

高等学校试用教材

微型计算机 及其应用

● 何 莉 何丕廉

高等教育出版社

高等学校试用教材

微型计算机及其应用

何 莉 何 丕 康

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是根据原教育部颁布的高等学校计算机软件专业微型计算机及其应用教学大纲编写的教材。

本书主要讲授微型计算机的结构及工作原理,介绍了Z-80和M6800两种典型的8位微型计算机。内容包括:CPU芯片、指令系统、汇编语言、中断、接口芯片等。本书概念清楚,内容丰富,讲解透彻。在第八章对微型计算机的应用作了专门的讲述。对所给出的几个典型应用实例,在硬件接口及编程技术方面进行了详细的分析和讨论,对于提高读者的实际应用能力很有帮助。

本书可作为高等学校计算机软件专业的教材或参考书。也可作为应用微型计算机的科技人员的参考资料或自学用书。

高等学校试用教材

微型计算机及其应用

何莉 何丕廉

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷二厂印装

开本787×1092 1/16 印张25.25 字数582,000

1986年8月第1版 1987年9月第1次印刷

印数99,001 7,400

书号13010·01248 定价3.85元

前 言

本书根据原教育部1983年4月和6月在武汉召开的部属高等院校(工科、综合大学)计算机软件专业教学大纲讨论会和审定会制订的“微型计算机及其应用”教学大纲编写。编写时注意了本书的适应面,并贯彻“软硬结合、面向应用”的原则,把微型计算机的硬件原理和软件设计及应用结合起来讲述。

全书共九章。第二章介绍了微型计算机的基础知识,对于已有数字电路知识的读者可以跳过本章的部分或全部内容。考虑到各院校所选用典型微型计算机机种不同,在第三章和第五章中并列介绍了Z-80和M6800两种典型的8位微型计算机(包括CPU芯片、指令系统、汇编语言、中断、接口芯片等)。读者可根据自己的情况选学其一。本书力图通过讲述必要的硬件知识加深读者对编程技术的理解,增强灵活运用微型计算机的能力。第八章专门讨论微型计算机的应用,在讲述一般应用方法的基础上介绍了国内外的几个典型应用实例。实例对硬件的构成(包括接口方法)、软件设计(数学模型建立及算法选择等)作了深入浅出的剖析。准备应用微型计算机的读者可以从中得到方法和启示。本书编写中注意了点和面的结合,为使读者对微型计算机结构和原理建立一个完整概念,在介绍8位典型微型计算机的基础上对16位、32位微处理器、标准总线、微型计算机开发系统、操作系统等都作了概括性地介绍,以做到开阔知识面。

本书可作为大专院校的微型计算机原理及应用课程的教材,也可供应用微型计算机的科技人员参考。

本书的编写得到天津大学计算机系许镇宇教授的指导与帮助,并承东北工学院李华天教授,北京大学许卓群副教授审阅,提出了许多宝贵意见。在编写中始终得到计算机系领导和同志们的关怀与支持,刘征同志曾对本书第八章提出一些改进意见。在此一并表示衷心的感谢。

