领域。这是计算机科学和计算机工业的一个重要里程碑。

1973 年起出现了采用速度较快的 N 沟道 MOS 技术制成的 8 位微处理机及相应的微型计算机,人们称之为第二代微型计算机。美国、日本等国的一些集成电路生产厂商和小型机制造厂商竞相投产微型计算机,因而使微型计算机获得了迅速发展,其性能和电路集成度几乎每年翻一番,微型计算机的产量则每年增长数倍。在 8 位微处理机中,应用较广、性能优良的机种主要有 Intel8080、M6800、Z80 以及 Rockwell 公司的 6502 等。Intel8080 于 1973

年最先问世,它与 Intel8008 有同样的基本指令集,性能却提高十倍。Motorola 公司 1975 年研制成了 M6800,它不像 Intel8080 用三种电源而只用一种,它采用了小型机 PDP-11 的总线结构,而且有完备的配套元部件。Intel8080 的主要设计人后来转入 Zilog 公司,设计了性能胜过 Intel8080 十倍的微处理机 Z80,于 1976 年宣布制成。以这些微处理机为核心的微型计算机的功能显著增强,微型计算机的外围设备也相应发展起来,自此,微型计算机的发展进入盛期。

1978 年起出现了 16 位微处理机,它标志着微处理机开始进入第三代,最初开发成功的是 Intel8086,它采用硅栅 HMOS 工艺,在 32.9 平方毫米的芯片上集成了 29 000 个晶体管,其性能较 Intel8080A 增强十倍以上。接着,Zilog 公司宣布制成了 Z8000 系列微处理机,它大致相当于小型计算机 PDP-11/45,其性能比前者还要好。随后,Motorola 公司宣布制成 MC68000 微处理机,它有 23 位地址总线,但可执行 32 位算术逻辑操作。MC68000 的运算速度比 Z8000 和 Intel8086 还要快 40%,每秒可执行 200 万条指令,接近于小型计算机中的高档机种。这些是第三代微处理机中具有竞争能力的三个典型机种,以这些微处理机为核心的微型计算机系统具有很大的寻址能力、较宽的数据通道和多种数据类型,有支持多处理机系统及分布式处理机系统的硬、软件,能够执行数据处理、科学计算等各类应用程序,其性能可与当时的中档小型机相抗衡。

1981 年起,采用超大规模集成电路的 32 位微处理机问世,例如 Intel 公司研制生产的 IAPX432、I80386,贝尔实验室的 MAC-32 以及 HP-32、NS-32032、Z80000 等。这些就是 32 位的第四代微处理机,其集成度大多在十万个晶体管以上,而 HP-32 在单片上集成了 45 万个晶体管。上述 32 位微处理机大多采用流水线方式和微程序技术,都拥有巨大的地址空间,并能支持虚拟存贮,较好地面向高级语言,可以构成与 70 年代的大、中型计算机相匹敌的微型计算机系统,如 Intel80386 多处理机系统性能与大型机 IBM370/158 相当,现在又出现了性能更强的 Intel80486 微处理机。

在短短的十来年里,微处理机与微型计算机经历了四代变迁(如表 1.3 所列),平均两三年就换了一代,其发展之神速是任何技术所不能比拟的。

表 1.3 微处理机更新换代情况

代	年间	工艺	字长 (位)	指令周期 (μ s)	时钟 (MHz)	集成度 (元件数/片)	典型产品
1	1971~1973	PMOS	4/8	20	0.7~0.8	2000	I4004 I8008
2	1973~1977	NMOS	8	2	2~5	5000~10000	I8080 M6800 Z80 I8085
3	1978~1980	HMOS	16	0.5	5~10	30000~70000	I8086 Z8000 MC68000
4	1981~今	NMOS HMOS CMOS	32	0.3	8~50	10 万~300 万	IAPX432 HP-32 I80386 Z80000

为适应不同使用的需要,微型机厂家开发和生产了多种多样的微型机、单片机、多片机、单板机、多板机、专用机、通用机等。

70 年代后期,一种作为独立的微型计算机系统——个人计算机时兴起来了。最早的个

人计算机是美国 Apple 公司的 Apple II 型计算机,于 1977 年开始在市场上出售。继之出现了美国 Radio Shack 公司的 TRS-80 和 Commodore 公司的 PET-2001,这三种有代表性的机种对个人计算机的初期发展作出了重要贡献。从此以后,各种型号的个人计算机如雨后春笋纷纷出现。随着个人计算机功能的不断增强,价格日趋低廉,用途日益广泛,一贯以生产销售大中型通用机为主的 IBM 公司看到个人计算机市场的巨大潜力,于 1979 年开始研制个人计算机,逐步推出了 IBM PC 和其扩充型 IBM PC/XT,极大地震动了计算机工业界。IBM 个人计算机具有下列特点:

1. 设计先进,率先采用主频为 8 兆赫的高性能的 16 位微处理机 Intel8088。
2. 软件丰富,IBM 公司公布了 PC 的软件规范后,有八百多家公司以此为标准编制软件,已开发的软件达几千种。
3. 功能齐全,通讯能力强,可与大型机相连,进行远程通讯与近程通讯。
4. 生产高度自动化,流水作业,每 7 秒钟生产一台,成本很低,价格便宜。

IBM 公司组织了强大的销售网,使 IBM PC 迅速占领市场,销售量居世界第一,取代了号称微型计算机之王的 Apple 公司地位。IBM PC 成了主流微型机,随之仿造 IBM PC 的兼容微型机大量涌现,使个人计算机爆炸性地大发展。据统计,在美国每年出售个人计算机几百万台,且销售量每年都要翻一番,其发展之迅猛超过了以往任何类型的计算机。

