

武汉大学出版社

姚永翘 编著

微型计算机系统 及实用技术



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,它为计算机的发展历史作出了不可磨灭的功绩。微型计算机的应用水平已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的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。本书就是为了适应这种迫切需要而编写的。

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知识和应用方面的知识,具备对微型计算机系统初步设计、调试、扩展系统功能及应用开发的能力。

本书是从计算机系统结构的角度来编写的,对微型计算机的结构原理、性能设计及使用进行解剖分析和评价,同时侧重于实际应用技术的论述。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。在讲解中以工业控制技术中使用最多的 280 八位微型机和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,并行进行讲解。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,介绍了系统的使用及维护、检测技术,对结构、汇编语言编程、各种接口、操作系统使用和系统的维护、诊断等重点部分的论述花费了更多的篇幅。随着微型机的应用越来越突出,并且维修费用相当之高,而有经验的专门维修人员又奇缺,我们必须培养用户不仅会使用微型机,还应维护好微型机,且具有一定的排除故障的能力。因此,在书中特地编写了微型计算机的维护与诊断技术一章。

本书共分十章。第一、二章主要介绍微型计算机的基本概念、分类、应用、发展和基本结构特点及工作时序;第三、四章介绍微型计算机的指令系统和汇编语言编程及开发上机过程,同时介绍了汇编语言与各高级语言间的接口,并给出了连接的实例;第五章介绍了微型机的存储系统;第六章介绍了微型机的输入输出系统和各类接口及接口的初始化编程,特别介绍了系统使用中不可缺少的键盘、显示器、打印机三种基本外设接口及其工作情况;第七章介绍了中断控制系统;第八章介绍了微型计算机各功能部件之间的连接及整个系统的设计,还全面地介绍了微型计算机的总线类型和结构;第九章介绍了微型计算机常用的操作系统,重点介绍了 MS-DOS 的使用方法和 EDLIN、WORDSTAR、DEBUG、C-WORDSTAR 的使用;第十章介绍了微型计算机的维护、诊断技术,列出了故障检测字典,系统分析了计算机病毒的形成、分类、传染过程、检测和消除,还介绍了国内外检测、消除计算机病毒的典型软件;在附录中介绍了阅读和使用时要查阅的重要资料。

本书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,又充实了大量微型机实际应用的内容,因而更具有实用性。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。

本书承空军雷达学院王长胤教授仔细审阅,并提出了许多宝贵意见。在编写过程中,多次征求过各层次学生的意见,还得到计算机科学系、计算中心及出版社许多老师和有关同志的支持和帮助,特别得到吴珍珠同志的大力协作,在此谨向他们表示衷心的感谢。

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。

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。

此 书

献给武汉大学 100 周年校庆!

编 者

1993 年 10 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 微型计算机与大、中、小型计算机的比较	5
1.5 微型计算机的发展概况	7
1.6 微型计算机的应用	9

第二章 微处理机的结构

2.1 微处理机的一般结构	13
2.2 微处理机的结构特点	23
2.3 微型计算机的工作过程	24
2.4 Z80-CPU 的结构	27
2.5 Z80-CPU 的时序	34
2.6 IBM PC/XT-CPU 8086(8088)的结构	48
一、Intel 8086/8088 的性能	48
二、8086/8088 的内部结构	48
三、8086/8088 的外围芯片	51
四、8086/8088 的最小方式和最大方式	53
2.7 80186/80286/80386/80486 的结构	55
一、80186 的结构	55
二、80286 微处理机的结构	55
三、80386 微处理机的结构	58
四、80486 的结构	62

第三章 微型计算机的指令系统

3.1 概述	67
3.2 指令格式	67
3.3 微处理机常用的寻址方式	70
3.4 微处理机的指令类型	74
3.5 Z80 的指令系统	78
3.6 8086/8088 的指令系统	89
3.7 关于 RISC、CISC 和 WISC	98