编 者 1985.4

目 录

第一章 绪论..... 1

§1. 微型计算机概述 1

1.1.1 微型计算机组成 2

1.1.2 微型计算机的分类 2

1.1.3 微型计算机的特点 5

§2. 微型计算机的发展和展望 7

1.2.1 微型计算机发展概况 7

1.2.2 微型计算机技术展望 9

练习一..... 10

第二章 微型计算机的基础知识..... 11

§1. 微型计算机中的LSI 11

2.1.1 微型计算机对LSI的要求 11

2.1.2 LSI的分类 12

§2. 基本的逻辑单元 14

2.2.1 反相器和驱动器 14

2.2.2 逻辑门 15

2.2.3 三状态器件 16

2.2.4 触发器 17

§3. 微型计算机的几个基本概念 18

2.3.1 总线 (Bus) 18

2.3.2 数据格式 19

2.3.3 指令格式 21

2.3.4 堆栈 22

2.3.5 关于十进制运算 24

练习二..... 28

第三章 8位微处理器 29

§1. 一般微处理器的基本结构..... 29

3.1.1 算术逻辑单元 ALU (Arithmetical Logic Unit) 29

3.1.2 寄存器组 30

3.1.3 指令寄存器、指令译码器和控制信号发生器 31

3.1.4 总线缓冲及总线控制 31

§2. 典型的8位微处理器..... 32

Z-80 CPU..... 32

3.2.1 Z-80 CPU内部结构及引线端功能..... 32

3.2.2 Z-80指令的寻址方式..... 37

3.2.3 Z-80指令系统..... 41

M6800MPU 73

3.2.1 概述..... 73

3.2.2 M6800MPU内部结构及引线端功能..... 74

3.2.3 M6800指令系统..... 77

§3. 汇编语言及汇编语言

程序举例..... 85

3.3.1 汇编语言 (Assembly Language) 的重要性..... 85

3.3.2 Z-80汇编语言语句结构及主要伪指令..... 86

3.3.3 M6800汇编语言规定及主要伪指令..... 94

3.3.4 Z-80汇编语言程序举例..... 97

§4. 常用的8位微处理器比较..... 109

练习三..... 112

第四章 微型计算机的存储器..... 117

§1. 半导体存储器概述 117

4.1.1 半导体存储器特点 117

4.1.2 半导体存储器分类..... 117

§2. 随机存取存储器RAM(Random Access Memory) 118

4.2.1 MOS型静态RAM..... 118

4.2.2 动态RAM及其刷新基本原理... 119

§3. 只读存储器ROM (Read-Only Memory) 122

4.3.1 掩模式ROM 123

4.3.2 可编程序只读存储器PROM (Programmable ROM) 123

4.3.3 可擦除的PROM——EPROM(Erasible Programmable ROM).....	124	6.2.1 S-100总线.....	200
§4. 存储器和CPU的连接.....	127	6.2.2 EXORciser总线.....	201
4.4.1 连接的一般方法.....	127	6.2.3 IEEE-488总线.....	201
4.4.2 存储器与CPU连接实例.....	127	6.2.4 EIA-RS232C总线.....	202
§5. 盒式磁带及软磁盘存储器... ..	130	6.2.5 其它总线.....	203
4.5.1 盒式磁带.....	130	6.2.6 微型计算机标准总线的发展——	
4.5.2 软磁盘.....	132	VERSA总线.....	204
练习四.....	136	练习六.....	205
第五章 中断系统及输入/输出 (I/O) 接口.....	137	第七章 一个8位微型计算机.....	206
§1. 输入/输出管理方式.....	137	§1. DBJ-Z80单板微型计算机逻辑结构.....	206
5.1.1 程序控制的I/O方式.....	137	7.1.1 概述.....	206
5.1.2 中断请求方式.....	138	7.1.2 硬件总体逻辑.....	207
5.1.3 直接存储器存取 (DMA) 方式.....	138	§2. ZBUG监控程序.....	210
§2. 中断综述.....	139	7.2.1 ZBUG总流程.....	210
5.2.1 中断过程.....	139	7.2.2 ZBUG功能键.....	211
5.2.2 中断源的确定.....	142	7.2.3 几个主要功能的控制程序.....	212
5.2.3 中断优先级别.....	143	第八章 微型计算机的应用.....	231
§3. Z-80中断.....	143	§1. 微型计算机的应用概况.....	231
5.3.1 Z-80中断信号.....	143	8.1.1 微型计算机的三大基本功能.....	232
5.3.2 中断的允许和禁止.....	143	8.1.2 微型计算机的主要应用方面及其效果.....	233
5.3.3 Z-80中断优先链.....	144	8.1.3 微型计算机与小型计算机、逻辑电路在应用上的分工和竞争.....	235
5.3.4 Z-80的中断响应.....	147	§2. 应用微型计算机的步骤和选择硬件的原则.....	236
5.3.5 Z-80的快速中断响应.....	151	8.2.1 应用微型计算机的步骤.....	236
§4. M6800中断处理.....	152	8.2.2 怎样选择编程语言.....	238
5.4.1 M6800的中断.....	152	8.2.3 怎样选择微型计算机.....	241
5.4.2 四种中断的响应.....	153	§3. D/A、A/D转换器及其接口技术.....	243
5.4.3 M6800中断的优先级.....	154	8.3.1 D/A转换器原理.....	244
§5. 输入/输出 (I/O) 接口芯片... ..	155	8.3.2 D/A转换器和微型计算机的接口技术.....	248
5.5.1 简单的I/O接口芯片——8212... ..	156	8.3.3 A/D转换器原理.....	251
5.5.2 可编程的并行I/O接口芯片... ..	158	8.3.4 A/D转换器和微型计算机的接口技术.....	253
5.5.3 可编程的计数器/定时器 (Z-80 CTC)	171	8.3.5 模拟通道插件板.....	261
5.5.4 可编程的串行I/O接口芯片... ..	179	§4. 温度、湿度的程序控制.....	267
练习五.....	196	8.4.1 研制背景.....	267
第六章 微型计算机的总线结构.....	199		
§1. 微型计算机标准总线概述... ..	199		
§2. 几种常用的微型计算机标准总线.....	200		