1.5 微型计算机的应用

自 1971 年微处理机问世以来, $\mu P/\mu C$ 的发展史就是其应用史。随着 $\mu P/\mu C$ 惊人的发展速度,随着 $\mu P/\mu C$ 功能的日益提高和价格的不断下降,它的应用也愈来愈广泛,而且相互促进。目前, $\mu P/\mu C$ 已广泛应用于工业、农业、商业、教育、军事、银行、交通、通讯、邮政、医护、环保、办公、文娱和生活等各行各业之中,在科学计算、数据处理、过程控制、企业事务管理、仪器仪表、人工智能等方面都发挥着巨大的作用。

一、微型计算机在科学计算中的应用

微型计算机在科学计算中的应用很广,例如,用有限元法对物体进行强度计算,用目标规划法对企业管理中的多目标进行优化决策,用中心极限定理法和纯乘同余法产生离散伪噪声序列,对天文现象进行分析计算,研究解决振动问题等,都可以利用程序设计技巧解决这些复杂问题。虽然解决这类问题对内存容量的要求大而微型计算机的容量小,在中低档微机上求解有限制,但对于高档微型机进行以上问题的求解计算就不成问题了。它可以像中大型计算机一样,对各种复杂的实际问题进行分析计算。如对原子结构分析、生物遗传学工程方面的分子结构分析、水利设施的分析设计、水利工程的土方计算、水文计算、水源管理、气象预报、水文预报、大气污染研究、电力分析研究、农作物、水情、地震的预测分析等等,都可在高档微机上实现。

二、微型计算机在数据处理方面的应用

随着社会文明的高度发展,现代社会正在进入信息社会,各种信息浩如烟海,为了更全面、深入、精确地认识和掌握这些信息所反映的事物,在科学实验、生产控制、组织管理、国防建设、文化教育、医疗服务等领域中,需对大量信息进行分析加工的数据处理课题正在与日

俱增。

数据处理的主要功能是将输入设备送来的数据及时地加以记录、整理、计算,以加工出符合特定需要的新信息,并将结果打印输出。数据处理的特点是要对大量同类性质的数据进行操作;这些数据所占的存贮空间远大于操纵数据的程序所需的存贮空间,因此,必须在解决各种数据处理的基本课题之外,适当地解决大量数据的存放、组织、分类、查找、维护等问题。例如,在我国人口普查中,要对 120 个大、中城市人口的年龄、性别、职业等十多个项目的几百亿个数据进行处理,靠手工是无法精确完成的,而用微型计算机则只需几个小时即可得到全部理想结果。

又如在微型计算机上进行水电站的水能计算,要对 30 年的原始数据及各有关机组特性数据进行处理;对智能数据采集装置在运行过程中实时测量采集的多点数据进行处理,找出规律,分析结果;对长跑等运动收集的各种数据进行综合分析处理,以便对运动进行指导;为适应鱼情预报、海洋气象预报以及海洋资源研究等方面的需求建立鱼情数据库;建立某地区水稻品种资源的数据库;防疫站建立的地区疫情数据库;飞机、轮船、火车、汽车、机床、计算机等的维修数据库;建立各种新鲜的和加工过的食品、快餐食品、饮料、婴儿食品、有禁忌的食品的各种营养定量分析及提供日照、肥料、下雨、贮藏、加工烹调引起的某种食物中营养成分的变化的营养数据库;为建设和养护城市绿地而建立的记载城市树木的树种、种植地点、树径树龄、覆盖面积、生长状况等内容以便查询和指导工作的树木数据库;关于地质勘探、矿藏贮量计算、地质钻井各项数据的分析处理,地质过程模拟等方面的数据处理;对各种试验、工作运行、测量等的数据综合分析方面的数据处理等等都是在微型计算机上实现和工作的。

三、微型计算机在过程控制方面的应用

现代工业,由于生产规模不断扩大,技术、工艺日趋复杂,从而对实现生产过程自动化的控制系统的要求也日益提高。微型计算机问世以后,生产过程控制的自动化才得以实现。微型计算机在生产过程控制中一般都处于“实时控制”状态。“实时控制”指的是人们事先把生产过程中遇到什么情况,应作出什么反映,该采取什么动作,都考虑成一定的数学模型,并把这种数学模型编成程序存贮在微型计算机里,微型计算机根据工作时测得的各项数据信息进行计算加工,并立即由计算机传送给传动系统自动执行,中间不需要人的干预,整个生产过程的检测、计算和控制以及通讯、显示、报警等都可以用计算机来完成,从而保证及时反映、及时控制,称之为“实时控制”。

随着微型计算机在实时控制中的应用,生产效率逐步提高,材料的利用率也提高了,而能源消耗下降了,工作人员的工作条件得到了根本性的改善,生产过程实现了自动化。

目前,微型计算机在机械工业生产自动过程自动控制方面的应用已极为普遍,其中包括加工过程、装配过程、检验和调试过程以及辅助生产过程等各个方面。就控制对象的数量分,有单机控制、多机控制和自动线控制。主要应用集中于下述三个方面:

1. 现代机械工业生产自动化的三种重要装置:数控、程控和工业机器人已广泛采用微型计算机控制。

2. 工业生产过程自动化采用微型计算机进行自动检测。

在工业生产过程自动化中,为了保证产品的质量,需要对生产中的各种参数进行自动检测。自动检测包括对测试装置的控制、测试过程中的数据采集、计算分析和处理乃至测试结果的显示。测试过程自动化,在单独任务中是指将数据处理的最后结果打印或显示出来,而