第四章 微型计算机的汇编语言及其程序设计

4.1 Z80 的汇编语言	101
4.2 IBM PC 系列机的汇编语言	109
4.3 汇编语言程序的运行过程	125
4.4 汇编语言程序的设计方法	126

一、画流程图	126
二、常用的基本程序结构	127
4.5 子程序及系统功能调用	133
一、子程序的概念	133
二、子程序的调用	134
三、子程序的设计方法	135
四、子程序的举例	136
五、DOS 功能调用	139
4.6 汇编语言应用程序的开发与上机过程	141
一、汇编语言应用程序的开发步骤	141
二、应用程序的设计汇编过程	142
三、汇编语言源程序的上机过程	145
4.7 汇编语言与高级语言的接口	149
一、综述	149
二、汇编语言与 MS-PASCAL 的接口	150
三、汇编语言与 TURBO C 的接口	151
四、汇编语言与 IBM FORTRAN 的接口	154
五、汇编语言与编译 BASIC 的接口	156
第五章 微型计算机的存储器及其接口	
5.1 概述	158
5.2 随机存取存储器 RAM	161
5.3 只读存储器 ROM	175
5.4 IBM PC/XT 存储器的结构	185
5.5 微型计算机常用的外存储器简介	188
第六章 微型计算机的输入/输出系统	
6.1 概述	198
6.2 一般的输入/输出过程	200
6.3 数据输入/输出传送方式的选择	202
一、程序控制的输入/输出方式	202
二、数据传送的 DMA 方式(数据通道传送方式)	206
6.4 输入/输出总线的控制结构	211
6.5 数据并行的输入/输出传送方式	217
一、Z80-PIO 的结构性能概述	217
二、Z80-PIO 引脚介绍	219
三、Z80-PIO 的编程(初始化程序的编制)	223
四、PIO 的定时波形	234
6.6 数据串行的输入/输出传送方式及通讯接口	236
一、串行输入/输出数据及通讯的原理	237
二、Z80-SIO	243
三、8251 可编程通讯接口	245
四、8251 应用举例	250
6.7 微型计算机常用的基本外部设备及其接口	253

一、键盘输入设备	253
二、显示输出设备	258
三、打印输出设备	273
第七章 微型计算机的中断系统	
7.1 概述	282
7.2 中断的处理过程	285
7.3 Z80 的中断系统	295
7.4 8086/8088 的中断系统	304
7.5 中断程序举例	311
第八章 微型计算机系统的设计	
8.1 微型计算机系统设计的一般原则	313
8.2 CPU 总线的连接	315
8.3 存储器的设计及其与 CPU 的连接	320
8.4 CPU 与外部设备的连接	324
8.5 微型计算机的总线	327
一、总线的概念	327
二、系统总线的组成及其作用	329
三、总线的结构	331
四、常用的系统总线标准	334
五、常用的外总线(通讯总线)标准	335
第九章 微型计算机的操作系统与使用	
9.1 概述	338
一、操作系统及其功能	338
二、操作系统的发展过程及分类	339
9.2 微型计算机操作系统的特点	342
9.3 微型计算机操作系统的管理功能	343
一、存储管理	343
二、CPU 管理	346
三、设备管理	347
四、信息管理	348
9.4 CP/M 磁盘操作系统概述	352
9.5 MS-DOS 操作系统简介及使用	354
一、MS-DOS 的结构	355
二、CC-DOS	357
三、系统启动	357
四、有关名词	359
五、MS-DOS 的常用命令	361
六、行编辑程序 EDLIN	369
七、文字处理程序 WORDSTAR	374
八、动态调试程序 DEBUG	378
九、PE 全屏编辑程序	383
十、汉字文书编辑(C-WORDSTAR)	384

9.6	UNIX/XENIX 操作系统概述	393
9.7	分布式操作系统的特点	398
9.8	网络操作系统	399
第十章 微型计算机的维护与诊断技术		
10.1	概述	404
10.2	微型计算机系统的验收、安装与调试	406
10.3	微型计算机系统的检测与故障诊断	410
	一、微型计算机系统的故障分类	411
	二、微型计算机系统的故障诊断方法	412
10.4	高级诊断软件的使用	417
	一、高级诊断软件的使用方法	417
	二、常见故障分析及处理办法	420
10.5	微型计算机系统的维护技术	422
	一、微型计算机系统对环境的要求	422
	二、微型机及其机房的日常维护	423
10.6	计算机病毒及其检测与消除	425
	一、计算机病毒的定义及特点	425
	二、计算机病毒的分类	426
	三、计算机病毒的一般构成及其工作流程	427
	四、系统引导型病毒	428
	五、文件型病毒	430
	六、系统引导和文件复合型病毒	433
	七、计算机病毒的发展及免疫	433
	八、几种实用解毒软件	435
附 录		
	一、键盘输入码	441
	二、ASCII 字符与编码对照表	442
	三、中国信息交换用的七位编码字符集	443
	四、Z80 的指令系统	444
	五、8086/8088 系列机的指令系统(含 80286,80386)	454