8.4.2 系统的硬件构成.....	269	8.8.5 dBASE II 用于仓库管理 (简介).....	330
8.4.3 干、湿球温度设定值的 输入及算法.....	270	练习八.....	336
8.4.4 程序及工作过程.....	272	第九章 16位微处理处理器及其 发展.....	338
8.4.5 软硬件选择方案的讨论.....	286	§1. 16位及32位微处理器.....	338
§5. 精密齿轮外型的自动检验 ...	286	9.1.1 Intel 8086.....	338
8.5.1 研制背景.....	286	9.1.2 Z8000.....	344
8.5.2 系统的硬件构成及工作原理.....	286	9.1.3 M68000.....	347
8.5.3 齿形参数的计算.....	289	9.1.4 16位微处理器的发展.....	351
8.5.4 程序简介.....	290	9.1.5 32位微处理器.....	352
8.5.5 软硬件选择方案讨论.....	291	§2. 微型计算机开发系统.....	355
§6. 烟气成分自动分析	291	9.2.1 开发系统的提出.....	355
8.6.1 研制背景	292	9.2.2 开发系统的组织结构.....	355
8.6.2 系统的硬件构成	293	9.2.3 开发系统功能.....	356
8.6.3 原始数据的设定及气体含量的 换算.....	295	9.2.4 开发系统分类及发展.....	357
8.6.4 程序框图及工作过程.....	298	§3. 微型计算机操作系统综述.....	359
8.6.5 软硬件选择方案讨论	301	9.3.1 微型计算机操作系统的发展.....	359
§7. 微型计算机在配棉中的应用...301		9.3.2 微型计算机操作系统的分类.....	360
8.7.1 问题的提出	301	9.3.3 几种微型计算机操作系统简介...360	
8.7.2 配棉的数学模型.....	301	练习九.....	363
8.7.3 线性规划问题及其图解法.....	303	附表.....	364
8.7.4 单纯形法.....	304	附表1 ASCII码表.....	364
8.7.5 单纯形法的计算机求解程序.....	314	附表2 Z-80指令.....	365
8.7.6 配棉程序简介.....	321	附表3 M6800指令.....	379
8.7.7 经济效益.....	321	附表4 S-100总线.....	385
§8. 微型计算机仓库管理.....322		附表5 8086指令.....	387
8.8.1 概 述.....	322	附表6 Z8000指令.....	389
8.8.2 数据文件的安排.....	323	附表7 M68000指令.....	394
8.8.3 各模块的功能.....	325		
8.8.4 讨论.....	330		

第一章 绪 论

随着大规模集成电路 LSI (Large Scale Integration Circuit) 技术的发展,微型计算机作为计算技术和大规模集成电路技术结合的产物,出现于70年代初期.微型计算机的出现标志着计算机的发展已进入了第四代,从此,计算机从价格昂贵、难于推广的庞然大物变成了廉价的、易于普及应用的灵巧装置.微型计算机的诞生和发展极大地影响着整个社会的各个方面,其发展前景是不可限量的.

§ 1. 微型计算机概述

什么叫微型计算机? 什么叫微处理器? 这是学习本课程首先应搞清楚的两个问题. 电子数字计算机的结构主要包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分. 人们习惯把运算器和控制器统称为计算机的中央处理单元, 或叫中央处理器 CPU (Central Processing Unit). 微型计算机同样也由这五部分组成. 不过, 由于它采用了大规模集成电路技术, 把原来占满整个大柜的中央处理器微缩制做在一片或几片大规模集成电路芯片上, 通常把这一片或几片具有运算和控制功能的大规模集成电路称为微处理器 (Micro-processor), 简称 μP . 把以微处理器为中心, 加上利用大规模集成电路技术实现的存储器芯片、输入/输出 (I/O—Input/Output) 接口芯片等组成的超小型计算机称为微型计算机 (Microcomputer), 简称 μC . 可见, 微型计算机是由大规模集成电路系列产品组成的计算机, 其核心部分——中央处理器就是微处理器 (以下各章节, 我们称微处理器为中央处理器).

综上所述, 我们可以这样说: 微处理器不是计算机, 它只是微型计算机的运算和控制部

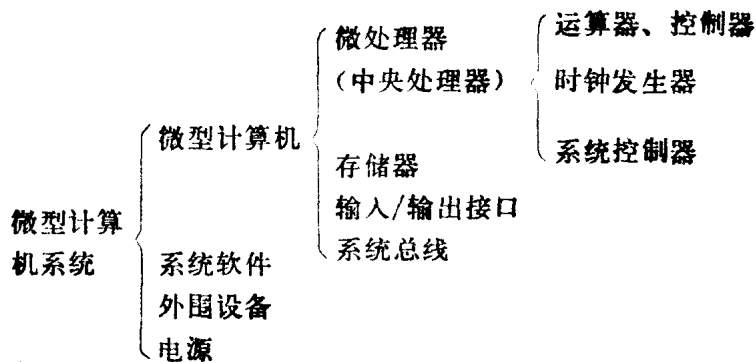


图1-1 μP , μC 和 μCS 三者关系

件,微型计算机才是具有完整功能的计算机。至于微型计算机系统,指的是包括系统软件、外围设备、电源等在内的真正实用的计算机系统(Microcomputer System),简称 μ cs。图1-1给出了微处理器、微型计算机以及微型计算机系统三者的相互关系和区别。

1.1.1 微型计算机组成

微型计算机主要由三部分组成,即中央处理器、存储器和输入/输出接口电路。其结构框图如图1-2所示。

中央处理器包括运算器和控制器、时钟发生器和系统控制器。它能对指令进行译码,完成规定的算术和逻辑运算,并向存储器和输入/输出接口发出相应的控制信号,控制整个系统工作。最早的中央处理器,由于当时的大规模集成电路工艺集成度的限制,分别做在几个芯片上。如Intel 8080微型计算机的CPU就由三片大规模集成电路芯片组成。随着LSI技术的发展和工艺的进步,出现了单片的CPU芯片。如8085和Z-80等。

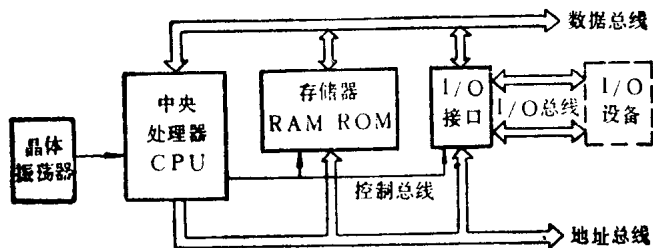


图1-2 微型计算机结构框图

存储器包括随机存储器(RAM)和只读存储器(ROM)两种。RAM用来存放数据、各种用户程序,它可根据需要自由地进行读写。ROM用来存放固定的程序,如系统监控程序等,它只能读出,不能随意写入。

输入/输出接口芯片是微型计算机联接各种输入/输出设备的接口部分,包括通用接口芯片及专用设备接口芯片。

上述三部分由系统总线连接。微型计算机的系统总线包括地址总线(AB)、数据总线(DB)和控制总线(CB)。整个系统所需的时钟信号由晶体振荡器提供。它一般放在CPU之外。

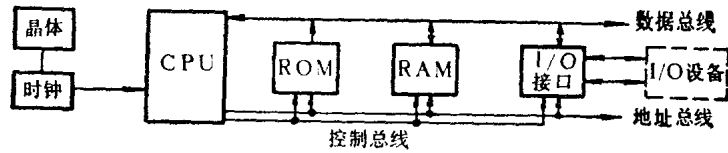
微型计算机的输入/输出设备有键盘显示器、打印机、磁盘、盒式磁带、穿孔机、模/数转换器等。其中键盘显示器称为微型计算机的终端,是微型计算机最基本的输入/输出设备。

1.1.2 微型计算机的分类

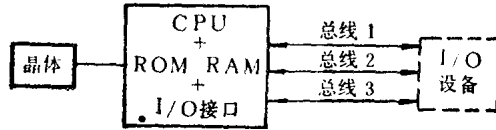
微型计算机有各种不同的分类方法,下面介绍常用的两种。

第一种,按微型计算机的结构分类。分为标准结构、单片结构、双片结构和位片结构四种。图1-3为四种结构框图。

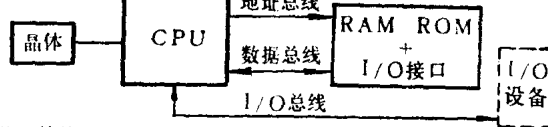
(a) 标准结构



(b) 单片结构



(c) 双片结构



(d) 位片结构

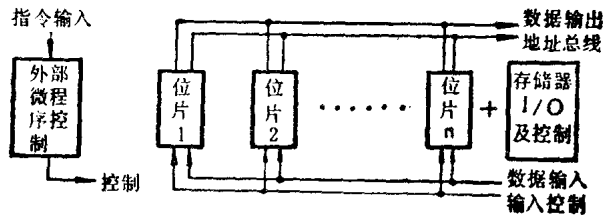


图1-3 四种微型计算机结构

1. 标准结构

标准微型计算机结构的特点是，中央处理器做在一片或几片大规模集成电路上，而存储器、输入/输出接口电路则分别做在另外的芯片上。各芯片间以系统总线（地址总线、数据总线和控制总线）连接。1976年末以前，中央处理器未能做在一个片子上，它至少要有一个外部时钟发生器及其晶体。76年末以后已将时钟组合进中央处理器芯片里。由于晶体体积较大，仍放在芯片之外。Intel公司生产的8080、8085，Motorola公司生产的M6800及Zilog公司的Z-80等微型计算机均属于这种结构。