第一章 概 论

电子计算机的产生和发展,是二十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、生产规模和应用深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,其中微型计算机,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,所以发展非常迅速,到目前为止已经经历了四代的变迁,进入了八位机和十六位机广泛使用,三十二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的基础。

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):

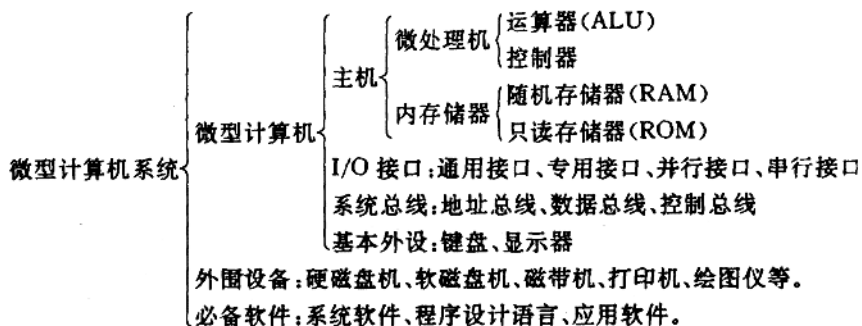
以微处理机为基础,配以随机存储器(RAM)、只读存储器(ROM)以及输入/输出(I/O)接口电路,再配以基本的输入/输出外部设备(键盘、显示器)构成一个基本裸机系统叫微型计算机。

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。

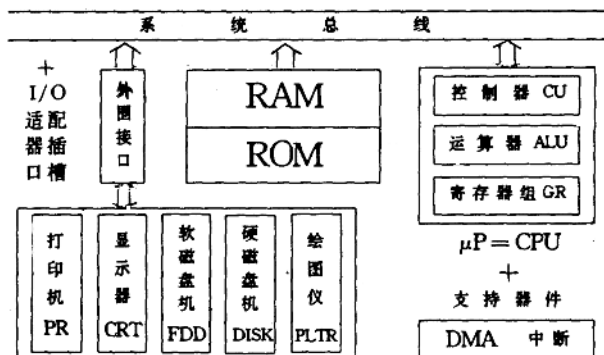


图 1.1 微型计算机的一般结构框图

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), 是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), 这是一些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, 这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。

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,不象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,而不必象过去那样要把计算机放在恒温恒湿和高洁净度的机房里。微型计算机是由大规模集成电路器件组成的,部件少,标准化工作做得好,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。由于使用方便,调试和修改程序也方便些。

4. 研制周期短,组成灵活,产品成系列化,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. 功能偏差。

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、指令先取技术等及精简指令系统(RISC 精简指令集计算机)设计在近几年的微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,内存存储器,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、按微型机(CPU)的数据字长(位数)分类

1. 4 位的 μC :这是初期生产的最低档 μC ,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、录相机、照相机、计算器和各种仪表中。
2. 8 位的 μC :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 μC :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 μC :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 Intel80386、80486、Z80000、M68030 等。
5. 位片式 μC :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)。

四、按 μC 的制造工艺进行分类

按 μC 的制造工艺分类, μC 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的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	触摩式键
钢笔式微机	0.4~1	一只钢笔大小			电池		触摩式键

1.4 微型计算机与大、中、小型计算机的比较

为了从总的方面对微型机有进一步的了解，我们分别以几种计算机为代表对大、中、小、微型计算机的各个方面作一比较，如表 1.2 所列。

表 1.2 微型计算机与大、中、小型计算机的比较

机型	IBM370/168	M340S	PDP11/45	MCS-80	Apple I	IBMPc
价格(美元/台)	450 万	70 万	5 万	250	100	500
字长(位)	32	32	8	8	8	16
主存容量(字节)	8.4M	4~16M	256K	64K	64K	256K~640K
加法时间(μ S)	0.13	0.3	0.9	2.0		
数据输入/输出最大速率(字节/秒)	16M	15M	4M	0.5M		
通用寄存器数	64	16	16	7		8
外围设备	全	全	多种	3	3	3
软件	全	全	多种	汇编监控 PL/M	多种	多种

1. 价格

大中型计算机主要应用于复杂的科学计算和大量的数据处理，如天气预报、宇航和军事工程的计算；大坝、桥梁和高层建筑的计算；银行、保险公司的信息处理；政府机关的信息统计等

等。它需要专门训练的程序员、操作员才能工作。大中型计算机配有齐全的外围设备和丰富的软件,因此价格昂贵。而微型机用途广泛,初期微型机常用作家用电器、工业生产设备等的控制部件,现在的中档微型机已为社会普遍使用,逐步进入家庭,因此,微型计算机的生产批量大,其生产成本又低,所以价格便宜。小型机则介于二者之间,如上表所示。从表看出,大型计算机和微型计算机的价格相差 30000 倍以上。

2. 字长

计算机把每个字作为一个单一的单元来对待,并把它作为信息交换、加工、存贮时的基本单元。一个计算机字的二进制代码的位数称为计算机的“字长”。各种类型的计算机其字长不尽相同,但是每种计算机的字长是确定的。字长比较长的计算机,工作精度和速度都高,因此,字长是计算机的一个重要指标。它决定着计算的精度、模拟量分辨率、字符长度、并行输入/输出的宽度等。一些大型复杂的科学计算要求计算机有较长的字长,因为它需要较高的计算精度,因此,大中型计算机的字长一般比较长,通常为 32 位~64 位;小型计算机的字长一般为 16~32 位;而微型计算机一般为 4~16 位,现在已发展到 32 位长了。

3. 内存存储器容量

内存存储器所能寄存的二进制的数码叫该存储器的容量,表示为字数 $\times$ 字长($\times$ 位数),现在常常用所能存贮的字节数来表示容量。计算机的存贮容量决定了计算机所能运行的程序的最大长度和计算数据的量,也影响着系统多道程序分时运行的速度,即存贮容量体现着计算机的工作能力的大小。从上表可知大型机与微型机的容量相差 100 多倍,巨型机 CRAY-2 已达 256M 字(每个字 64 位),即 2048MB,且这些大中型计算机还有强大的外存容量。

4. 指令执行时间

指令执行时间与指令的种类、指令的格式和寻址方式有关,与机器的主时钟周期有关;也就是与指令周期有关,同时也还与计算机体系结构有关。指令执行时间决定着机器的速度。因为任何算术运算都可由加法实现,所以人们往往以单位时间内执行加法指令的条数来说明机器的运算速度。

5. 数据输入/输出的最大速率

这是根据机器用途的需要设计的,数据输入/输出的传输速率要与 CPU 的工作匹配,大型机应用于大型复杂的运算和数据处理,内外交换频繁,所以必须具有很高的输入/输出数据传输速率,而微型机工作简单,要求不高,若用于家用电器和工业控制,都是低速工作,速率大而无功。

6. 通用寄存器的数目

它与计算机的性能有密切的关系。通用寄存器多,可以大大提高机器的处理速度和效率,一般大机器的通用寄存器都比较多,有几十个乃至数百个,IBM370/168 有 64 个通用寄存器,现在的巨型计算机如 CRAY-1、2、3 都有数百个,微型机一般有十个左右,这也是微型计算机的处理能力和运算速度较低的原因之一。

7. 外围设备

在现代的计算机系统中,外围设备占据重要地位,外围设备的成本占计算机系统总成本的大部分,中型机达到了 70% 以上,有的微型机系统中外围设备的成本达到总成本的 80% 以上。巨型、大、中型计算机系统的外围设备品种齐全,速度高,对设备的可靠性要求和工作时设备对

环境条件的要求都比较高。而微型计算机系统主要用于简单、低速工作的场合,所以外围设备的种类少、速度慢、可靠性不高,设备对工作环境条件的要求也不高,与家用电器差不多。

8. 软件

计算机系统包括硬件和软件,完成操作、监控、管理、控制、计算和自诊断等功能的计算机程序的总和就是计算机系统的软件,它们是计算机系统的神经中枢,整个系统的动作都是在软件指挥下进行协调工作的。没有这些软件,硬件是无法工作的。而软件品种是否齐全,软件功能的好坏决定了该计算机系统的可用性的程度,所以软件品种是否齐全是一个计算机系统的主要技术指标之一。一般巨型、大、中型计算机都有着丰富而齐全的软件,而小型机就少一些,微型计算机系统的软件就显得贫乏得多。现在比较高档的微型计算机系统的软件配备也在向中、小型计算机靠拢。