2. 单片结构

单片微型机结构就是在单个芯片上，除了有中央处理器外，还有ROM、RAM及输入/输出接口电路。晶体仍在片子之外。这样仅用一个芯片，就能构成一个微型计算机。由于在一个芯片上集中了上述功能部件，因此其存储容量有限，只可存放一些专门的计算和控制程序。经过这一结构改革，芯片引脚中，原地址总线及一些控制总线可留做他用。单片微型计算机也有3组总线（地址总线、数据总线和控制总线）和外部（输入/输出）设备相连。该种结构的微型计算机具有扩充外接存储器的能力，在软件上也往往与高档系列机兼容，使之有扩大应用范围的余地。这一类单片微型机有可能成为微型计算中销售量最大，用途最广泛的机种。单片机有4位、8位、16位之分。其典型产品有Intel公司的8048及其改进型8049等。表

1-1给出了8位和16位单片微型计算机有关数据的简表。

表1-1 8位和16位单片微型计算机简表

厂 商	Intel		Mostek		TI	Zilog	Motorola	Rockwell
型 号	8048	8049	3870	3872	9940	Z-8	6801	6500
位 数	8	8	8	8	16	8	8	8
ROM (字节)	1024	2048	2048	4096	2048 (1k×16)	2048	2048	2048
RAM (字节)	64	64	64	128	128 (64×16)	144	128	64
指令数	96	96	70	70	58	96	72	53
I/O线	24	24	32	32	32	32	30	34
电源(伏)	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5

3. 双片结构

双片微型计算机结构介于标准结构与单片结构之间。整个微型计算机由两片LSI组成。其中央处理器与标准结构的中央处理器极为相似(包括时钟),仅仅增加了一些直接输入/输出能力,而存储器(ROM及RAM)和输入/输出接口电路则集成在一个片子上。象单片微型机一样,存储器受芯片面积的限制,其容量一般为,ROM16K位,RAM4K位。鉴于存储器容量有限,用于指明地址的地址总线可以减少,节省出来的引脚可用于其它功能。该结构的微型计算机中,中央处理器一般至少有8条引线用于直接输入/输出,存储器及输入/输出接口电路芯片有8至16条引线与I/O设备相连。双片结构微型计算机的中央处理器速度高,功能复杂,在这一点上和标准结构的中央处理器基本相同。

一般地讲,标准结构的微型计算机主要用在程序复杂的高性能应用方面。单片机用于体积有限、智能化的产品中。双片微型计算机则用于存储容量要求不大,但对性能要求较高的场合。

4. 位片结构

位片结构的芯片并不是微型计算机,也不是中央处理器。它是在大规模集成电路芯片上制成的具有运算功能并带有寄存器的几位(2位或4位)运算器,它不带控制器,控制器部分必须由外加电路来实现,一般采用微程序控制。因此,这种芯片确切地说应称为位片器件。为了改进运算能力,可在片子上增加一些先行进位器件,多加一些门电路以进一步提高乘、除法操作的速度。把位片器件级连可组成具有不同位数(一般是8位或16位)的运算器。若由位片器件组成位片式中央处理器,还需增加控制器以及有关电路,如循环计数器、译码器、条件逻辑器、多路转换器等,此外还需要总线管理。上述外加电路使位片式微型计算机组装起来较为复杂。位片器件主要用来作为快速的运算器。至今所有位片器件都是双极型工艺,以便

获得较高的速度。其代表产品有 Intel 公司的 3000、高级微器件公司 (AMD) 的 2901、Motorola 公司的 10800 等。

第二种, 按中央处理器 CPU 的位数分类, 分为 4 位、8 位、12 位、16 位、32 位或位片式几种。CPU 的分类如表 1-2、1-3 所示。

4 位的 CPU 代表是 Intel 公司生产的 4040, 它是最早期的产品, 现在很少使用。目前占据微型机市场的主要是 8 位的 CPU 及其系列机。其代表产品是 Intel 公司的 8080, 8085, Motorola 公司的 M6800 及 Zilog 公司的 Z-80 等。表 1-2 中的 8048 及 F8 是两片单片的 8 位微型机。1978 年开始研制出 16 位微型计算机, 其代表产品有 Intel 公司的 8086, Zilog 公司的 Z8000 及 1979 年 Motorola 公司的 M68000 等。80 年代初, 又出现了 32 位微处理器。它们的指令功能强、寻址能力均在 1 兆字节以上, 在性能上可与高档小型机相比, 但价格却比小型机便宜许多。

1.1.3 微型计算机的特点

微型计算机自产生至今, 发展迅速, 应用广泛, 在于它具有以下几个方面的独特优点:

表 1-2 4~8 位 CPU 分类

CPU 位数	片子工艺	CPU 名称(厂名)	引线数	指令数	时钟 (兆赫/相)	电源电压(伏)
4 位	PMOS	4004(Intel)	16	46	0.7/2	-15
		PPS-4/1(RockWell)	42	50	0.2/4	-17
	NMOS	μ COM-4(日电)	28	55	1	+12, ± 5
8 位	PMOS	8008-1(Intel)	18	48	1.25/2	-9, +5
	NMOS	8080A(Intel)	40	78	2/2	+12, ± 5
		M6800(Motorola)	40	72	1/2	+5
		F8(Fairchild)	40	76	2*	+12, +5
		8085(Intel)	40	80		+5
		Z-80(Zilog)	40	158	2.5	+5
		8048(Intel)	40	96		+5
12 位	PMOS	TLCS12-A(东芝)	36	19	.	± 5
2 位(位片)	双极型	3000(Intel)	28	24	10	+5
4 位(位片)	双极型	AM2901(AMD)	40	203	5	+5
4 位(位片)	双极型	M10800(Motorola)	48	70	100/4	-5.2

注: 带*者表示 CPU 片内有时钟发生器

表1-3 16~32 位CPU分类

CPU 位数	片子工艺	CPU 名称(厂名)	指令数	时钟 (兆赫)	寻址 (兆字节)
16	HMOS	8086(Intel)	97	5—8	1
16	HMOS	Z8000(Zilog)	116	4	8
16	HMOS	M68000(Motorola)	61	8	16
32	HMOS	iAPX432(Intel)	221	8	16
32	XMOS	NS32032(National Semiconductor)	82	16	16
32	CMOS	Bellmac-32A(Bell实验室)	169	10	4千

1. 使用灵活的模块化结构

由于微型计算机实现了硬件功能积木化结构,加之各片之间用总线连接,因此系统可根据需要随意扩展或缩减,组装灵活方便,面向任务的适应性强,不会出现功能过剩的现象。另一方面,微型计算机多数I/O接口芯片都是可编程的,能按不同任务进行程序控制。控制程序一般存在ROM内,断电源时都不会被破坏,比较可靠。如果采用可改写的只读存储器(PROM),则程序可由用户自己根据需要来编写,这样就更灵活和方便了。

2. 体积小、重量轻

微型计算机是由集成度很高的大规模集成电路组成,不仅体积小,而且重量轻。如小型计算机NOVA01的CPU部分,是用集成电路、大规模集成电路等组装在380mm×380mm的基板上,而8080微型计算机的CPU芯片则只要1片 $1.5 \times 5.3\text{mm}^2$ 的8080A和2,3个中规模集成电路芯片组成就可以了,尺寸缩小了数百倍。由于采用大规模集成电路,不但可使元件数量减少,组装也变得迅速而简便了。例如,日本东芝公司的TLCS-13AEX-O单板微型计算机仅由11个LSI片(包括CPU和存储器)、两个TTL片以及若干电阻、电容、开关和发光二极管(LED)等构成,组装在一块如普通期刊杂志大小的基板上,一个人用数小时即可组装完成。

单片微型计算机的出现,使微型机进一步小型化。如Intel公司的8048单片机,把8位运算器(ALU)和累加器(ACC),64字节的数据随机存储器(RAM),1K字节的只读存储器(ROM),3个8位的I/O接口,时序器/可逆计数器,两个用户使用的标志触发器,时序发生器等制做在一个芯片上。它整个封装在一个40条引线的双列直插式组件内。

微型机的这种超小型特征,使得以前无法配备计算机的小型设备、终端设备和家用电器等内部可装配计算机了,从而极大地扩大了计算机的应用范围。

3. 成批生产、价格便宜

微型计算机的价格比任何小型机都便宜许多。过去最便宜的小型机也须几万美元,而目前微型机CPU芯片的一般价格在几美元~几十美元之间。单片机仅3~5美元。微型机系统Apple II 1000美元。随着LSI工艺的发展,其价格还将日益下降。

4. 可靠性高

在微型机中,采用大规模集成电路技术,元件高度集中,大大减少了外部连线。如一片大规模集成电路可取代有1300个接点的50片中小规模集成电路,从而各片间连线减少,可靠性提高。

此外,功耗小、易于标准化、维修方便、适应环境能力强等都是微型计算机深受用户欢迎的特点。

基于上述特点,微型机广泛地应用在各个方面,其范围远远超出了原来计算机的应用范围。

目前国外应用较多的有以下几方面:

工业控制方面:直接数控、过程用控制系统、工业用机器人、自动化机械。

交通通讯方面:交通信号控制、数据传输控制、数据记录、数据通讯终端机。

商业方面:现金出纳、售货点终端设备、银行终端、货单制做。

国防方面:各种卫星导弹的监视跟踪系统。

医用方面:电脑医生、病历记录、专家系统。

测量仪器:各种智能仪器、巡回检测、自动测量设备等。

其它:教学仪器、家用电器、娱乐机器等。

微型计算机也有自己的不足之处。与小型机相比,目前看微型机主要有下面两个缺点。第一,速度比小型机慢。如微型机 Intel 8080 A 执行 8 位定点加法时间为 2 微秒,而小型机 NOVA 01 执行 16 位定点加法时间为 1.35 微秒。其速度慢主要是由于 CPU 的结构工艺及指令系统等造成的。随着 LSI 技术的发展,微型机的速度也会接近或超过目前的小型机的速度。Zilog 公司 1978 年宣布的 16 位微型机 Z8000 的性能已超过 PDP-11/45 小型机。Intel 公司的 8086,其时钟频率最高可达 8 兆赫。Motorola 公司的 M68000 系列机,其性能又比 Z8000 提高了 40%,这说明了微型计算机性能的飞跃发展。第二,用微型机本身来研究它的软件是很困难的。因为用微型机研制软件势必要增加外围设备、存储器等,花很多费用,很不合算。所以微型机的软件往往利用小型机和大型机来研制或在微型机开发系统上研制。

§ 2. 微型计算机的发展和展望

1.2.1 微型计算机发展概况

随着大规模集成电路和计算技术的发展,自 1971 年末美国 Intel 公司研制的第一台微型计算机 MCS-4 问世以来,至今十多年微型计算机已经历了四代产品阶段。

第一代(1971 年~1973 年)

1971 年下半年 Intel 公司在台式计算器的基础上设计了 Intel 4004 中央处理器和以它为核心的 MCS-4 微型计算机。它采用了 PMOS 硅栅工艺。字长 4 位,没有中断能力。主要用于十进制串行运算和简单的数据处理,基本上是一种可编程序的高级台式机。

由于 MCS-4 功能弱,灵活性差。1971 年 12 月 Intel 公司又设计了 Intel 8008 CPU,和

以它为核心的 MCS-8。仍采用 PMOS 工艺, 字长 8 位, 具有完整的指令系统和中央处理部分, 虽还没有超出台式机的范围, 但却为用 LSI 工艺制造中央处理器及微型计算机开拓了一条新路。第一代产品的基本特点是:

1. 采用 PMOS LSI 工艺, 所以速度较低;
2. 字长 4 ~ 8 位;
3. 引出脚一般为 16 ~ 24 根;
4. 基本指令执行时间在 4 ~ 10 μ s 以上;
5. 系统结构还没有超出台式计算机的范围。

第二代 (1973 年 ~ 1976 年)

由于 MCS-8 速度低、功能差, 作为与低档小型机衔接的微型机还满足不了要求。1973 年 12 月 Intel 公司又在 Intel 8008 基础上加以改进, 设计了 Intel 8080 CPU 和以它为核心的 MCS-80 微型计算机。字长仍为 8 位, 但采用了 NMOS 硅栅工艺, 速度比 8008 提高了十倍。基本指令执行时间由 10 μ s 缩短到 2 μ s, 引出脚增加到 40 个, 具有 8 级中断功能。完全具备了计算机的结构型式。从此微型机进入了第二代。与此同时 Motorola 公司也研制了 8 位的 M6800 微型计算机。上两产品为第二代微型机的代表。第二代产品的基本特点是:

1. 采用 NMOS 或其它工艺的 LSI 电路;
2. 字长为 8 位;
3. 引出脚一般为 40 ~ 42 根;
4. 基本指令执行时间 2 μ s 左右;
5. 具有多种寻址、多级中断、直接存储器存取 (DMA) 功能;
6. 软件丰富、配上了高级语言。

第三代 (1976 年 ~ 1978 年)

为了继续扩大微型计算机的使用范围, 1976 年以后全面发展了各式各样的中央处理器和微型计算机。美国 Zilog 公司 Z-80 及 Intel 公司的 8085 微型机进入市场。在其性能、工艺及结构上都对第二代产品进行了改进, 速度和集成度也都有所提高。第三代产品的特点是:

1. 采用 N 沟 E/D MOS 工艺, 密度由原来的 88 门/mm² (8080) 提高到 133 门/mm² (Z-80);
2. 字长主要是 8 位;
3. 基本指令执行时间小于 2 μ s;
4. 配上多种高级语言;
5. 接口芯片种类丰富。

在这一阶段, 单片机也得到了发展。如 Intel 公司的 8048, Mestek 公司的 3870, Fairchild 公司的 F8 等。单板机此阶段也有很大发展。由于这一代产品与第二代产品无本质上的差别, 仅是性能上有所提高, 因此有人也把它称为第二代半产品。

第四代 (1978 年至今)

1978 年 Intel 公司研制出了 16 位的 8086 微处理器, Zilog 公司推出了 Z8000, 1979 年 Motorola 公司又宣布生产 M68000。它们的共同特点是先进的 HMOS 工艺, 巨大的寻址能力, 丰富的可扩充指令系统, 字长 16 位, 多通用寄存器结构 (如 M68000 具有 16 个 32 位的

通用寄存器), 直接寻址能力达若干兆字节(如 M68000 寻址达 16M) 等等。以上产品的性能已赶上或超过70年代的小型计算机的中档或高档产品, 但价格比小型机便宜很多。在总体结构上, 不但具有小型机的性能, 而且还吸收了大型机中某些先进技术而被设计成多处理机结构。