1.5 微型计算机的发展概况

随着大规模集成电路 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 5 千个门电路(或 10 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)四位微处理器 I4004,它是实现 4 位并行运算的单片处理器,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。

继四位微处理器 I4004 之后,Intel 公司于 1972 年初又制成了 8 位并行的微处理器 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 电路而做成的,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 技术的 8 位微处理器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 位微处理器中,应用较广、性能优良的机种主要有 Intel8080、M6800、Z80 以及 ROKWELL 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,采用小型机 PDP-11 的总线结构,而且有完备的配套元件。Intel8080 的主要设计人后来转入 Zilog 公司设计了性能胜过 Intel8080 十倍的微处理器 Z80,于 1976 年宣布制成。以这些微处理器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,自此以后,微型计算机的发展开始进入盛期。

1978 年起出现了 16 位微处理器,它标志着微处理器开始进入第三代,最初开发成功的是 Intel8086,它采用硅栅 HMOS 工艺构成,在 32.9 平方毫米的芯片上集成了 29000 个晶体管,其性能又为 Intel8080A 的十倍以上。接着,Zilog 公司宣布制成了 Z8000 系列微处理器,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 微处理器, 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器中具有竞争能力的三个典型机种, 以这些微处理器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, 有支持多处理器系统及分布式处理器系统的硬、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 位微处理器开始问世, 如 Intel 公司的 IAPX432、I80386, 贝尔实验室的 MAC-32 以及 HP-32、NS-16032、Z80000 等。这些就是 32 位的第四代微处理器, 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 位微处理器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, 可以构成与七十年代的大、中型计算机相匹敌的微型计算机系统, 如 Intel80386 多处理器系统性能与大型机 IBM370/158 相当, 现在又出现了性能更强的 Intel80486 微处理器。

在短短的十来年里, 微处理器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 微处理器更新换代情况

代	年间	工艺	字长 (位)	指令周期 (ns)	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~	NMOS HMOS CMOS	32	0.3	8~18	10 万~50 万	IAPX432 HP-32 I80386 Z80000

为适应于不同使用的需要, 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。

七十年代后期, 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 I 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般纷纷出现。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, 引起了计算机工业界极大的震动。IBM 个人计算机具有一系列特点:

(1) 设计先进, 率先采用主频为 8 兆赫的高性能的 16 位微处理器 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)价格便宜,生产高度自动化,流水作业,每16秒钟生产一台,后来缩短为每7秒钟生产一台,成本很低。加之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。

1.6 微型计算机的应用

自1971年微处理器问世以来, $\mu P/\mu C$ 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高维伪噪声序列,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。它可以象中大型计算机一样,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,浩如烟海的各种信息已经积累起来,而新信息还在不断地大量涌现。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储空间,因此,必须在解决各种数据处理的基本课题之外,同时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、中城市人口年龄、性别、职业等十多个项目的几百亿个数据进行处理,靠人的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,要对三十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对多点进行实时测量采集数据并进行处理,

找出规律,分析结果;对长跑等运动的各种收集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的鱼情数据库;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、矿藏储量计算、地质钻井各项数据的分析处理,地质过程的各种过程模拟等方面的数据处理;对各种试验、工作运行、测量等的数据库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。

伴随着社会的加速信息化,计算机数据处理的重要意义也日益增长,数据处理的需要量在科学、经济、文化等社会生活的各领域中越来越突出,使用微型计算机进行数据处理就更普遍、更深入。

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了。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的什么情况,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,工厂的生产率逐步提高,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. 现代机械工业生产过程自动化的三种重要装置:数控、程控和工业机器人已广泛地采用了微型计算机控制。

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结果打印或显示出来,而在大的生产过程自动化系统中则是指把结果输入到反馈回路中以实现精确的自动控制,或据此产生新的控制信号。微型计算机用于测试装置,对作业的控制、数据的采集及数据的计算分析处理都能充分发挥计算机的快速准确的特点,使检测效果更好。

3. 复杂的生产过程控制系统逐步采用多微处理机系统、多微计算机系统和分布式微阵列处理机系统。

微型计算机用于复杂的生产过程控制,使复杂的生产过程采用“分布控制方式”即采用“总体分散系统”。在这种控制系统中,系统的末级把整个连续过程分成几部分,用多台微型机对各