16 位微处理器也不断更新, 在上述产品之后又先后出现了 Intel 8088, iAPX 186, iAPX286, TI 公司的 TMS99105和TMS 99110等。此外同时出现了小型机微型化的产品 LSI 11/23, Micro-VAX 1。

80年代初出现了32位微处理器。如贝尔实验室的Bell32 A微处理器, Intel公司的 iAPX432, iAPX430 被称为 Micro main-frame, 意思是微型机化的主机, 其功能可与大型机 IBM370/158相比。

微型机发展的同时, 8 位、16位微型机开发系统也相继出现, 它们为软硬件研究创造了方便的条件。

我国于1974年开始着手研究微型计算机。第一台 PMOS 大规模集成电路的微型计算机 DJS-050于1977年研制出来。1979年研制出了 80804 片式的 CPU 芯片和以此为中心配有存储器芯片及接口芯片组装的 DJS-051微型计算机。与此同时 M6800 的多片式 DJS-061微型机也诞生了。属于这两类的系列产品 DJS-052, 053, 054, 062, 063以及 Z-80 的 DJS-040 系列等也相继出现。

1.2.2 微型计算机技术展望

1. 大规模和超大规模集成电路(VLSI)技术对微型机发展的影响。

LSI及VLSI技术的发展是微型计算机性能提高的基础。如先进的HMOS工艺被 Intel 公司的8086微型机采用, 结果其性能与8080 A相比, 时钟频率从 2 兆赫提高到 8 兆赫, 片上晶体管集成度从5000个增加到29000个, 总的性能提高了10倍。目前美国正在大力发展短沟道的HMOS工艺。日本则对SOS工艺给以很大注意。其它几种工艺, 如I²L工艺主要用来制造小型专用控制器及 A/D和D/A转换电路。

2. 微型计算机结构设计发展趋势

中等性能的 8 位和16位多片微处理器的指令系统比较成熟, 软件日益丰富, 有很强的生命力。这种系列的微型机的各种专门的外围设备电路芯片, 如磁盘控制电路芯片, 显示接口电路芯片等都逐渐配齐。最近 A/D 和 D/A 转换电路芯片的生产也发展很快。高性能的微型机发展方向是增加硬件功能, 扩大直接地址的容量范围, 增强 I/O 处理能力。Intel 公司和Zilog等公司正在大力发展新型结构体系的微型计算机, 如用堆栈结构直接执行类似高级语言的微型机、多微处理机系统等。

3. 位片器件组成的中、大型计算机系统

由于位片器件的速度高, 目前已有一些厂家用双极型位片器件组成中、大型计算机。并可用微程序方法去仿真现有的中、大型机的软件系统。如TWOPI公司用 AM2901位片组成 32位大型计算机, 存储寻址能力可达 4 M字节, 其软件用微程序仿真IBM370系统软件, 微指令执行时间可达100毫微秒, 功能可与IBM370/138相当, 但其体积小, 全机只用了 24 块 (15×15 英寸) 印刷电路板, 成本低, 研制周期短, 改型方便。故用位片器件来组成大、中

型系统的技术已成为国外很多厂家大力发展的新方向。

4. 个人计算机的发展

1975年世界上出现了第一台个人计算机(Personal Computer, 简称PC), 四年之后, PC总数已达10万台。由于PC可用于办公室自动化, 用于教育事业, 用于家庭(提供商品信息和娱乐,)等很多方面, 因此发展很快。1982年仅IBM公司生产的PC就出售了20万台, 与IBM兼容的PC出售10万台, 占整个市场的30%。1984年出售的PC台数比1983年增加3倍, 1985年又比1984年增加3倍。预计1987年, 世界上使用的个人计算机将不少于8000万台, 是1977年使用量的400倍, 一举跃居各类计算机销售量的首位。个人计算机中又以家庭用计算机最为热门, 估计那时将有2/3的个人计算机用于家庭之中。

目前, IBM公司的个人计算机销售量居世界首位, 取代了号称美国微型机之王的APPLE公司。IBM公司同时也迅速发展和完善PC机与大、中型计算机的通讯功能和网络功能。

为了与IBM竞争, APPLE公司于1984年初推出新产品Macintosh及Macintosh办公系统(它包括激光打印机, 计算机网络Appletalk, Personal Network等)。可以想像, 不久的将来(4~6年)将会出现由32位微处理器组成的个人计算机。

练 习 一

1. 微型计算机和微型计算机系统各由哪些部分组成?
2. 微型计算机有几种分类方法? 说明各种分类方法的特点。
3. 微型计算机经过哪几个发展阶段? 它的发展与整个计算机的发展有什么关系?
4. 举例说明微型计算机的应用。